

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7599833号
(P7599833)

(45)発行日 令和6年12月16日(2024.12.16)

(24)登録日 令和6年12月6日(2024.12.6)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 F	1/26 (2006.01)	H 0 1 F	1/26 Z N M
B 2 2 F	1/00 (2022.01)	B 2 2 F	1/00 W
B 2 2 F	7/08 (2006.01)	B 2 2 F	7/08 C
H 0 1 F	1/153(2006.01)	H 0 1 F	1/153 1 0 8
H 0 1 F	17/00 (2006.01)	H 0 1 F	1/153 1 3 3
請求項の数 11 (全36頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-60278(P2020-60278)	(73)特許権者	000000066
(22)出願日	令和2年3月30日(2020.3.30)		味の素株式会社
(65)公開番号	特開2021-158316(P2021-158316 A)	(74)代理人	東京都中央区京橋1丁目15番1号 110002147
(43)公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		弁理士法人酒井国際特許事務所
審査請求日	令和5年1月19日(2023.1.19)	(72)発明者	萩原 千尋
審判番号	不服2023-14113(P2023-14113/J 1)		神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-2 味の素ファインテクノ株式会社内
審判請求日	令和5年8月22日(2023.8.22)	(72)発明者	大浦 一郎
早期審査対象出願			神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-2 味の素ファインテクノ株式会社内
		(72)発明者	大山 秀樹
			神奈川県川崎市川崎区鈴木町1-2 味の素ファインテクノ株式会社内
		合議体	最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁性組成物

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (A) 磁性粉体、及び
- (B) バインダー樹脂を含み、
- (A) 成分の粒径分布における10%粒径(D₁₀)が1.7 μm以上2.6 μm以下、50%粒径(D₅₀)が3.6 μm以上6.0 μm以下、及び90%粒径(D₉₀)が25.0 μm以上51.0 μm以下であり、
- (B) 成分が、液状エポキシ樹脂を含み、
- 液状エポキシ樹脂は(A)成分100質量%に対して1質量%以上30質量%以下であり、
- (A) 成分が、平均粒径が異なる2種以上の磁性粉体を含み、一方の磁性粉体の平均粒径をa1とし、他方の磁性粉体の平均粒径をa2とした場合、a1/a2が5以上8以下であり、

- (A) 成分が、軟磁性粉体である、ペースト状の磁性組成物；但し、a1>a2である。

【請求項2】

- (A) 成分が、ナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかである、請求項1に記載の磁性組成物。

【請求項3】

- (A) 成分が、鉄合金系金属粉を含む、請求項1又は2に記載の磁性組成物。

【請求項4】

(A) 成分が、Fe基ナノ結晶磁性材料及びFe基アモルファス磁性材料のいずれかである、請求項1～3のいずれか1項に記載の磁性組成物。

【請求項5】

インダクタ素子形成用である、請求項1～4のいずれか1項に記載の磁性組成物。

【請求項6】

スルーホール充填用である、請求項1～5のいずれか1項に記載の磁性組成物。

【請求項7】

支持体と、該支持体上に設けられた、磁性組成物で形成された磁性組成物層とを含む、磁性組成物層を熱硬化して磁性層を形成するための磁性シートであって、

磁性組成物が、

(A) 磁性粉体、及び

(B) バインダー樹脂を含み、

(B) 成分が、熱硬化性樹脂を含み、

(A) 成分の粒径分布における10%粒径(D_{10})が $1.7\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下、50%粒径(D_{50})が $3.6\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下、及び90%粒径(D_{90})が $25.0\mu\text{m}$ 以上 $51.0\mu\text{m}$ 以下であり、

(B) 成分が、液状エポキシ樹脂を含み、

(A) 成分が、平均粒径が異なる2種以上の磁性粉体を含み、一方の磁性粉体の平均粒径を a_1 とし、他方の磁性粉体の平均粒径を a_2 とした場合、 a_1/a_2 が5以上8以下であり、

液状エポキシ樹脂は(A)成分100質量%に対して1質量%以上30質量%以下である、磁性シート；但し、 $a_1 > a_2$ である。

【請求項8】

(B) 成分が、さらに熱可塑性樹脂を含む、請求項7に記載の磁性シート。

【請求項9】

請求項1～6のいずれか1項に記載の磁性組成物の硬化物である磁性層を含む、回路基板。

【請求項10】

スルーホールを有する基板と、前記スルーホールに充填した、請求項1～6のいずれか1項に記載の磁性組成物の硬化物と、を有する回路基板。

【請求項11】

請求項9又は10に記載の回路基板を含む、インダクタ基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁性組成物、及び磁性組成物を用いて得られる磁性シート、回路基板、及びインダクタ基板に関する。

【背景技術】

【0002】

プリント配線板等の回路基板には、インダクタ部品等の磁性粉体を含有する磁性層が設けられることがある。磁性層に含有される磁性粉体として、磁性損失の低減を抑制するために、例えば、特許文献1には、シリコン酸化物にて軟磁性粉末を表面処理したシリコン酸化物被膜軟磁性粉末が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-143241号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

近年、インダクタ部品のさらなる高性能化のため、磁性損失が低い磁性層を形成しうる技術が求められている。このため、本発明者らは、磁性層の比透磁率及び磁性損失について検討したところ、比透磁率を向上させようとするとも磁性損失が増大してしまい、磁性損失を低減しようとするとも比透磁率が低下してしまい、比透磁率を高くすることと磁性損失を小さくすることとの間にトレードオフの関係があることを知見した。

【0005】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、比透磁率が向上し、磁性損失が低減された硬化物を得ることができる磁性組成物、及び当該磁性組成物を用いて得られる磁性シート、回路基板、及びインダクタ基板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明者らが鋭意検討したところ、所定の粒径分布を有する磁性粉体を磁性組成物に含有させることで、比透磁率と磁性損失とのトレードオフの関係を解消できることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】

すなわち、本発明は以下の内容を含む。

〔1〕 (A) 磁性粉体、及び

(B) バインダー樹脂を含み、

(A) 成分の粒径分布における10%粒径(D_{10})が $1.7\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下、50%粒径(D_{50})が $3.6\mu\text{m}$ 以上 $12.0\mu\text{m}$ 以下、及び90%粒径(D_{90})が $25.0\mu\text{m}$ 以上 $51.0\mu\text{m}$ 以下である、磁性組成物。

〔2〕 (A) 成分が、軟磁性粉体である、〔1〕に記載の磁性組成物。

〔3〕 (A) 成分が、ナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかである、〔1〕又は〔2〕に記載の磁性組成物。

〔4〕 (A) 成分が、鉄合金系金属粉を含む、〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の磁性組成物。

〔5〕 (A) 成分が、Fe基ナノ結晶磁性材料及びFe基アモルファス磁性材料のいずれかである、〔1〕～〔4〕のいずれかに記載の磁性組成物。

〔6〕 インダクタ素子形成用である、〔1〕～〔5〕のいずれかに記載の磁性組成物。

〔7〕 ペースト状である、〔1〕～〔6〕のいずれかに記載の磁性組成物。

〔8〕 スルーホール充填用である、〔1〕～〔7〕のいずれかに記載の磁性組成物。

〔9〕 支持体と、該支持体上に設けられた、〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の磁性組成物で形成された磁性組成物層とを含む、磁性シート。

〔10〕 〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の磁性組成物の硬化物である磁性層を含む、回路基板。

〔11〕 スルーホールを有する基板と、前記スルーホールに充填した、〔1〕～〔8〕のいずれかに記載の磁性組成物の硬化物と、を有する回路基板。

〔12〕 〔10〕又は〔11〕に記載の回路基板を含む、インダクタ基板。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、比透磁率が向上し、磁性損失が低減された硬化物を得ることができる磁性組成物、及び当該磁性組成物を用いて得られる磁性シート、回路基板、及びインダクタ基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、第1実施形態の回路基板の製造方法の一例としてのコア基板の模式的な断面図である。

【図2】図2は、第1実施形態の回路基板の製造方法の一例としてのスルーホールを形成したコア基板の模式的な断面図である。

【図3】図3は、第1実施形態の回路基板の製造方法の一例としてのスルーホール内にめ

10

20

30

40

50

つき層を形成したコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図４】図４は、第１実施形態の回路基板の製造方法の一例としてのスルーホール内に磁性組成物を充填させたコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図５】図５は、第１実施形態の回路基板の製造方法の一例としての充填させた磁性組成物を熱硬化させたコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図６】図６は、第１実施形態の回路基板の製造方法の一例としての硬化物を研磨した後のコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図７】図７は、第１実施形態の回路基板の製造方法の一例としての研磨した面上に導体層を形成したコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図８】図８は、第１実施形態の回路基板の製造方法の一例としてのパターン導体層を形成したコア基板の様子を示す模式的な断面図である。

【図９】図９は、第２実施形態の回路基板の製造方法の一例に含まれる（Ａ）工程を説明するための模式的な断面図である。

【図１０】図１０は、第２実施形態の回路基板の製造方法の一例に含まれる（Ａ）工程を説明するための模式的な断面図である。

【図１１】図１１は、第２実施形態の回路基板の製造方法の一例に含まれる（Ｂ）工程を説明するための模式的な断面図である。

【図１２】図１２は、第２実施形態の回路基板の製造方法の一例に含まれる（Ｄ）工程を説明するための模式的な断面図である。

【図１３】図１３は、一例としての第２実施形態の回路基板の製造方法により得た回路基板を含むインダクタ部品をその厚さ方向の一方からみた模式的な平面図である。

【図１４】図１４は、一例としての図１３に示すＩ－Ｉ点鎖線で示した位置で切断した第２実施形態の回路基板の製造方法により得た回路基板を含むインダクタ部品の切断端面を示す模式的な図である。

【図１５】図１５は、一例としての第２実施形態の回路基板の製造方法により得た回路基板を含むインダクタ部品のうちの第１導体層の構成を説明するための模式的な平面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について説明する。なお、各図面は、発明が理解できる程度に、構成要素の形状、大きさ及び配置が概略的に示されているに過ぎない。本発明は以下の実施形態によって限定されるものではなく、各構成要素は適宜変更可能である。また、本発明の実施形態にかかる構成は、必ずしも図示例の配置により、製造されたり、使用されたりするとは限らない。

【００１１】

〔磁性組成物〕

本発明の磁性組成物は、（Ａ）磁性粉体、及び（Ｂ）バインダー樹脂を含み、（Ａ）成分の粒径分布における１０％粒径（ D_{10} ）が $1.7\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下、５０％粒径（ D_{50} ）が $3.6\mu\text{m}$ 以上 $12.0\mu\text{m}$ 以下、及び９０％粒径（ D_{90} ）が $25.0\mu\text{m}$ 以上 $51.0\mu\text{m}$ 以下である。本発明では、所定の粒径分布を有する磁性粉体を磁性組成物に含有させることで、この磁性組成物の硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立が可能となる。

【００１２】

磁性組成物は、必要に応じて、さらに（Ｃ）硬化促進剤、（Ｄ）分散剤、（Ｅ）その他の添加剤を含み得る。以下、本発明の磁性組成物に含まれる各成分について詳細に説明する。

【００１３】

<（Ａ）磁性粉体>

磁性組成物は、（Ａ）成分として、磁性粉体を含有し、（Ａ）成分の粒径分布における１０％粒径（ D_{10} ）が $1.7\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下、５０％粒径（ D_{50} ）が $3.6\mu\text{m}$

10

20

30

40

50

m以上12.0 μm 以下、及び90%粒径(D_{90})が25.0 μm 以上51.0 μm 以下の粒度分布を有する。上記粒径分布は磁性組成物中に含まれる(A)磁性粉体全体の粒径分布を表す。(A)成分を磁性組成物に含有させることでその硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立が可能となる。

【0014】

(A)磁性粉体の粒径分布は、ミー(Mie)散乱理論に基づくレーザー回折・散乱法により測定することができる。具体的にはレーザー回折散乱式粒径分布測定装置により、磁性粉体の粒径分布を体積基準で作成し、10%粒径(D_{10})、50%粒径(D_{50})、及び90%粒径(D_{90})を測定することができる。測定サンプルは、磁性粉体を超音波により純水中に分散させたものを好ましく使用することができる。レーザー回折散乱式粒径分布測定装置としては、マイクロトラック社製「MT3000II」、堀場製作所社製「LA-960」、島津製作所社製「SALD-2200」等を使用することができる。

10

【0015】

粒径分布における10%粒径(D_{10})とは、上記の方法により粒径分布を測定した結果、粒径分布において、粒径の小さい側から累積した体積の積算量が10%となるときの粒径をいう。50%粒径(D_{50})とは、上記の方法により粒径分布を測定した結果、粒径分布において、粒径の小さい側から累積した体積の積算量が50%となるときの粒径をいう。また、90%粒径(D_{90})とは、上記の方法により粒径分布を測定した結果、粒径分布において、粒径の小さい側から累積した体積の積算量が90%となるときの粒径をいう。ここで(A)磁性粉体の平均粒径は、50%粒径(D_{50})の粒径を意味する。以下、10%粒径(D_{10})を D_{10} 、50%粒径(D_{50})を D_{50} 、及び90%粒径(D_{90})を D_{90} ということがある。

20

【0016】

粒径分布における D_{10} としては、磁性組成物の硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立を可能とする観点から、1.7 μm 以上であり、好ましくは1.8 μm 以上、より好ましくは1.9 μm 以上である。上限は2.6 μm 以下であり、好ましくは2.5 μm 以下であり、より好ましくは2.4 μm 以下である。

【0017】

粒径分布における D_{50} としては、磁性組成物の硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立を可能とする観点から、3.6 μm 以上であり、好ましくは4.0 μm 以上、より好ましくは5.0 μm 以上である。上限は12.0 μm 以下であり、好ましくは11.0 μm 以下であり、より好ましくは10.0 μm 以下である。

