

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4645729号  
(P4645729)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 Q 1/48 (2006.01)

HO 1 Q 1/38 (2006.01)

HO 1 Q 21/30 (2006.01)

HO 1 Q 1/48

HO 1 Q 1/38

HO 1 Q 21/30

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-300903 (P2008-300903)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成20年11月26日 (2008.11.26)		T D K株式会社
(65) 公開番号	特開2010-130164 (P2010-130164A)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号
(43) 公開日	平成22年6月10日 (2010.6.10)	(74) 代理人	100115738
審査請求日	平成21年7月17日 (2009.7.17)		弁理士 鷲頭 光宏
		(74) 代理人	100121681
			弁理士 緒方 和文
		(74) 代理人	100130982
			弁理士 黒瀬 泰之
		(72) 発明者	張原 康正
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D
			K株式会社内
		(72) 発明者	津留 寿弘
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D
			K株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置、無線通信機、表面実装型アンテナ、プリント基板、並びに表面実装型アンテナ及びプリント基板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

給電ライン及びグランドパターンを有する基板と、  
基体及び前記基体に形成された導体パターンを有し、前記基板上に設置される表面実装型複共振アンテナとを備え、  
前記導体パターンは、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続する平面導体パターンとを含み、  
前記平面導体パターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含み、  
前記基板は、前記各アンテナ導体パターンと前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、前記スリットに対応する領域に導体パターンを有しないことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

前記各アンテナ導体パターンは、前記基体の側面に形成された給電電極を含み、  
前記平面導体パターンは、前記基体の底面に形成されて前記各給電電極と前記給電ラインとを接続し、  
前記スリットは、前記給電ラインと前記各給電電極の間に設けられることを特徴とする請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記複数のアンテナ導体パターンはそれぞれ、前記基体の上面に形成された上面導体パ

ターンを含み、

前記導体パターンは、前記基体の底面のうち、前記各上面導体パターンに対向する位置にそれぞれ設けられた導体パターンを含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のアンテナ装置。

【請求項 4】

給電ライン及びグランドパターンを有する基板と、

基体及び前記基体に形成された複数のアンテナ導体パターンを有し、前記基板上に設置される表面実装型複共振アンテナとを備え、

前記基板は、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、

前記ランドパターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含み、

前記表面実装型複共振アンテナは、前記スリットに対応する表面に導体パターンを有しないことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 5】

前記各アンテナ導体パターンは、前記基体の側面に形成された給電電極を含み、

前記ランドパターンは、前記基体の下方に形成されて前記各給電電極と前記給電ラインとを接続し、

前記スリットは、前記給電ラインと前記各給電電極の間に設けられることを特徴とする請求項 4 に記載のアンテナ装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のアンテナ装置を備えることを特徴とする無線通信機。

【請求項 7】

基体及び前記基体に形成された導体パターンを有し、給電ラインを有する基板上に設置される表面実装型複共振アンテナであって、

前記導体パターンは、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続する平面導体パターンとを含み、

前記平面導体パターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含むことを特徴とする表面実装型複共振アンテナ。

【請求項 8】

給電ライン及びグランドパターンを有し、基体に形成された複数のアンテナ導体パターンを備える表面実装型複共振アンテナが設置されるプリント基板であって、

前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、

前記ランドパターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含むことを特徴とするプリント基板。

【請求項 9】

基体を備え、給電ラインを有する基板上に設置される表面実装型複共振アンテナの製造方法であって、

前記基体に、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続し、かつ前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含む平面導体パターンとを有する導体パターンを形成することを特徴とする表面実装型複共振アンテナの製造方法。

【請求項 10】

給電ライン及びグランドパターンを備え、複数のアンテナ導体パターンを有する表面実装型複共振アンテナが設置されるプリント基板の製造方法であって、

前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続し、かつ前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離

10

20

30

40

50

を制御するスリットを含むランドパターンを形成することを特徴とするプリント基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はアンテナ装置、無線通信機、表面実装型アンテナ、プリント基板、並びに表面実装型アンテナ及びプリント基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話などの小型通信端末には、無線LAN、GPS、Bluetooth（登録商標）など、表面実装型の逆Fアンテナを用いる複数の無線通信方式に1台で対応するものが登場している。これらの無線通信方式が用いる電波の周波数は通常互いに異なるため、1台の小型携帯端末内に複数の表面実装型アンテナを設置することになるが、そうすると小型通信端末のさらなる小型化の妨げになる。そこで、1つの表面実装型アンテナで互いに周波数の異なる複数の無線通信方式に対応するための研究が進められている。

10

【0003】

そのような表面実装型アンテナの候補として現在研究が進められているもののひとつに、複共振アンテナがある。これは、1つの基体表面に長さや幅が互いに異なる複数の放射電極を設け、1つの給電ラインから全放射電極に給電するもので、特許文献1の図1、4、6、8には、その具体的な例が記載されている。

20

【特許文献1】特許第3319268号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記特許文献1に記載される複共振アンテナでは、給電ラインと放射電極の間に間隙を設ける容量給電を採用している。しかしながら、共振アンテナの特性はこの間隙の長さや幅に非常に敏感に反応するため、間隙の製造精度が低いと、インピーダンスの製造バラつきが大きくなってしまいうという問題がある。加えて、間隙部分に電界が集中するため、外部の影響を受けやすくなってしまいうという問題もある。

30

【0005】

そこで、給電方法を直接給電とすることが考えられるが、そうすると、共振アンテナ間でインピーダンスを整合させることが難しくなるという別の問題が生ずる。以下、詳しく説明する。

【0006】

複共振アンテナでは、共振アンテナ間のインピーダンスを揃えることが好ましい。容量給電を採用する複共振アンテナでは、容量給電用の間隙の長さや幅を制御することで、比較的容易に共振アンテナごとのインピーダンスを制御できる。したがって、共振アンテナ間でインピーダンスを整合させることは比較的容易である。

