

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-5167
(P2017-5167A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 5 K 3/46 (2006.01)	H O 5 K 3/46 B	5 E 3 1 6
H O 1 L 23/12 (2006.01)	H O 5 K 3/46 S	
	H O 5 K 3/46 N	
	H O 5 K 3/46 X	
	H O 1 L 23/12 N	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)		

(21) 出願番号	特願2015-119341 (P2015-119341)	(71) 出願人	000000158
(22) 出願日	平成27年6月12日 (2015. 6. 12)		イビデン株式会社
			岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
		(74) 代理人	110001896
			特許業務法人朝日奈特許事務所
		(72) 発明者	太長根 修
			岐阜県大垣市笠縫町100番地1
			イビデン株式会社大垣中央事業場内
		(72) 発明者	足立 武馬
			岐阜県大垣市河間町3丁目200番地
			イビデン株式会社河間事業場内
		Fターム(参考)	5E316 AA32 AA43 AA60 CC32 EE31
			FF07 GG15 GG17 GG22 GG28
			HH40

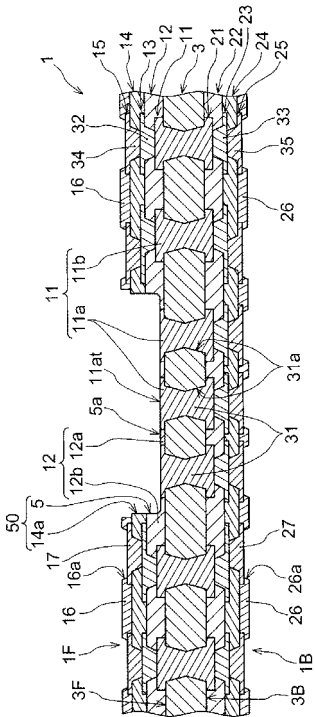
(54) 【発明の名称】 プリント配線板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 プリント配線板の凹部に收容される電気部品の実装不具合の低減およびプリント配線板の製造コストの低減。

【解決手段】 実施形態のプリント配線板は、第1樹脂絶縁層3と、第1樹脂絶縁層3上に形成される第1導体層11と、第1導体層11上および第1樹脂絶縁層3上に形成され、凹部5を備える第2樹脂絶縁層12とを有している。そして、第1導体層11は、側面を第2樹脂絶縁層12に覆われた状態で一面11atを凹部5の底面に露出する第1導体パターン11aを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面および前記第 1 面と反対側の第 2 面を有する第 1 樹脂絶縁層と、
前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に形成される第 1 導体層と、
前記第 1 導体層上および前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に形成され、凹部を備える第 2 樹脂絶縁層と、を有するプリント配線板であって、
前記第 1 導体層は、側面を前記第 2 樹脂絶縁層に覆われた状態で一面を前記凹部の底面に露出する第 1 導体パターンを含む。

【請求項 2】

請求項 1 記載のプリント配線板であって、さらに、前記第 1 導体層は、側面および一面を第 2 樹脂絶縁層に覆われた第 2 導体パターンを含み、前記第 1 導体パターンの厚さは、前記第 2 導体パターンの厚さよりも小さい。

10

【請求項 3】

請求項 2 記載のプリント配線板であって、さらに、前記第 1 樹脂絶縁層の第 2 面上に第 2 導体層が形成されており、前記第 2 導体層の厚さは前記第 1 導体パターンの厚さよりも大きい。

【請求項 4】

請求項 3 記載のプリント配線板であって、さらに、前記第 1 樹脂絶縁層を貫通する孔内に形成され、前記第 1 導体層と前記第 2 導体層とを接続する導電体を有し、前記第 1 導体パターンは前記導電体の上に形成されている。

20

【請求項 5】

請求項 4 記載のプリント配線板であって、前記第 1 樹脂絶縁層を貫通する孔は、前記第 1 面から内部に向かってテーパする部分と前記第 2 面から内部に向かってテーパする他の部分とを有し、前記導電体は、前記孔に充填されためっき膜からなる。

【請求項 6】

請求項 1 記載のプリント配線板であって、前記第 1 導体パターンの一面は、電気部品との接続パッドを構成する。

【請求項 7】

請求項 1 記載のプリント配線板であって、前記第 1 導体パターンの一面は、前記凹部における前記第 2 樹脂絶縁層の表面と略面一である。

30

【請求項 8】

請求項 1 記載のプリント配線板であって、前記第 1 導体パターンの一面は、前記凹部における前記第 2 樹脂絶縁層の表面よりも凹んでいる。

【請求項 9】

請求項 1 記載のプリント配線板であって、前記第 1 導体パターンの一面の表面粗さは、算術平均粗さで $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ である。

【請求項 10】

請求項 2 記載のプリント配線板であって、さらに、前記第 1 導体層は、前記第 1 導体パターンと前記第 2 導体パターンとを接続する第 3 導体パターンを含み、前記凹部の内壁に前記第 3 導体パターンの断面の一部が露出している。

40

【請求項 11】

第 1 樹脂絶縁層を用意することと、
前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に第 1 導体パターンを含む第 1 導体層を形成することと、
前記第 1 導体層上、および前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に第 2 樹脂絶縁層を形成することと、
前記第 2 樹脂絶縁層の一部を除去することにより凹部を形成することと、を有するプリント配線板の製造方法であって、
前記凹部の形成が、前記第 1 導体パターンの側面を前記第 2 樹脂絶縁層に覆われた状態で前記第 1 導体パターンの一面を露出させるように行われる。

【請求項 12】

50

請求項 1 1 記載のプリント配線板の製造方法であって、前記凹部を形成することは、前記第 1 導体パターンを前記第 1 樹脂絶縁層側と反対側の表面から所定の厚さだけ、前記第 2 樹脂絶縁層の一部と共に除去することを含んでいる。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 記載のプリント配線板の製造方法であって、前記凹部の形成がドリル加工により行われる。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載のプリント配線板の製造方法であって、前記凹部を形成することは、前記ドリル加工の前に、前記凹部の形成領域以外の領域の前記第 1 導体層を用いて前記ドリル加工の深度を設定することを含んでいる。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、凹部を有するプリント配線板、および、その製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、キャビティ領域を有する印刷回路基板が開示されている。印刷回路基板は、絶縁材の両面に金属層が形成されているベース回路基板と、ベース回路基板の両面に形成されている外部回路層とを有している。ベース回路基板の一面側の外部回路層の一部を除去することによりキャビティ領域が形成されている。キャビティ領域の底面には、回路パターンが形成されている。回路パターン間にソルダーレジストが形成されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特表 2013-520007 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の印刷回路基板は、ソルダーレジスト形成工程が増えると考えられる。また、回路パターンの上面へのソルダーレジストの付着により電気部品との間で接続不良が生じるおそれがあると考えられる。しかしながら、ソルダーレジストが無いとキャビティ部の底面に回路パターンが突出する状態になるため、ショート不良が起こり易いと考えられる。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のプリント配線板は、第 1 面および前記第 1 面と反対側の第 2 面を有する第 1 樹脂絶縁層と、前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に形成される第 1 導体層と、前記第 1 導体層上および前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に形成され、凹部を備える第 2 樹脂絶縁層と、を有している。そして、前記第 1 導体層は、側面を前記第 2 樹脂絶縁層に覆われた状態で一面を前記凹部の底面に露出する第 1 導体パターンを含む。

40

【0006】

本発明のプリント配線板の製造方法は、第 1 樹脂絶縁層を用意することと、前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に第 1 導体パターンを含む第 1 導体層を形成することと、前記第 1 導体層上、および前記第 1 樹脂絶縁層の第 1 面上に第 2 樹脂絶縁層を形成することと、前記第 2 樹脂絶縁層の一部を除去することにより凹部を形成することと、を有している。そして、前記凹部の形成が、前記第 1 導体パターンの側面を前記第 2 樹脂絶縁層に覆われた状態で前記第 1 導体パターンの一面を露出させるように行われる。

【0007】

本発明の実施形態のプリント配線板によれば、プリント配線板と凹部に収容される電気部品との接続に関する不具合が少なくなることがある。また、プリント配線板の製造コス

50

トが低くなることがある。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態のプリント配線板の断面図。

【図2A】図1に示されるプリント配線板の凹部の底面付近の拡大図。

【図2B】図1に示されるプリント配線板の凹部の底面の導体パターンの別例を示す図。

【図2C】図1に示されるプリント配線板の凹部の底面の導体パターンの別例を示す図。

【図2D】図1に示されるプリント配線板の凹部の底面の導体パターンの別例を示す図。

【図3A】本発明の一実施形態のプリント配線板の第1表面を示す図。

【図3B】本発明の一実施形態のプリント配線板の第2表面を示す図。

10

【図4A】本発明の他の実施形態のプリント配線板の断面図。

【図4B】本発明の他の実施形態のプリント配線板の断面図。

【図5A】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5B】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5C】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5D】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5E】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5F】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5G】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5H】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

20

【図5I】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図5J】本発明の一実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【図6】図2Dに示される例の凹部が形成されるドリル加工の例を示す図。

【図7】図4Bに示される実施形態のプリント配線板の製造方法の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

つぎに、本発明の一実施形態のプリント配線板が図面を参照しながら説明される。実施形態のプリント配線板1は、図1に示されるように、第1面3Fおよび第1面3Fと反対側の第2面3Bを有する第1樹脂絶縁層3と、第1樹脂絶縁層3の第1面3F上に形成される第1導体層11と、第1導体層11上、および第1樹脂絶縁層3の第1面3F上に形成され、凹部5を備える第2樹脂絶縁層12とを有している。図2Aに示されるように、第1導体層11は、側面11asを第2樹脂絶縁層12に覆われた状態で、一面11atを凹部5の底面5aに露出する第1導体パターン11aを含んでいる。第1導体パターン11aは、第2樹脂絶縁層12内に埋まっており、第1導体パターン11aの一面11at上の部分の第2樹脂絶縁層12が除去されている。すなわち、第1導体パターン11aは、一面11atだけを第2樹脂絶縁層12の凹部5の底面5aに露出している。

30

【0010】

図1に示される例では、第1導体パターン11aは複数個形成されており、隣接する第1導体パターン11a間には第2樹脂絶縁層12が介在している。第1導体パターン11aは第2樹脂絶縁層12を構成する樹脂により隣接する第1導体パターン11aとの間を絶縁されている。第1導体パターン11aに電気部品（図示せず）などが接続される場合でも、隣接する第1導体パターン11a間で、はんだなどの接触が生じ難いと考えられる。またそのため、第1導体パターン11a間への溶剤レジストの形成は必要無いと考えられる。第1導体パターン11a間のショートなどの不具合が少なく、かつ、溶剤レジストの付着による不具合は生じ得ないと考えられる。凹部5の底面5aに露出する第1導体パターン11aの一面（露出面）11atは、凹部5に収容される電気部品との好適な接続パッドを構成し得る。実施形態のプリント配線板1によれば、プリント配線板1と凹部5に収容される電気部品との接続に関する不具合が少なくなることがある。また、第1導体パターン11a間の第2樹脂絶縁層12は、第1樹脂絶縁層3上に形成される第2樹脂絶縁層12の一部であり、後述のように、他の部分の第2樹脂絶縁層12と同時に

