

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4736311号
(P4736311)

(45) 発行日 平成23年7月27日 (2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int.Cl.

F I

C O 4 B 35/34 (2006.01)

C O 4 B 35/34

C O 1 G 49/00 (2006.01)

C O 1 G 49/00

E

H O 1 F 1/34 (2006.01)

H O 1 F 1/34

N

H O 1 F 17/04 (2006.01)

H O 1 F 17/04

F

H O 1 F 17/06 (2006.01)

H O 1 F 17/06

F

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-196388 (P2003-196388)
 (22) 出願日 平成15年7月14日 (2003.7.14)
 (65) 公開番号 特開2005-29426 (P2005-29426A)
 (43) 公開日 平成17年2月3日 (2005.2.3)
 審査請求日 平成18年6月7日 (2006.6.7)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (72) 発明者 犬塚 敦
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電子部品株式会社内

審査官 武石 卓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化鉄と、酸化コバルトと酸化亜鉛とを主成分とし、酸化鉄：酸化コバルト：酸化亜鉛の配合比が Fe_2O_3 、 CoO 、 ZnO 換算で 50 : 47 : 3、50 : 42 : 8、45 : 52 : 3、44 : 42 : 14、42 : 52 : 6、42 : 44 : 14 mol % で囲まれる組成範囲内であるとともに、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムのいずれか、もしくは複数を、各副成分の添加量もしくは各副成分の合計添加量が酸化物換算で 0.2 ~ 2.0 wt % 含む磁性フェライト。

【請求項 2】

棒状の碍子と、この碍子にらせん状に設けられた導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層と、この導体コイルに接続される二つの外部電極とからなり、前記碍子に請求項 1 に記載の磁性フェライトを用いてインダクタンス素子とした磁性素子。

【請求項 3】

磁性絶縁体と、この磁性絶縁体の内部にミアンダ状に設けられた導体コイルと、この導体コイルに接続される二つの外部電極とからなり、前記磁性絶縁体に請求項 1 に記載の磁性フェライトを用いてインピーダンス素子とした磁性素子。

【請求項 4】

リング状コアと、このリング状コアに同一方向に巻かれた二つの導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層と、この導体コイルに接続される四つの外部電極とからなり、前記リング状コアに請求項 1 に記載の磁性フェライトを用いてコモンモードノイズフィルタ

10

20

とした磁性素子。

【請求項5】

フェライトコアと、このコアにらせん状に巻かれた導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層とからなり、前記フェライトコアに請求項1に記載の磁性フェライトを用いてアンテナ素子とした磁性素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は各種電子機器に用いられる磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、磁性フェライトは酸化鉄、酸化亜鉛、酸化ニッケル、酸化マンガン、酸化マグネシウムを主成分としたスピネル型フェライト、すなわちMn-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Mgフェライトを基本に主成分の配合比率や副成分の添加量の調整を行うことにより低周波回路から200MHz前後までの電子回路に用いられている。これらの電子回路に用いられる磁性素子は磁芯に用いられる磁性フェライトの複素透磁率 $\mu = \mu' - \mu'' \times i$ (μ' : 透磁率、 μ'' : 損失成分)を利用してさまざまな特性を実現している。

【0003】

さらに、最近では200MHzを超える帯域の電子回路には酸化鉄、酸化バリウム、酸化ストロンチウムを主成分とした六方晶フェライトが用いられている。

【0004】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば特許文献1が知られている。

【0005】

【特許文献1】

特開平5-36517号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記磁性フェライトは損失成分 μ'' が急激に増大する周波数が1GHz未満であることから、従来の磁性フェライトを磁芯に用いた磁性素子は1GHzまでの使用が限界である。一方、これらの磁性素子を用いる電子機器のデジタル化に伴う高周波化技術の進展は著しく進化している。これらの高速大容量の信号を処理するためにはより高周波化に対応できる部品の実現が不可欠である。

【0007】

本発明は上記従来の問題点を解決するものであり、損失成分 μ'' が急激に増大する周波数が1GHz以上を有する磁性フェライトを実現するとともに、その磁性フェライトを用いた1GHz以上の周波数での使用が可能な磁性素子を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子は以下の構成を有するものである。

