

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



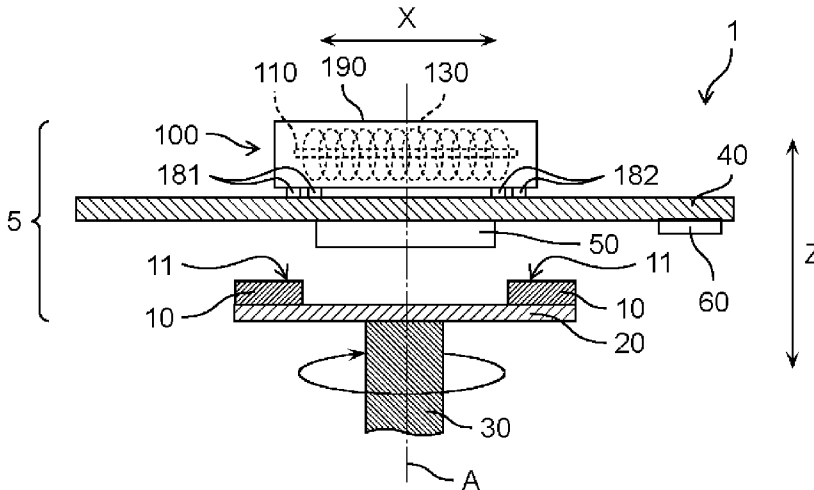
(10) 国際公開番号

WO 2024/202919 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/007703
- (22) 国際出願日: 2024年3月1日(01.03.2024)
- (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 2023-050906 2023年3月28日(28.03.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 片山 和哉 (KATAYAMA Kazuya). 堤 慎一 (TSUTSUMI Shinichi). 西谷 雄 (NISHITANI Yu).
- (74) 代理人: 鎌田 健司, 外 (KAMATA Kenji et al.); 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 パナソニックIPマネジメント株式会社内 Osaka (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, 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,

(54) Title: POWER GENERATION ELEMENT, POWER GENERATION SYSTEM, AND ENCODER

(54) 発明の名称: 発電素子、発電システム、及びエンコーダ



(57) Abstract: This power generation element comprises: a magnetic member which generates a large Barkhausen effect through a change in an external magnetic field; a coil wound around the magnetic member; and a magnetism collection member which is arranged so as to be aligned with the coil along a winding axis direction of the coil and in which an opening into which a part of the magnetic member is inserted is provided, wherein, in the winding axis direction, the outwardly protruding length of an end face on the outside of the magnetism collection member from the end face of the magnetic member is -1% to 4% of the length of the magnetic member.

(57) 要約: 発電素子は、外部磁界の変化によって大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材と、磁性部材に巻回されたコイルと、コイルの巻回軸方向に沿ってコイルと並ぶように配置され、磁性部材の一部が挿入されている開口部が設けられた集磁部材と、を備え、巻回軸方向において、集磁部材の外側の端面の、磁性部材の端面から外側への突出長さは、磁性部材の長さの-1%以上、4%以下である。

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))

明 細 書

発明の名称：発電素子、発電システム、及びエンコーダ

技術分野

[0001] 本開示は、発電素子、発電システム、及びエンコーダに関する。本開示は、特に大バルクハウゼン効果を利用した発電素子、並びに、それを備える発電システム及びエンコーダに関する。

背景技術

[0002] 従来、モータの回転等を検出するためのエンコーダにおいて、バッテリーを用いずに回転を検出するために、大バルクハウゼン効果を利用する発電素子を備える構成が知られている（例えば、特許文献1を参照）。このような発電素子は、例えば、大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材にコイルが巻回された構成を有する。大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材は、外部磁界の変化によって磁束密度が急激に変化する。このため、磁束密度の急激な変化により磁性部材に巻回されたコイルに電力が生じる。エンコーダは、このような電力による電気信号を用いて、モータの回転等を検出する。

[0003] 上述のような大バルクハウゼン効果を利用した発電素子において、発電量の向上が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-198067号公報

発明の概要

[0005] 本開示は、このような課題を解決するためになされたものである。本開示は、発電量を向上できる発電素子、並びに、それを備える発電システム及びエンコーダを提供することを目的とする。

[0006] 上記目的を達成するために、本開示の一態様に係る発電素子は、外部磁界の変化によって大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材と、前記磁性部材に巻回されたコイルと、前記コイルの巻回軸方向に沿って前記コイルと並ぶよ

うに配置され、前記磁性部材の一部が挿入されている開口部が設けられた集磁部材と、を備え、前記巻回軸方向において、前記集磁部材の外側の端面の、前記磁性部材の端面から外側への突出長さは、前記磁性部材の長さの -1% 以上、 4% 以下である。

[0007] 本開示の他の一態様に係る発電システムは、前記発電素子と、前記発電素子に磁界を印加し、かつ、前記発電素子に印加される前記磁界の向きを繰り返し反転させる磁界印加部と、を備え、前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転により発電する。

[0008] 本開示の他の一態様に係るエンコーダは、前記発電システムを備え、前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転により発電した電力を出力する。

[0009] 本開示によれば、発電量を向上できる発電素子、並びに、それを備える発電システム及びエンコーダを提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、実施の形態に係るエンコーダの概略構成を示す断面図である。

[図2]図2は、実施の形態に係るエンコーダにおける磁石の上面図である。

[図3]図3は、実施の形態に係る発電素子の概略構成の第一例を示す断面図である。

[図4]図4は、実施の形態に係る発電素子の概略構成の第二例を示す断面図である。

[図5]図5は、実施の形態に係る集磁部材の平面図である。

[図6]図6は、実施の形態に係る発電素子のジャンプ高さを説明するための模式的なグラフである。

[図7]図7は、実施の形態に係る発電素子の突出長さと、発電素子のジャンプ高さとの関係を示す第一のグラフである。

[図8]図8は、実施の形態に係る発電素子の突出長さと、発電素子のジャンプ高さとの関係を示す第二のグラフである。

[図9]図9は、実施の形態に係る発電素子の突出長さと、発電素子のジャンプ

高さとの関係を示す第三のグラフである。

[図10]図10は、実施の形態に係る発電素子の突出長さと、発電素子のジャンプ高さとの関係を示す第四のグラフである。

[図11]図11は、実施の形態に係る発電素子の突出長さと、発電素子のジャンプ高さとの関係を示す第五のグラフである。

[図12]図12は、変形例1に係る発電素子の概略構成を示す断面図である。

[図13]図13は、変形例2に係る発電素子の概略構成を示す断面図である。

[図14]図14は、変形例3に係る発電素子の概略構成を示す断面図である。

[図15]図15は、変形例4に係る発電素子の概略構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態等は、一例であって、本開示を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本開示の独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

[0012] 各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、各図において縮尺などは必ずしも一致していない。各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0013] 本明細書において、平行などの要素間の関係性を示す用語、及び、矩形などの要素の形状を示す用語、ならびに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数%程度の差異をも含むことを意味する表現である。

[0014] (実施の形態)

以下、実施の形態に係るエンコーダ1、発電システム5及び発電素子100について説明する。

[0015] [構成]

本実施の形態に係るエンコーダ1、発電システム5及び発電素子100の構成を説明する。

[0016] 図1は、実施の形態に係るエンコーダ1の概略構成を示す断面図である。図2は、実施の形態に係るエンコーダ1における磁石10の上面図である。なお、図1において、発電素子100の筐体190に收容されている磁性部材110及びコイル130が破線で模式的に示されている。また、見やすさのため、図2においては、磁石10、回転軸30ならびに発電素子100における磁性部材110及びコイル130以外の図示は省略されている。

[0017] 図1に示されるエンコーダ1は、例えば、サーボモータ等のモータと組み合わせて用いられるロータリーエンコーダである。また、エンコーダ1は、例えば、発電方式のアブソリュートエンコーダである。エンコーダ1は、発電素子100が生成する電気信号に基づいて、例えばモータ等の回転軸30の回転角、回転量、及び回転数等を検出する。エンコーダ1は、磁石10、回転板20、基板40、及び発電素子100を備える発電システム5と、制御回路50と、メモリ60と、を備える。エンコーダ1では、発電システム5における発電素子100が、磁石10が回転することによる、磁石10によって形成される磁界の変化によって発電し、発電した電力を電気信号として出力する。

