

(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2009-147252

(P2009-147252A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H 0 1 F 1/147 (2006.01)</b>	H 0 1 F 1/14 A	4 K 0 1 7
<b>H 0 1 F 1/20 (2006.01)</b>	H 0 1 F 1/20	4 K 0 1 8
<b>B 2 2 F 9/08 (2006.01)</b>	B 2 2 F 9/08 A	5 E 0 4 1
<b>B 2 2 F 3/00 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/00 B	
<b>C 2 2 C 33/02 (2006.01)</b>	C 2 2 C 33/02 N	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2007-325559 (P2007-325559)  
 (22) 出願日 平成19年12月18日 (2007.12.18)

(71) 出願人 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 100097445  
 弁理士 岩橋 文雄  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (74) 代理人 100109151  
 弁理士 永野 大介  
 (72) 発明者 高橋 岳史  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニックエレクトロニクス株式会社  
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合磁性材料およびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 インダクタ、チョークコイル、トランス等のインダクタンス部品の小型化および高周波域で使用可能な優れた磁気特性を有する複合磁性体を提供する。

【解決手段】 アトマイズ法により作製した Fe、Si および Al を含む金属磁性粉末に、熱処理を施して、X線回折法による (111) からの回折強度を I (111)、(220) からの回折強度を I (220) としたとき、 $I(111)/I(220) = 0.025$  からなる金属磁性粉末となるように調整する。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アトマイズ法で作製し、熱処理を施した Fe、Si および Al を含む金属磁性粉末と、この金属磁性粉末に絶縁性結着剤を添加した後、加圧成形して成形体とし、その後アニール処理を施した複合磁性材料であって、前記金属磁性粉末を、X 線回折法による (111) からの回折強度を  $I(111)$ 、(220) からの回折強度を  $I(220)$  としたとき、 $I(111)/I(220) = 0.025$  からなる金属磁性粉末とした複合磁性材料。

## 【請求項 2】

Fe、Si および Al を含む金属磁性粉末をアトマイズ法により作製する工程と、前記金属磁性粉末を熱処理する工程と、この熱処理した金属磁性粉末に絶縁性結着剤を添加した後、加圧成形して成形体を作製する工程と、この成形体をアニール処理する工程を含み、前記金属磁性粉末を X 線回折法による (111) からの回折強度を  $I(111)$ 、(220) からの回折強度を  $I(220)$  としたとき、 $I(111)/I(220) = 0.025$  とする複合磁性材料の製造方法。

10

## 【請求項 3】

アトマイズ法を水アトマイズ法またはガスアトマイズ法とした請求項 2 に記載の複合磁性材料の製造方法。

## 【請求項 4】

金属磁性粉末の平均粒径を  $1 \sim 100 \mu m$  とした請求項 2 に記載の複合磁性材料。

## 【請求項 5】

熱処理温度を  $500 \sim 850$  とした請求項 2 に記載の複合磁性材料の製造方法。

20

## 【請求項 6】

アニール処理する温度を  $600 \sim 1000$  とした請求項 2 に記載の複合磁性材料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は電子機器のインダクタ、チョークコイル、トランスなどのインダクタンス部品に用いられる複合磁性材料およびその製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

30

## 【0002】

近年の電気・電子機器の小型化に伴い、磁性体を用いた電子部品についても小型且つ高効率のものが要求されている。これらの電子部品に用いられる従来の磁性体としては、例えば高周波回路で用いられるチョークコイルではフェライト粉末を用いたフェライト磁芯および金属磁性粉末の成形体である圧粉磁芯がある。

## 【0003】

このうち、フェライト磁芯は飽和磁束密度が小さく、直流重畳特性に劣るという欠点を有している。

## 【0004】

これに対して、金属磁性粉末を成形して作製される圧粉磁芯は、フェライト磁芯に比べて著しく大きい飽和磁束密度を有しており、電子部品の小型化には有利といえる。この圧粉磁芯に用いられる金属磁性粉末の材料組成としては、Fe、Fe-Si 系、Fe-Ni 系、Fe-Ni-Mo 系、Fe-Co 系、Fe-Si-Al 系金属磁性材料等が挙げられるが、磁気特性、材料コスト等の観点から Fe-Si-Al 系金属磁性粉末が広く用いられている。

