

(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2004-256384
(P2004-256384A)

(43) 公開日 平成16年9月16日(2004.9.16)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C04B 35/111	C04B 35/10	4G030
H01L 23/13	H05K 1/03	5E346
H05K 1/03	H05K 3/46	H
H05K 3/46	H05K 3/46	S
	H05K 3/46	T
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 16 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-14627 (P2004-14627)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成16年1月22日 (2004.1.22)		大阪府門真市大字門真1006番地
(31) 優先権主張番号	特願2003-28810 (P2003-28810)	(74) 代理人	110000040 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
(32) 優先日	平成15年2月5日 (2003.2.5)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	井上 修 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	原田 健史 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	奥山 浩二郎 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		最終頁に続く	

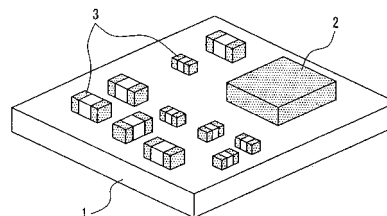
(54) 【発明の名称】 酸化物セラミックス材料、これを用いたセラミック基板、セラミック積層デバイスとパワーアンブジュール

(57) 【要約】

【課題】 複雑なプロセスや特殊な形態をとる必要が無く、結晶性の酸化物粉末又は金属を混合・成形・焼成するだけの通常のセラミックプロセスを用いる事が可能で、また有害物質や銀導体と反応しやすい添加物を用いることもなく、アルミナの含有率が高くかつ低温で焼成可能な酸化物セラミックス材料、およびこれを用いたセラミック基板(1)、セラミック積層デバイス、パワーアンブジュールを提供する。

【解決手段】 本発明の酸化物セラミック材料は、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として下記A及びBから選ばれる少なくとも一つを含む。A．酸化ニオブ及び酸化銅。B．酸化銅、酸化チタン及び酸化銀。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として下記 A 及び B から選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする酸化物セラミックス材料。

A . 酸化ニオブ及び酸化銅

B . 酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

【請求項 2】

前記主成分の酸化物全体に占める含有率が、80質量%以上98質量%以下であり、残りの成分が前記副成分のみの場合は前記副成分が2質量%以上20質量%以下、前記副成分に加えて他の第三成分を含む場合は、前記副成分と第三成分の合計が、2質量%以上20質量%以下である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。 10

【請求項 3】

前記副成分が A の場合、前記副成分合計量全体を100質量%としたときに、酸化ニオブ及び酸化銅の比率が、それぞれ下記の範囲である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

40質量%	酸化ニオブ	70質量%
30質量%	酸化銅	60質量%

【請求項 4】

前記副成分が A の場合、さらに酸化チタン、酸化銀および酸化ビスマスから選ばれた少なくとも一種類を含む請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。 20

【請求項 5】

前記副成分合計量全体を100質量%としたとき、酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの比率が、それぞれ下記の範囲である請求項 4 に記載の酸化物セラミックス材料。

30質量%	酸化ニオブ	70質量%
10質量%	酸化銅	60質量%
0質量%	酸化チタン	30質量%
0質量%	酸化銀	30質量%
0質量%	酸化ビスマス	40質量%

【請求項 6】

前記副成分が B の場合、前記副成分を構成する酸化銅、酸化チタン、酸化銀の比率が、副成分合計量全体を100質量%としたとき、それぞれ下記の範囲である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。 30

10質量%	酸化銅	90質量%
5質量%	酸化チタン	60質量%
5質量%	酸化銀	40質量%

【請求項 7】

前記酸化物全体を100質量%としたとき、さらに、酸化マンガンを含み、0.1~2.0質量%含む請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 8】

前記酸化物セラミックス材料が、相対密度90%以上で焼結されている請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。 40

【請求項 9】

前記酸化物セラミックス材料の熱伝導率が、5W/m・k以上である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 10】

前記酸化物セラミックス材料の熱伝導率が、10W/m・k以上である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 11】

前記酸化物セラミックス材料の1MHzにおける誘電損失が、0.05以下である請求 50

項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 1 2】

前記酸化物セラミックス材料の 1 M H z における誘電損失が、0.01 以下である請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 1 3】

前記酸化物セラミックス材料が、金属又は金属酸化物材料粒子を混合し、成形し、950 以下の温度で焼成されている請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 1 4】

前記酸化物セラミックス材料が、金属又は金属酸化物材料粒子を混合した後、仮焼して粉砕し、その後成形し、950 以下の温度で焼成されている請求項 1 に記載の酸化物セラミックス材料。

【請求項 1 5】

酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも下記 A 及び B から選ばれる少なくとも一つを含む酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、

A . 酸化ニオブ及び酸化銅

B . 酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有することを特徴とするセラミック基板

。

【請求項 1 6】

酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも下記 A 及び B から選ばれる少なくとも一つを含む酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、

A . 酸化ニオブ及び酸化銅

B . 酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有することを特徴とするセラミック積層デバイス。

【請求項 1 7】

酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも下記 A 及び B から選ばれる少なくとも一つを含む酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、

