

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/004806 A1

- (51) 国際特許分類:
H05K 3/38 (2006.01) *H05K 3/46* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/021340
- (22) 国際出願日: 2024年6月12日(12.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-104222 2023年6月26日(26.06.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社レゾナック (RESONAC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金田 一 麟 平 (KINDAICHI, Rimpei); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号

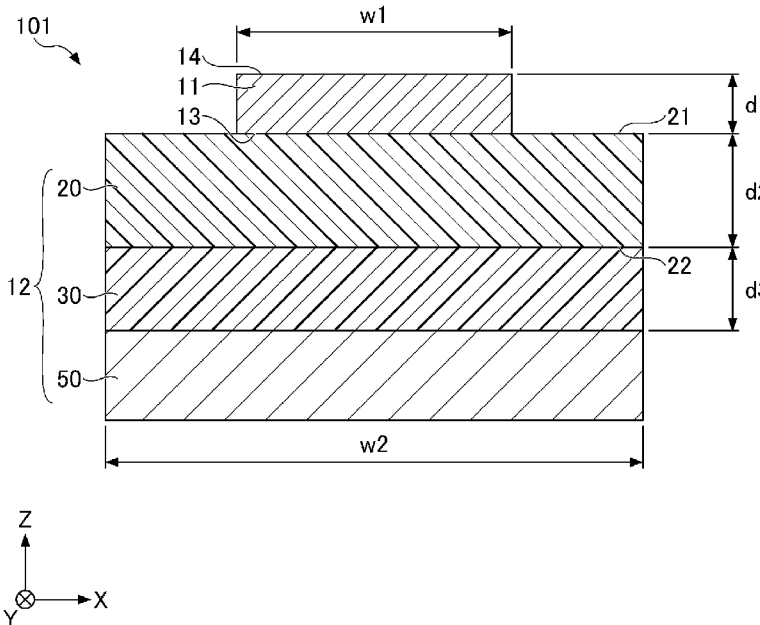
株式会社レゾナック内 Tokyo (JP). 浦島 航介 (URASHIMA, Kosuke); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP). 根本 広明 (NEMOTO, Hiroaki); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP). 曽根 圭太 (SONE, Keita); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP). 米倉 元気 (YONEKURA, Motoki); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(54) Title: WIRING BOARD

(54) 発明の名称: 配線基板

[図3]



(57) Abstract: A wiring board comprising: conductor wiring; an insulation layer having a first main surface with which a surface of the conductor wiring is brought into firm contact, and a second main surface on the side opposite to the first main surface; a magnetic layer positioned on the second main surface side of the insulation layer; and a conductor layer positioned on the side opposite to the insulation layer with respect to the magnetic layer. The surface or the first main surface has an arithmetic average roughness of 0.1 μm to 5.0 μm .

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 導体配線と、前記導体配線の表面が密着する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面とを有する絶縁層と、前記絶縁層の前記第2主面側に位置する磁性層と、前記磁性層に対して前記絶縁層とは反対側に位置する導体層と、を備え、前記表面または前記第1主面は、0.1 μm 以上5.0 μm 以下の算術平均粗さを有する、配線基板。

明 細 書

発明の名称：配線基板

技術分野

[0001] 本開示は、配線基板に関する。

背景技術

[0002] 回路基板における電気信号の減衰の要因の一つとして、配線を含む導体層の表面粗度が大きいことが知られている。特に高周波の電気信号が用いられる場合においては、導体層の表面粗度が大きいことによる伝送損失が顕著である。サーバー向けなどの電気信号の高速伝送が求められるいわゆる高周波回路基板においては、特に導体層の表面粗度を小さくすることが望まれる（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-016006号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 導体配線が絶縁層に密着する場合、導体配線または絶縁層の表面粗さが大きいほど、アンカー効果により導体配線と絶縁層との密着性は高まる。しかしながら、導体配線または絶縁層の表面粗さが大きくなると、散乱損失が大きくなるおそれがある。散乱損失とは、導体配線の表面または導体配線と絶縁層との間の界面の粗化部分により電気信号が散乱することで熱として失われる現象のことをいう。

[0005] 本開示は、導体配線と絶縁層との密着性と、散乱損失の抑制とを両立可能な配線基板を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 第1態様の基板配線は、
導体配線と、

前記導体配線の表面が密着する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面とを有する絶縁層と、

前記絶縁層の前記第2主面側に位置する磁性層と、

前記磁性層に対して前記絶縁層とは反対側に位置する導体層と、を備え、

前記表面または前記第1主面は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 以下の算術平均粗さを有する。

[0007] 第2態様は、第1態様の配線基板であって、

前記磁性層は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の厚さを有する。

[0008] 第3態様は、第1または第2態様の配線基板であって、

前記磁性層は、 30GHz 以上の周波数において、 1.5 以上の比透磁率を有する。

[0009] 第4態様は、第1から第3のいずれか一つの態様の配線基板であって、

前記磁性層は、前記導体配線よりも幅広な部分を有する。

[0010] 第5態様は、第1から第4のいずれか一つの態様の配線基板であって、

前記絶縁層は、前記磁性層の厚さと同じまたは前記磁性層の厚さよりも薄い部分を有する。

[0011] 第6態様は、第1から第5のいずれか一つの態様の配線基板であって、

前記磁性層と前記導体層との間に第2絶縁層を備える。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、導体配線と絶縁層との密着性と、散乱損失の抑制とを両立可能な配線基板を提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]伝送損失の内訳を説明するための図である。

[図2]第1実施形態の配線基板の一構成例を示す斜視図である。

[図3]第1実施形態の配線基板の一構成例を示す断面図である。

[図4]磁性層がない場合の導体配線の電流分布の一例を示す図である。

[図5]磁性層がある場合の導体配線の電流分布の一例を示す図である。

[図6]第2実施形態の配線基板の一構成例を示す断面図である。

[図7]散乱損失の評価方法の考え方の一例を説明するための図である。

[図8]図7の評価方法を用いて計算された散乱損失の一例を示すシミュレーション図である。

[図9]第1実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示す表である。

[図10]第1実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。

[図11]第1実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。

[図12]第2実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、各実施形態について説明する。本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省略する。

[0015] なお、理解の容易のため、図面における各部の縮尺は、実際とは異なる場合がある。平行、直角、直交、水平、垂直、上、下、左、右などの方向には、実施形態の作用および効果を損なわない程度のずれが許容される。X軸方向、Y軸方向、Z軸方向は、それぞれ、X軸に平行な方向、Y軸に平行な方向、Z軸に平行な方向を表す。X軸方向とY軸方向とZ軸方向は、互いに直交する。XY平面、YZ平面、ZX平面は、それぞれ、X軸方向およびY軸方向に平行な仮想平面、Y軸方向およびZ軸方向に平行な仮想平面、Z軸方向およびX軸方向に平行な仮想平面を表す。

[0016] 「層」という語は、平面図として観察したときに、全面に形成されている形状の構造に加え、一部に形成されている形状の構造も包含されてよい。以下で例示する材料は、特に断らない限り、一種単独で用いてもよく、二種以上を組み合わせ用いてもよい。組成物中の各成分の含有量は、組成物中に各成分に該当する物質が複数存在する場合、特に断らない限り、組成物中に

存在する当該複数の物質の合計量を意味する。「～」を用いて示された数値範囲は、「～」の前後に記載される数値をそれぞれ最小値及び最大値として含む範囲を示す。本明細書中に段階的に記載されている数値範囲において、ある段階の数値範囲の上限値又は下限値は、他の段階の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。本明細書中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換えてもよい。

[0017] <伝送損失について>

はじめに、伝送損失について説明する。伝送損失とは、通信経路において、電気、光または音などの信号が距離などに応じて減衰する度合いのことをいう。マイクロストリップ線路等の伝送線路が形成された配線基板の場合、信号の周波数が高くなるほど、伝送損失は大きくなる。

[0018] 図1は、伝送損失の内訳を説明するための図である。伝送損失は、誘電損失と散乱損失と導体損失との合計に等しい。

[0019] 誘電損失とは、誘電体に交流電場を加えたとき、交流電場によって供給される電気エネルギーの一部が誘電体内部で熱として失われる現象のことをいう。誘電損失は、誘電体の誘電特性に依存する。具体的には、誘電損失の大きさは、誘電正接と誘電率によって変化する。高周波になるほど誘電損失は大きくなり、誘電正接または誘電率が大きいほど誘電損失は大きくなる。

[0020] 配線基板10の場合、誘電体である基板12の上または上下に導体配線11が形成されている。導体配線11に交流の電流信号が流れると、誘電体である基板12に交流電場が加わる。信号のエネルギーの一部が誘電損失として基板12の内部で失われると、その分、元の信号のエネルギーが減衰する。

[0021] 導体損失とは、導体配線11の抵抗または表皮効果によって、導体配線11を伝送する信号のエネルギーの一部が導体配線11の内部でジュール熱となって失われる現象のことをいう。信号である電流が直流の場合、導体配線11の抵抗が高いほど、ジュール熱が大きくなる。このため、直流の電流信

号が導体配線 1 1 を伝送する場合、導体配線 1 1 の抵抗が高いほど、導体損失は、大きくなる。一方、信号である電流が交流の場合、信号が高周波になるほど、表皮効果により表皮深さが浅くなる。表皮深さとは、導体の表面からどの程度の位置まで電流が流れるかを表す指標である。表皮深さが浅くなるほど、導体配線 1 1 の抵抗は、交流信号では、高くなる。このため、交流の電流信号が導体配線 1 1 を伝送する場合、信号が高周波になるほど、導体損失は、大きくなる。

[0022] 散乱損失とは、導体配線 1 1 に高周波電場を加えたとき、導体配線 1 1 の表面または導体配線 1 1 と基板 1 2 との間の界面の粗化部分により、導体配線 1 1 を伝送する信号が散乱することで熱として失われる現象のことをいう。粗化部分とは、表面または界面が凸凹した部分をいう。

[0023] 配線基板 1 0 の場合、導体配線 1 1 と基板 1 2 との密着性を上げるため、導体配線 1 1 の表面または導体配線 1 1 と基板 1 2 との間の界面が粗面化処理されている場合が多い。一方、信号が高周波数帯になるほど表皮効果が大きくなる。そのため、導体配線 1 1 の表面または導体配線 1 1 と基板 1 2 との間の界面の粗化部分による散乱が、伝送損失に影響を与える大きな要因となる場合がある。

[0024] なお、導体の表面または界面の粗化処理による損失は、表皮効果による損失として、導体損失に含まれるとする考え方もある。しかしながら、既に計算式が確立されている表皮深さを抵抗増として考慮した導体損失と、計算式が議論中である粗化処理による損失とは、別々に定義した方がわかりやすいと考えられる。そのため、本開示は、散乱損失を、導体損失とは異なる損失として扱う。

[0025] <第 1 実施形態>

図 2 は、第 1 実施形態の配線基板の一構成例を示す斜視図である。図 3 は、第 1 実施形態の配線基板の一構成例を示す断面図である。図 2 および図 3 は、第 1 実施形態の配線基板の一部を切り出した構成例を示すものでもよい。この点は、後述の他の実施形態を示す図面についても同様である。以下、

図2および図3を参照して、第1実施形態について説明する。

[0026] 図2および図3に示す配線基板101は、基板12および導体配線11を備える。基板12は、絶縁層20、磁性層30および導体層50を備える。

[0027] 導体配線11は、Y軸方向に延伸する導電性の信号線路である。導体配線11は、負のY軸方向に面する入力端15と、正のY軸方向に面する出力端16と、正のZ軸方向に面する上面14と、負のZ軸方向に面する下面13と、を有する。下面13は、絶縁層20の第1主面21に密着する表面である。

[0028] 導体配線11を伝送する高周波の電流信号は、入力端15から出力端16へ流れる。導体配線11は、入力端15から出力端16までのY軸方向の配線長Lと、一方の側面から他方の側面までのX軸方向の配線幅w1と、下面13から上面14までのZ軸方向の配線厚d1と、を有する。

[0029] 導体配線11は、配線基板101に形成された伝送線路の信号線である。伝送線路として、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路またはストリップ線路などが挙げられる。なお、図2および図3では、導体層50は、伝送線路のグランドパターンとして機能する。導体配線11は、銅などの導電性の金属により形成されている。

[0030] 絶縁層20は、XY平面に沿って広がる絶縁体である。絶縁層20は、正のZ軸方向に面する第1主面21と、負のZ軸方向に面する第2主面22と、を有する。第2主面22は、Z軸方向において第1主面21とは反対側の表面である。絶縁層20は、X軸方向に沿った幅w2と、Y軸方向に沿った長さLと、Z軸方向に沿った厚さd2と、を有する。

[0031] 絶縁層20の厚さd2は、形成する導体配線11の配線厚d1に合わせて適宜設定することができ、例えば、30 μ m以下、20 μ m以下、10 μ m以下、5 μ m以下、又は3 μ m以下であってもよい。絶縁層20の厚さd2は、絶縁信頼性の観点から1 μ m以上であってもよい。

[0032] 磁性層30は、XY平面に沿って広がる磁性体であり、1よりも大きな比透磁率を有する。磁性層30は、絶縁層20の第2主面22側に位置し、第

2主面22に接触してよい。磁性層30は、導体配線11との間に絶縁層20を挟むので、導体配線11とは接触せずに導体配線11から離れた位置に配置されている。磁性層30は、X軸方向に沿った幅 w_2 と、Y軸方向に沿った長さ l と、Z軸方向に沿った厚さ d_3 と、を有する。磁性層30は、絶縁層20と導体層50との間に位置する。

[0033] 磁性層30は、例えば、磁性材を含む絶縁体を有する絶縁磁性層である。磁性材を含む絶縁体は、磁性絶縁体とも称する。絶縁磁性層形成用組成物については、後述する。

[0034] 導体層50は、磁性層30に対して絶縁層20とは反対側に位置する。導体層50は、XY平面に沿って広がる導体である。導体層50は、配線基板101に形成された伝送線路のグランドパターンとして機能する。導体層50は、導体配線11と同じ種類の導体でもよいし、導体配線11とは異なる種類の導体でもよい。導体層50は、磁性層30の下面に接触してもよい。

[0035] ここで、図4及び図5を参照して、磁性層30の機能について説明する。図4は、磁性層30がない場合の導体配線11の電流分布の一例を示す図である。図5は、磁性層30がある場合の導体配線11の電流分布の一例を示す図である。図4及び図5は、0.1GHzの高周波電流が流れる導体配線11のZX断面における電流密度を表すコンター図である。導体配線11の下面13は、絶縁層20の第1主面21に接触する。

[0036] 高周波電流が導体配線11に流れると、導体配線11の電流密度は、表皮効果により、導体配線11の表面に近いほど高くなる。磁性層30がない図4の場合、グランドパターンに比較的近い下面13に沿った電流密度は、高くなる。一方、磁性層30がある図5の場合、磁性層30の存在により、下面13に沿った電流密度は低下するとともに、導体配線11の側面、上面14および上角部に沿った電流密度は増加する。下面13に沿った電流密度が低下するので、導体配線11の下面13または下面13と第1主面21との間の界面の粗化部分により発生する散乱損失が抑制される。

