

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6608562号
(P6608562)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int.Cl.		F I			
H05K	3/40	(2006.01)	H05K	3/40	K
H01L	23/12	(2006.01)	H01L	23/12	J
H05K	3/38	(2006.01)	H01L	23/12	N
			H05K	3/38	C

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2019-502027 (P2019-502027)	(73) 特許権者	000006633
(86) (22) 出願日	平成30年8月27日 (2018.8.27)		京セラ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/031530		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(87) 国際公開番号	W02019/044752	(74) 代理人	110002147
(87) 国際公開日	平成31年3月7日 (2019.3.7)		特許業務法人酒井国際特許事務所
審査請求日	平成31年1月12日 (2019.1.12)	(72) 発明者	阿部 裕一
(31) 優先権主張番号	特願2017-164455 (P2017-164455)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(32) 優先日	平成29年8月29日 (2017.8.29)		京セラ株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	審査官	齊藤 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板およびこれを備える電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

貫通孔を有する、セラミックスからなる基体と、
前記貫通孔内に位置する貫通導体と、を備え、

前記貫通導体は、主成分である銀および銅と、チタン、ジルコニウム、ハフニウムおよびニオブのグループAから選択される少なくとも一つと、モリブデン、タンタル、タンゲステン、レニウムおよびオスミウムのグループBから選択される少なくとも一つと、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第1合金とを含有する回路基板。

【請求項2】

前記第1合金は、前記貫通導体に占める面積占有率が5面積%以上25面積%以下である請求項1に記載の回路基板。

10

【請求項3】

前記貫通導体は、該貫通導体を構成する全成分100質量%のうち、前記インジウムまたは前記スズの含有量が1.0質量%以上3.0質量%以下である請求項1または請求項2に記載の回路基板。

【請求項4】

前記貫通導体は、前記銅の粒を含有し、円相当径が5μm以下である前記銅の粒が占める面積占有率が5面積%以上15面積%以下である請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の回路基板。

【請求項5】

20

前記貫通導体は、該貫通導体を構成する全質量100質量%のうち、酸素の含有量が0.15質量%以下である請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の回路基板。

【請求項6】

前記貫通導体は、前記貫通孔の内壁に接する位置に、前記基体を構成する成分と前記貫通導体に含まれるグループAから選択される少なくとも一つとを含む接合層を有し、該接合層の最大厚みが、3μm以上10μm以下である請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の回路基板。

【請求項7】

前記基体上および前記貫通導体上に位置する金属層を備える請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の回路基板。

10

【請求項8】

前記貫通導体および前記金属層の間に薄膜層を備え、該薄膜層の主成分が、チタンまたはクロムである請求項7に記載の回路基板。

【請求項9】

前記貫通導体および前記薄膜層の界面に、前記薄膜層を構成する成分と、銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つとを含む第2合金を有する請求項8に記載の回路基板。

【請求項10】

請求項7乃至請求項9のいずれかに記載の回路基板と、該回路基板の前記金属層上に位置する電子部品とを備える電子装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、回路基板およびこれを備える電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

回路基板の金属層上に半導体素子、発熱素子、ペルチェ素子等の各種電子部品が搭載された電子装置が知られている。このような用途において使用される回路基板は、貫通孔を有する基板と、貫通孔内に位置する導体（以下、貫通導体と記載する。）と、を備えており、この貫通導体は金属層と電気的に接合されている。そして、この貫通導体を介して、外部から金属層上に搭載された電子部品に電気信号が入力される。（例えば、特許文献1参照）

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-65442号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の回路基板は、貫通孔を有する、セラミックスからなる基体と、前記貫通孔内に位置する貫通導体と、を備える。また、貫通導体は、主成分である銀および銅と、チタン、ジルコニウム、ハフニウムおよびニオブのグループAから選択される少なくとも一つと、モリブデン、タンタル、タングステン、レニウムおよびオスミウムのグループBから選択される少なくとも一つと、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第1合金とを含有する。

40

【0005】

また、本開示の電子装置は、上記構成の回路基板と、該回路基板の金属層上に位置する電子部品とを備える。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】本開示の回路基板における貫通孔周辺の一例を模式的に示す断面図である。

50

【図2】本開示の回路基板における貫通孔周辺の他の例を模式的に示す断面図である。

【図3】本開示の電子装置における電子部品周辺の一例を模式的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

金属層上に位置する電子部品は、動作時に熱を生じるものである。そして、近年の電子部品の高集積化、電子装置の小型化および薄型化によって、回路基板における体積当たりに加わる熱量は大きくなっている。そのため、電子部品の動作により、回路基板の加熱および冷却が繰り返されると、回路基板の貫通導体に、貫通孔の内壁と接触する箇所から亀裂が発生しやすく、貫通導体の電気抵抗値が増加しやすかった。

【0008】

このような事情に鑑みて、長期間に亘っての使用に耐えることができるように、回路基板の加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値が増加する要因となる亀裂が発生しにくい貫通導体を備えた回路基板が求められている。

【0009】

本開示の回路基板は、加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体に亀裂が発生しにくく、貫通導体の電気抵抗値が増加しにくいいため、長期間に亘っての使用に耐え得る。

