

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5566271号
(P5566271)

(45) 発行日 平成26年8月6日 (2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日 (2014.6.27)

(51) Int.Cl.	F I
H05K 3/42 (2006.01)	H05K 3/42 650A
H05K 3/00 (2006.01)	H05K 3/00 N
H05K 1/11 (2006.01)	H05K 1/11 N
H05K 3/40 (2006.01)	H05K 3/40 K

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-261381 (P2010-261381)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成22年11月24日 (2010.11.24)		京セラ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-114213 (P2012-114213A)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(43) 公開日	平成24年6月14日 (2012.6.14)	(72) 発明者	宮脇 匡史
審査請求日	平成25年10月15日 (2013.10.15)		鹿児島県霧島市国分山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
		審査官	佐々木 正章
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配線基板およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セラミック焼結体からなり、厚み方向に貫通する貫通孔を有する絶縁板と、前記貫通孔内に配置された貫通導体とを備える配線基板であって、前記貫通導体は、前記セラミック焼結体が部分的に溶融した後に固化して形成された溶融改質材からなり、前記貫通孔の内側面と前記貫通導体の側面とを結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の複数の接合材と、該接合材同士の間介在する空隙とを備える接合層を介して前記貫通孔の内側面に接合されていることを特徴とする配線基板。

【請求項2】

前記接合層の前記接合材は、それぞれ、一端が前記貫通孔の内側面に接合し、他端が前記貫通導体の側面に接合するように形成されていることを特徴とする請求項1記載の配線基板。

【請求項3】

セラミック焼結体からなる絶縁板を準備する工程と、
前記絶縁板にレーザ加工を施して、該絶縁板を厚み方向に貫通する貫通孔を形成するとともに、該貫通孔の内側面に、前記セラミック焼結体が部分的に溶融した後に再結晶してなる、ガラス層を含む溶融改質層を設ける工程と、
前記貫通孔内に導体材料を充填する工程と、
前記貫通孔に前記導体材料を充填した前記絶縁板にガラスエッチング加工を施し、前記溶融改質層の前記ガラス層の一部を除去して、前記溶融改質層を、前記貫通孔の内側面と前

記貫通導体の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の溶融改質材からなる接合材と、該溶融改質材同士の間を介する空隙とを備える接合層とする工程とを備えることを特徴とする配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、厚み方向に貫通する貫通孔を有する絶縁板と、この絶縁板を厚み方向に貫通する貫通孔内に配置されて側面が貫通孔の内側面に接合された貫通導体とを備える配線基板およびその製造方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

従来、電子部品搭載用等に使用される配線基板として、セラミック焼結体からなり、主面（上面や下面）に配線導体が形成された絶縁板と、その絶縁板を厚み方向に貫通する貫通孔と、貫通孔内に配置された貫通導体（いわゆるビア導体）とを備えたものが用いられている。絶縁板の上下面の配線導体は、貫通孔が形成された位置で上下に重なり合う部分を有し、この部分で貫通導体を介して上下に電氣的に接続されている。

【0003】

このような配線基板は、例えば絶縁板の上面の配線導体に電子部品の電極や電子部品の電気検査を行なうためのプローブが接続され、下面の配線導体が回路基板等の外部電気回路基板に接続される。そして、絶縁板の上面の薄膜配線等の配線導体と、貫通導体と、絶縁板の下面の配線導体とを介して、電子部品が外部電気回路と電氣的に接続され、信号の送受や、電子部品に対する電氣的な検査等が行なわれる。

20

【0004】

貫通導体を有する配線基板は、セラミック焼結体からなる絶縁板を作製し、この絶縁板の所定位置にドリル加工等の機械的な孔あけ加工やレーザ加工によって開口が円形状等の貫通孔を形成し、この貫通孔内に銀－パラジウム等の金属ペーストを充填した後、金属ペーストを加熱して貫通孔の内側面に金属材料として接合させることによって製作されている。貫通導体は、貫通孔内に充填された金属ペーストによって形成されているので、その側面の全面と貫通孔の内側面の全面とが互いに接合し合っている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平6-177200号公報

【特許文献2】特開平7-94840号公報

【特許文献3】特開2001-196496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、このような配線基板においては、絶縁板と貫通導体との熱膨張率に差がある（貫通導体の方が大きい）ため、例えば配線基板に電子部品を実装する際に加わる熱や、検査のために電子部品を加温する際に繰り返し加わる熱等によって貫通導体と絶縁板との間に熱応力が生じ、この熱応力によって貫通導体と絶縁板（貫通孔の内側面）との間で剥離等の機械的な破壊が発生しやすいという問題点があった。

40

【0007】

本発明は上記従来の技術の問題点に鑑みて完成されたものであり、その目的は、セラミック焼結体からなる絶縁板の貫通孔内に配置された貫通導体と、貫通孔の内側面との間の剥離を効果的に抑制することができる配線基板、およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の配線基板は、セラミック焼結体からなり、厚み方向に貫通する貫通孔を有する絶縁板と、前記貫通孔内に配置された貫通導体とを備える配線基板であって、前記貫通導体は、前記セラミック焼結体が部分的に溶融した後に固化して形成された溶融改質材からなり、前記貫通孔の内側面と前記貫通導体の側面とを結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の複数の接合材と、該接合材同士の間を介する空隙とを備える接合層を介して前記貫通孔の内側面に接合されていることを特徴とする。

