(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125707 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 1/24 (2006.01) *H01Q 13/08* (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01) *H05K 1/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/057961

(22) 国際出願日: 2011 年 3 月 30 日(30.03.2011)

(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 2010-085543 2010 年 4 月 1 日(01.04.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＴＤＫ株式会社 (TDK Corporation) [JP/JP]; 〒1038272 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 歌川 尚明 (UTAGAWA Naoaki) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内 Tokyo (JP). 北見 学 (KITAMI Manabu) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内 Tokyo (JP). 松島 正樹 (MATSUSHIMA Masaki) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内 Tokyo (JP). 大橋 武 (OOHASHI Takeshi) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内 Tokyo (JP). 張原 康正 (HARIHARA Yasumasa) [JP/JP]; 〒1030027 東京都中央区日本橋一丁目１３番１号 ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 鷲頭 光宏, 外 (WASHIZU Mitsuhiro et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目５番１号第三太陽ビル８Ｆ 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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

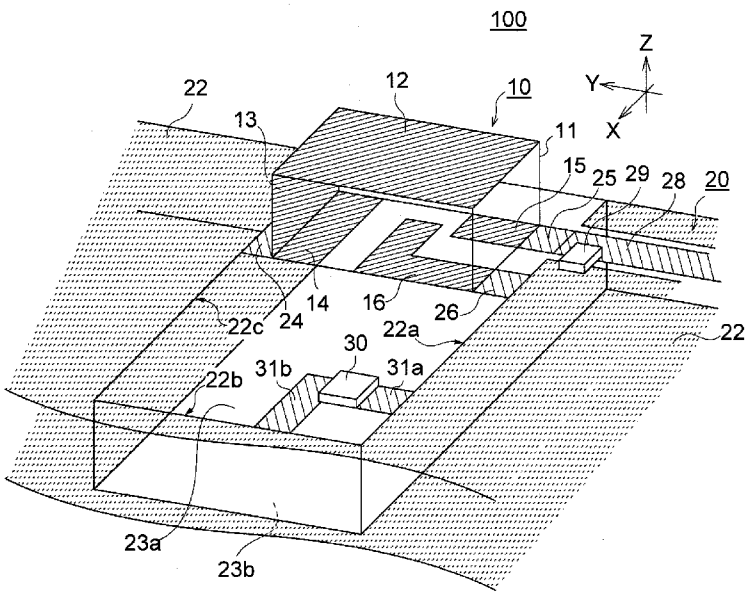
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) **Title**: ANTENNA APPARATUS AND WIRELESS COMMUNICATION DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称 : アンテナ装置及びこれを用いた無線通信機

[図1]



(57) **Abstract**: The disclosed antenna apparatus is provided with an antenna element (10) and a printed substrate (20) on which the antenna element (10) is mounted. Said antenna element (10) is provided with: a base (11) comprising a dielectric; and radiation conductors formed on at least one surface of the base (11). The printed substrate (20) is provided with: a roughly-rectangular ground clearance region (23a), one side of which is on an edge of the printed substrate and the other three sides of which are surrounded by ground pattern edge lines; an antenna mounting region (27) provided in the ground clearance region (23a); and at least one frequency-adjustment element (30) provided in the ground clearance region (27). The frequency adjustment element (30) is a capacitor or inductor chip component and is further away from the edge (20e) of the printed substrate (20) than the antenna mounting region (27) is, making fine resonance frequency adjustments easy even if a commercially-available chip component is used.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/125707 A1

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

アンテナ装置は、アンテナ素子１０と、アンテナ素子１０が実装されたプリント基板２０とを備えている。アンテナ素子１０は、誘電体からなる基体１１と、基体１１の少なくとも一つの面に形成された放射導体とを備え、プリント基板２０は、一辺が当該プリント基板のエッジに接し、他の三辺がグランドパターンのエッジラインに囲まれた略矩形状のグランドクリアランス領域２３ａと、グランドクリアランス領域２３ａ内に設けられたアンテナ実装領域２７と、グランドクリアランス領域２７内に設けられた少なくとも一つの周波数調整素子３０とを備えている。周波数調整素子３０はキャパシタ又はインダクタのチップ部品であり、プリント基板２０のエッジ２０ｅから見てアンテナ実装領域２７よりも遠くに設けられているので、市販のチップ部品を用いたとしても共振周波数の微調整が容易である。

明　細　書

発明の名称 ： アンテナ装置及びこれを用いた無線通信機

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナ装置及びこれを用いた無線通信機に関し、特に、アンテナ特性を調整するための技術に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話等の小型携帯端末には例えばBluetooth（登録商標）やＧＰＳ用のチップアンテナが内蔵されている。この種のチップアンテナには、小型であること、さらには共振周波数の調整やインピーダンス整合も容易であることが要求されている。チップアンテナの共振周波数や入力インピーダンスはプリント基板の構造や周囲に実装される各種電子部品、さらには筐体の影響を受けて変化し、機種ごとに共振周波数や入力インピーダンスを調整する必要があるからである。

[0003] 共振周波数や入力インピーダンスを調整する方法としては、例えば特許文献１に記載のように、チップキャパシタ、チップインダクタ等のチップ部品を用いる方法が知られている。また、特許文献２及び３には、共振周波数を調整する方法として、バリキャップダイオードを使用した周波数可変回路が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平１０－０１３１３８号公報

特許文献2：国際公開ＷＯ２００６／１３４７０１

特許文献3：国際公開ＷＯ２００９／０２８２５１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、ＪＩＳ等で規格化された市販のチップ部品を用いる場合には、一定の間隔で定められた素子値の中から目的とする値にできるだけ近い

ものを選択しなければならず、僅かな素子値の違いによって共振周波数が大きく変化してしまい、微調整が非常に困難であった。また、上述したバリキャップダイオードを使用した周波数可変回路の場合、それを動作させるための電源電圧が必要となるため、消費電力が大きくなるという問題がある。

[0006] 本発明は、上記課題に鑑みて完成されたものであり、その主たる目的は、アンテナの共振周波数を調整しやすく、かつ、製造が容易なアンテナ装置を実現することにある。また、本発明の目的は、そのようなアンテナ装置を用いて構成された無線通信機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明によるアンテナ装置は、アンテナ素子と、前記アンテナ素子が実装されたプリント基板とを備え、前記アンテナ素子は、誘電体からなる基体と、前記基体の少なくとも一つの面に形成された放射導体とを備え、前記プリント基板は、一辺が当該プリント基板のエッジに接し、他の三辺がグランドパターンのエッジラインに囲まれた略矩形状のグランドクリアランス領域と、前記グランドクリアランス領域内に設けられたアンテナ実装領域と、前記グランドクリアランス領域内に設けられた少なくとも一つの周波数調整素子とを備え、前記周波数調整素子は、前記プリント基板のエッジから見て前記アンテナ実装領域よりも遠くに設けられたキャパシタ又はインダクタのチップ部品を含むことを特徴とする。

[0008] また、本発明による無線通信機は、通信回路部と、本発明によるアンテナ装置とを備え、前記通信回路部は前記プリント基板上に実装されていることを特徴とする。

[0009] 本発明において、前記グランドパターンのエッジラインは、前記プリント基板のエッジと直交する第１のエッジラインと、前記プリント基板のエッジと対向する第２のエッジラインと、前記第１のエッジラインと対向する第３のエッジラインを有し、前記周波数調整素子から前記第２のエッジラインまでの距離は、前記前記周波数調整素子から前記アンテナ実装領域までの距離よりも短いことが好ましい。この構成によれば、周波数調整素子がアンテナ

素子から遠く離れることから、周波数調整素子とアンテナ素子との電磁結合を弱めることができ、周波数調整素子の値の変更に伴う共振周波数の過度な変化を防止することができる。

[0010] 本発明において、前記グランドクリアランス領域内における前記周波数調整素子の位置は、前記第１のエッジライン側又は前記第３のエッジライン側に偏っていることが好ましい。この構成によれば、周波数調整素子がグランドクリアランス領域内の幅方向の中央に設けられている場合に比べて、周波数調整素子の変更に対する共振周波数の変化率を緩やかにすることができる。

[0011] 本発明において、前記周波数調整素子の一端及び他端は、それぞれ前記第１乃至第３のエッジラインのいずれかに接続されていることが好ましい。この構成によれば、周波数調整素子が端子電極経由で接地される場合に比べて、周波数調整素子の変更に対する共振周波数の変化率を緩やかにすることができる。

[0012] 本発明において、前記周波数調整素子の一端は、第１の配線パターンを介して前記第１のエッジラインに接続されており、前記周波数調整素子の他端は、第２の配線パターンを介して前記第２のエッジラインに接続されていることが好ましい。この構成によれば、周波数調整素子の接続パターンがＬ字形であるので、共振周波数の変化率をさらに小さくすることができる。

[0013] 本発明によるアンテナ装置は、前記基体の底面と前記プリント基板に挟まれた第１及び第２の電極パターンをさらに備え、前記第１の電極パターンは前記グランドパターンに接続されており、前記第２の電極パターンは給電ラインに接続されていることが好ましい。この場合において、第１及び第２の電極パターンは、アンテナ素子側の端子電極であってもよく、プリント基板側のランドパターンであってもよく、それらの両方であってもよいが、前記アンテナ素子側の端子電極を含むことがより好ましい。アンテナ素子の基体の底面の電極パターンを省略し、プリント基板上にのみ電極パターンを形成することも可能であるが、基体の底面に第１及び第２の端子電極を形成した

場合には、プリント基板上に設置された基体の位置ずれによる特性バラツキを少なくすることができる。

[0014] 本発明において、前記プリント基板は、前記第１及び第２の端子電極に対応して前記アンテナ実装領域内に設けられた第１及び第２のランドをさらに備え、前記第１の端子電極は前記第１のランドを介して前記グランドパターンに接続され、前記第２の端子電極は前記第２のランドを介して前記プリント基板上の給電ラインに接続されることが好ましい。本発明によれば、アンテナ素子を半田実装することができ、第１のランドと第１の端子電極、ならびに第２の端子電極と給電ラインとを確実に接続することができる。

[0015] 本発明において、前記アンテナ素子は、前記基体の底面に形成された第３の端子電極をさらに備え、前記プリント基板は、前記第３の端子電極に対応して前記アンテナ実装領域内に設けられた第３のランドをさらに備え、前記第３の端子電極は前記第３のランドを介して前記グランドパターンに接続されていることが好ましい。この場合において、前記第３の端子電極及び前記第３のランドの少なくとも一方はその開放端（先端）がプリント基板のエッジ側を向いたＬ字形であることが特に好ましい。放射に寄与する電界は特に電極の先端周囲に強く分布する傾向があり、電極の開放端をプリント基板のエッジ側に向けることで放射抵抗が高くなり、電波が放射しやすくなる。したがって、前記開放端（先端）とグランドパターンとの電磁結合を弱めることができ、放射効率を改善することができる。

[0016] 本発明において、前記アンテナ素子の前記基体の表面に形成された導体パターンは、前記基体の長手方向に延びる中心線を基準として左右対称であることが好ましい。この構成によれば、基体の上下面に垂直な軸（Ｚ軸）を基準としてアンテナ素子の向きを１８０度回転させたとしても、プリント基板のエッジ側からみたアンテナ素子の導体パターン形状は実質的に同じになるので、アンテナ素子の向きによってアンテナ特性が大きく変化することがない。したがって、アンテナ設計を容易にすることができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、市販のチップ部品を用いたとしても共振周波数の微調整が容易なアンテナ装置を提供することができる。また、本発明によれば、そのようなアンテナ装置を用いて構成された高性能な無線通信機を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図１は、本発明の第１の実施形態によるアンテナ装置１００の構成を示す略斜視図である。

[図2]図２は、アンテナ素子１０の展開図である。

[図3]図３（ａ）はアンテナ素子１０が実装されるプリント基板２０の表面２０ａのパターンレイアウトを示す略平面図であり、図３（ｂ）はアンテナ素子１０が実装されるプリント基板２０の裏面２０ｂのパターンレイアウトを示す略平面図ある。

[図4]図４は、アンテナ装置１００の等価回路図である。

[図5]図５は、本発明の第２の実施形態によるアンテナ装置１００Ａの構成を示す略斜視図である。

[図6]図６は、本発明の第３の実施形態によるアンテナ装置２００Ａの構成を示す略斜視図である。

[図7]図７は、本発明の第４の実施形態によるアンテナ装置２００Ｂの構成を示す略斜視図である。

[図8]図８は、本発明の第５の実施形態によるアンテナ装置３００Ａの構成を示す略斜視図である。

[図9]図９は、本発明の第６の実施形態によるアンテナ装置３００Ｂの構成を示す略斜視図である。

[図10]図１０は、本発明の第７の実施形態によるアンテナ装置４００Ａの構成を示す略斜視図である。

[図11]図１１は、本発明の第７の実施形態によるアンテナ装置４００Ｂの構成を示す略斜視図である。

[図12]図１２は、本発明の第８の実施形態によるアンテナ装置５００Ａの構

成を示す略斜視図である。

[図13]図１３は、本発明の第９の実施形態によるアンテナ装置５００Ｂの構成を示す略斜視図である。

[図14]図１４は、本発明の第１０の実施形態によるアンテナ装置５００Ｃの構成を示す略斜視図である。

[図15]図１５は、本発明の第１１の実施形態によるアンテナ装置５００Ｄの構成を示す略斜視図である。

[図16]図１６は、本発明の第１２の実施形態によるアンテナ装置６００の構成を示す略斜視図である。

[図17]図１７は、アンテナ装置の周波数特性を示すグラフである。

[図18]図１８は、アンテナ装置の周波数特性を示すグラフである。

[図19]図１９は、本発明の第１３の実施形態によるアンテナ装置７００の構成を示す略斜視図である。

[図20]図２０は、アンテナ素子１０の展開図である。

[図21]図２１は、本発明の第１４の実施形態によるアンテナ装置８００の構成を示す略斜視図である。

[図22]図２２は、アンテナ素子１０の展開図である。

[図23]図２３は、本発明の第１５の実施形態によるアンテナ装置の構成であって、ランドパターンの変形例を示す略平面図である。

[図24]図２４は、本発明の第１６の実施形態によるアンテナ装置９００の等価回路図である。

[図25]図２５は、本発明の第１６の実施形態によるアンテナ装置９００の周波数特性を示すグラフである。

[図26]図２６は、本発明によるアンテナ装置を用いた無線通信機の構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 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。

[0020] 図１は、本発明の第１の実施形態によるアンテナ装置１００の構成を示す略斜視図である。また、図２は、アンテナ素子１０の展開図である。

[0021] 図１に示すように、本実施形態によるアンテナ装置１００は、アンテナ素子１０と、アンテナ素子１０が実装されたプリント基板２０とを備えている。

[0022] アンテナ素子１０は、誘電体からなる基体１１と、基体１１に形成された複数の導体パターンによって構成されている。基体１１は、Ｙ方向を長手方向とする直方体状を有している。このうち、基体１１の上面１１ａ、底面１１ｂ及び２つの側面１１ｃ，１１ｄはＹ方向と平行な面であり、側面１１ｅ，１１ｆはＹ方向と直交する面であり、底面１１ｂはプリント基板２０に対する搭載面である。なお、アンテナ素子１０の上下方向はプリント基板２０の表面を基準面にして定義される。

[0023] 基体１１のサイズは、所望の放射効率を確保できる範囲内でできるだけ小型であることが好ましく、例えば２．０×１．２５×０．８（ｍｍ）のものを用いることができる。基体１１の材料としては、特に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）、コージライトセラミックス（比誘電率４～６）などを用いることができる。基体１１は、型枠を用いてこれらの材料粉を焼成することによって作製される。

[0024] 誘電体材料は、目的とする周波数に応じて適宜選択すればよい。比誘電率ε_rが大きくなるほど大きな波長短縮効果が得られるので、放射導体の長さをより短くすることができるが、放射効率が低下するため、必ずしも比誘電率ε_rが大きければよいという分けではなく、適切な値が存在する。したがって、例えば、目的とする周波数が２．４ＧＨｚである場合、比誘電率ε_rが５～

１００程度の材料を用いることが好ましい。これによれば、十分な放射効率を確保しつつ基体の小型化を図ることができる。比誘電率ε_rが５～１００程度である材料としては、Ｍｇ－Ｃａ－Ｔｉ系誘電体セラミック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を用いることが特に好ましい。

[0025] 図２に示すように、アンテナ素子１０の導体パターンは、基体１１の上面１１ａに形成された上面導体パターン１２と、基体１１の側面１１ｅに形成された側面導体パターン１３と、基体１１の底面１１ｂに形成された第１～第３の端子電極１４～１６とを含んでいる。これらの導体パターンは、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。

[0026] 上面導体パターン１２は、電波の放射に最も寄与する部分であり、基体１１の上面１１ａの全面に形成されている。必ずしも全面に形成しなくてもよいが、上面導体パターン１２の面積が広いほど放射効率を高めることができる。上面導体パターン１２の長手方向の一端は開放端をなしているが、実質的には第２及び第３の端子電極１５，１６と容量結合している。また、上面導体パターン１２の長手方向の他端は側面導体パターン１３を介して第１の端子電極１４に接続されており、上面導体パターン１２、側面導体パターン１３及び第１の端子電極１４は、一本の連続する放射導体を構成している。このように、放射導体が基体１１の複数の面にわたって形成されているので、基体１１自体を小型化しても所望の電気長を確保することができる。

[0027] 第１乃至第３の端子電極１４～１６は、アンテナ素子１０をプリント基板２０上に電気的及び機械的に接続するための電極である。このうち、第１の端子電極１４は、プリント基板２０上のランド２４を介してグランドパター