40

## 【0005】

しかしながら、これらの圧粉磁芯は高周波帯域における透磁率およびコア損失についてはフェライト磁芯より優れているとはいえず、更なる磁気特性の向上が望まれる。

## 【0006】

これに対する圧粉磁芯の磁気特性の向上に対する施策のひとつとして、金属磁性粉末自

50

体の磁気特性の改善が行われており、前記 Fe - Si - Al 系金属磁性体に対しては、その組成により異なるが 800 ~ 900 付近で規則 - 不規則変態が生じ、高温域から冷却されるに従い、不規則相である 相から規則相である DO<sub>3</sub> 相、B2 相へと変態することが知られており、磁気特性に関しては、不規則相より規則相の方が良好な特性値を示すことが知られている。

#### 【0007】

また、前記 Fe - Si - Al 系金属磁性粉末における特質を鑑み、前記課題に対し、超急冷薄帯に熱処理を施し、均一粒径を有する柱状組織とし、且つ相変態を利用して磁気特性を改善する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開昭 58 - 37125 号公報

10

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

しかしながら、前記従来の構成では超急冷薄帯を圧粉磁芯に適用するには、超急冷薄帯を所定の粒径まで粉砕することが不可欠であり、この粉砕時に発生する加工歪は後工程の熱処理あるいはアニール処理によっても解放することが困難であり、この残留した加工歪みが圧粉磁芯としての磁気特性を著しく低下させるという課題を有している。

#### 【0009】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、Fe - Si - Al 系金属磁性粉末の軟磁気特性の改善を図り、優れた磁気特性を有する複合磁性材料およびその製造方法を提供することを目的とする。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

前記従来の課題を解決するために、本発明は、熱処理を施した Fe、Si および Al を含む金属磁性粉末と、この金属磁性粉末に絶縁性結着剤を添加した後加圧成形して成形体とし、その後アニール処理を施した複合磁性材料とし、前記金属磁性粉末を、X 線回折法による (111) からの回折強度を  $I(111)$ 、(220) からの回折強度を  $I(220)$  としたとき、 $I(111)/I(220) \geq 0.025$  からなる金属磁性粉末としたものである。

#### 【発明の効果】

30

#### 【0011】

本発明の複合磁性材料およびその製造方法は、熱処理によって規則化度を 0.025 以上に高めた Fe - Si - Al 系金属磁性粉末を用いることにより、優れた磁気特性を有する複合磁性材料およびその製造方法を実現することができるとともに、この複合磁性材料を磁芯として用いることによって優れた磁気特性を有するインダクタンス部品を実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

##### （実施の形態 1）

以下、本発明の実施の形態 1 における複合磁性材料およびその製造方法について説明する。

40

#### 【0013】

本実施の形態 1 における複合磁性材料は、アトマイズ法で作製し、熱処理を施した Fe、Si および Al を含む金属磁性粉末と、この金属磁性粉末に絶縁性結着剤を添加した後、加圧成形して成形体とし、その後アニール処理を施した圧粉磁芯としたものであり、前記金属磁性粉末の X 線回折法による (111) からの回折強度を  $I(111)$ 、(220) からの回折強度を  $I(220)$  としたとき、 $I(111)/I(220) \geq 0.025$  からなる規則化度を有するように熱処理を行った金属磁性粉末を用いることを特徴としている。これによって、アトマイズ法で作製した金属磁性粉末は歪みを有するとともに、規則化度は低い状態で作製されることと

50

なる。その後、規則化度を高めるための熱処理を施すことによって急冷処理により発生した歪みを除去しながら規則化度を高めることができる。その後結着剤と混合し、所定の圧粉磁芯として成形処理した後、アニール処理を施すことによって優れた磁気特性を有する複合磁性材料を実現することができる。

【0014】

これに対して、粉砕法によって作製された金属磁性粉末は粉砕の加工歪みを有するとともに初期の規則化度は高くなっている。この粉砕法によって作製された金属磁性粉末の加工歪みは熱処理などを行ったとしても除去することが困難である。従って、このような金属磁性粉末を用いて圧粉磁芯を作製したとき、粉砕による加工歪の除去は困難であり、後工程での処理によって歪みを除去することは困難であることが分かった。

10

【0015】

以上のことから、アトマイズ法にて作製された金属磁性粉末を熱処理し、歪みを除去しながら規則化度を制御した金属磁性粉末を用いることによって優れた磁気特性を有する複合磁性材料を実現できる。

【0016】

さらに、前記規則化度の定義を詳細に説明すると、金属磁性粉末のX線回折法による $D_{03}$ 規則相固有の(111)の超格子反射の回折強度を $I(111)$ 、(220)からの基本格子反射の回折強度を $I(220)$ としたとき、 $I(111)/I(220)$ を金属磁性粉末の規則化度と定義している。

