(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5961703号
(P5961703)

(45)発行日　平成28年8月2日(2016.8.2)　(24)登録日　平成28年7月1日(2016.7.1)

(51)Int.Cl.			F I		
H05K	***3/38***	***(2006.01)***	H05K	3/38	A
H05K	***3/46***	***(2006.01)***	H05K	3/46	B
			H05K	3/46	T

請求項の数 7　(全 20 頁)

(21)出願番号	特願2014-550118 (P2014-550118)
(86)(22)出願日	平成25年11月13日 (2013.11.13)
(86)国際出願番号	PCT/JP2013/080698
(87)国際公開番号	WO2014/084050
(87)国際公開日	平成26年6月5日 (2014.6.5)
審査請求日	平成27年4月2日 (2015.4.2)
(31)優先権主張番号	特願2012-259426 (P2012-259426)
(32)優先日	平成24年11月28日 (2012.11.28)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(73)特許権者　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(74)代理人　100075557
弁理士　西教　圭一郎
(72)発明者　松井　猛
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
京セラ株式会社内
(72)発明者　林　桂
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
京セラ株式会社内

審査官　小林　大介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】配線基板およびその実装構造体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

無機絶縁層と、該無機絶縁層の一主面の一部に配された導電層とを備え、

前記無機絶縁層の前記一主面の前記一部は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部を有し、

前記導電層の一部は、前記複数の第１凹部に入り込み、

前記無機絶縁層の前記一主面の他の部分に配されるとともに、前記導電層の側面および前記無機絶縁層と反対側の一主面を被覆した第１樹脂層をさらに備え、

前記無機絶縁層の前記一主面の前記他の部分は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第２凹部を有し、

前記第１樹脂層の一部は、前記複数の第２凹部に入り込んでいることを特徴とする配線基板。

【請求項２】

請求項１に記載の配線基板において、

前記無機絶縁層の他主面に配された第２樹脂層をさらに備え、

前記無機絶縁層は、一部が互いに接続した複数の第１無機絶縁粒子を含んでおり、

前記第２樹脂層の一部は、前記複数の第１無機絶縁粒子同士の間隙に入り込んでいることを特徴とする配線基板。

【請求項３】

請求項２に記載の配線基板において、

前記無機絶縁層は、前記第１無機絶縁粒子よりも粒径が大きく、一部が前記第１無機絶縁粒子と接続しているとともに前記第１無機絶縁粒子を挟んで互いに離れた複数の第２無機絶縁粒子をさらに含み、

前記無機絶縁層における前記第１凹部同士の間の領域は、前記第１無機絶縁粒子および前記第２無機絶縁粒子のうち前記第１無機絶縁粒子のみからなることを特徴とする配線基板。

【請求項４】

請求項１に記載の配線基板において、

少なくとも１つの前記第１凹部は、平面視において複数の円が接続した形状であることを特徴とする配線基板。

【請求項５】

無機絶縁層と、該無機絶縁層の一主面の一部に配された導電層とを備え、

前記無機絶縁層の前記一主面の前記一部は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部を有し、

前記導電層の一部は、前記複数の第１凹部に入り込んでいるとともに、

少なくとも１つの前記第１凹部は、平面視において複数の円が一方向に接続した細長形状であることを特徴とする配線基板。

【請求項６】

請求項１または５に記載の配線基板において、

前記導電層の前記第１凹部に入り込んでいる一部における平均結晶粒径は、前記導電層の他の部分における平均結晶粒径よりも小さいことを特徴とする配線基板。

【請求項７】

請求項１または５に記載の配線基板と、

前記配線基板に実装され、前記導電層に電気的に接続された電子部品とを備えたことを特徴とする実装構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電子機器（たとえば各種オーディオビジュアル機器、家電機器、通信機器、コンピュータ機器およびその周辺機器）に使用される配線基板およびその実装構造体に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、電子部品およびこの電子部品が実装された配線基板を備えた実装構造体が、電子機器に用いられている。

【０００３】

この配線基板として、例えば、特開２００５－２２３２２６号公報には、セラミック層（無機絶縁層）と、このセラミック層の主面の一部に配された導体パターン（導電層）と、セラミック層の他の部分に配された樹脂層とを備えた複合多層基板（配線基板）が記載されている。

【０００４】

ところで、無機絶縁層と導電層とは熱膨張率が異なる。このため、電子部品の実装時または作動時に熱が配線基板に加わると、無機絶縁層と導電層との間に熱応力が加わりやすい。これにより、無機絶縁層と導電層とが剥離することがある。その結果、導電層に断線が生じ、ひいては配線基板の電気的信頼性が低下しやすくなる。

【０００５】

したがって、電気的信頼性に優れた配線基板を提供することが要求されている。

【発明の概要】

【０００６】

本発明は、電気的信頼性に優れた配線基板およびその実装構造体を提供することによっ

て前述した要求に応える。

【０００７】

本発明の一形態にかかる配線基板は、無機絶縁層と、該無機絶縁層の一主面の一部に配された導電層とを備える。前記無機絶縁層の前記一主面の前記一部は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部を有する。また、導電層の一部は、前記複数の第１凹部に入り込み、無機絶縁層の一主面の他の部分に配されるとともに、導電層の側面および無機絶縁層と反対側の一主面を被覆した第１樹脂層をさらに備え、無機絶縁層の一主面の他の部分は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第２凹部を有し、第１樹脂層の一部は、前記複数の第２凹部に入り込んでいる。

また、本発明の一形態にかかる配線基板は、無機絶縁層と、該無機絶縁層の一主面の一部に配された導電層とを備える。前記無機絶縁層の前記一主面の前記一部は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部を有する。前記導電層の一部は、前記複数の第１凹部に入り込んでいるとともに、少なくとも１つの第１凹部は、平面視において複数の円が一方向に接続した細長形状である。

【０００８】

本発明の一形態にかかる配線基板によれば、導電層の断線を低減し、ひいては電気的信頼性に優れた配線基板を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】（ａ）は、本発明の一実施形態にかかる実装構造体を厚み方向に切断した断面図であり、（ｂ）は、図１（ａ）のＲ１部分を拡大して示した断面図である。

【図２】（ａ）は、図１（ｂ）のＲ２部分を拡大して示した断面図であり、（ｂ）は、図１（ｂ）のＲ３部分を拡大して示した断面図である。

【図３】図１（ｂ）の無機絶縁層の一主面において第１凹部が形成された部分を拡大して示した、平面図である。

【図４】（ａ）および（ｂ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する断面図である。

【図５】（ａ）は、図４（ｂ）のＲ４部分を拡大して示した断面図であり、（ｂ）は、図５（ａ）のＲ５部分を拡大して示した断面図である。

【図６】（ａ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する、図５（ｂ）に相当する部分を拡大して示した断面図であり、（ｂ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する断面図である。

【図７】（ａ）は、図６（ｂ）のＲ６部分を拡大して示した断面図であり、（ｂ）は、図７（ａ）のＲ７部分を拡大して示した断面図である。

【図８】（ａ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する断面図であり、（ｂ）は、図８（ａ）のＲ８部分を拡大して示した断面図である。

