

(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3月2日(02.03.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/026558 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/013640

(22) 国際出願日: 2022年3月23日(23.03.2022)

(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:
特願 2021-138762 2021年8月27日(27.08.2021) JP

(71) 出願人: スミダコーポレーション株式会社
(SUMIDA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040042
東京都中央区入船三丁目7番2号 K D X
銀座イーストビル7階 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 橋本 将輝 (HASHIMOTO Masateru);
〒9811226 宮城県名取市植松字宮島31-1
スミダ電機株式会社内 Miyagi (JP). 金子 卓樹
(KANEKO Tsunaki); 〒9811226 宮城県名取市
植松字宮島31-1 スミダ電機株式会社内
Miyagi (JP). デトモディータポーン (DETMOD

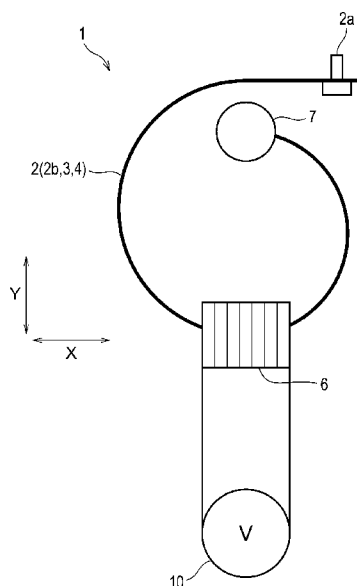
Thitaporn); 〒9811226 宮城県名取市植松字宮
島31-1 スミダ電機株式会社内 Miyagi (JP).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, 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,

(54) Title: MAGNETOSTRICTIVE POWER GENERATION ELEMENT

(54) 発明の名称: 磁歪発電素子



(57) Abstract: In order to provide a magnetostrictive power generation element capable of enhancing power generation efficiency due to vibrations in two or more directions, this magnetostrictive power generation element 1 comprises: a magnetostrictive body unit 2 having a magnetostrictive body 4 in at least a part thereof; a magnet 7 which applies a magnetic bias to the magnetostrictive body 4; and a coil 6 disposed around the magnetostrictive body 4. The magnetostrictive body unit 2 has: a fixed section (screw 2a) fixed to another member; and a curved section 2b naturally curved in at least a part thereof. The magnetostrictive body 4 is disposed in at least the curved section 2b.

(57) 要約: 二つ以上方向の振動による発電効率を高めることが可能な磁歪発電素子を提供するため、磁歪発電素子1は、少なくとも一部に磁歪体4を有する磁歪体ユニット2と、磁歪体4に磁気バイアスを与える磁石7と、磁歪体4の周囲に配設されたコイル6と、を備える。磁歪体ユニット2は、他の部材に固定される固定部(ねじ2a)と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部2bと、を有する。磁歪体4は、少なくとも湾曲部2bに配設されている。

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)）

明 細 書

発明の名称：磁歪発電素子

技術分野

[0001] 本発明は、磁歪発電素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、磁歪素子を発電素子として利用することが知られている。

例えば、特許文献1には、U字型のフレーム（同文献には、フレームヨークと記載。）と、フレームに取り付けられた磁歪体（同文献には、磁歪板と記載。）と、フレーム及び磁歪体の周囲に巻回されたコイルと、を備える磁歪発電素子が開示されている。

そして、フレームの先端に錘等のエネルギーを蓄積する部品が取り付けられている。この磁歪発電素子に外部からの振動が加えられた場合、上記のエネルギーを蓄積する部品が上下方向を沿って振動し、U字型のフレームの根本部分（U字の底部）が撓んだときのフレームの先端の移動距離が大きくなり、周囲の磁場を変化させる。その変化した磁場によって、上記コイル内に電流が誘起されて発電がなされることになる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-78237号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1の磁歪発電素子に関して、外部からの振動を拾える方向（つまり、磁歪体による磁束変化を生じさせるための外部からの振動方向）は一方向（同文献の図1における上下方向）のみであった。

このため、振動する対象物に搭載する際はどのような方向で取り付けられるかが重要となり、取り付け向きによっては、発電効率を損ねることがあった。

また、一方向の揺れにしか対応していないため、磁歪体で拾えない振動もあり、発電効率の面で改善の余地があった。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、発電効率を高めることが可能な磁歪発電素子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] 本発明に係る磁歪発電素子は、少なくとも一部に磁歪体を有する磁歪体ユニットと、前記磁歪体に磁気バイアスを与える磁石と、前記磁歪体の周囲に配設されたコイルと、を備える磁歪発電素子であって、前記磁歪体ユニットは、他の部材に固定される固定部と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部と、を有し、前記磁歪体は、少なくとも前記湾曲部に配設されていることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、発電効率を高めることが可能な磁歪発電素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

[図2]第1変形例に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

[図3]図2のIII部を示す模式的な拡大断面図である。

[図4]第2変形例に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

[図5]図4のV部を拡大して変位制限部を示す模式的な上側斜視図である。

[図6]第3変形例に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

[図7]磁歪体ユニットを示す斜視図である。

[図8]磁歪体ユニットを展開した状態を示す図である。

[図9]第2実施形態に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

[図10]第3実施形態に係る磁歪発電素子を示す模式的な斜視図である。

[図11]第4実施形態に係る磁歪発電素子を示す模式的な正面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態に係る磁歪発電素子について説明する。

なお、本実施形態で用いる図面は、本発明の磁歪発電素子の構成、形状、磁歪発電素子を構成する各部材の配置を例示するものであり、本発明を限定するものではない。

また、図面は、磁歪発電素子の長さ、幅、高さといった寸法比を必ずしも正確に表すものではない。

また、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。

[0010] <<第1実施形態>>

<概要>

まず、本実施形態に係る磁歪発電素子1の概要について主に図1を参照して説明する。図1は、第1実施形態に係る磁歪発電素子1を示す模式的な正面図である。

[0011] 本実施形態に係る磁歪発電素子1は、少なくとも一部に磁歪体4を有する磁歪体ユニット2と、磁歪体4に磁気バイアスを与える磁石7と、磁歪体4の周囲に配設されたコイル6と、を備える。

磁歪体ユニット2は、他の部材（不図示の台座等）に固定される固定部（ねじ2a）と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部2bと、を有する。磁歪体4は、少なくとも湾曲部2bに配設されていることを特徴とする。

[0012] 本実施形態に係る磁歪体ユニット2は、磁歪材料（例えば、鉄ガリウム合金や、鉄コバルト合金等）によって形成された磁歪体4のみによって構成されているものの他に、軟磁性材料であるフレーム3を備えるものであってもよい。例えば、フレーム3の表面に磁歪体4が張り付けられていてもよい。

[0013] 上記構成によれば、磁歪体4が湾曲部2bに配設されていることで、湾曲部2bの湾曲方向が含まれる平面内の方向の磁歪体4の縦歪、せん断歪による逆磁歪効果によってコイル6に誘導起電力を生じさせることができる。

<各部の構成>

[0014] 本実施形態に係る磁歪体ユニット2は、磁歪材料である板状の磁歪体4のみによって構成されるものである。一方で、上記のように、弾力性を有する磁性材料であるフレーム3をさらに備え、フレーム3に磁歪体4が取り付けられて構成されるものであってもよい。そして、フレーム3と磁歪体4とは、接着剤の塗布等の手法で一体化されて形成されてもよい。

磁歪体4は、外力が付加されたときに、その内部に生じる圧縮応力又は引張応力によって変形し、変形により磁束を変化させる逆磁歪効果を備えている。

[0015] 本実施形態に係る磁歪発電素子1においては、磁歪体ユニット2は、図1のZ方向（X軸及びY軸の双方に垂直な方向であって、紙面に垂直な方向）に延在しており、湾曲板状に形成されている。

このように、磁歪体ユニット2が形成されていることによって、図1に示すX軸－Y軸を含む平面内のいずれの方向に磁歪体ユニット2が振動したとしても逆磁歪効果により磁束の変化を生じさせることができる。

つまり、X軸－Y軸を含む平面内のいずれの方向に磁歪体ユニット2が振動したとしても、磁歪体4の逆磁歪効果によって発生する磁束の変化によって、磁歪体4を覆うコイル6に誘導起電力が生じることで発電できる。コイル6から生じた電圧は、電圧計10によって計測される。

