

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4996838号
(P4996838)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.
H05K 3/46 (2006.01)F 1
H05K 3/46 S
H05K 3/46 N
H05K 3/46 G
H05K 3/46 T

請求項の数 8 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2005-285482 (P2005-285482)
(22) 出願日 平成17年9月29日 (2005.9.29)
(65) 公開番号 特開2007-96121 (P2007-96121A)
(43) 公開日 平成19年4月12日 (2007.4.12)
審査請求日 平成20年5月20日 (2008.5.20)(73) 特許権者 000006172
三菱樹脂株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目1番1号
(74) 代理人 100129838
弁理士 山本 典輝
(74) 代理人 100101203
弁理士 山下 昭彦
(74) 代理人 100104499
弁理士 岸本 達人
(72) 発明者 山田 紳月
滋賀県長浜市三ツ矢町5番8号 三菱樹脂
株式会社 長浜工場内
審査官 平田 信勝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多層配線基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材、該絶縁基材上に設けられた導体パターンを備え、該絶縁基材に導電性ペースト組成物が充填されたビアホールが形成されてなる配線基板を、該配線基板同士を複数重ね合わせて、または、該配線基板とは異なる、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板と交互に重ね合わせて、熱融着により一括積層または逐次積層してなる多層配線基板であって、

前記導電性ペースト組成物が、導電粉末と、バインダー成分とを含み、該導電粉末および該バインダー成分の質量比が、90/10以上98/2未満であり、

前記導電粉末が、第1の合金粒子と第2の金属粒子とからなり、
前記第1の合金粒子が、180以上260未満の融点を有する非鉛半田粒子であり、
前記第2の金属粒子が、Au, Ag, Cuからなる群から選ばれる少なくとも一種以上であり、前記第1の合金粒子と前記第2の金属粒子との質量比が、76/24以上90/10未満であり、

前記バインダー成分が、マレイミド類を含有する混合物であり、

前記非鉛半田粒子の融点における、前記熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率が、10MPa以上5GPa未満である、多層配線基板。

【請求項2】

熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材、該絶縁基材上に設けられた導体パターンを備え、該絶縁基材に導電性ペースト組成物が充填されたビアホールが形成されてなる配線基板

を、該配線基板同士を複数重ね合わせて、または、該配線基板とは異なる、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板と交互に重ね合わせて、熱融着により一括積層または逐次積層してなる多層配線基板であって、

前記導電性ペースト組成物が、導電粉末と、バインダー成分とを含み、該導電粉末および該バインダー成分の質量比が、90 / 10 以上 98 / 2 未満であり、

前記導電粉末が、第1の合金粒子と第2の金属粒子とからなり、

前記第1の合金粒子が、180 以上 260 未満の融点を有する非鉛半田粒子であり、前記第2の金属粒子が、Au, Ag, Cu からなる群から選ばれる少なくとも一種以上であり、前記第1の合金粒子と前記第2の金属粒子との質量比が、76 / 24 以上 90 / 10 未満であり、

前記バインダー成分が、加熱により硬化する重合性単量体の混合物であり、前記非鉛半田粒子の融点が、前記バインダー成分の硬化温度範囲に含まれ、

前記非鉛半田粒子の融点における、前記熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率が、10 MPa 以上 5 GPa 未満である、多層配線基板。

【請求項3】

前記第1の合金粒子および前記第2の金属粒子の平均粒径が 10 μm 以下であり、平均粒径差が 2 μm 以下である、請求項1または2に記載の多層配線基板。

【請求項4】

前記バインダー成分が、アルケニルフェノール化合物およびマレイミド類の混合物である、請求項1～3のいずれかに記載の多層配線基板。

【請求項5】

前記アルケニルフェノール化合物および前記マレイミド類の混合割合が、モル比で、30 / 70 以上 70 / 30 未満である、請求項4に記載の多層配線基板。

【請求項6】

前記配線基板の熱融着による一括積層または逐次積層が、温度 200 以上 260 未満、圧力 3 MPa 以上 8 MPa 未満で行われるものであって、前記第1の合金粒子と前記第2の金属粒子間、および / または、前記第1の合金粒子と前記導体パターンを形成する金属との間で金属拡散接合が形成されている、請求項1～5のいずれかに記載の多層配線基板。

【請求項7】

前記熱可塑性樹脂組成物が、260 以上の結晶融解ピーク温度を有する、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物である、請求項1～6のいずれかに記載の多層配線基板。

【請求項8】

前記熱可塑性樹脂以外からなる配線基材が、ガラスエポキシ基板、2層ポリイミド基板、擬似2層ポリイミド基板、3層ポリイミド基板、液晶ポリマー基板、および、低温焼成セラミック基板からなる群から選ばれる一種以上の配線基板である、請求項1～7のいずれかに記載の多層配線基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多層配線基板に関し、特に、導電ペースト組成物が充填されたビアホールが形成された配線基板を複数積層してなる多層配線基板に関する。

【背景技術】

【0002】

高度情報化社会の進展により、電子機器の情報処理の高速化（動作周波数の高速化）、情報通信の周波数広帯域化（ブロードバンド）が進み、電子機器に搭載される基板としては、高密度な多層配線基板が求められている。また、その配線基板材料は、比誘電率、誘電正接が低いことが求められている。

【0003】

10

20

30

40

50

この高密度な多層配線基板としては、90年代より、ガラスエポキシ基板からなるコア基板の上下に感光性エポキシ樹脂からなるビルドアップ層を逐次積み上げたビルドアップ多層基板が提案されている。このビルドアップ多層基板は、従来の多層基板に比較して微細配線が容易なため、今日では、多くの電子機器に採用されている。

【0004】

しかしながら、ビルドアップ多層配線基板においては、基板の絶縁信頼性を確保する必要上、コア基板の貫通スルーホール径や配線間隔がコア層の上下に積層されるビルドアップ層のビア径や配線間隔に比較して大きい点、また、各層間の接続をするビア配線が銅めつきで形成されているため、製造プロセス上、ビアの上にビアを形成することができない点、といった問題があった。よって、ビルドアップ多層配線基板においては、近年要求されている更なる高密度化に対応するには限界が見えはじめていた。10

【0005】

これらの問題を解決するものとして、最近では、配線設計の自由度が高く、かつ、伝送特性に優れたコアレス全層IVH (Interstitial Via Hole) 基板が注目されている。このコアレス全層IVH基板における各層間の接続をするビア配線は導電性ペースト組成物で形成されている。よって、ビアの上にビアを形成するビアオンビア構造、および、パッドオンビア構造を形成することが可能であり、近年の更なる高密度化の要求に十分対応するものである。

【0006】

ここで、多層配線基板の高性能化（高密度化、高信頼性化）における最大のポイントは、前述の配線構造にプラスして、各層の厚み方向に形成された導電性ペースト組成物からなるビア配線と、各層の表面に形成された銅箔からなる導体パターンとの接続信頼性を、多層化された際ににおいて、十分に確保する点にある。20

【0007】

多層配線基板に関する従来の技術としては、特許文献1には、従来のビルドアップ多層配線基板の欠点を解消したものとして、配線設計の自由度が高く、スタックドビア構造の実現が可能であり、しかも高速信号伝送に適した全層IVH構造の多層配線基板が提案されている。特許文献1に記載されているところによると、アラミド不織布に熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂を含浸させたシート基板材を用い、このシート基板材に貫通穴を形成する。この貫通穴に、金属粒子とエポキシ等のバインダー樹脂と溶剤からなる導電性ペーストを充填後、乾燥固化する。そして、この基板材の両面に銅箔を熱プレスすることにより、導電性ペーストを硬化させた両面銅張板を作製する。この両面銅張板をエッティングして、両面回路基板を形成する。その後、この両面回路基板の両側に、前記シート基板材（プリプレグ）を配置し、さらにそれらの外側に銅箔を配置して、熱プレスすることにより、4層のインナビアホール構造を持つ多層配線基板が形成される。30

【0008】

非特許文献1には、全層IVH構造を有し、しかも一括積層により多層化できる多層配線基板例として、ガラスクロスエポキシ基材からなるリジッドな片面銅張積層板を用いて、各層毎に配線パターンとビアホールを有する片面回路板を作製した後に、配線パターンが形成された反対の面に熱硬化性樹脂からなる接着剤を塗布し、一括積層プレスすることにより製造する全層IVH配線基板が記載されている。この工法の特徴として、以下の事項が挙げられている。まず、スタックドビア構造やパッドオンビア構造が容易に実現できる。そして、前記のプリプレグにビア加工する工法に比べて積層プレスの際にビア位置が変化しにくいためにビアランド径を小さくできる。そして、一括多層工法を採ることにより、欠陥がない基板だけを積層プレスすることにより、高い歩留まりが期待できる。そして、工程が極めてシンプルであることに加えて、各層を平行して作製することにより納期を大幅に短縮することができる。40

【0009】

非特許文献2には、熱硬化性樹脂からなる片面銅張積層板の銅張面とは反対面に熱硬化性樹脂をベースとした接着層とそのカバーフィルムをあらかじめ設けておき、エッティング50

により銅回路形成と導電性ペーストによるビア形成が完了後に、カバーフィルムを取り除き、一括積層することが記載されている。

【0010】

特許文献2には、全層I V H構造を有し、接着剤を用いることなく一括積層により多層化で出来る多層配線基板例として、ポリアリールケトンとポリエーテルイミドからなる熱可塑性樹脂混合物からなる一括多層用絶縁基材の記述がある。これは、一括積層前の絶縁基材は非晶性にしておき、樹脂混合物のガラス転移温度以上での一括積層プレス時に層間の熱融着が起り、さらに結晶化させることにより半田耐熱性が発現するものである。

