

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-117868

(P2017-117868A)

(43) 公開日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 J	4 E 3 5 1
HO 1 L 23/14 (2006.01)	HO 1 L 23/14 M	5 F 1 3 6
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/12 Q	
HO 1 L 23/373 (2006.01)	HO 1 L 23/36 C	
HO 5 K 1/09 (2006.01)	HO 1 L 23/36 M	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-249521 (P2015-249521)  
 (22) 出願日 平成27年12月22日 (2015.12.22)

(71) 出願人 000002004  
 昭和電工株式会社  
 東京都港区芝大門1丁目13番9号  
 (74) 代理人 100109911  
 弁理士 清水 義仁  
 (74) 代理人 100071168  
 弁理士 清水 久義  
 (74) 代理人 100099885  
 弁理士 高田 健市  
 (72) 発明者 南 和彦  
 栃木県小山市犬塚1丁目480番地 昭和  
 電工株式会社小山事業所内  
 Fターム(参考) 4E351 AA07 AA09 BB01 BB30 BB37  
 CC22 DD10 DD11 DD19 DD29  
 DD54 GG15 GG20  
 最終頁に続く

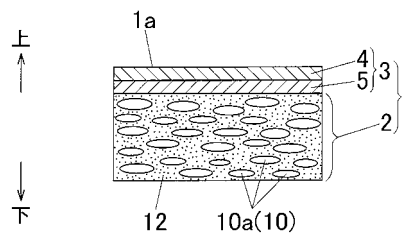
(54) 【発明の名称】 絶縁基板の製造方法及び絶縁基板

(57) 【要約】

【課題】 良好なはんだ付け性を有する搭載面を容易に形成することができ且つ高い熱伝導特性を有する配線層を備えた絶縁基板の製造方法及び絶縁基板を提供すること。

【解決手段】 絶縁基板の製造方法は、配線層本体2と配線層本体2上に積層される表皮層3とを接合することにより配線層1を得る工程を具備する。配線層本体2はアルミニウム12と炭素材10との複合材料製である。表皮層3は、発熱性素子が搭載される搭載面1aを形成するニッケル層4を含んでいる。ニッケル層4はニッケル板で形成されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

配線層本体と前記配線層本体上に積層される表皮層とを接合することにより配線層を得る工程を具備しており、

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との複合材料製であり、

前記表皮層は、発熱性素子が搭載される搭載面を形成するニッケル層を含んでおり、

前記ニッケル層はニッケル板で形成されている絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 2】

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に積層された前記表皮層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記表皮層を焼結接合する請求項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 3】

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

前記ニッケル層と前記チタン層は、前記ニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に前記チタン層が前記焼結素材本体と接触した状態に積層された前記表皮層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記チタン層を焼結接合する請求項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 4】

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

前記チタン層はチタン板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に積層された前記チタン層と前記チタン層上に積層され且つ前記チタン層とは別体の前記ニッケル層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記チタン層を焼結接合し且つ前記チタン層と前記ニッケル層を焼結接合する請求項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 5】

前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層とアルミニウム層とろう材層を含んでおり、

前記ニッケル層と前記チタン層と前記アルミニウム層と前記ろう材層は、前記ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とろう材板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、配線層本体と前記配線層上に積層された前記表皮層とをろう付けにより接合する請求項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 6】

前記配線層を得る工程では、冷却層と前記冷却層上に第 1 ろう材層を介して積層された緩衝層と前記緩衝層上に第 2 ろう材層を介して積層された絶縁層と前記絶縁層上に第 3 ろう材層を介して積層された前記配線層本体と前記配線層本体上に積層された前記表皮層とを、ろう付けにより一括接合する請求項 5 記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 7】

前記複合材料は、アルミニウム層と炭素粒子層とが交互に複数積層された状態で焼結されているアルミニウムと炭素粒子との焼結複合材料である請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の絶縁基板の製造方法。

## 【請求項 8】

10

20

30

40

50

配線層本体と前記配線層本体上に積層された表皮層とを備えた配線層を具備しており、前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との複合材料製であり、前記表皮層は、発熱性素子が搭載される搭載面を形成するニッケル層を含んでおり、前記ニッケル層はニッケル板で形成されており、前記配線層本体と前記表皮層が接合されている絶縁基板。

【請求項 9】

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との焼結複合材料製であり、前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、前記ニッケル層と前記チタン層は、前記ニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成されており、

10

前記配線層本体と前記チタン層が焼結されている請求項 8 記載の絶縁基板。

【請求項 10】

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との焼結複合材料製であり、前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、前記チタン層はチタン板で形成されており、前記配線層本体と前記チタン層が焼結されるとともに、前記ニッケル層と前記チタン層が焼結されている請求項 8 記載の絶縁基板。

【請求項 11】

前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層とアルミニウム層を含んでおり、

20

前記ニッケル層と前記チタン層と前記アルミニウム層は、前記ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層本体と前記アルミニウム層がろう材層を介して接合されている請求項 8 記載の絶縁基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子素子等の発熱性素子が搭載される絶縁基板の製造方法及び絶縁基板に関する。

【0002】

30

なお本明細書及び特許請求の範囲では、「アルミニウム」の語は、特に明示する場合を除き、純アルミニウムとアルミニウム合金との双方を含む意味で用いられ、また「ニッケル」の語は、特に明示する場合を除き、純ニッケルとニッケル合金との双方を含む意味で用いられ、また「チタン」の語は、特に明示する場合を除き、純チタンとチタン合金との双方を含む意味で用いられる。

