

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5416773号  
(P5416773)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 Q 9/26 (2006.01) HO 1 Q 9/26  
 HO 1 Q 5/01 (2006.01) HO 1 Q 5/01

請求項の数 18 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2011-523710 (P2011-523710)	(73) 特許権者	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(86) (22) 出願日	平成22年7月23日(2010.7.23)	(74) 代理人	110000338 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/062445	(72) 発明者	官 寧 日本国千葉県佐倉市六崎1440番地
(87) 国際公開番号	W02011/010725	(72) 発明者	田山 博育 日本国千葉県佐倉市六崎1440番地
(87) 国際公開日	平成23年1月27日(2011.1.27)	審査官	岸田 伸太郎
審査請求日	平成24年1月6日(2012.1.6)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-173614 (P2009-173614)		
(32) 優先日	平成21年7月24日(2009.7.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2009-173615 (P2009-173615)		
(32) 優先日	平成21年7月24日(2009.7.24)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイポールアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、  
 上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、  
 上記第2の放射素子は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有しており、  
上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の中間、及び、上記第3の直線部の中間に設けられ、  
上記第1の直線部は、上記第3の直線部と上記第4の直線部との間に配置され、上記第3の直線部は、上記第1の直線部と上記第2の直線部との間に配置されている、  
 ことを特徴とするダイポールアンテナ。

【請求項2】

上記第2の直線部の長さ及び上記第4の直線部の長さは、それぞれ、上記第1の直線部の、上記給電点より上記第1の屈曲部側にある部分の長さ、と、上記第3の直線部の、上記給電点より上記第2の屈曲部側にある部分の長さとの和よりも大きい、  
 ことを特徴とする請求項1に記載のダイポールアンテナ。

【請求項3】

上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙、又は、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙に配置された導体片を更に備えている、  
ことを特徴とする請求項1又は2に記載のダイポールアンテナ。

【請求項4】

上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙、又は、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙の少なくとも一部を、誘電体シートを介して覆うように配置された導体片を更に備えている、

ことを特徴とする請求項1又は2に記載のダイポールアンテナ。

【請求項5】

上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側に連結され、  
上記第2の直線部よりも幅の広い第1の幅広部を更に有しており、

上記第2の放射素子は、上記第4の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側に連結され、  
上記第4の直線部よりも幅の広い第2の幅広部を更に有している、

ことを特徴とする請求項1から4までの何れか1項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項6】

上記第1の幅広部の幅、又は、上記第2の幅広部の幅が、 $f$ を動作帯域内の周波数として、 $c / (128f)$ 以上である( $c$ は光速)、

ことを特徴とする請求項5に記載のダイポールアンテナ。

【請求項7】

上記第2の直線部の長さ、又は、上記第4の直線部の長さが、 $f$ を動作帯域内の周波数として、 $c / (16f)$ 以上である( $c$ は光速)、

ことを特徴とする請求項5又は6に記載のダイポールアンテナ。

【請求項8】

上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙、又は、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間隙に配置された導体片を更に備えている、

ことを特徴とする請求項5から7までの何れか1項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項9】

上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙、又は、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間隙の少なくとも一部を、誘電体シートを介して覆う導体片を更に備えている、

ことを特徴とする請求項5から7までの何れか1項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項10】

上記第1の幅広部は、上記第1の方向に平行な長辺を有する長方形に形成されており、

上記第2の幅広部は、上記第1の方向に垂直な長辺を有する長方形に形成されている、

ことを特徴とする請求項5から9までの何れか1項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項11】

上記第1の幅広部及び上記第2の幅広部は、それぞれ、上記第1の方向に平行な長辺を有する長方形に形成されている、

ことを特徴とする請求項5から9までの何れか1項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項12】

第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、  
上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、

上記第2の放射素子は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有しており、

上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の上記第

上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の上記第

上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の上記第

10

20

30

40

50

1の屈曲部側とは反対側の端部、及び、上記第3の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側の端部に設けられ、

上記第1の直線部と上記第3の直線部とは、上記第1の給電点と上記第2の給電点とが互いに対向するように配置され、

上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側で終端されており、上記第2の放射素子は、上記第4の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側で終端されており、

上記第2の直線部の長さに対する上記第1の直線部の長さの比、及び、上記第4の直線部の長さに対する上記第3の直線部の長さの比が0.05以上0.3以下である、  
ことを特徴とするダイポールアンテナ。

10

【請求項13】

第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、

上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、

上記第2の放射素子は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有しており、

上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側の端部、及び、上記第3の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側の端部に設けられ、

20

上記第1の直線部と上記第3の直線部とは、上記第1の給電点と上記第2の給電点とが互いに対向するように配置され、

上記第1の放射素子及び上記第2の放射素子は、少なくとも一部分がメアンダ化されたメアンダ部を更に有している、

ことを特徴とするダイポールアンテナ。

【請求項14】

第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、

上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、

上記第2の放射素子は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有しており、

上記第1の給電点、及び、上記第2の給電点は、それぞれ、上記第1の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側の端部、及び、上記第3の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側の端部に設けられ、

30

上記第1の直線部と上記第3の直線部とは、上記第1の給電点と上記第2の給電点とが互いに対向するように配置され、

上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側から上記第1の方向と逆方向に伸びる、少なくとも一部分がメアンダ化された第1のメアンダ部を更に有しており、

40

上記第2の放射素子は、上記第4の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側から上記第1の方向に伸びる、少なくとも一部分がメアンダ化された第2のメアンダ部を更に有している、

ことを特徴とするダイポールアンテナ。

【請求項15】

第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、

上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1

50

の屈曲部から上記第 1 の方向と逆方向に伸びる第 2 の直線部とを有しており、

上記第 2 の放射素子は、第 2 の給電点から上記第 1 の方向と逆方向に伸びる第 3 の直線部と、第 2 の屈曲部を介して上記第 3 の直線部の上記第 2 の給電点側とは反対側に連結され、上記第 2 の屈曲部から上記第 1 の方向に伸びる第 4 の直線部とを有しており、

上記第 1 の給電点、及び、上記第 2 の給電点は、それぞれ、上記第 1 の直線部の上記第 1 の屈曲部側とは反対側の端部、及び、上記第 3 の直線部の上記第 2 の屈曲部側とは反対側の端部に設けられ、

上記第 1 の直線部と上記第 3 の直線部とは、上記第 1 の給電点と上記第 2 の給電点とが互いに対向するように配置され、

上記第 1 の放射素子は、上記第 2 の直線部の上記第 1 の屈曲部側とは反対側から上記第 1 の方向と垂直な第 2 の方向に伸びる、少なくとも一部がメアンダ化された第 1 のメアンダ部を更に有しており、

上記第 2 の放射素子は、上記第 4 の直線部の上記第 2 の屈曲部側とは反対側から上記第 2 の方向と逆方向に伸びる、少なくとも一部がメアンダ化された第 2 のメアンダ部を更に有している、

ことを特徴とするダイポールアンテナ。

【請求項 16】

上記第 1 の放射素子及び上記第 2 の放射素子は、導体フィルム又は導体ワイヤにより構成されている、

ことを特徴とする請求項 12 から 15 までの何れか 1 項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項 17】

上記給電点から上記第 1 の方向又は上記第 1 の方向と垂直な方向に伸びる同軸ケーブルにより給電されている、

ことを特徴とする請求項 12 から 16 までの何れか 1 項に記載のダイポールアンテナ。

【請求項 18】

上記第 1 の直線部と上記第 3 の直線部とが、一直線上に配置されている、

ことを特徴とする請求項 12 から 17 までの何れか 1 項に記載のダイポールアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ダイポールアンテナに関するものであり、特に、給電点近傍に特有の構造を有する新規なダイポールアンテナに関するものである。

【背景技術】

【0002】

高周波電流を電磁波に変換したり、電磁波を高周波電流に変換したりするための装置として、古くからアンテナが用いられている。アンテナは、その形状から線状アンテナ、面状アンテナ、立体アンテナ等に分類されており、又、その構造からダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ループアンテナ等に分類されている。線状の放射素子を備えたダイポールアンテナは、極めて簡単な構造を有するアンテナであり（非特許文献 1）、基地局アンテナ等として現在でも広く利用されている。また、線状の放射素子の代わりに、面状の放射素子を備えた平面ダイポールアンテナなども知られている（非特許文献 2）。

【0003】

図 30 の (a) に従来のダイポールアンテナ d p の構造を示す。ダイポールアンテナ d p は、給電点 F から第 1 の方向に伸びる直線状の放射素子 e 1 と、給電点 F から第 1 の方向と逆方向に伸びる直線状の放射素子 e 2 とからなり、高周波電流を電磁波に変換する送信アンテナ、あるいは、電磁波を高周波電流に変換する受信アンテナとして機能する。ただし、ダイポールアンテナ d p を用いて効率的に電磁波（高周波電流）に変換できる高周波電流（電磁波）は、ダイポールアンテナ d p の共振周波数に近い周波数をもつものに限られる。

【0004】

10

20

30

40

50

図30の(b)にダイポールアンテナdpの第1共振周波数 $f_1$ における電流分布(基本モード)を示す。第1共振周波数 $f_1$ においては、図30の(b)に示したように、放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ を流れる電流の向きが一樣になる。このため、第1共振周波数 $f_1$ に近い周波数をもつ高周波電流が給電点Fを介して入力されると、単峰性の放射パターンをもつ電磁波が放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ から放射される。

【0005】

図30の(c)にダイポールアンテナdpの第2共振周波数 $f_2$ における電流分布(高次モード)を示す。第2共振周波数 $f_2$ においては、図30の(c)に示したように、放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ を流れる電流の向きが非一樣になる。もう少し具体的にいうと、放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ の全体を3等分する点が電流分布の節となり、放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ を流れる電流の向きがこれらの節で反転する。このため、第2共振周波数 $f_2$ に近い周波数をもつ高周波電流が給電点Fを介して入力されると、スプリットした放射パターンをもつ電磁波が放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ から放射される。これは、放射素子 $e_1$ 及び $e_2$ の各部から放射される電磁波同士の干渉により、特定の方向に放射される電磁波の強度が他の方向に放射される電磁波の強度と比べて著しく低下するためである。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】J. D. クラウス他著(J. D. Kraus and R. J. Marhefka)、「アンテナとその応用(Antennas For All Applications)」、第3版、(米国)、マグロウヒル(McGraw Hill)、2002年、p178 - 181

【非特許文献2】Xuan Hui Wu, Comparison of Planar Dipoles in UWB Applications、IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION、VOL. 53、NO. 6、2005年6月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来のダイポールアンテナには、(1)寸法が大きく、(2)動作帯域が狭いという問題があった。これらの問題についてより具体的に説明すれば以下のとおりである。

【0008】

(1)寸法が大きい

第1共振周波数をもつ基本モードを利用して波長 $\lambda$ の電磁波を放射する場合、概ね全長 $\lambda/2$ のダイポールアンテナを使用する必要がある。また、第2共振周波数をもつ高次モードを利用して波長 $\lambda$ の電磁波を放射する場合、概ね全長 $3\lambda/2$ のダイポールアンテナを使用する必要がある。例えば、基本モードを利用して地上波デジタルテレビ帯域(470MHz以上900MHz以下)の電磁波を放射する場合、30cm以上のダイポールアンテナを使用する必要があり、これを携帯電話端末やパーソナルコンピュータなどに収納することは困難である。高次モードを利用する場合は尚更である。

【0009】

また、例えば、基本モードを利用して2GHz(波長15cm)の電磁波を放射する場合、概ね全長7.5cmのダイポールアンテナを使用する必要があり、これを携帯電話端末やパーソナルコンピュータなどに収納することは困難である。高次モードを利用する場合は尚更である。

【0010】

(2)動作帯域が狭い

一般に、ある周波数の電磁波を効率的に放射するためには、その周波数における入力反射係数(入力電力に対する反射電力の比、すなわち、Sマトリクスの成分 $S_{1,1}$ の振幅 $|S_{1,1}|$ )が低く、かつ、その周波数における放射利得が高いことを要する。したがって、入力反射係数を極小化する帯域(すなわち、共振周波数近傍)であっても、その帯域における放射利得が低過ぎれば動作帯域として使用することができない。逆に、放射利得を

10

20

30

40

50

極大化する帯域であっても、その帯域における入力反射係数が高過ぎれば動作帯域として使用することができない。

【 0 0 1 1 】

従来のダイポールアンテナの動作帯域について、図 3 1 に示す具体例に即して説明すれば以下のとおりである。

【 0 0 1 2 】

図 3 1 に示したダイポールアンテナ 9 0 は、長さ 4 0 mm の導体ワイヤ（半径 1 mm）により構成された放射素子 9 1 及び 9 2 を、2 mm の間隔をあけて一直線上に配置したものである。なお、以下に示すダイポールアンテナ 9 0 の諸特性は、システム特性インピーダンスを 5 0  $\Omega$  と仮定して行った数値シミュレーションによって得られたものである。

10

【 0 0 1 3 】

図 3 2 の ( a ) にダイポールアンテナ 9 0 の入力反射係数  $S_{1,1}$  の周波数依存性を示し、図 3 2 の ( b ) にダイポールアンテナ 9 0 の放射利得  $G_0$  の周波数依存性を示す。なお、図 3 2 の ( b ) に示す放射利得  $G_0$  は、 $\theta = 90^\circ$  方向に対する放射利得である（ $\theta$  は極座標系における  $z$  軸に対する偏角を表す）。

【 0 0 1 4 】

図 3 2 の ( a ) から分かるように、ダイポールアンテナ 9 0 は、 $f_1 = 1.7 \text{ GHz}$  及び  $f_2 = 5.0 \text{ GHz}$  を共振周波数としており、例えば、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して  $|S_{1,1}| > -5.1 \text{ dB}$  という動作条件が課された場合、 $1.5 \text{ GHz}$  以上  $1.9 \text{ GHz}$  以下（比帯域 2.4 %）及び  $4.7 \text{ GHz}$  以上  $5.4 \text{ GHz}$  以下（比帯域 1.4 %）が動作帯域となる。ただし、入力反射係数  $S_{1,1}$  の値は、入射側の特性インピーダンスを 5 0  $\Omega$  としたときの値である（以下に言及する入力反射係数  $S_{1,1}$  の値についても同様である）。ここで、ある帯域の「比帯域」とは、その帯域の中心周波数に対するその帯域の帯域幅の比を指す。

20

【 0 0 1 5 】

ところが、図 3 2 の ( b ) から分かるように、ダイポールアンテナ 9 0 の放射利得  $G_0$  は、第 2 共振周波数  $f_2$  よりも低い周波数  $f_{G0\max} = 4.3 \text{ GHz}$  で極大値をとり、更に周波数を上げると急峻に低下する。このため、放射利得  $G_0$  に対して課される動作条件によっては、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して課された動作条件を充足する第 2 共振周波数近傍の帯域（ $4.7 \text{ GHz}$  以上  $5.4 \text{ GHz}$  以下）全体を動作帯域とすることができない。例えば、放射利得  $G_0$  が  $2 \text{ dBi}$  以上であることが動作条件として課された場合、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して課された動作条件を充足する第 2 共振周波数近傍の帯域（ $4.7 \text{ GHz}$  以上  $5.4 \text{ GHz}$  以下）のうち、 $4.9 \text{ GHz}$  以上の帯域を動作帯域とすることができない。

