

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5610953号  
(P5610953)

(45) 発行日 平成26年10月22日 (2014. 10. 22)

(24) 登録日 平成26年9月12日 (2014. 9. 12)

(51) Int. Cl. F I  
H05K 1/02 (2006.01) H05K 1/02 N

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-214393 (P2010-214393)	(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
(22) 出願日	平成22年9月24日 (2010. 9. 24)	(74) 代理人	100082337 弁理士 近島 一夫
(65) 公開番号	特開2012-69813 (P2012-69813A)	(74) 代理人	100141508 弁理士 大田 隆史
(43) 公開日	平成24年4月5日 (2012. 4. 5)	(72) 発明者	林 靖二 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
審査請求日	平成25年9月24日 (2013. 9. 24)	審査官	小川 悟史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリント配線板及びプリント回路板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁体層の一方の面に第1の配線層が形成されており、前記第1の配線層には一対の信号配線が設けられたプリント配線板において、

前記第1の配線層の前記一対の信号配線の間には、前記一対の信号配線に沿って3本以上のガード配線が互いに離間して設けられており、前記ガード配線の電位は、すべてグラウンド電位もしくはすべて電源電位が付与されており、

前記絶縁体層の他方の面には第2の配線層が形成されており、前記第2の配線層には、前記ガード配線と同じ電位が付与されたプレーン導体が設けられており、

前記3本以上のガード配線が前記絶縁体層に設けられた1つのビアホールを介して前記プレーン導体に電氣的に接続されていることを特徴とするプリント配線板。

10

【請求項2】

絶縁体層の一方の面に第1の配線層が形成され、前記第1の配線層には一対の信号配線が設けられたプリント配線板と、

前記プリント配線板に実装され、前記一対の信号配線の両端に接続された、第1、第2の半導体集積回路とを有し、

前記第1の配線層の前記一対の信号配線の間には、前記一対の信号配線に沿って3本以上のガード配線が互いに離間して設けられており、前記ガード配線の電位は、すべてグラウンド電位もしくはすべて電源電位が付与されており、

前記絶縁体層の他方の面には第2の配線層が形成されており、前記第2の配線層には、

20

前記ガード配線と同じ電位が付与されたプレーン導体が設けられており、

前記3本以上のガード配線が前記絶縁体層に設けられた1つのビアホールを介して前記プレーン導体に電氣的に接続されていることを特徴とするプリント回路板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器に搭載されるプリント配線板及びプリント回路板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子機器の多機能化によって、プリント配線板上の回路動作の高速化が進んでいる。信号配線を通る電気信号においては、クロック信号の動作周波数は高周波化し、立ち上がり/立ち下り時間も短くなってきている。また一方で、電子機器には小型化のトレンドもある。そのためプリント配線板においては、信号配線と信号配線との間隔をできるだけ狭くして、配線密度が上がるような設計が行われている。

【0003】

このような回路動作の高速化とプリント配線板の小型化を背景に、プリント配線板上の隣接した信号配線間の電磁界的な結合により信号波形が干渉する、いわゆるクロストークが近年大きな問題となってきている。クロストークは、隣接配線に閾値電圧を超えるようなリップルを引き起こし、機器の誤動作の原因や、メモリ配線等のパラレル伝送では隣接配線を通る信号のジッタになり、タイミングマージンを消費する原因になる。

【0004】

このようなクロストークを抑制する手段として、安定電位を有するガード配線、例えばガードグラウンド配線を信号配線間に1本配置する手段が行われている。クロストークを抑制したい信号配線間にガードグラウンド配線を配置することで、信号配線間の結合が低減され、クロストーク抑制効果が得られることが知られている。

【0005】

しかしながら、配線領域に設計制約がある状態で、更なるクロストーク抑制が必要になった際には、所望のクロストーク値に抑制できない場合があった。これに対し、信号配線間にガードグラウンド配線を2本設ける手段が提案されている(特許文献1参照)。この手段では、信号配線にそれぞれガードグラウンドを持たせることで、信号配線間の結合をより低減させるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-123520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、近年の電子機器の高速化、小型化の影響から、クロストークはますます増加する傾向にあり、上述した従来の手段では、クロストークの低減目標値を達成できない場合がある。そのため、信号配線間の配線領域が小さくても更なるクロストーク抑制効果が得られるプリント配線板が求められていた。

