

(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2010-58983

(P2010-58983A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 4 B 35/38 (2006.01)	C O 4 B 35/38	4 G O 1 8
H O 1 F 1/34 (2006.01)	H O 1 F 1/34	5 E O 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-223173 (P2008-223173)	(71) 出願人	591067794
(22) 出願日	平成20年9月1日(2008.9.1)		J F E ケミカル株式会社
			東京都台東区蔵前二丁目17番4号
		(74) 代理人	100080687
			弁理士 小川 順三
		(74) 代理人	100077126
			弁理士 中村 盛夫
		(72) 発明者	後藤 聡志
			東京都台東区蔵前二丁目17番4号 J F
			E ケミカル株式会社内
		(72) 発明者	菊地 孝宏
			東京都台東区蔵前二丁目17番4号 J F
			E ケミカル株式会社内
		F ターム (参考)	4G018 AA06 AA08 AA18 AA21 AA25
			AA31 AA39 AB02
			5E041 AB02 CA03 NN02 NN15

(54) 【発明の名称】 Mn-Zn系フェライト材料

(57) 【要約】

【課題】鉄損の極小値が100℃より高温度の120～140℃の温度範囲に存在し、130℃における鉄損の絶対値が極めて小さいMn-Zn系フェライト材料を提供する。

【解決手段】 Fe_2O_3 : 52.0～53.0mol%、 ZnO : 10.0～12.5mol%、残部がMnOおよび不可避免的不純物からなる基本成分組成を有するMn-Zn系フェライトにおいて、当該フェライトに対して、添加成分として SiO_2 : 50～500massppm、 CaO : 200～2000massppm、 Nb_2O_5 : 50～500massppm、 BeO : 10～100massppmおよび CaF_2 : 10～50massppmを含有することを特徴とする120℃以上の温度領域で低鉄損を示すMn-Zn系フェライト。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Fe_2O_3 : 52.0 ~ 53.0 mol %、 ZnO : 10.0 ~ 12.5 mol %、残部が MnO および不可避免的不純物からなる基本成分組成を有する Mn-Zn 系フェライトにおいて、当該フェライトに対して、添加成分として SiO_2 : 50 ~ 500 mass ppm、 CaO : 200 ~ 2000 mass ppm、 Nb_2O_5 : 50 ~ 500 mass ppm、 BeO : 10 ~ 100 mass ppm および CaF_2 : 10 ~ 50 mass ppm を含有することを特徴とする 120℃ 以上の温度領域で低鉄損を示す Mn-Zn 系フェライト。

【請求項 2】

最大磁束密度 200 mT、周波数 100 kHz で測定した鉄損極小温度が 120 ~ 140℃ の温度範囲にあり、130℃ における鉄損が 300 kW/m³ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の Mn-Zn 系フェライト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エネルギー鉄損の少ない Mn-Zn 系フェライトに関し、特に、スイッチング電源用トランスの磁心等に用いて好適な、100℃ よりも高温の 120 ~ 140℃ の温度領域で低鉄損を示す Mn-Zn 系フェライトに関するものである。

【背景技術】

【0002】

酸化物磁性材料は、一般に「フェライト」と総称されている。このフェライトは、Ba 系フェライトや Sr 系フェライト等の硬質磁性材料と、 Mn-Zn 系フェライトや Ni-Zn 系フェライト等の軟質磁性材料とに大分される。このうち、軟質磁性材料は、わずかな磁場に対しても容易に磁化するため、電源機器や通信機器、計測制御機器、磁気記録、コンピュータなどの広い分野で用いられている。この軟質磁性材料に要求される特性としては、保磁力が小さく、透磁率が高いこと、飽和磁束密度が大きく、低鉄損であることなどが挙げられる。

【0003】

また、軟磁性材料には、上記酸化物系のフェライト以外に、金属系の材料がある。この金属系軟磁性材料は、酸化物系のものと比べて飽和磁束密度が高いという特長を有する反面、電気抵抗が小さいため、高周波領域で使用する場合には、発生する渦電流に起因して鉄損が大きくなってしまいう問題がある。そのため、電子機器の小型化・高密度化の要請から使用周波数の高周波化が進んでいる近年においては、例えば、100 kHz 程度の高周波数帯域において用いられるスイッチング電源等には、金属系磁性材料を用いることはほとんど不可能となっている。