40

50

形成され得る。プリント配線板 1 の製造工程の追加や使用材料の増加を殆ど伴うことなく、電気部品との接続に関する不具合が抑制され则认为られる。

【0011】

実施形態のプリント配線板 1 では、第 1 樹脂絶縁層 3 の第 2 面 3 B 上に第 2 導体層 2 1 が形成され、第 2 導体層 2 1 上に第 3 樹脂絶縁層 2 2 が形成されている。また、図 1 の例では、第 2 樹脂絶縁層 1 2 上に第 3 導体層 1 3 が形成され、第 3 導体層 1 3 上に、樹脂絶縁層 1 4、および樹脂絶縁層 1 4 上の導体層 1 5 が形成されている。また、第 3 樹脂絶縁層 2 2 上に第 4 導体層 2 3 が形成され、第 4 導体層 2 3 上に、樹脂絶縁層 2 4、および樹脂絶縁層 2 4 上の導体層 2 5 が形成されている。すなわち、第 1 樹脂絶縁層 3 と第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 との積層体をコア基板として、第 1 樹脂絶縁層 3 の第 1 面 3 F 側に、第 2 樹脂絶縁層 1 2、第 3 導体層 1 3、樹脂絶縁層 1 4、および導体層 1 5 が順に積層されている。一方、第 1 樹脂絶縁層 3 の第 2 面 3 B 側に、第 3 樹脂絶縁層 2 2、第 4 導体層 2 3、樹脂絶縁層 2 4、および導体層 2 5 が順に積層されている。導体層 1 5 の表面および樹脂絶縁層 1 4 の露出面によりプリント配線板 1 の第 1 表面 1 F が構成されている。導体層 2 5 の表面および樹脂絶縁層 2 4 の露出面によりプリント配線板 1 の第 2 表面 1 B が構成されている。図 1 には、第 1 表面 1 F にソルダーレジスト層 1 6 が形成され、第 2 表面 1 B にソルダーレジスト層 2 6 が形成される例が示されている。

10

【0012】

なお、本実施形態において、「コア基板」は、プリント配線板 1 内の他の樹脂絶縁層または導体層のいずれにも支持されることなく形成され、かつ、他の樹脂絶縁層または導体層が表面上に形成されている基板を意味している。従って「コア基板」は、その形成材料に関して限定されず、また、プリント配線板 1 の厚さ方向の中心に位置している基板に限定されるものでもない。

20

【0013】

図 1 に示される例では、実施形態のプリント配線板 1 は、第 1 表面 1 F に開口している凹部 5 0 を備えている。プリント配線板 1 の凹部 5 0 は、主に、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の凹部 5 と樹脂絶縁層 1 4 の貫通孔 1 4 a により構成されている。また、第 2 樹脂絶縁層 1 2 は、凹部 5 の底部を形成する薄膜部 1 2 a と、薄膜部 1 2 a よりも厚い厚膜部 1 2 b とを有している。

【0014】

図 1 に示されるように、プリント配線板 1 の凹部 5 0 の内壁面は、樹脂絶縁層 1 4 の貫通孔 1 4 a の内壁面、および、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の薄膜部 1 2 a と厚膜部 1 2 b との段差部の壁面により構成されている。図 1 の例では、樹脂絶縁層 1 4 の厚さと、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の薄膜部 1 2 a と厚膜部 1 2 b との厚さの差（凹部 5 の深さ）との合計値に、第 3 導体層 1 3 および導体層 1 5 の厚さを加えた値が凹部 5 0 の深さ D 1（図 2 A 参照）となり得る。この場合、凹部 5 0 の深さとしては、25～70 μm が例示される。凹部 5 0 の深さ D 1 は、樹脂絶縁層 1 4 および第 2 樹脂絶縁層 1 2 の材料や各導体層の厚さについての選択可能範囲内で、凹部 5 0 に収容される電気部品の厚さなどに応じて決定される。

30

【0015】

図 1 に示される例では、凹部 5 0 の内壁面は、プリント配線板 1 の厚さ方向と略平行な壁面である。後述のように、プリント配線板 1 の第 1 表面 1 F 側の開口部側から底面 5 a 側まで略同じ幅で延びる、たとえばドリル刃などの切削具などにより凹部 5 が形成されると、プリント配線板 1 の厚さ方向と略平行な壁面となり得る。このような内壁面に囲まれる凹部 5 0 は、底面 5 a 側または開口部側に向かってテーパする凹部に比べて、プリント配線板の小型化の点で好ましいと考えられる。底面 5 a 側および開口部側いずれにおいても、凹部 5 0 への部品配置に有効な領域以上の領域が占有されないと考えられるからである。また、第 1 および第 3 導体層 1 1、1 3、ならびに導体層 1 5 は、凹部 5 0 の内壁面には露出していない。凹部 5 0 に収容される電気部品（図示せず）とプリント配線板 1 内の導電体との意図しない接触のリスクが少ないと考えられる。しかしながら、そのような接触リスクが少ない場合などは、後述のように、たとえば、凹部 5 の壁面に第 1 導体層

40

50

11などの断面が露出していてもよい。また、図1には、凹部5の底面5aと内壁面とのコーナー部にアール付けされた形状が示されているが、これに限定されず、このコーナー部は面取り形状であってもよく、或いは、直角または鋭角のコーナー部であってもよい。

【0016】

後述のように、第2樹脂絶縁層12の第1樹脂絶縁層3側と反対側が部分的に除去されることにより、薄膜部12aと、薄膜部12aよりも厚い厚膜部12bとが形成され、凹部5が形成される。凹部5の形成時に、凹部5の上方の樹脂絶縁層14の一部も除去される。第2樹脂絶縁層12および樹脂絶縁層14の一部の除去により生まれる空間を囲む部分がプリント配線板1の凹部50となる。薄膜部12aは凹部5の底壁を構成する。厚膜部12bは、凹部5以外の領域の第1導体層11を覆っている。実施形態では、第2樹脂絶縁層12の厚膜部12bは、第2導体パターン11bの側面、および第2導体パターン11bの第1樹脂絶縁層3側と反対側の一面を覆っている。

10

【0017】

図1に示される例では、第1導体パターン11aの一面11atと凹部5における第2樹脂絶縁層12の表面とは略面一である。たとえば、第1導体層11のプリント配線板1の第1表面1F側の部分が第2樹脂絶縁層12の一部と共に除去されることにより、凹部5における第2樹脂絶縁層12の表面と第1導体パターン11aの一面11atとが略面一になり得る。

【0018】

図2Aに示される例では、プリント配線板1の第1導体パターン11aの厚さは、第2導体パターン11bの厚さよりも小さい。また、図1に示されるように、第2導体層21の厚さは、第1導体パターン11aの厚さよりも大きい。たとえば、前述のように、凹部5の形成時に、第1導体パターン11aのプリント配線板1の第1表面1F側の部分が除去される。一方、第2導体パターン11bは、別途に部分的に除去されることがなければ第1導体層11と同じ厚さを有していると考えられる。第1導体パターン11aは第2導体パターン11bよりも薄くなり得る。また、その場合、第1導体層11と第2導体層21とが略同じ厚さで形成されていると、第2導体層21は第1導体パターン11aよりも厚くなる。すなわち、第1導体パターン11aは第2導体層21よりも薄くなり得る。後述のように、第1樹脂絶縁層3ならびに第1および第2導体層11、21を準備するのに市販の両面銅張積層板が用いられることがある。そのような場合、第1導体層11と第2導体層21とは略同じ厚さになることが多いと考えられる。

20

30

【0019】

プリント配線板内の導体層が比較的大きな電流を流す配線パターンを含む場合、電気抵抗が小さくなるように導体層が比較的厚く形成されることがある。一方、電気部品が収容される凹部の底面に形成される導体パターンでは、導体パターンの厚さ方向に電流が流れることがある。たとえば、図1の例では、第1パターン11a上に接続される電気部品（図示せず）に流出入する電流は、多くの場合、後述のスルーホール導体31を介して流れると考えられる。その場合、第1導体パターン11aの厚さは、電気抵抗を小さくするという観点からは、むしろ薄い方が好ましいと考えられる。また、第1導体パターン11aは凹部5の底面5a、すなわちプリント配線板1の凹部50の底面に形成されている。そのため、第1導体パターン11aが薄いと、第1導体パターン11aの一面11atから凹部50の開口部までの距離が大きくなると考えられる。その場合、より厚い電気部品を凹部50内に収容できると考えられる。

40

【0020】

図1および図2Aに示される例では、第1導体パターン11aは、第2導体パターン11bおよび第2導体層21よりも薄い。第2導体パターン11bおよび第2導体層21は、前述のように、第1導体層11と略同じ厚さになり得る。実施形態のプリント配線板1によれば、第1導体層11が比較的厚く形成される場合でも、第1導体パターン11aの一面11atから凹部50の開口部までの距離が維持されることがある。より厚い電気部品が凹部50内に収容され得ることがある。そして、その電気部品との接続部付近の電気

50

抵抗の増加が抑制されることがある。

【0021】

或いは、薄い第1導体パターン11aがあまり好ましくない場合は、第1導体層11が厚く形成されてもよい。たとえば、第3導体層13や第4導体層23と同程度の厚さの第1導体パターン11aが必要とされる場合は、第3導体層13や第4導体層23よりも厚く第1導体層11が形成されてもよい。プリント配線板を構成するコア基板の表裏には、電源配線やグランド配線用に、好ましくは、厚い導体層が設けられる。従って、図1の例のように、第1導体層11が第1樹脂絶縁層3と共にコア基板を構成する導体層であることが好ましいことがある。厚く形成される第1導体層11の厚さ方向の一部が除去されても、その残存部分として比較的厚い第1導体パターン11aが得られるからである。第1導体パターン11aの厚さは5～30μmが例示される。第2導体パターン11b、ならびに、第1および第2導体層11、21の厚さは10～35μmが例示される。

10

【0022】

第1導体パターン11aと第2導体パターン11bとは、図2Aの例に限定されず、同じ厚さであってもよい。図2Bには、その一例が示されている。第1導体パターン11a1は、図2Aの例と同様に、一面11atを凹部5の底面5aに露出し、第2樹脂絶縁層12の薄膜部12aに側面11asを覆われている。しかしながら、第1導体パターン11a1は、第2導体パターン11bと略同じ厚さである。凹部5の形成時に、第2樹脂絶縁層12が、第1導体層11のプリント配線板1の第1表面1F側の丁度表面まで除去されることにより、図2Bに示される厚さの第1導体パターン11a1が得られる。プリント配線板1の厚さ方向の位置について正確に制御し得るドリルやルーターなどを用いて凹部5が形成されることにより、図2Bに示される第1導体パターン11a1が得られると考えられる。

