

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4136936号
(P4136936)

(45) 発行日 平成20年8月20日(2008.8.20)

(24) 登録日 平成20年6月13日(2008.6.13)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 F 41/02 (2006.01)	HO 1 F 41/02	D
HO 1 F 1/26 (2006.01)	HO 1 F 1/26	
B 2 2 F 1/02 (2006.01)	B 2 2 F 1/02	E
B 2 2 F 3/00 (2006.01)	B 2 2 F 3/00	B
B 2 2 F 3/02 (2006.01)	B 2 2 F 3/02	M
請求項の数 2 (全 10 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-541004 (P2003-541004)	(73) 特許権者	593016411 住友電工焼結合金株式会社 岡山県高梁市成羽町成羽2901番地
(86) (22) 出願日	平成14年10月28日(2002.10.28)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(86) 国際出願番号	PCT/JP2002/011180	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(87) 国際公開番号	W02003/038843	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
(87) 国際公開日	平成15年5月8日(2003.5.8)	(74) 代理人	100083703 弁理士 仲村 義平
審査請求日	平成16年12月22日(2004.12.22)	(74) 代理人	100096781 弁理士 堀井 豊
(31) 優先権主張番号	特願2001-330744 (P2001-330744)		
(32) 優先日	平成13年10月29日(2001.10.29)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合磁性材料の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポリエーテルエーテルケトンからなる有機物(40)と、複合磁性粒子(30)とを含み、残部が不可避的不純物である混合粉末を準備する工程を備え、

前記有機物(40)の長期耐熱温度は200以上であり、前記複合磁性粒子(30)に対する前記有機物(40)の割合は0質量%を超え0.2質量%以下であり、前記複合磁性粒子(30)は、軟磁性を有する金属磁性粒子(10)と、その金属磁性粒子(10)の表面に直接接合する、リンと鉄を含む金属酸化物からなる被覆層(20)とを有し、さらに、

表面に潤滑材が塗布された金型内に前記混合粉末を充填して金型の温度が70以上150以下、粉末の温度が70以上150以下で温間成形することにより、成形体を形成する工程と、

前記成形体を温度340以上450以下で熱処理する工程とを備えた、複合磁性材料の製造方法。

【請求項2】

前記混合粉末を準備する工程は、前記複合磁性粒子(30)に対する前記有機物(40)の割合が0.01質量%以上0.15質量%以下の前記混合粉末を準備する工程を含む、請求項1に記載の複合磁性材料の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、複合磁性材料の製造方法に関し、特に、金属磁性粒子と、金属酸化物を含む被覆層とを有する複合磁性粒子を備えた複合磁性材料の製造方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

近年、世界的な環境規制の強化に伴い、各自動車メーカーでは、排気ガスの低公害化、および低燃費化に関する開発が活発に進められている。そのため、従来のエンジンの機械的制御機構が電子制御機構に移行しつつあり、これに伴い、制御機構の中枢部品である磁性材料の高性能化および小型化が要求されている。特に、より精密な制御を小電力で行なうことができるように、中高周波数領域での高い磁気特性を有する材料の開発が進められている。

10

【0003】

中高周波数領域で高い磁気特性を有するためには、材料が、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを併せ持つ必要がある。一般に、金属磁性材料は、高い飽和磁束密度と透磁率とを有するが、電気抵抗率が低い ($10^{-6} \sim 10^{-4} \text{ cm}$) ため、中高周波数領域で渦電流損失が大きい。そのため、磁気特性が劣化し、単体では使用が困難である。

【0004】

また、金属酸化物磁性材料は金属磁性材料に比べて電気抵抗率が高い ($1 \sim 10^8 \text{ cm}$) ため、中高周波数領域では渦電流損失が小さく、磁気特性の劣化は少ない。しかしながら、飽和磁束密度が金属磁性材料の $1/3 \sim 1/2$ であるため、用途に制限がある。

20

【0005】

かかる実情に鑑み、金属磁性材料と金属酸化物磁性材料とを複合化することにより、両者の欠点を補うような、高い飽和磁束密度と、高い透磁率と、高い電気抵抗率とを有する複合磁性材料が提案されている。

【0006】

たとえば、特表平10-503807号公報では、鉄粉の表面にリン酸鉄の被膜が形成された複数の複合磁性粒子を、ポリフェニレンエーテルまたはポリエーテルイミドおよびアミド型オリゴマー等の有機物で接合して複合磁性材料を形成する方法が開示されている。