【0010】

また、本開示の電子装置は、本開示の回路基板を備えることから、高い信頼性を有する。

【0011】

以下、本開示の回路基板および電子装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0012】

本開示の回路基板10は、図1に示すように、貫通孔を有する基体1と、貫通孔内に位置する貫通導体2とを備える。ここで、基体1は、セラミックスからなる。セラミックスとしては、例えば、炭化珪素質セラミックス、酸化アルミニウム質セラミックス、窒化珪素質セラミックス、窒化アルミニウム質セラミックスまたはムライト質セラミックス等を用いることができる。

【0013】

基体1が、窒化アルミニウム質セラミックス等の窒化物系セラミックスからなるときには、高い熱伝導率により、回路基板10の放熱性が向上する。なお、窒化アルミニウム質セラミックスとは、窒化アルミニウム質セラミックスを構成する全成分100質量%のうち、窒化アルミニウムが70質量%以上を占めるものである。

【0014】

そして、基体1の材質は、以下の方法により確認することができる。まず、X線回折装置(XRD)を用いて基体1を測定し、得られた 2θ (2θ は、回折角度である。)の値をJCPDSカードで同定することで、基体1の構成成分を同定する。次に、ICP(Inductively Coupled Plasma)発光分光分析装置(ICP)を用いて、基体1の定量分析を行なう。このとき、XRDで同定された構成成分が窒化アルミニウムであり、ICPで測定したアルミニウム(Al)の含有量から窒化アルミニウム(AlN)に換算した値が70質量%以上であれば、窒化アルミニウム質セラミックスである。なお、他のセラミックスについても同様である。

【0015】

また、図1においては、貫通孔の断面形状として、基体1の上方および下方に向かって広がる鼓形状を示しているが、これに限定されるものではなく、単に矩形形状であってもよい。

【0016】

そして、貫通導体2は、銀および銅が主成分である。ここで、銀および銅が主成分とは、貫通導体2を構成する全成分100質量%のうち、銀および銅の合計が83質量%以上であることをいう。このように、貫通導体2の主成分が、熱伝導率が高い銀および銅であ

10

20

30

40

50

ることから、本開示の回路基板 10 における貫通導体 2 は放熱性に優れ、回路基板 10 の加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体 2 に亀裂が発生しにくく、貫通導体 2 の電気抵抗値が増加しにくい。貫通導体 2 は、貫通導体 2 を構成する全成分 100 質量%のうち、銀が 65 質量%以上 75 質量%以下、銅が 18 質量%以上 30 質量%以下であってもよい。

【0017】

また、貫通導体 2 は、チタン、ジルコニウム、ハフニウムおよびニオブのグループ A から選択される少なくとも一つと、モリブデン、タンタル、タングステン、レニウムおよびオスミウムのグループ B から選択される少なくとも一つと、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第 1 合金とを含有する。言い換えるならば、第 1 合金とは、AgIn 合金、または、AgSn 合金のいずれかである。

10

【0018】

このように、貫通導体 2 がグループ A を含有していることで、貫通孔の内壁と貫通導体 2 とが強固に接合され、加熱および冷却が繰り返された際に、貫通導体 2 が貫通孔の内壁から剥がれにくく、亀裂の発生が抑制される。

【0019】

また、貫通導体 2 がグループ B を含有していることで、グループ B が骨材の役目を成し、骨材となるグループ B 同士の間を、他の成分（銀、銅、グループ A、後述する第 1 合金）が埋めることで、貫通導体 2 において、亀裂が発生する起点となりやすい気孔の量が少なくなる。

20

【0020】

そして、貫通導体 2 が第 1 合金を含有していることで、貫通導体 2 を作製する際の第 1 合金生成時に、気孔を消滅させ、気孔の量を少なくすることができる。

【0021】

よって、このような構成を満足している本開示の回路基板 10 は、加熱および冷却が繰り返されても、貫通孔の内壁と接触する箇所から、貫通導体 2 に亀裂が発生しにくく、貫通導体 2 の電気抵抗値が増加しにくいため、長期間に亘っての使用に耐え得る。

【0022】

ここで、貫通導体 2 を構成する成分（銀、銅、グループ A、グループ B）とその含有量は、以下の方法で確認すればよい。まず、図 1 に示すような断面形状となるように、回路基板 10 を切断し、クロスセクションポリッシャー（CP）を用いて研磨することで研磨面を得る。次に、この研磨面を観察面として、走査型電子顕微鏡（SEM）付設のエネルギー分散型 X 線分析装置（EDS）を用いて、貫通導体 2 を構成する成分とその含有量を測定する。または、貫通導体 2 を削り取り、ICP または蛍光 X 線分析装置（XRF）を用いて、貫通導体 2 を構成する成分とその含有量を測定してもよい。

30

【0023】

また、貫通導体 2 が、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第 1 合金を含有しているか否かは、以下の方法で確認すればよい。まず、上述した研磨面を測定面とし、電子線マイクロアナライザー（EPMA）を用いて面分析を行なう。そして、面分析のカラーマッピングにおいて、銀とインジウムとが同時に存在する箇所が確認された場合、銀およびインジウムからなる第 1 合金を含有しているとみなす。同様に、面分析のカラーマッピングにおいて、銀とスズとが同時に存在する箇所が確認された場合、銀およびスズからなる第 1 合金を含有しているとみなす。なお、同時に存在する箇所が確認されるというのは、例えば、銀の面分析の結果と、インジウムの面分析の結果を重ね合わせたとき、存在箇所に重なり合う領域があるということである。