[0037] 図2および図3に示す第1実施形態の配線基板101では、導体配線11

の下面 13 または絶縁層 20 の第 1 主面 21 は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下の算術平均粗さを有する。算術平均粗さは、 R_a と称される。

[0038] R_a が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上の場合、 R_a が $0.1\ \mu\text{m}$ 未満の場合に比べて、下面 13 または第 1 主面 21 の表面粗さは大きくなる。このため、導体配線 11 と絶縁層 20 との密着性は高まる。一方、 R_a が $5.0\ \mu\text{m}$ 以下の場合、 R_a が $5.0\ \mu\text{m}$ を超える場合に比べて、下面 13 または第 1 主面 21 の表面粗さは小さくなる。このため、導体配線 11 の下面 13 または下面 13 と第 1 主面 21 との間の界面の粗化部分により発生する散乱損失が抑制される。このように、導体配線 11 の下面 13 または絶縁層 20 の第 1 主面 21 は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下の算術平均粗さを有することで、導体配線 11 と絶縁層 20 との密着性と、導体配線 11 と絶縁層 20 との間に生ずる散乱損失の抑制とを両立できる。

[0039] 下面 13 または第 1 主面 21 の密着性の向上の点で、 R_a は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上がさらに好ましい。導体配線 11 と絶縁層 20 との間に生ずる散乱損失の抑制の点で、 R_a は、 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $3.0\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下がさらに好ましい。

[0040] 下面 13 は、 R_a が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下である箇所を、Z 軸方向での配線基板 101 の平面視で第 1 主面 21 に重なる部分に有することで、密着性の確保と散乱損失の抑制を両立できる。第 1 主面 21 は、 R_a が $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下である箇所を、Z 軸方向での配線基板 101 の平面視で下面 13 に重なる部分に有することで、密着性の確保と散乱損失の抑制を両立できる。

[0041] R_a は、例えば、JIS B0601-2001 に準拠して測定される。 R_a を測定するための平均線は、例えば、電流信号が導体配線 11 を流れる Y 軸方向に沿って延伸する線である。

[0042] 磁性層 30 は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の厚さ d_3 を有すると、散乱損失を抑制できる。散乱損失の抑制の点で、厚さ d_3 は、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以上

80 μm 以下でもよく、0.5 μm 以上60 μm 以下でもよい。

[0043] 磁性層30は、30 GHz以上の周波数の信号が導体配線11を伝送する場合において、1.5以上の比透磁率を有すると、散乱損失を抑制できる。散乱損失の抑制の点で、磁性層30の比透磁率は、30 GHz以上の周波数の信号が導体配線11を伝送する場合において、2以上でもよく、3以上でもよく、10以上でもよく、20以上でもよい。磁性層30の比透磁率の上限値は、特に限定されないが、例えば1000以下の値である。導体配線11を伝送する信号の周波数は、特に限定されないが、例えば100 GHz以下の値である。

[0044] 磁性層30は、導体配線11よりも幅広な部分を有すると、散乱損失を抑制できる。図2及び図3に例示する磁性層30は、導体配線11の配線幅 w_1 よりも広い幅 w_2 を有する。

[0045] 絶縁層20は、磁性層30の厚さ d_3 と同じまたは磁性層30の厚さ d_3 よりも薄い部分を有すると、散乱損失を抑制できる。例えば、絶縁層20は、磁性層30の厚さ d_3 と同じまたは厚さ d_3 よりも厚い厚さ d_2 を有する。

[0046] <第2実施形態>

図6は、第2実施形態の配線基板の一構成例を示す断面図である。第2実施形態において、第1実施形態と同様の構成、作用および効果についての説明は、上述の説明を援用することで省略または簡略する。

[0047] 図6に示す第2実施形態の配線基板102は、図3に示す第1実施形態の配線基板101に対して、絶縁層40を更に備える点で、配線基板101と相違する。図6に示す配線基板102は、磁性層30と導体層50との間に絶縁層40を備える。

[0048] 絶縁層40は、第2絶縁層の一例であり、XY平面に沿って広がる絶縁体である。絶縁層40は、Z軸方向に沿って厚さ d_4 を有する。絶縁層40は、絶縁層20と同じ種類の絶縁体でもよいし、絶縁層20とは異なる種類の絶縁体でもよい。絶縁層40は、磁性層30の下面に接触してもよい。絶縁

層40は、導体層50の上面に接触してもよい。

[0049] 絶縁層40は、絶縁層20との間に磁性層30を挟むように配置されている。絶縁層40は、磁性層30と接触してもよい。絶縁層40は、X軸方向の幅 w_2 と、Y軸方向の長さ L と、を有する。

[0050] 絶縁層40としては、例えば、公知のプリプレグを数枚張り合わせ、加圧加熱処理を行って得られる基板が使用できる。かかるプリプレグとしては、調製された樹脂ワニスをガラス繊維、有機繊維等の繊維基材（強化繊維）に含浸させて公知の方法により作製されたものを用いることができ、例えば、ガラスエポキシ複合基板が挙げられる。また、プリプレグを貼り合わせるコア材として、金属基板又はセラミック基板を用いてもよい。更に、絶縁層40としては、ポリイミド系樹脂、フッ素系樹脂、液晶ポリマー（LCP）等の低誘電樹脂材料を用いた基板など、公知の低誘電基板が使用できる。

[0051] 絶縁層40を構成する樹脂材料としては、例えば、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などの樹脂が挙げられる。樹脂材料は、単独使用又は2種以上の併用であってもよい。

[0052] 熱硬化性樹脂としては、例えば、ポリカーボネート樹脂、熱硬化性ポリイミド樹脂、熱硬化性フッ化ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、シリコーン樹脂、熱硬化性ウレタン樹脂、フッ素樹脂、液晶ポリマーなどが挙げられる。フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等の含フッ素オレフィンの重合体が挙げられる。

[0053] 熱可塑性樹脂としては、例えば、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、マレイミド樹脂、ポリ酢酸ビニル樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体、ポリビニルアルコール樹脂、ポリアミド樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリフェニレンオキシド樹脂、ポリフェニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリアリルスルホン樹脂、熱可塑性ポリイミド樹脂、熱可塑性フッ化ポリイミ

ド樹脂、熱可塑性ウレタン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、セルロース樹脂、液晶ポリマー、アイオノマーなどが挙げられる。

[0054] 絶縁層40は、単層であってもよく、多層であってもよい。絶縁層40は、表面に接着層を有していてもよい。

[0055] 絶縁層40の厚さは、 $10\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ であってもよい。

[0056] 図6に示す第2実施形態の配線基板102では、導体配線11の下面13または絶縁層20の第1主面21は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 以下の算術平均粗さを有する。これにより、導体配線11と絶縁層20との密着性と、導体配線11と絶縁層20との間に生ずる散乱損失の抑制とを両立できる。

[0057] <散乱損失の評価方法>

図7は、散乱損失の評価方法の考え方の一例を説明するための図である。散乱損失の大きさの計算方法は、現時点、確立されていない。このため、本明細書では、図7に示すように、界面の粗さがある場合に計算される伝送損失量から当該界面の粗さがない場合に計算される伝送損失量を差し引いた損失量を、当該界面の粗化部分により発生する散乱損失の大きさと定義する。

[0058] 図8は、図7の評価方法を用いて計算された散乱損失の一例を示すシミュレーション図である。 S_{21_rev} は、反射を考慮して S_{21} を規格化した値(=損失量)であり、「 $S_{21}^2 / (1 - S_{11}^2)$ 」により計算される。 S_{21} は、Sパラメータの一つであり、導体配線11において入力端15から出力端16への透過係数を表す。 S_{11} は、Sパラメータの一つであり、導体配線11において入力端15に入力した信号に対して入力端15で反射される信号の割合を示す入力反射係数を表す。 S_{21_rev} が小さいほど、導体配線11の伝送損失が大きいことを表す。「 $S_{21_rev} \mu = 1.0$ $R_a = 0.0$ 」は、磁性層30の比透磁率が1.0で R_a が0.0の場合を示し、つまり、界面の粗さがない場合に計算される伝送損失量の一例を表す。「 $S_{21_rev} \mu = 1.0$ $R_a = 1.0$ 」は、磁性層30の比透磁率が1.0で R_a が1.0の場合を示し、つまり、界面の粗さがあ

る場合に計算される伝送損失量の一例を表す。「S 2 1 __ r e v __ $\mu = 1.0$ __ R a = 1. 0」の伝送損失量から「S 2 1 __ r e v __ $\mu = 1.0$ __ R a = 0. 0」の伝送損失量を差し引いて得られた値が、当該界面の粗化部分により発生する散乱損失の大きさに相当する。

[0059] <散乱損失の評価結果例 1>

図 9 は、図 7 および図 8 に示す評価方法を用いて、第 1 実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失を計算した結果の一例を示す表である。

「散乱損失[d B / m m] 磁性: $\mu = 3$ 」は、図 3 に示す第 1 実施形態の配線基板 1 0 1 について磁性層 3 0 の比透磁率 μ が 3 の場合の散乱損失を表す。

「散乱損失[d B / m m] 磁性なし: $\mu = 1$ 」は、磁性層 3 0 が存在しない比較形態の配線基板の散乱損失を表す。比較形態の配線基板は、図 3 に示す第 1 実施形態の配線基板 1 0 1 の磁性層 3 0 の比透磁率 μ を 1 に設定した場合の計算結果に相当する。「損失比」は、比較形態の配線基板の散乱損失に対する第 1 実施形態の配線基板 1 0 1 の散乱損失の低減度合いを表す。損失比が小さいほど、散乱損失の低減効果が高いことを表す。

[0060] 図 9 は、パターン 1 からパターン 9 までの各寸法例で計算された散乱損失を示している。図 9 に示す計算時の各寸法及びパラメータは、

配線幅 w 1 : 1 0 0 μ m

配線厚 d 1 : 2 0 μ m

絶縁層 2 0 の厚さ d 2 : 1 0 μ m、2 0 μ m または 3 0 μ m

磁性層 3 0 の厚さ d 3 : 1 0 μ m、2 0 μ m または 3 0 μ m

絶縁層 2 0 の誘電正接: 0. 0 3 @ 6 0 G H z

絶縁層 2 0 の比誘電率: 5 @ 6 0 G H z

下面 1 3 又は第 1 主面 2 1 の R a : 0. 5 μ m

とする。

[0061] 図 1 0 は、第 1 実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。図 1 0 は、図 9 に示すパターン 1 からパターン 9 までの各寸法例で計算された散乱損失のシミュレーション結果を示

している。図9及び図10に示すように、パターン1からパターン9までのいずれのパターンでも、磁性層30を備える場合、磁性層30を備えない場合に比べて、散乱損失を抑制できる。

[0062] 図9において、パターン1, 2, 3は、磁性層30の厚さ d_3 を $10\mu\text{m}$ に固定した状態で、絶縁層20の厚さ d_2 を異なる値に設定した計算グループである。パターン4, 5, 6は、磁性層30の厚さ d_3 を $20\mu\text{m}$ に固定した状態で、絶縁層20の厚さ d_2 を異なる値に設定した計算グループである。パターン7, 8, 9は、磁性層30の厚さ d_3 を $30\mu\text{m}$ に固定した状態で、絶縁層20の厚さ d_2 を異なる値に設定した計算グループである。いずれの計算グループでも、絶縁層20の厚さ d_2 が磁性層30の厚さ d_3 と同じまたは厚さ d_3 よりも薄いことで、散乱損失の抑制効果は高まる。

[0063] <散乱損失の評価結果例2>

図11は、第1実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。「 $\mu = 2.0$ 」は、図3に示す第1実施形態の配線基板101について磁性層30の比透磁率 μ が2.0の場合の散乱損失を表す。「 $\mu = 1.0$ 」は、磁性層30が存在しない比較形態の配線基板の散乱損失を表す。比較形態の配線基板は、図3に示す第1実施形態の配線基板101の磁性層30の比透磁率 μ を1.0に設定した場合の計算結果に相当する。

[0064] 図11は、3種類のRaで計算された散乱損失を示している。図11に示す計算時の各寸法及びパラメータは、

配線幅 w_1 : $100\mu\text{m}$

配線厚 d_1 : $20\mu\text{m}$

絶縁層20の厚さ d_2 : $20\mu\text{m}$

磁性層30の厚さ d_3 : $10\mu\text{m}$

絶縁層20の誘電正接 : $0.03 @ 60\text{GHz}$

絶縁層20の比誘電率 : $5 @ 60\text{GHz}$

下面13又は第1主面21のRa : $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ または 0.3

μm

とする。

[0065] 図11に示すように、 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ および $0.3\mu\text{m}$ のいずれのRaの場合でも、磁性層30を備える場合、磁性層30を備えない場合に比べて、散乱損失を抑制できることが確認できる。

[0066] <散乱損失の評価結果例3>

図12は、第2実施形態の配線基板と比較形態の配線基板の散乱損失の計算結果の一例を示すグラフである。「 $\mu=2.0$ 」は、図6に示す第2実施形態の配線基板102について磁性層30の比透磁率 μ が2.0の場合の散乱損失を表す。「 $\mu=1.0$ 」は、磁性層30が存在しない比較形態の配線基板の散乱損失を表す。比較形態の配線基板は、図6に示す第2実施形態の配線基板102の磁性層30の比透磁率 μ を1.0に設定した場合の計算結果に相当する。

[0067] 図12は、3種類のRaで計算された散乱損失を示している。図12に示す計算時の各寸法及びパラメータは、

配線幅 w_1 : $100\mu\text{m}$

配線厚 d_1 : $20\mu\text{m}$

絶縁層20の厚さ d_2 : $20\mu\text{m}$

磁性層30の厚さ d_3 : $10\mu\text{m}$

絶縁層40の厚さ d_4 : $10\mu\text{m}$

絶縁層20の誘電正接 : $0.03@60\text{GHz}$

絶縁層20の比誘電率 : $5@60\text{GHz}$

下面13又は第1主面21のRa : $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ または $0.3\mu\text{m}$

とする。

[0068] 図12に示すように、 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ および $0.3\mu\text{m}$ のいずれのRaの場合でも、磁性層30を備える場合、磁性層30を備えない場合に比べて、散乱損失を抑制できることが確認できる。

[0069] <絶縁磁性層形成用組成物>

絶縁磁性層形成用組成物は、磁性材を含む硬化性の組成物である。絶縁磁性層形成用組成物は、例えば、バインダ樹脂ワニスと、磁性粉とを混合して形成することができる。

[0070] 磁性材としては、例えば、金属単体、合金及び金属化合物からなる群より選ばれる少なくとも一種の磁性粉であってよい。合金は、固溶体、共晶、アモルファス（非晶質）金属、及び金属間化合物からなる群より選ばれる少なくとも一種を含んでよい。金属化合物としては、金属酸化物が挙げられる。

[0071] 磁性材は、絶縁性の観点から、金属酸化物又はアモルファス（非晶質）金属であってもよく、金属ガラス磁性粉であってもよい。金属酸化物としては、フェライトが挙げられる。アモルファス（非晶質）金属としては、Fe基ナノ結晶合金、Co基ナノ結晶合金が挙げられる。

