

(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2006-93485
(P2006-93485A)

(43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 3/46 (2006.01)	H05K 3/46 Q	4E351
C04B 35/30 (2006.01)	H05K 3/46 H	4G018
H01F 17/00 (2006.01)	C04B 35/30 C	5E070
H01F 17/04 (2006.01)	H01F 17/00	5E338
H05K 1/02 (2006.01)	H01F 17/04 A	5E346
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-278637 (P2004-278637)	(71) 出願人	000006633 京セラ株式会社
(22) 出願日	平成16年9月27日 (2004.9.27)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
		(72) 発明者	池田 光太
			鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内
		Fターム(参考)	4E351 AA07 BB09 BB11 BB31 BB42 CC11 DD04 DD05 DD06 DD10 DD31 DD50 GG07 GG11 4G018 AA23 AA24 AA25 AB02 AC02 AC07 AC16 5E070 AA01 AB01 AB04 BA12 CB04 CB08 CB11 5E338 AA03 AA18 BB75 CC05 CC07 CD03 EE13 EE30
			最終頁に続く

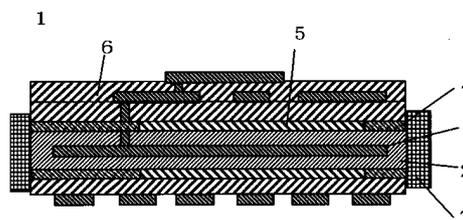
(54) 【発明の名称】 ガラスセラミック基板

(57) 【要約】

【課題】 ガラスセラミック基体の内部にフェライト層を形成し、このフェライト層にコイル用導体を埋設したガラスセラミック基板において、同時焼成過程でフェライト層がガラスセラミック絶縁層に拘束されてフェライト層の収縮を阻害し、フェライト層が粗密になってフェライト端面から吸水が発生していた。

【解決手段】 ガラスセラミック基板は、ガラスおよびフィラーからなるガラスセラミック絶縁層6が複数層積層されて成る絶縁基体1の内層に、ガラスセラミック絶縁層6と同じ大きさのフェライト層2が形成されており、フェライト層2の内部にはコイル用導体3が埋設されてなるものであって、ガラスセラミック基板の側面のフェライト層2端部が露出している部位に、金属を主成分とする保護層7を形成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラスおよびフィラーからなるガラスセラミック絶縁層が複数層積層されて成る絶縁基体の内層に、前記ガラスセラミック絶縁層と同じ大きさのフェライト層が形成されており、前記フェライト層の内部にはコイル用導体が埋設されてなるガラスセラミック基板であって、前記ガラスセラミック基板の側面の前記フェライト層端部が露出している部位に、金属を主成分とする保護層が形成されていることを特徴とするガラスセラミック基板。

【請求項 2】

前記フェライト層の上下面に前記コイル用導体と対向するように内層接地導体層が形成されているとともに、前記保護層が前記内層接地導体層に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のガラスセラミック基板。

10

【請求項 3】

前記保護層は、Cu, Ag, Au, Pt, Al, Ag-Pd 合金および Ag-Pt 合金のうち少なくとも 1 種の金属とガラスとから成ることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のガラスセラミック基板。

【請求項 4】

前記フェライト層は、Fe₂O₃ を 63 ~ 73 重量%、CuO を 5 ~ 10 重量%、NiO を 5 ~ 12 重量%、ZnO を 10 ~ 23 重量% 含有していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のガラスセラミック基板。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラスセラミックス焼結体から成る絶縁基体の内部に、ガラスセラミック絶縁層と同時焼成されて形成されるとともに内部にコイル用導体が埋設された、インダクタンス値を上げるためのフェライト層が設けられたガラスセラミック基板に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、携帯電話機を始めとする移動体通信機器等の電子機器には、多数の電子装置が組み込まれている。かかる携帯電話機等の通信機器は、近年小型化が急激に進んでおり、これに搭載される各種電子装置も小型化、薄型化が要求されている。例えば、ガラスセラミック基板の内部にコイルを内蔵した構成の LC フィルタが知られている。この LC フィルタの場合、従来チップ部品のコイルを用いていたのをガラスセラミック基板の内部に内蔵することで小型化、薄型化ができるという利点を有する。なかでも、100 nH を超えるインダクタンスの大きなコイルは、チップ部品として比較的大型であり、これをガラスセラミック基板に内蔵することは小型化、薄型化への効果が大きいという利点を有する。

30

【0003】

しかしながら、コイルを内蔵したガラスセラミック基板では、非磁性のガラスセラミック基板内にコイルを形成するため、100 nH 程度と比較的大きなインダクタンスを得ることができるコイルを内蔵させるには、コイルの巻き数を多くすることが必要となるため、ガラスセラミック基板にコイルを内蔵しても小型化、薄型化を達成することができなくなるといふ不具合があった。

40

【0004】

そこで、近年ではガラスセラミック基板内部に強磁性を有するフェライト層を形成し、コイルをこのフェライト層に埋設させることにより、コイルの巻き数を多くすることなく 100 nH を超えるコイルを内蔵させ、これにより表面実装工程の簡略化およびガラスセラミック基板の小型化が図られている。

