

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5669499号
(P5669499)

(45) 発行日 平成27年2月12日(2015.2.12)

(24) 登録日 平成26年12月26日(2014.12.26)

(51) Int.Cl.

H05K 1/02 (2006.01)

F 1

H05K 1/02

N

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2010-214397 (P2010-214397)
 (22) 出願日 平成22年9月24日 (2010.9.24)
 (65) 公開番号 特開2012-69815 (P2012-69815A)
 (43) 公開日 平成24年4月5日 (2012.4.5)
 審査請求日 平成25年9月24日 (2013.9.24)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100082337
 弁理士 近島 一夫
 (74) 代理人 100141508
 弁理士 大田 隆史
 (72) 発明者 宮崎 豊秀
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 小山 兼司
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

審査官 吉澤 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プリント回路板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源導体層、グラウンド導体層及び配線層を有し、前記電源導体層、前記グラウンド導体層及び前記配線層が誘電体層を介して積層され、前記配線層に回路素子が実装されたプリント回路板において、

前記電源導体層には、前記回路素子に電源電位を供給する第一の電源プレーンと、前記電源導体層に前記第一の電源プレーンと間隔を空けて設けられた第二の電源プレーンと、前記第一の電源プレーンと前記第二の電源プレーンとを接続する接続配線とが設けられており、

前記グラウンド導体層には、グラウンドプレーンが設けられており、

前記電源導体層と前記グラウンド導体層の間に設けられた誘電体層の厚さは $100 \mu m$ 以下であり、

前記グラウンドプレーンには、前記接続配線を前記グラウンド導体層に投影したときの投影像と重なる部分にグラウンド導体のない開口部が形成されていることを特徴とするプリント回路板。

【請求項 2】

前記開口部は、前記接続配線を前記グラウンド導体層に投影したときの投影像の大きさ以上の大きさに形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプリント回路板。

【請求項 3】

前記第一の電源プレーンから前記第二の電源プレーンに延びる方向の前記接続配線の長

10

20

さを a とし、前記接続配線の延びる方向と平行な方向の前記開口部の長さを A としたとき、 A / a の値は 1 以上であり、前記接続配線の幅方向の長さを b とし、前記接続配線の幅方向と平行な方向の前記開口部の長さを B としたとき、 B / b の値は 1 . 2 以上であることを特徴とする請求項 2 に記載のプリント回路板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回路素子が搭載されたプリント回路板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

IC、LSIなどの回路素子が搭載されたプリント回路板は、その回路素子のオン／オフ動作に起因する電磁波ノイズが発生し、その電磁波ノイズが電子機器の他の回路や、他の電子機器に影響を与え、誤動作を引き起こす問題があることはよく知られている。その主な要因となるのは、回路素子を電気的に接続する配線構造がもつ寄生の容量成分やインダクタンス成分であり、それらの成分による電磁気的な結合を介して流れる高周波電流である。

【0003】

近年、ICやLSIの高速化がますます進展し、その動作周波数は数百MHzから数GHzに達している。動作周波数が数百MHzを超えるような帯域では、対策部品自身やプリント回路板の配線構造がもつ寄生成分の影響が益々大きくなるために、対策部品が本来持つはずの効果が阻害され、十分な対策効果を得ることができなくなる。

【0004】

そこで、数百MHzを超えるような帯域の放射ノイズを抑制するためには、エンベデッドキャパシタ基板のように、プリント回路板に寄生インダクタンス成分が小さいキャパシタ構造を作り込むような方法が用いられるようになってきている（特許文献1参照）。上記エンベデッドキャパシタ基板は、電源導体層及びグラウンド導体層の全面を電極とし、層間に厚さ $100 \mu m$ 以下の薄い誘電体層を設けることで、電源 - グラウンド間にキャパシタを形成するものである。

【0005】

一方、通常のプリント回路板においては、IC給電部と基幹給電部とを細く長い配線（パターンインダクタ）で接続する手段が提示されている（特許文献2参照）。これはIC給電部と基幹給電部とをパターンインダクタにより高いインピーダンスで接続し、ノイズをIC給電部に閉じ込め、基幹給電部に拡散するのを防止する効果を発揮するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第2738590号公報