30

【0018】

粒径分布における D_{90} としては、磁性組成物の硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立を可能とする観点から、25.0 μm 以上であり、好ましくは26.0 μm 以上、より好ましくは27.0 μm 以上である。上限は51.0 μm 以下であり、好ましくは50.0 μm 以下、より好ましくは49.0 μm 以下である。

【0019】

$D_{50}-D_{10}$ としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは1.0 μm 以上、より好ましくは1.1 μm 以上、さらに好ましくは1.2 μm 以上である。上限は、好ましくは10.3 μm 以下、より好ましくは10.2 μm 以下、さらに好ましくは10.1 μm 以下である。

40

【0020】

$D_{90}-D_{10}$ としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは22.4 μm 以上、より好ましくは22.5 μm 以上、さらに好ましくは22.6 μm 以上である。上限は、好ましくは49.3 μm 以下、より好ましくは49.2 μm 以下、さらに好ましくは49.1 μm 以下である。

【0021】

$D_{90}-D_{50}$ としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは13 μm 以上

50

、より好ましくは $14\text{ }\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $15\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。上限は、好ましくは $47.4\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $47.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $46.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

【0022】

D_{90}/D_{50} としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは 14.17 以下、より好ましくは 12.75 以下、さらに好ましくは 10.20 以下である。下限は、好ましくは 2.08 以上、より好ましくは 2.27 以上、さらに好ましくは 2.50 以上である。

【0023】

D_{90}/D_{10} としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは 30.0 以下、より好ましくは 28.3 以下、さらに好ましくは 26.8 以下である。下限は、好ましくは 9.62 以上、より好ましくは 10 以上、さらに好ましくは 10.4 以上である。

【0024】

D_{50}/D_{10} としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、好ましくは 7.06 以下、より好ましくは 6.67 以下、さらに好ましくは 6.32 以下である。下限は、好ましくは 1.38 以上、より好ましくは 1.44 以上、さらに好ましくは 1.89 以上である。

【0025】

(A) 磁性粉体としては、軟磁性粉体、硬磁性粉体のいずれであってもよいが、磁性粉体の偏在化を抑制する観点から、軟磁性粉体であることが好ましい。

【0026】

(A) 磁性粉体は、磁性組成物の硬化物の比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両立を可能とする観点から、ナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかであることが好ましく、結晶の磁気異方性が低減されることで磁性損失の低減が可能となる観点からナノ結晶磁性材料であることがより好ましい。本明細書において、ナノ結晶磁性材料とは、結晶粒を含む磁性材料であり、磁性粉体の結晶粒の粒径が 100 nm 以下を含み、好ましくは結晶粒の最大粒径が 100 nm 以下であるものをいう。通常、(A) 磁性粉体の粒子1個には、複数個の結晶粒が含まれており、その粒子は多結晶体でありうる。結晶粒の大きさは例えばTEM（透過型電子顕微鏡）により観察しうる。ナノ結晶磁性材料は、結晶粒を含有するので、通常、X線回折パターンにおいて結晶性を示すピークを示しうる。また、アモルファス磁性材料とは、非晶質の磁性材料であり、X線回折パターンでは結晶性を示す特定のピークを示さないものをいう。通常、アモルファス磁性材料のX線回折パターンには、結晶性を示すピークのないブロードなパターンが現れる。(A) 磁性粉体をナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかとすることで、磁束密度が高まり、その結果、比透磁率の向上及び磁性損失の低減の両方を効果的に達成することが可能になると考えられる。

【0027】

(A) 磁性粉体としては、例えば、Fe-Si系合金粉末、Fe-Si-Al系合金粉末、Fe-Cr系合金粉末、Fe-Cr-Si系合金粉末、Fe-Ni-Cr系合金粉末、Fe-Cr-Al系合金粉末、Fe-Ni系合金粉末、Fe-Ni-Mo系合金粉末、Fe-Ni-Mo-Cu系合金粉末、Fe-Co系合金粉末、あるいはFe-Ni-Co系合金粉末などの鉄合金系金属粉（Fe基金属粉）等が挙げられる。

【0028】

中でも、(A) 磁性粉体としては、本発明の効果を顕著に得る観点から、鉄合金系金属粉が好ましい。鉄合金系金属粉としては、Fe、Si、Cr、Al、Ni、及びCoから選ばれる少なくとも1種を含む鉄合金系金属粉を含むことが好ましく、Fe、Si、Crを含む鉄合金系金属粉を含むことがより好ましい。また、Fe、Si、Cr、Al、Ni、及びCoから選ばれる少なくとも1種を含む、ナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかであることがより好ましく、Fe、Si、Crを含む、ナノ結晶磁性材料、及びアモルファス磁性材料のいずれかであることがさらに好ましく、Fe基ナノ結晶磁性材料、及びFe基アモルファス磁性材料のいずれかであることが好ましく、Fe基ナ

10

20

30

40

50

ノ結晶磁性材料であることがより好ましい。ここで、Fe基とは、Fe原子を含むことを意味する。

【0029】

(A) 磁性粉体は、例えば分級を行うことで所定の粒径分布に調整することが可能である。また、上記粒径分布は磁性組成物中に含まれる(A)成分全体の粒径分布を表す。よって、2種以上の磁性粉体を混合してなる(A)成分が所定の粒径分布を有するように調整すればよく、例えば、所定の粒径分布を有さない磁性粉体を複数混合し、(A)成分全体として所定の粒径分布を有すればよい。

【0030】

(A) 磁性粉体は1種単独で用いてもよく、又は2種以上を併用してもよいが、本発明の効果を顕著に得る観点から、2種以上の磁性粉体を併用することが好ましく、平均粒径が異なる2種以上の磁性粉体を併用することがより好ましい。一実施形態として、平均粒径が異なる2種の磁性粉体を併用する場合、一方の磁性粉体の平均粒径としては、好ましくは $0.01\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $1\mu\text{m}$ 以上である。また、好ましくは $10\mu\text{m}$ 未満、より好ましくは $9\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $8\mu\text{m}$ 以下である。他方の磁性粉体の平均粒径としては、好ましくは $10\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $13\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $15\mu\text{m}$ 以上である。また、好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $25\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $23\mu\text{m}$ 以下である。

【0031】

平均粒径が異なる2種以上の磁性粉体を併用する場合において、一方の磁性粉体の平均粒径を $a1$ とし、他方の磁性粉体の平均粒径を $a2$ とした場合、 $a1/a2$ としては、好ましくは1以上、より好ましくは3以上、さらに好ましくは5以上であり、好ましくは15以下、より好ましくは10以下、さらに好ましくは8以下である。但し、 $a1 > a2$ である。 $a1/a2$ が斯かる範囲内となるように調整することで、本発明の効果を顕著に得ることができる。

【0032】

(A) 磁性粉体としては、市販品を用いることができ、2種以上を併用してもよい。用いられ得る市販の磁性粉体の具体例としては、エプソンアトミックス社製「KUAMET NC1」、「ATFINE NC1」(ナノ結晶磁性材料)；エプソンアトミックス社製「KUAMET 6B2」、「AW02-08PF3F」(アモルファス磁性材料)等が挙げられる。

【0033】

(A) 磁性粉体は、球状であることが好ましい。磁性粉体の長軸の長さを短軸の長さで除した値(アスペクト比)としては、好ましくは2以下、より好ましくは1.5以下、さらに好ましくは1.2以下であり、好ましくは1を超え、より好ましくは1.05以上である。一般に、磁性粉体は球状ではない扁平な形状であるほうが、比透磁率を向上させやすいが、本発明においては、磁気損失を低くする観点、また好ましい粘度を有する磁性組成物を得る観点から、球状の磁性粉体を用いる方が好ましい。

【0034】

(A) 磁性粉体の比表面積は、比透磁率を向上させる観点から、好ましくは $0.05\text{m}^2/\text{g}$ 以上、より好ましくは $0.1\text{m}^2/\text{g}$ 以上、さらに好ましくは $0.3\text{m}^2/\text{g}$ 以上である。また、好ましくは $15\text{m}^2/\text{g}$ 以下、より好ましくは $12\text{m}^2/\text{g}$ 以下、さらに好ましくは $10\text{m}^2/\text{g}$ 以下である。(A) 磁性粉体の比表面積は、BET法によって測定できる。

【0035】

(A) 磁性粉体の含有量(体積%)は、比透磁率を向上させ及び磁性損失を低減させる観点から、磁性組成物中の不揮発成分を100体積%とした場合、好ましくは10体積%以上、より好ましくは20体積%以上、さらに好ましくは30体積%以上である。また、好ましくは95体積%以下、より好ましくは90体積%以下、さらに好ましくは80体積%以下である。

【0036】

(A) 磁性粉体の含有量(質量%)は、比透磁率を向上させ及び磁性損失を低減させる観点から、磁性組成物中の不揮発成分を100質量%とした場合、好ましくは60質量%以上、より好ましくは70質量%以上、さらに好ましくは80質量%以上である。また、好ましくは99.5質量%以下、より好ましくは99質量%以下、さらに好ましくは98質量%以下である。

なお、本発明において、磁性組成物中の各成分の含有量は、別途明示のない限り、磁性組成物中の不揮発成分を100質量%としたときの値である。

【0037】

<(B) バインダー樹脂>

磁性組成物は、(B)成分として、(B)バインダー樹脂を含有する。(B)バインダー樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール系樹脂、ナフトール系樹脂、ベンゾオキサジン系樹脂、活性エステル系樹脂、シアネートエステル系樹脂、カルボジイミド系樹脂、アミン系樹脂、酸無水物系樹脂等の熱硬化性樹脂；フェノキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ブチラール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、及びポリスルホン樹脂等の熱可塑性樹脂が挙げられる。(B)成分は、熱硬化性樹脂を含んでいてもよく、熱可塑性樹脂を含んでいてもよく、両者を組み合わせて含んでいてもよい。(B)バインダー樹脂は、配線板の絶縁層を形成する際に使用される熱硬化性樹脂を含むことが好ましく、中でもエポキシ樹脂が好ましい。(B)バインダー樹脂は1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

以下、各樹脂について説明する。

【0038】

ここで、フェノール系樹脂、ナフトール系樹脂、ベンゾオキサジン系樹脂、活性エステル系樹脂、シアネートエステル系樹脂、カルボジイミド系樹脂、アミン系樹脂、及び酸無水物系樹脂のように、エポキシ樹脂と反応して磁性組成物を硬化させられる成分をまとめて「硬化剤」ということがある。

【0039】

ー熱硬化性樹脂ー

熱硬化性樹脂としてのエポキシ樹脂は、例えば、グリシロール型エポキシ樹脂；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；ビスフェノールAF型エポキシ樹脂；ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂；トリスフェノール型エポキシ樹脂；フェノールノボラック型エポキシ樹脂；terてーブチルーカテコール型エポキシ樹脂；ナフトールノボラック型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂等の縮合環構造を有するエポキシ樹脂；グリシジルアミン型エポキシ樹脂；グリシジルエステル型エポキシ樹脂；クレゾールノボラック型エポキシ樹脂；ビフェニル型エポキシ樹脂；線状脂肪族エポキシ樹脂；ブタジエン構造を有するエポキシ樹脂；脂環式エポキシ樹脂；複素環式エポキシ樹脂；スピロ環含有エポキシ樹脂；シクロヘキサンジメタノール型エポキシ樹脂；トリメチロール型エポキシ樹脂；テトラフェニルエタン型エポキシ樹脂等が挙げられる。エポキシ樹脂は1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。エポキシ樹脂は、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、及びビスフェノールF型エポキシ樹脂から選ばれる1種以上であることが好ましい。

【0040】

エポキシ樹脂は、1分子中に2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂を含むことが好ましい。また、エポキシ樹脂は、芳香族構造を有することが好ましく、2種以上のエポキシ樹脂を用いる場合は少なくとも1種が芳香族構造を有することがより好ましい。芳香族構造とは、一般に芳香族と定義される化学構造であり、多環芳香族及び芳香族複素環をも含む。エポキシ樹脂の不揮発成分100質量%に対して、1分子中に2個以上のエポキシ基を有するエポキシ樹脂の割合は、好ましくは50質量%以上、より好ましくは60質量%以上、特に好ましくは70質量%以上である。

【0041】

エポキシ樹脂には、温度25℃で液状のエポキシ樹脂（以下「液状エポキシ樹脂」ということがある。）と、温度25℃で固体状のエポキシ樹脂（以下「固体状エポキシ樹脂」ということがある。）とがある。（B）成分としてエポキシ樹脂を含有する場合、エポキシ樹脂として、液状エポキシ樹脂のみを含んでいてもよく、固体状エポキシ樹脂のみを含んでいてもよく、液状エポキシ樹脂及び固体状エポキシ樹脂を組み合わせ含んでいてもよい。中でも、エポキシ樹脂として、樹脂組成物の粘度を低下させる観点から、液状エポキシ樹脂のみを含むことが好ましい。

【0042】

液状エポキシ樹脂としては、グリシロール型エポキシ樹脂、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AF型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、グリシジルエステル型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、エステル骨格を有する脂環式エポキシ樹脂、シクロヘキサジメタノール型エポキシ樹脂、及びブタジエン構造を有するエポキシ樹脂が好ましく、グリシロール型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、及びビスフェノールF型エポキシ樹脂がより好ましい。液状エポキシ樹脂の具体例としては、DIC社製の「HP4032」、「HP4032D」、「HP4032SS」（ナフタレン型エポキシ樹脂）；三菱ケミカル社製の「828US」、「JER828EL」（ビスフェノールA型エポキシ樹脂）、「JER807」（ビスフェノールF型エポキシ樹脂）、「JER152」（フェノールノボラック型エポキシ樹脂）；三菱ケミカル社製の「630」、「630LSD」、ADEKA社製の「ED-523T」（グリシロール型エポキシ樹脂（アデカグリシロール））、「EP-3980S」（グリシジルアミン型エポキシ樹脂）、「EP-4088S」（ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂）；日鉄ケミカル&マテリアル社製の「ZX1059」（ビスフェノールA型エポキシ樹脂とビスフェノールF型エポキシ樹脂の混合品）；ナガセケムテックス社製の「EX-721」（グリシジルエステル型エポキシ樹脂）；ダイセル社製の「セロキサイド2021P」（エステル骨格を有する脂環式エポキシ樹脂）、「PB-3600」（ブタジエン構造を有するエポキシ樹脂）；日鉄ケミカル&マテリアル社製の「ZX1658」、「ZX1658GS」（液状1，4-グリシジルシクロヘキサン）等が挙げられる。これらは1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0043】

