

(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2012-140307

(P2012-140307A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO1G 49/00 (2006.01)	CO1G 49/00 B	4G002
HO1F 17/04 (2006.01)	HO1F 17/04 F	4G018
HO1F 27/255 (2006.01)	HO1F 27/24 D	5E041
HO1F 1/34 (2006.01)	HO1F 1/34 B	5E070
CO4B 35/38 (2006.01)	CO4B 35/38 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-228 (P2011-228)
 (22) 出願日 平成23年1月4日 (2011.1.4)

(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】

【課題】 使用温度あるいは環境温度が外気温付近あるいはそれよりもかなり高くなっても、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。

【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 T_{sp} が45~51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、 T_{sp} 、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。

$$T_{sp} = 21.6(X + 0.52Z) - 1520 \dots \text{式(1)}$$

$$X \geq 58.0 \dots \text{式(2)}$$

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主成分が、酸化鉄と、酸化亜鉛と、酸化マンガんと、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 ~ 300 ppm、酸化カルシウムを CaO 換算で 110 ~ 1120 ppm 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 T_{sp} が 45 ~ 51 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んとしたときに、前記 T_{sp} 、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。

$$T_{sp} = 21.6(X + 0.52Z) - 1520 \dots \text{式(1)}$$

$$X \leq 58.0 \dots \text{式(2)}$$

【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、1 MHz 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、使用温度あるいは環境温度が外気温付近あるいは外気温よりもかなり高くなる場合であっても、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】

10

20

30

40

50

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、使用温度が外気温付近であっても、種々の電子部品が高密度に実装された機器内では、他の部品の発熱により磁芯の環境温度が外気温よりもかなり高くなることがある。しかしながら、このような場合であっても、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。

10

【0009】

したがって、環境温度あるいは使用温度が外気温付近あるいは外気温よりもかなり高くなる場合であっても、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。

20

【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($P_{cv\ min}$)を設定しており、外気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

30

【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外気温付近あるいは外気温よりもかなり高くなる場合であっても、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至った。

40

【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、酸化マンガんと、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

50

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 T_{sp} が $45 \sim 51$ 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 T_{sp} 、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。

$$T_{sp} = 21.6(X + 0.52Z) - 1520 \dots \text{式(1)}$$

$$X \leq 58.0 \dots \text{式(2)}$$

【0016】

本発明では、外気温付近あるいはそれよりもかなり高い温度での使用を考慮し、磁気損失が極小となる温度 (T_{sp}) が $45 \sim 51$ 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 B_s 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 (P_{cv}) を低減できるフェライト組成物を得ることができる。

10

【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 T_{sp} が $45 \sim 51$ の温度範囲にあるため、使用温度あるいは環境温度が外気温付近あるいは外気温よりもかなり高い温度にな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。

20

【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、 T_{sp} 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。

30

【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。

40

【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 (T_{sp}) は、 $45 \sim 51$ の範囲にある。

【0025】

従来、Mn-Zn系フェライトにおいて、 T_{sp} 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 K_1 の符号が温度上昇に伴って、

50

負から正の値に変わる $K_1 = 0$ 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 K_1 は、温度上昇に対して単調に増加するが、 Fe^{2+} は正の K_1 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、 T_{sp} を求める式として、下記の式が記載されている。

$$T_{sp} = -45.5(X + 0.2Z) + 2620$$

【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 T_{sp} は $45 \sim 51$ 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、 T_{sp} 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、たとえば T_{sp} が -200 以下となってしまう、現実的ではない。

【0030】

そのため、上記の T_{sp} 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 T_{sp} 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以上の高周波数領域において、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、 T_{sp} 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、 T_{sp} と、 X および Z とは、下記の式(1)および式(2)を満足する。

$$T_{sp} = 21.6(X + 0.52Z) - 1520 \dots \text{式(1)}$$

$$X \geq 58.0 \dots \text{式(2)}$$

【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 $58.0 \sim 66.0$ モル%、より好ましくは $61.0 \sim 66.0$ 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(T_{sp})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、 T_{sp} が $45 \sim 51$ 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。

10

20

30

40

50

【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、110～120 ppm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る。

10

【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0.1～3 μmの出発原料を用いることが好ましい。

20

【0041】

主成分の原料としては、酸化鉄（ Fe_2O_3 ）、酸化亜鉛（ ZnO ）、酸化マンガ（ 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。

30

【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。

40

【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1～2 μm程度となるまで行う。

【0045】

50

次に、粉碎材料の造粒（顆粒）を行い、造粒物を得る。造粒は、粉碎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、粉碎材料に、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。

10

【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。

20

【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。

30

【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時間湿式粉碎して、平均粒径が $1.5\mu m$ である粉碎材料を得た。

40

【0055】

次に、この粉碎材料を乾燥した後、該粉碎材料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 $196MPa$ （ $2\text{ ton}/\text{cm}^2$ ）の圧力で加圧成形して、トロイダル形状（寸法＝外径 22 mm ×内径 12 mm ×高さ 6 mm ）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】

50

< 電力損失 (P_{cv}) >

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、1 MHz - 50 mTの条件において、0 ~ 55 における電力損失を測定し、損失が最小となる温度 (T_{sp}) を求め、 T_{sp} および 48 での電力損失 P_{cv} 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 (B_s) >

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 2 kA/m の磁場を印加したときの飽和磁束密度 B_s を室温、48 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。

10

【 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 $4.80 g/cm^3$ 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、48 における P_{cv} と B_s とに基づきフェライトコアの品質係数を示す P_{cv}/B_s を示した。 P_{cv} が小さいほど、あるいは、 B_s が大きいほど、この P_{cv}/B_s は小さくなる。したがって、 P_{cv}/B_s 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、48 における P_{cv}/B_s は 1.49 以下を良好とした。