【特許文献2】特許第351333号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1に記載された構成では、電源層とグラウンド層の全面を電極としているために、回路素子の動作よって局所的に発生したノイズが、基板全体に拡散してしまい、放射ノイズが増加するという問題があった。

【0008】

また仮に、上記特許文献2に記載されている細く長い配線で接続する手段を、上記特許文献1に記載されているエンベデッドキャパシタ基板に単純に適用しても、ノイズの拡散を抑制する効果は小さい。エンベデッドキャパシタ基板は、電源導体層とグラウンド導体層とが誘電体層を介して近接しているため、電源導体層とグラウンド導体層の配線同士の

10

20

30

40

50

電磁気的な結合が強く、部分的に細く長い配線にしても高いインピーダンス接続にはならないからである。

【0009】

そこで、本発明は、回路素子で発生したノイズの拡散を抑制することで、放射ノイズを低減するプリント回路板を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、電源導体層、グラウンド導体層及び配線層を有し、前記電源導体層、前記グラウンド導体層及び前記配線層が誘電体層を介して積層され、前記配線層に回路素子が実装されたプリント回路板において、前記電源導体層には、前記回路素子に電源電位を供給する第一の電源プレーンと、前記電源導体層に前記第一の電源プレーンと間隔を空けて設けられた第二の電源プレーンと、前記第一の電源プレーンと前記第二の電源プレーンとを接続する接続配線とが設けられており、前記グラウンド導体層には、グラウンドプレーンが設けられており、前記電源導体層と前記グラウンド導体層の間に設けられた誘電体層の厚さは100μm以下であり、前記グラウンドプレーンには、前記接続配線を前記グラウンド導体層に投影したときの投影像と重なる部分にグラウンド導体のない開口部が形成されていることを特徴とする。10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、グラウンドプレーンにおける接続配線の投影像と重なる部分に開口部が形成されているので、接続配線とグラウンドプレーンによる実効インダクタンスが高くなり、接続インピーダンスが高くなる。したがって、回路素子の動作で第一の電源プレーンに発生したノイズが、第二の電源プレーンに拡散するのを抑制することができ、放射ノイズを低減することができる。20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態に係るプリント回路板の概略構成を示す説明図である。

【図2】電源導体層及びグラウンド導体層の等価回路を示す電気回路図である。

【図3】実施例におけるプリント回路板のシミュレーションモデルの分解斜視図である。

【図4】比較例におけるプリント回路板のシミュレーションモデルの分解斜視図である。30

【図5】実施例のプリント回路板のシミュレーション結果と、比較例のプリント回路板のシミュレーション結果を示す図である。

【図6】実施例のプリント回路板のシミュレーションモデルから一部の導体層を切り出した平面図であり、(a)はグラウンド導体層を示す図、(b)は電源導体層を示す図である。

【図7】比較例に対する実施例のプリント回路板のシミュレーションモデルによるノイズ伝播抑制効果を示す図であり、(a)は比(A/a)に対するノイズ伝播抑制効果を示す図、(b)は比(B/b)に対するノイズ伝播抑制効果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態に係るプリント回路板の概略構成を示す説明図である。本実施形態におけるプリント回路板1は、いわゆる多層プリント回路板であり、第一の配線層2、グラウンド導体層3、電源導体層4、第二の配線層5を有し、各層が絶縁体層(誘電体層)21, 22, 23を介して順次積層されてなる。

【0014】

各絶縁体層21, 22, 23には、例えば樹脂やガラス繊維等で形成された絶縁体(誘電体)が設けられている。そして、電源導体層4とグラウンド導体層3とが絶縁体層22を挟んで対向して配置されてエンベデッドキャパシタが形成されている。エンベデッドキャパシタを構成する絶縁体層22は、厚みが100μm以下であるか、材質が比誘電率550

以上の高誘電体であるか、その両方を満たすものである。第一の配線層 2 には、IC や LS など回路素子としての半導体装置 6 が実装され、不図示の信号配線、電源配線、グラウンド配線などが設けられている。