【0009】

本発明の請求項1に記載の発明は、酸化鉄と、酸化コバルトと酸化亜鉛とを主成分とし、酸化鉄：酸化コバルト：酸化亜鉛の配合比が Fe_2O_3 、 CoO 、 ZnO 換算で50：47：3、50：42：8、45：52：3、44：42：14、42：52：6、42：44：14mol%で囲まれる組成範囲内であるとともに、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムのいずれか、もし

10

20

30

40

50

くは複数を、各副成分の添加量もしくは各副成分の合計添加量が酸化物換算で0.2～2.0wt%含む磁性フェライトであり、より優れた高周波特性を有する磁性フェライトを実現することができる。

【0010】

本発明の請求項2に記載の発明は、棒状の碍子と、この碍子にらせん状に設けられた導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層と、この導体コイルに接続される二つの外部電極とからなり、前記碍子に請求項1に記載の磁性フェライトを用いてインダクタンス素子とした磁性素子であり、1GHz以上でもQが大きく、内部導体ラインを短縮することができるインダクタンス素子を実現することができる。

【0011】

本発明の請求項3に記載の発明は、磁性絶縁体と、この磁性絶縁体の内部にミアンダ状に設けられた導体コイルと、この導体コイルに接続される二つの外部電極とからなり、前記磁性絶縁体に請求項1に記載の磁性フェライトを用いてインピーダンス素子とした磁性素子であり、ローパスフィルターのカットオフ周波数を1GHz帯以上にでき、大きなインピーダンス値を有することからノイズを効率よくカットすることができるインピーダンス素子を実現することができる。

【0012】

本発明の請求項4に記載の発明は、リング状コアと、このリング状コアに同一方向に巻かれた二つの導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層と、この導体コイルに接続される四つの外部電極とからなり、前記リング状コアに請求項1に記載の磁性フェライトを用いてコモンモードノイズフィルタとした磁性素子であり、伝送信号の周波数帯を1GHz以上に設計できるとともにGHz帯で用いる結合係数の大きいコモンモードノイズフィルタを実現することができる。

【0013】

本発明の請求項5に記載の発明は、フェライトコアと、このコアにらせん状に巻かれた導体コイルと、この導体コイルを覆う絶縁体層とからなり、前記フェライトコアに請求項1に記載の磁性フェライトを用いてアンテナ素子とした磁性素子であり、1～3GHzにおける小型のアンテナ素子を実現することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子について実施の形態および図面を用いて説明する。

【0015】

(実施の形態1)

本発明の実施の形態1および図1、図2により請求項1に記載の発明について説明する。

【0016】

本発明の磁性フェライトの出発原料である市販の酸化鉄粉と酸化亜鉛粉と酸化コバルト粉を $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}:\text{CoO}=48.0:6.5:45.5\text{mol}\%$ の組成比で配合し、これに純水を適量加えてボールミルを用いて混合した後120℃で乾燥して混合粉を得る。この混合粉を900℃で仮焼した後、遊星ボールミルを用いて最大粒径が8μm以下になるまで粉砕してフェライト仮焼粉を得る。このフェライト仮焼粉に1wt%の SnO_2 を加えて混合し、この混合粉にPVA（ポリビニルアルコール）水溶液を適量添加して混練することにより平均粒径20μmφ程度の造粒粉を作製する。

【0017】

この造粒粉をリング形状に成形し、焼成体が緻密になる温度、例えば1200～1300℃で焼成し、トロイダルコアを得る（本発明品1）。比較のために透磁率の殆ど等しい六方晶フェライトを用いてトロイダルコアを作製した（比較品1）。得られたそれぞれのトロイダルコアの特性を比較したものを図1に示す。図1に示すように、比較品1では損失成分 μ'' が急激に増大する周波数が0.8GHz付近であるのに対して、本発明品1で

10

20

30

40

50

は1.5GHz付近の高周波側にシフトしており、また透磁率 μ' は6GHz付近まで約3を維持していることからGHz帯で用いる磁性フェライトとして十分利用できる磁気特性を有していることがわかる。