【0007】

これに対し、直接給電を採用する複共振アンテナでは、容量給電用の間隙が存在しないため、上記のような共振アンテナごとのインピーダンス制御を行うことができない。そのため、共振アンテナ間でインピーダンスを整合させることが難しくなっていた。

40

【0008】

したがって、本発明の目的の一つは、直接給電タイプの表面実装型複共振アンテナの共振アンテナ間でのインピーダンス整合を簡易な構成で実現できるアンテナ装置、無線通信機、表面実装型アンテナ、プリント基板、並びに表面実装型アンテナ及びプリント基板の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するための本発明によるアンテナ装置は、給電ライン及びグラウンドパタ

50

ーンを有する基板と、基体及び前記基体に形成された導体パターンを有し、前記基板上に設置される表面実装型複共振アンテナとを備え、前記導体パターンは、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続する平面導体パターンとを含み、前記平面導体パターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含み、前記基板は、前記各アンテナ導体パターンと前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、前記スリットに対応する領域に導体パターンを有しないことを特徴とする。

【0010】

共振アンテナのインピーダンスは、アンテナ導体パターンまでの給電パスの長さによっても変化する。したがって、本発明によれば、上記スリットという簡易な構成により、直接給電タイプの表面実装型複共振アンテナの共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現できる。

10

【0011】

なお、上記アンテナ装置において、前記各アンテナ導体パターンは、前記基体の側面に形成された給電電極を含み、前記平面導体パターンは、前記基体の底面に形成されて前記各給電電極と前記給電ラインとを接続し、前記スリットは、前記給電ラインと前記各給電電極の間に設けられることとしてもよい。これによれば、スリットの深さを調節することで、各アンテナ導体パターンまでの給電パスの長さが制御できるようになる。

【0012】

また、上記アンテナ装置において、前記複数のアンテナ導体パターンはそれぞれ、前記基体の上面に形成された上面導体パターンを含み、前記導体パターンは、前記基体の底面のうち、前記各上面導体パターンに対向する位置にそれぞれ設けられた導体パターンを含むこととしてもよい。これによれば、共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現することが、より容易になる。

20

【0013】

また、本発明の他の一側面によるアンテナ装置は、給電ライン及びグランドパターンを有する基板と、基体及び前記基体に形成された複数のアンテナ導体パターンを有し、前記基板上に設置される表面実装型複共振アンテナとを備え、前記基板は、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、前記ランドパターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含み、前記表面実装型複共振アンテナは、前記スリットに対応する表面に導体パターンを有しないことを特徴とする。これによっても、上記スリットという簡易な構成により、直接給電タイプの表面実装型複共振アンテナの共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現できる。

30

【0014】

なお、上記アンテナ装置において、前記各アンテナ導体パターンは、前記基体の側面に形成された給電電極を含み、前記ランドパターンは、前記基体の下方に形成されて前記各給電電極と前記給電ラインとを接続し、前記スリットは、前記給電ラインと前記各給電電極の間に設けられることとしてもよい。これによれば、スリットの深さを調節することで、各アンテナ導体パターンまでの給電パスの長さが制御できるようになる。

40

【0015】

また、本発明による無線通信機は、上記各アンテナ装置のうちいずれか少なくとも1つを備えることを特徴とする

【0016】

また、本発明による表面実装型複共振アンテナは、基体及び前記基体に形成された導体パターンを有し、給電ラインを有する基板上に設置される表面実装型複共振アンテナであって、前記導体パターンは、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続する平面導体パターンとを含み、前記平面導体パターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含むことを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明によるプリント基板は、給電ライン及びグランドパターンを有し、基体に形成された複数のアンテナ導体パターンを備える表面実装型複共振アンテナが設置されるプリント基板であって、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続するランドパターンを有し、前記ランドパターンは、前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含むことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明による表面実装型複共振アンテナの製造方法は、基体を備え、給電ラインを有する基板上に設置される表面実装型複共振アンテナの製造方法であって、前記基体に、複数のアンテナ導体パターンと、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ラインとを接続し、かつ前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含む平面導体パターンとを有する導体パターンを形成することを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 9 】

また、本発明によるプリント基板の製造方法は、給電ライン及びグランドパターンを備え、複数のアンテナ導体パターンを有する表面実装型複共振アンテナが設置されるプリント基板の製造方法であって、前記各アンテナ導体パターンと前記給電ライン及び前記グランドパターンとを接続し、かつ前記各アンテナ導体パターンのうちの少なくとも一部と前記給電ラインとの接続距離を制御するスリットを含むランドパターンを形成することを特徴とする。

20

## 【発明の効果】

## 【 0 0 2 0 】

本発明によれば、スリットという簡易な構成により、直接給電タイプの表面実装型複共振アンテナの共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 2 1 】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

## 【 0 0 2 2 】

30

## 〔第1の実施の形態〕

図1(a)は、本発明の第1の実施の形態によるアンテナ装置1の構成を示す斜視図である。図1(a)に示すように、アンテナ装置1は、表面実装型アンテナ10と、表面実装型アンテナ10が設置される基板20とを備えて構成される。なお、アンテナ装置1は、携帯電話などの小型の無線通信機に搭載されるものである。図1(b)は、表面実装型アンテナ10の底面に形成される導体を見易くするために、表面実装型アンテナ10のその他の部分の記載を省略したものである。また、図2には表面実装型アンテナ10の展開図を、図3には基板20の構成を示す平面図をそれぞれ示している。図3(a)は基板20のおもて面(表面実装型アンテナ10が設置される面)の平面図であり、図3(b)は基板20のうら面の平面図である。以下、これらの図面を参照しながら、アンテナ装置1の構成について詳しく説明する。