[0018] 回転板20は、モータ等の駆動部である回転軸30とともに回転する板状の部材である。回転板20の一方の主面の中央部は、回転軸30の軸方向（回転軸30が延びる方向）における回転軸30の端部に取り付けられている。回転板20は、回転軸30の軸方向と直交する方向に延びる。回転板20は、回転軸30の中心を通り回転軸30の軸方向に沿って延びる回転軸線Aを回転軸として回転する。回転軸30の回転動作は、回転する機器の回転動作に同期している。回転板20の平面視形状は、例えば、円形である。回転板20は、例えば、金属製、樹脂製、ガラス製、又はセラミック製等である。

- [0019] 回転軸30は、円柱状等の棒状である。回転軸30の軸心と回転軸線Aとは、一致している。
- [0020] 磁石10は、発電素子100に対して外部磁界を印加する磁界印加部の一例である。磁石10は、発電素子100に印加される磁界の向きを繰り返し反転させる。磁石10は、例えば、板状の磁石である。磁石10は、回転板20と対向する。磁石10は、回転板20の回転軸30側とは反対側の主面上に位置する。一对の磁石10が、回転板20の同一主面上に設けられている。回転板20の厚み方向及び磁石10の厚み方向は、同じである。回転板20の厚み方向及び磁石10の厚み方向は、回転軸30の軸方向である。一对の磁石10は、回転板20と共に回転軸30を回転中心として（つまり、回転軸線Aを回転軸として）回転する。回転軸30の回転により、一对の磁石10が回転することで、一对の磁石10と発電素子100との相対的な位置関係が変化する。発電素子100に印加される一对の磁石10からの磁界も変化する。一对の磁石10の回転方向は、例えば、時計回り及び反時計回りの両方である。しかし、一对の磁石10の回転方向は、時計回り及び反時計回りのいずれか一方のみであってもよい。
- [0021] 一对の磁石10は、回転軸30の回転軸線Aを挟み、かつ、回転板20の同一主面上で間隔を空けて並んで配置されている。つまり、一对の磁石10の間には、回転軸30の回転軸線Aが位置し、空間が形成されている。また、一对の磁石10は、回転軸線Aを挟んで対称に配置されている。一对の磁石10は、相互に同形状である。
- [0022] 一对の磁石10は、回転軸30の回転方向に沿って配置されている。一对の磁石10の各々の平面視形状は、回転軸30の回転方向に沿う円弧状である。一对の磁石10のうち的一方のみが、回転板20の主面上に設けられていてもよい。磁石10は、発電素子100に印加する磁界を変化させることができれば、ドーナツ状、円盤状、又は棒状の磁石等、他の形状の磁石であってもよい。磁石10は、例えば、永久磁石であるが、電磁石であってもよい。

- [0023] 一対の磁石10の各々のN極及びS極は、一対の磁石10が並ぶ方向（回転軸線Aと直交する方向）に沿って並んでいる。一対の磁石10各々のS極とN極との並び順は、同じである。つまり、一対の磁石10の各々は、一対の磁石10が並ぶ方向（回転軸線Aと直交する方向）に着磁されている。そのため、一対の磁石10はそれぞれ、一対の磁石10が並ぶ方向に沿った磁界を発生させる。
- [0024] 一対の磁石10のうち、一方の磁石10における回転軸線A側は、S極である。一対の磁石10のうち、他方の磁石10における回転軸線A側は、N極である。そのため、回転軸30の回転によって、一対の磁石10が回転して、一対の磁石10の位置が互いに入れ替わると、一対の磁石10が形成する磁界の向きは反転する。このような一対の磁石10が回転することにより、発電素子100に印加される磁界が変化する。具体的には、一対の磁石10が回転することにより、発電素子100に印加される磁界の向きが繰り返し反転する。
- [0025] 基板40は、回転板20の磁石10側において、回転板20及び磁石10と間隔を空けて対向するように位置する。つまり、回転軸30の軸方向に沿って、回転軸30、回転板20、磁石10及び基板40は、この順で並ぶ。基板40は、磁石10及び回転板20とともに回転しない。基板40は、回転軸30の軸方向を厚み方向とする板状である。基板40の平面視形状は、例えば、円形状である。例えば、回転軸30の軸方向から見た場合に、回転軸30、回転板20、及び基板40それぞれの中心は、一致する。これらの中心は、回転軸線Aの位置である。
- [0026] 基板40は、例えば、配線基板である。基板40には、発電素子100、制御回路50及びメモリ60等の電子部品等が実装される。図1では、基板40の磁石10側の主面に制御回路50及びメモリ60が実装されている。基板40の磁石10とは反対側の主面に発電素子100が実装されている。基板40は、例えば、エンコーダ1又はモータ等の一部を構成するケース（不図示）に固定される。

- [0027] 発電素子100は、基板40の磁石10側とは反対側の主面上に位置する。そのため、発電素子100における基板40側が、磁石10側である。発電素子100は、回転軸30の軸方向に沿って、磁石10及び回転板20と並んでいる。以降、磁石10及び回転板20と発電素子100とが並ぶ、矢印Zで示される方向を「並び方向」と称する場合がある。並び方向は、回転軸30の軸方向、及び、磁石10の主面11の法線方向でもある。発電素子100は、磁石10及び回転板20と共に回転しない。
- [0028] 発電素子100は、回転軸30の軸方向において回転板20と対向するように設けられている。発電素子100は、回転軸30の軸方向から見た場合に、回転軸線Aと重ならず、回転軸線Aとずれた位置に配置されている。発電素子100は、回転軸30の軸方向から見た場合に、磁石10が回転した際に通る位置と重なる。発電素子100は、磁石10の回転方向の接線方向に延びるように、基板40の主面に沿って延在する。
- [0029] 発電素子100は、磁石10が回転することによる、磁石10によって形成される磁界の変化、具体的には磁界の向きの変換によって発電し、発電した電力を出力する。発電素子100のコイル130の巻回軸方向（磁性部材110の長手方向）が、発電素子100が延在する方向である。コイル130の巻回軸方向は、図中の矢印Xで示される方向である。以降、図中の矢印Xで示されるコイル130の巻回軸方向を、単に「巻回軸方向」と称する場合がある。
- [0030] 発電素子100は、例えば、磁性部材110と、コイル130と、集磁部材150（後述する図3、図4を参照；図1及び図2では図示省略）と、端子181、182と、筐体190とを備える。
- [0031] 磁性部材110、コイル130及び集磁部材150の詳細については、後述する。磁性部材110は、大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材である。磁性部材110に巻回されたコイル130に発電パルスが生じる。発電素子100の配置は、特に制限されない。発電素子100は、磁石10によって発生する磁界が印加される領域に位置する。発電素子100は、回転軸3

0が回転することによる磁界の向きの反転によって発電パルスを生成するように配置されればよい。

[0032] 端子181、182は、発電素子100と基板40とを電氣的に接続するための部材である。端子181、182は、発電素子100における基板40側の端部に位置する。発電素子100における端子181、182側に、磁石10が配置されている。端子181は、コイル130を構成する導線の一端に電氣的に接続される。端子182は、当該導線の他端に電氣的に接続される。つまり、コイル130と基板40とは、端子181、182を介して電氣的に接続されている。

[0033] 筐体190は、磁性部材110、コイル130及び集磁部材150を収容し、支持している。磁性部材110、コイル130及び集磁部材150は、例えば、筐体190内で樹脂等に包埋されている。筐体190は、端子181、182の一部を収容する。筐体190は、例えば、発電素子100における磁石10側に開口している。筐体190は、例えば、図示が省略されている固定部材等によって、基板40に固定されている。

[0034] 制御回路50は、基板40の磁石10側の主面上に位置する。制御回路50は、発電素子100と電氣的に接続されている。制御回路50は、発電素子100が生成する発電パルス等の電気信号を取得する。制御回路50は、取得した電気信号に基づいて、モータ等の回転軸30の回転角、回転量及び回転数等を検出（算出）する。制御回路50は、例えば、IC（集積回路）パッケージ等である。

[0035] メモリ60は、基板40の磁石10側の主面上に位置する。メモリ60は、制御回路50と接続されている。メモリ60は、制御回路50が検出した結果を保存する半導体メモリ等の不揮発性メモリである。

[0036] 次に、本実施の形態に係る発電素子100の詳細構成について説明する。

[0037] 図3は、実施の形態に係る発電素子100の概略構成の第一例を示す断面図である。図4は、実施の形態に係る発電素子100の概略構成の第二例を示す断面図である。図3及び図4は、コイル130の巻回軸R1を通るよう

に、並び方向に沿って切断した場合の断面を示している。見やすさのため、図3及び図4において、端子181、端子182及び筐体190の図示は省略されている。これらは、以下で説明する各発電素子の図においても同様である。