[0016] 磁石7は、磁歪体4を磁化するものであり、上記のように、磁歪体ユニット2の一端部に取り付けられている。

上記構成によれば、磁石7を磁歪体ユニット2の振動のための錘として効果的に機能させることができ、磁歪体ユニット2の振動を増幅させることができる。

例えば、磁石7は、磁歪体ユニット2の振動を増幅させる錘として機能するのに、磁歪体ユニット2の4倍から10倍の質量を有すると好適である。

[0017] すなわち、磁歪体ユニット2は、円弧上の湾曲部を含む仮想平面内に、固定部（ねじ2a）によって固定される固定端と、本実施形態においては磁石7が取り付けられている自由端と、を含んで構成されている。

つまり、湾曲部 2 b の湾曲方向が含まれる平面内の方向の磁歪体 4 の揺れによって発電することができ、発電効率を高めることができる。

[0018] 図 1 に示すように、磁石 7、円弧状に湾曲した磁歪体ユニット 2、及び磁石 7 と磁歪体ユニット 2 との間のギャップを通る磁気回路が形成されている。

磁歪体ユニット 2 又は磁石 7 に外力が付加されたときに、磁歪体ユニット 2 がねじ 2 a に固定された部位を中心として湾曲方向に振動することになる。この振動により、磁石 7 と磁歪体ユニット 2 の磁歪体 4 とのギャップにおける磁気抵抗が増減することで、コイル 6 内部を通過する磁束が増減することになる。

[0019] 磁歪体 4 の磁歪材料としては、Fe-Co 系合金、Fe-Al 系合金、Ni、Ni-Fe 系合金又は Ni-Co 系合金から成ることが好ましい。また、これらの合金には、Cr、Nb、Ni、V、又は Ti 等を添加することにより耐食性や耐久性を向上させることができる。また、磁歪体 4 は、Fe-Ga 合金によってテープ状に形成されるものであってもよい。

[0020] また、弾力性を有するフレーム 3 は、バネ性を持った材料を使用し、弾性変形領域内に加わる外力に対して湾曲するが、その外力が弱まったときに弾性復元力により、元の形状に戻す性質をもつ。フレーム 3 の材質としては、弾性が高く、耐疲労性の高い Fe 若しくは Cu 等の金属材料、又は例えば PBT 樹脂等の樹脂材料が好ましい。

[0021] コイル 6 は、リッツ線等のワイヤから巻回されており、磁歪体 4 の周囲に取り付けられている。つまり、コイル 6 の空芯に、磁歪体 4 が貫通するように配設されている。

[0022] <第 1 変形例>

次に、図 2 及び図 3 を主に参照して、第 1 変形例に係る磁歪発電素子 1 R について説明する。

図 2 は、第 1 変形例に係る磁歪発電素子 1 R を示す模式的な正面図、図 3 は、図 2 の III 部を示す模式的な拡大断面図である。

磁歪発電素子 1 R は、図 3 に示すように、中空部 1 1 b を有し、磁歪体 4 の少なくとも一部を中空部 1 1 b 内に収める樹脂製のボビン 1 1 を備える。ボビン 1 1 は、コイル 6 が巻回された被巻回部（外周面 1 1 a）を、中空部 1 1 b が設けられた部位の外周側に有し、例えば非弾性の樹脂材料で形成されている。

換言すると、ボビン 1 1 の中心部分を貫通する中空部 1 1 b に、磁歪体ユニット 2 が通されており、磁歪体ユニット 2 の磁歪体 4 の外方に、ボビン 1 1 を介してコイル 6 が配設されている。

[0023] 上記構成によれば、ボビン 1 1 により、磁歪体 4 とコイル 6 との機械的な接触を防ぎつつ、磁歪体 4 の周囲にコイル 6 を巻回することができる。コイル 6 が接着剤を介して磁歪体ユニット 2 に直接接続されているものと異なり、磁歪体ユニット 2 の振動をコイル 6 が制限しないため、発電量を高くすることができる。

[0024] さらに、磁歪体ユニット 2 に装着する前段階でボビン 1 1 にコイル 6 を巻回することができ、コイル 6 の巻回が容易になり、また、空芯のコイル 6 を磁歪体ユニット 2 に取り付ける場合とは異なり、コイル 6 の巻線を傷つけることがない。

また、樹脂製ボビンの代わりに、弾性を有する不図示の絶縁チューブに磁歪体ユニット 2 を通し、絶縁チューブの上に巻線を巻いてコイル 6 を形成するようにしてもよい。

[0025] 図 3 に示すように、ボビン 1 1 が、磁歪体ユニット 2（磁歪体 4）への取り付けのための取付部（釘状取付具 5）を有すると好適である。

具体的には、釘状取付具 5 は、ボビン 1 1 の中空部 1 1 b に跨るように配設されており、中空部 1 1 b において磁歪体ユニット 2 を貫通している。

磁歪体ユニット 2 は、ボビン 1 1 の中空部 1 1 b 内での変位及び変形が一定程度（ボビン 1 1 の内壁に当接する位置まで）自由に許容される。また、釘状取付具 5 が設けられていることで、ボビン 1 1 及びボビン 1 1 に巻回されたコイル 6 が、磁歪体ユニット 2 の長尺方向にずれることを制限できる。

[0026] <第2変形例>

次に、図4及び図5を主に参照して、第2変形例に係る磁歪発電素子1Sについて説明する。

図4は、第2変形例に係る磁歪発電素子1Sを示す模式的な正面図、図5は、図4のV部を拡大して変位制限部を示す模式的な上側斜視図である。なお、図4においてはコイル6の図示を省略している。

[0027] 本例に係る磁歪発電素子1Sは、磁歪体ユニット2の変位を許容しつつ、所定以上の変位を制限する変位制限部（枠体9及び支柱8b）を備える。変位制限部（枠体9及び支柱8b）は、図5に示すように、磁歪体ユニット2の変位方向の長さが、変位方向に直交する方向の長さよりも長い。

[0028] 図4に示すように、磁歪発電素子1Sは、2つ（複数）の変位制限部（枠体9及び支柱8b）を備える。具体的には、磁歪発電素子1Sは、磁歪体ユニット2の位置を規定するベース8を備える。このベース8は、1つの台座8aと、磁歪体ユニット2を間に挟むように配置されて、台座8aに垂直に取り付けられた支柱8bと、によって構成されている。

[0029] 変位制限部は、固定部（ねじ2a）と異なり、磁歪体ユニット2の変位を一定範囲内の変位を許容しつつ、当該一定範囲外の変位を規制する機能を有する。このような変位制限部に関しては、例えば開放部を有するコ字型（C字型）の樹脂材料等を用いて形成される枠体9と、当該開放部を塞ぐように取り付けられる支柱8bと、で構成されると好適である。

[0030] 特に本例に係る変位制限部は、支柱8bと、支柱8bに取り付けられた枠体9と、によって構成されている。支柱8bと枠体9とは閉空間（通し孔9a）を形成しており、磁歪体ユニット2は、通し孔9aを通るように配設されている。

上記構成によれば、支柱8bと枠体9で形成された変位制限部によって、磁歪体ユニット2の変位を制限できる。

[0031] 「変位制限部」は、閉空間（通し孔9a）から磁歪体ユニット2が出ること制限できればよい。このため、変位制限部に形成された閉空間は、完全

閉空間に限定されない。

つまり、「閉空間」は、磁歪体ユニット 2 よりも幅狭のスリットや、磁歪体ユニット 2 の通常の変位領域ではない領域に設けられたスリット等を含む準閉空間をも含むものとする。

[0032] 磁歪体ユニット 2 は、通し孔 9 a の領域内において、図 5 の上下方向、又は左右方向（矢印で示す方向）に沿って自由に動くことができる。一方で、磁歪体ユニット 2 は、通し孔 9 a の領域を越えて変位しようとしたときに、支柱 8 b 及び枠体 9 によって、その変位が制限される。

[0033] 変位制限部としては、磁歪体ユニット 2 の変位方向のうち外側（磁歪体ユニット 2 が拡開する方向）にのみに壁が設けられ、磁歪体ユニット 2 の変位方向のうち内側の変位は制限せずに、外側の変位を制限するものであってもよい。

