(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2012-111675
(P2012-111675A)
(43)公開日　平成24年6月14日(2012.6.14)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C04B 35/38	(2006.01)	C04B	35/38	Z	4G002
H01F 1/34	(2006.01)	H01F	1/34	B	4G018
C01G 49/00	(2006.01)	C01G	49/00	B	5E041

審査請求 未請求　請求項の数 2　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2010-286547 (P2010-286547)
(22)出願日　平成22年12月22日 (2010.12.22)
(31)優先権主張番号　特願2010-245271 (P2010-245271)
(32)優先日　平成22年11月1日 (2010.11.1)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

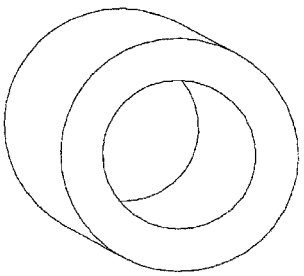
(71)出願人　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号
(74)代理人　100097180
弁理士　前田　均
(74)代理人　100110917
弁理士　鈴木　亨
(72)発明者　伊藤　守
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内
(72)発明者　伊藤　綱
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フェライト組成物および電子部品

(57)【要約】　（修正有）
【課題】使用温度あるいは環境温度が室温付近あるいは外気温付近であって、高周波数かつ低磁場の環境下において、電力損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立できる電子部品、および該電子部品に好適なフェライト組成物を提供する。
【解決手段】主成分が、Fe_2O_3とZnOとMnOとから構成され、主成分１００重量%に対して、副成分として、SiO_2を５０～３００ｐｐｍ、CaOを１１０～１１２０ｐｐｍを含有するフェライト組成物であって、フェライト組成物の磁気損失の極小温度Ｔｓｐが３１～３９℃の範囲にあり、主成分におけるFe_2O_3の含有量をXモル%、ＺｎＯの含有量をＺモル%、残部を酸化マンガンとしたときに、Ｔｓｐ、XおよびＺが下記式（１）および（２）を満足するフェライト組成物。Ｔｓｐ＝２１．６（Ｘ＋０．５２Ｚ）－１５２０…式（１）
Ｘ≧５８．０…式（２）
【選択図】図１

図 1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
主成分が、酸化鉄と、酸化亜鉛と、酸化マンガンと、から構成され、
前記主成分１００重量％に対して、副成分として、酸化ケイ素をSiO_2換算で５０～３００ｐｐｍ、酸化カルシウムをＣａＯ換算で１１０～１１２０ｐｐｍを含有するフェライト組成物であって、
前記フェライト組成物の磁気損失の極小温度Ｔｓｐが３１～３９℃の範囲にあり、
前記主成分における前記酸化鉄の含有量をFe_2O_3換算でＸモル％、前記酸化亜鉛の含有量をＺｎＯ換算でＺモル％、残部を前記酸化マンガンとしたときに、前記Ｔｓｐ、前記Ｘおよび前記Ｚが下記式（１）および（２）を満足することを特徴とするフェライト組成物。
Ｔｓｐ＝２１．６（Ｘ＋０．５２Ｚ）－１５２０…式（１）
Ｘ≧５８．０…式（２）
【請求項２】
請求項１に記載のフェライト組成物から構成されるフェライトコアを有し、１ＭＨｚ以上の周波数領域で使用される電子部品。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、フェライト組成物および電子部品に関し、さらに詳しくは、使用温度が室温付近あるいは外気温付近であって、高周波数かつ低磁場の環境下において、電力損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立できる電子部品、および該電子部品に好適なフェライト組成物に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、携帯用機器等の各種電子機器の小型・軽量化が急速に進み、それに対応すべく、各種電子機器の電気回路に用いられる電子部品の小型化・高効率化・高周波数化への要求が急速に高まっている。
【０００３】
たとえば、携帯用機器等のＤＣ－ＤＣコンバータ用のコイル磁芯としては、従来Ｎｉ－Ｚｎフェライトが用いられてきた。しかしながら、Ｎｉ－Ｚｎフェライトは比較的に電力損失が大きいため、コイル磁芯等の部品の小型化・高効率化・高周波数化への対応が困難であった。
【０００４】
このような問題に対し、Ｎｉ－Ｚｎフェライトに代えて、Ｍｎ－Ｚｎフェライトを用いることが考えられる。従来、Ｍｎ－Ｚｎフェライトは、電源用トランスなどに用いられ、低周波数かつ高磁場の環境下で使用されてきた。
【０００５】
一般にトランス等の磁芯として用いられるフェライトには、実際の使用温度域よりも高い温度域において磁気損失が最小となるような温度特性を持つことが要求されてきた。これは、使用時にトランスが磁気損失により発熱しトランス自体の温度が上昇、その結果、さらに磁気損失が増大してトランスの発熱が大きくなることを繰り返す、いわゆる熱暴走を起こす危険性があったからである。電源用トランスの場合、使用温度域は、通常、動作温度（たとえば８０℃）付近の温度とされる。
【０００６】
ところが、近年、たとえば、トランスをフッ素系不活性液体等を用いて冷却した場合、その環境温度あるいは使用温度を室温以下、さらには任意の温度とすることが可能となっている。この場合、磁気損失が最小となる温度は特に制限されず、磁気損失の絶対値が小さいことのみが要求される。
【０００７】