【0008】

そこで、従来のプリント配線板におけるクロストークの発生について考察した。図5は、従来のプリント配線板の断面図を示している。プリント配線板200は、絶縁体層201と、絶縁体層201の一方の面に配置された2本の信号配線202、203と、2本の信号配線202、203の間に配置された2本のガードグラウンド配線204、205と、を有している。なお、絶縁体層201の他方の面には、グラウンドプレーン206が配置されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 9 】

以下、信号配線 2 0 2 にクロストークを発生させる原因となる信号が伝送され、その際に信号配線 2 0 3 がクロストークを受ける場合について考える。ここで、リファレンスプレーンである信号配線 2 0 3 に伝播するクロストークノイズには、信号配線 2 0 2 から直接伝播する直接クロストーク成分 2 1 1 と、信号配線 2 0 2 からガードグラウンド配線 2 0 4 , 2 0 5 を介して伝播する多段クロストーク成分とがある。

## 【 0 0 1 0 】

多段クロストーク成分には、信号配線 2 0 2 からガードグラウンド配線 2 0 4 又はガードグラウンド配線 2 0 5 に伝播し、次いでガードグラウンド配線 2 0 4 又はガードグラウンド配線 2 0 5 から信号配線 2 0 3 に伝播する 2 段クロストーク成分 2 1 2 が含まれる。また、多段クロストーク成分には、信号配線 2 0 2 からガードグラウンド配線 2 0 4 に伝播し、次いでガードグラウンド配線 2 0 4 からガードグラウンド配線 2 0 5 に伝播し、次いで配線 2 0 5 から信号配線 2 0 3 に伝播する 3 段クロストーク成分 2 1 3 が含まれる。

10

## 【 0 0 1 1 】

一般に、2 本の配線において、一方の配線に対して他方の配線の遠端に発生するクロストークノイズの波形は以下の式で表される。(出典 Circuits, Interconnections, and Packaging for VLSI, H. B. Bakoglu, Andeddisson - Wesley Publishing company (1995))。

## 【 0 0 1 2 】

## 【数 1】

20

$$V(l, t) = K_f \cdot l \cdot \frac{d}{dt} [V_{in}(t - T_d)]$$

## 【 0 0 1 3 】

つまり、この式は、入力波形に対して 1 階微分された波形になることを示している。従って、直接クロストーク成分 2 1 1 は、元の信号波形を 1 階微分した波形になると考えられる。また、2 段クロストーク成分 2 1 2 は、元の信号波形を 2 階微分した波形になると考えられ、3 段クロストーク成分 2 1 3 は、元の信号波形を 3 階微分した波形になると考えられる。

30

## 【 0 0 1 4 】

ここで、信号配線 2 0 2 を流れる高周波の信号波形を  $\cos$  とした場合について考察する。直接クロストーク成分 2 1 1 の波形は 1 階微分した  $-\sin$  で表され、2 段クロストーク成分 2 1 2 の波形は 2 階微分した  $-\cos$  で表され、3 段クロストーク成分 2 1 3 の波形は 3 階微分した  $+\sin$  で表される。つまり、クロストークが発生して導体間を伝播するたびに、波形の位相が変化することを示している。

## 【 0 0 1 5 】

このとき、直接クロストーク成分 2 1 1 の波形  $-\sin$  と、3 段クロストーク成分 2 1 3 の波形  $+\sin$  とは、 $180^\circ$  位相が異なるためにそれぞれ打ち消し合うので、これらの成分は低減される。しかしながら、2 段クロストーク成分 2 1 2 の波形  $-\cos$  を打ち消す成分がないために、この成分が最終的に信号配線 2 0 3 にて合成されたクロストークノイズとしてそのまま現れてしまう。

40

## 【 0 0 1 6 】

すなわち、ガードグラウンド配線は配線であるので多段クロストークの経路となり、上述した従来の構成では、2 段クロストーク成分を低減できず、更なるクロストークノイズの低減を実現することが難しいという問題があった。

## 【 0 0 1 7 】

50

そこで、本発明は、一对の信号配線間の配線領域を広げることなくクロストークノイズの低減することができるプリント配線板及び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】