- [0038] 図3及び図4に示されるように、発電素子100は、磁性部材110と、コイル130と、集磁部材150とを備える。
- [0039] 磁性部材110は、磁石10等が形成する外部磁界の変化によって大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材である。磁性部材110は、例えば、ウィーガンドワイヤ等の径方向における中心部分と外周部分とで異なる磁気特性を有する複合磁気ワイヤである。複合磁気ワイヤにおいて、中心部分及び外周部分のうち、一方が硬磁性部であり、他方が軟磁性部である。
- [0040] 複合磁気ワイヤは、軟磁性部では、比較的小さな外部磁界の付与によって磁化の方向が変化するのに対し、硬磁性部では、比較的大きな外部磁界を付与しなければ磁化の方向が変化しない磁気特性を有する。複合磁気ワイヤの長手方向に、複合磁気ワイヤの硬磁性部の磁化の方向を反転させるのに十分な比較的大きな外部磁界を印加すると、複合磁気ワイヤの硬磁性部の磁化の方向と軟磁性部の磁化の方向とが同じ方向に揃う。その後、複合磁気ワイヤに印加される外部磁界の方向を反転させても、硬磁性部の影響で、外部磁界が小さい間は、硬磁性部の磁化の方向及び軟磁性部の磁化の方向は反転しない。さらに方向を反転させた外部磁界を大きくすると、所定の閾値を超えたところで、軟磁性部の磁化の方向が急激に反転する。このような、磁界が急激に反転する現象は大バルクハウゼンジャンプとも呼ばれる。これにより、複合磁気ワイヤの磁束密度が急激に変化し、複合磁気ワイヤに巻回されたコイル130に電力（発電パルス）が生じる。
- [0041] 磁性部材110は、ウィーガンドワイヤ等の複合磁気ワイヤに限らない。磁性部材110は、異なる磁気特性の硬磁性部と軟磁性部とを有することで大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材であればよい。磁性部材110では、例えば、硬磁性部と軟磁性部とが巻回軸方向と交差（例えば直交）する方

向に並び、硬磁性部と軟磁性部とが巻回軸方向に延びるように存在することで、大バルクハウゼン効果が生じる。磁性部材110は、磁気特性の異なる薄膜が積層された構造を有する磁性部材であってもよい。

[0042] 磁性部材110は、例えば、コイル130の巻回軸方向に沿って延びるワイヤ状の部材である。磁性部材110の径方向に切断した断面形状は、例えば、円状又は楕円状である。しかし、矩形状又は多角形状等の他の形状であってもよい。巻回軸方向において、磁性部材110の長さは、コイル130の長さより長い。

[0043] コイル130は、導線が磁性部材110に巻回されているコイルである。具体的には、コイル130は、磁性部材110の中心を通り、磁性部材110の長手方向に延びる巻回軸R1に沿って巻回されている。巻回軸方向において、コイル130は、磁性部材110の両側の2つの端面111の間に位置する。コイル130は、2つの集磁部材150の間に位置する。コイル130と集磁部材150とは離間している。コイル130は、巻回数を増やして、巻回軸方向に延ばすことで、集磁部材150と接していてもよい。

[0044] 集磁部材150は、コイル130の巻回軸方向に沿ってコイル130と並ぶように、磁性部材110の端部に配置されている。本実施の形態においては、2つの集磁部材150が、磁性部材110の両端部にそれぞれ1つずつ配置されている。2つの集磁部材150は、コイル130を挟んで対向している。2つの集磁部材150は、対称な形状である。以下では、主に、2つの集磁部材150のうち的一方について説明される。しかし、同様の説明が他方にも適用される。

[0045] 集磁部材150の構成について、図3～図5を用いて説明する。図5は、実施の形態に係る集磁部材150の平面図である。図5には、巻回軸方向に沿って外側から集磁部材150を見た平面視形状が示されている。

[0046] 図3及び図4に示されるように、集磁部材150は、開口部151が形成された筒状の部材である。集磁部材150の巻回軸方向における長さはL0である。集磁部材150は、例えば、フェライトなどの軟磁性材料で構成さ

れるフェライトビーズである。集磁部材150は、磁石10からの磁束の集磁、及び、磁性部材110における磁束の安定化のために設けられている。集磁部材150は、例えば、磁性部材110における軟磁性部よりも軟磁性である。つまり、集磁部材150は、磁性部材110における軟磁性部よりも保磁力が低い。

[0047] 集磁部材150には、磁性部材110の一部が挿入されている開口部151が設けられている。開口部151は、巻回軸方向に沿って集磁部材150を貫通する貫通孔である。開口部151は、巻回軸方向に沿って見た場合に、集磁部材150の中心に位置する。巻回軸方向に沿って見た場合の集磁部材150の外周及び開口部151のそれぞれの形状は、例えば、円形である。そのため、集磁部材150は、例えば、円筒状である。

[0048] 磁性部材110の巻回軸方向における端部付近の一部は、開口部151内に位置し、集磁部材150に覆われている。巻回軸方向において、集磁部材150の外側の端面152は、図3に示されるように、磁性部材110の端面111よりも外側に位置する場合と、図4に示されるように、磁性部材110の端面111よりも内側に位置する場合と、があり得る。なお、本明細書において、巻回軸方向における外側とは、巻回軸方向において磁性部材110の中心から離れる方向のことである。本明細書では、図3に示されるように、集磁部材150の外側の端面152が、長さ $L_1 (>0)$ だけ磁性部材110の端面111より外側に位置する場合に、集磁部材150の外側の端面152の、磁性部材110の端面111から外側への突出長さが $L_1 (>0)$ である、という。一方、図4に示されるように、集磁部材150の外側の端面152が、長さ $L_1 (>0)$ だけ磁性部材110の端面111より内側に位置する場合に、集磁部材150の外側の端面152の、磁性部材110の端面111から外側への突出長さが $-L_1 (<0)$ である、という。磁性部材110と集磁部材150との相対位置の詳細については、後述する。

[0049] [磁性部材と集磁部材との相対位置及びその効果]

本実施の形態に係る発電素子100における磁性部材110と集磁部材150との相対位置、及びその効果等について説明する。

[0050] 発電素子100の磁性部材110における大バルクハウゼンジャンプの高さであるジャンプ高さH0について図6を用いて説明する。図6は、実施の形態に係る発電素子100のジャンプ高さH0を説明するための模式的なグラフである。図6のグラフは、磁性部材110の磁化のヒステリシスカーブである。図6の横軸は、発電素子100に印加される外部磁界強度を示す。図6の縦軸は、磁性部材110の磁化を示す。

[0051] 発電素子100に印加される外部磁界の強度及び向きを変動させる際の、磁性部材110の磁化の大きさ及び向きは、図6のヒステリシスカーブで示されるように変動する。図6に示される破線の矢印は、外部磁界強度と磁化との関係の移動の向きを示す。

[0052] 図6に示されるように、外部磁界強度を増大させる際に、磁化が急激に大きくなる大バルクハウゼンジャンプと呼ばれる現象が発生する。この際の磁化の変動量(H0)をジャンプ高さと呼ぶ。

[0053] 続いて、本実施の形態に係る発電素子100における磁性部材110と集磁部材150との相対位置、及びその効果について、図7～図11を用いて説明する。図7は、実施の形態に係る発電素子100の突出長さL1と、発電素子100のジャンプ高さH0との関係を示す第一のグラフである。図8は、実施の形態に係る発電素子100の突出長さL1と、発電素子100のジャンプ高さH0との関係を示す第二のグラフである。図9は、実施の形態に係る発電素子100の突出長さL1と、発電素子100のジャンプ高さH0との関係を示す第三のグラフである。図10は、実施の形態に係る発電素子100の突出長さL1と、発電素子100のジャンプ高さH0との関係を示す第四のグラフである。図11は、実施の形態に係る発電素子100の突出長さL1と、発電素子100のジャンプ高さH0との関係を示す第五のグラフである。図7、図8、及び図9は、それぞれ、外部磁界の最大値が、80 [Oe]、160 [Oe]、及び200 [Oe]である場合の、突出長さ

L1とジャンプ高さH0との関係を示している。図7～図9は、磁性部材110の長さLwが10.8mm及び11.8mmの各場合における、突出長さL1とジャンプ高さH0との関係と、それらの関係をフィッティングした曲線（点線）とを示している。図10及び図11は、それぞれ、外部磁界の最大値が、80 [Oe] 及び160 [Oe] である場合の、突出長さL1とジャンプ高さH0との関係を示している。図10及び図11は、磁性部材110の長さLwが10.8mmであり、集磁部材150の巻回軸方向における長さL0が、0.8mm、1.0mm、1.2mm、及び1.4mmである場合の、突出長さL1とジャンプ高さH0との関係を示している。

