

(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2016-141602

(P2016-141602A)

(43) 公開日 平成28年8月8日(2016.8.8)

(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 A	4 G O 1 8
H O 1 F 1/34 (2006.01)	H O 1 F 1/34 A	5 E O 4 1
	H O 1 F 1/34 B	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願2015-19033 (P2015-19033)	(71) 出願人	000237721
(22) 出願日	平成27年2月3日 (2015.2.3)		F D K株式会社
			東京都港区港南一丁目6番41号
		(74) 代理人	100096862
			弁理士 清水 千春
		(72) 発明者	加藤 充次
			東京都港区新橋5丁目36番11号 F D
			K株式会社内
		(72) 発明者	浅枝 勉
			東京都港区新橋5丁目36番11号 F D
			K株式会社内
		Fターム(参考)	4G018 AA08 AA15 AA16 AA21 AA22
			AA23 AA25 AA31 AA36
			5E041 AB01 AB02 BD01 CA03 NN02

(54) 【発明の名称】 N i M n Z n系フェライト

(57) 【要約】

【課題】2MHz程度の周波数における磁気損失を大幅に低減することができ、よって従来よりもコアを小さくしてインダクタ素子の小型化を実現することが可能になるN i M n Z n系フェライトを提供する。

【解決手段】主成分として、酸化鉄をF e ₂ O ₃換算で54～56mol%、酸化亜鉛をZ n O換算で5～8mol%、酸化ニッケルをN i O換算で2～4mol%、および残部に酸化マンガン(M n O)を含有するとともに、当該主成分に対して、副成分としてカルシウムをC a C O ₃換算で0.08～0.18wt%、ケイ素をS i O ₂換算で0.001～0.007wt%、チタンをT i O ₂換算で0.3～0.6wt%、コバルトをC o ₂ O ₃換算で0.3～0.6wt%、ジルコニウムをZ r O ₂換算で0.03～0.07wt%およびアンチモンをS b ₂ O ₃換算で0.05～0.12wt%含有する。

【選択図】なし

【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54～56mol%、酸化亜鉛を ZnO 換算で5～8mol%、酸化ニッケルを NiO 換算で2～4mol%、および残部に酸化マンガ
ン(MnO)を含有するとともに、

当該主成分に対して、副成分としてカルシウムを CaCO_3 換算で0.08～0.18wt%、ケイ素を SiO_2 換算で0.001～0.007wt%、チタンを TiO_2 換算で0.3～0.6wt%、コバルトを Co_2O_3 換算で0.3～0.6wt%、ジルコニウムを ZrO_2 換算で0.03～0.07wt%およびアンチモンを Sb_2O_3 換算で0.05～0.12wt%含有することを特徴とする NiMnZn 系フェライト。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2MHz程度の周波数における磁気損失を低減することができ、よって高周波スイッチング電源のトランス等のコアに用いて好適な NiMnZn 系フェライトに関するものである。

【背景技術】

【0002】

高周波スイッチング電源に用いられるトランス等のインダクタ素子においては、その用途に要請されるキュリー温度や飽和磁束密度等の特性を確保する必要性から、主成分として Fe_2O_3 を50～56mol%、 ZnO を3～25mol%、残部が MnO からなる MnZn 系フェライトが広く用いられており、これに各種の副成分を添加することによって、低損失化を図っている。

20

【0003】

上記 MnZn 系フェライトの中で、特に NiO を添加した NiMnZn 系フェライトは、2MHz以上の高周波でコアロス（磁気損失）が小さいという特性を有しており、下記特許文献1においては、副成分としてカルシウムを CaCO_3 換算で800～3000ppm、ケイ素を SiO_2 換算で100～1000ppm、およびニオブを Nb_2O_5 換算で520～1000ppm含有し、フェライト結晶粒の平均結晶粒径が2.1～8.1 μm であることを特徴とする NiMnZn 系フェライトが提案されている。

30

【0004】

下記特許文献1によれば、上記構成からなる NiMnZn 系フェライトは、好ましい態様として、2MHz、50mT、100℃で測定した磁気損失 P_{cv} を、2700kW/m³以下に構成することができるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-83692号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

しかしながら、近年におけるこの種のインダクタ素子の小型化の要請により、一層の磁気損失の低減が強く望まれている。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、2MHz程度の周波数における磁気損失を大幅に低減することができ、よって従来よりもコアを小さくしてインダクタ素子の小型化を実現することが可能になる NiMnZn 系フェライトを提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で54～56mol%、酸化亜鉛を ZnO 換算で5～8mol%、酸化ニッケルを NiO 換算で2～4mol%、および残部に酸化マンガン(MnO)を含有するとともに、当該主成分に対して、副成分としてカルシウムを CaCO_3 換算で0.08～0.18wt%、ケイ素を SiO_2 換算で0.001～0.007wt%、チタンを TiO_2 換算で0.3～0.6wt%、コバルトを Co_2O_3 換算で0.3～0.6wt%、ジルコニウムを ZrO_2 換算で0.03～0.07wt%およびアンチモンを Sb_2O_3 換算で0.05～0.12wt%含有することを特徴とするものである。