40

## 【 0 0 2 3 】

図1及び図2に示すように、表面実装型アンテナ10は、略直方体形状の誘電体からなる基体11と、基体11の表面上の導体により構成されるアンテナ導体パターン13A、13B及び平面導体パターン14～16とを備える。この表面実装型アンテナ10は、図1に示すように基板20の角部近傍に設置される。

## 【 0 0 2 4 】

基体11の大きさは、目的とするアンテナ特性に応じて適宜設定すればよい。特に限定されるものではないが、横方向の長さ $x_1$ 、 $x_2$ ( $x_1 > x_2$ )をそれぞれ14mm、3mmとし、高さ $x_3$ を3mmとすることができる。また、基体11の材料としては、特に

50

限定されるものではないが、Ba-Nd-Ti系材料（比誘電率80～120）、Nd-Al-Ca-Ti系材料（比誘電率43～46）、Li-Al-Sr-Ti（比誘電率38～41）、Ba-Ti系材料（比誘電率34～36）、Ba-Mg-W系材料（比誘電率20～22）、Mg-Ca-Ti系材料（比誘電率19～21）、サファイヤ（比誘電率9～10）、アルミナセラミックス（比誘電率9～10）、コーズライトセラミックス（比誘電率4～6）などの誘電体材料を用いることが好適である。基体11は、金型を用いてこれらの材料を焼成することによって作製される。

#### 【0025】

具体的に用いる誘電体材料は、後述するアンテナ導体パターン13A、13Bの使用目的である無線通信方式の使用周波数に応じて適宜選択すればよい。なお、比誘電率  $\epsilon_r$  が大きいほど大きな波長短縮効果が得られ、放射導体の長さをより短くすることができるが、比誘電率  $\epsilon_r$  が大きすぎるとアンテナ利得が減少してしまう。そこで、これらのバランスを見ながら、最適な誘電体材料を決定することが好ましい。一例を挙げると、アンテナ導体パターン13Aの使用目的をGPS受信とし、アンテナ導体パターン13Bの使用目的をIEEE802.11bの無線LAN通信とする場合、比誘電率が5～40程度の誘電体材料を用いることが好ましい。このような誘電体材料としては、Mg-Ca-Ti系誘電体セラミックスを好ましく挙げることができる。Mg-Ca-Ti系誘電体セラミックスとしては、 $TiO_2$ 、MgO、CaO、MnO、 $SiO_2$  を含有するMg-Ca-Ti系誘電体セラミックスを用いることが特に好ましい。

#### 【0026】

なお、「略直方体形状」とは、完全な直方体だけでなく一部不完全な直方体を含む意である。本実施の形態では、図1及び図2に示すように、基体11には、側面11Aの下辺から上面11Cを通して側面11Fの下辺まで、各面の中央を等幅かつ深さhで貫く溝が切削され、これによって側面11Dとの境界に沿う一定幅w1の凸面12Aと、側面11Bとの境界に沿う一定幅w2の凸面12Bとが形成されており、完全な直方体形状とはなっていない。なお、このような溝及び凸部を設けるのは、アンテナ導体パターン13A、13Bを電氣的に好適に分離させるためである。

#### 【0027】

アンテナ導体パターン13Aは、凸面12A上に形成された導体パターンである。アンテナ導体パターン13Aの形成領域は、基体11の側面11A（長手方向に垂直な2側面のうち基板20の角部に近い側面）の下辺から、上面11Cを通り、さらに側面11F（側面11Aに向かい合う側面）の上辺から距離L1の位置にまで達しており、連続した一定幅w1の帯状構造を有している。なお、アンテナ導体パターン13Aを構成する導体パターンのうち、側面11Aに設けられている部分は給電電極13A-1であり、それ以外の部分は放射電極13A-2である。アンテナ導体パターン13Aの一端13Aa（給電電極13A-1側の端部）は、側面11Aの下端において平面導体パターン16に接続され、アンテナ導体パターン13Aの他端13Ab（側面11Fの上辺から距離L1の部分）は、他の導体パターンに接続されていない。

#### 【0028】

アンテナ導体パターン13Bは、凸面12B上に形成された導体パターンと、側面11B上に形成された導体パターンとから構成される。前者は、基体11の側面11Aの下辺から、上面11Cを通り、さらに側面11Fの上辺から距離L1の位置にまで達しており、アンテナ導体パターン13Aと平行な、連続した一定幅w2の帯状構造を有している。後者は、側面11Fの導体パターンから、長さL2にわたって側面11B上に延設された構造を有している。なお、アンテナ導体パターン13Bを構成する導体パターンのうち、側面11Aに設けられている部分は給電電極13B-1であり、それ以外の部分は放射電極13B-2である。アンテナ導体パターン13Bの一端13Ba（給電電極13B-1側の端部）は、側面11Aの下端において平面導体パターン16に接続され、アンテナ導体パターン13Bの他端13Bb（側面11Fとの境界から距離L2の部分）は、他の導体パターンに接続されていない。

## 【 0 0 2 9 】

平面導体パターン 1 4 , 1 6 は、底面 1 1 E の長手方向の側面 1 1 F 側端部及び側面 1 1 A 側端部に、底面 1 1 E の全幅にわたってそれぞれ形成された略矩形状の導体パターンである。なお、平面導体パターン 1 6 の基体 1 1 の長手方向の長さは L 3 である。平面導体パターン 1 4 は側面 1 1 F 及び 1 1 B にも延設されているが、アンテナ導体パターン 1 3 A , 1 3 B とは接続していない。平面導体パターン 1 6 は上述したように、側面 1 1 A に設けられた給電電極 1 3 A - 1 , 1 3 B - 2 と接続している。

## 【 0 0 3 0 】

なお、平面導体パターン 1 6 は、図 1 及び図 2 に示すように、側面 1 1 D 側から切り込んだ幅 w , 深さ d のスリット 1 6 a を有している。この点に関しては、後に詳細に説明する。

