

(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



(10) 国際公開番号

WO 2009/139143 A1

(43) 国際公開日

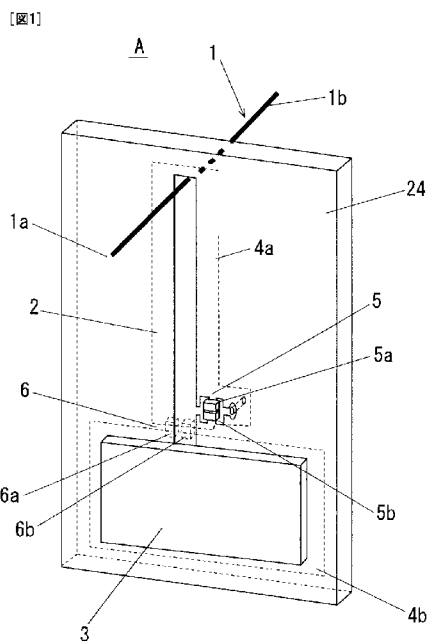
2009年11月19日(19.11.2009)

PCT

- (51) 国際特許分類:
H01Q 5/01 (2006.01) H01Q 9/30 (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01) H01Q 21/28 (2006.01)
H01Q 9/16 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/002048
 - (22) 国際出願日: 2009年5月11日(11.05.2009)
 - (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 2008-124318 2008年5月12日(12.05.2008) JP
特願 2008-161338 2008年6月20日(20.06.2008) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (Panasonic Corporation) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 馬場潤寧 (BABA, Junnei), 大塚正敏 (OOTSUKA, Masatoshi), 芦塚哲也 (ASHIZUKA, Tetsuya).
 - (74) 代理人: 小栗昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 栄光特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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: ANTENNA APPARATUS

(54) 発明の名称: アンテナ装置



(57) Abstract: Provided is an antenna apparatus for a wireless communication device internally provided with a dual-band wireless system and another wireless system, wherein interference caused by the antenna current is not generated when the high band of the dual-band wireless system is close to the band of the other wireless system, and the apparatus size can be reduced. A first switch (5) blocks the passage of the high-band (first frequency) signal and allows the low-band (second frequency) signal to pass. A second switch (6) blocks the passage of the low-band (second frequency) signal and allows the high-band (first frequency) signal to pass. Thus, the antenna operates as a dipole antenna in which the antenna current does not flow in the power feed line at the first frequency, and operates as a monopole antenna in which the radiation elements and the power feed lines constructing the dipole antenna become the radiation elements at the second frequency which is lower than the first frequency.

(57) 要約: デュアルバンド無線システムともう一つの無線システムとを内蔵する無線通信機器において、デュアルバンド無線システムのハイバンドがもう一つの無線システムの帯域とが近接する場合に、アンテナ電流による干渉を発生させず、かつ小型化が可能なアンテナ装置を得ること。第1のスイッチ5は、ハイバンド(第1の周波数)の信号の通過を阻止し、ローバンド(第2の周波数)の信号を通過させる。第2のスイッチ6は、ローバンド(第2の周波数)の信号の通過を阻止し、ハイバンド(第1の周波数)の信号を通過させる。これによって、第1の周波数では給電線にアンテナ電流が流れないダイポールアンテナとして動作し、第1の周波数よりも低い第2の周波数では、ダイポールアンテナを構成する放射エレメントと給電線とが放射エレメントとなるモノポールアンテナとして動作する。

WO 2009/139143 A1

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナ装置に関し、特に、デュアルバンド無線システムともう一つの無線システムとを内蔵する無線通信機器において、デュアルバンド無線システムで用いるアンテナ装置に関するものである。

また、本発明は、複数の無線装置を搭載した通信機器で用いられるアンテナ装置に関し、特にアンテナ間アイソレーションを必要とする通信機器で用いるのに好適なアンテナ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年では、携帯電話に代表されるように、ハイバンドとローバンドの2つの周波数帯域を用いるデュアルバンドの無線システムを扱える無線通信機器が多くなってきている。また、これらの無線通信機器の中には、利便性を高めるため、無線LANなど、もう一つの無線システムを内蔵させた無線通信機器も登場してきている。

[0003] この例として、900MHz帯と1800MHz帯を使うデュアルバンドのGSM携帯電話と、DECTコードレス電話とを組み合わせた無線通信機器が挙げられる。DECTコードレス電話のアクセス回線をGSM携帯電話にすると、電話回線のない場所でもDECTコードレス電話が使えるようになり、利便性が向上する。

[0004] しかし、一つの無線通信機器の中に、デュアルバンドの無線システムと、もう一つの無線システムとを内蔵させた場合、その組み合わせによっては、基板を流れるアンテナ電流による結合が発生し、干渉によって安定した通信ができなくなることが起こる。

[0005] 上記の例で言えば、GSMの1800MHz帯（1710～1880MHz）が、DECT帯域（1880～1900MHz）と隣接するために、アンテナをモノポールアンテナにした場合、基板に流れるアンテナ電流によっ

て干渉が生じ、安定した通信ができなくなる。

- [0006] 周波数が近接した無線システムを組み合わせた場合、基板に流れるアンテナ電流による干渉を回避するには、基板にアンテナ電流が流れないダイポールアンテナが有効であり、従来から用いられている。
- [0007] そこで、上記に示したGSM携帯電話を内蔵したDECTコードレス電話を可能にする無線通信機器のデュアルバンドアンテナにダイポールアンテナを使用するとした場合、従来技術では、例えば図10に示す構成が考えられる。
- [0008] 図10は、従来のデュアルバンドアンテナを用いた無線通信機器の構成例を示す図である。図10において、40は、基板である。基板40の板面に平行で、左右の側端に直交する方向が水平線方向である。つまり、水平面は、基板40の板面に垂直で、基板40の上下にある側端に平行な面である。また、基板40の板面に平行で、上下の側端に直交する方向がいわゆる鉛直線方向である。つまり、鉛直面は、基板40の板面に垂直で、基板40の左右にある側端に平行な面である。
- [0009] さて、基板40の板面には、左方側にGSM携帯電話の無線回路が配置され、右方側にDECTコードレス電話の無線回路が配置されている。それらの配置領域には、グランド導体39が設けられ、必要な接続がなされている。
- [0010] GSM携帯電話の無線回路は、基板40の板面を貫通する形で設けられるデュアルバンドのダイポールアンテナ33と、GSM信号の送受信を行うGSMモジュール35とをマイクロストリップ線路の給電線34で接続した構成である。ダイポールアンテナ33は、放射エレメント31の途中に、コンデンサとコイルの並列共振回路からなるトラップ32を入れた構成である。なお、ダイポールアンテナにおいて、放射エレメント中にトラップを挿入したデュアルバンド化は、一般に採用される手法である。
- [0011] DECTコードレス電話の無線回路は、基板40の板面を貫通する形で設けられるシングルバンドのダイポールアンテナ36と、DECT信号の送受

信を行うDECTモジュール38とをマイクロストリップ線路の給電線37で接続した構成である。

[0012] そして、ダイポールアンテナ33とダイポールアンテナ36とは、水平面内の指向性を考慮し、また放射波による結合回避も考慮し、鉛直面に対して45度傾け、また互いに直交するように放射エレメントを配置している。

[0013] ダイポールアンテナでは、電流が放射エレメントにのみ流れるのに対し、モノポールアンテナでは、グランド導体にも放射エレメントを流れる電流と対になる電流が流れることは知られている。したがって、図10に示す構成によれば、GSMモジュールに接続されるアンテナにも、DECTモジュールに接続されるアンテナにもダイポールアンテナを用いることで、互いのアンテナ電流がグランド導体に流れず、干渉を起こさず安定した通信を行うことが可能となる。

[0014] また、近年の無線通信では、異なる無線システム間において非常に近接した周波数帯を使う場合が多くなってきている。そのため、2つの無線システムを組み合わせるとして利便性の高い通信機器を構成しても、無線システムの組み合わせによっては互いに干渉を受け、安定した通信ができない場合が発生するという問題が起こる。

[0015] 例えば、携帯電話の規格として、GSM (Global System for Mobile Communications) があり、コードレス電話の規格として、DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications) がある。DECTは、宅内まで届いている公衆回線網に親機を接続しコードレス電話として使用する規格である。この場合、DECTで使用する親機にGSM送受信部を設けてGSMを利用可能とし、DECTで使用する親機を公衆回線網に接続できるようにすれば、電話回線がない場所や公衆回線網が未整備のエリアでもコードレス電話を使用することができ、ユーザの利便性が高まる。

[0016] ところが、GSMの使用バンドの1つであるDCS1800は、1710MHzから1880MHzの周波数帯が割り当てられている。一方、DEC

Tは、1880MHzから1900MHzの周波数帯が割り当てられている。つまり、GSMを用いてDECT親機を公衆回線網に接続する構成とした場合、DCS1800とDECTとは帯域が隣接しているため、DECT親機のGSM送受信部は、GSM基地局からの信号を受信する際に、DECT親機自体の送信信号も受信してしまい、また、逆にDECT親機がDECT子機から信号を受信する際に、DECT親機のGSM送受信部は、GSM基地局へ向けて送信する信号も受信してしまい、互いに安定した通信ができなくなるという問題が発生する。

[0017] したがって、近接した周波数帯を使用する複数の無線システムを組み合わせた通信機器では、所望の信号を受信する際に、他方の無線システムの送信信号の干渉を避けるため、それぞれの無線装置において複数のアンテナ間のアイソレーションが重要になっている。一方、近年では、無線装置の小型化に伴って、搭載する複数のアンテナの間隔を十分に離せなくなっているため、限られた空間内でアンテナ間のアイソレーションをどのようにして確保するかという新たな課題も生じている。

[0018] 限られた空間内でアンテナ間のアイソレーションを確保する方策を施したアンテナ装置として、例えば（特許文献1）に開示されたものが知られている。この（特許文献1）では、同一の筐体内に收容される2つの無線装置がそれぞれモノポールアンテナを用いる場合であるが、片方のアンテナ近傍に導体を配置し、その導体に他方のアンテナのアンテナ電流を導き、アンテナ電流による結合を減少させることで、アンテナ間のアイソレーションを確保できるアンテナ装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0019] 特許文献1：日本国特開2005-167821号公報

非特許文献

[0020] 非特許文献1：根日屋英之（著）、小川真紀（著）「ユビキタス時代のアンテナ設計」東京電機大学出版局、2005年9月30日（P133-134）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0021] ところで、ダイポールアンテナでは、電流分布の対称性が良好な指向性を得るために重要である。したがって、ハイバンド用アンテナをダイポールアンテナとした場合、トラップを用いてデュアルバンド化するには、両方の放射エレメントにトラップを接続して放射エレメントを継ぎ足し、ローバンド用のアンテナも対称な構造のダイポールアンテナとした方がよい。
- [0022] しかしながら、このような無線通信機器、特に室内で用いられることの多い無線通信機器では、小型化が求められており、デュアルバンドアンテナをダイポールアンテナにすると、ローバンドは放射エレメント長が長くなるため、小型化の点で不利となる。
- [0023] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、デュアルバンド無線システムともう一つの無線システムとを内蔵する無線通信機器において、デュアルバンド無線システムのハイバンドがもう一つの無線システムの帯域とが近接する場合に、アンテナ電流による干渉を発生させず、かつ小型化が可能なアンテナ装置を得ることを目的とする。
- [0024] ところで、民生用の通信機器で用いるアンテナの指向性に関しては、水平面内においてヌル点のないことが好ましい場合が多い。例えば、上記のGSMを公衆回線網へのアクセス回線に使用するDECTコードレス電話での例でも、水平面内においてヌル点のないことが好ましい。その理由は、GSM基地局の方向を考慮せずにDECT親機を設置することができ、また、DECT子機をDECT親機の周りで移動しながら使用できるためである。
- [0025] しかしながら、上記（特許文献1）に開示されるアンテナ装置では、導体が近接したアンテナでは、導体での反射によりヌル点が発生するなど指向性が乱れてしまう可能性がある。また、導体がグランドパターンに接続されている場合、そのグランドパターン経由で導体に流入した電流によっても電磁波が放射されるので、本来の放射波との干渉によりヌル点が発生するなど、同様に指向性が乱れてしまう可能性がある。

[0026] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、近接する周波数帯を使用する2つの無線装置を搭載した通信機器において、2つの無線装置のアンテナ間アイソレーションを確保し、かつ、水平面内において、ヌル点がなく全方位で送受信可能なアンテナ装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0027] 以下の実施の形態で説明するアンテナ装置は、第1の周波数の $1/4$ 波長の長さを有する第1の放射エレメントおよび第2の放射エレメントで構成されるダイポールアンテナと、高周波信号の通信を行う高周波回路と、前記高周波回路に対応するグラウンド導体と前記ダイポールアンテナと前記高周波回路及び前記グラウンド回路を接続し、前記第1の放射エレメントの長さ、および前記第2の放射エレメントの長さとの総和が第2の周波数の $1/4$ になる長さを有する信号導体と、前記第1の周波数の信号の通過を阻止し、前記第2の周波数の信号を通過させる第1のスイッチと、前記第1の周波数の信号を通過させ、前記第2の周波数の信号の通過を阻止する第2のスイッチと、を備える。

また、以下の実施の形態で説明するアンテナ装置は、第1のダイポールアンテナと、第2のダイポールアンテナと、導体パターンが形成された基板と、前記基板の一方の側端側における前記導体パターンと前記第1及び第2のダイポールアンテナの各給電点との間をそれぞれ接続する第1及び第2の給電線とを備えたアンテナ装置であって、前記第1及び第2のダイポールアンテナの給電点は、それぞれ、前記基板の一方の側端側から外へ基板面を延長した同一面上に配置され、前記第1のダイポールアンテナの給電点に結合される第1の放射エレメントは、前記基板の一方の側端側における一端側において、前記第2のダイポールアンテナの給電点に結合される第2の放射エレメントは、前記基板の一方の側端側における他端側において、それぞれ、基板面と前記一方の側端とにそれぞれ直交する垂直面内に配置され、かつ、互いの軸方向が直交する関係で対向して配置され、前記第1の放射エレメントの軸は、基板面に平行で前記一方の側端と直交する直線に対して0度よりも

大きく90度よりも小さい角度で傾くように配置されている。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、ダイポールアンテナと高周波回路とを接続する信号導体にスイッチを挿入して、第1の周波数では給電線にアンテナ電流が流れないダイポールアンテナとして動作し、第1の周波数よりも低い第2の周波数では、ダイポールアンテナを構成する放射エレメントと給電線とが放射エレメントとなるモノポールアンテナとして動作する。

また、本発明によれば、第1のダイポールアンテナと第2のダイポールアンテナとを、基板の一方の側端側から外へ基板面を延長した同一面上であって、基板面と前記一方の側端とにそれぞれ直交する垂直面内において、互いの軸方向が直交する関係で対向して配置し、かつ基板面に平行で前記一方の側端と直交する直線に対して0度よりも大きく90度よりも小さい角度で傾くように配置してあるので、アンテナ間アイソレーションを確保でき、かつ水平面（基板面に垂直で前記一方の側端に平行な面）内においてヌル点がなく全方位で電磁波の送受信を行うことができる。

[0029] これによって、デュアルバンド無線システムともう一つの無線システムとを内蔵し、デュアルバンド無線システムのハイバンドが、もう一つの無線システムの周波数と近接する無線通信機器でも、基板のグランド導体を流れるアンテナ電流による干渉がなく、かつ小型のアンテナ装置を得ることができるという効果を奏する。

また、これによって、使用周波数が近接した2つの無線システムを同時に使用した場合でも、無線システム間の干渉が発生せず、それぞれの無線システムで安定した通信を行うことが可能となるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]実施の形態1によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図2]実施の形態1における並列共振回路の周波数特性を示す図

[図3]実施の形態1におけるアンテナ装置の等価回路を示す図

[図4]マイクロスリップ線路と対応するグランド導体とに流れる電流と磁界の

関係を示す図

[図5] 同軸線路に流れる電流と磁界の関係を示す図

[図6] 実施の形態 2 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図7] 実施の形態 2 におけるアンテナ装置の等価回路を示す図

[図8] 実施の形態 3 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図9] 実施の形態 4 として、実施の形態 1 によるアンテナ装置の応用例を示す斜視

[図10] 従来のデュアルバンドアンテナを用いた無線通信機器の構成を示す図

[図11] 実施の形態 5 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図12] 図 1 1 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの配置態様を説明する外観図

[図13] 図 1 1 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの X-Z 面内指向性を示す特性図

[図14] 図 1 1 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの X-Y 面内指向性を示す特性図

[図15] 実施の形態 6 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図16] 実施の形態 7 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図17] 図 1 6 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの配置態様を説明する外観図

[図18] 一方のダイポールアンテナが他方のダイポールアンテナから直接波を受信した場合の影響を説明する図

[図19] 一方のダイポールアンテナが他方のダイポールアンテナから反射波を受信した場合の影響を説明する図

[図20] 実施の形態 5 によるアンテナ装置でのアイソレーション特性の測定結果を説明する図

[図21] 実施の形態 7 によるアンテナ装置でのアイソレーション特性の測定結果を説明する図

[図22] 直線部と螺旋部との受信エネルギーが相乗し合うアンテナ装置でのア

イソレーション特性の測定結果を説明する図

[図23]実施の形態8によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図24]図23に示すアンテナ装置を構成する2つのダイポールアンテナの配置態様及び動作を説明する図

[図25]実施の形態9によるアンテナ装置の構成を示す斜視図

[図26]実施の形態10として、図11に示すアンテナ装置を用いたDECTコードレス電話システムの構成図

発明を実施するための形態

[0031] 以下に図面を参照して、アンテナ装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。

[0032] (実施の形態1)

図1は、実施の形態1によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。図1において、24は、基板である。基板24の板面に平行で、左右の側端に直交する方向が水平線方向である。つまり、水平面は、基板24の板面に垂直で、基板24の上下にある側端に平行な面である。また、基板24の板面に平行で、上下の側端に直交する方向がいわゆる鉛直線方向である。つまり、鉛直面は、基板24の板面に垂直で、基板24の左右にある側端に平行な面である。

[0033] (アンテナ装置Aの構成)

図1に示すように、実施の形態1によるアンテナ装置Aは、基板24の一方端(図1では上方端)側に配置されるダイポールアンテナ1と、基板24の他方側(図1では下方側)に配置される高周波回路である高周波モジュール3と、それらの間を接続するマイクロストリップ線路(信号導体)を有する給電線2と、給電線2の高周波モジュール3側に配置される第1のスイッチ5および第2のスイッチ6とを備えている。

[0034] 給電線(信号導体)2および第1のスイッチ5の配置領域に対応した基板24の裏面にはグラウンド導体4aが設けられ、また、高周波モジュール3の配置領域に対応した基板24の裏面には、グラウンド導体4bが設けられてい

る。

- [0035] ダイポールアンテナ 1 は、基板 2 4 の表裏面を鉛直面内において貫通して対称に配置される第 1 および第 2 の放射エレメント 1 a, 1 b で構成される。第 1 および第 2 の放射エレメント 1 a, 1 b は、それぞれ、第 1 の周波数であるハイバンドの周波数 f_H の $\lambda/4$ (λ は波長) の長さを有している。
- [0036] 給電線 (信号導体) 2 は、鉛直線に沿って直線状に配置されている。給電線 (信号導体) 2 の上端は、ダイポールアンテナ 1 の給電点において第 1 の放射エレメント 1 a に接続され、下端は、高周波モジュール 3 に接続されている。
- [0037] 給電線 (信号導体) 2 に対応するグランド導体はグランド導体 4 a である。このグランド導体 4 a の上端は、ダイポールアンテナ 1 の給電点において第 2 の放射エレメント 1 b に接続され、下端は、グランド導体 4 b の上端と接触しない程度に近接した位置にある。
- [0038] 給電線 (信号導体) 2 と第 1 の放射エレメント 1 a とを合わせた全長、および給電線 (信号導体) 2 に対応するグランド導体 (グランド導体 4 a) と第 2 の放射エレメント 1 b とを合わせた全長は、それぞれ、第 2 の周波数であるローバンドの周波数 f_L ($f_H > f_L$) の $\lambda/4$ の長さになっている。
- [0039] 第 1 のスイッチ 5 は、給電線 (信号導体) 2 の高周波モジュール 3 側の端部において、給電線 (信号導体) 2 と対応するグランド導体 (グランド導体 4 a) との間に、並列に接続されるチップコンデンサ 5 a とチップコイル 5 b とで構成される。チップコンデンサ 5 a とチップコイル 5 b の並列回路は、並列共振回路を構成し、その共振周波数は、ハイバンドの周波数 f_H に設定されている。
- [0040] また、第 2 のスイッチ 6 は、給電線 2 のグランド導体 (グランド導体 4 a) の下端と高周波モジュール 3 のグランド導体 (グランド導体 4 b) の上端との間に、並列に接続されるチップコンデンサ 6 a とチップコイル 6 b とで構成される。チップコンデンサ 6 a とチップコイル 6 b の並列回路も並列共振回路を構成し、その共振周波数は、ローバンドの周波数 f_L に設定されてい

る。

[0041] (第1のスイッチ5、第2のスイッチ6の作用)