ン２２に接続される接地電極である。また、第２の端子電極１５は、プリント基板２０上のランド２５を介して給電ライン２８に接続される給電電極であり、第３の端子電極１６は、プリント基板２０上のランド２６を介してグランドパターン２２に接続される接地電極である。

[0028] 第１の端子電極１４は底面１１ｂのＹ方向の一端側に形成されており、側面導体パターン１３の下端に接続されている。第２及び第３の端子電極１５，１６は底面１１ｂのＹ方向の他端側に形成されている。第１の端子電極１４は、底面１１ｂの幅方向全体に形成されており、端子電極１５，１６は所定の間隔を空けて底面１１ｂの幅方向（Ｘ方向）にそれぞれ形成されている。つまり、端子電極１５，１６の幅は、底面１１ｂの幅の１／２未満である。

[0029] 上面導体パターン１２と第２の端子電極１５との間のギャップはキャパシタンスＣ１を構成しており、上面導体パターン１２はキャパシタンスＣ１を介して給電ライン２８に接続されている。また、上面導体パターン１２と第３の端子電極１６との間のギャップはキャパシタンスＣ２を構成しており、上面導体パターン１２はキャパシタンスＣ２を介してグランドパターン２２に接続されている。本実施形態においては、第３の端子電極１６がＬ字形であり、第１の端子電極１４に近い方の一端（開放端）が直角に折れ曲がり、第２の端子電極１５に近づく方向に延びている。この構成によれば、プリント基板２０上にアンテナ素子１０を実装したとき、第３の端子電極１６の開放端がプリント基板２０のエッジ側を向くので、グランドパターンとの電磁結合を弱めることができ、放射効率を改善することができる。また、第３の端子電極１６は第２の端子電極１５よりも広い面積を有しているため、キャパシタンスＣ２をキャパシタンスＣ１よりも大きくすることができ、その機能に合わせて適切なキャパシタンスを設定することができる。

[0030] 図３は、アンテナ素子１０が実装されるプリント基板２０上のパターンレイアウトを示す略平面図であり、（ａ）はプリント基板２０の表面２０ａのレイアウト、（ｂ）はプリント基板の裏面２０ｂのレイアウトである。特に

、（ｂ）は裏面２０ｂのレイアウトを表面２０ａ側から透過的に示したものである。

[0031] 図３に示すように、プリント基板２０は、無線通信機を構成するための通信回路部が実装された回路基板であり、絶縁基板２１と、絶縁基板２１の表裏面に形成された導体パターンとを有している。プリント基板２０の表面２０ａには、一辺がプリント基板２０のエッジ２０ｅに接し、他の三辺がグランドパターン２２によって画定されたグランドクリアランス領域２３ａが設けられている。グランドクリアランス領域２３ａは、実装部品や導体パターンや排除された絶縁領域であり、グランドパターン２２の第１のエッジライン２２ａ、第２のエッジライン２２ｂ，及び第３のエッジライン２２ｃに囲まれている。このような絶縁領域は、プリント基板２０の裏面２０ｂ側にも設けられており、グランドクリアランス領域２３ａと平面視にて重なる領域にグランドクリアランス領域２３ｂが設けられている。なお、多層基板の場合にはすべての内層においてこのような絶縁領域が設けられる。

[0032] グランドクリアランス領域２３ａは、プリント基板２０のエッジ２０ｅと一致する短辺を有する細長い矩形状の領域である。グランドクリアランス領域２３ａの長辺の長さをＷａとし、短辺の長さをＷｂとするとき、Ｗａ／Ｗｂ≧１．５であることが好ましい。具体的には、短辺Ｗｂ＝３ｍｍとし、長辺Ｗａ≧４．５ｍｍ以上とすればよい。アンテナ実装領域２７の縦横比を１．５以上とすればプリント基板２０の中心側に流れる電流を増加させることができるので、アンテナの放射効率を高めることができ、特に５０％以上の放射効率を確保することができる。

[0033] アンテナ素子１０が実装されるアンテナ実装領域２７はこのグランドクリアランス領域２３ａ内においてプリント基板２０のエッジ２０ｅに近接して設けられている。アンテナ実装領域２７をプリント基板２０のエッジ２０ｅに設けた場合には、アンテナ素子１０から見て約半分の空間は基板材料（導体パターン）の存在しない自由空間であることから、アンテナの放射効率を高めることができる。

[0034] アンテナ実装領域２７の面積はアンテナ素子１０の底面１１ｂの面積に略等しく、アンテナ実装領域２７内には３つのランド２４～２６が設けられている。ランド２４～２６はアンテナ素子１０の端子電極１４～１６にそれぞれ対応しており、対応する端子電極と同一幅を有している。ランド２５はランド２６よりもプリント基板２０のエッジ２０ｅの近くに位置し、給電ライン２８に接続されている。給電ライン２８はエッジ２０ｅと平行に配置されており、グランドパターン２２の第１のエッジライン２２ａ側からグランドクリアランス領域２３ａ内に引き込まれている。ランド２６は近接のグランドパターンのエッジライン２２ａに接続されており、ランド２４は近接のグランドパターンのエッジライン２２ｃに接続されている。

[0035] 図１に示すように、プリント基板２０上にアンテナ素子１０を実装すると、端子電極１４はランド２４を介してグランドパターン２２に接続される。また、端子電極１５はランド２５を介して給電ライン（ストリップライン）２８に接続され、端子電極１６はランド２６を介してグランドパターン２２に接続される。その結果、アンテナ素子１０は、グランドクリアランス領域２３ａをＹ方向に跨いで設けられ、グランドクリアランス領域２３ａの対向する二辺２２ａ，２２ｃを規定するグランド間を短絡するように実装されることとなる。

[0036] グランドクリアランス領域２３ａの境界付近（給電点付近）の給電ライン２８とグランドパターン２２との間にはインピーダンス調整素子２９が設けられている。インピーダンス調整素子２９は例えばチップキャパシタであり、一端は給電ライン２８に接続され、他端はグランドパターン２２に接続されている。インピーダンス調整素子２９の値を変更することでアンテナ素子１０の入力インピーダンスを微調整することができる。

[0037] また、インピーダンス調整素子２９は給電ライン２８に対し直列に設けてもよい。例えばインピーダンス調整素子２９としてチップインダクタを用い、給電ライン２８上に実装用の間隙を設けて、チップインダクタの一端を第２のランド２５側に接続し、他端を給電ライン２８側に接続する。そして、

そのインダクタンス値を変更することによって入力インピーダンスを微調整することができる。

[0038] なお、これらのインピーダンス整合法は、入力インピーダンスの状態に応じて選択でき、本発明の各実施形態に適用することができる。

[0039] グランドクリアランス領域２３ａ内には周波数調整素子３０が設けられている。本実施形態による周波数調整素子３０は例えばチップキャパシタであり、一端は直線状の配線パターン３１ａを介してグランドパターンのエッジライン２２ａに接続されており、他端は直線状の配線パターン３１ｂを介してグランドパターンのエッジライン２２ｂに接続されている。

[0040] アンテナ実装領域２７がプリント基板のエッジ２０ｅに近接している場合、エッジ２０ｅから見てアンテナ実装領域２７よりも奥側にはグランドクリアランス領域２３ａが広がっており、周波数調整素子３０はこのグランドクリアランス領域２３ａ内に設けられている。本実施形態による周波数調整素子３０は、グランドクリアランス領域２３ａ内においてアンテナ実装領域２７からできるだけ遠く離れた位置に設けられている。

[0041] 周波数調整素子３０からエッジライン２２ｂまでの距離Ｌａとし、周波数調整素子３０からアンテナ実装領域２７までの距離Ｌｂとするとき、Ｌａ＜Ｌｂであることが好ましい。周波数調整素子３０がアンテナ素子１０の近くに設けられている場合には、周波数調整素子３０の値の変化に対してアンテナの共振周波数が非常に敏感となり、共振周波数の微調整が非常に難しいという問題がある。しかし、周波数調整素子３０をアンテナ実装領域２７からできるだけ遠くに引き離して設けた場合には、周波数調整素子３０の値の変化に対して共振周波数が鈍感になるため、共振周波数の微調整が容易である。

[0042] アンテナ装置の放射に寄与する電流は、アンテナ素子１０だけでなくプリント基板２０のグランドクリアランス領域２３ａとグランドパターン２２との境界周囲にも強く分布している。したがって、アンテナ素子１０の給電部分から周波数調整素子３０までの電流伝搬経路を長くすることができれば、

共振周波数ｆｃの変化率を小さくすることができるものと推測できる。本実施形態による周波数調整素子３０ａの接続パターンはＬ字形であり、周波数調整素子３０ｂの他端は配線パターン３０ｂを介しエッジライン２２ｂに接続されているので、電流伝搬経路を長くすることができ、共振周波数の変化率を小さくすることができる。

[0043] 図４は、アンテナ装置１００の等価回路図である。

[0044] 図４に示すように、アンテナ装置１００は、キャパシタンスＣ１～Ｃ４によって構成されている。このうち、キャパシタンスＣ１は、上面導体パターン１２と第２の端子電極１５との間のギャップによって構成されるものであり、キャパシタンスＣ２は、上面導体パターン１２と第３の端子電極１６との間のギャップによって形成されるものである。また、キャパシタンスＣ３はインピーダンス調整素子２９であり、給電点（給電ライン）と並列に設けられており、周波数調整素子３０によって形成されたキャパシタンスＣ４はキャパシタンスＣ２と並列に設けられている。

[0045] アンテナ装置１００の入力インピーダンスは、インピーダンス調整素子２９であるキャパシタンスＣ３の値を変更することによって調整することができる。インピーダンス調整素子２９の変更は、市販のチップ部品の素子値を選択することにより決定することができる。場合によっては、インピーダンス調整素子としてショートパターンを用いてもよく、或いはグランドパターンに接続させないようオープン状態にしてもよい。

[0046] アンテナ装置１００の共振周波数は、周波数調整素子３０であるキャパシタンスＣ４の値を変更することによって調整することができる。たとえば、キャパシタンスＣ４の値を大きくすれば共振周波数は低くなり、キャパシタンスＣ４の値を小さくすれば共振周波数は高くなる。ここで、本実施形態においては周波数調整素子３０をアンテナ素子１０からできるだけ遠ざけて設けているので、両者の電磁結合を弱めることができ、アンテナの共振周波数がキャパシタンスＣ４の変化に対して敏感になることを抑制することができる。したがって、周波数調整素子３０に市販のチップ部品を用いたとしても

共振周波数を微調整することができる。

[0047] 以上説明したように、本実施形態によるアンテナ装置１００は、グランドクリアランス領域２３ａ内に周波数調整素子３０を設けているので、アンテナの共振周波数を容易に調整することができる。特に、周波数調整素子がアンテナ素子から遠く離れた位置に設けられているので、アンテナ素子との電磁結合を抑えることができ、共振周波数の微調整が容易である。さらに、本実施形態によれば、周波数調整素子３０の接続パターンがＬ字形であるので、共振周波数の変化率をさらに小さくすることができる。

[0048] 次に、図５～図１６を参照しながら、周波数調整素子のバリエーションについて説明する。以下、第１の実施形態によるアンテナ装置１００と実質的に同一の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0049] 図５は、本発明の第２の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0050] 図５に示すように、第２の実施形態によるアンテナ装置１００Ａは、周波数調整素子３０がグランドクリアランス領域２３ａ内の幅方向（Ｙ方向）の中央に位置すると共に、一方の配線パターン３１ａの長さが長くなっていることを特徴としている。周波数調整素子３０のＸ方向の位置に変更はなく、単にＹ方向の位置がシフトしているだけである。この構成では、アンテナ装置１００よりも共振周波数の感度が少し高くなるが、市販のチップキャパシタを用いたとしても共振周波数の微調整が可能である。

[0051] 図６は、本発明の第３の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0052] 図６に示すように、第３の実施形態によるアンテナ装置２００Ａは、第１の実施形態によるアンテナ装置１００と比べて、周波数調整素子３０の配置が左右対称であり、周波数調整素子３０の一端がグランドパターンのエッジライン２２ｃに接続されていることを特徴としている。換言すれば、第１の実施形態では周波数調整素子３０がエッジライン２２ａ側に偏って設けられていたのに対し、第３の実施形態では周波数調整素子３０はエッジラインに

２２ｃ側に偏って設けられていることを特徴としている。この構成においてもアンテナ装置１００と同様の特性を得ることができ、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が容易である。

[0053] 図７は、本発明の第４の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0054] 図７に示すように、第４の実施形態によるアンテナ装置２００Ｂは、第３の実施形態によるアンテナ装置２００Ａと比べて、周波数調整素子３０がプリント基板２０の裏面側のグランドクリアランス領域２３ｂ内に設けられていることを特徴としている。周波数調整素子３０の一端はグランドパターンのエッジライン２２ｃに接続されており、他端はエッジライン２２ｂに接続されている。つまり、アンテナ装置２００Ａにおける周波数調整素子３０と平面視にて重なる形状を有している。このような構成であっても、アンテナ装置１００Ａ及び２００Ａと同様の特性を得ることができ、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が可能である。

[0055] 図８は、本発明の第５の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0056] 図８に示すように、第５の実施形態によるアンテナ装置３００Ａは、第２の実施形態によるアンテナ装置１００Ａと比べて、配線パターン３１ｂの一端がグランドパターンのエッジライン２２ｂではなくエッジライン２２ｃに接続されており、全体として直線パターンを構成していることを特徴としている。このような構成であっても、アンテナ装置１００Ａと同様の特性を得ることができ、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が可能である。ただし、アンテナ装置１００Ａと比べると、アンテナ素子１０の給電部分から周波数調整素子３０までの電流伝搬経路が少し短いため、共振周波数ｆｃの変化率は少し高くなる。

[0057] アンテナ装置の放射に寄与する電流は、アンテナ素子１０だけでなくプリント基板２０のグランドクリアランス領域２３ａとグランドパターン２２との境界周囲にも強く分布している。したがって、アンテナ素子１０の給電部

分から周波数調整素子３０までの電流伝搬経路を長くすることができれば、共振周波数ｆｃの変化率を小さくすることができるものと推測できる。

[0058] 図９は、本発明の第６の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0059] 図９に示すように、第６の実施形態によるアンテナ装置３００Ｂは、第５の実施形態によるアンテナ装置３００Ａと比べて、周波数調整素子３０のＸ方向の位置がアンテナ素子１０側に少し近づいていることを特徴とするものである。そのため、この構成ではアンテナ装置３００Ａよりも共振周波数の感度が少し高くなるが、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が可能である。

[0060] 図１０は、本発明の第７の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0061] 図１０に示すように、第６の実施形態によるアンテナ装置４００Ａは、周波数調整素子３０がグランドパターンのエッジライン２２ａの近くに設けられており、周波数調整素子３０の両端は配線パターン３１ａ、３１ｂを介して当該エッジライン２２ａに接続されていることを特徴としている。このような構成であっても、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が可能である。

[0062] 図１１は、本発明の第７の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0063] 図１１に示すように、第７の実施形態によるアンテナ装置４００Ｂは、上記アンテナ装置４００Ａと左右対称な関係であり、周波数調整素子３０がグランドパターンのエッジライン２２ｃの近くに設けられており、その両端は配線パターン３１ａ、３１ｂを介して当該エッジライン２２ｃに接続されていることを特徴としている。このような構成であっても、市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整が可能である。

[0064] 図１２は、本発明の第８の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0065] 図１２に示すように、第８の実施形態によるアンテナ装置５００Ａは、第５の実施形態によるアンテナ装置３００Ａに比べて、周波数調整素子３０がアンテナ素子１０のさらに近くに配置されていることを特徴としている。周波数調整素子３０の両端は配線パターン３１ａ、３１ｂを介してグランドパターンのエッジライン２２ｂに接続されている。周波数調整素子３０からエッジライン２２ｂまでの距離Ｌａとし、周波数調整素子３０からアンテナ実装領域２７までの距離Ｌｂとするとき、本実施形態による周波数調整素子３０はＬａ＜Ｌｂを満たしておらず、共振周波数の感度は比較的高いが、このような構成であっても市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整は可能である。

[0066] 図１３は、本発明の第９の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0067] 図１３に示すように、第９の実施形態によるアンテナ装置５００Ｂは、第８の実施形態によるアンテナ装置５００Ａと比べて、周波数調整素子３０の両端がともにアンテナ実装領域２３ａ内のランドに接続されていることを特徴としている。詳細には、周波数調整素子３０の一端は配線パターン３１ａ及び第３のランド２６を経由してグランドパターン２２に接続されており、他端は配線パターン３１ｂ及び第１のランド２４を経由してグランドパターン２２に接続されている。このように、本実施形態によるアンテナ装置５００Ｂでは、周波数調整素子３０の各端子はグランドパターンに直接接続されていないが、このような構成であっても上記アンテナ装置５００Ａと同様に市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整は可能である。

[0068] 図１４は、本発明の第１０の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0069] 図１４に示すように、第１０の実施形態によるアンテナ装置５００Ｃは、第９の実施形態によるアンテナ装置５００Ｂと比べて、周波数調整素子３０の一端のみがアンテナ実装領域２３ａ内のランドに接続されていることを特徴としている。詳細には、周波数調整素子３０の一端は配線パターン３１ａ

を介してグランドパターン２２のエッジライン２２ａに接続されており、他端は配線パターン３１ｂ及び第１のランド２４を経由してグランドパターン２２に接続されている。このような構成であっても上記アンテナ装置５００Ａ、５００Ｂと同様に市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整は可能である。