40

【0024】

また、貫通導体 2 は、貫通導体 2 を構成する全成分 100 質量%のうち、グループ A の合計含有量が 1.5 質量%以上 3.0 質量%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、貫通孔の内壁と貫通導体 2 とがより強固に接合され、加熱および冷却が繰り返された際に、貫通導体 2 が貫通孔の内壁から剥がれにくく、亀裂の発生がさらに抑制さ

50

れる。

【0025】

また、貫通導体2は、貫通導体2を構成する全成分100質量%のうち、グループBの合計含有量が3.0質量%以上8.0質量%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、貫通導体2において、グループBが骨材の役目を効果的に成し、骨材となるグループB同士の間を他の成分が埋めることで、亀裂が発生する起点となりやすい気孔の量がさらに少なくなる。

【0026】

また、第1合金は、貫通導体2に占める面積占有率が5面積%以上25面積%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、貫通導体2の展延性を高く維持しつつ、気孔の量をより少なくすることができる。

10

【0027】

また、第1合金の円相当径の平均値は、例えば、5 μ m以上30 μ m以下であってもよい。

【0028】

ここで、第1合金が貫通導体2に占める面積占有率、第1合金の円相当径の平均値は、以下の方法で算出すればよい。まず、上述した方法により、研磨面を得た後、第1合金の存在を確認する。次に、SEMにより撮影した研磨面の写真において、第1合金を黒く塗りつぶす。その後、この写真を画像データとして読み取り、画像解析ソフト「A像くん」(登録商標、旭化成エンジニアリング(株)製、なお、以降に画像解析ソフト「A像くん」と記した場合、旭化成エンジニアリング(株)製の画像解析ソフトを示すものとする。)の粒子解析という手法を適用して画像解析することにより、第1合金が占める面積占有率、第1合金の円相当径の平均値を算出すればよい。なお、「A像くん」の解析条件としては、例えば粒子の明度を「暗」、2値化の方法を「手動」、小図形除去を「0.01 μ m」、閾値を「180」とすればよい。

20

【0029】

また、貫通導体2は、貫通導体2を構成する全成分100質量%のうち、インジウムまたはスズの含有量が1.0質量%以上3.0質量%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、貫通導体2の展延性を維持しつつ、貫通導体2の融点を下げて、貫通導体2を作製する際に発生する気孔の量を少なくすることができる。

30

【0030】

ここで、貫通導体2におけるインジウムまたはスズの含有量に関しては、上述したように、EDS、XRFまたはICPを用いて測定することにより求めることができる。

【0031】

また、貫通導体2は、銅の粒を含有し、円相当径が5 μ m以下である銅の粒が占める面積占有率が5面積%以上15面積%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、銅の粒は延性に優れることから、貫通導体2の展延性が向上し、加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体2に亀裂が発生しにくくなる。

【0032】

ここで、貫通導体2における、円相当径が5 μ m以下である銅の粒が占める面積占有率は、以下の方法で算出すればよい。まず、上述した方法により、研磨面を得た後、EPM Aを用いて研磨面の面分析を行なう。そして、面分析のカラーマッピングにより、粒として視認される箇所において、その粒が他の箇所よりも銅の含有量が多ければ、その粒を銅の粒とみなす。

40

【0033】

次に、上述した面分析を行なった範囲と同じ箇所についてSEMで撮影した写真を用いて、カラーマッピングの結果からみなした銅の粒を黒く塗りつぶす。次に、その写真を用いて、画像解析ソフト「A像くん」の粒子解析という手法を適用して画像解析することにより、各銅の粒の円相当径と面積とを算出する。これにより、円相当径が5 μ m以下である銅の粒の面積を合算することで、円相当径が5 μ m以下である銅の粒が占める面積占有

50

率を算出すればよい。なお、「A像くん」の解析条件としては、例えば粒子の明度を「暗」、2値化の方法を「手動」、小図形除去を「0.01 μm」、閾値を「180」とすればよい。

【0034】

また、貫通導体2は、貫通導体2を構成する全質量100質量%のうち、酸素の含有量が0.15質量%以下であってもよい。このような構成を満足するならば、貫通導体2を構成する成分と酸素とが酸化物を形成しにくく、貫通孔の内壁と貫通導体2とがより強固に接合される。なお、酸素の含有量は、上述した方法により、研磨面を得た後、E P M Aを用いて研磨面の貫通導体2に電子線を照射することで測定すればよい。

【0035】

また、貫通導体2は、貫通孔の内壁に接する位置に、基体1に含まれる成分と貫通導体2に含まれるグループAとを含む接合層を有し、接合層の最大厚みが、3 μm以上10 μm以下であってもよい。このように、上記厚みの接合層を有していれば、貫通孔の内壁と貫通導体2とがより強固に接合されるとともに、接合層を介して、貫通導体2の熱を基体1に逃がしやすいものとなることから、加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体2において亀裂が発生しにくいものとなる。なお、上記接合層において、貫通導体2に含まれるグループAは、一つに限らない。

【0036】

ここで、基体1に含まれる成分と貫通導体2に含まれるグループAとを含む接合層とは、基体1が窒化物系セラミックスであれば、窒素とグループAとを含む窒化物の層であり、基体1が酸化物系セラミックスであれば、酸素とグループAとを含む酸化物の層であり、基体1が炭化物系セラミックスであれば、炭素とグループAとを含む炭化物の層である。