【0005】

なお、このような方法では、ガラスセラミック絶縁層のガラスをフェライト層に拡散させることによりフェライト層とガラスセラミック絶縁層を強固に接合するために、フェライト層とガラスセラミック絶縁層を同時焼成することによってガラスセラミック基板の内

50

部にフェライト層を形成している。

【特許文献1】特開平6-20839号公報

【特許文献2】特開平6-21264号公報

【特許文献3】特開平10-149941号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のようなガラスセラミック基板内部にフェライト層を形成し、このフェライト層にコイルを埋設した従来のガラスセラミック基板では、フェライト層とガラスセラミック絶縁層との同時焼成において、フェライト層のガラスがガラスセラミック基板のガラスと結合することによって、フェライト層がガラスセラミック絶縁層に拘束され収縮することを阻害され、フェライト層の焼結が不十分となって粗密になり、この結果、ガラスセラミック基板の端部側面に露出したフェライト層から大気中の水分などが侵入し、ガラスセラミック基板に吸水が発生するという問題点があった。このように、ガラスセラミック基板に吸水が発生すると、ガラスセラミック基板の内層に形成されたコイル用導体が短絡する等の電気特性不良を誘発してしまい、ガラスセラミック基板の電氣的信頼性を低下させることとなる。

10

【0007】

また、フェライト層に埋設されたコイル用導体に電流を流すと、コイル用導体間から発生する磁束の漏れにより、フェライト層に磁気飽和が起きやすくなり、コイルを内蔵したガラスセラミック基板の重畳特性などの電気特性が劣化するという問題点があった。

20

【0008】

一方、上記のような内部にフェライト層を形成し、このフェライト層にコイルを埋設した従来のガラスセラミック基板では、以下の理由から、内部のフェライト層は微小体積または低密度のものしか形成できず、また同じように作製したガラスセラミック基板間でのコイルのインダクタンスのばらつきもあり、フェライト層を用いて十分なコイル特性を持ったガラスセラミック基板を安定して得ることが困難であるという問題点もある。例えば、焼成温度800~1000で焼結密度5.0g/cm³以上であり、1kHz~10MHzの周波数帯域で透磁率100以上のフェライト層を内蔵したガラスセラミック基板を得ることはできなかった。

30

【0009】

これは、従来の構成では、焼成温度が1000を超えるフェライト層をガラスセラミック基板の焼成温度である800~1000で焼成するためには、ガラス粉末やSiO₂、Al₂O₃等の焼結助剤を添加しなければならなかった。一般的に、フェライト等の磁性体の磁気特性は透磁率(μ)を指標として表される。透磁率が高ければ、コイルのインダクタンスが高くなる。ただし、透磁率は磁性体中に非磁性部分が存在するとその非磁性部分の体積の3乗に比例して低下する。従って、フェライト層に非磁性体であるガラス粉末や焼結助剤を添加した場合、これらはフェライト層中に非磁性の領域を形成することとなり、フェライト層中のフェライトの密度が低下して、透磁率が低くなるという問題がある。

40

【0010】

本発明は、以上のような従来の技術における問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、ガラスセラミック絶縁層と同時に低温での焼成が可能であり、端面からの吸水がなく、高周波帯域で透磁率の高かつ磁気飽和が抑制されたフェライト層を備えており、そのフェライト層に内蔵されたコイル用導体のインダクタンスが高かつ安定しているガラスセラミック基板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のガラスセラミック基板は、ガラスおよびフィラーからなるガラスセラミック絶縁層が複数層積層されて成る絶縁基体の内層に、前記ガラスセラミック絶縁層と同じ大き

50

さのフェライト層が形成されており、前記フェライト層の内部にはコイル用導体が埋設されてなるガラスセラミック基板であって、前記ガラスセラミック基板の側面の前記フェライト層端部が露出している部位に、金属を主成分とする保護層が形成されていることを特徴とする。

【0012】

本発明のガラスセラミック基板は好ましくは、前記フェライト層の上下面に前記コイル用導体と対向するように内層接地導体層が形成されているとともに、前記保護層が前記内層接地導体層に電氣的に接続されていることを特徴とする。

【0013】

また、本発明のガラスセラミック基板は好ましくは、前記保護層は、Cu, Ag, Au, Pt, Al, Ag-Pd合金およびAg-Pt合金のうちの少なくとも1種の金属とガラスとから成ることを特徴とする。

【0014】

また、本発明のガラスセラミック基板は好ましくは、前記フェライト層は、Fe₂O₃を63～73重量%、CuOを5～10重量%、NiOを5～12重量%、ZnOを10～23重量%含有していることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明のガラスセラミック基板によれば、ガラスセラミック基板のフェライト層が露出している端部側面からの水分の侵入を防ぐことが可能な金属から成る保護層が設けられていることから、ガラスセラミック基板が吸水することを防ぐことができ、その結果、ガラスセラミック基板の内層に形成されたコイル用導体が短絡したりするなどの電気特性不良が発生しない。また、保護層を金属にすることで、フェライト層端部側面を金属で囲むことになり、コイル用導体から発生する基板側面方向の磁束の漏れを抑制することができ、フェライト層の磁器飽和が起きにくくなり、その結果重畳特性などの電気特性を高いものとする事ができる。