【0004】

このような背景から、高周波数帯域で用いられる電源用トランスの磁心材料には、従来から、鉄損の小さい（発熱の少ない） Mn-Zn 系フェライトが用いられてきた。しかし、この材料も、電気抵抗率が 0.01 ~ 0.05 Ω・m 程度と低いため、さらに電気抵抗を高めて渦電流損を低減し、全体としての鉄損が低くて発熱量を抑えることができる磁性材料の開発が望まれていた。

【0005】

このような要求に対して、例えば、特許文献 1 には、 Mn-Zn 系フェライトに、副成分として SiO_2 や CaO などの酸化物を微量添加して粒界に偏析させることにより、粒界抵抗を高めて、全体としての抵抗率を数 Ω・m 以上とすることにより、発熱を抑制する技術が開示されている。

【0006】

また、フェライトを電源用トランスに使用する場合に考慮しなければならないことは、フェライトが組み込まれた機器の使用時における温度（動作温度）と、フェライト自体の

10

20

30

40

50

鉄損に起因した発熱による温度上昇である。例えば、フェライトの鉄損が極小となる温度が室温付近にある場合には、発熱によって磁心の温度が上昇すると、鉄損が上昇し、それに伴ってさらに発熱が大きくなり、これが繰り返されて温度上昇が加速する、いわゆる熱暴走を起こす危険性があるからである。

【0007】

一方、従来のトランスの動作温度は、50～70℃付近であった。そこで、上記熱暴走の危険性を回避するため、従来のフェライトは、室温付近における鉄損の温度係数を負として温度上昇とともに鉄損を減少させると共に、鉄損が極小となる温度を約100℃とするような材料設計がなされている。しかし、鉄損極小温度が100℃程度の材料でも、何らかの原因で温度が100℃以上に上昇した場合には、やはり鉄損は増大して熱暴走を起こす危険性がある。

10

【0008】

特に最近では、電子機器の小型化に対応するため、電子部品の積載密度が高密度化しており、使用時の発熱による温度上昇がより大きくなる傾向にある。その結果、最近の電子部品は、これまで想定していなかった、100℃を超える120～140℃といった高温領域で使用される場合も出てきている。したがって、設計上の鉄損極小温度を、これまでの100℃付近から120℃以上、例えば、120～140℃程度とすることが検討されている。そのため、フェライトコアの鉄損の温度依存性も、これらの設計変更に対応させてやる必要がある。

【0009】

ところで、フェライトの鉄損を支配する因子の1つに、磁気異方性定数 K_1 がある。鉄損は、この磁気異方性定数 K_1 の温度変化にともなって変化し、 $K_1 = 0$ となる温度で極小となる。したがって、フェライトの鉄損の温度変化を小さくするには、磁気異方性定数 K_1 の温度依存性（鉄損温度係数）を小さくしてやる必要がある。

20

【0010】

磁気異方性定数 K_1 は、フェライトの主相であるスピネル化合物を構成する元素の種類によりほぼ決定され、 $Mn-Zn$ 系フェライトの場合、 Co イオンを導入することによりその温度依存性を小さくし、鉄損温度係数の絶対値を小さくすることができる（例えば、非特許文献1および2参照）。これにより、100℃付近での鉄損が小さく、かつ、その前後の温度範囲でも鉄損が比較的小さいフェライト材料を得ることが可能となる。しかし、 Co を加えることにより、鉄損極小温度が低下したり、あるいは、焼成温度や焼成雰囲気酸素濃度の僅かな変動によって、鉄損温度係数や極小温度が大きく変動したりするという別の問題が発生している。

30

【0011】

例えば、特許文献2には、 Fe_2O_3 、 ZnO 、 MnO を主成分とし、 CoO を0.01mol%以上0.5mol%未満含有する $Mn-Zn-Co$ 系フェライトにおいては、従来よりも広い温度範囲で $K_1 = 0$ となり、高い透磁率と低い損失が広い温度範囲で、実現できることが開示されている。しかし、特許文献2に記載されたフェライトは、同文献の第1図に示されているように、コア損失の極小温度が低温度側に移行しているため、最近のような120～140℃という高い動作温度では、温度上昇が加速して熱暴走を起こす危険性が解消されていない。

40

【特許文献1】特公昭36-002283号公報

【特許文献2】特公平04-033755号公報

【非特許文献1】「The effect of cobalt substitutions on some properties of manganese zinc ferrites」, A. D. Giles and F. F. Westendorp: J. Phys. D: Appl. Phys., 9 (1976) 2117

【非特許文献2】「Low-Loss Power Ferrites for Frequencies up to 500kHz」, T. G. W. Stijntjes and J. J. Roelofsma; Adv. Cer. 16 (1986) 493

