

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6909566号
(P6909566)

(45) 発行日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(24) 登録日 令和3年7月7日(2021.7.7)

(51) Int.Cl.

F 1

H05K	1/02	(2006.01)	H05K	1/02	P
H05K	1/05	(2006.01)	H05K	1/05	Z
H05K	3/46	(2006.01)	H05K	3/46	Z

請求項の数 13 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2016-173689 (P2016-173689)
(22) 出願日	平成28年9月6日(2016.9.6)
(65) 公開番号	特開2018-41795 (P2018-41795A)
(43) 公開日	平成30年3月15日(2018.3.15)
審査請求日	令和1年7月31日(2019.7.31)

(73) 特許権者	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(74) 代理人	100098305 弁理士 福島 祥人
(74) 代理人	100108523 弁理士 中川 雅博
(74) 代理人	100187931 弁理士 澤村 英幸
(72) 発明者	山内 大輔 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東 電工株式会社内
(72) 発明者	田辺 浩之 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東 電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】配線回路基板およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性材料により形成される支持基板と、

前記支持基板上に形成される第1の絶縁層と、

前記支持基板に電気的に接続されるように前記第1の絶縁層上に形成され、前記支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層と、

前記第1の絶縁層上に形成される下部配線パターンと、

前記接地層および前記下部配線パターンを覆うように前記第1の絶縁層上に形成される第2の絶縁層と、

前記接地層に重なるように前記第2の絶縁層上に形成される上部配線パターンとを備え

、
前記支持基板、前記第1の絶縁層および前記第2の絶縁層の積層方向において、前記接地層と前記上部配線パターンとの間隔は、前記下部配線パターンと前記上部配線パターンとの間隔よりも大きい、配線回路基板。

【請求項 2】

前記第1の絶縁層は、第1の厚みを有する第1の部分と前記第1の厚みよりも大きい第2の厚みを有する第2の部分とを含み、

前記接地層は、前記第1の絶縁層の前記第1の部分上に形成され、

前記下部配線パターンは、前記第1の絶縁層の前記第2の部分上に形成される、請求項1記載の配線回路基板。

10

20

【請求項 3】

前記支持基板には、第1の開口部が形成され、

前記接地層には、前記支持基板の前記第1の開口部に重なる第2の開口部が形成され、

前記上部配線パターンの少なくとも一部は、前記接地層の前記第2の開口部に重なる、請求項1または2記載の配線回路基板。

【請求項 4】

前記接地層の前記第2の開口部の寸法は、前記上部配線パターンと前記支持基板との間に前記接地層の一部が存在するように設定される、請求項3記載の配線回路基板。

【請求項 5】

導電性材料により形成される支持基板と、

10

前記支持基板上に形成される第1の絶縁層と、

前記支持基板に電気的に接続されるように前記第1の絶縁層上に形成され、前記支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層と、

前記接地層を覆うように前記第1の絶縁層上に形成される第2の絶縁層と、

前記接地層に重なるように前記第2の絶縁層上に形成される上部配線パターンとを備え、

前記支持基板には、第1の開口部が形成され、

前記接地層には、前記支持基板の前記第1の開口部に重なる第2の開口部が形成され、前記上部配線パターンの少なくとも一部は、前記接地層の前記第2の開口部に重なり、

前記接地層の前記第2の開口部の寸法は、前記上部配線パターンと前記支持基板との間に前記接地層の一部が存在するように設定される、配線回路基板。

20

【請求項 6】

前記上部配線パターンは第1の方向に延び、

前記第2の開口部は、前記第1の方向に並ぶように前記接地層に間欠的に複数形成される、請求項3～5のいずれか一項に記載の配線回路基板。

【請求項 7】

前記第1および第2の絶縁層を貫通する第1および第2のビアをさらに備え、

前記支持基板は、前記接地層に電気的に接続された支持部と、前記支持部から電気的に絶縁された配線部とを含み、

前記上部配線パターンは、信号線路対を構成する第1および第2の信号線路を含み、

30

前記第1の信号線路は、第1および第2の分岐線路を含み、

前記第2の信号線路は、互いに電気的に接続された第3および第4の分岐線路を含み、

前記第1の信号線路の前記第1および第2の分岐線路と前記第2の信号線路の前記第3および第4の分岐線路とは、交互に並ぶように配置され、

前記第1のビアは、前記第1の信号線路の前記第1の分岐線路と前記支持基板の前記配線部とを電気的に接続し、

前記第2のビアは、前記第1の信号線路の前記第2の分岐線路と前記支持基板の前記配線部とを電気的に接続する、請求項1～6のいずれか一項に記載の配線回路基板。

【請求項 8】

前記第1の絶縁層上に形成される中継パターンと、

40

前記第2の絶縁層を貫通する第1および第2のビアをさらに備え、

前記上部配線パターンは、信号線路対を構成する第1および第2の信号線路を含み、

前記第1の信号線路は、第1および第2の分岐線路を含み、

前記第2の信号線路は、互いに電気的に接続された第3および第4の分岐線路を含み、

前記第1の信号線路の前記第1および第2の分岐線路と前記第2の信号線路の前記第3および第4の分岐線路とは、交互に並ぶように配置され、

前記第1のビアは、前記第1の信号線路の前記第1の分岐線路と前記中継パターンとを電気的に接続し、

前記第2のビアは、前記第1の信号線路の前記第2の分岐線路と前記中継パターンとを電気的に接続する、請求項1～6のいずれか一項に記載の配線回路基板。

50

【請求項 9】

前記第1の絶縁層を貫通して前記接地層と前記支持基板とを電気的に接続する第3のビアをさらに備える、請求項1～8のいずれか一項に記載の配線回路基板。

【請求項 10】

前記支持基板はステンレスを含み、前記接地層は銅を含む、請求項1～9のいずれか一項に記載の配線回路基板。

【請求項 11】

前記上部配線パターンを覆うように前記第2の絶縁層上に形成される第3の絶縁層をさらに備える、請求項1～10のいずれか一項に記載の配線回路基板。

【請求項 12】

導電性材料により形成される支持基板上に積層された第1の絶縁層を準備するステップと、

前記支持基板に電気的に接続されるように前記第1の絶縁層上に前記支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層を形成し、前記第1の絶縁層上に下部配線パターンを形成するステップと、

前記接地層および前記下部配線パターンを覆うように前記第1の絶縁層上に第2の絶縁層を形成するステップと、

前記接地層に重なるように前記第2の絶縁層上に上部配線パターンを形成するステップとを含み、

前記接地層および前記下部配線パターンを形成するステップは、前記支持基板、前記第1の絶縁層および前記第2の絶縁層の積層方向において、前記接地層と前記上部配線パターンとの間隔が前記下部配線パターンと前記上部配線パターンとの間隔よりも大きくなるように前記接地層および前記下部配線パターンを形成することを含む、配線回路基板の製造方法。

【請求項 13】

導電性材料により形成される支持基板上に積層された第1の絶縁層を準備するステップと、

前記支持基板に電気的に接続されるように前記第1の絶縁層上に前記支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層を形成するステップと、

前記接地層を覆うように前記第1の絶縁層上に第2の絶縁層を形成するステップと、

前記接地層に重なるように前記第2の絶縁層上に上部配線パターンを形成するステップと、

前記支持基板に第1の開口部を形成するステップと、

前記接地層に前記支持基板の前記第1の開口部に重なる第2の開口部を形成するステップとを含み、

前記上部配線パターンを形成するステップは、前記上部配線パターンの少なくとも一部が前記接地層の前記第2の開口部に重なるように前記上部配線パターンを形成することを含み、

前記第2の開口部を形成するステップは、前記上部配線パターンと前記支持基板との間に前記接地層の一部が存在するように前記第2の開口部の寸法を設定することを含む、配線回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、配線回路基板およびその製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来から、種々の電気機器または電子機器に配線回路基板が用いられている。特許文献1には、配線回路基板として、ハードディスクドライブ装置のアクチュエータに用いられ

10

20

30

40

50

るサスペンション基板が記載されている。

【0003】

特許文献1の配線回路基板においては、サスペンション本体部上に第1の絶縁層が形成される。第1の絶縁層上に第1および第2の配線パターンが間隔をもつて平行に形成される。第1および第2の配線パターンの両側における第1の絶縁層上の領域には、第2の絶縁層が形成される。第2の配線パターン側における第2の絶縁層上の領域に第3の配線パターンが形成され、第1の配線パターン側における第2の絶縁層上の領域に第4の配線パターンが形成される。

【0004】

第1の配線パターンと第3の配線パターンとが所定箇所で互いに接続されることにより、第1の書込用配線パターンが構成される。第2の配線パターンと第4の配線パターンとが所定箇所で互いに接続されることにより、第2の書込用配線パターンが構成される。第1の書込用配線パターンと第2の書込用配線パターンとは、一対の信号線路対を構成する。

【0005】

特許文献1の配線回路基板においては、第1および第2の配線パターンは、第3および第4の配線パターンよりも低い位置に形成される。したがって、第1～第4の配線パターンが同一平面上に形成されている場合に比べて、第1～第4の配線パターン間の距離が長くなる。そのため、第1～第4の配線パターン間の近接効果が低下する。それにより、第1～第4の配線パターンを伝送する電気信号の損失が低減される。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-3893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、電気機器または電子機器に用いられる電気信号の高周波化が進んでいる。そのため、配線回路基板には、高い周波数帯域において電気信号の伝送損失がさらに低減されることが求められる。

30

【0008】

本発明の目的は、高い周波数帯域において電気信号の損失が低減された配線回路基板およびその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

(1) 第1の発明に係る配線回路基板は、導電性材料により形成される支持基板と、支持基板上に形成される第1の絶縁層と、支持基板に電気的に接続されるように第1の絶縁層上に形成され、支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層と、第1の絶縁層上に形成される下部配線パターンと、接地層および下部配線パターンを覆うように第1の絶縁層上に形成される第2の絶縁層と、接地層に重なるように第2の絶縁層上に形成される上部配線パターンとを備え、支持基板、第1の絶縁層および第2の絶縁層の積層方向において、接地層と上部配線パターンとの間隔は、下部配線パターンと上部配線パターンとの間隔よりも大きい。

40

【0010】

この配線回路基板においては、支持基板上に第1の絶縁層が形成される。第1の絶縁層上に接地層および下部配線パターンが形成される。また、接地層および下部配線パターンを覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層が形成される。さらに、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンが形成される。この場合、下部配線パターンおよび上部配線パターンの各々に電気信号を伝送させることができる。

【0011】

50

高い周波数帯域を有する電気信号が上部配線パターンを伝送する場合、上部配線パターンから電磁波が発生する。その電磁波が支持基板または接地層に入射すると、支持基板または接地層に渦電流が発生し、上部配線パターンと支持基板または接地層とが電磁的に結合する。上部配線パターンを伝送する電気信号には、支持基板または接地層に発生する渦電流の大きさに応じた損失が生じる。電気信号の損失は、渦電流が大きいほど大きく、渦電流が小さいほど小さい。

【 0 0 1 2 】

ある導体に電磁波が与えられることによりその導体に発生する渦電流は、その導体の電気伝導率が低いほど大きく、その導体の電気伝導率が高いほど小さい。接地層は、支持基板に比べて高い電気伝導率を有する。したがって、電磁波により接地層に発生する渦電流は、電磁波により支持基板に発生する渦電流よりも小さい。10

【 0 0 1 3 】

上記の構成によれば、上部配線パターンの少なくとも一部と支持基板との間に接地層が位置するので、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層に入射し、支持基板に到達しない。また、接地層に発生する渦電流は、接地層と上部配線パターンとの間隔が大きいほど小さくなる。

【 0 0 1 4 】

また、積層方向における接地層と上部配線パターンとの間の間隔が、積層方向における下部配線パターンと上部配線パターンとの間の間隔よりも大きい。したがって、積層方向における接地層と上部配線パターンとの間の間隔が積層方向における下部配線パターンと上部配線パターンとの間の間隔以下である場合に比べて、接地層に発生する渦電流が小さくなる。これらの結果、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失が低減される。20

【 0 0 1 5 】

(2) 第 1 の絶縁層は、第 1 の厚みを有する第 1 の部分と第 1 の厚みよりも大きい第 2 の厚みを有する第 2 の部分とを含み、接地層は、第 1 の絶縁層の第 1 の部分上に形成され、下部配線パターンは、第 1 の絶縁層の第 2 の部分上に形成されてもよい。この場合、積層方向における接地層と上部配線パターンとの間の間隔を、積層方向における下部配線パターンと上部配線パターンとの間の間隔よりも容易に大きくすることができる。

【 0 0 1 6 】

(3) 支持基板には、第 1 の開口部が形成され、接地層には、支持基板の第 1 の開口部に重なる第 2 の開口部が形成され、上部配線パターンの少なくとも一部は、接地層の第 2 の開口部に重なってもよい。30

【 0 0 1 7 】

上部配線パターンの特性インピーダンスの値は、上部配線パターンと支持基板および接地層とが重なる部分の面積に応じて定まる。上記の構成によれば、支持基板および接地層に第 1 および第 2 の開口部がそれぞれ形成される。したがって、第 1 および第 2 の開口部の大きさおよび数を調整することにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を容易に調整することができる。