【0003】

さらに、本明細書及び特許請求の範囲では、「板」の語は、特に明示する場合を除き、箔をも含む意味で用いられる。

【0004】

また、本発明に係る絶縁基板の上下方向は限定されるものではないが、本明細書及び特許請求の範囲では、絶縁基板の構成を理解し易くするため、発熱性素子が搭載される絶縁基板の搭載面側を絶縁基板の上側、及び、その反対側を絶縁基板の下側とそれぞれ定義する。

40

【背景技術】

【0005】

金属と炭素材との複合材料として、例えば特許文献 1（特許第 5 1 5 0 9 0 5 号公報）、特許文献 2（特許第 5 1 4 5 5 9 1 号公報）及び特許文献 3（特開 2 0 1 5 - 2 5 1 5 8 号公報）に記載されているように金属層と炭素繊維層が交互に複数積層された状態で接合一体化されたアルミニウムと炭素繊維との複合材料が公知である。また、特許文献 4（特許第 5 6 5 9 5 4 2 号公報）は、炭素質部材中に金属が充填されてなる金属基複合材料

50

を開示している。

【0006】

このような複合材料は、高い熱伝導特性が必要な部材の材料としての利用が期待されている。

【0007】

ところで、パワーモジュール等に用いられる絶縁基板は、電子素子等の発熱性素子が搭載される搭載面を有する配線層を備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特許第5150905号公報

【特許文献2】特許第5145591号公報

【特許文献3】特開2015-25158号公報

【特許文献4】特許第5659542号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

配線層には、発熱性素子への冷却性能を高めるため一般に高い熱伝導特性（即ち高い熱伝導率）が要求される。そこで、配線層の材料として金属と炭素材との複合材料を用いることが考えられる。

【0010】

また、発熱性素子は一般に配線層の搭載面にはんだ付けにより接合されて搭載される。そのため、配線層の搭載面には、発熱性素子が接合される前に、搭載面のはんだ付け性を高めるためにニッケル層としてニッケルめっき膜が形成されることが多い。

【0011】

しかし、配線層を金属と炭素材との複合材料で形成した場合には、配線層にニッケルめっき膜を良好に形成することが困難であった。

【0012】

本発明は、上述した技術背景に鑑みてなされたもので、その目的は、良好なはんだ付け性を有する搭載面を容易に形成することができ且つ高い熱伝導特性を有する配線層を備えた絶縁基板の製造方法及び絶縁基板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は以下の手段を提供する。

【0014】

[1] 配線層本体と前記配線層本体上に積層される表皮層とを接合することにより配線層を得る工程を具備しており、

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との複合材料製であり、

前記表皮層は、発熱性素子が搭載される搭載面を形成するニッケル層を含んでおり、

前記ニッケル層はニッケル板で形成されている絶縁基板の製造方法。

【0015】

[2] 前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に積層された前記表皮層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記表皮層を焼結接合する前項1記載の絶縁基板の製造方法。

【0016】

[3] 前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

10

20

30

40

50

前記ニッケル層と前記チタン層は、前記ニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に前記チタン層が前記焼結素材本体と接触した状態に積層された前記表皮層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記チタン層を焼結接合する前項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

【 0 0 1 7 】

[ 4 ] 前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材とを含んだ焼結素材本体を焼結することにより得られるものであり、

前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

前記チタン層はチタン板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、前記焼結素材本体と前記焼結素材本体上に積層された前記チタン層と前記チタン層上に積層され且つ前記チタン層とは別体の前記ニッケル層とを備えた焼結素材を焼結することにより、前記配線層本体を得ると同時に前記配線層本体と前記チタン層を焼結接合し且つ前記チタン層と前記ニッケル層を焼結接合する前項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

【 0 0 1 8 】

[ 5 ] 前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層とアルミニウム層とろう材層を含んでおり、

前記ニッケル層と前記チタン層と前記アルミニウム層と前記ろう材層は、前記ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とろう材板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層を得る工程では、配線層本体と前記配線層上に積層された前記表皮層とをろう付けにより接合する前項 1 記載の絶縁基板の製造方法。

【 0 0 1 9 】

[ 6 ] 前記配線層を得る工程では、冷却層と前記冷却層上に第 1 ろう材層を介して積層された緩衝層と前記緩衝層上に第 2 ろう材層を介して積層された絶縁層と前記絶縁層上に第 3 ろう材層を介して積層された前記配線層本体と前記配線層本体上に積層された前記表皮層とを、ろう付けにより一括接合する前項 5 記載の絶縁基板の製造方法。

【 0 0 2 0 】

[ 7 ] 前記複合材料は、アルミニウム層と炭素粒子層とが交互に複数積層された状態で焼結されているアルミニウムと炭素粒子との焼結複合材料である前項 1 ~ 6 のいずれかに記載の絶縁基板の製造方法。

【 0 0 2 1 】

[ 8 ] 配線層本体と前記配線層本体上に積層された表皮層とを備えた配線層を具備しており、

前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との複合材料製であり、

前記表皮層は、発熱性素子が搭載される搭載面を形成するニッケル層を含んでおり、

前記ニッケル層はニッケル板で形成されており、

前記配線層本体と前記表皮層が接合されている絶縁基板。

【 0 0 2 2 】

[ 9 ] 前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との焼結複合材料製であり、

前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

前記ニッケル層と前記チタン層は、前記ニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層本体と前記チタン層が焼結されている前項 8 記載の絶縁基板。

【 0 0 2 3 】

[ 1 0 ] 前記配線層本体は、アルミニウムと炭素材との焼結複合材料製であり、

前記表皮層は、互いに積層状に配置された前記ニッケル層とチタン層を含んでおり、

前記チタン層はチタン板で形成されており、

前記配線層本体と前記チタン層が焼結されるとともに、

10

20

30

40

50

前記ニッケル層と前記チタン層が焼結されている前項 8 記載の絶縁基板。

【0024】

[11] 前記表皮層は、互いに積層状に接合された前記ニッケル層とチタン層とアルミニウム層を含んでおり、

前記ニッケル層と前記チタン層と前記アルミニウム層は、前記ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とのクラッド板で形成されており、