[0070] 図１５は、本発明の第１１の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0071] 図１５に示すように、第１１の実施形態によるアンテナ装置５００Ｄは、上記アンテナ装置５００Ｃと左右対称な関係であり、第９の実施形態によるアンテナ装置５００Ｂと比べて、周波数調整素子３０の一端のみがアンテナ実装領域２３ａ内のランドに接続されていることを特徴としている。詳細には、周波数調整素子３０の一端は配線パターン３１ｂを介してグランドパターン２２のエッジライン２２ｃに接続されており、他端は配線パターン３１ａ及び第３のランド２６を経由してグランドパターン２２に接続されている。このような構成であっても上記アンテナ装置５００Ａ～５００Ｃと同様に市販のチップキャパシタを用いた共振周波数の微調整は可能である。なお、アンテナ装置５００Ａ～５００Ｄの中で電流伝搬経路が最も長いものはアンテナ装置５００Ａであるため、当該アンテナ装置５００Ａの共振周波数ｆｃの変化率が最も小さく（鈍く）なる。

[0072] 図１６は、本発明の第１２の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。

[0073] 図１６に示すように、第１３の実施形態によるアンテナ装置６００は、複数の周波数調整素子を備えるものであり、第１の実施形態におけるアンテナ装置１００の周波数調整素子３０と、第４の実施形態によるアンテナ装置３００Ｂの周波数調整素子３０とを組み合わせたものである。この構成によれば、共振周波数の変化率を任意に選択することができる。なお、２つ以上の周波数調整素子の組み合わせとしては種々のバリエーションを取ることができる。

[0074] 以上説明したように、第１～第１２の実施形態によるアンテナ装置は、周波数調整素子３０のレイアウトの違いによって共振周波数ｆｃに対する感度が多少異なるが、周波数調整素子の素子値の変更によって共振周波数ｆｃを変更することができ、市販のチップ部品を用いて共振周波数を容易に微調整することができる。

[0075] 図１７は、各アンテナ装置の周波数特性のシミュレーション結果を示すグラフであり、横軸は周波数調整素子によるキャパシタンスＣ４の値、縦軸は共振周波数ｆｃを示している。図１７中のグラフＧ１～Ｇ６は、アンテナ装置１００、１００Ａ、３００Ａ、３００Ｂ、５００Ａ、５００Ｂの特性をそれぞれ示している。

[0076] 図１７に示すように、各アンテナ装置の共振周波数ｆｃは、周波数調整素子３０によるキャパシタンスＣ４が大きくなるほど低下する。そして、共振周波数ｆｃの変化率は、周波数調整素子３０がアンテナ素子１０に近いものほど大きくなり、例えばアンテナ装置１００では、グラフＧ１に示すように、キャパシタンスＣ４を変化させても共振周波数ｆｃがそれほど変化しないのに対し、アンテナ装置５００Ｂでは、グラフＧ６に示すように、キャパシタンスＣ４を少し変化させただけで共振周波数が大きく変化する。このように、周波数調整素子３０に対する共振周波数ｆｃの変化率は、周波数調整素子３０の位置やそのパターン形状によって異なり、アンテナ素子１０から離れるほど共振周波数ｆｃの感度が鈍感になることが分かる。

[0077] アンテナ装置の放射に寄与する電流は、アンテナ素子１０だけでなくプリント基板２０のグランドクリアランス領域２３ａとグランドパターン２２との境界周囲にも強く分布している。したがって、アンテナ素子１０の給電部分から周波数調整素子３０までの電流伝搬経路を長くすることができれば、共振周波数ｆｃの変化率を小さくすることができるものと推測できる。

[0078] 図１８は、各アンテナ装置の周波数特性のシミュレーション結果を示すグラフであり、グラフＧ１、Ｇ７、Ｇ８はアンテナ装置１００、２００Ａ、２００Ｂの特性をそれぞれ示している。

[0079] 図１８に示すように、キャパシタンスＣ４に対する共振周波数ｆｃの変化率は、アンテナ装置１００、２００Ａ、２００Ｂともにほぼ同一である。このように、アンテナ素子１０からの距離がほぼ同じであれば、周波数調整素子３０のＹ方向の位置が左右反転しても、また表裏面の位置が反転しても共振周波数特性はほとんど変わらないことが分かる。

[0080] 次に、アンテナ素子１０の他の構成について詳細に説明する。

[0081] 図１９は、本発明の第１３の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。また、図２０は、アンテナ素子の展開図である。

[0082] 図１９及び図２０に示すように、このアンテナ装置７００は、アンテナ素子１０の端子電極１６がＬ字状ではなく矩形状であり、端子電極１５と同一形状を有するものである。そのため、アンテナ素子１０の基体１１の各面に形成された導体パターンは、基体１１の長手方向に延びる中心線を基準として左右対称な形状を有している。また、特に限定されるものではないが、本実施形態による端子電極１５、１６の位置はやや中心寄りであり、底面１１ｂの長辺に接していない。その他の構成は第１の実施形態によるアンテナ装置１００と同一であるため、同一の構成要素に同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0083] このように、本実施形態によるアンテナ装置７００は、基体１１の各面に形成された導体パターンが左右対称となっているので、基体１１の上下面に垂直な軸（Ｚ軸）を基準としてアンテナ素子１０の向きを１８０度回転させたとしても、プリント基板２０のエッジ側からみたアンテナ素子１０の導体パターン形状は実質的に同じになる。そのため、アンテナ素子１０の向きによってアンテナ特性が大きく変化することがなく、アンテナ設計を容易にすることができる。

[0084] 図２１は、本発明の第１４の実施形態によるアンテナ装置の構成を示す略斜視図である。また、図２２は、アンテナ素子の展開図である。

[0085] 図２１及び図２２に示すように、このアンテナ装置８００は、アンテナ素子１０の端子電極１６が省略されており、その代わりに端子電極１５が端子

電極１４と同一形状を有するものである。すなわち、第２の端子電極１５は、第１の端子電極１４と同様、底面１１ｂの幅方向全体に形成されている。この場合も、アンテナ素子１０の導体パターンは左右対称な形状を有している。端子電極１６が省略されているので、上面導体パターン１２と端子電極１６との間のギャップによって形成されるキャパシタンスＣ２は存在しない。その他の構成は第１の実施形態によるアンテナ装置１００と同一であるため、同一の構成要素に同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

[0086] このように、本実施形態によるアンテナ装置８００の基体１１の各面に形成された導体パターンは、基体１１の長手方向に延びる中心線を基準として左右対称となっているので、基体１１の上下面に垂直な軸（Ｚ軸）を基準としてアンテナ素子１０の向きを１８０度回転させたとしても、プリント基板２０のエッジ側からみたアンテナ素子１０の導体パターン形状は実質的に同じになる。そのため、アンテナ素子１０の向きによってアンテナ特性が大きく変化することがなく、アンテナ設計を容易にすることができる。

[0087] 図２３は、本発明の第１５の実施形態によるアンテナ装置であって、ランドパターンの変形例を示す略平面図である。

[0088] 本実施形態によるアンテナ装置は、アンテナ実装領域２７内のランド２６が矩形状ではなくＬ字形であることを特徴としている。この場合、アンテナ素子１０側の端子電極１６は、図２に示すようなＬ字形であってもよく、図２０に示すような矩形であってもよい。いずれにしても、アンテナ素子１０を実装した状態では、アンテナ素子１０とプリント基板２０との間に形成されるパターンはＬ字形となることから、グランドパターンとの電磁結合を弱めることができ、放射効率を改善することができる。

[0089] この様に基体１１とプリント基板２０の間で端子電極、またはランドなどで電極パターンを形成すれば、その効果は同じ事になる。なお、基体１１の底面に端子電極を形成した方が、基体１１をプリント基板２０に設置する際の基体１１の位置ずれによる特性バラツキを少なくすることができて、好適である。

[0090] 上記各実施形態においては、周波数調整素子としてチップキャパシタを用いているが、チップキャパシタの代わりにチップインダクタを用いてもよい。インダクタンスを用いた場合には共振周波数ｆｃを高域側に調整することが可能である。また、インダクタンス値が小さくなるほど共振周波数ｆｃが高くなる特性を持つ。なお、高域側へのｆｃ調整方法については、キャパシタンスを用いることでも高次モード（高調波）で共振させれば調整可能であり、両手法を用いれば広帯域にわたって連続したｆｃ調整が可能となる。

[0091] 図２４は、本発明の第１６の実施形態によるアンテナ装置の等価回路図である。

[0092] 図２４に示すように、本実施形態によるアンテナ装置９００は、周波数調整素子３０としてチップインダクタを用いたものである。例えば、図１に示すアンテナ装置１００の構成において周波数調整素子３０としてのキャパシタンスＣ４をインダクタンスＬ１に置き換えるとこの等価回路となる。

[0093] 図２５は、アンテナ装置の周波数特性を示すグラフであって、グラフＧ９～Ｇ１１は、図１に示したアンテナ装置１００、図５に示したアンテナ装置１００Ａ、図８に示したアンテナ装置３００Ａの周波数調整素子３０としてのキャパシタンスＣ４をインダクタンスＬ１に置き換えたときの共振周波数ｆｃの変化率をそれぞれ示すものである。

[0094] 図２５に示すように、インダクタンスＬ１を用いたアンテナ装置では、インダクタンスＬ１を大きくするほど共振周波数は低くなる。そして、共振周波数ｆｃの変化率は、周波数調整素子３０がアンテナ素子１０に近づくほど大きくなり、例えばアンテナ装置１００のグラフＧ９では、インダクタンスＬ１を変化させても共振周波数ｆｃがそれほど変化しないのに対し、アンテナ装置３００Ａのグラフ１１では、インダクタンスＬ１を少し大きくしただけで共振周波数ｆｃが大きく変化する。このように、共振周波数ｆｃの変化率は、周波数調整素子３０のインダクタンスによっても大きく変化することが分かる。

[0095] 図２６は、本発明によるアンテナ装置を用いた無線通信機の構成の一例を

示すブロック図である。

[0096] 図２６に示すように、無線通信機１０００は、アンテナ素子１０と、アンテナ素子１０の入力インピーダンスを調整するマッチング回路１００１と、無線周波数信号を出力する無線回路部１００２と、マッチング回路部１００１及び無線回路部１００２を制御する制御部１００３とを備えている。マッチング回路１００１、無線回路部１００２、制御部１００３は一つの通信回路部を構成しており、アンテナ素子１０と共にプリント基板２０上に実装されている。

[0097] 本発明は、以上の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えることが可能であり、それらも本発明に包含されるものであることは言うまでもない。

[0098] 例えば、上記各実施形態においては、アンテナ素子１０の基体１１が直方体であるが、厳密な直方体である必要はなく、概略的に直方体であればよい。したがって、部分的な切り欠き、貫通又は非貫通の穴部等を有するものであっても良い。

[0099] また、上記各実施形態においては、グランドクリアランス領域２３ａが矩形状である場合を例に挙げたが、厳密な矩形である必要はなく、概略的に矩形であればよい。グランドクリアランス領域２３ａの周囲のグランドパターンは、プリント基板２０上に実装される各種部品のレイアウトによって実際には複雑な形状になることから、グランドクリアランス領域２３ａの各辺は完全な直線である必要はなく、多少の凹凸部を有していてもよい。

[0100] また、上記各実施形態においては、グランドクリアランス領域２３ａが平坦な絶縁領域として形成されているが、グランドクリアランス領域２３ａ内に凹部や貫通孔を設けて、誘電率を下げることも有効であり、上記各実施形態と合わせて用いる事が可能である。

[0101] また、上記各実施形態においては、アンテナ素子１０の基体１１の底面１１ｂに端子電極１４～１６を設け、アンテナ素子１０をプリント基板２０上のランド２４～２６に半田実装する構成としているが、本発明はこのような

構成に限定されず、基体１１の底面１１ｂの端子電極１４～１６を省略してもよい。この場合、アンテナ素子１０の基体１１の底面とプリント基板に挟まれた電極パターンは、ランドパターン１４～１６のみからなるが、本発明によるアンテナ装置として機能させることが可能である。なお、アンテナ素子１０の固定は、例えば接着剤により行うことができる。

符号の説明

[0102] １０　アンテナ素子

１１　基体

１１ａ　基体の上面

１１ｂ　基体の底面

１１ｃ，１１ｄ，１１ｅ，１１ｆ　基体の側面

１２　上面導体パターン

１３　側面導体パターン

１４，１５，１６　端子電極

２０　プリント基板

２０ａ　プリント基板の表面

２０ｂ　プリント基板の裏面

２０ｅ　プリント基板のエッジ

２１　絶縁基板

２２　グランドパターン

２２ａ，２２ｂ，２２ｃ　グランドパターンのエッジライン

２３ａ，２３ｂ　グランドクリアランス領域

２４，２５，２６　ランド

２７　アンテナ実装領域

２８　給電ライン

２９　インピーダンス調整素子

３０　周波数調整素子

３１ａ　配線パターン

３１ｂ　配線パターン

１００，１００Ａ　アンテナ装置

２００，２００Ａ，２００Ｂ　アンテナ装置

３００Ａ，３００Ｂ　アンテナ装置

４００Ａ，４００Ｂ　アンテナ装置

５００Ａ，５００Ｂ，５００Ｃ，５００Ｄ　アンテナ装置

６００　アンテナ装置

７００　アンテナ装置

８００　アンテナ装置

９００　アンテナ装置

１０００　無線通信機

１００１　マッチング回路

１００２　無線回路部

１００３　制御部

Ｃ１～Ｃ４　キャパシタンス

Ｌ１　インダクタンス

請求の範囲

[請求項1] アンテナ素子と、前記アンテナ素子が実装されたプリント基板とを備え、

前記アンテナ素子は、

誘電体からなる基体と、

前記基体の少なくとも一つの面に形成された放射導体とを備え、

前記プリント基板は、

一辺が当該プリント基板のエッジに接し、他の三辺がグランドパターンのエッジラインに囲まれた略矩形状のグランドクリアランス領域と、

前記グランドクリアランス領域内に設けられたアンテナ実装領域と、

前記グランドクリアランス領域内に設けられた少なくとも一つの周波数調整素子とを備え、

前記周波数調整素子は、前記プリント基板のエッジから見て前記アンテナ実装領域よりも遠くに設けられたキャパシタ又はインダクタのチップ部品を含むことを特徴とするアンテナ装置。

[請求項2] 前記グランドパターンのエッジラインは、

前記プリント基板のエッジと直交する第１のエッジラインと、

前記プリント基板のエッジと対向する第２のエッジラインと、

前記第１のエッジラインと対向する第３のエッジラインを有し、

前記周波数調整素子から前記第２のエッジラインまでの距離は、前記前記周波数調整素子から前記アンテナ実装領域までの距離よりも短い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] 前記グランドクリアランス領域内における前記周波数調整素子の位置は、前記第１のエッジライン側又は前記第３のエッジライン側に偏っていることを特徴とする請求項２に記載のアンテナ装置。

[請求項4] 前記周波数調整素子の一端及び他端は、それぞれ前記第１乃至第３

のエッジラインのいずれかに接続されていることを特徴とする請求項２に記載のアンテナ装置。

[請求項5] 前記周波数調整素子の一端は、第１の配線パターンを介して前記第１のエッジラインに接続されており、

前記周波数調整素子の他端は、第２の配線パターンを介して前記第２のエッジラインに接続されてい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] 前記基体の底面と前記プリント基板に挟まれた第１及び第２の電極パターンをさらに備え、

前記第１の電極パターンは前記グランドパターンに接続されており、

前記第２の電極パターンは給電ラインに接続されてい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7] 前記第１及び第２の電極パターンは、前記アンテナ素子の前記基体の底面に形成された第１及び第２の端子電極であることを特徴とする請求項６に記載のアンテナ装置。

[請求項8] 前記プリント基板は、前記第１及び第２の端子電極に対応して前記アンテナ実装領域内に設けられた第１及び第２のランドをさらに備え、

前記第１の端子電極は前記第１のランドを介して前記グランドパターンに接続されており、

前記第２の端子電極は前記第２のランドを介して給電ラインに接続されていることを特徴とする請求項７に記載のアンテナ装置。

[請求項9] 前記アンテナ素子は、前記基体の底面に形成された第３の端子電極をさらに備え、

前記プリント基板は、前記第３の端子電極に対応して前記アンテナ実装領域内に設けられた第３のランドをさらに備え、

前記第３の端子電極は前記第３のランドを介して前記グランドパタ

ーンに接続されていることを特徴とする請求項８に記載のアンテナ装置。

[請求項10] 前記第３の端子電極及び前記第３のランドの少なくとも一方はＬ字形であり、開放端が前記プリント基板の前記エッジ側を向いていることを特徴とする請求項９に記載のアンテナ装置。

[請求項11] 前記アンテナ素子の前記基体の表面に形成された導体パターンは、前記基体の長手方向に延びる中心線を基準として左右対称であることを特徴とする請求項９に記載のアンテナ装置。

