

(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2020-10004

(P2020-10004A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
H01C	1/14	(2006.01)	H01C	1/14	Z	5E028
H01C	3/00	(2006.01)	H01C	3/00	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2018-132594 (P2018-132594)	(71) 出願人	000105350
(22) 出願日	平成30年7月12日 (2018. 7. 12)		K O A株式会社
			長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地
		(74) 代理人	110002468
			特許業務法人後藤特許事務所
		(72) 発明者	松原 周平
			長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A株
			式会社内
		(72) 発明者	仲村 圭史
			長野県伊那市荒井 3 6 7 2 番地 K O A株
			式会社内
		Fターム(参考)	5E028 BB01 CA12 DA01

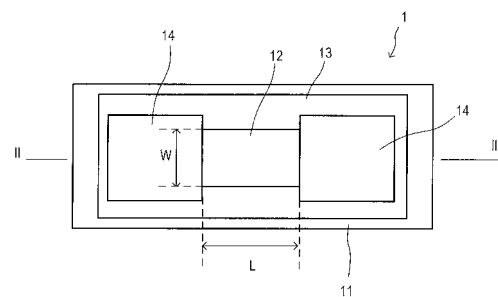
(54) 【発明の名称】 抵抗器及び回路基板

(57) 【要約】

【課題】より高いレベルで抵抗特性の安定化が実現可能な抵抗器を提供すること。

【解決手段】本発明の一態様としての抵抗器は、絶縁基板と、抵抗体材料から形成された抵抗体層と、前記絶縁基板と前記抵抗体層とを接合する接合層とを備え、前記抵抗体層のシート抵抗に対する前記接合層のシート抵抗の比が100以上になるように形成されている。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁基板と、
抵抗体材料から形成された抵抗体層と、
前記絶縁基板と前記抵抗体層とを接合する接合層と、
を備え、
前記抵抗体層のシート抵抗に対する前記接合層のシート抵抗の比が 100 以上になるように形成された、抵抗器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の抵抗器であって、
前記接合層は、チタン、アルミニウム、ニッケル及びクロムからなる群から選択される少なくとも 1 つの金属材料を含んで形成された、抵抗器。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の抵抗器であって、
前記抵抗体材料は、マンガン合金である、抵抗器。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の抵抗器であって、
前記抵抗体層の厚みが、20 μm 以上 1000 μm 以下である、抵抗器。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の抵抗値であって、
前記接合層の厚みが、50 nm 以上 1000 nm 以下である、抵抗器。

20

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の抵抗器であって、
前記接合層がチタンを含んで形成される、抵抗器。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の抵抗器であって、
前記抵抗体層の一部に重ねられて前記接合層の表面に形成された導体層を備える、抵抗器。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の抵抗器であって、
前記導体層と前記抵抗体層との重複部分において、
前記接合層、前記抵抗体層、前記導体層がこの順番に前記セラミックス基板に積層された、抵抗器。

30

【請求項 9】

請求項 7 に記載の抵抗器であって、
前記導体層と前記抵抗体層との重複部分において、
前記接合層、前記導体層、前記抵抗体層がこの順番に前記セラミックス基板に積層された、抵抗器。

【請求項 10】

絶縁基板に回路パターンが形成された回路基板であって、
抵抗体材料から形成された抵抗体層と、
前記絶縁基板と前記抵抗体層とを接合する接合層と、
を備え、
前記抵抗体層のシート抵抗に対する前記接合層のシート抵抗の比が 100 以上になるように形成された、回路基板。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、抵抗器及び回路基板に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

近年、電子機器の高機能化に伴って、電子部品を実装するための回路基板に対する高電力要求及び高耐熱要求が高まっている。これに対して、セラミックス基板上に、活性化処理された銅箔をロウ材等を用いて直接接合した基板を作製し、この上に、シート状に形成した抵抗器（シャント抵抗素子）をロウ付けして得られる回路基板が提案されている（特許文献 1 参照）。この回路基板では、抵抗体がシート状に形成されているので、抵抗体から発生した熱は基板を介して放熱されやすくなる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

