(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
2023年5月19日(19.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/085187 A1

(51) 国際特許分類:
*G01L 3/10* (2006.01) *H01F 17/06* (2006.01)
*H01F 1/22* (2006.01) *H01F 41/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/041013

(22) 国際出願日： 2022年11月2日(02.11.2022)

(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：
PCT/JP2021/041569 2021年11月11日(11.11.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社レゾナック (**RESONAC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目１３番９号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 上田 翼 (**UETA Tsubasa**); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 昭和電工マテリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

小川 哲矢 (**OGAWA Tetsuya**); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 昭和電工マテリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 近藤 宏明 (**KONDO Hiroaki**); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 昭和電工マテリアルズ株式会社内 Tokyo (JP). 平良 有紗 (**TAIRA Arisa**); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 昭和電工マテリアルズ株式会社内 Tokyo (JP).

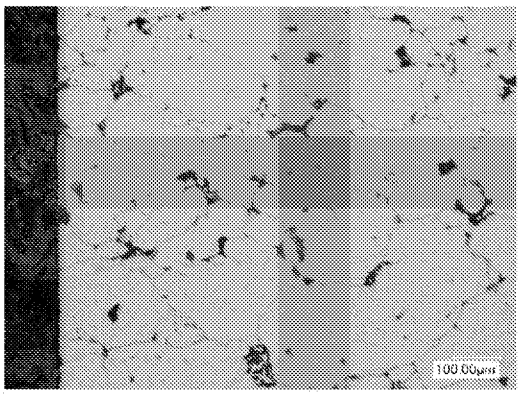
(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** MAGNETIC BODY AND MAGNETIC BODY PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称： 磁性体及び磁性体の製造方法

[図2]



(57) **Abstract:** The present invention pertains to a magnetic body that: includes a green compact that includes triiron tetraoxide and an iron-based powder that has an insulating film on at least part of the surface thereof; has a cylindrical shape; includes a region where an internal diameter magnetic path is formed on an inner diameter surface includes a surface covered in an iron oxide film that includes triiron tetraoxide; and is used for sensors used at operating frequencies of at least 100 kHz.

(57) 要約：本開示は、表面の少なくとも一部に絶縁被膜を有する鉄基粉末と、四酸化三鉄とを含む圧粉体を含み、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含み、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、磁性体に関する。

WO 2023/085187 A1

[続葉有]

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, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 磁性体及び磁性体の製造方法

## 技術分野

[0001]　本発明は、磁性体及び磁性体の製造方法に関する。

## 背景技術

[0002]　産業用機械及び自動車等のメカトロニクス分野において、高精度な制御を実現するためには、変位及びトルクの測定が重要である。測定技術として、磁歪効果を利用した磁歪式センサが知られており、磁歪式センサには強磁性体が組み込まれている。

[0003]　例えば、特許文献１には、トルクセンサ１が開示され、トルクセンサ１のセンサ部２は、コイル２１と、磁性体リング２２と、を備えている。トルクセンサ１のセンサ部２は、磁歪特性を有する磁歪式トルクセンサ用シャフト１０１の周囲に取り付けられている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１８－１１２４５１号公報

特許文献2：特開２０２０－１５０１３５号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005]　一般に、センサに用いられる磁性体は、コイルを巻線した樹脂ボビンと、樹脂モールドにより一体化される。例えば、センサを１００ｋＨｚ以上の高周波数帯で動作させる場合は、磁性体は高複素透磁率及び低鉄損であることが望まれる。そのため、磁性体の材料として、低鉄損である圧粉磁心又はフェライト磁心等が適用されている。磁性体の渦電流損失を抑えるためには、磁路断面積を小さくすることが有効である。リング状の磁性体の場合、厚さを少なくすることが考えられるが、薄くすると、磁性体には割れが発生しやすくなる。

[0006] 磁性体の強度を向上するために、例えば、水蒸気処理することが考えられるが、特許文献２の段落００３０に示されているように、水蒸気処理すると、粒子表面に電気伝導率の高い四酸化三鉄が形成され、また、四酸化三鉄を含む酸化被膜が形成される際に、粒子表面の酸化被膜にひび割れが発生する。その結果、１００ｋＨｚ以上の高い周波数の用途では、粒子内部の渦電流による鉄損失は高くなり、使用不可と言われている。

[0007] 本発明の目的は１００ｋＨｚ以上の動作周波数においても良好な磁気特性と、高い強度とを有する磁性体を提供することである。本発明の他の目的は、１００ｋＨｚ以上の動作周波数においても良好な磁気特性と、高い強度とを有する磁性体の製造方法を提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の実施形態によれば、水蒸気処理した後の圧粉体の内径面の磁路が形成される領域に四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含ませることにより、圧粉体全体の渦電流損失が抑えられ、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である磁性体の実現が可能となる。

[0009] 本発明の実施形態の例を以下に列挙する。本発明は以下の実施形態に限定されない。

一実施形態は、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末と、四酸化三鉄とを含む圧粉体を含み、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含み、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、磁性体に関する。

他の一実施形態は、磁性体の製造方法であって、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末を含有する原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ること、及び、前記圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理すること、を含み、前記磁性体は、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含み、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、磁性体の製造方法に関する。

## 発明の効果

[0010] 本発明によれば、良好な磁気特性と、高い強度とを有する磁性体が提供される。本発明によれば、良好な磁気特性と、高い強度とを有する磁性体の製造方法が提供される。

