

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6514461号
(P6514461)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 F 1/26 (2006.01) H O 1 F 1/26

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-175474 (P2014-175474)	(73) 特許権者	000003964
(22) 出願日	平成26年8月29日 (2014. 8. 29)		日東電工株式会社
(65) 公開番号	特開2015-92542 (P2015-92542A)		大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号
(43) 公開日	平成27年5月14日 (2015. 5. 14)	(74) 代理人	100103517
審査請求日	平成29年6月23日 (2017. 6. 23)		弁理士 岡本 寛之
(31) 優先権主張番号	特願2013-206709 (P2013-206709)	(74) 代理人	100149607
(32) 優先日	平成25年10月1日 (2013. 10. 1)		弁理士 宇田 新一
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	増田 将太郎
			大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内
		(72) 発明者	江部 宏史
			大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軟磁性粒子粉末、軟磁性樹脂組成物、軟磁性フィルム、軟磁性フィルム積層回路基板および位置検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

扁平状の軟磁性粒子からなる軟磁性粒子粉末であって、
前記軟磁性粒子粉末の尖度が、 -0.35 を超過し、 1.0 以下であり、
レーザー回折式粒度分布測定器により測定される粒子径 D_{10} および粒子径 D_{50} が、
下記式： $D_{10} / D_{50} > 0.45$
を満たすことを特徴とする、軟磁性粒子粉末。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の軟磁性粒子粉末および樹脂成分を含有することを特徴とする、軟磁性樹脂組成物。

【請求項 3】

前記樹脂成分が、エポキシ樹脂、フェノール樹脂およびアクリル樹脂を含有することを特徴とする、請求項 2 に記載の軟磁性樹脂組成物。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載の軟磁性樹脂組成物から形成されることを特徴とする、軟磁性フィルム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の軟磁性フィルムを回路基板に積層することにより得られることを特徴とする、軟磁性フィルム積層回路基板。

【請求項 6】

請求項5に記載の軟磁性フィルム積層回路基板を備えることを特徴とする、位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軟磁性粒子粉末、ならびに、その軟磁性粒子粉末を用いて得られる軟磁性樹脂組成物、軟磁性フィルム、軟磁性フィルム積層回路基板および位置検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、パソコンやスマートフォンなどの電子機器に、無線通信や無線電力伝送の搭載が急速に普及している。そして、電子機器では、その無線の通信距離拡大、高効率化や小型化のため、電子機器が備えるアンテナやコイルなどの周辺に、磁束を収束させる磁性フィルムが配置されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

特許文献1には、扁平状の軟磁性粉末と結合剤とを配合して形成された柔軟性を有する磁性フィルムが開示されている。

【0004】

ところで、磁束の収束効率を改良するためには、磁性フィルムの比透磁率（磁気特性）を向上させることが重要である。一般的に、磁性フィルムの膜厚を厚くすることにより、比透磁率は向上する。しかしながら、電子機器の小型化、ひいては、磁性フィルムの薄膜化も要求されているため、上記の方法では、この薄膜化の要求に応じることが困難となる。

【0005】

そのため、磁性フィルムにおける軟磁性粒子の体積割合を高める方法（高充填化）が知られている。しかしながら、軟磁性粒子を単に高い含有割合で磁性フィルム中に充填させようとしても、磁性フィルムに空隙（ポイド）の発生などが生じてしまうため、高充填化することは容易ではない。

【0006】

そこで、特許文献2に、Si元素を含む表面処理剤を用いて表面処理が施されている軟磁性粉末を構成材として分散させることにより、軟磁性粒子を高充填させた電磁干渉抑制体が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-39947号公報

【特許文献2】特開2005-310952号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、特許文献2に記載の電磁干渉抑制体では、その内部にポイドが未だに多く生じているため、高充填化が不十分であり、さらなる改良が求められている。

【0009】

本発明の目的は、軟磁性フィルムに高い充填率で含有させることができる軟磁性粒子粉末、その軟磁性粒子粉末を用いて得られる軟磁性樹脂組成物、軟磁性フィルム、軟磁性フィルム積層回路基板および位置検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の軟磁性粒子粉末は、扁平状の軟磁性粒子からなる軟磁性粒子粉末であって、前記軟磁性粒子粉末の尖度が、 -0.35 を超過することを特徴としている。

【0011】

10

20

30

40

50

また、本発明の軟磁性粒子粉末は、レーザー回折式粒度分布測定器により測定される粒子径 D_{10} および粒子径 D_{50} が、下記式： $D_{10} / D_{50} > 0.45$ を満たすことが好適である。

【0012】

また、本発明の軟磁性樹脂組成物は、前記軟磁性粒子粉末および樹脂成分を含有することを特徴としている。

【0013】

また、本発明の軟磁性樹脂組成物は、前記樹脂成分が、エポキシ樹脂、フェノール樹脂およびアクリル樹脂を含有することが好適である。

【0014】

また、本発明の軟磁性フィルムは、上記の軟磁性樹脂組成物から形成されることを特徴としている。

【0015】

また、本発明の軟磁性フィルム積層回路基板は、前記軟磁性フィルムを回路基板に積層することにより得られることを特徴としている。

【0016】

また、本発明の位置検出装置は、前記軟磁性フィルム積層回路基板を備えることを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

本発明の軟磁性粒子粉末は、扁平状の軟磁性粒子からなる軟磁性粒子粉末であって、軟磁性粒子粉末の尖度が、 -0.35 を超過する。よって、その軟磁性粒子粉末を含有する本発明の軟磁性樹脂組成物および軟磁性フィルムは、高い充填率で、軟磁性粒子を含有することができ、比透磁率が良好となる。

【0018】

そのため、その軟磁性フィルムを備える本発明の軟磁性フィルム積層回路基板および位置検出装置は、高効率化などを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1A～1Cは、本発明の軟磁性フィルム積層回路基板の一実施形態の製造工程図であり、図1Aは、軟磁性フィルムと回路基板とを用意する工程、図1Bは、接着剤層を回路基板に積層する工程、図1Cは、軟磁性フィルムを接着剤層に積層する工程を示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