A . 酸化ニオブ及び酸化銅

B . 酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有するセラミック基板又はセラミック積層デバイス上にパワーアンプ素子を実装したパワーアンプモジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミナ（酸化アルミニウム、 Al_2O_3 ）を主成分とした酸化物セラミック材料と、これを用いた内部に導体を有する多層セラミック基板、セラミック積層デバイス、およびこれらを用いたパワーアンプモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体 IC 等を実装する多層配線基板には、大きく分けてガラスエポキシ等の有機材料が主体となる有機系基板と、アルミナ等のセラミックスやガラスが主体となる無機系基板がある。無機系基板は、一般に耐熱性が高く、高熱伝導、低熱膨張、低誘電損失、高信頼性といった特徴を有し、幅広く用いられている。

【0003】

無機系多層基板は、大きく、HTCC（High Temperature Co-fired Ceramics）系と LTCC（Low Temperature Co-fired Ceramics）系に分類できる。HTCC は基材として、 Al_2O_3 や AlN 、 BeO 、 $SiC - BeO$ などを用いたものである。これらのセラミック材料は、粉末状の原料を成形した後、1500 以上の高温で焼成することによって製造される。このため、多層基板の内部に形成される導体材料としては、融点の高い M

10

20

30

40

50

o や W が用いられる。この M o や W は、導体としては抵抗率が高いという欠点があるが、抵抗率の低い A g や C u は融点が低く、高温での焼成では融解してしまい、H T C C 用配線導体として用いることができない。また、1500 以上という焼成温度は、エネルギー的にも大きな損失である。

【0004】

そこで、アルミナ等のセラミックス原料を、A g や C u の溶けない低温で焼結可能としたものが、L T C C である。L T C C は、セラミック原料に、低融点のガラス原料を、50 w t % 前後程度の多量混合することによって低温での焼成を可能としたもので、例えば、ほうけい酸鉛ガラス+アルミナや、ほうけい酸ガラス+コージエライト系、その他各種の組成系がある。これらは1000 程度以下の温度で焼成可能であるために、低抵抗の A g や C u を内部導体として用いることができる。このため無機系多層基板としては、H T C C よりもこの L T C C が、現在主流になりつつある。L T C C 材料は、その内部にコンデンサやインダクタを形成する事が容易で、単なる配線基板という役割を超えた機能を有する、セラミック積層デバイスとしても用いられている。しかし、これらのガラスを多量に含む L T C C 材料では、アルミナの本来持つ、高い熱伝導率や高い機械強度といった優れた特性は、ガラスの熱伝導率や機械強度が低いために、失われてしまう。

10

【0005】

基板の熱伝導率が低下すると、パワーアンプのような、発熱性のある素子を実装した場合、放熱性が低いために温度上昇が著しくなると、使用できなくなる。この傾向は、特に小型化が強く要求される携帯機器等において顕著となる。この問題を改善するために、L T C C 材料の、実装した素子の下部に当たる部分に、金属導体による放熱用のビア、いわゆるサーマルビアを形成する方法が用いられているが、小型化の進展により実装密度が向上してくると、サーマルビアを設けることで設計自由度が低下し、小型化への妨げとなっている。

20

【0006】

アルミナ系材料でガラスを用いずに焼結温度を下げたものとしては、アルミニウムとビスマスの合金を急冷した後酸化してアモルファス状態としたもの(特許文献1参照)や、アルミナに酸化マンガンと酸化バナジウムを同時に添加したもの(特許文献2参照)が開示されている。

30

【特許文献1】特開平3-271115号公報

【特許文献2】特開平11-157921号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、アルミニウムとビスマスの合金を急冷した後、酸化して、アモルファス状の酸化物としたものは、アルミナにビスマスが固溶させた特殊な形態、あるいはアルミナにビスマスを必須として、さらに他の元素を固溶させた特殊な形態をとり、その製造方法も、各原料粉末を混合・成形・焼成するだけの通常のセラミックスプロセスでは作製できず、また温度と圧力を同時に加ながら成形する必要があるなど、量産性に乏しいという問題点があった。一方、アルミナに酸化マンガンと酸化バナジウムを添加したものは、これらの添加物が有害物質であり、その添加量が数%程度と少ないために、環境面で問題があり、さらに酸化バナジウムと銀の反応性が高いために、内部導体を銀とした時に、焼成時に反応しやすいという問題があった。

40

【0008】

本発明は、前記の問題を解決するために、複雑なプロセスや特殊な形態をとる必要が無く、結晶性の酸化物粉末又は金属を混合・成形・焼成するだけの通常のセラミックプロセスを用いる事が可能で、また有害物質や銀導体と反応しやすい添加物を用いることもなく、アルミナの含有率が高くかつ低温で焼成可能な酸化物セラミック材料、およびこれを用いたセラミック基板、セラミック積層デバイス、パワーアンプモジュールを提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

本発明の酸化物セラミック材料は、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として下記A及びBから選ばれる少なくとも一つを含むことを特徴とする。

A．酸化ニオブ及び酸化銅

B．酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

本発明のセラミック基板及びセラミック積層デバイスは、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも下記A及びBから選ばれる少なくとも一つを含む酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、

