(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2004-343084
(P2004-343084A)
(43)公開日　平成16年12月2日(2004.12.2)

(51)Int.Cl.⁷	F I		テーマコード（参考）
H01F 17/04	H01F 17/04	F	5E070

審査請求 未請求　請求項の数 1　OL　（全 14 頁）

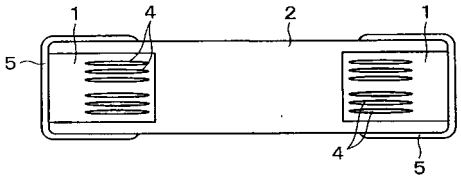
(21)出願番号　特願2004-105811(P2004-105811)
(22)出願日　平成16年3月31日(2004.3.31)
(31)優先権主張番号　特願2003-115132(P2003-115132)
(32)優先日　平成15年4月21日(2003.4.21)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(71)出願人　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
(72)発明者　河野　大司
京都府長岡京市天神二丁目２６番１０号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　菊田　博昭
京都府長岡京市天神二丁目２６番１０号
株式会社村田製作所内

Ｆターム(参考)　5E070 AA01　AB01　BB01　CB13

(54)【発明の名称】電子部品

(57)【要約】　（修正有）
【課題】　母体となる磁性体材料に対して相互拡散が少なく、接合部においてワレ、ハガレや変形等の発生が抑制でき、しかも内部導体、特にＡｇへの拡散を抑制できるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品を提供する。
【解決手段】　鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり前記クォーツは、前記結晶化ガラス１００重量%に対して５重量%～３０重量%となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されている。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、
前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、
前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、SiO_2を２５重量％～５５重量％，ＭｇＯを３０重量％～５５重量％，Al_2O_3を５重量％～３０重量％，B_2O_3を０重量％～３０重量％が含有されており、かつ、前記クォーツは、前記結晶化ガラス１００重量％に対して５重量％～３０重量％となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されていることを特徴とする、電子部品。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、セラミックと導体からなる電子部品に関するものであり、特に母体となる材料として磁性体を用い、部分的に磁性、誘電性、絶縁性などが異なるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品に関する。
【０００２】
代表的な電子部品としては、積層チップインダクタンス素子、積層チップインピーダンス素子、積層チップコモンモードチョークコイル、ＬＣフィルター等のＥＭＩ対策部品が挙げられる。また、多層商品、素子組み込み型商品等、積層チップ商品以外の部品にも適用される。
【背景技術】
【０００３】
従来、フェライト等の磁性体とコイル等を形成する導体とからなる電子部品が知られている。近年、セット商品の高周波化に対応するために電子部品に対する特性の向上が要求されている。
【０００４】
代表的な電子部品である積層チップインピーダンス素子において、内部導体間、或いは外部電極と内部導体間に発生する浮遊容量が原因で高周波特性が悪化することが知られており、内部導体或いは外部導体の構造について最適化する報告が多数見られる。また、下記の特許文献１に代表される様に、積層トランスにおける結合係数を向上させるために、磁性体材料中に非磁性体を設ける構造が知られている。
【特許文献１】特公昭６２－２２２４５号公報
【特許文献２】特開２０００－３３１８３１号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、従来の積層チップインピーダンス素子においては、高周波特性を悪化させる原因となる浮遊容量の値は、チップの構造と母体となる磁性体材料の比誘電率により決まり、導体の構造を工夫することによる特性の向上には限界があった。
【０００６】
その対策としては、特許文献２に開示されているように、部分的に比誘電率の低い材料を用いる構造とすることが考えられる。
【０００７】
しかしながら、異種材料の共焼結となるために、同時焼成の時に起こる不具合である、（１）材料間の相互拡散による材料特性の劣化、（２）収縮挙動の違いによるワレ、（３）熱膨張係数の違いによるワレ、の軽減をそれぞれ満たし、かつ目的とする電気特性が得られる材料については知られていない。