【図９】図８（ｂ）のＲ９部分を拡大して示した断面図である。

【図１０】（ａ）および（ｂ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する断面図である。

【図１１】（ａ）および（ｂ）は、図１（ａ）に示す実装構造体の製造工程を説明する断面図である。

【図１２】（ａ）は、実施例の試料１における無機絶縁層の一主面を走査型電子顕微鏡で撮影した写真であり（ｂ）は、実施例の試料２における無機絶縁層の一主面を走査型電子顕微鏡で撮影した写真であり、（ｃ）は、実施例の試料３における無機絶縁層の一主面を走査型電子顕微鏡で撮影した写真である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下に、本発明の一実施形態に係る配線基板を備えた実装構造体を、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【００１１】
図１（ａ）に示した実装構造体１は、例えば各種オーディオビジュアル機器、家電機器、通信機器、コンピュータ装置またはその周辺機器などの電子機器に使用されるものである。この実装構造体１は、電子部品２と、電子部品２が実装された配線基板３とを含んでいる。
【００１２】
電子部品２は、例えばＩＣまたはＬＳＩ等の半導体素子である。電子部品２は、配線基板３に半田等の導電材料からなるバンプ４を介してフリップチップ実装されている。この電子部品２は、例えばシリコン、ゲルマニウム、ガリウム砒素、ガリウム砒素リン、窒化ガリウムまたは炭化珪素等の半導体材料からなる。電子部品２の厚みは、例えば０．１ｍｍ以上１ｍｍ以下である。また、電子部品２の主面方向（ＸＹ平面方向）および厚み方向（Ｚ方向）への熱膨張率は、例えば２ｐｐｍ／℃以上７ｐｐｍ／℃以下である。
【００１３】
なお、電子部品２の熱膨張率は、市販のＴＭＡ（Thermo-Mechanical Analysis）装置を用いた、ＪＩＳ　Ｋ７１９７－１９９１に準じた測定方法で測定される。以下、各部材の熱膨張率は、電子部品２と同様に測定される。
【００１４】
配線基板３は、電子部品２を支持するとともに、電子部品２を駆動もしくは制御するための電源や信号を電子部品２へ供給する機能を有するものである。この配線基板３は、コア基板５と、コア基板５の両主面に配された一対のビルドアップ層６とを含んでいる。
【００１５】
コア基板５は、配線基板３の剛性を高めつつ一対のビルドアップ層６間の導通を図るものである。このコア基板５は、ビルドアップ層６を支持する基体７と、基体７を厚み方向に貫通したスルーホール内に配された筒状のスルーホール導体８と、スルーホール導体８に取り囲まれた柱状の絶縁体９とを含んでいる。
【００１６】
基体７は、配線基板３を高剛性かつ低熱膨張率とするものである。この基体７は、例えば、エポキシ樹脂等の樹脂と、樹脂に被覆されたガラスクロス等の基材と、樹脂中に分散した酸化珪素等からなるフィラー粒子とを含む。基体７の厚みは、例えば０．０４ｍｍ以上２ｍｍ以下である。
【００１７】
スルーホール導体８は、一対のビルドアップ層６同士を電気的に接続するものである。このスルーホール導体８は、例えば銅、銀、金、アルミニウム、ニッケルまたはクロム等の導電材料からなる。
【００１８】
絶縁体９は、スルーホール導体８に取り囲まれた空間を埋めるものである。この絶縁体９は、例えばエポキシ樹脂等の樹脂材料からなる。
【００１９】
一方、コア基板５の両主面には、前述した如く、一対のビルドアップ層６が配されている。一対のビルドアップ層６のうち、一方のビルドアップ層６は、バンプ４を介して電子部品２と接続し、他方のビルドアップ層６は、例えば半田ボール（図示せず）を介して外部回路と接続する。
【００２０】
ビルドアップ層６は、基体７上に積層された複数の絶縁層１０と、基体７上または絶縁層１０上に部分的に配された複数の導電層１１と、絶縁層１０を厚み方向に貫通した複数のビア導体１２とを含んでいる。
【００２１】
絶縁層１０は、厚み方向もしくは主面方向に離れた導電層１１同士の絶縁部材、または主面方向に離れたビア導体１２同士の絶縁部材として機能するものである。絶縁層１０の詳細については後述する。

【００２２】
導電層１１は、厚み方向または主面方向に互いに離れており、接地用配線、電力供給用配線または信号用配線等の配線として機能するものである。導電層１１は、例えば銅、銀、金、アルミニウム、ニッケルまたはクロム等の導電材料からなる。また、導電層１１の厚みは、３μｍ以上２０μｍ以下である。導電層１１の厚み方向および主面方向への熱膨張率は、例えば１４ｐｐｍ／℃以上１８ｐｐｍ／℃以下である。また、導電層１１のヤング率は、例えば７０ＧＰａ以上１５０以下ＧＰａである。
【００２３】
なお、導電層１１のヤング率は、ＭＴＳ社製ナノインデンターＸＰを用いた、ＩＳＯ１４５７７－１：２００２に準じた方法で測定される。以下、各部材のヤング率は、導電層１１と同様に測定される。
【００２４】
ビア導体１２は、厚み方向に互いに離れた導電層１１同士を電気的に接続するものである。このビア導体１２は、導電層１１と同様の材料からなり、導電層１１と同様の特性を有する。また、ビア導体１２は、例えば、コア基板５に向って幅狭となる柱状である。ビア導体１２の幅は、例えば１０μｍ以上７５μｍ以下である。
【００２５】
次に、絶縁層１０について詳細に説明する。
【００２６】
絶縁層１０は、コア基板５側に配された樹脂層１３と、コア基板５と反対側に配された無機絶縁層１４とを含んでいる。無機絶縁層１４のコア基板５と反対側の一主面の一部には、導電層１１が配されている。無機絶縁層１４の一主面の他の部分には、隣接する絶縁層１０の樹脂層１３の一部が配されている。
【００２７】
樹脂層１３は、絶縁層１０において接着部材として機能するものである。また、樹脂層１３は、その一部がコア基板５側に配された導電層１１同士の間に配されており、主面方向に離れた導電層１１同士の絶縁部材として機能するものである。また、樹脂層１３は、無機絶縁層１４よりもヤング率が小さく、弾性変形しやすい。このため、樹脂層１３は、配線基板３におけるクラックの発生を抑制することができる。樹脂層１３の厚みは、例えば３μｍ以上３０μｍ以下である。樹脂層１３のヤング率は、例えば０．２ＧＰａ以上２０ＧＰａ以下である。樹脂層１３の厚み方向および主面方向への熱膨張率は、例えば２０ｐｐｍ／℃以上５０ｐｐｍ／℃以下である。
【００２８】
この樹脂層１３は、図１（ｂ）に示すように、樹脂１５と樹脂１５中に分散した複数のフィラー粒子１６とを含んでいる。
【００２９】
樹脂１５は、樹脂層１３において接着部材として機能するものである。この樹脂１５は、例えばエポキシ樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、シアネート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、全芳香族ポリアミド樹脂またはポリイミド樹脂等の熱硬化性樹脂からなる。樹脂１５のヤング率は、例えば０．１ＧＰａ以上５ＧＰａ以下である。樹脂１５の厚み方向および主面方向への熱膨張率は、例えば２０ｐｐｍ／℃以上５０ｐｐｍ／℃以下である。
【００３０】
フィラー粒子１６は、樹脂層１３を高剛性かつ低熱膨張率とするものである。このフィラー粒子１６は、例えば酸化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、水酸化アルミニウムまたは炭酸カルシウム等の無機絶縁材料からなる。フィラー粒子１６の平均粒径は、例えば０．５μｍ以上５μｍ以下である。フィラー粒子１６の熱膨張率は、例えば０ｐｐｍ／℃以上１５ｐｐｍ／℃以下である。樹脂層１３におけるフィラー粒子１６の含有割合は、例えば３体積％以上６０体積％以下である。
【００３１】

なお、配線基板３の厚み方向への断面において、各粒子の粒径の平均値を算出することによって、フィラー粒子１６の平均粒径を測定することができる。また、配線基板３の厚み方向への断面において、樹脂層１３においてフィラー粒子１６が占める面積の割合を含有割合（体積％）とみなすことによって、樹脂層１３におけるフィラー粒子１６の含有割合を測定することができる。以下、各部材の平均粒径および含有割合は、フィラー粒子１６と同様に測定される。

【００３２】

無機絶縁層１４は、コア基板５と反対側の一主面の一部に導電層１１が配されており、導電層１１の支持部材として機能するものである。また、無機絶縁層１４は、絶縁層１３を高剛性かつ低熱膨張率とすることによって、電子部品２と配線基板３との熱膨張率の差を低減することができる。このため、電子部品２の実装時や作動時に実装構造体１に熱が加わった際に、電子部品２と配線基板３との熱膨張率の違いに起因した反りを低減することができる。無機絶縁層１４の厚みは、例えば３μｍ以上３０μｍ以下である。無機絶縁層１４のヤング率は、例えば１０ＧＰａ以上５０ＧＰａ以下である。また、無機絶縁層１４の厚み方向および主面方向への熱膨張率は、例えば０ｐｐｍ／℃以上１０ｐｐｍ／℃以下である。

【００３３】

無機絶縁層１４は、図１（ｂ）ないし図２（ｂ）に示すように、一部が互いに接続した複数の無機絶縁粒子１７を含んでおり、複数の無機絶縁粒子１７の間には間隙１８が形成されている。すなわち、無機絶縁層１４は、多孔質体であり、無機絶縁粒子１７同士が互いに接続した三次元網目状構造をなしている。また、複数の無機絶縁粒子１７同士の接続部１９は、括れ状であり、また、ネック構造をなしている。無機絶縁層１４においては、複数の無機絶縁粒子１７同士が互いに接続して拘束し合うことから、樹脂層１３中に分散したフィラー粒子１６のように流動しない。このため、無機絶縁層１４を高剛性かつ低熱膨張率とすることができる。

