

## 明 細 書

発明の名称：プローブ基板及び電氣的接続装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、プローブ基板及び電氣的接続装置に関し、例えば、半導体ウェハ上に形成された被検査体の電氣的な検査等の際に、検査装置と被検査体の電極端子との間を電氣的に接続させる電氣的接続装置に適用し得るものである。

### 背景技術

[0002] 半導体ウェハ上に形成された各半導体集積回路（被検査体）の電氣的な検査には、テストヘッドに複数のプローブ（電氣的接触子）を有するプローブカードを備えた検査装置（テスト）が用いられる。

[0003] 検査の際、チャックトップ上に被検査体が載置され、チャックトップ上の被検査体が、検査装置に取り付けられたプローブカードに対して押圧される。プローブカードは、当該プローブカードの下面から各プローブの先端部が突出するように、複数のプローブを装着しており、被検査体をプローブカードに対して押圧することにより、各プローブの先端部と被検査体の対応する電極端子とを電氣的に接触させる。そして、検査装置からの電気信号を、プローブを介して被検査体に供給し、被検査体からの信号を、プローブを介してテスト側に取り込むことで、被検査体の電氣的検査を行なうことができる。

[0004] 特許文献1には、被検査体の電極端子に対して、プローブカードの水平性と、複数のプローブの針先の位置を平行に保持するために、プローブ基板上にアンカーと、そのアンカーの頂部にスペーサ部材（支持部）を設けることが開示されている。従来、プローブ基板上にアンカーを設ける際、半田材を用いてアンカーをプローブ基板上に接合することが一般的である。

[0005] また、特許文献1には、プローブ基板の下面には配線が形成されており、その配線と接続するプローブランドにプローブが設けられているが、プロー

ブをプローブランドに接合する際にも、半田材を用いて接合している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開番号WO 2006 / 1 2 6 2 7 9号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 近年、半導体集積回路の高集積化、電極間の狭ピッチ化等に伴い、プローブ基板に装着されるプローブの数が増加し、プローブ基板に被検査体を押圧すると、電氣的接続装置には大きな反力が作用することになるが、従来のプローブ基板上のアンカー接合部として利用されている半田材の耐久性が充分でなく、強固に接合することが難しいという課題がある。

[0008] また、被検査体の高機能化等に伴い、温度変化が大きい環境で使用される被検査体の電氣的検査を行なう場合、電氣的接続装置には、被検査体の使用環境に応じた温度変化の環境で検査を行なうことが要求される。しかし、特に高温環境下では、接合部としての半田材が軟化してしまい、十分な耐久性を確保することが難しく、その結果、十分な寿命を確保することが難しいという課題もある。

[0009] なお、複数の基板で構成されるプローブ基板に関して、複数の基板同士の接合性をより向上させることも求められている。

[0010] そこで、上記課題に鑑み、プローブ基板の基板間、及び又は、プローブ基板の上面（第1面）と下面（第2面）のいずれか又は両方に設ける被接合部材との耐久性を向上させ、寿命を長くできるプローブ基板及び電氣的接続装置を提供しようとするものである。

### 課題を解決するための手段

[0011] かかる課題を解決するために、第1の本発明に係るプローブ基板は、被検査体の複数の電極端子のそれぞれに対して、電氣的に接触させる複数の電氣的接触子を有するプローブ基板において、該プローブ基板の第1面と第2面

のいずれか又は両方の面に設ける被接合部材との接合部は、金属成分中に少なくとも70原子%以上の遷移金属を含む、焼結形成した金属層によって前記被接合部材が接合され、及び又は、該プローブ基板の複数の基板間の接合面は、前記焼結形成した金属層によって基板同士が接合され、前記焼結形成した金属層には、熱可塑性樹脂を含む接着材組成物の加熱により形成された、複数の有機成分部位及び又は空隙が残存し、前記焼結形成した金属層に含まれる前記複数の有機成分部位及び又は空隙は、前記焼結形成した金属層の垂直断面において5～80面積%であることを特徴とする。

[0012] 第2の本発明に係る電氣的接続装置は、検査装置と、被検査体の複数の電極端子とを電氣的に接続させる電氣的接続装置において、前記検査装置と接続する配線回路を有する配線基板と、第1の本発明のプローブ基板と、前記配線基板の配線回路と、前記プローブ基板の複数の電氣的接触子のそれぞれとを接続させる接続ユニットとを備えることを特徴とする。

### 発明の効果

[0013] 本発明によれば、プローブ基板の基板間、及び又は、プローブ基板の上面（第1面）と下面（第2面）のいずれか又は両方に設ける被接合部材との耐久性を向上させ、寿命を長くできる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態に係る電氣的接続装置の構成を示す構成図である。

[図2]実施形態に係るプローブ基板の上面に設けられる複数のアンカーの配置を示す配置構成図である。

[図3]実施形態に係るアンカー部の構成を示す構成図である。

[図4]実施形態に係るプローブ基板の上面に設けられるアンカーの接合構造を示す図である。

[図5]実施形態の金属層（接着材硬化物）の断面構成を説明する説明図である。

[図6]実施形態に係る接着材組成物で接合した接合部分の特性を評価した評価結果である。

[図7]実施形態のアンカーをプローブ基板の上面に接合する接合方法を示すフローチャートである。

[図8]実施形態に係るアンカーの接合方法を説明する説明図である。

[図9]従来の半田材を用いてアンカーをプローブ基板の上面に接合する方法を示すフローチャートである

[図10]従来の半田材を用いたアンカーの接合方法を説明する説明図である。

[図11]実施形態において、温度変化環境下での接合部の耐久性を示すサイクル測定結果を示す図である。

[図12]実施形態に係るプローブ基板の下面に形成されるプローブランド及びこれに接続されるプローブの構成を示す構成図である。

[図13]変形実施形態において多段構造のアンカー及び支持部の構成を示す構成図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0015] (A) 主たる実施形態

以下では、本発明に係るプローブ基板及び電氣的接続装置の実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

#### [0016] (A-1) 電氣的接続装置

図1は、この実施形態に係る電氣的接続装置の構成を示す構成図である。

[0017] 図1の電氣的接続装置10は、主要な構成部材を図示しているが、これらの構成部材に限定されるものではなく、実際には図2に示していない構成部材をも有する。また、以下では、図1中の上下方向に着目して、「上」、「下」を言及するものとする。

[0018] 図1において、この実施形態に係る電氣的接続装置10は、平板状の支持部材12と、前記支持部材12の下面12aに保持される平板状の配線基板14と、前記配線基板14と電氣的に接続される電氣的接続ユニット15と、前記電氣的接続ユニット15と電氣的に接続すると共に複数の電氣的接触子（以下では、「プローブ」とも呼ぶ）20を有するプローブ基板16とを有する。

[0019] 電気的接続装置 10 は、支持部材 12、配線基板 14、電気的接続ユニット 15、プローブ基板 16 を組み立てる際に、多数の固定部材（例えば、ボルト等の螺合部材など）を用いているが、図 1 ではこれらの固定部材を図示していない。

[0020] 電気的接続装置 10 は、例えば半導体ウェハ上に形成された半導体集積回路等を被検査体 2 とし、被検査体 2 の電気的な検査を行なうものである。具体的には、被検査体 2 をプローブ基板 16 に向けて押圧し、プローブ基板 16 の各プローブ 20 の先端部と被検査体 2 の電極端子 2a とを電気的に接触させ、図示しないテスト（検査装置）から被検査体 2 の電極端子 2a に電気信号を供給し、さらに被検査体 2 の電極端子 2a からの電気信号をテスト側に与えることにより、被検査体 2 の電気的な検査を行なう。電気的接続装置 10 は、例えばプローブカードとも呼ばれている。