本発明のガラスセラミック基板によれば、好ましくは、保護層を絶縁基体の内層に形成されたフェライト層の上下面に配置された内層接地導体層に電氣的に接続したことから、フェライト層に埋設されたコイル用導体を接地された金属で囲い込むことになり、コイル用導体から発生する磁束の漏れを全方位にわたって抑制することができ、フェライト層により一層磁気飽和が起きにくくなり、その結果、重畳特性などの電気特性を高いものとする事ができる。

【0016】

また、本発明のガラスセラミック基板によれば、上記構成において好ましくは、保護層をCu, Ag, Au, Pt, Al, Ag-Pd合金およびAg-Pt合金のうちの少なくとも1種としたことから、これらの金属は低抵抗であることから効率良く磁束の漏れを抑制することができ、重畳特性などの電気特性をより高いものとする事ができる。

【0017】

また、本発明のガラスセラミック基板によれば、上記構成において好ましくは、フェライト層は、Fe₂O₃を63～73重量%、CuOを5～10重量%、NiOを5～12重量%、ZnOを10～23重量%を含有していることから、低温で焼結可能なCuZnフェライトを高周波帯域特性に優れたNiZnフェライトに組み合わせたNiCuZnフェライトを用いてガラスセラミック絶縁層と同じ大きさの、内部にコイルが埋設されたフェライト層を形成することができる。その結果、フェライト層にガラス粉末やSiO₂、Al₂O₃等の焼結助剤を添加しなくても、ガラスセラミック基板と同時焼成が可能で、かつ高周波帯で高い透磁率を得ることができ、高いインダクタンスをもつコイルを内蔵したガラスセラミック基板を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明を添付図面に基づいて以下に詳細に説明する。図1は本発明のガラスセラミック

10

20

30

40

50

基板の実施の形態の一例を示す断面図であり、1は複数のガラスセラミック絶縁層6から成る絶縁基体、2はフェライト層、3はコイル用導体、4は絶縁層、5は内層接地導体層、6はガラスセラミック絶縁層、7は保護層である。

【0019】

本発明の絶縁基体1は、複数のガラスセラミック絶縁層6が積層されて構成されており、その内層にコイル用導体3が埋設されたフェライト層2が、絶縁層4、内層接地導体層5を介して形成されている。

【0020】

絶縁基体1は、ガラスセラミック絶縁層6となるガラスセラミックグリーンシートおよびフェライト層2となるフェライトグリーンシートを製作し、これらのガラスセラミックグリーンシートおよびフェライトグリーンシートにコイル用導体3となる導体ペースト、絶縁層4となる絶縁ペーストおよび内層接地導体層5となる焼結金属ペーストを印刷した後、これらのガラスセラミックグリーンシートおよびフェライトグリーンシートを複数枚積層し、大気中または加湿窒素雰囲気中にて、800～1000の温度で焼成して作製される。

10

【0021】

ガラスセラミック絶縁層6は、まず、ガラス粉末およびフィラー粉末(セラミック粉末)、さらに有機バインダ、可塑剤、有機溶剤等を混合してスラリーを得て、これからドクターブレード法、圧延法、カレンダーロール法等によってガラスセラミック絶縁層6となるガラスセラミックグリーンシートを製作し、このガラスセラミックグリーンシート複数枚でフェライト層2を挟んで積層する。

20

【0022】

ガラス粉末としては、例えば $SiO_2 - B_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - MO$ 系(但し、MはCa, Sr, Mg, BaまたはZnを示す)、 $SiO_2 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系(但し、 M^1 および M^2 は同じまたは異なってCa, Sr, Mg, BaまたはZnを示す)、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系(但し、 M^1 および M^2 は上記と同じである)、 $SiO_2 - B_2O_3 - M^3O$ 系(但し、 M^3 はLi, NaまたはKを示す)、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^3O$ 系(但し、 M^3 は上記と同じである)、Pb系ガラス、Bi系ガラス等を用いることができる。

30

【0023】

また、フィラー粉末としては、例えば Al_2O_3 、 SiO_2 、 ZrO_2 とアルカリ土類金属酸化物との複合酸化物や、 TiO_2 とアルカリ土類金属酸化物との複合酸化物、 Al_2O_3 および SiO_2 から選ばれる少なくとも1種を含む複合酸化物(例えばスピネル、ムライト、コージェライト)等を用いることができる。

【0024】

コイル用導体3は、絶縁基体1の表面、内部およびフェライト層2の内部に形成されており、Cu, Ag, Au, Al, Ag合金等の金属粉末に、適当な有機バインダ、溶剤を混練して作製した導体ペーストを、スクリーン印刷法やグラビア印刷法等によりガラスセラミックグリーンシート表面およびフェライトグリーンシート表面に塗布し、ガラスセラミックグリーンシートおよびフェライトグリーンシートと同時に焼成されて形成される。

40

【0025】

介在層としての絶縁層4は、コイル用導体3の上下面を覆うフェライト層2とガラスセラミック絶縁層6との間に形成されており、ガラス粉末およびフェライト層2に含有されるフェライト粉末を、その熱膨張係数がガラスセラミック絶縁層6の熱膨張係数とフェライト層2の熱膨張係数との中間になるように配合し、適当な有機バインダ、溶剤を混練して作製した絶縁ペーストを、従来周知のスクリーン印刷法やグラビア印刷法等によりガラスセラミックグリーンシート上のフェライト層2が載置される位置に塗布し、ガラスセラミックグリーンシートと同時に焼成されて形成される。