このような構成であっても、磁歪体ユニット 2 の変位方向の外側に設けられた他の機器との干渉を好適に抑制することができる。

[0034] 「変位方向」について換言すると、磁歪体ユニット 2 の円弧状の湾曲方向を含む平面と通し孔 9 a の開口面とが交差して形成される直線方向である。

「変位制限部」としては、磁歪体ユニット 2 の所定以上の変位を制限できればよく、その構成は任意である。

[0035] 本実施形態に係る変位制限部は、支柱 8 b と支柱 8 b に取り付けられた角張った C 字状の枠体 9 とによって閉空間を形成し、その空間内に磁歪体ユニット 2 の変位を制限しているが、このような構成に限定されない。

例えば変位制限部は、格子状又は円状の枠体 9 のみによって閉空間を形成して構成されるものであってもよい。

上記構成によれば、変位制限部（枠体 9 及び支柱 8 b）により、磁歪体ユニット 2 が所定以上変位することで周辺の他の部材に干渉することを抑制できる。

[0036] <第 3 変形例>

次に、図 6 を主に参照して、第 3 変形例に係る磁歪発電素子 1 T について

説明する。図6は、第3変形例に係る磁歪発電素子1Tを示す模式的な正面図である。

本例に係る磁歪発電素子1Tは、図6に示すように、上記実施形態、第1変形例及び第2変形例に係る磁歪発電素子1、1R、1Sと異なり、2つのコイル16が離間して設けられている。なお、本実施形態に係る磁歪発電素子1Tにおいては、2つのコイル16の合計した巻軸方向の長さは、磁歪体ユニット2の長さの1/3程度である。

[0037] 自然状態において、コイル16は、磁歪体ユニット2の周囲にスペース巻き（疎巻）となっており、磁歪体ユニット2の外周に圧接している。

「スペース巻き」とは、コイル16を構成する巻線の間隔（巻き軸方向に隣接する巻線の間隔）が空いた状態の巻き状態をいうものとする。

このように、疎巻であると、密巻である場合と比較して、コイル16の巻き軸方向の長さが長くなることになる。

[0038] 一方で、コイル16を構成する巻線の各ループは縮径するため、コイル16を磁歪体4（磁歪体ユニット2）に密着させることが可能となり、コイル16の締め付け力により磁歪体4の周囲に圧装することができる。このため、ボビン11がなくてもコイル16を磁歪体4に固定することができ、コイル16が磁歪体の周囲に圧力をもって装着されているため、振動が付加されて磁歪体4が歪むと、コイル16は磁歪体4の歪みに追従した変形が可能となる。

特に、コイル16が密巻ではなく、疎巻であることで、コイル16が磁歪体4に圧着していたとしても、磁歪体4の変形の阻害することを緩和できる。

[0039] また、第1変形例について図2で示したボビン11を利用する場合、コイル16は、スペース巻き（疎巻）の形態ではなく、密巻（即ち、巻線間に大きな隙間がなく、お互いに緊密に接している状態）の形態でもよい。

なお、本例に係るコイル16は、1つの磁歪体ユニット2に対して2つ設けられているが、さらに複数設けられていてもよい。当然、図1に示した密

巻のコイル6が複数設けられていてもよい。

[0040] <第4変形例>

次に、図7及び図8を主に参照して、第4変形例に係る磁歪体ユニット12について説明する。

図7は、第4変形例に係る磁歪体ユニット12を示す斜視図で、図8は、磁歪体ユニット12を展開した状態を示す図である。なお、図8においては、図7と異なり、磁石17の図示を省略している。

[0041] 本例に係る磁歪体ユニット12は、帯状の軟磁性材料から成る長尺のフレーム13を備える。磁歪体14は、長尺に形成されて複数設けられており、フレーム13の短尺方向に列をなしてフレーム13に取り付けられている。

図7に示すように、磁歪体ユニット12は、帯状のフレーム13と、フレーム13に取り付けられた複数（ここでは4つ）の磁歪体14と、を備える。

[0042] 磁歪体14は、フレーム13よりも幅の狭いテープ状に形成されており、磁歪体14の長尺方向がフレーム13の長尺方向と平行になるように、フレーム13に接着剤等によって4つ間隔を空けて取り付けられている。なお、磁歪体14の数は4つに限定されず、任意である。

具体的には、磁歪体14は、円弧状（渦巻き状）に撓んだフレーム13の内側（円弧の中心点側）の面に複数貼りつけられている。

[0043] 上記構成によれば、複数の磁歪体14が列をなして設けられていることで、剛性が高まることを抑制しつつ、磁束密度の変化量を高めることができる。

[0044] また、図7に示すように、磁石17は、フレーム13の自由端側の端部において、（フレーム13の）短尺方向に延在して配設されている。

本例においては、磁石17は、フレーム13の自由端側の端部における外面側（磁歪体14が取り付けられている側を内面側とする。）に取り付けられている。しかし、このような構成に限定されず、磁石17は、フレーム13の内面側に設けられていてもよく、フレーム13の中央部に取り付けられ

ていてもよく、フレーム 13 に埋設されていてもよい。

[0045] 上記構成によれば、フレーム 13 の短尺方向に延在する磁石 17 により、フレーム 13 の短尺方向に延在していない不図示の磁石と比較して、帯状のフレーム 13 に対して好適に磁力を帯びさせることができる。

[0046] <<第 2 実施形態>>

次に、図 9 を主に参照して、第 2 実施形態に係る磁歪発電素子 1 U について説明する。図 9 は、第 2 実施形態に係る磁歪発電素子 1 U を示す模式的な正面図である。なお、図 9 においては、コイル 6 の図示を省略している。

[0047] 本実施形態に係る磁歪発電素子 1 U は、上記実施形態とは異なり、1 つの磁歪体ユニット 2 の両端部のそれぞれに磁石 7 が設けられている。台座 8 a に磁歪体ユニット 2 を固定する固定部（ねじ 2 a）は、磁歪体ユニット 2 の中央部に設けられている。図 9 において不図示のコイルは、磁歪体ユニット 2 の中央部を挟んで複数設けられている。磁石 7 は、磁歪体ユニット 2 の両端部に設けられている。

[0048] 「中央部」とは、完全に中央であるものに限定されず、ある程度の幅を持った領域をいうものとする。つまり、「中央部」とは端部と区別するための概念であり、「中央部」には、磁歪体ユニット 2 の真ん中を指すものの他に、真ん中近傍の端部ではない部分も含まれるものとする。

[0049] 磁歪体ユニット 2 は、図 9 の奥行方向に広い幅を有する帯状に形成されており、中央部から両端部それぞれにかけて円弧状に形成されており、両端部が重ならない位置となるように、湾曲している。

上記構成によれば、1 つの磁歪発電素子 1 U で、コイル 2 つ分の発電量を得ることができる。さらに、磁歪体ユニット 2 の両端部に錘兼用の磁石 7 が取り付けられているため、磁歪体ユニット 2 の両端部のそれぞれが独立して振動することができる。このため、磁歪発電素子 1 U 全体の発電量を大きくすることができる。

[0050] <<第 3 実施形態>>

次に、図 10 を主に参照して、第 3 実施形態に係る磁歪発電素子 1 V につ

いて説明する。

図10は、第2実施形態に係る磁歪発電素子1Vを示す模式的な正面図である。なお、図10においてはコイル6の図示を省略している。

[0051] 本実施形態に係る磁歪体ユニット2は、複数（本実施形態においては4つ）設けられている。磁歪発電素子1Vは、複数の磁歪体ユニット2のそれぞれの一部を固定する台座8aと、複数の磁歪体ユニット2のそれぞれの他の一部を固定する接続部（接続板8c）と、を備える。接続板8cに、磁石27が1つ取り付けられている。

[0052] より具体的には、4つの磁歪体ユニット2のそれぞれの下端部は、台座8aにおける磁歪発電素子1Vの中心部を垂直に投射した位置を中心として90度ずつずれた位置に、台座8aの上面に対して面接触した状態で固定されている。

4つの磁歪体ユニット2のそれぞれは、磁歪体ユニット2の中心部を中心として湾曲している。

4つの磁歪体ユニット2のそれぞれの上端部は、接続板8cにおける磁歪発電素子1Vの中心部を垂直に投射した位置を中心として90度ずつずれた位置に、接続板8cの下面に対して面接触した状態で固定されている。

[0053] 磁石27は、4つの磁歪体ユニット2に磁気バイアスを与える機能を有し、本実施形態においては直方体状に形成されており、接続板8cの上面に固定されている。磁石27は、磁歪体ユニット2の振動振幅を増幅させる錘としても機能する。