【0018】

また、同様のプロセスを用いて酸化鉄、酸化亜鉛および酸化コバルトを（表1）に示す主成分の組成比となるように配合し、副成分として SnO_2 を2wt%添加したトロイダルコアを作製した（本発明品2～8）。この得られた各種トロイダルコアの磁気特性を比較して（表1）に示す。

【0019】

【表1】

	Fe_2O_3	CoO	ZnO	SnO_2	透磁率 μ'	損失成分 μ''
	(mol%)			(wt%)	(1GHz)	
本発明品2	48	45.5	6.5	2	3.1	0.05
本発明品3	50	47	3	2	2	0.15
本発明品4	50	42	8	2	3.5	0.15
本発明品5	45	52	3	2	2	0.06
本発明品6	44	42	14	2	2	0.14
本発明品7	42	52	6	2	2	0.07
本発明品8	42	44	14	2	2	0.15
比較品2	51	44	5	2	1.8	0.2
比較品3	48	50	2	2	1.6	0.04
比較品4	48	41	11	2	1.8	0.2
比較品5	42	55	3	2	1.5	0.05
比較品6	42	42	16	2	1.8	0.2
比較品7	41	49	10	---	1.8	0.26

【0020】

（表1）の結果より、本発明品2～8は比較品2～7に比べて透磁率 μ' が高く、損失成分 μ'' が小さい磁性フェライトを実現していることがわかる。これらのことから、本発明品はGHz帯で用いるために優れた特性を有する高周波用の磁性フェライトであることがわかる。

【0021】

次に、前記本発明品1の組成を有するフェライト仮焼粉に各種副成分を添加したときの2GHzにおける透磁率 μ' の変化を図2に示す。

【0022】

図2に示すように、添加する副成分の添加量が2wt%までは添加量が多くなるほど透磁率 μ' は大きくなり、最大約60%もの特性向上が認められた。ただし、0.1wt%の添加では透磁率 μ' の増大はわずかであり、また2.5wt%の副成分の添加は副成分を添加しない場合に比べて透磁率 μ' が低下していることがわかる。以上の結果より、副成分として少なくともチタン、タンタル、インジウム、ジルコニウム、リチウム、錫、バナジウムのいずれかを酸化物換算で0.2～2.0wt%が好ましいことがわかる。

【0023】

次に、前記本発明品1のフェライト仮焼粉に（表2）で示した複数の副成分を添加物として加えた磁性フェライトを前記と同様のプロセスを経てトロイダルコアを作製した（本発明品9～15）。また比較のために、本発明品1のフェライト仮焼粉に副成分を添加し

ない磁性フェライトを用いてトロイダルコアを作製した（比較品8）。そしてそれぞれの磁気特性を比較して（表2）に示す。

【0024】

【表2】

	添加物1	添加量 wt%	添加物2	添加量 wt%	添加物3	添加量 wt%	透磁率 at 2GHz
本発明品 <u>9</u>	SnO ₂	1	TiO ₂	1	---	0	2.67
本発明品 <u>10</u>	SnO ₂	1	In ₂ O ₃	1	---	0	2.76
本発明品 <u>11</u>	SnO ₂	1	Ta ₂ O ₅	1	---	0	2.48
本発明品 <u>12</u>	V ₂ O ₃	1	ZrO ₂	1	---	0	3.02
本発明品 <u>13</u>	V ₂ O ₃	1	LiO ₂	1	---	0	3.25
本発明品 <u>14</u>	V ₂ O ₃	1	LiO ₂	0.5	SnO ₂	0.5	3.10
本発明品 <u>15</u>	SnO ₂	1	TiO ₂	0.5	ZrO ₂	0.5	2.70
比較品 <u>8</u>	---	0	---	0	---	0	2.26

【0025】

（表2）の結果より、本発明品9～15では副成分を同時に2つ以上添加した場合においても副成分を添加しない比較品8に対して2GHzにおける透磁率 μ' が大きくなっていることがわかる。これらの副成分は主成分の焼成挙動に促進的に作用し、複合添加した場合にも副次的に焼結を阻害することなく作用しているものと思われる。なお、主成分である酸化鉄、酸化亜鉛、酸化コバルトの組成範囲が、本発明品2から本発明品8の組成範囲内においても副成分の複数の添加による同様な効果が認められた。