【０００８】
一方、積層トランス等に代表される、磁性体材料を備えた電子部品において、部分的に磁性の小さい材料を設ける構造とすることで特性を向上させる提案は多数見られるが、やはり、これらの問題を解決する材料に関する提案については見出せなかった。
【０００９】
本発明では、透磁率および誘電率が低く、絶縁性が高いという特徴を備え、かつ母体となる磁性体材料に対して相互拡散が少なく、接合部においてワレ、ハガレや変形等の発生が抑制でき、しかも内部導体、特にＡｇへの拡散を抑制できるガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品を提供することを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
上記問題点を解決するために、本発明に係る電子部品は、鉄系酸化物磁性組成物からなる磁性体部と、前記磁性体部に接して形成される、ガラスセラミック複合組成物からなる非磁性体部と、前記磁性体部および前記非磁性体部のうち少なくとも一方に形成される、内部導体部と、を備える電子部品であって、前記ガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、SiO_2を２５重量％～５５重量％，ＭｇＯを３０重量％～５５重量％，Al_2O_3を５重量％～３０重量％，B_2O_3を０重量％～３０重量％が含有されており、かつ、前記クォーツは、前記結晶化ガラス１００重量％に対して５重量％～３０重量％となるように含有されるとともに、前記結晶化ガラスのガラス中に分散されていることを特徴としている。
【発明の効果】
【００１１】
本発明に係る電子部品は、磁性体部に使用される鉄系酸化物磁性組成物と非磁性体部に使用されるガラスセラミック複合組成物との界面における相互拡散が少ないので、良好な共焼結性を得ることが可能となる。
【００１２】
また、前記非磁性体部に使用されるガラスセラミック複合組成物は、透磁率および誘電率が低く、更に絶縁性が高いという優れた特性を有しており、内部導体として用いられるＡｇ等の金属材料への拡散を抑制する働きがあるため、前記電子部品にＡｇ等の低抵抗な金属材料を使用できるので、前記電子部品の直流抵抗を低減することが可能となる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１３】
本発明に係るガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品の各実施例について、図１ないし図１０に基づいて詳細に説明する。
【実施例１】
【００１４】
図１ないし図６は、本発明に係るガラスセラミック複合組成物を用いた電子部品の一実施例であり、その概略断面図である。
【００１５】
上記の電子部品はいずれも、略直方体形状や略円板状に形成された磁性体部２と、磁性体部２内に形成された、ガラスセラミック複合組成物を用いた非磁性体部１と、前記非磁性体部１及び前記磁性体部２の少なくとも一方に、コイル状又は互いに対面する各層状の内部導体部としての内部電極４とを備えている。さらに、上記電子部品では、内部電極４と電気的に接続された外部電極５が設けられていることが好ましい。
【００１６】
上記の電子部品においては、ガラスセラミック複合組成物を用いた非磁性体部１を内蔵していることで、内部電極４と外部電極５との間に発生する浮遊容量を低減できて、上記浮遊容量に起因する高周波特性の悪化を抑制しながら、非磁性体部１と磁性体部２との共焼結時の前記不具合を軽減できて、歩留りを向上できる。

【００１７】
さらに、図１に記載の電子部品では、コイル間及び外部電極の浮遊容量を減少させること、また、直流重畳特性を向上させることを主目的とした、インピーダンス素子を得ることが可能となる。図２ないし図４に記載の各電子部品においては、直流重畳特性を向上させることを主目的とした、インピーダンス素子を得ることが可能となる。
【００１８】
図５に記載の電子部品は、誘電体部７中に設けられた互いに対面する各層状の内部電極４を備えた板状のコンデンサ部８と、磁性体部２内にコイル状の内部電極４を備えた板状のインダクタンス部９とを互いに積層したＬＣ素子である。誘電体部７の素材としては、通常のコンデンサに使用される誘電体や、ガラスセラミック複合組成物が使用できる。上記電子部品では、インダクタンス部９のコイル間の浮遊容量を減少させることを主目的とした、ＬＣ素子を得ることが可能となる。
【００１９】
図６に記載の電子部品においては、各インダクタンス部９ａ、９ｂのコイル間の結合を向上させること、また、上記コイル間の浮遊容量を減少させること、さらに、上記コイル間の絶縁性を向上させることを主な目的とした、コモンモードチョークコイル素子を得ることが可能となる。
【００２０】
ここで、上記磁性体部に用いられるガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、SiO_2を２５重量％～５５重量％，ＭｇＯを３０重量％～５５重量％，Al_2O_3を５重量％～３０重量％，B_2O_3を０重量％～３０重量％を含有しているとともに、前記クォーツは、前記結晶化ガラス１００重量％に対して５重量％～３０重量％を含有し、前記結晶化ガラスのガラス中に分散しているものを用いている。詳細についてはのちほど述べる。
【実施例２】
【００２１】
図７は、本発明に係るさらに他の電子部品としてのノイズフィルタの一実施例であり、要部透視斜視図である。また、図８は、上記ノイズフィルタの分解斜視図である。また、図９は、図７のＩＩＩ－ＩＩＩ矢視断
面図であり、ノーマルモードの信号が伝播している状態を示す。さらに、図１０は、図７のＩＩＩ－ＩＩＩ矢視断面図であり、コモンモードの
信号が伝播している状態を示す。
【００２２】
図７に示す、ノイズフィルタ２１は、磁性体層２２（図８では磁性体層２２ａ～２２ｄ）、各信号線路２３、２４、グランド電極２５Ａ、誘電体部２７、各信号用電極端子２８、２９、グランド電極用電極端子３０によって大略構成されている。
【００２３】
各信号線路２３、２４は、導電性金属材料によって略帯状に形成されて、磁性体層２２ｂ、２２ｃ間に配設された２本の信号線路である。また、各信号線路２３、２４は、一定の間隔を維持して互いに平行に延び、磁性体層２２ｂ、２２ｃの短尺方向（幅方向）に往復するジグザグ状（ミアンダ状）をなして長尺方向（長さ方向）に向けて延びている。なお、各信号線路２３、２４の延びる方向は長尺方向と短尺方向とが入れ替わってもよい。
【００２４】
前記誘電体部２７は、２本の各信号線路２３、２４の間に設けられた異性媒質としての非磁性体媒質からなり、本発明のガラスセラミック複合組成物を用いて形成されている。誘電体部２７は、互いに並設された２本の各信号線路２３、２４間の隙間を埋めている。ここで、前記誘電体部２７の素材としては、上記実施例１にて示したようなガラスセラミック複合組成物が用いられる。
【００２５】

本実施例によるノイズフィルタ２１は上述の如く構成されるものである。以下に、そのノイズフィルタの作動原理について説明する。

【００２６】

まず、差動信号が伝達される２本の配線が設けられた基板上にノイズフィルタ２１を配置し、各配線の途中に信号用電極端子２８、２９をそれぞれ接続すると共にグランド用電極端子３０をグランド端子に接続する。これにより、信号は各信号線路２３、２４とグランド電極２５とによって形成される伝送線路２６を通じて伝達される共に、グランド電極２５はグランド電位に保持される。