【0011】

特許文献3には、絶縁体層を挟んで複数のI V H基板を積層する多層プリント配線板の製造方法であって、あらかじめビアホールの内層部位を樹脂で塞ぎ、かつ、絶縁体層の前記ビアホールと同一座標に導電性ペーストを貫通配置し、積層の際に、前記各ビアホールの内層ランド間を導電性ペーストにより接続することを特徴とする多層プリント配線板の製造方法が記載されている。そして、この方法によると、積層の際に、導電性ペーストが各ビアホールの空銅内に入り込んでしまうことなく、導電性ペーストと内層ランドとの確実な接続が得られる、とされている。

【0012】

特許文献4には、第1の断面積の信号配線を有し、両面に電源層を設けた第1配線板と、第1の断面積よりも小さい第2の断面積の高密度信号配線を有し、実装面と反対側の面に電源を設けた一対の第2配線板とを個別に準備する。前記一対の第2配線板で第1配線板を挟むように、前記第1配線板の電源・グランド層と、第2配線板の電源・グランド層とを、所定の位置に導電性の貫通ビアを有する接着性の絶縁シートで張り合わせる、と記載されている。

【0013】

特許文献5には、絶縁基板、導体配線層、バイアホール導体を具備する配線基板が記載されている。このバイアホール導体を形成する導電性ペーストとして、実施例においては、銀被覆銅粉末、Pb-Sn合金、エポキシ樹脂、溶剤を含有する導電性ペーストが記載されている。この発明においては、配線基板作製時における加熱により、溶融した錫成分が銅成分と反応し、Cu₃Sn等の金属間化合物が生成される。そして、金属間化合物が銅粉末間、あるいは、銅粉末と導体配線層間とを強固に接合し、耐熱性、導電性を良好にすることができる、と記載されている。

【0014】

特許文献6にはプリント基板における絶縁基材に設けられたビアホール中に充填される導電性組成物が記載されている。この導電性組成物は、錫と銀との合金からなっており、この錫がプリント基板における導体パターンを形成する金属と固相拡散相を形成し、電気的接続がなされる。この場合、導体パターン相互の電気的接続が接触導通により行われるものではないので、層間接続抵抗値が変化し難く、層間接続の信頼性低下を防止できる、と記載されている。

【特許文献1】特開平7-176846号公報

【非特許文献1】榎本亮、「一括積層法による全層I V H配線板」、エレクトロニクス実装学会誌、社団法人工エレクトロニクス実装学会、2000年11月、第3巻、第7号、p.544-547

【非特許文献2】前田修二、外3名、「一括多層配線基板材料と対応プロセス」、M E S 2004 第14回マイクロエレクトロニクス論文集、社団法人工エレクトロニクス実装学会、平成16年10月14日、p.341-344

【特許文献2】特許第3514647号公報

【特許文献3】特開2004-288989号公報

【特許文献4】特開2005-116811号公報

【特許文献5】特許第3187373号公報

【特許文献6】特許第3473601号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0015】**

しかし、特許文献1に記載の多層配線基板の工法はビルトアップ工法と同じシーケンシャル工法であった。また、プリプレグのような単一材料に層間絶縁層と接着層の二つの機能を兼用させているため、多層時の溶融や流動変形が大きく、積層方向の位置精度がばらつくという問題があった。これにより、ピア位置精度の点からピアランドを小径化することが難しく、マザーボードやモジュール基板として使用することは難しかった。また、特許文献1に用いられている導電性ペーストは、圧接型の導電性ペーストである。

【0016】

10

また、非特許文献1、2に記載の多層配線基板では、全層I V H構造を有し、しかも一括積層により多層化することができるが、一括積層をするために、熱硬化性樹脂からなる接着剤を用いることが必要である。このため、接着剤の流動硬化特性の制御が難しかったり、接着剤が介入することにより、基板のZ方向の線膨張係数が不均一となり電気的な層間の接続信頼性が損なわれたりする、という問題があった。また、非特許文献1、2に用いられている導電性ペーストは、圧接型の導電性ペーストである。

【0017】

20

また、特許文献2に記載の多層配線基板は、絶縁基材としては新規な材料により構成されたものであるから、一括積層や部品実装する際にプロセスの再調整等が必要になる等の手間があった。また、特許文献2に用いられている導電性ペーストは、圧接型の導電性ペーストである。

【0018】

また、特許文献3に記載の多層プリント配線基板の製造方法においては、めっきスルーホールを形成して、このめっきスルーホール同士を接続する際に、導電性ペーストがめっきスルーホール内に入り込まないようにして、導電性ペーストとめっきスルーホールとを物理的に確実に接続することを目的とするものである。

【0019】

30

また、特許文献4に記載の多層配線回路基板は、LSI等を高密度で実装するための高密度用の配線板と、高速伝送に必要な信号配線を有する高周波用の配線板を、別個に用意し、これらを貼り付けて製造するものであり、これにより、高周波化と高密度化の双方に適合する多層配線回路基板を製造することを目的とするものである。

【0020】

よって、特許文献1、特許文献2、非特許文献1、非特許文献2、特許文献3および特許文献4に記載の発明は、多層配線基板におけるピアホールの接続技術に関するものではなく、ましてや、ピアホール中の金属粒子同士を、金属拡散接合させること等によって、多層配線基板の高性能化を目的とするものではなかった。このため、ピアホールの抵抗値の低減、吸湿耐熱性、接続信頼性、および導体接着強度の点では課題が存在した。

【0021】

40

また、特許文献5に記載の導電性ペーストは、半田として鉛を含有したものを使用している。このような鉛含有半田は、鉛含有半田を使用した配線基板等を廃棄した際に、この基板から鉛が溶出して、地下水が汚染されるおそれがあり、環境負荷が多きいため問題があり、電子部品のPbフリー化の方向に逆行するものであった。

【0022】

また、特許文献6に記載の発明は、ピアホール中の金属粒子同士を、金属拡散接合させること等によって、多層配線基板の高性能化を目的とするものであるが、バインダー樹脂が存在せず、ピアホール中への充填に特殊な装置を使う必要があり、通常の印刷手段によってこの導電性組成物を歩留り良くピアホールに充填することは難しく、特殊な印刷手法を採用する必要があった。

【0023】

そこで、本発明は、ピアホールの抵抗値を非常に小さくすることができ、吸湿耐熱性、

50

接続信頼性、導体接着強度、および製造プロセス適性に優れ、環境負荷が小さい多層配線基板を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0024】

以下、本発明について説明する。なお、本発明の理解を容易にするために添付図面の参考符号を括弧書きにて付記するが、それにより本発明が図示の形態に限定されるものではない。

【0025】

第一の本発明は、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材(10)、該絶縁基材上に設けられた導体パターン(20)を備え、該絶縁基材に導電性ペースト組成物(40)が充填されたビアホール(30)が形成されてなる配線基板(100)を、該配線基板同士を複数重ね合わせて、または、該配線基板とは異なる、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板(300)と交互に重ね合わせて、熱融着により一括積層または逐次積層してなる多層配線基板であって、導電性ペースト組成物(40)が、導電粉末と、バインダー成分とを含み、該導電粉末および該バインダー成分の質量比が、90/10以上98/2未満であり、導電粉末が、第1の合金粒子と第2の金属粒子とからなり、第1の合金粒子が、180以上260未満の融点を有する非鉛半田粒子であり、第2の金属粒子が、Au, Ag, Cuからなる群から選ばれる少なくとも一種以上であり、第1の合金粒子と第2の金属粒子との質量比が、76/24以上90/10未満であり、バインダー成分が、加熱により硬化する重合性单量体の混合物であり、非鉛半田粒子の融点が、バインダー成分の硬化温度範囲に含まれ、非鉛半田粒子の融点における、熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率が、10 MPa以上5 GPa未満である、多層配線基板(200)である。10

【0026】

第一の本発明によれば、上記構成を有し、非鉛半田粒子の融点がバインダー成分の硬化温度範囲に含まれる導電性ペースト組成物(40)、および、この導電性ペースト組成物(40)に含まれる非鉛半田粒子の融点における貯蔵弾性率が特定の範囲である熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材(10)、を組み合わせて多層配線基板(200)を構成することによって、半田粒子の半田成分が第2の金属粒子および導体パターンを形成する金属との間で、高度に金属拡散接合する。これにより、本発明の多層配線基板(200)は、そのビアホールの抵抗値が非常に小さくなると共に、吸湿耐熱性、接続信頼性、および導体接着強度に優れたものとなる。ここで、「金属拡散接合」とは、非鉛半田粒子からなる合金の融点を超えた時点で、非鉛半田粒子中の錫が、第2の金属粒子、および/または、導体パターンを形成する金属中に、拡散し、新たな合金を形成することをいう。20

【0027】

第一の本発明において、第1の合金粒子および第2の金属粒子の平均粒径は10 μm以下であることが好ましい。こうすることで、導電性ペースト組成物をビアホールに導入し易くなり、また、金属拡散接合を起こし易くすることができる。また、第1の合金粒子と第2の金属粒子との平均粒径差は、2 μm以下であることが好ましい。こうすることで、金属拡散接合を起こし易くすることができる。30

【0028】

第一の本発明において、前記バインダー成分は、アルケニルフェノール化合物およびマレイミド類の混合物であることが好ましい。また、アルケニルフェノール化合物およびマレイミド類の混合割合は、モル比で、30/70以上70/30未満であることが好ましい。このようなバインダー成分を使用することによって、導体接着力をより良好なものとすることができます。