【0009】

また、本発明の配線基板は、上記構成において、前記接合層の前記接合材は、それぞれ一端が前記貫通孔の内側面に接合し、他端が前記貫通導体の側面に接合するように形成されていることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の配線基板の製造方法は、セラミック焼結体からなる絶縁板を準備する工程と、前記絶縁板にレーザ加工を施して、該絶縁板を厚み方向に貫通する貫通孔を形成するとともに、該貫通孔の内側面に、前記セラミック焼結体の一部が溶融後に再結晶してなる、ガラス層を含む溶融改質層を設ける工程と、前記貫通孔内に導体材料を充填する工程と、前記貫通孔に前記導体材料を充填した前記絶縁板にガラスエッチング加工を施し、前記溶融改質層の前記ガラス層の一部を除去して、前記溶融改質層を、前記貫通孔の内側面と前記貫通導体の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の溶融改質材からなる接合材と、該溶融改質材同士の間を介する空隙とを備える接合層とする工程とを備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明の配線基板によれば、上記構成を備え、貫通導体は、セラミック焼結体が部分的に溶融した後に固化して形成された溶融改質材からなり、長さ方向が貫通孔の内側面と貫通導体の側面とを結ぶ仮想の線分に沿うように配置された柱状の複数の接合材と、これらの接合材同士の間を介する空隙とを備える接合層を介して貫通孔の内側面に接合されていることから、貫通導体と絶縁板との間に熱応力が生じたときに、接合材が変形して、この熱応力を緩和することができる。そのため、貫通導体と絶縁板（貫通孔の内側面）との間に、上記熱応力に起因する剥離等の機械的な破壊が発生することは効果的に抑制することができる。したがって、貫通導体の側面と貫通孔の内側面との間の剥離を効果的に抑制することができる配線基板を提供することができる。

30

【0012】

また、本発明の配線基板は、上記構成において、接合層の接合材は、それぞれ一端が貫通孔の内側面に接合し、他端が貫通導体の側面に接合するように形成されている場合には、これらの接合材を介して貫通導体と貫通孔の内側面とがより強固に接合される。すなわち、この場合には、貫通導体と絶縁板（貫通孔の内側面）とが、貫通導体の側面から貫通孔の内側面までそれぞれが一続きに（いわゆるブリッジ状に）形成された、より機械的な強度や貫通導体および絶縁板に対する接合強度が高い接合材を介して接合される。そのため、貫通導体の側面と貫通孔の内側面との間の剥離がより効果的に抑制された配線基板を提供することができる。

40

【0013】

また、本発明の配線基板の製造方法は、上記各工程を備え、貫通孔に導体材料を充填した前記絶縁板にガラスエッチング加工を施し、前記溶融改質層の前記ガラス層の一部を除去して、前記溶融改質層を、貫通孔の内側面と貫通導体の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の溶融改質材からなる接合材と、溶融改質材同士の間を介する空隙とを備える接合層とすることから、製作された配線基板において、貫通導体と絶縁板との間に生じる熱応力を、接合層の接合材の変形によって効果的に緩和することができる。したがって、貫通孔の内側面との間の剥離を効果的に抑制することが可能な配線基板の製造方法を提供することができる。

50

【0014】

また、上記の製造方法によれば、レーザ加工による貫通孔の形成と同時に溶融改質層を形成し、貫通導体を充填後、この溶融改質層にガラスエッチング加工を施すだけで（つまり、化学的な一括処理によって）容易に柱状の改質材を形成することができる。そのため、上記構成の配線基板を容易に製作することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】（a）は本発明の配線基板の実施の形態の一例を示す平面図であり、（b）は（a）のA-A線における断面図である。

【図2】図1に示す配線基板の要部を拡大して示す要部平面図（透視図）である。

10

【図3】本発明の配線基板の実施の形態の他の例を示す平面図である。

【図4】本発明の配線基板の実施の形態の他の例における要部を拡大して示す要部平面図（透視図）である。

【図5】（a）～（d）はそれぞれ、本発明の配線基板の製造方法を工程順に模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の配線基板を添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。図1（a）は本発明の配線基板の実施の形態の一例を示す平面図であり、図1（b）は図1（a）のA-A線における断面図であり、図2は、図1に示す配線基板の要部（貫通孔と貫通導体との境界部分）を拡大して示す要部平面図（透視図）である。

20

【0017】

図1および図2において、1は絶縁板、2は貫通孔、3は貫通導体、4は接合材4aおよび空隙4bを備える接合層、5は配線導体である。絶縁板1に形成された貫通孔2内に貫通導体3が配置され、貫通導体3の側面が貫通孔2の内側面に、接合材4aと空隙4bとを含む接合層4を介して接合されて配線基板が基本的に形成され、絶縁板1の上下の配線導体5が貫通導体3を介して電氣的に接続されている。なお、図2においては、見やすくするために配線導体5を省略し、接合層4の空隙4bを除く各部位にハッチングを施している。

【0018】

30

絶縁板1は、酸化アルミニウム質焼結体や窒化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、ガラスセラミック焼結体、ガラス母材中に結晶成分を析出させた結晶化ガラスまたは雲母やチタン酸アルミニウム等の微結晶焼結体からなる、金属材料とほぼ同等の精密な機械加工が可能なセラミック材料（いわゆるマシナブルセラミックス）等のセラミック焼結体により形成されている。

