

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5122885号
(P5122885)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int.Cl.		F I			
H05K 3/46	(2006.01)	H05K 3/46		Q	
H05K 1/16	(2006.01)	H05K 1/16		D	
H01L 23/12	(2006.01)	H05K 3/46		B	
		H05K 3/46		N	
		H01L 23/12		B	

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2007-204187 (P2007-204187)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成19年8月6日(2007.8.6)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-43768 (P2009-43768A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成21年2月26日(2009.2.26)	(74) 代理人	100114605
審査請求日	平成22年7月6日(2010.7.6)		弁理士 渥美 久彦
		(72) 発明者	関 寿毅
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社 内
		(72) 発明者	乾 靖彦
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社 内
		(72) 発明者	大塚 淳
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンデンサ内蔵配線基板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面及び第2主面を有する電極層と、前記電極層の前記第1主面及び前記第2主面の少なくともいずれかの上に形成された誘電体層とを有するコンデンサが、前記第2主面側を内層側に配置しかつ前記第1主面側を外層側に配置した状態で、配線基板における配線積層部を構成する樹脂層間絶縁層内に埋め込まれているコンデンサ内蔵配線基板であって、

前記コンデンサをその厚さ方向に貫通する貫通ビア導体が、前記樹脂層間絶縁層内に設けられ、

前記貫通ビア導体の底部が、前記コンデンサよりも内層側に位置する内層側導体層に面接触し、

前記貫通ビア導体の外周部が、前記電極層に形成された電極層側貫通孔の第1主面側開口縁、内壁面及び第2主面側開口縁に面接触し、

前記貫通ビア導体は、前記樹脂層間絶縁層を貫通して前記内層側導体層を露出させるビア孔に充填されたフィルドビア導体であって、頂部から底部に行くに従って全体的に外径が徐々に小さくなる形状をなしており、

前記貫通ビア導体の頂部及び底部における外径が、前記電極層側貫通孔の内径よりも大きく、

前記内層側導体層と前記貫通ビア導体の底部との接触部分の直径が、前記電極層側貫通孔の内径よりも大きい

10

20

ことを特徴とするコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 2】

前記樹脂層間絶縁層内において前記コンデンサをその厚さ方向に貫通するように設けられ、前記電極層に接触しない非接触貫通ビア導体をさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 3】

前記内層側導体層の表面から前記電極層の第 2 主面までの間隔は、前記内層側導体層と前記貫通ビア導体の底部との接触部分の直径の 0.6 倍以上 3.0 倍以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 4】

前記コンデンサは、前記誘電体層と、前記誘電体層と同時に焼成によって形成される導体層とが、前記電極層となる金属箔の少なくとも片側に積層された構造を有しており、

前記電極層側貫通孔は焼成前に形成されている

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 5】

前記金属箔はニッケルからなることを特徴とする請求項 4 に記載のコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 6】

前記貫通ビア導体は銅からなることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵配線基板。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内蔵配線基板の製造方法において、前記コンデンサを前記樹脂層間絶縁層上に搭載した後、前記コンデンサ上及び前記樹脂層間絶縁層上に上層側の樹脂層間絶縁層を被覆することにより、前記コンデンサを樹脂層間絶縁層内に埋め込む内蔵工程と、

前記内蔵工程後、レーザー径が前記電極層側貫通孔の内径以上になるように調節した状態で炭酸ガスレーザーを用いたレーザー孔あけ加工を行い、前記樹脂層間絶縁層を貫通するビア孔を前記電極層側貫通孔を狙って形成するビア孔形成工程と、

前記ビア孔形成工程後、前記ビア孔の内面に対するめっきを行うことにより、前記ビア孔内に前記貫通ビア導体を形成する貫通ビア導体形成工程と

を含むことを特徴とするコンデンサ内蔵配線基板の製造方法。

【請求項 8】

前記レーザー径は、前記内層側導体層の直径よりも小さいことを特徴とする請求項 7 に記載のコンデンサ内蔵配線基板の製造方法。

【請求項 9】

前記貫通ビア導体形成工程では、前記ビア孔の内面に対するめっきを行うことにより、前記電極層に接触しない非接触貫通ビア導体を形成することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載のコンデンサ内蔵配線基板の製造方法。

【請求項 10】

前記コンデンサは、

前記電極層となる金属箔に前記電極層側貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、

前記金属箔上に前記誘電体層となる未焼結誘電体層を積層する誘電体層積層工程と、

前記誘電体層積層工程後、前記未焼結誘電体層上に、前記誘電体層と同時に焼成によって形成される導体層となる未焼結金属層を形成する金属層形成工程と、

前記金属層形成工程後、前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層に、前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層を貫通し、前記電極層側貫通孔に連通する連通孔を形成する連通孔形成工程と、

前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層を加熱して焼結させることにより、前記誘電体層及び前記導体層を得る焼成工程と

を経て形成されることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のコンデンサ内

10

20

30

40

50

蔵配線基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極層及び誘電体層を備えるコンデンサを内蔵したコンデンサ内蔵配線基板及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年における電子機器の高性能化や小型化の要求は高く、このような要求が高まるにつれて電子部品の高密度化や高機能化に対する要求も確実に高くなってきている。それゆえ、配線基板における電子部品の実装効率を上げるために、例えば、電子部品（ここではコンデンサ）を内蔵した構造の部品内蔵配線基板などが各種提案されている（例えば特許文献1参照）。

10

【0003】

上記従来の部品内蔵配線基板（コンデンサ内蔵配線基板）の一例を図13に基づいて説明する。コンデンサ内蔵配線基板は、コア基板151上に、複数層の樹脂層間絶縁層152からなるビルドアップ層を形成してなる。樹脂層間絶縁層152内にはコンデンサ153が埋め込まれている。コンデンサ153は、ニッケル箔からなる電極層154を備えている。電極層154は、電極層側貫通孔155を有するとともに、第1主面156上及び第2主面157上にチタン酸バリウムからなる誘電体層158が形成されている。さらに、各誘電体層158上には、ニッケルペースト層を焼結して得た電極層159が形成されている。また、各樹脂層間絶縁層152内には、コンデンサ153を厚さ方向に貫通する貫通ビア導体160が設けられている。貫通ビア導体160の底部はコア基板151上の内層側導体層161に面接触し、貫通ビア導体160の外周部は電極層側貫通孔155の内壁面及び第1主面156側の開口縁に面接触している。

20

【特許文献1】特開2005-39243号公報（図4等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、コンデンサ内蔵配線基板の製造時や使用時に熱応力が作用する場合があるが、そのときの熱応力が大きいと、貫通ビア導体160と電極層154との界面が剥離するおそれがある。従って、この場合には、貫通ビア導体160と電極層154との接続信頼性を確保できなくなる。

30

【0005】

また、各樹脂層間絶縁層152のうちコンデンサ153を有する層の厚さがコンデンサ153の厚さ分だけ増加しているため、貫通ビア導体160のアスペクト比（貫通ビア導体160の高さを直径で割った値）が大きい。即ち、貫通ビア導体160の直径が貫通ビア導体160の高さに対して小さい。このことから、貫通ビア導体160の底部と内層側導体層161との接触面積（ビア底面積）が小さくなり、熱応力が作用した際に、貫通ビア導体160の底部と内層側導体層161との界面が剥離しやすい。従って、貫通ビア導体160と内層側導体層161との接続信頼性を確保することが困難である。

40

【0006】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、貫通ビア導体と他の導体との間の剥離を防止することにより、信頼性が高くなるコンデンサ内蔵配線基板及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するための手段（手段1）としては、第1主面（12, 107）及び第2主面（13, 108）を有する電極層（11, 103）と、前記電極層（11, 103）の前記第1主面（12, 107）及び前記第2主面（13, 108）の少なくともい