図2は、並列共振回路の周波数特性を示す図である。図2(a)は、共振周波数が周波数 f_H である場合の周波数特性を示し、図2(b)は、共振周波数が周波数 f_L である場合の周波数特性を示している。

[0042] 第1のスイッチ5を構成する並列共振回路は、共振周波数が周波数 f_H であるので、その周波数特性は、図2(a)に示すようになる。図2(a)では、インピーダンスの絶対値は、周波数 f_H では最大となり、周波数 f_L では最小になる。

[0043] したがって、第1のスイッチ5は、周波数 f_H では開放となってハイバンド(第1の周波数)の信号の通過を阻止し、周波数 f_L では短絡となってローバンド(第2の周波数)の信号を通過させる、いわゆるローパスフィルタとなる。

[0044] また、第2のスイッチ6を構成する並列共振回路は、共振周波数が周波数 f_L であるので、その周波数特性は、図2(b)に示すようになる。図2(b)では、インピーダンスの絶対値は、周波数 f_L では最大となり、周波数 f_H では最小になる。

[0045] したがって、第2のスイッチ6は、周波数 f_L では開放となってローバンド(第2の周波数)の信号の通過を阻止し、周波数 f_H では短絡となってハイバンド(第1の周波数)の信号を通過させる、いわゆるハイパスフィルタとなる。

[0046] (アンテナ装置Aの動作)

図3と図4を参照して説明する。なお、図3は、図1に示すアンテナ装置のデュアルバンドに対する等価回路(a)、周波数 f_H のハイバンドに対する等価回路(b)、周波数 f_L のローバンドに対する等価回路(c)を示す図である。図4は、マイクロスリップ線路と対応するグラウンド導体とに流れる電流と磁界の関係を示す図である。

[0047] 図3(a)に示すように、アンテナ装置Aは、デュアルバンドに対しては

、給電線（信号導体）2の高周波モジュール3との接続側において、第1のスイッチ5が給電線（信号導体）2と対応するグランド導体（グランド導体4 a）との間に設けられ、第2のスイッチ6がグランド導体4 aとグランド導体4 bとの間に設けられる構成となる。

[0048] 周波数 f_H のハイバンドにおいては、第1のスイッチ5は、開放となり、第2のスイッチ6は、短絡となるので、アンテナ装置Aは、ハイバンドに対しては、図3（b）に示すように、第1の放射エレメント1 aは、給電線（信号導体）2から高周波モジュール3の励振電流が供給され、一方、第2の放射エレメント1 bは、グランド導体4 aを介してグランド導体4 bに接続される構成となる。

[0049] 第1および第2の放射エレメント1 a, 1 bは、それぞれ長さが周波数 f_H の $\lambda/4$ であるので、定在波の電流分布7は、図3（b）に示すように、中央の給電点で最大となり、第1および第2の放射エレメント1 a, 1 bの両端でゼロとなる。したがって、ダイポールアンテナ1は、半波長ダイポールアンテナとして動作することになる。つまり、アンテナ装置Aは、周波数 f_H のハイバンドに対しては、ダイポールアンテナ1に給電線が接続されたアンテナ装置として動作する。

[0050] 一方、周波数 f_L のローバンドにおいては、第1のスイッチ5は、短絡となり、第2のスイッチ6は、開放となるので、アンテナ装置Aは、ローバンドに対しては、図3（c）に示すように、第2の放射エレメント1 bが接続されるグランド導体4 aは、第1の放射エレメント1 aが接続される給電線（信号導体）2とともに高周波モジュール3に接続される構成となる。この場合、給電線（信号導体）2の長さに対応するグランド導体（グランド導体4 a）の長さとは等しくなる。

[0051] この図3（c）に示す構成では、高周波モジュール3の励振電流9が、短絡状態にある第1のスイッチ5にて、給電線（信号導体）2側の電流10 aと、対応するグランド導体（グランド導体4 a）側の電流10 bとに分配される。そして、電流10 aは第1の放射エレメント1 aを流れる電流11 a

となり、電流 I_{0b} は第 2 の放射エレメント 1 b を流れる電流 I_{1b} となる。

[0052] しかし、第 1 の放射エレメント 1 a と第 2 の放射エレメント 1 b は、 180 度逆向きであるので、電流 I_{1a} 、 I_{1b} によって発生する電磁波は互いに打ち消し合う。つまり、第 1 および第 2 の放射エレメント 1 a、1 b から電磁波は放射されない。

[0053] また、電流 I_{0a} と電流 I_{0b} とは、同相であるので、図 4 に示すように、それぞれの電流によって生じる磁界 1 2 は、給電線（信号導体）2 と対応するグランド導体（グランド導体 4 a）との間では打ち消し合い、両導体の外側では強め合うので、給電線（信号導体）2 と対応するグランド導体（グランド導体 4 a）から電磁波が放射される。この場合に、給電線（信号導体）2 と対応するグランド導体（グランド導体 4 a）にて発生する電磁波は、モノポールアンテナから放射される電磁波と等しくなる。

[0054] そして、第 1 の放射エレメント 1 a と給電線（信号導体）2 とを合わせた長さ、および第 2 の放射エレメント 1 b と給電線（信号導体）2 に対応するグランド導体（4 a）とを合わせた長さは、ともに、ローバンドの周波数 f_L の $\lambda/4$ であるので、図 3（c）に示すように、両者においてそれぞれ発生する定在波の電流分布 8 a、8 b は、第 1 および第 2 の放射エレメント 1 a、1 b の両端ゼロとなり、給電線（信号導体）2 および対応するグランド導体（4 a）の下端部で最大となる。つまり、第 1 および第 2 の放射エレメント 1 a、1 b と、給電線（信号導体）2 および対応するグランド導体（4 a）との全体がモノポールアンテナとして動作する。つまり、アンテナ装置 A は、周波数 f_L のローバンドに対しては、給電線（信号導体）2 および対応するグランド導体（4 a）を流れる電流 I_{0a} 、 I_{0b} によって電磁波の送受信を行うモノポールアンテナを有するアンテナ装置として動作する。

[0055] 以上のように、実施の形態 1 によれば、周波数 f_H のハイバンドに対してはダイポールアンテナとして動作し、周波数 f_L のローバンドに対してはモノポールアンテナとして動作するアンテナ装置が得られる。

- [0056] 図3(b)に示すように、アンテナ装置Aは、ダイポールアンテナとして動作する周波数 f_H のハイバンドでは、給電線(信号導体)2と対応するグラウンド導体(グラウンド導体4a)とを流れる電流は、互い逆相である。
- [0057] したがって、アンテナ装置Aを適用したデュアルバンド無線システムのハイバンドが、内蔵するもう一つの無線システムの周波数とが近接する場合でも、グラウンド導体を流れるアンテナ電流による結合を防ぐことができる。
- [0058] また、アンテナ電流が干渉に関係ないローバンドではモノポールアンテナとなるので、アンテナ装置Aの小型化が図れる。
- [0059] そして、第1および第2のスイッチ5, 6は、給電線(信号導体)2および対応するグラウンド導体(グラウンド導体4a)の高周波モジュール3側に配置したので、無給電素子となる部分がなく、無給電素子の干渉をなくすことができる。この措置は、給電線(信号導体)2および対応するグラウンド導体(グラウンド導体4a)の長さが $\lambda/4$ となる周波数が、ローバンドの周波数 f_L から大きく離れており、無給電素子による広帯域化ができない場合に有効である。
- [0060] また、図1に示すように、給電線(信号導体)2を直線状に配置してあるので、ローバンドの周波数 f_L で動作するモノポールアンテナにおいて、送受信の効率を高めることができる。
- [0061] 加えて、給電線の信号導体をマイクロスリップ線路で構成すると、第1および第2のスイッチ5, 6を実装するグラウンド導体4aをマイクロスリップ線路と一体的に成形できるので、第1および第2のスイッチ5, 6を安価なチップコンデンサ、チップコイルで構成できて低コスト化が図れるとともに、第1および第2のスイッチ5, 6実装の容易化が図れる。
- [0062] なお、実施の形態1では、給電線にマイクロスリップ線路を用いる場合を説明したが、給電線を同軸線路で構成することができる。図5は、同軸線路に流れる電流と磁界の関係を示す図である。
- [0063] 給電線を同軸ケーブルにした場合は、図5に示すように、ローバンドの周波数 f_L において、同軸ケーブル13の中心導体13aに流れる電流14aに

よって生じる磁界 15 a と、同軸ケーブルの外部導体 13 b を流れる電流 14 b によって生じる磁界 15 b とが同心円状に広がるので、同軸ケーブル 13 から放射される電磁波の指向性は、放射エレメントが 1 本のモノポールアンテナと同等で、より真円に近い指向性を得ることができる。

[0064] (実施の形態 2)

図 6 は、実施の形態 2 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。なお、図 6 では、図 1 (実施の形態 1) に示した構成要素と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、この実施の形態 2 に関わる部分を中心に説明する。

[0065] (実施の形態 2 によるアンテナ装置 B に特徴的な構成)

図 6 に示すように、この実施の形態 2 によるアンテナ装置 B は、図 1 (実施の形態 1) に示した構成において、第 1 および第 2 のスイッチ 5, 6 に代えて、第 1 および第 2 のスイッチ 20, 21 をダイポールアンテナ 1 側に配置してある。

[0066] これに伴い、基板 24 の裏面に形成されるグランド導体 4 a, 4 b も変更されている。すなわち、グランド導体 4 a は、給電線 (信号導体) 2 のダイポールアンテナ 1 との接続端部の周辺に形成され、グランド導体 4 a は、給電線 (信号導体) 2 の大部分と高周波モジュール 3 とに対応する領域に形成されている。

[0067] 第 1 のスイッチ 20 は、給電線 (信号導体) 2 のダイポールアンテナ 1 との接続端部において、給電線 (信号導体) 2 と対応するグランド導体 (グランド導体 4 a) との間に、並列に接続されるチップコンデンサ 20 a とチップコイル 20 b とで構成される。チップコンデンサ 20 a とチップコイル 20 b の並列回路は、並列共振回路を構成し、その共振周波数は、ハイバンドの周波数 f_H に設定されている。

[0068] また、第 2 のスイッチ 21 は、給電線 2 のグランド導体 (グランド導体 4 a) の下端と高周波モジュール 3 のグランド導体 (グランド導体 4 b) の上端との間に、並列に接続されるチップコンデンサ 6 a とチップコイル 6 b と

で構成される。チップコンデンサ6 aとチップコイル6 bの並列回路も並列共振回路を構成し、その共振周波数は、周波数 f_L に設定されている。

[0069] 第1のスイッチ20を構成する並列共振回路は、共振周波数がハイバンドの周波数 f_H に設定されているので、インピーダンスの絶対値は周波数 f_H で大きく、周波数 f_L では小さくなる。したがって、実施の形態1と同様に、第1のスイッチ20は、周波数 f_H では開放となり、周波数 f_L では短絡となってハイバンド（第1の周波数）の信号の通過を阻止し、周波数 f_L では短絡となってローバンド（第2の周波数）の信号を通過させる、いわゆるローパスフィルタとなる。

[0070] また、第2のスイッチ21を構成する並列共振回路は、共振周波数がローバンドの周波数 f_L に設定されているので、インピーダンスの絶対値は周波数 f_L で大きく、周波数 f_H では小さくなる。したがって、実施の形態1と同様に、第2のスイッチ21は、周波数 f_L では開放となり、周波数 f_H では短絡となってローバンド（第2の周波数）の信号の通過を阻止し、周波数 f_H では短絡となってハイバンド（第1の周波数）の信号を通過させる、いわゆるハイパスフィルタとなる。

[0071] （アンテナ装置Bの動作）

図7を参照して説明する。図7は、図6に示すアンテナ装置のデュアルバンドに対する等価回路（a）、周波数 f_H のハイバンドに対する等価回路（b）、周波数 f_L のローバンドに対する等価回路（c）を示す図である。

[0072] 図7（a）に示すように、アンテナ装置Bは、デュアルバンドに対しては、給電線（信号導体）2のダイポールアンテナ1との接続側において、第1のスイッチ20が給電線（信号導体）2と対応するグランド導体（グランド導体4 a）との間に設けられ、第2のスイッチ21がグランド導体4 aとグランド導体4 bとの間に設けられる構成となる。

[0073] 周波数 f_H のハイバンドにおいては、第1のスイッチ20は、開放となり、第2のスイッチ21は、短絡となるので、アンテナ装置Bは、ハイバンドに対しては図7（b）に示すように、第1の放射エレメント1 aは、給電線（

信号導体) 2から高周波モジュール3の励振電流が供給され、一方、第2の放射エレメント1 bは、ほぼグランド導体4 bに接続される構成となる。

[0074] 第1および第2の放射エレメント1 a, 1 bは、それぞれ長さが周波数 f_H の $\lambda/4$ であるので、実施の形態1にて説明したように、アンテナ装置Bは、ハイバンドの周波数 f_H に対しては、ダイポールアンテナ1に給電線が接続されたアンテナ装置として動作する。

[0075] 一方、周波数 f_L のローバンドにおいては、第1のスイッチ20は、短絡となり、第2のスイッチ21は、開放となるので、アンテナ装置Bは、ローバンドに対しては、図7(c)に示すように、第2の放射エレメント1 bは給電点近傍において第1の放射エレメント1 aと接続されるので、第2の放射エレメント1 bは第1の放射エレメント1 aとともに、給電線(信号導体)2と高周波モジュール3に接続される構成となる。この場合、給電線(信号導体)2の長さに対応するグランド導体(グランド導体4 b)の長さとは等しくなる。

[0076] この図7(c)に示す構成では、高周波モジュール3の励振電流22が、給電線(信号導体)2を通過してダイポールアンテナ1の給電点近傍に至り、そこで短絡状態にある第1のスイッチ5にて、第1の放射エレメント1 a側と第2の放射エレメント1 b側とに分流されるので、第1の放射エレメント1 aでは電流23 aが流れ、第2の放射エレメント1 bでは電流23 bが流れる。

[0077] しかし、第1の放射エレメント1 aと第2の放射エレメント1 bは、180度逆向きであるので、電流23 a, 23 bによって発生する電磁波は互いに打ち消し合う。つまり、第1および第2の放射エレメント1 a, 1 bから電磁波は放射されない。

[0078] 第1の放射エレメント1 aと給電線(信号導体)2とを合わせた長さ、および第2の放射エレメント1 bと給電線(信号導体)2に対応するグランド導体(4 b)とを合わせた長さは、ともに、ローバンドの周波数 f_L の $\lambda/4$ であるので、 $\lambda/4$ モノポールアンテナとして動作する。

- [0079] また、給電線（信号導体）2に対応するグランド導体（4 b）は、給電線（信号導体）2の長さが $\lambda/4$ となる周波数で共振する無給電素子となり、第1および第2の放射エレメント1 a, 1 bと給電線（信号導体）2からなるモノポールアンテナに結合して、周波数帯域を高域側へ拡張させる。
- [0080] したがって、図6に示すアンテナ装置Bは、給電線（信号導体）2の方向に直線偏波が放射されるモノポールアンテナとして動作させることができる。
- [0081] 以上のように、実施の形態2によれば、周波数 f_H のハイバンドに対してはダイポールアンテナとして動作し、周波数 f_L のローバンドに対してはモノポールアンテナとして動作し、かつモノポールアンテナの帯域を高域側に広げられるアンテナ装置が得られる。
- [0082] このアンテナ装置Bをデュアルバンド無線システムに適用することにより、デュアルバンド無線システムのハイバンドが、内蔵するもう一つの無線システムと周波数が近接する場合でも、基板を流れるアンテナ電流による結合を防ぐことができる。
- [0083] また、アンテナ電流が干渉に関係のないローバンドでは、モノポールアンテナとなるので、アンテナ装置の小型化が可能になる。
- [0084] そして、給電線の第2のスイッチ2 1から高周波モジュール3までのグランド導体が無給電素子として機能するので、ローバンドで動作するモノポールアンテナの周波数特性の広帯域化が図れる。
- [0085] なお、実施の形態2によるアンテナ装置Bでも、実施の形態1と同様に給電線に同軸線路を用いることができる。
- [0086] （実施の形態3）
- 図8は、実施の形態3によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。なお、図8では、図1（実施の形態1）に示した構成要素と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、この実施の形態3に関わる部分を中心に説明する。
- [0087] （実施の形態3によるアンテナ装置Cに特徴的な構成）

図8に示すように、実施の形態3によるアンテナ装置Cでは、図1（実施の形態1）に示した構成において、直線状の給電線2に代えた、直角に折り曲げた給電線25が設けられている。

[0088] この構成によれば、ローバンドの周波数 f_L において、逆Lアンテナとして動作するので、アンテナ装置の低背化が可能になる。

[0089] なお、実施の形態1への適用例を示したが、実施の形態2にも同様に適用することができる。また、直角に折り曲げた給電線25は、同軸線路で構成してもよい。以下に、具体例として実施の形態1によるアンテナ装置Aの応用例を示す。

[0090] （実施の形態4）

図9は、実施の形態4として、実施の形態1によるアンテナ装置の応用例を示す斜視図である。なお、図9では、図1（実施の形態1）に示した構成要素と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、筐体に関する説明は省略して、この実施の形態4に関わる部分を中心に説明する。

[0091] （2つの無線システムを有する無線通信装置の構成）

図9において、基板26には、実施の形態1によるアンテナ装置Aの他に、もう一つのアンテナ装置Dが並置されている。アンテナ装置Aにおいて、高周波モジュール3の位置に設けてある27は、デュアルバンド無線システムを実現するGSMモジュールである。GSMモジュール27は、GSMの900MHz帯と1800MHz帯（1710～1880MHz）を使用する。給電線2は、GSMモジュール27のアンテナ端子に接続されている。

[0092] もう一つのアンテナ装置Dにおいて、28は、DECTモジュールである。DECTモジュール28は、GSMモジュール27でのハイバンドの周波数（1800MHz帯）に近接した周波数帯（1880～1900MHz）を使用するもう一つの無線システムである。DECTモジュール28のアンテナ端子に、給電線29を通して、ダイポールアンテナ30が接続されている。

[0093] なお、ダイポールアンテナ 1 とダイポールアンテナ 30 とは、互いの放射エレメントが鉛直面内において直交し、かつ鉛直線に対して 45 度傾いて配置されている。これは、実際の利用場面では、GSM の基地局や DECT 子機が、ほぼ水平面に来る場合が多いと考えられるので、ヌル点が生じるのを避けること目的とした措置である。

[0094] (2つの無線システムを有する無線通信装置の動作)

図 9 において、GSM モジュール 27 が 1800MHz 帯を使用する場合は、第 1 および第 2 放射エレメント 1a, 1b からなるダイポールアンテナ 1 を用いて送受信を行い、DECT モジュール 28 は、ダイポールアンテナ 30 を用いて送受信を行う。2つのアンテナともダイポールアンテナであるので、グラウンド導体 4b を流れるアンテナ電流による結合は発生しない。

[0095] また、放射エレメントが直交していることと相まって、大きなアイソレーションを得ることができる。さらに、GSM モジュール 27 が 900MHz 帯を使用する場合は、給電線 2 と第 1 および第 2 の放射エレメント 1a, 1b からなるモノポールアンテナから放射される。

[0096] このように、実施の形態 1 によるアンテナ装置 A を適用すれば、GSM モジュール 27 に接続されるアンテナがデュアルバンド構成ではあるが、放射エレメントの長さは、GSM モジュール 27 の 1800MHz 帯に合わせればよく、放射エレメントにトラップを入れてデュアルバンド化した従来技術よりも小型化できる。

[0097] なお、実施の形態 4 では、実施の形態 1 によるアンテナ装置 A の応用例を示したが、実施の形態 2, 3 によるアンテナ装置 B, C も同様の形態で使用することができる。

[0098] (実施の形態 5)

図 11 は、実施の形態 5 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。図 11 において、基板 103 の板面に平行な横方向が Y 軸であり、基板 103 の板面に平行な縦方向が Z 軸であり、基板 103 の板面に垂直な方向が X 軸である。

[0099] (実施の形態 1 によるアンテナ装置 E の構成)

図 1 1 に示すように、実施の形態 5 によるアンテナ装置 E は、第 1 のダイポールアンテナ 1 0 1 と第 2 のダイポールアンテナ 1 0 5 とを基板 1 0 3 の上端側に対向配置した構成である。

[0100] 第 1 のダイポールアンテナ 1 0 1 は、給電点 1 0 7 を挟んで対称に配置される放射エレメント 1 0 1 a, 1 0 1 b で構成される。給電点 1 0 7 は、第 1 のダイポールアンテナ 1 0 1 の支持体でもある給電線 (同軸ケーブル) 1 0 2 を通して、基板 1 0 3 上に実装された無線回路 (図示しない) に接続される。また、給電線 1 0 2 の外部導体は、基板 1 0 3 上に形成されたグランドパターン 1 0 4 に接続されている。

[0101] また、第 2 のダイポールアンテナ 1 0 5 は、給電点 1 0 8 を挟んで対称に配置される放射エレメント 1 0 5 a, 1 0 5 b で構成される。給電点 1 0 8 は、第 2 のダイポールアンテナ 1 0 5 の支持体でもある給電線 (同軸ケーブル) 1 0 6 を通して、基板 1 0 3 上に実装された無線回路 (図示しない) に接続される。また、給電線 1 0 6 の外部導体は、基板 1 0 3 上に形成されたグランドパターン 1 0 4 に接続されている。