【0019】

絶縁板1は、例えば酸化アルミニウム質焼結体からなる場合であれば、次のようにして製作することができる。すなわち、酸化アルミニウムおよび酸化ケイ素等の原料粉末に適当な有機バインダおよび有機溶剤を添加混合して作製したスラリーをドクターブレード法やリップコータ法等のシート成形技術でシート状に成形することによってセラミックグリーンシートを作製して、その後、セラミックグリーンシートを切断加工や打ち抜き加工によって適当な形状および寸法とするとともに、これを約1300～1500℃の温度で焼成することによって製作することができる。

40

【0020】

絶縁板1は、例えば四角板状や円板状等であり、例えば上面が、実装や電気チェックを行なう電子部品（図示せず）を搭載（電子部品を配線基板に電氣的および機械的に接続して電子装置とするための実装、または電子部品に対して電氣的なチェックを施すための一時的な載置）するための部位として使用される。電子部品としては、ICやLSI等の半導体集積回路素子およびLED（発光ダイオード）やPD（フォトダイオード）、CCD（電荷結合素子）等の光半導体素子を含む半導体素子、弾性表面波素子や水晶振動子等の

50

圧電素子、容量素子、抵抗器、半導体基板の表面に微小な電子機械機構が形成されてなるマイクロマシン（いわゆるMEMS素子）等の種々の電子部品が挙げられる。

【0021】

絶縁板1は、例えば図3に示すように複数の貫通孔2および貫通導体3が配列されたものであってもよい。この場合には、広い面積の電子部品である、シリコンウエハ等の半導体基板に多数の半導体集積回路素子が縦横の並びに配列形成された半導体素子（図示せず）等に対応する、広い面積の配線基板を提供することができる。なお、図3は、本発明の配線基板の実施の形態の他の例を模式的に示す上面図である。図3において図1と同様の部位には同様の符号を付している。

【0022】

図1および図2に示す例において、絶縁板1の上面および下面に、それぞれ配線導体5が形成されている。配線導体5は、例えば電子部品と電氣的に接続されて、この電子部品に対する信号の送受や、電子部品に対する電氣的なチェックを行なうためのプローブを接続するための端子として機能する。絶縁板1の上下面の配線導体5は、絶縁板1を厚み方向に貫通する貫通導体3を介して互いに電氣的に接続されている。

【0023】

配線導体5と電子部品との電氣的な接続は、例えば配線導体5の所定部分に電子部品の電極（図示せず）をはんだ等の導電性接続材を介して接合することによって行なわれる。この場合、配線導体5について、例えば図1および図2に示したように貫通導体3の端面を覆う円形状等の比較的大きなパターンで（いわゆる接続パッドとして）形成しておいて、はんだの接合面積をより広くして、電子部品に対する電氣的な接続の信頼性を向上させるようにしてもよい。

【0024】

配線導体5は、例えば、銅や銀、パラジウム、金、白金、ニッケル、コバルト、タングステン、モリブデン、マンガン、チタン等の金属材料またはこれらの金属材料の合金材料からなる。配線導体5は、例えばタングステンからなる場合であれば、タングステンの粉末を有機溶剤およびバインダとともに混練して作製したタングステンの金属ペーストを、絶縁板1となるセラミックグリーンシートの主面にスクリーン印刷法等の方法で所定パターンに塗布し、その後、セラミックグリーンシートと同時焼成することによって形成することができる。また、配線導体5は、銅やチタン、ニッケル等の金属材料をスパッタリング法やめっき法等の薄膜形成法によって絶縁板1の主面から貫通導体3の端面にかけて被着させることによって形成することもできる。貫通導体3の形成方法については後述する。

【0025】

貫通孔2は、例えば、セラミック焼結体からなる絶縁板1に、炭酸ガスレーザ、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）レーザ等のレーザ光の照射による孔あけ加工（レーザ加工）を施すことによって形成されている。貫通孔2について、（未焼成の上記セラミックグリーンシートの状態ではなく）セラミック焼結体からなる絶縁板1に孔あけ加工を施して形成した場合には、焼成時の収縮に起因する寸法精度の低下の影響を受けない。そのため、この場合には、絶縁板1における貫通孔2の位置精度を高くする上で有利である。

【0026】

貫通孔2は、例えば、直径が200 μm ～700 μm 程度の円形状であり、この貫通孔2の内側に貫通導体3が配置されている。貫通孔2は、円形状に限らず、楕円形状や四角形状、角を円弧状に成形した四角形状等の形状でもかまわない。

【0027】

貫通導体3は、例えば、銅や銀、パラジウム、金、白金、ニッケル、コバルト、タングステン、モリブデン、マンガン等の金属材料またはこれらの金属材料の合金材料からなる。貫通導体3は、例えば上下の配線導体5等の、絶縁板1の上下にそれぞれ配置される導体の間を電氣的に接続するためのものであるため、貫通導体3の電気抵抗を低く抑えるこ

10

20

30

40

50

とを考慮すれば、貫通導体 3 を形成する金属材料としては銅または銀が特に適している。

【0028】

貫通導体 3 は、例えば銀や銅の粉末を有機溶剤およびバインダとともに混練して作製した導体ペーストを貫通孔 2 内に真空吸引を併用したスクリーン印刷法等の方法で埋め込んだ後、この導体ペーストを絶縁板 1 とともに加熱することによって、貫通孔 2 内に充填させることができる。この場合、貫通導体 3 を形成する金属材料に、絶縁板 1（貫通孔 2 の内側面）に対する密着性を向上させること等のためにガラス成分を添加してもよい。