【0015】

電源導体層 4 には、基幹給電部プレーン 7 及び IC 給電部プレーン 8 が互いに間隔を空けて設けられている。そして、基幹給電部プレーン 7 と IC 給電部プレーン 8 とは、接続配線 10 により接続されている。

【0016】

IC 給電部プレーン 8 は、基幹給電部プレーン 7 に供給された電源電位（電力）を半導体装置 6 に供給するための第一の電源プレーンである。IC 給電部プレーン（第一の電源プレーン）8 は半導体装置 6 を電源導体層 4 に投影したときの投影像の範囲を含む大きさに形成することが好ましい。本実施形態では、IC 給電部プレーン 8 は、半導体装置 6 を電源導体層 4 に投影したときの投影像と重なる（一致する）大きさに形成されている。そして、半導体装置 6 の電源端子は、ビア 13などを介して IC 給電部プレーン 8 に接続されている。なお、IC 給電部プレーン 8 は、半導体装置 6 を電源導体層 4 に投影したときの投影像よりも小さく形成されていてもよい。

10

【0017】

基幹給電部プレーン 7 は、電源導体層 4 に IC 給電部プレーン 8 と間隔を空けて設けられた第二の電源プレーンである。具体的に説明すると、基幹給電部プレーン 7 と IC 給電部プレーン 8 とは、略 C 字形状の開口部 9 により島状に分割されて、接続配線 10 により接続されている。

20

【0018】

接続配線 10 は、直線状に延びる帯状に形成され、基幹給電部プレーン 7 と IC 給電部プレーン 8 の互いに対向する辺同士を接続するように設けられている。以上の構成により、半導体装置 6 の電源端子に給電可能となっている。なお、図 1 では接続配線 10 が 1 箇所のみ示しているが、必要に応じて複数箇所設けることも可能である。

【0019】

グラウンド導体層 3 には、略面全体にグラウンドプレーン 11 が設けられている。そして、半導体装置 6 のグラウンド端子は、ビア 14などを介してグラウンドプレーン 11 に接続されている。グラウンドプレーン 11 には、接続配線 10 をグラウンド導体層 3 に投影したときの投影像と重なる部分に開口部 12 が形成されている。本実施形態では、開口部 12 は、接続配線 10 の投影像と略一致する形状に形成されている。

30

【0020】

第二の配線層 5 には不図示の配線パターンや電子部品が設けられている。なお、本実施形態では、電源導体層 4 及びグラウンド導体層 3 のうち半導体装置 6 が実装された第一の配線層 2 に近い方の層は、グラウンド導体層 3 であるが、電源導体層 4 であってもよい。

【0021】

半導体装置 6 が動作すると、その動作に伴って発生したノイズ電流が IC 給電部プレーン 8 から接続配線 10 を介して、基幹給電部プレーン 7 に向かって流れようとする。このとき、グラウンド導体層 3 にはノイズの帰還電流がグラウンドプレーン 11 を流れようとする。すなわち接続配線 10 を流れる電流とグラウンドプレーン 11 を流れる電流とは互いに逆相の成分を持つことになる。

40

【0022】

ここで、エンベデッドキャパシタ基板となる電源導体層 4 及びグラウンド導体層 3 の等価回路を図 2 に示す。図 2 において、 L_v は接続配線 10 の自己インダクタンス成分、 L_g はグラウンドプレーン 11 の開口部 12 近傍の自己インダクタンス成分、 M は接続配線 10 とグラウンドプレーン 11 の開口部 12 近傍との間の相互インダクタンス成分である。 C_m は基幹給電部プレーン 7 とグラウンド導体層 3 との間の容量成分であり、 C_s は IC 給電部プレーン 8 とグラウンド導体層 3 との間の容量成分である。

【0023】

50

L_{vv} は主に I C 給電部プレーン 8 と半導体装置 6 の電源端子とを接続するビア 13 によるインダクタンス成分である。 L_{vg} は主にグラウンド導体層 3 と半導体装置 6 のグラウンド端子を接続するビア 14 によるインダクタンス成分である。ノイズ電流の拡散を抑制するためには、接続配線 10 の部分の実効インダクタンス L_x を高めればよい。ここで、実効インダクタンス L_x は、以下の式で表される。