[0102] なお、第 1 及び第 2 のダイポールアンテナ 1 0 1, 1 0 5 を給電線 1 0 2, 1 0 6 のみで支持する場合、給電線 1 0 2, 1 0 6 には、セミリジッドケーブルを用いてもよい。また、給電線 1 0 2, 1 0 6 は、図示しない無線回路のアンテナ端子にも接続されている。そして、グランドパターン 1 0 4 には、図示しない外部導体も接続されている。

[0103] 次に、図 1 2 は、図 1 1 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの配置態様を説明する外観図である。図 1 2 (a) は、X 軸方向から見た正面図であり、図 1 2 (b) は、Y 軸方向から見た側面図である。

[0104] 図 1 2 (a) に示すように、給電線 1 0 2 は、逆 L 字状に形成され、基板 1 0 3 の板面に平行な Y Z 面内において、第 2 のダイポールアンテナ 1 0 5 側に向いている水平側 (Y 軸側) 先端に給電点 1 0 7 が接続され、垂直側 (Z 軸側) 先端がグランドパターン 1 0 4 に接続される形で、第 1 のダイポー

ルアンテナ101を基板103の上端側に支持している構成である。

[0105] また、給電線106は、逆L字状に形成され、基板103に平行なYZ面内において、第1のダイポールアンテナ101側に向いている水平側（Y軸側）先端に給電点108が接続され、垂直側（Z軸側）先端がグランドパターン104に接続される形で、第2のダイポールアンテナ101を基板103の上端側に支持している構成である。

[0106] そして、第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 101bは、基板103の板面に垂直なXZ面内において、給電線102の水平側（Y軸側）に直交して支持されている。また、第2のダイポールアンテナ105の放射エレメント105a, 105bは、基板103の板面に垂直なXZ面内において、給電線106の水平側（Y軸側）に直交して支持されている。

[0107] 具体的には、図12（b）に示すように、第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 101bと第2のダイポールアンテナ105の放射エレメント105a, 105bとは、XZ面内において互いに直交する関係で配置されている。そして、第1のダイポールアンテナ101を基準にして言えば、第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 101bは、XZ面内において、Z軸方向からX軸方向へ0度よりも大きく90度よりも小さい角度（図12に示す例では、45度）傾いて配置されている。

[0108] （実施の形態5によるアンテナ装置Eが実現できる指向特性）

図13と図14を参照して、図11に示すアンテナ装置を構成する2つのダイポールアンテナのXZ面内指向性（図13）と、XY面内指向性（図14）とについて説明する。

[0109] 図13（a）に示す符号109は、第1のダイポールアンテナ101のXZ面内指向性である。図13（b）に示す符号1010は、第2のダイポールアンテナ105のXZ面内指向性である。図13に示すように、第1のダイポールアンテナ1の放射エレメント101a, 101bも、第2のダイポ

ールアンテナ105の放射エレメント105a, 105bも、YZ面に対して45度傾いているため、最大放射方向は水平面(XY面)からZ軸方向へ45度傾いている。

[0110] また、図14(a)に示す符号1011は、第1のダイポールアンテナ101のXY面内指向性である。図14(b)に示す符号1012は、第2のダイポールアンテナ105のXY面内指向性である。図14に示すように、第1のダイポールアンテナ101のXY面内指向性1011も、第2のダイポールアンテナ105のXY面内指向性1012も、共に楕円形状となり、ヌル点がなくXY面内の全方位で送受信ができる指向性が得られる。

[0111] (実施の形態5によるアンテナ装置Eで得られる作用・効果)

(1) 第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 101bと、第2のダイポールアンテナ105の放射エレメント105a, 105bとを互いに直交関係を有して配置してあるので、2つのダイポールアンテナが放射する偏波も直交することになる。したがって、2つのダイポールアンテナは、近接して対向配置してあるが、それらの放射波による結合を低減でき、大きなアイソレーションを得ることができる。

[0112] (2) 1つのダイポールアンテナでは、放射エレメントの軸方向は、電波の送受信されないヌル点となるが、第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105とは、放射エレメントが互いに直交関係を有して配置され、どちらも、Z軸方向からX軸方向へ0度よりも大きく90度よりも小さい角度(図12に示す例では45度)傾いているため、XY面(水平面)内でヌル点がなく、2つのダイポールアンテナでバランスの取れた指向性を得ることができ、全方位で電波の送受信を行うことができる。

[0113] (3) 給電点107, 108は、基板103上に形成された導体パターン104の延長面上に設けてあるため、基板103上に形成されたグランドパターン104や、図示しない実装部品で送受信波が遮蔽されることがなくなり、効率良く電波の送受信を行うことができる。

[0114] (4) 第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 10

1 b 及び第2のダイポールアンテナ105の放射105 a、105 bは、基板103上に形成されたグランドパターン104等の導体パターンから離しているため、導体パターンによる放射エレメント101 a、101 bの近傍、及び放射エレメント105 a、105 bの近傍での電磁界が乱れず、2つのダイポールアンテナの指向性が保たれる。これによって、XY面（水平面）内指向性も不要な利得低下が発生しない。

[0115] (5) 2つのアンテナに平衡アンテナである第1、第2のダイポールアンテナ101、105を用いるので、モノポールアンテナなどの不平衡アンテナを用いたときに見られる、基板103上に形成されたグランドパターン104に流れるアンテナ電流による結合を抑えることができ、より大きなアイソレーションを得ることができる。

[0116] (6) 給電点107の近傍においては給電線102が放射エレメント101 a、101 bに直交し、給電点108の近傍においては、給電線106が放射エレメント105 a、105 bに直交しているため、放射エレメント近傍の電磁界の対称性が保たれ、給電線による指向性の乱れを抑えることができる。

[0117] (実施の形態6)

図15は、実施の形態6によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。なお、図15では、図11（実施の形態5）に示した構成要素と同一ないしは同等である構成要素には同一の符号が付されている。ここでは、この実施の形態6に関わる部分を中心に説明する。

[0118] (実施の形態6によるアンテナ装置Fにおける特徴的な構成)

図15に示すように、実施の形態6によるアンテナ装置Fでは、図11（実施の形態5）に示した構成において、第1のダイポールアンテナ101に分岐導体1018が設けられ、また、同様に、第2のダイポールアンテナ105に分岐導体1019が設けられ、更に、基板103に形成されたグランドパターン104の上端辺にグランドパターン104を削除した切り欠き1020が設けられている。

[0119] 分岐導体1018は、平衡-不平衡変換器を構成する導線であり、第1のダイポールアンテナ101の使用周波数の $\lambda/4$ の長さを有している。分岐導体1018の一端は、第1のダイポールアンテナ101の給電線である同軸ケーブル102の中心導体に接続された放射エレメント101bに接続されている。分岐導体1018は、同軸ケーブル102に沿って配置され、その他端が同軸ケーブル102の外部導体に接続されている。

[0120] 分岐導体1019は、平衡-不平衡変換器を構成する導線であり、第2のダイポールアンテナ102の使用周波数の $\lambda/4$ の長さを有している。分岐導体1019の一端は、第2のダイポールアンテナ105の給電線である同軸ケーブル106の中心導体に接続された放射エレメント105bに接続されている。分岐導体1019は、同軸ケーブル106に沿って配置され、その他端が同軸ケーブル106の外部導体に接続されている。

[0121] 切り欠き1020は、第1のダイポールアンテナ101を見た仰角と、第2のダイポールアンテナ105を見た仰角とが等しくなる位置に設けてある。2つのダイポールアンテナ間の放射波による結合は、直接他方のアンテナで受信される他に、基板103上に設けた導体パターンによる反射波によっても発生する。つまり、基板103に形成されたグランドパターン104の上端辺は、第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105とを結ぶ反射波の経路となる。その反射波の経路を遮断するために、切り欠き1020を第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105との中間点に設けてある。

[0122] (実施の形態6によるアンテナ装置Fにおける特徴的な構成による作用・効果)

(1) 第1のダイポールアンテナ101の放射エレメント101a, 101bと、第2のダイポールアンテナ105の放射エレメント105a, 105bとを直交させているため、放射波による結合は抑制されている。しかし、平衡回路の一種であるダイポールアンテナに不平衡線路で給電すると、給電された電流の一部が給電線路の外部導体を伝って基板103上に形成され

たグラウンドパターン104に流れる。この電流が他方のダイポールアンテナに達すると、2つのダイポールアンテナ間で結合する。これに対して、平衡-不平衡変換器を追加することで、放射エレメント101aに流れずに同軸ケーブル102の外部導体に流れる電流、及び放射エレメント105bに流れずに同軸ケーブル106の外部導体を流れる電流を抑制できる。つまり、グラウンドパターン104を流れるアンテナ電流での結合を減少させ得るので、更にアイソレーションを大きくすることができる。

[0123] (2) 反射波による結合の経路となるグラウンドパターン104の上端辺に切り欠き1020を設けているため、反射波が他方のアンテナに届かず、反射波による結合も抑制することができる。

[0124] 以上のように、実施の形態6によれば、グラウンドパターン104経由での結合と、グラウンドパターン104の上端辺での反射波による結合とを抑えることができるので、2つのアンテナ間のアイソレーションを更に高めることが可能になる。

[0125] なお、実施の形態5, 6では、給電線に同軸ケーブルを用いているが、マイクロストリップ線路やトリプレート線路などのプリント線路を用いてもよい。この場合、同軸ケーブルが不要となり、また同軸ケーブルを基板に接続する加工も不要となるため、アンテナ装置の低コスト化を図ることができる。

[0126] また、放射エレメントは、実施の形態5, 6に示しているような直線状の他、エレメント長を短縮するためにミアンダ状にしてもよい。また、実施の形態5, 6に示している導体棒の他に、基板103上にパターンで形成してもよい。

[0127] 要するに、実施の形態5, 6によれば、第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105とを、基板103のZ軸上方側の側端から外へ基板面(XY面)を延長した同一面上であって、基板面(XY面)と前記上方側端(Y軸)とにそれぞれ直交する垂直面(XZ面)内において、互いの軸方向が直交する関係で対向して配置し、かつ、基板面に平行で前記

上方側端と直交する直線（Z軸）に対して0度よりも大きく90度よりも小さい角度（例えば45度）で傾くように配置してあるので、アンテナ間アイソレーションを確保でき、かつ、水平面（基板面に垂直で前記上方側端に平行な面、つまりXY面）内においてヌル点がなく全方位で電磁波の送受信を行うことができる。

[0128] これによって、使用周波数が近接した2つの無線システムを同時に使用した場合でも、無線システム間の干渉が発生せず、それぞれの無線システムで安定した通信を行うことが可能となる。以下に、具体例として実施の形態5によるアンテナ装置Eの応用例を示す。

[0129] （実施の形態7）

図16は、実施の形態7によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。なお、図16では、図11（実施の形態5）に示した構成要素と同一ないしは同等である構成要素に同一の符号が付されている。ここでは、本実施の形態7に関わる部分を中心に説明する。

[0130] （本実施の形態7によるアンテナ装置の構成）

図16に示すように、本実施の形態7によるアンテナ装置Gでは、図11（実施の形態5）に示した構成において、第1及び第2のダイポールアンテナ101、105に代えて、第1及び第2のダイポールアンテナ1031、1032が設けられている。以降、第1及び第2のダイポールアンテナ1031、1032は、単に、第1及び第2のアンテナ1031、1032と略記する。

[0131] 図16において、第1のアンテナ1031は、各一端が給電点107に接続される直線部1031a、1031bと、直線部1031a、1031bの各他端に給電点107から遠ざかる向きに形成される螺旋部1031c、1031dとで構成される。また、第2のアンテナ1032も同様に、各一端が給電点108に接続される直線部1032a、1032bと、直線部1032a、1032bの各他端に給電点108から遠ざかる向きに形成される螺旋部1032c、1032dとで構成される。

- [0132] 給電線102, 106は、前記したように同軸ケーブルで構成される。本実施の形態7では、給電線102, 106の中心導体をHot側導体給電路102a, 106aと称し、給電線102, 106の外部導体をCold側導体給電路102b, 106bと称することにする。
- [0133] 図16に示した例では、第1のアンテナ1031の直線部1031aの一端が給電線102のHot側導体給電路102aに接続され、直線部1031bの一端が給電線102のCold側導体給電路102bに接続されている。それ故、第1のアンテナ1031では、直線部1031a及び螺旋部1031cがプラス側放射エレメント1031xとなり、直線部1031b及び螺旋部1031dがマイナス側放射エレメント1031yとなっている。
- [0134] また、図16に示した例では、第2のアンテナ1032の直線部1032aの一端が給電線106のHot側導体給電路106aに接続され、直線部1032bの一端が給電線106のCold側導体給電路106bに接続されている。それ故、第2のアンテナ1032では、直線部1032a及び螺旋部1032cがプラス側放射エレメント1032xとなり、直線部1032b及び螺旋部1032dがマイナス側放射エレメント1032yとなっている。
- [0135] ここで、第1のアンテナ1031における螺旋部1031c, 1031dの螺旋方向は、第2のアンテナ1032からの送信波を、螺旋部1031c, 1031dが受信するエネルギーと、直線部1031a, 1031bが受信するエネルギーとが互いに打ち消し合う方向となるように形成されている。
- [0136] また、第2のアンテナ1032における螺旋部1032c, 1032dの螺旋方向は、第1のアンテナ1031からの送信波が第2のアンテナ1032までの経路途上付近にある他の構成要素で反射することにより発生する反射波を、螺旋部1032c, 1032dが受信するエネルギーと、直線部1032a, 1032bが受信するエネルギーとが互いに打ち消し合う方向となるように形成されている。

- [0137] 図16に示す例では、第1のアンテナ1031における螺旋部1031c, 1031dの螺旋方向は、給電点107から見て右巻き（時計回り）方向となっており、また、第2のアンテナ1032における螺旋部1032c, 1032dの螺旋方向も、同様に給電点108から見て右巻き（時計回り）方向となっている。
- [0138] 次に、図17は、図16に示すアンテナ装置を構成する2つのダイポールアンテナの配置態様を説明する外観図である。図17では、図16において、基板103の板面に平行なY軸方向におけるV方向から、給電点108→給電点107と見た配置態様が示されている。
- [0139] 図17において、第1のアンテナ1031の直線部1031a, 1031bと、第2のアンテナ1032の直線部1032a, 1032bは、互いに直交する関係で配置され、それぞれ、基板103の板面に対して45度傾いて配置されている。図16に示す例では、図17に示すように、第1のアンテナ1031のマイナス側放射エレメント1031yにおける螺旋部1031dと、第2のアンテナ1032のマイナス側放射エレメント1032yにおける螺旋部1032dとは、それぞれ基板103側に近い位置に配置される。また、第1のアンテナ1031のプラス側放射エレメント1031xにおける螺旋部1031cと、第2のアンテナ1032プラス側放射エレメント1032xにおける螺旋部1032cとは、それぞれ基板103側から遠い位置に配置される。
- [0140] 第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dにて示す実線部分は、直線部1031a, 1031bとの交差角が極めて小さくほぼ直交すると見なせる部分であり、破線部分は、直線部1031a, 1031bとの交差角が大きい部分である。同様に、第2のアンテナ1032の螺旋部1032c, 1032dにて示す実線部分は、直線部1032a, 1032bとの交差角が極めて小さくほぼ直交すると見なせる部分であり、破線部分は、直線部1032a, 1032bとの交差角が大きい部分である。
- [0141] そうすると、第1のアンテナ1031が有する螺旋部1031c, 103

1 dの実線部は第2のアンテナ1032の直線部1032 a, 1032 bと対向し、螺旋部1031 c, 1031 dの破線部は第2のアンテナ1032の直線部1032 a, 1032 bと対向しない関係となる。同様に、第2のアンテナ1032が有する螺旋部1032 c, 1032 dの実線部は第1のアンテナ1031の直線部1031 a, 1031 bと対向し、螺旋部1032 c, 1032 dの破線部は第1のアンテナ1031の直線部1031 a, 1031 bと対向しない関係となる。

[0142] (第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032とのアイソレーション特性)

第1のアンテナ1031は螺旋部1031 c, 1031 dを有し、第2のアンテナ1032は螺旋部1032 c, 1032 dを有するが、それぞれの螺旋方向を前記したように定めることで、第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032は、互いに他方のアンテナからの送信波の受信感度を調整することができ、その結果、両者のアイソレーションを最適化することができる。

[0143] 第1のアンテナ1031からの送信周波数と第2のアンテナ1032からの送信周波数とは近接しているので、第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032とのそれぞれにおいて、互いに他方からの送信波（直接波と反射波とがある）の影響を極力抑えられるようにしなければならない。

[0144] この点に関し、第1のアンテナ1031の直線部1031 a, 1031 bと、第2のアンテナ1032の直線部1032 a, 1032 bとは、互いに直交しているので、一方のアンテナの直線部は、他方のアンテナからの送信波（直接波、反射波）を殆ど受信・反射せず、殆どアンテナ電流は流れない。

[0145] これに対して、一方のアンテナの螺旋部では、主に他方のアンテナと対向する側（図17に示した第1のアンテナ1031の螺旋部1031 c, 1031 dの実線部分、第2のアンテナ1032の螺旋部1032 c, 1032 dの実線部分）において、他方のアンテナからの送信波（直接波、反射波）

を受信・反射するので、アンテナ電流が流れる。

[0146] そこで、第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032では、自アンテナの螺旋部に次の2つの措置を施してある。

[0147] (1) 第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032では、自アンテナの螺旋部の最大径が他方のアンテナの直線部の長さよりも短くなるように構成してある。これによって、自アンテナの螺旋部が他方のアンテナからの送信波（直接波、反射波）を受信したとしても、その受信領域は小さいので、他方のアンテナからの送信波（直接波、反射波）の影響を小さくすることができる。

[0148] (2) 第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032では、自アンテナの螺旋部を直線状に展開した場合の長さは、自アンテナの直線部の長さよりも短くなるように構成してある。これによって、自アンテナの螺旋部が他方のアンテナからの送信波（直接波、反射波）を受信したとしてもその受信領域は小さいので、流れるアンテナ電流のエネルギーは小さい。したがって、一方のアンテナの送信波（直接波、反射波）が他方のアンテナの指向性を与える影響を低く抑えることができる。

[0149] (直接波の影響)

図18は、一方のダイポールアンテナが他方のダイポールアンテナから直接波を受信した場合の影響を説明する図である。図18(a)では、図16に示した構成において、第1のアンテナ1031が第2のアンテナ1032から直接波1033を受信・反射する場合が示されている。図18(b)は、図17と同様に、給電点108から給電点107を見た場合の側面図である。但し、図18(b)では、図17において、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c、1031d、及び第2のアンテナ1032の螺旋部1032c、1032dは、実線部分のみを示し、破線部分は省略してある。

[0150] また、図18(b)では、ある時刻において第1のアンテナ1031から送信信号を送信するときに第1のアンテナ1031に流れるアンテナ電流の向きを破線矢印で示し、第2のアンテナ1032からの直接波1033を第

1のアンテナ1031が受信したときに第1のアンテナ1031に流れるアンテナ電流の向きを実線矢印で示している。これらのアンテナ電流の向き及び大きさは、時刻が進むと共にそれぞれの矢印の線上において正弦波的に変化するものであるが、ここではある時刻において瞬間的に流れるアンテナ電流の方向をあらかじめ仮定し、その場合について説明を行う。アンテナ電流の向きや大きさが異なる場合でも同様のことが成り立つものである。

[0151] ここで、第1のアンテナ1031の直線部1031a, 1031bは、第2のアンテナ1032と互いに直交しているため、第2のアンテナ1032からの直接波1033をほとんど受信・反射しない。したがって、第1のアンテナ1031の直線部1031a, 1031bには、ほとんどアンテナ電流は流れない。

[0152] これに対して、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dは、主に第2のアンテナ1032と対向する側、すなわち、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dの実線部分において、第2のアンテナ1032からの直接波1033を受信・反射する。

[0153] この場合、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dは、それらの最大径が第2のアンテナ1032の直線部1032a, 1032bの長さと比較して短くなるように構成されている。これによって、もし第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dが第2のアンテナ1032からの直接波1033を受信したとしても、その受信領域が小さいので、第2のアンテナ1032からの直接波1033の影響を小さくすることができる。

[0154] また、アンテナ螺旋部1031c, 1031dを直線状にした場合の長さは、第1のアンテナ1031の直線部1031a, 1031bの長さよりも短くなるよう構成されている。これによって、第1のアンテナ1031が有する螺旋部1031c, 1031dが第2のアンテナ1032からの直接波1033を受信したとしても、その受信領域が小さいので、流れるアンテナ電流1034a, 1034dのエネルギーは小さい。したがって、第2のアンテナ

ンテナ 1032 の送信波が第 1 のアンテナ 1031 の送信波の指向性に与える影響を低く抑えることができる。

[0155] 以上と同様のことは、第 2 のアンテナ 1032 の螺旋部 1032c, 1032d が第 1 のアンテナ 1031 からの送信波を直接受信・反射する場合についても言える。