[0072] 磁性粉は、一種の金属元素又は複数種の金属元素を含んでよい。磁性粉に含まれる金属元素は、例えば、卑金属元素、貴金属元素、遷移金属元素、又は希土類元素であってよい。磁性粉に含まれる金属元素は、例えば、鉄（Fe）、銅（Cu）、チタン（Ti）、マンガン（Mn）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、亜鉛（Zn）、アルミニウム（Al）、スズ（Sn）、クロム（Cr）、バリウム（Ba）、ストロンチウム（Sr）、鉛（Pb）、銀（Ag）、プラセオジウム（Pr）、ネオジウム（Nd）、サマリウム（Sm）及びジスプロシウム（Dy）からなる群より選ばれる少なくとも一種であってよい。磁性粉は、金属元素以外の元素を含んでもよい。磁性粉は、例えば、酸素、ホウ素、又はケイ素を含んでもよい。

[0073] 磁性粉としては、Fe-Si系合金、Fe-Si-Al系合金（センダスト）、Fe-Ni系合金（パーマロイ）Fe-Cu-Ni系合金（パーマロイ）、Fe-Cr-Si系合金、Fe-Cr系合金、Fe-Ni-Cr系合金（電磁ステンレス鋼）、Nd-Fe-B系合金（希土類磁石）、Al-Ni-Co系合金（アルニコ磁石）及びフェライトからなる群より選ばれる少なくとも一種の組成物を用いることができる。フェライトは、例えば、スピ

ネルフェライト、六方晶フェライト、又はガーネットフェライトであってよい。

[0074] Fe系合金は、Feアモルファス合金であってもよい。Feアモルファス合金粉は、主成分となるFeをSi等の他の元素と一緒に高温溶融した合金を急冷して得られる非晶質の粉末であり、金属ガラスとしても知られている。Feアモルファス合金粉は、当技術分野で周知の方法に従って製造することができる。Feアモルファス合金粉は、エプソンアトミックス株式会社製の製品名「AW2-08」、及び「KUAMET-6B2」、大同特殊鋼株式会社製の製品名「DAPMS3」、「DAPMS7」、「DAPMSA10」、「DAPPB」、「DAPPC」、「DAPMKV49」、「DAP410L」、「DAP430L」、及び「DAPHYBシリーズ」、並びに株式会社神戸製鋼所製の製品名「MH45D」、「MH28D」、「MH25D」、及び「MH20D」などの市販品を用いることができる。

[0075] 磁性粉は、上記の元素及び組成物のうち一種を含んでよく、上記の元素及び組成物のうち複数種を含んでもよい。

[0076] 磁性粉は、球状、略球状、フレーク状、又は楕円状であってもよい。また、磁性粉は、一部に角が形成されるその他の様々な形状であってもよい。流動性に優れる観点から、磁性粉は、球状であってもよい。

[0077] 磁性粉の平均粒子径は、0.005～50 μ mであってもよい。本明細書において記載する「平均粒子径」は、粒度分布における積算値50%（体積基準）での粒径を意味する。磁性粉は、細密充填するように、2～3種類の平均粒子径の粒子の混合物を用いることができる。

[0078] 磁性粉は、表面に被膜を有していてもよい。被膜は、例えば、無機塩、アクリル樹脂、ケイ素酸化合物などから形成することができる。また、磁性粉は、表面の全体又は一部が表面処理剤によって被覆されていてもよい。表面処理剤は、例えば、無機酸化物、リン酸系化合物及びリン酸塩系化合物、並びにシランカップリング剤等の無機系表面処理剤、モンタンワックス等の有機系表面処理剤、樹脂硬化物であってよい。表面処理剤として、後述する力

ップリング剤を使用することもできる。例えば、Fe系合金等の金属系の磁性粉は、その表面の全体又は一部が絶縁性材料によって被覆されていてもよい。絶縁性材料として、例えば、シリカ、チタニア、リン酸カルシウム、モンタンワックス、及びエポキシ樹脂硬化物が挙げられる。

[0079] 磁性粉は、表面が絶縁性材料で被覆された磁性粉（以下、絶縁被覆磁性粉という）を含んでよい。絶縁被覆磁性粉は、1種を単独で又は2種以上を組み合わせて用いることができる。2種以上の絶縁被覆磁性粉の平均粒子径は互いに同じであっても、異なってもよい。また、絶縁被覆磁性粉と、絶縁被覆を持たない磁性粉（以下、未被覆磁性粉という）とを併用してもよい。未被覆磁性粉の平均粒子径は、絶縁被覆磁性粉の平均粒子径と同じであっても、異なってもよい。例えば、絶縁性を発現させる観点から、未被覆磁性粉の平均粒子径は、絶縁被覆磁性粉の平均粒子径よりも小さくてもよい。

[0080] 絶縁被覆磁性粉は、絶縁被覆を有するFeアモルファス合金粉であってよい。このような絶縁被覆磁性粉は、例えば、エプソンアトミックス株式会社製の「KUAMET9A4」（Fe-Si-B系合金、D50：20 μ m、絶縁被覆あり）、及び新東工業株式会社製の「SAP-2D(C）」（Fe-Si-B-PNb-Cr系合金、D50：2.3 μ m、絶縁被覆あり）などの市販品を用いることができる。未被覆磁性粉は、例えば、新東工業株式会社製の「SAP-2D」（Fe-Si-B-PNb-Cr系合金、D50：2.3 μ m、絶縁被覆なし）や、戸田工業株式会社製のソフトフェライト粉「BSN-125」（Ni-Zn系合金、D50：10 μ m、絶縁被覆なし）などの市販品を用いることができる。

[0081] 絶縁磁性層形成用組成物における磁性粉の含有量は、組成物の全質量を100質量部としたときに、70～99質量部、又は80～90質量部であってもよい。

[0082] バインダ樹脂ワニスは、樹脂組成物を用いることができる。

[0083] 樹脂組成物はエポキシ樹脂を含有することができる。

[0084] エポキシ樹脂としては、例えば、ナフタレン型エポキシ樹脂、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、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、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、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、ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエ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；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；トリスフェノール型エポキシ樹脂；ノボラック型エポキシ樹脂；ナフトールノボラック型エポキシ樹脂；フェノールノボラック型エポキシ樹脂；*tert*-ブチルカテコール型エポキシ樹脂；グリシジルアミン型エポキシ樹脂；グリシジエステルの型エポキシ樹脂；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；ビキシレノール型エポキシ樹脂等が挙げられる。これらは、1種を単独で、又は2種以上を組み合わせ用いることができる。

[0085] 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であってもよい。また、エポキシ樹脂は、温度25℃で液状又は固体状であってもよい。

[0086] 25℃で液状のエポキシ樹脂（以下、「液状エポキシ樹脂」ともいう。）としては、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、グリシジエステルの型エポキシ樹脂、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、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、及びブタジエン構造を有するエポキシ樹脂を用いることができる。

。液状エポキシ樹脂は、D I C社製の「HP 4 0 3 2」、「HP 4 0 3 2 D」、「HP 4 0 3 2 S S」（ナフタレン型エポキシ樹脂）、三菱ケミカル社製の「8 2 8 U S」、「J E R 8 2 8 E L」（ビスフェノールA型エポキシ樹脂）、「J E R 8 0 7」（ビスフェノールF型エポキシ樹脂）、「J E R 1 5 2」（フェノールノボラック型エポキシ樹脂）、「6 3 0」、「6 3 0 L S D」（グリシジルアミン型エポキシ樹脂）、新日鉄住金化学社製の「Z X 1 0 5 9」（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「E X - 7 2 1」（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2 0 2 1 P」（エステル骨格を有する脂環式エポキシ樹脂）、「P B - 3 6 0 0」（ブタジエン構造を有するエポキシ樹脂）、新日鉄住金化学社製の「Z X 1 6 5 8」、「Z X 1 6 5 8 G S」（液状1, 4 - グリシジルシクロヘキサン）、三菱ケミカル社製の「6 3 0 L S D」（グリシジルアミン型エポキシ樹脂）、A D E K A社製の「E P - 3 9 8 0 S」（グリシジルアミン型エポキシ樹脂）等の市販品を用いることができる。

[0087] 2 5℃で固体状の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を用いることができる。固体状エポキシ樹脂は、D I C社製の「HP 4 0 3 2 H」（ナフタレン型エポキシ樹脂）、「HP - 4 7 0 0」、「HP - 4 7 1 0」（ナフタレン型4官能エポキシ樹脂）、「N - 6 9 0」（クレゾールノボラック型エポキシ樹脂）、「N - 6 9 5」、「N - 6 8 0」（クレゾールノボラック型エポキシ樹脂）、「HP - 7 2 0 0」（ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂）、「HP - 7 2 0 0 H H」、「HP - 7 2 0 0 H」、「E X A - 7 3 1 1」、「E X A - 7 3 1 1 - G 3」、「E X A - 7 3 1 1 - G 4」、「E X A - 7 3 1 1 - G 4 S」、「HP 6 0 0 0

」(ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂)、日本化薬社製の「E P P N-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)、新日鉄住金化学社製の「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)、「YX8800」(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)、三菱ケミカル社製の「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)、「157S70」(ノボラック型エポキシ樹脂)等の市販品を用いることができる。

[0088] 樹脂組成物は、硬化剤を含有してもよい。硬化剤としては、例えば、フェノール系硬化剤、ナフトール系硬化剤、ベンゾオキサジン系硬化剤、及びシアネートエステル系硬化剤などが挙げられる。硬化剤は、1種を単独で、又は2種以上を組み合わせる用いることができる。

[0089] フェノール系硬化剤及びナフトール系硬化剤としては、ノボラック構造を有するフェノール系硬化剤、ノボラック構造を有するナフトール系硬化剤、含窒素フェノール系硬化剤、トリアジン骨格含有フェノール系硬化剤を用いることができる。

[0090] フェノール系硬化剤及びナフトール系硬化剤は、明和化成社製の「MEH-7700」、「MEH-7810」、「MEH-7851」、日本化薬社製の「NHN」、「CBN」、「GPH」、新日鉄住金化学社製の「SN170」、「SN180」、「SN190」、「SN475」、「SN485」、「SN495V」、「SN375」、「SN395」、DIC社製の「

TD2090」、「TD2090-60M」、「LA-7052」、「LA-7054」、「LA-1356」、「LA-3018」、「LA-3018-50P」、「EXB-9500」、「HPC-9500」、「KA-1160」、「KA-1163」、「KA-1165」、群栄化学社製の「GDP-6115L」、「GDP-6115H」、「ELPC75」等の市販品を用いることができる。

- [0091] ベンゾオキサジン系硬化剤は、昭和高分子社製の「HFB2006M」、四国化成工業社製の「P-d」、「F-a」等の市販品を用いることができる。
- [0092] シアネートエステル系硬化剤としては、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。
- [0093] シアネートエステル系硬化剤は、ロンザジャパン社製の「PT30」及び「PT60」（いずれも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）、「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）等の市販品を用いることができる。
- [0094] 樹脂組成物における硬化剤の含有量は、樹脂組成物中の樹脂成分を100質量部としたときに、0.1質量部以上、0.3質量部以上、又は0.5質

量部以上であってもよく、5質量部以下、3質量部以下、又は2質量部以下であってもよい。

[0095] 樹脂組成物は、硬化促進剤を含有してもよい。硬化促進剤としては、例えば、リン系硬化促進剤、アミン系硬化促進剤、イミダゾール系硬化促進剤、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、リン系硬化促進剤、アミン系硬化促進剤、イミダゾール系硬化促進剤、金属系硬化促進剤が挙げられる。硬化促進剤は、1種を単独で、又は2種以上を組み合わせることができる。

[0096] 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る。

[0097] 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-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)-ウンデセンが挙げられる。

[0098] イミダゾール系硬化促進剤としては、例えば、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

ーシアノエチルー2ーフェニルイミダゾール、1ーシアノエチルー2ーウンデシルイミダゾリウムトリメリテイト、1ーシアノエチルー2ーフェニルイミダゾリウムトリメリテイト、2, 4ージアミノー6ー[2'ーメチルイミダゾリルー(1')]ーエチルーsートリアジン、2, 4ージアミノー6ー[2'ーウンデシルイミダゾリルー(1')]ーエチルーsートリアジン、2, 4ージアミノー6ー[2'ーエチルー4'ーメチルイミダゾリルー(1')]ーエチルーsートリアジン、2, 4ージアミノー6ー[2'ーメチルイミダゾリルー(1')]ーエチルーsートリアジンイソシアヌル酸付加物、2ーフェニルイミダゾールイソシアヌル酸付加物、2ーフェニルー4, 5ージヒドロキシメチルイミダゾール、2ーフェニルー4ーメチルー5ーヒドロキシメチルイミダゾール、2, 3ージヒドロー1Hーピロロ[1, 2-a]ベンズイミダゾール、1ードデシルー2ーメチルー3ーベンジルイミダゾリウムクロライド、2ーメチルイミダゾリン、2ー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る。

[0099] イミダゾール系硬化促進剤は、三菱ケミカル社製の「P200-H50」等の市販品を用いることができる。

[0100] 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ーメチルグアニジン、1ーエチルグアニジン、1ーシクロヘキシルグアニジン、1ーフェニルグアニジン、1ー(オートリル)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ートリアザビシクロ[4. 4. 0]デカー5ーエン、7ーメチルー1, 5, 7ートリアザビシクロ[4. 4. 0]デカー5ーエン、1ーメチルビグアニド、1ーエチルビグアニド、1ーnーブチルビグアニド、1ーnーオクタデシルビグアニド、1, 1ージメチルビグアニド、1, 1ージエチルビグアニド、1ーシクロヘキシルビグアニド、1ーアリルビグアニド、1ーフェニルビグアニド、1ー(オートリル)ビグアニド等が挙げられる。

- [0101] 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、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。
- [0102] 樹脂組成物における硬化促進剤の含有量は、樹脂組成物中の不揮発成分を100質量部としたときに、0.001質量部以上、0.005質量部以上、又は0.01質量部以上であってもよく、0.1質量部以下、0.08質量部以下、又は0.05質量部以下であってもよい。
- [0103] 樹脂組成物は、熱可塑性樹脂を含有してもよい。熱可塑性樹脂としては、例えば、フェノキシ樹脂、ポリビニルアセタール樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリブタジエン樹脂、シロキサン樹脂、ポリ（メタ）アクリル樹脂、ポリアルキレン樹脂、ポリアルキレンオキシ樹脂、ポリイソプレン樹脂、ポリイソブチレン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエステル樹脂が挙げられる。
- [0104] フェノキシ樹脂は、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構造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構造含有フェノキシ樹脂）が挙げられ、その他にも、新日鉄住金化学社製の「FX280」及び「FX293」、三菱ケミカル社製の「YX7180」、「YX6954」、「YX7553」、「YX

「7553BH30」、「YL7553BH30」、「YL7769」、「YL6794」、「YL7213」、「YL7290」、「YL7891」、「YL7482」等の市販品を用いることができる。

[0105] 熱可塑性樹脂は、分子内に、ポリブタジエン構造、ポリシロキサン構造、ポリ（メタ）アクリレート構造、ポリアルキレン構造、ポリアルキレンオキシ構造、ポリイソプレン構造、ポリイソブチレン構造、及びポリカーボネート構造から選択される1種以上の構造を有していてもよい。これらの構造は主鎖に含まれていても側鎖に含まれていてもよい。ポリブタジエン構造は、一部又は全てが水素添加されていてもよい。ポリアルキレンオキシ構造は、炭素原子数2～15のポリアルキレンオキシ構造、炭素原子数3～10のポリアルキレンオキシ構造、又は炭素原子数5～6のポリアルキレンオキシ構造であってもよい。

