

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, 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, 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, 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：磁気センサ(150)に対する可動磁石(140)の相対的な位置は、レンズの光軸方向に平行な方向に変化可能である。固定磁石(132)および磁気センサ(150)に対する可動磁石(140)の相対的な位置が変化することにより、可動磁石(140)から磁気センサ(150)に印加される第2磁界の方向および強度の両方が変化する。

明 細 書

発明の名称： 位置検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、位置検出装置に関する。

背景技術

[0002] 位置検出装置の構成を開示した先行文献として、米国特許第 1 0 3 6 5 1 2 1 号明細書(特許文献 1)がある。特許文献 1 に記載された位置検出装置は、基板上に固定された磁気センサと、基板に直交する方向に移動可能なレンズキャリアに固定された位置検出用磁石と、レンズキャリアを移動させるオートフォーカスアクチュエータとを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：米国特許第 1 0 3 6 5 1 2 1 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載された位置検出装置においては、磁気センサの検出精度を向上させて位置検出精度を向上できる余地がある。

[0005] 本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであって、磁気センサによる可動磁石の変位検出精度を向上させて高い位置検出精度を有する、位置検出装置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] 本発明に基づく位置検出装置は、固定磁石と、可動磁石と、磁気センサとを備える。固定磁石は、第 1 磁界を発生する。可動磁石は、第 2 磁界を発生する。磁気センサは、固定磁石から印加される第 1 磁界と可動磁石から印加される第 2 磁界との合成磁界である検出対象磁界を検出し、検出対象磁界の方向に対応した検出信号を生成する。可動磁石は、レンズを保持するレンズホルダに支持されている。固定磁石は、可動磁石に対して、レンズの光軸方

向に垂直な方向である第1方向の一方側に位置していることにより、上記光軸方向から見て、上記第1方向における位置が可動磁石よりレンズの光軸から離れている。可動磁石は、固定磁石に対して、上記光軸方向に垂直な方向であり上記第1方向に直交する第2方向の一方側に位置していることにより、上記光軸方向から見て、上記第2方向における位置が固定磁石より上記光軸から離れている。固定磁石および可動磁石の各々は、磁気センサに対して、上記光軸方向に平行な方向の一方側に位置している。磁気センサに対する可動磁石の相対的な位置は、上記光軸方向に平行な方向に変化可能である。固定磁石および磁気センサに対する可動磁石の相対的な位置が変化することにより、可動磁石から磁気センサに印加される第2磁界の方向および強度の両方が変化する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、磁気センサによる可動磁石の変位検出精度を向上させて位置検出装置の位置検出精度を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置を含むレンズ駆動装置の構成を示す斜視図である。

[図2]図1のレンズ駆動装置を矢印ⅠⅠ方向から見た側面図である。

[図3]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサが検出する検出対象磁界の基準角に対する位相を示す平面図である。

[図4]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、磁気センサに印加される検出対象磁界の基準角に対する位相と、磁気センサの出力との関係を示すグラフである。

[図5]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサの構成を示す図である。

[図6]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサの回路構成を示す図である。

[図7]図5のVⅠⅠ部を拡大して示す斜視図である。

[図8]図7のV I I I - V I I I 線矢印方向から見た断面図である。

[図9]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置における、固定磁石および可動磁石の各々の配置および着磁の向きを示す平面図である。

[図10]図9の位置検出装置を矢印X方向から見た側面図である。

[図11]図9の位置検出装置を矢印X I 方向から見た部分平面図である。

[図12]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石がレンズの光軸方向に平行な方向における第1の位置に位置するときに、磁気センサに印加される、第1磁界および第2磁界、並びに検出対象磁界を示す平面図である。

[図13]本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石がレンズの光軸方向に平行な方向における第2の位置に位置するときに、磁気センサに印加される、第1磁界および第2磁界、並びに検出対象磁界を示す平面図である。

[図14]図11のX I V部において、可動磁石がZ軸方向の可動範囲を移動した際に検出対象磁界が最も小さくなったときの最小磁界の分布を示す図である。

[図15]図11のX V部において、可動磁石がZ軸方向の可動範囲を移動した際の検出対象磁界の基準角に対する位相の変位を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置について図を参照して説明する。以下の実施の形態の説明においては、図中の同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰り返さない。

[0010] 図1は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置を含むレンズ駆動装置の構成を示す斜視図である。図2は、図1のレンズ駆動装置を矢印I I 方向から見た側面図である。図1および図2においては、後述するレンズの光軸方向と平行な方向をZ軸方向、レンズの光軸方向と垂直な方向である第1方向をY軸方向、レンズの光軸方向に垂直な方向であり第1方向に直交する第2方向をX軸方向として図示している。図1においては、後述するレンズホ

ルダおよび接続機構を透視して図示している。

[0011] 図1および図2に示すように、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置を含むレンズ駆動装置100は、基板110と、レンズホルダ120と、駆動機構130と、可動磁石140と、磁気センサ150とを備える。

[0012] レンズホルダ120は、図示しないレンズを保持する。レンズホルダ120は、図2に示すレンズの光軸Cを中心とした筒状の形状を有している。レンズホルダ120および駆動機構130の各々は、接続機構160を介して基板110に搭載されている。接続機構160は、基板110に接続された図示しないワイヤを含む。可動磁石140は、レンズホルダ120に固定されて支持されている。磁気センサ150は、基板110上に固定されている。

[0013] 本発明の一実施の形態においては、駆動機構130は、光軸Cと平行な方向であるレンズの光軸方向にレンズホルダ120を移動させる、いわゆるオートフォーカス機能を実現する駆動機構である。

[0014] 駆動機構130は、1対の駆動用コイル131と、1対の固定磁石132を含む。駆動機構130は、ボイスコイルモータである。駆動機構130は、1対の駆動用コイル131の各々に電流が流れた際に発生するローレンツ力によりレンズホルダ120をレンズの光軸方向に駆動することができる。なお、駆動機構130は、ボイスコイルモータに限られず、レンズの光軸方向に伸縮する、圧電素子または形状記憶合金で構成されていてもよい。

[0015] 1対の駆動用コイル131は、レンズホルダ120のY軸方向の両側に1つつ取り付けられている。1対の固定磁石132は、1対の駆動用コイル131に1対1で対応してY軸方向に間隔をあけて対向しつつ接続機構160に固定されている。1対の固定磁石132の各々は、磁気センサ150に対してレンズの光軸方向に平行なZ軸方向の一方側に位置している。固定磁石132の着磁方向は、レンズの光軸方向に垂直である。

[0016] 図1に示すように、可動磁石140は、レンズホルダ120の外周側に位置する。図2に示すように、可動磁石140は、磁気センサ150に対して

Z軸方向の一方側に位置している。

[0017] 可動磁石140は、直方体状の形状を有している。可動磁石140は、固定磁石132より小さい。そのため、可動磁石140の発生する磁界は、固定磁石132の発生する磁界より小さい。本発明の一実施の形態においては、可動磁石140の着磁の向きは、レンズの光軸方向に平行なZ軸方向の他方側に向いている。具体的には、Z軸方向における、可動磁石140の一方側がS極、可動磁石140の他方側がN極である。

[0018] 本発明の一実施の形態においては、可動磁石140は、レンズホルダ120とともにZ軸方向に移動する。すなわち、磁気センサ150に対する可動磁石140の相対的な位置は、レンズの光軸方向に平行なZ軸方向に変化可能である。

[0019] 図1および図2に示すように、磁気センサ150は、可動磁石140の着磁方向と平行な方向から見たとき、および、可動磁石140の着磁方向と垂直な任意の方向から見たときの各々において、可動磁石140と重ならない位置に配置されている。この配置によって、可動磁石140がZ軸方向に移動して固定磁石132および磁気センサ150に対する可動磁石140の相対的な位置が変化した際に、可動磁石140から磁気センサ150に印加される第2磁界の方向および強度の両方が変化する。

[0020] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置は、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132と、可動磁石140と、磁気センサ150とを備える。磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132は、第1磁界を発生する。可動磁石140は、第2磁界を発生する。本発明の一実施の形態においては、第1磁界を発生する固定磁石132は、ボイスコイルモータを構成しているが、ボイスコイルモータを構成する固定磁石とは別の固定磁石であってもよい。

[0021] 磁気センサ150は、固定磁石132から印加される第1磁界と可動磁石140から印加される第2磁界との合成磁界である検出対象磁界を検出し、検出対象磁界の方向に対応した検出信号を生成する。

