

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5526612号
(P5526612)

(45) 発行日 平成26年6月18日(2014.6.18)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(51) Int.Cl.		F I		
C O 4 B 35/30	(2006.01)	C O 4 B	35/30	C
H O 1 F 1/34	(2006.01)	H O 1 F	1/34	A
		C O 4 B	35/30	A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-139432 (P2009-139432)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成21年6月10日 (2009.6.10)		T D K株式会社
(65) 公開番号	特開2010-285311 (P2010-285311A)		東京都港区芝浦三丁目9番1号
(43) 公開日	平成22年12月24日 (2010.12.24)	(74) 代理人	110001494
審査請求日	平成24年1月24日 (2012.1.24)		前田・鈴木国際特許業務法人
		(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	川口 達哉
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T D K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 T D K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、フェライトコアおよび電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で 46.0 ~ 49.89 モル%、酸化銅を CuO 換算で 2.3 ~ 19.0 モル%、酸化亜鉛を ZnO 換算で 22.0 ~ 27.5 モル% を含有し、残部が酸化ニッケルで構成され、

前記主成分 100 モル% に対して、副成分として、リンを P 換算で 2 ~ 63 ppm、酸化ジルコニウムを ZrO_2 換算で 43 ~ 5980 ppm を含有することを特徴とするフェライト組成物。

【請求項2】

主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で 46.0 ~ 49.89 モル%、酸化銅を CuO 換算で 2.3 ~ 19.0 モル%、酸化亜鉛を ZnO 換算で 22.0 ~ 27.5 モル%、酸化マンガン を Mn_2O_3 換算で 0.01 ~ 2.1 モル% を含有し、前記酸化鉄および前記酸化マンガンの合計含有量が、 Fe_2O_3 換算および Mn_2O_3 換算で、51.0 モル% 以下であり、残部が酸化ニッケルで構成され、

前記主成分 100 モル% に対して、副成分として、リンを P 換算で 2 ~ 63 ppm、酸化ジルコニウムを ZrO_2 換算で 43 ~ 5980 ppm を含有することを特徴とするフェライト組成物。

【請求項3】

請求項1または2に記載のフェライト組成物から構成され、1 MHz 以上の周波数領域で使用されるフェライトコア。

10

20

【請求項4】

請求項3に記載のフェライトコアを有する電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トランス、チョークコイルおよびインダクタなどのフェライトコアの製造に好適なフェライト組成物と、該組成物から構成されるフェライトコアと、該フェライトコアのたとえば周囲に巻き線が巻回してあるコイル部品などの電子部品と、に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯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】

たとえば液晶バックライト用トランスなどは、ディスプレイの薄型化に伴い、より小さく、より薄い形状で、従来のものと同様以上の特性を持つことが要求されている。このようなトランスに用いられるコアに要求される特性としては、たとえば、使用周波数領域および使用温度領域での電力損失が小さいこと、飽和磁束密度が高いこと、比抵抗が高いことが挙げられる。従来、このようなトランスに用いられるコアの材料としては、電力損失の小さいMn-Zn系フェライトが多く使用されてきた。

【0004】

しかしながら、Mn-Zn系フェライトは、比抵抗が低く、直巻線ができないことから小型化・薄型化には限界があった。また、使用周波数が高周波数になるほど、渦電流損失が増加するため、高周波数領域、たとえば、MHz領域における使用には適していないという問題があった。

【0005】

これに対し、Ni-Zn系フェライトは、上記のMn-Zn系フェライトに比べて電力損失が大きいものの、比抵抗が高く、直巻線が可能である。このため、Ni-Zn系フェライトの低損失化を図るための種々の提案がなされている。

【0006】

たとえば、特許文献1では、主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で46.0~49.95モル%、酸化銅をCuO換算で2.3~12.0モル%、酸化亜鉛をZnO換算で24.0~30.0モル%、酸化マンガン Mn_2O_3 換算で0.01~3.5モル%を含み、残部が酸化ニッケルで構成され、副成分として、リンをP換算で2~63ppm、酸化タングステン WO_3 換算で0.001~0.5wt%含む酸化物磁性材料が提案されている。