一方、携帯用機器等のＤＣ－ＤＣコンバータ用のコイル磁芯として用いる場合、環境温度あるいは使用温度は室温付近あるいは外気温付近であり、トランスと比較すると、電圧も低く、熱暴走の危険は少ない。また、このような携帯用機器では、上述したように、駆動周波数の高周波数化（たとえば１ＭＨｚ以上）が進み、高周波数領域における損失が小さいことが要求される。

【０００８】

また、トランスにおいても、ＤＣ－ＤＣコンバータのような携帯用機器に用いられる部品においても、大電流への対応が進んでいる。そのため、このような部品に用いられる磁芯には大電流でもインダクタンスが低下しない優れた直流重畳特性が要求される。優れた直流重畳特性を実現するには、高い飽和磁束密度が必須であり、特にその環境温度あるいは使用温度において高い飽和磁束密度を有することが必要となる。

【０００９】

したがって、環境温度あるいは使用温度が室温付近あるいは外気温付近であって、高周波数領域での磁気損失を低下させ、高い飽和磁束密度を有するフェライト組成物が求められている。

【００１０】

低損失で高飽和磁束密度を有するＭｎ－Ｚｎフェライトの例として、たとえば、特許文献１では、主成分として、Fe_2O_3が５２．４～５３．７モル％、ＺｎＯが７．０～１１．５モル％、残部ＭｎＯとし、副成分として、ＣａＯと、V_2O_5と、Nb_2O_5と、Al_2O_3またはBi_2O_3とを特定量含むＭｎ－Ｚｎフェライトが提案されている。

【００１１】

しかしながら、上記のＭｎ－Ｚｎフェライトは、特許文献１にも記載されているように、トランスの実駆動温度である６０℃以上において、低周波数領域での磁気損失が最小となる温度（Ｐｃｖ　ｍｉｎ）を設定しており、室温付近かつ高周波領域では使用できないという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１２】

【特許文献１】特開２００３－１２８４５８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１３】

本発明は、このような実状に鑑みてなされ、使用温度あるいは環境温度が室温付近あるいは外気温付近であって、高周波数かつ低磁場の環境下において、電力損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立できる電子部品、および該電子部品に好適なフェライト組成物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】