【0029】

第一の本発明において、配線基板(100、300)の熱融着による一括積層または逐次積層は、温度200以上260未満、圧力3 MPa以上8 MPa未満で行われることが好ましい。これにより、第1の合金粒子と第2の金属粒子間、および/または、第1の合金粒子と導体パターン(20)を形成する金属との間ににおける金属拡散接合を生じさせ40

50

20

30

40

50

せることができる。

【0030】

第一の本発明において、熱可塑性樹脂組成物は、260以上¹⁰の結晶融解ピーク温度(T_m)を有する、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物からなるものであることが好ましい。これにより、非鉛半田粒子の融点における熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率を10 MPa以上5 GPa未満とすることができます。

【0031】

第一の本発明において、熱可塑性樹脂以外からなる配線基板300は、ガラスエポキシ基板(FR4基板)、2層ポリイミド基板、擬似2層ポリイミド基板、3層ポリイミド基板、液晶ポリマー(LCP)基板、および、低温焼成セラミック(LTCC)基板からなる群から選ばれる一種以上の配線基板であることが好ましい。これら例示した熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300は、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を備えた配線基板100と交互に重ね合わせて、熱融着により良好に積層することができます。

第二の本発明は、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材(10)、該絶縁基材上に設けられた導体パターン(20)を備え、該絶縁基材に導電性ペースト組成物(40)が充填されたビアホール(30)が形成されてなる配線基板(100)を、該配線基板同士を複数重ね合わせて、または、該配線基板とは異なる、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板(300)と交互に重ね合わせて、熱融着により一括積層または逐次積層してなる多層配線基板であって、導電性ペースト組成物(40)が、導電粉末と、バインダー成分とを含み、該導電粉末および該バインダー成分の質量比が、90/10以上98/2未満であり、導電粉末が、第1の合金粒子と第2の金属粒子とからなり、第1の合金粒子が、180以上260未満の融点を有する非鉛半田粒子であり、第2の金属粒子が、Au, Ag, Cuからなる群から選ばれる少なくとも一種以上であり、第1の合金粒子と第2の金属粒子との質量比が、76/24以上90/10未満であり、バインダー成分がマレイミド類を含有する混合物であり、非鉛半田粒子の融点における、熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率が、10 MPa以上5 GPa未満である、多層配線基板(200)である。²⁰

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、上記構成の導電性ペースト組成物、および、この導電性ペースト組成物に含まれる非鉛半田粒子の融点における貯蔵弾性率が特定の範囲である熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材、を組み合わせて多層配線基板を構成することによって、半田粒子の半田成分が第2の金属粒子および/または導体パターンを形成する金属との間で、高度に金属拡散接合する。これにより、本発明の多層配線基板における、ビアホールの抵抗値をより低下させることができる。また、本発明の多層配線基板を、吸湿耐熱性、接続信頼性、および導体接着強度に優れたものとすることができます。³⁰

【0033】

また、本発明の多層配線基板において使用される導電性ペースト組成物は、通常の印刷手法によってビアホールに充填することができ、また、鉛を含有しないため環境負荷が小さく好ましいものである。また、導電性ペースト組成物において、非鉛半田粒子の融点がバインダー成分の硬化温度範囲に含まれるような、非鉛半田粒子およびバインダー成分を組み合わせて使用していることから、半田成分が第2の金属粒子および導体パターンを形成する金属との間で、高度に金属拡散接合する。これにより、本発明の多層配線基板を、そのビアホールの抵抗値を非常に低くすることができ、また、吸湿耐熱性、接続信頼性、および導体接着強度に優れたものとすることができます。⁴⁰

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

以下、本発明を図面に示す実施形態に基づき説明する。

図1に本発明の多層配線基板200の製造方法の概略を示す。図1(a)～(g)に示すように、本発明の多層配線基板200aは、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10、この絶縁基材上に設けられた導体パターン20を備え、この絶縁基材10に導電性ペー⁵⁰

スト40が充填されたビアホール30が形成されてなる配線基板100aを、複数枚かさね合わせて、熱融着により積層して製造される。

【0035】

また、本発明の別の形態の多層配線基板200bは、図1(h)～(1)に示すように、熱可塑性樹脂からなる絶縁基材10を備え、この絶縁基材10に導電性ペースト40が充填されたビアホール30が形成されてなる配線基板100bを、この配線基板100bとは異なる熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300と交互に重ね合わせて、熱融着により積層して製造される。以下、本発明の多層配線基板200a、200bの各構成要素を順次説明する。

【0036】

10

<熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10>

熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を形成する熱可塑性樹脂組成物としては、260℃以上の結晶融解ピーク温度(Tm)を有する、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物を用いることが好ましい。なお、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂は相溶系であり、これらの混合組成物は一つの結晶融解ピーク温度を有する。つまり、上記においては、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物が示す一つの結晶融解温度が260℃以上であることを意味している。

【0037】

20

このポリアリールケトン樹脂は、その構造単位に芳香核結合、エーテル結合およびケトン結合を含む熱可塑性樹脂であり、その代表例としては、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン等があり、なかでも、ポリエーテルエーテルケトンが好ましい。なお、ポリエーテルエーテルケトンは、「PEEK151G」、「PEEK381G」、「PEEK450G」(いずれもVICTREX社の商品名)等として市販されている。

【0038】

また、非晶性ポリエーテルイミド樹脂は、その構造単位に芳香核結合、エーテル結合およびイミド結合を含む非晶性熱可塑性樹脂であり、特に制限されるものではない。なお、ポリエーテルイミドは、「Ultim CRS5001」、「Ultim 1000」(いずれもゼネラルエレクトリック社の商品名)等として市販されている。

30

【0039】

ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合割合としては、積層する他の配線基板100、300との密着性を考慮した場合、ポリアリールケトン樹脂を30質量%以上かつ70質量%以下含有し、残部を非晶性ポリエーテルイミド樹脂および不可避不純物とした混合組成物を用いることが好ましい。ここで、ポリアリールケトン樹脂の含有率を30質量%以上かつ70質量%以下と限定した理由は、ポリアリールケトン樹脂の含有率が高すぎると、熱可塑性樹脂組成物の結晶性が高いために多層化する際の積層性が低下するからであり、また、ポリアリールケトン樹脂の含有率が低すぎると、熱可塑性樹脂組成物全体としての結晶性自体が低くなり、結晶融解ピーク温度が260℃以上であってもリフロー耐熱性が低下するからである。

40

【0040】

この熱可塑性樹脂組成物は無機充填材を含有していてもよい。無機充填材としては、特に制限はなく、公知のいかなるものも使用できる。例えば、タルク、マイカ、雲母、ガラスフレーク、窒化ホウ素(BN)、板状炭カル、板状水酸化アルミニウム、板状シリカ、板状チタン酸カリウム等が挙げられる。これらは1種類を単独で添加してもよく、2種類以上を組み合わせて添加してもよい。特に、平均粒径が15μm以下、アスペクト比(粒径/厚み)が30以上の鱗片状の無機充填材が、平面方向と厚み方向の線膨張係数比を低く抑えることができ、熱衝撃サイクル試験時の基板内のクラック発生を抑制することができるので、好ましい。

【0041】

50

この無機充填材の添加量は、熱可塑性樹脂 100 質量部に対して 20 質量部以上かつ 50 質量部以下が好ましい。無機充填材の添加量が多すぎると、無機充填材の分散不良の問題が発生し、線膨張係数がばらつき易くなったり、強度低下を招き易くなったりするからである。また、無機充填材の添加量が少なすぎると、線膨張係数を低下させて寸法安定性を向上させる効果が小さく、リフロー工程において他の配線基板 300 や導電パターン 20 との線膨張係数差に起因する内部応力が発生し、基板にそりやねじれが発生するからである。

【 0042 】

また、熱可塑性樹脂組成物は、その性質を損なわない程度に、他の樹脂や無機充填材以外の各種添加剤、例えば、安定剤、紫外線吸収剤、光安定剤、核剤、着色剤、滑剤、難燃剤等を適宜含有していてもよい。これら無機充填材を含めた各種添加剤を添加する方法としては、公知の方法、例えば下記に挙げる方法 (a)、(b) を用いることができる。

【 0043 】

(a) 各種添加剤を、ポリアリールケトン樹脂および/または非晶性ポリエーテルイミド樹脂の基材（ベース樹脂）に高濃度（代表的な含有量としては 10 ~ 60 質量% 程度）に混合したマスターバッチを別途作製しておき、これを使用する樹脂に濃度を調整して混合し、ニーダーや押出機等を用いて機械的にブレンドする方法。(b) 使用する樹脂に直接各種添加剤をニーダーや押出機等を用いて機械的にブレンドする方法。これらの方法の中では、(a) の方法が分散性や作業性の点から好ましい。さらに、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 10 の表面には積層性を向上させる目的でコロナ処理等を適宜施しても構わない。

【 0044 】

< 導体パターン 20 >

導体パターン 20 は、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 10 上に、金属箔を熱圧着等により貼り付けた後、エッティング処理して導体パターン 20 とする方法、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 10 を押出製膜する際に金属箔に直接ラミネートする方法、あるいは、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 10 上に、レジストを形成して、メッキにより導体パターン 20 を形成する方法、等の通常の回路パターンを作製する方法により形成することができる。なお、以下において説明するように、本発明における好ましい形態である熱可塑性樹脂組成物は、急冷製膜により非晶性フィルム化されているので、比較的低温において熱圧着することが可能である。導体パターン 20 を形成する金属としては、Au、Ag、Cu 等の電気抵抗が小さい金属を使用することができる。この中でも、配線基板の導体パターンとして使用してきた実績が豊富であること、コストが低いことから、Cu を使用することが好ましい。

【 0045 】

< 導電性ペースト組成物 40 >

熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 10 には、ビアホール 30 が形成され、この中に導電性ペースト組成物 40 が充填される。本発明の多層配線基板 200 において使用される導電性ペースト組成物 40 は、導電粉末、および、バインダー成分を含むものである。

