

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年11月26日(26.11.2015)



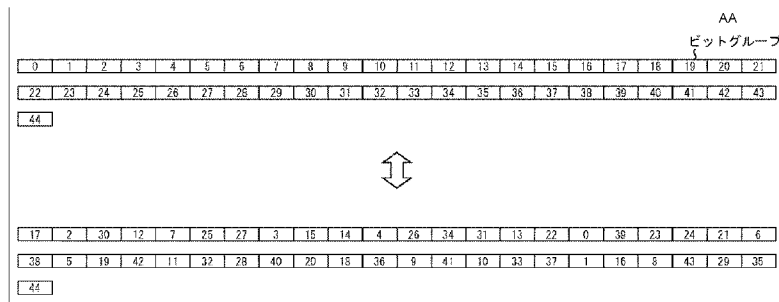
(10) 国際公開番号
WO 2015/178215 A1

- (51) 国際特許分類:
H03M 13/19 (2006.01) H03M 13/27 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063253
 - (22) 国際出願日: 2015年5月8日(08.05.2015)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2014-104809 2014年5月21日(21.05.2014) JP
 - (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 池谷 亮志 (IKEGAYA Ryoji); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 山本 真紀子 (YAMAMOTO Makiko); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 篠原 雄二 (SHINOHARA Yuji); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 西新宿木村屋ビルディング9階 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DATA-PROCESSING DEVICE AND DATA PROCESSING METHOD

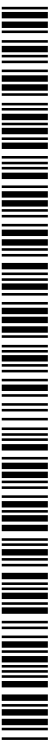
(54) 発明の名称: データ処理装置、及び、データ処理方法

図156



(57) Abstract: This technology pertains to a data-processing device and a data processing method that make it possible to ensure good communication quality when using an LDPC code to transmit data. In group-wise interleaving, an LDPC code having a code length (N) of 16,200 bits and a code rate (r) of 10/15 or 12/15 is interleaved on a per-bit-group basis, each bit group being 360 bits long. In group-wise deinterleaving, the interleaved LDPC code is restored to the original ordering thereof. This technology can be applied, for example, to data transmission or the like using an LDPC code.

(57) 要約: 本技術は、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができるようにするデータ処理装置、及び、データ処理方法に関する。グループワイズインターリーブでは、符号長Nが16200ビットであり、符号化率rが10/15、又は、12/15のLDPC符号が、360ビットのビットグループ単位でインターリーブされる。グループワイズデインターリーブでは、グループワイズインターリーブ後のLDPC符号の並びが元の並びに戻される。本技術は、例えば、LDPC符号を用いたデータ伝送等を行う場合に適用できる。



WO 2015/178215 A1

明 細 書

発明の名称：データ処理装置、及び、データ処理方法

技術分野

[0001] 本技術は、データ処理装置、及び、データ処理方法に関し、特に、例えば、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができるようにするデータ処理装置、及び、データ処理方法に関する。

背景技術

[0002] 本明細書及び図面中に掲載する情報の一部は、Samsung Electronics Co., Ltd. (以下、Samsungと表記)、LGE社、NERC社、CRC/ETRI社から提供を受けたものである(図面中に明示)。

[0003] LDPC(Low Density Parity Check)符号は、高い誤り訂正能力を有し、近年では、例えば、欧州等のDVB(Digital Video Broadcasting)-S.2や、DVB-T.2、DVB-C.2、米国等のATSC(Advanced Television Systems Committee)3.0等のデジタル放送等の伝送方式に広く採用されている(例えば、非特許文献1を参照)。

[0004] LDPC符号は、近年の研究により、ターボ符号等と同様に、符号長を長くしていくにしたがって、シャノン限界に近い性能が得られることがわかりつつある。また、LDPC符号は、最小距離が符号長に比例するという性質があることから、その特徴として、ブロック誤り確率特性がよく、さらに、ターボ符号等の復号特性において観測される、いわゆるエラーフロア現象が殆ど生じないことも利点として挙げられる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：DVB-S.2：ETSI EN 302 307 V1.2.1 (2009-08)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] LDPC符号を用いたデータ伝送では、例えば、LDPC符号が、QPSK(Quadrature

Phase Shift Keying)等の直交変調（デジタル変調）のシンボルとされ（シンボル化され）、そのシンボルが、直交変調の信号点にマッピングされて送信される。

[0007] 以上のようなLDPC符号を用いたデータ伝送は、世界的に拡がりつつあり、良好な通信（伝送）品質を確保することが要請されている。

[0008] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本技術の第1のデータ処理装置／方法は、符号長Nが16200ビットであり、符号化率rが10/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部／ステップと、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部／ステップと、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部／ステップとを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭からi+1番目のビットグループを、ビットグループiとして、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770
3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353

505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007
3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197
1816 2313 3649
740 1951 3844
1320 3703 4791
1754 2905 4058
7 917 5277
3048 3954 5396
4804 4824 5105
2812 3895 5226
0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

であるデータ処理装置／方法である。

[0010] 第1のデータ処理装置／方法においては、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が10/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。さらに、前記LDPC符号が、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びが、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブされる。前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770
3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007
3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
749 1502 2201 3189

2873 3245 3427

2158 2605 3165

1 3438 3606

10 3019 5221

371 2901 2923

9 3935 4683

1937 3502 3735

507 3128 4994

25 3854 4550

1178 4737 5366

2 223 5304

1146 5175 5197

1816 2313 3649

740 1951 3844

1320 3703 4791

1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

になっている。

- [0011] 本技術の第2のデータ処理装置／方法は、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が10/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と

、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770
3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007
3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683

1937 3502 3735

507 3128 4994

25 3854 4550

1178 4737 5366

2 223 5304

1146 5175 5197

1816 2313 3649

740 1951 3844

1320 3703 4791

1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループサイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループサイズインターリーブ部／ステップを備えるデータ処理装置／方法である。

- [0012] 第2のデータ処理装置／方法においては、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が10/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループサイズインターリーブを行うグループサイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループサイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし

44の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39,
23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10,
33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770
3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007
3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366

2 223 5304

1146 5175 5197

1816 2313 3649

740 1951 3844

1320 3703 4791

1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

[0013] 本技術の第3のデータ処理装置／方法は、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部／ステップと、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部／ステップと、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部／ステップとを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビット

トを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124 3155
59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 2847
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885 3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101 3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3104
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 2613 2682
1388 2241 3118 3148
143 506 2067 3148
1594 2217 2705
398 988 2551
1149 2588 2654
678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811
1672 2646 2984
965 1462 3230
3 1077 2917

1183 1316 1662
 968 1593 3239
 64 1996 2226
 1442 2058 3181
 513 973 1058
 1263 3185 3229
 681 1394 3017
 419 2853 3217
 3 2404 3175
 2417 2792 2854
 1879 2940 3235
 647 1704 3060

であるデータ処理装置／方法である。

[0014] 第3のデータ処理装置／方法においては、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化が行われ、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブが行われる。さらに、前記LDPC符号が、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングされる。前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びが、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブされる。前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、

前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124 3155
59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 2847
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885 3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101 3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3104
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 2613 2682
1388 2241 3118 3148
143 506 2067 3148
1594 2217 2705
398 988 2551
1149 2588 2654
678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811
1672 2646 2984
965 1462 3230
3 1077 2917
1183 1316 1662
968 1593 3239
64 1996 2226

1442 2058 3181

513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

になっている。

[0015] 本技術の第4のデータ処理装置／方法は、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124 3155

59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 2847
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885 3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101 3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3104
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 2613 2682
1388 2241 3118 3148
143 506 2067 3148
1594 2217 2705
398 988 2551
1149 2588 2654
678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811
1672 2646 2984
965 1462 3230
3 1077 2917
1183 1316 1662
968 1593 3239
64 1996 2226
1442 2058 3181
513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズインターリーブ部／ステップを備えるデータ処理装置／方法である。

[0016] 第4のデータ処理装置／方法においては、符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちのいずれかにマッピングするマッピング部とを備え、前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124 3155

59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 2847
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885 3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101 3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3104
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 2613 2682
1388 2241 3118 3148
143 506 2067 3148
1594 2217 2705
398 988 2551
1149 2588 2654
678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811
1672 2646 2984
965 1462 3230
3 1077 2917
1183 1316 1662
968 1593 3239
64 1996 2226
1442 2058 3181
513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

である送信装置から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びが元の並びに戻される。

[0017] なお、データ処理装置は、独立した装置であっても良いし、1個の装置を構成している内部ブロックであっても良い。

発明の効果

[0018] 本技術によれば、LDPC符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

[0019] なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]LDPC符号の検査行列Hを説明する図である。

[図2]LDPC符号の復号手順を説明するフローチャートである。

[図3]LDPC符号の検査行列の例を示す図である。

[図4]検査行列のタナーグラフの例を示す図である。

[図5]バリエブルノードの例を示す図である。

[図6]チェックノードの例を示す図である。

[図7]本技術を適用した伝送システムの一実施の形態の構成例を示す図である。

[図8]送信装置11の構成例を示すブロック図である。

[図9]ビットインターリーバ116の構成例を示すブロック図である。

[図10]検査行列の例を示す図である。

[図11]パリティ行列の例を示す図である。

[図12]DVB-T. 2の規格に規定されているLDPC符号の検査行列を説明する図である。

[図13]DVB-T. 2の規格に規定されているLDPC符号の検査行列を説明する図である。

[図14]LDPC符号の復号についてのタナーグラフの例を示す図である。

[図15]階段構造になっているパリティ行列 H_T と、そのパリティ行列 H_T に対応するタナーグラフの例を示す図である。

[図16]パリティインターリーブ後のLDPC符号に対応する検査行列 H のパリティ行列 H_T の例を示す図である。

[図17]ビットインターリーブ116、及び、マップ117で行われる処理の例を説明するフローチャートである。

[図18]LDPCエンコーダ115の構成例を示すブロック図である。

[図19]LDPCエンコーダ115の処理の例を説明するフローチャートである。

[図20]符号化率1/4、符号長16200の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図21]検査行列初期値テーブルから検査行列 H を求める方法を説明する図である。

[図22]検査行列の構造を示す図である。

[図23]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図24]検査行列初期値テーブルから生成されるA行列を説明する図である。

[図25]B行列のパリティインターリーブを説明する図である。

[図26]検査行列初期値テーブルから生成されるC行列を説明する図である。

[図27]D行列のパリティインターリーブを説明する図である。

[図28]検査行列に、パリティインターリーブを元に戻すパリティデインターリーブとしての列置換(column permutation)を行った検査行列を示す図である。

[図29]検査行列に、行置換(row permutation)を行うことにより得られる変換

検査行列を示す図である。

[図30]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図31]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図32]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図33]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図34]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図35]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図36]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図37]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図38]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図39]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図40]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図41]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図42]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図43]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図44]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図45]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図46]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図47]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図48]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図49]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図50]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図51]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図52]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図53]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図54]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図55]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[図56]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

- [図57]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図58]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図59]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図60]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図61]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図62]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図63]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図64]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図65]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図66]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図67]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図68]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図69]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図70]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図71]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図72]検査行列初期値テーブルの例を示す図である。
- [図73]列重みが3で、行重みが6であるというデグリーシーケンスのアンサンブルのタナーグラフの例を示す図である。
- [図74]マルチエッジタイプのアンサンブルのタナーグラフの例を示す図である。
- [図75]検査行列を説明する図である。
- [図76]検査行列を説明する図である。
- [図77]検査行列を説明する図である。
- [図78]検査行列を説明する図である。
- [図79]検査行列を説明する図である。
- [図80]検査行列を説明する図である。
- [図81]検査行列を説明する図である。
- [図82]検査行列を説明する図である。

[図83]変調方式が16QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。
。

[図84]変調方式が64QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。
。

[図85]変調方式が256QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。

[図86]変調方式が1024QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。

[図87]変調方式が4096QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。

[図88]変調方式が4096QAMである場合のコンスタレーションの例を示す図である。

[図89]変調方式がQPSKである場合のUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図90]変調方式が16QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図91]変調方式が64QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図92]変調方式が256QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図93]変調方式が256QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図94]変調方式が1024QAMである場合の1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図95]1024QAMのシンボル y と、そのシンボル y に対応する1D NUCの信号点 z_q の座標としての複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ それぞれとの関係を示す図である。

[図96]変調方式が4096QAMである場合の1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[図97]4096QAMのシンボル y と、そのシンボル y に対応する1D NUCの信号点 z_q の座標としての複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ それぞれとの関係を示す図である。

[図98]変調方式が16QAMである場合のコンスタレーションの他の例を示す図である。

[図99]変調方式が64QAMである場合のコンスタレーションの他の例を示す図である。

[図100]変調方式が256QAMである場合のコンスタレーションの他の例を示す図である。

[図101]変調方式が16QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の他の例を示す図である。

[図102]変調方式が64QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の他の例を示す図である。

[図103]変調方式が256QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の他の例を示す図である。

[図104]変調方式が256QAMである場合の2D NUCの信号点の座標の他の例を示す図である。

[図105]ブロックインターリーブ25の構成例を示すブロック図である。

[図106]符号長 N と変調方式との組み合わせに対するパート1及び2のカラム数 C 、並びに、パートカラム長 $R1$ 及び $R2$ の例を示す図である。

[図107]ブロックインターリーブ25で行われるブロックインターリーブを説明する図である。

[図108]グループワイズインターリーブ24で行われるグループワイズインターリーブを説明する図である。

[図109]符号長 N が64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1の例を示す図である。

[図110]符号長 N が64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第2の例を示す図である。

[図111]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第3の例を示す図である。

[図112]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第4の例を示す図である。

[図113]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第5の例を示す図である。

[図114]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第6の例を示す図である。

[図115]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第7の例を示す図である。

[図116]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第8の例を示す図である。

[図117]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第9の例を示す図である。

[図118]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第10の例を示す図である。

[図119]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第11の例を示す図である。

[図120]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第12の例を示す図である。

[図121]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第13の例を示す図である。

[図122]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第14の例を示す図である。

[図123]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第15の例を示す図である。

[図124]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第16の例を示す図である。

[図125]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第17の例を示す図である。

[図126]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第18の例を示す図である。

[図127]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第19の例を示す図である。

[図128]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第20の例を示す図である。

[図129]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第21の例を示す図である。

[図130]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第22の例を示す図である。

[図131]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第23の例を示す図である。

[図132]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第24の例を示す図である。

[図133]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第25の例を示す図である。

[図134]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第26の例を示す図である。

[図135]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第27の例を示す図である。

[図136]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第28の例を示す図である。

[図137]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第29の例を示す図である。

[図138]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第30の例を示す図である。

[図139]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第31の例を示す図である。

[図140]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第32の例を示す図である。

[図141]符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第33の例を示す図である。

[図142]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1の例を示す図である。

[図143]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第2の例を示す図である。

[図144]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第3の例を示す図である。

[図145]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第4の例を示す図である。

[図146]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第5の例を示す図である。

[図147]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第6の例を示す図である。

[図148]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第7の例を示す図である。

[図149]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第8の例を示す図である。

[図150]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第9の例を示す図である。

[図151]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第10の例を示す図である。

[図152]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第11の例を示す図である。

[図153]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第12の例を示す図である。

[図154]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第13の例を示す図である。

[図155]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第14の例を示す図である。

[図156]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第15の例を示す図である。

[図157]符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第16の例を示す図である。

[図158]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図159]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図160]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図161]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図162]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図163]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図164]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図165]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図166]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図167]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図168]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図169]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図170]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図171]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図172]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図173]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図174]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図175]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図176]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図177]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図178]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図179]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図180]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図181]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図182]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図183]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図184]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図185]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図186]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図187]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図188]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図189]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図190]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図191]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図192]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図193]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図194]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図195]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図196]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図197]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図198]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図199]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図200]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図201]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図202]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図203]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図204]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図205]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図206]エラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果を示す図である。

[図207]受信装置12の構成例を示すブロック図である。

[図208]ビットデインターリーバ165の構成例を示すブロック図である。

[図209]デマッパ164、ビットデインターリーバ165、及び、LDPCデコーダ166が行う処理の例を説明するフローチャートである。

[図210]LDPC符号の検査行列の例を示す図である。

[図211]検査行列に行置換と列置換を施した行列（変換検査行列）の例を示す図である。

[図212]5×5単位に分割した変換検査行列の例を示す図である。

[図213]ノード演算をP個まとめて行う復号装置の構成例を示すブロック図である。

[図214]LDPCデコーダ166の構成例を示すブロック図である。

[図215]ブロックデインターリーバ54の構成例を示すブロック図である。

[図216]ビットデインターリーバ165の他の構成例を示すブロック図である。

[図217]受信装置12を適用可能な受信システムの第1の構成例を示すブロック図である。

[図218]受信装置12を適用可能な受信システムの第2の構成例を示すブロック図である。

[図219]受信装置12を適用可能な受信システムの第3の構成例を示すブロック図である。

[図220]本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本技術の実施の形態について説明するが、その前に、LDPC符号について説明する。

[0022] <LDPC符号>

[0023] なお、LDPC符号は、線形符号であり、必ずしも2元である必要はないが、ここでは、2元であるものとして説明する。

[0024] LDPC符号は、そのLDPC符号を定義する検査行列(parity check matrix)が疎なものであることを最大の特徴とする。ここで、疎な行列とは、行列の要素の"1"の個数が非常に少ない行列（ほとんどの要素が0の行列）である。

[0025] 図1は、LDPC符号の検査行列Hの例を示す図である。

[0026] 図1の検査行列Hでは、各列の重み(列重み) (“1”の数)(weight)が“3”であり、且つ、各行の重み(行重み)が“6”になっている。

[0027] LDPC符号による符号化(LDPC符号化)では、例えば、検査行列Hに基づいて生成行列Gを生成し、この生成行列Gを2元の情報ビットに対して乗算することで、符号語(LDPC符号)が生成される。

[0028] 具体的には、LDPC符号化を行う符号化装置は、まず、検査行列Hの転置行列 H^T との間に、式 $GH^T=0$ が成立する生成行列Gを算出する。ここで、生成行列Gが、 $K \times N$ 行列である場合には、符号化装置は、生成行列Gに対してKビットからなる情報ビットのビット列(ベクトルu)を乗算し、Nビットからなる符号語 $c(=uG)$ を生成する。この符号化装置によって生成された符号語(LDPC符号)は、所定の通信路を介して受信側において受信される。

[0029] LDPC符号の復号は、Gallagerが確率復号(Probabilistic Decoding)と称して提案したアルゴリズムであって、バリエブルノード(variable node(メッセージノード(message node)とも呼ばれる))と、チェックノード(check node)とからなる、いわゆるタナーグラフ(Tanner graph)上での確率伝播(belief propagation)によるメッセージ・パッシング・アルゴリズムによって行うことが可能である。ここで、以下、適宜、バリエブルノードとチェックノードを、単に、ノードともいう。

[0030] 図2は、LDPC符号の復号の手順を示すフローチャートである。

[0031] なお、以下、適宜、受信側で受信したLDPC符号(1符号語)のi番目の符号ビットの、値の“0”らしさを対数尤度比(log likelihood ratio)で表現した実数値(受信LLR)を、受信値 u_{0i} ともいう。また、チェックノードから出力されるメッセージを u_j とし、バリエブルノードから出力されるメッセージを v_i とする。

[0032] まず、LDPC符号の復号においては、図2に示すように、ステップS11において、LDPC符号が受信され、メッセージ(チェックノードメッセージ) u_j が“0”に初期化されるとともに、繰り返し処理のカウンタとしての整数をとる変数kが“0”に初期化され、ステップS12に進む。ステップS12において、L

DPC符号を受信して得られる受信値 u_{0i} に基づいて、式（1）に示す演算（バリアブルノード演算）を行うことによってメッセージ（バリアブルノードメッセージ） v_i が求められ、さらに、このメッセージ v_i に基づいて、式（2）に示す演算（チェックノード演算）を行うことによってメッセージ u_j が求められる。

[0033] [数1]

$$v_i = u_{0i} + \sum_{j=1}^{d_v-1} u_j \quad \dots (1)$$

[0034] [数2]

$$\tanh\left(\frac{u_j}{2}\right) = \prod_{i=1}^{d_c-1} \tanh\left(\frac{v_i}{2}\right) \quad \dots (2)$$

[0035] ここで、式（1）と式（2）における d_v と d_c は、それぞれ、検査行列Hの縦方向（列）と横方向（行）の”1”の個数を示す任意に選択可能とされるパラメータである。例えば、図1に示したような列重みが3で、行重みが6の検査行列Hに対するLDPC符号（(3,6)LDPC符号）の場合には、 $d_v=3$ 、 $d_c=6$ となる。

[0036] なお、式（1）のバリアブルノード演算、及び（2）のチェックノード演算においては、それぞれ、メッセージを出力しようとする枝(edge)（バリアブルノードとチェックノードとを結ぶ線）から入力されたメッセージを、演算の対象としないことから、演算の範囲が、1ないし d_v-1 又は1ないし d_c-1 となっている。また、式（2）のチェックノード演算は、実際には、2入力 v_1 、 v_2 に対する1出力で定義される式（3）に示す関数 $R(v_1, v_2)$ のテーブルを予め作成しておき、これを式（4）に示すように連続的（再帰的）に用いることによって行われる。

[0037] [数3]

$$x = 2 \tanh^{-1} \{ \tanh(v_1/2) \tanh(v_2/2) \} = R(v_1, v_2)$$

．．． (3)

[0038] [数4]

$$u_j = R(v_1, R(v_2, R(v_3, \dots R(v_{d_c-2}, v_{d_c-1})))$$

．．． (4)

[0039] ステップS 1 2では、さらに、変数kが”1”だけインクリメントされ、ステップS 1 3に進む。ステップS 1 3では、変数kが所定の繰り返し復号回数Cよりも大きいか否かが判定される。ステップS 1 3において、変数kがCよりも大きくないと判定された場合、ステップS 1 2に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

[0040] また、ステップS 1 3において、変数kがCよりも大きいと判定された場合、ステップS 1 4に進み、式 (5) に示す演算を行うことによって最終的に出力する復号結果としてのメッセージ v_i が求められて出力され、LDPC符号の復号処理が終了する。

[0041] [数5]

$$v_i = u_{0i} + \sum_{j=1}^{d_v} u_j$$

．．． (5)

[0042] ここで、式 (5) の演算は、式 (1) のバリエブルノード演算とは異なり、バリエブルノードに接続している全ての枝からのメッセージ u_j を用いて行われる。

[0043] 図3は、(3,6)LDPC符号 (符号化率1/2、符号長12) の検査行列Hの例を示す図である。

[0044] 図3の検査行列Hでは、図1と同様に、列の重みが3に、行の重みが6に、それぞれなっている。

[0045] 図4は、図3の検査行列Hのタナーグラフを示す図である。

[0046] ここで、図4において、プラス”+”で表わされるのが、チェックノードであり、イコール”=”で表わされるのが、バリエブルノードである。チェックノードとバリエブルノードは、それぞれ、検査行列Hの行と列に対応する。チェ

ックノードとバリエブルノードとの間の結線は、枝(edge)であり、検査行列の要素の"1"に相当する。

[0047] すなわち、検査行列の第 j 行第 i 列の要素が 1 である場合には、図 4 において、上から i 番目のバリエブルノード ("=" のノード) と、上から j 番目のチェックノード ("+" のノード) とが、枝により接続される。枝は、バリエブルノードに対応する符号ビットが、チェックノードに対応する拘束条件を持つことを表す。

[0048] LDPC符号の復号方法であるサンプロダクトアルゴリズム(Sum Product Algorithm)では、バリエブルノード演算とチェックノード演算とが繰り返し行われる。

[0049] 図 5 は、バリエブルノードで行われるバリエブルノード演算を示す図である。

[0050] バリエブルノードでは、計算しようとしている枝に対応するメッセージ v_i は、バリエブルノードに繋がっている残りの枝からのメッセージ u_1 および u_2 と、受信値 u_0 を用いた式 (1) のバリエブルノード演算により求められる。他の枝に対応するメッセージも同様に求められる。

[0051] 図 6 は、チェックノードで行われるチェックノード演算を示す図である。

[0052] ここで、式 (2) のチェックノード演算は、式 $a \times b = \exp\{\ln(|a|) + \ln(|b|)\} \times \text{sign}(a) \times \text{sign}(b)$ の関係を用いて、式 (6) に書き直すことができる。但し、 $\text{sign}(x)$ は、 $x \geq 0$ のとき 1 であり、 $x < 0$ のとき -1 である。

[0053] [数6]

$$\begin{aligned}
 u_j &= 2 \tanh^{-1} \left(\prod_{i=1}^{d_c-1} \tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right) \\
 &= 2 \tanh^{-1} \left[\exp \left\{ \sum_{i=1}^{d_c-1} \ln \left(\left| \tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right| \right) \right\} \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign} \left(\tanh \left(\frac{v_i}{2} \right) \right) \right] \\
 &= 2 \tanh^{-1} \left[\exp \left\{ - \left(\sum_{i=1}^{d_c-1} - \ln \left(\tanh \left(\frac{|v_i|}{2} \right) \right) \right) \right\} \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign}(v_i) \right]
 \end{aligned}$$

．．． (6)

[0054] $x \geq 0$ において、関数 $\phi(x)$ を、式 $\phi(x) = \ln(\tanh(x/2))$ と定義すると、式 $\phi^{-1}(x) = 2 \tanh^{-1}(e^{-x})$ が成り立つから、式 (6) は、式 (7) に変形することができる。

[0055] [数7]

$$u_j = \phi^{-1} \left(\sum_{i=1}^{d_c-1} \phi(|v_i|) \right) \times \prod_{i=1}^{d_c-1} \text{sign}(v_i)$$

．．． (7)

[0056] チェックノードでは、式 (2) のチェックノード演算が、式 (7) に従って行われる。

[0057] すなわち、チェックノードでは、図6のように、計算しようとしている枝に対応するメッセージ u_j は、チェックノードに繋がっている残りの枝からのメッセージ v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 を用いた式 (7) のチェックノード演算によって求められる。他の枝に対応するメッセージも同様に求められる。

[0058] なお、式 (7) の関数 $\phi(x)$ は、式 $\phi(x) = \ln((e^x+1)/(e^x-1))$ で表すことができ、 $x > 0$ において、 $\phi(x) = \phi^{-1}(x)$ である。関数 $\phi(x)$ および $\phi^{-1}(x)$ をハードウェアに実装する際には、LUT(Look Up Table)を用いて実装される場合があるが、両者共に同一のLUTとなる。

[0059] <本技術を適用した伝送システムの構成例>

[0060] 図7は、本技術を適用した伝送システム（システムとは、複数の装置が論理的に集合した物をいい、各構成の装置が同一筐体中にあるか否かは、問わない）の一実施の形態の構成例を示す図である。

[0061] 図7において、伝送システムは、送信装置11と受信装置12とから構成される。

[0062] 送信装置11は、例えば、テレビジョン放送の番組等の送信（放送）（伝送）を行う。すなわち、送信装置11は、例えば、番組としての画像データや音声データ等の、送信の対象である対象データをLDPC符号に符号化し、例えば、衛星回線や、地上波、ケーブル（有線回線）等の通信路13を介して

送信する。

[0063] 受信装置 1 2 は、送信装置 1 1 から通信路 1 3 を介して送信されてくる LDPC 符号を受信し、対象データに復号して出力する。

[0064] ここで、図 7 の伝送システムで使用される LDPC 符号は、AWGN (Additive White Gaussian Noise) 通信路で極めて高い能力を発揮することが知られている。

[0065] 一方、通信路 1 3 では、バースト (burst) 誤りやイレージャ (erasure) を発生することがある。例えば、特に、通信路 1 3 が地上波である場合、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) システムでは、D/U (Desired to Undesired Ratio) が 0dB (Undesired = echo のパワーが Desired = メインパスのパワーと等しい) のマルチパス環境において、エコー (echo) (メインパス以外のパス) の遅延 (delay) に応じて、特定のシンボルのパワーが 0 になってしまう (erasure) ことがある。

[0066] また、フラッタ (flutter) (遅延が 0 でドップラ (doppler) 周波数の掛かった echo が加算される通信路) でも、D/U が 0dB である場合には、ドップラ周波数によって、特定の時刻の OFDM のシンボル全体のパワーが 0 になる (erasure) 場合が生じる。

[0067] さらに、受信装置 1 2 側の、送信装置 1 1 からの信号を受信するアンテナ等の受信部 (図示せず) から受信装置 1 2 までの配線の状況や、受信装置 1 2 の電源の不安定性により、バースト誤りが発生することがある。

[0068] 一方、LDPC 符号の復号においては、検査行列 H の列、ひいては、LDPC 符号の符号ビットに対応するバリエブルノードにおいて、図 5 に示したように、LDPC 符号の符号ビット (の受信値 u_{0i}) の加算を伴う式 (1) のバリエブルノード演算が行われるため、そのバリエブルノード演算に用いられる符号ビットにエラーが生じると、求められるメッセージの精度が低下する。

[0069] そして、LDPC 符号の復号では、チェックノードにおいて、そのチェックノードに繋がっているバリエブルノードで求められるメッセージを用いて、式 (7) のチェックノード演算が行われるため、繋がっている複数のバリエブル

ルノード（に対応するLDPC符号の符号ビット）が同時にエラー（イレージャを含む）となるチェックノードの数が多くなると、復号の性能が劣化する。

[0070] すなわち、例えば、チェックノードは、そのチェックノードに繋がっているバリエブルノードの2個以上が同時にイレージャになると、全バリエブルノードに、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを戻す。この場合、等確率のメッセージを戻すチェックノードは、1回の復号処理（1セットのバリエブルノード演算及びチェックノード演算）に寄与しないこととなり、その結果、復号処理の繰り返し回数を多く必要とすることになって、復号の性能が劣化し、さらに、LDPC符号の復号を行う受信装置12の消費電力が増大する。

[0071] そこで、図7の伝送システムでは、AWGN通信路（AWGNチャネル）での性能を維持しつつ、バースト誤りやイレージャへの耐性を向上させることが可能になっている。

[0072] <送信装置11の構成例>

[0073] 図8は、図7の送信装置11の構成例を示すブロック図である。

[0074] 送信装置11では、対象データとしての1以上のインプットストリーム(Input Streams)が、モードアダプテーション／マルチプレクサ(Mode Adaptation/Multiplexer)111に供給される。

[0075] モードアダプテーション／マルチプレクサ111は、モード選択、及び、そこに供給される1以上のインプットストリームの多重化等の処理を必要に応じて行い、その結果得られるデータを、パダー(padder)112に供給する。

[0076] パダー112は、モードアダプテーション／マルチプレクサ111からのデータに対して、必要なゼロ詰め(Nullの挿入)を行い、その結果得られるデータを、BBスクランブラ(BB Scrambler)113に供給する。

[0077] BBスクランブラ113は、パダー112からのデータに、BBスクランブル(Base-Band Scrambling)を施し、その結果得られるデータを、BCHエンコーダ(BCH encoder)114に供給する。

- [0078] BCHエンコーダ114は、BBスクランブラ113からのデータをBCH符号化し、その結果得られるデータを、LDPC符号化の対象であるLDPC対象データとして、LDPCエンコーダ(LDPC encoder)115に供給する。
- [0079] LDPCエンコーダ115は、BCHエンコーダ114からのLDPC対象データについて、例えば、LDPC符号のパリティビットに対応する部分であるパリティ行列が階段(dual diagonal)構造になっている検査行列等に従ったLDPC符号化を行い、LDPC対象データを情報ビットとするLDPC符号を出力する。
- [0080] すなわち、LDPCエンコーダ115は、LDPC対象データを、例えば、DVB-S.2や、DVB-T.2、DVB-C.2等の所定の規格に規定されている（検査行列に対応する）LDPC符号や、ATSC3.0で採用予定の（検査行列に対応する）LDPC符号等に符号化するLDPC符号化を行い、その結果得られるLDPC符号を出力する。
- [0081] ここで、DVB-T.2の規格に規定されているLDPC符号や、ATSC3.0で採用予定のLDPC符号は、IRA(Irregular Repeat Accumulate)符号であり、そのLDPC符号の検査行列におけるパリティ行列は、階段構造になっている。パリティ行列、及び、階段構造については、後述する。また、IRA符号については、例えば、"Irregular Repeat-Accumulate Codes," H. Jin, A. Khandekar, and R. J. McEliece, in Proceedings of 2nd International Symposium on Turbo codes and Related Topics, pp. 1-8, Sept. 2000に記載されている。
- [0082] LDPCエンコーダ115が出力するLDPC符号は、ビットインターリーバ(Bit Interleaver)116に供給される。
- [0083] ビットインターリーバ116は、LDPCエンコーダ115からのLDPC符号について、後述するビットインターリーブを行い、そのビットインターリーブ後のLDPC符号を、マップ(Mapper)117に供給する。
- [0084] マップ117は、ビットインターリーバ116からのLDPC符号を、そのLDPC符号の1ビット以上の符号ビットの単位（シンボル単位）で、直交変調の1つのシンボルを表す信号点にマッピングして直交変調（多値変調）を行う。
- [0085] すなわち、マップ117は、ビットインターリーバ116からのLDPC符号を、搬送波と同相のI成分を表すI軸と、搬送波と直交するQ成分を表すQ軸と

で規定されるIQ平面（IQコンスタレーション）上の、LDPC符号の直交変調を行う変調方式で定める信号点にマッピングして直交変調を行う。

- [0086] マップ117で行われる直交変調の変調方式で定める信号点の数が、 2^m 個である場合、LDPC符号のmビットの符号ビットを、シンボル（1シンボル）として、マップ117では、ビットインターリーブ116からのLDPC符号が、シンボル単位で、 2^m 個の信号点のうちの、シンボルを表す信号点にマッピングされる。
- [0087] ここで、マップ117で行われる直交変調の変調方式としては、例えば、DVB-T.2の規格等に規定されている変調方式や、ATSC3.0で採用予定の変調方式、その他の変調方式、すなわち、例えば、BPSK(Binary Phase Shift Keying)や、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 8PSK(Phase-Shift Keying), 16APSK(Amplitude Phase-Shift Keying), 32APSK, 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM, 4PAM(Pulse Amplitude Modulation)等がある。マップ117において、いずれの変調方式による直交変調が行われるかは、例えば、送信装置11のオペレータの操作等に従って、あらかじめ設定される。
- [0088] マップ117での処理により得られるデータ（シンボルを信号点にマッピングしたマッピング結果）は、時間インターリーブ(Time Interleaver)118に供給される。
- [0089] 時間インターリーブ118は、マップ117からのデータについて、シンボル単位での時間インターリーブ（時間方向のインターリーブ）を行い、その結果得られるデータを、SISO/MISOエンコーダ(SISO/MISO(Single Input Single Output/Multiple Input Single Output) encoder)119に供給する。
- [0090] SISO/MISOエンコーダ119は、時間インターリーブ118からのデータに、時空間符号化を施し、周波数インターリーブ(Frequency Interleaver)120に供給する。
- [0091] 周波数インターリーブ120は、SISO/MISOエンコーダ119からのデータについて、シンボル単位での周波数インターリーブ（周波数方向のインター

リーブ) を行い、フレームビルダ/リソースアロケーション部(Frame Builder & Resource Allocation) 131 に供給する。

[0092] 一方、BCHエンコーダ121には、例えば、BBシグナリング(Base Band Signalling)(BB Header)等の伝送制御用の制御データ (signalling)が供給される。

[0093] BCHエンコーダ121は、そこに供給される制御データを、BCHエンコーダ114と同様にBCH符号化し、その結果得られるデータを、LDPCエンコーダ122に供給する。

[0094] LDPCエンコーダ122は、BCHエンコーダ121からのデータを、LDPC対象データとして、LDPCエンコーダ115と同様にLDPC符号化し、その結果得られるLDPC符号を、マップ123に供給する。

[0095] マップ123は、マップ117と同様に、LDPCエンコーダ122からのLDPC符号を、そのLDPC符号の1ビット以上の符号ビットの単位 (シンボル単位) で、直交変調の1つのシンボルを表す信号点にマッピングして直交変調を行い、その結果得られるデータを、周波数インターリーバ124に供給する。

[0096] 周波数インターリーバ124は、周波数インターリーバ120と同様に、マップ123からのデータについて、シンボル単位での周波数インターリーブを行い、フレームビルダ/リソースアロケーション部131に供給する。

[0097] フレームビルダ/リソースアロケーション部131は、周波数インターリーバ120、及び、124からのデータ (シンボル) の必要な位置に、パイロット(Pilot)のシンボルを挿入し、その結果得られるデータ (シンボル) から、所定の数のシンボルで構成されるフレーム (例えば、PL(Physical Layer) フレームや、T2フレーム、C2フレーム等) を構成して、OFDM生成部(OFDM generation) 132に供給する。

[0098] OFDM生成部132は、フレームビルダ/リソースアロケーション部131からのフレームから、そのフレームに対応するOFDM信号を生成し、通信路13 (図7) を介して送信する。

[0099] なお、送信装置11は、例えば、時間インターリーバ118、SISO/MISOエ

ンコーダ119、周波数インターリーバ120、及び、周波数インターリーバ124等の、図8に図示したブロックの一部を設けずに構成することができる。

[0100] <ビットインターリーバ116の構成例>

[0101] 図9は、図8のビットインターリーバ116の構成例を示すブロック図である。

[0102] ビットインターリーバ116は、データをインターリーブする機能を有し、パリティインターリーバ(Parity Interleaver)23、グループワイズインターリーバ(Group-Wise Interleaver)24、及びブロックインターリーバ(Block Interleaver)25から構成される。

[0103] パリティインターリーバ23は、LDPCエンコーダ115からのLDPC符号のパリティビットを、他のパリティビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブを行い、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号を、グループワイズインターリーバ24に供給する。

[0104] グループワイズインターリーバ24は、パリティインターリーバ23からのLDPC符号について、グループワイズインターリーブを行い、そのグループワイズインターリーブ後のLDPC符号を、ブロックインターリーバ25に供給する。

[0105] ここで、グループワイズインターリーブでは、1符号分のLDPC符号を、その先頭から、後述するユニットサイズPに等しい360ビット単位に区分した、その1区分の360ビットを、ビットグループとして、パリティインターリーバ23からのLDPC符号が、ビットグループ単位でインターリーブされる。

[0106] グループワイズインターリーブを行う場合には、グループワイズインターリーブを行わない場合に比較して、エラーレートを改善させることができ、その結果、データ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

[0107] ブロックインターリーバ25は、グループワイズインターリーバ24からのLDPC符号を逆多重化するためのブロックインターリーブを行うことで、例えば、1符号分のLDPC符号を、マッピングの単位であるmビットのシンボルに

シンボル化し、マップ117（図8）に供給する。

[0108] ここで、ブロックインターリーブでは、例えば、カラム(column)（縦）方向に所定のビット数を記憶する記憶領域としてのカラムが、ロウ(row)（横）方向に、シンボルのビット数 m に等しい数だけ並んだ記憶領域に対して、グループサイズインターリーブ24からのLDPC符号が、カラム方向に書き込まれ、ロウ方向に読み出されることで、例えば、1符号分のLDPC符号が、 m ビットのシンボルにされる。

[0109] <LDPC符号の検査行列>

[0110] 図10は、図8のLDPCエンコーダ115でLDPC符号化に用いられる検査行列 H の例を示す図である。

[0111] 検査行列 H は、LDGM(Low-Density Generation Matrix)構造になっており、LDPC符号の符号ビットのうちの、情報ビットに対応する部分の情報行列 H_A と、パリティビットに対応するパリティ行列 H_T とによって、式 $H=[H_A | H_T]$ （情報行列 H_A の要素を左側の要素とし、パリティ行列 H_T の要素を右側の要素とする行列）で表すことができる。

[0112] ここで、1符号のLDPC符号（1符号語）の符号ビットのうちの情報ビットのビット数と、パリティビットのビット数を、それぞれ、情報長 K と、パリティ長 M というとともに、1個（1符号語）のLDPC符号の符号ビットのビット数を、符号長 $N(=K+M)$ という。

[0113] ある符号長 N のLDPC符号についての情報長 K とパリティ長 M は、符号化率によって決まる。また、検査行列 H は、行×列が $M \times N$ の行列（ M 行 N 列の行列）となる。そして、情報行列 H_A は、 $M \times K$ の行列となり、パリティ行列 H_T は、 $M \times M$ の行列となる。

[0114] 図11は、図8のLDPCエンコーダ115でLDPC符号化に用いられる検査行列 H のパリティ行列 H_T の例を示す図である。

[0115] LDPCエンコーダ115でLDPC符号化に用いられる検査行列 H のパリティ行列 H_T は、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列 H のパリティ行列 H_T と同様になっている。

- [0116] DVB-T. 2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hのパリティ行列 H_T は、図11に示すように、1の要素が、いわば階段状に並ぶ階段構造の行列(lower bidiagonal matrix)になっている。パリティ行列 H_T の行重みは、1行目については1で、残りの全ての行については2になっている。また、列重みは、最後の1列については1で、残りの全ての列で2になっている。
- [0117] 以上のように、パリティ行列 H_T が階段構造になっている検査行列HのLDPC符号は、その検査行列Hを用いて、容易に生成することができる。
- [0118] すなわち、LDPC符号(1符号語)を、行ベクトル c で表すとともに、その行ベクトルを転置して得られる列ベクトルを、 c^T と表す。また、LDPC符号である行ベクトル c のうちの、情報ビットの部分を、行ベクトルAで表すとともに、パリティビットの部分を、行ベクトルTで表すこととする。
- [0119] この場合、行ベクトル c は、情報ビットとしての行ベクトルAと、パリティビットとしての行ベクトルTとによって、式 $c = [A|T]$ (行ベクトルAの要素を左側の要素とし、行ベクトルTの要素を右側の要素とする行ベクトル)で表すことができる。
- [0120] 検査行列Hと、LDPC符号としての行ベクトル $c = [A|T]$ とは、式 $Hc^T = 0$ を満たす必要があり、かかる式 $Hc^T = 0$ を満たす行ベクトル $c = [A|T]$ を構成するパリティビットとしての行ベクトルTは、検査行列 $H = [H_A|H_T]$ のパリティ行列 H_T が、図11に示した階段構造になっている場合には、式 $Hc^T = 0$ における列ベクトル Hc^T の1行目の要素から順に、各行の要素を0にしていくようにすることで、逐次的(順番)に求めることができる。
- [0121] 図12は、DVB-T. 2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hを説明する図である。
- [0122] DVB-T. 2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列Hの1列目からの KX 列については、列重みが X に、その後の $K3$ 列については、列重みが3に、その後の $M-1$ 列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。
- [0123] ここで、 $KX+K3+M-1+1$ は、符号長 N に等しい。

- [0124] 図13は、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の各符号化率 r についての、列数 KX 、 $K3$ 、及び M 、並びに、列重み X を示す図である。
- [0125] DVB-T.2等の規格では、64800ビットと16200ビットの符号長 N のLDPC符号が規定されている。
- [0126] そして、符号長 N が64800ビットのLDPC符号については、11個の符号化率(nominal rate) $1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9$ 、及び $9/10$ が規定されており、符号長 N が16200ビットのLDPC符号については、10個の符号化率 $1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6$ 、及び $8/9$ が規定されている。
- [0127] ここで、以下、64800ビットの符号長 N を、64kビットともいい、16200ビットの符号長 N を、16kビットともいう。
- [0128] LDPC符号については、検査行列 H の列重みが大の列に対応する符号ビットほど、エラーレートが低い傾向がある。
- [0129] 図12及び図13に示した、DVB-T.2等の規格に規定されている検査行列 H では、先頭側(左側)の列ほど、列重みが大の傾向にあり、したがって、その検査行列 H に対応するLDPC符号については、先頭の符号ビットほど、エラーに強く(エラーに対する耐性があり)、終わりの符号ビットほど、エラーに弱い傾向がある。
- [0130] <パリティインターリーブ>
- [0131] 図14ないし図16を参照して、図9のパリティインターリーブ23によるパリティインターリーブについて説明する。
- [0132] 図14は、LDPC符号の検査行列のタナーグラフ(の一部)の例を示す図である。
- [0133] チェックノードは、図14に示すように、そのチェックノードに繋がっているバリエブルノード(に対応する符号ビット)の2個等の複数が同時にイレージャ等のエラーになると、そのチェックノードに繋がっている全バリエブルノードに、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを戻す。このため、同一のチェックノードに繋がっている複数のバリエブルノードが同時にイレージャ等になると、復号の性能が劣化する。

- [0134] ところで、図8のLDPCエンコーダ115が出力するLDPC符号は、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号と同様に、IRA符号であり、検査行列Hのパリティ行列 H_T は、図11に示したように、階段構造になっている。
- [0135] 図15は、図11に示したように、階段構造になっているパリティ行列 H_T と、そのパリティ行列 H_T に対応するタナーグラフの例を示す図である。
- [0136] 図15のAは、階段構造になっているパリティ行列 H_T の例を示しており、図15のBは、図15のAのパリティ行列 H_T に対応するタナーグラフを示している。
- [0137] 階段構造になっているパリティ行列 H_T では、各行において、1の要素が隣接する（1行目を除く）。このため、パリティ行列 H_T のタナーグラフにおいて、パリティ行列 H_T の値が1になっている隣接する2つの要素の列に対応する、隣接する2つのバリエブルノードは、同一のチェックノードに繋がっている。
- [0138] したがって、バースト誤りやイレージャ等によって、上述の隣接する2つのバリエブルノードに対応するパリティビットが同時にエラーとなると、そのエラーとなった2つのパリティビットに対応する2つのバリエブルノード（パリティビットを用いてメッセージを求めるバリエブルノード）に繋がっているチェックノードは、値が0である確率と1である確率とが等確率のメッセージを、そのチェックノードに繋がっているバリエブルノードに戻すため、復号の性能が劣化する。そして、バースト長（連続してエラーとなるパリティビットのビット数）が大になると、等確率のメッセージに戻すチェックノードが増加し、復号の性能は、さらに劣化する。
- [0139] そこで、パリティインターリーブ23（図9）は、上述した復号の性能の劣化を防止するため、LDPCエンコーダ115からの、LDPC符号のパリティビットを、他のパリティビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブを行う。
- [0140] 図16は、図9のパリティインターリーブ23が行うパリティインターリーブ後のLDPC符号に対応する検査行列Hのパリティ行列 H_T を示す図である。
- [0141] ここで、LDPCエンコーダ115が出力するLDPC符号に対応する検査行列Hの

情報行列 H_A は、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号に対応する検査行列 H の情報行列と同様に、巡回構造になっている。

[0142] 巡回構造とは、ある列が、他の列をサイクリックシフトしたものと一致している構造をいい、例えば、 P 列ごとに、その P 列の各行の1の位置が、その P 列の最初の列を、パリティ長 M を除算して得られる値 q に比例する値等の所定の値だけ、列方向にサイクリックシフトした位置になっている構造も含まれる。以下、適宜、巡回構造における P 列を、ユニットサイズという。

[0143] DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号としては、図12及び図13で説明したように、符号長 N が64800ビットと16200ビットとの、2種類のLDPC符号があり、その2種類のLDPC符号のいずれについても、ユニットサイズ P が、パリティ長 M の約数のうちの、1と M を除く約数の1つである360に規定されている。

[0144] また、パリティ長 M は、符号化率によって異なる値 q を用いて、式 $M=q \times P=q \times 360$ で表される素数以外の値になっている。したがって、値 q も、ユニットサイズ P と同様に、パリティ長 M の約数のうちの、1と M を除く約数の他の1つであり、パリティ長 M を、ユニットサイズ P で除算することにより得られる（パリティ長 M の約数である P 及び q の積は、パリティ長 M となる）。

[0145] パリティインターリーブ23は、上述したように、情報長を K とし、また、 0 以上 P 未満の整数を x とするとともに、 0 以上 q 未満の整数を y とすると、パリティインターリーブとして、 N ビットのLDPC符号の符号ビットのうちの、 $K+qx+ty+1$ 番目の符号ビットを、 $K+Py+x+1$ 番目の符号ビットの位置にインターリーブする。

[0146] $K+qx+ty+1$ 番目の符号ビット、及び、 $K+Py+x+1$ 番目の符号ビットは、いずれも、 $K+1$ 番目以降の符号ビットであるから、パリティビットであり、したがって、パリティインターリーブによれば、LDPC符号のパリティビットの位置が移動される。

[0147] このようなパリティインターリーブによれば、同一のチェックノードに繋がれるバリエブルノード（に対応するパリティビット）が、ユニットサイズ P

、すなわち、ここでは、360ビットだけ離れるので、バースト長が360ビット未満である場合には、同一のチェックノードに繋がっているバリエブルノードの複数が同時にエラーになる事態を避けることができ、その結果、バースト誤りに対する耐性を改善することができる。

[0148] なお、 $K+qx+ty+1$ 番目の符号ビットを、 $K+Py+x+1$ 番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブ後のLDPC符号は、元の検査行列Hの、 $K+qx+ty+1$ 番目の列を、 $K+Py+x+1$ 番目の列に置換する列置換を行って得られる検査行列（以下、変換検査行列ともいう）のLDPC符号に一致する。

[0149] また、変換検査行列のパリティ行列には、図16に示すように、P列（図16では、360列）を単位とする擬似巡回構造が現れる。

[0150] ここで、擬似巡回構造とは、一部を除く部分が巡回構造になっている構造を意味する。

[0151] DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列に対して、パリティインターリーブに相当する列置換を施して得られる変換検査行列は、変換検査行列の右上隅部分の360行×360列の部分（後述するシフト行列）に、1の要素が1つだけならず（0の要素になっており）、その点で、（完全な）巡回構造ではなく、いわば、擬似巡回構造になっている。

[0152] LDPCエンコーダ115が出力するLDPC符号の検査行列に対する変換検査行列は、例えば、DVB-T.2等の規格に規定されているLDPC符号の検査行列に対する変換検査行列と同様に、擬似巡回構造になっている。

[0153] なお、図16の変換検査行列は、元の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換の他、変換検査行列が、後述する構成行列で構成されるようにするための行の置換（行置換）も施された行列になっている。

[0154] 図17は、図8のLDPCエンコーダ115、ビットインターリーバ116、及び、マップ117で行われる処理を説明するフローチャートである。

[0155] LDPCエンコーダ115は、BCHエンコーダ114から、LDPC対象データが供給されるのを待って、ステップS101において、LDPC対象データを、LDPC符号に符号化し、そのLDPC符号を、ビットインターリーバ116に供給して

、処理は、ステップS 1 0 2に進む。

[0156] ビットインターリーブ1 1 6は、ステップS 1 0 2において、LDPCエンコーダ1 1 5からのLDPC符号を対象として、ビットインターリーブを行い、そのビットインターリーブによって得られるシンボルを、マップ1 1 7に供給して、処理は、ステップS 1 0 3に進む。

[0157] すなわち、ステップS 1 0 2では、ビットインターリーブ1 1 6 (図9)において、パリティインターリーブ2 3が、LDPCエンコーダ1 1 5からのLDPC符号を対象として、パリティインターリーブを行い、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号を、グループワイズインターリーブ2 4に供給する。

[0158] グループワイズインターリーブ2 4は、パリティインターリーブ2 3からのLDPC符号を対象として、グループワイズインターリーブを行い、ブロックインターリーブ2 5に供給する。

[0159] ブロックインターリーブ2 5は、グループワイズインターリーブ2 4によるグループワイズインターリーブ後のLDPC符号を対象として、ブロックインターリーブを行い、その結果得られるmビットのシンボルを、マップ1 1 7に供給する。

[0160] マップ1 1 7は、ステップS 1 0 3において、ブロックインターリーブ2 5からのシンボルを、マップ1 1 7で行われる直交変調の変調方式で定める 2^m 個の信号点のいずれかにマッピングして直交変調し、その結果得られるデータを、時間インターリーブ1 1 8に供給する。

[0161] 以上のように、パリティインターリーブや、グループワイズインターリーブを行うことで、LDPC符号の複数の符号ビットを1個のシンボルとして送信する場合のエラーレートを改善することができる。

[0162] ここで、図9では、説明の便宜のため、パリティインターリーブを行うブロックであるパリティインターリーブ2 3と、グループワイズインターリーブを行うブロックであるグループワイズインターリーブ2 4とを、別個に構成するようにしたが、パリティインターリーブ2 3とグループワイズインターリーブ2 4とは、一体的に構成することができる。

[0163] すなわち、パリティインターリーブと、グループワイズインターリーブとは、いずれも、メモリに対する符号ビットの書き込み、及び読み出しによって行うことができ、符号ビットの書き込みを行うアドレス（書き込みアドレス）を、符号ビットの読み出しを行うアドレス（読み出しアドレス）に変換する行列によって表すことができる。

[0164] したがって、パリティインターリーブを表す行列と、グループワイズインターリーブを表す行列とを乗算して得られる行列を求めておけば、それらの行列によって、符号ビットを変換することで、パリティインターリーブを行い、さらに、そのパリティインターリーブ後のLDPC符号をグループワイズインターリーブした結果を得ることができる。

[0165] また、パリティインターリーブ23とグループワイズインターリーブ24に加えて、ブロックインターリーブ25も、一体的に構成することが可能である。

[0166] すなわち、ブロックインターリーブ25で行われるブロックインターリーブも、LDPC符号を記憶するメモリの書き込みアドレスを、読み出しアドレスに変換する行列によって表すことができる。

[0167] したがって、パリティインターリーブを表す行列、グループワイズインターリーブを表す行列、及び、ブロックインターリーブを表す行列を乗算して得られる行列を求めておけば、それらの行列によって、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及び、ブロックインターリーブを、一括して行うことができる。

[0168] <LDPCエンコーダ115の構成例>

[0169] 図18は、図8のLDPCエンコーダ115の構成例を示すブロック図である。

[0170] なお、図8のLDPCエンコーダ122も、同様に構成される。

[0171] 図12及び図13で説明したように、DVB-T.2等の規格では、64800ビットと16200ビットとの2通りの符号長NのLDPC符号が規定されている。

[0172] そして、符号長Nが64800ビットのLDPC符号については、11個の符号化率1

/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9、及び9/10が規定されており、符号長Nが16200ビットのLDPC符号については、10個の符号化率1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6、及び8/9が規定されている（図12及び図13）。

[0173] LDPCエンコーダ115は、例えば、このような、符号長Nが64800ビットや16200ビットの各符号化率のLDPC符号による符号化（誤り訂正符号化）を、符号長Nごと、及び符号化率ごとに用意された検査行列Hに従って行うことができる。

[0174] LDPCエンコーダ115は、符号化処理部601と記憶部602とから構成される。

[0175] 符号化処理部601は、符号化率設定部611、初期値テーブル読み出し部612、検査行列生成部613、情報ビット読み出し部614、符号化パリティ演算部615、及び制御部616から構成され、LDPCエンコーダ115に供給されるLDPC対象データのLDPC符号化を行い、その結果得られるLDPC符号を、ビットインターリーバ116（図8）に供給する。

[0176] すなわち、符号化率設定部611は、例えば、オペレータの操作等に応じて、LDPC符号の符号長Nと符号化率とを設定する。

[0177] 初期値テーブル読み出し部612は、符号化率設定部611が設定した符号長N及び符号化率に対応する、後述する検査行列初期値テーブルを、記憶部602から読み出す。

[0178] 検査行列生成部613は、初期値テーブル読み出し部612が読み出した検査行列初期値テーブルに基づいて、符号化率設定部611が設定した符号長N及び符号化率に応じた情報長K（＝符号長N－パリティ長M）に対応する情報行列 H_A の1の要素を列方向に360列（ユニットサイズP）ごとの周期で配置して検査行列Hを生成し、記憶部602に格納する。

[0179] 情報ビット読み出し部614は、LDPCエンコーダ115に供給されるLDPC対象データから、情報長K分の情報ビットを読み出す（抽出する）。

[0180] 符号化パリティ演算部615は、検査行列生成部613が生成した検査行列Hを記憶部602から読み出し、その検査行列Hを用いて、情報ビット読み

出し部614が読み出した情報ビットに対するパリティビットを所定の式に基づいて算出することにより、符号語(LDPC符号)を生成する。

- [0181] 制御部616は、符号化処理部601を構成する各ブロックを制御する。
- [0182] 記憶部602には、例えば、64800ビットや16200ビット等の符号長Nそれぞれについての、図12及び図13に示した複数の符号化率等それぞれに対応する複数の検査行列初期値テーブル等が格納されている。また、記憶部602は、符号化処理部601の処理上必要なデータを一時記憶する。
- [0183] 図19は、図18のLDPCエンコーダ115の処理の例を説明するフローチャートである。
- [0184] ステップS201において、符号化率設定部611は、LDPC符号化を行う符号長N及び符号化率rを決定(設定)する。
- [0185] ステップS202において、初期値テーブル読み出し部612は、符号化率設定部611により決定された符号長N及び符号化率rに対応する、予め定められた検査行列初期値テーブルを、記憶部602から読み出す。
- [0186] ステップS203において、検査行列生成部613は、初期値テーブル読み出し部612が記憶部602から読み出した検査行列初期値テーブルを用いて、符号化率設定部611により決定された符号長N及び符号化率rのLDPC符号の検査行列Hを求め(生成し)、記憶部602に供給して格納する。
- [0187] ステップS204において、情報ビット読み出し部614は、LDPCエンコーダ115に供給されるLDPC対象データから、符号化率設定部611により決定された符号長N及び符号化率rに対応する情報長 $K(=N \times r)$ の情報ビットを読み出すとともに、検査行列生成部613が求めた検査行列Hを、記憶部602から読み出し、符号化パリティ演算部615に供給する。
- [0188] ステップS205において、符号化パリティ演算部615は、情報ビット読み出し部614からの情報ビットと検査行列Hとを用い、式(8)を満たす符号語cのパリティビットを順次演算する。

[0189] $Hc^T = 0$

... (8)

- [0190] 式(8)において、 c は、符号語(LDPC符号)としての行ベクトルを表し、 c^T は、行ベクトル c の転置を表す。
- [0191] ここで、上述したように、LDPC符号(1符号語)としての行ベクトル c のうちの、情報ビットの部分を、行ベクトル A で表すとともに、パリティビットの部分を、行ベクトル T で表す場合には、行ベクトル c は、情報ビットとしての行ベクトル A と、パリティビットとしての行ベクトル T とによって、式 $c = [A | T]$ で表すことができる。
- [0192] 検査行列 H と、LDPC符号としての行ベクトル $c = [A | T]$ とは、式 $Hc^T = 0$ を満たす必要があり、かかる式 $Hc^T = 0$ を満たす行ベクトル $c = [A | T]$ を構成するパリティビットとしての行ベクトル T は、検査行列 $H = [H_A | H_T]$ のパリティ行列 H_T が、図11に示した階段構造になっている場合には、式 $Hc^T = 0$ における列ベクトル Hc^T の1行目の要素から順に、各行の要素を0にしていくようにすることで、逐次的に求めることができる。
- [0193] 符号化パリティ演算部615は、情報ビット読み出し部614からの情報ビット A に対して、パリティビット T を求め、その情報ビット A とパリティビット T とによって表される符号語 $c = [A | T]$ を、情報ビット A のLDPC符号化結果として出力する。
- [0194] その後、ステップS206において、制御部616は、LDPC符号化を終了するかどうかを判定する。ステップS206において、LDPC符号化を終了しないと判定された場合、すなわち、例えば、LDPC符号化すべきLDPC対象データが、まだある場合、処理は、ステップS201(又は、ステップS204)に戻り、以下、ステップS201(又は、ステップS204)ないしS206の処理が繰り返される。
- [0195] また、ステップS206において、LDPC符号化を終了すると判定された場合、すなわち、例えば、LDPC符号化すべきLDPC対象データがない場合、LDPCエンコーダ115は、処理を終了する。
- [0196] 以上のように、各符号長 N 、及び、各符号化率 r に対応する検査行列初期値テーブルが用意されており、LDPCエンコーダ115は、所定の符号長 N の、所

定の符号化率 r のLDPC符号化を、その所定の符号長 N 、及び、所定の符号化率 r に対応する検査行列初期値テーブルから生成される検査行列 H を用いて行う。

[0197] <検査行列初期値テーブルの例>

[0198] 検査行列初期値テーブルは、検査行列 H の、LDPC符号（検査行列 H によって定義されるLDPC符号）の符号長 N 及び符号化率 r に応じた情報長 K に対応する情報行列 H_A （図10）の1の要素の位置を360列（ユニットサイズ P ）ごとに表すテーブルであり、各符号長 N 及び各符号化率 r の検査行列 H ごとに、あらかじめ作成される。

[0199] すなわち、検査行列初期値テーブルは、少なくとも、情報行列 H_A の1の要素の位置を360列（ユニットサイズ P ）ごとに表す。

[0200] また、検査行列 H には、DVB-T.2等に規定されている、パリティ行列 H_T （の全部）が階段構造になっている検査行列と、CRC/ETRI社が提案する、パリティ行列 H_T の一部が階段構造になっており、残りの部分対角行列（単位行列）になっている検査行列がある。

[0201] 以下、DVB-T.2等に規定されている、パリティ行列 H_T が階段構造になっている検査行列を表す検査行列初期値テーブルの表現方式を、DVB方式ともいい、CRC/ETRI社が提案する検査行列を表す検査行列初期値テーブルの表現方式を、ETRI方式ともいう。

[0202] 図20は、DVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0203] すなわち、図20は、DVB-T.2の規格に規定されている、符号長 N が16200ビットの、符号化率（DVB-T.2の表記上の符号化率） r が $1/4$ の検査行列 H に対する検査行列初期値テーブルを示している。

[0204] 検査行列生成部613（図18）は、DVB方式の検査行列初期値テーブルを用いて、以下のように、検査行列 H を求める。

[0205] 図21は、DVB方式の検査行列初期値テーブルから検査行列 H を求める方法を説明する図である。

[0206] すなわち、図21は、DVB-T.2の規格に規定されている、符号長 N が16200ビットの、符号化率 r が $2/3$ の検査行列 H に対する検査行列初期値テーブルを示し

ている。

[0207] DVB方式の検査行列初期値テーブルは、LDPC符号の符号長 N 及び符号化率 r に応じた情報長 K に対応する情報行列 H_A の全体の1の要素の位置を、360列（ユニットサイズ P ）ごとに表すテーブルであり、その i 行目には、検査行列 H の $1+360 \times (i-1)$ 列目の1の要素の行番号（検査行列 H の1行目の行番号を0とする行番号）が、その $1+360 \times (i-1)$ 列目の列が持つ列重みの数だけ並んでいる。

[0208] ここで、DVB方式の検査行列 H の、パリティ長 M に対応するパリティ行列 H_T （図10）は、図15に示したように階段構造に決まっているので、検査行列初期値テーブルにより、情報長 K に対応する情報行列 H_A （図10）を求めることができれば、検査行列 H を求めることができる。

[0209] DVB方式の検査行列初期値テーブルの行数 $k+1$ は、情報長 K によって異なる。

[0210] 情報長 K と、検査行列初期値テーブルの行数 $k+1$ の間には、式（9）の関係が成り立つ。

$$[0211] \quad K = (k+1) \times 360 \quad \dots (9)$$

[0212] ここで、式（9）の360は、図16で説明したユニットサイズ P である。

[0213] 図21の検査行列初期値テーブルでは、1行目から3行目までに、13個の数値が並び、4行目から $k+1$ 行目（図21では、30行目）までに、3個の数値が並んでいる。

[0214] したがって、図21の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列 H の列重みは、1列目から、 $1+360 \times (3-1)-1$ 列目までは、13であり、 $1+360 \times (3-1)$ 列目から、 K 列目までは、3である。

[0215] 図21の検査行列初期値テーブルの1行目は、0, 2084, 1613, 1548, 1286, 1460, 3196, 4297, 2481, 3369, 3451, 4620, 2622となっており、これは、検査行列 H の1列目において、行番号が、0, 2084, 1613, 1548, 1286, 1460, 3196, 4297, 2481, 3369, 3451, 4620, 2622の行の要素が1であること（かつ、他の要素が0であること）を示している。

[0216] また、図21の検査行列初期値テーブルの2行目は、1, 122, 1516, 3448, 288

0, 1407, 1847, 3799, 3529, 373, 971, 4358, 3108となっており、これは、検査行列Hの361 (= 1 + 360 × (2 - 1)) 列目において、行番号が、1, 122, 1516, 3448, 2880, 1407, 1847, 3799, 3529, 373, 971, 4358, 3108の行の要素が1であることを示している。

[0217] 以上のように、検査行列初期値テーブルは、検査行列Hの情報行列H_Aの1の要素の位置を360列ごとに表す。

[0218] 検査行列Hの1+360×(i-1)列目以外の列、つまり、2+360×(i-1)列目から、360×i列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる1+360×(i-1)列目の1の要素を、パリティ長Mに従って下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっている。

[0219] すなわち、例えば、2+360×(i-1)列目は、1+360×(i-1)列目を、M/360(=q)だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の3+360×(i-1)列目は、1+360×(i-1)列目を、2×M/360(=2×q)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（2+360×(i-1)列目を、M/360(=q)だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。

[0220] いま、検査行列初期値テーブルのi行目（上からi番目）のj列目（左からj番目）の数值を、 $h_{i,j}$ と表すとともに、検査行列Hのw列目の、j個目の1の要素の行番号を、 H_{w-j} と表すこととすると、検査行列Hの1+360×(i-1)列目以外の列であるw列目の、1の要素の行番号 H_{w-j} は、式(10)で求めることができる。

$$[0221] \quad H_{w-j} = \text{mod}\{h_{i,j} + \text{mod}((w-1), P) \times q, M\} \quad \dots (10)$$

[0222] ここで、 $\text{mod}(x, y)$ はxをyで割った余りを意味する。

[0223] また、Pは、上述したユニットサイズであり、本実施の形態では、例えば、DVB-S.2, DVB-T.2、及び、DVB-C.2の規格と同様に、360である。さらに、qは、パリティ長Mを、ユニットサイズP(=360)で除算することにより得られる値M/360である。

[0224] 検査行列生成部613（図18）は、検査行列初期値テーブルによって、検査行列Hの1+360×(i-1)列目の1の要素の行番号を特定する。

- [0225] さらに、検査行列生成部 613 (図 18) は、検査行列 H の $1+360 \times (i-1)$ 列目以外の列である w 列目の、1 の要素の行番号 $H_{w,j}$ を、式 (10) に従って求め、以上により得られた行番号の要素を 1 とする検査行列 H を生成する。
- [0226] 図 22 は、ETRI 方式の検査行列の構造を示す図である。
- [0227] ETRI 方式の検査行列は、A 行列、B 行列、C 行列、D 行列、及び、Z 行列で構成される。
- [0228] A 行列は、所定値 g と、LDPC 符号の情報長 $K = \text{符号長} N \times \text{符号化率} r$ とで表される g 行 K 列の、検査行列の左上の行列である。
- [0229] B 行列は、 g 行 g 列の、A 行列の右に隣接する階段構造の行列である。
- [0230] C 行列は、 $N-K-g$ 行 $K+g$ 列の、A 行列及び B 行列の下に隣接する行列である。
- [0231] D 行列は、 $N-K-g$ 行 $N-K-g$ 列の、C 行列の右に隣接する単位行列である。
- [0232] Z 行列は、 g 行 $N-K-g$ 列の、B 行列の右に隣接するゼロ行列 (0 行列) である。
- [0233] 以上のような A 行列ないし D 行列、及び、Z 行列で構成される ETRI 方式の検査行列では、A 行列、及び、C 行列の一部が、情報行列を構成しており、B 行列、C 行列の残りの部分、D 行列、及び、Z 行列が、パリティ行列を構成している。
- [0234] なお、B 行列は、階段構造の行列であり、D 行列は、単位行列であるので、ETRI 方式の検査行列のパリティ行列は、一部 (B 行列の部分) が階段構造になっており、残りの部分 (D 行列の部分) が対角行列 (単位行列) になっている。
- [0235] A 行列及び C 行列は、DVB 方式の検査行列の情報行列と同様に、360 列 (ユニットサイズ P) ごとの巡回構造になっており、ETRI 方式の検査行列初期値テーブルは、A 行列及び C 行列の 1 の要素の位置を 360 列ごとに表す。
- [0236] ここで、上述したように、A 行列、及び、C 行列の一部は、情報行列を構成するから、A 行列及び C 行列の 1 の要素の位置を 360 列ごとに表す ETRI 方式の検査行列初期値テーブルは、少なくとも、情報行列の 1 の要素の位置を 360 列ごとに表している、ということができる。
- [0237] 図 23 は、ETRI 方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

- [0238] すなわち、図23は、符号長 N が50ビットの、符号化率 r が $1/2$ の検査行列に対する検査行列初期値テーブルの例を示している。
- [0239] ETRI方式の検査行列初期値テーブルは、A行列及びC行列の1の要素の位置を、ユニットサイズ P ごとに表すテーブルであり、その i 行目には、検査行列の $1+P \times (i-1)$ 列目の1の要素の行番号（検査行列の1行目の行番号を0とする行番号）が、その $1+P \times (i-1)$ 列目の列が持つ列重みの数だけ並んでいる。
- [0240] なお、ここでは、説明を簡単にするため、ユニットサイズ P は、例えば、5であるとする。
- [0241] また、ETRI方式の検査行列については、パラメータとして、 $g=M_1$ 、 M_2 、 Q_1 、及び、 Q_2 がある。
- [0242] $g=M_1$ は、B行列のサイズを決めるパラメータであり、ユニットサイズ P の倍数の値をとる。 $g=M_1$ を調整することで、LDPC符号の性能は変化し、検査行列を決定するときに、所定の値に調整される。ここでは、 $g=M_1$ として、ユニットサイズ $P=5$ の3倍の15が採用されていることとする。
- [0243] M_2 は、パリティ長 M から、 M_1 を減算した値 $M-M_1$ をとる。
- [0244] ここでは、情報長 K は、 $N \times r = 50 \times 1/2 = 25$ であり、パリティ長 M は、 $N-K = 50 - 25 = 25$ であるので、 M_2 は、 $M-M_1 = 25 - 15 = 10$ となる。
- [0245] Q_1 は、式 $Q_1 = M_1/P$ に従って求められ、A行列におけるサイクリックシフトのシフト数（行数）を表す。
- [0246] すなわち、ETRI方式の検査行列のA行列の $1+P \times (i-1)$ 列目以外の列、つまり、 $2+P \times (i-1)$ 列目から、 $P \times i$ 列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる $1+360 \times (i-1)$ 列目の1の要素を下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっており、 Q_1 は、A行列における、そのサイクリックシフトのシフト数を表す。
- [0247] Q_2 は、式 $Q_2 = M_2/P$ に従って求められ、C行列におけるサイクリックシフトのシフト数（行数）を表す。
- [0248] すなわち、ETRI方式の検査行列のC行列の $1+P \times (i-1)$ 列目以外の列、つまり、 $2+P \times (i-1)$ 列目から、 $P \times i$ 列目までの各列は、検査行列初期値テーブルに

よって定まる $1+360 \times (i-1)$ 列目の1の要素を下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっており、 Q_2 は、C行列における、そのサイクリックシフトのシフト数を表す。

[0249] ここでは、 Q_1 は、 $M_1/P=15/5=3$ であり、 Q_2 は、 $M_2/P=10/5=2$ である。

[0250] 図23の検査行列初期値テーブルでは、1行目と2行目に、3個の数値が並び、3行目から5行目までに、1個の数値が並んでおり、かかる数値の並びによれば、図23の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列の列重みは、1列目から、 $1+5 \times (2-1)-1$ 列目までは、3であり、 $1+5 \times (2-1)$ 列目から、5列目までは、1である。

[0251] すなわち、図23の検査行列初期値テーブルの1行目は、2, 6, 18となっており、これは、検査行列の1列目において、行番号が、2, 6, 18の行の要素が1であること（かつ、他の要素が0であること）を示している。

[0252] ここで、いまの場合、A行列は、15行25列（g行K列）の行列であり、C行列は、10行40列（N-K-g行K+g列）の行列であるから、検査行列の行番号0ないし14の行は、A行列の行であり、検査行列の行番号15ないし24の行は、C行列の行である。

[0253] したがって、行番号が2, 6, 18の行（以下、行#2, #6, #18のように記載する）のうちの、行#2及び#6は、A行列の行であり、行#18は、C行列の行である。

[0254] 図23の検査行列初期値テーブルの2行目は、2, 10, 19となっており、これは、検査行列の6（ $=1+5 \times (2-1)$ ）列目において、行#2, #10, #19の要素が1であることを示している。

[0255] ここで、検査行列の6（ $=1+5 \times (2-1)$ ）列目において、行#2, #10, #19のうちの、行#2及び#10は、A行列の行であり、行#19は、C行列の行である。

[0256] 図23の検査行列初期値テーブルの3行目は、22となっており、これは、検査行列の11（ $=1+5 \times (3-1)$ ）列目において、行#22の要素が1であることを示している。

[0257] ここで、検査行列の11（ $=1+5 \times (3-1)$ ）列目において、行#22は、C行列の行である。

- [0258] 以下同様に、図23の検査行列初期値テーブルの4行目の19は、検査行列の $16(=1+5\times(4-1))$ 列目において、行#19の要素が1であることを示しており、図23の検査行列初期値テーブルの5行目の15は、検査行列の $21(=1+5\times(5-1))$ 列目において、行#15の要素が1であることを示している。
- [0259] 以上のように、検査行列初期値テーブルは、検査行列のA行列及びC行列の1の要素の位置をユニットサイズ $P=5$ 列ごとに表す。
- [0260] 検査行列のA行列及びC行列の $1+5\times(i-1)$ 列目以外の列、つまり、 $2+5\times(i-1)$ 列目から、 $5\times i$ 列目までの各列は、検査行列初期値テーブルによって定まる $1+5\times(i-1)$ 列目の1の要素を、パラメータ Q_1 及び Q_2 に従って下方向（列の下方向）に、周期的にサイクリックシフトして配置したものになっている。
- [0261] すなわち、例えば、A行列の、 $2+5\times(i-1)$ 列目は、 $1+5\times(i-1)$ 列目を、 $Q_1(=3)$ だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の $3+5\times(i-1)$ 列目は、 $1+5\times(i-1)$ 列目を、 $2\times Q_1(=2\times 3)$ だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（ $2+5\times(i-1)$ 列目を、 Q_1 だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。
- [0262] また、例えば、C行列の、 $2+5\times(i-1)$ 列目は、 $1+5\times(i-1)$ 列目を、 $Q_2(=2)$ だけ下方向にサイクリックシフトしたものとなっており、次の $3+5\times(i-1)$ 列目は、 $1+5\times(i-1)$ 列目を、 $2\times Q_2(=2\times 2)$ だけ下方向にサイクリックシフトしたもの（ $2+5\times(i-1)$ 列目を、 Q_2 だけ下方向にサイクリックシフトしたもの）となっている。
- [0263] 図24は、図23の検査行列初期値テーブルから生成されるA行列を示す図である。
- [0264] 図24のA行列では、図23の検査行列初期値テーブルの1行目にしたがい、 $1(=1+5\times(1-1))$ 列目の行#2及び#6の要素が1になっている。
- [0265] そして、 $2(=2+5\times(1-1))$ 列目から $5(=5+5\times(1-1))$ 列目までの各列は、直前の列を、 $Q_1=3$ だけ下方向にサイクリックシフトしたものになっている。
- [0266] さらに、図24のA行列では、図23の検査行列初期値テーブルの2行目にしたがい、 $6(=1+5\times(2-1))$ 列目の行#2及び#10の要素が1になっている。

- [0267] そして、 $7(=2+5 \times (2-1))$ 列目から $10(=5+5 \times (2-1))$ 列目までの各列は、直前の列を、 $Q_1=3$ だけ下方方向にサイクリックシフトしたものになっている。
- [0268] 図25は、B行列のパリティインターリーブを示す図である。
- [0269] 検査行列生成部613(図18)は、検査行列初期値テーブルを用いて、A行列を生成し、そのA行列の右隣に、階段構造のB行列を配置する。そして、検査行列生成部613は、B行列をパリティ行列とみなして、階段構造のB行列の隣接する1の要素が、行方向に、ユニットサイズ $P=5$ だけ離れるように、パリティインターリーブを行う。
- [0270] 図25は、B行列のパリティインターリーブ後のA行列及びB行列を示している。
- [0271] 図26は、図23の検査行列初期値テーブルから生成されるC行列を示す図である。
- [0272] 図26のC行列では、図23の検査行列初期値テーブルの1行目にしたがい、検査行列の $1(=1+5 \times (1-1))$ 列目の行#18の要素が1になっている。
- [0273] そして、C行列の $2(=2+5 \times (1-1))$ 列目から $5(=5+5 \times (1-1))$ 列目までの各列は、直前の列を、 $Q_2=2$ だけ下方方向にサイクリックシフトしたものになっている。
- [0274] さらに、図26のC行列では、図23の検査行列初期値テーブルの2行目ないし5行目にしたがい、検査行列の $6(=1+5 \times (2-1))$ 列目の行#19、 $11(=1+5 \times (3-1))$ 列目の行#22、 $16(=1+5 \times (4-1))$ 列目の行#19、及び、 $21(=1+5 \times (5-1))$ 列目の行#15の要素が1になっている。
- [0275] そして、 $7(=2+5 \times (2-1))$ 列目から $10(=5+5 \times (2-1))$ 列目までの各列、 $12(=2+5 \times (3-1))$ 列目から $15(=5+5 \times (3-1))$ 列目までの各列、 $17(=2+5 \times (4-1))$ 列目から $20(=5+5 \times (4-1))$ 列目までの各列、及び、 $22(=2+5 \times (5-1))$ 列目から $25(=5+5 \times (5-1))$ 列目までの各列は、直前の列を、 $Q_2=2$ だけ下方方向にサイクリックシフトしたものになっている。
- [0276] 検査行列生成部613(図18)は、検査行列初期値テーブルを用いて、C行列を生成し、そのC行列を、A行列及び(パリティインターリーブ後の)B行

列の下に配置する。

- [0277] さらに、検査行列生成部 6 1 3 は、B行列の右隣に、Z行列を配置するとともに、C行列の右隣に、D行列を配置し、図 2 6 に示す検査行列を生成する。
- [0278] 図 2 7 は、D行列のパリティインターリーブを示す図である。
- [0279] 検査行列生成部 6 1 3 は、図 2 6 の検査行列を生成した後、D行列をパリティ行列とみなして、単位行列のD行列の奇数行と次の偶数行との1の要素が、行方向に、ユニットサイズ $P=5$ だけ離れるように、(D行列のみの)パリティインターリーブを行う。
- [0280] 図 2 7 は、図 2 6 の検査行列について、D行列のパリティインターリーブを行った後の検査行列を示している。
- [0281] LDPCエンコーダ 1 1 5 (の符号化パリティ演算部 6 1 5 (図 1 8)) は、例えば、図 2 7 の検査行列を用いて、LDPC符号化 (LDPC符号の生成) を行う。
- [0282] ここで、図 2 7 の検査行列を用いて生成されるLDPC符号は、パリティインターリーブを行ったLDPC符号になっており、したがって、図 2 7 の検査行列を用いて生成されるLDPC符号については、パリティインターリーブ 2 3 (図 9) において、パリティインターリーブを行う必要はない。
- [0283] 図 2 8 は、図 2 7 の検査行列のB行列、C行列の一部 (C行列のうちの、B行列の下に配置されている部分)、及び、D行列に、パリティインターリーブを元に戻すパリティインターリーブとしての列置換(column permutation)を行った検査行列を示す図である。
- [0284] LDPCエンコーダ 1 1 5 では、図 2 8 の検査行列を用いて、LDPC符号化 (LDPC符号の生成) を行うことができる。
- [0285] 図 2 8 の検査行列を用いて、LDPC符号化を行う場合、そのLDPC符号化によれば、パリティインターリーブを行っていないLDPC符号が得られる。したがって、図 2 8 の検査行列を用いて、LDPC符号化を行う場合には、パリティインターリーブ 2 3 (図 9) において、パリティインターリーブが行われる。
- [0286] 図 2 9 は、図 2 7 の検査行列に、行置換(row permutation)を行うことによ

り得られる変換検査行列を示す図である。

[0287] 変換検査行列は、後述するように、 $P \times P$ の単位行列、その単位行列の1のうち1個以上が0になった準単位行列、単位行列又は準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列、単位行列、準単位行列、又はシフト行列のうちの2以上の和である和行列、及び、 $P \times P$ の0行列の組合わせで表される行列である。

[0288] 変換検査行列を、LDPC符号の復号に用いることにより、LDPC符号の復号において、後述するように、チェックノード演算、及びバリエブルノード演算を、 P 個同時に行うアーキテクチャを採用することができる。

[0289] <新LDPC符号>

[0290] ところで、現在、ATSC3.0と呼ばれる、地上波のデジタルテレビジョン放送の規格が策定中である。

[0291] そこで、ATSC3.0その他のデータ伝送において用いることができる、新たなLDPC符号（以下、新LDPC符号ともいう）について説明する。

[0292] 新LDPC符号としては、例えば、ユニットサイズ P が、DVB-T.2等と同様の360で、巡回構造の検査行列に対応する、DVB方式のLDPC符号や、ETRI方式のLDPC符号を採用することができる。

[0293] LDPCエンコーダ115（図8、図18）は、以下のような、符号長 N が16kビット又は64kビットで、符号化率 r が $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、若しくは、 $13/15$ のうちのいずれかの新LDPC符号の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列を用いて、新LDPC符号へのLDPC符号化を行うことができる。

[0294] この場合、LDPCエンコーダ115（図8）の記憶部602には、新LDPC符号の検査行列初期値テーブルが記憶される。

[0295] 図30は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $8/15$ の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(16k, 8/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0296] 図31は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $10/15$ の、本件出願人が提

案する新LDPC符号（以下、(16k, 10/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0297] 図32は、符号長Nが16kビットで、符号化率rが12/15の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(16k, 12/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0298] 図33、図34、及び、図35は、符号長Nが64kビットで、符号化率rが7/15の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 7/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0299] なお、図34は、図33に続く図であり、図35は、図34に続く図である。

[0300] 図36、図37、及び、図38は、符号長Nが64kビットで、符号化率rが9/15の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 9/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0301] なお、図37は、図36に続く図であり、図38は、図37に続く図である。

[0302] 図39、図40、図41、及び、図42は、符号長Nが64kビットで、符号化率rが11/15の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 11/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0303] なお、図40は、図39に続く図であり、図41は、図40に続く図であり、図42は、図41に続く図である。

[0304] 図43、図44、図45、及び、図46は、符号長Nが64kビットで、符号化率rが13/15の、本件出願人が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 13/15)のSony符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0305] なお、図44は、図43に続く図であり、図45は、図44に続く図であ

り、図46は、図45に続く図である。

[0306] 図47、及び、図48は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $6/15$ の、Samsung社が提案する新LDPC符号（以下、 $(64k, 6/15)$ のSamsung符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0307] なお、図48は、図47に続く図である。

[0308] 図49、図50、及び、図51は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $8/15$ の、Samsung社が提案する新LDPC符号（以下、 $(64k, 8/15)$ のSamsung符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0309] なお、図50は、図49に続く図であり、図51は、図50に続く図である。

[0310] 図52、図53、及び、図54は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $12/15$ の、Samsung社が提案する新LDPC符号（以下、 $(64k, 12/15)$ のSamsung符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0311] なお、図53は、図52に続く図であり、図54は、図53に続く図である。

[0312] 図55は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $6/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、 $(16k, 6/15)$ のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0313] 図56は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $7/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、 $(16k, 7/15)$ のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0314] 図57は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $9/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、 $(16k, 9/15)$ のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0315] 図58は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $11/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、 $(16k, 11/15)$ のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB

方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0316] 図59は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $13/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、(16k, 13/15)のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0317] 図60、図61、及び、図62は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $10/15$ の、LGE社が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 10/15)のLGE符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0318] なお、図61は、図60に続く図であり、図62は、図61に続く図である。

[0319] 図63、図64、及び、図65は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $9/15$ の、NERC社が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 9/15)のNERC符号ともいう）の検査行列に対するDVB方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0320] なお、図64は、図63に続く図であり、図65は、図64に続く図である。

[0321] 図66は、符号長 N が16kビットで、符号化率 r が $5/15$ の、CRC/ETRI社が提案する新LDPC符号（以下、(16k, 5/15)のETRI符号ともいう）の検査行列に対するETRI方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0322] 図67、及び、図68は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $5/15$ の、CRC/ETRI社が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 5/15)のETRI符号ともいう）の検査行列に対するETRI方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0323] なお、図68は、図67に続く図である。

[0324] 図69、及び、図70は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $6/15$ の、CRC/ETRI社が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 6/15)のETRI符号ともいう）の検査行列に対するETRI方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0325] なお、図70は、図69に続く図である。

[0326] 図71、及び、図72は、符号長 N が64kビットで、符号化率 r が $7/15$ の、CR

C/ETRI社が提案する新LDPC符号（以下、(64k, 7/15)のETRI符号ともいう）の検査行列に対するETRI方式の検査行列初期値テーブルの例を示す図である。

[0327] なお、図72は、図71に続く図である。

[0328] 新LDPC符号のうちの、特に、Sony符号は、性能の良いLDPC符号になっている。

[0329] ここで、性能の良いLDPC符号とは、適切な検査行列Hから得られるLDPC符号である。

[0330] 適切な検査行列Hとは、例えば、検査行列Hから得られるLDPC符号を、低い E_s/N_0 、又は E_b/N_0 （1ビットあたりの信号電力対雑音電力比）で送信したときに、BER(bit error rate)（及びFER(frame error rate)）をより小にする、所定の条件を満たす検査行列である。

[0331] 適切な検査行列Hは、例えば、所定の条件を満たす様々な検査行列から得られるLDPC符号を、低い E_s/N_0 で送信したときのBERを計測するシミュレーションを行うことにより求めることができる。

[0332] 適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件としては、例えば、デンシティエボリューション(Density Evolution)と呼ばれる符号の性能の解析法で得られる解析結果が良好であること、サイクル4と呼ばれる、1の要素のループが存在しないこと、等がある。

[0333] ここで、情報行列 H_A において、サイクル4のように、1の要素が密集していると、LDPC符号の復号性能が劣化することが知られており、このため、適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件として、サイクル4が存在しないことが要求される。

[0334] なお、適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件は、LDPC符号の復号性能の向上や、LDPC符号の復号処理の容易化（単純化）等の観点から適宜決定することができる。

[0335] 図73及び図74は、適切な検査行列Hが満たすべき所定の条件としての解析結果が得られるデンシティエボリューションを説明する図である。

[0336] デンシティエボリューションとは、後述するデグリーシーケンス (degree

sequence)で特徴付けられる符号長 N が ∞ のLDPC符号全体(アンサンブル(ensemble))に対して、そのエラー確率の期待値を計算する、符号の解析法である。

[0337] 例えば、AWGNチャネル上で、ノイズの分散値を0からどんどん大きくしていくと、あるアンサンブルのエラー確率の期待値は、最初は0であるが、ノイズの分散値が、ある閾値(threshold)以上となると、0ではなくなる。

[0338] デンシティエボリューションによれば、そのエラー確率の期待値が0ではなくなる、ノイズの分散値の閾値(以下、性能閾値ともいう)を比較することで、アンサンブルの性能(検査行列の適切さ)の良し悪しを決めることができる。

[0339] なお、具体的なLDPC符号に対して、そのLDPC符号が属するアンサンブルを決定し、そのアンサンブルに対してデンシティエボリューションを行うと、そのLDPC符号のおおまかな性能を予想することができる。

[0340] したがって、性能の良いLDPC符号は、性能の良いアンサンブルを見つければ、そのアンサンブルに属するLDPC符号の中から見つけることができる。

[0341] ここで、上述のデグリーシーケンスとは、LDPC符号の符号長 N に対して、各値の重みをもつバリエブルノードやチェックノードがどれだけの割合だけあるかを表す。

[0342] 例えば、符号化率が $1/2$ のregular(3,6)LDPC符号は、すべてのバリエブルノードの重み(列重み)が3で、すべてのチェックノードの重み(行重み)が6であるというデグリーシーケンスによって特徴付けられるアンサンブルに属する。

[0343] 図73は、そのようなアンサンブルのタナーグラフ(Tanner graph)を示している。

[0344] 図73のタナーグラフでは、図中丸印(○印)で示すバリエブルノードが、符号長 N に等しい N 個だけ存在し、図中四角形(□印)で示すチェックノードが、符号長 N に符号化率 $1/2$ を乗算した乗算値に等しい $N/2$ 個だけ存在する。

[0345] 各バリエブルノードには、列重みに等しい3本の枝(edge)が接続されており

、したがって、 N 個のバリエブルノードに接続している枝は、全部で、 $3N$ 本だけ存在する。

[0346] また、各チェックノードには、行重みに等しい6本の枝が接続されており、したがって、 $N/2$ 個のチェックノードに接続している枝は、全部で、 $3N$ 本だけ存在する。

[0347] さらに、図73のタナーグラフでは、1つのインターリーバが存在する。

[0348] インターリーバは、 N 個のバリエブルノードに接続している $3N$ 本の枝をランダムに並べ替え、その並べ替え後の各枝を、 $N/2$ 個のチェックノードに接続している $3N$ 本の枝のうちのいずれかに繋げる。

[0349] インターリーバでの、 N 個のバリエブルノードに接続している $3N$ 本の枝を並べ替える並べ替えパターンは、 $(3N)!$ ($= (3N) \times (3N-1) \times \dots \times 1$) 通りだけある。したがって、すべてのバリエブルノードの重みが3で、すべてのチェックノードの重みが6であるというデグリーリーケンスによって特徴付けられるアンサンブルは、 $(3N)!$ 個のLDPC符号の集合となる。

[0350] 性能の良いLDPC符号（適切な検査行列）を求めるシミュレーションでは、デンシティエボリューションにおいて、マルチエッジタイプ(multi-edge type)のアンサンブルを用いた。

[0351] マルチエッジタイプでは、バリエブルノードに接続している枝と、チェックノードに接続している枝とが経由するインターリーバが、複数(multi edge)に分割され、これにより、アンサンブルの特徴付けが、より厳密に行われる。

[0352] 図74は、マルチエッジタイプのアンサンブルのタナーグラフの例を示している。

[0353] 図74のタナーグラフでは、第1インターリーバと第2インターリーバとの2つのインターリーバが存在する。

[0354] また、図74のタナーグラフでは、第1インターリーバに繋がる枝が1本で、第2インターリーバに繋がる枝が0本のバリエブルノードが v_1 個だけ、第1インターリーバに繋がる枝が1本で、第2インターリーバに繋がる枝が2本の

バリエブルノードが v 2個だけ、第1インターリーバに繋がる枝が0本で、第2インターリーバに繋がる枝が2本のバリエブルノードが v 3個だけ、それぞれ存在する。

[0355] さらに、図74のタナーグラフでは、第1インターリーバに繋がる枝が2本で、第2インターリーバに繋がる枝が0本のチェックノードが c 1個だけ、第1インターリーバに繋がる枝が2本で、第2インターリーバに繋がる枝が2本のチェックノードが c 2個だけ、第1インターリーバに繋がる枝が0本で、第2インターリーバに繋がる枝が3本のチェックノードが c 3個だけ、それぞれ存在する。

[0356] ここで、デンシティエボリューションと、その実装については、例えば、”On the Design of Low-Density Parity-Check Codes within 0.0045 dB of the Shannon Limit”, S.Y.Chung, G.D.Forney, T.J.Richardson, R.Urbanke, IEEE Communications Letters, VOL.5, NO.2, Feb 2001に記載されている。

[0357] Sony符号（の検査行列初期値テーブル）を求めるシミュレーションでは、マルチエッジタイプのデンシティエボリューションによって、BERが落ち始める（小さくなっていく） E_b/N_0 （1ビットあたりの信号電力対雑音電力比）である性能閾値が、所定値以下になるアンサンブルを見つけ、そのアンサンブルに属するLDPC符号の中から、QPSK等の1以上の直交変調を用いた場合のBERを小さくするLDPC符号を、性能の良いLDPC符号として選択した。

[0358] Sony符号の検査行列初期値テーブルは、以上のようなシミュレーションにより求められた。

[0359] したがって、かかる検査行列初期値テーブルから得られるSony符号によれば、データ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

[0360] 図75は、(16k, 8/15)、(16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列初期値テーブルから求められる検査行列H（以下、「(16k, 8/15)、(16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列H」のようにも記載する）を説明する図である。

[0361] (16k, 8/15)、(16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列Hの最

小サイクル長は、いずれもサイクル4を超える値になっておりしたがって、サイクル4（ループ長が4の、1の要素のループ）は、存在しない。ここで、最小サイクル長(girth)とは、検査行列Hにおいて、1の要素によって構成されるループの長さ（ループ長）の最小値を意味する。

[0362] また、(16k, 8/15)のSony符号の性能閾値は、0.805765に、(16k, 10/15)のSony符号の性能閾値は、2.471011に、(16k, 12/15)のSony符号の性能閾値は、4.269922に、それぞれなっている。

[0363] (16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列Hの1列目からのKX1列については、列重みがX1に、その後のKX2列については、列重みがX2に、その後のKY1列については、列重みがY1に、その後のKY2列については、列重みがY2に、その後のM-1列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。

[0364] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、(16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の符号長 $N=16200$ ビットに等しい。

[0365] (16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列Hの列数KX1, KX2, KY1, KY2、及びM、並びに、列重みX1, X2, Y1、及び、Y2は、図75に示す通りになっている。

[0366] (16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号の検査行列Hについては、図12及び図13で説明した検査行列と同様に、先頭側（左側）の列ほど、列重みが大の傾向にあり、したがって、Sony符号の先頭の符号ビットほど、エラーに強い（エラーに対する耐性がある）傾向がある。

[0367] 本件出願人が行ったシミュレーションによれば、(16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号について、良好なBER/FERが得られており、したがって、(16k, 8/15), (16k, 10/15)、及び、(16k, 12/15)のSony符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

[0368] 図76は、(64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の検査行列Hを説明する図である。

[0369] (64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の

検査行列Hの最小サイクル長は、いずれもサイクル4を超える値になっておりしたがって、サイクル4は、存在しない。

[0370] また、(64k, 7/15)のSony符号の性能閾値は、 -0.093751 に、(64k, 9/15)のSony符号の性能閾値は、 1.658523 に、(64k, 11/15)のSony符号の性能閾値は、 3.351930 に、(64k, 13/15)のSony符号の性能閾値は、 5.301749 に、それぞれなっている。

[0371] (64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の検査行列Hの1列目からのKX1列については、列重みがX1に、その後のKX2列については、列重みがX2に、その後のKY1列については、列重みがY1に、その後のKY2列については、列重みがY2に、その後のM-1列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。

[0372] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、(64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の符号長 $N=64800$ ビットに等しい。

[0373] (64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の検査行列Hの列数KX1, KX2, KY1, KY2、及びM、並びに、列重みX1, X2, Y1、及び、Y2は、図76に示す通りになっている。

[0374] (64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号の検査行列Hについては、図12及び図13で説明した検査行列と同様に、先頭側(左側)の列ほど、列重みが大の傾向にあり、したがって、Sony符号の先頭の符号ビットほど、エラーに強い傾向がある。

[0375] 本件出願人が行ったシミュレーションによれば、(64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号について、良好なBER/FERが得られており、したがって、(64k, 7/15), (64k, 9/15), (64k, 11/15)、及び、(64k, 13/15)のSony符号を用いたデータ伝送において、良好な通信品質を確保することができる。

[0376] 図77は、(64k, 6/15), (64k, 8/15)、及び、(64k, 12/15)のSamsung符号の検査行列Hを説明する図である。

[0377] (64k, 6/15), (64k, 8/15)、及び、(64k, 12/15)のSamsung符号の検査行列Hの

1 列目からのKX1列については、列重みがX1に、その後のKX2列については、列重みがX2に、その後のKY1列については、列重みがY1に、その後のKY2列については、列重みがY2に、その後のM-1列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。

[0378] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、(64k, 6/15), (64k, 8/15)、及び、(64k, 12/15)のSamsung符号の符号長 $N=64800$ ビットに等しい。

[0379] (64k, 6/15), (64k, 8/15)、及び、(64k, 12/15)のSamsung符号の検査行列Hの列数KX1, KX2, KY1, KY2、及びM、並びに、列重みX1, X2, Y1、及び、Y2は、図77に示す通りになっている。

[0380] 図78は、(16k, 6/15), (16k, 7/15), (16k, 9/15), (16k, 11/15)、及び、(16k, 13/15)のLGE符号の検査行列Hを説明する図である。

[0381] (16k, 6/15), (16k, 7/15), (16k, 9/15), (16k, 11/15)、及び、(16k, 13/15)のLGE符号の検査行列Hの1列目からのKX1列については、列重みがX1に、その後のKX2列については、列重みがX2に、その後のKY1列については、列重みがY1に、その後のKY2列については、列重みがY2に、その後のM-1列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。

[0382] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、(16k, 6/15), (16k, 7/15), (16k, 9/15), (16k, 11/15)、及び、(16k, 13/15)のLGE符号の符号長 $N=16200$ ビットに等しい。

[0383] (16k, 6/15), (16k, 7/15), (16k, 9/15), (16k, 11/15)、及び、(16k, 13/15)のLGE符号の検査行列Hの列数KX1, KX2, KY1, KY2、及びM、並びに、列重みX1, X2, Y1、及び、Y2は、図78に示す通りになっている。

[0384] 図79は、(64k, 10/15)のLGE符号の検査行列Hを説明する図である。

[0385] (64k, 10/15)のLGE符号の検査行列Hの1列目からのKX1列については、列重みがX1に、その後のKX2列については、列重みがX2に、その後のKY1列については、列重みがY1に、その後のKY2列については、列重みがY2に、その後のM-1列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それ

ぞれなっている。

[0386] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、 $(64k, 10/15)$ のLGE符号の符号長 $N=64800$ ビットに等しい。