【0007】

しかしながら、上記の酸化物磁性材料は50kHzにおける電力損失を改善しているものの、高周波領域、たとえば、MHz領域における電力損失については何ら考慮されておらず、高周波領域における低損失の実現が望まれていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-321272号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、このような実状に鑑みてなされ、高周波領域（たとえば、1MHz以上）においても電力損失Pcvが小さく、かつ飽和磁束密度および比抵抗が高いフェライト組成物と、該フェライト組成物で構成してあるフェライトコアと、該フェライトコアを有する

10

20

30

40

50

電子部品とを、提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明に係るフェライト組成物は、

主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で 46.0 ~ 49.89 モル%、酸化銅を CuO 換算で 2.3 ~ 19.0 モル%、酸化亜鉛を ZnO 換算で 22.0 ~ 27.5 モル% を含有し、残部が酸化ニッケルで構成され、

前記主成分に対して、副成分として、リンを P 換算で 2 ~ 63 ppm、酸化ジルコニウムを ZrO_2 換算で 43 ~ 5980 ppm を含有することを特徴とする。

【0011】

あるいは、本発明に係るフェライト組成物は、主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で 46.0 ~ 49.89 モル%、酸化銅を CuO 換算で 2.3 ~ 19.0 モル%、酸化亜鉛を ZnO 換算で 22.0 ~ 27.5 モル%、酸化マンガン Mn_2O_3 換算で 0.01 ~ 2.1 モル% を含有し、残部が酸化ニッケルで構成され、

前記主成分に対して、副成分として、リンを P 換算で 2 ~ 63 ppm、酸化ジルコニウムを ZrO_2 換算で 43 ~ 5980 ppm を含有することを特徴とする。

【0012】

主成分を構成する酸化物の含有量を上記の範囲とし、さらに副成分としてリンおよび酸化ジルコニウムを上記の範囲で含有させることにより、飽和磁束密度 B_s および比抵抗を高く保ちつつ、高周波領域（たとえば、1 MHz 以上）においても電力損失（コアロス）を低減させることができる。

【0013】

このような効果が得られる理由は必ずしも明らかではないが、リンおよび酸化ジルコニウムを上記の範囲で共存させることで得られる複合効果が大きく影響していると考えられる。

【0014】

主成分中に酸化マンガンが含有される場合には、好ましくは、前記酸化鉄および前記酸化マンガンの合計含有量が、 Fe_2O_3 換算および Mn_2O_3 換算で、51.0 モル% 以下である。

【0015】

前記酸化鉄および前記酸化マンガンの合計含有量を上記の範囲とすることで、上述した効果をさらに高めることができる。

【0016】

本発明に係るフェライトコアは、上記のいずれかに記載のフェライト組成物から構成され、1 MHz 以上の周波数領域で使用される。

【0017】

本発明に係る電子部品は、上記のフェライトコアを有する電子部品である。

【0018】

本発明に係る電子部品としては、特に制限されないが、コイル部品、トランス部品、磁気ヘッド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、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。

【0019】

なお、使用される周波数の上限については特に制限されないが、本発明に係るフェライトコアや電子部品が用いられる機器の使用周波数を考慮すると、20 MHz 程度である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によると、飽和磁束密度および比抵抗を高く維持しつつ、高周波領域（たとえば、1 MHz 以上）においても、電力損失（コアロス）が低減されたフェライト組成物を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0021】

このようなフェライト組成物を、フェライトコアおよび電子部品に適用することで、小型化、高効率化、高周波数化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は本発明の一実施形態に係るトランス用フェライトコアである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明を図面に示す実施形態に基づき説明する。

【0024】

本実施形態に係るトランス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。このトランス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トランスを得る。

【0025】

本実施形態に係るトランス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。

【0026】

本実施形態に係るフェライト組成物は、Ni-Cu-Zn系フェライトであり、主成分として、酸化鉄、酸化銅、酸化亜鉛および酸化ニッケルを含有している。また、必要に応じて、酸化マンガンを含有してもよい。

【0027】

主成分100モル%中、酸化鉄の含有量は、 Fe_2O_3 換算で、46.0~49.89モル%、好ましくは47.0~49.0モル%、より好ましくは47.5~48.5モル%である。酸化鉄の含有量が少なすぎると、飽和磁束密度が低下すると共に、電力損失(コアロス)が増加する傾向にある。多すぎると、飽和磁束密度および比抵抗が低下すると共に、電力損失が増加する傾向にある。