A．酸化ニオブ及び酸化銅

B．酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有することを特徴とする。

【0010】

本発明のパワーアンプモジュールは、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも下記A及びBから選ばれる少なくとも一つを含む酸化物セラミックス材料からなる絶縁層と、

A．酸化ニオブ及び酸化銅

B．酸化銅、酸化チタン及び酸化銀

銀を主成分とする導体を少なくともその内層に有するセラミック基板又はセラミック積層デバイス上にパワーアンプ素子を実装したことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明は、酸化アルミニウムと、特定の金属酸化物を含有するセラミック材料であり、従来よりも遥かに低温で焼成することが可能であるため、エネルギーコストや使用する炉の制限が緩くなる。また、酸化アルミニウムの含有量が多いために、本来のアルミナに類似した特性を示し、アルミナの代替え材料として用いることができる。

【0012】

この材料をセラミック基板用として用いる場合、950以下で焼結可能なために、その内部に、抵抗率の低い銀を主成分とする導体を含む構成とすることができ、LTCCとして用いることができる。また、熱伝導率が高いために、パワーアンプのような発熱する素子を実装してモジュールとしても、温度上昇を低く抑えることが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0014】

本発明は、その組成に特徴のあるセラミックス材料である。その組成の主成分がアルミナであり、副成分として、特定の複数の金属酸化物を含むことによって、低温焼結可能で、高熱伝導率であるという従来材料にない特性が得られる。また、本発明の材料が低温焼結可能であるために、内部導体に、低電気抵抗率のAgを用いることが可能となり、高熱伝導率のLTCCとなる。具体的には、副成分として少なくとも酸化ニオブと酸化銅とを含む。

【0015】

本発明においては、前記主成分の酸化物全体に占める含有率が、80質量%以上98質量%以下であり、残りの成分が前記副成分のみの場合は前記副成分が2質量%以上20質量%以下、前記副成分に加えて他の第三成分を含む場合は、前記副成分と第三成分の合計が、2質量%以上20質量%以下であることが好ましい。

【0016】

前記副成分がAの場合、前記副成分合計量全体を100質量%としたときに、酸化ニオブ及び酸化銅の比率が、それぞれ下記の範囲であることが好ましい。

【0017】

40質量% 酸化ニオブ 70質量%

10

20

30

40

50

30質量% 酸化銅 60質量%

前記副成分がAの場合、さらに酸化チタン、酸化銀および酸化ビスマスから選ばれた少なくとも一種類を含むことが好ましい。特に酸化チタンと酸化銀は、同時に含むことが望ましい。

【0018】

また、前記副成分を構成する酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの比率が、副成分合計量全体を100質量%とした時に、それぞれ下記の範囲であることが好ましい。

【0019】

30質量%	酸化ニオブ	70質量%	
10質量%	酸化銅	60質量%	
0質量%	酸化チタン	30質量%	
0質量%	酸化銀	30質量%	
0質量%	酸化ビスマス	40質量%	

10

また、酸化アルミニウムを主成分として含み、副成分として少なくとも酸化銅と酸化チタンと酸化銀を含む酸化物セラミックス材料の場合は、前記副成分を構成する酸化銅、酸化チタン、酸化銀の比率が、副成分合計量全体を100質量%とした時に、それぞれ下記の範囲であることが好ましい。

【0020】

10質量%	酸化銅	90質量%	
5質量%	酸化チタン	60質量%	
5質量%	酸化銀	40質量%	

20

また、前記酸化アルミニウムの、酸化物全体に占める含有率が、80質量%以上98質量%以下であることが好ましい。

【0021】

さらに、酸化マンガンを、酸化物全体を100として、0.1~2.0質量%含むことが好ましい。

【0022】

前記酸化物セラミックス材料は、相対密度90%以上で焼結されていることが好ましい。

30

【0023】

前記酸化物セラミックス材料の熱伝導率は、5W/m・k以上が好ましく、さらに10W/m・k以上であることが好ましい。

【0024】

また、前記酸化物セラミックス材料の1MHzにおける誘電損失は、0.05以下が好ましく、さらに、0.01以下であることが好ましい。

【0025】

前記酸化物セラミックス材料は、金属又は金属酸化物材料粒子を混合し、成形し、950以下の温度で焼成されていることが好ましい。また、前記酸化物セラミックス材料は、金属又は金属酸化物材料粒子を混合した後、仮焼して粉碎し、その後成形し、950以下の温度で焼成されていても良い。以上のとおり、本発明は融液にする工程は一切不要であり、製造コストも安価にできる。

40

【0026】

本発明の材料、およびこれを用いたLTCの作製方法を以下に述べる。以下は、一般的な作製方法の一例であって、本発明はこれに限定されるものではなく、通常のセラミックス作製プロセスの範囲内で、適時、変更を加えることは可能である。アルミナ(酸化アルミニウム、 Al_2O_3)と各種の金属酸化物の粉末を、ボールミル等の混合機を用いて良く混合する。ボールミルのボールには、各種のものを用いることが出来るが、アルミナボールを用いると、不要な不純物の混入量を、極力少なく出来るので、より望ましい。混合時の媒体は、有機溶媒でもかまわないが、通常は水を用いれば良い。また、混合時の均一