[0054] 上記構成によれば、磁歪発電素子1Vが複数の磁歪体ユニット2を備えることで、発電量を大きくすることができ、複数の磁歪体ユニット2に対して錘兼用の磁石27を共通化することにより、素子の簡素化も実現できる。

なお、錘兼用の磁石27を、磁歪体ユニット2に一体化にするようにして、磁歪発電素子1Vを簡素化するようにしてもよい。

[0055] <<第4実施形態>>

次に、図11を主に参照して、第4実施形態に係る磁歪発電素子1Wにつ

いて説明する。図 1 1 は、第 4 実施形態に係る磁歪発電素子 1 Wを示す模式的な正面図である。

本実施形態に係る磁歪発電素子 1 Wは、多重に渦巻き状に巻回された帯状の磁歪体ユニット 2 2 と、磁歪体ユニット 2 2 の外方に設けられた枠状のケース 3 0 と、ケース 3 0 に巻回されたコイル 3 6、3 7 と、を備える。ケース 3 0 は、磁歪体ユニット 2 2 の全体を囲むように配設されている。

[0056] コイル 3 6、3 7 は、磁歪体ユニット 2 2 の全体に跨るように第 1 方向に巻回された第 1 コイル 3 6 と、磁歪体ユニット 2 2 の全体に跨るように第 1 方向に交差する方向である第 2 方向に巻回された第 2 コイル 3 7 と、で構成されている。

具体的には、コイル 3 6、3 7 は、磁歪体ユニット 2 2 の全体を囲むケース 3 0 の外方に巻回されている。

[0057] 上記構成によれば、磁歪体ユニット 2 2 がいずれの方向に動作しても、逆磁歪効果によって発生する磁束の変化によって、磁歪体ユニット 2 2 の全体に対して 2 方向に巻回されたコイル 3 6、3 7 に誘導起電力が生じることで発電できる。

[0058] 枠状のケース 3 0 は、磁歪体ユニット 2 2 よりも図 1 1 の紙面に対する奥行方向の大きさは大きく形成されており、この奥行方向に磁歪体ユニット 2 2 が突出しないように形成されている。

このような構成されたケース 3 0 により、ケース 3 0 の外方に巻回されたコイル 3 6、3 7 が磁歪体ユニット 2 2 に接触して、その変形を阻害することを回避することができる。

なお、磁歪発電素子 1 Wは、ケース 3 0 を必ずしも備えている必要はなく、磁歪体ユニット 2 2 の外方にスペースを空けて設けられていてもよい。

[0059] 本実施形態において、磁歪体ユニット 2 2 が多重に渦巻き状に巻回されているものとして説明したが、他の実施形態及び変形例に係る磁歪体ユニットがこのように構成されていてもよい。また、本実施形態に係る磁歪体ユニット 2 2 は、他の実施形態及び変形例に係る磁歪体ユニットと同様の構成であ

ってもよい。

[0060] なお、本発明の磁歪発電素子に係る各種構成要素は、個々に独立した存在である必要はない。複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、ある構成要素が他の構成要素の一部であること、ある構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等を許容する。

[0061] 上記実施形態は、以下の技術思想を包含するものである。

(1)

少なくとも一部に磁歪体を有する磁歪体ユニットと、
前記磁歪体に磁気バイアスを与える磁石と、
前記磁歪体の周囲に配設されたコイルと、を備える磁歪発電素子であって、

前記磁歪体ユニットは、他の部材に固定される固定部と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部と、を有し、

前記磁歪体は、少なくとも前記湾曲部に配設されていることを特徴とする磁歪発電素子。

(2)

前記磁石は、前記磁歪体ユニットの一端部に取り付けられている(1)に記載の磁歪発電素子。

(3)

前記磁歪体ユニットの変位を許容しつつ、所定以上の変位を制限する変位制限部を更に備え、

該変位制限部は、前記磁歪体ユニットの変位方向の長さが、該変位方向に直交する方向の長さよりも長い(1)又は(2)に記載の磁歪発電素子。

(4)

前記変位制限部は、支柱と、該支柱に取り付けられた枠体と、によって構成されており、

前記支柱と前記枠体とは閉空間を形成しており、

前記磁歪体ユニットは、前記閉空間を通るように配設されている（３）に記載の磁歪発電素子。

（５）

前記磁歪体ユニットは、帯状の軟磁性材料から成る長尺のフレームを備え、

前記磁歪体は、長尺に形成されて複数設けられており、前記フレームの短尺方向に列をなして前記フレームに取り付けられている（１）から（４）のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

（６）

前記磁歪体ユニットは、帯状の軟磁性材料から成る長尺のフレームを備え、

前記磁石は、前記フレームの自由端側の端部において、短尺方向に延在して配設されている（１）から（５）のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

（７）

自然状態において、前記コイルは、前記磁歪体ユニットの周囲にスペース巻きとなっており、前記磁歪体ユニットの外周に圧接している（１）から（６）のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

（８）

中空部を有し、前記磁歪体の少なくとも一部を前記中空部内に収めるボビンを更に備え、

該ボビンは、前記コイルが巻回された被巻回部を、前記中空部が設けられた部位の外周側に有する（１）から（６）のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

（９）

前記固定部は、前記磁歪体ユニットの中央部に設けられており、

前記コイルは、前記中央部を挟んで複数設けられており、

前記磁石は、前記磁歪体ユニットの両端部に設けられている（１）から（８）のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

(10)

前記磁歪体ユニットは、複数設けられており、

前記磁歪発電素子は、前記複数の磁歪体ユニットのそれぞれの一部を固定する台座と、

前記複数の磁歪体ユニットのそれぞれの他の一部を固定する接続部と、を備え、

該接続部に、前記磁石が取り付けられている(1)から(8)のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

(11)

前記コイルは、前記磁歪体ユニットの全体に跨るように第1方向に巻回された第1コイルと、

前記磁歪体ユニットの全体に跨るように前記第1方向に交差する方向である第2方向に巻回された第2コイルと、で構成されている(1)から(6)のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

(12)

少なくとも一部に磁歪体を有する磁歪体ユニットと、

前記磁歪体に磁気バイアスを与える磁石と、

前記磁歪体ユニットの周囲に配設されたコイルと、を備え、

前記磁歪体ユニットは、他の部材に固定される固定部と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部と、を有し、

前記磁石は、前記磁歪体ユニットの一端部に取り付けられていることを特徴とする磁歪発電素子。

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも一部に磁歪体を有する磁歪体ユニットと、
前記磁歪体に磁気バイアスを与える磁石と、
前記磁歪体の周囲に配設されたコイルと、を備える磁歪発電素子であって、
前記磁歪体ユニットは、他の部材に固定される固定部と、少なくとも一部に自然状態で湾曲している湾曲部と、を有し、
前記磁歪体は、少なくとも前記湾曲部に配設されていることを特徴とする磁歪発電素子。
- [請求項2] 前記磁石は、前記磁歪体ユニットの一端部に取り付けられている請求項1に記載の磁歪発電素子。
- [請求項3] 前記磁歪体ユニットの変位を許容しつつ、所定以上の変位を制限する変位制限部を更に備え、
該変位制限部は、前記磁歪体ユニットの変位方向の長さが、該変位方向に直交する方向の長さよりも長い請求項1又は2に記載の磁歪発電素子。
- [請求項4] 前記変位制限部は、支柱と、該支柱に取り付けられた枠体と、によって構成されており、
前記支柱と前記枠体とは閉空間を形成しており、
前記磁歪体ユニットは、前記閉空間を通るように配設されている請求項3に記載の磁歪発電素子。
- [請求項5] 前記磁歪体ユニットは、帯状の軟磁性材料から成る長尺のフレームを備え、
前記磁歪体は、長尺に形成されて複数設けられており、前記フレームの短尺方向に列をなして前記フレームに取り付けられている請求項1から4のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。
- [請求項6] 前記磁歪体ユニットは、帯状の軟磁性材料から成る長尺のフレームを備え、

前記磁石は、前記フレームの自由端側の端部において、短尺方向に延在して配設されている請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

[請求項7] 自然状態において、前記コイルは、前記磁歪体ユニットの周囲にスペース巻きとなっており、前記磁歪体ユニットの外周に圧接している請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

[請求項8] 中空部を有し、前記磁歪体の少なくとも一部を前記中空部内に収めるボビンを更に備え、

該ボビンは、前記コイルが巻回された被巻回部を、前記中空部が設けられた部位の外周側に有する請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