【0029】

このような配線基板において、例えば、絶縁板 1 の上面の配線導体 5 に電子部品（図示せず）の電極や電子部品の電気検査を行なうためのプローブ（図示せず）が接続され、下面の配線導体 5 が回路基板等の外部電気回路基板（図示せず）に接続される。そして、絶縁板 1 の上面の配線導体 5 と、貫通導体 3 と、絶縁板 1 の下面の配線導体 5 とを介して、電子部品が外部電気回路と電氣的に接続され、信号の送受や、電子部品に対する電氣的なチェック等が行なわれる。なお、電子部品に対する電氣的なチェックは、例えば半導体集積回路素子の集積回路が正常に作動するか否かの検査である。

【0030】

この場合には、半導体基板（シリコンウエハ等）に形成された多数の半導体集積回路素子に対して、個片に切断する前に一括して検査を行なうために、例えば図 3 に示したように、複数の貫通導体 3 が、半導体基板と同じ程度の大きさの絶縁板 1 に配列形成されたものが使用される。この場合の配線基板は、いわゆるプローブカードとして使用することができる。

【0031】

また、貫通導体 3 は、セラミック焼結体が部分的に熔融した後に固化して形成された柱状の熔融改質材からなり、長さ方向が貫通孔 2 の内側面と貫通導体 3 の側面とを結ぶ仮想の線分に沿うように配置された複数の接合材 4 a と、これらの接合材 4 a 同士の間を介在する空隙 4 b とを備える接合層 4 を介して貫通孔 2 の内側面に接合されている。

【0032】

配線基板において上記の構成を備えていることから、貫通導体 3 と絶縁板 1 との間に熱応力が生じたときに、接合材 4 a が変形して、この熱応力を緩和することができる。そのため、貫通導体 3 と絶縁板 1（貫通孔 2 の内側面）との間に、上記熱応力に起因する剥離等の機械的な破壊が発生することは効果的に抑制することができる。したがって、貫通導体 3 の側面と貫通孔 2 の内側面との間の剥離を効果的に抑制することができる配線基板を提供することができる。

【0033】

それぞれの熔融改質材は、上記のようにセラミック焼結体が部分的に熔融した後に固化して形成されたものである。セラミック焼結体の部分的な熔融は、貫通孔 2 を形成する際のレーザ加工時に絶縁板 1 に加わる熱（レーザ光による熱エネルギー）によって生じる。レーザ加工時に、絶縁板 1 のうちレーザ光が直接照射された部分は酸化アルミニウム質焼結体等のセラミック焼結体の融点以上に加熱されて除去され、同時に、この熱によって、絶縁板 1 の貫通孔 2 の内側面部分が熔融し、加工終了後の冷却（自然冷却等）によって熔融した部分が固化する。この固化の際に酸化アルミニウム成分が再結晶する。再結晶に伴い、酸化アルミニウムの結晶の間に絶縁板 1 に含まれる酸化ケイ素等のガラス成分が入り込む場合がある。

【0034】

すなわち、接合材 4 a は、再結晶した酸化アルミニウムの再結晶層と、酸化アルミニウムの結晶の間に介在する酸化ケイ素等のガラス成分とによって構成されている。

【0035】

これらの接合材 4 a は、絶縁板 1（酸化アルミニウム質焼結体等のセラミック焼結体）の一部が熔融改質によって形成されているものであるため、絶縁板 1 に対しては強固に接合されている。また、接合材 4 a は、含有する酸化ケイ素等のガラス成分を介して貫通導

体3の側面に、ガラス成分の貫通導体3への拡散に伴うアンカー効果（や水素結合等の結合力）によって、貫通導体3と接合している。

【0036】

また、空隙4bは、上記固化の後にガラス成分をガラスエッチング加工等の方法で除去することによって形成することができる。ガラス層が除去された跡が空隙4bになる。

【0037】

なお、接合材4aおよび空隙4bの形状や大きさ（体積）は、上記レーザ加工時の条件や、ガラスエッチング加工の条件によって調整することができる。

【0038】

なお、柱状の接合材4aのそれぞれは、必ずしも貫通導体3の側面から貫通孔2に内側面にかけて一続きに形成されているものである必要はなく、図2に示す例のような形態であってもよい。この例においては、接合層4の厚み（接合層4の外周と内周との間の距離、言い換えれば、貫通導体3の側面と貫通孔2の内側面との間の距離）に比べて比較的短い複数の接合材4aが互いに、貫通導体3の側面と貫通孔2の内側面との間をつなぐように接合し合っている。

10

【0039】

言い換えれば、いわゆる細切れ状の複数の接合材4a同士が互いにつながって、貫通導体3の側面と貫通孔2の側面とを接合する接合層4の一部を構成していても構わない。

【0040】

複数の接合材4aの形状は、貫通導体3の側面と貫通孔2の内側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状のものであれば、特に他の制約はない。接合材4aのそれぞれの形状は、例えば、円柱状や楕円柱状、多角形の柱状、柱状であって側面が不規則に湾曲したり側面に凹凸を有したりする不定形の柱状等である。