30

【0007】

自動車のエンジンの制御機構で複合磁性材料を用いる場合には、上述の磁気特性だけでなく、エンジンが高温となるため、複合磁性材料に耐熱性が要求される。しかしながら、上記公報に記載された複合磁性材料では、複合磁性粒子がポリフェニレンエーテルまたはポリエーテルイミドおよびアミド型オリゴマー等の耐熱性の低い有機物で接合されているため、高温下では、有機物が軟化する。その結果、隣り合う複合磁性粒子同士の接合力が小さくなり、複合磁性材料の強度が低下するという問題があった。

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

そこで、この発明は上述のような問題点を解決するためになされたものであり、耐熱性の高い複合磁性材料を提供することを目的とする。

40

【0009】**【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、複合磁性材料の耐熱性を向上させる技術について、種々の検討をしたところ、複合磁性粒子を接合する有機物の長期耐熱温度を200以上とし、かつ有機物の割合を0質量%を超え0.2質量%以下することで、複合磁性材料の耐熱性を向上させることが可能となるという知見を得た。なお、本明細書中、「長期耐熱温度」とは、UL (Underwriters Laboratories) 規格746Bで規定される耐熱温度であり、無重力で長時間熱処理をした際の力学特性が低下する耐熱限界を示す尺度である。具体的には、10万時間空気中で熱処理した後、常温での特性、例えば引張り強さおよび衝撃強さが半減する温

50

度をいう。この長期耐熱温度の推定には、高温促進試験のアレニウスプロットを用いる。さらに、このような複合磁性材料の製造方法として、金型の表面に予め潤滑材を塗布し、この金型を用いて成形体を形成する、いわゆる金型潤滑が有効であるという知見を得た。

【0010】

このような知見によりなされた、この発明に従った複合磁性材料の製造方法は、有機物と、複合磁性粒子とを含む混合粉末を準備する工程を備える。有機物の長期耐熱温度は200以上であり、複合磁性粒子に対する有機物の割合は0質量%を超え0.2質量%以下であり、複合磁性粒子は、金属磁性粒子と、その金属磁性粒子の表面に直接接合する、金属酸化物を含む被覆層とを有する。さらに、複合磁性材料の製造方法は、表面に潤滑材が塗布された金型内に混合粉末を充填して温間成形することにより、成形体を形成する工程と、成形体を熱処理する工程とを備える。

10

【0011】

なお、ここでいう表面に潤滑材を塗布された金型内に粉末あるいは混合粉末を充填して成形することを以下金型潤滑成形と呼称する。金型潤滑成形を用いることで、混合粉末に金型との焼き付きを防止するための潤滑材を混合する必要がないので、混合粉末の圧縮性が向上し、高成形密度化が図れる。

【0012】

また金型の温度は70以上、150以下である。温度が70未満では金型表面に塗布された潤滑材の金型への接着強度が低く、給粉時に混合粉末と共に金型表面から潤滑材が脱落するおそれがある。一方、温度が150を超えると潤滑材が溶融し、潤滑効果が低減し、成形時に金型に焼き付きが生じるおそれがある。

20

【0013】

さらにここでいう温間成形とは粉末あるいは混合粉末を加熱することで粉末あるいは混合粉末の降伏応力を低下させ、圧縮性を向上させて成形する手法である。

【0014】

上記の金型潤滑成形と組合せて使用すればより高成形密度化が図れる。粉末および混合粉末の加熱温度は70以上150以下である。温度が70未満では粉末あるいは混合粉末の降伏応力の低下が少なく、圧縮性の改善が小さい。一方温度が150を超えると粉末あるいは混合粉末が酸化し、製品特性が品質上維持できない問題がある。

【0015】

このような工程を備えた、この発明に従った複合磁性材料の製造方法に従えば、複数の複合磁性粒子は、温度200以上の長期耐熱温度を有する有機物により互いに接合される。そのため、高温下でも有機物が軟化することがない。その結果、隣り合う複合磁性粒子同士の接合力が保たれるため、複合磁性材料の耐熱性を向上させることができる。しかし、有機物の割合が0.2質量%を超えると、複合磁性粒子同士のネッキングによる強度付与効果が低減し、高温下での抗折強度が低下するため妥当ではない。また、金型潤滑を用いているため、混合粉末中に潤滑材を配合する量が微量となるか、または配合しなくすむ。そのため、混合粉末中に潤滑材を配合した場合に比べ、高密度化が可能となり有機物による接合力の他、複合磁性粒子同士のネッキングによる強度付与効果を得られるため、高温下での抗折強度に優れ、かつ磁束密度の高い複合磁性材料を提供することができる。