30

【 0 0 1 6 】

なお、 $4.3 \text{ GHz}$  以下の帯域にて生じる放射利得  $G_0$  の緩やかな上昇は、この帯域において放射パターンが  $\theta = 90^\circ$  方向へと次第に集中していくことに起因する現象であり、 $4.3 \text{ GHz}$  以上の帯域にて生じる放射利得  $G_0$  の急峻な低下は、この帯域において放射パターンがスプリットすることに起因する現象である。

【 0 0 1 7 】

図 3 3 の ( a ) ~ 図 3 3 の ( c ) にいくつかの周波数における放射パターンを示す。図 3 3 の ( a ) に示した放射パターンは、 $1.7 \text{ GHz}$ （第 1 共振周波数近傍）における放射パターンであり、図 3 3 の ( b ) に示した放射パターンは、 $3.4 \text{ GHz}$ （放射利得  $G_0$  が緩やかに上昇する帯域）における放射パターンである。図 3 3 の ( a ) 及び図 3 3 の ( b ) に示した放射パターンからも、 $4.3 \text{ GHz}$  以下の放射利得  $G_0$  が緩やかに上昇する帯域において放射パターンが  $\theta = 90^\circ$  方向へと次第に集中していくことが分かる。また、図 3 3 の ( c ) に示した放射パターンは、 $5.1 \text{ GHz}$ （放射利得  $G_0$  が急峻に低下する帯域）における放射パターンである。図 3 3 の ( c ) に示した放射パターンからも、 $4.3 \text{ GHz}$  以上の放射利得  $G_0$  が急峻に低下する帯域において放射パターンがスプリットすることが分かる。

40

50

## 【0018】

図34は、 $\theta = 90^\circ$ 方向に対するHPBW (Half Power Band Width) / 2の周波数依存性を示すグラフである。HPBWは、放射利得 $G_0$ が $-3$  [dB]となる偏角の差として定義される量であり、放射パターンの $\theta = 90^\circ$ 方向への集中度が高いほどその値が小さくなる。図34からも、 $4.3$  GHz以下の放射利得 $G_0$ が緩やかに上昇する帯域において放射パターンが $\theta = 90^\circ$ 方向へと次第に集中していくことが確かめられる。

## 【0019】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来のダイポールアンテナよりもコンパクトで、かつ、従来のダイポールアンテナよりも動作帯域の広いダイポールアンテナを実現することにある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0020】

本発明に係るダイポールアンテナは、上記の課題を解決するために、第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子は、第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、上記第2の放射素子は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有している、ことを特徴としている。

20

## 【0021】

上記の構成によれば、第2共振周波数において第1の放射素子及び第2の放射素子を流れる電流の方向を一様化することができる。これにより、第2共振周波数を低周波側にシフトさせ、第2共振周波数における放射パターンを単峰化することができる。

## 【0022】

ここで、第2共振周波数における放射パターンの単峰化は、第2共振周波数が放射利得を極大化する周波数よりも低周波側にシフトしていること、すなわち、第1共振周波数と第2共振周波数との間で放射利得の急峻な低下が生じないことを意味する。このため、従来の構成では放射利得の急峻な低下によって動作帯域とすることができなかつた第2共振周波数近傍の帯域を、放射利得に課された動作条件を充足する動作帯域とすることができる。

30

## 【0023】

更に、第2共振周波数が低周波側にシフトすると、第1共振周波数と第2共振周波数とが接近し、入力反射係数が第1共振周波数と第2共振周波数との間の帯域全体に渡って低下する。しかも、上述したように第1共振周波数と第2共振周波数との間で放射利得が急峻に低下することがないので、入力反射係数に課される動作条件によっては、第1共振周波数と第2共振周波数 $f_2$ との間の帯域全体を動作帯域とすることができる。

## 【0024】

すなわち、従来のダイポールアンテナにおいては動作帯域とすることができなかつた第2周波数近傍を新たに動作帯域とすることによって、動作帯域の拡大を図ることができるという効果を奏する。

40

## 【0025】

併せて、第1の放射素子及び第2の放射素子を上記のように構成したことにより、全長が同じ従来のダイポールアンテナよりもコンパクトになるという効果を奏する。

## 【0026】

なお、「第1の方向」における「方向」とは、向き付けられた方向のことを指す。すなわち、例えば、北を第1の方向とすれば、南は第1の方向ではなく、第1の方向の逆方向となる。

## 【発明の効果】

## 【0027】

50

第1の給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有する第1の放射素子と、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有する第2の放射素子とを備えることによって、従来よりもコンパクトで、かつ、動作帯域の広いダイポールアンテナを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の第1の基本形態に係るダイポールアンテナを説明する図であり、(a)は本発明の第1の基本形態に係るダイポールアンテナの構造を示す図であり、(b)及び(c)は上記ダイポールアンテナのそれぞれ第1及び第2共振周波数における電流分布を示す図である。

10

【図2】図1の(a)のダイポールアンテナの好ましい変形例を示す図である。

【図3】図1の(a)のダイポールアンテナに更なる要素を付加したダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図4】本発明の第1の基本形態における第1の実施形態に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図5】図4のダイポールアンテナの変形例を示すものであり、中心部を拡大して示した拡大図である。

20

【図6】図4のダイポールアンテナの特性を示すグラフであり、(a)は放射パターンを示すグラフであり、(b)はVSWR特性を示すグラフである。

【図7】図4のダイポールアンテナにおいて、図6の場合とは各部のサイズを変更したときの特性を表すグラフであり、(a)は放射パターンを示すグラフであり、(b)はVSWR特性を示すグラフである。

【図8】本発明の第1の基本形態における第2の実施形態に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図9】図8のダイポールアンテナの特性を示すグラフであり、(a)は放射パターンを示すグラフであり、(b)はVSWR特性を示すグラフである。

【図10】図8のダイポールアンテナにおいて、図9の場合とは各部のサイズを変更したときの特性を表すグラフであり、(a)は放射パターンを示すグラフであり、(b)はVSWR特性を示すグラフである。

30

【図11】本発明の第2の基本形態に係るダイポールアンテナを説明する図であり、(a)は本発明の第2の基本形態に係るダイポールアンテナの構造を示す図であり、(b)及び(c)は上記ダイポールアンテナのそれぞれ第1及び第2共振周波数における電流分布を示す図である。

【図12】図11の(a)のダイポールアンテナの好ましい変形例を示す図である。

【図13】本発明の第2の基本形態における第1の実施形態に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図14】図13のダイポールアンテナの特性を示すグラフであり、(a)は入力反射係数の周波数依存性を示すグラフであり、(b)は放射利得の周波数依存性を示すグラフである。

40

【図15】図13のダイポールアンテナの放射パターンを示すグラフであり、(a)~(c)はそれぞれ周波数1.7GHz、3.4GHz、5.1GHzにおける放射パターンを示すグラフである。

【図16】図13のダイポールアンテナのHPBWの周波数依存性を示すグラフである。

【図17】図13のダイポールアンテナにおいて、図14の(a)の場合とは各部のサイズを変更したときの入力反射係数の周波数依存性を示すグラフである。

【図18】図13のダイポールアンテナにおいて、各部のサイズを図17の場合と同一に設定したときの放射パターンを示すグラフである。

50



【図 19】図 13 のダイポールアンテナにおける共振周波数の形状パラメータ依存性を示すグラフである。

【図 20】図 13 のダイポールアンテナにおける共振周波数の形状パラメータ依存性を示すグラフである。

【図 21】本発明の第 2 の基本形態における第 2 の実施形態に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図 22】図 21 のダイポールアンテナの入力反射係数の周波数依存性を示すグラフである。

【図 23】図 21 のダイポールアンテナの放射パターンを示すグラフである。

【図 24】本発明の第 2 の基本形態における第 2 の実施形態の第 1 変形例に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

10

【図 25】図 24 のダイポールアンテナの入力反射係数の周波数依存性を示すグラフである。

【図 26】図 24 のダイポールアンテナの放射パターンを示すグラフである。

【図 27】本発明の第 2 の基本形態における第 2 の実施形態の第 2 変形例に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図 28】本発明の第 2 の基本形態における第 2 の実施形態の第 3 変形例に係るダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図 29】本発明の第 2 の基本形態に係るダイポールアンテナへの給電手段を説明する図であり、( a ) 及び ( b ) は、本発明の実施形態に係るダイポールアンテナへの給電手段を示す平面図である。

20

【図 30】従来のダイポールアンテナを説明する図であり、( a ) は従来のダイポールアンテナの構造及び共振モードを示す図であり、( b ) 及び ( c ) は上記ダイポールアンテナのそれぞれ第 1 及び第 2 共振周波数における電流分布を示す図である。

【図 31】従来のダイポールアンテナの構成を示す平面図である。

【図 32】図 31 のダイポールアンテナの特性を示すグラフであり、( a ) は入力反射係数の周波数依存性を示すグラフであり、( b ) は放射利得の周波数依存性を示すグラフである。

【図 33】図 31 のダイポールアンテナの放射パターンを示すグラフであり、( a ) ~ ( c ) はそれぞれ周波数 1 . 7 G H z 、 3 . 4 G H z 、 5 . 1 G H z における放射パターンを示すグラフである。

30

【図 34】図 31 のダイポールアンテナの H P B W の周波数依存性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本発明に係るダイポールアンテナは、2つの基本形態を持つ。以下では、第1の基本形態、その第1の基本形態の各種の実施形態、第2の基本形態、その第2の基本形態の各種の実施形態について、順に説明する。

【0030】

〔本発明の第1の基本形態〕

本発明の具体的な実施形態について説明する前に、まず、各実施形態に共通する第1の基本形態について図1を参照して説明する。

40

【0031】

図1の(a)は、本発明に係るダイポールアンテナDPの構造を示した図である。本発明に係るダイポールアンテナDPは、図1の(a)に示したように、同一平面内に配置された2つの放射素子E1及びE2を備えている。

【0032】

放射素子E1は、図1の(a)に示したように、放射素子E1の一方の端部から第1の方向に伸びる直線部E1a(第1の直線部)と、屈曲部E1c(第1の屈曲部)を介して直線部E1aに連結され、屈曲部E1cから第1の方向と逆方向に伸びる直線部E1b(第2の直線部)とを有している。換言すれば、屈曲部E1cを介して互いに隣接する直線

50

部 E 1 a と直線部 E 1 b とが平行になるようにコの字状に折れ曲がった放射素子である。

【 0 0 3 3 】

また、放射素子 E 2 は、図 1 の ( a ) に示したように、放射素子 E 2 の一方の端部から第 1 の方向と反対方向に伸びる直線部 E 2 a ( 第 3 の直線部 ) と、屈曲部 E 2 c ( 第 2 の屈曲部 ) を介して直線部 E 2 a に連結され、屈曲部 E 2 c から第 1 の方向に伸びる直線部 E 2 b ( 第 2 の直線部 ) とを有している。すなわち、屈曲部 E 2 c を介して互いに隣接する直線部 E 2 a と直線部 E 2 b とが平行になるようにコの字状に折れ曲がった放射素子である。

【 0 0 3 4 】

このように折れ曲がった放射素子 E 1 及び E 2 を採用することによって、折れ曲がっていない放射素子を備えた従来のダイポールアンテナと比べてコンパクトなダイポールアンテナを実現することができる。

10

【 0 0 3 5 】

なお、図 1 の ( a ) に示したダイポールアンテナ D P においては、第 1 の方向と垂直な方向に伸びる直線部 E 1 c ' と、直線部 E 1 a の端部 ( 直線部 E 1 c ' に近い方の端部 ) と、直線部 E 1 b の端部 ( 直線部 E 1 c ' に近い方の端部 ) とにより構成された折れ線状 ( より具体的にはコの字状 ) の屈曲部 E 1 c を採用しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、折れ線状の屈曲部 E 1 c に代えて、曲線状の屈曲部 ( 例えば U 字状の屈曲部 ) を採用してもよい。放射素子 E 2 の屈曲部 E 2 c についても同様のことが言える。なお、直線部 E 1 a の直線部 E 1 c ' に近い方の端部とは、直線部 E 1 c ' との交点を端点と見做したときの端部 ( 端点近傍 ) のことを指す。他の直線部の端部についても同様である。

20

【 0 0 3 6 】

また、放射素子 E 1 及び E 2 は、図 1 の ( a ) に示したように、直線部 E 1 a が、直線部 E 2 a と直線部 E 2 b との間に配置され、直線部 E 2 a が、直線部 E 1 a と直線部 E 1 b との間に配置されるように組み合わせられている。すなわち、放射素子 E 1 及び E 2 は、直線部 E 1 a が放射素子 E 2 により三方を囲まれた領域に入り込み、かつ、直線部 E 2 a が、放射素子 E 1 により三方を囲まれた領域に入り込むように組み合わせられている。

【 0 0 3 7 】

折れ曲がった放射素子 E 1 及び E 2 をこのように組み合わせることによって、更にコンパクトなダイポールアンテナを実現することができる。

30

【 0 0 3 8 】

放射素子 E 1 に対する給電は、放射素子 E 1 の端点からではなく、直線部 E 1 a の中間に設けられた給電点 F 1 から行われる。放射素子 E 2 に対する給電も、同様に、直線部 E 2 a の中間に設けられた給電点 F 2 から行われる。

【 0 0 3 9 】

なお、給電点 F 1 は、直線部 E 1 a の端点以外に設けられていればよく、つまり、直線部 E 1 a の両端点間の中間にある任意の点に設けられていればよく、直線部 E 1 a の中心点 ( 両端点の中点 ) に設けられていることを要さない。給電点 F 2 についても同様である。ただし、給電点間の距離が最短になるよう、給電点 F 2 は、給電点 F 1 から直線部 E 2 a に下ろした垂線の足の位置に設けられていることが好ましい。また、放射パターンを対称にするために、放射素子 E 1 及び E 2 が点対称に配置されている場合には、図 1 の ( a ) にも示されているように、給電点 F 1 から直線部 E 2 a に下ろした垂線が対称の中心を通るように給電点 F 1 を配置することによって、放射パターンの対称性を高めることができる。

40

【 0 0 4 0 】

放射素子 E 1 及び E 2 を図 1 の ( a ) のように折り曲げたことによって、ダイポールアンテナ D P のサイズがコンパクトになるばかりではなく、放射素子 E 1 及び E 2 を折り曲げていない従来の構成と比べて、ダイポールアンテナ D P の動作帯域を拡大することができる。図 1 を参照してその要因を説明すれば以下のとおりである。

50

## 【 0 0 4 1 】

すなわち、放射素子 E 1 及び E 2 を図 1 の ( a ) のように折り曲げたことによって、第 2 共振周波数  $f_2$  において放射素子 E 1 及び E 2 を流れる電流の方向を図 1 の ( c ) のように概ね一様化することができる。これにより、第 2 共振周波数  $f_2$  における放射パターンは単峰化され易くなり、第 2 共振周波数  $f_2$  は低周波側にシフトする。

## 【 0 0 4 2 】

第 2 共振周波数  $f_2$  における放射パターンが単峰化された場合、それは第 2 共振周波数  $f_2$  が放射利得  $G_0$  を極大化する周波数  $f_{G0max}$  よりも低周波側にシフトしていること、すなわち、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間で放射利得  $G_0$  の急峻な低下が生じないことを意味する。したがって、この場合には、従来の構成では放射利得  $G_0$  の急峻な低下によって動作帯域とすることができなかつた第 2 共振周波数近傍の帯域を、放射利得  $G_0$  に課された動作条件を充足する動作帯域とすることができる。