20

【0041】

それぞれの接合材4aの大きさは、例えば、長さが接合層4の厚みに対して約30~110%程度であり、太さ（円柱状であれば横断面の直径）が約10~50 μm 程度である。

【0042】

なお、接合材4aについて、貫通導体3の側面と貫通孔2の内側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置させるのは、絶縁板1と貫通導体3との間に生じる熱応力を効果的に緩和させるためである。すなわち、絶縁板1と貫通導体3との間に生じる熱応力は、主に、貫通導体3の長さ方向と平行な方向に作用する。このような応力の作用する方向に対して、接合材4aが、長さ方向が交差（ほぼ直交）するように、つまり変形しやすいように配置されているので、熱応力による接合材4aの変形が容易に生じ、この変形によって熱応力を効果的に緩和することができる。

30

【0043】

接合層4における空隙4bの割合は、絶縁板1および貫通導体3の材料（つまり熱膨張率の差）や、絶縁板1の厚み、貫通導体3の大きさ（平面視における面積）等の、熱応力の大きさに影響を与える各種の条件、および配線導体5の配置形態や、生産性、経済性等の条件に応じて適宜設定すればよい。

【0044】

例えば、配線基板をプローブカード用に用いる場合に一般的な構成である、絶縁板1が酸化アルミニウム質焼結体からなり、貫通導体3が銅または銀からなり、貫通孔2が直径約200~500 μm の円形状であり、絶縁板1の厚みが約1~3mm程度である場合には、接合層4における空隙4bの割合は、体積比で約5~50%程度とすればよい。

40

【0045】

なお、接合材4aおよび空隙4bは、必ずしも、接合層4の全域において同様の形状および大きさとする必要はなく、部分的に、互いの形状や大きさが異なってもよい。例えば、貫通孔2の上下の端付近において上下方向の中央部等の他の部分よりも接合層4における空隙4bの割合（接合層4における空隙4bの合計の体積比率）を大きくして、熱応力をより効果的に緩和するようにしてもよい。

50

【0046】

また、このような配線基板において、図4に示すように、接合層4の接合材4aが、一端が貫通孔2の内側面に接合し、他端が貫通導体3の側面に接合したブリッジ状に形成されている場合には、これらの接合材4aを介して貫通導体3と貫通孔2の内側面とがより強固に接合される。なお、図4は、本発明の配線基板の実施の形態の他の例における要部を拡大して示す要部平面図（透視図）である。図4において、図1および図2と同様の部位には同様の符号を付している。図4においても、見やすくするために配線導体5を省略し、空隙4bを除く各部位にハッチングを施している。

【0047】

すなわち、この場合には、貫通導体3と絶縁板1（貫通孔2の内側面）とが、貫通導体3の側面から貫通孔2の内側面までそれぞれが一続きに（いわゆるブリッジ状に）形成された、より機械的な強度や貫通導体3および絶縁板1に対する接合強度が高い接合材4aを介して接合される。そのため、貫通導体3の側面と貫通孔2の内側面との間の剥離がより効果的に抑制された配線基板を提供することができる。

【0048】

また、この場合には、例えば後述するレーザ加工による貫通孔2の形成と、貫通孔2への貫通導体3の配置を行なった後のガラスエッチングによる上記構成の空隙4bの形成がより容易である。したがって、貫通導体3と絶縁板1との間の熱応力の緩和に有効であり、かつ生産性にも優れた配線基板とすることができる。

【0049】

ブリッジ状の接合材4aは、例えば、前述したようないわゆる細切れ状の複数の接合材4aが接合し合ったものと同様の形状および寸法であり、直径が約5～30μm程度で、長さが接合層4の厚みと同じ程度である。接合材4aをブリッジ状にする方法については、後述する。

レーザ加工の条件を、比較的高エネルギーで短時間で加工を行い、酸化ケイ素や酸化硼素、酸化亜鉛等からなるガラス成分を含有した導体ペーストを充填後、焼成することで貫通導体3を形成し、ガラスエッチング加工の条件を比較的低濃度で短時間でエッチング処理を行うことで、形成することができる。すなわち、熔融改質層と貫通導体3中のガラス成分がつながっている部分を一部除去することで作製することができる。

【0050】

次に、本発明の配線基板の製造方法について、図5を参照しつつ詳しく説明する。なお、図5（a）は、本発明の配線基板の製造方法を工程順に示す要部断面図である。図5において図1および図2と同様の部位には同様の符号を付している。

【0051】

本発明の配線基板の製造方法は、図5（a）に一例を示す、セラミック焼結体からなる絶縁板1を準備する工程と、

図5（b）に一例を示す、絶縁板1にレーザ加工を施して、絶縁板1を厚み方向に貫通する貫通孔2を形成するとともに、この貫通孔2の内側面に、セラミック焼結体の一部が熔融後に再結晶してなる、ガラス層14bを含む熔融改質層14を設ける工程と、

図5（c）に一例を示す、貫通孔2内に導体材料13を充填する工程と、

図5（d）に一例を示す、貫通孔2に導体材料13を充填した絶縁板1にガラスエッチング加工を施し、熔融改質層14のガラス層14bの一部を除去して、熔融改質層14を、貫通孔2の内側面と貫通導体3の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の熔融改質材14aからなる接合材4aと、熔融改質材14a同士の間介在する空隙4bとを備える接合層4とする工程とを備える。導体材料13は、導体ペースト等を用いた場合であれば、加熱することによって貫通導体3としておく。この最後の工程において除去したガラス層14bの跡が接合層4の空隙4bになる。