[0387] $(64k, 10/15)$ のLGE符号の検査行列 H の列数 $KX1$, $KX2$, $KY1$, $KY2$ 、及び M 、並びに、列重み $X1$, $X2$, $Y1$ 、及び、 $Y2$ は、図79に示す通りになっている。

[0388] 図80は、 $(64k, 9/15)$ のNERC符号の検査行列 H を説明する図である。

[0389] $(64k, 9/15)$ のNERC符号の検査行列 H の1列目からの $KX1$ 列については、列重みが $X1$ に、その後の $KX2$ 列については、列重みが $X2$ に、その後の $KY1$ 列については、列重みが $Y1$ に、その後の $KY2$ 列については、列重みが $Y2$ に、その後の $M-1$ 列については、列重みが2に、最後の1列については、列重みが1に、それぞれなっている。

[0390] ここで、 $KX1+KX2+KY1+KY2+M-1+1$ は、 $(64k, 9/15)$ のNERC符号の符号長 $N=64800$ ビットに等しい。

[0391] $(64k, 9/15)$ のNERC符号の検査行列 H の列数 $KX1$, $KX2$, $KY1$, $KY2$ 、及び M 、並びに、列重み $X1$, $X2$, $Y1$ 、及び、 $Y2$ は、図80に示す通りになっている。

[0392] 図81は、 $(16k, 5/15)$ のETRI符号の検査行列 H を説明する図である。

[0393] $(16k, 5/15)$ のETRI符号の検査行列 H については、パラメータ $g=M_1$ が720になっている。

[0394] また、 $(16k, 5/15)$ のETRI符号については、符号長 N が16200で、符号化率 r が $5/15$ であるから、情報長 $K=N \times r$ は、 $16200 \times 5/15=5400$ であり、パリティ長 $M=N-K$ は、 $16200-5400=10800$ である。

[0395] さらに、パラメータ $M_2=M-M_1=N-K-g$ は、 $10800-720=10080$ となる。

[0396] したがって、パラメータ $Q_1=M_1/P$ は、 $720/360=2$ となり、パラメータ $Q_2=M_2/P$ は、 $10080/360=28$ となる。

[0397] 図82は、 $(64k, 5/15)$ 、 $(64k, 6/15)$ 、及び、 $(64k, 7/15)$ のETRI符号の検査行列 H を説明する図である。

[0398] $(64k, 5/15)$ 、 $(64k, 6/15)$ 、及び、 $(64k, 7/15)$ のETRI符号の検査行列 H についてのパラメータ $g=M_1$, M_2 , Q_1 、及び、 Q_2 は、図82に示す通りになっている。

[0399] <コンスタレーション>

[0400] 図83ないし図104は、図7の伝送システムで採用するコンスタレーションの種類を示す図である。

[0401] 図7の伝送システムでは、例えば、変調方式とLDPC符号との組み合わせであるMODCODに対して、そのMODCODで使用するコンスタレーションを設定することができる。

[0402] すなわち、図7の伝送システムでは、例えば、LDPC符号を、符号化率 r によって（符号長 N に関係なく）、符号化率 r が、 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、及び、 $13/15$ のLDPC符号の9種類に分類し、その9種類のLDPC符号（符号化率 r が、 $5/15$ 、 $6/15$ 、 $7/15$ 、 $8/15$ 、 $9/15$ 、 $10/15$ 、 $11/15$ 、 $12/15$ 、及び、 $13/15$ のLDPC符号それぞれ）と、各変調方式との組み合わせを、MODCODとして採用することができる。

[0403] また、図7の伝送システムでは、1のMODCODに対して、そのMODCODの変調方式で用いる1以上のコンスタレーションを設定することができる。

[0404] コンスタレーションには、信号点の配置が一様になっているUC(Uniform Constellation)と、一様になっていないNUC(Non Uniform Constellation)とがある。

[0405] また、NUCには、例えば、1D NUC(1-dimensional M^2 -QAM non-uniform constellation)と呼ばれるコンスタレーションや、2D NUC(2-dimensional QAM non-uniform constellation)と呼ばれるコンスタレーション等がある。

[0406] 一般に、UCよりも1D NUCの方が、BERが改善し、さらに、1D NUCよりも2D NUCの方が、BERが改善する。

[0407] 変調方式がQPSKのコンスタレーションは、UCになる。変調方式が16QAMや、64QAM、256QAM等のコンスタレーションとしては、例えば、2D NUCを採用することができる。変調方式が1024QAMや4096QAM等のコンスタレーションとしては、例えば、1D NUCを採用することができる。

[0408] 以下、変調方式が、 m ビットのシンボルを、 2^m 個の信号点のうちのいずれかにマッピングする変調方式であり、LDPC符号の符号化率が r のMODCODで使用す

るNUCのコンスタレーションを、 $NUC_2^m_r$ とも記載する。

- [0409] 例えば、“ $NUC_16_6/15$ ”は、変調方式が16QAM（その他、シンボルを16個の信号点のいずれかにマッピングする変調方式）であり、LDPC符号の符号化率 r が $6/15$ のMODCODで使用するNUCのコンスタレーションを表す。
- [0410] 図7の伝送システムでは、変調方式がQPSKである場合には、LDPC符号の各符号化率 r について、同一のコンスタレーションが使用される。
- [0411] また、図7の伝送システムでは、変調方式が、16QAM、64QAM、又は、256QAMである場合には、LDPC符号の符号化率 r それぞれごとに異なる2D NUCのコンスタレーションが使用される。
- [0412] さらに、図7の伝送システムでは、変調方式が、1024QAM又は4096QAMである場合には、LDPC符号の符号化率 r それぞれごとに異なる1D NUCのコンスタレーションが使用される。
- [0413] したがって、上述したように、LDPC符号が、符号化率 r によって、 $r=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15, 13/15$ のLDPC符号の9種類に分類される場合、QPSKについては、1種類のコンスタレーションが用意され、16QAM、64QAM、及び、256QAMについては、それぞれ、9種類の2D NUCのコンスタレーションが用意され、1024QAM及び4096QAMについては、それぞれ、9種類の1D NUCのコンスタレーションを用意される。
- [0414] 図8 3は、変調方式が16QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 $r(=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15, \text{及び、} 13/15)$ それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの例を示す図である。
- [0415] 図8 4は、変調方式が64QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 $r(=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15, \text{及び、} 13/15)$ それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの例を示す図である。
- [0416] 図8 5は、変調方式が256QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 $r(=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15, \text{及び、} 13/15)$ それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの例を示す図である。
- [0417] 図8 6は、変調方式が1024QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 $r($

=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)それぞれに対する1D NUCのコンスタレーションの例を示す図である。

[0418] 図87及び図88は、変調方式が4096QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 r (=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)それぞれに対する1D NUCのコンスタレーションの例を示す図である。

[0419] 図83ないし図88において、横軸及び縦軸は、それぞれ、I軸及びQ軸であり、 $\text{Re}\{x_i\}$ 及び $\text{Im}\{x_i\}$ は、それぞれ、信号点 x_i の座標としての、信号点 x_i のリアルパート及びイマジナリパートを表す。

[0420] また、図83ないし図88において、“for CR”の後に記載されている数値は、LDPC符号の符号化率 r を表す。

[0421] 図89は、変調方式がQPSKである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r (=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)について共通に使用されるUCの信号点の座標の例を示す図である。

[0422] 図89において、“Input cell word y ”は、QPSKのUCにマッピングする2ビットのシンボルを表し、“Constellation point z_q ”は、信号点 z_q の座標を表す。なお、信号点 z_q のインデクス q は、シンボルの離散時間（あるシンボルと次のシンボルとの間の時間間隔）を表す。

[0423] 図89では、信号点 z_q の座標は、複素数の形で表されており、 i は、虚数単位($\sqrt{-1}$)を表す。

[0424] 図90は、変調方式が16QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r (=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)について使用される図83の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[0425] 図91は、変調方式が64QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r (=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)について使用される図84の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[0426] 図92及び図93は、変調方式が256QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r (=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12, 15、及び、13/15)について使用される図85の2D NUCの信号点の座標の例を示す図であ

る。

[0427] 図90ないし図93において、 $NUC_{2^m_r}$ は、変調方式が 2^m QAMで、LDPC符号の符号化率が r である場合に使用される2D NUCの信号点の座標を表す。

[0428] 図90ないし図93では、図89と同様に、信号点 z_q の座標は、複素数の形で表されており、 i は、虚数単位を表す。

[0429] 図90ないし図93において、 $w_{\#k}$ は、コンスタレーションの第1象限の信号点の座標を表す。

[0430] 2D NUCにおいて、コンスタレーションの第2象限の信号点は、第1象限の信号点を、Q軸に対して対称に移動した位置に配置され、コンスタレーションの第3象限の信号点は、第1象限の信号点を、原点に対して対称に移動した位置に配置される。そして、コンスタレーションの第4象限の信号点は、第1象限の信号点を、I軸に対して対称に移動した位置に配置される。

[0431] ここで、変調方式が 2^m QAMである場合には、 m ビットを1個のシンボルとして、その1個のシンボルが、そのシンボルに対応する信号点にマッピングされる。

[0432] m ビットのシンボルは、例えば、 0 ないし 2^m-1 の整数値で表現されるが、いま、 $b=2^m/4$ とすると、 0 ないし 2^m-1 の整数値で表現されるシンボル $y(0)$, $y(1)$, \dots , $y(2^m-1)$ は、シンボル $y(0)$ ないし $y(b-1)$, $y(b)$ ないし $y(2b-1)$, $y(2b)$ ないし $y(3b-1)$ 、及び、 $y(3b)$ ないし $y(4b-1)$ の4つに分類することができる。

[0433] 図90ないし図93において、 $w_{\#k}$ のサフィックス k は、 0 ないし $b-1$ の範囲の整数値をとり、 $w_{\#k}$ は、シンボル $y(0)$ ないし $y(b-1)$ の範囲のシンボル $y(k)$ に対応する信号点の座標を表す。

[0434] そして、シンボル $y(b)$ ないし $y(2b-1)$ の範囲のシンボル $y(k+b)$ に対応する信号点の座標は、 $-\text{conj}(w_{\#k})$ で表され、シンボル $y(2b)$ ないし $y(3b-1)$ の範囲のシンボル $y(k+2b)$ に対応する信号点の座標は、 $\text{conj}(w_{\#k})$ で表される。また、シンボル $y(3b)$ ないし $y(4b-1)$ の範囲のシンボル $y(k+3b)$ に対応する信号点の座標は、 $-w_{\#k}$ で表される。

[0435] ここで、 $\text{conj}(w_{\#k})$ は、 $w_{\#k}$ の複素共役を表す。

[0436] 例えば、変調方式が16QAMである場合には、 $m=4$ ビットのシンボル $y(0)$, $y(1)$, \dots , $y(15)$ は、 $b=2^4/4=4$ として、シンボル $y(0)$ ないし $y(3)$, $y(4)$ ないし $y(7)$, $y(8)$ ないし $y(11)$ 、及び、 $y(12)$ ないし $y(15)$ の4つに分類される。

[0437] そして、シンボル $y(0)$ ないし $y(15)$ のうちの、例えば、シンボル $y(12)$ は、シンボル $y(3b)$ ないし $y(4b-1)$ の範囲のシンボル $y(k+3b)=y(0+3\times 4)$ であり、 $k=0$ であるから、シンボル $y(12)$ に対応する信号点の座標は、 $-w\#k=-w_0$ となる。

[0438] いま、LDPC符号の符号化率 r が、例えば、 $9/15$ であるとすると、図90によれば、変調方式が16QAMで、符号化率 r が、 $9/15$ である場合(NUC_16_9/15)の w_0 は、 $0.4967+1.1932i$ であるので、シンボル $y(12)$ に対応する信号点の座標 $-w_0$ は、 $-(0.4967+1.1932i)$ となる。

[0439] 図94は、変調方式が1024QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r ($=5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12/15$ 、及び、 $13/15$)について使用される図86の1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。

[0440] 図94において、NUC_1k_rの列は、変調方式が1024QAMで、LDPC符号の符号化率が r である場合に使用される1D NUCの信号点の座標を表す $u\#k$ がとる値を表す。

[0441] $u\#k$ は、1D NUCの信号点 z_q の座標としての複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ を表す。

[0442] 図95は、1024QAMのシンボル y と、そのシンボル y に対応する1D NUCの信号点 z_q の座標を表す複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ それぞれとしての $u\#k$ との関係を示す図である。

[0443] いま、1024QAMの10ビットのシンボル y を、その先頭のビット(最上位ビット)から、 $y_{0,q}, y_{1,q}, y_{2,q}, y_{3,q}, y_{4,q}, y_{5,q}, y_{6,q}, y_{7,q}, y_{8,q}, y_{9,q}$ と表すこととする。

[0444] 図95のAは、シンボル y の奇数番目の5ビット $y_{0,q}, y_{2,q}, y_{4,q}, y_{6,q}, y_{8,q}$ と、そのシンボル y に対応する信号点 z_q の(座標の)リアルパート $\text{Re}(z_q)$ を表す $u\#k$ との対応関係を表している。

- [0445] 図95のBは、シンボル y の偶数番目の5ビット $y_{1,q}, y_{3,q}, y_{5,q}, y_{7,q}, y_{9,q}$ と、そのシンボル y に対応する信号点 z_q の（座標の）イマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ を表す $u_{\#k}$ との対応関係を表している。
- [0446] 1024QAMの10ビットのシンボル $y = (y_{0,q}, y_{1,q}, y_{2,q}, y_{3,q}, y_{4,q}, y_{5,q}, y_{6,q}, y_{7,q}, y_{8,q}, y_{9,q})$ が、例えば、 $(0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0)$ である場合、奇数番目の5ビット $(y_{0,q}, y_{2,q}, y_{4,q}, y_{6,q}, y_{8,q})$ は、 $(0, 1, 0, 1, 0)$ であり、偶数番目の5ビット $(y_{1,q}, y_{3,q}, y_{5,q}, y_{7,q}, y_{9,q})$ は、 $(0, 0, 1, 1, 0)$ である。
- [0447] 図95のAでは、奇数番目の5ビット $(0, 1, 0, 1, 0)$ は、 u_3 に対応付けられており、したがって、シンボル $y = (0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0)$ に対応する信号点 z_q のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ は、 u_3 になる。
- [0448] また、図95のBでは、偶数番目の5ビット $(0, 0, 1, 1, 0)$ は、 u_{11} に対応付けられており、したがって、シンボル $y = (0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0)$ に対応する信号点 z_q のイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ は、 u_{11} になる。
- [0449] 一方、LDPC符号の符号化率 r が、例えば、 $7/15$ であるとする、上述の図94によれば、変調方式が1024QAMで、LDPC符号の符号化率 $r = 7/15$ である場合に使用される1D NUC(NUC_1k_7/15)については、 u_3 は、1.1963であり、 u_{11} は、6.9391である。
- [0450] したがって、シンボル $y = (0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0)$ に対応する信号点 z_q のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ は、 $u_3 = 1.1963$ になり、 $\text{Im}(z_q)$ は、 $u_{11} = 6.9391$ になる。その結果、シンボル $y = (0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0)$ に対応する信号点 z_q の座標は、 $1.1963 + 6.9391i$ で表される。
- [0451] 図96は、変調方式が4096QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r ($= 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12/15$ 、及び、 $13/15$)について使用される図87及び図88の1D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
- [0452] 図96において、各列は、変調方式が4096QAMで、LDPC符号の符号化率が $r = 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12/15$ 、及び、 $13/15$ である場合それぞれに使用される1D NUCの信号点の座標を表す $u_{\#k}$ がとる値を表す

- 。
- [0453] $u\#k$ は、1D NUCの信号点 z_q の座標としての複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ を表す。
- [0454] 図97は、4096QAMのシンボル y と、そのシンボル y に対応する1D NUCの信号点 z_q の座標を表す複素数のリアルパート $\text{Re}(z_q)$ 及びイマジナリパート $\text{Im}(z_q)$ それぞれとしての $u\#k$ との関係を示す図である。
- [0455] 図96及び図97を用いて、4096QAMの1D NUCの信号点の座標を求める方法は、図94及び図95を用いて、1024QAMの1D NUCの信号点の座標を求める方法と同様であるので、説明を省略する。
- [0456] 図98は、変調方式が16QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 r それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの他の例を示す図である。
- [0457] 図99は、変調方式が64QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 r それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの他の例を示す図である。
- [0458] 図100は、変調方式が256QAMである場合のLDPC符号の9種類の符号化率 r それぞれに対する2D NUCのコンスタレーションの他の例を示す図である。
- [0459] なお、図98ないし図100においては、図83ないし図88と同様に、横軸及び縦軸は、それぞれ、I軸及びQ軸であり、 $\text{Re}\{x_l\}$ 及び $\text{Im}\{x_l\}$ は、それぞれ、信号点 x_l の座標としての、信号点 x_l のリアルパート及びイマジナリパートを表す。さらに、図98ないし図100において、“for CR”の後に記載されている数値は、LDPC符号の符号化率 r を表す。
- [0460] 図101は、変調方式が16QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r について使用される図98の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
- [0461] 図102は、変調方式が64QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r について使用される図99の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
- [0462] 図103及び図104は、変調方式が256QAMである場合に、LDPC符号の9種類の符号化率 r について使用される図100の2D NUCの信号点の座標の例を示す図である。
- [0463] 図101ないし図104において、 $\text{NUC}_{2^m_r}$ は、変調方式が 2^m QAMで、LDPC

符号の符号化率が r である場合に使用される2D NUCの信号点の座標を、図90ないし図93と同様に表す。

[0464] なお、1D NUCの信号点は、I軸に平行な直線上やQ軸に平行な直線上に、格子状に並ぶ。但し、信号点どうしの間隔は、一定にはならない。また、信号点（にマッピングされたデータ）の送信にあたって、コンスタレーション上の信号点の平均電力は正規化される。正規化は、コンスタレーション上の信号点（の座標）のすべてについての絶対値の自乗平均値を P_{ave} と表すこととすると、その自乗平均値 P_{ave} の平方根 $\sqrt{P_{ave}}$ の逆数 $1/(\sqrt{P_{ave}})$ を、コンスタレーション上の各信号点 z_q に乗算することによって行われる。

[0465] 図83ないし図104で説明したコンスタレーションによれば、良好なエラーレートが得られることが確認されている。

[0466] <ブロックインターリーブ25>

[0467] 図105は、図9のブロックインターリーブ25の構成例を示すブロック図である。

[0468] ブロックインターリーブ25は、パート1(part 1)と呼ばれる記憶領域と、パート2(part 2)と呼ばれる記憶領域とを有する。

[0469] パート1及び2は、いずれも、ロウ（横）方向に、1ビットを記憶し、カラム（縦）方向に所定のビット数を記憶する記憶領域としてのカラム(column)が、ロウ方向に、シンボルのビット数 m に等しい数 C だけ並んで構成される。

[0470] パート1のカラムがカラム方向に記憶するビット数（以下、パートカラム長ともいう）を、 $R1$ と表すとともに、パート2のカラムのパートカラム長を、 $R2$ と表すこととすると、 $(R1+R2) \times C$ は、ブロックインターリーブの対象のLDPC符号の符号長 N （本実施の形態では、64800ビット、又は、16200ビット）に等しい。

[0471] また、パートカラム長 $R1$ は、ユニットサイズ P である360ビットの倍数に等しく、パートカラム長 $R2$ は、パート1のパートカラム長 $R1$ とパート2のパートカラム長 $R2$ との和（以下、カラム長ともいう） $R1+R2$ を、ユニットサイズ P である360ビットで除算したときの剰余に等しい。

- [0472] ここで、カラム長 $R1+R2$ は、ブロックインターリーブの対象のLDPC符号の符号長 N を、シンボルのビット数 m で除算した値に等しい。
- [0473] 例えば、符号長 N が16200ビットのLDPC符号について、変調方式として、16QAMを採用する場合には、シンボルのビット数 m は、4ビットであるから、カラム長 $R1+R2$ は、 $4050(=16200/4)$ ビットになる。
- [0474] さらに、カラム長 $R1+R2=4050$ を、ユニットサイズ P である360ビットで除算したときの剰余は、90であるから、パート2のパートカラム長 $R2$ は、90ビットとなる。
- [0475] そして、パート1のパートカラム長 $R1$ は、 $R1+R2-R2=4050-90=3960$ ビットとなる。
- [0476] 図106は、符号長 N と変調方式との組み合わせに対するパート1及び2のカラム数 C 、並びに、パートカラム長（行数） $R1$ 及び $R2$ を示す図である。
- [0477] 図106には、符号長 N が16200ビット及び64800ビットのLDPC符号のそれぞれと、変調方式が、QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM、及び、4096QAMである場合のそれぞれとの組み合わせに対するパート1及び2のカラム数 C 、並びに、パートカラム長 $R1$ 及び $R2$ が示されている。
- [0478] 図107は、図105のブロックインターリーブ25で行われるブロックインターリーブを説明する図である。
- [0479] ブロックインターリーブ25は、パート1及び2に対して、LDPC符号を書き込んで読み出すことにより、ブロックインターリーブを行う。
- [0480] すなわち、ブロックインターリーブでは、図107のAに示すように、1符号語のLDPC符号の符号ビットを、パート1のカラムの上から下方向（カラム方向）に書き込むことが、左から右方向のカラムに向かって行われる。
- [0481] そして、符号ビットの書き込みが、パート1のカラムの最も右のカラム（ C 番目のカラム）の一番下まで終了すると、残りの符号ビットをパート2のカラムの上から下方向（カラム方向）に書き込むことが、左から右方向のカラムに向かって行われる。
- [0482] その後、符号ビットの書き込みが、パート2のカラムの最も右のカラム（ C

番目のカラム)の一番下まで終了すると、図107のBに示すように、パート1のC個すべてのカラムの1行目から、ロウ方向に、 $C=m$ ビット単位で、符号ビットが読み出される。

[0483] そして、パート1のC個すべてのカラムからの符号ビットの読み出しは、下の行に向かって順次行われ、その読み出しが最後の行であるR1行目まで終了すると、パート2のC個すべてのカラムの1行目から、ロウ方向に、 $C=m$ ビット単位で、符号ビットが読み出される。

[0484] パート2のC個すべてのカラムからの符号ビットの読み出しは、下の行に向かって順次行われ、最後の行であるR2行目まで行われる。

[0485] 以上のようにして、パート1及び2から m ビット単位で読み出される符号ビットは、シンボルとして、マップ117(図8)に供給される。

[0486] <グループワイズインターリーブ>

[0487] 図108は、図9のグループワイズインターリーブ24で行われるグループワイズインターリーブを説明する図である。

[0488] グループワイズインターリーブでは、1符号語のLDPC符号を、その先頭から、ユニットサイズPに等しい360ビット単位に区分した、その1区分の360ビットを、ビットグループとして、1符号語のLDPC符号が、ビットグループ単位で、所定のパターン(以下、GWパターンともいう)に従ってインターリーブされる。

[0489] ここで、1符号語のLDPC符号をビットグループに区分したときの先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、以下、ビットグループ i とも記載する。

[0490] ユニットサイズPが360である場合、例えば、符号長Nが1800ビットのLDPC符号は、ビットグループ0,1,2,3,4の5($=1800/360$)個のビットグループに区分される。さらに、例えば、符号長Nが16200ビットのLDPC符号は、ビットグループ0,1, ..., 44の45($=16200/360$)個のビットグループに区分され、符号長Nが64800ビットのLDPC符号は、ビットグループ0,1, ..., 179の180($=64800/360$)個のビットグループに区分される。

[0491] また、以下では、GWパターンを、ビットグループを表す数字の並びで表す

こととする。例えば、符号長Nが1800ビットのLDPC符号について、例えば、GWパターン4, 2, 0, 3, 1は、ビットグループ0, 1, 2, 3, 4の並びを、ビットグループ4, 2, 0, 3, 1の並びにインターリーブする（並び替える）ことを表す。

[0492] GWパターンは、少なくとも、LDPC符号の符号長Nごとに設定することができる。

[0493] <64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの例>

[0494] 図109は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1の例を示す図である。

[0495] 図109のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

39, 47, 96, 176, 33, 75, 165, 38, 27, 58, 90, 76, 17, 46, 10, 91, 1
33, 69, 171, 32, 117, 78, 13, 146, 101, 36, 0, 138, 25, 77, 122, 49,
14, 125, 140, 93, 130, 2, 104, 102, 128, 4, 111, 151, 84, 167, 35, 12
7, 156, 55, 82, 85, 66, 114, 8, 147, 115, 113, 5, 31, 100, 106, 48, 5
2, 67, 107, 18, 126, 112, 50, 9, 143, 28, 160, 71, 79, 43, 98, 86, 94
, 64, 3, 166, 105, 103, 118, 63, 51, 139, 172, 141, 175, 56, 74, 95,
29, 45, 129, 120, 168, 92, 150, 7, 162, 153, 137, 108, 159, 157, 173
, 23, 89, 132, 57, 37, 70, 134, 40, 21, 149, 80, 1, 121, 59, 110, 142
, 152, 15, 154, 145, 12, 170, 54, 155, 99, 22, 123, 72, 177, 131, 116
, 44, 158, 73, 11, 65, 164, 119, 174, 34, 83, 53, 24, 42, 60, 26, 161
, 68, 178, 41, 148, 109, 87, 144, 135, 20, 62, 81, 169, 124, 6, 19, 3
0, 163, 61, 179, 136, 97, 16, 88

の並びにインターリーブされる。

[0496] 図110は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第2の例を示す図である。

[0497] 図110のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

6, 14, 1, 127, 161, 177, 75, 123, 62, 103, 17, 18, 167, 88, 27, 34

, 8, 110, 7, 78, 94, 44, 45, 166, 149, 61, 163, 145, 155, 157, 82, 13
 0, 70, 92, 151, 139, 160, 133, 26, 2, 79, 15, 95, 122, 126, 178, 101
 , 24, 138, 146, 179, 30, 86, 58, 11, 121, 159, 49, 84, 132, 117, 119
 , 50, 52, 4, 51, 48, 74, 114, 59, 40, 131, 33, 89, 66, 136, 72, 16, 1
 34, 37, 164, 77, 99, 173, 20, 158, 156, 90, 41, 176, 81, 42, 60, 109
 , 22, 150, 105, 120, 12, 64, 56, 68, 111, 21, 148, 53, 169, 97, 108,
 35, 140, 91, 115, 152, 36, 106, 154, 0, 25, 54, 63, 172, 80, 168, 142
 , 118, 162, 135, 73, 83, 153, 141, 9, 28, 55, 31, 112, 107, 85, 100,
 175, 23, 57, 47, 38, 170, 137, 76, 147, 93, 19, 98, 124, 39, 87, 174
 , 144, 46, 10, 129, 69, 71, 125, 96, 116, 171, 128, 65, 102, 5, 43, 1
 43, 104, 13, 67, 29, 3, 113, 32, 165

の並びにインターリーブされる。

[0498] 図111は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第3の例を示す図である。

[0499] 図111のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

103, 116, 158, 0, 27, 73, 140, 30, 148, 36, 153, 154, 10, 174, 122
 , 178, 6, 106, 162, 59, 142, 112, 7, 74, 11, 51, 49, 72, 31, 65, 156
 , 95, 171, 105, 173, 168, 1, 155, 125, 82, 86, 161, 57, 165, 54, 26,
 121, 25, 157, 93, 22, 34, 33, 39, 19, 46, 150, 141, 12, 9, 79, 118, 2
 4, 17, 85, 117, 67, 58, 129, 160, 89, 61, 146, 77, 130, 102, 101, 137
 , 94, 69, 14, 133, 60, 149, 136, 16, 108, 41, 90, 28, 144, 13, 175, 1
 14, 2, 18, 63, 68, 21, 109, 53, 123, 75, 81, 143, 169, 42, 119, 138,
 104, 4, 131, 145, 8, 5, 76, 15, 88, 177, 124, 45, 97, 64, 100, 37, 13
 2, 38, 44, 107, 35, 43, 80, 50, 91, 152, 78, 166, 55, 115, 170, 159,
 147, 167, 87, 83, 29, 96, 172, 48, 98, 62, 139, 70, 164, 84, 47, 151
 , 134, 126, 113, 179, 110, 111, 128, 32, 52, 66, 40, 135, 176, 99, 12
 7, 163, 3, 120, 71, 56, 92, 23, 20

の並びにインターリーブされる。

[0500] 図 1 1 2 は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第4の例を示す図である。

[0501] 図 1 1 2 のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

139, 106, 125, 81, 88, 104, 3, 66, 60, 65, 2, 95, 155, 24, 151, 5, 51, 53, 29, 75, 52, 85, 8, 22, 98, 93, 168, 15, 86, 126, 173, 100, 130, 176, 20, 10, 87, 92, 175, 36, 143, 110, 67, 146, 149, 127, 133, 42, 84, 64, 78, 1, 48, 159, 79, 138, 46, 112, 164, 31, 152, 57, 144, 69, 27, 136, 122, 170, 132, 171, 129, 115, 107, 134, 89, 157, 113, 119, 135, 45, 148, 83, 114, 71, 128, 161, 140, 26, 13, 59, 38, 35, 96, 28, 0, 80, 174, 137, 49, 16, 101, 74, 179, 91, 44, 55, 169, 131, 163, 123, 145, 162, 108, 178, 12, 77, 167, 21, 154, 82, 54, 90, 177, 17, 41, 39, 7, 102, 156, 62, 109, 14, 37, 23, 153, 6, 147, 50, 47, 63, 18, 70, 68, 124, 72, 33, 158, 32, 118, 99, 105, 94, 25, 121, 166, 120, 160, 141, 165, 111, 19, 150, 97, 76, 73, 142, 117, 4, 172, 58, 11, 30, 9, 103, 40, 61, 43, 34, 56, 116

の並びにインターリーブされる。

[0502] 図 1 1 3 は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第5の例を示す図である。

[0503] 図 1 1 3 のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

72, 59, 65, 61, 80, 2, 66, 23, 69, 101, 19, 16, 53, 109, 74, 106, 113, 56, 97, 30, 164, 15, 25, 20, 117, 76, 50, 82, 178, 13, 169, 36, 107, 40, 122, 138, 42, 96, 27, 163, 46, 64, 124, 57, 87, 120, 168, 166, 39, 177, 22, 67, 134, 9, 102, 28, 148, 91, 83, 88, 167, 32, 99, 140, 60, 152, 1, 123, 29, 154, 26, 70, 149, 171, 12, 6, 55, 100, 62, 86, 114, 174, 132, 139, 7, 45, 103, 130, 31, 49, 151, 119, 79, 41, 118

, 126, 3, 179, 110, 111, 51, 93, 145, 73, 133, 54, 104, 161, 37, 129
 , 63, 38, 95, 159, 89, 112, 115, 136, 33, 68, 17, 35, 137, 173, 143,
 78, 77, 141, 150, 58, 158, 125, 156, 24, 105, 98, 43, 84, 92, 128, 16
 5, 153, 108, 0, 121, 170, 131, 144, 47, 157, 11, 155, 176, 48, 135, 4
 , 116, 146, 127, 52, 162, 142, 8, 5, 34, 85, 90, 44, 172, 94, 160, 17
 5, 75, 71, 18, 147, 10, 21, 14, 81

の並びにインターリーブされる。

[0504] 図114は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第6の例を示す図である。

[0505] 図114のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

8, 27, 7, 70, 75, 84, 50, 131, 146, 99, 96, 141, 155, 157, 82, 57,
 120, 38, 137, 13, 83, 23, 40, 9, 56, 171, 124, 172, 39, 142, 20, 128
 , 133, 2, 89, 153, 103, 112, 129, 151, 162, 106, 14, 62, 107, 110, 73
 , 71, 177, 154, 80, 176, 24, 91, 32, 173, 25, 16, 17, 159, 21, 92, 6
 , 67, 81, 37, 15, 136, 100, 64, 102, 163, 168, 18, 78, 76, 45, 140, 1
 23, 118, 58, 122, 11, 19, 86, 98, 119, 111, 26, 138, 125, 74, 97, 63
 , 10, 152, 161, 175, 87, 52, 60, 22, 79, 104, 30, 158, 54, 145, 49, 3
 4, 166, 109, 179, 174, 93, 41, 116, 48, 3, 29, 134, 167, 105, 132, 11
 4, 169, 147, 144, 77, 61, 170, 90, 178, 0, 43, 149, 130, 117, 47, 44
 , 36, 115, 88, 101, 148, 69, 46, 94, 143, 164, 139, 126, 160, 156, 33
 , 113, 65, 121, 53, 42, 66, 165, 85, 127, 135, 5, 55, 150, 72, 35, 31
 , 51, 4, 1, 68, 12, 28, 95, 59, 108

の並びにインターリーブされる。

[0506] 図115は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第7の例を示す図である。

[0507] 図115のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 173, 175, 177, 179

の並びにインターリーブされる。

[0508] 図116は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第8の例を示す図である。

[0509] 図116のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

11, 5, 8, 18, 1, 25, 32, 31, 19, 21, 50, 102, 65, 85, 45, 86, 98, 104, 64, 78, 72, 53, 103, 79, 93, 41, 82, 108, 112, 116, 120, 124, 128, 132, 136, 140, 144, 148, 152, 156, 160, 164, 168, 172, 176, 4, 12, 15, 3, 10, 20, 26, 34, 23, 33, 68, 63, 69, 92, 44, 90, 75, 56, 100, 47, 106, 42, 39, 97, 99, 89, 52, 109, 113, 117, 121, 125, 129, 133, 137, 141, 145, 149, 153, 157, 161, 165, 169, 173, 177, 6, 16, 14, 7, 13, 36, 28, 29, 37, 73, 70, 54, 76, 91, 66, 80, 88, 51, 96, 81, 95, 38, 57, 105, 107, 59, 61, 110, 114, 118, 122, 126, 130, 134, 138, 142, 146, 150, 154, 158, 162, 166, 170, 174, 178, 0, 9, 17, 2, 27, 30, 24, 22, 35, 77, 74, 46, 94, 62, 87, 83, 101, 49, 43, 84, 48, 60, 67, 71, 58, 40, 55, 111, 115, 119, 123, 127, 131, 135, 139, 143, 147, 151,

155, 159, 163, 167, 171, 175, 179

の並びにインターリーブされる。

[0510] 図117は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第9の例を示す図である。

[0511] 図117のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

9, 18, 15, 13, 35, 26, 28, 99, 40, 68, 85, 58, 63, 104, 50, 52, 94
, 69, 108, 114, 120, 126, 132, 138, 144, 150, 156, 162, 168, 174, 8,
16, 17, 24, 37, 23, 22, 103, 64, 43, 47, 56, 92, 59, 70, 42, 106, 60
, 109, 115, 121, 127, 133, 139, 145, 151, 157, 163, 169, 175, 4, 1, 1
0, 19, 30, 31, 89, 86, 77, 81, 51, 79, 83, 48, 45, 62, 67, 65, 110, 1
16, 122, 128, 134, 140, 146, 152, 158, 164, 170, 176, 6, 2, 0, 25, 20
, 34, 98, 105, 82, 96, 90, 107, 53, 74, 73, 93, 55, 102, 111, 117, 12
3, 129, 135, 141, 147, 153, 159, 165, 171, 177, 14, 7, 3, 27, 21, 33
, 44, 97, 38, 75, 72, 41, 84, 80, 100, 87, 76, 57, 112, 118, 124, 130
, 136, 142, 148, 154, 160, 166, 172, 178, 5, 11, 12, 32, 29, 36, 88,
71, 78, 95, 49, 54, 61, 66, 46, 39, 101, 91, 113, 119, 125, 131, 137
, 143, 149, 155, 161, 167, 173, 179

の並びにインターリーブされる。

[0512] 図118は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第10の例を示す図である。

[0513] 図118のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

0, 14, 19, 21, 2, 11, 22, 9, 8, 7, 16, 3, 26, 24, 27, 80, 100, 121
, 107, 31, 36, 42, 46, 49, 75, 93, 127, 95, 119, 73, 61, 63, 117, 89
, 99, 129, 52, 111, 124, 48, 122, 82, 106, 91, 92, 71, 103, 102, 81,
113, 101, 97, 33, 115, 59, 112, 90, 51, 126, 85, 123, 40, 83, 53, 69
, 70, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156

, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 4, 5, 10, 12
 , 20, 6, 18, 13, 17, 15, 1, 29, 28, 23, 25, 67, 116, 66, 104, 44, 50
 , 47, 84, 76, 65, 130, 56, 128, 77, 39, 94, 87, 120, 62, 88, 74, 35,
 110, 131, 98, 60, 37, 45, 78, 125, 41, 34, 118, 38, 72, 108, 58, 43,
 109, 57, 105, 68, 86, 79, 96, 32, 114, 64, 55, 30, 54, 133, 135, 137
 , 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 16
 5, 167, 169, 171, 173, 175, 177, 179

の並びにインターリーブされる。

[0514] 図119は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第11の例を示す図である。

[0515] 図119のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

21, 11, 12, 9, 0, 6, 24, 25, 85, 103, 118, 122, 71, 101, 41, 93, 55
 , 73, 100, 40, 106, 119, 45, 80, 128, 68, 129, 61, 124, 36, 126, 117
 , 114, 132, 136, 140, 144, 148, 152, 156, 160, 164, 168, 172, 176, 20
 , 18, 10, 13, 16, 8, 26, 27, 54, 111, 52, 44, 87, 113, 115, 58, 116,
 49, 77, 95, 86, 30, 78, 81, 56, 125, 53, 89, 94, 50, 123, 65, 83, 133
 , 137, 141, 145, 149, 153, 157, 161, 165, 169, 173, 177, 2, 17, 1, 4
 , 7, 15, 29, 82, 32, 102, 76, 121, 92, 130, 127, 62, 107, 38, 46, 43
 , 110, 75, 104, 70, 91, 69, 96, 120, 42, 34, 79, 35, 105, 134, 138, 1
 42, 146, 150, 154, 158, 162, 166, 170, 174, 178, 19, 5, 3, 14, 22, 28
 , 23, 109, 51, 108, 131, 33, 84, 88, 64, 63, 59, 57, 97, 98, 48, 31,
 99, 37, 72, 39, 74, 66, 60, 67, 47, 112, 90, 135, 139, 143, 147, 151
 , 155, 159, 163, 167, 171, 175, 179

の並びにインターリーブされる。

[0516] 図120は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第12の例を示す図である。

[0517] 図120のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0

ないし179の並びが、ビットグループ

12, 15, 2, 16, 27, 50, 35, 74, 38, 70, 108, 32, 112, 54, 30, 122, 7
 2, 116, 36, 90, 49, 85, 132, 138, 144, 150, 156, 162, 168, 174, 0, 14
 , 9, 5, 23, 66, 68, 52, 96, 117, 84, 128, 100, 63, 60, 127, 81, 99, 5
 3, 55, 103, 95, 133, 139, 145, 151, 157, 163, 169, 175, 10, 22, 13, 1
 1, 28, 104, 37, 57, 115, 46, 65, 129, 107, 75, 119, 110, 31, 43, 97,
 78, 125, 58, 134, 140, 146, 152, 158, 164, 170, 176, 4, 19, 6, 8, 24
 , 44, 101, 94, 118, 130, 69, 71, 83, 34, 86, 124, 48, 106, 89, 40, 10
 2, 91, 135, 141, 147, 153, 159, 165, 171, 177, 3, 20, 7, 17, 25, 87,
 41, 120, 47, 80, 59, 62, 88, 45, 56, 131, 61, 126, 113, 92, 51, 98, 1
 36, 142, 148, 154, 160, 166, 172, 178, 21, 18, 1, 26, 29, 39, 73, 121
 , 105, 77, 42, 114, 93, 82, 111, 109, 67, 79, 123, 64, 76, 33, 137, 1
 43, 149, 155, 161, 167, 173, 179

の並びにインターリーブされる。

[0518] 図121は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第13の例を示す図である。

[0519] 図121のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34,
 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 7
 0, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102,
 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130
 , 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 15
 8, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 1, 3, 5, 7, 9, 1
 1, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45
 , 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79
 , 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 11
 1, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 1

39, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 173, 175, 177, 179

の並びにインターリーブされる。

[0520] 図122は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第14の例を示す図である。

[0521] 図122のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100, 104, 108, 112, 116, 120, 124, 128, 132, 136, 140, 144, 148, 152, 156, 160, 164, 168, 172, 176, 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, 45, 49, 53, 57, 61, 65, 69, 73, 77, 81, 85, 89, 93, 97, 101, 105, 109, 113, 117, 121, 125, 129, 133, 137, 141, 145, 149, 153, 157, 161, 165, 169, 173, 177, 2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62, 66, 70, 74, 78, 82, 86, 90, 94, 98, 102, 106, 110, 114, 118, 122, 126, 130, 134, 138, 142, 146, 150, 154, 158, 162, 166, 170, 174, 178, 3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43, 47, 51, 55, 59, 63, 67, 71, 75, 79, 83, 87, 91, 95, 99, 103, 107, 111, 115, 119, 123, 127, 131, 135, 139, 143, 147, 151, 155, 159, 163, 167, 171, 175, 179

の並びにインターリーブされる。

[0522] 図123は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第15の例を示す図である。

[0523] 図123のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

8, 112, 92, 165, 12, 55, 5, 126, 87, 70, 69, 94, 103, 78, 137, 148, 9, 60, 13, 7, 178, 79, 43, 136, 34, 68, 118, 152, 49, 15, 99, 61, 66, 28, 109, 125, 33, 167, 81, 93, 97, 26, 35, 30, 153, 131, 122, 71, 107, 130, 76, 4, 95, 42, 58, 134, 0, 89, 75, 40, 129, 31, 80, 101, 52

, 16, 142, 44, 138, 46, 116, 27, 82, 88, 143, 128, 72, 29, 83, 117, 1
 72, 14, 51, 159, 48, 160, 100, 1, 102, 90, 22, 3, 114, 19, 108, 113,
 39, 73, 111, 155, 106, 105, 91, 150, 54, 25, 135, 139, 147, 36, 56, 1
 23, 6, 67, 104, 96, 157, 10, 62, 164, 86, 74, 133, 120, 174, 53, 140
 , 156, 171, 149, 127, 85, 59, 124, 84, 11, 21, 132, 41, 145, 158, 32
 , 17, 23, 50, 169, 170, 38, 18, 151, 24, 166, 175, 2, 47, 57, 98, 20
 , 177, 161, 154, 176, 163, 37, 110, 168, 141, 64, 65, 173, 162, 121,
 45, 77, 115, 179, 63, 119, 146, 144

の並びにインターリーブされる。

[0524] 図124は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第16
 の例を示す図である。

[0525] 図124のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0
 ないし179の並びが、ビットグループ

103, 138, 168, 82, 116, 45, 178, 28, 160, 2, 129, 148, 150, 23, 54
 , 106, 24, 78, 49, 87, 145, 179, 26, 112, 119, 12, 18, 174, 21, 48, 1
 34, 137, 102, 147, 152, 72, 68, 3, 22, 169, 30, 64, 108, 142, 131, 13
 , 113, 115, 121, 37, 133, 136, 101, 59, 73, 161, 38, 164, 43, 167, 42
 , 144, 41, 85, 91, 58, 128, 154, 172, 57, 75, 17, 157, 19, 4, 86, 15
 , 25, 35, 9, 105, 123, 14, 34, 56, 111, 60, 90, 74, 149, 146, 62, 163
 , 31, 16, 141, 88, 6, 155, 130, 89, 107, 135, 79, 8, 10, 124, 171, 11
 4, 162, 33, 66, 126, 71, 44, 158, 51, 84, 165, 173, 120, 7, 11, 170,
 176, 1, 156, 96, 175, 153, 36, 47, 110, 63, 132, 29, 95, 143, 98, 70
 , 20, 122, 53, 100, 93, 140, 109, 139, 76, 151, 52, 61, 46, 125, 94,
 50, 67, 81, 69, 65, 40, 127, 77, 32, 39, 27, 99, 97, 159, 166, 80, 11
 7, 55, 92, 118, 0, 5, 83, 177, 104

の並びにインターリーブされる。

[0526] 図125は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第17
 の例を示す図である。

[0527] 図125のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

104, 120, 47, 136, 116, 109, 22, 20, 117, 61, 52, 108, 86, 99, 76, 90, 37, 58, 36, 138, 95, 130, 177, 93, 56, 33, 24, 82, 0, 67, 83, 46, 79, 70, 154, 18, 75, 43, 49, 63, 162, 16, 167, 80, 125, 1, 123, 107, 9, 45, 53, 15, 38, 23, 57, 141, 4, 178, 165, 113, 21, 105, 11, 124, 126, 77, 146, 29, 131, 27, 176, 40, 74, 91, 140, 64, 73, 44, 129, 157, 172, 51, 10, 128, 119, 163, 103, 28, 85, 156, 78, 6, 8, 173, 160, 106, 31, 54, 122, 25, 139, 68, 150, 164, 87, 135, 97, 166, 42, 169, 161, 137, 26, 39, 133, 5, 94, 69, 2, 30, 171, 149, 115, 96, 145, 101, 92, 143, 12, 88, 81, 71, 19, 147, 50, 152, 159, 155, 151, 174, 60, 32, 3, 142, 72, 14, 170, 112, 65, 89, 175, 158, 17, 114, 62, 144, 13, 98, 66, 59, 7, 118, 48, 153, 100, 134, 84, 111, 132, 127, 41, 168, 110, 102, 34, 121, 179, 148, 55, 35

の並びにインターリーブされる。

[0528] 図126は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第18の例を示す図である。

[0529] 図126のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

37, 98, 160, 63, 18, 6, 94, 136, 8, 50, 0, 75, 65, 32, 107, 60, 108, 17, 21, 156, 157, 5, 73, 66, 38, 177, 162, 130, 171, 76, 57, 126, 103, 62, 120, 134, 154, 101, 143, 29, 13, 149, 16, 33, 55, 56, 159, 128, 23, 146, 153, 141, 169, 49, 46, 152, 89, 155, 111, 127, 48, 14, 93, 41, 7, 78, 135, 69, 123, 179, 36, 87, 27, 58, 88, 170, 125, 110, 15, 97, 178, 90, 121, 173, 30, 102, 10, 80, 104, 166, 64, 4, 147, 1, 52, 45, 148, 68, 158, 31, 140, 100, 85, 115, 151, 70, 39, 82, 122, 79, 12, 91, 133, 132, 22, 163, 47, 19, 119, 144, 35, 25, 42, 83, 92, 26, 72, 138, 54, 124, 24, 74, 118, 117, 168, 71, 109, 112, 106, 176, 175

, 44, 145, 11, 9, 161, 96, 77, 174, 137, 34, 84, 2, 164, 129, 43, 150
 , 61, 53, 20, 165, 113, 142, 116, 95, 3, 28, 40, 81, 99, 139, 114, 59
 , 67, 172, 131, 105, 167, 51, 86

の並びにインターリーブされる。

[0530] 図127は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第19の例を示す図である。

[0531] 図127のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

58, 70, 23, 32, 26, 63, 55, 48, 35, 41, 53, 20, 38, 51, 61, 65, 44
 , 29, 7, 2, 113, 68, 96, 104, 106, 89, 27, 0, 119, 21, 4, 49, 46, 100
 , 13, 36, 57, 98, 102, 9, 42, 39, 33, 62, 22, 95, 101, 15, 91, 25, 93
 , 132, 69, 87, 47, 59, 67, 124, 17, 11, 31, 43, 40, 37, 85, 50, 97, 1
 40, 45, 92, 56, 30, 34, 60, 107, 24, 52, 94, 64, 5, 71, 90, 66, 103,
 88, 86, 84, 19, 169, 159, 147, 126, 28, 130, 14, 162, 144, 166, 108,
 153, 115, 135, 120, 122, 112, 139, 151, 156, 16, 172, 164, 123, 99, 5
 4, 136, 81, 105, 128, 116, 150, 155, 76, 18, 142, 170, 175, 83, 146,
 78, 109, 73, 131, 127, 82, 167, 77, 110, 79, 137, 152, 3, 173, 148, 7
 2, 158, 117, 1, 6, 12, 8, 161, 74, 143, 133, 168, 171, 134, 163, 138
 , 121, 141, 160, 111, 10, 149, 80, 75, 165, 157, 174, 129, 145, 114,
 125, 154, 118, 176, 177, 178, 179

の並びにインターリーブされる。

[0532] 図128は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第20の例を示す図である。

[0533] 図128のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

40, 159, 100, 14, 88, 75, 53, 24, 157, 84, 23, 77, 140, 145, 32, 28
 , 112, 39, 76, 50, 93, 27, 107, 25, 152, 101, 127, 5, 129, 71, 9, 21
 , 96, 73, 35, 106, 158, 49, 136, 30, 137, 115, 139, 48, 167, 85, 74,

72, 7, 110, 161, 41, 170, 147, 82, 128, 149, 33, 8, 120, 47, 68, 58,
 67, 87, 155, 11, 18, 103, 151, 29, 36, 83, 135, 79, 150, 97, 54, 70,
 138, 156, 31, 121, 34, 20, 130, 61, 57, 2, 166, 117, 15, 6, 165, 118
 , 98, 116, 131, 109, 62, 126, 175, 22, 111, 164, 16, 133, 102, 55, 10
 5, 64, 177, 78, 37, 162, 124, 119, 19, 4, 69, 132, 65, 123, 160, 17,
 52, 38, 1, 80, 90, 42, 81, 104, 13, 144, 51, 114, 3, 43, 146, 163, 59
 , 45, 89, 122, 169, 44, 94, 86, 99, 66, 171, 173, 0, 141, 148, 176, 2
 6, 143, 178, 60, 153, 142, 91, 179, 12, 168, 113, 95, 174, 56, 134, 9
 2, 46, 108, 125, 10, 172, 154, 63

の並びにインターリーブされる。

[0534] 図129は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第21の例を示す図である。

[0535] 図129のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

143, 57, 67, 26, 134, 112, 136, 103, 13, 94, 16, 116, 169, 95, 98,
 6, 174, 173, 102, 15, 114, 39, 127, 78, 18, 123, 121, 4, 89, 115, 24
 , 108, 74, 63, 175, 82, 48, 20, 104, 92, 27, 3, 33, 106, 62, 148, 154
 , 25, 129, 69, 178, 156, 87, 83, 100, 122, 70, 93, 50, 140, 43, 125,
 166, 41, 128, 85, 157, 49, 86, 66, 79, 130, 133, 171, 21, 165, 126, 5
 1, 153, 38, 142, 109, 10, 65, 23, 91, 90, 73, 61, 42, 47, 131, 77, 9
 , 58, 96, 101, 37, 7, 159, 44, 2, 170, 160, 162, 0, 137, 31, 45, 110
 , 144, 88, 8, 11, 40, 81, 168, 135, 56, 151, 107, 105, 32, 120, 132,
 1, 84, 161, 179, 72, 176, 71, 145, 139, 75, 141, 97, 17, 149, 124, 80
 , 60, 36, 52, 164, 53, 158, 113, 34, 76, 5, 111, 155, 138, 19, 35, 16
 7, 172, 14, 147, 55, 152, 59, 64, 54, 117, 146, 118, 119, 150, 29, 16
 3, 68, 99, 46, 177, 28, 22, 30, 12

の並びにインターリーブされる。

[0536] 図130は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第22

の例を示す図である。

[0537] 図130のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

116, 47, 155, 89, 109, 137, 103, 60, 114, 14, 148, 100, 28, 132, 12
9, 105, 154, 7, 167, 140, 160, 30, 57, 32, 81, 3, 86, 45, 69, 147, 12
5, 52, 20, 22, 156, 168, 17, 5, 93, 53, 61, 149, 56, 62, 112, 48, 11
, 21, 166, 73, 158, 104, 79, 128, 135, 126, 63, 26, 44, 97, 13, 151,
123, 41, 118, 35, 131, 8, 90, 58, 134, 6, 78, 130, 82, 106, 99, 178,
102, 29, 108, 120, 107, 139, 23, 85, 36, 172, 174, 138, 95, 145, 170
, 122, 50, 19, 91, 67, 101, 92, 179, 27, 94, 66, 171, 39, 68, 9, 59,
146, 15, 31, 38, 49, 37, 64, 77, 152, 144, 72, 165, 163, 24, 1, 2, 11
1, 80, 124, 43, 136, 127, 153, 75, 42, 113, 18, 164, 133, 142, 98, 96
, 4, 51, 150, 46, 121, 76, 10, 25, 176, 34, 110, 115, 143, 173, 169,
40, 65, 157, 175, 70, 33, 141, 71, 119, 16, 162, 177, 12, 84, 87, 117
, 0, 88, 161, 55, 54, 83, 74, 159

の並びにインターリーブされる。

[0538] 図131は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第23の例を示す図である。

[0539] 図131のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

62, 17, 10, 25, 174, 13, 159, 14, 108, 0, 42, 57, 78, 67, 41, 132,
110, 87, 77, 27, 88, 56, 8, 161, 7, 164, 171, 44, 75, 176, 145, 165,
157, 34, 142, 98, 103, 52, 11, 82, 141, 116, 15, 158, 139, 120, 36, 6
1, 20, 112, 144, 53, 128, 24, 96, 122, 114, 104, 150, 50, 51, 80, 109
, 33, 5, 95, 59, 16, 134, 105, 111, 21, 40, 146, 18, 133, 60, 23, 160
, 106, 32, 79, 55, 6, 1, 154, 117, 19, 152, 167, 166, 30, 35, 100, 74
, 131, 99, 156, 39, 76, 86, 43, 178, 155, 179, 177, 136, 175, 81, 64
, 124, 153, 84, 163, 135, 115, 125, 47, 45, 143, 72, 48, 172, 97, 85

, 107, 126, 91, 129, 137, 83, 118, 54, 2, 9, 58, 169, 73, 123, 4, 92
, 168, 162, 94, 138, 119, 22, 31, 63, 89, 90, 69, 49, 173, 28, 127, 2
6, 29, 101, 170, 93, 140, 147, 149, 148, 66, 65, 121, 12, 71, 37, 70
, 102, 46, 38, 68, 130, 3, 113, 151

の並びにインターリーブされる。

[0540] 図132は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第24の例を示す図である。

[0541] 図132のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

168, 18, 46, 131, 88, 90, 11, 89, 111, 174, 172, 38, 78, 153, 9, 80
, 53, 27, 44, 79, 35, 83, 171, 51, 37, 99, 95, 119, 117, 127, 112, 16
6, 28, 123, 33, 160, 29, 6, 135, 10, 66, 69, 74, 92, 15, 109, 106, 17
8, 65, 141, 0, 3, 154, 156, 164, 7, 45, 115, 122, 148, 110, 24, 121,
126, 23, 175, 21, 113, 58, 43, 26, 143, 56, 142, 39, 147, 30, 25, 101
, 145, 136, 19, 4, 48, 158, 118, 133, 49, 20, 102, 14, 151, 5, 2, 72
, 103, 75, 60, 84, 34, 157, 169, 31, 161, 81, 70, 85, 159, 132, 41, 1
52, 179, 98, 144, 36, 16, 87, 40, 91, 1, 130, 108, 139, 94, 97, 8, 10
4, 13, 150, 137, 47, 73, 62, 12, 50, 61, 105, 100, 86, 146, 165, 22,
17, 57, 167, 59, 96, 120, 155, 77, 162, 55, 68, 140, 134, 82, 76, 125
, 32, 176, 138, 173, 177, 163, 107, 170, 71, 129, 63, 93, 42, 52, 116
, 149, 54, 128, 124, 114, 67, 64

の並びにインターリーブされる。

[0542] 図133は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第25の例を示す図である。

[0543] 図133のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

18, 150, 165, 42, 81, 48, 63, 45, 93, 152, 25, 16, 174, 29, 47, 83
, 8, 60, 30, 66, 11, 113, 44, 148, 4, 155, 59, 33, 134, 99, 32, 176,

109, 72, 36, 111, 106, 73, 170, 126, 64, 88, 20, 17, 172, 154, 120, 1
 21, 139, 77, 98, 43, 105, 133, 19, 41, 78, 15, 7, 145, 94, 136, 131,
 163, 65, 31, 96, 79, 119, 143, 10, 95, 9, 146, 14, 118, 162, 37, 97,
 49, 22, 51, 127, 6, 71, 132, 87, 21, 39, 38, 54, 115, 159, 161, 84, 1
 08, 13, 102, 135, 103, 156, 67, 173, 76, 75, 164, 52, 142, 69, 130, 5
 6, 153, 74, 166, 158, 124, 141, 58, 116, 85, 175, 169, 168, 147, 35,
 62, 5, 123, 100, 90, 122, 101, 149, 112, 140, 86, 68, 89, 125, 27, 17
 7, 160, 0, 80, 55, 151, 53, 2, 70, 167, 114, 129, 179, 138, 1, 92, 26
 , 50, 28, 110, 61, 82, 91, 117, 107, 178, 34, 157, 137, 128, 40, 24,
 57, 3, 171, 46, 104, 12, 144, 23

の並びにインターリーブされる。

[0544] 図134は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第26
 の例を示す図である。

[0545] 図134のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0
 ないし179の並びが、ビットグループ

18, 8, 166, 117, 4, 111, 142, 148, 176, 91, 120, 144, 99, 124, 20,
 25, 31, 78, 36, 72, 2, 98, 93, 74, 174, 52, 152, 62, 88, 75, 23, 97,
 147, 15, 71, 1, 127, 138, 81, 83, 68, 94, 112, 119, 121, 89, 163, 85
 , 86, 28, 17, 64, 14, 44, 158, 159, 150, 32, 128, 70, 90, 29, 30, 63
 , 100, 65, 129, 140, 177, 46, 84, 92, 10, 33, 58, 7, 96, 151, 171, 40
 , 76, 6, 3, 37, 104, 57, 135, 103, 141, 107, 116, 160, 41, 153, 175,
 55, 130, 118, 131, 42, 27, 133, 95, 179, 34, 21, 87, 106, 105, 108, 7
 9, 134, 113, 26, 164, 114, 73, 102, 77, 22, 110, 161, 43, 122, 123, 8
 2, 5, 48, 139, 60, 49, 154, 115, 146, 67, 69, 137, 109, 143, 24, 101
 , 45, 16, 12, 19, 178, 80, 51, 47, 149, 50, 172, 170, 169, 61, 9, 39
 , 136, 59, 38, 54, 156, 126, 125, 145, 0, 13, 155, 132, 162, 11, 157
 , 66, 165, 173, 56, 168, 167, 53, 35

の並びにインターリーブされる。

[0546] 図135は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第27の例を示す図である。

[0547] 図135のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

77, 50, 109, 128, 153, 12, 48, 17, 147, 55, 173, 172, 135, 121, 99, 162, 52, 40, 129, 168, 103, 87, 134, 105, 179, 10, 131, 151, 3, 26, 100, 15, 123, 88, 18, 91, 54, 160, 49, 1, 76, 80, 74, 31, 47, 58, 161, 9, 16, 34, 41, 21, 177, 11, 63, 6, 39, 165, 169, 125, 114, 57, 37, 67, 93, 96, 73, 106, 83, 166, 24, 51, 142, 65, 43, 64, 53, 72, 156, 81, 4, 155, 33, 163, 56, 150, 70, 167, 107, 112, 144, 149, 36, 32, 35, 59, 101, 29, 127, 138, 176, 90, 141, 92, 170, 102, 119, 25, 75, 14, 0, 68, 20, 97, 110, 28, 89, 118, 154, 126, 2, 22, 124, 85, 175, 78, 46, 152, 23, 86, 27, 79, 130, 66, 45, 113, 111, 62, 61, 7, 30, 133, 108, 171, 143, 60, 178, 5, 122, 44, 38, 148, 157, 84, 42, 139, 145, 8, 104, 115, 71, 137, 132, 146, 164, 98, 13, 117, 174, 158, 95, 116, 140, 94, 136, 120, 82, 69, 159, 19

の並びにインターリーブされる。

[0548] 図136は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第28の例を示す図である。

[0549] 図136のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

51, 47, 53, 43, 55, 59, 49, 33, 35, 31, 24, 37, 0, 2, 45, 41, 39, 57, 42, 44, 52, 40, 23, 30, 32, 34, 54, 56, 46, 50, 122, 48, 1, 36, 38, 58, 77, 3, 65, 81, 67, 147, 83, 69, 26, 75, 85, 73, 79, 145, 71, 63, 5, 61, 70, 78, 68, 62, 66, 6, 64, 149, 60, 82, 80, 4, 76, 84, 72, 154, 86, 74, 89, 128, 137, 91, 141, 93, 101, 7, 87, 9, 103, 99, 95, 11, 13, 143, 97, 133, 136, 12, 100, 94, 14, 88, 142, 96, 92, 8, 152, 10, 139, 102, 104, 132, 90, 98, 114, 112, 146, 123, 110, 15, 125, 150,

120, 153, 29, 106, 134, 27, 127, 108, 130, 116, 28, 107, 126, 25, 131
 , 124, 129, 151, 121, 105, 111, 115, 135, 148, 109, 117, 158, 113, 17
 0, 119, 162, 178, 155, 176, 18, 20, 164, 157, 160, 22, 140, 16, 168,
 166, 172, 174, 175, 179, 118, 138, 156, 19, 169, 167, 163, 173, 161,
 177, 165, 144, 171, 17, 21, 159

の並びにインターリーブされる。

[0550] 図137は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第29
 の例を示す図である。

[0551] 図137のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0
 ないし179の並びが、ビットグループ

49, 2, 57, 47, 31, 35, 24, 39, 59, 0, 45, 41, 55, 53, 51, 37, 33, 4
 3, 56, 38, 48, 32, 50, 23, 34, 54, 1, 36, 44, 52, 40, 58, 122, 46, 42
 , 30, 3, 75, 73, 65, 145, 71, 79, 67, 69, 83, 85, 147, 63, 81, 77, 61
 , 5, 26, 62, 64, 74, 70, 82, 149, 76, 4, 78, 84, 80, 86, 66, 68, 72,
 6, 60, 154, 103, 95, 101, 143, 9, 89, 141, 128, 97, 137, 133, 7, 13,
 99, 91, 93, 87, 11, 136, 90, 88, 94, 10, 8, 14, 96, 104, 92, 132, 142
 , 100, 98, 12, 102, 152, 139, 150, 106, 146, 130, 27, 108, 153, 112,
 114, 29, 110, 134, 116, 15, 127, 125, 123, 120, 148, 151, 113, 126, 1
 24, 135, 129, 109, 25, 28, 158, 117, 105, 115, 111, 131, 107, 121, 18
 , 170, 164, 20, 140, 160, 166, 162, 119, 155, 168, 178, 22, 174, 172
 , 176, 16, 157, 159, 171, 161, 118, 17, 163, 21, 165, 19, 179, 177, 1
 67, 138, 173, 156, 144, 169, 175

の並びにインターリーブされる。

[0552] 図138は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第30
 の例を示す図である。

[0553] 図138のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0
 ないし179の並びが、ビットグループ

71, 38, 98, 159, 1, 32, 28, 177, 125, 102, 83, 17, 121, 151, 66, 92

, 140, 6, 165, 23, 75, 91, 87, 108, 163, 50, 77, 39, 110, 128, 73, 14
 8, 14, 5, 68, 37, 53, 93, 149, 26, 166, 48, 79, 10, 122, 150, 103, 17
 8, 119, 101, 61, 34, 8, 86, 36, 138, 146, 72, 179, 143, 147, 89, 4, 1
 07, 33, 144, 141, 40, 100, 29, 118, 63, 46, 20, 153, 90, 152, 124, 7
 , 30, 31, 43, 78, 120, 85, 25, 52, 47, 64, 81, 175, 94, 115, 15, 112
 , 99, 13, 21, 42, 169, 76, 19, 168, 16, 27, 162, 167, 164, 97, 82, 44
 , 106, 12, 109, 132, 145, 161, 174, 95, 0, 105, 134, 173, 84, 9, 65,
 88, 54, 67, 116, 154, 80, 22, 172, 60, 111, 133, 56, 170, 104, 131, 1
 23, 24, 49, 113, 136, 55, 3, 157, 156, 35, 58, 45, 155, 70, 59, 57, 1
 71, 176, 74, 117, 18, 127, 114, 11, 69, 158, 129, 139, 62, 135, 96, 1
 42, 41, 130, 160, 2, 126, 51, 137

の並びにインターリーブされる。

[0554] 図139は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第31
 の例を示す図である。

[0555] 図139のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0
 ないし179の並びが、ビットグループ

66, 61, 150, 157, 63, 42, 78, 44, 23, 154, 133, 101, 82, 26, 84, 12
 3, 89, 31, 45, 102, 36, 134, 83, 117, 170, 27, 73, 137, 25, 32, 62, 9
 1, 4, 20, 144, 145, 21, 74, 113, 148, 24, 135, 5, 19, 2, 34, 43, 168
 , 14, 64, 142, 115, 87, 38, 147, 39, 51, 152, 56, 86, 122, 76, 57, 12
 9, 172, 6, 126, 10, 97, 85, 164, 3, 80, 90, 79, 124, 138, 120, 17, 10
 3, 99, 116, 46, 98, 162, 151, 143, 11, 175, 160, 96, 132, 81, 171, 94
 , 65, 118, 161, 125, 178, 95, 112, 88, 174, 13, 35, 1, 167, 0, 128, 1
 2, 58, 29, 169, 67, 28, 119, 166, 60, 55, 54, 130, 92, 146, 177, 149
 , 111, 9, 173, 179, 176, 75, 77, 114, 48, 159, 8, 141, 107, 139, 52,
 100, 136, 105, 127, 47, 18, 69, 109, 16, 121, 59, 163, 165, 108, 106
 , 70, 22, 93, 41, 33, 110, 53, 140, 153, 158, 50, 15, 37, 72, 156, 7
 , 131, 49, 71, 68, 104, 30, 40, 155

の並びにインターリーブされる。

[0556] 図140は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第32の例を示す図である。

[0557] 図140のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

75, 83, 11, 24, 86, 104, 156, 76, 37, 173, 127, 61, 43, 139, 106, 69, 49, 2, 128, 140, 68, 14, 100, 8, 36, 73, 148, 65, 16, 47, 177, 6, 132, 45, 5, 30, 13, 22, 29, 27, 101, 150, 23, 90, 41, 93, 89, 92, 135, 4, 71, 87, 44, 124, 26, 64, 1, 129, 157, 130, 107, 18, 91, 118, 3, 82, 144, 113, 121, 54, 84, 97, 122, 120, 7, 154, 56, 134, 57, 161, 33, 116, 28, 96, 72, 172, 12, 115, 38, 164, 32, 167, 145, 17, 88, 39, 151, 80, 0, 136, 169, 142, 74, 147, 126, 166, 163, 40, 110, 171, 50, 160, 131, 70, 175, 103, 125, 77, 162, 31, 85, 66, 67, 52, 108, 159, 133, 42, 153, 21, 51, 119, 123, 98, 35, 48, 111, 149, 25, 58, 60, 158, 102, 59, 117, 20, 141, 143, 46, 53, 155, 15, 165, 152, 112, 176, 105, 178, 99, 174, 168, 114, 179, 78, 10, 19, 62, 63, 170, 138, 34, 109, 9, 146, 95, 94, 55, 137, 81, 79

の並びにインターリーブされる。

[0558] 図141は、符号長Nが64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第33の例を示す図である。

[0559] 図141のGWパターンによれば、64kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし179の並びが、ビットグループ

98, 159, 59, 125, 163, 89, 26, 4, 102, 70, 92, 36, 37, 142, 176, 95, 71, 19, 87, 45, 81, 47, 65, 170, 103, 48, 67, 61, 64, 35, 76, 80, 140, 77, 10, 167, 178, 155, 120, 156, 151, 12, 58, 5, 83, 137, 41, 109, 2, 66, 133, 62, 135, 28, 93, 128, 86, 57, 153, 161, 110, 52, 147, 141, 31, 79, 32, 88, 160, 84, 150, 6, 100, 73, 126, 164, 17, 42, 101, 7, 55, 105, 91, 22, 130, 154, 1, 82, 14, 0, 9, 21, 50, 165, 72, 138,

175, 106, 108, 3, 169, 30, 157, 54, 18, 20, 44, 34, 134, 107, 56, 53, 15, 162, 38, 166, 24, 33, 60, 85, 145, 115, 43, 39, 40, 124, 149, 144, 132, 96, 11, 146, 90, 129, 119, 111, 171, 8, 152, 121, 173, 131, 49, 27, 118, 16, 148, 68, 177, 94, 179, 13, 114, 75, 51, 117, 25, 46, 136, 143, 139, 113, 127, 174, 74, 29, 122, 158, 69, 97, 78, 63, 99, 112, 104, 116, 172, 168, 23, 123

の並びにインターリーブされる。

- [0560] 以上の、符号長 N が64kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1ないし第33の例は、符号長 N が64kビットの、任意の符号化率 r のLDPC符号と、任意の変調方式（コンスタレーション）との組み合わせのいずれにも適用することができる。
- [0561] 但し、グループワイズインターリーブについては、適用するGWパターンを、LDPC符号の符号長 N 、LDPC符号の符号化率 r 、及び、変調方式（コンスタレーション）の組み合わせごとに設定することで、各組み合わせについて、エラーレートをより改善することができる。
- [0562] 図109のGWパターンは、例えば、(64k, 5/15)のETRI符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0563] 図110のGWパターンは、例えば、(64k, 5/15)のETRI符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0564] 図111のGWパターンは、例えば、(64k, 5/15)のETRI符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0565] 図112のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0566] 図113のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のSony符号と、図90の16Q

AMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0567] 図114のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0568] 図115のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0569] 図116のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0570] 図117のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0571] 図118のGWパターンは、例えば、(64k, 11/15)のSony符号と、図89のQP SKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0572] 図119のGWパターンは、例えば、(64k, 11/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0573] 図120のGWパターンは、例えば、(64k, 11/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0574] 図121のGWパターンは、例えば、(64k, 13/15)のSony符号と、図89のQP SKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0575] 図122のGWパターンは、例えば、(64k, 13/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成

することができる。

- [0576] 図123のGWパターンは、例えば、(64k, 13/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0577] 図124のGWパターンは、例えば、(64k, 5/15)のETRI符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0578] 図125のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のETRI符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0579] 図126のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0580] 図127のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0581] 図128のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のNERC符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0582] 図129のGWパターンは、例えば、(64k, 11/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0583] 図130のGWパターンは、例えば、(64k, 13/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0584] 図131のGWパターンは、例えば、(64k, 5/15)のETRI符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

- [0585] 図132のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のETRI符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0586] 図133のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0587] 図134のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0588] 図135のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のNERC符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0589] 図136のGWパターンは、例えば、(64k, 11/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0590] 図137のGWパターンは、例えば、(64k, 13/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0591] 図138のGWパターンは、例えば、(64k, 6/15)のSamsung符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0592] 図139のGWパターンは、例えば、(64k, 7/15)のETRI符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0593] 図140のGWパターンは、例えば、(64k, 8/15)のSamsung符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。
- [0594] 図141のGWパターンは、例えば、(64k, 9/15)のSony符号と、図96及び

図97の4096QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0595] <16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの例>

[0596] 図142は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1の例を示す図である。

[0597] 図142のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

21, 41, 15, 29, 0, 23, 16, 12, 38, 43, 2, 3, 4, 20, 31, 27, 5, 33, 28, 30, 36, 8, 40, 13, 6, 9, 18, 24, 7, 39, 10, 17, 37, 1, 19, 22, 25, 26, 14, 32, 34, 11, 35, 42, 44

の並びにインターリーブされる。

[0598] 図143は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第2の例を示す図である。

[0599] 図143のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

1, 3, 2, 8, 5, 23, 13, 12, 18, 19, 17, 20, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 0, 4, 6, 7, 21, 16, 10, 15, 9, 11, 22, 14, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 44

の並びにインターリーブされる。

[0600] 図144は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第3の例を示す図である。

[0601] 図144のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

1, 4, 5, 6, 24, 21, 18, 7, 17, 12, 8, 20, 23, 29, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 0, 2, 3, 14, 22, 13, 10, 25, 9, 27, 19, 16, 15, 26, 11, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 44

の並びにインターリーブされる。

[0602] 図145は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第4の

例を示す図である。

[0603] 図145のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

3, 0, 4, 7, 18, 9, 19, 27, 32, 10, 12, 24, 8, 35, 30, 17, 22, 20, 36, 38, 40, 42, 2, 5, 1, 6, 14, 15, 23, 16, 11, 21, 26, 13, 29, 33, 31, 28, 25, 34, 37, 39, 41, 43, 44

の並びにインターリーブされる。

[0604] 図146は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第5の例を示す図である。

[0605] 図146のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

37, 0, 41, 19, 43, 8, 38, 3, 29, 13, 22, 6, 4, 2, 9, 26, 39, 15, 12, 10, 33, 17, 20, 16, 21, 44, 42, 27, 7, 11, 30, 34, 24, 1, 23, 35, 36, 25, 31, 18, 28, 32, 40, 5, 14

の並びにインターリーブされる。

[0606] 図147は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第6の例を示す図である。

[0607] 図147のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

6, 28, 17, 4, 3, 38, 13, 41, 44, 43, 7, 40, 19, 2, 23, 16, 37, 15, 30, 20, 11, 8, 1, 27, 32, 34, 33, 39, 5, 9, 10, 18, 0, 31, 29, 26, 14, 21, 42, 22, 12, 24, 35, 25, 36

の並びにインターリーブされる。

[0608] 図148は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第7の例を示す図である。

[0609] 図148のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

27, 11, 20, 1, 7, 5, 29, 35, 9, 10, 34, 18, 25, 28, 6, 13, 17, 0, 2

3, 16, 41, 15, 19, 44, 24, 37, 4, 31, 8, 32, 14, 42, 12, 2, 40, 30, 3
6, 39, 43, 21, 3, 22, 26, 33, 38

の並びにインターリーブされる。

[0610] 図149は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第8の例を示す図である。

[0611] 図149のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

3, 6, 7, 27, 2, 23, 10, 30, 22, 28, 24, 20, 37, 21, 4, 14, 11, 42,
16, 9, 15, 26, 33, 40, 5, 8, 44, 34, 18, 0, 32, 29, 19, 41, 38, 17, 2
5, 43, 35, 36, 13, 39, 12, 1, 31

の並びにインターリーブされる。

[0612] 図150は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第9の例を示す図である。

[0613] 図150のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

31, 38, 7, 9, 13, 21, 39, 12, 10, 1, 43, 15, 30, 0, 14, 3, 42, 34,
40, 24, 28, 35, 8, 11, 23, 4, 20, 17, 41, 19, 5, 37, 22, 32, 18, 2, 2
6, 44, 25, 33, 36, 27, 16, 6, 29

の並びにインターリーブされる。

[0614] 図151は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第10の例を示す図である。

[0615] 図151のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

36, 6, 2, 20, 43, 17, 33, 22, 23, 25, 13, 0, 10, 7, 21, 1, 19, 26,
8, 14, 31, 35, 16, 5, 29, 40, 11, 9, 4, 34, 15, 42, 32, 28, 18, 37, 3
0, 39, 24, 41, 3, 38, 27, 12, 44

の並びにインターリーブされる。

[0616] 図152は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第11

の例を示す図である。

[0617] 図152のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0
ないし44の並びが、ビットグループ

14, 22, 18, 11, 28, 26, 2, 38, 10, 0, 5, 12, 24, 17, 29, 16, 39, 13
, 23, 8, 25, 43, 34, 33, 27, 15, 7, 1, 9, 35, 40, 32, 30, 20, 36, 31
, 21, 41, 44, 3, 42, 6, 19, 37, 4

の並びにインターリーブされる。

[0618] 図153は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第12
の例を示す図である。

[0619] 図153のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0
ないし44の並びが、ビットグループ

17, 11, 14, 7, 31, 10, 2, 26, 0, 32, 29, 22, 33, 12, 20, 28, 27, 39
, 37, 15, 4, 5, 8, 13, 38, 18, 23, 34, 24, 6, 1, 9, 16, 44, 21, 3, 36
, 30, 40, 35, 43, 42, 25, 19, 41

の並びにインターリーブされる。

[0620] 図154は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第13
の例を示す図である。

[0621] 図154のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0
ないし44の並びが、ビットグループ

1, 27, 17, 30, 11, 15, 9, 7, 5, 6, 32, 33, 2, 14, 3, 39, 18, 12, 29
, 13, 41, 31, 4, 43, 35, 34, 40, 10, 19, 44, 8, 26, 21, 16, 28, 0, 23
, 38, 25, 36, 22, 37, 42, 24, 20

の並びにインターリーブされる。

[0622] 図155は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第14
の例を示す図である。

[0623] 図155のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0
ないし44の並びが、ビットグループ

41, 2, 12, 6, 33, 1, 13, 11, 26, 10, 39, 43, 36, 23, 42, 7, 44, 20

, 8, 38, 18, 22, 24, 40, 4, 28, 29, 19, 14, 5, 9, 0, 30, 25, 35, 37,
27, 32, 31, 34, 21, 3, 15, 17, 16

の並びにインターリーブされる。

[0624] 図156は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第15の例を示す図である。

[0625] 図156のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39,
23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10,
33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブされる。

[0626] 図157は、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第16の例を示す図である。

[0627] 図157のGWパターンによれば、16kビットのLDPC符号のビットグループ0ないし44の並びが、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6,
7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17,
, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブされる。

[0628] 以上の、符号長Nが16kビットのLDPC符号に対するGWパターンの第1ないし第16の例は、符号長Nが16kビットの、任意の符号化率rのLDPC符号と、任意の変調方式（コンスタレーション）との組み合わせのいずれにも適用することができる。

[0629] 但し、グループワイズインターリーブについては、適用するGWパターンを、上述したように、LDPC符号の符号長N、LDPC符号の符号化率r、及び、変調方式（コンスタレーション）の組み合わせごとに設定することで、各組み合わせについて、エラーレートをより改善することができる。

[0630] 図142のGWパターンは、例えば、(16k, 6/15)のLGE符号と、図89のQPSK

との組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0631] 図143のGWパターンは、例えば、(16k, 8/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0632] 図144のGWパターンは、例えば、(16k, 10/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0633] 図145のGWパターンは、例えば、(16k, 12/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0634] 図146のGWパターンは、例えば、(16k, 6/15)のLGE符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0635] 図147のGWパターンは、例えば、(16k, 8/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0636] 図148のGWパターンは、例えば、(16k, 10/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0637] 図149のGWパターンは、例えば、(16k, 12/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0638] 図150のGWパターンは、例えば、(16k, 6/15)のLGE符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0639] 図151のGWパターンは、例えば、(16k, 8/15)のSony符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達

成することができる。

[0640] 図152のGWパターンは、例えば、(16k, 10/15)のSony符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0641] 図153のGWパターンは、例えば、(16k, 12/15)のSony符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0642] 図154のGWパターンは、例えば、(16k, 6/15)のLGE符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0643] 図155のGWパターンは、例えば、(16k, 8/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0644] 図156のGWパターンは、例えば、(16k, 10/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0645] 図157のGWパターンは、例えば、(16k, 12/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用することにより、特に、良好なエラーレートを達成することができる。

[0646] <シミュレーション結果>

[0647] 図158は、図109のGWパターンを、(64k, 5/15)のETRI符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0648] 図159は、図110のGWパターンを、(64k, 5/15)のETRI符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0649] 図160は、図111のGWパターンを、(64k, 5/15)のETRI符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレー

シヨンのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

- [0650] 図161は、図112のGWパターンを、(64k, 7/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0651] 図162は、図113のGWパターンを、(64k, 7/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0652] 図163は、図114のGWパターンを、(64k, 7/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0653] 図164は、図115のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0654] 図165は、図116のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0655] 図166は、図117のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0656] 図167は、図118のGWパターンを、(64k, 11/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0657] 図168は、図119のGWパターンを、(64k, 11/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0658] 図169は、図120のGWパターンを、(64k, 11/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

- [0659] 図170は、図121のGWパターンを、(64k, 13/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0660] 図171は、図122のGWパターンを、(64k, 13/15)のSony符号と、図90の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0661] 図172は、図123のGWパターンを、(64k, 13/15)のSony符号と、図91の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0662] 図173は、図124のGWパターンを、(64k, 5/15)のETRI符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0663] 図174は、図125のGWパターンを、(64k, 7/15)のETRI符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0664] 図175は、図126のGWパターンを、(64k, 7/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0665] 図176は、図127のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0666] 図177は、図128のGWパターンを、(64k, 9/15)のNERC符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図

である。

[0667] 図178は、図129のGWパターンを、(64k, 11/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0668] 図179は、図130のGWパターンを、(64k, 13/15)のSony符号と、図92及び図93の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0669] 図180は、図131のGWパターンを、(64k, 5/15)のETRI符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0670] 図181は、図132のGWパターンを、(64k, 7/15)のETRI符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0671] 図182は、図133のGWパターンを、(64k, 7/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0672] 図183は、図134のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0673] 図184は、図135のGWパターンを、(64k, 9/15)のNERC符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図

である。

[0674] 図185は、図136のGWパターンを、(64k, 11/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0675] 図186は、図137のGWパターンを、(64k, 13/15)のSony符号と、図94及び図95の1024QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0676] 図187は、図138のGWパターンを、(64k, 6/15)のSamsung符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0677] 図188は、図139のGWパターンを、(64k, 7/15)のETRI符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0678] 図189は、図140のGWパターンを、(64k, 8/15)のSamsung符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0679] 図190は、図141のGWパターンを、(64k, 9/15)のSony符号と、図96及び図97の4096QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0680] 図191は、図142のGWパターンを、(16k, 6/15)のLGE符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

- [0681] 図192は、図143のGWパターンを、(16k, 8/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0682] 図193は、図144のGWパターンを、(16k, 10/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0683] 図194は、図145のGWパターンを、(16k, 12/15)のSony符号と、図89のQPSKとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0684] 図195は、図146のGWパターンを、(16k, 6/15)のLGE符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0685] 図196は、図147のGWパターンを、(16k, 8/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0686] 図197は、図148のGWパターンを、(16k, 10/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0687] 図198は、図149のGWパターンを、(16k, 12/15)のSony符号と、図101の16QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0688] 図199は、図150のGWパターンを、(16k, 6/15)のLGE符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0689] 図200は、図151のGWパターンを、(16k, 8/15)のSony符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。
- [0690] 図201は、図152のGWパターンを、(16k, 10/15)のSony符号と、図10

2の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0691] 図202は、図153のGWパターンを、(16k, 12/15)のSony符号と、図102の64QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0692] 図203は、図154のGWパターンを、(16k, 6/15)のLGE符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0693] 図204は、図155のGWパターンを、(16k, 8/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0694] 図205は、図156のGWパターンを、(16k, 10/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0695] 図206は、図157のGWパターンを、(16k, 12/15)のSony符号と、図103及び図104の256QAMとの組み合わせに適用した場合のエラーレートを計測するシミュレーションのシミュレーション結果としてのBER/FERカーブを示す図である。

[0696] なお、図158ないし図206では、通信路13（図7）として、AWGNチャネルを採用した場合（上側の図）と、レイリー(Rayleigh)（フェージング）チャネルを採用した場合（下側の図）とのそれぞれの場合のBER/FERカーブを図示してある。

[0697] また、図158ないし図206において、“w bil”は、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及び、ブロックワイズインターリーブを行った場合のBER/FERカーブを表しており、“w/o bil”は、パリティイン

ターリーブ、グループワイズインターリーブ、及び、ブロックワイズインターリーブを行わない場合のBER/FERカーブを表している。

[0698] 図158ないし図206によれば、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及び、ブロックワイズインターリーブを行う場合には、行わない場合に比較して、BER/FERが向上し、良好なエラーレートを達成することができる傾向があることを確認することができる。

[0699] なお、図109ないし図157のGWパターンについては、上述の図83ないし図104に示した信号点配置のQPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM、及び、4096QAMのコンスタレーションの他、図83ないし図104に示した信号点配置を、I軸又はQ軸に対して対称移動したコンスタレーション、原点に対して対称移動したコンスタレーション、及び、原点を中心として任意の角度だけ回転したコンスタレーション等にも適用することができ、図83ないし図104に示した信号点配置のQPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM、及び、4096QAMのコンスタレーションに適用する場合と同様の効果を奏することができる。

[0700] さらに、図109ないし図157のGWパターンについては、図83ないし図104に示した信号点配置のQPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM、及び、4096QAMのコンスタレーションの他、図83ないし図104に示した信号点配置において、信号点に対応させる（割り当てる）シンボルのMSB(Most Significant Bit)とLSB(Least Significant Bit)とを入れ替えたコンスタレーションにも適用することができ、やはり、図83ないし図104に示した信号点配置のQPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM、及び、4096QAMのコンスタレーションに適用する場合と同様の効果を奏することができる。

[0701] <受信装置12の構成例>

[0702] 図207は、図7の受信装置12の構成例を示すブロック図である。

[0703] OFDM処理部(OFDM operation)151は、送信装置11(図7)からのOFDM信号を受信し、そのOFDM信号の信号処理を行う。OFDM処理部151が信号処理を行うことにより得られるデータは、フレーム管理部(Frame Management)

152に供給される。

[0704] フレーム管理部152は、OFDM処理部151から供給されるデータで構成されるフレームの処理（フレーム解釈）を行い、その結果得られる対象データの信号と、制御データの信号とを、周波数デインターリーバ(Frequency Deinterleaver)161と153とに、それぞれ供給する。

[0705] 周波数デインターリーバ153は、フレーム管理部152からのデータについて、シンボル単位での周波数デインターリーブを行い、デマッパ(Demapper)154に供給する。

[0706] デマッパ154は、周波数デインターリーバ153からのデータ（コンスタレーション上のデータ）を、送信装置11側で行われる直交変調で定められる信号点の配置（コンスタレーション）に基づいてデマッピング（信号点配置復号）して直交復調し、その結果得られるデータ（LDPC符号（の尤度））を、LDPCデコーダ(LDPC decoder)155に供給する。

[0707] LDPCデコーダ155は、デマッパ154からのLDPC符号のLDPC復号を行い、その結果得られるLDPC対象データ（ここでは、BCH符号）を、BCHデコーダ(BCH decoder)156に供給する。

[0708] BCHデコーダ156は、LDPCデコーダ155からのLDPC対象データのBCH復号を行い、その結果得られる制御データ（シグナリング）を出力する。

[0709] 一方、周波数デインターリーバ161は、フレーム管理部152からのデータについて、シンボル単位での周波数デインターリーブを行い、SISO/MISOデコーダ(SISO/MISO decoder)162に供給する。

[0710] SISO/MISOデコーダ162は、周波数デインターリーバ161からのデータの時空間復号を行い、時間デインターリーバ(Time Deinterleaver)163に供給する。

[0711] 時間デインターリーバ163は、SISO/MISOデコーダ162からのデータについて、シンボル単位での時間デインターリーブを行い、デマッパ(Demapper)164に供給する。

[0712] デマッパ164は、時間デインターリーバ163からのデータ（コンスタ

レーション上のデータ)を、送信装置11側で行われる直交変調で定められる信号点の配置(コンスタレーション)に基づいてデマッピング(信号点配置復号)して直交復調し、その結果得られるデータを、ビットデインターリーバ(Bit Deinterleaver)165に供給する。

[0713] ビットデインターリーバ165は、デマッパ164からのデータのビットデインターリーブを行い、そのビットデインターリーブ後のデータであるLDPC符号(の尤度)を、LDPCデコーダ166に供給する。

[0714] LDPCデコーダ166は、ビットデインターリーバ165からのLDPC符号のLDPC復号を行い、その結果得られるLDPC対象データ(ここでは、BCH符号)を、BCHデコーダ167に供給する。

[0715] BCHデコーダ167は、LDPCデコーダ155からのLDPC対象データのBCH復号を行い、その結果得られるデータを、BBデスクランブラ(BB DeScrambler)168に供給する。

[0716] BBデスクランブラ168は、BCHデコーダ167からのデータに、BBデスクランブルを施し、その結果得られるデータを、ヌル削除部(Null Deletion)169に供給する。

[0717] ヌル削除部169は、BBデスクランブラ168からのデータから、図8のパダー112で挿入されたNullを削除し、デマルチプレクサ(Demultiplexer)170に供給する。

[0718] デマルチプレクサ170は、ヌル削除部169からのデータに多重化されている1以上のストリーム(対象データ)それぞれを分離し、必要な処理を施して、アウトプットストリーム(Output stream)として出力する。

[0719] なお、受信装置12は、図207に図示したブロックの一部を設けずに構成することができる。すなわち、例えば、送信装置11(図8)を、時間インターリーバ118、SISO/MISOエンコーダ119、周波数インターリーバ120、及び、周波数インターリーバ124を設けずに構成する場合には、受信装置12は、送信装置11の時間インターリーバ118、SISO/MISOエンコーダ119、周波数インターリーバ120、及び、周波数インターリーバ1

24にそれぞれ対応するブロックである時間インターリーバ163、SISO/MISOデコーダ162、周波数インターリーバ161、及び、周波数インターリーバ153を設けずに構成することができる。

[0720] <ビットインターリーバ165の構成例>

[0721] 図208は、図207のビットインターリーバ165の構成例を示すブロック図である。

[0722] ビットインターリーバ165は、ブロックインターリーバ54、及びグループワイズインターリーバ55から構成され、デマップ164（図207）からのデータであるシンボルのシンボルビットの（ビット）インターリーブを行う。

[0723] すなわち、ブロックインターリーバ54は、デマップ164からのシンボルのシンボルビットを対象として、図9のブロックインターリーバ25が行うブロックインターリーブに対応するブロックインターリーブ（ブロックインターリーブの逆の処理）、すなわち、ブロックインターリーブによって並び替えられたLDPC符号の符号ビット（の尤度）の位置を元の位置に戻すブロックインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号を、グループワイズインターリーバ55に供給する。

[0724] グループワイズインターリーバ55は、ブロックインターリーバ54からのLDPC符号を対象として、図9のグループワイズインターリーバ24が行うグループワイズインターリーブに対応するグループワイズインターリーブ（グループワイズインターリーブの逆の処理）、すなわち、例えば、図108で説明したグループワイズインターリーブによってビットグループ単位で並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、ビットグループ単位で並び替えることにより、元の並びに戻すグループワイズインターリーブを行う。

[0725] ここで、デマップ164から、ビットインターリーバ165に供給されるLDPC符号に、パリティインターリーブ、グループワイズインターリーブ、及びブロックインターリーブが施されている場合、ビットインターリーバ

165では、パリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブ（パリティインターリーブの逆の処理、すなわち、パリティインターリーブによって並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、元の並びに戻すパリティデインターリーブ）、ブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブ、及び、グループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブのすべてを行うことができる。

[0726] 但し、図208のビットデインターリーブ165では、ブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーブ54、及び、グループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーブ55は、設けられているが、パリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブを行うブロックは、設けられておらず、パリティデインターリーブは、行われない。

[0727] したがって、ビットデインターリーブ165（のグループワイズデインターリーブ55）から、LDPCデコーダ166には、ブロックデインターリーブ、及び、グループワイズデインターリーブが行われ、かつ、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号が供給される。

[0728] LDPCデコーダ166は、ビットデインターリーブ165からのLDPC符号のLDPC復号を、図8のLDPCエンコーダ115がLDPC符号化に用いたDVB方式の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列（又は、ETRI方式の検査行列（図27））に行置換を行って得られる変換検査行列（図29））を用いて行い、その結果得られるデータを、LDPC対象データの復号結果として出力する。

[0729] 図209は、図208のデマッパ164、ビットデインターリーブ165、及び、LDPCデコーダ166が行う処理を説明するフローチャートである。

[0730] ステップS111において、デマッパ164は、時間デインターリーブ163からのデータ（信号点にマッピングされたコンスタレーション上のデータ）をデマッピングして直交復調し、ビットデインターリーブ165に供給

して、処理は、ステップS 1 1 2に進む。

[0731] ステップS 1 1 2では、ビットデインターリーブ1 6 5は、デマップ1 6 4からのデータのデインターリーブ（ビットデインターリーブ）を行って、処理は、ステップS 1 1 3に進む。

[0732] すなわち、ステップS 1 1 2では、ビットデインターリーブ1 6 5において、ブロックデインターリーブ5 4が、デマップ1 6 4からのデータ（シンボル）を対象として、ブロックデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号の符号ビットを、グループワイズデインターリーブ5 5に供給する。

[0733] グループワイズデインターリーブ5 5は、ブロックデインターリーブ5 4からのLDPC符号を対象として、グループワイズデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号（の尤度）を、LDPCデコーダ1 6 6に供給する。

[0734] ステップS 1 1 3では、LDPCデコーダ1 6 6が、グループワイズデインターリーブ5 5からのLDPC符号のLDPC復号を、図8のLDPCエンコーダ1 1 5がLDPC符号化に用いた検査行列Hを用いて行い、すなわち、例えば、検査行列Hから得られる変換検査行列を用いて行い、その結果得られるデータを、LDPC対象データの復号結果として、BCHデコーダ1 6 7に出力する。

[0735] なお、図2 0 8でも、図9の場合と同様に、説明の便宜のため、ブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーブ5 4と、グループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーブ5 5とを、別個に構成するようにしたが、ブロックデインターリーブ5 4とグループワイズデインターリーブ5 5とは、一体的に構成することができる。

[0736] <LDPC復号>

[0737] 図2 0 7のLDPCデコーダ1 6 6で行われるLDPC復号について、さらに説明する。

[0738] 図2 0 7のLDPCデコーダ1 6 6では、上述したように、グループワイズデインターリーブ5 5からの、ブロックデインターリーブ、及び、グループワイズデインターリーブが行われ、かつ、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号のLDPC復号が、図8のLDPCエンコーダ1 1 5がLDPC符号化

に用いたDVB方式の検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列（又は、ETRI方式の検査行列（図27）に行置換を行って得られる変換検査行列（図29））を用いて行われる。

[0739] ここで、LDPC復号を、変換検査行列を用いて行うことで、回路規模を抑制しつつ、動作周波数を十分実現可能な範囲に抑えることが可能となるLDPC復号が先に提案されている（例えば、特許第4224777号を参照）。

[0740] そこで、まず、図210ないし図213を参照して、先に提案されている、変換検査行列を用いたLDPC復号について説明する。

[0741] 図210は、符号長Nが90で、符号化率が2/3のLDPC符号の検査行列Hの例を示す図である。

[0742] なお、図210では（後述する図211及び図212においても同様）、0を、ピリオド(.)で表現している。

[0743] 図210の検査行列Hでは、パリティ行列が階段構造になっている。

[0744] 図211は、図210の検査行列Hに、式(11)の行置換と、式(12)の列置換を施して得られる検査行列H'を示す図である。

[0745] 行置換:6s+t+1行目→5t+s+1行目

... (11)

[0746] 列置換:6x+y+61列目→5y+x+61列目

... (12)

[0747] 但し、式(11)及び(12)において、s, t, x, yは、それぞれ、 $0 \leq s < 5$, $0 \leq t < 6$, $0 \leq x < 5$, $0 \leq t < 6$ の範囲の整数である。

[0748] 式(11)の行置換によれば、6で割って余りが1になる1, 7, 13, 19, 25行目を、それぞれ、1, 2, 3, 4, 5行目に、6で割って余りが2になる2, 8, 14, 20, 26行目を、それぞれ、6, 7, 8, 9, 10行目に、という具合に置換が行われる。

[0749] また、式(12)の列置換によれば、61列目以降（パリティ行列）に対して、6で割って余りが1になる61, 67, 73, 79, 85列目を、そ

れぞれ、61, 62, 63, 64, 65列目に、6で割って余りが2になる62, 68, 74, 80, 86列目を、それぞれ、66, 67, 68, 69, 70列目に、という具合に置換が行われる。

[0750] このようにして、図210の検査行列Hに対して、行と列の置換を行って得られた行列(matrix)が、図211の検査行列H'である。

[0751] ここで、検査行列Hの行置換を行っても、LDPC符号の符号ビットの並びには影響しない。

[0752] また、式(12)の列置換は、上述の、 $K+qx+y+1$ 番目の符号ビットを、 $K+Py+x+1$ 番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブの、情報長Kを60と、ユニットサイズPを5と、パリティ長M(ここでは、30)の約数 $q(=M/P)$ を6と、それぞれしたときのパリティインターリーブに相当する。

[0753] したがって、図211の検査行列H'は、図210の検査行列(以下、適宜、元の検査行列という)Hの、 $K+qx+y+1$ 番目の列を、 $K+Py+x+1$ 番目の列に置換する列置換を、少なくとも行って得られる変換検査行列である。

[0754] 図211の変換検査行列H'に対して、図210の元の検査行列HのLDPC符号に、式(12)と同一の置換を行ったものを乗じると、0ベクトルが出力される。すなわち、元の検査行列HのLDPC符号(1符号語)としての行ベクトルcに、式(12)の列置換を施して得られる行ベクトルをc'と表すこととすると、検査行列の性質から、 Hc^T は、0ベクトルとなるから、 $H'c'^T$ も、当然、0ベクトルとなる。

[0755] 以上から、図211の変換検査行列H'は、元の検査行列HのLDPC符号cに、式(12)の列置換を行って得られるLDPC符号c'の検査行列になっている。

[0756] したがって、元の検査行列HのLDPC符号cに、式(12)の列置換を行い、その列置換後のLDPC符号c'を、図211の変換検査行列H'を用いて復号(LDPC復号)し、その復号結果に、式(12)の列置換の逆置換を施すことで、元の検査行列HのLDPC符号を、その検査行列Hを用いて復号する場合と同様の復号結果を得ることができる。

[0757] 図212は、 5×5 の行列の単位に間隔を空けた、図211の変換検査行列 H' を示す図である。

[0758] 図212においては、変換検査行列 H' は、ユニットサイズ P である 5×5 ($=P \times P$)の単位行列、その単位行列の1のうち1個以上が0になった行列(以下、適宜、準単位行列という)、単位行列または準単位行列をサイクリックシフト(cyclic shift)した行列(以下、適宜、シフト行列という)、単位行列、準単位行列、またはシフト行列のうちの2以上の和(以下、適宜、和行列という)、 5×5 の0行列の組み合わせで表されている。