1. 軟磁性粒子粉末

本発明の軟磁性粒子粉末は、扁平状の軟磁性粒子からなる。

【0021】

軟磁性粒子は、保磁力が例えば 10 A/m 以上（好ましくは、 50 A/m 以上）、 1000 A/m 以下（好ましくは、 200 A/m 以下）の粒子であって、その軟磁性材料としては、例えば、磁性ステンレス（Fe-Cr-Al-Si合金）、センダスト（Fe-Si-Al合金）、パーマロイ（Fe-Ni合金）、ケイ素銅（Fe-Cu-Si合金）、Fe-Si合金、Fe-Si-B(-Cu-Nb)合金、Fe-Si-Cr-Ni合金、Fe-Si-Cr合金、Fe-Si-Al-Ni-Cr合金、フェライトなどが挙げられる。

【0022】

これらの中でも、好ましくは、センダスト（Fe-Si-Al合金）が挙げられる。より好ましくは、Si含有割合が9～15質量%であるFe-Si-Al合金が挙げられる。これにより、軟磁性フィルムの透磁率を良好にすることができる。

【0023】

10

20

30

40

50

軟磁性粒子は、扁平状（板状）に形成されている、すなわち、厚みが薄くて面が広い形状に形成されている。軟磁性粒子粉末の扁平率（扁平度）は、例えば、8以上、好ましくは、15以上であり、また、例えば、80以下、好ましくは、65以下である。扁平率は、例えば、軟磁性粒子の粒子径 D_{50} （後述）を軟磁性粒子の平均厚さで除したアスペクト比として算出される。

【0024】

軟磁性粒子粉末の尖度は、-3.5を超過し、好ましくは、-2.0以上、より好ましくは、0.1以上である。また、例えば、5.0以下、好ましくは、1.0以下、より好ましくは、0.5以下である。軟磁性粒子粉末の尖度が上記範囲であることにより、軟磁性フィルムにおける軟磁性粒子の高充填率、軟磁性フィルムの薄膜化を達成することができる。

10

【0025】

尖度は分布の尖り具合を表す値であり、正規分布の尖り具合を0として値が大きいほど尖っていることを示す。

【0026】

尖度は、例えば、レーザー回折式の粒度分布測定器（ベックマン・コールター社製、LS 13 320）によって粒度分布を測定した後、平均値に対するモーメントとして算出することにより求められる。

【0027】

軟磁性粒子粉末の粒子径 D_{10} は、例えば、20 μm 以上、好ましくは、30 μm 以上、より好ましくは、40 μm 以上であり、また、例えば、100 μm 以下、好ましくは、80 μm 以下、より好ましくは、60 μm 以下である。

20

【0028】

軟磁性粒子粉末の粒子径 D_{50} は、例えば、40 μm 以上、好ましくは、70 μm 以上、より好ましくは、80 μm 以上であり、また、例えば、200 μm 以下、好ましくは、150 μm 以下、より好ましくは、130 μm 以下である。

【0029】

粒子径 D_{10} と粒子径 D_{50} との比 D_{10}/D_{50} は、好ましくは、下記式（1）、より好ましくは、下記式（2）、さらに好ましくは、下記式（3）を満たす。

【0030】

$$D_{10}/D_{50} > 0.30 \quad (1)$$

$$D_{10}/D_{50} > 0.45 \quad (2)$$

$$D_{10}/D_{50} > 0.50 \quad (3)$$

D_{10}/D_{50} が上記式を満たすことにより、軟磁性フィルムにおける軟磁性粒子の高充填率、軟磁性フィルムの薄膜化をより一層良好にすることができる。

30

【0031】

また、好ましくは、下記式（4）、より好ましくは、下記式（5）を満たす。

【0032】

$$0.90 > D_{10}/D_{50} \quad (4)$$

$$0.70 > D_{10}/D_{50} \quad (5)$$

D_{10} および D_{50} は体積基準における粒子比率であり、 D_{10} は累積分布が10%となる粒径であり、 D_{50} は累積分布が50%となる粒径である。

40

【0033】

D_{10} および D_{50} は、例えば、レーザー回折式の粒度分布測定器（Sympatec社製、HELOS & RODOS）によって測定される。

【0034】

この軟磁性粒子粉末は、公知または市販の軟磁性粒子粉末を、例えば、乾式分級器などの分級器により、特定の粒度のみを持った分布となるように分級することにより得ることができる。具体的には、乾式分級器の回転羽根を用いて軟磁性粒子粉末に対して送風し、重量の軽い軟磁性粒子を吹き飛ばし、重量の重い軟磁性粒子を採取することにより、得る

50

ことができる。

【0035】

回転羽根の回転速度は、例えば、500rpm以上、好ましくは、600rpm以上、より好ましくは、800rpm以上であり、また、例えば、3000rpm以下、好ましくは、2000rpm以下、より好ましくは、1000rpm以下である。

【0036】

また、風量は、例えば、 $0.5\text{ m}^3/\text{min}$ 以上、好ましくは、 $1.0\text{ m}^3/\text{min}$ 以上、より好ましくは、 $1.4\text{ m}^3/\text{min}$ 以上であり、また、例えば、 $2.0\text{ m}^3/\text{min}$ 以下、好ましくは、 $1.5\text{ m}^3/\text{min}$ 以下である。

【0037】

なお、乾式分級器の回転羽根を用いて軟磁性粒子粉末に対して送風し、吹き飛ばされた粒子を採取することによってもこの軟磁性粒子粉末を得ることができる。

【0038】

2. 軟磁性樹脂組成物

本発明の軟磁性樹脂組成物は、軟磁性粒子粉末および樹脂成分を含有する。

【0039】

樹脂成分としては、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂のいずれを含有してもよいが、好ましくは、熱硬化性樹脂を含有する。

【0040】

熱硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミノ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコン樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、ジアリルフタレート樹脂などが挙げられる。好ましくは、エポキシ樹脂、フェノール樹脂が挙げられ、より好ましくは、エポキシ樹脂およびフェノール樹脂の併用が挙げられる。