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上記に説明したように、従来技術のフェライトはいずれも、電力損失の最小値を示す温度が100℃以下であり、120～140℃の高温領域で鉄損が最小値を示すものは開示されていない。また、たとえ鉄損極小温度が100℃以上のものであっても、その温度が高くなればなるほど、その極小温度での鉄損の絶対値が増大するため、100℃以上での熱暴走は抑えられても、肝心の損失値が大きくなるため、発熱問題を解決できていないという問題点がある。

【0013】

そこで、本発明は、電子部品が100℃を超えて120～140℃といった高温領域で使用されるようになってきている近年の状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、鉄損の極小値が100℃より高温の120～140℃の温度範囲に存在し、しかも、130℃における鉄損の絶対値が極めて小さいMn-Zn系フェライト材料を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

発明者らは、従来技術が抱える上記問題点を解決するため、基本成分である Fe_2O_3 、 ZnO および MnO の含有量が、鉄損とその極小温度に及ぼす影響について調査すると共に、添加成分として含有させる種々の金属酸化物や化合物が、最終コアの100℃以上の温度域における鉄損に及ぼす影響について鋭意研究を重ねた。

その結果、鉄損の極小温度は、フェライトの基本成分である Fe_2O_3 、 ZnO および MnO の組成により大きく変化するため、先ずそれらの組成を適性範囲に絞り込むと共に、その範囲に応じて添加成分の種類と含有量を最適化することにより、鉄損の極小温度が100℃以上でかつ低損失なフェライトを得ることができること、そしてさらに、120℃以上の高温領域で低損失のフェライトを得るには、添加成分として、従来公知の SiO_2 や CaO 等に加えてさらに、 BeO と CaF_2 を適正量添加することが有効であることを見出し、本発明を完成させた。

【0015】

すなわち、本発明は、 Fe_2O_3 ：52.0～53.0mol%、 ZnO ：10.0～12.5mol%、残部が MnO および不可避免的不純物からなる基本成分組成を有するMn-Zn系フェライトにおいて、当該フェライトに対して、添加成分として SiO_2 ：50～500massppm、 CaO ：200～2000massppm、 Nb_2O_5 ：50～500massppm、 BeO ：10～100massppmおよび CaF_2 ：10～50massppmを含有することを特徴とする120℃以上の温度領域で低鉄損を示すMn-Zn系フェライトである。

【0016】

本発明のMn-Zn系フェライトは、最大磁束密度200mT、周波数100kHzで測定した鉄損極小温度が120～140℃の温度範囲にあり、130℃における鉄損が300kW/m³以下であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、動作温度が120～140℃の高温領域でも鉄損の低いMn-Zn系フェライトを安定して得ることができる。したがって、本発明の上記フェライトは、120℃以上の高温で使用されるスイッチング電源のトランスコア材等に用いて好適である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明のMn-Zn系フェライトは、飽和磁束密度、キュリー温度、鉄損および鉄損極小温度を最適化する観点から、 Fe_2O_3 ：52.0～53.0mol%、 ZnO ：10.0～12.5mol%、残部が主として MnO からなる基本成分組成を有するものであ

10

20

30

40

50

る。以下、上記組成範囲に制限する理由について、具体的に説明する。

【0019】

Fe_2O_3 : 52.0 ~ 53.0 mol %

Fe_2O_3 は、鉄損の極小温度を120℃以上とするためには、52.0 mol %以上とする必要がある。しかし、53.0 mol %を超えると、却って、室温付近での鉄損が大きくなり過ぎるため、上限を53.0 mol %とする。好ましくは、52.3 ~ 52.7 mol %の範囲である。

【0020】

ZnO : 10.0 ~ 12.5 mol %

軟磁性フェライトに求められる磁気特性としては、前述したように、飽和磁束密度が大きいこと、キュリー温度が高いこと、鉄損が小さいことおよび透磁率が高いことが挙げられる。このうち、飽和磁束密度とキュリー温度は、基本成分である MnO 、 ZnO および Fe_2O_3 の比でほぼ決定される。 ZnO の量が少ない領域においては、 ZnO 量が増加するに伴って飽和磁束密度は増加するが、同時にキュリー温度も低下する。 ZnO が10.0 mol %より少ないと、鉄損値が高く透磁率も向上しなくなる。一方、鉄損が極小となる温度も、先に述べたように、基本成分の比によりほぼ決まり、 ZnO 量が12.5 mol %より多いと極小温度が大きく低温側にシフトする。したがって、鉄損極小温度を120 ~ 140℃の範囲にするには、 ZnO 量を10.0 ~ 12.5 mol %とする必要がある。なお、より高い透磁率を得るには、11.0 ~ 12.5 mol %の範囲が好ましい。