【 0046 】

(導電粉末)

本発明において使用する導電粉末は、第 1 の合金粒子と第 2 の金属粒子とから構成されるものである。

【 0047 】

第 1 の合金粒子は、180 以上 260 未満の融点を有する非鉛半田粒子である。このような非鉛半田粒子としては、例えば、Sn - Cu、Sn - Sb、Sn - Ag - Cu、Sn - Ag - Cu - Bi、Sn - Ag - In、Sn - Ag - In - Bi、Sn - Zn、Sn - Zn - Bi、および、Sn - Ag - Bi を挙げることができる。これらの非鉛半田粒子は、錫を金属拡散させるという効果において信頼をおけるものである。また、第 1 の合金粒子としては、これらの非鉛半田粒子の二種以上の混合物を使用することもできる。

10

20

30

40

50

【0048】

第2の金属粒子は、Au、Ag、Cuからなる群から選ばれる少なくとも一種以上の金属粒子である。第2の金属粒子は、電気抵抗値が低い金属から形成されている粒子であり、ビアホールの電気伝導性を担うものである。また、第2の金属粒子は、第1の合金粒子に比べて融点が高く、加熱時における導電性ペースト組成物の粘度を保持する役割を有する。

【0049】

導電粉末における、第1の合金粒子および第2の金属粒子の混合割合は、質量比で、「76/24」以上「90/10」未満である（「第1の合金粒子」/「第2の金属粒子」）。この範囲を超えて、第1の合金粒子の量が多すぎると、基板を加熱積層する際に、導電性ペースト組成物の粘度の低下が大きく、導電性ペースト組成物40がビアホール30から流出してしまうおそれがある。

10

【0050】

第1の合金粒子および第2の金属粒子の平均粒子径は、10μm以下であることが好ましい。第1の合金粒子をこのような粒径とすることによって、導電性ペースト組成物40をビアホール30に充填しやすくなり、また、金属拡散が生じやすくなる。また、第2の金属粒子をこのような粒径とすることによって、基板を加熱積層する際ににおける導電性ペースト組成物の粘度を調整する効果が良好となる。

【0051】

第1の合金粒子と第2の金属粒子の平均粒径差は、2μm以下であることが好ましい。このように粒径をなるべくそろえることによって、金属拡散接合を生じやすくすることができる。

20

【0052】

(バインダー成分)

本発明において使用するバインダー成分は、加熱により硬化する重合性単量体の混合物である。このようなバインダー成分としては、アルケニルフェノール化合物およびマレイミド類の混合物を挙げることができる。なお、アルケニルフェノール化合物および/またはマレイミド類が、高分子化合物であっても、これらを加熱することにより、架橋反応して硬化するものであれば、本発明の重合性単量体に含まれるものとする。

【0053】

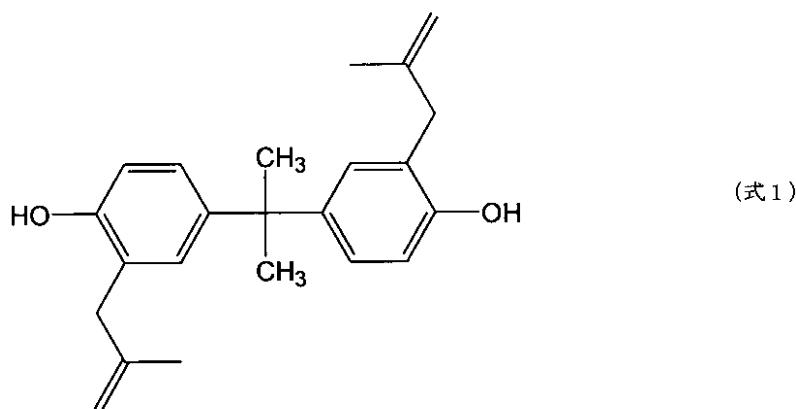
30

アルケニルフェノール化合物としては、分子中に少なくとも2個のアルケニル基を有するアルケニルフェノール化合物、つまり、芳香環の水素原子の一部がアルケニル基に置換されたフェノール系化合物を挙げることができる。また、具体的には、このようなアルケニルフェノール化合物としては、ビスフェノールAまたはフェノール性水酸基含有ビフェニル骨格にアルケニル基が結合した化合物を挙げることができる。さらに具体的には、3,3'-ビス(2-プロペニル)-4,4'-ビフェニルジオール、3,3'-ビス(2-プロペニル)-2,2'-ビフェニルジオール、3,3'-ビス(2-メチル-2-プロペニル)-4,4'-ビフェニルジオール、3,3'-ビス(2-メチル-2-プロペニル)-2,2'-ビフェニルジオール等のジアルケニルビフェニルジオール化合物；2,2'-ビス[4-ヒドロキシ-3-(2-プロペニル)フェニル]プロパン、2,2'-ビス[4-ヒドロキシ-3-(2-メチル-2-プロペニル)フェニル]プロパン（以下、「ジメタリルビスフェノールA」と云う。）等のジアルケニルビスフェノール化合物を挙げることができる。この中でも、原料コストが安く、安定供給が可能であるという点から、アルケニルフェノール化合物としては、ジメタリルビスフェノールAを使用することが好ましい。ジメタリルビスフェノールAの構造式を式1に示す。

40

【0054】

【化1】

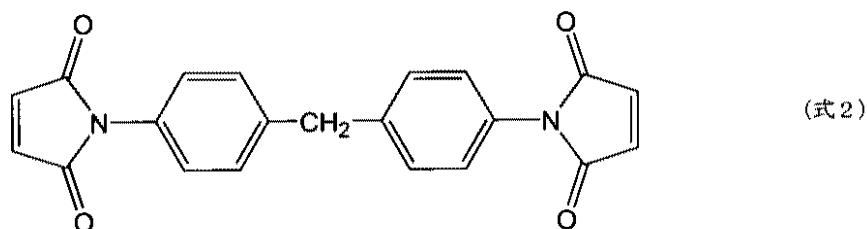


【0055】

マレイミド類としては、分子中に少なくとも2個のマレイミド基を有するマレイミド化合物を挙げることができ、具体的には、ビス(4-マレイミドフェニル)メタン等のビスマレイミド、トリス(4-マレイミドフェニル)メタン等のトリスマレイミド、ビス(3,4-ジマレイミドフェニル)メタン等のテトラキスマレイミドおよびポリ(4-マレイミドスチレン)等のポリマレイミド等を挙げができる。この中でも、マレイミド類としては、原料コストが安く、安定供給が可能であるという点から、ビス(4-マレイミドフェニル)メタンを使用することが好ましい。ビス(4-マレイミドフェニル)メタンの構造式を式2に示した。

【0056】

【化2】



【0057】

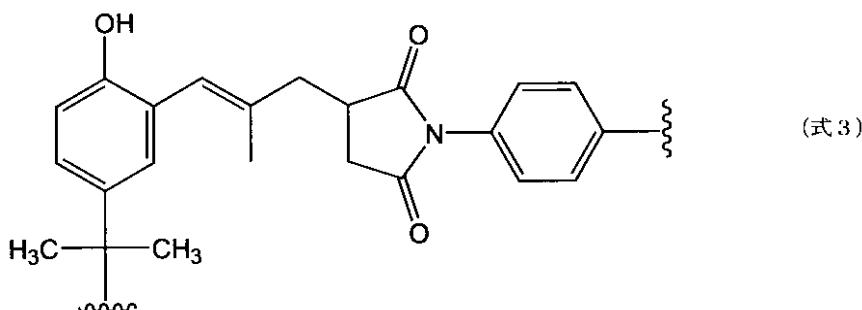
このバインダー成分において、アルケニルフェノール化合物およびマレイミド類の混合比は、モル比で、「30/70」以上「70/30」未満であることが好ましい（「アルケニルフェノール化合物」／「マレイミド類」）。この範囲を超えて、バインダー成分中のどちらかの成分が多すぎると、生成する樹脂が脆くなり、導電性ペースト組成物40と導体パターン20部との接着力が低下してしまう。

【0058】

バインダー成分の硬化反応について、以下説明する。アルケニルフェノール化合物におけるアルケニル基は、マレイミド化合物のエチレン性不飽和基と交互共重合および/または付加反応し、またフェノール性水酸基もマレイミド基のエチレン性不飽和基と付加反応する。以下、バインダー成分として例示した、ジメタリルビスフェノールAおよびビス(4-マレイミドフェニル)メタンの硬化機構について、具体的に説明する。まず、120～180に加熱した段階で、以下の式3で示される線状の重合体が得られる。