## 【 0 0 4 3 】

また、第 2 共振周波数  $f_2$  が低周波側にシフトすると、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とが接近し、入力反射係数  $S_{11}$  が第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の帯域全体に渡って低下する。したがって、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の放射利得  $G_0$  が動作条件を充足していれば、入力反射係数  $S_{11}$  に課される動作条件によっては、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の帯域全体を動作帯域とすることができる。

## 【 0 0 4 4 】

ただし、第 1 共振周波数  $f_1$  においては、図 1 の ( b ) に示したように、放射素子 E 1 及び E 2 を流れる電流の方向が空間内で非一様化されるため、第 1 共振周波数近傍における放射利得  $G_0$  が低下し得る。これは、直線部 E 1 b 及び直線部 E 2 b から放射される電磁波の一部が、それぞれ、直線部 E 1 a 及び直線部 E 2 a から放射される電磁波によって打ち消されるためである。

## 【 0 0 4 5 】

そこで、以下に説明する各実施形態においては、直線部 E 1 b 及び直線部 E 2 b から放射される電磁波が直線部 E 1 a 及び直線部 E 2 a から放射される電磁波によって打ち消される割合を低下させるために、図 2 に示すように設定する。すなわち、直線部 E 1 a の給電点 F 1 よりも屈曲部 E 1 c 側にある部分の長さを  $L_{1a'}$ 、直線部 E 2 a の給電点 F 2 よりも屈曲部 E 2 c 側にある部分の長さを  $L_{2a'}$  として、直線部 E 1 b の長さ  $L_{1b}$  を、 $L_{1b} > L_{1a'} + L_{2a'}$  となるように設定し、また、直線部 E 2 b の長さ  $L_{2b}$  を、 $L_{2b} > L_{1a'} + L_{2a'}$  となるように設定する。これにより、第 1 共振周波数近傍において生じ得る放射利得  $G_0$  の低下を抑制することができる。

## 【 0 0 4 6 】

なお、図 1 及び図 2 には、放射素子 E 1 が直線部 E 1 b の端点 ( 屈曲部 E 1 c 側とは反対側の端点 ) にて終端されている構成を示したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、直線部 E 1 b の端点 ( 屈曲部 E 1 c 側とは反対側の端点 ) に更なる要素を付加することによって、放射素子 E 1 が直線部 E 1 b の端点 ( 屈曲部 E 1 c 側とは反対側の端点 ) にて終端されないように変形してもよい。放射素子 E 1 に付加する更なる要素は、導体フィルムであってもよいし、導体ワイヤであってもよい。放射素子 E 1 に付加する更なる要素の形状についても、折れ線状、メアング状、長方形など、種々の形状が考えられる。放射素子 E 2 についても同様のことが言える。

## 【 0 0 4 7 】

図 3 に、更なる要素を付加したダイポールアンテナ DP の一例を示す。図 3 に示したダイポールアンテナは、導体フィルムにより構成されたダイポールアンテナ DP に、同じく導体フィルムにより構成された延長部 E 1' 及び E 2' を付加したものである。放射素子 E 1 に付加された延長部 E 1' は、ダイポールアンテナ DP を構成する各直線部と同じ幅の導体フィルムをメアング状に形成したものであり、放射素子 E 2 に付加された延長部 E 2' は、ダイポールアンテナ DP を構成する各直線部と同じ幅の導体フィルムを L 字状に

10

20

30

40

50

形成したものである。

【 0 0 4 8 】

このように、ダイポールアンテナ D P に更なる要素を付加すると、ダイポールアンテナ D P の電気長が長くなるので、ダイポールアンテナ D P のサイズをコンパクトに保ちつつ、ダイポールアンテナ D P の動作帯域の下限を低周波側にシフトさせることができる。例えば、地上波デジタルテレビ帯域をカバーするダイポールアンテナを、小型無線装置に搭載可能なサイズにて実現することができる。

【 0 0 4 9 】

しかしながら、ダイポールアンテナ D P に更なる要素を付加する場合、付加する要素の形状によっては、強い指向性が現れたり、V S W R 特性が著しく悪化したりする虞がある。したがって、ダイポールアンテナ D P に付加する要素の形状は、強い指向性が現れず、V S W R 特性が良好なものを選ぶ必要がある。以下の各実施形態に示すダイポールアンテナは、このようにして選ばれた形状のダイポールアンテナである。

【 0 0 5 0 】

〔 実施形態 1 〕

本発明の第 1 の基本形態における第 1 の実施形態について、図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【 0 0 5 1 】

図 4 は、本実施形態に係るダイポールアンテナ 1 0 の構成を示す平面図である。ダイポールアンテナ 1 0 は、図 4 に示したように、同一平面 ( y z 平面 ) 内に配置された放射素子 1 1 ( 第 1 の放射素子 ) 及び放射素子 1 2 ( 第 2 の放射素子 ) を備えている。本実施形態に係るダイポールアンテナ 1 0 が備えている放射素子 1 1 及び 1 2 は、何れも、帯状の導体フィルムにより構成されており、誘電体シート ( 不図示 ) 上に配置されている。

【 0 0 5 2 】

図 4 に示したように、放射素子 1 1 は、放射素子 1 1 の一方の端部から y 軸正方向 ( 第 1 の方向 ) に伸びる直線部 1 1 a ( 第 1 の直線部 ) と、屈曲部 1 1 c ( 第 1 の屈曲部 ) を介して直線部 1 1 a に連結され、屈曲部 1 1 c から y 軸負方向 ( 第 1 の方向と逆方向 ) に伸びる直線部 1 1 b ( 第 2 の直線部 ) とを有しており、直線部 1 1 b の屈曲部 1 1 c 側とは反対側の端部には、直線部 1 1 b よりも幅の広い幅広部 1 1 d ( 第 1 の幅広部 ) が付加されている。放射素子 1 1 に対する給電は、直線部 1 1 a の中間に設けられた給電点 1 1 e から行われる。

【 0 0 5 3 】

幅広部 1 1 d は、長方形に形成された導体フィルムであり、長辺が y 軸方向と平行になるように配置されている。幅広部 1 1 d の短辺の長さ、すなわち、幅広部 1 1 d の幅は、直線部 1 1 b の z 軸負方向側の端部と、直線部 1 2 b の z 軸正方向側の端部との距離と等しく設定されている。つまり、4 つの直線部 1 1 a 、 1 1 b 、 1 2 a 、 1 2 b の幅の和よりも大きくなっている。

【 0 0 5 4 】

また、図 4 に示したように、放射素子 1 2 は、放射素子 1 2 の端部から y 軸負方向に伸びる直線部 1 2 a ( 第 3 の直線部 ) と、屈曲部 1 2 c ( 第 2 の屈曲部 ) を介して直線部 1 2 a に連結され、屈曲部 1 2 c から y 軸正方向に伸びる直線部 1 2 b ( 第 4 の直線部 ) とを有しており、直線部 1 2 b の屈曲部 1 2 c 側とは反対側の端部には、直線部 1 2 b よりも幅の広い幅広部 1 2 d ( 第 2 の幅広部 ) が付加されている。放射素子 1 2 に対する給電も、直線部 1 2 a の中間に設けられた給電点 1 2 e から行われる。

【 0 0 5 5 】

幅広部 1 2 d は、長方形に形成された導体フィルムであり、長辺が z 軸方向と平行になるように配置されている。幅広部 1 2 d の短辺の長さ、すなわち、幅広部 1 2 d の幅は、幅広部 1 1 d の幅以上に設定されている。

【 0 0 5 6 】

このように、幅広部 1 1 d 及び幅広部 1 2 d の一方を長辺が y 軸方向と平行になるよう

10

20

30

40

50

に配置し、他方を長辺がz軸と平行になるように配置することによって、両方を長辺がy軸方向と平行になるように配置する構成と比較して、y軸方向のサイズを小さくすることができる。

【0057】

また、図4に示したように、直線部12aと屈曲部11cとの間隙には、放射素子11及び放射素子12の形状を変えずに、放射素子11と放射素子12との間に生じる寄生リアクタンスの大きさを調整するための導体片13が設けられている。導体片13は、線状導体をコの字状に折り曲げたものであり、放射素子11及び放射素子12の何れにも接触することなく、直線部12aの端部を三方から取り囲むように配置される。なお、図4に示したように、直線部11aと屈曲部12cとの間隙に同様の導体片を設けてもよい。

10

【0058】

また、図4に示したように、屈曲部12cと幅広部11dとの間隙には、放射素子11と放射素子12との間に生じる寄生容量の大きさを調整するための導体片14が設けられている。導体片14は、線状導体をL字状に折り曲げたものであり、放射素子11及び放射素子12の何れにも接触することなく、幅広部11dの屈曲部12cに対向する短辺とその短辺と交わる長辺の一部とに沿うように配置される。なお、屈曲部12cと幅広部11dとの間隙に導体片14を設ける代わりに、屈曲部11cと幅広部12dとの間隙に同様の導体片(不図示)を設けてもよい。

【0059】

20

なお、寄生リアクタンス調整用及び寄生容量調整用の導体片13、14を上記のように設ける代わりに、図5に示すように、誘電体シートの放射素子形成面とは反対側の面に導体片を設けることによって、寄生リアクタンス及び寄生容量の調整を行ってもよい。図5は、ダイポールアンテナ10の中心部を拡大して示した拡大図である。直線部12aと屈曲部11cとの間隙の一部を覆うように配置された板状の導体片15が寄生リアクタンス調整用の導体片であり、屈曲部12cと幅広部11dとの間隙の一部を覆うように配置された板状の導体片16が寄生容量調整用の導体片である。

【0060】

以上のように構成されたダイポールアンテナ10、特に地上波デジタルテレビ帯域(470MHz以上900MHz以下)用のダイポールアンテナ10の特性を図6及び図7に示す。

30

【0061】

図6の(a)及び図6の(b)は、それぞれ、各部のサイズが以下のように設定されたダイポールアンテナ10の放射パターン及びVSWR特性を示すグラフである。

【0062】

- 直線部11a及び直線部12aの幅 = 2 mm ;
- 直線部11a及び直線部12aの長さ = 56 mm ;
- 直線部11b及び直線部12bの幅 = 2 mm ;
- 直線部11b及び直線部12bの長さ = 60 mm ;
- 幅広部11dの長辺の長さ = 56 mm ;
- 幅広部11dの短辺の長さ = 11 mm ;
- 幅広部12dの長辺の長さ = 79 mm ;
- 幅広部12dの短辺の長さ = 20 mm .

40

【0063】

図6の(a)によれば、形状の非対称性に関わらず、地上波デジタルテレビ帯域全域においてxy平面内方向に対して無指向性が実現されていることが分かる。また、図6の(b)によれば、地上波デジタルテレビ帯域全域においてVSWRを3.0以下に抑えられることが分かる。

【0064】

一方、図7の(a)及び図7の(b)は、それぞれ、各部のサイズが以下のように設定

50

されたダイポールアンテナ 10 の放射パターン及び V S W R 特性を示すグラフである。

【 0 0 6 5 】

直線部 1 1 a 及び直線部 1 2 a の幅 = 2 mm ;  
 直線部 1 1 a 及び直線部 1 2 a の長さ = 5 0 mm ;  
 直線部 1 1 b 及び直線部 1 2 b の幅 = 2 mm ;  
 直線部 1 1 b 及び直線部 1 2 b の長さ = 5 4 mm ;  
 幅広部 1 1 d の長辺の長さ = 5 6 mm ;  
 幅広部 1 1 d の短辺の長さ = 1 2 mm ;  
 幅広部 1 2 d の長辺の長さ = 7 9 mm ;  
 幅広部 1 2 d の短辺の長さ = 2 0 mm 。

10

【 0 0 6 6 】

図 7 の ( a ) によれば、一部の帯域を除き、地上波デジタルテレビ帯域において x y 平面内方向に対して無指向性が実現されていることが分かる。また、図 7 の ( b ) によれば、地上波デジタルテレビ帯域のうち、5 0 0 M H z 以下の帯域、及び、7 0 0 M H z 以上 8 0 0 M H z 以下の帯域を除いた帯域において V S W R を 3 . 0 以下に抑えられることが分かる。

【 0 0 6 7 】

図 6 に示した特性と図 7 に示した特性とを比較すると、直線部 1 1 a 及び直線部 1 2 a の長さ ( すなわち、幅広部 1 1 d と幅広部 1 2 d との間隔 ) を長くすると、ダイポールアンテナ 10 の特性が改善されることが分かる。

20

【 0 0 6 8 】

なお、動作帯域内の周波数を  $f$  としたときに、具体的には動作帯域内の下限周波数を  $f$  としたときに、直線部 1 1 a 及び直線部 1 2 a の長さを  $c / ( 1 6 f )$  以上 ( 対応波長の  $1 / 1 6$  以上 ) にすると、高次モードにおける放射パターン及び V S W R 特性の劣化を抑えられることが実験的に確かめられている。また、光速を  $c$  としたときに、幅広部 1 2 d の幅を  $c / ( 1 2 8 f )$  以上 ( 対応波長の  $1 / 1 2 8$  以上 ) にすると、高次モードにおける放射パターン及び V S W R 特性の劣化を抑えられることが実験的に確かめられている。ここで、動作帯域は、仕様として定められた動作帯域であってもよいし、V S W R が 3 . 0 以下になる帯域として規定された帯域であってもよい。

【 0 0 6 9 】

幅広部 1 1 d の幅に関しても、上記の幅広部 1 2 d の場合と同様、 $c / ( 1 2 8 f )$  以上 ( 対応波長の  $1 / 1 2 8$  以上 ) にすると、高次モードにおける放射パターン及び V S W R 特性の劣化を抑えられると予想される。

30

【 0 0 7 0 】

〔実施形態 2〕

本発明の第 1 の基本形態における第 2 の実施形態について、図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【 0 0 7 1 】

図 8 は、本実施形態に係るダイポールアンテナ 20 の構成を示す平面図である。ダイポールアンテナ 20 は、図 8 に示したように、同一平面 ( y z 平面 ) 内に配置された 2 つの放射素子 2 1 ( 第 1 の放射素子 ) と放射素子 2 2 ( 第 2 の放射素子 ) とを備えている。本実施形態に係るダイポールアンテナ 20 が備えている放射素子 2 1 及び 2 2 は、何れも、帯状の導体フィルムにより構成されており、誘電体シート ( 不図示 ) 上に配置されている。

40

【 0 0 7 2 】

図 8 に示したように、放射素子 2 1 は、放射素子 2 1 の一方の端部から y 軸正方向に伸びる直線部 2 1 a ( 第 1 の直線部 ) と、屈曲部 2 1 c ( 第 1 の屈曲部 ) を介して直線部 2 1 a に連結され、屈曲部 2 1 c から y 軸負方向に伸びる直線部 2 1 b ( 第 2 の直線部 ) とを有しており、直線部 2 1 b の屈曲部 2 1 c 側とは反対側の端部には、直線部 2 1 b よりも幅の広い幅広部 2 1 d ( 第 1 の幅広部 ) が付加されている。放射素子 2 1 に対する給電