【0041】

エポキシ樹脂は、例えば、接着剤組成物として用いられるものが使用でき、ビスフェノール型エポキシ樹脂（特に、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、臭素化ビスフェノールA型エポキシ樹脂、水素添加ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールAF型エポキシ樹脂など）、フェノール型エポキシ樹脂（特に、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂など）、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、フルオンレン型エポキシ樹脂、トリスヒドロキシフェニルメタン型エポキシ樹脂、テトラフェニロールエタン型エポキシ樹脂などが挙げられる。また、例えば、ヒダントイン型エポキシ樹脂、トリスグリシジルイソシアヌレート型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂なども挙げられる。これらは単独で使用または2種類以上を併用することができる。

【0042】

これらのエポキシ樹脂のうち、好ましくは、ビスフェノール型エポキシ樹脂、より好ましくは、ビスフェノールA型エポキシ樹脂が挙げられる。エポキシ樹脂を含有させることにより、フェノール樹脂との反応性が優れ、その結果、軟磁性フィルムの耐熱性が優れる。また、軟磁性フィルム内の空隙を低減させ、軟磁性粒子の高充填化も図ることができる。

【0043】

フェノール樹脂は、エポキシ樹脂の硬化剤であり、例えば、フェノールノボラック樹脂、フェノールアラルキル樹脂、クレゾールノボラック樹脂、tert-ブチルフェノールノボラック樹脂、ノニルフェノールノボラック樹脂などのノボラック型フェノール樹脂、例えば、レゾール型フェノール樹脂、例えば、ポリパラオキシスチレンなどのポリオキシスチレンが挙げられる。これらは単独で使用または2種類以上を併用することができる。

【0044】

これらのフェノール樹脂のうち、好ましくは、ノボラック型樹脂、より好ましくは、フ

10

20

30

40

50

エノールノボラック樹脂、フェノールアラルキル樹脂、さらに好ましくは、フェノールアラルキル樹脂が挙げられる。これらのフェノール樹脂を含有することにより、軟磁性フィルムを回路基板に積層させてなる軟磁性フィルム積層回路基板の接続信頼性を向上させることができる。

【0045】

エポキシ樹脂のエポキシ当量100g/eqに対するフェノール樹脂の水酸基当量が1g/eq以上100g/eq未満である場合、樹脂成分100質量部に対するエポキシ樹脂の含有割合は、例えば、15質量部以上、好ましくは、30質量部以上であり、また、例えば、70質量部以下でもあり、樹脂成分100質量部に対するフェノール樹脂の含有割合は、例えば、5質量部以上、好ましくは、15質量部以上であり、また、例えば、30質量部以下でもある。

10

【0046】

エポキシ樹脂のエポキシ当量100g/eqに対するフェノール樹脂の水酸基当量が100g/eq以上200g/eq未満である場合、樹脂成分100質量部に対するエポキシ樹脂の含有割合は、例えば、10質量部以上、好ましくは、25質量部以上であり、また、例えば、50質量部以下でもあり、樹脂成分100質量部に対するフェノール樹脂の含有割合は、例えば、10質量部以上、好ましくは、25質量部以上であり、また、例えば、50質量部以下でもある。

【0047】

エポキシ樹脂のエポキシ当量100g/eqに対するフェノール樹脂の水酸基当量が200g/eq以上1000g/eq以下である場合、樹脂成分100質量部に対するエポキシ樹脂の含有割合は、例えば、5質量部以上、好ましくは、15質量部以上であり、また、例えば、30質量部以下でもあり、樹脂成分100質量部に対するフェノール樹脂の含有割合は、例えば、15質量部以上、好ましくは、35質量部以上であり、また、例えば、70質量部以下でもある。

20

【0048】

なお、エポキシ樹脂が2種併用される場合のエポキシ当量は、各エポキシ樹脂のエポキシ当量に、エポキシ樹脂の総量に対する各エポキシ樹脂の質量割合を乗じて、それらを合算した全エポキシ樹脂のエポキシ当量である。

【0049】

また、フェノール樹脂中の水酸基当量は、エポキシ樹脂のエポキシ基1当量当たり、例えば、0.2当量以上、好ましくは、0.5当量以上であり、また、例えば、2.0当量以下、好ましくは、1.2当量以下でもある。水酸基の量が上記範囲内であると、半硬化状態における軟磁性フィルムの硬化反応が良好となり、また、劣化を抑制することができる。

30

【0050】

樹脂成分中の熱硬化性樹脂の含有割合は、樹脂成分100質量部に対して、例えば、20質量部以上、好ましくは、30質量部以上であり、また、例えば、90質量部以下、好ましくは、80質量部以下、より好ましくは、60質量部以下である。

【0051】

樹脂成分は、熱硬化性樹脂に加えて、好ましくは、アクリル樹脂を含有する。より好ましくは、アクリル樹脂、エポキシ樹脂およびフェノール樹脂を併用する。樹脂成分が、これらの樹脂を含有することにより、半硬化状態の軟磁性フィルムを複数積層させ、熱プレスすることにより、一枚の硬化状態の軟磁性フィルムを製造する際に、積層界面にむらがない均一な、高充填化された軟磁性フィルムを得ることができる。

40

【0052】

アクリル樹脂としては、例えば、直鎖もしくは分岐のアルキル基を有する(メタ)アクリル酸アルキルエステル1種または2種以上をモノマー成分とし、そのモノマー成分を重合することにより得られるアクリル系重合体などが挙げられる。なお、「(メタ)アクリル」は、「アクリルおよび/またはメタクリル」を表す。

50

【0053】

アルキル基としては、例えば、メチル基、エーテル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*t*-ブチル基、イソブチル基、アミル基、イソアミル基、ヘキシル基、ヘプチル基、シクロヘキシル基、2-エチルヘキシル基、オクチル基、イソオクチル基、ノニル基、イソノニル基、デシル基、イソデシル基、ウンデシル基、ラウリル基、トリデシル基、テトラデシル基、ステアリル基、オクタデシル基、ドデシル基などの炭素数1~20のアルキル基が挙げられる。好ましくは、炭素数1~6のアルキル基が挙げられる。