[0022] 図3は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサが検出する検出対象磁界の基準角に対する位相を示す平面図である。

[0023] 図3に示すように、磁気センサ150は、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132から印加される第1磁界と、レンズホルダ120がレンズの光軸方向に移動する際に相対的に移動する可動磁石140から印加される第2磁界との、合成磁界である検出対象磁界Msを検出する。磁気センサ150に対する可動磁石140の相対的な位置がZ軸方向に変化することによって、磁気センサ150の中心150cを通過する基準角Bに対する検出対象磁界Msの位相 θ が変位する。

[0024] 図4は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、磁気センサに印加される検出対象磁界の基準角に対する位相と、磁気センサの出力との関係を示すグラフである。図4においては、縦軸に、磁気センサの出力(Vout)、横軸に、磁気センサに印加される検出対象磁界の基準角に対する位相 θ (deg)を示している。なお、図4においては、検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ に関わらず、磁気センサ150を構成する磁気抵抗効果素子に飽和磁界以上の検出対象磁界Msが印加されている場合の磁気センサ150の出力(Vout)の推移を示している。

[0025] 図4に示すように、磁気センサ150の出力(Vout)は、磁気センサ150に印加される検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ ($-180^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)との間において、 $Vout = \sin \theta$ の関係を満たす。

[0026] 磁気センサ150の出力(Vout)が検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ に対して線形性を有している範囲において、磁気センサ150によって検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ を検出することが可能である。すなわち、sin曲線において湾曲している頂点部以外の略直線状傾斜部の範囲において、磁気センサ150によって検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ を検出することができる。

[0027] 一方、 $\theta = 90^\circ$ または $\theta = -90^\circ$ のときは、磁気センサ150の出力(Vout)が検出対象磁界Msの基準角Bに対する位相 θ に対して線形性を有

さないため、磁気センサ 150 によって検出対象磁界 M_s の基準角 B に対する位相 θ を検出することができない。そのため、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサ 150 は、位相 θ が 90° および -90° とならない位置に配置されている。

[0028] 図 5 は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサの構成を示す図である。図 6 は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置が備える磁気センサの回路構成を示す図である。図 5 においては、図 3 と同一方向から磁気センサを見て図示している。

[0029] 図 5 および図 6 に示すように、磁気センサ 150 は、ブリッジ回路を構成する複数の磁気抵抗効果素子を有している。本発明の一実施の形態においては、磁気センサ 150 は、第 1 磁気抵抗効果素子 MR_1 、第 2 磁気抵抗効果素子 MR_2 、第 3 磁気抵抗効果素子 MR_3 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR_4 を有している。

[0030] 具体的には、図 5 に示すように、磁気センサ 150 においては、第 1 磁気抵抗効果素子 MR_1 、第 2 磁気抵抗効果素子 MR_2 、第 3 磁気抵抗効果素子 MR_3 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR_4 の各々が、センサ基板 151 の上面に設けられている。センサ基板 151 上には、電源端子 V_{cc} 、接地端子 GND 、第 1 出力端子 $V+$ および第 2 出力端子 $V-$ が設けられている。検出対象磁界 M_s は、磁気センサ 150 に対して、センサ基板 151 の上面に沿う方向に印加される。

[0031] 第 1 磁気抵抗効果素子 MR_1 、第 2 磁気抵抗効果素子 MR_2 、第 3 磁気抵抗効果素子 MR_3 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR_4 は、互いに電氣的に接続されてホイートストンブリッジ型のブリッジ回路を構成している。なお、磁気センサ 150 は、第 1 磁気抵抗効果素子 MR_1 および第 2 磁気抵抗効果素子 MR_2 で構成されるハーフブリッジ回路を有していてもよい。

[0032] 第 1 磁気抵抗効果素子 MR_1 および第 2 磁気抵抗効果素子 MR_2 の直列接続体と、第 3 磁気抵抗効果素子 MR_3 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR_4 の直列接続体とが、電源端子 V_{cc} と接地端子 GND との間に並列接続されて

いる。第1磁気抵抗効果素子MR1と第2磁気抵抗効果素子MR2との接続点には、第1出力端子V+が接続されている。第3磁気抵抗効果素子MR3と第4磁気抵抗効果素子MR4との接続点には、第2出力端子V-が接続されている。

[0033] 第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4の各々は、TMR (Tunnel Magneto Resistance)素子である。

[0034] 第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4の各々の外形は略矩形状である。第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4は、全体として略正形状である。この正方形の中心に、磁気センサ150の中心150cが位置している。

[0035] 図7は、図5のV11部を拡大して示す斜視図である。図8は、図7のV111-V111線矢印方向から見た断面図である。図7に示すように、第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4の各々は、複数のTMR素子10が直列に接続されて構成されている。複数のTMR素子10は、マトリックス状に設けられている。

[0036] 具体的には、積層されて互いに直列に接続された複数のTMR素子10によって、多層素子10bが構成されている。互いに直列に接続された複数の多層素子10bによって、素子列10cが構成されている。複数の素子列10cは、一端と他端とで交互にリード20によって接続されている。これにより、第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4の各々において、複数のTMR素子10が電氣的に直列に接続されている。

[0037] 図7に示すように、多層素子10bにおいて下側に位置するTMR素子10の上部電極層18と、上側に位置するTMR素子10の下部電極層11と

が、中間電極層 19 として一体で構成されている。すなわち、多層素子 10 b 内において互いに隣接する TMR 素子 10 における上部電極層 18 と下部電極層 11 とは、中間電極層 19 として一体で構成されている。

[0038] 図 8 に示すように、第 1 磁気抵抗効果素子 MR 1、第 2 磁気抵抗効果素子 MR 2、第 3 磁気抵抗効果素子 MR 3 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR 4 の各々の TMR 素子 10 は、下部電極層 11 と、反強磁性層 12 と、第 1 リファレンス層 13 と、非磁性中間層 14 と、第 2 リファレンス層 15 と、トンネルバリア層 16 と、フリー層 17 と、上部電極層 18 とからなる積層構造を有する。

[0039] 下部電極層 11 は、たとえば、Ta と Cu とを含む金属層または金属化合物層を含む。反強磁性層 12 は、下部電極層 11 の上に設けられ、たとえば、IrMn、PtMn、FeMn、NiMn、RuRhMn または CrPtMn などの金属化合物層を含む。第 1 リファレンス層 13 は、反強磁性層 12 の上に設けられ、たとえば、CoFe などの強磁性層を含む。

[0040] 非磁性中間層 14 は、第 1 リファレンス層 13 の上に設けられ、たとえば、Ru、Cr、Rh、Ir および Re のうち少なくとも 1 つから選ばれる、またはこれらの金属のうち 2 つ以上の合金からなる層を含む。第 2 リファレンス層 15 は、非磁性中間層 14 の上に設けられ、たとえば、CoFe または CoFeB などの強磁性層を含む。

[0041] トンネルバリア層 16 は、第 2 リファレンス層 15 の上に設けられ、酸化マグネシウムなど、Mg、Al、Ti、Zn、Hf、Ge および Si の少なくとも 1 つまたは 2 つ以上を含有する酸化物からなる層を含む。フリー層 17 は、トンネルバリア層 16 の上に設けられ、たとえば、CoFeB、もしくは、Co、Fe および Ni などの少なくとも 1 つまたは 2 つ以上の合金からなる層を含む。上部電極層 18 は、フリー層 17 の上に設けられ、たとえば、Ta、Ru または Cu などの金属層を含む。

[0042] 第 1 磁気抵抗効果素子 MR 1 および第 4 磁気抵抗効果素子 MR 4 の各々のピン層の磁化方向と、第 2 磁気抵抗効果素子 MR 2 および第 3 磁気抵抗効果

素子MR 3の各々のピン層の磁化方向とが、互いに180° 反対になっている。

[0043] なお、第1磁気抵抗効果素子MR 1、第2磁気抵抗効果素子MR 2、第3磁気抵抗効果素子MR 3および第4磁気抵抗効果素子MR 4の各々は、TMR素子に代えて、GMR (Giant Magneto Resistance)素子またはAMR (Anisotropic Magneto Resistance)素子などの磁気抵抗効果素子を有していてもよい。