【0024】

【数1】

$$Lx = Lv + Lg - 2M$$

10

【0025】

この場合、半導体装置 6 への給電のために接続配線 10 とグラウンドプレーン 11 に流れる高周波電流は逆方向であり、相互インダクタンス成分 M は、各インダクタンス成分 L_{vv} , L_{vg} の和から差し引かれることになる。

【0026】

つまり、開口部 12 が接続配線 10 をグラウンド導体層 3 に投影させたときの投影像の位置にあれば、相互インダクタンス成分 M は、開口部 12 がないとした場合よりも小さくなる。したがって、開口部 12 の大きさに関係なく、開口部 12 が投影像と重なる部分に形成されていれば、相互インダクタンス成分 M が小さくなるため、実効インダクタンス L_x が大きくなり、接続インピーダンスが高くなる。

20

【0027】

つまり、基板全体に拡散してしまうノイズを、I C 給電部プレーン 8 に高インピーダンス接続により閉じ込めることができる。したがって、基板自体がアンテナとなって放射するノイズだけではなく、ノイズが基板端部等に配置されたコネクタを介してケーブルに伝播し、ケーブルや筐体がアンテナとなって放射するノイズを抑制することができる。このように、接続配線 10 の部分のインピーダンスが高くなるので、半導体装置 6 の動作で I C 給電部プレーン 8 に発生したノイズが、基幹給電部プレーン 7 に拡散するのを抑制することができ、放射ノイズを低減することができる。

30

【0028】

ここで、開口部 12 は、接続配線 10 をグラウンド導体層 3 に投影したときの投影像の大きさ（サイズ）以上の大きさに形成されているのが好ましい。相互インダクタンス成分 M の大きさは、導体間の距離に反比例するため、層間の薄い多層プリント回路板において、鉛直方向から見た投影面において導体同士が対向する位置関係から外れることにより急速に値が減少する。特にエンベデッドキャパシタ基板においては、その傾向が顕著にあらわれる。したがって、開口部 12 が大きくなるほど、相互インダクタンス成分 M が小さくなる。

【0029】

40

このように、開口部 12 を接続配線 10 の大きさ以上の大さに形成することで、実効インダクタンス L_x をより効果的に大きくすることができ、より効果的にノイズ電流の拡散を抑制することができ、より効果的に放射ノイズを低減することができる。

【0030】

特に、開口部 12 を、接続配線 10 をグラウンド導体層 3 に投影したときの投影像と略一致する形状に形成するのが好ましい。これにより、実効インダクタンス L_x をより効果的に大きくしながらも、開口部 12 の面積を小さく抑えて、グラウンドプレーン 11 の面積を確保し、信号電流の帰路を確保することができる。したがって、より効果的にノイズ電流の拡散を抑制することができ、より効果的に放射ノイズを低減することができる。

【0031】

50

なお、上記実施の形態に基づいて本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。上記実施の形態の説明では、4層構造の多層プリント回路板で説明したが、層数が違う場合においても、エンベデッドキャパシタ構造とし、上記実施の形態の構造を適用することにより、同様の効果が得られることは明白である。

【0032】

また、上記実施の形態では、グラウンドプレーン11に接続配線10と同じ大きさ(長方形状)の開口部12を形成した場合について説明したが、この形状に限定するものではない。

【0033】

例えばグラウンドプレーン11が、半導体装置6をグラウンド導体層3に投影したときの投影像の範囲を含む第一のグラウンドプレーンと、グラウンド導体層3に第一のグラウンドプレーンと間隔を空けて設けられた第二のグラウンドプレーンとに分割されてもよい。この場合、グラウンドプレーン11が、第一のグラウンドプレーンと第二のグラウンドプレーンとに分割されるように、開口部が形成されればよい。そして、第一のグラウンドプレーンと第二のグラウンドプレーンとを接続する接続配線は、接続配線10をグラウンド導体層3に投影したときの投影像と重ならない位置に配置されなければよい。

【0034】

また、ICが複数の異なる電源を必要とする場合、IC給電部に配置された第一の電源プレーン及び基幹給電部である第二の電源プレーンは、複数の配線により構成されることは自明のことである。