20

【0023】

また、第1導体パターン11aの一面11atは、図2Aや図2Bに示される例と異なり、凹部5における第2樹脂絶縁層12の表面よりも凹んでいてもよい。図2Cには、その一例が示されている。第1導体パターン11a2は、図2Aの第1導体パターン11aと同様に、一面11atを凹部5の底面5aに露出している。しかしながら、第1導体パターン11a2の一面11atは、周囲の第2樹脂絶縁層12の表面よりも凹んでいる。第1導体パターン11aの一面11atには、電気部品（図示せず）が接続されることがある。その場合、はんだなどの接続材が一面11at上に供給され得る。一面11atが、その周囲の第2樹脂絶縁層12の表面よりも凹んでいると、電気部品との接続時に溶融したはんだの周囲への濡れ広がりが増大すると考えられる。隣接する第1導体パッド11間でははんだの接触などによる不具合が少なくなると考えられる。たとえば、図2Aに示される状態から、第1導体パターン11aの露出面がエッチングされることにより、図2Cに例示されるような第1導体パターン11a2が得られる。凹部5における第2樹脂絶縁層12の表面からの第1導体パターン11a2の一面11atの凹みの大きさD2は、1～10μmが例示される。一面11atを凹ませるための時間があまり長くかからず、かつ、不具合抑制作用が得られると考えられる。

30

【0024】

図2Dに示されるように、第1導体層11は、第1および第2導体パターン11a、11bに加えて第3導体パターン11cを含んでいてもよい。第3導体パターン11cは、第1導体パターン11aと第2導体パターン11bとを接続している。第2導体パターン11bは第2樹脂絶縁層12の厚膜部12b内に位置しているので、第3導体パターン11cの一部は第2樹脂絶縁層12の厚膜部12b内にあり、その他の部分は一面を凹部5の底面5aに露出している。第3導体パターン11cは、第1導体パターン11aと同様に、凹部5の形成時に凹部5側の表面の一部を除去され得る。そのため、凹部5の底面5aの一部を形成している部分の第3導体パターン11cの厚さは、第1導体パターン11aと略同じ厚さになり得る。その場合、図2Dに示されるように、凹部5の内壁に、第3導体パターンの断面11csが露出する。第3導体パターン11cにより、第1導体パタ

40

50

ーン 1 1 a と第 2 導体パターン 1 1 b とが短い経路で接続され得る。第 2 樹脂絶縁層 1 2 の厚膜部 1 2 b 内では、第 3 導体パターン 1 1 c の厚さは、第 2 導体パターン 1 1 b と同様の厚さであってよい。第 1 導体パターン 1 1 a と第 2 導体パターン 1 1 b との間の電気抵抗が小さくなると考えられる。

【0025】

第 1 導体パターン 1 1 a の一面 1 1 a 1 の表面は、前述のように、電気部品（図示せず）との接続パッドを構成し得る。はんだなどの接続材が電気部品との接続に用いられ得る。また、一面 1 1 a 1 は、たとえば、その上方の第 2 樹脂絶縁層 1 2 の除去により露出される。或いは、前述のように、第 1 導体パターン 1 1 a の一面 1 1 a 1 付近も第 2 樹脂絶縁層 1 2 と共に除去される。第 2 樹脂絶縁層 1 2 などの除去はドリルなどを用いて切削加工により行われることがある。前述のように、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の除去後に第 1 導体パターン 1 1 a の露出面がエッチングされることもある。第 1 導体パターン 1 1 a の一面 1 1 a 1 の表面の粗さは、好ましくは、算術平均粗さで 0. 1 ~ 0. 5 μm である。はんだなどの接続材が適度に馴染むと考えられると共に、適度なアンカー効果が期待され得る。また、この範囲の表面粗さは、切削またはエッチングにより容易に実現し得る粗さであると考えられる。

【0026】

実施形態のプリント配線板 1 では、第 1 樹脂絶縁層 3 を貫通し、第 1 導体層 1 1 と第 2 導体層 2 1 とを接続するスルーホール導体 3 1 が形成されている。スルーホール導体 3 1 は、第 1 樹脂絶縁層 3 に設けられる貫通孔 3 1 a 内に形成される。スルーホール導体 3 1 は、たとえば銅などの導電体で形成される。導電体は、貫通孔 3 1 内に充填されるめっき膜であってよい。図 1 の例では、スルーホール導体 3 1 は、貫通孔 3 1 a を埋めるように形成されている。このように、好ましくは、スルーホール導体 3 1 として所謂フィルドタイプの接続部が形成される。スルーホール導体 3 1 が所謂フィルドタイプの場合、凹部 5 の底面 5 a に露出する第 1 導体パターン 1 1 a の一面 1 1 a 1 が大きくなり、図示しない電気部品との接続面積が大きくなるため強固な接続が得られると考えられる。スルーホール導体 3 1 は、所謂フィルドタイプに限定されず、たとえば、必ずしも貫通孔を埋め込むことなく内壁面を被覆する所謂コンフォーマルタイプであってもよい。なお、第 1 樹脂絶縁層 3 は、後述の図 4 B に示される実施形態のように、コア基板上のビルドアップ配線構造内の層間樹脂絶縁層であってよい。その場合は、第 1 樹脂絶縁層 3 に設けられる接続部は、個々の層間樹脂絶縁層を貫通する所謂ビア導体であってよい。その場合も、接続部は、所謂コンフォーマルビアでもフィルドビアでもよい。

【0027】

図 1 に示されるように、第 1 導体層 1 1 と第 2 導体層 2 1 とを接続する導電体（スルーホール導体 3 1）上に第 1 導体パターン 1 1 a が形成されていてもよい。第 1 導体パターン 1 1 a に電気部品（図示せず）が接続される場合、電気部品と第 2 導体層 2 1 とが小さい電気抵抗で接続され得る。プリント配線板 1 を用いる電子機器などの電気的特性が向上することがある。第 1 導体パターン 1 1 a は、凹部 5 内に配置される電気部品に応じて複数個形成され、それぞれ接続パッドを構成し得る。図 1 の例では、全ての第 1 導体パターン 1 1 a がスルーホール導体 3 1 上に形成されている。しかしながら、複数の第 1 導体パターン 1 1 a の一部だけがスルーホール導体 3 1 上に形成されていてもよい。或いは、全ての第 1 導体パターン 1 1 a がスルーホール導体 3 1 と位置をずらして形成されていてもよい。

【0028】

図 1 の例では、貫通孔 3 1 a は、第 1 樹脂絶縁層 3 の第 1 面 3 F から第 1 樹脂絶縁層 3 の内部に向かってテーパする部分と、第 2 面 3 B から第 1 樹脂絶縁層 3 の内部に向かってテーパする部分とを有している。そのため、スルーホール導体 3 1 は、第 1 導体層 1 1 側から第 1 樹脂絶縁層 3 の厚さ方向の中心部付近まで第 2 導体層 2 1 側に向かってテーパしている。また、スルーホール導体 3 1 は、第 2 導体層 2 1 側から第 1 樹脂絶縁層の厚さ方向の中心部付近まで第 1 導体層 1 1 側に向かってテーパしている。すなわち、スルー

ホール導体 3 1 は、第 1 導体層 1 1 側および第 2 導体層 2 1 側の両方から第 1 樹脂絶縁層 3 の厚さの略半分までの部分で他方側に向かってテーパしている。第 1 樹脂絶縁層 3 がビルドアップ配線構造内の層間樹脂絶縁層である場合は、第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 間を接続する導電体（ビア導体）は、第 1 樹脂絶縁層 3 の厚さの全域で第 1 導体層 1 1 側から第 2 導体層 2 1 側に向かってテーパする形状になることがある。実施形態では、第 1 導体層 1 1 と第 2 導体層 2 1 とを接続する導電体は、少なくとも第 1 樹脂絶縁層 3 の略半分の厚さまで、第 1 導体層 1 1 側から第 2 導体層 2 1 側に向かってテーパする形状であってよい。

【0029】

第 1 導体層 1 1 の第 1 導体パターン 1 1 a に電気部品が接続される場合は、好ましくは、第 1 導体パターン 1 1 a の下方にスルーホール導体 3 1 が形成される。また、第 1 導体パターン 1 1 a は、電気部品の電極などの大きさに応じた大きさで形成される。平面視の第 1 導体パターン 1 1 a の大きさは、スルーホール導体 3 1 の断面の大きさよりも大きいことがある。スルーホール導体 3 1 などの接続部が第 1 導体層 1 1 側から第 2 導体層 2 1 側に向ってテーパしていると、接続部と第 1 導体パターン 1 1 a とが広い面積で接続される。また、第 1 導体パターン 1 1 a の第 2 導体層 2 1 側の表面と、スルーホール導体 3 1 などの接続部の側面とが鈍角をなし得る。第 1 導体パターン 1 1 a とスルーホール導体 3 1 などとの強固な接合が得られる。また、第 1 導体パターン 1 1 a に応力が加わったときに、スルーホール導体 3 1 との接合箇所に応力が集中し難いと考えられる。電気部品との熱膨張率の差により生じ得る応力に対してクラックなどが接合部に生じ難いと考えられる。

【0030】

図 1 に示される例では、第 2 および第 3 樹脂絶縁層 1 2、2 2、ならびに樹脂絶縁層 1 4、2 4 にも、各樹脂絶縁層の表裏の導体層同士を接続する接続部としてビア導体が形成されている。第 2 樹脂絶縁層 1 2 には第 1 導体層 1 1 と第 3 導体層 1 3 とを接続するビア導体 3 2 が形成され、第 3 樹脂絶縁層 2 2 には第 2 導体層 2 1 と第 4 導体層 2 3 とを接続するビア導体 3 3 が形成されている。また、樹脂絶縁層 1 4 には第 3 導体層 1 3 と導体層 1 5 とを接続するビア導体 3 4 が形成され、樹脂絶縁層 2 4 には第 4 導体層 2 3 と導体層 2 5 とを接続するビア導体 3 5 が形成されている。図 1 の例のように、ビア導体 3 2、3 4 はプリント配線板 1 の第 1 表面 1 F 側から、ビア導体 3 3、3 5 は第 2 表面 1 B 側から、それぞれ第 1 樹脂絶縁層 3 側に向ってテーパしてよい。或いは、ビア導体 3 2 ～ 3 5 はテーパ形状を有していなくてもよい。