固体状エポキシ樹脂としては、ナフタレン型4官能エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、トリスフェノール型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、テトラフェニルエタン型エポキシ樹脂が好ましく、ナフタレン型4官能エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、及びビフェニル型エポキシ樹脂がより好ましい。固体状エポキシ樹脂の具体例としては、DIC社製の「HP4032H」（ナフタレン型エポキシ樹脂）、「HP-4700」、「HP-4710」（ナフタレン型4官能エポキシ樹脂）、「N-690」（クレゾールノボラック型エポキシ樹脂）、「N-695」（クレゾールノボラック型エポキシ樹脂）、「HP-7200」（ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂）、「HP-7200HH」、「HP-7200H」、「EXA-7311」、「EXA-7311-G3」、「EXA-7311-G4」、「EXA-7311-G4S」、「HP6000」（ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂）；日本化薬社製の「EPPN-502H」（トリスフェノール型エポキシ樹脂）、「NC7000L」（ナフトールノボラック型エポキシ樹脂）、「NC3000H」、「NC3000」、「NC3000L」、「NC3100」（ビフェニル型エポキシ樹脂）；日鉄ケミカル&マテリアル社製の「ESN475V」（ナフタレン型エポキシ樹脂）、「ESN485」（ナフトールノボラック型エポキシ樹脂）；三菱ケミカル社製の「YX4000H」、「YL6121」（ビフェニル型エポキシ樹脂）、「YX4000HK」（ビキシレノール型エポキシ樹脂）、「YX88

10

20

30

40

50

00」(アントラセン型エポキシ樹脂) ; 大阪ガスケミカル社製の「PG-100」、「CG-500」、三菱ケミカル社製の「YL7760」(ビスフェノールAF型エポキシ樹脂)、「YL7800」(フルオレン型エポキシ樹脂)、「JER1010」(固体状ビスフェノールA型エポキシ樹脂)、「JER1031S」(テトラフェニルエタン型エポキシ樹脂)等が挙げられる。これらは1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0044】

(B)成分として、液状エポキシ樹脂と固体状エポキシ樹脂とを併用する場合、それらの量比(液状エポキシ樹脂:固体状エポキシ樹脂)は、質量比で、好ましくは1:0.1~1:4、より好ましくは1:0.3~1:3.5、さらに好ましくは1:0.6~1:3である。

10

【0045】

(B)成分としてのエポキシ樹脂のエポキシ当量は、好ましくは50g/eq.~5000g/eq.、より好ましくは50g/eq.~3000g/eq.、さらに好ましくは80g/eq.~2000g/eq.、さらにより好ましくは110g/eq.~1000g/eq.である。この範囲となることで、硬化物の架橋密度が十分となり表面粗さの小さい磁性層をもたらすことができる。なお、エポキシ当量は、JIS K7236に従って測定することができ、1当量のエポキシ基を含む樹脂の質量である。

【0046】

(B)成分としてのエポキシ樹脂の重量平均分子量は、好ましくは100~5000、より好ましくは250~3000、さらに好ましくは400~1500である。ここで、エポキシ樹脂の重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)法により測定されるポリスチレン換算の重量平均分子量である。

20

【0047】

活性エステル系樹脂としては、1分子中に1個以上の活性エステル基を有する樹脂を用いることができる。中でも、活性エステル系樹脂としては、フェノールエステル類、チオフェノールエステル類、N-ヒドロキシアミンエステル類、複素環ヒドロキシ化合物のエステル類等の、反応活性の高いエステル基を1分子中に2個以上有する樹脂が好ましい。当該活性エステル系樹脂は、カルボン酸化合物及び/又はチオカルボン酸化合物とヒドロキシ化合物及び/又はチオール化合物との縮合反応によって得られるものが好ましい。特に、耐熱性向上の観点から、カルボン酸化合物とヒドロキシ化合物とから得られる活性エステル系樹脂が好ましく、カルボン酸化合物とフェノール化合物及び/又はナフトール化合物とから得られる活性エステル系樹脂がより好ましい。

30

【0048】

カルボン酸化合物としては、例えば、安息香酸、酢酸、コハク酸、マレイン酸、イタコン酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、ピロメリット酸等が挙げられる。

【0049】

フェノール化合物又はナフトール化合物としては、例えば、ハイドロキノン、レゾルシン、ビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールS、フェノールフタリン、メチル化ビスフェノールA、メチル化ビスフェノールF、メチル化ビスフェノールS、フェノール、o-クレゾール、m-クレゾール、p-クレゾール、カテコール、α-ナフトール、β-ナフトール、1,5-ジヒドロキシナフタレン、1,6-ジヒドロキシナフタレン、2,6-ジヒドロキシナフタレン、ジヒドロキシベンゾフェノン、トリヒドロキシベンゾフェノン、テトラヒドロキシベンゾフェノン、フロログルシン、ベンゼントリオール、ジシクロペンタジエン型ジフェノール化合物、フェノールノボラック等が挙げられる。ここで、「ジシクロペンタジエン型ジフェノール化合物」とは、ジシクロペンタジエン1分子にフェノール2分子が縮合して得られるジフェノール化合物をいう。

40

【0050】

活性エステル系樹脂の好ましい具体例としては、ジシクロペンタジエン型ジフェノール構造を含む活性エステル系樹脂、ナフタレン構造を含む活性エステル系樹脂、フェノール

50

ノボラックのアセチル化物を含む活性エステル系樹脂、フェノールノボラックのベンゾイル化物を含む活性エステル系樹脂が挙げられる。中でも、ナフタレン構造を含む活性エステル系樹脂、ジシクロペンタジエン型ジフェノール構造を含む活性エステル系樹脂がより好ましい。「ジシクロペンタジエン型ジフェノール構造」とは、フェニレンージシクロペンチレンーフェニレンからなる2価の構造単位を表す。

【0051】

活性エステル系樹脂の市販品としては、ジシクロペンタジエン型ジフェノール構造を含む活性エステル系樹脂として、「EXB9451」、「EXB9460」、「EXB9460S」、「HPC-8000-65T」、「HPC-8000H-65TM」、「EXB-8000L-65TM」（DIC社製）；ナフタレン構造を含む活性エステル系樹脂として「EXB9416-70BK」、「EXB-8150-65T」（DIC社製）；フェノールノボラックのアセチル化物を含む活性エステル系樹脂として「DC808」（三菱ケミカル社製）；フェノールノボラックのベンゾイル化物を含む活性エステル系樹脂として「YLH1026」（三菱ケミカル社製）；フェノールノボラックのアセチル化物である活性エステル系樹脂として「DC808」（三菱ケミカル社製）；フェノールノボラックのベンゾイル化物である活性エステル系樹脂として「YLH1026」（三菱ケミカル社製）、「YLH1030」（三菱ケミカル社製）、「YLH1048」（三菱ケミカル社製）；等が挙げられる。

【0052】

フェノール系樹脂及びナフトール系樹脂としては、耐熱性及び耐水性の観点から、ノボラック構造を有するものが好ましい。また、導体層との密着性の観点から、含窒素フェノール系硬化剤が好ましく、トリアジン骨格含有フェノール系樹脂がより好ましい。

【0053】

フェノール系樹脂及びナフトール系樹脂の具体例としては、例えば、明和化成社製の「MEH-7700」、「MEH-7810」、「MEH-7851」、日本化薬社製の「NHN」、「CBN」、「GPH」、日鉄ケミカル&マテリアル社製の「SN170」、「SN180」、「SN190」、「SN475」、「SN485」、「SN495」、「SN-495V」、「SN375」、「SN395」、DIC社製の「TD-2090」、「LA-7052」、「LA-7054」、「LA-1356」、「LA-3018-50P」、「EXB-9500」等が挙げられる。

【0054】

ベンゾオキサジン系樹脂の具体例としては、JFEケミカル社製の「JBZ-OD100」（ベンゾオキサジン環当量218）、「JBZ-OP100D」（ベンゾオキサジン環当量218）、「ODA-BOZ」（ベンゾオキサジン環当量218）；四国化成工業社製の「P-d」（ベンゾオキサジン環当量217）、「F-a」（ベンゾオキサジン環当量217）；昭和高分子社製の「HFB2006M」（ベンゾオキサジン環当量432）等が挙げられる。

【0055】

シアネートエステル系樹脂としては、例えば、ビスフェノールAジシアネート、ポリフェノールシアネート、オリゴ（3-メチレン-1,5-フェニレンシアネート）、4,4'-メチレンビス（2,6-ジメチルフェニルシアネート）、4,4'-エチリデンジフェニルジシアネート、ヘキサフルオロビスフェノールAジシアネート、2,2-ビス（4-シアネート）フェニルプロパン、1,1-ビス（4-シアネートフェニルメタン）、ビス（4-シアネート-3,5-ジメチルフェニル）メタン、1,3-ビス（4-シアネートフェニル-1-（メチルエチリデン））ベンゼン、ビス（4-シアネートフェニル）チオエーテル、及びビス（4-シアネートフェニル）エーテル、等の2官能シアネート樹脂；フェノールノボラック及びクレゾールノボラック等から誘導される多官能シアネート樹脂；これらシアネート樹脂が一部トリアジン化したプレポリマー；などが挙げられる。シアネートエステル系樹脂の具体例としては、ロンザジャパン社製の「PT30」及び「PT60」（フェノールノボラック型多官能シアネートエステル樹脂）、「ULL-950S」

(多官能シアネートエステル樹脂)、「BA230」、「BA230S75」(ビスフェノールAジシアネートの一部又は全部がトリアジン化され三量体となったプレポリマー)等が挙げられる。

【0056】

カルボジイミド系樹脂の具体例としては、日清紡ケミカル社製のカルボジライト(登録商標) V-03(カルボジイミド基当量: 216、V-05(カルボジイミド基当量: 262)、V-07(カルボジイミド基当量: 200); V-09(カルボジイミド基当量: 200); ラインケミー社製のスタバクゾール(登録商標) P(カルボジイミド基当量: 302)が挙げられる。

【0057】

アミン系樹脂としては、1分子内中に1個以上のアミノ基を有する樹脂が挙げられ、例えば、脂肪族アミン類、ポリエーテルアミン類、脂環式アミン類、芳香族アミン類等が挙げられ、中でも、本発明の所望の効果を奏する観点から、芳香族アミン類が好ましい。アミン系樹脂は、第1級アミン又は第2級アミンが好ましく、第1級アミンがより好ましい。アミン系硬化剤の具体例としては、4,4'-メチレンビス(2,6-ジメチルアニリン)、ジフェニルジアミノスルホン、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン、3,3'-ジアミノジフェニルスルホン、m-フェニレンジアミン、m-キシリレンジアミン、ジエチルトルエンジアミン、4,4'-ジアミノジフェニルエーテル、3,3'-ジメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、2,2'-ジメチル-4,4'-ジアミノビフェニル、3,3'-ジヒドロキシベンジジン、2,2-ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)プロパン、3,3-ジメチル-5,5-ジエチル-4,4'-ジフェニルメタンジアミン、2,2-ビス(4-アミノフェニル)プロパン、2,2-ビス(4-(4-アミノフェノキシ)フェニル)プロパン、1,3-ビス(3-アミノフェノキシ)ベンゼン、1,3-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、1,4-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、4,4'-ビス(4-アミノフェノキシ)ビフェニル、ビス(4-(4-アミノフェノキシ)フェニル)スルホン、ビス(4-(3-アミノフェノキシ)フェニル)スルホン、等が挙げられる。アミン系樹脂は市販品を用いてもよく、例えば、日本化薬社製の「KAYABOND C-200S」、「KAYABOND C-100」、「カヤハードA-A」、「カヤハードA-B」、「カヤハードA-S」、三菱ケミカル社製の「エピキュアW」等が挙げられる。

【0058】

酸無水物系樹脂としては、1分子内中に1個以上の酸無水物基を有する樹脂が挙げられる。酸無水物系樹脂の具体例としては、無水フタル酸、テトラヒドロ無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルナジック酸無水物、水素化メチルナジック酸無水物、トリアルキルトetraヒドロ無水フタル酸、ドデセニル無水コハク酸、5-(2,5-ジオキソテトラヒドロ-3-フラニル)-3-メチル-3-シクロヘキセン-1,2-ジカルボン酸無水物、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、ベンソフェノンテトラカルボン酸二無水物、ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、オキシジフタル酸二無水物、3,3'-4,4'-ジフェニルスルホントテトラカルボン酸二無水物、1,3,3a,4,5,9b-ヘキサヒドロ-5-(テトラヒドロ-2,5-ジオキソ-3-フラニル)-ナフト[1,2-C]フラン-1,3-ジオン、エチレングリコールビス(アンヒドロトリメリット)、スチレンとマレイン酸とが共重合したスチレン・マレイン酸樹脂などのポリマー型の酸無水物などが挙げられる。

【0059】

(B)成分としてエポキシ樹脂及び硬化剤を含有する場合、エポキシ樹脂とすべての硬化剤との量比は、[エポキシ樹脂のエポキシ基の合計数]:[硬化剤の反応基の合計数]の比率で、1:0.01~1:5の範囲が好ましく、1:0.5~1:3がより好ましく、1:1~1:2がさらに好ましい。ここで、「エポキシ樹脂のエポキシ基数」とは、磁性組成物中に存在するエポキシ樹脂の不揮発成分の質量をエポキシ当量で除した値を全て