50

は、直線部 2 1 a の中間に設けられた給電点 2 1 e から行われる。

【 0 0 7 3 】

幅広部 2 1 d は、長方形に形成された導体フィルムであり、長辺が y 軸方向と平行になるように配置されている。幅広部 2 1 d の短辺の長さ、すなわち、幅広部 2 1 d の幅は、直線部 2 1 b の z 軸負方向側の端辺と、直線部 2 2 b の z 軸正方向側の端辺との距離と等しく設定されている。つまり、4 つの直線部 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b の幅の和よりも大きくなっている。

【 0 0 7 4 】

また、図 8 に示したように、放射素子 2 2 は、放射素子 2 2 の端部から y 軸負方向に伸びる直線部 2 2 a (第 3 の直線部) と、屈曲部 2 2 c (第 2 の屈曲部) を介して直線部 2 2 a に連結され、屈曲部 2 2 c から y 軸正方向に伸びる直線部 2 2 b (第 4 の直線部) とを有しており、直線部 2 2 b の屈曲部 2 2 c 側とは反対側の端部には、直線部 2 2 b よりも幅の広い幅広部 2 2 d が付加されている。放射素子 2 2 に対する給電も、直線部 2 2 a の中間に設けられた給電点 2 2 e から行われる。

10

【 0 0 7 5 】

幅広部 2 2 d は、長方形に形成された導体フィルムであり、長辺が y 軸方向と平行になるように配置されている。幅広部 2 2 d の短辺の長さ、すなわち、幅広部 2 2 d の幅は、直線部 2 1 b の z 軸負方向側の端辺と、直線部 2 2 b の z 軸正方向側の端辺との距離と等しく設定されている。つまり、4 つの直線部 2 1 a、2 1 b、2 2 a、2 2 b の幅の和よりも大きくなっている。図 8 に示した例では、幅広部 2 2 d の幅を幅広部 2 1 d の幅と一致させている。

20

【 0 0 7 6 】

このように、幅広部 2 1 d 及び幅広部 2 2 d の両方を長辺が y 軸方向と平行になるように配置することによって、一方を長辺が y 軸方向と平行になるように配置し他方を長辺が z 軸と平行になるように配置する構成と比較して、z 軸方向のサイズを小さくすることができる。

【 0 0 7 7 】

以上のように構成されたダイポールアンテナ 2 0、特に地上波デジタルテレビ帯域 (4 7 0 M H z 以上 9 0 0 M H z 以下) 用のダイポールアンテナ 2 0 の特性を図 9 及び図 1 0 に示す。

30

【 0 0 7 8 】

図 9 の ( a ) 及び図 9 の ( b ) は、それぞれ、各部のサイズが以下のように設定されたダイポールアンテナ 2 0 の放射パターン及び V S W R 特性を示すグラフである。

【 0 0 7 9 】

直線部 2 1 a 及び直線部 2 2 a の幅 = 2 m m ;  
 直線部 2 1 a 及び直線部 2 2 a の長さ = 8 2 m m ;  
 直線部 2 1 b 及び直線部 2 2 b の幅 = 2 m m ;  
 直線部 2 1 b 及び直線部 2 2 b の長さ = 8 8 m m ;  
 幅広部 2 1 d の長辺の長さ = 5 6 m m ;  
 幅広部 2 1 d の短辺の長さ = 1 4 m m ;  
 幅広部 2 2 d の長辺の長さ = 5 7 m m ;  
 幅広部 2 2 d の短辺の長さ = 1 4 m m 。

40

【 0 0 8 0 】

図 9 の ( a ) によれば、一部の帯域を除き、地上波デジタルテレビ帯域において x z 平面内方向に対して無指向性が実現されていることが分かる。また、図 9 の ( b ) によれば、地上波デジタルテレビ帯域のうち、4 5 0 M H z 近傍及び 8 5 0 M H z 以上の帯域を除いた帯域において V S W R を 3 . 0 以下に抑えられることが分かる。

【 0 0 8 1 】

一方、図 1 0 の ( a ) 及び図 1 0 の ( b ) は、それぞれ、各部のサイズが以下のように設定されたダイポールアンテナ 2 0 の放射パターン及び V S W R 特性を示すグラフである

50

## 【 0 0 8 2 】

直線部 2 1 a 及び直線部 2 2 a の幅 = 2 mm ;  
 直線部 2 1 a 及び直線部 2 2 a の長さ = 8 2 mm ;  
 直線部 2 1 b 及び直線部 2 2 b の幅 = 2 mm ;  
 直線部 2 1 b 及び直線部 2 2 b の長さ = 8 8 mm ;  
 幅広部 2 1 d の長辺の長さ = 5 6 mm ;  
 幅広部 2 1 d の短辺の長さ = 1 4 mm ;  
 幅広部 2 2 d の長辺の長さ = 5 6 mm ;  
 幅広部 2 2 d の短辺の長さ = 1 4 mm .

10

## 【 0 0 8 3 】

図 1 0 の ( a ) によれば、地上波デジタルテレビ帯域全域において、 $xz$  平面内方向に対して略無指向性が実現されていることが分かる。また、図 1 0 の ( b ) によれば、地上波デジタルテレビ帯域全域において  $VSWR$  を 3 . 0 以下に抑えられることが分かる。

## 【 0 0 8 4 】

なお、動作帯域内の周波数を  $f$  としたときに ( 更に具体的には、動作帯域を  $VSWR$  が 3 . 0 以下になる帯域と規定し、その下限値を  $f$  としたときに )、光速を  $c$  とすれば、幅広部 2 2 d の幅を  $c / ( 1 2 8 f )$  以上 ( 対応波長の  $1 / 1 2 8$  以上 ) にすると、高次モードにおける放射パターン及び  $VSWR$  特性の劣化を抑えられることが実験的に確かめられている。

20

## 【 0 0 8 5 】

〔 本発明の第 2 の基本形態 〕

本発明の具体的な実施形態について説明する前に、まず、各実施形態の基本となる第 2 の基本形態について図 1 1 を参照して説明する。

## 【 0 0 8 6 】

図 1 1 の ( a ) は、本発明に係るダイポールアンテナ DP 2 の構造を示した図である。本発明に係るダイポールアンテナ DP 2 は、図 1 1 の ( a ) に示したように、同一平面内に配置された 2 つの放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を備えている。

## 【 0 0 8 7 】

放射素子 E 2 1 は、図 1 1 の ( a ) に示したように、給電点 F から第 1 の方向に伸びる直線部 E 2 1 a ( 第 1 の直線部 ) と、屈曲部 E 2 1 c ( 第 1 の屈曲部 ) を介して直線部 E 2 1 a に連結され、屈曲部 E 2 1 c から第 1 の方向と逆方向に伸びる直線部 E 2 1 b ( 第 2 の直線部 ) とを有している。

30

## 【 0 0 8 8 】

また、放射素子 E 2 2 は、図 1 1 の ( a ) に示したように、給電点 F から第 1 の方向と反対方向に伸びる直線部 E 2 2 a ( 第 3 の直線部 ) と、屈曲部 E 2 2 c ( 第 2 の屈曲部 ) を介して直線部 E 2 2 a に連結され、屈曲部 E 2 2 c から第 1 の方向に伸びる直線部 E 2 2 b ( 第 2 の直線部 ) とを有している。

## 【 0 0 8 9 】

すなわち、本発明のダイポールアンテナ DP 2 は、屈曲部 E 2 1 c を介して互いに隣接する直線部 E 2 1 a と直線部 E 2 1 b とが平行になるように折れ曲がった放射素子 E 2 1 と、屈曲部 E 2 2 c を介して互いに隣接する直線部 E 2 2 a と直線部 E 2 2 b とが平行になるように折れ曲がった放射素子 E 2 2 とを給電点 F に対して点対称に配置し、給電点 F を介して互いに対向する放射素子 E 2 1 及び放射素子 E 2 2 の各端点を給電線 ( 不図示 ) に接続することにより構成されたダイポールアンテナである。

40

## 【 0 0 9 0 】

なお、図 1 1 の ( a ) に示したダイポールアンテナ DP 2 においては、直線部 E 2 1 a の給電点 F から遠い方の端部と、直線部 E 2 1 b の給電点 F に近い方の端部 ( 放射素子 E 2 1 を一直線に伸ばしたときに給電点 F に近くなる方の端部 ) と、第 1 の方向と垂直な方向に伸びる直線部 E 2 1 c ' とにより構成された折れ線状 ( より具体的にはコの字状 ) の

50



屈曲部 E 2 1 c を採用しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、折れ線状の屈曲部 E 2 1 c に代えて、曲線状の屈曲部（例えば U 字状の屈曲部）を採用してもよい。放射素子 E 2 2 の屈曲部 E 2 2 c についても同様のことが言える。なお、直線部 E 2 1 a の給電点 F から遠い方の端部とは、直線部 E 2 1 c ' との交点を端点と見做したときの端部（端点近傍）のことを指す。また、直線部 E 2 1 b の給電点 F に近い方の端部とは、直線部 E 2 1 c ' との交点を端点と見做したときの端部（端点近傍）のことを指す。

【 0 0 9 1 】

放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を図 1 1 の ( a ) のように折り曲げたことによって、放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を折り曲げていない従来の構成と比べて、ダイポールアンテナ D P 2 の動作帯域を拡大することができる。図 1 1 を参照してその理由を説明すれば以下のとおりである。

10

【 0 0 9 2 】

すなわち、放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を図 1 1 の ( a ) のように折り曲げたことによって、第 2 共振周波数  $f_2$  において放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を流れる電流の方向を図 1 1 の ( c ) のように一様化することができる。これにより、第 2 共振周波数  $f_2$  を低周波側にシフトさせ、第 2 共振周波数  $f_2$  における放射パターンを単峰化することができる。

【 0 0 9 3 】

第 2 共振周波数  $f_2$  における放射パターンの単峰化は、第 2 共振周波数  $f_2$  が放射利得  $G_0$  を極大化する周波数  $f_{G0max}$  よりも低周波側にシフトしていること、すなわち、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間で放射利得  $G_0$  の急峻な低下が生じないことを意味する。このため、従来の構成では放射利得  $G_0$  の急峻な低下によって動作帯域とすることができなかつた第 2 共振周波数近傍の帯域を、放射利得  $G_0$  に課された動作条件を充足する動作帯域とすることができる。

20

【 0 0 9 4 】

放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を図 1 1 の ( a ) のように折り曲げたことによる動作帯域の拡大はこれに留まらない。すなわち、第 2 共振周波数  $f_2$  が低周波側にシフトすると、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とが接近し、入力反射係数  $S_{1,1}$  が第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の帯域全体に渡って低下する。しかも、上述したように第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間で放射利得  $G_0$  が急峻に低下することがないので、入力反射係数  $S_{1,1}$  に課される動作条件によっては、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の帯域全体を動作帯域とすることができる。

30

【 0 0 9 5 】

なお、図 1 1 の ( a ) においては、直線部 E 2 1 b の長さ  $L_{21b}$ 、及び、直線部 E 2 2 b の長さ  $L_{22b}$  が、直線部 E 2 1 a の長さ  $L_{21a}$  と直線部 E 2 2 a の長さ  $L_{22a}$  との和  $L_{21a} + L_{22a}$  に一致するものとしているが、これは動作帯域を拡大するための必須条件ではない。すなわち、 $L_{21b} (= L_{22b}) > L_{21a} + L_{22a}$  となる場合であっても、 $L_{21b} (= L_{22b}) < L_{21a} + L_{22a}$  となる場合であっても、第 2 共振周波数  $f_2$  における放射パターンが単峰化されるので、すなわち、第 2 共振周波数  $f_2$  が放射利得  $G_0$  を極大化する周波数  $f_{G0max}$  を下回ることで、動作帯域を拡大するという効果を得ることができる。

40

【 0 0 9 6 】

ただし、第 1 共振周波数  $f_1$  においては、図 1 1 の ( b ) に示したように、放射素子 E 2 1 及び E 2 2 を流れる電流の方向が空間内で非一様化されるため、第 1 共振周波数近傍における放射利得  $G_0$  が低下し得る。これは、直線部 E 2 1 b 及び直線部 E 2 2 b から放射される電磁波の一部が、それぞれ、直線部 E 2 1 a 及び直線部 E 2 2 a から放射される電磁波によって打ち消されるためである。

【 0 0 9 7 】

そこで、以下に説明する各実施形態においては、直線部 E 2 1 b 及び直線部 E 2 2 b から放射される電磁波が直線部 E 2 1 a 及び直線部 E 2 2 a から放射される電磁波によって

50

打ち消される割合を低下させるために、図 1 2 に示すように、直線部 E 2 1 b の長さ L 2 1 b 及び直線部 E 2 2 b の長さ L 2 2 b を、直線部 E 2 1 a の長さ L 2 1 a と直線部 E 2 2 a の長さ L 2 2 a との和  $L 2 1 a + L 2 2 a$  よりも長く設定している。放射素子 E 2 1 と放射素子 E 2 2 とが給電点 F に対して点対称に配置されている場合には、 $L 2 1 a / L 2 1 b < 0.5$  に設定していると言い換えてもよい。これにより、第 1 共振周波数近傍において生じ得る放射利得  $G_0$  の低下を抑制することができる。

【 0 0 9 8 】

〔実施形態 1〕

本発明の第 2 の基本形態における第 1 の実施形態について、図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。

10

【 0 0 9 9 】

図 1 3 は、本実施形態に係るダイポールアンテナ 3 0 の構成を示す平面図である。ダイポールアンテナ 3 0 は、図 1 3 に示したように、同一平面 ( y z 平面 ) 内に配置された 2 つの放射素子 3 1 及び 3 2 を備えている。本実施形態に係るダイポールアンテナ 3 0 が備えている放射素子 3 1 及び 3 2 は、何れも、導体ワイヤにより構成されている。より具体的には、半径 1 mm の導体ワイヤにより構成されている。

【 0 1 0 0 】

放射素子 3 1 は、給電点 3 3 から z 軸正方向に伸びる直線部 3 1 a と、屈曲部 3 1 c を介して直線部 3 1 a に連結され、屈曲部 3 1 c から z 軸負方向に伸びる直線部 3 1 b とを有し、直線部 3 1 b の屈曲部 3 1 c 側とは反対側の端点で終端されている。すなわち、放射素子 3 1 は、直線部 3 1 a と直線部 3 1 b と屈曲部 3 1 c とからなり、直線部 3 1 b の屈曲部 3 1 c 側とは反対側の端点より先に構成要素を持たない。

20

【 0 1 0 1 】

また、放射素子 3 2 は、給電点 3 3 から z 軸負方向に伸びる直線部 3 2 a と、屈曲部 3 2 c を介して直線部 3 2 a に連結され、屈曲部 3 2 c から z 軸正方向に伸びる直線部 3 2 b とを有し、直線部 3 2 b の屈曲部 3 2 c 側とは反対側の端点で終端されている。すなわち、放射素子 3 2 は、直線部 3 2 a と直線部 3 2 b と屈曲部 3 2 c とからなり、直線部 3 2 b の屈曲部 3 2 c 側とは反対側の端点より先に構成要素を持たない。