[請求項9] 前記固定部は、前記磁歪体ユニットの中央部に設けられており、
前記コイルは、前記中央部を挟んで複数設けられており、
前記磁石は、前記磁歪体ユニットの両端部に設けられている請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

[請求項10] 前記磁歪体ユニットは、複数設けられており、
前記磁歪発電素子は、前記複数の磁歪体ユニットのそれぞれの一部を固定する台座と、

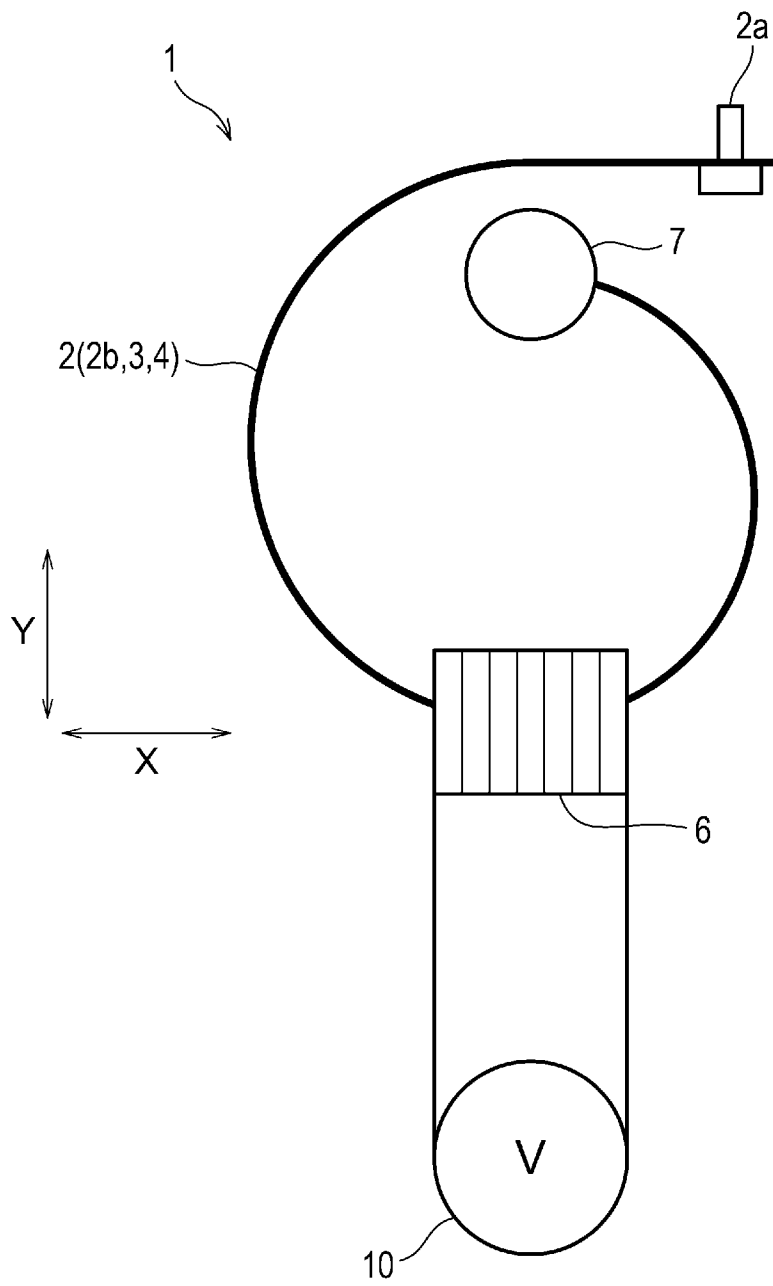
前記複数の磁歪体ユニットのそれぞれの他の一部を固定する接続部と、を備え、

該接続部に、前記磁石が取り付けられている請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

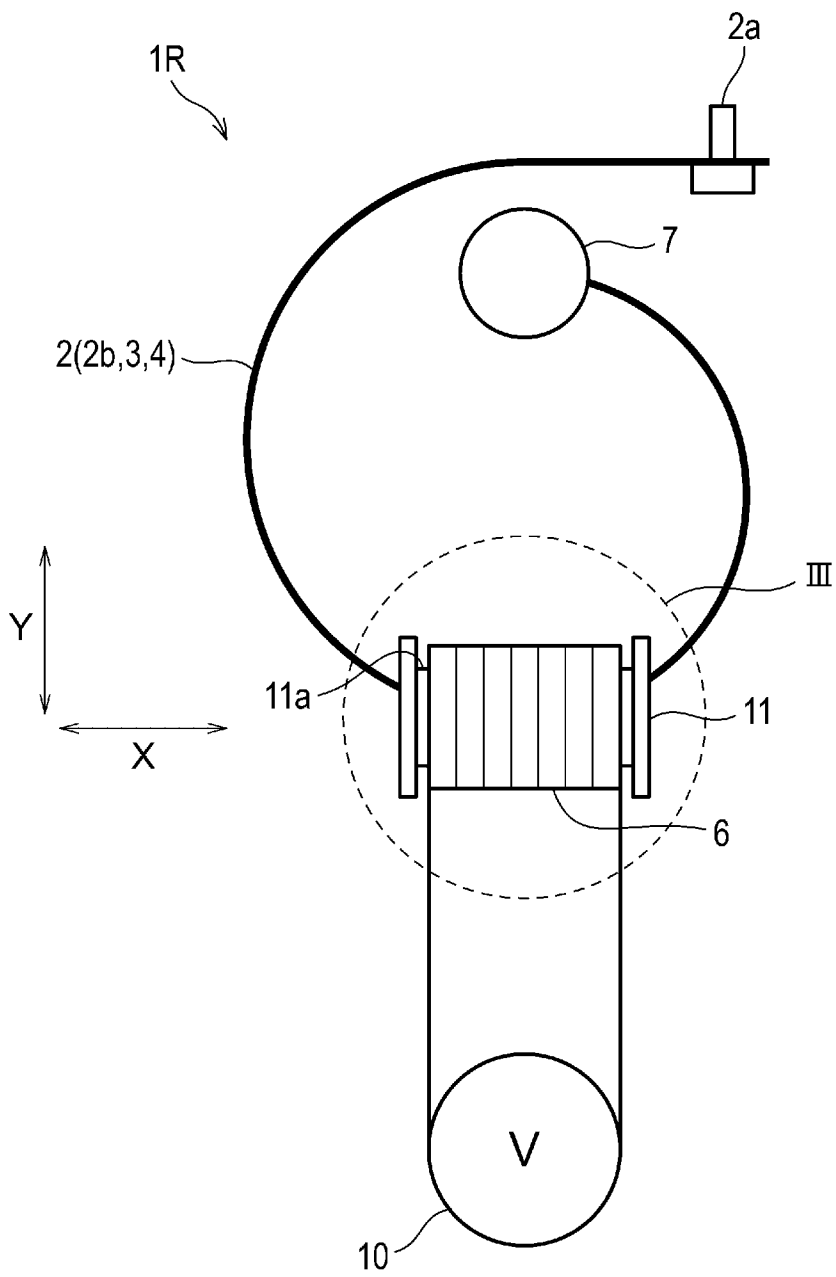
[請求項11] 前記コイルは、前記磁歪体ユニットの全体に跨るように第 1 方向に巻回された第 1 コイルと、

前記磁歪体ユニットの全体に跨るように前記第 1 方向に交差する方向である第 2 方向に巻回された第 2 コイルと、で構成されている請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の磁歪発電素子。