【0026】

また、主成分の原料となる酸化物や添加した副成分が価数の異なる酸化物もしくは炭酸物、例えばCOO、CO₂O₃、CO₂O₄、COCO₃のいずれであっても同様な効果が得られることを確認している。

【0027】

（実施の形態2）

本発明の実施の形態2および図3、図4により請求項2に記載の発明について説明する。

【0028】

図3は本発明の実施の形態2における磁性素子の一例としてのインダクタンス素子に用いる碍子の構造を説明するための斜視図であり、図4はこの碍子を用いたインダクタンス素子の構造を説明するための一部切り欠き斜視図である。図3および図4において、1は（表3）に示した組成を有する磁性フェライトからなる碍子である。この碍子1の表面には銅もしくは銀などからなる導体コイル2を形成し、この導体コイル2の表面には樹脂などからなる絶縁体層3を形成し、この導体コイル2の両端に接続される二つの外部電極4を形成してインダクタンス素子を形成している。

【0029】

以上のように構成されたインダクタンス素子について、以下にその製造方法を説明しながらその構造および得られたインダクタンス素子の電気特性について詳述する。

【0030】

まず初めに、本発明品1と同じ組成を有するフェライト仮焼粉を準備し、このフェライト仮焼粉に副成分として（表3）に示した酸化物を加えて混練することにより、実施の形態1と同様なプロセスを経て造粒粉を得た。

【0031】

次に、この造粒粉を金型内に充填した後所定の成形条件にて成形した後、焼成体が緻密になる温度、例えば1200～1300℃で焼成することにより碍子1を得る。

【0032】

次に、この碍子1に巻き線などにより導体コイル2を形成し、その後絶縁性樹脂あるい

10

20

30

40

50

は絶縁性無機材料を用いて絶縁体層3を形成することにより、図4に示すインダクタンス素子を得る（本発明品16～22）。比較のためにアルミナを碍子1として用いたインダクタンス素子（比較品9）と六方晶フェライトを碍子1として用いたインダクタンス素子（比較品10）を作製した。これらのインダクタンス素子の特性を比較して（表3）に示す。

【0033】

【表3】

		添加物の 添加量 wt%	インダクタンス値 nH at 2GHz	周波数 (GHz) at Qの最大値
本発明品16	TiO ₂	2	4.3	2.2
本発明品17	In ₂ O ₃	2	4.5	2
本発明品18	Ta ₂ O ₅	2	4.5	1.9
本発明品19	ZrO ₂	2	4.8	1.9
本発明品20	LiO ₂	2	4.8	1.8
本発明品21	SnO ₂	2	5.5	1.6
本発明品22	V ₂ O ₃	2	6.4	1.3
比較品9	---	---	2.0	3.2
比較品10	---	---	4.0	0.8

【0034】

（表3）の結果より、本発明品16～22は比較品9と比較して透磁率 μ' が大きくなるに従ってインダクタンス値が大きくなっており、高周波回路におけるインダクタンス素子として大きな特性改善が認められた。

【0035】

また、比較品10のインダクタンス素子はQ値の最大を示す周波数が0.8GHz前後であり、1GHz以上の周波数では損失が大きくなりGHz帯で使用できないのに対して、本発明品ではQ値の最大を示す周波数はすべて1～3GHzであり、GHz帯での使用が可能インダクタンス素子であることがわかる。

【0036】

なお、碍子1は造粒粉体の圧縮成形法以外にもグリーンシートを積層し、所望のサイズに切断もしくは打ち抜きにより作製しても同様の効果が得られる。

【0037】

また、導体コイル2の形成においても巻き線ではなく、全面にめっき技術或いは薄膜技術を用いて形成した後、らせん状にレーザーカットあるいは砥石を用いてスパイラル状のコイルを形成しても同様の効果を得ることができる。

