

明 細 書

発明の名称：多層配線基板および多層配線基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は多層配線基板および多層配線基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、回路基板を積層したパッケージング基板を用いた半導体素子の三次元実装技術が用いられている。このようなパッケージング基板においては、回路基板に貫通電極を形成することが行われる。貫通電極は、絶縁体で構成された基板に貫通孔を形成し、この貫通孔に導電体を配置することによって形成される。回路基板の高集積化に伴い、貫通孔についても更なる微細化が必要となる。

[0003] パッケージング基板の材料としては、一般的にセラミックまたは樹脂が選択される。しかし、セラミック基板の場合は、抵抗値が高い、あるいは、誘電率が高いことにより、高周波の半導体素子を搭載することは容易でない。一方、樹脂基板の場合は、比較的、高周波の半導体素子に適しているが、配線のピッチ幅を小さくすることに限界がある。

[0004] 近年、ハイエンド用パッケージング基板にシリコンやガラスを適用した研究が進行中である。シリコンやガラス基板に貫通穴を形成し、導電性物質をこの貫通穴に充填することによって、素子とマザーボードとの間の配線長さが短くなり、優れた電気的特徴を備えることができる。パッケージング基板に関する研究例としては、次の特許文献1から特許文献3がある。

[0005] 特許文献1は、配線基板の電源強化を課題とし、配線基板および配線基板の製造方法として次の内容が開示されている。

「実施形態の配線基板1は、コア基板10と第1層間絶縁層32と第1導体層31とが交互に積層されてなる第1ビルドアップ層11と第2層間絶縁層42と第2導体層41とが交互に積層されてなる第2ビルドアップ層12とを備え、第1導体層31および第2導体層41のうちのコア基板10から

同順位に位置する導体層において、第2ビルドアップ層12内の導体層の面積および厚みが第1ビルドアップ層11内の導体層の面積および厚みより大きい。」

また、特許文献2は、半田を介して複数の電子部品をプリント配線基板に実装する際に、これらの電子部品の実装性を高めることができるプリント配線基板を提供することを課題とし、プリント配線基板およびこれを備えた半導体装置として次の内容が開示されている。

「プリント配線基板1Aの表面には、第1電子部品7に半田70を介して上表面51a, 52aで接続される複数の第1導体パッド51, 52と、第2電子部品8に半田80を介して上表面61a, 62aで接続される複数の第2導体パッド61, 62と、が形成されている。各第1導体パッド51, 52の上表面51a, 52aと、各第2導体パッド61, 62の上表面61a, 62aとは、同じ形状および同じ大きさとなっており、第1導体パッド51, 52の上表面51a, 52aおよび第2導体パッド61, 62の上表面61a, 62aは、同一平面F3上に形成されている。」

また、特許文献3は、半導体用パッケージングガラス基板、半導体用パッケージング基板及び半導体装置として次の内容が開示されている。

「互いに向かい合う第1面及び第2面を有するガラス基板；及び前記ガラス基板を厚さ方向に貫通する多数のコアビア；を含み、無地ラインは、前記ガラス基板の第1面上で前記コアビアが形成されていない場所をつなぐ直線で、ビアラインは、前記ガラス基板の第1面上で前記コアビアが形成された場所をつなぐ直線で、応力差値（P）は、下記の式（1）による値で、前記応力差値（P）が1.5MPa以下である、半導体用パッケージングガラス基板；

$$\text{式（1）： } P = V_p - N_p$$

式（1）において、Pは、同一のガラス基板で測定した応力差値で、 V_p は、ビアラインで測定した応力の最大値と最小値との差で、 N_p は、無地ラインで測定した応力の最大値と最小値との差である。」

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第7 2 8 8 3 3 9 公報
特許文献2：特開2 0 1 6 - 6 6 7 4 5 号公報
特許文献3：特許第7 0 8 7 2 0 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 特許文献1および2に記載されたパッケージ基板は、コア材にガラスエポキシ基板を使用することが想定されている。しかしながら、特許文献1および2においては、ハイエンド用のパッケージ基板、すなわちシリコンインターポーザを介して複数の半導体素子が搭載される大面積のパッケージ基板については、検討されていない。近年のハイエンド用のパッケージ基板では、シリコンインターポーザを介して複数個の半導体素子が搭載され、パッケージ基板との接合時に、シリコンインターポーザとパッケージ基板とで線膨張係数が異なること、また、ガラスエポキシ基板の弾性率の上限が4 0 G P a となっていることから、パッケージ基板で反りが発生する課題がある。このようなパッケージ基板の反りに起因する接合不良を抑制するために、シリコンと物性値の近いガラスを使用したパッケージが望まれている。
- [0008] また、特許文献3では、ガラスを使用したパッケージ基板の例が示されているが、ガラスは脆性材料である。ガラスエポキシ基板と同様の設計思想および工程をガラス基板に適用する場合には、配線層に使用される材料とガラスとの間の線膨張係数差による応力によって配線層近傍でガラスにクラックが発生すること、更に、ガラスエポキシ基板と同様の工程(ブレードダイシング)でガラス基板の個片化を行う場合には、個片化した端面に発生したマイクロクラックに応力が集中し、ガラスが割ける現象が発生すること、が確認されている。このため、ガラス基板をパッケージ基板として用いる場合の信頼性については、課題が残されている。

また、セラミック材を使用したパッケージ基板では配線層を積層した状態でのダイシング加工が難しく、結果として、セラミック材を使用した多層配線基板の個片化が課題となる。

[0009] そこで、本発明では、反りの抑制が可能であり、高い信頼性を備えた多層配線基板および多層配線基板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

[0010] 上記課題を解決するため、代表的な本発明の多層配線基板の一つは、第一面と、前記第一面に対向する第二面と、前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔が形成された無機基板と、前記無機基板の前記貫通孔に配置され、かつ前記無機基板の前記側面を覆うように配置される保護樹脂部と、前記貫通孔内に延在する導電体部を含み、前記第一面と前記第二面の間を電氣的に接続する貫通電極と、を備えることを特徴とする。

[0011] また、代表的な本発明の多層配線基板の製造方法の一つは、母材基板を個片化し、第一面と、前記第一面に対向する第二面と、前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔が形成された無機基板を形成する第1工程と、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に前記無機基板を配置し、前記無機基板の前記第一面、前記第二面、前記側面および前記貫通孔内に樹脂材料を配置し、前記第一面上に第一面第一層を形成し、前記第二面上に第二面第一層を形成する第2工程と、前記貫通孔内にレーザを使用して、前記樹脂材料に形成される貫通孔である副貫通孔を形成する第3工程と、前記副貫通孔、前記第一面第一層および前記第二面第一層に導電体部を配置する第4工程と、前記第一面側において、前記第一面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成し、前記第二面側において、前記第二面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成する第5工程と、前記ガラスエポキシ基板に配置された前記無機基板の間をブレードダイシングによってダイシング加工し、個片化する第6工程、を有する、ことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、反りの抑制が可能であり、高い信頼性を備えた多層配線基板および多層配線基板の製造方法を提供することが可能となる。上記した以外の課題、構成および効果は、以下の発明を実施するための形態における説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る多層配線基板の一例を示す断面図である

[図2]図2は、多層配線基板を含む半導体装置の一例を示す断面図である。

[図3]図3は、本発明の実施形態に係る多層配線基板の変形例を示す図である

[図4]図4は、母材基板を用意する工程を示す図である

[図5]図5は、母材基板に貫通孔を形成する工程を示す図である。

[図6]図6は、母材基板に形成された貫通孔を拡大して示す断面図である。

[図7]図7は、母材基板に形成される貫通孔の他の例を拡大して示す断面図である。

[図8]図8は、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に個片化された無機基板を配置する工程を示す図である。

[図9]図9は、ガラスエポキシ基板に樹脂材料を積層する工程を示す図である。

[図10]図10は、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に無機基板10を配置した後に、樹脂材料を充填した状態の断面図である。

[図11]図11は、貫通孔内にレーザを使用して、樹脂材料に形成される貫通孔である副貫通孔を形成する工程（第3工程）を示す図である。

[図12]図12は、副貫通孔の加工形状の一例を示す断面図である。

[図13]図13は、副貫通孔、第一面第一層および第二面第一層に導電体を配置する工程（第4工程）を示す図である。

[図14]図14は、第一面側において、第一面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成し、第二面側において、第二面第一層に加えて少なくとも2

層の配線層を形成する工程（第5工程）を示す図である。

[図15]図15は、ガラスエポキシ基板とダイシング加工に用いられるアライメントマークを模式的に示す図である。

[図16]図16は、比較例1の多層配線基板の断面図である。

[図17]図17は、比較例2の多層配線基板の断面図である

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に示す実施形態および実施例は本発明の実施形態の一例であって、本発明はこれらの実施形態および実施例に限定して解釈されるものではない。

なお、本発明の実施形態で参照する図面において、同一部には同一の符号または類似の符号（数字の後にA、B等を付しただけの符号）を付し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。また、図面の寸法、比率の説明は、説明や表記の都合上実際の比率と異なったり、構成の一部から省略されたりする場合がある。

[0015] 図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲なども、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

[0016] なお、本開示において、「面」とは、板状部材の面のみならず、板状部材に含まれる層について、板状部材の面と略平行な層の界面も指すことがある。また、「上面」、「下面」とは、板状部材や板状部材に含まれる層を図示した場合の、図面上の上方または下方に示される面を意味する。なお、「上面」、「下面」については、「第一面」、「第二面」と称することもある。