10

20

30

40

50

合計した値である。また、「硬化剤の活性基数」とは、磁性組成物中に存在する硬化剤の不揮発成分の質量を活性基当量で除した値を全て合計した値である。

【0060】

－熱可塑性樹脂－

熱可塑性樹脂のポリスチレン換算の重量平均分子量は、好ましくは3万以上、より好ましくは5万以上、さらに好ましくは10万以上である。また、好ましくは100万以下、より好ましくは75万以下、さらに好ましくは50万以下である。熱可塑性樹脂のポリスチレン換算の重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）法で測定される。具体的には、熱可塑性樹脂のポリスチレン換算の重量平均分子量は、測定装置として島津製作所社製「LC-9A/RID-6A」を、カラムとして昭和電工社製「Shodex K-800P/K-804L/K-804L」を、移動相としてクロロホルム等を用いて、カラム温度を40℃にて測定し、標準ポリスチレンの検量線を用いて算出することができる。

10

【0061】

フェノキシ樹脂としては、例えば、ビスフェノールA骨格、ビスフェノールF骨格、ビスフェノールS骨格、ビスフェノールアセトフェノン骨格、ノボラック骨格、ビフェニル骨格、フルオレン骨格、ジシクロペンタジエン骨格、ノルボルネン骨格、ナフタレン骨格、アントラセン骨格、アダマンタン骨格、テルペン骨格、およびトリメチルシクロヘキサン骨格からなる群から選択される1種以上の骨格を有するフェノキシ樹脂が挙げられる。フェノキシ樹脂の末端は、フェノール性水酸基、エポキシ基等のいずれの官能基でもよい。フェノキシ樹脂は1種単独で用いてもよく、又は2種以上を併用してもよい。フェノキシ樹脂の具体例としては、三菱ケミカル社製の「1256」及び「4250」（いずれもビスフェノールA骨格含有フェノキシ樹脂）、「YX8100」（ビスフェノールS骨格含有フェノキシ樹脂）、及び「YX6954」（ビスフェノールアセトフェノン骨格含有フェノキシ樹脂）が挙げられ、その他にも、日鉄ケミカル&マテリアル社製の「FX280」及び「FX293」、三菱ケミカル社製の「YL7500BH30」、「YX6954BH30」、「YX7553」、「YX7553BH30」、「YL7769BH30」、「YL6794」、「YL7213」、「YL7290」及び「YL7482」等が挙げられる。

20

【0062】

アクリル樹脂としては、熱膨張率および弾性率をより低下させる観点から、官能基含有アクリル樹脂が好ましく、ガラス転移温度が25℃以下のエポキシ基含有アクリル樹脂がより好ましい。

30

【0063】

官能基含有アクリル樹脂の数平均分子量（Mn）は、好ましくは10000～100000であり、より好ましくは30000～900000である。

【0064】

官能基含有アクリル樹脂の官能基当量は、好ましくは1000～50000であり、より好ましくは2500～30000である。

【0065】

ガラス転移温度が25℃以下のエポキシ基含有アクリル樹脂としては、ガラス転移温度が25℃以下のエポキシ基含有アクリル酸エステル共重合体樹脂が好ましく、その具体例としては、ナガセケムテックス社製「SG-80H」（エポキシ基含有アクリル酸エステル共重合体樹脂（数平均分子量Mn：350000g/mol、エポキシ価0.07eq/kg、ガラス転移温度11℃））、ナガセケムテックス社製「SG-P3」（エポキシ基含有アクリル酸エステル共重合体樹脂（数平均分子量Mn：850000g/mol、エポキシ価0.21eq/kg、ガラス転移温度12℃））が挙げられる。

40

【0066】

ポリビニルアセタール樹脂、ブチラール樹脂の具体例としては、電気化学工業社製の電化ブチラール「4000-2」、「5000-A」、「6000-C」、「6000-E

50

P」、積水化学工業社製のエスレックBHシリーズ、BXシリーズ、「KS-1」などのKSシリーズ、「BL-1」などのBLシリーズ、BMシリーズ等が挙げられる。

【0067】

ポリイミド樹脂の具体例としては、新日本理化社製の「リカコートSN20」及び「リカコートPN20」が挙げられる。ポリイミド樹脂の具体例としてはまた、2官能性ヒドロキシル基末端ポリブタジエン、ジイソシアネート化合物及び四塩基酸無水物を反応させて得られる線状ポリイミド（特開2006-37083号公報記載のポリイミド）、ポリシロキサン骨格含有ポリイミド（特開2002-12667号公報及び特開2000-319386号公報等に記載のポリイミド）等の変性ポリイミドが挙げられる。

【0068】

ポリアミドイミド樹脂の具体例としては、東洋紡社製の「バイロマックスHR11NN」及び「バイロマックスHR16NN」が挙げられる。ポリアミドイミド樹脂の具体例としてはまた、日立化成工業社製の「KS9100」、「KS9300」（ポリシロキサン骨格含有ポリアミドイミド）等の変性ポリアミドイミドが挙げられる。

【0069】

ポリエーテルスルホン樹脂の具体例としては、住友化学社製の「PES5003P」等が挙げられる。ポリフェニレンエーテル樹脂の具体例としては、三菱ガス化学社製のビニル基を有するオリゴフェニレンエーテル・スチレン樹脂「OPE-2St 1200」等が挙げられる。

【0070】

ポリスルホン樹脂の具体例としては、ソルベイアドバンストポリマーズ社製のポリスルホン「P1700」、「P3500」等が挙げられる。

【0071】

中でも、熱可塑性樹脂としては、重量平均分子量が3万以上100万以下の、フェノキシ樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ブチラール樹脂、及びアクリル樹脂から選ばれる1種以上であることが好ましい。

【0072】

(B) バインダー樹脂の含有量は、良好な機械強度、絶縁信頼性を示す磁性層を得る観点から、磁性組成物中の不揮発成分を100質量%とした場合、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは0.3質量%以上、さらに好ましくは1質量%以上である。上限は、本発明の効果が奏される限りにおいて特に限定されないが、好ましくは30質量%以下、より好ましくは25質量%以下、さらに好ましくは20質量%以下である。

【0073】

また、(B) バインダー樹脂はエポキシ樹脂を含むことが好ましく、液状エポキシ樹脂を含むことがより好ましい。液状エポキシ樹脂は、(A) 成分100質量%に対して、好ましくは1質量%以上、より好ましくは1.5質量%以上、さらに好ましくは2質量%以上である。上限は、好ましくは30質量%以下、より好ましくは25質量%以下、さらに好ましくは20質量%以下である。

【0074】

<(C) 硬化促進剤>

磁性組成物は、任意の成分として、さらに(C) 硬化促進剤を含んでいてもよい。

【0075】

硬化促進剤としては、例えば、アミン系硬化促進剤、イミダゾール系硬化促進剤、リン系硬化促進剤、グアニジン系硬化促進剤、金属系硬化促進剤等が挙げられる。硬化促進剤は、磁性組成物の粘度を低下させる観点から、アミン系硬化促進剤、イミダゾール系硬化促進剤が好ましく、イミダゾール系硬化促進剤がより好ましい。硬化促進剤は1種単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0076】

アミン系硬化促進剤としては、例えば、トリエチルアミン、トリブチルアミン等のトリアルキルアミン、4-ジメチルアミノピリジン、ベンジルジメチルアミン、2, 4, 6,

10

20

30

40

50

ートリス（ジメチルアミノメチル）フェノール、1，8－ジアザビシクロ（5，4，0）－ウンデセン等が挙げられ、4－ジメチルアミノピリジン、1，8－ジアザビシクロ（5，4，0）－ウンデセンが好ましい。

【0077】

アミン系硬化促進剤としては、市販品を用いてもよく、例えば、味の素ファインテクノ社製の「PN－50」、「PN－23」、「MY－25」等が挙げられる。

【0078】

イミダゾール系硬化促進剤としては、例えば、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、2－メチルイミダゾール、2－ウンデシルイミダゾール、2－ヘプタデシルイミダゾール、1，2－ジメチルイミダゾール、2－エチル－4－メチルイミダゾール、1，2－ジメチルイミダゾール、2－エチル－4－メチルイミダゾール、2－フェニルイミダゾール、2－フェニル－4－メチルイミダゾール、1－ベンジル－2－メチルイミダゾール、1－ベンジル－2－フェニルイミダゾール、1－シアノエチル－2－メチルイミダゾール、1－シアノエチル－2－ウンデシルイミダゾール、1－シアノエチル－2－エチル－4－メチルイミダゾール、1－シアノエチル－2－フェニルイミダゾール、1－シアノエチル－2－ウンデシルイミダゾリウムトリメリテイト、1－シアノエチル－2－フェニルイミダゾリウムトリメリテイト、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、2，4－ジアミノ－6－〔2'－ウンデシルイミダゾリル－（1'）〕－エチル－s－トリアジン、2，4－ジアミノ－6－〔2'－エチル－4'－メチルイミダゾリル－（1'）〕－エチル－s－トリアジン、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ル酸付加物、2－フェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2－フェニル－4，5－ジヒドロキシメチルイミダゾール、2－フェニル－4－メチル－5－ヒドロキシメチルイミダゾール、2，3－ジヒドロ－1H－ピロロ〔1，2－a〕ベンズイミダゾール、1－ドデシル－2－メチル－3－ベンジルイミダゾリウムクロライド、2－メチルイミダゾリン、2－フェニルイミダゾリン等のイミダゾール化合物及びイミダゾール化合物とエポキシ樹脂とのアダクト体が挙げられ、2－エチル－4－メチルイミダゾール、1－ベンジル－2－フェニルイミダゾールが好ましい。

【0079】

イミダゾール系硬化促進剤としては、市販品を用いてもよく、例えば、四国化成工業社製の「2P4MZ」、「2PHZ－PW」、三菱ケミカル社製の「P200－H50」等が挙げられる。

【0080】

リン系硬化促進剤としては、例えば、トリフェニルホスフィン、ホスホニウムボレート化合物、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート、n－ブチルホスホニウムテトラフェニルボレート、テトラブチルホスホニウムデカン酸塩、（4－メチルフェニル）トリフェニルホスホニウムチオシアネート、テトラフェニルホスホニウムチオシアネート、ブチルトリフェニルホスホニウムチオシアネート等が挙げられ、トリフェニルホスフィン、テトラブチルホスホニウムデカン酸塩が好ましい。

【0081】

グアニジン系硬化促進剤としては、例えば、ジシアンジアミド、1－メチルグアニジン、1－エチルグアニジン、1－シクロヘキシルグアニジン、1－フェニルグアニジン、1－（o－トリル）グアニジン、ジメチルグアニジン、ジフェニルグアニジン、トリメチルグアニジン、テトラメチルグアニジン、ペンタメチルグアニジン、1，5，7－トリアザビシクロ〔4.4.0〕デカ－5－エン、7－メチル－1，5，7－トリアザビシクロ〔4.4.0〕デカ－5－エン、1－メチルビグアニド、1－エチルビグアニド、1－n－ブチルビグアニド、1－n－オクタデシルビグアニド、1，1－ジメチルビグアニド、1，1－ジエチルビグアニド、1－シクロヘキシルビグアニド、1－アリルビグアニド、1－フェニルビグアニド、1－（o－トリル）ビグアニド等が挙げられ、ジシアンジアミド、1，5，7－トリアザビシクロ〔4.4.0〕デカ－5－エンが好ましい。

【0082】

金属系硬化促進剤としては、例えば、コバルト、銅、亜鉛、鉄、ニッケル、マンガン、スズ等の金属の、有機金属錯体又は有機金属塩が挙げられる。有機金属錯体の具体例としては、コバルト（ⅠⅠ）アセチルアセトナート、コバルト（ⅠⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機コバルト錯体、銅（ⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機銅錯体、亜鉛（ⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機亜鉛錯体、鉄（ⅠⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機鉄錯体、ニッケル（ⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機ニッケル錯体、マンガン（ⅠⅠ）アセチルアセトナート等の有機マンガン錯体等が挙げられる。有機金属塩としては、例えば、オクチル酸亜鉛、オクチル酸錫、ナフテン酸亜鉛、ナフテン酸コバルト、ステアリン酸スズ、ステアリン酸亜鉛等が挙げられる。

10

【0083】

（Ｃ）硬化促進剤としては、本発明の所望の効果をj得る観点から、酸無水物系エポキシ樹脂硬化剤、アミン系硬化促進剤、及びイミダゾール系硬化促進剤から選ばれる少なくとも1種であることが好ましく、アミン系硬化促進剤、及びイミダゾール系硬化促進剤から選ばれる少なくとも1種であることがより好ましい。

【0084】

（Ｃ）硬化促進剤の含有量は、磁性組成物の硬化促進を促す観点から、磁性組成物中の不揮発成分を100質量%とした場合、好ましくは0.01質量%以上、より好ましくは0.03質量%以上、さらに好ましくは0.05質量%以上であり、上限は、好ましくは0.5質量%以下、より好ましくは0.3質量%以下、さらに好ましくは0.1質量%以下である。

20

【0085】

<（Ｄ）分散剤>

磁性組成物は、任意の成分として、さらに（Ｄ）分散剤を含んでいてもよい。

【0086】

（Ｄ）分散剤としては、例えば、ポリオキシエチレンアルキルエーテルリン酸等のリン酸エステル系分散剤；ドデシルベンゼルスルホン酸ナトリウム、ラウリル酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテルサルフェートのアンモニウム塩等のアニオン性分散剤；オルガノシロキサン系分散剤、アセチレングリコール、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルエステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルアミン、ポリオキシエチレンアルキルアミド等の非イオン性分散剤等が挙げられる。これらの中でも、アニオン性分散剤が好ましい。分散剤は1種単独で用いてもよく、又は2種以上を併用してもよい。

30

【0087】

リン酸エステル系分散剤は、市販品を用いることができる。市販品として、例えば東邦化学工業社製「フォスファノール」シリーズの「RS-410」、「RS-610」、「RS-710」等が挙げられる。