[0156] このように、第 1 のアンテナ 1031 の放射エレメント 1031x, 1031y と第 2 のアンテナ 1032 の放射エレメント 1032x, 1032y にそれぞれ螺旋部が設けられたとしても、互いの干渉による送受信特性の劣化を抑えることができる。

[0157] (反射波の影響)

図 19 は、一方のダイポールアンテナが他方のダイポールアンテナから反射波を受信した場合の影響を説明する図である。図 19 (a) では、第 2 のアンテナ 1032 からの送信波が基板 103 や給電線 102、第 1 及び第 2 のアンテナ 1031, 1032 や基板 103 などを覆う図示しない筐体などにより反射・回折・散乱し、それを第 1 のアンテナ 1031 の螺旋部 1031c, 1031d が受信・反射する状態について説明する。なお、基板 103 は、その表面や内部に広い金属パターンを有するので、基板 103 での反射波 1035 の影響のほうが支配的と考えられる。その程度は、図 18 に示す直接波の影響よりも大きいと考えられる。

[0158] 図 19 (b) は、図 17 と同様に、給電点 108 から見た場合の側面図である。但し、図 19 (b) では、図 18 (b) と同様に、第 1 のアンテナ 1031 の螺旋部 1031c, 1031d、及び第 2 のアンテナ 1032 の螺旋部 1032c, 1032d は、実線部分のみを示してある。

[0159] 図 19 (c) は、第 1 のアンテナ 1031 が有する螺旋部 1031c, 1031d を仮想的に直線状 1031e, 1031f とし、第 2 のアンテナ 1032 が有する螺旋部 1032c, 1032d を仮想的に直線状 1032e, 1032f とした場合の電流の向きを模式的に示した図である。

[0160] 図 19 (b) は、第 2 のアンテナ 1032 から送信され、基板 103 にて

反射された反射波 1035 がある時刻において第 1 のアンテナ 1031 の直線部 1031 a, 1031 b と角度 θ をなして入射した状態を示している。

[0161] ここで、反射波 1035 の向き及び大きさは、時刻が進むと共に第 1 のアンテナ 1031 の直線部 1031 a, 1031 b と角度 θ をなす線上において正弦波的に変化するものであるが、ここではある時刻における瞬間的な反射波 1035 の方向をあらかじめ仮定し、その場合について説明を行う。反射波 1035 の向きや大きさが変化しても同様のことが成り立つものである。

[0162] このとき、第 1 のアンテナ 1031 の直線部 1031 a, 1031 b は、反射波 1035 の $\cos \theta$ 成分 1036 a, 1036 b を受信し、その結果、直線部 1031 a, 1031 b には矢印 1036 a, 1036 b の方向にアンテナ電流が流れる。

[0163] それに対して、第 1 のアンテナ 1031 の直線部 1031 a, 1031 b とは直交関係にある第 1 のアンテナ 1031 の螺旋部 1031 c, 1031 d は反射波 1035 の $\sin \theta$ 成分 1036 c, 1036 d を受信し、その結果、螺旋部 1031 c, 1031 d には矢印 1036 c, 1036 d の方向にアンテナ電流が流れる。

[0164] 図 16 において説明したように、第 1 のアンテナ 1031 において螺旋部 1031 c, 1031 d の巻き方向は、直線部 1031 a, 1031 b の各他端側において給電部 107 から遠ざかる方向に右巻き（時計回り）となっている。そのため、螺旋部 1031 c, 1031 d を直線状に伸ばした直線部分 1031 e, 1031 f に流れるアンテナ電流 1036 e, 1036 f は、直線部 1031 a, 1031 b に流れるアンテナ電流 1036 a, 1036 b と同じ大きさで逆向きに流れるので、打ち消しあう。すなわち、第 1 のアンテナ 1031 が第 2 のアンテナ 1032 からの送信波を受信・反射するエネルギーは小さくなる。したがって、第 2 のアンテナ 1032 からの送信波が第 1 のアンテナ 1031 からの送信波の指向性に与える影響を低く抑えることができる。

- [0165] 以上と同様のことが、第1のアンテナ1031からの送信波が基板103などにより反射・回折・散乱し、それを第2のアンテナ1032の螺旋部1032c, 1032dが受信・反射する場合についても言える。
- [0166] 但し、以上説明した内容は、 $\theta = 0$ 度 ~ 90 度の範囲において成り立つものであり、この範囲を超えると逆に各アンテナの螺旋部と直線部とに流れるアンテナ電流の向きが同じ方向となってしまう。
- [0167] しかし、本実施の形態7によるアンテナ装置Gでは、給電部107を介して第1のアンテナ1031を支持し、給電部108を介して第2のアンテナ1032を支持している基板103の面積が一番大きく、しかもその表面や内部に電源パターンや配線パターンを有しているため、他の反射部分と比べて各アンテナからの送信波を最も反射しやすいと思われる。
- [0168] そして、図19(b)に示すように、第1のアンテナ1031, 第2のアンテナ1032と基板103とがなす角度がいずれも45度となっているため、それぞれのアンテナからの送信波のうち基板103のパターン面に沿ったZ方向の成分、すなわち $\theta = 45$ 度の反射波が一番支配的であると考えられる。これは、 $\theta = 0$ 度 ~ 90 度の範囲内にあるので、以上説明した動作が行われる。
- [0169] このように、第1のアンテナ1031の放射エレメント1031x, 1031yと第2のアンテナ1032の放射エレメント1032x, 1032yにそれぞれ螺旋部が設けられたとしても、互いの干渉による送受信特性の劣化を抑えることができる。
- [0170] (アイソレーション特性の測定結果)
- 次に、本実施の形態7のアンテナ装置及び他の構成を有する装置におけるそれぞれのアイソレーション特性、特に使用周波数が接近しているGSM方式とDECT方式について実際に測定し比較して見た。図20 \sim 図22を参照して、それぞれの構成とその測定結果を示す。DECTの送受信アンテナ及びGSMの送受信アンテナを第1のアンテナ1031と第2のアンテナ1032とのいずれに配置するかについては、特に定めはなく、自由である。

すなわち、第1のアンテナ1031がDECTの送受信とGSMの送受信のうちいずれか一方を担当し、第2のアンテナ1032がそれらのもう一方を担当すればよい。

[0171] 図20は、実施の形態5によるアンテナ装置でのアイソレーション特性の測定結果を説明する図である。なお、図20(a)は、実施の形態5におけるアンテナ装置の斜視図であり、図11と同様の図である。すなわち、第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105が直交配置されている。図20(b)は、図20(a)に示すアンテナ装置をX-Z面から見た側面図である。図20(c)は、図20(a)に示すアンテナ装置のアイソレーション特性を測定した結果である。

[0172] 図21は、実施の形態7によるアンテナ装置でのアイソレーション特性の測定結果を説明する図である。なお、図21(a)は、実施の形態7におけるアンテナ装置の斜視図であり、図16と同様のものである。図21(b)は、図19(c)と同様に、第1のアンテナ1031が有する螺旋部1031c、1031d及び第2のアンテナ1032が有する螺旋部1032c、1032dを仮想的にそれぞれ直線状1031e、1031f及び1032e、1032fとした場合の電流の向きを模式的に示した図である。図21(c)は、図21(a)に示すアンテナ装置のアイソレーション特性を測定した結果である。

[0173] 図22は、直線部と螺旋部との受信エネルギーが相乗し合うアンテナ装置でのアイソレーション特性の測定結果を説明する図である。なお、図22(a)は、各アンテナが実施の形態7と似たような直線部と螺旋部を有してはいるが、実施の形態7とは異なり、螺旋部での受信エネルギーと直線部での受信エネルギーとが相乗し合う方向となるように各アンテナが構成されたアンテナ装置の斜視図である。図22(b)は、図22(a)アンテナ装置をX-Z面から見た側面図において、第1のアンテナ1041が有する螺旋部1041c、1041d及び第2のアンテナ1042が有する螺旋部1042c、1042dを仮想的にそれぞれ直線状1041e、1041f及び1

042e, 1042fとした場合の電流の向きを模式的に示した図である。
図22(c)は、図21(a)に示すアンテナ装置のアイソレーション特性を測定した結果である。

[0174] ここで、それぞれの構成においてアイソレーション特性を測定した結果を示す図20(c)、図21(c)、図22(c)の3つを比較して見ることにする。それぞれの図において、横軸は周波数、縦軸は一方のアンテナの送信波を他方のアンテナが受信する感度であり、この感度が低いほど干渉が少ないということが言える。

[0175] GSMの帯域とDECTの帯域とは、次のように、非常に接近している。すなわち、GSMの帯域は、送信波が1710MHz(図20(c)、図21(c)、図22(c)に示す「△マーク1」)~1785MHz(図20(c)、図21(c)、図22(c)に示す「△マーク2」)で、受信波が1805MHz(図20(c)、図21(c)、図22(c)に示す「△マーク3」)~1880MHz(図20(c)、図21(c)、図22(c)に示す「△マーク4」)となっている。

[0176] また、DECTの帯域は、1880MHz(図20(c)、図21(c)、図22(c)に示す「△マーク4」)~1900MHz(図20(c)、図20(c)、図22(c)に示す「△マーク5」)となっている。

[0177] 図20(a)に示すような、第1のダイポールアンテナ101と第2のダイポールアンテナ105とが直交配置されているのみの構成を有するアンテナ装置におけるアイソレーション特性(図20(c))を見ると、これらGSMとDECTの帯域である1710MHzから1900MHzにおいてその最大感度は約-35dBとなっている。

[0178] これに対して図21(a)に示すような、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c, 1031dでの受信エネルギーと直線部1031a, 1031bでの受信エネルギーとが互いに打ち消し合う(すなわち、図21(b)に示すように、アンテナ電流1036a, 1036cがそれぞれ互いに逆方向となり、アンテナ電流1036b, 1036dの向きが互いに逆方向とな

る)ように構成されたアンテナ装置におけるアイソレーション特性(図21(c))を見ると、GSMとDECTの帯域である1710MHzから1900MHzにおいてその最大感度が約-38dBとなっており、図20(c)よりも3dBほどアイソレーションが改善されていることがわかる。特に、DECTの周波数である1880MHzから1900MHzにおいてその感度が急激に低くなっており、DECTのアンテナからの送信波によりGSMのアンテナが受ける干渉が非常に小さく、アイソレーション特性が非常に良くなっている。

[0179] それに反して図22(a)に示すような、第1のアンテナ1041の螺旋部1041c、1041dでの受信エネルギーと直線部1041a、1041bでの受信エネルギーとが互いに相乗し合う(すなわち、図22(b)に示すように、アンテナ電流1046a、1046cが互いに同じ方向になり、アンテナ電流1046b、1046dが互いに同じ方向になる)ように構成されたアンテナ装置におけるアイソレーション特性(図22(c))を見ると、GSMとDECTの帯域である1710MHzから1900MHzにおいてその最大感度が約-29dBとなっており、図20(c)よりも6dBほどアイソレーションが悪化しているのがわかる。

[0180] このように、図20(c)、図21(c)、図22(c)の3つを比較した結果、図21(a)に示すような、第1のアンテナ1031の螺旋部1031c、1031dでの受信エネルギーと直線部1031a、1031bでの受信エネルギーとが互いに打ち消し合うように構成された実施の形態7によるアンテナ装置Gが、他のアンテナ装置と比べて優れたアイソレーション特性を有していることが判明した。

[0181] アイソレーション特性は、アンテナ周辺の状況、例えばアンテナ装置を格納する筐体の設計の仕方等によって異なるが、図16~図19を用いて説明したように、各アンテナにおいて螺旋部での受信エネルギーと直線部での受信エネルギーとが互いに打ち消し合う方向となるように構成していれば、いかなる場合であってもアイソレーション特性の改善効果が期待できることに

変わりはない。

[0182] 以上のように、本実施の形態 7 によれば、一方のダイポールアンテナにおいて、他方のダイポールアンテナからの送信波がその経路途上付近にある他の構成要素で反射することにより発生する反射波に対して、螺旋部が受信するエネルギーと前記直線部が受信するエネルギーとが互いに打ち消し合うよう螺旋部の螺旋方向が形成されているので、お互いの送信波が相手に与える影響をより小さくすることができる。なお、本実施の形態 7 では、実施の形態 5 でのアンテナ構成に対する適用例を示したが、実施の形態 6 でのアンテナ構成に対しても、同様に適用できることはいうまでもない。

[0183] (実施の形態 8)

図 23 は、実施の形態 8 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。図 24 は、図 23 に示すアンテナ装置を構成する 2 つのダイポールアンテナの配置態様及び動作を説明する図である。本実施の形態 8 では、実施の形態 7 に対する変形態様の一例を示す。

[0184] すなわち、アンテナの接続方法並びにその螺旋部の巻き方向は、実施の形態 7 において説明した構成に限るものではない。送信時のアンテナ電流の向きが、実施の形態 7 と異なるアンテナの接続方法であっても、そのアンテナの接続方法に合わせて螺旋部での受信エネルギーと直線部での受信エネルギーとが互いに打ち消し合うように螺旋部の巻き方向を設定しさえすれば、実施の形態 7 に述べたのと同様の作用効果が得られる。

[0185] 図 23 に示す本実施の形態 8 によるアンテナ装置 H は、アンテナ配置を、図 16 に示した実施の形態 7 によるアンテナ装置 G におけるアンテナ配置を 180 度回転させたものである。図 24 (a) は図 19 (b) に対応し、図 24 (b) は図 19 (c) に対応している。

[0186] 本実施の形態 8 によるアンテナ装置 H では、実施の形態 7 とはアンテナ配置が変わったために、螺旋部の巻き方向も右巻きから左巻きに変更することで対応できる。すなわち、第 1 のアンテナ 1031 では、螺旋部 1031c, 1031d の巻き方向は、螺旋部 1031c, 1031d での受信エネル

ギーと直線部 1031a, 1031b での受信エネルギーとが互いに打ち消し合うように、直線部 1031a, 1031b の各他端側において給電点 107 から遠ざかる方向に左巻き（反時計回り）で構成する。また、第 2 のアンテナ 1032 では、螺旋部 1032c, 1032d の巻き方向は、螺旋部 1032c, 1032d での受信エネルギーと直線部 1032a, 1032b での受信エネルギーとが互いに打ち消し合うように、直線部 1032a, 1032b の各他端側において給電点 108 から遠ざかる方向に左巻き（反時計回り）で構成する。

[0187] これによって、各アンテナにおいて直線部を流れる電流と螺旋部を流れる電流とが逆向きとなり、互いに打ち消しあうので、実施の形態 7 において述べたのと同様の作用効果が得られる。

[0188] （実施の形態 9）

図 25 は、実施の形態 9 によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。図 25 に示す本実施の形態 9 によるアンテナ装置 I は、基材 1040 を基板部 1040a とアンテナ支持部 1040c とに分けて構成し、アンテナ支持部 1040c に、実施の形態 7 に示したアンテナ配置を実現したものである。

[0189] 基板部 1040a は、基板 103 と同様に、図示しない導体パターンを有している。基板部 1040a とアンテナ支持部 1040c との境（基板部 1040a の一方の側端側）1040d からアンテナ支持部 1040c 側に配設される給電線 1050, 1060 は、Hot 側導体給電路 1050a, 1060a と、Cold 側導体給電路 1050b, 1060b とからなり、それぞれアンテナ支持部 1040c の異なる面に配置されている。

[0190] すなわち、給電線 1050 の Hot 側導体給電路 1050a と給電線 1060 の Cold 側導体給電路 1060b は、アンテナ支持部 1040c の一方の面（図示例では裏面側）に配置され、給電線 1050 の Cold 側導体給電路 1050b と給電線 1060 の Hot 側導体給電路 1060a は、アンテナ支持部 1040c の他方の面（図示例では表面側）に配置されている。

- 。
- [0191] そして、給電線 1050, 1060 の Hot 側導体給電路 1050a, 1060a と、Cold 側導体給電路 1050b, 1060b は、それぞれ、Hot 側の給電点 1070a, 1080a と、Cold 側の給電点 1070b, 1080b を有し、それらに第 1 及び第 2 のアンテナ 1031, 1032 が取り付けられている。
- [0192] 第 1 のアンテナ 1031 では、マイナス側放射エレメント 1031y がアンテナ支持部 1040c の表面側に配置され、プラス側放射エレメント 1031x がアンテナ支持部 1040c の裏面側に配置されている。また、第 2 のアンテナ 1032 では、マイナス側放射エレメント 1032y がアンテナ支持部 1040c の裏面側に配置され、プラス側放射エレメント 1032x がアンテナ支持部 1040c の表面側に配置されている。
- [0193] 本実施の形態 9 では、Hot 側導体給電路 1050a, 1060a と Cold 側導体給電路 1050b, 1060b とは、それぞれ基材 1040 を挟んで表裏一体となるよう構成されている。但し、給電線 1050 と第 1 のアンテナ 1031 との接続部にあたる給電点 1070、及び給電線 1060 と第 2 のアンテナ 1032 との接続部にあたる給電点 1080 において、Hot 側導体給電路 1050a, 1060a の Hot 側の給電点 1070a, 1080a と、Cold 側導体給電路 1050b, 1060b の Cold 側の給電点 1070b, 1080b とは、それぞれ基材 1040 を挟んで表裏一体となるよう構成されてはいるが、Hot 側の給電点 1070a と Cold 側の給電点 1070b との間、及び Hot 側の給電点 1080a と Cold 側の給電点 1080b との間は、いずれもスルーホール接続されておらず、基材 1040 により電氣的に絶縁されている。
- [0194] 以上が本実施の形態 9 に関わる特徴点であり、アンテナ装置の本質的な構成は、実施の形態 7 と同じである。
- [0195] すなわち、本実施の形態 9 によるアンテナ装置 I は、図示しない導体パターンが形成された基板部 1040a と、基板部 1040a の一方の側端側 1

040dから外へ基板面を延長したのに相当するアンテナ支持部1040c上に配置された第1及び第2のダイポールアンテナ1031, 1032と、基板部1040aにおける図示しない導体パターンと第1及び第2のダイポールアンテナ1031, 1032の各給電点1070, 1080との間をそれぞれ接続する第1及び第2の給電線1050, 1060とを備えている。

[0196] 第1のダイポールアンテナ1031の給電点1070に結合される第1の放射エレメント1031x, 1031yは、基板部1040aの一方の側端側1040dにおける一端側（図示例では左方側）において、第2のダイポールアンテナ1032の給電点1080に結合される第2の放射エレメント1032x, 1032yは、基板部1040aの一方の側端側1040dにおける他端側（図示例では右方側）において、それぞれ、基板面と一方の側端側1040dとにそれぞれ直交する垂直面内に配置され、かつ、互いの軸方向が直交する関係で対向して配置され、第1の放射エレメント1031x, 1031yの軸は、基板面に平行で一方の側端側1040dと直交する直線に対して0度よりも大きく90度よりも小さい角度で傾くように配置されている。

[0197] そして、第1の給電線1050または第2の給電線1060は、基板部1040aに設けられた高周波回路のグラウンド（図示せず）に接続されないHot側導体給電線1050a, 1060aと、同じく基板部1040aに設けられた高周波回路のグラウンド（図示せず）に接続されるCold側導体給電線1050b, 1060bとを有する。

[0198] Hot側導体給電線1050a, 1060aのHot側の給電点1070a, 1080aには、それぞれプラス側放射エレメント1031x, 1032xが接続され、Cold側導体給電線1050b, 1060bのCold側の給電点1070b, 1080bには、それぞれマイナス側放射エレメント1031y, 1032yが接続されている。そして、プラス側放射エレメント1031x, 1032x及びマイナス側放射エレメント1031y, 1032yは、給電線1050, 1060に一端が接続される直線部1031

a, 1031b, 1032a, 1032bと、給電線1050, 1060に接続されない端部に設けられた螺旋部1031c, 1031d, 1032c, 1032dとを有している。

[0199] 螺旋部1031c, 1031d, 1032c, 1032dの螺旋方向は、他方のダイポールアンテナからの送信波が直線部1031a, 1031b, 1032a, 1032b及び螺旋部1031c, 1031d, 1032c, 1032dを有するダイポールアンテナまでの経路途上付近にある他の構成要素で反射することにより発生する反射波に対して、螺旋部が受信するエネルギーと直線部が受信するエネルギーとが互いに打ち消し合うように形成されている。

[0200] 本実施の形態9の場合、より具体的には、プラス側放射エレメント1031x, 1032xでの螺旋部1031c, 1032cは、基板部1040aから離れる方向となるようにアンテナ支持部1040c上に設けられたHot側の給電点1070a, 1080aに取り付けられ、マイナス側放射エレメント1031y, 1032yでの螺旋部1031d, 1032dは、基板部1040aに近づく方向となるようにアンテナ支持部1040c上に設けられたCold側の給電点1070b, 1080bに取り付けられている。

[0201] 第1のアンテナ1031において螺旋部1031c, 1031dの巻き方向は、直線部1031a, 1031bの給電点1070との接続側から見て、直線部1031a, 1031bの給電点1070と接続していない端部から出発しそこから遠ざかる方向に右巻き（時計回り）となっている。また、第2のアンテナ1032において螺旋部1032c, 1032dの巻き方向は、直線部1032a, 1032bの給電点1080との接続側から見て、直線部1032a, 1032bの給電点1080と接続していない端部から出発しそこから遠ざかる方向に右巻き（時計回り）となっている。

