(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2005-247652
(P2005-247652A)
(43)公開日　平成17年9月15日(2005.9.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
C04B 35/38	C04B 35/38	Z	4G018
H01F 1/34	H01F 1/34	B	5E041
H01F 27/255	H01F 27/24	D	

審査請求 有　請求項の数 13　ＯＬ　（全 20 頁）

(21)出願番号　特願2004-62027(P2004-62027)
(22)出願日　平成16年3月5日(2004.3.5)

(71)出願人　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号
(74)代理人　100097180
弁理士　前田　均
(74)代理人　100099900
弁理士　西出　眞吾
(74)代理人　100111419
弁理士　大倉　宏一郎
(74)代理人　100117927
弁理士　佐藤　美樹
(72)発明者　坂野　伸一
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】トランス、トランス用磁心、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトおよびその製造方法

(57)【要約】
【課題】　高周波数（たとえば、５００ｋＨｚ以上）における電力損失の低いＭｎ－Ｚｎ系フェライトを提供すること。
【解決手段】　主成分として、Fe_2O_3を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下、およびＺｎＯを０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満含有し、残部が実質的にＭｎＯであるＭｎ－Ｚｎ系フェライトであって、副成分として、前記フェライト全体に対して、Li_2Oを０．０１～０．１７重量％、ＣａＯを０．０５～０．２８重量％、およびSiO_2を０．００５～０．０４重量％含有し、前記フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径が、３～８μｍであることを特徴とするＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【選択図】　なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
主成分として、Fe_2O_3を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下、およびＺｎＯを０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満含有し、残部が実質的にＭｎＯであるＭｎ－Ｚｎ系フェライトであって、
副成分として、前記フェライト全体に対して、Li_2Oを０．０１～０．１７重量％、ＣａＯを０．０５～０．２８重量％、およびSiO_2を０．００５～０．０４重量％含有し、
前記フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径が、３～８μｍであることを特徴とするＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項２】
前記副成分として、前記フェライト全体に対して、Ta_2O_5を０．００５～０．１重量％、および／またはNb_2O_5を０．００３～０．０６重量％、さらに含有する請求項１に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項３】
前記副成分として、前記フェライト全体に対して、TiO_2を０．０１～０．６重量％、および／またはSnO_2を０．０２～１．１重量％、さらに含有する請求項１または２に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項４】
測定温度８０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、３００ｋＷ／m^3未満であり、かつ、
測定温度１２０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、４００ｋＷ／m^3未満である請求項１～３のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項５】
請求項１～４のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトで構成してあるトランス用磁心。
【請求項６】
請求項５に記載のトランス用磁心の回りにコイルが巻回してあるトランス。
【請求項７】
請求項１～４のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトを製造する方法であって、１１００～１２５０℃の温度で焼成することを特徴とするＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、トランス、トランス用磁心、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトおよびその製造方法に係り、さらに詳しくは、高周波数帯域においても、電力損失(コアロス)の小さいＭｎ－Ｚｎ系フェライトおよびその製造方法、並びに、該フェライトで構成してあるトランス用磁心、およびトランスに関する。
【背景技術】
【０００２】
Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトは、高周波数帯域での初透磁率の低下や電源トランスとしたときの電力損失の増大が少ないため、通信用伝送トランス用およびスイッチング電源用トランス用として主要な磁性材料である。
【０００３】
一方、近年の電子機器の小型化、軽量化により、使用周波数の高周波化が進んでおり、たとえば、通信用、スイッチング電源用等として用いられるトランス、あるいは、トランスに使用される磁心についても高周波数化への対応が要求されている。
【０００４】

一般に、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトは、１００ｋＨｚ程度の周波数帯において、特に、高透磁率および低損失を示す材料である。しかしながら、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトは、周波数が高くなるに伴い電力損失が大きくなるという傾向を示し、たとえば、５００ｋＨｚ以上の高周波数帯（たとえば、５００ｋＨｚ以上）において、電力損失が甚大となるという問題があった。したがって、特に、近年の高周波数化への要求に応えるために、たとえば、５００ｋＨｚ以上の高周波数帯においても、低損失を示すＭｎ－Ｚｎ系フェライトが、切望されている。

【０００５】

高周波数帯域において、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトの電力損失を低減させる方法として、フェライト組成中のFe_2O_3の含有量を増加させる方法が知られている。しかしながら、Fe_2O_3の含有量を増加させると、損失極小温度以上で急激に損失が増大するという問題点と、電力損失が極小となる温度が低温側にシフトしてしまうという問題点とがある。

【０００６】

損失極小温度以上で急激に損失が増大するという問題点については、フェライト組成中のＺｎＯの含有量を増加させるという方法により改善することが可能である。しかしながら、ＺｎＯの含有量を増加させると、電力損失が極小となる温度が、さらに低温側にシフトしてしまうため、いずれにしても、実使用温度領域において、低損失を実現することは、困難であった。

【０００７】

電力損失が極小となる温度の低温側へのシフトを抑制する方法として、たとえば特許文献１では、一定組成を有するＭｎ－Ｚｎ系フェライトにLi_2CO_3を添加する方法が提案されている。この文献によると、周波数１００ｋＨｚ、励磁磁束密度２００ｍＴ程度において良好な特性を有し、パワートランス用として好適なフェライトが開示されている。しかしながら、この文献記載のフェライトは、１００ｋＨｚ程度の周波数においては、良好な特性を有するが、たとえば５００ｋＨｚ以上の高周波数においては、損失が高くなる傾向にある。特に、この文献においては、フェライト焼結体を構成する粒子の結晶粒径を制御するという観点から検討が行われていないため、高周波数化への対応が、非常に困難である。