【0021】

MnO : 基本成分の残部

本発明のフェライトは、 $\text{Mn}-\text{Zn}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 三元系フェライトであり、上記 Fe_2O_3 、 ZnO 以外の残部の基本成分は、 MnO である。

【0022】

また、本発明の $\text{Mn}-\text{Zn}$ 系フェライトは、上記基本成分のほかに、下記の添加成分を含有する必要がある。すなわち、本発明のフェライトの基本成分である Fe_2O_3 、 ZnO 、 MnO は、スピネル構造を形成するものであり、これにスピネルを形成しない、 SiO_2 や CaO 、 Ta_2O_5 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 V_2O_5 等の微量成分を添加することにより、鉄損の小さい高性能な $\text{Mn}-\text{Zn}$ 系フェライトを得ることができる。中でも、 SiO_2 、 CaO および Nb_2O_5 の複合添加は鉄損低減に効果的である。

【0023】

SiO_2 : 50 ~ 500 mass ppm

SiO_2 は、 CaO とともに粒界に高抵抗相を形成して、鉄損を低減するのに寄与する。しかし、添加量が50 mass ppm未満ではその効果は小さく、一方、500 mass ppmを超えて含有すると、焼結時に異常粒成長を起こして鉄損を大幅に増大させる。よって、 SiO_2 は50 ~ 500 mass ppmの範囲で添加する。なお、異常粒の発生を確実に防止するには50 ~ 300 mass ppmの範囲が好ましい。

【0024】

CaO : 200 ~ 2000 mass ppm

CaO も、 SiO_2 と共存した場合、粒界抵抗を高めて低鉄損化するのに寄与する。しかし、添加量が200 mass ppm未満では、その効果は小さく、一方、2000 mass ppmより多くなると、鉄損は逆に増大する。したがって、 CaO は200 ~ 2000 mass ppmの範囲で添加する。なお、鉄損の増大を確実に抑制するには、 CaO の添加量は50 ~ 300 mass ppmの範囲が好ましい。

【0025】

Nb_2O_5 : 50 ~ 500 mass ppm

Nb_2O_5 は、 SiO_2 および CaO の共存下で、比抵抗の増大に有効に寄与するが、含有量が50 mass ppmに満たないと、その効果に乏しく、一方、500 mass ppmを超えると、逆に鉄損の増大を招く。よって、 Nb_2O_5 は50 ~ 500 mass p

ppmの範囲で添加する。鉄損の増大を抑制するには、好ましくは50～300mass ppmの範囲である。

【0026】

BeO：10～100mass ppm

上記のように、本発明のMn-Zn系フェライトは、基本成分であるFe₂O₃、ZnOおよびMnOの組成を上記範囲に制御することに加えて、添加成分としてSiO₂、CaOおよびNb₂O₅を適正量複合添加することが必要である。しかし、120℃以上の高温領域で、低鉄損を安定して実現するには、さらに、添加成分としてBeOを添加することが効果的である。BeOが、最終焼結体であるMn-Zn系フェライトの磁気特性、特に120℃以上の高温領域における鉄損や透磁率に影響を及ぼす機構については、まだ十分に解明されていないが、BeOは、比抵抗が高く、低い比誘電率と誘電損失とを有する酸化物であるため、最終焼結体の特性、特に120℃以上の高温側での鉄損や透磁率に好影響を及ぼすものと考えられる。上記効果を得るには、BeOは10mass ppm以上添加する必要がある、一方、100mass ppmを超えて添加すると、異常粒成長が起こり、却って鉄損の大幅な増大を招くおそれがある。よって、BeOは10～100mass ppmの範囲で添加する。異常粒の発生を確実に抑えるには、10～50mass ppmの範囲が好ましい。

10

【0027】

CaF₂：10～50mass ppm

CaF₂は、コアロスの低減に極めて効果的な成分である。その理由は、明確にはなっていないが、F元素が結晶粒成長と焼成中に取り込まれる酸素の量を抑えるためと考えられる。この効果は、CaF₂の添加量が10mass ppmより少ないと十分に発現せず、一方、50mass ppmより多いと、逆に異常粒成長を起こして鉄損を増大させるおそれがある。よって、CaF₂は10～50mass ppmの範囲で添加する。異常粒発生を確実に抑えるためには、好ましくは10～30mass ppmの範囲である。