[0202] 以上のように、本質的な構成は実施の形態7に述べたものと同様であるため、本実施の形態9においても実施の形態7において述べたものと同様の作用効果を得ることができる。なお、実施の形態9では、実施の形態7の適用例

を示したが、基材上に給電線及び基板部を設ける構成は、実施の形態 5、実施の形態 6、実施の形態 8にも同様に適用することができ、実施の形態 5、実施の形態 6、実施の形態 8に述べたのと同様の作用効果を得ることができる。

[0203] (実施の形態 10)

図 26 は、実施の形態 10 として、図 11 に示すアンテナ装置を用いた DECT コードレス電話システムの構成図である。図 26 において、アンテナ装置 E では、基板 103 に、第 1 のダイポールアンテナ 101 が接続される GSM モジュール 1025 と、第 2 のダイポールアンテナ 105 が接続される DECT モジュール 1026 とが実装されている。GSM モジュール 1025 と DECT モジュール 1026 との間では、音声信号や制御信号の送受信が行われる。このアンテナ装置 E が DECT 親機 1027 内に格納されている。

[0204] 符号 1028 は、DECT 子機であり、この DECT 子機 1028 は、DECT 親機 1027 の DECT モジュール 1026 と通信を行う。また、符号 1027 は、GSM の基地局であり、この GSM 基地局 1029 は、DECT 親機 1027 内の GSM モジュール 1025 と通信を行う。

[0205] DECT 親機 1027 は、アクセス回線として GSM を使用し、DECT 子機 1028 と発着呼する公衆回線網に接続される構成である。

[0206] ここで、GSM として DCS 1800 を用いた場合、DECT とは周波数帯が隣接するが、上記のように、2 つのダイポールアンテナ間のアイソレーションが取れており、互いに干渉を受けない。そのため、このような無線装置の構築が可能である。

[0207] そして、水平面である XY 面内において全方向で電波の送受信が可能であるため、DECT 親機 1027 の全周囲で DECT 子機 1028 が使用可能であるので、通信する GSM 基地局 1029 の方向を選択しないで済むという、ユーザにとって利便性の高いコードレス電話システムを提供することができる。

[0208] なお、実施の形態10では、実施の形態5によるアンテナ装置Eの応用例を示したが、実施の形態6によるアンテナ装置Fや実施の形態7～9による各種のアンテナ装置も同様の形態で使用することができる。

[0209] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2008年5月12日出願の日本特許出願No. 2008-124318及び2008年6月20日出願の日本特許出願No. 2008-161338に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0210] 以上のように、本発明にかかるアンテナ装置は、デュアルバンド無線システムともう一つの無線システムとを内蔵する無線通信機器において、デュアルバンド無線システムのハイバンドがもう一つの無線システムの帯域とが近接する場合に、アンテナ電流による干渉を発生させず、かつ小型化が可能なアンテナ装置として有用である。

また、本発明にかかるアンテナ装置は、近接する周波数帯を使用する2つの無線装置を搭載した通信機器において、2つの無線装置のアンテナ間アイソレーションを確保し、かつ、水平面内において、ヌル点がなく全方位で送受信可能なアンテナ装置として有用である。

符号の説明

- [0211] A, B, C, D アンテナ装置
- 1 ダイポールアンテナ
 - 1 a 第1の放射エレメント
 - 1 b 第2の放射エレメント
 - 2 給電線（マイクロスリップ線路）
 - 2 a 給電線の信号導体
 - 2 b 給電線のグランド導体
 - 3 高周波モジュール（高周波回路）

- 4 a, 4 b グランド導体
- 5 第1のスイッチ
 - 5 a チップコンデンサ
 - 5 b チップコイル
- 6 第2のスイッチ
 - 6 a チップコンデンサ
 - 6 b チップコイル
- 20 第1のスイッチ
 - 20 a チップコンデンサ
 - 20 b チップコイル
- 21 第2のスイッチ
 - 21 a チップコンデンサ
 - 21 b チップコイル
- 24 基板
- 25 直角に折り曲げた給電線
- 26 基板
- 27 GSMモジュール
- 28 DECTモジュール
- 29 給電線（マイクロスリップ線路）
- 30 ダイポールアンテナ
- D もう一つのアンテナ装置
- E, F, G, H, I アンテナ装置
 - 101 第1のダイポールアンテナ
 - 101 a, 101 b 第1のダイポールアンテナを構成する放射エレメント
 - 102 第1のダイポールアンテナ1への給電線（同軸ケーブル）
 - 102 a Hot側導体給電線
 - 102 b Cold側導体給電線

- 103 基板
- 104 グランドパターン
- 105 第2のダイポールアンテナ
- 105 a, 105 b 第2のダイポールアンテナを構成する放射エレメント
- 106 第2のダイポールアンテナへの給電線（同軸ケーブル）
- 106 a Hot側導体給電線
- 106 b Cold側導体給電線
- 107 第1のダイポールアンテナの給電点
- 108 第2のダイポールアンテナの給電点
- 109 第1のダイポールアンテナのXZ面内指向性
- 1010 第2のダイポールアンテナのXZ面内指向性
- 1011 第1のダイポールアンテナのXY面内指向性
- 1012 第2のダイポールアンテナのXY面内指向性
- 1018, 1019 分岐導体
- 1020 グランドパターンの端辺に設けられた切り欠き
- 1025 GSMモジュール
- 1026 DECTモジュール
- 1027 DECT親機
- 1028 DECT子機
- 1029 GSM基地局
- 1031 第1のダイポールアンテナ（第1のアンテナ）
- 1031 a, 1031 b 直線部
- 1031 c, 1031 d 螺旋部
- 1031 e, 1031 f 螺旋部1031 c、1031 dを直線状にした部分
- 1031 x プラス側放射エレメント
- 1031 y マイナス側放射エレメント

- 1032 第2のダイポールアンテナ（第2のアンテナ）
- 1032 a, 1032 b 直線部
- 1032 c, 1032 d 螺旋部
- 1032 e, 1032 f 螺旋部1032 c、1032 dを直線状にした部分
- 1032 x プラス側放射エレメント
- 1032 y マイナス側放射エレメント
- 1033 直接波
- 1034 a, 1034 d アンテナ電流
- 1035 反射波
- 1036 a, 1036 b, 1036 c, 1036 d, 1036 e, 1036 f $\cos \theta$ 成分
- 1040 基材
- 1040 a 基板部
- 1040 c アンテナ支持部
- 1040 d 基板部の一方の側端側
- 1050, 1060 給電線
- 1050 a, 1060 a Hot側導体給電路
- 1050 b, 1060 b Cold側導体給電路
- 1070, 1080 給電点
- 1070 a, 1080 a Hot側の給電点
- 1070 b, 1080 b Cold側の給電点

請求の範囲

[請求項1]

第1の周波数の $1/4$ 波長の長さを有する第1の放射エレメントおよび第2の放射エレメントで構成されるダイポールアンテナと、

高周波信号の通信を行う高周波回路と、

前記高周波回路に対応するグラウンド導体と

前記ダイポールアンテナと前記高周波回路及び前記グラウンド回路を接続し、前記第1の放射エレメントの長さ、および前記第2の放射エレメントの長さとの総和が第2の周波数の $1/4$ になる長さを有する信号導体と、

前記第1の周波数の信号の通過を阻止し、前記第2の周波数の信号を通過させる第1のスイッチと、

前記第1の周波数の信号を通過させ、前記第2の周波数の信号の通過を阻止する第2のスイッチと、

を備えるアンテナ装置。

[請求項2]

請求項1に記載のアンテナ装置であって、

前記信号導体は、前記ダイポールアンテナと前記高周波回路を接続する第1の導体と、前記ダイポールアンテナと前記グラウンド導体を接続する第2の導体と、から構成され、

前記第1のスイッチは、前記第1の導体と前記第2の導体との間に接続され、

前記第2のスイッチは、前記第2の導体と前記グラウンド導体との間に接続されるアンテナ装置。

[請求項3]

請求項1に記載のアンテナ装置であって、

前記信号導体は、前記ダイポールアンテナと前記高周波回路を接続する第1の導体と、前記ダイポールアンテナと前記グラウンド導体を接続する第2の導体と、から構成され、

前記第1のスイッチは、前記第1の導体と前記第2の導体との間に接続され、

前記第2のスイッチは、前記第2の導体と前記ダイポールアンテナとの間に接続されるアンテナ装置。

[請求項4] 請求項1～3いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記第1のスイッチは、共振周波数が前記第1の周波数に設定されている並列共振回路で構成されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項5] 請求項1～4いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記第2のスイッチは、共振周波数が前記第2の周波数に設定されている並列共振回路で構成されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項6] 請求項1～5いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記信号導体は、直線形状で配置されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項7] 請求項1～5いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記信号導体は、直角に折れ曲がった形状で配置されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項8] 請求項1～5いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記信号導体は、ストリップ線路である、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項9] 請求項1～5いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、
前記信号導体は、同軸線路である、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項10] 第1のダイポールアンテナと、第2のダイポールアンテナと、導体パターンが形成された基板と、前記基板の一方の側端側における前記導体パターンと前記第1及び第2のダイポールアンテナの各給電点との間をそれぞれ接続する第1及び第2の給電線とを備えたアンテナ装置であって、

前記第1及び第2のダイポールアンテナの給電点は、それぞれ、前

記基板の一方の側端側から外へ基板面を延長した同一面上に配置され、

前記第1のダイポールアンテナの給電点に結合される第1の放射エレメントは、前記基板の一方の側端側における一端側において、前記第2のダイポールアンテナの給電点に結合される第2の放射エレメントは、前記基板の一方の側端側における他端側において、それぞれ、基板面と前記一方の側端とにそれぞれ直交する垂直面内に配置され、かつ、互いの軸方向が直交する関係で対向して配置され、

前記第1の放射エレメントの軸は、基板面に平行で前記一方の側端と直交する直線に対して0度よりも大きく90度よりも小さい角度で傾くように配置されている、

ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項11]

請求項10に記載のアンテナ装置であって、

前記0度よりも大きく90度よりも小さい角度は、45度である、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項12]

請求項10または11に記載のアンテナ装置であって、

前記第1のダイポールアンテナの給電点に対する前記第1の給電線の接続端部と、前記第2のダイポールアンテナの給電点に対する前記第2の給電線の接続端部とのいずれか一方または双方の接続端部は、前記基板の一方の側端に平行して配置されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項13]

請求項10～12いずれか一項記載のアンテナ装置であって、

前記第1の給電線と前記第2の給電線とのいずれか一方または双方が不平衡線路である場合に、対応するダイポールアンテナの給電点に平衡-不平衡変換器が接続される、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項14]

請求項10～13いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、

前記基板の一方の側端側において、前記第1のダイポールアンテナをみた仰角と、前記第2のダイポールアンテナをみた仰角とが等しく

なる位置に、前記導体パターンを削除した切り欠きが設けられている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項15] 請求項10～14いずれか一項に記載のアンテナ装置であって、前記第1の給電線と前記第2の給電線とのいずれか一方または双方の給電線は、プリント線路で構成されている、ことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項16] 請求項10に記載のアンテナ装置であって、前記第1または第2の給電線は前記基板に設けられた高周波回路のグラウンドに接続されるCold側導体給電路と前記グラウンドに接続されないHot側導体給電路とを有し、前記ダイポールアンテナのうち少なくとも1つは、前記Hot側導体給電路に接続されるプラス放射エレメントと、前記Cold側導体給電路に接続されているマイナス放射エレメントとを有するものであって、前記プラス放射エレメント及びマイナス放射エレメントはそれぞれに対応する前記導体給電路に接続される直線部と前記導体給電路に接続されない端部に設けられた螺旋部とを有することを特徴とするアンテナ装置。

[請求項17] 請求項16に記載のアンテナ装置であって、前記ダイポールアンテナのうち少なくとも1つは、他方のダイポールアンテナからの送信波が前記直線部及び螺旋部を有するダイポールアンテナまでの経路途上付近にある他の構成要素で反射することにより発生する反射波に対して、前記螺旋部が受信するエネルギーと前記直線部が受信するエネルギーとが互いに打ち消し合うよう前記螺旋部の螺旋方向が形成されていることを特徴とするアンテナ装置。

[請求項18] 請求項17に記載のアンテナ装置であって、前記螺旋部を直線状にした場合の長さが前記直線部よりも短いことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項19] 請求項17に記載のアンテナ装置であって、前記螺旋部の最大径が前記直線部よりも短いことを特徴とするアン

テナ装置。

[請求項20]

請求項16に記載のアンテナ装置であって、

前記プラス放射エレメントはその螺旋部が前記基板から離れる方向となるよう前記基板に取り付けられ、前記マイナス放射エレメントはその螺旋部が前記基板に近づく方向となるよう前記基板に取り付けられ、前記それぞれの螺旋部は、前記直線部の前記給電線との接続側から見て、その螺旋方向が前記直線部の前記給電線と接続していない端部側から出発しそこから遠ざかる方向に右巻き（時計回り）となるよう形成されていることを特徴とするアンテナ装置。

[請求項21]

請求項20に記載のアンテナ装置であって、

前記螺旋部を直線状にした場合の長さが前記直線部の長さよりも短いことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項22]

請求項20に記載のアンテナ装置であって、

前記螺旋部の最大径が前記直線部の長さよりも短いことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項23]

請求項16に記載のアンテナ装置であって、

前記プラス放射エレメントはその螺旋部が前記基板から近づく方向となるように前記基板に取り付けられ、前記マイナス放射エレメントはその螺旋部が前記基板に離れる方向となるように前記基板に取り付けられ、前記それぞれの螺旋部は、前記直線部の前記給電線との接続側から見て、その螺旋方向が前記直線部の前記給電線と接続していない端部側から出発しそこから遠ざかる方向に左巻き（反時計回り）となるように形成されていることを特徴とするアンテナ装置。

[請求項24]

請求項23に記載のアンテナ装置であって、

前記螺旋部を直線状にした場合の長さが前記直線部の長さよりも短いことを特徴とするアンテナ装置。

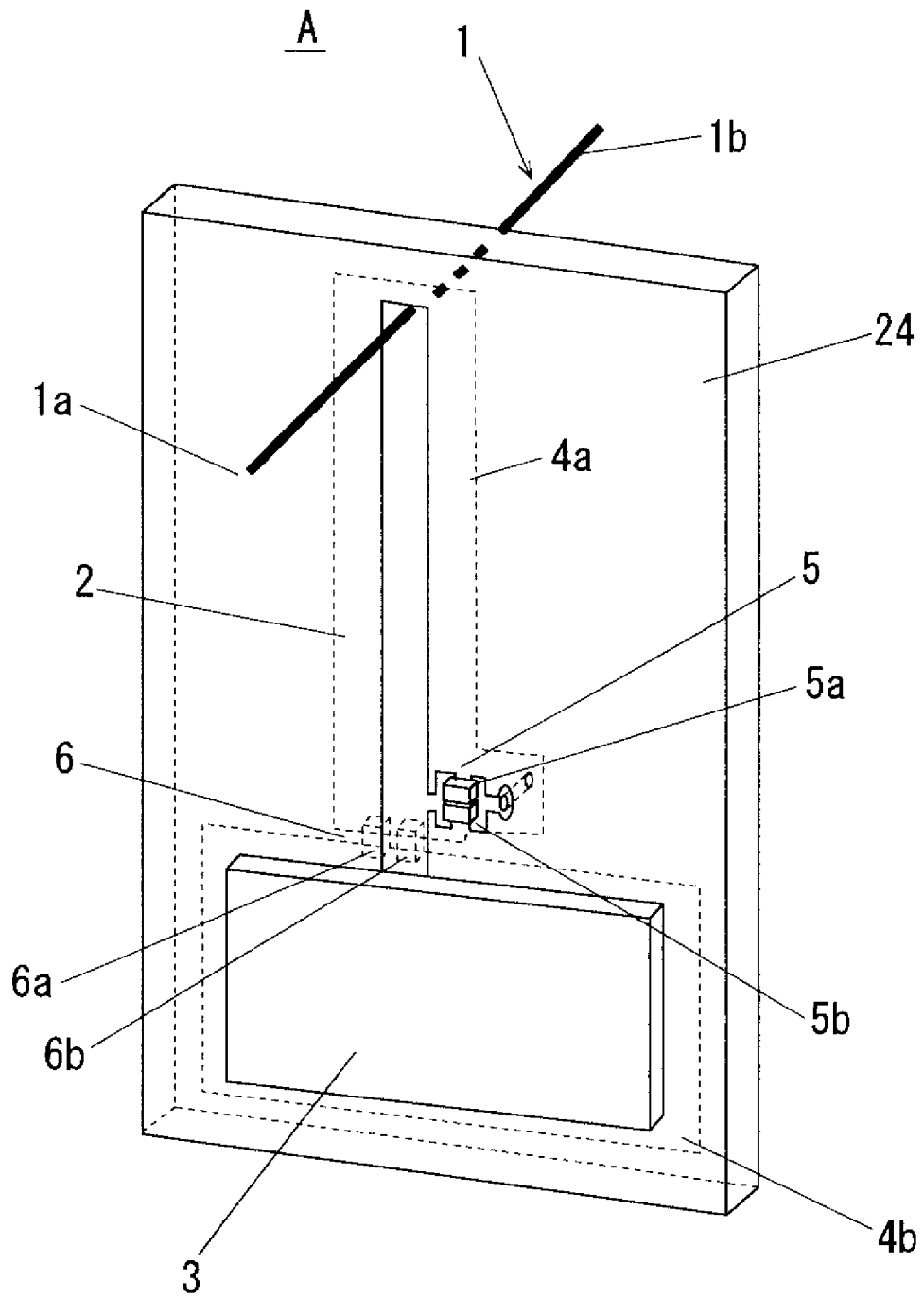
[請求項25]

請求項23に記載のアンテナ装置であって、

前記螺旋部の最大径が前記直線部の長さよりも短いことを特徴とす

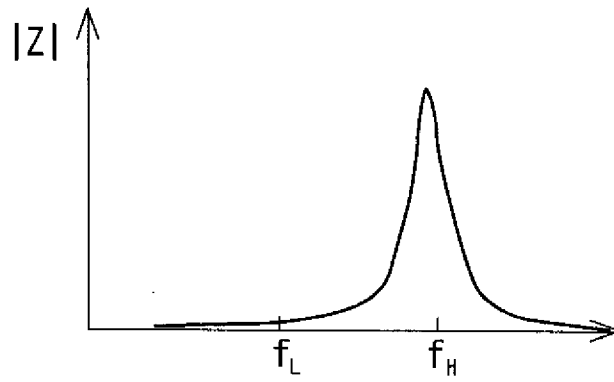
るアンテナ装置。

[図1]

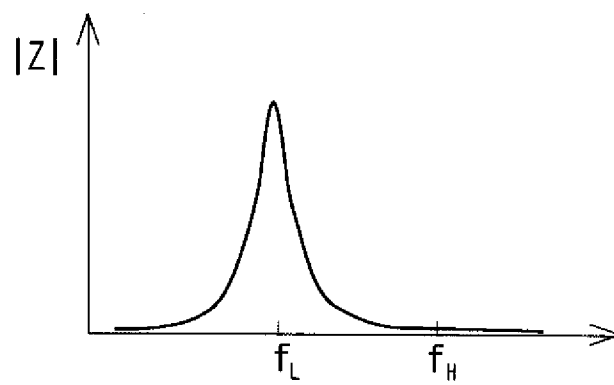


[図2]

(a)

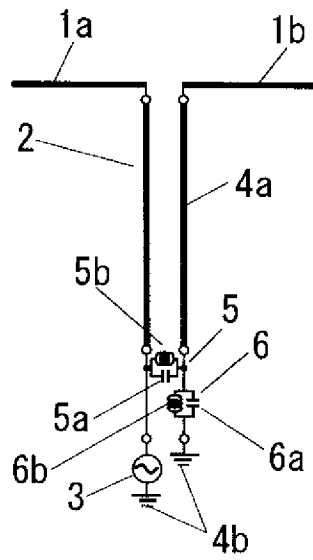


(b)

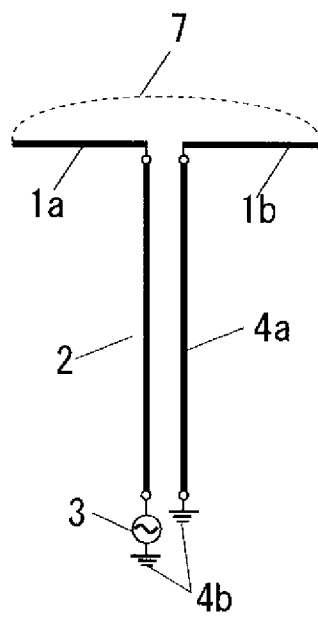


[図3]