50

れかの上に形成された誘電体層(21, 104)とを有するコンデンサ(10, 101)が、前記第2主面(13, 108)側を内層側に配置しかつ前記第1主面(12, 107)側を外層側に配置した状態で、配線基板(71)における配線積層部(73)を構成する樹脂層間絶縁層(81, 82, 83, 84)内に埋め込まれているコンデンサ内蔵配線基板(71)であって、前記コンデンサ(10, 101)をその厚さ方向に貫通する貫通ビア導体(121)が、前記樹脂層間絶縁層(81, 82)内に設けられ、前記貫通ビア導体(121)の底部が、前記コンデンサ(10, 101)よりも内層側に位置する内層側導体層(123)に面接触し、前記貫通ビア導体(121)の外周部が、前記電極層(11, 103)に形成された電極層側貫通孔(109, 112)の第1主面(12, 107)側開口縁、内壁面及び第2主面(13, 108)側開口縁に面接触し、前記貫通ビア導体(121)は、前記樹脂層間絶縁層(81, 82)を貫通して前記内層側導体層(123)を露出させるビア孔(228)に充填されたフィルドビア導体であって、頂部から底部に行くに従って全体的に外径が徐々に小さくなる形状をなしており、前記貫通ビア導体(121)の頂部及び底部における外径が、前記電極層側貫通孔(109, 112)の内径よりも大きく、前記内層側導体層(123)と前記貫通ビア導体(121)の底部との接触部分の直径が、前記電極層側貫通孔(109, 112)の内径よりも大きいことを特徴とするコンデンサ内蔵配線基板がある。

10

【0008】

従って、この手段1のコンデンサ内蔵配線基板によると、貫通ビア導体が、電極層側貫通孔の第1主面側開口縁及び内壁面に面接触する。それに加えて、貫通ビア導体の外径が電極層側貫通孔の内径よりも大きいために、貫通ビア導体は、電極層の第2主面側に回り込んで第2主面側開口縁にも面接触する。よって、貫通ビア導体と電極層との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体と電極層との間の剥離を防止できるため、貫通ビア導体と電極層との接続信頼性が高くなる。しかも、貫通ビア導体が、電極層を第1主面側及び第2主面側の両方から挟み込む構造であるため、貫通ビア導体と電極層との接触部分の一部が剥離したとしても、他の部分が接触状態を維持することができる。よって、貫通ビア導体と電極層との接続信頼性がよりいっそう高くなる。また、貫通ビア導体が電極層の第2主面側に回り込む形状であることから、貫通ビア導体の底部の直径が従来よりも大きくなる。よって、貫通ビア導体の底部と内層側導体層との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体の底部と内層側導体層との剥離を防止できるため、貫通ビア導体と内層側導体層との接続信頼性が高くなる。よって、信頼性が高いコンデンサ内蔵配線基板を実現することができる。

20

30

【0009】

ここでいうコンデンサとは、コンデンサの完成品のみを指すのではなく、貫通孔などを後で形成する(例えば樹脂層間絶縁層内に埋め込んだ後に形成する)ことではじめて完成する構成部品も含むものとする。

【0010】

上記コンデンサの好適例としては、電極層と誘電体層とを有するコンデンサを挙げることができる。勿論、上記コンデンサにおける電極層や誘電体層は、1層のみであってもよいほか、2層以上であってもよい。コンデンサ全体の厚さは特に限定されないが、例えば1 μ m以上100 μ m以下であることがよく、好ましくは5 μ m以上75 μ m以下であることがよい。コンデンサ全体の厚さが1 μ m未満であると、十分な強度を確保できずコンデンサ単体として取り扱うことが困難になる。一方、コンデンサ全体の厚さが100 μ mよりも大きいと、コンデンサ内蔵配線基板の高密度化や小型化の達成を阻害するおそれがある。また、コンデンサをコンデンサ内蔵配線基板に内蔵させる場合には、段差が発生しやすくなるため、基板表面の平滑性を確保しにくくなるおそれがある。その結果、基板表面に搭載されるICチップとコンデンサ内蔵配線基板との接続信頼性が低下するおそれがある。

40

【0011】

50

前記コンデンサは、前記誘電体層と、前記誘電体層と同時焼成によって形成される導体層とが、前記電極層となる金属箔の少なくとも片側に積層された構造を有しており、前記電極層側貫通孔は焼成前に形成されていることが好ましい。このようにすれば、誘電体層及び導体層が同時焼成によって形成されるため、誘電体層と導体層とを別々に焼成して形成する場合に比べて、コンデンサを効率良く形成することができる。また、電極層側貫通孔が、誘電体層及び導体層が硬化する前、即ち焼成前に形成されているため、電極層側貫通孔の形成が容易である。

【0012】

前記導体層の形成用材料としては、例えば、融点が比較的高いニッケルを用いることが好ましい。このようにした場合、誘電体層が高誘電率セラミックによって形成されていれば、誘電体層との同時焼成が可能となる。また、導体層が比較的安価な材料によって形成されるため、コンデンサの低コスト化を図ることができる。

10

【0013】

導体層の厚さは、例えば0.1 μm以上50 μm以下であることがよい。導体層の厚さが0.1 μm未満であると、電氣的信頼性を確保しにくくなるおそれがある。一方、導体層の厚さが50 μmよりも大きいと、コンデンサ全体の厚さが厚くなるおそれがある。その点、0.1 μm以上50 μm以下の範囲内で厚さを設定すれば、電氣的信頼性を確保しつつコンデンサ全体の厚肉化を防止することができる。

【0014】

また、前記電極層となる金属箔としては、例えば、銀、金、白金、銅、チタン、アルミニウム、パラジウム、ニッケル、タングステンのいずれかからなるものを挙げることができる。特に、前記金属箔は、比較的安価なニッケルからなることが好ましい。

20

【0015】

前記金属箔の厚さは、10 μm以上100 μm以下であることが好ましい。仮に、金属箔の厚さが10 μm未満であると、十分な強度が得られず、金属箔が破れやすくなるため、コンデンサの製造が困難になる。一方、金属箔の厚さが100 μmよりも大きいと、コンデンサ全体の厚さが大きくなりすぎるため、コンデンサ内蔵配線基板の高密度化や小型化の達成を阻害するおそれがある。

【0016】

上記コンデンサを構成する誘電体層とは、誘電率の高い無機物（例えば誘電体セラミックなど）を主成分とする層のことをいう。ここで誘電体セラミックとは、誘電率が高いセラミック（比誘電率が10以上のセラミックと定義する。）のことをいい、例えば、ペロブスカイト型結晶構造を有した複合酸化物がこれに該当する。かかる複合酸化物の具体例としては、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸鉛及びチタン酸ストロンチウムから選択される1種または2種以上にて構成された化合物を挙げることができる。

30

【0017】

誘電体層の厚さは、例えば0.1 μm以上50 μm以下であることがよく、好ましくは0.5 μm以上20 μm以下であることがよい。誘電体層が薄いことはコンデンサの高容量化にとって好ましいが、その反面でこれが薄くなりすぎて0.1 μm未満になると、電極層間の絶縁を確保しにくくなるおそれがある。一方、誘電体層の厚さが50 μmよりも大きくなると、高容量化の達成が困難になるばかりでなく、コンデンサ全体の厚さが厚くなるおそれがある。

40

【0018】

前記樹脂層間絶縁層は、絶縁性、耐熱性、耐湿性等を考慮して適宜選択することができる。樹脂層間絶縁層を形成するための高分子材料の好適例としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、ビスマレイミド-トリアジン樹脂、キシレン樹脂、ポリエステル樹脂などの熱硬化性樹脂、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリプロピレン樹脂などの熱可塑性樹脂等が挙げられる。

【0019】

50

前記貫通ビア導体は前記樹脂層間絶縁層内に設けられている。また、上記コンデンサ内蔵配線基板は、前記樹脂層間絶縁層内において前記コンデンサをその厚さ方向に貫通するように設けられ、前記電極層に接触しない非接触貫通ビア導体をさらに有することが好ましい。このようにすれば、コンデンサ内蔵配線基板内により複雑な電気回路を形成できるため、コンデンサ内蔵配線基板のよりいっそうの高機能化を図ることができる。

