

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6092729号  
(P6092729)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.

G01R 1/073 (2006.01)

F 1

G01R 1/073  
G01R 1/073

E

A

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-150337 (P2013-150337)  
 (22) 出願日 平成25年7月19日 (2013.7.19)  
 (65) 公開番号 特開2015-21851 (P2015-21851A)  
 (43) 公開日 平成27年2月2日 (2015.2.2)  
 審査請求日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(73) 特許権者 000190688  
 新光電気工業株式会社  
 長野県長野市小島田町80番地  
 (74) 代理人 100091672  
 弁理士 岡本 啓三  
 (72) 発明者 深澤 亮  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 堀内 道夫  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
 工業株式会社内  
 (72) 発明者 德武 安衛  
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気  
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プロープカード及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

絶縁層と、前記絶縁層の上に形成された配線層とを備えた配線基板と、  
 前記配線基板の絶縁層及び配線層を厚み方向に貫通し、平面視して四角形で形成された  
 開口部であって、前記開口部の四辺の側面が階段状に形成されて階段面を備えた前記開口  
 部と、

前記配線基板の開口部の側面の階段面に形成され、前記配線層に接続された構造を有す  
 る第1接続パッドと、

前記配線基板の開口部の側面の階段面に形成された第2接続パッドであって、前記第1  
 接続パッドと前記第2接続パッドとは前記開口部の四辺の側面の対向する階段面に対向す  
 るように配置され、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドが前記開口部の内面から露  
 出し、かつ、前記配線層に接続された構造を有する前記第2接続パッドと、

前記配線基板の開口部に形成され、前記第1接続パッド及び第2接続パッドを埋め込む  
 樹脂部と、

前記樹脂部に埋め込まれ、一端が前記第1接続パッドに接続され、他端が前記樹脂部の  
 下面から突出する突出部となつた第1ポンディングワイヤであつて、前記樹脂部の下面は  
 前記第1接続パッド及び前記第2接続パッドが配置された面と反対面であることを含む前  
 記第1ポンディングワイヤと、

前記第1ポンディングワイヤの突出部は、側面の全体が樹脂部から露出するように前記  
 樹脂部の下面から下側に突出する第1接触端子であつて、前記第1接触端子と前記第1ボ

ンディングワイヤとは同じ金属からなる一本のボンディングワイヤから形成される前記第1接触端子と、

前記樹脂部に埋め込まれ、一端が前記第2接続パッドに接続され、他端が前記樹脂部の下面から突出する突出部となつた第2ボンディングワイヤと、

前記第2ボンディングワイヤの突出部は、側面の全体が樹脂部から露出するように前記樹脂部の下面から下側に突出する第2接触端子であつて、前記第2接触端子と前記第2ボンディングワイヤとは同じ金属からなる一本のボンディングワイヤから形成される前記第2接触端子と

を有し、

前記第1接触端子及び第2接触端子の各直径は、前記樹脂部に埋め込まれた第1ボンディングワイヤ及び第2ボンディングワイヤの各直径と同じであり、

前記第1ボンディングワイヤ及び前記第2ボンディングワイヤは平面視で一本の直線上に延在し、前記第1接触端子及び前記第2接触端子が前記一本の直线上に並んで配置されており、

先端側に前記第1接触端子を備えた前記第1ボンディングワイヤは、先端側に前記第2接触端子を備えた前記第2ボンディングワイヤに対向して配置され、前記第1ボンディングワイヤと前記第2ボンディングワイヤとの間隔が前記先端側の位置になるにつれて狭くなるように配置され、

前記第1接触端子及び第2接触端子は、被検査対象の一つの電極パッドに対してペアで接觸することを特徴とするプローブカード。

#### 【請求項2】

前記第1接触端子及び第2接触端子の先端の接觸面は、平坦面となっていることを特徴とする請求項1に記載のプローブカード。

#### 【請求項3】

前記第1ボンディングワイヤ及び第2ボンディングワイヤからなる複数のペアのボンディングワイヤが、前記配線基板の開口部内に平行に並んで配置されており、

前記第1接触端子及び第2接触端子からなるペアの接觸端子が、前記ボンディングワイヤの延在方向と直交する方向に一列に並んで配置されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のプローブカード。

#### 【請求項4】

前記第1ボンディングワイヤ及び第2ボンディングワイヤからなる複数のペアのボンディングワイヤが、前記配線基板の開口部内に平行になって並んで配置されており、

前記第1接触端子及び第2接触端子からなるペアの接觸端子が、前記ボンディングワイヤの延在方向と直交する方向に千鳥配列されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のプローブカード。

#### 【請求項5】

前記第1ボンディングワイヤ及び第2ボンディングワイヤは、絶縁被覆付ワイヤであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載のプローブカード。

#### 【請求項6】

絶縁層と、

前記絶縁層の上に形成された配線層と、

前記絶縁層及び配線層を厚み方向に貫通し、平面視して四角形で形成された開口部であつて、前記開口部の四辺の側面が階段状に形成されて階段面を備えた前記開口部と、

前記開口部の側面の階段面に形成された第1接続パッドと、

前記開口部の側面の階段面に形成された第2接続パッドであつて、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドとは前記開口部の四辺の側面の対向する階段面に対向するように配置され、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドが前記開口部の内面から露出し、かつ、前記配線層に接続された構造を有する前記第2接続パッドと

を備えた配線基板を用意する工程と、

前記配線基板を金属基材の上に接着する工程と、

10

20

30

40

50

前記第1接続パッドと前記金属基材の端子位置とを第1ポンディングワイヤで接続し、前記第2接続パッドと前記金属基材の端子位置とを第2ポンディングワイヤで接続して、前記金属基材の端子位置に、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤに繋がる接合部を形成する工程と、

前記配線基板の開口部内に、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤを埋め込む樹脂部を形成する工程と、

前記金属基材を除去する工程と、

前記樹脂部の下面から研磨して前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤから前記接合部を除去することにより、前記第1接続パッドに接続される第1ポンディングワイヤと、前記第2接続パッドに接続される第2ポンディングワイヤとに分離する工程と、

前記樹脂部を下面から除去して、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤの先端部を前記樹脂部の下面からそれぞれ突出させて第1接触端子及び第2接触端子を得る工程と

を有し、

前記第1接触端子及び第2接触端子の各直径は、前記樹脂部に埋め込まれた第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤの各直径と同じであり、

前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤは一本のライン上に延在し、前記第1接触端子及び第2接触端子が前記ライン上に並んで配置され、かつ、

前記第1接触端子及び第2接触端子は、被検査対象の一つの電極パッドに対してペアで接觸することを特徴とするプローブカードの製造方法。

#### 【請求項7】

前記第1接触端子及び第2接触端子の先端の接觸面は、平坦面となっていることを特徴とする請求項6に記載のプローブカードの製造方法。

#### 【請求項8】

前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤからなる複数のペアのポンディングワイヤが、前記配線基板の開口部内に平行に並んで配置され、

前記第1接触端子及び第2接触端子からなるペアの接觸端子が、前記ポンディングワイヤの延在方向と直交する方向に一列に並んで配置されることを特徴とする請求項6又は7に記載のプローブカードの製造方法。

#### 【請求項9】

前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤからなる複数のペアのポンディングワイヤが、前記配線基板の開口部内に平行になって並んで配置され、

前記第1接触端子及び第2接触端子からなるペアの接觸端子が、前記ポンディングワイヤの延在方向と直交する方向に千鳥配列されていることを特徴とする請求項6又は7に記載のプローブカードの製造方法。

#### 【請求項10】

前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤは、絶縁被覆付ワイヤであることを特徴とする請求項6乃至9のいずれか一項に記載のプローブカードの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明はプローブカード及びその製造方法に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