【0088】

オルガノシロキサン系分散剤としては、市販品として、ビックケミー社製「BYK347」、「BYK348」等が挙げられる。

40

【0089】

ポリオキシアルキレン系分散剤としては、市販品として、日油株式会社製「マリアリム」シリーズの「AKM-0531」、「AFB-1521」、「SC-0505K」、「SC-1015F」及び「SC-0708A」、並びに「HKM-50A」等が挙げられる。

【0090】

アセチレングリコールとしては、市販品として、Air Products and Chemicals Inc. 製「サーフィノール」シリーズの「82」、「104」、「440」、「465」及び「485」、並びに「オレフィンY」等が挙げられる。

50

【0091】

(D) 分散剤の含有量は、本発明の効果を顕著に発揮させる観点から、磁性組成物中の不揮発成分を100質量%とした場合、好ましくは0.1質量%以上、より好ましくは0.3質量%以上、さらに好ましくは0.5質量%以上であり、上限は、好ましくは5質量%以下、より好ましくは3質量%以下、さらに好ましくは1質量%以下である。

【0092】

<(E) その他の添加剤>

磁性組成物は、さらに必要に応じて、(E) その他の添加剤を含んでいてもよく、斯かる他の添加剤としては、例えば、ポットライフ向上のためのホウ酸トリエチル等の硬化遅延剤、無機充填材（但し、磁性粉体に該当するものは除く）、難燃剤、有機充填材、有機銅化合物、有機亜鉛化合物及び有機コバルト化合物等の有機金属化合物、並びに増粘剤、消泡剤、レベリング剤、密着性付与剤、及び着色剤等の樹脂添加剤等が挙げられる。

【0093】

磁性組成物は、通常溶剤を含まなくても粘度が低いという特性を示すペースト状の組成物であり得る。よって、磁性組成物中に含まれる溶剤の含有量は、磁性組成物の全質量に対して、好ましくは1.0質量%未満、より好ましくは0.8質量%以下、さらに好ましくは0.5質量%以下、特に好ましくは0.1質量%以下である。下限は、特に制限はないが0.001質量%以上、又は含有しないことである。磁性組成物は、通常液状の熱硬化性樹脂等を使用することにより、溶剤を含まなくてもその粘度を低くすることができる。磁性組成物中の溶剤の量が少ないことにより、溶剤の揮発によるボイドの発生を抑制することができるうえに、取扱い性、作業性にも優れたものとすることができる。

【0094】

<磁性組成物の製造方法>

磁性組成物は、例えば、配合成分を、3本ロール、回転ミキサーなどの攪拌装置を用いて攪拌する方法によって製造できる。

【0095】

<磁性組成物の物性等>

磁性組成物は、所定の粒径分布を有する(A)成分を含有するので、磁性組成物の硬化物は比透磁率が高いという特性を示す。よって、磁性組成物の硬化物は、比透磁率が高い磁性層をもたらす。この硬化物の周波数10MHzにおける比透磁率は、好ましくは15以上、より好ましくは17以上、さらに好ましくは19以上である。また、上限は特に限定されないが100以下等とし得る。比透磁率は、後述する実施例に記載の方法に従って測定することができる。

【0096】

磁性組成物は、所定の粒径分布を有する(A)成分を含有するので、磁性組成物の硬化物は磁性損失が低いという特性を示す。よって、磁性組成物の硬化物は、磁性損失が低い磁性層をもたらす。この硬化物の周波数10MHzにおける磁性損失は、好ましくは0.08未満、より好ましくは0.05以下、さらに好ましくは0.04以下、0.05未満である。下限は特に限定されないが0.0001以上等とし得る。磁性損失は、後述する実施例に記載の方法に従って測定することができる。

【0097】

磁性組成物は、通常、粘度が低いという特性を示す。よって、磁性組成物は、ペースト状（ペースト状の磁性組成物）であるという特性をもたらす。また、磁性組成物は、インダクタ素子を製造するためのインダクタ基素子形成用の磁性組成物として好適に使用することができる。

【0098】

[磁性シート]

磁性シートは、支持体と、該支持体上に設けられた、本発明の磁性組成物で形成された磁性組成物層とを含む。

【0099】

磁性組成物層の厚さは、薄型化の観点から、好ましくは $250\text{ }\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。磁性組成物層の厚さの下限は、特に限定されないが、通常、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上等とし得る。

【0100】

支持体としては、例えば、プラスチック材料からなるフィルム、金属箔、離型紙が挙げられ、プラスチック材料からなるフィルム、金属箔が好ましい。

【0101】

支持体としてプラスチック材料からなるフィルムを使用する場合、プラスチック材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（以下「PET」と略称することがある。））、ポリエチレンナフタレート（以下「PEN」と略称することがある。）等のポリエステル、ポリカーボネート（以下「PC」と略称することがある。））、ポリメチルメタクリレート（PMMA）等のアクリルポリマー、環状ポリオレフィン、トリアセチルセルロース（TAC）、ポリエーテルサルファイド（PES）、ポリエーテルケトン、ポリイミド等が挙げられる。中でも、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレートが好ましく、安価なポリエチレンテレフタレートが特に好ましい。

【0102】

支持体として金属箔を使用する場合、金属箔としては、例えば、銅箔、アルミニウム箔等が挙げられ、銅箔が好ましい。銅箔としては、銅の単金属からなる箔を用いてもよく、銅と他の金属（例えば、スズ、クロム、銀、マグネシウム、ニッケル、ジルコニウム、ケイ素、チタン等）との合金からなる箔を用いてもよい。

【0103】

支持体は、磁性組成物層と接合する面にマット処理、コロナ処理を施してあってもよい。

【0104】

また、支持体としては、磁性組成物層と接合する面に離型層を有する離型層付き支持体を使用してもよい。離型層付き支持体の離型層に使用する離型剤としては、例えば、アルキド樹脂、ポリオレフィン樹脂、ウレタン樹脂、及びシリコーン樹脂からなる群から選択される1種以上の離型剤が挙げられる。離型層付き支持体は、市販品を用いてもよく、例えば、アルキド樹脂系離型剤を主成分とする離型層を有するPETフィルムである、リンテック社製の「PET501010」、「SK-1」、「AL-5」、「AL-7」；東レ社製の「ルミラーT60」；帝人社製の「ビューレックス」；ユニチカ社製の「ユニピール」等が挙げられる。

【0105】

支持体の厚みとしては、特に限定されないが、 $5\text{ }\mu\text{m}\sim 75\text{ }\mu\text{m}$ の範囲が好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}\sim 60\text{ }\mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。なお、離型層付き支持体を使用する場合、離型層付き支持体全体の厚さが上記範囲であることが好ましい。

【0106】

磁性シートにおいて、磁性組成物層の支持体と接合していない面（即ち、支持体とは反対側の面）には、支持体に準じた保護フィルムをさらに積層することができる。保護フィルムの厚さは、特に限定されるものではないが、例えば、 $1\text{ }\mu\text{m}\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ である。保護フィルムを積層することにより、磁性組成物層の表面へのゴミ等の付着やキズを抑制することができる。磁性シートは、ロール状に巻きとって保存することが可能である。磁性シートが保護フィルムを有する場合、保護フィルムを剥がすことによって使用可能となる。

【0107】

磁性シートは、例えば、磁性組成物を、ダイコーター等を用いて支持体上に塗布し、磁性組成物層を形成させることにより製造することができる。必要に応じて有機溶剤に溶解した樹脂ワニス进行调整し、この樹脂ワニスを支持体上に塗布してもよい。有機溶剤を用いる場合、必要に応じて塗布後に乾燥を行ってもよい。

【0108】

乾燥は、加熱、熱風吹きつけ等の方法により実施してよい。乾燥条件は特に限定されないが、磁性組成物層中の有機溶剤の含有量が10質量%以下、好ましくは5質量%以下と

10

20

30

40

50

なるように乾燥させる。磁性組成物中に含まれる成分によっても異なるが、50℃～150℃で3分間～10分間乾燥させることにより、磁性組成物層を形成することができる。

【0109】

磁性シートは、ロール状に巻きとって保存することが可能である。磁性シートが保護フィルムを有する場合、保護フィルムを剥がすことによって使用可能となる。

【0110】

〔回路基板及びその製造方法〕

本発明の回路基板は、磁性組成物の硬化物である磁性層を含む。第1実施形態の回路基板は、スルーホールを有する基板と、前記スルーホールに充填した、本発明の磁性組成物の硬化物とを含む。また、第2実施形態の回路基板は、磁性シート of 磁性組成物層の硬化物により形成された磁性層を含む。以下、回路基板の製造方法の第1実施形態及び第2実施形態について説明する。但し、本発明に係る回路基板の製造方法は、以下に例示する第1及び第2実施形態に限定されない。

【0111】

<第1実施形態>

第1実施形態の回路基板は、例えば、下記の工程(1)～(5)を含む製造方法によって製造する。第1実施形態では、磁性組成物を用いて磁性層を形成することが好ましく、ペースト状の磁性組成物を用いて磁性層を形成することがより好ましい。

- (1) スルーホールを有する基板のスルーホールに磁性組成物を充填する工程、
- (2) 該磁性組成物を熱硬化させ、硬化物を得る工程、
- (3) 硬化物又は磁性組成物の表面を研磨する工程
- (4) 硬化物を粗化处理する工程、及び
- (5) 硬化物を粗化处理した面に導体層を形成する工程、を含む。

本発明の回路基板の製造方法は、工程(1)～(5)の順で行ってもよく、工程(3)の後に工程(2)を行ってもよい。

【0112】

<工程(1)>

工程(1)を行うにあたって、磁性組成物を準備する工程を含んでいてもよい。磁性組成物は、上記において説明したとおりである。

【0113】

また、工程(1)を行うにあたって、図1に一例を示すように、支持基板11、並びに該支持基板11の両表面に設けられた銅箔等の金属からなる第1金属層12、及び第2金属層13を備えるコア基板10を準備する工程を含んでいてもよい。支持基板11の材料の例としては、ガラスエポキシ基板、金属基板、ポリエステル基板、ポリイミド基板、BTレジン基板、熱硬化型ポリフェニレンエーテル基板等の絶縁性基材が挙げられる。第1及び第2金属層の材料の例としては、キャリア付銅箔、後述する導体層の材料等が挙げられる。

【0114】

また、図2に一例を示すように、コア基板10にスルーホール14を形成する工程を含んでいてもよい。スルーホール14は、例えば、ドリル、レーザー照射、プラズマ照射等により形成することができる。具体的には、ドリル等を用いてコア基板10に貫通穴を形成することにより、スルーホール14を形成することができる。

【0115】

スルーホール14の形成は、市販されているドリル装置を用いて実施することができる。市販されているドリル装置としては、例えば、日立ビアメカニクス社製「ND-1S211」等が挙げられる。

【0116】

コア基板10にスルーホール14を形成した後、図3に一例を示すように、コア基板10の粗化处理を行い、スルーホール14内、第1金属層12の表面上、及び第2金属層13の表面上にめっき層20を形成する工程を含んでいてもよい。

【0117】

前記の粗化处理としては、乾式及び湿式のいずれの粗化处理を行ってもよい。乾式の粗化处理の例としては、プラズマ処理等が挙げられる。また、湿式の粗化处理の例としては、膨潤液による膨潤処理、酸化剤による粗化处理、及び、中和液による中和処理をこの順に行う方法が挙げられる。

【0118】

めっき層20は、めっき法により形成され、めっき法によりめっき層20が形成される手順は、後述する工程(5)における導体層の形成と同様である。

【0119】

コア基板10を用意した後で、図4に一例を示すように、磁性組成物30aをスルーホール14へ充填する。充填は、例えば印刷法で行い得る。印刷法としては、例えば、スキージを介してスルーホール14へ磁性組成物30aを印刷する方法、カートリッジを介して磁性組成物30aを印刷する方法、マスク印刷して磁性組成物30aを印刷する方法、ロールコート法、インクジェット法等が挙げられる。

【0120】

<工程(2)>

工程(2)では、スルーホール14内に磁性組成物30aを充填後、磁性組成物30aを熱硬化して、図5に一例を示すように、スルーホール14内に硬化物層(磁性層)30を形成する。磁性組成物30aの熱硬化条件は、磁性組成物30aの組成や種類によっても異なるが、硬化温度は好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上、さらに好ましくは150℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。磁性組成物30aの硬化時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは120分以下、より好ましくは100分以下、さらに好ましくは90分以下である。

【0121】

工程(2)における磁性層30の硬化度としては、好ましくは80%以上、より好ましくは85%以上、さらに好ましくは90%以上である。硬化度は、例えば示差走査熱量測定装置を用いて測定することができる。

【0122】

磁性組成物30aを熱硬化させる前に、磁性組成物30aに対して、硬化温度よりも低い温度で加熱する予備加熱処理を施してもよい。例えば、磁性組成物30aを熱硬化させるのに先立ち、通常50℃以上120℃未満(好ましくは60℃以上110℃以下、より好ましくは70℃以上100℃以下)の温度にて、磁性組成物30aを、通常5分間以上(好ましくは5分間~150分間、より好ましくは15分間~120分間)、予備加熱してもよい。

【0123】

工程(2)の後に工程(3)を行う場合、工程(2)後工程(3)前に、磁性層の硬化度をさらに高める等の目的で、必要により熱処理を施してもよい。前記熱処理における温度は上記した硬化温度に準じて行えばよく、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上、さらに好ましくは150℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。熱処理時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは90分以下、より好ましくは70分以下、さらに好ましくは60分以下である。

【0124】

また、工程(2)の前に工程(3)を行う場合、工程(3)の前に、磁性組成物の硬化温度よりも低い温度で加熱する予備加熱処理を施してもよい。前記予備加熱処理における温度は、好ましくは100℃以上、より好ましくは110℃以上、さらに好ましくは120℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。熱処理時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは90分以下、より好ましくは70分