10

【 特許文献 1 】 特開平 1 1 - 0 9 7 2 0 3 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

上述のような回路基板では、抵抗器と基板との接合に活性化金属法が用いられており、使用されるロウ材は、導電性材料であって一般に厚く形成される。このため、上述のような回路基板では、放熱性が高まるものの、ロウ材が抵抗特性を不安定にさせる要因となっている。電子機器の高機能化に伴って、より高いレベルで抵抗特性の安定化が望まれる状況下においては、回路基板への抵抗器の実装には、更なる改良の余地があった。

【 0 0 0 5 】

20

本発明は、より高いレベルで抵抗特性の安定化が実現可能な抵抗器及び当該抵抗器が形成された回路基板を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様としての抵抗器は、セラミックス基板と、抵抗体材料から形成された抵抗体層と、チタン、アルミニウム、ニッケル、クロムから選択される 1 以上の材料を含んで形成されており前記セラミックス基板と前記抵抗体層とを接合する接合層とを備え、前記抵抗体層のシート抵抗に対する前記接合層のシート抵抗の比が 1 0 0 以上になるように形成されている。

【 発明の効果 】

30

【 0 0 0 7 】

この態様によれば、抵抗体層が接合層を介してセラミックス基板に接合されていることにより、抵抗体層からの発熱が熱伝導度の高いセラミックス基板から放熱されやすくなる。さらに、抵抗体層のシート抵抗に対する接合層のシート抵抗の比（抵抗比率）が 1 0 0 以上になるように形成することにより、抵抗体の温度抵抗特性の変動量を所定範囲以下に抑えることができるため、安定した抵抗特性が得られる。

【 0 0 0 8 】

したがって、より高いレベルで抵抗特性の安定化が実現可能な抵抗器、及び当該抵抗器が形成された回路基板を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施形態に係る抵抗器を説明する平面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の実施形態に係る抵抗器を説明する断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、抵抗器の変形例を説明する断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の実施形態に係る回路基板を説明する平面図である。

【 図 5 】 図 5（a）は、従来のシャント抵抗器を説明する平面図であり、図 5（b）は、従来のシャント抵抗器を説明する断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

[抵抗器の説明]

50

本発明の実施形態に係る抵抗器１について、図面を用いて詳細に説明する。図１は、本発明の実施形態に係る抵抗器１の平面図である。図２は、図１に示すⅠⅠ－ⅠⅠ線における抵抗器１の断面図である。

【００１１】

抵抗器１は、絶縁基板１１、抵抗体材料から形成された抵抗体層１２、及び絶縁基板１１と抵抗体層１２とを接合する接合層１３を備える。接合層１３は、チタン、アルミニウム、ニッケル及びクロムからなる群から選択される少なくとも１つの金属を含んで形成されている。

【００１２】

抵抗器１では、抵抗体層１２のシート抵抗に対する接合層１３のシート抵抗の比が１００以上になるように形成されている。また、抵抗器１は、接合層１３の表面に、一部が抵抗体層１２に重複して配置された２つの導体層１４を備える。抵抗器１は、導体層１４の各々が図１には図示されていない回路パターンに接続されて使用される。

【００１３】

また、図２に示すように、本実施形態に係る抵抗器１は、抵抗器１の表裏面にかかる熱応力の均衡をとるために、接合層１３及び導体層１４は、絶縁基板１１の両面に形成されている。

【００１４】

抵抗器１の抵抗値は、絶縁基板１１上に形成された抵抗体層１２の厚みと、抵抗体層１２の幅 W と、抵抗体層１２の両端部にそれぞれ配置された導体層１４の間隔 L とによって設定することができる。

【００１５】

続いて、本実施形態に係る抵抗器１の各構成について、積層順に説明する。

【００１６】

< 絶縁基板 >

絶縁基板１１は、絶縁性及び耐熱性に優れ、高電力用途及び高発熱用途に適用される基板である。絶縁基板１１は、酸化アルミニウム、窒化ケイ素及び窒化アルミからなる群から選択される少なくとも１つのセラミックス材料を用いて形成されたものである。これらの材料のなかでは、放熱性とヒートサイクル耐久性の観点から、酸化アルミニウム（以下、アルミナと記す場合がある）を用いることが好ましい。また、より高い放熱性が要求される用途では、熱伝導度の大きい窒化アルミを選択することが好ましく、高いヒートサイクル耐久性が要求される用途では、窒化ケイ素を選択することが好ましい。