30

40

【0016】

また好ましくは、混合粉末を準備する工程は、複合磁性粒子に対する有機物の割合が0.01質量%以上0.15質量%以下の混合粉末を準備する工程を含む。この場合、有機物の含有量をさらに適正化しているため、電気抵抗率、抗折強度および磁束密度が高い複合磁性材料を提供することができる。有機物の割合が0.01質量%未満であれば、複合磁性粒子同士が直接接触することで、電気抵抗率が低下する。有機物の割合が0.15質量%を超えると、抗折強度および磁束密度が低下する。

【0017】

成形体を形成する工程は、温度70以上150以下で混合粉末を温間成形する工程

50

を含む。温間成形時の温度が70 未満であれば、成形体の密度が低下するため、磁束密度が低下する。温間成形時の温度が150 を超えると、金属磁性粒子が酸化するおそれがある。

【0018】

混合粉末を準備する工程は、有機物と、複合磁性粒子とを含み、残部が不可避的不純物である混合粉末を準備する工程を含む。

【0019】

熱可塑性樹脂として、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK、長期耐熱温度260）を用いる。

【0020】

好ましくは、被覆層の厚みが0.005 μm以上20 μm以下である。被覆層の厚みが0.005 μm未満であれば、被覆層により絶縁性を得ることが困難となる。被覆層の厚みが20 μmを超えると単位体積中の金属酸化物または金属酸化物磁性物質の体積比率が大きくなり、所定の飽和磁束密度を得ることが困難である。また、被覆層の厚みは特に0.01 μm以上5 μm以下であることが好ましい。

【0021】

好ましくは、金属酸化物は、金属酸化物磁性粒子を含み、金属酸化物磁性粒子の平均粒径が0.005 μm以上5 μm以下である。金属酸化物磁性粒子の平均粒径が0.005 μm未満では、金属酸化物磁性粒子の作製が困難となる。また、金属酸化物磁性粒子の平均粒径が5 μmを超えると被覆層の膜厚を均一にすることが困難である。また、金属酸化物磁性粒子の平均粒径は特に0.5 μm以上2 μm以下であることが好ましい。なお、本明細書中、「平均粒径」とは、ふるい法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さい方からの質量の和が総質量の50%に達する粒子の粒径、すなわち50%粒径D50をいう。

【0022】

金属酸化物磁性粒子は、軟磁性を有し、かつ電気抵抗率が 10^{-3} cm以上であれば特に制限はない。上述のように、各種の軟磁性フェライトまたは窒化鉄を用いることができる。特に、飽和磁束密度の高いマンガン-亜鉛フェライトまたはニッケル-亜鉛フェライトが好ましい。これらの1種または2種以上を用いてもよい。

【0023】

金属酸化物は、リン（P）と鉄（Fe）とを含む酸化物からなる。このような金属酸化物を使用することで、金属磁性粒子の表面を覆う被覆層をより薄くすることができる。したがって、複合磁性材料の密度を大きくすることができ、磁気特性が向上する。

【0024】

好ましくは、金属磁性粒子の平均粒径は5 μm以上200 μm以下である。金属磁性粒子の平均粒径が5 μm未満では、金属が酸化しやすいため磁気特性が劣化しやすい。金属磁性粒子の平均粒径が200 μmを超えると、成形時の圧縮性が低下するため、成形体の密度が低下し取扱いが困難となる。

【0025】

好ましくは、金属磁性粒子は、鉄（Fe）、鉄（Fe）-シリコン（Si）系合金、鉄（Fe）-窒素（N）系合金、鉄（Fe）-ニッケル（Ni）系合金、鉄（Fe）-炭素（C）系合金、鉄（Fe）-ホウ素（B）系合金、鉄（Fe）-コバルト（Co）系合金、鉄（Fe）-リン（P）系合金、鉄（Fe）-ニッケル（Ni）-コバルト（Co）系合金および鉄（Fe）-アルミニウム（Al）-シリコン（Si）系合金からなる群より選ばれた少なくとも1種を含む。これらの1種または2種以上を用いてもよい。金属磁性粒子の材料は軟磁性金属であれば、金属単体でも合金でもよく特に制限はない。