[0044] 磁気センサ150から得られた線形性を有する出力をフィードバック制御して、駆動用コイル131に流れる電流量を調整することにより、レンズの光軸方向にレンズホルダ120を移動させることができる。

[0045] 図9は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置における、固定磁石および可動磁石の各々の配置および着磁の向きを示す平面図である。図10は、図9の位置検出装置を矢印X方向から見た側面図である。図11は、図9の位置検出装置を矢印X1方向から見た部分平面図である。図9～図11においては、レンズホルダおよび接続機構は図示していない。

[0046] 図9に示すように、基板110は、矩形状の外形を有している。具体的には、基板110の外形は、Y軸方向において互いに間隔をあけて平行に位置する第1辺111および第2辺112と、X軸方向において互いに間隔をあけて平行に位置する第3辺113および第4辺114とから構成されている。

[0047] 図9～図11に示すように、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132は、可動磁石140に対して、Y軸方向の一方側に位置していることにより、レンズの光軸方向から見て、Y軸方向における位置が可動磁石140よりレンズの光軸Cから離れている。具体的には、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132は、レンズの光軸方向から見て、基板110の第2辺112に沿って延在している。

[0048] 可動磁石140は、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132に対

して、X軸方向の一方側に位置していることにより、レンズの光軸方向から見て、X軸方向における位置が磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132よりレンズの光軸Cから離れている。具体的には、可動磁石140は、レンズの光軸方向から見て、基板110の第4辺114に沿って延在している。

[0049] 磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132および可動磁石140の各々は、磁気センサ150に対して、Z軸方向の一方側に位置している。

[0050] 図9および図11に示すように、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132の着磁の向きD3は、当該固定磁石132に関して磁気センサ150が位置する側であるY軸方向の他方側に向いている。具体的には、Y軸方向における、固定磁石132の一方側がS極、固定磁石132の他方側がN極である。

[0051] 可動磁石140の着磁の向きD4は、Z軸方向の他方側に向いている。具体的には、Z軸方向における、可動磁石140の一方側がS極、可動磁石140の他方側がN極である。

[0052] 図9および図11に示すように、レンズの光軸方向から見て、磁気センサ150の少なくとも一部は、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132と可動磁石140とを最短で結ぶ仮想線分L上に位置している。

[0053] レンズの光軸方向から見たときの、磁気センサ150と磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132との間の最短距離は、磁気センサ150と可動磁石140との間の最短距離より短い。すなわち、磁気センサ150は、可動磁石140よりも固定磁石132の近くに位置している。

[0054] 図12は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石がレンズの光軸方向に平行な方向における第1の位置に位置するとき、磁気センサに印加される、第1磁界および第2磁界、並びに検出対象磁界を示す平面図である。

[0055] 図12に示すように、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石140がZ軸方向における第1の位置に位置するとき、磁気セン

サ 1 5 0 には、磁気センサ 1 5 0 寄りに位置する固定磁石 1 3 2 から発生した第 1 磁界 M 3、および、可動磁石 1 4 0 から発生した第 2 磁界 M 4 の各々が印加される。磁気センサ 1 5 0 に印加される、第 1 磁界 M 3 の方向と第 2 磁界 M 4 の方向とのなす相対角度を δ 、第 1 磁界 M 3 と第 2 磁界 M 4 との合成磁界である検出対象磁界 M s と基準角 B に対する位相を θ とする。

[0056] 図 1 3 は、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石がレンズの光軸方向に平行な方向における第 2 の位置に位置するとき、磁気センサに印加される、第 1 磁界および第 2 磁界、並びに検出対象磁界を示す平面図である。

[0057] 図 1 3 に示すように、本発明の一実施の形態に係る位置検出装置において、可動磁石 1 4 0 がレンズホルダ 1 2 0 とともに Z 軸方向に移動して Z 軸方向における第 2 の位置に位置するとき、磁気センサ 1 5 0 には、磁気センサ 1 5 0 寄りに位置する固定磁石 1 3 2 から発生した第 1 磁界 M 3、および、可動磁石 1 4 0 から発生した第 2 磁界 M 4 の各々が印加される。

[0058] 固定磁石 1 3 2 および磁気センサ 1 5 0 の各々は固定されているため、図 1 2 および図 1 3 に示すように、磁気センサ 1 5 0 寄りに位置する固定磁石 1 3 2 から磁気センサ 1 5 0 に印加される第 1 磁界 M 3 の方向および強度は変化しない。一方、可動磁石 1 4 0 が Z 軸方向に移動することにより、可動磁石 1 4 0 から磁気センサ 1 5 0 に印加される第 2 磁界 M 4 の方向および強度の各々は変化する。

[0059] その結果、図 1 3 に示すように、第 1 磁界 M 3 と第 2 磁界 M 4 との合成磁界である検出対象磁界 M s の基準角 B に対する位相 θ は、磁気センサ 1 5 0 に印加される、第 1 磁界 M 3 の方向と第 2 磁界 M 4 の方向とのなす相対角度 δ の変化、および、第 2 磁界 M 4 の強度の変化によって、変位する。

[0060] 検出対象磁界 M s が磁気センサ 1 5 0 を構成する、第 1 磁気抵抗効果素子 M R 1、第 2 磁気抵抗効果素子 M R 2、第 3 磁気抵抗効果素子 M R 3 および第 4 磁気抵抗効果素子 M R 4 の各々の飽和磁界である、たとえば 1 0 m T より小さくなると、磁気センサ 1 5 0 の出力値が検出対象磁界 M s の強度変化

の影響を受ける。

[0061] すなわち、磁気センサ150の出力値が、検出対象磁界 M_s の方向変化のみならず、検出対象磁界 M_s の強度変化によっても変化することになり、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度が低下する。そのため、検出対象磁界 M_s は、磁気センサ150を構成する、第1磁気抵抗効果素子MR1、第2磁気抵抗効果素子MR2、第3磁気抵抗効果素子MR3および第4磁気抵抗効果素子MR4の各々の飽和磁界以上であることが必要である。

[0062] 磁気センサ150を構成する磁気抵抗効果素子に飽和磁界以上の検出対象磁界 M_s が印加されている状態を維持しつつ、可動磁石140がZ軸方向に移動した際の位相 θ の変位が大きいほど、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度を向上することができる。

[0063] ここで、可動磁石140がZ軸方向の可動範囲を移動した際に検出対象磁界 M_s が最も小さくなったときの最小磁界の分布、および、可動磁石140がZ軸方向の可動範囲を移動した際の検出対象磁界 M_s の基準角Bに対する位相 θ の変位について、シミュレーション解析を行なった結果について説明する。

[0064] 図14は、図11のXⅠV部において、可動磁石がZ軸方向の可動範囲を移動した際に検出対象磁界が最も小さくなったときの最小磁界の分布を示す図である。図15は、図11のXⅤ部において、可動磁石がZ軸方向の可動範囲を移動した際の検出対象磁界の基準角に対する位相の変位を示す図である。

[0065] 図14に示す最小磁界の分布における最小磁界が10mT以上である範囲内において、図15に示す位相 θ の変位量を最も大きく確保できる、磁気センサ150の好適配置位置を特定した。可動磁石140の着磁の向きがZ軸方向の他方側に向いている本実施の形態においては、磁気センサ150の好適配置位置においては、最小磁界は12.2mTであり、位相 θ の変位量は3.7°であった。

[0066] 可動磁石 140 の着磁の向きを、X 軸方向の一方側、X 軸方向の他方側、Y 軸方向の一方側、Y 軸方向の他方側、および、Z 軸方向の一方側の各々に向いている態様に代えて、上記と同様にシミュレーション解析して、磁気センサ 150 の好適配置位置を特定した。

[0067] 下記の表 1 は、可動磁石 140 の着磁の向きと、磁気センサ 150 の好適配置位置における、最小磁界(mT)および位相 θ の変位量($^{\circ}$)とを示したものである。

[0068] [表1]

着磁の向き	最小磁界(mT)	位相 θ の変位量($^{\circ}$)
X 軸方向の一方側 (+X)	13.2	0.8
X 軸方向の他方側 (-X)	12.8	0.8
Y 軸方向の一方側 (+Y)	13.0	3.4
Y 軸方向の他方側 (-Y)	12.6	2.6
Z 軸方向の一方側 (+Z)	13.1	1.5
Z 軸方向の他方側 (-Z)	12.2	3.7