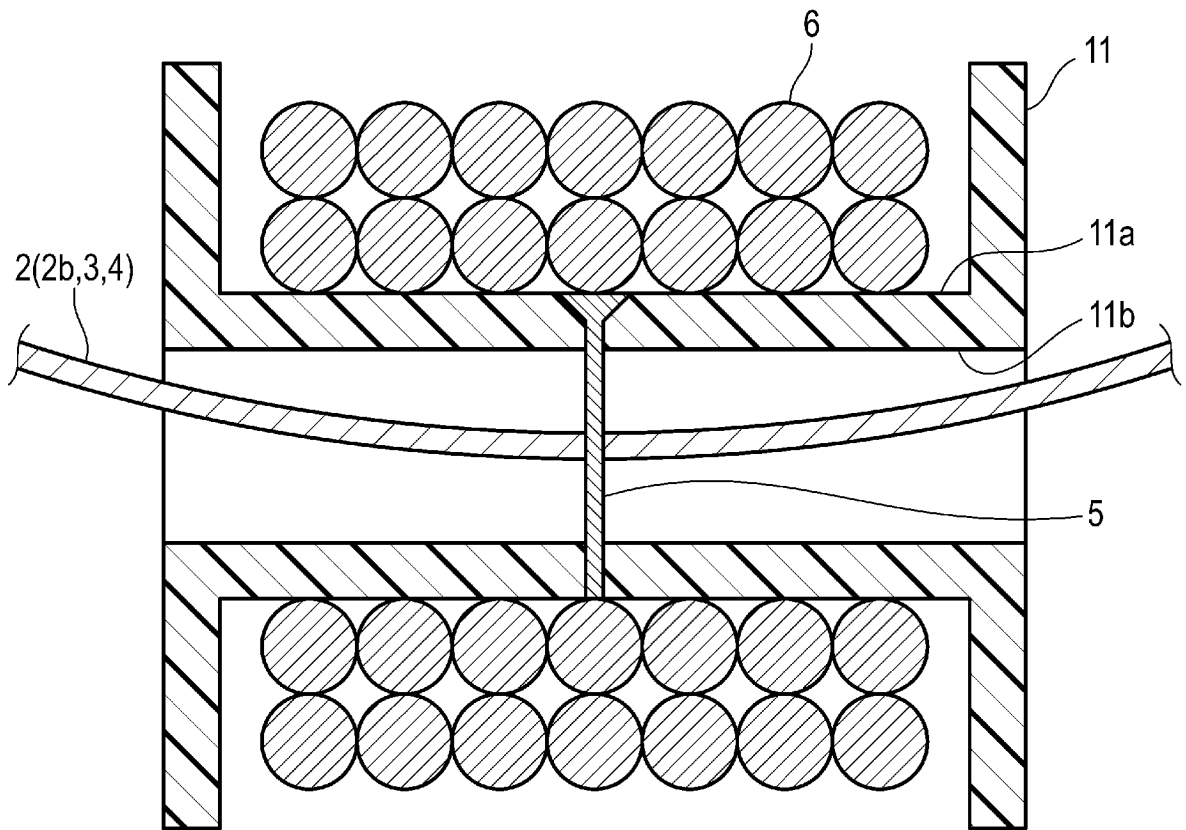
[図1]



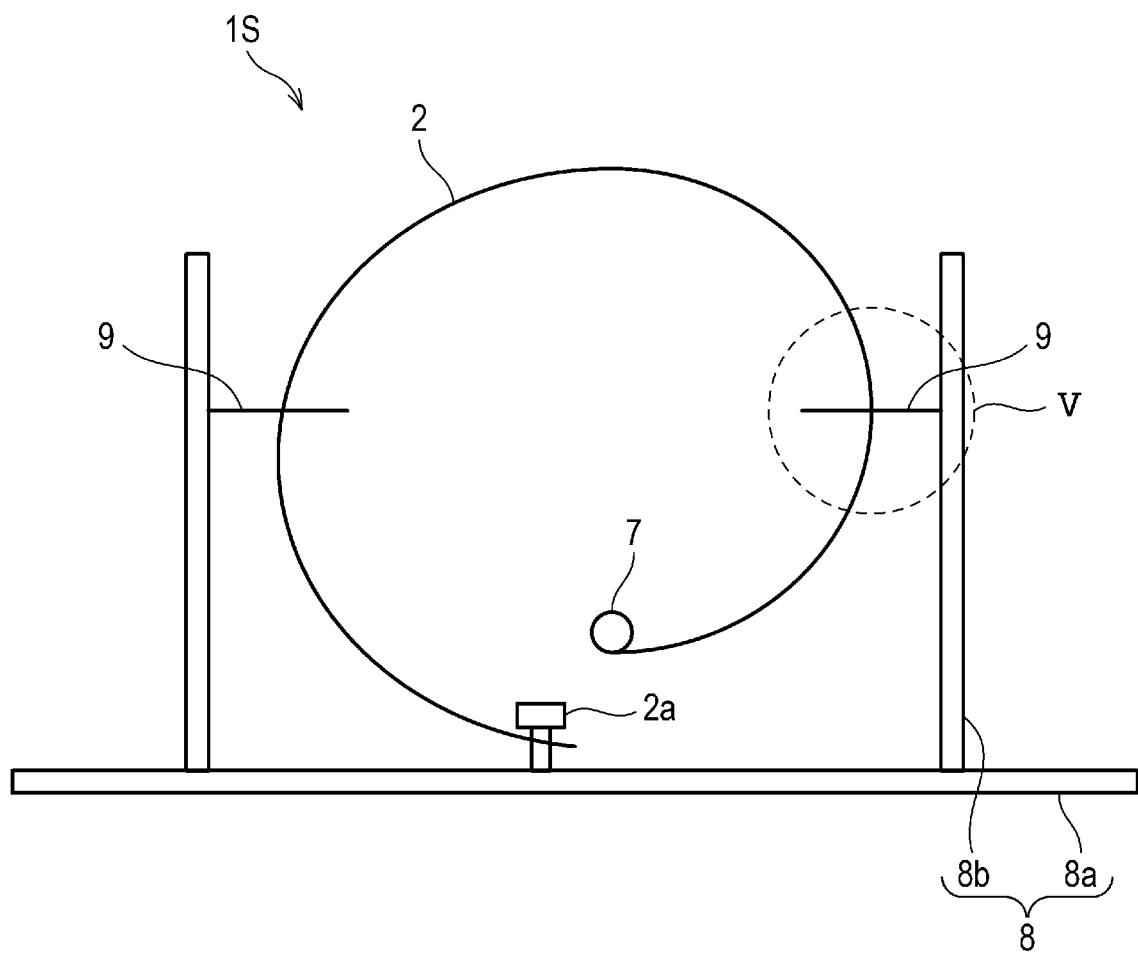
[図2]



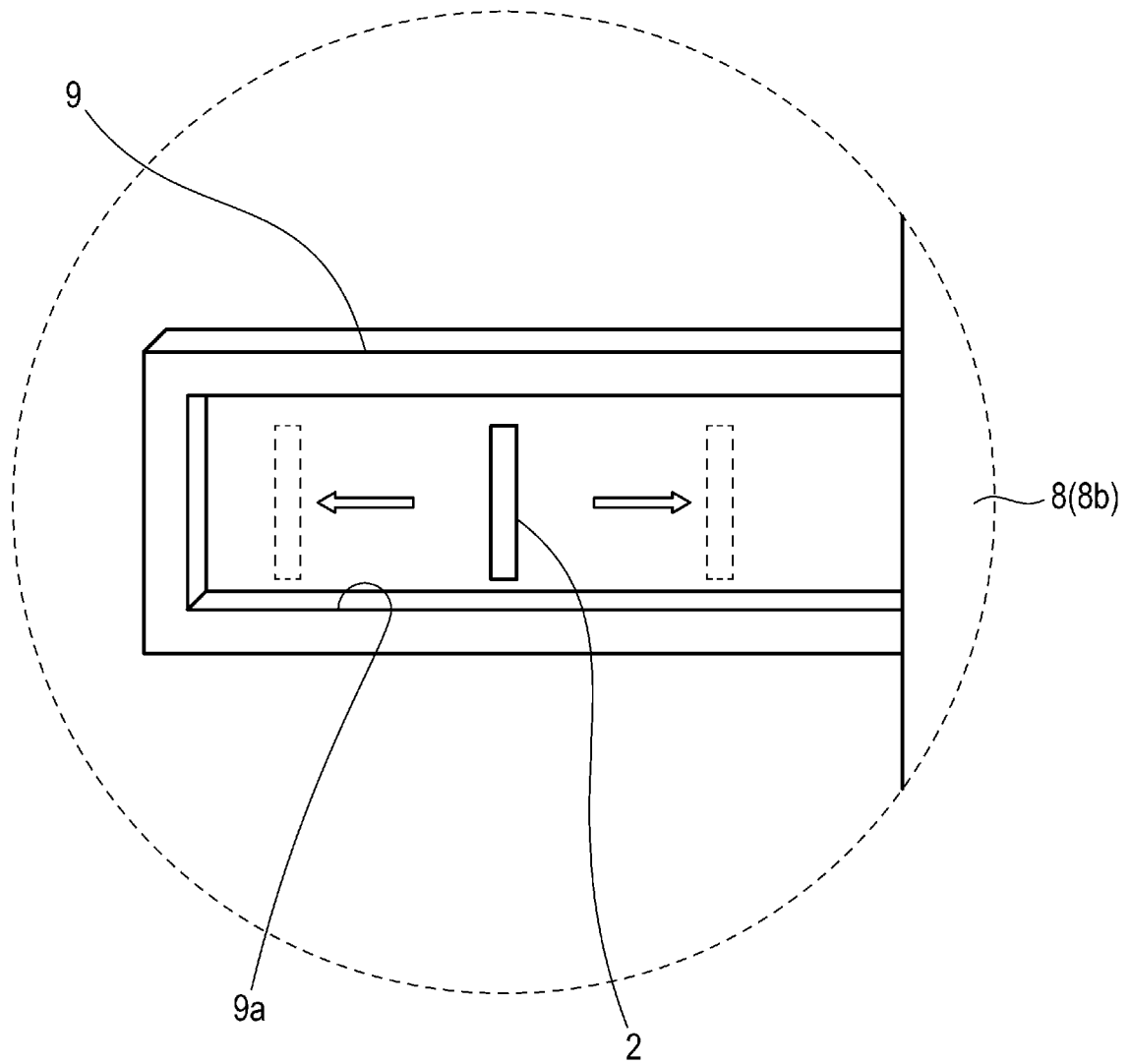
[図3]