配線基板などの被検査対象の電気特性の測定は、被検査対象の多数の電極パッドにプローブカードの接觸端子を接觸させて導通をとることにより行われる。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0003】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開昭59-154054号公報  
【特許文献2】特開平9-229963号公報  
【特許文献3】特開2000-294311号公報  
【特許文献4】特開2003-174120号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

被検査対象の電気特性を精度よく測定する方法として、被検査対象の一つの電極パッドに、隣接する2つの接触端子を接触させて電気測定を行う4端子検査がある。4端子検査用のプローブカードでは、接触端子のさらなる狭ピッチ化が必要であり、従来の製造方法では対応することが困難である。 10

【0005】

接触端子の狭ピッチ化を可能にして4端子検査を実現できるプローブカード及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下の開示の一観点によれば、絶縁層と、前記絶縁層の上に形成された配線層とを備えた配線基板と、前記配線基板の絶縁層及び配線層を厚み方向に貫通し、平面視して四角形で形成された開口部であって、前記開口部の四辺の側面が階段状に形成されて階段面を備えた前記開口部と、前記配線基板の開口部の側面の階段面に形成された第1接続パッドと、前記配線基板の開口部の側面の階段面に形成された第2接続パッドであって、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドとは前記開口部の四辺の対向する階段面に対向するように配置され、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドが前記開口部の内面から露出し、かつ、前記配線層に接続された構造を有する前記第2接続パッドと、前記配線基板の開口部に形成され、前記第1接続パッド及び第2接続パッドを埋め込む樹脂部と、前記樹脂部に埋め込まれ、一端が前記第1接続パッドに接続され、他端が前記樹脂部の下面から突出する突出部となった第1ポンディングワイヤであって、前記樹脂部の下面是前記第1接続パッド及び前記第2接続パッドが配置された面と反対面であることを含む前記第1ポンディングワイヤと、前記第1ポンディングワイヤの突出部は、側面の全体が樹脂部から露出するように前記樹脂部の下面から下側に突出する第1接触端子であって、前記第1接触端子と前記第1ポンディングワイヤとは同じ金属からなる一本のポンディングワイヤから形成される前記第1接触端子と、前記樹脂部に埋め込まれ、一端が前記第2接続パッドに接続され、他端が前記樹脂部の下面から突出する突出部となった第2ポンディングワイヤと、前記第2ポンディングワイヤの突出部は、側面の全体が樹脂部から露出するように前記樹脂部の下面から下側に突出する第2接触端子であって、前記第2接触端子と前記第2ポンディングワイヤとは同じ金属からなる一本のポンディングワイヤから形成される前記第2接触端子とを有し、前記第1接触端子及び第2接触端子の各直径は、前記樹脂部に埋め込まれた第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤの各直径と同じであり、前記第1ポンディングワイヤ及び前記第2ポンディングワイヤは平面視で一本のライン上に延在し、前記第1接触端子及び前記第2接触端子が前記一本のラインに並んで配置されており、先端側に前記第1接触端子を備えた前記第1ポンディングワイヤは、先端側に前記第2接触端子を備えた前記第2ポンディングワイヤに対向して配置され、前記第1ポンディングワイヤと前記第2ポンディングワイヤとの間隔が前記先端側の位置になるにつれて狭くなるように配置され、前記第1接触端子及び第2接触端子は、被検査対象の一つの電極パッドに対してペアで接触するプローブカードが提供される。 30 40

【0007】

また、その開示の他の観点によれば、絶縁層と、前記絶縁層の上に形成された配線層と、前記絶縁層及び配線層を厚み方向に貫通し、平面視して四角形で形成された開口部であって、前記開口部の四辺の側面が階段状に形成されて階段面を備えた前記開口部と、前記開口部の側面の階段面に形成された第1接続パッドと、前記開口部の側面の階段面に形成

10

20

30

40

50

された第2接続パッドであって、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドとは前記開口部の四辺の側面の対向する階段面に対向するように配置され、前記第1接続パッドと前記第2接続パッドが前記開口部の内面から露出し、かつ、前記配線層に接続された構造を有する前記第2接続パッドとを備えた配線基板を用意する工程と、前記配線基板を金属基材の上に接着する工程と、前記第1接続パッドと前記金属基材の端子位置とを第1ポンディングワイヤで接続し、前記第2接続パッドと前記金属基材の端子位置とを第2ポンディングワイヤで接続して、前記金属基材の端子位置に、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤに繋がる接合部を形成する工程と、前記配線基板の開口部内に、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤを埋め込む樹脂部を形成する工程と、前記金属基材を除去する工程と、前記樹脂部の下面から研磨して前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤから前記接合部を除去することにより、前記第1接続パッドに接続される第1ポンディングワイヤと、前記第2接続パッドに接続される第2ポンディングワイヤとに分離する工程と、前記樹脂部を下面から除去して、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤの先端部を前記樹脂部の下面からそれぞれ突出させて第1接触端子及び第2接触端子を得る工程とを有し、前記第1接触端子及び第2接触端子の各直径は、前記樹脂部に埋め込まれた第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤの各直径と同じであり、前記第1ポンディングワイヤ及び第2ポンディングワイヤは一本のライン上に延在し、前記第1接触端子及び第2接触端子が前記ライン上に並んで配置され、かつ、前記第1接触端子及び第2接触端子は、被検査対象の一つの電極パッドに対してペアで接触するプローブカードの製造方法が提供される。

10

20

#### 【発明の効果】

#### 【0008】

以下の開示によれば、プローブカードを製造する際には、まず、開口部を備えた配線基板を金属基材の上に接着する。次いで、配線基板の第1接続パッドと、開口部内の金属基材の端子位置と、開口部を介して第1接続パッドと対向する領域に配置された第2接続パッドとをワイヤで順に接続する。

#### 【0009】

次いで、ワイヤを樹脂部で封止し、金属基材を除去した後に、樹脂部を下面から研磨して接合部を除去して、第1接続パッドに接続される第1ワイヤと、第2接続パッドに接続される第2ワイヤとに分離する。その後に、第1、第2ワイヤの先端部を樹脂部の下面からそれぞれ突出させて第1、第2接触端子を得る。これによって、一つの端子位置に4端子検査用の2つの接触端子を近距離で分離させて集約することができる。

30

#### 【0010】

また、他の態様では、第1接触端子及び第2接触端子からなるペアの接触端子が、ワイヤの延在方向と直交する方向に千鳥配列される。以上により、4端子検査用のペアの接触端子のさらなる狭ピッチ化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】図1(a)～(f)は第1実施形態のプローブカードの製造方法を示す断面図(その1)である。

40

【図2】図2(a)～(c)は第1実施形態のプローブカードの製造方法を示す断面図(その2)である。

【図3】図3(a)及び(b)は第1実施形態のプローブカードの製造方法を示す断面図(その3)である。

【図4】図4(a)は図3(b)の金接合部が金ワイヤの延在方向と直交する方向に一列で配置された様子を部分平面図、図4(b)は図3(b)の金接合部が金ワイヤの延在方向と直交する方向に千鳥配列された様子を部分平面図である。

【図5】図5(a)～(c)は第1実施形態のプローブカードの製造方法を示す断面図(その4)である。

【図6】図6は第1実施形態のプローブカードを示す断面図である。

50

【図7】図7(a)は図6のプローブカードを上側からみた縮小平面図であり、図7(b)は図6のプローブカードを下側からみた縮小平面図である。

【図8】図8(a)は図6の第1、第2接触端子からなるペアの端子が金ワイヤの延在方向と直交する方向に一列で配置された様子を示す部分平面図、図8(b)は図6の第1、第2接触端子からなるペアの端子が金ワイヤの延在方向と直交する方向に千鳥配列された様子を示す部分平面図である。