50

性を高くしたり、その成形性を改善するために、混合粉末の仮焼を行い、その後再度ボールミル等で粉碎を行っても良い。

【0027】

なお、原料粉末には、通常は金属酸化物を用いれば良いが、空気中などの酸素の存在下で焼成する場合、原料の一部、特に酸化銀や酸化銅は、金属銀粉末や金属銅粉末を用いても良い。

【0028】

こうして得られた混合粉末に、ポリビニルアルコール等の成形用有機バインダを少量混合し、メッシュを通過させて顆粒状に造粒する。この造粒粉末を適当なサイズの金型に入れ、加圧プレスを用いて成形し、成形体を得る。

10

【0029】

また同じ混合粉末に、シート成型用の有機バインダと溶剤を十分に混合・混練してスラリーを作製し、このスラリーを、ベースフィルム上に引きのばしてシート状に形成した後、このシートを乾燥して、グリーンシートとする。この際、アルミナと各種金属酸化物粉末の混合と、有機バインダと溶剤との混合を、一回の処理で行うことも可能である。

【0030】

一方、導体用金属粉末と、有機バインダと溶剤とからなる有機ビヒクル成分とを十分に混合・混練して内層配線用導体ペーストを作製する。同一組成、あるいは組成比を若干変えて、同様にビア用導体ペーストを作製する。こうしたペースト組成物には、前記のアルミナと金属酸化物の混合粉末を少量加えておくことも可能である。このようにしておく

20

【0031】

次に、先に作製したグリーンシートにビア孔加工を施す。その後、ビア用導体ペーストをグリーンシートのビア孔に充填する。次に内層配線用導体ペーストを用いて、グリーンシート上に配線パターンを印刷した後、これらのグリーンシートを積層して積層体を形成する。

【0032】

以上のようにして用意した、本発明の酸化物を主成分とする成形体とグリーンシート積層体とを、加熱炉内で600程度の温度で脱バインダ処理し、その後さらに所定の温度で焼成して、焼結体および多層基板を得る。

30

【0033】

原料に用いるアルミナ粉末の粒径としては、極端に荒くない限り使用可能であるが、より低温で高密度とするためには、粒径が小さい方が良く、1 μ m以下であることが望ましい。一方、成形する場合のことを考えると、あまり小さすぎると扱いにくいいため、0.1 μ m以上であることが望ましい。アルミナ以外の添加物の粒径は、これよりも多少大きくてもかまわない。

【0034】

前記以外の金属酸化物が、本発明の材料の原料として混入していたとしても、その量が充分少なければ、特に問題を生じない。このような混入は、出発原料に不可避免的に混入していたり、混合時の媒体から混入したり、あるいは本発明の材料の特性を微調整する目的

40

【0035】

本発明の多層基板に用いる導体は、特に限定されないが、低温で焼結可能であるという特徴を生かすためには、低抵抗な銅や銀を主成分とすることが望ましい。銅を内部導体に用いる場合には、銅の融点が1080程度であるので、焼成温度は、それより低い1070程度以下にする必要がある。銀を内部導体に用いる場合には、銀の融点が960程度であるので、焼成温度は、それより低い950程度以下にする必要がある。本発明では、どちらの内部導体を用いることも不可能ではないが、銀を用いる方が、空気中で脱バインダ可能であるために、望ましい。

50

【0036】

成形体やグリーンシートの作製方法は特に限定はなく、例えば金型一軸成形法、等方圧プレス法や、ドクターブレード法、カレンダー法、ロールコーター法などが使用できる。

【0037】

またシートを保持するベースフィルムとしては、例えばポリエチレン系樹脂やポリエステル系樹脂、紙などが使用できる。さらに絶縁シートにピア孔加工を施す方法としては、例えばパンチングやレーザー加工などが使用できる。

【0038】

成形体や積層体の焼成時の雰囲気としては、内部導体にAgを用いることができるので、通常は大気を用いれば良い。

10

【0039】

本発明では、アルミナ粉末と特定の酸化物粉末を混合することにより、通常アルミナに比べてはるかに低い温度で焼結可能とすることが出来、製造エネルギーや製造に使用する炉のコストに関して、非常に有利となる。また、950以下で焼成可能となるため、低抵抗のAgを導体として用いて同時焼成することができる。本発明の酸化物セラミック材料の焼結体は、上記のように、各金属酸化物を機械的に混合し、成形し、比較的低い温度で加熱処理しただけである。従って、その焼結体中の相構成は、各金属酸化物成分が、少量は互いに固溶する事も有り得るが、基本的には、各金属酸化物あるいはその2種類以上が相互に反応した化合物の混合体である。アルミナ含有率が高いために、主要相はアルミナ(酸化アルミニウム、 Al_2O_3)であるが、アルミナ以外の酸化物も含む混合体である。少量のアルミナ以外の相が混合してはいるが、主要相がアルミナであるために熱伝導率が高く、多層基板等へ応用した場合に、その上や内部に、パワーアンプのような、発熱する素子を実装しても、その熱が、基板を経由して放熱され、素子近傍が高温に成りすぎることがない。高熱伝導であるために、特にサーマルピアを設ける必要がない。またサーマルピアを併用すれば、さらに放熱性が向上する。またもちろん、誘電特性も良好であるので、パワーアンプ以外の素子を実装したモジュールとして用いることも可能である。また、機械強度も、高温で用いる場合を除き、通常アルミナと同程度と高い。