【００３４】

複数の無機絶縁粒子１７は、一部が互いに接続した複数の第１無機絶縁粒子１７ａと、第１無機絶縁粒子１７ａよりも粒径が大きく、一部が第１無機絶縁粒子１７ａと接続しているとともに、第１無機絶縁粒子１７ａを挟んで互いに離れた複数の第２無機絶縁粒子１７ｂとを含んでいる。複数の無機絶縁粒子１７における第１無機絶縁粒子１７ａの含有割合は、例えば２０体積％以上９０体積％以下である。複数の無機絶縁粒子１７における第２無機絶縁粒子１７ｂの含有割合は、例えば１０体積％以上８０体積％以下である。

【００３５】

第１無機絶縁粒子１７ａは、無機絶縁層１４において接続部材として機能するものである。この第１無機絶縁粒子１７ａは、例えば酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化ホウ素、酸化マグネシウムまたは酸化カルシウム等の無機絶縁材料からなる。中でも、低熱膨張率および低誘電正接の観点から、無機絶縁材料として酸化ケイ素を用いることが望ましい。この場合に、第１無機絶縁粒子１７ａは、酸化ケイ素を９０質量％以上含んでいればよい。また、酸化ケイ素は、結晶構造に起因した熱膨張率の異方性を低減するため、アモルファス（非晶質）状態であることが望ましい。

【００３６】

第１無機絶縁粒子１７ａは、例えば球状である。また、第１無機絶縁粒子１７ａの平均粒径は、例えば３ｎｍ以上１１０ｎｍ以下である。このように第１無機絶縁粒子１７ａの粒径が微小であるため、無機絶縁層１４を緻密なものとして高剛性かつ低熱膨張率とすることができる。また、後述するように、無機絶縁層１４を作製する際に第１無機絶縁粒子１７ａ同士を容易に接続することができる。

【００３７】

第２無機絶縁粒子１７ｂは、その粒径が大きいことから、無機絶縁層１４に生じたクラックが第２無機絶縁粒子１７ｂを迂回するためのエネルギーを増加させる。このため、第２無機絶縁粒子１７ｂは、このクラックの伸長を抑制することができる。第２無機絶縁粒

子１７ｂは、第１無機絶縁粒子１７ａと同様の材料を用いることができる。中でも、第２無機絶縁粒子１７ｂは、第１無機絶縁粒子１７ａに材料特性を近づけるため、第１無機絶縁粒子１７ａと同じ材料を用いることが望ましい。この第２無機絶縁粒子１７ｂは、例えば球状である。また、第２無機絶縁粒子１７ｂの平均粒径は、例えば０．５μｍ以上５μｍ以下である。このように第２無機絶縁粒子１７ｂの粒径が大きいため、無機絶縁層１４に生じたクラックの伸長を良好に抑制できる。

【００３８】

間隙１８は、開気孔であり、無機絶縁層１４の他主面に開口２０を有する。また、無機絶縁層１４が多孔質体であり、また、三次元網目状構造であることから、間隙１８の少なくとも一部は、無機絶縁層１４の厚み方向への断面において、無機絶縁粒子１７に取り囲まれている。この間隙１８には、樹脂層１３の一部が入り込んでおり、特に、樹脂１５の一部が入り込んでいる。その結果、弾性変形しやすい樹脂１５によって無機絶縁層１４に加わった応力が緩和されるため、無機絶縁層１４におけるクラックの発生を抑制できる。なお、無機絶縁層１４および間隙１８のうち間隙１８が占める割合は、例えば１０体積％以上５０体積％以下である。

【００３９】

ここで、図１（ｂ）に示すように、便宜上、１つの無機絶縁層１４について、コア基板５と反対側の一主面に配された樹脂層１３を第１樹脂層１３ａとし、コア基板５側の他主面に配された樹脂層１３を第２樹脂層１３ｂとする。また、第１樹脂層１３ａの樹脂１５を第１樹脂１５ａとし、第２樹脂層１３ｂの樹脂１５を第２樹脂１５ｂとする。また、第１樹脂層１３ａのフィラー粒子１６を第１フィラー粒子１６ａとし、第２樹脂層１３ｂのフィラー粒子１６を第２フィラー粒子１６ｂとする。

【００４０】

ところで、無機絶縁層１４と導電層１１とは熱膨張率が異なる。このため、電子部品２の実装時や作動時に配線基板３に熱が加わると、無機絶縁層１４と導電層１１との間に熱応力が加わることがある。

【００４１】

一方、本実施形態の配線基板３は、図１（ｂ）および図３に示すように、無機絶縁層１４と、無機絶縁層１４の一主面の一部に配された導電層１１とを備える。無機絶縁層１４の一主面の一部は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部２１ａを有する。導電層１１の一部は、複数の第１凹部２１ａに入り込んでいる。

【００４２】

その結果、第１凹部２１ａに導電層１１の一部が入り込んでいるため、アンカー効果によって、導電層１１と無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。このため、導電層１１と無機絶縁層１４との剥離を抑制できる。さらに、第１凹部２１ａは、平面視において少なくとも一部が円形状であるため、第１凹部２１ａにおいて導電層１１と無機絶縁層１４との間に加わる応力が分散される。このため、この応力に起因した無機絶縁層１４のクラックの発生を低減でき、このクラックに起因した導電層１１と無機絶縁層１４との剥離を抑制できる。したがって、導電層１１の断線を抑制し、ひいては電気的信頼性に優れた配線基板３を得ることができる。

【００４３】

なお、本実施形態において、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第１凹部２１ａは、平面視において、１つの円からなる形状または複数の円が接続した形状である。

【００４４】

第１凹部２１ａの平面視における幅は、例えば０．２μｍ以上１０μｍ以下である。また、第１凹部２１ａの平面視における円形状の箇所の曲率半径は、例えば０．１μｍ以上３μｍ以下である。第１凹部２１ａの厚み方向への断面視における深さは、例えば０．２μｍ以上５μｍ以下である。

【００４５】

なお、第１凹部２１ａの平面視における形状は、例えば以下のようにして確認することができる。まず、バフ研磨で、またはサンドペーパー等を用いて配線基板３の一主面を削って導電層１１を露出させる。次に、塩化第二鉄溶液または塩化銅溶液等を用いて導電層１１を除去して、無機絶縁層１４の一主面を露出させる。次に、露出した一主面を走査型電子顕微鏡で観察する。

【００４６】

また、第１凹部２１ａの平面視における幅は、例えば以下のようにして求めることができる。まず、前述した如く無機絶縁層１４の一主面を露出させて観察して、第１凹部２１ａの幅を測定する。次に、測定した値の平均値を算出する。

【００４７】

また、第１凹部２１ａの平面視における円形状の箇所の曲率半径は、例えば以下のようにして求めることができる。まず、前述した如く無機絶縁層１４の一主面を露出させて観察し円形状の箇所の曲率半径を測定する。次に、測定した値の平均値を算出する。

【００４８】

また、第１凹部２１ａの厚み方向への断面視における深さは、例えば以下のようにして求めることができる。まず、配線基板３を厚み方向に切断した断面を走査型電子顕微鏡で観察して、第１凹部２１ａの深さを測定する。次に、測定した値の平均値を算出する。

【００４９】

また、本実施形態の配線基板３は、図１（ｂ）に示すように、無機絶縁層１４の一主面の他の部分に配されるとともに、導電層１１の側面および無機絶縁層１４と反対側の一主面を被覆した第１樹脂層１３ａをさらに備えている。無機絶縁層１４の一主面の他の部分は、平面視において少なくとも一部が円形状である複数の第２凹部２１ｂを有する。第１樹脂層１３ａの一部は、複数の第２凹部２１ｂに入り込んでいる。

【００５０】

この第１樹脂層１３ａは、導電層１１の側面および無機絶縁層１４と反対側の一主面を被覆することによって導電層１１を無機絶縁層１４に固定することができる。さらに、第１樹脂層１３ａの一部が複数の第２凹部２１ｂに入り込んでいることから、第１樹脂層１３ａと無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。このため、第１樹脂層１３ａによって導電層１１を固定する力を高めることができる。したがって、導電層１１と無機絶縁層１４との接着強度を高めることができ、導電層１１と無機絶縁層１４との剥離を抑制することができる。さらに、第２凹部２１ｂは、平面視において少なくとも一部が円形状であるため、第２凹部２１ｂにおいて第１樹脂層１３ａと無機絶縁層１４との間に加わる応力が分散される。このため、この応力に起因した無機絶縁層１４のクラックの発生を低減でき、このクラックに起因した第１樹脂層１３ａと無機絶縁層１４との剥離を抑制できる。なお、第２凹部２１ｂの形状は、第１凹部２１ａの形状と同様である。

【００５１】

また、本実施形態の配線基板３は、図２（ａ）および図２（ｂ）に示すように、無機絶縁層１４の他主面に配された第２樹脂層１３ｂをさらに備える。無機絶縁層１４は、一部が互いに接続した複数の第１無機絶縁粒子１７ａを含んでいる。第２樹脂層１３ｂの一部は、複数の第１無機絶縁粒子１７ａ同士の間隙１８に入り込んでいる。