【図9】図9は図6のプローブカードで配線基板の電気特性を測定する様子を示す断面図である。

【図10】図10(a)及び(b)は第2実施形態のプローブカードの製造方法を示す断面図である。

【図11】図11は第2実施形態のプローブカードを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0013】

(第1実施形態)

図1～図5は第1実施形態のプローブカードの製造方法を示す図、図6は第1実施形態のプローブカードを示す図である。本実施形態では、プローブカードの製造方法を説明しながらプローブカードの構造について説明する。

【0014】

第1実施形態のプローブカードの製造方法では、図1(a)に示すように、まず、厚みが200μm程度の銅(Cu)箔10を用意する。銅箔10の代わりに、ニッケル(Ni)箔などを使用してもよい。

【0015】

次いで、図1(b)に示すように、銅箔10上の四角状の中央領域にめっきレジスト層11をフォトリソグラフィによって形成する。さらに、図1(c)に示すように、銅箔10をめっき給電経路に利用する電解めっきにより、銅箔10の露出面に銅層12を形成する。銅層12の厚みは、10μm～100μm程度に設定される。

【0016】

その後に、図1(d)に示すように、めっきレジスト層11が除去される。これにより、銅箔10の周縁部に枠状の銅層12が厚く形成されて、銅層12の中央領域に凹部12aが形成される。

【0017】

この方法の他に、厚みの厚い銅箔10の上に、中央領域に開口部が設けられたレジスト層をパターニングし、そのレジスト層をマスクにして銅箔10を厚みの途中までエッチングすることにより、凹部を形成してもよい。

【0018】

次いで、図1(e)に示すように、銅箔10の中央領域に開口部13aが配置されためっきレジスト層13をフォトリソグラフィによって形成する。めっきレジスト層13の開口部13aは、銅層12の凹部12aよりも内側に配置される。具体的には、めっきレジスト層13は、銅層12の凹部12aの内壁面及び底面の外周部を覆うように配置される。

【0019】

続いて、図1(f)に示すように、銅箔10をめっき給電経路に利用する電解めっきにより、めっきレジスト層13の開口部13a内の銅箔10の上に金層14を形成する。その後に、図2(a)に示すように、めっきレジスト層13が除去される。

【0020】

これにより、銅層12の凹部12a内の銅箔10上に金層14が配置された状態となる。金層14は、銅箔10の上にワイヤボンディング法で金ワイヤを接合する際の密着層として形成され、その厚みは、例えば100nm～400nm程度に設定される。

## 【0021】

図1(e)のめっきレジスト層13の形成時に、後述する金ワイヤを接合する位置に合わせて複数のパッド形状の開口パターンを形成し、金めっき層14をその開口パターンに形成してもよい。

## 【0022】

以上のように、本実施形態では、金属基材の好適な一例として、銅箔10の周縁部に枠状の銅層12が積層され、銅層12の凹部12aの底に金層14が形成されたものを使用する。銅箔10の代わりにニッケル箔を使用する場合は、銅層12の代わりに枠状のニッケル層を同様に電解めっきで形成してもよい。

## 【0023】

次いで、図2(b)に示すように、厚み方向に貫通する四角状の開口部5aが中央に設けられた枠状の配線基板5を用意する。配線基板5では、第1絶縁層21の上に第1配線層31が形成されている。

## 【0024】

第1絶縁層21の上には、第1配線層31に到達する第1ビアホールVH1が設けられた第2絶縁層22が形成されている。第2絶縁層22の上には第1ビアホールVH1を介して第1配線層31に接続される第2配線層32が形成されている。

## 【0025】

さらに同様に、第2絶縁層22の上には、第2配線層32に到達する第2ビアホールVH2が設けられた第3絶縁層23が形成されている。第3絶縁層23の上には第2ビアホールVH2を介して第2配線層32に接続される第3配線層33が形成されている。

## 【0026】

第1～第3絶縁層21, 22, 23は樹脂などから形成され、第1～第3配線層31, 32, 33は銅などから形成される。

## 【0027】

配線基板5の開口部5aの側面は階段状に形成されている。第1絶縁層21は第2絶縁層22の端から内側に突き出る枠状の第1階段面S1を備えている。また、第2絶縁層22は第3絶縁層23の端から内側に突き出る枠状の第2階段面S2を備えている。そして、第1階段面S1及び第2階段面S2に第1接続パッドP1がそれぞれ形成されている。

## 【0028】

さらに、配線基板5の第1接続パッドP1が配置された枠領域に開口部5aを介して対向する枠領域も同様な構造を有し、第1階段面S1及び第2階段面S2に第2接続パッドP2がそれぞれ形成されている。

## 【0029】

第1、第2接続パッドP1、P2は、第1、第2配線層31、32にそれぞれ繋がっている。また、第1、第2接続パッドP1、P2は、表面にニッケル／金めっき層などのコントクト層(不図示)を備えている。

## 【0030】

このように、第1接続パッドP1と第2接続パッドP2とは開口部5aを介して対向する領域に配置されている。本実施形態では、配線基板5の少なくとも一対の対向する枠領域に第1接続パッドP1と第2接続パッドP2がそれぞれ配置されればよいが、配線基板5の他の一対の対向する枠領域も同様な構造になっていてもよい。

## 【0031】

配線基板5の開口部5aの面積は、前述した銅層12の凹部12aの面積よりも一回り大きな面積に設定される。

## 【0032】

配線基板5としては各種のものを使用できるが、例えば、ガラスエポキシ樹脂を基板として使用するプリント配線板を使用することで低コスト化を図ることができる。

## 【0033】

このようにして、開口部5aと、その周囲の一領域に配置された第1接続パッドP1と

10

20

30

40

50

、開口部 5 a を介して第 1 接続パッド P 1 と対向する領域に配置された第 2 接続パッド P 2 を含む配線基板 5 を用意する。

【 0 0 3 4 】

そして、図 2 ( c ) に示すように、図 2 ( a ) の構造体の銅層 1 2 の上に図 2 ( b ) の配線基板 5 の下面を接着層 ( 不図示 ) によって接着する。これにより、配線基板 5 の開口部 5 a 内に銅箔 1 0 上の金層 1 4 が露出した状態となる。接着層としては、例えば、エポキシ樹脂系の接着シート、又はエポキシ樹脂系の液状の接着剤などが使用される。

【 0 0 3 5 】

次いで、図 3 ( a ) に示すように、ワイヤボンディング法に基づいて、ワイヤボンダのキャピラリ ( 不図示 ) からはみ出した第 1 金ワイヤ 1 6 a の先端部を放電により球状に丸める。そして、キャピラリを下降して第 1 金ワイヤ 1 6 a の先端球状部を配線基板の第 1 接続パッド P 1 に接触させ、加圧しながら加熱及び超音波振動を行うことによって、第 1 金ワイヤ 1 6 a を第 1 接続パッド P 1 に接合する。

【 0 0 3 6 】

続いて、図 3 ( a ) に図 3 ( b ) を加えて参照すると、キャピラリを上昇させ、第 1 金ワイヤ 1 6 a を銅箔 1 0 上の金層 1 4 に移動し、第 1 金ワイヤ 1 6 a を金層 1 4 に同様に接合させる。これにより、金層 1 4 の上に第 1 金ワイヤ 1 6 a に繋がる金接合部 C を形成する。

【 0 0 3 7 】

金層 1 4 の表面には、各接触端子が配置される多数の端子位置 A が画定されており、第 1 金ワイヤ 1 6 a が金層 1 4 の所定の端子位置 A に接合されて金接合部 C が配置される。例えば、一つの端子位置は、被検査対象の一つの電極パッドの区画に対応する。