【0026】

50

なお、絶縁層4のフェライト粉末は、フェライト層2のフェライト粉末と同様であり、焼結体として Fe_2O_3 を63~73重量%、 CuO を5~10重量%、 NiO を5~12重量%、 ZnO を10~23重量%より主成分が構成されるフェライトを用いることができる。

【0027】

また、絶縁層4のガラス粉末は、ガラスセラミック絶縁層6のガラスセラミックスと同様のものを用いることができ、例えば $SiO_2 - B_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - MO$ 系（但し、 M は Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $SiO_2 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系（但し、 M^1 および M^2 は同じまたは異なって Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系（但し、 M^1 および M^2 は上記と同じである）、 $SiO_2 - B_2O_3 - M^3_2O$ 系（但し、 M^3 は Li 、 Na または K を示す）、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^3_2O$ 系（但し、 M^3 は上記と同じである）、 Pb 系ガラス、 Bi 系ガラス等を用いることができる。

10

【0028】

内層接地導体層5は、介在層を兼ねており、コイル用導体3の上下面を覆うフェライト層2とガラスセラミック絶縁層6との間に形成されており、 Cu 、 Ag 、 Au 、 Pt 、 $Ag - Pd$ 合金および $Ag - Pt$ 合金のうち少なくとも1種の金属の金属粉末にガラス粉末を配合し、適当な有機バインダ、溶剤を混練して作製した金属ペーストを、従来周知のスクリーン印刷法やグラビア印刷法等によりガラスセラミックグリーンシート上のフェライト層2が載置される位置に塗布し、ガラスセラミックグリーンシートと同時に焼成されて形成される。

20

【0029】

この内層接地導体層5の面積は、フェライト層2の上下面に形成されたコイル用導体3の面積以上で形成することがより望ましい。これは、コイル用導体3に発生する磁束をより安定させることができ、これにより、重畳特性を十分に改善することができるからである。

【0030】

なお、内層接地導体層5のガラス粉末は、ガラスセラミック絶縁層6のガラスセラミックスと同様のものを用いることができ、例えば $SiO_2 - B_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3$ 系、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - MO$ 系（但し、 M は Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $SiO_2 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系（但し、 M^1 および M^2 は同じまたは異なって Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^1O - M^2O$ 系（但し、 M^1 および M^2 は上記と同じである）、 $SiO_2 - B_2O_3 - M^3_2O$ 系（但し、 M^3 は Li 、 Na または K を示す）、 $SiO_2 - B_2O_3 - Al_2O_3 - M^3_2O$ 系（但し、 M^3 は上記と同じである）、 Pb 系ガラス、 Bi 系ガラス等を用いることができる。

30

【0031】

また、内層接地導体層5はコイル用導体3と同じ組成であってもよく、コイル用導体3の一部を内層接地導体層5として用いてもよい。

40

【0032】

なお、介在層を絶縁層4と内層接地導体層5とを組み合わせる場合には、図1に示すようにガラスセラミック絶縁層6とフェライト層2の間に並列に配置する方法と、ガラスセラミック絶縁層6とフェライト層2の間に直列に配置する方法と、それらを組み合わせる方法があり、それぞれ前記手法で作製した絶縁ペーストと金属ペーストを従来周知のスクリーン印刷法やグラビア印刷法等によりガラスセラミックグリーンシート上のフェライト層2が載置される位置にそれぞれ別々に塗布し、ガラスセラミックグリーンシートと同時に焼成されて形成される。

【0033】

絶縁層4と内層接地導体層5とを組み合わせた介在層をガラスセラミック絶縁層6とフ

50

ェライト層 2 の間に並列に配置した場合、ガラスセラミック絶縁層 6 とフェライト層 2 の間に絶縁体である絶縁層 4 と導体である内層接地導体層 5 を用いてコイル用導体を形成することができる。

【0034】

絶縁層 4 と内層接地導体層 5 とを組み合わせた介在層をガラスセラミック絶縁層 6 とフェライト層 2 の間に直列に配置した場合、絶縁層 4 と内層接地導体層 5 の応力緩和の効果によりよりいっそう応力緩和の効果が高くなる。

【0035】

また、絶縁層 4 と内層接地導体層 5 とを組み合わせた介在層をガラスセラミック絶縁層 6 とフェライト層 2 の間に直列および並列に配置した場合、介在層を直列および並列に配置した場合のそれぞれの効果を合わせ得ることができる。

10

【0036】

フェライト層 2 は、コイル用導体 3 の上下面を覆うようにして、絶縁基体 1 の内層にコイル用導体 3 とともに形成されている。このフェライト層 2 は、その主成分の組成が、焼結体として Fe_2O_3 を 63 ~ 73 重量%、 CuO を 5 ~ 10 重量%、 NiO を 5 ~ 12 重量%、 ZnO を 10 ~ 23 重量% より構成されることから、低温で焼成可能であり、かつ高周波帯域で十分に高い透磁率を得ることができる。

【0037】

Fe_2O_3 は、フェライトの基幹成分であり、そのフェライトの主成分を $X-Fe_2O_4$ (X は Cu , Ni , Zn 等) として示される逆スピネル構造の固溶体とすれば、フェライト層 2 のうち Fe_2O_3 が 63 ~ 73 重量% を構成していなくてはならない。63 重量% 未満の場合、十分な透磁率が得られない。他方、73 重量% より多い場合、焼結密度の低下により機械的強度が低下する。