【００１７】

絶縁基板１１の厚みは、 0.1 mm 以上 1.0 mm 以下のものを使用することができる。基板としての強度の観点から、絶縁基板１１の厚みは、 0.1 mm 以上であることが好ましい。また、放熱性の観点から、 1.0 mm 以下であることが好ましい。

【００１８】

< 接合層 >

接合層１３は、絶縁基板１１と抵抗体層１２とを接合するものであり、絶縁基板１１上に配置されている。

【００１９】

本実施形態では、接合層１３を形成する材料は、チタン、アルミニウム、ニッケル及びクロムからなる群から選択される少なくとも１つの金属材料であり、これらを単体で、または合金で用いることができる。またこれら各金属材料の酸化物を用いることもできる。接合層１３を形成する金属材料としては、絶縁基板１１との密着強度を高める観点から、チタン或いはアルミニウムを用いることが好ましく、チタンを用いることが、より好ましい。

【００２０】

本実施形態に係る抵抗器１においては、接合層１３の厚みは、 50 nm 以上 1000 nm 以下とすることができる。接合層１３の厚みは、絶縁基板１１と抵抗体層１２との密着

10

20

30

40

50

強度を得るために、50 nm以上であることが好ましい。また、抵抗特性及び費用対効果の観点から、1000 nm以下であることが好ましい。接合層13の厚みは、密着強度及び抵抗特性の観点から、上記範囲のうち50 nm以上200 nm以下であることが、より好ましい。

【0021】

絶縁基板11の表面に、接合層13を形成する方法としては、めっき法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタ法、気相成長法、コールドスプレー法等が挙げられる。

【0022】

< 抵抗体層 >

抵抗体層12は、抵抗体材料から形成されるものであり、接合層13の所定位置に配置されている。本実施形態において、抵抗体層12を構成する抵抗体材料として、銅、ニッケル及びマンガンからなる群から選択される少なくとも1つの金属を含む合金を用いることができる。また、抵抗体材料としては、上記金属材料以外にも、通常、抵抗体を構成することが可能な金属材料であれば適用可能である。

【0023】

抵抗体層12の厚みは、回路基板に組み込まれた際の、抵抗器全体の厚みに応じて、20 µm以上1000 µm以下とすることができる。抵抗器1の抵抗値は、当該厚みと、絶縁基板11上に形成された抵抗体層12の幅Wと、抵抗体層12の端部に配置された導体層14の間隔Lと、によって設定することができる。抵抗体層12の厚みは、回路基板のサイズ及び抵抗値に基づいて、上記範囲のうち、50 µm以上500 µmとすることが、より好ましい。

【0024】

抵抗器1を、例えば、電流検出用の抵抗体（いわゆるシャント抵抗）として使用する場合には、抵抗体層12を構成可能な抵抗体材料のうち、マンガニン合金、ゼラニン合金、ニクロム等の抵抗体材料を主成分とすることができる。

【0025】

また、抵抗体として良好な性能が得られる観点から、マンガニン合金、ゼラニン合金を用いることができる。さらに、接合層13上に、上述した厚みで形成する際における加工性の観点からマンガニン合金を用いることが好ましい。

【0026】

接合層13の表面に抵抗体層12を形成する方法としては、めっき法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタ法、気相成長法、コールドスプレー法等が挙げられる。

【0027】

< 導体層 >

導体層14は、接合層13の上に、抵抗体層12を挟むように配置されている。本実施形態において、導体層14を形成する導体材料としては、銅が用いられる。また、銅のほか、通常、回路パターンに使用可能な材料であれば使用可能である。