20

【0040】

図1にセラミック配線基板を用いたパワーアンプモジュールの一例の斜視図を示す。すなわち、セラミック多層配線基板1の上に、パワーアンプ2と、コンデンサ、インダクタ、抵抗等の電子部品3が搭載されている。このパワーアンプモジュールは、好適には例えば携帯電話のマザー基板に組み込まれる。

30

【実施例】

【0041】

以下、実施例により、本発明を具体的に説明する。

(1) 熱伝導率の測定方法

試料の熱伝導率は、円板状の試料の片面にレーザー光を照射し、反対側の面の温度上昇より熱伝導率を測定する、いわゆるレーザーフラッシュ法を用いて測定した。

(2) 誘電損失の測定方法

試料の誘電損失は、円板状の試料の両側に、金電極をスパッタリングにより形成し、ヒューレット・パッカー社製LCRメーター4284Aを用いて1MHzにて測定した。

40

【0042】

<実施例1>

出発物質として、純度99.99%、粒径0.5 μ mの酸化アルミニウム(Al_2O_3)粉末、および試薬級以上の純度の各種金属酸化物の粉末を用いた。これらを、表1の組成比となり、かつ合計質量が200gとなるように秤量し、アルミナボールを用いたボールミルにて12時間、湿式混合した。粉末を乾燥後、少量のポリビニルアルコール水溶液を混合し、#32メッシュのふるいを通して製粒した。この粉末を、金型にて、直径12mm、厚さ約1mmのサイズに1t/cm²の圧力で、一軸加圧成形した。得られた成形体を、空气中500にて1時間加熱してバインダアウトを行った後、900~10

50

00にて1時間焼成した。焼結体のサイズと質量を測定して焼結密度を算出した。

【0043】

また、同じ焼結体を複数作製し、これを粉砕して、ピクノメーターを用いて真密度を測定し、焼結密度/真密度より相対焼結密度を求めた。結果を表1に示した。

【0044】

【表1】

No.	組成比 (質量%)						焼成温度 (°C)			実/比
	Al ₂ O ₃	Nb ₂ O ₅	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O	Bi ₂ O ₃	900	950	1000	
1	100						55.0	55.2	57.5	比
2	90	10					55.1	55.3	57.0	比
3	90		10				55.2	55.3	57.7	比
4	90			10			55.1	55.2	57.5	比
5	90				10		54.9	55.2	56.9	比
6	90					10	55.2	55.4	57.4	比
7	90	5	5				68.8	92.7	99.8	実
8	90	5		5			55.0	55.9	57.3	比
9	90	5			5		54.8	55.7	58.8	比
10	90	5				5	55.2	56.8	60.0	比
11	90		5	5			65.5	74.3	88.3	比
12	90		5		5		56.3	56.9	57.5	比
13	90		5			5	59.4	65.6	78.3	比
14	90			5	5		55.3	57.0	58.4	比
15	90			5		5	55.9	57.0	60.3	比
16	90				5	5	55.7	56.5	59.1	比
17	90	4	4	2			79.8	97.0	99.5	実
18	90	4	4		2		87.3	95.8	97.3	実
19	90	4	4			2	75.7	95.0	96.9	実
20	90	4		2	4		58.0	59.7	62.1	比
21	90	4		2		4	57.4	59.4	61.6	比
22	90	4			2	4	56.1	58.4	60.8	比
23	90		4	2	4		83.8	92.8	96.5	実
24	90		4	2		4	67.0	78.8	88.0	比
25	90		4		2	4	57.5	58.2	61.4	比
26	90			2	4	4	56.2	57.5	59.6	比
27	90	4	3	1	2		97.8	99.4	99.8	実
28	90	4	3	1		2	85.3	98.2	99.6	実
29	90	4	3		1	2	84.6	97.3	99.5	実
30	90	4		1	2	3	59.0	61.5	63.7	比
31	90		3	1	2	4	84.3	92.5	97.0	実

(備考) 実は実施例、比は比較例を示す。

【0045】

表1から明らかのように、アルミナ単独の試料No. 1、あるいは各種の添加物を1種類のみ用いた試料No. 2~6では、1000 焼成まででは、ほとんどまったく焼結しなかった。

10

20

30

40

50

【0046】

2種類の添加物を組み合わせて用いた場合、 Nb_2O_5 とCuOを用いた試料No. 7において、950でも90%密度を越えてかなり焼結し、1000では理論密度近くまで焼結した。CuOと TiO_2 を添加したNo. 11と、CuOと Bi_2O_3 を用いたNo. 13も焼結促進の効果は認められたが、1000焼成でも密度は90%に到達せず、No. 7ほどの効果は見られなかった。銀を内部電極に用いることを想定すると、焼成温度の上限は950程度であり、この時の相対密度が90%以下になると、機械強度などが不足すると考えられるので、No. 11と13は実用的ではない。