10

20

【実施例】

【0035】

上記実施の形態の効果を検証するために、電磁界シミュレータMW-Studio(CS Technologies社製)を用いてシミュレーションを行った。図3は、本実施例におけるシミュレーションモデルの各導体層を切り出して配線構造を示した分解斜視図である。図3において、第一の配線層2、グラウンド導体層3、電源導体層4、第二の配線層5を示している。図3に示すプリント回路板1は、短辺が40mm、長辺が90mmの長方形である。第一の配線層2、グラウンド導体層3、電源導体層4及び第二の配線層5は厚さ50μmの銅で構成されている。

【0036】

30

各導体層間には、比誘電率4.3の誘電体層である絶縁体層21, 22, 23(図1参照)が配置されている。絶縁体層21の厚さは100μm、絶縁体層22の厚さは50μm、絶縁体層23の厚さは1.3mmである。

【0037】

IC給電部プレーン8は一辺が26mmの正方形をしており、幅4mmの空隙を持って基幹給電部プレーン7と分離されている。また、IC給電部プレーン8と基幹給電部プレーン7とを接続する接続配線10は、帯状に延びる導体であり、プリント回路板の長手方向と平行な方向の長さ4mm、短手方向と平行な方向の長さ5mmである。つまり、接続配線10の延びる方向の長さが4mm、延びる方向と直交する幅方向の長さが5mmである。

40

【0038】

グラウンドプレーン11には、接続配線10をグラウンド導体層3に投影させたときの投影像と一致する大きさでプリント回路板の長手方向と平行な方向の長さ4mm、短手方向と平行な方向の長さ5mmの開口部12が形成されている。

【0039】

入力ポート120は一端がIC給電部プレーン8と、他端がグラウンド導体層3と接続されており、出力ポート121は一端が基幹給電部プレーン7と、他端がグラウンド導体層3と接続されており、それぞれが50Ωのインピーダンスを有している。このようなモデルを用いて、入力ポート120に振幅1Vのガウシアンパルスを入力したとき、出力ポート121へのノイズ伝播量をシミュレーションにより算出した。

50

【0040】

また、本実施例のノイズ伝播抑制効果を確認するために、従来技術に相当する比較例のプリント回路板のシミュレーションモデルを作成し計算結果を比較した。図4は、比較例のプリント回路板301のシミュレーションモデルの各導体層を切り出して配線構造を示した分解斜視図である。この図4に示した比較例のプリント回路板301のシミュレーションモデルにおいて、図3における実施例のプリント回路板1のシミュレーションモデルと違うのは、グラウンド導体層302に開口部が設けられていない点である。

【0041】

実施例のプリント回路板1のシミュレーション結果と、比較例のプリント回路板301のシミュレーション結果を図5に示す。図5において、横軸は周波数、縦軸はノイズ伝播量であり、実線が実施例の結果、破線が比較例の結果である。図5から明らかなように、実施例のプリント回路板1の方が比較例のプリント回路板301と比べて、入力ポート120から出力ポート121へのノイズ電流の伝播が大きく低減していることが分かる。つまり、実施例のプリント回路板1の構造とすることで、ノイズ電流のプリント回路板全体への拡散が抑制されているということがわかる。

10

【0042】

次に、グラウンドプレーン11に形成した開口部12を長方形状とし、一辺の長さ（接続配線10が延びる方向と平行な方向の長さ）及び一辺に直交する他辺の長さ（接続配線10の幅方向と平行な方向の長さ）とノイズ伝播抑制効果との関係を調べた。ここで、図6は、実施例のプリント回路板1のシミュレーションモデルから一部の導体層を切り出して平面図にしたものであり、図6(a)はグラウンド導体層3、図6(b)は電源導体層4である。

20

【0043】

図6(a)において、符号Aは開口部12における接続配線10が延びる方向と平行な一辺の長さを表しており、符号Bは開口部12における接続配線10の幅方向と平行な他辺の長さを表している。また、図6(b)において、符号aは接続配線10の延びる方向の長さを表しており、符号bは接続配線10の幅方向の長さを表している。