【0026】

好ましくは、12000 A/m以上の磁場を印加したときの磁束密度Bが15 kG以上であり、電気抵抗率が 10^{-3} cm以上 10^2 cm以下であり、温度200 での抗折強度が100 MPa以上である。

10

20

30

40

50

【0027】

金属磁性粒子に対する金属酸化物の比率は、質量比で0.2%以上30%以下とすることが望ましい。すなわち、(金属酸化物の質量)/(金属磁性粒子の質量)が0.2%以上30%以下となることが望ましい。比率が0.2%未満では、電気抵抗率が低下するため交流磁気特性の低下を招く。また、比率が30%を超えると、金属酸化物または金属酸化物磁性材料の割合が多くなり、飽和磁束密度の低下が生じる。より好ましくは、金属磁性粒子に対する金属酸化物または金属酸化物磁性物質の比率は質量比で0.4%以上10%以下であることが望ましい。

【0028】

この発明に従った複合磁性材料は、高い磁気特性と、高い耐熱性とを併せ持つため、チョークコイル、スイッチング電源素子および磁気ヘッドなどの電子部品、各種モータ部品、自動車用ソレノイド、各種磁気センサ、各種電磁弁等に用いられる。

10

【0029】

【発明の実施の形態】

(実施例1)

複合磁性粒子として、ヘガネス社製の商品名ソマロイ500を用意した。この粉末では、金属磁性粒子としての鉄粉の表面に、リンと鉄とを含む金属酸化物からなる被覆層が形成されている。複合磁性粒子の平均粒径は150 μ m以下、被覆層の平均厚みは20nmである。

【0030】

複合磁性粒子に対して、質量比が0.01%、0.10%、0.15%、0.20%、0.30%、1.00%、3.00%となるように、ポリエーテルエーテルケトン樹脂の粒子を用意した。

20

【0031】

これらをボールミルで混合して混合粉末を形成した。なお、混合方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法(CVD法)、物理気相蒸着法(PVD法)、めっき法、スパッタリング法、蒸着法、ゾル-ゲル法などのいずれを使用することも可能である。

【0032】

混合粉末を金型に入れて、成形を行なって成形体を得た。成形方法として、金型に潤滑材を塗布して成形する金型潤滑成形を用いた。潤滑材として、ステアリン酸、金属石鹸、アミド系ワックス、熱可塑性樹脂およびポリエチレン等を用いることができる。この実施例では、金属石鹸を用いた。

30

【0033】

金型の温度を130とし、混合粉末の温度を130とし、成形圧力を784MPaとして成形体を形成した。なお、金型の温度を70から150とし、混合粉末の温度を70から150とし、成形圧力を392MPaから980MPaとすることができる。

【0034】

また、ポリエーテルエーテルケトン粒子を配合しない複合磁性粒子のみのサンプルも金型潤滑で成形して成形体を得た。

40

【0035】

成形体を窒素ガス雰囲気中、温度420で熱処理(焼きなまし)した。これにより、ポリエーテルエーテルケトンが軟化して複数の複合磁性粒子間の界面に入り込んで複合磁性粒子同士を接合することにより固化体を得た。ポリエーテルエーテルケトン配合しない成形体も熱処理して固化体を得た。

【0036】

なお、熱処理の温度は340以上450以下とすることが好ましい。温度が340以下ではポリエーテルエーテルケトンが完全に軟化しないので、均一に拡散しない。温度が450以上では、ポリエーテルエーテルケトンが分解して複合磁性材料の強度が向

50

上しないからである。また、大気中で熱処理をすると、ポリエーテルエーテルケトンがゲル化して複合磁性材料の強度が劣化する。アルゴンまたはヘリウム中で熱処理をすると製造コストが上昇する。なお、熱処理としてHIP (Hot Isostatic Pressing)、またはSPS (Spark Plasma Sintering) 等も用いることができる。

【0037】

最後に固化体を加工して複合磁性材料(サンプル1から8)を得た。図1は、サンプル2の断面図である。図1を参照して、複合磁性材料1(サンプル2)は、互いに有機物40で接合された複数の複合磁性粒子30を備える。複合磁性粒子30は、金属磁性粒子10と、その金属磁性粒子10の表面に接合する、金属酸化物を含む被覆層20とを有する。有機物40は、200以上の長期耐熱温度を有する。