[0069] 表 1 に示すように、可動磁石 140 の着磁の向きが Z 軸方向の他方側を向いているとき、位相 θ の変位量が 3.7 $^{\circ}$ であり、最も大きくなった。可動磁石 140 の着磁の向きが Y 軸方向の一方側を向いているとき、位相 θ の変位量が 3.4 $^{\circ}$ であり、2 番目に大きくなった。可動磁石 140 の着磁の向きが Y 軸方向の他方側を向いているとき、位相 θ の変位量が 2.6 $^{\circ}$ であり、3 番目に大きくなった。可動磁石 140 の着磁の向きが Z 軸方向の一方側を向いているとき、位相 θ の変位量が 1.5 $^{\circ}$ であり、4 番目に大きくなった。可動磁石 140 の着磁の向きが、X 軸方向の一方側、または、X 軸方向の他方側を向いているとき、位相 θ の変位量は 0.8 $^{\circ}$ であった。

[0070] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、可動磁石 140 の着磁の向きは、Z 軸方向の他方側を向いているが、Z 軸方向の他方側を向いている場合に限られず、Y 軸方向の一方側または Y 軸方向の他方側を向いてもよい。さらに、可動磁石 140 の着磁の向きは、Z 軸方向の一方側、X 軸方向の一方側、または、X 軸方向の他方側を向いてもよい。

[0071] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132が、可動磁石140に対して、Y軸方向の一方側に位置していることにより、レンズの光軸方向から見て、Y軸方向における位置が可動磁石140よりレンズの光軸Cから離れているとともに、可動磁石140が、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132に対して、X軸方向の一方側に位置していることにより、レンズの光軸方向から見て、X軸方向における位置が磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132よりレンズの光軸Cから離れており、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132および可動磁石140の各々が、磁気センサ150に対して、Z軸方向の一方側に位置している。

[0072] この配置によって、可動磁石140がZ軸方向に移動して磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132および磁気センサ150に対する可動磁石140の相対的な位置が変化した際に、可動磁石140から磁気センサ150に印加される第2磁界の方向および強度の両方が変化するため、磁気センサ150を構成する磁気抵抗効果素子に飽和磁界以上の検出対象磁界 M_s が印加されている状態を維持しつつ、可動磁石140がZ軸方向に移動した際の位相 θ の変位を大きくすることができる、好適配置位置に磁気センサ150を配置することが可能となる。その結果、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度を向上することができ、ひいては、位置検出装置の位置検出精度を向上することができる。

[0073] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、可動磁石140の着磁の向きは、レンズの光軸方向に平行なZ軸方向の他方側に向いている。これにより、可動磁石140がZ軸方向の可動範囲を移動した際の検出対象磁界 M_s の基準角Bに対する位相 θ の変位量を最も大きく確保して、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度を向上することができ、ひいては、位置検出装置の位置検出精度を向上することができる。

[0074] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、可動磁石140の着磁の向きは、レンズの光軸方向に垂直な方向であり第1方向に直交する第

2方向であるY軸方向の一方側または他方側に向いていてもよい。この場合も、可動磁石140がZ軸方向の可動範囲を移動した際の検出対象磁界 M_s の基準角Bに対する位相 θ の変位量を大きく確保して、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度を向上することができ、ひいては、位置検出装置の位置検出精度を向上することができる。

[0075] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、磁気センサ150は、ブリッジ回路を構成する複数の磁気抵抗効果素子を有している。これにより、センサ基板151の上面に沿う方向に印加される検出対象磁界 M_s を検出することができる。

[0076] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、磁気センサ150は、位相 θ が 90° および -90° とならない位置に配置されている。これにより、磁気センサ150による可動磁石140の変位検出精度が低下することを抑制することができる。

[0077] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、レンズの光軸方向から見て、磁気センサ150の少なくとも一部は、磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132と可動磁石140とを最短で結ぶ仮想線分L上に位置している。これにより、位置検出装置の占有面積を小さくすることができる。

[0078] 本発明の一実施の形態に係る位置検出装置においては、レンズの光軸方向から見たときの、磁気センサ150と磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132との間の最短距離は、磁気センサ150と可動磁石140との間の最短距離より短い。すなわち、磁気センサ150は、可動磁石140よりも磁気センサ150寄りに位置する固定磁石132の近くに位置していることにより、磁気センサ150を構成する磁気抵抗効果素子に飽和磁界以上の検出対象磁界 M_s が印加された状態を維持しやすくすることができる。

[0079] 上述した実施の形態の説明において、組み合わせ可能な構成を相互に組み合わせてもよい。

[0080] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものでは

ないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0081] 10 TMR素子、10b 多層素子、10c 素子列、11 下部電極層、12 反強磁性層、13 第1リファレンス層、14 非磁性中間層、15 第2リファレンス層、16 トンネルバリア層、17 フリー層、18 上部電極層、19 中間電極層、20 リード、100 レンズ駆動装置、110 基板、111 第1辺、112 第2辺、113 第3辺、114 第4辺、120 レンズホルダ、130 駆動機構、131 駆動用コイル、132 固定磁石、140 可動磁石、150 磁気センサ、150c 磁気センサの中心、151 センサ基板、160 接続機構、B 基準角、C 光軸、D3, D4 着磁の向き、GND 接地端子、L 仮想線分、M3 第1磁界、M4 第2磁界、MR1 第1磁気抵抗効果素子、MR2 第2磁気抵抗効果素子、MR3 第3磁気抵抗効果素子、MR4 第4磁気抵抗効果素子、Ms 検出対象磁界、V+ 第1出力端子、V- 第2出力端子、Vcc 電源端子。

請求の範囲

[請求項1]

第1磁界を発生する固定磁石と、

第2磁界を発生する可動磁石と、

前記固定磁石から印加される前記第1磁界と前記可動磁石から印加される前記第2磁界との合成磁界である検出対象磁界を検出し、前記検出対象磁界の方向に対応した検出信号を生成する磁気センサとを備え、

前記可動磁石は、レンズを保持するレンズホルダに支持されており、

前記固定磁石は、前記可動磁石に対して、前記レンズの光軸方向に垂直な方向である第1方向の一方側に位置していることにより、前記光軸方向から見て、前記第1方向における位置が前記可動磁石より前記レンズの光軸から離れており、

前記可動磁石は、前記固定磁石に対して、前記光軸方向に垂直な方向であり前記第1方向に直交する第2方向の一方側に位置していることにより、前記光軸方向から見て、前記第2方向における位置が前記固定磁石より前記光軸から離れており、

前記固定磁石および前記可動磁石の各々は、前記磁気センサに対して、前記光軸方向に平行な方向の一方側に位置しており、

前記磁気センサに対する前記可動磁石の相対的な位置は、前記光軸方向に平行な方向に変化可能であり、

前記固定磁石および前記磁気センサに対する前記可動磁石の相対的な位置が変化することにより、前記可動磁石から前記磁気センサに印加される前記第2磁界の方向および強度の両方が変化する、位置検出装置。

[請求項2]

前記可動磁石の着磁の向きは、前記光軸方向に平行な方向の他方側に向いている、請求項1に記載の位置検出装置。

[請求項3]

前記可動磁石の着磁の向きは、前記第2方向の一方側または他方側

に向いている、請求項 1 に記載の位置検出装置。

[請求項4] 前記磁気センサは、ブリッジ回路を構成する複数の磁気抵抗効果素子を有している、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

[請求項5] 前記磁気センサの中心を通過する基準角に対する検出対象磁界の位相を θ ($-180^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$)、前記磁気センサの出力を V_{out} とすると、