## 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図１は、磁性体の一例を示す模式図である。

[図2]図２は、実施例において製造した磁性体の断面の光学顕微鏡写真である。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の好適な実施形態を説明する。本発明は下記実施形態に限定されない。

[0013] 本明細書において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

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、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、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。

本明細書において、各成分には、該当する物質が複数種含まれていてもよい。組成物中に各成分に該当する物質が複数種存在する場合、各成分の含有率又は含有量は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の物質の合計の含有率又は含有量を意味する。

本明細書において「被膜」の語には、当該被膜が存在する領域を観察したときに、当該領域の全体に形成されている場合に加え、当該領域の一部にのみ形成されている場合も含まれる。

本明細書において「工程」の語には、独立した工程だけではなく、他の工程と明確に区別できない場合であっても所期の作用が達成されれば、その工程も含まれる。

[0014] ＜磁性体の製造方法＞

本発明の実施形態である磁性体の製造方法は、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末を含有する原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ること、及び、前記圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理すること、を含む。本発明の実施形態である磁性体の製造方法は、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサに使用するための磁性体（「センサ用磁性体」という場合がある。）の製造方法である。センサ用磁性体の製造方法は、任意の工程を更に含んでよい。

[0015] いくつかの実施形態において、磁性体は、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含んでよい。いくつかの実施形態において、磁性体は、円筒状の形状を有し、磁路が形成される領域の径方向の厚さが３ｍｍ以下であってよい。

[0016] ［成形工程］

センサ用磁性体の製造方法は、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末を含有する原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ることを含む（「成形工程」という場合がある。）。

[0017] （原料粉末）

原料粉末は、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末（単に「鉄基粉末」という場合がある。）を含有する。表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末は、鉄を含む金属粉末と、金属粉末の表面の少なくとも一部を被覆する絶縁被膜とを含む。絶縁被膜は、渦電流を抑制することができる。原料粉末は、鉄基粉末を、１種単独で含有しても、２種類以上を組み合わせて含有してもよい。

[0018] 金属粉末は、例えば、鉄の単体粉末、及び鉄を含む合金粉末からなる群より選ばれる少なくとも１種を含有してよい。金属粉末は、鉄の単体粉末、及び鉄を含む合金粉末からなる群より選ばれる少なくとも１種からなる粉末であってよい。鉄を含む合金は、固溶体、共晶、及び金属間化合物からなる群より選ばれる少なくとも１種を含んでよい。合金は、例えば、ステンレス鋼（Ｆｅ－Ｃｒ系合金、Ｆｅ－Ｎｉ－Ｃｒ系合金等）であってよい。金属粉末は、アモルファスであってよい。金属粉末は、複数種の金属元素を含んでよい。例えば、金属粉末は、鉄に加えて、卑金属元素、貴金属元素、遷移金属

元素、及び希土類元素からなる群より選ばれる少なくとも１種の元素を含んでよい。

[0019] 鉄を含む合金粉末は、例えば、鉄を主成分とした軟磁性合金であってよい。金属粉末中の鉄の含有量は、例えば、金属粉末の質量を基準として、５０質量％以上、７０質量％以上、又は９０質量％以上であってよい。金属粉末は、具体的には、Ｆｅ－Ｓｉ合金粉末、Ｆｅ－Ｓｉ－Ａｌ系合金粉末、Ｆｅ－Ｎｉ系合金粉末、Ｆｅ－Ｃｕ－Ｎｉ系合金粉末、Ｆｅ－Ｃｏ系合金粉末、Ｆｅ－Ｃｒ－Ｓｉ系合金粉末、鉄系アモルファス合金粉末等からなる群より選ばれる少なくとも１種を含んでよい。後ほど形成される内径面の酸化鉄膜を保つ観点から、寸法安定性の高い材料である純鉄が好ましい。

[0020] 金属粉末に含まれる個々の金属粒子の形状は、特に限定されない。個々の金属粒子は、例えば、扁平、球状、又は針状である。

[0021] 鉄基粉末の平均粒径は、例えば、６０μｍ以上２５０μｍ以下である。金属粉末の平均粒径は、金属粉－乾式ふるい分けによる粒度試験方法（ＩＳＯ４４９７：２０２０）に従い測定できる。鉄基粉末の平均粒径が６０μｍ以上であると、磁性体の十分な強度を確保できる傾向がある。平均粒径は、８０μｍ以上、又は、１００μｍ以上であってよい。鉄基粉末の平均粒径が２５０μｍ以下であると、高い密度を有し、良好な磁気特性を示す磁性体が得られやすい。平均粒径は、２２０μｍ以下、又は、２００μｍ以下であってよい。鉄基粉末の平均粒径は、例えば、８０～２２０μｍ、又は、１００～２００μｍであってよい。

[0022] 絶縁被膜は、無機化合物被膜及び有機化合物被膜からなる群から選択される少なくとも１種の被膜を含んでよい。絶縁被膜は、単層の被膜であっても、又は、複数の層を含む被膜であってもよい。無機化合物被膜は、リン酸アルミニウム、リン酸亜鉛、リン酸鉄、リン酸マンガン、リン酸カルシウム等のリン酸塩；ホウ酸リチウム、ホウ酸マグネシウム、ホウ酸カルシウム等のホウ酸塩；ケイ酸アルミニウム、ケイ酸カリウム、ケイ酸カルシウム等のケイ酸塩；炭酸リチウム、炭酸ナトリウム、炭酸アルミニウム、炭酸カルシウ