10

【0038】

サンプル1から8について、温度200での抗折強度、12000 A/mの磁場を印加したときの磁束密度、電気抵抗率および密度を測定した。なお、温度200での抗折強度は、複合磁性材料を縦×横×厚みが10 mm×50 mm×10 mmの角柱形状に加工し、スパンを40 mmとして温度200での三点曲げ試験を行なうことで評価した。その結果を表1に示す。

【0039】

【表1】

サンプル No.	成形温度	潤滑方法	混合粉末中の 潤滑材の量 (質量%)	規格(目標)		100MPa以上 200°Cでの 抗折強度 (MPa)	15kG以上 磁束密度 (kG)	$10 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ 以上 電気抵抗率 ($\times 10^{-4} \Omega \text{cm}$)	7.5g/cm ³ 以上 密度(g/cm ³)	備考	
				PEEK量 (質量%)	PEEK量 (質量%)						
1	温間 (130°C)	金型潤滑 (1)	-	0.00	136	16.5	3.2	7.58	比較品 本発明品		
2				0.01	136	16.4	9.8	7.56			
3				0.10	136	16.3	12	7.55			
4				0.15	128	16.3	16	7.54			
5				0.20	113	15.6	21	7.50			
6				0.30	106	15.2	27	7.46			
7				1.00	97	13.8	62	7.12			
8				3.00	64	10.2	120	6.52			
9	内部混合 (2)	0.3	0.00	84	16.0	22	7.55	比較品			
10			0.10	62	15.8	25	7.51				
11			0.30	56	14.6	84	7.40				
12			1.00	42	13.0	103	7.02				
13			3.00	44	9.5	224	6.41				
14	温間(150°C)	金型潤滑	-	133	16.6	13.2	7.57	本発明品			
15		金型潤滑	-	128	16.2	11.6	7.53				
16	室温 (20°C)	金型潤滑 (3)	-	0.00	68	14.9	0.12	7.43	比較品		
17				0.10	53	14.8	4.5	7.40			
18				0.30	50	14.6	9.3	7.34			
19				1.00	42	12.8	33	6.99			
20				3.00	36	9.2	108	6.38			
21				内部混合 (4)	0.45	0.10	39	14.6		620	7.33
22						0.30	40	13.8		760	7.25
23						0.45	45	13.5		730	7.18
24	0.60	41	13.4			720	7.12				

表1より、本発明品であるサンプル2から5では、すべての特性が優れていることがわかる。比較品であるサンプル1では、PEEKが添加されていないため、成形時に複合磁性粒子同士の摩擦が大きくなった。これにより複合磁性粒子の表面の絶縁皮膜が破壊され、所望の電気抵抗率を得ることができなかった。比較品であるサンプル6から8では、P

PEEKの量が多すぎるため、温度200での抗折強度と、磁束密度が低くなった。なお、PEEKの割合が0.01質量%以上0.15質量%以下であれば、特に好ましい。

【0040】

(実施例2)

実施例2では、混合粉末中に潤滑材(ステアリン酸亜鉛)を予め配合し(0.3質量%)、PEEKの添加量をさまざまに設定して、混合粉末を得た。金型表面に潤滑材を塗布しないで混合粉末を成形および熱処理することにより、固化体を得た。固化体を加工して複合磁性材料(サンプル9から13)を得た。なお、成形時の圧力、温度、および熱処理温度は実施例1と同様である。

【0041】

また、サンプル3と同様の組成を有する混合粉末を、温度150または70で、実施例1と同じ圧力で成形した後、実施例1と同様の温度で熱処理することで固化体を得た。固化体を加工して複合磁性材料(サンプル14および15)を得た。

【0042】

さらに、実施例1の成形時の温度を20とし、その後、実施例1と同様の温度で熱処理することにより複合磁性材料(サンプル16から20)を得た。

【0043】

また、混合粉末中に潤滑材(ステアリン酸亜鉛)を予め配合し(0.45質量%)、PEEKの添加量をさまざまに設定して、混合粉末を得た。金型表面に潤滑材を塗布しないで混合粉末を温度20で成形した後、熱処理することにより、固化体を得た。固化体を加工して複合磁性材料(サンプル21から24)を得た。なお、成形時の圧力、および熱処理温度は実施例1と同様である。

【0044】

サンプル9から24について、温度200での抗折強度、12000A/mの磁場を印加したときの磁束密度、電気抵抗率および密度を測定した。なお、温度200での抗折強度は、複合磁性材料を縦×横×厚みが10mm×50mm×10mmの角柱形状に加工し、スパンを40mmとして温度200での三点曲げ試験を行なうことで評価した。その結果を表1に示す。