【 0 0 1 8 】

(4) 接地層の第 2 の開口部の寸法は、上部配線パターンと支持基板との間に接地層の一部が存在するように設定されてもよい。この場合、支持基板および接地層に第 1 および第 2 の開口部をそれぞれ設けつつ、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波が支持基板に到達することを抑制することができる。これにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を所望の値に調整しつつ、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失を低減することができる。40

【 0 0 1 9 】

(5) 第 2 の発明に係る配線回路基板は、導電性材料により形成される支持基板と、支持基板上に形成される第 1 の絶縁層と、支持基板に電気的に接続されるように第 1 の絶縁層上に形成され、支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層と、接地層を覆うように

第1の絶縁層上に形成される第2の絶縁層と、接地層に重なるように第2の絶縁層上に形成される上部配線パターンとを備え、支持基板には、第1の開口部が形成され、接地層には、支持基板の第1の開口部に重なる第2の開口部が形成され、上部配線パターンの少なくとも一部は、接地層の第2の開口部に重なり、接地層の第2の開口部の寸法は、上部配線パターンと支持基板との間に接地層の一部が存在するように設定される。

【0020】

この配線回路基板においては、支持基板上に第1の絶縁層が形成される。第1の絶縁層上に接地層が形成される。また、接地層を覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層が形成される。さらに、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンが形成される。この場合、上部配線パターンに電気信号を伝送させることができる。

10

【0021】

高い周波数帯域を有する電気信号が上部配線パターンを伝送する場合、上部配線パターンから電磁波が発生する。その電磁波が支持基板または接地層に入射すると、支持基板または接地層に渦電流が発生し、上部配線パターンと支持基板または接地層とが電磁的に結合する。上部配線パターンを伝送する電気信号には、支持基板または接地層に発生する渦電流の大きさに応じた損失が生じる。電気信号の損失は、渦電流が大きいほど大きく、渦電流が小さいほど小さい。

【0022】

ある導体に電磁波が与えられることによりその導体に発生する渦電流は、その導体の電気伝導率が低いほど大きく、その導体の電気伝導率が高いほど小さい。接地層は、支持基板に比べて高い電気伝導率を有する。したがって、電磁波により接地層に発生する渦電流は、電磁波により支持基板に発生する渦電流よりも小さい。

20

【0023】

上記の構成によれば、上部配線パターンの少なくとも一部と支持基板との間に接地層が位置するので、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層に入射し、支持基板に到達しない。これにより、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失が低減される。

【0024】

また、上部配線パターンの特性インピーダンスの値は、上部配線パターンと支持基板および接地層とが重なる部分の面積に応じて定まる。上記の構成によれば、支持基板および接地層に第1および第2の開口部がそれぞれ形成される。したがって、第1および第2の開口部の大きさおよび数を調整することにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を容易に調整することができる。

30

【0025】

さらに、接地層の第2の開口部の寸法は、上部配線パターンと支持基板との間に接地層の一部が存在するように設定される。そのため、支持基板および接地層に第1および第2の開口部をそれぞれ設けつつ、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波が支持基板に到達することを抑制することができる。これにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を所望の値に調整しつつ、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失を低減することができる。

40

【0026】

(6) 上部配線パターンは第1の方向に延び、第2の開口部は、第1の方向に並ぶよう接地層に間欠的に複数形成されてもよい。この場合、複数の第2の開口部とともに複数の第1の開口部が第1の方向に間欠的に並ぶ。それにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの均一性を向上させることができる。

【0027】

(7) 配線回路基板は、第1および第2の絶縁層を貫通する第1および第2のビアをさらに備え、支持基板は、接地層に電気的に接続された支持部と、支持部から電気的に絶縁された配線部とを含み、上部配線パターンは、信号線路対を構成する第1および第2の信号線路を含み、第1の信号線路は、第1および第2の分岐線路を含み、第2の信号線路は

50

、互いに電気的に接続された第3および第4の分岐線路を含み、第1の信号線路の第1および第2の分岐線路と第2の信号線路の第3および第4の分岐線路とは、交互に並ぶように配置され、第1のビアは、第1の信号線路の第1の分岐線路と支持基板の配線部とを電気的に接続し、第2のビアは、第1の信号線路の第2の分岐線路と支持基板の配線部とを電気的に接続してもよい。

【0028】

この場合、第1の信号線路の第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分とが、第1のビア、配線部および第2のビアを通して電気的に接続される。それにより、第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分とが互いに離間するように第1の分岐線路を第2の絶縁層上に形成するとともに、第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分との間を通るように第3または第4の分岐線路を第2の絶縁層上に形成することができる。したがって、第2の絶縁層上で、第1および第2の分岐線路と第3および第4の分岐線路とを交互に並ぶように配置することができる。

【0029】

第1および第2の分岐線路と第3および第4の分岐線路とが交互に並ぶことにより、第1の分岐線路の一側面および他側面ならびに第2の分岐線路の一側面および他側面のうち3つの側面と、第3の分岐線路の一側面および他側面ならびに第4の分岐線路の一側面および他側面のうち3つの側面とが、互いに対向する。それにより、第1の信号線路と第2の信号線路との対向面積が大きくなり、上部配線パターンのキャパシタンスが大きくなる。その結果、第1および第2の信号線路の特性インピーダンスが低減される。

【0030】

(8) 配線回路基板は、第1の絶縁層上に形成される中継パターンと、第2の絶縁層を貫通する第1および第2のビアをさらに備え、上部配線パターンは、信号線路対を構成する第1および第2の信号線路を含み、第1の信号線路は、第1および第2の分岐線路を含み、第2の信号線路は、互いに電気的に接続された第3および第4の分岐線路を含み、第1の信号線路の第1および第2の分岐線路と第2の信号線路の第3および第4の分岐線路とは、交互に並ぶように配置され、第1のビアは、第1の信号線路の第1の分岐線路と中継パターンとを電気的に接続し、第2のビアは、第1の信号線路の第2の分岐線路と中継パターンとを電気的に接続してもよい。

【0031】

上記の構成によれば、第1の信号線路の第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分とが、第1のビア、中継パターンおよび第2のビアを通して電気的に接続される。それにより、第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分とが互いに離間するように第1の分岐線路を第2の絶縁層上に形成するとともに、第1の分岐線路の一部と第1の分岐線路の残りの部分との間を通るように第3または第4の分岐線路を第2の絶縁層上に形成することができる。したがって、第2の絶縁層上で、第1および第2の分岐線路と第3および第4の分岐線路とを交互に並ぶように配置することができる。

【0032】

第1および第2の分岐線路と第3および第4の分岐線路とが交互に並ぶことにより、第1の分岐線路の一側面および他側面ならびに第2の分岐線路の一側面および他側面のうち3つの側面と、第3の分岐線路の一側面および他側面ならびに第4の分岐線路の一側面および他側面のうち3つの側面とが、互いに対向する。それにより、第1の信号線路と第2の信号線路との対向面積が大きくなり、上部配線パターンのキャパシタンスが大きくなる。その結果、第1および第2の信号線路の特性インピーダンスが低減される。

【0033】

(9) 配線回路基板は、第1の絶縁層を貫通して接地層と支持基板とを電気的に接続する第3のビアをさらに備えてよい。この場合、第3のビアを介して接地層を支持基板に電気的に容易に接続することができる。

【0034】

(10) 支持基板はステンレスを含み、接地層は銅を含んでもよい。この場合、ステン

10

20

30

40

50

レス鋼により、上部配線パターンを支持するために必要とされる支持基板の十分な剛性を確保することができる。また、ステンレス鋼の表面には不動態皮膜が形成される。それにより、腐食による支持基板の劣化が抑制される。銅はステンレス鋼に比べて高い電気伝導率を有する。それにより、電磁波により接地層に発生する渦電流を小さくすることができる。

【0035】

(11) 配線回路基板は、上部配線パターンを覆うように第2の絶縁層上に形成される第3の絶縁層をさらに備えててもよい。この場合、上部配線パターンが第3の絶縁層により保護される。

【0036】

(12) 第3の発明に係る配線回路基板の製造方法は、導電性材料により形成される支持基板上に積層された第1の絶縁層を準備するステップと、支持基板に電気的に接続されるように第1の絶縁層上に支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層を形成し、第1の絶縁層上に下部配線パターンを形成するステップと、接地層および下部配線パターンを覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層を形成するステップと、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンを形成するステップとを含み、接地層および下部配線パターンを形成するステップは、支持基板、第1の絶縁層および第2の絶縁層の積層方向において、接地層と上部配線パターンとの間隔が下部配線パターンと上部配線パターンとの間隔よりも大きくなるように接地層および下部配線パターンを形成することを含む。

【0037】

この配線回路基板の製造方法においては、支持基板上に第1の絶縁層が形成される。第1の絶縁層上に接地層および下部配線パターンが形成される。また、接地層および下部配線パターンを覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層が形成される。さらに、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンが形成される。この場合、下部配線パターンおよび上部配線パターンの各々に電気信号を伝送させることができる。

【0038】

高い周波数帯域を有する電気信号が上部配線パターンを伝送する場合、上部配線パターンから電磁波が発生する。その電磁波が支持基板または接地層に入射すると、支持基板または接地層に渦電流が発生し、上部配線パターンと支持基板または接地層とが電磁的に結合する。上部配線パターンを伝送する電気信号には、支持基板または接地層に発生する渦電流の大きさに応じた損失が生じる。電気信号の損失は、渦電流が大きいほど大きく、渦電流が小さいほど小さい。

【0039】

ある導体に電磁波が与えられることによりその導体に発生する渦電流は、その導体の電気伝導率が低いほど大きく、その導体の電気伝導率が高いほど小さい。接地層は、支持基板に比べて高い電気伝導率を有する。したがって、電磁波により接地層に発生する渦電流は、電磁波により支持基板に発生する渦電流よりも小さい。

【0040】

上記の製造方法によれば、上部配線パターンの少なくとも一部と支持基板との間に接地層が位置するので、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層に入射し、支持基板に到達しない。また、接地層に発生する渦電流は、接地層と上部配線パターンとの間隔が大きいほど小さくなる。

【0041】

また、積層方向における接地層と上部配線パターンとの間の間隔が、積層方向における下部配線パターンと上部配線パターンとの間の間隔よりも大きい。したがって、積層方向における接地層と上部配線パターンとの間の間隔が積層方向における下部配線パターンと上部配線パターンとの間の間隔以下である場合に比べて、接地層に発生する渦電流が小さくなる。これらの結果、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失が低減される。

【0042】

10

20

30

40

50

(13) 第4の発明に係る配線回路基板の製造方法は、導電性材料により形成される支持基板上に積層された第1の絶縁層を準備するステップと、支持基板に電気的に接続されるように第1の絶縁層上に支持基板よりも高い電気伝導率を有する接地層を形成するステップと、接地層を覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層を形成するステップと、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンを形成するステップと、支持基板に第1の開口部を形成するステップと、接地層に支持基板の第1の開口部に重なる第2の開口部を形成するステップとを含み、上部配線パターンを形成するステップは、上部配線パターンの少なくとも一部が接地層の第2の開口部に重なるように上部配線パターンを形成することを含み、第2の開口部を形成するステップは、上部配線パターンと支持基板との間に接地層の一部が存在するように第2の開口部の寸法を設定することを含む。 10

【0043】

この配線回路基板の製造方法においては、支持基板上に第1の絶縁層が形成される。第1の絶縁層上に接地層が形成される。また、接地層を覆うように第1の絶縁層上に第2の絶縁層が形成される。さらに、接地層に重なるように第2の絶縁層上に上部配線パターンが形成される。この場合、上部配線パターンに電気信号を伝送させることができる。

【0044】

高い周波数帯域を有する電気信号が上部配線パターンを伝送する場合、上部配線パターンから電磁波が発生する。その電磁波が支持基板または接地層に入射すると、支持基板または接地層に渦電流が発生し、上部配線パターンと支持基板または接地層とが電磁的に結合する。上部配線パターンを伝送する電気信号には、支持基板または接地層に発生する渦電流の大きさに応じた損失が生じる。電気信号の損失は、渦電流が大きいほど大きく、渦電流が小さいほど小さい。 20

【0045】

ある導体に電磁波が与えられることによりその導体に発生する渦電流は、その導体の電気伝導率が低いほど大きく、その導体の電気伝導率が高いほど小さい。接地層は、支持基板に比べて高い電気伝導率を有する。したがって、電磁波により接地層に発生する渦電流は、電磁波により支持基板に発生する渦電流よりも小さい。

【0046】

上記の製造方法によれば、上部配線パターンの少なくとも一部と支持基板との間に接地層が位置するので、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層に入射し、支持基板に到達しない。これにより、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失が低減される。 30

【0047】

また、上部配線パターンの特性インピーダンスの値は、上部配線パターンと支持基板および接地層とが重なる部分の面積に応じて定まる。上記の構成によれば、支持基板および接地層に第1および第2の開口部がそれぞれ形成される。したがって、第1および第2の開口部の大きさおよび数を調整することにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を容易に調整することができる。

【0048】

さらに、接地層の第2の開口部の寸法は、上部配線パターンと支持基板との間に接地層の一部が存在するように設定される。そのため、支持基板および接地層に第1および第2の開口部をそれぞれ設けつつ、上部配線パターンから支持基板に向かって放射される電磁波が支持基板に到達することを抑制することができる。これにより、上部配線パターンの特性インピーダンスの値を所望の値に調整しつつ、高い周波数帯域において上部配線パターンを伝送する電気信号の損失を低減することができる。 40