【００２７】

ここで、各信号線路２３、２４にコモンモードの信号が伝播するときには、各信号線路２３、２４に通電している電流の向きが同方向となる。このとき、各信号線路２３，２４は互いに近接して並設されているから、それぞれの信号線路２３，２４による磁束が相互に強め合い、コモンモードの信号に対して各信号線路２３，２４が１本の線路のようにふるまう。

【００２８】

また、各信号線路２３、２４は、磁性体層２２b、２２cの間に形成されている。このため、コモンモードの信号に対して、各信号線路２３、２４およびグランド電極２５によって形成される伝送線路２６は、インダクタンスＬを持ち、かつ、磁性体層２２ｂ、２２ｃの誘電率によりグランド電極２５との間に容量Ｃを持つ。

【００２９】

即ち、各信号線路２３、２４は、コモンモードの信号に対しては分布定数回路と等価に機能して、当該各信号線路２３、２４を流れるコモンモードの信号は、インダクタンスＬ、容量Ｃが一定に保たれる周波数域においては、損失無く伝送される。一方、コモンモードの信号の周波数が高くなると、磁性体層２２ｂ、２２ｃの透磁率が変化し、インダクタンスＬには損失分Ｒ（磁性損失）が生じる。このため、磁性損失によって高周波数域のコモンモードの信号は減衰する。

【００３０】

これに対し、各信号線路２３，２４にノーマルモードの信号が伝播するときには、主として各信号線路２３、２４間で伝送線路２６を形成する。このとき、各信号線路２３、２４に通電している電流の向きが逆方向で、かつ通電量がほぼ等しくなる。このため、それぞれの信号線路２３、２４による磁束は互いに打ち消し合う（相殺する）から、インダクタンスＬおよび損失分Ｒ（磁性損失）はいずれもコモンモードの場合よりも低減される。

【００３１】

しかしながら、均一な媒質中に各信号線路２３、２４を形成した場合、コモンモードとノーマルモードとのいずれのモードであっても、実効的な材料特性は変わらない。即ち、どの周波数でも、コモンモード対ノーマルモードの損失の比率は変わらず、信号を通す場合にはノイズ抑制効果が損なわれ、ノイズ抑制効果を高めれば信号が減衰してしまうという不都合がある。

【００３２】

これに対し、本実施例では、各信号線路２３、２４の間に磁性体２２ｂ、２２ｃの比透磁率μｒ0よりも小さい比透磁率μｒ1をもった誘電体部２７を設けたから、ノーマルモードで発生する磁束φｎは、図９に示すように誘電体部２７を通過する（横切る）のに対し、コモンモードで発生する磁束φｃは、図１０に示すように誘電体部２７を通過しない。

【００３３】

このため、誘電体部２７を設けた場合と設けない場合とを比較した時には、ノーマルモードで発生する磁束φｎの通り道では、誘電体部２７によって実効比透磁率μｗｎが低下するのに対し、コモンモードで発生する磁束φｃの通り道では、実効比透磁率μｗｃは低下しない。

【００３４】

このとき、一般に実効比透磁率が低下すると、損失のピークが生じる周波数（実効比透

磁率に対応した透磁率の実部μ'と虚部μ''が同じ値となる周波数）が高周波側にシフトする傾向がある。このため、誘電体部２７を設けない場合には、数ＭＨｚ程度で損失のピークが生じるのに対して、誘電体部２７を設けた場合には、数十ＭＨｚ程度で損失のピークが生じる。このとき、透磁率の虚部μ''と実部μ'との比率（μ''／μ'）および実部μ'の大きさによって定まる損失の大きさ自体も、誘電体部２７を設けない場合に比べて誘電体部２７を設けた場合の方が小さくなる。

【００３５】

従って、ノーマルモードの信号に対しては、磁性損失Ｒのピークが生じる周波数が高周波側にシフトすると共に、磁性損失Ｒ自体も小さくなる。この結果、コモンモードの信号は低い周波数から除去できるのに対して、ノーマルモードの信号は、高い周波数成分まで減衰せずに伝播することができる。このため、必要なモードであるノーマルモードの信号を波形なまりが生じることなく伝送することができ、波形品質の維持とノイズ除去効果とを両立させることができる。

【００３６】

図７に記載の電子部品においては、特に誘電体部のεｒが低いため、グランド電極の距離寸法における自由度が向上し、またノイズフィルタに接続される回路でのインピーダンスの整合性が取りやすくなる。したがって、ノイズフィルタの反射損失を低下させ、共振によるノイズの増大や信号波形の乱れを抑制できるノイズフィルタを得ることができる。

【実施例３】

【００３７】

以下に、上記電子部品に用いられるガラスセラミック複合組成物の組成範囲について、それを決めた経緯について述べる。

【００３８】

すなわち、上記磁性体部に用いられるガラスセラミック複合組成物は、主成分の結晶化ガラスと、副成分のフィラーとしてのクォーツと、を備えるガラスセラミック複合組成物であり、前記結晶化ガラスは、酸化物換算で、SiO_2を２５重量％～５５重量％，ＭｇＯを３０重量％～５５重量％，Al_2O_3を５重量％～３０重量％，B_2O_3を０重量％～３０重量％を含有しているとともに、前記クォーツは、前記結晶化ガラス１００重量％に対して５重量％～３０重量％を含有し、前記結晶化ガラスのガラス中に分散しているものを用いているが、その組成範囲を決めた経緯について述べる。