[0054] 従来、集磁部材150の巻回軸方向における位置の、発電素子100のジャンプ高さH0、つまり、発電量への影響は小さいと考えられていた。しかしながら、発明者らが鋭意研究を行った結果、図7～図11に示されるように、集磁部材150の突出長さL1が、ジャンプ高さH0に大きく影響することを見出した。そこで、図7～図11に基づいて、本実施の形態に係る発電素子100における集磁部材150の突出長さL1は、以下のように設定される。

[0055] 本実施の形態に係る発電素子100において、集磁部材150の突出長さL1は、磁性部材110の長さLwの-1%以上、4%以下である。この場合、突出長さL1は、例えば、約-0.1mm以上、約0.4mm以下である。

[0056] これにより、図7～図9に示されるように、ジャンプ高さH0が大きい発電素子100を実現できる。ここで、ジャンプ高さH0は、発電素子100における発電量に対応するため、本実施の形態では、発電量を向上できる発電素子100を実現できる。

[0057] 発電素子100において、集磁部材150の突出長さL1は、磁性部材110の長さLwの0%より大きく、3%以下であってもよい。この場合、突出長さL1は、例えば、0mmより大きく、約0.3mm以下であってもよい。

[0058] このように、巻回軸方向において集磁部材150の端面が磁性部材110の端面から外側に突出する構成では、発電素子100が大型化し得るため、従来はこのような構成は、回避されていた。しかしながら、発明者らは、集磁部材150の突出長さL1を、磁性部材110の長さLwの0%より大きく、3%以下とすることで、発電素子100の大型化を抑制しつつ、発電量を大幅に向上できることを見出した。

[0059] 巻回軸方向における集磁部材150の長さL0は、巻回軸方向における磁性部材110の長さLwの9%以上、13%以下であってもよい。この場合、巻回軸方向における集磁部材150の長さは、例えば、約1.1mm以上、約1.4mm以下であってもよい。

[0060] 図10及び図11に示されるように、巻回軸方向における集磁部材150の長さL0が短くなるにしたがって、ジャンプ高さH0が小さくなる傾向がある。この傾向は、図11に示されるように、外部磁界強度が大きい場合に、より顕著である。本実施の形態では、巻回軸方向における集磁部材150の長さL0を、巻回軸方向における磁性部材110の長さLwの9%以上とすることで、発電素子100のジャンプ高さH0、つまり、発電量をより確実に向上できる。

[0061] 巻回軸方向における集磁部材150の長さが長くなりすぎると、コイル130を形成するためのスペースが減少する。つまり、コイル130の巻数が減少するため、発電量が低下する。本実施の形態では、巻回軸方向における集磁部材150の長さL0を、巻回軸方向における磁性部材110の長さLwの13%以下とすることで、発電素子100のジャンプ高さH0、つまり、発電量の減少を抑制できる。

[0062] (その他の実施の形態)

以上、本開示に係る発電素子、発電システム、及びエンコーダについて、実施の形態に基づいて説明した。しかし、本開示は、上記実施の形態に限定されるものではない。上記の各実施の形態に対して当業者が思い付く各種変形を施して得られる形態、又は、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形

態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本開示に含まれる。

[0063] 例えば、上記実施の形態では、集磁部材150の開口部151は貫通孔である。しかし、集磁部材150の構成は、これに限定されない。集磁部材150の開口部151は、巻回軸方向における磁性部材110が挿入された部分のみが開口した、貫通していない有底穴であってもよい。つまり、磁性部材110の端面111の外側にも、集磁部材150の一部が配置されていてもよい。

[0064] 上記実施の形態では、集磁部材150の巻回軸方向における端面は、巻回軸方向に垂直な平面状の形状を有する。しかし、集磁部材150の構成はこれに限定されない。以下、変形例1～変形例4に係る発電素子の構成について、図12～図15を用いて説明する。図12は、変形例1に係る発電素子100aの概略構成を示す断面図である。図13は、変形例2に係る発電素子100bの概略構成を示す断面図である。図14は、変形例3に係る発電素子100cの概略構成を示す断面図である。図15は、変形例4に係る発電素子100dの概略構成を示す断面図である。

[0065] 図12に示される変形例1に係る発電素子100aの集磁部材150aのように、集磁部材150aの巻回軸方向における内側の端面は、巻回軸方向に対して傾斜した傾斜面158aを有してもよい。傾斜面158a上の巻回軸方向における位置は、巻回軸R1に近づくに従って集磁部材150aの外側の端面152に近づく。

[0066] 図13に示される変形例2に係る発電素子100bの集磁部材150bのように、集磁部材150bの巻回軸方向における内側の端面は、巻回軸方向に対して傾斜した傾斜面158bを有してもよい。傾斜面158b上の巻回軸方向における位置は、巻回軸R1から遠ざかるに従って集磁部材150bの外側の端面152に近づく。

[0067] 図14に示される変形例3に係る発電素子100cの集磁部材150cのように、集磁部材150cの巻回軸方向における内側の端面は、巻回軸R1

側の端部に凹部 159c を有してもよい。

[0068] 図 15 に示される変形例 4 に係る発電素子 100d の集磁部材 150d のように、集磁部材 150d の巻回軸方向における内側の端面は、巻回軸 R1 から遠い側の端部に凹部 159d を有してもよい。

[0069] 以上のような変形例 1 ~ 変形例 4 に係る発電素子においても、上記実施の形態に係る発電素子 100 と同様の効果が奏される。

[0070] 上記実施の形態に係る発電システム及びエンコーダでは、発電素子の位置が固定され、磁石が回転軸の回転によって回転することで、発電素子に印加される磁界の向きが繰り返し反転する。しかし、発電システム及びエンコーダの構成はこれに限定されない。例えば、磁石の位置が固定され、発電素子が回転軸の回転によって回転することで、発電素子に印加される磁界の向きが繰り返し反転してもよい。

[0071] 上記実施の形態では、モータと組み合わせて用いられるロータリーエンコーダを例にとって説明した。しかし、これに限らない。本開示の技術は、リニアエンコーダにも適用することができる。

[0072] 以上の記載により、下記の技術が開示される。

[0073] (技術 1) 外部磁界の変化によって大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材と、前記磁性部材に巻回されたコイルと、前記コイルの巻回軸方向に沿って前記コイルと並ぶように配置され、前記磁性部材の一部が挿入されている開口部が設けられた集磁部材と、を備え、前記巻回軸方向において、前記集磁部材の外側の端面の、前記磁性部材の端面から外側への突出長さは、前記磁性部材の長さの -1% 以上、4% 以下である発電素子。

[0074] (技術 2) 前記突出長さは、-0.1mm 以上、0.4mm 以下である技術 1 に記載の発電素子。

[0075] (技術 3) 前記突出長さは、前記巻回軸方向における前記磁性部材の長さの 0% より大きく、3% 以下である技術 1 又は 2 に記載の発電素子。

[0076] (技術 4) 前記突出長さは、0mm より大きく、0.3mm 以下である技術 3 に記載の発電素子。

- [0077] (技術5) 前記巻回軸方向における前記集磁部材の長さは、前記巻回軸方向における前記磁性部材の長さの9%以上、13%以下である技術1~4のいずれか1つに記載の発電素子。
- [0078] (技術6) 前記巻回軸方向における前記集磁部材の長さは、1.1mm以上、1.4mm以下である技術5に記載の発電素子。
- [0079] (技術7) 技術1~6のいずれか1つに記載の発電素子と、前記発電素子に磁界を印加し、かつ、前記発電素子に印加される前記磁界の向きを繰り返して反転させる磁界印加部と、を備え、前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転により発電する発電システム。
- [0080] (技術8) 技術7に記載の発電システムを備え、前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転により発電した電力を出力するエンコーダ。

産業上の利用可能性

- [0081] 本開示に係る発電素子、発電システム及びエンコーダは、モータ等の回転又は直線移動する機器や装置等に有用である。

符号の説明

- [0082] 1 エンコーダ
5 発電システム
10 磁石
11 主面
20 回転板
30 回転軸
40 基板
50 制御回路
60 メモリ
100、100a、100b、100c、100d 発電素子
110 磁性部材
111、152 端面