【0031】

図 3 A には、実施形態のプリント配線板の第 1 表面 1 F の一例が示され、図 3 B には、第 2 表面 1 B の一例が示されている。図 3 A に線 I-I で示されるような第 1 導体パターン 1 1 a を通る位置での断面が図 1 に示されている。なお、図 1 と図 3 A および図 3 B とは、同一のプリント配線板を示している訳では無いので、第 1 導体パッド 1 1 a の凹部 5 内の位置などは完全に一致していない。図 3 A に示されるように、第 2 樹脂絶縁層 1 2（図 1 参照）の凹部 5 内には、図示されない電気部品との接続パッドを構成し得る複数の第 1 導体パターン 1 1 a が形成される。多くの電極を有するマイコンやロジック IC などの半導体装置や、数多くの電気部品との接続が可能になる。たとえば、凹部 5 内に唯一収容される電気部品の電極数と、または、凹部 5 内に収容される複数の電気部品の電極の合計数と同数の第 1 導体パターン 1 1 a が設けられてよい。そして、そのような複数の第 1 導体パターン 1 1 a の全ての下方に、第 1 導体パターン 1 1 a に直接接するようにスルーホール導体 3 1（図 1 参照）が形成されてよい。凹部 5 内に収容される多極および／または多数の電気部品それぞれとプリント配線板 1 内の導体層、たとえば第 2 導体層 2 1 とが小さい電気抵抗で接続され得る。

【0032】

第 1 導体パターン 1 1 a に、ファインピッチで形成されている電極を有する電気部品が実装される場合は、第 1 導体パターン 1 1 a も、電気部品の電極に応じてファインピッチ

で形成される。たとえば、第1導体パターン11aは、100～250μmピッチで形成され得る。第1導体パターン11aの下方にスルーホール導体31などの接続部が形成される場合は、第1導体パターン11aの下方のスルーホール導体31なども同様のピッチで形成されてよい。その場合、他のスルーホール導体や第2導体パターンは、第1導体パターン11aよりも広いピッチで形成されてもよい。製造時の条件管理の要点が絞られ、プリント配線板1の製造が容易になることがある。

【0033】

図3Aに示されるように、実施形態のプリント配線板1の第1表面1Fには、接続パッド17が形成されている。接続パッド17は、図1に示されるように、第1表面1F側の最表層の導体層である導体層15に形成されている。ソルダーレジスト層16の開口部16aに接続パッド17の表面が露出している。接続パッド17の形状は、導体層15のパターニングにより定められるか、ソルダーレジスト層16の開口部16aにより画定され得る。

10

【0034】

図3Bに示されるように、実施形態のプリント配線板1の第2表面1Bには、接続パッド27が形成されている。接続パッド27は、図1に示されるように、第2表面1B側の最表層の導体層である導体層25に形成されている。ソルダーレジスト層26の開口部26aに接続パッド27の表面が露出している。接続パッド27の形状は、導体層25のパターニングにより定められるか、ソルダーレジスト層26の開口部26aにより画定され得る。

20

【0035】

実施形態のプリント配線板1の第2表面1Bには、凹部5に収容される電気部品以外の電気部品（図示せず）が実装され得る。接続パッド27は、第2表面1Bに実装される電気部品の電極と接続されてよい。凹部5内に収容される電気部品との接続箇所を多く有する電気部品がプリント配線板1に実装される場合は、第2表面1B上に実装されるのが好ましいことがある。凹部5内の電気部品と第2表面1B上の電気部品とが、スルーホール導体31を介して短い経路で電氣的に接続され得る。

【0036】

実施形態のプリント配線板1は、マザーボードとして用いられる外部の配線板（図示せず）に実装されてもよい。第2表面1Bに電気部品が実装される場合は、プリント配線板1は、第1表面1Fをマザーボード側に向けて実装されてよい。その場合、接続パッド17は、マザーボード上の接続パッドなどと接続されてよい。

30

【0037】

第1表面1Fの接続パッド17と、第2表面1Bの接続パッド27とは、ビア導体32～35およびスルーホール導体31を介して互いに電氣的に接続されてよい。接続パッド17および接続パッド27は、ビア導体32～35およびスルーホール導体31を介してプリント配線板1内の各導体層それぞれと電氣的に接続されてよい。また、接続パッド17および接続パッド27は、第1導体パッド11aと電氣的に接続されてよい。

【0038】

図3Aおよび図3Bには、接続パッド17および接続パッド27が、それぞれ、X方向およびY方向に等ピッチで形成される例が示されている。図3Aの例では、接続パッド17は、凹部5の周囲を2列で周回するように形成されている。図3Bの例では、接続パッド27も接続パッド17と同様の位置に形成されている。接続パッド27は、平面視で第1導体パターン11aと重なる位置にも形成されている。しかしながら、接続パッド17、27の配置は、図3Aまたは図3Bに示される配置に限定されない。任意の数の接続パッド17、27が、プリント配線板1に実装される電気部品や、プリント配線板1と接続されるマザーボードの配線パターンなどに応じて任意の位置に形成されてよい。

40

【0039】

図3Aに示される例では、第2樹脂絶縁層12（図1参照）の凹部5の平面形状は略正方形である。凹部5の平面形状は、これに限定されず、他の形状であってもよい。たとえ

50

ば、凹部 5 は、三角形、矩形、五角形以上の多角形、円形または楕円形などであってもよい。凹部 5 内に收容される電気部品の形状などに応じて、任意の平面形状の凹部 5 が形成されてよい。また、凹部 5 の平面形状が多角形の場合、図 3 A に示されるように、コーナ一部がアール付けまたは面取りされた形状であってもよい。電気部品などを覆う保護樹脂などが凹部 5 内に充填される場合に、コーナ一部に未充填箇所が生じ難いと考えられる。なお、プリント配線板 1 の凹部 5 0 (図 1 参照) の平面形状は、凹部 5 の平面形状と同じであってよい。

【0040】

第 1 樹脂絶縁層 3 は、主に、ガラスクロスやアラミド繊維などの補強材と、これらの補強材に含浸されたエポキシ樹脂などの樹脂材料で形成される。樹脂材料は、BT (ビスマレイミドトリアジン) 樹脂でもよい。樹脂材料は、シリカなどの無機粒子を含んでいてもよい。第 1 樹脂絶縁層 3 がプリント配線板のコア基板を構成するときは、好ましくは補強材入りの材料が用いられる。しかしながら、第 1 樹脂絶縁層 3 は、樹脂材料だけで形成されていてもよい。第 1 樹脂絶縁層 3 がコア基板上のビルドアップ配線構造内の層間樹脂絶縁層である場合は、補強材を含まない材料の方が好ましいことがある。

【0041】

第 2 および第 3 樹脂絶縁層 1 2、2 2、ならびに樹脂絶縁層 1 4、2 4 は、エポキシ樹脂などの樹脂材料により主に形成される。第 1 樹脂絶縁層 3 と同様にシリカなどの無機粒子を含んでいてもよい。第 2 および第 3 樹脂絶縁層 1 2、2 2、ならびに樹脂絶縁層 1 4、2 4 は、ガラスクロスなどの補強材を含んでいない方が好ましいことがある。たとえば、無電解めっきなどによる金属被膜との密着性が良好であることがある。また、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の凹部 5 の底面 5 a に補強材が露出することがない。電気部品 (図示せず) が底面 5 a に露出する第 1 導体パターン 1 1 a に安定して接続され得る。しかしながら、第 2 および第 3 樹脂絶縁層 1 2、2 2、ならびに樹脂絶縁層 1 4、2 4 は補強材を含んでいてもよい。

【0042】

第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 は、図 1 には一層で示されているが、それぞれ多層構造であってよい。たとえば、第 1 導体層 1 1 は、図 2 A に示されるように、第 1 樹脂絶縁層 3 に積層された金属箔 1 1 1 と、金属箔 1 1 1 上に無電解めっきやスパッタリングなどにより形成される金属被膜 1 1 2 と、その上の電解めっき膜 1 1 3 との 3 層構造であってよい。第 2 導体層 2 1 も第 1 導体層 1 1 と同様の多層構造であってよい。第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 の構造は、これに限定されず、金属箔または金属膜による単層構造であってもよい。第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 は、好ましくは銅により形成される。第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 を接続するスルーホール導体 3 1 は、好ましくは、第 1 および第 2 導体層 1 1、2 1 を形成する金属被膜や電解めっき膜と一体に形成される。

【0043】

第 3 および第 4 導体層 1 3、2 3、ならびに導体層 1 5、2 5 も、それぞれ、銅などの金属箔や金属膜による多層構造を有してよく、或いは、単層構造であってよい。たとえば、図 2 A に示されるように、第 3 導体層 1 3 は、無電解めっきなどによる金属被膜 1 3 1、および電解めっき膜 1 3 2 の 2 層構造であってよく、導体層 1 5 も金属被膜 1 5 1 と無電解めっき膜 1 5 2 との 2 層構造であってよい。第 4 導体層 2 3 および導体層 2 5 も同様の構造であってよい。ビア導体 3 2 ~ 3 5 は、それぞれ、第 2 樹脂絶縁層 1 2、第 3 樹脂絶縁層 2 2、樹脂絶縁層 1 4、2 4 を貫通する孔内に形成される銅などの導電体からなる。ビア導体 3 2 ~ 3 5 は、所謂フィルドビアのように記載されているが、所謂コンフォーマルビアでもよい。ビア導体 3 2 ~ 3 5 は、好ましくは、第 3 および第 4 導体層 1 3、2 3、または、導体層 1 5、2 5 を形成する 1 または 2 以上の金属膜と一体に形成される。

【0044】

図示されていないが、接続パッド 1 7、2 7 には保護膜が形成されていてもよい。接続パッド 1 7、2 7 が、酸化などの腐食から保護される。接続パッド 1 7、2 7 と図示され

10

20

30

40

50

ない電気部品との接続が強固になることがある。同様に、図示されていないが、接続パッド17、27に設けられる保護膜と同様の保護膜が、凹部5の底面5aに露出する第1導体パターン11aの一面11at上に形成されていてもよい。凹部5内に収容される電気部品（図示せず）との強固で信頼性の高い接続が得られることがある。図2Cに示されるように、一面11atが周囲の第2樹脂絶縁層12の表面よりも凹んでいると、保護膜の形成スペースが確保されると共に、保護膜形成時の意図しない保護膜の拡大などが制限され得る。凹部5に収容される電気部品との接続が確実にとなると共に、隣接する第1導体パターン11a間でのショートなどが抑制されると考えられる。

【0045】

図1に示される実施形態では、第2樹脂絶縁層12上および第3導体層13上に樹脂絶縁層14および導体層15が形成されている。同様に、第3樹脂絶縁層22上および第4導体層23上に樹脂絶縁層24および導体層25が形成されている。しかしながら、これらの樹脂絶縁層および導体層は形成されなくてもよい。図4Aには、そのような実施形態のプリント配線板101が示されている。なお、図1に示されるプリント配線板1と同じ要素については、詳細な説明や図中の符号は省略される。