ム、炭酸バリウム等の炭酸塩；及び酸化ケイ素、酸化タングステン等の酸化物からなる群から選択される少なくとも１種を含有する。有機化合物被膜は、例えば、シリコーン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、及び脂肪酸からなる群から選択される少なくとも１種を含有する。

[0023] 絶縁被膜は、良好な磁気特性と高い強度とを両立する観点から、リン酸塩を含有する被膜であることが好ましい。絶縁被膜は、金属粉末に含まれる個々の金属粒子の表面の一部に形成されていても、又は、表面の全てに形成されていてもよい。すなわち、鉄基粉末は、表面の少なくとも一部、又は、表面の全部に絶縁被膜を有する。

[0024] 原料粉末は、鉄基粉末のほかに、任意の粉末を含んでいてもよい。任意の粉末として、例えば、絶縁被膜を有していない軟磁性粉末；クロム、銅等を主成分とする金属粉末、合金粉末及び金属酸化物；及び、粉末潤滑剤、乾式シリカの微粒子等の流動度改善剤などの添加剤が挙げられる。なかでも、成形後の抜き出し圧力の低減を図るため、粉末潤滑剤を含有することが好ましい。

[0025] 粉末潤滑剤としては、例えば、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の金属石鹸；ステアリン酸アミド、ステアリン酸ビスアミド、エチレンビスステアリン酸アミド等のアミド系潤滑剤などが挙げられる。脱脂性が良好であることから、粉末潤滑剤としては、分子量が小さい化合物を用いることが好ましい。粉末潤滑剤は、１種を単独で用いても、２種類以上を組み合わせて用いてもよい。

[0026] 原料粉末における粉末潤滑剤の含有量は、使用による十分な効果を得る観点から、鉄基粉末の質量を基準とし、０．１質量％以上が好ましく、０．２質量％以上がより好ましく、０．３質量％以上が更に好ましい。粉末潤滑剤の含有量は、十分な磁気特性を得る観点から、鉄基粉末の質量を基準とし、３質量％以下が好ましく、２質量％以下がより好ましく、１質量％以下が更に好ましく、０．５質量％以下が特に好ましい。粉末潤滑剤の含有量は、例

えば、０．１～２質量％、０．２～１質量％、又は０．３～０．５質量％であってよい。

[0027]（圧縮成形）

圧縮成形により、原料粉末を成形し、圧粉体を得る。例えば、原料粉末は、上下パンチにより圧縮される。成形時には、金型に金型潤滑剤を塗布し、金型潤滑成形を行ってもよい。圧粉体の形状は、例えば、円筒状であり、円筒状の形状は、中空であってよい。

[0028] 成形圧力は、圧粉体を高い精度で得る、良好な磁気特性を得る等の観点から、例えば、４００ＭＰａ以上、５００ＭＰａ以上、又は６００ＭＰａ以上である。成形圧力は、金型の耐久性等の観点から、例えば、１，０００ＭＰａ以下、９００ＭＰａ以下、又は８００ＭＰａ以下である。成形圧力は、例えば、４００～１，０００ＭＰａ、５００～９００ＭＰａ、又は６００～８００ＭＰａであってよい。

[0029] 成形の際に、金型を加熱し、又は、原料粉末と金型とを加熱し、温間成形を行ってもよい。加熱の温度は、例えば、８０～１４０℃である。

[0030]（圧粉体の密度）

圧粉体の密度は、良好な磁気特性を得る等の観点から、例えば、６．５ｇ／ｃｍ$^3$以上、６．８ｇ／ｃｍ$^3$以上、又は７．２ｇ／ｃｍ$^3$以上である。圧粉体の密度は、例えば、７．８ｇ／ｃｍ$^3$以下、７．６ｇ／ｃｍ$^3$以下、又は７．４ｇ／ｃｍ$^3$以下である。圧粉体の密度が７．２ｇ／ｃｍ$^3$以上であると、水蒸気処理段階で、圧粉体内部に水蒸気が浸透せず表面に酸化鉄膜が形成されやすくなる。圧粉体全体としての渦電流損失が抑えられる。圧粉体の密度は、超硬合金用を除く金属粉末－一軸圧縮性の測定方法（ＩＳＯ　３９２７：２００１）に従い測定することができる。圧粉体の密度は、例えば、６．５～７．８ｇ／ｃｍ$^3$、６．８～７．６ｇ／ｃｍ$^3$、又は７．２～７．４ｇ／ｃｍ$^3$であってよい。

[0031] ［水蒸気処理工程］

センサ用磁性体の製造方法は、圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理するこ

とを含む（「水蒸気処理工程」という場合がある。）。

[0032] 圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理することにより、圧粉体に含まれる鉄基粉末の表面の少なくとも一部に四酸化三鉄（$Fe_3O_4$）が生成する。四酸化三鉄は、通常、水蒸気に曝される鉄基粉末の表面に生成する。鉄基粉末に含まれる個々の鉄基粒子が密着していることによって、鉄基粉末には、水蒸気に曝されない表面も含まれ得る。水蒸気に曝されない鉄基粉末の表面には、通常、四酸化三鉄は生成しない。