【０００８】

一方、特許文献２には、０．１重量％以下のLi_2Oを含有するＭｎ－Ｚｎ系のフェライトが開示されている。この文献記載によると、フェライトを構成する組成を一定範囲とすることにより、５００ｋＨｚまでの周波数範囲において、損失を低減することができるという旨が記載されている。しかしながら、この文献記載のフェライト組成では、５００ｋＨｚまでの周波数範囲においては、低損失を達成することは可能であるが、主成分組成中のFe_2O_3の含有量が少ないため、５００ｋＨｚを超える高周波数においては、損失が増大する傾向にあり、高周波数化への対応が困難であった。

【０００９】

【特許文献１】特開２００１－１５５９１５号公報

【特許文献２】特開２００２－３５３０２３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

本発明は、このような実状に鑑みてなされ、その目的は、高周波数（たとえば、５００ｋＨｚ以上）においても、電力損失の低いＭｎ－Ｚｎ系フェライト、およびその製造方法を提供することを目的とする。さらに、本発明は、上記特性を有するＭｎ－Ｚｎ系フェライトから構成されるトランス用磁心、およびトランスを提供することも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明者等は、所定組成を有するＭｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、副成分として、Ｌ

Li_2Oを０．０１～０．１７重量％添加し、かつ焼結後のフェライトを構成する粒子の平均結晶粒径を３～８μｍに制御することにより、上記目的を達成できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【００１２】

すなわち、本発明のＭｎ－Ｚｎ系フェライトは、

主成分として、Fe_2O_3を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下、およびＺｎＯを０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満含有し、残部が実質的にＭｎＯであるＭｎ－Ｚｎ系フェライトであって、

副成分として、前記フェライト全体に対して、Li_2Oを０．０１～０．１７重量％、ＣａＯを０．０５～０．２８重量％、およびSiO_2を０．００５～０．０４重量％含有し、

前記フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径が、３～８μｍであることを特徴とする。

【００１３】

本発明においては、副成分としてLi_2Oを０．０１～０．１７重量％添加することにより、Fe_2O_3およびＺｎＯの含有量を増加させた際に問題となる電力損失の極小温度の低温側へのシフトを、有効に防止することができる。さらに、本発明においては、Fe_2O_3、ＺｎＯおよびLi_2Oの含有量を上記所定範囲とし、かつ、フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径を３～８μｍに制御することにより、高周波数（たとえば、５００ｋＨｚ以上）における電力損失の低減が可能となる。

【００１４】

なお、本発明者等の知見によると、ＮｉＯ、ＭｇＯ等も、Fe_2O_3およびＺｎＯの含有量を増加させた際に問題となる電力損失の低温側へのシフトを、緩和する効果を有するが、電力損失の低減、特に高周波数帯域における電力損失の低減を実現する為には、Li_2Oの添加が好適である。

【００１５】

本発明に係るＭｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、好ましくは、

前記副成分として、前記フェライト全体に対して、Ta_2O_5を０．００５～０．１重量％、および／またはNb_2O_5を０．００３～０．０６重量％、さらに含有する。

【００１６】

Ta_2O_5、Nb_2O_5は、ＣａＯやSiO_2との共存下で、主として粒界に析出して電気抵抗を上昇させ、渦電流損失を低減する効果を有し、上記所定量のTa_2O_5および／またはNb_2O_5を、副成分として、さらに添加することにより、さらなる電力損失の低減を図ることが可能となる。

【００１７】

本発明に係るＭｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、好ましくは、

前記副成分として、前記フェライト全体に対して、TiO_2を０．０１～０．６重量％、および／またはSnO_2を０．０２～１．１重量％、さらに含有する。

【００１８】

TiO_2、SnO_2は、Fe^{2+}およびFe^{3+}間の電子のホッピング伝導を抑制し、電力損失を低減する効果を有し、上記所定量のTiO_2および／またはSnO_2を、副成分として、さらに添加することにより、さらなる電力損失の低減を図ることが可能となる。

【００１９】

本発明に係るＭｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、好ましくは、

測定温度８０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、３００ｋＷ／m^3未満であり、かつ、

測定温度１２０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、４００ｋＷ／m^3未満である。

【００２０】
本発明のトランス用磁心は、上記いずれかのＭｎ－Ｚｎ系フェライトで構成されている。
【００２１】
本発明のトランスは、上記のトランス用磁心の回りにコイルを巻線することにより、作製される。
【００２２】
本発明のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法は、上記いずれかのＭｎ－Ｚｎ系フェライトを製造する方法であって、１１００～１２５０℃の温度で焼成することを特徴とする。
【発明の効果】
【００２３】
本発明によると、所定組成を有するＭｎ－Ｚｎ系フェライトにおいて、副成分として、Li_2Oを０．０１～０．１７重量％添加し、かつ焼結後のフェライトを構成する粒子の平均結晶粒径を３～８μｍに制御することにより、高周波数帯域（たとえば、５００ｋＨｚ以上）において、電力損失の低減されたＭｎ－Ｚｎ系フェライトおよびその製造方法を提供することができる。また、本発明のＭｎ－Ｚｎ系フェライトをトランス用磁心、あるいは、該トランス用磁心の回りにコイルを巻線することにより得られるトランスに使用することにより、上記特性を有するトランス用磁心およびトランスを提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２４】
以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。
図１は本発明の一実施形態に係るトランス用磁心である。
【００２５】
本実施形態のトランス用磁心としては、図１に示したトロイダル型のほか、ＦＴ型、ＥＴ型、ＥＩ型、ＵＵ型、ＥＥ型等を例示することができる。このトランス用磁心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。
【００２６】
本実施形態のトランス用磁心は、本発明のＭｎ－Ｚｎ系フェライトで構成されている。
本発明のＭｎ－Ｚｎ系フェライトは、Fe_2O_3およびＺｎＯを含有し、残部が実質的にＭｎＯからなる主成分と、副成分として、Li_2O、ＣａＯ、SiO_2を含有するフェライト組成物から構成される。
【００２７】
Fe_2O_3の含有量は、５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下であり、好ましくは５５．５ｍｏｌ％以上、５７ｍｏｌ％以下である。Fe_2O_3の含有量が少な過ぎると、高周波帯域、特に５００ｋＨｚ以上の周波数帯域において、電力損失が増大してしまう傾向にある。また、含有量が多過ぎると、損失極小温度以上で急激に損失が増大し、磁心の温度の上昇により、電力損失が急激に増大してしまう傾向にある。
【００２８】
ＺｎＯは、その含有量を調整することにより、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトの周波数特性を制御することができる。ＺｎＯの含有量は、０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満であり、好ましくは２ｍｏｌ％以上、７ｍｏｌ％以下である。ＺｎＯの含有量が多過ぎると、高周波帯域での電力損失が増大する傾向にある。
【００２９】
Li_2Oは、電力損失が極小となる温度を、高温側にシフトさせる効果がある。Li_2Oの含有量は、フェライト全体に対して、０．０１～０．１７重量％である。Li_2Oの含有量が少な過ぎると、上記効果が得られなくなる傾向にあり、含有量が多過ぎると、電力損失が増大する傾向にある。
【００３０】
ＣａＯは、粒界層を高抵抗化し、電力損失を低減する効果を有する。ＣａＯの含有量は