【0037】

なお、接合層が存在しているか否かは、以下の方法で確認すればよい。まず、図1に示すような断面形状となるように、回路基板10を切断し、C Pを用いて研磨することで研磨面を得る。次に、この研磨面を測定面として、E P M Aを用いて面分析を行ない、基体1が窒化物系セラミックスであるとき、貫通導体2の貫通孔の内壁に接する位置に、窒素と貫通導体2に含まれるグループAとを含む窒化物の層があれば、これを接合層とみなせばよい。なお、接合層の最大厚みは、S E Mで撮影した写真から測定すればよい。

【0038】

また、本開示の回路基板10は、図2に示すように、基体1上および貫通導体2上に位置する金属層3を備えていてもよい。ここで、図2においては、基体1の上面および貫通導体2の上面に金属層3を有している例を示しているが、少なくとも基体1および貫通導体2の上面または下面のいずれかに金属層3を有していればよい。また、基体1および貫通導体2の上面および下面の両方に金属層3を有していてもよい。

【0039】

ここで、金属層3の主成分は、金、銀、銅またはニッケルであってもよい。金、銀、銅またはニッケルが主成分とは、金属層3を構成する全成分100質量%のうち、金、銀、銅またはニッケルが50質量%以上であることである。このように、金属層3の主成分が、電気抵抗値の低い金、銀、銅またはニッケルであるならば、金属層3上に電子部品を載置した場合、電子部品の応答性を向上させることができる。また、金属層3を構成する各成分の含有量に関しては、貫通導体2と同様に、E D S、X R FまたはI C Pを用いて測定することにより求めることができる。

【0040】

そして、本開示の回路基板10は、金属層3を備えている場合、図2に示すように、貫通導体2および金属層3の間に位置する薄膜層4を備え、薄膜層4の主成分は、チタンまたはクロムであってもよい。ここで、チタンまたはクロムが主成分とは、薄膜層4を構成する全成分100質量%のうち、チタンまたはクロムが90質量%以上であることである。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

このような構成を満足するならば、金属層 3 と貫通導体 2 とが強固に接合され、加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体 2 に亀裂がより発生しにくく、電気抵抗値がより増加しにくい。

【 0 0 4 2 】

また、本開示の回路基板 1 0 は、貫通導体 2 および薄膜層 4 の界面において、薄膜層 4 を構成する成分と銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つを含む第 2 合金を有していてもよい。

【 0 0 4 3 】

このような構成を満足するならば、第 2 合金の存在により、貫通導体 2 と薄膜層 4 とが強固に接合され、加熱および冷却が繰り返されても、貫通導体 2 に亀裂がより発生しにくく、電気抵抗値がより増加しにくい。

【 0 0 4 4 】

なお、薄膜層 4 の主成分がチタンであれば、第 2 合金は、例えば、チタンと、銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つを含む合金である。また、薄膜層 4 の主成分がクロムであれば、第 2 合金は、例えば、クロムと、銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つを含む合金である。

【 0 0 4 5 】

また、第 2 合金の円相当径の平均値は、例えば、5 0 n m 以上 5 0 0 n m 以下であってもよい。

【 0 0 4 6 】

ここで、貫通導体 2 および薄膜層 4 の界面において、第 2 合金が存在するか否かは、以下の方法で確認すればよい。まず、回路基板 1 0 から、イオンビーム等を用いて貫通導体 2 および薄膜層 4 の界面を含む領域を 1 0 0 n m 以下の厚みで切り出し、透過型電子顕微鏡 (T E M) を用いて倍率 5 万倍以上にて上記界面の観察を行なう。そして、E D S を用いて測定し、薄膜層 4 を構成する成分と銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つを含む合金が存在すれば、それが第 2 合金である。

【 0 0 4 7 】

また、上述した分析を行なった範囲と同じ箇所について T E M で撮影した写真を用いて、第 2 合金を黒く塗りつぶす。次に、その写真を用いて、画像解析ソフト「A 像くん」の粒子解析という手法を適用して画像解析することにより、第 2 合金の円相当径の平均値を算出することができる。なお、「A 像くん」の解析条件としては、例えば粒子の明度を「暗」、2 値化の方法を「手動」、小図形除去を「0 . 0 1 μ m」、閾値を「1 8 0」とすればよい。

【 0 0 4 8 】

また、本開示の電子装置 2 0 は、図 3 に示すように、本開示の回路基板 1 0 と、回路基板 1 0 の金属層 3 上に位置する電子部品 5 とを備える。そして、本開示の電子装置 2 0 は、長期間に亘っての使用に耐えうる本開示の回路基板 1 0 を備えることから、高い信頼性を有する。

【 0 0 4 9 】

そして、電子部品 5 としては、例えば、発光ダイオード (L E D) 素子、絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ (I G B T) 素子、インテリジェント・パワー・モジュール (I P M) 素子、金属酸化膜型電界効果トランジスタ (M O S F E T) 素子、フリーホイーリングダイオード (F W D) 素子、ジャイアント・トランジスタ (G T R) 素子、ショットキー・バリア・ダイオード (S B D)、高電子移動トランジスタ (H E M T) 素子、相補型金属酸化膜半導体 (C M O S) 等の半導体素子、昇華型サーマルプリンタヘッドまたはサーマルインクジェットプリンタヘッド用の発熱素子、ペルチェ素子等を用いることができる。