10

## 【 0 0 3 1 】

平面導体パターン 1 5 は、平面導体パターン 1 4 と平面導体パターン 1 6 の間に、底面 1 1 E の全幅にわたって形成された矩形上の導体パターンである。また、側面 1 1 B の底面 1 1 E との境界付近にも延設されている。平面導体パターン 1 5 は、基体 1 1 の表面上の他の導体パターンとは接触していない。

## 【 0 0 3 2 】

なお、各導体パターンは、電極用ペースト材をスクリーン印刷や転写などの方法によって塗布した後、所定の温度条件下で焼き付けを行うことによって形成することができる。電極用ペースト材としては、銀、銀 - パラジウム、銀 - 白金、銅などを用いることができる。導体パターンは、この他にメッキやスパッタなどでも形成することが可能である。

20

## 【 0 0 3 3 】

スリット 1 6 a については、スクリーン印刷に用いる版膜などにスリット 1 6 a に相当する形状を設けることで作製してもよいし、スリットを有しない平面導体パターン 1 6 を形成した後、スリット 1 6 a に相当する部分を削り取って作製してもよい。

## 【 0 0 3 4 】

次に、図 1 及び図 3 に示すように、基板 2 0 は、おもて面に、グランドパターンの設けられていないグランドクリアランス領域 2 1 と、グランドクリアランス領域 2 1 の周囲に設けられたグランドパターン 2 2 と、グランドクリアランス領域 2 1 内に設けられたランドパターン 2 3 ~ 2 6 と、ランドパターン 2 5 に接続する給電ライン 2 7 と、給電ライン 2 7 を基板 2 0 のうら面に誘導するスルーホール導体 2 8 とを有し、うら面に、グランドパターン 3 0 を有している。なお、グランドクリアランス領域 2 1 の破線で示す領域 X は、表面実装型アンテナ 1 0 の設置領域である。図示していないが、基板 2 0 には無線通信機を構成するための他の様々な電子部品も実装される。

30

## 【 0 0 3 5 】

グランドクリアランス領域 2 1 は、基板 2 0 の角部に沿って設けられている。そのため、グランドクリアランス領域 2 1 の周囲 2 方向はグランドパターン 2 2 に囲まれているが、他の 2 方向は基板 2 0 の存在しない開放空間である。

## 【 0 0 3 6 】

うら面のグランドパターン 3 0 は、領域 X の直下にも存在している。これにより、表面実装型アンテナ 1 0 は所謂オングランドタイプとなっている。

40

## 【 0 0 3 7 】

ランドパターン 2 3 , 2 4 はそれぞれ、表面実装型アンテナ 1 0 の平面導体パターン 1 4 , 1 5 に対応する位置に設けられ、これらの導体と半田接続される。なお、ランドパターン 2 3 は、端部 2 3 a でグランドパターン 2 2 と接触している。また、ランドパターン 2 4 とグランドパターン 2 2 との間には、インダクタ、キャパシタ、若しくはショートにより構成される、周波数調整用のチップリアクタ 2 9 a が実装されている。チップリアクタ 2 9 a は、ランドパターン 2 4 のリード部分 2 4 a とグランドパターン 2 2 との間に直列に挿入されている。チップリアクタ 2 9 a の実装位置は、グランドクリアランス領域 2 1 の外側であって、グランドクリアランス領域 2 1 にできるだけ近い位置が好ましい。

50

## 【 0 0 3 8 】

また、ランドパターン 25, 26 は、表面実装型アンテナ 10 の平面導体パターン 16 に対応する位置に設けられ、これらの導体と半田接続される。なお、ランドパターン 25 とランドパターン 26 の間の間隙は一定幅  $w$  に設定されており、この間隙の位置はスリット 16a の位置に対応している。換言すれば、基板 20 は、スリット 16a に対応する領域に導体パターンを有していない。また、ランドパターン 26 は、端部 26a でグランドパターン 22 と接触している。

## 【 0 0 3 9 】

給電ライン 27 はランドパターン 25 に接続しており、給電ライン 27 とグランドパターン 22 との間には、インダクタ、キャパシタ、若しくはショートにより構成される、インピーダンス調整用のチップリアクタ 29b が実装されている。チップリアクタ 29b の実装位置も、グランドクリアランス領域 21 の外側であって、グランドクリアランス領域 21 にできるだけ近い位置が好ましい。給電ライン 27 はスルーホール導体 28 によってうら面に導入され、うら面で信号ライン（不図示）に接続されている。

## 【 0 0 4 0 】

なお、各グランドパターンや各ランドパターンは、全面に銅箔を貼り付けた基板を用意し、エッチングにより不要部分の銅箔を溶かすことで形成することができる。

## 【 0 0 4 1 】

表面実装型アンテナ 10 と基板 20 とが以上説明したような構成を有することにより、アンテナ導体パターン 13A 及び 13B はそれぞれ逆 F アンテナとして機能する。すなわち、アンテナ導体パターン 13A では、ランドパターン 26 が逆 F アンテナのショートスタブとして機能し、端部 13Ab が逆 F アンテナの開放端として機能する。アンテナ導体パターン 13B では、ランドパターン 26 が逆 F アンテナのショートスタブとして機能し、端部 13Bb が逆 F アンテナの開放端として機能する。

## 【 0 0 4 2 】

アンテナ導体パターン 13A, 13B の共振周波数は、主として基体 11 の表面に形成した導体の長さ及び幅並びに基体 11 の非誘電率等によって決定される。しかし、アンテナ装置 1 では、チップリアクタ 29a のリアクタンスを適宜調整することにより、共振周波数の微調整も可能になっている。

