

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6079899号
(P6079899)

(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)

(51) Int.Cl.	F I
CO4B 35/16 (2006.01)	CO4B 35/16
CO4B 35/30 (2006.01)	CO4B 35/30
CO3C 8/14 (2006.01)	CO3C 8/14
HO1F 17/00 (2006.01)	HO1F 17/00 D
HO1F 27/00 (2006.01)	HO1F 15/00 D

請求項の数 2 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-553394 (P2015-553394)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月21日 (2014.8.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/071821
 (87) 国際公開番号 W02015/093098
 (87) 国際公開日 平成27年6月25日 (2015.6.25)
 審査請求日 平成28年2月10日 (2016.2.10)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-262310 (P2013-262310)
 (32) 優先日 平成25年12月19日 (2013.12.19)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
 (74) 代理人 100085143
 弁理士 小柴 雅昭
 (72) 発明者 足立 大樹
 日本国京都府長岡京市東神足1丁目10番
 1号 株式会社村田製作所内
 審査官 小野 久子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層セラミック電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のセラミック層と、前記第1のセラミック層とは異なる組成を有する第2のセラミック層と、を積層した構造を有し、かつ共焼結させて得られた複合積層体を備え、

前記第1のセラミック層は、

0.5～5重量%の K_2O 、0～5重量%の Al_2O_3 、10～25重量%の B_2O_3 、および70～85重量%の SiO_2 を含む、ガラスを40～90重量%と、

アルミナおよび石英を含む、フィラーを10～60重量%と、を含むが、アモルファスシリカを含まず、

前記フィラーに含まれる前記アルミナは、前記ガラスおよび前記フィラーの合計量の1～10重量%含む、

ガラスセラミック材料の焼結体からなり、

前記第2のセラミック層は、Ni-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなり、

前記第1のセラミック層の内部に設けられるコイル導体をさらに備え、

前記複合積層体において、前記第2のセラミック層が前記第1のセラミック層を挟むように積層されている、

積層セラミック電子部品。

【請求項2】

前記複合積層体の外表面に形成される少なくとも1対の端子電極をさらに備え、対をな

す前記端子電極間に流れる電流の経路上に、前記第1のセラミック層と前記第2のセラミック層との界面が存在している、請求項1に記載の積層セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ガラスセラミック材料を用いて構成される積層セラミック電子部品に関するものである。

【背景技術】

【0002】

この発明にとって興味ある技術として、たとえば特開2013-56784号公報（特許文献1）に記載されたものがある。特許文献1には、半導体の配線基板および回路基板等に使用されるガラスセラミック誘電体用材料が記載されている。より詳細には、このガラスセラミック誘電体用材料は、ホウケイ酸ガラス粉末を49.9～89.9質量%、アルミナ粉末および/または石英粉末を10～50質量%、ならびに、ホウ酸アルミニウム粉末および/またはホウ酸シリカ系化合物粉末を0.1～4質量%含有する。

【0003】

上述したガラスセラミック誘電体用材料は、たとえば1000以下という比較的低温で焼結させることができるので、電極層の材料となるべき銀や銅のような低融点かつ低導体損失の導体材料と同時に焼結（共焼結）させることができるという利点を有している。

【0004】

一方、複合電子部品のように、互いに異なる組成のセラミック材料をもってそれぞれ構成された複数種類のセラミック層を積層した複合積層体を備える、積層セラミック電子部品がある。このような積層セラミック電子部品の製造においては、製造工程の短時間化のため、セラミック材料と導体材料とを共焼結させることができるだけでなく、互いに異なる組成の複数種類のセラミック材料を共焼結させることができ、しかも、所望の特性を満たすことが望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-56784号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1に記載されているガラスセラミック誘電体用材料を用いて複合積層体を構成した場合、より具体的には、複合積層体に含まれる第1および第2のセラミック層のうち、第1のセラミック層を、特許文献1に記載されているガラスセラミック誘電体用材料から構成し、第2のセラミック層をたとえばフェライトからなる磁性体層とした場合、共焼結に際して、第1のセラミック層と第2のセラミック層との間で相互拡散を制御することが困難である。