【００５２】

このように複数の第１無機絶縁粒子１７ａの一部が互いに接続し、第２樹脂層１３ｂの一部が複数の第１無機絶縁粒子１７ａ同士の間隙１８に入り込んでいるため、前述した如く、無機絶縁層１４を高剛性かつ低熱膨張率とするとともに無機絶縁層１４におけるクラックの発生を抑制できる。また、第２樹脂層１３ｂの一部が複数の無機絶縁粒子１７同士の間隙１８に入り込んでいるため、第２樹脂層１３ｂと無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。したがって、第２樹脂層１３ｂと無機絶縁層１４との剥離を抑制することができる。このため、電子部品２の実装時または作動時に配線基板３に熱が加わった際に、配線基板３内部に含まれる水分がこの剥離した箇所で膨張することを抑制し、剥離部分におけるこの膨張に起因したクラックの発生を抑制することができる。その結果、こ

のクラックに起因した導電層１１の断線またはイオンマイグレーションによる短絡を抑制することができる。

【００５３】

ところで、この無機絶縁層１４においては、複数の第１無機絶縁粒子１７ａの一部が互いに接続しているため、無機絶縁層１４に応力が加わった際に、第１無機絶縁粒子１７ａ同士の接続部１９においてクラックが生じやすい。

【００５４】

一方、本実施形態の配線基板３においては、前述した如く、第１凹部２１ａが平面視において少なくとも一部が円形状であり、第１凹部２１ａにおいて導電層１１と無機絶縁層１４との間に加わる応力が分散されているため、第１無機絶縁粒子１７ａ同士の接続部１９におけるクラックの発生を低減することができる。

【００５５】

また、本実施形態の無機絶縁層１４は、図１（ｂ）に示すように、第１無機絶縁粒子１７ａよりも粒径が大きく、一部が第１無機絶縁粒子１７ａと接続しているとともに第１無機絶縁粒子１７ａを挟んで互いに離れた複数の第２無機絶縁粒子１７ｂをさらに含んでいる。無機絶縁層１４における第１凹部２１ａ同士の間の領域は、第１無機絶縁粒子１７ａおよび第２無機絶縁粒子１７ｂのうち第１無機絶縁粒子１７ａのみからなる。

【００５６】

その結果、無機絶縁層１４が第２無機絶縁粒子１７ｂを含むため、前述した如く、無機絶縁層１４におけるクラックの伸長を低減できる。さらに、無機絶縁層１４における第１凹部２１ａ同士の間の領域が、第１無機絶縁粒子１７ａおよび第２無機絶縁粒子１７ｂのうち第１無機絶縁粒子１７ａのみからなるため、第１凹部２１ａの内表面をより滑らかにすることができる。したがって、第１凹部２１ａにおいて導電層１１と無機絶縁層１４との間に加わる応力が分散されているため、第１無機絶縁粒子１７ａ同士の接続部１９におけるクラックの発生を低減することができる。

【００５７】

一方、本実施形態の配線基板３において、少なくとも１つの第１凹部２１ａは、平面視において複数の円が接続した形状である。その結果、第１凹部２１ａの１つ当たりの主面方向における面積を増加させることができるため、第１凹部２１ａに配された導電層１１の一部の主面方向における面積を増加させて切断しにくくすることができる。このため、導電層１１と無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。また、第１凹部２１ａの１つ当たりの主面方向における面積を増加させることができる。このため、導電層１１を形成する際に第１凹部２１ａにめっき液が入り込みやすくなり、導電層１１の一部を第１凹部２１ａに良好に入り込ませることができる。また、平面視において円形状の箇所で導電層１１と無機絶縁層１４との間の応力を分散させるとともに、平面視において複数の円が接続した箇所で凹凸が生じるためアンカー効果によって導電層１１と無機絶縁層１４との接続強度を高めることができる。

【００５８】

また、本実施形態の配線基板３において、少なくとも１つの第１凹部２１ａは、平面視において複数の円が一方向に接続した形状である。その結果、導電層１１と無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。

【００５９】

また、本実施形態の配線基板３において、導電層１１の第１凹部２１ａに入り込んでいる一部における平均結晶粒径は、導電層１１の他の部分における平均結晶粒径よりも小さい。その結果、導電層１１の第１凹部２１ａに入り込んでいる一部が、導電層１１の他の部分よりも変形しやすくなる。このため、第１凹部２１ａにおいて導電層１１と無機絶縁層１４との間の応力を緩和し、無機絶縁層１４におけるクラックの発生を低減できる。

【００６０】

また、第１樹脂層１３ａの無機絶縁層１４に近接した領域（第１近接領域２２ａ）における第１フィラー粒子１６ａの含有割合は、第２樹脂層１３ｂの無機絶縁層１４に近接し

た領域（第２近接領域２２ｂ）における第２フィラー粒子１６ｂの含有割合よりも小さい。

【００６１】

その結果、第１近接領域２２ａにおいては、第１フィラー粒子１６ａの含有割合を小さくすることによって、主面方向で隣接した導電層１１同士の間における樹脂１５の充填効率を高めることができる。これにより、導電層１１同士の間における絶縁性を高め、さらには導電層１１同士の短絡を抑制しつつ導電層１１のピッチを小さくして配線を高密度化することができる。さらに、前述した如く、第１樹脂層１３ａの一部が第２凹部２１ｂに入り込んでいることから、第１樹脂層１３ａと無機絶縁層１４との接着強度を高めることができる。このため、第１樹脂層１３ａと無機絶縁層１４との剥離を低減できる。

【００６２】

一方、第２近接領域２２ｂにおいては、第２フィラー粒子１６ｂの含有割合を大きくすることによって、無機絶縁層１４との熱膨張率の差を低減することができる。これにより、第２樹脂層１３ｂと無機絶縁層１４との間に加わる熱応力を低減し、ひいては第２樹脂層１３ｂと無機絶縁層１４との剥離を低減できる。

【００６３】

第１近接領域２２ａは、無機絶縁層１４の一主面から第１樹脂層１３ａの厚みの２０％以内の領域である。第２近接領域２２ｂは、無機絶縁層１４の他主面から第２樹脂層１３ｂの厚みの２０％以内の領域である。この第１近接領域２２ａの厚みは、導電層１１の厚みよりも小さく、第２近接領域２２ｂの厚みは第１近接領域２２ａの厚みと同じである。第１近接領域２２ａにおける第１フィラー粒子１６ａの含有割合は、例えば５５体積％以上８５体積％以下である。また、第２近接領域２２ｂにおける第２フィラー粒子１６ｂの含有割合は、例えば８０体積％以上９０体積％以下である。

【００６４】

また、第１近接領域２２ａにおける第１フィラー粒子１６ａの含有割合は、第１樹脂層１３ａのコア基板５と反対側に配された他の無機絶縁層１４に近接した領域（第３近接領域２２ｃ）における第１フィラー粒子１６ａの含有割合よりも小さい。その結果、前述した第１近接領域２２ａおよび第２近接領域２２ｂにおける場合と同様の効果が得られる。

【００６５】

なお、第３近接領域２２ｃの厚みは、第２近接領域２２ｂの厚みと同じである。また、第３近接領域２２ｃにおける第１フィラー粒子１６ａの含有割合は、第２近接領域２２ｂにおける第２フィラー粒子１６ｂの含有割合と同様である。また、第１樹脂層１３ａの第１近接領域２２ａおよび第３近接領域２２ｃ以外の領域（残部領域２２ｄ）における第１フィラー粒子１６ａの含有割合は、第１近接領域２２ａにおける第１フィラー粒子１６ａの含有割合と同様である。

【００６６】

次に、前述した実装構造体１の製造方法を、図４ないし図１１に基づいて説明する。

【００６７】

（１）図４（ａ）に示すように、コア基板５を作製する。具体的には、例えば以下のように行なう。

【００６８】

プリプレグを硬化させてなる基体７と基体７の上下に配された銅等の金属箔とからなる積層板を準備する。次に、サンドブラスト加工、レーザー加工またはドリル加工を用いて、積層板にスルーホールを形成する。次に、例えば無電解めっき法、電解めっき法、蒸着法、ＣＶＤ法またはスパッタリング法等を用いて、スルーホール内に導電材料を被着させてスルーホール導体８を形成する。次に、スルーホール導体８の内側に未硬化樹脂を充填して硬化させることによって、絶縁体９を形成する。次に、例えば無電解めっき法、電解めっき法、蒸着法、ＣＶＤ法またはスパッタリング法等を用いて、絶縁体９上に導電材料を被着させた後、フォトリソグラフィー法およびエッチング法等を用いて、基体７上の金属箔および導電材料をパターニングして導電層１１を形成する。その結果、コア基板５を