【0059】

【化3】



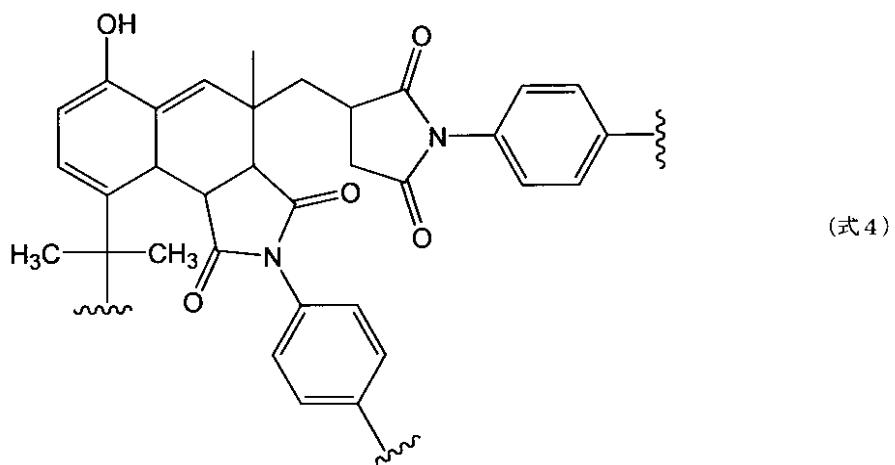
10

【0060】

さらに、200 以上に加熱すると、例えば、以下の式4で示される三次元状に架橋した重合体が得られる。

【0061】

【化4】



20

【0062】

本発明においては、このようなバインダー成分の三次元架橋による硬化が、半田成分が第2の金属粒子および/または導体パターン20を形成する金属へ金属拡散することを促進し、これにより高度な金属拡散接合が形成されると考えられている。つまり、バインダー成分が硬化する時に、ピアホール30内の第1の合金粒子および第2の金属粒子に圧力がかかり、これにより、半田成分が、金属粒子および導体パターン20を形成する金属へ金属拡散することが促進されると考えられている。バインダー成分の弾性率が、温度によって変化する様子を図2に示す。単量体混合物の弾性率は、温度の上昇により小さくなっていく。しかし、120～180において式3で示した線状の重合体が形成されることによって、弾性率が急に大きくなる(図2における、「単量体混合物」のグラフから、「架橋後」のグラフとなる。)。その後、線状の重合体は、200以上において、式4で示される三次元状に架橋した重合体に変化していくと考えられている。架橋後のグラフは、温度の上昇と共に小さくなる傾向はある。しかし、高温領域においても溶融することなく、一定の弾性率を保っている。

30

40

【0063】

このように、180～260において非鉛半田粒子が融解した時に、バインダー成分は硬化反応することにより、一定の弾性率を保持する。このように、融解した非鉛半田粒子に対して、バインダーが硬化することによる圧力がかかり、これにより、導電性ペースト組成物40において、金属拡散接合が生じると考えられる。そして、このような導電性ペースト組成物40を用いた、本発明の多層配線基板200は、そのピアホールの抵抗値が非常に低いものとなり、吸湿耐熱性、接続信頼性、および、導体接着強度に優れたものになると考えられる。

50

【0064】

このような観点から、半田粒子が溶解した段階で、バインダー成分が硬化する必要があり、非鉛半田粒子の融点が、バインダー成分の硬化温度範囲に含まれている必要がある。これに対して、バインダー成分の硬化温度範囲に比べて、非鉛半田粒子の融点が高すぎる場合は、バインダー成分が硬化する段階において、非鉛半田粒子は未だ融解していないため、金属拡散が促進されるという効果を享受することができない。また、バインダー成分の硬化温度範囲に比べて、非鉛半田粒子の融点が低すぎる場合は、溶解した半田成分がビアホールからはみ出してしまうおそれがある。

【0065】

なお、バインダー成分の硬化温度範囲は、昇温速度10 /分における示差走査熱量測定(DSC)により測定した発熱ピークの発生温度により、測定した。

10

【0066】

上記したように、導電性ペースト組成物40は、導電粉末およびバインダー成分を含有するものであるが、この導電粉末およびバインダー成分の混合比は、質量比で、「90/10」以上「98/2」未満である(「導電性粉末」/「バインダー成分」)。この範囲を超えて、導電性粉末の量が少なすぎるとビアホールに充填した導電性ペーストの電気抵抗値が増加してしまう。また、この範囲を超えて、導電性粉末の量が多すぎると、導電性ペースト組成物40をビアホール30に印刷充填する作業性が悪化し、また、導電性ペースト組成物40と導体パターン20部との接着強度が低下してしまう。

【0067】

20

<熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300>

熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300としては、ガラスエポキシ基板(FR4基板)、2層ポリイミド基板、擬似2層ポリイミド基板、3層ポリイミド基板、液晶ポリマー(LCP)基板、低温焼成セラミック(LTCC)基板を使用することができる。これらの配線基板300は、二種以上を併せて積層して多層基板200を形成してもよい。

【0068】

ガラスエポキシ基板(FR4基板)の製造方法について説明する。まず、ガラスクロスに熱硬化性樹脂を含浸させ半硬化状態(Bステージ化)とした絶縁基材(プリプレグ)を用意する。次いで、絶縁基材の所定位置に、レーザー若しくは機械ドリル等を用いて絶縁基材を貫通する貫通孔を形成し、これをビアホールとする。次いで、スクリーン印刷等によりビアホール内に導電性ペーストを充填する。そして、必要により、加熱して溶剤を揮発させて導電性ペーストを固化させる。配線基板300に用いられる導電性ペーストとしては、特に限定されず、ビアホール充填用に使用される一般的な導電性ペーストを使用することができる。また、配線基板300に用いられる導電性ペーストとして、配線基材100において使用する導電性ペースト組成物40を使用することもできる。次いで、必要に応じて、絶縁基材の表面上にはみ出した導電性ペーストの乾燥固化物を機械的研磨等により除去して、そして、絶縁基材の一方の面あるいは両方の面に、銅箔を熱圧着すると同時に絶縁基材を完全に硬化する(Cステージ化)。次いで、銅箔をエッチングによりパターンングし、導体パターンを形成する。以上より、ガラスエポキシ基板を使用した熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300を製造することができる。

30

【0069】

40

上記したエポキシ樹脂の「Bステージ」とは、樹脂、硬化剤を混合した場合において、反応がある程度進んだ、半硬化(Semi-cure)の状態をいう。この段階では、もはや大部分は溶剤に溶解しないが、加熱すると溶解してさらに反応が進む。また、「Cステージ」とは、反応の最終段階で不溶不融の完全硬化の状態をいう。

【0070】

50

また、液晶ポリマー(LCP)基板の製造方法について説明する。まず、LCPからなる絶縁基板を用意する。LCPとしては、LCPⅠ型(液晶転移温度:350)、LCPⅡ型(液晶転移温度:300)等を使用することができる。LCPからなる絶縁基

材としては、フィルム状、薄板状、またはシート状が好ましい。その成形方法としては、公知の方法、例えばTダイを用いる押出キャスト法、あるいはカレンダー法、インフレーション成形法等が好ましく、特に限定されるものではないが、シートの製膜性や安定生産性等を考慮すると、Tダイを用いる押出キャスト法が好ましい。Tダイを用いる押出キャスト法での成形温度は、用いる樹脂の流動性や製膜性等によって適宜調整されるが、概ね、LCPⅠ型樹脂の場合、400～420、LCPⅡ型樹脂の場合、350～370である。製膜時に銅箔を貼り付け、その後、絶縁基材にビアホールを形成し、パターンングして導体パターンを形成することについては、上記したガラスエポキシ基板の製造方法における場合と同様である。

【0071】

10

銅箔上にキャスト法や流延法でポリイミド層を形成した2層ポリイミド基板や、ポリイミドフィルムと銅箔間に熱可塑性ポリイミド層を接着層として熱ラミネートした擬似2層ポリイミド基板や、ポリイミドフィルムと銅箔間に熱硬化型の接着剤を用いた3層ポリイミド基板についても、上記したガラスエポキシ基板、LCP基板と同様の製造方法により製造することができる。

【0072】

L T C C (低温焼成セラミック)基板は、焼成前のL T C C (低温焼成セラミック)基板にビアホールを形成し、ビアホール中にAgペーストを充填し、また表層にもAgペースト配線を施し、焼成して作製した。

【0073】

20

<熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を備えた配線基板100aの製造方法>
図1(a)～(e)に、単層の配線基板100aを製造する工程を示した。まず、図1(a)に示すように、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を用意する。絶縁基材10は、フィルム、薄板状またはシート状が好ましく、成形方法としては、公知の方法、例えばTダイを用いる押出キャスト法、あるいはカレンダー法等を採用することができ、特に限定されるものではないが、シートの製膜性や安定生産性等の点から、Tダイを用いる押出キャスト法が好ましい。Tダイを用いる押出キャスト法での成形温度は、用いる樹脂の流動特性や製膜性等によって適宜調整されるが、概ね、260以上の結晶融解ピーク温度を有する、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物の場合、360～400である。また、押出キャスト製膜時に急冷製膜することにより非晶性フィルム化することが必要である。これにより、170～230付近に弾性率が低下する領域を発現するので、この温度領域での熱成形、熱融着が可能となる。詳細には、170付近で弾性率が低下し始め、200付近において熱成形、熱融着が可能となる。また、図3に示したグラフは、昇温速度を3/分として弾性率を測定したものであるが、昇温速度を10/分とすると、非晶から結晶への転移が遅れて、230付近において弾性率がもっとも低くなる。

30

【0074】

次いで、図1(b)に示すように、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10の表面に金属箔が貼り付けられる。上記したように熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10は非晶性の状態であるため、熱可塑性樹脂の結晶化が大きく進行しないガラス転移温度の少し上の温度での比較的短時間での熱圧着により、絶縁基材の結晶化を進行させずに金属箔を貼り付けることができる。また、絶縁基材10を製膜する際に銅箔を同時にラミネートして図1(b)の段階にしても良い。

40

【0075】

次いで、図1(c)に示すように、絶縁基材10の所定位置に、レーザー若しくは機械ドリル等を用いてビアホール30が形成される。次いで、図1(d)に示すように、金属箔の表面にレジストを回路パターン状に塗布して、エッチング、レジスト除去する等の通常の方法により、導体パターン20が形成される。なお、ビアホールを形成してから、銅箔を貼り付けて、導体パターン20を形成してもよいし、導体パターン20を形成してから、ビアホールを形成してもよく、各手順の順序は特に限定されない。次いで、ビアホー