【0007】

そのため、ガラスセラミック誘電体用材料からなる第1のセラミック層から第2のセラミック層としての磁性体層へガラス成分の拡散が生じることは避けられない。ここで、ガラス成分、特にSiの、磁性体層への拡散は、フェライトの焼結性を低下させることが知られている。その結果、磁性体層が焼結不足となり、このような複合積層体を備える積層セラミック電子部品の絶縁抵抗特性の劣化を招くことがある。

【0008】

そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得るガラスセラミック材料を用いて構成される積層セラミック電子部品を提供しようとすることである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

10

20

30

40

50

この発明は、第1のセラミック層と、第1のセラミック層とは異なる組成を有する第2のセラミック層と、を積層した構造を有し、かつ共焼結させて得られた複合積層体を備える、積層セラミック電子部品に向けられる。

第1のセラミック層は、

0.5～5重量%の K_2O 、0～5重量%の Al_2O_3 、10～25重量%の B_2O_3 、および70～85重量%の SiO_2 を含む、ガラスを40～90重量%と、

アルミナおよび石英を含む、フィラーを10～60重量%と、
を含むが、アモルファスシリカを含まない、
ガラスセラミック材料の焼結体からなる。

【0010】

そして、この発明では、上記フィラーに含まれる上記アルミナは、ガラスおよびフィラーの合計量の1～10重量%含むことを主要な特徴としている。

【0011】

上述したガラスセラミック材料によれば、焼成途中でフィラー成分であるアルミナの一部がガラスと反応し、ガラス組成の一部となることによって、ガラス粘度を高くするものと推測される。

【0013】

前述したように、焼成途中で、第1のセラミック層を構成するガラスセラミック材料におけるガラス粘度が高くなることにより、第1のセラミック層から第2のセラミック層へのガラス成分の拡散を起りにくくすることができる。また、これに伴い、第2のセラミック層から第1のセラミック層への成分拡散も起りにくくすることができる。

【0014】

この発明において、第2のセラミック層はNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなる。フェライトは、そこへのSiの拡散によって焼結性が低下する傾向があるので、前述したように第2のセラミック層へのガラス成分の拡散抑制の意義は大きい。

【0015】

この発明は、複合積層体の外表面に形成される少なくとも1対の端子電極をさらに備え、対をなす端子電極間に流れる電流の経路上に、第1のセラミック層と第2のセラミック層との界面が存在している、そのような積層セラミック電子部品に対して有利に適用される。

【0016】

不所望な相互拡散は、第1のセラミック層と第2のセラミック層との界面およびその近傍での電気的特性、より特定的には、絶縁抵抗に対してより大きく影響を及ぼす。したがって、上述したように、対をなす端子電極間に流れる電流の経路上に、第1のセラミック層と第2のセラミック層との界面が存在していると、相互拡散による影響が及ぼされた絶縁抵抗のような電気的特性が対をなす端子電極間に現れ、積層セラミック電子部品自体の特性劣化に結び付くことになる。よって、この発明による第2のセラミック層へのガラス成分の拡散抑制の効果は、特に、対をなす端子電極間に流れる電流の経路上に、第1のセラミック層と第2のセラミック層との界面が存在している、積層セラミック電子部品において、より意義深いものとなる。

【0017】

この発明に係る積層セラミック電子部品において、第1のセラミック層の内部にコイル導体が設けられる。そして、複合積層体において、第2のセラミック層が第1のセラミック層を挟むように積層される。この構成によれば、たとえばコモンモードチョークコイルを有利に構成することができる。

【発明の効果】

【0019】

この発明によれば、第1のセラミック層から、当該第1のセラミック層に隣接する第2のセラミック層への焼成途中でのガラス成分の拡散を起りにくくすることができる。

10

20

30

40

50

【0020】

したがって、第1のセラミック層と、第1のセラミック層とは異なる組成を有する第2のセラミック層と、を積層した構造を有し、かつ共焼結させて得られた複合積層体を備える、積層セラミック電子部品において、第1のセラミック層を上述したガラスセラミック材料の焼結体から構成するようにすれば、複合積層体を得るための焼成工程の途中で、第1のセラミック層から第2のセラミック層へのガラス成分の拡散を起りにくくすることができる。また、逆に、第2のセラミック層から第1のセラミック層への拡散も起りにくくすることができる。