【0020】

なお、貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体は、導電性の金属材料などによって形成することが可能である。貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体を構成する金属材料としては、例えば銅、銀、鉄、コバルト、ニッケルなどが挙げられる。特に、前記貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体は、導電性が高く安価な銅からなることが好ましい。また、前記貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体は、めっきによって形成されることが好ましい。このようにすれば、貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体を簡単かつ低コストで形成することができる。しかし、貫通ビア導体及び非接触貫通ビア導体は、金属ペーストを印刷することによって形成されていてもよい。

10

【0021】

前記内層側導体層の表面から前記電極層の第2主面までの間隔は、前記内層側導体層と前記貫通ビア導体の底部との接触部分の直径の0.6倍以上3.0倍以下であることが好ましい。仮に、前記内層側導体層の表面から前記電極層の第2主面までの間隔が、前記内層側導体層と前記貫通ビア導体の底部との接触部分の直径の0.6倍未満であると、内層側導体層の表面から電極層の第2主面までのスペースが小さくなりすぎるため、電極層の第2主面の上に形成された誘電体層が内層側導体層に接触するおそれがある。一方、前記内層側導体層の表面から前記電極層の第2主面までの間隔が、前記内層側導体層と前記貫通ビア導体の底部との接触部分の直径の3.0倍よりも大きいと、貫通ビア導体のアスペクト比（貫通ビア導体の高さを直径で割った値）が大きくなりすぎてしまうため、熱応力が作用した際に、貫通ビア導体の底部と内層側導体層との間に剥離が生じやすくなる。

20

【0022】

上記課題を解決するための別の手段（手段2）としては、上記手段1に記載のコンデンサ内蔵配線基板（71）の製造方法において、前記コンデンサ（10, 101）を前記樹脂層間絶縁層（81）上に搭載した後、前記コンデンサ（10, 101）上及び前記樹脂層間絶縁層（81）上に上層側の樹脂層間絶縁層（82）を被覆することにより、前記コンデンサ（10, 101）を樹脂層間絶縁層（81, 82）内に埋め込む内蔵工程と、前記内蔵工程後、レーザー径が前記電極層側貫通孔（109, 112）の内径以上になるように調節した状態で炭酸ガスレーザーを用いたレーザー孔あけ加工を行い、前記樹脂層間絶縁層（81, 82）を貫通するビア孔（228）を前記電極層側貫通孔（109, 112）を狙って形成するビア孔形成工程と、前記ビア孔形成工程後、前記ビア孔（228）の内面に対するめっきを行うことにより、前記ビア孔（228）内に前記貫通ビア導体（121）を形成する貫通ビア導体形成工程とを含むことを特徴とするコンデンサ内蔵配線基板の製造方法がある。

30

【0023】

従って、この手段2の製造方法によると、ビア孔形成工程において、レーザー径が電極層側貫通孔の内径以上になるように調節した状態でレーザー孔あけ加工を行ってビア孔を形成するため、ビア孔の内径が電極層の第1主面側において電極層側貫通孔の内径以上の大きさとなる。また、エキシマレーザーやYAGレーザーに比べて熱を発生しやすい炭酸ガスレーザーを用いてレーザー孔あけ加工を行っているため、電極層側貫通孔と同一軸線上にある樹脂層間絶縁層だけでなく、電極層の第2主面側にある樹脂層間絶縁層の一部も炭酸ガスレーザーの熱によって溶かされる。即ち、樹脂層間絶縁層は、レーザー径よりも広い範囲で溶かされる。その結果、ビア孔の内径は、電極層の第2主面側においても電極層側貫通孔の内径以上の大きさとなる。

40

【0024】

ゆえに、貫通ビア導体形成工程においてビア孔内に貫通ビア導体を形成すれば、貫通ビ

50

ア導体が、電極層側貫通孔の第1主面側開口縁及び内壁面に面接触するのに加えて、電極層の第2主面側に回り込んで第2主面側開口縁にも面接触する形状を有するようになる。よって、貫通ビア導体と電極層との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体と電極層との間の剥離を防止できるため、貫通ビア導体と電極層との接続信頼性が高くなる。しかも、貫通ビア導体が、電極層を第1主面側及び第2主面側の両方から挟み込む構造となるため、貫通ビア導体と電極層との接触部分の一部が剥離したとしても、他の部分が接触状態を維持することができる。よって、貫通ビア導体と電極層との接続信頼性がよりいっそう高くなる。また、貫通ビア導体が電極層の第2主面側に回り込む形状であることから、貫通ビア導体の底部の直径が従来よりも大きくなる。よって、貫通ビア導体の底部と内層側導体層との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体の底部と内層側導体層との剥離を防止できるため、貫通ビア導体と内層側導体層との接続信頼性が高くなる。よって、信頼性が高いコンデンサ内蔵配線基板を得ることができる。

10

【0025】

以下、上記手段2にかかるコンデンサ内蔵配線基板の製造方法について説明する。

【0026】

内蔵工程では、前記コンデンサを前記樹脂層間絶縁層上に搭載した後、前記コンデンサ上及び前記樹脂層間絶縁層上に上層側の樹脂層間絶縁層を被覆することにより、前記コンデンサを樹脂層間絶縁層内に埋め込む。

20

【0027】

ここで、前記コンデンサは、前記電極層となる金属箔に前記電極層側貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、前記金属箔上に前記誘電体層となる未焼結誘電体層を積層する誘電体層積層工程と、前記誘電体層積層工程後、前記未焼結誘電体層上に、前記誘電体層と同時焼成によって形成される導体層となる未焼結金属層を形成する金属層形成工程と、前記金属層形成工程後、前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層に、前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層を貫通し、前記電極層側貫通孔に連通する連通孔を形成する連通孔形成工程と、前記未焼結誘電体層及び前記未焼結金属層を加熱して焼結させることにより、前記誘電体層及び前記導体層を得る焼成工程とを経て形成されることが好ましい。このようにすれば、金属箔が、焼成工程が終了するまでの間、誘電体層となる脆弱な未焼結誘電体層と、導体層となる脆弱な未焼結金属層とを支持するため、コンデンサの製造過程において取扱性が向上する。そして、取扱性の向上は歩留まりの向上に寄与する。

30

【0028】

なお、電極層側貫通孔及び連通孔を形成する方法としては従来周知の方法を採用することができ、具体例としては、エッチング加工、レーザー加工、切削加工、ドリル加工、パンチング加工などがある。

【0029】

また、前記誘電体層積層工程では、前記金属箔の片側のみに未焼結誘電体層を積層してもよいし、前記金属箔の両側にそれぞれ未焼結誘電体層を積層してもよいが、前記金属箔の両側にそれぞれ未焼結誘電体層を積層することが好ましい。このようにすれば、金属箔の両側における熱収縮の度合いが互いに等しくなるため、金属箔、誘電体層及び導体層からなる積層体が反りにくくなる。

40

【0030】

ここで、未焼結誘電体層としては、例えば、誘電体粉を含有する未焼結誘電体層形成用ペーストを塗布及び乾燥して形成されるペースト層などが好適である。誘電体粉としては、上述したチタン酸バリウム、チタン酸鉛及びチタン酸ストロンチウムから選択される1種または2種以上にて構成された化合物などが好適である。このほか、誘電体粉を含有するグリーンシート(誘電体グリーンシート)を、未焼結誘電体層として用いてもよい。このような誘電体グリーンシートは、誘電体粉を含有するスラリーをシート状にキャストする手法により比較的簡単に得ることができる。この手法の利点は、ペーストを用い

50

た手法に比べて、薄くて均一な厚さの未焼結誘電体層が効率よく得られることにある。よって、ショート不良やキャパシタンスのバラツキの低減を達成しやすくなる。

【0031】

金属層形成工程では、前記未焼結誘電体層上に、前記誘電体層と同時焼成によって形成される導体層となる未焼結金属層を形成する。具体的に言うと、例えば、金属粉を含有する未焼結金属層形成用ペーストを未焼結誘電体層上に塗布及び乾燥して未焼結金属層形成用ペースト層を形成すること等が挙げられる。このほか、金属粉を含有する金属層形成用グリーンシートを未焼結誘電体層上に積層してもよい。