、フェライト全体に対して、０．０５～０．２８重量％であり、好ましくは０．０７～０．１７重量％である。ＣａＯの含有量が少な過ぎると、上記効果が得られなくなる傾向にあり、含有量が多過ぎると、フェライトの焼結性が低下し、電力損失が増大する傾向にある。

【００３１】

SiO_2 は、フェライトの焼結を促進する効果を有する。SiO_2 の含有量は、フェライト全体に対して、０．００５～０．０４重量％であり、好ましくは０．０１～０．０３重量％である。SiO_2 の含有量が少な過ぎると、上記効果が得られなくなる傾向にあり、含有量が多過ぎると、焼成過程で異常粒成長を引き起こし、所望の特性を得ることができなくなる傾向にある。

【００３２】

本実施形態においては、副成分として、好ましくはTa_2O_5、Nb_2O_5、TiO_2 およびSnO_2 から選ばれる一種以上を、さらに含有する。Ｍｎ－Ｚｎフェライトを構成するフェライト組成物を、上記組成とし、さらに、Ta_2O_5、Nb_2O_5、TiO_2 およびSnO_2 から選ばれる一種以上を含有することにより、高周波数帯域における電力損失のさらなる低減が可能となる。

【００３３】

Ta_2O_5、Nb_2O_5 は、ＣａＯやSiO_2 との共存下で、主として粒界に析出して電気抵抗を上昇させ、渦電流損失を低減する効果を有する。Ta_2O_5 の含有量は、フェライト全体に対して、好ましくは０．００５～０．１重量％であり、より好ましくは０．０４～０．０８重量％である。また、Nb_2O_5 の含有量は、好ましくは０．００３～０．０６重量％であり、より好ましくは０．０２～０．０４重量％である。

Ta_2O_5 やNb_2O_5 の含有量が少な過ぎると、上記効果が得られなくなる傾向にあり、含有量が多過ぎると、異常粒が発生したり、焼結密度が低下する傾向にある。

【００３４】

TiO_2、SnO_2 は、Fe^{2+}およびFe^{3+}間の電子のホッピング伝導を抑制し、電力損失を低減する効果を有する。TiO_2 の含有量は、フェライト全体に対して、好ましくは０．０１～０．６重量％であり、より好ましくは０．０５～０．４重量％である。また、SnO_2 の含有量は、好ましくは０．０２～１．１重量％であり、より好ましくは０．１０～０．８重量％である。

TiO_2 やSnO_2 の含有量が少な過ぎると、上記効果が得られなくなる傾向にあり、含有量が多過ぎると、焼結密度が低下し、電力損失が増大する傾向にある。

【００３５】

また、本実施形態において、焼結後のＭｎ－Ｚｎ系フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径を３～８μｍに制御することが望ましく、好ましくは４～７μｍである。平均結晶粒径を、このような粒径範囲とすることにより、特に、高周波数において問題となる渦電流損失（Ｐｅｖ）や、残留損失（Ｐｒｖ）を低減することができ、結果として、高周波数における電力損失（Ｐｃｖ）の低減が可能となる。平均結晶粒径が、大き過ぎても、また小さ過ぎても、高周波数帯域における電力損失が悪化する傾向にある。なお、平均結晶粒径の制御は、焼成時の高温保持工程における焼成温度、焼成時間または、酸素分圧等を調製することにより行うことができる。

【００３６】

なお、本発明において、フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径は、たとえば、以下に説明する方法により、測定することが可能である。

まず、画像解析によりフェライトを構成する個々の粒子の断面積を求める。次いで、個々の粒子の断面積と同じ断面積を有する円の直径の長さを求める。そして、この直径の値にπ／２を乗じることにより算出される値を、個々の粒子の結晶粒径とし、この平均を計算することにより、平均結晶粒子径を算出する。すなわち、この方法においては、粒子の

形状を球と仮定することにより平均結晶粒径を算出する。

【００３７】

本発明の特徴点は、主成分中のFe_2O_3およびＺｎＯを上記所定範囲とし、かつ、副成分としてLi_2Oを、フェライト全体に対して、０．０１～０．１７重量％添加し、かつ、フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径を、３～８μｍに制御する点にある。フェライト組成およびフェライト粒子を上記所定範囲とすることにより、Fe_2O_3およびＺｎＯの含有量を増加させた際に問題となる電力損失の極小温度の低温側へのシフトを、有効に防止することができ、かつ、高周波数（たとえば、５００ｋＨｚ以上）における電力損失の低減が可能となる。したがって、本発明によると、Ｍｎ－Ｚｎ系フェライトの測定温度８０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失を、３００ｋＷ／m^3未満とし、かつ、測定温度１２０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、４００ｋＷ／m^3未満とすることができる。