【0038】

また、絶縁体層3の中に磁性材料を混合して用いても良く、このような構成とすることによりインダクタンス値をさらに向上することができる。この絶縁体層3の中に入れる磁性材料は本発明による磁性フェライトの粉末を用いることが好ましい。さらに、この磁性フェライトの粉末の粒子径は大きいほどQ値が大きくなることから、45 μ m以上とすることが最も好ましい。

【0039】

所望のインダクタンス値を実現したりあるいはインダクタンス値の増大、素子の小型化を実現するために前記磁性フェライトに導体コイルを形成してインダクタンス素子を得ることができる。この磁性フェライトの透磁率 μ' が大きいほどインダクタンス値を大きく設計したりあるいはサイズを小型化することができる。

【0040】

また、用いる磁性フェライトの損失成分 μ'' が小さいほどQ値を大きくすることができるので使用する周波数帯域でのQ値が大きいほど優れた高周波用のインダクタンス素子である。

【0041】

(実施の形態3)

本発明の実施の形態3および図5、図6により請求項3に記載の発明について説明する。

【0042】

図5は本発明の実施の形態3における磁性素子の他の例としてのインピーダンス素子の積層構造図であり、図6はそのインピーダンス素子の斜視図である。

10

【0043】

図5および図6において、5は白金やパラジウムなどで形成されたミアンダ状の導体であり、この導体5を上下に挟んで磁性フェライトのグリーンシートなどを積層して磁性フェライト6を形成している。この磁性フェライト6は絶縁体である。この磁性フェライト6の両端には内部に形成された導体5の両端と接続される二つの外部電極7を形成してインピーダンス素子を構成している。

【0044】

このようにノイズ対策部品として用いられるインピーダンス素子は信号ラインである導体5を磁性フェライト6で覆うことにより実現している。この磁性フェライト6の損失成分 μ'' の急激に増大する周波数をカットオフ周波数とし、それ以上の周波数でインピーダンス素子のインピーダンス値が選択的に大きくなるため、カットオフ周波数よりも高い周波数成分を持つノイズが除去される。このとき、磁性フェライト6の透磁率 μ' が大きいほどインピーダンス値を大きく設計することができ、優れたインピーダンス素子である。

20

【0045】

以上のように構成されたインピーダンス素子について、以下にその製造方法を説明する。

【0046】

酸化鉄、酸化亜鉛および酸化コバルト $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}:\text{CoO}=48.0:6.5:45.5\text{mol}\%$ で配合し、これに純水を適量加えてボールミルを用いて混合した後120℃で乾燥して混合粉を得る。この混合粉を900℃で仮焼した後、遊星ボールミルを用いて最大粒径が8 μm 以下になるまで粉碎してフェライト仮焼粉を得た。このフェライト仮焼粉に(表4)で示した副成分を添加物として加え、さらにブチラル樹脂と酢酸ブチルを適量加えてボールミルを用いて十分に分散させてフェライトスラリーを得る。このフェライトスラリーをドクターブレード法によりフェライトグリーンシートを得る。このフェライトグリーンシートの上にPtペーストを用いて導体5のパターンを印刷形成する。この導体5のパターンを印刷形成したフェライトグリーンシートと導体5を印刷形成していないフェライトグリーンシートを所望の厚みになるように複数枚積層し、その後個片に切断してチップ状の成形品を得る。この成形品を1200～1300℃で焼成することにより、導体5を内層に形成した磁性フェライトの焼結体を得る。この磁性フェライトの焼結体の両端に導体5の両端部と接続する二つの外部電極7を形成することにより図6に示すインピーダンス素子を完成することができる(本発明品23～29)。

30

40

【0047】

比較のために、六方晶フェライトを用いてインピーダンス素子を作製した(比較品11)。このようにして得られたインピーダンス素子の電気特性を比較して(表4)に示す。

【0048】

【表4】

	添加物	添加量 wt%	カットオフ 周波数	インピーダンス値 at 2 GHz Ω
本発明品 2 3	T i O ₂	2	1.0	98
本発明品 2 4	I n ₂ O ₃	2	1.0	104
本発明品 2 5	T a ₂ O ₅	2	1.0	104
本発明品 2 6	Z r O ₂	2	1.0	110
本発明品 2 7	L i O ₂	2	1.0	111
本発明品 2 8	S n O ₂	2	1.3	127
本発明品 2 9	V ₂ O ₃	2	1.0	147
比較品 1 1	---	---	0.5	30