[請求項12] 通信回路部と、

前記通信回路部に接続されたアンテナ素子と、

前記通信回路部及び前記アンテナ素子が実装されたプリント基板とを備え、

前記アンテナ素子は、

誘電体からなる基体と、

前記基体の少なくとも一つの面に形成された放射導体とを備え、

前記プリント基板は、

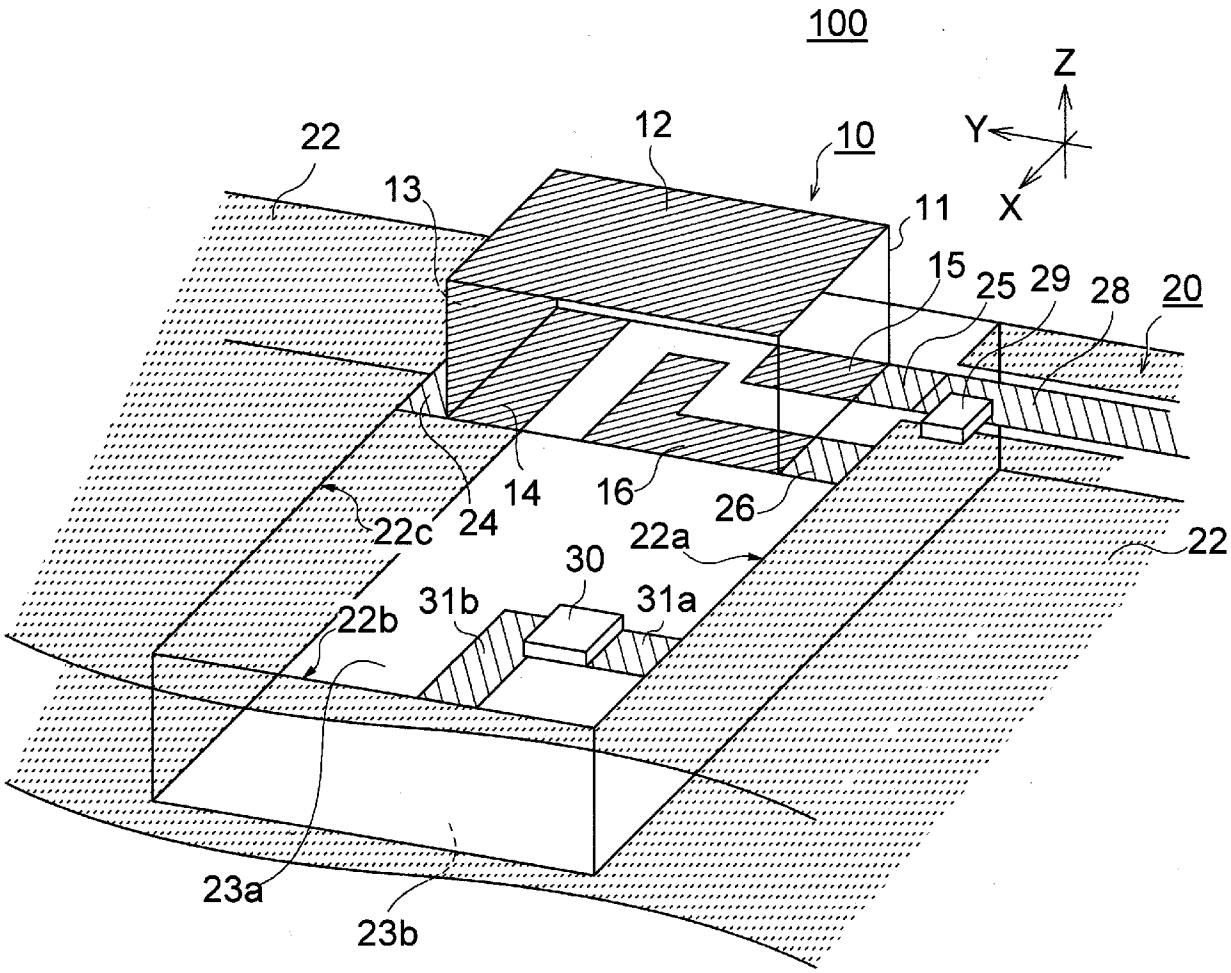
一辺が当該プリント基板のエッジに接し、他の三辺がグランドパターンのエッジラインに囲まれた略矩形状のグランドクリアランス領域と、

前記グランドクリアランス領域内に設けられたアンテナ実装領域と、

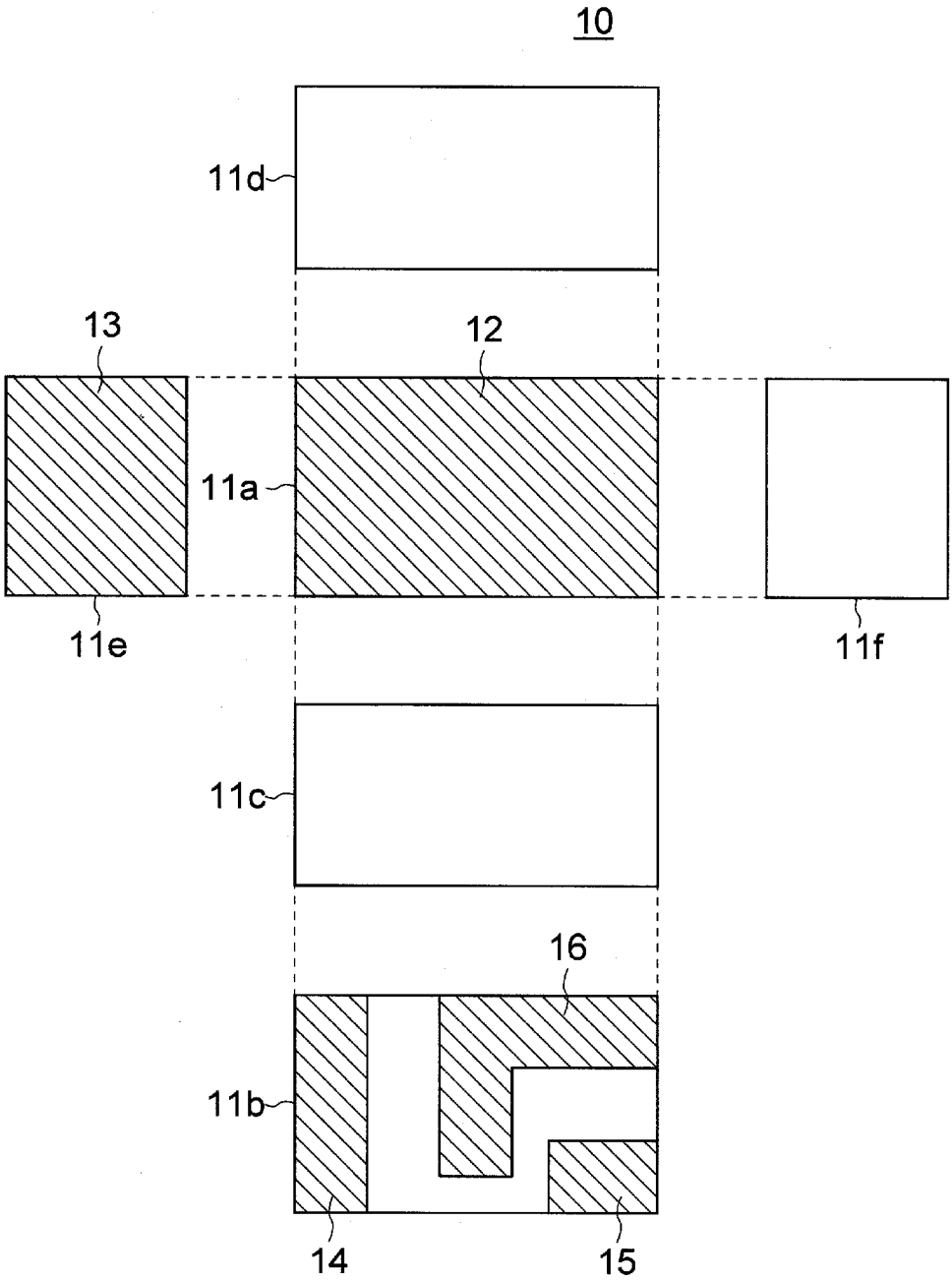
前記グランドクリアランス領域内に設けられた少なくとも一つの周波数調整素子とを備え、

前記周波数調整素子は、前記プリント基板のエッジから見て前記アンテナ実装領域よりも遠くに設けられたキャパシタ又はインダクタのチップ部品を含むことを特徴とする無線通信機。

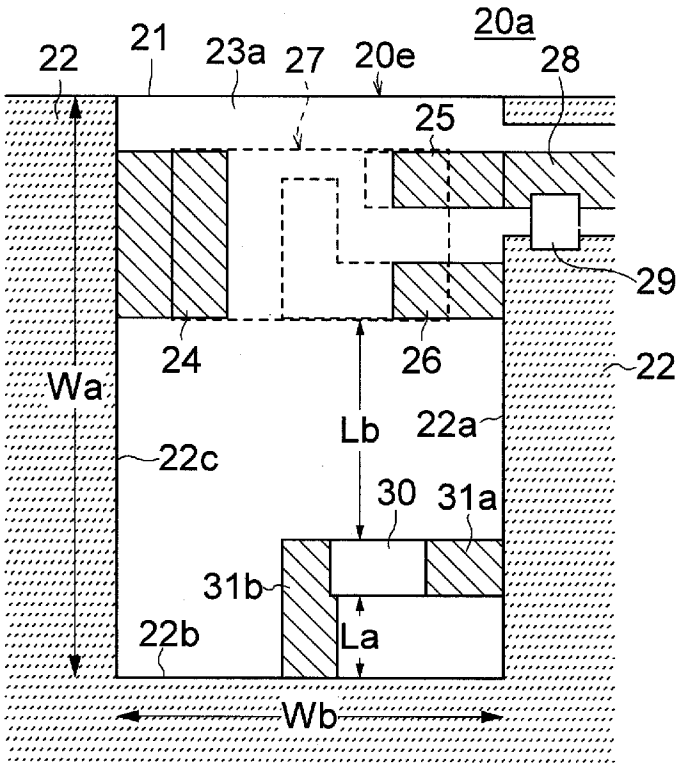
[図1]


100
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
14
16
26
24
22c
22a
22
30
31b
31a
22b
23a
23b

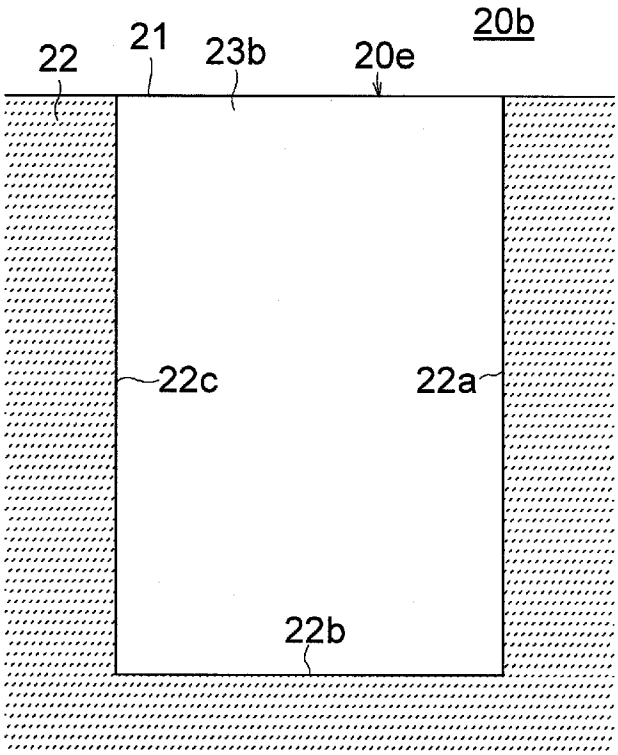
[図2]



[図3]

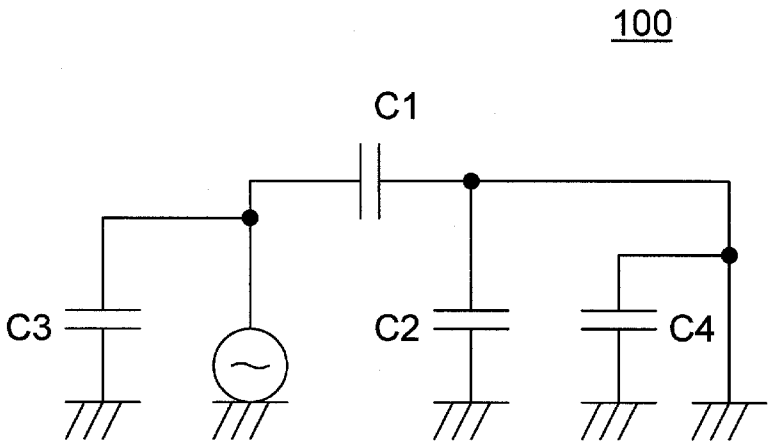

20a
22
21
23a
27
20e
28
25
29
24
26
22
Wa
Lb
22a
22c
30
31a
31b
La
22b
Wb

(a)

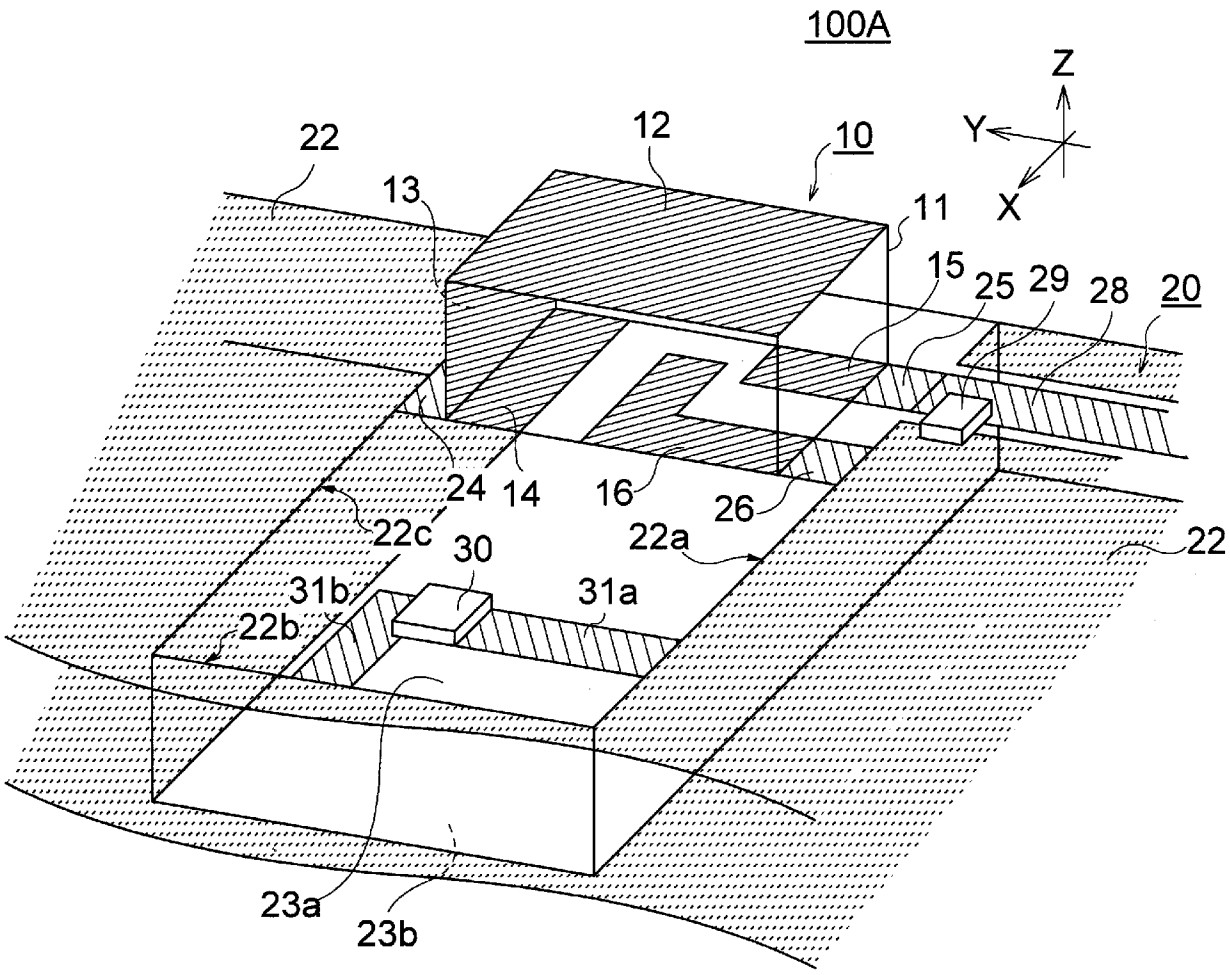

20b
22
21
23b
20e
22c
22a
22b

(b)