【0009】

なお、請求項1に記載の NiMnZn 系フェライトによってコアを成形する場合には、製品における割れや欠けの発生を防止する観点から、焼結温度等を制御して、焼結密度を 4.8 g/cm^3 以上にすることが好ましい。

【発明の効果】

【0010】

請求項1に記載の発明においては、 NiMnZn 系フェライトに、副成分として Sb を所定の範囲の量添加することにより、低温で焼結が進み、粒成長が抑制されることによって初透磁率が小さくなる。これに伴い、共鳴周波数が高周波側にシフトすることにより、高周波におけるコアロス低減させることができる。

【0011】

ちなみに、本発明によれば、後述する実施例の結果に見られるように、 100°C におけるコアロス(2MHz-50mT)を、 600 kW/m^3 以下に低減させることができる。この結果、従来よりもコアを小さくしてインダクタ素子の小型化を実現することが可能になる。

【0012】

ここで、室温から 150°C の領域において磁気異方性を小さくしてコアロスを小さくするためには、主成分として酸化鉄を Fe_2O_3 換算で54～56mol%、酸化亜鉛を ZnO 換算で5～8mol%および酸化ニッケルを NiO 換算で2～4mol%の範囲で含み、残部を酸化マンガン(MnO)にする必要がある。なお、酸化ニッケルが NiO 換算で2mol%未満になると、高周波でのコアロス低減の効果が薄れてしまう。

【0013】

また、副成分のうち Ti は、結晶粒内の電気抵抗を高める効果があることから、上記範囲内の量を添加することにより、コアロスを低減することができるが、上限を TiO_2 換算で0.6wt%としたのは、これを超えるとコアロスが全温度域で悪化してしまうからである。

【0014】

さらに、 Ca と Si は、どちらも粒界の高抵抗化に寄与する成分で上記範囲内の量を添加することによりコアロスを低減することができる。また、 Co は、 Co の特異な異方性により磁壁を安定化させる効果があり、上記範囲内の量を添加することにより高周波のコアロスを低減することができる。ちなみに、 Co_2O_3 換算で0.3wt%に満たないと十分な上記効果が得られなくなり、0.6wt%を超えると低温域のコアロスが悪化してしまう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施例の結果を示す図表である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明に係る NiMnZn 系フェライトの一実施形態について説明する。

この NiMnZn 系フェライトは、室温から 150°C の領域において、磁気異方性を小さくしてコアロスを低く抑えるために、主成分として、酸化鉄を Fe_2O_3 換算で54～56mol%、酸化亜鉛を ZnO 換算で5～8mol%、酸化ニッケルを NiO 換算で2

10

20

30

40

50

～4mol%を含有し、かつ残部が酸化マンガン(MnO)からなるものである。

【0017】

そして、このNiMnZn系フェライトは、副成分として、上記主成分に対してCaをCaCO₃換算で0.08～0.18wt%、SiをSiO₂換算で0.001～0.007wt%、TiをTiO₂換算で0.3～0.6wt%、CoをCo₂O₃換算で0.3～0.6wt%、ZrをZrO₂換算で0.03～0.07wt%およびSbをSb₂O₃換算で0.05～0.12wt%含有するものであり、焼結密度が、4.8g/cm³以上になるように焼成されている。

【0018】

以上の構成からなるNiMnZn系フェライトによれば、後述するように、100℃におけるコアロス(2MHz～50mT)を、600kW/m³以下にすることができる。

【実施例】

【0019】

まず、酸化鉄がFe₂O₃換算で55モル%、酸化マンガンがMnO換算で36モル%、酸化亜鉛がZnO換算で6モル%、酸化ニッケルがNiO換算で3モル%となるように主成分となる主成分原料を秤量した。

【0020】

次いで、秤量した原料を、ボールミルを用いて5時間湿式混合した後、大気中850℃で2時間仮焼きした後、再度ボールミルで粉碎した。そして、得られた粉末に、副成分の原料として、Sb₂O₃、Co₂O₃、CaCO₃、SiO₂、TiO₂、ZrO₂をそれぞれ図1に示すとおりに添加し、PVAを用いて顆粒状に造粒した後、金型でトロイダル形状に成形した。

【0021】

なお、図1に示す上記副成分の添加量の単位は、いずれもwt%である。そして次に、上記成形体を1170℃で3時間、酸素分圧を制御しつつ焼成して、フェライト焼結体を作製した。図1は、このようにして得られた試料の2MHz～50mTの条件化におけるコアロスPcv(kW/m³)と焼結密度d(g/cm³)を示すものである。