20

【0038】

CuO はフェライト層 2 の主成分のうち 5 ~ 10 重量% を構成していなくてはならない。これは、 CuO は焼結温度の低温化に大きく寄与しており、 CuO が低温で液層を形成することにより焼結を促進させる効果を用いて、磁気特性を損なわずにガラスセラミックの焼成温度である 800 ~ 1000 で焼成するためである。5 重量% 未満であると、本発明の目的とする低温度域で焼成を行う場合に焼結密度が不十分になり機械強度が不足する。また、10 重量% より多い場合、磁気特性の低い $CuFe_2O_4$ の割合が多くなるため磁気特性を損なうこととなる。

30

【0039】

NiO はフェライトの高周波域における透磁率を確保するために含有させる。 $NiFe_2O_4$ は高周波域まで共振による透磁率の減衰を起さず、高周波域での透磁率を比較的高い値に維持することができるが、初期透磁率は低い特徴をもつため、5 重量% 未満であると、10 MHz ないしそれ以上の高周波域での透磁率が低下する。また、12 重量% より多い場合、 $NiFe_2O_4$ の割合が多くなるため初期透磁率が低下するため、フェライトの主成分中の含有量は 5 ~ 12 重量% に限定される。

【0040】

ZnO はフェライトの透磁率向上のために重要な要素であり、フェライト主成分のうち 10 重量% 未満であると、磁気特性不十分の問題を生じ、逆に 23 重量% より多くても磁気特性が悪くなる。

40

【0041】

フェライト層 2 の形成は、まずフェライト粉末に適当な有機バインダ、可塑剤、有機溶剤等を混合してスラリーを得て、これからドクターブレード法、圧延法、カレンダーロール法等によってフェライトグリーンシートを製作する。次に、このフェライトグリーンシートを所定のコイル用導体 3 を覆うものとしてガラスセラミックグリーンシートと平面視で同じ大きさの同形状にカットし、ガラスセラミックグリーンシート積層体の内部に、間にコイル用導体 3 となる導体パターンを配置して、そのコイル用導体 3 の上面および下面を覆うようにして積層する。

50

【 0 0 4 2 】

このとき、効果的にコイル用導体のインダクタンスを高くするためには、コイル用導体 3 の上下面をフェライト層 2 で完全に覆う必要がある。よって、そのようなコイル用導体 3 およびフェライト層 2 を形成するためには、所定のガラスセラミックグリーンシートの表面に、下面のフェライト層 2 となるフェライトグリーンシート、コイル用導体 3 となる導体ペーストのパターン、上面のフェライト層 2 となるフェライトグリーンシートの順番に各層を配置して積層するとよい。

【 0 0 4 3 】

フェライト層 2 となるフェライトグリーンシートを形成するのに用いるフェライト粉末は、仮焼済みのフェライト粉末であり、平均粒径が $0.1 \mu\text{m} \sim 0.9 \mu\text{m}$ の範囲で均一であり、球形状に近い粒が望ましい。これは、平均粒径が $0.1 \mu\text{m}$ より小さいと、フェライトグリーンシートの製作においてフェライト粉末の均一な分散が困難であり、平均粒径が $0.9 \mu\text{m}$ より大きいとフェライトの焼結温度が高くなるからである。また、粒径が均一で球状に近いことにより均一な焼結状態を得ることができるからであり、例えばフェライト粉末で部分的に小さい粒径が存在した場合は、その部分のみ結晶粒の成長が低下し、焼結後に得られるフェライト層 2 の透磁率が安定しにくい傾向がある。

【 0 0 4 4 】

保護層 7 は、フェライト層 2 の端面を完全に覆うように形成されており、例えば、金属、ガラス粉末、有機バインダ、可塑剤、有機溶剤などを混合してペーストを得て、そのペーストにガラスセラミック絶縁層 6 から成る絶縁基体 1 とフェライト層 2 から成るガラスセラミック基板をそのペーストの中に浸漬、あるいは端面に印刷や吹き付け、あるいは蒸着などによって塗布した後、ガラスセラミックグリーンシートと同時に焼成されて形成される。または、焼成後に形成しても良い。

【 0 0 4 5 】

焼成後に、保護層 7 を形成する場合は、母基板となる 1 枚のガラスセラミックグリーンシートに分割溝を設け、複数枚積層し焼結してセラミックスとした後、分割溝で分割することにより個々の製品とするといった所謂多数個取りの製造があり、ガラスセラミックグリーンシートおよびフェライトグリーンシートを複数枚積層し、大気中または加湿窒素雰囲気中で、 $800 \sim 1000$ の温度で焼成して母基板を得て、分割した個々の製品の端面に、上記と同様な方法を用いて保護層 7 となるペーストを塗布した後、再度焼成することによって保護層 7 を形成することができる。

【 0 0 4 6 】

また、焼成後に保護層 7 を形成する場合、上記のようにガラスセラミックグリーンシートを積層し焼成し分割した後、個々の製品側面に Cu 、 Ag 、 Au 、 Pt 、 Al 、 Ag-Pd 合金などの金属板を、 Ag ロウなどのロウ材を介して接合することにより保護層 7 を形成すると、金属板が基板側面を覆うことによって製品に落下や衝撃などの外力が加わった際の割れや欠けなどが改善できる。