作製することができる。

【００６９】

（２）図４（ｂ）ないし図８（ｂ）に示すように、例えば銅箔等の金属箔等からなる支持体２３と、支持体２３上に配された無機絶縁層１４と、無機絶縁層１４上に配された未硬化の樹脂層前駆体２４とを含む積層シート２５を作製する。具体的には、例えば以下のように行なう。

【００７０】

まず、図４（ｂ）ないし図５（ｂ）に示すように、無機絶縁粒子１７と無機絶縁粒子１７が分散した溶剤２６とを有する無機絶縁ゾル２７を準備し、無機絶縁ゾル２７を支持体２３の一主面に塗布する。次に、図６（ａ）に示すように、無機絶縁ゾル２７から溶剤２６を蒸発させて、支持体２３上に無機絶縁粒子１７を残存させる。この残存した無機絶縁粒子１７は、近接箇所で互いに接触している。次に、図６（ｂ）および図７（ｂ）に示すように、この無機絶縁粒子１７を加熱して、隣接する無機絶縁粒子１７同士を近接箇所で接続させることによって、無機絶縁層１４を形成する。次に、図８（ａ）ないし図９に示すように、無機絶縁層１４上に樹脂層前駆体２４を積層し、積層された無機絶縁層１４および樹脂層前駆体２４を厚み方向に加熱加圧することによって、樹脂層前駆体２４の一部を間隙１８内に充填する。その結果、積層シート２５を作製することができる。

【００７１】

ここで、本実施形態において、支持体２３は、無機絶縁ゾル２７が塗布される一主面に複数の凸部２８を有する。この複数の凸部２８を有する一主面上において、無機絶縁ゾル２７を塗布して溶剤２６を蒸発させた後、無機絶縁粒子１７同士を接続させて無機絶縁層１４を形成する。これにより、無機絶縁層１４に凸部２８に対応した形状の第１凹部２１ａおよび第２凹部２１ｂを形成することができる。

【００７２】

この複数の凸部２８は、前述した第１凹部２１ａおよび第２凹部２１ｂに対応した形状である。すなわち、複数の凸部２８は、平面視において少なくとも一部が円形状である。また、少なくとも１つの凸部２８は、平面視において複数の円が接続した形状である。また、少なくとも１つの凸部２８は、平面視において複数の円が一方向に接続した形状である。このような凸部２８を有する支持体２３は、様々な形状の支持体から適宜選択される。

【００７３】

無機絶縁ゾル２７における無機絶縁粒子１７の含有割合は、例えば１０％体積以上５０体積％以下である。無機絶縁ゾル２７における溶剤２６の含有割合は、例えば５０％体積以上９０体積％以下である。溶剤２６は、例えばメタノール、イソプロパノール、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、キシレンまたはこれらから選択された２種以上の混合物を含んだ有機溶剤等を用いることができる。

【００７４】

無機絶縁粒子１７同士を接続させる際の加熱温度は、溶剤２６の沸点以上、無機絶縁粒子１７の結晶化開始温度未満であり、さらには、１００℃以上２５０℃以下である。また、加熱時間は、例えば０．５時間以上２４時間以下である。

【００７５】

本実施形態の第１無機絶縁粒子１７ａは、前述した如く、平均粒径が３ｎｍ以上１１０ｎｍ以下と微小である。このため、このような低温であっても、第１無機絶縁粒子１７ａ同士および第１無機絶縁粒子１７ａと第２無機絶縁粒子１７ｂとを強固に接続することができる。これは、第１無機絶縁粒子１７ａが微小であることから、第１無機絶縁粒子１７ａの原子、特に表面の原子が活発に運動するため、このような低温下でも第１無機絶縁粒子１７ａ同士および第１無機絶縁粒子１７ａと第２無機絶縁粒子１７ｂとが強固に接続すると推測される。

【００７６】

さらに、このように低温で加熱することによって、第１無機絶縁粒子１７ａおよび第２

無機絶縁粒子１７ｂの粒子形状を保持しつつ、第１無機絶縁粒子１７ａ同士および第１無機絶縁粒子１７ａと第２無機絶縁粒子１７ｂとを近接領域のみで接続することができる。その結果、接続部１９においてネック構造を形成するとともに、開気孔の間隙１８を容易に形成することができる。なお、第１無機絶縁粒子１７ａ同士を強固に接続することができる温度は、例えば、第１無機絶縁粒子１７ａの平均粒径を１１０ｎｍ以下に設定した場合は２５０℃程度であり、第１無機絶縁粒子１７ａの平均粒径を１５ｎｍ以下に設定した場合は１５０℃程度である。

【００７７】

積層された無機絶縁層１４および樹脂層前駆体２４を加熱加圧する際の加圧圧力は、例えば０．５ＭＰａ以上２ＭＰａ以下である。加圧時間は、例えば６０秒以上１０分以下である。加熱温度は、例えば８０℃以上１４０℃以下である。なお、この加熱温度は、樹脂層前駆体２４の硬化開始温度未満であるため、樹脂層前駆体２４を未硬化の状態で維持することができる。

【００７８】

また、樹脂層前駆体２４の一部を間隙１８内に充填する際に、第１無機絶縁粒子１７ａの平均粒径がフィラー粒子１６の平均粒径よりも大きいと、間隙１８にフィラー粒子１６が入り込みにくい。このため、樹脂層前駆体２４と無機絶縁層１４との境界に近接した領域でフィラー粒子１６が濃縮される。

【００７９】

（３）図１０（ａ）および図１０（ｂ）に示すように、コア基板５上に積層シート２５を積層して絶縁層１０を形成し、絶縁層１０に導電層１１およびビア導体１２を形成する。具体的には、例えば以下のように行なう。

【００８０】

まず、図１０（ａ）に示すように、樹脂層前駆体２４をコア基板５に接しつつ、コア基板５上に積層シート２５を積層する。次に、積層されたコア基板５および積層シート２５を厚み方向に加熱加圧することによって、コア基板５に積層シート２５を接着させる。次に、積層シート２５の樹脂層前駆体２４を硬化開始温度以上、熱分解温度未満の温度で加熱することによって、樹脂層前駆体２４を硬化させて樹脂層１３とする。その結果、この樹脂層１３と積層シート２５に含まれていた無機絶縁層１４とを有する絶縁層１０をコア基板５上に形成することができる。

【００８１】

次に、図１０（ｂ）に示すように、塩化第二鉄溶液または塩化銅溶液等を用いて、無機絶縁層１４から支持体１５を化学的に剥離する。次に、レーザー加工等を用いて、絶縁層１０を厚み方向に貫通するとともに導電層１１を露出したビア孔を形成する。次に、プラズマデスミア法を用いて、レーザー加工によってビア孔内に生じたスミア（樹脂の残渣）を除去する（デスミア処理）。次に、無電解めっき法および電解めっき法等を用いたセミアディティブ法、サブトラクティブ法またはフルアディティブ法等によって、絶縁層１０上に所望のパターンの導電層１１を形成するとともに、ビア孔内にビア導体１２を形成する。この際、導電層１１は、絶縁層１０における無機絶縁層１４の一主面の一部に配される。

【００８２】

本工程で樹脂層前駆体２４が硬化してなる樹脂層１３は、積層シート２５に含まれていた無機絶縁層１４のコア基板５側の他主面に配された第２樹脂層１３ｂとなる。また、工程（２）で間隙１８に入り込んでいた樹脂層前駆体２４の一部が本工程で間隙１８に入り込んだ第２樹脂層１３ｂの一部となる。さらに、工程（２）でフィラー粒子１６が濃縮されていた樹脂層前駆体２４と無機絶縁層１４との境界に近接した領域が本工程で第２近接領域２２ｂとなる。なお、積層されたコア基板５および積層シート２５を加熱加圧する際の各条件は、工程（２）の加熱加圧と同様である。

【００８３】

ここで、本実施形態においては、無機絶縁層１４から支持体１５を剥離することによっ

て、工程（２）で形成した第１凹部２１ａおよび第２凹部２１ｂが露出する。そして、無機絶縁層１４の第１凹部２１ａが露出した一主面上で導電層１１を形成する。この際に、この第１凹部２１ａにめっき液が入り込むため、導電層１１の一部が第１凹部２１ａに入り込んだ状態となる。

【００８４】

ところで、デスミア処理を行なう際に、一般的に行なわれている過マンガン酸溶液等の薬液を用いた湿式デスミア法を用いると、薬液に触れる無機絶縁層１４の一主面において、無機絶縁層１４の表面およびその間隙１８に配された第２樹脂層１３ｂの一部が溶けて除去される。このため、第１凹部２１ａおよび第２凹部２１ｂが消失しやすい。