【0047】

3種類の添加物を組み合わせて用いた場合、2種類の添加で効果のあった Nb_2O_5 とCuOに、さらに TiO_2 、 Ag_2O 、 Bi_2O_3 のいずれかを加えたNo. 17, 18, 19では、950焼成で密度95%を越え、より低温で焼結可能となった。また、 Nb_2O_5 とCuOを含まない場合でも、CuO- TiO_2 - Ag_2O 添加のNo. 23では、950焼成で、密度90%を越えた。しかし、他の組み合わせでは、1000焼成でも密度が90%に到達したものはなかった。

【0048】

4種類の添加物を組み合わせて用いた場合、 Nb_2O_5 とCuOに、さらに TiO_2 と Ag_2O を同時に加えたNo. 27で、900焼成の密度が95%を越えた。

【0049】

以上のように、アルミナの含量が同じであっても、 Nb_2O_5 とCuOを同時に含むこと、さらに Nb_2O_5 とCuOに加えて TiO_2 、 Ag_2O 、 Bi_2O_3 のいずれかを含むこと、また Nb_2O_5 、CuO、 TiO_2 、 Ag_2O を同時に含むことで、より低温で焼結可能であった。また、CuOと TiO_2 と Ag_2O を同時に含むことによっても、低温で焼結可能であった。これらの中で、最も低温での焼結性が良好なのは、 Nb_2O_5 、CuO、 TiO_2 、 Ag_2O を同時に含むNo. 27であった。

【0050】

<実施例2>

実施例1と同様に、酸化アルミニウム、酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの各粉末を用意し、酸化アルミニウムが93質量%となり、残り5成分の合計が7質量%中となり、酸化ニオブ、酸化銅、酸化チタン、酸化銀、酸化ビスマスの合計を100質量%とした場合の、相互の質量%が表2のようになるように、これらの粉末を混合し、900、または950で2時間焼成して焼結体を作製し、その相対密度を測定した。

【0051】

また、相対密度が90%を越えた焼結体試料の上下面に、金電極をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表2に示した。

【0052】

【表 2】

No.	副成分質量比					相対密度(%)		誘電損失(1MHz)	
	Nb ₂ O ₅	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O	Bi ₂ O ₃	900℃	950℃	900℃	950℃
1	80	20				63.8	88.4	—	0.12
2	70	30				65.9	91.3	—	0.05
3	60	40				68.5	91.5	—	0.04
4	50	50				68.1	91.0	—	0.05
5	40	60				67.4	90.7	—	0.05
6	30	70				66.2	87.8	—	0.24
7	65	30	5			75.3	95.1	—	0.03
8	60	30	10			77.9	96.3	—	0.02
9	50	30	20			78.8	96.5	—	0.02
10	40	30	30			76.6	96.0	—	0.02
11	30	30	40			71.1	90.2	—	0.09
12	65	30		5		73.2	93.6	—	0.03
13	60	30		10		82.3	94.9	—	0.02
14	40	30		30		86.1	96.8	—	0.05
15	30	30		40		88.4	97.9	—	0.33
16	60	30			10	70.5	93.0	—	0.05
17	50	30			20	73.2	94.4	—	0.04
18	30	30			40	75.1	95.0	—	0.05
19	30	20			50	74.7	93.2	—	0.29
20	65	20	10	5		96.2	99.0	0.02	0.009
21	60	20	10	10		96.5	99.2	0.007	0.005
22	40	20	10	30		97.0	99.3	0.009	0.007
23	30	20	10	40		98.3	99.5	0.15	0.12
24	40	10	30	20		94.1	98.7	0.02	0.01
25	60	20	40	20		90.4	96.3	0.11	0.09
26	60	20	10		10	83.5	96.8	—	0.01
27	60	20		10	10	82.4	95.9	—	0.05
28	50	20	10	10	10	95.6	98.6	0.03	0.01

10

20

30

40

50

【0053】

表 2 より明らかなように、Nb₂O₅とCuOのみを含む場合、Nb₂O₅が多すぎても、CuOが多すぎても若干焼結密度が低下し、また90%以上の密度が得られても、誘電損失が5%を越えた。従って、Nb₂O₅は70質量%以下が、CuOは60質量%以下が望ましい(試料No. 1~6)。

【0054】

Nb₂O₅とCuOに、さらにTiO₂、Ag₂O、Bi₂O₃のいずれかを加えることで、より低温で高密度化した。添加量が多くなりすぎるとかえって密度が低下し、また誘電損失も大きくなり、TiO₂では30質量%以下が(試料No. 7~11)、Ag₂Oでは30質量%以下が(試料No. 12~15)、Bi₂O₃では40質量%以下が望ましかった(試料No. 16~19)。なお、TiO₂、Ag₂O、Bi₂O₃の中ではAg₂Oが最

も緻密化効果が大きく、 TiO_2 がこれに次、 Bi_2O_3 が最も効果が小さかった。

【0055】

さらに、 Nb_2O_5 、 CuO への TiO_2 、 Ag_2O の同時添加で、最も高い密度と、低い誘電損失が得られた。ところが、 TiO_2 と Bi_2O_3 、 Ag_2O と Bi_2O_3 、の同時添加は、単独添加と大きな差は見られなかった。