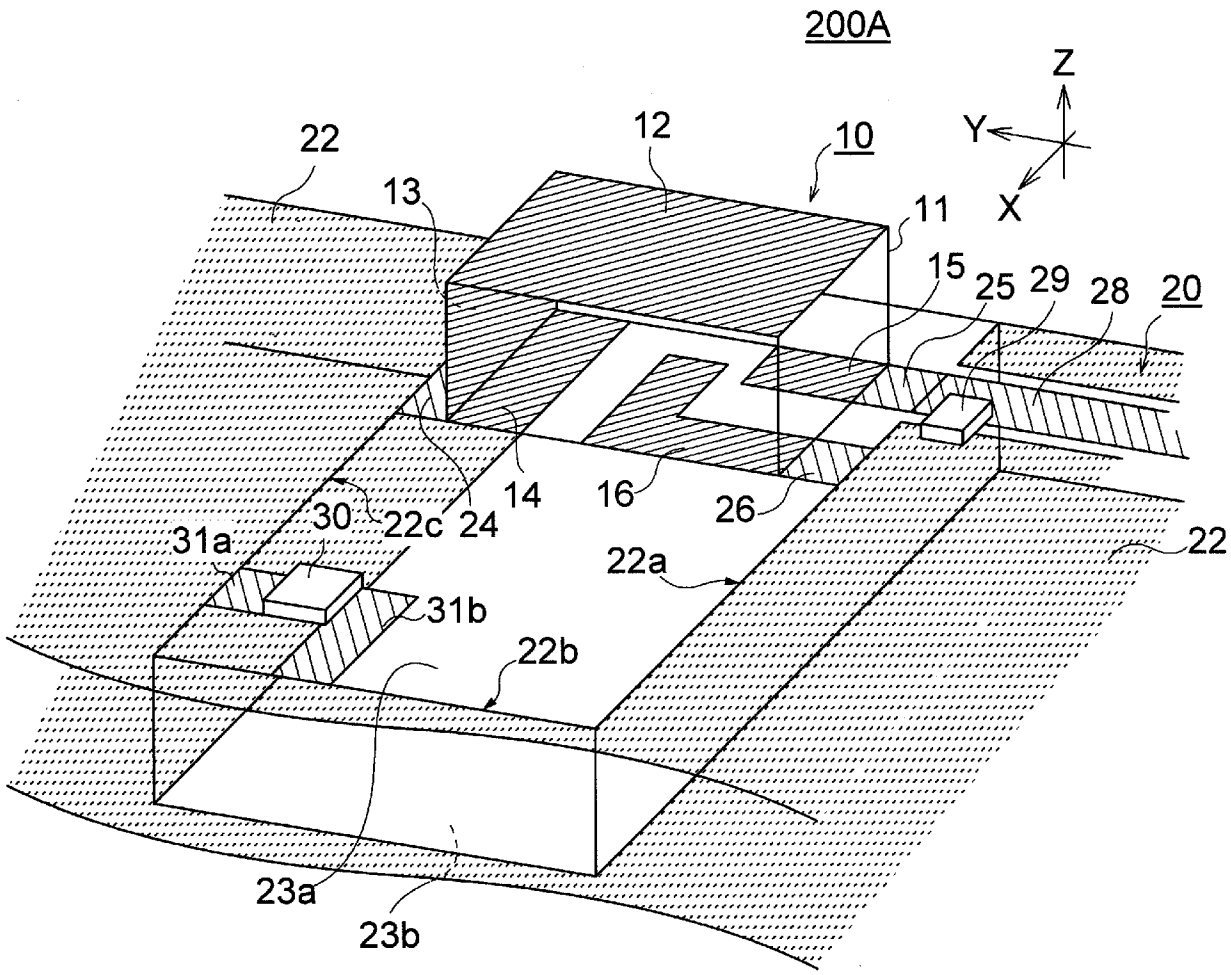
[図4]



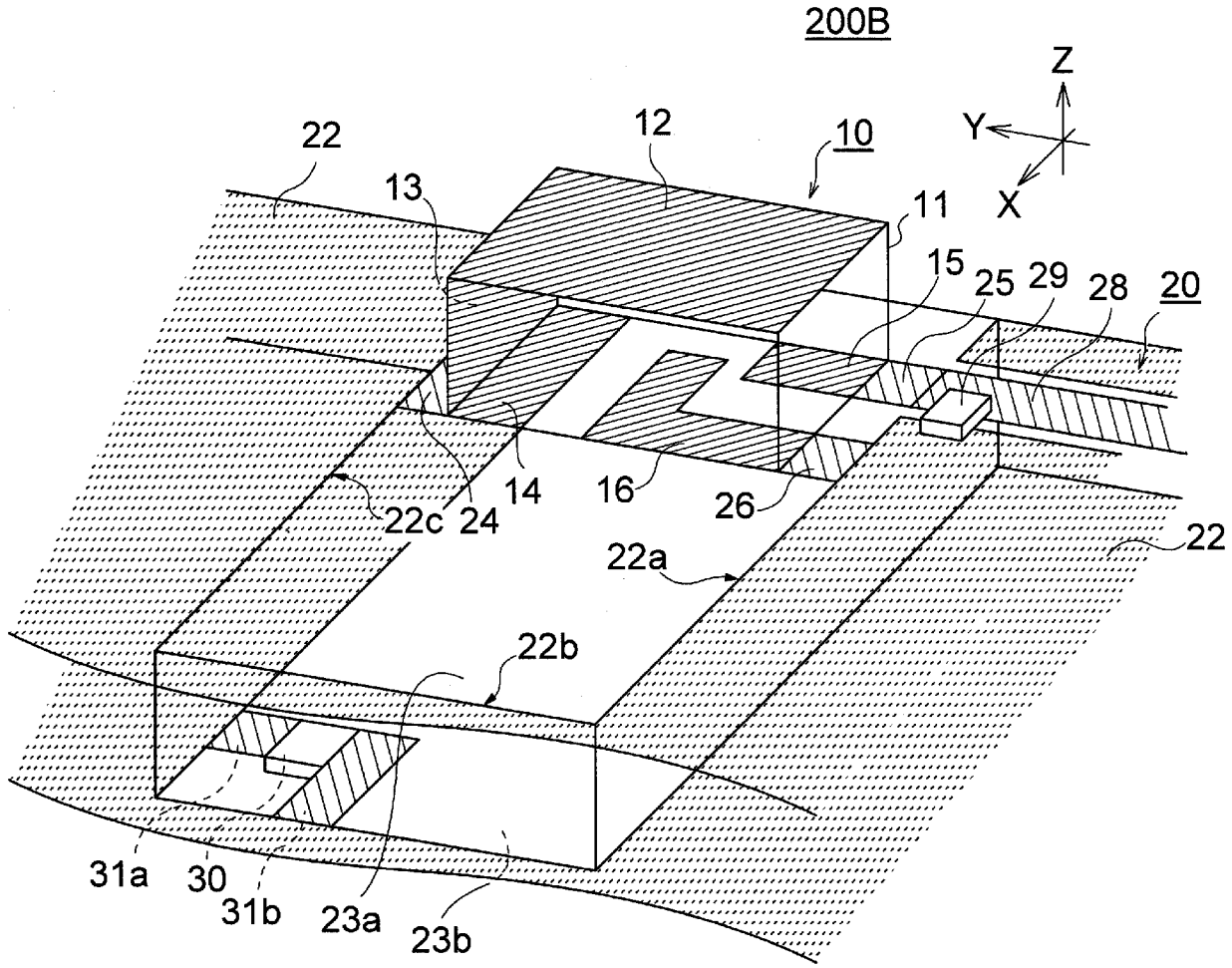
[図5]


100A
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
24
14
16
26
22c
30
22a
22
31b
31a
22b
23a
23b

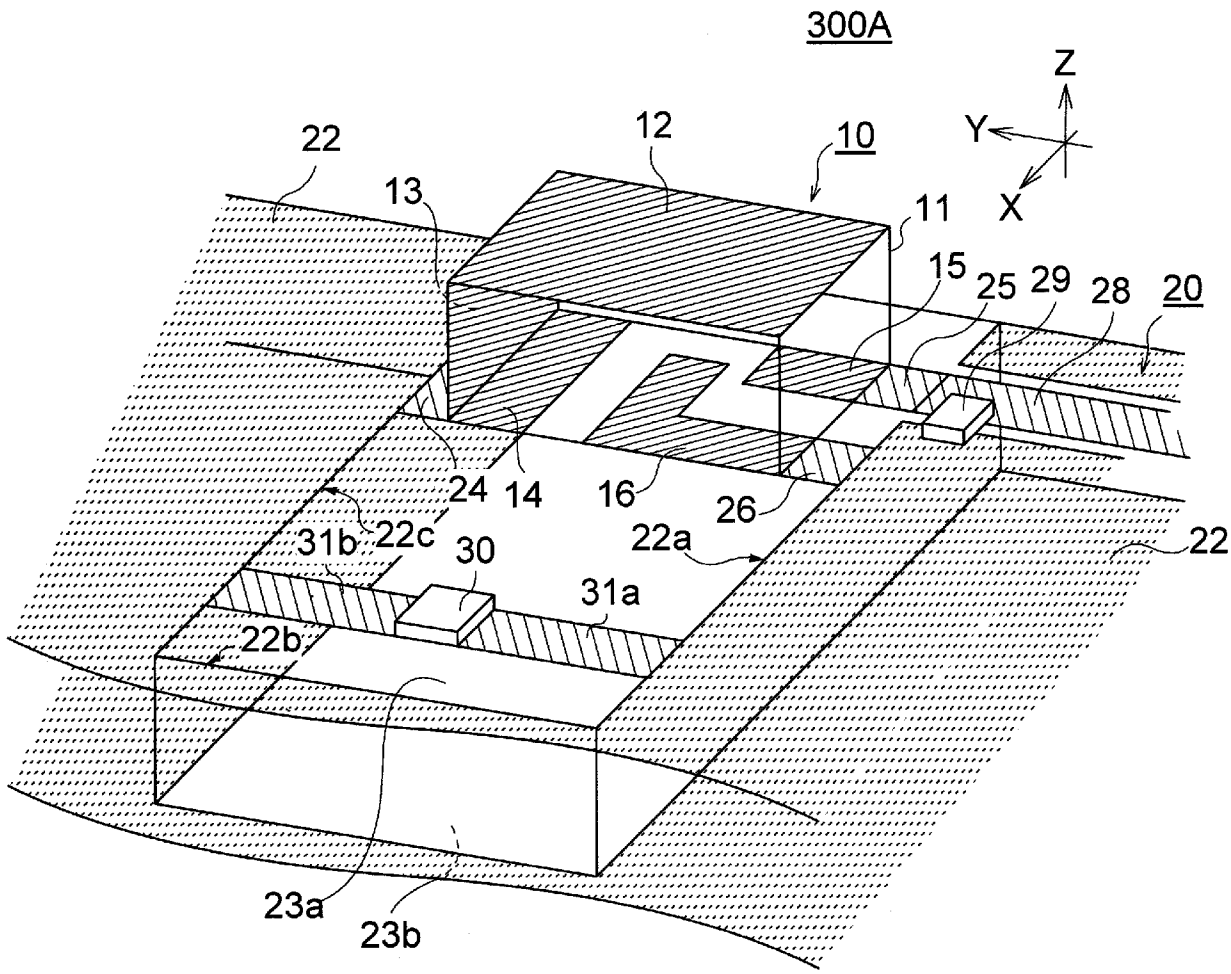
[図6]


200A
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
14
16
26
30
22c
24
31a
22a
22
31b
22b
23a
23b

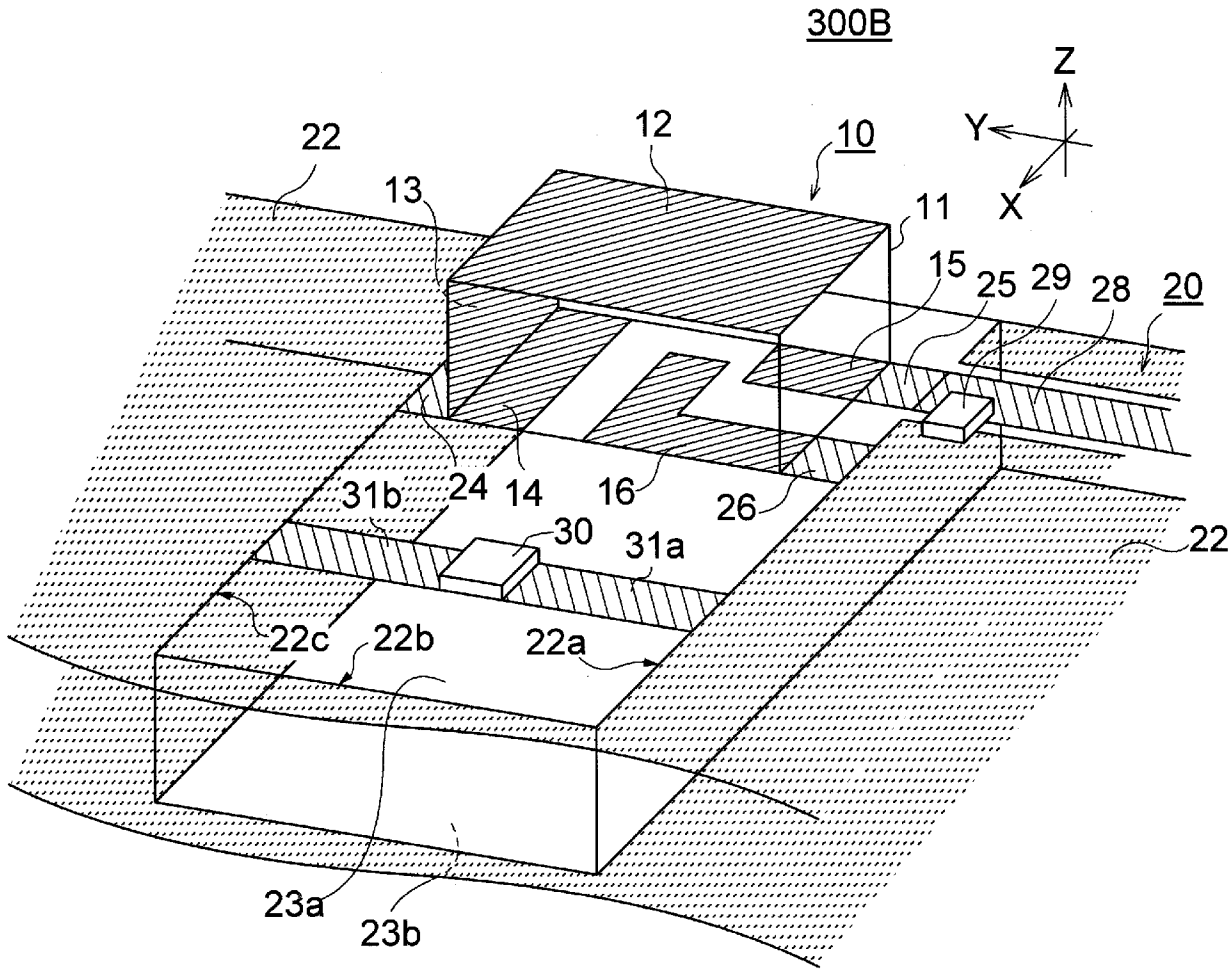
[図7]


200B
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
14
16
26
22c
24
22a
22
22b
31a
30
31b
23a
23b

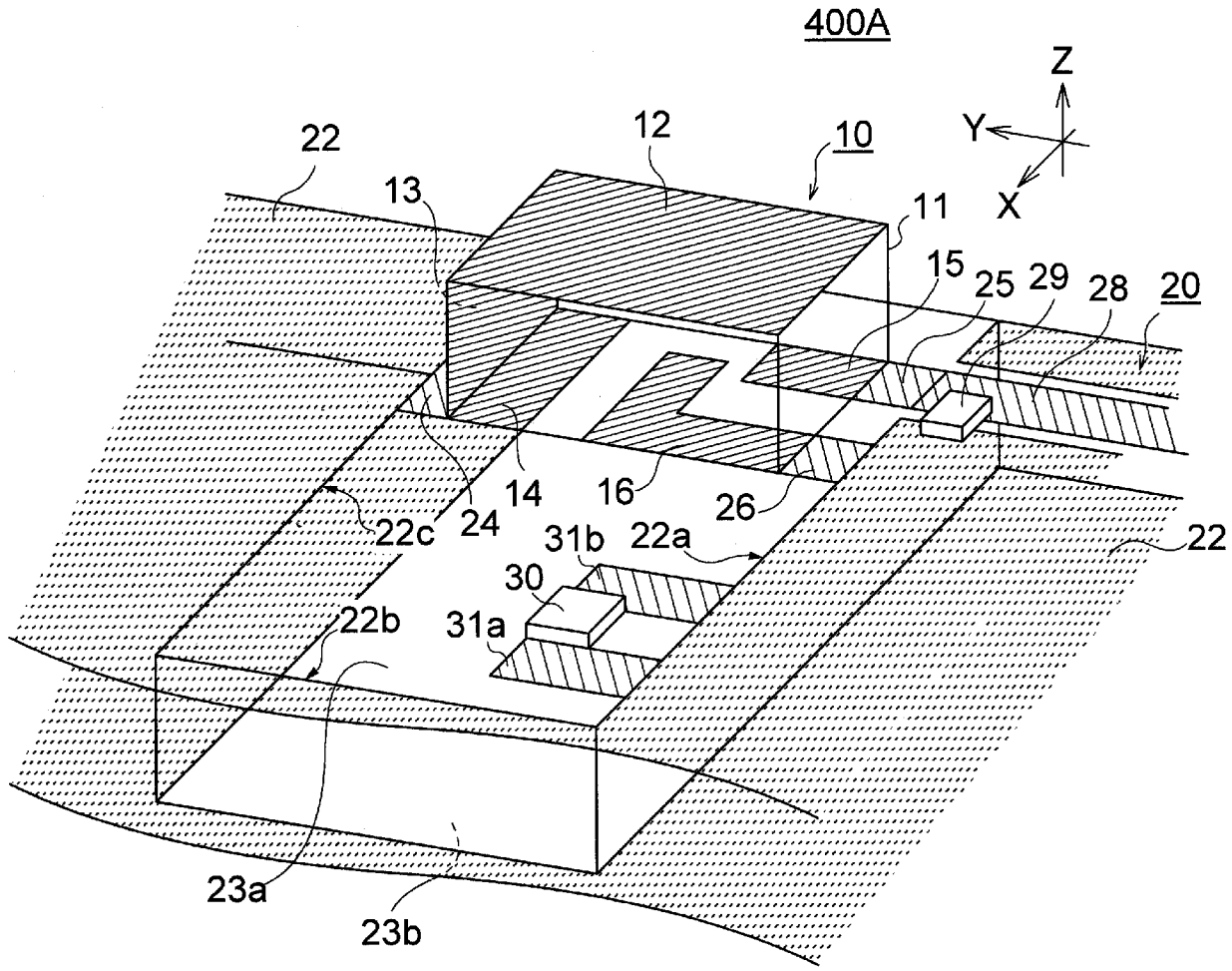
[図8]


300A
Z
Y
X
22
13
12
10
11
15
25
29
28
20
24
14
16
26
31b
22c
30
22a
22
31a
22b
23a
23b