【 0 1 0 2 】

更に、本実施形態に係るダイポールアンテナ 3 0 の各部のサイズは、以下のように設定されている；

30

直線部 3 1 a の長さ  $L 3 1 a =$  直線部 3 2 a の長さ  $L 3 2 a = 3 \text{ mm}$  ；

直線部 3 1 b の長さ  $L 3 1 b =$  直線部 3 2 b の長さ  $L 3 2 b = 3.4 \text{ mm}$  ；

給電点 3 3 を介して対向する放射素子 3 1 と放射素子 3 2 との間隔  $= 2 \text{ mm}$  ；

直線部 3 1 a と直線部 3 1 b との中心軸間の距離  $=$  直線部 3 2 a と直線部 3 2 b との中心軸間の距離  $= 3 \text{ mm}$ 。

【 0 1 0 3 】

以上のように構成されたダイポールアンテナ 3 0 の特性を図 1 4 に示す。図 1 4 の ( a ) は、入力反射係数  $S_{1,1}$  の周波数依存性を示しており、図 1 4 の ( b ) は、放射利得  $G_0$  の周波数依存性を示している。なお、ダイポールアンテナ 3 0 は軸対称性をもたないため、図 1 4 の ( b ) においては、 $\theta = 90^\circ$  かつ  $\phi = 0^\circ$  の放射利得  $G_0$  と、 $\theta = 90^\circ$  かつ  $\phi = 90^\circ$  の放射利得  $G_0$  とを示している (  $\theta$  は極座標系における z 軸に対する偏角を表し、 $\phi$  は極座標系における x 軸に対する偏角を表す )。

40

【 0 1 0 4 】

図 1 4 の ( a ) から分かるように、本実施形態に係るダイポールアンテナ 3 0 は、 $f 1 = 2.1 \text{ GHz}$  及び  $f 2 = 4.6 \text{ GHz}$  を共振周波数としており、例えば、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して  $|S_{1,1}| < -5.1 \text{ dB}$  を動作条件として課した場合、 $1.9 \text{ GHz}$  以上  $2.7 \text{ GHz}$  以下 ( 帯域比 35% ) 及び  $3.5 \text{ GHz}$  以上  $5.3 \text{ GHz}$  以下 ( 帯域比 40% ) が動作帯域となる。

【 0 1 0 5 】

50

しかも、図14の(b)から分かるように、第2共振周波数 $f_2$ が放射利得 $G_0$ を極大化する周波数 $f_{G0max}$ よりも低周波側にシフトしており、放射利得 $G_0$ は第2共振周波数 $f_2$ よりも高い周波数 $f_{G0max} = 6.0 \text{ GHz}$ まで単調に上昇する。したがって、例えば、放射利得 $G_0$ が $2 \text{ dBi}$ 以上であることが動作条件として課されたとしても、入力反射係数 $S_{1,1}$ に対して課された動作条件を充足する第1共振周波数近傍の帯域( $1.9 \text{ GHz}$ 以上 $2.7 \text{ GHz}$ 以下)、及び、第2共振周波数近傍の帯域( $3.5 \text{ GHz}$ 以上 $5.3 \text{ GHz}$ 以下)の全体を動作帯域とすることができる。

【0106】

更に、例えば、入力反射係数 $S_{1,1}$ に課す動作条件を $|S_{1,1}| = 4.3 \text{ dB}$ に緩和した場合、第1共振周波数 $f_1$ 及び第2共振周波数 $f_2$ を含む、 $1.8 \text{ GHz}$ 以上 $5.5 \text{ GHz}$ 以下の帯域を動作帯域とすることができる。このように、第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ との間の帯域を動作帯域として使用することができるのは、図14の(a)に示すように、第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ とが接近することに伴い入力反射係数 $S_{1,1}$ が第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ との間の帯域全体に渡って低下すること、及び、図14の(b)に示すように、第2共振周波数 $f_2$ ( $4.6 \text{ GHz}$ )が放射利得 $G_0$ を極大化する周波数 $f_{G0max}$ ( $6.0 \text{ GHz}$ )よりも低周波側にシフトしており、第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ との間において放射利得 $G_0$ の急峻な低下が生じる虞がないことによる。

【0107】

放射利得 $G_0$ を極大化する周波数 $f_{G0max}$ ( $6.0 \text{ GHz}$ )が第2共振周波数 $f_2$ よりも高くなること、すなわち、第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ との間で放射利得 $G_0$ の急峻な低下が起こらず、第2共振周波数近傍で十分高い放射利得 $G_0$ が得られることは、図15に示す放射パターンの周波数依存性、及び、図16に示す $\text{HPBW}/2$ の周波数依存性からも確認することができる。

【0108】

図15において、図15の(a)は、 $1.7 \text{ GHz}$ における放射パターンを示し、図15の(b)は、 $3.4 \text{ GHz}$ における放射パターンを示し、図15の(c)は、 $5.1 \text{ GHz}$ における放射パターンを示す。図15の(a)~図15の(c)を対照することにより、少なくとも $5.1 \text{ GHz}$ 以下の帯域においては、放射パターンが単峰性を保ったまま $\theta = 90^\circ$ 方向へと次第に集中していき、 $\theta = 90^\circ$ 方向の放射利得 $G_0$ もこれに伴って緩やかに上昇していくことが見て取れる。

【0109】

また、図16において、実線は、 $\theta = 90^\circ$ かつ $\phi = 0^\circ$ 方向の $\text{HPBW}/2$ の周波数依存性を示し、点線は、 $\theta = 90^\circ$ かつ $\phi = 90^\circ$ 方向の $\text{HPBW}/2$ の周波数依存性を示す。図16からは、 $6.0 \text{ GHz}$ 以下においては、 $\theta$ に依らずに放射パターンが単峰性を保ったまま $\theta = 90^\circ$ 方向へと次第に集中していくことが見て取れる。

【0110】

(変形例)

図13に示した構成において、各部のサイズを以下のように設定することによって、第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ とが極めて近接したダイポールアンテナ30を実現することができる。なお、本変形例においても、放射素子31及び32を構成する導体ワイヤの半径は $1 \text{ mm}$ である；

直線部31aの長さ $L_{31a}$  = 直線部32aの長さ $L_{32a}$  =  $10 \text{ mm}$ ；

直線部31bの長さ $L_{31b}$  = 直線部32bの長さ $L_{32b}$  =  $5.5 \text{ mm}$ ；

給電点33を介して対向する放射素子31と放射素子32との間隔 $d$  =  $2 \text{ mm}$ ；

直線部31aと直線部31bとの中心軸間の距離 $d_1$  = 直線部32aと直線部32bとの中心軸間の距離 $d_2$  =  $3 \text{ mm}$ 。

【0111】

図17に本変形例に係るダイポールアンテナ30の入力反射係数 $S_{1,1}$ の周波数依存性を示す。第1共振周波数 $f_1$ と第2共振周波数 $f_2$ とが極めて近接しており、第1共振周

10

20

30

40

50

波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とを含む帯域に入力反射係数  $S_{1,1}$  の深い谷が形成されている。このため、例えば、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して  $|S_{1,1}| = -4.3 \text{ dB}$  という動作条件が課された場合であっても、 $1.3 \text{ GHz}$  以上  $2.8 \text{ GHz}$  以下（比帯域 73%）という広い動作帯域を実現することができる。

#### 【0112】

図 18 に本変形例に係るダイポールアンテナ 30 の  $2.0 \text{ GHz}$  における放射パターンを示す。図 18 に示したように、本変形例に係るダイポールアンテナ 30 によれば、少なくとも  $2.0 \text{ GHz}$  近傍において、従来の  $1/2$  ダイポールアンテナと同等の極めて軸対称性の高い放射パターンを得ることができ、同時に十分に高い放射利得  $G_0$  ( $2.4 \text{ dBi}$ ) を得ることができる。

10

#### 【0113】

（形状効果）

次に、本実施形態に係るダイポールアンテナ 30 の形状効果について説明する。本実施形態に係るダイポールアンテナ 30 の形状は、給電点 33 に対する対称性を仮定すれば、3 つのパラメータ  $h_1$  ( $= L_{31a} = L_{32a}$ )、 $h_2$  ( $= L_{31b} = L_{32b}$ )、及び、 $w$  ( $= L_{31c} = L_{32c}$ ) によって規定することができる。さらに、スケールを無視すれば、2 つのパラメータ  $h_1/h_2$ 、及び、 $w/h_2$  によって規定することができる。以下、これら 2 つのパラメータを変化させたときの共振周波数の振る舞いについて説明する。

#### 【0114】

20

図 19 は、ダイポールアンテナ 30 の各部のサイズを以下のように設定したうえで、 $h_1/h_2$  を変化させたときの第 1 共振周波数  $f_1$  及び第 2 共振周波数  $f_2$  の振る舞いを示すグラフである。ここでも放射素子 31 及び 32 を構成する導体ワイヤの半径は  $1 \text{ mm}$  に固定している；

直線部 31 a の長さ  $L_{31a} =$  直線部 32 a の長さ  $L_{32a} = h_1$  (可変)；

直線部 31 b の長さ  $L_{31b} =$  直線部 32 b の長さ  $L_{32b} = h_2 = 3.4 \text{ mm}$  (固定)；

給電点 33 を介して対向する放射素子 31 と放射素子 32 との間隔  $d = 2 \text{ mm}$  (固定)；

直線部 31 a と直線部 31 b との中心軸間の距離  $r_1 =$  直線部 32 a と直線部 32 b との中心軸間の距離  $r_2 = 3 \text{ mm}$  (固定)。

30

#### 【0115】

図 19 に示すように、 $h_1/h_2$  の値を大きくしていくと、すなわち、給電点 33 に近い方の直線部 31 a を長くしていくと、第 2 共振周波数  $f_2$  は低周波側にシフトし、第 1 共振周波数  $f_1$  は高周波側にシフトする。 $h_1/h_2 = 0.2$  から先でグラフが途切れているのは、入力反射係数  $S_{1,1}$  からは識別することができないほど、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とが近づいたことを意味する。

#### 【0116】

図 19 において注目すべきは、少なくとも  $h_1/h_2$  が  $0.05$  以上  $0.2$  以下であれば、第 2 共振周波数  $f_2$  が第 1 共振周波数  $f_1$  に近づくという作用が漏れなく認められる点である。第 2 共振周波数  $f_2$  が第 1 共振周波数  $f_1$  に近づけば、第 2 共振周波数  $f_2$  の低周波側の近傍において入力反射係数  $S_{1,1}$  の低下が起こる。したがって、 $h_1/h_2$  が  $0.05$  以上  $0.2$  以下であれば、第 2 共振周波数近傍の動作帯域が拡大されるという効果が漏れなく得られる。

40

#### 【0117】

また、 $h_1/h_2$  が  $0.2$  以上であれば、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とが入力反射係数  $S_{1,1}$  からは識別することができないほど近づき（第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  とが一体化し）、第 1 共振周波数  $f_1$  と第 2 共振周波数  $f_2$  との間の帯域に入力反射係数  $S_{1,1}$  の谷が形成されるので、その帯域全体を動作帯域とすることができる。グラフを外挿することにより、少なくとも  $h_1/h_2$  が  $0.3$  以下であれば、同

50

様の効果を得られることが確かめられる。したがって、 $h_1/h_2$ が0.05以上0.3以下であれば、確実に動作帯域の拡大が図れることがわかる。

【0118】

また、図19に示したグラフを参照することにより、所望の帯域を動作帯域とするダイポールアンテナ30を容易に設計することができる。例えば、5GHz帯と2GHz帯とを動作帯域としたければ、 $h_1/h_2$ が0.05程度になるように放射素子31及び32の形状を定めればよいし、2.5GHz以上3.5GHz以下の広い動作帯域が必要であれば、 $h_1/h_2$ が0.2程度になるように放射素子31及び32の形状を定めればよい。

【0119】

図20は、ダイポールアンテナ30の各部のサイズを以下のように設定したうえで、 $w/h_2$ を変化させたときの第1共振周波数 $f_1$ 及び第2共振周波数 $f_2$ の振る舞いを示すグラフである。ここでも放射素子31及び32を構成する導体ワイヤの半径は1mmに固定している；

直線部31aの長さ $L_{31a}$  = 直線部32aの長さ $L_{32a}$  = 3mm (固定)；

直線部31bの長さ $L_{31b}$  = 直線部32bの長さ $L_{32b}$  =  $h_2$  = 3.4mm (固定)；

給電点33を介して対向する放射素子31と放射素子32との間隔 = 2mm (固定)；

直線部31aと直線部31bとの中心軸間の距離 = 直線部32aと直線部32bとの中心軸間の距離 =  $w$  (可変)。

【0120】

図20に示すように、 $w/h_2$  0.07においては、 $w/h_2$ の値を変えても第1共振周波数 $f_1$ 及び第2共振周波数 $f_2$ の値はあまり変わらない。すなわち、このパラメータ $w/h_2$ は、第1共振周波数 $f_1$ 及び第2共振周波数 $f_2$ に対して大きな影響を与えない。実用上は $w/h_2$ が0.05以上0.25以下になるようにすればよい。

【0121】

〔実施形態2〕

本発明の第2の基本形態における第2の実施形態について、図面に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【0122】

図21は、本実施形態に係るダイポールアンテナ40の構成を示す図である。ダイポールアンテナ40は、図21に示したように、同一平面(yz平面)内に配置された2つの放射素子41及び42を備えている。本実施形態に係るダイポールアンテナ40が備えている放射素子41及び42は、何れも、導体フィルムにより構成されている。より具体的には、幅2mmの帯状に形成された導体フィルムにより構成されている。

【0123】

放射素子41は、給電点43からz軸正方向に伸びる直線部41aと、屈曲部41cを介して直線部41aに連結され、屈曲部41cからz軸負方向に伸びる直線部41bとを有し、直線部41bの屈曲部41c側とは反対側の端点で終端されている。また、放射素子42は、給電点43からz軸負方向に伸びる直線部42aと、屈曲部42cを介して直線部42aに連結され、屈曲部42cからz軸正方向に伸びる直線部42bとを有し、直線部42bの屈曲部42c側とは反対側の端点で終端されている。

【0124】

更に、本実施形態に係るダイポールアンテナ40の各部のサイズは、以下のように設定されている；

直線部41aの長さ $L_{41a}$  = 直線部42aの長さ $L_{42a}$  = 3mm；

直線部41bの長さ $L_{41b}$  = 直線部42bの長さ $L_{42b}$  = 4.0mm；

給電点43を介して対向する放射素子41と放射素子42との間隔 = 2mm；

直線部41aと直線部41bとの間隔 = 直線部42aと直線部42bとの間隔 =

10

20

30

40

50

1 mm。

【0125】

以上のように構成されたダイポールアンテナ40の特性を図22及び図23に示す。図22は、5.0 GHz近傍における入力反射係数 $S_{1,1}$ の周波数依存性を示したグラフであり、図23は、5.0 GHzにおける放射パターンを示したグラフである。

【0126】

図22によれば、例えば、入力反射係数 $S_{1,1}$ に対して $|S_{1,1}| = -5.1$  dBを動作条件として課した場合、4.4 GHz以上5.4 GHz以下(比帯域20%)が動作帯域となることが分かる。また、図23によれば、5.0 GHzにおいて高い放射利得 $G_0$ (4.7 dBi)が得られることが分かる。すなわち、上記のように構成されたダイポールアンテナ40によれば、帯域幅が広く、かつ、放射利得 $G_0$ の高い動作帯域を5.0 GHz近傍に設けることができる。

【0127】

(変形例1)