【0052】

以上の工程の後、スパッタリング法や蒸着法、めっき法等の方法で絶縁板1の上面および下面に配線導体5を形成し、これらの上下の配線導体5を貫通導体3を介して互いに電

10

20

30

40

50

氣的に接続させれば、例えば図 1 および図 2 に示すような配線基板を製作することができる。

【0053】

本発明の配線基板の製造方法によれば、上記各構成を備え、貫通孔 2 に導体材料 13 を充填した絶縁板 1 にガラスエッチング加工を施し、熔融改質層 14 のガラス層 14b の一部を除去して、熔融改質層 14 を、貫通孔 2 の内側面と貫通導体 3 の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の熔融改質材 14a からなる接合材 4a と、接合材 4a 同士の間介在する空隙 4b とを備える接合層 4 とすることから、製作された配線基板において、貫通導体 3 と絶縁板 1 との間に生じる熱応力を、接合層 4 の接合材 4a の変形によって効果的に緩和することができる。したがって、貫通導体 3 の側面と貫通孔 2 の内側面との間の剥離を効果的に抑制することが可能な配線基板の製造方法を提供することができる。

10

【0054】

以下、各工程について具体的に説明する。なお、前述した本発明の配線基板についての説明と同様の点については詳しい説明は省略する。

【0055】

まず、セラミック焼結体からなる絶縁板 1 を準備する。

【0056】

絶縁板 1 は、前述した酸化アルミニウム質焼結体や窒化アルミニウム質焼結体等のセラミック焼結体からなるものであり、例えば酸化アルミニウム質焼結体からなる場合であれば、次のように製作して準備することができる。すなわち、酸化アルミニウムおよび酸化ケイ素等の原料粉末を有機溶剤とともにドクターブレード法等の方法でシート状に成形してセラミックグリーンシートを作製し、このセラミックグリーンシートを、打ち抜き加工等の方法で所定の形状および寸法に加工し、これを約 1300～1500℃の温度で焼成することによって製作する。

20

【0057】

なお、絶縁板 1 は、複数のセラミックグリーンシートを積層し、この積層体を焼成して作製するようにしてもよい。この場合には、それぞれのセラミックグリーンシートが、多層の絶縁板 1 を構成するそれぞれの絶縁層（図示せず）になる。複数の絶縁層が積層されてなる絶縁板 1 は、各絶縁層の層間にも配線導体 5 を形成することができるため、配線基板の高機能化等に有効である。また、絶縁板 1 の機械的強度を高くする上でも有効である。

30

【0058】

次に、絶縁板 1 にレーザ加工を施して、絶縁板 1 を厚み方向に貫通する貫通孔 2 を形成するとともに、この貫通孔 2 の内側面に、セラミック焼結体の一部が熔融後に再結晶してなる、ガラス層 14b を含む熔融改質層 14 を設ける。

【0059】

絶縁板 1 に対するレーザ加工は、前述したように、炭酸ガスレーザ、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）レーザ等のレーザ光の照射による孔あけ加工（レーザ加工）によって行なう。貫通孔 2 は、開口が円形状のものであれば、レーザ加工による形成が容易である。

40

【0060】

このレーザ加工に伴う熱によって、絶縁板 1 に貫通孔 2 を形成すると同時に、この貫通孔 2 の内側面に熔融改質層 14 を形成することができる。つまり、レーザ光の照射によって絶縁板 1 を形成しているセラミック焼結体を順次熔融除去して貫通孔 2 を形成しながら、形成した貫通孔 2 の内側面を順次部分的に熔融させる。部分的に熔融したセラミック焼結体は、貫通孔 2 形成後に冷却させることによって再結晶し、ガラス層 14b を含む熔融改質層 14 とすることができる。熔融改質層 14 は、前述したように、ガラス層 14b 以外に酸化アルミニウムの再結晶成分の層を含んでいる。

【0061】

熔融改質層 14 は、酸化アルミニウム等の、セラミック焼結体が部分的に熔融した後に再

50

結晶してなる柱状の熔融改質材14aと、熔融改質材14aの間に介在するガラス層14bとを含んでいる。

【0062】

熔融改質層14のガラス層14bは、次の工程で除去されて空隙4bを形成するためのものである。熔融改質層14におけるガラス層14bの形状および大きさは、レーザ加工の条件で調整することができる。例えば、比較的低エネルギーで熱負荷を低くすれば薄くなり、この逆に、高エネルギーで熱負荷が大きくなれば厚くなる。また、レーザの種類により、熱負荷の大きい加工条件では、ガラス層14bが厚くなる。

【0063】

この工程において、再結晶した酸化アルミニウムの結晶の間に、絶縁板1を形成するセラミック焼結体のガラス成分等のガラスが入り込む。この場合、酸化アルミニウムの再結晶化は、熔融改質層14の内周側と外周側（貫通孔2の内側面側）との間に柱状に結晶が生じるように進行する。そのため、ガラスエッチング後の熔融改質層14における酸化アルミニウムが再結晶してなる熔融改質材14aは柱状になっている。