[0021] 検査対象である被検査体 2 はチャックトップ 3 の上面に載置される。チャックトップ 3 は、水平方向の X 軸方向、水平面上において X 軸方向に対して垂直な Y 軸方向、水平面（X-Y 平面）に対して垂直な Z 軸方向に位置調整が可能なものであり、さらに、Z 軸回りの  $\theta$  方向に回転姿勢を調整可能である。被検査体 2 の電気的検査を実施する際には、上下方向（Z 軸方向）に昇降可能なチャックを移動させて、被検査体 2 の電極端子 2a をプローブ基板 16 の各プローブ 20 の先端部に電気的に接触させるため、電気的接続装置 10 のプローブ基板 16 の下面と、チャックトップ 3 の上面の被検査体 2 とが相対的に近づくように移動させる。

[0022] [支持部材]

支持部材 12 は、配線基板 14 の変形（例えば、撓み等）を抑えるものである。例えば、プローブ基板 16 は多数のプローブ 20 を有しているため、配線基板 14 側に取り付けられるプローブ基板 16 の重量は大きくなっている。また、被検査体 2 の電気的な検査の行なう際、プローブ基板 16 が、チャックトップ 3 上の被検査体 2 によって押し付けられることにより、プローブ基板 16 の下面に突出しているプローブ 20 の先端部と被検査体 2 の電極

端子 2 a とが接触する。このように、電氣的検査の際、下から上に向けて突き上げる反力（コンタクト荷重）が作用し、配線基板 1 4 にも大きな荷重が加えられる。支持部材 1 2 は、配線基板 1 4 の変形（例えば、撓み等）を抑える部材として機能する。また、支持部材 1 2 には、上面と下面とを貫通させた複数の貫通孔 1 2 1 が設けられている。複数の貫通孔 1 2 1 のそれぞれは、後述するプローブ基板 1 6 の上面に配置させる複数のアンカー 5 0 のそれぞれの位置と対応する位置に設けられており、かつ、配線基板 1 4 に設けた複数の貫通孔 1 4 1 のそれぞれの位置と対応する位置に設けられている。支持部材 1 2 の各貫通孔 1 2 1 には、スペーサ（以下、「支持部」とも呼ぶ。） 5 1 が、支持部材 1 2 の上方から下方に向けて挿通され、スペーサ（支持部） 5 1 の下端部と、対応するアンカー 5 0 とが固定可能な構成となっている。例えば、スペーサ（支持部） 5 1 の下端部は雄ネジ部となっており、またプローブ基板 1 6 の上面に配置されるアンカー 5 0 の略中央部は雌ネジ部 5 0 1 となっており、スペーサ（支持部） 5 1 の下端部（雄ネジ部）がアンカー 5 0 の雌ネジ部に螺合することで固定できる。これにより、プローブ基板 1 6 の上面と、支持部材 1 2 の上面との間の距離を所定の距離長に保持できるようにしている。

[0023]      [配線基板]

配線基板 1 4 は、例えばポリイミド等の樹脂材料で形成されたものであり、例えば略円形板状に形成されたプリント基板等である。配線基板 1 4 の上面の周縁部には、テスト（検査装置）のテストヘッド（図示しない）と電氣的に接続するための多数の電極端子（図示しない）が配置されている。また、配線基板 1 4 の下面には、配線パターンが形成されており、配線パターンの接続端子 1 4 a が、電氣的接続ユニット 1 5 に設けられているポゴピン等の接続子 3 0 の上端部と電氣的に接続するようになっている。

[0024]      さらに、配線基板 1 4 の内部には配線回路（図示しない）が形成されており、配線基板 1 4 の下面の配線パターンと、配線基板 1 4 の上面の電極端子とは、配線基板 1 4 内部の配線回路を介して接続可能となっている。したが

って、配線基板 14 内の配線回路を介して、配線基板 14 の下面の配線パターンの接続端子 14 a に電氣的に接続する電氣的接続ユニット 15 の各接続子 30 と、配線基板 14 の上面の電極端子に接続するテストヘッドとの間で電気信号を導通させることができる。配線基板 14 の上面には、被検査体 2 の電氣的検査に必要な複数の電子部品も配置されている。

[0025] また、配線基板 14 には、当該配線基板 14 の上面と下面とを貫通させた複数の貫通孔 14 1 が設けられている。複数の貫通孔 14 1 のそれぞれの、プローブ基板 16 の上面に配置される複数のアンカー 50 のそれぞれの位置と対応する位置に配置され、かつ、支持部材 12 の複数の貫通孔 12 1 のそれぞれの位置と対応する位置に配置されている。

[0026] なお、各貫通孔 14 1 の開口形状は、挿通される支持部 51 の形状に対応した形状とすることができる。また、各貫通孔 14 1 に支持部 51 を挿通可能にするために、各貫通孔 14 1 の内径は、支持部 51 の外径と同程度又はわずかに大きくなっている。

[0027] この実施形態では、支持部 51 が円柱部材である場合を例示するため、貫通孔 14 1 の開口形状が略円形である場合を例示するが、これに限定されるものではない。例えば、支持部 51 の断面形状が略正方形等の直角柱の部材や、当該断面形状が多角形の多角柱の部材等であってもよく、そのような例の場合でも、貫通孔 14 1 の開口形状は、支持部 51 を挿通可能な形状とすることができる。

[0028] [電氣的接続ユニット]

電氣的接続ユニット 15 は、例えばポゴピン等のような複数の接続子 30 を有している。電氣的接続装置 10 の組み立て状態では、各接続子 30 の上端部を、配線基板 14 の下面の配線パターンの接続端子 14 a に電氣的に接続され、また各接続子 30 の下端部を、プローブ基板 16 の上面に設けられたパッドに接続される。プローブ 20 の先端部が被検査体 2 の電極端子に電氣的に接触するので、被検査体 2 の電極端子はプローブ 20 及び接続子 30 を通じてテスター（検査装置）と電氣的に接続されるので、被検査体 2 はテ

スター（検査装置）による電氣的な検査が可能となる。

[0029] 例えば、電氣的接続ユニット 15 は、各接続子 30 を挿通するため、複数の挿通孔を有しており、各挿通孔に接続子 30 が挿通されることにより、各接続子 30 の上端部及び下端部が突出するようになっている。なお、電氣的接続ユニット 15 において、複数の接続子 30 を装着する仕組みは、貫通孔を設ける構成に限定されるものではなく、種々の構成を広く適用することができる。電氣的接続ユニット 15 の周囲にはフランジ部 151 が設けられている。

[0030] [プローブ基板]

プローブ基板 16 は、複数のプローブ 20 を有する基板であり、略円形若しくは多角形（例えば 16 角形等）に形成されたものである。プローブ 20 は、例えば、カンチレバー型のプローブ（電氣的接触子）である場合を例示するが、これに限定されるものではない。また、プローブ基板 16 は、例えばセラミック板で形成される基板部材 161 と、この基板部材 161 の下面に形成された多層配線基板 162 とを有する。

[0031] セラミック基板である基板部材 161 の内部には、板厚方向に貫通する多数の導電路（図示しない）が形成されており、また基板部材 161 の上面には、パッドが形成されており、基板部材 161 内の導電路の一端が、当該基板部材 161 の上面の対応する配線パターンの接続端子と接続するように形成されている。さらに、基板部材 161 の下面では、基板部材 161 内の導電路の他端が、多層配線基板 162 の上面に設けられた接続端子と接続されるように形成されている。