【0021】

その結果、第1のセラミック層および第2のセラミック層の各々の電気的特性の不所望な変動を生じにくくことができ、積層セラミック電子部品の特性劣化および信頼性低下を招くことを抑制することができる。

10

【0022】

特に、第2のセラミック層がNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなる場合には、ここへのガラス成分の拡散は、第2のセラミック層の焼結性を阻害することになるので、第1のセラミック層と第2のセラミック層との界面およびその近傍での絶縁抵抗を低下させやすい。したがって、第2のセラミック層がNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなる場合において、上述したガラス成分の拡散抑制効果はより意義深いものとなる。

【図面の簡単な説明】

20

【0023】

【図1】この発明の一実施形態による積層セラミック電子部品としてのコモンモードチョークコイル1を示す断面図である。

【図2】図1に示したコモンモードチョークコイル1の等価回路図である。

【図3】この発明の参考例となる積層セラミック電子部品としてのLCフィルタ21を示す断面図である。

【図4】図3に示したLCフィルタ21の等価回路図である。

【図5】実験例において作製した、ガラスセラミック材料を用いてなるセラミック層のみを積層した積層体42を備えるコンデンサ41を示すもので、(A)は積層体42の厚み方向に切断して示す断面図、(B)は第1のコンデンサ電極43が通る面に沿う断面図、(C)は第2のコンデンサ電極44が通る面に沿う断面図である。

30

【図6】実験例において作製した、ガラスセラミック材料を用いてなる第1のセラミック層53とNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなるセラミック層54とを積層した複合積層体52を備えるコンデンサ51を示すもので、(A)は複合積層体52の厚み方向に切断して示す断面図、(B)は第1のコンデンサ電極43が通る面に沿う断面図、(C)は第2のコンデンサ電極44が通る面に沿う断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図1を参照して、この発明の一実施形態による積層セラミック電子部品としてのコモンモードチョークコイル1について説明する。

40

【0025】

コモンモードチョークコイル1は、後述するガラスセラミック材料の焼結体からなる第1のセラミック層2と、セラミック磁性材料からなる第2のセラミック層3と、を積層した構造を有する、複合積層体4を備えている。この実施形態では、2つの第2のセラミック層3が第1のセラミック層2を挟むように積層されている。複合積層体4は、第1および第2のセラミック層2および3を共焼結させて得られたものである。

【0026】

なお、図1では、第1および第2のセラミック層2および3の各々は、それぞれ一体のものとして図示されているが、実際には、複数の層からなる積層構造を有している。

【0027】

50

図1に示したコモンモードチョークコイル1が与える等価回路が図2に示されている。コモンモードチョークコイル1は、2組のコイル状に延びるコイル導体5および6を備える。これらコイル導体5および6は、第1のセラミック層2の内部において互いに対向する状態で設けられる。第1のコイル導体5の各端部に、それぞれ、端子電極7および8が電氣的に接続され、第2のコイル導体6の各端部に、それぞれ、端子電極9および10が電氣的に接続される。

【0028】

端子電極7～10は、図1では図示が省略されているが、複合積層体4の外表面上に設けられる。これら端子電極7～10のうち、対をなすもの間に流れる電流の経路上に、第1のセラミック層2と第2のセラミック層3との界面11が存在している。

10

【0029】

複合積層体4において、第1のセラミック層2の誘電率は、第2のセラミック層3の誘電率よりも低い。図示したコモンモードチョークコイル1では、複合積層体4における誘電率の比較的低い第1のセラミック層2の内部にコイル導体5および6が配置されている。このような構成は、コモンモードチョークコイル1の特性向上に寄与するものである。

【0030】

第1のセラミック層2は、前述したように、ガラスセラミック材料の焼結体からなるものである。このガラスセラミック材料は、

0.5～5重量%の K_2O 、0～5重量%の Al_2O_3 、10～25重量%の B_2O_3 、および70～85重量%の SiO_2 を含む、ガラスを40～90重量%と、