【0017】

なお、規則化度 $I(111)/I(220)$ の値はFe-Si-Al系金属磁性粉末の結晶相における規則化の度合いを示す指標となるもので、この値が高いほど規則化度が高いといえる。この規則化度が高い金属磁性粉末を用いて圧粉磁芯を作製すると軟磁気特性が高くなることが分かった。

20

【0018】

また、Fe、SiおよびAlを含む材料組成を有する金属磁性粉末としては、特にSiの含有量を8~12wt%、Alの含有量を4~6wt%とし、残部をFeおよび不可避な不純物からなる材料組成とすることが好ましい。SiおよびAlの役割は、磁気特性を向上させるものであり、前記組成範囲とすることが好ましい。そして、SiおよびAlの添加量が前記組成範囲より少ないと軟磁気特性の改善効果に乏しく、前記組成範囲より多いと飽和磁化の低下が大きく直流重畳特性が低下する。

30

【0019】

また、 $I(111)/I(220)$ で示される規則化度が0.025より低い値では磁気特性の改善効果に乏しいことが分かった。

【0020】

そして、Fe-Si-Al系金属磁性粉末に熱処理を行うことによって、規則 不規則相変態を促して、金属磁性粉末に導入される内部歪みの解放を促進させることが可能である。これによって、金属磁性粉末の軟磁気特性を良くすることができる。

【0021】

そして、前記Fe-Si-Al系金属磁性粉末に施す熱処理の雰囲気としては非酸化性雰囲気が好ましく、例えばアルゴンガス、窒素ガス、ヘリウムガス等の不活性雰囲気、水素ガス等の還元雰囲気あるいは真空雰囲気中にて熱処理を施すことが好ましい。

40

【0022】

さらに、前記Fe-Si-Al系金属磁性粉末に施す熱処理温度としては550~850の範囲が好ましい。550より低いと規則化度を前記範囲に調製することが難しく、850より高いと一部金属磁性粉末間において焼結反応が生じ、結果として金属磁性粉末の粒径が増大し、渦電流損失の増加をもたらすことから好ましくない。

【0023】

一方、従来例である所定の粒径を有する金属磁性粉末を得るための粉砕工程は前記金属磁性粉末の規則化度を低下させてしまうことが分かった。この粉砕工程によって、金属磁

50

性粉末に粉碎による加工歪が残留し、この粉碎による加工歪みは後の工程におけるアニール処理においても十分に解放することが困難であり、その結果として、著しく圧粉磁芯としての軟磁気特性を劣化させる。このことから、粉碎工程を経ることなく軟磁気特性に優れた所定の粒度分布を有する金属磁性粉末を準備することが好ましい。

#### 【0024】

これに対する最適な金属磁性粉末の製造方法としては、アトマイズ法により金属磁性粉末を作製することが好ましい。このアトマイズ法を用いることにより、急冷された所定の粒度分布からなる金属磁性粉末を作製するとともに、高温相である不規則相を残留させることが可能となる。この不規則相を金属磁性粉末に残留させることによって、後工程における金属磁性粉末の熱処理によって、内部歪みの解放を容易とすることができ、結果として圧粉磁芯としての軟磁気特性を向上させることが分かった。

10

#### 【0025】

そして、アトマイズ法のうち、特に水アトマイズ法、ガスアトマイズ法が好ましい。これらの方法は、粉碎による加工歪みを有さず、均一な粒度分布を有する金属磁性粉末が効率よく得られるとともに、生産効率に優れるという利点を有している。

#### 【0026】

また、アトマイズ法によって作製された金属磁性粉末に熱処理を施すことによって、金属磁性粉末に残留している不規則相の規則 - 不規則相変態を促し、内部歪みを除去することによって、規則化度を高めることが可能となる。

20

#### 【0027】

すなわち、アトマイズ法によって高温相である不規則相を残留させた所定の粒度分布を有する金属磁性粉末を作製し、その後熱処理を施すことによって規則 - 不規則相変態を促して規則化度を制御することが可能となるものである。これによって、低歪且つ高規則化状態の金属磁性粉末を実現できることから、優れた磁気特性を有する複合磁性材料を実現することができる。

#### 【0028】

これに対して、従来例の圧粉磁芯に用いられる金属磁性粉末としては金属塊からの粉碎粉が挙げられる。この粉碎粉は、通常、溶解鑄造法により金属磁性材料のインゴットを作製し、その後、組成偏析を改善するため、均一に加熱処理を行った後、所定粒径まで粉碎を行うことによって作製されている。このとき、粉碎時に導入される加工歪は金属磁性粉末の磁気特性を著しく低下させ、この加工歪みの解放は後工程におけるアニール処理によっても困難である。

