

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5326455号
(P5326455)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl. F I
H05K 3/46 (2006.01) H05K 3/46 Z
 H05K 3/46 N

請求項の数 5 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-239675 (P2008-239675) (22) 出願日 平成20年9月18日(2008.9.18) (65) 公開番号 特開2010-73891 (P2010-73891A) (43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2) 審査請求日 平成23年8月5日(2011.8.5)</p>	<p>(73) 特許権者 000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号 (74) 代理人 100080816 弁理士 加藤 朝道 (72) 発明者 柏倉 和弘 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 審査官 吉澤 秀明</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリント配線基板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁体を介して複数層に積層された接地層と、
 第1のスルーホールと、
 前記第1のスルーホールの軸を中心とする同心円上の所定の位置にて形成された複数の第2のスルーホールと、
 前記第1のスルーホールと前記接地層の間の領域に設けられたクリアランスと、
 前記第1のスルーホールから所定の前記接地層間に延在するとともに、所定の前記第2のスルーホール間に配された信号配線と、
 を備え、

前記クリアランスのうち前記信号配線が配された層の1段上層及び1段下層の前記接地層の第1のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホールから前記信号配線が引き出された方向において前記第1のスルーホールとの距離が最小距離となるように形成され、

前記クリアランスのうち前記信号配線と隣接しない前記接地層の第2のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホールの軸を中心にして、各前記第2のスルーホールの中心を結ぶ円よりも外周にて、各前記第2のスルーホールと接しないように形成され、

前記第2のスルーホールは、前記信号配線が配された層の1段上層及び1段下層の前記接地層と接続され、前記信号配線と隣接しない前記接地層と接続されていないことを特徴とするプリント配線基板。

【請求項2】

前記第1のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホール軸の中心に対して偏芯した円形状に形成されていることを特徴とする請求項1記載のプリント配線基板。

【請求項3】

前記第1のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホール軸の中心に対して偏芯した楕円形又は長円形状に形成されていることを特徴とする請求項1記載のプリント配線基板。

【請求項4】

前記第1のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホール軸の中心に対して偏芯した多角形状に形成されていることを特徴とする請求項1記載のプリント配線基板。

【請求項5】

第1開口部を有する第1接地層を形成する工程と、

前記第1接地層上にて、絶縁体を介して、前記第1開口部の中心からずれた位置にランドを有するとともに、前記ランドから最も近い前記第1開口部の外形部分に向けて配線が引き出された信号配線を形成する工程と、

前記信号配線上にて、絶縁体を介して、前記第1開口部と同じ位置及び形状の第2開口部を有する第2接地層を形成する工程と、

前記第2接地層上にて、絶縁体を介して、前記第2開口部よりも大きく、かつ、前記ランドの中心と同心な第3開口部を有する第3接地層を形成する工程と、

前記ランドを貫通するように第1貫通穴を形成する工程と、

前記第1貫通穴を中心とする同心円上であって、前記信号配線と抵触せず、前記第1接地層及び前記第2接地層を貫通し、かつ、前記第3接地層と抵触しない位置に第2貫通穴を形成する工程と、

前記第1貫通孔及び前記第2貫通孔にそれぞれ第1のスルーホール及び第2のスルーホールを形成する工程と、

を含むことを特徴とするプリント配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プリント配線基板及びその製造方法に関し、特に、高速信号伝送用のスルーホールを有するプリント配線基板及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

通信装置や情報装置の処理能力の向上は目覚ましいものがある。近年、装置内あるいは装置間を伝送する信号の周波数が高くなってきており、プリント配線基板における信号帯域の劣化のおそれがある。特に、多層配線構造のプリント配線基板におけるスルーホールでの信号帯域の劣化は、処理能力を向上させる上で致命的である。そこで、プリント配線基板における信号帯域の劣化を低減する手段として、以下のような技術が提案されている。

【0003】

【特許文献1】特開2000-216510号公報

【特許文献2】特開2001-244633号公報

【特許文献3】特開2007-158675号公報

【特許文献4】特開2007-220849号公報

【特許文献5】特開2007-234715号公報

【特許文献6】特開2008-130976号公報

【特許文献7】特開2007-250885号公報

【特許文献8】特開2007-258358号公報

【特許文献9】特開2000-114729号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

例えば、特許文献1では、基板にグランド配線と信号配線とが形成され、信号配線には信号配線用スルーホールが接続され、信号配線用スルーホールの周囲には信号配線用スルーホールと平行に配列された複数のグランド配線用スルーホールが形成され、グランド配線用スルーホールはグランド配線と接続されたものが開示されており、グランド配線用スルーホールの数を増減することにより信号配線用スルーホールとグランド配線用スルーホールとの間に形成される容量の値を調整し、コネクタとプリント配線板との間のインピーダンス整合をとっている。しかしながら、信号配線用スルーホールとグランド配線（ベタ導体）の間のクリアランスについて規定されておらず、クリアランスが大きくても小さくてもスルーホールの伝送特性が劣化するおそれがある。