20

アルミナおよび石英を含む、フィラーを10～60重量%と、を含む。

【0031】

そして、上記フィラーに含まれる上記アルミナは、ガラスおよびフィラーの合計量の1～10重量%含むことを特徴としている。

【0032】

第2のセラミック層3は、Ni-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなる。

【0033】

次に、コモンモードチョークコイル1の好ましい製造方法について説明する。

30

【0034】

まず、第1のセラミック層2となるべきガラスセラミック材料を含むガラスセラミックグリーンシートと第2のセラミック層3となるべき磁性材料を含む磁性体セラミックグリーンシートとがそれぞれ準備される。

【0035】

次に、ガラスセラミックグリーンシート上には、コイル導体5となるべき導体膜および必要に応じてピア導体が、たとえば導電性ペーストの印刷によって形成される。

【0036】

次に、第2のセラミック層3が第1のセラミック層2を挟むように積層されている複合積層体4を得るため、ガラスセラミックグリーンシートと磁性体セラミックグリーンシートとが、それぞれ、必要数、所定の順序で積層される。これによって、複合積層体4となるべき生の積層体を得られる。

40

【0037】

次に、生の積層体が焼成され、それによって、複合積層体4が得られる。この焼成工程において、次のような現象が生じていると推測される。ガラスセラミックグリーンシートに含まれるガラスセラミック材料中のフィラー成分であるアルミナは、焼成途中で、その一部がガラスセラミック材料中のガラスと反応し、ガラス組成の一部となる。このことによって、ガラス粘度が高くなる。そのため、ガラス成分は、磁性体セラミックグリーンシートまたは第2のセラミック層3へと拡散しにくくなり、また、これに伴い、磁性体セラミックグリーンシートまたは第2のセラミック層3からガラスセラミックグリーンシート

50

または第1のセラミック層2への成分拡散も起こりにくくなる。

【0038】

その結果、焼成後の複合積層体4において、第1および第2のセラミック層2および3間の界面11およびその近傍での絶縁抵抗の低下を抑制することができる。特に、第2のセラミック層3がNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなるとき、第2のセラミック層3へのガラスの拡散、特にSiの拡散によって焼結性が低下する傾向があるので、上述したガラス成分の拡散抑制の意義は大きい。

【0039】

また、複合積層体4を得るため、上述のように、第1のセラミック層2と第2のセラミック層3とを共焼結させても、クラックや剥がれ等の欠陥は発生しない。

【0040】

次に、複合積層体4の外表面上に、端子電極7~10がたとえば導電性ペーストの塗布および焼付けによって形成され、コモンモードチョークコイル1が完成される。なお、端子電極7~10は、生の積層体の外表面上に導電性ペーストを塗布し、この導電性ペーストを、複合積層体4を得るための焼成工程において同時に焼き付けるようにしてもよい。

【0041】

次に、図3を参照して、この発明の参考例となる積層セラミック電子部品としてのLCフィルタ21について説明する。

【0042】

LCフィルタ21は、前述したガラスセラミック材料の焼結体からなる第1のセラミック層22と、たとえばNi-Cu-Zn系フェライトを含むセラミック磁性材料からなる第2のセラミック層23と、を互いに隣接させた状態で積層した構造を有する、複合積層体24を備えている。複合積層体24は、第1および第2のセラミック層22および23を共焼結させて得られたものである。

【0043】

この参考例においても、第1および第2のセラミック層22および23の各々は、図示を省略するが、実際には、複数の層からなる積層構造を有している。

【0044】

図3に示したLCフィルタ21が与える等価回路の一例が図4に示されている。図3に示すように、第1のセラミック層22の内部には、複数のコンデンサ電極25が互いに対向する状態で設けられ、これによって、図4に示したコンデンサ26が与えられる。他方、第2のセラミック層23の内部には、コイル状に延びるコイル導体27が設けられ、これによって、図4に示したインダクタ28が与えられる。

【0045】

LCフィルタ21は、図4に示すように、コンデンサ26とインダクタ28とを接続する接続導体29および30、ならびに入出力端子となる端子電極31および32ならびにアース端子となる端子電極33をさらに備える。図3では、接続導体29および30ならびに端子電極31~33の図示が省略されているが、端子電極31~33は複合積層体4の外表面上に設けられる。第1のセラミック層22と第2のセラミック層23との界面34は、これら端子電極31~33のうちの対をなすもの間に流れる電流の経路上に存在している。