【0054】

アクリル系重合体は、(メタ)アクリル酸アルキルエステルとその他のモノマーとの共重合体であってもよい。

10

【0055】

その他のモノマーとしては、例えば、グリシジルアクリレート、グリシジルメタクリレートなどのグリシジル基含有モノマー、例えば、アクリル酸、メタクリル酸、カルボキシエチルアクリレート、カルボキシペンチルアクリレート、イタコン酸、マレイン酸、フマル酸、クロトン酸などカルボキシル基含有モノマー、例えば、無水マレイン酸、無水イタコン酸などの酸無水物モノマー、例えば、(メタ)アクリル酸2-ヒドロキシエチル、(メタ)アクリル酸2-ヒドロキシプロピル、(メタ)アクリル酸4-ヒドロキシブチル、(メタ)アクリル酸6-ヒドロキシヘキシル、(メタ)アクリル酸8-ヒドロキシオクチル、(メタ)アクリル酸10-ヒドロキシデシル、(メタ)アクリル酸12-ヒドロキシラウリルまたは(4-ヒドロキシメチルシクロヘキシル)-メチルアクリレートなどのヒドロキシル基含有モノマー、例えば、スチレンスルホン酸、アリルスルホン酸、2-(メタ)アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸、(メタ)アクリルアミドプロパンスルホン酸、スルホプロピル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリロイルオキシナフタレンスルホン酸などのスルホン酸基含有モノマー、2-ヒドロキシエチルアクリロイルホスフェートなど燐酸基含有モノマー、例えば、スチレンモノマー、アクリロニトリルなどが挙げられる。

20

【0056】

これらの中でも、好ましくは、グリシジル基含有モノマー、カルボキシル基含有モノマーまたはヒドロキシル基含有モノマーが挙げられる。アクリル樹脂が(メタ)アクリル酸アルキルエステルとこれらのその他のモノマーとの共重合体である場合、すなわち、アクリル樹脂がグリシジル基、カルボキシル基またはヒドロキシル基を有する場合、軟磁性フィルムの耐熱性が優れる。

30

【0057】

(メタ)アクリル酸アルキルエステルとその他のモノマーとの共重合体である場合、その他のモノマーの配合割合(質量)は、共重合体に対して、好ましくは、40質量%以下である。

【0058】

アクリル樹脂の重量平均分子量は、例えば、 1×10^5 以上、好ましくは、 3×10^5 以上であり、また、例えば、 1×10^6 以下でもある。この範囲とすることにより、軟磁性フィルムの接着性、耐熱性に優れる。なお、重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィ(GPC)により、標準ポリスチレン換算値により測定される。

40

【0059】

アクリル樹脂のガラス転移点(T_g)は、例えば、 -30 以上、好ましくは、 -20 以上であり、また、例えば、 30 以下、好ましくは、 15 以下でもある。上記下限以上であると、半硬化状態の軟磁性フィルムの接着性に優れる。一方、上記上限以下であると、軟磁性フィルムの取扱い性に優れる。なお、ガラス転移点は、動的粘弾性測定装置(DMA、周波数1Hz、昇温速度 10 / min)を用いて測定される損失正接(\tan)の極大値により得られる。

【0060】

樹脂成分がアクリル樹脂を含有する場合、アクリル樹脂の含有割合は、樹脂成分100

50

質量部に対して、例えば、10質量部以上、好ましくは、20質量部以上、より好ましくは、40質量部以上であり、また、例えば、80質量部以下、好ましくは、70質量部以下でもある。この範囲とすることにより、軟磁性樹脂組成物の成膜性および半硬化状態の軟磁性フィルムの接着性に優れる。

【0061】

軟磁性樹脂組成物における軟磁性粒子粉末の含有割合は、例えば、50質量%以上、好ましくは、60質量%以上、より好ましくは、80質量%以上であり、また、例えば、98質量%以下、好ましくは、95質量%以下である。上記範囲とすることにより、軟磁性フィルムの比透磁率に優れる。

【0062】

軟磁性樹脂組成物における樹脂成分の含有割合は、例えば、2質量%以上、好ましくは、5質量%以上であり、また、例えば、50質量%以下、好ましくは、20質量%以下、より好ましくは、15質量%以下でもある。上記範囲とすることにより、軟磁性樹脂組成物の成膜性に優れる。

【0063】

樹脂成分は、熱硬化性樹脂およびアクリル樹脂以外のその他の樹脂を含有することもできる。このようなその他の樹脂としては、例えば、熱可塑性樹脂が挙げられる。これらの樹脂は、単独で使用または2種類以上を併用することができる。

【0064】

熱可塑性樹脂としては、例えば、天然ゴム、ブチルゴム、イソプレンゴム、クロロプレンゴム、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリブタジエン樹脂、ポリカーボネート樹脂、熱可塑性ポリアミド樹脂、ポリアミド樹脂(6-ナイロン、6,6-ナイロンなど)、フェノキシ樹脂、飽和ポリエステル樹脂(PET、PBTなど)、ポリアミドイミド樹脂、フッ素樹脂などが挙げられる。

【0065】

軟磁性樹脂組成物(ひいては、軟磁性フィルム)は、好ましくは、熱硬化触媒を含有する。

【0066】

熱硬化触媒としては、加熱により熱硬化性樹脂の硬化を促進する触媒であれば限定的でなく、例えば、イミダゾール系化合物、トリフェニルフォスフィン系化合物、トリフェニルボラン系化合物、アミノ基含有化合物などが挙げられる。好ましくは、イミダゾール系化合物が挙げられる。