[0017] また、「側面」とは、板状部材や板状部材に含まれる層における面や層の厚みの部分を意味する。さらに、面の一部および側面を合わせて「端部」ということがある。

また、「貫通孔の側面」とは、物体に設けられた貫通孔について、貫通孔を形成している物体上の界面を意味する。

また、「上方」とは、板状部材または層を水平に載置した場合の垂直上方の方向を意味する。さらに、「上方」およびこれと反対の「下方」については、これらを「Z軸プラス方向」、「Z軸マイナス方向」ということがあり、水平方向については、「X軸方向」、「Y軸方向」ということがある。

[0018] さらに、Z軸方向の距離を「高さ」と称し、X軸方向とY軸方向で規定されるXY平面上の距離を「幅」と称する。また、層状の物体に対して高さを言う場合、「厚み」とも称する。

また、「貫通電極15」とは、ガラス基板を多層配線基板1の一部として用いる場合に、ガラス基板の第一面および第二面を電氣的に導通するために設けた導電経路を意味し、必ずしも、ガラス基板を単一の導電材料で完全に貫通している必要はない。第一面からの導電通路と第二面からの導電通路が接続されていれば、貫通電極15に含まれる。さらに、貫通電極15の形態は、貫通孔を導電材料で埋め込んだフィールド構造でもよいし、貫通孔の側壁部分のみを導電材料で覆ったコンフォーマル構造のいずれをも含む。

[0019] また、「平面形状」、「平面視」とは、上方から面または層を視認した場合の形状を意味する。さらに、「断面形状」、「断面視」とは、板状部材または層を特定の方向で切断した場合の水平方向から視認した場合の形状を意味する。

さらに、「中心部」とは、面または層の周辺部ではない中心部を意味する。そして、「中心方向」とは、面または層の周辺部から面または層の平面形状における中心に向かう方向を意味する。

[0020] また、数値の範囲として例えば「3～10ppm/℃の範囲」と示す場合、3ppm/℃以上10ppm/℃以下の範囲を示す。他の数値の範囲についても同様である。

[0021] <本発明の実施形態>

(多層配線基板の構造)

図1は、本発明の実施形態に係る多層配線基板1の一例を示す断面図である。また、図2は、多層配線基板1を含む半導体装置200の一例を示す断

面図である。

[0022] 図1に示されるように、本発明の実施形態に係る多層配線基板1は、第一面10aと、第一面10aに対向する第二面10bと、第一面10aの周縁部と第二面10bの周縁部とを接続する側面10cを有し、第一面10aから第二面10bまで貫通する少なくとも1つの貫通孔11が形成された無機基板10と、無機基板10の貫通孔11に配置され、かつ無機基板10の前記側面10cを覆うように配置される保護樹脂部25と、前記貫通孔11内に延在する導電体部を含み、前記第一面10aと前記第二面10bの間を電氣的に接続する貫通電極15と、を備える。なお、多層配線基板1の長さをLとする。

[0023] (無機基板10の構成)

無機基板10の第一面10aはXY面に並行な方向に延在し且つZ軸プラス方向に位置する面であり、無機基板10の第二面10bはXY面に平行な方向に延在し且つZ軸マイナス方向に位置する面である。また、無機基板10の側面10cは、第一面10aの周縁部と第二面10bの周縁部とを接続する面であり、図1および図2の断面図においては、無機基板10のうち、X軸方向の両端側に位置し、Z軸方向に延在する面が該当する。図1および図2においては、無機基板10に8つの貫通孔11および貫通電極15が形成されている様子が示されているが、貫通孔11および貫通電極15の数は図面に現れた数の場合に限定されない。断面の設定の仕方によって、貫通孔11および貫通電極15の配置は変化する。なお、Z軸方向から多層配線基板1および半導体装置200を見る場合、一般的に方形である。

[0024] 無機基板10は、ガラス、セラミックス材から構成されている。使用される材料としては、石英、無アルカリガラス、アルカリガラス、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 CaO 、 MgO 、 SrO 、 BaO 、 ZrO_2 等を少なくとも1種含む複合材料である。無機基板10の主な物性値としては、線膨張係数を $3\sim 10\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲とし、その弾性率を 40 GPa 以上、望ましくは 60 GPa 程度とすれば、その組成比は適宜設定することが可能である。また、無

機基板 10 の厚みを $T1$ とする。なお、無機基板 10 は多層配線基板 1 の基礎となる部分を構成するため、「コア基板」という場合がある。

[0025] (貫通電極の構成)

貫通孔 11 において、導電体部は、保護樹脂部 25 によって覆われている。貫通電極 15 の導電体部は、無機基板 10 の第一面 10a と第二面 10b を電氣的に接続するために備えられており、少なくとも 1 種の金属材料で構成されている。代表的な金属材料としては、Cu、Ni、Al、Ti、Cr、Mo、W、Ta、Au、Ir、Ru、Pd、Pt、AlSi、AlSiCu、AlCu、NiFe、ITO、IZO、AZO、ZnO、PZT、TiN、 Cu_3N_4 、これらのうちの単独の材料もしくは複数の材料を組み合わせたものを適用することができる。導電体部の形成方法としては、無電解めっき、スパッタリング法等でシード層を形成した後に、電解めっき法を用いて形成される。

なお、導電体部の線膨張係数は、無機基板 10 の膨張係数以上且つ絶縁樹脂 25 の膨張係数以下の範囲内であることが望ましく、好ましくは $11 \sim 18 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ の範囲となる。上記範囲内であれば、適宜導体層の線膨張係数を適宜設定することが可能である。

[0026] 貫通電極 15 の導電体部の構造については、導電体材料が貫通孔 11 内に充填されるフィルド構造、もしくは、導電体材料が貫通孔 11 の壁面部分のみに形成されるコンフォーマル構造等から選択される。フィルド、コンフォーマル構造については、多層配線基板 1 を含む半導体装置 200 の動作周波数、抵抗値、インピーダンスマッチング等に合わせて適宜構造を選択することが可能である。

[0027] 無機基板 10 の貫通孔 11 において、無機基板 10 と導電体部との間に配置される保護樹脂部 25 の厚み $d1$ は、少なくとも $10 \mu\text{m}$ である。保護樹脂部 25 の厚みが $10 \mu\text{m}$ 以下の場合、後述するように貫通孔 11 に充填された保護樹脂部 25 に貫通孔 12 を形成するとき、保護樹脂部 25 が損傷し、無機基板 10 の側面を保護する効果が損なわれる可能性がある。また、

保護樹脂部 2 5 が損傷した状態で貫通孔 1 2 に導電体部を配置する場合、導電体部と保護樹脂部 2 5 との密着性を担保することが難しくなる。また、保護樹脂部 2 5 が損傷した状態では電気特性が変化し、多層配線基板 1 の所望の電気特性（伝送特性）を得ることが難しくなる。よって、無機基板 1 0 の貫通孔 1 1 と導電体部との間の保護樹脂部 2 5 の厚み d_1 を少なくとも $10\ \mu\text{m}$ とする必要がある。なお、図 1 および図 2 において、貫通孔 1 1 および貫通電極 1 5 は方形であるように示されているが、形状の詳細については後述する。また、厚み d_1 は、貫通電極 1 5 と貫通孔 1 1 の間の幅が最も狭い箇所における長さである。

[0028] （第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 の構成）

多層配線基板 1 は、無機基板 1 0 の第一面 1 0 a に形成される第一面層構造 2 1 と、無機基板 1 0 の第二面 1 0 b に形成される第二面層構造 2 2 をさらに備え、第一面層構造 2 1 と第二面層構造 2 2 のいずれも 2 層以上の配線層を有し、第一面層構造 2 1 に含まれ無機基板 1 0 上に形成される第一面第一層 2 1 a および第二面層構造 2 2 に含まれ無機基板 1 0 上に形成される第二面第一層 2 2 a は、金属配線を有しておらず、第一面第一層 2 1 a を除く第一面層構造 2 1 に含まれる配線層および第二面第一層 2 2 a を除く第二面層構造 2 2 に含まれる配線層において、金属配線が形成される。

具体的には、第一面層構造 2 1 は、配線層として第一面第一層 2 1 a から第一面第六層 2 1 f までの 6 つの配線層およびソルダーレジスト層 4 0 を含む最外層 2 1 g を有している。第一面第一層 2 1 a は、無機基板 1 0 の第一面 2 1 a 上に配置されており、保護樹脂部 2 5 によって形成された層構造を有している。第一面第一層 2 1 a には、貫通電極 1 5 が貫通する箇所があるものの、無機基板 1 0 および貫通孔 1 1 を覆う箇所は保護樹脂部 2 5 が配置されている。第一面第二層 2 1 b は、第一面第一層 2 1 a 上に配置されており、金属配線 2 1 b 1 および 2 1 b 2 を含む、保護樹脂部 2 5 が充填された層構造を有している。金属配線 2 1 b 1 および 2 1 b 2 は、Z 軸方向から見た場合、所定の配線パターンを有している。金属配線 2 1 b 1 と金属配線 2

1 b 2の間には、Z軸方向に延在するフィルド型貫通電極が配置されている。

また、第一面第三層2 1 cは、第一面第二層2 1 b上に配置されており、金属配線2 1 c 1を含む、保護樹脂部2 5が充填された層構造を有している。金属配線2 1 c 1は、Z軸方向から見た場合、所定の配線パターンを有している。金属配線2 1 c 1と第一面第二層2 1 bの金属配線2 1 b 2の間には、Z軸方向に延在するフィルド型電極が配置されている。