[0033] 熱処理の温度は、例えば、３００～６００℃である。熱処理の時間は、例えば、５～６０分間である。水蒸気雰囲気中の熱処理は、圧粉体を高温の水蒸気に曝すことであってよい。水蒸気に曝す方法として、圧粉体に水蒸気を噴射する方法が挙げられる。水蒸気は圧粉体の表面から内部の気孔に浸透し、圧粉体の表面及び鉄基粉末と気孔の界面部分に四酸化三鉄が生成する。水蒸気の温度は、例えば、３００～６００℃である。水蒸気に曝す時間は、例えば、５～６０分間である。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜を圧粉体の表面に集中して生成させる観点から、例えば、５００℃以上の高温で３０分間以下の短時間で処理することが好ましい。

[0034] 水蒸気雰囲気中の熱処理には、加圧式の炉又は常圧式の炉を使用できる。具体的には、高気圧が維持できるポット型炉、メッシュベルト炉等のベルト炉などが挙げられる。

[0035] 圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理することによって得られる磁性体は、高い強度を有する。鉄基粉末の酸化によって生成した四酸化三鉄が磁性体の強度を高めていると考えられる。高い強度を有する磁性体は、樹脂モールド時の圧力に耐えることができ、モールド時に割れが発生することを防止できる。

[0036] 圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理することによって得られる磁性体は、磁性体の表面が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われる。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さは、圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理するときの雰囲気、温度、時間等の条件を変化させることによって調節することができる。

[0037] ［任意の工程］

センサ用磁性体の製造方法が有してもよい任意の工程として、原料粉末を用意すること、圧粉体を熱処理すること（熱処理工程）、圧粉体を所望の形状に切削すること（切削工程）等が挙げられる。

[0038] （熱処理工程）

熱処理工程では、圧粉体に熱を加え、用途に応じて圧粉体に所望の性質を付与する。熱処理によって、例えば、強さ、硬さ、耐衝撃性等の性質を向上させることができる。ここでの熱処理は、圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理することを含まない。

[0039] 熱処理を行う雰囲気は、大気でもよいが、圧粉体が酸化しにくいガス雰囲気が好ましい。例えば、窒素ガス等の非酸化性ガス、分解アンモニアガス等の還元性ガス、浸炭性ガス（例えば、カーボンポテンシャルが０．１～１．２％の範囲内の水素、窒素、一酸化炭素の混合ガス）等から選択することができる。熱処理の温度は、例えば、３００～６００℃である。熱処理の時間は、例えば、５～６０分間である。

[0040] 好ましい実施形態において、磁性体の製造方法は、成形工程と水蒸気処理工程との間に熱処理工程を含む。磁性体の製造方法は、原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ること；圧粉体を、熱処理すること；及び、圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理すること、を含んでよい。

[0041] （切削工程）

切削工程では、圧粉体を所望の形状に切削加工する。例えば、切削加工は、旋削加工、転削加工、又はこれらの両方であってよい。切削工具の材料として、サーメット、セラミックス、超硬合金、高速度工具鋼、ダイヤモンド焼結体、ｃＢＮ焼結体等が挙げられる。切削工程では、例えば、円筒状圧粉体の外周面、又は、底面を加工することが好ましい。

[0042] 後述するように、磁性体は、表面に型出しされた面を含んでよい。表面に型出しされた面を含む磁性体を得るために、磁性体の製造方法は、圧粉体を切削することを含まないか、又は、圧粉体の表面の一部のみを切削すること

を含んでよい。圧粉体が円筒状である場合、例えば、表面の一部は、円筒状の圧粉体の外周面であってよい。

[0043] 後述するように、磁性体は、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含んでよい。内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含む磁性体を得るために、磁性体の製造方法は、圧粉体を切削することを含まないか、又は、圧粉体の表面の一部のみを切削することを含んでよい。圧粉体が円筒状である場合、例えば、表面の一部は、円筒状の圧粉体の外周面であってよい。

[0044] ［磁性体］

センサ用磁性体の製造方法により得られる磁性体は、水蒸気雰囲気中で熱処理された圧粉体を含む。磁性体は、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサに使用される。後述する本発明の実施形態であるセンサ用磁性体の説明を、センサ用磁性体の製造方法により得られる磁性体にも適用することができる。

[0045] ＜センサ用磁性体＞

本発明の実施形態である磁性体は、表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末と、四酸化三鉄（$Fe_3O_4$）とを含む圧粉体を含む。センサ用磁性体は、任意の成分を更に含有してよい。上述の鉄基粉末、圧粉体、磁性体等に関する説明は、この実施形態の磁性体にも適用され得る。

[0046] 圧粉体が四酸化三鉄を含むことは、例えば、Ｘ線光電分光法（ＸＰＳ）を用いて確認することができる。Ｘ線光電分光法（ＸＰＳ）で分析して得られるスペクトルにおいて、結合エネルギー７１１ｅＶと７０８ｅＶの間にピークが生じていれば、圧粉体が四酸化三鉄を含むといえる。

[0047] 本発明の実施形態である磁性体は、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサに使用するための磁性体である。動作周波数は、２００ｋＨｚ以上であってよい。動作周波数の上限は特に限定されないが、例えば、１ＭＨｚ以下である。センサは、磁歪式トルクセンサであってよい。

[0048] 磁性体の形状は、例えば、円筒状であり、円筒状の形状は、中空であってよい。図１は、磁性体の一例を示す模式図である。（ａ）は正面模式図、（ｂ）は（ａ）に示す磁性体のＡ－Ａ断面における断面模式図である。図（ｂ）中、ｔは、磁路が形成される領域の径方向の厚さを表す。図１に示す磁性体は、コイルが巻線された樹脂ボビンの外側に配置され、樹脂ボビンと共にトルクセンサ用のシャフトの周囲に取り付けられた状態で使用される。