【0028】

主成分100モル%中、酸化銅の含有量は、CuO換算で、2.3~19.0モル%、好ましくは4.0~15.0モル%、より好ましくは5.0~6.0モル%である。酸化銅の含有量が少なすぎると、焼結性が低下し、その結果、電力損失が増加する傾向にある。多すぎると、飽和磁束密度が低下し、電力損失が増加する傾向にある。

【0029】

主成分100モル%中、酸化亜鉛の含有量は、ZnO換算で、22.0~27.5モル%、好ましくは23.0~27.0モル%、より好ましくは24.0~26.0モル%である。酸化亜鉛の含有量が少なすぎると、電力損失が増加する傾向にある。多すぎると、飽和磁束密度が低下すると共に、電力損失も増加する傾向にある。

【0030】

主成分の残部は、酸化ニッケルのみから構成されていてもよいし、酸化ニッケルと酸化マンガンとから構成されていてもよい。

【0031】

主成分の残部に、酸化マンガンが含有される場合には、主成分100モル%中、酸化マンガンの含有量は、 Mn_2O_3 換算で、好ましくは0.01~2.1モル%、より好ましくは0.03~1.0モル%、さらに好ましくは0.05~0.5モル%である。酸化マンガンの含有量が少なすぎると、電力損失が増加する傾向にある。多すぎると、電力損失が増加する傾向にある。

【0032】

通常、マンガンは、酸化鉄中に酸化マンガンの形態で不可避的不純物として含有されているが、上記の範囲内であれば、酸化マンガン含有させてもよい。

【0033】

10

20

30

40

50

また、主成分中に酸化マンガンが含有されている場合には、酸化鉄および酸化マンガンの合計含有量 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_2\text{O}_3$) が、 Fe_2O_3 換算および Mn_2O_3 換算で、51.0モル%以下であることが好ましく、50.0モル%以下であることがより好ましい。酸化鉄および酸化マンガンの合計含有量の上限を上記の範囲とすることで、良好な特性を得ることができる。

【0034】

本実施形態に係るフェライト組成物は、上記の主成分に加え、副成分として、リンおよび酸化ジルコニウムを含有している。

【0035】

リンの含有量は、主成分に対して、P換算で、2～63ppm、好ましくは3～50ppm、より好ましくは5～40ppmである。リンの含有量が少なすぎると、焼結性が低下し、その結果、電力損失が増加する傾向にある。多すぎると、飽和磁束密度が低下すると共に、電力損失が増加する傾向にある。

【0036】

酸化ジルコニウムの含有量は、主成分に対して、 ZrO_2 換算で、43～5980ppm、好ましくは108～3280ppm、より好ましくは220～1530ppmである。酸化ジルコニウムの含有量が少なすぎると、電力損失が増加する傾向にある。多すぎると、電力損失が増加すると共に、飽和磁束密度が低下する傾向にある。

【0037】

本実施形態に係るフェライト組成物においては、主成分の組成範囲を上記の範囲に制御されていることに加え、副成分として、上記のリンおよび酸化ジルコニウムが含有されている。その結果、飽和磁束密度および比抵抗は良好に維持しつつ、高周波数領域（たとえば、1MHz以上）における電力損失を低減させることができる。

【0038】

なお、リンまたは酸化ジルコニウムが単独で含有されている場合には上記の効果は十分に得られない。すなわち、上記の効果は、リンおよび酸化ジルコニウムが同時に特定量含有された場合に初めて得られる複合効果であると考えられる。

【0039】

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

【0040】

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

【0041】

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。

【0042】

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。

【0043】

主成分の原料としては、酸化鉄 (Fe_2O_3)、酸化銅 (CuO)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化ニッケル (NiO)、必要に応じて酸化マンガン (Mn_2O_3)、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。

【0044】

10

20

30

40

50

副成分の原料としては、リン(P)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)を用いることができる。リンについては、リン酸(H_3PO_4)の形態で用いることが好ましい。酸化ジルコニウムについては、主成分の原料の場合と同様とすればよい。

【0045】

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、仮焼きの前に行ってもよく、仮焼き後に行ってもよい。

10

【0046】

次に、仮焼き材料の粉碎を行い、粉碎材料を得る。粉碎は、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、粗粉碎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碎を行う。湿式粉碎は、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。

【0047】

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、

20

【0048】

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。

【0049】

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。

30

【0050】

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。こうした本焼成は、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)中に行ってもよく、大気中よりも酸素分圧が高い雰囲気で行ってもよい。