20

【0028】

本発明のMn-Zn系フェライトは、上記基本成分および添加成分以外の残部は、不可避免的不純物である。

【0029】

次に、本発明に係るMn-Zn系フェライトの製造方法について、説明する。

30

本発明のMn-Zn系フェライトは、まず基本成分組成が本発明の規定する所定比率となるようFe₂O₃、ZnOおよびMnOの粉末原料を秤量し、これらを十分に混合したのち仮焼し、得られた仮焼粉を粉砕する。次いで、上記仮焼粉に、上述したSiO₂やCaO、Nb₂O₅、BeO、CaF₂等の微量添加成分を、本発明が規定する所定の比率となるよう加えて、さらに粉砕する。この粉砕作業においては、添加した成分の濃度に偏りがないよう、十分に均質化する必要がある。その後、粉砕した仮焼粉の粉末に、ポリビニルアルコール等の有機物バインダーを添加し、造粒し、圧力を加えて所定の形状に成形し、その後、適宜の条件で焼成し、焼結体とする。

【0030】

かくして得られた本発明のMn-Zn系フェライトは、従来のMn-Zn系フェライトでは不可能であった、120～140℃の高温領域において鉄損が極小となり、かつ、130℃における鉄損が300kW/m³以下という極めて鉄損の低いフェライトとなる。

40

【実施例】

【0031】

Fe₂O₃、ZnOおよびMnOの基本成分が表1および表2に示した組成となるよう原料を混合した後、930℃で3時間仮焼し、粉砕して仮焼粉とし、この仮焼粉に、添加成分として種々の量のBeO、CaF₂、SiO₂、CaOおよびNb₂O₅を表1および表2に併記した量となるよう添加し、ボールミルで10時間粉砕した。その後、この粉砕粉にバインダーとしてポリビニルアルコールを添加し、造粒した後、外径31mm×内径19mm×高さ7mmのリング状に加圧成形した。その後、その成形体を、酸素分圧

50

を 1 ～ 5 v o l % の範囲に制御した窒素・空気混合ガス中で 1 3 0 0 °C × 5 時間の焼成を施し、焼結体とした。この際、焼成時の 5 0 0 °C から 1 3 0 0 °C までの昇温速度は 6 5 0 °C / h r とした。

【 0 0 3 2 】

【表 1】

No.	基本成分 (mol%)			添加成分 (massppm)					鉄損特性 (100kHz、200mT)		備 考
	Fe ₂ O ₃	ZnO	MnO	BeO	CaF ₂	SiO ₂	CaO	Nb ₂ O ₅	鉄損極小温度 (°C)	鉄損at120°C (kW/m ³)	
1	52.52	10.26	37.22	67	15	120	1470	55	132	279	発明例
2	52.68	11.11	36.21	27	33	70	1080	460	127	258	発明例
3	52.40	11.96	35.64	76	49	180	760	485	124	267	発明例
4	52.82	10.08	37.10	57	45	130	1560	380	123	258	発明例
5	52.86	10.32	36.82	31	42	470	1310	385	136	254	発明例
6	52.68	10.12	37.20	71	24	230	690	245	133	266	発明例
7	52.53	10.87	36.60	78	19	60	720	235	126	263	発明例
8	52.93	10.08	36.99	15	11	210	1810	355	138	252	発明例
9	52.42	10.98	36.60	28	46	55	1800	475	126	263	発明例
10	52.05	12.39	35.56	60	23	110	1810	300	125	252	発明例
11	52.27	12.28	35.45	99	49	310	330	350	126	291	発明例
12	52.57	10.34	37.09	35	24	250	1630	175	139	263	発明例
13	52.26	12.44	35.30	38	24	410	1910	360	120	278	発明例
14	52.61	10.36	37.03	26	40	400	1560	445	134	263	発明例
15	52.23	11.82	35.95	78	14	310	1780	200	124	292	発明例
16	52.32	11.37	36.31	11	44	430	1430	370	137	273	発明例
17	52.94	10.03	37.03	19	23	140	750	235	123	292	発明例
18	52.52	11.80	35.68	75	32	220	1000	330	134	275	発明例
19	52.11	12.42	35.47	13	41	230	1570	410	121	255	発明例
20	52.82	10.19	36.99	28	15	400	220	260	127	270	発明例
21	52.72	10.03	37.25	73	42	220	590	265	139	256	発明例
22	52.09	12.19	35.72	60	50	120	500	155	131	259	発明例
23	52.50	10.69	36.81	76	16	130	1400	65	135	298	発明例
24	52.81	10.35	36.84	25	47	250	1150	100	120	275	発明例