【0049】

(表4)の結果より、本発明品23～29では比較品11に対してカットオフ周波数(=インピーダンスが10 Ω となる周波数)が高く、GHz帯用のノイズフィルタとして用いることのできるインピーダンス素子であり、用いる磁性フェライトの透磁率 μ' が大きくなるためにインピーダンス値が大きくなることから優れたインピーダンス素子であることがわかる。

【0050】

また、内部に形成する導体5のPtパターンはミランダ形状以外でもよく、ビアを通じてフェライトグリーンシートを積層することにより、らせん状にコイルを形成してもよい。その場合、らせん状の導体コイル5の端部と外部電極7間の距離が短いとインピーダンス値が低下してしまうので、この間隔を広く取ることが望ましく、この間隔が200 μ m以上あることが最も好ましい。

【0051】

また、導体5を形成する材料はPdもしくはPtとPdの合金でもよいが、導電率を大きくするためにはPtもしくはPdが好ましい。

【0052】

(実施の形態4)

本発明の実施の形態4および図7、図8により請求項4に記載の発明について説明する。

【0053】

図7はリング状コアの外観を示す斜視図であり、図8は本発明の磁性素子の他の例としてのコモンモードノイズフィルタの構造を示す一部切り欠き斜視図である。図7および図8において、9は磁性フェライトからなるリング状コアである。このリング状コア9の表面には銅もしくは銀などからなる二つの導体コイル10を形成し、この二つの導体コイル10の表面には樹脂などからなる絶縁体層11を形成し、この二つの導体コイル10の端子に接続される四つの外部電極12を形成してコモンモードノイズフィルタを構成しているものである。

【0054】

一般の電子回路の差動伝送ラインに用いられるコモンモードノイズフィルタは磁性フェライトのリング状コア9に2本の導体コイル10を同一方向に巻きつけた構造とすることにより、これに用いる磁性フェライトの透磁率 μ' を利用して2本の差動伝送ラインの磁気結合を高めてコモンモード成分を除去するものである。このとき用いる磁性フェライトの損失成分 μ'' が小さいほどディファレンシャルモードの損失すなわち伝えるべき信号レベルの損失が小さくなり、優れたコモンモードノイズフィルタである。この構成において本発明の磁性フェライトをリング状コア9に用いることにより、GHz帯で用いることができる優れたコモンモードノイズフィルタを実現することができる。

【0055】

以上のように構成されたコモンモードノイズフィルタについて、以下にその製造方法を説明する。

【0056】

(表5)で示した副成分を本発明品1の主成分に添加物として加え、実施の形態1と同様なプロセスを経て、造粒粉を得る。この造粒粉をリング状に成形し、1200～1300℃で焼成してリング状コア9を得る。このリング状コア9に同一方向に2重の巻き線を施して二つの導体コイル10を形成した後樹脂モールド成形で絶縁体層11を形成し、二つの導体コイル10の端子に接続される外部電極12を形成することにより図8に示したコモンモードノイズフィルタを実現することができる(本発明品30～36)。比較のために、リング状コア9に六方晶フェライトを用いたコモンモードノイズフィルタを作製した(比較品12)。

10

【0057】

得られたコモンモードノイズフィルタの特性を(表5)に示す。

【0058】

【表5】

	添加物	添加物の 添加量	結合係数
		wt%	
本発明品30	TiO ₂	2	0.83
本発明品31	In ₂ O ₃	2	0.88
本発明品32	Ta ₂ O ₅	2	0.88
本発明品33	ZrO ₂	2	0.89
本発明品34	LiO ₂	2	0.91
本発明品35	SnO ₂	2	0.90
本発明品36	V ₂ O ₃	2	0.92
比較品12	---	---	0.50

20

30

【0059】

(表5)の結果より、本発明品30～36では比較品12よりも1GHzでの透磁率 μ' が大きく、損失成分 μ'' が小さくなるために結合係数が大きくなっていることがわかる。