【0018】

本発明のプリント配線板は、絶縁体層の一方の面に第1の配線層が形成されており、前記第1の配線層には一对の信号配線が設けられたプリント配線板において、前記第1の配線層の前記一对の信号配線の間には、前記一对の信号配線に沿って3本以上のガード配線が互いに離間して設けられており、前記ガード配線の電位は、すべてグラウンド電位もしくはすべて電源電位が付与されており、前記絶縁体層の他方の面には第2の配線層が形成されており、前記第2の配線層には、前記ガード配線と同じ電位が付与されたプレーン導体が設けられており、前記3本以上のガード配線が前記絶縁体層に設けられた1つのビアホールを介して前記プレーン導体に電氣的に接続されていることを特徴とする。

10

また、本発明のプリント回路板は、絶縁体層の一方の面に第1の配線層が形成され、前記第1の配線層には一对の信号配線が設けられたプリント配線板と、前記プリント配線板に実装され、前記一对の信号配線の両端に接続された、第1、第2の半導体集積回路とを有し、前記第1の配線層の前記一对の信号配線の間には、前記一对の信号配線に沿って3本以上のガード配線が互いに離間して設けられており、前記ガード配線の電位は、すべてグラウンド電位もしくはすべて電源電位が付与されており、前記絶縁体層の他方の面には第2の配線層が形成されており、前記第2の配線層には、前記ガード配線と同じ電位が付与されたプレーン導体が設けられており、前記3本以上のガード配線が前記絶縁体層に設けられた1つのビアホールを介して前記プレーン導体に電氣的に接続されていることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、信号配線間のガード配線を3本以上としたので、信号配線間の配線領域を広げることなく、信号配線に生じるクロストークノイズを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施の形態に係るプリント配線板の概略構成を示す説明図であり、(a)はプリント配線板の平面図、(b)は、図1(a)のA-A'線に沿うプリント配線板の部分断面図である。

30

【図2】3本のガードグラウンド配線とグラウンドプレーンとを接続するビア部の拡大平面図である。

【図3】本実施例のプリント配線板及び従来例のプリント配線板において発生するクロストークの解析結果を示す図であり、(a)は本実施例のプリント配線板において発生するクロストークノイズの解析結果を示す図である。(b)は、従来例である2本のガードグラウンド配線を信号配線間に入れたプリント配線板において発生するクロストークノイズの解析結果を示す図である。

【図4】信号配線間に配置するガードグラウンド配線の本数を変化させたときの、信号配線に発生するクロストークノイズ波形を示す図である。

40

【図5】従来のプリント配線板の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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配線板の概略構成を示す説明図であり、図1(a)は、プリント配線板の平面図、図1(b)は、図1(a)のA-A'線に沿うプリント配線板の部分断面図である。図1(a)に示すように、本実施の形態では、プリント配線板101に第1の半導体素子及び第2の半導体素子である第1の半導体集積回路109及び第2の半導体集積回路110が実装されてプリント回路板100が構成されている。

50

## 【 0 0 2 2 】

プリント配線板 1 0 1 は、図 1 ( b ) に示すように、絶縁体層 1 0 2 と、絶縁体層 1 0 2 の一方の面に積層して形成された第 1 の配線層 1 2 1 と、絶縁体層 1 0 2 の他方の面に積層して形成された第 2 の配線層 1 2 2 と、を備えている。なお、本発明における絶縁体層とは、ガラスエポキシのような誘電体層も含むものである。

## 【 0 0 2 3 】

第 1 の配線層 1 2 1 には、第 1 の半導体集積回路 1 0 9 と第 2 の半導体集積回路 1 1 0 とを繋ぐ配線が設けられている。具体的には、第 1 の配線層 1 2 1 には、一对の半導体集積回路 1 0 9 , 1 1 0 間でクロック信号等の矩形波状のパルス信号 ( デジタル信号 ) を伝送するための一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 が設けられている。すなわち、第 1 の配線層 1 2 1 には、第 1 の信号配線 1 0 3 と第 2 の信号配線 1 0 4 とが配置されている。各信号配線 1 0 3 , 1 0 4 を伝送するパルス信号は、基準電位と電源電位との間で変移する信号である。

10

## 【 0 0 2 4 】

本実施の形態では、基準電位はグラウンド電位である。つまり、パルス信号はハイレベルが電源電位、ローレベルがグラウンド電位である。なお、本実施の形態では、第 1 の配線層 1 2 1 に複数の信号配線 ( 信号配線 1 0 3 , 1 0 4 以外は不図示 ) が配置されており、これら複数の信号配線のうち、隣り合う 2 本の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 を対象としている。