[0106] 熱可塑性樹脂は、数平均分子量（ M_n ）が1,000以上、1,500以上、3,000以上、又は5,000以上であってもよく、1,000,000以下、又は900,000以下であってもよい。数平均分子量（ M_n ）は、GPC（ゲル浸透クロマトグラフィー）を使用して測定されるポリスチレン換算の数平均分子量を意味する。

[0107] 熱可塑性樹脂は、エポキシ樹脂と反応し得る官能基を有していてもよい。エポキシ樹脂と反応し得る官能基は、ヒドロキシ基、カルボキシ基、酸無水物基、フェノール性水酸基、エポキシ基、イソシアネート基及びウレタン基からなる群から選択される1種以上の官能基であってもよい。

[0108] ポリブタジエン樹脂は、クレイバレー社製の「Ricon 130MA8」、「Ricon 130MA13」、「Ricon 130MA20」、「Ricon 131MA5」、「Ricon 131MA10」、「Ricon 131MA17」、「Ricon 131MA20」、「Ricon 184MA6」（酸無水物基含有ポリブタジエン）、日本曹達社製の「GQ-1000」（水酸基、カルボキシル基導入ポリブタジエン）、「G-1000」、「G-2000」、「G-3000」（両末端水酸基ポリブタ

ジエン)、「G I-1000」、「G I-2000」、「G I-3000」
(両末端水酸基水素化ポリブタジエン)、ナガセケムテックス社製の「F C
A-061L」(水素化ポリブタジエン骨格エポキシ樹脂)等の市販品を用
いることができる。

[0109] ポリ(メタ)アクリル樹脂は、ナガセケムテックス社製のテイサンレジ
ン、根上工業社製の「M E-2000」、「W-116.3」、「W-197
C」、「K G-25」、「K G-3000」等の市販品を用いることができ
る。

[0110] ポリカーボネート樹脂は、旭化成ケミカルズ社製の「T 6002」、「T
6001」(ポリカーボネートジオール)、クラレ社製の「C-1090」
、「C-2090」、「C-3090」(ポリカーボネートジオール)等の
市販品を用いることができる。

[0111] 熱可塑性樹脂は、信越シリコン社製の「SMP-2006」、「SMP
-2003PGMEA」、「SMP-5005PGMEA」、アミン基末端
ポリシロキサンおよび四塩基酸無水物を原料とする線状ポリイミド(国際公
開第2010/053185号、特開2002-12667号公報及び特開
2000-319386号公報等)、旭化成せんい社製の「P T X G-10
00」、「P T X G-1800」、クラレ社製の「K L-610」、「K L
613」、カネカ社製の「S I B S T A R-073T」(スチレン-イソブ
チレン-スチレントリブロッック共重合体)、「S I B S T A R-042D」
(スチレン-イソブチレンジブロッック共重合体)、電気化学工業社製の「電
化ブチラール4000-2」、「電化ブチラール5000-A」、「電化ブ
チラール6000-C」、「電化ブチラール6000-EP」、積水化学工
業社製のエスレックBHシリーズ、BXシリーズ(例えばBX-5Z)、K
Sシリーズ(例えばKS-1)、BLシリーズ、BMシリーズ、新日本理化
社製の「リカコートSN20」及び「リカコートPN20」、東洋紡社製の
「バイロマックスHR11NN」及び「バイロマックスHR16NN」、日
立化成社製の「KS9100」及び「KS9300」、住友化学社製の「P

ES5003P」、ソルベイアドバンスポリマーズ社製のポリスルホン「P1700」及び「P3500」、ガンツ化成社製の「AC3832」等の市販品を用いてもよい。

[0112] 樹脂組成物における熱可塑性樹脂の含有量は、樹脂組成物中の不揮発成分を100質量部としたときに、0.1質量部以上、0.3質量部以上、又は0.5質量部以上であってもよく、20質量部以下、10質量部以下、5質量部以下、又は3質量部以下であってもよい。

[0113] 樹脂組成物は、1分子中に活性エステル基を1個以上有する活性エステル化合物を含有することができる。活性エステル化合物は、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。

[0114] 活性エステル化合物としては、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個以上有する化合物を用いることができる。このような活性エステル化合物は、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挙げられる。

[0115] 活性エステル化合物は、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化合物であってもよく、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化合物であってもよい。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。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、ヒドロキノン、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。

[0116] 活性エステル化合物の具体例としては、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化合物、ナフタレン構造を含む活性エステル化合物、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化合物、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化合物が挙げられる。なお、「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。

[0117] 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化合物として、「EXB9451」、「EXB9460」、「EXB9460S」、「HPC-8000-65T」、「HPC-8000H-65TM」、「EXB-8000L-65TM」、「EXB-8150-65T」（DIC社製）、ナフタレン構造を含む活性エステル化合物として、「EXB9416-70BK」（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化合物として、「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化合物として、「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化合物として「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硬化剤として「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）等の市販品を用いてもよい。

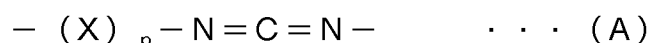
[0118] 樹脂組成物が活性エステル化合物及びエポキシ樹脂を含有する場合、エポキシ樹脂と活性エステル化合物との量比は、〔エポキシ樹脂のエポキシ基の

合計数] : [活性エステル化合物の活性エステル基の合計数] の比率で、 $1 : 0.01 \sim 1 : 5$ 、 $1 : 0.05 \sim 1 : 3$ 、又は、 $1 : 0.1 \sim 1 : 1.5$ であってもよい。

[0119] 樹脂組成物における活性エステル化合物の含有量は、樹脂組成物中の不揮発成分を 100 質量部としたときに、1 質量部以上、1.5 質量部以上、又は 2 質量部以上であってもよく、40 質量部以下、30 質量部以下、20 質量部以下、10 質量部以下、8 質量部以下、又は 5 質量部以下であってもよい。

[0120] 樹脂組成物は、1 分子中にカルボジイミド基 ($-N=C=N-$) を 1 個以上有するカルボジイミド化合物を含有することができる。カルボジイミド化合物としては、1 分子中にカルボジイミド基を 2 個以上有する化合物を用いてもよい。カルボジイミド化合物は、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。

[0121] カルボジイミド化合物としては、下記式 (A) で表される構造を含有する化合物が挙げられる。



[式中、X は、アルキレン基、シクロアルキレン基又はアリーレン基を表し、これらは置換基を有していてもよい。p は 1～5 の整数を表す。X が複数存在する場合、それらは同一でも相異なってもよい。]

X で表されるアルキレン基の炭素原子数（置換基の炭素原子数は含まれない）は、1～20、1～10、1～6、1～4、又は 1～3 であってもよい。アルキレン基としては、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基が挙げられる。

[0122] X で表されるシクロアルキレン基の炭素原子数（置換基の炭素原子数は含まれない）は、3～20、3～12、3～6 であってもよい。シクロアルキレン基としては、シクロプロピレン基、シクロブチレン基、シクロペンチレン基、シクロヘキシレン基が挙げられる。

[0123] X で表されるアリーレン基は、芳香族炭化水素から芳香環上の水素原子を

2個除いた基である。アリーレン基の炭素原子数（置換基の炭素原子数は含まれない）は、6～24、6～18、6～14、又は6～10であってもよい。アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、アントラセニレン基が挙げられる。

[0124] Xで表されるアルキレン基、シクロアルキレン基又はアリール基は置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、シクロアルキル基、シクロアルキルオキシ基、アリール基、アリールオキシ基、アシル基及びアシルオキシ基が挙げられる。置換基として用いられるハロゲン原子としては、例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。置換基としてのアルキル基、アルコキシ基は、直鎖状、分岐状のいずれであってもよく、その炭素原子数は、1～20、1～10、1～6、1～4、又は1～3であってもよい。置換基としてのシクロアルキル基、シクロアルキルオキシ基の炭素原子数は、3～20、3～12、又は3～6であってもよい。置換基としてのアリール基は、芳香族炭化水素から芳香環上の水素原子を1個除いた基であり、その炭素原子数は、6～24、6～18、6～14、又は6～10であってもよい。置換基としてのアリールオキシ基の炭素原子数は、6～24、6～18、6～14、又は6～10であってもよい。置換基としてのアシル基は、式： $-C(=O)-R^1$ で表される基（式中、 R^1 はアルキル基又はアリール基を表す。）をいう。 R^1 で表されるアルキル基は、直鎖状、分岐状のいずれであってもよく、その炭素原子数は、1～20、1～10、1～6、1～4、又は1～3であってもよい。 R^1 で表されるアリール基の炭素原子数は、6～24、6～18、6～14、又は6～10であってもよい。置換基としてのアシルオキシ基は、式： $-O-C(=O)-R^2$ で表される基（式中、 R^2 はアルキル基又はアリール基を表す。）をいう。

[0125] 式（A）中、pは1～5の整数を表す。pは、1～4、2～4、2又は3であってもよい。

[0126] カルボジイミド化合物における式（A）で表される構造の含有量は、カル

ボジイミド化合物の分子全体の質量を100質量部としたとき、50質量部以上、60質量部以上、70質量部以上、80質量部以上又は90質量部以上であってもよい。カルボジイミド化合物は、末端構造を除いて、式(A)で表される構造から実質的になってもよい。カルボジイミド化合物の末端構造としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基及びアリール基が挙げられ、これらは置換基を有していてもよい。末端構造として用いられるアルキル基、シクロアルキル基、アリール基は、Xで表される基が有していてもよい置換基について説明したアルキル基、シクロアルキル基、アリール基と同じであってもよい。また、末端構造として用いられる基が有していてもよい置換基は、Xで表される基が有していてもよい置換基と同じであってもよい。

[0127] カルボジイミド化合物の重量平均分子量は、500以上、600以上、700以上、800以上、900以上又は1000以上であってもよく、5000以下、4500以下、4000以下、3500以下、又は3000以下であってもよい。カルボジイミド化合物の重量平均分子量は、例えば、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー（GPC）法（ポリスチレン換算）で測定することができる。

[0128] カルボジイミド化合物が分子中にイソシアネート基（ $-N=C=O$ ）を含有する場合、カルボジイミド化合物中のイソシアネート基の含有量（「NC O含有量」ともいう。）は、5質量%以下、4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下又は0.5質量%以下であってもよい。

[0129] カルボジイミド化合物は、日清紡ケミカル社製のカルボジライト（登録商標）V-02B、V-03、V-04K、V-07及びV-09、ラインケミー社製のスタバクゾール（登録商標）P、P400、及びハイカジル510等の市販品を用いてもよい。

[0130] 樹脂組成物におけるカルボジイミド化合物の含有量は、樹脂組成物中の不揮発成分を100質量部としたときに、0.1質量部以上、0.3質量部以上、又は0.5質量部以上であってもよく、3質量部以下、2質量部以下、又は1.5質量部以下であってもよい。

- [0131] 樹脂組成物は、さらに必要に応じて、他の添加剤を含んでもよい。他の添加剤としては、例えば、難燃剤、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、バインダー、増粘剤、消泡剤、レベリング剤、密着性付与剤、並びに着色剤等の樹脂添加剤等が挙げられる。
- [0132] 絶縁磁性層形成用組成物は、ペースト状であってもよい（以下、「ペースト」という）。ペーストは、磁性粉と、エポキシ基含有化合物と、硬化剤と、を含んでもよい。
- [0133] 磁性粉は、上述した磁性粉を用いることができる。
- [0134] ペーストに含まれる磁性粉の平均粒子径は、 $0.05 \sim 200 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \sim 100 \mu\text{m}$ 、又は $1 \sim 50 \mu\text{m}$ であってよい。磁性粉が被覆されている場合は、被覆膜を含めた磁性粉の平均粒子径が上記範囲内であってよい。
- [0135] ペーストにおける磁性粉の含有量は、ペーストの全質量を基準として、70質量%以上、又は80質量%以上であってよく、99質量%以下、又は90質量%以下であってよい。ペーストにおける磁性粉の含有量は、ペーストの全質量を基準として、70～99質量%、又は80～90質量%であってよい。
- [0136] エポキシ基含有化合物は、分子内に1以上のエポキシ基を有する化合物を意味し、モノマー、並びにモノマーの重合化によって形成される構造単位を有するオリゴマー及びポリマーのいずれの形態であってもよい。エポキシ基含有化合物は、加熱処理によって硬化し、金属元素含有粉を結着するバインダ樹脂として機能することができる。エポキシ基含有化合物の一例として、一般的にエポキシ樹脂として知られる、分子内に2以上のエポキシ基を有するオリゴマー及びポリマーが挙げられる。エポキシ基含有化合物の他の例として、分子内に1以上のエポキシ基を有するが、重合化によって形成される構造単位を含まない化合物（以下、エポキシ化合物と称す）が挙げられる。このようなエポキシ化合物は、一般的に反応性希釈剤として知られている。エポキシ基含有化合物は、エポキシ樹脂、及びエポキシ化合物からなる群から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

[0137] エポキシ樹脂は、上述した樹脂組成物で配合されるものと同様のものを用いることができる。

よい。

[0138] エポキシ化合物の分子量は、100以上であってよく、150以上であってよく、200以上であってよい。分子量が100以上であるエポキシ化合物を使用した場合、適切な硬化条件を設定することで硬化剤と反応する前の揮発を抑制することができる。また、低分子量であることで反応後の架橋点間の距離が短く硬化物が割れやすくなる不具合の発生を低減できる。一方、エポキシ化合物の分子量は、700以下であってよく、500以下であってよく、300以下であってよい。分子量が700以下であるエポキシ化合物を使用した場合、希釈剤として適切な粘度を容易に得ることができる。

[0139] エポキシ化合物の分子量は、100～700、150～500、又は200～300であってもよい。このような範囲の分子量を有するエポキシ化合物を使用した場合、ペーストの粘度調整が容易となる。エポキシ化合物は、加熱時に揮発する有機溶剤等の成分とは異なり、加熱時に硬化して硬化物中に取り込まれる。そのため、エポキシ化合物を使用した場合、ペーストの粘度調整に寄与し、その一方で硬化物の特性低下を抑制することが可能である。

[0140] エポキシ化合物は、分子内にエポキシ基を1個、又は2個以上含んでよい。エポキシ化合物は、例えば、*n*-ブチルグリシジルエーテル、バーサティック酸グリシジルエーテル、スチレンオキサイド、エチルヘキシルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル、ブチルフェニルグリシジルエーテル、1,6-ヘキサジオールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、ジエチレングリコールジグリシジルエーテル、及びトリメチロールプロパントリグリシジルエーテルからなる群から選択される少なくとも1種であってよい。エポキシ化合物は、遊離Naイオン、及び遊離Clイオンといったイオン性不純物が500ppm以下であってもよい。