[0049] 磁性体の磁路が形成される領域の径方向の厚さは、例えば、８ｍｍ以下、又は５ｍｍ以下である。磁路が形成される領域の径方向の厚さが薄いほど、渦電流損を抑制できる傾向がある。良好な磁気特性を得る観点から、磁路が形成される領域の径方向の厚さは、３ｍｍ以下であることが好ましい。強度の観点から、磁路が形成される領域の径方向の厚さは、例えば、１ｍｍ以上である。

[0050] 磁性体は、表面の少なくとも一部が、型出しされた面であってよい。好ましくは、磁性体の内径面の磁路が形成される領域が、型出しされた面を含む。本明細書において、磁路が形成される領域は、磁性体がセンサに組み込まれて使用されるときに、トルクが負荷される磁歪材（例えば、シャフト）と磁性体とにより磁路が形成される領域であってよい。本明細書において、内径面の磁路が形成される領域は、磁性体の内径面のうちの、磁路が形成される領域に該当する部分をいう。

[0051] 型出しされた面は、圧縮成形して金型から押し出された後に、切削加工等の加工が施されていない面をいう。内径面の磁路が形成される領域が型出しされた面である場合、渦電流損を抑制できる傾向がある。

[0052] 水蒸気処理される前の圧粉体では、圧粉体の表面に絶縁被膜が存在するか否かによって、圧粉体が型出しされた面を有するかどうかを確認できる。絶縁被膜が存在するか否かは、例えば、圧粉体の表面の比抵抗を計測することによって判断できる。型出しされた面の比抵抗は大きく、切削加工等の加工が施された面の比抵抗は、鉄基粉末と同程度になる傾向がある。圧粉体を水蒸気処理した後に得られる磁性体では、磁性体の表面に四酸化三鉄が存在す

るか否かによって、磁性体が型出しされた面を有するかどうかを確認できる。四酸化三鉄が存在するか否かは、例えば、目視観察することで判断できる。四酸化三鉄が存在すると、磁性体の表面は濃い灰色又は黒色を呈する。

[0053] 磁性体は、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含んでよい。磁性体が、内径面の磁路が形成される領域に四酸化三鉄を含む酸化鉄膜を有する場合、渦電流損を抑制できる傾向がある。内径面の磁路が形成される領域の面積に対する四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積の比率は、１００％が最も好ましいが、用途に応じて例えば９０％以上、又は、９５％以上であってよい。内径面の磁路が形成される領域の面積に対する四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積の比率は、例えば、切削加工等が施されていない面の面積と切削加工等が施された面の面積とから算出することが可能である。

[0054] 四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さは、例えば、１μｍ以下である。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さは、ＳＥＭ写真を撮り、適宜拡大して測定できる。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが２μｍ以下であると、渦電流損を抑制できる傾向がある。厚さは、３μｍ以下、又は、５μｍ以下であってよい。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが０．１μｍ以上であると、高い密度を有し、良好な磁気特性が得られやすい。四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さは、例えば、０．１～５μｍ、０．１～３μｍ、又は０．１～１μｍであってよい。

[0055] 圧粉体を水蒸気雰囲気中で熱処理すると、鉄基粉末の表面に電気伝導率の高い四酸化三鉄が形成され、また、鉄基粉末の表面の絶縁被膜にひび割れが発生することがあるために、従来は、得られる磁性体を１００ｋＨｚ以上の高い動作周波数で用いた場合、渦電流による鉄損失が高くなると考えられていた。本発明のいくつかの実施形態によれば、磁性体が内径面の磁路が形成される領域が四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含むことによって渦電流を抑えることができ、磁性体を１００ｋＨｚ以上の高い動作周波数で用いることが可能である。

[0056] センサ用磁性体は、例えば、上記実施形態のセンサ用磁性体の製造方法により製造することができる。

[0057] ＜実施形態の例＞

本発明の実施形態の好ましい例を以下に挙げる。本発明の実施形態は以下の例に限定されない。

[0058] （１）表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末と、四酸化三鉄とを含む圧粉体を含み、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、磁性体。

（２）円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含む、上記（１）に記載の磁性体。

（３）前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積が、内径面の磁路が形成される領域の面積の９０％以上である、上記（２）に記載の磁性体。

（４）前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが、５μｍ以下である、上記（２）又は（３）に記載の磁性体。

（５）円筒状の形状を有し、磁路が形成される領域の径方向の厚さが３ｍｍ以下である、上記（１）～（４）のいずれかに記載の磁性体。

（６）円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、型出しされた面を含む、上記（１）～（５）のいずれかに記載の磁性体。

（７）前記センサが、磁歪式トルクセンサである、上記（１）～（６）のいずれかに記載の磁性体。

[0059] （８）磁性体の製造方法であって、

表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末を含有する原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ること、及び、

前記圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理すること、

を含む、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用の磁性体の製造方法。

（９）前記磁性体が、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含む、上記（８）に記載の磁性体の製造方法。

（１０）前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積が、内径面の磁路が形成される領域の面積の９０％以上である、上記（９）に記載の磁性体の製造方法。

（１１）前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが、５μｍ以下である、上記（９）又は（１０）に記載の磁性体の製造方法。