【発明の効果】

【0049】

本発明によれば、高い周波数帯域において電気信号の損失が低減される。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るサスペンション基板の平面図である。

【図2】図1の書込用配線パターンおよび電源用配線パターンの構成を示す模式図である。

【図3】図1のサスペンション基板のうち一点鎖線で取り囲まれる部分Qの拡大平面図である。

【図4】図3のA-A線断面図である。

【図5】図3のB-B線断面図である。

【図6】図3のC-C線断面図である。

【図7】図2の交差領域の拡大平面図である。

【図8】図7のD-D線断面図である。

10

【図9】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図10】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図11】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図12】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図13】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図14】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図15】図1のサスペンション基板の製造方法を示す模式的工程断面図である。

【図16】第2の実施の形態に係るサスペンション基板の一部拡大平面図である。

【図17】第2の実施の形態に係るサスペンション基板の一部拡大平面図である。

【図18】第2の実施の形態に係るサスペンション基板の一部拡大平面図である。

20

【図19】他の実施の形態に係るサスペンション基板のうち図7のD-D線に対応する部分の断面図である。

【図20】実施例1に係るサスペンション基板の平面図および断面図である。

【図21】実施例2に係るサスペンション基板の平面図である。

【図22】図21のJ2-J2線断面図およびJ3-J3線断面図である。

【図23】比較例1に係るサスペンション基板の平面図および断面図である。

【図24】比較例2に係るサスペンション基板の平面図および断面図である。

【図25】実施例1, 2および比較例1, 2に係るサスペンション基板についてのシミュレーション結果を示す図である。

【図26】実施例3に係るサスペンション基板の断面図である。

30

【図27】比較例3に係るサスペンション基板の断面図である。

【図28】比較例4に係るサスペンション基板の断面図である。

【図29】実施例3および比較例3, 4に係るサスペンション基板についてのシミュレーション結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0051】

以下、本発明の一実施の形態に係る配線回路基板およびその製造方法について図面を参照しながら説明する。本発明の一実施の形態に係る配線回路基板として、ハードディスクドライブ装置のアクチュエータに用いられる回路付サスペンション基板（以下、サスペンション基板と略記する。）について説明する。

40

【0052】

[1] 第1の実施の形態

(1) サスペンション基板の構造

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るサスペンション基板の平面図である。図1において、矢印が向かう方向を前方と呼び、その逆方向を後方と呼ぶ。図1に示すように、サスペンション基板1は、サスペンション本体部として例えばステンレス鋼からなる支持基板10を備える。図1においては、支持基板10は、略前後方向に延びている。

【0053】

サスペンション基板1は、長尺状の支持プレート90により支持される。図1に点線で示すように、サスペンション基板1には、書込用配線パターンW1, W2、読取用配線パ

50

ターン R 1 , R 2 および電源用配線パターン P 1 , P 2 が形成されている。書込用配線パターン W 1 , W 2 および読み取り用配線パターン R 1 , R 2 は、高い周波数帯域を有する電気信号を伝送させるための高周波線路である。電源用配線パターン P 1 , P 2 は、書込用配線パターン W 1 , W 2 および読み取り用配線パターン R 1 , R 2 を伝送する電気信号よりも低い周波数帯域を有する電気信号を伝送させるための低周波線路である。

【 0 0 5 4 】

支持基板 1 0 の先端部には、U 字状の開口部 1 1 を形成することにより磁気ヘッド搭載部（以下、タンク部と呼ぶ）1 2 が設けられている。タンク部 1 2 は、支持基板 1 0 に対して所定の角度をなすように一点鎖線 R の箇所で折り曲げ加工される。

【 0 0 5 5 】

支持基板 1 0 の一端部におけるタンク部 1 2 の上面には 4 個の接続端子 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 が形成されている。また、支持基板 1 0 が伸びる方向（前後方向）における支持基板 1 0 の中央部近傍の両側部には、2 個の接続端子 2 5 , 2 6 がそれぞれ形成されている。タンク部 1 2 の上面に磁気ヘッドを有するヘッドライダ（図示せず）が実装される。タンク部 1 2 の接続端子 2 1 ~ 2 4 にヘッドライダの磁気ヘッドの端子が接続される。接続端子 2 5 , 2 6 は、後述する 2 つの圧電素子 9 5 , 9 6 にそれぞれ接続される。

【 0 0 5 6 】

支持基板 1 0 の他端部の上面には 6 個の接続端子 3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 , 3 5 , 3 6 が形成されている。接続端子 3 1 ~ 3 4 には、プリアンプ等の電子回路が接続される。接続端子 3 5 , 3 6 には圧電素子 9 5 , 9 6 用の電源回路が接続される。接続端子 2 1 ~ 2 6 と接続端子 3 1 ~ 3 6 とは、それぞれ書込用配線パターン W 1 , W 2 、読み取り用配線パターン R 1 , R 2 および電源用配線パターン P 1 , P 2 により電気的に接続されている。また、支持基板 1 0 の中央部には複数の孔部 H が形成されている。

【 0 0 5 7 】

支持プレート 9 0 は、前端領域 9 1 、後端領域 9 2 および中央領域 9 3 を有する。後端領域 9 2 は矩形状を有する。前端領域 9 1 は台形状を有し、その幅は後方から前方に向かって漸次減少する。中央領域 9 3 は前後方向に伸びる矩形状を有し、前端領域 9 1 と後端領域 9 2 との間に配置される。サスペンション基板 1 が支持プレート 9 0 の上面に支持された状態において、接続端子 3 1 ~ 3 6 を含むサスペンション基板 1 の端部は、後端領域 9 2 から後方に突出する。

【 0 0 5 8 】

中央領域 9 3 の一部分には、圧電素子実装領域 9 4 が設けられる。圧電素子実装領域 9 4 は、サスペンション基板 1 の接続端子 2 5 , 2 6 と重なる。圧電素子実装領域 9 4 の両側部は、外方に湾曲するように突出する。また、圧電素子実装領域 9 4 には、幅方向（前後方向に直交する方向）に伸びる貫通孔 9 4 h が形成される。この構成によれば、支持プレート 9 0 の圧電素子実装領域 9 4 の部分は、前後方向に伸縮性を有する。

【 0 0 5 9 】

貫通孔 9 4 h をまたぐように圧電素子実装領域 9 4 の下面に圧電素子 9 5 , 9 6 が実装される。圧電素子 9 5 , 9 6 は、サスペンション基板 1 の両側方にそれぞれ位置する。圧電素子 9 5 , 9 6 は、貫通孔 9 4 h を通してサスペンション基板 1 の接続端子 2 5 , 2 6 にそれぞれ接続される。

【 0 0 6 0 】

接続端子 2 5 , 3 5 および電源用配線パターン P 1 を介して圧電素子 9 5 に電圧が印加され、接続端子 2 6 , 3 6 および電源用配線パターン P 2 を介して圧電素子 9 6 に電圧が印加される。これにより、圧電素子 9 5 , 9 6 の伸縮に伴って、支持プレート 9 0 が前後方向に伸縮する。圧電素子 9 5 , 9 6 に印加される電圧を制御することにより、サスペンション基板 1 上のヘッドライダの磁気ヘッドの微小な位置合わせが可能になる。

【 0 0 6 1 】

支持プレート 9 0 に支持されたサスペンション基板 1 はハードディスク装置に設けられる。磁気ディスクへの情報の書き込み時に一対の書込用配線パターン W 1 , W 2 に電流が流

10

20

30

40

50

れる。書込用配線パターンW1と書込用配線パターンW2とは、差動の書き込み信号を伝送させる差動信号線路対を構成する。また、磁気ディスクからの情報の読み取り時に一対の読み取り用配線パターンR1, R2に電流が流れる。読み取り用配線パターンR1と読み取り用配線パターンR2とは、差動の読み取り信号を伝送させる差動信号線路対を構成する。

【0062】

(2) 書込用配線パターンおよび電源用配線パターン

書込用配線パターンW1, W2および電源用配線パターンP1の構成について説明する。図2は、図1の書込用配線パターンW1, W2および電源用配線パターンP1の構成を示す模式図である。

【0063】

10

図2に示すように、書込用配線パターンW1は、線路LA1～LA5により構成される。接続端子21に線路LA1の一端部が接続され、接続端子31に線路LA2の一端部が接続される。線路LA3, LA4の一端部は、線路LA1の他端部に一体化する。線路LA3の他端部と線路LA5の一端部とが交差領域CN1において電気的に接続される。交差領域CN1の詳細については後述する。線路LA4, LA5の他端部は、線路LA2の他端部に一体化する。

【0064】

書込用配線パターンW2は、線路LB1～LB5により構成される。接続端子22に線路LB1の一端部が接続され、接続端子32に線路LB2の一端部が接続される。線路LB3, LB4の一端部は、線路LB1の他端部に一体化する。線路LB3の他端部と線路LB5の一端部とが交差領域CN2において電気的に接続される。交差領域CN2の詳細については後述する。線路LB4, LB5の他端部は、線路LB2の他端部に一体化する。

20

【0065】

書込用配線パターンW1の線路LA4, LA5と書込用配線パターンW2の線路LB3, LB4とは、互いに交互にかつ平行に配置される。書込用配線パターンW1の線路LA5は、交差領域CN2において書込用配線パターンW2の線路LB3, LB5の端部間を通って延び、書込用配線パターンW2の線路LB3は、交差領域CN1において書込用配線パターンW1の線路LA3, LA5の端部間を通って延びる。

【0066】

30

電源用配線パターンP1は、書込用配線パターンW1, W2から離間した位置で、2つの接続端子25, 35をつなぐように設けられる。

【0067】

図3は、図1のサスペンション基板1のうち一点鎖線で取り囲まれる部分Qの拡大平面図である。図4は、図3のA-A線断面図である。図5は、図3のB-B線断面図である。図6は、図3のC-C線断面図である。図3に示すように、図1の部分Qでは、書込用配線パターンW1, W2の線路LA4, LA5, LB3, LB4および電源用配線パターンP1が前後方向に直交する方向に並ぶように形成されている。

【0068】

40

図4に示すように、支持基板10上に、例えばポリイミドからなる第1の絶縁層41が形成されている。第1の絶縁層41は、薄肉部41Aおよび厚肉部41Bを有する。厚肉部41Bの厚みは、薄肉部41Aの厚みよりも大きい。

【0069】

第1の絶縁層41の薄肉部41A上に、支持基板10よりも高い電気伝導率を有する接地層50が形成されている。接地層50の材料としては、例えば銅が用いられる。支持基板10がステンレス鋼からなる場合には、金または銀を接地層50の材料として用いてよい。あるいは、金、銀および銅のいずれかを含みかつステンレス鋼よりも高い電気伝導率を有する合金を接地層50の材料として用いてよい。

【0070】

なお、接地層50は、多層構造を有してもよい。例えば、接地層50は、支持基板10

50

がステンレス鋼からなる場合に、銅層上にニッケル層または銀層が積層された2層構造を有してもよいし、銅層上にニッケル層および金層が積層された3層構造を有してもよい。接地層50が銅層を含む多層構造を有する場合には、銅層の表面を被覆するように、銅層の上面上および側面上にニッケル層、銀層または金層等の他の金属層が形成されてもよい。

【0071】

接地層50の下方における第1の絶縁層41の薄肉部41Aの部分に貫通孔H13が形成される。接地層50は、貫通孔H13内において支持基板10に接触する。貫通孔H13内の接地層50の部分によりビアV3が形成される。これにより、接地層50がビアV3を介して支持基板10に電気的に接続される。

10

【0072】

第1の絶縁層41の厚肉部41B上に、本発明の下部配線パターンとして電源用配線パターンP1が形成されている。電源用配線パターンP1の材料としては、例えば銅が用いられる。なお、電源用配線パターンP1の表面は、ニッケル層または銀層等で被覆されてもよい。

【0073】

接地層50および電源用配線パターンP1を覆うように、第1の絶縁層41上に、例えばポリイミドからなる第2の絶縁層42が形成されている。本例では、第2の絶縁層42はさらに接地層50に接触するように形成されている。

【0074】

第2の絶縁層42上に、本発明の上部配線パターンとして書込用配線パターンW1, W2の線路LA4, LA5, LB3, LB4が形成されている。書込用配線パターンW1, W2の線路LA4, LA5, LB3, LB4の少なくとも一部は、接地層50に重なる。書込用配線パターンW1, W2の材料としては、例えば銅が用いられる。書込用配線パターンW1, W2を覆うように、第2の絶縁層42上に、例えばポリイミドからなる第3の絶縁層60が形成されている。なお、書込用配線パターンW1, W2の表面は、ニッケル層または銀層等で被覆されてもよい。

20

【0075】

上記の構成により、支持基板10、第1の絶縁層41および第2の絶縁層42の積層方向(以下、基板積層方向と呼ぶ。)において、接地層50と書込用配線パターンW1との間隔d1は、電源用配線パターンP1と書込用配線パターンW1との間隔d2よりも大きくなるように設定される。

30

【0076】

図3では、図4の第1の絶縁層41、第2の絶縁層42および第3の絶縁層60の図示を省略している。また、図3では、書込用配線パターンW1, W2を太い実線およびハッチングで示し、電源用配線パターンP1を太い一点鎖線およびハッチングで示し、接地層50を実線およびドットパターンで示す。さらに、支持基板10を二点鎖線で示す。