[0032] 多層配線基板 162 は、例えばポリイミド等の合成樹脂部材で形成された複数の多層基板で形成されており、複数の多層基板の間に配線路（図示しない）が形成されたものである。多層配線基板 162 の配線路の一端は、セラミック基板である基板部材 161 側の導電路の他端と接続しており、多層配線基板 162 の他端は、多層配線基板 162 の下面に設けられたプローブランド 163（図 12 参照）に接続されている。多層配線基板 162 の下面に

設けられたプローブランド163には、複数のプローブ20が配置されており、プローブ基板16の複数のプローブ20は、電気的接続ユニット15を介して、配線基板14の対応する接続端子14aと電気的に接続している。

[0033] (A-2) 被接合部材の接合

次に、プローブ基板16の上面(第1面)及び下面(第2面)のいずれか一方又は両方への被接合部材の接合に関して、図面を参照して説明する。

[0034] 以下では、被接合部材がアンカー50であり、プローブ基板16の上面(すなわち、基板部材161の上面)にアンカー50を接合することを例示して説明する。

[0035] 電気的接続装置10の各プローブ20を、被検査体2の各電極端子2aに確実に接触させるためには、プローブ基板16に装着された各プローブ20の先端の高さ位置を水平に保持して、各プローブ20の先端の高さ位置が揃った状態で、被検査体2の各電極端子2aに各プローブ20の先端を押圧して接触させることが求められる。

[0036] しかし、近年、被検査体2である半導体集積回路の高集積化、電極間の狭ピッチ化等に伴い、プローブ基板16に装着されるプローブ20の数が増加し、プローブ基板16に被検査体2を押圧すると、電気的接続装置10には大きな反力(すなわち、高荷重)が作用し、プローブ基板16等に撓み等の変形が生じ得、複数のプローブの高さ位置を水平に保持することが難しくなる。

[0037] このような撓みを抑圧するために、プローブ基板16の上面に複数のアンカー50を設けて、各アンカー50の上面に、各支持部51の下端部を当接させて固定することにより、プローブ基板16と支持部材12とを結合させることができる。

[0038] ところで、従来、半田材を用いてプローブ基板16の上面にアンカー50を接合することが一般的である。しかし、上述したような、プローブ20数の増加、高コンタクト荷重等の下では、半田材の耐久性が十分ではなく、プローブ基板16の下面に配置された複数のプローブ20の先端部から形成さ

れる仮想平面と、半導体ウェハ上の複数の電極端子 2 a から形成される平面との平行を保持することが難しいという課題がある。

[0039] また、被検査体 2 の高機能化等に伴い、温度変化が大きい環境で使用される被検査体 2 の電氣的検査を行なう場合、電氣的接続装置 1 0 には、被検査体 2 の使用環境に応じた温度変化の環境で、被検査体 2 の電氣的な検査を行なうことが求められている。

[0040] しかし、温度変化が大きい環境で、被検査体 2 の電氣的検査を行なう場合、特に高温環境で被検査体 2 の電氣的検査を行なう場合、半田材の軟化等により、半田材が変形してしまい、プローブ基板 1 6 とアンカー 5 0 とを接合している半田材の耐久性を十分に保持することが難しいという課題もある。

[0041] そこで、この実施形態では、プローブ基板 1 6 において各アンカー 5 0 を配置する各位置に、後述するような特性を有する金属層 6 0 を介して各アンカー 5 0 を接合する。これにより、耐久性を向上させ、寿命を長くすることができる。

[0042] [アンカー 5 0 の配置]

図 2 は、実施形態に係るプローブ基板 1 6 の上面に設けられる複数のアンカー 5 0 の配置を示す配置構成図である。

[0043] 図 2 に示すように、プローブ基板 1 6 の上面には、複数のアンカー 5 0 が配置されている。図 2 では、プローブ基板 1 6 の中央部の中心位置に設けた 1 個のアンカー 5 0 と、その中心位置を中心とした第 1 の仮想円上に等角度間隔に設けた 8 個のアンカー 5 0 と、前記第 1 の仮想円の半径よりも大きい半径の第 2 の仮想円上に等角度間隔に設けた 8 個のアンカー 5 0 との合計 1 7 個のアンカー 5 0 を設けた場合を例示している。なお、図 2 では、17 個のアンカー 5 0 が配置されている場合を例示しているが、アンカー 5 0 の数は限定されるものではない。

[0044] アンカー 5 0 は、図 3 に例示するように円柱形状の金属部材で形成された部材を用いることができ、その中央部に雌ネジ部 5 0 1 を有している。例えば、支持部材 1 2 の各貫通孔 1 2 1 の上方から下方に向けて挿通されたスベ

ーサ（支持部）５１の下端部（雄ネジ部）が、対応するアンカー５０の雌ネジ部５０１に螺合され固定されることにより、支持部材１２とプローブ基板１６とが固定されるようになっている。

[0045] 図４は、実施形態に係るプローブ基板１６の上面に設けられるアンカー５０の接合構造を示す図である。

[0046] 図４に示すように、プローブ基板１６の上面において、各アンカー５０を配置する各位置に、後述する特性を有する接着材組成物を塗布し、その上に各アンカー５０を設けて熱を加えることにより、接着材組成物が硬化した金属層６０が形成されて各アンカー５０がプローブ基板１６の上面に接合される。

[0047] （Ａ－２－１）金属層

本発明の金属層６０は、例えば、金属微粒子（金属フィラー）と熱可塑性樹脂の粒子とを含有する接着材組成物を用い、焼成など行うことで形成される。

また、金属層６０は、金属成分を含み該金属成分が少なくとも７０原子％以上の遷移金属で構成される。金属成分とは、一以上の遷移金属のみからなる成分、または一以上の遷移金属と一以上の典型金属とからなる成分である。遷移金属としては、好ましくは８～１１族の第４～６周期の遷移金属が用いられ、より好ましくは、１０～１１族の第４～６周期の遷移金属が用いられ、更に好ましくは１１族の銀、銅、金が用いられ、最適には銀、銅が用いられる。また、二以上の遷移金属を用いる場合は、遷移金属の合計量に対し、銀を７０原子％以上含むことが好ましい。金属層６０に含まれる金属成分中の遷移金属の含有率は、７０原子％以上であることが好ましく、８０原子％以上がより好ましく、９０原子％以上が最適である。上限としては１００原子％であっても良い。金属成分に典型金属を含む場合は、典型金属として、好ましくは１２～１６族の典型金属が用いられ、より好ましくは、１２～１４族の典型金属が用いられ、更に好ましくは亜鉛、アルミニウム、インジウム、ゲルマニウム、スズ、ビスマスが用いられ、最適には、亜鉛、アルミ

ニウム、スズが用いられる。金属層60に含まれる金属成分中の典型金属の含有率は、30原子%未満であることが好ましく、20原子%未満がより好ましく、10原子%未満が最適である。下限としては0原子%であっても良い。ここで、含有率（原子%）とは、金属成分の全金属原子数（またはモル数）を100とした場合の相対的な特定の金属成分（全遷移金属または全典型金属）の原子数（またはモル数）である。含有率は、例えばICP分析により各金属成分の含有量を測定し算出される。