130 コイル

150、150a、150b、150c、150d 集磁部材

151 開口部

158a、158b 傾斜面

159c、159d 凹部

181、182 端子

190 筐体

請求の範囲

- [請求項1] 外部磁界の変化によって大バルクハウゼン効果を生じる磁性部材と、
前記磁性部材に巻回されたコイルと、
前記コイルの巻回軸方向に沿って前記コイルと並ぶように配置され、前記磁性部材の一部が挿入されている開口部が設けられた集磁部材と、を備え、
前記巻回軸方向において、前記集磁部材の外側の端面の、前記磁性部材の端面から外側への突出長さは、前記磁性部材の長さの -1% 以上、 4% 以下である
発電素子。
- [請求項2] 前記突出長さは、 -0.1 mm 以上、 0.4 mm 以下である
請求項1に記載の発電素子。
- [請求項3] 前記突出長さは、前記巻回軸方向における前記磁性部材の長さの 0% より大きく、 3% 以下である
請求項1又は2に記載の発電素子。
- [請求項4] 前記突出長さは、 0 mm より大きく、 0.3 mm 以下である
請求項3に記載の発電素子。
- [請求項5] 前記巻回軸方向における前記集磁部材の長さは、前記巻回軸方向における前記磁性部材の長さの 9% 以上、 13% 以下である
請求項1～4のいずれかに記載の発電素子。
- [請求項6] 前記巻回軸方向における前記集磁部材の長さは、 1.1 mm 以上、 1.4 mm 以下である
請求項5に記載の発電素子。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれかに記載の発電素子と、
前記発電素子に磁界を印加し、かつ、前記発電素子に印加される前記磁界の向きを繰り返し反転させる磁界印加部と、を備え、
前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転によ

り発電する

発電システム。

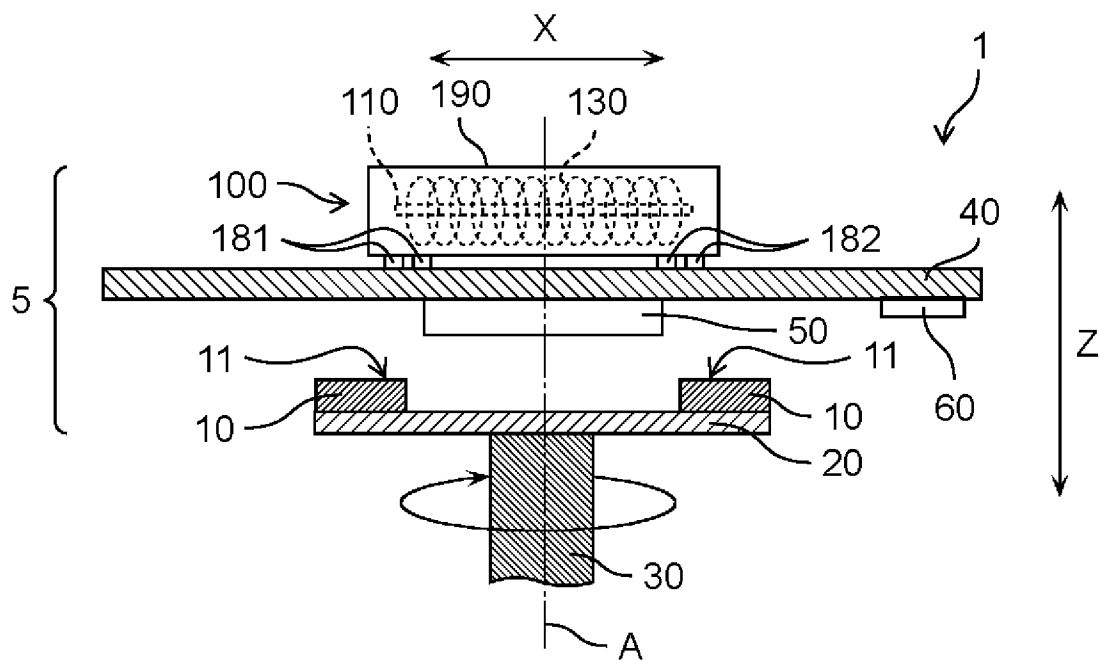
[請求項8]

請求項7に記載の発電システムを備え、

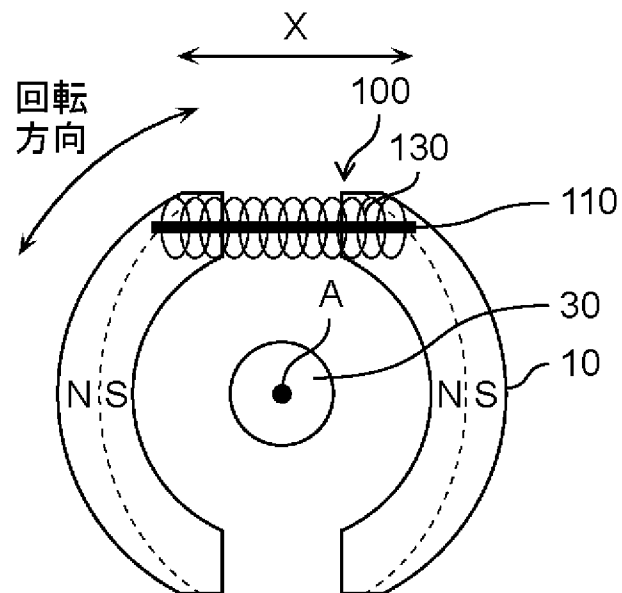
前記発電素子は、前記磁界印加部による前記磁界の向きの反転により発電した電力を出力する

エンコーダ。

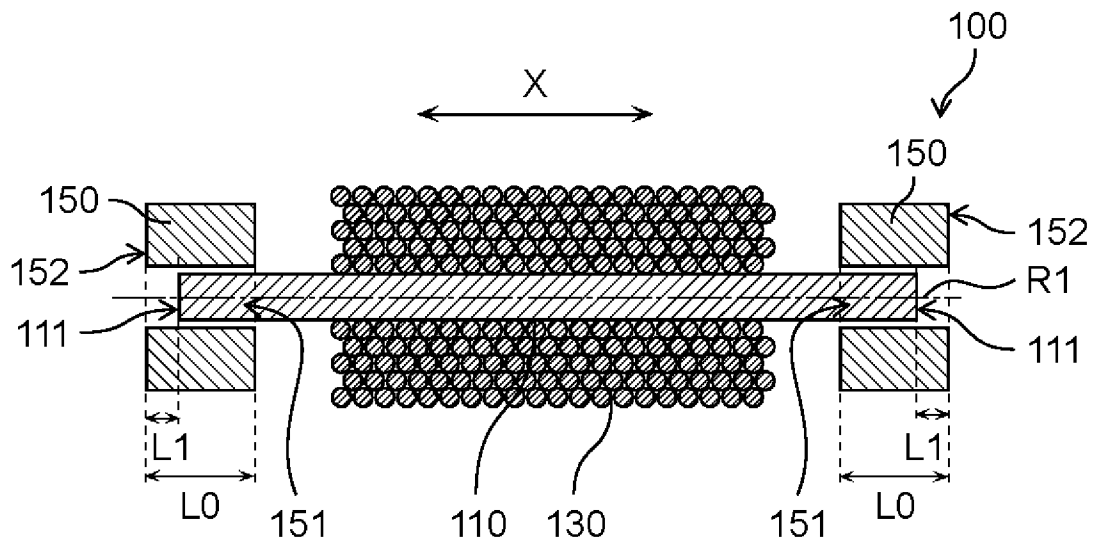
[図1]



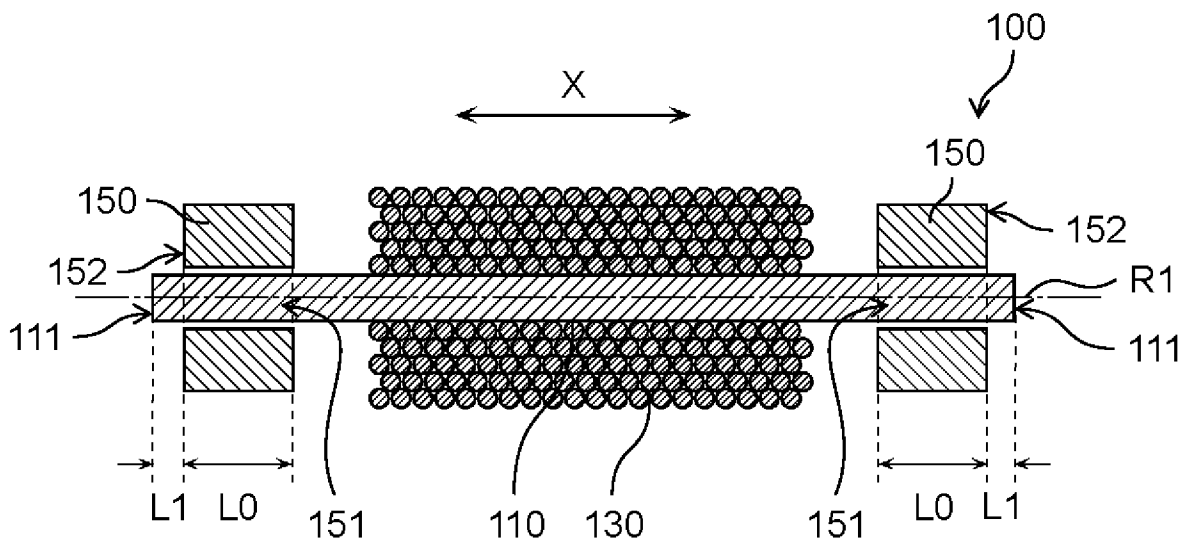
[図2]