30

#### 【0029】

そして、組成偏析を改善するための均一化熱処理温度は原子拡散の点からは高温であるほど有利であり、通常目的とする相状態が変化しない範囲にて、できるだけ高温にて行われている。これに対して、規則化度の観点から、Fe - Si - Al系金属磁性体材料においては、規則 - 不規則変態点より低い温度で行うことが好ましい。

#### 【0030】

さらに、粉碎粉においては表面形状には凹凸があり、特にFe - Si - Al系金属材料は硬くて脆いことから、前記傾向が大であり尖った歪な形状となりやすく、金属磁性粉末間の絶縁を十分に確保するには金属磁性粉末の表面に厚く絶縁層を形成する必要がある、結果として、優れた磁気特性を有する複合磁性材料の実現が困難である。

40

#### 【0031】

一方、アトマイズ法で作製した粉末は、表面形状が滑らかであり、絶縁性が確保しやすいという特徴も有している。

#### 【0032】

すなわち、アトマイズ粉を用いることによって、後工程で解放することが困難である粉碎による加工歪みを有さない金属磁性粉末を得ることができることに加え、規則化度を調整することによって軟磁気特性に優れた複合磁性材料を実現することができるものである。

50

## 【0033】

本実施の形態1における絶縁性結着剤としては、絶縁性の酸化物を形成するものが好ましく、シラン系、チタン系、クロム系等カップリング剤、シリコン樹脂などの有機材料、または $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等の無機酸化物粉末などが挙げられるが、より好ましくは安価で分散性の良い、シラン系、チタン系、クロム系等カップリング剤、シリコン樹脂である。さらに、成形体の強度を高めるという観点から、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂またはブチラル樹脂などを副成分として添加することも可能である。

## 【0034】

このような絶縁性結着剤を前記金属磁性粉末と所定の配合割合になるように調合した後、混練する。

## 【0035】

その後、金型と成形機を用いて所定の形状の圧粉磁芯に成形する。

## 【0036】

このときの加圧成形方法は特に限定されるものではなく、通常に加圧成形法が用いられる。成形圧力としては $5 \sim 20 \text{ ton/cm}^2$ の範囲が好ましい。これは、 $5 \text{ ton/cm}^2$ より低いと金属磁性粉末の充填率が低く高い磁気特性が得られない。また、 $20 \text{ ton/cm}^2$ より高いと加圧成形時の金型強度を確保するため金型が大型化し、成形圧力を確保するためプレス機が大型化するとともに、生産性が低くなり、コストアップにつながる。

## 【0037】

その後、成形した圧粉磁芯をアニール処理する。この成形後のアニール処理は、加圧成形時に金属磁性粉末に受けた加工歪みによる磁気特性の低下を防ぐものであり、成形時における加工歪みの開放が目的である。そして、このアニール処理の温度としては、高温に行うことが好ましいが、あまり温度を上げると金属磁性粉末の粒子間絶縁が不充分となって、渦電流損失が増大することから好ましくない。従って、好ましくは $600 \sim 1000$ の範囲である。 $600$ より低いと加工歪の開放が十分とは言えず磁気特性が低く、 $1000$ より高いと前記理由により渦電流損失が増大するため好ましくない。

## 【0038】

また、前記 $\text{Fe-Si-Al}$ 系金属磁性粉末は規則-不規則変態がある。前記アニール処理温度が変態点を超えると、前記アニール処理時の冷却過程は炉冷であり、アトマイズ法等の急冷時とは著しく相違し不規則相の凍結は生じにくいものの、高温相である不規則相が残留し、金属磁性粉末にて改善した規則化度を低下させる可能性があり、より好ましい温度範囲は $600 \sim 900$ である。

## 【0039】

前記アニール処理は非酸化性雰囲気が好ましく、例えば、アルゴンガス、窒素ガス、ヘリウムガス等不活性雰囲気、水素ガス等還元雰囲気、真空雰囲気である。

## 【0040】

また、金属磁性粉末の平均粒径としては $1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。平均粒径が $1 \mu\text{m}$ より小さいと成形密度が低くなり、透磁率が低下するため好ましくない。平均粒径が $100 \mu\text{m}$ より大きくなると、十分な冷却速度が得られず、不規則相の残留効果が乏しくなるとともに、高周波での渦電流損失が大きくなり好ましくない。さらに好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下とすることが良い。