[0759] 図212の変換検査行列 H' は、 5×5 の単位行列、準単位行列、シフト行列、和行列、0行列で構成されているといえることができる。そこで、変換検査行列 H' を構成する、これらの 5×5 の行列(単位行列、準単位行列、シフト行列、和行列、0行列)を、以下、適宜、構成行列という。

[0760] $P \times P$ の構成行列で表される検査行列のLDPC符号の復号には、チェックノード演算、及びバリエブルノード演算を、 P 個同時に行うアーキテクチャ(architecture)を用いることができる。

[0761] 図213は、そのような復号を行う復号装置の構成例を示すブロック図である。

[0762] すなわち、図213は、図210の元の検査行列 H に対して、少なくとも、式(12)の列置換を行って得られる図212の変換検査行列 H' を用いて、LDPC符号の復号を行う復号装置の構成例を示している。

[0763] 図213の復号装置は、6つのFIFO300₁ないし300₆からなる枝データ格納用メモリ300、FIFO300₁ないし300₆を選択するセレクタ301、チェックノード計算部302、2つのサイクリックシフト回路303及び308、18個のFIFO304₁ないし304₁₈からなる枝データ格納用メモリ304、FIFO304₁ないし304₁₈を選択するセレクタ305、受信データを格納する受信データ用メモリ306、バリエブルノード計算部307、復号語計算部309、受信データ並べ替え部310、復号データ並べ替え部311からなる。

[0764] まず、枝データ格納用メモリ300と304へのデータの格納方法について説明する。

[0765] 枝データ格納用メモリ300は、図212の変換検査行列 H' の行数30を構成行列の行数（ユニットサイズ P ）5で除算した数である6つの $FIF0300_1$ ないし 300_6 から構成されている。 $FIF0300_y$ ($y = 1, 2, \dots, 6$)は、複数の段数の記憶領域からなり、各段の記憶領域については、構成行列の行数及び列数（ユニットサイズ P ）である5つの枝に対応するメッセージを同時に読み出すこと、及び、書き込むことができるようになっている。また、 $FIF0300_y$ の記憶領域の段数は、図212の変換検査行列の行方向の1の数（ハミング重み）の最大数である9になっている。

[0766] $FIF0300_1$ には、図212の変換検査行列 H' の第1行目から第5行目までの1の位置に対応するデータ（バリエブルノードからのメッセージ v_i ）が、各行共に横方向に詰めた形に（0を無視した形で）格納される。すなわち、第 j 行第 i 列を、 (j, i) と表すこととすると、 $FIF0300_1$ の第1段の記憶領域には、変換検査行列 H' の $(1, 1)$ から $(5, 5)$ の 5×5 の単位行列の1の位置に対応するデータが格納される。第2段の記憶領域には、変換検査行列 H' の $(1, 21)$ から $(5, 25)$ のシフト行列（ 5×5 の単位行列を右方向に3つだけサイクリックシフトしたシフト行列）の1の位置に対応するデータが格納される。第3から第8段の記憶領域も同様に、変換検査行列 H' と対応付けてデータが格納される。そして、第9段の記憶領域には、変換検査行列 H' の $(1, 86)$ から $(5, 90)$ のシフト行列（ 5×5 の単位行列のうちの1行目の1を0に置き換えて1つだけ左にサイクリックシフトしたシフト行列）の1の位置に対応するデータが格納される。

[0767] $FIF0300_2$ には、図212の変換検査行列 H' の第6行目から第10行目までの1の位置に対応するデータが格納される。すなわち、 $FIF0300_2$ の第1段の記憶領域には、変換検査行列 H' の $(6, 1)$ から $(10, 5)$ の和行列（ 5×5 の単位行列を右に1つだけサイクリックシフトした第1のシフト行列と、右に2つだけサイクリックシフトした第2のシフト行列の和である和行列）を構成

する第1のシフト行列の1の位置に対応するデータが格納される。また、第2段の記憶領域には、変換検査行列 H' の(6,1)から(10,5)の和行列を構成する第2のシフト行列の1の位置に対応するデータが格納される。

[0768] すなわち、重みが2以上の構成行列については、その構成行列を、重みが1である $P \times P$ の単位行列、単位行列の要素の1のうち1個以上が0になった準単位行列、又は単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列のうちの複数の和の形で表現したときの、その重みが1の単位行列、準単位行列、又はシフト行列の1の位置に対応するデータ（単位行列、準単位行列、又はシフト行列に属する枝に対応するメッセージ）は、同一アドレス（FIF0300₁ないし300₆のうちの同一のFIF0）に格納される。

[0769] 以下、第3から第9段の記憶領域についても、変換検査行列 H' に対応付けてデータが格納される。

[0770] FIF0300₃ないし300₆も同様に変換検査行列 H' に対応付けてデータを格納する。

[0771] 枝データ格納用メモリ304は、変換検査行列 H' の列数90を、構成行列の列数（ユニットサイズ P ）である5で割った18個のFIF0304₁ないし304₁₈から構成されている。FIF0304 _{x} （ $x = 1, 2, \dots, 18$ ）は、複数の段数の記憶領域からなり、各段の記憶領域については、構成行列の行数及び列数（ユニットサイズ P ）である5つの枝に対応するメッセージを同時に読み出すこと、及び、書き込むことができるようになっている。

[0772] FIF0304₁には、図212の変換検査行列 H' の第1列目から第5列目までの1の位置に対応するデータ（チェックノードからのメッセージ u_j ）が、各列共に縦方向に詰めた形に（0を無視した形で）格納される。すなわち、FIF0304₁の第1段の記憶領域には、変換検査行列 H' の(1,1)から(5,5)の 5×5 の単位行列の1の位置に対応するデータが格納される。第2段の記憶領域には、変換検査行列 H' の(6,1)から(10,5)の和行列（ 5×5 の単位行列を右に1つだけサイクリックシフトした第1のシフト行列と、右に2つだけサイクリックシフトした第2のシフト行列との和である和行列）を構成する第1のシ

フト行列の1の位置に対応するデータが格納される。また、第3段の記憶領域には、変換検査行列H'の(6,1)から(10,5)の和行列を構成する第2のシフト行列の1の位置に対応するデータが格納される。

[0773] すなわち、重みが2以上の構成行列については、その構成行列を、重みが1である $P \times P$ の単位行列、単位行列の要素の1のうち1個以上が0になった準単位行列、又は単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列のうちの複数の和の形で表現したときの、その重みが1の単位行列、準単位行列、又はシフト行列の1の位置に対応するデータ（単位行列、準単位行列、又はシフト行列に属する枝に対応するメッセージ）は、同一アドレス（FIF0304₁ないし304₁₈のうちの同一のFIF0）に格納される。

[0774] 以下、第4及び第5段の記憶領域についても、変換検査行列H'に対応付けて、データが格納される。このFIF0304₁の記憶領域の段数は、変換検査行列H'の第1列から第5列における行方向の1の数（ハミング重み）の最大数である5になっている。

[0775] FIF0304₂と304₃も同様に変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さ（段数）は、5である。FIF0304₄ないし304₁₂も同様に、変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さは3である。FIF0304₁₃ないし304₁₈も同様に、変換検査行列H'に対応付けてデータを格納し、それぞれの長さは2である。

[0776] 次に、図213の復号装置の動作について説明する。

[0777] 枝データ格納用メモリ300は、6つのFIF0300₁ないし300₆からなり、前段のサイクリックシフト回路308から供給される5つのメッセージD311が、図212の変換検査行列H'のどの行に属するかの情報（Matrixデータ）D312に従って、データを格納するFIF0を、FIF0300₁ないし300₆の中から選び、選んだFIF0に5つのメッセージD311をまとめて順番に格納していく。また、枝データ格納用メモリ300は、データを読み出す際には、FIF0300₁から5つのメッセージD300₁を順番に読み出し、次段のセレクタ301に供給する。枝データ格納用メモリ300は、FIF0300₁からのメッセージの読

み出しの終了後、FIFO 300₂ないし300₆からも、順番に、メッセージを読み出し、セクタ301に供給する。

[0778] セクタ301は、セレクト信号D301に従って、FIFO 300₁ないし300₆のうちの、現在データが読み出されているFIFOからの5つのメッセージを選択し、メッセージD302として、チェックノード計算部302に供給する。

[0779] チェックノード計算部302は、5つのチェックノード計算器302₁ないし302₅からなり、セクタ301を通して供給されるメッセージD302(D302₁ないしD302₅) (式(7)のメッセージ v_i)を用いて、式(7)に従ってチェックノード演算を行い、そのチェックノード演算の結果得られる5つのメッセージD303(D303₁ないしD303₅) (式(7)のメッセージ u_i)をサイクリックシフト回路303に供給する。

[0780] サイクリックシフト回路303は、チェックノード計算部302で求められた5つのメッセージD303₁ないしD303₅を、対応する枝が変換検査行列 H' において元となる単位行列(又は準単位行列)を幾つサイクリックシフトしたものであるかの情報(Matrixデータ) D305を元にサイクリックシフトし、その結果をメッセージD304として、枝データ格納用メモリ304に供給する。

[0781] 枝データ格納用メモリ304は、18個のFIFO 304₁ないし304₁₈からなり、前段のサイクリックシフト回路303から供給される5つのメッセージD304が変換検査行列 H' のどの行に属するかの情報D305に従って、データを格納するFIFOを、FIFO 304₁ないし304₁₈の中から選び、選んだFIFOに5つのメッセージD304をまとめて順番に格納していく。また、枝データ格納用メモリ304は、データを読み出す際には、FIFO 304₁から5つのメッセージD306₁を順番に読み出し、次段のセクタ305に供給する。枝データ格納用メモリ304は、FIFO 304₁からのデータの読み出しの終了後、FIFO 304₂ないし304₁₈からも、順番に、メッセージを読み出し、セクタ305に供給する。

[0782] セクタ305は、セレクト信号D307に従って、FIFO 304₁ないし304₁₈のうちの、現在データが読み出されているFIFOからの5つのメッセージを選

択し、メッセージD308として、バリエブルノード計算部307と復号語計算部309に供給する。

[0783] 一方、受信データ並べ替え部310は、通信路13を通して受信した、図210の検査行列Hに対応するLDPC符号D313を、式(12)の列置換を行うことにより並べ替え、受信データD314として、受信データ用メモリ306に供給する。受信データ用メモリ306は、受信データ並べ替え部310から供給される受信データD314から、受信LLR(対数尤度比)を計算して記憶し、その受信LLRを5個ずつまとめて受信値D309として、バリエブルノード計算部307と復号語計算部309に供給する。

[0784] バリエブルノード計算部307は、5つのバリエブルノード計算器307₁ないし307₅からなり、セレクタ305を通して供給されるメッセージD308(D308₁ないしD308₅) (式(1)のメッセージ u_j)と、受信データ用メモリ306から供給される5つの受信値D309(式(1)の受信値 u_{0i})を用いて、式(1)に従ってバリエブルノード演算を行い、その演算の結果得られるメッセージD310(D310₁ないしD310₅) (式(1)のメッセージ v_i)を、サイクリックシフト回路308に供給する。

[0785] サイクリックシフト回路308は、バリエブルノード計算部307で計算されたメッセージD310₁ないしD310₅を、対応する枝が変換検査行列H'において元となる単位行列(又は準単位行列)を幾つサイクリックシフトしたものであるかの情報を元にサイクリックシフトし、その結果をメッセージD311として、枝データ格納用メモリ300に供給する。

[0786] 以上の動作を1巡することで、LDPC符号の1回の復号(バリエブルノード演算及びチェックノード演算)を行うことができる。図213の復号装置は、所定の回数だけLDPC符号を復号した後、復号語計算部309及び復号データ並べ替え部311において、最終的な復号結果を求めて出力する。

[0787] すなわち、復号語計算部309は、5つの復号語計算器309₁ないし309₅からなり、セレクタ305が出力する5つのメッセージD308(D308₁ないしD308₅) (式(5)のメッセージ u_j)と、受信データ用メモリ306から供給さ

れる5つの受信値D309(式(5)の受信値 u_{0i})を用い、複数回の復号の最終段として、式(5)に基づいて、復号結果(復号語)を計算して、その結果得られる復号データD315を、復号データ並べ替え部311に供給する。

[0788] 復号データ並べ替え部311は、復号語計算部309から供給される復号データD315を対象に、式(12)の列置換の逆置換を行うことにより、その順序を並べ替え、最終的な復号結果D316として出力する。

[0789] 以上のように、検査行列(元の検査行列)に対して、行置換と列置換のうちの一方又は両方を施し、 $P \times P$ の単位行列、その要素の1のうち1個以上が0になった準単位行列、単位行列もしくは準単位行列をサイクリックシフトしたシフト行列、単位行列、準単位行列、もしくはシフト行列の複数の和である和行列、 $P \times P$ の0行列の組合せ、つまり、構成行列の組み合わせで表すことができる検査行列(変換検査行列)に変換することで、LDPC符号の復号を、チェックノード演算とバリエブルノード演算を、検査行列の行数や列数より小さい数の P 個同時に行うアーキテクチャ(architecture)を採用することが可能となる。ノード演算(チェックノード演算とバリエブルノード演算)を、検査行列の行数や列数より小さい数の P 個同時に行うアーキテクチャを採用する場合、ノード演算を、検査行列の行数や列数に等しい数だけ同時に行う場合に比較して、動作周波数を実現可能な範囲に抑えて、多数の繰り返し復号を行うことができる。

[0790] 図207の受信装置12を構成するLDPCデコーダ166は、例えば、図213の復号装置と同様に、チェックノード演算とバリエブルノード演算を P 個同時に行うことで、LDPC復号を行うようになっている。

[0791] すなわち、いま、説明を簡単にするために、図8の送信装置11を構成するLDPCエンコーダ115が出力するLDPC符号の検査行列が、例えば、図210に示した、パリティ行列が階段構造になっている検査行列 H であるとすると、送信装置11のパリティインターリーブ23では、 $K+qx+y+1$ 番目の符号ビットを、 $K+Py+tx+1$ 番目の符号ビットの位置にインターリーブするパリティインターリーブが、情報長 K を60に、ユニットサイズ P を5に、パリティ長 M の約

数 $q(=M/P)$ を6に、それぞれして行われる。

- [0792] このパリティインターリーブは、上述したように、式(12)の列置換に相当するから、LDPCデコーダ166では、式(12)の列置換を行う必要がない。
- [0793] このため、図207の受信装置12では、上述したように、グループワイズデインターリーバ55から、LDPCデコーダ166に対して、パリティデインターリーブが行われていないLDPC符号、つまり、式(12)の列置換が行われた状態のLDPC符号が供給され、LDPCデコーダ166では、式(12)の列置換を行わないことを除けば、図213の復号装置と同様の処理が行われる。
- [0794] すなわち、図214は、図207のLDPCデコーダ166の構成例を示す図である。
- [0795] 図214において、LDPCデコーダ166は、図213の受信データ並べ替え部310が設けられていないことを除けば、図213の復号装置と同様に構成されており、式(12)の列置換が行われなことを除いて、図213の復号装置と同様の処理を行うため、その説明は省略する。
- [0796] 以上のように、LDPCデコーダ166は、受信データ並べ替え部310を設けずに構成することができるので、図213の復号装置よりも、規模を削減することができる。
- [0797] なお、図210ないし図214では、説明を簡単にするために、LDPC符号の符号長 N を90と、情報長 K を60と、ユニットサイズ(構成行列の行数及び列数) P を5と、パリティ長 M の約数 $q(=M/P)$ を6と、それぞれしたが、符号長 N 、情報長 K 、ユニットサイズ P 、及び約数 $q(=M/P)$ のそれぞれは、上述した値に限定されるものではない。
- [0798] すなわち、図8の送信装置11において、LDPCエンコーダ115が出力するのは、例えば、符号長 N を64800や16200等と、情報長 K を $N-Pq(=N-M)$ と、ユニットサイズ P を360と、約数 q を M/P と、それぞれするLDPC符号であるが、図214のLDPCデコーダ166は、そのようなLDPC符号を対象として、チェッ

クノード演算とバリエブルノード演算をP個同時に行うことで、LDPC復号を行う場合に適用可能である。

[0799] また、LDPCデコーダ166でのLDPC符号の復号後、その復号結果のパリティの部分が必要であり、復号結果の情報ビットだけを出力する場合には、復号データ並べ替え部311なしで、LDPCデコーダ166を構成することができる。

[0800] <ブロックデインターリーバ54の構成例>

[0801] 図215は、図208のブロックデインターリーバ54の構成例を示すブロック図である。

[0802] ブロックデインターリーバ54は、図105で説明したブロックインターリーバ25と同様に構成される。

[0803] したがって、ブロックデインターリーバ54は、パート1(part 1)と呼ばれる記憶領域と、パート2(part 2)と呼ばれる記憶領域とを有し、パート1及び2は、いずれも、ロウ方向に、1ビットを記憶し、カラム方向に所定のビット数を記憶する記憶領域としてのカラムが、ロウ方向に、シンボルのビット数mに等しい数Cだけ並んで構成される。

[0804] ブロックデインターリーバ54は、パート1及び2に対して、LDPC符号を書き込んで読み出すことにより、ブロックデインターリーブを行う。

[0805] 但し、ブロックデインターリーブでは、(シンボルとなっている)LDPC符号の書き込みは、図105のブロックインターリーバ25がLDPC符号を読み出す順に行われる。

[0806] さらに、ブロックデインターリーブでは、LDPC符号の読み出しは、図105のブロックインターリーバ25がLDPC符号を書き込む順に行われる。

[0807] すなわち、図105のブロックインターリーバ25によるブロックインターリーブでは、LDPC符号が、パート1及び2に対して、カラム方向に書き込まれ、ロウ方向に読み出されるが、図215のブロックデインターリーバ54によるブロックデインターリーブでは、LDPC符号が、パート1及び2に対して、ロウ方向に書き込まれ、カラム方向に読み出される。

[0808] <ビットデインターリーバ165の他の構成例>

[0809] 図216は、図207のビットデインターリーバ165の他の構成例を示すブロック図である。

[0810] なお、図中、図208の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0811] すなわち、図216のビットデインターリーバ165は、パリティデインターリーバ1011が新たに設けられている他は、図208の場合と同様に構成されている。

[0812] 図216では、ビットデインターリーバ165は、ブロックデインターリーバ54、グループワイズデインターリーバ55、及び、パリティデインターリーバ1011から構成され、デマップ164からのLDPC符号の符号ビットのビットデインターリーブを行う。

[0813] すなわち、ブロックデインターリーバ54は、デマップ164からのLDPC符号を対象として、送信装置11のブロックインターリーバ25が行うブロックインターリーブに対応するブロックデインターリーブ（ブロックインターリーブの逆の処理）、すなわち、ブロックインターリーブによって入れ替えられた符号ビットの位置を元の位置に戻すブロックデインターリーブを行い、その結果得られるLDPC符号を、グループワイズデインターリーバ55に供給する。

[0814] グループワイズデインターリーバ55は、ブロックデインターリーバ54からのLDPC符号を対象として、送信装置11のグループワイズインターリーバ24が行う並び替え処理としてのグループワイズインターリーブに対応するグループワイズデインターリーブを行う。

[0815] グループワイズデインターリーブの結果得られるLDPC符号は、グループワイズデインターリーバ55からパリティデインターリーバ1011に供給される。

[0816] パリティデインターリーバ1011は、グループワイズデインターリーバ55でのグループワイズデインターリーブ後の符号ビットを対象として、送

信装置 1 1 のパリティインターリーブ 2 3 が行うパリティインターリーブに対応するパリティデインターリーブ（パリティインターリーブの逆の処理）、すなわち、パリティインターリーブによって並びが変更されたLDPC符号の符号ビットを、元の並びに戻すパリティデインターリーブを行う。

[0817] パリティデインターリーブの結果得られるLDPC符号は、パリティインターリーブ 1 0 1 1 からLDPCデコーダ 1 6 6 に供給される。

[0818] したがって、図 2 1 6 のビットデインターリーブ 1 6 5 では、LDPCデコーダ 1 6 6 には、ブロックデインターリーブ、グループワイズデインターリーブ、及び、パリティデインターリーブが行われたLDPC符号、すなわち、検査行列Hに従ったLDPC符号化によって得られるLDPC符号が供給される。

[0819] LDPCデコーダ 1 6 6 は、ビットデインターリーブ 1 6 5 からのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置 1 1 のLDPCエンコーダ 1 1 5 がLDPC符号化に用いた検査行列Hを用いて行う。すなわち、LDPCデコーダ 1 6 6 は、ビットデインターリーブ 1 6 5 からのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置 1 1 のLDPCエンコーダ 1 1 5 がLDPC符号化に用いた（DVB方式の）検査行列Hそのものを用いて、又は、その検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列を用いて（ETRI方式については、LDPC符号化に用いた検査行列（図 2 7）に列置換を施して得られる検査行列（図 2 8）、又は、LDPC符号化に用いた検査行列（図 2 7）に行置換を施して得られる変換検査行列（図 2 9）を用いて）行う。

[0820] ここで、図 2 1 6 では、ビットデインターリーブ 1 6 5（のパリティデインターリーブ 1 0 1 1）からLDPCデコーダ 1 6 6 に対して、検査行列Hに従ったLDPC符号化によって得られるLDPC符号が供給されるため、そのLDPC符号のLDPC復号を、送信装置 1 1 のLDPCエンコーダ 1 1 5 がLDPC符号化に用いた（DVB方式の）検査行列Hそのもの（ETRI方式については、LDPC符号化に用いた検査行列（図 2 7）に列置換を施して得られる検査行列（図 2 8））を用いて行う場合には、LDPCデコーダ 1 6 6 は、例えば、メッセージ（チェックノードメッセージ、バリバブルノードメッセージ）の演算を 1 個のノードずつ順

次行うフルシリアルデコーディング(full serial decoding)方式によるLDPC復号を行う復号装置や、メッセージの演算をすべてのノードについて同時（並列）に行うフルパラレルデコーディング(full parallel decoding)方式によるLDPC復号を行う復号装置で構成することができる。

[0821] また、LDPCデコーダ166において、LDPC符号のLDPC復号を、送信装置11のLDPCエンコーダ115がLDPC符号化に用いた（DVB方式の）検査行列Hに対して、パリティインターリーブに相当する列置換を少なくとも行って得られる変換検査行列（ETRI方式については、LDPC符号化に用いた検査行列（図27））に行置換を施して得られる変換検査行列（図29））を用いて行う場合には、LDPCデコーダ166は、チェックノード演算、及びバリエブルノード演算を、P（又はPの1以外の約数）個同時に行うアーキテクチャ(architecture)の復号装置であって、変換検査行列を得るための列置換（パリティインターリーブ）と同様の列置換を、LDPC符号に施すことにより、そのLDPC符号の符号ビットを並び替える受信データ並べ替え部310を有する復号装置（図213）で構成することができる。

[0822] なお、図216では、説明の便宜のため、ブロックデインターリーブを行うブロックデインターリーバ54、グループワイズデインターリーブを行うグループワイズデインターリーバ55、及び、パリティデインターリーブを行うパリティデインターリーバ1011それぞれを、別個に構成するようにしたが、ブロックデインターリーバ54、グループワイズデインターリーバ55、及び、パリティデインターリーバ1011の2以上は、送信装置11のパリティインターリーバ23、グループワイズインターリーバ24、及び、ブロックインターリーバ25と同様に、一体的に構成することができる。

[0823] <受信システムの構成例>

[0824] 図217は、受信装置12を適用可能な受信システムの第1の構成例を示すブロック図である。

[0825] 図217において、受信システムは、取得部1101、伝送路復号処理部1102、及び、情報源復号処理部1103から構成される。

- [0826] 取得部 1101 は、番組の画像データや音声データ等の LDPC 対象データを、少なくとも LDPC 符号化することで得られる LDPC 符号を含む信号を、例えば、地上デジタル放送、衛星デジタル放送、CATV 網、インターネットその他のネットワーク等の、図示せぬ伝送路（通信路）を介して取得し、伝送路復号処理部 1102 に供給する。
- [0827] ここで、取得部 1101 が取得する信号が、例えば、放送局から、地上波や、衛星波、CATV (Cable Television) 網等を介して放送されてくる場合には、取得部 1101 は、チューナや STB (Set Top Box) 等で構成される。また、取得部 1101 が取得する信号が、例えば、web サーバから、IPTV (Internet Protocol Television) のようにマルチキャストで送信されてくる場合には、取得部 1101 は、例えば、NIC (Network Interface Card) 等のネットワーク I/F (Inter face) で構成される。
- [0828] 伝送路復号処理部 1102 は、受信装置 12 に相当する。伝送路復号処理部 1102 は、取得部 1101 が伝送路を介して取得した信号に対して、伝送路で生じる誤りを訂正する処理を少なくとも含む伝送路復号処理を施し、その結果得られる信号を、情報源復号処理部 1103 に供給する。
- [0829] すなわち、取得部 1101 が伝送路を介して取得した信号は、伝送路で生じる誤りを訂正するための誤り訂正符号化を、少なくとも行うことで得られた信号であり、伝送路復号処理部 1102 は、そのような信号に対して、例えば、誤り訂正処理等の伝送路復号処理を施す。
- [0830] ここで、誤り訂正符号化としては、例えば、LDPC 符号化や、BCH 符号化等がある。ここでは、誤り訂正符号化として、少なくとも、LDPC 符号化が行われている。
- [0831] また、伝送路復号処理には、変調信号の復調等が含まれることがある。
- [0832] 情報源復号処理部 1103 は、伝送路復号処理が施された信号に対して、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理を少なくとも含む情報源復号処理を施す。
- [0833] すなわち、取得部 1101 が伝送路を介して取得した信号には、情報とし

ての画像や音声等のデータ量を少なくするために、情報を圧縮する圧縮符号化が施されていることがあり、その場合、情報源復号処理部1103は、伝送路復号処理が施された信号に対して、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理(伸張処理)等の情報源復号処理を施す。

[0834] なお、取得部1101が伝送路を介して取得した信号に、圧縮符号化が施されていない場合には、情報源復号処理部1103では、圧縮された情報を元の情報に伸張する処理は行われぬ。

[0835] ここで、伸張処理としては、例えば、MPEGデコード等がある。また、伝送路復号処理には、伸張処理の他、デスクランブル等が含まれることがある。

[0836] 以上のように構成される受信システムでは、取得部1101において、例えば、画像や音声等のデータに対して、MPEG符号化等の圧縮符号化が施され、さらに、LDPC符号化等の誤り訂正符号化が施された信号が、伝送路を介して取得され、伝送路復号処理部1102に供給される。

[0837] 伝送路復号処理部1102では、取得部1101からの信号に対して、例えば、受信装置12が行うのと同様の処理等が、伝送路復号処理として施され、その結果得られる信号が、情報源復号処理部1103に供給される。

[0838] 情報源復号処理部1103では、伝送路復号処理部1102からの信号に対して、MPEGデコード等の情報源復号処理が施され、その結果得られる画像、又は音声が出力される。

[0839] 以上のような図217の受信システムは、例えば、デジタル放送としてのテレビジョン放送を受信するテレビチューナ等に適用することができる。

[0840] なお、取得部1101、伝送路復号処理部1102、及び、情報源復号処理部1103は、それぞれ、1つの独立した装置(ハードウェア(IC(Integrated Circuit)等)、又はソフトウェアモジュール)として構成することが可能である。

[0841] また、取得部1101、伝送路復号処理部1102、及び、情報源復号処理部1103については、取得部1101と伝送路復号処理部1102とのセットや、伝送路復号処理部1102と情報源復号処理部1103とのセッ

ト、取得部 1101、伝送路復号処理部 1102、及び、情報源復号処理部 1103 のセットを、1つの独立した装置として構成することが可能である。

[0842] 図 218 は、受信装置 12 を適用可能な受信システムの第 2 の構成例を示すブロック図である。

[0843] なお、図中、図 217 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0844] 図 218 の受信システムは、取得部 1101、伝送路復号処理部 1102、及び、情報源復号処理部 1103 を有する点で、図 217 の場合と共通し、出力部 1111 が新たに設けられている点で、図 217 の場合と相違する。

[0845] 出力部 1111 は、例えば、画像を表示する表示装置や、音声を出力するスピーカであり、情報源復号処理部 1103 から出力される信号としての画像や音声等を出力する。すなわち、出力部 1111 は、画像を表示し、あるいは、音声を出力する。

[0846] 以上のような図 218 の受信システムは、例えば、デジタル放送としてのテレビジョン放送を受信する TV（テレビジョン受像機）や、ラジオ放送を受信するラジオ受信機等に適用することができる。

[0847] なお、取得部 1101 において取得された信号に、圧縮符号化が施されていない場合には、伝送路復号処理部 1102 が出力する信号が、出力部 1111 に供給される。

[0848] 図 219 は、受信装置 12 を適用可能な受信システムの第 3 の構成例を示すブロック図である。

[0849] なお、図中、図 217 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

[0850] 図 219 の受信システムは、取得部 1101、及び、伝送路復号処理部 1102 を有する点で、図 217 の場合と共通する。

[0851] 但し、図 219 の受信システムは、情報源復号処理部 1103 が設けられ

ておらず、記録部 1 1 2 1 が新たに設けられている点で、図 2 1 7 の場合と相違する。

[0852] 記録部 1 1 2 1 は、伝送路復号処理部 1 1 0 2 が出力する信号（例えば、MPEGのTSのTSパケット）を、光ディスクや、ハードディスク（磁気ディスク）、フラッシュメモリ等の記録（記憶）媒体に記録する（記憶させる）。

[0853] 以上のような図 2 1 9 の受信システムは、テレビジョン放送を録画するレコーダ等に適用することができる。

[0854] なお、図 2 1 9 において、受信システムは、情報源復号処理部 1 1 0 3 を設けて構成し、情報源復号処理部 1 1 0 3 で、情報源復号処理が施された後の信号、すなわち、デコードによって得られる画像や音声を、記録部 1 1 2 1 で記録することができる。

[0855] <コンピュータの一実施の形態>

[0856] 次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

[0857] そこで、図 2 2 0 は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

[0858] プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク 7 0 5 や ROM 7 0 3 に予め記録しておくことができる。

[0859] あるいはまた、プログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto Optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体 7 1 1 に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体 7 1 1 は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

[0860] なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体 7 1 1 からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛

星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部708で受信し、内蔵するハードディスク705にインストールすることができる。

[0861] コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)702を内蔵している。CPU702には、バス701を介して、入出力インタフェース710が接続されており、CPU702は、入出力インタフェース710を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部707が操作等されることにより指令が入力されると、それに従って、ROM(Read Only Memory)703に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU702は、ハードディスク705に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部708で受信されてハードディスク705にインストールされたプログラム、又はドライブ709に装着されたリムーバブル記録媒体711から読み出されてハードディスク705にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)704にロードして実行する。これにより、CPU702は、上述したフローチャートに従った処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU702は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース710を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部706から出力、あるいは、通信部708から送信、さらには、ハードディスク705に記録等させる。

[0862] ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

[0863] また、プログラムは、1つのコンピュータにより処理されるものであって

も良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

[0864] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0865] すなわち、例えば、上述した新LDPC符号（の検査行列初期値テーブル）は、通信路13（図7）は、衛星回線や、地上波、ケーブル（有線回線）、その他のいずれであっても用いることが可能である。さらに、新LDPC符号は、デジタル放送以外のデータ伝送にも用いることができる。

[0866] また、上述のGWパターンは、新LDPC符号以外にも適用することができる。さらに、上述のGWパターンを適用する変調方式は、QPSKや、16QAM、64QAM、256QAM、1024QAM、4096QAMに限定されるものではない。

[0867] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

符号の説明

[0868] 11 送信装置, 12 受信装置, 23 パリティインターリーバ,
24 グループワイズインターリーバ, 25 ブロックインターリーバ,
54 ブロックデインターリーバ, 55 グループワイズデインターリーバ,
111 モードアダプテーション／マルチプレクサ, 112
パダー, 113 BBスクランブラ, 114 BCHエンコーダ, 115
LDPCエンコーダ, 116 ビットインターリーバ, 117 マップ,
118 時間インターリーバ, 119 SISO/MISOエンコーダ, 120
周波数インターリーバ, 121 BCHエンコーダ, 122 LDPCエンコーダ,
123 マップ, 124 周波数インターリーバ, 131 フレームビルダ／リソースアロケーション部
132 OFDM生成部, 151 0
FDM処理部, 152 フレーム管理部, 153 周波数デインターリーバ,
154 デマップ, 155 LDPCデコーダ, 156 BCHデコーダ,
161 周波数デインターリーバ, 162 SISO/MISOデコーダ, 16

3 時間デインターリーバ, 164 デマッパ, 165 ビットデインターリーバ, 166 LDPCデコーダ, 167 BCHデコーダ, 168 BBデスクランブラ, 169 ノル削除部, 170 デマルチプレクサ, 300 枝データ格納用メモリ, 301 セレクタ, 302 チェックノード計算部, 303 サイクリックシフト回路, 304 枝データ格納用メモリ, 305 セレクタ, 306 受信データ用メモリ, 307 バリアブルノード計算部, 308 サイクリックシフト回路, 309 復号語計算部, 310 受信データ並べ替え部, 311 復号データ並べ替え部, 601 符号化処理部, 602 記憶部, 611 符号化率設定部, 612 初期値テーブル読み出し部, 613 検査行列生成部, 614 情報ビット読み出し部, 615 符号化パリティ演算部, 616 制御部, 701 バス, 702 CPU, 703 ROM, 704 RAM, 705 ハードディスク, 706 出力部, 707 入力部, 708 通信部, 709 ドライブ, 710 入出力インタフェース, 711, リムーバブル記録媒体, 1001 逆入れ替え部, 1002 メモリ, 1011 パリティデインターリーバ, 1101 取得部, 1101 伝送路復号処理部, 1103 情報源復号処理部, 1111 出力部, 1121 記録部

請求の範囲

[請求項1] 符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が $10/15$ のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 358
8 3770 3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 28
75 3007 3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275

5362

220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 500

3 5037

381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 51

73 5242

88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 490

1 5047

749 1502 2201 3189

2873 3245 3427

2158 2605 3165

1 3438 3606

10 3019 5221

371 2901 2923

9 3935 4683

1937 3502 3735

507 3128 4994

25 3854 4550

1178 4737 5366

2 223 5304

1146 5175 5197

1816 2313 3649

740 1951 3844

1320 3703 4791

1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

である

データ処理装置。

[請求項2]

符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が $10/15$ のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップと、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップと、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピングステップと

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 358

8 3770 3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 28
75 3007 3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275
5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 500
3 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 51
73 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 490
1 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197
1816 2313 3649
740 1951 3844
1320 3703 4791
1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

である

データ処理方法。

[請求項3]

符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が $10/15$ のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22, 0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 36, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、
前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置
を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 358
8 3770 3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 28
75 3007 3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275
5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 500
3 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 51
73 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 490
1 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197

1816 2313 3649

740 1951 3844

1320 3703 4791

1754 2905 4058

7 917 5277

3048 3954 5396

4804 4824 5105

2812 3895 5226

0 5318 5358

1483 2324 4826

2266 4752 5387

である

送信装置

から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズインターリーブ部を備える

データ処理装置。

[請求項4] 符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が $10/15$ のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

プ

17, 2, 30, 12, 7, 25, 27, 3, 15, 14, 4, 26, 34, 31, 13, 22,
0, 39, 23, 24, 21, 6, 38, 5, 19, 42, 11, 32, 28, 40, 20, 18, 3
6, 9, 41, 10, 33, 37, 1, 16, 8, 43, 29, 35, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パ
リティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置
を360列ごとに表すテーブルであって、

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 358

8 3770 3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353

505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 28

75 3007 3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367

268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275

5362

220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 500

3 5037

381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 51

73 5242

88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 490

1 5047

749 1502 2201 3189

2873 3245 3427

2158 2605 3165

1 3438 3606

10 3019 5221

371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197
1816 2313 3649
740 1951 3844
1320 3703 4791
1754 2905 4058
7 917 5277
3048 3954 5396
4804 4824 5105
2812 3895 5226
0 5318 5358
1483 2324 4826
2266 4752 5387

である

送信装置

から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズデインターリーブステップを備える

データ処理方法。

- [請求項5] 符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、
前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリー

ブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124
3155
59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 28
47
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885
3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101
3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3

104

175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 261

3 2682

1388 2241 3118 3148

143 506 2067 3148

1594 2217 2705

398 988 2551

1149 2588 2654

678 2844 3115

1508 1547 1954

1199 1267 1710

2589 3163 3207

1 2583 2974

2766 2897 3166

929 1823 2742

1113 3007 3239

1753 2478 3127

0 509 1811

1672 2646 2984

965 1462 3230

3 1077 2917

1183 1316 1662

968 1593 3239

64 1996 2226

1442 2058 3181

513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

である

データ処理装置。

[請求項6]

符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化ステップと、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブステップと、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピングステップと

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置

を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124
3155
59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 28
47
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885
3014
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101
3132
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3
104
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 261
3 2682
1388 2241 3118 3148
143 506 2067 3148
1594 2217 2705
398 988 2551
1149 2588 2654
678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811

1672 2646 2984

965 1462 3230

3 1077 2917

1183 1316 1662

968 1593 3239

64 1996 2226

1442 2058 3181

513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

である

データ処理方法。

[請求項7] 符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

プ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25,
12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0,
41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パ
リティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置
を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124
3155

59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 28
47

155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885
3014

79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101
3132

4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3
104

175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 261
3 2682

1388 2241 3118 3148

143 506 2067 3148

1594 2217 2705

398 988 2551

1149 2588 2654

678 2844 3115
1508 1547 1954
1199 1267 1710
2589 3163 3207
1 2583 2974
2766 2897 3166
929 1823 2742
1113 3007 3239
1753 2478 3127
0 509 1811
1672 2646 2984
965 1462 3230
3 1077 2917
1183 1316 1662
968 1593 3239
64 1996 2226
1442 2058 3181
513 973 1058
1263 3185 3229
681 1394 3017
419 2853 3217
3 2404 3175
2417 2792 2854
1879 2940 3235
647 1704 3060

である

送信装置

から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインター

リーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズインターリーブ部を備える

データ処理装置。

[請求項8]

符号長 N が16200ビットであり、符号化率 r が12/15のLDPC符号の検査行列に基づき、LDPC符号化を行う符号化部と、

前記LDPC符号を、360ビットのビットグループ単位でインターリーブするグループワイズインターリーブを行うグループワイズインターリーブ部と、

前記LDPC符号を、8ビット単位で、変調方式で定める256個の信号点のうちいずれかにマッピングするマッピング部と

を備え、

前記グループワイズインターリーブでは、前記LDPC符号の先頭から $i+1$ 番目のビットグループを、ビットグループ i として、前記16200ビットのLDPC符号のビットグループ 0 ないし 44 の並びを、ビットグループ

28, 21, 10, 15, 8, 22, 26, 2, 14, 1, 27, 3, 39, 20, 34, 25, 12, 6, 7, 40, 30, 29, 38, 16, 43, 33, 4, 35, 9, 32, 5, 36, 0, 41, 37, 18, 17, 13, 24, 42, 31, 23, 19, 11, 44

の並びにインターリーブし、

前記LDPC符号は、情報ビットとパリティビットを含み、

前記検査行列は、前記情報ビットに対応する情報行列部及び前記パリティビットに対応するパリティ行列部を含み、

前記情報行列部は、検査行列初期値テーブルによって表され、

前記検査行列初期値テーブルは、前記情報行列部の1の要素の位置を360列ごとに表すテーブルであって、

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124
3155

59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 28

47

155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885

3014

79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101

3132

4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3

104

175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 261

3 2682

1388 2241 3118 3148

143 506 2067 3148

1594 2217 2705

398 988 2551

1149 2588 2654

678 2844 3115

1508 1547 1954

1199 1267 1710

2589 3163 3207

1 2583 2974

2766 2897 3166

929 1823 2742

1113 3007 3239

1753 2478 3127

0 509 1811

1672 2646 2984

965 1462 3230

3 1077 2917

1183 1316 1662

968 1593 3239

64 1996 2226

1442 2058 3181

513 973 1058

1263 3185 3229

681 1394 3017

419 2853 3217

3 2404 3175

2417 2792 2854

1879 2940 3235

647 1704 3060

である

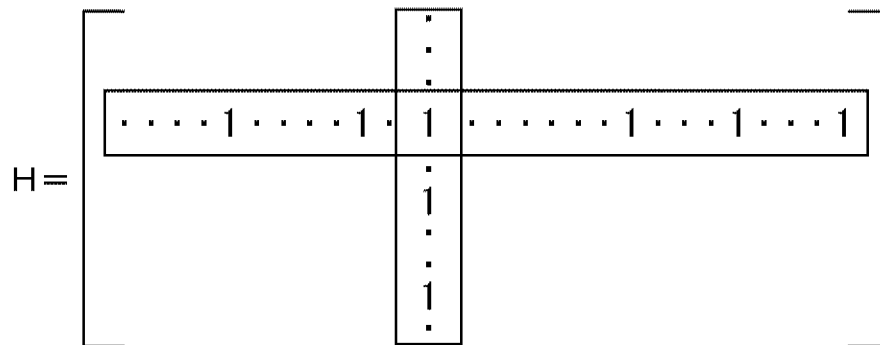
送信装置

から送信されてくるデータから得られる、グループワイズインターリーブ後の前記LDPC符号の並びを元の並びに戻すグループワイズディンターリーブステップを備える

データ処理方法。

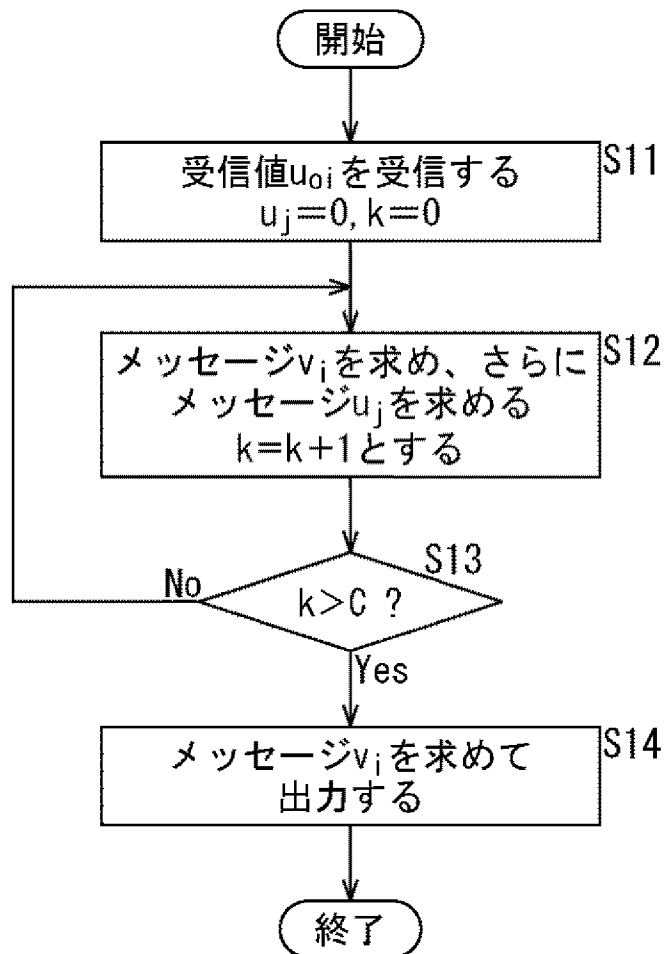
[図1]

図1



[図2]

図2

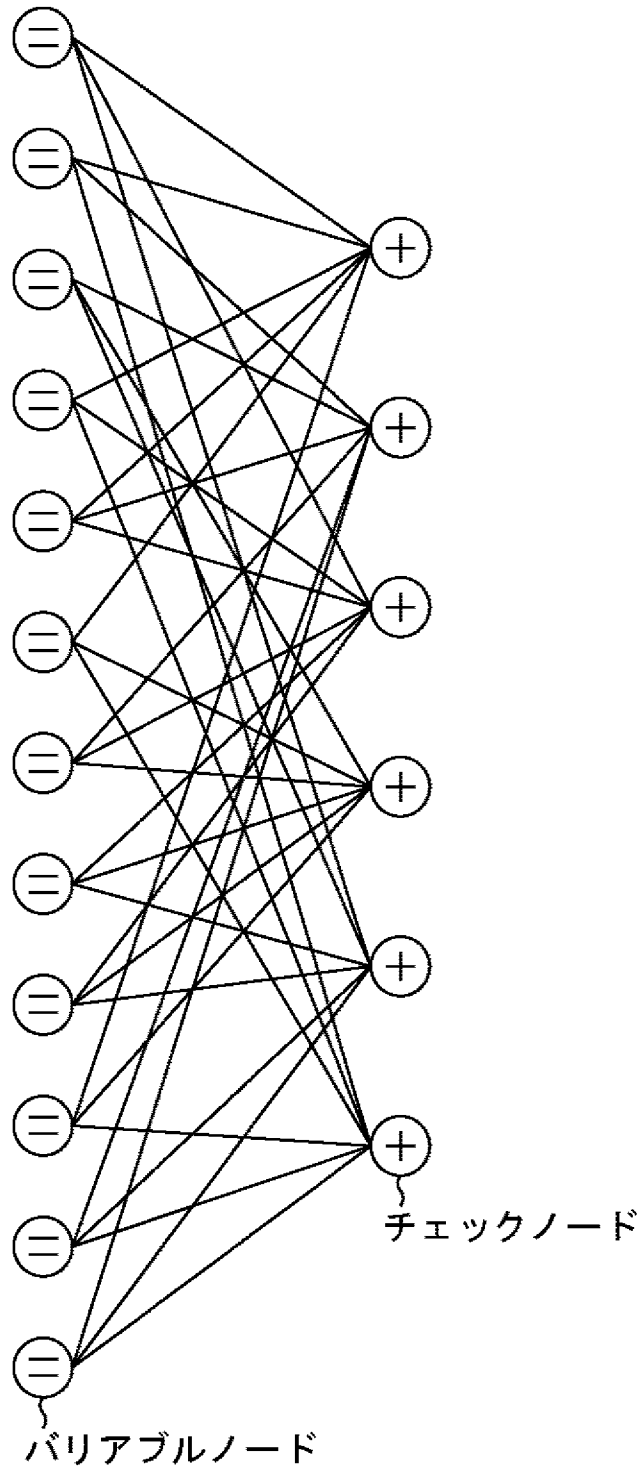


[図3]

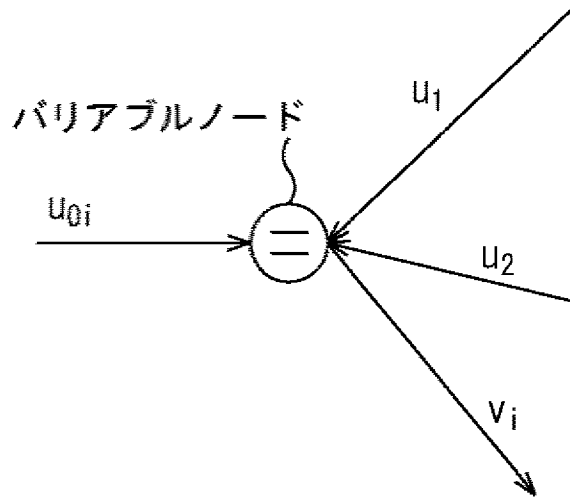
[図3]

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

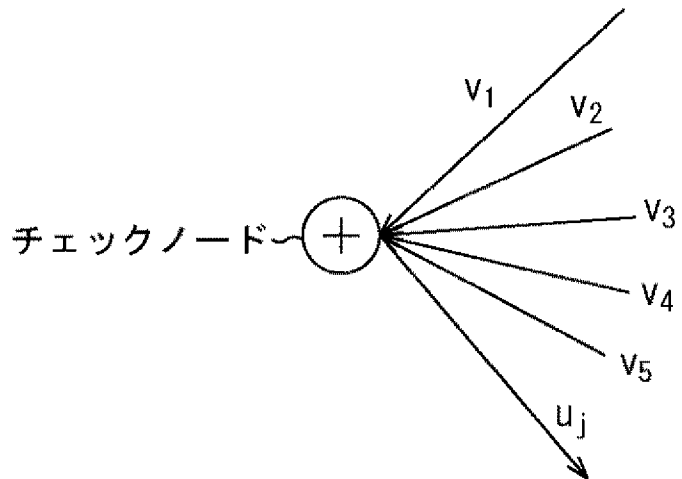
[図4]
図4



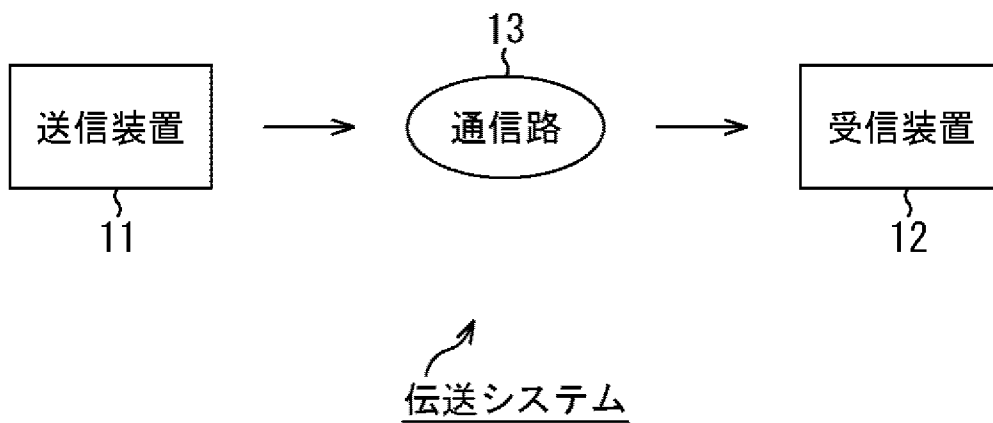
[図5]
図5



[図6]
図6

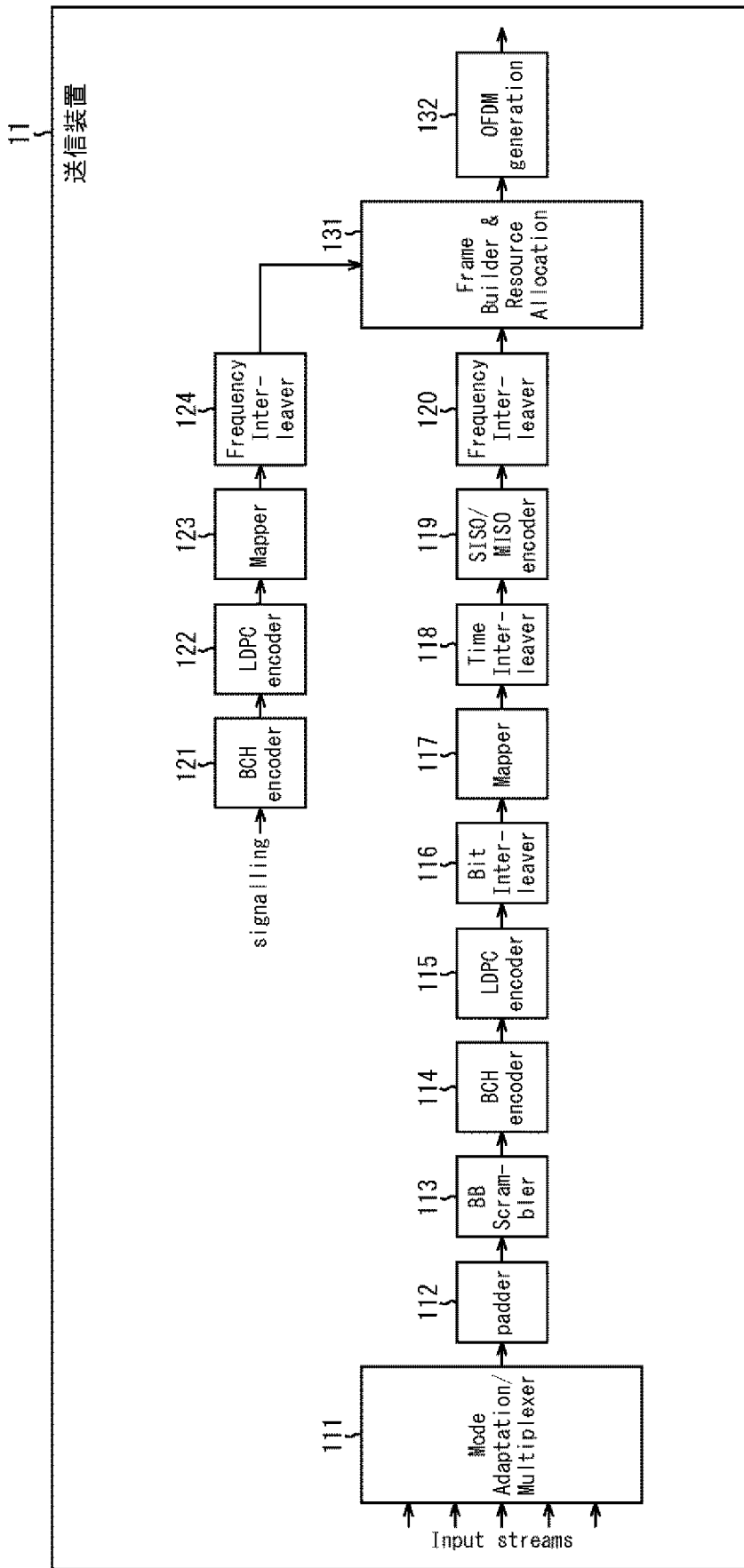


[図7]
図7



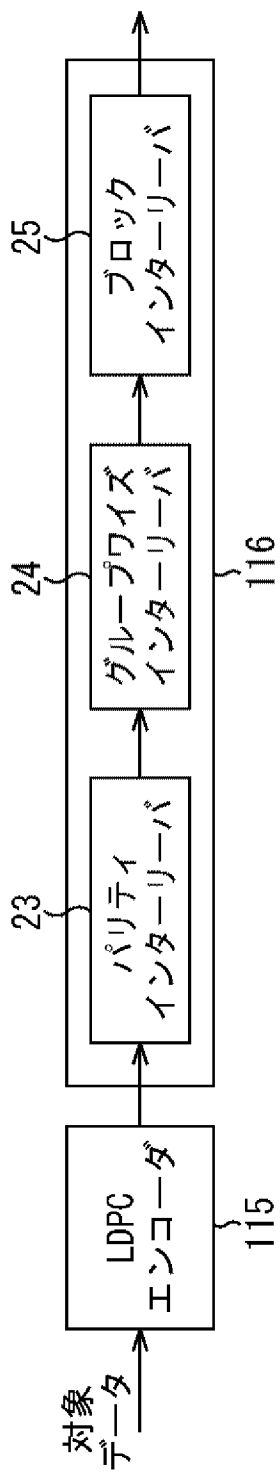
[図8]

図8



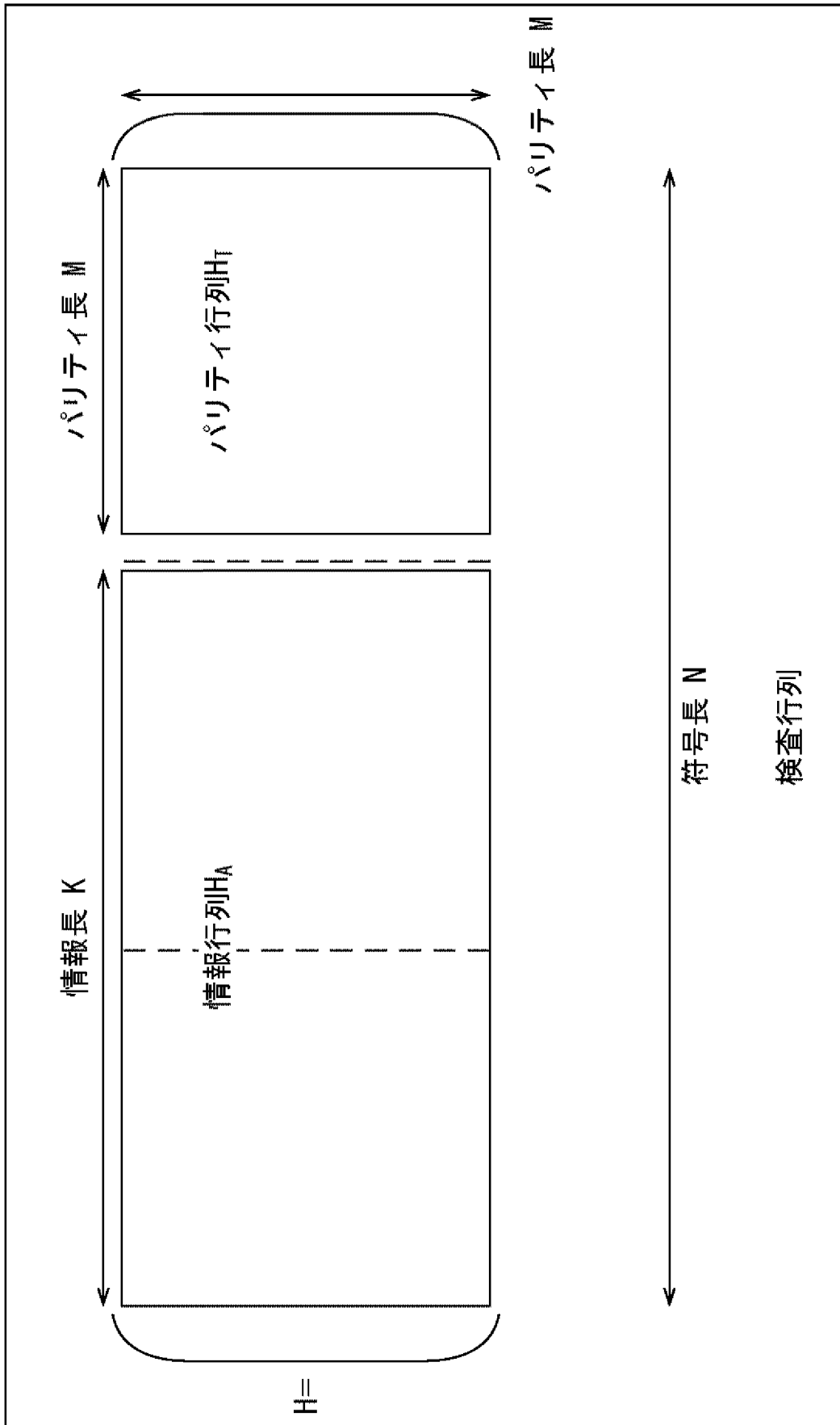
[図9]

図9



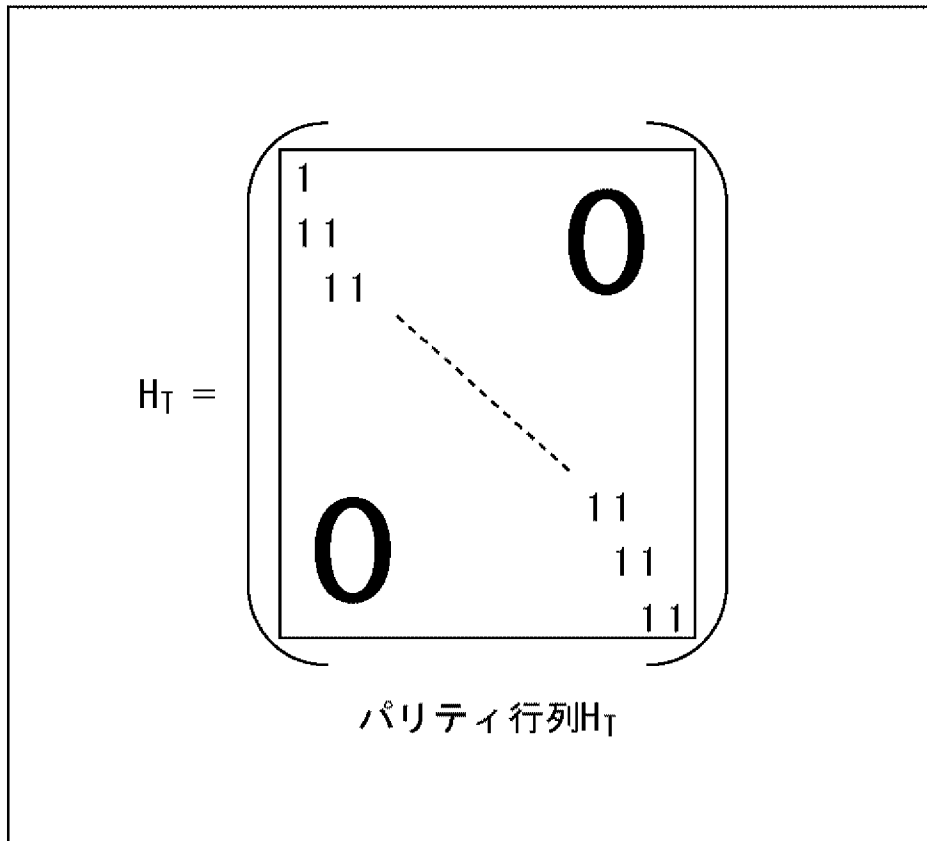
[図10]

図10



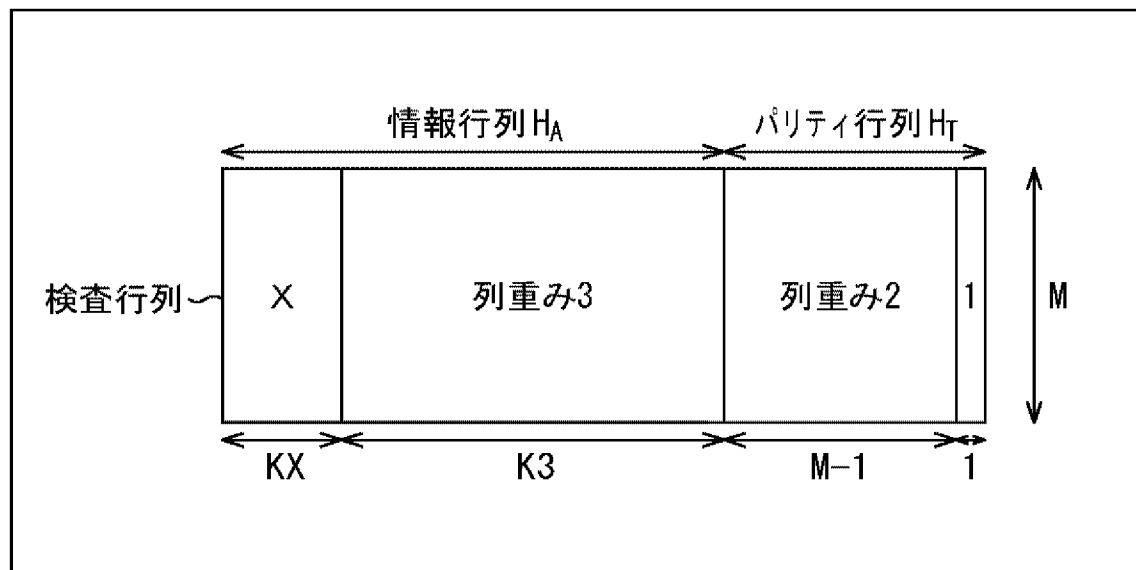
[図11]

図11



[図12]

図12

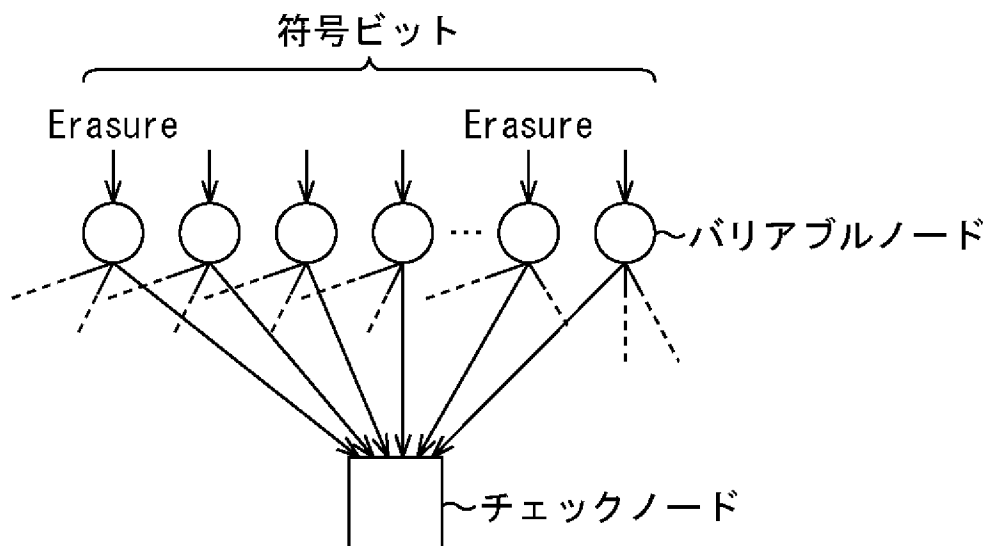


[図13]
図13

各列重みの
列数

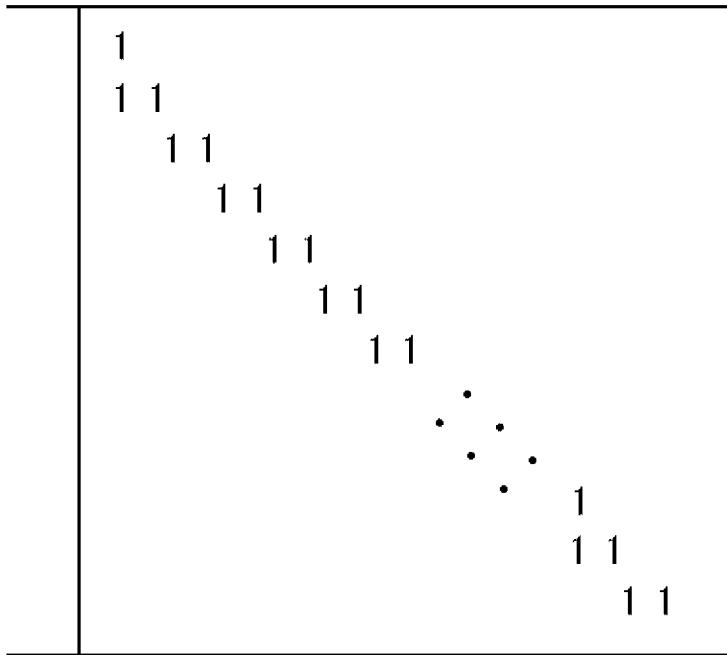
Nominal 符号化率	N=64800					N=16200				
	X	KX	K3	M		X	KX	K3	M	
1/4	12	5400	10800	48600		12	1440	1800	12960	
1/3	12	7200	14400	43200		12	1800	3600	10800	
2/5	12	8640	17280	38880		12	2160	4320	9720	
1/2	8	12960	19440	32400		8	1800	5400	9000	
3/5	12	12960	25920	25920		12	3240	6480	6480	
2/3	13	4320	38880	21600		13	1080	9720	5400	
3/4	12	5400	43200	16200		12	360	11520	4320	
4/5	11	6480	45360	12960		-	0	12600	3600	
5/6	13	5400	48600	10800		13	360	12960	2880	
8/9	4	7200	50400	7200		4	1800	12600	1800	
9/10	4	6480	51840	6480		----	----	----	----	

[図14]
図14



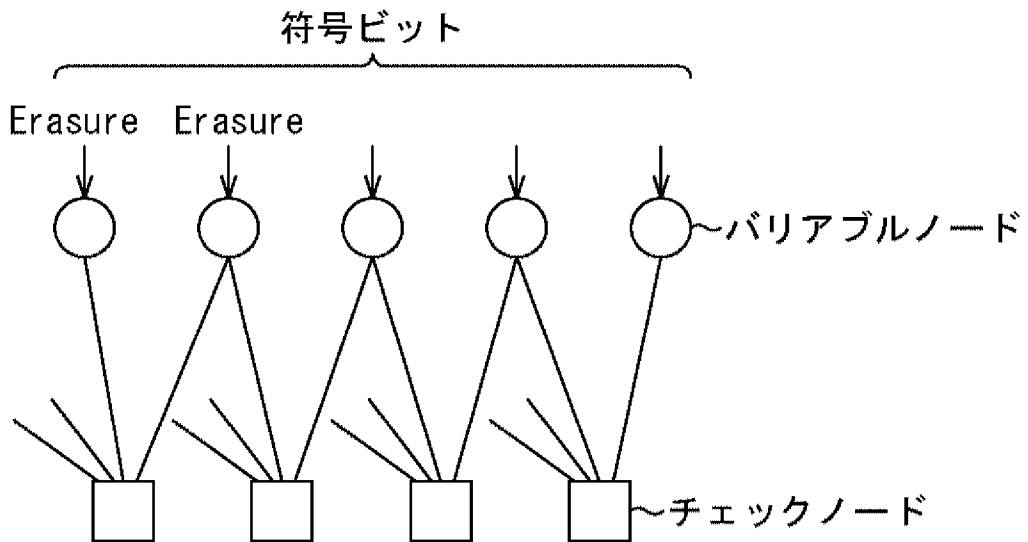
[図15]

図15



パリティ行列の階段構造

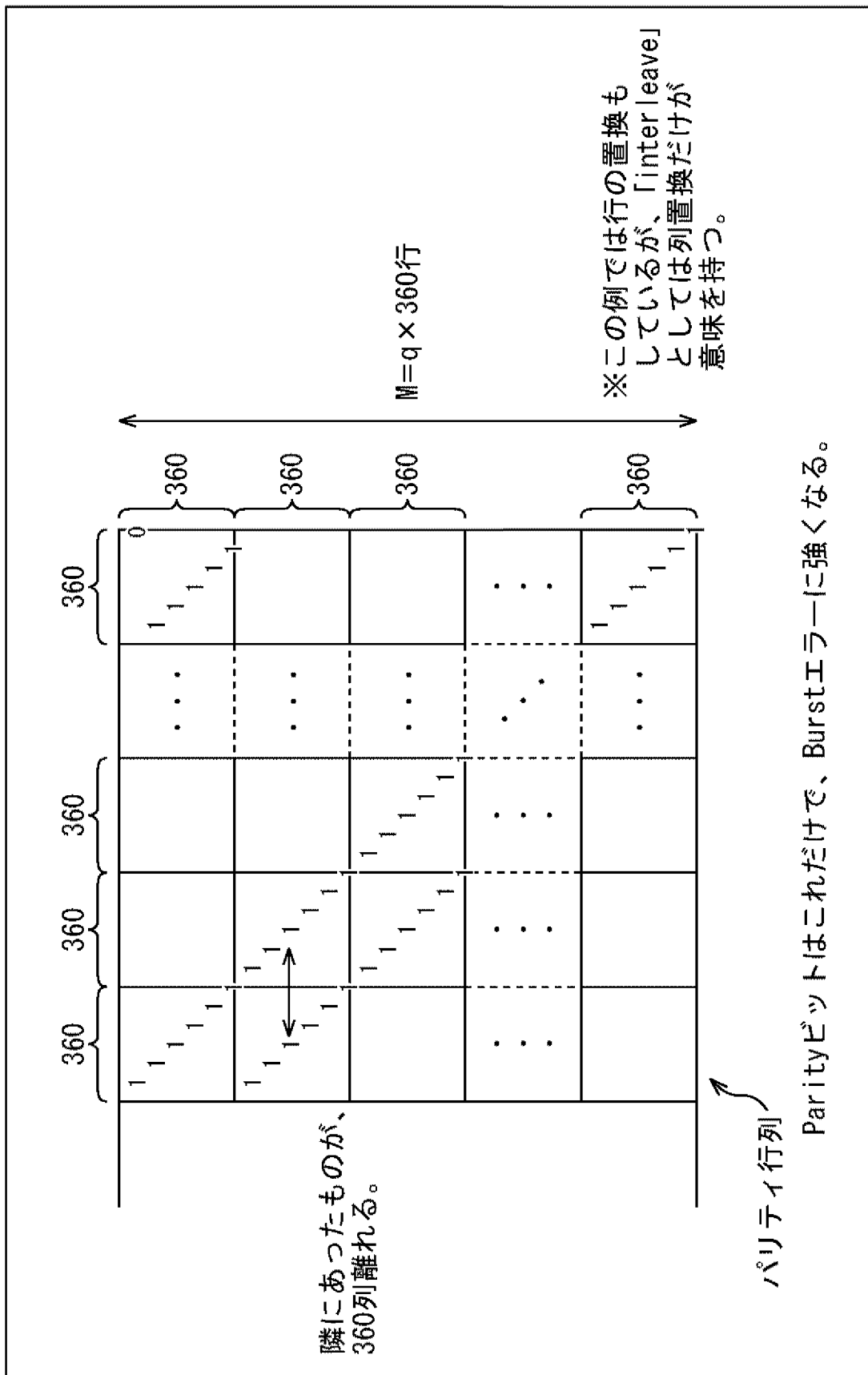
A



Tanner Graphの階段構造部分

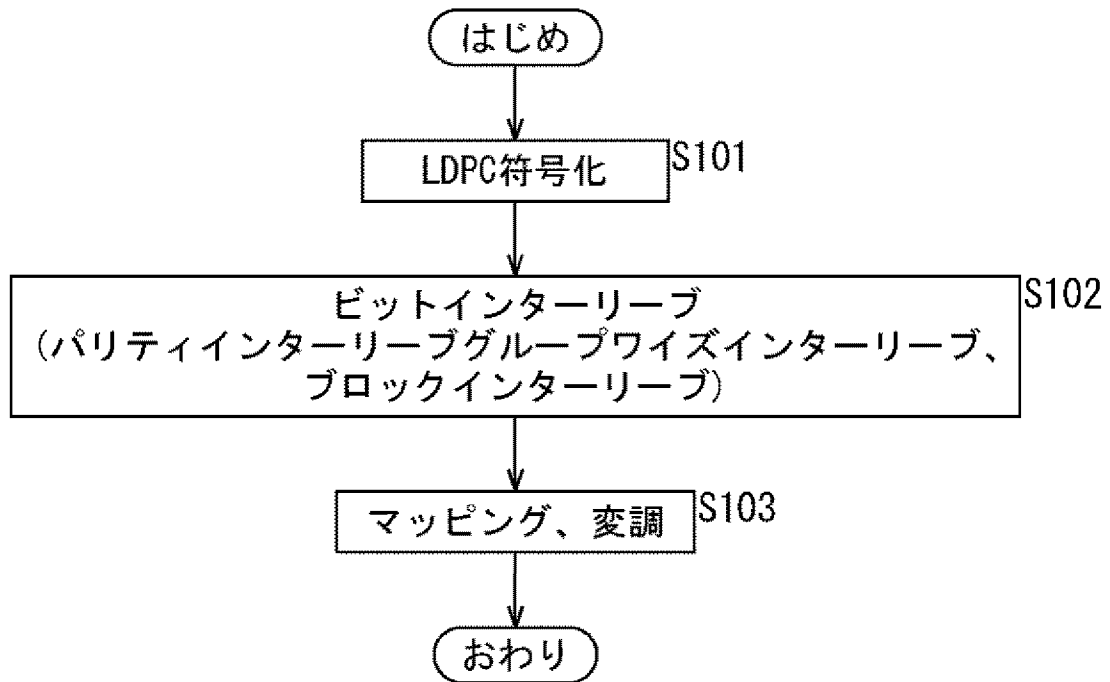
B

[図16]
図16

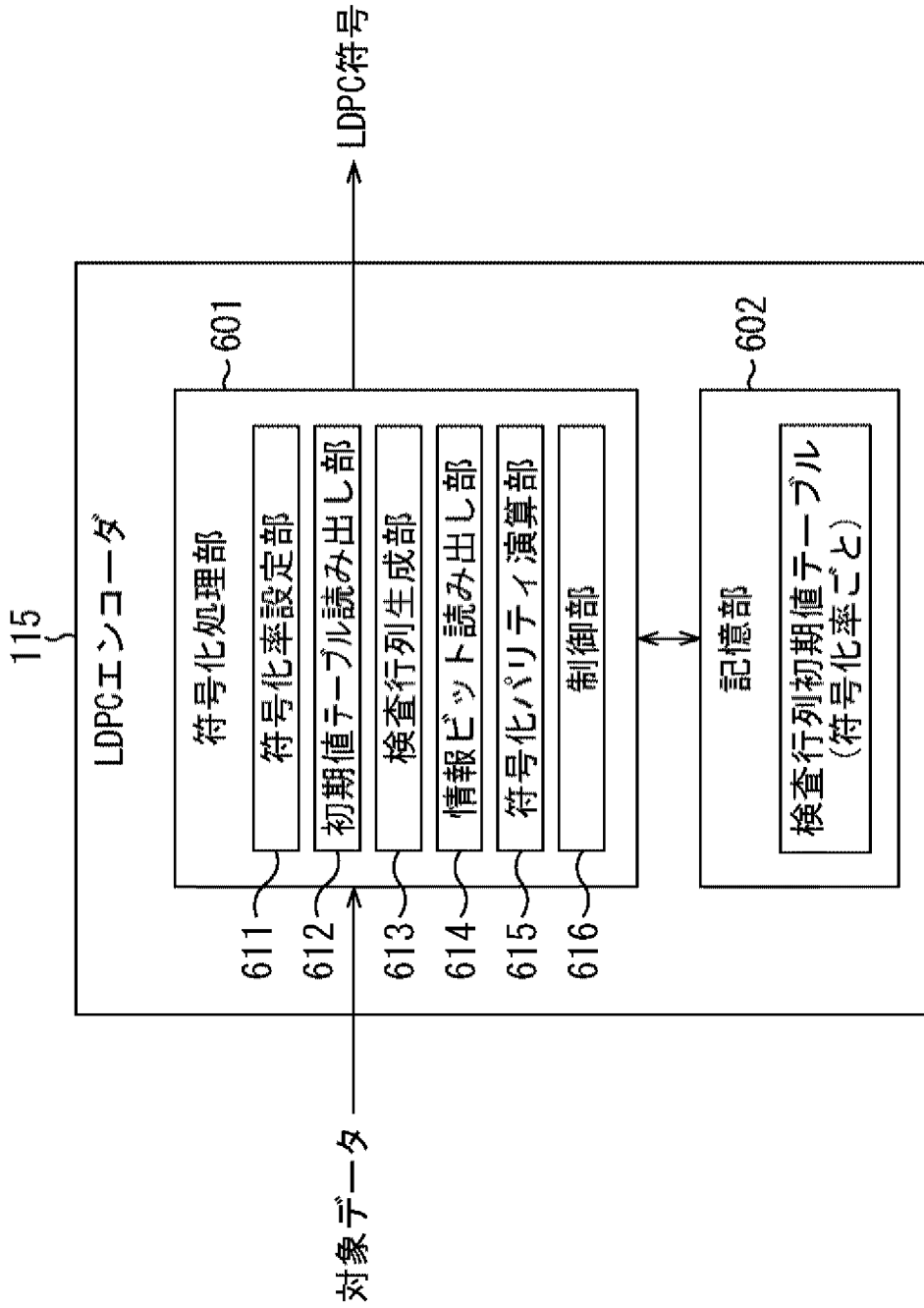


[図17]

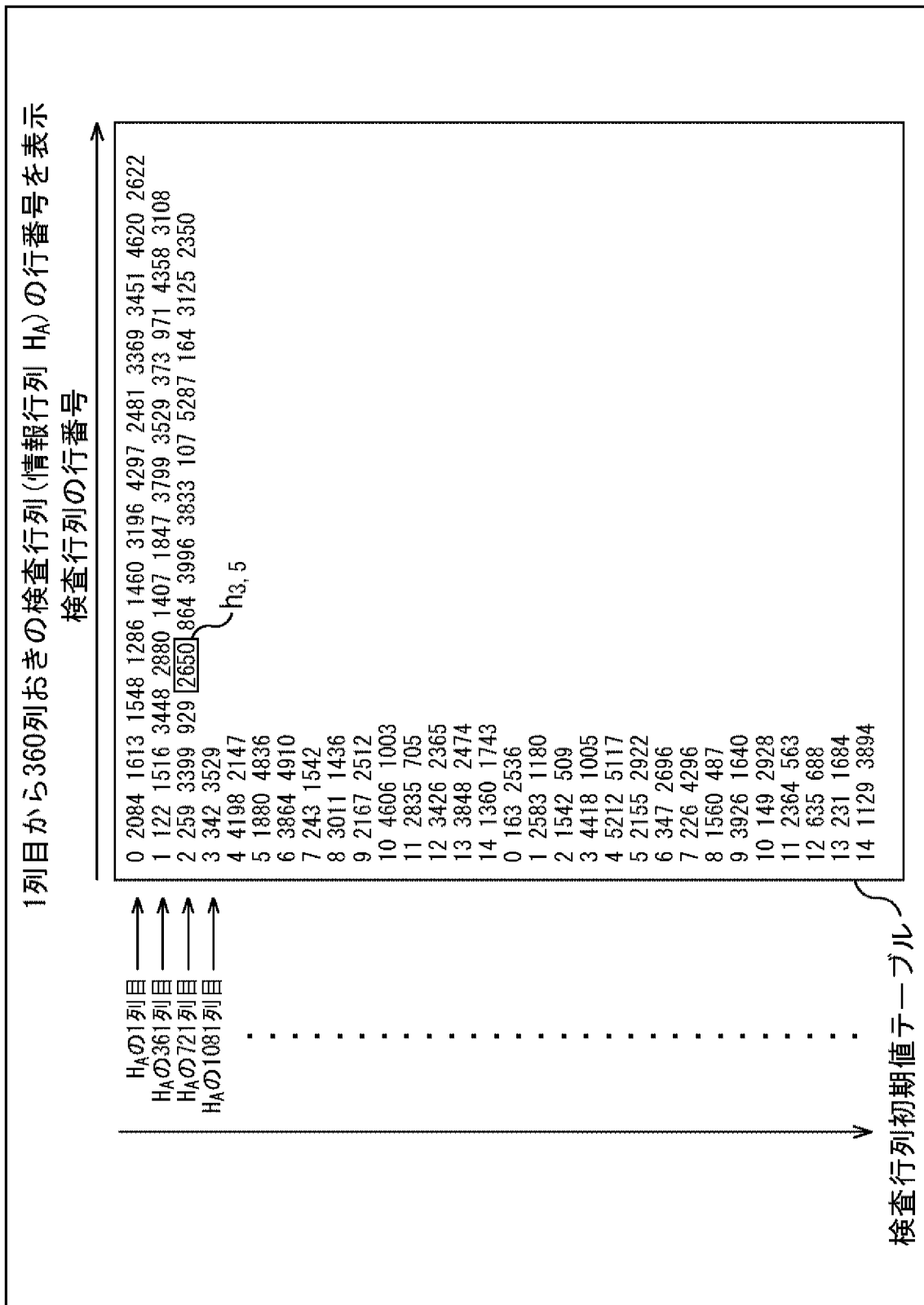
図17



[図18]
図18

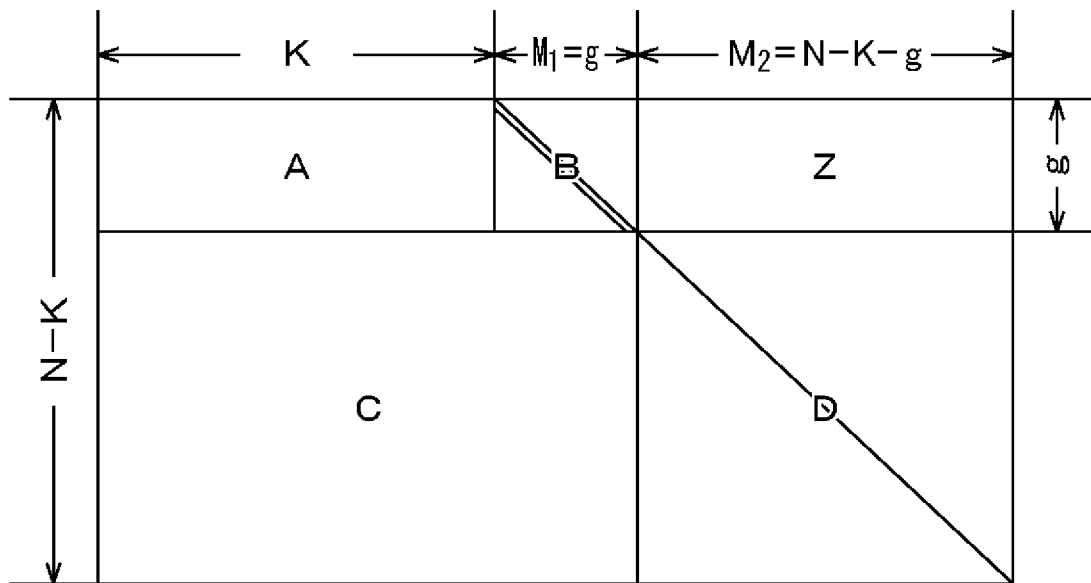


[図21]
図21



[図22]

図22



[図23]

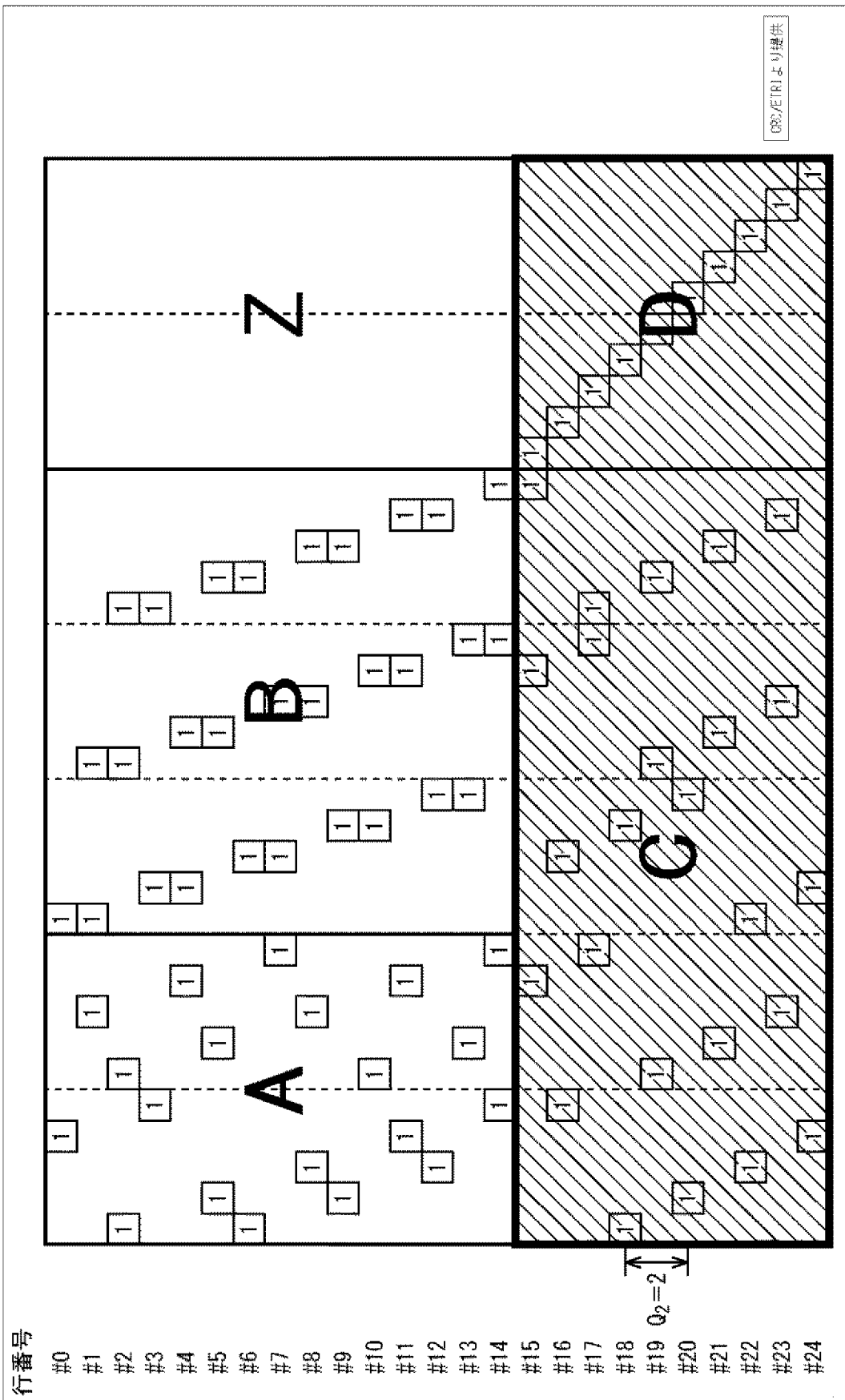
図23

2	6	18
2	10	19
22		
19		
15		

CRC/ETRI より提供

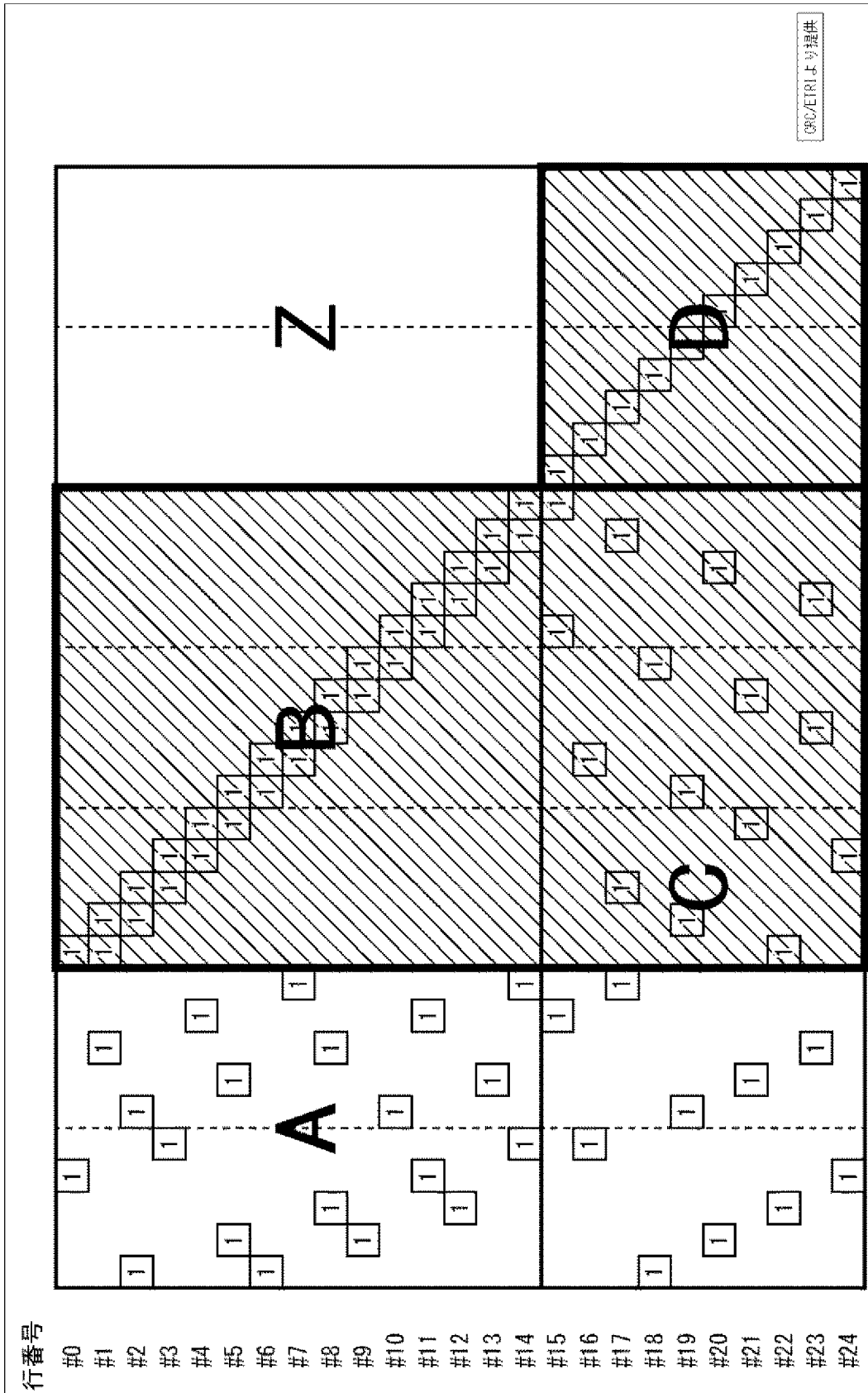
[図26]

図26



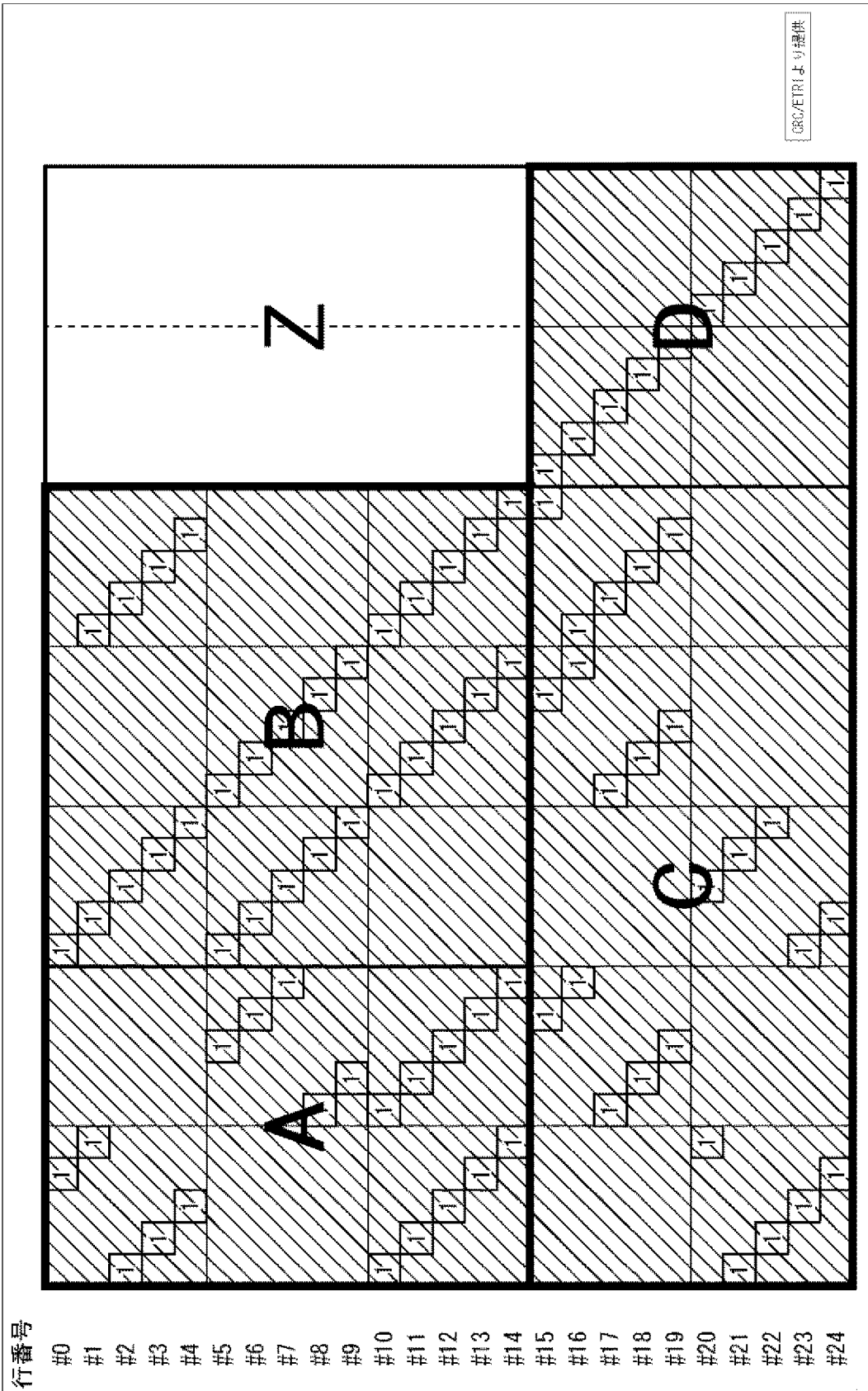
[図28]

図28



[図29]

図29



[図31]

図31

N=16200, rate=10/15

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770 3821 4384 4
470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007 3254 3519
3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197
1816 2313 3649
740 1951 3844
1320 3703 4791
1754 2905 4058
7 917 5277
3048 3954 5396
4804 4824 5105
2812 3895 5226
0 5318 5358
1483 2324 4826
2266 4752 5387

[図33]

図33

N=64800, rate=7/15

7 15 26 69 1439 3712 5756 5792 5911 8456 10579 19462 19782 21709 23214 25142 2
6040 30206 30475 31211 31427 32105 32989 33082 33502 34116 34241 34288 34292 343
18 34373 34390 34465

83 1159 2271 6500 6807 7823 10344 10700 13367 14162 14242 14352 15015 17301 18
952 20811 24974 25795 27868 28081 33077 33204 33262 33350 33516 33677 33680 3393
0 34090 34250 34290 34377 34398

25 2281 2995 3321 6006 7482 8428 11489 11601 14011 17409 26210 29945 30675 311
01 31355 31421 31543 31697 32056 32216 33282 33453 33487 33696 34044 34107 34213
34247 34261 34276 34467 34495

0 43 87 2530 4485 4595 9951 11212 12270 12344 15566 21335 24699 26580 28518 28
564 28812 29821 30418 31467 31871 32513 32597 33187 33402 33706 33838 33932 3397
7 34084 34283 34440 34473