【００３９】

図１１は、ガラスセラミック複合組成物を評価するための、磁性体材料との相互拡散評価用の試料を示す斜視図である。図１２は、ガラスセラミック複合組成物を評価するための、絶縁性評価用試料を示す斜視図である。

【００４０】

まず、磁性体材料としてＮｉ－Ｃｕ－Ｚｎ系磁性体材料（以下に示す表７の試料番号「ア」）を用い、この材料と共焼結させる材料としてガラスとフィラーを混合した材料系に注目し、以下の材料を検討した。

【００４１】

選定の条件としては、比透磁率μｒ　１、比誘電率εｒ≦８、熱膨張係数５≦α≦１５ｐｐｍ／℃とし、上記磁性体材料及び内部導体としてのＡｇ、Ａｇ／Ｐｄ（重量％で８５／１５）、Ａｕとの相互拡散について評価した。

【００４２】

表１に示すような最終組成物の組成比（単位は重量％）となるように調合を行い、Ｐｔルツボ中にて１６００℃で溶融し、水中急冷によりガラス材料を得た。

【００４３】

このガラス材料をボールミルにて６４時間～８０時間、５ｍｍφのＰＳＺ（部分安定化ジルコニア）をメディアとして、溶剤はトルエンを用いて微粉砕を行い、調製した。

【００４４】

その後、焼結性を考慮して表１に示すような最終生成物の組成比となるように、所定の

フィラーを添加し、ボールミルにて１６時間、ＰＳＺをメディアとして、溶剤はトルエンを用いて微粉砕を行い、調製した。

【００４５】

次いで、上記調製の後に、ＰＶＢ（ポリビニルブチラール）系のバインダを１５重量％添加し、更に１６時間バインダ混合し、スラリーを得た。得られたスラリーはドクターブレード法にて乾燥し、約５０μｍの厚みの、ガラスセラミック複合組成物からなるシート状の成形体を得た。

【００４６】

次に、磁性体材料については、表７に示す試料番号「ア」の組成で調合を行い、ボールミルにて１６時間、ＰＳＺをメディアとして純水中にて調合を行った。水分をホットプレートにて蒸発乾燥させた後、７５０℃～８００℃にて仮焼を行った。仮焼された粉はボールミルにて４８時間、ＰＳＺをメディアとして、溶剤はエキネン／トルエンが１／１の割合で用いて粉砕を行った。

【００４７】

粉砕後、ＰＶＢ系のバインダを１５重量％添加し、更に１６時間バインダ混合を行い、スラリーを得た。得られたスラリーはドクターブレード法にて乾燥し、約５０μｍの厚みの、磁性体材料からなるシート状の成形体を得た。

【００４８】

上記のガラスセラミック複合組成物からなるシート、および磁性体材料からなるシートを、それぞれ厚みが６００μｍとなるように、各々の材料が貼り合わされた構造に積み重ね、ＷＩＰ（温水等方圧プレス）にて１４７ＭＰａで圧着を行った。

【００４９】

圧着された材料について一辺の長さが厚みの４倍となる様に正方形に切り出し、図１１に示すように、ガラスセラミック複合組成物３１、磁性体材料３２からなるシート３３を、磁性体材料との相互拡散評価用の試料として得た。

【００５０】

また、上記シート３３に、ＡｇもしくはＡｕ粉にエチルセルロース系のバインダを加えて作製したペーストを、幅２００μｍ厚み２５μｍとなる様に塗布する。上記シート３３を、上記ペーストからなる内部電極（内部導体部）が中央に内蔵される形状に積み重ね、内部電極との相互拡散評価用試料を、厚みが１ｍｍ、一辺が２ｍｍとなるように作製した。

【００５１】

これらの試料を９００℃～１０００℃、保持時間２時間で焼成し、εｒ、熱膨張係数αを評価した結果、及び相互拡散の状態を評価した結果を表２に示す。

【００５２】

表２では、試料内部の研磨面をＷＤＸ（波長分散型Ｘ線分析法）により観察し、強度を濃度に換算した値が、ガラスセラミック複合組成物とセラミック材料間では０．１％以上、ガラスセラミック複合組成物と導体材料間では０．５％以上となる拡散の範囲が材料接合界面から２５μｍ以下の場合を「○」、２５～５０μｍを「△」、５０μｍ以上に及ぶ場合について「×」とした。

【００５３】

表２では、総合評価◎印が本実施例を示し、その他は比較例を示す。以下の表についても同様である。

【００５４】

【表１】

試料番号	ガラス組成							フィラー		
	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Al_2O_3	$2MgO/SiO_2$	SiO2(ｸｫｰﾂ)
A	86	13				1		43		
B	60	30		10				100		
C	60	22		6	4	4	4	100		
D	86	13				1				43
E	60	30		10						100
F	60	22		6	4	4	4			100
G	79	19				2			25	
H	44		9	21	21	2.5	2.5		25	
I	60		20			10	10		25	
J	60	11	5.5	17	5.5	1		11		
K	44		12		44			25		
L	81	17				2		67		
M	60	11	5.5	17	5.5	1				11
N	44		12		44					25
O	44		12		44				25	
P	81	17				2				67