前記配線層本体と前記アルミニウム層がろう材層を介して接合されている前項 8 記載の絶縁基板。

【発明の効果】

【0025】

本発明は以下の効果を奏する。

【0026】

前項 [1] では、配線層の配線層本体がアルミニウムと炭素材との複合材料製であることにより、高い熱伝導特性を有する配線層を得ることができる。さらに、表皮層は発熱性素子が搭載される搭載面を形成するニッケル層を含んでおり、ニッケル層がニッケルめっき膜ではなくニッケル板で形成されていることにより、良好なはんだ付け性を有する搭載面を配線層に容易に形成することができる。

【0027】

前項 [2] では、配線層本体を得ると同時に配線層本体と表皮層を焼結接合するので、配線層の製造時間を短縮することができる。

【0028】

前項 [3] では、配線層本体を得ると同時に配線層本体とチタン層を焼結接合するので、配線層の製造時間を短縮することができる。さらに、配線層本体とニッケル層との間にチタン層をバリア層として介在させることができ、これにより、配線層本体のアルミニウムとニッケル層のニッケルとが化合した、強度の弱い化合物層である Ni - Al 化合物層の生成を抑制することができる。

【0029】

前項 [4] では、配線層本体を得ると同時に配線層本体とチタン層を焼結接合し且つチタン層とニッケル層を焼結接合するので、配線層の製造時間を短縮することができる。

【0030】

前項 [5] では、表皮層はろう材層を含んでいるので、配線層を得る工程において、配線層本体と表皮層との間にろう材層を介在させる作業を行う必要がない。そのため、配線層本体と表皮層とのろう付けによる接合作業を容易に行うことができる。

【0031】

前項 [6] では、冷却層と緩衝層と絶縁層と配線層本体と表皮層とをろう付けにより一括接合するので、絶縁基板の製造時間を短縮することができる。

【0032】

前項 [7] では、複合材料が、アルミニウム層と炭素粒子層とが交互に複数積層された状態で焼結されているアルミニウムと炭素粒子との焼結複合材料であることにより、高い熱伝導率を有する配線層を確実に形成することができる。

【0033】

前項 [8] は、前項 [1] の効果と同様の効果を奏する。

【0034】

前項 [9] は、前項 [3] の効果と同様の効果を奏する。

【0035】

前項 [10] は、前項 [4] の効果と同様の効果を奏する。

【0036】

前項 [11] は、前項 [5] の効果と同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0037】

10

20

30

40

50

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態に係る絶縁基板の正面図である。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 実施形態に係る配線層の断面図である。

【図 3】図 3 は、同配線層を得るための焼結素材を焼結する途中の状態を示す断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の第 2 実施形態に係る配線層の断面図である。

【図 5】図 5 は、同配線層を得るための焼結素材を示す断面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の第 3 実施形態に係る配線層を備えた絶縁基板の正面図である。

【図 7】図 7 は、同絶縁基板を製造する途中の状態を示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

10

次に、本発明の幾つかの実施形態について図面を参照して以下に説明する。

【0039】

図 1 に示すように、本発明の一実施形態に係る絶縁基板 20 は、電子モジュール用基板（例：パワーモジュール用基板）等として用いられるものであり、複数の絶縁基板構成層 1、15、16、17 が上下方向に積層された状態で接合一体化されて形成されたものである。

【0040】

複数の構成層は、本発明の第 1 実施形態に係る配線層 1、絶縁層 15、緩衝層 16 及び冷却層 17 を含んでいる。そして、上から下へ順に、配線層 1、絶縁層 15、緩衝層 16 及び冷却層 17 が水平に且つ積層状に配置されるとともに、この積層状態でこれらの層 1

20

【0041】

配線層 1 は、回路層とも呼ばれているものであり、その平坦な上面からなる搭載面 1a を有している。配線層 1 の形状は例えば平面視で略形状である。配線層 1 の搭載面 1a には、電子素子等の発熱性素子（二点鎖線で示す）21 がはんだ付けにより接合されて搭載される。配線層 1 の詳細な説明は後述する。

【0042】

絶縁層 15 は、電気絶縁性を有しており、具体的には、AlN（窒化アルミニウム）、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>（窒化ケイ素）、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）等のセラミック製である。絶縁層 15 の形状は例えば平面視で略形状である。

30

【0043】

緩衝層 16 は、絶縁基板 20 に発生する熱応力等の応力を緩和するための層である。さらに、緩衝層 16 はアルミニウム等の金属製であり、例えば、厚さ方向に貫通した複数の貫通孔（図示せず）を有するパンチングメタルで形成されている。緩衝層 16 の形状は例えば平面視で略形状である。

【0044】

冷却層 17 は、発熱性素子 21 の動作に伴い発熱した発熱性素子 21 を冷却するための層である。本実施形態では、冷却層 17 として板状の冷却部材が用いられおり、具体的には、発熱性素子 21 の熱を放散することで発熱性素子 21 を冷却する放熱部材（例：ヒートシンク）が用いられている。冷却層 17 はアルミニウム等の金属製であり、複数の放熱フィン 17a を有している。

40

【0045】

なお本発明は、冷却層 17 が放熱部材であることに限定されるものではなく、その他に例えば、冷却液が流通する流通路を有する冷却部材であっても良い。

【0046】

上述の絶縁基板 20 では、搭載面 1a にはんだ付けにより接合されて搭載された発熱性素子 21 で発生した熱は、発熱性素子 21 から配線層 1、絶縁層 15、緩衝層 16 及び冷却層 17 に順次伝導する。その結果、発熱性素子 21 が冷却されてその温度が低下する。