81 3344 5540 7711 13308 15400 15885 18265 18632 22209 23657 27736 29158 29701
29845 30409 30654 30855 31420 31604 32519 32901 33267 33444 33525 33712 33878 34
031 34172 34432 34496 34502 34541

42 50 66 2501 4706 6715 6970 8637 9999 14555 22776 26479 27442 27984 28534 295
87 31309 31783 31907 31927 31934 32313 32369 32830 33364 33434 33553 33654 33725
33889 33962 34467 34482

6534 7122 8723 13137 13183 15818 18307 19324 20017 26389 29326 31464 32678 336
68 34217

50 113 2119 5038 5581 6397 6550 10987 22308 25141 25943 29299 30186 33240 3339
9

7262 8787 9246 10032 10505 13090 14587 14790 16374 19946 21129 25726 31033 336
60 33675

5004 5087 5291 7949 9477 11845 12698 14585 15239 17486 18100 18259 21409 21789
24280

28 82 3939 5007 6682 10312 12485 14384 21570 25512 26612 26854 30371 31114 326
89

437 3055 9100 9517 12369 19030 19950 21328 24196 24236 25928 28458 30013 32181
33560

18 3590 4832 7053 8919 21149 24256 26543 27266 30747 31839 32671 33089 33571 3
4296

2678 4569 4667 6551 7639 10057 24276 24563 25818 26592 27879 28028 29444 29873
34017

72 77 2874 9092 10041 13669 20676 20778 25566 28470 28888 30338 31772 32143 33
939

296 2196 7309 11901 14025 15733 16768 23587 25489 30936 31533 33749 34331 3443
1 34507

6 8144 12490 13275 14140 18706 20251 20644 21441 21938 23703 34190 34444 34463
34495

5108 14499 15734 19222 24695 25667 28359 28432 30411 30720 34161 34386 34465 3
4511 34522

61 89 3042 5524 12128 22505 22700 22919 24454 30526 33437 34114 34188 34490 34
502

11 83 4668 4856 6361 11633 15342 16393 16958 26613 29136 30917 32559 34346 345
04

3185 9728 25062

1643 5531 21573

2285 6088 24083

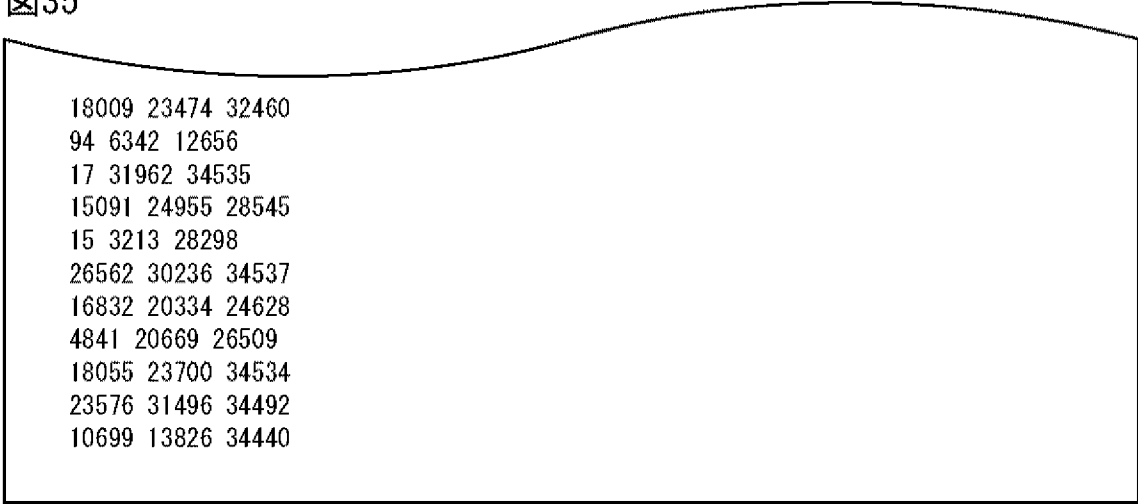
[図34]

図34

78 14678 19119
49 13705 33535
21192 32280 32781
10753 21469 22084
10082 11950 13889
7861 25107 29167
14051 34171 34430
706 894 8316
29693 30445 32281
10202 30964 34448
15815 32453 34463
4102 21608 24740
4472 29399 31435
1162 7118 23226
4791 33548 34096
1084 34099 34418
1765 20745 33714
1302 21300 33655
33 8736 16646
53 18671 19089
21 572 2028
3339 11506 16745
285 6111 12643
27 10336 11586
21046 32728 34538
22215 24195 34026
19975 26938 29374
16473 26777 34212
20 29260 32784
35 31645 32837
26132 34410 34495
12446 20649 26851
6796 10992 31061
0 46 8420
10 636 22885
7183 16342 18305
1 5604 28258
6071 18675 34489
16786 25023 33323
3573 5081 10925
5067 31761 34415
3735 33534 34522
85 32829 34518
6555 23368 34559
22083 29335 29390
6738 21110 34316
120 4192 11123
3313 4144 20824
27783 28550 31034
6597 8164 34427

[図35]

図35



18009	23474	32460
94	6342	12656
17	31962	34535
15091	24955	28545
15	3213	28298
26562	30236	34537
16832	20334	24628
4841	20669	26509
18055	23700	34534
23576	31496	34492
10699	13826	34440

[図36]

図36

N=64800, rate=9/15

113 1557 3316 5680 6241 10407 13404 13947 14040 14353 15522 15698 16079 17363
 19374 19543 20530 22833 24339
 271 1361 6236 7006 7307 7333 12768 15441 15568 17923 18341 20321 21502 22023 2
 3938 25351 25590 25876 25910
 73 605 872 4008 6279 7653 10346 10799 12482 12935 13604 15909 16526 19782 2050
 6 22804 23629 24859 25600
 1445 1690 4304 4851 8919 9176 9252 13783 16076 16675 17274 18806 18882 20819 2
 1958 22451 23869 23999 24177
 1290 2337 5661 6371 8996 10102 10941 11360 12242 14918 16808 20571 23374 24046
 25045 25060 25662 25783 25913
 28 42 1926 3421 3503 8558 9453 10168 15820 17473 19571 19685 22790 23336 23367
 23890 24061 25657 25680
 0 1709 4041 4932 5968 7123 8430 9564 10596 11026 14761 19484 20762 20858 23803
 24016 24795 25853 25863
 29 1625 6500 6609 16831 18517 18568 18738 19387 20159 20544 21603 21941 24137
 24269 24416 24803 25154 25395
 55 66 871 3700 11426 13221 15001 16367 17601 18380 22796 23488 23938 25476 256
 35 25678 25807 25857 25872
 1 19 5958 8548 8860 11489 16845 18450 18469 19496 20190 23173 25262 25566 2566
 8 25679 25858 25888 25915
 7520 7690 8855 9183 14654 16695 17121 17854 18083 18428 19633 20470 20736 2172
 0 22335 23273 25083 25293 25403
 48 58 410 1299 3786 10668 18523 18963 20864 22106 22308 23033 23107 23128 2399
 0 24286 24409 24595 25802
 12 51 3894 6539 8276 10885 11644 12777 13427 14039 15954 17078 19053 20537 228
 63 24521 25087 25463 25838
 3509 8748 9581 11509 15884 16230 17583 19264 20900 21001 21310 22547 22756 229
 59 24768 24814 25594 25626 25880
 21 29 69 1448 2386 4601 6626 6667 10242 13141 13852 14137 18640 19951 22449 23
 454 24431 25512 25814
 18 53 7890 9934 10063 16728 19040 19809 20825 21522 21800 23582 24556 25031 25
 547 25562 25733 25789 25906
 4096 4582 5766 5894 6517 10027 12182 13247 15207 17041 18958 20133 20503 22228
 24332 24613 25689 25855 25883
 0 25 819 5539 7076 7536 7695 9532 13668 15051 17683 19665 20253 21996 24136 24
 890 25758 25784 25807
 34 40 44 4215 6076 7427 7965 8777 11017 15593 19542 22202 22973 23397 23423 24
 418 24873 25107 25644
 1595 6216 22850 25439
 1562 15172 19517 22362
 7508 12879 24324 24496
 6298 15819 16757 18721
 11173 15175 19966 21195
 59 13505 16941 23793
 2267 4830 12023 20587
 8827 9278 13072 16664
 14419 17463 23398 25348
 6112 16534 20423 22698
 493 8914 21103 24799

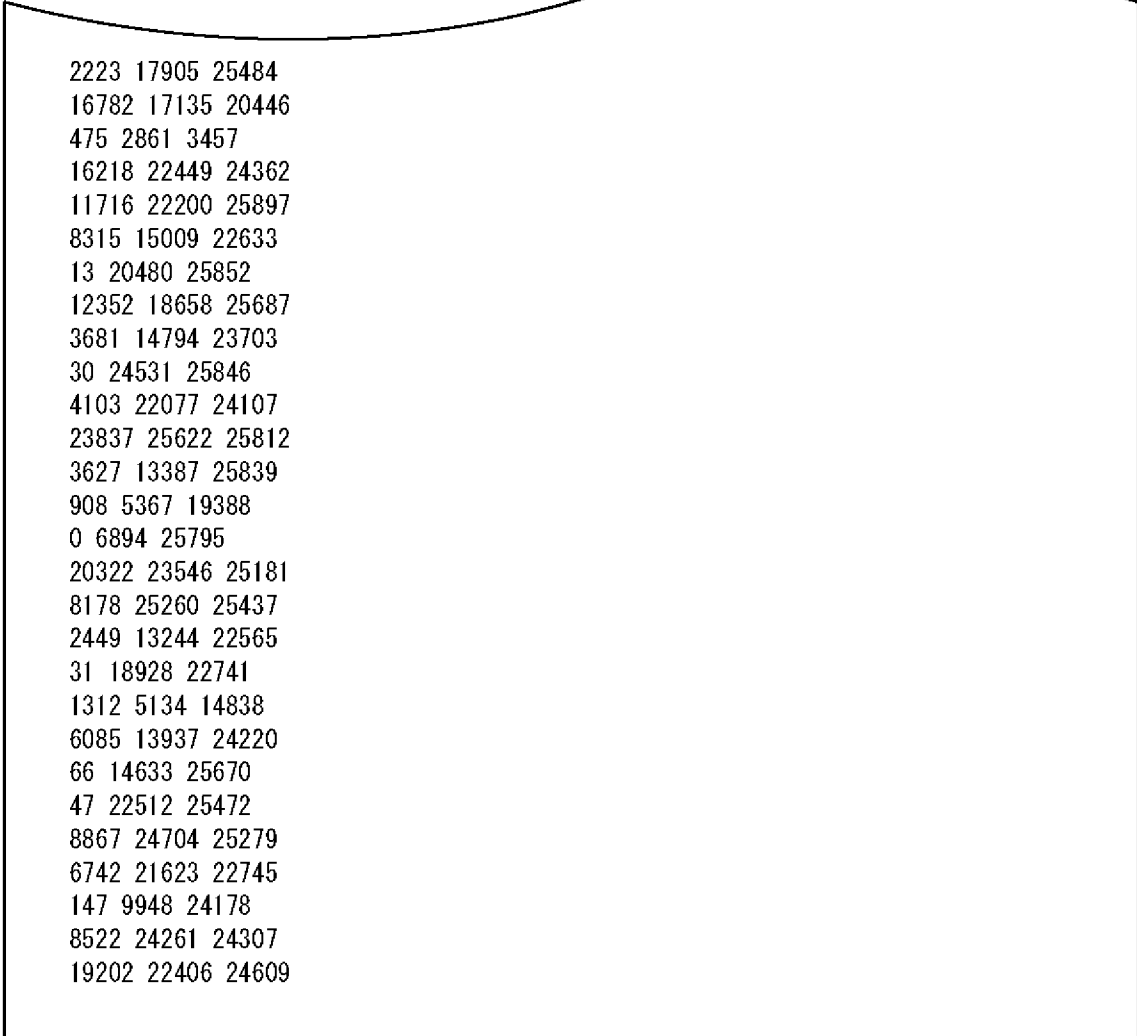
[図37]

図37

6896 12761 13206 25873
2 1380 12322 21701
11600 21306 25753 25790
8421 13076 14271 15401
9630 14112 19017 20955
212 13932 21781 25824
5961 9110 16654 19636
58 5434 9936 12770
6575 11433 19798
2731 7338 20926
14253 18463 25404
21791 24805 25869
2 11646 15850
6075 8586 23819
18435 22093 24852
2103 2368 11704
10925 17402 18232
9062 25061 25674
18497 20853 23404
18606 19364 19551
7 1022 25543
6744 15481 25868
9081 17305 25164
8 23701 25883
9680 19955 22848
56 4564 19121
5595 15086 25892
3174 17127 23183
19397 19817 20275
12561 24571 25825
7111 9889 25865
19104 20189 21851
549 9686 25548
6586 20325 25906
3224 20710 21637
641 15215 25754
13484 23729 25818
2043 7493 24246
16860 25230 25768
22047 24200 24902
9391 18040 19499
7855 24336 25069
23834 25570 25852
1977 8800 25756
6671 21772 25859
3279 6710 24444
24099 25117 25820
5553 12306 25915
48 11107 23907
10832 11974 25773

[図38]

図38



2223 17905 25484
16782 17135 20446
475 2861 3457
16218 22449 24362
11716 22200 25897
8315 15009 22633
13 20480 25852
12352 18658 25687
3681 14794 23703
30 24531 25846
4103 22077 24107
23837 25622 25812
3627 13387 25839
908 5367 19388
0 6894 25795
20322 23546 25181
8178 25260 25437
2449 13244 22565
31 18928 22741
1312 5134 14838
6085 13937 24220
66 14633 25670
47 22512 25472
8867 24704 25279
6742 21623 22745
147 9948 24178
8522 24261 24307
19202 22406 24609

[図39]

図39

N=64800, rate=11/15

696 989 1238 3091 3116 3738 4269 6406 7033 8048 9157 10254 12033 16456 16912
 444 1488 6541 8626 10735 12447 13111 13706 14135 15195 15947 16453 16916 17137
 17268
 401 460 992 1145 1576 1678 2238 2320 4280 6770 10027 12486 15363 16714 17157
 1161 3108 3727 4508 5092 5348 5582 7727 11793 12515 12917 13362 14247 16717 17
 205
 542 1190 6883 7911 8349 8835 10489 11631 14195 15009 15454 15482 16632 17040 1
 7063
 17 487 776 880 5077 6172 9771 11446 12798 16016 16109 16171 17087 17132 17226
 1337 3275 3462 4229 9246 10180 10845 10866 12250 13633 14482 16024 16812 17186
 17241
 15 980 2305 3674 5971 8224 11499 11752 11770 12897 14082 14836 15311 16391 172
 09
 0 3926 5869 8696 9351 9391 11371 14052 14172 14636 14974 16619 16961 17033 172
 37
 3033 5317 6501 8579 10698 12168 12966 14019 15392 15806 15991 16493 16690 1706
 2 17090
 981 1205 4400 6410 11003 13319 13405 14695 15846 16297 16492 16563 16616 16862
 16953
 1725 4276 8869 9588 14062 14486 15474 15548 16300 16432 17042 17050 17060 1717
 5 17273
 1807 5921 9960 10011 14305 14490 14872 15852 16054 16061 16306 16799 16833 171
 36 17262
 2826 4752 6017 6540 7016 8201 14245 14419 14716 15983 16569 16652 17171 17179
 17247
 1662 2516 3345 5229 8086 9686 11456 12210 14595 15808 16011 16421 16825 17112
 17195
 2890 4821 5987 7226 8823 9869 12468 14694 15352 15805 16075 16462 17102 17251
 17263
 3751 3890 4382 5720 10281 10411 11350 12721 13121 14127 14980 15202 15335 1673
 5 17123
 26 30 2805 5457 6630 7188 7477 7556 11065 16608 16859 16909 16943 17030 17103
 40 4524 5043 5566 9645 10204 10282 11696 13080 14837 15607 16274 17034 17225 1
 7266
 904 3157 6284 7151 7984 11712 12887 13767 15547 16099 16753 16829 17044 17250
 17259
 7 311 4876 8334 9249 11267 14072 14559 15003 15235 15686 16331 17177 17238 172
 53
 4410 8066 8596 9631 10369 11249 12610 15769 16791 16960 17018 17037 17062 1716
 5 17204
 24 8261 9691 10138 11607 12782 12786 13424 13933 15262 15795 16476 17084 17193
 17220
 88 11622 14705 15890
 304 2026 2638 6018
 1163 4268 11620 17232
 9701 11785 14463 17260
 4118 10952 12224 17006
 3647 10823 11521 12060
 1717 3753 9199 11642

[図40]


図40

2187 14280 17220
14787 16903 17061
381 3534 4294
3149 6947 8323
12562 16724 16881
7289 9997 15306
5615 13152 17260
5666 16926 17027
4190 7798 16831
4778 10629 17180
10001 13884 15453
6 2237 8203
7831 15144 15160
9186 17204 17243
9435 17168 17237
42 5701 17159
7812 14259 15715
39 4513 6658
38 9368 11273
1119 4785 17182
5620 16521 16729
16 6685 17242
210 3452 12383
466 14462 16250
10548 12633 13962
1452 6005 16453
22 4120 13684
5195 11563 16522
5518 16705 17201
12233 14552 15471
6067 13440 17248
8660 8967 17061
8673 12176 15051
5959 15767 16541
3244 12109 12414
31 15913 16323
3270 15686 16653
24 7346 14675
12 1531 8740
6228 7565 16667
16936 17122 17162
4868 8451 13183
3714 4451 16919
11313 13801 17132
17070 17191 17242
1911 11201 17186
14 17190 17254
11760 16008 16832
14543 17033 17278
16129 16765 17155

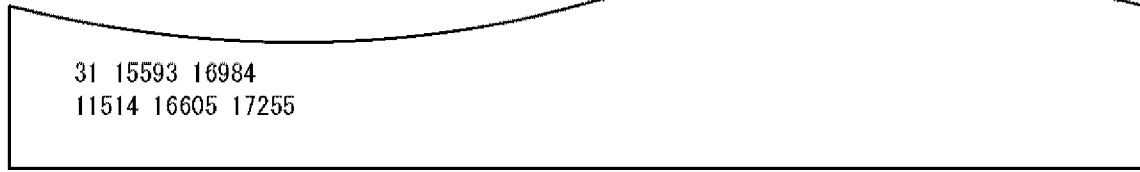
[図41]

図41

6891 15561 17007
12741 14744 17116
8992 16661 17277
1861 11130 16742
4822 13331 16192
13281 14027 14989
38 14887 17141
10698 13452 15674
4 2539 16877
857 17170 17249
11449 11906 12867
285 14118 16831
15191 17214 17242
39 728 16915
2469 12969 15579
16644 17151 17164
2592 8280 10448
9236 12431 17173
9064 16892 17233
4526 16146 17038
31 2116 16083
15837 16951 17031
5362 8382 16618
6137 13199 17221
2841 15068 17068
24 3620 17003
9880 15718 16764
1784 10240 17209
2731 10293 10846
3121 8723 16598
8563 15662 17088
13 1167 14676
29 13850 15963
3654 7553 8114
23 4362 14865
4434 14741 16688
8362 13901 17244
13687 16736 17232
46 4229 13394
13169 16383 16972
16031 16681 16952
3384 9894 12580
9841 14414 16165
5013 17099 17115
2130 8941 17266
6907 15428 17241
16 1860 17235
2151 16014 16643
14954 15958 17222
3969 8419 15116

[42]

42



[図43]

図43

N=64800, rate=13/15

142 2307 2598 2650 4028 4434 5781 5881 6016 6323 6681 6698 8125
 2932 4928 5248 5256 5983 6773 6828 7789 8426 8494 8534 8539 8583
 899 3295 3833 5399 6820 7400 7753 7890 8109 8451 8529 8564 8602
 21 3060 4720 5429 5636 5927 6966 8110 8170 8247 8355 8365 8616
 20 1745 2838 3799 4380 4418 4646 5059 7343 8161 8302 8456 8631
 9 6274 6725 6792 7195 7333 8027 8186 8209 8273 8442 8548 8632
 494 1365 2405 3799 5188 5291 7644 7926 8139 8458 8504 8594 8625
 192 574 1179 4387 4695 5089 5831 7673 7789 8298 8301 8612 8632
 11 20 1406 6111 6176 6256 6708 6834 7828 8232 8457 8495 8602
 6 2654 3554 4483 4966 5866 6795 8069 8249 8301 8497 8509 8623
 21 1144 2355 3124 6773 6805 6887 7742 7994 8358 8374 8580 8611
 335 4473 4883 5528 6096 7543 7586 7921 8197 8319 8394 8489 8636
 2919 4331 4419 4735 6366 6393 6844 7193 8165 8205 8544 8586 8617
 12 19 742 930 3009 4330 6213 6224 7292 7430 7792 7922 8137
 710 1439 1588 2434 3516 5239 6248 6827 8230 8448 8515 8581 8619
 200 1075 1868 5581 7349 7642 7698 8037 8201 8210 8320 8391 8526
 3 2501 4252 5256 5292 5567 6136 6321 6430 6486 7571 8521 8636
 3062 4599 5885 6529 6616 7314 7319 7567 8024 8153 8302 8372 8598
 105 381 1574 4351 5452 5603 5943 7467 7788 7933 8362 8513 8587
 787 1857 3386 3659 6550 7131 7965 8015 8040 8312 8484 8525 8537
 15 1118 4226 5197 5575 5761 6762 7038 8260 8338 8444 8512 8568
 36 5216 5368 5616 6029 6591 8038 8067 8299 8351 8565 8578 8585
 1 23 4300 4530 5426 5532 5817 6967 7124 7979 8022 8270 8437
 629 2133 4828 5475 5875 5890 7194 8042 8345 8385 8518 8598 8612
 11 1065 3782 4237 4993 7104 7863 7904 8104 8228 8321 8383 8565
 2131 2274 3168 3215 3220 5597 6347 7812 8238 8354 8527 8557 8614
 5600 6591 7491 7696
 1766 8281 8626
 1725 2280 5120
 1650 3445 7652
 4312 6911 8626
 15 1013 5892
 2263 2546 2979
 1545 5873 7406
 67 726 3697
 2860 6443 8542
 17 911 2820
 1561 4580 6052
 79 5269 7134
 22 2410 2424
 3501 5642 8627
 808 6950 8571
 4099 6389 7482
 4023 5000 7833
 5476 5765 7917
 1008 3194 7207
 20 495 5411
 1703 8388 8635
 6 4395 4921

[図44]

図44

200 2053 8206
1089 5126 5562
10 4193 7720
1967 2151 4608
22 738 3513
3385 5066 8152
440 1118 8537
3429 6058 7716
5213 7519 8382
5564 8365 8620
43 3219 8603
4 5409 5815
5 6376 7654
4091 5724 5953
5348 6754 8613
1634 6398 6632
72 2058 8605
3497 5811 7579
3846 6743 8559
15 5933 8629
2133 5859 7068
4151 4617 8566
2960 8270 8410
2059 3617 8210
544 1441 6895
4043 7482 8592
294 2180 8524
3058 8227 8373
364 5756 8617
5383 8555 8619
1704 2480 4181
7338 7929 7990
2615 3905 7981
4298 4548 8296
8262 8319 8630
892 1893 8028
5694 7237 8595
1487 5012 5810
4335 8593 8624
3509 4531 5273
10 22 830
4161 5208 6280
275 7063 8634
4 2725 3113
2279 7403 8174
1637 3328 3930
2810 4939 5624
3 1234 7687
2799 7740 8616
22 7701 8636

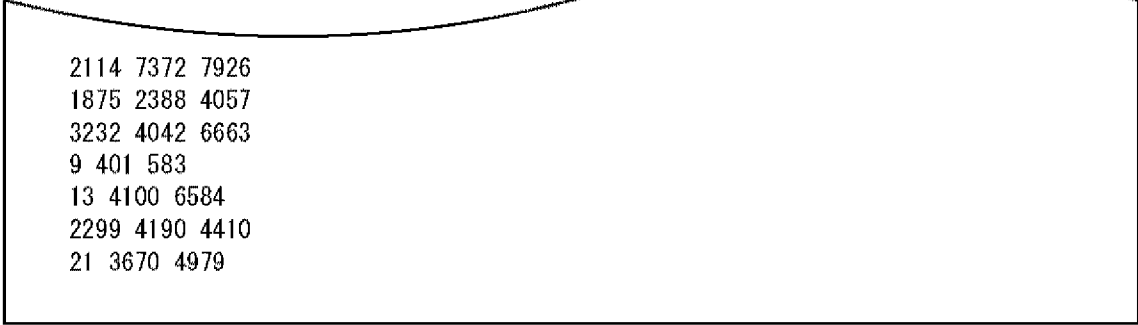
[図45]

図45

4302 7857 7993
7477 7794 8592
9 6111 8591
5 8606 8628
347 3497 4033
1747 2613 8636
1827 5600 7042
580 1822 6842
232 7134 7783
4629 5000 7231
951 2806 4947
571 3474 8577
2437 2496 7945
23 5873 8162
12 1168 7686
8315 8540 8596
1766 2506 4733
929 1516 3338
21 1216 6555
782 1452 8617
8 6083 6087
667 3240 4583
4030 4661 5790
559 7122 8553
3202 4388 4909
2533 3673 8594
1991 3954 6206
6835 7900 7980
189 5722 8573
2680 4928 4998
243 2579 7735
4281 8132 8566
7656 7671 8609
1116 2291 4166
21 388 8021
6 1123 8369
311 4918 8511
0 3248 6290
13 6762 7172
4209 5632 7563
49 127 8074
581 1735 4075
0 2235 5470
2178 5820 6179
16 3575 6054
1095 4564 6458
9 1581 5953
2537 6469 8552
14 3874 4844
0 3269 3551

[図46]

[図46]



2114	7372	7926
1875	2388	4057
3232	4042	6663
9	401	583
13	4100	6584
2299	4190	4410
21	3670	4979

[図47]

図47

N=64800, rate=6/15

1606 3402 4961 6751 7132 11516 12300 12482 12592 13342 13764 14123 21576 23946
 24533 25376 25667 26836 31799 34173 35462 36153 36740 37085 37152 37468 37658
 4621 5007 6910 8732 9757 11508 13099 15513 16335 18052 19512 21319 23663 25628
 27208 31333 32219 33003 33239 33447 36200 36473 36938 37201 37283 37495 38642
 16 1094 2020 3080 4194 5098 5631 6877 7889 8237 9804 10067 11017 11366 13136 1
 3354 15379 18934 20199 24522 26172 28666 30386 32714 36390 37015 37162
 700 897 1708 6017 6490 7372 7825 9546 10398 16605 18561 18745 21625 22137 2369
 3 24340 24966 25015 26995 28586 28895 29687 33938 34520 34858 37056 38297
 159 2010 2573 3617 4452 4958 5556 5832 6481 8227 9924 10836 14954 15594 16623
 18065 19249 22394 22677 23408 23731 24076 24776 27007 28222 30343 38371
 3118 3545 4768 4992 5227 6732 8170 9397 10522 11508 15536 20218 21921 28599 29
 445 29758 29968 31014 32027 33685 34378 35867 36323 36728 36870 38335 38623
 1264 4254 6936 9165 9486 9950 10861 11653 13697 13961 15164 15665 18444 19470
 20313 21189 24371 26431 26999 28086 28251 29261 31981 34015 35850 36129 37186
 111 1307 1628 2041 2524 5358 7988 8191 10322 11905 12919 14127 15515 15711 170
 61 19024 21195 22902 23727 24401 24608 25111 25228 27338 35398 37794 38196
 961 3035 7174 7948 13355 13607 14971 18189 18339 18665 18875 19142 20615 21136
 21309 21758 23366 24745 25849 25982 27583 30006 31118 32106 36469 36583 37920
 2990 3549 4273 4808 5707 6021 6509 7456 8240 10044 12262 12660 13085 14750 156
 80 16049 21587 23997 25803 28343 28693 34393 34860 35490 36021 37737 38296
 955 4323 5145 6885 8123 9730 11840 12216 19194 20313 23056 24248 24830 25268 2
 6617 26801 28557 29753 30745 31450 31973 32839 33025 33296 35710 37366 37509
 264 605 4181 4483 5156 7238 8863 10939 11251 12964 16254 17511 20017 22395 228
 18 23261 23422 24064 26329 27723 28186 30434 31956 33971 34372 36764 38123
 520 2562 2794 3528 3860 4402 5676 6963 8655 9018 9783 11933 16336 17193 17320
 19035 20606 23579 23769 24123 24966 27866 32457 34011 34499 36620 37526
 10106 10637 10906 34242
 1856 15100 19378 21848
 943 11191 27806 29411
 4575 6359 13629 19383
 4476 4953 18782 24313
 5441 6381 21840 35943
 9638 9763 12546 30120
 9587 10626 11047 25700
 4088 15298 28768 35047
 2332 6363 8782 28863
 4625 4933 28298 30289
 3541 4918 18257 31746
 1221 25233 26757 34892
 8150 16677 27934 30021
 8500 25016 33043 38070
 7374 10207 16189 35811
 611 18480 20064 38261
 25416 27352 36089 38469
 1667 17614 25839 32776
 4118 12481 21912 37945
 5573 13222 23619 31271
 18271 26251 27182 30587
 14690 26430 26799 34355

Samsungより提供

[図48]

図48

13688 16040 20716 34558
2740 14957 23436 32540
3491 14365 14681 36858
4796 6238 25203 27854
1731 12816 17344 26025
19182 21662 23742 27872
6502 13641 17509 34713
12246 12372 16746 27452
1589 21528 30621 34003
12328 20515 30651 31432
3415 22656 23427 36395
632 5209 25958 31085
619 3690 19648 37778
9528 13581 26965 36447
2147 26249 26968 28776
15698 18209 30683
1132 19888 34111
4608 25513 38874
475 1729 34100
7348 32277 38587
182 16473 33082
3865 9678 21265
4447 20151 27618
6335 14371 38711
704 9695 28858
4856 9757 30546
1993 19361 30732
756 28000 29138
3821 24076 31813
4611 12326 32291
7628 21515 34995
1246 13294 30068
6466 33233 35865
14484 23274 38150
21269 36411 37450
23129 26195 37653

Samsungより提供

[図49]

図49

N=64800, rate=8/15

2768 3039 4059 5856 6245 7013 8157 9341 9802 10470 11521 12083 16610 18361 203
 21 24601 27420 28206 29788
 2739 8244 8891 9157 12624 12973 15534 16622 16919 18402 18780 19854 20220 2054
 3 22306 25540 27478 27678 28053
 1727 2268 6246 7815 9010 9556 10134 10472 11389 14599 15719 16204 17342 17666
 18850 22058 25579 25860 29207
 28 1346 3721 5565 7019 9240 12355 13109 14800 16040 16839 17369 17631 19357 19
 473 19891 20381 23911 29683
 869 2450 4386 5316 6160 7107 10362 11132 11271 13149 16397 16532 17113 19894 2
 2043 22784 27383 28615 28804
 508 4292 5831 8559 10044 10412 11283 14810 15888 17243 17538 19903 20528 22090
 22652 27235 27384 28208 28485
 389 2248 5840 6043 7000 9054 11075 11760 12217 12565 13587 15403 19422 19528 2
 1493 25142 27777 28566 28702
 1015 2002 5764 6777 9346 9629 11039 11153 12690 13068 13990 16841 17702 20021
 24106 26300 29332 30081 30196
 1480 3084 3467 4401 4798 5187 7851 11368 12323 14325 14546 16360 17158 18010 2
 1333 25612 26556 26906 27005
 6925 8876 12392 14529 15253 15437 19226 19950 20321 23021 23651 24393 24653 26
 668 27205 28269 28529 29041 29292
 2547 3404 3538 4666 5126 5468 7695 8799 14732 15072 15881 17410 18971 19609 19
 717 22150 24941 27908 29018
 888 1581 2311 5511 7218 9107 10454 12252 13662 15714 15894 17025 18671 24304 2
 5316 25556 28489 28977 29212
 1047 1494 1718 4645 5030 6811 7868 8146 10611 15767 17682 18391 22614 23021 23
 763 25478 26491 29088 29757
 59 1781 1900 3814 4121 8044 8906 9175 11156 14841 15789 16033 16755 17292 1855
 0 19310 22505 29567 29850
 1952 3057 4399 9476 10171 10769 11335 11569 15002 19501 20621 22642 23452 2436
 0 25109 25290 25828 28505 29122
 2895 3070 3437 4764 4905 6670 9244 11845 13352 13573 13975 14600 15871 17996 1
 9672 20079 20579 25327 27958
 612 1528 2004 4244 4599 4926 5843 7684 10122 10443 12267 14368 18413 19058 229
 85 24257 26202 26596 27899
 1361 2195 4146 6708 7158 7538 9138 9998 14862 15359 16076 18925 21401 21573 22
 503 24146 24247 27778 29312
 5229 6235 7134 7655 9139 13527 15408 16058 16705 18320 19909 20901 22238 22437
 23654 25131 27550 28247 29903
 697 2035 4887 5275 6909 9166 11805 15338 16381 18403 20425 20688 21547 24590 2
 5171 26726 28848 29224 29412
 5379 17329 22659 23062
 11814 14759 22329 22936
 2423 2811 10296 12727
 8460 15260 16769 17290
 14191 14608 29536 30187
 7103 10069 20111 22850
 4285 15413 26448 29069
 548 2137 9189 10928
 4581 7077 23382 23949

Samsungより提供

[図50]

図50

3942 17248 19486 27922
8668 10230 16922 26678
6158 9980 13788 28198
12422 16076 24206 29887
8778 10649 18747 22111
21029 22677 27150 28980
7918 15423 27672 27803
5927 18086 23525
3397 15058 30224
24016 25880 26268
1096 4775 7912
3259 17301 20802
129 8396 15132
17825 28119 28676
2343 8382 28840
3907 18374 20939
1132 1290 8786
1481 4710 28846
2185 3705 26834
5496 15681 21854
12697 13407 22178
12788 21227 22894
629 2854 6232
2289 18227 27458
7593 21935 23001
3836 7081 12282
7925 18440 23135
497 6342 9717
11199 22046 30067
12572 28045 28990
1240 2023 10933
19566 20629 25186
6442 13303 28813
4765 10572 16180
552 19301 24286
6782 18480 21383
11267 12288 15758
771 5652 15531
16131 20047 25649
13227 23035 24450
4839 13467 27488
2852 4677 22993
2504 28116 29524
12518 17374 24267
1222 11859 27922
9660 17286 18261
232 11296 29978
9750 11165 16295
4894 9505 23622
10861 11980 14110

Samsungより提供

[図51]

図51

2128 15883 22836
6274 17243 21989
10866 13202 22517
11159 16111 21608
3719 18787 22100
1756 2020 23901
20913 29473 30103
2729 15091 26976
4410 8217 12963
5395 24564 28235
3859 17909 23051
5733 26005 29797
1935 3492 29773
11903 21380 29914
6091 10469 29997
2895 8930 15594
1827 10028 20070

Samsungより提供

[図52]

図52

N=64800, rate=12/15

584 1472 1621 1867 3338 3568 3723 4185 5126 5889 7737 8632 8940 9725
 221 445 590 3779 3835 6939 7743 8280 8448 8491 9367 10042 11242 12917
 4662 4837 4900 5029 6449 6687 6751 8684 9936 11681 11811 11886 12089 12909
 2418 3018 3647 4210 4473 7447 7502 9490 10067 11092 11139 11256 12201 12383
 2591 2947 3349 3406 4417 4519 5176 6672 8498 8863 9201 11294 11376 12184
 27 101 197 290 871 1727 3911 5411 6676 8701 9350 10310 10798 12439
 1765 1897 2923 3584 3901 4048 6963 7054 7132 9165 10184 10824 11278 12669
 2183 3740 4808 5217 5660 6375 6787 8219 8466 9037 10353 10583 11118 12762
 73 1594 2146 2715 3501 3572 3639 3725 6959 7187 8406 10120 10507 10691
 240 732 1215 2185 2788 2830 3499 3881 4197 4991 6425 7061 9756 10491
 831 1568 1828 3424 4319 4516 4639 6018 9702 10203 10417 11240 11518 12458
 2024 2970 3048 3638 3676 4152 5284 5779 5926 9426 9945 10873 11787 11837
 1049 1218 1651 2328 3493 4363 5750 6483 7613 8782 9738 9803 11744 11937
 1193 2060 2289 2964 3478 4592 4756 6709 7162 8231 8326 11140 11908 12243
 978 2120 2439 3338 3850 4589 6567 8745 9656 9708 10161 10542 10711 12639
 2403 2938 3117 3247 3711 5593 5844 5932 7801 10152 10226 11498 12162 12941
 1781 2229 2276 2533 3582 3951 5279 5774 7930 9824 10920 11038 12340 12440
 289 384 1980 2230 3464 3873 5958 8656 8942 9006 10175 11425 11745 12530
 155 354 1090 1330 2002 2236 3559 3705 4922 5958 6576 8564 9972 12760
 303 876 2059 2142 5244 5330 6644 7576 8614 9598 10410 10718 11033 12957
 3449 3617 4408 4602 4727 6182 8835 8928 9372 9644 10237 10747 11655 12747
 811 2565 2820 8677 8974 9632 11069 11548 11839 12107 12411 12695 12812 12890
 972 4123 4943 6385 6449 7339 7477 8379 9177 9359 10074 11709 12552 12831
 842 973 1541 2262 2905 5276 6758 7099 7894 8128 8325 8663 8875 10050
 474 791 968 3902 4924 4965 5085 5908 6109 6329 7931 9038 9401 10568
 1397 4461 4658 5911 6037 7127 7318 8678 8924 9000 9473 9602 10446 12692
 1334 7571 12881
 1393 1447 7972
 633 1257 10597
 4843 5102 11056
 3294 8015 10513
 1108 10374 10546
 5353 7824 10111
 3398 7674 8569
 7719 9478 10503
 2997 9418 9581
 5777 6519 11229
 1966 5214 9899
 6 4088 5827
 836 9248 9612
 483 7229 7548
 7865 8289 9804
 2915 11098 11900
 6180 7096 9481
 1431 6786 8924
 748 6757 8625
 3312 4475 7204
 1852 8958 11020
 1915 2903 4006

Samsungより提供

[図53]

図53

6776 10886 12531
2594 9998 12742
159 2002 12079
853 3281 3762
5201 5798 6413
3882 6062 12047
4133 6775 9657
228 6874 11183
7433 10728 10864
7735 8073 12734
2844 4621 11779
3909 7103 12804
6002 9704 11060
5864 6856 7681
3652 5869 7605
2546 2657 4461
2423 4203 9111
244 1855 4691
1106 2178 6371
391 1617 10126
250 9259 10603
3435 4614 6924
1742 8045 9529
7667 8875 11451
4023 6108 6911
8621 10184 11650
6726 10861 12348
3228 6302 7388
1 1137 5358
381 2424 8537
3256 7508 10044
1980 2219 4569
2468 5699 10319
2803 3314 12808
8578 9642 11533
829 4585 7923
59 329 5575
1067 5709 6867
1175 4744 12219
109 2518 6756
2105 10626 11153
5192 10696 10749
6260 7641 8233
2998 3094 11214
3398 6466 11494
6574 10448 12160
2734 10755 12780
1028 7958 10825
8545 8602 10793
392 3398 11417

Samsungより提供

[図54]

図54

6639 9291 12571
1067 7919 8934
1064 2848 12753
6076 8656 12690
5504 6193 10171
1951 7156 7356
4389 4780 7889
526 4804 9141
1238 3648 10464
2587 5624 12557
5560 5903 11963
1134 2570 3297
10041 11583 12157
1263 9585 12912
3744 7898 10646
45 9074 10315
1051 6188 10038
2242 8394 12712
3598 9025 12651
2295 3540 5610
1914 4378 12423
1766 3635 12759
5177 9586 11143
943 3590 11649
4864 6905 10454
5852 6042 10421
6095 8285 12349
2070 7171 8563
718 12234 12716
512 10667 11353
3629 6485 7040
2880 8865 11466
4490 10220 11796
5440 8819 9103
5262 7543 12411
516 7779 10940
2515 5843 9202
4684 5994 10586
573 2270 3324
7870 8317 10322
6856 7638 12909
1583 7669 10781
8141 9085 12555
3903 5485 9992
4467 11998 12904

Samsungより提供

[図55]

図55

N=16200, rate=6/15

27	430	519	828	1897	1943	2513	2600	2640	3310	3415	4266	5044	5100	5328	5483	592
8	6204	6392	6416	6602	7019	7415	7623	8112	8485	8724	8994	9445	9667			
27	174	188	631	1172	1427	1779	2217	2270	2601	2813	3196	3582	3895	3908	3948	446
3	4955	5120	5809	5988	6478	6604	7096	7673	7735	7795	8925	9613	9670			
27	370	617	852	910	1030	1326	1521	1606	2118	2248	2909	3214	3413	3623	3742	3752
4317	4694	5300	5687	6039	6100	6232	6491	6621	6860	7304	8542	8634				
990	1753	7635	8540													
933	1415	5666	8745													
27	6567	8707	9216													
2341	8692	9580	9615													
260	1092	5839	6080													
352	3750	4847	7726													
4610	6580	9506	9597													
2512	2974	4814	9348													
1461	4021	5060	7009													
1796	2883	5553	8306													
1249	5422	7057														
3965	6968	9422														
1498	2931	5092														
27	1090	6215														
26	4232	6354														

LGEより提供

[図56]

図56

N=16200, rate=7/15

553	742	901	1327	1544	2179	2519	3131	3280	3603	3789	3792	4253	5340	5934	5962	6
004	6698	7793	8001	8058	8126	8276	8559									
503	590	598	1185	1266	1336	1806	2473	3021	3356	3490	3680	3936	4501	4659	5891	6
132	6340	6602	7447	8007	8045	8059	8249									
795	831	947	1330	1502	2041	2328	2513	2814	2829	4048	4802	6044	6109	6461	6777	6
800	7099	7126	8095	8428	8519	8556	8610									
601	787	899	1757	2259	2518	2783	2816	2823	2949	3396	4330	4494	4684	4700	4837	4
881	4975	5130	5464	6554	6912	7094	8297									
4229	5628	7917	7992													
1506	3374	4174	5547													
4275	5650	8208	8533													
1504	1747	3433	6345													
3659	6955	7575	7852													
607	3002	4913	6453													
3533	6860	7895	8048													
4094	6366	8314														
2206	4513	5411														
32	3882	5149														
389	3121	4626														
1308	4419	6520														
2092	2373	6849														
1815	3679	7152														
3582	3979	6948														
1049	2135	3754														
2276	4442	6591														

LGEより提供

[図57]

図57

N=16200, rate=9/15

212 255 540 967 1033 1517 1538 3124 3408 3800 4373 4864 4905 5163 5177 6186
275 660 1351 2211 2876 3063 3433 4088 4273 4544 4618 4632 5548 6101 6111 6136
279 335 494 865 1662 1681 3414 3775 4252 4595 5272 5471 5796 5907 5986 6008
345 352 3094 3188 4297 4338 4490 4865 5303 6477
222 681 1218 3169 3850 4878 4954 5666 6001 6237
172 512 1536 1559 2179 2227 3334 4049 6464
716 934 1694 2890 3276 3608 4332 4468 5945
1133 1593 1825 2571 3017 4251 5221 5639 5845
1076 1222 6465
159 5064 6078
374 4073 5357
2833 5526 5845
1594 3639 5419
1028 1392 4239
115 622 2175
300 1748 6245
2724 3276 5349
1433 6117 6448
485 663 4955
711 1132 4315
177 3266 4339
1171 4841 4982
33 1584 3692
2820 3485 4249
1716 2428 3125
250 2275 6338
108 1719 4961

LGEより提供

[図58]

図58

N=16200, rate=11/15

49 719 784 794 968 2382 2685 2873 2974 2995 3540 4179
272 281 374 1279 2034 2067 2112 3429 3613 3815 3838 4216
206 714 820 1800 1925 2147 2168 2769 2806 3253 3415 4311
62 159 166 605 1496 1711 2652 3016 3347 3517 3654 4113
363 733 1118 2062 2613 2736 3143 3427 3664 4100 4157 4314
57 142 436 983 1364 2105 2113 3074 3639 3835 4164 4242
870 921 950 1212 1861 2128 2707 2993 3730 3968 3983 4227
185 2684 3263
2035 2123 2913
883 2221 3521
1344 1773 4132
438 3178 3650
543 756 1639
1057 2337 2898
171 3298 3929
1626 2960 3503
484 3050 3323
2283 2336 4189
2732 4132 4318
225 2335 3497
600 2246 2658
1240 2790 3020
301 1097 3539
1222 1267 2594
1364 2004 3603
1142 1185 2147
564 1505 2086
697 991 2908
1467 2073 3462
2574 2818 3637
748 2577 2772
1151 1419 4129
164 1238 3401

LGEより提供

[図59]

図59

N=16200, rate=13/15

71 334 645 779 786 1124 1131 1267 1379 1554 1766 1798 1939
6 183 364 506 512 922 972 981 1039 1121 1537 1840 2111
6 71 153 204 253 268 781 799 873 1118 1194 1661 2036
6 247 353 581 921 940 1108 1146 1208 1268 1511 1527 1671
6 37 466 548 747 1142 1203 1271 1512 1516 1837 1904 2125
6 171 863 953 1025 1244 1378 1396 1723 1783 1816 1914 2121
1268 1360 1647 1769
6 458 1231 1414
183 535 1244 1277
107 360 498 1456
6 2007 2059 2120
1480 1523 1670 1927
139 573 711 1790
6 1541 1889 2023
6 374 957 1174
287 423 872 1285
6 1809 1918
65 818 1396
590 766 2107
192 814 1843
775 1163 1256
42 735 1415
334 1008 2055
109 596 1785
406 534 1852
684 719 1543
401 465 1040
112 392 621
82 897 1950
887 1962 2125
793 1088 2159
723 919 1139
610 839 1302
218 1080 1816
627 1646 1749
496 1165 1741
916 1055 1662
182 722 945
5 595 1674

LGEより提供

[図60]

図60

N=64800, rate=10/15

316 1271 3692 9495 12147 12849 14928 16671 16938 17864 19108 20502 21097 21115
 2341 2559 2643 2816 2865 5137 5331 7000 7523 8023 10439 10797 13208 15041
 5556 6858 7677 10162 10207 11349 12321 12398 14787 15743 15859 15952 19313 208

79

349 573 910 2702 3654 6214 9246 9353 10638 11772 14447 14953 16620 19888
 204 1390 2887 3835 6230 6533 7443 7876 9299 10291 10896 13960 18287 20086
 541 2429 2838 7144 8523 8637 10490 10585 11074 12074 15762 16812 17900 18548
 733 1659 3838 5323 5805 7882 9429 10682 13697 16909 18846 19587 19592 20904
 1134 2136 4631 4653 4718 5197 10410 11666 14996 15305 16048 17417 18960 20303
 734 1001 1283 4959 10016 10176 10973 11578 12051 15550 15915 19022 19430 20121
 745 4057 5855 9885 10594 10989 13156 13219 13351 13631 13685 14577 17713 20386
 968 1446 2130 2502 3092 3787 5323 8104 8418 9998 11681 13972 17747 17929
 3020 3857 5275 5786 6319 8608 11943 14062 17144 17752 18001 18453 19311 21414
 709 747 1038 2181 5320 8292 10584 10859 13964 15009 15277 16953 20675 21509
 1663 3247 5003 5760 7186 7360 10346 14211 14717 14792 15155 16128 17355 17970
 516 578 1914 6147 9419 11148 11434 13289 13325 13332 19106 19257 20962 21556
 5009 5632 6531 9430 9886 10621 11765 13969 16178 16413 18110 18249 20616 20759
 457 2686 3318 4608 5620 5858 6480 7430 9602 12691 14664 18777 20152 20848
 33 2877 5334 6851 7907 8654 10688 15401 16123 17942 17969 18747 18931 20224
 87 897 7636 8663 11425 12288 12672 14199 16435 17615 17950 18953 19667 20281
 1042 1832 2545 2719 2947 3672 3700 6249 6398 6833 11114 14283 17694 20477
 326 488 2662 2880 3009 5357 6587 8882 11604 14374 18781 19051 19057 20508
 854 1294 2436 2852 4903 6466 7761 9072 9564 10321 13638 15658 16946 19119
 194 899 1711 2408 2786 5391 7108 8079 8716 11453 17303 19484 20989 21389
 1631 3121 3994 5005 7810 8850 10315 10589 13407 17162 18624 18758 19311 20301
 736 2424 4792 5600 6370 10061 16053 16775 18600
 1254 8163 8876 9157 12141 14587 16545 17175 18191
 388 6641 8974 10607 10716 14477 16825 17191 18400
 5578 6082 6824 7360 7745 8655 11402 11665 12428
 3603 8729 13463 14698 15210 19112 19550 20727 21052
 48 1732 3805 5158 15442 16909 19854 21071 21579
 11707 14014 21531
 1542 4133 4925
 10083 13505 21198
 14300 15765 16752
 778 1237 11215
 1325 3199 14534
 2007 14510 20599
 1996 5881 16429
 5111 15018 15980
 4989 10681 12810
 3763 10715 16515
 2259 10080 15642
 9032 11319 21305
 3915 15213 20884
 11150 15022 20201
 1147 6749 19625
 12139 12939 18870
 3840 4634 10244

LGEより提供

[図61]

図61

1018 10231 17720
2708 13056 13393
5781 11588 18888
1345 2036 5252
5908 8143 15141
1804 13693 18640
10433 13965 16950
9568 10122 15945
547 6722 14015
321 12844 14095
2632 10513 14936
6369 11995 20321
9920 19136 21529
1990 2726 10183
5763 12118 15467
503 10006 19564
9839 11942 19472
11205 13552 15389
8841 13797 19697
124 6053 18224
6477 14406 21146
1224 8027 16011
3046 4422 17717
739 12308 17760
4014 4130 7835
2266 5652 11981
2711 7970 18317
2196 15229 17217
8636 13302 16764
5612 15010 16657
615 1249 4639
3821 12073 18506
1066 16522 21536
11307 18363 19740
3240 8560 10391
3124 11424 20779
1604 8861 17394
2083 7400 8093
3218 7454 9155
9855 15998 20533
316 2850 20652
5583 9768 10333
7147 7713 18339
12607 17428 21418
14216 16954 18164
8477 15970 18488
1632 8032 9751
4573 9080 13507
11747 12441 13876
1183 15605 16675

LGEより提供

[図62]

図62

4408 10264 17109
5495 7882 12150
1010 3763 5065
9828 18054 21599
6342 7353 15358
6362 9462 19999
7184 13693 17622
4343 4654 10995
7099 8466 18520
11505 14395 15138
6779 16691 18726
7146 12644 20196
5865 16728 19634
4657 8714 21246
4580 5279 18750
3767 6620 18905
9209 13093 17575
12486 15875 19791
8046 14636 17491
2120 4643 13206
6186 9675 12601
784 5770 21585

LGEより提供

[図63]

図63

N=64800, rate=9/15

218 592 1116 2229 2989 3217 3922 4338 5063 7196 8516 9168 10774 12013 12355 12
 485 13238 13315 13365 15102 16325 16379 17222 17866 19091 21096 21677 22183 2288
 4 23023 23059 23295 23694 24888 25755
 142 556 754 1359 1813 2861 3733 4015 4103 4137 4590 5431 7423 8429 9924 10043
 11764 12672 13476 14250 15182 15575 15835 16093 16893 17014 17993 18328 19778 20
 782 22151 22347 23841 25434 25647
 8 1287 1813 2927 4094 4691 5599 7087 7503 8777 9100 11299 11310 12283 12638 12
 774 12983 13161 13750 13899 14093 14581 15066 18310 19537 21141 21530 21920 2272
 6 23080 23250 23588 23749 25129 25493
 170 2231 2273 4646 5468 5912 7624 7804 8019 8715 9157 10173 10978 13144 14209
 14508 15118 15510 16699 17285 18189 18842 19164 19242 19568 20657 20745 22599 22
 754 24105 24136 24644 25091 25259 25476
 611 3593 5689 5980 6779 7830 8200 8420 8701 10161 10601 10863 11251 11540 1230
 6 12364 12396 13247 13256 13454 13683 13810 13912 14254 14665 15530 16749 18022
 21173 21359 21564 21860 23562 23936 25873
 225 490 1197 1357 2322 3436 3759 5720 5886 10068 10994 12476 13186 13403 13774
 14376 14505 14946 15555 16515 17068 17581 18317 19533 19993 20376 20597 21656 2
 3103 23230 23860 24883 25100 25576 25835
 910 1479 3144 3600 4255 5851 6277 6587 7337 8562 9592 11428 11534 12127 12452
 13565 14336 15311 15470 16915 17520 18194 18324 18385 18575 19627 20126 20219 21
 108 21294 22218 22466 22541 23614 24218
 120 6693 11582 11756 14656 16088 24473 24811
 990 3571 8517 10259 14187 15732 17864 23697
 2366 5536 8236 14281 16178 19247 25431 25641
 9056 10221 16011 17287 22095 22694 23634 24541
 1138 3241 4444 11816 14651 17585 20317 24036
 3166 5421 7828 11855 13148 16492 22830 25181
 3644 5858 7555 12551 14018 15716 20181 20877
 3405 7546 10508 12355 12455 16386 22014 22846
 5305 12878 13734 15949 16747 17458 18068 23552
 2717 4365 5192 9626 11487 17811 24163 25201
 4705 5787 12649 14298 15570 19876 23193 24688
 3394 4960 9629 11445 19031 23128 23563 25774
 1648 4768 8372 11388 11448 13373 14773 15814
 4043 10049 13225 14765 18206 19663 20316 25534
 8820 15709 17949 18383 18624 19746 23307 25346
 221 10075 12281 13163 16430 18834 20637 21646
 264 296 2837 4856 9223 10324 16336 18557
 4532 7935 12782 16508 17549 21310 23929 24846
 5143 5666 6753 8248 12394 13840 14926 15611
 4289 9811 10826 11025 11425 15567 20767 25246
 1826 4386 6372 6698 7467 20479 23360 24751
 740 1873 3727 8628 11803 21326 24482 25134
 315 664 2026 10700 12624 21194 24678 24802
 8431 9604 11559 12120 19557 21047 21161 21584
 6275 8787 9830 10580 12795 15287 20794 21063
 3780 7735 9717 10410 14334 19217 24239 24857
 4214 9796 10451 17817 18072 18697 19265 24591
 2497 5485 6337 10065 13070 14240 20115 23668

NERCより提供

[図64]

図64

750 14148 17061 18247 22764 23024 24172 25347
8665 9325 11559 13331 20047 20633 22239 24771
2380 6028 6722 7577 10971 12640 25689 25899
726 2719 3466 4360 4490 4570 14908 21224
9935 11724 17848 20984
3206 5876 21624 22202
2016 6467 18748 21565
8700 14455 25199
3226 4420 10829
14098 15408 17937
974 3658 7162
112 3354 12949
2534 5898 8903
1419 8178 8313
11829 19776 25767
15438 17714 19803
220 2577 9487
158 5317 9608
3503 11020 23289
11919 14584 19928
1594 3696 16179
10671 16931 17471
1753 4357 7056
3522 12686 17448
6249 7005 16719
1635 2568 13330
6630 9681 24490
5839 9707 15176
5793 21197 22913
8105 19194 24006
2614 11400 20796
11519 13935 20122
4911 17744 20743
5136 6333 25790
7467 12085 25881
2460 10009 24753
7494 7741 11636
8801 12817 24194
14311 15139 16691
826 3907 19556
5009 10578 17371
953 6240 6283
7644 13421 18814
11989 12118 24827
10905 19182 21977
9089 20001 23153
2195 8597 23530
11195 15654 25877
5761 12774 20592
14546 19182 22537

NERCより提供

[図65]

図65

6708 16466 21216
 5969 14367 21850
 4267 10268 16960
 7643 15766 25598
 7842 17639 23802
 10516 11135 13663
 483 5940 7305
 9003 11614 22948
 21555 24593 25102
 3680 7927 19104
 10255 13278 20938
 16574 18589 19391
 7647 16916 18999
 740 6115 18541
 4233 10673 17021
 3520 10970 11696
 5172 19013 24821
 4867 19496 23534
 16451 19269 20178
 9275 12726 13369
 6508 10234 10389
 4614 6489 11229
 1861 12769 15928

NERCより提供

[図66]

図66

N=16200, rate=5/15

69 244 706 5145 5994 6066 6763 6815 8509
 257 541 618 3933 6188 7048 7484 8424 9104
 69 500 536 1494 1669 7075 7553 8202 10305
 11 189 340 2103 3199 6775 7471 7918 10530
 333 400 434 1806 3264 5693 8534 9274 10344
 111 129 260 3562 3676 3680 3809 5169 7308 8280
 100 303 342 3133 3952 4226 4713 5053 5717 9931
 83 87 374 828 2460 4943 6311 8657 9272 9571
 114 166 325 2680 4698 7703 7886 8791 9978 10684
 281 542 549 1671 3178 3955 7153 7432 9052 10219
 202 271 608 3860 4173 4203 5169 6871 8113 9757
 16 359 419 3333 4198 4737 6170 7987 9573 10095
 235 244 584 4640 5007 5563 6029 6816 7678 9968
 123 449 646 2460 3845 4161 6610 7245 7686 8651
 136 231 468 835 2622 3292 5158 5294 6584 9926
 3085 4683 8191 9027 9922 9928 10550
 2462 3185 3976 4091 8089 8772 9342

CRC/ETRIより提供

[図67]

図67

N=64800, rate=5/15

221 1011 1218 4299 7143 8728 11072 15533 17356 33909 36833
 360 1210 1375 2313 3493 16822 21373 23588 23656 26267 34098
 544 1347 1433 2457 9186 10945 13583 14858 19195 34606 37441
 37 596 715 4134 8091 12106 24307 24658 34108 40591 42883
 235 398 1204 2075 6742 11670 13512 23231 24784 27915 34752
 204 873 890 13550 16570 19774 34012 35249 37655 39885 42890
 221 371 514 11984 14972 15690 28827 29069 30531 31018 43121
 280 549 1435 1889 3310 10234 11575 15243 20748 30469 36005
 223 666 1248 13304 14433 14732 18943 21248 23127 38529 39272
 370 819 1065 9461 10319 25294 31958 33542 37458 39681 40039
 585 870 1028 5087 5216 12228 16216 16381 16937 27132 27893
 164 167 1210 7386 11151 20413 22713 23134 24188 36771 38992
 298 511 809 4620 7347 8873 19602 24162 29198 34304 41145
 105 830 1212 2415 14759 15440 16361 16748 22123 32684 42575
 659 665 668 6458 22130 25972 30697 31074 32048 36078 37129
 91 808 953 8015 8988 13492 13987 15979 28355 34509 39698
 594 983 1265 3028 4029 9366 11069 11512 27066 40939 41639
 506 740 1321 1484 10747 16376 17384 20285 31502 38925 42606
 338 356 975 2022 3578 18689 18772 19826 22914 24733 27431
 709 1264 1366 4617 8893 25226 27800 29080 30277 37781 39644
 840 1179 1338 2973 3541 7043 12712 15005 17149 19910 36795
 1009 1267 1380 4919 12679 22889 29638 30987 34637 36232 37284
 466 913 1247 1646 3049 5924 9014 20539 34546 35029 36540
 374 697 984 1654 5870 10883 11684 20294 28888 31612 34031
 117 240 635 5093 8673 11323 12456 14145 21397 39619 42559
 122 1265 1427 13528 14282 15241 16852 17227 34723 36836 39791
 595 1180 1310 6952 17916 24725 24971 27243 29555 32138 35987
 140 470 1017 13222 13253 18462 20806 21117 28673 31598 37235
 7 710 1072 8014 10804 13303 14292 16690 26676 36443 41966
 48 189 759 12438 14523 16388 23178 27315 28656 29111 29694
 285 387 410 4294 4467 5949 25386 27898 34880 41169 42614
 474 545 1320 10506 13186 18126 27110 31498 35353 36193 37322
 1075 1130 1424 11390 13312 14161 16927 25071 25844 34287 38151
 161 396 427 5944 17281 22201 25218 30143 35566 38261 42513
 233 247 694 1446 3180 3507 9069 20764 21940 33422 39358
 271 508 1013 6271 21760 21858 24887 29808 31099 35475 39924
 8 674 1329 3135 5110 14460 28108 28388 31043 31137 31863
 1035 1222 1409 8287 16083 24450 24888 29356 30329 37834 39684
 391 1090 1128 1866 4095 10643 13121 14499 20056 22195 30593
 55 161 1402 6289 6837 8791 17937 21425 26602 30461 37241
 110 377 1228 6875 13253 17032 19008 23274 32285 33452 41630
 360 638 1355 5933 12593 13533 23377 23881 24586 26040 41663
 535 1240 1333 3354 10860 16032 32573 34908 34957 39255 40759
 526 936 1321 7992 10260 18527 28248 29356 32636 34666 35552
 336 785 875 7530 13062 13075 18925 27963 28703 33688 36502
 36 591 1062 1518 3821 7048 11197 17781 19408 22731 24783
 214 1145 1223 1546 9475 11170 16061 21273 38688 40051 42479
 1136 1226 1423 20227 22573 24951 26462 29586 34915 42441 43048
 26 276 1425 6048 7224 7917 8747 27559 28515 35002 37649

CRC/ETRIより提供

[図68]

図68

127 294 437 4029 8585 9647 11904 24115 28514 36893 39722
748 1093 1403 9536 19305 20468 31049 38667 40502 40720 41949
96 638 743 9806 12101 17751 22732 24937 32007 32594 38504
649 904 1079 2770 3337 9158 20125 24619 32921 33698 35173
401 518 984 7372 12438 12582 18704 35874 39420 39503 39790
10 451 1077 8078 16320 17409 25807 28814 30613 41261 42955
405 592 1178 15936 18418 19585 21966 24219 30637 34536 37838
50 584 851 9720 11919 22544 22545 25851 35567 41587 41876
911 1113 1176 1806 10058 10809 14220 19044 20748 29424 36671
441 550 1135 1956 11254 18699 30249 33099 34587 35243 39952
510 1016 1281 8621 13467 13780 15170 16289 20925 26426 34479
4969 5223 17117 21950 22144 24043 27151 39809
11452 13622 18918 19670 23995 32647 37200 37399
6351 6426 13185 13973 16699 22524 31070 31916
4098 10617 14854 18004 28580 36158 37500 38552

CRC/ETRIより提供

[図69]

図69

N=64800, rate=6/15

71 276 856 6867 12964 17373 18159 26420 28460 28477
 257 322 672 2533 5316 6578 9037 10231 13845 36497
 233 765 904 1366 3875 13145 15409 18620 23910 30825
 100 224 405 12776 13868 14787 16781 23886 29099 31419
 23 496 891 2512 12589 14074 19392 20339 27658 28684
 473 712 759 1283 4374 9898 12551 13814 24242 32728
 511 567 815 11823 17106 17900 19338 22315 24396 26448
 45 733 836 1923 3727 17468 25746 33806 35995 36657
 17 487 675 2670 3922 5145 18009 23993 31073 36624
 72 751 773 1937 17324 28512 30666 30934 31016 31849
 257 343 594 14041 19141 24914 26864 28809 32055 34753
 99 241 491 2650 9670 17433 17785 18988 22235 30742
 198 299 655 6737 8304 10917 16092 19387 20755 37690
 351 916 926 18151 21708 23216 30321 33578 34052 37949
 54 332 373 2010 3332 5623 16301 34337 36451 37861
 139 257 1068 11090 20289 29694 29732 32640 35133 36404
 457 885 968 2115 4956 5422 5949 17570 26673 32387
 137 570 619 5006 6099 7979 14429 16650 25443 32789
 46 282 287 10258 18383 20258 27186 27494 28429 38266
 445 486 1058 1868 9976 11294 20364 23695 30826 35330
 134 900 931 12518 14544 17715 19623 21111 33868 34570
 62 66 586 8020 20270 23831 31041 31965 32224 35189
 174 290 784 6740 14673 17642 26286 27382 33447 34879
 332 675 1033 1838 12004 15439 20765 31721 34225 38863
 527 558 832 3867 6318 8317 10883 13466 18427 25377
 431 780 1021 1112 2873 7675 13059 17793 20570 20771
 339 536 1015 5725 6916 10846 14487 21156 28123 32614
 456 830 1078 7511 11801 12362 12705 17401 28867 34032
 222 538 989 5593 6022 8302 14008 23445 25127 29022
 37 393 788 3025 7768 11367 22276 22761 28232 30394
 234 257 1045 1307 2908 6337 26530 28142 34129 35997
 35 46 978 9912 9978 12567 17843 24194 34887 35206
 39 959 967 5027 10847 14657 18859 28075 28214 36325
 275 477 823 11376 18073 28997 30521 31661 31941 32116
 185 580 966 11733 12013 12760 13358 19372 32534 35504
 760 891 1046 11150 20358 21638 29930 31014 33050 34840
 360 389 1057 5316 5938 14186 16404 32445 34021 35722
 306 344 679 5224 6674 10305 18753 25583 30585 36943
 103 171 1016 8780 11741 12144 19470 20955 22495 27377
 818 832 894 3883 14279 14497 22505 28129 28719 31246
 215 411 760 5886 25612 28556 32213 32704 35901 36130
 229 489 1067 2385 8587 20565 23431 28102 30147 32859
 288 664 980 8138 8531 21676 23787 26708 28798 34490
 89 552 847 6656 9889 23949 26226 27080 31236 35823
 66 142 443 3339 3813 7977 14944 15464 19186 25983
 605 876 931 16682 17669 25800 28220 33432 35738 37382
 346 423 806 5669 7668 8789 9928 19724 24039 27893
 48 460 1055 3512 7389 7549 20216 22180 28221 35437
 187 636 824 1678 4508 13588 19683 21750 30311 33480

CRC/ETRIより提供

[図70]

図70

25 768 935 2856 8187 9052 21850 29941 33217 34293
349 624 716 2698 6395 6435 8974 10649 15932 17378
336 410 871 3582 9830 10885 13892 18027 19203 36659
176 849 1078 17302 19379 27964 28164 28720 32557 35495
234 890 1075 9431 9605 9700 10113 11332 12679 24268
516 638 733 8851 19871 22740 25791 30152 32659 35568
253 830 879 2086 16885 22952 23765 25389 34656 37293
94 954 998 2003 3369 6870 7321 29856 31373 34888
79 350 933 4853 6252 11932 12058 21631 24552 24876
246 647 778 4036 10391 10656 13194 32335 32360 34179
149 339 436 6971 8356 8715 11577 22376 28684 31249
36 149 220 6936 18408 19192 19288 23063 28411 35312
273 683 1042 6327 10011 18041 21704 29097 30791 31425
46 138 722 2701 10984 13002 19930 26625 28458 28965
12 1009 1040 1990 2930 5302 21215 22625 23011 29288
125 241 819 2245 3199 8415 21133 26786 27226 38838
45 476 1075 7393 15141 20414 31244 33336 35004 38391
432 578 667 1343 10466 11314 11507 23314 27720 34465
248 291 556 1971 3989 8992 18000 19998 23932 34652
68 694 837 2246 7472 7873 11078 12868 20937 35591
272 924 949 2030 4360 6203 9737 19705 19902 38039
21 314 979 2311 2632 4109 19527 21920 31413 34277
197 253 804 1249 4315 10021 14358 20559 27099 30525
9802 16164 17499 22378 22403 22704 26742 29908
9064 10904 12305 14057 16156 26000 32613 34536
5178 6319 10239 19343 25628 30577 31110 32291

CRC/ETRIより提供

[図71]

図71

N=64800, rate=7/15

460 792 1007 4580 11452 13130 26882 27020 32439
 35 472 1056 7154 12700 13326 13414 16828 19102
 45 440 772 4854 7863 26945 27684 28651 31875
 744 812 892 1509 9018 12925 14140 21357 25106
 271 474 761 4268 6706 9609 19701 19707 24870
 223 477 662 1987 9247 18376 22148 24948 27694
 44 379 786 8823 12322 14666 16377 28688 29924
 104 219 562 5832 19665 20615 21043 22759 32180
 41 43 870 7963 13718 14136 17216 30470 33428
 592 744 887 4513 6192 18116 19482 25032 34095
 456 821 1078 7162 7443 8774 15567 17243 33085
 151 666 977 6946 10358 11172 18129 19777 32234
 236 793 870 2001 6805 9047 13877 30131 34252
 297 698 772 3449 4204 11608 22950 26071 27512
 202 428 474 3205 3726 6223 7708 20214 25283
 139 719 915 1447 2938 11864 15932 21748 28598
 135 853 902 3239 18590 20579 30578 33374 34045
 9 13 971 11834 13642 17628 21669 24741 30965
 344 531 730 1880 16895 17587 21901 28620 31957
 7 192 380 3168 3729 5518 6827 20372 34168
 28 521 681 4313 7465 14209 21501 23364 25980
 269 393 898 3561 11066 11985 17311 26127 30309
 42 82 707 4880 4890 9818 23340 25959 31695
 189 262 707 6573 14082 22259 24230 24390 24664
 383 568 573 5498 13449 13990 16904 22629 34203
 585 596 820 2440 2488 21956 28261 28703 29591
 755 763 795 5636 16433 21714 23452 31150 34545
 23 343 669 1159 3507 13096 17978 24241 34321
 316 384 944 4872 8491 18913 21085 23198 24798
 64 314 765 3706 7136 8634 14227 17127 23437
 220 693 899 8791 12417 13487 18335 22126 27428
 285 794 1045 8624 8801 9547 19167 21894 32657
 386 621 1045 1634 1882 3172 13686 16027 22448
 95 622 693 2827 7098 11452 14112 18831 31308
 446 813 928 7976 8935 13146 27117 27766 33111
 89 138 241 3218 9283 20458 31484 31538 34216
 277 420 704 9281 12576 12788 14496 15357 20585
 141 643 758 4894 10264 15144 16357 22478 26461
 17 108 160 13183 15424 17939 19276 23714 26655
 109 285 608 1682 20223 21791 24615 29622 31983
 123 515 622 7037 13946 15292 15606 16262 23742
 264 565 923 6460 13622 13934 23181 25475 26134
 202 548 789 8003 10993 12478 16051 25114 27579
 121 450 575 5972 10062 18693 21852 23874 28031
 507 560 889 12064 13316 19629 21547 25461 28732
 664 786 1043 9137 9294 10163 23389 31436 34297
 45 830 907 10730 16541 21232 30354 30605 31847
 203 507 1060 6971 12216 13321 17861 22671 29825
 369 881 952 3035 12279 12775 17682 17805 34281

CRC/ETRIより提供

[図72]

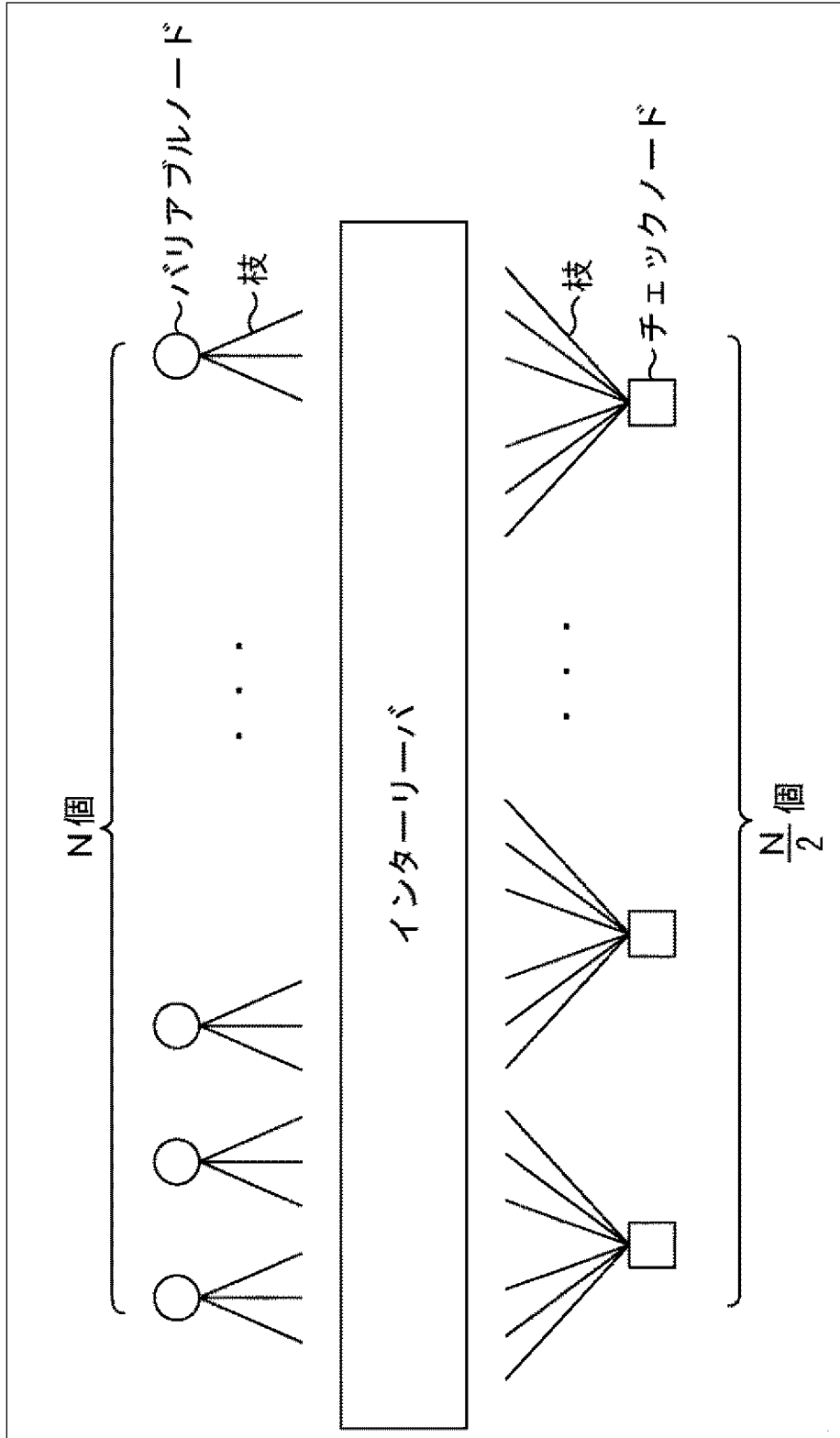
図72

683 709 1032 3787 17623 24138 26775 31432 33626
524 792 1042 12249 14765 18601 25811 32422 33163
137 639 688 7182 8169 10443 22530 24597 29039
159 643 749 16386 17401 24135 28429 33468 33469
107 481 555 7322 13234 19344 23498 26581 31378
249 389 523 3421 10150 17616 19085 20545 32069
395 738 1045 2415 3005 3820 19541 23543 31068
27 293 703 1717 3460 8326 8501 10290 32625
126 247 515 6031 9549 10643 22067 29490 34450
331 471 1007 3020 3922 7580 23358 28620 30946
222 542 1021 3291 3652 13130 16349 33009 34348
532 719 1038 5891 7528 23252 25472 31395 31774
145 398 774 7816 13887 14936 23708 31712 33160
88 536 600 1239 1887 12195 13782 16726 27998
151 269 585 1445 3178 3970 15568 20358 21051
650 819 865 15567 18546 25571 32038 33350 33620
93 469 800 6059 10405 12296 17515 21354 22231
97 206 951 6161 16376 27022 29192 30190 30665
412 549 986 5833 10583 10766 24946 28878 31937
72 604 659 5267 12227 21714 32120 33472 33974
25 902 912 1137 2975 9642 11598 25919 28278
420 976 1055 8473 11512 20198 21662 25443 30119
1 24 932 6426 11899 13217 13935 16548 29737
53 618 988 6280 7267 11676 13575 15532 25787
111 739 809 8133 12717 12741 20253 20608 27850
120 683 943 14496 15162 15440 18660 27543 32404
600 754 1055 7873 9679 17351 27268 33508
344 756 1054 7102 7193 22903 24720 27883
582 1003 1046 11344 23756 27497 27977 32853
28 429 509 11106 11767 12729 13100 31792
131 555 907 5113 10259 10300 20580 23029
406 915 977 12244 20259 26616 27899 32228
46 195 224 1229 4116 10263 13608 17830
19 819 953 7965 9998 13959 30580 30754
164 1003 1032 12920 15975 16582 22624 27357
8433 11894 13531 17675 25889 31384
3166 3813 8596 10368 25104 29584
2466 8241 12424 13376 24837 32711

CRC/ETRIより提供

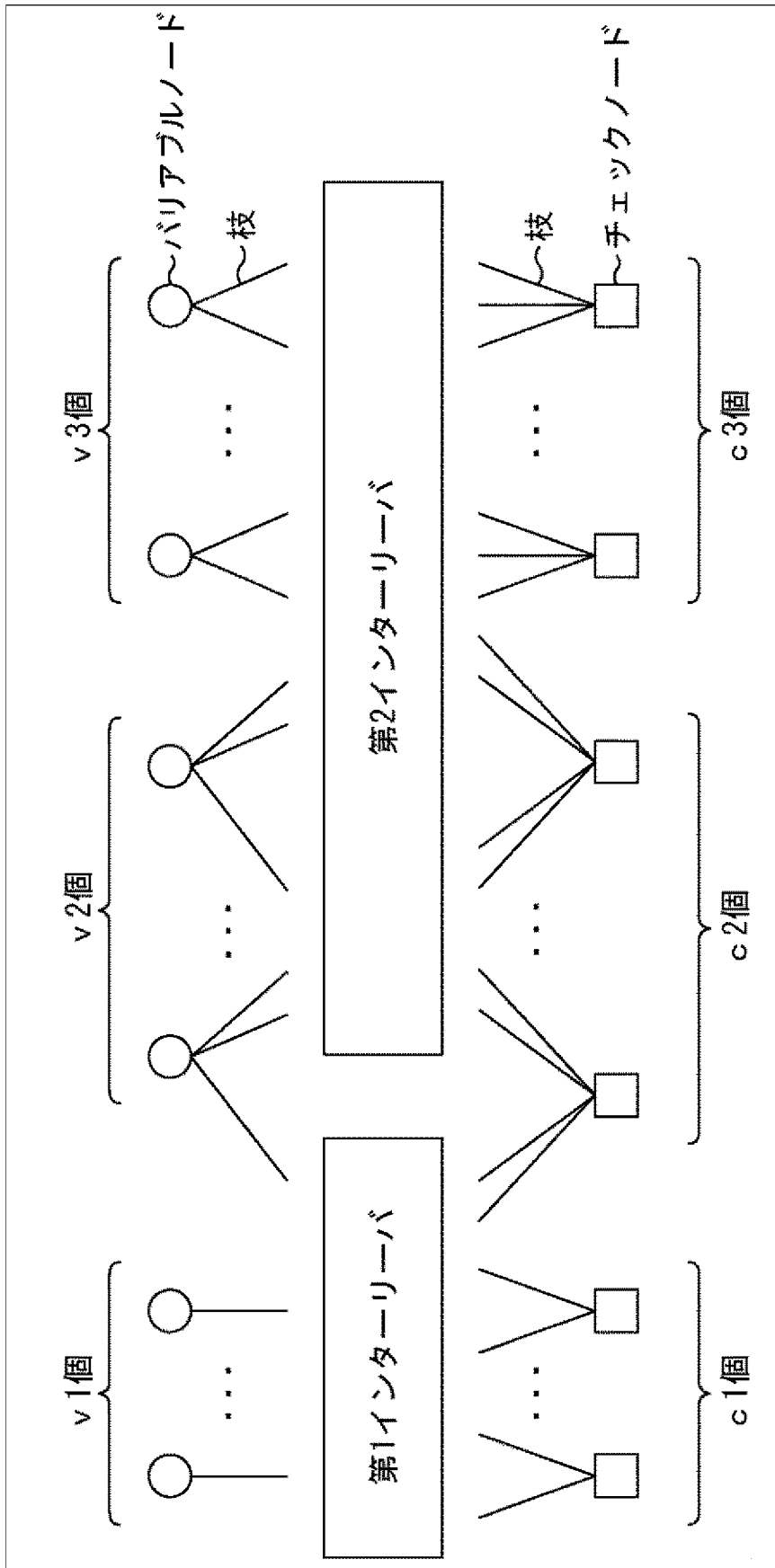
[図73]

図73



[図74]

図74

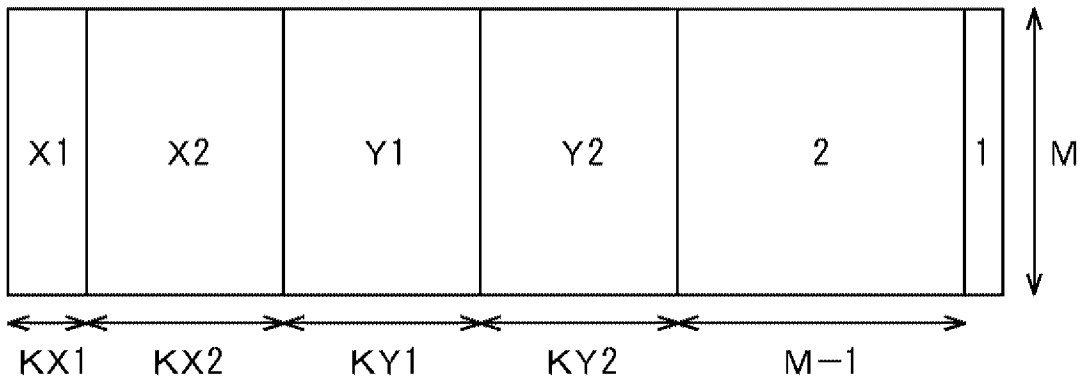


[図75]

図75

符号長 : $N=16200$ 符号化率 : $\{8, 10, 12\}/15$

Rate	性能閾値 (E_s/N_0)	最小サイクル長
8/15	0.805765	6
10/15	2.471011	6
12/15	4.269922	6



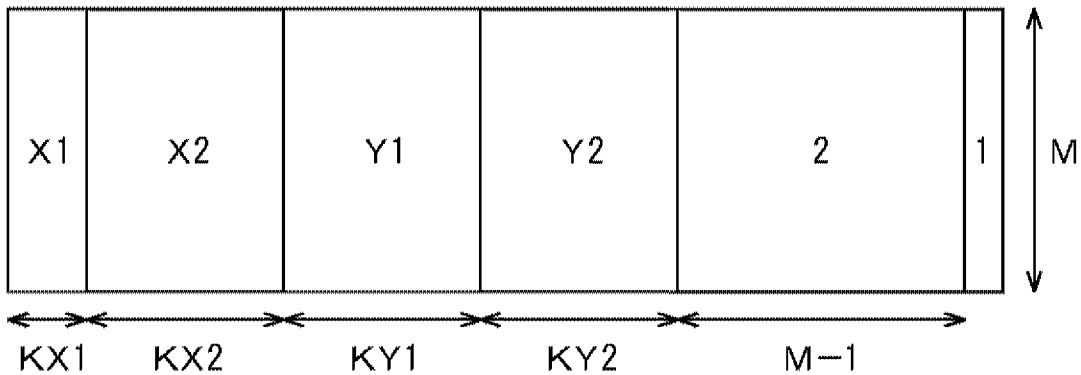
Rate	X1	KX1	X2	KX2	Y1	KY1	Y2	KY2	M
8/15	32	720	14	1080	4	1440	3	5400	7560
10/15	25	720	14	1440	4	360	3	8280	5400
12/15	14	2160	—	0	4	720	3	10080	3240

[図76]

図76

符号長 : $N=64800$ 符号化率 : $\{7, 9, 11, 13\}/15$

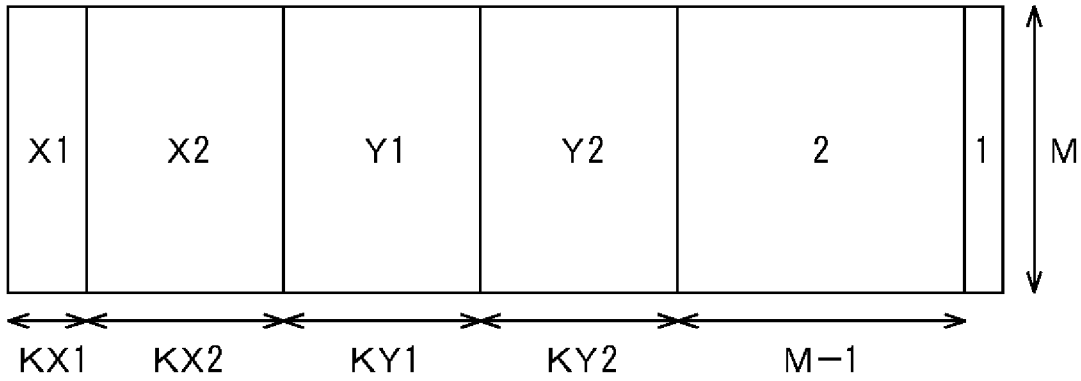
Rate	性能閾値 (E_s/N_0)	最小サイクル長
7/15	-0.093751	6
9/15	1.658523	8
11/15	3.351930	6
13/15	5.301749	6



Rate	X1	KX1	X2	KX2	Y1	KY1	Y2	KY2	M
7/15	33	2160	15	5040	4	0	3	23040	34560
9/15	19	6840	—	0	4	6840	3	25200	25920
11/15	15	8280	—	0	4	2520	3	36720	17280
13/15	13	9360	—	0	4	360	3	46440	8640

[図77]

図77

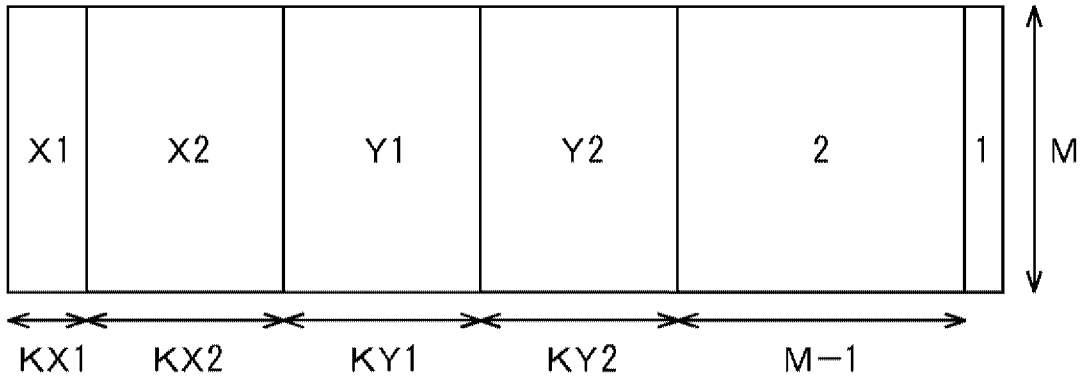
符号長 : $N=64800$ 符号化率 : $\{6, 8, 12\}/15$ 

Rate	X1	KX1	X2	KX2	Y1	KY1	Y2	KY2	M
6/15	27	4680	—	0	4	13680	3	7560	38880
8/15	19	7200	—	0	4	5760	3	21600	30240
12/15	14	9360	—	0	4	0	3	42480	12960

Samsungより提供

[図78]

図78

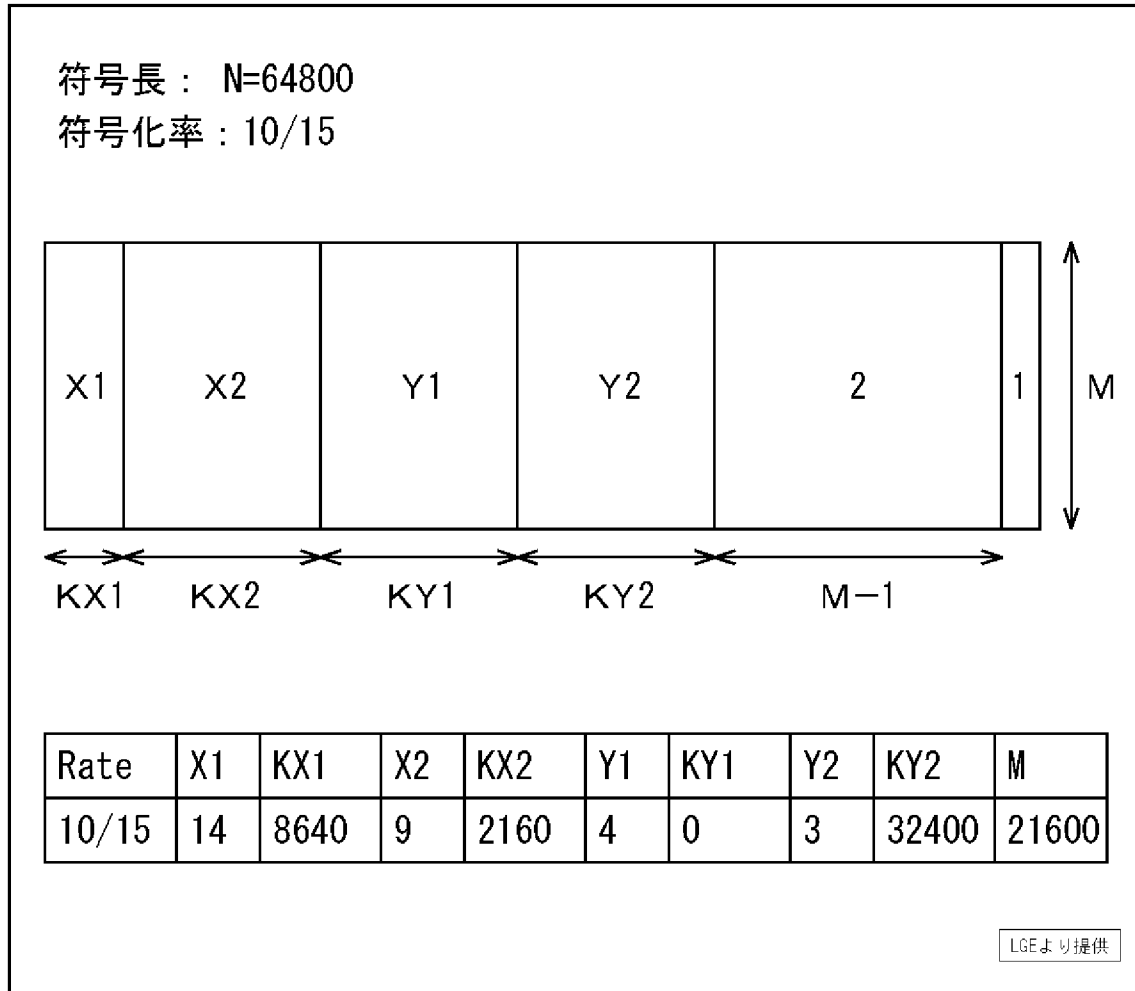
符号長 : $N=16200$ 符号化率 : $\{6, 7, 9, 11, 13\}/15$ 

Rate	X1	KX1	X2	KX2	Y1	KY1	Y2	KY2	M
6/15	30	1080	-	-	4	3600	3	1800	9720
7/15	24	1440	-	-	4	2520	3	3600	8640
9/15	16	1080	10	720	9	1080	3	6840	6480
11/15	12	2520	-	-	-	-	3	9360	4320
13/15	13	2160	-	-	4	3600	3	8280	2160

LGEより提供

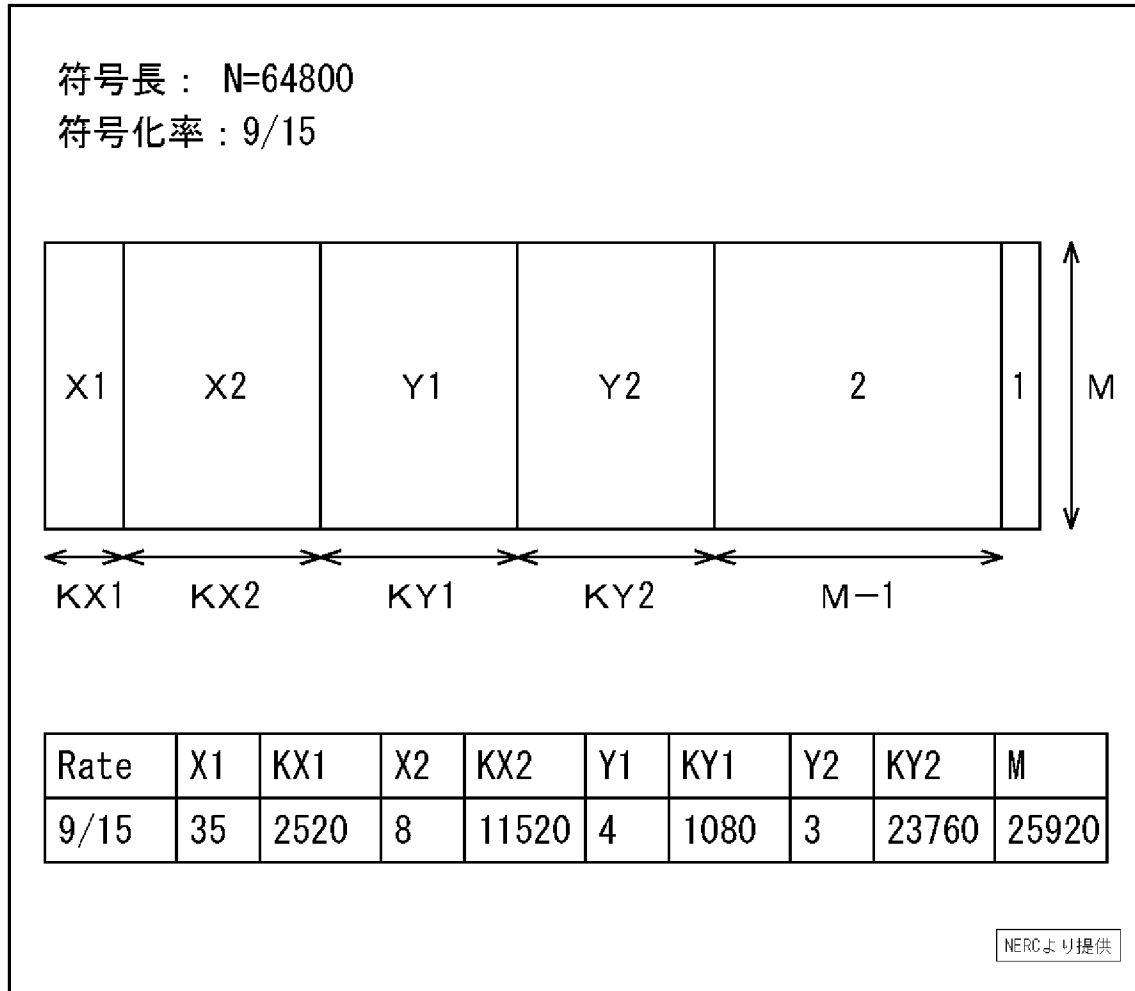
[図79]

図79



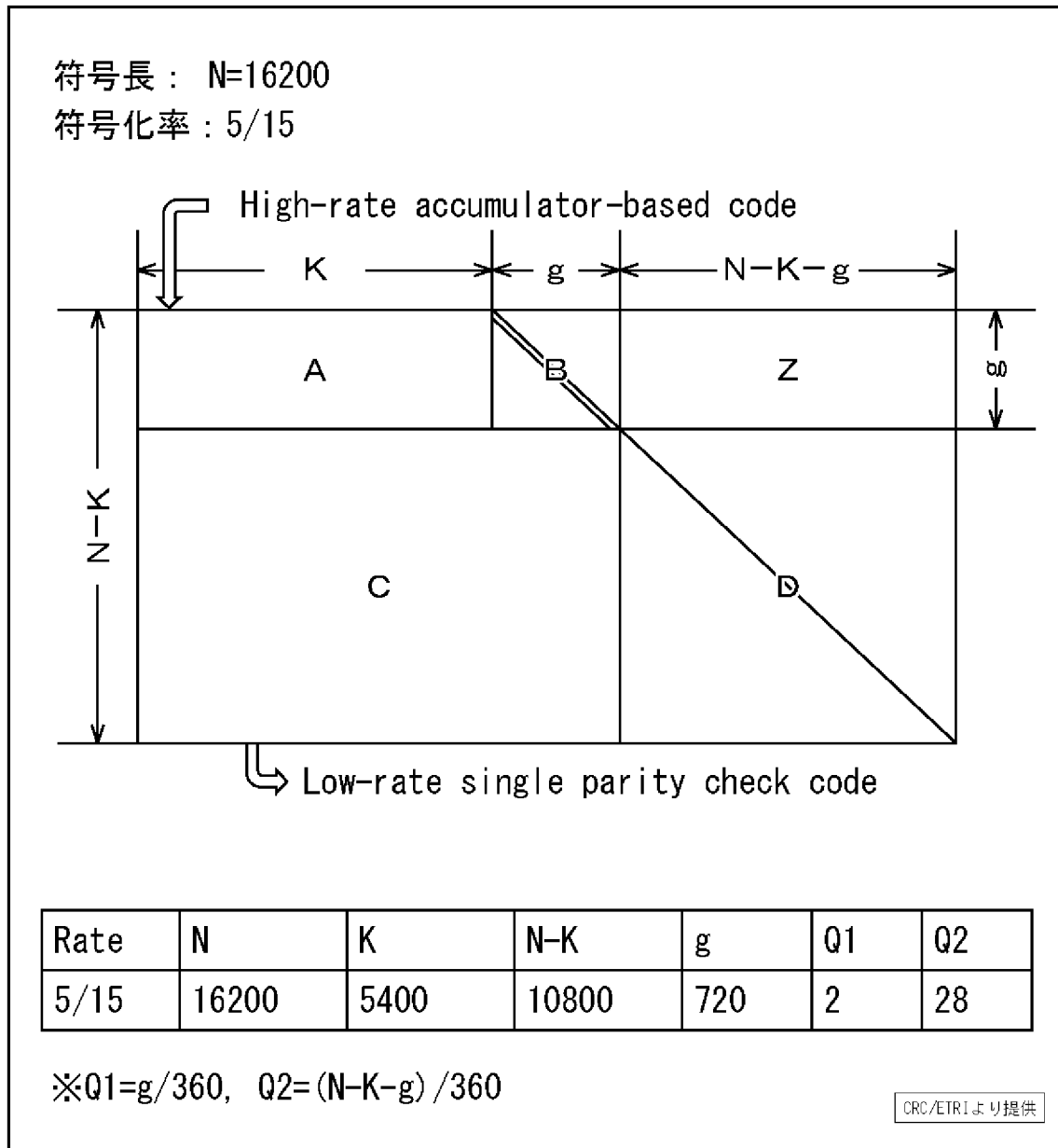
[図80]