【００５５】

【表２】

試料番号	相互拡散評価				絶縁性評価		電気特性		総合評価
	磁性体材料	導体材料			恒温高湿	高温			
		Ag	Ag/Pd	Au			εr	α(ppm/℃)	
A	○	△	△	○	×	×	4～6	3～5	×
B	×	×	×	△	×	×	5～7	4～6	×
C	△	×	×	△	×	×	7～9	5～7	×
D	○	△	△	○	×	×	4～6	5～7	×
E	×	×	×	△	×	×	4～6	7～9	×
F	△	×	×	△	×	×	5～7	7～9	×
G	△	△	△	○	△	○	4～6	5～7	×
H	○	○	○	○	△	○	7～9	5～7	×
I	○	○	○	○	△	○	7～9	8～10	×
J	×	○	○	○	△	△	5～7	8～10	×
K	○	○	○	○	○	○	7～9	7～9	○
L	△	○	○	○	×	×	5～7	4～6	×
M	×	○	○	○	△	△	4～6	9～11	×
N	○	○	○	○	○	○	6～8	8～10	○
O	○	○	○	○	○	○	7～9	7～9	○
P	△	○	○	○	×	×	3～5	7～9	×

【００５６】

表２から明らかなように、試料番号「Ｋ」、「Ｎ」、「Ｏ」のような組成からなる、ガラスセラミック複合組成物では、εｒが小さく、熱膨張係数αが磁性体材料に近く、更にこの磁性体材料との相互拡散の程度が小さく、共焼結し易い材料であることがわかる。特に、試料番号「Ｎ」のように、クォーツをフィラーとして用いた試料では、εｒが小さく、αが大きい傾向がさらに顕著となる。これは、クォーツのαが、Ｃ軸に垂直な方向では約１５ｐｐｍ／℃と大きく、更にεｒが約４程度と小さいことに起因していると考えられる。

【００５７】

なお、試料番号「Ｎ」の評価用試料の結晶状態をＸＲＤ（Ｘ線回折法）により調べた結

果、エンスタタイト、フォルステライト、クォーツのピークが明確に確認された。

【００５８】

次に、表１に示した試料を用いて、ガラスセラミック複合組成物の電気的な絶縁性について評価した。すなわち、上記絶縁性評価用試料としては、内部導体としてＡｇを用い電極が対向する構造となるテストチップを作製し、電界下での耐湿性、高温性について評価した。

【００５９】

以下、具体的な評価用試料の作製方法を示す。

【００６０】

表１に示すような最終生成物の組成となる材料を含有する各シート状の成形体に、図１２に示すように、Ａｇ粉にエチルセルロース系のバインダを加えて作製したペーストを、幅２００μｍ厚み２５μｍとなる様に塗布し、中央に内部電極３４が距離５０μｍの間隔で対向するコンデンサ構造となるように積層、圧着、カットし、厚みが１ｍｍ、一辺が２ｍｍの成形体をそれぞれ得た。

【００６１】

次に、上記各成形体を９００℃、保持時間２時間で焼成し、次いで、Ａｇ、エチルセルロース系バインダ、テルピネオールを主成分とするペーストを、各内部電極が露出している各端面にそれぞれ塗布し、８５０℃で焼き付けることによって、上記ペーストからの各外部電極３５がそれぞれ形成され、絶縁性評価用試料３６をそれぞれ得た。

【００６２】

次に、上記絶縁性評価用試料３６に電界強度が１．０ｋＶ／ｍｍとなるように電圧を負荷した状態で、７０℃で湿度が９５％の恒温恒湿槽（恒温恒湿条件）及び１２０℃の高温槽（高温条件）にそれぞれ投入し、抵抗値の変化から絶縁性の評価を行った。その結果を表２に示す。

【００６３】

表２においては、各条件における試料投入数は３０ケとした。投入後に抵抗値が二桁以上低下した時間を劣化時間としてワイブルプロットを行い、３．３３％の累積故障時間が５００ｈを超えるものを「○」、１００ｈ～５００ｈを「△」、１００ｈ未満を「×」とした。

【００６４】

表２から明らかなように、試料番号「Ｋ」、「Ｎ」、「Ｏ」のような組成からなる、ガラスセラミック複合組成物では、εｒが小さく、かつ熱膨張係数αが磁性体材料に近く、さらに絶縁性の高い材料であることがわかる。

【００６５】

次に、上記で検討した試料番号「Ｎ」からなる材料系に注目して、表３に示すようなガラスセラミック複合組成物（なお、表３は最終組成物の組成比を示している）を用意し、このガラスセラミック複合組成物及び磁性体材料からなるシート状の成形体をそれぞれ貼り合わせたものを焼成して評価用試料を作製し、磁性体材料との共焼結性を評価した。

【００６６】

磁性体材料として、Ｎｉ－Ｃｕ－Ｚｎ系磁性体材料（以下に示す表７の試料番号「ア」）を用い、上記と同様の方法で、ガラスセラミック複合組成物及び磁性体材料からなるシート状の成形体を得た。各々のシート状の成形体を厚みが等しくなるように積み重ねて、９８ＭＰａ、６０℃、３０秒で圧着し、裁断することで、図１１に示すような評価用試料を各々の寸法の割合を変化させて作製した。

【００６７】

これらの評価用試料を昇温時間が３００℃／ｈ、トップ温度が９００℃、保持時間２時間、降温時間が２００℃／ｈからなる条件にて焼成し、試料のクラック、ワレを評価した。これらの評価結果と、各試料番号の材料特性、絶縁性評価結果を合わせて表３に示す。