## 【 0 0 2 5 】

一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 は、互いに平行に配置されている。なお、図 1 ( a ) では、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 を模式的に図示している。そして、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 は、図 1 ( a ) では、L 字形状に屈曲して形成されているが、直線状等、種々の形状に形成される。また、例えば基板上の不図示の他の配線等を回避するために信号配線 1 0 3 , 1 0 4 が部分的にクランク状となったり、一方の信号配線に対して他方の信号配線が斜めになる部分が存在したり、種々の状況が考えられる。

20

## 【 0 0 2 6 】

したがって、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 が互いに平行に配置されている状態としては、僅かに平行とはならない部分が信号配線 1 0 3 , 1 0 4 に存在する場合も含んでいるものである。

30

## 【 0 0 2 7 】

第 2 の配線層 1 2 2 には、プレーン導体としてのグラウンドプレーン 1 0 8 が設けられている。このグラウンドプレーン 1 0 8 は、本実施の形態では、各信号配線 1 0 3 , 1 0 4 を流れる信号におけるグラウンド電位と同一レベルの電位が付与されるように不図示の金属筐体に接地されている。

## 【 0 0 2 8 】

ところで、本実施の形態では、第 1 の配線層 1 2 1 には、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 の間にガード配線としてのガードグラウンド配線が 3 本設けられている。つまり、信号配線 1 0 3 から信号配線 1 0 4 に向かって、第 1 のガードグラウンド配線 1 0 5、第 2 のガードグラウンド配線 1 0 6 及び第 3 のガードグラウンド配線 1 0 7 が順次設けられている。各ガードグラウンド配線 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 及び各信号配線 1 0 3 , 1 0 4 は、互いに離間して配置されており、互いに絶縁状態となっている

40

## 【 0 0 2 9 】

各ガードグラウンド配線 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 は、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 に沿って信号配線 1 0 3 , 1 0 4 の長さ方向に延びて形成されている。つまり、各ガードグラウンド配線 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 は、一对の信号配線 1 0 3 , 1 0 4 と平行に延びるように配置されている。したがって、各ガードグラウンド配線 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 は、互いに平行に配置されている。

## 【 0 0 3 0 】

ここで、各ガードグラウンド配線 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 が互いに平行に配置されてい

50

る状態としては、長さ方向すべての領域で平行になっている場合のほか、僅かに平行とはならない部分が長さ方向の一部に存在する場合も含むものである。

【0031】

仮に各ガードグラウンド配線を異なる電位に設定すると、各配線を近接させた際に異電位の配線間でショートが発生確率が高まるため、各配線間を広げなければならなくなる。これに対し、本実施の形態では、各ガードグラウンド配線105, 106, 107には、グラウンドプレーン108に電氣的に接続されて、同一レベルの同じ電位であるグラウンド電位が付与されている。言い換えれば、グラウンドプレーン108には、ガードグラウンド配線105, 106, 107と同じ電位が付与されている。

【0032】

このように各ガードグラウンド配線105, 106, 107の電位レベルを揃えたことで、ショートの問題はなくなるので、各ガードグラウンド配線105, 106, 107の配線間隔を細くすることができ、プリント配線板101の小型化が可能となる。また、グラウンドプレーン108とガードグラウンド配線105, 106, 107とがグラウンド電位であるので、共振による特性劣化を招くことがない。

【0033】

図2に3本のガードグラウンド配線とグラウンドプレーンとを接続するビア部の拡大平面図を示す。この図2に示すように、絶縁体層102には、一对の信号配線103, 104の間の配線領域に絶縁体層102を貫通する1つのビアホール111が設けられている。また、絶縁体層102の一方の面には、ビアホール111を囲ってビアホール111に電氣的に接続されたビアパッド112が設けられている。

【0034】

このビアパッド112は3本のガードグラウンド配線105, 106, 107に跨って設けられており、このビアパッド112で3本のガードグラウンド配線105, 106, 107が電氣的に接続されている。なお、図示は省略するが、ビアホール111は絶縁体層102の他方の面でグラウンドプレーン108に電氣的に接続されている。

【0035】

したがって、これら3本のガードグラウンド配線105, 106, 107が1つのビアホール111を介してグラウンドプレーン108に電氣的に接続されている。これにより、各ガードグラウンド配線105, 106, 107は、グラウンドプレーン108に電氣的に接続されて電位が安定し、よりクロストーク抑制効果を向上させることができる。