- [0141] エポキシ基含有化合物のエポキシ当量は、 $80\text{ g/eq} \sim 350\text{ g/eq}$ 、 $100\text{ g/eq} \sim 300\text{ g/eq}$ 、 $120\text{ g/eq} \sim 250\text{ g/eq}$ であってよい。エポキシ当量が上記範囲内である場合、エポキシ基含有化合物自体の粘度が低くなるため、ペーストの粘度を調整することが容易となる。
- [0142] エポキシ基含有化合物は、 25°C において液状であるエポキシ基含有化合物を含むことが好ましい。本明細書において「 25°C において液状である」とは、 25°C におけるエポキシ基含有化合物の粘度が、 $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることを意味する。上記粘度は、E型粘度計を用い、温度： 25°C 、コーンプレートタイプ：SPP、コーン角度： $1^{\circ}34'$ 、回転速度： 2.5 rpm の条件下で測定した値である。E型粘度計として、例えば、東機産業株式会社製のTV-33型粘度計を使用することができる。
- [0143] 25°C において液状のエポキシ基含有化合物を使用した場合、通常、流動性を得るために使用される有機溶剤等の揮発性成分の配合量を大幅に減らすことができる。一実施形態において、有機溶剤を含まないペーストを構成することもできる。また、ペーストとして適切な流動性を確保しながら、磁性粉の含有量を容易に高めることができる。これらの観点から、エポキシ基含有化合物の粘度は、 $100\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であってよい。
- [0144] 上記エポキシ基含有化合物のなかでもエポキシ化合物の粘度は、ペースト粘度を調整する観点から、液状エポキシ樹脂の粘度よりも低くてもよい。エポキシ化合物の粘度は、 $1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $0.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $0.1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であってよい。
- [0145] 25°C において液状のエポキシ基含有化合物は、 25°C において液状のエポキシ樹脂、及び 25°C において液状のエポキシ化合物からなる群から選択される少なくとも1種を含んでよい。 25°C において液状のエポキシ樹脂の含有量は、エポキシ基含有化合物の全質量を基準として、50質量%以上、70質量%以上、90質量%以上、又は100質量%であってもよい。
- [0146] 25°C において液状のエポキシ樹脂は、例えば、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AD型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、ナフタレンジオール型エポキシ樹脂、水添ビスフェノールA型エポキシ樹脂、及びアミノグリシジルエーテル型エポキシ樹脂から選ばれる少なくとも1種の液状エポキシ樹脂を含んでよい。

[0147] 25℃において液状のエポキシ基含有化合物は、市販品として入手することもできる。例えば、液状ビスフェノールA型エポキシ樹脂及び液状ビスフェノールF型エポキシ樹脂として、新日鐵化学株式会社から販売されている。例えば、液状ビスフェノールF型エポキシ樹脂として、製品名「YDF-8170C」（エポキシ当量165、粘度1,000~1,500 mPa・s）を用いることができる。エポキシ化合物として、株式会社ADEKA製のアデカグリシロール（製品名）のシリーズが挙げられる。例えば、製品名「アデカグリシロールED-503G」（エポキシ当量135、粘度15 mPa・s）を用いることができる。

[0148] ペーストは、上記エポキシ基含有化合物に加えて、他の樹脂をさらに含んでもよい。他の樹脂は、熱硬化性樹脂（エポキシ樹脂を除く）及び熱可塑性樹脂からなる群から選択される少なくとも1種を含んでよい。熱硬化性樹脂は、例えば、フェノール樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、及びポリアミドイミド樹脂からなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。エポキシ基含有化合物に加えてフェノール樹脂を使用した場合、フェノール樹脂は、エポキシ基含有化合物の硬化剤として機能することもできる。

[0149] 熱可塑性樹脂は、例えば、アクリル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、及びポリエチレンテレフタレートからなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。樹脂成分は、エポキシ基含有化合物に加えて、さらにシリコン樹脂を含んでもよい。

[0150] ペーストが、エポキシ基含有化合物以外の樹脂を含む場合、その他の樹脂の含有量は、エポキシ基含有化合物による効果を低減させない範囲で調整することが好ましい。例えば、その他の樹脂の含有量は、ペースト中の樹脂の

全質量を基準として、50質量%以下、30質量%以下、又は10質量%以下であってよい。エポキシ基含有化合物とその他の樹脂との混合物の粘度が、25℃において50Pa・s以下となる範囲で、配合量を調整することができる。上記粘度は、E型粘度計を用いて、温度：25℃、コーンプレートタイプ：SP P、コーン角度：1°34'、回転速度：2.5rpmの条件下で測定した値である。E型粘度計として、例えば、東機産業株式会社製のTV-33型粘度計を使用することができる。

[0151] 硬化剤としては、ペーストに適度な粘性を付与し、かつエポキシ基含有化合物のエポキシ基と反応し硬化物を形成することができる化合物を用いることができる。硬化剤は、エポキシ樹脂の硬化剤として一般的に使用される周知の硬化剤を用いることができる。硬化剤として、例えば、フェノール系硬化剤、酸無水物系硬化剤、及びアミン系硬化剤が挙げられる。

[0152] 硬化剤は、低温から室温の温度範囲でエポキシ樹脂を硬化させる硬化剤と、加熱に伴ってエポキシ樹脂を硬化させる加熱硬化型硬化剤とに分類される。低温から室温の温度範囲でエポキシ樹脂を硬化させる硬化剤としては、例えば、脂肪族ポリアミン、ポリアミノアミド、及びポリメルカプタンが挙げられる。加熱硬化型硬化剤としては、例えば、芳香族ポリアミン、酸無水物、フェノールノボラック樹脂、及びジシアンジアミド(DICY)が挙げられる。低温から室温の温度範囲でエポキシ樹脂を硬化させる硬化剤を用いた場合、エポキシ樹脂の硬化物のガラス転移点は低く、エポキシ樹脂の硬化物は軟らかい傾向がある。その結果、ペーストから形成された絶縁磁性層も軟らかくなる傾向がある。絶縁磁性層の耐熱性及び機械的強度を向上させる観点から、硬化剤は、加熱硬化型硬化剤を含むことが好ましい。

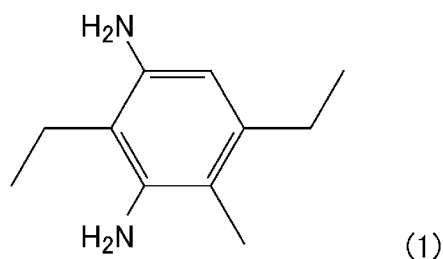
[0153] 加熱硬化型硬化剤のなかでも、ペーストの低粘度化の観点から、25℃において液状の硬化剤を使用することができる。液状の硬化剤としては、例えば、脂肪族ポリアミン、ポリメルカプタン、芳香族ポリアミン、及び酸無水物、及びイミダゾール系硬化剤からなる群から選択される少なくとも1種を使用することができる。ペーストの粘度上昇を抑えることができれば、25

℃において固形の硬化剤を使用してもよく、液状の硬化剤と固形の硬化剤とを併用してもよい。固形の硬化剤としては、例えば、ジシアンジアミド、三級アミン、イミダゾール系硬化剤、及びイミダゾリン系硬化剤を使用することができる。例示した固形の硬化剤は、多官能であるか、又は触媒的に作用するため、少量でも十分に機能することができる。

[0154] 硬化剤は、アミン系硬化剤、イミダゾール系硬化剤、及びイミダゾリン系硬化剤からなる群から選択される少なくとも1種を含んでいてもよい。硬化剤は、少なくともアミン系硬化剤を含むことができる。アミン系硬化剤（より具体的には第3級アミン）、イミダゾール系硬化剤、及びイミダゾリン系硬化剤は、他の硬化剤との組合せにおいて硬化促進剤として使用することもできる。

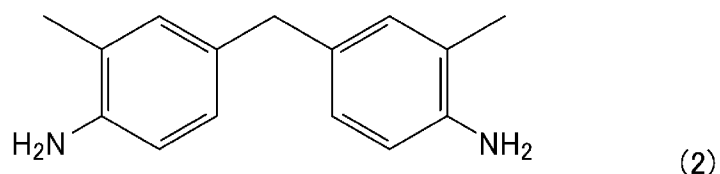
[0155] アミン系硬化剤は、分子内に少なくとも2つのアミノ基を有する化合物であってよい。アミン系硬化剤は、脂肪族アミン、及び芳香族アミンからなる群から選択される少なくとも1種を含む。脂肪族アミン化合物としては、例えば、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、*n*-プロピルアミン、2-ヒドロキシエチルアミノプロピルアミン、シクロヘキシルアミン、4, 4'-ジアミノ-ジシクロヘキシルメタンが挙げられる。芳香族アミン化合物としては、例えば、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、2-メチルアニリン、下式（1）で表されるアミン化合物、下式（2）で表されるアミン化合物が挙げられる。

[0156] [化1]



[0157]

[化2]



イミダゾール系硬化剤は、イミダゾール骨格を有する化合物であり、分子内の水素原子を置換基で置換したイミダゾール系化合物であってよい。イミダゾール系硬化剤は、アルキル基置換イミダゾール等のイミダゾール骨格を有する化合物であってよい。イミダゾール系硬化剤として、例えば、イミダゾール、2-メチルイミダゾール、2-エチルイミダゾール、及び2-イソプロピルイミダゾールが挙げられる。イミダゾール系硬化剤は、四国化成工業株式会社製の「キュアゾール2E4MZ」（2-エチル-4-メチルイミダゾール）などの市販品を使用することができる。

[0158] イミダゾリン系硬化剤は、イミダゾリン骨格を有する化合物であり、分子内の水素原子を置換基で置換したイミダゾリン系化合物であってよい。イミダゾリン系硬化剤は、アルキル基置換イミダゾリン等のイミダゾリン骨格を有する化合物であってよい。イミダゾリン系硬化剤として、例えば、イミダゾリン、2-メチルイミダゾリン、及び2-エチルイミダゾリンが挙げられる。

[0159] 25℃で液状のエポキシ樹脂との適合性及び保存安定性の観点から、硬化剤は芳香族アミンを含んでいてもよい。芳香族アミンの芳香環は、アミノ基以外の置換基を有していてもよい。例えば、炭素数1～5のアルキル基を有していてもよく、炭素数1又は3のアルキル基を有していてもよい。芳香族アミンにおける芳香環の数は、1つでも2つ以上であってもよい。芳香環の数が2以上である場合、芳香環同士は単結合で結合していても、アルキレン基等の連結基を介して結合していてもよい。

[0160] ペーストの粘度の観点から、硬化剤は液状の芳香族アミンを含むことが好

ましい。例えば、上記式（１）で表される化合物及び上記式（２）で表される化合物からなる群より選択される少なくとも１種を使用することができる。

[0161] 硬化剤として使用できる液状の芳香族アミンは、市販品として入手することもできる。例えば、三菱ケミカル株式会社製の製品名「グレード：JERキュアWA」、日本化薬株式会社製の製品名「カヤハードAA」が挙げられる。

[0162] ペーストにおける硬化剤の含有量は、エポキシ樹脂等のエポキシ基含有化合物のエポキシ基の当量数と、硬化剤における活性基の当量数との比率を考慮して設定することができる。例えば、エポキシ基含有化合物のエポキシ基１当量に対する硬化剤の比率は、０．５～１．５当量であってよく、０．９～１．４当量であってよく、１．０～１．２当量であってよい。

[0163] 硬化剤における活性基の上記比率が０．５当量以上である場合、加熱硬化後のエポキシ樹脂の単位重量当たりのOH量が少なくなり、エポキシ樹脂の硬化速度が低下することを抑制できる。また、得られる硬化物のガラス転移温度の低下、及び硬化物の弾性率の低下を抑制できる。さらに、バインダ樹脂中の未反応の樹脂成分によって硬化物の絶縁信頼性が低下することを抑制できる。一方、硬化剤中の活性基の比率が１．５当量以下である場合、ペーストから形成される加熱硬化後の絶縁磁性層の機械的強度の低下を抑制できる。また、未反応の硬化剤によって硬化物の絶縁性が低下することを抑制できる。

[0164] ペーストは、必要に応じて、さらに硬化促進剤を含んでもよい。ペーストは、磁性粉と、エポキシ基含有化合物と、硬化剤と、硬化促進剤とを含んでもよい。他の実施形態において、ペーストは、上記成分に加えて、例えば、カップリング剤及び難燃剤等の添加剤をさらに含んでもよい。

[0165] 硬化促進剤は、エポキシ樹脂と硬化剤との硬化反応を促進できる化合物であれば限定されない。硬化促進剤として、例えば、第３級アミン、イミダゾール系硬化促進剤、イミダゾリン系硬化促進剤、及びリン化合物が挙げられ

る。イミダゾール系硬化促進剤及びイミダゾリン系硬化促進剤として、イミダゾール系硬化剤及びイミダゾリン系硬化剤として先に例示した化合物を使用してもよい。液状の硬化剤のなかでも、液状の酸無水物を使用した場合は、硬化促進剤を併用することができる。ペーストは、1種又は2種以上の硬化促進剤を含んでよい。硬化促進剤を使用した場合、ペーストから形成された絶縁磁性層の機械的強度を向上させ、またペーストの硬化温度を容易に低下させることができる。

[0166] 硬化促進剤の配合量は、硬化促進効果が得られる量であればよく、特に限定されない。ただし、ペーストの吸湿時の硬化性及び流動性を改善する観点からは、硬化促進剤の配合量は、エポキシ樹脂及び硬化剤の合計100質量部に対して、0.001質量部以上であってよい。上記硬化促進剤の配合量は、0.01質量部以上であってよく、0.1質量部以上であってよい。一方、上記硬化促進剤の配合量は、5質量部以下であってよく、4質量部以下であってよく、3質量部以下であってよい。硬化促進剤の配合量を0.001質量部以上にした場合、十分な硬化促進効果を容易に得ることができる。硬化促進剤の配合量が5質量部以下である場合、ペーストにおいて優れた保存安定性を容易に得ることができる。

[0167] カップリング剤を使用した場合、ペースト中の磁性粉の分散性の向上、及びペースト粘度の制御が容易となる。また、バインダ樹脂と、磁性粉との密着性の向上が容易となる。さらに、ペーストから形成される絶縁磁性層の導体配線に対する密着性、可撓性、機械的強度の向上が容易となる。カップリング剤は、例えば、シラン系化合物（シランカップリング剤）、チタン系化合物、アルミニウム化合物（アルミニウムキレート類）、及びアルミニウム／ジルコニウム系化合物からなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。シランカップリング剤は、例えば、エポキシシラン、メルカプトシラン、アミノシラン、アルキルシラン、ウレイドシラン、酸無水物系シラン及びビニルシランからなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。また、シランカップリング剤は、アミノフェニル系のシランカップリング剤であつ

てもよい。ペーストは、上記カップリング剤の少なくとも1種を含んでよく、上記2種以上のカップリング剤を含んでもよい。

[0168] ペーストの環境安全性、リサイクル性、成形加工性及び低コストのために、ペーストは難燃剤を含んでよい。難燃剤は、例えば、臭素系難燃剤、リン系難燃剤、水和金属化合物系難燃剤、シリコン系難燃剤、窒素含有化合物、ヒンダードアミン化合物、有機金属化合物及び芳香族エンジニアリングプラスチックからなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。ペーストは、上記で例示した難燃剤の1種を含んでも、又は2種以上を含んでもよい。