【００１４】

本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意検討を行った結果、フェライト組成物の酸化鉄の含有量が比較的多い場合には、磁気損失が最小となる温度を求める関係式として従来知られている式が成り立たないことを見出した。そして、従来の式の代わりに、磁気損失が最小となる温度を求める関係式を見出し、この式を用いることで、磁気損失が最小となる特定の温度範囲において、磁気損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立できることを見出し、本発明を完成するに到った。

【００１５】

すなわち、本発明に係るフェライト組成物は、

主成分が、酸化鉄と、酸化亜鉛と、酸化マンガンと、から構成され、

前記主成分１００重量％に対して、副成分として、酸化ケイ素をSiO_2換算で５０～３００ｐｐｍ、酸化カルシウムをＣａＯ換算で１１０～１１２０ｐｐｍを含有するフェライト組成物であって、

前記フェライト組成物の磁気損失の極小温度Ｔｓｐが３１～３９℃の範囲にあり、
前記主成分における前記酸化鉄の含有量をFe_2O_3換算でＸモル％、前記酸化亜鉛の含有量をＺｎＯ換算でＺモル％、残部を前記酸化マンガンとしたときに、前記Ｔｓｐ、前記Ｘおよび前記Ｚが下記式（１）および（２）を満足することを特徴とする。
Ｔｓｐ＝２１．６（Ｘ＋０．５２Ｚ）－１５２０…式（１）
Ｘ≧５８．０…式（２）
【００１６】
本発明では、室温付近あるいは外気温付近での使用を考慮し、磁気損失が極小となる温度（Ｔｓｐ）が３１～３９℃の範囲である場合に、上記の式（１）および（２）を用いて主成分の組成を決定し、さらに副成分の含有量を上記の特定の範囲としている。このようにすることで飽和磁束密度Ｂｓを高く保ちつつ、高周波領域（たとえば、１ＭＨｚ以上）においても電力損失（Ｐｃｖ）を低減できるフェライト組成物を得ることができる。
【００１７】
本発明に係る電子部品は、上記に記載のフェライト組成物から構成されるフェライトコアを有し、１ＭＨｚ以上の周波数領域で使用される。
【００１８】
本発明に係る電子部品は、フェライト組成物のＴｓｐが３１～３９℃の温度範囲にあるため、使用温度あるいは環境温度が室温付近あるいは外気温付近にある部品として好適である。しかも、電力損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立しているため、省電力を実現することができる。
【００１９】
このような電子部品としては、特に制限されないが、携帯用機器等に用いられるＤＣ－ＤＣコンバータのコイル部品などが挙げられる。コイル部品としては、インダクタやチョークコイル等が挙げられる。また、Ｔｓｐを示す温度付近までトランスを冷却することで、本発明に係る電子部品をトランスにも好適に用いることができる。トランス部品としては、スイッチング用、インバータ用等の電源トランス等が挙げられる。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】図１は本発明の一実施形態に係るＤＣ－ＤＣコンバータ用フェライトコアである。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
以下、本発明を図面に示す実施形態に基づき説明する。
【００２２】
本実施形態に係るＤＣ－ＤＣコンバータ用フェライトコアとしては、図１に示したトロイダル型のほか、ＦＴ型、ＥＴ型、ＥＩ型、ＵＵ型、ＥＥ型、ＥＥＲ型、ＵＩ型、ドラム型、ポット型、カップ型等を例示することができる。このＤＣ－ＤＣコンバータ用フェライトコアの周囲に巻き線を所定巻数だけ巻回することにより所望のコイル磁芯を得る。
【００２３】
本実施形態に係るＤＣ－ＤＣコンバータ用フェライトコアは、本実施形態に係るフェライト組成物で構成してある。
【００２４】
本実施形態に係るフェライト組成物は、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトであり、主成分として、酸化鉄、酸化マンガンおよび酸化亜鉛を含有している。また、本実施形態に係るフェライト組成物の磁気損失が極小となる温度（Ｔｓｐ）は、３１～３９℃の範囲にある。
【００２５】
従来、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、Ｔｓｐを示す温度は、結晶磁気異方性によって説明がなされていた。すなわち、結晶磁気異方性定数Ｋ１の符号が温度上昇に伴って、負から正の値に変わるＫ１＝０の温度において、磁気損失が極小値を持つと言われている。