【0056】

<実施例3>

実施例2と同様に、酸化アルミニウム、酸化銅、酸化チタン、酸化銀の各粉末を用意し、酸化アルミニウムが93質量%となり、残り3成分の合計が7質量%中となり、酸化銅、酸化チタン、酸化銀の合計を100質量%とした場合の、相互の質量%が表3のようになるように、これらの粉末を混合し、950 で2時間焼成して焼結体を作製し、その相対密度を測定した。

10

【0057】

また、相対密度が90%を越えた焼結体試料の上下面に、金電極をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表3に示した。

【0058】

【表3】

No.	質量比			密度 (%)	誘電損失	No.	質量比			密度 (%)	誘電損失
	CuO	TiO ₂	Ag ₂ O				CuO	TiO ₂	Ag ₂ O		
1	90	10		73.3	—	15	35	60	5	92.0	0.04
2	90	5	5	90.1	0.05	16	35	50	15	93.3	0.03
3	90		10	55.5	—	17	35	40	25	94.2	0.02
4	75	20	5	91.6	0.05	18	35	30	35	93.3	0.03
5	75	20	30	93.5	0.03	19	35	25	40	92.4	0.04
6	75	10	40	92.4	0.05	20	35	15	50	85.0	0.25
7	55	45		74.0	—	21	15	60	25	91.1	0.05
8	55	40	5	92.6	0.04	22	15	50	35	93.1	0.03
9	55	30	15	94.3	0.03	23	15	45	40	91.8	0.05
10	55	20	25	95.0	0.02	24	10	70	20	86.6	0.13
11	55	10	35	94.4	0.03	25	10	60	30	91.9	0.05
12	55	5	40	92.9	0.04	26	10	50	40	92.5	0.05
13	55		45	55.7	—	27	10	40	50	90.4	0.05
14	35	65		73.5	—	28	5	60	35	82.3	0.20

20

30

40

【0059】

表3より明らかのように、 CuO が10質量%以上90質量%以下、 TiO_2 が5質量%以上60質量%以下、 Ag_2O が5質量%以上40質量%以下の場合に、比較的良好な特性が得られた。特に、 CuO が15質量%以上75質量%以下、 TiO_2 が10質量%以上50質量%以下、 Ag_2O が15質量%以上35質量%以下の場合に、緻密化が顕著となり、また比較的低い誘電損失が得られた。

【0060】

<実施例4>

Nb_2O_5 、 CuO 、 TiO_2 、 Ag_2O の各粉末を、予め5.5:2.7:0.9:0.9の質量比で混合した粉末を用意した。この粉末とアルミナ粉末、および Mn_3O_4 粉末を、表4の混合比となるようにボールミル混合し、これを600 で2時間仮焼した後、再度ボールミルにより粉砕した後、実施例1と同じ方法で、900 または950 で2時間焼成して焼結体を作製し、その相対焼結密度を求めた。また、相対密度が90%を越えた焼結体試料について、レーザーフラッシュ法にて、熱伝導率を測定した。また、金電極

50

をスパッタリングにより形成し、誘電特性を評価した。結果を表4に示した。

【0061】

【表4】

No.	組成 (wt%)			相対密度		誘電損失		熱伝導率	
	Al ₂ O ₃	添加物	Mn ₃ O ₄	900℃	950℃	900℃	950℃	900℃	950℃
1	100	0	0	55.0	55.2	—	—	—	—
2	99	1	0	64.2	77.5	—	—	—	—
3	98	2	0	81.5	90.8	—	0.04	—	10.2
4	97	3	0	90.8	95.9	0.05	0.02	11.0	15.7
5	96	4	0	93.2	97.4	0.02	0.01	13.9	18.1
6	94	6	0	95.9	99.6	0.01	0.007	16.5	19.8
7	92	8	0	97.8	99.7	0.007	0.005	17.5	18.6
8	92	8	0.1	97.7	99.7	0.004	0.003	17.4	18.4
9	92	8	0.5	95.4	99.6	0.003	0.002	17.3	17.9
10	92	8	1.0	93.3	98.3	0.002	0.002	15.2	16.5
11	92	8	2.0	91.6	96.8	0.003	0.003	10.0	12.4
12	92	8	3.0	80.2	88.1	0.07	0.06	—	—
13	90	10	0	99.0	99.8	0.01	0.008	14.3	15.3
14	85	15	0	98.3	98.4	0.03	0.01	11.2	13.5
15	80	20	0	97.4	95.5	0.04	0.05	7.8	7.2
16	75	25	0	95.1	93.2	0.11	0.12	4.9	4.4

10

20

【0062】

表4より明らかなように、Al₂O₃の含有量が98%を越えると、複合添加物を加えても、焼結性が充分ではなかった。一方、Al₂O₃の含有量が80%未満では、焼結性は高いが、誘電特性、熱伝導率とも低下した。従って、Al₂O₃の含有率は、80%以上98%以下、より望ましくは、85%以上96%以下が良い。