【0046】

図4Aに示されるプリント配線板101では、第1樹脂絶縁層3の第1面3F側に、第1導体層11、第2樹脂絶縁層12および第3導体層13が順に形成されている。そして、第3導体層13上にさらなる樹脂絶縁層の形成をされることなくソルダーレジスト層16が形成されている。第1樹脂絶縁層3の第2面3B側に、第2導体層21、第3樹脂絶縁層22および第4導体層23が順に形成され、第4導体層23上にソルダーレジスト層26が形成されている。第3導体層13の表面および第2樹脂絶縁層12の露出面によりプリント配線板101の第1表面1Fが構成されている。第4導体層23の表面および第3樹脂絶縁層22の露出面によりプリント配線板101の第2表面1Bが構成されている。そして、第1表面1Fに開口するプリント配線板101の凹部105は、主に第2樹脂絶縁層12の凹部5で構成されている。

【0047】

凹部5の底面5aには、図1の例のプリント配線板1と同様に、第1導体パターン11aの一面11atが露出している。プリント配線板1と同様に第1導体パターン11aの側面11asは第2樹脂絶縁層12に覆われている。第2樹脂絶縁層12は、凹部5の底部を形成する薄膜部12aと第1導体層11を覆う厚膜部12bとを有している。

【0048】

一方、プリント配線板101の凹部105の内壁面は、第2樹脂絶縁層12の薄膜部12aと厚膜部12bとの段差部の壁面だけで構成されている。薄膜部12aと厚膜部12bとの厚さの差（凹部5の深さ）と、第3導体層13の厚さとの合計値が凹部105の深さとなる。プリント配線板101は、合計4つの導体層を含んでいる。プリント配線板内に構成すべき電気回路が4つの導体層で形成可能で、1つの樹脂絶縁層の厚さよりも小さい（浅い）凹部で要求仕様が満たされる場合は、図4Aの例のような構造が採用され得る。図1に示される実施形態よりも薄いプリント配線板が形成され得る。

【0049】

なお、より複雑または大規模な電気回路や、より深い凹部を形成する場合は、図1に示される導体層15、25上に、さらに1つまたは複数の樹脂絶縁層および導体層が形成されてよい。そのようにさらに積層される樹脂絶縁層の一部が除去されることにより、より深い凹部が形成され得る。

【0050】

図1に示される実施形態では、第1樹脂絶縁層3はプリント配線板1のコア基板を構成している。しかしながら、実施形態の第1樹脂絶縁層は、コア基板上に形成されるビルドアップ配線構造内の樹脂絶縁層（層間樹脂絶縁層）を構成していてもよい。その場合も、第1樹脂絶縁層の第1面に第1導体パターンを含んでいる第1導体層が形成され、第1導体パターンの一面は凹部の底面に露出する。図4Bには、そのような実施形態のプリント

配線板 201 が示されている。なお、図 1 に示されるプリント配線板 1 と同じ要素については、詳細な説明や図中の符号は省略される。

【0051】

実施形態のプリント配線板 201 は、コア基板 52 と、コア基板 52 の一方の表面上に形成されるビルドアップ配線構造 60 と、他方の表面上に形成されるビルドアップ配線構造 70 とを含んでいる。プリント配線板 201 は、ビルドアップ配線構造 60 側の第 1 表面 201 F に開口している凹部 55 を備えている。ビルドアップ配線構造 60 は、コア基板 52 の一方の表面上に形成されていて第 1 面 62 F および第 1 面 62 F と反対側の第 2 面 62 B を有する第 1 樹脂絶縁層 62 を含んでいる。

【0052】

ビルドアップ配線構造 60 は、さらに、第 1 樹脂絶縁層 62 の第 1 面 62 F 上に形成されている第 1 導体層 63 と、第 1 導体層 63 上、および第 1 樹脂絶縁層 62 の第 1 面 62 F 上に形成され、凹部 6 を備える第 2 樹脂絶縁層 64 とを有している。主に、第 2 樹脂絶縁層 64 の凹部 6 によりプリント配線板 201 の凹部 55 が構成されている。第 1 導体層 63 は、側面を第 2 樹脂絶縁層 64 に覆われた状態で、一面 63 a t を凹部 6 の底面 6 a に露出する第 1 導体パターン 63 a を含んでいる。第 1 導体パターン 63 a は第 2 樹脂絶縁層 64 を構成する樹脂により隣接する第 1 導体パターン 63 a との間を絶縁されている。実施形態のプリント配線板 201 においても、凹部 6 に収容される電気部品との接続に関する不具合が少なくなることがある。

【0053】

図 4 B の例では、コア基板 52 は、第 3 樹脂絶縁層 53 と、第 3 樹脂絶縁層 53 の表面上に形成されている第 2 導体層 61 と第 4 導体層 71 とで構成されている。コア基板 52 の一方の表面は第 2 導体層 61 側の表面であり、他方の表面は第 4 導体層 71 側の表面である。第 1 樹脂絶縁層 62 には、第 1 導体層 63 と第 2 導体層 61 との接続部としてビア導体 82 が形成されている。ビルドアップ配線構造 60 は、さらに、第 2 樹脂絶縁層 64 上の第 3 導体層 65 を含んでいる。ビルドアップ配線構造 70 は、コア基板の他方の表面上に順に積層されている、樹脂絶縁層 72、導体層 73、樹脂絶縁層 74、および導体層 75 で構成されている。

【0054】

このように、実施形態のプリント配線板 201 は 6 層の導体層を有しており、導体層の数は図 1 に示される実施形態のプリント配線板 1 と同じである。しかしながら、プリント配線板 201 では、凹部 55 の下方に 5 層の導体層を有している。凹部の深さよりも、凹部の周囲の配線領域（層数）の確保が優先される場合は、図 4 B の実施形態の構造が好ましい場合がある。凹部 5 の下方に 4 層の導体層しか有さない図 1 のプリント配線板 1 よりも、複雑な電気回路が形成できることがある。また、パターン設計が容易になることがある。なお、凹部の深さも必要とされる場合、および／または、さらに配線領域が必要な場合は、第 3 導体層 65 および導体層 75 上に、さらに、1 つまたは 2 つ以上の樹脂絶縁層と導体層とが積層されてよい。実施形態のプリント配線板の構造は、プリント配線板内に形成されるべき電気回路の規模や複雑性、および／または、実装される電気部品の数や種類に応じて適宜決定され得る。

【0055】

実施形態のプリント配線板の製造方法の一例が、図 1 に示される実施形態のプリント配線板 1 を例に、図 5 A ～ 5 J を参照して説明される。

【0056】

第 1 樹脂絶縁層 3（図 1 参照）が用意される。図 5 A に示されるように、樹脂絶縁層 3 の第 1 面 3 F に金属箔 111 が積層され、第 2 面 3 B に金属箔 211 が積層されている積層板 30 が用意される。樹脂絶縁層 3 は、好ましくは、ガラスクロスなどの補強材と、補強材に含浸された樹脂材料で形成されている。樹脂材料は、エポキシ樹脂などであってよく、シリカなどの無機粒子を含んでいてもよい。金属箔 111、211 は、好ましくは銅箔である。積層板 30 は、市販の両面銅張積層板であってよい。積層板 30 の厚さは、た

10

20

30

40

50

たとえば、 $80 \sim 400 \mu\text{m}$ である。金属箔111、211の厚さは、たとえば、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度である。

【0057】

金属箔111と金属箔211とが接続される位置に積層板30を貫く貫通孔が形成される。積層板30の両側から平面視で同じ位置に、たとえば、レーザー光が照射される。たとえば、 CO_2 レーザーが用いられる。貫通孔はスルーホール導体31（図1参照）を形成するための孔である。従って、図1に示される実施形態のプリント配線板1が製造される場合は、凹部5の形成領域A内にも貫通孔が形成される。貫通孔内および金属箔111、211上に無電解めっきやスパッタリングなどにより、金属被膜が形成される。

【0058】

金属被膜上に、図示されないめっきレジスト膜が形成される。めっきレジスト膜には、第1導体層11または第2導体層21（図1参照）の形成箇所に応じた位置に開口部が設けられる。図1に示される実施形態では、第1導体層11は第1導体パターン11a（図1参照）および第2導体パターン11b（図1参照）を含んでいる。第1導体パターン11aは凹部5の底面に一面11at（図1参照）を露出する。そのため、図示されないめっきレジスト膜の凹部5の形成領域Aと平面視で重なる位置に第1導体パターン11a形成用の開口部が設けられる。めっきレジスト膜の凹部5の形成領域Aと平面視で重ならない位置に少なくとも第2導体パターン11b形成用の開口部が設けられる。また、めっきレジスト膜には、積層板30に形成されているスルーホール導体31形成用の貫通孔に対応する位置にも開口部が設けられる。第1導体パターン11a形成用の開口部が、この貫通孔上に設けられてもよい。

【0059】

金属被膜をシード層として電流が供給され、めっきレジスト膜の開口部に露出する金属被膜上に、電解めっき膜が形成される。図5Bに示されるように、第1導体層11および第2導体層21が形成される。第1および第2導体層11、21は、それぞれ、金属箔、金属被膜および電解めっき膜などの個々の要素を省略して一体的に示されている。また、第1導体層11と第2導体層21とを接続するスルーホール導体31が形成される。スルーホール導体31は、積層板30（図5A参照）の両面から照射されるレーザー光により形成された貫通孔内に形成される。そのため、積層板30の両表面それぞれの側から積層板30の厚さの略半分までの部分で他方側に向かってテーパしている。その後、めっきレジスト膜が除去される。

【0060】

めっきレジスト膜の除去により露出する金属被膜、および、それらの下方の金属箔がエッチングなどにより除去される。第1導体パターン11a、および、第2導体パターン11bを含むようにパターンニングされている第1導体層11が得られる。同時に、所定のパターンにパターンニングされている第2導体層21が得られる。第1面3Fおよび第1面3Fと反対側の第2面3Bを有し、少なくとも第1面3Fに第1導体層11を備える樹脂絶縁層3が得られる。樹脂絶縁層3は、図1のプリント配線板1の第1樹脂絶縁層3を構成する。第1導体パターン11aは、凹部5の形成領域A内に形成されている。また、第1導体パターン11aは、凹部5の形成領域A内のスルーホール導体31上に形成されている。なお、第1および第2導体層11、21は、全面に電解めっき膜などを形成し、その後、所定の導体パターンを有するようにエッチングすることにより形成されてもよい。図1に示される実施形態のプリント配線板1では、第1樹脂絶縁層3の第1面3F側および第2面3B側に樹脂絶縁層および導体層が積層されている。以下の説明では、第1樹脂絶縁層3ならびに第1および第2導体層11、21は、纏めてコア基板30とも称される。