【0028】

導体層14の厚みは、数十 µm～数百 µmとすることができ、大電流用途に対応した形状を適宜適用することができる。

【0029】

導体層14を形成する方法としては、めっき法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタ法、気相成長法、コールドスプレー法等が挙げられる。

【0030】

< 層構造 >

図1に示すように、抵抗器1は、導体層14と抵抗体層12との重複部分において、接合層13、抵抗体層12、導体層14がこの順番により絶縁基板11に積層されている。この積層構造は、絶縁基板11に、上述した方法により、接合層13を形成し、続いて、抵抗体層12の形成領域以外をマスクした状態で上述した方法により接合層13の上に抵

10

20

30

40

50

抗体層 1 2 を形成し、さらに、導体層 1 4 の形成領域以外をマスクした状態で上述した方法により導体層 1 4 を形成することにより実現可能である。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、抵抗器 1 の変形例を説明する断面図である。図 3 に示すように、抵抗器 1 は、導体層 1 4 と抵抗体層 1 2 との重複部分において、接合層 1 3、導体層 1 4、抵抗体層 1 2 がこの順番により絶縁基板 1 1 に積層されている。この積層構造は、絶縁基板 1 1 に、上述した方法により、接合層 1 3 を形成し、続いて、導体層 1 4 の形成領域以外をマスクした状態で上述した方法により接合層 1 3 の上に導体層 1 4 を形成し、さらに、抵抗体層 1 2 の形成領域以外をマスクした状態で上述した方法により抵抗体層 1 2 を形成することにより実現可能である。

10

【 0 0 3 2 】

[回路基板]

本実施形態に係る回路基板について説明する。図 4 は、本実施形態に係る回路基板を説明する平面図である。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示す回路基板 1 0 0 は、絶縁基板 1 0 1 に回路パターン 1 1 0 が形成されており、絶縁基板 1 0 1 には、接合層 1 0 2 を介して抵抗体層 1 0 3 が形成されている。接合層 1 0 2 は、チタン、アルミニウム、ニッケル、クロムからなる群から選択される少なくとも 1 つの金属材料から形成されている。また、抵抗体層 1 0 3 は、抵抗体材料から形成されており、回路パターン 1 1 0 は、抵抗体層 1 0 3 の一部に重ねられて接合層 1 0 2 の表面に形成されている。

20

【 0 0 3 4 】

回路基板 1 0 0 では、抵抗体層 1 0 3 のシート抵抗に対する接合層 1 0 2 のシート抵抗の比が 1 0 0 以上になるように形成されている。

【 0 0 3 5 】

図 4 に示す回路基板 1 0 0 は、絶縁基板 1 0 1 の表面に、めっき法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、スパッタ法、気相成長法、コールドスプレー法等により、接合層 1 0 2 を形成し、続いて、抵抗体層 1 0 3 の形成領域以外をマスクした状態で、上述した方法により接合層 1 0 2 の上に抵抗体層 1 0 3 を形成し、さらに、回路パターン 1 1 0 の形成領域以外をマスクした状態で、上述した方法により回路パターン 1 1 0 を形成することにより実現可能である。

30

【 0 0 3 6 】

一般的な回路基板では、回路パターンが形成された基板の所定箇所に、抵抗体が、ろう材により接合されていた。これに対して、本実施形態に係る回路基板 1 0 0 によれば、絶縁基板 1 0 1 への回路パターンの形成プロセスのなかで絶縁基板 1 0 1 上に抵抗体層 1 0 3 を形成することができる。このため、一般的な回路基板において抵抗体を実装する際に課題となっていた、基板と抵抗体との接合強度の問題、或いは熱応力による接合部のクラック等の問題が生じない。

【 0 0 3 7 】

また、上述のように回路基板 1 0 0 に抵抗体層 1 0 3 が密着した構造としたことにより、抵抗体層 1 0 3 の発熱が絶縁基板 1 0 1 を通して放熱されやすくなる。また、抵抗体層 1 0 3 を回路パターン 1 1 0 の形成過程で一体的に形成することができるため、回路設計の自由度が高められる。