【0051】

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。

【0052】

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。

40

【0053】

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】

【0054】

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。

【0054】
まず、主成分の原料として、 Fe_2O_3 、 NiO 、 CuO 、 ZnO 、 Mn_2O_3 を準備した。副成分の原料として、 H_3PO_4 および ZrO_2 を準備した。また、参考のために、副成分の原料としての WO_3 も準備した。

50

【 0 0 5 5 】

次に、準備した主成分および副成分の原料の粉末を秤量した後、ボールミルで5時間湿式混合して原料混合物を得た。

【 0 0 5 6 】

次に、得られた原料混合物を、空気中において900 で2時間仮焼して仮焼き材料とした後、ボールミルで20時間湿式粉碎して粉碎材料を得た。

【 0 0 5 7 】

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、100kPaの圧力で加圧成形して、トロイダル形状(寸法=外径18mm×内径10mm×高さ5mm)の成形体と、ディスク形状(寸法=直径25mm×厚さ5mm)の成形体を得た。

10

【 0 0 5 8 】

次に、これら各成形体を、空気中において、1000~1250 で2時間焼成して、焼結体としてのトロイダルコアサンプルおよびディスク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1~3に示す。なお、リン(P)の含有量は、吸光光度法により測定した。さらにサンプルに対し、以下の特性評価を行った。

【 0 0 5 9 】

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5回ずつ巻回し、1MHz、10mT、23 および50kHz、150mT、140 での電力損失Pcvを測定した(単位: kW/m³)。測定は、B-Hアナライザー(岩崎通信機株式会社製SY-8232)を用いて行った。1MHzにおけるPcvは40kW/m³以下を良好とした。結果を表1~3に示す。

20

【 0 0 6 0 】

なお、使用周波数が1MHz以上であるフェライトコアや電子部品は、たとえば携帯電話等に適用されるため、本実施例では、このような機器が通常用いられる温度領域においてPcvを測定した。

【 0 0 6 1 】

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4kA/mの磁場を印加したときの飽和磁束密度Bsを測定した(単位: mT)。Bsは400mT以上を良好とした。結果を表1~3に示す。

30

【 0 0 6 2 】

比抵抗 ()

得られたディスクコアサンプルの両面に、In-Ga電極を塗り、直流抵抗値を測定し、比抵抗 を求めた(単位: m)。測定は、IRメーター(TOA Electronics社製SUPER MEGOHMMETER MODEL SM-5E)を用いて行った。は10⁸ m以上を良好とした。結果を表1~3に示す。

40

【 0 0 6 3 】

なお、表1~3には、1MHzにおけるフェライトコアの性能指数を示すBs/Pcvも示した。Bs/Pcvは10.0以上を良好とした。

【 0 0 6 4 】

【表1】

表1

試料No.	組成							特性				
	主成分 (mol%)					副成分 (ppm)		P _{cV} (50kHz-150mT-140°C)	P _{cV} (1MHz-10mT-23°C)	B _s (4kA/m)	比抵抗	B _s /P _{cV} (1MHz)
	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	P	ZrO ₂	(kW/m ³)	(kW/m ³)	(mT)	(Ω·m)	
実施例1	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	43	530	40.0	460.0	≧1.0E+08	11.5
実施例2	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	108	497	37.5	462.0	≧1.0E+08	12.3
実施例3	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	220	490	37.0	465.0	≧1.0E+08	12.6
実施例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450	424	32.0	460.0	≧1.0E+08	14.4
実施例5	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	823	437	33.0	458.0	≧1.0E+08	13.9
実施例6	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	1530	437	33.0	457.0	≧1.0E+08	13.8
実施例7	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	3210	450	34.0	455.0	≧1.0E+08	13.4
実施例8	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	5980	530	40.0	450.0	≧1.0E+08	11.3
比較例1	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	0	609	47.0	460.0	≧1.0E+08	9.8
比較例2	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	6520	887	67.0	432.0	≧1.0E+08	6.4
比較例3	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	2.0	0	852	48.0	461.0	≧1.0E+08	9.6
比較例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	63.0	0	936	58.0	457.0	≧1.0E+08	7.9
実施例9	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	2.0	450	409	35.0	460.0	≧1.0E+08	13.1
実施例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450	424	32.0	460.0	≧1.0E+08	14.4
実施例10	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	63.0	450	464	35.0	455.0	≧1.0E+08	13.0
比較例5	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	0	450	649	49.0	460.0	≧1.0E+08	9.4
比較例6	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	119.0	450	689	52.0	400.0	≧1.0E+08	7.7
比較例7	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	0	43	623	47.0	463.0	≧1.0E+08	9.9
比較例8	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	0	5980	731	50.0	430.0	≧1.0E+08	8.6