【００３８】

本実施形態のＭｎ－Ｚｎ系フェライトを製造する方法としては、まず、各原料粉末を秤量・混合し、これを仮焼し、仮焼物を所定の平均粒径、粒度分布になるように粉砕し、次いで、粉砕材料を造粒し、造粒物を所定の形状に成形する。その後、この成形体を焼成し、焼成により得られた焼結体に加工を行い、この加工を行った焼結体を適切な酸素分圧中、所定の温度で熱処理を施すことにより製造される。

以下、製造方法について具体的に説明する。

【００３９】

まず、出発原料として、上記した各酸化物あるいは焼成後にこれらの酸化物となる原料を用意する。焼成後に酸化物になる化合物としては、たとえば、炭酸塩、ハロゲン化合物、シュウ酸塩、硝酸塩、水酸化物、有機金属化合物等が挙げられる。なお、必要に応じて、副成分として種々の化合物を添加することができる。このような副成分の添加時期としては、特に限定はされないが、たとえば配合時、仮焼後の粉砕時等が挙げられる。

【００４０】

用意した出発原料を秤量し、焼成後の最終的な組成において、目的の組成となるように調整する。

【００４１】

なお、原料混合物中には、原料中の不可避的不純物元素が含まれ得る。このような元素としては、Ｂ、Ａｌ、Ｓｉ、Ｐ、Ｃａ、Ｃｒ、Ｃｏ、Ｎａ、Ｋ、Ｓ、Ｃｌなどが挙げられる。電力損失や磁気特性への影響を抑えるためには、これら各元素の組成物全体に対する重量比率が５００ｐｐｍ以下であることが好ましい。

【００４２】

次いで、秤量した主成分の出発原料と、必要に応じて秤量した副成分とを混合し、仮焼する。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。仮焼は酸化性雰囲気中、通常は空気中で行われる。仮焼温度は８００～１０００℃、仮焼時間は１～３時間とすることが好ましい。

【００４３】

次いで、上記にて得られた仮焼き材料に、必要に応じて秤量した副成分を添加し、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を製造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。

【００４４】

次いで、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、乾燥する方法である。

【００４５】

次いで、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。

【００４６】

次いで、成形体の本焼成を行い、焼結体（本実施形態のＭｎ－Ｚｎ系フェライト）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。本実施形態においては、本焼成の高温保持工程における安定温度（焼成温度）を１１００～１２５０℃、好ましくは１１５０～１２５０℃とする。焼成温度が低すぎると、焼結が不十分となり、電力損失が悪化する傾向にあり、焼成温度が高すぎると、結晶粒子径が大きくなりすぎて、高周波数における電力損失が増大する傾向にある。

【００４７】

なお、その他の本焼成の条件としては、好ましくは、昇温速度：５０～３００℃／ｈｒ、焼成時間：２～８時間程度、焼成雰囲気：酸素濃度を制御した雰囲気とする。

【００４８】

このような工程を経て、本実施形態に係るＭｎ－Ｚｎ系フェライトは製造される。

【００４９】

成形後は、表面研削，ラッピング，ポリッシッング，バレル加工，超音波加工等の手段により、少なくともエッジ部のバリを除去する処理が施す。

【００５０】

トランス用磁心（Ｍｎ－Ｚｎ系フェライト）に、所定径の導線を所定回数巻回し、所望のトランスを得る。

【００５１】

なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

たとえば、本発明の製造方法により製造されるトランス用磁心の具体的形状は図１に示すものに限定されず、種々の形状を採用し得る。

【実施例】

【００５２】

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。

【００５３】

実施例１

［試料の作製］

まず、出発原料として、Fe_2O_3、ＭｎＯ、ＺｎＯ、Li_2O、SiO_2、$CaCO_3$を用意した。

【００５４】

次に、これらの原料を、完成材の組成が、下記表１～３に示すものとなるように以下の条件で配合、仮焼成および粉砕を行いＭｎ－Ｚｎ系フェライト材料を調製した。

・配合および粉砕用ポット：ステンレスボールミルポット使用
・配合および粉砕用メディア：スチールボール使用
・配合、粉砕時間：１６時間
・仮焼成条件：８５０℃、３時間

得られたＭｎ－Ｚｎ系フェライト材料１００重量部にバインダーとしてのポリビニルアルコールを１．０重量部添加して造粒して造粒物とし、加圧成形することにより、成形体密度３．０ｇ／cm^3、Ｔ１０形状（外形２０ｍｍ、内径１０ｍｍ、高さ５ｍｍのトロイダル形状）の成形体とした。

【００５５】
上記にて得られた成形体を高温保持工程における焼成温度１１５０℃～１２５０℃、N_2雰囲気下で３時間、酸素分圧制御下（PO_2＝０．５％）で３時間の計６時間の条件で焼成を行い、トロイダル形状のフェライト焼結体試料１～４１を得た。
【００５６】
［平均結晶粒子径の測定］
上記にて作製した焼結体の２５００μm^2以上の範囲について、以下の測定を行うことにより平均結晶粒子径の測定を行った。まず、結晶粒子のピクセル数を面積に変換する方法による画像解析により個々の結晶粒子の断面積を求めた。次いで、個々の粒子の断面積と同じ断面積を有する円の直径の長さを求めた。そして、この直径の値にπ／２を乗じることにより算出される値を、個々の粒子の結晶粒径とし、この平均を計算することにより、平均結晶粒子径を算出した。
【００５７】
［電力損失（Ｐｃｖ）の測定］
電力損失（Ｐｃｖ）の測定は、得られたトロイダル形状のフェライト焼結体試料を使用して測定用のトランス試料を作製し、測定装置として、ＢＨ－アナライザ（岩崎通信機（株）製　ＳＹ－８２１７）を用いて行った。測定用のトランス試料は、焼結体試料に銅線ワイヤーを一次側および二次側共に３ターンづつ巻きつけることにより作製した。また、測定条件は、励磁磁束密度５０ｍＴ、周波数１０００ｋＨｚとし、８０℃、１００℃および１２０℃の各温度で測定を行った。測定温度の調節には恒温槽を使用した。なお、本実施例においては、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3未満、および１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／m^3未満となった試料を良好とした。結果を表１～３に示す。
【００５８】