40

【 実施例 】

【 0 0 3 8 】

本発明の実施形態に係る抵抗器 1 に基づく供試体を作製し、各種測定を行って、抵抗器 1 としての評価を行った。以下、供試体の作製方法及びその評価について説明する。

【 0 0 3 9 】

[供試体の作製]

絶縁基板として酸化アルミニウム（アルミナ）を用いた。抵抗体材料としてマンガニン

50

を用いた。また、接合層のための金属材料としてチタン及びアルミニウムのそれぞれを用いた。

【 0 0 4 0 】

縦 3 0 m m × 横 5 0 m m × 厚み 1 m m のアルミナ基板に、チタン又はアルミニウムを用いたスパッタ法を施して、厚み 1 0 0 n m の接合層を形成した。

【 0 0 4 1 】

スパッタリング条件は下記のとおりである。

- ・ターゲット：チタン
- ・放電ガス：アルゴンガス
- ・ガス流量：5 0 s c c m
- ・ガス圧力：0 . 7 P a
- ・D C 電力：1 0 0 0 W

10

【 0 0 4 2 】

接合層を構成する金属材料として、チタンを用い、それぞれについて、厚み 5 0 n m 、1 0 0 n m 、1 0 0 0 n m のものを用意した。なお、接合層をアルミニウムとした供試体についても同様に用意した。

【 0 0 4 3 】

続いて、スパッタ法を施して形成された接合層に、抵抗体材料としてマンガン合金を用いたコールドスプレー法を施して抵抗体層（マスクサイズ 1 0 m m × 4 0 m m ）を形成した。

20

【 0 0 4 4 】

コールドスプレー法の条件は下記のとおりである。

- ・作動ガス：圧縮窒素
- ・ガス圧：1 ~ 6 M P a
- ・ガス温度：4 0 0 ~ 4 5 0
- ・溶射距離：1 5 m m
- ・トラバース速度：2 0 ~ 8 0 m m / s e c
- ・溶射用粉末供給速度：マンガン：1 0 ~ 3 0 g / m i n

【 0 0 4 5 】

コールドスプレーの条件を変更することによって、抵抗体層の厚みを 2 0 μ m 、2 0 0 μ m 、1 0 0 0 μ m としたものを用意した。

30

【 0 0 4 6 】

抵抗体層の厚みと、接合層の種類及び厚みの組み合わせを変更して複数の供試体を作製した。

【 0 0 4 7 】

[評価方法]

< 放熱性試験 >

比較モデルとして、抵抗体の両端部がセラミックス基板に、半田実装された一般的なシャント抵抗器 2 0 0 を用いた。図 5 (a) は、シャント抵抗器 2 0 0 を説明する平面図であり、図 5 (b) は、シャント抵抗器 2 0 0 を説明する断面図である。

40

【 0 0 4 8 】

図 5 に示すシャント抵抗器 2 0 0 は、セラミックス基板 2 0 1 の両面に離間した 2 つの接合層 2 0 2 が形成されており、さらに、接合層 2 0 2 の各々に導体パターン 2 0 3 が形成されたものである。導体パターン 2 0 3 の所定位置に、半田 2 0 4 により、抵抗体 2 0 5 が接合されたものである。

【 0 0 4 9 】

シャント抵抗器 2 0 0 において、セラミックス基板 2 0 1 は、縦 3 0 m m × 横 5 0 m m × 厚み 1 m m のアルミナ基板であり、抵抗体 2 0 5 は、マンガン合金を用いて、縦 6 . 3 5 μ m × 横 3 . 1 8 m m × 厚み 0 . 6 m m のサイズに形成されている。

【 0 0 5 0 】

50

シャント抵抗器 200 において、抵抗体 205 は、その両端部においてセラミックス基板 201 と半田実装されているが、端部以外はセラミックス基板 201 に接触しておらず、空気絶縁構造となっている。

【0051】

また、本実施形態に係る抵抗器 1 として、上述した方法によって作製された供試体 T1 を用いた（構造は、図 3 参照）。

【0052】

シャント抵抗器 200 及び供試体 T1 の裏面温度を 25 に設定した状態で、電力 2 W を印加した。

【0053】

シャント抵抗器 200 について、抵抗体 205 の中央部分に現れるホットスポットの温度と、抵抗体 205 がセラミックス基板 201 に接続される端子部の温度とを測定した。