10

【0064】

次に、貫通孔2内に導体材料13を充填する。

【0065】

この導体材料13は、後の工程で加熱されて貫通導体3となるものである。導体材料13は、前述した銅や銀等の貫通導体3を形成するのと同様の金属材料や合金材料を用いて作製した導体ペーストである。

20

【0066】

導体材料13は、例えば、銅または銀からなる場合であれば、銅または銀の粉末を有機溶剤およびバインダとともに混練してペースト状とすることによって作製することができる。導体材料13は、前述したように、絶縁板1（貫通孔2の内側面）に対する密着性を向上させること等のために酸化ケイ素や酸化硼素、酸化亜鉛等のガラス成分を添加してもよい。また、溶剤の量等で導体材料13の粘度を調整して、貫通孔2内への充填を容易とするようにしてもよい。また、貫通孔2に導体材料13を充填する際に、導体材料13を充填する側と反対側から真空吸引を行なって、充填をより容易とするようにしてもよい。

【0067】

次に、貫通孔2に導体材料13を充填した絶縁板1にガラスエッチング加工を施し、熔融改質層14のガラス層14bの一部を除去して、熔融改質層14を、貫通孔2の内側面と貫通導体3の側面との間を結ぶ仮想の線分に沿って配置された柱状の熔融改質材14aからなる接合材4aと、熔融改質材14a同士の間介在する空隙4bとを備える接合層4とする。

30

【0068】

なお、ガラス層14bは、上記のように全部が除去されるものではないため、接合層4中にはガラス層14bが残るが、図4(d)においてはガラス層14bを省略している。

【0069】

ガラス層14bを除去するガラスエッチング加工は、例えばフッ化水素酸（フッ酸）を含むガラスエッチング液を用いて行なう。ガラスエッチング液中に上記の作製途中の配線基板を浸漬すれば、熔融改質層14中のガラス成層4aが溶解して除去され、除去されたガラス層14bの跡が空隙4bになる。

40

【0070】

この場合、ガラスエッチング液中のフッ酸の濃度や、ガラスエッチング液中に添加するフッ化水素以外の成分（例えば、硝酸やアンモニウム等）でガラスエッチング加工の条件を調整することによって、除去されるガラス層14bの範囲、つまり空隙4bの形状や大きさを調整することができる。

【0071】

例えば、比較的低濃度で長時間することで、深さ方向（熔融改質層14の上下端からの上下方向）の長さも安定して空隙4bを形成することができる。

【0072】

50

以上の工程によって、例えば図1および図2に示すような配線基板を製作することができる。

【0073】

なお、接合材4aについて、一端が貫通孔2の内側面に接合し、他端が貫通導体3の側面に接合したブリッジ状とするには、例えば、比較的高エネルギーで短時間でレーザ加工を行い、導体材料13については、酸化ケイ素や酸化硼素、酸化亜鉛等からなるガラス成分を含有した導体ペーストを用い、これを貫通孔2に充填した後、焼成することで貫通導体3を形成し、ガラスエッチング加工の条件を比較的低濃度で短時間でエッチング処理を行なうようにすればよい。この場合には、再結晶した酸化アルミニウム質焼結体等のセラミック焼結体と、ガラス成分とが貫通孔2の内側面から貫通導体3の側面にかけて十分な長さで（つまり一続きに）形成され、接合材4aをブリッジ状に形成することができる。すなわち、熔融改質層14と貫通導体3中のガラス成分がつながっている部分を一部除去することで、接合材4aがブリッジ状とされた配線基板を作製することができる。

10

【実施例】

【0074】

酸化アルミニウム質焼結体からなる厚みが約3000 μm （3mm）の絶縁板に直径が約500 μm （長さが約3000 μm ）の貫通孔をレーザ加工で形成し、この貫通孔の内側に導体材料として銀ペーストを充填し、約900℃で加熱して貫通導体を形成した後、フッ酸（フッ化水素が約5wt%）のガラスエッチング液を用いてガラスエッチング加工を行ない、実施例の配線基板を100個作製した。

20

【0075】

また、上記と同様の絶縁板にドリル加工によって上記と同様の寸法の貫通孔を形成し、貫通孔内に上記と同様の銀ペーストを充填し、その後約900℃で加熱して比較例の配線基板を100個作製した。

【0076】

実施例および比較例の各配線基板100個について、加速試験として温度サイクル試験（-45℃～+125℃、1000サイクル）の後、貫通導体と貫通孔との間の剥離の有無を断面観察によって検査した。

【0077】

なお、実施例の配線基板においては、貫通孔と貫通導体との間に幅が約50 μm の接合層が形成されていた。接合層は、電子顕微鏡を用いた観察によって、柱状の多数の接合材と、その接合材の間に介在する空隙とによって構成されたことを確認した。この観察の際には、貫通導体および接合層の横断面の試料を作製し、この試料を用いて観察した。接合層における空隙の割合は、体積比率で約10%であった。空隙の割合は、上記電子顕微鏡を用いた観察の際に、貫通導体の側面の表面積と貫通導体および接合層の横断面の面積より比率計算によって測定した。

30

【0078】

その結果、実施例の配線基板では貫通孔と貫通導体との間の剥離は確認されなかった。これに対し、比較例の配線基板では1個の配線基板において2つの貫通導体に、他の1個の配線基板において1つの貫通導体に、それぞれ貫通導体の剥がれが発生していた。