表中、「mE+n」は「m×10⁺ⁿ」を意味する

【0065】

【表2】

表2

試料No.	組成							特性				
	主成分 (mol%)					副成分 (ppm)		P _{cV} (50kHz-150mT-140°C)	P _{cV} (1MHz-10mT-23°C)	B _s (4kA/m)	比抵抗	B _s /P _{cV} (1MHz)
	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	P	ZrO ₂	(kW/m ³)	(kW/m ³)	(mT)	(Ω·m)	
実施例11	48.0	0.1	24.8	2.3	24.8	7.0	450	712	37.0	470.0	≧1.0E+08	12.7
実施例12	48.0	0.1	23.1	4.0	24.8	7.0	450	813	35.0	465.0	≧1.0E+08	13.3
実施例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450	424	32.0	460.0	≧1.0E+08	14.4
実施例13	48.0	0.1	17.1	10.0	24.8	7.0	450	2358	31.0	458.0	≧1.0E+08	14.8
実施例14	48.0	0.1	12.1	15.0	24.8	7.0	450	3203	29.0	420.0	≧1.0E+08	14.5
実施例15	48.0	0.1	8.1	19.0	24.8	7.0	450	3895	35.0	400.0	≧1.0E+08	11.4
比較例9	48.0	0.1	25.1	2.0	24.8	7.0	450	638	48.0	470.0	≧1.0E+08	9.8
比較例10	48.0	0.1	7.1	20.0	24.8	7.0	450	4299	40.0	390.0	≧1.0E+08	9.8
実施例16	48.0	0.1	24.3	5.6	22.0	7.0	450	958	40.0	470.0	≧1.0E+08	11.8
実施例17	48.0	0.1	23.3	5.6	23.0	7.0	450	824	37.0	465.0	≧1.0E+08	12.6
実施例18	48.0	0.1	22.3	5.6	24.0	7.0	450	537	35.0	462.0	≧1.0E+08	13.2
実施例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450	424	32.0	460.0	≧1.0E+08	14.4
実施例19	48.0	0.1	20.8	5.6	25.5	7.0	450	415	32.0	458.0	≧1.0E+08	14.3
実施例20	48.0	0.1	20.3	5.6	26.0	7.0	450	435	31.5	455.0	≧1.0E+08	14.4
実施例21	48.0	0.1	19.3	5.6	27.0	7.0	450	414	36.0	450.0	≧1.0E+08	12.5
実施例22	48.0	0.1	18.8	5.6	27.5	7.0	450	408	40.0	440.0	≧1.0E+08	11.0
比較例11	48.0	0.1	25.3	5.6	21.0	7.0	450	561	48.0	470.0	≧1.0E+08	9.8
比較例12	48.0	0.1	17.8	5.6	28.5	7.0	450	458	44.0	430.0	≧1.0E+08	9.8