【0061】

第1樹脂絶縁層3の第1面3F上に、シート状またはフィルム状の樹脂材料が積層され、第2面3B上に、第1面3F上と同様に樹脂材料が積層される。両側の樹脂材料それぞれの表面上に金属箔が積層されてもよい。樹脂材料が、コア基板30側に向かって加圧されると共に加熱される。コア基板30と樹脂材料とが接合すると共に、樹脂材料からそれ

10

20

30

40

50

ぞれ成る第2樹脂絶縁層12および第3樹脂絶縁層22が形成される(図5C参照)。第2樹脂絶縁層12および第3樹脂絶縁層22を構成する樹脂材料は、たとえば、エポキシ樹脂などで主に形成され、シリカなどの無機粒子を含んでいてもよい。樹脂材料の厚さは、たとえば10~30μmである。

【0062】

図5Dに示されるように、第2樹脂絶縁層12に、第1導体層11を露出する貫通孔32aが形成される。また、第3樹脂絶縁層22に、第2導体層21を露出する貫通孔33aが形成される。貫通孔32aは第2樹脂絶縁層12の表面上へのCO₂レーザー光の照射などにより形成される。貫通孔33aも同様に第3樹脂絶縁層22の表面上へのCO₂レーザー光の照射などにより形成される。

10

【0063】

第3導体層13および第4導体層23(図5E参照)が、それぞれ形成される。まず、第2樹脂絶縁層12および第3樹脂絶縁層22上、および貫通孔32a、33a内に無電解めっきやスパッタリングにより金属被膜が形成される。第3導体層13および第4導体層23が所謂パターンめっき法で形成される場合は、この金属被膜上にめっきレジスト膜(図示せず)が形成される。貫通孔32a、33a、ならびに、第3導体層13および第4導体層23の形成箇所に対応するめっきレジスト膜の各領域に開口部が設けられる。金属被膜をシード層とする電解めっきにより開口部に露出する金属被膜上に電解めっき膜が形成される。その後、図示されないめっきレジスト膜が除去される。露出する金属被膜がエッチングなどにより除去される。

20

【0064】

図5Eに示されるように、第2樹脂絶縁層12上に第3導体層13が形成され、第3樹脂絶縁層22上に第4導体層23が形成される。第3および第4導体層13、23は、金属被膜および電解めっき膜などの個々の要素を省略して一体的に示されている。貫通孔32a、33a内には、無電解めっきなどと電解めっきとで導体が埋め込まれることによりビア導体32、33がそれぞれ形成される。ビア導体32は、第1導体層11と第3導体層13とを接続している。ビア導体33は、第2導体層21と第4導体層23とを接続している。第3および第4導体層13、23は、所謂パネルめっき法により形成されてもよい。

【0065】

図5Eに示される例では、後述のように凹部5(図1参照)の形成時に除去されるにも拘わらず、凹部5の形成領域Aと平面視で重なる位置に第3導体層13の導体パターン13aが形成されている。凹部5の形成領域Aの面積が所定の大きさよりも大きい場合は、このように凹部5の形成領域A内にも導体パターンが形成されるのが好ましいと考えられる。第3導体層13が広範囲にわたって形成されていないと、第2樹脂絶縁層12の表面に凹みが生じると推察される。導体パターン13aを凹部5の形成領域A内に形成することにより、第2樹脂絶縁層12の表面の凹みの発生が抑制されることがある。しかしながら、導体パターン13aは設けられなくてもよい。

30

【0066】

図1に示される実施形態のプリント配線板1が製造される場合は、図5Fに示されるように、第3導体層13上に、層間樹脂絶縁層として樹脂絶縁層14が形成され、樹脂絶縁層14上に導体層15が形成される。また、第4導体層23上に層間樹脂絶縁層として樹脂絶縁層24が形成され、樹脂絶縁層24上に導体層25が形成される。また、樹脂絶縁層14内にビア導体34が形成され、樹脂絶縁層24内にビア導体35が形成される。樹脂絶縁層14、24、導体層15、25、およびビア導体34、35は、それぞれ、第2および第3樹脂絶縁層12、22、第3および第4導体層13、23、およびビア導体32、33と同様の方法で、同様の材料を用いて形成され得る。たとえば、シート状の樹脂材料が第3および第4導体層13、23上に積層され、加熱および加圧されることにより樹脂絶縁層14、24が形成される。導体層15、25、および、ビア導体34、35は、無電解めっきなどによる金属被膜と電解めっき膜とにより形成され得る。なお、図5F

40

50

に示されるように、導体層 15 にも、第 3 導体層 13 と同様の理由で、凹部 5（図 1 参照）の形成領域 A 内に導体パターン 15a が形成されるのが好ましいと考えられる。

【0067】

実施形態のプリント配線板の製造方法では、図 5G に示されるように、導体層 15 側の表面に溶剤レジスト層 16 が形成される。導体層 25 側の表面に溶剤レジスト層 26 が形成される。導体層 15 側の表面は、実施形態のプリント配線板 1 の第 1 表面 1F である。導体層 25 側の表面はプリント配線板 1 の第 2 表面 1B である。たとえば、感光性の樹脂からなる樹脂層が、導体層 15、25 の表面、および導体層 15、25 から露出する樹脂絶縁層 14、24 の露出面に形成され、露光および現像される。その結果、開口部 16a または開口部 26a を有する溶剤レジスト層 16、26 が形成される。好ましくは、凹部 5（図 1 参照）の形成領域 A と平面視で重なる位置には、溶剤レジスト層は形成されない。凹部 5 の形成が容易になると共に、凹部 5 の形成時のストレスなどによる溶剤レジスト層 16 の損傷が防止されることが考えられる。溶剤レジスト層 16、26 は、スクリーン印刷などの他の方法で形成されてもよい。溶剤レジスト層 16、26 の材料は、特に限定されない。好ましくは、シリカなどの無機フィラーが 40～70 質量% 含有されたエポキシ樹脂が用いられる。

10

【0068】

開口部 16a は、接続パッド 17 を露出させるように設けられる。開口部 26a は、接続パッド 27 を露出させるように設けられる。接続パッド 17、27 の露出面には、好ましくは、図示されない保護膜が形成される。保護膜は、Ni/Au、Ni/Pd/Au、または Sn などの複数または単一の金属膜であってよく、たとえば、めっきにより形成される。また、液状の保護膜の材料への浸漬などにより OSP 膜が保護膜として形成されてもよい。

20

【0069】

溶剤レジスト層 16、26、および、図示されない保護膜は、以下に説明される凹部 5（図 1 参照）の形成後に順次形成されても、或いは、全く形成されなくてもよい。溶剤レジスト層 16、26、および、図示されない保護膜が、凹部 5 よりも先に形成されると、凹部 5 の形成時などにおける汚損や腐食から、接続パッド 17、27 を含む導体層 15、25 が保護される。

【0070】

第 2 樹脂絶縁層 12 の一部を除去することにより凹部 5（図 1 参照）が形成される。図 1 に示されるプリント配線板 1 が製造される場合は、樹脂絶縁層 14 の一部も第 2 樹脂絶縁層 12 の一部と共に除去される。第 1 導体パターン 11a の側面が第 2 樹脂絶縁層 12 に覆われている状態で、第 1 導体パターン 11a の一面を凹部 5 の底面に露出させるように、第 2 樹脂絶縁層 12 の一部が除去される。具体的な第 2 樹脂絶縁層 12 の一部の除去方法は特に限定されない。たとえば、レーザー光の照射や溶剤などでの溶解による方法が用いられてもよい。しかしながら、樹脂組成物に覆われている第 1 導体パターン 11a の側面を樹脂に覆われたまま、その一面だけを露出させるという点で、切削加工により機械的に除去する方法が好ましいと考えられる。加工速度が速く、深さ方向の加工域が精度よく制御され得る。切削加工は、たとえば、ドリルやルーターにより行われる。

30

40

【0071】

たとえば、図 5I に示されるように、凹部 5 の形成領域 A のいずれかの隅部の上方にドリル刃またはルーター刃 41（以下、ドリル刃またはルーター刃は単にドリル刃と称される）が位置合わせされ、プリント配線板 1 に向かって下される。図 5G に示されるように、ドリル刃 41 が凹部 5 の形成領域 A の端部に穿入する。ドリル刃 41 は、図 5H に示されるように、その先端が第 1 導体パターン 11a の上面 11au（凹部形成前の第 1 導体パターン 11a の上面）と第 1 樹脂絶縁層 3 の第 1 面 3F との間に位置するまで下される。または、ドリル刃 41 は、その先端が第 1 導体パターン 11a の厚さ方向で上面 11au と同じ位置に位置するように下される。

【0072】

50

ドリル刃 4 1 は、たとえば、図 5 G および図 5 H に、矢印 A 1 で示されるように凹部 5 の形成領域 A の一端から他端に向かって動かされる。ドリル刃 4 1 は、たとえば、図 5 I に矢印 A 2 で示されるように動かされる。ドリル刃 4 1 は、好ましくは、平面視で、凹部 5 の形成領域 A の全域をドリル刃 4 1 のいずれかの部分が一度は通過するように動かされる。それにより、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の凹部 5 の形成領域 A 内の部分が除去される。それと共に、樹脂絶縁層 1 4 の凹部 5 の形成領域 A と平面視で重なる部分も除去される。図 5 G に示される例では、それに伴って、導体パターン 1 3 a、1 5 a も除去される。第 2 樹脂絶縁層 1 2 に薄膜部 1 2 a と薄膜部 1 2 a よりも厚い厚膜部 1 2 b (図 1 参照) が形成される。第 2 樹脂絶縁層 1 2 の一部の除去により生じる空間を囲む凹部 5 が形成される。同時に、その凹部 5 に連通する貫通孔が樹脂絶縁層 1 4 に形成される。第 2 樹脂絶縁層 1 2 および樹脂絶縁層 1 4 の一部の除去により生まれる空間を囲む部分からなる、プリント配線板 1 の凹部 5 0 (図 1 参照) が形成される。

10

【0073】

ドリル加工は、第 1 導体パターン 1 1 a の上面と同じ位置か、上面と第 1 樹脂絶縁層 3 の第 1 面 3 F との間の位置に先端を位置づけられたドリル刃 4 1 により行われる。そのため、凹部 5 の底面には、側面を第 2 樹脂絶縁層 1 2 に覆われている第 1 導体パターン 1 1 a の一面が露出する。図 5 H に示される第 1 導体パターン 1 1 a の上面 1 1 a u と同じ位置に先端を位置づけられたドリル刃 4 1 でドリル加工が行われると、第 1 導体パターン 1 1 a と第 2 導体パターン 1 1 b とは略同じ厚さになる (図 2 B に示される第 1 導体パターン 1 1 a 1)。第 1 導体パターン 1 1 a の上面 1 1 a u よりも第 1 樹脂絶縁層 3 側に先端を位置づけられたドリル刃 4 1 で加工されると、第 1 導体パターン 1 1 a の厚さは第 2 導体パターン 1 1 b の厚さよりも小さくなる (図 2 A 参照)。その場合、第 1 導体パターン 1 1 a の第 1 樹脂絶縁層 3 側と反対側の表面から所定の厚さの部分が、第 2 樹脂絶縁層 1 2 の一部と共に除去される。第 1 導体パターン 1 1 a の除去される部分の厚さはドリル刃 4 1 の位置 (高さ) により定まる。