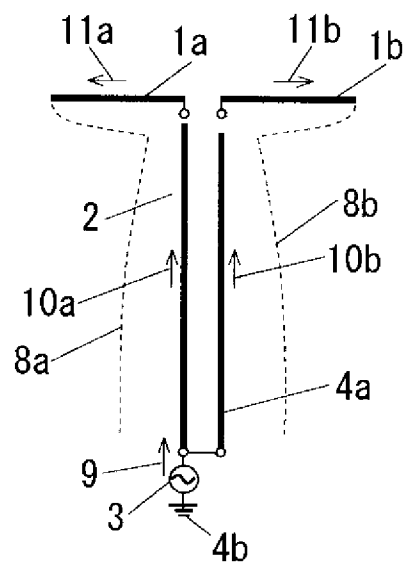
(a)



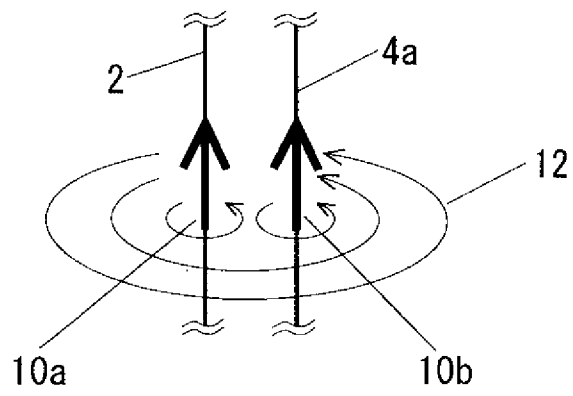
(b)



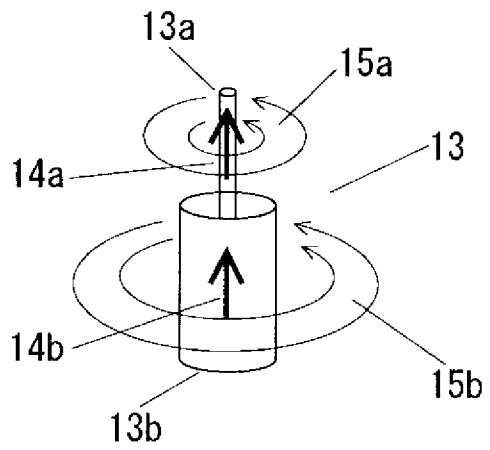
(c)



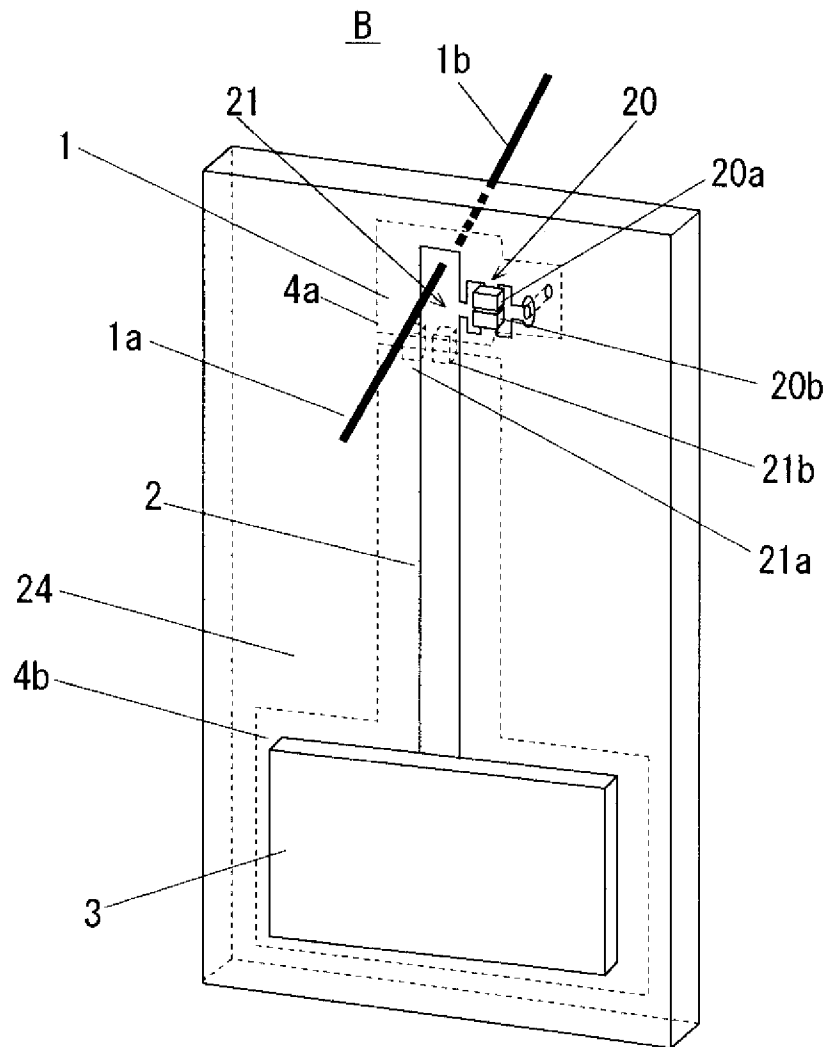
[図4]



[図5]

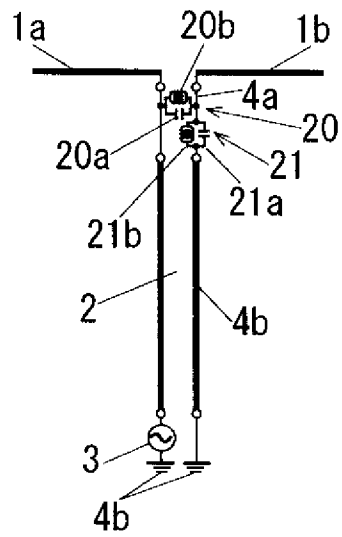


[図6]

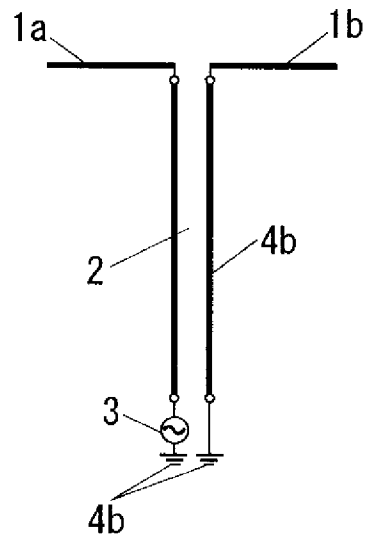


[図7]

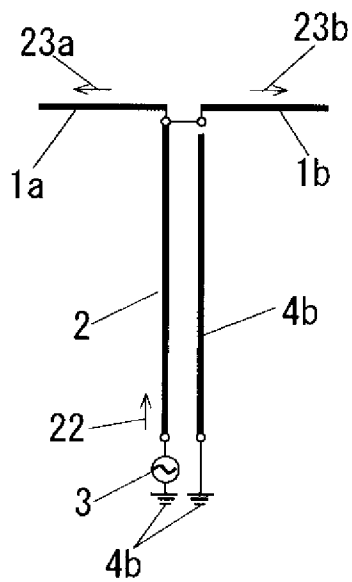
(a)



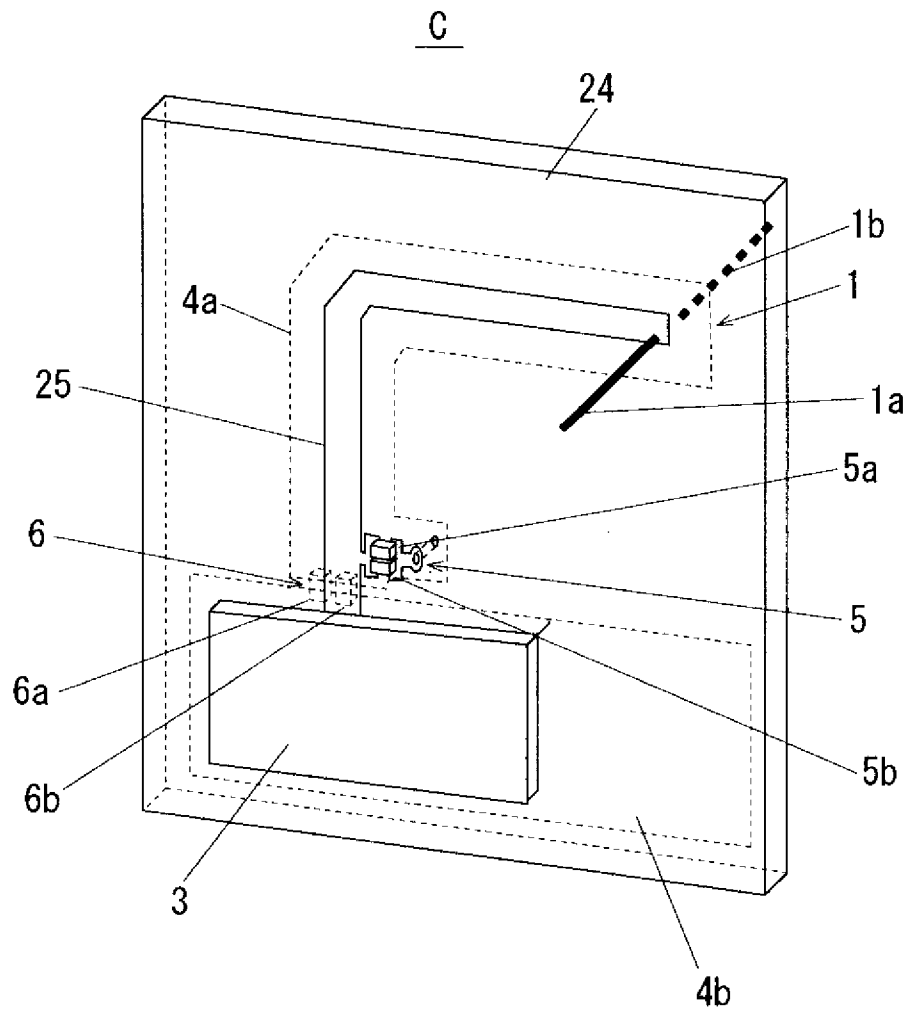
(b)



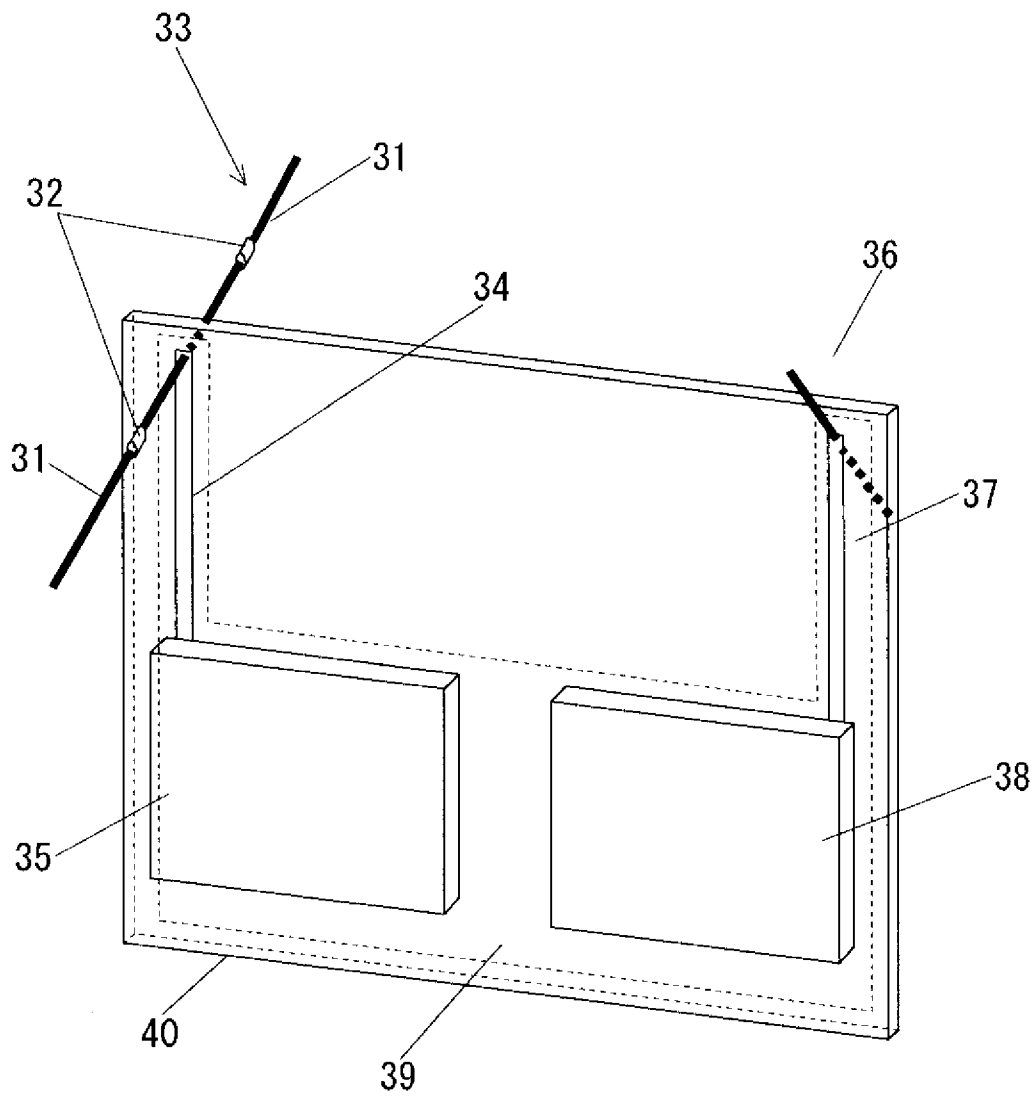
(c)



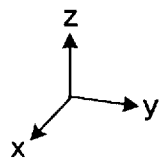
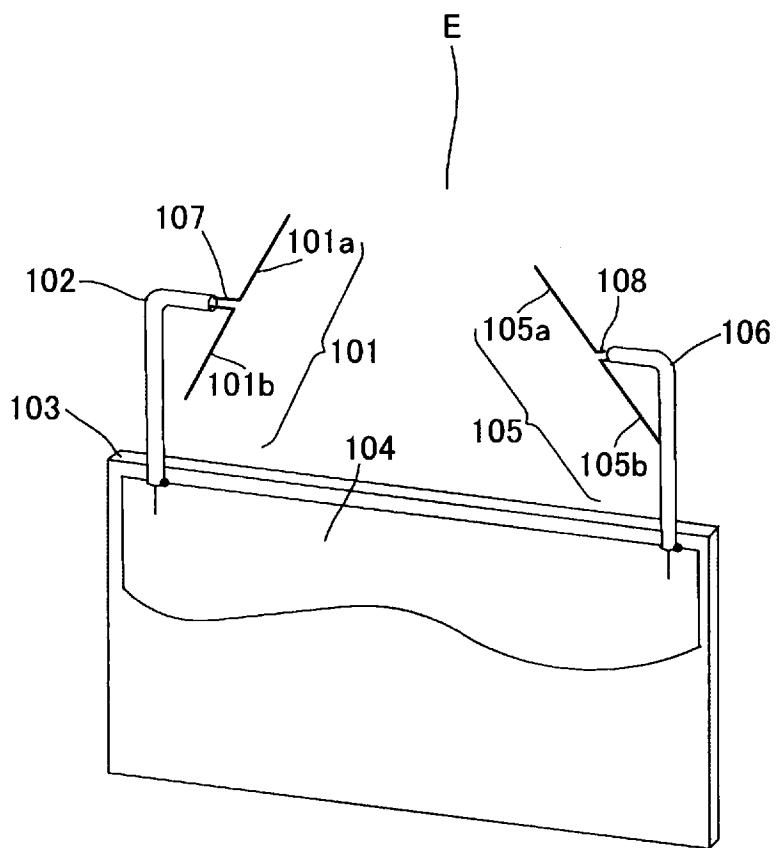
[図8]



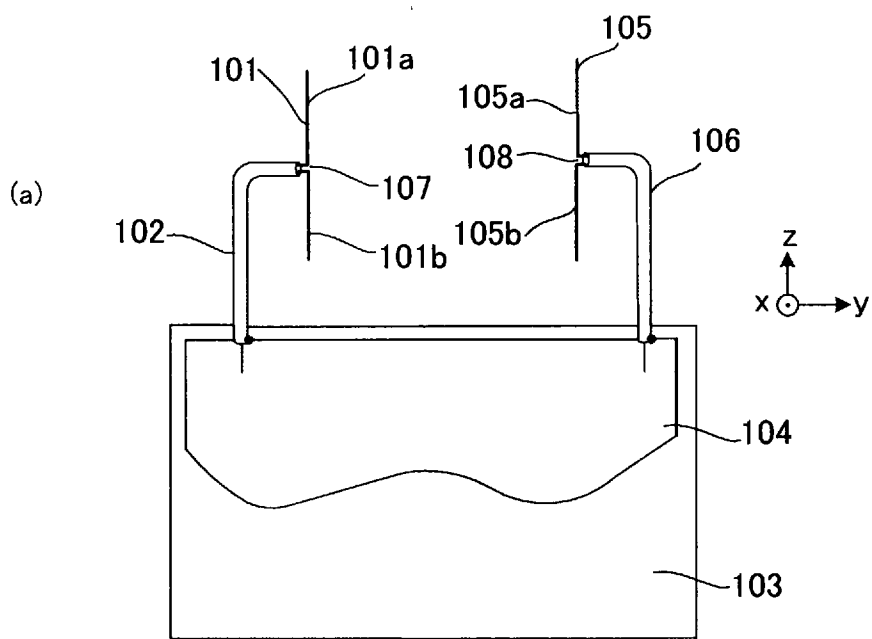
[図10]



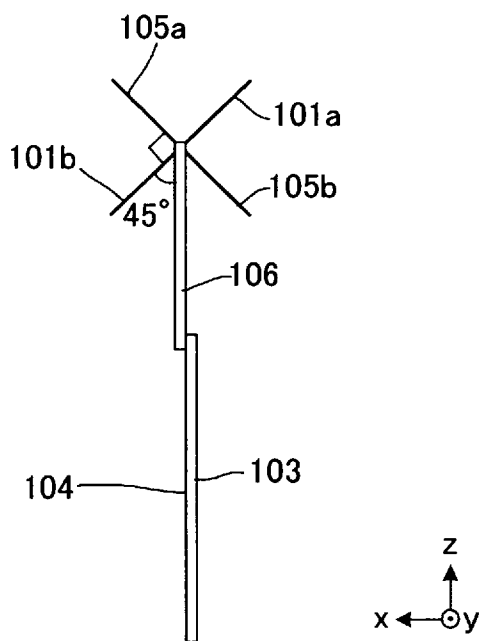
[図11]



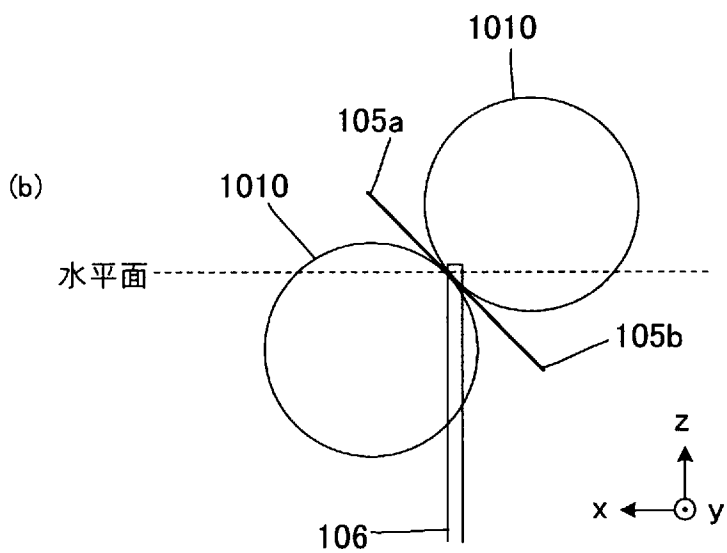
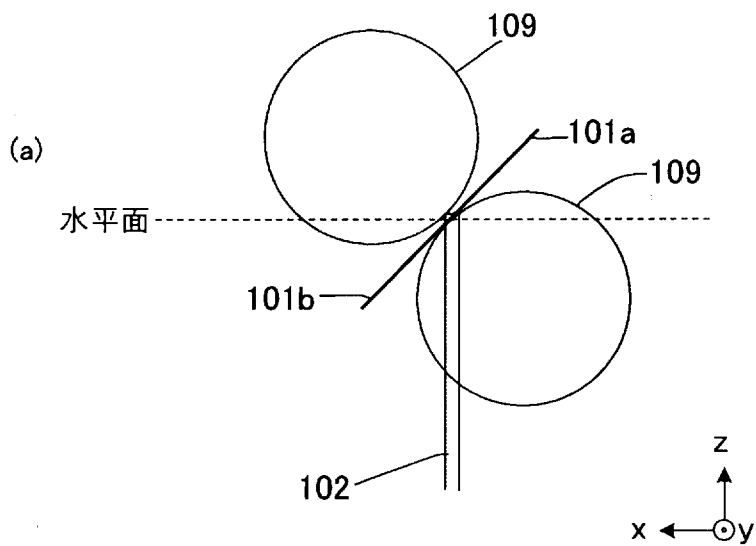
[圖12]