【0036】

また、1つのビアホール111で各ガードグラウンド配線105, 106, 107がグラウンドプレーン108に接続されている。したがって、各ガードグラウンド配線105, 106, 107に対応するビアホール及びビアパッドをそれぞれ配置する場合よりも、一对の信号配線103, 104の間の配線領域の広がりを抑制することができる。

【0037】

ただし本発明において、グラウンドプレーン108は必ずしも必須の構成ではない。しかしながら、前述の共振による伝送信号の特性劣化や、ビアホール111を介してガードグラウンド配線105, 106, 107に安定した電位を供給する容易さを考慮すると、最も好ましい形態である。

【0038】

次に、プリント配線板101の一方の信号配線103に信号を流した場合に他方の信号配線104に生じるクロストークについて説明する。ここで、信号配線103にクロック信号等のパルス信号が入力された場合には、その微分波形である高周波成分を有するクロストークノイズが信号配線104に生じることとなる。ここで、クロストークノイズでは高周波成分が問題となることが多いため、高周波の信号成分の波形を $\cos$ として説明する。

【0039】

図1(b)に示すように、信号配線103を伝播する信号のエネルギーが信号配線10

10

20

30

40

50

4 に伝播してクロストークとして現れるまでの経路は複数あり、何回異なる導体を経由したかによって分類することができる。信号配線 104 に伝播するクロストークノイズには、信号配線 103 から直接伝播する経路を辿る直接クロストーク成分 113 と、信号配線 103 からガードグラウンド配線 105, 106, 107 を介して伝播する経路を辿る多段クロストーク成分とがある。多段クロストーク成分には、2 段クロストーク成分 114 と、3 段クロストーク成分 115 と、4 段クロストーク成分 116 とがある。

【0040】

2 段クロストーク成分 114 は、1 度いずれかのガードグラウンド配線に伝播し、信号配線 104 に伝播するクロストークノイズである。2 段クロストーク成分 114 の伝播経路は 3 つある。具体的には、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 105 - 信号配線 104 の経路と、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 106 - 信号配線 104 の経路と、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 107 - 信号配線 104 の経路とがある。

10

【0041】

3 段クロストーク成分 115 は、1 度いずれかのガードグラウンド配線に伝播し、もう 1 度別のガードグラウンド配線に伝播した後、信号配線 104 に伝播するクロストークノイズである。3 段クロストーク成分 115 の伝播経路は 3 つある。具体的には、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 105 - ガードグラウンド配線 106 - 信号配線 104 の経路と、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 105 - ガードグラウンド配線 107 - 信号配線 104 の経路と、がある。また、信号配線 103 - ガードグラウンド配線 106 - ガードグラウンド配線 107 - 信号配線 104 の経路がある。

20

【0042】

4 段クロストーク成分 116 は、信号配線 103 から、3 本全てのガードグラウンド配線を順次伝播して、信号配線 104 に伝播するクロストークノイズである。

【0043】

クロストークは、配線を一度移るたびに、1 階微分した波形になることが知られている。そのため、信号配線 103 に  $\cos$  の信号を送ると、直接クロストーク成分 113 は、信号配線 104 に  $-\sin$  となる位相を有するクロストーク波形として現れる。

【0044】

2 段クロストーク成分 114 は、信号配線 104 に  $-\cos$  となる位相を有するクロストーク波形として現れる。3 段クロストーク成分 115 は、信号配線 104 に  $+\sin$  となる位相を有するクロストーク波形として現れる。4 段クロストーク成分 116 は、信号配線 104 に  $+\cos$  となる位相を有するクロストーク波形として現れる。

30

【0045】

したがって、信号配線 104 において、 $-\sin$  で表せる波形の直接クロストーク成分 113 と、 $+\sin$  で表せる波形の 3 段クロストーク成分 115 とが互いに打ち消し合う。

【0046】

また、信号配線 104 において、 $-\cos$  で表せる波形の 2 段クロストーク成分 114 と、 $+\cos$  で表せる波形の 4 段クロストーク成分 116 とが互いに打ち消し合う。ゆえに、3 本のガードグラウンド配線 105, 106, 107 を一対の信号配線 103, 104 の間に配置することによって、全てのクロストーク成分に対してそれぞれ打ち消し合う相手のクロストーク成分が存在する。

40

【0047】

なお、信号配線 103 に流れる信号を  $\sin(+)$  とした場合にも同様に打ち消し合う。そして、クロック信号等のパルス信号は、周波数の異なる正弦波の合成で表せるので、各周波数成分においても同様に打ち消し合う。