20

【0074】

ドリル刃 4 1 の位置 (高さ)、すなわち、ドリル加工の深度は、好ましくは、凹部 5 の形成の前に設定される。たとえば、凹部 5 (図 1 参照) の形成領域以外の領域の第 1 導体層 1 1 を用いて行われる。図 5 J に示されるように、プリント配線板 1 の製造時に、プリント配線板 1 の外周部分にダミー部 4 2 が設けられる。ダミー部 4 2 はプリント配線板 1 の端面 1 E よりも外側に、プリント配線板 1 と一体的に形成される。従って、ダミー部 4 2 内にも第 1 導体層 1 1 が形成される。たとえば、凹部 5 の形成のためのドリル加工前に、ドリル刃 4 1 が、ダミー部 4 2 内の第 1 導体層 1 1 に向けて下される。ドリル刃 4 1 には、たとえば、導電体との接触を感知する接触センサなどが設けられる。ダミー部 4 2 内に穿入したドリル刃 4 1 は、第 1 導体層 1 1 との接触を感知する。その接触時のドリル刃 4 1 の位置に基づいて、凹部 5 形成時のドリル刃 4 1 の降下位置が設定される。実際の凹部 5 の形成時には、ドリル刃 4 1 の位置のモニタや調整動作を要することなく、凹部 5 の底面に一面を露出する所望の厚さの第 1 導体パターン 1 1 a が得られる。または、所望の深さの凹部 5 が形成され得る。

30

【0075】

必要に応じて、凹部 5 の底面に露出する第 1 導体パターン 1 1 a の一面が周囲の第 2 樹脂絶縁層 1 2 の表面よりも凹むようにエッチングが行われてもよい。また、第 1 導体パターン 1 1 a の一面に接続パッド 1 7、2 7 上と同様に保護膜が形成されてもよい。図 1 に示される実施形態のプリント配線板 1 が完成する。

40

【0076】

なお、図 2 D の例のように、第 3 導体パターン 1 1 c が形成される場合は、図 6 に示されるように、第 3 導体パターン 1 1 c の表面には、ドリル刃 4 1 の矢印 A 1 に示される方向への移動で除去される部分とされない部分とが生じる。そのため、図 2 D に示されるように、凹部 5 の内壁面に第 3 導体パターン 1 1 c の断面 1 1 c s が露出する。

【0077】

50

図 4 A に示される実施形態のプリント配線板 1 0 1 が製造される場合は、図 5 F に示される樹脂絶縁層 1 4、2 4、ならびに、導体層 1 5、2 5 の形成が省略される。第 2 樹脂絶縁層 1 2 の一部だけが除去されることにより凹部 1 0 5 (図 4 A 参照) が形成される。

【0078】

また、図 1 に示されるプリント配線板 1 よりも多くの導体層を有する実施形態のプリント配線板が形成される場合は、図 5 F の状態から、さらに、図 5 C ~ 5 E を参照して説明された工程が適宜繰り返される。任意の層数の実施形態のプリント配線板が形成され得る。

【0079】

図 4 B に示される実施形態のプリント配線板 2 0 1 も、図 1 に示される実施形態のプリント配線板 1 の製造方法の一例と略同じ方法で製造される。たとえば、図 5 A ~ 5 F を参照して説明された製造方法により、凹部 5 5 (図 4 B 参照) の形成前までの工程が行われる。ここで、プリント配線板 2 0 1 の第 1 ~ 第 3 樹脂絶縁層 6 2、6 4、5 3 は、それぞれ、プリント配線板 1 の第 2 樹脂絶縁層 1 2、樹脂絶縁層 1 4、第 1 樹脂絶縁層 3 と同様の方法で形成される。プリント配線板 2 0 1 の樹脂絶縁層 7 2、7 4 は、それぞれ、プリント配線板 1 の第 3 樹脂絶縁層 2 2、樹脂絶縁層 2 4 と同様の方法で形成される。プリント配線板 2 0 1 の第 1 ~ 第 4 導体層 6 3、6 1、6 5、7 1 は、それぞれ、プリント配線板 1 の第 3 導体層 1 3、第 1 導体層 1 1、導体層 1 5、第 2 導体層 2 1 と同様の方法で形成される。プリント配線板 2 0 1 の導体層 7 3、7 5 は、それぞれ、プリント配線板 1 の第 4 導体層 2 3、導体層 2 5 と同様の方法で形成される。

【0080】

そして、図 7 に示されるように、たとえば、ドリル刃 4 1 の先端が第 1 導体パターン 6 3 a の上面と同じ高さか、それよりも第 1 樹脂絶縁層 6 2 側に位置付けられる。そのドリル刃 4 1 で第 2 樹脂絶縁層 6 4 の一部が除去されて凹部 5 5 (図 4 B 参照) が形成される。第 1 導体パターン 6 3 a の上面側の一部も除去される場合は、好ましくは、第 1 導体層 6 3 は第 3 導体層 6 5 などよりも厚く形成される。凹部 5 5 の形成後に適度な厚さの第 1 導体パターン 6 3 a が得られると考えられる。

【0081】

実施形態のプリント配線板の製造方法によれば、凹部の底面に、側面を第 2 樹脂絶縁層に覆われた状態で一面を露出する第 1 導体パターンが形成される。第 1 導体パターンは、隣接する接続パッドなどとの間ではんだの接触などの不具合の少ない好適な電気部品との接続パッドとなり得る。電気部品内蔵タイプのプリント配線板の製造歩留りが向上することがある。また、凹部の形成を切削加工で行うことにより、精度よく所望の厚さの第 1 導体パターン、または、所望の深さの凹部を容易に形成することができる。プリント配線板が容易に、かつ、低コストで製造されることが考えられる。

【符号の説明】

【0082】

- 1、1 0 1、2 0 1 プリント配線板
- 1 F プリント配線板の第 1 表面
- 1 B プリント配線板の第 2 表面
- 3 第 1 樹脂絶縁層
- 3 F 第 1 樹脂絶縁層の第 1 面
- 3 B 第 1 樹脂絶縁層の第 2 面
- 5、6 第 2 樹脂絶縁層の凹部
- 5 a、6 a 凹部の底面
- 1 1 第 1 導体層
- 1 1 a、1 1 a 1、1 1 a 2 第 1 導体パターン
- 1 1 a s 第 1 導体パターンの側面
- 1 1 a t 第 1 導体パターンの一面

10

20

30

40

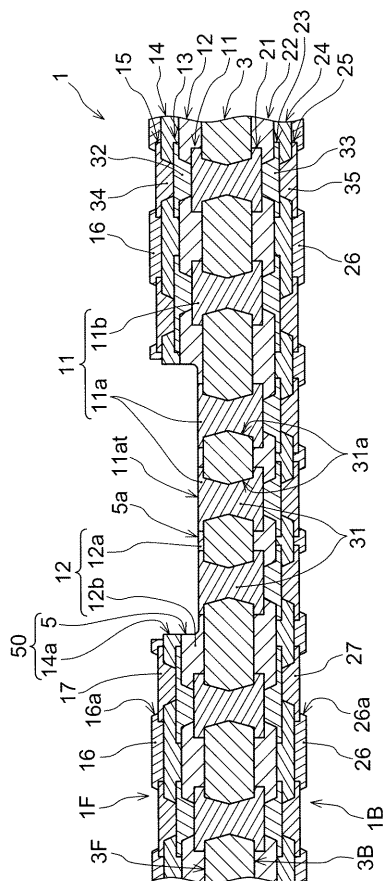
50

- 1 1 b 第 2 導 体 パ タ ー ン
 1 2 第 2 樹 脂 絶 縁 層
 1 2 a 第 2 樹 脂 絶 縁 層 の 薄 膜 部
 1 2 b 第 2 樹 脂 絶 縁 層 の 厚 膜 部
 1 3 第 3 導 体 層
 1 4 樹 脂 絶 縁 層
 1 5 導 体 層
 1 6 ソ ル ダ ー レ ジ ス ト 層
 2 1 第 2 導 体 層
 2 2 第 3 樹 脂 絶 縁 層
 2 3 第 4 導 体 層
 2 4 樹 脂 絶 縁 層
 2 5 導 体 層
 2 6 ソ ル ダ ー レ ジ ス ト 層
 3 0 コ ア 基 板 (積 層 板)
 3 1 ス ル ー ホ ール 導 体
 3 2 、 3 3 、 3 4 、 3 5 ビ ア 導 体
 4 1 ド リ ル 刃
 5 0 、 5 5 、 1 0 5 プ リ ン ト 配 線 板 の 凹 部
 A 1 、 A 2 ド リ ル 刃 移 動 方 向