## 【 0 0 4 3 】

ここで、相対的に基板 20 の内側に位置するアンテナ導体パターン 13A は、相対的に高い周波数の無線通信方式用に用い、相対的に基板 20 の外側に位置するアンテナ導体パターン 13B は、相対的に低い周波数の無線通信方式用に用いることが好ましい。一例を挙げると、例えば 1.5GHz 帯の周波数を用いる GPS 受信と、2.5GHz 帯の周波数を用いる IEEE 802.11b 通信とに対応させる場合、アンテナ導体パターン 13A の共振周波数を 2.5GHz 帯に調整し、アンテナ導体パターン 13B の共振周波数を 1.5GHz 帯に調整することが好ましい。

## 【 0 0 4 4 】

さて、平面導体パターン 16 に設けたスリット 16a について説明する。

## 【 0 0 4 5 】

上記の各構成により、給電ライン 27 から入力する電流は、ランドパターン 25 を通って平面導体パターン 16 に入り、スリット 16a を超えて、各給電電極 13A-1, 13B-1 に至ることになる。つまり、スリット 16a は、給電ライン 27 と各給電電極 13A-1, 13A-2 との間に設けられている。そして、スリット 16a の深さ  $d$  によって、アンテナ導体パターン 13A, 13B と給電ライン 27 との接続距離が制御することが可能になっている。以下、具体的に説明する。

## 【 0 0 4 6 】

図 4 は、アンテナ導体パターン 13A, 13B と給電ライン 27 との接続距離と、スリット 16a の深さ  $d$  との関係の説明図である。図 4(a) 及び図 4(b) では  $d = d_2$  とし、図 4(c) 及び図 4(d) では  $d = d_1$  ( $0 < d_1 < d_2$ ) とし、図 4(e) 及び図

10

20

30

40

50

4 ( f ) では  $d = 0$  としている。ここで、端部 2 6 a の位置は固定である。

【 0 0 4 7 】

まず、図 4 ( b ) ( d ) ( f ) に示すように、深さ  $d$  が大きいほど、給電ライン 2 7 から給電電極 1 3 A に至る電流の経路 ( 給電パス )  $D_A$  は長くなる。これは、電流がスリット 1 6 a を回り込むことになるからである。

【 0 0 4 8 】

一方、図 4 ( a ) ( c ) ( e ) に示すように、深さ  $d$  が大きいほど、給電ライン 2 7 から給電電極 1 3 B に至る電流の経路  $D_B$  も長くなる。しかし、給電電極 1 3 B は、スリット 1 6 a の深さ方向を挟んで給電ライン 2 7 のほぼ反対側にあるため、経路  $D_A$  に比べると変化の量は小さい。

【 0 0 4 9 】

以上より、深さ  $d$  を変化させることにより、端部 2 6 a の位置が固定されているとき、経路  $D_B$  と経路  $D_A$  の差を制御できることになり、このことはアンテナ導体パターン 1 3 A とアンテナ導体パターン 1 3 B のインピーダンスの差を制御できることを意味する。したがって、製造段階で深さ  $d$  を適切な値に調節することにより、共振アンテナ間でのインピーダンス整合を簡易に実現できる。

【 0 0 5 0 】

以下、本発明の効果について、具体的な測定結果を挙げて説明する。なお、以下に示す各例では、 $x_1 = 14 \text{ mm}$ 、 $x_2 = 3 \text{ mm}$ 、 $x_3 = 3 \text{ mm}$ 、 $w_1 = 1 \text{ mm}$ 、 $w_2 = 1 \text{ mm}$ 、 $L_1 = 2 \text{ mm}$ 、 $L_2 = 10 \text{ mm}$ 、 $L_3 = 2.5 \text{ mm}$ 、 $d_1 = 1.5 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 2.5 \text{ mm}$  とした。また、アンテナ導体パターン 1 3 A の共振周波数を  $2.5 \text{ GHz}$  帯に調整し、アンテナ導体パターン 1 3 B の共振周波数を  $1.5 \text{ GHz}$  帯に調整した。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、図 4 に示した深さ  $d$  の各例について、アンテナ導体パターン 1 3 A、1 3 B のインピーダンスを測定し、スミスチャート上に表した図である。図 5 ( a )、図 5 ( b )、図 5 ( c ) はそれぞれ、 $d = d_2$ 、 $d_1$ 、0 に対応している。なお、このスミスチャートでは、中央が基準特性インピーダンス ( 例えば  $50 \Omega$  )、右端がインピーダンス無限大 ( 開放 )、左端がインピーダンス 0 ( 短絡 ) となっている。また上半分の右回りに正のリアクタンス、下半分の左回りに負のリアクタンスをとっている。

【 0 0 5 2 】

アンテナ導体パターン 1 3 A、1 3 B の各インピーダンスは、周波数を  $0 \text{ Hz}$  から上昇させていったとき、図 5 のスミスチャートに表すような軌跡をたどる。図 5 から明らかのように、アンテナ導体パターン 1 3 B のインピーダンス特性は深さ  $d$  によってもほとんど変化がないが、アンテナ導体パターン 1 3 A のインピーダンス特性は深さ  $d$  によって大きく変化する。これは、スリット 1 6 a の深さ  $d$  の制御によって、特にアンテナ導体パターン 1 3 A のインピーダンスが制御されていることを示している。

【 0 0 5 3 】

なお、図 5 に示した深さ  $d$  の 3 つの例の中では、アンテナ導体パターン 1 3 A、1 3 B の間でインピーダンスの変化を示す曲線の曲率の差が最も小さいのが図 5 ( b ) に示した  $d = d_1$  の例であり、アンテナ導体パターン 1 3 A、1 3 B の間でのインピーダンス整合が最も良く取れていると言える。したがって、スリット 1 6 a の深さ  $d$  は、0 や  $d_2$  ではなく  $d_1$  とすることが最も好ましいということになる。