図80



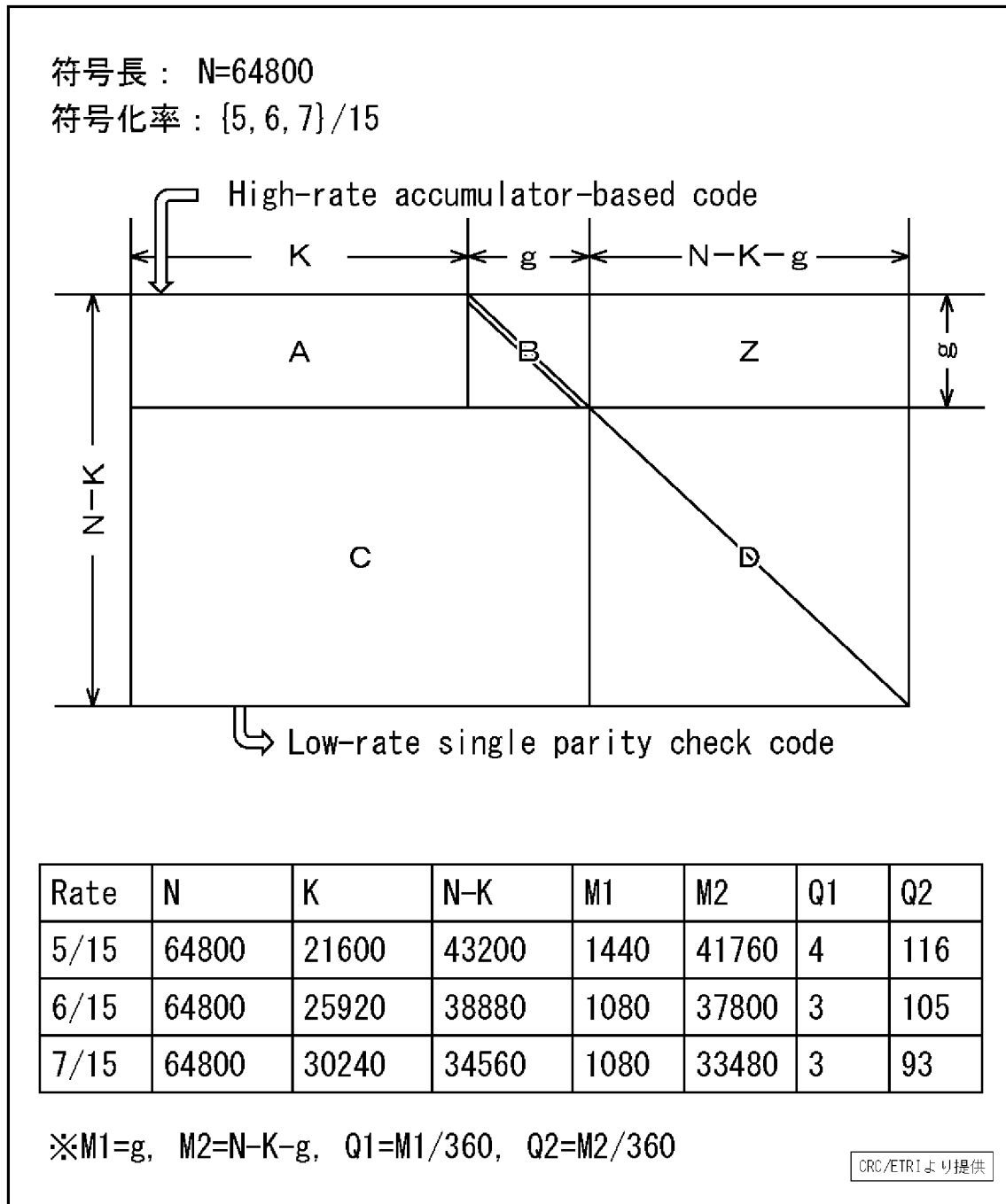
[図81]

図81



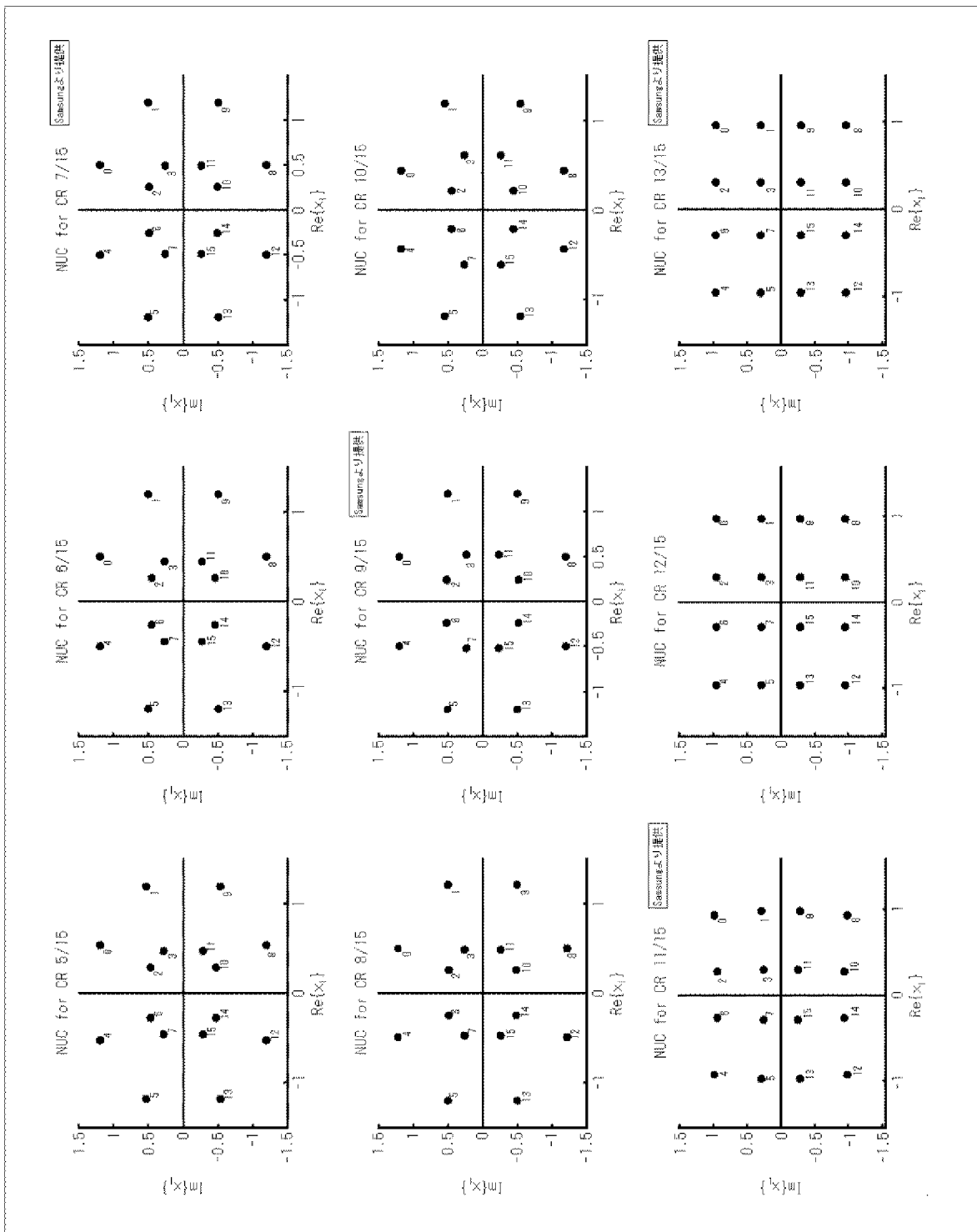
[図82]

図82



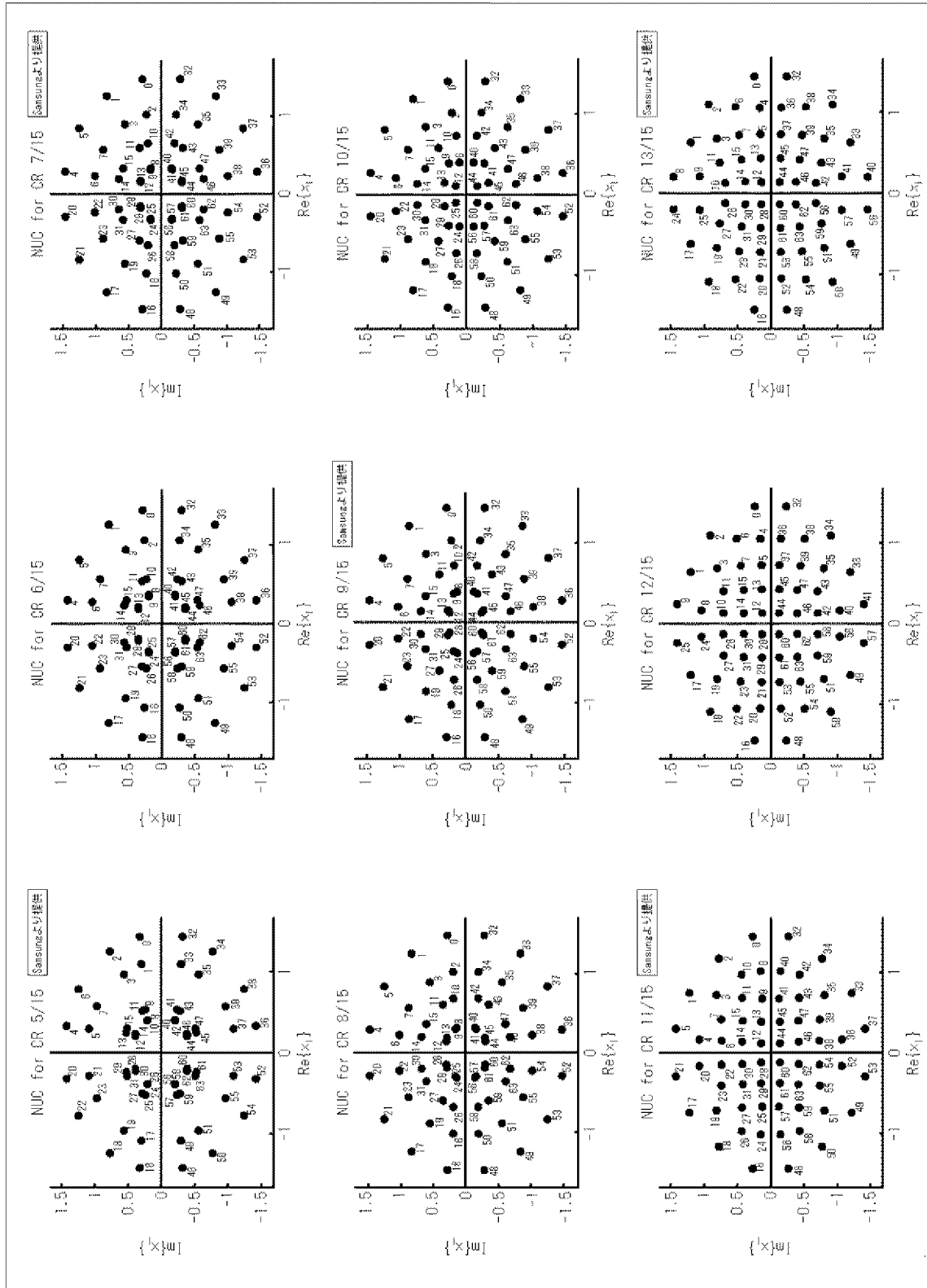
[図83]

図83



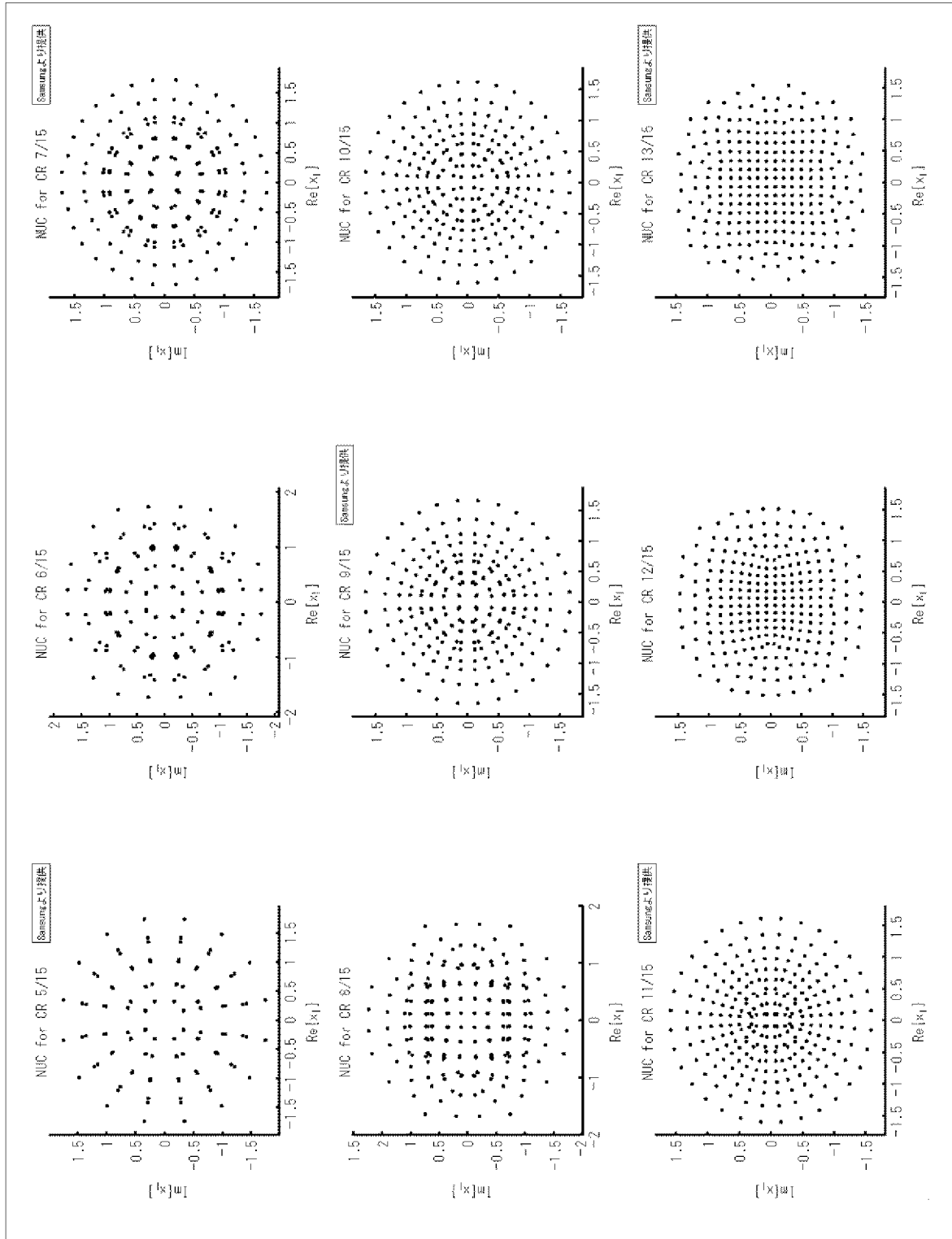
[図84]

図84



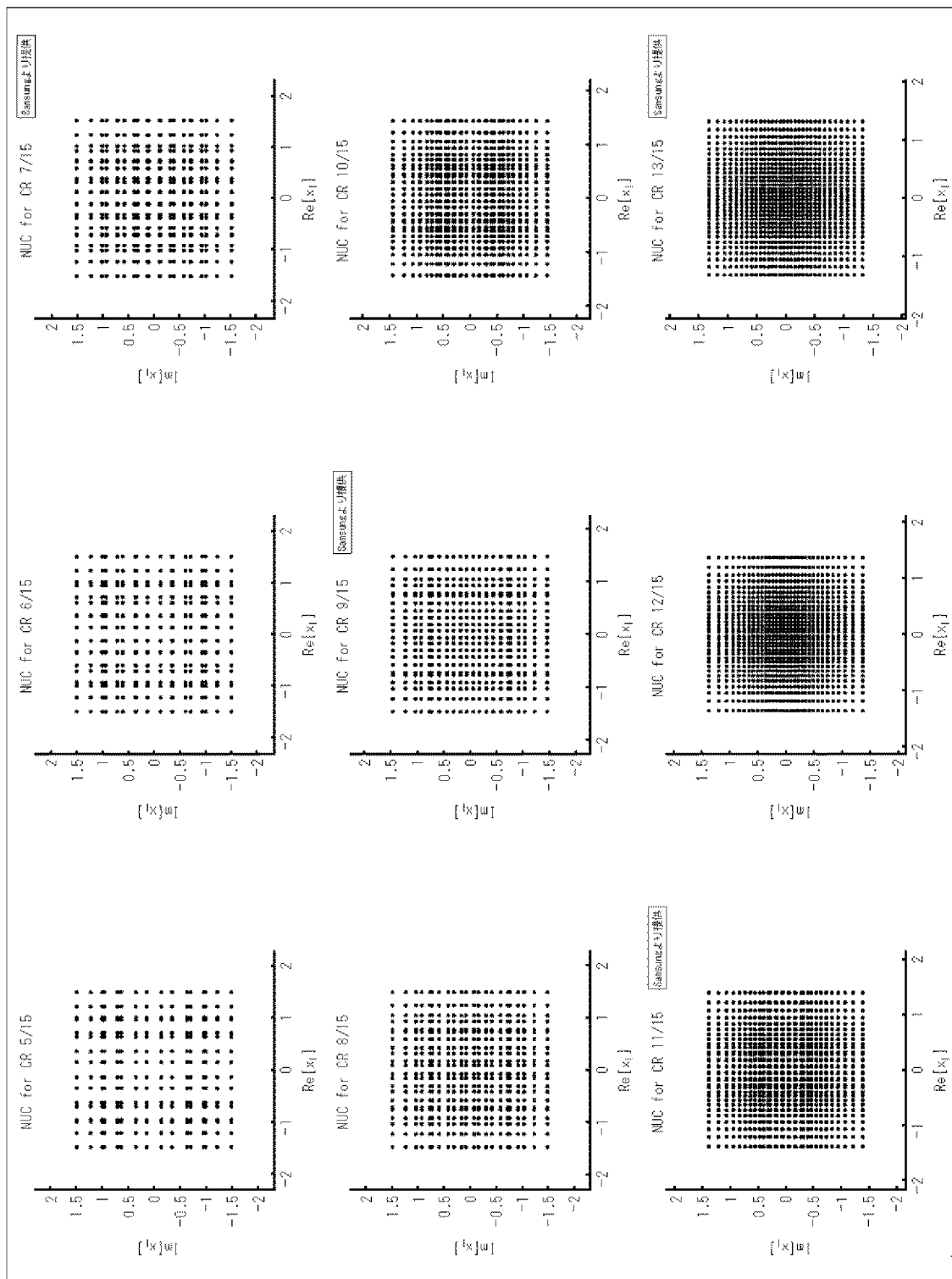
[図85]

図85



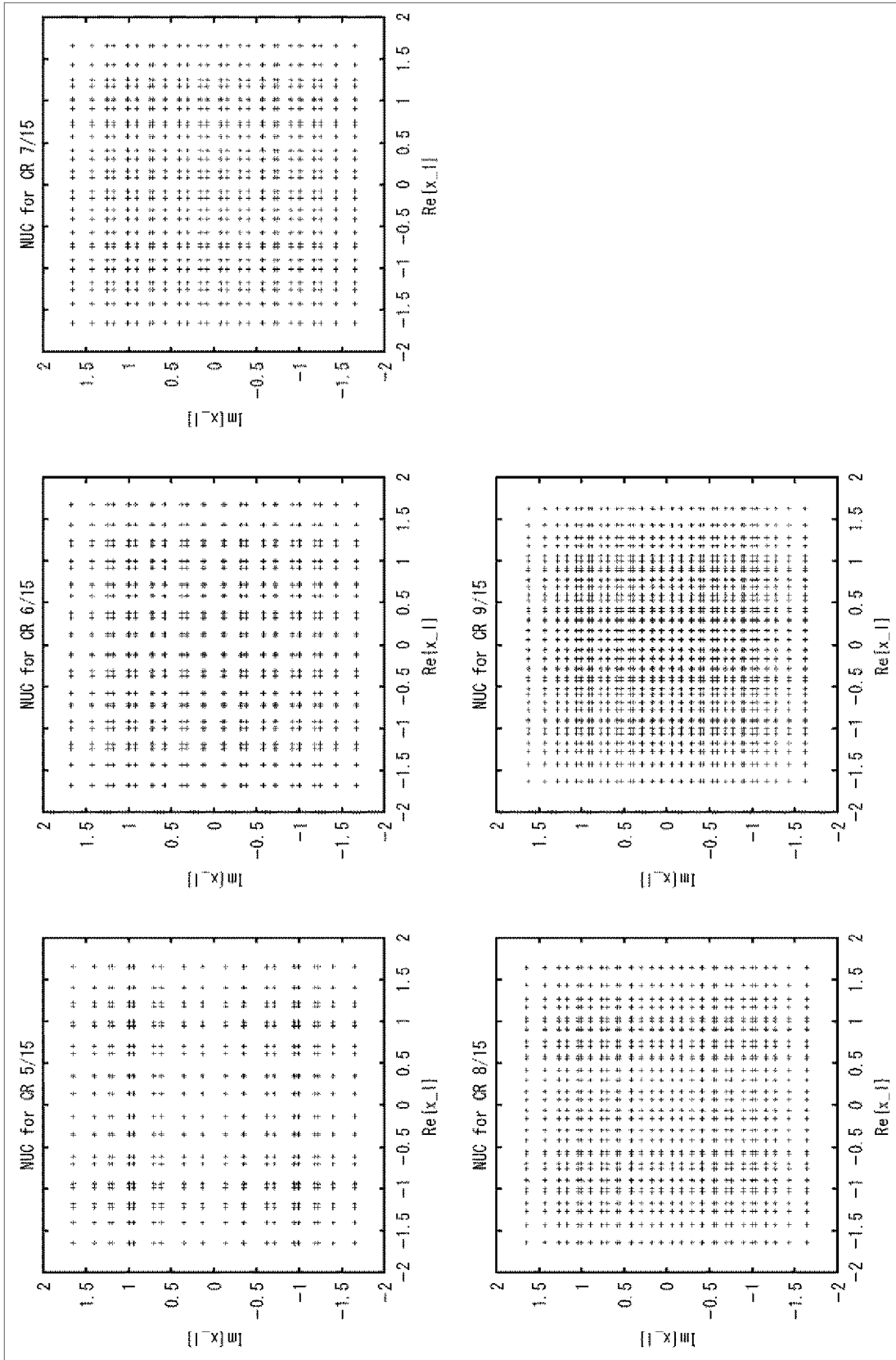
[86]

86



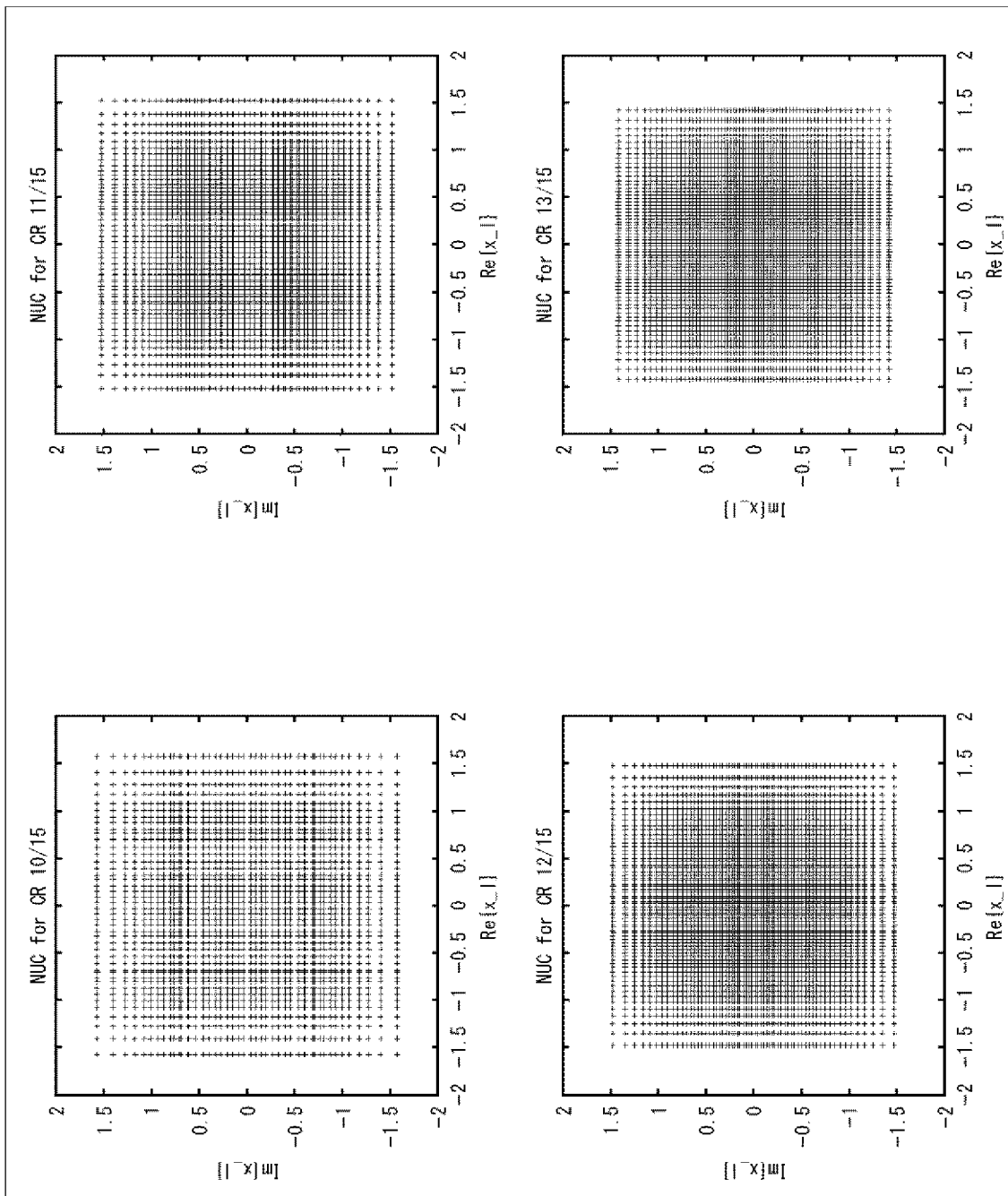
[87]

87



[88]

88



[図89]

図89

Input cell word y	Constellation point z_q
(00)	$(1+1i)/\sqrt{2}$
(01)	$(1-1i)/\sqrt{2}$
(10)	$(-1+1i)/\sqrt{2}$
(11)	$(-1-1i)/\sqrt{2}$

[90]

90

w/Shape	NUC_16_5/15	NUC_16_6/15	NUC_16_7/15	NUC_16_8/15
w0	0.5309 + 1.1928i	0.5115 + 1.2092i	0.5029 + 1.1949i	0.4951 + 1.2068i
w1	1.1928 + 0.5309i	1.2092 + 0.5115i	1.1962 + 0.5050i	1.2068 + 0.4951i
w2	0.2842 + 0.4633i	0.2663 + 0.4530i	0.2632 + 0.4959i	0.2575 + 0.4819i
w3	0.4633 + 0.2842i	0.4530 + 0.2663i	0.4993 + 0.2625i	0.4819 + 0.2575i

w/Shape	NUC_16_9/15	NUC_16_10/15	NUC_16_11/15	NUC_16_12/15	NUC_16_13/15
w0	0.4967 + 1.1932i	0.4487 + 1.1657i	0.9342 + 0.9847i	0.9555 + 0.9555i	0.9517 + 0.9511i
w1	1.1896 + 0.4896i	1.2080 + 0.5377i	0.9866 + 0.2903i	0.9555 + 0.2949i	0.9524 + 0.3061i
w2	0.2452 + 0.5326i	0.2213 + 0.4416i	0.2716 + 0.9325i	0.2949 + 0.9555i	0.3067 + 0.9524i
w3	0.5210 + 0.2440i	0.6186 + 0.2544i	0.2901 + 0.2695i	0.2949 + 0.2949i	0.3061 + 0.3067i

[図91]

図91

w/Shape	NUC_64_5/15	NUC_64_6/15	NUC_64_7/15	NUC_64_8/15
w0	1.4327+0.3305i	1.4521+0.3005i	1.4865+0.2932i	1.4827+0.2920i
w1	1.0909+0.2971i	1.2657+0.8178i	1.2618+0.8446i	1.2563+0.8411i
w2	1.2484+0.7803i	1.0666+0.2744i	1.0271+0.2345i	1.0211+0.2174i
w3	0.9762+0.5715i	0.9500+0.5641i	0.8976+0.5624i	0.8798+0.5702i
w4	0.3309+1.4326i	0.3011+1.4529i	0.2943+1.4811i	0.2920+1.4827i
w5	0.2979+1.0923i	0.8202+1.2651i	0.8402+1.2602i	0.8410+1.2563i
w6	0.7829+1.2477i	0.2750+1.0676i	0.2356+1.0261i	0.2174+1.0211i
w7	0.5739+0.9763i	0.5656+0.9499i	0.5632+0.8957i	0.5702+0.8798i
w8	0.3901+0.2112i	0.3553+0.1948i	0.3147+0.1567i	0.3040+0.1475i
w9	0.5317+0.2475i	0.3569+0.2094i	0.3116+0.1730i	0.3028+0.1691i
w10	0.3945+0.2289i	0.5596+0.2431i	0.6512+0.2053i	0.6855+0.1871i
w11	0.5236+0.2894i	0.5410+0.3002i	0.5965+0.3353i	0.6126+0.3563i
w12	0.2108+0.3911i	0.1946+0.3566i	0.1567+0.3125i	0.1475+0.3040i
w13	0.2475+0.5327i	0.2094+0.3579i	0.1733+0.3091i	0.1691+0.3028i
w14	0.2287+0.3955i	0.2430+0.5607i	0.2056+0.6506i	0.1871+0.6855i
w15	0.2898+0.5246i	0.3004+0.5417i	0.3364+0.5943i	0.3563+0.6126i

w/Shape	NUC_64_9/15	NUC_64_10/15	NUC_64_11/15	NUC_64_12/15	NUC_64_13/15
w0	1.4678+0.3029i	1.4388+0.2878i	1.4443+0.2683i	1.4480+0.2403i	1.4303+0.2329i
w1	1.2296+0.8500i	1.2150+0.8133i	0.7471+1.2243i	0.6406+1.1995i	0.6297+1.1818i
w2	1.0496+0.2245i	1.0386+0.2219i	1.1749+0.7734i	1.0952+0.9115i	1.0803+0.9154i
w3	0.8739+0.6079i	0.8494+0.6145i	0.7138+0.8201i	0.6868+0.8108i	0.6870+0.8095i
w4	0.2834+1.4645i	0.2931+1.4656i	0.1638+1.0769i	1.0500+0.1642i	1.0444+0.1681i
w5	0.8084+1.2532i	0.8230+1.2278i	0.2927+1.4217i	0.7170+0.1473i	0.7240+0.1548i
w6	0.2038+1.0260i	0.2069+1.0649i	0.1462+0.7457i	1.0519+0.5188i	1.0553+0.5250i
w7	0.5574+0.8905i	0.5677+0.8971i	0.4134+0.7408i	0.7146+0.4532i	0.7142+0.4710i
w8	0.3884+0.1313i	0.4119+0.1177i	1.0203+0.1517i	0.1677+1.0405i	0.2114+1.4305i
w9	0.3771+0.1914i	0.3998+0.2516i	0.6653+0.1357i	0.2402+1.4087i	0.2020+1.0575i
w10	0.7243+0.1752i	0.7442+0.1559i	0.9639+0.4465i	0.1369+0.7073i	0.1221+0.6613i
w11	0.6116+0.4008i	0.5954+0.4328i	0.6746+0.4339i	0.4044+0.7057i	0.3735+0.7557i
w12	0.1358+0.2445i	0.1166+0.1678i	0.1271+0.1428i	0.1374+0.1295i	0.1455+0.1275i
w13	0.1677+0.2860i	0.1582+0.3325i	0.3782+0.1406i	0.4185+0.1357i	0.4322+0.1389i
w14	0.1555+0.6756i	0.1355+0.7408i	0.1311+0.4288i	0.1325+0.3998i	0.1432+0.3852i
w15	0.3472+0.6007i	0.3227+0.6200i	0.3919+0.4276i	0.4122+0.4120i	0.4220+0.4278i

[92]
92

w/Shape	NUC_256_5/15	NUC_256_6/15	NUC_256_7/15	NUC_256_8/15
w0	0.3454+1.7407i	0.6800+1.6926i	0.1256+0.2068i	1.0804+1.3788i
w1	0.2848+1.4216i	0.3911+1.3645i	0.1255+0.2077i	1.0487+0.9862i
w2	0.2900+1.4190i	0.2191+1.7524i	0.1265+0.2240i	1.6464+0.7428i
w3	0.2737+1.3482i	0.2274+1.4208i	0.1264+0.2247i	1.3245+0.9414i
w4	0.9875+1.4751i	0.8678+1.2407i	0.1557+0.2325i	0.7198+1.2427i
w5	0.8058+1.2096i	0.7275+1.1867i	0.1555+0.2328i	0.8106+1.0040i
w6	0.8024+1.2105i	0.8747+1.0470i	0.1594+0.2446i	0.5595+1.0317i
w7	0.7833+1.1501i	0.7930+1.0406i	0.1590+0.2447i	0.6118+0.9722i
w8	0.2418+1.0058i	0.2098+0.9788i	0.1383+0.8402i	1.6788+0.2002i
w9	0.2421+1.0288i	0.2241+1.0454i	0.1417+0.8402i	0.9997+0.6844i
w10	0.2490+1.0263i	0.1858+0.9878i	0.1344+0.8027i	1.4212+0.4769i
w11	0.2435+1.0473i	0.1901+1.0659i	0.1366+0.8023i	1.1479+0.6312i
w12	0.5466+0.8834i	0.5547+0.8812i	0.3330+0.5769i	0.6079+0.6566i
w13	0.5800+0.8386i	0.5479+0.8651i	0.3228+0.5787i	0.7284+0.6957i
w14	0.5588+0.8890i	0.6073+0.8182i	0.3098+0.5483i	0.5724+0.7031i
w15	0.5732+0.8141i	0.5855+0.8420i	0.3017+0.5483i	0.6302+0.7259i
w16	1.7418+0.3498i	1.4070+0.1790i	0.4168+0.1173i	0.1457+1.4010i
w17	1.4213+0.2870i	1.7227+0.2800i	0.4168+0.1185i	0.1866+1.7346i
w18	1.4197+0.2873i	1.3246+0.2562i	0.4205+0.1200i	0.1174+1.1035i
w19	1.3494+0.2745i	1.3636+0.3854i	0.4202+0.1215i	0.1095+1.0132i
w20	1.4789+0.9955i	1.3708+1.2834i	0.3852+0.1797i	0.4357+1.3693i
w21	1.2123+0.8007i	1.8701+0.8403i	0.3860+0.1803i	0.5853+1.6820i
w22	1.2118+0.7988i	1.1614+0.7809i	0.3867+0.1780i	0.3439+1.0889i
w23	1.1521+0.7597i	1.2241+0.7367i	0.3879+0.1765i	0.3234+0.9862i
w24	1.0044+0.2394i	0.9769+0.1863i	0.7366+0.1528i	0.1092+0.6174i
w25	1.0250+0.2403i	0.9452+0.2057i	0.7255+0.1884i	0.1074+0.6307i
w26	1.0252+0.2408i	1.0100+0.2182i	0.7219+0.1535i	0.1109+0.6996i
w27	1.0460+0.2410i	0.9795+0.2417i	0.7117+0.1857i	0.1076+0.7345i
w28	0.8845+0.5424i	0.8241+0.4858i	0.5825+0.4148i	0.3291+0.6264i
w29	0.8987+0.5582i	0.8232+0.4837i	0.6012+0.4001i	0.3126+0.6373i
w30	0.9000+0.5558i	0.8799+0.5391i	0.5715+0.3988i	0.3392+0.6969i
w31	0.9148+0.5690i	0.8796+0.5356i	0.5889+0.3864i	0.3202+0.7282i
w32	0.1817+0.3255i	0.1376+0.3942i	0.1671+1.7095i	0.9652+0.1066i
w33	0.1824+0.3255i	0.1383+0.3292i	0.4420+1.6137i	0.9075+0.1666i
w34	0.1824+0.3255i	0.1383+0.3222i	0.1477+1.3374i	0.9724+0.1171i
w35	0.1821+0.3256i	0.1370+0.3273i	0.3135+1.3073i	0.9186+0.1752i
w36	0.1790+0.3237i	0.1655+0.3265i	1.0214+1.3784i	0.6342+0.1372i
w37	0.1789+0.3238i	0.1858+0.3227i	0.7484+1.5169i	0.6550+0.1495i
w38	0.1791+0.3239i	0.1634+0.3246i	0.7869+1.1040i	0.6290+0.1393i
w39	0.1791+0.3240i	0.1896+0.3208i	0.6252+1.2041i	0.6494+0.1504i
w40	0.2119+0.8188i	0.1779+0.6841i	0.1528+0.9140i	1.3127+0.1240i
w41	0.2119+0.8257i	0.1628+0.6845i	0.1914+0.9087i	0.9572+0.4344i
w42	0.2122+0.8254i	0.1745+0.6828i	0.1539+1.0179i	1.2403+0.2631i
w43	0.2127+0.8319i	0.1793+0.6829i	0.2095+1.0084i	1.0254+0.4130i
w44	0.3178+0.5735i	0.3547+0.6009i	0.5021+0.7976i	0.6096+0.4214i
w45	0.3218+0.5787i	0.3593+0.6011i	0.4537+0.8238i	0.6773+0.4284i
w46	0.3215+0.5788i	0.3676+0.5999i	0.5863+0.8802i	0.5995+0.4102i
w47	0.3257+0.5842i	0.3624+0.5994i	0.5021+0.9146i	0.6531+0.4101i
w48	0.3199+0.1624i	0.2687+0.1443i	1.7030+0.1913i	0.1250+0.1153i
w49	0.3195+0.1623i	0.2704+0.1433i	1.6118+0.5458i	0.1252+0.1158i
w50	0.3195+0.1624i	0.2844+0.1442i	1.3788+0.1841i	0.1245+0.1152i
w51	0.3201+0.1623i	0.2650+0.1432i	1.3121+0.4320i	0.1247+0.1156i
w52	0.3184+0.1783i	0.2783+0.1638i	1.2722+1.1406i	0.3788+0.1244i
w53	0.3196+0.1785i	0.2768+0.1626i	1.4536+0.8623i	0.3707+0.1237i
w54	0.3193+0.1781i	0.2715+0.1638i	1.0204+0.9076i	0.3779+0.1260i
w55	0.3200+0.1794i	0.2719+0.1618i	1.1634+0.7212i	0.3717+0.1252i
w56	0.6175+0.2093i	0.6489+0.1698i	0.9379+0.1554i	0.1161+0.3893i
w57	0.6234+0.2088i	0.6482+0.1708i	0.9881+0.2706i	0.1157+0.3845i
w58	0.6220+0.2110i	0.6456+0.1745i	1.0798+0.1872i	0.1176+0.3489i
w59	0.6281+0.2117i	0.6431+0.1753i	1.0514+0.3095i	0.1171+0.3424i
w60	0.5729+0.3148i	0.5854+0.3186i	0.7488+0.6179i	0.3530+0.3899i
w61	0.5781+0.3186i	0.5862+0.3167i	0.8017+0.5596i	0.3422+0.3808i
w62	0.5779+0.3183i	0.5864+0.3275i	0.8168+0.8803i	0.3814+0.3755i
w63	0.5831+0.3226i	0.5873+0.3254i	0.8882+0.5928i	0.3509+0.3856i

[93]
93

w/Shape	NUC_256_9/15	NUC_256_10/15	NUC_256_11/15	NUC_256_12/15	NUC_256_13/15
w0	0.0899+0.1387i	1.6097+0.1548i	0.0591+0.3040i	1.1980+1.1541i	1.5315+0.2812i
w1	0.0910+0.1377i	1.5549+0.4605i	0.1067+0.3390i	0.9192+1.2082i	0.9982+1.2680i
w2	0.0873+0.3862i	1.3226+0.1290i	0.0687+0.4930i	1.2778+0.8523i	1.2623+0.9828i
w3	0.0883+0.3873i	1.2772+0.3829i	0.1491+0.4654i	1.0390+0.8253i	1.0130+1.0317i
w4	0.1115+0.1442i	1.2753+1.0242i	0.0887+0.2238i	0.6057+1.2200i	0.5551+1.2232i
w5	0.1135+0.1472i	1.4434+0.7540i	0.1828+0.2698i	0.7371+1.4217i	0.7500+1.3030i
w6	0.2067+0.3591i	1.0491+0.8476i	0.3358+0.3853i	0.6878+1.0021i	0.8087+1.0227i
w7	0.1975+0.3621i	1.1861+0.6253i	0.2702+0.3881i	0.8412+0.8448i	0.7948+1.0535i
w8	0.1048+0.7533i	0.9328+0.0970i	0.0835+0.7880i	1.2128+0.5373i	1.4038+0.5215i
w9	0.1770+0.7412i	0.8962+0.2804i	0.2394+0.7591i	1.0048+0.5185i	0.9880+0.6534i
w10	0.1022+0.5904i	1.1044+0.1102i	0.0760+0.6412i	1.4321+0.6343i	1.2520+0.7351i
w11	0.1191+0.5890i	1.0648+0.3267i	0.1987+0.6157i	1.0245+0.7152i	1.0227+0.8252i
w12	0.4264+0.6230i	0.7325+0.6071i	0.5245+0.6123i	0.6384+0.6073i	0.6403+0.6582i
w13	0.3650+0.8689i	0.8260+0.4559i	0.3927+0.6985i	0.8175+0.5684i	0.8060+0.6852i
w14	0.3254+0.5153i	0.8744+0.7153i	0.4287+0.4942i	0.6588+0.7801i	0.6373+0.8319i
w15	0.2959+0.5302i	0.8882+0.5300i	0.3318+0.5834i	0.8311+0.7459i	0.8148+0.8469i
w16	0.3256+0.0768i	0.1648+1.6407i	0.0989+0.0807i	0.1349+1.4742i	0.0862+1.1910i
w17	0.3268+0.0870i	0.4887+1.5743i	0.2630+0.0643i	0.1105+1.2309i	0.1233+1.4227i
w18	0.4721+0.0984i	0.1363+1.3579i	0.4932+0.0751i	0.0834+0.9796i	0.0755+0.9944i
w19	0.4721+0.1206i	0.4023+1.3026i	0.4161+0.0867i	0.1891+1.0198i	0.2181+0.9629i
w20	0.2927+0.1267i	1.0542+1.2584i	0.0988+0.0986i	0.4142+1.4461i	0.4487+1.4550i
w21	0.2947+0.1286i	0.7875+1.4450i	0.2399+0.1452i	0.3323+1.2279i	0.3074+1.2765i
w22	0.3823+0.2582i	0.8687+1.0407i	0.4202+0.2731i	0.4998+0.8827i	0.4457+0.9767i
w23	0.3944+0.2521i	0.6502+1.1951i	0.3814+0.2140i	0.3487+1.0202i	0.3244+1.0818i
w24	0.7755+0.1118i	0.0982+0.9745i	0.8032+0.0772i	0.0680+0.6501i	0.0654+0.6354i
w25	0.7513+0.2154i	0.2842+0.9344i	0.7885+0.2238i	0.2016+0.6464i	0.1971+0.6324i
w26	0.6581+0.1083i	0.1142+1.1448i	0.6399+0.0777i	0.0719+0.8075i	0.0669+0.8037i
w27	0.6448+0.1797i	0.3385+1.0973i	0.6420+0.1790i	0.2088+0.8146i	0.2018+0.7968i
w28	0.5908+0.4830i	0.6082+0.7465i	0.6417+0.5007i	0.4808+0.6298i	0.4855+0.8442i
w29	0.6538+0.4155i	0.4607+0.8538i	0.7299+0.3774i	0.3374+0.6412i	0.3382+0.8322i
w30	0.4981+0.3921i	0.7263+0.8764i	0.5309+0.3792i	0.4955+0.8008i	0.4757+0.8090i
w31	0.5373+0.3586i	0.5450+1.0067i	0.5844+0.3031i	0.3431+0.8141i	0.3361+0.7848i
w32	0.1630+1.8621i	0.2655+0.0746i	0.1548+1.5857i	1.2731+0.1108i	1.1297+0.0851i
w33	0.4720+1.5898i	0.2664+0.0759i	0.4570+1.5271i	1.0794+0.0977i	0.9487+0.0718i
w34	0.1268+1.3488i	0.4571+0.0852i	0.1299+1.3237i	1.5126+0.1258i	1.3237+0.1117i
w35	0.3752+1.2961i	0.4516+0.1062i	0.3843+1.2747i	0.9029+0.0853i	0.9393+0.2065i
w36	1.0388+1.2981i	0.2559+0.1790i	1.0096+1.2448i	0.5428+0.0694i	0.6180+0.0700i
w37	0.7733+1.4772i	0.2588+0.1772i	0.7489+1.4138i	0.6795+0.0559i	0.7738+0.0688i
w38	0.3380+1.0552i	0.3592+0.2811i	0.8493+1.0396i	0.5628+0.1945i	0.6220+0.2081i
w39	0.6242+1.2081i	0.3728+0.2654i	0.6271+1.1808i	0.7326+0.1410i	0.7757+0.2088i
w40	0.1103+0.9397i	0.7708+0.0822i	0.0982+0.9482i	1.2283+0.3217i	1.1814+0.4884i
w41	0.2415+0.9155i	0.7407+0.2260i	0.2825+0.9138i	1.0289+0.3281i	0.9824+0.4891i
w42	0.1118+1.1163i	0.6180+0.0927i	0.1111+1.1188i	1.4683+0.3716i	1.1993+0.3009i
w43	0.3079+1.0866i	0.6019+0.1658i	0.3278+1.0767i	0.9085+0.2470i	0.9901+0.3353i
w44	0.5647+0.7638i	0.6007+0.4980i	0.6212+0.7418i	0.6180+0.4549i	0.6359+0.4984i
w45	0.4385+0.8433i	0.6673+0.3928i	0.4618+0.8431i	0.7818+0.4247i	0.8014+0.4986i
w46	0.6846+0.8841i	0.4786+0.3935i	0.7248+0.8784i	0.5938+0.3170i	0.6291+0.3515i
w47	0.5165+1.0084i	0.5176+0.3931i	0.5361+0.9867i	0.7600+0.2850i	0.7895+0.3529i
w48	1.6489+0.1630i	0.0757+0.1003i	1.6072+0.1608i	0.0595+0.0707i	0.0671+0.0678i
w49	1.5848+0.4983i	0.0753+0.1004i	1.5432+0.4731i	0.1722+0.0706i	0.1890+0.0681i
w50	1.3437+0.1389i	0.0777+0.4788i	1.3489+0.1333i	0.0598+0.2119i	0.0672+0.2013i
w51	1.2850+0.4025i	0.0867+0.4754i	1.2954+0.3928i	0.1748+0.2114i	0.2001+0.2020i
w52	1.2728+1.0661i	0.1023+0.2243i	1.2390+1.0268i	0.4134+0.0701i	0.4732+0.0681i
w53	1.4509+0.7925i	0.1010+0.2242i	1.4186+0.7656i	0.2935+0.0705i	0.3357+0.0687i
w54	1.0249+0.8794i	0.1950+0.3919i	1.0410+0.8559i	0.4231+0.2066i	0.4760+0.2065i
w55	1.1758+0.8545i	0.1881+0.3969i	1.1908+0.6388i	0.2979+0.2100i	0.3369+0.2038i
w56	0.9629+0.1113i	0.0930+0.8122i	0.9742+0.0832i	0.0838+0.5002i	0.0682+0.4806i
w57	0.9226+0.2849i	0.2215+0.7840i	0.9407+0.2747i	0.1905+0.4986i	0.1988+0.4811i
w58	1.1062+0.1118i	0.0937+0.8514i	1.1484+0.1111i	0.0812+0.3552i	0.0673+0.3384i
w59	1.0674+0.3393i	0.1540+0.8366i	1.1015+0.3295i	0.1810+0.3533i	0.1996+0.3401i
w60	0.7234+0.6223i	0.4810+0.6306i	0.7601+0.6105i	0.4630+0.4764i	0.4830+0.4903i
w61	0.8211+0.4860i	0.3856+0.7037i	0.8677+0.4536i	0.3231+0.4895i	0.3383+0.4845i
w62	0.8457+0.7260i	0.3527+0.5230i	0.8874+0.7222i	0.4416+0.3397i	0.4783+0.3478i
w63	0.9640+0.5518i	0.3100+0.5559i	1.0145+0.5366i	0.3083+0.3490i	0.3375+0.3430i

[94]

94

u/Shape	NUC_1k_5/15	NUC_1k_6/15	NUC_1k_7/15	NUC_1k_8/15	NUC_1k_9/15	NUC_1k_10/15	NUC_1k_11/15	NUC_1k_12/15	NUC_1k_13/15
u1	0.9997	1.0003	0.9963	1.0005	1.0011	1.0772	1.2776	2.5983	2.9754
u2	0.9916	1.0149	1.1928	2.0897	2.7364	2.8011	3.2278	4.5193	4.9976
u3	0.9911	1.0158	1.1963	2.0888	2.7353	2.9634	3.6845	6.1649	7.0187
u4	2.4349	2.6848	3.0187	3.9945	4.7973	4.8127	5.5155	8.2107	9.1029
u5	2.4346	2.6903	3.0304	3.9931	4.7912	5.1864	6.3531	9.9594	11.2221
u6	2.486	2.882	3.6381	5.3843	6.7638	6.7838	8.0757	12.0321	13.4239
u7	2.4864	2.8747	3.6181	5.3894	6.7793	7.5029	9.3579	13.9574	15.6992
u8	4.4576	4.7815	5.5244	7.5206	9.0009	9.2380	11.0655	16.2598	18.0937
u9	4.4646	4.7619	5.4955	7.6013	9.1536	10.3200	12.7075	18.4269	20.6137
u10	4.9706	5.5779	6.7182	9.3371	11.3648	12.0115	14.5719	20.9273	23.2898
u11	4.9552	5.6434	6.9391	9.8429	12.0321	13.5356	16.5813	23.4863	26.1557
u12	6.7222	7.3854	8.7621	11.9255	14.393	15.6099	18.8402	26.4823	29.2399
u13	7.0327	7.8797	9.6592	13.3962	16.1857	17.7524	21.3824	29.7085	32.5936
u14	8.5382	9.635	11.7195	15.8981	19.1014	20.5256	24.2862	33.6247	36.309
u15	10.4411	11.7874	14.3731	19.1591	22.8664	24.1254	27.7376	38.5854	40.584

[図95]

図95

$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$y_{4,q}$	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
$y_{8,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Re(z_q)$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	
$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
$y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
$y_{4,q}$	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
$y_{6,q}$	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
$y_{8,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Re(z_q)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	u_{15}	u_{14}	u_{13}	u_{12}	u_{11}	u_{10}	u_9	u_8	u_7	u_6	u_5	u_4	u_3	u_2	u_1							

A

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$y_{5,q}$	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$y_{9,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Im(z_q)$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	
$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
$y_{5,q}$	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
$y_{7,q}$	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$y_{9,q}$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Im(z_q)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	u_{15}	u_{14}	u_{13}	u_{12}	u_{11}	u_{10}	u_9	u_8	u_7	u_6	u_5	u_4	u_3	u_2	u_1							

B

[図96]

図96

u/code rate	5/15	6/15	7/15	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
u1	1.0004	0.9998	0.9988	0.9999	0.9999	1.0009	1.0043	2.031	2.7135
u2	1.0009	0.9984	0.9996	1.0004	1.0364	2.272	2.7379	3.8448	4.6426
u3	1.0008	0.9983	0.998	1.0013	1.037	2.2732	2.746	4.8763	6.3617
u4	0.9953	1.2356	2.0374	2.5341	2.7604	4.1332	4.6828	6.8402	8.3598
u5	0.9956	1.2354	2.0374	2.5347	2.7604	4.1327	4.7079	7.912	10.0999
u6	0.9956	1.2372	2.0374	2.5328	2.8536	5.4651	6.4365	9.7373	12.0627
u7	0.9957	1.2366	2.0366	2.5362	2.8534	5.4655	6.5065	10.8859	13.8413
u8	2.5769	2.9864	3.93	4.5077	4.7342	7.4777	8.4445	12.8891	15.9032
u9	2.5774	2.9867	3.931	4.5089	4.7345	7.478	8.6065	14.1091	17.7263
u10	2.5794	2.9906	3.9297	4.5202	5.0028	8.9382	10.254	15.9704	19.7625
u11	2.5793	2.9912	3.9294	4.5204	5.0025	8.9384	10.5627	17.2797	21.6431
u12	2.6756	3.5858	5.277	6.2318	6.6184	10.9166	12.3025	19.2948	23.7857
u13	2.6764	3.5859	5.2757	6.2314	6.6189	10.9185	12.8281	20.7185	25.7402
u14	2.6747	3.577	5.2792	6.3219	7.215	12.5855	14.3539	22.6727	27.9051
u15	2.6746	3.5775	5.2795	6.3212	7.2149	12.5908	15.1126	24.2439	29.9595
u16	4.6252	5.474	7.4011	8.3718	8.9581	14.7944	16.7817	26.3916	32.2702
u17	4.6243	5.4757	7.3997	8.372	8.9585	14.8184	17.7277	28.1062	34.4336
u18	4.6188	5.4675	7.4646	8.7429	9.94	16.6805	19.2664	30.2335	36.7993
u19	4.62	5.4681	7.4665	8.7398	9.9394	16.8025	20.3968	32.1242	39.1019
u20	5.246	6.7028	9.1828	10.5001	11.5978	18.9131	22.1002	34.4644	41.6513
u21	5.2441	6.7104	9.1919	10.4999	11.6041	19.325	23.4306	36.5679	44.1297
u22	5.2556	6.8816	9.641	11.4966	12.9965	21.168	25.1704	39.027	46.8305
u23	5.2584	6.8738	9.6278	11.5018	13.088	22.0945	26.7556	41.4123	49.5435
u24	7.0279	8.6613	11.7039	13.483	14.878	24.1425	28.7536	44.2002	52.5353
u25	7.0459	8.6344	11.6913	13.5672	15.2586	25.575	30.6214	46.9287	55.5551
u26	7.4305	9.4101	12.9619	15.1187	16.8096	27.6541	32.829	50.0315	58.8707
u27	7.3941	9.5027	13.2128	15.6519	17.8237	29.6567	35.1146	53.2678	62.3471
u28	8.8516	11.1654	15.161	17.6098	19.6965	32.2679	37.8272	57.0085	66.2558
u29	9.1461	11.7322	16.204	19.1046	21.4926	35.0526	40.7685	61.0847	70.5087
u30	10.4828	13.5243	18.4804	21.5413	23.9997	38.6023	44.3725	65.9903	75.5397
u31	12.3176	15.7967	21.4433	24.7641	27.2995	43.2007	48.9596	72.1993	81.8379

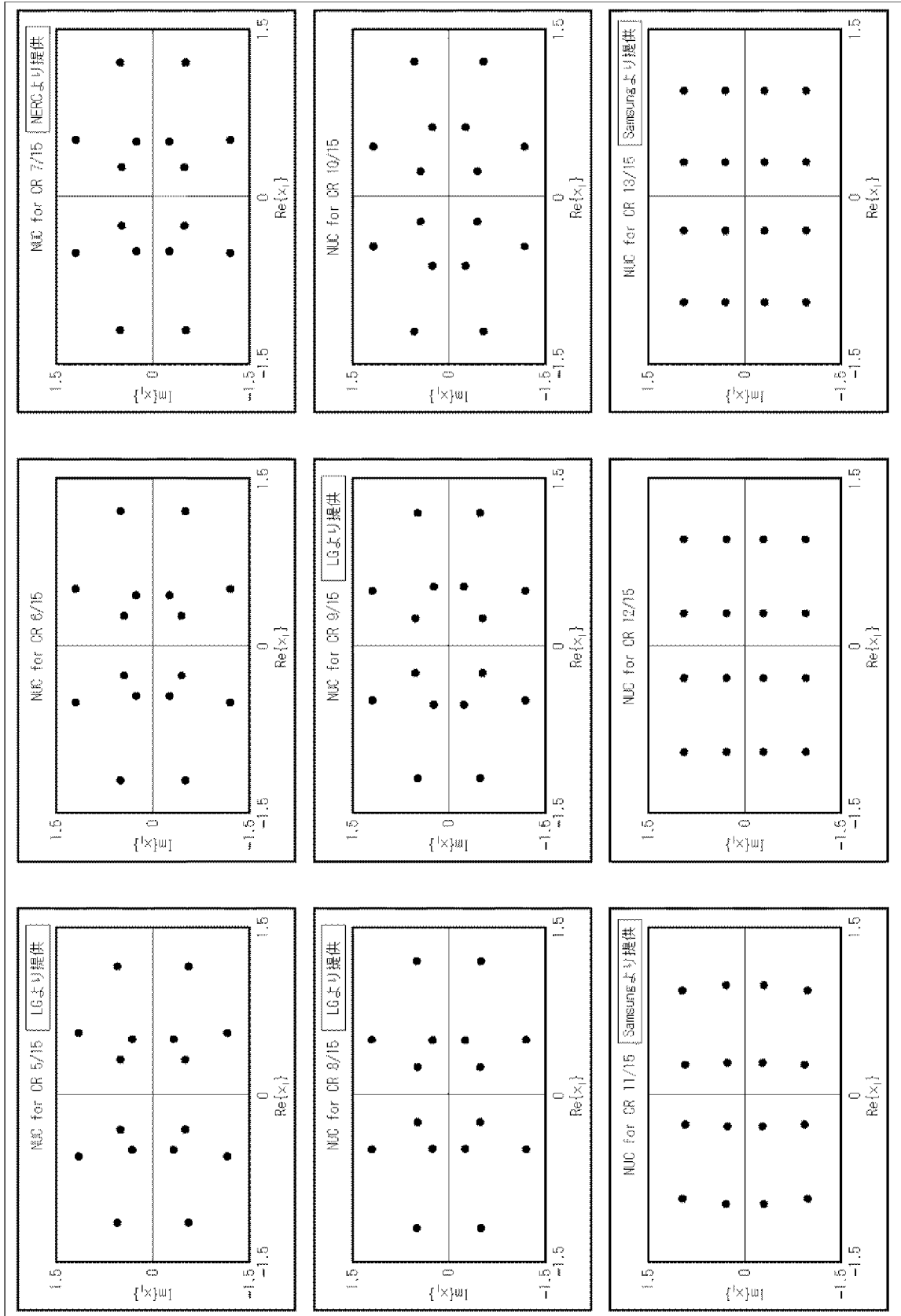
[図97]

図97

A	$Y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$Y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$Y_{4,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$Y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	$Y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	$Y_{10,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	$Re(z_a)$	$-u_{31}$	$-u_{30}$	$-u_{29}$	$-u_{28}$	$-u_{27}$	$-u_{26}$	$-u_{25}$	$-u_{24}$	$-u_{23}$	$-u_{22}$	$-u_{21}$	$-u_{20}$	$-u_{19}$	$-u_{18}$	$-u_{17}$	$-u_{16}$	
	$Y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$Y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	$Y_{4,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$Y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
$Y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	
$Y_{10,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Re(z_a)$	$-u_{15}$	$-u_{14}$	$-u_{13}$	$-u_{12}$	$-u_{11}$	$-u_{10}$	$-u_9$	$-u_8$	$-u_7$	$-u_6$	$-u_5$	$-u_4$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_1$	-1		
$Y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$Y_{4,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$Y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
$Y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	
$Y_{10,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Re(z_a)$	1	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}		
$Y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{4,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{6,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
$Y_{8,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	
$Y_{10,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Re(z_a)$	u_{16}	u_{17}	u_{18}	u_{19}	u_{20}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{25}	u_{26}	u_{27}	u_{28}	u_{29}	u_{30}	u_{31}		
B	$Y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	$Y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	$Y_{5,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
	$Y_{7,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
	$Y_{9,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	$Y_{11,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
	$Im(z_a)$	$-u_{31}$	$-u_{30}$	$-u_{29}$	$-u_{28}$	$-u_{27}$	$-u_{26}$	$-u_{25}$	$-u_{24}$	$-u_{23}$	$-u_{22}$	$-u_{21}$	$-u_{20}$	$-u_{19}$	$-u_{18}$	$-u_{17}$	$-u_{16}$	
	$Y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	$Y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	$Y_{5,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	$Y_{7,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
	$Y_{9,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
$Y_{11,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Im(z_a)$	$-u_{15}$	$-u_{14}$	$-u_{13}$	$-u_{12}$	$-u_{11}$	$-u_{10}$	$-u_9$	$-u_8$	$-u_7$	$-u_6$	$-u_5$	$-u_4$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_1$	-1		
$Y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$Y_{5,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$Y_{7,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
$Y_{9,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	
$Y_{11,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Im(z_a)$	1	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}		
$Y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{5,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$Y_{7,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
$Y_{9,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	
$Y_{11,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	
$Re(z_a)$	u_{16}	u_{17}	u_{18}	u_{19}	u_{20}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{25}	u_{26}	u_{27}	u_{28}	u_{29}	u_{30}	u_{31}		

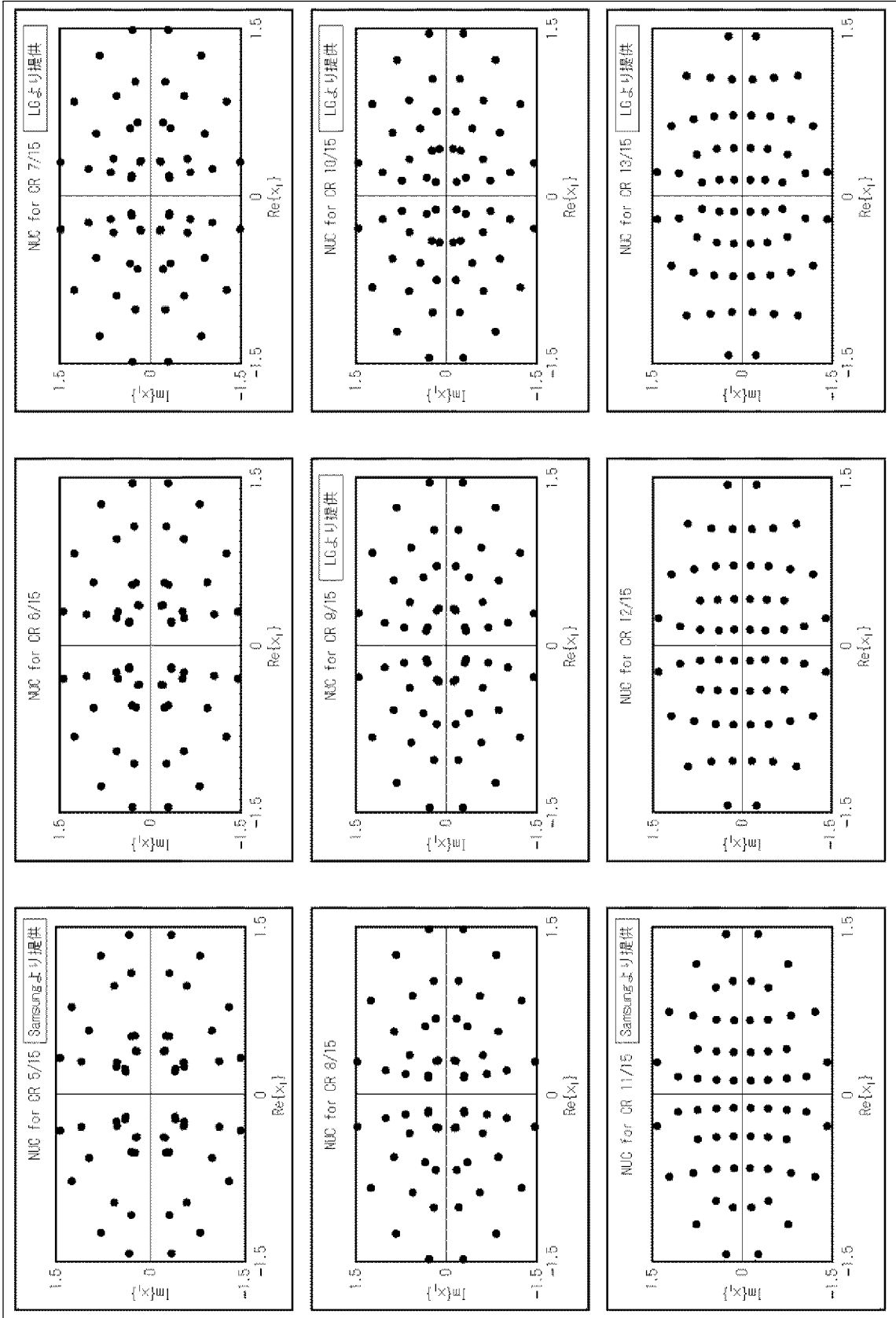
[98]

98



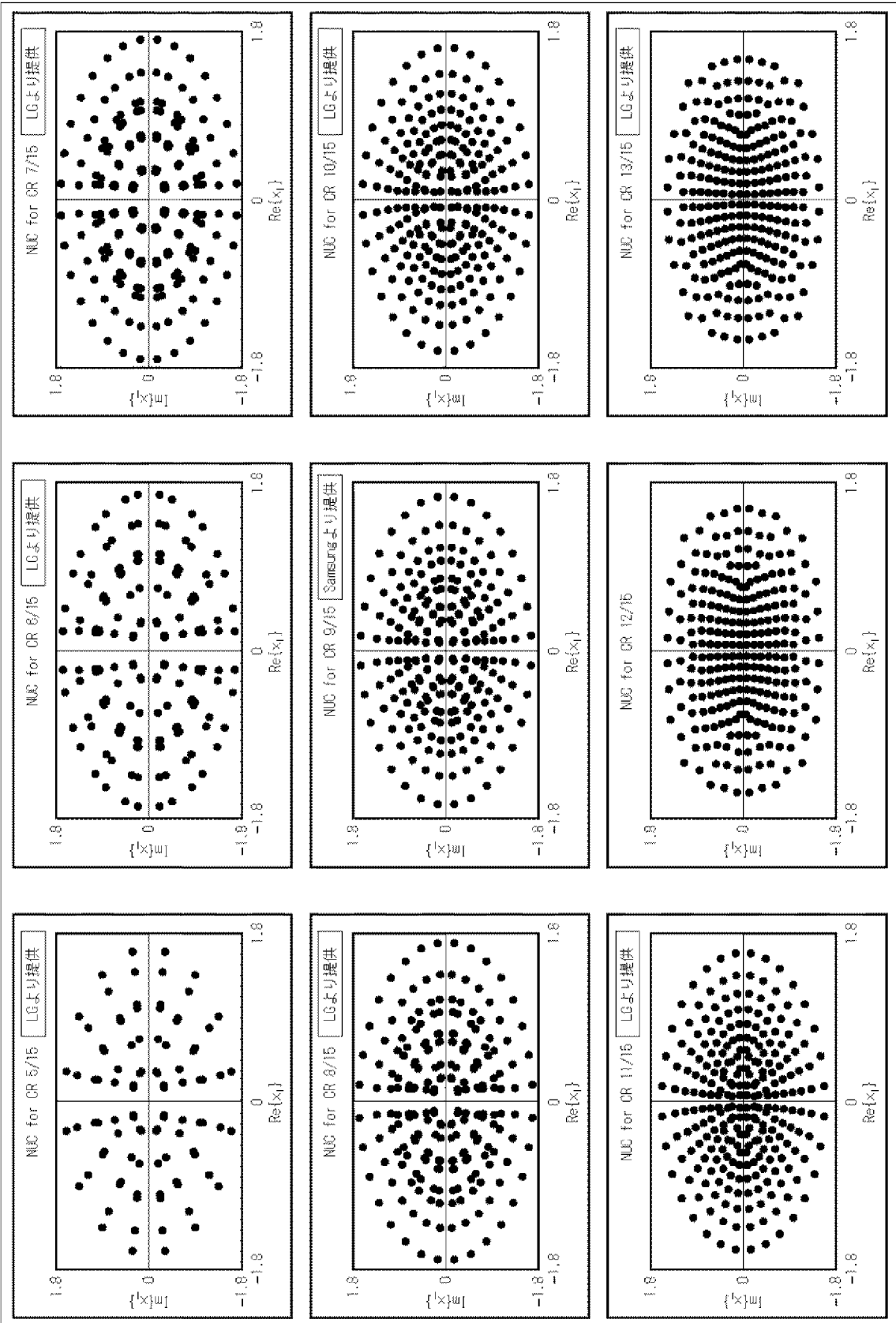
[] 99

99



[図100]

図100



[図101]

図101

w/Shape	NUC_16_5/15	NUC_16_6/15	NUC_16_7/15	NUC_16_8/15	
w0	0.3192 + 0.5011i	0.5115 + 1.2092i	0.2593 + 0.489i	0.2535 + 0.4923i	
w1	0.5011 + 0.3192i	1.2092 + 0.5115i	0.489 + 0.2593i	0.4923 + 0.2535i	
w2	0.5575 + 1.1559i	0.2663 + 0.453i	0.5074 + 1.1984i	0.4927 + 1.2044i	
w3	1.1559 + 0.5575i	0.453 + 0.2663i	1.1984 + 0.5074i	1.2044 + 0.4927i	
w/Shape	NUC_16_9/15	NUC_16_10/15	NUC_16_11/15	NUC_16_12/15	NUC_16_13/15
w0	0.2386 + 0.5296i	0.4487 + 1.1657i	0.9342 + 0.9847i	0.9555 + 0.9555i	0.9517 + 0.9511i
w1	0.5296 + 0.2386i	1.208 + 0.5377i	0.9866 + 0.2903i	0.9555 + 0.2949i	0.9524 + 0.3061i
w2	0.4882 + 1.1934i	0.2213 + 0.4416i	0.2716 + 0.9325i	0.2949 + 0.9555i	0.3067 + 0.9524i
w3	1.1934 + 0.4882i	0.6186 + 0.2544i	0.2901 + 0.2695i	0.2949 + 0.2949i	0.3061 + 0.3067i

[図102]

図102

w/Shape	NUC_64_5/15	NUC_64_6/15	NUC_64_7/15	NUC_64_8/15
w0	1.4327 + 0.3305i	1.4521 + 0.3005i	0.1567 + 0.3112i	1.4827 + 0.292i
w1	1.0909 + 0.2971i	1.2657 + 0.8178i	0.1709 + 0.3037i	1.2563 + 0.8411i
w2	1.2484 + 0.7803i	1.0666 + 0.2744i	0.2093 + 0.6562i	1.0211 + 0.2174i
w3	0.9762 + 0.5715i	0.95 + 0.5641i	0.3315 + 0.6038i	0.8798 + 0.5702i
w4	0.3309 + 1.4326i	0.3011 + 1.4529i	0.3112 + 0.1567i	0.292 + 1.4827i
w5	0.2979 + 1.0923i	0.8202 + 1.2651i	0.3037 + 0.1709i	0.841 + 1.2563i
w6	0.7829 + 1.2477i	0.275 + 1.0676i	0.6562 + 0.2093i	0.2174 + 1.0211i
w7	0.5739 + 0.9763i	0.5656 + 0.9499i	0.6038 + 0.3315i	0.5702 + 0.8798i
w8	0.3901 + 0.2112i	0.3553 + 0.1948i	0.2959 + 1.4877i	0.304 + 0.1475i
w9	0.5317 + 0.2475i	0.3569 + 0.2094i	0.8427 + 1.2612i	0.3028 + 0.1691i
w10	0.3945 + 0.2289i	0.5596 + 0.2431i	0.2389 + 1.0228i	0.6855 + 0.1871i
w11	0.5236 + 0.2894i	0.541 + 0.3002i	0.5559 + 0.8912i	0.6126 + 0.3563i
w12	0.2108 + 0.3911i	0.1946 + 0.3566i	1.4877 + 0.2959i	0.1475 + 0.304i
w13	0.2475 + 0.5327i	0.2094 + 0.3579i	1.2612 + 0.8427i	0.1691 + 0.3028i
w14	0.2287 + 0.3955i	0.243 + 0.5607i	1.0228 + 0.2389i	0.1871 + 0.6855i
w15	0.2898 + 0.5246i	0.3004 + 0.5417i	0.8912 + 0.5559i	0.3563 + 0.6126i

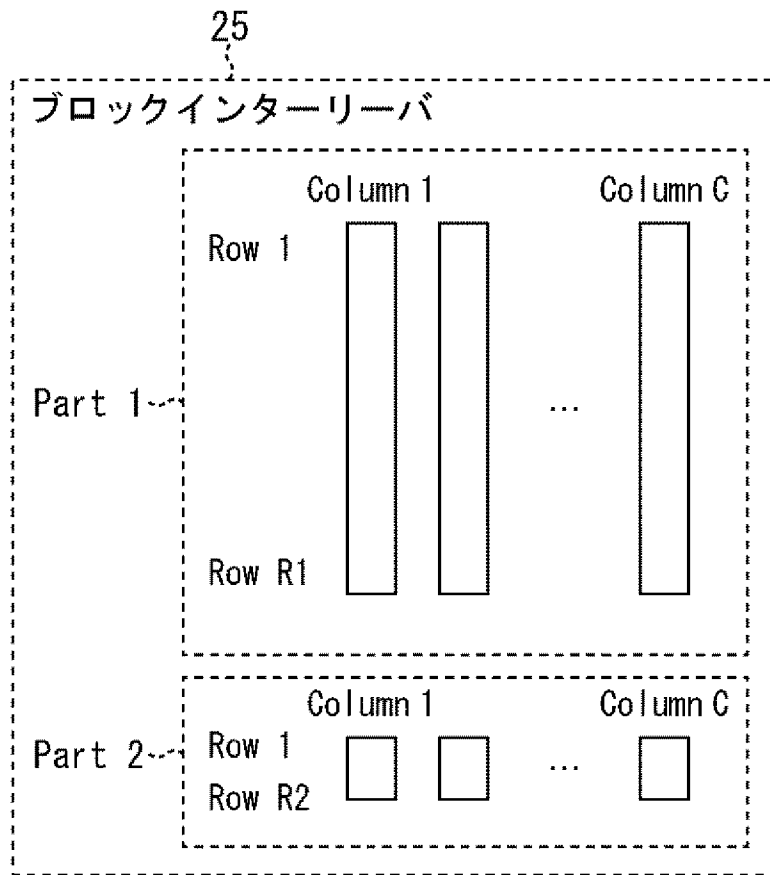
w/Shape	NUC_64_9/15	NUC_64_10/15	NUC_64_11/15	NUC_64_12/15	NUC_64_13/15
w0	0.1305 + 0.3311i	0.1177 + 0.1729i	1.4443 + 0.2683i	1.448 + 0.2403i	1.4319 + 0.23i
w1	0.1633 + 0.3162i	0.1601 + 0.3212i	0.7471 + 1.2243i	0.6406 + 1.1995i	1.0762 + 0.925i
w2	0.1622 + 0.7113i	0.1352 + 0.7279i	1.1749 + 0.7734i	1.0952 + 0.9115i	0.629 + 1.182i
w3	0.3905 + 0.6163i	0.3246 + 0.6148i	0.7138 + 0.8201i	0.6868 + 0.8108i	0.6851 + 0.8072i
w4	0.3311 + 0.1305i	0.4192 + 0.1179i	0.1638 + 1.0769i	1.05 + 0.1642i	1.0443 + 0.1688i
w5	0.3162 + 0.1633i	0.4033 + 0.2421i	0.2927 + 1.4217i	0.717 + 0.1473i	1.0635 + 0.5305i
w6	0.7113 + 0.1622i	0.7524 + 0.1581i	0.1462 + 0.7457i	1.0519 + 0.5188i	0.722 + 0.154i
w7	0.6163 + 0.3905i	0.5996 + 0.433i	0.4134 + 0.7408i	0.7146 + 0.4532i	0.7151 + 0.4711i
w8	0.2909 + 1.4626i	0.2902 + 1.4611i	1.0203 + 0.1517i	0.1677 + 1.0405i	0.2099 + 1.4205i
w9	0.8285 + 1.2399i	0.818 + 1.2291i	0.6653 + 0.1357i	0.2402 + 1.4087i	0.119 + 0.6677i
w10	0.2062 + 1.0367i	0.2036 + 1.0575i	0.9639 + 0.4465i	0.1369 + 0.7073i	0.2031 + 1.0551i
w11	0.5872 + 0.8789i	0.5641 + 0.8965i	0.6746 + 0.4339i	0.4044 + 0.7057i	0.3722 + 0.7548i
w12	1.4626 + 0.2909i	1.4453 + 0.2907i	0.1271 + 0.1428i	0.1374 + 0.1295i	0.1438 + 0.1287i
w13	1.2399 + 0.8285i	1.2157 + 0.8186i	0.3782 + 0.1406i	0.4185 + 0.1357i	0.1432 + 0.3903i
w14	1.0367 + 0.2062i	1.0447 + 0.2242i	0.1311 + 0.4288i	0.1325 + 0.3998i	0.4298 + 0.1384i
w15	0.8789 + 0.5872i	0.8497 + 0.6176i	0.3919 + 0.4276i	0.4122 + 0.412i	0.4215 + 0.4279i

[図103]
 図103

w/Shape	NUC_256_5/15	NUC_256_6/15	NUC_256_7/15	NUC_256_8/15
w0	0.1524 + 0.3087i	0.143 + 0.3078i	0.117 + 0.3003i	0.0995 + 0.2435i
w1	0.1525 + 0.3087i	0.143 + 0.3077i	0.1171 + 0.3003i	0.0996 + 0.2434i
w2	0.1513 + 0.3043i	0.1413 + 0.3003i	0.1204 + 0.3233i	0.1169 + 0.3886i
w3	0.1513 + 0.3043i	0.1414 + 0.3002i	0.1204 + 0.3233i	0.1179 + 0.3883i
w4	0.1682 + 0.3004i	0.1637 + 0.2973i	0.1454 + 0.2877i	0.1192 + 0.2345i
w5	0.1682 + 0.3005i	0.1636 + 0.2973i	0.1453 + 0.2877i	0.1192 + 0.2345i
w6	0.1683 + 0.2964i	0.1604 + 0.2905i	0.1566 + 0.3074i	0.1953 + 0.3558i
w7	0.1683 + 0.2964i	0.1603 + 0.2905i	0.1565 + 0.3074i	0.1944 + 0.3563i
w8	0.1864 + 0.8584i	0.1768 + 0.8686i	0.1427 + 0.6856i	0.1293 + 0.7217i
w9	0.1865 + 0.8583i	0.1793 + 0.8679i	0.1582 + 0.6826i	0.1616 + 0.7151i
w10	0.1967 + 0.6652i	0.1768 + 0.6707i	0.1422 + 0.6584i	0.1287 + 0.6355i
w11	0.1968 + 0.6652i	0.1793 + 0.67i	0.1529 + 0.656i	0.1456 + 0.6318i
w12	0.3371 + 0.5987i	0.3506 + 0.5961i	0.384 + 0.5856i	0.4191 + 0.6016i
w13	0.337 + 0.5987i	0.3484 + 0.5974i	0.3723 + 0.5931i	0.3818 + 0.6198i
w14	0.3414 + 0.8039i	0.3523 + 0.5975i	0.3651 + 0.586i	0.3585 + 0.5403i
w15	0.3413 + 0.8039i	0.3501 + 0.5987i	0.3559 + 0.5718i	0.3439 + 0.5497i
w16	0.3087 + 0.1524i	0.3078 + 0.143i	0.3003 + 0.117i	0.2435 + 0.0995i
w17	0.3087 + 0.1525i	0.3077 + 0.143i	0.3003 + 0.1171i	0.2434 + 0.0996i
w18	0.3043 + 0.1513i	0.3003 + 0.1413i	0.3233 + 0.1204i	0.3886 + 0.1169i
w19	0.3043 + 0.1513i	0.3002 + 0.1414i	0.3233 + 0.1204i	0.3883 + 0.1179i
w20	0.3004 + 0.1682i	0.2973 + 0.1697i	0.2877 + 0.1454i	0.2345 + 0.1192i
w21	0.3005 + 0.1682i	0.2973 + 0.1696i	0.2877 + 0.1453i	0.2345 + 0.1192i
w22	0.2964 + 0.1683i	0.2905 + 0.1604i	0.3074 + 0.1566i	0.3558 + 0.1953i
w23	0.2964 + 0.1683i	0.2905 + 0.1603i	0.3074 + 0.1565i	0.3563 + 0.1944i
w24	0.8584 + 0.1964i	0.8686 + 0.1768i	0.6856 + 0.1427i	0.7217 + 0.1293i
w25	0.8583 + 0.1965i	0.8679 + 0.1793i	0.6826 + 0.1582i	0.7151 + 0.1616i
w26	0.6652 + 0.1967i	0.6707 + 0.1769i	0.6584 + 0.1422i	0.6355 + 0.1287i
w27	0.6652 + 0.1968i	0.67 + 0.1793i	0.656 + 0.1529i	0.6318 + 0.1456i
w28	0.5987 + 0.3371i	0.5961 + 0.3506i	0.5856 + 0.384i	0.6016 + 0.4191i
w29	0.5987 + 0.337i	0.5974 + 0.3484i	0.5931 + 0.3723i	0.6198 + 0.3818i
w30	0.8039 + 0.3414i	0.5975 + 0.3523i	0.566 + 0.3851i	0.5403 + 0.3585i
w31	0.8038 + 0.3413i	0.5987 + 0.3501i	0.5718 + 0.3559i	0.5497 + 0.3439i
w32	0.3183 + 1.5992i	0.2071 + 1.669i	0.1883 + 1.7041i	0.1665 + 1.6859i
w33	0.3186 + 1.5991i	0.4482 + 1.621i	0.4972 + 1.6386i	0.4919 + 1.6211i
w34	0.2758 + 1.3848i	0.298 + 1.3641i	0.1495 + 1.356i	0.136 + 1.3498i
w35	0.2759 + 1.3847i	0.3207 + 1.3397i	0.3814 + 1.3099i	0.3914 + 1.2939i
w36	0.986 + 1.3557i	1.0341 + 1.3264i	1.0862 + 1.3238i	1.0746 + 1.3096i
w37	0.9858 + 1.3559i	0.8287 + 1.483i	0.8074 + 1.5101i	0.7887 + 1.494i
w38	0.7846 + 1.1739i	0.8178 + 1.1314i	0.8534 + 1.0644i	0.8585 + 1.0504i
w39	0.7843 + 1.1741i	0.7138 + 1.1809i	0.8568 + 1.1958i	0.6419 + 1.1951i
w40	0.2257 + 0.9956i	0.1957 + 0.9674i	0.1552 + 0.9481i	0.1334 + 0.9482i
w41	0.2259 + 0.9956i	0.217 + 0.9629i	0.22 + 0.9352i	0.2402 + 0.9271i
w42	0.2278 + 1.0326i	0.1977 + 1.0341i	0.1577 + 1.0449i	0.1323 + 1.0786i
w43	0.2278 + 1.0326i	0.2298 + 1.0277i	0.2548 + 1.0255i	0.291 + 1.047i
w44	0.5445 + 0.8635i	0.5459 + 0.8224i	0.5609 + 0.78i	0.5764 + 0.7648i
w45	0.5445 + 0.8636i	0.5276 + 0.8342i	0.506 + 0.8167i	0.486 + 0.8252i
w46	0.5694 + 0.891i	0.5816 + 0.8709i	0.6276 + 0.8501i	0.6693 + 0.8561i
w47	0.5692 + 0.8911i	0.5651 + 0.8883i	0.5452 + 0.9052i	0.5348 + 0.9459i
w48	1.5982 + 0.3183i	1.689 + 0.2071i	1.7041 + 0.1883i	1.6859 + 0.1665i
w49	1.5991 + 0.3186i	1.621 + 0.4482i	1.6386 + 0.4972i	1.6211 + 0.4919i
w50	1.3848 + 0.2758i	1.3641 + 0.298i	1.356 + 0.1495i	1.3498 + 0.136i
w51	1.3847 + 0.2759i	1.3397 + 0.3307i	1.3099 + 0.3814i	1.2939 + 0.3914i
w52	1.3557 + 0.986i	1.3264 + 1.0341i	1.3238 + 1.0862i	1.3096 + 1.0746i
w53	1.3559 + 0.9858i	1.483 + 0.8287i	1.5101 + 0.8074i	1.494 + 0.7887i
w54	1.1739 + 0.7846i	1.1314 + 0.8178i	1.0644 + 0.8534i	1.0504 + 0.8585i
w55	1.1741 + 0.7843i	1.1809 + 0.7138i	1.1958 + 0.8568i	1.1951 + 0.6419i
w56	0.9956 + 0.2257i	0.9674 + 0.1957i	0.9481 + 0.1552i	0.9482 + 0.1334i
w57	0.9956 + 0.2259i	0.9629 + 0.217i	0.9352 + 0.22i	0.9271 + 0.2402i
w58	1.0326 + 0.2278i	1.0341 + 0.1977i	1.0449 + 0.1577i	1.0786 + 0.1323i
w59	1.0326 + 0.2278i	1.0277 + 0.2298i	1.0255 + 0.2548i	1.047 + 0.291i
w60	0.8635 + 0.5445i	0.8224 + 0.5459i	0.78 + 0.5609i	0.7648 + 0.5764i
w61	0.8636 + 0.5445i	0.8342 + 0.5276i	0.8167 + 0.506i	0.8252 + 0.486i
w62	0.891 + 0.5694i	0.8709 + 0.5816i	0.8501 + 0.6276i	0.8561 + 0.6693i
w63	0.8911 + 0.5692i	0.8883 + 0.5651i	0.9052 + 0.5452i	0.9459 + 0.5348i

[図105]

図105



[図106]

図106

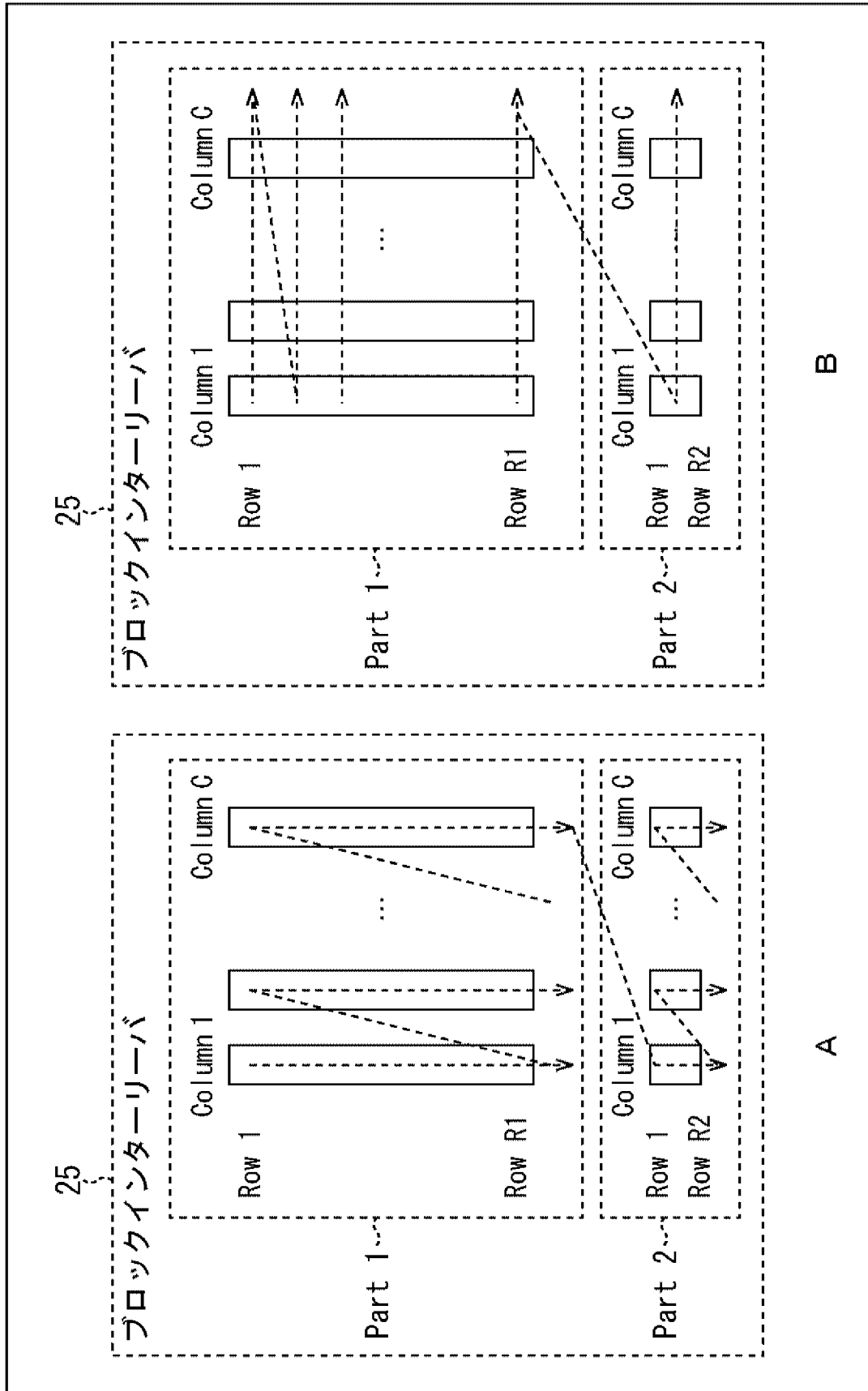
N=64800						
	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
C	2	4	6	8	10	12
R1	32400	16200	10800	7920	6480	5400
R2	0	0	0	180	0	0

N=16200						
	QPSK	16QAM	64QAM	256QAM	1024QAM	4096QAM
C	2	4	6	8	10	12
R1	7920	3960	2520	1800	1440	1080
R2	180	90	180	225	180	270

C: column数(シンボルビット数)
R1: Part1の行数
R2: Part2の行数

[図107]

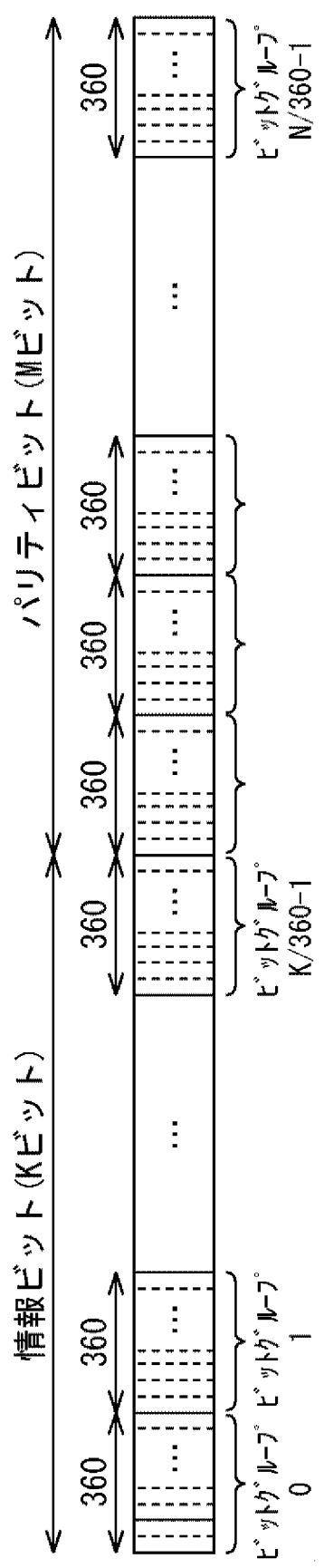
図107



B

A

[図108]
図108



[]112]

[]112

ビットグループ

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43

44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65

66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87

88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109

110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131

132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153

154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175

176 177 178 179



139 106 125 81 88 104 3 66 60 65 2 95 155 24 151 5 51 53 29 75 52 85

8 22 98 93 168 15 86 126 173 100 130 176 20 10 87 92 175 36 143 110 67 146

149 127 133 42 84 64 78 1 48 159 79 138 46 112 164 31 152 57 144 69 27 136

122 170 132 171 129 115 107 134 89 157 113 119 135 45 148 83 114 71 128 161 140 26

13 59 38 35 96 28 0 80 174 137 49 16 101 74 179 91 44 55 169 131 163 123

145 162 108 178 12 77 167 21 154 82 54 90 177 17 41 39 7 102 156 62 109 14

37 23 153 6 147 50 47 63 18 70 68 124 72 33 158 32 118 99 105 94 25 121

166 120 160 141 165 111 19 150 97 76 73 142 117 4 172 58 11 30 9 103 40 61

43 34 56 116

☒113
☒113

ビットグループ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

176	177	178	179
-----	-----	-----	-----



72	59	65	61	80	2	66	23	69	101	19	16	53	109	74	106	113	56	97	30	164	15
----	----	----	----	----	---	----	----	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----	----

25	20	117	76	50	82	178	13	169	36	107	40	122	138	42	96	27	163	46	64	124	57
----	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----	----	----	-----	----

87	120	168	166	39	177	22	67	134	9	102	28	148	91	83	88	167	32	99	140	60	152
----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----	---	-----	----	-----	----	----	----	-----	----	----	-----	----	-----

1	123	29	154	26	70	149	171	12	6	55	100	62	86	114	174	132	139	7	45	103	130
---	-----	----	-----	----	----	-----	-----	----	---	----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	---	----	-----	-----

31	49	151	119	79	41	118	126	3	179	110	111	51	93	145	73	133	54	104	161	37	129
----	----	-----	-----	----	----	-----	-----	---	-----	-----	-----	----	----	-----	----	-----	----	-----	-----	----	-----

63	38	95	159	89	112	115	136	33	68	17	35	137	173	143	78	77	141	150	58	158	125
----	----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----	----	-----	-----

156	24	105	98	43	84	92	128	165	153	108	0	121	170	131	144	47	157	11	155	176	48
-----	----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----	----

135	4	116	146	127	52	162	142	8	5	34	85	90	44	172	94	160	175	75	71	18	147
-----	---	-----	-----	-----	----	-----	-----	---	---	----	----	----	----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----


10	21	14	81
----	----	----	----

[]116]

[]116

ビットグループ																								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65			
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87			
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109			
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131			
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153			
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175			
176	177	178	179	↕																	176	177	178	179
11	5	8	18	1	25	32	31	19	21	50	102	65	85	45	86	98	104	64	78	72	53			
103	79	93	41	82	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172			
176	4	12	15	3	10	20	26	34	23	33	68	63	69	92	44	90	75	56	100	47	106			
42	39	97	99	89	52	109	113	117	121	125	129	133	137	141	145	149	153	157	161	165	169			
173	177	6	16	14	7	13	36	28	29	37	73	70	54	76	91	66	80	88	51	96	81			
95	38	57	105	107	59	61	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166			
170	174	178	0	9	17	2	27	30	24	22	35	77	74	46	94	62	87	83	101	49	43			
84	48	60	67	71	58	40	55	111	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159	163			
167	171	175	179	↕																	167	171	175	179

[]120
120

ビットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
																					
12	15	2	16	27	50	35	74	38	70	108	32	112	54	30	122	72	116	36	90	49	85
132	138	144	150	156	162	168	174	0	14	9	5	23	66	68	52	96	117	84	128	100	63
60	127	81	99	53	55	103	95	133	139	145	151	157	163	169	175	10	22	13	11	28	104
37	57	115	46	65	129	107	75	119	110	31	43	97	78	125	58	134	140	146	152	158	164
170	176	4	19	6	8	24	44	101	94	118	130	69	71	83	34	86	124	48	106	89	40
102	91	135	141	147	153	159	165	171	177	3	20	7	17	25	87	41	120	47	80	59	62
88	45	56	131	61	126	113	92	51	98	136	142	148	154	160	166	172	178	21	18	1	26
29	39	73	121	105	77	42	114	93	82	111	109	67	79	123	64	76	33	137	143	149	155
161	167	173	179																		

[]122]

[]122

ビットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
↕																					
0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172
176	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81
85	89	93	97	101	105	109	113	117	121	125	129	133	137	141	145	149	153	157	161	165	169
173	177	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78
82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166
170	174	178	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75
79	83	87	91	95	99	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159	163
167	171	175	179																		

[]124]
[]124

ピットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
↕																					
103	138	168	82	116	45	178	28	160	2	129	148	150	23	54	106	24	78	49	87	145	179
26	112	119	12	18	174	21	48	134	137	102	147	152	72	68	3	22	169	30	64	108	142
131	13	113	115	121	37	133	136	101	59	73	161	38	164	43	167	42	144	41	85	91	58
128	154	172	57	75	17	157	19	4	86	15	25	35	9	105	123	14	34	56	111	60	90
74	149	146	62	163	31	16	141	88	6	155	130	89	107	135	79	8	10	124	171	114	162
33	66	126	71	44	158	51	84	165	173	120	7	11	170	176	1	156	96	175	153	36	47
110	63	132	29	95	143	98	70	20	122	53	100	93	140	109	139	76	151	52	61	46	125
94	50	67	81	69	65	40	127	77	32	39	27	99	97	159	166	80	117	55	92	118	0
5	83	177	104																		