（１２）前記磁性体が、円筒状の形状を有し、磁路が形成される領域の径方向の厚さが、３ｍｍ以下である、上記（８）～（１１）のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

（１３）円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、型出しされた面を含む、上記（８）～（１２）のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

（１４）前記センサが、磁歪式トルクセンサである、上記（８）～（１３）のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

[0060] 本願の開示は、２０２１年１１月１１日に出願されたＰＣＴ／ＪＰ２０２１／０４１５６９号に記載の主題と関連しており、その全ての開示内容は参照によりここに援用される。

## 実施例

[0061] 以下の実施例及び比較例により、本発明の実施形態を詳細に説明する。本発明は以下の実施例によって限定されるものではない。

[0062] ［実施例１：強度の評価］

表面に絶縁被膜としてリン酸塩被膜を有する純鉄粉末と、粉末潤滑剤（「Ｌｕｂｅ　３Ｐ」）とを含有する圧粉磁心材（ヘガネスＡＢ社製「Ｓｏｍａｌｏｙ　７００　３Ｐ」、粉末潤滑剤の含有量：リン酸塩被膜を有する純鉄粉末に対して約０．３～０．４質量%）を用意した。リン酸塩被膜を有する純鉄粉（球状）の平均粒径は１５０μｍであった。平均粒径は、金属粉－乾式ふるい分けによる粒度試験方法（ＩＳＯ　４４９７：２０２０）に従い測定した。

[0063] 油圧プレス機を用いて圧粉磁心材を圧縮成形し、直方体状の圧粉体を得た

。成形圧力は６８６ＭＰａ、圧粉体の密度は７．４ｇ／ｃｍ$^3$であった。直方体状の圧粉体の短辺は１２ｍｍであり、長辺は３４ｍｍであり、厚さは５ｍｍであった。ベルト炉を使用し、圧粉体を窒素雰囲気中において５００℃で３０分間にわたり加熱することで、磁性体である試料番号０１の圧粉磁心を得た。また、ベルト炉を使用し、圧粉体を窒素雰囲気中において５００℃で３０分間にわたり加熱後、水蒸気雰囲気中において５３０℃で２０分間にわたり加熱することで、試料番号０２の圧粉磁心を得た。ＸＰＳにより圧粉磁心の表面を評価し、試料番号０１の圧粉磁心は四酸化三鉄を含まず、試料番号０２の圧粉磁心は四酸化三鉄を含むことを確認した。具体的には、ＸＰＳ装置を用いて圧粉磁心の表面に含まれる主な元素である鉄に関するピークを測定し、デコンヴォルーションした後、四酸化三鉄のピークの有無を確認した。なお、圧粉体の密度は、超硬合金用を除く金属粉末－一軸圧縮性の測定方法（ＩＳＯ　３９２７：２００１）に従い測定した。

[0064] 直方体状の圧粉磁心の長辺と短辺に水平な断面において、長辺方向の両端を支持し、中央に荷重を印加した。荷重を増加させて、圧粉磁心が破壊された時の荷重を測定した。圧粉磁心が破壊された時の荷重は、抗折強度（単位：ＭＰａ）を意味する。抗折強度の測定は、室温（２５℃）の大気中で行った。抗折強度を下記表１に示した。

[0065] [表1]

表１

| 試料番号 | 熱処理<br>窒素雰囲気 | 水蒸気処理 | 四酸化三鉄 | 抗折強度<br>[MPa] |
|---|---|---|---|---|
| 01 | あり | なし | 含まない | 40 |
| 02 | あり | あり | 含む | 191 |

[0066] 表１は、圧粉磁心の強度が、四酸化三鉄を含むことで向上することを示している。

[0067] ［実施例２：磁気特性の評価］

実施例１で使用した圧粉磁心材と同じ圧粉磁心材を用意した。油圧プレス機を用いて圧粉磁心材を圧縮成形し、試料番号０３～０７の円筒状の圧粉体

を得た。成形圧力は６８６ＭＰａ、圧粉体の密度は７．４ｇ／ｃｍ$^3$であった。円筒状の圧粉体の内径は２０ｍｍであり、全長は５ｍｍであった。リング状の圧粉体の径方向の厚さは、試料番号０３の圧粉体が５ｍｍ、試料番号０４の圧粉体が４ｍｍ、試料番号０５の圧粉体が３ｍｍ、試料番号０６の圧粉体が２ｍｍ、試料番号０７の圧粉体が１ｍｍであった。ベルト炉を使用し、試料番号０３～０７の圧粉体を窒素雰囲気中において５００℃で３０分間にわたり加熱後、水蒸気中において５３０℃で２０分間にわたり加熱することで、試料番号０３～０７の円筒状の圧粉磁心を得た。ＸＰＳにより試料番号０３～０７の圧粉磁心の表面を評価し、全ての圧粉磁心が四酸化三鉄を含むことを確認した。また、試料番号０３～０７の圧粉磁心は、表面が型出しされた面であった。

[0068] 円筒状の圧粉磁心のポロイダル方向に１次コイル及び２次コイルを１２巻きした。交流磁化特性測定装置を用いて、周波数は２００ｋＨｚ、励起磁束密度は０．０１Ｔにおける複素透磁率を測定した。交流磁化特性測定装置としては岩崎通信機株式会社製「ＳＹ－８２５８」を使用した。測定された結果を下記表２に示した。また、図２に、試料番号０６の圧粉磁心の断面の光学顕微鏡写真（倍率３００倍）を示した。写真中、黒線箇所が絶縁被膜、黒領域箇所が気孔、濃い灰色箇所が四酸化三鉄、薄い灰色箇所が鉄基粉末である。