同様に、第一面第四層2 1 dは、金属配線2 1 d 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第一面第五層2 1 eは、金属配線2 1 e 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第一面第六層2 1 fは、金属配線2 1 f 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。

第一面1 0 a側のもっとも外側の層である最外層2 1 gにおいて、ソルダーレジスト層4 0および半田バンプ5 0が形成されている。

[0029] また、第二面層構造2 2は、第一面層構造2 1と同様の構造を有している。具体的には、第二面層構造2 2は、配線層として、第二面第一層2 2 aから第二面第六層2 2 fまでの6つの配線層およびソルダーレジスト層4 0を有している。6つの配線層のうち、第二面第一層2 2 aは、無機基板1 0の第二面1 0 b上に配置されており、保護樹脂部2 5によって形成された層構造を有している。第二面第二層2 2 bは、金属配線2 2 b 1と金属配線2 2 b 2と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第二面第三層2 2 cは、金属配線2 2 c 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第二面第四層2 2 dは、金属配線2 2 d 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第二面第五層2 2 eは、金属配線2 2 e 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第二面第六層2 2 fは、金属配線2 2 f 1と保護樹脂部2 5とフィルド型電極を含む層構造を有している。第二面1 0 b側の最外層2 2 gにおいて、ソルダーレジスト層4 0が形成されている。

[0030] (無機基板 10 上の配線層に金属配線を配置しない場合の効果)

無機基板 10 上に金属配線を形成した場合、金属配線の端部に第一面層構造 21 および第二面層構造 22 の積層材の応力が集中することで、配線の端部で無機基板 10 にクラックが発生してしまう。第一面層構造 21 および第二面層構造 22 の配線層のうち、無機基板 10 上の第一層には金属配線を設けずに、第二層から金属配線を配置することによって、配線層の応力を緩和することが可能となり、無機基板 10 にクラックが発生することを抑制することが可能となる。

[0031] (保護樹脂部 25 の構成)

保護樹脂部 25 は、無機基板 10 の第一面 10a、第二面 10b、貫通孔 11 の側面、および無機基板 10 の側面 10c を覆い、かつ第一面 10a、第二面 10b に形成される配線層の構成要素でもある。言い換えると、貫通孔 11 に充填されかつ無機基板 10 の側面を覆う樹脂材料と、配線層に含まれる樹脂材料とは、同一の樹脂材料である。また、樹脂材料は、40wt% 以上 80wt% 以下の範囲で混合され、且つ、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の範囲の平均粒子径を有するフィラーを含んでいる。また、上記材料の範囲内であれば、樹脂材料は、ビルドアップ樹脂またはガラスクロスを含むことが可能である。

[0032] 樹脂材料については、樹脂材料に含まれるフィラーの含有量が 40wt% 以下の場合、樹脂材料の線膨張係数が 40ppm 以上、またその弾性率が 5Mpa 以下となり、金属配線および貫通電極 15 などの無機材料との線膨張係数差からなる応力によって、無機材料にクラックを発生させる可能性がある。また、フィラーの含有量が 80wt% 以上の場合、フィラーが無機材料と接触する面積が増加し、樹脂材料と無機材料の間に層間剥離が発生しやすくなる。樹脂材料に含まれるフィラーの含有量が 40wt% 以上 80wt% 以下の範囲であれば、多層配線基板 1 の第一面 10a および第二面 10b の配線層数に応じて適宜設定することが可能である。

[0033] 保護樹脂部 25 は、例えば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂

、ポリエステル樹脂、オキセタン樹脂、およびポリアミド樹脂の少なくとも1種が混合された樹脂に、フィラーとしてのシリカ、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、または酸化亜鉛等が加えられた材料が用いられる。保護樹脂部25の弾性率を6～15 GPaの範囲とし、かつ、線膨張係数を11～30 ppm/Deg. Cの範囲にすることで、無機基板10への応力を緩和することが可能となる。

[0034] 無機基板10の側面10cに配置された保護樹脂部25の厚みd2は、少なくとも50 μmである。厚みd2は、無機基板10の側面10cから垂直な方向（図ではx軸方向）に測定された保護樹脂部25の長さを指す。側面10cに配置された保護樹脂部25は、無機基板10に係る応力を緩和させる機能があり、第一面10a上に配置された第一面第一層21aおよび第二面10b上に配置された第二面第一層22aと同一の樹脂材料で形成されている。無機基板10の側面10cに形成させる保護樹脂部25の厚みが50 μm以下の場合、第一面10aと第二面10bの配線層の応力を十分に緩和することが難しく、無機基板10が応力によって損傷を受ける場合がある。よって、無機基板10の側面10cにおける保護樹脂部25の厚みは、少なくとも50 μmに設定することが望ましい。

[0035] （多層配線基板1の構成）

多層配線基板1の外周部は、絶縁樹脂部25および外周保護部30によって覆われており、後述するように製造段階において多層配線基板1を個片化した後、多層配線基板1の側面において無機基板10が露出しない構造となっている。なお、外周部はxy面方向の部分であり、また、後述するように外周保護部30はガラスエポキシ基板から一部分を分離させたものである。無機基板10の側面10cには少なくとも50 μmの絶縁樹脂部25が配置されているが、保護樹脂部25のみでは、多層配線基板1に半導体素子100を接合させる時の熱履歴により、多層配線基板1に変形（反り／うねり）が発生する。多層配線基板1の外周部に外周保護部30を配置することによって、多層配線基板1と半導体素子100との接合時の熱履歴での変形を抑

制することが可能となる。外周保護部30は、無機基板10の側面10cに保護樹脂部25が50 μ m以上の厚みで形成されていれば、多層配線基板1の厚み、大きさに応じて、配置する位置を任意に設定することが可能である。

また、多層配線基板1の外周部に外周保護部30を配置することによって、多層配線基板1の端面に無機基板10の露出を抑制することができ、多層配線基板1の信頼性を確保することができる。

[0036] (多層配線基板1の活用例)

また、図2に示されるように、半導体装置200は、多層配線基板1にインターポーザ基板を介して少なくとも1つの半導体素子100が搭載されている。具体的には、半導体素子100は、多層配線基板1と半導体素子100間の信号伝送を行うために例えばシリコンからなるシリコンインターポーザ90を介して、多層配線基板1と接続する。図1における半田バンプ50は、図2に示されるように、シリコンインターポーザ90を介して半導体素子100の電極と接続される。シリコンインターポーザ90は、微細配線層を有しており、半導体素子100と多層配線基板1との間を接続する。半導体素子100とシリコンインターポーザ90の間およびシリコンインターポーザ90と多層配線基板1の間は、Sn、SnAg、Ni/Sn、Ni/SnAg、Ni/Cu/Sn、Ni/Cu/SnAg等の半田を用いて接続されている。

[0037] (多層配線基板の変形例)

次に、図3に示す本発明の実施形態の変形例について説明する。図3は、本発明の実施形態に係る多層配線基板の変形例を示す図である。図1および図2に示される多層配線基板1では、無機基板10の第一面10a上および第二面10b上には金属配線が形成されておらず、第一面第一層21aおよび第二面第一層22aにも金属配線が含まれていない。このため、例えば、図3に示される多層配線基板1aのように、コンデンサ60等の回路部品を無機基板10上に配置することが可能となる。無機基板10上にコンデンサ

60を配置することによって、半導体素子100とコンデンサ60との接続距離は、多層配線基板1上に配置する場合の半導体素子100とコンデンサとの接続距離に比べて、短縮される。接続距離を短縮することによって、半導体素子100の電源電圧の安定性を向上させることができる。

[0038] <本発明の実施形態における多層配線基板1の製造方法>

本発明の実施形態における多層配線基板1の製造方法について、図4から図15を用いて説明する。

[0039] なお、母材基板10Aの厚みT1Aは、貫通孔を形成するためのエッチング工程の後の無機基板10の厚みT1を考慮したうえで、用途に応じて適宜設定することができる。例えば、T1Aは300～500 μ mの範囲であり、T1は200～300 μ mの範囲である。

[0040] (貫通孔の構成)

図4は、母材基板10Aを用意する工程を示す図である。図5は、母材基板10Aに貫通孔11を形成する工程を示す図である。図4および図5は、母材基板10Aを個片化し、第一面10aと、第一面10aに対向する第二面10bと、第一面10aの周縁部と第二面10bの周縁部とを接続する側面10cを有し、第一面10aから第二面10bまで貫通する少なくとも1つの貫通孔11が形成された無機基板10を形成する第1工程を示す。母材基板10Aは、個片化(分離)され、個片化された母材基板10Aの一部が無機基板10となる。なお、無機基板10の第一面10aは母材基板10Aの第一面がエッチングされて露出する面であり、また無機基板10の第二面10bは母材基板10Aの第二面がエッチングされて露出する面である。そのため、母材基板10Aの説明においても、第一面10aおよび第二面10bの表記を用いる。

[0041] 図4に示される母材基板10Aに対し、図5に示されるように貫通孔11を形成する。貫通孔11の形成方法は、例えば、レーザ加工で貫通孔の起点を形成し、エッチングで拡張する工法がある。レーザ加工については、例えば、フェムト秒レーザまたはピコ秒レーザ使用した場合は、発振波長は10