【0067】

イミダゾール系化合物としては、例えば、2-フェニルイミダゾール(商品名; 2PZ)、2-エチル-4-メチルイミダゾール(商品名; 2E4MZ)、2-メチルイミダゾール(商品名; 2MZ)、2-ウンデシルイミダゾール(商品名; C11Z)、2-フェニル-4,5-ジヒドロキシメチルイミダゾール(商品名; 2-PHZ)、2-フェニル-1H-イミダゾール4,5-ジメタノール(商品名; 2PHZ-PW)、2,4-ジアミノ-6-(2'-メチルイミダゾリル(1)')エチル-s-トリアジン・イソシアヌール酸付加物(商品名; 2MAOK-PW)などが挙げられる(上記商品名は、いずれも四国化成社製)。

【0068】

熱硬化触媒の形状は、例えば、球状、楕円体状などが挙げられる。

【0069】

熱硬化触媒は、単独で使用または2種類以上を併用することができる。

【0070】

熱硬化触媒の配合割合は、樹脂成分100質量部に対して、例えば、0.2質量部以上、好ましくは、0.3質量部以上であり、また、例えば、5質量部以下、好ましくは、2質量部以下でもある。熱硬化触媒の配合割合が上記上限以下であると、軟磁性樹脂組成物における室温下での長期保存性を良好にすることができる。一方、熱硬化触媒の配合割合

10

20

30

40

50

が下限以上であると、半硬化状態の軟磁性フィルムを低温度かつ短時間で加熱硬化させ、効率よく、硬化状態の軟磁性フィルムを製造することができる。

【0071】

軟磁性樹脂組成物は、さらに必要に応じて、その他の添加剤を含有することもできる。添加剤としては、例えば、架橋剤、無機充填材などの市販または公知のものが挙げられる。

【0072】

軟磁性樹脂組成物は、上記成分を上記配合割合で混合することにより調製される。

【0073】

3. 軟磁性フィルム

本発明の軟磁性フィルムは、軟磁性樹脂組成物からシート状に形成される。

【0074】

軟磁性フィルムは、例えば、軟磁性樹脂組成物を溶媒に溶解または分散させることにより、軟磁性樹脂組成物溶液を調製する調製工程、離型基材の表面に塗布し、乾燥させることにより、半硬化状態の軟磁性フィルムを得る乾燥工程、および、半硬化状態の軟磁性フィルムを複数枚積層し、熱プレスする熱プレス工程により、製造することができる。

【0075】

まず、軟磁性樹脂組成物を溶媒に溶解または分散させる（調製工程）。これにより、軟磁性樹脂組成物溶液を調製する。

【0076】

溶媒としては、例えば、アセトン、メチルエチルケトン（MEK）などケトン類、例えば、酢酸エチルなどのエステル類、例えば、N,N-ジメチルホルムアミドなどのアミド類、プロピレングリコールモノメチルエーテルなどのエーテル類などの有機溶媒などが挙げられる。また、溶媒として、例えば、水、例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロパノールなどのアルコールなどの水系溶媒も挙げられる。

【0077】

軟磁性樹脂組成物溶液における固形分量は、例えば、5質量%以上、好ましくは、10質量%以上であり、また、例えば、50質量%以下、好ましくは、20質量%以下でもある。

【0078】

これにより、軟磁性樹脂組成物溶液が調製される。

【0079】

次いで、軟磁性樹脂組成物溶液を、離型基材の表面に塗布し、乾燥させる（乾燥工程）。

【0080】

離型基材としては、例えば、セパレータ、コア材などが挙げられる。

【0081】

セパレータとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム、ポリエチレンフィルム、ポリプロピレンフィルム、紙などが挙げられる。これらは、その表面に、例えば、フッ素系剥離剤、長鎖アルキルアクリレート系剥離剤、シリコン系剥離剤などにより離型処理されている。

【0082】

コア材としては、例えば、プラスチックフィルム（例えば、ポリイミドフィルム、ポリエステルフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレンナフタレートフィルム、ポリカーボネートフィルムなど）、金属フィルム（例えば、アルミウム箔など）、例えば、ガラス繊維やプラスチック製不織繊維などで強化された樹脂基板、シリコン基板、ガラス基板などが挙げられる。

【0083】

セパレータまたはコア材の平均厚みは、例えば、1 μ m以上500 μ m以下である。

【0084】

10

20

30

40

50

塗布方法としては特に限定されず、例えば、ドクターブレード法、ロール塗工、スクリーン塗工、グラビア塗工などが挙げられる。

【0085】

乾燥条件としては、乾燥温度は、例えば、70 以上160 以下であり、乾燥時間は、例えば、1分以上5分以下である。

【0086】

これにより、半硬化状態の軟磁性フィルムを得る。

【0087】

この軟磁性フィルムは、室温（具体的には、25 ）において半硬化状態（Bステージ状態）であり、良好な接着性を備える軟磁性接着フィルムである。

10

【0088】

軟磁性フィルム（半硬化状態）の平均膜厚は、例えば、500 μm 以下、好ましくは、300 μm 以下、より好ましくは、200 μm 以下、さらに好ましくは、150 μm 以下、最も好ましくは、100 μm 以下であり、また、例えば、5 μm 以上、好ましくは、50 μm 以上である。

【0089】

次いで、得られた半硬化状態の軟磁性フィルムを複数枚用意し、複数枚の軟磁性フィルムを熱プレスにより、厚み方向に熱プレスする（熱プレス工程）。

【0090】

熱プレスは、公知のプレス機を用いて実施することができ、例えば、平行平板プレス機などが挙げられる。

20

【0091】

軟磁性フィルム（半硬化状態）の積層枚数は、例えば、2層以上であり、また、例えば、20層以下、好ましくは、5層以下である。これにより、所望の膜厚の軟磁性フィルムに調整することができる。

【0092】

加熱温度は、例えば、80 以上、好ましくは、100 以上であり、また、例えば、200 以下、好ましくは、175 以下でもある。

【0093】

加熱時間は、例えば、0.1時間以上、好ましくは、0.2時間以上であり、また、例えば、24時間以下、好ましくは、3時間以下、より好ましくは、2時間以下でもある。

30

【0094】

圧力は、例えば、10 MPa以上、好ましくは、20 MPa以上であり、また、例えば、500 MPa以下、好ましくは、200 MPa以下である。これによって、軟磁性フィルムにおける軟磁性粒子の高充填率、軟磁性フィルムの薄膜化をより一層良好にすることができる。