$V_{out} = \sin \theta$ の関係を満たし、

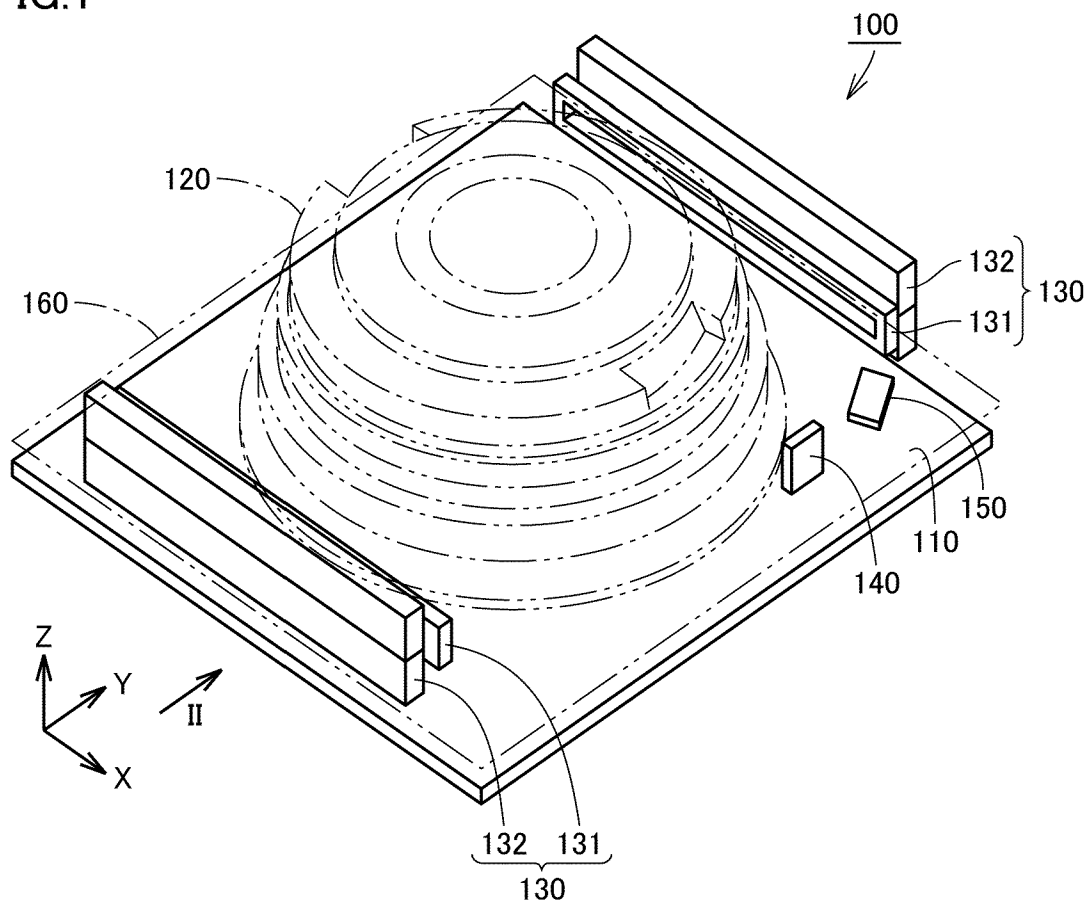
前記磁気センサは、前記位相 θ が 90° および -90° とならない位置に配置されている、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

[請求項6] 前記光軸方向から見て、前記磁気センサの少なくとも一部は、前記固定磁石と前記可動磁石とを最短で結ぶ仮想線分上に位置している、請求項 2 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

[請求項7] 前記光軸方向から見たときの、前記磁気センサと前記固定磁石との間の最短距離は、前記磁気センサと前記可動磁石との間の最短距離より短い、請求項 2 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

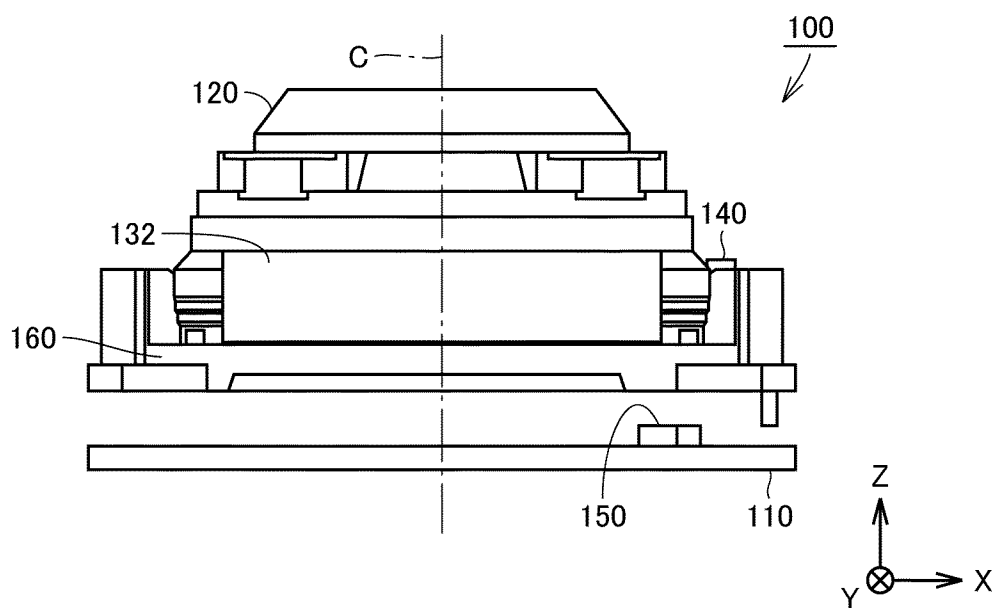
[図1]

FIG.1



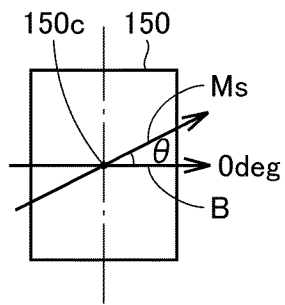
[図2]

FIG.2



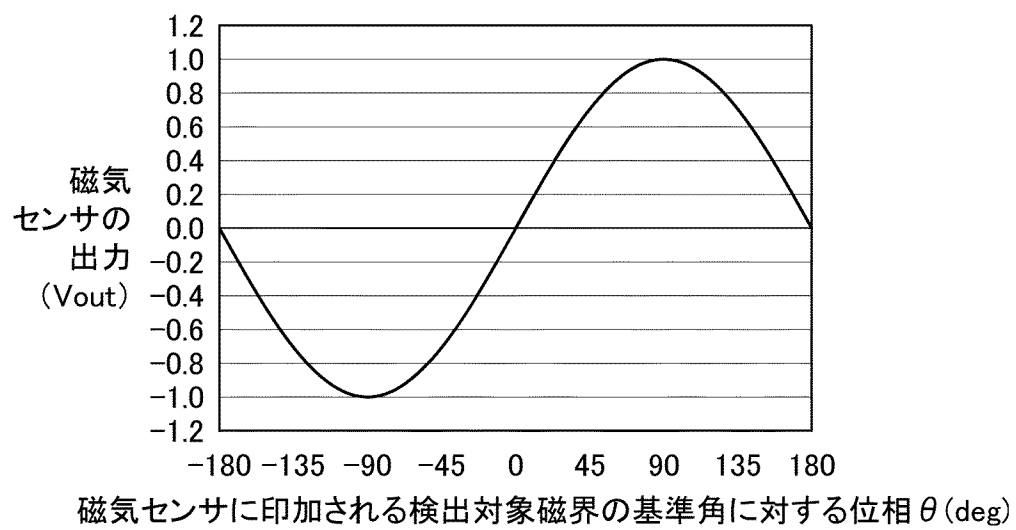
[図3]