【 0 0 3 8 】

続いて、図 3 ( b ) に示すように、キャピラリを上昇させ、第 1 金ワイヤ 1 6 a を切らずに配線基板 5 の第 2 接続パッド P 2 に移動して第 2 金ワイヤ 1 6 b として延ばし、第 2 金ワイヤ 1 6 b を第 2 接続パッド P 2 に接合させる。その後に、第 2 金ワイヤ 1 6 b が切断される。

【 0 0 3 9 】

上記したワイヤボンディング法の一連のステップを繰り返すことにより、配線基板 5 の各第 1 接続パッド P 1 と、金層 1 4 の各端子位置 A と、各第 2 接続パッド P 2 とをそれぞれ順次接合する。図 3 ( b ) では図示されていないが、配線基板 5 の第 2 階段面 S 2 上の第 1 接続パッド P 1 及び第 2 接続パッド P 2 にも、同様に、金接合部 C に接合された金ワイヤ 1 6 が接合される。

【 0 0 4 0 】

図 4 ( a ) は、金層 1 4 の各端子位置 A に形成された金接合部 C の配列の様子を示す部分平面図である。図 4 ( a ) に示すように、各金ワイヤ 1 6 は、平面視して一本のライン L x 上にそれぞれ延在し、相互に平行に並んで配列される。そして、各端子位置 A に配置された金接合部 C は、金ワイヤ 1 6 の延在方向と直交する方向 D に一列になって配置されている。

【 0 0 4 1 】

本実施形態では、後述するように、最終的には、一つの端子位置 A に配置された金接合部 C の両側に繋がる 2 本の第 1 、第 2 金ワイヤ 1 6 a , 1 6 b の金接合部 C との付け根部分がペアの接触端子となり、4 端子検査に対応するようになっている。

【 0 0 4 2 】

金接合部 C の配置ピッチ P x ( 図 4 ( a ) ) はワイヤボンディング技術の限界スペックにより決定される。直径が  $10 \mu m \sim 20 \mu m$  の金ワイヤ 1 6 を使用する場合は、ワイヤの配置ピッチを  $40 \mu m$  程度以下に狭ピッチ化することが可能である。

【 0 0 4 3 】

本実施形態のワイヤボンディング法を採用しない場合は、4 端子検査用のペアの接触端子の間隔もワイヤボンディング技術の限界スペックにより決定され、図 4 ( a ) の配置ピ

10

20

30

40

50

ピッチ  $P_x$  と同等になる。このため、配置ピッチ  $P_x$  内に 2 つの接触端子を形成することはできず、狭ピッチでの 4 端子検査を実現することは困難である。

【0044】

また、金ワイヤ 16 を金接合部 C で、一度、切断する場合は、金ワイヤ 16 の端部が潰れて広がるように切断される。このため、一本のライン  $L_x$  上に形成された第 1、第 2 金ワイヤ 16a, 16b と平行に複数の金ワイヤ 16 を配置する際に、隣接するライン同士の干渉を防ぐため、潰れて広がる分だけ配置ピッチ  $P_x$  を広く設定する必要が生じる。

【0045】

しかし、本実施形態では、金ワイヤ 16 を金接合部 C で切断せず、連続して一本のライン  $L_x$  として形成することで、金接合部 C での潰れによる広がりがなく、隣接するライン同士を狭ピッチで配置することができる。

10

【0046】

また、端子位置 A において、金ワイヤ 16 を切断せずに連続して一本のライン  $L_x$  上に第 1、第 2 ワイヤ 16a, 16b を形成することで、端子位置 A に対する第 1 ワイヤ 16a 及び第 2 ワイヤ 16b の位置ずれを防止することができる。これにより、端子位置 A が狭ピッチであっても、一つの端子位置 A に 2 つの接触端子を対応させて配置することができる。

【0047】

図 4 (b) に示すように、さらなる狭ピッチ化を図る場合は、金ワイヤ 16 の一本おきに、金接合部 C の位置を金ワイヤ 16 の延在方向にずらして配置して千鳥配列とする。

20

【0048】

これにより、図 4 (a) の金接合部 C の配置ピッチ  $P_x$  の半分の位置に金接合部 C をさらに配置できるので、配置ピッチ  $P_y$  を図 4 (a) の配置ピッチ  $P_x$  の半分の  $20 \mu m$  程度とすることができます。この場合も、各金ワイヤ 16 は、平面視して一本のライン  $L_x$  上に延在する。

【0049】

このように、金接合部 C を金ワイヤ 16 の延在方向と直交する方向 D に 2 列に分けて配置して千鳥配列とすることにより、金接合部 C の配置ピッチ  $P_y$  の狭ピッチ化を図ることができる

接触端子の数によって配線基板 5 の階段面の数が調整される。本実施形態では、2 つの第 1、第 2 階段面に接続パッドを配置しているが、接触端子の数に合わせて、階段数を増やすことで接続パッドの数を増加させることができる。

30

【0050】

本実施形態では、ワイヤボンディング法で信頼性よく銅箔 10 の表面に金接合部 C を接合するために、密着層として銅箔 10 の上に金層 14 を形成している。しかし、必ずしも、密着層として金層 14 は必要ではなく、金層 14 を省略して、銅箔 10 の表面に金接合部 C を直接接合することも可能である。

【0051】

また、金層 14 の代わりに銀 (Ag) 層を密着層として形成してもよい。

【0052】

また、金ワイヤ 16 の代わりに銅ワイヤを使用し、銅箔 10 の上に銅接合部を形成してもよい。銅ワイヤを使用する場合においても、銅箔 10 の上に密着層として金層又は銀層を形成することが好ましい。

40

【0053】

次いで、図 5 (a) に示すように、複数の金ワイヤ 16 が配置された配線基板 5 の開口部 5a に粘度の低い液状樹脂を塗布して開口部 5a 内に液状樹脂を充填する。その後に、液状樹脂を加熱処理によって硬化させることにより、複数の金ワイヤ 16 を樹脂部 40 の中に埋め込む。

【0054】

樹脂部 40 は弹性を有する樹脂材料又はゴム材料から形成される。好適な一例としては

50

、シリコーン系の低弾性樹脂又はフッ素ゴムなどのヤング率が1 MPa～10 MPaの材料が使用される。あるいは、アクリル系の低弾性樹脂、又はウレタンゴムなどを使用してもよい。

【0055】

次いで、図5(b)に示すように、銅箔10及び銅層12をウェットエッチングにより除去する。銅のエッチャントとしては、塩化第二鉄水溶液、又は塩化第二銅水溶液などがある。これにより、金層14、樹脂部40及び配線基板5の第1絶縁層21に対して銅箔10及び銅層12を選択的に除去することができる。

【0056】

これによって、樹脂部40の周縁側の下面と金層14の下面が露出した状態となる。樹脂部40は、図1(d)の銅層12の凹部12aに対応する突出部40xを備えて露出する。

10

【0057】

あるいは、銅箔10の代わりに、ニッケル箔を使用する場合は、エッチャントとして、過酸化水素水と硝酸の混合液などが使用され、同様に下地に対して選択的に除去することができる。

【0058】

金属基材として、銅箔10やニッケル箔をベースにしたものを例示するが、金層14、樹脂部40及び配線基板5の第1絶縁層21に対して選択的に除去できる金属であればよく、他の金属材料を使用することも可能である。

20

【0059】

次いで、図5(c)に示すように、図5(b)の構造体の下面側において、金層14及び樹脂部をCMP(Chemical Mechanical Polishing)により研磨し、さらに露出する金接合部Cが完全に除去されるまで研磨する。

【0060】

これにより、金ワイヤ16から金接合部Cが除去されたことで、第1接続パッドP1に接続された第1金ワイヤ16aと、第2接続パッドP2に接続された第2金ワイヤ16bとに分離されて独立した状態となる。

【0061】

この時点では、第1、第2金ワイヤ16a, 16bの先端部は樹脂部40内に埋設された状態となっており、第1、第2金ワイヤ16a, 16bの研磨面と樹脂部40の研磨面とが面一となる。