【 0 0 4 7 】

また、保護層 7 は、耐食性などの耐環境性を高める観点から Ni および Au めっきを被着形成させることが望ましい。

保護層 7 は、 Cu 、 Ag 、 Au 、 Pt 、 Al 、 Ag-Pd 合金および Ag-Pt 合金のうち少なくとも 1 種の金属の金属粉末にガラス粉末を配合するが、ガラス粉末としては、例えば、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MO}$ 系（但し、 M は Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{M}^1\text{O} - \text{M}^2\text{O}$ 系（但し、 M^1 および M^2 は同じまたは異なって Ca 、 Sr 、 Mg 、 Ba または Zn を示す）、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{M}^1\text{O} - \text{M}^2\text{O}$ 系（但し、 M^1 および M^2 は上記と同じである）、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{M}^3_2\text{O}$ 系（但し、 M^3 は Li 、 Na または K を示す）、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{M}^3_2\text{O}$ 系（但し、 M^3 は上記と同じである）、 Pb 系ガラス、 Bi 系ガラス等を用いることができる。

10

20

30

40

50

【0048】

保護層7は、コイル用導体3や内層接地導体層5と同時に焼成するという観点からは、コイル用導体3や内層接地導体層5と同じ組成を用いてもよい。

【0049】

一方、多数個取りによって製造する場合、再焼成温度を低くしてガラスセラミック絶縁層6やフェライト層2の過焼結による特性変化や、コイル用導体3などの拡散を抑制するという観点からは、軟化点が焼成温度以下のガラスを用いることが望ましく、特に、軟化点が600以下のガラスを用いることが好ましい。このような軟化点が焼成温度以下のガラス粉末として、 $PbO-SiO_2-B_2O_3$ 系、 $Bi_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 系、 $ZnO-SiO_2-B_2O_3$ 系、 $SiO_2-B_2O_3$ 系ガラスなどを用いることができる。

10

【0050】

また、上記の保護層7に用いられるガラス粉末として、特に、 $SiO_2-B_2O_3$ 系、 $SiO_2-B_2O_3-Al_2O_3$ 系、 $SiO_2-Al_2O_3$ 、 $PbO-SiO_2-B_2O_3$ 系、 $Bi_2O_3-SiO_2-B_2O_3$ 系および $ZnO-SiO_2-B_2O_3$ 系ガラスを用いた場合、保護層7を絶縁基体1と同時に形成する場合でも、絶縁基体1を焼成した後に再焼成によって形成する場合においても、ガラスセラミック絶縁層6と強固に接合することができ、また、温度差によって基板が割れたり、保護層が剥がれたりすることがなく、ガラスセラミック基板のフェライト層が露出している端部側面を密着よく被覆することができる。

20

【0051】

本発明のガラスセラミック基板の製造方法においては、まず、フェライト層2およびコイル用導体3を上述の要領でガラスセラミックグリーンシートの複数枚とともに積層してガラスセラミックグリーンシート積層体を作製する。そして、このガラスセラミックグリーンシート積層体から有機成分を除去した後に焼成する。有機成分の除去は、ガラスセラミックグリーンシート積層体に荷重をかけつつ100~800の温度範囲でガラスセラミックグリーンシート積層体を加熱することによって行ない、有機成分を分解し揮散させるとよい。また、焼成温度はガラスセラミック組成により異なるが、通常は約800~1000の範囲内である。焼成は通常は大気中で行なうが、コイル用導体3の導体材料にCuを使用する場合、100~700の加湿窒素雰囲気中で有機成分の除去を行ない、次に窒素雰囲気中で焼成を行なう。

30

【0052】

また、有機成分の除去時および焼成時には、ガラスセラミックグリーンシート積層体の反りを防止するために、その上面に重しを載せる等して荷重をかけるとよい。このような重しによる荷重は50Pa~1MPa程度が適当である。荷重が50Pa未満である場合は、ガラスセラミックグリーンシート積層体の反りを抑制する作用が充分でなくなる傾向がある。また、荷重が1MPaを超える場合は、使用する重しが大きくなるため、焼成炉に入らなくなったり、また焼成炉に入っても重しが大きいために熱容量が不足することになり焼成できなくなったりする等の問題をひき起こすおそれがある。

【0053】

この重しとしては、ガラスセラミック基板の焼成中に変形、溶融等して荷重が不均一になったり、分解した有機成分の揮散を妨げたりすることがないように耐熱性の多孔質のものが適している。具体的には、セラミックス等の耐火物、あるいは高融点の金属等が挙げられる。また、ガラスセラミックグリーンシート積層体の上面に多孔質の重しを置き、その上に非多孔質の重しを置いてもよい。

40

【実施例1】

【0054】

本実施例1では、図1に示すような保護層を設けた、5mm×5mmの形状の評価用の試験片を作製し、吸水率を測定した。保護層7は内層接地導体層5に電氣的に接続されている。吸水率の測定は、初めに試験片の重量を測定し、その後試験片を水中に浸漬し、真

50

空中に1時間放置し、その後試験片の重量を測定し、水中浸漬前後の重量差を求めた。その重量差を試験片の初期重量で割って百分率を求めて、吸水率が0.1%以上の場合は×、0.1%未満の場合は○で示した。