【0045】

表1より比較品であるサンプル9から13では、抗折強度と磁束密度が低下していることがわかる。また、本発明品であるサンプル14および15では、いずれも良好な特性を有していることがわかる。さらに室温で成形した比較品としてのサンプル16から24では、密度が低下するため、目的とする磁束密度を得ることが困難である。

【0046】

なお、サンプル21から24でPEEK量が0.45質量%のときに抗折強度が最大となる。これは、PEEK量が0.45質量%未満であれば、PEEKの結合強度が支配的な強度因子であり、PEEK量が0.45質量%を超えると、複合磁性粒子同士の結合力が低下するため、全体としての強度が低下するためである。

【0047】

以上より、所望の特性を達成するためには、金型潤滑を行い、かつPEEK量が0を超えて0.2質量%以下とする必要がある。さらに、PEEK量が0.01質量%以上0.15質量%以下とすることが好ましい。

【0048】

以上の本発明では、ポリエーテルエーテルケトンの長期耐熱温度が200以上であるため、高温での強度が高くなり、複合磁性材料の耐熱性が向上していることがわかる。さらに、ポリエーテルエーテルケトンは、軟化した際の粘度(熔融粘度)が低いため、少量でも毛細管現象が生じ、均一に拡散する。また、少量で確実に複合磁性粒子同士を接合できるため、有機物の量を少なくすることができる。その結果、金属磁性材料の割合を多くすることができ、磁気的特性を高めることができる。

【0049】

さらに、金型潤滑成形を用いるため、成形体内の潤滑剤を減少させることができる。その結果、複合磁性材料の密度が向上し、磁気的特性を高めることができる。また、成形体内部に空孔が発生することを防止できるため、透磁率を向上させることができる。

【0050】

以上、この発明の実施例について説明したが、ここで示した実施例はさまざまに変形することが可能である。

【0051】

まず、上記の実施例では、被覆層がリンと鉄とを含む酸化物で形成されていたが、被覆層が金属酸化物磁性粒子で形成されていても、上記実施例と同様の効果を得ることができる。この場合、金属磁性粒子と金属酸化物磁性粒子とを混合する必要がある。金属磁性粒子と金属酸化物磁性粒子とを混合する方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、ボールミル、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法（CVD法）、物理気相蒸着法（PVD法）、めっき法、スパッタリング法、蒸着法、ゾル-ゲル法などのいずれを使用することも可能である。

【0052】

今回開示された実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0053】

この発明に従えば、高い耐熱性を有する複合磁性材料を得ることができる。

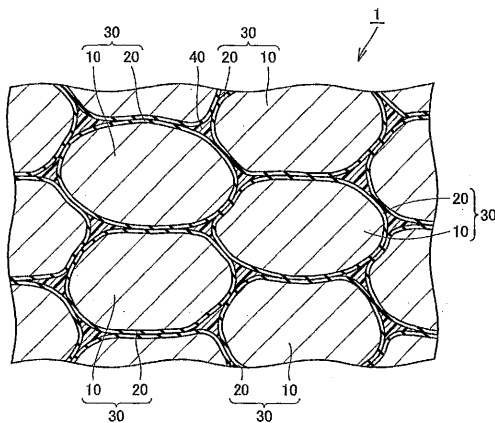
この発明に従った複合磁性材料は、自動車用エンジンの制御機構を構成する部品として使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 サンプル2の断面図である。

【図1】

FIG.1



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 2 F 3/24 (2006.01) B 2 2 F 3/24 A

(74)代理人 100098316

弁理士 野田 久登

(74)代理人 100109162

弁理士 酒井 将行

(72)発明者 島田 良幸

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内

(72)発明者 尾山 仁

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内

(72)発明者 西岡 隆夫

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内

審査官 山田 正文

(56)参考文献 特開2001-155914(JP,A)

特開平02-022802(JP,A)

特開2001-210511(JP,A)

特開2001-223107(JP,A)

特開平04-068506(JP,A)

特開平08-236329(JP,A)

特開平04-329603(JP,A)

特開平01-128503(JP,A)

特開昭60-113403(JP,A)

特開平04-202609(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 41/02

B22F 1/02

B22F 3/00

B22F 3/02

B22F 3/24

H01F 1/08

H01F 1/26