64 nm、532 nm、355 nmのうちのいずれかの波長を使用することが好ましい。または、CO₂レーザを用いた加工、放電加工によって貫通孔11の起点を形成することも可能である。レーザ加工後の母材基板10Aについては、フッ化水素、もしくは高濃度のアルカリエッチング液（例えば水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液）に母材基板10Aを浸漬し、貫通孔11の起点部分に沿って母材基板10Aをエッチングし、貫通孔11の形成を行う。なお、一般的に、xy平面においてはエッチングが等方的に進行し、無機基板10の厚み方向（Z軸方向）に応じて、エッチングの進行度が増加する。そのため、エッチング後に母材基板10Aに形成された円筒形状の空間が、貫通孔11となる。貫通孔11が形成された後、母材基板10Aは個片化され、無機基板10が形成される。母材基板10Aの個片化は、例えば、ダイシングブレードを用いたダイシング加工、スクライプ、レーザスクライプなどによって行うことが可能である。この他にも、個片化の方法は適宜設定することが可能である。

[0042] 図6は、母材基板10Aに形成された貫通孔11を拡大して示す断面図である。図6(a)は貫通孔11の断面図を示し、図6(b)は貫通孔11の傾斜角度を示す図である。傾斜角度の測定方法については後述する。また、図7は、母材基板10Aに形成される貫通孔の他の例を拡大して示す断面図である。図7(a)は貫通孔の他の例の断面図を示し、図7(b)は貫通孔の他の例の傾斜角度を示す図である。図6および図7に示される貫通孔11の断面は、母材基板10Aの厚さ方向においてスクライプによって割断（裁断）して貫通孔11の断面（裁断面）を出し、SEM（Scanning Electron Microscope：走査電子顕微鏡）によって観察されたSEM画像を画像解析ソフトを使用して解析したものである。母材基板10Aに形成された貫通孔11については、例えば、図6に示されるように円錐台形状であり、貫通孔11の側面の角度が一定である形状、または図7に示されるように砂時計形状であり、貫通孔11の側面の角度が中央部となる50%の位置を基準に上下で反転する形状があげられる。貫通孔11の形状については、上記形状に限ら

れたものではなく、母材基板10Aの第一面10aと第二面10bを貫通しているものであれば形状を適宜設定することが可能である。貫通孔11の形状は、レーザ加工およびエッチングによって得ることが可能な貫通孔における一例を示すものであり、本開示は上記形状に限定されない。

[0043] 図6に示される貫通孔11は円錐台形状を有しており、貫通孔11のx y平面に平行な方向の長さである径は、第一面10a側において極大値を持ち、第一面10aから第二面10bに近づくにつれて小さくなり、第二面10b側において極小値をとる。なお、図6(b)に示される目盛り5%、10%、・・・95%は、無機基板10の第一面10aから第二面10bまでの長さを割合で示している。また、貫通孔11の側面の傾斜角度について、無機基板10の第二面10b側の開口部の中心部に、第二面10bと垂直になるように中心線TCを引く。次に、矢印A1に示されるように中心線TCを、貫通孔11の両側のいずれか一方に向かって平行移動させて貫通孔11の径が極小値を取る点と接触させ、接触させた点を基準点RPとする。そして、基準点RPから、目盛り5%から95%それぞれの位置に対応する側面に接線ssを引き、接線ssの傾斜角度 θ （すなわち、中心線TCと接線ssの間の角度に等しい角度）を測定し、その傾斜角度 θ を、5%から95%のそれぞれの断面の位置における傾斜角度とする。なお、傾斜角度 θ は、貫通孔11の径が上方に向けて広がる方向を正とする。図6(b)に示されるように、傾斜角度 θ は、5%から95%のいずれの位置においても、およそ 14° から 15° の間の値である。

[0044] 図7(a)に示す貫通孔11の形状は、目盛り50%の位置でほぼ上下対称の構造を持つ。貫通孔11の側面の傾斜角度の測定方法について、第一面10aから距離が5%から50%までの区間に関しては、図7(b)に示されるように、無機基板10の第一面10a側の開口部の中心部に、第一面10aと垂直になるように中心線TCを引く。次に、矢印A1に示されるように中心線TCを、貫通孔11の両側に向かって平行移動させて貫通孔11の径が極小値をとる点と接触させ、接触した点を基準点RPとする。そして、

基準点 R P から、目盛り 5 % から 5 0 % それぞれの位置に対応する側面に接線 s s を引き、接線 s s の傾斜角度 θ を測定し、その傾斜角度 θ を、5 % から 5 0 % のそれぞれの断面の位置における傾斜角度とする。傾斜角度 θ は、貫通孔 1 1 の径が上方に向けて広がる方向を正とする。

また、第一面 1 0 a から距離が 5 0 % から 9 5 % までの区間に関しても、中心線 T C を基準点 R P まで並行移動させ、目盛り 5 0 % から 9 5 % それぞれの位置に対応する側面に接線 s s を引く。そして、接線 s s の傾斜角度 θ を測定し、その傾斜角度 θ を、5 0 % から 9 5 % のそれぞれの断面の位置における傾斜角度とする。傾斜角度 θ は、貫通孔 1 1 の径が下方に向けて広がる方向を負とする。

図 7 (b) に示されるように、傾斜角度 θ は 5 0 % の位置を境に正負が変化しており、傾斜角度 θ の絶対値はおおよそ 14° から 15 度の間の値である。

[0045] なお、貫通孔 1 1 の径のうち、最小の径を $\Phi 1$ 、最大の径を $\Phi 2$ とする。

図 6 (a) の場合、 $\Phi 1$ は第二面 1 0 b 側の開口部であり、 $\Phi 2$ は第一面 1 0 a 側の開口部である。図 7 (a) の場合、 $\Phi 1$ は厚み T 1 の中間付近の径であり、 $\Phi 2$ は第二面 1 0 b 側の開口部である。 $\Phi 1$ は $25 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲であり、 $\Phi 2$ は $75 \sim 300 \mu\text{m}$ の範囲である。

[0046] (ガラスエポキシ基板の窓抜き加工)

次に、図 8 は、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に個片化された無機基板 1 0 を配置する工程を示す図である。貫通孔 1 1 が形成された無機基板 1 0 をスクライプおよびレーザ等を使用し所定の形状に個片化（分割）し、図 8 に示されるように、無機基板 1 0 の厚み T 1 と同じ厚みであるガラスエポキシ基板 3 0 A に窓抜き加工をし、窓抜き加工により形成された空間部分（以下、「窓抜き部」ともいう。）に個片化された無機基板 1 0 を配置する。ガラスエポキシ基板 3 0 A において、窓抜き部の間に間隔 G 1 の基板が残されている。間隔 G 1 は、ガラスエポキシ基板 3 0 A に配置された無機基板 1 0 同士の間隔ということも可能であり、少なくとも $50 \mu\text{m}$ 以上である。

また、個片化された無機基板 10 の大きさに対し、無機基板 10 とガラスエポキシ基板 30 との間に、例えば $100\mu\text{m}$ 以上の隙間 G2 が形成されるように窓抜き加工が行われる。なお、窓抜き加工については、ルータ、レーザ等が使用される。また、窓抜き部にはザグリ加工が施されている。上記加工方式は一例を示すものであり、他の加工方式を適宜選択することも可能である。なお、母材基板 10A から多層配線基板 1 が個片化された場合、多層配線基板 1 の外周保護部 30 は、ガラスエポキシ基板 30A から分離した一部分によって構成される。

[0047] (保護樹脂部の配置)

次に、図 9 は、ガラスエポキシ基板 30A に樹脂材料を積層する工程を示す図である。詳しく言うと、図 9 は、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板 30A に無機基板 10 を配置し、無機基板 10 の第一面 10a、第二面 10b、側面 10c および貫通孔 11 内に樹脂材料を配置し、第一面 10a 上に第一面第一層 21a を形成し、第二面 10b 上に第二面第一層 22a を形成する第 2 工程を示す。図 9 に示されるように、無機基板 10 が配置されたガラスエポキシ基板 30A は、Z 軸プラス方向および Z 軸マイナス方向の両面から樹脂材料が充填される。樹脂材料を充填することによって、保護樹脂部 25 が積層される。樹脂材料は、例えばエポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、ポリエステル樹脂、オキセタン樹脂、およびポリアミド樹脂のうちの少なくとも 1 つの樹脂に、フィラーとしてのシリカ、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化マグネシウムまたは酸化亜鉛等が加えられたものが用いられ、弾性率は $6\sim 15\text{GPa}$ の範囲でありかつ線膨張係数は $11\sim 30\text{ppm}/\text{Deg. C}$ の範囲内の材料であり、熱硬化性の樹脂であることが望ましい。また、必要に応じて、ガラスクロスを含む材料を使用しても良い。

ガラスエポキシ基板 30A に樹脂材料を充填する方法として、例えば真空加圧プレス、熱プレス、コンプレッションモールド、トランスファーモールド方法等があげられる。窓抜き加工されたガラスエポキシ基板 30 と無機基板 10 の隙間 G1 に気泡なく樹脂材料を充填することでできれば、加工方式を

適宜選択することが可能である。なお、好ましくは真空加圧プレス方式による充填であり、真空下で熱と圧力を同時に加える加工方式を選択することが望ましい。

なお、図9に示される工程の前に、窓抜きされたガラスエポキシ基板30Aに無機基板10を配置した際に、無機基板10上にコンデンサ60を配置したうえで樹脂材料を充填することによって、図3に示されるコンデンサ60を内蔵させた多層配線基板1aを形成することも可能である。