FIG.3



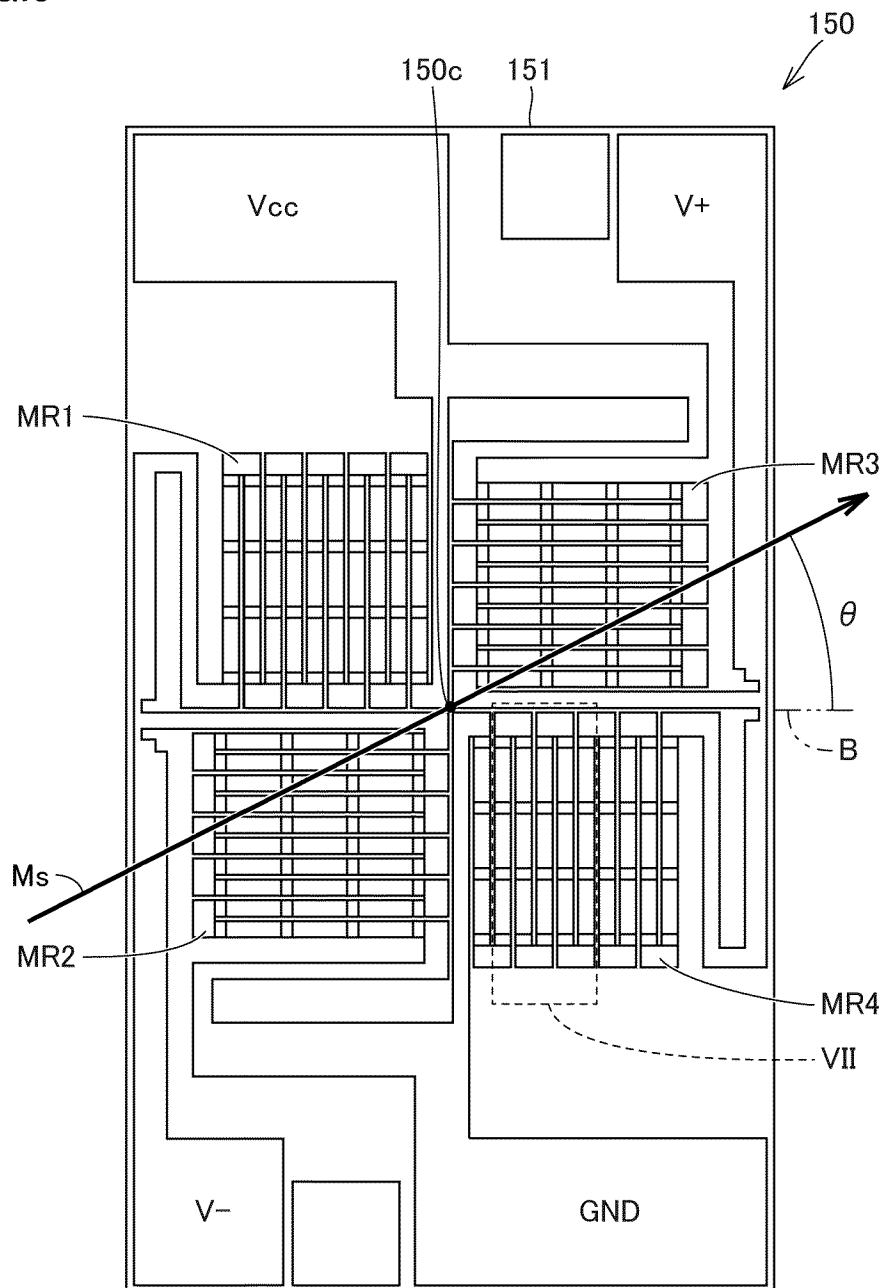
[図4]

FIG.4



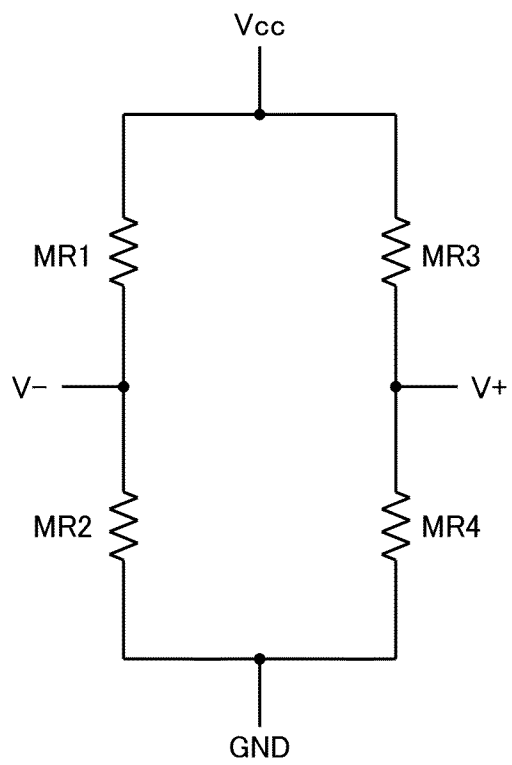
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6



[図7]

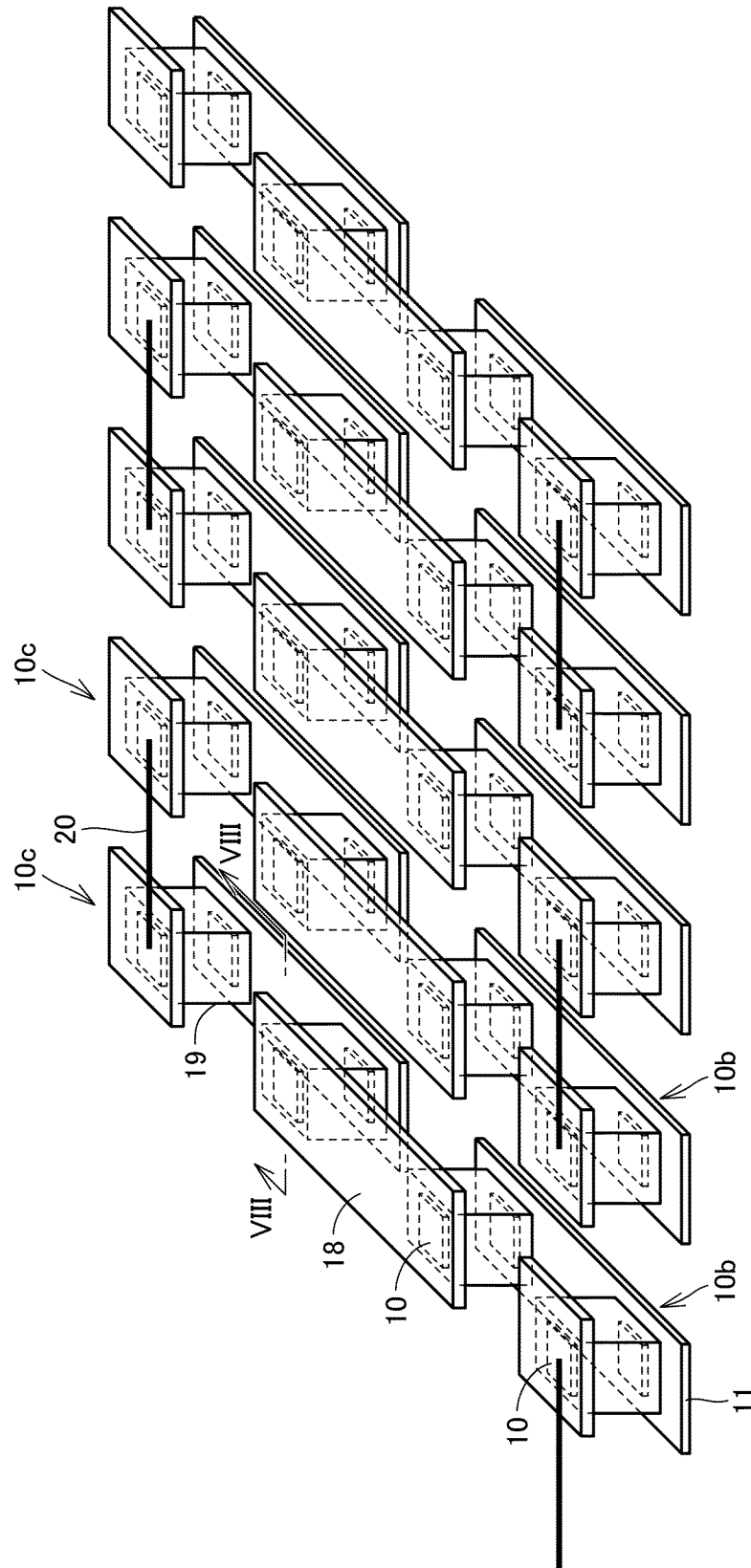
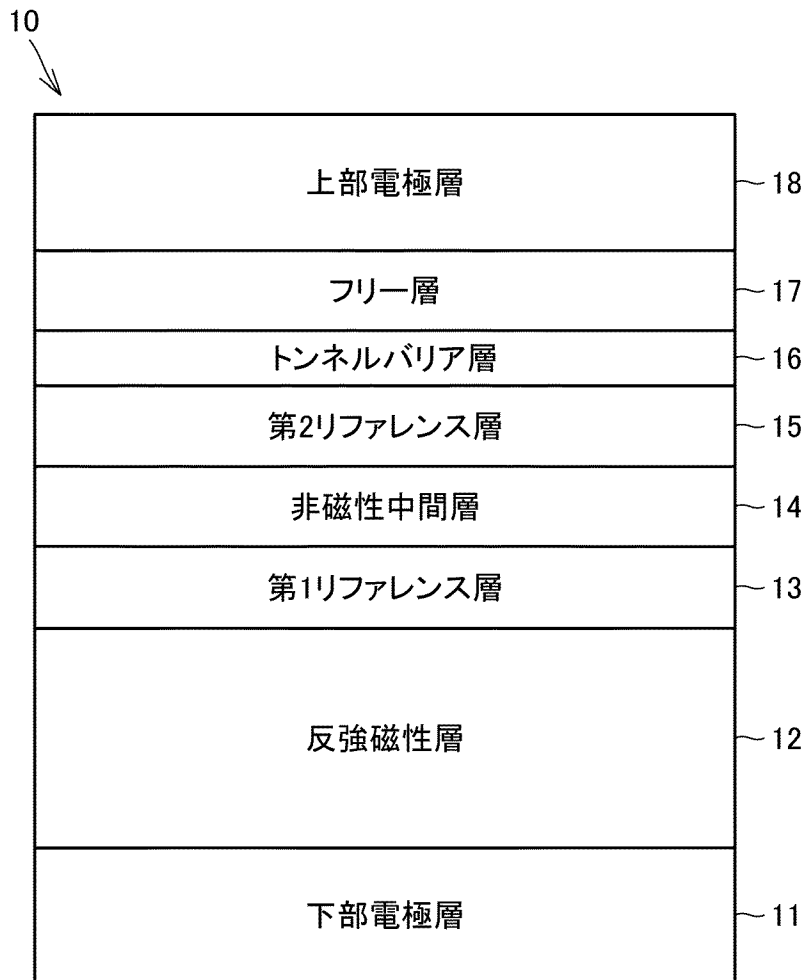