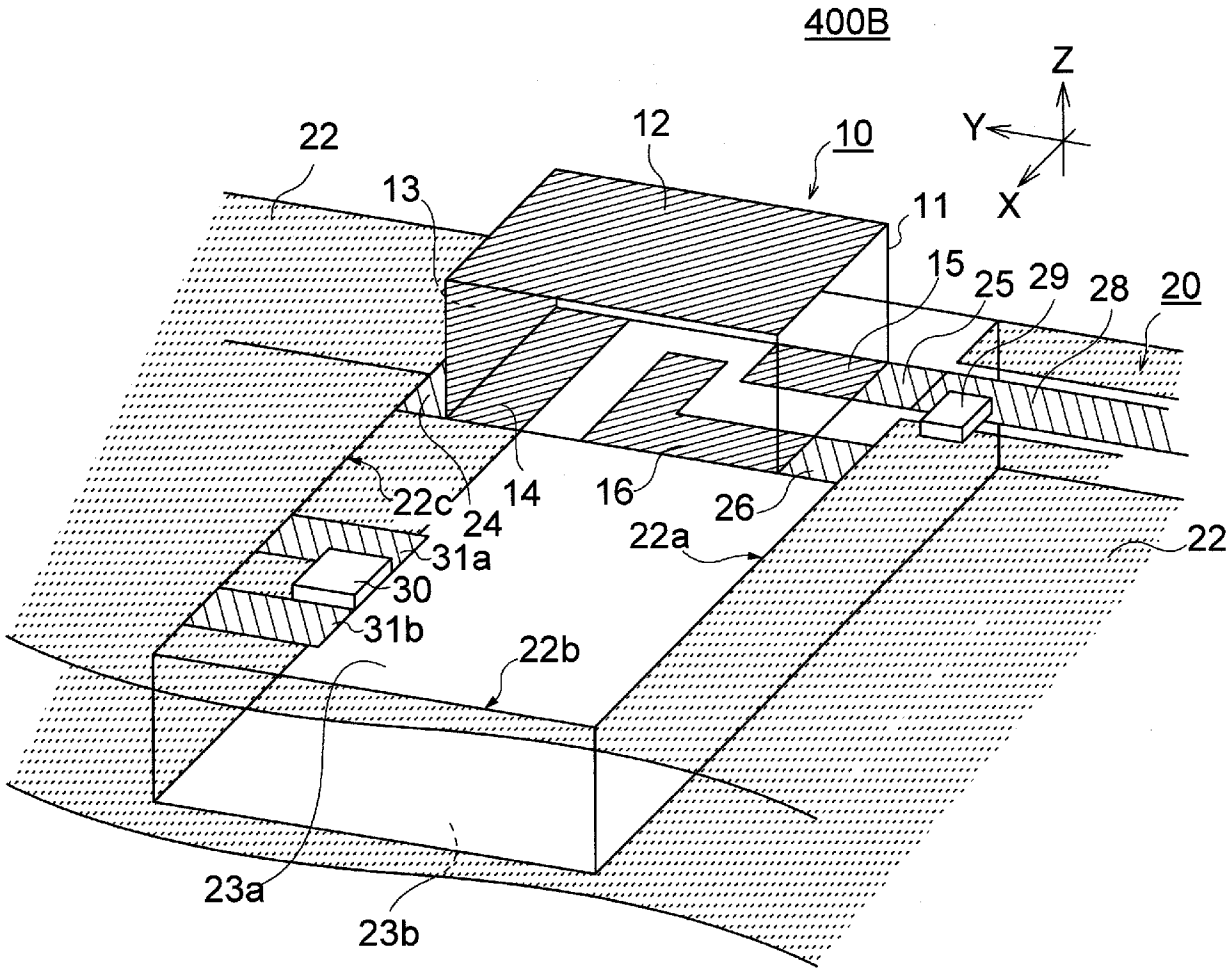
[図9]


300B
Z
Y
X
22
13
12
10
11
15
25
29
28
20
31b
24
14
16
26
30
31a
22
22c
22b
22a
23a
23b

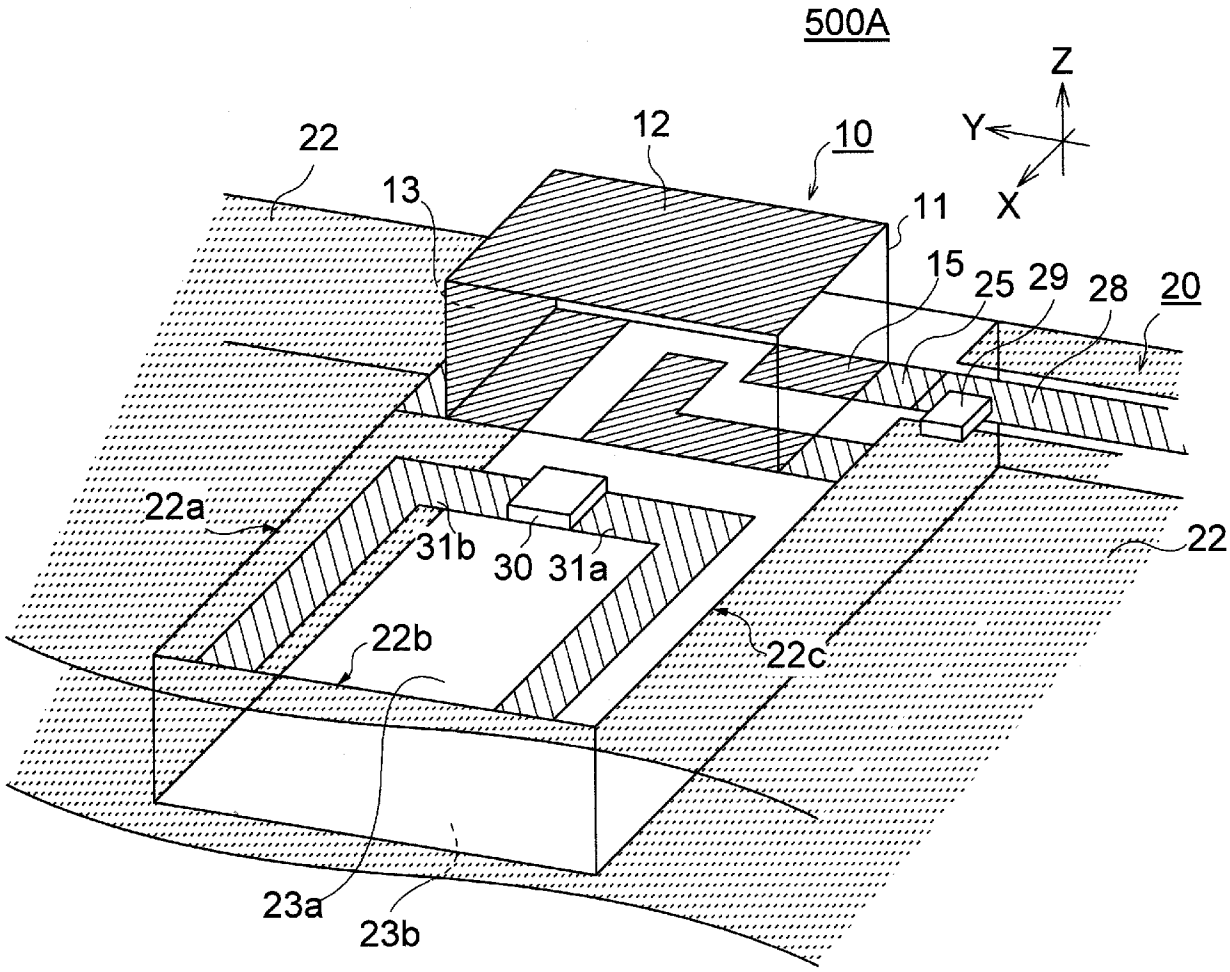
[図10]


400A
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
14
16
26
22c
24
31b
22a
22
30
22b
31a
23a
23b

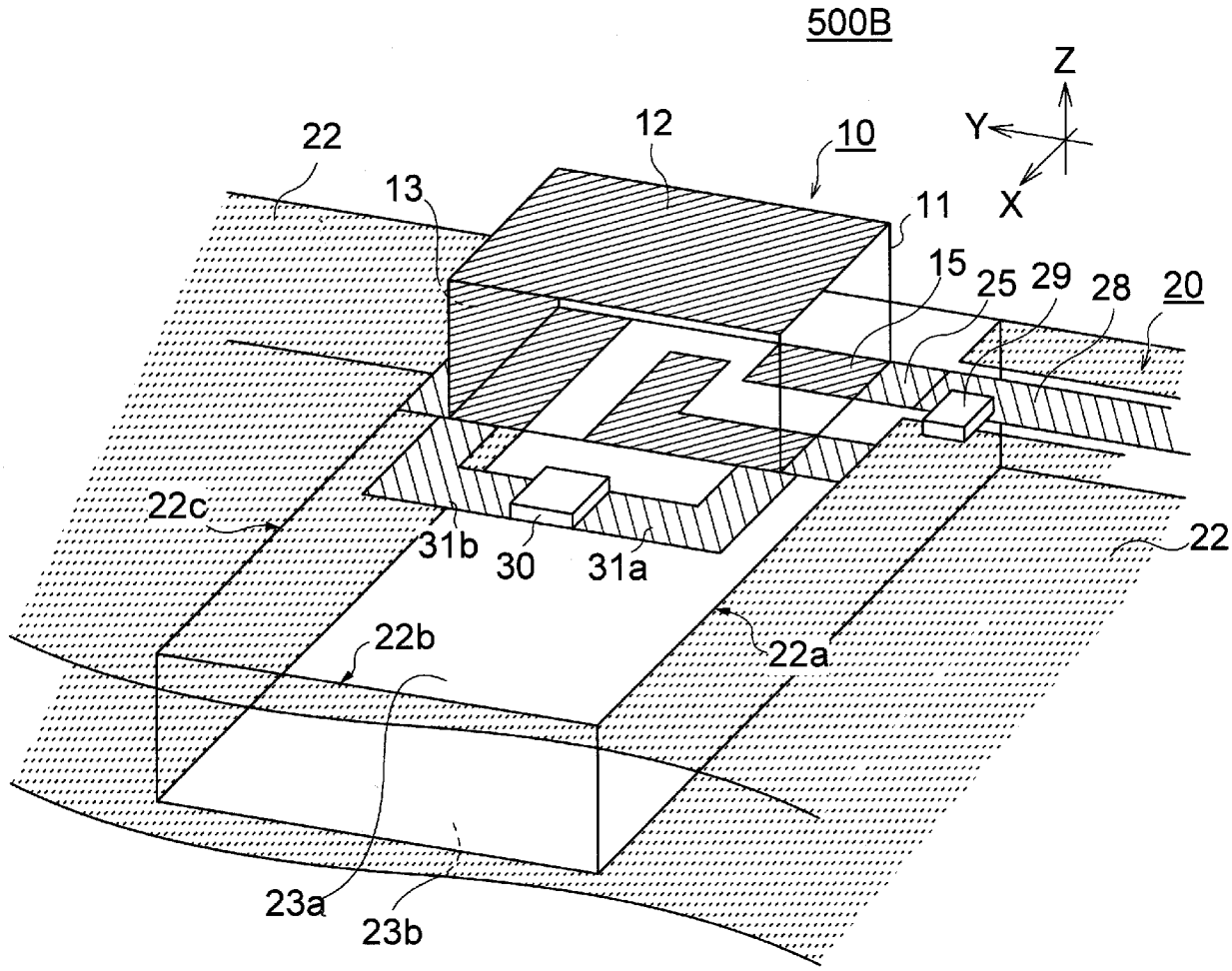
[図11]


400B
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
22c
24
14
16
26
22a
22
31a
30
31b
22b
23a
23b

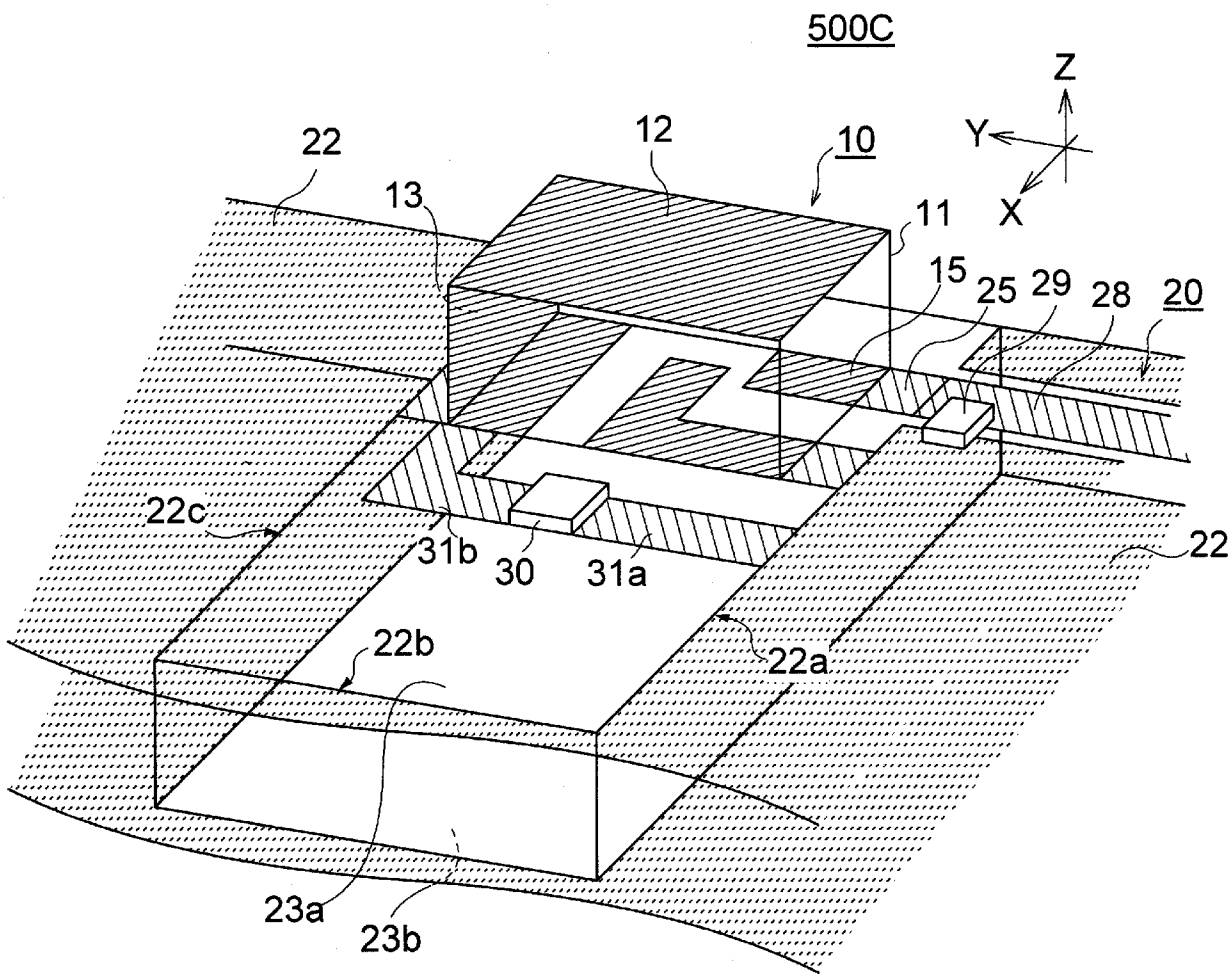
[図12]


500A
Z
Y
X
22
13
12
10
11
15
25
29
28
20
22a
31b
30
31a
22
22b
22c
23a
23b

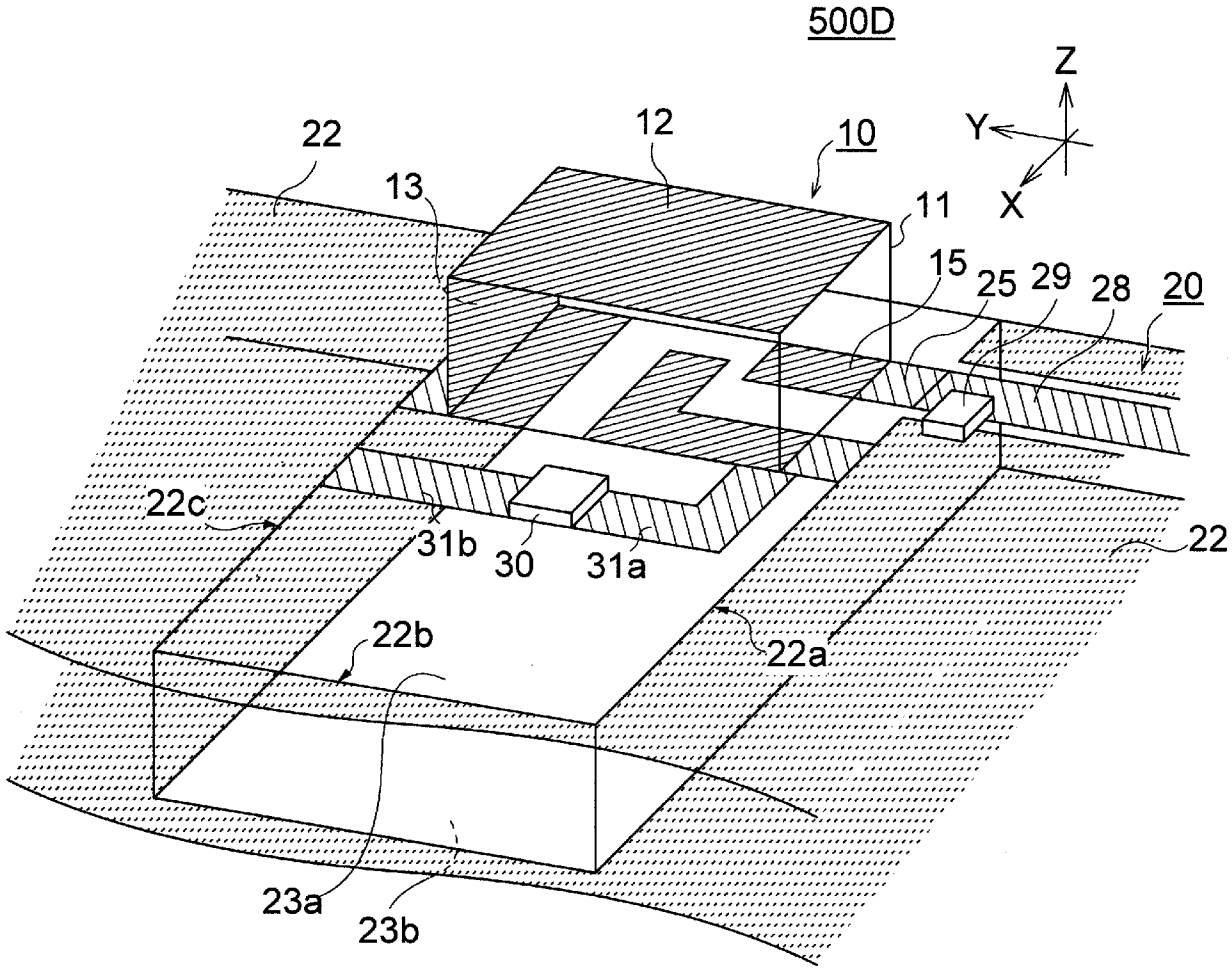
[図13]