20

【 0061 】

【表 1】

試料No.	組成						特性							焼結体 密度 (g/cm ³)	
	主成分 (mol%)			副成分 (ppm)			Tsp		Pcv (1MHz-50mT)		Bs (2kA/m)				Pcv/Bs at 48°C
	Fe ₂ O ₃	ZnO	MnO	SiO ₂	CaO	計算値	実測値	at Tsp (kW/m ³)	at 48°C (kW/m ³)	at RT (mT)	at 48°C (mT)	at 100°C (mT)			
							at 48°C (kW/m ³)	at 48°C (kW/m ³)	at 48°C (mT)	at 48°C (mT)	at 48°C (mT)	at 48°C (mT)			
比較例1	61.00	18.90	20.10	100	730	9.9	10	770	980	546	513	440	1.91		
実施例1	61.00	22.29	16.71	100	730	48.0	48	750	750	543	509	431	1.47		
比較例2	61.00	22.95	16.05	100	730	55.4	55	862	925	510	476	400	1.94		
比較例3	62.00	17.90	20.10	100	730	20.3	20	883	1060	550	516	440	2.05		
実施例2	62.00	20.37	17.63	100	730	48.0	48	740	740	530	498	425	1.49		
比較例4	62.00	21.00	17.00	100	730	55.1	55	936	962	520	488	415	1.97		
比較例5	63.00	16.00	21.00	100	730	20.5	21	790	1120	587	553	477	2.03		
実施例3	63.00	18.45	18.55	100	730	48.0	48	735	745	567	533	455	1.40		
比較例6	63.00	19.10	17.90	100	730	55.3	55	786	838	560	525	447	1.60		
比較例7	64.00	12.70	23.30	100	730	5.0	5	700	960	595	563	492	1.71		
実施例4	64.00	16.52	19.48	100	730	48.0	48	698	698	583	552	483	1.26		
比較例8	64.00	17.15	18.85	100	730	55.0	55	795	835	578	548	480	1.52		
比較例9	65.00	10.30	24.70	100	730	-0.3	0	700	1005	597	567	499	1.77		
実施例5	65.00	14.60	20.40	100	730	48.0	48	752	752	584	555	488	1.35		
比較例10	65.00	15.20	19.80	100	730	54.7	55	791	845	578	549	485	1.54		
比較例11	66.00	10.20	23.80	100	730	20.2	20	900	1255	575	540	462	2.32		
実施例6	66.00	12.68	21.32	100	730	48.0	48	795	795	565	532	457	1.49		
比較例12	66.00	13.30	20.70	100	730	55.0	55	920	978	550	518	446	1.89		

表 1

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

【表 2】

表 2

試料No.	組成						特性							
	主成分 (mol%)			副成分 (ppm)			T _{sp}		P _{c_v} (1MHz-50mT)		B _s (2kA/m)		P _{c_v} /B _s at 48°C	焼結体密度 (g/cm ³)
	Fe ₂ O ₃	ZnO	MnO	SiO ₂	CaO	計算値	実測値	at T _{sp}	at 48°C	at RT	at 48°C	at 100°C		
	(kW/m ³)	(kW/m ³)	(mT)	(mT)	(mT)	(mT)	(mT)	(kW/m ³)	(kW/m ³)	(mT)	(mT)	(mT)	(mT)	
比較例13	64.00	16.52	19.48	100	55	48.0	48	4827	4827	488	471	404	10.25	4.52
実施例7	64.00	16.52	19.48	100	110	48.0	48	790	790	570	550	472	1.44	4.80
実施例4	64.00	16.52	19.48	100	730	48.0	48	698	698	583	552	483	1.26	4.90
実施例8	64.00	16.52	19.48	100	1120	48.0	48	792	792	580	559	481	1.42	4.82
比較例14	64.00	16.52	19.48	100	2000	48.0	48	4733	4733	495	477	410	9.92	4.65
比較例15	64.00	16.52	19.48	15	730	48.0	48	2856	2856	495	477	410	5.99	4.58
実施例9	64.00	16.52	19.48	50	730	48.0	48	795	795	579	558	480	1.42	4.86
実施例4	64.00	16.52	19.48	100	730	48.0	48	698	698	583	552	483	1.26	4.90
実施例10	64.00	16.52	19.48	200	730	48.0	48	713	713	584	563	484	1.27	4.85
実施例11	64.00	16.52	19.48	300	730	48.0	48	798	798	583	562	483	1.42	4.82
比較例16	64.00	16.52	19.48	350	730	48.0	48	3156	3156	570	550	472	5.74	4.76

【 0 0 6 3 】

表 1 より、計算で求めた T_{sp} と、P_{c_v} の測定により得られた T_{sp} と、がほぼ一致

10

20

30

40

50

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 45 ~ 51 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 (1 MHz) 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、48 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)、1 MHz 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。

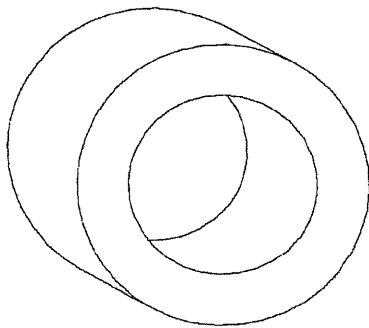
【0065】

したがって、本発明に係る電子部品は、使用温度および環境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。

10

【図 1】

図 1



フロントページの続き

- (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 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 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 AA06 AA12 AB02 AE02
4G018 AA08 AA21 AA25 AA31 AB09
5E041 AB02 BD01 CA01 NN01
5E070 AA11 AB09 BB01