【0047】

配線層 1 と絶縁層 15、絶縁層 15 と緩衝層 16、緩衝層 16 と冷却層 17 は、それぞ

50

れ常法に従って接合されており、例えばろう付けにより接合されているか又は焼結により接合されている。

【0048】

次に、本第1実施形態の配線層1の構成について図2及び3を参照して以下に説明する。

【0049】

図2に示すように、配線層1は、配線層本体2と配線層本体2上に積層された表皮層3とを備えている。

【0050】

配線層本体2は、アルミニウム12と炭素材10との複合材料製であり、詳述するとアルミニウム12と炭素材10との焼結複合材料製である。配線層本体2の厚さは限定されるものではなく、例えば0.2~2mmである。

10

【0051】

炭素材10としては炭素粒子10aが用いられている。アルミニウム12はマトリックスとして用いられる。配線層本体2を形成する上記の焼結複合材料は、多数の炭素粒子10aがアルミニウムマトリックス12中に分散された状態で多数の炭素粒子10aを含有している。

【0052】

炭素粒子10aの種類は限定されるものではないが、なるべく高い熱伝導率を有するものであることが望ましく、特に、炭素繊維、カーボンナノチューブ、グラフェン、天然黒鉛粒子及び人造黒鉛粒子からなる群より選択される少なくとも一種であることが望ましく、更に、炭素繊維、カーボンナノチューブ、グラフェン及び天然黒鉛粒子からなる群より選択される少なくとも一種であることがより望ましい。

20

【0053】

炭素繊維としては、ピッチ系炭素繊維、PAN系炭素繊維などが用いられる。

【0054】

カーボンナノチューブとしては、単層カーボンナノチューブ、多層カーボンナノチューブ、気相成長炭素繊維(VGCF(登録商標))などが用いられる。

【0055】

グラフェンとしては、単層グラフェン、多層グラフェンなどが用いられる。

30

【0056】

天然黒鉛粒子としては、鱗片状黒鉛粒子などが用いられる。

【0057】

人造黒鉛粒子としては、等方性黒鉛粒子、異方性黒鉛粒子、熱分解黒鉛粒子などが用いられる。

【0058】

炭素粒子10aの大きさは限定されるものではない。しかるに、炭素粒子10aが炭素繊維である場合、短炭素繊維が好適に用いられ、特に平均繊維長が10 $\mu$ m以上2mm以下の短炭素繊維が好適に用いられる。炭素粒子10aがカーボンナノチューブである場合、平均長さが1 $\mu$ m以上10 $\mu$ m以下のカーボンナノチューブが特に好適に用いられる。炭素粒子10aが天然黒鉛粒子及び人造黒鉛粒子である場合、平均粒子径が10 $\mu$ m以上3mm以下の天然黒鉛粒子及び人造黒鉛粒子が特に好適に用いられる。

40

【0059】

表皮層3は、互いに積層状に接合一体化されたニッケル層4とチタン層5を含んでいる。ニッケル層4は配線層本体2に搭載面1aを形成するものであり、詳述すると、配線層1の搭載面1aはニッケル層4の上面で形成されている。

【0060】

ニッケル層4はニッケルめっき膜ではなくニッケル板で形成されたものである。チタン層5はチタン板で形成されたものである。

【0061】

50

そして、ニッケル層 4 とチタン層 5 は、ニッケル板とチタン板が圧延等によりクラッドされてなるニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成されている。本第 1 実施形態では、表皮層 3 はこのクラッド板で形成されている。ニッケル板とチタン板とのクラッドは、後述する配線層 1 を得る工程の前に行われている。そして、配線層 1 を得る工程にて配線層本体 2 とチタン層 5 が焼結接合されている。

【 0 0 6 2 】

ニッケル層 4 ( 及びニッケル板 ) の厚さは限定されるものではなく、例えば 5  $\mu$  m 以上 1 mm 以下である。

【 0 0 6 3 】

チタン層 5 ( 及びチタン板 ) の厚さは限定されるものではなく、例えば 3  $\mu$  m 以上 0 . 2 mm 以下である。

10

【 0 0 6 4 】

次に、本第 1 実施形態の配線層 1 を備えた絶縁基板 2 0 の製造方法について図 2 及び 3 を参照して以下に説明する。

【 0 0 6 5 】

絶縁基板 2 0 の製造方法は、配線層本体 2 と表皮層 3 を接合することにより配線層 1 を得る工程を具備している。

【 0 0 6 6 】

配線層本体 2 は、図 3 に示すように、アルミニウム 1 2 としてのアルミニウム粒子 1 2 a と炭素材 1 0 としての炭素粒子 1 0 a とを含んだ焼結素材本体 2 A を所定の焼結装置を用いた所定の焼結法によって焼結することにより得られるものである。本第 1 実施形態では、焼結素材本体 2 A は詳述するとアルミニウム粒子 1 2 a ( 例：アルミニウム粉末 ) と炭素粒子 1 0 a とを混合状態に含んだものである。

20

【 0 0 6 7 】

焼結法としては限定されるものではないが、放電プラズマ焼結法、ホットプレス法等の加熱加圧焼結法を用いることが望ましく、特に、焼結金型として密閉金型を用いた加熱加圧焼結法であることが望ましい。