【 0 0 5 0 】

以下、本開示の回路基板 1 0 の製造方法の一例について説明する。

10

20

30

40

50

【0051】

まず、公知の方法により、窒化アルミニウムが主成分であり、貫通孔を有する基体1を準備する。

【0052】

次に、貫通導体2となる金属ペーストを作製する。まず、銀粉末と、銅粉末と、グループA粉末（チタン粉末、ジルコニウム粉末、ハフニウム粉末、ニオブ粉末）と、グループB粉末（モリブデン粉末、タンタル粉末、タングステン粉末、レニウム粉末、オスミウム粉末）と、インジウム粉末またはスズ粉末とを準備し、銀粉末および銅粉末の合計が83質量%以上となるように、各粉末を秤量・混合することで混合粉末を得る。さらに、この混合粉末に有機ビヒクルを添加することで、金属ペーストを得る。

10

【0053】

なお、有機ビヒクルとは、有機バインダを有機溶剤に溶解したものであり、有機バインダとしては、例えば、ポリブチルメタクリレート、ポリメチルメタクリレート等のアクリル類、ニトロセルロース、エチルセルロース、酢酸セルロース、ブチルセルロース等のセルロース類、ポリオキシメチレン等のポリエーテル類、ポリブタジエン、ポリイソプレン等のポリビニル類から選択される1種もしくは2種以上を混合して用いることができる。

【0054】

また、有機溶剤としては、例えば、カルピトール、カルピトールアセテート、 α -テルピネオール、メタクレゾール、ジメチルイミダゾール、ジメチルイミダゾリジノン、ジメチルホルムアミド、ジアセトンアルコール、トリエチレングリコール、パラキシレン、乳酸エチル、イソホロンから選択される1種もしくは2種以上を混合して用いることができる。

20

【0055】

次に、金属ペーストを基体1の貫通孔内に充填した後、乾燥させ、真空中において、780以上850以下の最高温度で、10分以上60分以下保持する。そして、最高温度で上記時間保持した後、最高温度からの降温速度を10/分以下とし、室温まで冷却することで、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第1合金を形成することができる。これにより、本開示の回路基板10を得る。

【0056】

ここで、第1合金が貫通導体2に占める面積占有率を5面積%以上25面積%以下とするには、混合粉末を作成する際に、混合粉末100質量%のうち、インジウム粉末とスズ粉末との合計含有量が0.8質量%以上5質量%以下となるように調整すればよい。

30

【0057】

また、貫通導体2において、円相当径が5 μ m以下である銅の粒が占める面積占有率を5面積%以上15面積%以下とするには、混合粉末に円相当径が5 μ m以下の銅粉末を用いるとともに、混合粉末における上記銅粉末の含有量と熱処理時の最高温度での保持時間とを調整すればよい。

【0058】

また、貫通導体2において、貫通導体2を構成する全質量100質量%のうち、酸素の含有量を0.15質量%以下とするには、各原料粉末に含まれる酸素の含有量を調整すればよい。

40

【0059】

また、貫通導体2において、貫通孔の内壁に接する位置に、基体1を構成する成分と貫通導体2に含まれるグループAから選択される少なくとも一つを含む接合層を有し、この接合層の最大厚みを、3 μ m以上10 μ m以下とするには、熱処理時の最高温度を800以上840以下にすればよい。

【0060】

また、金属層3を備える回路基板10とするには、基体1上および貫通導体2上に金属層3を形成すればよい。ここで、金属層3の形成方法としては、公知の金属ペースト法、めっき法およびスパッタリング法等であればよい。

50

【0061】

また、貫通導体2および金属層3の間に、チタンまたはクロムを主成分とする薄膜層4を形成してもよい。以下では、スパッタリング法による薄膜層4および金属層3の形成方法の一例について説明する。まず、金属層3を形成する、貫通導体2を含めた基体1の面を研磨する。次に、例えば、金からなる金属層3を形成するならば、研磨した面にスパッタリング法でチタンを主成分とする薄膜層4を形成する。その後、この薄膜層4上にスパッタリング法で金を形成することによって、金からなる金属層3を形成することができる。なお、この場合、金属層3を形成する前に、薄膜層4上にスパッタリング法で白金を形成しても構わない。また、必要に応じてレジスト処理を行なった後に、エッチング処理を行なうことによって、所望の金属層3のパターンを得ることができる。

10

【0062】

ここで、金属層3の表面を、公知のめっき法により、銀、銅、ニッケル、パラジウムおよび白金より選択される少なくとも1種により構成される被膜層で被膜してもよい。

【0063】

また、貫通導体2および薄膜層4の界面において、薄膜層4を構成する成分と銀、銅、インジウムおよび錫から選択される少なくとも一つを含む第2合金を存在させるには、スパッタリング法で薄膜層4を形成する前に、貫通導体2の表面を研磨加工し、貫通導体2の表面にイオンを衝突させる逆スパッタリングを行なうことで、貫通導体2の表面における銀、銅、インジウムおよび錫を活性化させておけばよい。

20

【0064】

以上、本開示の回路基板10の製造方法の一例について説明したが、本開示の回路基板10の製造方法は上述した製造方法に限るものではない。例えば、分割溝が形成された基体1を用いれば、回路基板10の多数個形成が可能である。