【００２６】
また、この温度は、透磁率が極大となる、いわゆる透磁率のセカンダリーピークと一致することが知られている。上記のＫ１は、温度上昇に対して単調に増加するが、Fe^{2+}は正のＫ１を持つため、Fe^{2+}の量が増加すると（すなわち、Fe_2O_3量が増加すると）、セカンダリーピークの温度は低温側に移動する。
【００２７】
上記の知見および実験結果に基づき、「電子材料シリーズ　フェライト」（丸善株式会社発行、昭和６３年）の７９頁には、Fe_2O_3量をＸモル％、ＺｎＯ量をＺモル％とした場合に、Ｔｓｐを求める式として、下記の式が記載されている。
Ｔｓｐ＝－４５．５（Ｘ＋０．２Ｚ）＋２６２０
【００２８】
また、Fe_2O_3量を増やすことで、高い飽和磁束密度が得られやすいことが知られている。しかしながら、Fe_2O_3量が多くなると、飽和磁束密度は、Fe_2O_3量だけではなく、Fe_2O_3量とＺｎＯ量との比率にも影響されると考えられる。
【００２９】
本実施形態に係るフェライト組成物のＴｓｐは３１～３９℃の範囲にある。このようなフェライト組成物では、Fe_2O_3量を増加させることで、Ｔｓｐを上記の範囲内とし、飽和磁束密度を高めることが考えられる。そこで、上記の式を用いてFe_2O_3量およびＺｎＯ量を決定しようとすると、たとえばＴｓｐが－２００℃以下となってしまい、現実的ではない。
【００３０】
そのため、上記のＴｓｐを求める式は、Fe_2O_3量が多い（たとえば、５８モル％以上）場合には、成り立たないと考えられる。ところが、Fe_2O_3量が多い場合にＴｓｐを求める指標となるものが存在しないため、Fe_2O_3量が多い場合に、１ＭＨｚ以上の高周波領域において、高い飽和磁束密度を有するフェライト組成物については、何ら知見がなかった。
【００３１】
そこで、本発明者等は鋭意実験を行い、フェライト組成物中の酸化鉄の含有量が比較的多い場合に、Ｔｓｐと酸化鉄および酸化亜鉛とが、上記の式とは異なる関係を有することを見出した。すなわち、フェライト組成物中の酸化鉄の含有量をFe_2O_3換算でＸモル％、酸化亜鉛の含有量をＺｎＯ換算でＺモル％としたときに、Ｔｓｐと、ＸおよびＺとは、下記の式（１）および式（２）を満足する。
Ｔｓｐ＝２１．６（Ｘ＋０．５２Ｚ）－１５２０…式（１）
Ｘ≧５８．０…式（２）
【００３２】
したがって、本実施形態では、主成分１００モル％中、酸化鉄の含有量（Ｘ）および酸化亜鉛の含有量（Ｚ）は、Fe_2O_3およびＺｎＯ換算で、上記の式（１）を満足するように決定される。なお、Ｘは、好ましくは５８．０～６６．０モル％、より好ましくは６１．０～６６．０モル％である。
【００３３】
酸化鉄の含有量が多い場合には、磁気損失が極小となる温度（Ｔｓｐ）と、酸化鉄および酸化亜鉛の含有量と、が上記の関係式を満足するため、Ｔｓｐが３１～３９℃の範囲内となる最適な酸化鉄および酸化亜鉛の含有量が決定される。なお、主成分の残部は、酸化マンガンから構成される。
【００３４】
本実施形態に係るフェライト組成物は、上記の式で算出される主成分に加え、副成分として、酸化ケイ素および酸化カルシウムを含有している。このような副成分を含有させることで、電力損失の絶対値を小さくし、かつ高い飽和磁束密度を得ることができる。
【００３５】
酸化ケイ素の含有量は、主成分１００重量％に対して、SiO_2換算で、５０～３００