【００８５】

一方、本実施形態においては、プラズマデスミア法を用いていることから、無機絶縁層１４の一主面において、無機絶縁層１４の表面およびその間隙１８に配された第２樹脂層１３ｂの一部が除去されにくい。このため、無機絶縁層１４の一主面に第１凹部２１ａおよび第２凹部２１ｂを残すことができる。このプラズマデスミア法は、例えば酸素、窒素、アルゴンまたは四フッ化炭素（CF_4）等を原料ガスとした、ＲＦプラズマまたはマイクロ波プラズマによって行なわれ、処理時間が例えば２分以上３０分以下である。

【００８６】

また、本実施形態においては、無機絶縁層１４の一主面上で無電解めっき法および電解めっき法を用いて導電層１１を形成している。このようにめっき法で導電材料を被着させると、導電材料が被着するにつれて平均結晶粒径が大きくなっていく。したがって、導電層１１の第１凹部２１ａに入り込んでいる一部における平均結晶粒径を、導電層１１の他の部分における平均結晶粒径よりも小さくすることができる。

【００８７】

（４）図１１（ａ）および図１１（ｂ）に示すように、絶縁層１０上に積層シート２５を積層してさらに絶縁層１０を形成する。この絶縁層１０に導電層１１およびビア導体１２を形成することによって、コア基板５上にビルドアップ層６を形成し、配線基板３を作製する。具体的には、例えば以下のように行なう。ここで、便宜上、本工程で形成する絶縁層１０を第１絶縁層１０ａとし、工程（３）で形成した絶縁層１０を第２絶縁層１０ｂとする。

【００８８】

まず、図１１（ａ）に示すように、樹脂層前駆体２４を第２絶縁層１０ｂに接しつつ、第２絶縁層１０ｂ上に積層シート２５を積層する。次に、積層された第２絶縁層１０ｂおよび積層シート２５を厚み方向に加熱加圧することによって、第２絶縁層１０ｂに積層シート２５を接着させる。次に、積層シート２５の樹脂層前駆体２４を硬化開始温度以上、熱分解温度未満の温度で加熱することによって、樹脂層前駆体２４を硬化させて樹脂層１３とする。その結果、この樹脂層１３と積層シート２５に含まれていた無機絶縁層１４とを有する第１絶縁層１０ａを第２絶縁層１０ｂ上に形成することができる。

【００８９】

次に、図１１（ｂ）に示すように、工程（３）と同様の方法で、第１絶縁層１０ａに導電層１１およびビア導体１２を形成する。なお、本工程を繰り返すことによって、ビルドアップ層６をより多層化することができる。

【００９０】

本工程で樹脂層前駆体２４が硬化してなる樹脂層１３は、第２絶縁層１０ｂに含まれていた無機絶縁層１４のコア基板５と反対側の一主面に配された第１樹脂層１３ａとなる。また、第２絶縁層１０ｂに積層シート２５を接着させる際に、樹脂層前駆体２４は流動するため、樹脂層前駆体２４は無機絶縁層１４の一主面の他の部分に配されるとともに導電層１１の側面および一主面を被覆する。したがって、第１樹脂層１３ａは、無機絶縁層１４の一主面に配された導電層１１の側面および一主面を被覆する。なお、積層された第２絶縁層１０ｂおよび積層シート２５を加熱加圧する際の各条件は、工程（２）の加熱加圧と同様である。

【００９１】
ここで、本実施形態において、積層された第２絶縁層１０ｂおよび積層シート２５を厚み方向に加熱加圧する際に、第２絶縁層１０ｂの無機絶縁層の一主面に露出した第２凹部２１ｂに樹脂層前駆体２４の一部が入り込む。そして、この樹脂層前駆体２４の一部が硬化することによって、第１樹脂層１３ａの一部が第２凹部２１ｂに入り込んだ状態となる。
【００９２】
（５）配線基板３に対してバンプ４を介して電子部品２をフリップチップ実装することにより、図１（ａ）に示した実装構造体１を作製する。なお、電子部品２は、ワイヤボンディングによって配線基板３と電気的に接続してもよいし、あるいは、配線基板３に内蔵させてもよい。
【００９３】
本発明は、前述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の変更、改良、組合せ等が可能である。
【００９４】
また、前述した本発明の実施形態においては、配線基板３の例としてコア基板５およびビルドアップ層６からなるビルドアップ多層基板を挙げたが、配線基板３としてビルドアップ多層基板以外のものを用いてもよく、例えば、コアレス基板を用いてもよい。。
【００９５】
また、前述した本発明の実施形態においては、無機絶縁層１４をビルドアップ層６に適用した構成を例に説明したが、無機絶縁層１４を基体７に適用しても構わない。この場合には、基体７は、第２樹脂層１３ｂおよび無機絶縁層１４を有している。ビルドアップ層６は、無機絶縁層１４上に配された導電層１１および第１樹脂層１３ａを有している。無機絶縁層１４の第１凹部２１ａに導電層１１の一部が入り込んでいる。
【００９６】
また、前述した本発明の実施形態においては、１つのビルドアップ層６が絶縁層１０を２層含む構成を例に説明したが、１つのビルドアップ層６は絶縁層１０を３層以上含んでいても構わない。この場合は、各絶縁層１０において、無機絶縁層１４の第１凹部２１ａに導電層１１の一部が入り込んでいても構わない。
【００９７】
また、前述した本発明の実施形態においては、無機絶縁粒子１７が第１無機絶縁粒子１７ａおよび第２無機絶縁粒子１７ｂを含んでいたが、無機絶縁粒子１７は第１無機絶縁粒子１７ａのみを含んでいてもよい。
【００９８】
また、前述した本発明の実施形態においては、工程（２）において溶剤２６の蒸発と無機絶縁粒子１７の加熱とを別々に行なっていたが、これらを同時に行なっても構わない。
【実施例】
【００９９】
以下、本発明を実施例によって詳細に説明するが、本発明は、下記実施例によって限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の変更、実施の態様は、いずれも本発明の範囲内に含まれる。
【０１００】
（評価方法）
凸部を一主面に有する銅箔（支持体）とこの銅箔上に配された無機絶縁層とこの無機絶縁層上に配された樹脂層とを有する積層シートを作製した。次に、この積層シートから銅箔を剥離した。次に、各種の方法で無機絶縁層の一主面にデスミア処理を行なった。次に、無機絶縁層の一主面を走査型電子顕微鏡で観察した。
【０１０１】
（積層シートの作製条件）
まず、平面視にて少なくとも一部が円形状である凸部を一主面に有する銅箔として、三

井金属鉱業株式会社製「３ＥＣ－ＶＬＰ」を準備した。

【０１０２】

次に、酸化ケイ素からなるとともに平均粒径が１０ｎｍ～８０ｎｍである第１無機絶縁粒子と、酸化ケイ素からなるとともに平均粒径が０．７μｍ～２μｍである第２無機絶縁粒子と、メチルイソブチルケトンを含む溶剤とを含む無機絶縁ゾルを作製した。

【０１０３】

次に、無機絶縁ゾルを銅箔に塗布した。

【０１０４】

次に、温度：１５０℃、時間：２時間、雰囲気：大気の条件下で、溶剤を蒸発させつつ無機絶縁ゾルを加熱することによって、銅箔側の一主面に凸部に応じた形状の凹部を有する無機絶縁層を作製した。

【０１０５】

次に、未硬化のエポキシ樹脂を含む樹脂層前駆体を無機絶縁層の銅箔とは反対側の他主面に積層する。この積層体を時間：１時間、圧力：３ＭＰａ、温度：１８０℃の条件下で加熱加圧することによって、銅箔と無機絶縁層と樹脂層とを含む積層シートを作製した。

【０１０６】

次に、塩化第二鉄溶液を用いて銅箔をエッチングして積層シートから除去し、無機絶縁層の一主面を露出させた。

【０１０７】

次に、レーザー加工によって無機絶縁層および樹脂層を厚み方向に貫通するビア孔を形成した。この後にデスミア処理を行なわないものを試料１とした。

【０１０８】

次に、各種条件で無機絶縁層の一主面およびビア孔内にデスミア処理を行ない、試料２、３を作製した。試料２のデスミア処理は、湿式デスミア法を用いて、薬液：過マンガン酸溶液、処理温度：８５℃、処理時間：１５分の条件下で行なった。試料３のデスミア処理は、プラズマデスミア法を用いて、原料ガス：CF_4、プラズマの種類：マイクロ波プラズマの条件下で行なった。