【0005】

10

また、特許文献2では、多層プリント配線板の信号用スルーホールと電源やGNDの導体ベタ層との結合を抑制するため、クリアランスを広くしたり、更に他の信号が配する隣接の電源、GNDの導体ベタ層のクリアランス円の中心をずらして、他の信号とのインピーダンス整合も考慮している。信号用スルーホールから引き出された信号配線の近傍ではクリアランス円の中心をずらすことなく径を小さくすることで、他の信号とのインピーダンス不整合を回避している。しかしながら、クリアランス円の径の小さな部分での信号用スルーホールと導体ベタ層との容量性結合によりインピーダンス不整合が発生するおそれがある。

【0006】

本発明の主な課題は、スルーホールの伝送特性を向上させることができるプリント配線基板及びその製造方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の視点においては、プリント配線基板において、絶縁体を介して複数層に積層された複数の接地層と、第1のスルーホールと、前記第1のスルーホールの軸を中心とする同心円上の所定の位置にて形成された複数の第2のスルーホールと、前記第1のスルーホールと前記接地層との領域に設けられたクリアランスと、前記第1のスルーホールから所定の前記接地層間に延在するとともに、所定の前記第2のスルーホール間に配された信号配線と、を備え、前記クリアランスのうち前記信号配線が配された層の1段上層及び1段下層の前記接地層の第1のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホールから前記信号配線が引き出された方向において前記第1のスルーホールとの距離が最小距離となるように形成され、前記クリアランスのうち前記信号配線と隣接しない前記接地層の第2のクリアランスの外形は、前記第1のスルーホールの軸を中心にして、各前記第2のスルーホールの中心を結ぶ円よりも外周にて、各前記第2のスルーホールと接しないように形成され、前記第2のスルーホールは、前記信号配線が配された層の1段上層及び1段下層の前記接地層と接続され、前記信号配線と隣接しない前記接地層と接続されていないことを特徴とする。

30

【0008】

本発明の第2の視点においては、プリント配線基板の製造方法において、第1開口部を有する第1接地層を形成する工程と、前記第1接地層上にて、絶縁体を介して、前記第1開口部の中心からずれた位置にランドを有するとともに、前記ランドから最も近い前記第1開口部の外形部分に向けて配線が引き出された信号配線を形成する工程と、前記信号配線上にて、絶縁体を介して、前記第1開口部と同じ位置及び形状の第2開口部を有する第2接地層を形成する工程と、前記第2接地層上にて、絶縁体を介して、前記第2開口部よりも大きく、かつ、前記ランドの中心と同心な第3開口部を有する第3接地層を形成する工程と、前記ランドを貫通するように第1貫通穴を形成する工程と、前記第1貫通穴を中心とする同心円上であって、前記信号配線と抵触せず、前記第1接地層及び前記第2接地層を貫通し、かつ、前記第3接地層と抵触しない位置に第2貫通穴を形成する工程と、前記第1貫通穴及び前記第2貫通穴にそれぞれ第1のスルーホール及び第2のスルーホールを形成する工程と、を含むことを特徴とする。

40

50

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、プリント配線基板において、特性劣化の要因であったクリアランスを改善することにより、信号の伝送特性が良好となり、高品質な高速信号伝送が可能となる。つまり、第1のスルーホール周囲の同心円上に第2のスルーホールを設けることで特性インピーダンスが制御され、信号配線と隣接していない接地層のクリアランスを第2のスルーホールの外側に設けることで電磁氣的結合が抑制され、クリアランスの中心をずらすことで信号配線の特性インピーダンス不整合が抑制されるので、信号の伝送特性が良好となる。また、高密度、高多層配線によってスルーホールの使用を余儀なくされる場合にも信号配線の特性インピーダンス整合、挿入損失の低減を実現し、特性劣化をすることなく製品設計を実現することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明の実施形態では、プリント配線基板(図1の1)において、絶縁体(図1の3)を介して複数層に積層された接地層(図1の2)と、第1のスルーホール(図1の6)と、前記第1のスルーホール(図1の6)の軸を中心とする同心円上の所定の位置にて形成された複数の第2のスルーホール(図1の7)と、前記第1のスルーホール(図1の6)と前記接地層(図1の2)の間の領域に設けられたクリアランス(図1の5)と、前記第1のスルーホール(図1の6)から所定の前記接地層間(図2の第1-第3層のGND層2間、第n-2-第n層のGND層2間)に延在するとともに、所定の前記第2のスルーホール(図2の7)間に配された信号配線(図2の4)と、を備え、前記クリアランス(図1の5)のうち前記信号配線(図1の4)が配された層の1段上層(図2の第1層、第n-2層)及び1段下層(図2の第3層、第n層)の前記接地層(図1の2)の第1のクリアランス(図1の5)の外形は、前記第1のスルーホール(図1の6)から前記信号配線(図1の4)が引き出された方向において前記第1のスルーホール(図1の6)との距離が最小距離となるように形成され、前記クリアランス(図2の5)のうち前記信号配線(図2の4)と隣接しない前記接地層(図2の第4~n-3層のGND層2)の第2のクリアランス(図2の5)の外形は、前記第1のスルーホール(図1の6)の軸を中心にして、各前記第2のスルーホール(図1の7)の中心を結ぶ円よりも外周にて、各前記第2のスルーホール(図1の7)と接しないように形成され、前記第2のスルーホール(図2の7)は、前記信号配線が配された層の1段上層(図2の第1層、第n-2層)及び1段下層(図2の第3層、第n層)の前記接地層(図2の2)と接続され、前記信号配線(図2の4)と隣接しない前記接地層(図2の第4~n-3層のGND層2)と接続されていない。