[0048] 図10は、窓抜き加工されたガラスエポキシ基板30Aに無機基板10を配置した後に、樹脂材料を充填された状態の断面図である。図10は、例えば、図9のAA断面図である。樹脂材料は保護樹脂部25を構成する一部分であるため、図10においては保護樹脂部25として示している。また、無機基板10の第一面10aに配置される樹脂材料によって、第一面第一層21aが形成される。無機基板10の第二面10bに配置される樹脂材料によって、第二面第一層22aが形成される。

図10に示されるように、ガラスエポキシ基板30Aと無機基板10の隙間G2および無機基板10に形成された貫通孔11には樹脂材料が充填されている。なお、無機基板10と保護樹脂部25の間およびガラスエポキシ基板30Aと保護樹脂部25の間の密着性を確保するために、無機基板10およびガラスエポキシ基板30Aにシランカップリング処理等を施して密着性を向上させることも可能である。シランカップリング処理については、使用する樹脂材料に応じて適宜設定することが可能である。また、シランカップリング処理を行わない場合は、無機基板10およびガラスエポキシ基板30Aの表面を粗化し、アンカー効果による密着処理を行ってもよい。密着処理については、多層配線基板1の用途に応じて適宜設定することが可能である。なお、ガラスエポキシ基板30Aに窓開け加工をする際にザグリ加工をしているため、ガラスエポキシ基板30Aの領域Rcにはザグリ加工によって表面の粗化が生じている。ザグリ加工によって、ガラスエポキシ基板30Aと樹脂材料の密着性を向上させることも可能である。

さらに、図10においては、第一面第一層21aおよび第二面第一層22aとして、無機基板10の表面に樹脂材料が残置されている場合を示しているが、無機基板10の表面における樹脂材料は無くともよい。貫通孔11に樹脂材料が充填させていれば、第一面第一層21aおよび第二面第一層22aは無くともよいし、いずれか一方のみが存在してもよい（以下の図11以降に関する開示についても同様である）。

[0049] 図11は、貫通孔11内にレーザを使用して、樹脂材料に形成される貫通孔である副貫通孔12を形成する工程（第3工程）を示す図である。

副貫通孔12は、無機基板10の貫通孔11内に充填された保護樹脂部25を貫通する。副貫通孔12は、レーザ加工の他にも、例えば、ドリル加工によって形成することが可能である。保護樹脂部25に副貫通孔12を形成する場合、無機基板10に形成された貫通孔11をアライメントマークとして使用し位置合わせをする。保護樹脂部25に形成される副貫通孔12の加工径は、無機基板10に形成された貫通孔11の加工径 $\Phi 1$ および $\Phi 2$ より小さく、貫通孔11の加工径のうち極小値である $\Phi 1$ に対し、副貫通孔12のまわりに少なくとも $10\mu\text{m}$ の厚さの樹脂が残るように設定される。レーザ加工によって副貫通孔12を形成する場合、 CO_2 レーザまたはUVレーザを使用することが可能である。保護樹脂部25を貫通するために、複数回、加工を行ってもよい。

[0050] 次に、図12を参照して、無機基板10に形成された貫通孔11と、保護樹脂部25に形成された副貫通孔12の加工形状の関係性について説明する。図12は、副貫通孔12の加工形状の一例を示す断面図である。無機基板10に形成された貫通孔11の形状は、円錐台形状または砂時計形状があり、保護樹脂部25に形成される副貫通孔12の形状は、円錐台形状となる。貫通孔11と副貫通孔12の組み合わせは、図12の(a)から(f)に示される組み合わせが考えられる。図12(a)は、貫通孔11が砂時計形状であり、副貫通孔12がZ軸マイナス方向に向かうにつれて径がすばまる円錐台形状である場合を示す。また、図12(b)は、貫通孔11がZ軸マイ

ナス方向に向かうにつれて径がすぼまる円錐台形状であり、副貫通孔 1 2 が Z 軸マイナス方向に向かうにつれて径がすぼまる円錐台形状である場合を示す。また、図 1 2 (c) は、貫通孔 1 1 が Z 軸プラス方向に向かうにつれて径がすぼまる円錐台形状であり、副貫通孔 1 2 が Z 軸マイナス方向に向かうにつれて径がすぼまる円錐台形状である場合を示す。また図 1 2 (d) から図 1 2 (f) は、図 1 2 (a) から図 1 2 (c) にそれぞれ対応しており、副貫通孔 1 2 がすぼまる方向を Z 軸プラス方向に変更した場合を示す。

[0051] 副貫通孔 1 2 は無機基板 1 0 の第一面 1 0 a 側と第二面 1 0 b 側とを電気的に接続する貫通電極 1 5 を配置するために形成されており、貫通電極 1 5 が電気的に接合可能であり、且つ接続信頼性を確保することが可能であれば、貫通孔 1 1 と副貫通孔 1 2 の加工形状の組み合わせは適宜設定することが可能である。多層配線基板 1 の第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 の配線密度に応じて、貫通孔 1 1 および副貫通孔 1 2 の加工径（言い換えると、y z 面における副貫通孔 1 2 の開口径）、加工ピッチ（別の言い方をすると、隣りあう貫通孔 1 2 同士の間の距離）を設定することが可能である。なお、図 1 2 に示されるように、保護樹脂部 2 5 の厚み d 1 は、貫通孔 1 1 と貫通孔 1 2 の間の距離が最も小さい箇所の厚みである。厚み d 1 は、図 1 2 (a) および図 1 2 (d) の場合には無機基板 1 0 のおおよそ中間部にあり、図 1 2 (b) および図 1 2 (e) の場合には第二面 1 0 b 側にあり、図 1 2 (c) および図 1 2 (f) の場合には第一面 1 0 a 側にある。

[0052] また、貫通孔 1 1 と副貫通孔 1 2 の加工形状の組み合わせに関して、副貫通孔 1 2 と貫通孔 1 1 の距離が近くなると（別の言い方をすると、副貫通孔 1 2 と貫通孔 1 1 の間に存在する保護樹脂部 2 5 の厚み d 1 が小さい場合）、配線層および半導体素子と保護樹脂部 2 5 の間の線膨張係数差によって発生する応力の影響によって故障が発生する可能性が高くなる。図 1 2 に示される関係性の中で、好ましくは (a)、(b)、(d)、(f) の組み合わせであり、半導体素子と配線層の配線の引き回しを考慮すると、(d) および (f) の組み合わせがより好ましい。上記組み合わせ形状については、用

途に応じて適宜設定することが可能である。

[0053] 図13を参照して、無機基板10の貫通孔11に充填された絶縁樹脂25の貫通孔12への導電体部の形成工程について説明する。図13は、副貫通孔12、第一面第一層21aおよび第二面第一層22aに導電体部を配置する工程（第4工程）を示す図である。貫通孔12への導電体部の配置については、貫通孔12内に無電解めっき工法にてシード層を形成し、その後、フォトリソグラフィ処理によって配線パターンを形成した後に、電解めっき処理によって導電体部を形成する。

一般的に貫通孔におけるシード層の形成についてはスパッタ工法等が用いられるが、高アスペクト比の貫通孔では、貫通孔全体をカバーして（貫通孔全体に隙間なく）スパッタシード層（スパッタ工法によるシード層）を形成することは難しい。仮に無機基板10の貫通孔11におけるシード層の形成を行う場合、スパッタシード層を形成した上で、無電解Niめっき処理を施し、改めて貫通孔11全体にシード層を形成することがある。無機基板10への無電解めっき被膜を形成することが難しいため、スパッタシード層と無電解めっきを組み合わせた工法が採用される。

本発明の構造では、副貫通孔12にシード層を形成するため、保護樹脂部25へシード層形成が行われることとなり、結果として無電解めっき工法でのシード層の形成が採用される。

[0054] 副貫通孔12内部に無電解めっき工法によって形成される金属シード層の材料は、例えば、Cu、Ni、Al、Ti、Cr、Mo、W、Ta、Au、Ir、Ru、Pd、Pt等があげられるが、望ましくはCuであり、その液組成は、例えば、硫酸銅、塩化銅などの銅塩、銅イオンを保持するためのロッセル塩、EDTA（エチレンジアミン四酢酸）、ホルマリン等を含む。液組成は、使用する絶縁樹脂の耐薬品耐性に応じて、適宜調整することが可能である。無電解めっき工法によって形成される金属シード層の厚みは、副貫通孔12の内部で、少なくとも0.3μm形成されていることが望ましい。0.3μm以下の場合、無電解めっきで形成された金属シード層の被覆性が

不十分であり、電解めっき被膜で形成される導電体層が不連続となる。無電解めっきで形成される金属シード層の厚みは、 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上である場合、金属シード層の厚みを適宜設定することが可能である。