【0095】

これにより、硬化状態（Cステージ状態）の軟磁性フィルムが得られる。

【0096】

この軟磁性フィルムの膜厚は、例えば、5 μm 以上、好ましくは、50 μm 以上であり、また、例えば、500 μm 以下、好ましくは、250 μm 以下である。

40

【0097】

軟磁性フィルム中の固形分に対する、軟磁性粒子の充填率（軟磁性フィルムにおいて、固形分に対して軟磁性粒子が占める、空隙を除く体積割合）は、軟磁性フィルムに対して、例えば、60体積%以上、好ましくは、63体積%以上であり、また、例えば、95体積%以下、好ましくは、90体積%以下である。これにより、軟磁性フィルムの比透磁率に優れる。軟磁性粒子の充填率は、実施例にて詳述する。

【0098】

また、軟磁性フィルムは、好ましくは、軟磁性フィルムに含有される軟磁性粒子が、軟磁性フィルムの2次元の面内方向に配列されている。すなわち、扁平状軟磁性粒子の長手

50

方向（厚み方向と直交する方向）が軟磁性フィルムの面方向に沿うように配向している（図1A参照）。このため、軟磁性フィルムは、薄膜であり、比透磁率が優れる。

【0099】

軟磁性フィルムの比透磁率は、例えば、220以上、好ましくは、250以上、より好ましくは、280以上である。

【0100】

この軟磁性フィルムは、例えば、軟磁性フィルムの単層のみからなる単層構造、コア材の片面または両面に軟磁性フィルムが積層された多層構造、軟磁性フィルムの片面または両面にセパレータが積層された多層構造などの形態とすることができる。

【0101】

また、上記の実施形態では、半硬化状態の軟磁性フィルムを複数枚積層させて熱プレスしたが、例えば、半硬化状態の軟磁性フィルム1枚（単層）に対して熱プレスを実施してもよい。

【0102】

また、上記の実施形態では、半硬化状態の軟磁性フィルムを熱プレスしたが、熱プレスを実施しなくてもよい。すなわち、軟磁性フィルムを半硬化状態のまま使用することもできる。半硬化状態の軟磁性フィルムは、その表面に接着性を備えるため、例えば、接着剤を使用せずに、回路基板（後述）に直接積層させることができる。その後、必要に応じて、硬化させて、硬化状態の軟磁性フィルムとすることもできる。

【0103】

4．軟磁性フィルム積層回路基板

本発明の軟磁性フィルム積層回路基板は、軟磁性フィルムを回路基板に積層することにより製造される。

【0104】

例えば、図1A～図1Cに示すように、軟磁性フィルム1と回路基板2とを用意する工程、回路基板2に接着剤層3を積層する工程、および、軟磁性フィルム1を接着剤層3に積層する工程により、製造される。

【0105】

この方法では、まず図1Aに示すように、軟磁性フィルム1と回路基板2とを用意する。より具体的には、軟磁性フィルム1と、配線パターン4が基板5の表面に形成された回路基板2とを用意する。

【0106】

軟磁性フィルム1は、上述したものであり、樹脂成分6と、樹脂成分6に含有される軟磁性粒子7とを備える。軟磁性粒子7は、好ましくは、軟磁性フィルム1の2次元の面内方向に配列されている。

【0107】

回路基板2は、例えば、電磁誘導方式で使用される回路基板などであり、基板5の一方面に、ループコイルなどの配線パターン4が形成されている。配線パターン4は、銅などの金属材料からなり、セミアディティブ法またはサブトラクティブ法などによって形成される。

【0108】

基板5を構成する絶縁材料としては、例えば、ガラスエポキシ基板、ガラス基板、PET基板、テフロン基板、セラミックス基板、ポリイミド基板などが挙げられる。

【0109】

次いで、図1Bに示すように、接着剤層3を回路基板2に積層する。より具体的には、例えば、接着剤を配線パターン4の上面および側面が被覆されるように、回路基板2の表面に塗布する。

【0110】

接着剤層3を形成する接着剤は、回路基板2の接着剤層3として通常使用される公知のものが用いられ、例えば、エポキシ系接着剤、ポリイミド系接着剤、アクリル系接着剤な

10

20

30

40

50

どの接着剤が挙げられる。接着剤層3の厚みは、例えば、10～100 μ mである。

【0111】

次いで、図1Cに示すように、軟磁性フィルム1を接着剤層3に積層する。具体的には、軟磁性フィルム1を接着剤層3の表面に接触させる。

【0112】

これにより、軟磁性フィルム1が回路基板2に積層された軟磁性フィルム積層回路基板8が得られる。

【0113】

この軟磁性フィルム積層回路基板8は、種々の用途に用いることができ、例えば、位置検出装置、スマートフォン、パソコンなどの用途に用いることができる。

10

【0114】

なお、図1A～図1Cの実施態様の軟磁性フィルム積層回路基板8では、軟磁性フィルム1が、接着剤層3を介して回路基板2に積層されているが、例えば、図示しないが、軟磁性フィルム8を、接着剤層3を介さずに、回路基板2に直接積層することもできる。

【0115】

この場合、半硬化状態の軟磁性フィルム1を、配線パターン4の表面(上面および側面)が軟磁性フィルム1に被覆(埋設)するように、回路基板2に積層させた後に、軟磁性フィルム1を硬化することにより、軟磁性フィルム積層回路基板8を製造することができる。

【0116】

5. 位置検出装置

本発明の位置検出装置は、例えば、上記の軟磁性フィルム積層回路基板およびその軟磁性フィルム積層回路基板に実装されるセンサ部を備えるセンサ基板と、センサ基板の上に対向配置される位置検出平面板と、を備えている。

20

【0117】

軟磁性フィルム積層回路基板にセンサ部を実装する際におけるリフロー工程の方法としては、例えば、熱風リフロー、赤外線リフローなどが挙げられる。また、全体加熱または局部加熱のいずれの方式でもよい。