ｐｐｍである。酸化ケイ素の含有量が多くても少なすぎても、高周波数領域での電力損失が劣化する傾向にある。

【００３６】

酸化カルシウムの含有量は、主成分１００重量％に対して、ＣａＯ換算で、１１０～１２０ｐｐｍである。酸化カルシウムの含有量が多くても少なすぎても、高周波数領域での電力損失が劣化する傾向にある。

【００３７】

なお、本実施形態に係るフェライト組成物には、不可避的不純物元素の酸化物が含まれ得る。

【００３８】

具体的には、Ｂ、Ｃ、Ｐ、Ｓ、Ｃｌ、Ａｓ、Ｓｅ、Ｂｒ、Ｔｅ、Ｉや、Ｌｉ、Ｎａ、Ｍｇ、Ａｌ、Ｋ、Ｇａ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ｃｄ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｂａ、Ｐｂ、Ｂｉ等の典型金属元素や、Ｓｃ、Ｔｉ、Ｖ、Ｃｒ、Ｃｏ、Ｎｉ、Ｃｕ、Ｙ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｐｄ、Ａｇ、Ｈｆ、Ｔａ等の遷移金属元素が挙げられる。

【００３９】

次に、本実施形態に係るフェライト組成物の製造方法の一例を説明する。

【００４０】

まず、出発原料（主成分の原料および副成分の原料）を、所定の組成比となるように秤量して混合し、原料混合物を得る。混合する方法としては、たとえば、ボールミルを用いて行う湿式混合や、乾式ミキサーを用いて行う乾式混合が挙げられる。なお、平均粒径が０．１～３μｍの出発原料を用いることが好ましい。

【００４１】

主成分の原料としては、酸化鉄（α－Fe_2O_3）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化マンガン（Mn_3O_4）、あるいは複合酸化物などを用いることができる。さらに、その他、焼成により上記した酸化物や複合酸化物となる各種化合物等を用いることができる。焼成により上記した酸化物になるものとしては、たとえば、金属単体、炭酸塩、シュウ酸塩、硝酸塩、水酸化物、ハロゲン化物、有機金属化合物等が挙げられる。なお、主成分中の酸化マンガンの含有量はＭｎＯ換算で計算されるが、主成分の原料としては、Mn_3O_4が好ましく用いられる。

【００４２】

副成分の原料としては、主成分の原料の場合と同様に、酸化物だけではなく複合酸化物や焼成後に酸化物となる化合物を用いればよい。酸化ケイ素（SiO_2）の場合には、SiO_2を用いることが好ましい。また、酸化カルシウム（ＣａＯ）の場合には、炭酸カルシウム（$CaCO_3$）を用いることが好ましい。

【００４３】

次に、原料混合物の仮焼きを行い、仮焼き材料を得る。仮焼きは、原料の熱分解、成分の均質化、フェライトの生成、焼結による超微粉の消失と適度の粒子サイズへの粒成長を起こさせ、原料混合物を後工程に適した形態に変換するために行われる。こうした仮焼きは、好ましくは８００～１１００℃の温度で、通常１～３時間程度行う。仮焼きは、大気（空気）中で行ってもよく、大気中よりも酸素分圧が高い雰囲気や純酸素雰囲気で行っても良い。なお、主成分の原料と副成分の原料との混合は、仮焼きの前に行なってもよく、仮焼き後に行なってもよい。

【００４４】

次に、仮焼き材料の粉砕を行い、粉砕材料を得る。粉砕は、仮焼き材料の凝集をくずして適度の焼結性を有する粉体とするために行われる。仮焼き材料が大きい塊を形成しているときには、粗粉砕を行ってからボールミルやアトライターなどを用いて湿式粉砕を行う。湿式粉砕は、仮焼き材料の平均粒径が、好ましくは１～２μｍ程度となるまで行う。