【 0 0 5 4 】

図 6 は、図 4 に示した深さ  $d$  の各例について、アンテナ導体パターン 1 3 A、1 3 B それぞれの共振周波数付近でのリターンロス測定し、プロットした図である。図 6 ( a )、図 6 ( c )、図 6 ( e ) は、アンテナ導体パターン 1 3 B の共振周波数  $1.5 \text{ GHz}$  帯付近でのリターンロスを示し、図 6 ( b )、図 6 ( d )、図 6 ( f ) は、アンテナ導体パターン 1 3 A の共振周波数  $2.5 \text{ GHz}$  帯付近でのリターンロスを示している。また、図 6 ( a )、図 6 ( b ) は  $d = d_2$  に対応し、図 6 ( c )、図 6 ( d ) は  $d = d_1$  に対応し、図 6 ( e )、図 6 ( f ) は  $d = 0$  に対応している。

## 【0055】

図6から明らかなように、1.5GHz帯、2.5GHz帯ともにスリット16aの深さdによってリターンロスが変化するが、変化の大きさは2.5GHz帯の方が大きくなっている。つまり、スリット16aの深さdの制御によって、アンテナ導体パターン13Aとアンテナ導体パターン13Bのインピーダンスの差が制御されている。

## 【0056】

なお、図6に示した深さdの3つの例の中では、リターンロスの差が最も小さいのが図6(c)及び図6(d)に示した $d = d_1$ の例であり、アンテナ導体パターン13Aとアンテナ導体パターン13Bの間でのインピーダンス整合が最も良く取れていると言える。したがって、この結果からも、スリット16aの深さdは、0や $d_2$ ではなく $d_1$ とすることが最も好ましいということになる。

10

## 【0057】

なお、深さdの具体的な値については、基体11、各導体パターン、基板20の材質、形状、大きさや基板20上に設置される他の素子などの各種要因によって変化するので、製品の種類ごとに実験によって決定することが好適である。

## 【0058】

以上説明したように、本実施の形態によるアンテナ装置1によれば、スリット16aの深さdを調節することで、各アンテナ導体パターンまでの給電パスの長さが制御できる。したがって、スリット16aという簡易な構成により、共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現できる。

20

## 【0059】

## [第2の実施の形態]

本実施の形態によるアンテナ装置1は、スリットを設ける位置が第1の実施の形態と異なる。すなわち、第1の実施の形態では表面実装型アンテナ10の表面に形成した導体パターンにスリットを設けていたが、本実施の形態では基板20の表面に形成したランドパターンにスリットを設ける。以下、この相違点を中心に、本実施の形態について詳しく説明する。

## 【0060】

図7は、本実施の形態による基板20の構成を示す平面図を示す図である。また、図8は、本実施の形態による表面実装型アンテナ10の展開図を示す図である。

30

## 【0061】

図7に示すように、本実施の形態による基板20は、図3に示したランドパターン25, 26に代えて、ランドパターン31を有している。ランドパターン31は、ランドパターン25, 26の間の間隙部分を導体パターンで埋めた形状を有し、さらにこの間隙に相当する部分に、給電ライン27側から切り込んだ幅w, 深さdのスリット31aを設けたものである。

## 【0062】

なお、スリット31aの製造方法としては、基板に張り付けられた銅箔をエッチングする際に用いるマスクに、スリット31aに相当する形状を設けることで作製してもよいし、スリットを有しないランドパターン31を形成した後、スリット31aに相当する部分を削り取って作製してもよい。

40

## 【0063】

また、図8に示すように、本実施の形態による表面実装型アンテナ10は、平面導体パターン16に代えて平面導体パターン17を備える。平面導体パターン17は、底面11Eの長手方向の側面11A側端部に、底面11Eの全幅にわたって形成された略矩形状の導体パターンであり、図2に示した平面導体パターン16から、スリット16aより側面11A側の部分のみを切り出した形状となっている。表面実装型アンテナ10は、スリット31aに対応する位置に導体パターンを有していない。

## 【0064】

以上の構成により、給電ライン27から入力する電流は、ランドパターン31を通り、

50

スリット 3 1 a を超えて、平面導体パターン 1 7 に至ることになる。つまり、スリット 3 1 a は、第 1 の実施の形態によるスリット 1 6 a と同様に、給電ライン 2 7 と各給電電極 1 3 A - 1 , 1 3 A - 2 との間に設けられている。したがって、スリット 3 1 a の深さ d によって、第 1 の実施の形態と同様に、アンテナ導体パターン 1 3 A , 1 3 B と給電ライン 2 7 との接続距離が制御されることになる。

【 0 0 6 5 】

以上説明したように、本実施の形態によるアンテナ装置 1 によれば、スリット 3 1 a の深さ d を調節することで、各アンテナ導体パターンまでの給電パスの長さが制御できる。したがって、スリット 3 1 a という簡易な構成により、共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現できる。

10

【 0 0 6 6 】

また、基板 2 0 側にスリットを設けることにより、表面実装型アンテナ 1 0 にスリットを設ける場合に比べ、精度よくスリットを形成することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

[ 第 3 の実施の形態 ]

本実施の形態と第 1 の実施の形態とは、平面導体パターン 1 5 の具体的構成が異なる。以下、この相違点を中心に、本実施の形態について詳しく説明する。

【 0 0 6 8 】

図 9 は、本実施の形態による表面実装型アンテナ 1 0 の展開図を示す図である。また、図 1 0 は、本実施の形態による基板 2 0 の構成を示す平面図を示す図である。

20

【 0 0 6 9 】

図 9 に示すように、本実施の形態による表面実装型アンテナ 1 0 は、第 1 の実施の形態で平面導体パターン 1 5 を有していた部分（基体 1 1 の底面 1 1 E）に平面導体パターン 1 5 A , 1 5 B を有している。平面導体パターン 1 5 A はアンテナ導体パターン 1 3 A と同幅であり、アンテナ導体パターン 1 3 A のうち上面 1 1 C に設けられた部分（上面導体パターン）に対向する位置に設けられている。また、平面導体パターン 1 5 B はアンテナ導体パターン 1 3 B と同幅であり、アンテナ導体パターン 1 3 B のうち上面 1 1 C に設けられた部分（上面導体パターン）に対向する位置に設けられている。