【００６８】

表３では、相互拡散、絶縁性の評価方法としては、上記と同様であり、共焼結性評価と

しては、光学顕微鏡にて試料表面にワレ、クラック、或いは試料界面でのハガレ、クラックの見られるものを「×」、見られないものを「O」と判断した。

【００６９】

なお、表３ないし表５においては、形状Ａおよび形状Ｂなる表現があるが、形状Ａは、貼り合わせた各々の材料厚みが５００μｍ、厚みの合計が１０００μｍで一辺の長さが４０００μｍなる直方体を意味し、形状Ｂは、貼り合わせた各々の材料厚みが２０００μｍ、厚みの合計が４０００μｍで一辺の長さが８０００μｍなる直方体を意味する。

【００７０】

表３では、焼結性評価として、９００℃と９５０℃とでの焼結体の密度変化が５％以下のものを「○」、５％を超え、１０％以下のものを「△」、１０％を超えるものを「×」と判断した。

【００７１】

【表３】

試料番号	組成(重量%) SiO_2／MgO／Al_2O_3／B_2O_3 (クォーク外掛け)	共焼結性 形状A	共焼結性 形状B	相互拡散 磁性体材料	相互拡散 Ag導体	絶縁性	焼結性	電気特性 εr	電気特性 α(ppm/℃)	総合評価
1	35/35/10/20(0)	×	×	○	○	△	○	5.9	7.5	×
2	35/35/10/20(5)	○	○	○	○	△	○	5.8	8.0	○
3	35/35/10/20(10)	○	○	○	○	△	○	5.7	8.5	○
4	35/35/10/20(15)	○	○	○	○	△	○	5.7	9.0	○
5	35/35/20/10(15)	○	○	○	○	○	○	6.2	9.7	○
6	35/35/10/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.6	9.4	○
7	35/35/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.1	10.1	○
8	35/35/10/20(25)	○	○	○	○	△	○	5.5	9.8	○
9	35/35/20/10(25)	○	○	○	○	○	○	5.5	10.1	○
10	35/35/10/20(30)	○	○	○	○	△	△	5.5	10.1	○
11	35/35/10/20(35)	○	×	○	○	×	×	5.4	10.5	×
12	20/45/25/10(20)	×	×	○	○	△	×	6.6	11.2	×
13	20/60/10/10(20)	×	×	○	○	△	×	6.2	11.7	×
14	25/55/10/10(20)	○	○	○	○	△	△	6.0	11.3	○
15	25/40/25/10(20)	○	○	○	○	△	△	6.5	10.8	○
16	30/35/25/10(20)	○	○	○	○	△	○	6.4	10.4	○
17	30/40/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.2	10.5	○
18	40/35/15/10(20)	○	○	○	○	○	○	5.9	9.9	○
19	40/40/10/10(20)	○	○	○	○	○	○	5.7	10.0	○
20	50/30/10/10(20)	○	○	○	△	△	○	5.5	9.2	○
21	55/25/10/10(20)	○	×	○	×	△	○	5.4	8.8	×
22	60/20/10/10(20)	×	×	○	×	△	○	5.3	8.3	×
23	40/40/0/20(20)	○	○	○	×	×	△	5.2	9.3	×
24	37.5/37.5/5/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.4	9.3	○
25	32.5/32.5/15/20(20)	○	○	○	○	△	○	5.8	9.4	○
26	40/30/20/10(20)	○	○	○	○	○	○	6.0	9.7	○
27	30/30/20/20(20)	○	○	○	○	△	○	6.0	9.5	○
28	27.5/27.5/25/20(20)	○	○	○	○	△	○	6.2	9.5	○
29	25/25/30/20(20)	○	○	○	○	×	○	6.4	9.6	×
30	22.5/22.5/35/20(20)	○	○	○	○	×	△	6.7	9.7	×
31	30/30/30/10(20)	○	○	○	○	△	○	6.6	10.2	○
32	30/30/10/30(20)	○	○	○	△	△	○	5.5	8.8	○
33	27.5/27.5/10/35(20)	×	×	○	×	△	○	5.4	8.4	×

【００７２】

表３から、以下のことがわかる。

【００７３】

クォーツ量が５重量％未満、及び３０重量％を超えるとワレが発生し易いことがわかる。また、３０重量％を超えると焼結しにくくなる。なお、ワレの評価結果からは、１５重量％～２５重量％が好ましいことがわかる。

【００７４】

SiO_2について、２５重量％未満ではワレが発生し易くなる。５５重量％を超えるとワレが発生し易くなる。

【００７５】

ＭｇＯについて、３０重量％より小さいと、ワレが発生し易くなる。また、５５重量％

より多いと、ワレが発生し易くなる。

【００７６】

さらに、SiO_2及びMgOについては、絶縁性、誘電特性、熱膨張係数を総合的に考慮すると各々、３０重量％～４５重量％とすることが好ましい。

【００７７】

Al_2O_3について、５重量％未満では、Ａｇが拡散し易くなる。３０重量％を超えると、εｒが大きくなるため好ましくない。

【００７８】

B_2O_3が含有されていなくても焼成は可能であるが、溶融温度が高くなる。３０重量％を超えるとＡｇの拡散が著しくなる。なお、５重量％～１５重量％が好ましい。

【００７９】

以上のことから、Ｎｉ－Ｃｕ－Ｚｎ系磁性体材料と共焼結するに適したガラスセラミック複合組成物について見出すことが出来た。

【００８０】

次に、上記で検討した試料番号「テ」からなる材料系について、Ｎｉ－Ｃｕ－Ｚｎ以外の鉄系酸化物磁性組成物について共焼結性について評価した。SiO_2／MgO／Al_2O_3／B_2O_3（クォーツ）が４０／４０／１０／１０／（２０）重量％、（クォーツはSiO_2／MgO／Al_2O_3／$B_2O_3$１００重量％に対する含有量を表す）となる組成からなり、上記と同様にシート形状に成形した試料を用いた。