【0022】

図1に見られるように、主成分である酸化鉄、酸化亜鉛、酸化ニッケルおよび酸化マンガンに対して、副成分として、CaをCaCO₃換算で0.08～0.18wt%、SiをSiO₂換算で0.001～0.007wt%、TiをTiO₂換算で0.3～0.6wt%、CoをCo₂O₃換算で0.3～0.6wt%、ZrをZrO₂換算で0.03～0.07wt%およびSbをSb₂O₃換算で0.05～0.12wt%含有する本発明の実施例1～18によれば、焼成密度が4.8g/cm³以上になるように焼成することができるとともに、100℃におけるコアロス(2MHz～50mT)を、600kW/m³以下に低減させることができる。

【0023】

これに対して、Sbの含有量が上記範囲よりも少ない比較例1～3においては、焼成密度が4.8g/cm³以下になって十分な焼成密度が得られず、他方Sbの含有量が上記範囲を超える比較例4においては、コアロス(2MHz～50mT)が600kW/m³以上になってしまうことが判る。

【0024】

また、Coの含有量が上記範囲に満たない比較例5および上記範囲を超える比較例6、並びにCaの含有量が上記範囲に満たない比較例7および上記範囲を超える比較例8は、いずれもコアロス(2MHz～50mT)が600kW/m³以上になってしまうことが判る。

【0025】

さらに、Siの含有量が上記範囲に満たない比較例9および上記範囲を超える比較例10、Tiの含有量が上記範囲に満たない比較例11および上記範囲を超える比較例12、並びにZrの含有量が上記範囲に満たない比較例13および上記範囲を超える比較例14についても、コアロス(2MHz～50mT)を600kW/m³以下に低減させること

10

20

30

40

50

ができないことが判る。

【0026】

以上の試験結果から明らかなように、本発明に係るNiMnZn系フェライトによれば、焼結密度が、 4.8 g/cm^3 以上になるように焼成した場合に、 100°C におけるコアロス（ $2 \text{ MHz} - 50 \text{ mT}$ ）を、 600 kW/m^3 以下に低減することができる。

【図1】

	Sb ₂ O ₃	Co ₂ O ₃	CaCO ₃	SiO ₂	TiO ₂	ZrO ₂	P _{cv} (kW/m ²)	d(g/cm ³)
比較例1	0	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	421	4.74
比較例2	0.01	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	404	4.78
比較例3	0.03	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	444	4.79
実施例1	0.05	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	503	4.80
実施例2	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	476	4.86
実施例3	0.12	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	512	4.87
比較例4	0.15	0.4	0.15	0.003	0.4	0.05	606	4.88
比較例5	0.09	0.2	0.15	0.003	0.4	0.05	917	4.88
実施例4	0.09	0.3	0.15	0.003	0.4	0.05	587	4.87
実施例5	0.09	0.5	0.15	0.003	0.4	0.05	415	4.87
実施例6	0.09	0.6	0.15	0.003	0.4	0.05	508	4.86
比較例6	0.09	0.8	0.15	0.003	0.4	0.05	724	4.86
比較例7	0.09	0.4	0.05	0.003	0.4	0.05	610	4.88
実施例7	0.09	0.4	0.08	0.003	0.4	0.05	587	4.90
実施例8	0.09	0.4	0.1	0.003	0.4	0.05	571	4.90
実施例9	0.09	0.4	0.12	0.003	0.4	0.05	561	4.87
実施例10	0.09	0.4	0.18	0.003	0.4	0.05	461	4.87
比較例8	0.09	0.4	0.2	0.003	0.4	0.05	929	4.78
比較例9	0.09	0.4	0.15	0	0.4	0.05	643	4.88
実施例11	0.09	0.4	0.15	0.001	0.4	0.05	515	4.87
実施例12	0.09	0.4	0.15	0.007	0.4	0.05	575	4.88
比較例10	0.09	0.4	0.15	0.008	0.4	0.05	1102	4.88
比較例11	0.09	0.4	0.15	0.003	0.2	0.05	809	4.86
実施例13	0.09	0.4	0.15	0.003	0.3	0.05	598	4.87
実施例14	0.09	0.4	0.15	0.003	0.5	0.05	497	4.88
実施例15	0.09	0.4	0.15	0.003	0.6	0.05	542	4.88
比較例12	0.09	0.4	0.15	0.003	0.8	0.05	883	4.89
比較例13	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.02	622	4.89
実施例16	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.03	598	4.89
実施例17	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.06	491	4.89
実施例18	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.07	532	4.89
比較例14	0.09	0.4	0.15	0.003	0.4	0.08	973	4.89

(単位: wt%)