20

30

【実施例1】

【0011】

本発明の実施例1に係るプリント配線基板について図面を用いて説明する。図1は、本発明の実施例1に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示したGND層の第1層側から見たときの部分平面図である。図2は、本発明の実施例1に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の導体部分の構成をスケルトンで示した部分斜視図である。図3は、本発明の実施例1に係るプリント配線基板の構成を模式的に示した(A)信号配線の上部のGND層の断面図、(B)信号配線の層の断面図、及び(A)信号配線の下部のGND層の断面図である。図4は、本発明の実施例1に係るプリント配線基板の構成を模式的に示した信号配線の層に隣接しないGND層の断面図である。

40

【0012】

プリント配線基板1は、GND層2と絶縁体3が交互に積層され、所定のGND層2間の絶縁体3中に信号配線4(第2層、第n-1層)が形成された多層配線基板である(図1、図2参照)。ここでは、n層の多層プリント基板を例としている。プリント配線基板1は、GND層2に開口部分となるクリアランス5を有し、そのクリアランス5内に絶縁体3が埋め込まれている。プリント配線基板1は、クリアランス5の領域内において、絶

50

縁体 3 を貫通した信号用スルーホール 6 が形成されている。信号用スルーホール 6 は、信号配線 4 (第 2 層、第 $n - 1$ 層) と接続されている。プリント配線基板 1 は、信号用スルーホール 6 の軸を中心とする同心円上の所定の位置にて、基板を貫通した複数 (図 1 では 6 個) の GND 用スルーホール 7 が形成されている。GND 用スルーホール 7 は、信号配線 4 が配された層 (第 2 層、第 $n - 1$ 層) の 1 段上層 (第 1 層、 $n - 2$ 層) 及び 1 段下層 (第 3 層、 n 層) の GND 層 2 と接続されており、その他の層 (第 4 ~ $n - 3$ 層) の GND 層 2 とは接続されていない (図 3、図 4 参照)。信号配線 4 が配された層 (第 2 層、第 $n - 1$ 層) の 1 段上層 (第 1 層、 $n - 2$ 層) 及び 1 段下層 (第 3 層、 n 層) の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形は、信号用スルーホール 6 から信号配線 4 が引き出された方向において信号用スルーホール 6 とクリアランス 5 の距離が最小距離となるよう、信号用スルーホール 6 の軸の中心に対して偏芯して形成されている (図 3 参照)。その他の層 (第 4 ~ $n - 3$ 層) の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形は、信号用スルーホール 6 の軸を中心にして、各 GND 用スルーホール 7 の中心を結ぶ円よりも外周にて各 GND 用スルーホール 7 と接しないように形成されている (図 4 参照)。

10

【 0 0 1 3 】

プリント配線基板 1 は、GND 層 2 と、絶縁体 3 と、信号配線 4 と、クリアランス 5 と、信号用スルーホール 6 と、GND 用スルーホール 7 と、を有する。

【 0 0 1 4 】

GND 層 2 は、銅等の導体よりなる GND (接地) と接続されたべた状の導体層である。GND 層 2 は、絶縁体 3 を介して複数層にわたって積層している。第 1 層の GND 層 2 と第 3 層の GND 層 2 の間には、絶縁体 3 を介して第 2 層の信号配線 4 が形成されている。第 $n - 2$ 層の GND 層 2 と第 n 層の GND 層 2 の間には、絶縁体 3 を介して第 $n - 1$ 層の信号配線 4 が形成されている。各層の GND 層 2 には、信号用スルーホール 6 の外周に配されるクリアランス 5 と対応する位置に円形状の開口部が形成されている。信号配線 4 が配された層 (第 2 層、第 $n - 1$ 層) の 1 段上層 (第 1 層、 $n - 2$ 層) 及び 1 段下層 (第 3 層、 n 層) の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形は、信号用スルーホール 6 から信号配線 4 が引き出された方向において信号用スルーホール 6 とクリアランス 5 の距離が最小距離となるよう、信号用スルーホール 6 の軸の中心に対して偏芯した円形状に形成されている (図 3 参照)。その他の層 (第 4 ~ $n - 3$ 層) の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形は、信号用スルーホール 6 の軸を中心にして、各 GND 用スルーホール 7 の中心を結ぶ円よりも外周にて、各 GND 用スルーホール 7 と接しないように円形状に形成されている (図 4 参照)。GND 層 2 のクリアランス 5 内には、絶縁体 3 が埋め込まれており、当該絶縁体 3 を貫通した信号用スルーホール 6 が形成されている。信号配線 4 が配された層 (第 2 層、第 $n - 1$ 層) の 1 段上層 (第 1 層、 $n - 2$ 層) 及び 1 段下層 (第 3 層、 n 層) の GND 層 2 は、GND 用スルーホール 7 と接続されている (図 3 参照)。その他の層 (第 4 ~ $n - 3$ 層) の GND 層 2 は、GND 用スルーホール 7 と接続されていない (図 4 参照)。