表中、「mE+n」は「m×10⁺ⁿ」を意味する

【0066】

【表 3】

表3

試料No.	組成								特性				
	主成分 (mol%)					副成分 (ppm)			Pcv (50kHz-150mT-140°C)	Pcv (1MHz-10mT-23°C)	Bs (4kA/m)	比抵抗	Bs/Pcv (1MHz)
	Fe ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	NiO	CuO	ZnO	P	ZrO ₂	WO ₃ (wt%)	(kW/m ³)	(kW/m ³)	(mT)	(Ω·m)	
実施例23	46.0	2.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450		653	39.5	450.0	≧1.0E+08	11.4
実施例24	46.5	1.6	21.5	5.6	24.8	7.0	450		538	38.0	455.0	≧1.0E+08	12.0
実施例25	47.0	1.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450		446	35.0	456.0	≧1.0E+08	13.0
実施例26	47.5	0.6	21.5	5.6	24.8	7.0	450		476	34.0	457.0	≧1.0E+08	13.4
実施例4	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450		424	32.0	460.0	≧1.0E+08	14.4
実施例27	48.5	0.1	21.0	5.6	24.8	7.0	450		571	34.0	462.0	≧1.0E+08	13.6
実施例28	49.0	0.1	20.5	5.6	24.8	7.0	450		568	38.0	465.0	≧1.0E+08	12.9
実施例29	49.2	0.1	20.3	5.6	24.8	7.0	450		538	36.0	470.0	≧1.0E+08	12.4
実施例30	49.5	0.1	20.0	5.6	24.8	7.0	450		492	39.0	475.0	≧1.0E+08	12.2
実施例31	49.89	0.01	19.7	5.6	24.8	7.0	450		492	39.5	479.0	≧1.0E+08	12.1
実施例32	48.1	0.0	21.5	5.6	24.8	7.0	450		420	40.0	462.0	≧1.0E+08	11.6
実施例33	48.0	0.1	21.5	5.6	24.8	7.0	450	0.05	418	37.5	461.0	≧1.0E+08	12.3
比較例13	50.1	0.1	19.4	5.6	24.8	7.0	0		484	52.0	480.0	1.0E+06	9.2
比較例14	50.1	0.1	19.4	5.6	24.8	7.0	450		480	50.5	480.0	1.0E+06	9.5
比較例15	49.8	2.1	17.7	5.6	24.8	7.0	450		415	48.0	455.0	1.0E+06	9.5
比較例16	45.9	2.1	21.6	5.6	24.8	7.0	450		461	46.0	456.0	≧1.0E+08	9.9
比較例17	45.9	0.1	21.6	5.6	24.8	7.0	450		459	46.0	453.0	≧1.0E+08	9.8
比較例18	49.0	2.2	18.4	5.6	24.8	7.0	450		553	75.0	460.0	1.0E+01	6.1
比較例19	51.0	0.0	18.6	5.6	24.8	7.0	450		343	83.0	460.0	1.0E+01	5.5
比較例20	48.6	1.0	21.6	4.0	24.7	7.0	0	0.05	176	47.0	445.0	≧1.0E+08	9.5

表中、「mE+n」は「m×10ⁿ」を意味する

10

20

【0067】

表1より、副成分であるPおよびZrO₂が両方含有され、かつ含有量が本発明の範囲内である場合（実施例1～10）、高周波領域（1MHz）において電力損失（Pcv）が良好となり、しかも高い飽和磁束密度（Bs）および比抵抗が得られる傾向にあることが確認された。これに対し、PまたはZrO₂の一方が含有されていない場合（比較例1、3～5、7および8）、あるいはPまたはZrO₂の含有量が本発明の範囲外となっている場合（比較例2および6）には、1MHzにおける電力損失が悪化する傾向が確認された。

【0068】

また、表2より、CuOおよびZnOの含有量が本発明の範囲外となる場合（比較例9～12）には、1MHzにおける電力損失が悪化する、あるいは飽和磁束密度が悪化する傾向が確認された。


30

【0069】

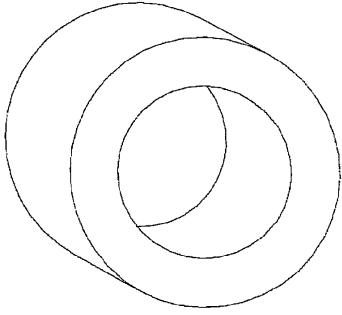
さらに、表3より、Fe₂O₃およびMn₂O₃の含有量が本発明の範囲外である場合（比較例13～19）には、1MHzにおける電力損失、飽和磁束密度および比抵抗の少なくとも1つが悪化していることが確認された。

【0070】

なお、副成分として、WO₃を0.05wt%含有させた場合（実施例33および比較例20）には、1MHzにおける電力損失にはほとんど影響がないことが確認された。

【 1】

 1



フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 守
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内
- (72)発明者 松野 謙一郎
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK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株式会社内
- (72)発明者 松井 繁樹
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内

審査官 武石 卓

- (56)参考文献 特開平04-337605(JP,A)
特開2003-321272(JP,A)
特開2003-100508(JP,A)
特開2006-298725(JP,A)
特開平10-007454(JP,A)
特開2006-273610(JP,A)
特開2005-109356(JP,A)
特開2002-198212(JP,A)
特開2001-006916(JP,A)
特開平05-326242(JP,A)
特開2005-255489(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| C04B | 35/30 |
| H01F | 1/34 |