【００４５】

次に、粉砕材料の造粒（顆粒）を行い、造粒物を得る。造粒は、粉砕材料を適度な大きさの凝集粒子とし、成形に適した形態に変換するために行われる。こうした造粒法として

は、たとえば、加圧造粒法やスプレードライ法などが挙げられる。スプレードライ法は、粉砕材料に、ポリビニルアルコールなどの通常用いられる結合剤を加えた後、スプレードライヤー中で霧化し、低温乾燥する方法である。

【００４６】

次に、造粒物を所定形状に成形し、成形体を得る。造粒物の成形としては、たとえば、乾式成形、湿式成形、押出成形などが挙げられる。乾式成形法は、造粒物を、金型に充填して圧縮加圧（プレス）することにより行う成形法である。成形体の形状は、特に限定されず、用途に応じて適宜決定すればよいが、本実施形態ではトロイダル型形状とされる。

【００４７】

次に、成形体の本焼成を行い、焼結体（本実施形態のフェライト組成物）を得る。本焼成は、多くの空隙を含んでいる成形体の粉体粒子間に、融点以下の温度で粉体が凝着する焼結を起こさせ、緻密な焼結体を得るために行われる。このような本焼成は、好ましくは９００～１３００℃の温度で、通常２～５時間程度行う。本焼成は、大気（空気）中で行ってもよく、大気中よりも酸素分圧が高い雰囲気で行っても良い。

【００４８】

このような工程を経て、本実施形態に係るフェライト組成物は製造される。

【００４９】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はこうした実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【００５０】

たとえば、上述した実施形態では、トロイダル型形状とするために、本焼成前に該形状に成形しているが、本焼成後に該形状に成形（加工）してもよい。

【実施例】

【００５１】

以下、本発明を、さらに詳細な実施例に基づき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

【００５２】

まず、主成分の原料として、Fe_2O_3、ＺｎＯおよびMn_3O_4を準備した。副成分の原料として、SiO_2および$CaCO_3$を準備した。

【００５３】

次に、準備した主成分の原料の粉末を、上記の式（１）により算出された含有量となるように秤量し、さらに、副成分の原料の粉末を表１に示す量となるように秤量した後、ボールミルで５時間湿式混合して原料混合物を得た。

【００５４】

次に、得られた原料混合物を、空気中において９５０℃で２時間仮焼して仮焼き材料とした後、ボールミルで２０時間湿式粉砕して、平均粒径が１．５μｍである粉砕材料を得た。

【００５５】

次に、この粉砕材料を乾燥した後、該粉砕材料１００重量％に、バインダーとしてのポリビニルアルコールを１．０重量％添加して造粒し、２０メッシュの篩で整粒して顆粒とした。この顆粒を１９６ＭＰａ（２ｔｏｎ／cm^2）の圧力で加圧成形して、トロイダル形状（寸法＝外径２２ｍｍ×内径１２ｍｍ×高さ６ｍｍ）の成形体を得た。

【００５６】

次に、これら各成形体を、酸素分圧を適宜制御しながら、１２７０℃で２．５時間焼成して、焼結体としてのトロイダルコアサンプルを得た。得られたサンプルについて、蛍光Ｘ線分析を行い、フェライトコアの組成を測定した。結果を表１および２に示す。

【００５７】

＜電力損失（Ｐｃｖ）＞

得られたトロイダルコアサンプルに、１次巻線および２次巻線を３回ずつ巻回し、１Ｍ

Ｈｚ－５０ｍＴの条件において、０～５０℃における電力損失を測定し、損失が最小となる温度（Ｔｓｐ）を求め、Ｔｓｐおよび３５℃での電力損失Ｐｃｖを算出した（単位：ｋＷ／ｍ^3　）。測定は、Ｂ－Ｈアナライザー（岩崎通信機株式会社製ＳＹ－８２１７）を用いて行った。結果を表１および２に示す。