【0118】

リフロー工程における加熱温度は、例えば、200以上、好ましくは、240以上であり、また、例えば、300以下、好ましくは、265以下である。加熱時間は、例えば、1秒以上、好ましくは、5秒以上、より好ましくは、30秒以上であり、また、例えば、2分以下、好ましくは、1.5分以下である。

30

【0119】

上記で得られたセンサ基板に、位置検出平面板を、間隔を隔てて対向配置させることにより、位置検出装置が製造される。

【0120】

そして、この軟磁性粒子粉末によれば、扁平状の軟磁性粒子からなり、軟磁性粒子粉末の尖度が、-0.35を超過するため、この軟磁性粒子粉末および樹脂成分を含有する軟磁性樹脂組成物から軟磁性フィルムに形成した場合に、高い充填率で、軟磁性粒子を含有することができる。また、薄膜化も可能である。よって、軟磁性フィルムは、薄膜化を図りながら、優れた比透磁率を備える。

40

【0121】

また、この軟磁性粒子粉末によれば、軟磁性粒子への表面処理を必要とせずに、比透磁率が優れた軟磁性フィルムを製造することができる。

【0122】

また、この軟磁性フィルムを備える軟磁性フィルム積層回路基板および位置検出装置は、軟磁性フィルムは、薄膜可能であり、優れた比透磁率を備えるため、小型化、効率化などを図ることができる。

【実施例】

50

【 0 1 2 3 】

以下に実施例、参考例および比較例を示し、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は、何らそれらに限定されない。以下に示す実施例および参考例の数値は、上記の実施形態において記載される数値（すなわち、上限値または下限値）に代替することができる。

【 0 1 2 4 】

実施例 1

（軟磁性粒子粉末の分級）

扁平状の軟磁性粒子粉末としてセンダスト（Fe - Si - Al合金、商品名「SP - 7」、扁平状、メイト社製、保磁力67 A / m）を用いた。乾式分級器（日清エンジニアリング社製、ターボクラシファイアTC - 15 NS）を用いて、回転羽根の回転速度1850 rpm、風量1.5 m³ / minの条件で、この軟磁性粒子粉末に送風し、重量の軽い粒子を吹き飛ばし、重量の重い粒子を採取することにより、実施例1の軟磁性粒子粉末を得た。

10

【 0 1 2 5 】

この実施例1の軟磁性粒子粉末（センダスト）について、レーザー回折式の粒度分布測定器（ベックマン・コールター社製、LS 13320）に基づいて、軟磁性粒子粉末の粒子径の分布を測定した。その後、以下の式より平均値に対するモーメントとして算出することにより尖度を求めた。

【 0 1 2 6 】

【数1】

【式1】

$$(\text{尖度}) = \frac{\sum |f_i (\ln x_i - \ln \bar{x})^4|}{(\ln SD^4 \sum f_i)} - 3$$

x_i は、 i 番目のチャネル（ x 座標軸の一定区間）の粒子径の平均値を示す。

\bar{x} は、平均粒子径を示す。

f_i は、その粒子の体積パーセンテージを示す。

SDは、標準偏差であり、以下の式で表される。

20

30

【 0 1 2 7 】

【数2】

$$SD = \exp \left[\sqrt{\frac{\sum |f_i (\ln x_i - \ln \bar{x})^2|}{\sum f_i}} \right]$$

40

【 0 1 2 8 】

実施例1の軟磁性粒子粉末の尖度は、-0.30であった。

【 0 1 2 9 】

次いで、実施例1の軟磁性粒子粉末の粒子径 D_{10} および D_{50} の測定を、レーザー回折式の粒度分布測定器（Sympatec社製、HELOS & RODOS）によって実施した。この結果を表1に示す。

【 0 1 3 0 】

50

(軟磁性フィルム)

次いで、実施例 1 の軟磁性粒子粉末 1 1 5 0 質量部 (9 2 質量 %)、アクリル酸エステル系ポリマー 5 0 質量部、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (1) 2 0 質量部、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (2) 1 2 質量部、フェノールアラルキル樹脂 1 8 質量部、および、熱硬化触媒 0 . 5 質量部を混合することにより、軟磁性樹脂組成物を得た。

【 0 1 3 1 】

この軟磁性樹脂組成物をメチルエチルケトンに溶解させることにより、固形分濃度 1 2 質量 % の軟磁性樹脂組成物溶液を調製した。

【 0 1 3 2 】

この軟磁性樹脂組成物溶液を、シリコーン離型処理したポリエチレンテレフタレートフィルムからなるセパレータ (平均厚みが 5 0 μm) 上にアプリケータを用いて塗布し、その後、1 3 0 で 2 分間乾燥させた。

【 0 1 3 3 】

これにより、セパレータが積層された半硬化状態の軟磁性フィルム (軟磁性フィルムのみの平均厚み、3 5 μm) を製造した。

【 0 1 3 4 】

この軟磁性フィルム (半硬化状態) を 2 枚製造し、これらの軟磁性フィルム (セパレータは除く) を積層した。この 2 枚が積層された軟磁性フィルムを 1 0 0 M P a、1 7 5、3 0 分間条件で熱プレスすることにより、厚み 6 0 μm の軟磁性フィルム (硬化状態) を製造した。

【 0 1 3 5 】

実施例 2

乾式分級器において、回転羽根の回転速度 1 1 0 0 r p m、風量 1 . 4 m^3 / min の条件に変更した以外は実施例 1 と同様に分級して、実施例 2 の軟磁性粒子粉末を得た。この実施例 2 の軟磁性粒子粉末を用いた以外は、実施例 1 と同様にして軟磁性フィルムを製造した。この結果を表 1 に示す。

【 0 1 3 6 】

実施例 3

乾式分級器において、回転羽根の回転速度 8 5 0 r p m、風量 1 . 4 m^3 / min の条件に変更した以外は実施例 1 と同様に分級して、実施例 3 の軟磁性粒子粉末を得た。この実施例 3 の軟磁性粒子粉末を用いた以外は実施例 1 と同様にして、軟磁性フィルムを製造した。この結果を表 1 に示す。