20

30

【 0 0 1 5 】

絶縁体 3 は、エポキシ樹脂等の絶縁体よりなる。絶縁体 3 は、GND 層 2 間に配されている。絶縁体 3 は、第 1 層と第 3 層の GND 層 2 の間、及び第 $n - 2$ 層と第 n 層の GND 層 2 の間において、信号配線 4 が配されている。絶縁体 3 は、GND 層 2 のクリアランス 5 に対応する開口部内にも配されている。絶縁体 3 には、クリアランス 5 領域内に、ドリル穴面が形成されており、当該ドリル穴面の壁面に信号用スルーホール 6 が形成されている。絶縁体 3 は、信号用スルーホール 6 の軸を中心とする同心円上の所定の位置に複数のドリル穴面が形成されており、当該ドリル穴面の壁面に GND 用スルーホール 7 が形成されている。

40

【 0 0 1 6 】

信号配線 4 は、銅等の導体よりなる信号用の配線である。信号配線 4 は、第 1 層と第 3 層の GND 層 2 の間、及び第 $n - 2$ 層と第 n 層の GND 層 2 の間の絶縁体 3 において形成されている。信号配線 4 は、信号用スルーホール 6 と接続されており、信号用スルーホール 6 の外周に形成されたランド 4 a を有する。信号配線 4 は、GND 用スルーホール 7 間

50

を通るように配置されている。

【 0 0 1 7 】

クリアランス 5 は、信号用スルーホール 6 と GND 層 2 の間の領域に配されたアンチパッドとなる部分である。クリアランス 5 には、絶縁体 3 が配されている。クリアランス 5 の外形は、信号配線 4 が配された層（第 2 層、第 $n - 1$ 層）の 1 段上層（第 1 層、 $n - 2$ 層）及び 1 段下層（第 3 層、 n 層）の GND 層 2 にて、信号用スルーホール 6 から信号配線 4 が引き出された方向において信号用スルーホール 6 とクリアランス 5 の距離が最小距離となるよう、信号用スルーホール 6 の軸の中心に対して偏芯した円形状に形成されている（図 3 参照）。クリアランス 5 の外形は、その他の層（第 4 ~ $n - 3$ 層）の GND 層 2 にて、信号用スルーホール 6 の軸を中心にして、各 GND 用スルーホール 7 の中心を結ぶ円よりも外周にて、各 GND 用スルーホール 7 と接しないように円形状に形成されている（図 4 参照）。

10

【 0 0 1 8 】

信号用スルーホール 6 は、同軸コネクタ（図示せず）の信号端子（図示せず）と接続するためのスルーホールである。信号用スルーホール 6 は、同軸コネクタ（図示せず）の信号端子（図示せず）の形状に応じて構成される。信号用スルーホール 6 は、銅等の導体よりなる。信号用スルーホール 6 は、クリアランス 5 内の絶縁体 3 に貫通して形成されたドリル穴面の壁面に形成されており、上面及び下面の周縁部にランド 6 a を有し、信号配線 4 のランド 4 a と接続されている。

【 0 0 1 9 】

GND 用スルーホール 7 は、同軸コネクタ（図示せず）の GND 端子（図示せず）と接続するためのスルーホールである。GND 用スルーホール 7 は、同軸コネクタ（図示せず）の GND 端子（図示せず）の形状に応じて構成される。GND 用スルーホール 7 は、銅等の導体よりなる。GND 用スルーホール 7 は、信号用スルーホール 6 の軸を中心とする同心円上の所定の位置で貫通して形成されたドリル穴面の壁面に形成されている。GND 用スルーホール 7 は、信号配線 4 が配された層（第 2 層、第 $n - 1$ 層）の 1 段上層（第 1 層、 $n - 2$ 層）及び 1 段下層（第 3 層、 n 層）の GND 層 2 と接続されており（図 3 参照）、その他の層（第 4 ~ $n - 3$ 層）の GND 層 2 と接続されていない（図 4 参照）。

20

【 0 0 2 0 】

次に、本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板の製造方法について説明する。

30

【 0 0 2 1 】

まず、シート状の絶縁体 3 の裏面に第 1 層の GND 層 2 を形成する。第 1 層の GND 層 2 は、クリアランス 5 となる開口部を有する。

【 0 0 2 2 】

次に、絶縁体 3 の裏面に第 2 層の信号配線 4 を形成する。第 2 層の信号配線 4 は、ランド 4 a（図 3（B）参照）を有する。ランド 4 a は、第 1 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の中心から偏芯した位置に配される。第 2 層の信号配線 4 の配線は、ランド 4 a の中心から最も近い第 1 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形部分に向けて引き出される。

【 0 0 2 3 】

次に、第 2 層の信号配線 4 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 3 層の GND 層 2 を形成する。第 3 層の GND 層 2 は、第 1 層の GND 層 2 のクリアランス 5 と同様なクリアランス 5 を有する。