【 0 0 7 0 】

また、図 1 0 に示すように、基板 2 0 は、ランドパターン 2 4 に代えて、ランドパターン 2 4 A , 2 4 B を有している。このうちランドパターン 2 4 A は、表面実装型アンテナ 1 0 の平面導体パターン 1 5 A に対応する位置に設けられ、平面導体パターン 1 5 A と半田接続される。また、ランドパターン 2 4 B は、表面実装型アンテナ 1 0 の平面導体パターン 1 5 B に対応する位置に設けられ、平面導体パターン 1 5 A と半田接続される。

30

【 0 0 7 1 】

ランドパターン 2 4 A とグランドパターン 2 2 との間には周波数調整用のチップリアクタ 2 9 a が実装されている。チップリアクタ 2 9 a は、ランドパターン 2 4 A のリード部分 2 4 A a とグランドパターン 2 2 との間に直列に挿入されている。同様に、ランドパターン 2 4 B とグランドパターン 2 2 との間には周波数調整用のチップリアクタ 2 9 c が実装されている。チップリアクタ 2 9 c は、ランドパターン 2 4 B のリード部分 2 4 B a とグランドパターン 2 2 との間に直列に挿入されている。

40

【 0 0 7 2 】

以上の構成により、アンテナ導体パターン 1 3 A の特性と、アンテナ導体パターン 1 3 B の特性とを、互いに独立に制御することが容易になる。したがって、共振アンテナ間でのインピーダンス整合を実現することが、より容易になる。

【 0 0 7 3 】

一例を挙げると、図 1 0 では、ランドパターン 2 4 A と 2 4 B とは、互いに異なる周波数調整用チップリアクタ（チップリアクタ 2 9 a と 2 9 c）を介してグランドパターン 2 2 に接続している。したがって、アンテナ導体パターンごとに周波数を調整することが可能になる。

50

## 【 0 0 7 4 】

以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 7 5 】

【図 1】( a ) は、本発明の第 1 の実施の形態によるアンテナ装置の構成を示す斜視図である。 b ) は、表面実装型アンテナの底面に形成される導体を見易くするために、表面実装型アンテナのその他の部分の記載を省略したものである。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態による表面実装型アンテナの展開図である。

10

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態による基板の構成を示す平面図である。( a ) は基板のおもて面(表面実装型アンテナが設置される面)の平面図であり、( b ) は基板のうら面の平面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態による各アンテナ導体パターンと給電ラインとの接続距離と、スリットの深さとの関係の説明図である。

【図 5】図 4 に示した各例について、各アンテナ導体パターンのインピーダンスを測定し、スミスチャート上に表した図である。

【図 6】図 4 に示した各例について、各アンテナ導体パターンそれぞれの共振周波数付近でのリターンロスを測定し、プロットした図である。

【図 7】本発明の第 2 の実施の形態による基板の構成を示す平面図である。( a ) は基板のおもて面(表面実装型アンテナが設置される面)の平面図であり、( b ) は基板のうら面の平面図である。

20

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態による表面実装型アンテナの展開図である。

【図 9】本発明の第 3 の実施の形態による表面実装型アンテナの展開図である。

【図 10】本発明の第 3 の実施の形態による基板の構成を示す平面図である。( a ) は基板のおもて面(表面実装型アンテナが設置される面)の平面図であり、( b ) は基板のうら面の平面図である。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 6 】

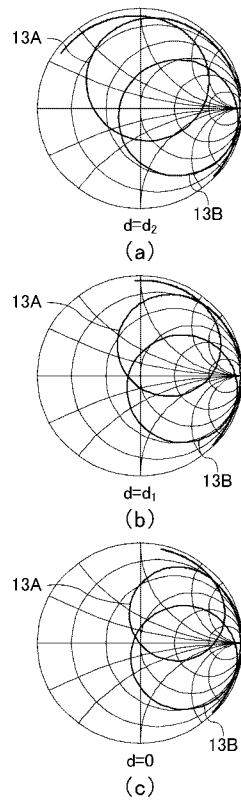
- 1 アンテナ装置
- 1 0 表面実装型アンテナ
- 1 1 基体
- 1 3 A アンテナ導体パターン
- 1 3 A , 1 3 B アンテナ導体パターン
- 1 3 A , 1 4 A アンテナ導体パターン
- 1 4 ~ 1 7 , 1 5 A , 1 5 B 平面導体パターン
- 1 6 a , 3 1 a スリット
- 2 0 基板
- 2 1 グランドクリアランス領域
- 2 2 , 3 0 , 3 1 グランドパターン
- 2 3 ~ 2 6 , 2 4 A , 2 4 B ランドパターン
- 2 7 給電ライン
- 2 8 スルーホール導体
- 2 9 a , 2 9 b , 2 9 c チップリアクタ