[0048] 本発明の金属層60は、複数の有機成分部位及び又は空隙を有することが好ましい。該有機成分部位とは、有機成分からなる部位であり、好ましくは有機樹脂成分からなり、熱可塑性樹脂を含有することがより好ましい。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、AS樹脂、ABS樹脂、AES樹脂、酢酸ビニル樹脂、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ポリビニルエーテル、ポリアセタール、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマール、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、フェノキシ樹脂ポリエーテルイミド、エチルセルロース、酢酸セルロース、各種のフッ素樹脂、ポリオレフィンエラストマー、シリコーン樹脂、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン6等の公知のポリアミド樹脂等の熱可塑性樹脂が用いられる。該空隙とは、金属成分や有機成分を含まない空洞の部位である。

[0049] また、該複数の有機成分部位及び又は空隙は、繰り返しの温度変化に起因する応力の緩和作用をより向上させることができる。よって、本発明の金属層60の垂直断面において、該複数の有機成分部位及び又は空隙は、下限値としては、5面積%以上を占めることが好ましく、10面積%以上がより好ましく、15面積%以上が更に好ましい。また、本発明の金属層60の垂直断面において、該複数の有機成分部位及び又は空隙は、上限値としては、80面積%以下であることが好ましく、60面積%以下がより好ましく、50面積%以下が更に好ましい。また、本発明の金属層60の垂直断面において、

該複数の有機成分部位及び又は空隙は、例えば、5～80面積%を占めることが好ましく、より好ましくは10～60面積%、15～50面積%が更に好ましい。面積の算出は、例えば、垂直断面の任意の複数箇所のSEMやTEMによる画像分析またはマッピング分析などを行ない、一箇所毎の全測定範囲の面積における全有機成分部位及び又は空隙の面積の割合を算出し、それらの平均値より算出される。

[0050] また、本発明の金属層60に含まれる金属成分は、該金属層60の垂直断面において、金属成分と有機成分部位及び又は空隙の面積（金属層の全面積）を100面積%とした場合、20～95面積%を占めることが好ましい。より好ましくは40～90面積%、50～85面積%が更に好ましい。面積の算出は、例えば、垂直断面の任意の複数箇所のSEMやTEMによる画像分析またはマッピング分析などを行ない、一箇所毎の全測定範囲の面積における全金属成分の面積の割合を算出し、それらの平均値より算出される。

[0051] [金属微粒子]

接着材組成物における金属微粒子は、遷移金属を含む合金の微粒子、遷移金属微粒子と遷移金属以外の金属微粒子との混合粒子、またはこれら2種以上の複合粒子である。遷移金属としては、一般的な遷移金属は全て利用することができ、遷移金属の単体、または2種以上の遷移金属からなる合金、金属の酸化物、あるいは遷移金属の化合物等が挙げられる。遷移金属種としては、好ましくは8～11族の第4～6周期の遷移金属が用いられ、より好ましくは、10～11族の第4～6周期の遷移金属が用いられ、更に好ましくは11族の銀、銅、金が用いられ、最適には銀、銅が用いられる。また、遷移金属を2種以上用いる場合は、遷移金属の合計量に対し、銀を70原子%以上含むことが好ましい。金属微粒子中の遷移金属の含有率は、70原子%以上であることが好ましく、80原子%以上がより好ましく、90原子%以上が最適である。上限としては100原子%であっても良い。ここで、遷移金属の含有率（原子%）とは、金属微粒子中の全金属成分の合計原子数（またはモル数）を100とした場合の相対的な全遷移金属成分の原子数（また

はモル数)である。含有率は、例えばICP分析により各金属成分の含有量を測定し算出される。金属成分とは、一以上の遷移金属のみからなる成分、または一以上の遷移金属と一以上の典型金属とからなる成分である。接着材組成物に含まれる遷移金属は、純金属として含まれる態様に限らず、他の金属成分との合金として含まれてもよい。

[0052] 接着材組成物における金属微粒子の形状は特に限定されず、例えば、球状、フレーク状、プレート状、箔状および樹枝状等が挙げられるが、一般的にはフレーク状または球状が選択される。また、接着材組成物における金属微粒子には、単一の金属からなる粒子のほか、2種以上の金属からなる表面被覆された金属粒子、またはこれらの混合物を用いることができる。

[0053] 接着材組成物における金属微粒子の平均粒子径( $d_{50}$ )は $1\sim 20\mu\text{m}$ であることが好ましく、より好ましくは $2\sim 10\mu\text{m}$ 、更に好ましくは $3\sim 8\mu\text{m}$ である。平均粒子径( $d_{50}$ )が $1\mu\text{m}$ 未満であると、接着材組成物の硬化後の金属収縮が抑制されなくなるため被接着材料との密着性が低下してしまう。平均粒子径( $d_{50}$ )が $20\mu\text{m}$ を超えると接着材組成物の硬化の際に金属微粒子の焼結が進みにくく被接着材料との密着性が低下してしまう。また、金属微粒子がナノ粒子やサブミクロン粒子を含む場合であっても、金属微粒子全体として平均粒子径( $d_{50}$ )が $1\sim 20\mu\text{m}$ の範囲であれば、接着材組成物として良好に機能する。平均粒子径は、レーザー回折・散乱式粒度分析計を用い、測定された粒子径分布の50%平均粒子径( $D_{50}$ )として算出される。例えば、日機装株式会社製のレーザー回折・散乱式粒度分析計MT-3000を用いて測定することができる。

[0054] 接着材組成物における金属微粒子は、その表面がコーティング剤で被覆されていてもよい。コーティング剤としては、例えば、カルボン酸を含むコーティング剤が挙げられる。

[0055] 接着材組成物において、金属微粒子の含有量は接着材組成物の全体量に対して40～95質量%であることが好ましく、50～95質量%であることがより好ましく、60～90量%であることがさらに好ましく、最適には7

0～90質量%で用いられる。

[0056] [熱可塑性樹脂の粒子]

接着材組成物における熱可塑性樹脂の粒子は、25℃において固体状の熱可塑性樹脂の粒子（以下、単に「熱可塑性樹脂の粒子」ともいう。）であることが好ましい。

[0057] 従来は、アンカー50を接合する接合材として半田材が用いられているが、半田材は緻密な構造を有するため応力緩和性能が低い。また、繰り返しの温度変化を受けることにより金属が成長し、このことによって応力緩和性能がさらに低下する。そのため、半田材を用いた接合では、被接合部材（例えば、アンカー50、プローブ基板16など）同士の線熱膨張率の差により生じる応力によって、被接合部材と半田材との剥離や、半田材の破断が生じやすい。

[0058] しかし、この実施形態に係る金属層60に用いられる接着材組成物は、例えば焼成等のように熱を加えて硬化させる際に、熱可塑性樹脂の粒子の一部または全部が溶融し、接着材硬化物内の複数の空隙を形成する。または熱可塑性樹脂の粒子の一部または全部が溶け残り、溶け残った部位は複数の有機成分部位として金属成分を含まない部位を形成し、溶けた部位については複数の空隙を形成する。

[0059] 図5は、この実施形態の金属層（接着材硬化物）60の断面構成を説明する説明図である。

[0060] 図5に示すように、金属層（接着材硬化物）60の垂直断面において、金属61と、熱可塑性樹脂の粒子に空隙又は有機成分部位の部位62が形成されるので、金属層60内で生じる応力が分散される。そうすると、金属層60内での金属の移動が妨げられ、上記のように、線熱膨張率の差によって応力による被接合部材（アンカー50、プローブ基板16等）と金属層（接着材硬化物）60との剥離や、金属層（接着材硬化物）60内の破断が生じやすくなることを防いでいるものと考えられる。このように、繰り返しの温度変化による被接合部材と金属層60との剥離や、金属層60の破断の抑制に