[0169] ペーストは、必要に応じて有機溶剤を含んでもよい。有機溶剤は、特に限定されない。例えば、バインダ樹脂を溶解可能な有機溶剤を使用することができる。有機溶剤は、例えば、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ベンゼン、トルエン、カルビトールアセテート、ブチルカルビトールアセテート、シクロヘキサノン、及びキシレンからなる群より選ばれる少なくとも1種であってよい。作業性の観点から、有機溶剤は、常温（25℃）で液体であってもよい。作業性の観点から、有機溶剤の沸点は、50℃以上、160℃以下であってもよい。

[0170] ペーストが有機溶剤を含む場合、その含有量は、ペーストの全質量を基準として、5質量%以下、3質量%以下、又は1質量%以下であってもよい。ペーストは、実質的に有機溶剤を含まないものであってもよい。本明細書において「実質的に含まない」とは、ペーストに対して有機溶剤を意図的に添加していないことを意味する。そのため、ペーストは、例えば、樹脂の製造時に使用され、樹脂中に残存した有機溶剤を含んでいてもよい。

[0171] ペーストの粘度は、1 Pa・s以上、10 Pa・s以上、100 Pa・s以上であってよい。1 Pa・s以上の粘度に調整することで、塗布後の液ダレを抑制し、印刷後にパターン形状が崩れることを容易に防止することができる。また、ペースト中の磁性粉の沈降を抑止し、ペースト攪拌後の時間経過による塗布性の低下を容易に改善することができる。一方、ペーストの粘

度は、 $600\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $400\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下、 $200\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であってよい。粘度を $600\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下に調整することで、ペーストに流動性が生じ、良好な塗布性を容易に得ることができる。

[0172] ペーストをスクリーン印刷に適用する場合、ペーストの粘度は、 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}\sim 400\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、 $50\text{ Pa}\cdot\text{s}\sim 300\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、又は $100\text{ Pa}\cdot\text{s}\sim 250\text{ Pa}\cdot\text{s}$ であってよい。粘度を上記範囲に調整した場合、スクリーン印刷においては、版の開口部をペーストが透過しなくなる不具合の発生を抑制することができる。ペーストの粘度は、エポキシ基含有化合物の構造及び特性、硬化剤の構造及び特性、並びにこれらの組合せ及び配合比、さらに硬化促進剤及びカップリング剤等の添加剤の構造及び配合比等によって自在に調整することができる。ペーストは、粘度調整剤、チキソ性付与剤、及び分散安定剤等の添加剤を含んでもよい。

[0173] 以上の通り、実施形態を説明したが、上記実施形態は、例として提示したものであり、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上記実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の組み合わせ、省略、置き換え、変更などを行うことが可能である。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0174] 本国際出願は、2023年6月26日に出願した日本国特許出願第2023-104222号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第2023-104222号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

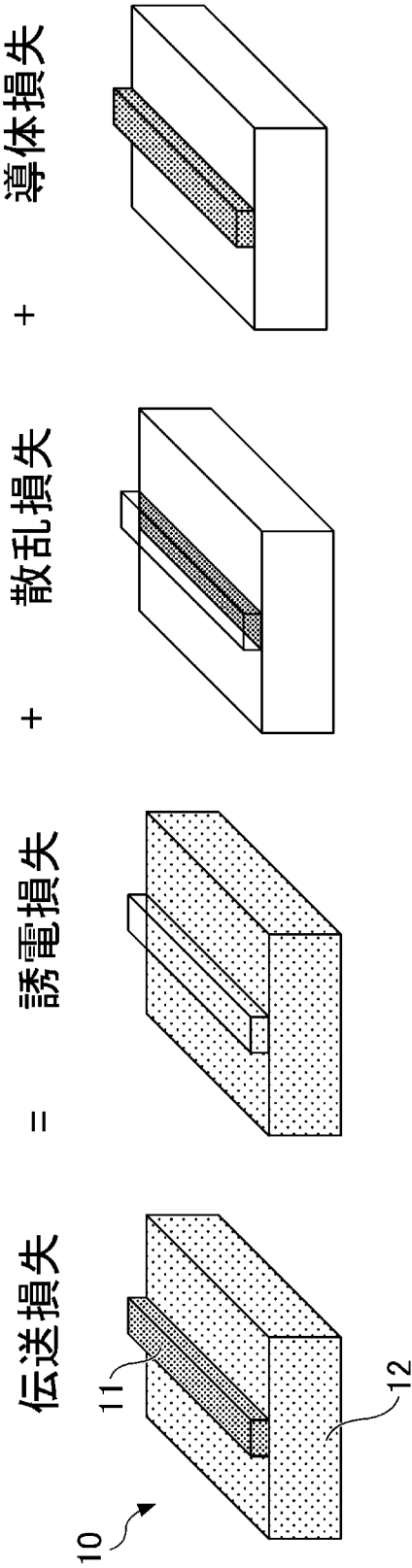
[0175] 10 配線基板
11 導体配線
12 基板
13 下面
14 上面

- 1 5 入力端
- 1 6 出力端
- 2 0 絶縁層
- 2 1 第 1 主面
- 2 2 第 2 主面
- 3 0 磁性層
- 4 0 絶縁層
- 5 0 導体層
- 1 0 1, 1 0 2 配線基板

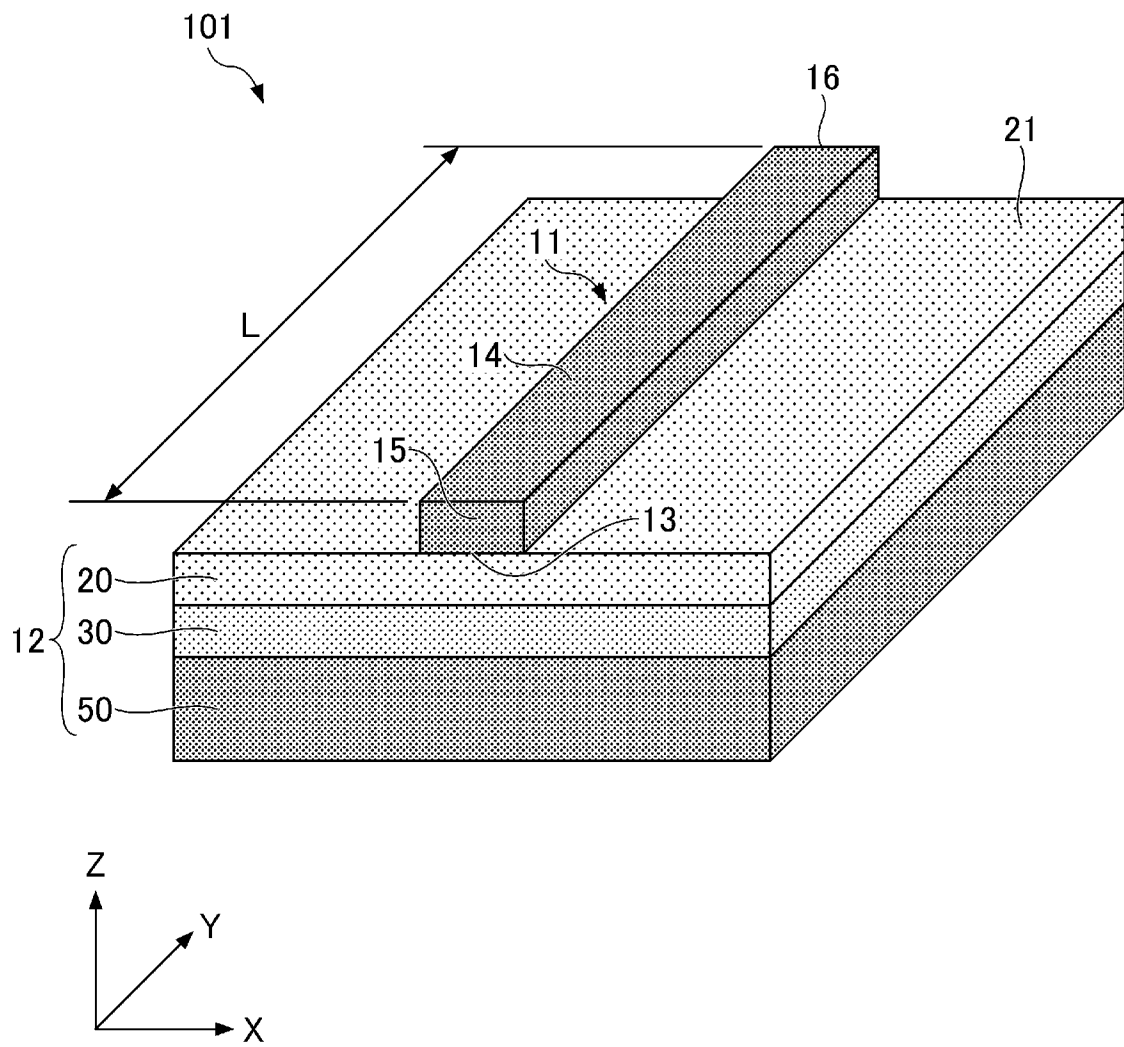
請求の範囲

- [請求項1] 導体配線と、
前記導体配線の表面が密着する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面とを有する絶縁層と、
前記絶縁層の前記第2主面側に位置する磁性層と、
前記磁性層に対して前記絶縁層とは反対側に位置する導体層と、を備え、
前記表面または前記第1主面は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $5.0\ \mu\text{m}$ 以下の算術平均粗さを有する、配線基板。
- [請求項2] 前記磁性層は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の厚さを有する、請求項1に記載の配線基板。
- [請求項3] 前記磁性層は、 30GHz 以上の周波数において、 1.5 以上の比透磁率を有する、請求項1又は2に記載の配線基板。
- [請求項4] 前記磁性層は、前記導体配線よりも幅広な部分を有する、請求項1から3のいずれか一項に記載の配線基板。
- [請求項5] 前記絶縁層は、前記磁性層の厚さと同じまたは前記磁性層の厚さよりも薄い部分を有する、請求項1から4のいずれか一項に記載の配線基板。
- [請求項6] 前記磁性層と前記導体層との間に第2絶縁層を備える、請求項1から5のいずれか一項に記載の配線基板。

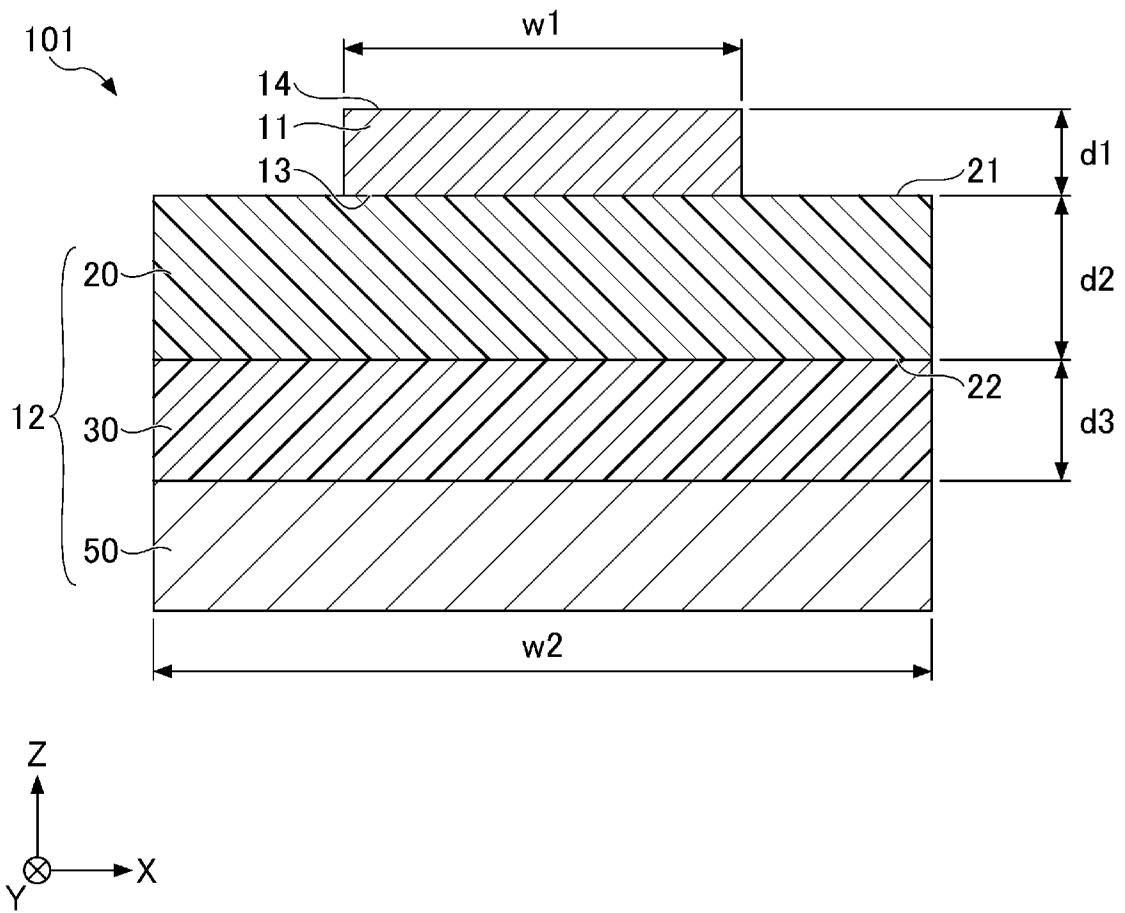
[図1]



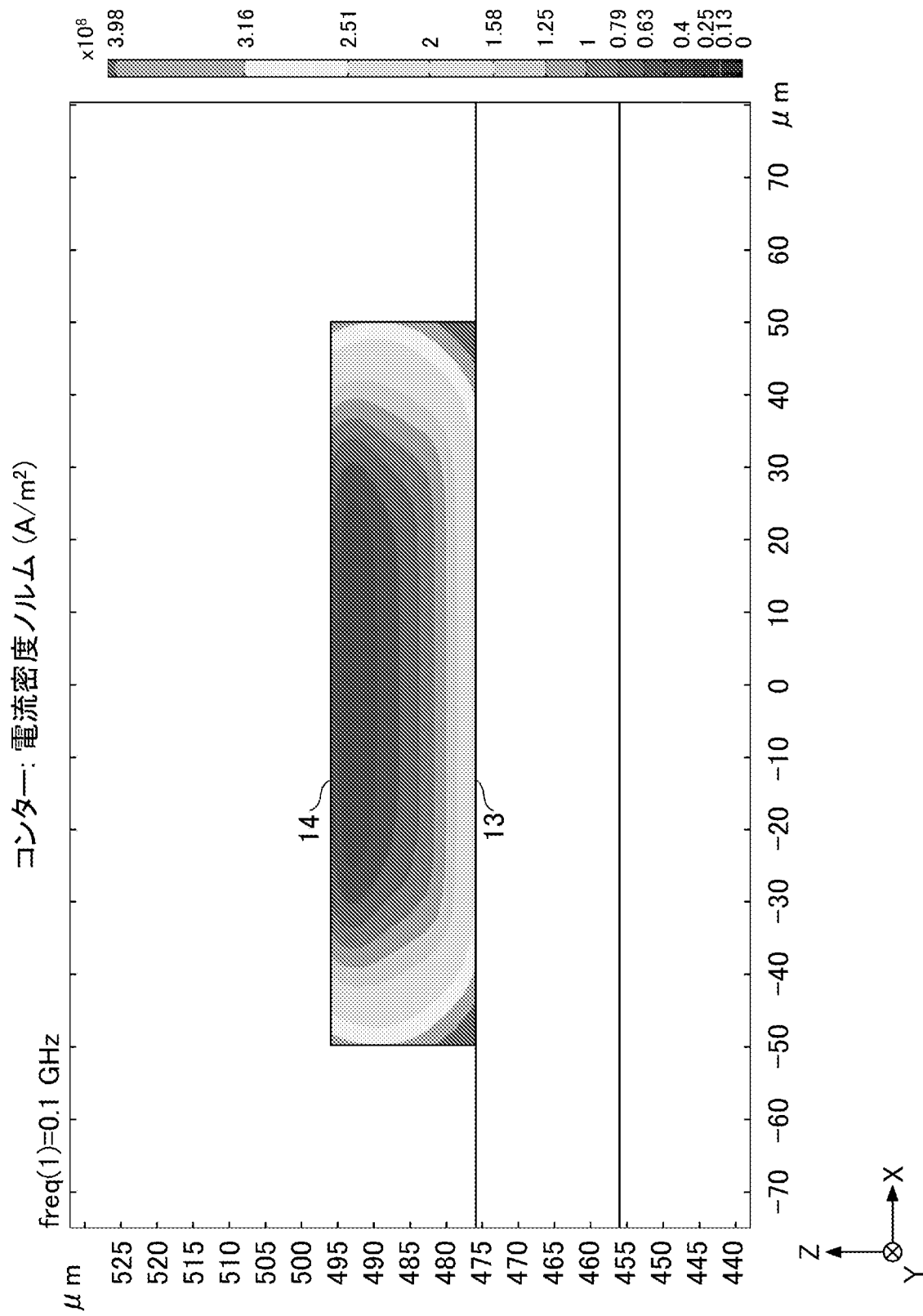
[図2]