[0069] [表2]

表２

| 試料番号 | 厚さ [mm] | 複素透磁率 |
|---|---|---|
| 03 | 5 | 25 |
| 04 | 4 | 28 |
| 05 | 3 | 33 |
| 06 | 2 | 41 |
| 07 | 1 | 58 |

[0070] 表２は、円筒状の圧粉磁心の径方向の厚みの減少に伴って、磁気特性が向

上することを示している。

[0071] ［実施例３］

実施例１で使用した圧粉磁心材と同じ圧粉磁心材を用意した。油圧プレス機を用いて圧粉磁心材を圧縮成形し、試料番号０８及び０９の円筒状の圧粉体を得た。成形圧力は６８６ＭＰａ、圧粉体の密度は７．４ｇ／ｃｍ$^3$であった。試料番号０８の圧粉体の外径は２４ｍｍであり、内径は１９ｍｍであり、全長は５ｍｍであった。試料番号０９の圧粉体の外径は２４ｍｍであり、内径は２０ｍｍであり、全長は５ｍｍであった。ベルト炉を使用し、試料番号０８及び０９の圧粉体を窒素雰囲気において５００℃で３０分間にわたり加熱後、水蒸気中において５３０℃で２０分間にわたり加熱することで、試料番号０８の熱処理体及び試料番号０９の圧粉磁心を得た。試料番号０８の熱処理体を、旋盤を用いた切削加工により、外径は２４ｍｍであり、内径は２０ｍｍであり、全長は５ｍｍである円筒状の形状に切削し、試料番号０８の圧粉磁心を得た。ＸＰＳにより試料番号０８及び０９の圧粉磁心の表面を評価し、圧粉磁心が四酸化三鉄を含むことを確認した。

[0072] 円筒状の圧粉磁心のポロイダル方向に１次コイル及び２次コイルを１２巻きした。交流磁化特性測定装置を用いて、周波数は２００ｋＨｚ、励起磁束密度は０．０１Ｔにおける複素透磁率を測定した。交流磁化特性測定装置としては岩崎通信機株式会社製「ＳＹ－８２５８」を使用した。測定された結果を下記表３に示した。

[0073] 表３は、圧粉磁心において、内径面の磁路が形成される領域が型出しされた面であることで、磁気特性が向上することを示している。表３は、圧粉磁心において、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含むことで、磁気特性が向上することを示している。

[0074]

[表3]

表３

| 試料番号 | 厚さ [mm] | 加工 | 内径面の磁路が形成される領域 | 複素透磁率 |
|---|---|---|---|---|
| 08 | 2 | あり | 加工面 | 20 |
| 09 | 2 | なし | 型出し面 | 41 |

# 請求の範囲

[請求項1] 表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末と、四酸化三鉄とを含む圧粉体を含み、

円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が、四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含み、

１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、磁性体。

[請求項2] 前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積が、内径面の磁路が形成される領域の面積の９０％以上である、請求項１に記載の磁性体。

[請求項3] 前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが、５μｍ以下である、請求項１又は２に記載の磁性体。

[請求項4] 前記磁路が形成される領域の径方向の厚さが、３ｍｍ以下である、請求項１～３のいずれかに記載の磁性体。

[請求項5] 前記内径面の磁路が形成される領域が、型出しされた面を含む、請求項１～４のいずれかに記載の磁性体。

[請求項6] 前記センサが、磁歪式トルクセンサである、請求項１～５のいずれかに記載の磁性体。

[請求項7] 磁性体の製造方法であって、

表面に絶縁被膜を有する鉄基粉末を含有する原料粉末を圧縮成形し、圧粉体を得ること、及び、

前記圧粉体を、水蒸気雰囲気中で熱処理すること、

を含み、

前記磁性体が、円筒状の形状を有し、内径面の磁路が形成される領域が四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面を含み、１００ｋＨｚ以上の動作周波数で用いられるセンサ用である、

磁性体の製造方法。

[請求項8] 前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜に覆われた面の面積が、内径面の磁

路が形成される領域の面積の９０％以上である、請求項７に記載の磁性体の製造方法。

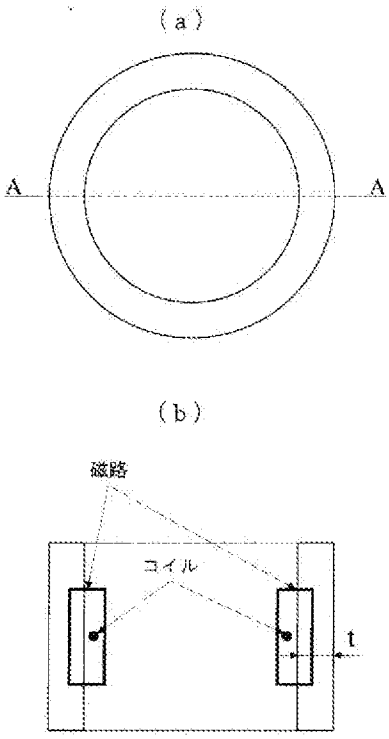
[請求項9] 前記四酸化三鉄を含む酸化鉄膜の厚さが、５μｍ以下である、請求項７又は８に記載の磁性体の製造方法。