寄与していると考えられる。

[0061] この実施形態における熱可塑性樹脂の粒子としては公知の樹脂の粒子であってよく、例えばポリエチレン、ポリプロピレン、A S樹脂、A B S樹脂、A E S樹脂、酢酸ビニル樹脂、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂、ポリビニルエーテル、ポリアセタール、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリビニルブチラール、ポリビニルホルマール、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、フェノキシ樹脂ポリエーテルイミド、エチルセルロース、酢酸セルロース、各種のフッ素樹脂、ポリオレフィンエラストマー、シリコーン樹脂、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン6等の公知のポリアミド樹脂等の粒子が挙げられ、それらの混合物であっても良い。

[0062] 上述の剥離や破断の抑制の効果をを得るには、熱可塑性樹脂の粒子が接着材組成物の硬化の際に溶融して、接着材硬化物内の空隙を充填する必要がある。接着材組成物の硬化の際の適切な加熱温度は、例えば金属フィラー（金属微粒子）の種類等、様々な条件により変化するが、通常130～250℃である。したがって、この実施形態においては、接着材組成物の硬化の際に熱硬化性樹脂の粒子が十分に溶融するように、熱可塑性樹脂の粒子の融点は250℃以下とする。また、熱可塑性樹脂の粒子の融点は、230℃以下が好ましく、200℃以下がより好ましい。

[0063] 一方、接着材組成物の硬化の際に金属フィラーの焼結より先に熱可塑性樹脂の粒子が溶融すると、金属フィラーの焼結を妨げるおそれがある。金属フィラーの焼結温度はその種類等によっても異なるが、通常は130℃以下である。したがって、この実施形態においては、金属フィラーの焼結より先に熱可塑性樹脂の粒子が溶融しないように、熱可塑性樹脂の粒子の融点は130℃以上とする。また、熱可塑性樹脂の粒子の融点は、150℃以上が好ましく、160℃以上がより好ましい。

[0064] また、上述の剥離や破断の抑制の効果をを得るには、熱可塑性樹脂の粒子の

平均粒子径も重要となる。平均粒子径が大きいと同じ量での個数が少なくなり、応力を分散する効果が乏しくなる。また、接着材厚み方向に対しての樹脂粒子の存在比率が非常に高い箇所ができる。これは金属層内の脆弱点になり得る。さらに、熱可塑性樹脂の粒子の平均粒子径が大きいと、金属層（接着材硬化物）60の層厚を薄くすることができなくなり、半導体素子等の被着体から発生した熱を効率よく逃がせなくなるため、この観点からも熱可塑性樹脂の粒子の平均粒子径が大きすぎることは好ましくない。上述した理由より、熱可塑性樹脂の粒子の粒径は、 $12\mu\text{m}$ 以下とする。また、熱可塑性樹脂の粒子の平均粒子径は、 $11\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以下がより好ましい。

[0065] また、平均粒子径が小さいと応力緩和の能力および亀裂進展抑制効果が乏しくなる。したがって、上述した理由より、熱可塑性樹脂の粒子の平均粒子径は、 $1\mu\text{m}$ 以上とする。また、熱可塑性樹脂の粒子の平均粒子径は、 $2\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $3\mu\text{m}$ 以上がより好ましい。

[0066] 接着材組成物における熱可塑性樹脂の粒子の形状は特に限定されず、例えば、略球状、立方体状、円柱状、角柱状、円錐状、角錐状、フレーク状、箔状および樹枝状等が挙げられるが、略球状、立方体状が好ましい。

[0067] 接着材組成物において、繰り返し温度変化を受けた場合の被接合部材と金属層（接着材硬化物）60との剥離や、金属層（接着材硬化物）60の破断を高い水準で防止するために、熱可塑性樹脂の粒子の含有量は接着材組成物の全体量に対して0.5質量%以上であることが好ましく、1質量%以上であることがより好ましく、2質量%以上であることがさらに好ましい。

[0068] また、熱可塑性樹脂の粒子を過剰に含有することによって、金属層の空隙が弱くなる傾向があり、被接合部材と接合部との接合強度の低下や接合部自体の強度低下のため、5質量%以下であることが好ましく、4質量%以下であることがより好ましく、3質量%以下であることがさらに好ましい。

[0069]   [その他の成分]  
          <バインダ樹脂>

接着材組成物において、金属微粒子、及び熱可塑性樹脂の粒子は、バインダ樹脂中に分散されてもよい。バインダ樹脂は特に限定されないが、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂又はポリイミド樹脂等を用いることができ、これらを単独で用いてもよいし、複数種類の樹脂を組み合わせ用いてもよい。作業性の観点から、この実施形態のバインダ樹脂は熱硬化性樹脂であることが好ましく、エポキシ樹脂であることが特に好ましい。

[0070] バインダ樹脂の含有量は、接着材組成物の全体量に対して5質量%以下であることが好ましく、4質量%以下であることがより好ましく、2質量%以下であることがさらに好ましい。バインダ樹脂の含有量が5質量%以下であると、金属微粒子（金属フィラー）のネッキングによる金属ネットワークが形成され易く、良好な剥離や破断の抑制効果が得られる。またバインダ樹脂を含有させる場合は、0.5質量%以上用いることが好ましい。

[0071] <硬化剤>

接着材組成物は、上記成分のほかにも、例えば、硬化剤を含有していてもよい。硬化剤としては、例えば、第3級アミン、アルキル尿素、イミダゾール等のアミン系硬化剤や、フェノール系硬化剤等が挙げられる。

[0072] 硬化剤の含有量は接着材組成物の全体量に対して2質量%以下であることが好ましい。そうすることで未硬化の硬化剤が残りにくくなり、被接着材料との密着性が良好となる為である。

[0073] <硬化促進剤>

接着材組成物には硬化促進剤を配合することもできる。硬化促進剤としては、例えば、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール、2-フェニル-4-メチル-5-ヒドロキシメチルイミダゾール、2-メチル-4-メチルイミダゾール、1-シアノ-2-エチル-4-メチルイミダゾール等のイミダゾール類、第3級アミン類、トリフェニルフォスフィン類、尿素系化合物、フェノール類、アルコール類、カルボン酸類等が例示される。硬化促進剤は1種類だけ使用しても2種類以上を併用してもよい。

[0074] 硬化促進剤の配合量は限定されるものではなく適宜決定すればよいが、使用する場合は一般には、接着材組成物の全体量に対して0.01質量%～0.5質量%以下である。

[0075] <溶剤>

接着材組成物には、さらに接着材組成物をペースト状態に調整するため溶剤を含んでいてもよい。溶剤を含む場合は、ペースト中において熱可塑性樹脂の粒子の形状を維持するために、これを溶解しない性質の溶剤を用いる。その他は特に限定されないが、接着材組成物の硬化の際に溶剤が揮発しやすいことから沸点350℃以下のものが好ましく、沸点300℃以下のものがより好ましい。具体的にはアセテート、エーテル、炭化水素等が挙げられ、より具体的には、ジブチルカルビトール、ブチルカルビトールアセテート等が好ましく用いられる。

[0076] 溶剤の含有率は、溶剤を用いる場合、接着材組成物に対して1質量%以上が好ましく、15質量%以下が好ましい。作業性の観点からより好ましくは10質量%以下である。