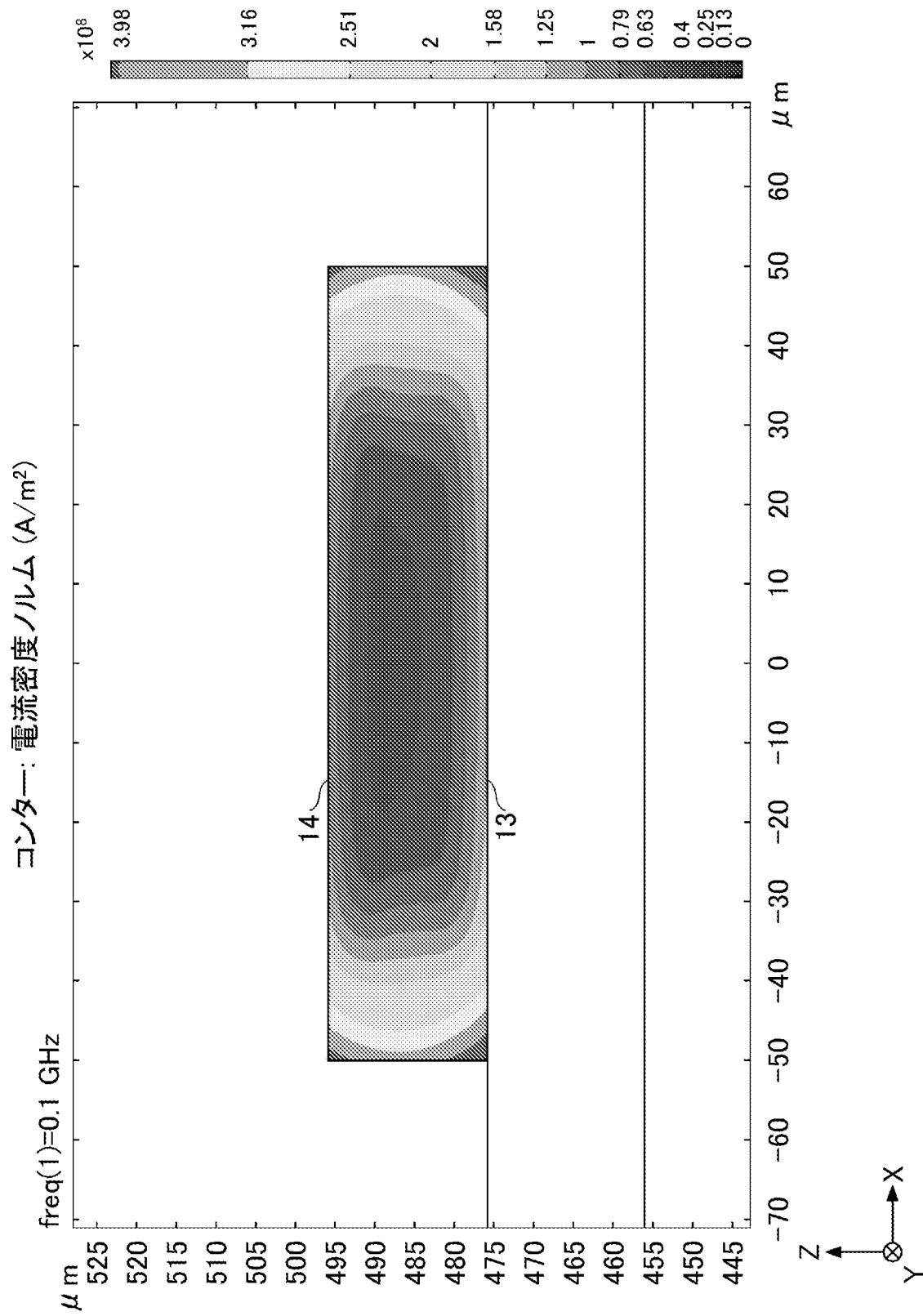
[図3]



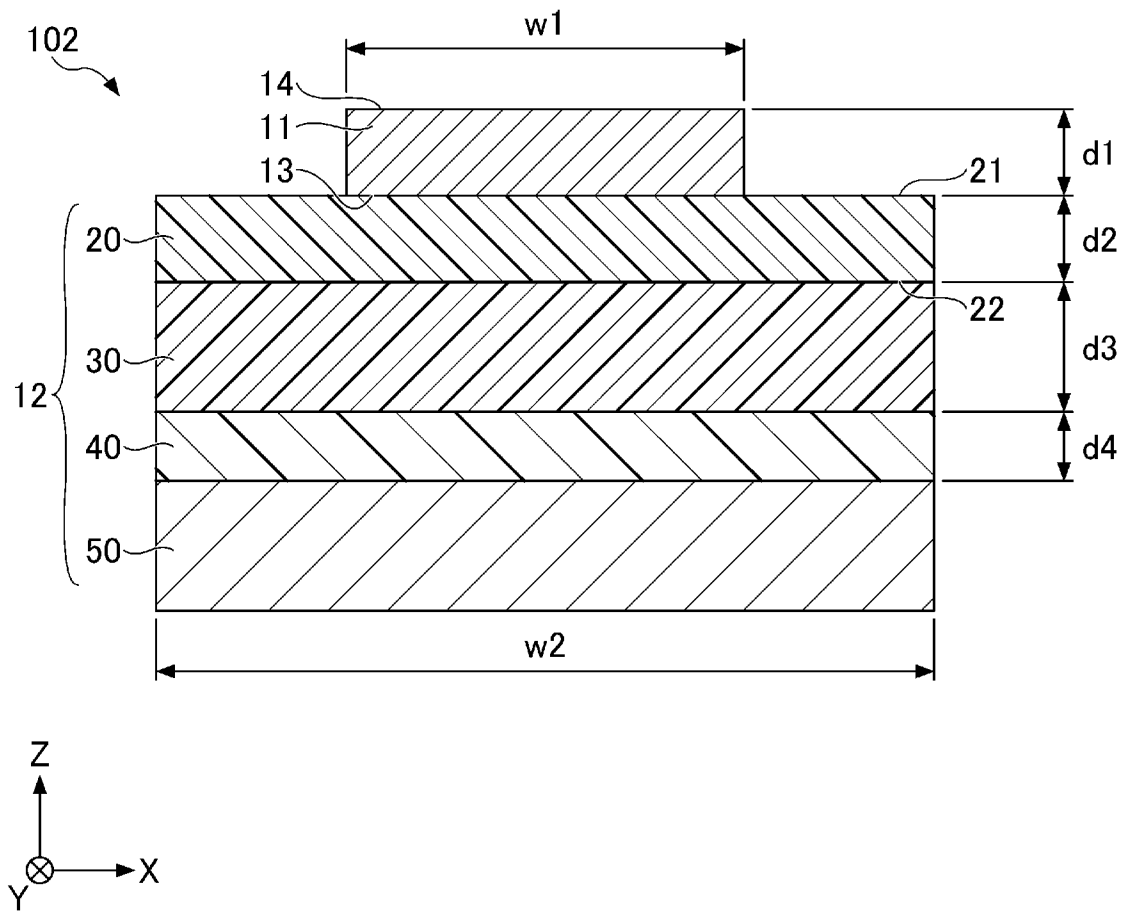
[図4]



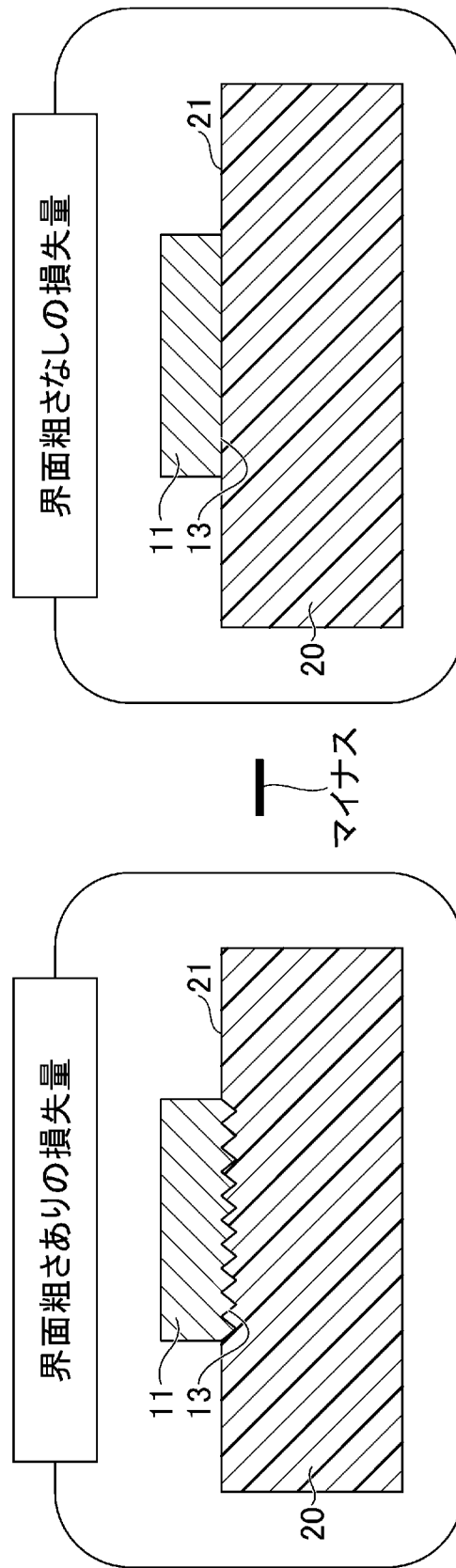
[図5]



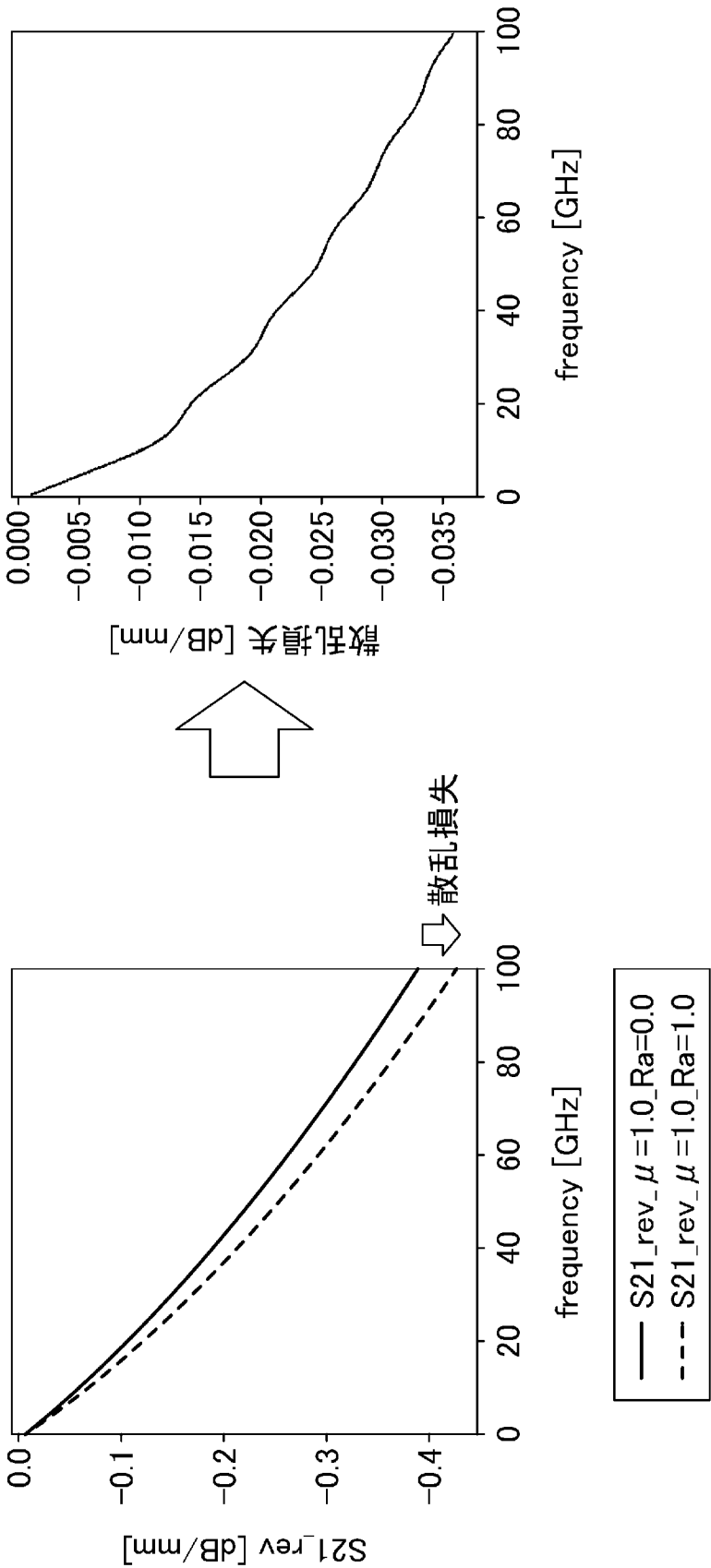
[図6]



[図7]