【０１０９】

（結果）

無機絶縁層の一主面を観察した結果、図１２（ａ）に示すように、試料１では、平面視にて少なくとも一部が円形状である凹部が形成されていたが、図１２（ｂ）に示すように、試料２では、凹部が消失していた。一方、図１２（ｃ）に示すように、試料３では、凹部が残存していた。また、試料１ではビア孔内にスミアが残存していたのに対し、試料２、３ではビア孔内に生じたスミアが除去されていた。

【０１１０】

以上のように、凸部が形成された銅箔上に無機絶縁層を形成することによって、無機絶縁層の一主面に平面視にて少なくとも一部が円形状である凹部が形成され、プラズマデスミア法を用いることによって、デスミア処理を行なってもこの凹部が残存することが確認できた。

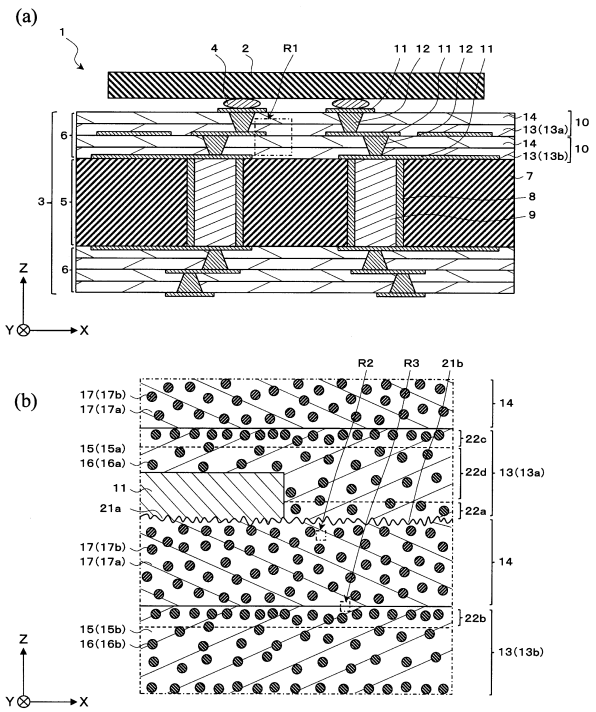
【符号の説明】

【０１１１】

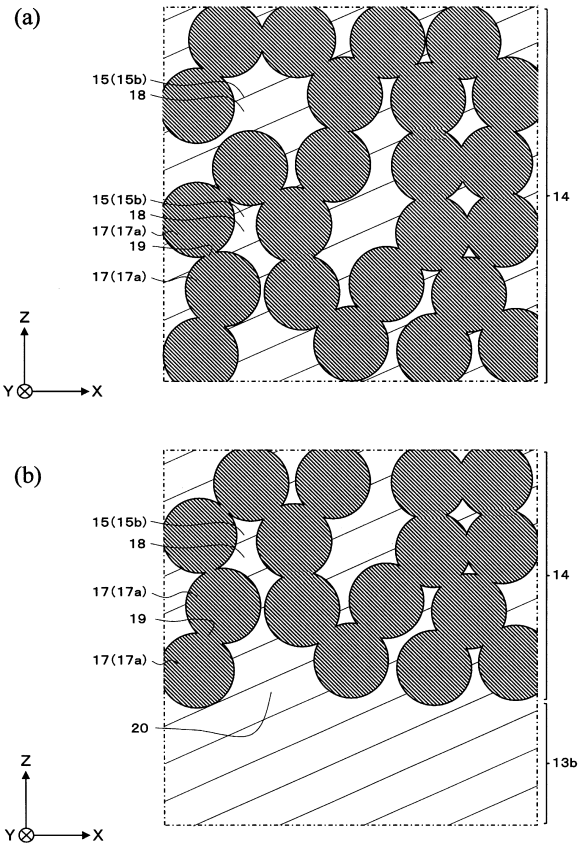
１　実装構造体
２　電子部品
３　配線基板
４　バンプ
５　コア基板
６　ビルドアップ層
７　基体
８　スルーホール導体
９　絶縁体

１０　絶縁層
１１　導電層
１２　ビア導体
１３　樹脂層
１３ａ　第１樹脂層
１３ｂ　第２樹脂層
１４　無機絶縁層
１５　樹脂
１５ａ　第１樹脂
１５ｂ　第２樹脂
１６　フィラー粒子
１６ａ　第１フィラー粒子
１６ｂ　第２フィラー粒子
１７　無機絶縁粒子
１７ａ　第１無機絶縁粒子
１７ｂ　第２無機絶縁粒子
１８　間隙
１９　複数の無機絶縁粒子同士の接続部
２０　開口
２１ａ　第１凹部
２１ｂ　第２凹部
２２ａ　第１近接領域
２２ｂ　第２近接領域
２２ｃ　第３近接領域
２２ｄ　残部領域
２３　支持体
２４　樹脂層前駆体
２５　積層シート
２６　溶剤
２７　無機絶縁ゾル
２８　凸部

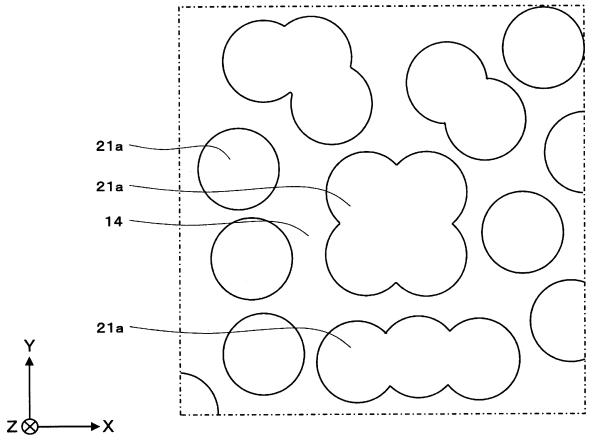
【図１】


(a)
1
4
2
R1
11 12 11 12 11
14
13(13a)
14
13(13b)
10
10
6
3
5
6
7
8
9
Z
Y
X
(b)
R2
R3
21b
17(17b)
17(17a)
15(15a)
16(16a)
11
21a
17(17b)
17(17a)
15(15b)
16(16b)
14
22c
22d
13(13a)
22a
14
22b
13(13b)

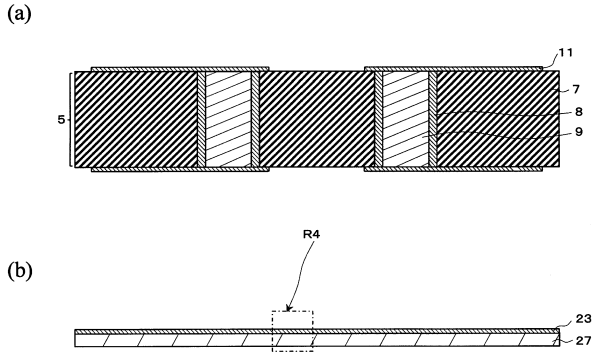
【図２】


(a)
15(15b)
18
15(15b)
18
17(17a)
19
17(17a)
14
Z
Y
X
(b)
15(15b)
18
17(17a)
19
17(17a)
20
14
13b