【表１】

表 1

試料番号	主成分			副成分	平均結晶粒子径	電力損失		
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	(μm)	80℃ (kW/m^3)	100℃ (kW/m^3)	120℃ (kW/m^3)
1	56.1	43.3	0.6	0.016	4.7	232	252	275
2	56.1	42.3	1.6	0.016	4.8	213	202	306
3	56.1	41.3	2.6	0.016	4.8	190	220	362
4	56.1	41.3	2.6	0.032	4.8	211	203	295
5	56.1	40.3	3.6	0.032	5.0	198	235	350
6	56.1	40.3	3.6	0.049	5.0	215	212	285
7	56.1	38.3	5.6	0.032	4.6	214	270	353
8	56.1	38.3	5.6	0.049	4.6	205	237	314
9	56.1	38.3	5.6	0.065	4.6	219	223	277
10	56.1	36.3	7.6	0.049	4.7	240	287	399
11	56.1	36.3	7.6	0.065	4.7	232	252	340
12	56.1	36.3	7.6	0.081	4.7	249	226	258
13	56.1	34.3	9.6	0.081	4.4	263	281	348
14	56.1	34.3	9.6	0.097	4.4	279	280	303
*15	56.1	33.3	10.6	0.065	4.7	296	333	420
*16	56.1	33.3	10.6	0.081	4.7	301	318	385
*17	56.1	33.3	10.6	0.097	4.7	318	309	359

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%
試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００５９】

表１に、ＺｎＯの含有量を変化させた試料の測定結果を示す。

表１より、Fe_2O_3の含有量を本発明の範囲内である５６．１ｍｏｌ％とし、ＺｎＯの含有量を本発明の範囲内とした実施例の試料１～１４は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／ｍ^{3}未満となり、また、測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／ｍ^{3}未満となり、良好な結果であった。なお、ＺｎＯの含有量に伴い、最適なLi_2Oの添加量も変化するため、本実施例においては、Li_2Oの添加量を本発明の範囲内で適宜調整した。

【００６０】

一方、ＺｎＯの含有量を本発明の範囲外である１０．６ｍｏｌ％とした比較例の試料１５～１７については、試料１５は、測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／ｍ^{3}を超え、また、試料１６，１７は、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／ｍ^{3}を超え、電力損失が悪化する結果となった。

【００６１】

この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失を低減するためには、ＺｎＯの含有量を０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満とすることが望ましく、好ましくは、２ｍｏｌ％以上、７ｍｏｌ％以下であることが確認できた。

【００６２】

【表２】

表 2

試料番号	主成分			副成分	平均結晶粒子径	電力損失		
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	(μm)	80℃ (kW/m^3)	100℃ (kW/m^3)	120℃ (kW/m^3)
*18	54.8	39.6	5.6	0.016	4.8	351	279	284
19	55.3	39.1	5.6	0.016	4.6	260	250	278
20	55.7	38.7	5.6	0.016	4.9	222	250	340
21	55.7	38.7	5.6	0.032	4.9	235	245	310
22	55.7	38.7	5.6	0.049	4.9	240	243	299
23	56.1	38.3	5.6	0.032	4.6	214	270	353
24	56.1	38.3	5.6	0.049	4.6	205	237	314
25	56.1	38.3	5.6	0.065	4.6	219	223	277
26	56.5	37.9	5.6	0.049	4.8	215	253	361
27	56.5	37.9	5.6	0.065	4.8	209	247	323
28	56.5	37.9	5.6	0.081	4.8	262	238	283
29	57.7	36.7	5.6	0.146	4.8	262	288	369
30	57.7	36.7	5.6	0.162	4.8	275	275	333
*31	58.3	36.1	5.6	0.162	5.0	398	502	687

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%

試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００６３】

表２に、Ｆｅ$_2$　Ｏ$_3$　の含有量を変化させた試料の測定結果を示す。

表２より、ＺｎＯの含有量を本発明の範囲内である５．６ｍｏｌ％とし、Ｆｅ$_2$　Ｏ$_3$　の含有量を本発明の範囲内とした実施例の試料１９～３０は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／ｍ^3 未満となり、また、測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／ｍ^3 未満となり、良好な結果であった。なお、Ｆｅ$_2$　Ｏ$_3$　の含有量に伴い、最適なＬｉ$_2$　Ｏの添加量も変化するため、本実施例においては、Ｌｉ$_2$　Ｏの添加量を本発明の範囲内で適宜調整した。

【００６４】

一方、Ｆｅ$_2$　Ｏ$_3$　の含有量を本発明の範囲外である５４．８ｍｏｌ％および５８．３ｍｏｌ％とした比較例の試料１８，３１は、ともに、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／ｍ^3 を超え、電力損失が悪化する結果となった。さらに、試料３１については、測定温度１２０℃における電力損失についても、４００ｋＷ／ｍ^3 を超える結果となった。

【００６５】

この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失を低減するためには、Ｆｅ$_2$　Ｏ$_3$　の含有量を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下とすることが望ましく、好ましくは、５５．５ｍｏｌ％以上、５７ｍｏｌ％以下であることが確認できた。