【 0 0 6 8 】

そのような加熱加圧焼結法として放電プラズマ焼結法を適用する場合の焼結法について以下に説明する。

30

【 0 0 6 9 】

焼結装置として放電プラズマ焼結装置 3 0 を準備する。放電プラズマ焼結装置 3 0 は、導電性を有する筒状金型 ( 例：黒鉛製筒状金型 ) 3 1、導電性を有する上下一対のパンチ ( 例：黒鉛製上パンチ 3 2 及び黒鉛製下パンチ 3 2 ) などを密閉金型 ( 焼結金型 ) として備えている。

【 0 0 7 0 】

そして、配線層 1 を得る工程では、筒状金型 3 1 内に、アルミニウム粒子 1 2 a ( 例：アルミニウム粉末 ) と炭素粒子 1 0 a とを混合状態に含んだ上述の焼結素材本体 2 A を配置するとともに、焼結素材本体 2 A 上に表皮層 3 をそのチタン層 5 が焼結素材本体 2 A と接触する状態に略水平に積層し、これにより、焼結素材本体 2 A と表皮層 3 を備えた焼結素材 1 A を形成する。

40

【 0 0 7 1 】

次いで、金型 3 1 内で非酸化雰囲気又は真空中にて焼結素材 1 A を加圧及び加熱することにより焼結素材 1 A を焼結する。すなわち詳述すると、金型 3 1 内で非酸化雰囲気又は真空中にて焼結素材 1 A を上パンチ 3 2 と下パンチ 3 2 で焼結素材 1 A の厚さ方向に加圧しつつ両パンチ 3 2、3 2 間にパルス電流を通電することにより、焼結素材 1 A を加熱焼結する。

【 0 0 7 2 】

放電プラズマ焼結法における望ましい焼結条件は次のとおりである。

【 0 0 7 3 】

50

焼結温度は450～640、焼結時間（即ち焼結温度の保持時間）は10～300min、焼結素材1Aへの加圧力は1～40MPaである。

【0074】

このように焼結素材1Aを焼結することにより、配線層本体2を得ると同時に配線層本体2と表皮層3のチタン層5とを焼結接合する。これにより、図2に示した本第1実施形態の配線層1が得られる。

【0075】

次いで、配線層1と絶縁層15と緩衝層16と冷却層17を常法に従って接合一体化する。これにより、本実施形態の絶縁基板20が得られる。

【0076】

本第1実施形態には次の利点がある。

【0077】

配線層1の配線層本体2がアルミニウム12と炭素粒子10aとの焼結複合材料で形成されているので、高い熱伝導特性を有する配線層1を得ることができる。さらに、表皮層3は発熱性素子21が搭載される搭載面1aを形成するニッケル層4を含んでおり、ニッケル層4がニッケルめっき膜ではなくニッケル板で形成されているので、良好なはんだ付け性を有する搭載面1aを配線層1に容易に形成することができる。

【0078】

さらに、配線層1を得る工程では、配線層本体2を得ると同時に配線層本体2と表皮層3のチタン層5とを焼結接合するので、配線層1の製造時間を短縮することができる。さらに、配線層本体2とニッケル層4との間にチタン層5がバリア層として介在されるので、配線層本体2のアルミニウムとニッケル層4のニッケルとが化合した、強度の弱い化合物層であるNi-Al化合物層の生成を抑制することができる。したがって、配線層本体2とニッケル層4との接合強度を向上させることができる。

【0079】

次に、本発明の第2実施形態に係る配線層101について図4及び5を参照して以下に説明する。なお、これらの図には、上記第1実施形態の配線層1の要素と同じ作用を奏する要素にはその符号に100を加算した符号が付されている。

【0080】

図4に示すように、配線層本体102は、アルミニウム112と炭素材110としての炭素粒子110aとの複合材料製であり、詳述するとアルミニウム112と炭素粒子110aとの焼結複合材料製である。焼結複合材料は、アルミニウム層113と炭素材層としての炭素粒子層111とが交互に複数積層された状態で焼結されたものである。

【0081】

表皮層103は、互いに積層状に配置されたニッケル層104とチタン層105を含んでいる。

【0082】

ニッケル層104はニッケル板で形成されたものである。チタン層105はチタン板で形成されたものである。そして、ニッケル層104とチタン層105が、配線層101を得る工程にて焼結接合されており、更に、配線層本体102と表皮層103のチタン層105とが配線層101を得る工程にて焼結接合されている。したがって、ニッケル層104とチタン層105は、配線層1を得る工程の前では接合されていないし、また配線層本体102と表皮層103のチタン層105とは、配線層1を得る工程の前では接合されていない。

【0083】

次に、本第2実施形態の配線層101を備えた絶縁基板の製造方法について図5を参照して以下に説明する。

【0084】

配線層本体102は、焼結素材本体102Aを所定の焼結法によって焼結することにより得られるものである。

10

20

30

40

50

## 【0085】

焼結素材本体102Aの形成方法は次のとおりである。

## 【0086】

アルミニウム板で形成されたアルミニウム層113上に炭素粒子層111を塗工し、これにより塗工アルミニウム層114を得る。次いで、塗工アルミニウム層114を上下方向に複数積層することにより焼結素材本体102Aが形成される。

## 【0087】

炭素粒子層111のアルミニウム層113上への塗工方法は限定されるものではないが、特に、炭素粒子110aとバインダー（図示せず）とバインダー用溶剤（図示せず）とが混合されてなる塗工液（図示せず）をロールコート等の塗工装置（図示せず）によりアルミニウム層113上に連続的に塗工する方法であることが望ましい。この塗工方法の場合、アルミニウム層113上に塗工された炭素粒子層111を塗工後に乾燥及び加熱処理し、これにより炭素粒子層111中に含まれる溶剤及びバインダーを炭素粒子層111から除去することが望ましい。