【 0 1 3 7 】

参考例 4

乾式分級器において、回転羽根の回転速度 7 2 0 r p m、風量 1 . 1 m^3 / min の条件に変更し、重量の軽い粒子を採取した以外は実施例 1 と同様に分級して、参考例 4 の軟磁性粒子粉末を得た。この参考例 4 の軟磁性粒子粉末を用いた以外は実施例 1 と同様にして、軟磁性フィルムを製造した。この結果を表 1 に示す。

【 0 1 3 8 】

比較例 1

乾式分級器において、回転羽根の回転速度 1 8 5 0 r p m、風量 1 . 5 m^3 / min の条件に変更し、重量の軽い粒子を採取した以外は実施例 1 と同様に分級して、比較例 1 の軟磁性粒子粉末を得た。この比較例 1 の軟磁性粒子粉末を用いた以外は実施例 1 と同様にして、軟磁性フィルムを製造した。この結果を表 1 に示す。

【 0 1 3 9 】

比較例 2

乾式分級器において、回転羽根の回転速度 9 5 0 r p m、風量 1 . 3 m^3 / min の条件に変更し、重量の軽い粒子を採取した以外は実施例 1 と同様に分級して、比較例 2 の軟磁性粒子粉末を得た。この比較例 2 の軟磁性粒子粉末を用いた以外は、実施例 1 と同様にして軟磁性フィルムを製造した。この結果を表 1 に示す。

10

20

30

40

50

【0140】

比較例3

セダスト（商品名「SP-7」、メイト社製）を分級せずに用いた以外は実施例1と同様にして、軟磁性フィルムを製造した。この結果を表1に示す。

【0141】

比較例4

乾式分級器において、回転羽根の回転速度1050rpm、風量1.7m³/minの条件に変更した以外は実施例1と同様に分級して、比較例4の軟磁性粒子粉末を得た。この比較例4の軟磁性粒子粉末を用いた以外は実施例1と同様にして軟磁性フィルムを製造した。この結果を表1に示す。

10

【0142】

（充填率）

各実施例、各参考例および各比較例で製造した軟磁性フィルムの充填率（体積割合）を求めた。具体的には、得られた軟磁性フィルムの密度をアルキメデスの原理を利用して実測し、この実測した密度（実測密度）を用いて下記の式により算出した。この結果を表1に示す。

【0143】

【数3】

20

$$(\text{充填率}) = \frac{(\text{実測密度}) - (\text{樹脂成分密度})}{(\text{軟磁性粒子密度}) - (\text{樹脂成分密度})}$$

【0144】

（比透磁率）

各実施例、各参考例および各比較例で製造した軟磁性フィルムの比透磁率は、インピーダンスアナライザ（Agilent社製、商品番号「4294A」）を用いて、1MHzにおけるインピーダンスを測定することにより求めた。この結果を表1に示す。

30

【0145】

【表1】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	参考例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
軟磁性 粒子 粉末	尖度	-0.30	-0.15	0.21	0.07	-0.57	-0.50	-0.38	-0.40
	D10(μm)	37	41	55	20	2	5	28	38
	D50(μm)	76	81	104	59	17	38	73	82
	D10/D50	0.48	0.51	0.53	0.34	0.14	0.14	0.38	0.46
充填率(体積%)		61.4	61.5	63.4	60.1	57.0	57.8	59.0	59.2
比透磁率		250	256	301	225	160	171	206	217

40

【0146】

なお、実施例、参考例および比較例における各成分は下記の材料を用いた。

- ・アクリル酸エステル系ポリマー：商品名「パラクロンW-197CM」、アクリル酸エチル-メタクリル酸メチルを主成分とするアクリル酸エステル系ポリマー、根上工業社製
- ・ビスフェノールA型エポキシ樹脂（1）：商品名「エピコート1004」、エポキシ当量875~975g/eq、JER社製、
- ・ビスフェノールA型エポキシ樹脂（2）：商品名、「エピコートYL980」、エポキシ当量180~190g/eq、JER社製
- ・フェノールアララルキル樹脂：商品名「ミレックスXLC-4L」、水酸基当量170g/eq、三井化学社製

50

・熱硬化触媒：商品名「キュアゾール2PHZ-PW」、2-フェニル-1H-イミダゾール4,5-ジメタノール、四国化成社製

【符号の説明】

【0147】

- 1 軟磁性フィルム
- 2 回路基板
- 6 樹脂成分
- 7 軟磁性粒子
- 8 軟磁性フィルム積層回路基板

【図1】

図1
図1A

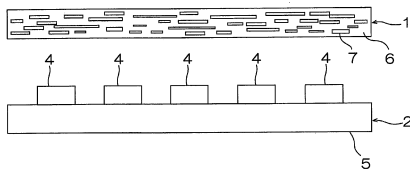


図1B

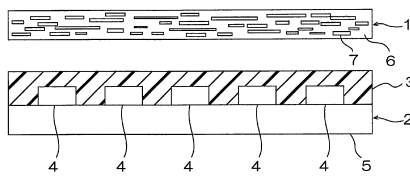
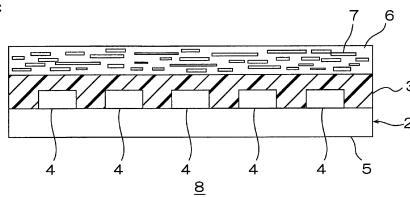


図1C



フロントページの続き

- (72)発明者 土生 剛志
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
- (72)発明者 松富 亮人
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内

審査官 池田 安希子

- (56)参考文献 特開2011-082278(JP,A)
特開2005-194565(JP,A)
特開2009-059753(JP,A)
特開平06-149450(JP,A)
特開2008-115404(JP,A)
佐藤勇一、長嶺拓夫、山田幸良、遠心力利用強制渦方式分級機の分級メカニズムに関する基礎的研究(第3報)、粉体工学会誌、日本、粉体工学会、1990年、Vol.27 No.4、225-230

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01F 1/26