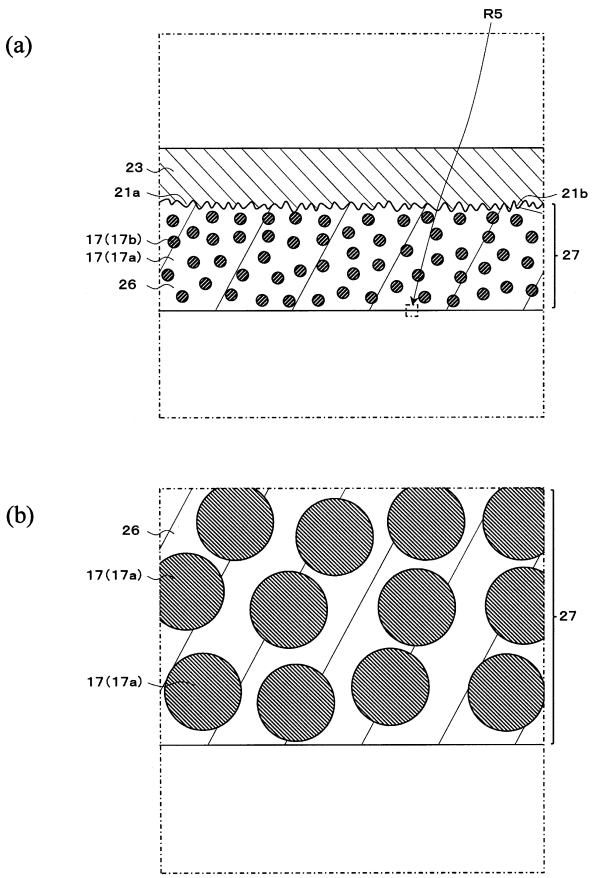
【図３】


21a
21a
14
21a
Y
Z
X

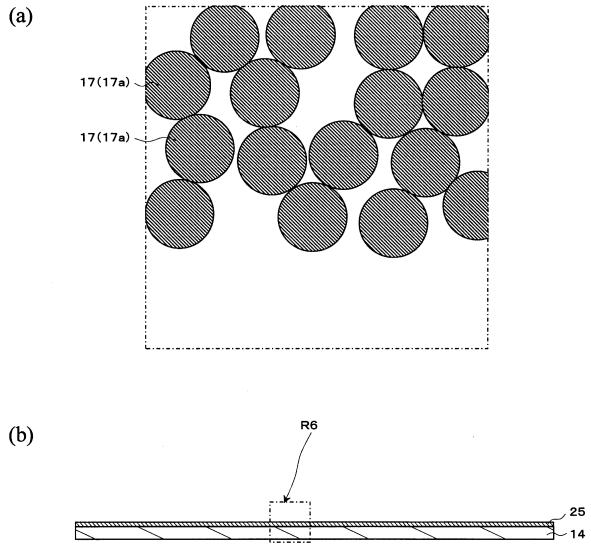
【図４】


(a)
11
5
7
8
9
(b)
R4
23
27

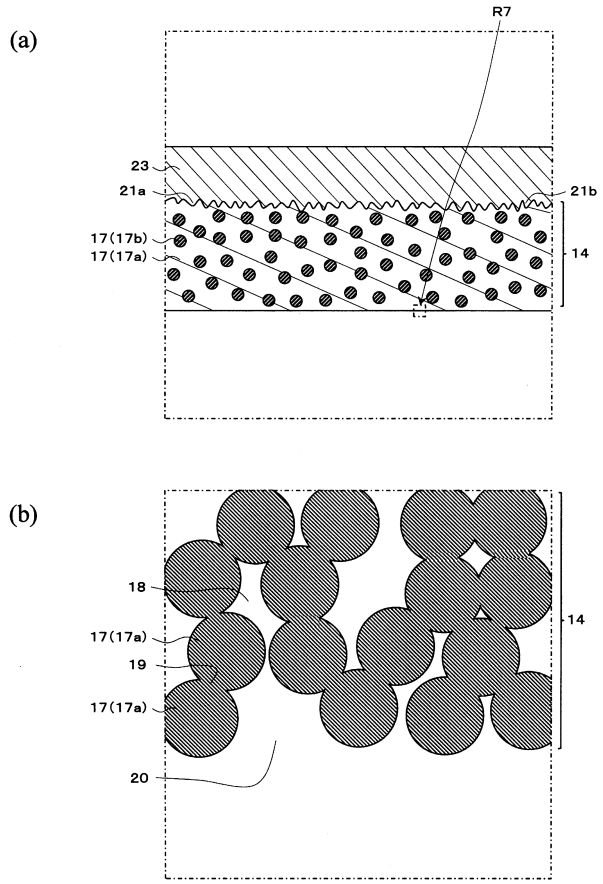
【図５】


(a)
R5
23
21a
21b
17(17b)
17(17a)
26
27
(b)
26
17(17a)
17(17a)
27

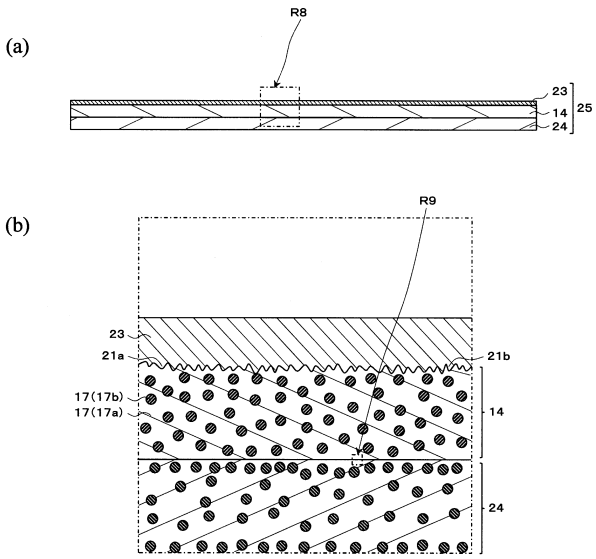
【図６】


(a)
17(17a)
17(17a)
(b)
R6
25
14

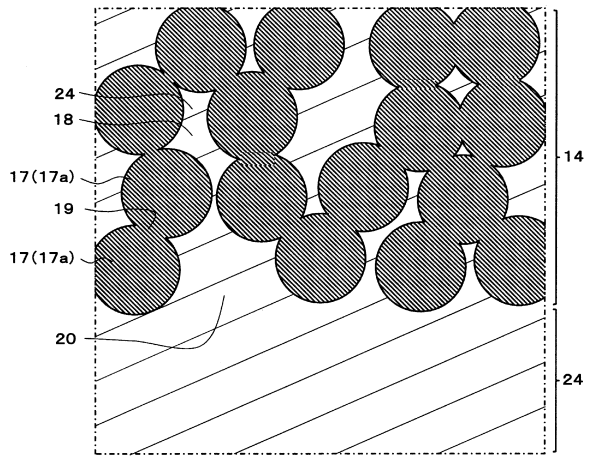
【図７】


(a)
R7
23
21a
21b
17(17b)
17(17a)
14
(b)
18
17(17a)
19
17(17a)
20
14

【図８】

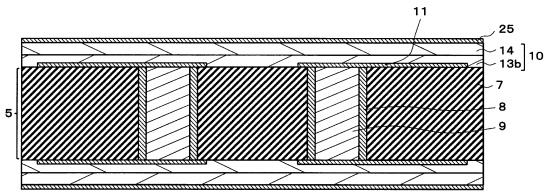

(a)
R8
23
14
24
25
(b)
R9
23
21a
21b
17(17b)
17(17a)
14
24

【図９】

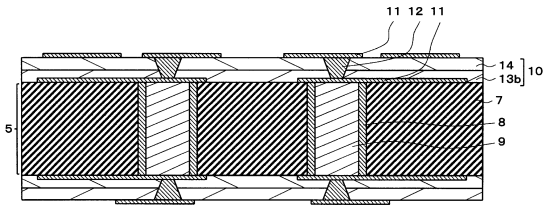

24
18
17(17a)
19
17(17a)
20
14
24

【図１０】

(a)

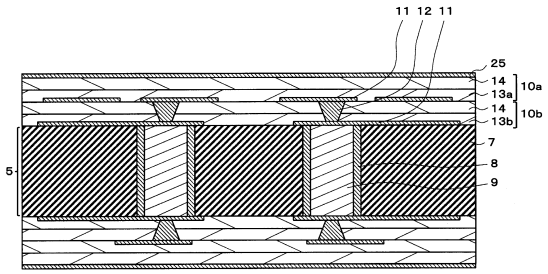


(b)

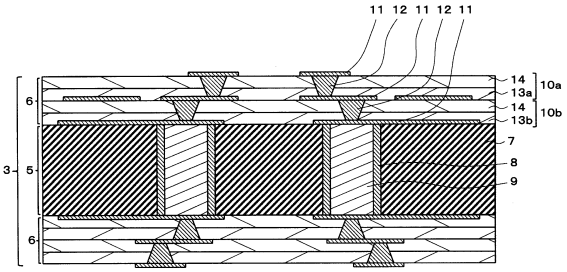


【図１１】

(a)

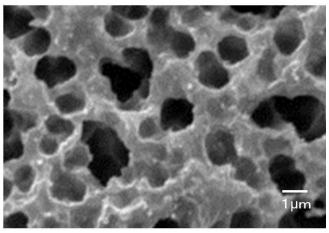


(b)

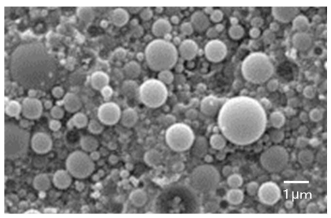


【図１２】

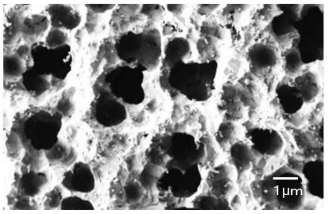
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２０１０／０１３７４１（WO，Ａ1）
特開２００５－３１７９５３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１１／０３７２６０（WO，Ａ1）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｋ　　1／０３
Ｈ０５Ｋ　　1／０９
Ｈ０５Ｋ　　3／３８
Ｈ０５Ｋ　　3／４６
Ｈ０１Ｌ　２３／１２－２３／１３