【００６６】

【表３】

表 3

試料番号	主成分			副成分	平均結晶粒子径	電力損失		
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	(μm)	80℃ (kW/m^3)	100℃ (kW/m^3)	120℃ (kW/m^3)
*32	56.1	42.3	1.6	0	4.8	185	239	422
*33	56.1	40.3	3.6	0	5.0	232	346	546
*34	56.1	36.3	7.6	0	4.7	280	441	580
*35	56.1	34.3	9.6	0	4.4	383	494	582
*36	56.1	38.3	5.6	0	4.6	268	400	581
*37	56.5	37.9	5.6	0	4.8	310	443	577
*38	57.7	36.7	5.6	0	4.8	600	726	853
*39	56.1	42.3	1.6	0.005	4.8	188	239	419
*40	56.1	41.3	2.6	0.005	4.8	199	265	442
1	56.1	43.3	0.6	0.016	4.7	232	252	275
2	56.1	42.3	1.6	0.016	4.8	213	202	306
3	56.1	41.3	2.6	0.016	4.8	190	220	362
19	55.3	39.1	5.6	0.016	4.6	260	250	278
20	55.7	38.7	5.6	0.016	4.9	222	250	340
4	56.1	41.3	2.6	0.032	4.8	211	203	295
5	56.1	40.3	3.6	0.032	5.0	198	235	350
7	56.1	38.3	5.6	0.032	4.6	214	270	353
21	55.7	38.7	5.6	0.032	4.9	235	245	310
23	56.1	38.3	5.6	0.032	4.6	214	270	353
6	56.1	40.3	3.6	0.049	5.0	215	212	285
8	56.1	38.3	5.6	0.049	4.6	205	237	314
10	56.1	36.3	7.6	0.049	4.7	240	287	399
22	55.7	38.7	5.6	0.049	4.9	240	243	299
24	56.1	38.3	5.6	0.049	4.6	205	237	314
26	56.5	37.9	5.6	0.049	4.8	215	253	361
9	56.1	38.3	5.6	0.065	4.6	219	223	277
11	56.1	36.3	7.6	0.065	4.7	232	252	340
25	56.1	38.3	5.6	0.065	4.6	219	223	277
27	56.5	37.9	5.6	0.065	4.8	209	247	323
12	56.1	36.3	7.6	0.081	4.7	249	226	258
13	56.1	34.3	9.6	0.081	4.4	263	281	348
28	56.5	37.9	5.6	0.081	4.8	262	238	283
14	56.1	34.3	9.6	0.097	4.4	279	280	303
29	57.7	36.7	5.6	0.146	4.8	262	288	369
30	57.7	36.7	5.6	0.162	4.8	275	275	333
*41	57.7	36.7	5.6	0.178	4.8	308	260	320

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%

試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００６７】

表３に、Ｌｉ$_2$Ｏの含有量を変化させた試料の測定結果を示す。なお、試料３２～３８

は、Li_2Oの添加を行わなかった試料である。

表３より、主成分の組成、および副成分であるLi_2Oの含有量を本発明の範囲内とした実施例の試料１～１４，１９～３０は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3未満となり、また、測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／m^3未満となり、良好な結果であった。

【００６８】

一方、副成分であるLi_2Oの含有量を本発明の範囲外である０重量％、０．００５重量％とした比較例の試料３２～４０は、いずれも測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。また、Li_2Oの含有量を本発明の上限より多い０．０１７８重量％とした比較例の試料４１は、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。

【００６９】

この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失を低減するためには、副成分であるLi_2Oの含有量を０．０１～０．１７重量％とすることが望ましいことが確認できた。

【００７０】

実施例２

焼成時の高温保持工程における安定時間を調整することにより、焼結後の結晶粒子径を変化させた以外は、実施例１と同様に、フェライト焼結体試料を作製し、電力損失の測定を行った。なお、本実施例においては、フェライト焼結体試料の組成は、実施例１の試料２４と同じ組成とした。

【００７１】

【表４】

表 4

試料番号	主成分 Fe_2O_3 (mol%)	主成分 MnO (mol%)	主成分 ZnO (mol%)	副成分 Li_2O (重量%)	平均結晶粒子径 (μm)	電力損失 80℃ (kW/m^3)
*42	56.1	38.3	5.6	0.049	2.6	309
43	56.1	38.3	5.6	0.049	3.1	262
24	56.1	38.3	5.6	0.049	4.6	205
44	56.1	38.3	5.6	0.049	6.6	239
45	56.1	38.3	5.6	0.049	7.5	294
*46	56.1	38.3	5.6	0.049	8.4	343

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%

試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００７２】

表４に、焼結体の平均結晶粒子径を変化させた試料の測定結果を示す。なお、本実施例においては、電力損失の測定は、測定温度８０℃で行った。

表４より、フェライト焼結体の組成を本発明の範囲内とし、平均結晶粒子径を本発明の範囲内とした実施例の試料２４，４３～４５は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3未満となり、良好な結果であった。

【００７３】

一方、平均結晶粒子径を本発明の範囲外である２．６μｍおよび８．４μｍとした比較例の試料４２，４６は、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。

【００７４】

この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失は、平均結晶粒子径が大きすぎても、小さすぎても悪化する傾向にあり、平均結晶粒子径は、３～８μｍとすることが望ましく、好ましくは、４～７μｍであることが確認できた。

【００７５】

実施例３

副成分であるSiO_2、ＣａＯの含有量を変化させた以外は、実施例１の試料２４と同様に、フェライト焼結体試料を作製し、電力損失の測定を行った。

【００７６】

【表５】

表５

試料番号	主成分			副成分			平均結晶粒子径	電力損失 80℃
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	SiO_2 (重量%)	CaO (重量%)	(μm)	(kW/m^3)
*47	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.030	5.0	306
48	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.070	5.0	254
24	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.112	4.6	205
49	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.269	4.7	282
*50	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.291	4.6	321
*51	56.1	38.3	5.6	0.049	0.003	0.112	4.6	319
52	56.1	38.3	5.6	0.049	0.007	0.112	4.8	277
24	56.1	38.3	5.6	0.049	0.022	0.112	4.6	205
53	56.1	38.3	5.6	0.049	0.038	0.112	4.8	268
*54	56.1	38.3	5.6	0.049	0.043	0.112	4.9	300