50

ル 3 0 に、スクリーン印刷等の通常の印刷手法によって、導電性ペースト組成物 4 0 が充填され、図 1 (e) に示すような単層の配線基板 1 0 0 a が作製される。

【 0 0 7 6 】

< 热可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 1 0 の温度に対する弾性率の挙動 >

ここで、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 1 0 の温度に対する弾性率の挙動について説明する。熱可塑性樹脂組成物として、2 6 0 以上 の結晶融解ピーク温度 (Tm) を有する、ポリアリールケトン樹脂および非晶性ポリエーテルイミド樹脂の混合組成物であつて、特に、ポリアリールケトン樹脂としてポリエーテルエーテルケトンを使用した場合における絶縁基材 1 0 の、温度に対する弾性率の挙動を図 3 に示した。

【 0 0 7 7 】

「積層前」と表示されているのが、多層配線基板 2 0 0 として積層する前における、絶縁基材 1 0 の温度に対する弾性率の挙動を示したグラフである。また、「積層後」と表示されているのが、所定の条件において加熱・加圧することによって多層配線基板 2 0 0 とした後における、絶縁基材 1 0 の温度に対する弾性率の挙動を示したグラフである。積層前の状態では、上記したように、絶縁基材 1 0 は急速製膜することにより非晶性フィルム化されている。よって、2 0 0 付近という比較的低温領域において弾性率が十分に低下する。これにより、積層前の絶縁基材 1 0 は、比較的低温において熱成形、熱融着することができる。

【 0 0 7 8 】

非晶性フィルム化されている絶縁基材 1 0 は、多層配線基材 2 0 0 を製造する際ににおける所定の条件下での加熱・加圧成形によって、結晶性へと変化する。これに伴って絶縁基材 1 0 の弾性率は大きく変化して、図 3 における積層後のグラフで示されるような挙動を示すようになる。これにより、以下に説明するように金属拡散接合を促進するという効果を発揮して、本発明の多層配線基板 2 0 0 を、そのビアホールの抵抗値を非常に小さくすることができると共に、吸湿耐熱性、接続信頼性、および導体接着力に優れたものとすることができると考えられている。

【 0 0 7 9 】

次に、どのように金属拡散接合が促進されるかについて説明する。ここで、導電性ペースト組成物 4 0 中の非鉛半田粒子と熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 1 0 との関係が重要であり、非鉛半田粒子の融点における、熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率は、1 0 M P a 以上 5 G P a 未満であることが好ましい。なお、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 1 0 を形成する熱可塑性樹脂組成物として、上記した好ましい形態である、ポリエーテルエーテルケトンおよび非晶性ポリエーテルイミドの混合組成物を使用した場合は、図 3 に示すように、1 8 0 以上 2 6 0 未満という非鉛半田粒子の融点における、熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率は、1 0 M P a 以上 5 G P a 未満となっている。なお、熱可塑性樹脂組成物の貯蔵弾性率は、粘弹性評価装置を用い、測定周波数 1 H z で昇温速度 3 / 分で測定した値である。

【 0 0 8 0 】

上記のように非鉛半田粒子の融点において、熱可塑性樹脂組成物が 1 0 M P a 以上 5 G P a 未満の貯蔵弾性率を有するものとすることは、非鉛半田粒子の融点において、熱可塑性樹脂組成物にある程度の柔軟性を持たせると共に、溶融せずにある程度の弾性率を保持させていることを意味している。

【 0 0 8 1 】

このように、非鉛半田粒子の融点において、熱可塑性樹脂組成物にある程度の柔軟性を持たせることによって、導電性ペースト組成物 4 0 と熱可塑性樹脂組成物とが相互になじむことができ、導電性ペースト組成物 4 0 と熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材 1 0 との接着性が向上する。また、非鉛半田粒子の融点において、熱可塑性樹脂組成物が溶融せずに、ある程度の弾性率を保持することによって、配線基板 1 0 0 を熱融着により積層する際に、導電性ペースト組成物 4 0 をビアホールの側面である熱可塑性樹脂組成物により締め付けることができ、導電性ペースト組成物 4 0 に圧力をかけることができる。これに

10

20

30

40

50

より、非鉛半田粒子中の錫成分が第2の金属粒子および/または導体パターン20を形成する金属中に金属拡散し、金属拡散接合を形成させることができると考えられている。

【0082】

<本発明の多層配線基板200の製造方法>

図1(e)～(g)に、本発明の多層配線基板200aの製造工程を示した。図1(f)に示すように、作製した単層の配線基板100aを複数枚重ね合わせる。図示した形態においては、単層配線基板100aを三つ重ね合わせている。また、最下層の基板をその方向を変えて重ね合わせて、多層基板の外側に導体パターン20が形成されるようにしている。具体的には、図4に示すように、ヒーター内蔵の積層治具50内に下側より弾性および離型性を有するクッションフィルム51、配線基材100aを三つ、その上に、クッションフィルム51を重ねて、その後、押圧治具52を、図中に示した矢印の方向に押し下げることで、三つの配線基材100aに熱圧着を施し、これらを積層一体化して本発明の多層配線基板200aを製造する。各層の積層条件としては、金属拡散接合を効果的に起こらしめる観点から、温度：200以上260未満、圧力：3MPa以上8MPa未満、プレス時間：10分以上40分未満とすることが好ましい。

10

【0083】

図1(h)～(l)は、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を備えた配線基板100b、および、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300を交互に重ね合わせて、本発明の多層配線基板200bを製造する工程を示した図である。まず、図1(h)に示すように、熱可塑性樹脂組成物からなる絶縁基材10を用意する。成形方法については、図1(a)の場合と同様である。次いで、図1(i)に示すように、絶縁基材10の所定位置に、レーザー若しくは機械ドリル等を用いてビアホール30が形成される。そして、スクリーン印刷等の通常の印刷手法によって、形成されたビアホール30に導電性ペースト組成物40が充填され、図1(j)に示すような単層の配線基板100bが製造される。

20

【0084】

次いで、図1(k)に示すように、製造した単層の配線基板100bと、この配線基板100bとは異なる熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300とを交互に重ね合わせる。図示した形態においては、配線基板100bを真ん中にし、その両側に、熱可塑性樹脂以外からなる配線基板300が配置されている。

30

【0085】

そして、所定の条件において、各層が熱融着され、図1(l)に示すように本発明の多層配線基板200bが作製される。積層方法、積層条件は、上記の図1(g)において示した方法、条件と同様である。

【0086】

なお、図1(a)～(g)に示した製造方法においては、単層配線基板100aの片面に導体パターン20を形成しており、また、図1(h)～(l)に示した製造方法においては、単層配線基板100bに導体パターン20を形成せずに、熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板300の両面に導体パターン20を形成しているが、製造する多層配線基板200a、200bにおいて所望の位置に導体パターン20が形成されるのであれば、単層配線基板100a、100b、300における導体パターンを形成する箇所は特に限定されず、適宜変更することができる。

40

【実施例】

【0087】

<実施例1>

(絶縁基材10の作製)

ポリエーテルエーテルケトン樹脂(PEEK450G、T_m=335)40質量%と、非晶性ポリエーテルイミド樹脂(Ultem1000)60質量%とからなる樹脂混合物100質量部に対して、平均粒径5μm、平均アスペクト比5.0の合成マイカを39質量部混合して得られた熱可塑性樹脂組成物を溶融混練し、急冷製膜して100μm厚の

50

非晶性フィルムからなる絶縁基材 10 を作製した。この非晶性フィルムを、示差走査熱量計を用いて 10 / 分で昇温させながら測定した時の結晶融解ピーク温度 (Tm) は、335 であった。

【0088】

(ビアホール充填用導電性ペースト組成物の作製)

Sn - Ag - Cu 合金粒子 (平均粒径 5.55 μm、融点 220) 、 Sn : Ag : Cu (質量比) = 96.5 : 3 : 0.5 76 質量% および Cu 粒子 (平均粒径 5 μm) 24 質量% の割合で混合した導電粉末 97 質量部に対して、ジメタリルビスフェノール A 50 質量% およびビス (4-メレイミドフェニル) メタン 50 質量% の割合で混合した重合性単量体の混合物 3 質量部、ならびに溶剤として ブチロラクトン 7.2 質量部、を添加して、3 本ロールで混練して導電性ペースト組成物を調製した。

10

【0089】

(単層の配線基板 100a の作製)

205、5 MPa、10 分間の熱圧着により、12 μm の厚みの銅箔を上記で作製した絶縁基材 10 に貼り付けた。次いで、絶縁基材の所望の位置に、レーザーを使用して絶縁基材を貫通する直径 100 μm のビアホールを形成した。そして、上記で調製した導電性ペースト組成物を、このビアホールにスクリーン印刷により充填した。充填後、125、45 分間加熱し、溶剤を揮発させて導電性ペーストを乾燥固化した。その後、フォトリソグラフ法によって、銅箔に導体パターンを形成して、単層の配線基板 100a を作製した。

20

【0090】

(多層配線基板 200a の作製)

上記で得られ单層の配線基板 100a を 3 枚用意し、ビア部の位置が合うように積み重ね、温度 230、5 MPa、30 分間、真空プレスすることにより積層して、絶縁基材 10 が結晶化した層厚 0.3 mm の 3 層の多層配線基板 200a を作製した。

【0091】

< 実施例 2 >

実施例 1 において導電性ペースト組成物中の導電粉末を 95 質量部、重合性単量体の混合物を 5 質量部とした以外は、実施例 1 と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、单層の配線基板 100a および多層配線基板 200a を作製した。

30

【0092】

< 実施例 3 >

実施例 1 において導電性ペースト組成物中の導電粉末を、Sn - Ag - Cu 合金粒子 85 質量%、Cu 粒子 15 質量% の割合で混合したものとした以外は、実施例 1 と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、单層の配線基板 100a および多層配線基板 200a を作製した。