【0054】

また、供試体 T1 について、抵抗体層の中央部分に現れるホットスポットの温度と、抵抗体層の端部近傍における絶縁基板の温度とを測定した。結果については、後述する。

【0055】

< 抵抗体構造と抵抗温度特性 >

上述のようにして得られた供試体について、以下の評価試験を行った。

・抵抗比率の算出

抵抗体層のシート抵抗に対する接合層のシート抵抗の比を、以下のように計算した。シート抵抗は以下のように計算される。

【0056】

シート抵抗 = 体積抵抗率 ($\mu \cdot \text{cm}$) / 厚み (cm)

抵抗比率 = { 接合層のシート抵抗 ($\mu /$) } / { 抵抗体層のシート抵抗 ($\mu /$) }

ここで、マンガニンの体積抵抗率は、 $43 \mu \cdot \text{cm}$ であり、チタンの体積抵抗率は、 $42.7 \mu \cdot \text{cm}$ であり、アルミニウムの体積抵抗率は、 $2.8 \mu \cdot \text{cm}$ である。

【0057】

・抵抗体の抵抗温度特性の測定

抵抗体の抵抗温度係数 (TCR) を測定し、標準値に対する変化率を算出した。すなわち、抵抗体のみの抵抗温度係数と、抵抗体と導体である接合層とを合わせた積層体を実質的な抵抗体として見立てたときの、この積層体の抵抗温度係数について、前者に対する後者の変化率を算出した。

【0058】

抵抗温度係数 (TCR) とは、抵抗器の温度変化による内部抵抗値の変化の割合を表すものであり、下記式により表される。

抵抗温度係数 ($\text{ppm} /$) = $(R - R_a) / R_a \div (T - T_a) \times 1000000$

ここで、 R_a : 基準温度における抵抗値、 T_a : 基準温度、 R : 定常状態における抵抗値、 T : 定常状態になる温度である。

【0059】

また、抵抗温度特性 (TCR) の変化率は以下の式で求めることができる。

TCR 変化率 (%) = $\{ (TCR_b - TCR_a) / TCR_a \} \times 100$

ここで、 TCR_a は、抵抗体のみの抵抗温度係数であり、 TCR_b は、抵抗体と接合層とを合わせた積層体を抵抗体として扱ったときの抵抗温度係数である。

【0060】

TCR 変化率 (%) の値が小さければ、抵抗体そのものの特性に近いことになるため、抵抗体としての特性に対する接合層の寄与率が小さいことを表す。この観点から、TCR 変化率 (%) は 20 % 以下であることが好ましい。以下の評価では、TCR 変化率 (%) が 20 % 以下を「良」、20 % を超えたものを「不可」と判断した。

【0061】

10

20

30

40

50

〔評価結果〕

＜放熱性試験結果＞

従来の抵抗器では、抵抗体中央のホットスポットの温度が 74.2 であり、端子部の温度が 27.8 であり、温度差が 46.4 あった。一方、供試体 $T1$ では、抵抗体層の中央のホットスポットの温度が 28.6 であり、抵抗体層の端部近傍におけるセラミックス基板の温度は 27.3 であり、温度差は、 1.3 であった。

【0062】

この結果から、本実施形態に示す抵抗器1では、抵抗体層12は、接合層13を介して絶縁基板11に密着していることにより、抵抗体層12からの発熱が熱伝導度の高い絶縁基板11から放熱されやすくなることがわかった。

10

【0063】

＜抵抗体構造と抵抗温度特性＞

供試体の抵抗体構造に対する評価結果を第1表及び第2表に示す。

【0064】

【表1】

【第1表】			供試体 番号								
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	抵抗体材料 マンガニン	20 (μ m)	○	○	○	—	—	—	—	—	—
		200 (μ m)	—	—	—	○	○	○	—	—	—
		1000 (μ m)	—	—	—	—	—	—	○	○	○
	接合層材料 チタン	50 (nm)	○	—	—	○	—	—	○	—	—
		100 (nm)	—	○	—	—	○	—	—	○	—
		1000 (nm)	—	—	○	—	—	○	—	—	○
抵抗比率			397.2	198.6	19.9	3972.1	1986	198.6	19860.5	9930.2	993
評価			良	良	不可	良	良	良	良	良	良