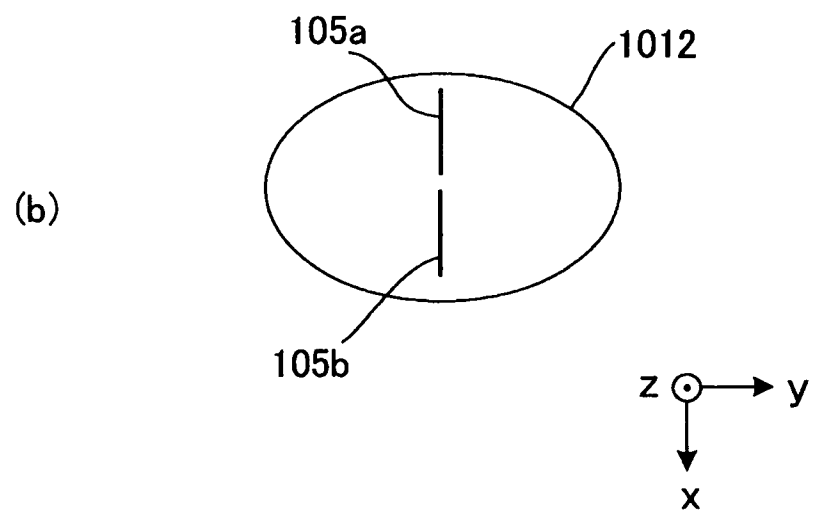
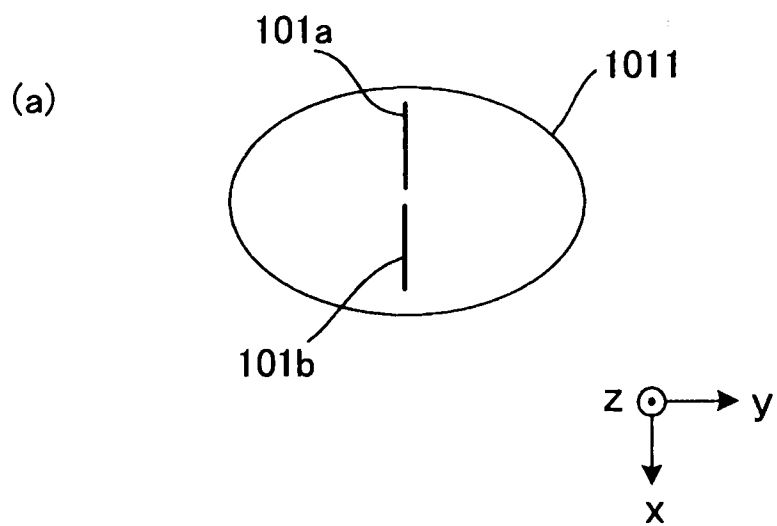
(b)



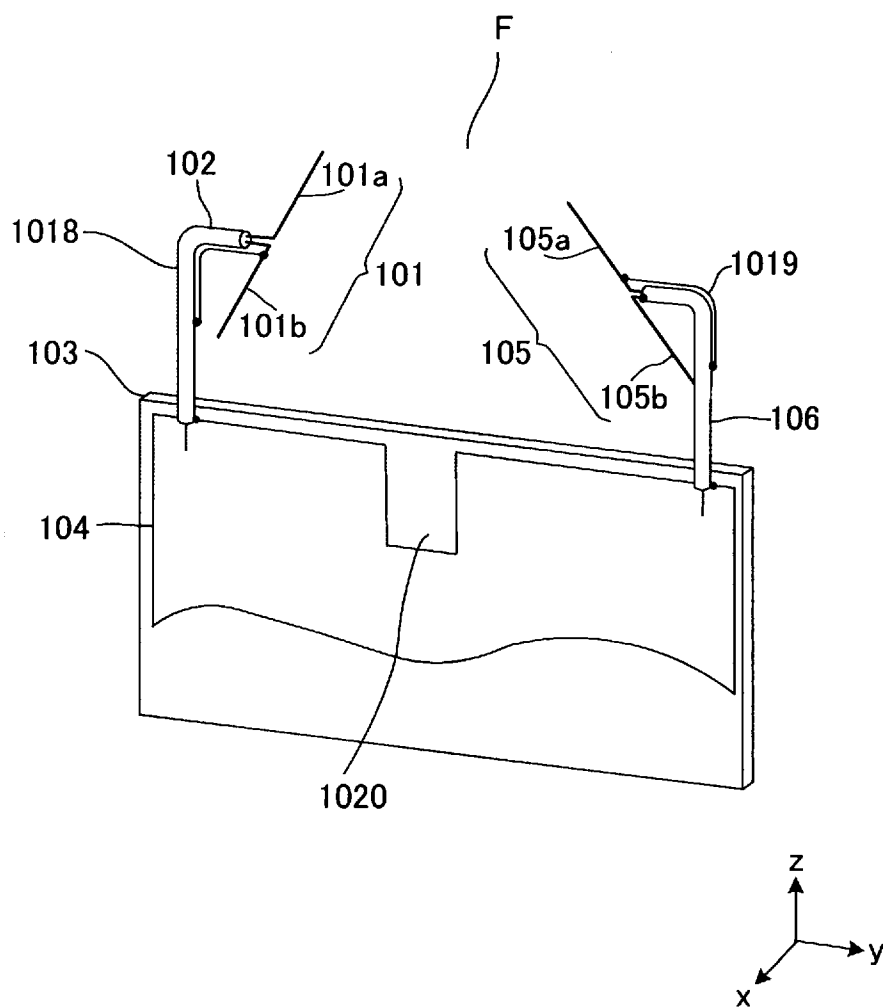
[图13]



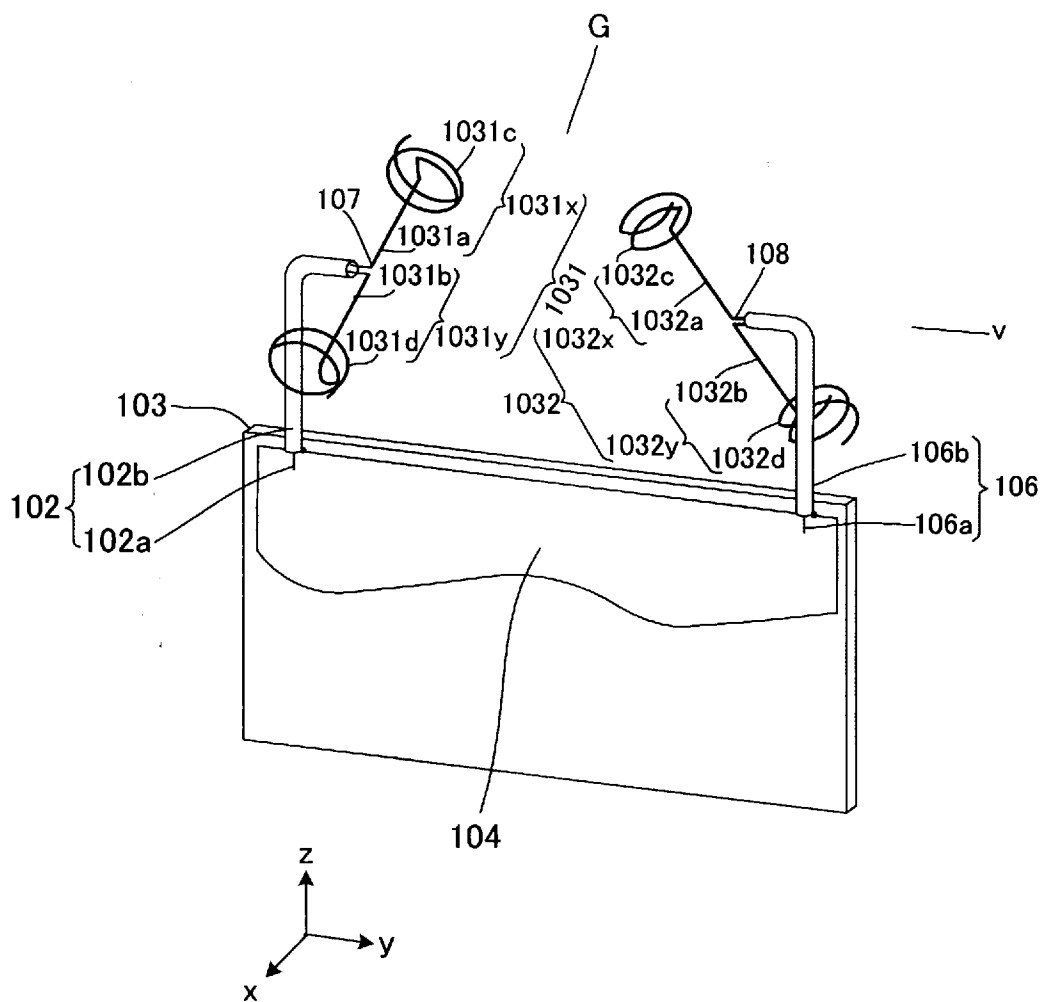
[図14]



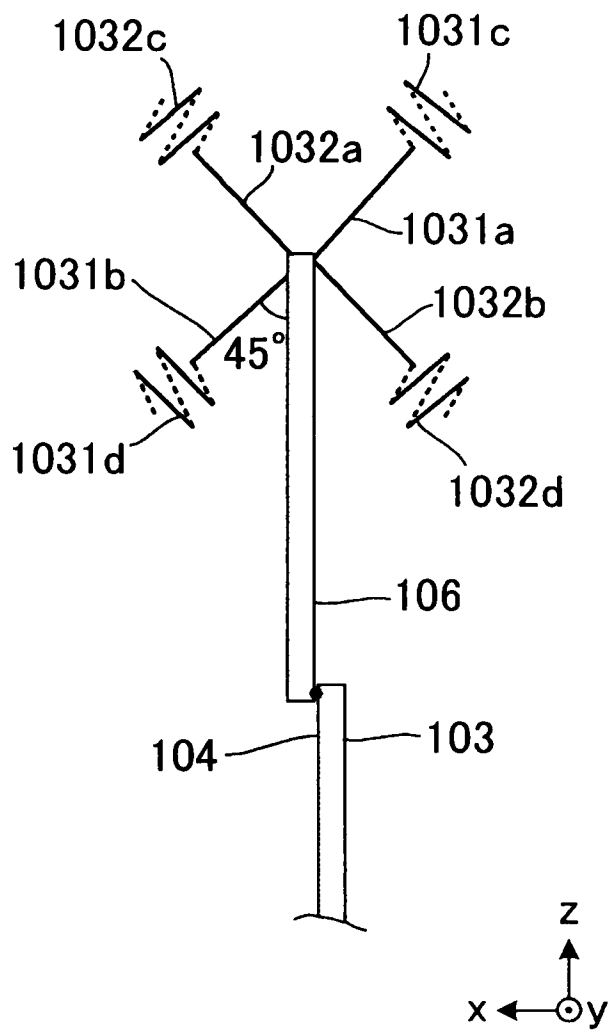
[図15]



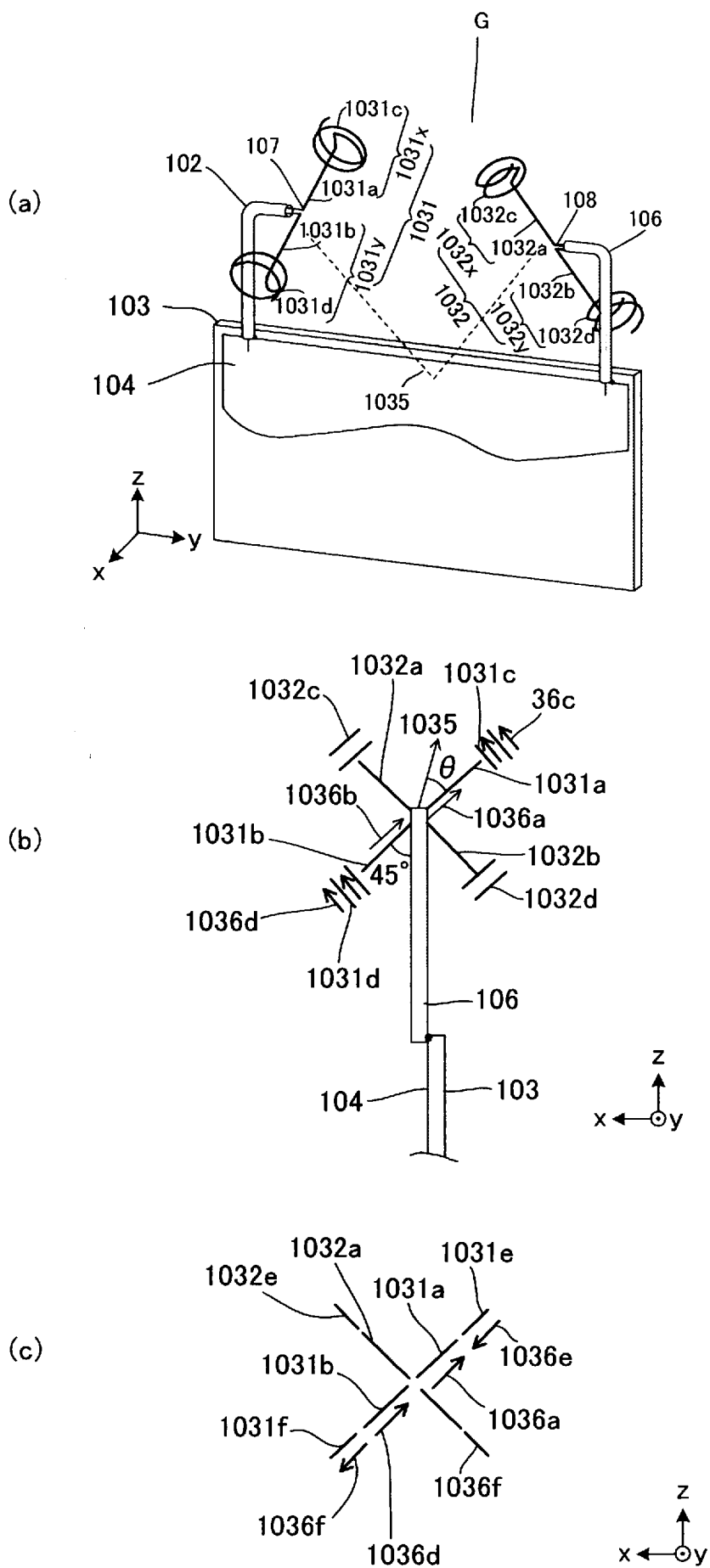
[図16]



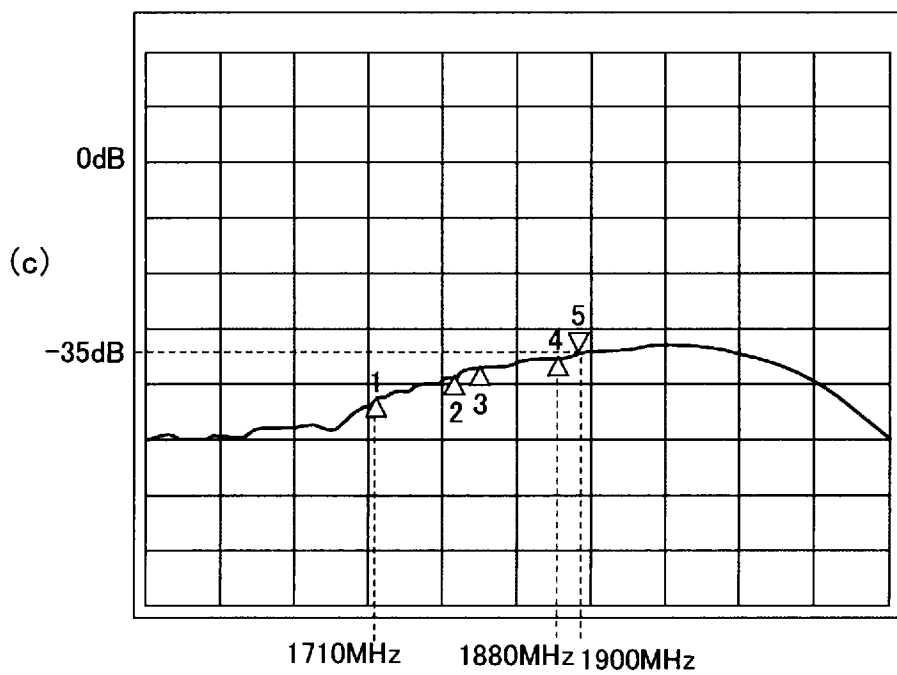
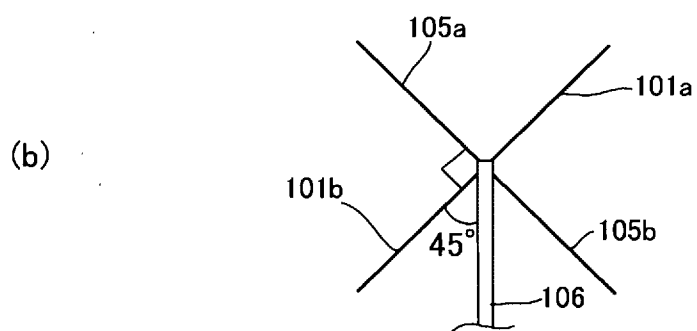
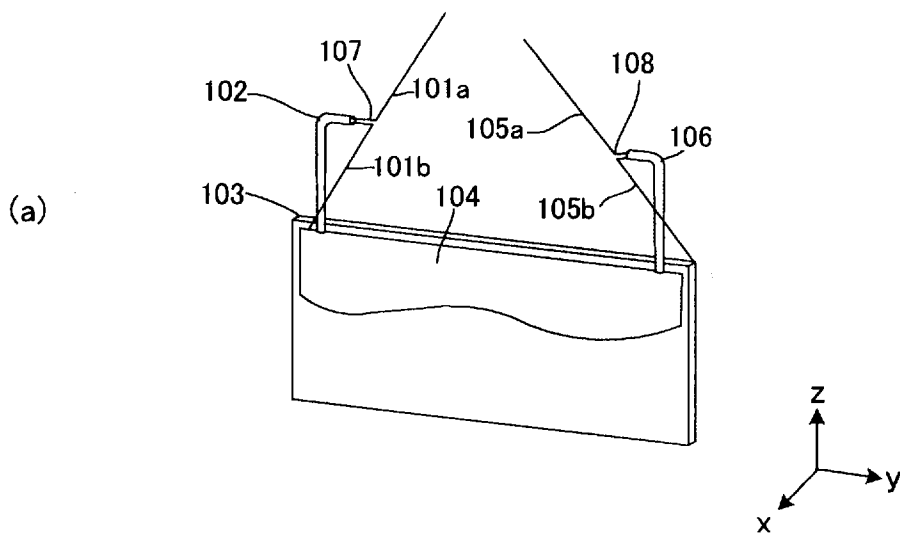
[図17]



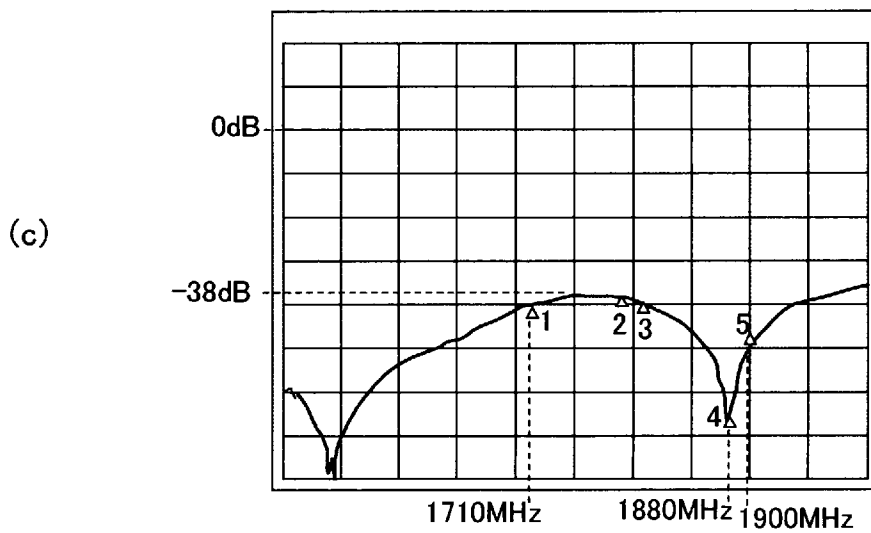
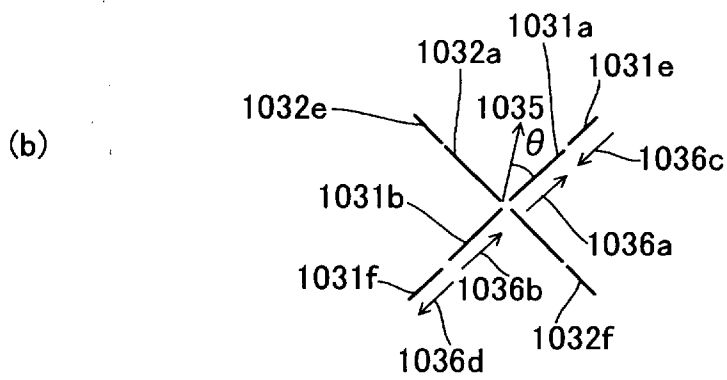
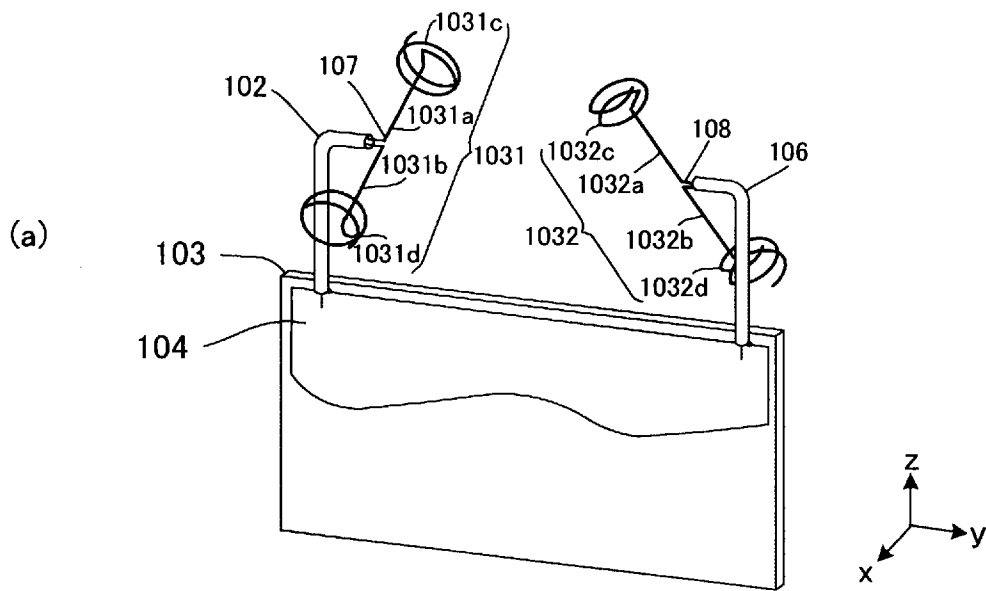
[圖19]