[0077] また、接着材組成物には、上記成分の他にも、酸化防止剤、紫外線吸収剤、粘着付与剤、粘性調整剤、分散剤、カップリング剤、強靱性付与剤、エラストマー等を、本発明の効果を損なわない範囲で適宜配合することができる。

[0078] この実施形態の接着材組成物は、金属微粒子（金属フィラー）、バインダ樹脂及び熱可塑性樹脂の粒子並びにその他の成分を、任意の順序で、混合、攪拌することにより得ることができる。分散方法としては、例えば、二本ロール、三本ロール、サンドミル、ロールミル、ボールミル、コロイドミル、ジェットミル、ビーズミル、ニーダー、ホモジナイザー、及びプロペラレスミキサー等の方式を採用することができる。

[0079] この実施形態の金属層60は上述した接着材組成物で形成され、接着材組成物を加熱して、接着材組成物を硬化させることにより、接着材硬化物としての金属層60が得られる。接着材組成物の硬化方法は、特に限定されない

が、例えば、接着材組成物を150～300℃で0.5～3時間熱処理することで、接着材硬化物としての金属層60を得ることができる。

[0080] また、接着材組成物を用いて被接合部材同士を接合する際には、通常加熱により接着材組成物を硬化させて接合を行なう。その際の加熱温度は、特に限定はされないが、金属微粒子（金属フィラー）同士、及び、被接合部材と金属微粒子（金属フィラー）との間に、互いに、点接触した近接状態を形成させ、接着部としての形状を安定させるために150℃以上であることが好ましく、180℃以上であることがより好ましく、200℃以上であることがさらに好ましい。

[0081] 金属微粒子（金属フィラー）同士の結合が過度に進行し、金属フィラー間のネッキングが生じて、被接合部材と金属微粒子とが強固に結合し、硬すぎる状態となることを避けるために300℃以下であることが好ましく、275℃以下であることがより好ましく、250℃以下であることがさらに好ましい。

[0082] 図6は、この実施形態に係る接着材組成物で接合した接合部分（金属層）の特性を評価した評価結果である。

[0083] 金属層（接合部分）の特性評価方法は、接着材組成物を用いて被接合部材を接合した場合に、繰り返し温度変化を受けたときでも、被接合部材と金属層（接着材硬化物）60との剥離や、金属層（接着材硬化物）60の破断が生じにくくなっていることを評価している。

[0084] この接合部分の特性評価方法としては、種々の方法が挙げられる。この実施形態では、特性評価方法として、後述する条件下で冷熱サイクル試験を行ない、試験後の剥離（破断含む）面積の割合を測定して評価した場合を示す。

[0085] 当該方法で測定した剥離面積の割合は15%以下であることが好ましく、10%以下であることがより好ましく、5%以下であることがさらに好ましい。

[0086] 接着材組成物を12mm×12mmの銀メッキした銅基板に塗布し、塗布

面に5 mm×5 mmの銀スパッタしたシリコンチップを戴置後、窒素雰囲気下、250℃で60分加熱し、2つの被着体が接着材硬化物（接合部）により接合された金属接合体（以下、単に「金属接合体」ともいう。）を作製した。

[0087] 金属接合体を用いて冷熱サイクル試験を行い、剥離面積を測定した。この試験では、基板を−50℃に30分間保持した後に150℃に30分間保持する操作を1サイクルとして2000サイクル繰返し、試験後のシリコンチップの剥離面積の割合を測定した。結果を図6に示す。

[0088] なお、剥離面積の割合は、2000サイクル後の超音波映像・検査装置「Fine SAT FS300III」（商品名）で、プローブ140MHz、測定エリアX12mm、Y12mm、測定ピッチX0.025mm、Y0.025mm、ゲイン35.0dB、Sゲートディレイ9.4μs、幅0.945μs、トリガ30%、Fゲートディレイ0.076μs、幅0.035μs、トリガ15%の条件で剥離状態の画像を得た。得られた画像を二値化ソフト「image J ver. 1」で濃淡を白と黒の二階調に画像変換し、以下の関係式（1）で求めた。詳細な「image J ver. 1」の手順として接合部をSAT画像から切り取り、タイプを白黒8ビットとし、“色を反転”を選択後、閾値設定を“Default”で“自動”を適用することで二値化画像を得た。

剥離面積の割合（％）＝剥離面積（黒色画素数）÷チップ面積（黒色画素数＋白色画素数）×100 …（1）

[0089] 図6に示すように、実施例1～6においては、剥離面積が2～10%と良好な結果が得られ、繰返し温度変化を受けた場合にも被接合部材の剥離や接合部の破断が生じにくいことが確認された。

[0090] また、接合部の接合面に対する垂直断面観察（SEM分析）により、金属成分が占める面積、有機成分部位および／または空隙が占める面積をそれぞれ算出した。詳細な観察条件として、「SEM JSM6010LA」を用いて加速電圧20kV、スポットサイズ40、WD11mm、高真空モード

、二次電子像、倍率2000倍で断面画像を得た。断面観察は、SEMから得られる断面の任意の5箇所の画像について、二値化ソフト「Image J ver. 1」を用いて、それぞれ20 $\mu$ m四方の領域を切り取り、タイプを白黒8ビットとし、“色を反転”を選択後、閾値設定を“Default”で“自動”を適用することで二値化画像を得た。金属成分が占める面積は、以下の関係式(2)で求め、それらの平均値から面積%を算出した。

$$\text{金属成分が占める面積割合(\%)} = \frac{\text{金属成分が占める面積(黒色画素数)}}{\text{選択された領域の面積(黒色画素数+白色画素数)}} \times 100 \quad \dots (2)$$

[0091] (A-2-2) 被接合部材の接合方法

図7は、この実施形態のアンカー50をプローブ基板16の上面に接合する接合方法を示すフローチャートであり、図8は、アンカー50の接合方法を説明する説明図である。

[0092] なお、図9は、半田材を用いてアンカー50をプローブ基板の上面に接合する方法を示すフローチャートであり、図10は、半田材を用いたアンカー50の接合方法を説明する説明図であり、従来の半田材を用いたアンカー50の接合方法と比較しながら、この実施形態に係るアンカー50の接合方法を説明する。

[0093] まず、従来の半田材を用いたアンカー50の接合方法を簡単に説明する。図9に示すように、従来のアンカー50の接合方法は、図示しない前工程からプローブ基板16を受け入れて(ステップS51)プローブ基板16の上面へのアンカー50の接合処理を開始する。

[0094] 受け入れたプローブ基板16の表面及びアンカー50を洗浄し(ステップS52)、プローブ基板16の上面においてアンカー50の接合に関係ない部分をマスキングすると共に、半田材を作成する(ステップS53)。そして、プローブ基板16の上面において、フラックス(半田付け促進剤)を塗布して半田材を設置すると(ステップS54)、例えばはんだ付け自動機等を用いて、アンカー50の接合作業を行ない(ステップS55)、フラックス処理やタッパ処理を行なう(ステップS56)。