## 【0041】

以上説明してきたように、 $\text{Fe}$ 、 $\text{Si}$ および $\text{Al}$ を含む金属磁性粉末をアトマイズ法により作製する工程と、前記金属磁性粉末を熱処理する工程と、この熱処理した金属磁性粉末に絶縁性結着剤を添加した後、加圧成形して成形体を作製する工程と、この成形体をアニール処理する工程を含み、前記金属磁性粉末をX線回折法による(111)からの回折強度を $I(111)$ 、(220)からの回折強度を $I(220)$ としたとき、 $I(111)/I(220) \geq 0.025$ とすることによって、複合磁性材料を製造することによって優れた磁気特性を有する複合磁性材料の製造方法を提供することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

以下、本発明の複合磁性材料とその製造方法の実施例について説明する。

## 【 0 0 4 3 】

## ( 実施例 1 )

材料組成を重量％で 8 . 9 S i 5 . 9 A l b a l . F e とし、平均粒径が 2 7  $\mu$  m の金属磁性粉末をガスアトマイズ法にて作製した。得られた金属磁性粉末を、アルゴンガス雰囲気中にて ( 表 1 ) に記載の温度で 0 . 5 時間の熱処理を行うことによって所定の規則化度に調整した。

## 【 0 0 4 4 】

その後、熱処理によって規則化度を調整した後、この金属磁性粉末にシリコン樹脂を 1 . 3 重量部添加し混練分散を行い、金属磁性粉末と樹脂からなるコンパウンドを作製した。得られたコンパウンドを所定の金型と成形機を用いて 1 2 t o n / c m <sup>2</sup> にて加圧成形を行って成形体を作製した。

## 【 0 0 4 5 】

次に、成形体をアルゴンガス雰囲気にて、温度 ; 8 0 0 、保持時間 ; 1 . 0 時間の条件にてアニール処理を行った。

## 【 0 0 4 6 】

なお、作製した複合磁性材料の試料形状は外形 ; 1 5 m m 、内径 ; 1 0 m m 、高さ ; 3 m m 程度のトロイダルコアである。

## 【 0 0 4 7 】

得られた試料サンプルについて直流重畳特性、コア損失について評価を行った。直流重畳特性については、印加磁場 ; 5 5 0 e 、周波数 ; 1 2 0 k H z における透磁率を L C R メータにて測定し評価した。コア損失は交流 B - H カーブ測定機を用いて測定周波数 ; 1 2 0 k H z 、測定磁束密度 ; 0 . 1 T で測定を行った。

## 【 0 0 4 8 】

また、規則化度を調整した後の金属磁性粉末に関しては、H c メータを用いて 1 . 8 k O e にて着磁した後、保磁力 H c を測定した。得られた特性の評価結果を ( 表 1 ) に示す。

## 【 0 0 4 9 】

## 【 表 1 】

試料No.	熱処理温度 (°C)	規則化度 I(111)/I(220)	保磁力H <sub>c</sub> (Oe)	透磁率 (550e)	コア損失 (kW/m <sup>3</sup> )	
1	未処理	0.004	3.2	38	850	比較例
2	500	0.02	2.9	40	790	比較例
3	550	0.025	1.6	45	650	実施例
4	650	0.039	0.8	52	500	実施例
5	700	0.042	0.78	56	405	実施例
6	850	0.059	0.7	57	390	実施例
7	900	0.061	0.65	41	1105	比較例

## 【 0 0 5 0 】

( 表 1 ) に示したように、熱処理によって規則化度を 0 . 0 2 5 以上としたときの金属磁性粉末は低い保磁力を示し、この金属磁性粉末を用いた複合磁性材料は優れた直流重畳特性 ( 5 5 0 e における透磁率 ) 、低いコア損失を示すことが分かる。また、規則化度は 9 0 0 で熱処理した時に得られる 0 . 0 6 程度が上限と思われる。

## 【 0 0 5 1 】

## ( 実施例 2 )

次に、実施例 2 について説明する。金属磁性粉末の材料組成を重量％で 9 . 2 S i 5 . 1 A l b a l . F e とし、平均粒径が 1 9  $\mu$  m の金属磁性粉末をアトマイズ法の一種であるガスアトマイズ法および水アトマイズ法にて作製した。