ただし、試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００７７】

表５に、副成分であるSiO_2　、ＣａＯの含有量を変化させた試料の測定結果を示す。なお、本実施例においては、電力損失の測定は、測定温度８０℃で行った。

表５より、副成分であるＣａＯの含有量を本発明の範囲内とした実施例の試料２４，４８，４９は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3未満となり、良好な結果であった。一方、副成分であるＣａＯの含有量を本発明の範囲外である０．０３０重量％、０．２９１重量％とした比較例の試料４７，５０は、ともに、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。

【００７８】

この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失は、副成分であるＣａＯの含有量が多すぎても、少なすぎても悪化する傾向にあり、ＣａＯの含有量は、０．０５～０．２８重量％とすることが望ましく、好ましくは、０．０７～０．１７重量％であることが確認できた。

【００７９】

また、表５より、副成分であるSiO_2の含有量を本発明の範囲内とした実施例の試料２４，５２，５３は、いずれも、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3未満となり、良好な結果であった。一方、副成分であるSiO_2　の含有量を本発明の範囲外である０．００３重量％、０．０４３重量％とした比較例の試料５１，５４は、ともに、測定温度８０℃における電力損失が３００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。

【００８０】
この結果より、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失は、副成分であるSiO_2の含有量が多すぎても、少なすぎても悪化する傾向にあり、SiO_2の含有量は、０．００５～０．０４重量％とすることが望ましく、好ましくは、０．０１～０．０３重量％であることが確認できた。
【００８１】
実施例４
副成分であるLi_2Oの代わりに、ＮｉＯ、ＭｇＯを使用した以外は、実施例１の試料２４と同様に、フェライト焼結体試料を作製し、電力損失の測定を行った。なお、ＮｉＯ、ＭｇＯは、それぞれ表６に示す含有量とした。
【００８２】
【表６】
表 6

試料番号	主成分			副成分			平均結晶粒子径	電力損失 80℃	電力損失 120℃
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	NiO (重量%)	MgO (重量%)	(μm)	(kW/m^3)	(kW/m^3)
24	56.1	38.3	5.6	0.049	0	0	4.6	205	314
*55	56.1	38.3	5.6	0	0.649	0	4.6	262	410
*56	56.1	38.3	5.6	0	0	0.350	4.8	270	425

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%
試料番号の*印は比較例で本発明の範囲外である。

【００８３】
表６に、副成分であるLi_2Oの代わりにＮｉＯまたはＭｇＯを添加した試料の測定結果を示す。なお、本実施例においては、電力損失の測定は、測定温度８０℃および１２０℃で行った。また、本実施例おいて、ＮｉＯまたはＭｇＯの添加量は、測定温度８０℃における電力損失が、最小となるように調整した。
【００８４】
表６より、副成分として、Li_2Oの代わりにＮｉＯまたはＭｇＯを添加した比較例の試料５５，５６は、それぞれ、測定温度１２０℃における電力損失が４００ｋＷ／m^3を超え、電力損失が悪化する結果となった。
【００８５】
この結果より、Fe_2O_3およびＺｎＯの含有量を増加させた際に問題となる電力損失の極小温度の低温側へのシフトを、有効に防止し、かつ、高周波数における電力損失を低減するためには、副成分として、Li_2Oを添加することが望ましいことが確認できた。
【００８６】
実施例５
副成分として、Ta_2O_5、Nb_2O_5、TiO_2およびSnO_2を、さらに添加した以外は、実施例１の試料２４と同様に、フェライト焼結体試料を作製し、電力損失の測定を行った。
【００８７】

【表７】

表 7

試料番号	主成分			副成分			平均結晶粒子径	電力損失	
	Fe_2O_3 (mol%)	MnO (mol%)	ZnO (mol%)	Li_2O (重量%)	添加副成分	(重量%)	(μm)	80℃ (kW/m^3)	120℃ (kW/m^3)
24	56.1	38.3	5.6	0.049	－	－	4.6	205	314
57	56.1	38.3	5.6	0.049	Ta_2O_5	0.003	4.9	203	318
58	56.1	38.3	5.6	0.049	Ta_2O_5	0.007	4.7	199	304
59	56.1	38.3	5.6	0.049	Ta_2O_5	0.060	4.9	189	287
60	56.1	38.3	5.6	0.049	Ta_2O_5	0.090	4.9	196	300
61	56.1	38.3	5.6	0.049	Ta_2O_5	0.110	4.7	212	321
62	56.1	38.3	5.6	0.049	Nb_2O_5	0.002	4.5	203	311
63	56.1	38.3	5.6	0.049	Nb_2O_5	0.004	4.7	200	302
64	56.1	38.3	5.6	0.049	Nb_2O_5	0.036	4.5	190	291
65	56.1	38.3	5.6	0.049	Nb_2O_5	0.054	4.9	195	302
66	56.1	38.3	5.6	0.049	Nb_2O_5	0.063	4.8	220	340
67	56.1	38.3	5.6	0.049	TiO_2	0.005	4.8	205	310
68	56.1	38.3	5.6	0.049	TiO_2	0.010	4.8	199	300
69	56.1	38.3	5.6	0.049	TiO_2	0.100	4.5	180	284
70	56.1	38.3	5.6	0.049	TiO_2	0.550	4.8	198	304
71	56.1	38.3	5.6	0.049	TiO_2	0.625	4.9	222	331
72	56.1	38.3	5.6	0.049	SnO_2	0.009	4.7	206	310
73	56.1	38.3	5.6	0.049	SnO_2	0.019	4.6	199	299
74	56.1	38.3	5.6	0.049	SnO_2	0.189	4.6	190	284
75	56.1	38.3	5.6	0.049	SnO_2	1.038	4.8	200	301
76	56.1	38.3	5.6	0.049	SnO_2	1.179	4.8	228	329

ただし、副成分として、SiO_2=0.022重量%、CaO=0.112重量%

【００８８】

表７に、副成分として、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　、Ｎｂ$_2$　Ｏ$_5$　、ＴｉＯ$_2$　およびＳｎＯ$_2$を、さらに添加した試料の測定結果を示す。なお、本実施例においては、電力損失の測定は、測定温度８０℃および１２０℃で行った。