本実施形態においては、放射素子41が直線部41bの端点(屈曲部41c側とは反対側の端点)にて終端されている構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、直線部41bの端点(屈曲部41c側とは反対側の端点)に更なる要素を付加することによって、放射素子41が直線部41bの端点(屈曲部41c側とは反対側の端点)にて終端されないように変形してもよい。放射素子41に付加する更なる要素は、導体フィルムであってもよいし、導体ワイヤであってもよい。放射素子41に付加する更なる要素の形状についても、直線状、曲線状、メアンダ状など、種々の形状が考えられる。放射素子42についても同様のことが言える。

【0128】

放射素子41及び42にメアンダ部41d及び42dが付加されたダイポールアンテナ40を図24に示す。放射素子41には、直線部41bの屈曲部41c側とは反対側の端点からz軸負方向(第1の方向と逆方向)に伸びるメアンダ部41d(第1のメアンダ部)が付加されている。また、放射素子42には、直線部42bの屈曲部42c側とは反対側の端点からz軸正方向に伸びるメアンダ部42d(第2のメアンダ部)が付加されている。このように少なくとも一部がメアンダ化されたメアンダ部41d及び42dを採用することによって、よりコンパクトなダイポールアンテナ40を実現することができる。

【0129】

なお、直線部41bの屈曲部41c側とは反対側の端点とは、メアンダ部41dを取り去ったときに直線部41bの端点となる点のことである。直線部42bの屈曲部42c側とは反対側の端点についても同様である。

【0130】

また、「メアンダが伸びる方向」は、以下のように定義することができる。すなわち、給電点に近い方からメアンダを辿っていけば、{y軸方向、z軸方向、-y軸方向、z軸方向、・・・}のような進行方向列を構成することができる。この進行方向列には、向きが反転する進行方向(この場合y軸方向)と向きが反転しない進行方向(この場合z軸方向)とが交互に現れる。この進行方向列に現れる進行方向のうち、向きが反転しない方の進行方向のことを「メアンダ部が伸びる方向」とすればよい。

【0131】

なお、本変形例に係るダイポールアンテナ40の各部のサイズは、以下のように設定されている；

直線部41aの長さ $L_{41a}$  = 直線部42aの長さ $L_{42a}$  = 3 mm；

直線部41bの長さ $L_{41b}$  = 直線部42bの長さ $L_{42b}$  = 12 mm；

給電点43を介して対向する放射素子41と放射素子42との間隔 = 2 mm；

直線部41aと直線部41bとの間隔 = 直線部42aと直線部42bとの間隔 =

1 mm；

メアンダ部42dに含まれるz軸方向に伸びる直線部の長さ $D$  = メアンダ部41dに

含まれる  $z$  軸方向の逆方向に伸びる直線部の長さ  $D = 1.5 \text{ mm}$  ;

メアンダ部 4 2 d に含まれる  $y$  軸方向及びその逆方向に伸びる直線部間の間隔  $\ell =$   
メアンダ部 4 1 d に含まれる  $y$  軸方向及びその逆方向に伸びる直線部間の間隔  $\ell = 1 \text{ mm}$ 。

【 0 1 3 2 】

以上のように構成されたダイポールアンテナ 4 0 の特性を図 2 5 及び図 2 6 に示す。図 2 5 は、 $5.0 \text{ GHz}$  近傍における入力反射係数  $S_{1,1}$  の周波数依存性を示したグラフであり、図 2 6 は、 $5.0 \text{ GHz}$  における放射パターンを示したグラフである。

【 0 1 3 3 】

図 1 5 によれば、例えば、入力反射係数  $S_{1,1}$  に対して  $|S_{1,1}| < -5.1 \text{ dB}$  を動作条件として課した場合、 $4.3 \text{ GHz}$  以上  $5.4 \text{ GHz}$  以下（比帯域 23%）が動作帯域となることが分かる。また、図 2 6 によれば、 $5.0 \text{ GHz}$  において高い放射利得  $G_0$  ( $5.0 \text{ dBi}$ ) が得られることが分かる。すなわち、上記のように構成されたダイポールアンテナ 4 0 によれば、帯域幅が広く、かつ、放射利得  $G_0$  の高い動作帯域を  $5.0 \text{ GHz}$  近傍に設けることができる。さらに、図 2 6 と図 2 3 とを対比すれば、メアンダが形成されていない場合と比べ、より対称性が高く、より安定した放射パターンが得られることが分かる。

【 0 1 3 4 】

（変形例 2）

変形例 1 においては、メアンダ部 4 1 d が一重のメアンダを含む構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、メアンダ部 4 1 d は二重以上のメアンダを含んでいてもよい。メアンダ部 4 2 d についても同様のことが言える。

【 0 1 3 5 】

メアンダ部 4 1 d 及び 4 2 d が二重のメアンダを含むように変形されたダイポールアンテナ 4 0 を図 2 7 に示す。図 2 7 に示すように、多重のメアンダを含むメアンダ部 4 1 d 及び 4 2 d を採用することによって、ダイポールアンテナ 4 0 を更にコンパクトにすることができる。

【 0 1 3 6 】

なお、「 $N$ 重のメアンダ」は、以下のように定義することができる。すなわち、上述した進行方向列において向きが反転しない進行方向が現れる回数が  $2N$  であるとき、そのメアンダを  $N$  重のメアンダと呼ぶ。

【 0 1 3 7 】

（変形例 3）

変形例 1 においては、メアンダ部 4 1 d が伸びる方向を直線部 4 1 b が伸びる方向と一致させていたが、本発明は必ずしもこれに限定されるものではない。すなわち、例えば、メアンダ部 4 1 d が伸びる方向を直線部 4 1 b が伸びる方向と直交させるようにしてもよい。メアンダ部 4 2 d が伸びる方向についても同様である。

【 0 1 3 8 】

メアンダ部 4 1 d が伸びる方向を直線部 4 1 b が伸びる方向と直交させるように変形されたダイポールアンテナ 4 0 を図 2 8 に示す。放射素子 4 1 には、直線部 4 1 b の直線部 4 1 a 側とは反対側の端点から  $y$  軸正方向に伸びるメアンダ部 4 1 d が付加されている。また、放射素子 4 2 には、直線部 4 2 b の直線部 4 2 a 側とは反対側の端点から  $y$  軸負方向に伸びるメアンダ部 4 2 d が付加されている。このようなメアンダ部 4 1 d 及び 4 2 d を採用することによっても、よりコンパクトなダイポールアンテナを実現することができる。

【 0 1 3 9 】

なお、変形例 1 ~ 3 に示したメアンダ構造の適用範囲は、導体フィルムによって放射素子 4 1 及び 4 2 を構成する本実施形態に限らず、導体ワイヤによって放射素子 3 1 及び 3 2 を構成する第 1 の実施形態にも及ぶ。

【 0 1 4 0 】

10

20

30

40

50

## 〔給電形態〕

最後に、本発明に係るダイポールアンテナへの給電形態について、図29を参照して説明する。なお、図29においては、第1の実施形態に係るダイポールアンテナ30への給電形態を示しているが、第2の実施形態に係るダイポールアンテナ40への給電形態についてもこれと同様である。

## 【0141】

図29の(a)は、直線部32aに沿って給電点33に進入する同軸ケーブル34によって給電(平衡給電)する給電形態を示し、図29の(b)は、給電点33を通り直線部32aに直交する直線(不図示)に沿って給電点33に進入する同軸ケーブルによって給電(平衡給電)する給電形態を示している。いずれの場合も、放射素子31及び32の何れか一方に同軸ケーブル34の内部導体を接続し、他方に同軸ケーブル34の外部導体を接続すればよい。

10

## 【0142】

なお、図29の(b)に示した給電形態を採用する場合、同軸ケーブル34とのインピーダンス整合を図るために、直線部31aの給電点33側の端部、及び、直線部32aの給電点33側の端部を、同軸ケーブル34に沿うように内側(給電点33側)に折り曲げておくとよい。

## 【0143】

## 〔第1の基本形態と第2の基本形態との関係〕

先ず、第1の基本形態においては、給電点11eを第1の給電点、給電点11fを第2の給電点と呼べば、図4に示すダイポールアンテナ10は、放射素子11(第1の放射素子)と放射素子12(第2の放射素子)とを備えたダイポールアンテナであって、放射素子11(第1の放射素子)は、第1の給電点から第1の方向に伸びる直線部11a(第1の直線部)と、第1の屈曲部を介して直線部11a(第1の直線部)の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる直線部11b(第2の直線部)とを有しており、放射素子12(第2の放射素子)は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる直線部12a(第3の直線部)と、第2の屈曲部を介して直線部12a(第3の直線部)の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる直線部12b(第4の直線部)とを有している、ことを特徴とするダイポールアンテナであると表現することができる。特に、図4

20

30

## 【0144】

また、第2の基本形態においては、同軸ケーブル34(給電線)と放射素子31(第1の放射素子)との接続点を第1の給電点、同軸ケーブル34(給電線)と放射素子32(第2の放射素子)との接続点を第2の給電点と呼べば、図29の(a)及び(b)に示すダイポールアンテナ30は、放射素子31(第1の放射素子)と放射素子32(第2の放射素子)とを備えたダイポールアンテナであって、放射素子31(第1の放射素子)は、第1の給電点から第1の方向に伸びる直線部31a(第1の直線部)と、第1の屈曲部を介して直線部31a(第1の直線部)の上記第1の給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる直線部31b(第2の直線部)とを有しており、放射素子32(第2の放射素子)は、第2の給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる直線部32a(第3の直線部)と、第2の屈曲部を介して直線部32a(第3の直線部)の上記第2の給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる直線部32b(第4の直線部)とを有している、ことを特徴とするダイポールアンテナであると表現することができる。特に、図29の(a)に示すダイポールアンテナ30は、直線部31a(第1の直線部)と直線部32a(第3の直線部)とが一直線上に配置された構成例であり、図29の(b)に示すダイポールアンテナ30は、直線

40

50



部 3 1 a (第 1 の直線部) と直線部 3 2 a (第 3 の直線部) とが一直線上に配置された構成例である。

【 0 1 4 5 】

なお、本発明は、以下のようにも表現することができる。すなわち、本発明に係るダイポールアンテナは、第 1 の放射素子と第 2 の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、上記第 1 の放射素子は、当該第 1 の放射素子の一方の端部から第 1 の方向に伸びる第 1 の直線部と、第 1 の屈曲部を介して上記第 1 の直線部の上記端部側とは反対側に連結され、上記第 1 の屈曲部から上記第 1 の方向と逆方向に伸びる第 2 の直線部とを有しており、上記第 2 の放射素子は、当該第 2 の放射素子の一方の端部から上記第 1 の方向と逆方向に伸びる第 3 の直線部と、第 2 の屈曲部を介して上記第 3 の直線部の上記端部側とは反対側に連結され、上記第 2 の屈曲部から上記第 1 の方向に伸びる第 4 の直線部とを有しており、上記第 1 の直線部の中間と上記第 3 の直線部の中間とに給電点が設けられており、上記第 1 の直線部は、上記第 3 の直線部と上記第 4 の直線部との間に配置され、上記第 3 の直線部は、上記第 1 の直線部と上記第 2 の直線部との間に配置されていることを特徴としている。

10

【 0 1 4 6 】

ここで、「第 1 の直線部の中間」における「中間」は、「第 1 の直線部」の両端部間の任意の点の意であり、両端部間の中心点の意ではない。同様に、「第 3 の直線部の中間」における「中間」は、「第 3 の直線部」の両端部間の任意の点の意であり、両端部間の中心点の意ではない。

20

【 0 1 4 7 】

上記の構成によれば、第 2 共振周波数において第 1 の放射素子及び第 2 の放射素子を流れる電流の方向を概ね一様化することができる。これにより、第 2 共振周波数における放射パターンが単峰化され易くなり、第 2 共振周波数が低周波側にシフトする。

【 0 1 4 8 】

ここで、第 2 共振周波数における放射パターンの単峰化は、第 2 共振周波数が放射利得を極大化する周波数よりも低周波側にシフトしていること、すなわち、第 1 共振周波数と第 2 共振周波数との間で放射利得の急峻な低下が生じないことを意味する。このため、第 2 共振周波数における放射パターンが単峰化された場合には、従来の構成では放射利得の急峻な低下によって動作帯域とすることができなかつた第 2 共振周波数近傍の帯域を、放射利得に課された動作条件を充足する動作帯域とすることができる。

30

【 0 1 4 9 】

更に、第 2 共振周波数が低周波側にシフトすると、第 1 共振周波数と第 2 共振周波数とが接近し、入力反射係数が第 1 共振周波数と第 2 共振周波数との間の帯域全体に渡って低下する。したがって、第 1 共振周波数と第 2 共振周波数との間の放射利得が動作条件を充足していれば、第 1 共振周波数と第 2 共振周波数との間の帯域全体を動作帯域とすることができる。

【 0 1 5 0 】

すなわち、従来のダイポールアンテナにおいては動作帯域とすることができなかつた第 2 周波数近傍を新たに動作帯域とすることによって、動作帯域の拡大を図ることができるという効果を奏する。

40

【 0 1 5 1 】

併せて、第 1 の放射素子及び第 2 の放射素子を上記のように構成したことにより、全長が同じ従来のダイポールアンテナよりもコンパクトになるという効果を奏する。しかも、第 1 の放射素子及び第 2 の放射素子が単に折れ曲がっているだけでなく、第 1 の放射素子が第 2 の放射素子の直線部間に入り込み、また、第 2 の放射素子が第 1 の放射素子の直線部間に入り込むという構造を有しているので、より一層コンパクトなダイポールアンテナを実現することができる。

【 0 1 5 2 】

なお、「第 1 の方向」における「方向」とは、向き付けられた方向のことを指す。すな

50

わち、例えば、北を第1の方向とすれば、南は第1の方向ではなく、第1の方向の逆方向となる。

【0153】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第2の直線部の長さ及び上記第4の直線部の長さは、それぞれ、上記第1の直線部の、上記給電点より上記第1の屈曲部側にある部分の長さ、と、上記第3の直線部の、上記給電点より上記第2の屈曲部側にある部分の長さとの和よりも大きいことが好ましい。

【0154】

第1共振周波数においては、第1の放射素子及び第2の放射素子を通る電流の方向が、非一様化されるため、第1共振周波数近傍における放射利得が低下する可能性がある。これは、第2の直線部及び第4の直線部から放射される電磁波の一部が、第1の直線部及び第3の直線部から放射される電磁波によって打ち消されるためである。

10

【0155】

しかしながら、上記の構成によれば、第2の直線部及び第4の直線部から放射される電磁波が第1の直線部及び第3の直線部から放射される電磁波によって打ち消される割合を低減することができる。このため、第1共振周波数近傍において生じ得る放射利得 $G_0$ の低下を抑制することができるという更なる効果を奏する。

【0156】

本発明に係るダイポールアンテナは、上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙、又は、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙に配置された導体片を更に備えていることが好ましい。

20

【0157】

上記の構成によれば、第1の放射素子及び第2の放射素子の形状を変更することなく、他の場所に導体片を設けた場合と比較して、より効果的に第1の放射素子と第2の放射素子との間の寄生リアクタンスを調整することができる。したがって、アンテナ特性の調整が容易なダイポールアンテナを実現することができる。

【0158】

なお、本発明に係るダイポールアンテナは、上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙に配置された導体片、及び、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙に配置された導体片の両方を備えていてもよいし、何れか一方のみを備えていてもよい。