## 【 0 0 5 2 】

また、比較例として前記同様の金属磁性粉末の粉碎粉を作製した。

## 【 0 0 5 3 】

得られた金属磁性粉末を、窒素ガス雰囲気中にて750 で1.0hrの熱処理を行い規則化度を0.04~0.05の範囲に調整した。規則化度を調整した後、金属磁性粉末にシランカップリング剤を0.8重量部、アクリル樹脂を1.0重量部添加し混練分散を行いコンパウンドを作製した。

## 【 0 0 5 4 】

得られたコンパウンドを10ton/cm<sup>2</sup>にて加圧成形を行い、窒素ガス雰囲気にて750 で1.0時間のアニール処理を行った。

## 【 0 0 5 5 】

なお、作製した試料形状は外形；15mm、内径；10mm、高さ；3mm程度のトロイダルコアである。

10

## 【 0 0 5 6 】

得られた試料サンプルについて直流重畳特性、コア損失について評価を行った。直流重畳特性については、印加磁場；500e、周波数；110kHzにおける透磁率をLCRメータにて測定し評価した。また、コア損失は交流B-Hカーブ測定機を用いて測定周波数；110kHz、測定磁束密度；0.1Tで測定を行った。

## 【 0 0 5 7 】

得られた結果を（表2）に示す。

## 【 0 0 5 8 】

## 【 表 2 】

20

試料No.	粉末	透磁率 (500e)	コア損失 (kW/m <sup>3</sup> )	
8	ガス噴霧アトマイズ粉	53	415	実施例
9	水噴霧アトマイズ粉	51	490	実施例
10	粉碎粉	36	1150	比較例

## 【 0 0 5 9 】

（表2）の結果より、ガスアトマイズ法または水アトマイズ法により作製した金属磁性粉末を用い、この金属磁性粉末の規則化度を熱処理によって調整した金属磁性粉末を用いた複合磁性材料は優れた直流重畳特性、低いコア損失を示すことが分かる。

## 【 0 0 6 0 】

30

## （ 実施例 3 ）

次に実施例3について説明する。金属磁性粉末の組成を重量%で9.9Si4.9Alb1.Feとし、平均粒径が（表3）記載の金属磁性粉末をガスアトマイズ法により作製した。この得られた金属磁性粉末をアルゴンガス雰囲気中にて830 で0.2時間の熱処理を行い、規則化度を0.04~0.05の範囲に調整した。その後、金属磁性粉末にチタンカップリング剤を0.9重量部、ブチラル樹脂を0.9重量部添加し混練分散してコンパウンドを作製した。次に、得られたコンパウンドを14ton/cm<sup>2</sup>にて加圧成形を行い、その後アルゴンガス雰囲気中にて700 で1.5時間のアニール処理を行った。

## 【 0 0 6 1 】

40

なお、作製した試料形状は外形；15mm、内径；10mm、高さ；3mmのトロイダルコアである。

## 【 0 0 6 2 】

得られた試料サンプルについて直流重畳特性、コア損失について評価を行った。直流重畳特性については、印加磁場；400e、周波数；120kHzにおける透磁率をLCRメータにて測定し評価した。コア損失は交流B-Hカーブ測定機を用いて測定周波数；110kHz、測定磁束密度；0.1Tで測定を行った。得られた結果を（表3）に示す。

## 【 0 0 6 3 】



【表 3】

試料No.	平均粒径(D50) ( $\mu\text{m}$ )	透磁率 (400e)	コア損失 ( $\text{kW}/\text{m}^3$ )	
11	0.5	39	560	比較例
12	1	42	402	実施例
13	2	48	340	実施例
14	10	57	320	実施例
15	50	62	550	実施例
16	60	69	590	実施例
17	100	73	798	実施例
18	110	75	880	比較例

10

## 【0064】

(表3)の結果より、アトマイズ法により作製し、熱処理によって規則化度を調整し、且つ平均粒径が1～100 $\mu\text{m}$ の金属磁性粉末からなる複合磁性材料においては、優れた直流重畳特性、低いコア損失を示していることが分かる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0065】

本発明にかかる複合磁性体は、低い保持力、優れた直流重畳特性および低いコア損失を有し、特にコイル、トランス、チョークコイルおよびLCフィルタなどのインダクタンス部品として有用である。

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 3 T

(72)発明者 松谷 伸哉

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

(72)発明者 若林 悠也

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

F ターム(参考) 4K017 AA04 BA06 BB01 BB16 CA07 DA02 EK01

4K018 AA26 BA13 BB04 BB06 CA07 CA11 FA08 KA44

5E041 AA04 AC05 HB17 NN18