【0032】

続くビア孔形成工程では、レーザー径が前記電極層側貫通孔の内径以上になるように調節した状態で炭酸ガスレーザーを用いたレーザー孔あけ加工を行い、前記樹脂層間絶縁層を貫通するビア孔を前記電極層側貫通孔を狙って形成する。なお、前記レーザー径は、前記内層側導体層の直径よりも小さいことが好ましい。仮に、レーザー径が内層側導体層の直径よりも大きくなると、炭酸ガスレーザーが樹脂層間絶縁層を余分に溶かしてしまうおそれがある。

【0033】

続く貫通ビア導体形成工程では、前記ビア孔の内面に対するめっきを行うことにより、前記ビア孔内に前記貫通ビア導体を形成する。なお、前記貫通ビア導体形成工程では、前記ビア孔の内面に対するめっきを行うことにより、前記電極層に接触しない非接触貫通ビア導体も形成することが好ましい。このようにすれば、非接触貫通ビア導体を貫通ビア導体と同時に形成することができるため、コンデンサ内蔵配線基板を効率良く形成することができる。その後、貫通ビア導体に接続される配線などを形成すれば、コンデンサ内蔵配線基板が完成する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0034】

[第1実施形態]

【0035】

以下、本発明をコンデンサ内蔵配線基板に具体化した第1実施形態を図面に基づき説明する。

【0036】

図1に示されるように、このコンデンサ内蔵配線基板（以下「配線基板」という）71は、ガラスエポキシからなるコア基板72上に、ビルドアップ層73（配線積層部）を形成してなるものである。ビルドアップ層73は、エポキシ樹脂からなる樹脂層間絶縁層81, 82, 83, 84を4層備えている。樹脂層間絶縁層81～84同士の界面には、銅からなる導体層91, 92, 93がパターン形成されている。また、最表層の樹脂層間絶縁層84の表面上における複数箇所には、銅にニッケル-金めっきを被覆した端子パッド94が形成されている。樹脂層間絶縁層81～84内には、それぞれビア導体96が設けられている。これらのビア導体96のほとんどは同軸上に配置されるとともに、それらを介して導体層92, 93及び端子パッド94が相互に電氣的に接続されている。

【0037】

図1, 図2に示されるように、ビルドアップ層73の内部（具体的には第1層の樹脂層間絶縁層81と第2層の樹脂層間絶縁層82との界面）には、セラミックコンデンサ10が埋め込まれている。本実施形態のセラミックコンデンサ10は、ニッケル箔222（金属箔）からなる電極層11の第1主面12上及び第2主面13上のそれぞれに、チタン酸バリウムからなる1層の誘電体層21と、1層のニッケル電極31（導体層）とを積層した構造を有している。ニッケル電極31は、誘電体層21と同時焼成によって形成されている。

【0038】

また、セラミックコンデンサ10は、電極層11の第2主面13側を内層側に配置しかつ第1主面12側を外層側に配置した状態で、樹脂層間絶縁層81, 82内に埋め込まれ

10

20

30

40

50

る。なお本実施形態では、電極層 11 の厚さが 30 μm に設定され、ニッケル電極 31 の厚さが 4 μm に設定され、誘電体層 21 の厚さが 4 μm に設定されている。ゆえに、セラミックコンデンサ 10 の全体の厚さは 46 μm となっている。

【0039】

図 1, 図 2 に示されるように、電極層 11 の第 1 主面 12 側に配置されたニッケル電極 31 は、ビア導体 124 の下端面に接続され、ビア導体 124 の上端面は、第 2 層の樹脂層間絶縁層 82 上に形成された導体層 125 に接続されている。導体層 125 は、第 3 層の樹脂層間絶縁層 83 内にあるビア導体 96 に接続されている。

【0040】

図 2 等 に示されるように、前記セラミックコンデンサ 10 の複数箇所には、セラミックコンデンサ 10 をその厚さ方向に貫通する貫通孔 111 が形成されている。貫通孔 111 の形状は特に限定されないが、本実施形態における貫通孔 111 はセラミックコンデンサ 10 の厚さ方向から見て略円形状の貫通孔となっている。また、貫通孔 111 は、電極層 11 を貫通する電極層側貫通孔 112 と、前記誘電体層 21 を貫通して電極層側貫通孔 112 に連通する誘電体層側貫通孔 113 と、ニッケル電極 31 を貫通して電極層側貫通孔 112 及び誘電体層側貫通孔 113 に連通する導体層側貫通孔 114 とを含んで構成されている。なお、誘電体層側貫通孔 113 及び導体層側貫通孔 114 の内径は、互いに等しく、かつ、電極層側貫通孔 112 の内径よりも大きくなっている。そして、貫通孔 111 の内部には、樹脂層間絶縁層 81, 82 の一部が入り込んでいる。

【0041】

図 2 等 に示されるように、樹脂層間絶縁層 81, 82 内には、銅からなる貫通ビア導体 121 と、同じく銅からなる非接触貫通ビア導体 122 とが設けられている。各ビア導体 121, 122 は、セラミックコンデンサ 10 をその厚さ方向に貫通している。各ビア導体 121, 122 の頂部は前記導体層 125 に面接触しており、各ビア導体 121, 122 の底部はセラミックコンデンサ 10 よりも内層側に位置する内層側導体層 123 に面接触している。内層側導体層 123 は、前記コア基板 72 内にあるビア導体 96 に接続されている。

【0042】

貫通ビア導体 121 は、前記貫通孔 111 内に配置され、前記電極層 11 を貫通している。貫通ビア導体 121 の外周部は、前記電極層側貫通孔 112 の第 1 主面 12 側開口縁、内壁面及び第 2 主面 13 側開口縁に面接触している。即ち、貫通ビア導体 121 の第 1 主面 12 側 (頂部側) の外径、及び、貫通ビア導体 121 の第 2 主面 13 側 (底部側) の外径は、電極層側貫通孔 112 の内径よりも大きくなる一方、誘電体層側貫通孔 113 の内径及び導体層側貫通孔 114 の内径よりも小さくなっている。そして、貫通ビア導体 121 において電極層側貫通孔 112 内に位置する部分の外径は、電極層側貫通孔 112 の内径と等しくなっている。なお本実施形態において、内層側導体層 123 の表面から電極層 11 の第 2 主面 13 までの間隔は、内層側導体層 123 と貫通ビア導体 121 の底部との接触部分の直径の 0.8 倍である。

【0043】

図 2 等 に示されるように、前記非接触貫通ビア導体 122 は、貫通孔 111 内に配置され、電極層 11、誘電体層 21 及びニッケル電極 31 に接触していない。即ち、非接触貫通ビア導体 122 の外径は、電極層側貫通孔 112 の内径、誘電体層側貫通孔 113 の内径及び導体層側貫通孔 114 の内径よりも小さくなっている。なお、非接触貫通ビア導体 122 が貫通する電極層側貫通孔 112 の内径は、貫通ビア導体 121 が貫通する電極層側貫通孔 112 の内径よりも大きくなっている。

【0044】

そして、このような構成のセラミックコンデンサ 10 に通電を行い、第 1 主面 12 側のニッケル電極 31 - 電極層 11 間に所定の電圧を加えると、一方の電極にプラスの電荷が蓄積し、他方の電極にマイナスの電荷が蓄積するようになっている。