500B
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
22c
31b
30
31a
22
22b
22a
23a
23b

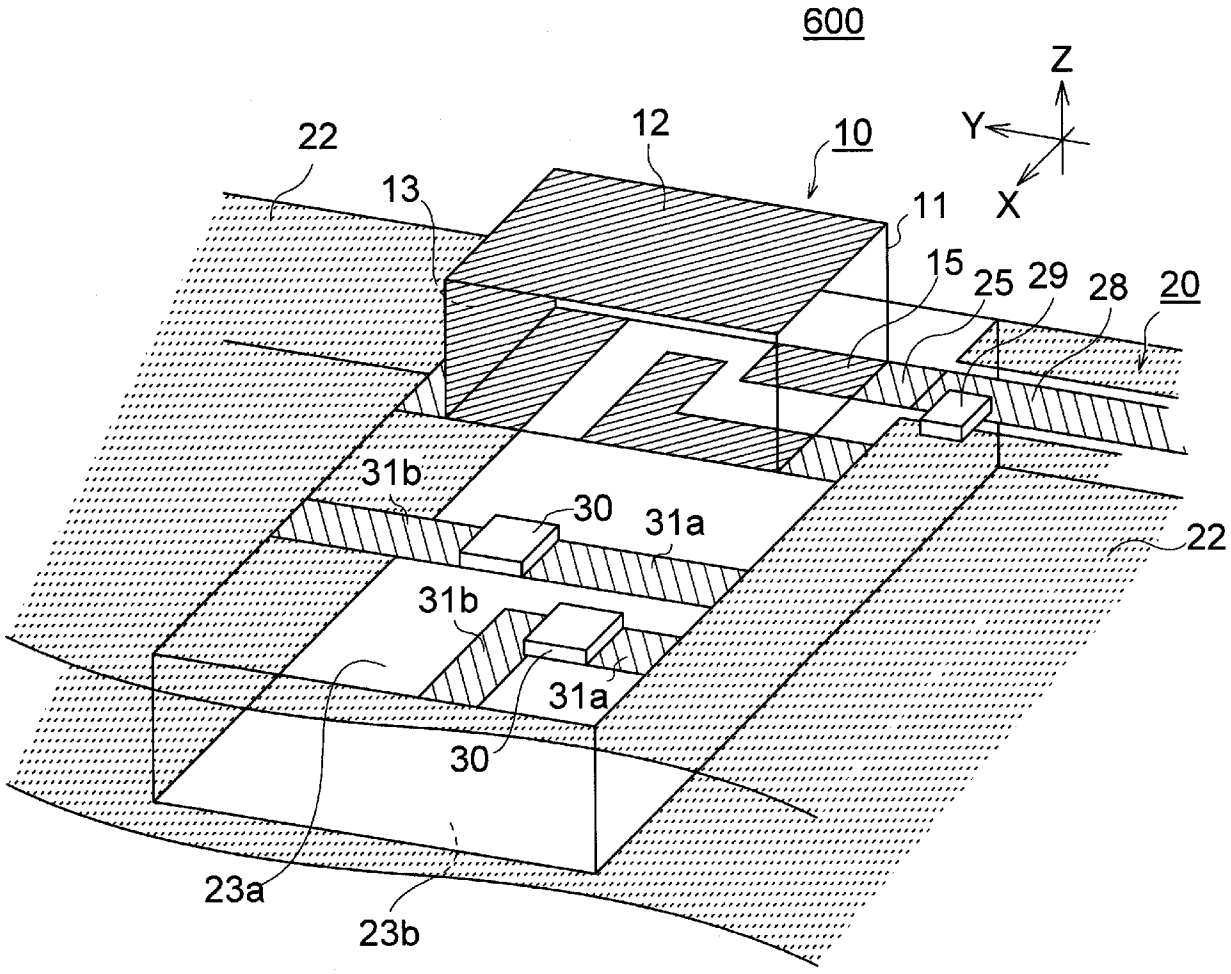
[図14]


500C
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
22c
31b
30
31a
22
22b
22a
23a
23b

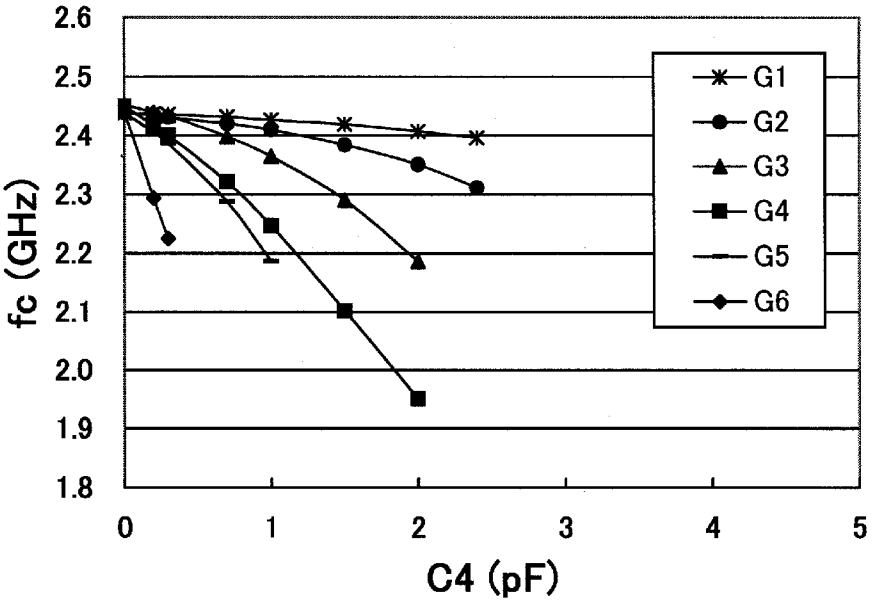
[図15]


500D
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
22c
31b
30
31a
22
22b
22a
23a
23b

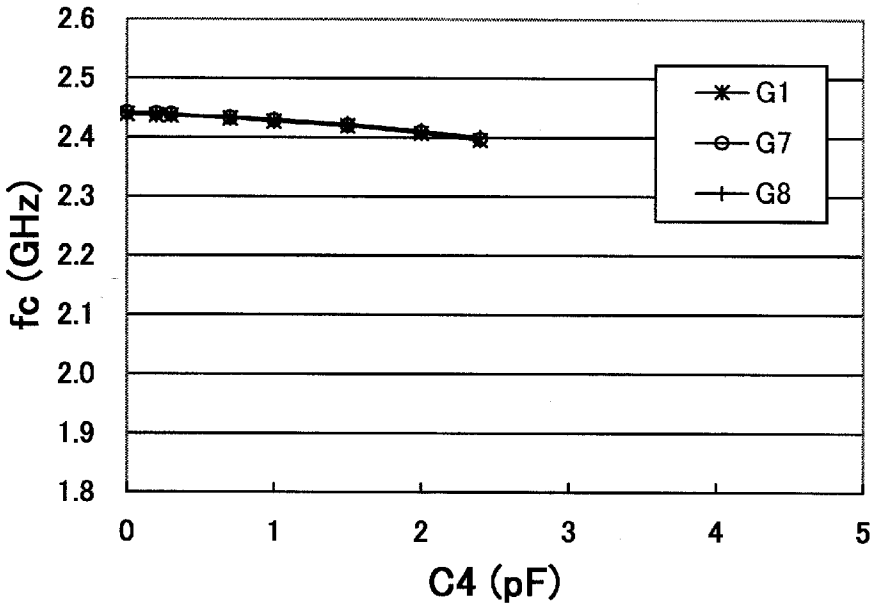
[図16]


600
Z
Y
X
22
13
12
10
11
15
25
29
28
20
31b
30
31a
22
31b
31a
30
23a
23b

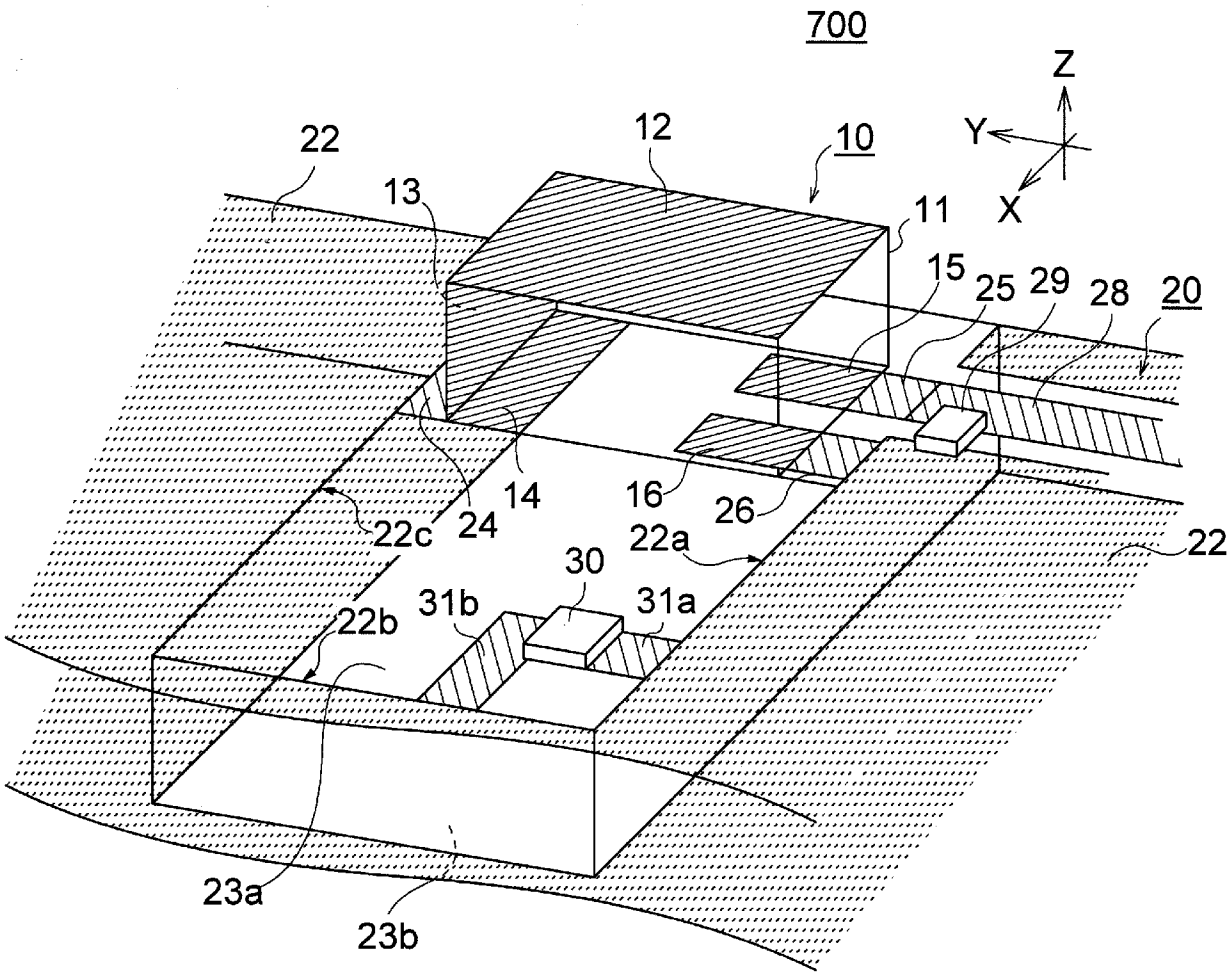
[図17]


2.6
2.5
2.4
2.3
2.2
2.1
2.0
1.9
1.8
fc (GHz)
0
1
2
3
4
5
C4 (pF)
G1
G2
G3
G4
G5
G6

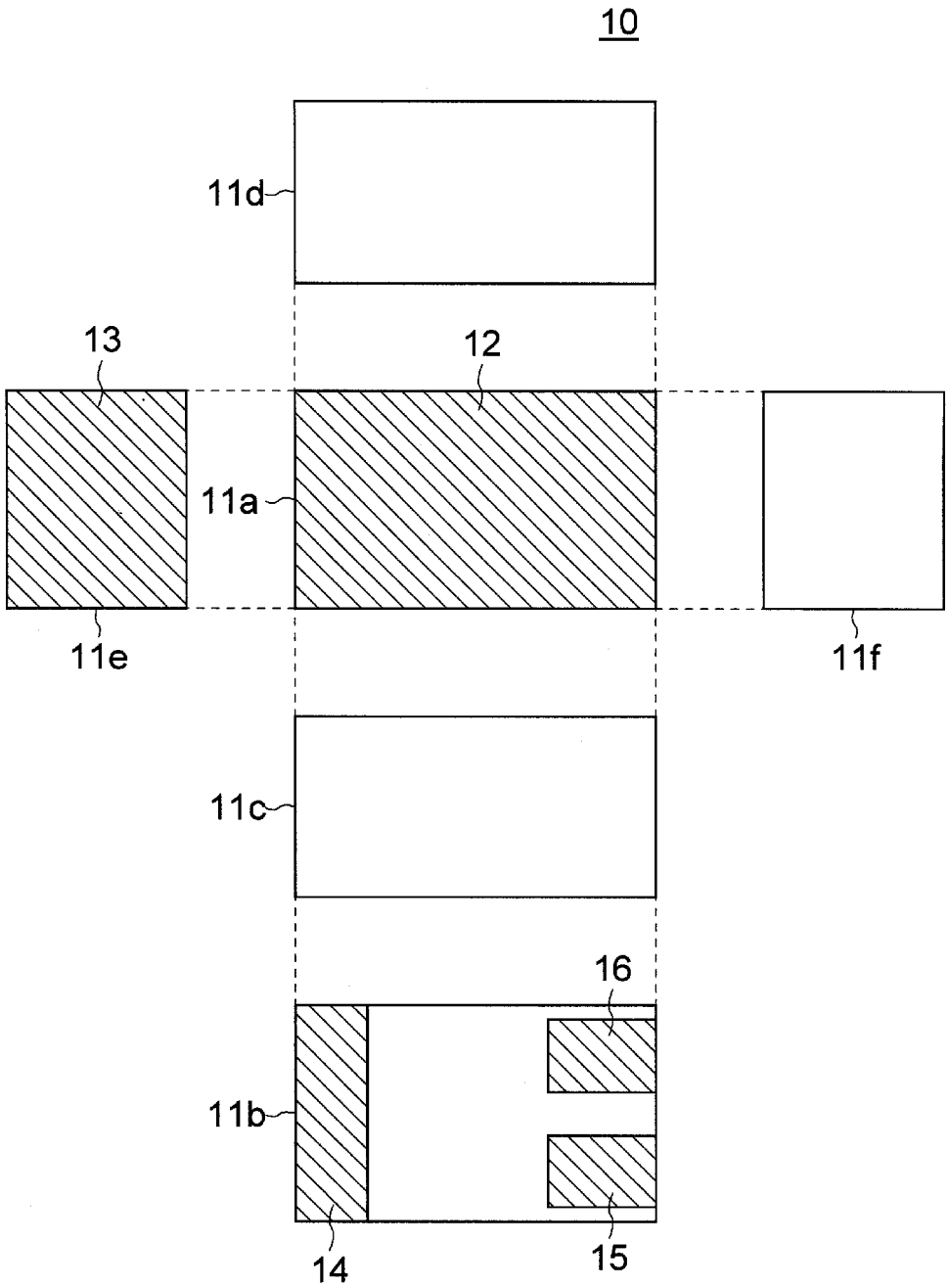
[図18]