[]127]

[]127

ビットグループ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

176	177	178	179
-----	-----	-----	-----



58	70	23	32	26	63	55	48	35	41	53	20	38	51	61	65	44	29	7	2	113	68
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	-----	----

96	104	106	89	27	0	119	21	4	49	46	100	13	36	57	98	102	9	42	39	33	62
----	-----	-----	----	----	---	-----	----	---	----	----	-----	----	----	----	----	-----	---	----	----	----	----

22	95	101	15	91	25	93	132	69	87	47	59	67	124	17	11	31	43	40	37	85	50
----	----	-----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----

97	140	45	92	56	30	34	60	107	24	52	94	64	5	71	90	66	103	88	86	84	19
----	-----	----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	---	----	----	----	-----	----	----	----	----

169	159	147	126	28	130	14	162	144	166	108	153	115	135	120	122	112	139	151	156	16	172
-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----

164	123	99	54	136	81	105	128	116	150	155	76	18	142	170	175	83	146	78	109	73	131
-----	-----	----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	----	-----


127	82	167	77	110	79	137	152	3	173	148	72	158	117	1	6	12	8	161	74	143	133
-----	----	-----	----	-----	----	-----	-----	---	-----	-----	----	-----	-----	---	---	----	---	-----	----	-----	-----

168	171	134	163	138	121	141	160	111	10	149	80	75	165	157	174	129	145	114	125	154	118
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

176	177	178	179
-----	-----	-----	-----

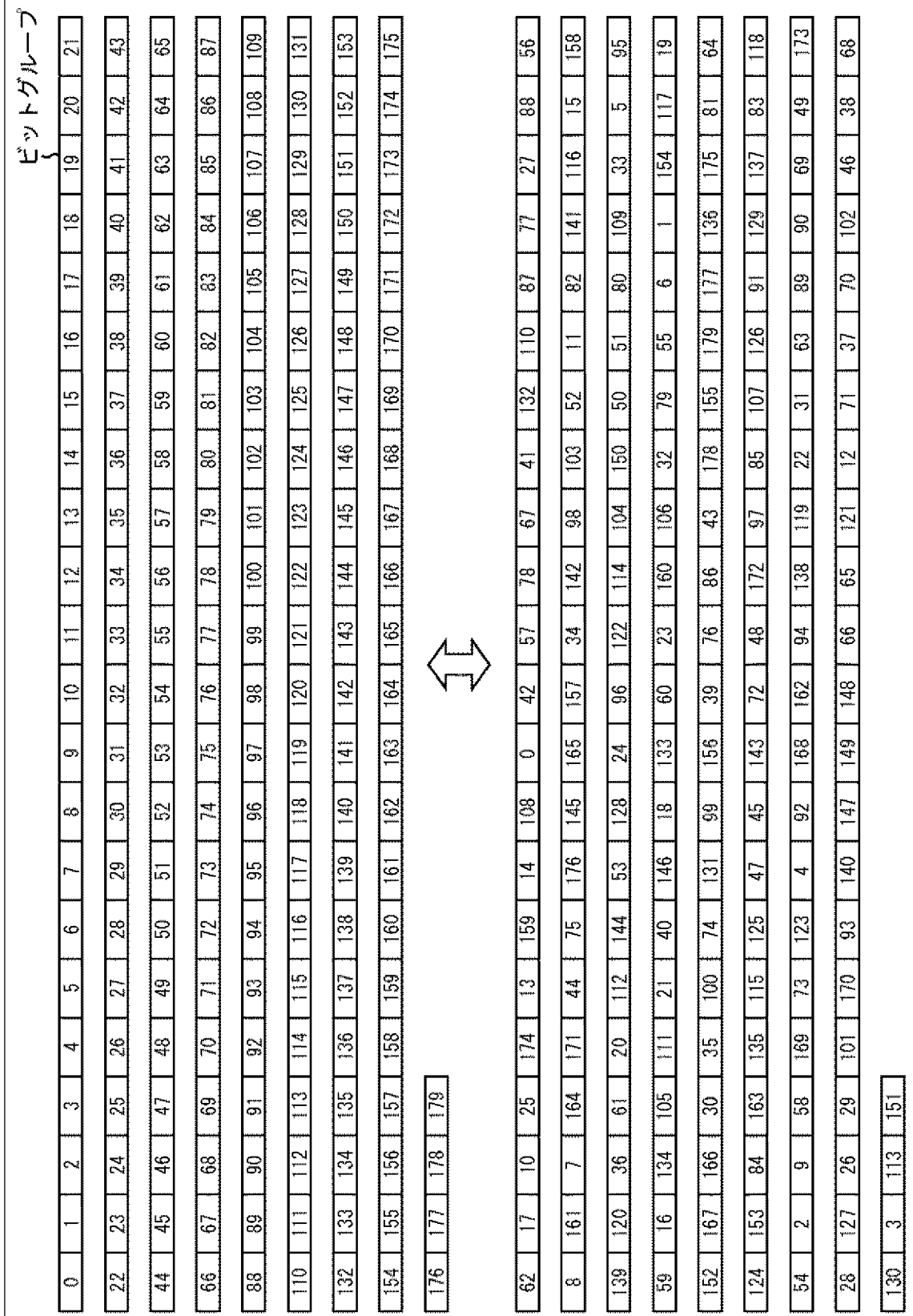
[]130

130

ピットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
																					
116	47	155	89	109	137	103	60	114	14	148	100	28	132	129	105	154	7	167	140	160	30
57	32	81	3	86	45	69	147	125	52	20	22	156	168	17	5	93	53	61	149	56	62
112	48	11	21	166	73	158	104	79	128	135	126	63	26	44	97	13	151	123	41	118	35
131	8	90	58	134	6	78	130	82	106	99	178	102	29	108	120	107	139	23	85	36	172
174	138	95	145	170	122	50	19	91	67	101	92	179	27	94	66	171	39	68	9	59	146
15	31	38	49	37	64	77	152	144	72	165	163	24	1	2	111	80	124	43	136	127	153
75	42	113	18	164	133	142	98	96	4	51	150	46	121	76	10	25	176	34	110	115	143
173	169	40	65	157	175	70	33	141	71	119	16	162	177	12	84	87	117	0	88	161	55
54	83	74	159																		

[図131]

図131



[]132]

[]132

ビットグループ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

176	177	178	179
-----	-----	-----	-----



168	18	46	131	88	90	11	89	111	174	172	38	78	153	9	80	53	27	44	79	35	83
-----	----	----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----

171	51	37	99	95	119	117	127	112	166	28	123	33	160	29	6	135	10	66	69	74	92
-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	----	---	-----	----	----	----	----	----

15	109	106	178	65	141	0	3	154	156	164	7	45	115	122	148	110	24	121	126	23	175
----	-----	-----	-----	----	-----	---	---	-----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	----	-----

21	113	58	43	26	143	56	142	39	147	30	25	101	145	136	19	4	48	158	118	133	49
----	-----	----	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	-----	-----	-----	----	---	----	-----	-----	-----	----

20	102	14	151	5	2	72	103	75	60	84	34	157	169	31	161	81	70	85	159	132	41
----	-----	----	-----	---	---	----	-----	----	----	----	----	-----	-----	----	-----	----	----	----	-----	-----	----

152	179	98	144	36	16	87	40	91	1	130	108	139	94	97	8	104	13	150	137	47	73
-----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	---	-----	-----	-----	----	----	---	-----	----	-----	-----	----	----

62	12	50	61	105	100	86	146	165	22	17	57	167	59	96	120	155	77	162	55	68	140
----	----	----	----	-----	-----	----	-----	-----	----	----	----	-----	----	----	-----	-----	----	-----	----	----	-----

134	82	76	125	32	176	138	173	177	163	107	170	71	129	63	93	42	52	116	149	54	128
-----	----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	----	----	----	----	-----	-----	----	-----

124	114	67	64
-----	-----	----	----

[]135]

135

ビットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
↕																					
77	50	109	128	153	12	48	17	147	55	173	172	135	121	99	162	52	40	129	168	103	87
134	105	179	10	131	151	3	26	100	15	123	88	18	91	54	160	49	1	76	80	74	31
47	58	161	9	16	34	41	21	177	11	63	6	39	165	169	125	114	57	37	67	93	96
73	106	83	166	24	51	142	65	43	64	53	72	156	81	4	155	33	163	56	150	70	167
107	112	144	149	36	32	35	59	101	29	127	138	176	90	141	92	170	102	119	25	75	14
0	68	20	97	110	28	89	118	154	126	2	22	124	85	175	78	46	152	23	86	27	79
130	66	45	113	111	62	61	7	30	133	108	171	143	60	178	5	122	44	38	148	157	84
42	139	145	8	104	115	71	137	132	146	164	98	13	117	174	158	95	116	140	94	136	120
82	69	159	19																		

[]137]

137

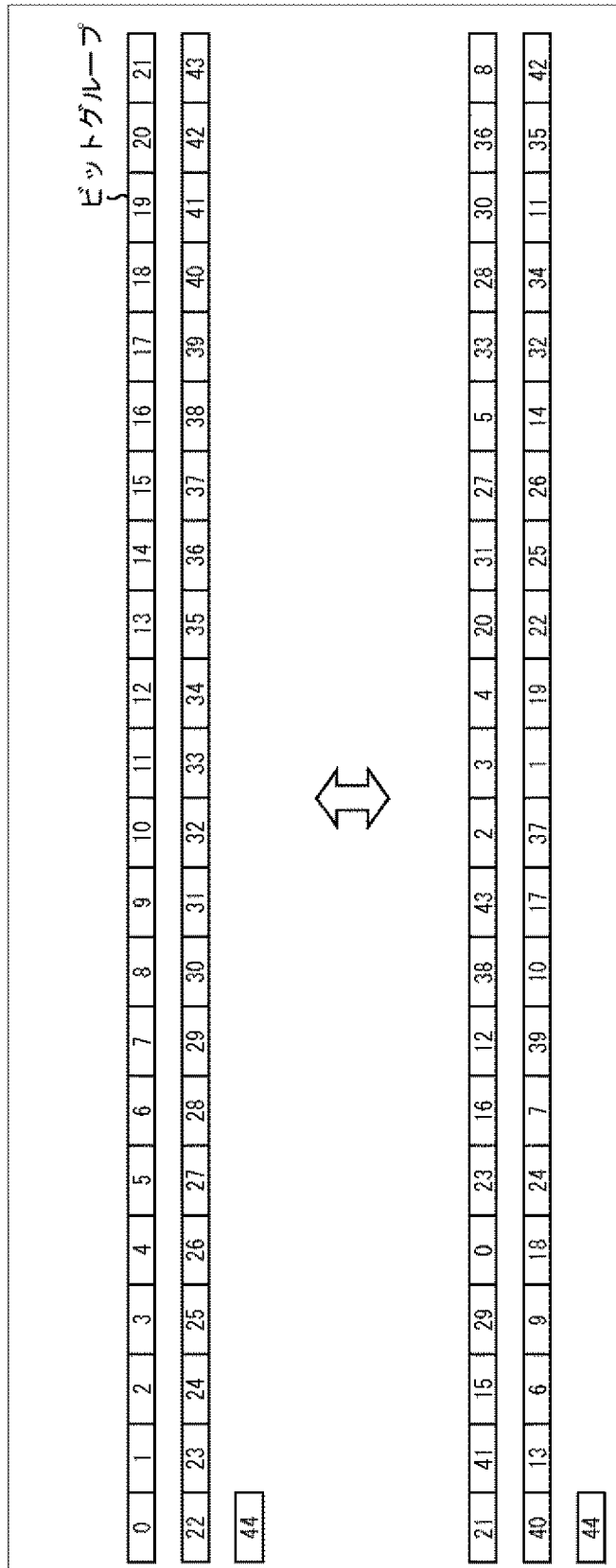
ビットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
↕																					
49	2	57	47	31	35	24	39	59	0	45	41	55	53	51	37	33	43	56	38	48	32
50	23	34	54	1	36	44	52	40	58	122	46	42	30	3	75	73	65	145	71	79	67
69	83	85	147	63	81	77	61	5	26	62	64	74	70	82	149	76	4	78	84	80	86
66	68	72	6	60	154	103	95	101	143	9	89	141	128	97	137	133	7	13	99	91	93
87	11	136	90	88	94	10	8	14	96	104	92	132	142	100	98	12	102	152	139	150	106
146	130	27	108	153	112	114	29	110	134	116	15	127	125	123	120	148	151	113	126	124	135
129	109	25	28	158	117	105	115	111	131	107	121	18	170	164	20	140	160	166	162	119	155
168	178	22	174	172	176	16	157	159	171	161	118	17	163	21	165	19	179	177	167	138	173
156	144	169	175																		

[]140
140

ビットグループ																					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153
154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179																		
↕																					
75	83	11	24	86	104	156	76	37	173	127	61	43	139	106	69	49	2	128	140	68	14
100	8	36	73	148	65	16	47	177	6	132	45	5	30	13	22	29	27	101	150	23	90
41	93	89	92	135	4	71	87	44	124	26	64	1	129	157	130	107	18	91	118	3	82
144	113	121	54	84	97	122	120	7	154	56	134	57	161	33	116	28	96	72	172	12	115
38	164	32	167	145	17	88	39	151	80	0	136	169	142	74	147	126	166	163	40	110	171
50	160	131	70	175	103	125	77	162	31	85	66	67	52	108	159	133	42	153	21	51	119
123	98	35	48	111	149	25	58	60	158	102	59	117	20	141	143	46	53	155	15	165	152
112	176	105	178	99	174	168	114	179	78	10	19	62	63	170	138	34	109	9	146	95	94
55	137	81	79																		

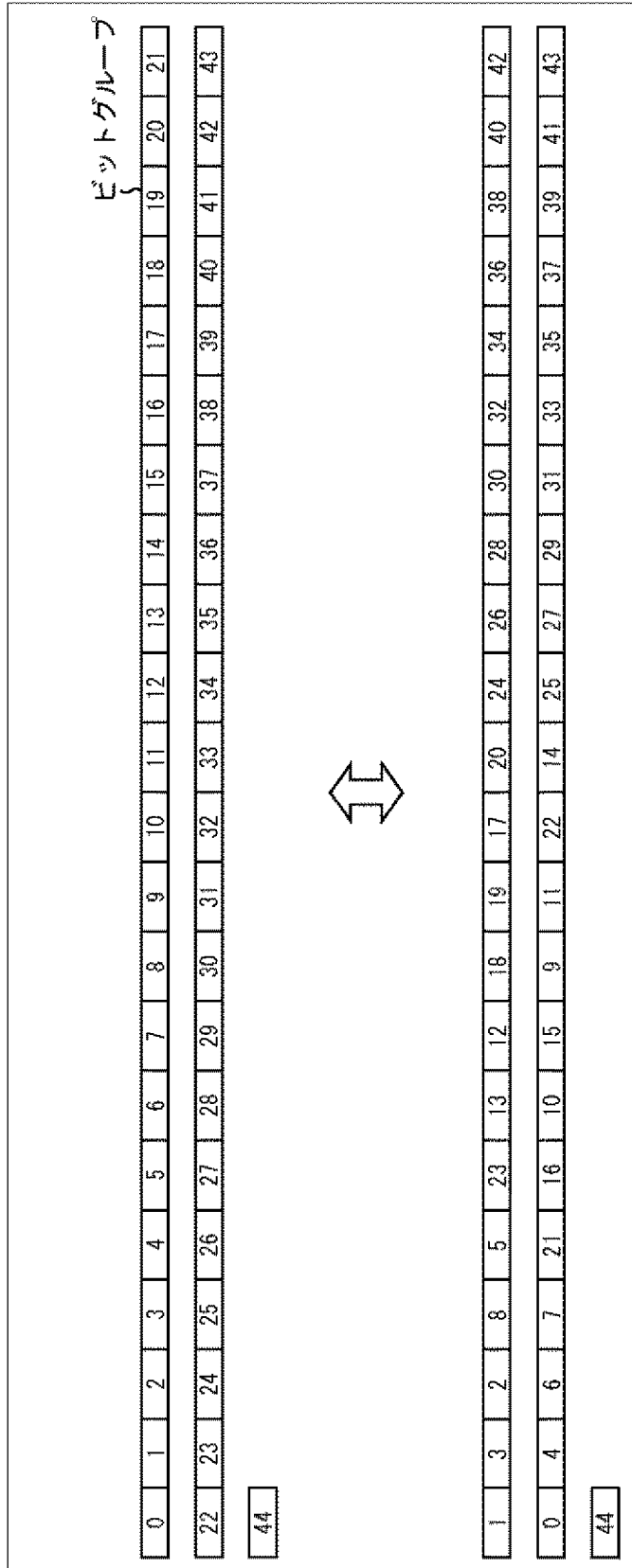
[図142]

図142



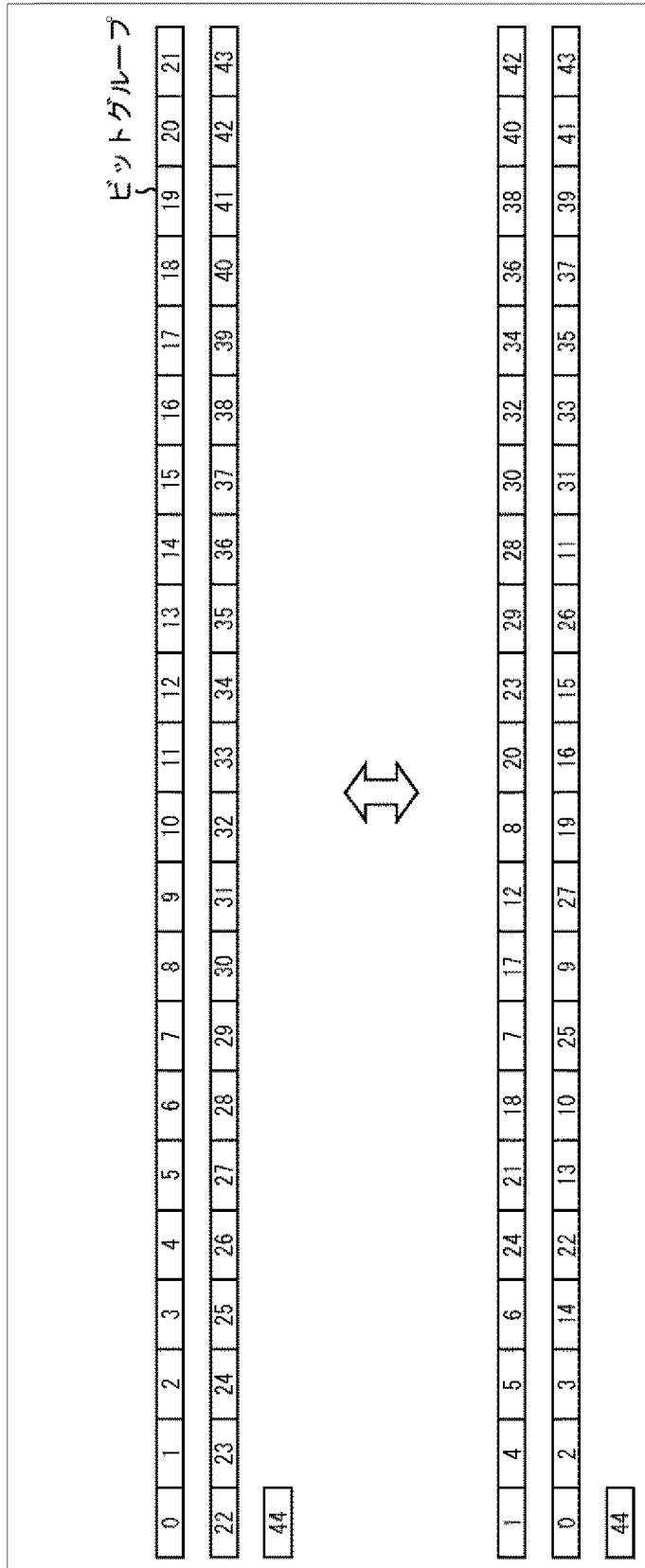
[図143]

図143



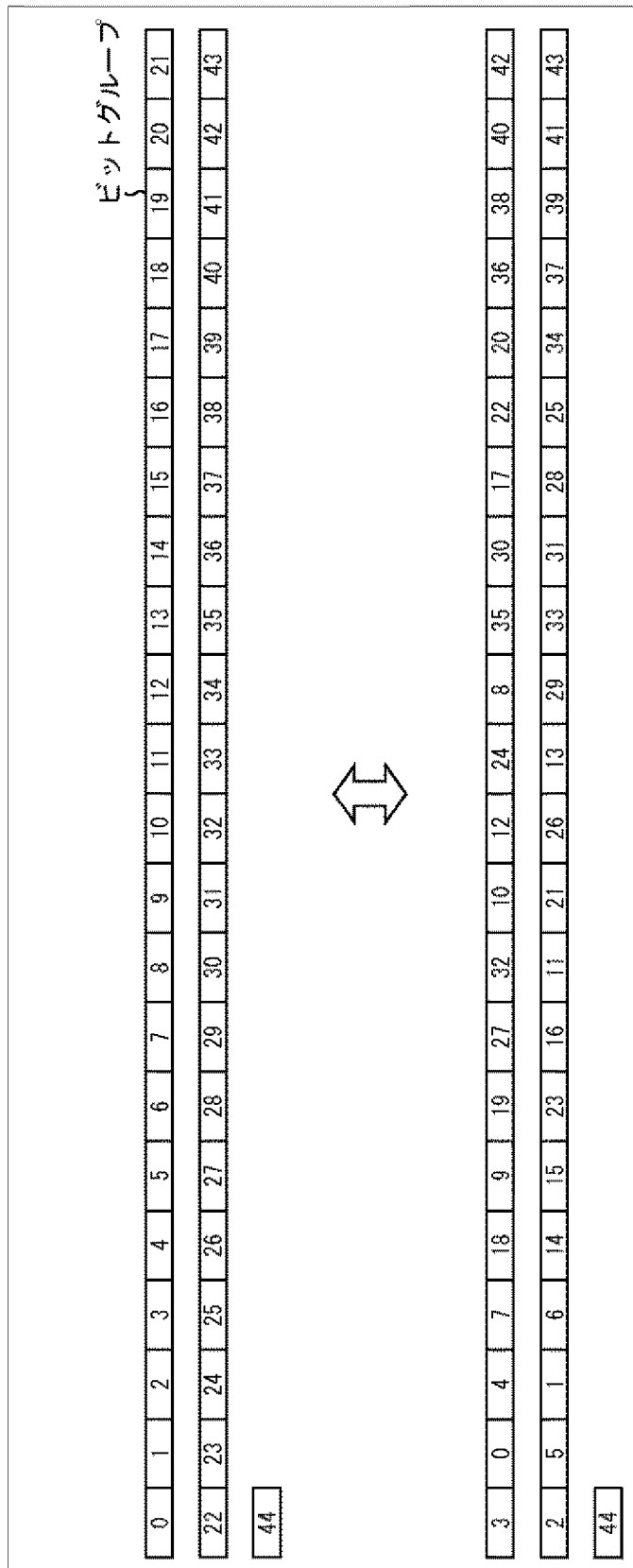
[図144]

図144



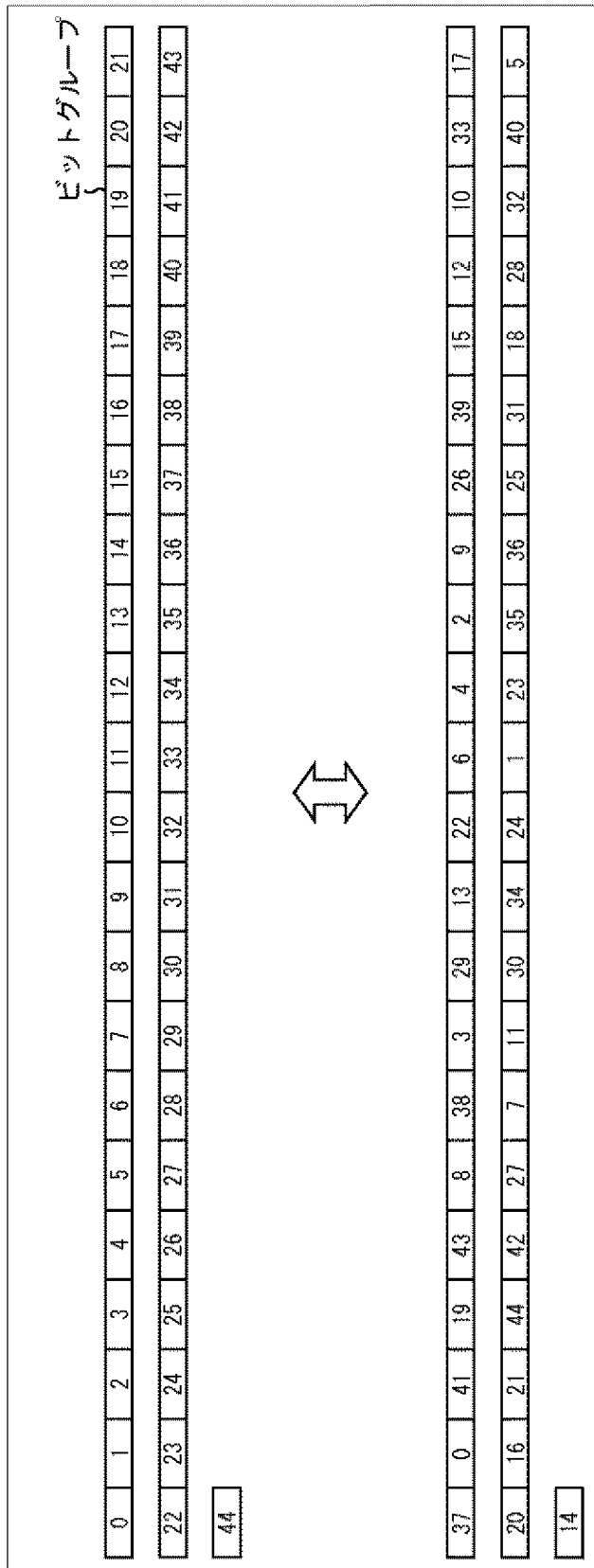
[図145]

図145

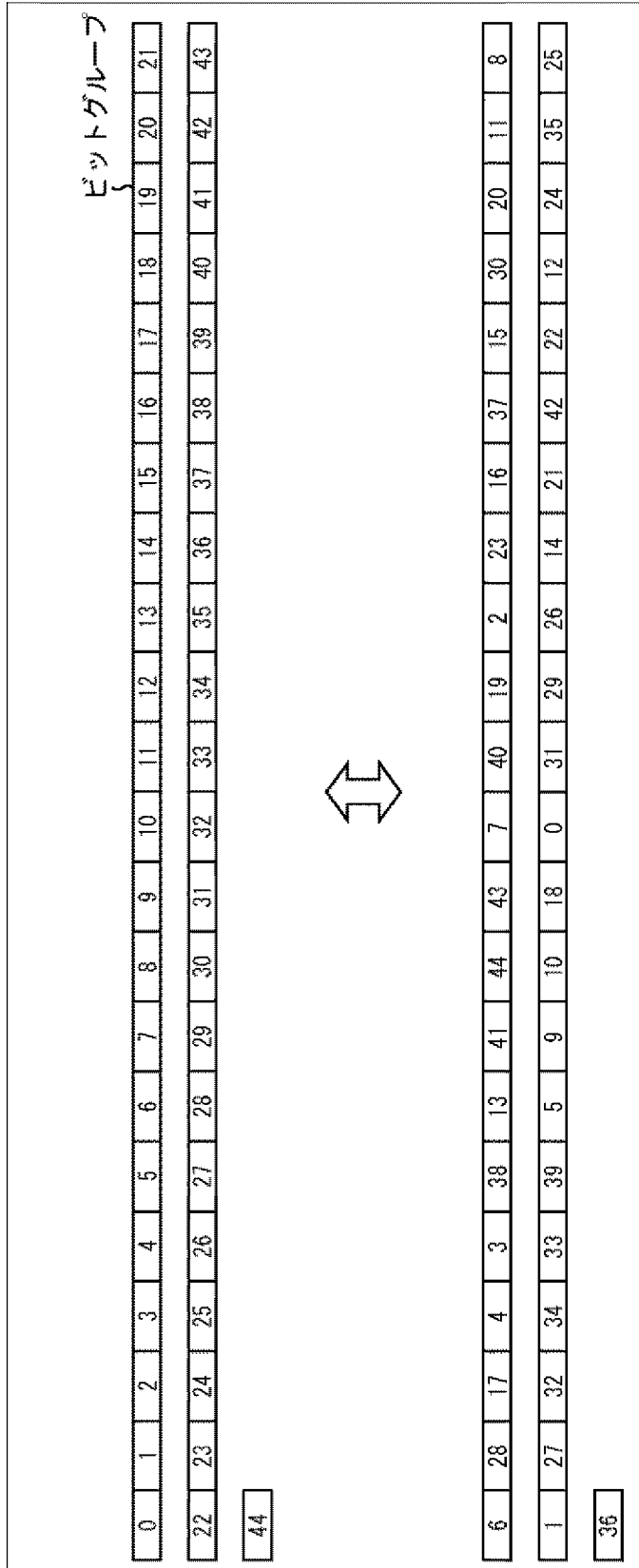


[図146]

図146

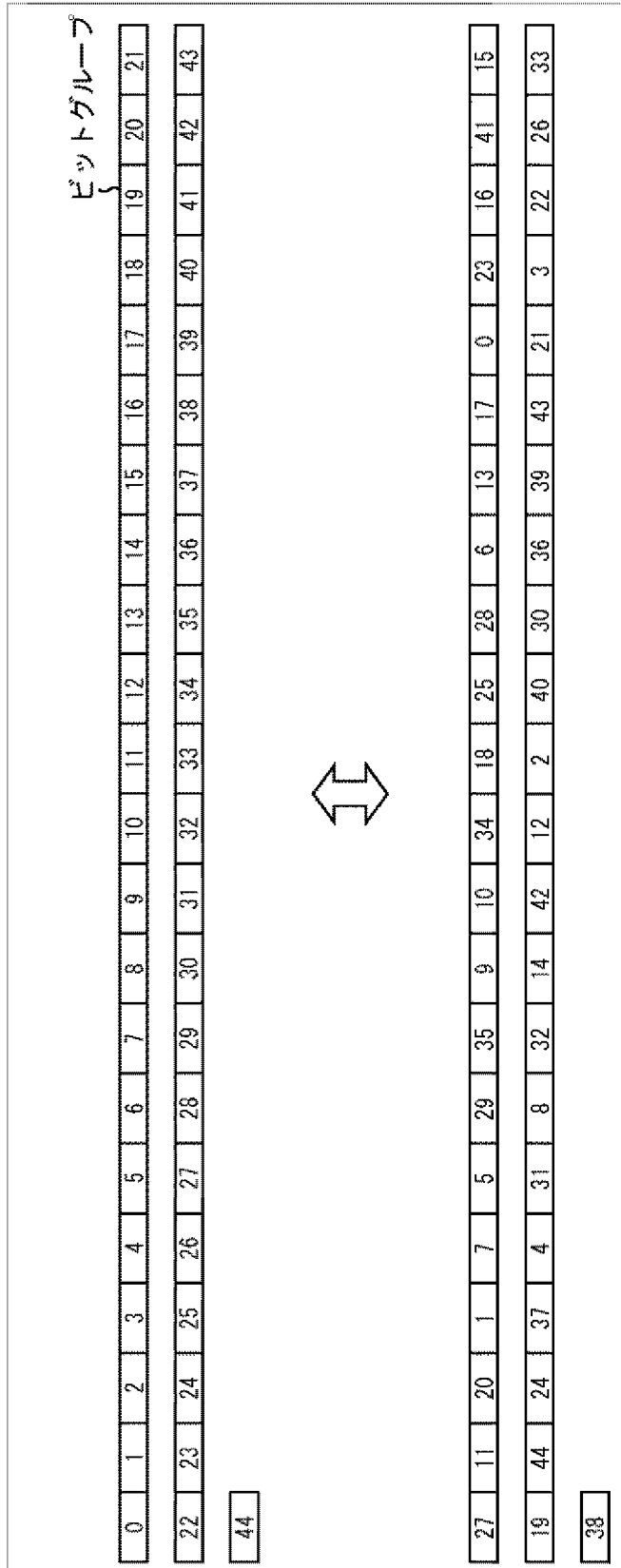


[図147]
 図147



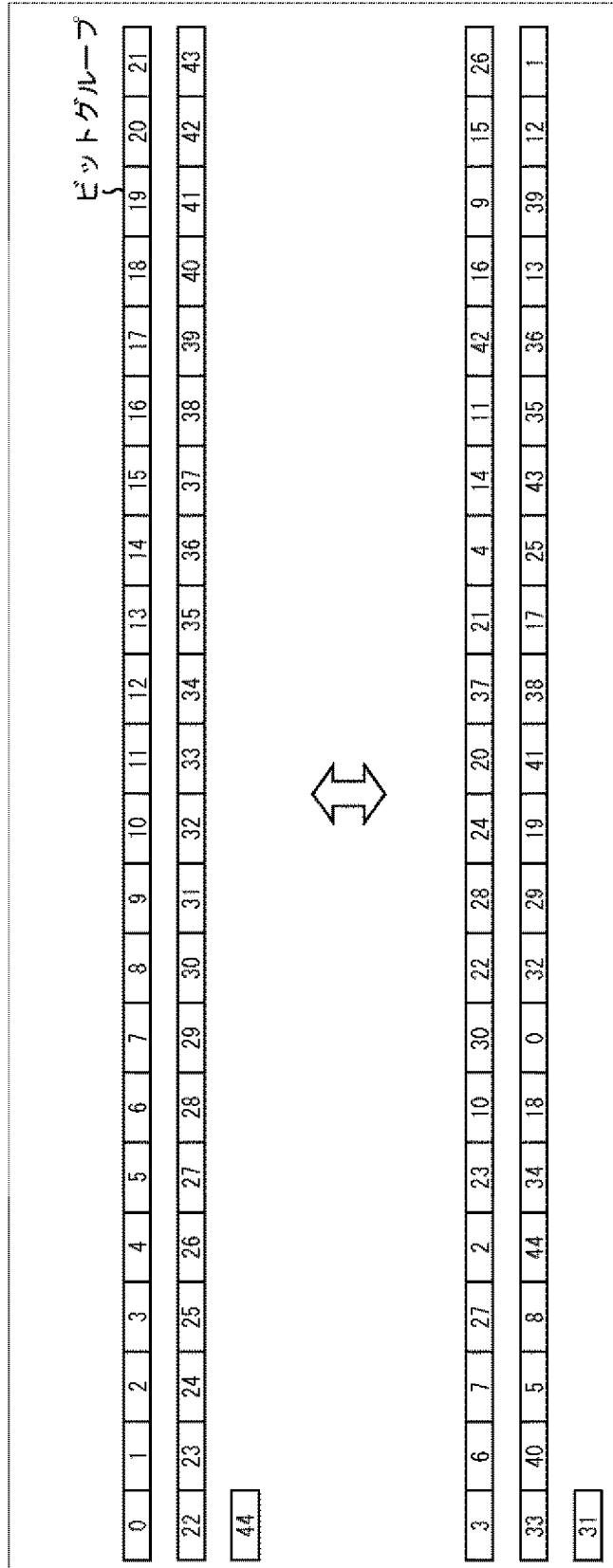
[図148]

図148



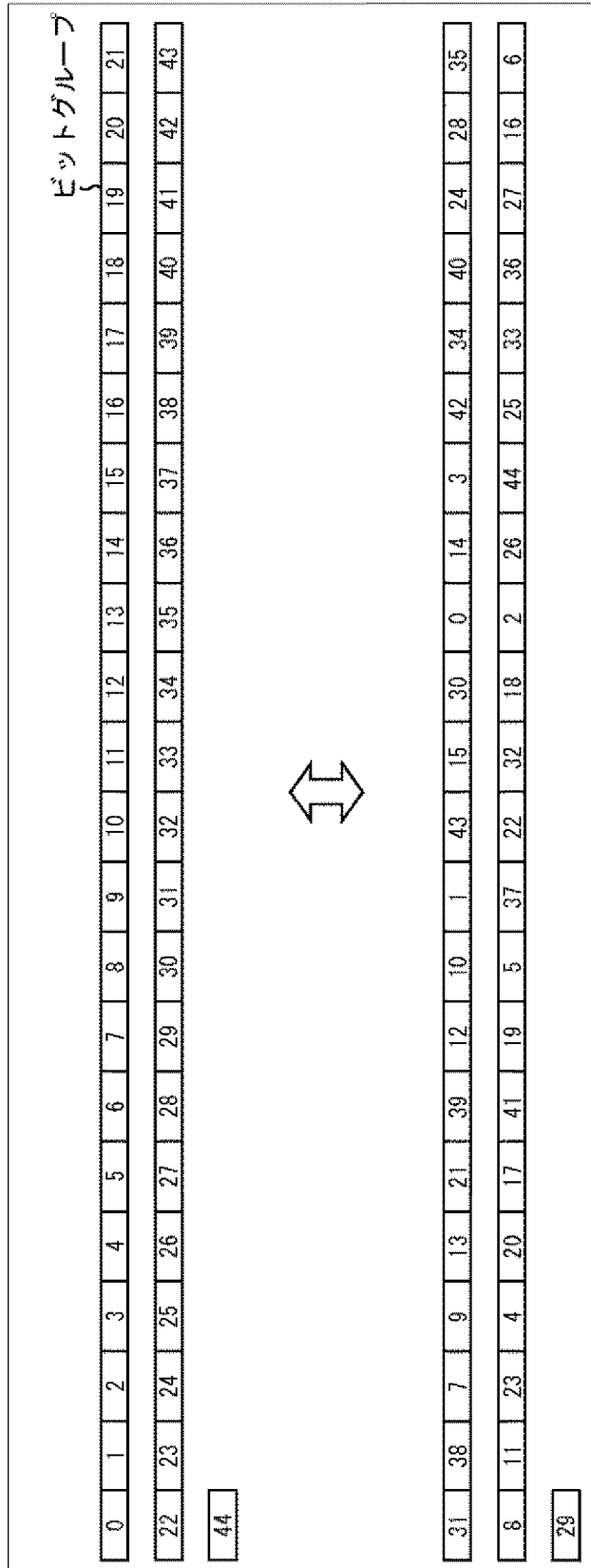
[図149]

図149



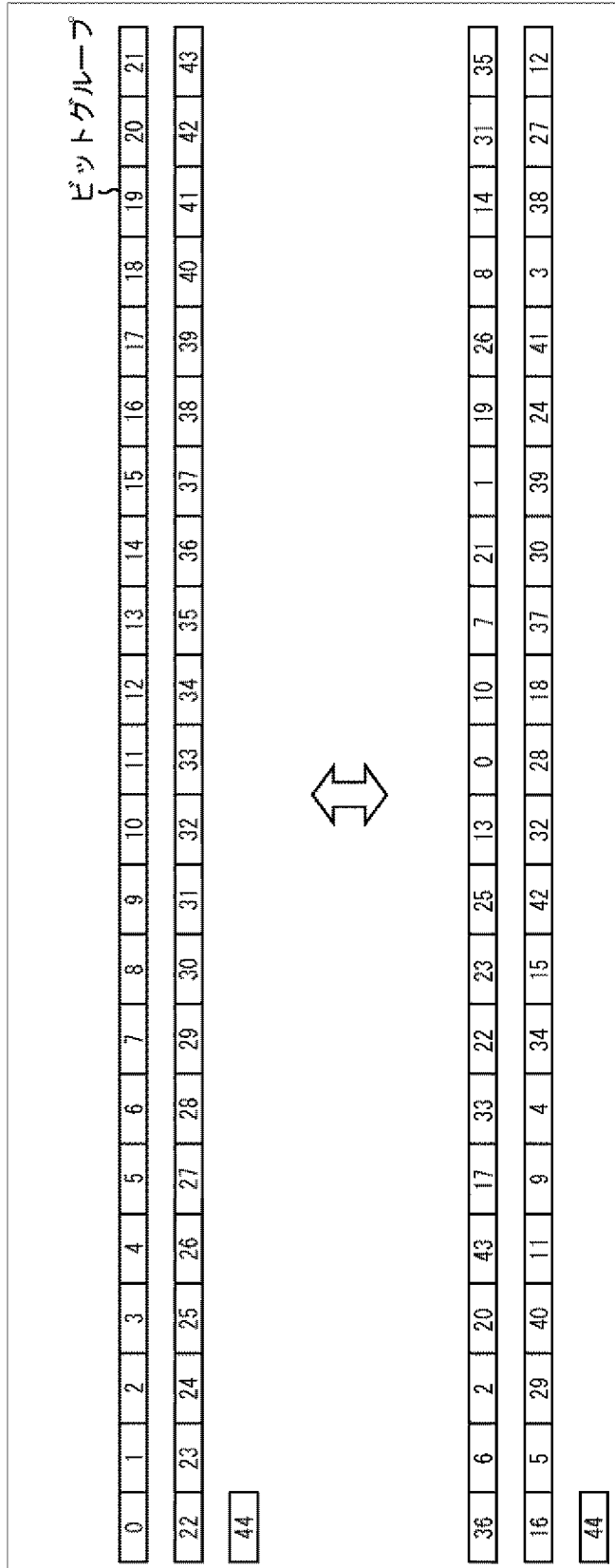
[図150]

図150



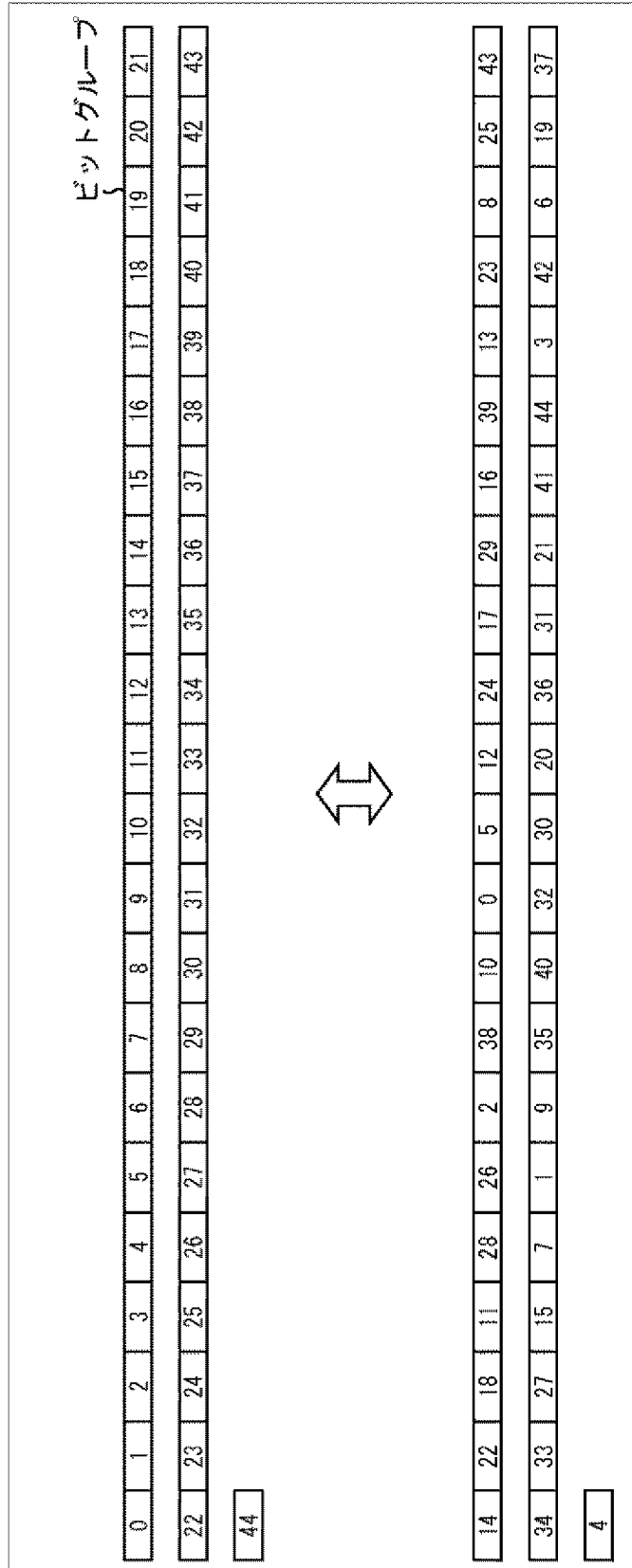
[図151]

図151



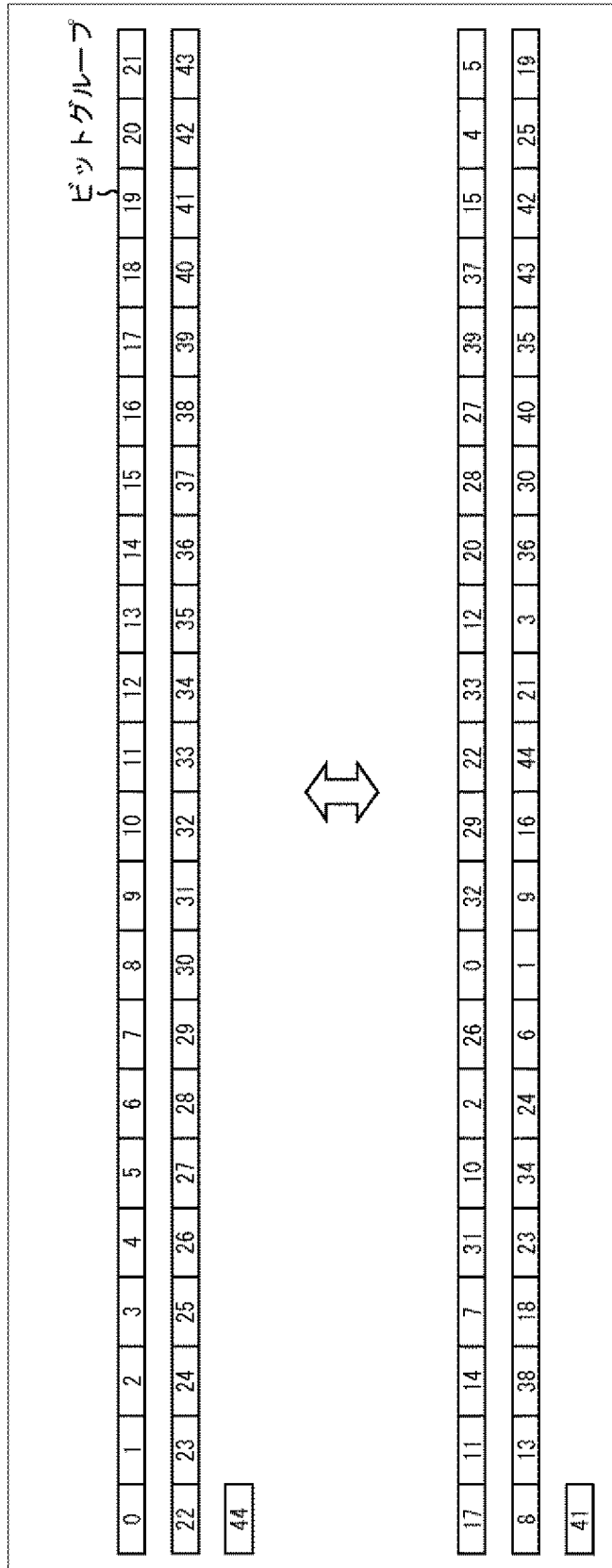
[図152]

図152



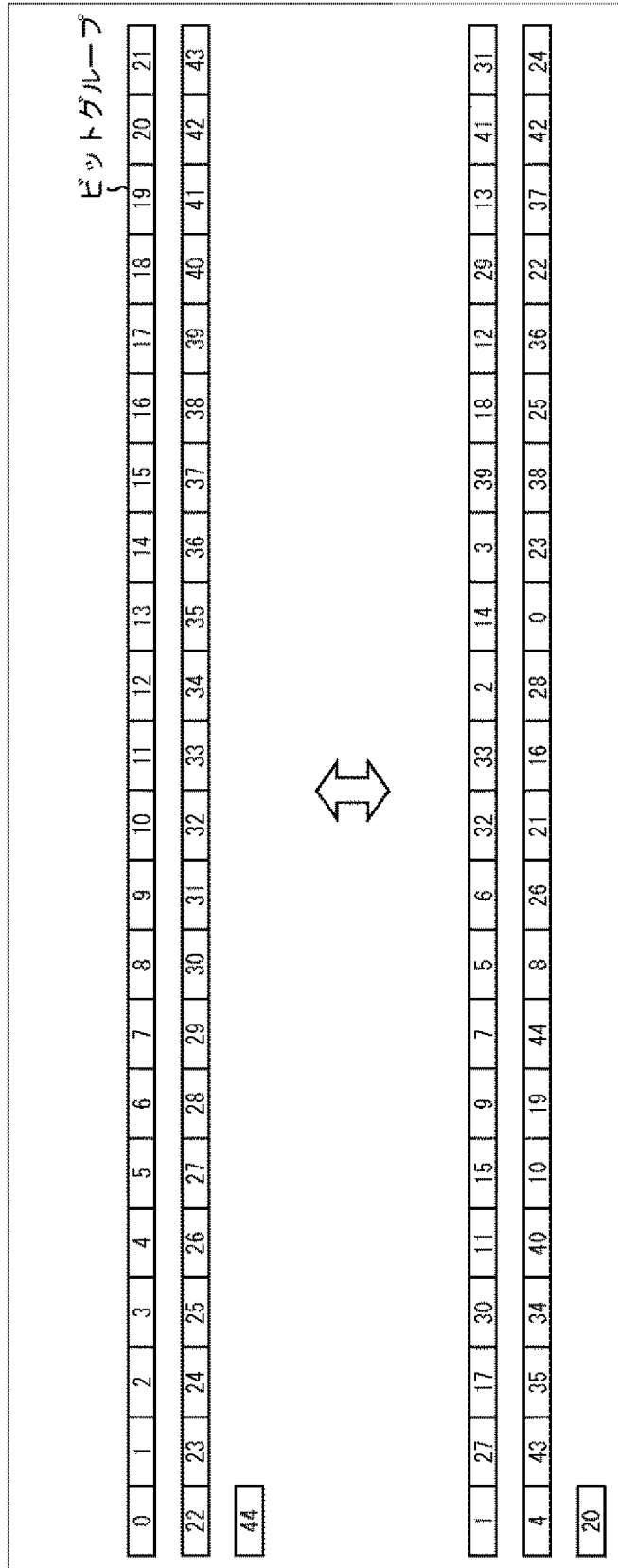
[図153]

図153



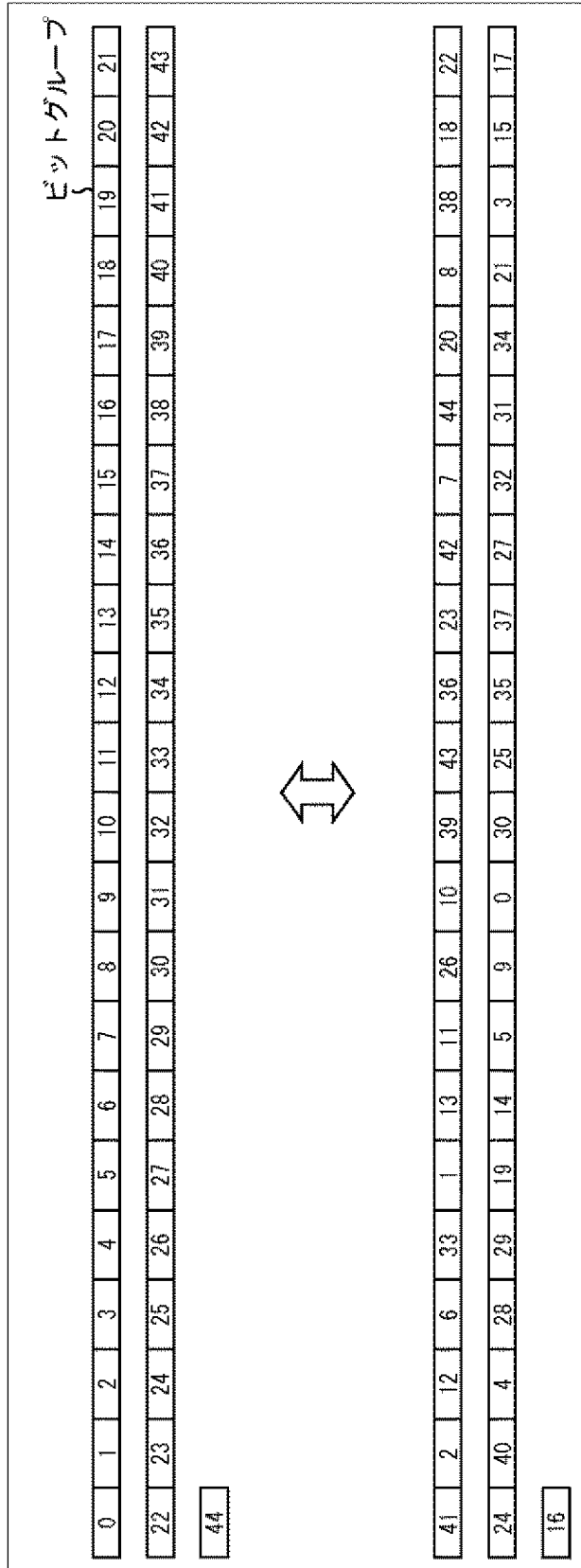
[図154]

図154



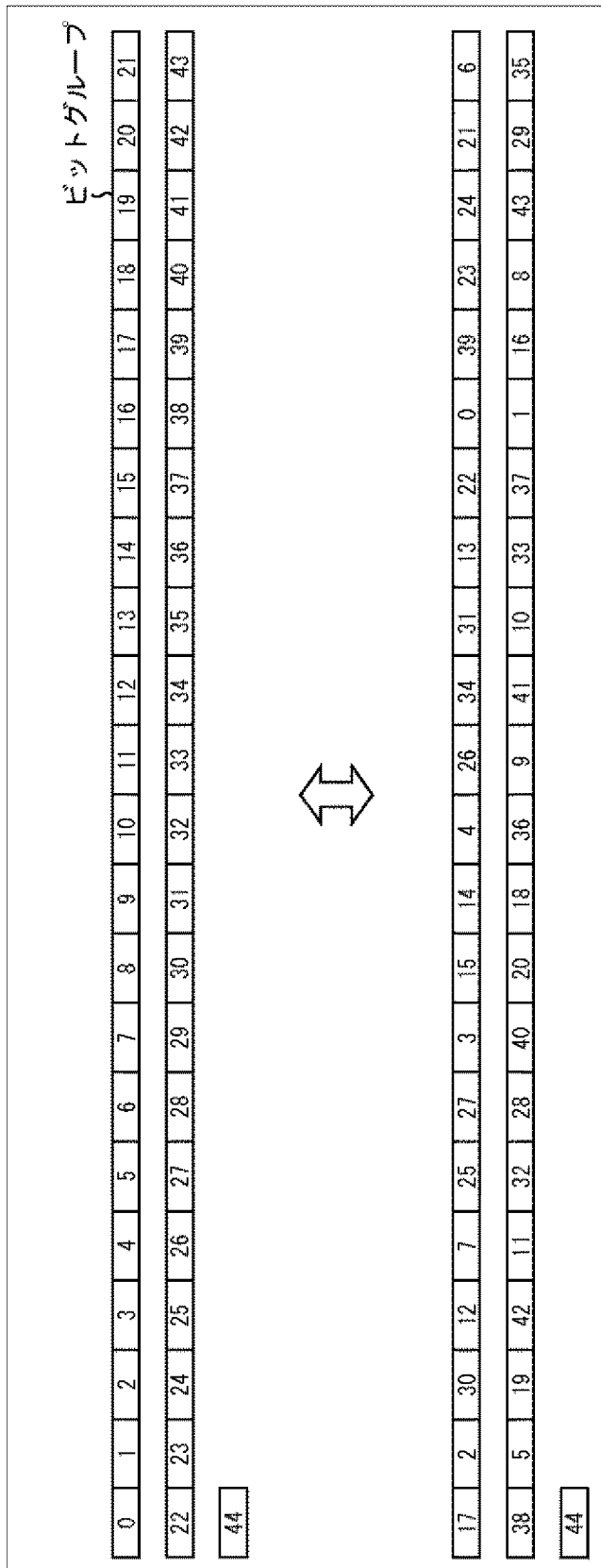
[図155]

図155



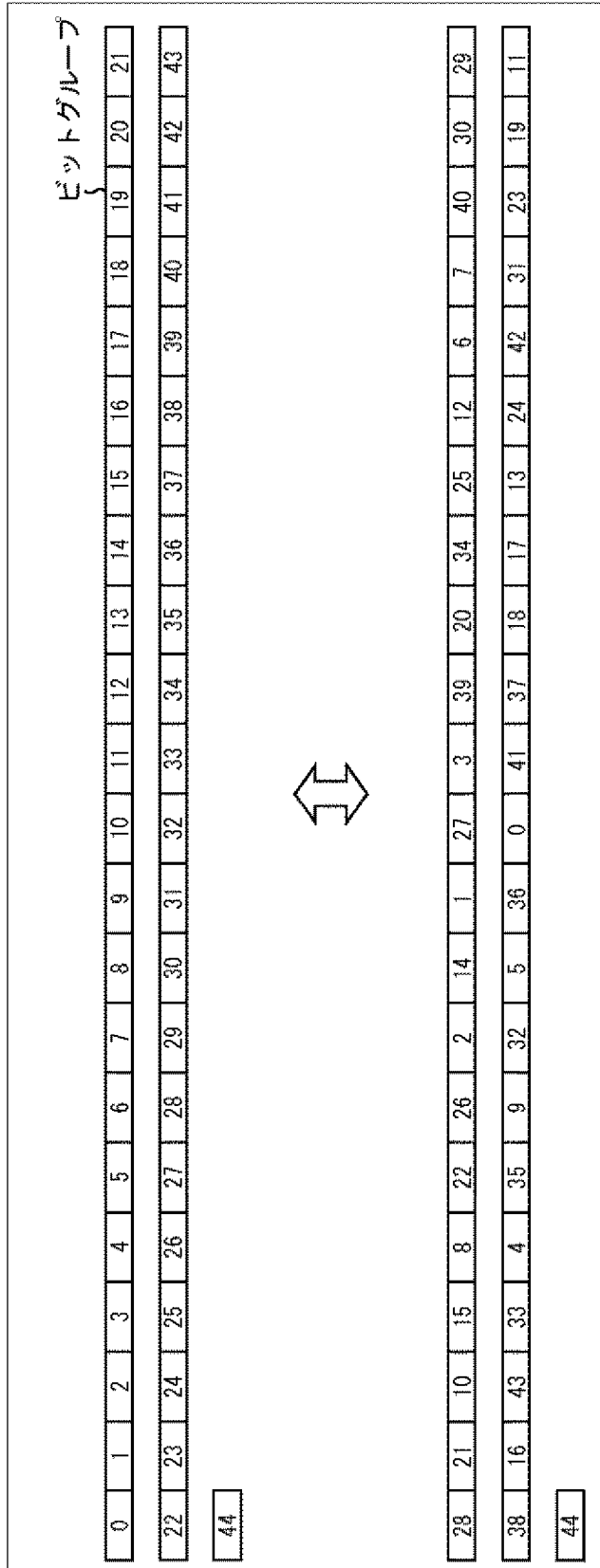
[図156]

図156



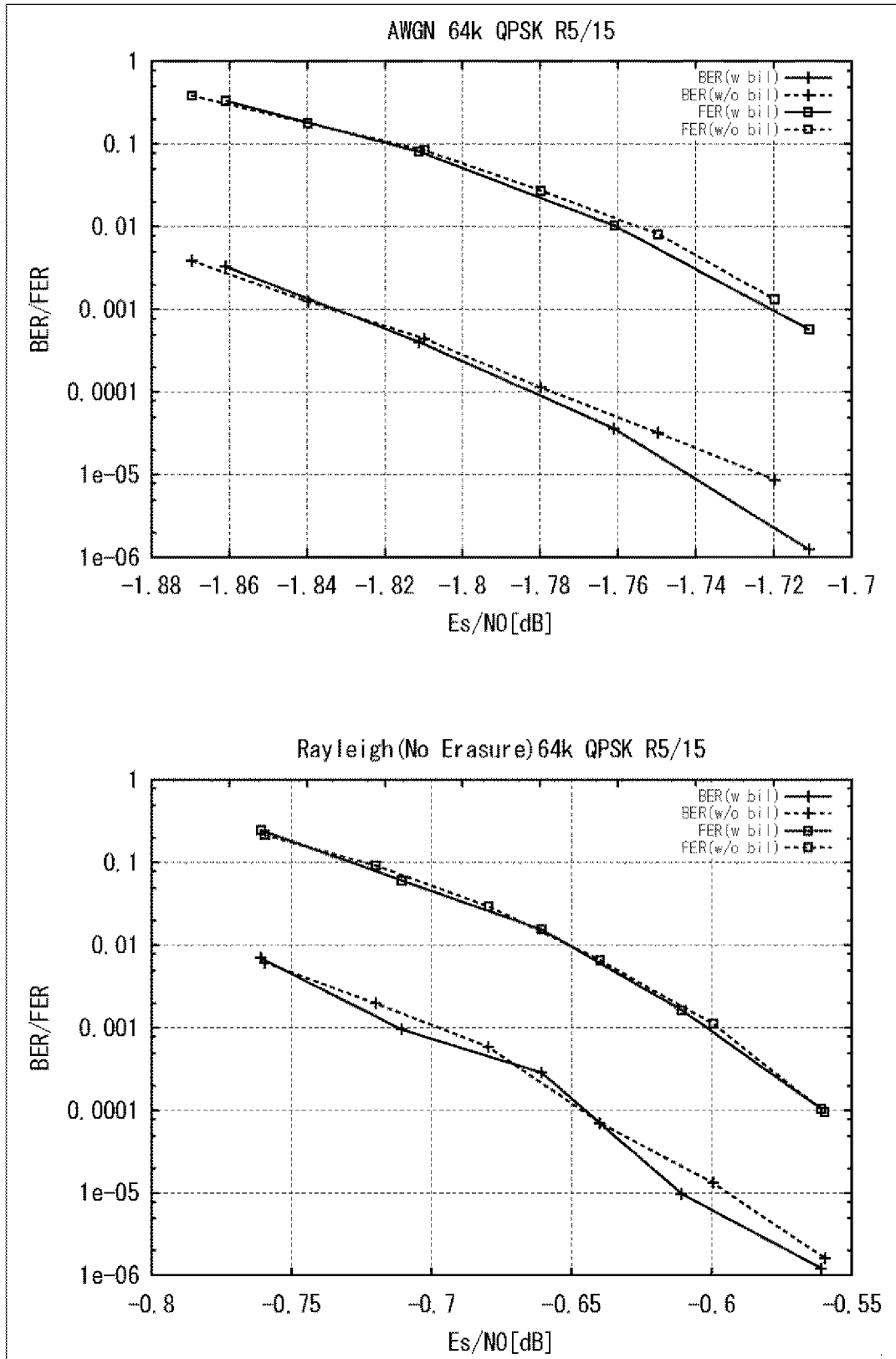
[図157]

図157



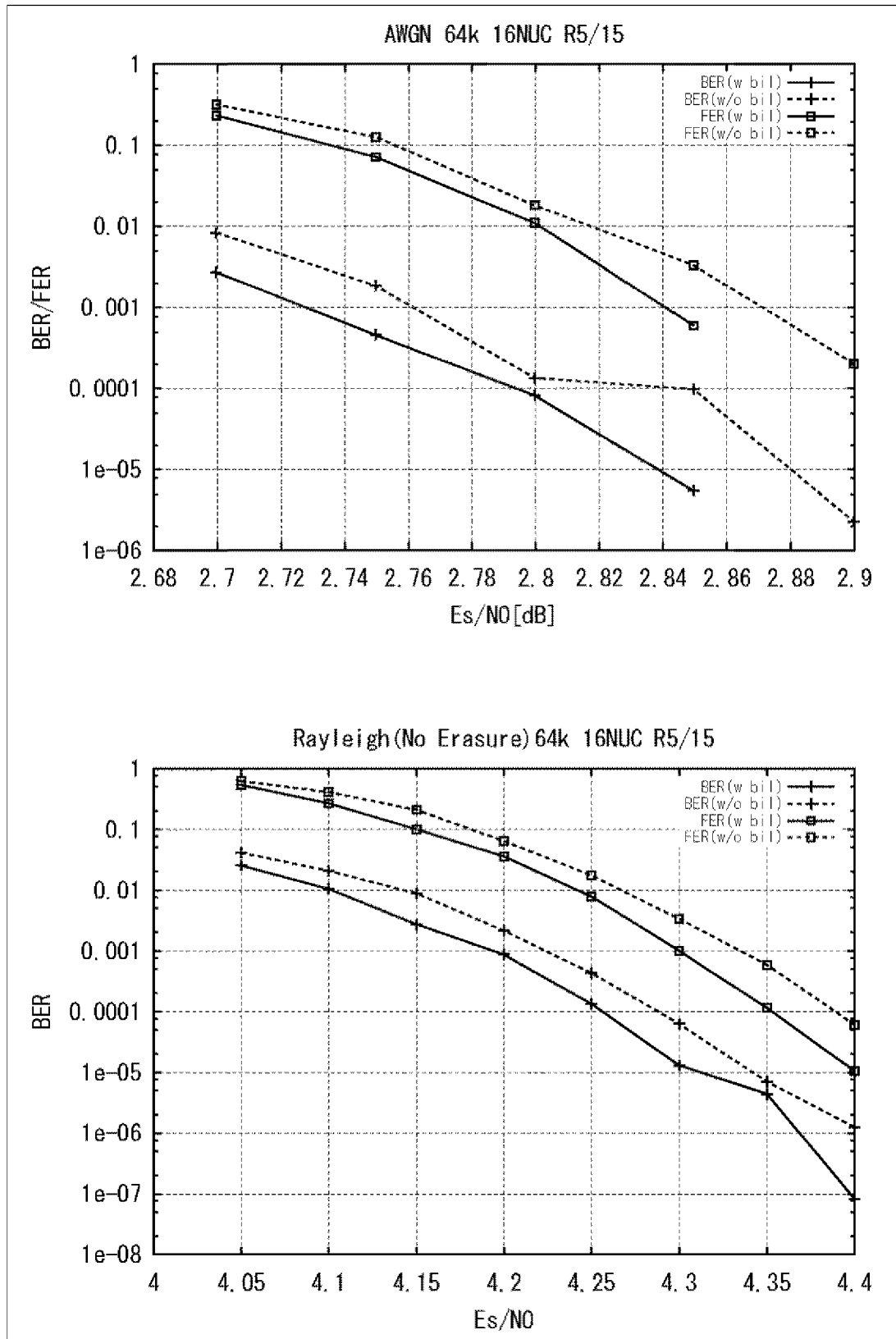
[158]

158



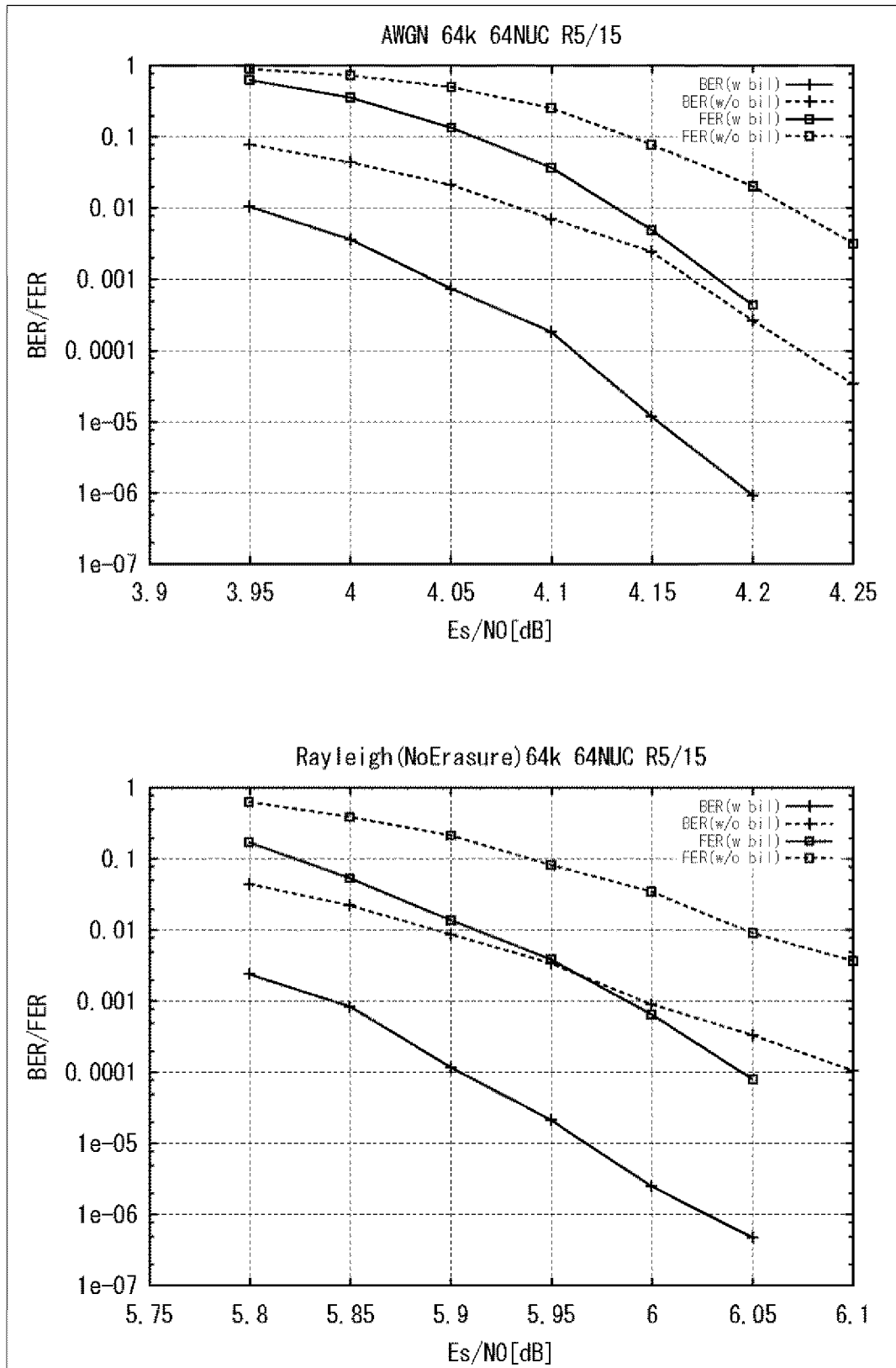
[]159

[]159



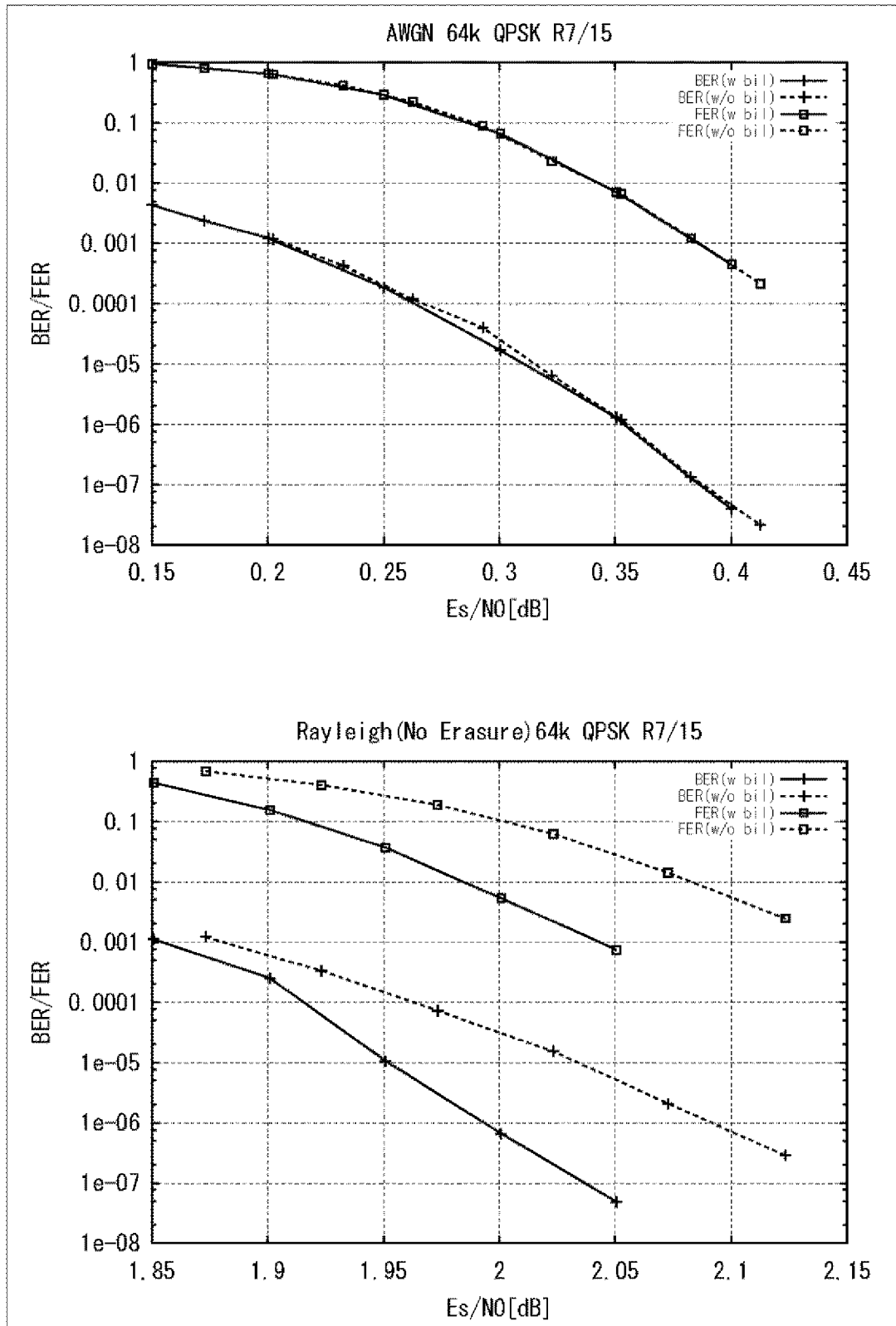
[160]

160



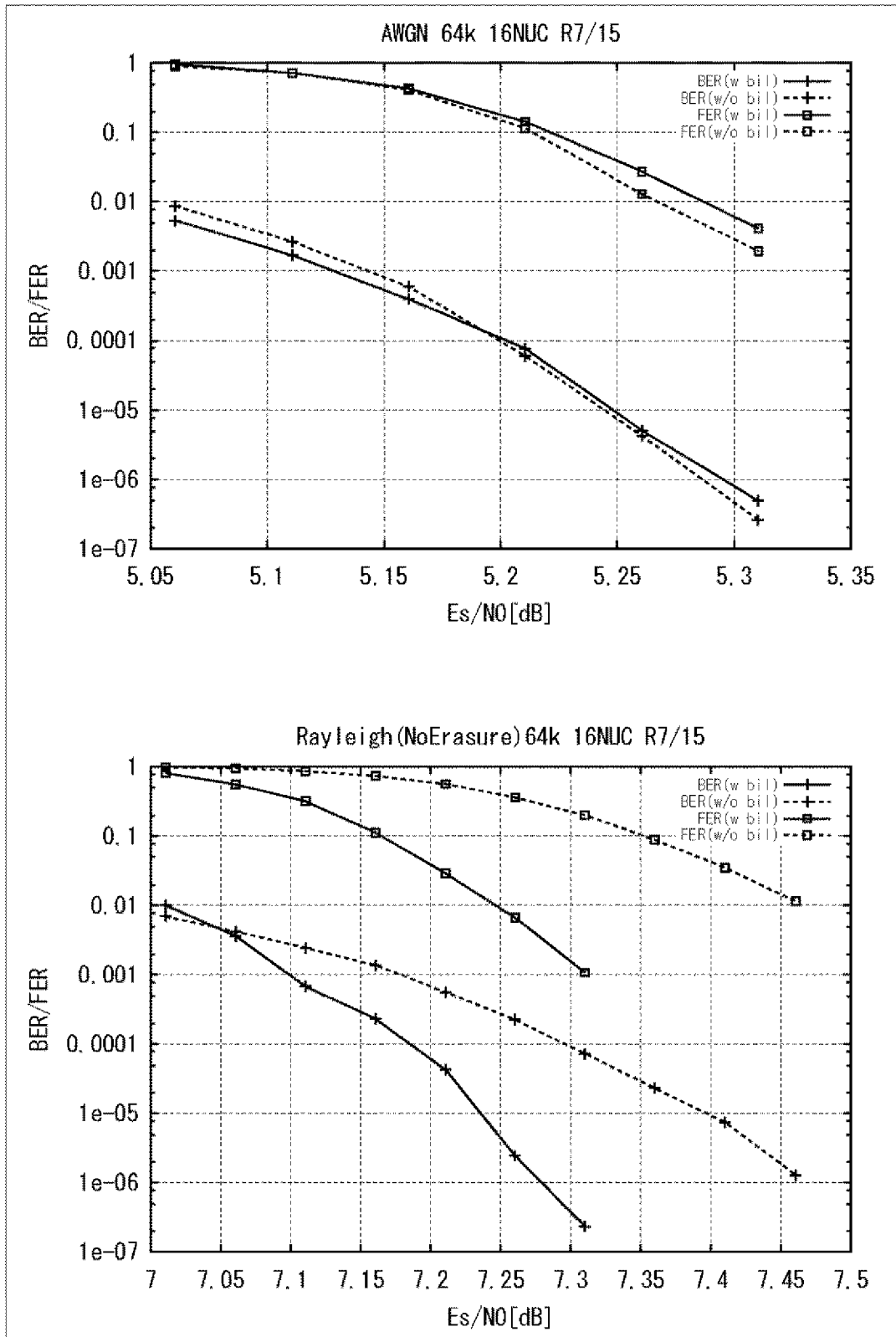
[図161]


図161




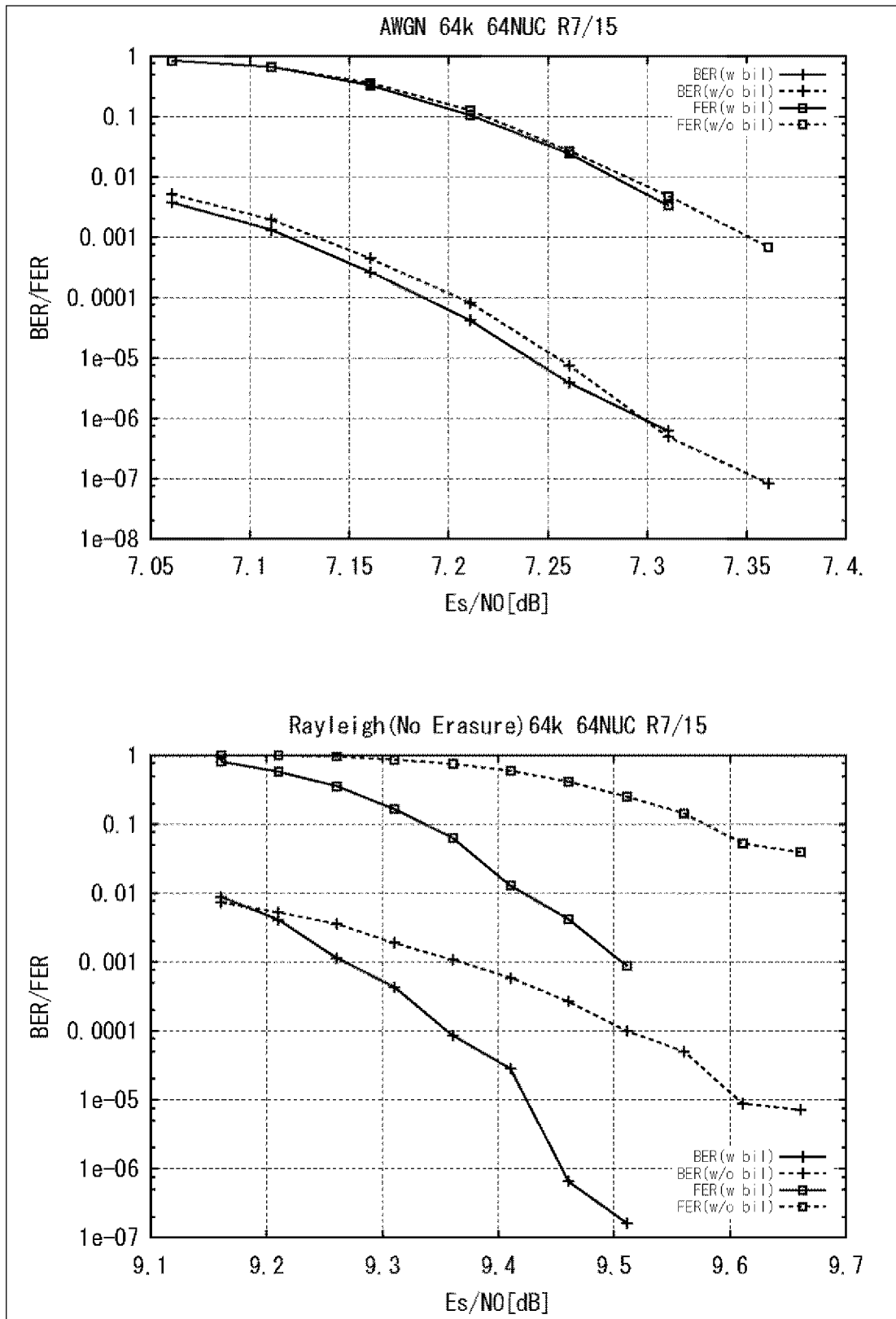
[圖162]

圖162



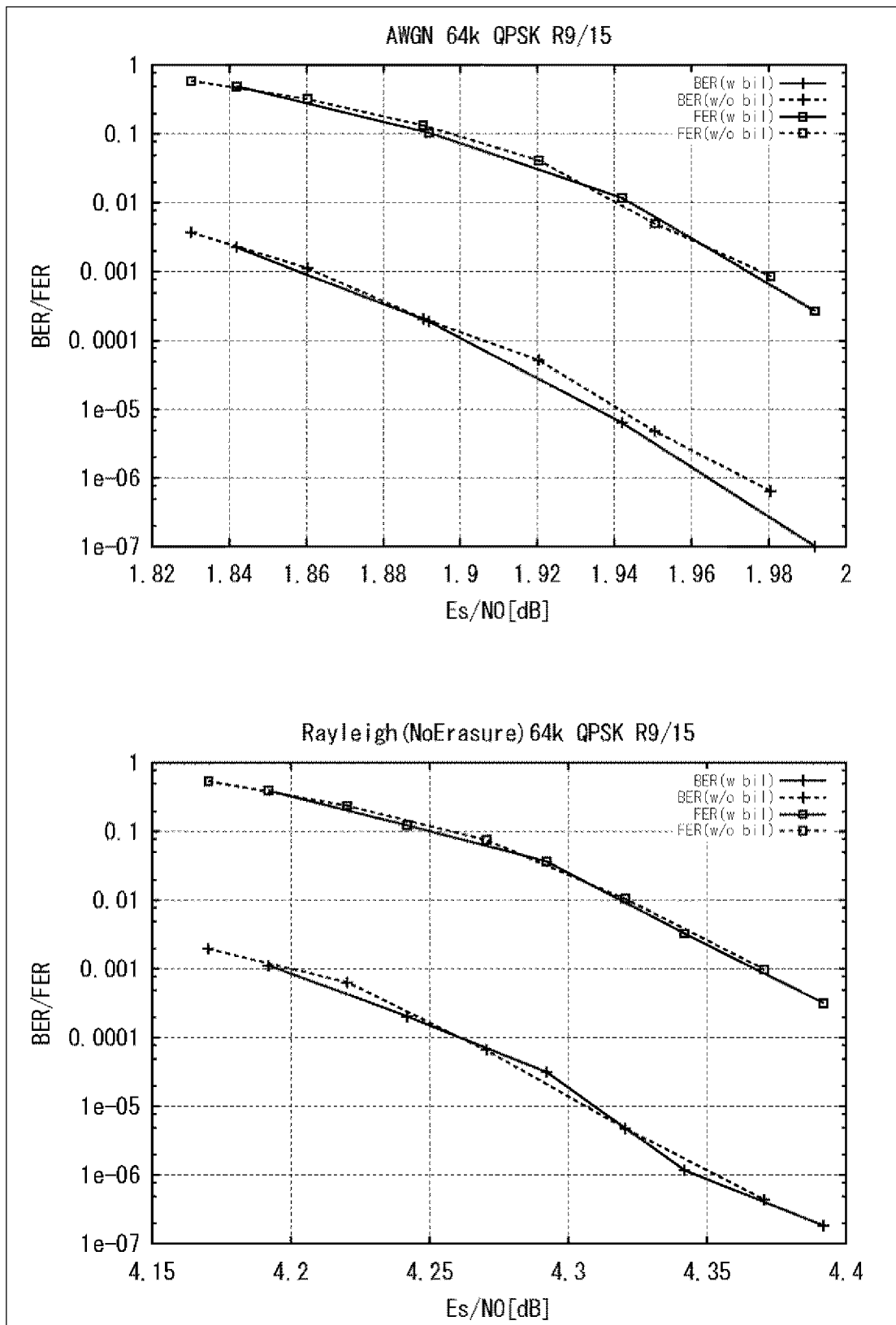
[]163]

163



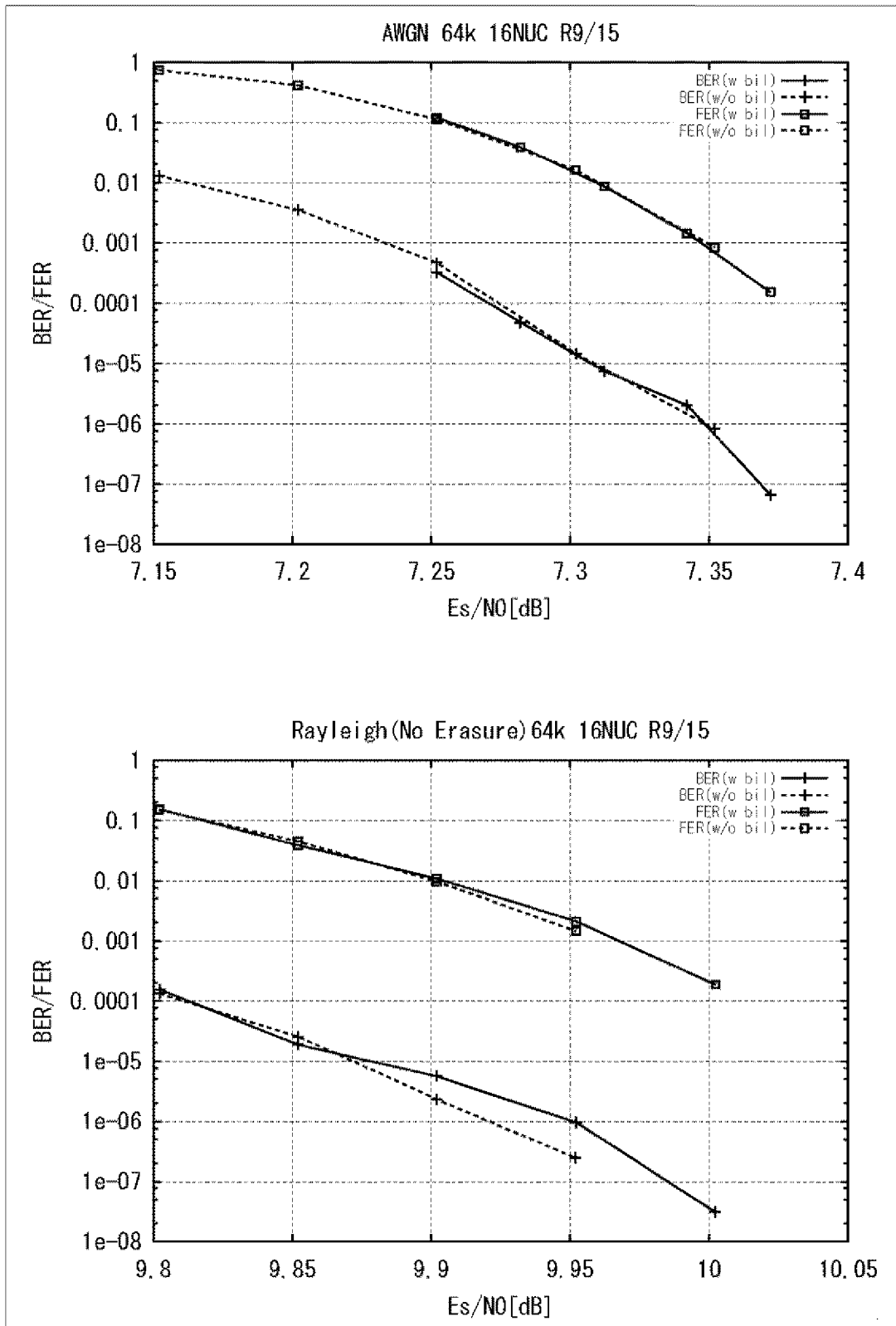
[図164]

図164



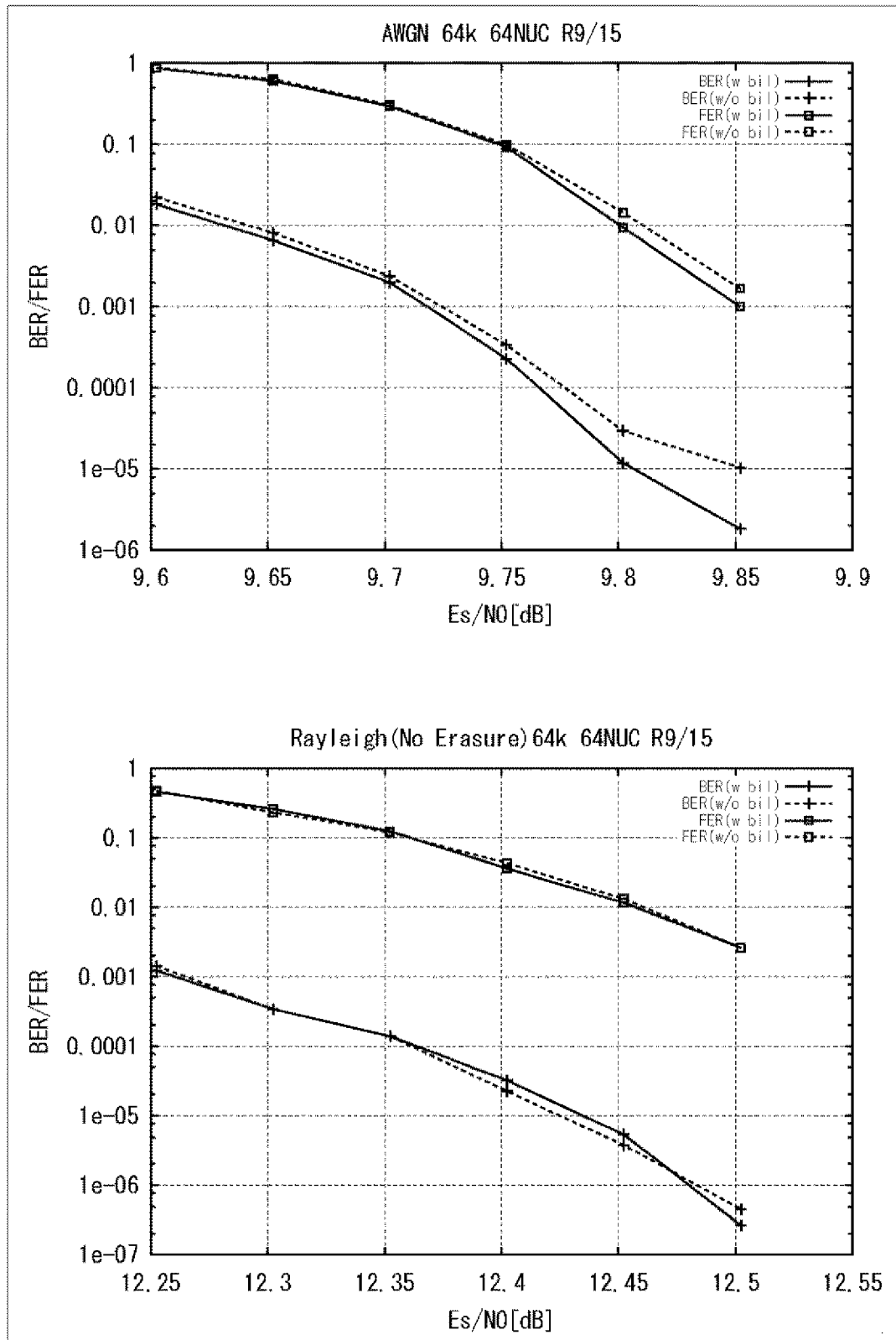
[図165]

図165



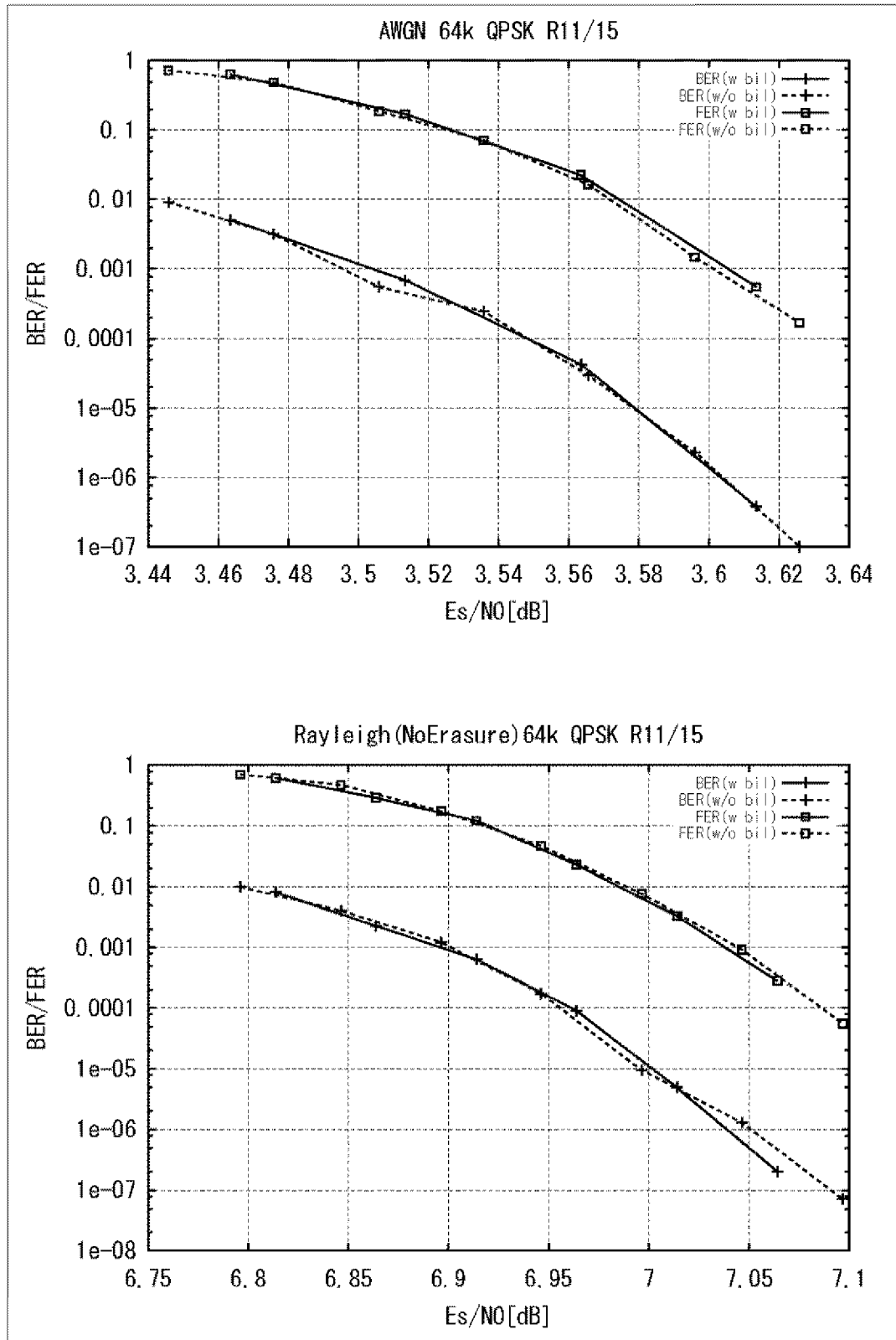
[166]