[0055] 副貫通孔12内部に無電解めっきで金属シード層を形成後、フォトリソグラフィ処理によってレジストパターンを形成した後に電解めっき工法で貫通電極15、金属配線21b1および金属配線22b1の形成を行う。フォトリソグラフィ処理でのレジストパターンの形成では、例えば、ドライフィルムレジストをラミネートし、露光でパターン描画し、現像を行う。フォトリソでのレジストパターンの形成については、一般的にFC-BGAの配線形成工程で使用される材料を使用されて行われる工程となる。レジストパターンについては電解めっき処理後に剥離され、余分なシード層はエッチングで除去される。なお、導電体部は、ダイシング加工が行われる箇所（以下、「ダイシング加工部」ともいう。）には形成されない。具体的には、「ダイシング加工部」は、ガラスエポキシ基板30Aのダイシング加工が行われる領域Rdに重なる配線層の部分であり、また後述するアライメントマークが形成される位置に対応する配線層の部分でもある。ダイシング加工部は、例えばダイシングブレードが通過する位置、スクライブが行われる位置、である。ダイシング加工部には、シード層が形成されず、金属配線が形成されない。第一面層構造21および第二面層構造22に含まれる他の配線層に関しても同様である。ダイシング加工が行われる被削材から金属材料が除かれるため、後述する個片化工程において、多層配線基板の加工性に与える影響を抑えることが可能となる。

[0056] 副貫通孔12への電解めっき工法で形成される貫通電極15、金属配線21b1および金属配線22b1の材料は、例えば、Cu、Ni、Al、Ti、Cr、Mo、W、Ta、Au、Ir、Ru、Pd、Pt等があげられるが、望ましくはCuであり、その液組成は、硫化銅5水和物、硫酸、塩化イオンが主成分で構成されている。めっき被膜の均一性を確保するため、少なくとも1つ添加剤を含む液組成のめっき液を用いて、貫通電極15、金属配線

2 1 b 1 および金属配線 2 2 b 1 が形成される。貫通電極 1 5、金属配線 2 1 b 1 および金属配線 2 2 b 1 の厚みは、少なくとも $2\ \mu\text{m}$ 以上形成されていることが望ましい。 $2\ \mu\text{m}$ 以下の場合、導電体層が不連続となり、貫通電極 1 5 を介して第一面 1 0 a 側と第二面 1 0 b 側の配線層を電氣的に接続する際の抵抗値が上昇してしまう。よって、導電体層の厚みは、少なくとも $2\ \mu\text{m}$ 以上形成される場合、その厚みは適宜設定することが可能である。

[0057] 次いで、図 1 4 を参照して、多層配線基板 1 の第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 の配線層形成工程（第 4 工程）について説明する。図 1 4 は、第一面 1 0 a 側において、第一面第一層 2 1 a に加えて少なくとも 2 層の配線層を形成し、第二面 1 0 b 側において、第二面第一層 2 2 a に加えて少なくとも 2 層の配線層を形成する工程（第 5 工程）を示す図である。図 1 3 に示される貫通電極 1 5、金属配線 2 1 b 1 および金属配線 2 2 b 1 を形成した後、第一面 1 0 a 側および第二面 1 0 b 側に樹脂材料を配置し、レーザ加工でビアを形成し、その後無電解めっき処理もしくはスパッタ処理にてシード層を形成し、フォトリソグラフィ処理によってレジストパターンを形成する。形成されたレジストパターンを使用し、電解めっきにて配線パターンを形成した後に、レジストパターンを剥離し、余分なシード層をエッチングで除去する。これによって、金属配線 2 2 b 1 に接続する貫通電極および金属配線 2 1 b 2 を含む第一面第二層 2 1 b、および金属配線 2 2 b 1 に接続する貫通電極および金属配線 2 2 b 2 を含む第二面第二層 2 2 b が形成される。その後必要な層数に応じて上記工程を繰り返し行い、図 1 4 に示す例では、第一面 1 0 a 側と第二面 1 0 b 側それぞれに合計 6 層の配線層（2 1 a から 2 1 f、2 2 a から 2 2 f）が形成される。最外層 2 1 g および 2 2 g では溶剤レジスト層 4 0 が形成されており、最外層 2 1 g においては半導体素子 1 0 0 の接続用端子の挿入口が形成され、 Sn 、 SnAg 、 Ni/Sn 、 Ni/SnAg 、 $\text{Ni}/\text{Cu}/\text{Sn}$ 、 $\text{Ni}/\text{Cu}/\text{SnAg}$ 等の半田バンプ 5 0 が挿入口内に形成される。なお、配線層の形成の順序は、上述の内容に限定されない。第一面 1 0 a 側の配線層 2 1 a から 2 1 f および最外

層 2 1 g を形成した後に、第二面 1 0 b 側の配線層 2 2 a から 2 2 f および最外層 2 2 g を形成してもよい。

[0058] 第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 に含まれる配線層 (2 1 a から 2 1 f、2 2 a から 2 2 f) に用いられる樹脂材料は、貫通孔 1 1 に充填されている樹脂材料と同じである。樹脂材料の積層方法については、真空加圧プレス、熱プレス、コンプレッションモールド、トランスファーモールド方法等から選択することが可能であるが、好ましくは真空加圧プレスが採用される。ただし、上記記載された内容に限られたものではなく、必要に応じて工程および工法を適宜変更することが可能である。

[0059] 次に、図 1 5 を参照し、多層配線基板 1 の個片化工程を説明する。図 1 5 は、ガラスエポキシ基板 3 0 A とダイシング加工に用いられるアライメントマークを模式的に示す図である。図 1 5 において、アライメントマーク 3 1 は、一点鎖線で示されている。アライメントマーク 3 1 は、ガラスエポキシ基板 3 0 A の間隔 G 1 の箇所に配置されている。アライメントマーク 3 1 は、例えば、図 1 4 の第一面層構造 2 1 のソルダーレジスト層 4 0 上に形成される。アライメントマーク 3 1 が形成された後、ガラスエポキシ基板 3 0 A に配置された無機基板 1 0 の間をブレードダイシングによってダイシング加工し、個片化する第 6 工程が行われる。具体的には、アライメントマーク 3 1 に沿ってダイシングブレードを用いたダイシング加工によって個片化を行うことによって、多層配線基板 1 がガラスエポキシ基板 3 0 A から分離される。ガラスエポキシ基板 3 0 A に沿って加工が行われるため、無機基板 1 0 にブレードを接触させずに、多層配線基板 1 を得ることが可能となる。

なお、ダイシング加工は上述の説明の方法に限定されない。第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 の両方のソルダーレジスト層 4 0 にアライメントマークを形成し、Z 軸プラス方向および Z 軸マイナス方向の両方向からダイシング加工を行うことも可能である。

[0060] <本発明の実施形態に係る実施例、比較例>

多層配線基板を作製し、評価を行う。以下の説明において、本発明の実施

形態に係る多層配線基板 1 を実施例 1 から 3 とし、比較例については比較例 1 から 3 とする。実施例 1 から 3 は、図 1 に示される多層配線基板 1 の構成に対応する。比較例 1 は図 1 6 の構成に対応する。比較例 2 および 3 は図 1 7 の構成に対応する。

[0061] <実施例 1>

実施例 1 では、無機基板 1 0 として、線膨張係数 $3.1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 77 GPa 、厚み $T1 = 0.7 \text{ mm}$ のガラスを用いた。また、ガラスエポキシ基板 3 0 A として、無機基板 1 0 の厚み $T1$ と同じ厚みの 0.7 mm のガラスエポキシ基板 (E-705G、レゾナック株式会社製) を用いた。保護樹脂部 2 5 を構成する樹脂材料として、線膨張係数 $20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 7.5 MPa 、フィラー含有量 $72 \text{ wt}\%$ の材料を用いた。なお、第一面層構造 2 1 に含まれる配線層を 8 層とし、第二面層構造 2 2 に含まれる配線層も 8 層とした。また、平面視をした場合 (すなわち Z 軸プラス方向から見た場合)、多層配線基板 1 は正方形状を有しており、長さ $L = 120 \text{ mm}$ である。

(実施例 1 の作製条件)

無機基板 1 0 : 線膨張係数 $3.1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 77 GPa 、厚み $T1 = 0.7 \text{ mm}$ のガラス

樹脂材料 : 線膨張係数 $20 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性率 7.5 MPa 、フィラー含有量 $72 \text{ wt}\%$

ガラスエポキシ基板 : 厚み 0.7 mm の E-705G (レゾナック株式会社製)

サイズ (x y 面における大きさ) : $120 \times 120 \text{ mm}$

第一面層構造 2 1 および第二面層構造 2 2 に含まれる配線層数 : 8 層

第一面層構造 2 1 に含まれる配線層の平均残銅率 : 84%

第二面層構造に含まれる配線層の平均残銅率 : 76%

[0062] <実施例 2>

実施例 2 では、無機基板 1 0 として、線膨張係数 $6.1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 、弾性

率 57 GPa、厚み $T1 = 0.7$ mm のセラミックスを用いた。この点以外の構成は、実施例 1 の場合と同じである。

(実施例 2 の作製条件)

無機基板 10 : 線膨張係数 6.1 ppm/°C、弾性率 57 GPa、厚み $T1 = 0.7$ mm のセラミックス

樹脂材料 : 線膨張係数 20 ppm/°C、弾性率 7.5 MPa、フィラー含有量 72 wt %

ガラスエポキシ基板 : 厚み 0.7 mm の E-705G (レゾナック株式会社製)