【0046】

LCフィルタ21の製造にあたっては、前述したコモンモードチョークコイル1の場合と実質的に同様の工程が実施される。したがって、生の積層体の焼成工程において、第1のセラミック層22となるべきガラスセラミックグリーンシートに含まれるガラスセラミック材料中のフィラー成分であるアルミナは、その一部がガラスと反応し、ガラス組成の一部となり、ガラス粘度を高め、そのため、ガラス成分が、第2のセラミック層23となるべき磁性体グリーンシートへと拡散しにくくなる。その結果、焼成後の複合積層体24において、第1および第2のセラミック層22および23間の界面34およびその近傍での絶縁抵抗の低下を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【0048】

〔実験例〕

以下に、この発明の範囲を求めるために実施した実験例について説明する。

【0049】

(1) ガラスセラミックグリーンシートの作製：

表1に示すガラス組成となるように、出発原料となる酸化物または炭酸塩を調合し、これをPtのつぼに入れ、2時間熔融させた。熔融温度は、1500～1600の範囲において、ガラス組成によって最適な温度を選んだ。次に、このガラス融液を急冷した後、粉碎し、ガラス粉末を得た。

【0050】

他方、フィラーとなるセラミック粉末として、表1に示すように、アルミナ粉末および石英粉末を用意し、これらを表1に示した重量比となるように秤量した。

【0051】

次いで、上記ガラス粉末と上記セラミック粉末とを、表1の「ガラス量」および「フィラー量」で示す割合で混合することによって、各試料に係るガラスセラミック材料を作製した。そして、各ガラスセラミック材料に溶剤、バインダおよび可塑剤を加え、十分に混合し、ドクターブレード法を適用することによって、ガラスセラミックグリーンシートを得た。

【0052】

なお、表1において、フィラーとしてのアルミナおよび石英の各々の重量比は、ガラスおよびフィラーの合計量に対する重量比で示されている。

【0053】

【表1】

試料 番号	ガラス				ガラス量	フィラー		
	組成					アルミナ (重量%)	石英 (重量%)	フィラー量 (重量%)
	K ₂ O (重量%)	Al ₂ O ₃ (重量%)	B ₂ O ₃ (重量%)	SiO ₂ (重量%)				
*1	0.2	0	20	79.8	80	5	15	20
2	0.5	0	20	79.5	75	5	20	25
3	5	0	20	75	60	5	35	40
*4	5.5	0	20	74.5	55	5	40	45
5	2	0	20	78	65	5	30	35
6	2	5	20	73	65	5	30	35
*7	2	10	15	73	65	5	30	35
*8	2	0	8	90	65	5	30	35
*9	2	0	10	88	75	5	20	25
10	2	0	25	73	60	5	35	40
*11	2	0	28	70	65	5	30	35
*12	4	3	25	68	65	5	30	35
13	3	2	25	70	60	5	35	40
14	2	0	13	85	75	5	20	25
*15	2	0	10	88	65	5	30	35
*16	2	0	20	78	55	12	33	45
17	2	0	20	78	60	10	30	40
18	2	0	20	78	65	1	34	35
*19	2	0	20	78	65	0	35	35
*20	2	0	20	78	35	5	60	65
21	3	0	22	75	40	5	55	60
22	2	0	18	80	90	5	5	10
*23	2	0	20	78	95	2	3	5
24	2	0	20	78	65	5	30	35

【0054】

表1および後掲の表2において、試料番号に*を付したものは、この発明の範囲外の比

10

20

30

40

50

較例である。

【0055】

(2) 磁性体セラミックグリーンシートの作製：

Ni - Cu - Zn系フェライトの仮焼粉に溶剤、バインダおよび可塑剤を加え、十分に混合し、ドクターブレード法を適用することによって、磁性体セラミックグリーンシートを得た。