【0044】

まず、図6(a)における開口部12の一辺の長さAを、1mm～20mmの範囲で変化させたときのノイズ伝播量をシミュレーションにより求め、その結果を比較例によるノイズ伝播量と比較して、差分をノイズ伝播抑制効果として示した。図7(a)がその結果である。横軸に開口部12の一辺の長さ（基板長手方向の長さ）Aと接続配線10の延びる方向の長さ（基板長手方向の長さ）aとの比(A/a)を取り、縦軸に1.5GHzにおけるノイズ伝播抑制効果を取っている。

30

【0045】

なお、ノイズ伝播抑制効果については、数百MHzから数GHzという広い帯域にわたって一定の傾向を示しており、本実施例である1.5GHzでの結果は、それを代表するものである。

【0046】

図7(a)に示すように、比(A/a)が1以上になるとノイズ伝播抑制効果はほぼ変化しない。このことから、開口部12の一辺の長さAが接続配線10の延びる方向の長さa以上の寸法とすることで、ノイズ伝播抑制効果が最大限発揮されるといえる。

40

【0047】

次に、図6(a)における開口部12の他辺の長さBを1mm～20mmの範囲で変化させたときのノイズ伝播量をシミュレーションにより求め、その結果を比較例によるノイズ伝播量と比較して、差分をノイズ伝播抑制効果として示した。図7(b)がその結果である。横軸に開口部12の他辺の長さ（基板短手方向の長さ）Bと接続配線10の幅方向の長さ（基板短手方向の長さ）bとの比(B/b)を取り、縦軸に1.5GHzにおけるノイズ伝播抑制効果を取っている。

【0048】

50

図7(b)に示すように、比(B/b)が1以上になるとノイズ伝播抑制効果が高まる。特に、比(B/b)が1と1.2の間で、急激にノイズ伝播抑制効果が高まる。したがって、比(B/b)が1.2以上とすると、ノイズ伝播抑制効果がより高まる。このことから、開口部12の他辺の長さBが接続配線10の幅方向の長さb以上の寸法とすることで、ノイズ伝播抑制効果が最大限発揮されるといえる。

【0049】

ここで、電源導体層4とグラウンド導体層3との間に積層される誘電体層は100μm以下の厚さであれば良く、好ましくは1平方センチメートル辺り38pF~4427pFの容量が形成される厚さと誘電率を有していることが望ましい。この値は、誘電体の比誘電率の範囲4.3~2.5と厚さの範囲5μm~100μmに基づいている。

10

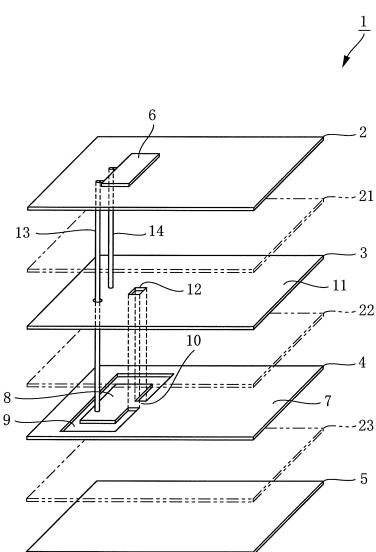
【符号の説明】

【0050】

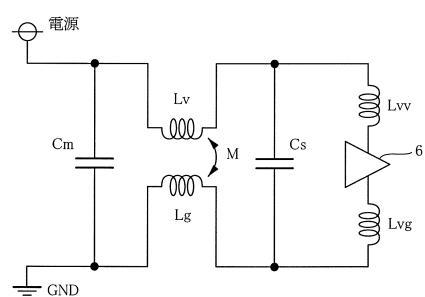
- 1 プリント回路板
- 2 第一の配線層
- 3 グラウンド導体層
- 4 電源導体層
- 5 第二の配線層
- 6 半導体装置(回路素子)
- 7 基幹給電部プレーン(第二の電源プレーン)
- 8 I C給電部プレーン(第一の電源プレーン)
- 10 接続配線
- 11 グラウンドプレーン
- 12 開口部
- 22 絶縁体層(誘電体層)