20

【0065】

【表2】

【第2表】			供試体 番号								
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
	抵抗体材料 マンガニン	20 (μ m)	○	○	○	—	—	—	—	—	—
		200 (μ m)	—	—	—	○	○	○	—	—	—
		1000 (μ m)	—	—	—	—	—	—	○	○	○
	接合層材料 アルミニウム	50 (nm)	○	—	—	○	—	—	○	—	—
		100 (nm)	—	○	—	—	○	—	—	○	—
		1000 (nm)	—	—	○	—	—	○	—	—	○
抵抗比率			26.2	13.1	1	262.3	130.9	9.5	1311.6	654.7	47.6
評価			不可	不可	不可	良	良	不可	良	良	不可

30

40

【0066】

＜結果＞

第1表に示す結果によれば、マンガニンから形成された厚さ $20\mu\text{m}$ の抵抗体層と、チタンからなる厚みが 1000nm の接合層とを組み合わせた供試体 $T3$ は、TCR変化率(%)が20%を超えたため「不可」と判断した。この供試体 $T3$ の抵抗比率は、 19.9 であった。

【0067】

また、第2表に示す結果によれば、マンガニンから形成された厚さ $20\mu\text{m}$ の抵抗体層に対して、接合層材料としてアルミニウムを用いた場合には、接合層の厚みに依らず、抵

50

抗比率が100を下回っており、TCRに対するアルミニウムの寄与が大きいため、「不可」と判断された。このときの抵抗比率は、26.2、13.1、1.0であった。

【0068】

以上の結果から、アルミナ基板と、マンガンから形成された抵抗体層と、チタン又はアルミニウムを含んで形成された接合層と、を備え、抵抗体層のシート抵抗に対する接合層のシート抵抗の比（抵抗比率）が100以上になるように形成された抵抗器は、TCR変化率が許容範囲としての20%以下に収められて、安定した抵抗特性が得られることがわかる。

【0069】

つまり、接合層のシート抵抗の比を、抵抗体のシート抵抗の100倍以上にすることにより、抵抗器全体の特性に対する接合層の寄与率が1%以下になる。接合層に用いるチタン、アルミニウム、クロム、ニッケル等の抵抗温度特性は3000~4000ppm/であるから、抵抗器のTCRへの影響分は30~40ppm/に抑えることができ、シャント抵抗器として必要な特性を確保することができる。また、第1表及び第2表の結果から、抵抗体の各層が同じ構成である場合には、接合層材料としてチタンを用いる方が安定した抵抗特性が得られることがわかる。

【0070】

抵抗器1の構造によれば、半田による接合部が無い場合、抵抗体層12と絶縁基板11との熱応力差により接合部分が破損することがなく、抵抗器1の耐久性を高めることができる。

【0071】

絶縁基板の熱膨張係数と、絶縁基板に実装される抵抗体等の部品の熱膨張係数と、導体パターンの熱膨張係数との間には差があるため、抵抗器が熱膨張と熱収縮を繰り返すことによって、絶縁基板と抵抗体等の部品との接合部分、或いは、絶縁基板と導体パターンとの接合部分に疲労が蓄積される。このため、一般的に、セラミックス基板は耐熱性に優れたものの、抵抗器全体としてみれば、耐久性が低下することが懸念される。

【0072】

一方で、抵抗体を絶縁基板に密着させる構造として、抵抗体からの発熱をセラミックス基板を介して放熱しやすくするとともに、セラミックス基板にポリイミドやエポキシなどの樹脂材料を介して抵抗体をセラミックス基板に接着させる方法もある。