10

20

30

40

50

以下、さらに好ましくは60分以下である。

【0125】

<工程(3)>

工程(3)では、図6に一例を示すように、コア基板10から突出又は付着している余剰の磁性層30を研磨することにより除去し、平坦化する。研磨方法としては、コア基板10から突出又は付着している余剰の磁性層30を研磨することができる方法を用いることができる。このような研磨方法としては、例えば、バフ研磨、ベルト研磨等が挙げられる。市販されているバフ研磨装置としては石井表記社製「NT-700IM」等が挙げられる。

【0126】

磁性層の研磨面(磁性層の熱硬化後)の算術平均粗さ(Ra)としては、めっきとの間の密着性を向上させる観点から、好ましくは300nm以上、より好ましくは350nm以上、さらに好ましくは400nm以上である。上限は、好ましくは1000nm以下、より好ましくは900nm以下、さらに好ましくは800nm以下である。表面粗さ(Ra)は、例えば、非接触型表面粗さ計を用いて測定することができる。

【0127】

工程(2)の後に工程(3)を行う場合、工程(2)後工程(3)前に、磁性層の硬化度をさらに高める等の目的で、必要により熱処理を施してもよい。前記熱処理における温度は上記した硬化温度に準じて行えばよく、好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上、さらに好ましくは150℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。熱処理時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは90分以下、より好ましくは70分以下、さらに好ましくは60分以下である。

【0128】

また、工程(2)の前に工程(3)を行う場合、工程(3)の前に、磁性組成物の硬化温度よりも低い温度で加熱する予備加熱処理を施してもよい。前記予備加熱処理における温度は、好ましくは100℃以上、より好ましくは110℃以上、さらに好ましくは120℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。熱処理時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは90分以下、より好ましくは70分以下、さらに好ましくは60分以下である。

【0129】

<工程(4)>

工程(4)では、工程(3)にて研磨した面を粗化処理(デスミア処理)する。粗化工程の手順、条件は特に限定されず、多層プリント配線板の製造方法に際して通常使用される公知の手順、条件を採用することができる。粗化工程として、例えば、膨潤液による膨潤処理、酸化剤による粗化処理、中和液による中和処理をこの順に実施することにより第1磁性層32を粗化処理することができる。

【0130】

粗化工程に用いられ得る膨潤液としては特に限定されないが、アルカリ溶液、界面活性剤溶液等が挙げられ、好ましくはアルカリ溶液である。膨潤液であるアルカリ溶液としては、水酸化ナトリウム溶液、水酸化カリウム溶液がより好ましい。市販されている膨潤液としては、例えば、アトテックジャパン社製「スウェリング・ディップ・セキュリガンスP」、「スウェリング・ディップ・セキュリガンスSBU」等が挙げられる。

【0131】

膨潤液による膨潤処理は、特に限定されないが、例えば、30℃～90℃の膨潤液に第1磁性層32が設けられたコア基材20を1分間～20分間浸漬することにより行うことができる。第1磁性層32を構成する樹脂の膨潤を適度なレベルに抑える観点から、40℃～80℃の膨潤液に第1磁性層32を5分間～15分間浸漬させることが好ましい。

【0132】

酸化剤による粗化处理に用いられ得る酸化剤としては、特に限定されないが、例えば、水酸化ナトリウムの水溶液に過マンガン酸カリウムや過マンガン酸ナトリウムを溶解したアルカリ性過マンガン酸溶液が挙げられる。アルカリ性過マンガン酸溶液等の酸化剤による粗化处理は、60℃～80℃に加熱した酸化剤の溶液に第1磁性層32を10分間～30分間浸漬させることにより行うことが好ましい。また、アルカリ性過マンガン酸溶液における過マンガン酸塩の濃度は5質量%～10質量%とすることが好ましい。市販されている酸化剤としては、例えば、アトテックジャパン社製「コンセントレート・コンパクトP」、「ドージングソリューション・セキュリティガンスP」等のアルカリ性過マンガン酸溶液が挙げられる。

【0133】

中和処理に用いられ得る中和液としては、酸性の水溶液が好ましく、市販品としては、例えば、アトテックジャパン社製「リダクションソリューション・セキュリティガンスP」が挙げられる。中和液による中和処理は、酸化剤溶液による粗化处理がなされた処理面を30℃～80℃の中和液に5分間～30分間浸漬させることにより行うことができる。作業性等の点から、酸化剤溶液による粗化处理がなされた第1磁性層32を、40℃～70℃の中和液に5分間～20分間浸漬する方法が好ましい。

【0134】

磁性層の粗化处理後の算術平均粗さ(Ra)としては、めっきとの間の密着性を向上させる観点から、好ましくは300nm以上、より好ましくは350nm以上、さらに好ましくは400nm以上である。上限は、好ましくは1500nm以下、より好ましくは1200nm以下、さらに好ましくは1000nm以下である。表面粗さ(Ra)は、例えば、非接触型表面粗さ計を用いて測定することができる。

【0135】

<工程(5)>

工程(5)では、図7に一例を示すように、磁性層30の研磨面、及びコア基板上に導体層40を形成する。さらに、導体層40を形成後、図8に一例を示すように、エッチング等の処理により導体層40、第1金属層12、第2金属層13、及びめっき層20の一部を除去してパターン導体層41を形成してもよい。図7では、導体層40はコア基板10の両面に形成されているが、導体層40は、コア基板10の一方の面のみに形成してもよい。

【0136】

導体層の形成方法は、例えば、めっき法、スパッタ法、蒸着法などが挙げられ、中でもめっき法が好ましい。好適な実施形態では、セミアディティブ法、フルアディティブ法等の適切な方法によって硬化物の表面にめっきして、所望の配線パターンを有するパターン導体層を形成する。導体層の材料としては、例えば、金、白金、パラジウム、銀、銅、アルミニウム、コバルト、クロム、亜鉛、ニッケル、チタン、タングステン、鉄、スズ、インジウム等の単金属；金、白金、パラジウム、銀、銅、アルミニウム、コバルト、クロム、亜鉛、ニッケル、チタン、タングステン、鉄、スズ及びインジウムの群から選択される2種以上の金属の合金が挙げられる。中でも、汎用性、コスト、パターンニングの容易性等の観点から、クロム、ニッケル、チタン、アルミニウム、亜鉛、金、パラジウム、銀若しくは銅、又はニッケルクロム合金、銅ニッケル合金、銅チタン合金を用いることが好ましく、クロム、ニッケル、チタン、アルミニウム、亜鉛、金、パラジウム、銀若しくは銅、又はニッケルクロム合金を用いることがより好ましく、銅を用いることがさらに好ましい。

【0137】

ここで、硬化物を研磨した面上にパターン導体層を形成する実施形態の例を、詳細に説明する。硬化物を研磨した面に、無電解めっきにより、めっきシード層を形成する。次いで、形成されためっきシード層上に、電解めっきにより電解めっき層を形成し、必要に応じて、不要なめっきシード層をエッチング等の処理により除去して、所望の配線パターンを有する導体層を形成できる。導体層形成後、導体層のピール強度を向上させる等の目的で、必要によりアニール処理を行ってもよい。アニール処理は、例えば、回路基板を15

10

20

30

40

50

0～200℃で20～90分間加熱することにより行うことができる。

【0138】

パターン導体層の厚さは、薄型化の観点から、好ましくは70μm以下であり、より好ましくは60μm以下であり、さらに好ましくは50μm以下、さらにより好ましくは40μm以下、特に好ましくは30μm以下、20μm以下、15μm以下又は10μm以下である。下限は好ましくは1μm以上、より好ましくは3μm以上、さらに好ましくは5μm以上である。

【0139】

<第2実施形態>

第2実施形態の回路基板は、磁性組成物の硬化物により形成された磁性層を含む。第2実施形態では、磁性シートを用いて磁性層を形成することが好ましい。以下、製品基板の製造方法の第2実施形態について説明する。第1実施形態と説明が重複する箇所は適宜説明を省略する。

【0140】

第2実施形態の回路基板は、例えば、下記の工程(A)～(D)を含む製造方法によって製造する。

(A) 磁性シートを、磁性組成物層が内層基板と接合するように内層基板に積層し、磁性層を形成する工程、

(B) 磁性層に穴あけ加工を行う工程、

(C) 磁性層の表面を粗化处理する工程、及び

(D) 磁性層の研磨した面に導体層を形成する工程、を含む。

【0141】

以下、回路基板を製造するにあたっての上記の工程(A)～(D)について詳細に説明する。

【0142】

<工程(A)>

工程(A)は、磁性シートを、磁性組成物層が内層基板と接合するように内層基板に積層し、磁性層を形成する工程である。工程(A)の一実施形態として、磁性シートを、磁性組成物層が内層基板と接合するように内層基板に積層し、磁性組成物層を熱硬化して磁性層を形成する。

【0143】

工程(A)において、図9に一例を示すように、支持体330と、該支持体330上に設けられた磁性組成物層320aとを含む磁性シート310を、磁性組成物層320aが内層基板200と接合するように、内層基板200に積層させる。

【0144】

内層基板200は、絶縁性の基板である。内層基板200の材料としては、例えば、ガラスエポキシ基板、金属基板、ポリエステル基板、ポリイミド基板、BTレジン基板、熱硬化型ポリフェニレンエーテル基板等の絶縁性基材が挙げられる。内層基板200は、その厚さ内に配線等が作り込まれた内層回路基板であってもよい。

【0145】

図9に一例を示すように、内層基板200は、第1主表面200a上に設けられる第1導体層420と、第2主表面200b上に設けられる外部端子240とを有している。第1導体層420は、複数の配線を含んでもよい。図示例ではインダクタ素子のコイル状導電性構造体400を構成する配線のみが示されている。外部端子240は図示されていない外部の装置等と電氣的に接続するための端子である。外部端子240は、第2主表面200bに設けられる導体層の一部として構成することができる。

【0146】

第1導体層420、及び外部端子240を構成し得る導体材料としては、第1実施形態の「<工程(5)>」欄において説明した導体層の材料と同様である。

【0147】

第1導体層420、及び外部端子240は、単層構造であっても、異なる種類の金属若しくは合金からなる単金属層又は合金層が2層以上積層した複層構造であってもよい。また、第1導体層420、外部端子240の厚さは、後述する第2導体層440と同様である。

【0148】

第1導体層420及び外部端子240のライン(L)/スペース(S)比は特に制限されないが、表面の凹凸を減少させて平滑性に優れる磁性層を得る観点から、通常、900/900 μm 以下、好ましくは700/700 μm 以下、より好ましくは500/500 μm 以下、さらに好ましくは300/300 μm 以下、さらにより好ましくは200/200 μm 以下である。ライン/スペース比の下限は特に制限されないが、スペースへの磁性組成物層の埋め込みを良好にする観点から、好ましくは1/1 μm 以上である。

10

【0149】

内層基板200は第1主表面200aから第2主表面200bに至るように内層基板200を貫通する複数のスルーホール220を有していてもよい。スルーホール220にはスルーホール内配線220aが設けられている。スルーホール内配線220aは、第1導体層420と外部端子240とを電氣的に接続している。

【0150】

磁性組成物層320aと内層基板200との接合は、例えば、支持体330側から、磁性シート310を内層基板200に加熱圧着することにより行うことができる。磁性シート310を内層基板200に加熱圧着する部材(以下、「加熱圧着部材」ともいう。)としては、例えば、加熱された金属板(ステンレス(SUS)鏡板等)又は金属ロール(SUSロール)等が挙げられる。なお、加熱圧着部材を磁性シート310に直接的に接触させてプレスするのではなく、内層基板200の表面の凹凸に磁性シート310が十分に追従するよう、耐熱ゴム等の弾性材からなるシート等を介してプレスするのが好ましい。

20

【0151】

加熱圧着する際の温度は、好ましくは80℃~160℃、より好ましくは90℃~140℃、さらに好ましくは100℃~120℃の範囲であり、加熱圧着する際の圧力は、好ましくは0.098MPa~1.77MPa、より好ましくは0.29MPa~1.47MPaの範囲であり、加熱圧着する際の時間は、好ましくは20秒間~400秒間、より好ましくは30秒間~300秒間の範囲である。磁性シートと内層基板との接合は、圧力26.7hPa以下の減圧条件下で実施することが好ましい。

30

【0152】

磁性シート310の磁性組成物層320aと内層基板200との接合は、市販の真空ラミネーターによって行うことができる。市販の真空ラミネーターとしては、例えば、名機製作所社製の真空加圧式ラミネーター、ニッコー・マテリアルズ社製のバキュームアプリケーション等が挙げられる。

【0153】

磁性シート310と内層基板200との接合の後に、常圧下(大気圧下)、例えば、加熱圧着部材を支持体側からプレスすることにより、積層された磁性シート310の平滑化処理を行ってもよい。平滑化処理のプレス条件は、上記積層の加熱圧着条件と同様の条件とすることができる。平滑化処理は、市販のラミネーターによって行うことができる。なお、積層と平滑化処理とは、上記の市販の真空ラミネーターを用いて連続的に行ってもよい。

40

【0154】

磁性シートを内層基板に積層した後、磁性組成物層を熱硬化して磁性層を形成する。図10に一例を示すように、内層基板200に接合させた磁性組成物層320aを熱硬化し第1磁性層320を形成する。

【0155】

磁性組成物層320aの熱硬化条件は、磁性組成物の組成や種類によっても異なるが、硬化温度は好ましくは120℃以上、より好ましくは130℃以上、さらに好ましくは1

50

50℃以上であり、好ましくは245℃以下、より好ましくは220℃以下、さらに好ましくは200℃以下である。磁性組成物層320aの硬化時間は、好ましくは5分以上、より好ましくは10分以上、さらに好ましくは15分以上であり、好ましくは120分以下、より好ましくは100分以下、さらに好ましくは90分以下である。