【0063】

次に、Al₂O₃を92%、複合添加物を8%に固定して、Mn₃O₄を外枠で添加した場合、添加により誘電特性が改善される傾向が認められたが、添加量が増加すると焼結密度が低下した。従って、Mn₃O₄を0.1質量%以上、2質量%以下含有することが望ましい。

30

【0064】

本発明者等は、本実施例以外にも、複合添加物中のNb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂Oの比率を変化させたり、複合添加物としてCuO、TiO₂、Ag₂O系を用いて、同様の実験を行ったが、Al₂O₃の含有率や、Mn₃O₄添加については、同様の結果が得られた。

【0065】

<実施例5>

実施例1と同様の方法で、Al₂O₃、Nb₂O₅、CuO、TiO₂、Ag₂Oの各粉末を、質量比で93:3:2:1.5:0.5の比率でボールミル混合し、これを600で2時間仮焼した後、再度ボールミルにより粉碎した。この仮焼粉に、ポリビニルブチラール樹脂と酢酸ブチルを混合してスラリー状とし、ドクターブレード法により、表面に離型処理を施したベースフィルム（ポリフェニルサルファイド）上にシート成形した。

40

【0066】

比較のため、Al₂O₃粉末のみを用いて、前記と同様にスラリーを作製し、ベースフィルム上にアルミナグリーンシートを作製した。また、Al₂O₃を50質量%、ほうけい酸鉛ガラスを50質量%含む粉末を用いて、前記と同様にスラリーを作製し、ベースフィル

50

ム上にガラスセラミックスグリーンシートを作製した。

【0067】

次に、金属の銀粉末に、エチルセルロース系樹脂とテルピネオールを適当量加え、3本ロールで十分に混合、混練して内層配線用Agペーストとビア用Agペーストをそれぞれ作製した。

【0068】

次に、グリーンシートの所定箇所に0.1mmのビア孔をパンチングにより穿孔し、必要枚数の絶縁シートのビア孔にビア用導体ペーストを充填した後、内層配線用ペーストを用いてシート上にスクリーン印刷法により配線パターンを形成した。ベースフィルムをはがして絶縁シートを積層し、80℃で熱圧着して積層体を得た。

10

【0069】

得られた積層体を加熱炉内の大気中600℃で脱バインダ処理した後、920℃で2時間焼成した。またこれらとは別に、熱伝導率測定用に、Ag導体を含まない積層体より、焼結体も作製した。

【0070】

まず導体を含まないものについて、熱伝導率を測定したところ、本発明のものは、18W/m・kであったのに対し、ガラスセラミックスは2.5W/m・kであった。アルミナを用いたものは機械強度が低く、測定が出来なかった。そこで、アルミナを用いたものについて、焼成温度を1500℃として熱伝導率を測定したところ、22W/m・kであった。

20

【0071】

また導体を含まないものについて、三点抗折強度を測定したところ、本実施例品は380MPaであったのに対し、ガラスセラミックスは230MPaであった。アルミナを用いたものは、機械的強度が低く測定できなかった。そこでアルミナを用いたものについて、焼成温度を1500℃として三点抗折強度を測定したところ、400MPaであった。したがって、本実施例品は焼成温度が920℃であったにもかかわらず、1500℃焼成のアルミナと同程度の機械的強度を示した。

【0072】

次に、Ag導体を含むものについて、内層配線とビア導体の導通を評価したところ、本発明のものとガラスセラミックスを用いたものは、導通が得られたが、アルミナのみのは機械強度が低く、測定できなかった。そこでアルミナを用いたものについて、焼成温度を1500℃としたところAg電極が溶けてしまい、導通は得られなかった。

30

【0073】

次に、本発明のものと、ガラスセラミックスを用いたものについて、その基板の上にパワーアンプICを実装して動作させたところ、ガラスセラミックスを用いたものは、熱伝導率が低いために放熱が不十分で温度上昇が激しかったが、本発明を用いたものは、温度上昇が低く抑えられた。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】は本発明の一実施形態におけるセラミック配線基板を用いたパワーアンプモジュールの斜視図である。

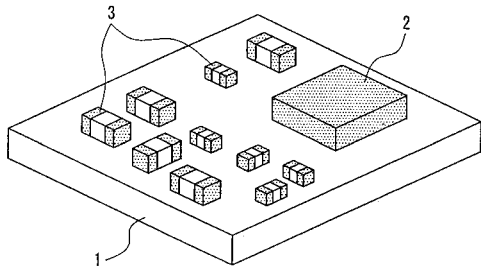
40

【符号の説明】

【0075】

- 1 セラミック多層配線基板
- 2 パワーアンプ
- 3 コンデンサ、インダクタ、抵抗等の電子部品

【 図 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 23/12

C

Fターム(参考) 4G030 AA16 AA20 AA25 AA30 AA31 AA36 AA43 BA01 BA12 BA20
BA21 CA04 CA07 CA08 GA01 GA03 GA04 GA08 GA09 GA27
5E346 AA12 AA15 AA32 BB02 CC17 CC39 DD02 EE24 EE29 GG04
GG09 HH17 HH32