【００８１】

磁性体材料としては、表４ないし表５に示す試料番号ア～オまで、組成及び結晶構造の異なる５種類の材料について、上記と同様にシート形状に成形した試料を用い、上記と同様に材料界面での相互拡散、ワレ、クラックに関する共焼結性について評価を行った。表４ないし表５では、各酸化物の配合量は、モル（ｍｏｌ）％にてそれぞれ示されている。上記評価の結果を以下の表４ないし表５に示す。

【００８２】

【表４】

試料番号	酸化物					相互拡散	共焼結性	
	Fe_2O_3	ZnO	NiO	CuO	MgO		形状A	形状B
ア（Ni－Cu－Zn系）	48	30	10	12		○	○	○
イ（Ni－Cu－Zn系）	48	5	35	12		○	○	○
ウ（Mg－Cu－Zn系）	48	30		12	10	○	○	○

【００８３】

【表５】

試料番号	酸化物								相互拡散	共焼結性	
	Fe_2O_3	CuO	Y_2O_3	$CaCO_3$	BaO	Co_3O_4	SrO	MgO		形状A	形状B
エ　（Ba－Cu系）	59	12			14	11	4		○	○	○
オ　（Y－Ca系）	54		27	15				4	○	○	○

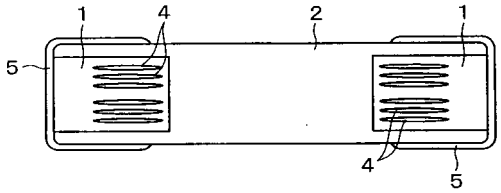
【００８４】

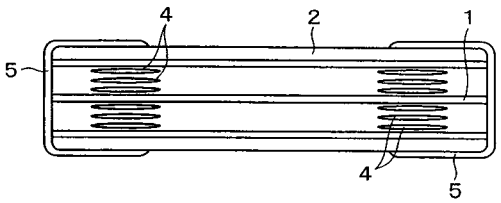
組成及び結晶構造の異なる何れの磁性体材料においても相互拡散の程度は低く、かつ共焼結性についても、構造に制約があるものの比較的容易であることがわかる。

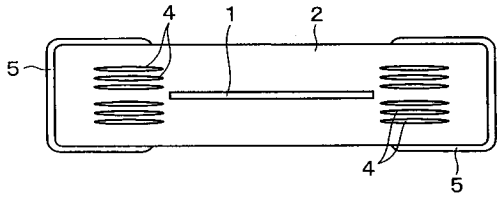
【００８５】

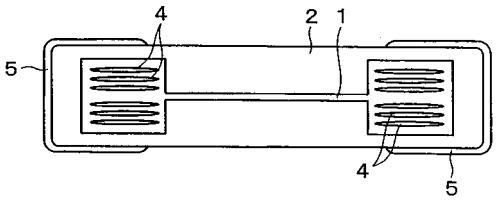
なお、上記ガラスセラミック複合組成物は、接合する対象となる材料がＮｉ－Ｃｕ－Ｚｎ材料に限らず、鉄系酸化物磁性組成物に適合し易いことがわかる。

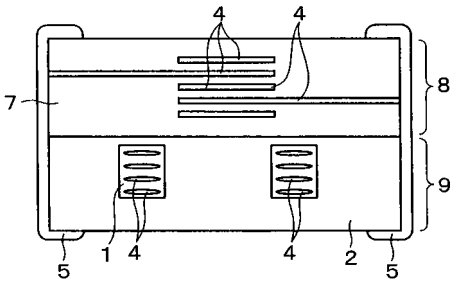
【図面の簡単な説明】
【００８６】
【図１】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図２】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図３】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図４】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図５】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図６】本発明に係る電子部品の各例の概略断面図である。
【図７】本発明に係る他の電子部品としてのノイズフィルタの要部透視斜視図である。
【図８】上記ノイズフィルタの分解斜視図である。
【図９】図７のＩＩＩ－ＩＩＩ矢視断面図であり、ノーマルモードの信号が伝播している状態を示す。
【図１０】図７のＩＩＩ－ＩＩＩ矢視断面図であり、コモンモードの信号が伝播している状態を示す。
【図１１】ガラスセラミック複合組成物を評価するための、磁性体との相互拡散評価用の試料を示す斜視図である。
【図１２】ガラスセラミック複合組成物を評価するための、絶縁性評価用試料を示す斜視図である。
【符号の説明】
【００８７】
１　非磁性体部
２　磁性体部
４　内部電極（内部導体部）
５　外部電極