20

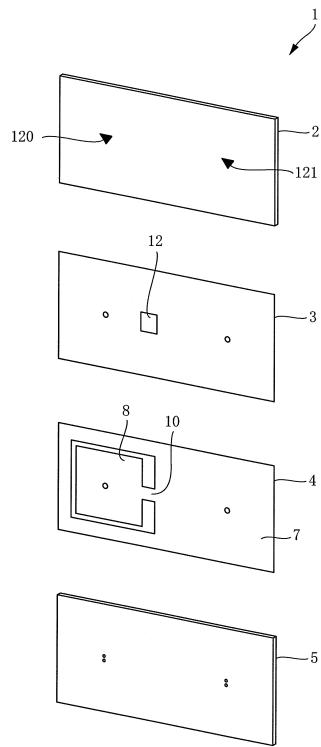
【図1】



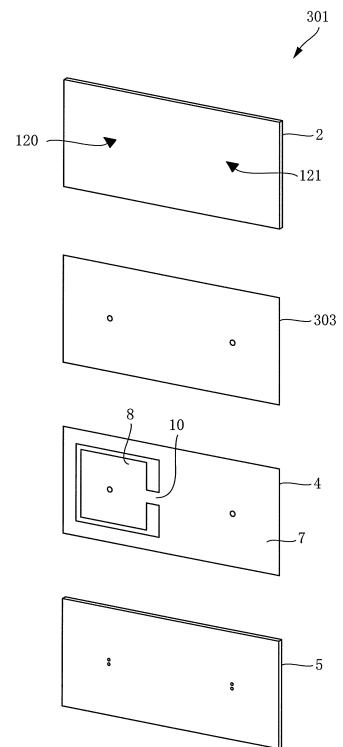
【図2】



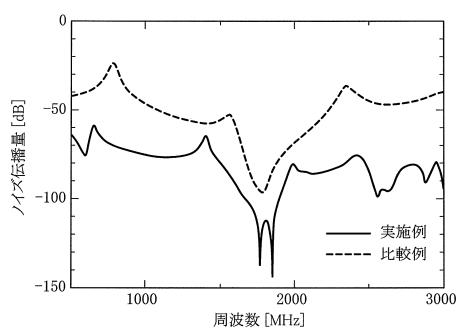
【図3】



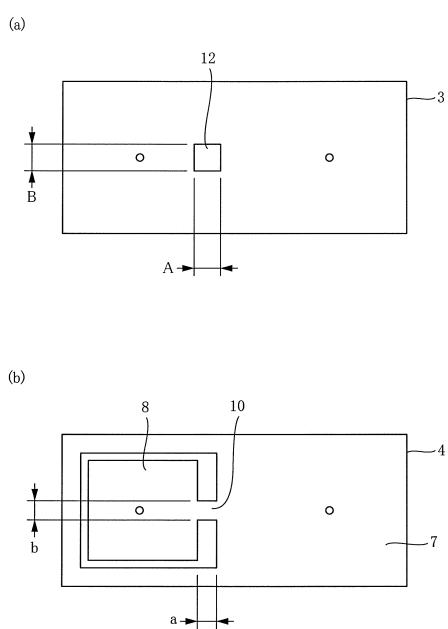
【図4】



【図5】

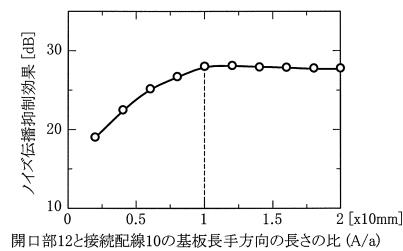


【図6】

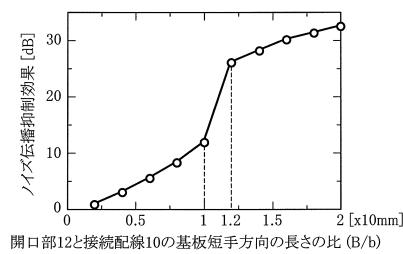


【図7】

(a)



(b)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-275981(JP, A)
特開2009-212329(JP, A)
特開2009-266903(JP, A)
特開平11-087880(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 K 1 / 02