【表 2】

No.	基本成分 (mol %)			添加成分 (massppm)					鉄損特性 (100kHz, 200mT)		備 考
	F e ₂ O ₃	Z n O	M n O	B e O	C a F ₂	S i O ₂	C a O	N b ₂ O ₅	鉄損極小温度 (°C)	鉄損 at120°C (k W / m ³)	
25	52.05	11.68	36.27	50	<u>60</u>	70	1470	90	128	414	比較例
26	52.26	12.49	35.25	<u>145</u>	19	130	1310	340	92	354	比較例
27	52.73	11.73	35.54	75	<u>57</u>	230	720	105	92	353	比較例
28	52.74	11.51	35.75	<u>349</u>	40	240	1800	315	137	429	比較例
29	52.47	11.69	35.84	<u>0</u>	23	410	1790	175	150	450	比較例
30	52.85	12.46	34.69	12	<u>8</u>	440	1780	395	108	379	比較例
31	52.10	12.42	35.48	<u>4</u>	36	230	1570	495	112	386	比較例
32	52.07	11.87	36.06	27	<u>5</u>	130	590	300	137	428	比較例
33	51.80	12.50	35.70	58	43	70	1650	200	138	429	比較例
34	<u>53.20</u>	12.38	34.42	29	41	390	610	325	113	389	比較例
35	52.28	<u>9.90</u>	37.82	46	20	240	1660	320	110	383	比較例
36	52.12	<u>12.60</u>	35.28	68	16	160	500	<u>35</u>	147	446	比較例
37	<u>51.95</u>	10.95	37.10	71	14	280	620	250	144	440	比較例
38	<u>53.11</u>	12.55	34.34	99	19	200	230	150	149	448	比較例
39	52.58	12.01	35.41	71	40	<u>40</u>	1060	410	112	387	比較例
40	52.01	12.07	35.92	31	29	<u>510</u>	520	400	138	429	比較例
41	52.40	11.66	35.94	74	27	70	<u>170</u>	80	141	435	比較例
42	52.41	11.54	36.05	84	10	200	<u>2200</u>	115	91	352	比較例
43	52.64	11.87	35.49	58	43	210	800	<u>40</u>	132	420	比較例
44	52.59	11.62	35.79	48	33	410	1220	<u>550</u>	116	393	比較例
45	52.27	12.49	35.24	<u>9</u>	38	<u>47</u>	<u>160</u>	<u>45</u>	109	381	比較例
46	52.22	11.70	36.08	105	22	520	2100	525	137	428	比較例

【0034】

上記のようにして得たリング状試料（焼成体）に、1次側：5巻、2次側：5巻の巻線

10

20

30

40

50

を施し、交流BHループトレーサを用いて、周波数100kHzで磁束密度200mTまで励磁したときの鉄損を25～140℃の温度範囲で測定した。

【0035】

上記測定結果に基づき、鉄損が極小となる温度と、130℃における鉄損値を表1および表2に併記して示した。ここで、表1のNo. 1～24は本発明に適合する成分組成を有する発明例を、また、表2のNo. 25～46は、本発明の範囲から外れた比較例を示したものである。表1、2からわかるように、 Fe_2O_3 、 ZnO および MnO の基本組成と SiO_2 、 CaO および Nb_2O_5 の添加成分の組成を適切に選んだ上で、さらに、 BeO を10～100massppm、 CaF_2 を10～50massppmの範囲で添加した本発明例のMn-Zn系フェライトは、いずれも、最大磁束密度200mT、周波数100kHzで測定した鉄損極小温度が120～140℃の範囲にあり、かつ、130℃における鉄損が300kW/m³以下となっており、120℃以上の高温度域でも鉄損の低いMn-Zn系フェライト材が安定して得られている。

10

これに対して、本発明の成分組成を満たさない比較例のMn-Zn系フェライトは、いずれも、鉄損極小温度が120～140℃の範囲にないか、あるいは、130℃における鉄損が300kW/m³超えのものしか得られていない。

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明のフェライトは、120℃以上の高温度域における鉄損が小さいため、動作温度が通常の電子機器よりも高温となる自動車用の各種電源トランスコアやチョークコイル等にも適用することができる。

20