【0045】

10

20

30

40

50

次に、配線基板 7 1 の製造方法を図面に基づいて説明する。

【 0 0 4 6 】

(1) 誘電体グリーンシート 2 2 1 の作製

まず以下の手順で誘電体スラリーを調製した。平均粒径 $0.7 \mu\text{m}$ のチタン酸バリウム粉末 (誘電体粉) 、エタノールとトルエンとの混合溶剤、分散剤、可塑剤をポットで湿式混合し、十分に混合された時点で、有機バインダを添加してさらに混合する。これにより、誘電体グリーンシート 2 2 1 を形成する際の出発材料となる誘電体スラリーを得る。このとき、各成分の配合比率を適宜変更することにより、誘電体スラリーを約 $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の粘度 (リオン株式会社製ビスコテスター VT - 0 4 型粘度計 No . 1 ロータ 6 2 . 5 r p m 1 分値 2 5 で測定した粘度をいう。) に調製する。次に、この誘電体スラリーを用いて誘電体グリーンシート 2 2 1 の形成を以下のように行う。即ち、所定幅の P E T フィルム 2 2 3 のロールを用意して、このロールをキャスト装置の供給側にセットし、ドクターブレード法やリップコーティングなどの従来周知の手法により P E T フィルム 2 2 3 の上面に誘電体スラリーを薄く均一な厚さでキャスト (塗工) する。その後、シート状にキャストされた誘電体スラリーをキャスト装置の供給側と巻き取り側との間に配置されているヒータで加熱乾燥し、厚さ $7 \mu\text{m}$ の誘電体グリーンシート 2 2 1 (誘電体層 2 1 となる未焼結誘電体層) を形成する。

10

【 0 0 4 7 】

(2) ニッケルグリーンシート 2 2 0 の作製

ニッケルグリーンシート 2 2 0 は、誘電体グリーンシート 2 2 1 の場合とほぼ同様の方法で作製される。まず、平均粒径 $0.7 \mu\text{m}$ のニッケル粉末 (金属粉) に分散剤、可塑剤を加える。これをターピネオールを分散媒として、さらに有機バインダを加えた上で混合する。次に、この混合物を用いて、ニッケルグリーンシート 2 2 0 の形成を行う。即ち、所定幅の P E T フィルム 2 2 5 のロールを用意して、このロールをキャスト装置の供給側にセットし、P E T フィルム 2 2 5 の上面に上記の混合物を薄く均一な厚さでキャストする。その後、シート状にキャストされた混合物をヒータで加熱乾燥し、厚さ $7 \mu\text{m}$ のニッケルグリーンシート 2 2 0 (ニッケル電極 3 1 となる未焼結金属層) を形成する。

20

【 0 0 4 8 】

(3) 未焼結積層体 5 0 の作製

電極層 1 1 となる厚さ $30 \mu\text{m}$ のニッケル箔 2 2 2 を用意するとともに、そのニッケル箔 2 2 2 に対してエッチングを行う。これにより、ニッケル箔 2 2 2 が 150 mm 角の大きさに切断され、ニッケル箔 2 2 2 に電極層側貫通孔 1 1 2 が形成される (貫通孔形成工程、図 3 参照) 。また、打ち抜き金型等を用いて、各グリーンシート 2 2 0 , 2 2 1 をニッケル箔 2 2 2 と同じ大きさ (150 mm 角) に切断する。この段階ではまだグリーンシート 2 2 0 , 2 2 1 は硬化していないため、比較的簡単に打ち抜きを行うことができ、しかもクラックの発生を未然に防止することができる。

30

【 0 0 4 9 】

そして次に、ニッケル箔 2 2 2 の両側に、誘電体層 2 1 となる誘電体グリーンシート 2 2 1、及び、ニッケル電極 3 1 となるニッケルグリーンシート 2 2 0 をそれぞれ積層する。具体的に言うと、ニッケル箔 2 2 2 の両面に P E T フィルム 2 2 3 付きの誘電体グリーンシート 2 2 1 を積層配置する (誘電体層積層工程、図 4 参照) 。次に、ラミネート装置を用いて 80 で $500 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ の条件で押圧力を加え、圧着させる。P E T フィルム 2 2 3 を剥離した後、各誘電体グリーンシート 2 2 1 の剥離面上に、それぞれ P E T フィルム 2 2 5 付きのニッケルグリーンシート 2 2 0 を積層配置する (金属層形成工程、図 5 参照) 。次に、ラミネート装置を用いて 80 で $750 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ の条件で押圧力を加え、圧着させる。

40

【 0 0 5 0 】

そして、P E T フィルム 2 2 5 が付着したままの状態、誘電体層 2 1 となる誘電体グリーンシート 2 2 1、及び、ニッケル電極 3 1 となるニッケルグリーンシート 2 2 0 に対

50

してレーザー孔あけ加工を行う。具体的には、レーザー径が前記電極層側貫通孔 1 1 2 の内径よりも大きくなるように調節した状態でレーザー孔あけ加工を行い、グリーンシート 2 2 0 , 2 2 1 を貫通して電極層側貫通孔 1 1 2 に連通する連通孔（誘電体層側貫通孔 1 1 3 と導体層側貫通孔 1 1 4 とからなる孔）を形成する（連通孔形成工程、図 6 参照）。なお、レーザー孔あけ加工は、ニッケル箔 2 2 2 の両側にある各グリーンシート 2 2 0 , 2 2 1 に対して行われる。

【 0 0 5 1 】

その結果、電極層側貫通孔 1 1 2、誘電体層側貫通孔 1 1 3 及び導体層側貫通孔 1 1 4 からなる貫通孔 1 1 1 が焼成前に形成される。この後、汎用の切断機により 2 5 mm 角に切断した後、PET フィルム 2 2 5 を剥離することにより未焼結積層体 5 0（図 6 参照）を得る。この未焼結積層体 5 0 では、ニッケル箔 2 2 2、誘電体グリーンシート 2 2 1 及びニッケルグリーンシート 2 2 0 が積層配置された状態となっている。

10

【 0 0 5 2 】

（ 4 ）脱脂、同時焼成

次に、上記未焼結積層体 5 0 を大気中にて 2 5 0 °C で 1 0 時間脱脂し、さらに還元雰囲気中 1 2 6 0 °C にて所定時間焼成する。その結果、チタン酸バリウム及びニッケルが加熱されて同時焼結し、厚さ 4 μm のニッケル電極 3 1、厚さ 4 μm の誘電体層 2 1、厚さ 3 0 μm の電極層 1 1、厚さ 4 μm の誘電体層 2 1、厚さ 4 μm のニッケル電極 3 1 の順で積層された焼結体（セラミックコンデンサ 1 0）が得られる（焼成工程、図 7 参照）。

【 0 0 5 3 】

20

（ 5 ）カップリング処理

次に、シランカップリング剤（KBM - 4 0 3：信越化学製）の濃度が 1 w t % となる酢酸水溶液を調合する。これに焼成したセラミックコンデンサ 1 0 を 1 分含浸して引き上げる。そして、表面の余分なシランカップリング剤を洗い流した後、1 1 0 °C で 5 分間乾燥させる。

【 0 0 5 4 】

（ 6 ）第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 の形成、セラミックコンデンサ 1 0 の実装

次に、第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 が形成されたコア基板 7 2 を用意し、その第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 上に、電極層 1 1 の第 1 主面 1 2 側を上向きにしてセラミックコンデンサ 1 0 を搭載する（図 7、図 8 参照）。

30

【 0 0 5 5 】

より詳細に言うと、第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 を形成するための未硬化状態の樹脂層間絶縁層 8 1（フィルム材）を用意し、それをラミネータ等でコア基板 7 2 の表面上に貼付する。次いで、加熱機構付きのマウンターを用いて、1 8 0 °C で 1 分間加熱を行いながらセラミックコンデンサ 1 0 をフィルム材上に搭載し、所定の圧力で押し付ける。これに伴い、フィルム材の一部が前記貫通孔 1 1 1 内に入り込む。この時点で、フィルム材は、セラミックコンデンサ 1 0 の周辺部分のみが硬化する。