【0093】

< 実施例 4 >

(单層の配線基板 100b の作製)

40

実施例 1 において、絶縁基材 10 に銅箔を貼り付けない以外は、実施例 1 と同様にして单層の配線基板 100b を作製した。

(ガラスエポキシ基板 (FR4) の作製)

ガラスクロスにエポキシ樹脂組成物を含浸させて、厚さ 100 μm の半硬化状態 (B ステージ) のプリプレグを用意した。このプリプレグの所定の箇所にレーザーによりビアホールを形成し、このビアホールに実施例 1 において調製した導電性ペースト組成物をスクリーン印刷により充填した。充填後、125、45 分間加熱し、溶剤を揮発させて導電性ペーストを乾燥固化した。

そして、プリプレグの両面に 12 μm の厚さの銅箔を 180、5 MPa、30 分間の熱圧着により貼り付け、これと同時にエポキシ樹脂を完全に硬化した (C ステージ)。次

50

いで、フォトリソグラフ法によって、銅箔に導体パターンを形成して、ガラスエポキシ基板を作製した。

(多層配線基板 200b の作製)

上記で得られ单層の配線基板 100b を 1 枚、および、ガラスエポキシ基板を 2 枚用意して、これらを交互に、ビア部の位置が合うように積み重ね、温度 230 、 5 MPa 、 30 分間、真空プレスすることにより積層して、絶縁基材 10 が結晶化した層厚 0.3 mm の 3 層の多層配線基板 200b を製造した。

【0094】

<実施例 5 >

実施例 4 において、ガラスエポキシ基板の代わりに、液晶ポリマー基板を用いた以外は、実施例 4 と同様にして、多層配線基板 200b を製造した。液晶ポリマー基板の製造方法を以下に説明する。

(液晶ポリマー基板の製造方法)

T ダイを用いた押出キャスト法によって、LCPⅠ型を 420 にて押し出すと同時に、 12 μm の厚さの銅箔を両面に貼り付けた。その後、上記のガラスエポキシ基板における場合と同様にして、ビアホールを形成し、導電性ペースト組成物を充填・乾燥し、導体パターンを形成して、厚さ 0.1 mm の液晶ポリマー基板を得た。

【0095】

<実施例 6 >

実施例 4 において、ガラスエポキシ基板の代わりに、 3 層ポリイミド基板を用いた以外は、実施例 4 と同様にして、多層配線基板 200b を得た。 3 層ポリイミド基板の製造方法を以下に説明する。

(3 層ポリイミド基板の製造方法)

35 μm のポリイミドフィルムの両面に、熱硬化型の接着層を薄くコーティングし、接着層の硬化が進まない程度に乾燥固化させ、この接着層付きポリイミドフィルムの所定の箇所にビアホールを形成し、このビアホールに実施例 1 において調製した導電性ペースト組成物をスクリーン印刷により充填した。充填後、さらに、接着層の硬化が進まない 125 45 分間の条件で加熱乾燥し、溶剤を揮発させて導電性ペーストを乾燥固化した。そして、ビアが形成された接着層付きポリイミドフィルムの両面に 12 μm の厚さの銅箔を 180 、 5 MPa 、 30 分間の熱圧着により貼り付け、これと同時にエポキシ樹脂を完全に硬化した (C ステージ)。次いで、フォトリソグラフ法によって、銅箔に導体パターンを形成して、厚さ 60 μm の 3 層ポリイミド両面基板を作製した。

【0096】

<実施例 7 >

実施例 4 において、ガラスエポキシ基板の代わりに、 L T C C を用いた以外は、実施例 4 と同様にして、多層配線基板 200b を得た。 L T C C の製造方法を以下に説明する。

(L T C C の製造方法)

焼成前の L T C C (低温焼成セラミック) 基板にビアホールを形成し、このビアホール中に Ag ペーストを充填し、焼成前の基板の表裏層に Ag ペースト配線を施し、焼成して、 L T C C 両面基板を作製した。

【0097】

<比較例 1 >

実施例 1 において導電性ペースト組成物中の導電粉末を 98 質量部、重合性单量体の混合物を 2 質量部とした以外は、実施例 1 と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、单層の配線基板 100a および多層配線基板 200a を作製した。

【0098】

<比較例 2 >

実施例 1 において導電性ペースト組成物中の導電粉末を 89 質量部、重合性单量体の混合物を 11 質量部とした以外は、実施例 1 と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、单層の配線基板 100a および多層配線基板 200a を作製した。

10

20

30

40

50

【0099】

<比較例3>

実施例1において導電性ペースト組成物中の導電粉末を、Sn-Ag-Cu合金粒子75質量%、Cu粒子25質量%の割合で混合したものとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

【0100】

<比較例4>

実施例1において導電性ペースト組成物中の導電粉末を、Sn-Ag-Cu合金粒子91質量%、Cu粒子9質量%の割合で混合したものとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

10

【0101】

<参考例1>

実施例1において導電性ペースト組成物中のSn-Ag-Cu合金粒子の平均粒径を、15μmとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

【0102】

<参考例2>

実施例1において導電性ペースト組成物中のCu粒子の平均粒径を、15μmとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

20

【0103】

<参考例3>

実施例1において導電性ペースト組成物中のCu粒子の平均粒径を、3.5μmとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

【0104】

<参考例4>

実施例1において導電性ペースト組成物中のSn-Ag-Cu合金粒子の平均粒径を、8μmとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

30

【0105】

<参考例5>

実施例1において導電性ペースト組成物中の重合性单量体の混合物を、ジメタリルビスフェノールA25質量%およびビス(4-マレイミドフェニル)メタン75質量%の割合で混合したものとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

【0106】

<参考例6>

実施例1において導電性ペースト組成物中の重合性单量体の混合物を、ジメタリルビスフェノールA75質量%およびビス(4-マレイミドフェニル)メタン25質量%の割合で混合したものとした以外は、実施例1と同様にして、導電性ペースト組成物を調製し、単層の配線基板100aおよび多層配線基板200aを作製した。

40

【0107】

<比較例5>

比較のために、特許文献2に記載の導電性ペースト、多層配線基板を作製した。

(導電性ペーストの調製)

銀被覆銅粉末(平均粒径5μm、銀含有量6質量%)60質量%と、Pb-Sn合金(平均粒径10μm、Pb:Sn質量比=38:62、融点=約183)40質量%の割

50

合で混合した金属成分 96 質量部に対して、エポキシ樹脂を 4 質量部、溶剤として 2-オクタノールを 2.0 質量部添加し、3 本ロールで混練して導電性ペーストを調製した。

(多層配線基板の作製)

ポリフェニレンエーテル樹脂 40 体積%と、シリカを 60 体積%からなる B ステージの絶縁シートに対して、マイクロドリルによって直径が 200 μm のビアホールを形成し、このビアホール内に前記において調製した導電性ペースト組成物を充填した。そして、導電性ペーストを埋め込んだ B ステージ状態の絶縁シートの両面に、厚さ 12 μm の銅箔からなる導体配線層を転写法により前記ビアホール導体の両端を狭持するように貼りあわせた後、200 、 1 時間の条件にて熱処理を施した。次いで、フォトリソグラフ法によって、銅箔に導体パターンを形成して、単層基板を作製した。この単層基板 4 枚を、ビア部の位置が合うように積み重ねて、温度 200 、 5 MPa 、 30 分間、真空プレスすることにより積層し、4 層の多層配線基板を製造した。

【0108】

<比較例 6>

(圧接ペーストの作製)

Ag 粒子 (平均粒径 5 μm) 90 質量部に対して、バインダー 10 質量部、溶剤としてブチロラクトン 7 質量部、を添加して、3 本ロールで混練して導電性ペースト組成物を調製した。なお、バインダーとしては、実施例 1 で使用したジメタリルビスフェノール A 50 質量% およびビス (4-マレイミドフェニル) メタン 50 質量% の割合で混合した重合性单量体の混合物を使用した。

(多層配線基板の作製)

上記の圧接ペーストを使用して、実施例 1 と同様にして単層の配線基板 100a 、多層配線基板 200a を作製した。

【0109】

<評価方法>

上記で作製した多層配線基板に対して、以下の評価を行った。それぞれの評価結果を表 1 に示す。

(ビア断面の外観)

得られた多層配線基板のビア部について、断面 SEM 観察を行い、以下の基準により評価した。

：金属粒子が見あたらない。充填欠陥がない。

×：金属粒子が確認できる。または、金属粒子は見あたらないが充填欠陥が存在する。

【0110】

(吸湿耐熱性)

得られた多層配線基板を、125 で 4 時間乾燥する。そして、30 、湿度 85 % の恒温恒湿槽に 96 時間おいて、その後、ピーク温度 250 のリフロー炉で加熱する処理を二度繰り返した。得られた多層配線基板を以下の基準により評価した。

：基板間の積層界面に剥がれがなく、ビアホール中に膨れが生じていない。

×：基板間の積層界面に剥がれ生じ、および / または、ビアホール中に膨れが生じた。

【0111】

(試験前抵抗値)

得られた多層配線基板の最上層から最下層まで配線が施されたテストパターン部において、以下の基準により評価した。

：抵抗値が 1×10^{-4} cm 未満

×：抵抗値が 1×10^{-5} cm 以上

【0112】

(接続信頼性)

上記の吸湿耐熱性における処理を施した多層配線基板に対して、以下の二つの接続信頼性試験を行った。

【0113】

10

20

30

40

50

・耐マイグレーション試験

85、湿度85%の恒温恒湿槽中において、DC50Vを240時間印可した。得られた多層配線基板を以下の基準により評価した。なお、「マイグレーション」とは、例えば、銅からなる導体パターン間において、CuOが形成され、ショートしてしまう現象をいう。