【0048】

以上、一対の信号配線 103, 104 の間に 3 本のガードグラウンド配線 105, 106, 107 を配置したので、一方の信号配線 103 に信号が流れることにより信号配線 104 に生じるクロストークノイズを大きく低減できる。

50

## 【0049】

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。上記実施の形態では、ガード配線としてのガードグラウンド配線が3本の場合について説明したが、ガード配線は3本以上であれば上記実施の形態と同様の効果を奏するものである。

## 【0050】

また、上記実施の形態では、プレート導体がグラウンドプレートであり、各ガード配線がグラウンドプレートに接続されて基準電位であるグラウンド電位が付与されるガードグラウンド配線である場合について説明したがこれに限定するものではない。すなわち、信号に対するリファレンスプレーンとして電源電圧の電位レベルであってもよく、プレート  
10

## 【0051】

また、上記実施の形態では、信号がパルス信号である場合について説明したが、これに限らず、あらゆる波形の信号に対して上記実施の形態と同様の効果を奏するものである。

## 【実施例】

## 【0052】

以下、図3に本実施例のプリント配線板及び従来例のプリント配線板において発生するクロストークの解析結果を示す。図3(a)は本実施例のプリント配線板において発生するクロストークノイズの解析結果を示す図である。  
20

## 【0053】

配線の仕様について説明すると、信号配線103, 104は、いずれも導体幅0.125mm、ガードグラウンド配線105, 106, 107はいずれも導体幅0.12mmとした。信号配線103 - ガードグラウンド配線105、信号配線104 - ガードグラウンド配線107の間隙はいずれも0.125mmとした。また、ガードグラウンド配線105 - ガードグラウンド配線106、ガードグラウンド配線106 - ガードグラウンド配線107の間隙はいずれも0.12mmとした。従って、ガードグラウンド配線105, 106, 107の3本の間隙を含むトータルの幅は、0.6mmとなっている。

## 【0054】

一般に1本のガードグラウンド配線を信号配線間に配置する場合、ガードグラウンド配線の幅は、ガードグラウンド配線とリファレンスグラウンドを接続するためのビアパッドの直径分だけ確保する場合が多い。そして、板厚が1.6mmのプリント配線板に多く使われる穴径0.3mmのビアホールのパッド径はおよそ0.6mmである場合が多い。  
30

## 【0055】

本実施の形態における3本のガードグラウンド配線105, 106, 107のトータル幅0.6mmは実現容易である。さらに、ガードグラウンド配線105, 106, 107の配線幅0.12mm、ガードグラウンド配線間の間隙0.12mmも製造性を大きく妨げるような仕様ではなく一般的に使われている仕様であり、実現容易である。また、信号線長は100mmで、第1の配線層121と第2の配線層122間の距離は0.2mmとした。  
40

## 【0056】

以上の構成において、入力信号を振幅1V、400MHz相当のクロック信号を伝送したとき、クロストークノイズの電圧波形は、図3(a)のものとなった。このとき、クロストークノイズの電圧波形の最大振幅は、約195mVであった。

## 【0057】

次に、図3(b)に、図5の従来例である2本のガードグラウンド配線204, 205を信号配線202, 203間に入れたプリント配線板において発生するクロストークノイズの解析結果を示す。配線の仕様について説明すると、信号配線202と信号配線203は、導体幅0.125mm、かつ信号配線間  
50

間距離も本実施例と同様、0.125 mmの間隙を取っている。

【0058】

2本のガードグラウンド配線204, 205の導体幅は、いずれも0.2 mmで、ガードグラウンド配線間の間隙は0.2 mmである。入力する信号、配線長も実施例と同様の条件で解析を行ったものである。このとき、クロストークノイズの電圧波形の最大振幅は約224 mVであった。

【0059】

以上、クロストークノイズ抑制の目安を信号振幅1 Vの20%である200 mVとした際に、図3(b)に示した従来例では、224 mVと上回っていた。それに対し、図3(a)に示した本実施例では、配線面積が同一でありながら、195 mVと目安以下にクロ

10

【0060】

また、ガードグラウンドが3本以上であっても、いずれのガードグラウンドを介した多重クロストークに対して必ず打ち消し成分が発生するため、上記メカニズムによるクロストークノイズ低減効果が得られる。