【0056】

以上のようにして得られたガラスセラミックグリーンシートおよび磁性体セラミックグリーンシートを用いて、以下の評価を行なった。

【0057】

(3) 試料となるコンデンサの作製：

試料として、図5および図6にそれぞれ示すようなコンデンサ41および51を作製した。

【0058】

コンデンサ41および51に共通する構成

コンデンサ41および51は、それぞれ、積層体42および52を備える。コンデンサ41および51について、共通する要素には同様の参照符号を付して説明すると、積層体42および52の各々の内部には、互いに対向する第1および第2のコンデンサ電極43および44が設けられた。積層体42および52の各々の互いに対向する各端面上には、第1および第2のコンデンサ電極43および44にそれぞれ電氣的に接続された第1および第2の端子電極45および46が形成された。

【0059】

図5および図6に示すように、コンデンサ電極43および44は、4mm×7mmの平面寸法を有しており、4mm×4mmの領域において互いに対向し、コンデンサ電極43および44間の距離を20μmとした。

【0060】

なお、コンデンサ電極43および44の形成には、Ag系ペーストを用いた。また、積層体42および52を得るため、920以下の焼成温度を適用した。

【0061】

コンデンサ41特有の構成

図5に示すコンデンサ41では、積層体42は、10mm×10mm×約1.0mm(厚み)の寸法を有し、ガラスセラミックグリーンシートを積層し、次いで焼成して得られたものである。積層体42の厚み方向での中央にコンデンサ電極43および44を配置した。

【0062】

コンデンサ51特有の構成

図6に示すコンデンサ51では、積層体52は、10mm×10mm×約1.0mm(厚み)の寸法を有し、ガラスセラミックグリーンシートと磁性体セラミックグリーンシートとを積層し、次いで焼成して得られた複合積層体である。より詳細には、複合積層体52は、図6に示すように、厚み20μmの第1のセラミック層53を、各厚みが0.5mmの2つの第2のセラミック層54で挟んだ積層構造を有している。第1のセラミック層53は、ガラスセラミックグリーンシートが焼結して得られたものであり、第2のセラミック層54は、磁性体セラミックグリーンシートが焼結して得られたものである。コンデンサ電極43および44は、それぞれ、第1および第2のセラミック層53および54間の界面55に沿って配置した。

【0063】

なお、このコンデンサ51は、対をなす端子電極45および46間に流れる電流の経路上に、第1のセラミック層53と第2のセラミック層54との界面55が存在する、という条件を満たしている。

【0064】

10

20

30

40

50

(4) 絶縁抵抗の測定：

絶縁抵抗の測定に先立ち、図5に示したコンデンサ41のための積層体42の焼結状態を調査したところ、表2に示すように、試料1、8、15および20が「未焼結」であった。これら試料では、表1に示すガラスセラミック材料の組成がこの発明の範囲外であった。より具体的には、試料1では、ガラス中の K_2O が0.5重量%未満である。試料8では、ガラス中の B_2O_3 が10重量%未満である。試料15では、ガラス中の SiO_2 が85重量%を超えている。試料20では、フィラー量が60重量%を超えている。

【0065】

上述した本発明の範囲外の試料1、8、15および20に係るガラスセラミック材料を用いては、図6に示した複合積層体52を備えるコンデンサ51を作製しなかった。

【0066】

次に、上記試料1、8、15および20を除いて、コンデンサ41および51の各々について、絶縁抵抗測定器により絶縁抵抗値[]を測定した。その結果が、log I Rとして、表2の「コンデンサ41」および「コンデンサ51」の各欄に示されている

【0067】

【表2】

試料番号	コンデンサ41	コンデンサ51
*1	未焼結	—
2	11.8	11.8
3	11.1	10.9
*4	10.8	8.6
5	10.9	10.7
6	11.7	11.7
*7	11.9	9.5
*8	未焼結	—
*9	11	11
10	10.7	10.5
*11	10.7	8.3
*12	10.9	8.9
13	11.1	11.1
14	11	10.9
*15	未焼結	—
*16	11.6	9.3
17	11.4	11.4
18	11.1	10.9
*19	11	8.5
*20	未焼結	—
21	10.5	10.5
22	11.8	11.5
*23	11.7	8.2
24	11.5	11.5