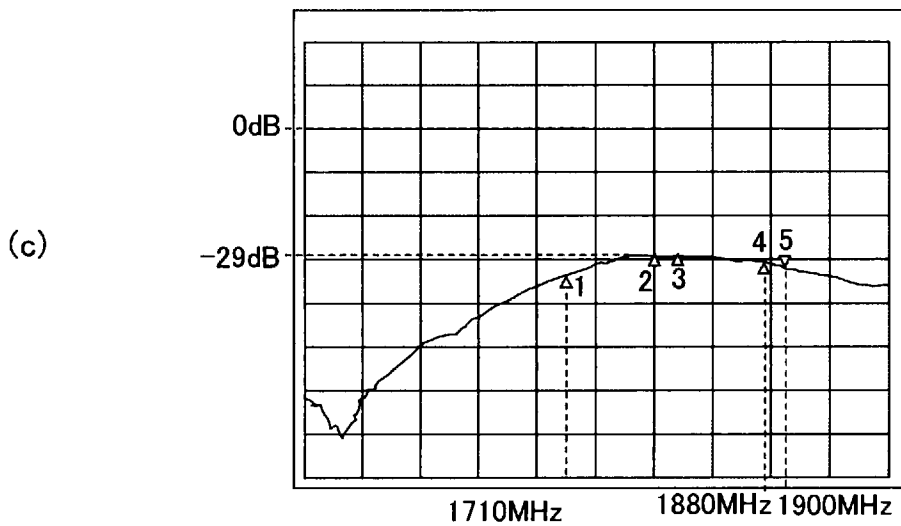
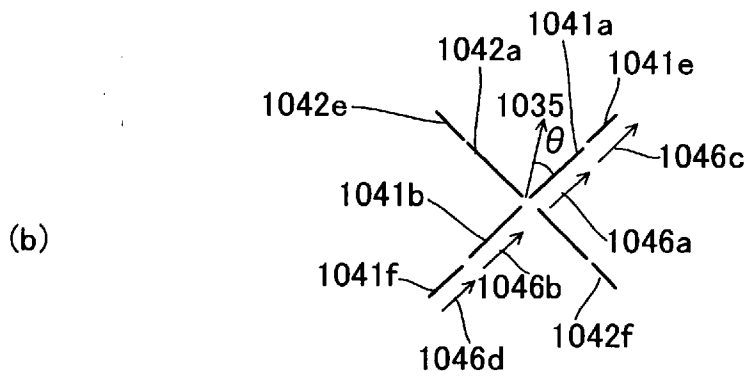
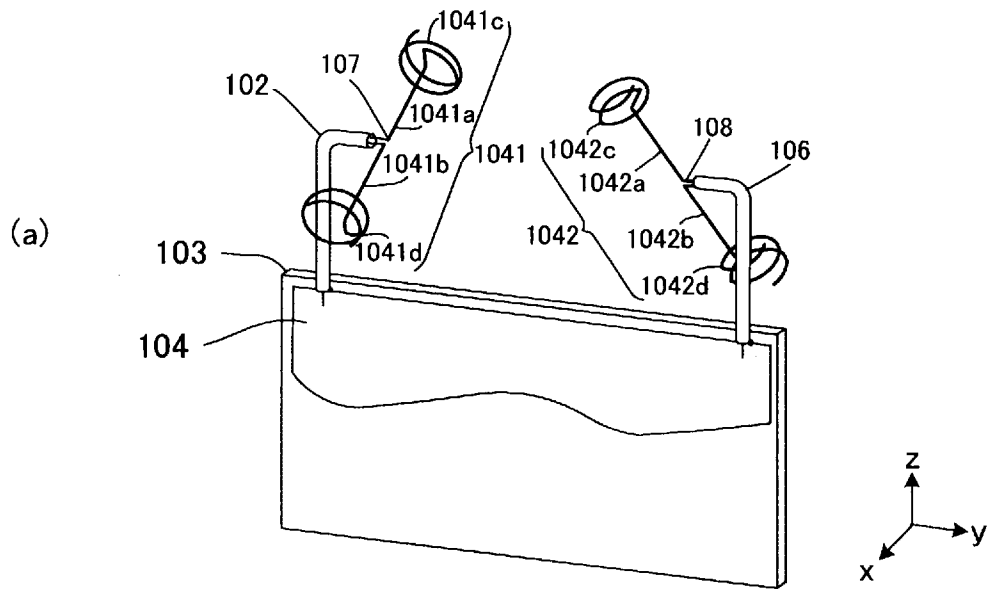
[圖20]



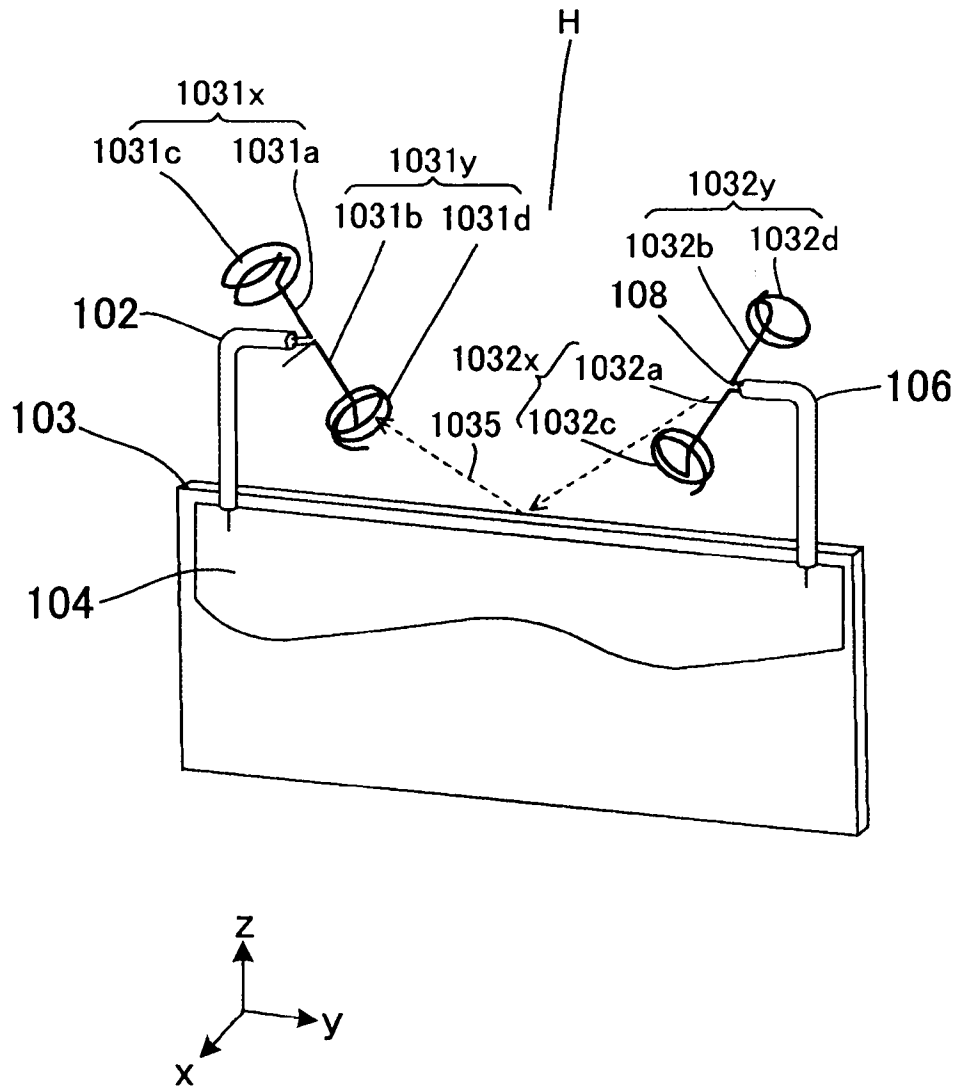
[図21]



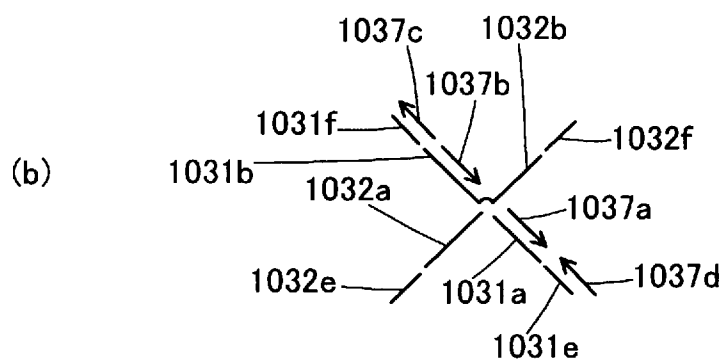
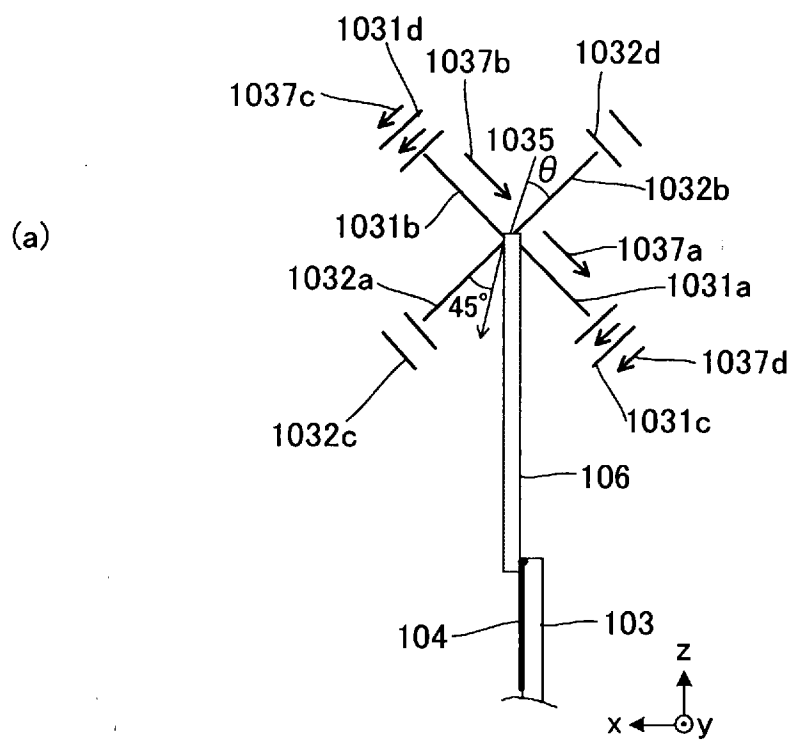
[圖22]



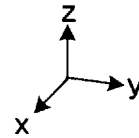
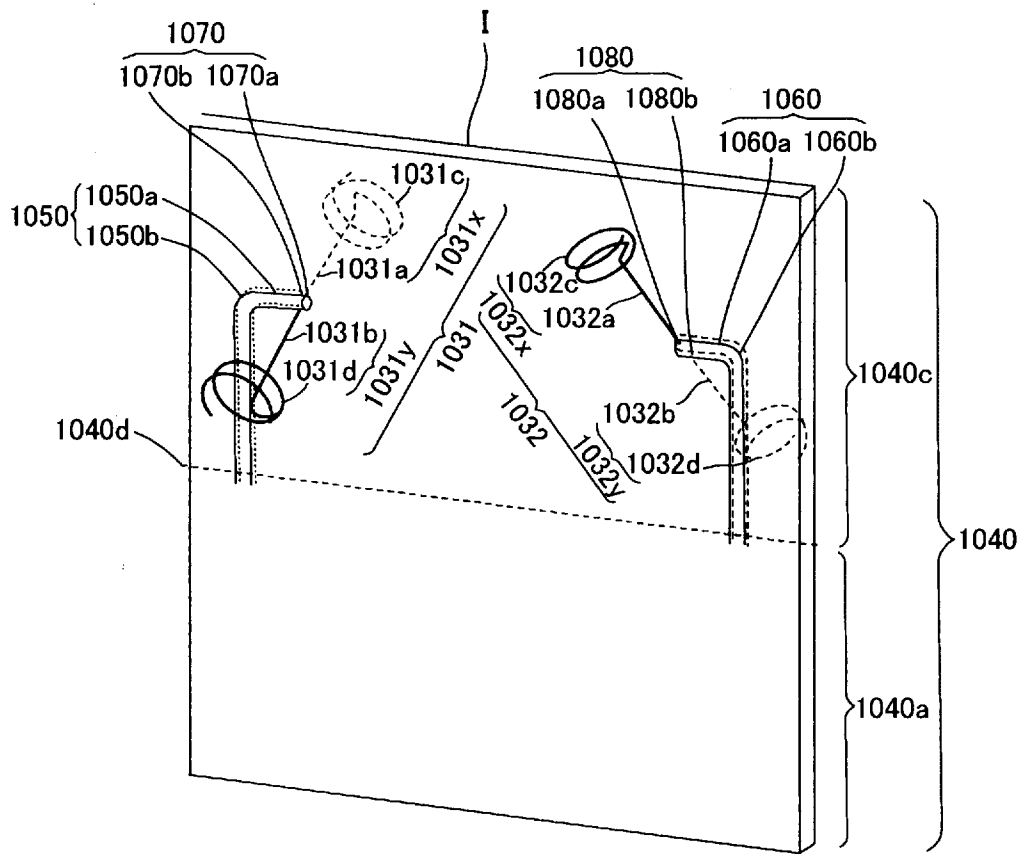
[図23]



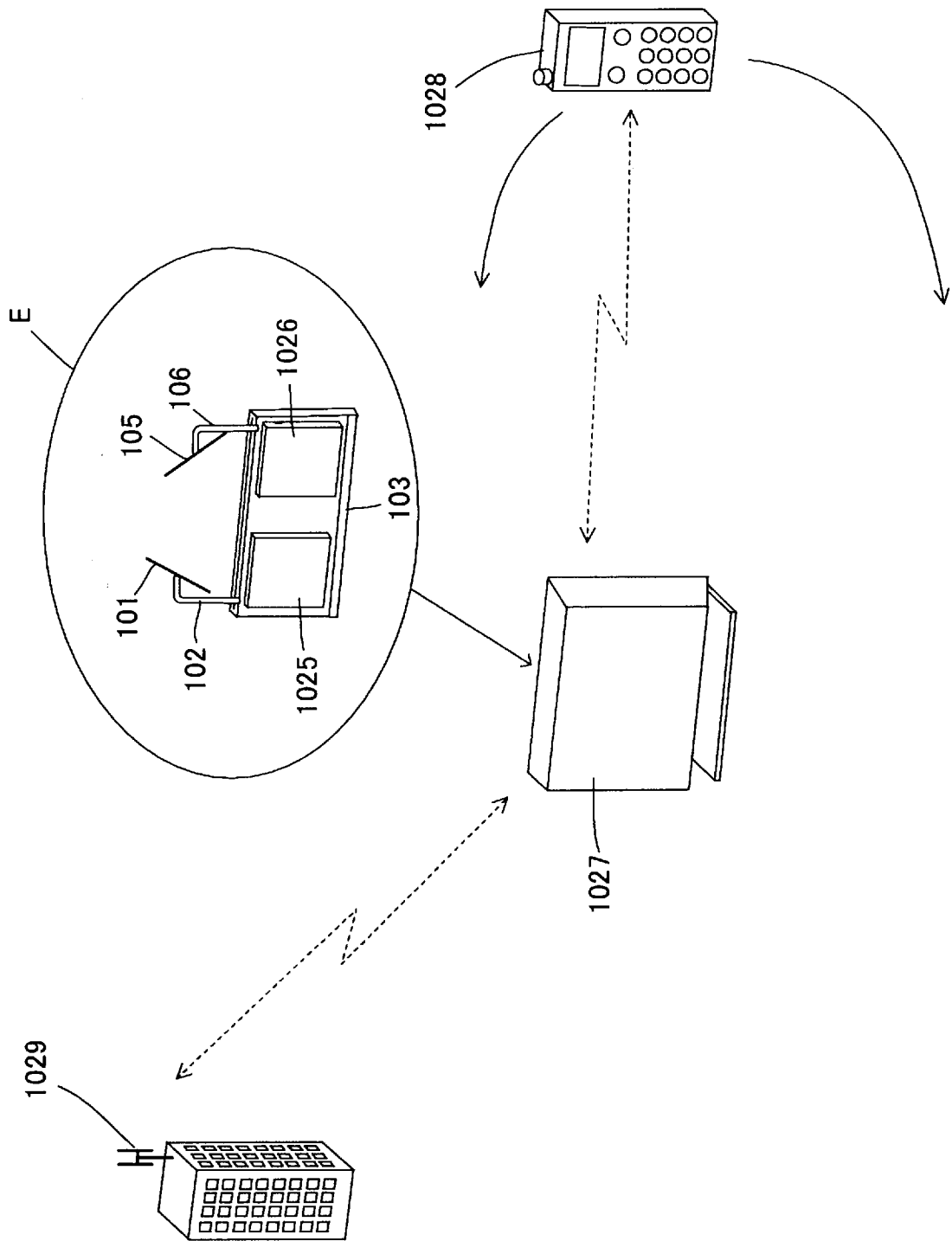
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q5/01(2006.01)i, H01Q1/52(2006.01)i, H01Q9/16(2006.01)i, H01Q9/30(2006.01)i, H01Q21/28(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)

H01Q5/01, H01Q1/52, H01Q9/16, H01Q9/30, H01Q21/28

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/062060 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 June, 2006 (15.06.06), Full text; all drawings & JP 2006-166262 A	1-9
A	JP 2003-209429 A (NTT Docomo Inc.), 25 July, 2003 (25.07.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 58-062902 A (Mitsubishi Electric Corp.), 14 April, 1983 (14.04.83), Figs. 3, 4 (Family: none)	10-25

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 July, 2009 (27.07.09)

Date of mailing of the international search report
04 August, 2009 (04.08.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/002048

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 2007-151115 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 14 June, 2007 (14.06.07), Par. No. [0030]; Fig. 9 & US 2007/0115181 A1	14
A	JP 2001-352587 A (Omron Corp.), 21 December, 2001 (21.12.01), Par. No. [0015]; Fig. 1 (Family: none)	16-25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01Q5/01(2006.01) i, H01Q1/52(2006.01) i, H01Q9/16(2006.01) i, H01Q9/30(2006.01) i, H01Q21/28(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. H01Q5/01, H01Q1/52, H01Q9/16, H01Q9/30, H01Q21/28

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 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009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)

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	WO 2006/062060 A1 (松下電器産業株式会社) 2006.06.15, 全文, 全図 & JP 2006-166262 A	1-9
A	JP 2003-209429 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2003.07.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 58-062902 A (三菱電機株式会社) 1983.04.14, 第3,4図 (ファミリーなし)	10-25

C欄の続きにも文献が列挙されている。 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、一般的な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 27.07.2009	国際調査報告の発送日 04.08.2009
--------------------------	--------------------------

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) 吉村 美香 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T	3 6 6 3
---	--	-----	---------

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 2007-151115 A (三星電子株式会社) 2007. 06. 14, 段落[0030], 第9図 & US 2007/0115181 A1	14
A	JP 2001-352587 A (オムロン株式会社) 2001. 12. 21, 段落[0015], 第1図 (ファミリーなし)	16-25