[請求項10] 前記磁路が形成される領域の径方向の厚さが、３ｍｍ以下である、請求項７～９のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

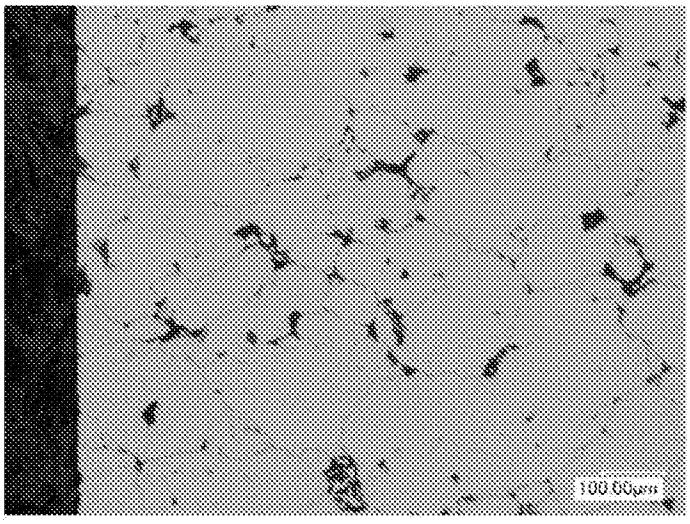
[請求項11] 前記内径面の磁路が形成される領域が、型出しされた面を含む、請求項７～１０のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

[請求項12] 前記センサが、磁歪式トルクセンサである、請求項７～１１のいずれかに記載の磁性体の製造方法。

[図1]




[図2]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2022/041013**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***G01L 3/10***(2006.01)i; ***H01F 1/22***(2006.01)i; ***H01F 17/06***(2006.01)i; ***H01F 41/02***(2006.01)i
FI: G01L3/10 301B; G01L3/10 301D; H01F1/22; H01F17/06; H01F41/02

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)

G01L3/10; H01F1/22; H01F17/06; H01F41/02

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2011-249774 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 08 December 2011 (2011-12-08)<br>paragraphs [0010]-[0063], fig. 1-11, comparative example 1 | 1-12 |
| Y | JP 2011-135000 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 07 July 2011 (2011-07-07)<br>paragraphs [0019]-[0048], fig. 1-3 | 1-12 |
| Y | JP 2002-013989 A (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) 18 January 2002 (2002-01-18)<br>paragraphs [0015]-[0051], fig. 1-8 | 6, 12 |
| A | JP 2010-199328 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 September 2010 (2010-09-09)<br>paragraphs [0031]-[0070], fig. 1-5 | 1-12 |
| A | US 5993729 A (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA) 30 November 1999 (1999-11-30)<br>column 4, line 23 to column 8, line 5 | 1-12 |

☐ 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
"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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **10 January 2023** | **24 January 2023** |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br>**Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2022/041013**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2011-249774 A | 08 December 2011 | US 2011/0267167 A1<br>paragraphs [0089]-[0228], fig. 1-9, comparative example 1<br>WO 2011/136198 A1<br>TW 201222576 A<br>CN 102893346 A<br>KR 10-2012-0128711 A | |
| JP 2011-135000 A | 07 July 2011 | (Family: none) | |
| JP 2002-013989 A | 18 January 2002 | (Family: none) | |
| JP 2010-199328 A | 09 September 2010 | (Family: none) | |
| US 5993729 A | 30 November 1999 | CA 2223725 A1 | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/041013

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01L 3/10(2006.01)i; H01F 1/22(2006.01)i; H01F 17/06(2006.01)i; H01F 41/02(2006.01)i
FI: G01L3/10 301B; G01L3/10 301D; H01F1/22; H01F17/06; H01F41/02

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））

G01L3/10; H01F1/22; H01F17/06; H01F41/02

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 | １９７１－２０２３年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２３年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２３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 2011-249774 A (太陽誘電株式会社) 08.12.2011 (2011-12-08)<br>段落0010-0063, 図1-11, 比較例１ | 1-12 |
| Y | JP 2011-135000 A (富士電機株式会社) 07.07.2011 (2011-07-07)<br>段落0019-0048, 図1-3 | 1-12 |
| Y | JP 2002-013989 A (株式会社豊田自動織機) 18.01.2002 (2002-01-18)<br>段落0015-0051, 図1-8 | 6,12 |
| A | JP 2010-199328 A (トヨタ自動車株式会社) 09.09.2010 (2010-09-09)<br>段落0031-0070, 図1-5 | 1-12 |
| A | US 5993729 A (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA) 30.11.1999 (1999-11-30)<br>Column4,line23-Column8,line5, | 1-12 |

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
"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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 10.01.2023 | 24.01.2023 |

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）
大森　努 2F 8352

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2022/041013

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2011-249774 A | 08.12.2011 | US 2011/0267167 A1<br>Paragraphs0089-0228, Figs.1-9, Comparative Example 1<br>WO 2011/136198 A1<br>TW 201222576 A<br>CN 102893346 A<br>KR 10-2012-0128711 A | |
| JP 2011-135000 A | 07.07.2011 | （ファミリーなし） | |
| JP 2002-013989 A | 18.01.2002 | （ファミリーなし） | |
| JP 2010-199328 A | 09.09.2010 | （ファミリーなし） | |
| US 5993729 A | 30.11.1999 | CA 2223725 A1 | |