【 0 0 5 6 】

なお、フィルム材としては、例えば、未硬化状態の熱硬化性樹脂からなるものが好適であり、セラミックコンデンサ 1 0 を搭載する前において熱処理を行うことによって最低溶解粘度を $1 0^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $1 0^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲に設定したものが好適である。仮に、最低溶解粘度が $1 0^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 未満であると、セラミックコンデンサ 1 0 をフィルム材上に搭載する際に、セラミックコンデンサ 1 0 が位置ずれしやすくなる。一方、最低溶解粘度が $1 0^5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ よりも大きいと、フィルム材の一部を貫通孔 1 1 1 内に入り込ませることが困難になる。

40

【 0 0 5 7 】

セラミックコンデンサ 1 0 の搭載後、1 5 0 °C で 3 0 分間加熱する硬化工程を行い、フィルム材を硬化させて硬化状態の樹脂層間絶縁層 8 1 とする。これにより、第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 にセラミックコンデンサ 1 0 が支持固定される。さらに、樹脂層間絶縁層 8 1 に対するビア穴あけを行った後、さらに銅めっきまたは銅ペーストの充填、印刷等を

50

行って、ビア導体 9 6 を形成する。

【 0 0 5 8 】

(7) 樹脂ラミネート

次に、セラミックコンデンサ 1 0 上及び第 1 層の樹脂層間絶縁層 8 1 上に、未硬化状態のフィルム材をラミネータ等で被覆する。そして、熱硬化させて第 2 層（上層側）の樹脂層間絶縁層 8 2 とする（内蔵工程、図 9 参照）。この時点でセラミックコンデンサ 1 0 が樹脂層間絶縁層 8 1 , 8 2 内に完全に埋め込まれる。

【 0 0 5 9 】

(8) レーザー加工

次に、炭酸ガスレーザーを用いたレーザー加工を行い、樹脂層間絶縁層 8 2 を貫通してニッケル電極 3 1 を露出させるビア孔 2 2 9 を形成する（図 1 0 参照）。また、レーザー径が内層側導体層 1 2 3 の直径及び電極層側貫通孔 1 1 2 の内径よりも小さくなるように調節した状態で炭酸ガスレーザーを用いたレーザー孔あけ加工を行い、樹脂層間絶縁層 8 2、樹脂層間絶縁層 8 1 を順番に貫通して内層側導体層 1 2 3 を露出させるビア孔 2 2 7 を形成する。

10

【 0 0 6 0 】

さらに、レーザー径が内層側導体層 1 2 3 の直径よりも小さく、かつ電極層側貫通孔 1 1 2 の内径よりも大きくなるように調節した状態で炭酸ガスレーザーを用いたレーザー孔あけ加工を行う。これにより、樹脂層間絶縁層 8 2、樹脂層間絶縁層 8 1 を順番に貫通して内層側導体層 1 2 3 を露出させるビア孔 2 2 8 が電極層側貫通孔 1 1 2 を狙って形成される（ビア孔形成工程）。なお、レーザー孔あけ加工は、熱を発生する炭酸ガスレーザーを用いて行われるため、電極層側貫通孔 1 1 2 と同一軸線上にある樹脂層間絶縁層 8 1 , 8 2 だけでなく、電極層 1 1 の第 2 主面 1 3 側にある樹脂層間絶縁層 8 1 の一部も炭酸ガスレーザーの熱によって溶かされる。即ち、樹脂層間絶縁層 8 1 は、レーザー径よりも広い範囲で溶かされる。その結果、ビア孔 2 2 8 の内径は、電極層 1 1 の第 1 主面 1 2 側だけでなく、第 2 主面 1 3 側においても電極層側貫通孔 1 1 2 の内径以上の大きさとなる。なお、電極層 1 1 に炭酸ガスレーザーが遮られるにもかかわらず、第 2 主面 1 3 側にある樹脂層間絶縁層 8 1 が溶かされる理由としては、炭酸ガスレーザーの熱が内層側導体層 1 2 3 に反射して、内層側導体層 1 2 3 と電極層 1 1 との間にこもるためであると推測される。

20

30

【 0 0 6 1 】

(9) ビア形成

次に、過マンガン酸ナトリウムで樹脂層間絶縁層 8 1 , 8 2 を粗化し、各ビア孔 2 2 7 ~ 2 2 9 の内面に対する無電解銅めっきを行った後、レジストを形成し、フォトリソでパターンニングを行う。そして、電解銅めっきを行うことにより、ビア孔 2 2 7 , 2 2 8 内にビア導体 1 2 1 , 1 2 2 を形成するとともに、ビア孔 2 2 9 内にビア導体 1 2 4 を形成する（貫通ビア導体形成工程、図 1 1 参照）。その後、レジストを剥離し、レジスト下の無電解銅めっきを除去する。

【 0 0 6 2 】

(1 0) 第 3 層、第 4 層の樹脂層間絶縁層 8 3 , 8 4 の形成

40

次に、第 2 層の樹脂層間絶縁層 8 2 に対するビア穴あけを行った後、さらに銅めっきまたは銅ペーストの充填、印刷等を行って、ビア導体 9 6 を形成するとともに、第 2 層の導体層 9 2 を形成する。この後、従来周知の手法により、第 3 層及び第 4 層（最表層）の樹脂層間絶縁層 8 3 , 8 4 の形成を行い、図 1 の配線基板 7 1 を完成させる。

【 0 0 6 3 】

従って、本実施形態によれば以下の効果を得ることができる。

【 0 0 6 4 】

(1) 本実施形態の配線基板 7 1 によれば、貫通ビア導体 1 2 1 が、電極層側貫通孔 1 1 2 の第 1 主面 1 2 側開口縁及び内壁面に面接触する。それに加えて、貫通ビア導体 1 2 1 の外径が電極層側貫通孔 1 1 2 の内径よりも大きいために、貫通ビア導体 1 2 1 は、電

50

極層 1 1 の第 2 主面 1 3 側に回り込んで第 2 主面 1 3 側開口縁にも面接触する。よって、貫通ビア導体 1 2 1 と電極層 1 1 との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、配線基板 7 1 の製造時や使用時、または、熱サイクル試験等の信頼性試験を行う場合などに熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体 1 2 1 と電極層 1 1 との間の剥離を防止できるため、貫通ビア導体 1 2 1 と電極層 1 1 との接続信頼性が高くなる。しかも、貫通ビア導体 1 2 1 が、電極層 1 1 を第 1 主面 1 2 側及び第 2 主面 1 3 側の両方から挟み込む構造であるため、貫通ビア導体 1 2 1 と電極層 1 1 との接触部分の一部が剥離したとしても、他の部分が接触状態を維持することができる。よって、貫通ビア導体 1 2 1 と電極層 1 1 との接続信頼性がよりいっそう高くなる。また、貫通ビア導体 1 2 1 の底部の直径が従来技術（図 1 3 の貫通ビア導体 1 6 0 を参照）よりも大きくなっている。よって、貫通ビア導体 1 2 1 の底部と内層側導体層 1 2 3 との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、配線基板 7 1 の製造時や使用時、または、上記の信頼性試験を行う場合などに熱応力が作用したとしても、貫通ビア導体 1 2 1 の底部と内層側導体層 1 2 3 との剥離（デラミネーション）を防止できるため、貫通ビア導体 1 2 1 と内層側導体層 1 2 3 との接続信頼性が高くなる。よって、信頼性が高い配線基板 7 1 を実現することができる。

10

【 0 0 6 5 】

(2) 本実施形態では、樹脂層間絶縁層 8 2 を形成してセラミックコンデンサ 1 0 を樹脂層間絶縁層 8 1 , 8 2 内に埋め込む前に、セラミックコンデンサ 1 0 を支持する樹脂層間絶縁層 8 1 を硬化させている。このため、上層側の樹脂層間絶縁層 8 2 を被覆する際などに熱履歴を受けたとしても、セラミックコンデンサ 1 0 を支持する樹脂層間絶縁層 8 1 の流動が防止され、セラミックコンデンサ 1 0 の位置ずれが防止される。

20

[第 2 実施形態]