2.6
2.5
2.4
2.3
2.2
2.1
2.0
1.9
1.8
fc (GHz)
0
1
2
3
4
5
C4 (pF)
G1
G7
G8

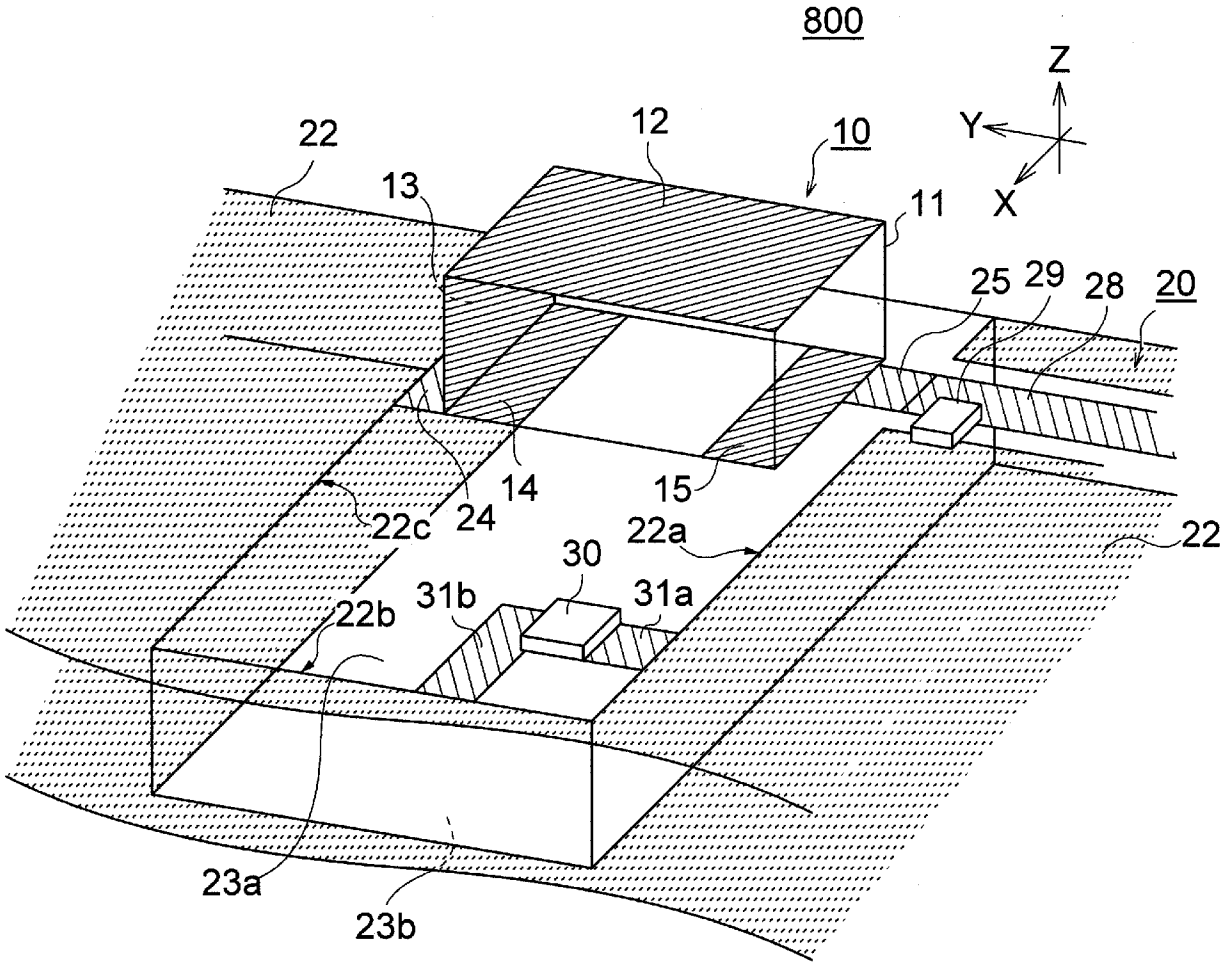
[図19]


700
Z
Y
X
22
12
10
13
11
15
25
29
28
20
14
16
26
22c
24
22a
22
30
31b
31a
22b
23a
23b

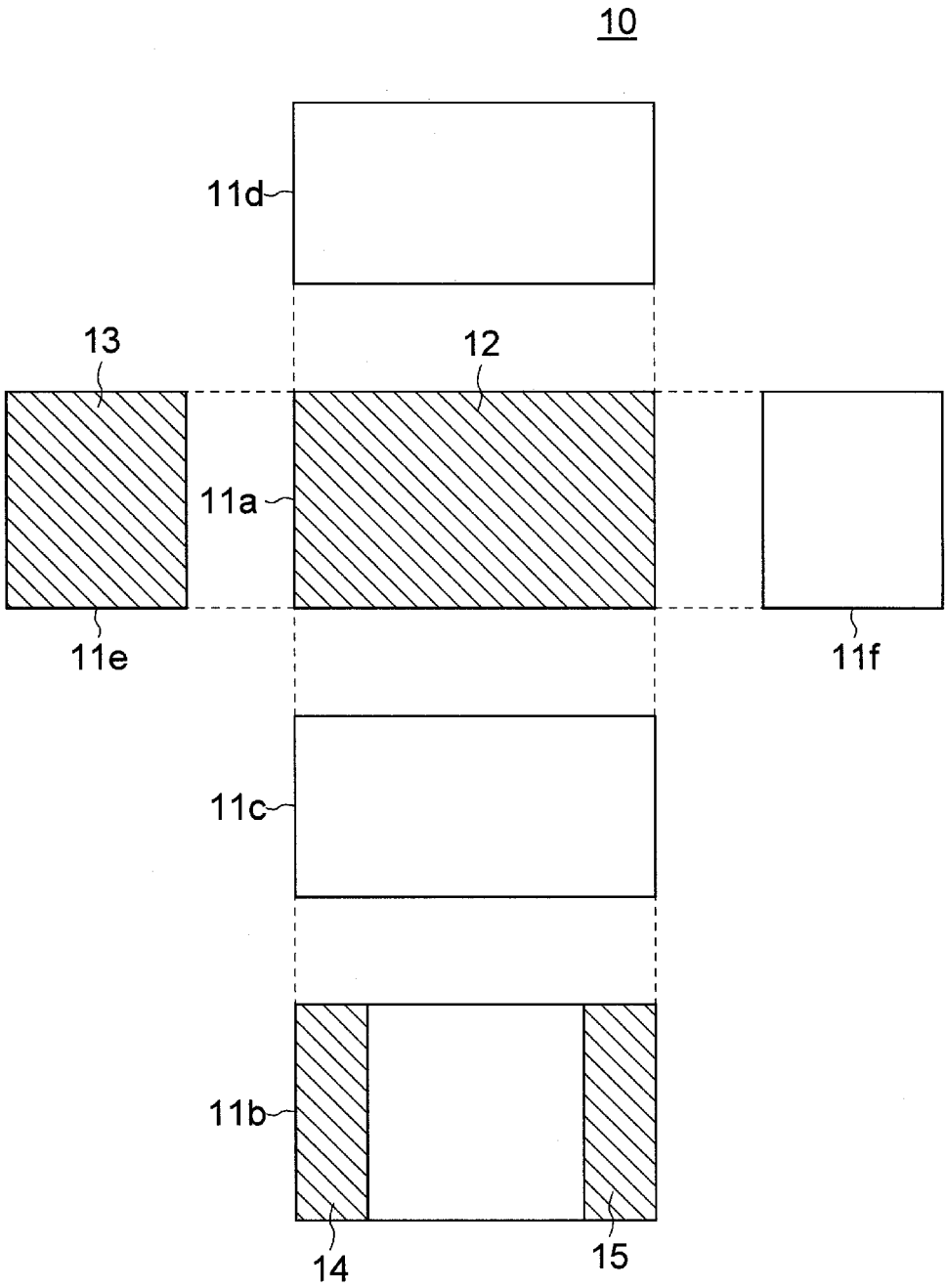
[図20]



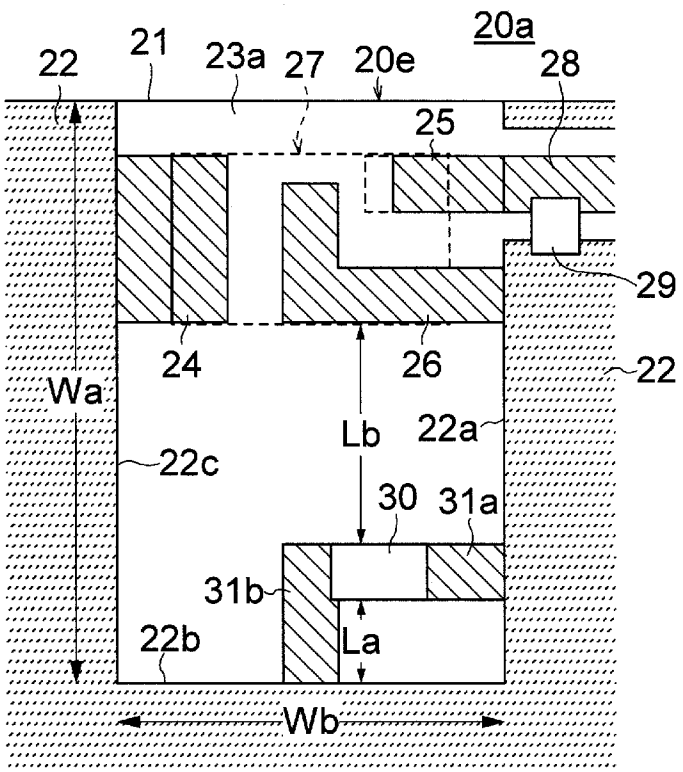
[図21]


800
Z
Y
X
22
12
10
13
11
25
29
28
20
14
15
24
22c
22a
22
30
31b
31a
22b
23a
23b

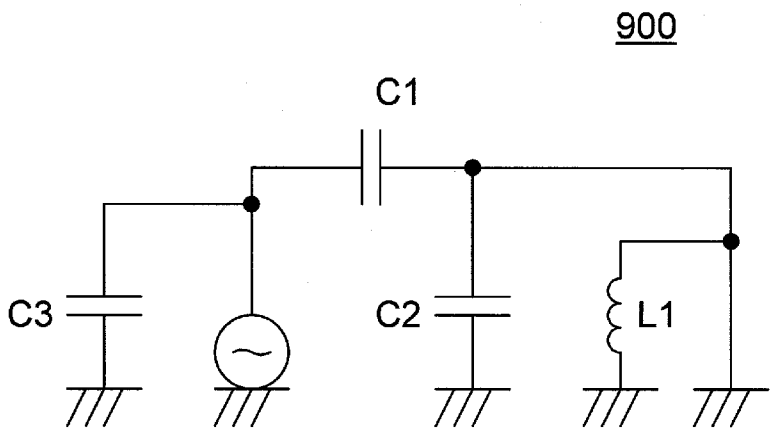
[図22]



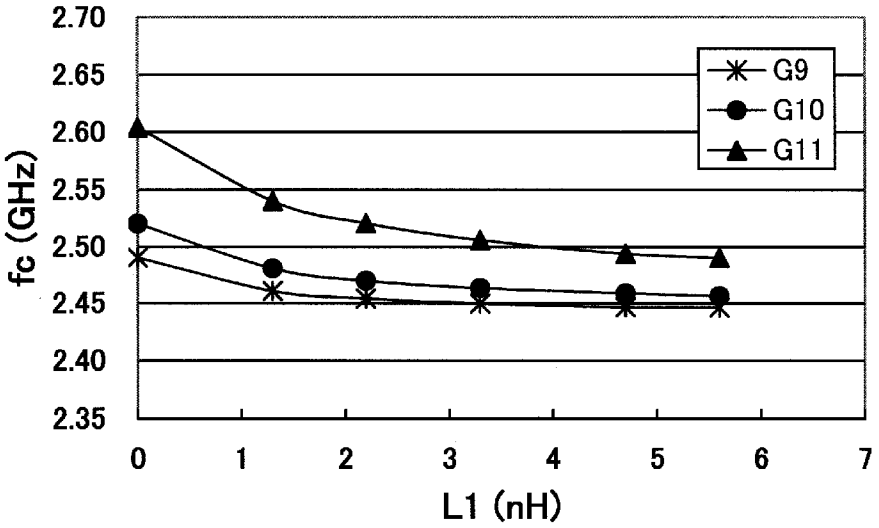
[図23]


20a
22
21
23a
27
20e
28
25
29
24
26
22
Wa
Lb
22a
22c
30
31a
31b
La
22b
Wb

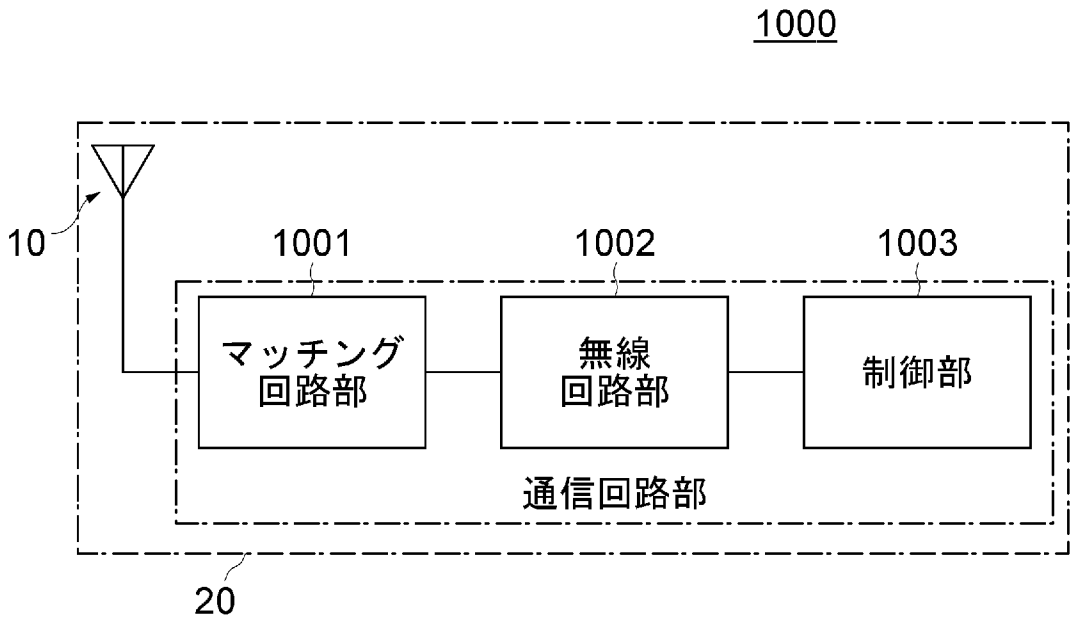
[図24]


900
C1
C3
C2
L1

[図25]


2.70
2.65
2.60
2.55
2.50
2.45
2.40
2.35
fc (GHz)
0
1
2
3
4
5
6
7
L1 (nH)
G9
G10
G11

[図26]


1000
10
1001
1002
1003
マッチング
回路部
無線
回路部
制御部
通信回路部
20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/057961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01Q1/24(2006.01)i, *H01Q1/38*(2006.01)i, *H01Q13/08*(2006.01)i, *H05K1/16*(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)
H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q13/08, H05K1/16

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X A	WO 2006/120763 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 November 2006 (16.11.2006), paragraphs [0021], [0022], [0025], [0027]; fig. 1 & GB 2439863 A & GB 2439863 B & GB 2439863 C & JP 4103936 B2	1-5,12 6-11
A	WO 2009/081803 A1 (TDK Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), entire text; all drawings & US 2011/0001672 A1 & EP 2237370 A1 & CN 101904050 A	1-12
A	JP 2008-252158 A (TDK Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
27 June, 2011 (27.06.11)	05 July, 2011 (05.07.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/057961

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 2005-236534 A (FDK Corp.), 02 September 2005 (02.09.2005), entire text; all drawings & WO 2005/078860 A1	1-12
A	JP 2004-304783 A (Hitachi Metals, Ltd.), 28 October 2004 (28.10.2004), entire text; all drawings & JP 4232156 B2 & US 2004/0183733 A1 & EP 1460715 A1	1-12
A	JP 2004-282109 A (Sony Chemicals Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings & JP 3843429 B2 & US 2004/0145528 A1 & US 6940458 B2 & KR 10-2004-0067932 A & CN 1519981 A	1-12
A	JP 2004-194211 A (Kyocera Corp.), 08 July 2004 (08.07.2004), entire text; all drawings & JP 3825400 B2 & US 2004/0125032 A1 & US 7026994 B2 & KR 10-2004-0053768 A & CN 1510781 A	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５７９６１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01Q1/24(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q13/08(2006.01)i, H05K1/16(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.　H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q13/08, H05K1/16

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
X A	WO 2006/120763 A1（株式会社村田製作所）2006.11.16, 段落 0021, 0022, 0025, 0027, 第１図 & GB 2439863 A & GB 2439863 B & GB 2439863 C & JP 4103936 B2	1 - 5, 12 6 - 11
A	WO 2009/081803 A1（ＴＤＫ株式会社）2009.07.02, 全文, 全図 & US 2011/0001672 A1 & EP 2237370 A1 & CN 101904050 A	1 - 12
A	JP 2008-252158 A（ＴＤＫ株式会社）2008.10.16, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 12

☑　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の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 ２７．０６．２０１１	国際調査報告の発送日 ０５．０７．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　５Ｔ　３７８４ 佐藤　当秀 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５６８

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 2005-236534 A (ＦＤＫ株式会社) 2005.09.02, 全文, 全図 & WO 2005/078860 A1	1 - 12
A	JP 2004-304783 A (日立金属株式会社) 2004.10.28, 全文, 全図 & JP 4232156 B2 & US 2004/0183733 A1 & EP 1460715 A1	1 - 12
A	JP 2004-282109 A (ソニーケミカル株式会社) 2004.10.07, 全文, 全図 & JP 3843429 B2 & US 2004/0145528 A1 & US 6940458 B2 & KR 10-2004-0067932 A & CN 1519981 A	1 - 12
A	JP 2004-194211 A (京セラ株式会社) 2004.07.08, 全文, 全図 & JP 3825400 B2 & US 2004/0125032 A1 & US 7026994 B2 & KR 10-2004-0053768 A & CN 1510781 A	1 - 12