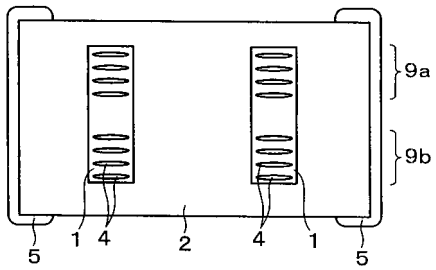
【図１】


【図２】


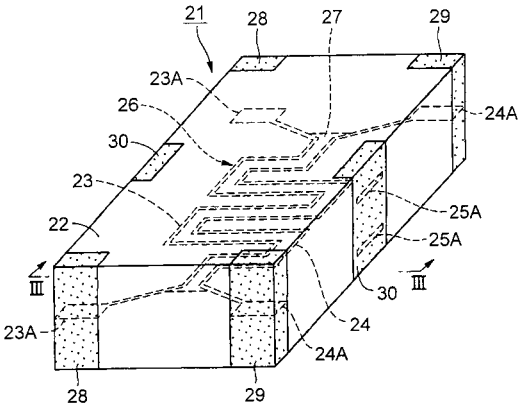
【図３】


【図４】


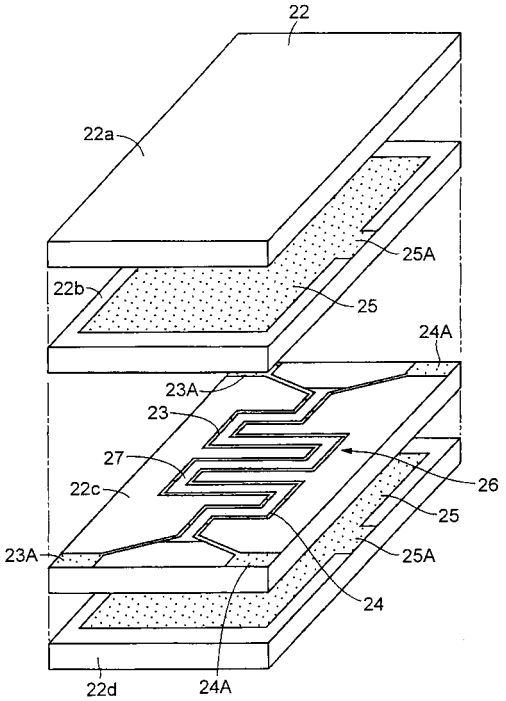
【図５】


【図６】


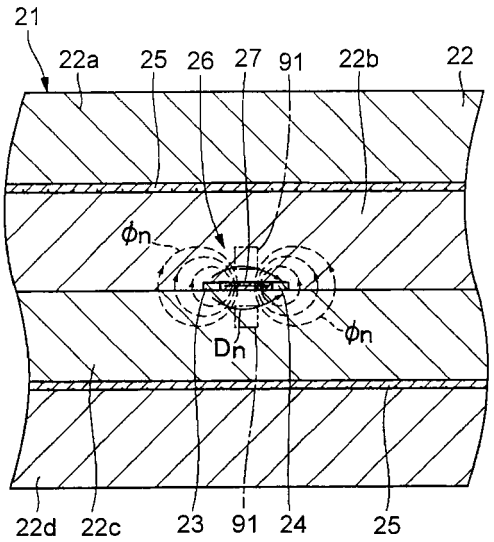
【図７】


21
28
27
29
23A
26
24A
30
23
25A
22
25A
Ⅲ
30
Ⅲ
24
23A
24A
28
29

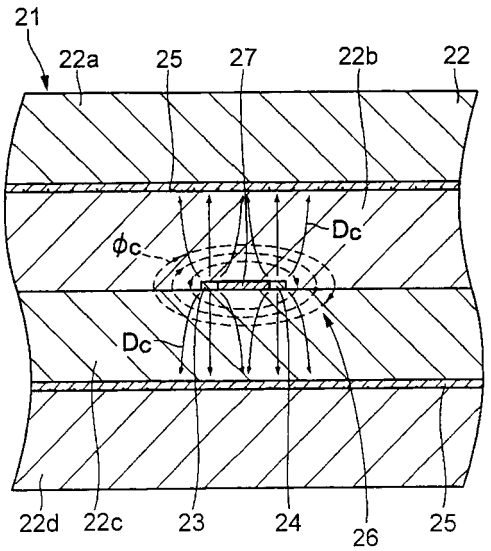
【図８】


22
22a
25A
22b
25
24A
23A
23
27
26
22c
25
23A
25A
24
22d
24A

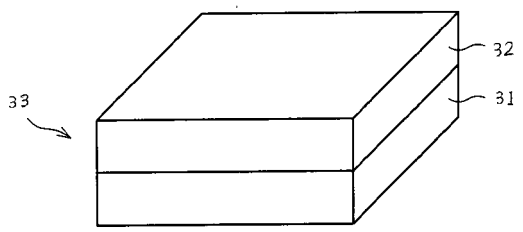
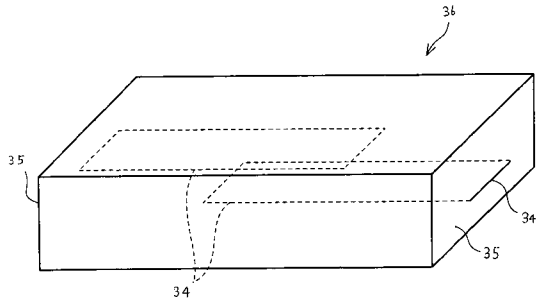
【図９】


21
22a
25
26
27
91
22b
22
φn
φn
Dn
22d
22c
23
91
24
25

【図１０】


21
22a
25
27
22b
22
φc
Dc
Dc
22d
22c
23
24
26
25

【図１１】



【図１２】