30

【0159】

本発明に係るダイポールアンテナは、上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙、又は、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙の少なくとも一部を、誘電体シートを介して覆うように配置された導体片を更に備えていることが好ましい。

【0160】

上記の構成によれば、第1の放射素子及び第2の放射素子の形状を変更することなく、他の場所に導体片を設けた場合と比較して、より効果的に第1の放射素子と第2の放射素子との間の寄生リアクタンスを調整することができる。したがって、アンテナ特性の調整が容易なダイポールアンテナを実現することができる。

【0161】

なお、本発明に係るダイポールアンテナは、上記第1の直線部と上記第2の放射素子との間隙の少なくとも一部を覆う導体片、及び、上記第3の直線部と上記第1の放射素子との間隙の少なくとも一部を覆う導体片の両方を備えていてもよいし、何れか一方のみを備えていてもよい。

40

【0162】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側に連結され、上記第2の直線部よりも幅の広い第1の幅広部を更に有しており、上記第2の放射素子は、上記第4の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側に連結され、上記第4の直線部よりも幅の広い第2の幅広部を更に有していることが好ましい。

50

## 【0163】

上記の構成によれば、幅広部を設けることによって第1の放射素子及び第2の放射素子の電気長を長くすることができ、サイズをコンパクトに保ちつつ動作帯域を低周波側にシフトさせることができる。また、指向性の低いダイポールアンテナを実現することができる。

## 【0164】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の幅広部の幅、又は、上記第2の幅広部の幅が、 $f$ を動作帯域内の周波数として、 $c/(128f)$ 以上である( $c$ は光速)ことが好ましい。

## 【0165】

上記の構成によれば、高次モードにおけるVSWRを低下させ、動作帯域を更に拡大することができる。また、指向性をより一層低下させることができる。

## 【0166】

なお、上記第1の幅広部の幅、及び、上記第2の幅広部の幅の両方が $c/(128f)$ 以上であってもよいし、何れか一方のみが $c/(128f)$ 以上であってもよい。

## 【0167】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第2の直線部の長さ、又は、上記第4の直線部の長さが、 $f$ を動作帯域内の周波数として、 $c/(16f)$ 以上である( $c$ は光速)ことが好ましい。

## 【0168】

上記の構成によれば、高次モードにおけるVSWRを低下させ、動作帯域を更に拡大することができる。また、指向性をより一層低下させることができる。

## 【0169】

なお、上記第2の直線部の長さ、及び、上記第4の直線部の長さの両方が $c/(16f)$ 以上であってもよいし、何れか一方のみが $c/(16f)$ 以上であってもよい。

## 【0170】

本発明に係るダイポールアンテナは、上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙、又は、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間隙に配置された導体片を更に備えていることが好ましい。

## 【0171】

上記の構成によれば、第1の放射素子及び第2の放射素子の形状を変更することなく、第1の放射素子と第2の放射素子との間に生じる寄生容量の大きさを、他の場所に導体片を設けた場合と比較して、より効果的に変化させることができる。したがって、アンテナ特性の調整が容易なダイポールアンテナを実現することができる。

## 【0172】

なお、本発明に係るダイポールアンテナは、上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙に配置された導体片、及び、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間隙に配置された導体片の両方を備えていてもよいし、何れか一方のみを備えていてもよい。

## 【0173】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙、又は、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間隙の少なくとも一部を、誘電体シートを介して覆う導体片を更に備えていることが好ましい。

## 【0174】

上記の構成によれば、第1の放射素子及び第2の放射素子の形状を変更することなく、第1の放射素子と第2の放射素子との間に生じる寄生容量の大きさを、他の場所に導体片を設けた場合と比較して、より効果的に変化させることができる。したがって、アンテナ特性の調整が容易なダイポールアンテナを実現することができる。

## 【0175】

なお、本発明に係るダイポールアンテナは、上記第2の屈曲部と上記第1の幅広部との間隙の少なくとも一部を覆う導体片、及び、上記第1の屈曲部と上記第2の幅広部との間

10

20

30

40

50

隙の少なくとも一部を覆う導体片の両方を備えていてもよいし、何れか一方のみを備えていてもよい。

【0176】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の幅広部は、上記第1の方向に平行な長辺を有する長方形に形成されており、上記第2の幅広部は、上記第1の方向に垂直な長辺を有する長方形に形成されていることが好ましい。

【0177】

上記の構成によれば、上記第2の幅広部が上記第1の方向に垂直な長辺を有する長方形に形成されている場合と比較して、上記第1の方向及びその逆方向のサイズを小さくすることができる。また、上記の構成によれば、当該ダイポールアンテナが全体としてL字状になるので、L字状のスペースを有する小型無線装置等への搭載が容易になる。

10

【0178】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の幅広部及び上記第2の幅広部は、それぞれ、上記第1の方向に平行な長辺を有する長方形に形成されていることが好ましい。

【0179】

上記の構成によれば、上記第2の幅広部が上記第1の方向に垂直な長辺を有する長方形に形成されている場合と比較して、上記第1の方向に垂直な方向及びその逆方向のサイズを小さくすることができる。また、上記の構成によれば、当該ダイポールアンテナが全体としてI字状になるので、I字状のスペースを有する小型無線装置等への搭載が容易になる。

20

【0180】

本発明に係るダイポールアンテナは、第1の放射素子と第2の放射素子とを備えたダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子は、給電点から第1の方向に伸びる第1の直線部と、第1の屈曲部を介して上記第1の直線部の上記給電点側とは反対側に連結され、上記第1の屈曲部から上記第1の方向と逆方向に伸びる第2の直線部とを有しており、上記第2の放射素子は、上記給電点から上記第1の方向と逆方向に伸びる第3の直線部と、第2の屈曲部を介して上記第3の直線部の上記給電点側とは反対側に連結され、上記第2の屈曲部から上記第1の方向に伸びる第4の直線部とを有していることを特徴としている。

30

【0181】

上記の構成によれば、第2共振周波数において第1の放射素子及び第2の放射素子を通る電流の方向を一様化することができる。これにより、第2共振周波数を低周波側にシフトさせ、第2共振周波数における放射パターンを単峰化することができる。

【0182】

ここで、第2共振周波数における放射パターンの単峰化は、第2共振周波数が放射利得を極大化する周波数よりも低周波側にシフトしていること、すなわち、第1共振周波数と第2共振周波数との間で放射利得の急峻な低下が生じないことを意味する。このため、従来の構成では放射利得の急峻な低下によって動作帯域とすることができなかつた第2共振周波数近傍の帯域を、放射利得に課された動作条件を充足する動作帯域とすることができ

40

【0183】

更に、第2共振周波数が低周波側にシフトすると、第1共振周波数と第2共振周波数とが接近し、入力反射係数が第1共振周波数と第2共振周波数との間の帯域全体に渡って低下する。しかも、上述したように第1共振周波数と第2共振周波数との間で放射利得が急峻に低下することがないので、入力反射係数に課される動作条件によっては、第1共振周波数と第2共振周波数 $f_2$ との間の帯域全体を動作帯域とすることができる。

【0184】

すなわち、従来のダイポールアンテナにおいては動作帯域とすることができなかつた第2共振周波数近傍を新たに動作帯域とすることによって、動作帯域の拡大を図ることができる

50

という効果を奏する。

【0185】

併せて、第1の放射素子及び第2の放射素子を上記のように構成したことにより、全長が同じ従来のダイポールアンテナよりもコンパクトになるという効果を奏する。

【0186】

なお、「第1の方向」における「方向」とは、向き付けられた方向のことを指す。すなわち、例えば、北を第1の方向とすれば、南は第1の方向ではなく、第1の方向の逆方向となる。

【0187】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第2の直線部の長さ及び上記第4の直線部の長さは、それぞれ、上記第1の直線部の長さと同じ長さの和より大きいことが好ましい。

10

【0188】

第1共振周波数においては、第1の放射素子及び第2の放射素子を通る電流の方向が、非一様化されるため、第1共振周波数近傍における放射利得が低下する可能性がある。これは、第2の直線部及び第4の直線部から放射される電磁波の一部が、第1の直線部及び第3の直線部から放射される電磁波によって打ち消されるためである。

【0189】

しかしながら、上記の構成によれば、第2の直線部及び第4の直線部から放射される電磁波が第1の直線部及び第3の直線部から放射される電磁波によって打ち消される割合を低減することができる。このため、第1共振周波数近傍において生じ得る放射利得 $G_0$ の低下を抑制することができるという更なる効果を奏する。

20

【0190】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側で終端されており、上記第2の放射素子は、上記第4の直線部の上記第2の屈曲部側とは反対側で終端されていることが好ましい。

【0191】

上記の構成によれば、第1の放射素子及び第2の放射素子の形状を規定するために必要なパラメータの数が少ないため、数値シミュレーション等を用いて所望の特性が得られるように第1の放射素子及び第2の放射素子を設計することが容易であるという更なる効果を奏する。

30

【0192】

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第2の直線部の長さに対する上記第1の直線部の長さの比、及び、上記第4の直線部の長さに対する上記第3の直線部の長さの比が0.05以上0.3以下であることが好ましい。

【0193】

上記の構成によれば、上記比を0.05以上にしたことにより、十分に広い動作帯域を得ることができ、同時に、上記比を0.3以下にしたことにより、十分に高い放射利得を得ることができるという更なる効果を奏する。

【0194】

40

本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子及び上記第2の放射素子は、少なくとも一部分がメアング化されたメアング部を更に有していることが好ましい。

【0195】

上記の構成によれば、同じ動作帯域を有するダイポールアンテナを、よりコンパクトに実現することができるという更なる効果を奏する。

【0196】

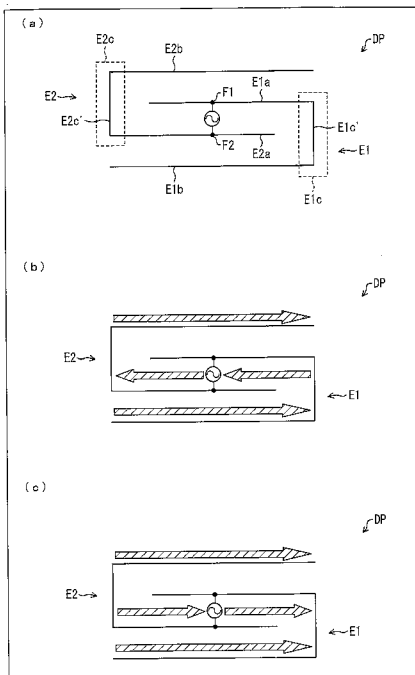
本発明に係るダイポールアンテナにおいて、上記第1の放射素子は、上記第2の直線部の上記第1の屈曲部側とは反対側から上記第1の方向と逆方向に伸びる、少なくとも一部分がメアング化された第1のメアング部を更に有しており、上記第2の放射素子は、上記

50

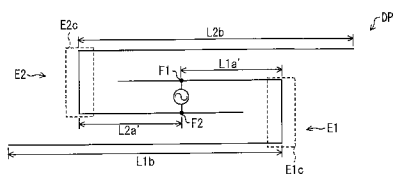


E 2 , 1 2 , 2 2 , E 2 2 , 3 2 , 4 2      放射素子 ( 第 2 の放射素子 )  
 E 2 a , 1 2 a , 2 2 a , E 2 2 a , 3 2 a , 4 2 a      直線部 ( 第 3 の直線部 )  
 E 2 b , 1 2 b , 2 2 b , E 2 2 b , 3 2 b , 4 2 b      直線部 ( 第 4 の直線部 )  
 E 2 c , 1 2 c , 2 2 c , E 2 2 c , 3 2 c , 4 2 c      屈曲部 ( 第 2 の屈曲部 )  
 F , F 1 , F 2 、 1 1 e 、 1 2 e 、 2 1 e 、 2 2 e , 3 3 , 4 3      給電点