30

【0062】

次いで、図6に示すように、図5(c)の構造体の下面側の樹脂部40をドライエッチングにより所定の厚み分だけ金ワイヤ16に対して選択的に除去する。第1、第2金ワイヤ16a, 16bの先端部が分離して独立した状態で露出する厚み分を樹脂部40の下面から除去する。

【0063】

ドライエッチングとしては、CF<sub>4</sub>/O<sub>2</sub>系のエッティングガスを使用する等方性エッティングが好適に採用される。

40

【0064】

これにより、第1、第2金ワイヤ16a, 16bの先端部が樹脂部40の下面からそれぞれ突出して第1接触端子T1及び第2接触端子T2が得られる。樹脂部40の下面からの第1、第2接触端子T1, T2の突出高さHは、例えば0.1 μm程度であるが、10 μm～20 μm程度で突出させてよい。

【0065】

以上により、第1実施形態のプローブカード1が得られる。

【0066】

図6に示すように、第1実施形態のプローブカード1は、前述した図2(b)で説明した中央に開口部5aが設けられた枠状の配線基板5を備えている。配線基板5には、開口

50

部 5 a を介して対向する領域に第 1 接続パッド P 1 及び第 2 接続パッド P 2 がそれぞれ配置されている。

【 0 0 6 7 】

配線基板 5 の開口部 5 a には樹脂部 4 0 が充填されている。樹脂部 4 0 は配線基板 5 の下面から突出する突出部 4 0 x を備えている。そして、樹脂部 4 0 に第 1 金ワイヤ 1 6 a 及び第 2 金ワイヤ 1 6 b が埋め込まれている。第 1 金ワイヤ 1 6 a は、一端が、第 1 接続パッド P 1 に接続され、他端が、樹脂部 4 0 の下面から突出して第 1 接触端子 T 1 となっている。

【 0 0 6 8 】

また、第 2 金ワイヤ 1 6 b は、一端が、第 2 接続パッド P 2 に接続され、他端が、樹脂部 4 0 の下面から突出して第 2 接触端子 T 2 となっている。 10

【 0 0 6 9 】

図 7 ( a ) は図 6 を上面側 U からみた縮小平面図、図 7 ( b ) は図 6 を下面側 L からみた縮小平面図である。

【 0 0 7 0 】

図 6 に図 7 ( a ) を加えて参照すると、配線基板 5 の中央の四角状の開口部 5 a に樹脂部 4 0 が充填されている。また、配線基板 5 の四辺の枠領域に第 3 配線層 3 3 ( パッド ) がそれぞれ並んで配置されている。 20

【 0 0 7 1 】

また、図 6 に図 7 ( b ) を加えて参照すると、樹脂部 4 0 の突出部 4 0 x の下面の各端子位置 A に第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 がそれぞれ配置され、第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 からなるペアの端子が一列に並んで配置されている。 20

【 0 0 7 2 】

本実施形態のプローブカード 1 は 4 端子検査に対応するようになっている。第 1 接触端子 T 1 及び第 2 接触端子 T 2 が 4 端子検査用のペアの端子であり、被検査対象の一つの電極パッドに対応する端子位置 A に分離されて集約されている。

【 0 0 7 3 】

図 6 及び図 7 ( b ) に示すように、一つの端子位置 A に 4 端子検査用の 2 つの第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 が近距離で並んで配置される。図 6 の第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 の間隔 D は、例えば、2  $\mu$  m ~ 5  $\mu$  m 程度設定される。 30

【 0 0 7 4 】

図 8 ( a ) には、前述した図 4 ( a ) のように金接合部 C を一列で配置した場合に得られる接触端子の配列の様子が示されている。図 8 ( a ) は図 6 を上面側から透視的にみた部分平面図である。図 8 ( a ) において、金ワイヤ 1 6 の部分は白抜きで示され、第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 の部分は塗りつぶし部で示されている。

【 0 0 7 5 】

図 6 に図 8 ( a ) を加えて参照すると、第 1 ワイヤ 1 6 a 及び第 2 ワイヤ 1 6 b は、一本のライン L x 上に延在している。第 1 ワイヤ 1 6 a の先端部からなる第 1 接触端子 T 1 と、第 2 ワイヤ 1 6 b の先端部からなる第 2 接触端子 T 2 とが、そのライン L x 上の端子位置 A に並んで配置されている。 40

【 0 0 7 6 】

また、第 1 ワイヤ 1 6 a 及び第 2 ワイヤ 1 6 b からなる複数のペアのワイヤが、配線基板 5 の開口部 5 a 内で平行に並んで配置されている。そして、第 1 接触端子 T 1 及び第 2 接触端子 T 2 からなるペアの端子が、第 1 、第 2 ワイヤ 1 6 a , 1 6 b の延在方向と直交する方向 D に一列に並んで配置されている。

【 0 0 7 7 】

また、図 8 ( b ) には、前述した図 4 ( b ) のように金接合部 C を千鳥配列した場合に得られる接触端子の配列の様子が示されている。図 8 ( b ) においても、金ワイヤ 1 6 の部分は白抜きで示され、第 1 、第 2 接触端子 T 1 , T 2 の部分は塗りつぶし部で示されている。 50

## 【0078】

図8(b)に示すように、上記した図8(a)と同様に、第1ワイヤ16a及び第2ワイヤ16bは、一本のラインLx上に延在している。第1ワイヤ16aの先端部からなる第1接触端子T1と、第2ワイヤ16bの先端部からなる第2接触端子T2とが、そのラインLx上の端子位置Aに並んで配置されている。

## 【0079】

前述した図4(b)では、端子位置Aを千鳥配列で画定し、その端子位置Aに金接合部Cを配置したので、金接合部Cが除去されて得られる2つの第1、第2接触端子T1, T2においても千鳥配列で配置される。

## 【0080】

このようにして、第1、第2接触端子T1, T2からなる複数のペアの端子が、第1、第2金ワイヤ16a, 16bの延在方向と直交する方向Dに2列で配置されて千鳥配列されている。

## 【0081】

前述した図4(b)で説明したように、端子位置Aを千鳥配置とすることにより、2つの第1、第2接触端子T1, T2からなるペアの端子同士の配置ピッチPyを図8(a)のペアの端子同士の配置ピッチPxの半分に狭くすることができる。

## 【0082】

また、図6の部分拡大断面図に示すように、各接触端子Tの先端の接触面CSは平坦面となっている。さらに、接触端子Tは金ワイヤ16の先端部からなるので、樹脂部40から突出する接触端子Tの直径W1は、樹脂部40内に埋設された金ワイヤ16の直径W2と同じである。

## 【0083】

また、2つの第1、第2接触端子T1, T2は、先端側になるにつれてそれらの間隔が狭くなるように、相互に逆の方向に傾斜している。

## 【0084】

本実施形態では、接触端子Tとして、従来技術と違って、金ワイヤ16よりも太い球形状などの端子を用いないため、一つの接触端子Tの直径を小さくすることができる。このため、2つの第1、第2接触端子T1, T2を狭い間隔で並べたペアの接触端子Tを形成することができる。その結果、被検査対象の電極パッドの狭ピッチ化にも対応できる4端子検査用のプローブカードを構築することができる。

## 【0085】

複数の金ワイヤ16は樹脂部40の中に埋め込まれて樹脂部40で保持されている。樹脂部40はシリコーン系の低弾性樹脂やフッ素ゴムなどから形成され、適度な弾性を有する。

## 【0086】

金ワイヤ16は樹脂部40の中で引き回しされて、金ワイヤ16の先端部が樹脂部40の突出部40xの下面から突出して接触端子Tとなっている。これにより、弾性を有する樹脂部40を下側に押圧する際に、各接触端子Tに適切な接触圧をかけることができる。