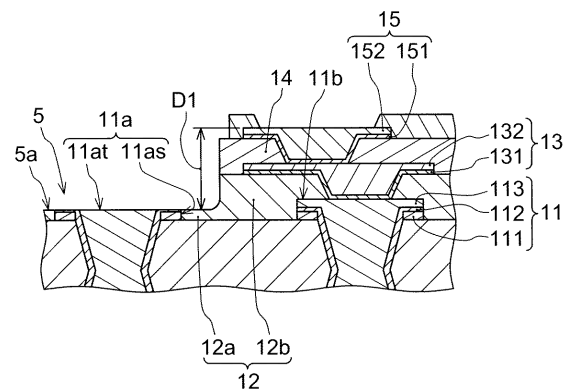
10

20

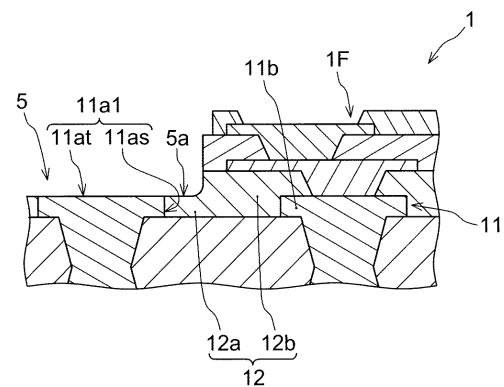
【 図 1 】



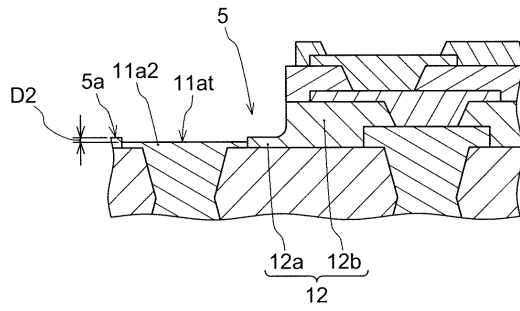
【 図 2 A 】



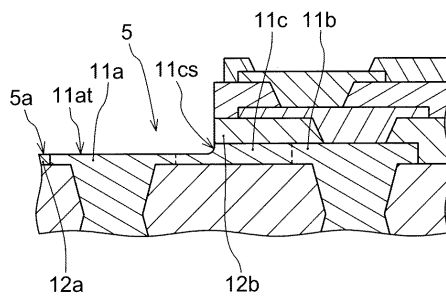
【 図 2 B 】



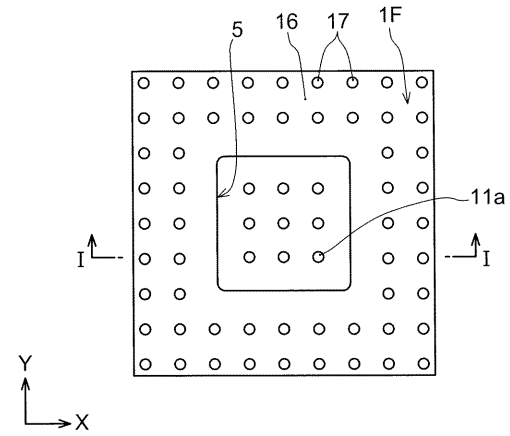
【図 2 C】



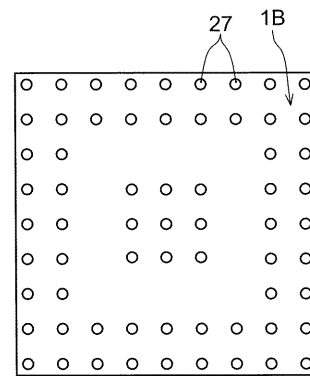
【図 2 D】



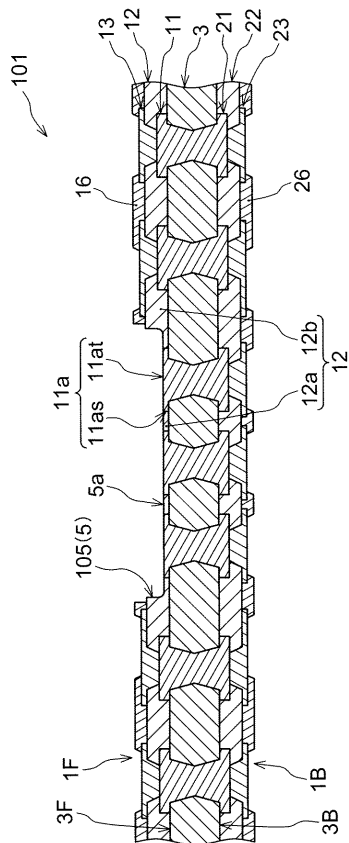
【図 3 A】



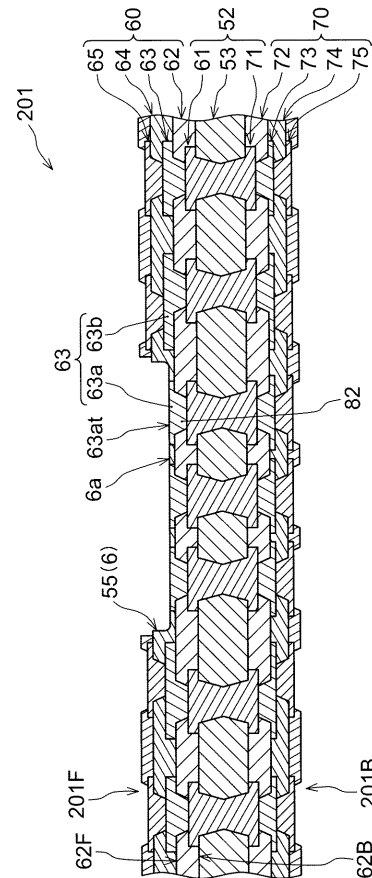
【図 3 B】



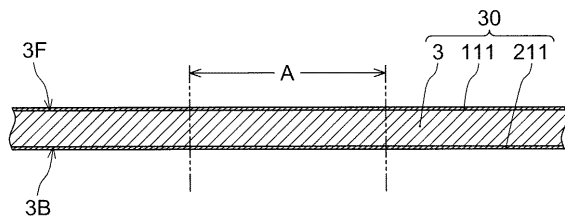
【図 4 A】



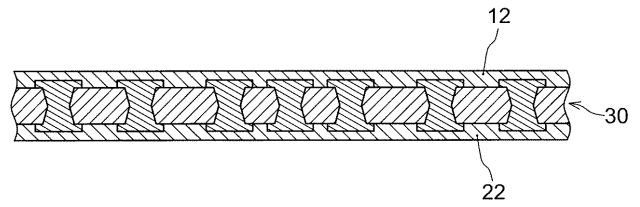
【図 4 B】



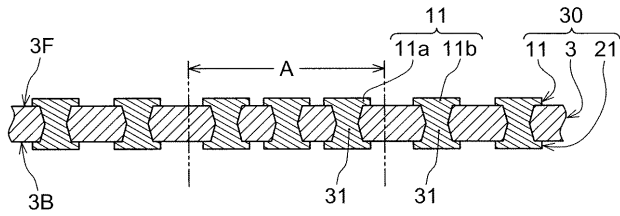
【図 5 A】



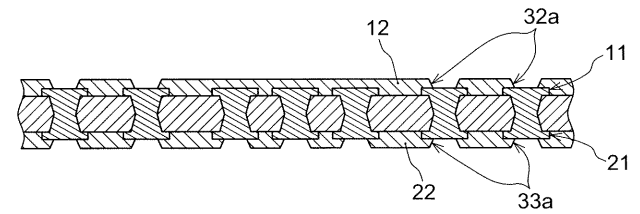
【図 5 C】



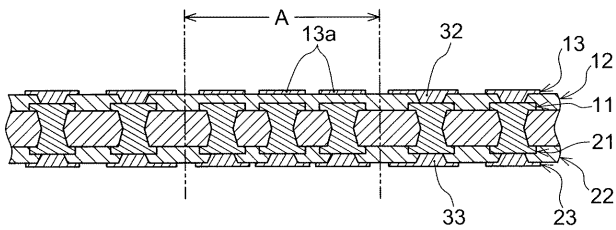
【図 5 B】



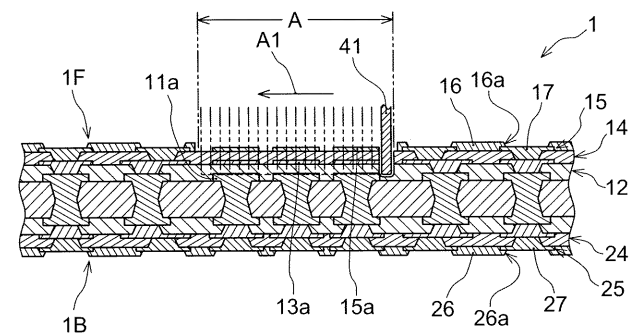
【図 5 D】



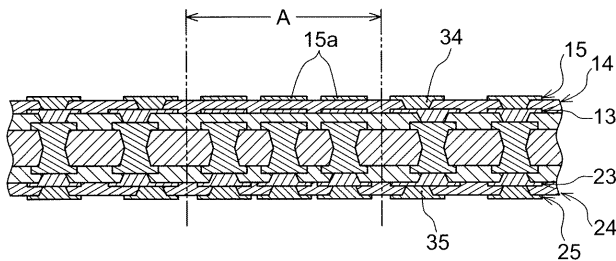
【図 5 E】



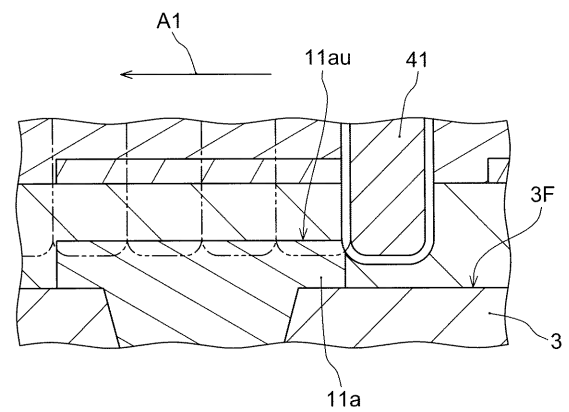
【図 5 G】



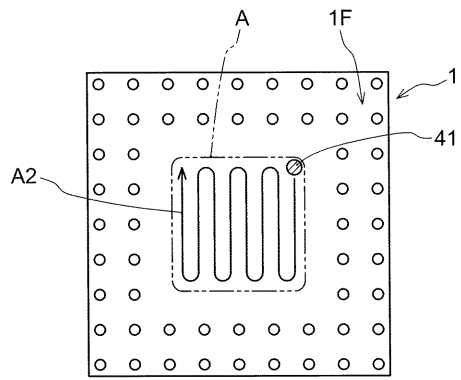
【図 5 F】



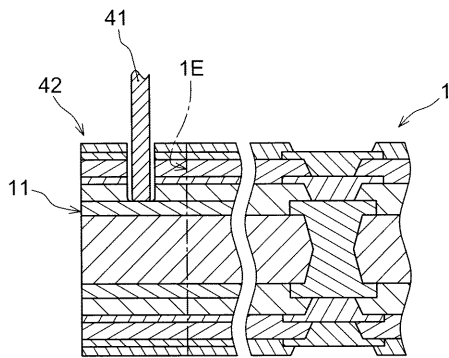
【図 5 H】



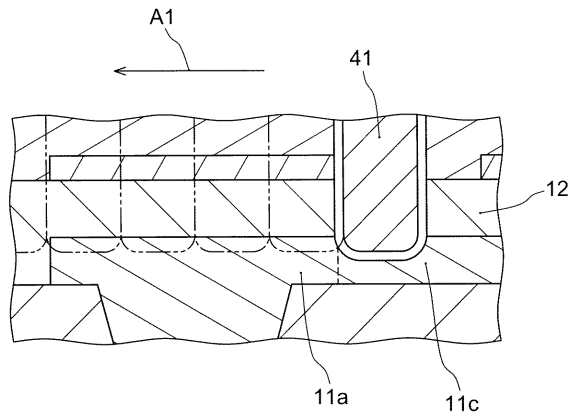
【図 5 I】



【図 5 J】



【図 6】



【図 7】