- [0095] ここで、従来のアンカー５０の接合方法では、作業者が、アンカー５０を１個ずつ、プローブ基板１６の上面に接合作業を行なうこととしている。したがって、作業者は、プローブ基板１６の上面に設けるアンカー５０の数に応じて、ステップＳ５１～Ｓ５６の処理を繰り返し行ない、全てのアンカー５０の接合作業が終了すると、接合後測定処理が行なわれる（ステップＳ５７）。この処理は、プローブ基板１６の上面に設けた全てのアンカー５０の高さ測定や、全てのアンカー５０の傾き測定等である。
- [0096] 接合後の測定結果がＮＧである場合、リペア対象のアンカー５０の接合についてリペア作業を行ない（ステップＳ５８）、再度、接合後の測定処理を行なう。測定結果がＯＫであると、所定の外観検査が行なわれ（ステップＳ５９）、アンカー５０が接合されたプローブ基板１６は次工程に受け渡される（ステップＳ６０）。
- [0097] これに対して、この実施形態のアンカー５０の接合方法は、以下のとおりである。
- [0098] 図７において、各アンカー５０の接着面に対して金属で成膜処理を行なう（ステップＳ１１）。このように、各アンカー５０の接触面を成膜することにより、焼成後、アンカー５０と、接着材硬化物としての金属層６０との接合特性を良好にでき、アンカー５０と金属層（接着材硬化物）６０との剥離等が生じにくくなる。
- [0099] ここで、アンカー５０の接着面に成膜する金属は、例えば、接着材組成物に含有される金属微粒子と同じ金属、若しくは、同種の金属でなくても金属微粒子として用いることができる金属とすることができる。なお、アンカー５０が適応可能な金属で形成されている場合には、アンカー５０の接着面の成膜処理を省いてもよい。また、各アンカー５０の接着面の金属成膜処理は、事前に行なっておくことができる。
- [0100] 次に、前工程からプローブ基板１６を受け入れると（ステップＳ１２）、プローブ基板１６の表面及びアンカー５０を洗浄し（ステップＳ１３）、プローブ基板１６の上面においてアンカー５０の接合に関係ない部分に印刷マ

スクを行なう（ステップS 1 4）。

- [0101] プローブ基板 1 6 の上面において、アンカー 5 0 を配置する位置に、接着材組成物を塗布して、接着材組成物の層を形成する（ステップ S 1 5）。
- [0102] ここで、図 1 0 （A）～図 1 0 （B）のように、半田材を用いてアンカー 5 0 を接合する場合には、プローブ基板 1 6 の上面において、アンカー 5 0 を設ける接触面内の外縁部に、半田材が存在するように接合される。これは、半田材を用いて接合する場合には、図 1 0 （C）に示すように、アンカー 5 0 の底面から側面にかけて半田材が僅かに盛り上がることで、接合強度を上げている。
- [0103] これに対して、この実施形態では、図 8 （A）に示すように、プローブ基板 1 6 の上面において、アンカー 5 0 を設ける接触面の全面に、接着材組成物を塗布するようにする。これにより、図 8 （B）～図 8 （C）に示すように、アンカー 5 0 の底面全面に接着材組成物の層が設けられた状態で、アンカー 5 0 がプローブ基板 1 6 の上面に設けられる。なお、この実施形態では、プローブ基板 1 6 の上面であって、アンカー 5 0 の位置領域に接着材組成物を塗布する場合を例示しているが、アンカー 5 0 の底面に接着材組成物を塗布するようにしてもよい。いずれにしても、プローブ基板 1 6 と被接合部材であるアンカー 5 0 との間に接着材組成物が存在するようにする。
- [0104] また、プローブ基板 1 6 の上面に塗布する金属層の層厚は、例えば  $10\ \mu\text{m}$  ～  $75\ \mu\text{m}$  程度等のように厚くすることができる。
- [0105] プローブ基板 1 6 の上面に対して、複数のアンカー 5 0 を同時に設置する焼結治具をセットし（ステップ S 1 6）、プローブ基板 1 6 の上面に複数のアンカー 5 0 を同時に設定する。
- [0106] 従来、半田材を用いてアンカー 5 0 を接合するときには、アンカー 5 0 を 1 個ずつ設置して接合するようにしているが、この実施形態では、専用の焼結治具を、プローブ基板 1 6 の上面にセットすることで、複数のアンカー 5 0 を一斉同時に設定することができる。なお、焼結治具は、例えば、プローブ基板 1 6 の上面に設ける各アンカー 5 0 の位置と対応する位置にアンカー

50を保持しており、アンカー50をセットする際、プローブ基板16の上面に向けて焼結治具を押圧させて、焼結治具に保持されている各アンカー50を、プローブ基板16の上面に移動させるようなものを用いることができる。これにより、プローブ基板16の上面に複数のアンカー50を一斉同時にセットすることができる。

[0107] その後、焼結前の測定処理が行なわれる（ステップS17）。この処理は、上述した従来の測定処理と同様に、プローブ基板16の上面に設けた全てのアンカー50の高さ測定や、全てのアンカー50の傾き測定等とすることができる。

[0108] 焼結前の測定結果がNGの場合、プローブ基板16の上面に設けた全てのアンカー50及び全ての接着材組成物の層を除去した上で、再度、ステップS15～ステップS17の処理を繰り返し行なう。焼結前の測定結果がOKのとき、複数のアンカー50を設置した状態のプローブ基板16を焼結する（ステップS18）。この焼結により、接着材組成物が硬化し、接着材硬化物としての金属層60が得られ、アンカー50と金属層60とが強固に接合されることになる。

[0109] 焼成後の測定処理が行なわれ（ステップS19）、所定の外観検査が行なわれ（ステップS20）、アンカー50が接合されたプローブ基板16は次工程に受け渡される（ステップS21）。

[0110] [温度変化環境下での接合部の耐久性測定]

図11は、温度変化環境下での接合部の耐久性を示すサイクル測定結果を示す図である。

[0111] ここでは、この実施形態の金属層60でアンカー50を接合したプローブ基板16と、半田材を用いてアンカー50を接合したプローブ基板16の温度変化環境下での接合部の耐久性を測定するサイクル測定を行った。

[0112] 具体的には、「-10～110℃」、「-10～125℃」、「-35～150℃」の3つの範囲で温度変化させた各環境で、プローブ基板16の上面に9個のアンカー50を接合させ、各アンカー50には40Kg fの荷重

を加えたときの接合部の耐久性を測定した。9個のアンカー50のうち、任意に選択した5個のアンカー50の接合部をサンプルとした。

[0113] より具体的には、例えば「 $-10 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 」の場合、下限温度「 $-10^{\circ}\text{C}$ 」→定常温度「 $22^{\circ}\text{C}$ 」→上限温度「 $110^{\circ}\text{C}$ 」のように順番に温度を変化させ、この温度変化を1サイクルとし、各温度で40分間、各アンカー50に荷重を加え続け、接合部が何サイクル耐えられるかを測定した。他の温度変化の場合でも同様の条件で測定した。

[0114] 図11に示すように、半田材を用いてアンカー50をプローブ基板16に接合した場合、接合部の耐久性は、「 $-10 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 」の環境で448サイクル、「 $-10 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 」の環境で123サイクル、「 $-35 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 」の環境で4サイクルであった。

[0115] これに対して、金属層（接着材硬化物）60でアンカー50をプローブ基板16に接合した場合、接合部の耐久性は、「 $-10 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 」の環境で820サイクル以上であり、「 $-35 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 」の環境で301サイクルであった。このことから、半田材を用いた場合と比較して、接合部の耐久性は向上しており、接合部の寿命が長くなっていることがわかる。

[0116] (A-2-3) プローブの接合

以上では、被接合部材がアンカー50である場合を例示し、プローブ基板16の上面に金属層60を塗布し、熱を加えてアンカー50を接合する場合を例示したが、被接合部材はアンカー50に限定されるものではない。以下では、被接合部材がプローブ20である場合を例示する。