表７より、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　の添加量を本発明の好ましい範囲とした試料５８～６０は、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　を添加していない試料２４と比較して、測定温度８０℃および１２０℃における電力損失が、いずれも、低くなる結果となった。一方、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　の添加量を本発明の好ましい範囲よりも多い量である０．１１０重量％とした試料６１は、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　を添加していない試料２４と比較して、測定温度８０℃および１２０℃における電力損失が、いずれも高くなり、電力損失が悪化する傾向にあった。また、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　の添加量を本発明の好ましい範囲よりも少ない量である０．００３重量％とした試料５７は、測定温度８０℃および１２０℃における電力損失が、試料２４と同等程度であり、Ｔａ$_2$　Ｏ$_5$　の添加効果が得られなかった。

【００８９】

この結果より、フェライトを構成する組成を本発明の範囲内とし、さらに、Ｔａ$_2$　Ｏ

$_5$ を０．００５～０．１重量％添加することにより、５００ｋＨｚ以上の高周波数、好ましくは１０００ｋＨｚの高周波数における電力損失のさらなる低減を図ることが可能となることが確認できた。

【００９０】

また、表７より、Nb_2O_5、TiO_2 および SnO_2 を添加した場合においても、Ta_2O_5 を添加した場合と同様の傾向がみられた。したがって、この結果より、フェライトを構成する組成を本発明の範囲内とし、さらに、Nb_2O_5 を０．００３～０．０６重量％、TiO_2 を０．０１～０．６重量％、または、SnO_2 を０．０２～１．１重量％添加することにより、高周波数における電力損失のさらなる低減を図ることが可能となることが確認できた。

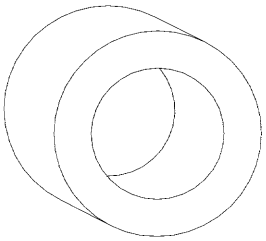
【図面の簡単な説明】

【００９１】

【図１】図１は本発明の一実施形態に係るトランス用磁心である。

【図１】

図 1



【手続補正書】
【提出日】平成17年2月17日(2005.2.17)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
主成分として、Fe_2O_3を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下、およびＺｎＯを０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満含有し、残部が実質的にＭｎＯであるＭｎ－Ｚｎ系フェライトであって、
副成分として、前記フェライト全体に対して、Li_2Oを０．０１～０．１７重量％、ＣａＯを０．０５～０．２８重量％、およびSiO_2を０．００５～０．０４重量％含有し、
前記フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径が、３～８μｍであることを特徴とするＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項２】
前記副成分として、前記フェライト全体に対して、Ta_2O_5を０．００５～０．１重量％、および／またはNb_2O_5を０．００３～０．０６重量％、さらに含有する請求項１に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項３】
前記副成分として、前記フェライト全体に対して、TiO_2を０．０１～０．６重量％、および／またはSnO_2を０．０２～１．１重量％、さらに含有する請求項１または２に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項４】
測定温度８０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、３００ｋＷ／m^3未満であり、かつ、
測定温度１２０℃、励磁磁束密度５０ｍＴ、測定周波数１０００ｋＨｚにおける電力損失が、４００ｋＷ／m^3未満である請求項１～３のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライト。
【請求項５】
請求項１～４のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトで構成してあるトランス用磁心。
【請求項６】
請求項５に記載のトランス用磁心の回りにコイルが巻回してあるトランス。
【請求項７】
請求項１～４のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトを製造する方法であって、１１００～１２５０℃の温度で焼成することを特徴とするＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項８】
主成分として、Fe_2O_3を５５ｍｏｌ％より多く、５８ｍｏｌ％以下、およびＺｎＯを０ｍｏｌ％より多く、１０ｍｏｌ％未満含有し、残部が実質的にＭｎＯであるＭｎ－Ｚｎ系フェライトを製造する方法であって、
副成分の原料として、
Ｌｉの酸化物および／または焼成後にＬｉの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、Li_2O換算で、０．０１～０．１７重量％、
Ｃａの酸化物および／または焼成後にＣａの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、ＣａＯ換算で、０．０５～０．２８重量％、
Ｓｉの酸化物および／または焼成後にＳｉの酸化物になる化合物を、前記フェライト全

体に対して、SiO_2　換算で、０．００５～０．０４重量％、を使用し、
　焼成後の前記フェライトを構成する粒子の平均結晶粒径が、３～８μｍとなるように焼成するＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項９】
　前記副成分の原料に、
　Ｔａの酸化物および／または焼成後にＴａの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、Ta_2O_5　換算で、０．００５～０．１重量％の範囲で、さらに含ませる請求項８に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項１０】
　前記副成分の原料に、
　Ｎｂの酸化物および／または焼成後にＮｂの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、Nb_2O_5　換算で、０．００３～０．０６重量％の範囲で、さらに含ませる請求項８または９に記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項１１】
　前記副成分の原料に、
　Ｔｉの酸化物および／または焼成後にＴｉの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、TiO_2　換算で、０．０１～０．６重量％の範囲で、さらに含ませる請求項８～１０のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項１２】
　前記副成分の原料に、
　Ｓｎの酸化物および／または焼成後にＳｎの酸化物になる化合物を、前記フェライト全体に対して、SnO_2　換算で、０．０２～１．１重量％の範囲で、さらに含ませる請求項８～１１のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。
【請求項１３】
　１１００～１２５０℃の温度で焼成する請求項８～１２のいずれかに記載のＭｎ－Ｚｎ系フェライトの製造方法。

フロントページの続き

(72)発明者　安原　克志
東京都中央区日本橋一丁目１３番１号　ＴＤＫ株式会社内

Ｆターム(参考) 4G018 AA04 AA08 AA15 AA18 AA19 AA21 AA25 AA31 AA33 AB08
AC16
5E041 AA11 AB02 AB12 AC05 BD01 CA02 HB11 NN18