40

【 0 0 2 4 】

次に、第 4 層の GND 層 2 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 4 層の GND 層 2 を形成する。第 4 層の GND 層 2 は、第 3 層の GND 層 2 のクリアランス 5 よりも大きく、かつ、第 2 層の信号配線 4 のランド 4 a の中心と同心であるクリアランス 5 となる開口部を有する。第 4 層の GND 層 2 のクリアランス 5 は、第 3 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の領域を包含するように配置される。第 4 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の中心は、第 1 層、第 3 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の中心とずれた位置となる。

50

【 0 0 2 5 】

次に、第 4 層の GND 層 2 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 5 層の GND 層 2 を形成し、第 n - 3 層の GND 層 2 が形成されるまでこれらを繰り返す。第 5 層 ~ 第 n - 3 層の GND 層 2 は、第 4 層の GND 層 2 のクリアランス 5 と同様なクリアランス 5 となる開口部を有する。

【 0 0 2 6 】

次に、第 n - 3 層の GND 層 2 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 n - 2 層の GND 層 2 を形成する。第 n - 2 層の GND 層 2 は、第 n - 3 層の GND 層 2 のクリアランス 5 よりも小さく、かつ、第 4 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の中心とずれた位置に中心を有するクリアランス 5 となる開口部を有する。

10

【 0 0 2 7 】

次に、第 n - 2 層の GND 層 2 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 n - 1 層の信号配線 4 を形成する。第 n - 1 層の信号配線 4 は、ランド 4 a (図 3 (B) 参照) を有する。ランド 4 a は、第 2 層の信号配線 4 のランド 4 a の中心に合わせて配され、かつ、第 n - 2 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の中心から偏芯した位置に配される。第 n - 1 層の信号配線 4 の配線は、ランド 4 a の中心から最も近い第 n - 2 層の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形部分に向けて引き出される。

【 0 0 2 8 】

次に、第 n - 1 層の信号配線 4 を含む絶縁体 3 上に別の絶縁体 3 を形成し、別の絶縁体 3 の表面に第 n 層の GND 層 2 を形成する。第 n 層の GND 層 2 は、第 n - 2 層の GND 層 2 のクリアランス 5 と同様なクリアランス 5 を有する。

20

【 0 0 2 9 】

次に、基板の所定の位置に信号用スルーホール 6 及び GND 用スルーホール 7 用の穴を形成する。信号用スルーホール 6 用の穴は、第 n - 1 層及び第 2 層の信号配線 4 のランド 4 a を貫通するように形成する。GND 用スルーホール 7 用の穴は、信号用スルーホール 6 用の穴を中心とする同心円上の所定の位置にて、第 2 層及び第 n - 1 層の信号配線 4 と抵触せず、第 1 層、第 3 層、第 n - 2 層、第 n 層の GND 層 2 を貫通し、かつ、第 4 ~ n - 3 層の GND 層 2 を貫通しないように形成する。

【 0 0 3 0 】

最後に、信号用スルーホール 6 及び GND 用スルーホール 7 用の穴の壁面に信号用スルーホール 6 及び GND 用スルーホール 7 を形成する。これにより、図 1 と同様なプリント配線基板ができる。

30

【 0 0 3 1 】

次に、本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板の動作について説明する。

【 0 0 3 2 】

一般に同軸構造の特性インピーダンス Z_0 は、数式 1 によって求められる。

【 0 0 3 3 】

(数式 1)

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \log \frac{b}{a}$$

40

【 0 0 3 4 】

数式 1 より、特性インピーダンス Z_0 は、芯線 (内部導体) の半径 a、外部導体の内径 b だけで決定することができる。なお、 ϵ_r は比誘電率、log は自然対数を示す。

【 0 0 3 5 】

実施例 1 の構造では、信号用スルーホール 6 の周囲に GND 用スルーホール 7 が同心円状に配置されている。この構造は同軸構造に近く擬似同軸とみなせる。ここで、信号用スルーホール 6 のドリル径 R1 を半径 a とし、GND 用スルーホール 7 の同心円半径 R2 を半径 b として、数式 1 に代入することで、同軸コネクタ用のスルーホールの特性インピーダンスを予測することができる。

【 0 0 3 6 】

50

クリアランス5については、信号用スルーホール6とGND層2との電磁氣的結合により、インピーダンス設計値からずれ特性劣化が生じる。そこで、GND層2と信号用スルーホール6との結合を遮断するため、第4～n-3層のGND層2におけるクリアランス5では、GND用スルーホール7よりも外側までクリアランス領域を広げる。これにより、GND層2からの電磁氣的結合を遮断することになるので、インピーダンス設計が信号用スルーホール6とGND用スルーホール7のみで決定することができるようになる。

【0037】

次に、信号用スルーホール6から信号配線4を引き出す際に、信号配線4がクリアランス5上を通過することで、インピーダンス特性が劣化する問題がある。これについては、信号配線4が配された層(第2層、第n-1層)の1段上層(第1層、n-2層)及び1段下層(第3層、n層)のGND層2におけるクリアランス5の領域を信号用スルーホール6を中心とした円形状ではなく、中心をずらし、クリアランス5を通過する信号配線が極力短くするように構成する。これにより、信号配線4での特性インピーダンス不整合が小さくなり伝送特性が良好となる。