[0117] 図12は、この実施形態に係るプローブ基板16の下面に形成されるプローブランド及びこれに接続されるプローブの構成を示す構成図である。

[0118] 図12に示すように、プローブ基板16の下面（つまり、多層配線基板162の下面）には配線パターン164が形成されており、その配線パターン164に接続するプローブランド（接続端子）163が設けられている。

[0119] プローブ20は、多層配線基板162の下面に設けられたプローブランド163に接続して設けられている。プローブ20は、例えばカンチレバー型

の電氣的接触子であり、プローブ20の基端部21側の上底部211が、板状のプローブランド163と接合されることで、プローブ20が固定され、プローブ20の先端部22が、被検査体2の電極端子2aに電氣的に接触される。

[0120] 従来、多層配線基板162の下面に設けられたプローブランド163にプローブ20を接合する際、半田材を用いてプローブ20をプローブランド163に接合している。

[0121] しかし、プローブ20の先端部22を被検査体2の電極端子2aに接触させる際に、高いコンタクト荷重が作用し、半田材の耐久性が充分でない。また、温度変化環境（特に高温環境）で、半田材が軟化してしまい、プローブランド163とプローブ20との間の接合強度が充分でなくなってしまうという問題がある。

[0122] そこで、プローブ基板16（多層配線基板162）の下面に設けられたプローブランド163にプローブ20を接合する際、プローブランド163に金属層60を塗布しプローブ20を設けた上で熱を加えることで、プローブランド163とプローブ20との間を強固に接合させることができる。

[0123] （A-4）実施形態の効果

以上のように、この実施形態によれば、プローブ基板の上面（第1面）と下面（第2面）のいずれか又は両方に、アンカーやプローブ等の被接合部材を接合する際、少なくとも金属微粒子及び熱可塑性樹脂の粒子を含有する接着材組成物でなる金属層をプローブ基板の接着面に塗布して加熱することで、被接合部材をプローブ基板に対して強固に接合することができる。その結果、高荷重により、プローブ基板と被接合部材との間の接合部の耐久性を向上させ、寿命を長くすることができる。

[0124] （B）他の実施形態

上述した実施形態においても種々の変形実施形態を言及したが、本発明は、以下の変形実施形態にも適用できる。

[0125] （B-1）上述した実施形態では、上述した金属層60の特性を利用して

、プローブ基板 16 の上面にアンカー 50 を接合する場合、プローブ基板 16 の下面にプローブ 20 を接合する場合を例示した。しかし、上述した金属層 60 の特性より、プローブ基板 16 の基板部材（セラミック基板）161 と多層配線基板 162 との間に金属層 60 を塗布して加熱することで、基板部材 161 と多層配線基板 162 との基板同士を接合するようにしてもよい。また、複数の基板同士を接合させた多層配線基板において、各基板間に金属層 60 を塗布して加熱して基板同士を接合するようにしてもよい。

- [0126] (B-2) また、上述した実施形態において、金属層 60 を用いて、プローブ基板 16 の上面にアンカー 50 を接合する際、図 13 に示すように、プローブ基板 16 と支持部材 12 とを固定するため、複数の支持部（スペーサ）51 を用いた多段構造としてもよい。その場合、図 13 に示すように、アンカー 50 と支持部（スペーサ）51 との間に金属層 60 を塗布し、さらに結合させる複数の支持部（スペーサ）51 の間に金属層 60 を塗布して加熱することで、アンカー 50 と支持部（スペーサ）51 と間の接合や、支持部（スペーサ）51 との間の接合を強固にしてもよい。勿論、図 1 に示すように、1 段の水平性保持部材とする場合に、アンカー 50 と支持部（スペーサ）51 との間に金属層 60 を用いて接合するようにしてもよい。

### 符号の説明

- [0127] 10…電氣的接続装置、12…支持部材、121…貫通孔、14…配線基板、14a…接続端子、141…貫通孔、15…電氣的接続ユニット、151…フランジ部、16…プローブ基板、161…基板部材（セラミック基板）、162…多層配線基板、163…プローブランド（接続端子）、164…配線パターン、18…プローブ基板支持部材、20…プローブ（電氣的接続子）、21…基端部、211…上底部、22…先端部、50…アンカー、501…雌ネジ部、51…支持部（スペーサ）、60…金属層、61…金属、62…空隙又は有機成分部位、2…被検査体、2a…電極端子、3…チャックトップ。

### 請求の範囲

- [請求項1] 被検査体の複数の電極端子のそれぞれに対して、電氣的に接触させる複数の電氣的接触子を有するプローブ基板において、
- 該プローブ基板の第1面と第2面のいずれか又は両方の面に設ける被接合部材との接合部は、金属成分中に少なくとも70原子%以上の遷移金属を含む、焼結形成した金属層によって前記被接合部材が接合され、及び又は、該プローブ基板の複数の基板間の接合面は、前記焼結形成した金属層によって基板同士が接合され、
- 前記焼結形成した金属層には、熱可塑性樹脂を含む接着材組成物の加熱により形成された、複数の有機成分部位及び又は空隙が残存し、
- 前記焼結形成した金属層に含まれる前記複数の有機成分部位及び又は空隙は、前記焼結形成した金属層の垂直断面において5～80面積%である
- ことを特徴とするプローブ基板。
- [請求項2] 該プローブ基板の前記第1面上に配置させる複数のアンカー部材と、前記複数のアンカー部材のそれぞれに配置させる複数の支持部材とを備え、
- 前記被接合部材が前記各アンカー部材であり、該プローブ基板の前記第1面上における前記各アンカー部材の接合位置には、前記焼結形成した金属層によって前記各アンカー部材が接合されている
- ことを特徴とする請求項1に記載のプローブ基板。
- [請求項3] 該プローブ基板の前記第2面に形成した複数の接続端子に前記複数の電氣的接触子を配置させ、
- 前記被接合部材が前記各電氣的接触子であり、該プローブ基板の前記第2面の前記複数の接続端子には、前記焼結形成した金属層によって前記各電氣的接触子が接合されている
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載のプローブ基板。
- [請求項4] 前記焼結形成した金属層に含まれる前記遷移金属は、11族金属で

あることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のプローブ基板。

[請求項5] 前記焼結形成した金属層に含まれる前記遷移金属は、11族金属であることを特徴とする請求項 3 に記載のプローブ基板。

[請求項6] 前記焼結形成した金属層に含まれる前記遷移金属は、主成分として銀を含むことを特徴とする請求項 4 に記載のプローブ基板。

[請求項7] 前記焼結形成した金属層に含まれる前記遷移金属は、主成分として銀を含むことを特徴とする請求項 5 に記載のプローブ基板。

[請求項8] 前記焼結形成した金属層に含まれる前記複数の有機成分部位及び又は空隙は、平均粒子径が $1 \sim 12 \mu\text{m}$ の前記熱可塑性樹脂を含む前記接着材組成物の加熱により形成されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載のプローブ基板。

[請求項9] 前記焼結形成した金属層の厚さが、 $20 \sim 75 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のプローブ基板。

[請求項10] 検査装置と、被検査体の複数の電極端子とを電氣的に接続させる電氣的接続装置において、

前記検査装置と接続する配線回路を有する配線基板と、

請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載のプローブ基板と、

前記配線基板の配線回路と、前記プローブ基板の複数の電氣的接触子のそれぞれとを接続させる接続ユニットと

を備えることを特徴とする電氣的接続装置。