10

## 【0088】

焼結素材本体102Aにおいて、塗工アルミニウム層114の積層枚数は限定されるものではないが、5～500枚であることが特に望ましい。

## 【0089】

本第2実施形態では、炭素粒子110aは詳述すると例えば炭素繊維である。各塗工アルミニウム層114において、炭素粒子層（炭素繊維層）111は、アルミニウム層113上に炭素粒子層111中の炭素粒子（炭素繊維）110aの長さ方向が一方向に揃う状態になるように塗工されている。そして、互いに重なり合う二つの塗工アルミニウム層114、114において一方の塗工アルミニウム層114の炭素粒子層111中の炭素粒子110aの長さ方向と他方の塗工アルミニウム層114の炭素粒子層111中の炭素粒子110aの長さ方向とが平面視で略90°の角度をなす態様にして、複数の塗工アルミニウム層114が積層されている。

20

## 【0090】

アルミニウム層113の厚さは限定されるものではないが、5～200μmであることが望ましい。

## 【0091】

炭素粒子層111の厚さは限定されるものではないが、1～100μmであることが望ましい。

30

## 【0092】

また、炭素粒子層111に含まれる炭素粒子110aのアルミニウム層113上への塗工量は限定されるものではないが、1g/m<sup>2</sup>以上40g/m<sup>2</sup>以下であることが望ましい。

## 【0093】

さらに、炭素粒子層111は、配線層本体102に対する炭素粒子110aの体積含有率が2体積%以上70体積%以下になるように塗工されることが望ましい。

## 【0094】

絶縁基板の製造方法における配線層101を得る工程では、焼結素材本体102A上にチタン層105を積層するとともに、チタン層105上にチタン層105とは別体のニッケル層104を積層し、これにより焼結素材101Aを形成する。

40

## 【0095】

次いで、焼結素材101Aを所定の焼結法により焼結する。焼結法としては上記第1実施形態と同じように放電プラズマ焼結法などが用いられる。

## 【0096】

このように焼結素材101Aを焼結することにより、配線層本体102を得ると同時に配線層本体102とチタン層105を焼結接合し且つチタン層105とニッケル層104を焼結接合する。これにより、図4に示した本第2実施形態の配線層101が得られる。

50

## 【0097】

配線層101を得る工程において、焼結素材本体102Aは焼結時に加圧及び加熱されることにより、各アルミニウム層113のアルミニウム112の一部が焼結素材本体102A内に存在する微細な空隙（例：炭素粒子層111中の炭素粒子110a間の隙間）に塑性流動して当該空隙（隙間）に充填される。その結果、当該空隙（隙間）が略消滅する。

## 【0098】

本第2実施形態には次の利点がある。

## 【0099】

配線層101を得る工程では、配線層本体102を得ると同時に配線層本体102とチタン層105を焼結接合し且つチタン層105とニッケル層104を焼結接合するので、配線層101の製造時間を短縮することができる。

10

## 【0100】

さらに、配線層本体102を形成する複合材料が、アルミニウム層113と炭素粒子層111が交互に複数積層された状態で焼結されているアルミニウムと炭素粒子との焼結複合材料であるから、高い熱伝導率を有する配線層101を確実に形成することができる。

## 【0101】

次に、本発明の第3実施形態に係る配線層201を備えた絶縁基板220について図6及び7を参照して以下に説明する。なお、これらの図には、上記第1実施形態の配線層1及び絶縁基板20の要素と同じ作用を奏する要素にはその符号に200を加算した符号が付されている。

20

## 【0102】

配線層本体202は、アルミニウムと炭素材との複合材料製である。

## 【0103】

図7に示すように、表皮層203は、互いに積層状に接合一体化されたニッケル層204とチタン層205とアルミニウム層206とろう材層207とを含んでいる。

## 【0104】

ニッケル層204はニッケル板で形成されたものであり、チタン層205はチタン板で形成されたものであり、アルミニウム層206はアルミニウム板で形成されたものであり、ろう材層207はろう材板で形成されたものである。

30

## 【0105】

そして、ニッケル層204とチタン層205とアルミニウム層206とろう材層207は、ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とろう材板とが圧延等によりクラッドされるクラッド板で形成されている。本第3実施形態では、表皮層203はこのクラッド板で形成されている。ニッケル板とチタン板とアルミニウム板とろう材板とのクラッドは、後述する配線層201を得る工程の前に行われている。そして、配線層201を得る工程にて配線層本体202と表皮層203がろう付けにより接合されている。

## 【0106】

アルミニウム層206（及びアルミニウム板）の厚さは限定されるものではなく、例えば10 $\mu$ m以上1mm以下である。

40

## 【0107】

次に、本第3実施形態の配線層201を備えた絶縁基板220の製造方法について以下に説明する。

## 【0108】

図7に示すように、絶縁基板220の製造方法における配線層201を得る工程では、冷却層217上に第1ろう材層208aを介して緩衝層216を積層し、緩衝層216上に第2ろう材層208bを介して絶縁層215を積層し、絶縁層215上にろう材層208cを介して配線層本体202を積層し、配線層本体202上に表皮層203をそのろう材層207が配線層本体202と接触する状態に積層する。そして、冷却層217と緩衝層216と絶縁層215と配線層本体202と表皮層203を、真空ろう付け等のろう付

50

けにより一括接合する。

【0109】

このようにろう付けを行うことにより、図6に示すように、配線層本体202と表皮層203は表皮層203のろう材層207を介して接合され、これにより配線層201が得られると同時に、冷却層217と緩衝層216が第1ろう材層208aを介して接合され且つ緩衝層216と絶縁層215が第2ろう材層208bを介して接合され且つ絶縁層215と配線層本体202が第3ろう材層208cを介して接合される。