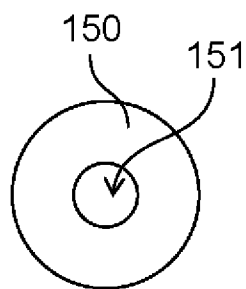
[図3]



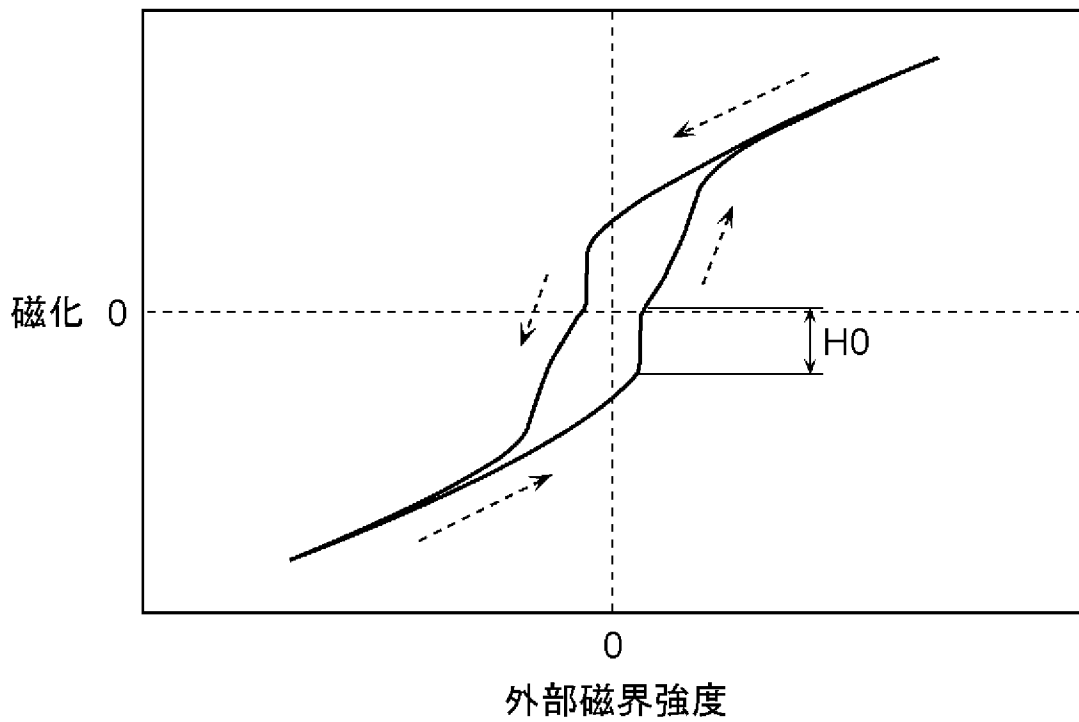
[図4]



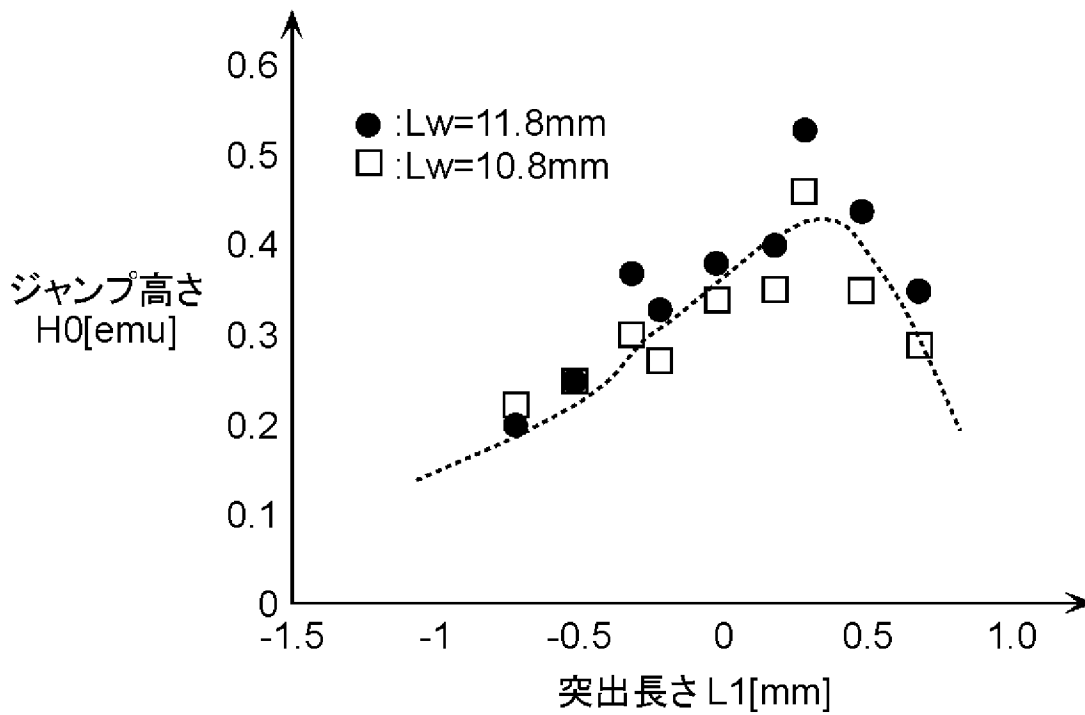
[図5]



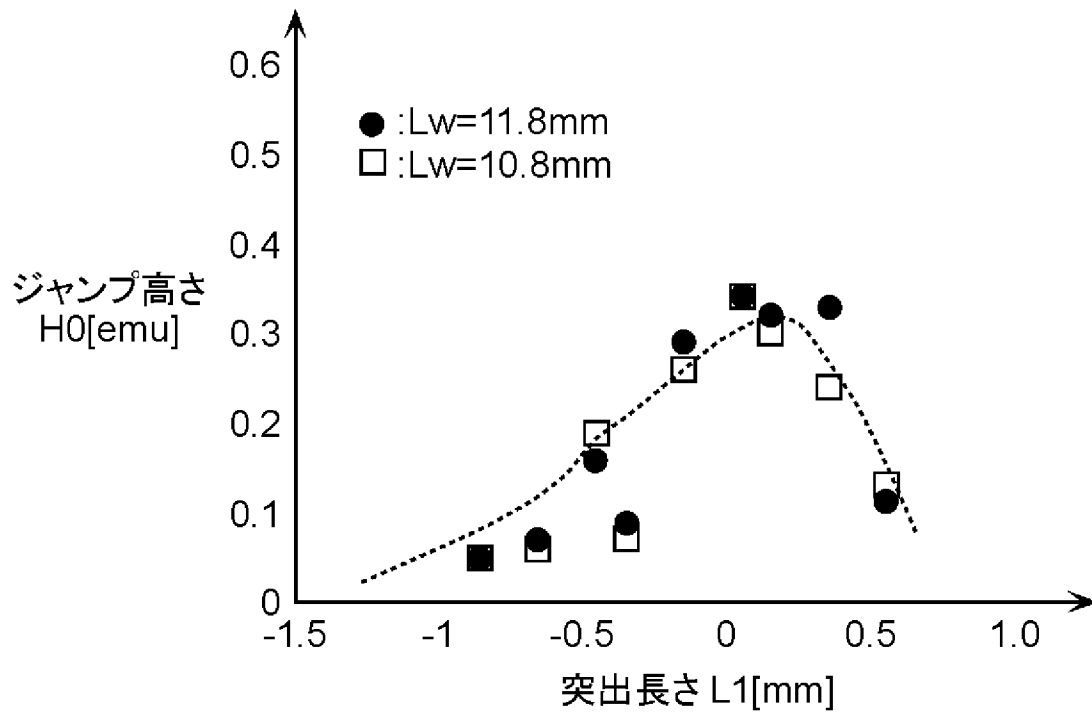
[図6]