FIG. 7

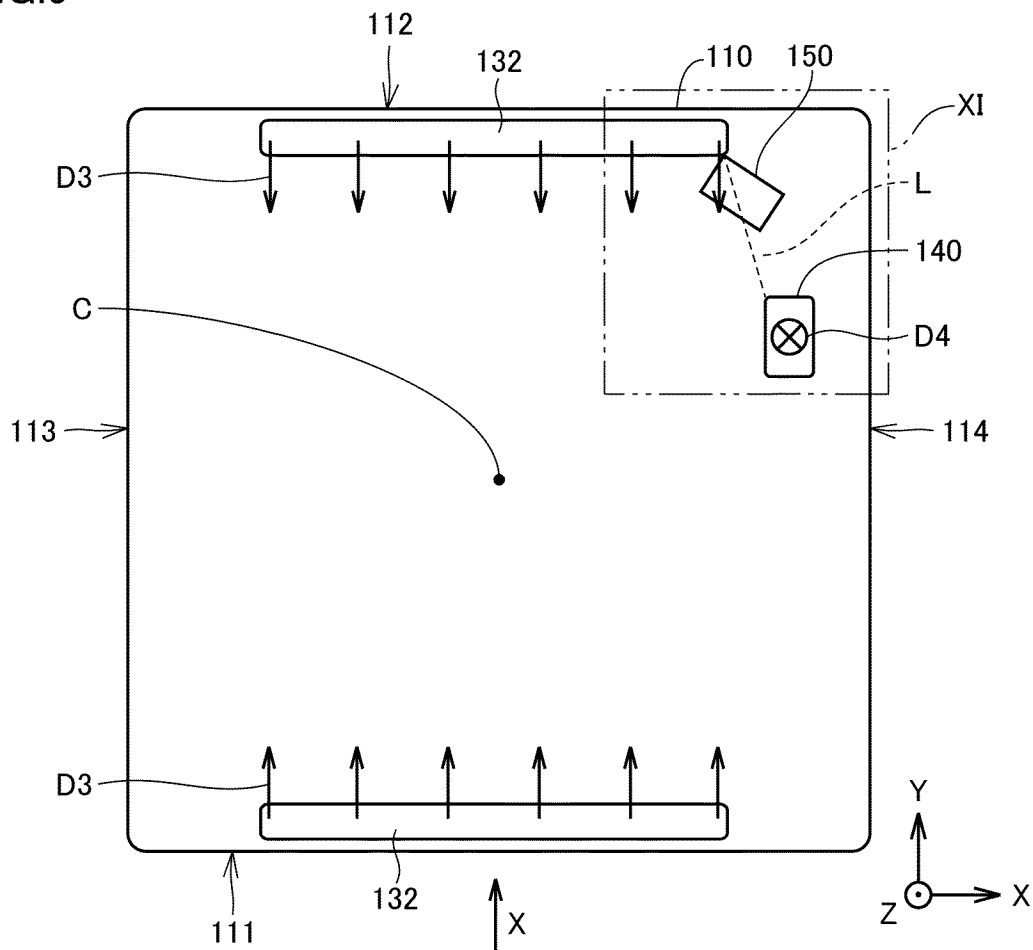
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10

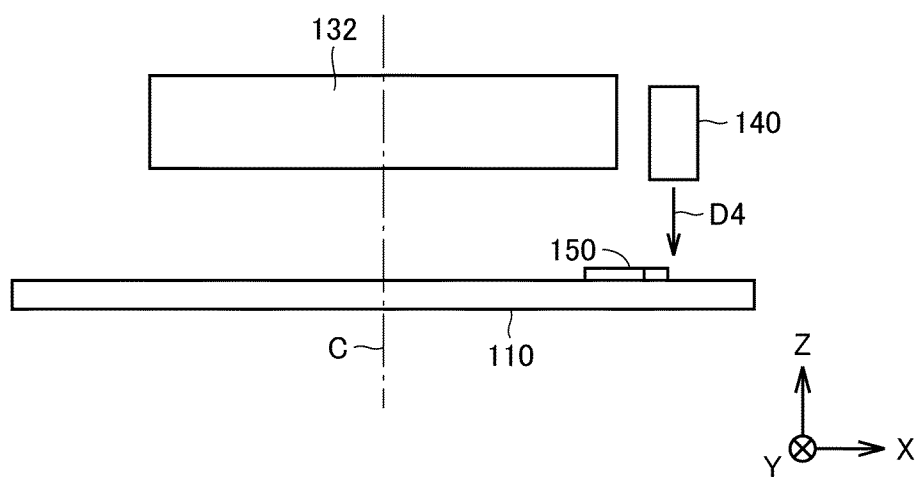
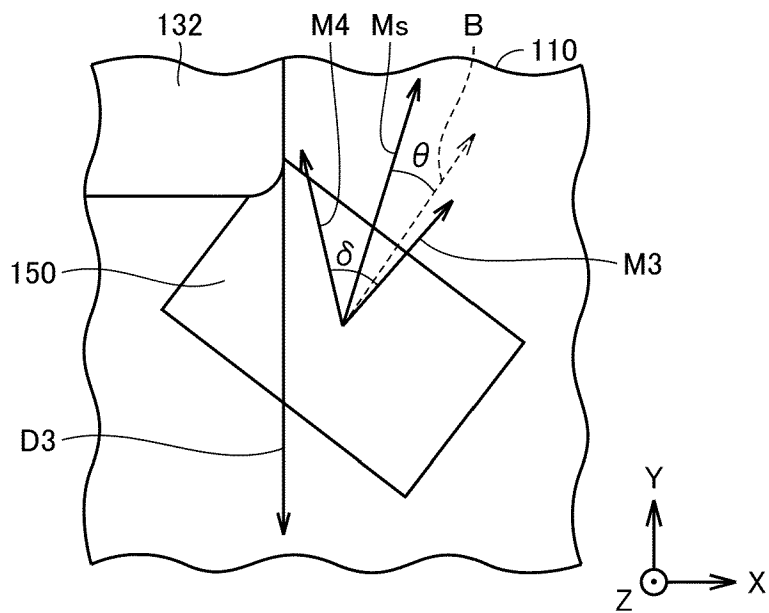
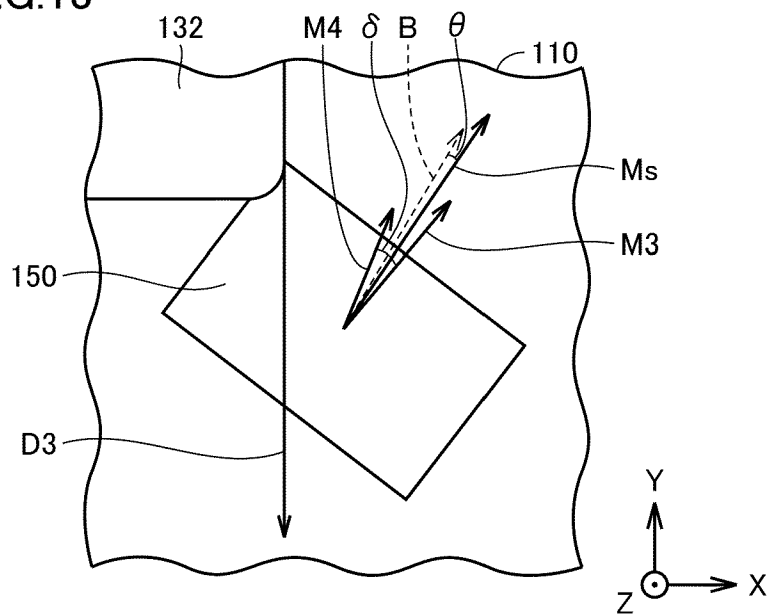