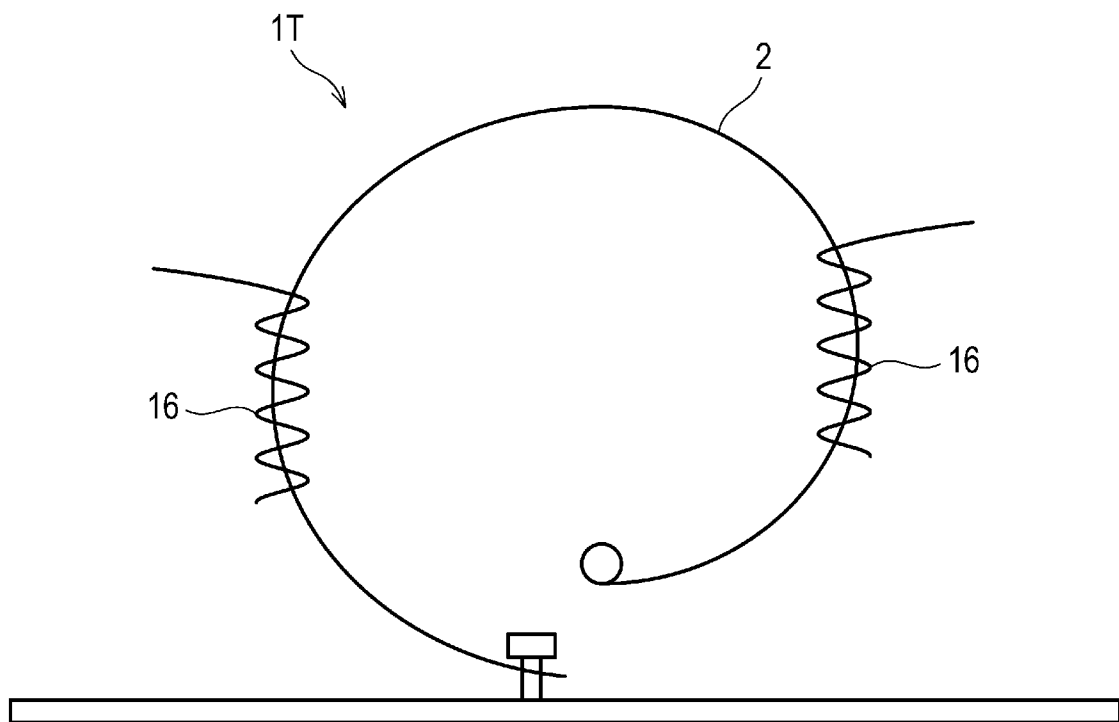
[図4]



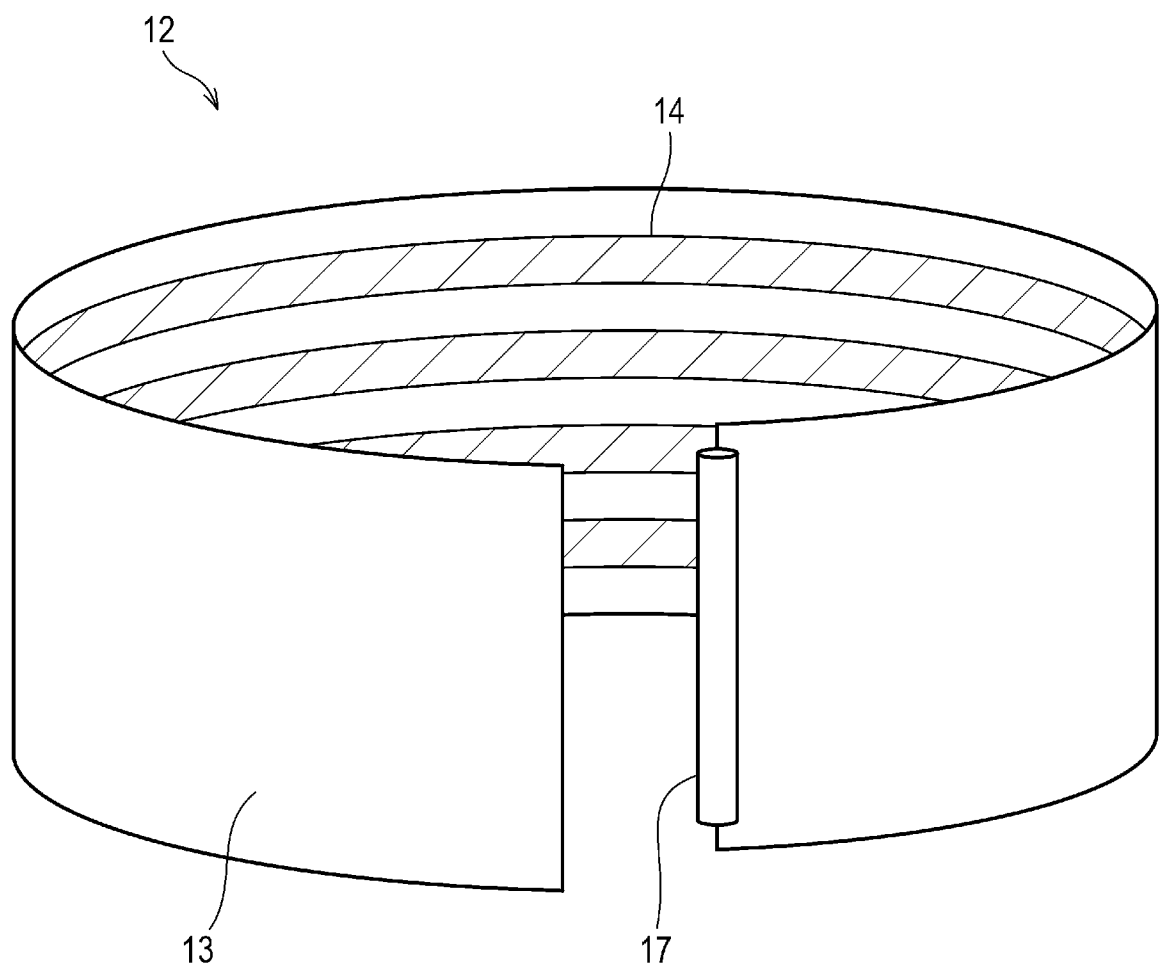
[図5]