【0065】

次に、本開示の電子装置20の製造方法の一例について、図3に示す構成の電子装置20の製造方法について説明する。まず、上述した製造方法により得られた回路基板10を用意する。次に、金属層3上に電子部品5を実装することにより、本開示の電子装置20とすることができる。

【0066】

以下、本開示の実施例を具体的に説明するが、本開示は以下の実施例に限定されるものではない。

30

【実施例1】

【0067】

貫通導体において、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第1合金の有無が異なる試料を作製し、ヒートサイクル試験による電気抵抗値の変化を評価した。

【0068】

まず、公知の方法により、直径が100 μ mの貫通孔を有する、厚みが0.38mmの窒化アルミニウム質セラミックスからなる基体を準備した。次に、平均粒径が2.5 μ mの銀粉末と、平均粒径が2.5 μ mの銅粉末と、グループA粉末として平均粒径が5 μ mのチタン粉末と、グループB粉末として平均粒径が5 μ mのモリブデン粉末と、平均粒径が10 μ mのインジウム粉末または平均粒径が10 μ mのスズ粉末とを準備した。そして、銀粉末が68.8質量%、銅粉末が25質量%、チタン粉末が2.5質量%、モリブデン粉末が3質量%、試料No.1、3ではスズ粉末が0.7質量%、試料No.2ではスズ粉末の代わりにインジウム粉末が0.7質量%となるように、各粉末を秤量・混合することで混合粉末を得た。なお、この混合粉末において、貫通導体における酸素の含有量、貫通導体を構成する全成分100質量%のうち、0.20質量%となるように、各原料粉末に含まれる酸素の含有量を調整した。

40

【0069】

次に、この混合粉末100質量部に対し、有機ビヒクルを25質量部添加することで、

50

貫通導体となる金属ペーストを得た。

【0070】

次に、金属ペーストを基体の貫通孔内に充填した後、乾燥させ、真空中において、780の最高温度で、20分間保持した。その後、試料No. 1、2に関しては最高温度からの降温速度を10 /分、試料No. 3に関しては最高温度からの降温速度を20 /分とし、室温まで冷却した。

【0071】

次に、貫通導体を形成した基体の両面を研磨し、基体の両面にチタン、白金、金の順番にスパッタリング法で形成することで、金を主成分とする金属層を形成し、各試料を得た。なお、チタン、白金、金の厚みは、それぞれ0.05 μm、0.1 μm、3 μmとした。

10

【0072】

次に、各試料の貫通導体において、銀およびインジウムもしくはスズの少なくとも一つからなる第1合金を含有しているか否かを、以下の方法で確認した。まず、図1に示すような断面形状となるように、各試料を切断し、CPを用いて研磨することで研磨面を得た。次に、この研磨面を測定面とし、EPM Aを用いて面分析を行なった。そして、面分析のカラーマッピングにより、銀と、インジウムまたはスズとの存在が同時に確認されたものを、銀およびインジウムまたは銀およびスズからなる第1合金とみなした。その結果、試料No. 3には第1合金の存在が確認できなかったのに対して、試料No. 1には銀およびスズからなる第1合金、試料No. 2には銀およびインジウムからなる第1合金の存在が確認された。

20

【0073】

次に、上述した方法により作製した別の各試料に対して、各試料の金属層に電気抵抗測定器の端子を接触させ、3.5 mVの電圧を加えることで、貫通導体を含めた電気抵抗値を測定した。

【0074】

次に、各試料に対して、加熱および冷却を繰り返すヒートサイクル試験を、以下の方法で行なった。まず、各試料を冷熱衝撃試験装置内へ入れ、温度を室温(25)から-45に降温して10分保持してから、昇温して125で10分保持した後、室温まで降温するというサイクルを1サイクルとし、このサイクルを繰り返した。そして、100サイクル毎に試料を取り出し、上述の電気抵抗値を測定した方法で、試料の電気抵抗値を測定した。そして、ヒートサイクル試験前の電気抵抗値よりも電気抵抗値が100%以上増加した際のサイクル数を記録した。ここで、この記録したサイクル数の値が大きい程、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値が増加しにくいことを意味する。

30

【0075】

結果を表1に示す。

【0076】

【表1】

試料 No.	第1合金	サイクル数 (回)
1	Ag-Sn	600
2	Ag-In	700
3	なし	400

40

【0077】

表1に示すように、試料No. 3に比べて、試料No. 1、2のサイクル数は600回以上と大きかった。この結果から、貫通導体が、銀およびインジウムまたは銀およびスズのいずれかからなる第1合金を含有していることで、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値を低く維持でき、長期間に亘っての使用が可能であることがわかった。

50

【実施例 2】

【0078】

次に、貫通導体において、第1合金が占める面積占有率およびスズの含有量が異なる試料を作製し、ヒートサイクル試験による電気抵抗値の変化を評価した。

【0079】

なお、作製方法としては、混合粉末を作成する際に、混合粉末100質量%のうち、スズ粉末の含有量が表2に示す値になるように調整したこと以外は実施例1の試料No.1の作製方法と同様とした。なお、スズ粉末の含有量を増やすに当たっては、代わりに銀粉末の含有量を減らした。また、試料No.4は、実施例1の試料No.1と同じである。