【0060】

なお、面実装を実現するために巻き線を施したリング状コア9を絶縁体層11でモールドしているが、樹脂モールドせずに二つの導体コイル10を直接基板などに接続しても同様な効果が得られる。

【0061】

(実施の形態5)

40

本発明の実施の形態5および図9、図10により請求項5に記載の発明について説明する。

【0062】

図9は本発明の磁性素子のさらに他の例としてのアンテナ素子に用いるフェライトコアの斜視図であり、図10はそのアンテナ素子の構造を説明するための一部切り欠き斜視図である。図9および図10において、13は磁性フェライトからなるフェライトコアである。このフェライトコア13の表面には銅もしくは銀などからなる導体コイル14を形成し、この導体コイル14の表面には樹脂などからなる絶縁体層15を形成してアンテナ素子を構成しているものである。

【0063】

50

以上のように構成されたアンテナ素子について、以下にその製造方法を説明する。

【0064】

(表6)で示した副成分を本発明品1と同じ主成分に添加物として加え、実施の形態1と同様なプロセスを経て、造粒粉を得る。この造粒粉を棒状に成形した後に1200～1300℃で焼成し、その後図9に示す形状に切削加工をすることによりアンテナ素子のフェライトコア13を得る。次に、このフェライトコア13の全表面を銅あるいは銀などの低抵抗を有する金属めっき法などにより形成した後、らせん状にレーザーカットを施して導体コイル14を形成する。

【0065】

次に、この導体コイル14を形成したフェライトコア13を樹脂モールド成形して絶縁体層15で覆い、図10に示すアンテナ素子を完成することができる(本発明品37～43)。比較のために、相似形状の樹脂をコアとして用いたアンテナ素子(比較品13)と六方晶フェライトをフェライトコア13として用いたアンテナ素子(比較品14)を作製した。

【0066】

得られたアンテナ素子の放射損失および樹脂をコアとしたアンテナ素子のサイズを100としたときのアンテナ素子のサイズ効果を比較して(表6)に示す。

【0067】

【表6】

	添加物	添加物の 添加量	アンテナの サイズ	放射損失
		wt%	%	dB
本発明品37	TiO ₂	2	83	-1.7
本発明品38	In ₂ O ₃	2	81	-1.9
本発明品39	Ta ₂ O ₅	2	81	-1.8
本発明品40	ZrO ₂	2	79	-1.6
本発明品41	LiO ₂	2	79	-1.8
本発明品42	SnO ₂	2	73	-1.6
本発明品43	V ₂ O ₃	2	71	-1.7
比較品13	---	---	100	-0.52
比較品14	---	---	---	-8.8

【0068】

(表6)の結果より、本発明品では用いる磁性フェライトの透磁率 μ' が大きいほど樹脂をコアとしたアンテナ素子よりもサイズが小さくなっていることがわかる。

【0069】

また、六方晶フェライトをフェライトコア13としたアンテナ素子は放射損失が大きくアンテナ素子のサイズを正確に決定することができなかった。

【0070】

また、六方晶フェライトを用いたアンテナ素子の放射損失が大きいのに対して、本発明品は2GHz帯で実際に使用できるほど放射損失が小さいことがわかる。

【0071】

なお、回路への接続ははんだ付けまたはかしめでも良いが、接続部分をネジ形状にすることによって、接続強度を確保することができるのでより好ましい。

【0072】

このネジ形状は切削工法以外にも分割金型を用いた粉体プレス工法でも良い。

【0073】

また、金属めっきはAg, Cu, Au, Al, Ni, Pt, Pdなどが用いられるが特

10

20

30

40

50

に導電率の大きな A g , C u がより望ましい。

【0074】

また、導体コイル 14 の形成方法はワイヤーを巻きつける方法や金属の板金を打ち抜いてコイルにする方法でも良く、同様な効果が得られる。

【0075】

また、フェライトコア 13 の表面と導体コイル 14 の間に薄く非磁性材料の膜が形成されていてもよい。

【0076】

また、アンテナ素子は樹脂モールドあるいは樹脂成形品のキャップで覆われていてもよい。

10

【0077】

また、透磁率 μ' による波長短縮の効果を利用していることから、前記ヘリカルタイプのアンテナ素子以外にもパッチアンテナなどのアンテナ素子に対しても同様な効果が得られることはいうまでもない。