【0055】

透磁率の測定は、図2に示すような、外径16mm、内径8mmのリング形状の評価用の試験片を作製し測定した。透磁率の測定は、インピーダンスアナライザー（「HP-4291A」、ヒューレットパッカード社製）を用い、高周波電流電圧法にて測定した。ここで、○は実用上は問題ないが1.0MHz、10.0MHzにおける透磁率100未満のもの、×は1.0MHz、10.0MHzにおける透磁率100以上のものであり、透磁率の特性としてはさらに良い。

10

【実施例2】

【0056】

本実施例2では、実施例1のものにおいて、Fe₂O₃を63~73重量%、CuOを5~10重量%、NiOを5~12重量%、ZnOを10~23重量%含有しているフェライト層2を設けた試験片を作製し、実施例1と同様の評価を行なった。

【実施例3】

【0057】

本実施例3では、実施例2のものにおいて、フェライト層2とガラスセラミック絶縁層6との層間に絶縁層4を介在させた、外径16mm、内径8mmのリング状の評価用の試験片を作製し、透磁率を測定した。

20

【0058】

絶縁層4を形成する絶縁ペーストは、ガラスセラミックスに含有されるガラス粉末と同じSiO₂-Al₂O₃-MgO-B₂O₃-ZnO系ガラス粉末30質量%、フェライトグリーンシートグリーンシートに含有されるフェライト仮焼粉末と同じ平均粒径0.5~0.7μmのZnFe₂O₄、CuFe₂O₄、FeFe₂O₄、NiFe₂O₄の結晶相から構成されるフェライト粉末70質量%を用い、所定量のエチルセルロース系樹脂とテルピネオールを加え、3本ロールにより適度な粘度になるように混合し作製した。

【0059】

まず、ガラスセラミックグリーンシートの所定枚数を重ね合わせ、その上に絶縁ペースト層を全面に塗布し乾燥を行なった。その後、乾燥した絶縁ペースト層上にフェライトグリーンシートを重ね合わせ、さらに、その上に絶縁ペースト層を全面に塗布し乾燥を行なった。その後、乾燥した絶縁ペースト層上にガラスセラミックグリーンシートの所定枚数を重ね合わせ、温度55℃、圧力20MPaで圧着してガラスセラミック積層体を得た。

30

【0060】

得られたガラスセラミック積層体をアルミナセラミックスのセッターに載置し、その上にアルミナセラミックスのセッターと同一成分から成る重しを載せて約0.5MPaの荷重をかけつつ大気中にて500℃で2時間加熱して有機成分を除去した後、大気中にて900℃で2時間焼成した。

【0061】

このようにして得られた本実施例3のガラスセラミック基板について、透磁率を測定した結果を表2に示す。

40

【実施例4】

【0062】

実施例3の絶縁層4に代えてAg粉末（平均粒径1.0μm）80質量%、SiO₂-Al₂O₃-MgO-B₂O₃-ZnO系ガラス粉末20質量%を用いて内層接地導体層5を形成した以外は実施例3と同様にして、実施例4の評価用の試験片を作製した。得られたガラスセラミック基板について、透磁率を測定した結果を表2に示す。

【実施例5】

【0063】

実施例3の絶縁層4に加えて、Ag粉末（平均粒径1.0μm）80質量%、SiO₂

50

- Al_2O_3 - MgO - B_2O_3 - ZnO 系ガラス粉末 20 質量%を用いて内層接地導体層 5 を形成した以外は実施例 3 と同様にして、実施例 5 の評価用の試験片を作製した。得られたガラスセラミック基板について、透磁率を測定した結果を表 2 に示す。

【0064】

本実施例 5 では、実施例 2 のフェライト層 2 を有するものであって、保護層 7 として、 Ag 粉末 (平均粒径 $1.0 \mu m$) 80 質量%、 SiO_2 - Al_2O_3 - MgO - B_2O_3 - ZnO 系ガラス粉末 20 質量%を含むものを使用した。

【実施例 6】

【0065】

実施例 6 では、本発明のガラスセラミック基板における内蔵コイルの重畳特性の例を、
図 3 に線図 (グラフ) で示す。評価用の試験片は、フェライト層 2 の上下面にコイル用導
体 3 と対向するように内層接地導体層 5 が形成されているとともに、保護層 7 が内層接
地導体層 5 に電氣的に接続されており、また、保護層 7 は、 Cu , Ag , Au , Pt , Al
, Ag - Pd 合金および Ag - Pt 合金のうち少なくとも 1 種の金属とガラスとから成
るものとして、図 1 の構成で作製した。

10

【0066】

絶縁基体 1 は、1 層が $50 \mu m$ 厚みの誘電体から成るガラスセラミック絶縁層が 2 層積
層されて成る。絶縁基体 1 の内部には、ガラスセラミック絶縁層と同時に焼成されて形成さ
れるとともに、内部に Ag から成る厚み $30 \mu m$ のコイル用導体 3 が埋設された、ガラス
セラミック絶縁層と同じ大きさの透磁率 $500 (H/m)$ のフェライト層 2 が図 1 のよう
な構成で内蔵されている。