【0061】

以下、具体例を挙げて説明すると、信号配線間距離を0.85 mmと一定の状態、信号配線間に配置するガードグラウンド配線の本数を変化させたときの、信号配線に発生するクロストークノイズ波形を図4に示す。信号配線幅は0.125 mm、信号配線長は1000 mmである。入力波形は400 MHz相当の振幅1.0 Vのクロック信号である。信号配線がある配線層とグラウンドプレーンの間隔は0.2 mmである。

20

【0062】

電圧波形601は、ガードグラウンド配線がない時のクロストークノイズの電圧波形である。信号配線間隔は0.85 mmである。電圧波形602は、各信号配線からそれぞれ0.125 mm間隙をとり、幅0.6 mmのガードグラウンド配線が信号配線間に1本存在する際のクロストークノイズの電圧波形である。

【0063】

電圧波形603は、ガードグラウンド配線が信号配線間に2本存在する際のクロストークノイズの電圧波形である。このときの断面形状は、2本の信号配線の幅がいずれも0.125 mmであり、2本のガードグラウンド配線の幅がいずれも0.2 mmである。また、ガードグラウンド配線と信号配線との間隙は、0.125 mm、ガードグラウンド配線間の間隙は0.2 mmである。

30

【0064】

電圧波形604は、ガードグラウンド配線が信号配線間に3本存在する際のクロストーク電圧波形である。このときの断面形状は、2本の信号配線の幅がいずれも0.125 mmであり、3本のガードグラウンド配線の幅がいずれも0.12 mmである。また、ガードグラウンド配線と信号配線との間隙は、0.125 mm、ガードグラウンド配線間の間隙は0.12 mmである。

【0065】

電圧波形605は、ガードグラウンド配線が信号配線間に4本存在する際のクロストーク電圧波形である。このときの断面形状は、2本の信号配線の幅がいずれも0.125 mmであり、4本のガードグラウンド配線の幅がいずれも0.086 mmである。また、ガードグラウンド配線と信号配線との間隙は、0.125 mm、ガードグラウンド配線間の間隙は0.086 mmである。

40

【0066】

電圧波形606は、ガードグラウンド配線が信号配線間に5本存在する際のクロストーク電圧波形である。このときの断面形状は、2本の信号配線の幅がいずれも0.125 mmであり、5本のガードグラウンド配線の幅がいずれも0.066 mmである。また、ガードグラウンド配線と信号配線との間隙は、0.125 mm、ガードグラウンド配線間の間隙は0.066 mmである。

50

## 【 0 0 6 7 】

以上の電圧波形 6 0 1 ~ 6 0 6 の信号配線に発生するクロストークノイズの電圧の最大振幅を以下の表 1 に示す。

## 【 0 0 6 8 】

## 【 表 1 】

ガードGNDの本数	0本(ガードGNDなし)	1本	2本	3本	4本	5本
クロストークノイズ(mV)	499	304	224	195	181	161

10

## 【 0 0 6 9 】

ガードグラウンド配線がないときのクロストーク電圧のピーク値 4 9 9 m V に対して、ガードグラウンド配線が 1 本入ることで、電圧のピーク値が 3 0 4 m V に低減し、ガードグラウンド配線が 2 本入ることで、電圧のピーク値が 2 2 4 m V に低減している。さらにガードグラウンド配線を 3 本から 5 本まで増やすことで、クロストーク電圧のピーク値は 1 9 5 m V、1 8 1 m V、1 6 1 m V とさらに小さくなっている。ガードグラウンドを 3 本以上設けることで、クロストークノイズの低減効果があることがわかる。