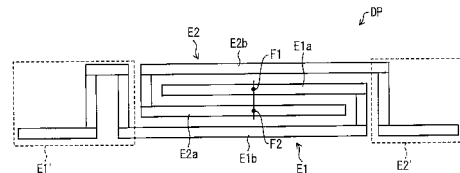
【 図 1 】



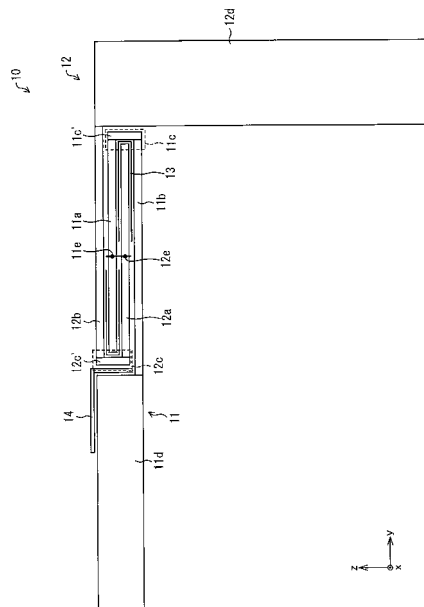
【 図 2 】



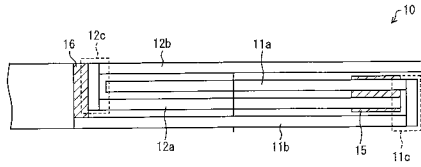
【 図 3 】



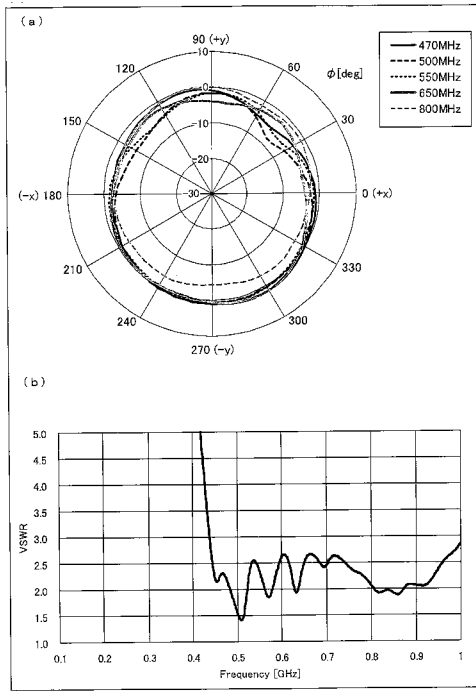
【 図 4 】



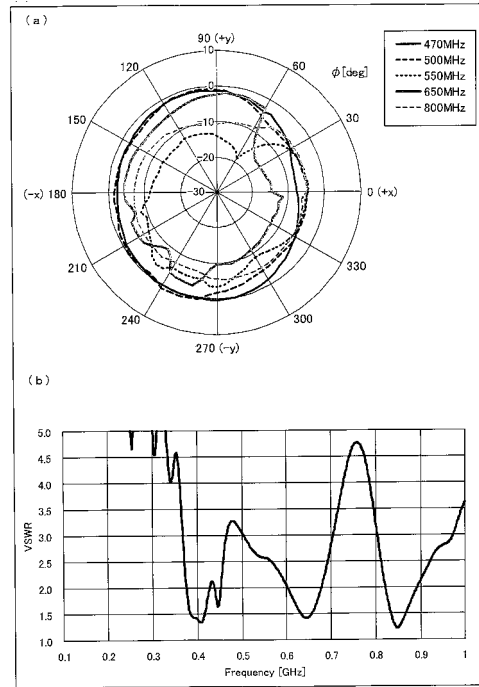
【 5 】



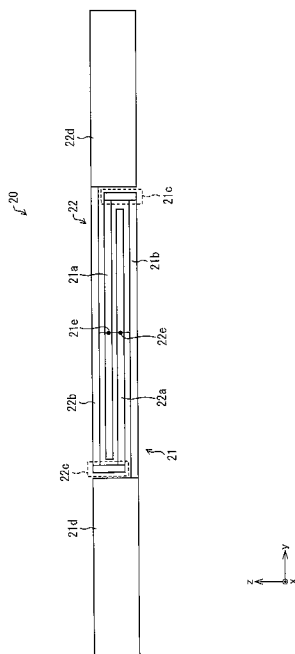
【 6 】



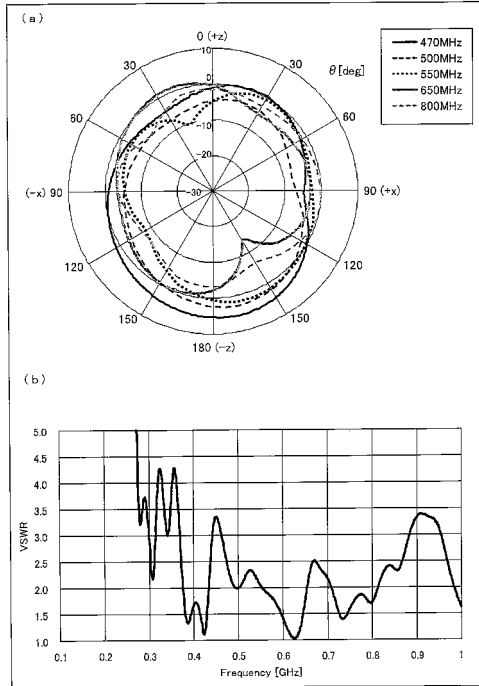
【 7 】



【 8 】

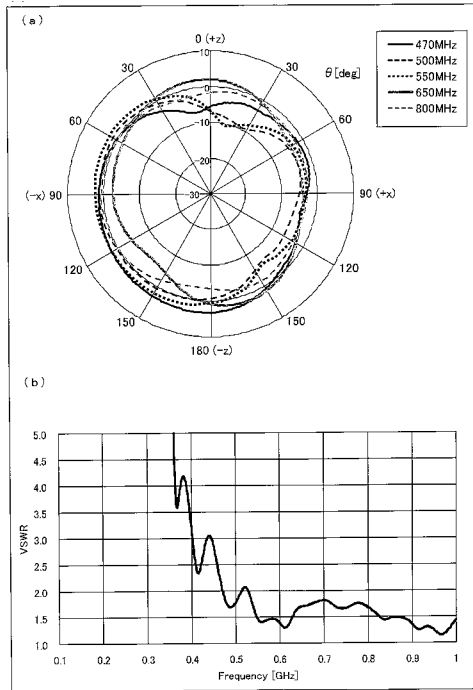


【 9 】

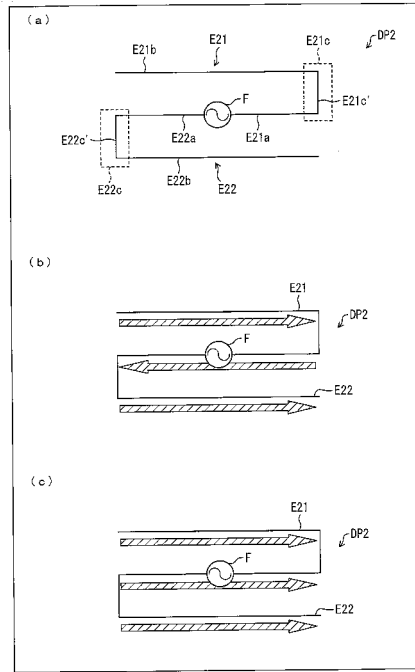




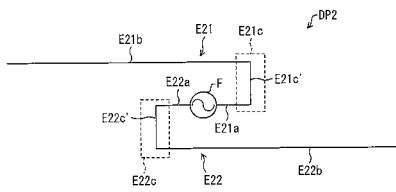
【図10】



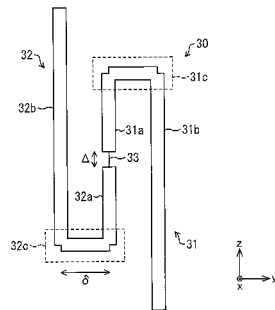
【図11】



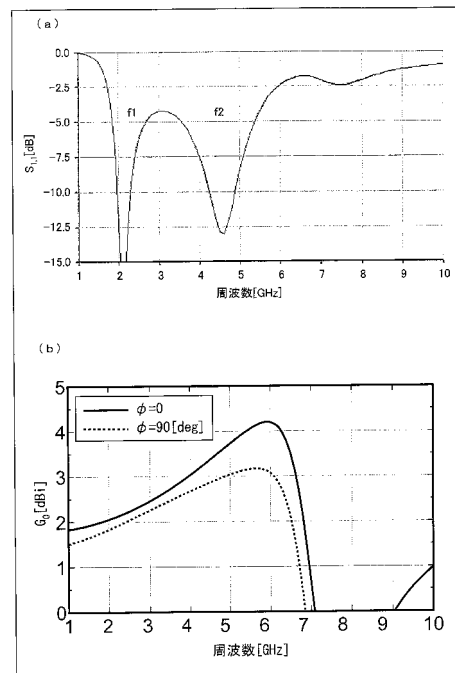
【図12】



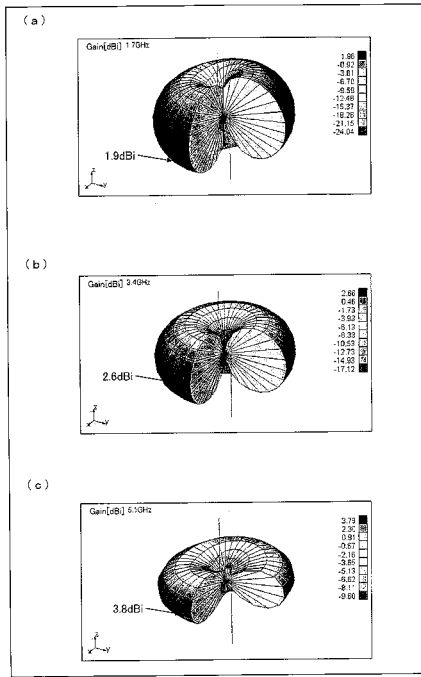
【図13】



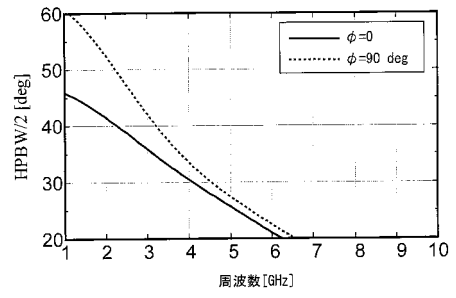
【図14】



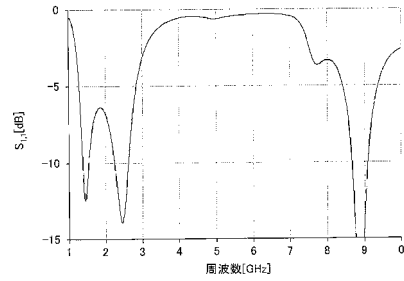
【図15】



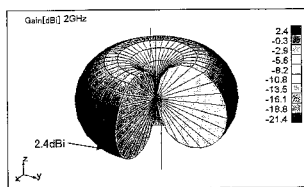
【図16】



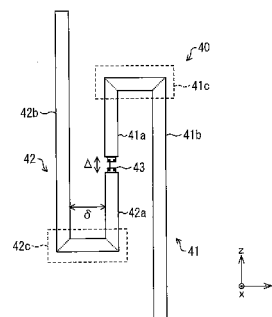
【図17】



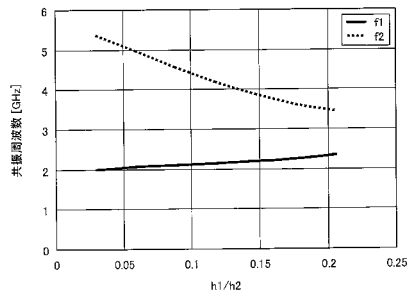
【図18】



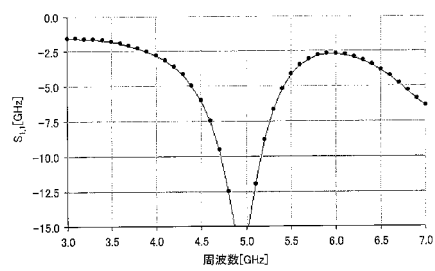
【図21】



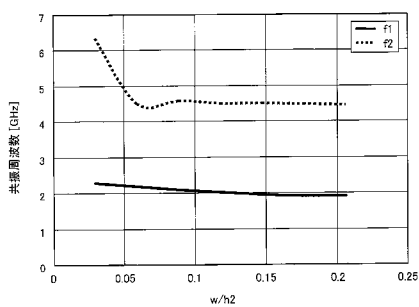
【図19】



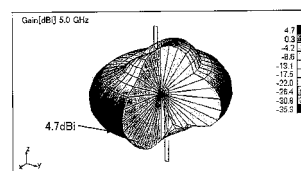
【図22】



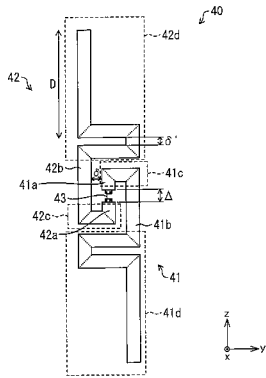
【図20】



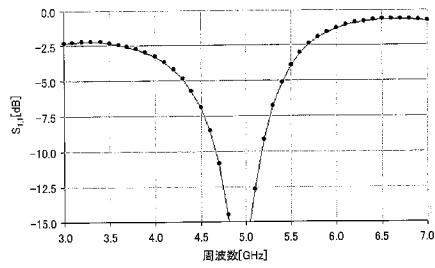
【図23】



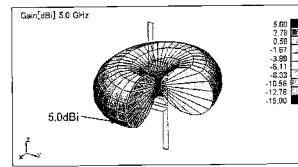
【 図 2 4 】



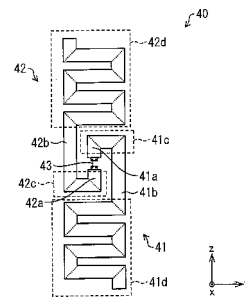
【 図 2 5 】



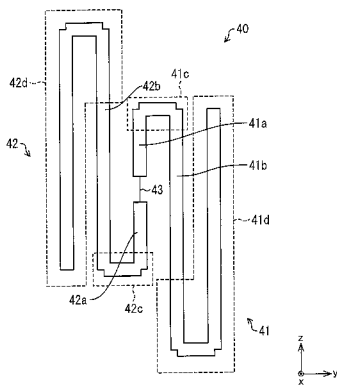
【 図 2 6 】



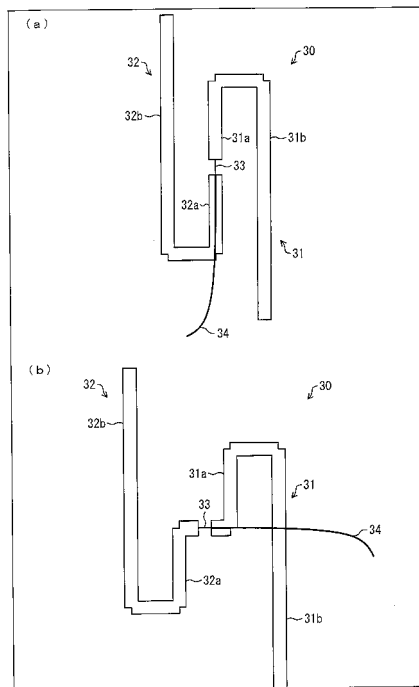
【 図 2 7 】



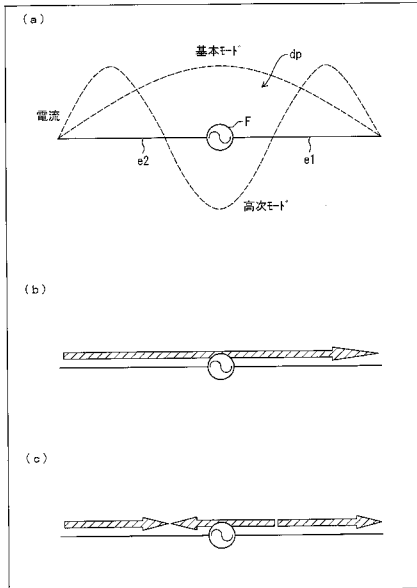
【 図 2 8 】



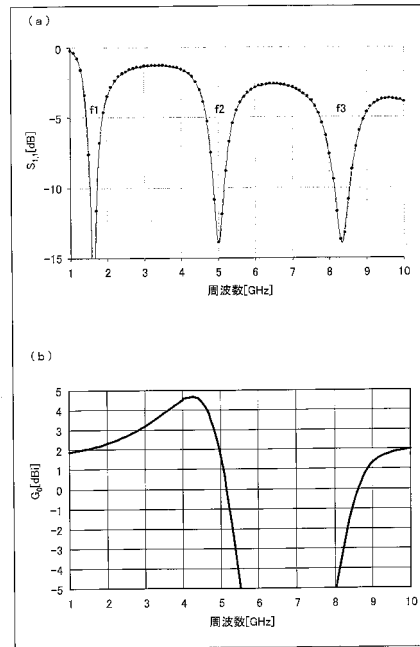
【 図 2 9 】



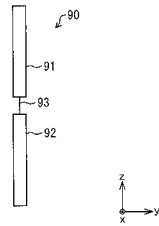
【図30】



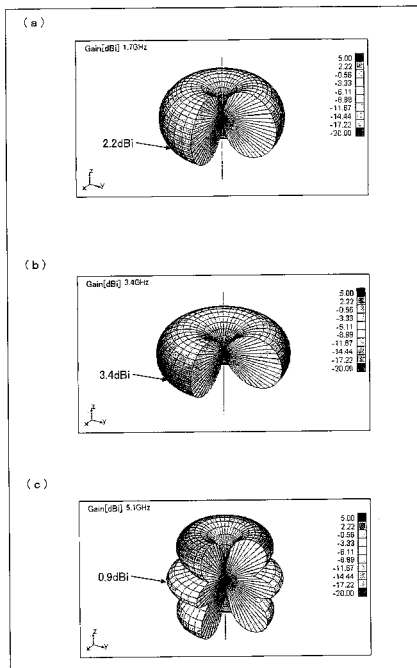
【図32】



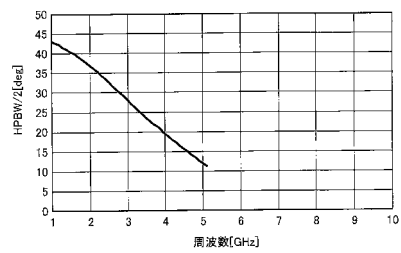
【図31】



【図33】



【図34】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-116300(JP,A)  
米国特許出願公開第2009/0128440(US,A1)  
特開2002-280817(JP,A)  
特開平07-131231(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01Q 9/26  
H01Q 5/01