166



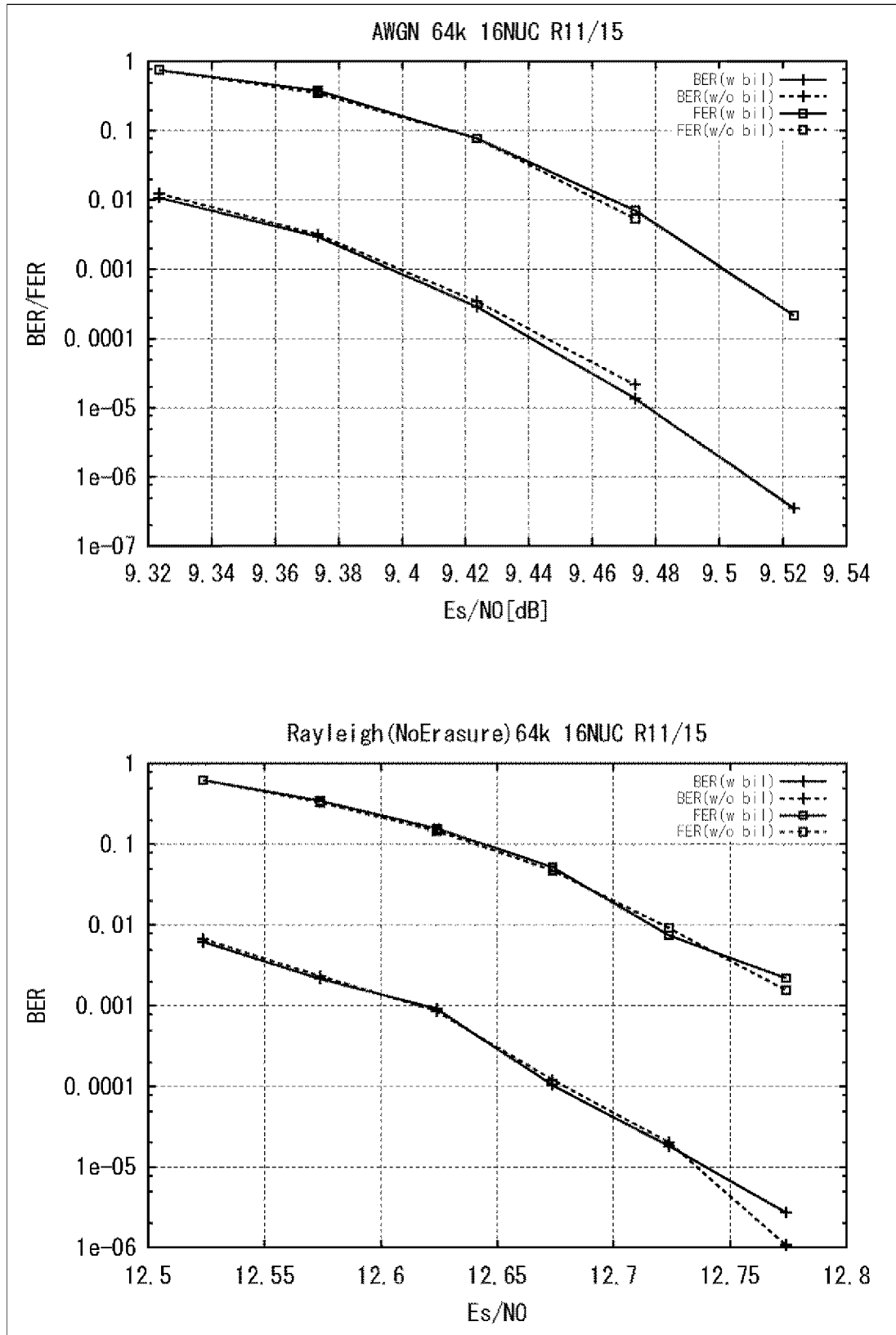
[図167]

図167



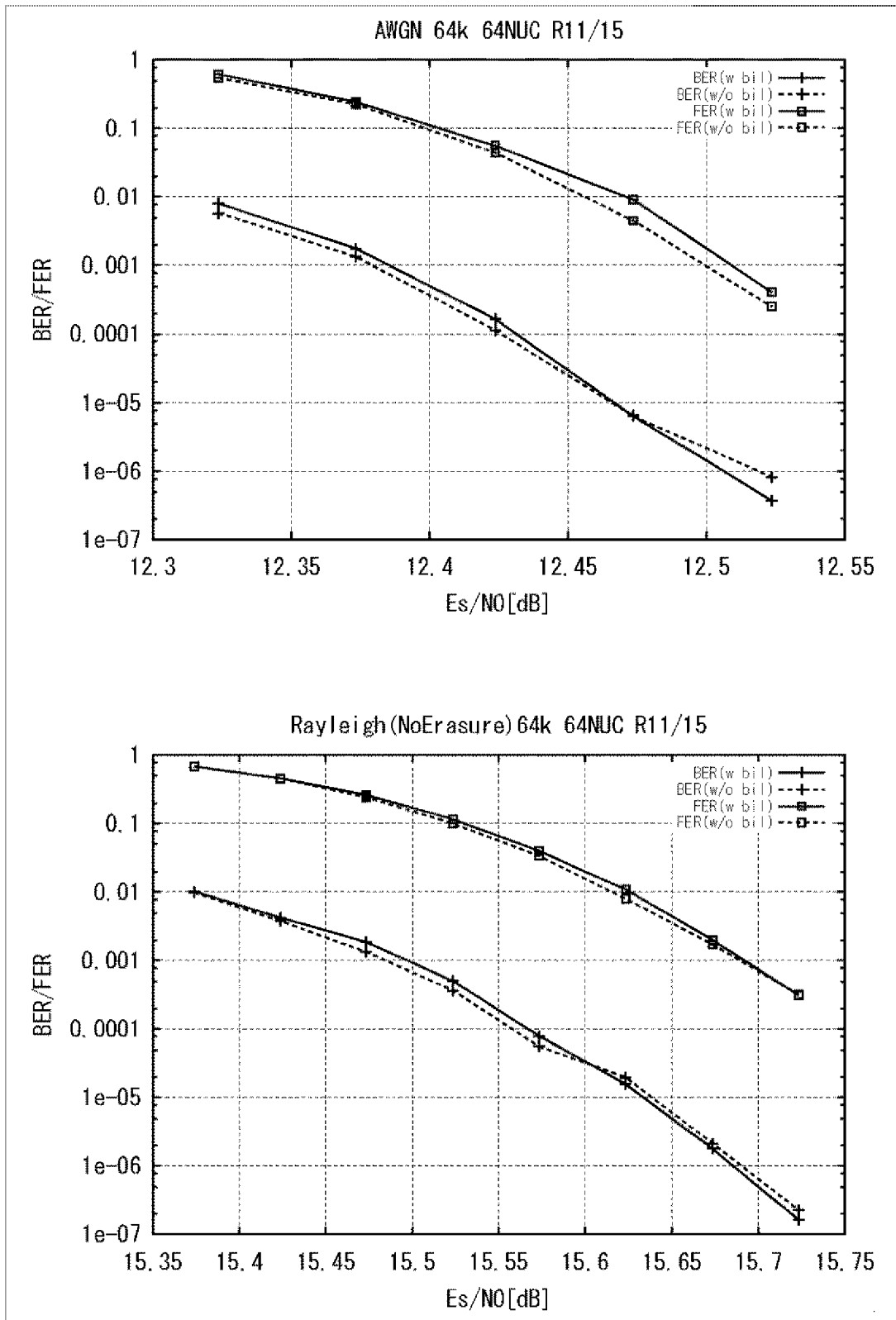
[]168]

168



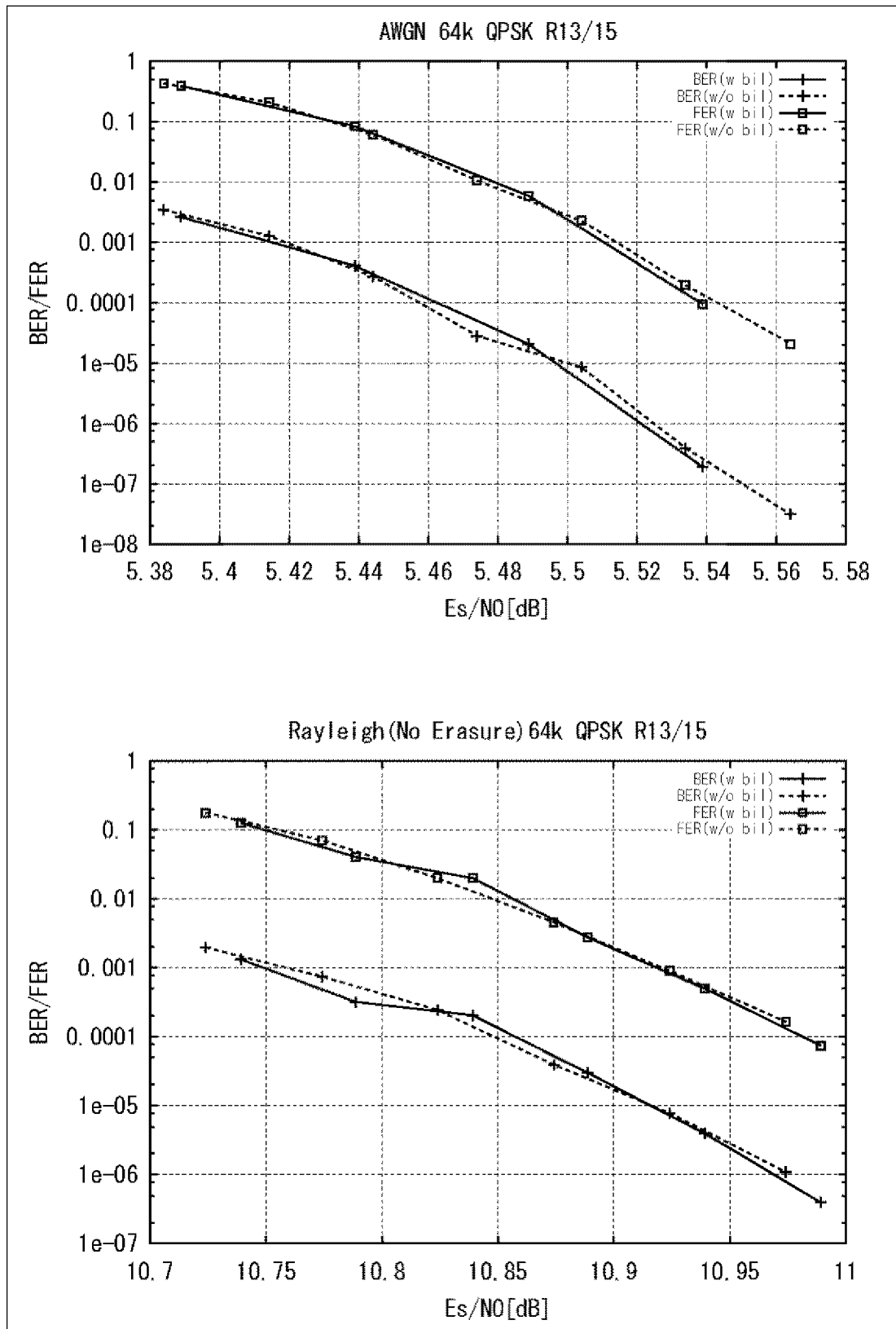
[図169]

図169



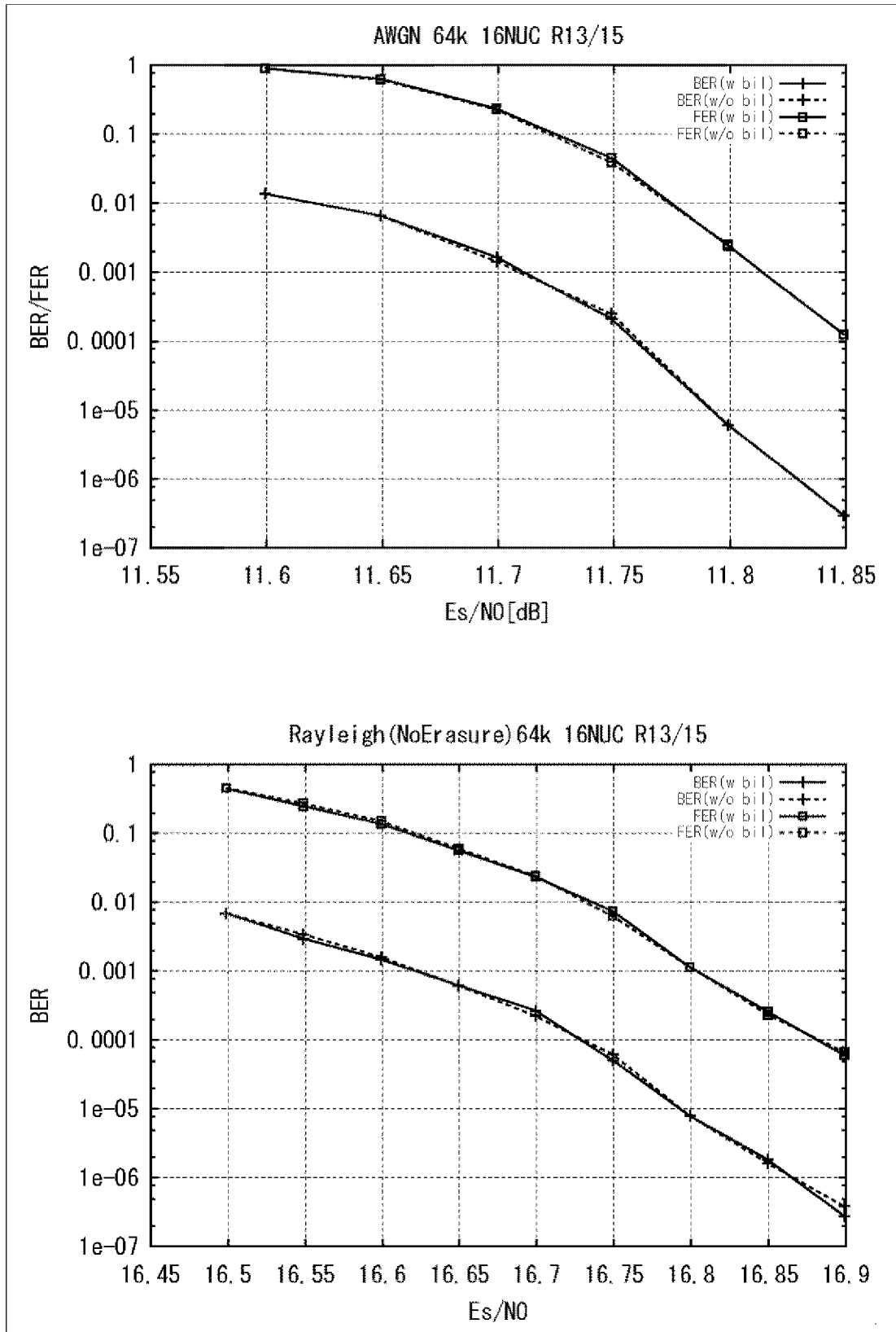
[170]

170



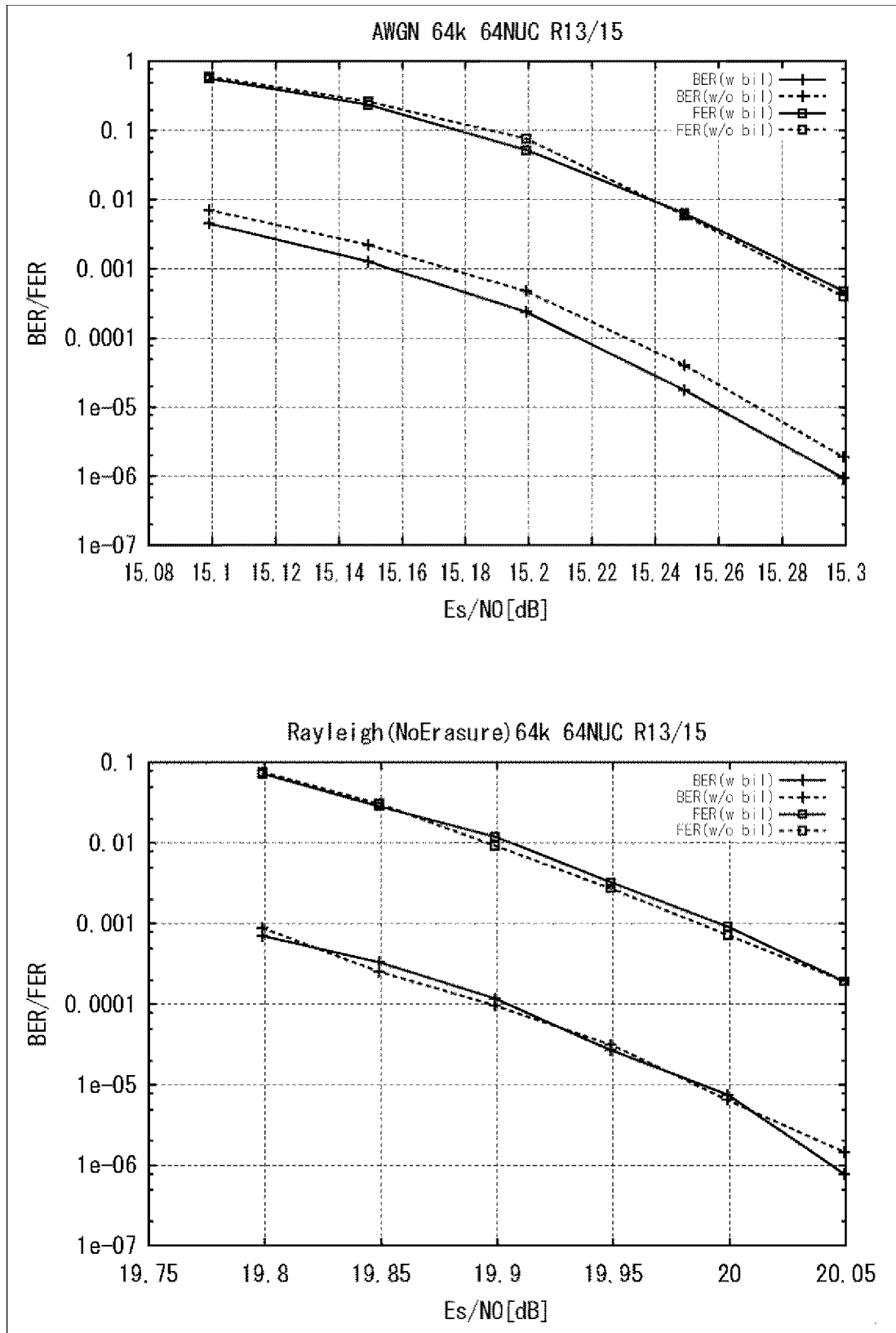
[171]

[171]



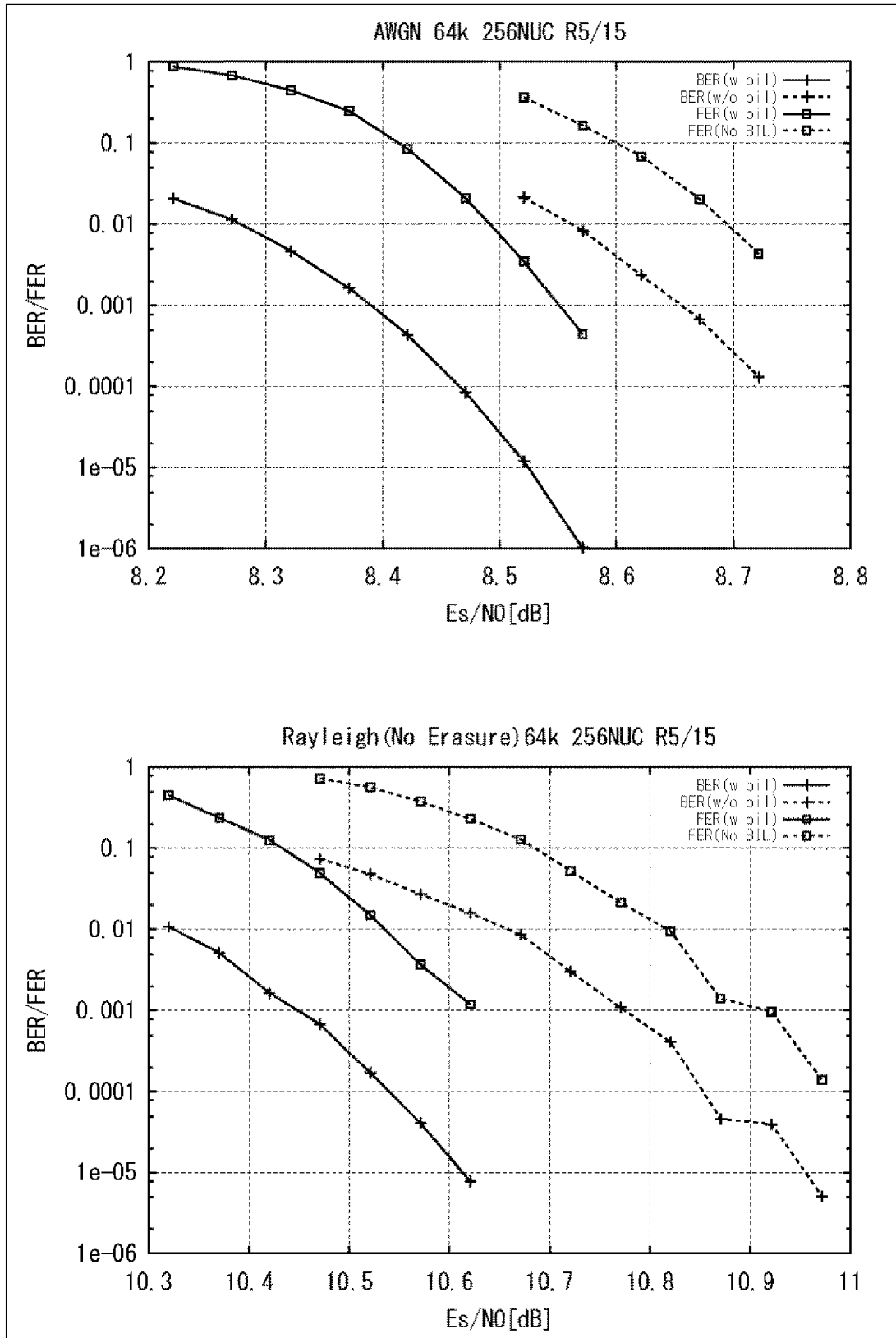
[172]

172



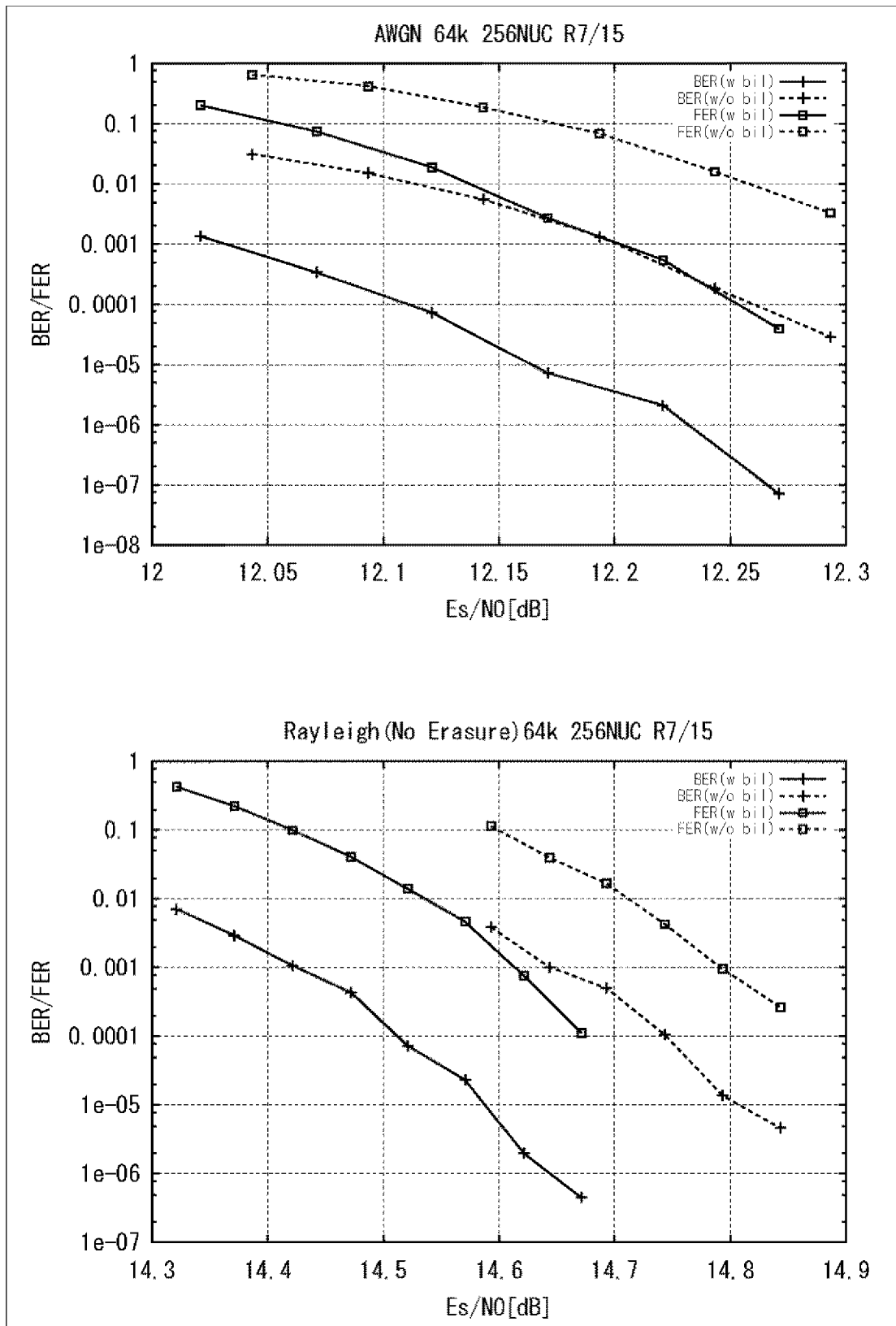
[圖173]

圖173



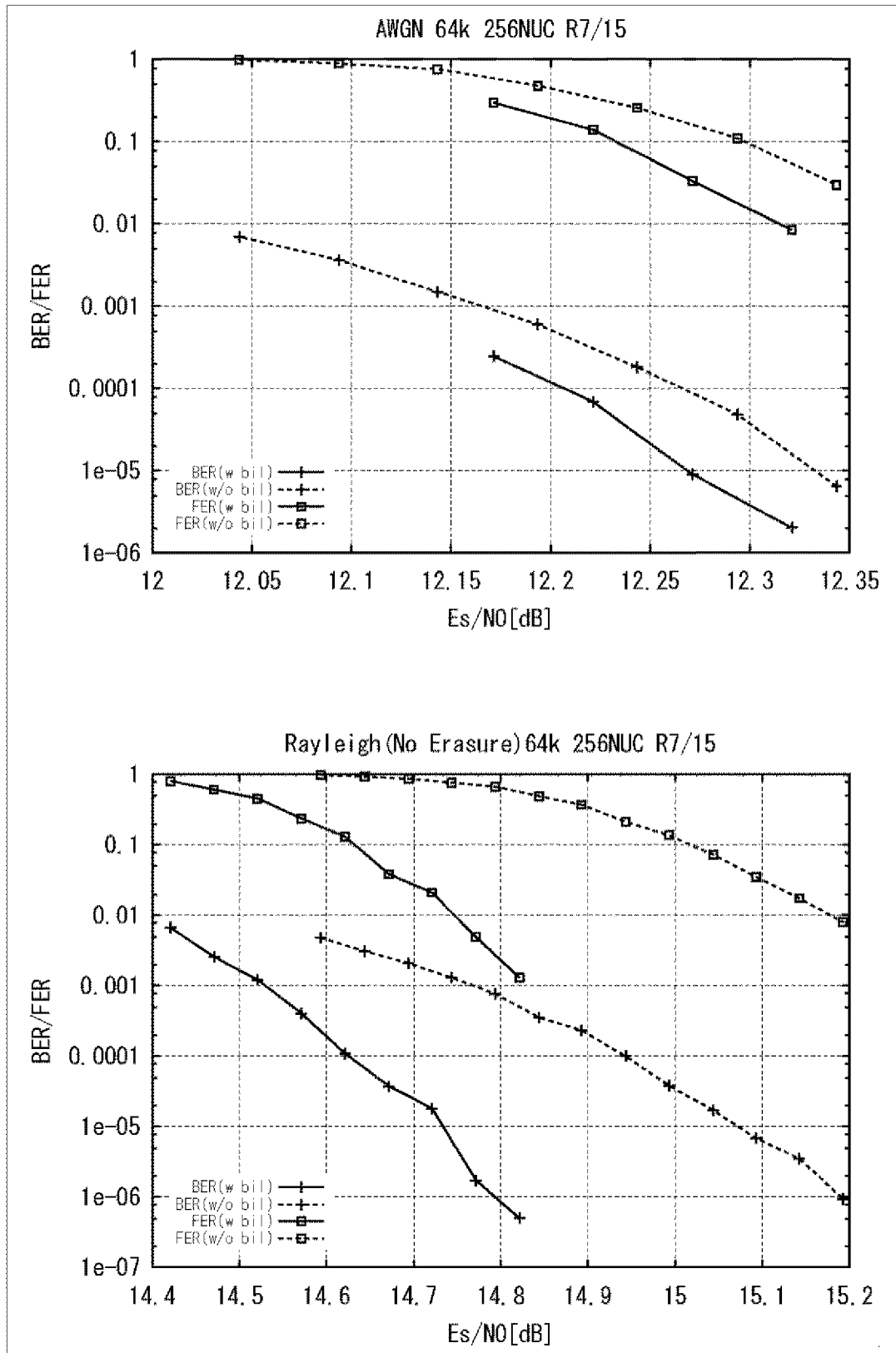
[圖174]

圖174



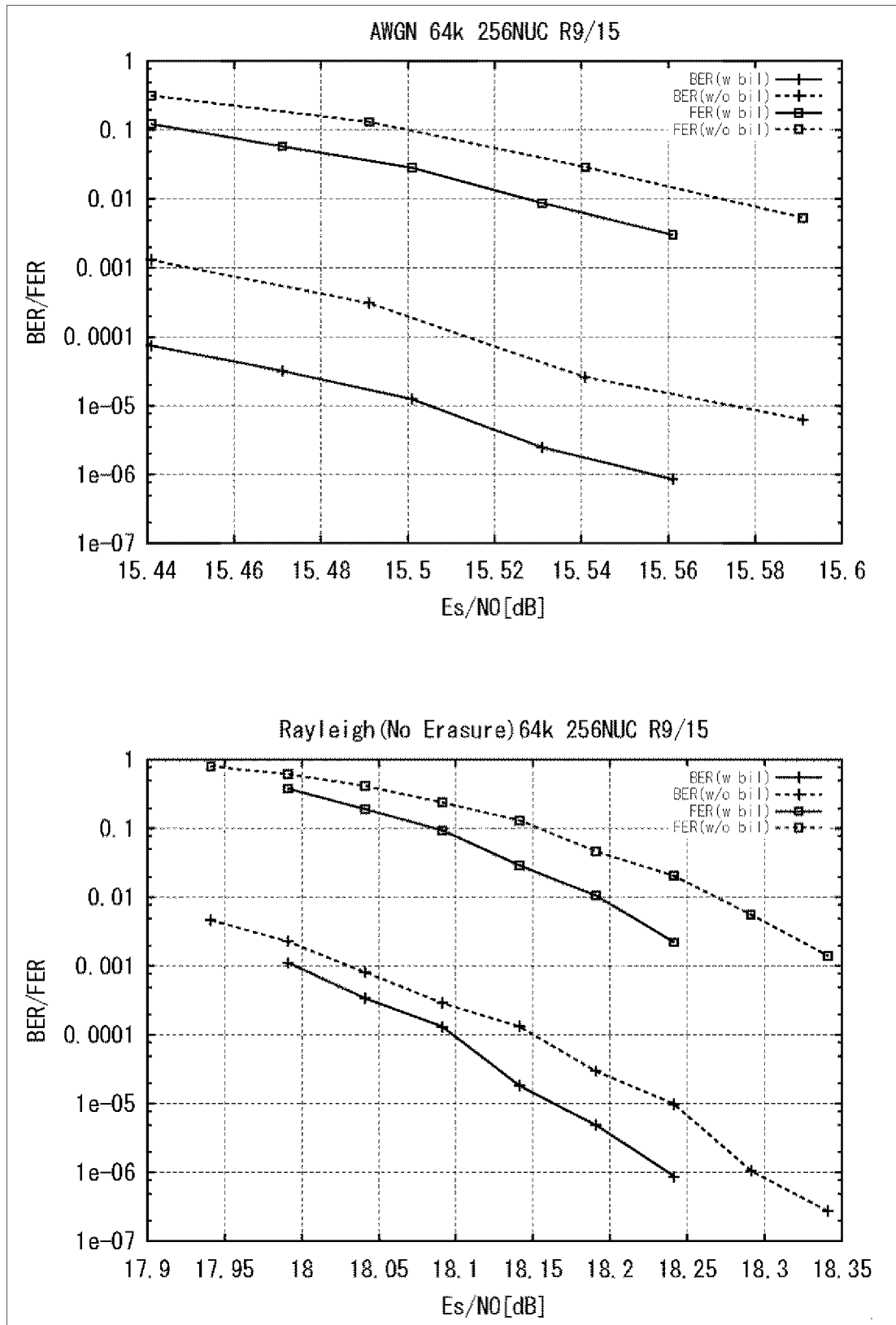
[175]

175



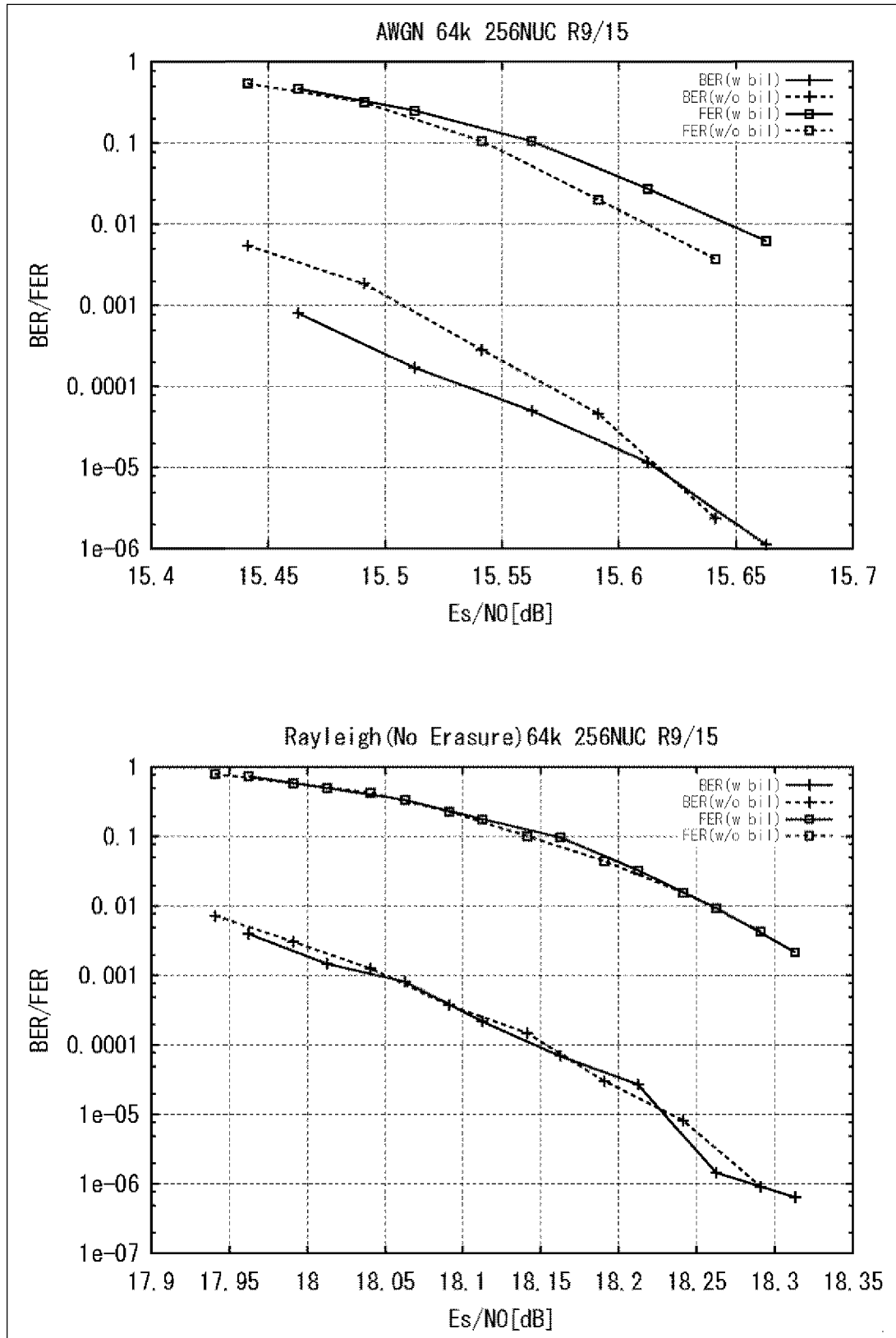
[176]

176



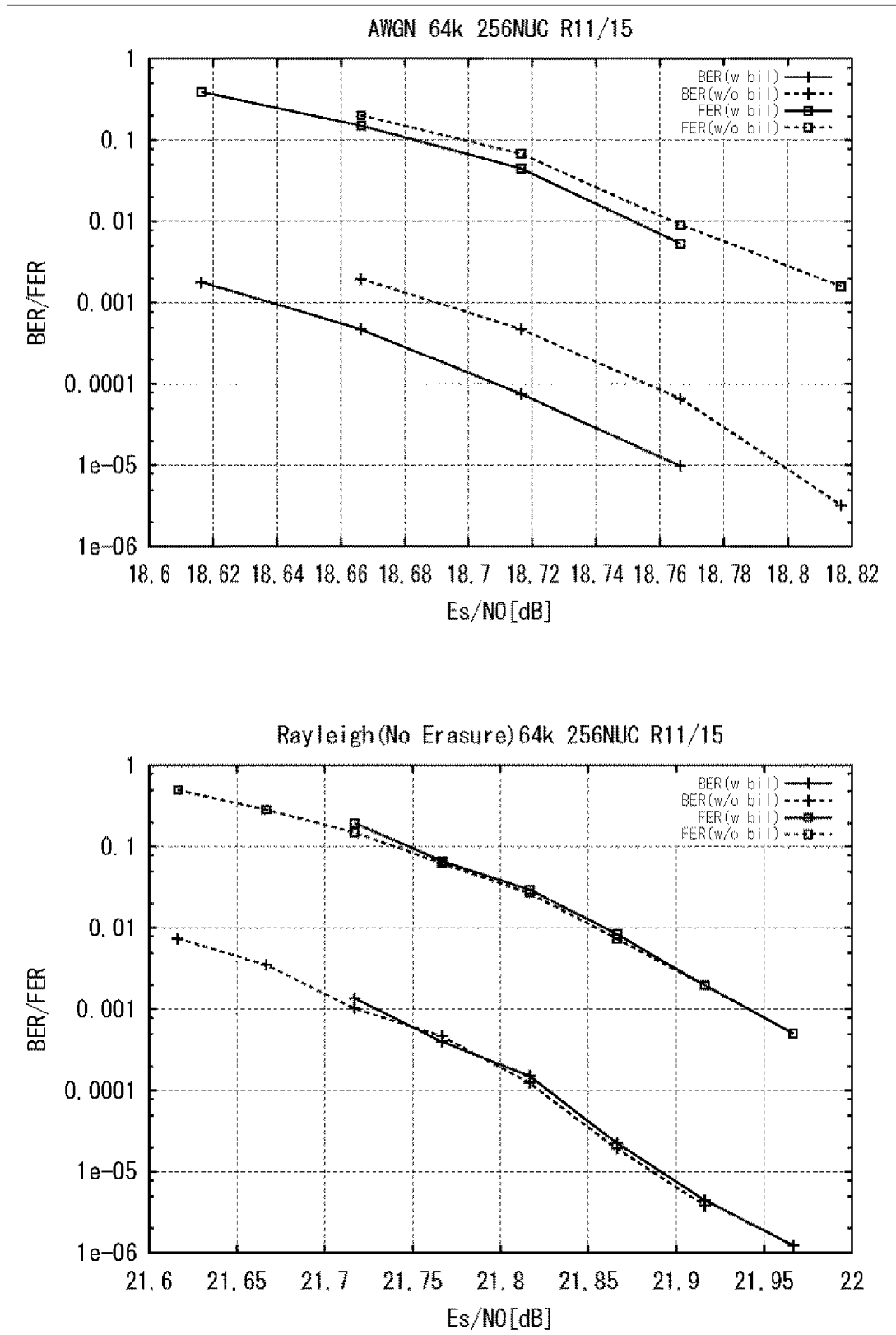
[177]

177



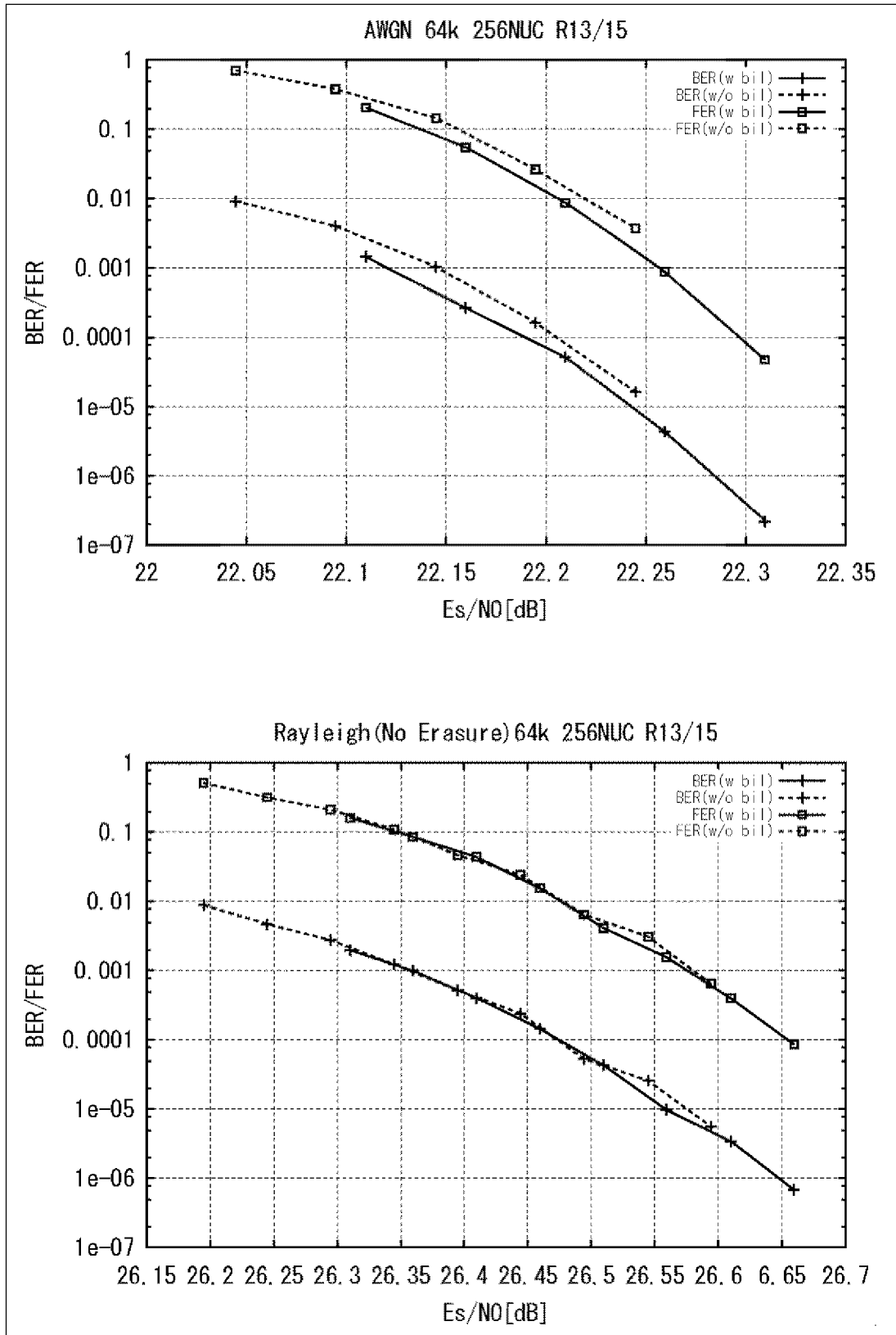
[178]

178



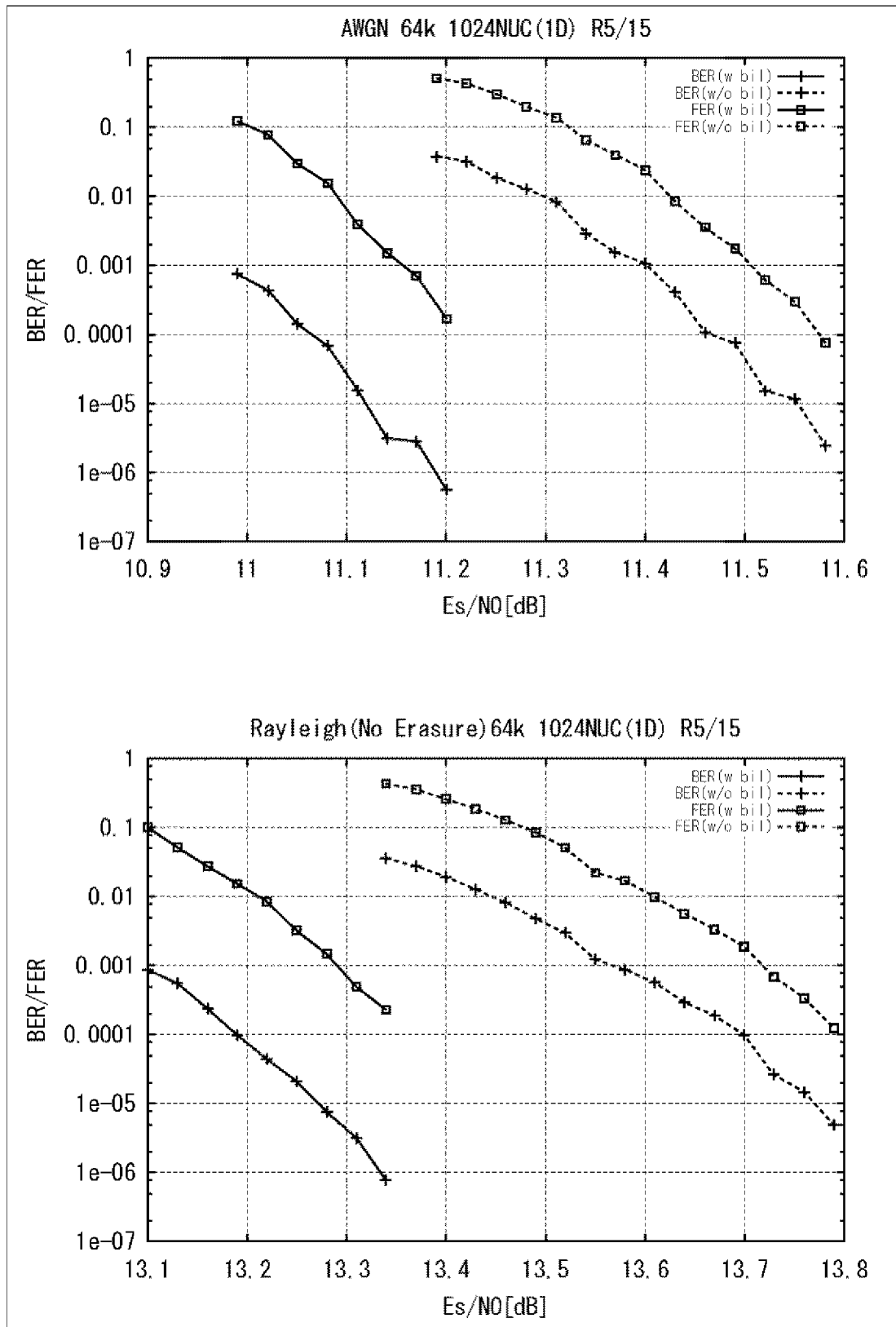
[]179


[]179




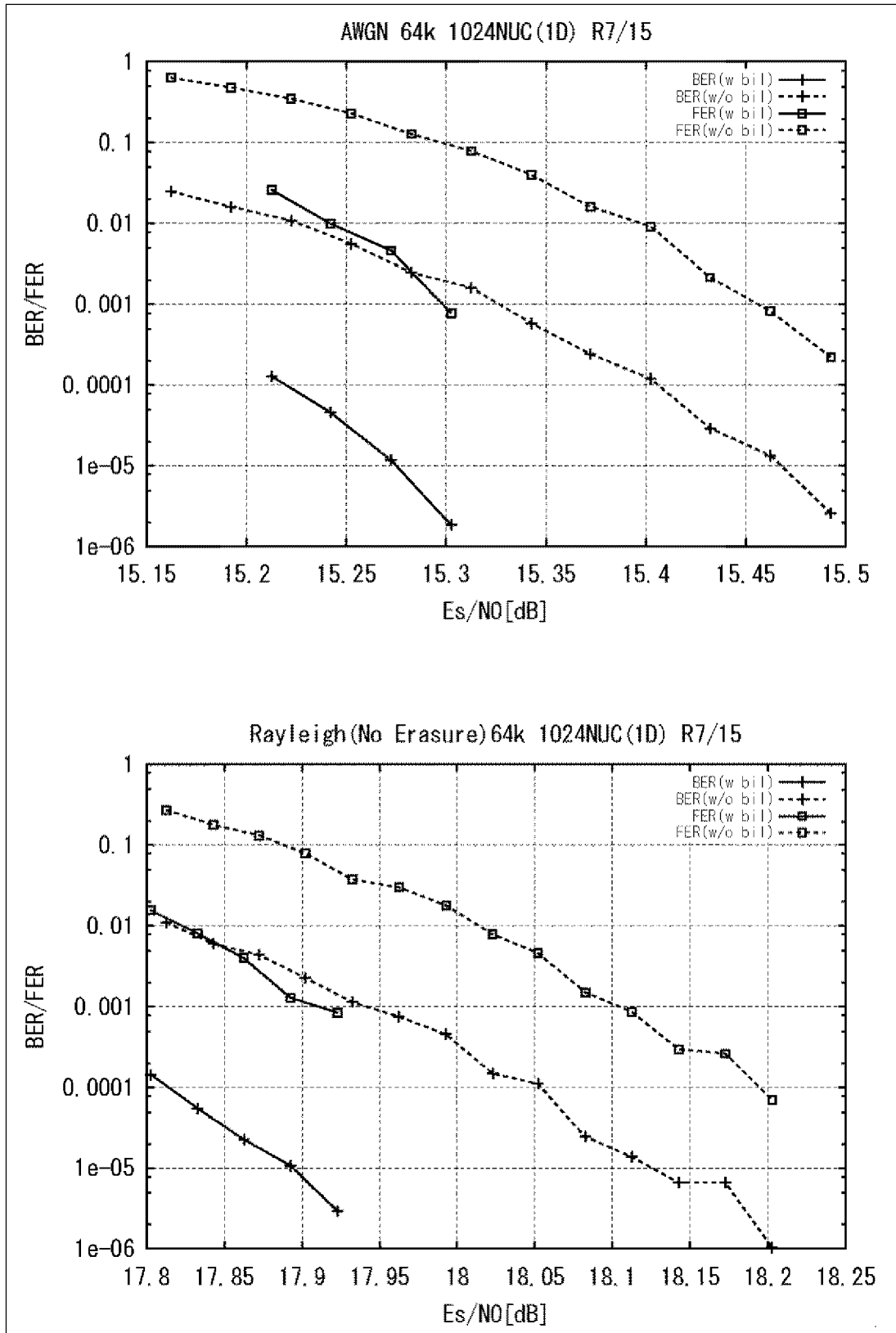
[180]

180



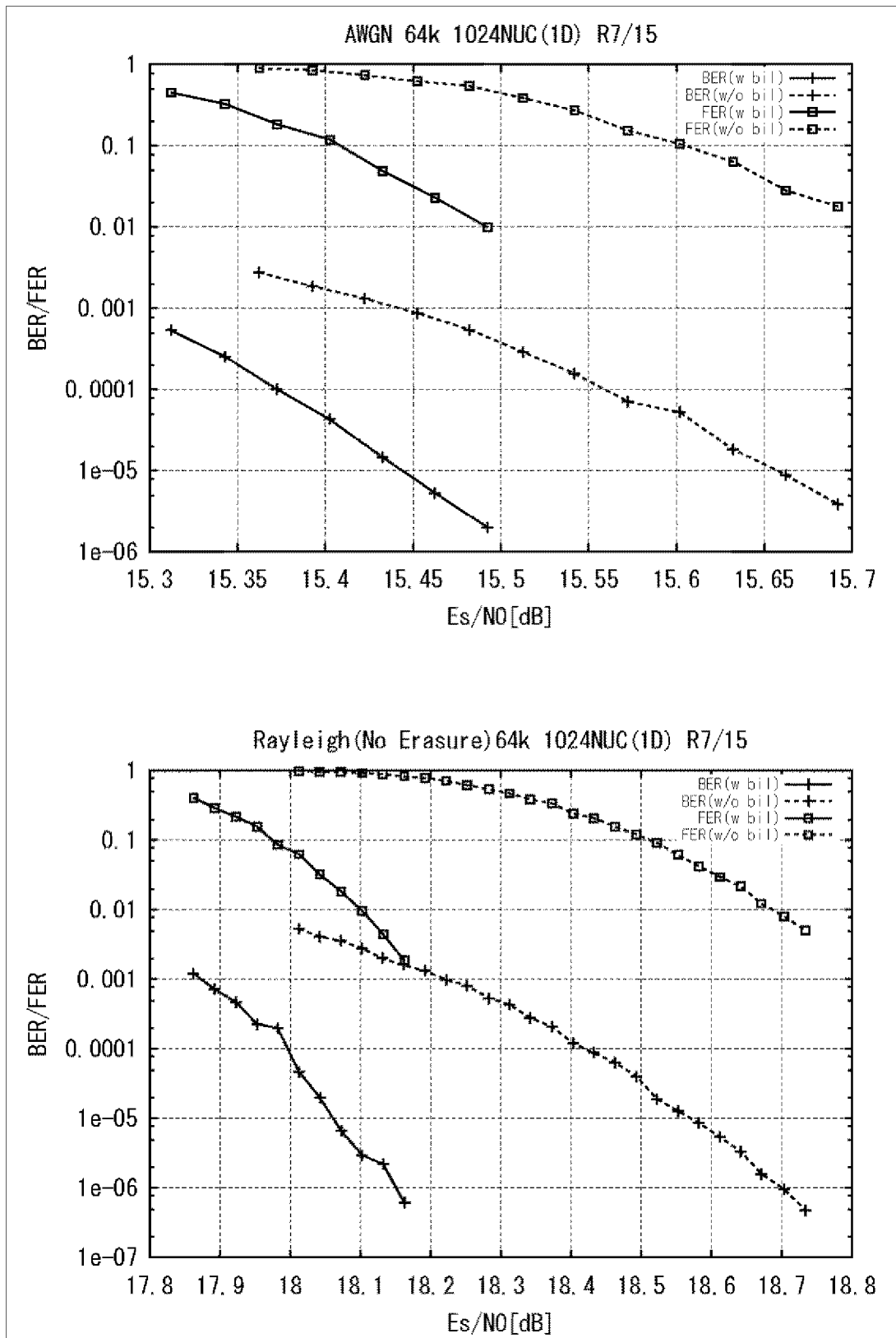
[]181

[]181



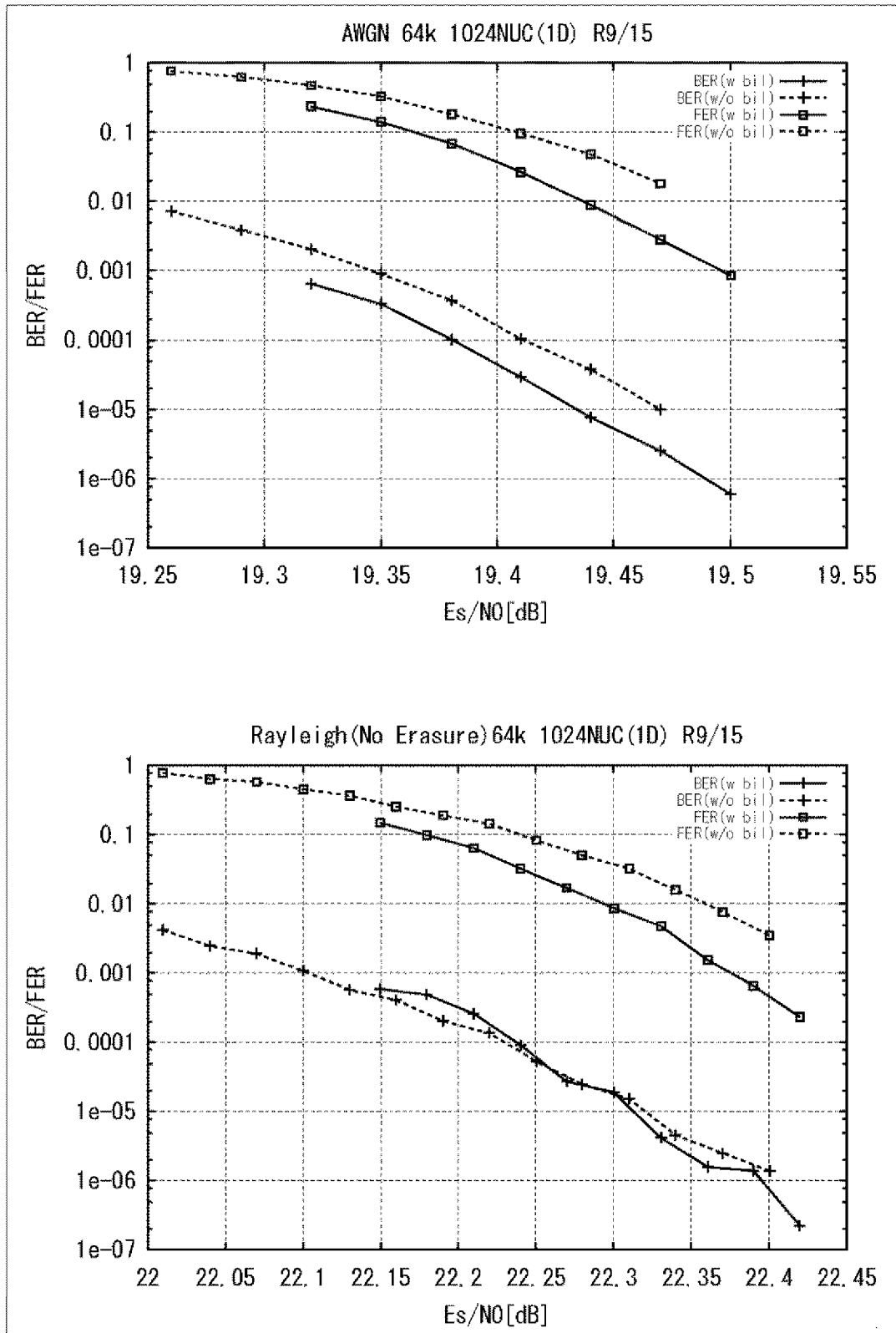
[圖182]

圖182



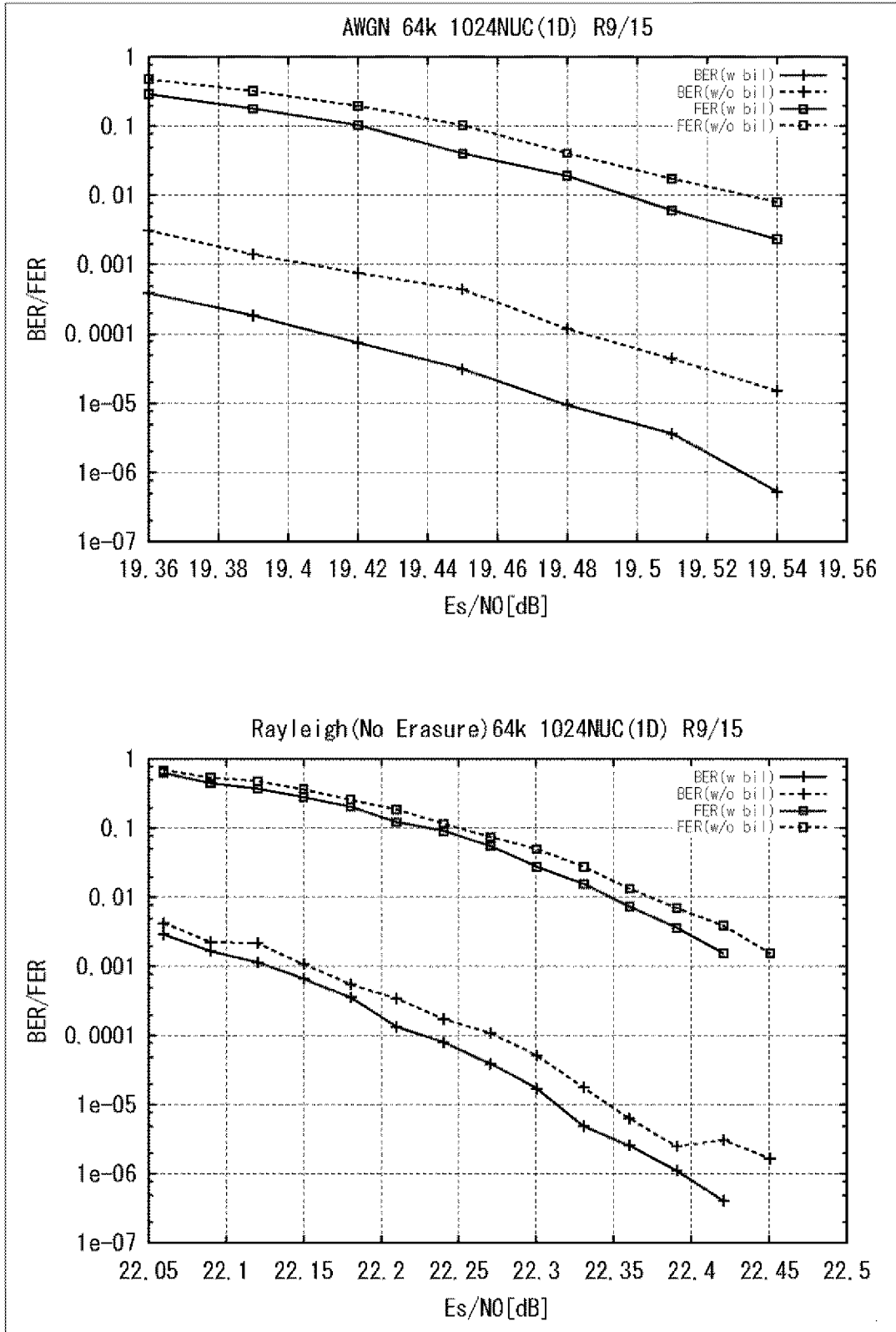
[183]

183



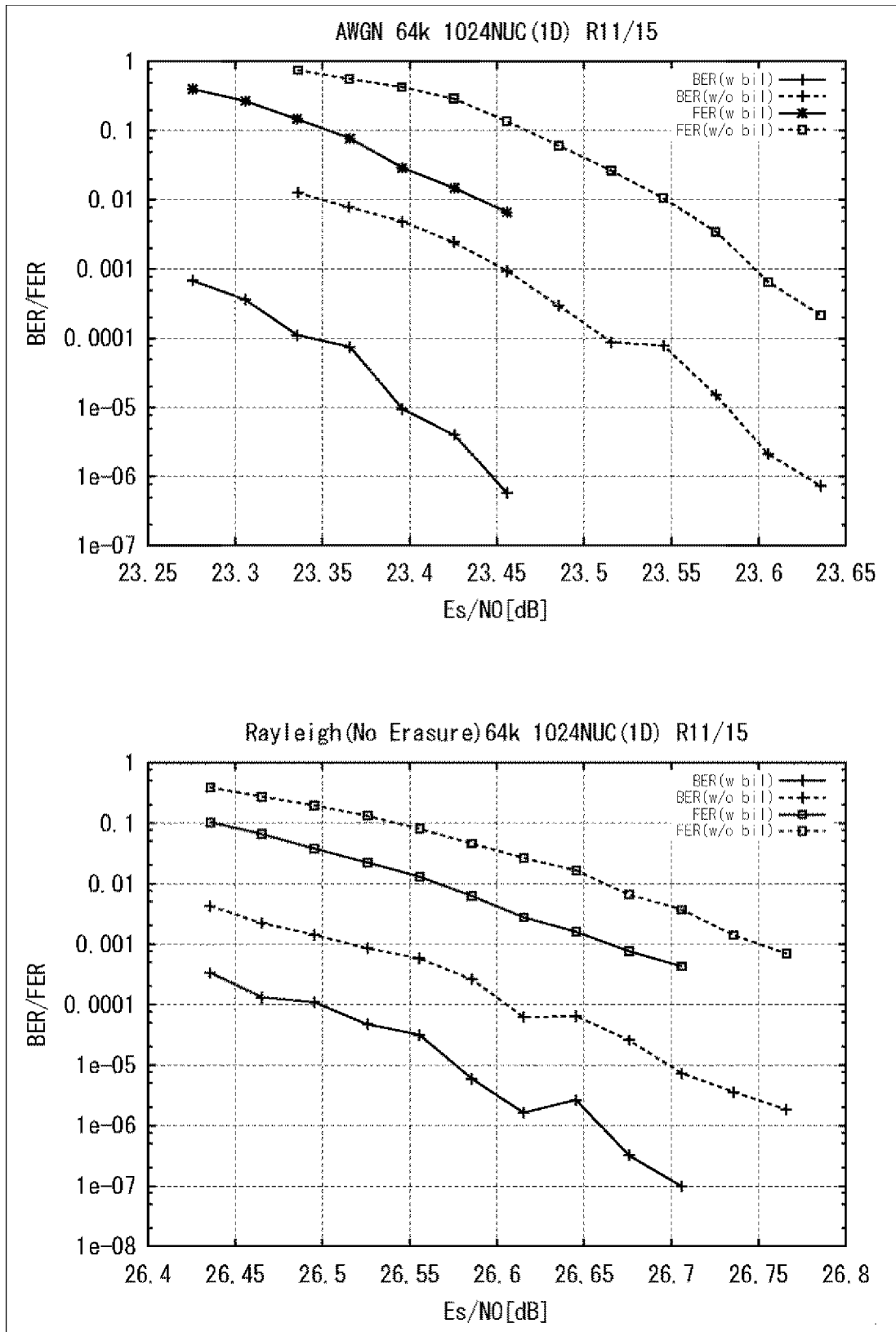
[圖184]


圖184




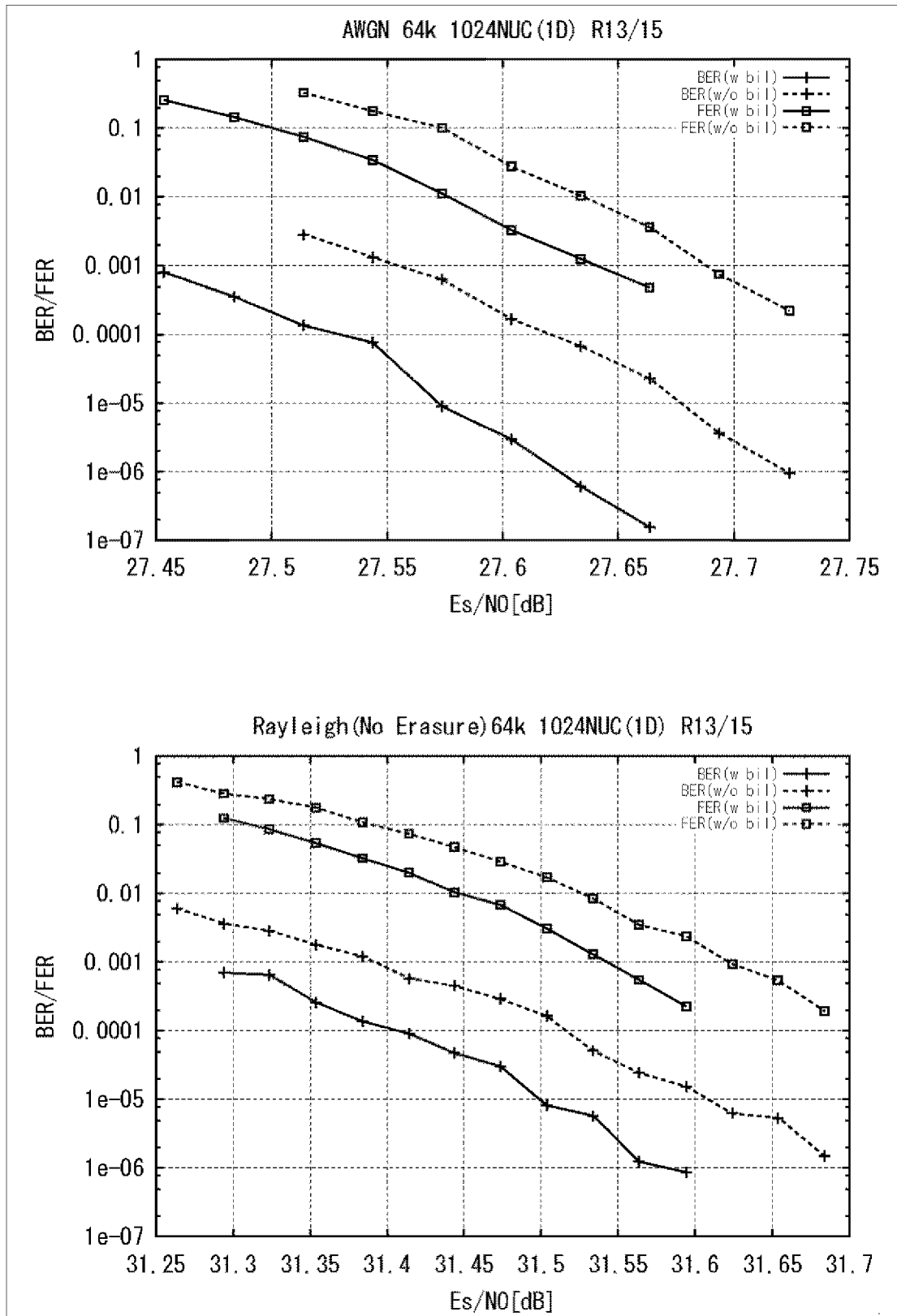
[]185]

185



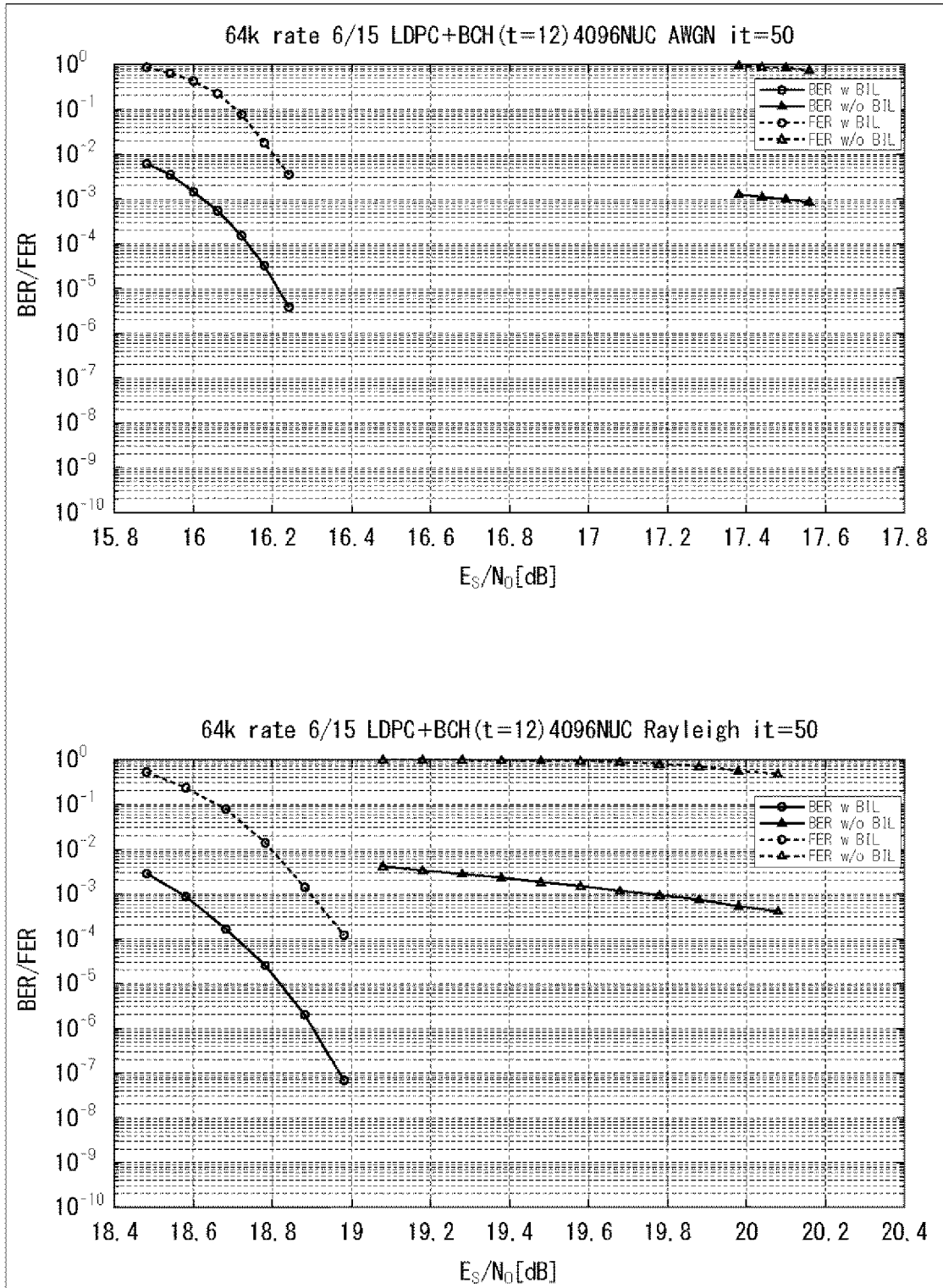
[186]

186



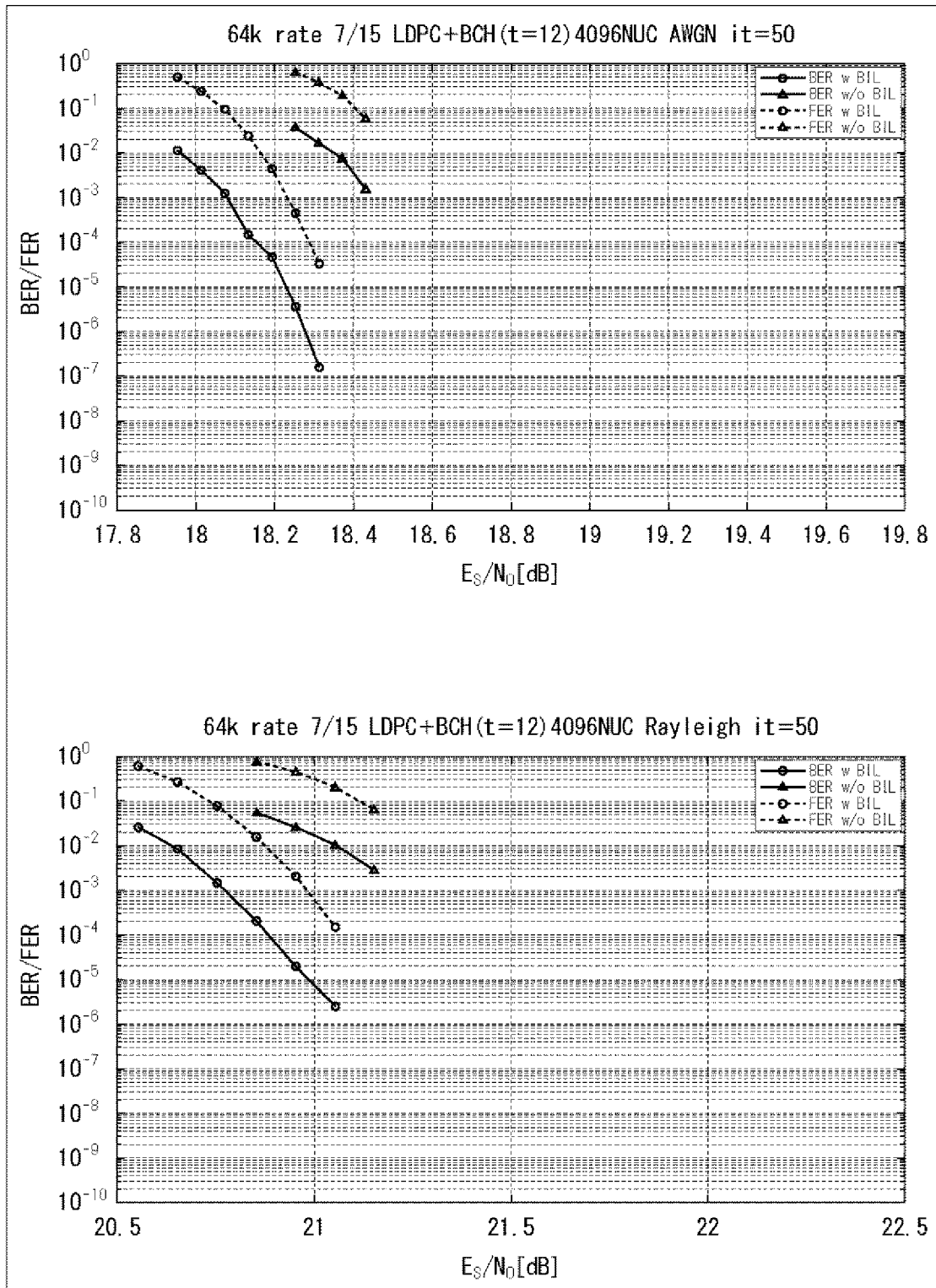
[]187]

187



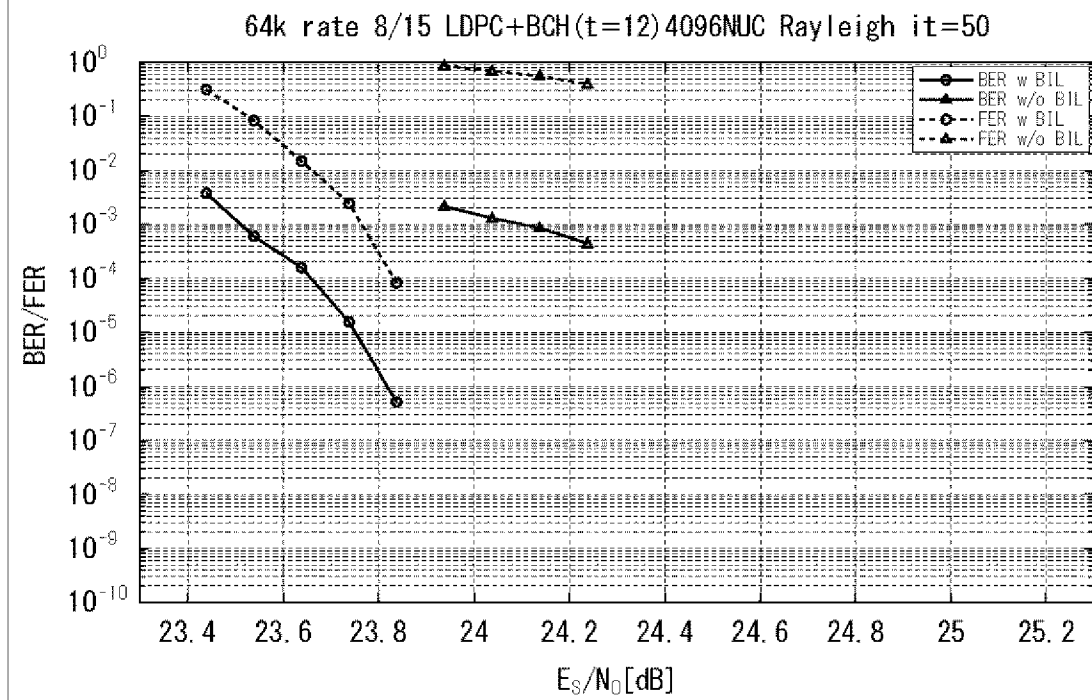
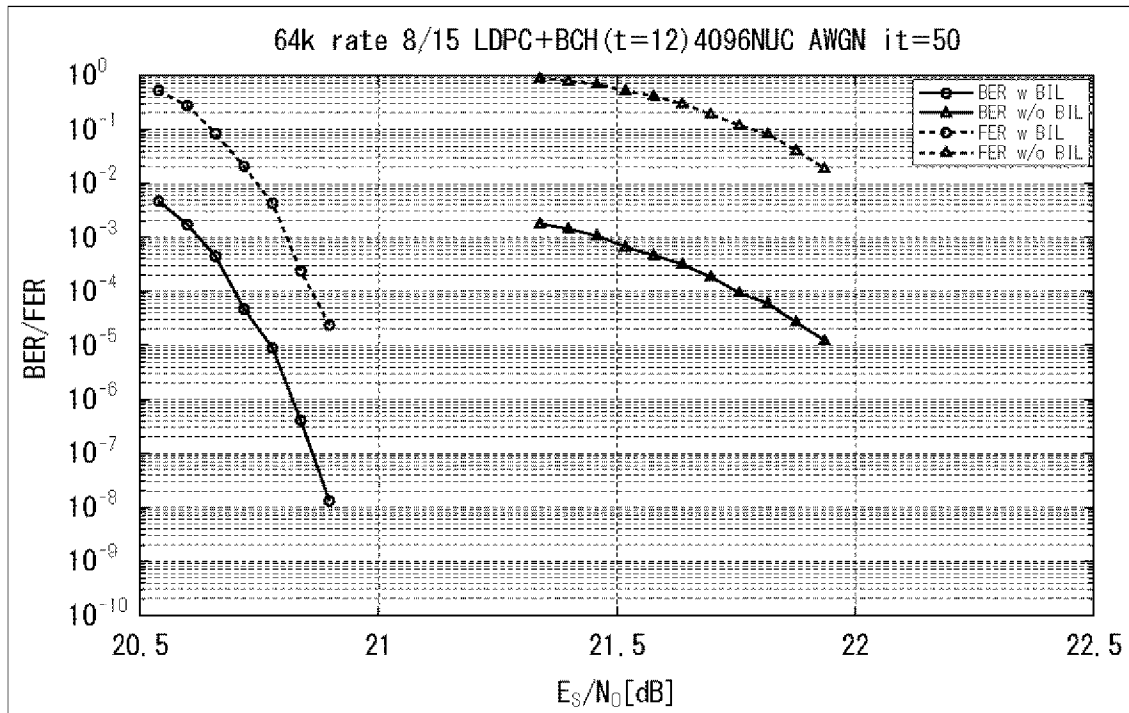
[図188]

図188



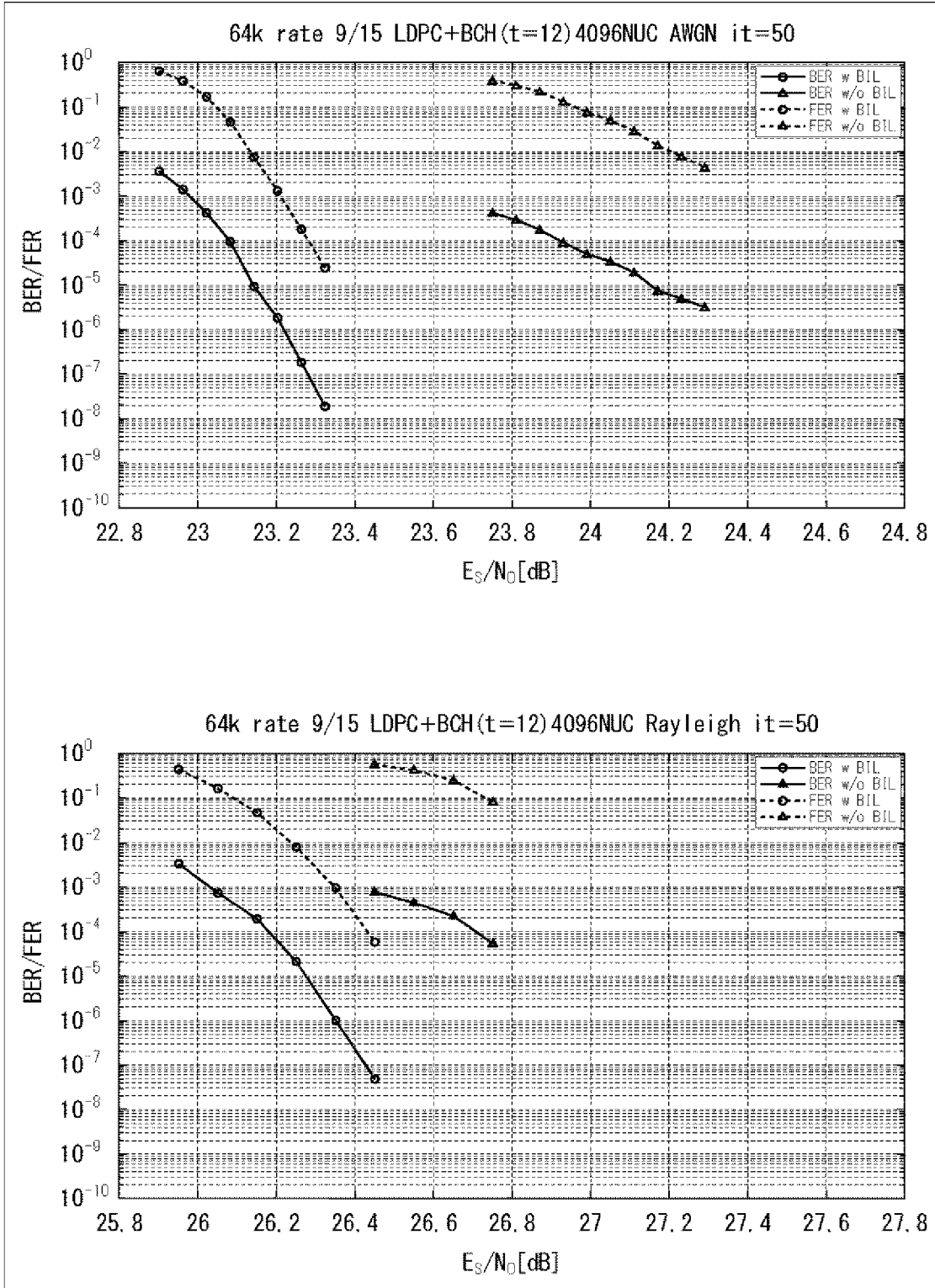
[189]

189



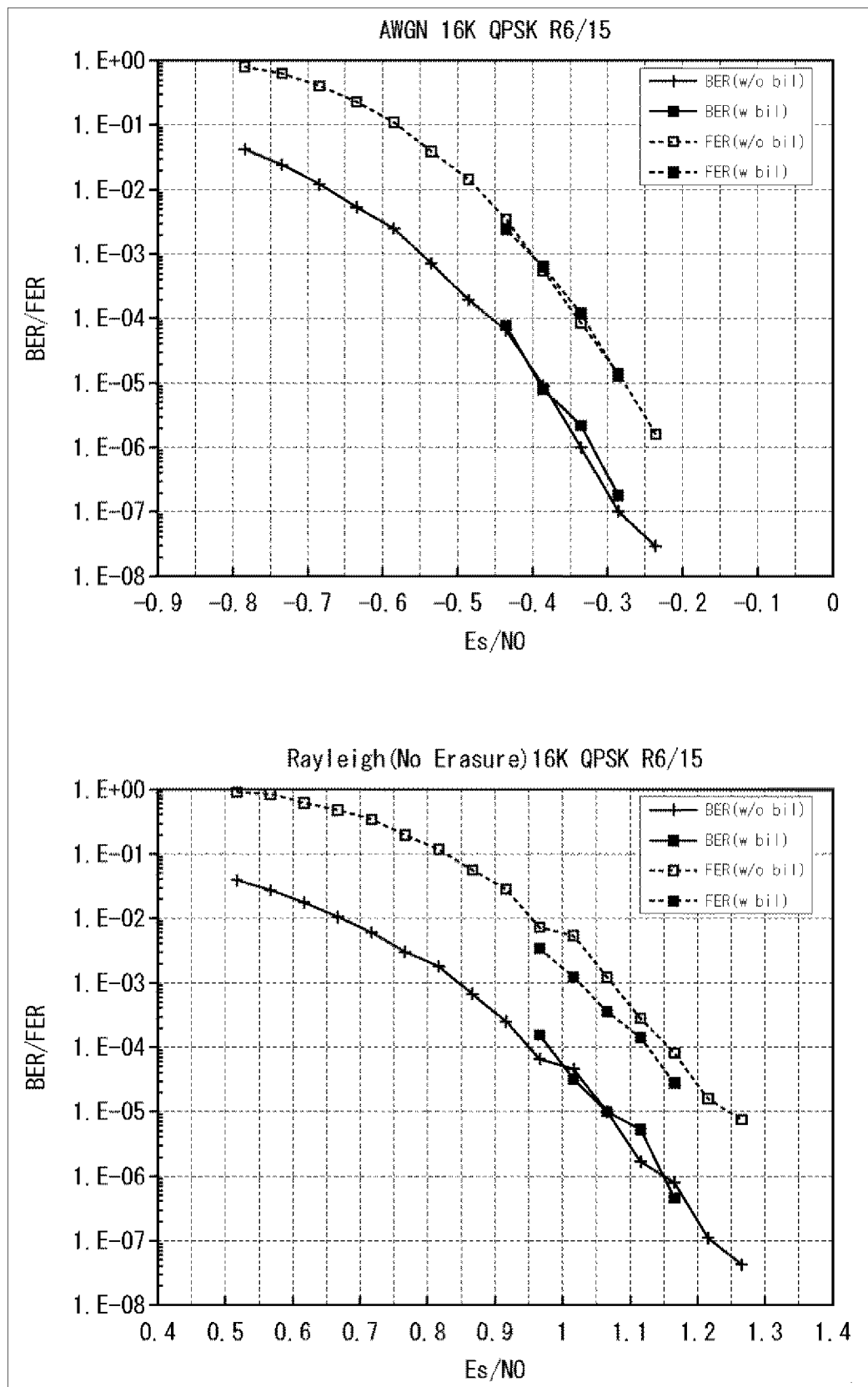
[190]

190



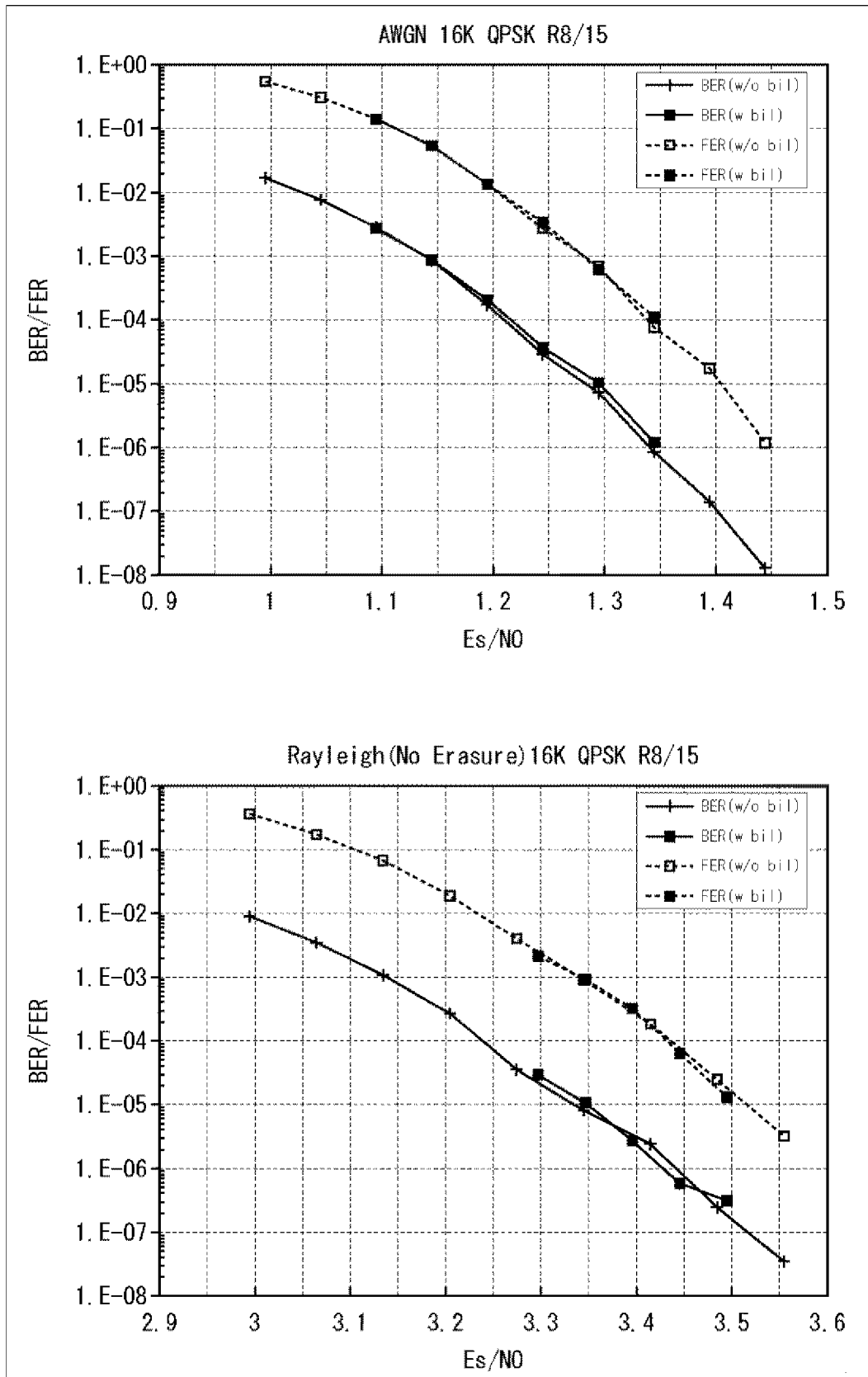
[図191]

図191



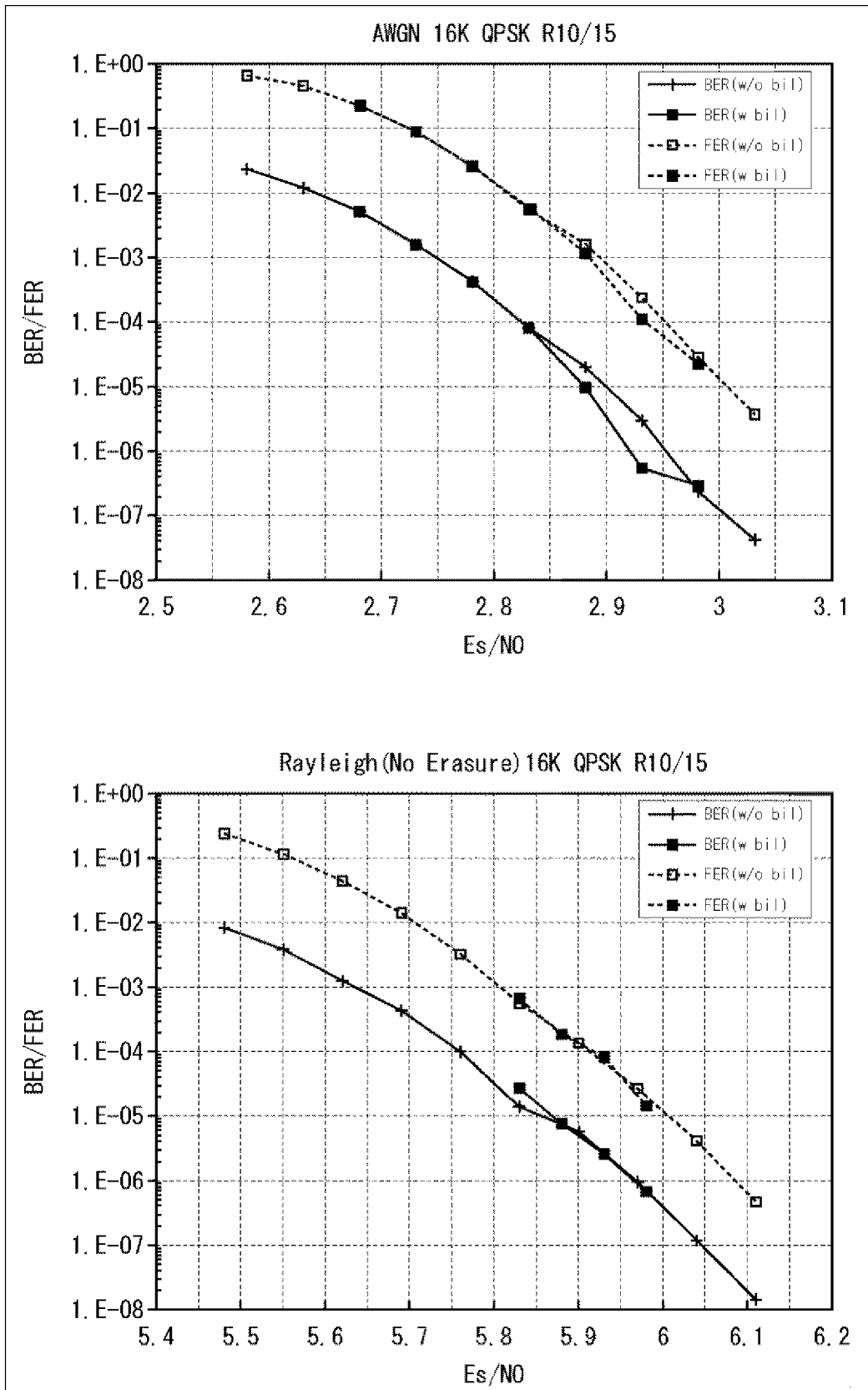
[192]