FIG.11



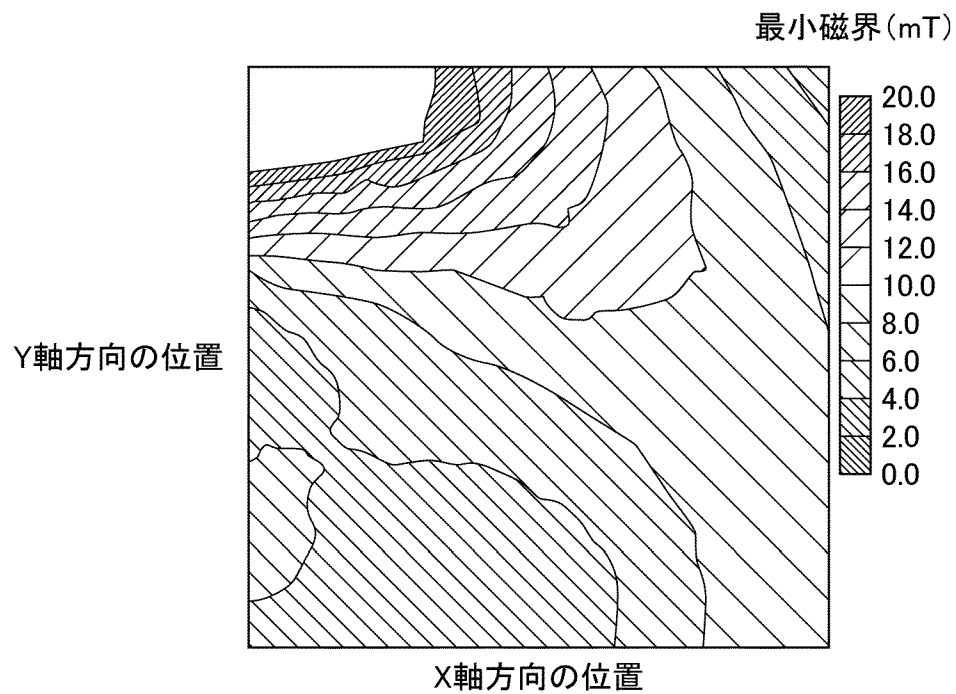
[図13]

FIG.13



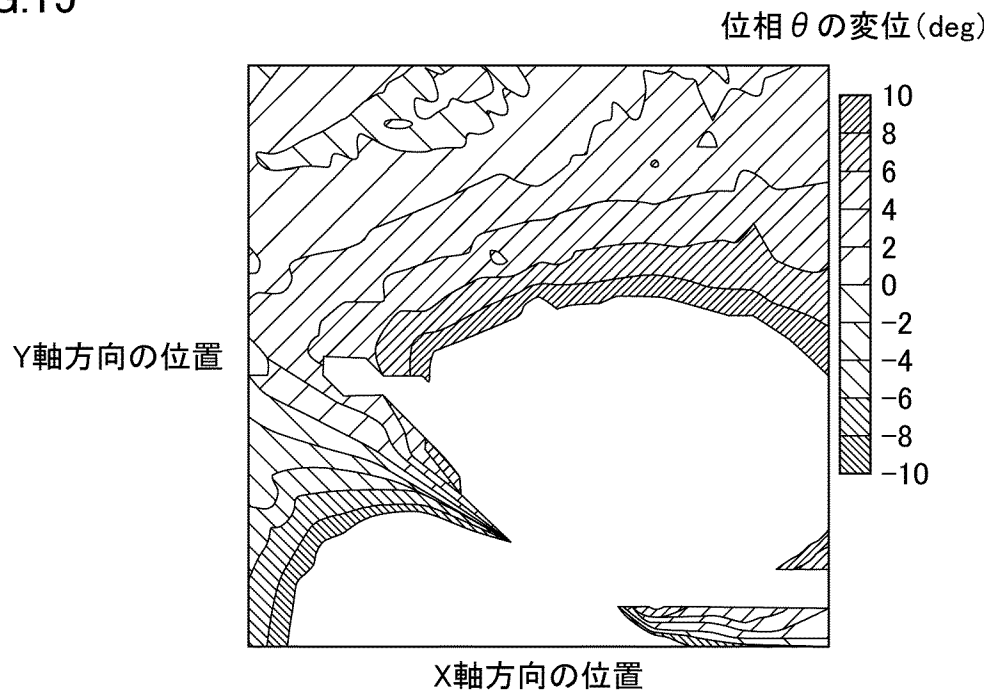
[図14]

FIG.14



[図15]

FIG.15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/023172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D 5/245 (2006.01) i

FI: G01D5/245 110L

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)

G01D5/12-5/252; G01B7/00-7/34; G02B7/02-7/16; G03B3/00-3/12; G03B13/00-13/36

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	JP 2019-8329 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 17 January 2019 (2019-01-17) paragraphs [0035]-[0071], [0106]-[0111], fig. 1-4	1-7
A	JP 2019-82445 A (TDK CORPORATION) 30 May 2019 (2019-05-30) paragraphs [0011]-[0078], fig. 1-10	1-7
A	JP 2015-141329 A (TDK CORPORATION) 03 August 2015 (2015-08-03) paragraphs [0022]-[0055], fig. 1-11	1-7
A	US 2018/0224628 A1 (TDK TAIWAN CORP.) 09 August 2018 (2018-08-09) paragraphs [0047]-[0079], fig. 1-16	1-7

☐	Further documents are listed in the continuation of Box C.	☒	See patent family annex.
*	Special categories of cited documents:	"I"	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
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&"	document member of the same patent family
"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		

Date of the actual completion of the international search 18 August 2021 (18.08.2021)	Date of mailing of the international search report 07 September 2021 (07.09.2021)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 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/JP2021/023172

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-8329 A	17 Jan. 2019	(Family: none)	
JP 2019-82445 A	30 May 2019	US 2019/0128699 A1 paragraphs [0010]- [0097], fig. 1-10 DE 102018123772 A1 CN 109725269 A	
JP 2015-141329 A	03 Aug. 2015	(Family: none)	
US 2018/0224628 A1	09 Aug. 2018	CN 108401101 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01D 5/245(2006.01)i FI: G01D5/245 110L														
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）） G01D5/12-5/252; G01B7/00-7/34; G02B7/02-7/16; G03B3/00-3/12; G03B13/00-13/36 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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												
A	JP 2019-8329 A (ミツミ電機株式会社) 17.01.2019 (2019 - 01 - 17) 段落[0035]-[0071], [0106]-[0111], 図1-4	1-7												
A	JP 2019-82445 A (TDK株式会社) 30.05.2019 (2019 - 05 - 30) 段落[0011]-[0078], 図1-10	1-7												
A	JP 2015-141329 A (TDK株式会社) 03.08.2015 (2015 - 08 - 03) 段落[0022]-[0055], 図1-11	1-7												
A	US 2018/0224628 A1 (TDK TAIWAN CORP.) 09.08.2018 (2018 - 08 - 09) 段落[0047]-[0079], FIGs. 1-16	1-7												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.08.2021	国際調査報告の発送日 07.09.2021													
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） 吉田 久 2F 3902 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/JP2021/023172

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-8329	A	17.01.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-82445	A	30.05.2019	US 2019/0128699 A1	
				段落[0010]-[0097],	
				FIGs. 1-10	
				DE 102018123772 A1	
				CN 109725269 A	
JP	2015-141329	A	03.08.2015	(ファミリーなし)	
US	2018/0224628	A1	09.08.2018	CN 108401101 A	