## 【0087】

樹脂部40の突出部40xを備えることで、樹脂部40がより弾性変形しやすくなり、接触端子Tの被検査対象への接触を安定させることできる。

## 【0088】

なお、樹脂部40の突出部40xが不要な場合は、突出部40xを省略してもよい。この場合は、前述した図1(b)～図1(d)の工程が省略され、図6のプローブカード1において、樹脂部40の下面と配線基板5の下面とが面一の構造になる。

## 【0089】

また、本実施形態のプローブカード1は、接触端子T及び、接触端子Tと配線基板5とを電気的に接続するための配線を単一の金ワイヤ16によって一体的に形成することができる。このため、プローブカードを歩留りよく低コストで製造することができる。

10

20

30

40

50

## 【0090】

次に、第1実施形態のプローブカード1を使用して被検査対象の電気特性を測定する方法について説明する。

## 【0091】

図9に示すように、プローブカード1の第3配線層33(パッド)に計測器などの検査用装置(不図示)の端子が電気的に接続され、検査用装置からプローブカード1を介して被検査対象に各種の試験信号が供給されて被検査対象の電気特性が測定される。

## 【0092】

図9には、インターポーザなどの配線基板の電気特性を測定する例が示されている。ステージ6の上に配置された測定用の配線基板50の電極パッド52にプローブカード1の接触端子Tが接触するように、プローブカード1を配線基板50の上に配置する。

10

## 【0093】

図9の部分拡大図に示すように、本実施形態のプローブカード1は4端子検査に対応するようになっている。測定用の配線基板50の一つの電極パッド52に、第1金ワイヤ16aに接続された第1接触端子T1と、別の第2金ワイヤ16bに接続された第2接触端子T2とが分離された状態でペアになって接触する。

## 【0094】

例えば、第1接触端子T1に接続される回路が電流供給回路となり、第2接触端子T2に接続される回路が電圧測定回路となる。

## 【0095】

20

一般的な2端子検査では、プローブカード1の配線抵抗、及び接触端子Tと測定用の配線基板50の電極パッド52との接触抵抗を含むため、配線基板50のみの抵抗値を精密に測定することは困難である。

## 【0096】

しかし、4端子検査を採用することにより、電流を流す回路と電圧を測定する回路とを独立させるため、配線抵抗や接触抵抗を無視できるようなり、配線基板50の抵抗値を精密に測定することができる。

## 【0097】

さらに、プローブカード1の樹脂部40の上に押圧機構54を配置し、樹脂部40を下側に押圧する。押圧機構54の押圧力は、ロードセルなどの荷重検出手段で検出されて調整される。

30

## 【0098】

前述したように、樹脂部40は適度な弾性を有するため、押圧機構54からの押圧力に追隨して全ての接触端子Tを適度な接触圧で配線基板50の電極パッド52に押し付けることができる。

## 【0099】

しかも、樹脂部40は配線基板5の下面から突き出る突出部40xを備えているので、樹脂部40がより弾性変形しやすくなり、接触端子Tの接触の安定性を向上させることができる。

## 【0100】

40

このように、本実施形態のプローブカード1は、接触端子Tの接触圧を調整するための押圧機構54を備えている。これにより、検査用装置から電流を配線基板50に供給することに基づいて、配線基板50の抵抗値の測定などの電気的な検査を信頼性よく行うことができる。

## 【0101】

本実施形態では、配線基板50の電極パッド52がエリアアレイ状に配置されている場合は、一列ずつスキャンさせることで、配線基板50の全ての電極パッド52の電気特性を測定することができる。

## 【0102】

なお、本実施形態では、被検査対象として、インターポーザなどの配線基板50を例示

50

した。この他に、半導体回路が形成されたシリコンウェハなどの半導体基板、あるいは、配線基板に半導体チップが実装されたモジュール基板などの各種の電子部品の電気的な検査に使用することができる。

【0103】

また、本実施形態の製造方法を使用して、2端子検査用のプローブカードを製造してもよい。

【0104】

(第2実施形態)

図10は第2実施形態のプローブカードの製造方法を示す図、図11は第2実施形態のプローブカードを示す図である。第2実施形態では、絶縁被覆付きの金ワイヤを使用する。

10

【0105】

第2実施形態のプローブカードの製造方法では、図10(a)示すように、第1実施形態で使用した金ワイヤ16の代わりに、絶縁被覆付きの金ワイヤ66を使用する。絶縁被覆付きの金ワイヤ66は、金ワイヤ部66aと、その外面に被覆された樹脂などからなる絶縁被覆部66bとにより形成される。

【0106】

そして、第1実施形態の図3(a)～図3(b)と同様に、配線基板5の第1接続パッドP1と、金層14の端子位置Aと、第2接続パッドP2とを絶縁被覆付きの金ワイヤ66で接続する。絶縁被覆付きの金ワイヤ66では、ワイヤボンディングする際に絶縁被覆部66bが破れて金ワイヤ部66aが各箇所に接合される。

20

【0107】

このようにして、第1実施形態と同様に、配線基板5の第1接続パッドP1と、銅箔10上の金層14の各端子位置Aと、第2接続パッドP2とが金ワイヤ部66aで接合され、金層14の各端子位置Aに金接合部Cが形成される。

【0108】

次いで、図10(b)に示すように、第1実施形態の図5(a)～図5(c)と同一の工程を遂行することにより、絶縁被覆付きの金ワイヤ66の研磨面と樹脂部40の研磨面とを面一にする。

30

【0109】

その後に、図11に示すように、第1実施形態の図6と同様な方法により、樹脂部40の下面から樹脂部40をドライエッティングによって所定の厚み分だけ除去する。金ワイヤ部66aの先端部が分離して独立した状態で露出する厚み分を樹脂部40の下面から除去する。

【0110】

このとき、金ワイヤ部66aを被覆する絶縁被覆部66bが樹脂部40と同時にエッティングされて除去され、金ワイヤ部66aの先端部が露出する。

【0111】

これにより、樹脂部40の下面から金ワイヤ部66aの先端部が突出して、各端子位置Aに第1、第2接觸端子T1, T2がそれぞれ得られる。以上により、第2実施形態のプローブカード2が製造される。

40

【0112】

図11の部分拡大断面図に示すように、各接觸端子Tの先端の接觸面CSは平坦面となっている。さらに、接觸端子Tは金ワイヤ部66aの先端部からなるので、樹脂部40から突出する接觸端子Tの直径W3は、樹脂部40内に埋設された金ワイヤ部66aの直径W4と同じである。

【0113】

また、2つの第1、第2接觸端子T1, T2は、先端側になるにつれてそれらの間隔が狭くなるように、相互に逆の方向に傾斜している。

【0114】

50

第2実施形態では、絶縁被覆付きの金ワイヤ66を使用するので、ワイヤ同士が接触しても電気ショートが発生するおそれがない。このため、ワイヤ同士の接触を気にする必要がないので、ワイヤの引き回しの自由度を向上させることができる。従って、狭ピッチでのワイヤボンディングが可能になり、接触端子のさらなる狭ピッチ化を図ることができる。