【0038】

次に、本発明の実施例1に係るプリント配線基板の特性について、比較例を用いながら図面を用いて説明する。図5は、比較例1に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示したGND層の第1層側から見たときの部分平面図である。図6は、比較例2に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示したGND層の第1層側から見たときの部分平面図である。図7は、実施例1、比較例1、及び比較例2の特性インピーダンスを示したグラフである。図8は、実施例1、比較例1、及び比較例2の伝送特性を示したグラフである。

【0039】

なお、実施例1、比較例1、及び比較例2の3者で信号用スルーホール6とGND用スルーホール7とで構成される特性インピーダンスは全く同じであり、クリアランスだけが異なるものである。比較例1に係るプリント配線基板は、クリアランス5について、信号用スルーホール6の軸を中心にして、各GND用スルーホール7の中心を結ぶ円よりも内周にて、各GND用スルーホール7と接しないように円形状に形成されており、各GND用スルーホール7と各層のGND層2と接続されている(図5参照)。比較例2に係るプリント配線基板は、クリアランス5について、信号用スルーホール6の軸を中心にして、各GND用スルーホール7の中心を結ぶ円と同等の位置にて、各GND用スルーホール7と接するように円形状に形成されており、各GND用スルーホール7と各層のGND層2と接続されている(図6参照)。比較例1、2のクリアランス5以外の構成については、実施例1と同様である。

【0040】

図7は、特性インピーダンスを時間領域で示したTDR法(Time Domain Reflectometry)によるプロットである。50に安定しているほど特性が良いことを示している。比較例1(図5参照)の構成のようにクリアランスが小さいとスルーホール自身のインピーダンスが低下する。また、比較例2(図6参照)のようにクリアランスが大きいとインピーダンスが増加する。一方、実施例1(図1参照)のようなクリアランス5の構成とすることにより、特性インピーダンスは安定し、比較例1、2よりも優れていることがわかる。

【0041】

図8は、挿入損失をプロットしている。グラフの下方にプロットされるほど減衰量が大きく伝送特性が悪いことを示している。このデータからもクリアランスが大きくても小さくても伝送特性が劣化している。一方、実施例1(図1参照)のようなクリアランス5の構成とすることにより、高周波域での減衰量が小さく、比較例1、2の伝送特性よりも優れていることがわかる。

【0042】

実施例1によれば、プリント配線基板1において、特性劣化の要因であったクリアランス5を改善することにより、信号の伝送特性が良好となり、高品質な高速信号伝送が可能

10

20

30

40

50

となる。更に、高密度、高多層配線によってスルーホールの使用を余儀なくされる場合にも信号配線4の特性インピーダンス整合、挿入損失の低減を実現し、特性劣化をすることなく製品設計を実現することができる。

【0043】

なお、特許文献3（特開2007-158675号公報）では、信号ビアの近傍に導体ビアを設けることで帯域阻止フィルタを構成しているが、ブロードバンド伝送を想定している本実施例とは相反する効果を期待しているものである。

【0044】

また、特許文献4（特開2007-220849号公報）では、多層プリント基板において、ビアホール周囲に磁性体を形成してコモンモードフィルタを構成しているが、本実施例とは構成方法、目的とも異なっている。

10

【0045】

また、特許文献5（特開2007-234715号公報）では、多層プリント回路基板において、信号配線の貫通ビアの周囲に高誘電率材料を埋め込み、EMIを抑制しているが、信号配線の貫通ビアのインピーダンスコントロールについて不明である。

【0046】

また、特許文献6（特開2008-130976号公報）では、プリント配線基板において、スルーホールのクリアランスにインピーダンス勾配を持たせ特性を改善させているが、クリアランス上の信号配線のインピーダンスが不整合になるため、高周波領域では特性劣化を生じるおそれがある。

20

【0047】

また、特許文献7（特開2007-250885号公報）では、多層プリント配線板において、信号伝送用スルーホールの形状からキャパシタとインダクタを計算し、特性インピーダンスを算出して穴径などを設定しているが、スルーホールとGNDや電源のべた導体との結合によるキャパシタおよびインダクタが考慮されていない。

【0048】

また、特許文献8（特開2007-258358号公報）では、多層プリント配線板において、差動伝送信号用スルーホールの形状からキャパシタとインダクタを計算し、特性インピーダンスを算出して穴径などを設定しているが、特許文献7と同様、スルーホールとGNDや電源層のべた導体との結合によるキャパシタおよびインダクタが考慮されていない。

30

【0049】

また、特許文献9（特開2000-114729号公報）では、多層配線基板において、スルーホールと電源パターンやグランドパターンとの電磁氣的結合を抑制するため、信号配線パターンに隣接するグランドパターンのみクリアランスを小さくし、他の電源パターンやグランドパターンのクリアランスを大きくしているが、小さなクリアランス部での電磁氣的結合の抑制手法が開示されておらず、また、スルーホール自身のインピーダンスを制御するための技術の開示もない。

【実施例2】

【0050】

本発明の実施例2に係るプリント配線基板について図面を用いて説明する。図9は、本発明の実施例2に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示したGND層の第1層側から見たときの部分平面図である。