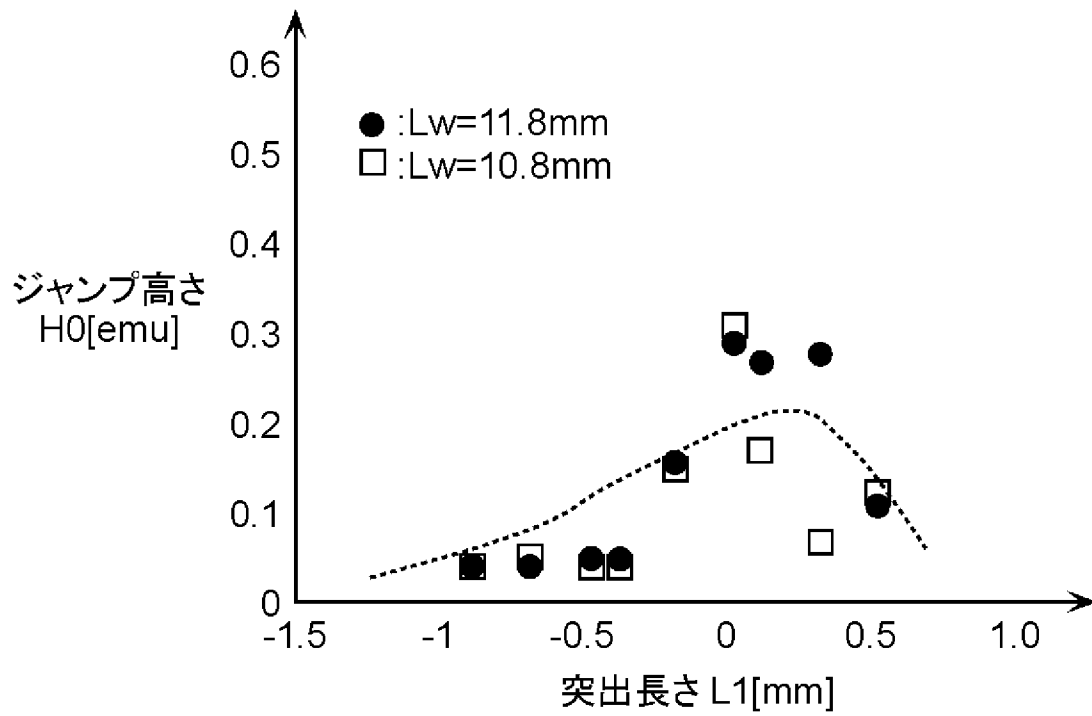
[図7]



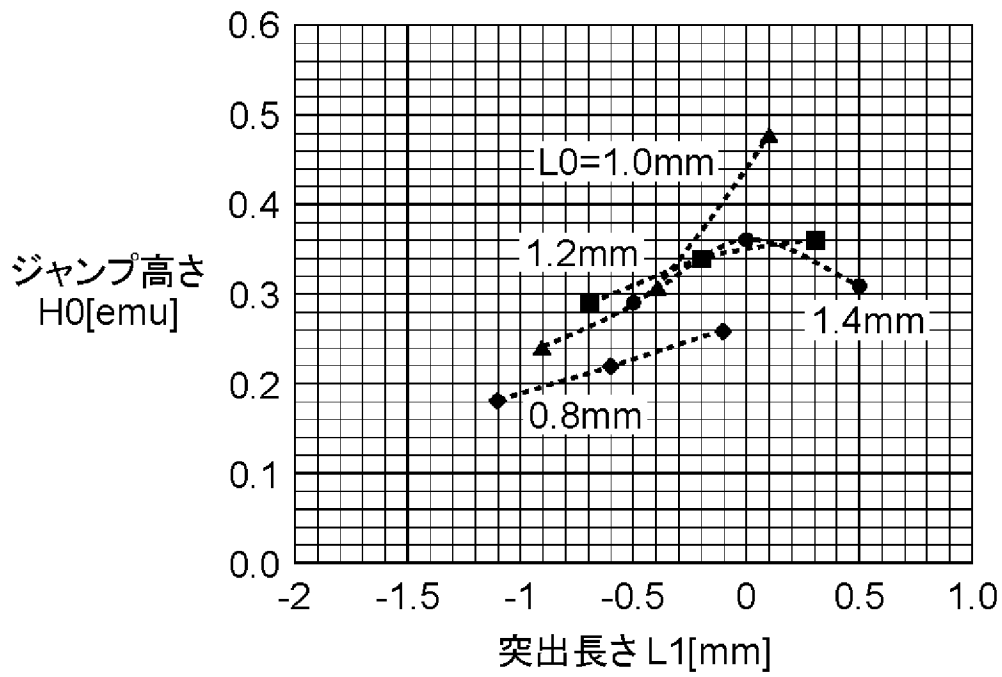
[図8]



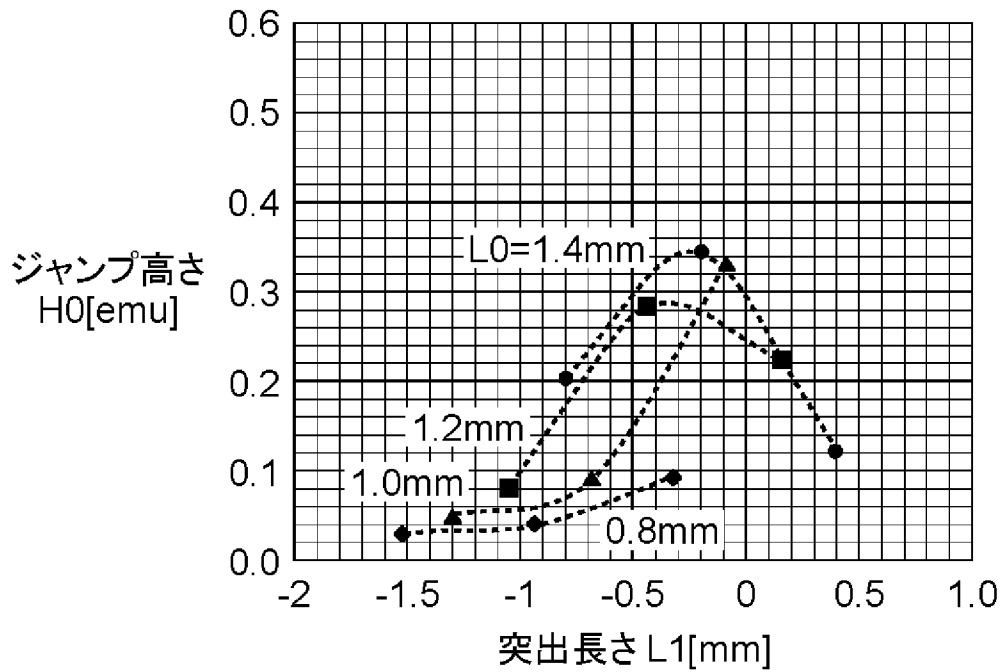
[図9]



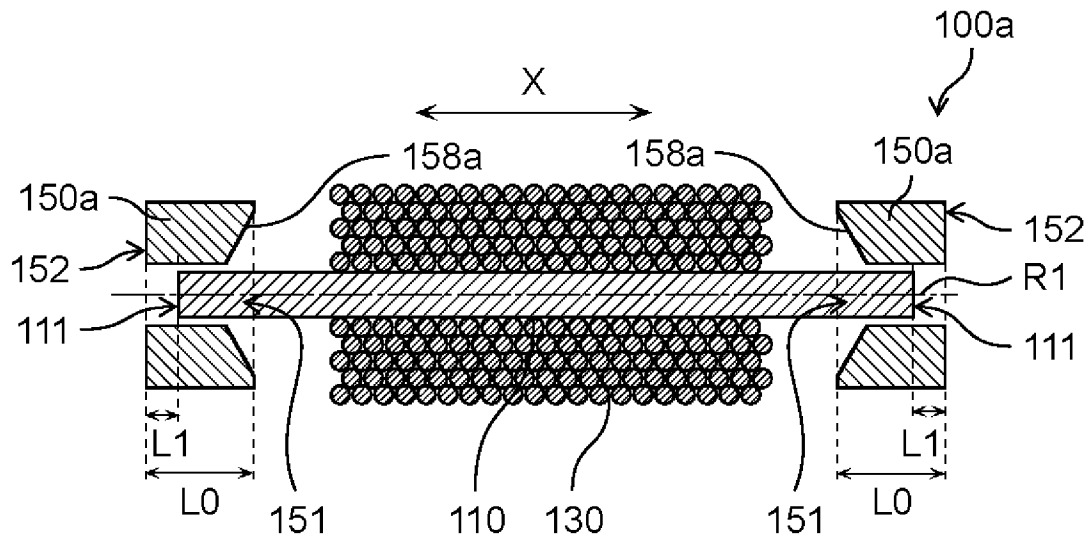
[図10]