192



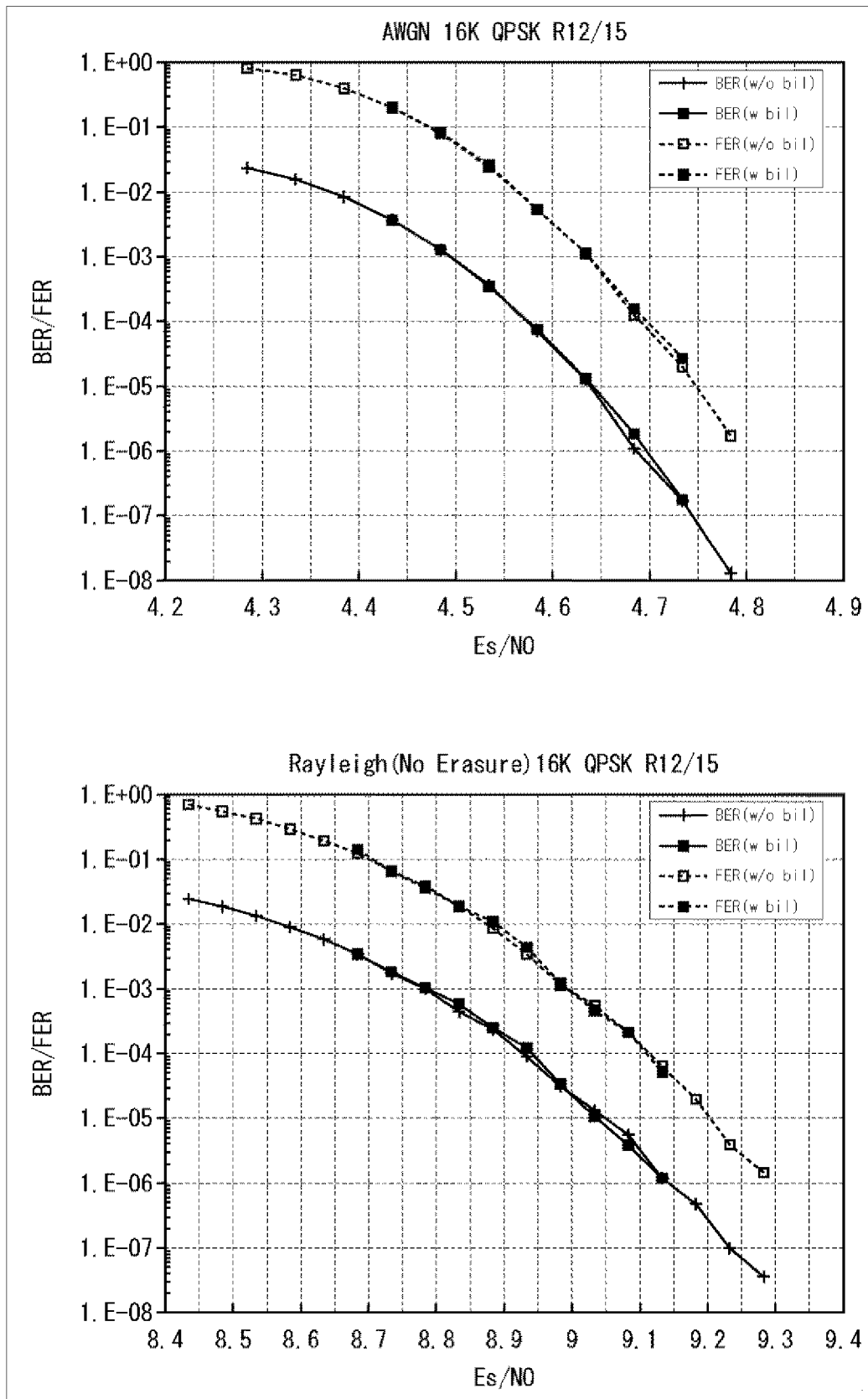
[193]

193



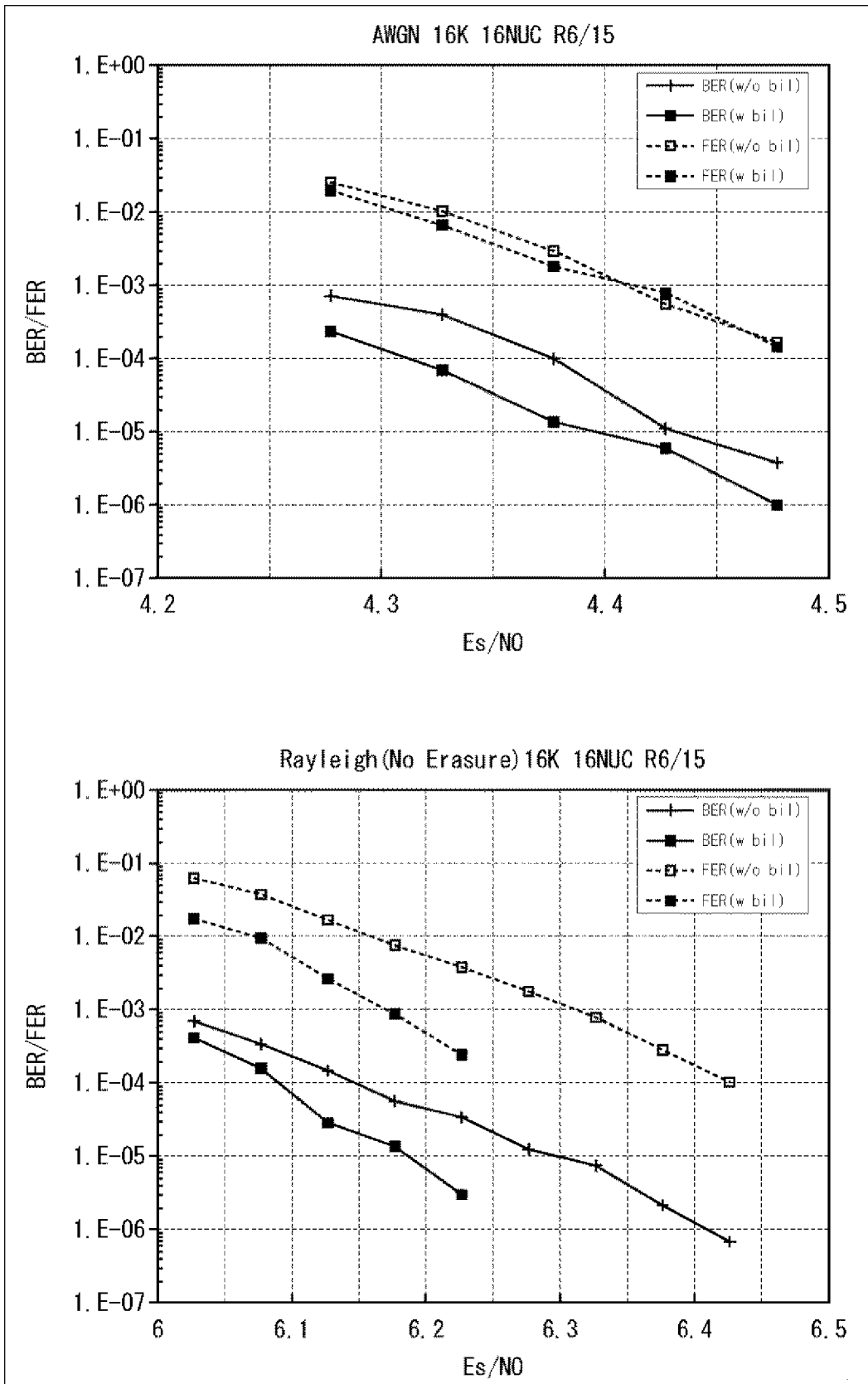
[図194]

図194



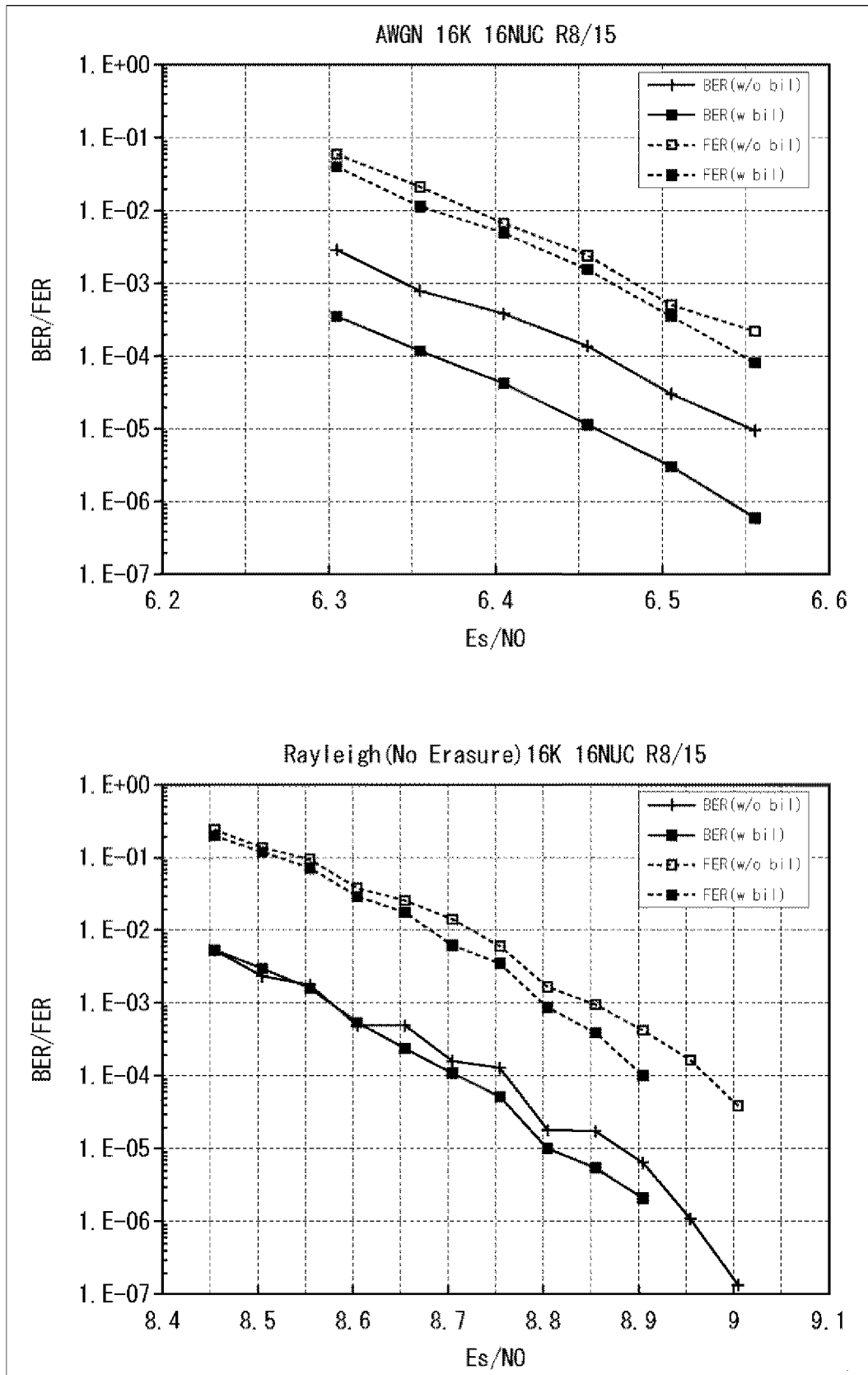
[195]

195



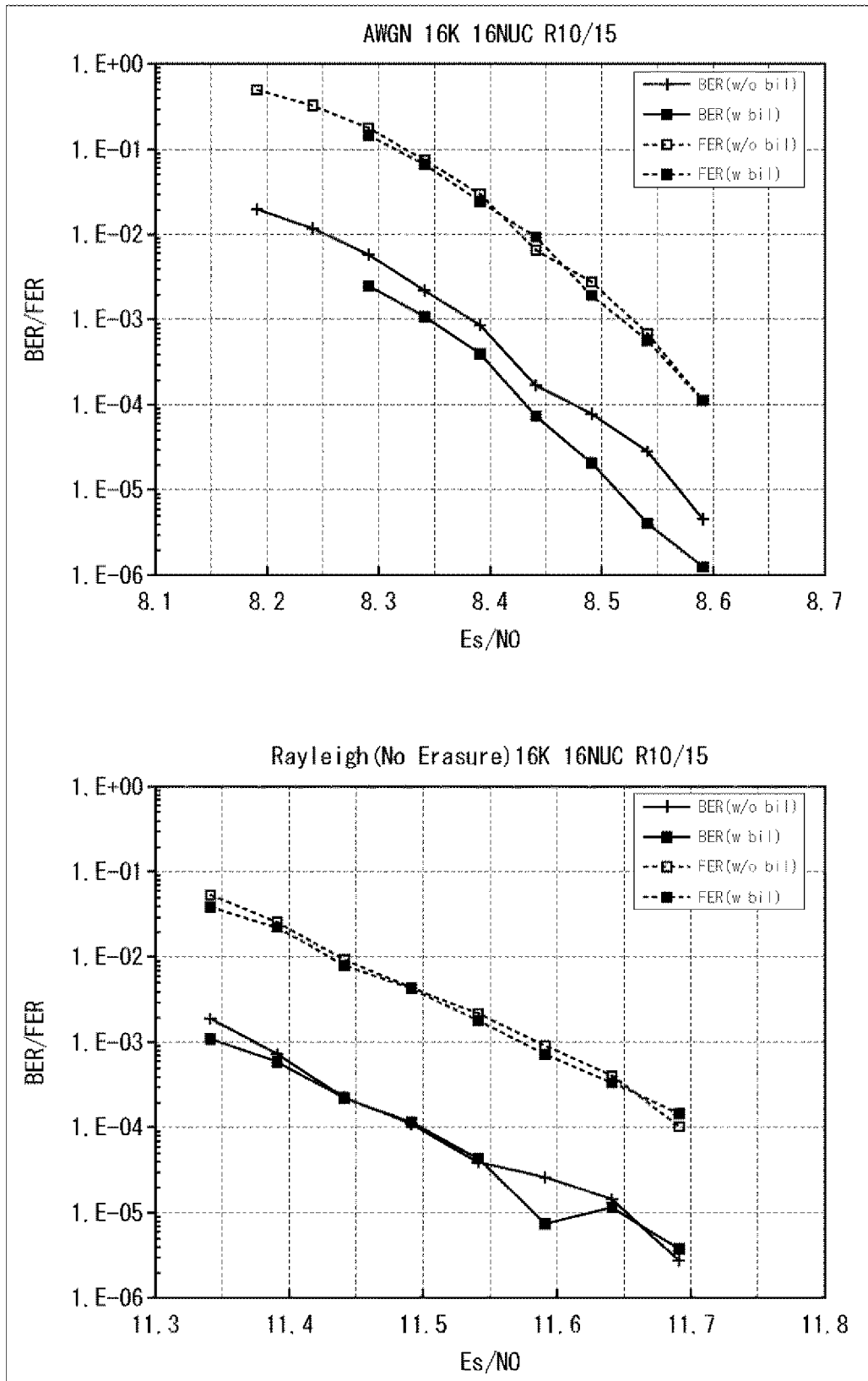
[196]


196




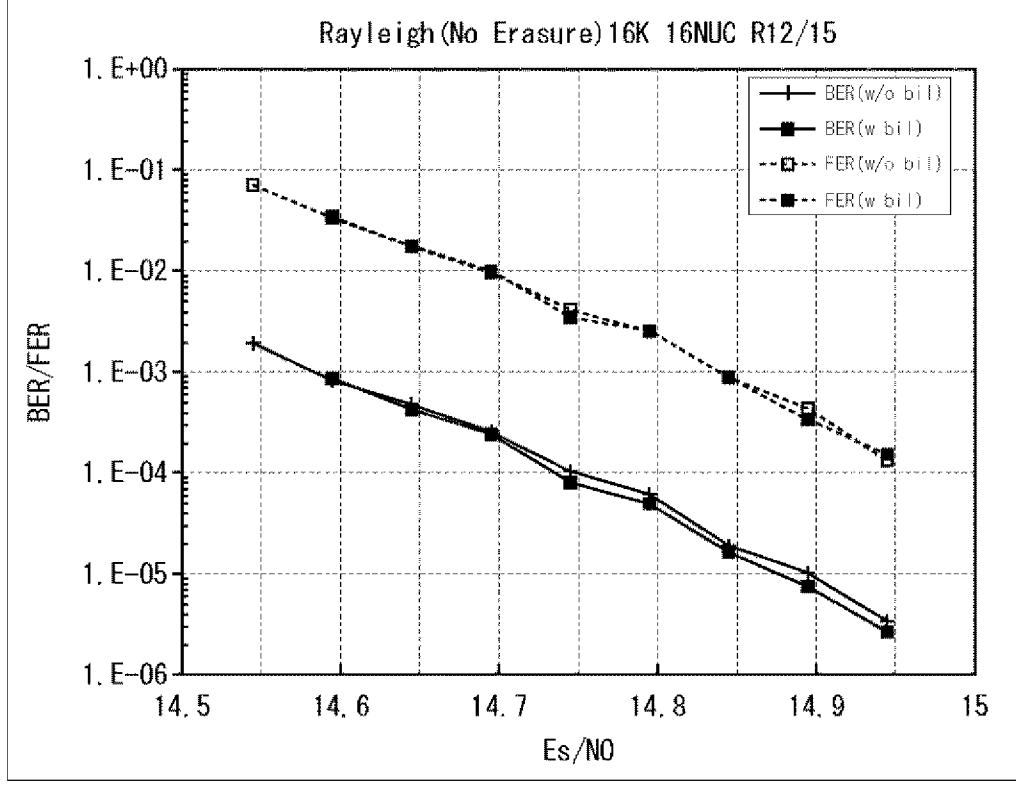
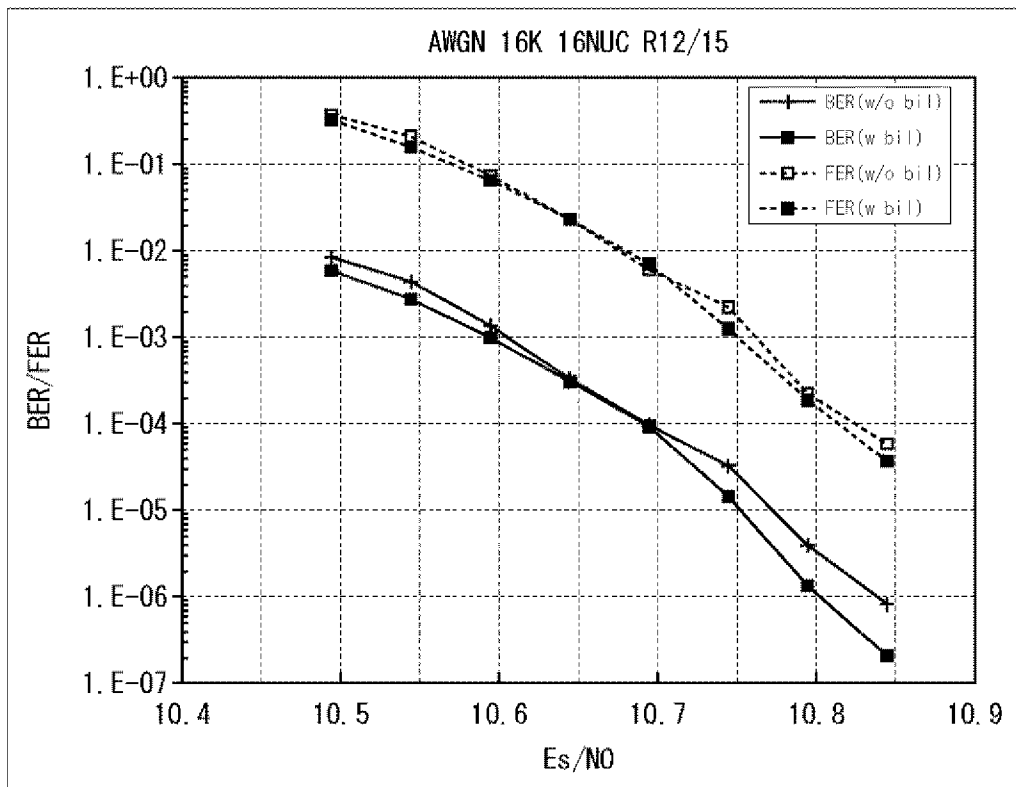
[図197]

図197



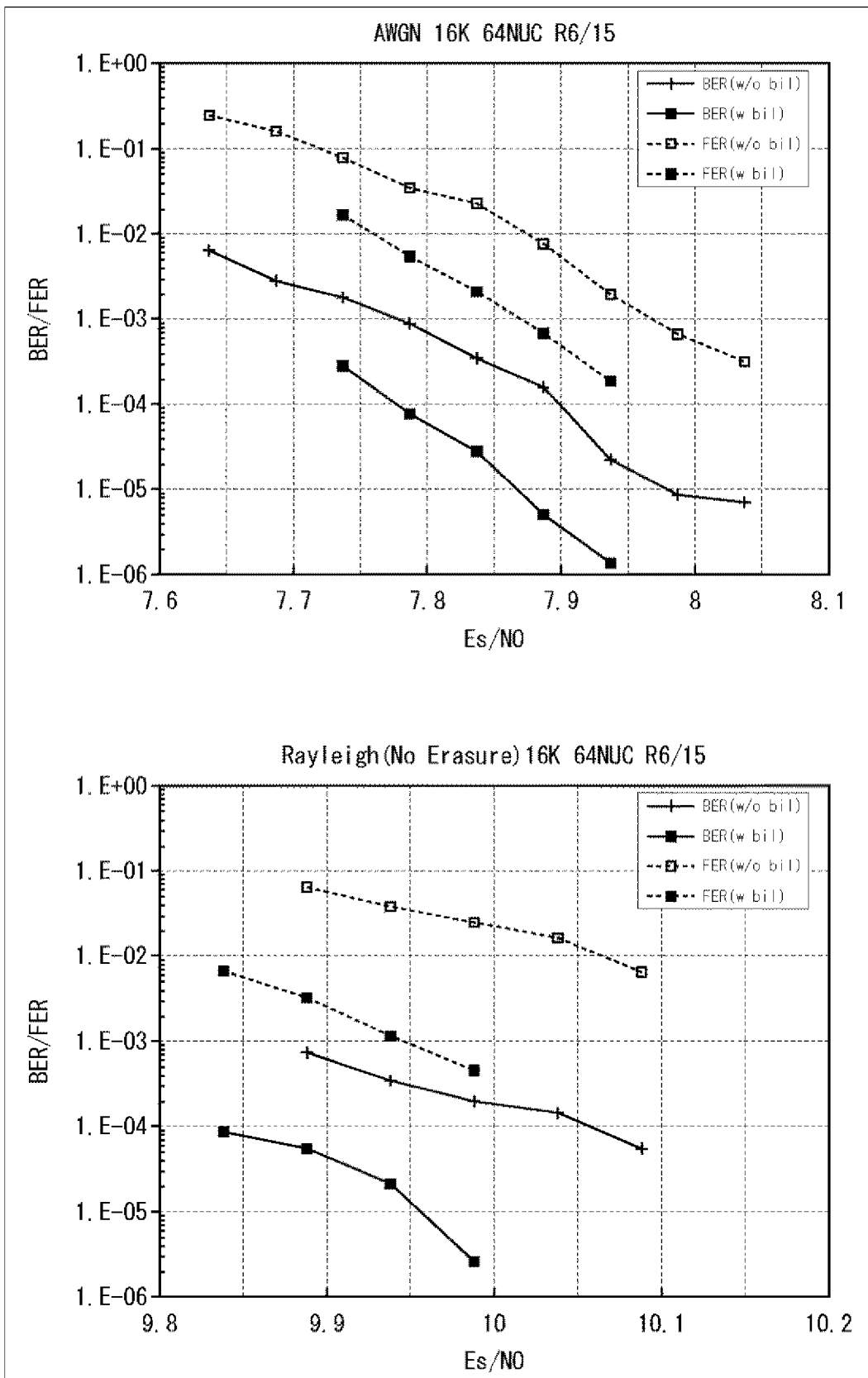
[]198]

198



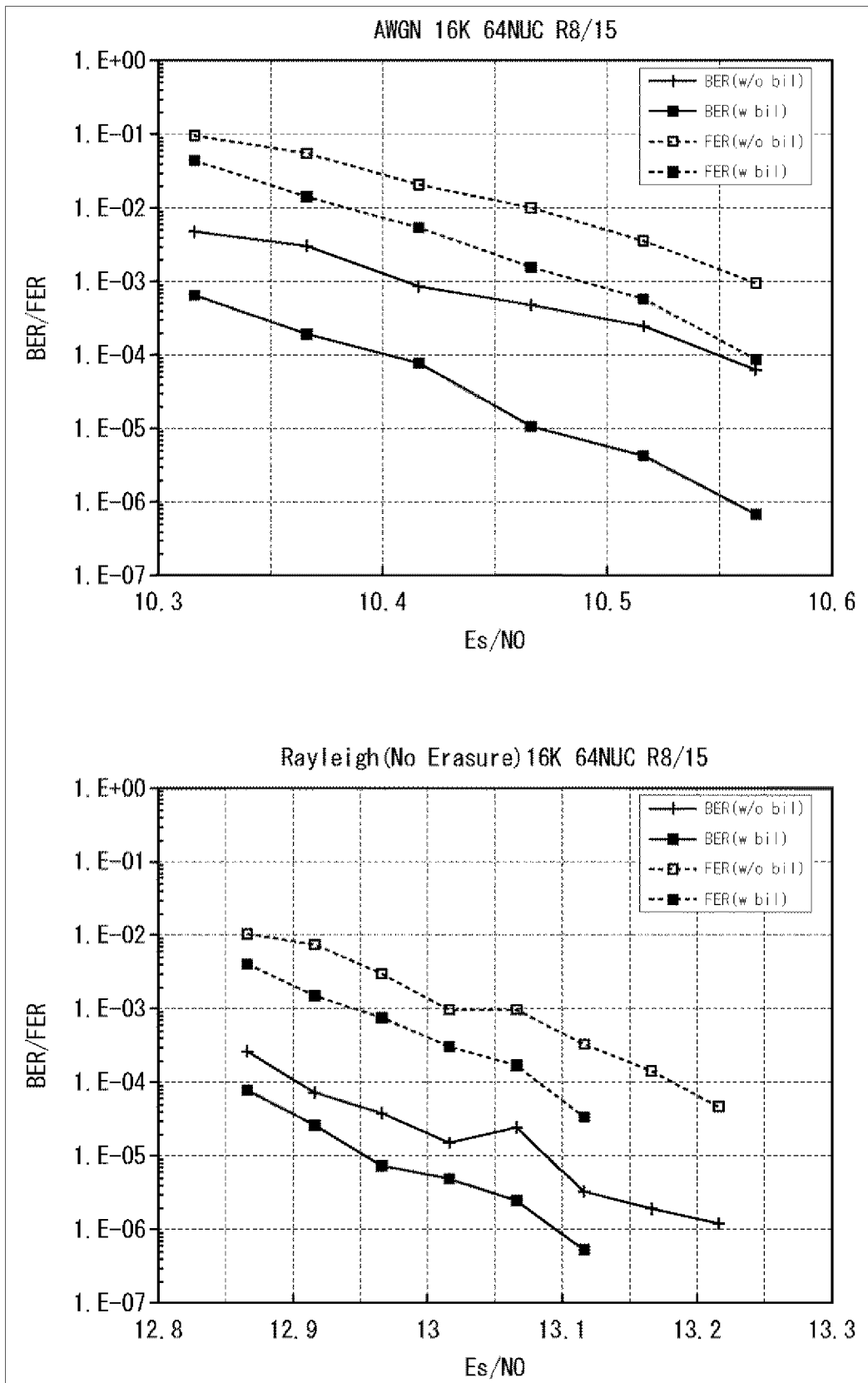
[199]

199



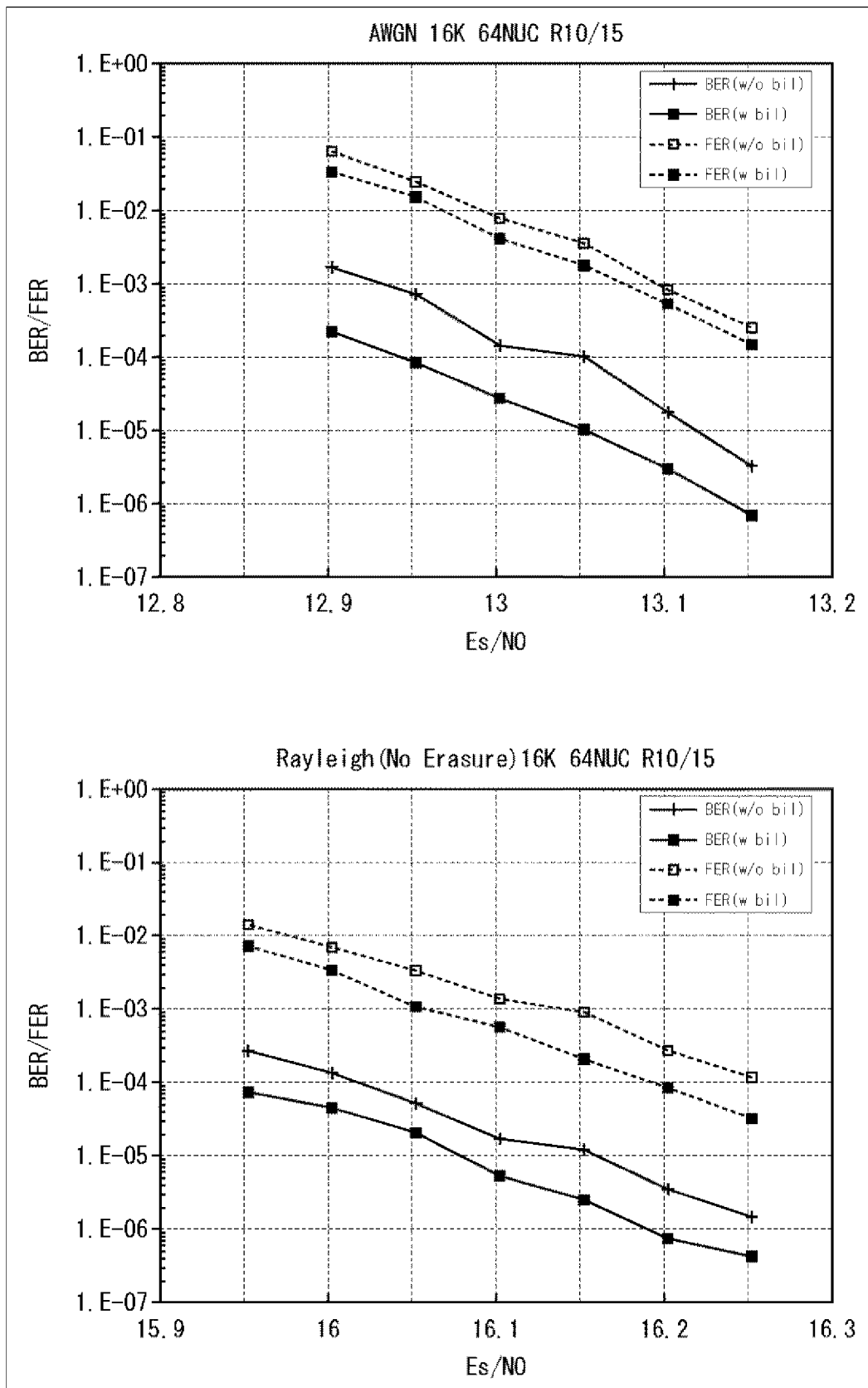
[200]

200



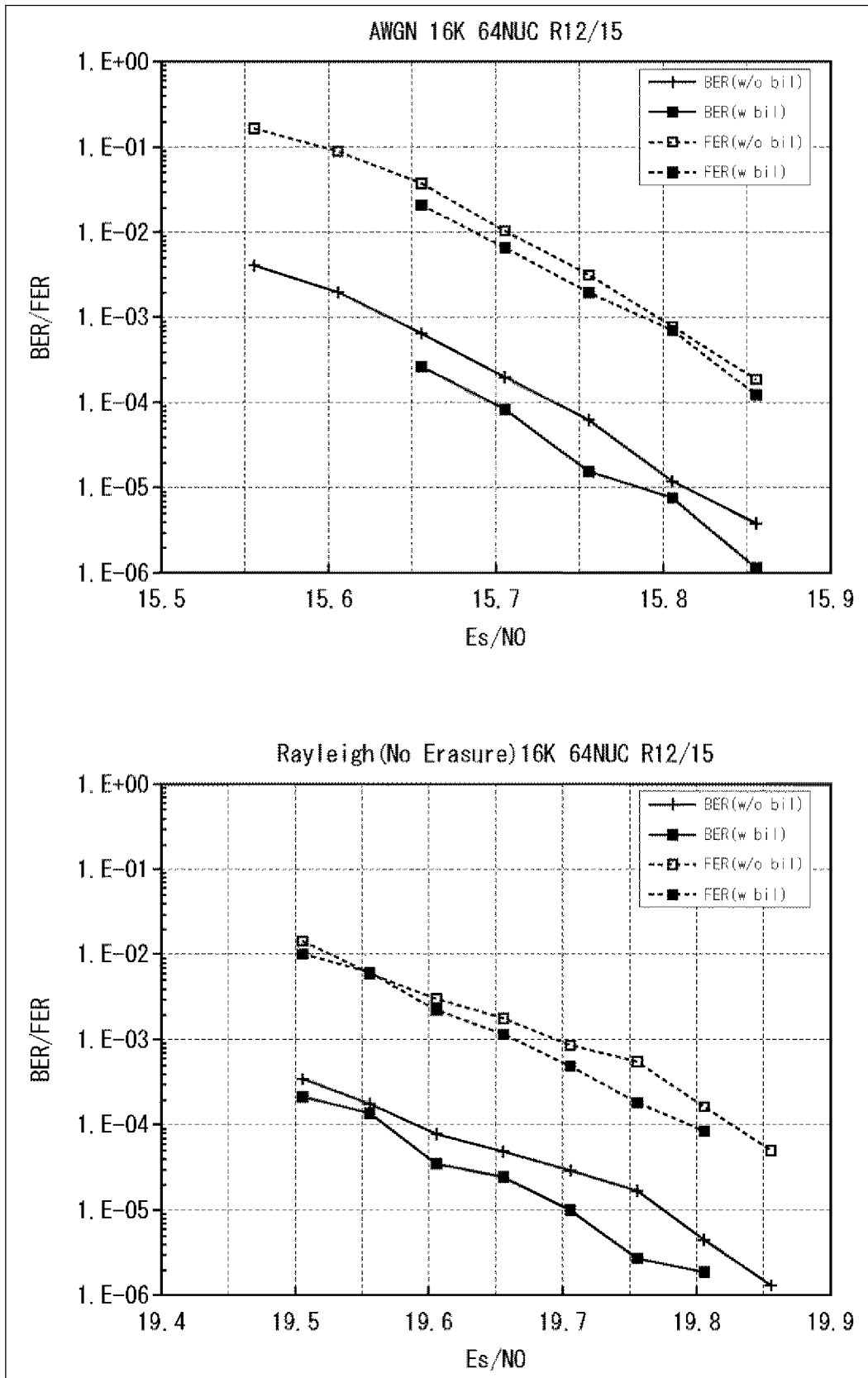
[201]

[201]



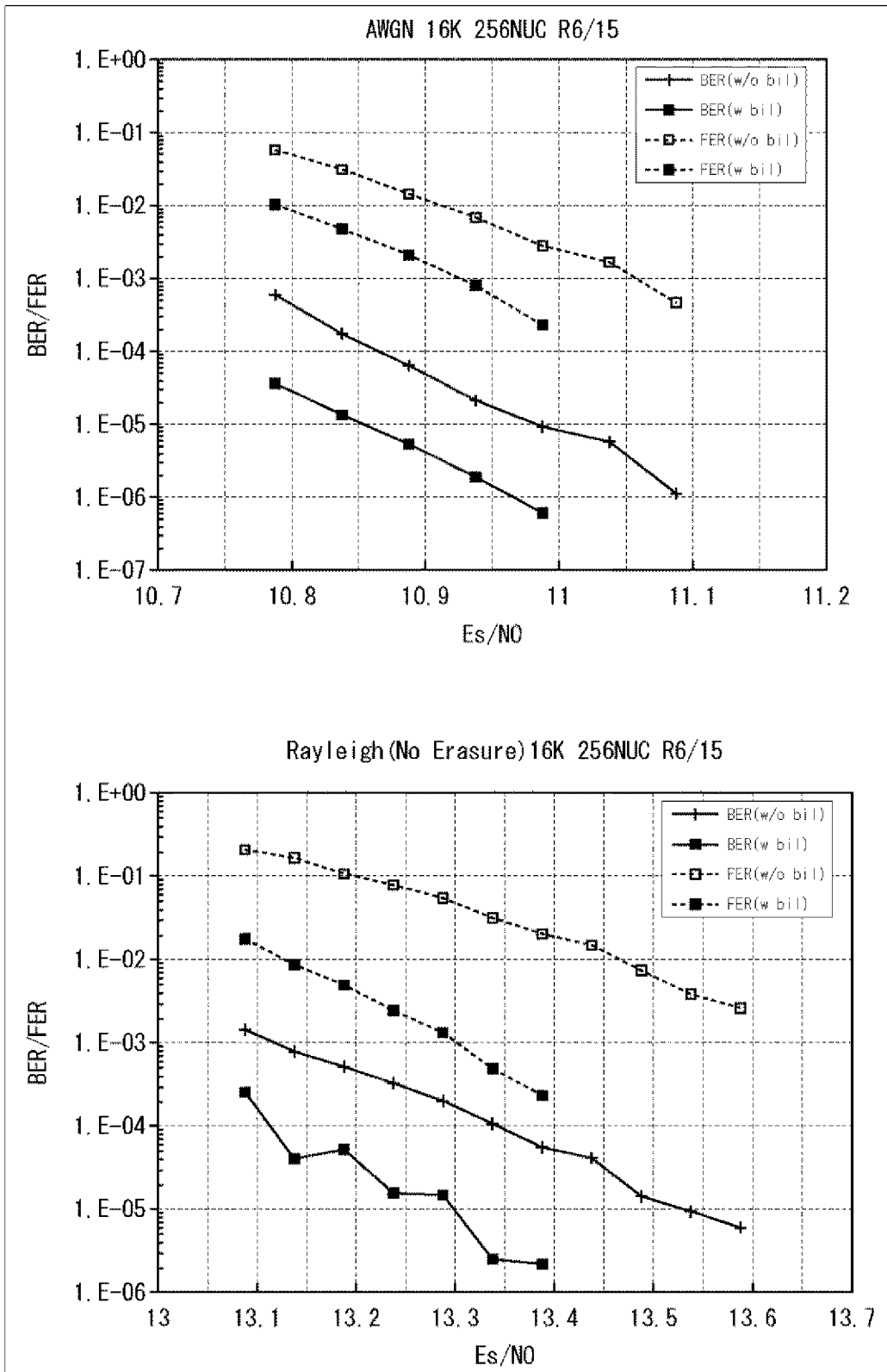
[202]

202



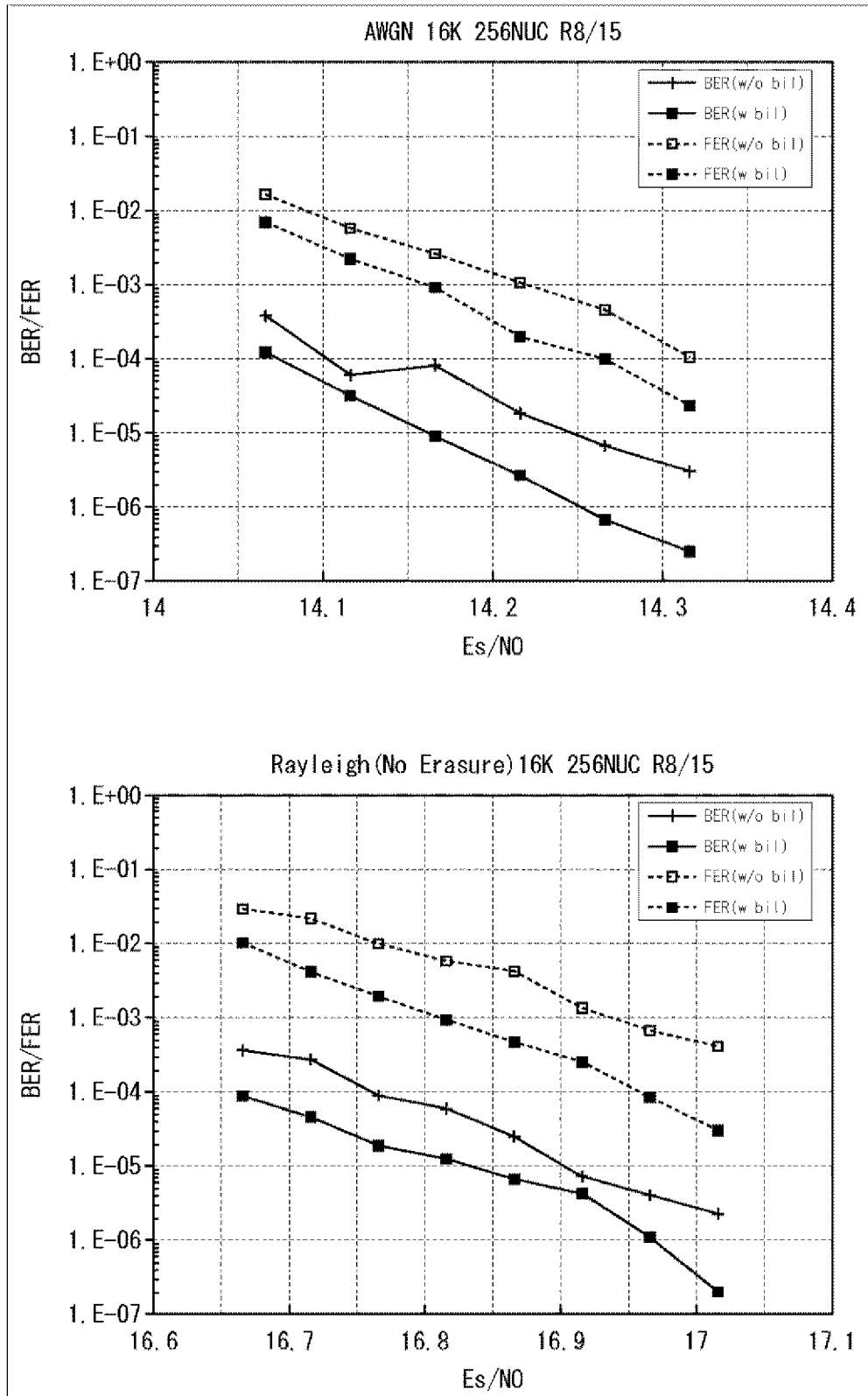
[203]

203



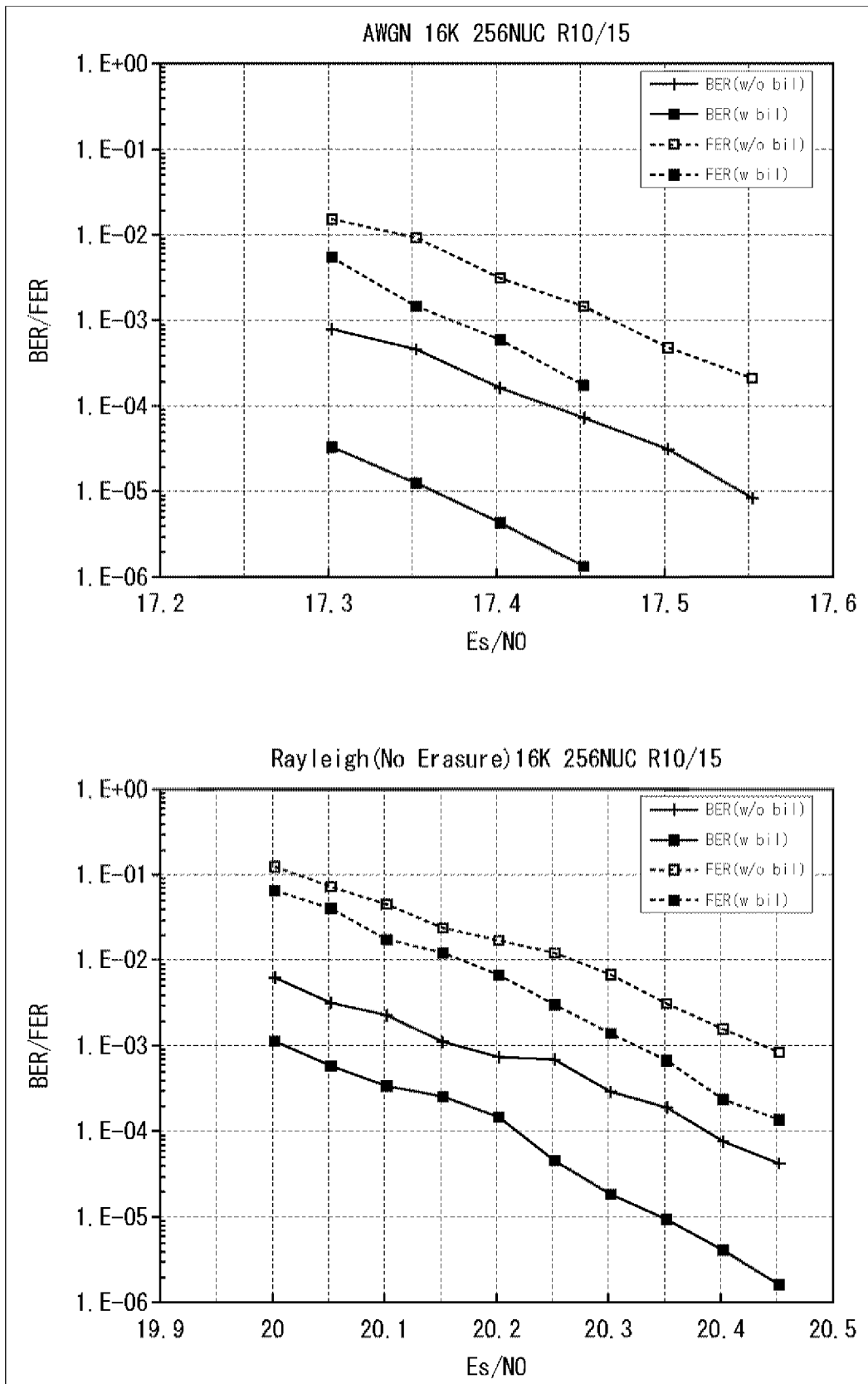
[図204]

図204



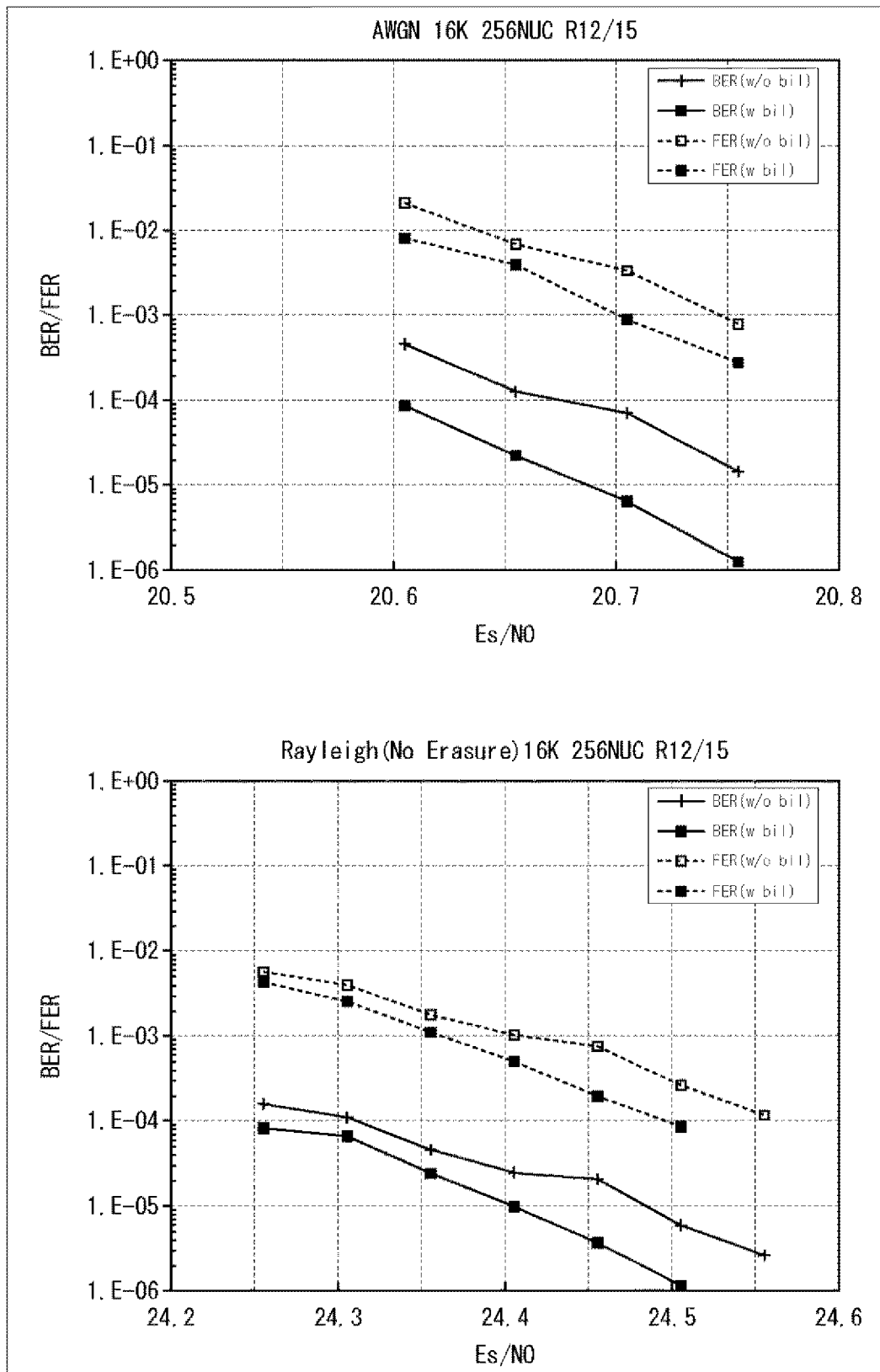
[205]

205

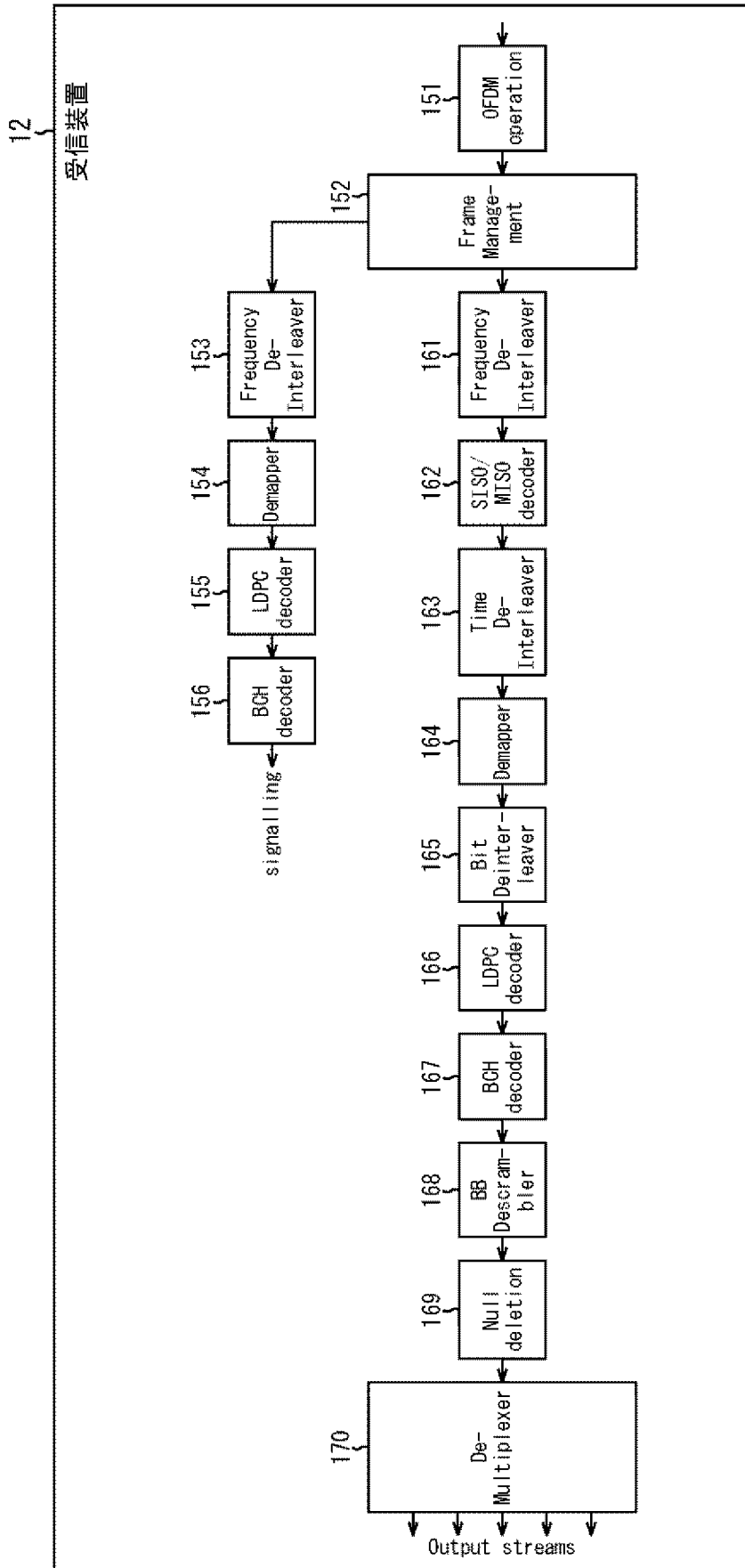


[図206]

図206

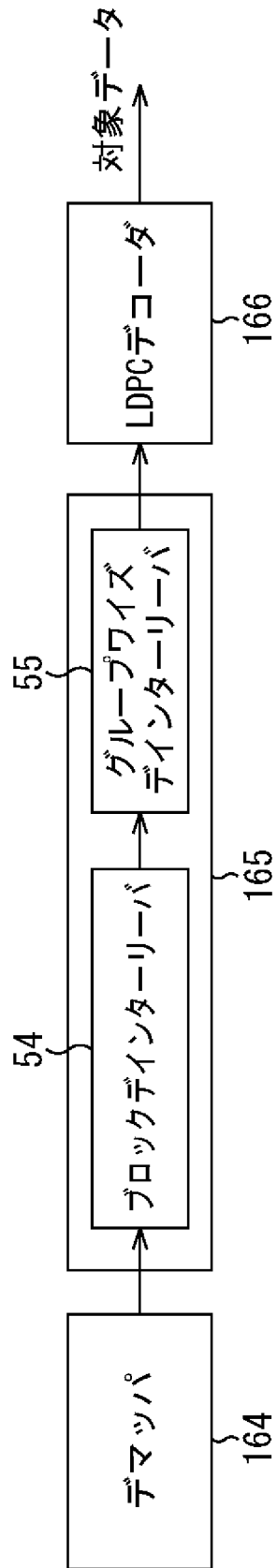


[図207]
[図207]



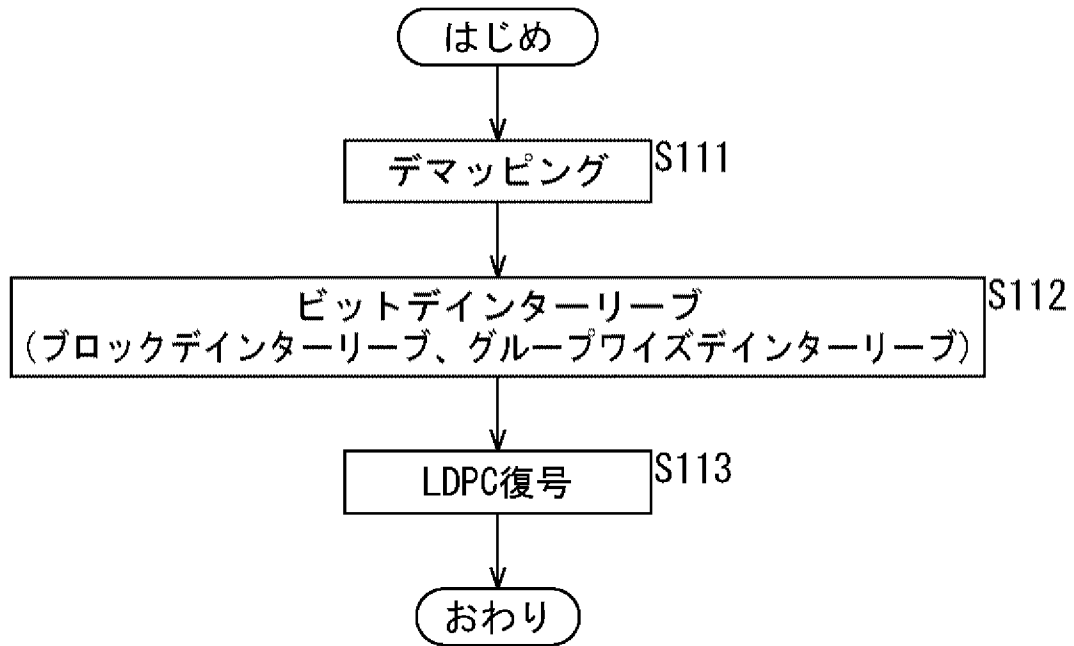
[図208]

図208



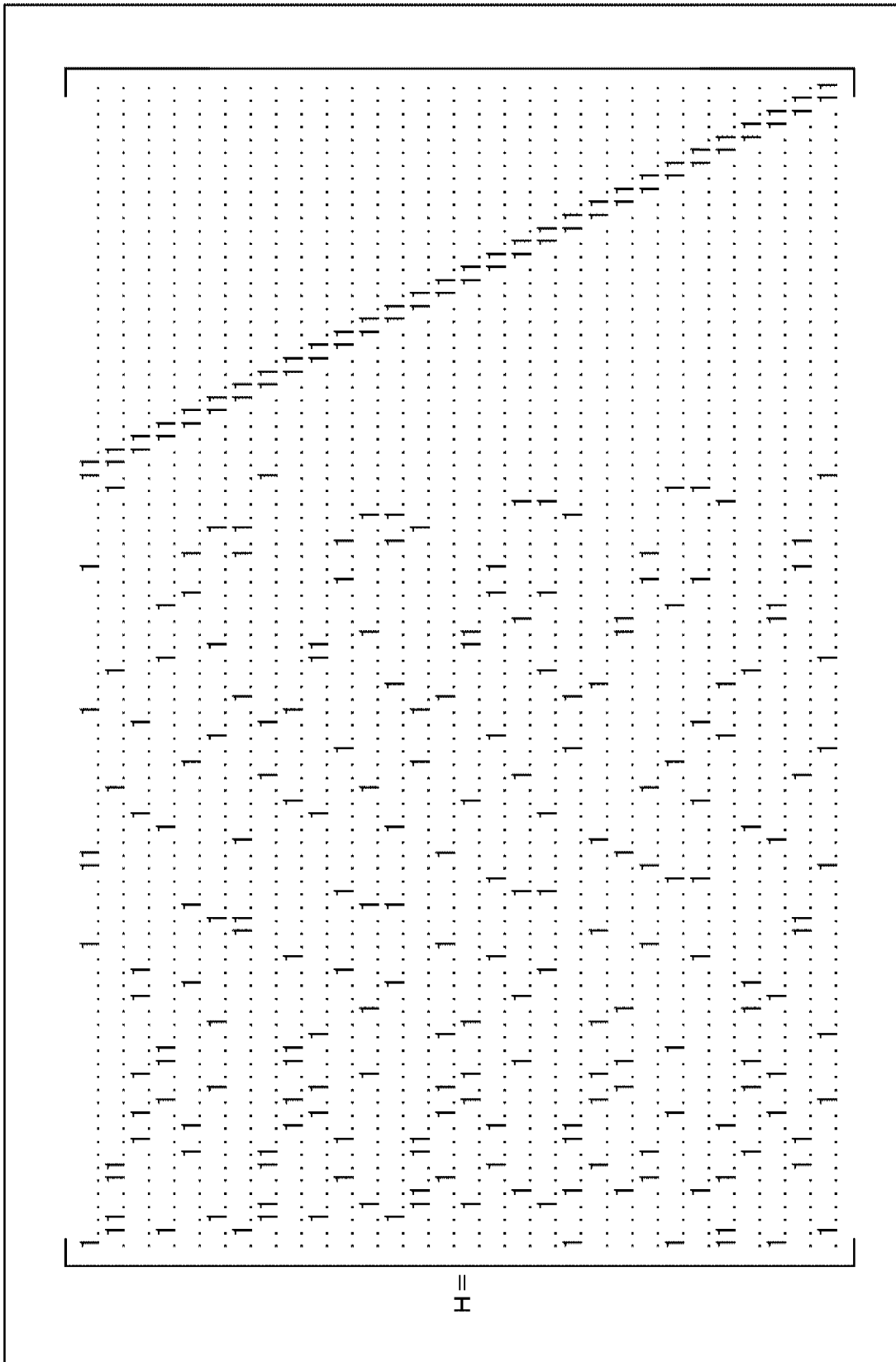
[図209]

図209



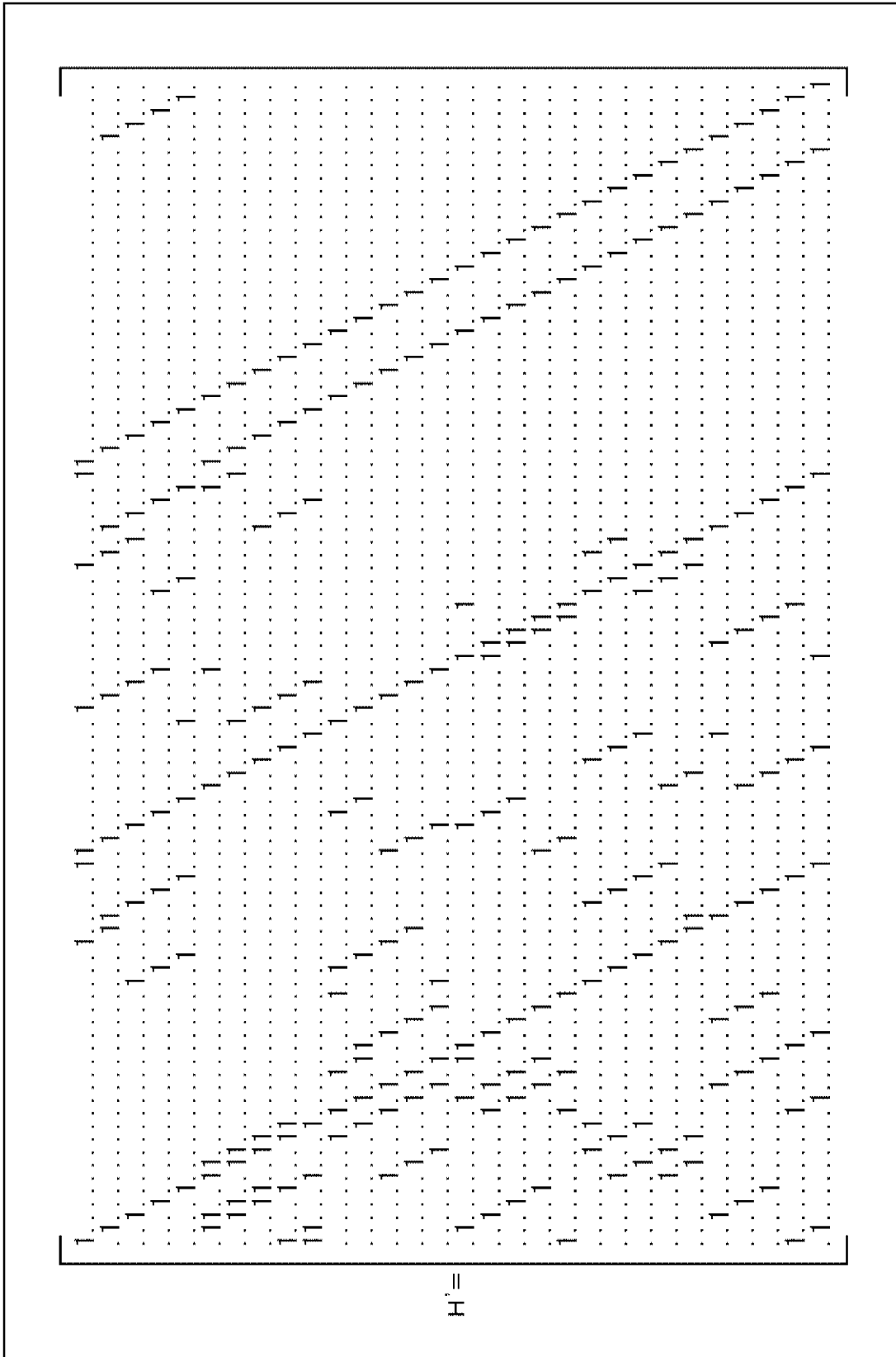
[図210]

図210



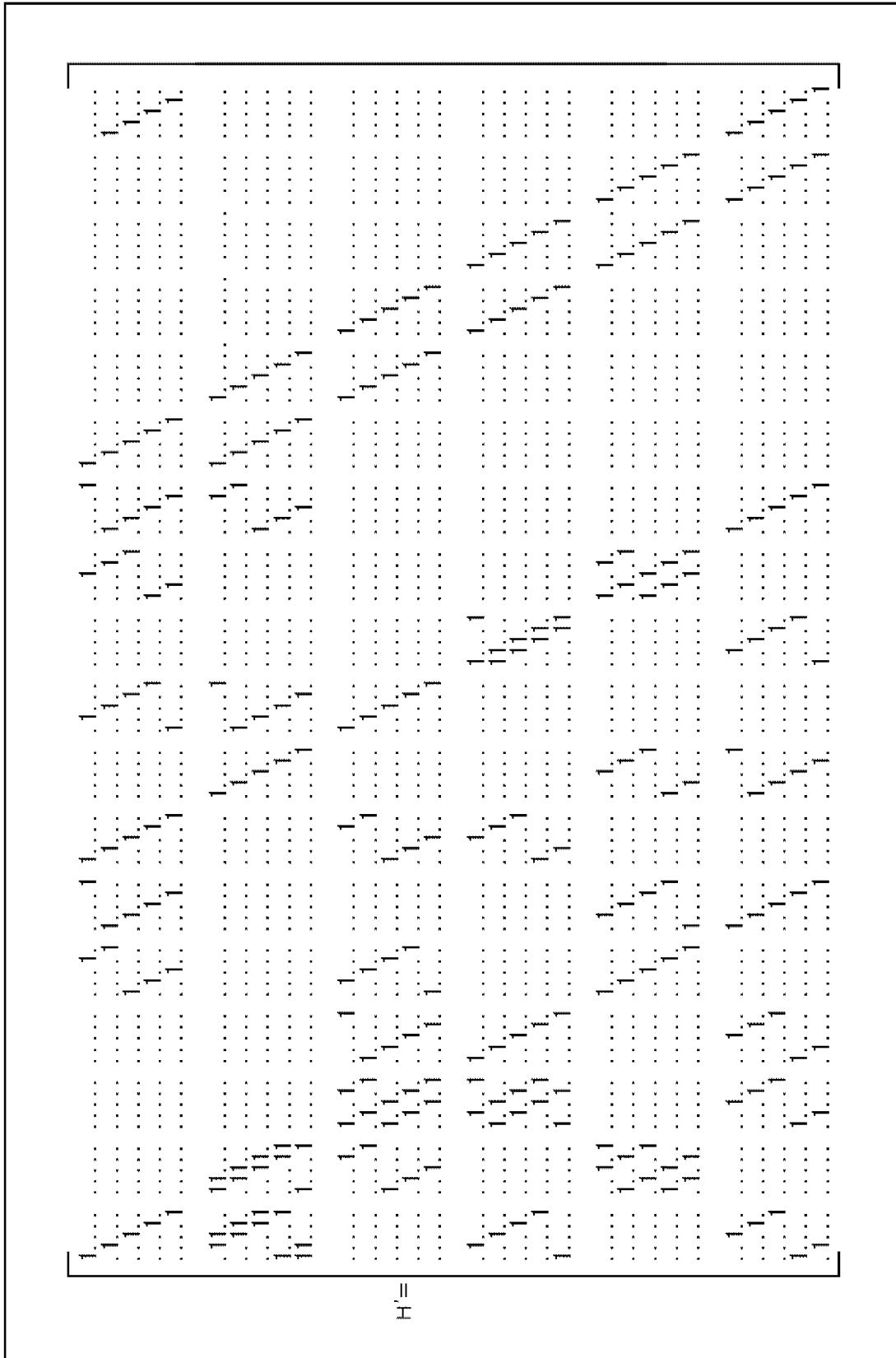
[図211]

図211

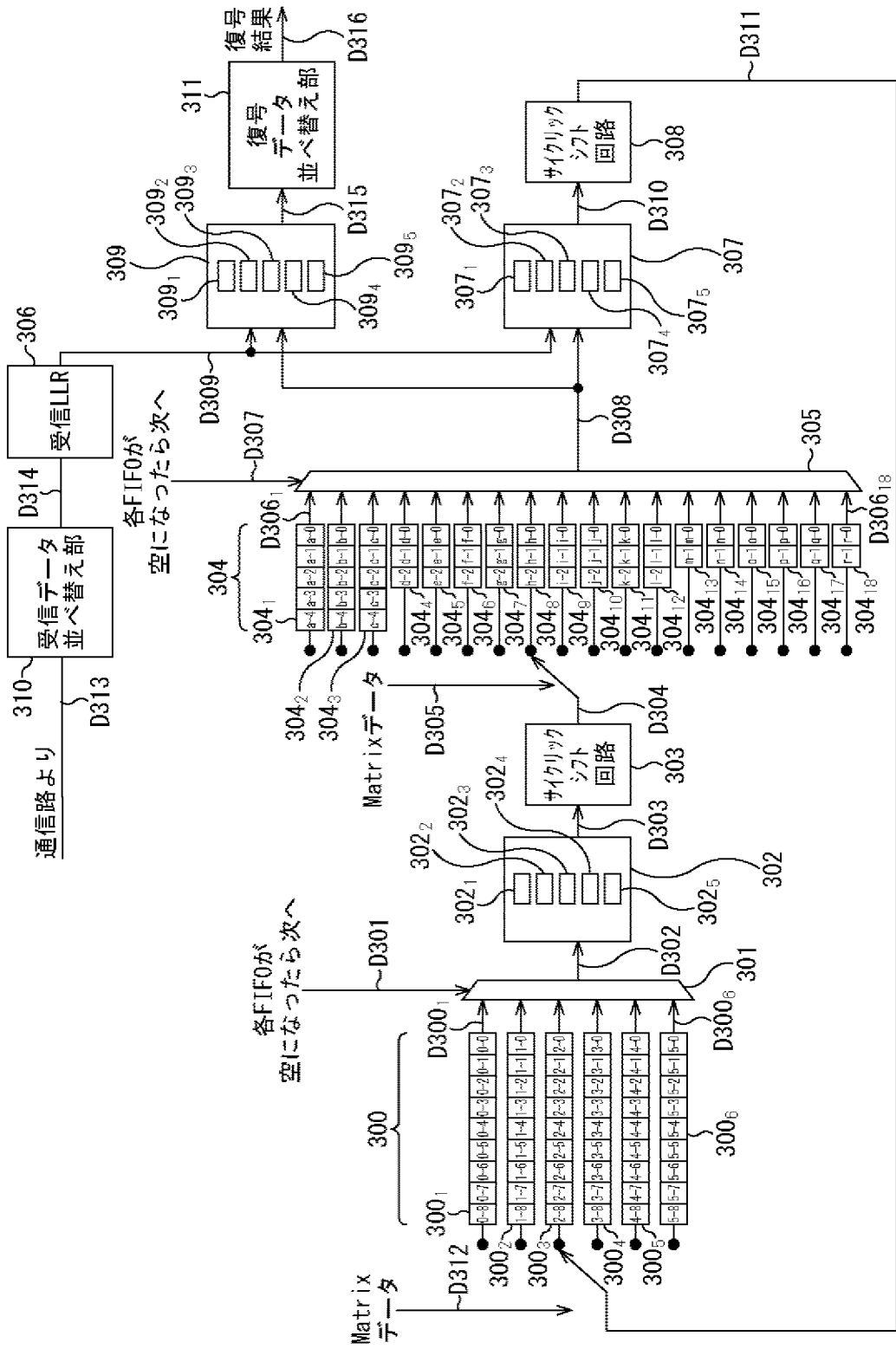


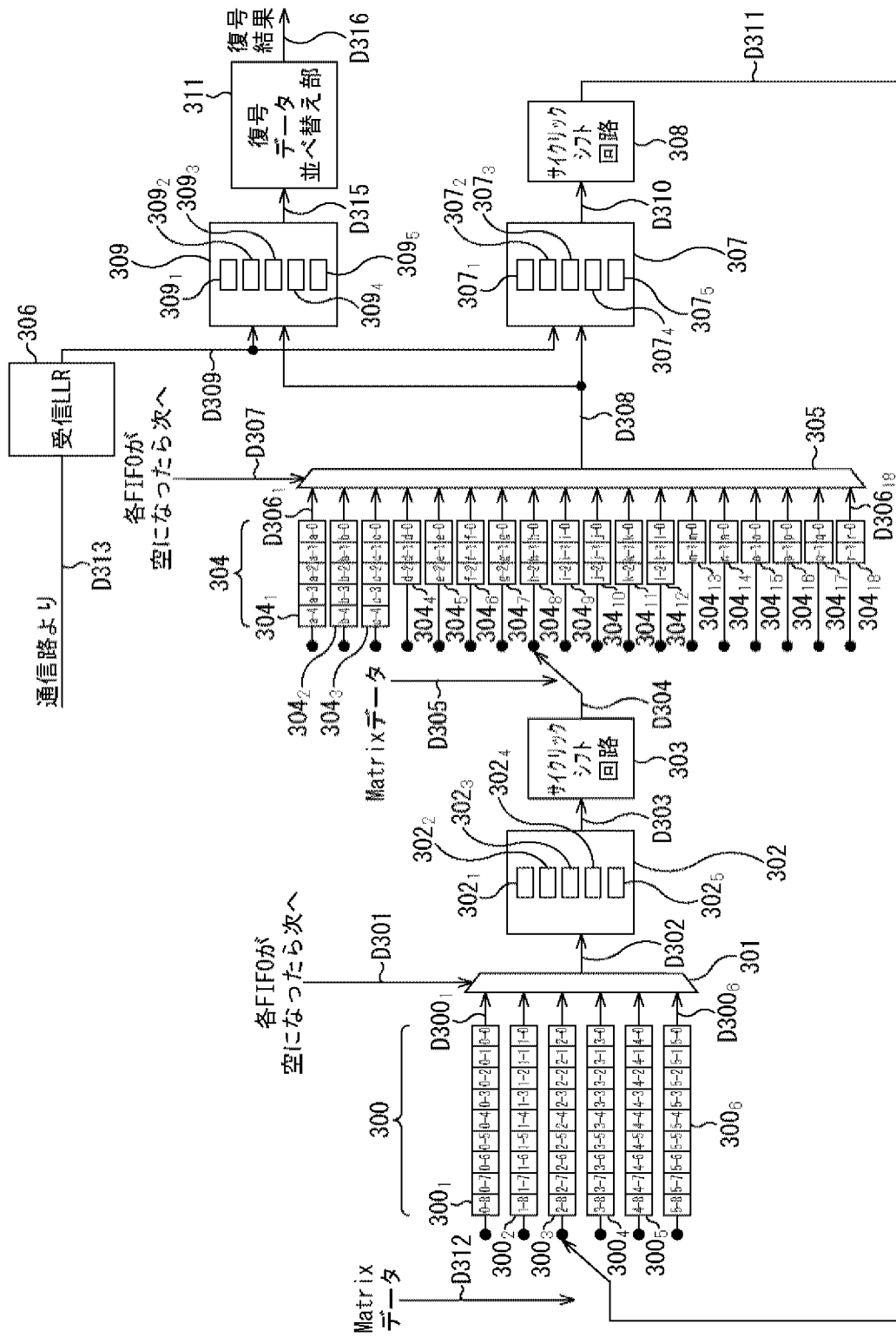
[図212]

図212



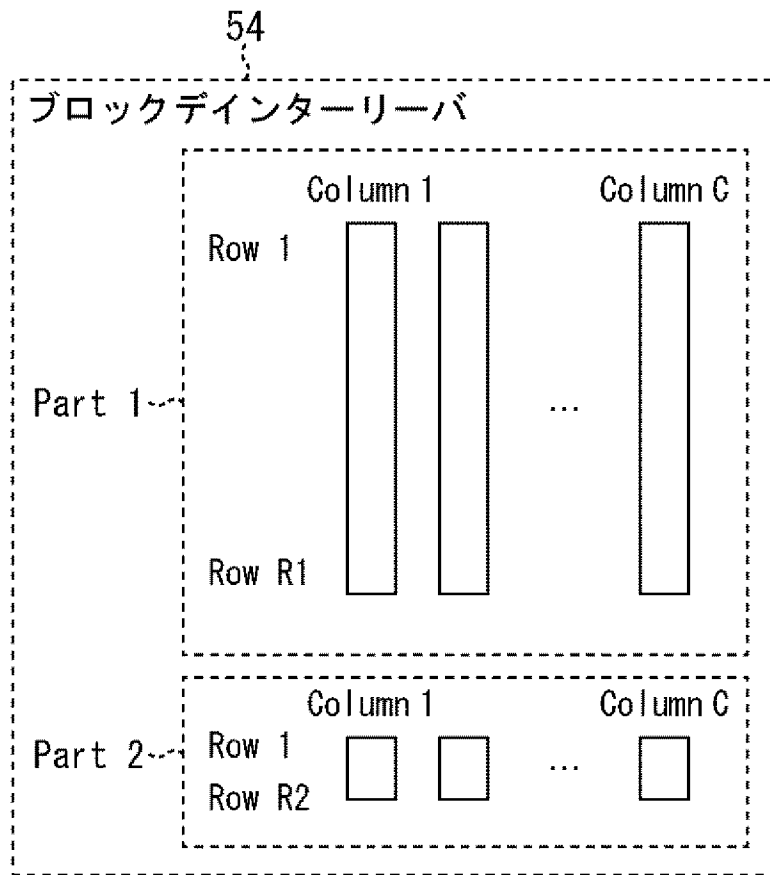
[図213]
図213



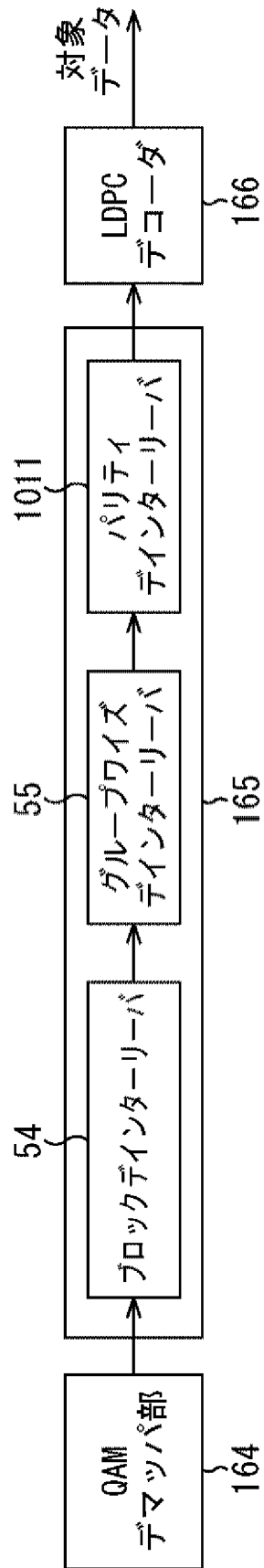
[図214]
図214

[図215]

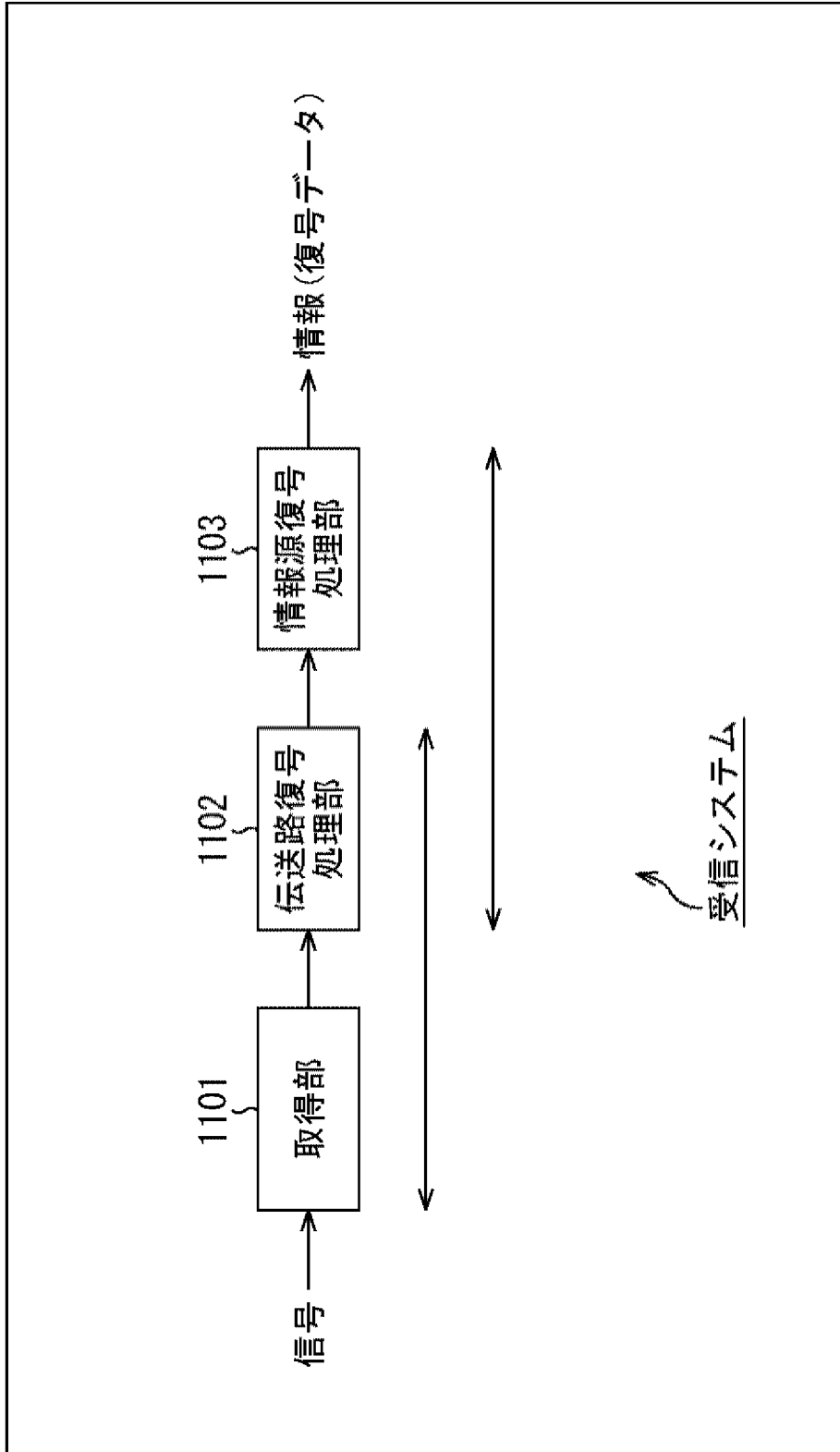
図215



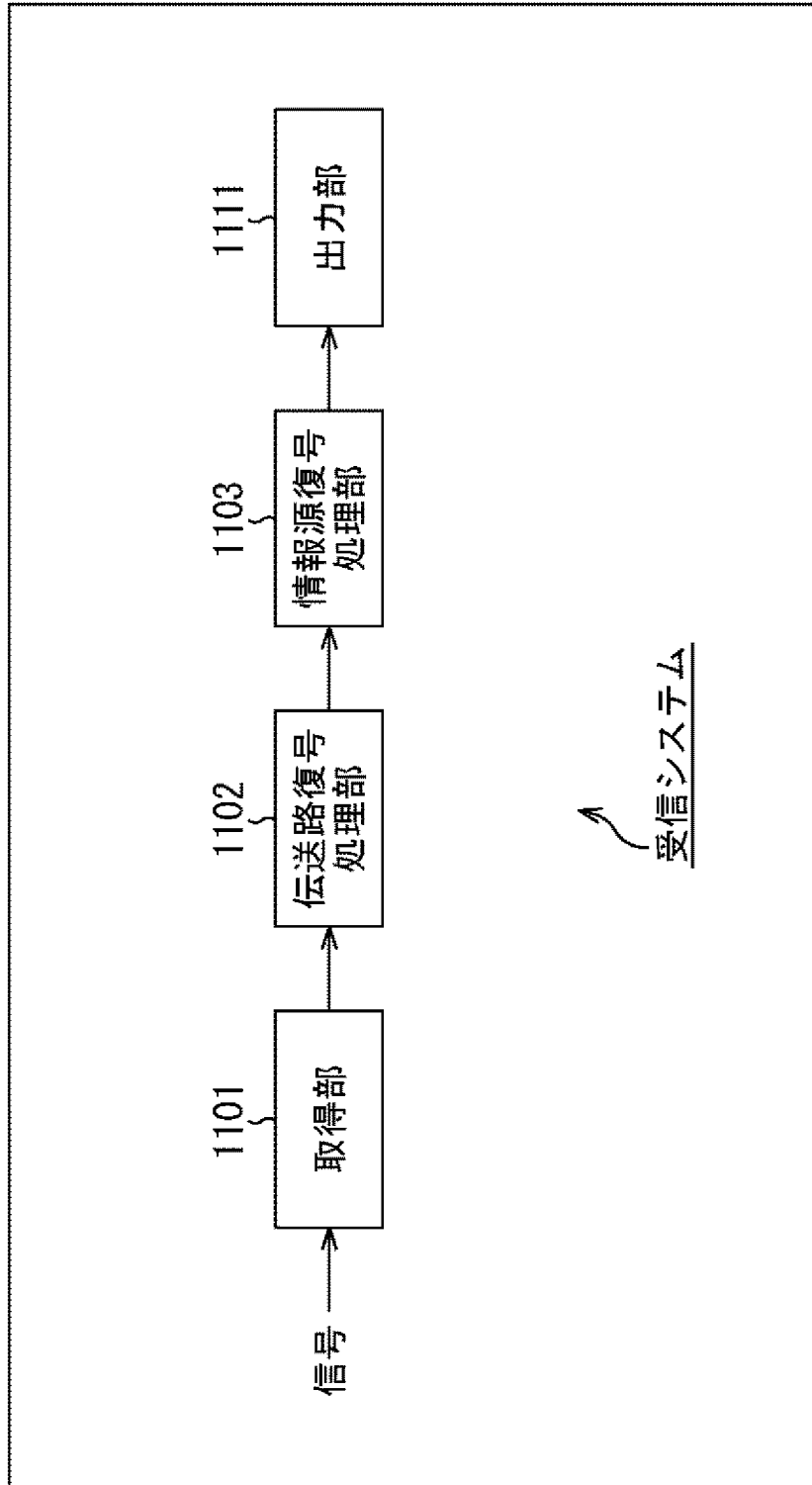
[図216]
図216



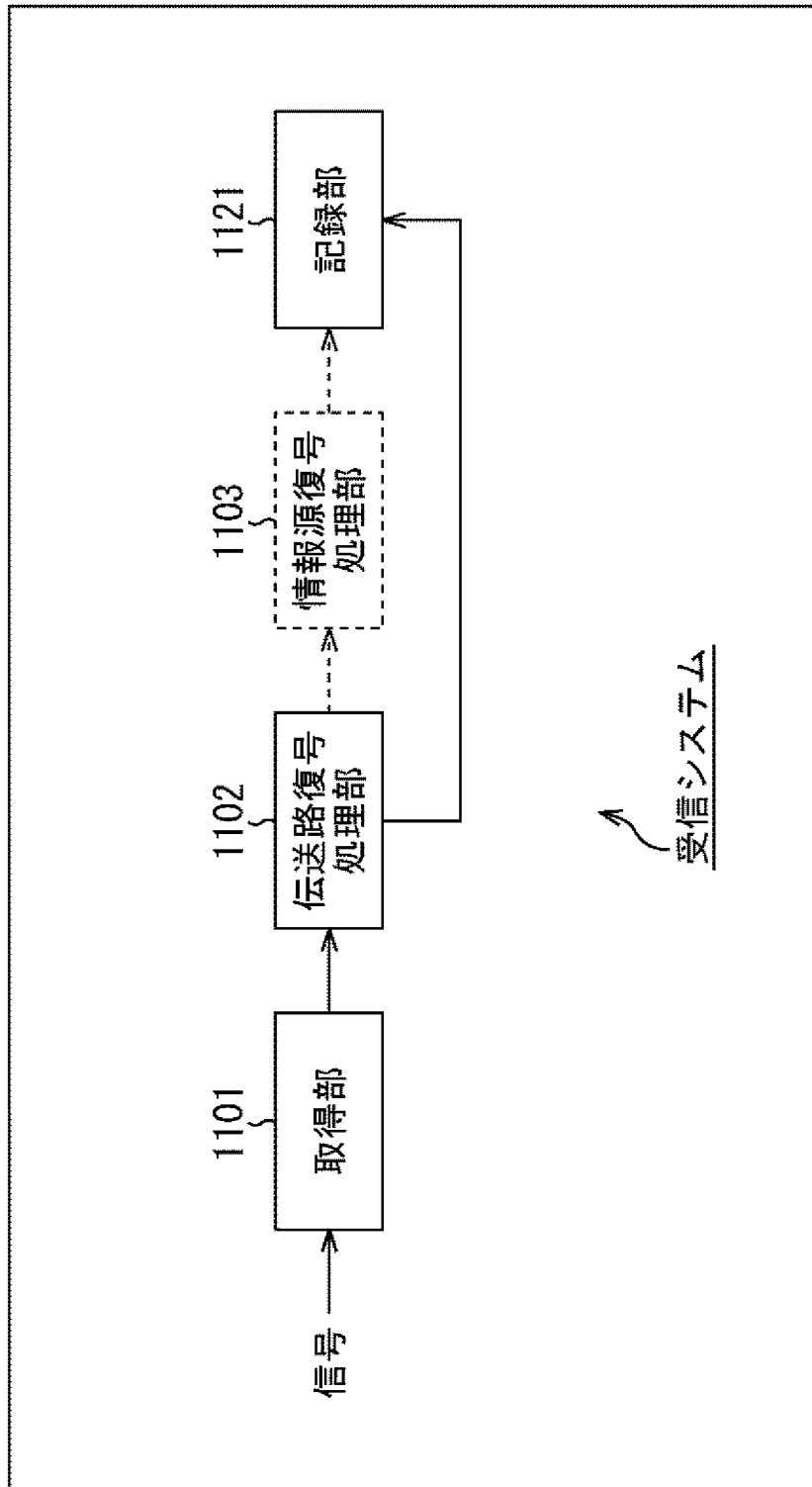
[図217]
図217



[図218]
図218

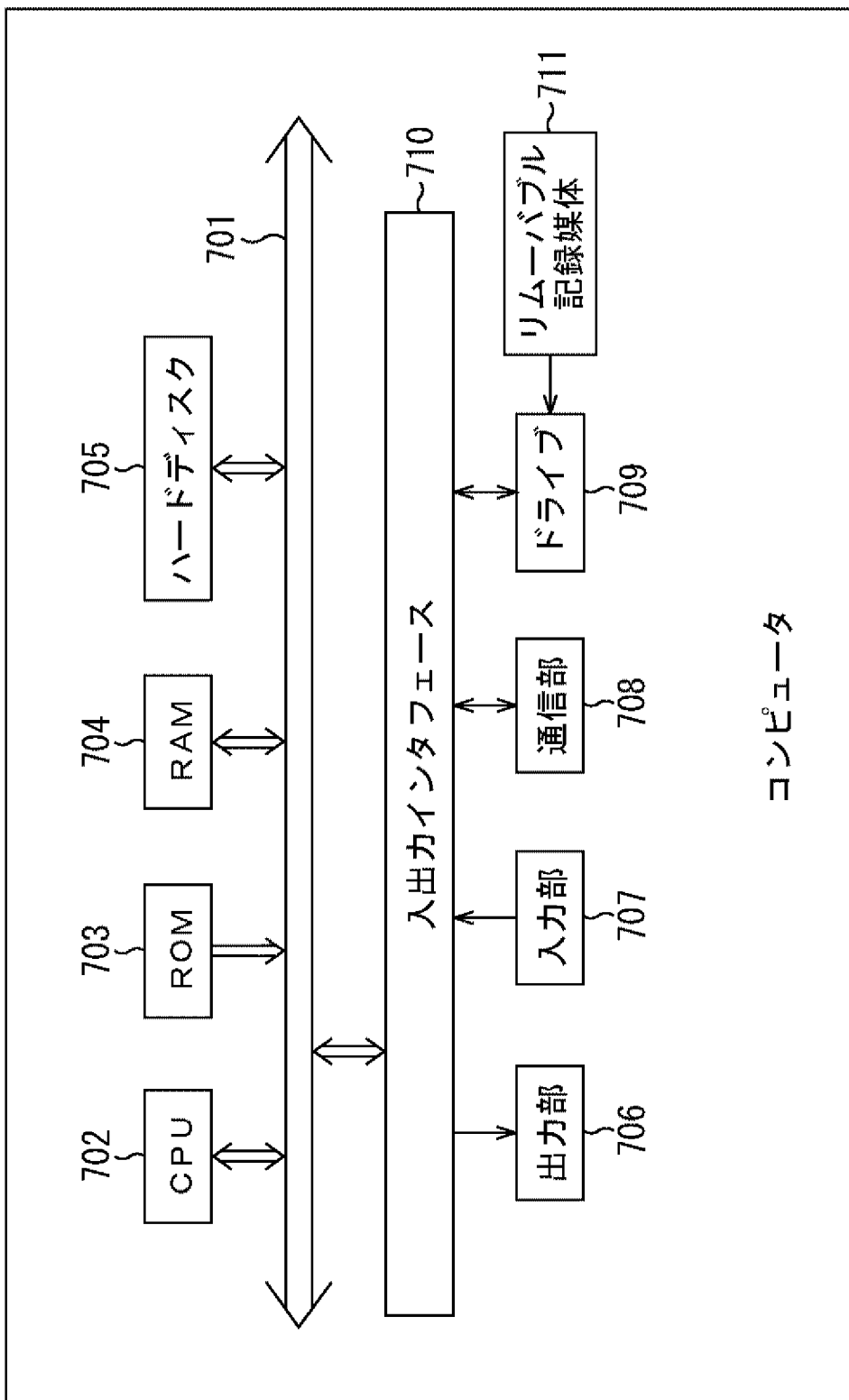


[図219]
図219



[図220]

図220



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/063253

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03M13/19(2006.01) i, H03M13/27(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H03M13/19, H03M13/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
IEEE Xplore, CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-5124 A (Sony Corp.), 07 January 2013 (07.01.2013), fig. 8 to 13, 33 to 49 & US 2014/0082452 A1 & WO 2012/173061 A1 & EP 2722994 A1 & TW 201308913 A & AU 2012270714 A & CN 103765782 A & KR 10-2014-0035386 A	1-8
A	JP 2007-6494 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 11 January 2007 (11.01.2007), claims 1 to 4 & US 2007/0011570 A1 & EP 1737133 A1 & KR 10-2006-0133924 A & CN 1983861 A	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 29 May 2015 (29.05.15)	Date of mailing of the international search report 09 June 2015 (09.06.15)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/063253

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-523318 A (Thomson Licensing), 04 August 2011 (04.08.2011), claims 1 to 7 & US 2011/0090948 A1 & WO 2009/150500 A1 & EP 2134051 A1 & EP 2297911 A & CN 102067545 A	1-8
A	GUARNERI Communications, ATSC 3.0 Physical Layer Proposal Rev. 01 ANNEX A, The Performance of Single Carrier Multi-Tone(SCMT) Modulation [online], 17 November 2013 (17.11.2013), Internet, retrieval date: 29 May 2015 (29.05. 2015), <URL> http://www.guarneri-communications.com/wp-content/uploads/2014/04/ATSC-3-PROPOSAL_anex-A.pdf	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H03M13/19(2006.01)i, H03M13/27(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H03M13/19, H03M13/27		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語） IEEE Xplore, CiNii		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-5124 A (ソニー株式会社) 2013.01.07, 第8-13, 33-49図 & US 2014/0082452 A1 & WO 2012/173061 A1 & EP 2722994 A1 & TW 201308913 A & AU 2012270714 A & CN 103765782 A & KR 10-2014-0035386 A	1-8
A	JP 2007-6494 A (三星電子株式会社) 2007.01.11, 請求項1-4 & US 2007/0011570 A1 & EP 1737133 A1 & KR 10-2006-0133924 A & CN 1983861 A	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 29.05.2015	国際調査報告の発送日 09.06.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 岡 裕之 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5 K 3 2 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-523318 A (トムソン ライセンシング) 2011.08.04, 請求項 1 - 7 & US 2011/0090948 A1 & WO 2009/150500 A1 & EP 2134051 A1 & EP 2297911 A & CN 102067545 A	1-8
A	GUARNERI Communications, ATSC 3.0 Physical Layer Proposal Rev. 01 ANNEX A, The Performance of Single Carrier Multi-Tone (SCMT) Modulation [online], 2013.11.17, インターネット、検索日: 2015年5月29日, <URL> http://www.guarneri-communications.com/wp-content/uploads/2014/04/ATSC-3-PROPOSAL_anex-A.pdf	1-8