【0068】

この発明の範囲内の試料2、3、5、6、10、13、14、17、18、21、22および24では、表1に示すように、

(1) ガラスにおいて、 K_2O が0.5~5重量%、 Al_2O_3 が0~5重量%、 B_2O_3 が10~25重量%、および SiO_2 が70~85重量%の各範囲にあり、

(2) ガラスが40~90重量%、ならびに、アルミナおよび石英を含むフィラーが10~60重量%の各範囲にあり、

(3) フィラーに含まれるアルミナが、ガラスおよびフィラーの合計量の1～10重量%の範囲にある、
という条件を満たしている。

【0069】

これらの試料2、3、5、6、10、13、14、17、18、21、22および24では、表2に示すように、複合積層体52を備える「コンデンサ51」での「log I R」は、「コンデンサ41」での「log I R」と大差なかった。このことから、これら試料では、図6に示した第1のセラミック層53から第2のセラミック層54へのガラス成分の拡散が抑制され、その結果、第1および第2のセラミック層53および54間の界面55およびその近傍での絶縁抵抗の低下を抑制することができたものと推測される。そして、
10
上述のように、ガラス成分の拡散が抑制された原因は、ガラスセラミックグリーンシートに含まれるガラスセラミック材料に含まれるフィラー成分であるアルミナの一部が、焼成途中でガラスと反応し、ガラス組成の一部となって、ガラス粘度が高められたためであると推測される。

【0070】

これらに対して、この発明の範囲外の試料4、7、11、12、16、19および23では、「コンデンサ51」での「log I R」が、「コンデンサ41」での「log I R」に比べて大幅に低下した。試料4では、ガラス中の K_2O が5重量%を超えている。試料7では、ガラス中の Al_2O_3 が5重量%を超えている。試料11では、ガラス中の B_2O_3 が25重量%を超えている。試料12では、ガラス中の SiO_2 が70重量%未満である
20
。試料16では、フィラー中のアルミナが10重量%を超えている、試料19では、フィラー中のアルミナが1重量%未満である。試料23では、フィラーの含有量が10重量%未満である。

【0071】

なお、試料9については、表2に示した特性では良好な結果を示したが、表1のガラス組成において、「 SiO_2 」が85重量%を越えている点でこの発明の範囲外とした。

また、この発明の範囲内の試料をもって構成したコンデンサ51に備える複合積層体52では、クラックや剥がれ等の欠陥は認められなかった。

【符号の説明】

【0072】

- 1 コモンモードチョークコイル(積層セラミック電子部品)
- 2, 22, 53 第1のセラミック層
- 3, 23, 54 第2のセラミック層
- 4, 24, 52 複合積層体
- 5, 6, 27 コイル導体
- 7～10, 31～33, 45, 46 端子電極
- 11, 34, 55 界面
- 21 LCフィルタ(積層セラミック電子部品)
- 25, 43, 44 コンデンサ電極
- 26, 41, 51 コンデンサ