【００５８】

＜飽和磁束密度（Ｂｓ）＞

得られたトロイダルコアサンプルに、巻線を６０回巻回した後、Ｂ－Ｈカーブトレーサー（理研電子株式会社製Ｍｏｄｅｌ　ＢＨＳ４０）を用いて２ｋＡ／ｍの磁場を印加したときの飽和磁束密度Ｂｓを室温、３５℃および１００℃において測定した（単位：ｍＴ）。結果を表１および２に示す。

【００５９】

＜焼結体密度＞

得られたトロイダルコアサンプルについて、焼成後の焼結体の寸法および重量から、焼結体密度を算出した。焼結体密度は４．７７ｇ／ｃｍ^{3}以上を良好とした。結果を表１および２に示す。

【００６０】

また、表１および２には、３５℃におけるＰｃｖとＢｓとに基づきフェライトコアの品質係数を示すＰｃｖ／Ｂｓを示した。Ｐｃｖが小さいほど、あるいは、Ｂｓが大きいほど、このＰｃｖ／Ｂｓは小さくなる。したがって、Ｐｃｖ／Ｂｓの値が小さいほど、電力損失の低減と高い飽和磁束密度とを両立できるため好ましい。本実施例では、３５℃におけるＰｃｖ／Ｂｓは１．４９以下を良好とした。

【００６１】

【表１】

表1

試料No.	組成						特性							
	主成分 (mol%)			副成分 (ppm)			Tsp		Pcv (1MHz−50mT)		Bs (2kA/m)		Pcv/Bs at 35℃	焼結体密度
							計算値	実測値	at Tsp	at 35℃	at RT	at 35℃	at 100℃	
	Fe_2O_3	ZnO	MnO	SiO_2	CaO				(kW/m^3)	(kW/m^3)	(mT)	(mT)	(mT)	(g/cm^3)
比較例1	61.00	18.90	20.10	100	730		9.9	10	770	860	546	532	440	4.85
実施例1	61.00	21.10	17.90	100	730		34.6	35	733	733	535	520	420	4.82
比較例2	61.00	22.50	16.50	100	730		50.3	50	810	840	540	525	430	4.87
比較例3	62.00	17.90	20.10	100	730		20.3	20	883	970	550	535	440	4.90
実施例2	62.00	19.20	18.80	100	730		34.9	35	733	733	544	529	432	4.86
比較例4	62.00	19.70	18.30	100	730		40.5	40	770	800	534	520	429	4.91
比較例5	63.00	16.00	21.00	100	730		20.5	20	790	970	587	572	477	4.93
実施例3	63.00	17.30	19.70	100	730		35.1	35	715	715	566	551	459	4.92
比較例6	63.00	18.20	18.80	100	730		45.2	45	720	840	570	555	459	4.90
比較例7	64.00	12.70	23.30	100	730		5.0	5	700	875	595	581	492	4.89
実施例4	64.00	15.40	20.60	100	730		35.4	35	654	654	592	578	487	4.88
比較例8	64.00	16.70	19.30	100	730		50.0	50	720	860	580	567	482	4.91
比較例9	65.00	10.30	24.70	100	730		−0.3	0	700	930	597	584	499	4.80
実施例5	65.00	13.40	21.60	100	730		34.5	36	720	720	589	576	490	4.86
比較例10	65.00	14.80	20.20	100	730		50.2	50	765	900	579	567	488	4.92
比較例11	66.00	10.20	23.80	100	730		20.2	20	900	1100	575	560	462	4.89
実施例6	66.00	11.50	22.50	100	730		34.8	35	820	820	570	555	455	4.77
比較例12	66.00	12.90	21.10	100	730		50.5	50	890	1100	554	543	450	4.91