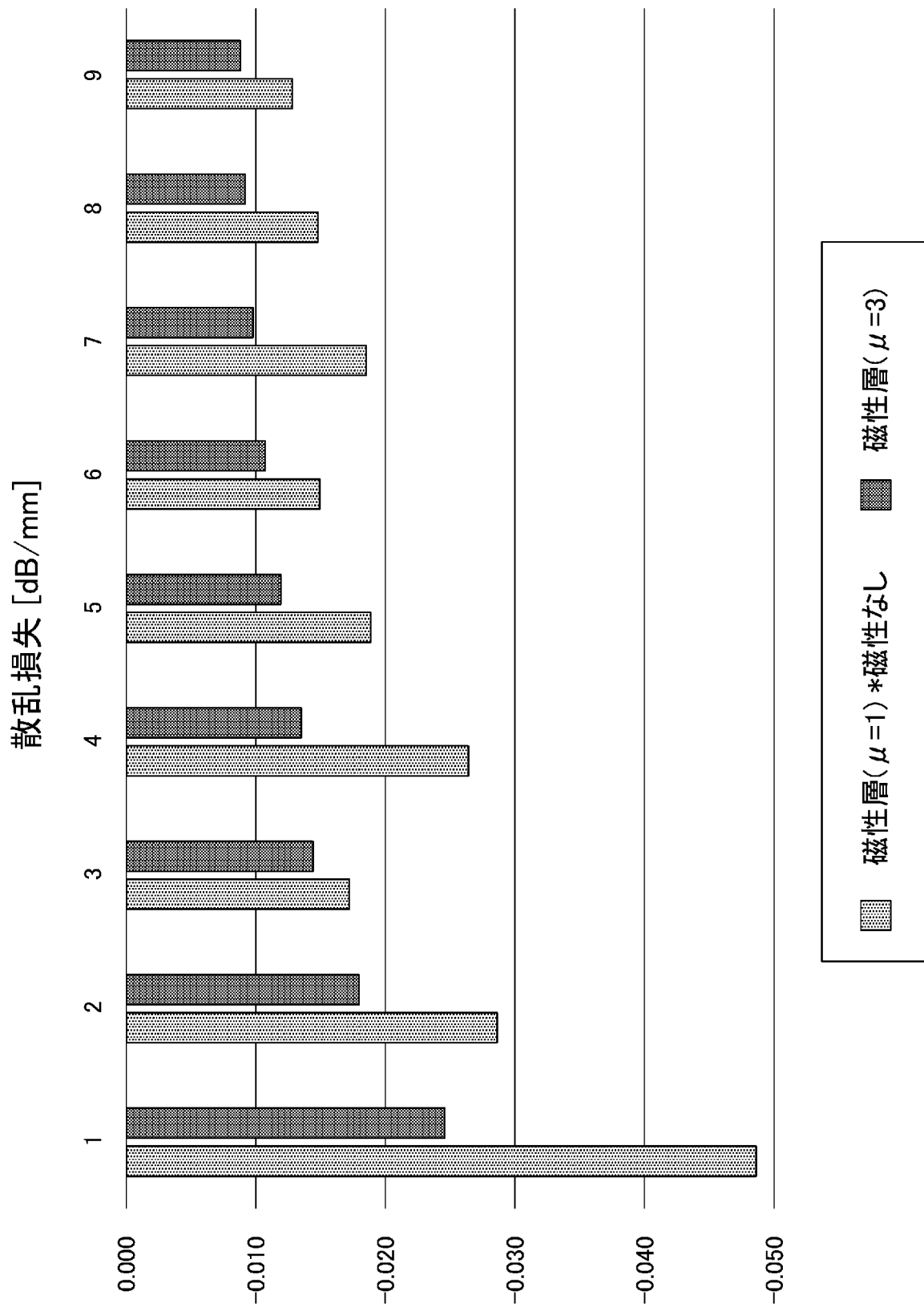
[図8]



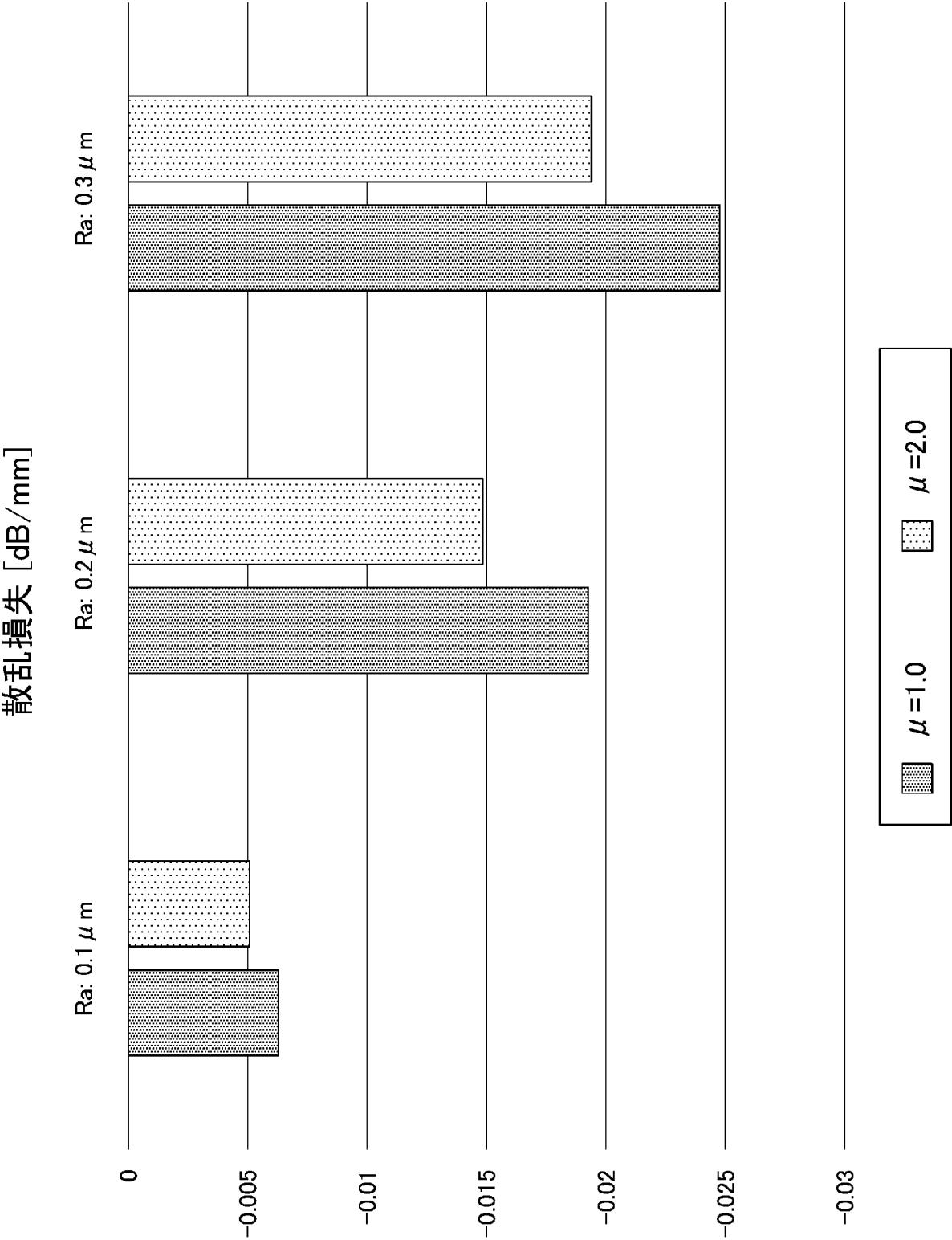
[図9]

パターン	絶縁層厚み [μm]	磁性層厚み [μm]	散乱損失 [dB/mm] 磁性なし: $\mu=1$	散乱損失 [dB/mm] 磁性: $\mu=3$	損失比
1	10	10	-0.049	-0.025	0.51
2	20	10	-0.029	-0.018	0.63
3	30	10	-0.017	-0.014	0.84
4	10	20	-0.026	-0.014	0.51
5	20	20	-0.019	-0.012	0.63
6	30	20	-0.015	-0.011	0.72
7	10	30	-0.019	-0.010	0.53
8	20	30	-0.015	-0.009	0.62
9	30	30	-0.013	-0.009	0.69

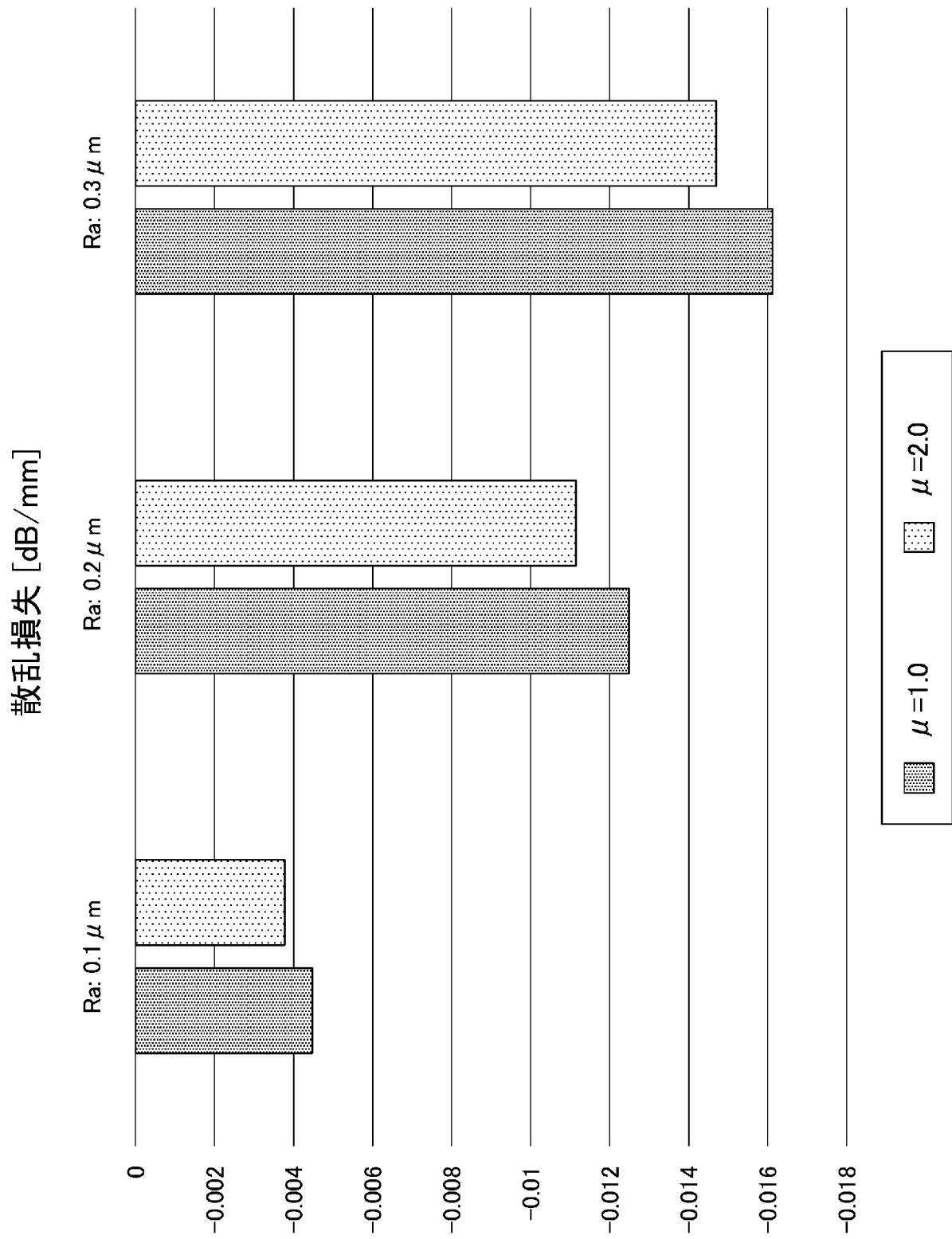
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H05K 3/38**(2006.01)i; **H05K 3/46**(2006.01)i

FI: H05K3/38 B; H05K3/46 K

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05K3/38; H05K3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-141295 A (AJINOMOTO CO., INC.) 16 September 2021 (2021-09-16) paragraphs [0082], [0086], [0130]-[0132], [0150], fig. 9-12	1, 2, 4, 5
A		3, 6
Y	JP 2019-029396 A (DENSO CORPORATION) 21 February 2019 (2019-02-21) paragraph [0016], fig. 2	1, 2, 4, 5
Y	WO 2019/102701 A1 (QUALTEC CO., LTD.) 31 May 2019 (2019-05-31) paragraphs [0020], [0025]-[0028], fig. 3	1, 2, 4, 5
A	JP 2010-083966 A (SEKISUI CHEMICAL CO., LTD.) 15 April 2010 (2010-04-15) entire text, all drawings	1-6
P, A	JP 2023-090331 A (AJINOMOTO CO., INC.) 29 June 2023 (2023-06-29) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2021-016006 A (AJINOMOTO CO., INC.) 12 February 2021 (2021-02-12) entire text, all drawings	1-6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 August 2024

Date of mailing of the international search report

13 August 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/021340

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-141295	A	16 September 2021	EP 3879542 A1 paragraphs [0082], [0086], [0130]-[0133], [0153], fig. 9-12 TW 202146582 A CN 113372685 A KR 10-2021-0113961 A	
JP	2019-029396	A	21 February 2019	DE 102018206740 A1	
WO	2019/102701	A1	31 May 2019	US 2020/288577 A1 paragraphs [0073], [0086]- [0095], fig. 3	
JP	2010-083966	A	15 April 2010	(Family: none)	
JP	2023-090331	A	29 June 2023	(Family: none)	
JP	2021-016006	A	12 February 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H05K 3/38(2006.01)i; H05K 3/46(2006.01)i
FI: H05K3/38 B; H05K3/46 K

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
H05K3/38; H05K3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1922 - 1996年

日本国公開実用新案公報

1971 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2021-141295 A（味の素株式会社）16.09.2021（2021 - 09 - 16） 段落 [0082]、[0086]、[0130] - [0132]、[0150]、[図9] - [図12]	1、2、4、5
A		3、6
Y	JP 2019-029396 A（株式会社デンソー）21.02.2019（2019 - 02 - 21） 段落 [0016]、[図2]	1、2、4、5
Y	WO 2019/102701 A1（株式会社クオルテック）31.05.2019（2019 - 05 - 31） 段落 [0020]、[0025] - [0028]、[図3]	1、2、4、5
A	JP 2010-083966 A（積水化学工業株式会社）15.04.2010（2010 - 04 - 15） 全文・全図	1 - 6
P, A	JP 2023-090331 A（味の素株式会社）29.06.2023（2023 - 06 - 29） 全文・全図	1 - 6
A	JP 2021-016006 A（味の素株式会社）12.02.2021（2021 - 02 - 12） 全文・全図	1 - 6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.08.2024

国際調査報告の発送日

13.08.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

片岡 弘之 3T 9521

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/021340

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-141295	A	16.09.2021	EP 3879542 A1 段落 [0082]、[0086]、[0130] – [0133]、[0153]、FIG. 9 – FIG. 12 TW 202146582 A CN 113372685 A KR 10-2021-0113961 A	
JP	2019-029396	A	21.02.2019	DE 102018206740 A1	
WO	2019/102701	A1	31.05.2019	US 2020/288577 A1 段落 [0073]、[0086] – [0095]、FIG. 3	
JP	2010-083966	A	15.04.2010	(ファミリーなし)	
JP	2023-090331	A	29.06.2023	(ファミリーなし)	
JP	2021-016006	A	12.02.2021	(ファミリーなし)	