【 0 0 6 6 】

次に、第 2 実施形態のコンデンサ内蔵配線基板を図面に基づいて詳細に説明する。ここでは第 1 実施形態と相違する部分を中心に説明し、共通する部分については同じ部材番号を付す代わりに説明を省略する。

【 0 0 6 7 】

図 1 2 に示されるように、本実施形態の配線基板では、セラミックコンデンサの構造が前記第 1 実施形態とは異なっている。即ち、セラミックコンデンサ 1 0 1 は、2 層のニッケル電極 1 0 2 , 1 0 3 が 1 層の誘電体層 1 0 4 を挟み込んだ構造を有している。詳述すると、第 1 ニッケル電極 1 0 2 の第 1 主面 1 0 5 は樹脂層間絶縁層 8 2 に面接触し、第 1 ニッケル電極 1 0 2 の第 2 主面 1 0 6 上には誘電体層 1 0 4 が形成されている。一方、第 2 ニッケル電極 1 0 3 (電極層) の第 1 主面 1 0 7 上には誘電体層 1 0 4 が形成され、第 2 ニッケル電極 1 0 3 の第 2 主面 1 0 8 全体は樹脂層間絶縁層 8 1 に面接触している。なお本実施形態では、ニッケル電極 1 0 2 , 1 0 3 の厚さが 8 μm 、誘電体層 1 0 4 の厚さが 4 μm に設定されているため、セラミックコンデンサ 1 0 1 の全体の厚さは 2 0 μm となっている。また、セラミックコンデンサ 1 0 1 には凹部 2 2 6 が形成されている。凹部 2 2 6 は、第 1 ニッケル電極 1 0 2 及び誘電体層 1 0 4 を貫通し、第 2 ニッケル電極 1 0 3 を露出させている。

30

40

【 0 0 6 8 】

そして、図 1 2 に示される本実施形態の貫通ビア導体 1 2 1 は、前記第 1 実施形態の貫通ビア導体 1 2 1 とほぼ同様の構造を有している。即ち、貫通ビア導体 1 2 1 の外周部は、第 2 ニッケル電極 1 0 3 に形成された電極層側貫通孔 1 0 9 の第 1 主面 1 0 7 側開口縁、内壁面及び第 2 主面 1 0 8 側開口縁に面接触している。即ち、貫通ビア導体 1 2 1 の第 1 主面 1 0 7 側 (頂部側) 及び第 2 主面 1 0 8 側 (底部側) の外径は、電極層側貫通孔 1 0 9 の内径よりも大きくなっている。

【 0 0 6 9 】

従って、本実施形態によれば、貫通ビア導体 1 2 1 と第 2 ニッケル電極 1 0 3 との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用した際の貫通ビ

50

ア導体 1 2 1 と第 2 ニッケル電極 1 0 3 との間の剥離を防止でき、接続信頼性が高くなる。また、貫通ビア導体 1 2 1 の底部と内層側導体層 1 2 3 との接触面積が大きくなり、両者の密着強度も大きくなる。ゆえに、熱応力が作用した際の貫通ビア導体 1 2 1 の底部と内層側導体層 1 2 3 との剥離（デラミネーション）を防止でき、接続信頼性が高くなる。よって、信頼性が高い配線基板を実現することができる。

【 0 0 7 0 】

次に、信頼性についての評価方法及びその結果を説明する。

【 0 0 7 1 】

まず、測定用サンプルを次のように準備した。第 1 実施形態と同じ配線基板 7 1 を準備し、これを実施例 1 とした。また、第 2 実施形態と同じ配線基板を準備し、これを実施例 2 とした。さらに、従来技術と同じ配線基板（図 1 3 参照）を準備し、これを比較例とした。

【 0 0 7 2 】

次に、各測定用サンプル（実施例 1 , 2、比較例）に対してサーマルショックテストを実施した。具体的には、- 4 0 （ 1 時間）～ 8 0 （ 1 時間）を 1 サイクルとして繰り返し試験を行った。

【 0 0 7 3 】

このように試験を行った結果、比較例の貫通ビア導体 1 6 0 は、電極層側貫通孔 1 5 5 の第 1 主面 1 5 6 側開口縁及び内壁面のみ面に接触し、電極層 1 5 4 の第 2 主面 1 5 7 側に回り込まない構造であるため、貫通ビア導体 1 6 0 と電極層 1 5 4 との接触面積が実施例 1 , 2 よりも小さく、両者の密着強度も小さい。よって、サーマルショックテストを実施した際に作用した熱応力により、貫通ビア導体 1 6 0 と電極層 1 5 4 とが剥離してしまった。また、貫通ビア導体 1 6 0 の底部と内層側導体層 1 6 1 との接触面積が実施例 1 , 2 よりも小さく、両者の密着強度も小さい。よって、サーマルショックテストを実施した際に作用した熱応力により、貫通ビア導体 1 6 0 の底部と内層側導体層 1 6 1 とが剥離してしまった。従って、第 1 実施形態の配線基板 7 1 や第 2 実施形態の配線基板への比較例の採用は困難であることが証明された。

【 0 0 7 4 】

一方、実施例 1 , 2 では、セラミックコンデンサ 1 0 と各ビア導体 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 4 との接続が維持されていた。また、各ビア導体 1 2 1 , 1 2 2 の底部と内層側導体層 1 2 3 との剥離（デラミネーション）が生じることもなかった。従って、第 1 , 第 2 実施形態の配線基板の構造としては、最も問題が少ない実施例 1 , 2 の構造が適することが分かった。

【 0 0 7 5 】

なお、各実施形態は以下のように変更してもよい。

【 0 0 7 6 】

・上記第 1 実施形態のセラミックコンデンサ 1 0 は、電極層 1 1 の第 1 主面 1 2 上及び第 2 主面 1 3 上のそれぞれに、1 層の誘電体層 2 1 と 1 層のニッケル電極 3 1 とを積層した構造を有していたが、電極層 1 1、誘電体層 2 1 及びニッケル電極 3 1 の層数を変更してもよい。また、上記第 2 実施形態のセラミックコンデンサ 1 0 1 は、1 層の誘電体層 1 0 4 と 2 層のニッケル電極 1 0 2 , 1 0 3 とを積層した構造を有していたが、誘電体層 1 0 4 及びニッケル電極 1 0 2 , 1 0 3 の層数を変更してもよい。

【 0 0 7 7 】

次に、前述した実施形態によって把握される技術的思想を以下に列挙する。

【 0 0 7 8 】

(1) 第 1 主面及び第 2 主面を有する電極層と、前記電極層の前記第 1 主面及び前記第 2 主面の少なくともいずれかの上に形成された誘電体層とを有するコンデンサが、前記第 2 主面側を内層側に配置しかつ前記第 1 主面側を外層側に配置した状態で、配線基板における配線積層部を構成する樹脂層間絶縁層内に埋め込まれているコンデンサ内蔵配線基板であって、前記コンデンサをその厚さ方向に貫通する貫通ビア導体が、前記樹脂層間絶縁

10

20

30

40

50

層内に設けられ、前記貫通ビア導体の底部が、前記コンデンサよりも内層側に位置する内層側導体層に面接触し、前記貫通ビア導体の頂部側の外径、及び、前記貫通ビア導体の底部側の外径が、前記電極層側貫通孔の内径よりも大きくなるとともに、前記貫通ビア導体において前記電極層側貫通孔内に位置する部分の外径が、前記電極層側貫通孔の内径と等しくなっており、前記貫通ビア導体の外周部が、前記電極層に形成された電極層側貫通孔の第1主面側開口縁、内壁面及び第2主面側開口縁に面接触していることを特徴とするコンデンサ内蔵配線基板。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】第1実施形態における配線基板の一部を示す概略断面図。

10

【図2】同じく、セラミックコンデンサ付近の構成を示す概略断面図。

【図3】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図4】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図5】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図6】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図7】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図8】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図9】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図10】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