【0110】

各ろう材層207、208a、208b、208cのろう材は限定されるものではないが、アルミニウム系ろう材であることが望ましく、特にAl-Si系ろう材であることが、接合対象層同士を強固に接合しうる点で望ましい。

10

【0111】

さらに、ろう材は、Mg、Bi及びSrからなる群より選択される少なくとも一つの元素が添加されたAl-Si系ろう材であることが特に望ましい。その理由は次のとおりである。

【0112】

すなわち、Al-Si系ろう材にMgが添加されることにより、ろう付けを例えば真空ろう付けで行う場合でも、接合対象層同士を確実に強固に接合することができる。さらに、Al-Si系ろう材にBiやSrが添加されることにより、ろう材の流動性が向上し、これにより接合対象層同士を確実に強固に接合することができる。

20

【0113】

好ましいMg添加量は0.1質量%～3質量%である。好ましいBi添加量は0.01質量%～2質量%である。好ましいSr添加量は0.0001質量%～0.3質量%である。

【0114】

ろう付け条件は限定されるものではなく、特に望ましいろう付け条件は以下のとおりである。

【0115】

ろう付け温度は590～620、ろう付け時間（即ちろう付け温度の保持時間）は10～60minである。

30

【0116】

ろう付け手段は限定されるものではないが、特に真空ろう付けであることが望ましい。その理由は、配線層本体202が焼結素材本体が焼結されることにより形成されたものであり且つ焼結素材本体中にバインダーが含有されている場合において、焼結素材本体（焼結素材）を略室温からろう付け温度まで加熱する途中でバインダーを焼結素材本体から加熱除去できるからである。

【0117】

また、各ろう材層208a、208b、208cはろう材板であることに限定されるものではなく、その他に例えばレージングシートであっても良い。

【0118】

本第3実施形態には次の利点がある。

40

【0119】

表皮層203はろう材層207を含んでいるので、配線層201を得る工程において、配線層本体202と表皮層203との間にろう材層を介在させる作業を行う必要がない。そのため、配線層本体202と表皮層203とのろう付けによる接合作業を容易に行うことができる。

【0120】

さらに、冷却層217と緩衝層216と絶縁層215と配線層本体202と表皮層203とをろう付けにより一括接合するので、絶縁基板220の製造時間を短縮することができる。

50

## 【0121】

以上で本発明の幾つかの実施形態を説明したが、本発明はこれらの実施形態に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で様々に変更可能である。

## 【0122】

例えば、上記第1実施形態の焼結素材本体2A及び配線層本体2は、上記第2実施形態の焼結素材本体102A及び配線層本体102であっても良いし、その他の焼結素材本体及び配線層本体であっても良い。また、上記第2実施形態の焼結素材本体102A及び配線層本体102は、上記第1実施形態の焼結素材本体2A及び配線層本体2であっても良いし、その他の焼結素材本体及び配線層本体であっても良い。

## 【0123】

また、上記第3実施形態の配線層本体202は、上記第1実施形態の配線層本体2であっても良いし、上記第2実施形態の配線層本体202であっても良いし、炭素材としてのポラスカーボン内にアルミニウム溶湯が含浸されて複合化されたアルミニウムと炭素材との複合材料製のものであっても良いし、その他のアルミニウムと炭素材との複合材料製のものであっても良い。

## 【実施例】

## 【0124】

次に、本発明の具体的な実施例及び比較例を以下に示す。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

## 【0125】

## &lt;実施例&gt;

長尺な帯状のアルミニウム板で形成されたアルミニウム層の表面上に炭素粒子層を塗工し、これを平面視で正方形状に複数切断することで複数の塗工アルミニウム層を得た。

## 【0126】

アルミニウム層の厚さは20 $\mu$ mであり、塗工アルミニウム層の寸法は縦25mm及び横25mmであった。

## 【0127】

炭素粒子層に含まれる炭素粒子としては、ピッチ系炭素繊維（詳述するとピッチ系短炭素繊維）を使用した。炭素粒子（ピッチ系炭素繊維）のアルミニウム層上への塗工量は21g/m<sup>2</sup>であった。

## 【0128】

また、ニッケル板とチタン板とのクラッド板で形成された、ニッケル層とチタン層とからなる表皮層を準備した。ニッケル層の厚さは40 $\mu$ mであり、チタン層の厚さは20 $\mu$ mであった。

## 【0129】

次いで、塗工アルミニウム層を上下方向に30枚積層することで焼結素材本体を形成するとともに、更に焼結素材本体上に表皮層をそのチタン層が焼結素材本体と接触する状態に積層し、これにより焼結素材を形成した。そして、焼結素材を放電プラズマ焼結法により焼結し、これにより配線層を得た。

## 【0130】

この焼結に適用した焼結条件は以下のとおりであった。

## 【0131】

焼結温度は620、焼結時間は1h、焼結素材への加圧力は15MPa、真空度は10Paであった。

## 【0132】

得られた配線層は配線層本体と表皮層のチタン層とが良好に接合されていた。

## 【0133】

次いで、冷却層と緩衝層と絶縁層と配線層を真空ろう付けにより一括接合し、これにより絶縁基板を製造した。そして、配線層の搭載面のはんだ付け性を調べたところ、搭載面のはんだ付け性が良好であった。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 4 】

< 比較例 >

実施例と同じ方法で焼結素材本体を形成した。そして、焼結素材本体を放電プラズマ焼結法により焼結し、これにより配線層を得た。この焼結に適用した焼結条件は実施例と同じであった。

## 【 0 1 3 5 】

次いで、冷却層と緩衝層と絶縁層と配線層を真空ろう付けにより一括接合し、これにより絶縁基板を製造した。そして、配線層の搭載面にニッケルめっき膜を形成したところ搭載面には炭素粒子の露出部分が部分的に存在していた。さらに、搭載面のはんだ付け性を調べたところ、搭載面のはんだ付け性が悪かった。