30

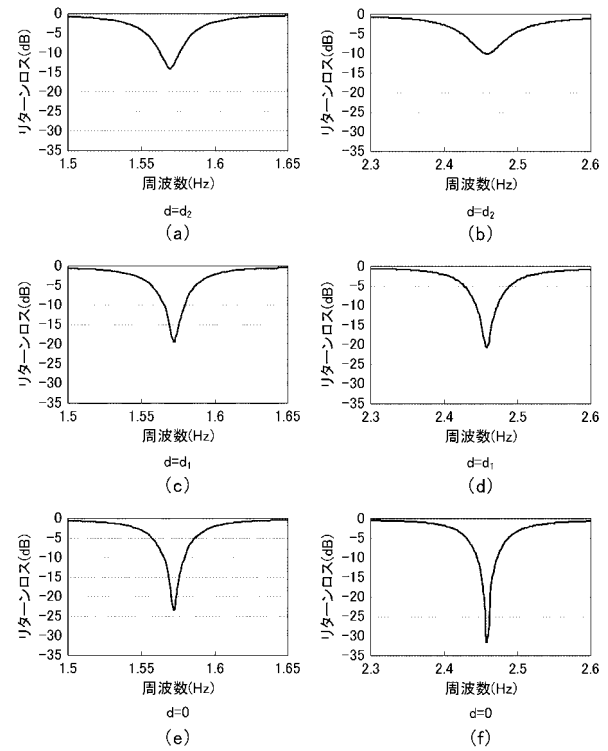
40



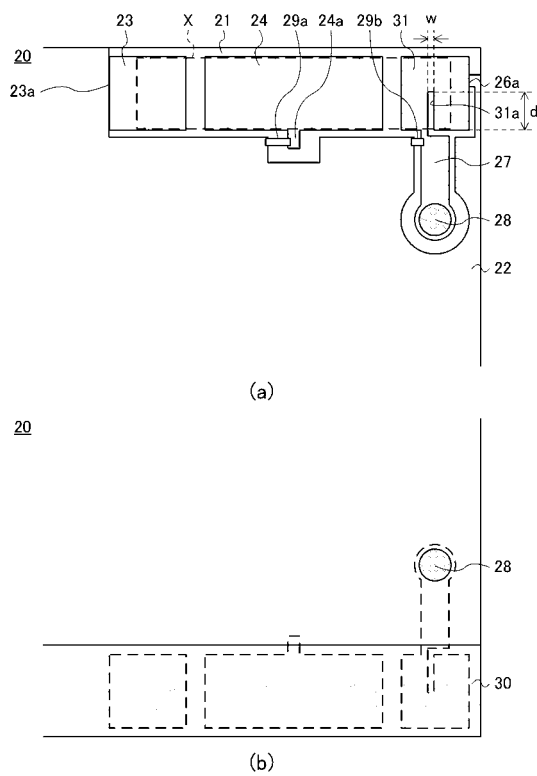
【図 5】



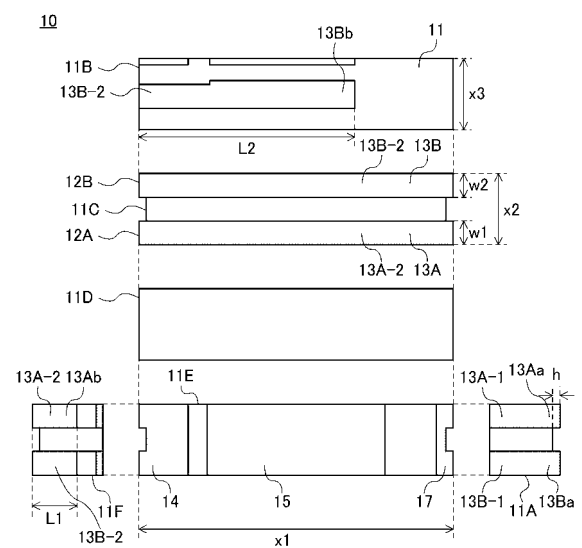
【図 6】



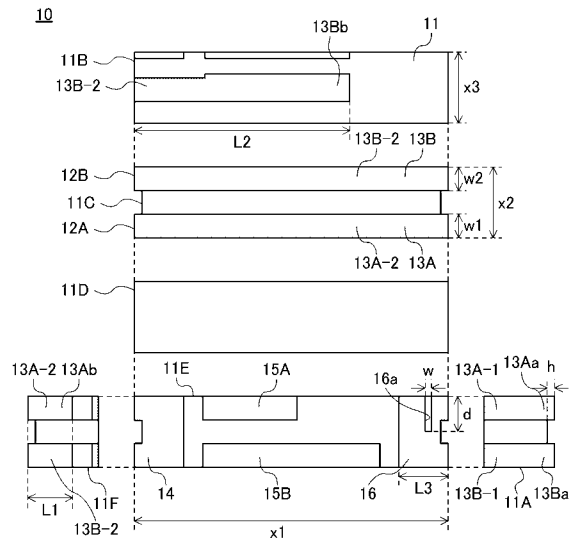
【図 7】



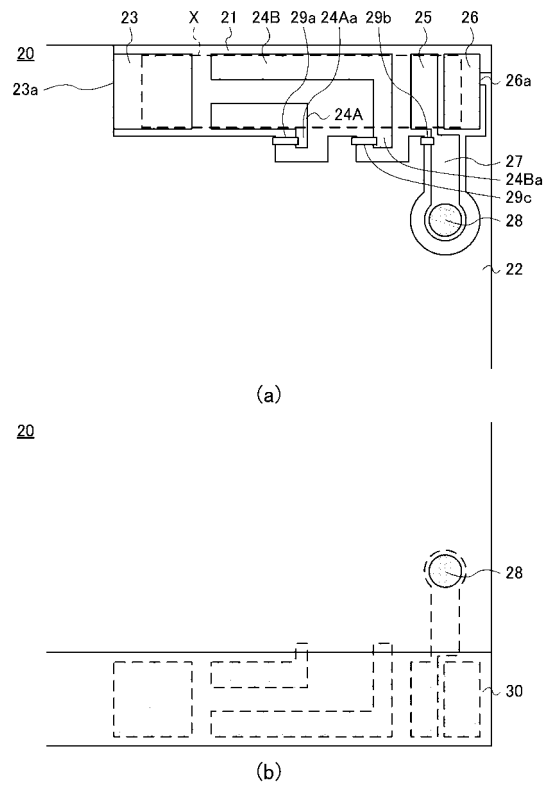
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

審査官 麻生 哲朗

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 2 7 5 2 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 7 7 3 3 0 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 6 / 1 2 0 7 6 3 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 8 - 1 2 5 0 3 6 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 Q 1 / 4 8  
H 0 1 Q 1 / 3 8  
H 0 1 Q 2 1 / 3 0