【図11】同じく、配線基板の製造方法を説明するための概略断面図。

20

【図12】第2実施形態におけるセラミックコンデンサ付近の構成を示す概略断面図。

【図13】従来技術におけるコンデンサ付近の構成を示す概略断面図。

【符号の説明】

【0080】

10, 101 ... コンデンサとしてのセラミックコンデンサ

11 ... 電極層

12, 107 ... 第1主面

13, 108 ... 第2主面

21, 104 ... 誘電体層

31 ... 導体層としてのニッケル電極

30

71 ... コンデンサ内蔵配線基板（配線基板）

73 ... 配線積層部としてのビルドアップ層

81, 82, 83, 84 ... 樹脂層間絶縁層

103 ... 電極層としての第2ニッケル電極

109, 112 ... 電極層側貫通孔

113 ... 連通孔を構成する誘電体層側貫通孔

114 ... 連通孔を構成する導体層側貫通孔

121 ... 貫通ビア導体

122 ... 非接触貫通ビア導体

123 ... 内層側導体層

40

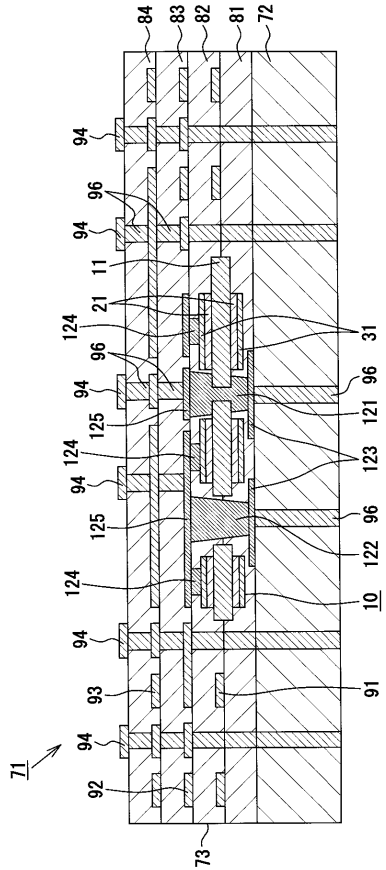
220 ... 未焼結金属層としてのニッケルグリーンシート

221 ... 未焼結誘電体層としての誘電体グリーンシート

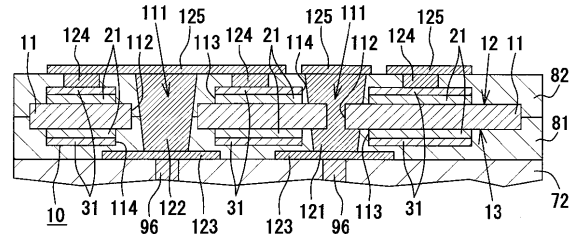
222 ... 金属箔としてのニッケル箔

228 ... ビア孔

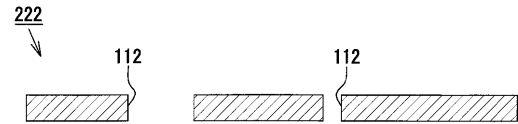
【 図 1 】



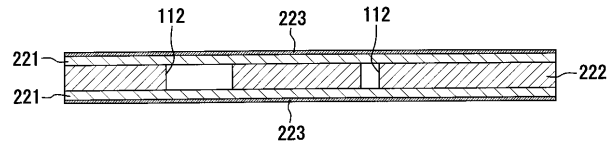
【 図 2 】



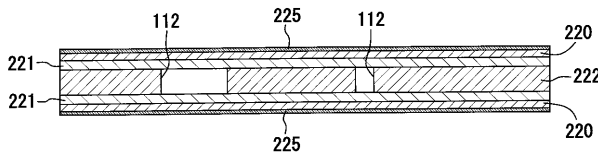
【 図 3 】



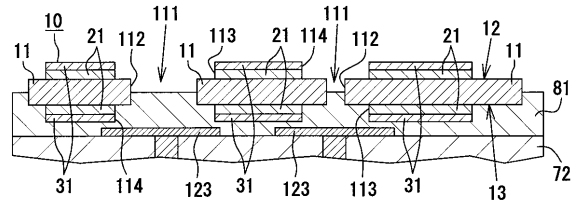
【 図 4 】



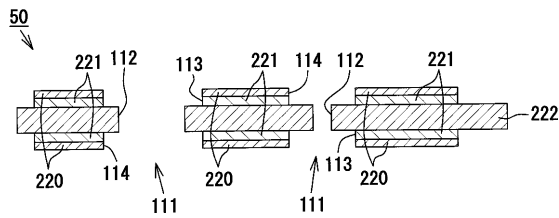
【 図 5 】



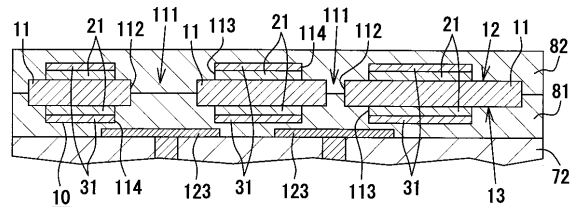
【 図 8 】



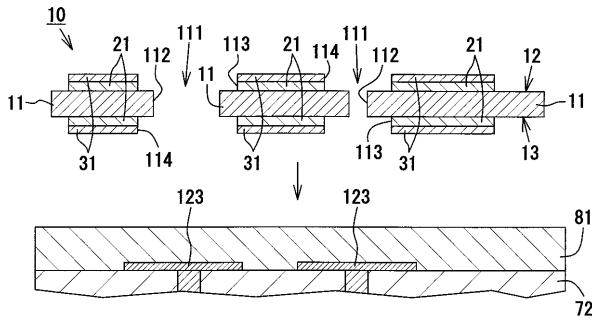
【 図 6 】



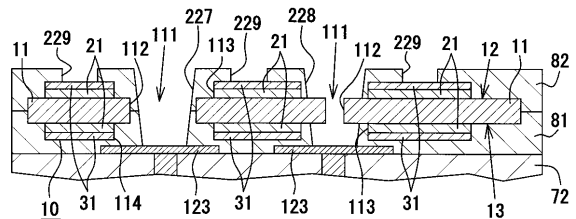
【 図 9 】



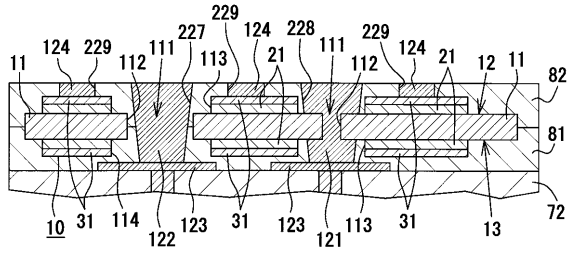
【 図 7 】



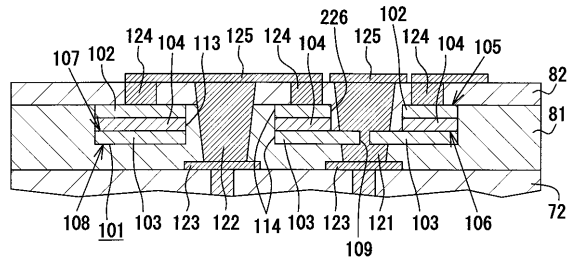
【 図 10 】



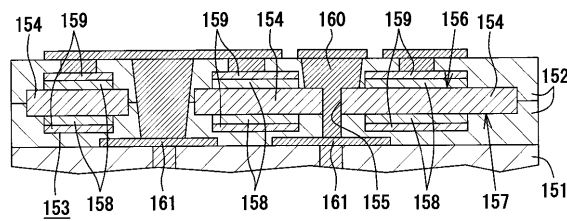
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 学

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社 内

審査官 中尾 麗

(56)参考文献 特開2007-150123(JP,A)

特開2001-267748(JP,A)

特開2005-45008(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 3/46

H01L 23/12

H05K 1/16

H05K 1/11

H05K 3/40