40

【0079】

以上の結果により、本発明の配線基板における、貫通導体の突出、および貫通導体の突出に起因する貫通導体と配線導体との間の剥がれを抑制する効果を確認することができた。

【0080】

なお、本発明の配線基板および配線基板の製造方法は、上記実施の形態や実施例に記載した例に限定されるものではなく、種々の変形は可能である。例えば、絶縁板の上面に樹脂絶縁層と、配線導体と電氣的に接続された薄膜配線導体とを交互に（必要に応じて複数層）被着させるとともに、薄膜配線導体の一部を最上層の樹脂絶縁層の上面に露出させて、この薄膜配線導体を半導体集積回路素子等の電子部品にプローブ等を介して電氣的に接

50

続させるようにしてもよい。この場合には、電子部品への電氣的な接続を、より微細で高密度に行なうことができる。

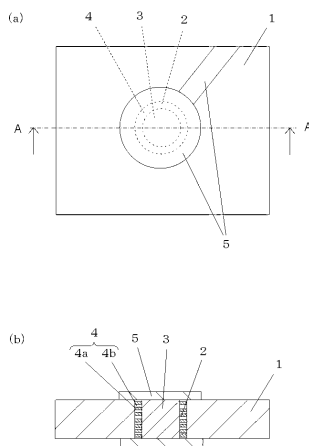
【符号の説明】

【0081】

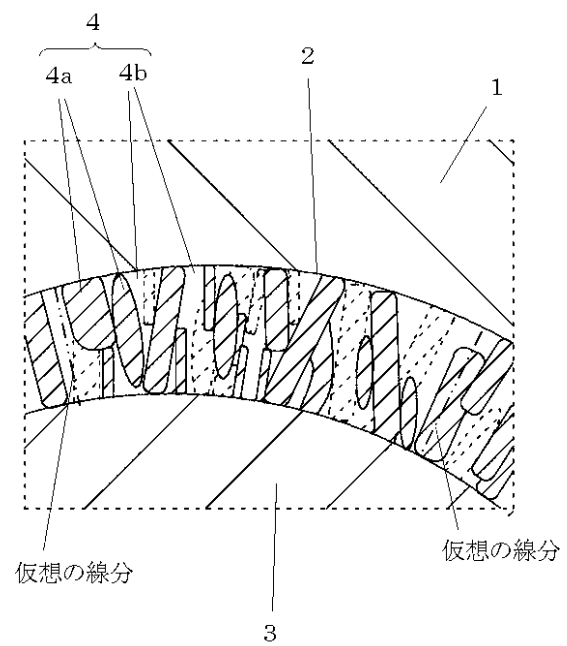
- 1・・・絶縁板
- 2・・・貫通孔
- 3・・・貫通導体
- 4・・・接合層
- 4a・・・接合材
- 4b・・・空隙
- 5・・・配線導体
- 13・・・導体材料
- 14・・・熔融改質層
- 14a・・・熔融改質材
- 14b・・・ガラス層

10

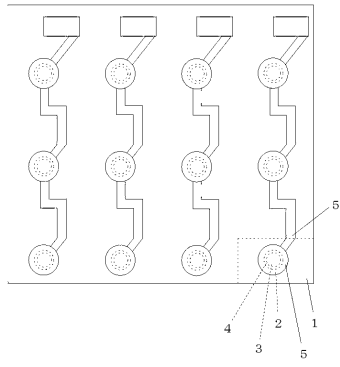
【図1】



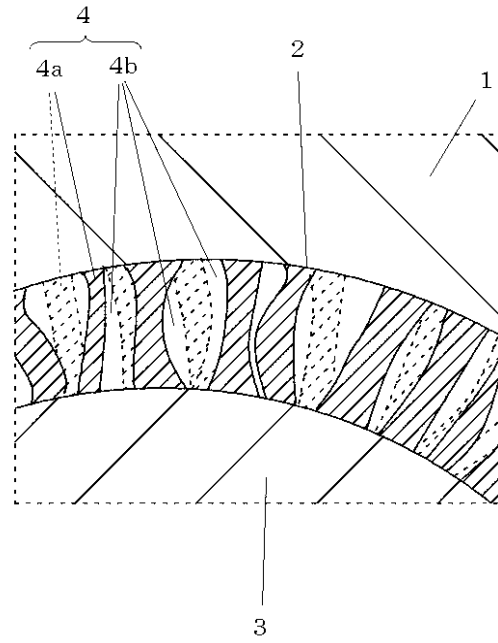
【図2】



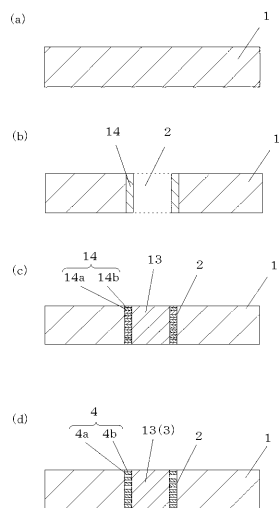
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2007/083811 (WO, A1)

特開2009-206234 (JP, A)

特開2008-294036 (JP, A)

特開2006-236921 (JP, A)

特開平03-108203 (JP, A)

特開平08-204337 (JP, A)

特開平06-006015 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 3/42

H05K 1/11

H05K 3/40

H05K 3/46