：絶縁抵抗値が低下しなかった。

×：絶縁抵抗値が低下した。

【0114】

・熱衝撃試験

-25において9分、125において9分というサイクルを1000回繰り返した 10
。

得られた多層配線基板を以下の基準により評価した。なお、抵抗変化率は、「|試験前抵抗値 - 試験後抵抗値| / 試験前抵抗値」 × 100(%)で表される値である。

：抵抗変化率が、常温時および恒温時(25)とともに、20%未満である。

×：抵抗変化率が、常温時あるいは恒温時(25)のいずれかにおいて、20%以上である。

【0115】

(導体接着強度)

多層配線基板上に表出した導体パターン部に針金を半田付けし、この針金を上に引き上げ、導体パターン部を剥がした時の強度を測定した。 20

：強度が1N/mm以上であった。

×：強度が1N/mm未満であった。

【0116】

(評価結果)

【0117】

【表1】

(表1)	ビア断面の外観	吸湿耐熱性	試験前抵抗値	導体接着強度	熱衝撃試験		耐マイグレーション試験	
					○	×	○	×
実施例1	○	○	○	○	○	×	○	○
実施例2	○	○	○	○	○	×	○	○
実施例3	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例4	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例5	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例6	○	○	○	○	○	○	○	○
実施例7	○	○	○	○	○	○	○	○
比較例1	×	○	○	○	○	○	○	○
比較例2	○	○	○	○	○	○	○	○
比較例3	○	○	○	○	○	○	○	○
比較例4	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例1	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例2	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例3	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例4	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例5	○	○	○	○	○	○	○	○
参考例6	○	○	○	○	○	○	○	○
比較例5	○	○	○	○	○	○	○	○
比較例6	○	○	○	○	○	○	○	○

【0118】

本発明の多層配線基板は、すべての評価項目において良好な結果を示した（実施例1～7）。これに対して、比較例1においては、導電性ペースト組成物中のバインダー成分の量が少ないため、ビア断面の外観、吸湿耐熱性、試験前抵抗値、および導体接着強度において劣った結果を示した。バインダー成分が少なく、ビア穴へのスクリーン印刷適性が悪く、ビア欠陥が多数発生し、また、金属拡散接合を促進する効果が少なかったためであると考えられる。

【0119】

また、比較例2においては、導電性ペースト組成物中のバインダー成分の量が多すぎるため、試験前抵抗値、導体接着強度において劣った結果を示した。バインダー成分量が多すぎるため、金属拡散接合が十分に生じなかつたためであると考えられる。

【0120】

また、比較例3においては、導電性ペースト組成物中の導電粉末における、第1の合金粒子の割合が少ないため、ビア断面の外観、耐マイグレーション試験において、劣った結

10

20

30

40

50

果を示した。第1の合金粒子は耐マイグレーション性が強く、この割合が少なくなつて、第2の金属粒子のイオンマイグレーションが発生し易くなつたためであると考えられる。

【0121】

また、比較例4においては、導電性ペースト組成物中の導電粉末における、第1の合金粒子の割合が多いため、試験前抵抗値において、劣つた結果を示した。第1の合金粒子は、第2の金属粒子と比較すると抵抗値が高く、これにより多層配線基板の抵抗値が高くなつたと考えられる。

【0122】

参考例1においては、第1の合金粒子の粒径が大きすぎるため、また、参考例2においては、第2の金属粒子の粒径が大きすぎるため、また、参考例3および4においては、第1の合金粒子と第2の金属粒子の粒径差が大きすぎるため、ピア断面の外観、試験前抵抗値において、劣つた結果を示した。第1の合金粒子および第2の金属粒子の粒径および粒径差が本発明の好ましい範囲から外れている参考例1～4においては、金属拡散接合が生じにくくなつたと考えられる。

【0123】

参考例5においては、バインダー成分中のマレイミド類の量が多すぎるため、参考例6においては、バインダー成分中のアルケニルフェノール化合物の量が多すぎるため、生成する樹脂が脆くなつて、導体接着強度が劣つていた。

【0124】

比較例5は、特許文献2に記載の導電性ペースト組成物を用いた例であるが、ピア断面の外観、吸湿耐熱性、および導体接着強度において劣つていた。これは、絶縁基材が熱硬化性PPE樹脂であるとともに、導電性ペースト組成物中のバインダー成分がエポキシ樹脂であることから、半田成分が金属粒子および導体パターン部に金属拡散するための圧力が十分にかからず、金属拡散接合が十分に生じなかつたためであると考えられる。また、熱硬化性PPE樹脂の硬化温度が150～200であるので、比較例5における半田成分を融点が200以上の無鉛半田に変更すると、さらに金属拡散が難しくなり、より劣つた結果を示すことになると考えられる。

【0125】

比較例6においては、金属拡散ペーストではなく、金属圧接ペーストを使用した例であるが、ピア断面の外観、耐マイグレーション試験、熱衝撃試験、および導体接着強度において劣つていた。

【0126】

以上、現時点において、もっとも、実践的であり、かつ、好ましいと思われる実施形態に関連して本発明を説明したが、本発明は、本願明細書中に開示された実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲および明細書全体から読み取れる発明の要旨あるいは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う多層配線基板もまた本発明の技術的範囲に包含されるものとして理解されなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0127】

【図1】本発明の多層配線基板200の製造方法の概要を示した図である。

【図2】導電性ペースト組成物40中のバインダー成分の弾性率が、温度により変化する様子を示した図である。

【図3】絶縁基材10を構成する特定の熱可塑性樹脂組成物の弾性率が、温度により変化する様子を示した図である。

【図4】配線基板100を熱圧着することにより多層配線基板200を製造するための積層治具50の概念図である。

【符号の説明】

【0128】

10 熱可塑性樹脂からなる絶縁基材

20 導体パターン

10

20

30

40

50

3 0 ピアホール

4 0 導電性ペースト組成物

1 0 0 a、1 0 0 b 単層配線基板

2 0 0 a、2 0 0 b 多層配線基板

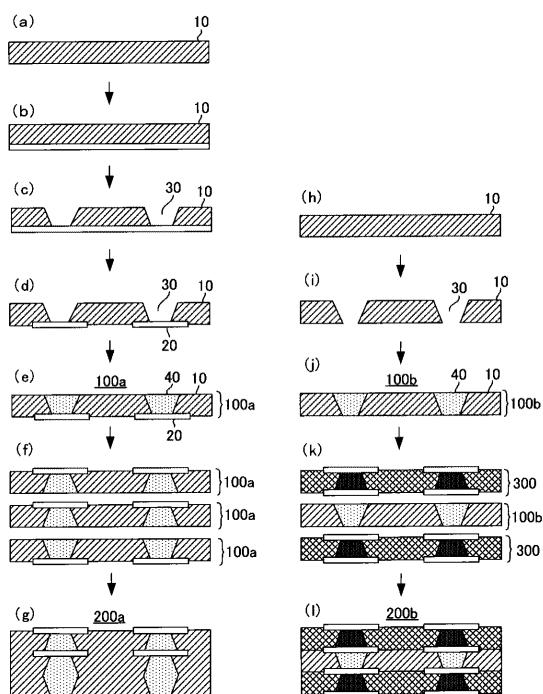
3 0 0 熱可塑性樹脂組成物以外からなる配線基板

5 0 積層治具

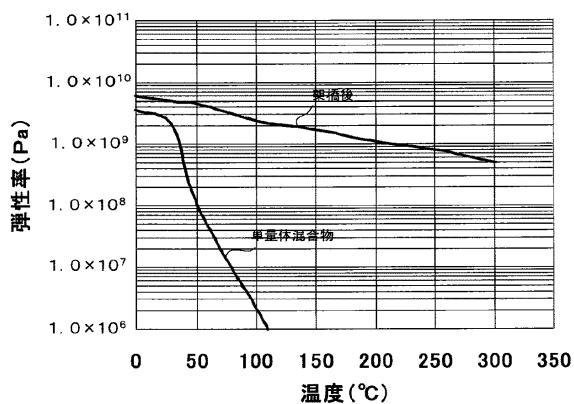
5 1 クッションフィルム

5 2 押圧治具

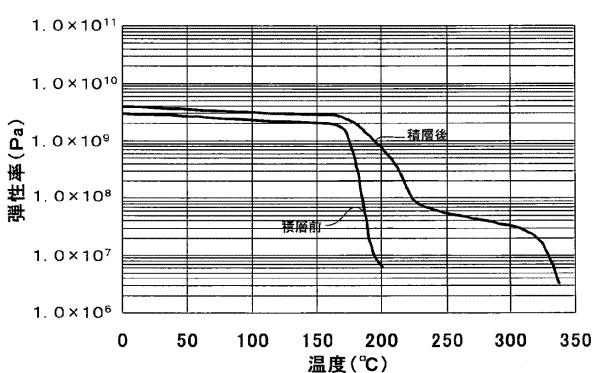
【図1】



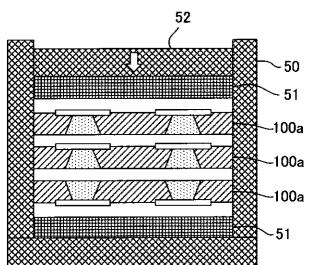
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-200976(JP,A)
特開2000-223836(JP,A)
特開2003-092467(JP,A)
特開平03-287680(JP,A)
特開2003-303938(JP,A)
特開2000-323804(JP,A)
特開2003-110243(JP,A)
特開2004-111702(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 K 3 / 46