【００６２】

【表２】

表2

試料No.	組成					特性								
	主成分 (mol%)			副成分 (ppm)		Tsp		Pcv (1MHz-50mT)		Bs (2kA/m)			Pcv/Bs at 35℃	焼結体密度
	Fe_2O_3	ZnO	MnO	SiO_2	CaO	計算値	実測値	at Tsp (kW/m³)	at 35℃ (kW/m³)	at RT (mT)	at 35℃ (mT)	at 100℃ (mT)		(g/cm³)
比較例13	64.00	15.40	20.60	100	55	35.4	35	4783	4783	502	490	415	9.76	4.52
実施例7	64.00	15.40	20.60	100	110	35.4	35	845	845	583	568	475	1.49	4.80
実施例4	64.00	15.40	20.60	100	730	35.4	35	654	654	592	578	487	1.13	4.88
実施例8	64.00	15.40	20.60	100	1120	35.4	35	850	850	590	576	486	1.48	4.82
比較例14	64.00	15.40	20.60	100	2000	35.4	35	4602	4602	500	486	400	9.47	4.65
比較例15	64.00	15.40	20.60	15	730	35.4	35	2930	2930	490	478	401	6.13	4.55
実施例9	64.00	15.40	20.60	50	730	35.4	35	860	860	590	578	485	1.49	4.81
実施例4	64.00	15.40	20.60	100	730	35.4	35	654	654	592	578	487	1.13	4.88
実施例10	64.00	15.40	20.60	200	730	35.4	35	703	703	590	576	488	1.22	4.85
実施例11	64.00	15.40	20.60	300	730	35.4	35	850	850	589	575	486	1.48	4.82
比較例16	64.00	15.40	20.60	350	730	35.4	35	3065	3065	570	555	462	5.52	4.75

【００６３】

表１より、計算で求めたＴｓｐと、Ｐｃｖの測定により得られたＴｓｐと、がほぼ一致していることが確認できた。また、実施例１～６に係る試料では、Ｔｓｐが３１～３９℃の範囲内であることが確認できた。さらに、実施例１～６に係る試料では、高周波数領域（１ＭＨｚ）における電力損失（Ｐｃｖ）が低く、しかも高い飽和磁束密度（Ｂｓ）が得られ、３５℃におけるＰｃｖ／Ｂｓで表される品質係数が良好となることが確認できた。

【００６４】

また、表２より、副成分（SiO_2およびCaO）を含有させても、Ｔｓｐは変化せず、その含有量を本発明の範囲内とすることで（実施例７～１１）、１ＭＨｚにおける電力損失の低減および高い飽和磁束密度を両立でき、品質係数が良好となることが確認できた。

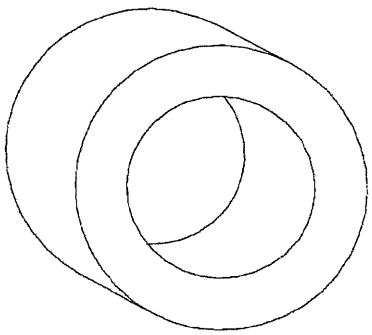
【００６５】

したがって、本発明に係る電子部品は、使用温度域において電力損失が低減され、しかも高い飽和磁束密度が得られるため、高効率の部品である。その結果、本発明に係る電子部品を携帯用機器等に用いた場合であっても、電池等の消耗を抑制でき、省電力を実現す

ることができる。

【図１】

図 1



フロントページの続き

(72)発明者　川口　達哉
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内
(72)発明者　佐々木　弘勝
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内
(72)発明者　▲高▼木　栄光
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ－ＥＰＣ株式会社内

Ｆターム(参考)　4G002 AA07　AA08　AA12　AB02　AE02
4G018 AA08　AA21　AA25　AA31　AC14　AC16
5E041 AB02　AB19　CA02　NN02　NN11