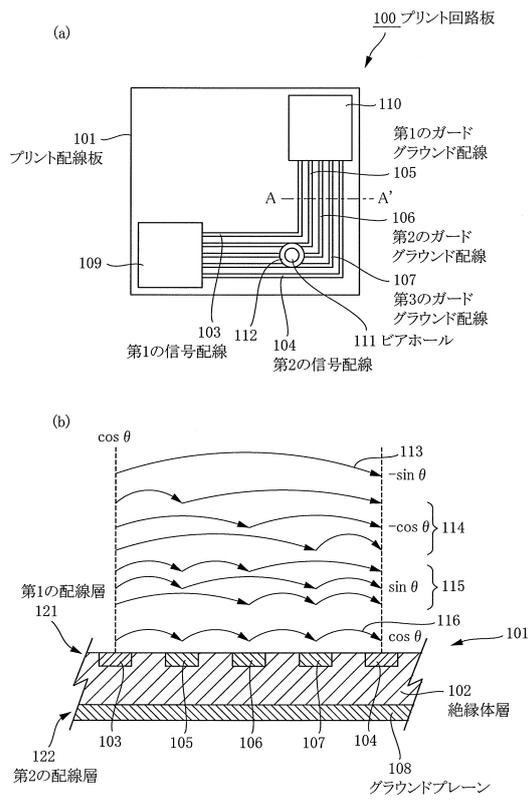
## 【 符号の説明 】

20

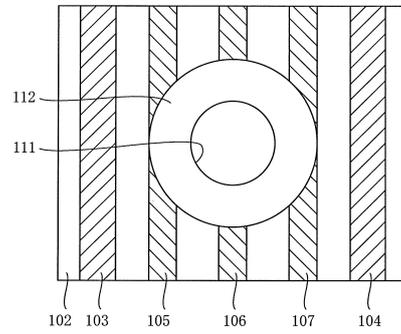
## 【 0 0 7 0 】

- 1 0 1 プリント配線板
- 1 0 2 絶縁体層
- 1 0 3 , 1 0 4 信号配線
- 1 0 8 グラウンドプレーン(プレーン導体)
- 1 0 5 , 1 0 6 , 1 0 7 ガードグラウンド配線(ガード配線)
- 1 1 1 ピアホール
- 1 2 1 第 1 の配線層
- 1 2 2 第 2 の配線層

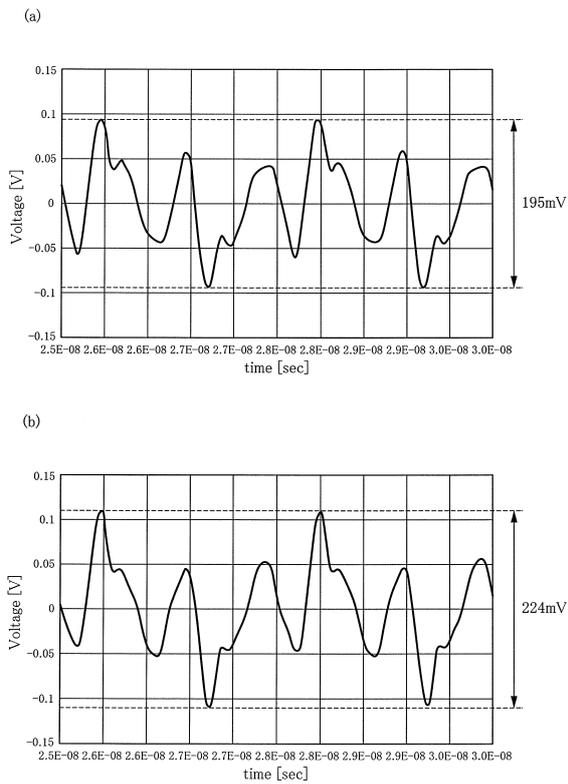
【図1】



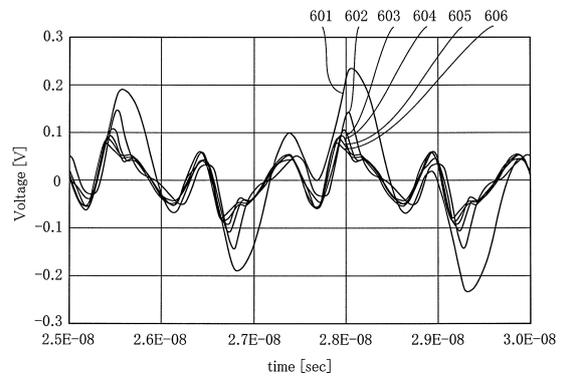
【図2】



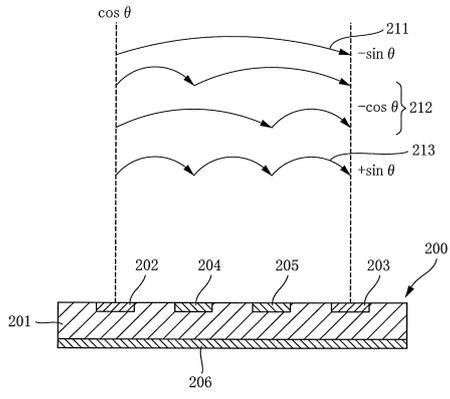
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-117726(JP,A)  
特開2005-123520(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05K 1/02