10

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 1 3 6 】

本発明は、電子素子等の発熱性素子が搭載される絶縁基板の製造方法及び絶縁基板に利用可能である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 3 7 】

1、101、201：配線層

1A、101A：焼結素材

2、102、202：配線層本体

2A、102A：焼結素材本体

3、103、203：表皮層

4、104、204：ニッケル層

5、105、205：チタン層

206：アルミニウム層

207：ろう材層

10a、110a：炭素粒子

12、112：アルミニウム（マトリックス）

15、215：絶縁層

16、216：緩衝層

17、217：冷却層

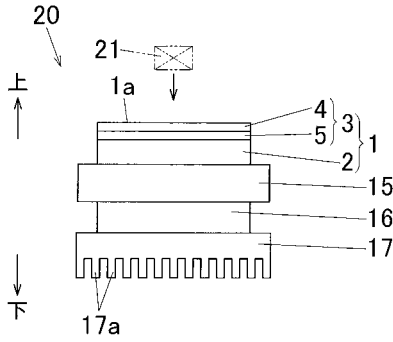
20、220：絶縁基板

21、221：発熱性素子

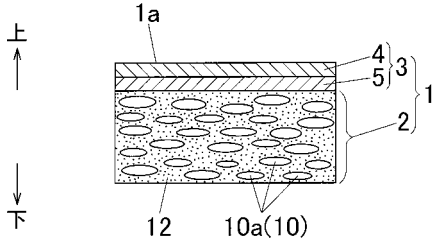
20

30

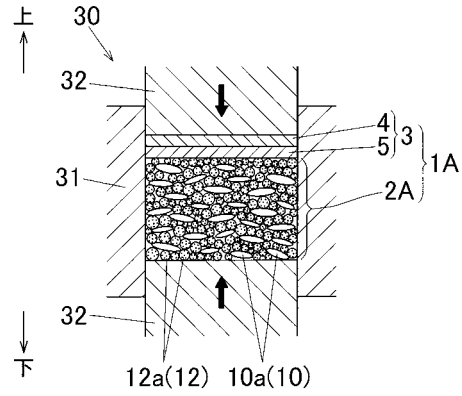
【図1】



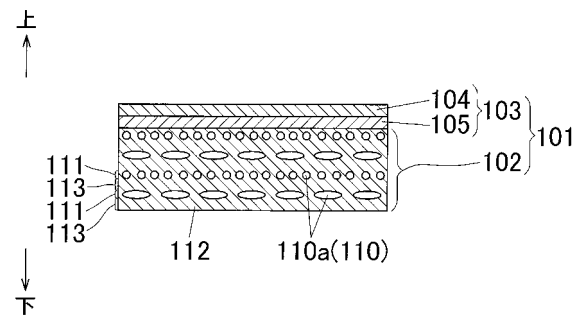
【図2】



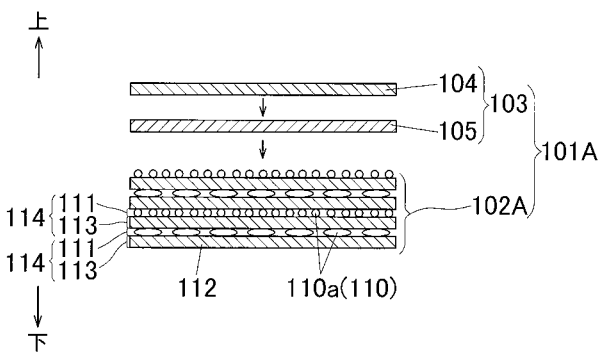
【図3】



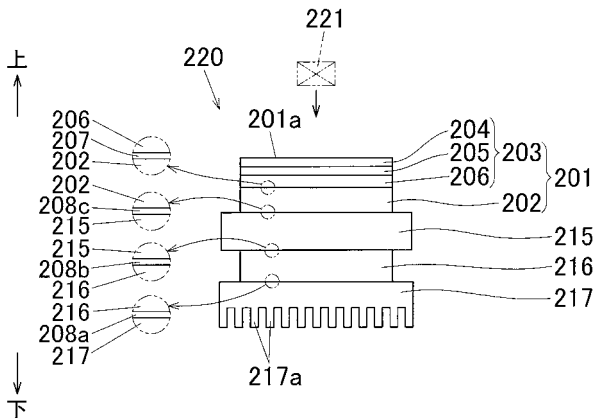
【図4】



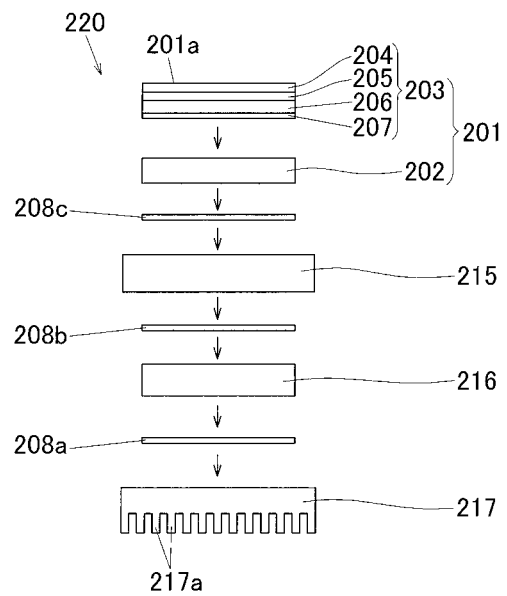
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 5 K 1/09

C

Fターム(参考) 5F136 BB04 BB18 FA02 FA23 FA25 FA32 FA34 GA31