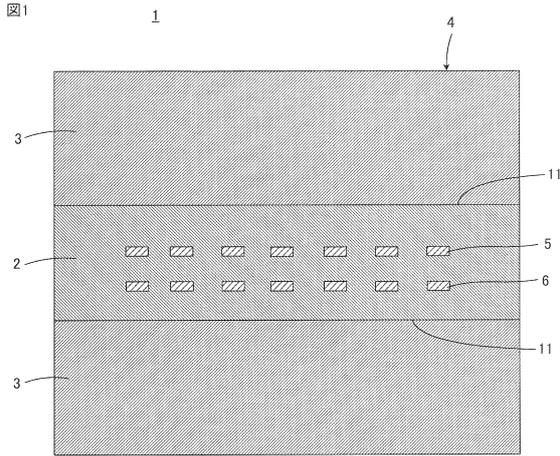
10

20

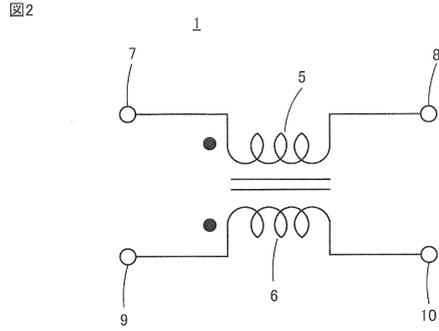
30

40

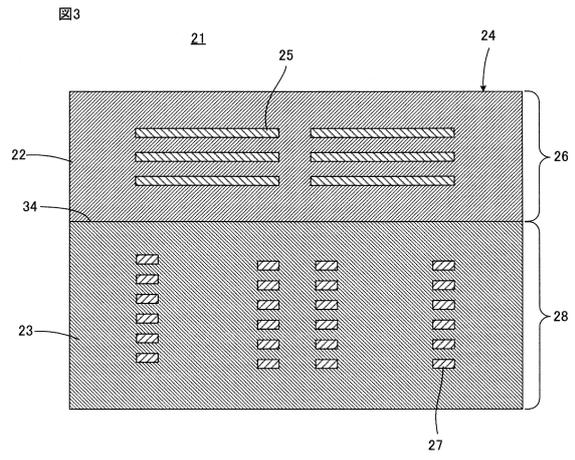
【 図 1 】



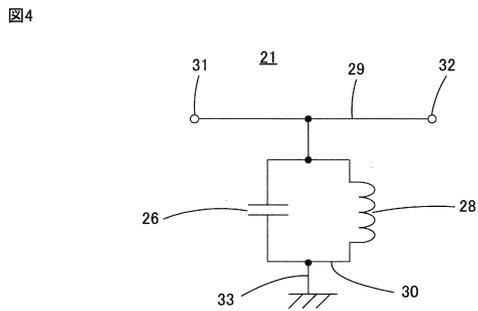
【 図 2 】



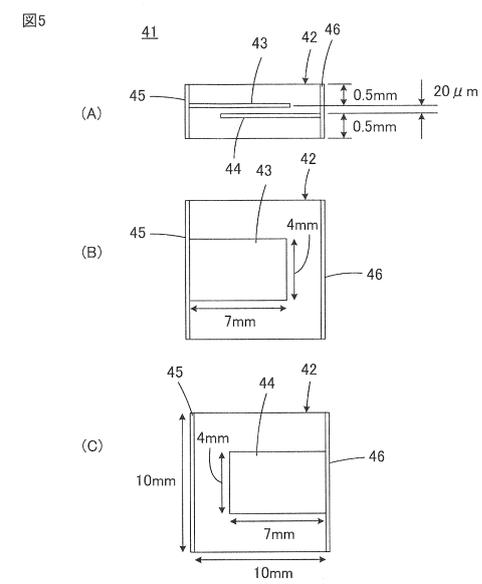
【 図 3 】



【 図 4 】

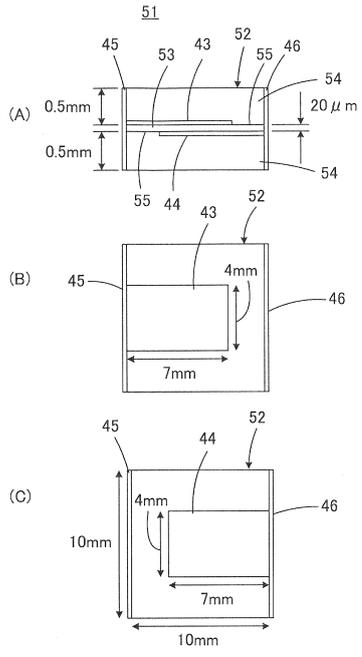


【 図 5 】



【 図 6 】

図6



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 1 G 4/40 (2006.01) H 0 1 G 4/40 3 2 1 A

(56) 参考文献 特開平 1 0 - 1 9 4 8 2 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 4 1 0 6 8 (J P , A)
特開平 0 1 - 2 2 6 7 5 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 3 8 2 1 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 0 / 0 4 4 2 1 3 (W O , A 1)
特開 2 0 0 2 - 3 2 4 7 3 0 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 5 2 0 5 9 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C 0 4 B 3 5 / 1 6
C 0 3 C 8 / 1 4
C 0 4 B 3 5 / 3 0
H 0 1 F 1 7 / 0 0
H 0 1 F 2 7 / 0 0
H 0 1 G 4 / 4 0