### 【0115】

第2実施形態のプローブカード2は、第1実施形態のプローブカード1と同様な効果を奏する。

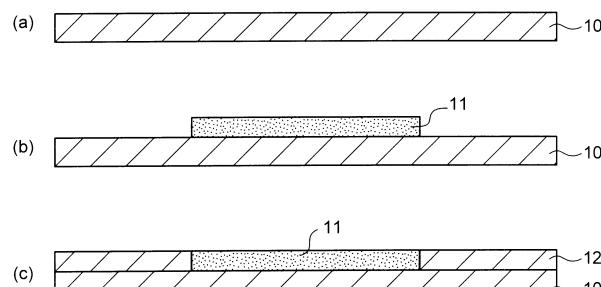
### 【符号の説明】

#### 【0116】

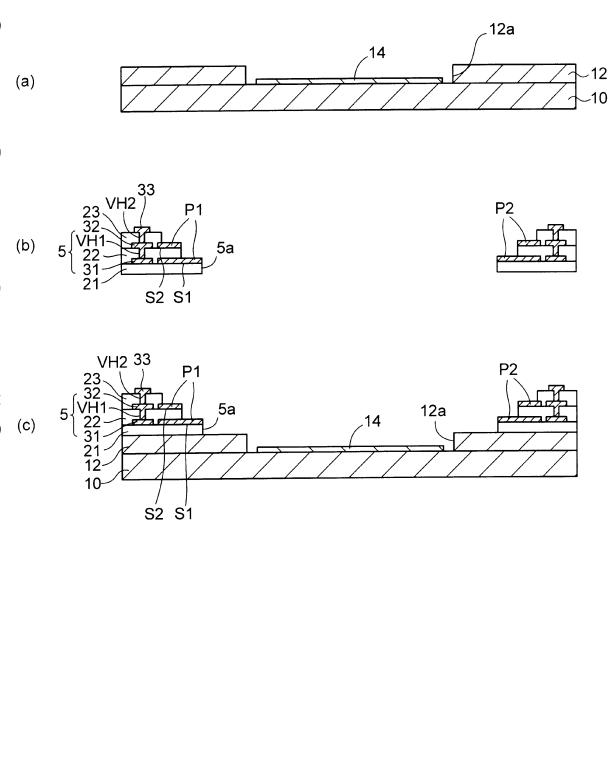
10

1, 2, ... プローブカード、5...配線基板、5a, 13a...開口部、6...ステージ、10...銅箔、11, 13...めっきレジスト層、12...銅層、12a...凹部、14...金層、16...金ワイヤ、16a...第1金ワイヤ、16b...第2金ワイヤ、21...第1絶縁層、22...第2絶縁層、23...第3絶縁層、31...第1配線層、32...第2配線層、33...第3配線層、40...樹脂部、40x...突出部、50...測定用の配線基板、52...電極パッド、54...押圧機構、66...絶縁被覆付の金ワイヤ、66a...金ワイヤ部、66b...絶縁被覆部、A...端子位置、C...金接合部、CS...接触面、P1...第1接続パッド、P2...第2接続パッド、S1...第1階段面、S2...第2階段面、T...接触端子、T1...第1接触端子、T2...第2接触端子、VH1...第1ビアホール、VH2...第2ビアホール。