【0077】

高い周波数帯域を有する電気信号が書込用配線パターンW1, W2を伝送する場合、書込用配線パターンW1, W2から電磁波が発生する。発生する電磁波が支持基板10または接地層50に入射すると、支持基板10に渦電流が発生し、書込用配線パターンW1, W2と支持基板10または接地層50とが電磁的に結合する。書込用配線パターンW1, W2を伝送する電気信号には、支持基板10または接地層50に発生する渦電流の大きさに応じた損失が生じる。電気信号の損失は、発生する渦電流が大きいほど大きく、発生する渦電流が小さいほど小さい。

40

【0078】

ある導体に電磁波が与えられることによりその導体に発生する渦電流は、その導体の電気伝導率が低いほど大きく、その導体の電気伝導率が高いほど小さい。接地層50は、支持基板10に比べて高い電気伝導率を有する。そのため、電磁波により接地層50に発生する渦電流は、電磁波により支持基板10に発生する渦電流よりも小さい。

50

【0079】

上記の構成によれば、書込用配線パターンW1，W2の少なくとも一部と支持基板10との間に接地層50が位置するので、書込用配線パターンW1，W2から支持基板10に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層50に入射し、支持基板10に到達しない。また、接地層50に発生する渦電流は、接地層50と書込用配線パターンW1，W2との間隔が大きいほど小さい。上記の構成によれば、基板積層方向における接地層50と書込用配線パターンW1，W2との間隔d1(図4)が、電源用配線パターンP1と書込用配線パターンW1との間隔d2(図4)よりも大きい。したがって、接地層50が第1の絶縁層41の厚肉部41B上に形成される場合に比べて接地層50に発生する渦電流が小さくされる。これらの結果、高い周波数帯域において書込用配線パターンW1，W2を伝送する電気信号の損失が低減される。

【0080】

書込用配線パターンW1，W2の特性インピーダンスの値は、書込用配線パターンW1，W2と支持基板10および接地層50とが重なる部分の面積に応じて定まる。例えば、書込用配線パターンW1の特性インピーダンスの値は、書込用配線パターンW1の一部と支持基板10および接地層50とが重なる場合に比べて、書込用配線パターンW1全体と支持基板10および接地層50とが重なる場合の方が小さくなる。また、その特性インピーダンスの値は、書込用配線パターンW1と支持基板10および接地層50とが重ならない場合に比べて、書込用配線パターンW1の一部と支持基板10および接地層50とが重なる場合の方が小さくなる。

【0081】

そこで、本実施の形態では、各書込用配線パターンW1，W2の特性インピーダンスの値が所望の値に近づくように、書込用配線パターンW1，W2と支持基板10および接地層50とが重なる部分の面積が調整される。具体的には、図3、図5および図6に示すように、予め設定されるインピーダンスに応じて、書込用配線パターンW1，W2に重なる複数の第1の開口部19が支持基板10に形成される。また、複数の第1の開口部19にそれぞれ重なる複数の第2の開口部59が接地層50に形成される。

【0082】

複数の第1の開口部19および複数の第2の開口部59は、基本的に書込用配線パターンW1，W2が延びる方向に並ぶように間欠的に形成される。それにより、書込用配線パターンW1，W2の特性インピーダンスの均一性を向上させることができる。

【0083】

なお、設定されるインピーダンスによっては、複数の第1の開口部19および複数の第2の開口部59は、支持基板10および接地層50にそれぞれ形成されなくてもよい。または、設定されるインピーダンスによっては、支持基板10および接地層50には、1つの第1の開口部19および1つの第2の開口部59のみが形成されてもよい。

【0084】

図3に示すように、互いに重なり合う第1の開口部19および第2の開口部59は、サスペンション基板1を基板積層方向に沿って見た場合に第1の開口部19の内縁が第2の開口部59の内縁を取り囲むように形成される。この場合、図5に示すように、書込用配線パターンW1，W2に直交する方向においては、接地層50の各第2の開口部59の寸法d4が対応する支持基板10の第1の開口部19の寸法d3に比べて小さい。また、図6に示すように、書込用配線パターンW1，W2に平行な方向においては、接地層50の各第2の開口部59の寸法d6が対応する支持基板10の第1の開口部19の寸法d5に比べて小さい。

【0085】

このような構成により、支持基板10および接地層50に第1の開口部19および第2の開口部59をそれぞれ設けつつ、書込用配線パターンW1，W2から支持基板10に向かって放射される電磁波が支持基板10に到達することを抑制することができる。したがって、各書込用配線パターンW1，W2の特性インピーダンスの値を所望の値に調整しつ

つ、高い周波数帯域において書込用配線パターンW1，W2を伝送する電気信号の損失を低減することができる。

【0086】

(3) 交差領域

図7は、図2の交差領域CN1の拡大平面図である。図8は、図7のD-D線断面図である。図7では、図4の第1の絶縁層41、第2の絶縁層42および第3の絶縁層60の図示を省略している。また、図7では、書込用配線パターンW1(図2)の線路LA3，LA5および書込用配線パターンW2(図2)の線路LB3を太い実線およびハッチングで示す。また、接地層50を実線およびドットパターンで示す。さらに、支持基板10を二点鎖線で示す。図2の交差領域CN2は、交差領域CN1と同様の構成を有する。

10

【0087】

図7および図8に示すように、支持基板10のうち交差領域CN1が形成される部分には、環状開口部18が形成される。これにより、支持基板10の一部に、他の部分から電気的に分離された島状の部分が形成される。以下の説明では、支持基板10のうち島状の部分を配線部10Xと呼び、支持基板10のうち配線部10Xを除く部分を支持部10Yと呼ぶ。配線部10Xおよび支持部10Yは、環状開口部18により電気的に分離されている。

【0088】

配線部10Xの上方を通って延びるように書込用配線パターンW2の線路LB3が配置され、線路LB3の両側に書込用配線パターンW1の線路LA3の他端部および線路LA5の一端部が配置される。

20

【0089】

線路LA3の他端部および線路LA5の一端部には、円形の接続部G1，G2がそれぞれ設けられる。また、接続部G1の下方における第1の絶縁層41および第2の絶縁層42の部分に貫通孔H11が形成され、接続部G2の下方における第1の絶縁層41および第2の絶縁層42の部分に貫通孔H12が形成される。

【0090】

接続部G1は、貫通孔H11内において配線部10Xに接触する。接続部G2は、貫通孔H12内において配線部10Xに接触する。貫通孔H11内の接続部G1の部分によりビアV1が形成され、貫通孔H12内の接続部G2の部分によりビアV2が形成される。これにより、線路LA3，LA5が、ビアV1，V2および配線部10Xを介して電気的に接続される。

30

【0091】

接続部G1，G2の形状は、円形に限らず、橢円形、三角形、四角形または扇形等の他の形状であってもよい。また、貫通孔H11，H12の横断面形状は、橢円形、三角形、四角形または扇形等の他の形状であってもよい。

【0092】

このように、本実施の形態においては、線路LA3と線路LA5とが交差領域CN1のビアV1，V2および配線部10Xを介して電気的に接続される。また、線路LB3(図2)と線路LB5(図2)とが交差領域CN2(図2)のビアV1，V2および配線部10Xを介して電気的に接続される。

40

【0093】

これにより、書込用配線パターンW1と書込用配線パターンW2とを互いに干渉させることなく、図2の書込用配線パターンW1の線路LA4，LA5と図2の書込用配線パターンW2の線路LB3，LB4とを交互に並ぶように配置することができる。

【0094】

上記の構成によれば、線路LA4の一側面および他側面ならびに線路LA5の一側面および他側面のうち3つの側面と、線路LB3の一側面および他側面ならびに線路LB4の一側面および他側面のうち3つの側面とが、互いに対向する。それにより、書込用配線パターンW1，W2の間の対向面積が大きくなり、書込用配線パターンW1，W2のキャパ

50

シタンスが大きくなる。その結果、書込用配線パターンW1, W2の特性インピーダンスが低減される。

【0095】

なお、図1の読み取り用配線パターンR1, R2は、例えばそれぞれ1つの線路により図4の第2の絶縁層42上に形成される。あるいは、読み取り用配線パターンR1, R2は、上記の書込用配線パターンW1, W2の構成と同様に、電気信号が分岐して伝送するように構成された複数の線路により形成されてもよい。

【0096】

(4) サスペンション基板の製造方法

サスペンション基板1の製造方法について説明する。図9～図15は、図1のサスペンション基板1の製造方法を示す模式的工程断面図である。図9～図15の各図においては、(a)が図3のA-A線断面図に対応し、(b)が図3のB-B線断面図に対応し、(c)が図7のD-D線断面図に対応する。ここでは、図1のタング部12、複数の接続端子21～26, 31～36、複数の孔部H、読み取り用配線パターンR1, R2および電源用配線パターンP2の形成工程についての説明は省略する。

10

【0097】

初めに、図9(a)～(c)に示すように、例えばステンレス鋼からなる長尺状の支持基板10上に、例えば感光性ポリイミド樹脂前駆体41pを塗布する。支持基板10の厚みは、例えば8μm以上100μm以下である。

【0098】

20

次に、図10(a)～(c)に示すように、露光機において所定の階調を有するマスクを介して支持基板10上の感光性ポリイミド樹脂前駆体41pに紫外線を照射する。これにより、ポリイミドからなる第1の絶縁層41が形成される。厚肉部41Bの厚みは、例えば1μm以上25μm以下である。薄肉部41Aの厚みは、厚肉部41Bの厚みよりもわずかに小さい。

【0099】

また、図10(a)に示すように、接地層50が形成されることになる第1の絶縁層41の薄肉部41Aの部分に貫通孔H13が形成される。それにより、支持基板10の部分が貫通孔H13を通して第1の絶縁層41よりも上方の空間に露出する。さらに、図10(c)に示すように、図2の交差領域CN1を構成することになる第1の絶縁層41の厚肉部41Bの部分に間隔を隔てて並ぶ2つの貫通孔H1, H2が形成される。それにより、支持基板10の上面の2つの部分が2つの貫通孔H1, H2を通して第1の絶縁層41よりも上方の空間に露出する。

30

【0100】

次に、図11(a)～(c)に示すように、第1の絶縁層41の薄肉部41A上に銅からなる接地層50を形成する。また、接地層50の形成と同時に、第1の絶縁層41の厚肉部41B上に銅からなる電源用配線パターンP1を形成する。このとき、図11(b)に示すように、接地層50には、図3の複数の第2の開口部59が形成される。接地層50および電源用配線パターンP1の厚みは、例えば1μm以上20μm以下である。さらに、図11(a)に示すように、接地層50の形成時には、貫通孔H13の内部に銅が充填される。それにより、ビアV3が形成される。

40

【0101】

次に、図12(a)～(c)に示すように、接地層50および電源用配線パターンP1を覆うように、第1の絶縁層41上にポリイミドからなる第2の絶縁層42を形成する。このとき、第2の絶縁層42は、接地層50に接触するように形成される。第2の絶縁層42の厚みは、例えば1μm以上25μm以下である。

【0102】

また、図12(c)に示すように、第1の絶縁層41の2つの貫通孔H1, H2にそれぞれ重なるように第2の絶縁層42の部分に貫通孔H3, H4が形成される。貫通孔H1と貫通孔H3とが連なることにより貫通孔H11となり、貫通孔H2と貫通孔H4とが連

50

なることにより貫通孔 H 1 2 となる。

【 0 1 0 3 】

次に、図 1 3 (a) ~ (c) に示すように、少なくとも一部が接地層 5 0 に重なるよう 10
に第 2 の絶縁層 4 2 上に銅からなる書込用配線パターン W 1 , W 2 を形成する。本例では、
図 1 3 (a) に示すように、書込用配線パターン W 1 , W 2 の線路 L A 4 , L A 5 , L
B 3 , L B 4 の一部が接地層 5 0 上に位置する。また、図 1 3 (b) に示すように、線路
L A 4 , L A 5 , L B 3 , L B 4 の他の部分が接地層 5 0 に形成される複数の第 2 の開口
部 5 9 上に位置する。さらに、図 1 3 (c) に示すように、書込用配線パターン W 1 の線路
L A 3 の他端部に接続部 G 1 が位置し、書込用配線パターン W 1 の線路 L A 5 の一端部
に接続部 G 2 が位置する。線路 L A 3 , L A 5 の形成時には、2 つの貫通孔 H 1 1 , H 1
2 の内部に銅が充填される。それにより、ビア V 1 , V 2 が形成される。

【 0 1 0 4 】

書込用配線パターン W 1 , W 2 の厚みは、例えば 1 μm 以上 2 0 μm 以下である。書込
用配線パターン W 1 , W 2 を構成する各線路 L A 1 ~ L A 5 , L B 1 ~ L B 5 の幅は、例
えば 6 μm 以上 1 0 0 μm 以下である。また、線路 L A 4 , L B 3 , L A 5 , L B 4 のうち隣り合
う各 2 つの線路の間隔は、例えば 6 μm 以上 1 0 0 μm 以下である。各ビア V 1
, V 2 の外径は、例えば 1 5 μm 以上 1 5 0 μm 以下である。

【 0 1 0 5 】

次に、図 1 4 (a) ~ (c) に示すように、書込用配線パターン W 1 , W 2 を覆うよう 20
に、第 2 の絶縁層 4 2 上にポリイミドからなる第 3 の絶縁層 6 0 を形成する。第 3 の絶縁
層 6 0 は、書込用配線パターン W 1 , W 2 を保護するために用いられる。第 3 の絶縁層 6
0 の厚みは、例えば 2 μm 以上 2 5 μm 以下である。