サイズ (x y 面における大きさ) : 120 × 120 mm

第一面層構造 21 および第二面層構造 22 に含まれる配線層数 : 8 層

第一面層構造 21 に含まれる配線層の平均残銅率 : 84 %

第二面層構造 22 に含まれる配線層の平均残銅率 : 76 %

[0063] 本発明の実施形態に係る多層配線基板 1 の比較例については、図 16 および図 17 を用いて説明する。

[0064] <比較例 1>

図 16 は、比較例 1 の多層配線基板の断面図である。比較例 1 の多層配線基板 1-1 は、無機基板 10 の代わりにコア基板として有機基板 10-1 が用いられる点、貫通電極 15 が有機基板 10-1 の貫通孔に樹脂材料を配置せずに形成されている点、第一面第一層 21a-1 および第二面第一層 22a-1 が金属配線を含み、有機基板 10-1 上に金属配線が配置されている点、および外周保護部 30 に該当する構成を含まない点で、実施例 1 および 2 とは異なる。以下の説明において、上述の実施例 1 および実施例 2 と同一または同等の構成要素については、その説明を簡略または省略する。

[0065] 比較例 1 では、有機基板 10-1 として、厚み $T1-1 = 1.2$ mm のガラスエポキシ基板 30 (E-705G、レゾナック株式会社製) を用いた。第一面層構造 21-1 および第二面層構造 22-1 を構成する樹脂材料として、線膨張係数 20 ppm/°C、弾性率 7.5 MPa、フィラー含有量 72

w t %の材料を用いた。図17に示す構造の多層配線基板1を形成している。多層配線基板1の構成は以下となる。

(比較例1の作製条件)

有機基板10-1：厚み1.2mmのE-705G（レゾナック株式会社製）

樹脂材料：線膨張係数20ppm/°C、弾性率7.5MPa、フィラー含有量72wt%

サイズ（xy面における大きさ）：120×120mm

第一面層構造21-1および第二面層構造22-2に含まれる配線層数：7層

第一面層構造21-1に含まれる配線層の平均残銅率：84%

第二面層構造22-1に含まれる配線層の平均残銅率：76%

[0066] <比較例2>

図17は、比較例2の多層配線基板1-2の断面図である。比較例2の多層配線基板1-2は、貫通電極15が無機基板10-2の貫通孔に樹脂材料を配置せずに形成されている点、第一面第一層21a-2および第二面第一層22a-2が金属配線を含み、無機基板10-2上に金属配線が配置されている点、および外周保護部30に該当する構成を含まない点で、実施例1および2とは異なる。以下の説明において、上述の実施例1および実施例2と同一または同等の構成要素については、その説明を簡略または省略する。

[0067] 比較例2では、無機基板10-2として、線膨張係数3.1ppm/°C、弾性率77GPa、厚み0.7mmのガラスを用いた。また、第一面層構造21-2および第二面層構造22-2を構成する樹脂材料として、線膨張係数20ppm/°C、弾性率7.5MPa、フィラー含有量72wt%の材料を用いた。なお、第一面層構造21-2および第二面層構造22-2に含まれる配線層の構成は比較例1と同様となる。

(比較例2の作製条件)

無機基板10-2：線膨張係数3.1ppm/°C、弾性率77GPa、厚

み $T1 = 0.7$ mm のガラス

樹脂材料：線膨張係数 $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、弾性率 7.5 MPa 、フィラー含有量 $72 \text{ wt}\%$

サイズ（ xy 面における大きさ）： $120 \times 120 \text{ mm}$

第一面層構造 $21-2$ および第二面層構造に $22-2$ 含まれる配線層数：
7 層

第一面層構造 $21-2$ に含まれる配線層の平均残銅率： 84%

第二面層構造 $22-2$ に含まれる配線層の平均残銅率： 76%

[0068] <比較例 3>

比較例 3 は、図 17 に示す構造と同じ構成である。無機基板 $10-2$ として、線膨張係数 $6.1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、弾性率 57 GPa 、厚み 0.7 mm のセラミックスを用いた点で、比較例 2 と異なる。その他の点について、比較例 2 と同じである。

（比較例 3 の作製条件）

無機基板 $10-2$ ：線膨張係数 $6.1 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、弾性率 57 GPa 、厚み $T1 = 0.7$ mm のセラミックス

樹脂材料：線膨張係数 $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、弾性率 7.5 MPa 、フィラー含有量 $72 \text{ wt}\%$

サイズ（ xy 面における大きさ）： $120 \times 120 \text{ mm}$

第一面層線構造 $21-2$ および第二面層構造に $22-2$ に含まれる配線層数：
7 層

第一面層構造 $21-2$ に含まれる配線層の平均残銅率： 84%

第二面層構造 $22-2$ に含まれる配線層の平均残銅率： 76%

[0069] <評価結果>

各実施例、比較例の多層配線基板を作成した場合、個片化工程における故障発生率を表 1 に示す。各実施例、比較例ともに以下に示す条件でダイシング加工を行っている。ダイシング加工をして作成した多層配線基板の数 n は 200 である。

＜ダイシング加工条件＞

ダイシングブレード：R07-SD600-BB200-75、56×0.15A2×40（株式会社ディスコ製）

ブレード回転数：30,000rpm

ブレード送り速度：10mm/sec

[0070] 表1に示されるように、実施例1、2、比較例1では個片化工程での故障は発生していないのに対し、比較例1では96.7%、比較例2では75.2%の確率で故障が発生している。比較例1、比較例2では、ダイシングブレードによってガラス、セラミックスが直接的に加工されるため、実施例1および2のようにガラスエポキシ基板30Aをダイシング加工する場合とひかくして研削量が低下し、また、加工面に欠けやクラックが発生する可能性がある。なお、表1に示される故障発生率は、ダイシング加工時に欠けまたはクラックが発生した場合、および第一面層構造および第二面層構造の含まれる配線層とコア基板（無機基板10および10-2、有機基板10-1）の間の線膨張係数差で発生する応力によって、コア基板に亀裂が発生する場合を含む。

[表1]

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
故障発生率	0.0%	0.0%	0.0%	96.7%	75.2%

n=200

[0071] 次に、各実施例、比較例の多層配線基板に半導体素子100を搭載した状態で熱履歴がかけられた多層配線基板の反り量を、表2に示す。半導体素子100を搭載した状態における熱履歴はRT（室温）から260℃まで加熱し再度RTへ冷却し、10℃間隔で多層配線基板の反りを評価した。評価したサンプル数nは10であり、反り量の平均値を算出した。

表2に示される反り量は、260℃で保持した時の反り量であり、多層配線基板としては反り量が小さいほど望ましい。表2に示されるように、実施例1では66.4μm、実施例2では89.7μm、比較例1では213.1μm、比較例3では71.5μmとなる。比較例2は個片化工程での故障

発生率が高く評価不可となっている。比較例3は71.5 μm と良好な結果となるが、個片化工程での故障発生率が高く、工業的な実現性は低い。実施例1、実施例2は比較例1に対し多層配線基板1の反り量は小さく、100 μm 以下となっており、構造的に優れていると判断できる。なお、反り量は、AcroMetrix社製のサーモレイを用いてシャドウアモレ法によって計測した。

[表2]

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
反り量	66.4	89.7	213.1	-	71.5

n=10

[0072] 次に、各実施例、比較例の温度サイクル試験での信頼性評価結果を表3に示す。温度サイクル試験は、−55℃の状態からRTを経て125℃まで昇温させて再びRTおよび−55℃まで変化させることを1サイクル（以下、「1 cycle」ともいう。）とし、各温度を30分維持させている。所定数のcycleを経た後で、欠けおよびクラック等の外観検査および所定の電気的特性検査を行った。また、温度サイクル試験投入前に、260℃のリフローを3回実施している。温度サイクル試験投入前（表において「個片化後」と表記）およびリフロー後（表において「マルチリフロー」と表記）にも外観検査および電気的特性検査を行った。評価したサンプル数nは20であり、サンプルの9割が外観検査および電気的特性検査の両方に合格した場合に「Passed」と表記し、これ以外の場合に「Failed」と表記する。表3にされるように、実施例1、実施例2、比較例1は2000 cycleを行った場合でも試験に合格し信頼性を確保することができるが、比較例2、比較例3では温度サイクル試験前および温度サイクル試験後でも検査に合格できず、信頼性を確保できていない。

[表3]

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2	比較例 3
個片化後	Passed	Passed	Passed	Failed	Passed
マルチフロー	Passed	Passed	Passed	Failed	Passed
50cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Passed
100cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Passed
200cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
300cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
500cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
700cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
1000cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
1500cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed
2000cycle	Passed	Passed	Passed	Failed	Failed

n=20

[0073] ＜作用・効果＞

以上、本発明の実施形態によれば、反り抑制が可能であり、高い信頼性を備えることが可能となる。これにより、反りの抑制が可能であり、高い信頼性を備えた多層配線基板 1 の提供が可能となる。

[0074] ＜産業上利用の可能性＞

本発明によれば、反りの抑制が可能であり、高い信頼性を備えた多層配線基板 1 の提供が可能となる。これによって、複数の半導体素子を搭載でき、例えばGPU、CPUといった半導体装置の高性能化に寄与することができる、また、光データ通信で使用する光電変換パッケージ、光ディスクリゲータッドコンピューティング用の多層配線基板としても応用が可能であり、データ通信社会、Society 5.0の実現に貢献が可能となる。

[0075] 本発明の範囲は、図示され記載された例示的な実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0076] 本発明の内容となり得る態様を以下に述べる、ただしこれに限られるものではない。

(態様 1)

第一面と、前記第一面に対向する第二面と、前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも 1 つの貫通孔が形成された無機基板と、

前記無機基板の前記貫通孔に配置され、かつ前記無機基板の前記側面を覆うように配置される保護樹脂部と、

前記貫通孔内に延在する導電体部を含み、前記第一面と前記第二面の間を電氣的に接続する貫通電極と、を備えることを特徴とする多層配線基板。

(態様 2)