【0078】

【発明の効果】

以上のように本発明は、酸化鉄と酸化コバルトと酸化亜鉛とを主成分とし、またはさらに副成分として T i , T a , I n , Z r , L i , S n , V のいずれかを含む磁性フェライトおよびそれを用いた磁性素子であり、G H z 帯域で使用される電子回路に用いることのできる磁性素子およびそれを用いた磁性素子を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態 1 における磁性フェライトの特性図

【図2】 同透磁率と副成分の添加量の関係を示す特性図

【図3】 本発明の実施の形態 2 における碍子の斜視図

【図4】 同磁性素子の一例としてのインダクタンス素子の一部切り欠き斜視図

【図5】 本発明の実施の形態 3 における磁性素子の他の例としてのインピーダンス素子の積層の構造図

【図6】 同インピーダンス素子の斜視図

【図7】 本発明の実施の形態 4 におけるリング状コアの斜視図

【図8】 同磁性素子の他の例としてのコモンモードノイズフィルタの一部切り欠き斜視図

30

【図9】 本発明の実施の形態 5 におけるフェライトコアの外観図

【図10】 同磁性素子のさらに他の例としてのアンテナ素子の一部切り欠き斜視図

【符号の説明】

1 碍子

2 導体コイル

3 絶縁体層

4 外部電極

5 導体

6 磁性フェライト

7 外部電極

9 リング状コア

10 導体コイル

11 絶縁体層

12 外部電極

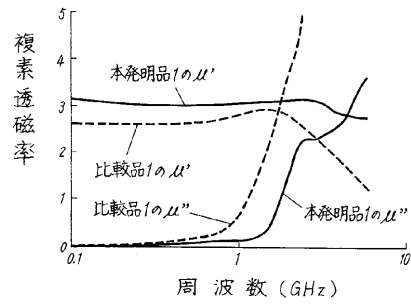
13 フェライトコア

14 導体コイル

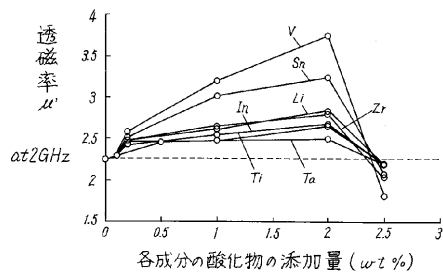
15 絶縁体層

40

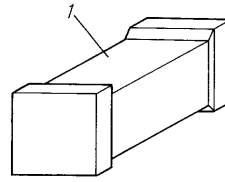
【図 1】



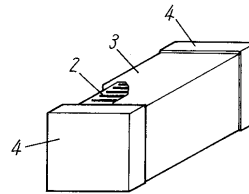
【図 2】



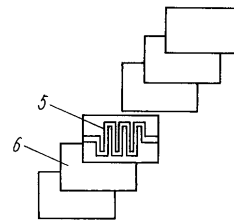
【図 3】



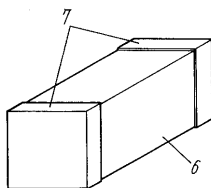
【図 4】



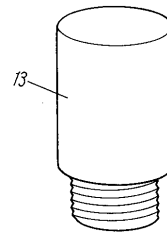
【図 5】



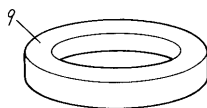
【図 6】



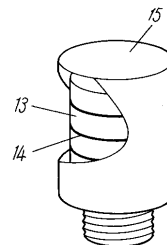
【図 9】



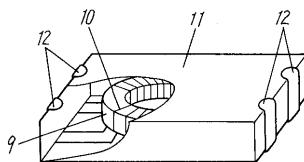
【図 7】



【図 10】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02-018353 (JP, A)
特開昭58-079302 (JP, A)
特開昭52-151896 (JP, A)
特公昭47-007821 (JP, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C04B 35/34
C01G 49/00
H01F 1/34
H01F 17/04
H01F 17/06
CAplus/REGISTRY(STN)