【 0 1 0 6 】

最後に、図 1 5 (a) ~ (c) に示すように、支持基板 1 0 の外縁を設計寸法に応じて
加工するとともに、支持基板 1 0 に複数の第 1 の開口部 1 9 および環状開口部 1 8 を形成
する。複数の第 1 の開口部 1 9 は、複数の第 2 の開口部 5 9 をそれぞれ取り囲む。環状開
口部 1 8 は、ビア V 1 , V 2 に接する支持基板 1 0 の部分を取り囲む。それにより、サス
ペンション基板 1 が完成する。

【 0 1 0 7 】

(5) 効果

30

本実施の形態に係るサスペンション基板 1 においては、支持基板 1 0 上に第 1 の絶縁層
4 1 が形成される。第 1 の絶縁層 4 1 の薄肉部 4 1 A 上に接地層 5 0 が形成され、第 1 の
絶縁層 4 1 の厚肉部 4 1 B 上に電源用配線パターン P 1 が形成される。また、接地層 5 0
および電源用配線パターン P 1 を覆うように第 1 の絶縁層 4 1 上に第 2 の絶縁層 4 2 が形
成される。さらに、少なくとも一部が接地層 5 0 に重なるように第 2 の絶縁層 4 2 上に書
込用配線パターン W 1 , W 2 が形成される。この場合、電源用配線パターン P 1 および書
込用配線パターン W 1 , W 2 の各自に電気信号を伝送させることができる。

【 0 1 0 8 】

上記の構成によれば、書込用配線パターン W 1 , W 2 の少なくとも一部と支持基板 1 0
との間に接地層 5 0 が位置するので、書込用配線パターン W 1 , W 2 から支持基板 1 0 に 40
向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層 5 0 に入射し、支持基板 1 0 に到
達しない。また、上記の構成によれば、基板積層方向における接地層 5 0 と書込用配線パ
ターン W 1 , W 2 との間隔 d 1 が、電源用配線パターン P 1 と書込用配線パターン W 1 と
の間隔 d 2 よりも大きく設定される。この場合、接地層 5 0 が第 1 の絶縁層 4 1 の厚肉部
4 1 B 上に形成される場合に比べて接地層 5 0 に発生する渦電流が小さくされる。これら
の結果、高い周波数帯域において書込用配線パターン W 1 , W 2 を伝送する電気信号の損
失が低減される。

【 0 1 0 9 】

上記の例では、ステンレス鋼からなる支持基板 1 0 が用いられる。この場合、支持基板
1 0 において、ステンレス鋼により書込用配線パターン W 1 , W 2 、読み取用配線パターン

50

R 1 , R 2 および電源用配線パターン P 1 , P 2 を支持するために必要とされる十分な剛性を確保することができる。また、ステンレス鋼の表面には不動態膜が形成される。それにより、腐食による支持基板 1 0 の劣化が抑止される。

【 0 1 1 0 】

[2] 第 2 の実施の形態

第 2 の実施の形態に係るサスペンション基板について、第 1 の実施の形態に係るサスペシヨン基板 1 とは異なる点を説明する。図 1 6 、図 1 7 および図 1 8 は、第 2 の実施の形態に係るサスペンション基板の一部拡大平面図である。図 1 6 、図 1 7 および図 1 8 は、それぞれ図 3 の A - A 線断面図、B - B 線断面図およびC - C 線断面図に相当する。

【 0 1 1 1 】

図 1 6 および図 1 7 に示すように、本実施の形態に係るサスペンション基板 1 においては、電源用配線パターン P 1 , P 2 が第 1 の絶縁層 4 1 上に形成されない。また、図 1 6 ~ 図 1 8 に示すように、第 1 の絶縁層 4 1 は、薄肉部 4 1 A と厚肉部 4 1 B とを有さずに、均一な厚みに形成される。

【 0 1 1 2 】

第 1 の実施の形態と同様に、各書込用配線パターン W 1 , W 2 の特性インピーダンスの値が所望の値に近づくように、書込用配線パターン W 1 , W 2 と支持基板 1 0 および接地層 5 0 とが重なる部分の面積が調整される。具体的には、書込用配線パターン W 1 , W 2 に重なる複数の第 1 の開口部 1 9 が支持基板 1 0 に形成される。また、複数の第 1 の開口部 1 9 にそれぞれ重なる複数の第 2 の開口部 5 9 が接地層 5 0 に形成される。サスペンション基板 1 を基板積層方向に沿って見た場合に、第 1 の開口部 1 9 の内縁が第 2 の開口部 5 9 の内縁を取り囲む。

【 0 1 1 3 】

この場合、図 1 7 に示すように、書込用配線パターン W 1 , W 2 に直交する方向においては、接地層 5 0 の各第 2 の開口部 5 9 の寸法 d 4 が対応する支持基板 1 0 の第 1 の開口部 1 9 の寸法 d 3 に比べて小さい。また、図 1 8 に示すように、書込用配線パターン W 1 , W 2 に平行な方向においては、接地層 5 0 の各第 2 の開口部 5 9 の寸法 d 6 が対応する支持基板 1 0 の第 1 の開口部 1 9 の寸法 d 5 に比べて小さい。

【 0 1 1 4 】

上記の構成によれば、書込用配線パターン W 1 , W 2 の少なくとも一部と支持基板 1 0 との間に接地層 5 0 が位置するので、書込用配線パターン W 1 , W 2 から支持基板 1 0 に向かって放射される電磁波の少なくとも一部は、接地層 5 0 に入射し、支持基板 1 0 に到達しない。また、第 1 の開口部 1 9 および第 2 の開口部 5 9 の大きさおよび数を調整することにより、書込用配線パターン W 1 , W 2 の特性インピーダンスの値を容易に調整することができる。

【 0 1 1 5 】

ここで、接地層 5 0 の第 2 の開口部 5 9 の寸法は、書込用配線パターン W 1 , W 2 と支持基板 1 0 との間に接地層 5 0 の一部が存在するように設定される。そのため、支持基板 1 0 および接地層 5 0 に第 1 の開口部 1 9 および第 2 の開口部 5 9 をそれぞれ設けつつ、書込用配線パターン W 1 , W 2 から支持基板 1 0 に向かって放射される電磁波が支持基板 1 0 に到達することを抑制することができる。これにより、書込用配線パターン W 1 , W 2 の特性インピーダンスの値を所望の値に調整しつつ、高い周波数帯域において書込用配線パターン W 1 , W 2 を伝送する電気信号の損失を低減することができる。

【 0 1 1 6 】

なお、本実施の形態に係るサスペンション基板 1 の製造方法は、以下の点を除き、第 1 の実施の形態に係るサスペンション基板 1 の製造方法と同様である。図 1 0 (a) ~ (c) の工程において、階調を有さないマスクを介して支持基板 1 0 上の感光性ポリイミド樹脂前駆体 4 1 p に紫外線が照射される。また、図 1 1 (a) ~ (c) の工程において、電源用配線パターン P 1 , P 2 が第 1 の絶縁層 4 1 上に形成されない。

【 0 1 1 7 】

10

20

30

40

50

[3] 他の実施の形態

(1) 上記実施の形態においては、支持基板 10 の配線部 10X を通して線路 LA3 と線路 LA5 とが電気的に接続されるが、本発明はこれに限定されない。図 19 は、他の実施の形態に係るサスペンション基板のうち図 7 の D - D 線に対応する部分の断面図である。

【 0 1 1 8 】

図 19 に示すように、本実施の形態に係るサスペンション基板 1 は、接続部 G1, G2 に重なるように第 1 の絶縁層 41 の厚肉部 41B 上に配置された中継パターン 51 をさらに備える。中継パターン 51 は、図 1 の書込用配線パターン W1, W2 等と同一の材料により書込用配線パターン W1, W2 と同時に形成することができる。

10

【 0 1 1 9 】

接続部 G1, G2 の下方における第 2 の絶縁層 42 の部分に貫通孔 H11, H12 がそれぞれ形成される。接続部 G1 は貫通孔 H11 内において中継パターン 51 に接触し、接続部 G2 は貫通孔 H12 内において中継パターン 51 に接触する。貫通孔 H11 内の接続部 G1 の部分によりビア V1 が形成され、貫通孔 H12 内の接続部 G2 の部分によりビア V2 が形成される。これにより、線路 LA3, LA5 が、ビア V1, V2、中継パターン 51 を介して電気的に接続される。

【 0 1 2 0 】

図 19 の構成においては、支持基板 10 の一部を配線部 10X として用いる必要がない。そのため、支持基板 10 に図 8 の環状開口部 18 が形成されない。

20

【 0 1 2 1 】

(2) 上記実施の形態においては、接地層 50 がビア V3 を介して支持基板 10 に電気的に接続されるが、本発明はこれに限定されない。接地層 50 がビア V3 を介さずに支持基板 10 に電気的に接続されてもよい。

【 0 1 2 2 】

(3) 第 1 の実施の形態においては、電源用配線パターン P1, P2 は低い周波数帯域を有する電気信号を伝送させるための低周波線路であるが、本発明はこれに限定されない。電源用配線パターン P1, P2 を伝送する電気信号の損失がある程度許容される場合には、電源用配線パターン P1, P2 に高い周波数帯域を有する電気信号を伝送させてもよい。すなわち、電源用配線パターン P1, P2 を高周波線路として用いてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

(4) 第 1 の実施の形態においては、支持基板 10 の第 1 の開口部 19 の内縁が接地層 50 の第 2 の開口部 59 の内縁を取り囲むが、本発明はこれに限定されない。支持基板 10 の第 1 の開口部 19 の内縁が接地層 50 の第 2 の開口部 59 の内縁と重なっていてもよい。あるいは、接地層 50 の第 2 の開口部 59 の内縁が支持基板 10 の第 1 の開口部 19 の内縁を取り囲んでもよい。

【 0 1 2 4 】

(5) 第 1 の実施の形態においては、第 1 の絶縁層 41 が薄肉部 41A と厚肉部 41B と有するが、本発明はこれに限定されない。第 1 の絶縁層 41 が薄肉部 41A と厚肉部 41B と有さずに、均一な厚みに形成されてもよい。この場合、接地層 50 の厚みは、電源用配線パターン P1 の厚みよりも小さく形成される。

40

【 0 1 2 5 】

[4] 請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応関係

以下、請求項の各構成要素と実施の形態の各部との対応の例について説明するが、本発明は下記の例に限定されない。

【 0 1 2 6 】

上記実施の形態においては、支持基板 10 が支持基板の例であり、第 1 の絶縁層 41 が第 1 の絶縁層の例であり、第 2 の絶縁層 42 が第 2 の絶縁層の例である。第 3 の絶縁層 60 が第 3 の絶縁層の例であり、接地層 50 が接地層の例であり、電源用配線パターン P1 が下部配線パターンの例であり、書込用配線パターン W1, W2 が上部配線パターンの例

50

である。

【0127】

サスペンション基板1が配線回路基板の例であり、薄肉部41Aが第1の部分の例であり、厚肉部41Bが第2の部分の例であり、第1の開口部19が第1の開口部の例である。第2の開口部59が第2の開口部の例であり、ビアV1が第1のビアの例であり、ビアV2が第2のビアの例であり、ビアV3が第3のビアの例であり、支持部10Yが支持部の例である。

【0128】

配線部10Xが配線部の例であり、書込用配線パターンW1が第1の信号線路の例であり、書込用配線パターンW2が第2の信号線路の例であり、線路LA4が第1の分岐線路の例である。線路LA5が第2の分岐線路の例であり、線路LB3が第3の分岐線路の例であり、線路LB4が第4の分岐線路の例であり、中継パターン51が中継パターンの例である。

10

【0129】

請求項の各構成要素として、請求項に記載されている構成または機能を有する他の種々の要素を用いることもできる。

【0130】

[5] 実施例

(1) 第1の実施の形態についての実施例および比較例

第1の実施の形態についての実施例1，2および比較例1，2として、以下のサスペンション基板を想定する。図20(a)は実施例1に係るサスペンション基板の平面図であり、図20(b)は図20(a)のJ1-J1線断面図である。

20

【0131】

図20(a)に示すように、実施例1に係るサスペンション基板では、一方向に延びる上部配線パターンL10および下部配線パターンL20が、一方向に直交する他方向に並ぶように形成されている。上部配線パターンL10は、2つの線路L11，L12を含む。線路L11，L12により差動信号線路対が構成される。

【0132】

図20(b)に示すように、ステンレス鋼からなる支持基板10上にポリイミドからなる第1の絶縁層41が形成される。第1の絶縁層41の薄肉部41A上に銅からなる接地層50が形成される。第1の絶縁層41の厚肉部41B上に銅からなる下部配線パターンL20が形成される。接地層50および下部配線パターンL20を覆うように、第1の絶縁層41上に、ポリイミドからなる第2の絶縁層42が形成される。第2の絶縁層42上に、銅からなる上部配線パターンL10が形成される。上部配線パターンL10を覆うように、第2の絶縁層42上に、ポリイミドからなる第3の絶縁層60が形成される。

30

【0133】

図20(a)では、図20(b)の第1の絶縁層41、第2の絶縁層42および第3の絶縁層60の図示を省略している。また、図20(a)では、上部配線パターンL10を太い実線およびハッチングで示し、下部配線パターンL20を太い一点鎖線およびハッチングで示し、接地層50を実線およびドットパターンで示す。さらに、支持基板10を二点鎖線で示す。