20

【0067】

また、フェライト層 2 の上下面には、コイル用導体 3 に対向するようにそれぞれ形成さ
れた Ag から成る厚み $10 \mu m$ 内層接地導体層 5 が設けられている。そして、保護層 7 は
 Ag からなり、内層接地導体層 5 に電氣的に接続されている。

【0068】

図 3 の線図 (グラフ) において、横軸は電流 (単位 mA) を、縦軸はインダクタンス (単
位 μH) を表し、実線の直線は一般に携帯電話機の電源用回路で使用されるインダクタ
ンス規格値 $2 \mu H$ を、破線の特性曲線は図 4 に示す構成の保護層 7 のないガラスセラミッ
ク基板における内蔵コイルの重畳特性を、実線の特性曲線は本発明のガラスセラミック基
板における内蔵コイルの重畳特性を示している。

30

【0069】

図 3 より、一般に携帯電話機の電源用回路で使用される最大電流である $300 mA$ での
インダクタンス値が、規格値である $2 \mu H$ 以上を十分に満たすことが可能であり、本発明
のガラスセラミック基板によれば、保護層 7 を絶縁基体 1 の内層に形成されたフェライト
層 2 の上下面に配置された内層接地導体層 5 に電氣的に接続したことから、フェライト層
2 に埋設されたコイル用導体 3 を金属で囲い込むことになり、コイル用導体 3 から発生す
る磁束の漏れを全方位にわたって抑制することができた。その結果、フェライト層 2 に磁
気飽和が起きにくくなり、重畳特性などの電気特性を高いものとすることができた。

【比較例 1】

【0070】

本比較例 1 では、実施例 1 において保護層 7 を設けない構成とした。

40

【表 1】

	評価結果	
	吸水	透磁率
実施例 1	○	○
実施例 2	○	◎
実施例 3	○	◎
実施例 4	○	◎
実施例 5	○	◎
比較例 1	×	○

10

【0071】

表 1 より、保護層 7 を設けない比較例 1 の場合、吸水率が 0.1% 以上であったが、保護層 7 を設けた実施例 1 ~ 実施例 5 においては、吸水率は 0.1% 未満であった。

【0072】

また、フェライト層 2 として、 Fe_2O_3 を 63 ~ 73 重量%、 CuO を 5 ~ 10 重量%、 NiO を 5 ~ 12 重量%、 ZnO を 10 ~ 23 重量% 含有しているものを設けると、透磁率は 100 以上となり、さらに透磁率が高くなった。

【表 2】

	透磁率 (1 MHz)	透磁率 (10 MHz)
実施例 2	400	350
実施例 3	460	370
実施例 4	470	370
実施例 5	490	390

20

【0073】

表 2 より、フェライト層 2 とガラスセラミック絶縁層 6 との層間に絶縁層 4 およびまたは焼結金属層 5 を介在させた実施例 3 ~ 5 のものの透磁率は、実施例 2 の透磁率に比べ高かった。これは、絶縁層 4 および内層接地導体層 5 の少なくとも一方が、フェライト層 2 とガラスセラミック絶縁層 6 との間に働く応力を緩和することにより、フェライト層 2 に働く磁歪を低減したためである。

30

【0074】

なお、本発明は上述の実施の形態および実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内であれば種々の変更は可能である。例えば、上述の実施の形態の例ではコイル用導体 3 に Ag を用いたが、コイル用導体 3 に Cu, Au, Ag-Pd 合金等を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図 1】本発明のガラスセラミック基板の実施の形態の一例を示す断面図である。

【図 2】本発明のガラスセラミック基板の実施の形態の他の例を示す断面図である。

【図 3】本発明のガラスセラミック基板における内蔵コイルの重畳特性を示すグラフである。

40

【符号の説明】

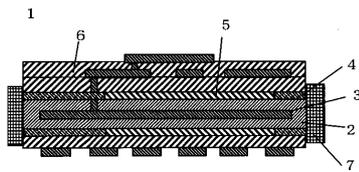
【0076】

- 1 : 絶縁基体
- 2 : フェライト層
- 3 : コイル用導体
- 4 : 絶縁層

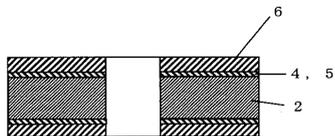
50

- 5 : 内層接地導体層
- 6 : ガラスセラミック絶縁層
- 7 : 保護層

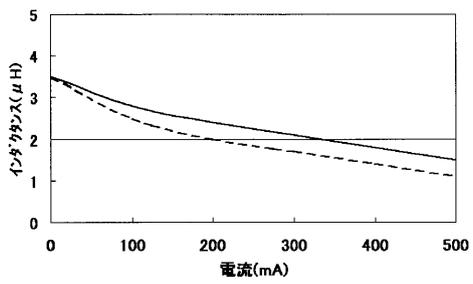
【図1】



【図2】



【図3】



 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	1/16	(2006.01)	H 0 5 K 1/02	P
H 0 1 L	23/12	(2006.01)	H 0 5 K 1/16	B
H 0 1 L	23/13	(2006.01)	H 0 1 L 23/12	B
			H 0 1 L 23/12	C

Fターム(参考) 5E346 AA02 AA12 AA15 AA32 AA35 AA43 AA51 BB07 BB11 BB20
 CC18 CC32 CC34 CC38 CC39 DD02 DD12 DD34 EE23 EE24
 GG06 GG08 HH04 HH13