【0156】

支持体330は、工程(A)の熱硬化後と工程(B)との間に除去してもよく、工程(B)の後に剥離してもよい。

【0157】

磁性層の粗化処理前の算術平均粗さ(Ra)としては、めっきとの間の密着性を向上させる観点から、好ましくは300nm以上、より好ましくは350nm以上、さらに好ましくは400nm以上である。上限は、好ましくは1000nm以下、より好ましくは900nm以下、さらに好ましくは800nm以下である。表面粗さ(Ra)は、例えば、非接触型表面粗さ計を用いて測定することができる。

10

【0158】

工程(A)は、磁性シートの代わりに磁性組成物を、ダイコーター等を用いて内層基板上に塗布し、熱硬化させることで磁性層を形成してもよい。

【0159】

<工程(B)>

工程(B)において、図11に一例を示すように、第1磁性層320に穴あけ加工をし、ビアホール360を形成する。ビアホール360は、第1導体層420と、後述する第2導体層440とを電氣的に接続するための経路となる。ビアホール360の形成は、磁性層の形成に使用した磁性組成物の組成等に応じて、例えば、ドリル、レーザー、プラズマ等を使用して実施してよい。ホールの寸法や形状は、プリント配線板のデザインに応じて適宜決定してよい。

20

【0160】

<工程(C)>

工程(C)において、ビアホールを形成した磁性層の表面を粗化処理する。工程(C)における粗化処理としては、第1実施形態の「<工程(4)>」欄において説明したとおりである。

【0161】

30

磁性層の粗化処理後の算術平均粗さ(Ra)としては、めっきとの間の密着性を向上させる観点から、好ましくは300nm以上、より好ましくは350nm以上、さらに好ましくは400nm以上である。上限は、好ましくは1500nm以下、より好ましくは1200nm以下、さらに好ましくは1000nm以下である。表面粗さ(Ra)は、例えば、非接触型表面粗さ計を用いて測定することができる。

【0162】

工程(C)では、粗化処理の代わりに研磨を行い、コア基板10から突出又は付着している余剰の磁性層を除去し、平坦化してもよい。研磨方法としては上記したとおりである。

【0163】

<工程(D)>

40

工程(D)では、図12に一例を示すように、第1磁性層320上に、第2導体層440を形成する。

【0164】

第2導体層440を構成し得る導体材料としては、第1実施形態の「<工程(5)>」欄において説明した導体層の材料と同様である。

【0165】

第2導体層440の厚さは、薄型化の観点から、好ましくは70μm以下であり、より好ましくは60μm以下であり、さらに好ましくは50μm以下、さらにより好ましくは40μm以下、特に好ましくは30μm以下、20μm以下、15μm以下又は10μm以下である。下限は好ましくは1μm以上、より好ましくは3μm以上、さらに好ましく

50

は5 μm 以上である。

【0166】

第2導体層440は、めっきにより形成することができる。第2導体層440は、例えば、無電解めっき工程、マスクパターン形成工程、電解めっき工程、フラッシュエッチング工程を含むセミアディティブ法、フルアディティブ法等の湿式めっき法により形成されることが好ましい。湿式めっき法を用いて第2導体層440を形成することにより、所望の配線パターンを含む第2導体層440として形成することができる。なお、この工程により、ビアホール360内にビアホール内配線360aが併せて形成される。

【0167】

第1導体層420及び第2導体層440は、例えば後述する図13～15に一例を示すように、渦巻状に設けられていてもよい。一例において、第2導体層440の渦巻状の配線部のうちの中心側の一端はビアホール内配線360aにより第1導体層420の渦巻状の配線部のうちの中心側の一端に電氣的に接続されている。第2導体層440の渦巻状の配線部のうちの外周側の他端はビアホール内配線360aにより第1導体層420のランド420aに電氣的に接続されている。よって第2導体層440の渦巻状の配線部のうちの外周側の他端はビアホール内配線360a、ランド420a、スルーホール内配線220aを経て外部端子240に電氣的に接続される。

【0168】

コイル状導電性構造体400は、第1導体層420の一部分である渦巻状の配線部、第2導体層440の一部分である渦巻状の配線部、第1導体層420の渦巻状の配線部と第2導体層440の渦巻状の配線部とを電氣的に接続しているビアホール内配線360aにより構成されている。

【0169】

工程(D)後、さらに導体層上に磁性層を形成する工程を行ってもよい。詳細は、図14に一例を示すように、第2導体層440及びビアホール内配線360aが形成された第1磁性層320上に第2磁性層340を形成する。第2磁性層は既に説明した工程と同様の工程により形成してもよい。

【0170】

【インダクタ基板】

インダクタ基板は、本発明の回路基板を含む。このようなインダクタ基板は、第1実施形態の回路基板の製造方法により得られた回路基板を含む場合、前記の磁性組成物の硬化物の周囲の少なくとも一部に導体によって形成されたインダクタパターンを有する。このようなインダクタ基板は、例えば特開2016-197624号公報に記載のものを適用できる。

【0171】

また、第2実施形態の回路基板の製造方法により得られた回路基板を含む場合、インダクタ基板は、磁性層と、この磁性層に少なくとも一部分が埋め込まれた導電性構造体とを有しており、この導電性構造体と、磁性層の厚さ方向に延在し、かつ導電性構造体に囲まれた磁性層のうちの一部分によって構成されるインダクタ素子を含んでいる。ここで図13は、インダクタ素子を内蔵するインダクタ基板をその厚さ方向の一方からみた模式的な平面図である。図14は、図13に示すI-I一点鎖線で示した位置で切断したインダクタ基板の切断断面を示す模式的な図である。図15は、インダクタ基板のうちの第1導体層の構成を説明するための模式的な平面図である。

【0172】

回路基板100は、図13及び図14に一例として示されるように、複数の磁性層（第1磁性層320、第2磁性層340）及び複数の導体層（第1導体層420、第2導体層440）を有する、即ちビルドアップ磁性層及びビルドアップ導体層を有するビルドアップ配線板である。また、インダクタ基板100は、内層基板200を備えている。

【0173】

図14より、第1磁性層320及び第2磁性層340は一体的な磁性層としてみるこ

10

20

30

40

50

ができる磁性部 300 を構成している。よってコイル状導電性構造体 400 は、磁性部 300 に少なくとも一部分が埋め込まれるように設けられている。すなわち、本実施形態のインダクタ基板 100 において、インダクタ素子はコイル状導電性構造体 400 と、磁性部 300 の厚さ方向に延在し、かつコイル状導電性構造体 400 に囲まれた磁性部 300 のうちの一部分である芯部によって構成されている。

【0174】

図 15 に一例として示されるように、第 1 導体層 420 はコイル状導電性構造体 400 を構成するための渦巻状の配線部と、スルーホール内配線 220a と電気的に接続される矩形状のランド 420a とを含んでいる。図示例では渦巻状の配線部は直線状部と直角に屈曲する屈曲部とランド 420a を迂回する迂回部を含んでいる。図示例では第 1 導体層 420 の渦巻状の配線部は全体の輪郭が略矩形状であって、中心側からその外側に向かうにあたり反時計回りに巻いている形状を有している。

10

【0175】

同様に、第 1 磁性層 320 上には第 2 導体層 440 が設けられている。第 2 導体層 440 はコイル状導電性構造体 400 を構成するための渦巻状の配線部を含んでいる。図 13 又は図 14 では渦巻状の配線部は直線状部と直角に屈曲する屈曲部とを含んでいる。図 13 又は図 14 では第 2 導体層 44 の渦巻状の配線部は全体の輪郭が略矩形状であって、中心側からその外側に向かうにあたり時計回りに巻いている形状を有している。

【0176】

このようなインダクタ基板は、半導体チップ等の電子部品を搭載するための配線板として用いることができ、かかる配線板を内層基板として使用した（多層）プリント配線板として用いることもできる。また、かかる配線板を個片化したチップインダクタ部品として用いることもでき、該チップインダクタ部品を表面実装したプリント配線板として用いることもできる。

20

【0177】

またかかる配線板を用いて、種々の態様の半導体装置を製造することができる。かかる配線板を含む半導体装置は、電気製品（例えば、コンピューター、携帯電話、デジタルカメラおよびテレビ等）および乗物（例えば、自動二輪車、自動車、電車、船舶および航空機等）等に好適に用いることができる。

【実施例】

30

【0178】

以下、本発明を実施例により具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。なお、以下の記載において、量を表す「部」及び「%」は、別途明示のない限り、それぞれ「質量部」及び「質量%」を意味する。

【0179】

<実施例 1：磁性組成物 1 の調製>

エポキシ樹脂 a（「ZX-1059」、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂とビスフェノール F 型エポキシ樹脂の混合品、日鉄ケミカル & マテリアル社製）15 質量部、エポキシ樹脂 b（「ZX-1658GS」、液状 1，4-グリシジルシクロヘキサン、日鉄ケミカル & マテリアル社製）5 質量部、硬化促進剤 a（「2MZA-PW」、イミダゾール系硬化促進剤、四国化成社製）1 質量部、磁性粉体 a（エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} ：25 μm ）40 質量部、磁性粉体 c（エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 D_{50} ：3 μm ）60 質量部を混合し、磁性組成物 1 を調製した。

40

【0180】

<実施例 2：磁性組成物 2 の調製>

実施例 1 において、磁性粉体 a（エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} ：25 μm ）40 質量部を、磁性粉体 b（エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 D_{50} ：25 μm ）40 質量部に変え、

50

磁性粉体 c (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 60 質量部を、磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 60 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 1 と同様にして磁性組成物 2 を調製した。

【0181】

<実施例 3：磁性組成物 3 の調製>

実施例 1 において、磁性粉体 c (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 60 質量部を、磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 60 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 1 と同様にして磁性組成物 3 を調製した。

【0182】

<実施例 4：磁性組成物 4 の調製>

実施例 1 において、磁性粉体 a (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) 40 質量部を、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) 40 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 1 と同様にして磁性組成物 4 を調製した。

【0183】

<実施例 5：磁性組成物 5 の調製>

エポキシ樹脂 a (「ZX-1059」、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂とビスフェノール F 型エポキシ樹脂の混合品、日鉄ケミカル & マテリアル社製) 1.5 質量部、エポキシ樹脂 b (「ZX-1658GS」、液状 1, 4-グリシジルシクロヘキサン、日鉄ケミカル & マテリアル社製) 0.5 質量部、硬化促進剤 a (「2MZA-PW」、イミダゾール系硬化促進剤、四国化成社製) 0.1 質量部、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) 30 質量部、磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 70 質量部を混合し、磁性組成物 5 を調製した。

【0184】

<実施例 6：磁性組成物 6 の調製>

実施例 5 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を 30 質量部から 25 質量部に変え、

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) の量を 70 質量部から 75 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 5 と同様にして磁性組成物 6 を調製した。

【0185】

<実施例 7：磁性組成物 7 の調製>

実施例 5 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を 30 質量部から 40 質量部に変え、

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) の量を 70 質量部から 60 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 5 と同様にして磁性組成物 7 を調製した。

【0186】

<実施例 8：磁性組成物 8 の調製>

実施例 5 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を 30 質量部から 50 質量部に変え、

10

20

30

40

50

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AWO2-08PF3F」、 D_{50} : 3 μm) の量を 70 質量部から 50 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 5 と同様にして磁性組成物 8 を調製した。

【0187】

<実施例 9：磁性組成物 9 の調製>

実施例 5 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 D_{50} : 25 μm) の量を 30 質量部から 80 質量部に変え、

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AWO2-08PF3F」、 D_{50} : 3 μm) 70 質量部を、磁性粉体 a (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} : 25 μm) 20 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 5 と同様にして磁性組成物 9 を調製した。

【0188】

<実施例 10：磁性組成物 10 の調製>

実施例 5 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 D_{50} : 25 μm) の量を 30 質量部から 45 質量部に変え、

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AWO2-08PF3F」、 D_{50} : 3 μm) 70 質量部を、磁性粉体 a (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} : 25 μm) 55 質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例 5 と同様にして磁性組成物 10 を調製した。

【0189】

<比較例 1：磁性組成物 11 の調製>

実施例 1 において、磁性粉体 a (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} : 25 μm) の量を 40 質量部から 100 質量部に変え、

磁性粉体 c (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 D_{50} : 3 μm) 60 質量部を用いなかった。

以上の事項以外は実施例 1 と同様にして磁性組成物 11 を調製した。

【0190】

<比較例 2：磁性組成物 12 の調製>

実施例 1 において、磁性粉体 c (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 D_{50} : 3 μm) の量を 60 質量部から 100 質量部に変え、

磁性粉体 a (エプソンアトミックス社製、Fe 基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 D_{50} : 25 μm) 40 質量部を用いなかった。

以上の事項以外は実施例 1 と同様にして磁性組成物 12 を調製した。

【0191】

<比較例 3：磁性組成物 13 の調製>

実施例 2 において、磁性粉体 b (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 D_{50} : 25 μm) の量を 40 質量部から 100 質量部に変え、

磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性材料、「AWO2-08PF3F」、 D_{50} : 3 μm) 60 質量部を用いなかった。

以上の事項以外は実施例 2 と同様にして磁性組成物 13 を調製した。

【0192】

<比較例 4：磁性組成物 14 の調製>

実施例 2 において、磁性粉体 d (エプソンアトミックス社製、Fe 基アモルファス磁性

10

20

30

40

50

材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) の量を60量部から100質量部に変え、

磁性粉体b (エプソンアトミックス社製、Fe基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) 40質量部を用いなかった。

以上の事項以外は実施例2と同様にして磁性組成物14を調製した。

【0193】

<比較例5：磁性組成物15の調製>

実施例2において、磁性粉体b (エプソンアトミックス社製、Fe基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を40質量部から60質量部に変え、

磁性粉体d (エプソンアトミックス社製、Fe基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) の量を60量部から40質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例2と同様にして磁性組成物15を調製した。

【0194】

<比較例6：磁性組成物16の調製>

実施例1において、磁性粉体a (エプソンアトミックス社製、Fe基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を40質量部から60質量部に変え、