40

【0134】

実施例1に係るサスペンション基板においては、線路L11，L12および下部配線パターンL20の各々の長さは20mmである。線路L11，L12および下部配線パターンL20の各々の幅d11および厚みd12はそれぞれ80μmおよび8μmである。線路L11，L12の間隔d13は20μmである。接地層50の幅d14は300μmである。下部配線パターンL20および接地層50の各々の厚みd15は4μmである。

【0135】

第1の絶縁層41の薄肉部41Aの厚みd20および厚肉部41Bの厚みd21は、それぞれ2μmおよび8μmである。第2の絶縁層42の厚みd22および第3の絶縁層6

50

0の厚みd₂₃は、それぞれ8μmおよび12μmである。基板積層方向において、接地層50と線路L₁₁, L₁₂との間隔d₁は10μmであり、下部配線パターンL₂₀と線路L₁₁, L₁₂との間隔d₂は4μmである。なお、実施例1に係るサスペンション基板においては、後述する開口率は0%に設定される。

【0136】

図21は実施例2に係るサスペンション基板の平面図である。図22(a)は図21のJ₂-J₂線断面図であり、図22(b)は図21のJ₃-J₃線断面図である。図21では、図20(a)の例と同様に、サスペンション基板の複数の構成要素のうち一部の構成要素を互いに異なる態様で示すとともに、他の構成要素の図示を省略している。実施例2に係るサスペンション基板は、以下の点を除いて実施例1に係るサスペンション基板と同じ構成を有する。10

【0137】

図21および図22(a), (b)に示すように、実施例2に係るサスペンション基板においては、上部配線パターンL₁₀に重なる支持基板10の部分に、一方向に並ぶよう間に欠的に複数の第1の開口部19が形成される。また、接地層50に複数の第1の開口部19に重なる複数の第2の開口部59がそれぞれ形成される。

【0138】

ここで、複数の第1の開口部19と上部配線パターンL₁₀とが重なる部分の面積の合計を開口面積とした場合に、第2の絶縁層42上で上部配線パターンL₁₀が形成される部分の面積(第2の絶縁層42と上部配線パターンL₁₀との接触部の面積)に対する開口面積の割合を開口率と呼ぶ。実施例2に係るサスペンション基板においては、開口率は50%に設定される。20

【0139】

図23(a)は比較例1に係るサスペンション基板の平面図であり、図23(b)は図23(a)のJ₄-J₄線断面図である。図23(a)では、図20(a)の例と同様に、サスペンション基板の複数の構成要素のうち一部の構成要素を互いに異なる態様で示すとともに、他の構成要素の図示を省略している。比較例1に係るサスペンション基板は、以下の点を除いて実施例1に係るサスペンション基板と同じ構成を有する。

【0140】

図23(a), (b)に示すように、比較例1に係るサスペンション基板においては、第1の絶縁層41が、薄肉部41Aと厚肉部41Bとを有さずに、均一な厚みに形成される。第1の絶縁層41の厚みd₂₁は8μmである。また、接地層50の厚みd₁₅は、下部配線パターンL₂₀の厚みと等しく、4μmである。そのため、基板積層方向における接地層50と線路L₁₁, L₁₂との間隔d₁は、基板積層方向における下部配線パターンL₂₀と線路L₁₁, L₁₂との間隔d₂と等しく、4μmである。なお、比較例1に係るサスペンション基板においては、開口率は0%に設定される。30

【0141】

図24(a)は比較例2に係るサスペンション基板の平面図であり、図24(b)は図24(a)のJ₅-J₅線断面図であり、図24(c)は図24(a)のJ₆-J₆線断面図である。図24(a)では、図20(a)の例と同様に、サスペンション基板の複数の構成要素のうち一部の構成要素を互いに異なる態様で示すとともに、他の構成要素の図示を省略している。比較例2に係るサスペンション基板は、以下の点を除いて比較例1に係るサスペンション基板と同じ構成を有する。40

【0142】

図24(a)～(c)に示すように、比較例2に係るサスペンション基板においては、実施例2に係るサスペンション基板と同様に、上部配線パターンL₁₀に重なる支持基板10の部分に、一方向に並ぶよう間に欠的に複数の第1の開口部19が形成される。また、上部配線パターンL₁₀に重なる接地層50の部分に、複数の第1の開口部19にそれぞれ重なるように複数の第2の開口部59が形成される。比較例2に係るサスペンション基板においては、開口率は50%に設定される。50

【 0 1 4 3 】

実施例 1 , 2 および比較例 1 , 2 に係るサスペンション基板の各部の寸法が下記表 1 に示される。

【 0 1 4 4 】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
上部配線パターン および 下部配線パターン の各々の長さ	20mm	20mm	20mm	20mm
上部配線パターン および 下部配線パターン の各々の幅	80 μm	80 μm	80 μm	80 μm
上部配線パターン の厚み	8 μm	8 μm	8 μm	8 μm
上部配線パターン における 2 つの 線路の間隔	20 μm	20 μm	20 μm	20 μm
接地層の幅	300 μm	300 μm	300 μm	300 μm
接地層 および 下部配線パターン の各々の厚み	4 μm	4 μm	4 μm	4 μm
第 1 の絶縁層 (厚肉部) の厚み	8 μm	8 μm	8 μm	8 μm
第 1 の絶縁層 (薄肉部) の厚み	2 μm	2 μm		
第 2 の絶縁層 の厚み	8 μm	8 μm	8 μm	8 μm
第 3 の絶縁層 の厚み	12 μm	12 μm	12 μm	12 μm
開口率	0 %	50%	0 %	50%
接地層と 上部配線パターンと の間隔	10 μm	10 μm	4 μm	4 μm
下部配線パターンと 上部配線パターンと の間隔	4 μm	4 μm	4 μm	4 μm

実施例 1, 2 および比較例 1, 2 に係るサスペンション基板の上部配線パターン L 1 0 を電気信号が伝送するときの透過特性を表す S パラメータ S d d 2 1 をシミュレーションにより求めた。S パラメータ S d d 2 1 は、差動モード入力および差動モード出力での減

10

20

30

40

50

衰量を示す。

【0145】

図25は、実施例1，2および比較例1，2に係るサスペンション基板についてのシミュレーション結果を示す図である。図25においては、縦軸はSパラメータS d d 2 1 [dB]を表し、横軸は電気信号の周波数[GHz]を表す。また、図25においては、実施例1，2についてのシミュレーション結果をそれぞれ太い実線および太い点線で示す。比較例1，2についてのシミュレーション結果をそれぞれ一点鎖線および二点鎖線で示す。

【0146】

なお、図25においては、縦軸に示される負の利得は損失を示す。そのため、SパラメータS d d 2 1の値が低いほど減衰量が大きいことを示し、SパラメータS d d 2 1の値が0に近いほど減衰量が小さいことを示す。

【0147】

図25のシミュレーション結果によれば、0～20GHzの周波数帯域において、実施例1に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量は、比較例1，2に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量よりも小さい。これにより、基板積層方向において、接地層50と線路L11，L12との間隔d1を下部配線パターンL20と線路L11，L12との間隔d2よりも大きくすることにより、広い周波数帯域に渡って電気信号の減衰量を低減することが可能であることがわかった。

【0148】

また、図25のシミュレーション結果によれば、0～20GHzの周波数帯域において、実施例2に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量は、実施例1に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量よりもさらに小さい。それにより、開口率を大きく設定することにより、広い周波数帯域に渡って電気信号の減衰量をより低減することが可能であることがわかった。

【0149】

(2) 第2の実施の形態についての実施例および比較例

第2の実施の形態についての実施例3および比較例3，4として、以下のサスペンション基板を想定する。図26は、実施例3に係るサスペンション基板の断面図である。図26の断面図は、図17のB-B線断面図に対応する。後述する図27および図28においても同様である。

【0150】

図26に示すように、実施例3に係るサスペンション基板では、ステンレス鋼からなる支持基板10上にポリイミドからなる第1の絶縁層41が形成される。第1の絶縁層41は、均一な厚みを有する。第1の絶縁層41上に銅からなる接地層50が形成される。接地層50を覆うように第1の絶縁層41上にポリイミドからなる第2の絶縁層42が形成される。

【0151】

第2の絶縁層42上に、銅からなる上部配線パターンL10が形成される。上部配線パターンL10は、差動信号線路対を構成する2つの線路L11，L12を含む。上部配線パターンL10を覆うように、第2の絶縁層42上に、ポリイミドからなる第3の絶縁層60が形成される。上部配線パターンL10に重なる第1の開口部19が支持基板10に形成される。また、第1の開口部19に重なる第2の開口部59が接地層50に形成される。

【0152】

上部配線パターンL10に直交する方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d4は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d3に比べて小さい。同様に、上部配線パターンL10に平行な方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d6(図18)は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d5(図18)に比べて小さい。

【0153】

10

20

30

40

50

図27は、比較例3に係るサスペンション基板の断面図である。比較例3に係るサスペンション基板は、以下の点を除いて実施例3に係るサスペンション基板と同じ構成を有する。図27に示すように、比較例3に係るサスペンション基板では、上部配線パターンL10に直交する方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d4は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d3と等しい。同様に、上部配線パターンL10に平行な方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d6(図18)は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d5(図18)と等しい。

【0154】

図28は、比較例4に係るサスペンション基板の断面図である。比較例4に係るサスペンション基板は、以下の点を除いて実施例3に係るサスペンション基板と同じ構成を有する。図28に示すように、比較例4に係るサスペンション基板では、上部配線パターンL10に直交する方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d4は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d3に比べて大きい。同様に、上部配線パターンL10に平行な方向においては、接地層50の第2の開口部59の寸法d6(図18)は、支持基板10の第1の開口部19の寸法d5(図18)に比べて大きい。

10

【0155】

実施例3および比較例3,4に係るサスペンション基板の上部配線パターンL10を電気信号が伝送するときの透過特性を表すSパラメータS_{d d 2 1}をシミュレーションにより求めた。図29は、実施例3および比較例3,4に係るサスペンション基板についてのシミュレーション結果を示す図である。図29においては、縦軸はSパラメータS_{d d 2 1}[dB]を表し、横軸は電気信号の周波数[GHz]を表す。また、図29においては、実施例3、比較例3および比較例4についてのシミュレーション結果をそれぞれ実線、一点鎖線および二点鎖線で示す。

20

【0156】

図29のシミュレーション結果によれば、0~10GHzの周波数帯域において、実施例3に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量は、比較例3に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量よりも小さい。また、比較例3に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量は、比較例4に係るサスペンション基板を伝送する電気信号の減衰量よりも小さい。これにより、接地層50の第2の開口部59の寸法d4, d6を支持基板10の第1の開口部19の寸法d3, d5に比べてそれぞれ小さくすることにより、広い周波数帯域に渡って電気信号の減衰量を低減することが可能であることがわかった。

30

【産業上の利用可能性】

【0157】

本発明は種々の配線回路基板に有効に利用することができます。

【符号の説明】

【0158】

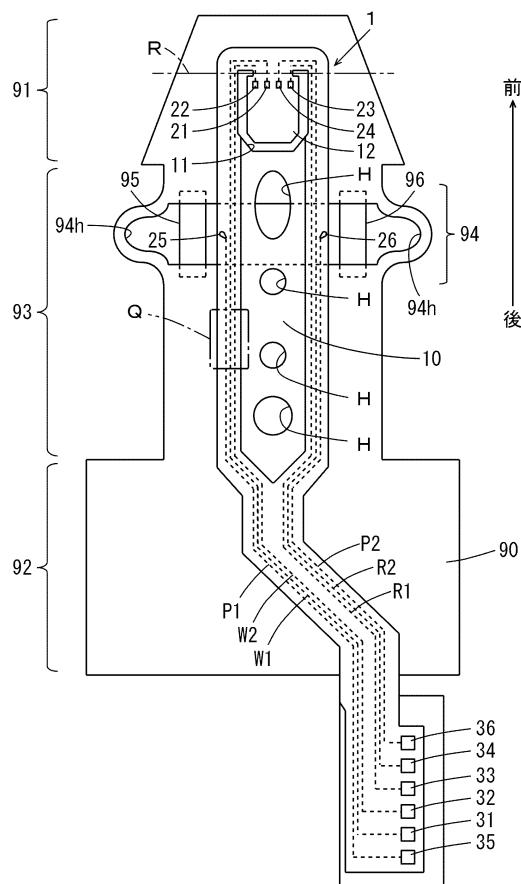
- 1 サスペンション基板
- 10 支持基板
- 10X 配線部
- 10Y 支持部
- 11 開口部
- 12 タング部
- 18 環状開口部
- 19, 59 開口部
- 21~26 接続端子
- 31~36 接続端子
- 41, 42, 60 絶縁層
- 41A 薄肉部
- 41B 厚肉部