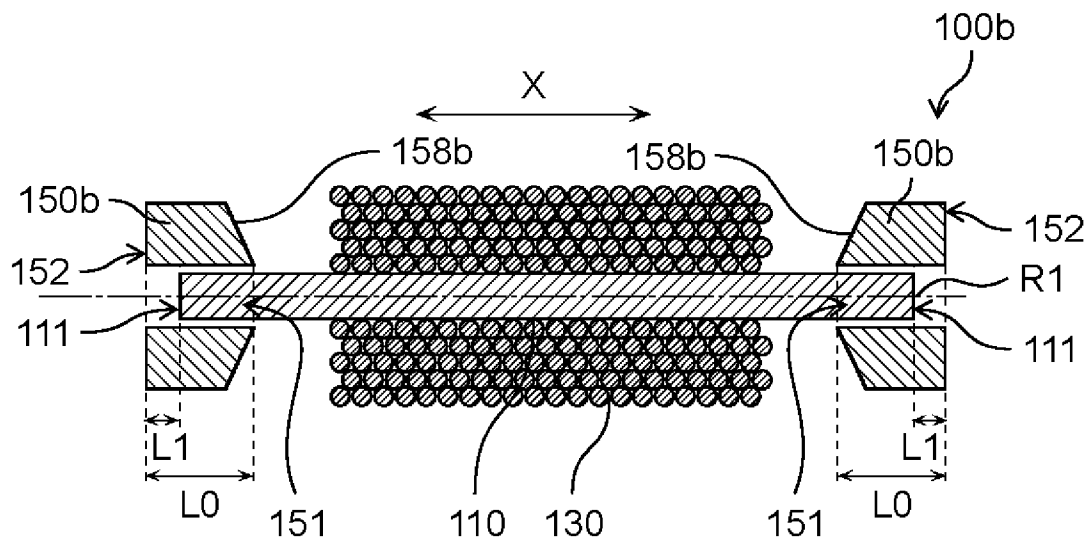
[図11]



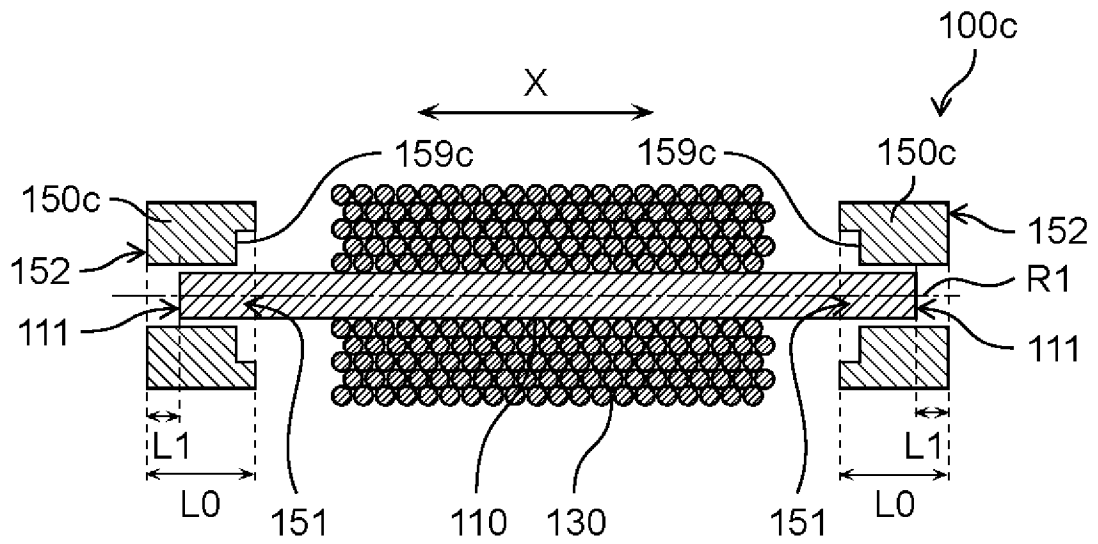
[図12]



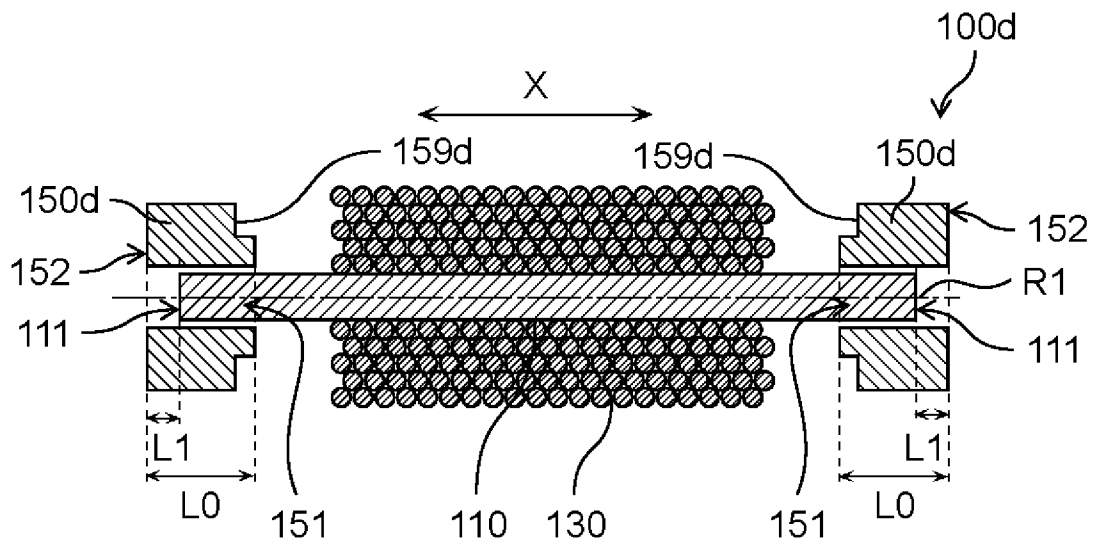
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/007703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01D 5/245(2006.01)i FI: G01D5/245 W		
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; G01R33/02; H02K7/00-7/20		
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.
A	WO 2022/230652 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 03 November 2022 (2022-11-03) paragraphs [0016]-[0055], fig. 1-5	1-8
A	WO 2022/230651 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 03 November 2022 (2022-11-03) paragraphs [0089]-[0094], fig. 10	1-8
A	US 2019/0148043 A1 (THEIL, Thomas) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0021]-[0026], fig. 1-3	1-8
A	US 4287573 A (TRW, INC.) 01 September 1981 (1981-09-01) column 1, line 38 to column 7, line 68, fig. 1-6	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 29 March 2024		Date of mailing of the international search report 09 April 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/JP2024/007703

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022/230652	A1	03 November 2022	CN	117203502	A	
WO	2022/230651	A1	03 November 2022	CN	117203503	A	
US	2019/0148043	A1	16 May 2019	WO	2017/174099	A1	
				EP	3475660	A1	
				CN	109791056	A	
US	4287573	A	01 September 1981	(Family: none)			

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 W		
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; G01R33/02; H02K7/00-7/20 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
A	WO 2022/230652 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 03.11.2022 (2022-11-03) 段落[0016]-[0055], 図1-5	1-8
A	WO 2022/230651 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 03.11.2022 (2022-11-03) 段落[0089]-[0094], 図10	1-8
A	US 2019/0148043 A1 (THEIL Thomas) 16.05.2019 (2019-05-16) paragraphs [0021]-[0026], Figs.1-3	1-8
A	US 4287573 A (TRW, INC.) 01.09.1981 (1981-09-01) column 1, line 38 - column 7, line 68, FIGS.1-6	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “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 29. 03. 2024	国際調査報告の発送日 09. 04. 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） 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/JP2024/007703

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/230652 A1	03.11.2022	CN 117203502 A	
WO 2022/230651 A1	03.11.2022	CN 117203503 A	
US 2019/0148043 A1	16.05.2019	WO 2017/174099 A1	
		EP 3475660 A1	
		CN 109791056 A	
US 4287573 A	01.09.1981	(ファミリーなし)	