磁性粉体c (エプソンアトミックス社製、Fe基ナノ結晶磁性材料、「ATFINE NC1」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) の量を60質量部から40質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例1と同様にして磁性組成物16を調製した。

【0195】

<比較例7：磁性組成物17の調製>

実施例5において、磁性粉体b (エプソンアトミックス社製、Fe基アモルファス磁性材料、「KUAMET 6B2」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) の量を30質量部から40質量部に変え、

磁性粉体d (エプソンアトミックス社製、Fe基アモルファス磁性材料、「AW02-08PF3F」、 $D_{50} : 3 \mu\text{m}$) 70質量部を、磁性粉体a (エプソンアトミックス社製、Fe基ナノ結晶磁性材料、「KUAMET NC1」、 $D_{50} : 25 \mu\text{m}$) 60質量部に変えた。

以上の事項以外は実施例5と同様にして磁性組成物17を調製した。

【0196】

<(A)成分の粒径分布の測定>

磁性粉体を超音波により純水中に分散させ測定サンプルを調製した。測定サンプルを、レーザー回折散乱式粒径分布測定装置 (マイクロトラックベル社製「MT3000II」) を用いて、 D_{10} 、 D_{50} 、及び D_{90} を測定した。

【0197】

<比透磁率、磁性損失の測定>

支持体として、シリコン系離型剤処理を施したポリエチレンテレフタレート (PET) フィルム (リンテック社製「PET501010」、厚さ $50 \mu\text{m}$) を用意した。各磁性組成物1~17を上記PETフィルムの離型面上に、乾燥後の磁性組成物層の厚みが $100 \mu\text{m}$ となるよう、ドクターブレードにて均一に塗布し、磁性シートを得た。得られた磁性シートを 190°C で90分間加熱することにより磁性組成物層を熱硬化し、支持体を剥離することによりシート状の硬化物を得た。得られた硬化物を、幅5mm、長さ18mmの試験片に切断し、評価サンプルとした。この評価サンプルを、アジレントテクノロジー (Agilent Technologies 社製、「HP8362B」) を用いて、3ターンコイル法にて測定周波数を 10MHz とし、室温 23°C にて比透磁率 (μ') 及びその虚数成分 (μ'') を測定し、磁気損失は μ'' / μ' より算出した。

【0198】

比透磁率を以下の基準で評価した。

○：比透磁率が1.7以上

△：比透磁率が1.5以上1.7未満

×：比透磁率が1.5未満

【0199】

また、磁性損失を以下の基準で評価した。

○：磁性損失が0.05未満

△：磁性損失が0.05以上0.08未満

×：磁性損失が0.08以上

【0200】

【表1】

(表1)

		実施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
磁性組成物No.		1	2	3	4	5	6	7	8	15	16
(A)成分	磁性粉体a	40		40						20	55
	磁性粉体b		40		40	30	25	40	50	80	45
	磁性粉体c	60			60						
	磁性粉体d		60	60		70	75	60	50		
(B)成分	エポキシ樹脂a	15	15	15	15	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	エポキシ樹脂b	5	5	5	5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
(C)成分	硬化促進剤a	1	1	1	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
D ₁₀ (μm)		2.2	2.5	2.4	2.4	2.3	2.0	2.2	2.0	1.8	2.5
D ₅₀ (μm)		6.0	5.5	6.5	4.8	4.2	3.9	5.5	11.0	3.7	11.6
D ₉₀ (μm)		44.0	45.0	43.0	41.0	35.0	31.0	45.0	49.0	25.2	50.0
比透磁率		18.5	20	19	19	19	17.5	20	22.5	16	24
比透磁率の評価		○	○	○	○	○	○	○	○	△	○
磁性損失		0.06	0.02	0.05	0.04	<0.01	<0.01	0.02	0.04	<0.01	0.07
磁性損失の評価		△	○	△	○	○	○	○	○	○	△

【表2】

(表2)

		比較例						
		1	2	3	4	5	6	7
磁性組成物No.		11	12	13	14	15	16	17
(A)成分	磁性粉体a	100					60	60
	磁性粉体b			100		60		40
	磁性粉体c		100				40	
	磁性粉体d				100	40		
(B)成分	エポキシ樹脂a	15	15	15	15	15	15	1.5
	エポキシ樹脂b	5	5	5	5	5	5	0.5
(C)成分	硬化促進剤a	1	1	1	1	1	1	0.1
D ₁₀ (μm)		12.0	1.9	8.5	1.5	2.6	3.5	3.2
D ₅₀ (μm)		31.0	3.5	25.1	3.2	16.2	14.2	17.1
D ₉₀ (μm)		60.0	5.9	55.0	5.2	51.0	55.0	58.0
比透磁率		14	10	16	11	25	24	25
比透磁率の評価		×	×	△	×	○	○	○
磁性損失		0.07	<0.01	0.06	<0.01	0.1	0.09	0.1
磁性損失の評価		△	○	△	○	×	×	×

【0201】

(A)成分のD₁₀、D₅₀、及びD₉₀が所定の範囲内である実施例1～10は、比較例1～7と比べて、比透磁率に優れるとともに磁性損失が低減していることがわかる。

【符号の説明】

【0202】

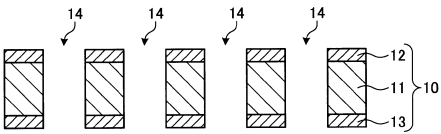
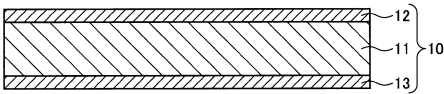
- 10 コア基板
- 11 支持基板
- 12 第1金属層
- 13 第2金属層
- 14 スルーホール
- 20 めっき層

- 3 0 a 磁性組成物
- 3 0 磁性層
- 4 0 導体層
- 4 1 パターン導体層
- 1 0 0 回路基板
- 2 0 0 内層基板
- 2 0 0 a 第 1 主表面
- 2 0 0 b 第 2 主表面
- 2 2 0 スルーホール
- 2 2 0 a スルーホール内配線
- 2 4 0 外部端子
- 3 0 0 磁性部
- 3 1 0 磁性シート
- 3 2 0 a 磁性組成物層
- 3 2 0 第 1 絶縁層
- 3 3 0 支持体
- 3 4 0 第 2 絶縁層
- 3 6 0 ビアホール
- 3 6 0 a ビアホール内配線
- 4 0 0 コイル状導電性構造体
- 4 2 0 第 1 導体層
- 4 2 0 a ランド
- 4 4 0 第 2 導体層

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

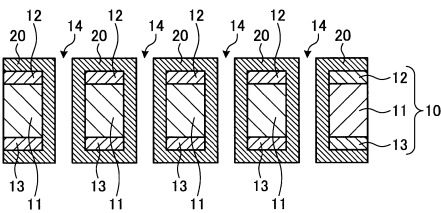
20

30

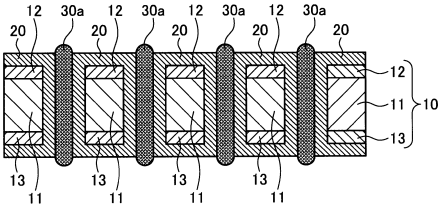
40

50

【図 3】

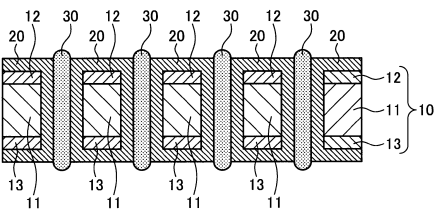


【図 4】

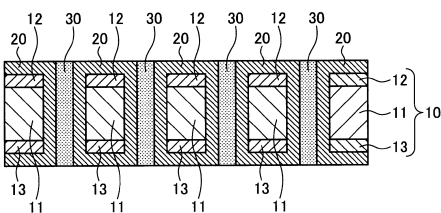


10

【図 5】

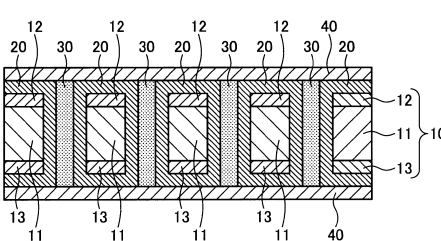


【図 6】

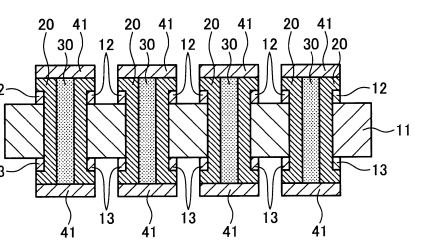


20

【図 7】



【図 8】

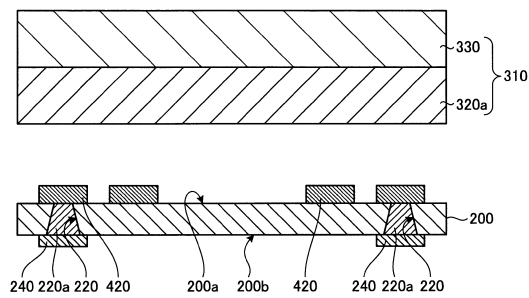


30

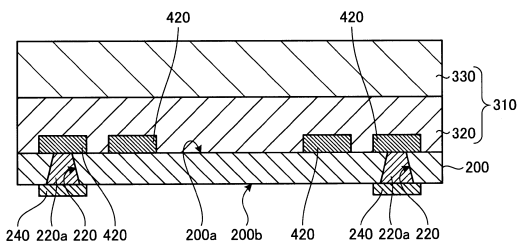
40

50

【図 9】

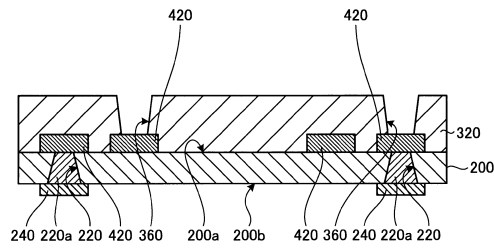


【図 10】

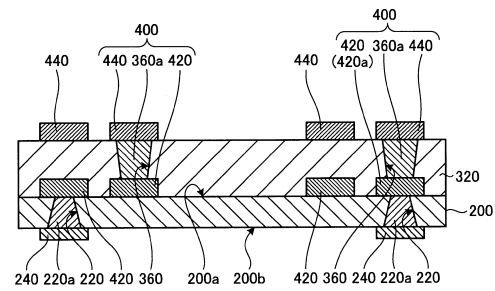


10

【図 11】



【図 12】



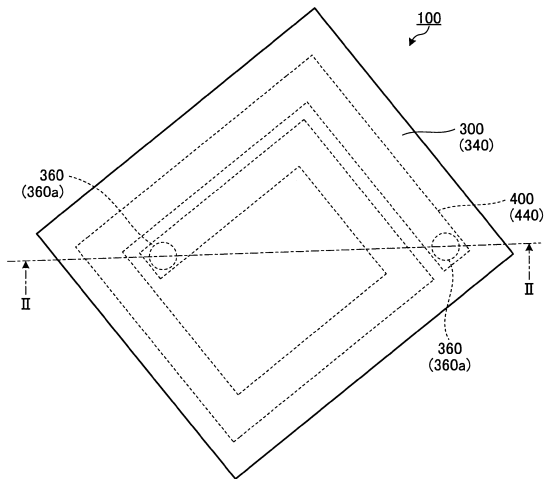
20

30

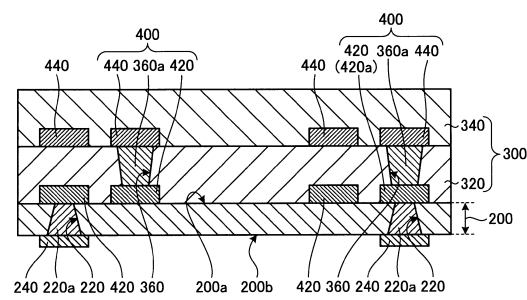
40

50

【図 1 3】



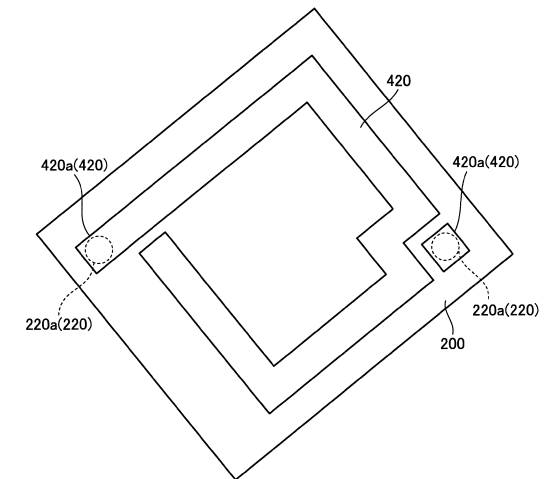
【図 1 4】



10

20

【図 1 5】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
H 0 1 F 17/04 (2006.01)	H 0 1 F	17/00	D
H 0 5 K 1/16 (2006.01)	H 0 1 F	17/04	F
	H 0 5 K	1/16	B

審判長 岩間 直純
審判官 畑中 博幸
審判官 山本 章裕

- (56)参考文献
- 国際公開第2020/040250 (WO, A1)
 - 特開2019-143241 (JP, A)
 - 特開2018-178254 (JP, A)
 - 特開2018-113436 (JP, A)
 - 国際公開第2020/022393 (WO, A1)
 - 国際公開第2019/181463 (WO, A1)
 - 特開2017-123433 (JP, A)
 - 特開2013-212642 (JP, A)
 - 特開2009-71248 (JP, A)
 - 特開2009-231481 (JP, A)
 - 特開2019-16777 (JP, A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- B22F 1/00- 8/00
 - H01F 1/12- 1/38
 - H01F 1/44- 3/14
 - H01F 17/00-21/12
 - H05K 1/09