40

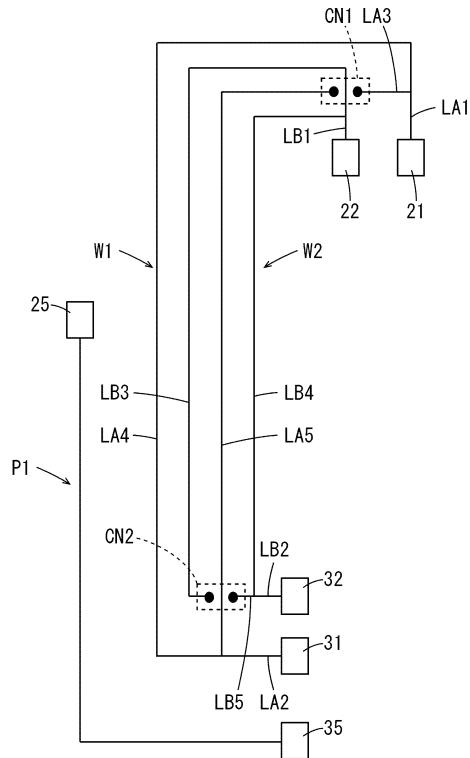
50

4 1 p 感光性ポリイミド樹脂前駆体
 5 0 接地層
 5 1 中継パターン
 9 0 支持プレート
 9 1 前端領域
 9 2 後端領域
 9 3 中央領域
 9 4 圧電素子実装領域
 9 4 h 貫通孔
 9 5 , 9 6 圧電素子
 C N 1 , C N 2 交差領域
 d 1 , d 2 , d 1 3 間隔
 d 3 ~ d 6 寸法
 d 1 1 , d 1 4 幅
 d 1 2 , d 1 5 , d 2 0 ~ d 2 3 厚み
 G 1 , G 2 接続部
 H 孔部
 H 1 ~ H 4 , H 1 1 ~ H 1 3 貫通孔
 L 1 0 上部配線パターン
 L 1 1 , L 1 2 , L A 1 ~ L A 5 , L B 1 ~ L B 5 線路
 L 2 0 下部配線パターン
 P 1 , P 2 電源用配線パターン
 R 1 , R 2 讀取用配線パターン
 V 1 ~ V 3 ビア
 W 1 , W 2 書込用配線パターン

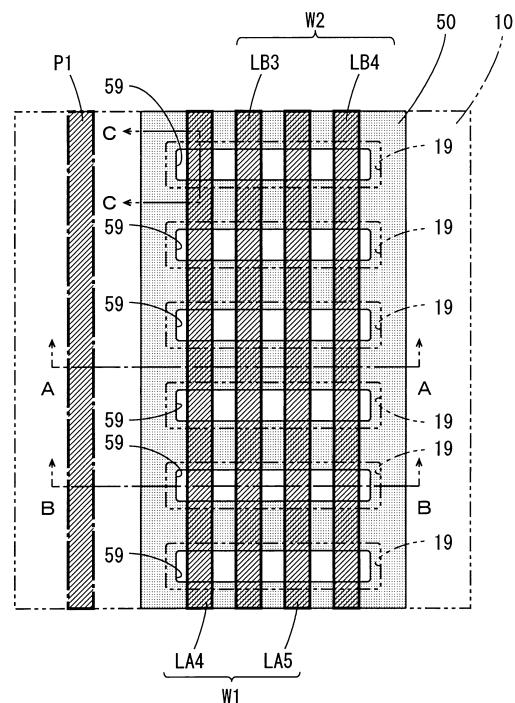
【図1】



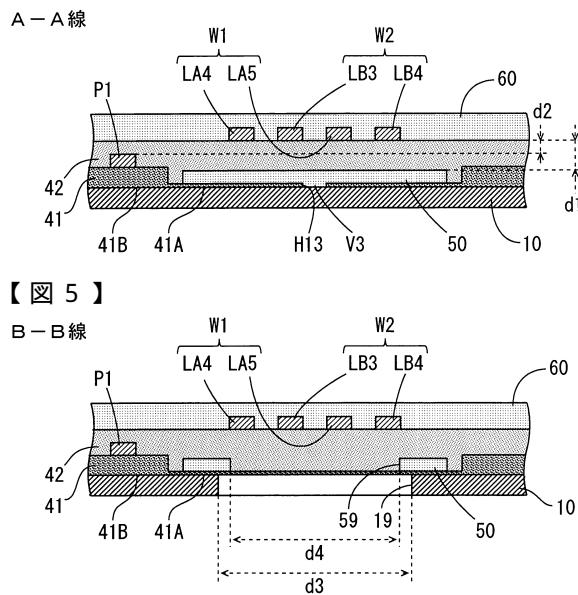
【図2】



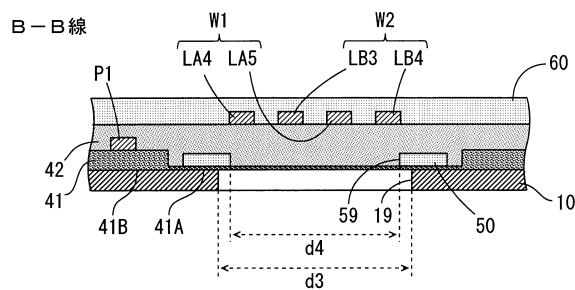
【図3】



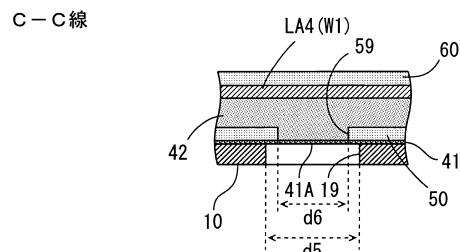
【図4】



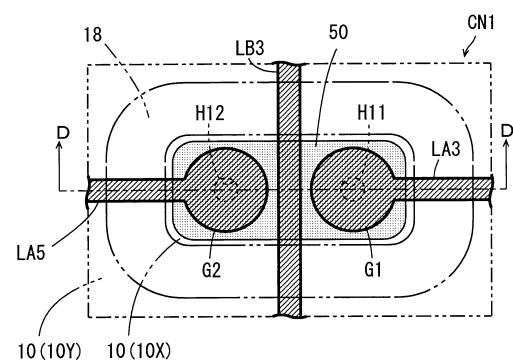
【図5】



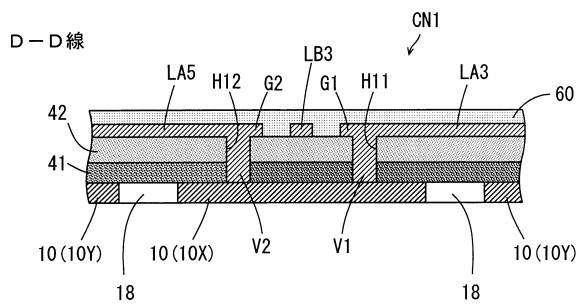
【図6】



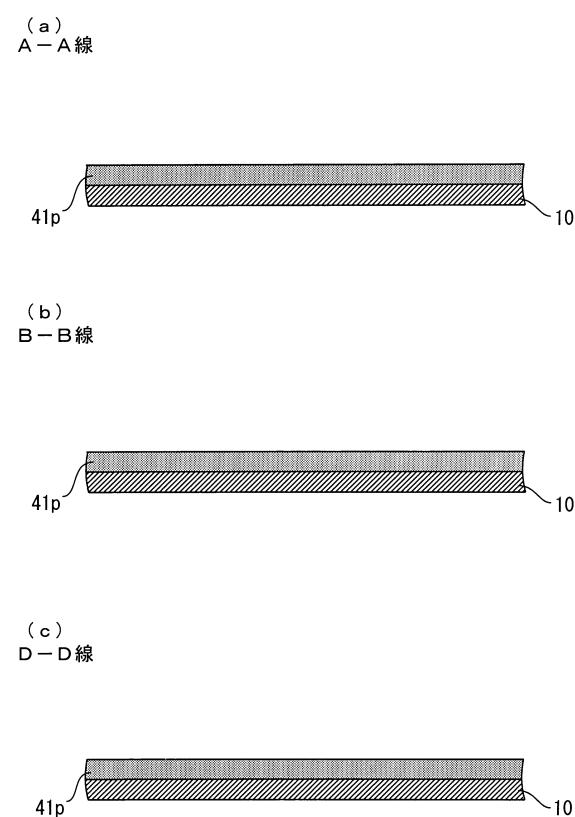
【図7】



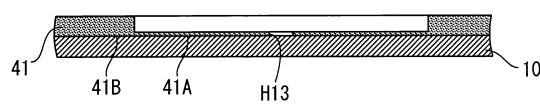
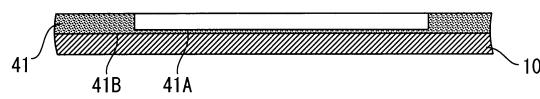
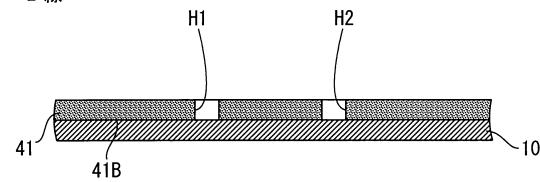
【図8】



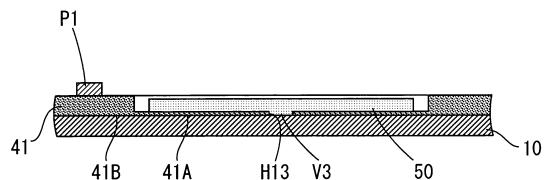
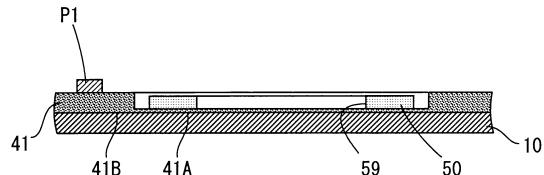
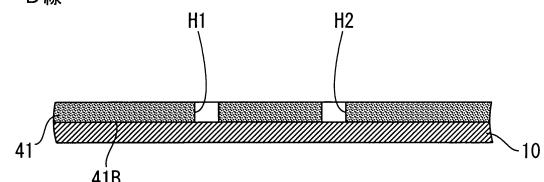
【図9】



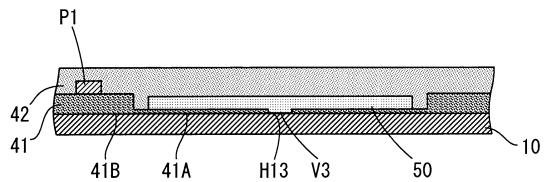
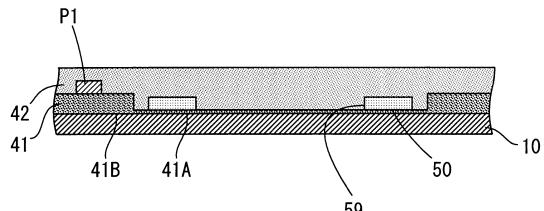
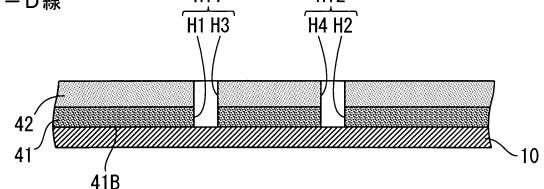
【図10】

(a)
A-A線(b)
B-B線(c)
D-D線

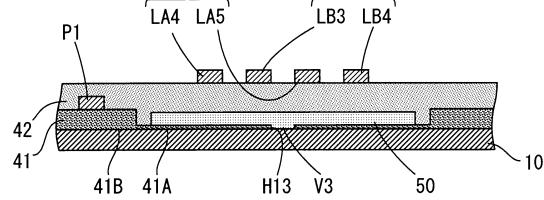
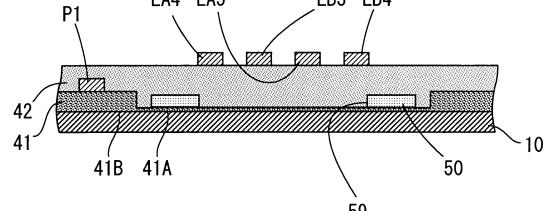
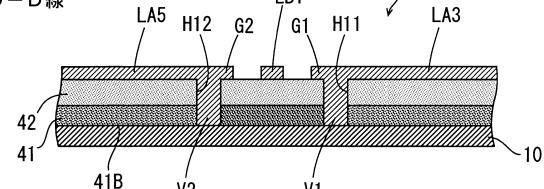
【図11】