【0073】

この場合には、熱応力を緩和することができるものの、抵抗体の熱が樹脂材料に妨げられてセラミックス基板に伝わりにくくなり、発熱量が多くなる場合には、十分な放熱性得られないことがあった。また、抵抗器としての耐用温度が樹脂材料の耐熱性に依存するため、高温下での使用に耐え得るものではなかった。

【0074】

これに対して、本実施形態に係る抵抗器1は、上記構造を備えることにより、より高いレベルでの放熱特性を備える。また、抵抗温度係数の変化率を所定範囲に収めることができるため、抵抗特性の安定化が実現可能である。

【0075】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は、本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

【符号の説明】

【0076】

- 1 抵抗器
- 11 セラミックス基板
- 12 抵抗体層
- 13 接合層
- 14 導体層

10

20

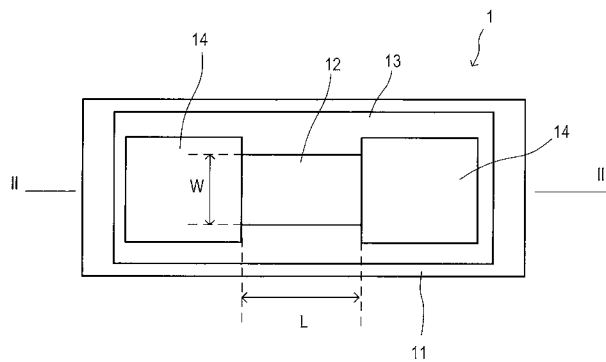
30

40

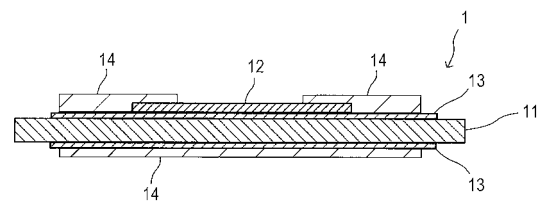
50

- 1 0 0 回路基板
- 1 0 1 セラミックス基板
- 1 0 2 接合層
- 1 0 3 抵抗体層
- 1 1 0 回路パターン

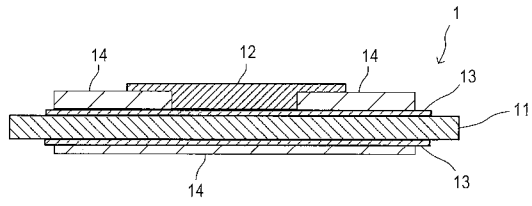
【 図 1 】



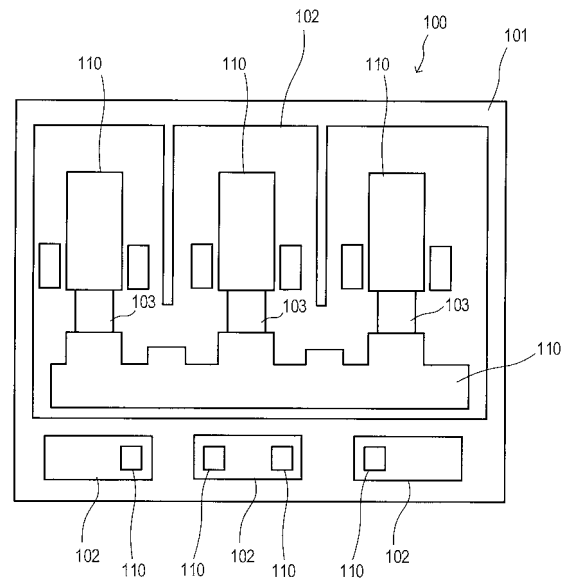
【 図 2 】



【図 3】

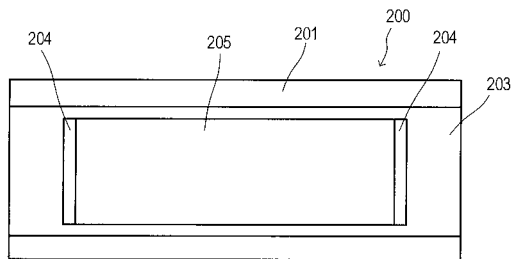


【図 4】



【図 5】

(a)



(b)