前記貫通孔において、前記導電体部は、前記保護樹脂部によって覆われている、

ことを特徴とする態様 1 に記載の多層配線基板。

(態様 3)

前記貫通孔において、前記無機基板と前記導電体部との間に配置される前記保護樹脂部の厚みは、少なくとも $10\mu\text{m}$ である、

ことを特徴とする態様 1 または 2 に記載の多層配線基板。

(態様 4)

前記無機基板の前記第一面に形成される第一面層構造と、

前記無機基板の前記第二面に形成される第二面層構造と、をさらに備え、

前記第一面層構造と前記第二面層構造のいずれも 2 層以上の配線層を有し、

、

前記第一面層構造に含まれ前記無機基板上に形成される第一面第一層および前記第二面層構造に含まれ前記無機基板上に形成される第二面第一層は、金属配線を有しておらず、

前記第一面第一層を除く前記第一面層構造に含まれる配線層および前記第

二面第一層を除く前記第二面層構造に含まれる配線層において、金属配線が形成される、

ことを特徴とする態様1乃至態様3のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様5)

前記保護樹脂部は、

前記第一面層構造および前記第二面層構造に含まれる配線層に使用される樹脂材料と同一の樹脂材料によって構成され、

前記樹脂材料は、

40wt%以上80wt%以下の範囲で混合され、且つ、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下の範囲の平均粒子径を有するフィラーを含んでおり、

さらに、ビルドアップ樹脂またはガラスクロスを含む、

ことを特徴とする態様1乃至態様4のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様6)

前記無機基板の前記側面に配置された前記保護樹脂部の厚みは、少なくとも $50\mu\text{m}$ である、

ことを特徴とする態様1乃至態様5のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様7)

前記多層配線基板の外周部は、保護樹脂部およびガラスエポキシ基板から一部を分離させて構成される外周保護部によって覆われている、

ことを特徴とする態様1乃至態様6のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様8)

前記無機基板上にコンデンサが配置されている、

ことを特徴とする態様1乃至態様7のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様9)

前記無機基板は、ガラスまたはセラミックス材から構成される、

ことを特徴とする態様1から態様8のいずれか1つに記載の多層配線基板。

(態様10)

態様1乃至態様9のいずれか1つに記載の多層配線基板にインターポーザ

基板を介して、少なくとも1つの半導体素子を搭載した、
ことを特徴とする半導体装置。

(態様11)

母材基板を個片化し、第一面と、前記第一面に対向する第二面と、前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔が形成された無機基板を形成する第1工程と、

窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に前記無機基板を配置し、前記無機基板の前記第一面、前記第二面、前記側面および前記貫通孔内に樹脂材料を配置し、前記第一面上に第一面第一層を形成し、前記第二面上に第二面第一層を形成する第2工程と、

前記貫通孔内にレーザを使用して、前記樹脂材料に形成される貫通孔である副貫通孔を形成する第3工程と、

前記副貫通孔、前記第一面第一層および前記第二面第一層に導電体部を配置する第4工程と、

前記第一面側において、前記第一面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成し、前記第二面側において、前記第二面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成する第5工程と、

前記ガラスエポキシ基板に配置された前記無機基板の間をブレードダイシングによってダイシング加工し、個片化する第6工程、を有する、
ことを特徴とする多層配線基板の製造方法。

(態様12)

前記第2工程において、前記ガラスエポキシ基板に配置された無機基板同士の間隔は、少なくとも $50\mu\text{m}$ 以上である、
ことを特徴とする態様11に記載の多層配線基板の製造方法。

(態様13)

前記第4工程において、無電解銅めっき処理にてシード層を形成し、電解めっき処理によって前記導電体部を形成する、

ことを特徴とする態様 1 1 または態様 1 2 に記載の多層配線基板の製造方法。

(態様 1 4)

前記第 1 工程および前記第 2 工程において、前記無機基板上にコンデンサを配置する、

ことを特徴とする態様 1 1 乃至態様 1 3 のいずれか 1 つに記載の多層配線基板の製造方法。

(態様 1 5)

前記無機基板はガラスまたはセラミックス材から構成される、

ことを特徴とする態様 1 1 乃至態様 1 4 のいずれか 1 つに記載の多層配線基板の製造方法。

(態様 1 6)

前記第 4 工程において、前記導電体部は、前記ダイシング加工が行われる箇所形成されない、

ことを特徴とする態様 1 1 乃至態様 1 5 のいずれか 1 つに記載の多層配線基板の製造方法。

符号の説明

[0077] 1、1-1、1-2、1a：多層配線基板，10、10-2：無機基板，10-1：有機基板，10A：母材基板，11：貫通孔，12：副貫通孔，15：貫通電極，21：第一面層構造，22：第二面層構造，25：保護樹脂部，30：外周保護部，30A：ガラスエポキシ基板，40：溶剤レジスト層，50：半田バンプ，60：コンデンサ，100：半導体素子，200：半導体装置，TC：貫通孔 11 の中心線，SS：貫通孔 11 と側面との接線

請求の範囲

- [請求項1] 第一面と、前記第一面に対向する第二面と、前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔が形成された無機基板と、
前記無機基板の前記貫通孔に配置され、かつ前記無機基板の前記側面を覆うように配置される保護樹脂部と、
前記貫通孔内に延在する導電体部を含み、前記第一面と前記第二面の間を電氣的に接続する貫通電極と、を備える
ことを特徴とする多層配線基板。
- [請求項2] 前記貫通孔において、前記導電体部は、前記保護樹脂部によって覆われている、
ことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。
- [請求項3] 前記貫通孔において、前記無機基板と前記導電体部との間に配置される前記保護樹脂部の厚みは、少なくとも10 μm である、
ことを特徴とする請求項2に記載の多層配線基板。
- [請求項4] 前記無機基板の前記第一面に形成される第一面層構造と、
前記無機基板の前記第二面に形成される第二面層構造と、をさらに備え、
前記第一面層構造と前記第二面層構造のいずれも2層以上の配線層を有し、
前記第一面層構造に含まれ前記無機基板上に形成される第一面第一層および前記第二面層構造に含まれ前記無機基板上に形成される第二面第一層は、金属配線を有しておらず、
前記第一面第一層を除く前記第一面層構造に含まれる配線層および前記第二面第一層を除く前記第二面層構造に含まれる配線層において、金属配線が形成される、
ことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。
- [請求項5] 前記保護樹脂部は、

前記第一面層構造および前記第二面層構造に含まれる配線層に使用される樹脂材料と同一の樹脂材料によって構成され、

前記樹脂材料は、

40 wt %以上80 wt %以下の範囲で混合され、且つ、0.3 μm 以上1.0 μm 以下の範囲の平均粒子径を有するフィラーを含んでおり、

さらに、ビルドアップ樹脂またはガラスクロスを含む、
ことを特徴とする請求項4に記載の多層配線基板。

[請求項6] 前記無機基板の前記側面に配置された前記保護樹脂部の厚みは、少なくとも50 μm である、
ことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。

[請求項7] 前記多層配線基板の外周部は、保護樹脂部およびガラスエポキシ基板から一部を分離させて構成される外周保護部によって覆われている、
ことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。

[請求項8] 前記無機基板は、ガラスまたはセラミックス材から構成される、
ことを特徴とする請求項1に記載の多層配線基板。

[請求項9] 請求項1乃至8のいずれか1項に記載の多層配線基板にインターポーザ基板を介して、少なくとも1つの半導体素子を搭載した、
ことを特徴とする半導体装置。

[請求項10] 母材基板を個片化し、第一面と、前記第一面に対向する第二面と、
前記第一面の周縁部と前記第二面の周縁部とを接続する側面を有し、
前記第一面から前記第二面まで貫通する少なくとも1つの貫通孔が形成された無機基板を形成する第1工程と、

窓抜き加工されたガラスエポキシ基板に前記無機基板を配置し、前記無機基板の前記第一面、前記第二面、前記側面および前記貫通孔内に樹脂材料を配置し、前記第一面上に第一面第一層を形成し、前記第二面上に第二面第一層を形成する第2工程と、

前記貫通孔内にレーザを使用して、前記樹脂材料に形成される貫通孔である副貫通孔を形成する第3工程と、

前記副貫通孔、前記第一面第一層および前記第二面第一層に導電体部を配置する第4工程と、

前記第一面側において、前記第一面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成し、前記第二面側において、前記第二面第一層に加えて少なくとも2層の配線層を形成する第5工程と、

前記ガラスエポキシ基板に配置された前記無機基板の間をブレードダイシングによってダイシング加工し、個片化する第6工程、を有する、

ことを特徴とする多層配線基板の製造方法。

[請求項11] 前記第2工程において、前記ガラスエポキシ基板に配置された無機基板同士の間隔は、少なくとも50 μm 以上である、

ことを特徴とする請求項10に記載の多層配線基板の製造方法。

[請求項12] 前記第4工程において、無電解銅めっき処理にてシード層を形成し、電解めっき処理によって前記導電体部を形成する、

ことを特徴とする請求項10に記載の多層配線基板の製造方法。

[請求項13] 前記無機基板はガラスまたはセラミックス材から構成される、

ことを特徴とする請求項10に記載の多層配線基板の製造方法。

[請求項14] 前記第4工程において、前記導電体部は、前記ダイシング加工が行われる箇所に形成されない、

ことを特徴とする請求項10に記載の多層配線基板の製造方法。