(a)
A-A線(b)
B-B線(c)
D-D線

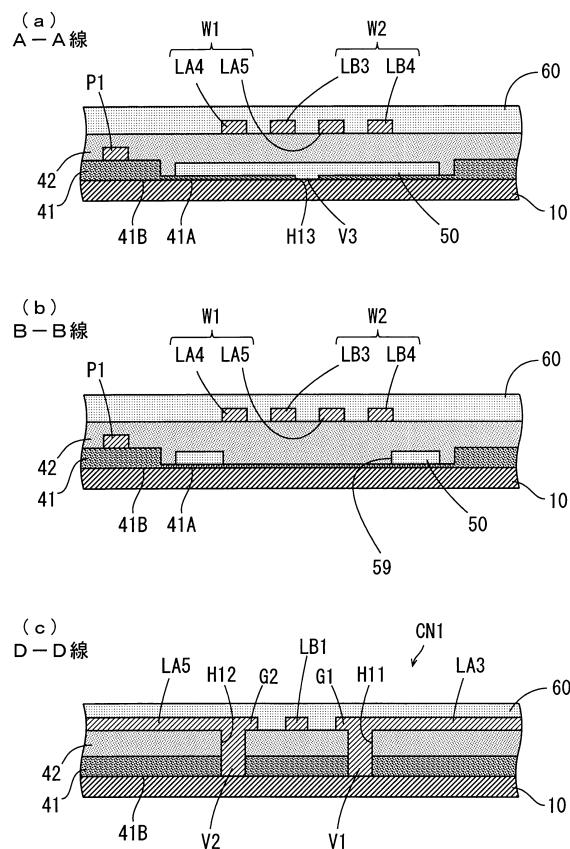
【図12】

(a)
A-A線(b)
B-B線(c)
D-D線

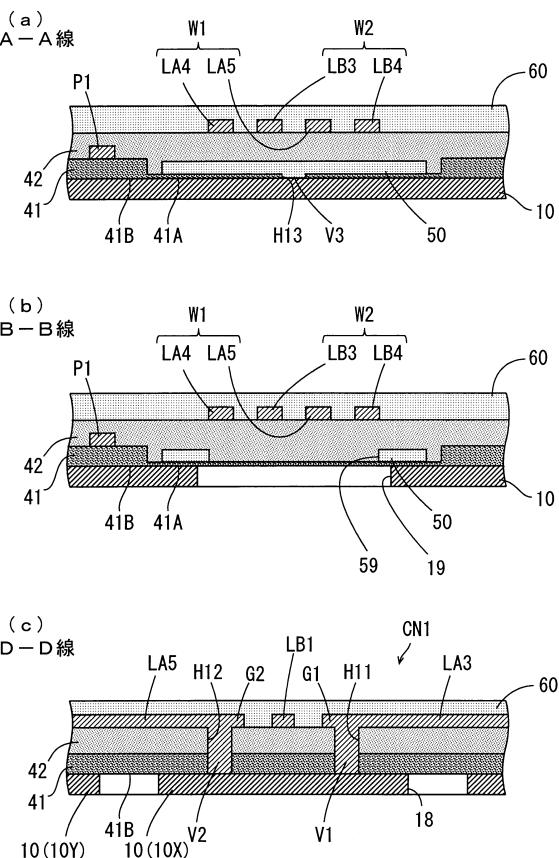
【図13】

(a)
A-A線(b)
B-B線(c)
D-D線

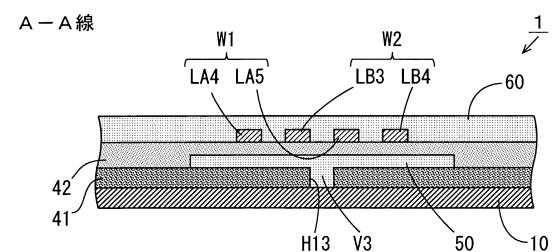
【図14】



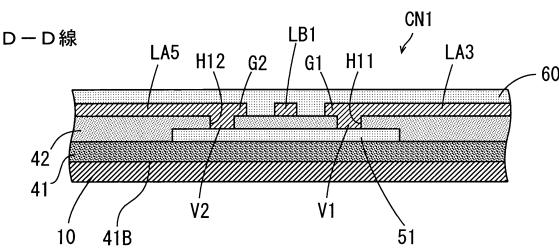
【図15】



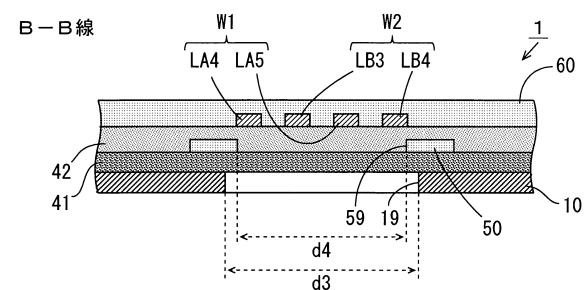
【図16】



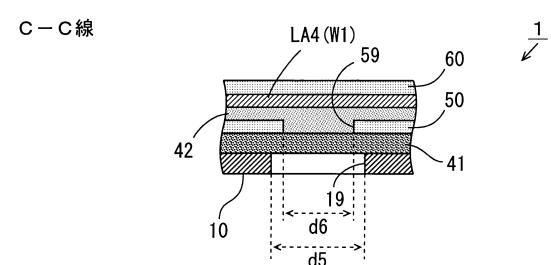
【図19】



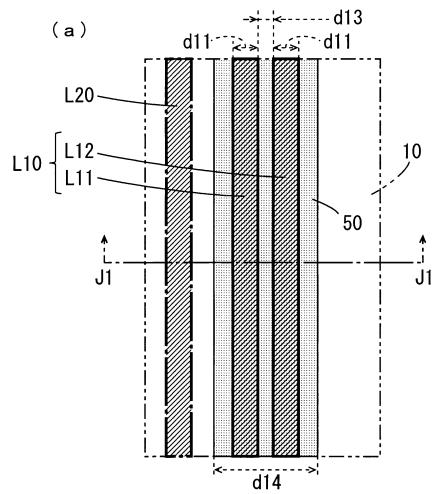
【図17】



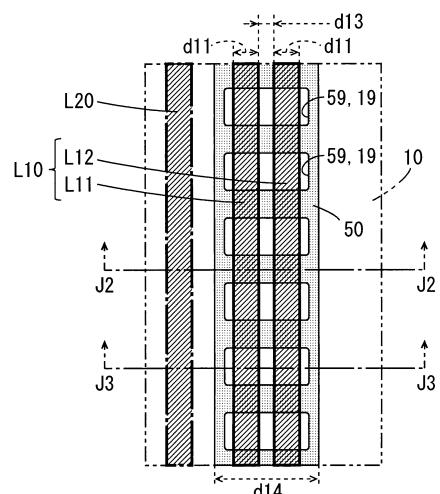
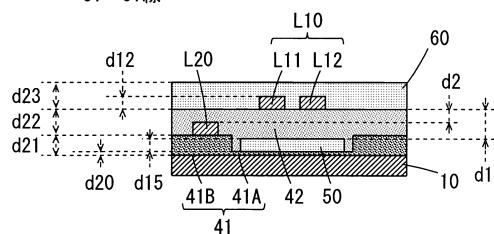
【図18】



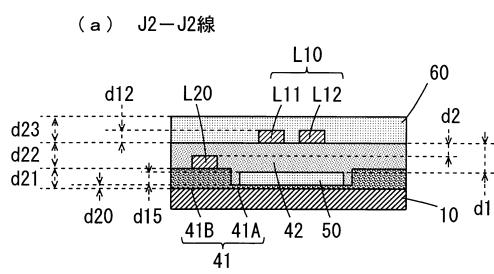
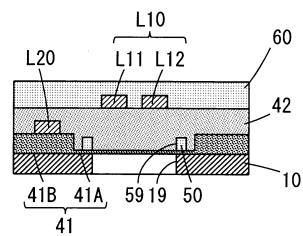
【図20】



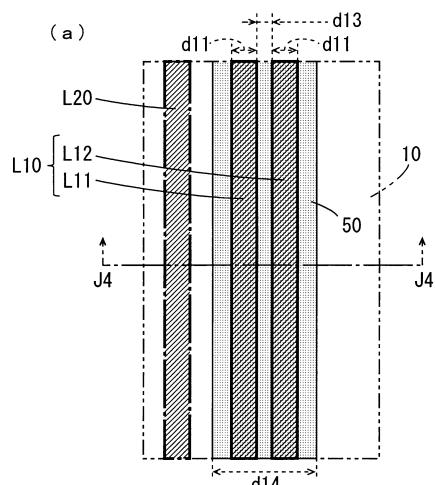
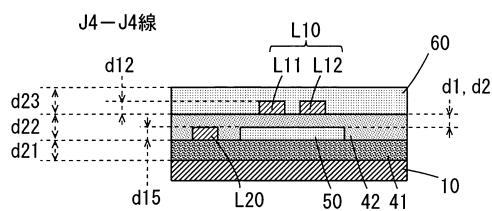
【図21】

(b)
J1-J1線

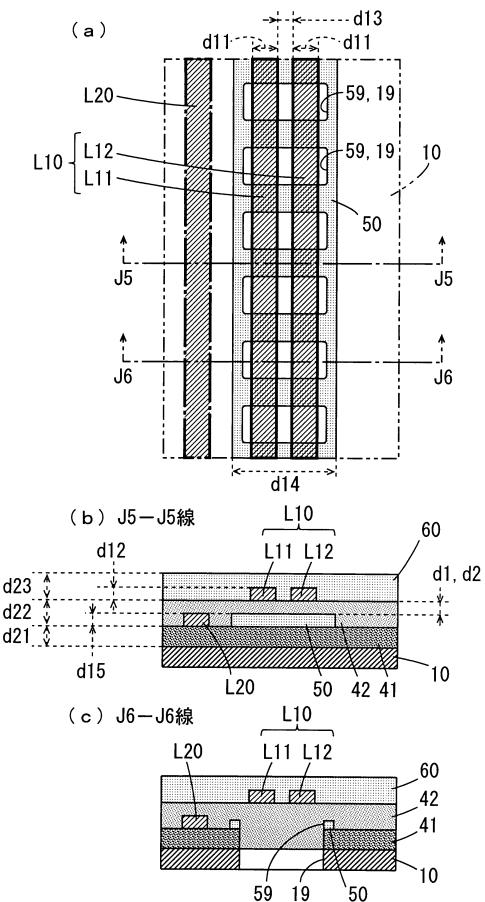
【図22】

(b)
J3-J3線

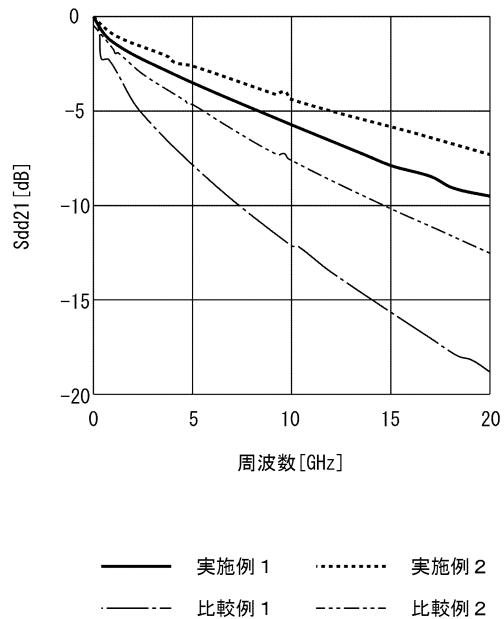
【図23】

(b)
J4-J4線

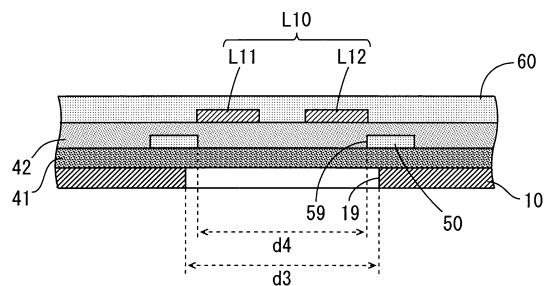
【図24】



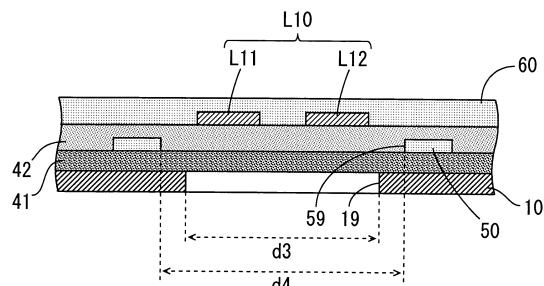
【図25】



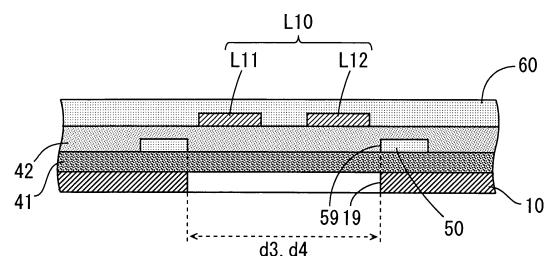
【図26】



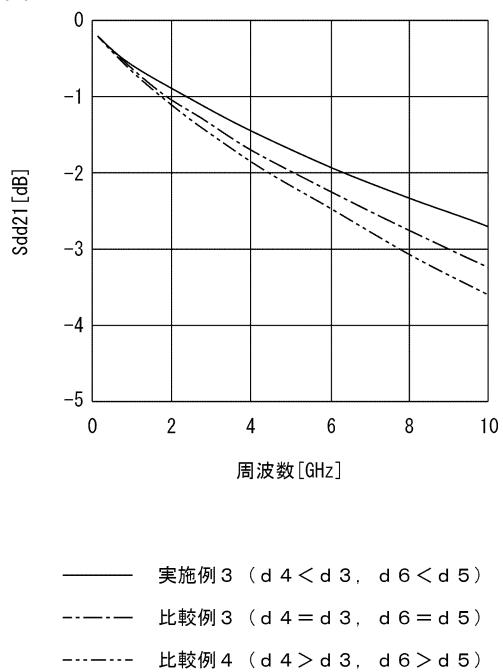
【図28】



【図27】



【図29】



フロントページの続き

審査官 黒田 久美子

- (56)参考文献 特開2010-135754(JP,A)
特開2012-198950(JP,A)
特開2014-049170(JP,A)
特開2007-088056(JP,A)
国際公開第2009/147956(WO,A1)
特開2012-243382(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 K	1 / 0 2
H 05 K	1 / 0 5
H 05 K	3 / 4 6
H 05 K	3 / 4 4
G 11 B	2 1 / 2 1