40

【0051】

実施例2に係るプリント配線基板1では、信号配線4が配された層（第2層、第n-1層）の1段上層（第1層、n-2層）及び1段下層（第3層、n層）のGND層2のクリアランス5の外形が、信号用スルーホール6から信号配線4が引き出された方向において信号用スルーホール6とクリアランス5の距離が最小距離となるよう、信号用スルーホール6の軸の中心に対して偏芯した楕円形状（長円形状でも可）に形成されている。その他の構成は、実施例1と同様である。実施例2によれば、実施例1と同様な効果を奏する。

50

【実施例 3】

【0052】

本発明の実施例 3 に係るプリント配線基板について図面を用いて説明する。図 10 は、本発明の実施例 3 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【0053】

実施例 3 に係るプリント配線基板 1 では、信号配線 4 が配された層（第 2 層、第 $n - 1$ 層）の 1 段上層（第 1 層、 $n - 2$ 層）及び 1 段下層（第 3 層、 n 層）の GND 層 2 のクリアランス 5 の外形が、信号用スルーホール 6 から信号配線 4 が引き出された方向において信号用スルーホール 6 とクリアランス 5 の距離が最小距離となるよう、信号用スルーホール 6 の軸の中心に対して偏芯した四角形状（多角形状でも可）に形成されている。その他の構成は、実施例 1 と同様である。実施例 3 によれば、実施例 1 と同様な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の導体部分の構成をスケルトンで示した部分斜視図である。

【図 3】本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板の構成を模式的に示した（A）信号配線の上部の GND 層の断面図、（B）信号配線の層の断面図、及び（A）信号配線の下部の GND 層の断面図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係るプリント配線基板の構成を模式的に示した信号配線の層に隣接しない GND 層の断面図である。

【図 5】比較例 1 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【図 6】比較例 2 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【図 7】実施例 1、比較例 1、及び比較例 2 の特性インピーダンスを示したグラフである。

【図 8】実施例 1、比較例 1、及び比較例 2 の伝送特性を示したグラフである。

【図 9】本発明の実施例 2 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【図 10】本発明の実施例 3 に係るプリント配線基板のスルーホール周辺の構成を模式的に示した GND 層の第 1 層側から見たときの部分平面図である。

【符号の説明】

【0055】

- 1 プリント配線基板
- 2 GND 層（導体層）
- 3 絶縁体（誘電体）
- 4 信号配線
- 4 a ランド
- 5 クリアランス
- 6 信号用スルーホール（第 1 のスルーホール）
- 6 a ランド
- 7 GND 用スルーホール（第 2 のスルーホール）
- 7 a ランド