【0080】

次に、各試料の貫通導体における合金が占める面積占有率を、以下の方法で算出した。まず、実施例1と同じ方法により、研磨面を得た後、第1合金の存在を確認した。次に、SEMにより撮影した研磨面の写真において、第1合金を黒く塗りつぶした。その後、この写真を画像データとして読み取り、画像解析ソフト「A像くん」の粒子解析という手法を適用して画像解析することにより、第1合金が貫通導体に占める面積占有率を算出した。なお、「A像くん」の解析条件としては、粒子の明度を「暗」、2値化の方法を「手動」、小図形除去を「0.01 μ m」、閾値を「180」とした。

【0081】

また、各試料の貫通導体におけるスズの含有量を、以下の方法で測定した。まず、実施例1と同じ方法により、研磨面を得た。次に、この研磨面を観察面として、SEM付設のEDSを用いて、各試料の貫通導体におけるスズの含有量を測定した。

【0082】

そして、得られた各試料に対して、実施例1と同じ方法でヒートサイクル試験を行ない、ヒートサイクル試験前の電気抵抗値よりも電気抵抗値が100%以上増加した際のサイクル数を記録した。

【0083】

結果を表2に示す。

【0084】

【表2】

試料 No.	スズ粉末の添加量	第1合金が貫通導体に占める面積占有率 (面積%)	貫通導体におけるスズの含有量 (質量%)	サイクル数 (回)
4	0.7	4	0.7	600
5	0.8	5	0.8	800
6	1	6	1	900
7	3	15	3	1000
8	5	25	5	800
9	5.5	26	5.5	600

【0085】

表2に示すように、試料No.4、9に比べて試料No.5~8のサイクル数は800回以上と大きかった。この結果から、第1合金が貫通導体に占める面積占有率が5面積%以上25面積%以下であれば、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値をより低く維持できることがわかった。

【0086】

また、試料No.5~8の中でも、試料No.6、7のサイクル数は900回以上とさらに大きかった。この結果から、貫通導体において、スズの含有量が1.0質量%以上3.0質量%以下であれば、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値をさらに低く維

10

20

30

40

50

持できることがわかった。

【実施例 3】

【0087】

次に、貫通導体において、円相当径が5 μm以下である銅の粒が占める面積占有率が異なる試料を作製し、ヒートサイクル試験による電気抵抗値の変化を評価した。

【0088】

なお、作製方法としては、熱処理時の最高温度での保持時間が表3の値となるように設定したこと以外は実施例2の試料No. 6の作製方法と同様とした。なお、試料No. 10は、実施例2の試料No. 6と同じである。

【0089】

次に、各試料の貫通導体における円相当径が5 μm以下である銅の粒が占める面積占有率を、以下の方法で算出した。まず、実施例1と同じ方法により、研磨面を得た後、EPMAを用いて研磨面の面分析を行なった。そして、面分析のカラーマッピングにより、銅の存在が確認し、これを銅の粒とみなした。

【0090】

次に、上述した面分析を行なった範囲と同じ箇所についてSEMで撮影した写真を用いて、カラーマッピングの結果からみなした銅の粒を黒く塗りつぶした。次に、その写真を用いて、画像解析ソフト「A像くん」の粒子解析という手法を適用して画像解析することにより、各銅の粒の円相当径と面積とを算出した。そして、円相当径が5 μm以下である銅の粒の面積を合算することで、円相当径が5 μm以下である銅の粒が占める面積占有率を算出した。なお、「A像くん」の解析条件としては、粒子の明度を「暗」、2値化の方法を「手動」、小図形除去を「0.01 μm」、閾値を「180」とした。

【0091】

そして、得られた各試料に対して、実施例1と同じ方法でヒートサイクル試験を行ない、ヒートサイクル試験前の電気抵抗値よりも電気抵抗値が100%以上増加した際のサイクル数を記録した。

【0092】

結果を表3に示す。

【0093】

【表3】

試料 No.	保持時間 (分)	銅の粒が占める面積占有率 (面積%)	サイクル (回)
10	20	4	900
11	30	5	1200
12	40	13	1500
13	50	15	1300
14	60	16	1000

【0094】

表3に示すように、試料No. 10、14に比べて試料No. 11~13のサイクル数は1200回以上と大きかった。この結果から、貫通導体において、円相当径が5 μm以下である銅の粒が占める面積占有率が5面積%以上15面積%以下であれば、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値をより低く維持できることがわかった。

【実施例 4】

【0095】

次に、貫通導体における酸素の含有量が異なる試料を作製し、ヒートサイクル試験による電気抵抗値の変化を評価した。

【 0 0 9 6 】

なお、作製方法としては、貫通導体における酸素の含有量が表 4 の値となるように、各原料粉末に含まれる酸素の含有量を調整したこと以外は実施例 3 の試料 N o . 1 2 の作製方法と同様とした。なお、試料 N o . 1 5 は、実施例 3 の試料 N o . 1 2 と同じである。

【 0 0 9 7 】

そして、得られた各試料に対して、実施例 1 と同じ方法でヒートサイクル試験を行ない、ヒートサイクル試験前の電気抵抗値よりも電気抵抗値が 1 0 0 % 以上増加した際のサイクル数を記録した。

【 0 0 9 8 】

結果を表 4 に示す。

10

【 0 0 9 9 】

【表 4】

試料 No.	貫通導体における酸素の含有量 (質量%)	サイクル数 (回)
15	0.2	1500
16	0.15	1600
17	0.08	1700

20

【 0 1 0 0 】

表 4 に示すように、試料 N o . 1 5 に比べて試料 N o . 1 6、1 7 のサイクル数は 1 6 0 0 回以上と大きかった。この結果から、貫通導体において、酸素の含有量が 0 . 1 5 質量% 以下であるであれば、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値をより低く維持できることがわかった。