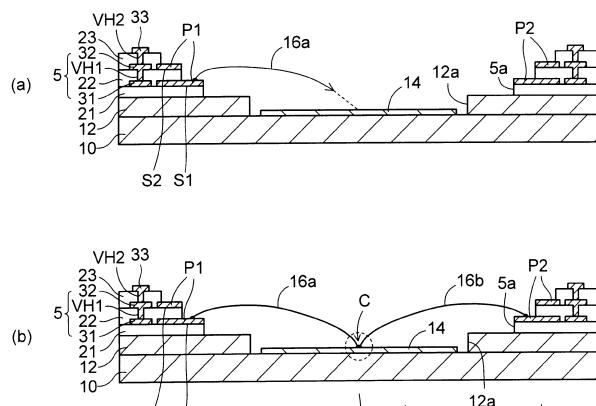
【図1】



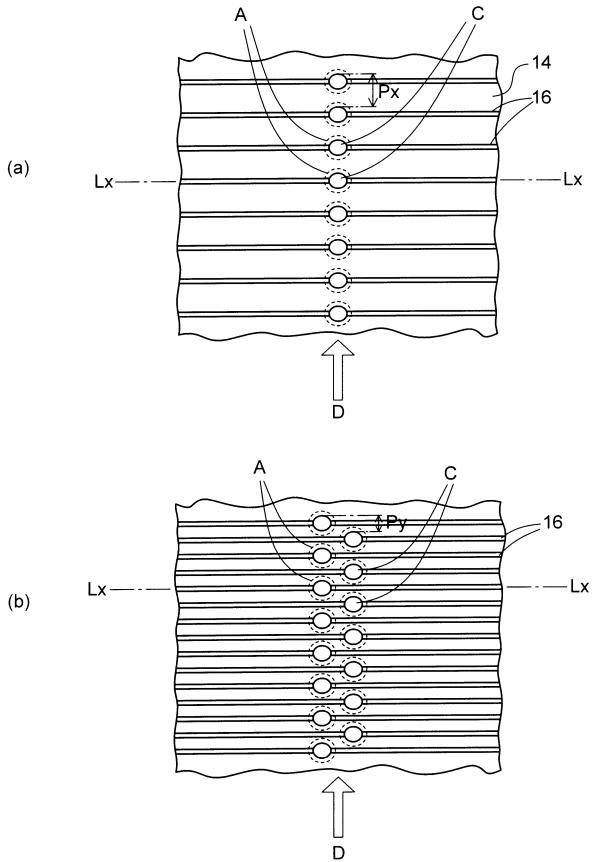
【図2】



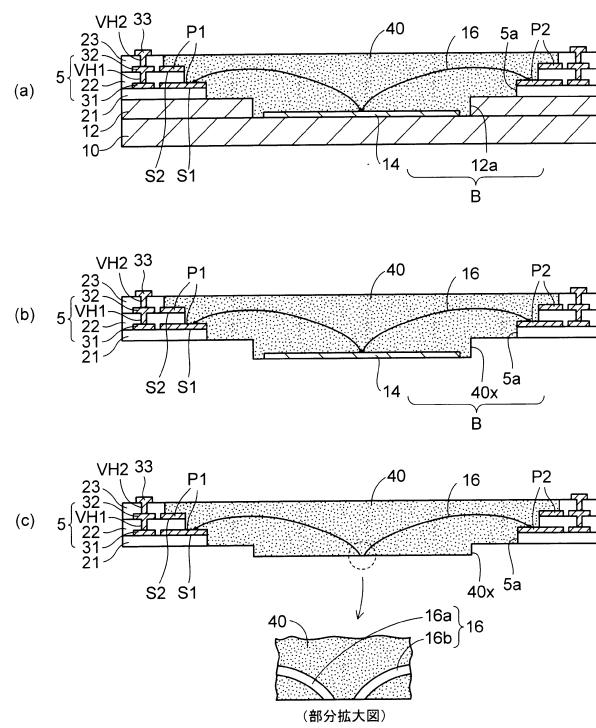
【図3】



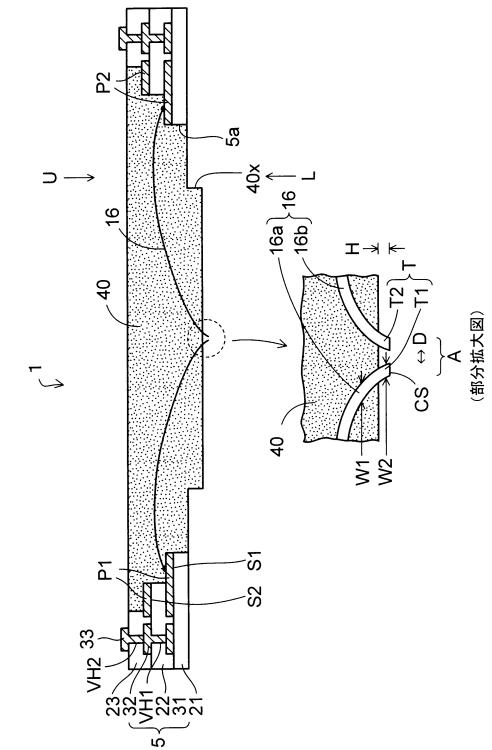
【図4】



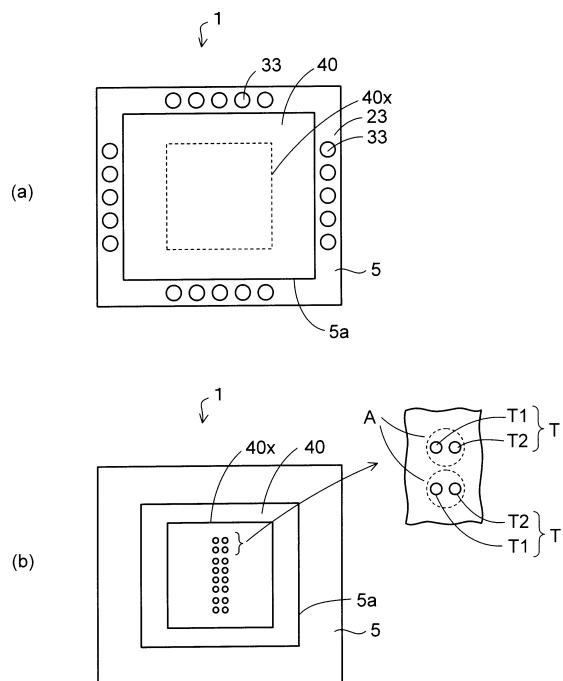
【図5】



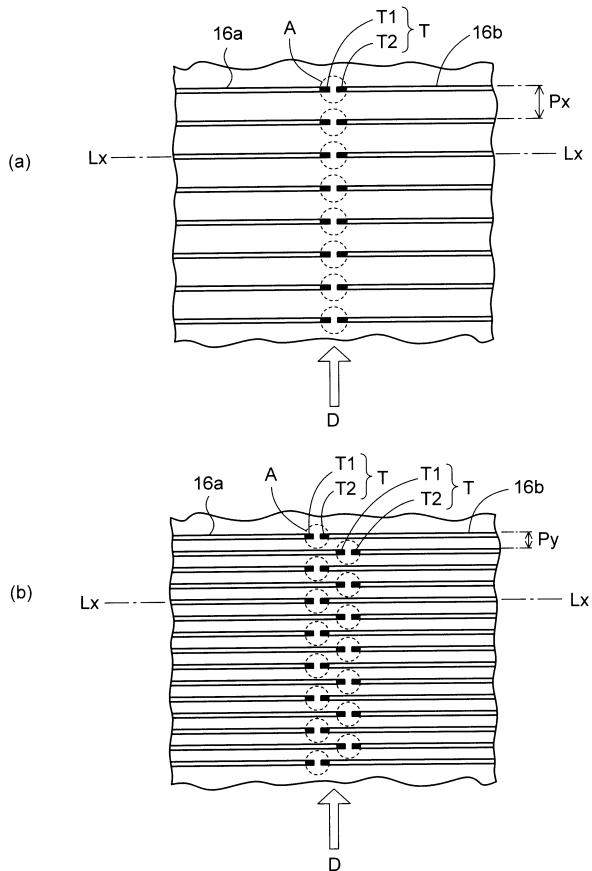
【図6】



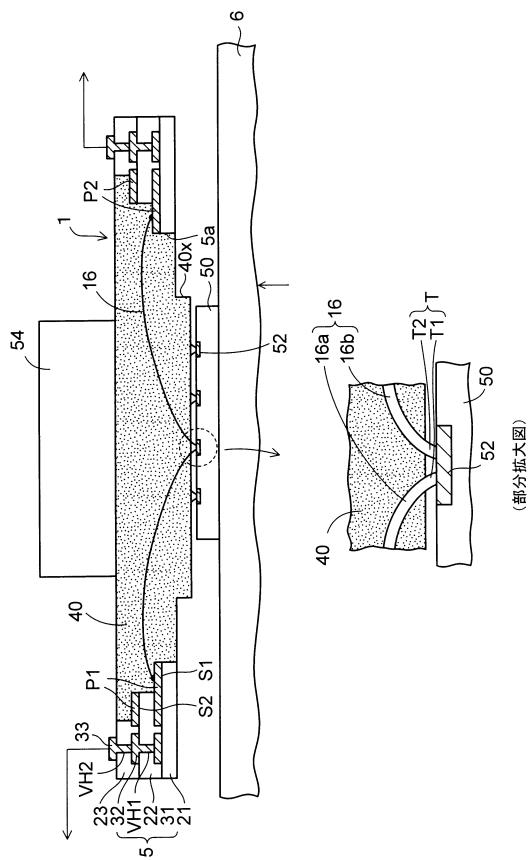
【図7】



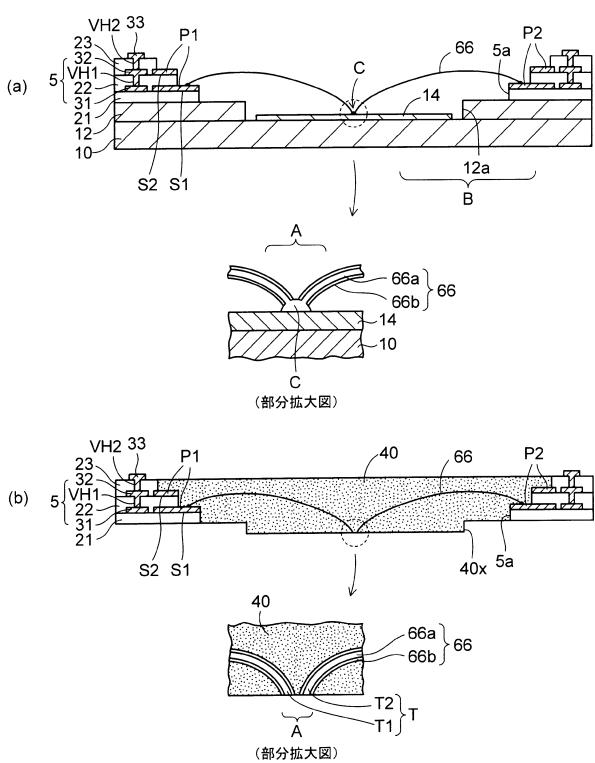
【図8】



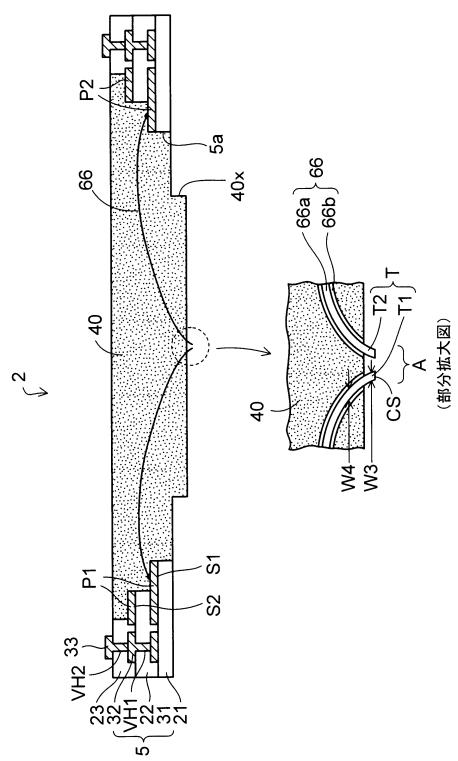
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松田 勇一

長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内

(72)発明者 相澤 光浩

長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内

審査官 繩山 浩二

(56)参考文献 特開平10-019931 (JP, A)

米国特許第6791344 (US, B2)

米国特許第7271606 (US, B1)

特開平09-229963 (JP, A)

特開2005-077322 (JP, A)

特開昭59-154054 (JP, A)

特開2007-329491 (JP, A)

米国特許第05785538 (US, A)

特開2005-172603 (JP, A)

特表2009-538428 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 1/073