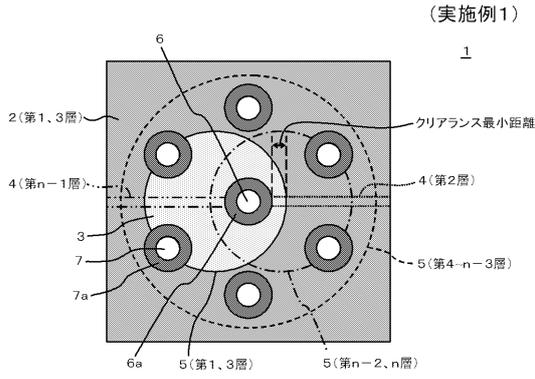
10

20

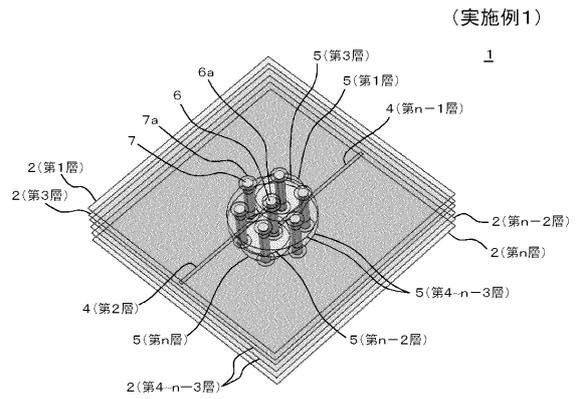
30

40

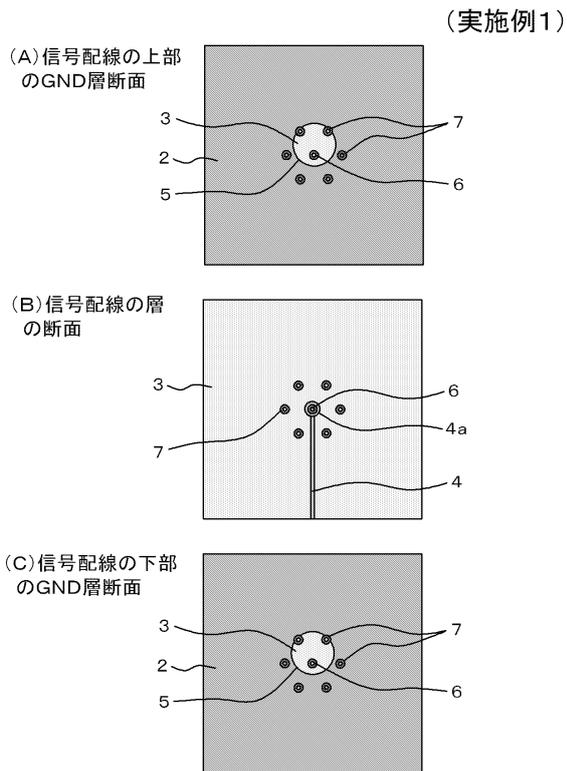
【図1】



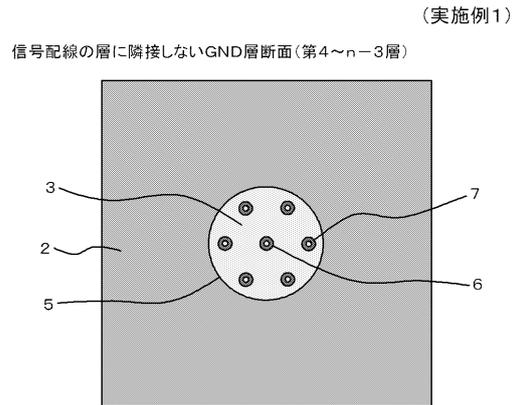
【図2】



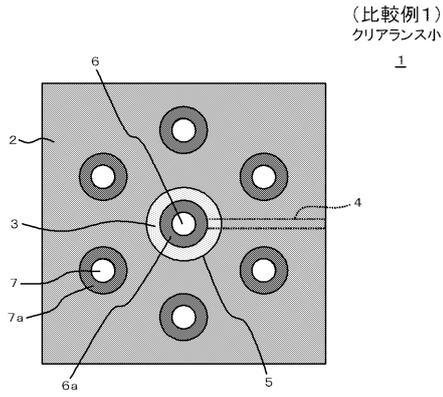
【図3】



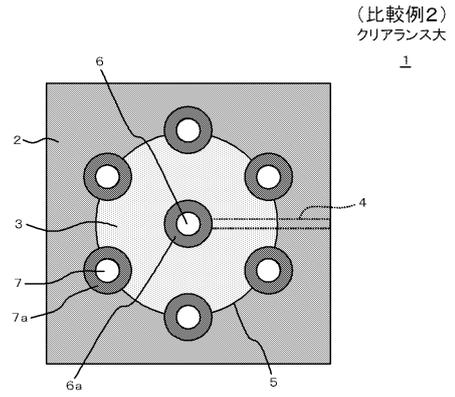
【図4】



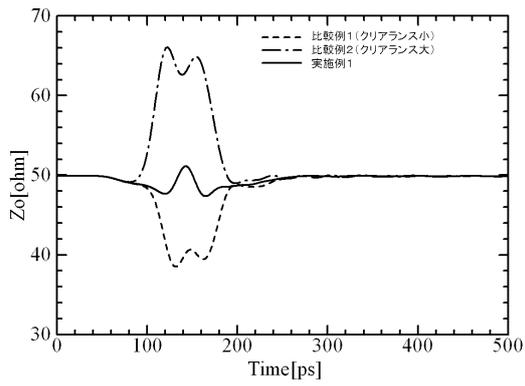
【図5】



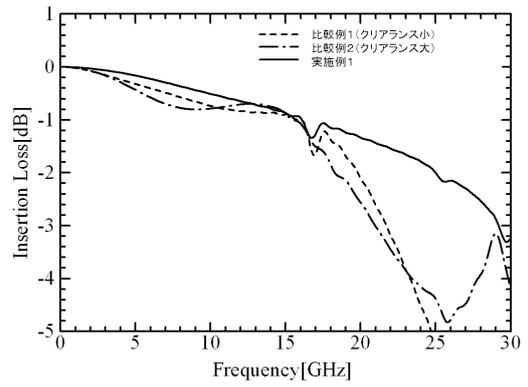
【図6】



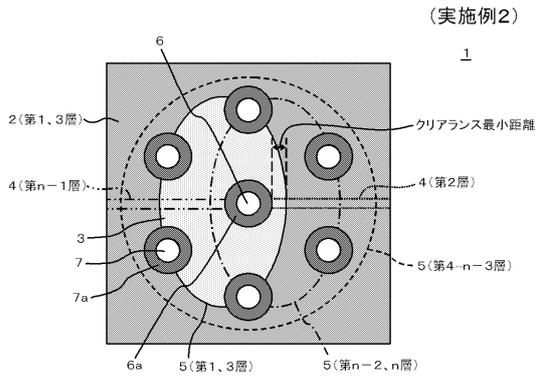
【図7】



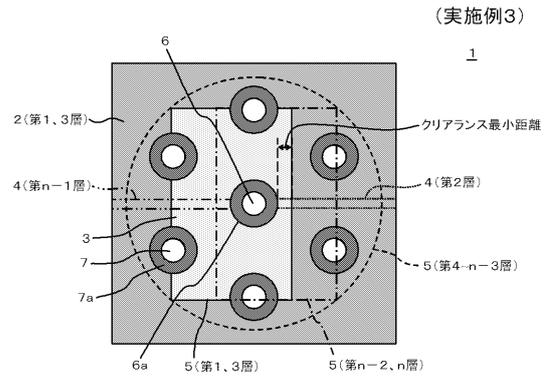
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2007-528589(JP,A)
特開2001-244633(JP,A)
特表2009-503938(JP,A)
特開2000-216510(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05K 3/46