【実施例 5】

【 0 1 0 1 】

次に、貫通導体において、貫通孔の内壁に接する位置に存在する、チタンを含む窒化物である接合層の最大厚みが異なる試料を作製し、ヒートサイクル試験による電気抵抗値の変化を評価した。

30

【 0 1 0 2 】

なお、作製方法としては、熱処理時の最高温度が表 5 の値となるようにしたこと以外は実施例 4 の試料 N o . 1 7 の作製方法と同様とした。なお、試料 N o . 1 8 は、実施例 4 の試料 N o . 1 7 と同じである。

【 0 1 0 3 】

次に、各試料における、チタンを含む窒化物である接合層の最大厚みを、以下の方法で測定した。まず、実施例 1 と同じ方法により、研磨面を得た。次に、この研磨面を測定面として、E P M A 用いて面分析を行ない、貫通導体の貫通孔の内壁に接する位置に、チタンおよび窒素が存在している層を接合層とみなした。そして、接合層の最大厚みを、S E M で撮影した写真から測定した。

40

【 0 1 0 4 】

そして、得られた各試料に対して、実施例 1 と同じ方法でヒートサイクル試験を行ない、ヒートサイクル試験前の電気抵抗値よりも電気抵抗値が 1 0 0 % 以上増加した際のサイクル数を記録した。

【 0 1 0 5 】

結果を表 5 に示す。

【 0 1 0 6 】

【表 5】

試料 No.	最高温度 (°C)	接合層の 最大厚み (μm)	サイクル数 (回)
18	780	2	1700
19	800	3	1900
20	820	5	2000
21	840	10	1800
22	850	11	1500

10

【 0 1 0 7 】

表 5 に示すように、試料 No. 18、22 に比べて試料 No. 19 ~ 21 のサイクル数は 1800 回以上と大きかった。この結果から、貫通導体において、貫通孔の内壁に接する位置に、基体を構成する成分と貫通導体に含まれるグループ A から選択される少なくとも一つを含む接合層を有し、この接合層の最大厚みが 3 μm 以上 10 μm 以下であれば、加熱および冷却が繰り返されても、電気抵抗値をより低く維持できることがわかった。

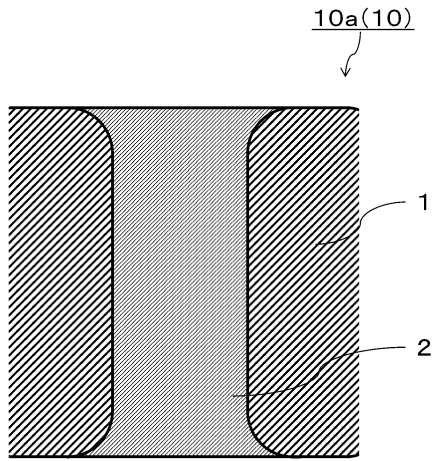
【符号の説明】

【 0 1 0 8 】

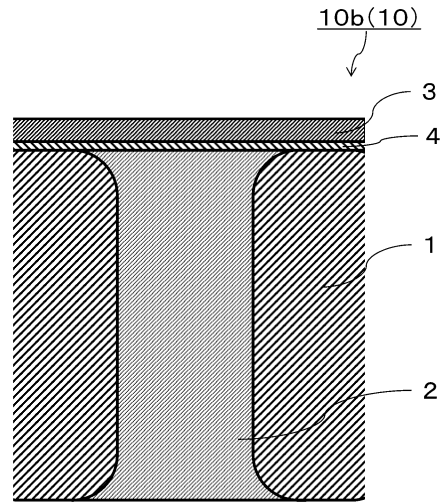
20

- 1 : 基体
- 2 : 貫通導体
- 3 : 金属層
- 4 : 薄膜層
- 5 : 電子部品
- 10、10a、10b : 回路基板
- 20 : 電子装置

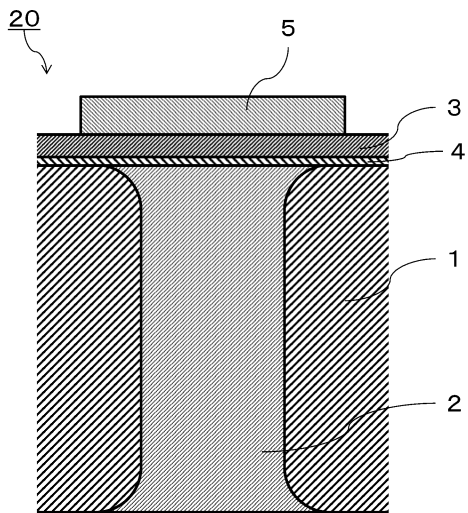
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-129238(JP,A)
特開平11-214575(JP,A)
特開2006-310779(JP,A)
特開2017-69189(JP,A)
特開平5-97532(JP,A)
特開平5-148053(JP,A)
特開平5-246771(JP,A)
特開平6-329480(JP,A)
特開平8-59375(JP,A)
特開2016-204228(JP,A)
特開2013-165265(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K1/00-3/46
H01L23/12-23/15