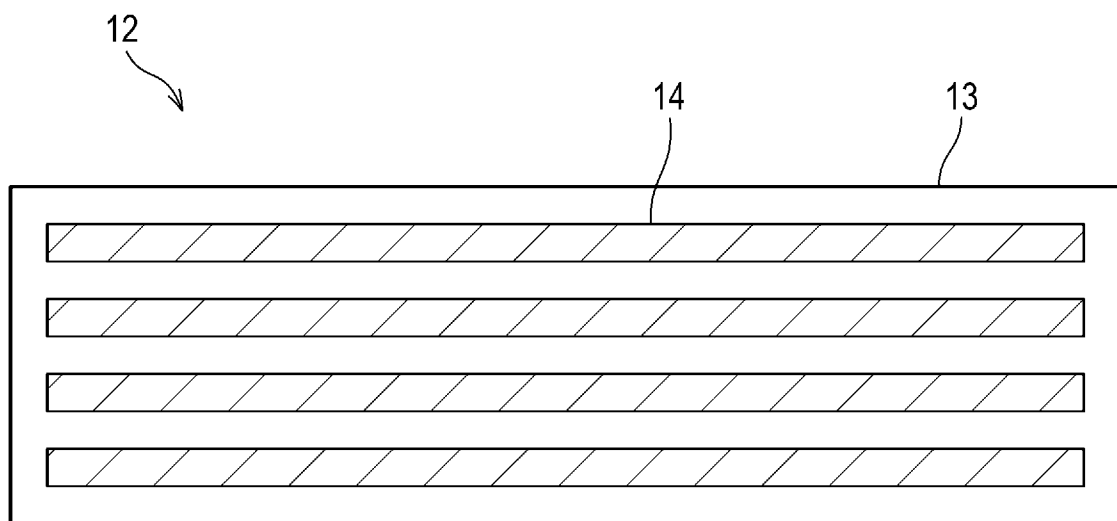
[図6]



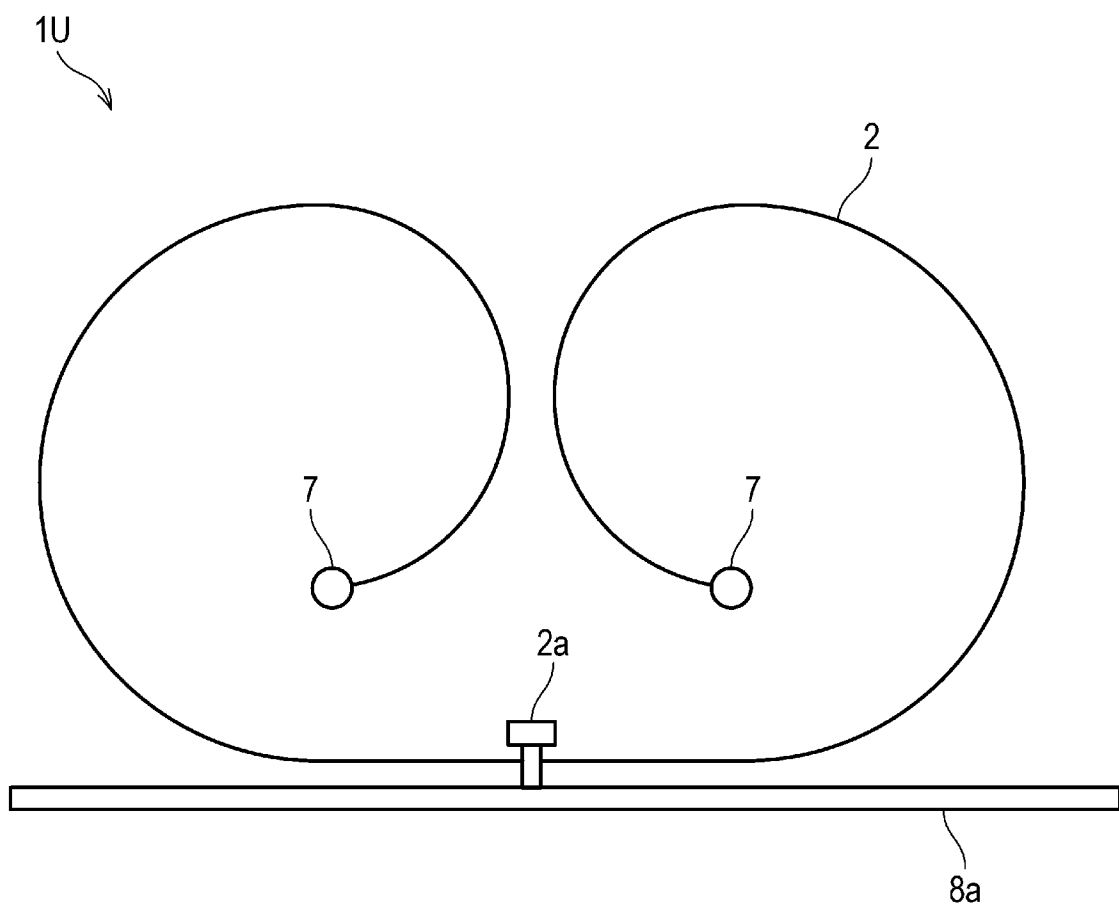
[図7]



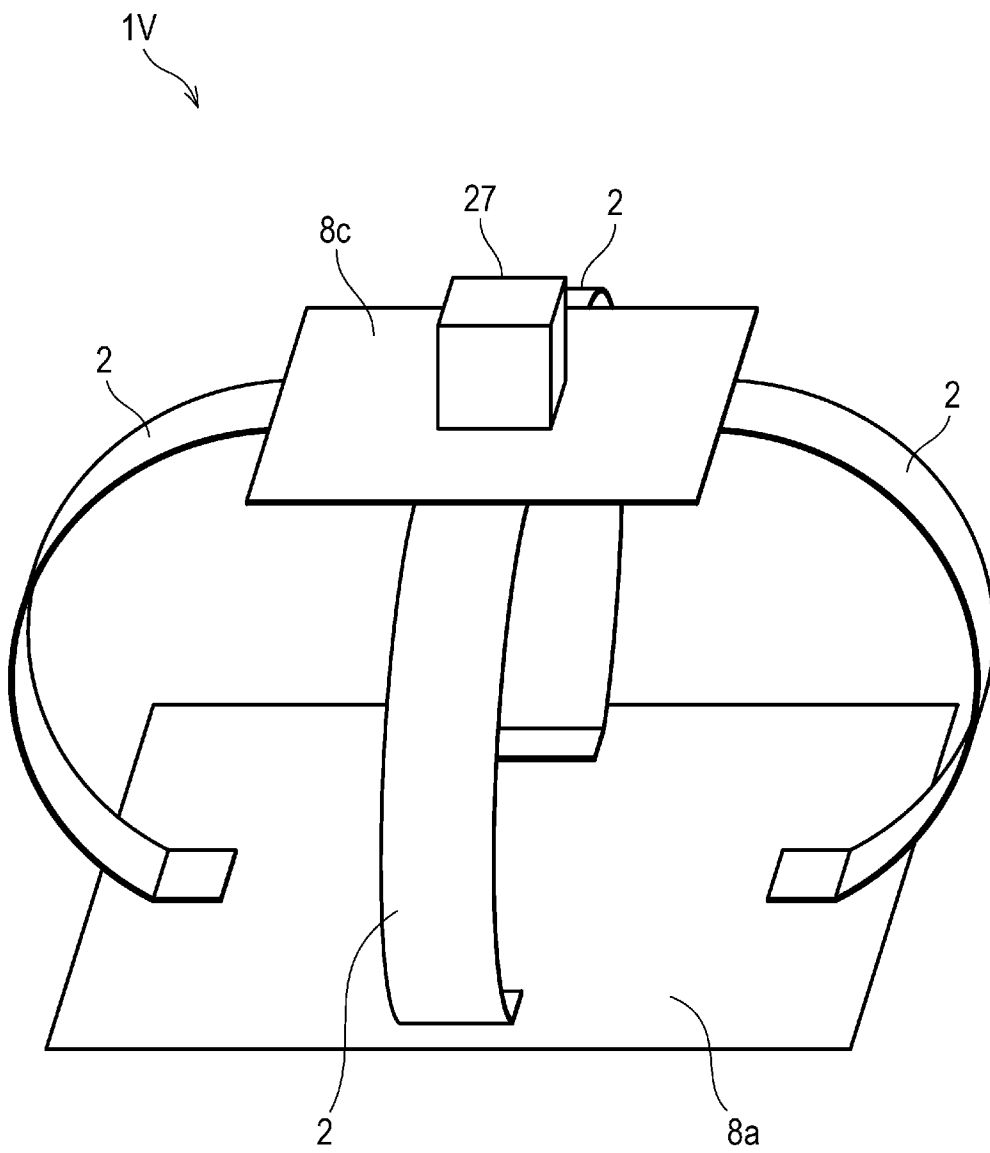
[図8]



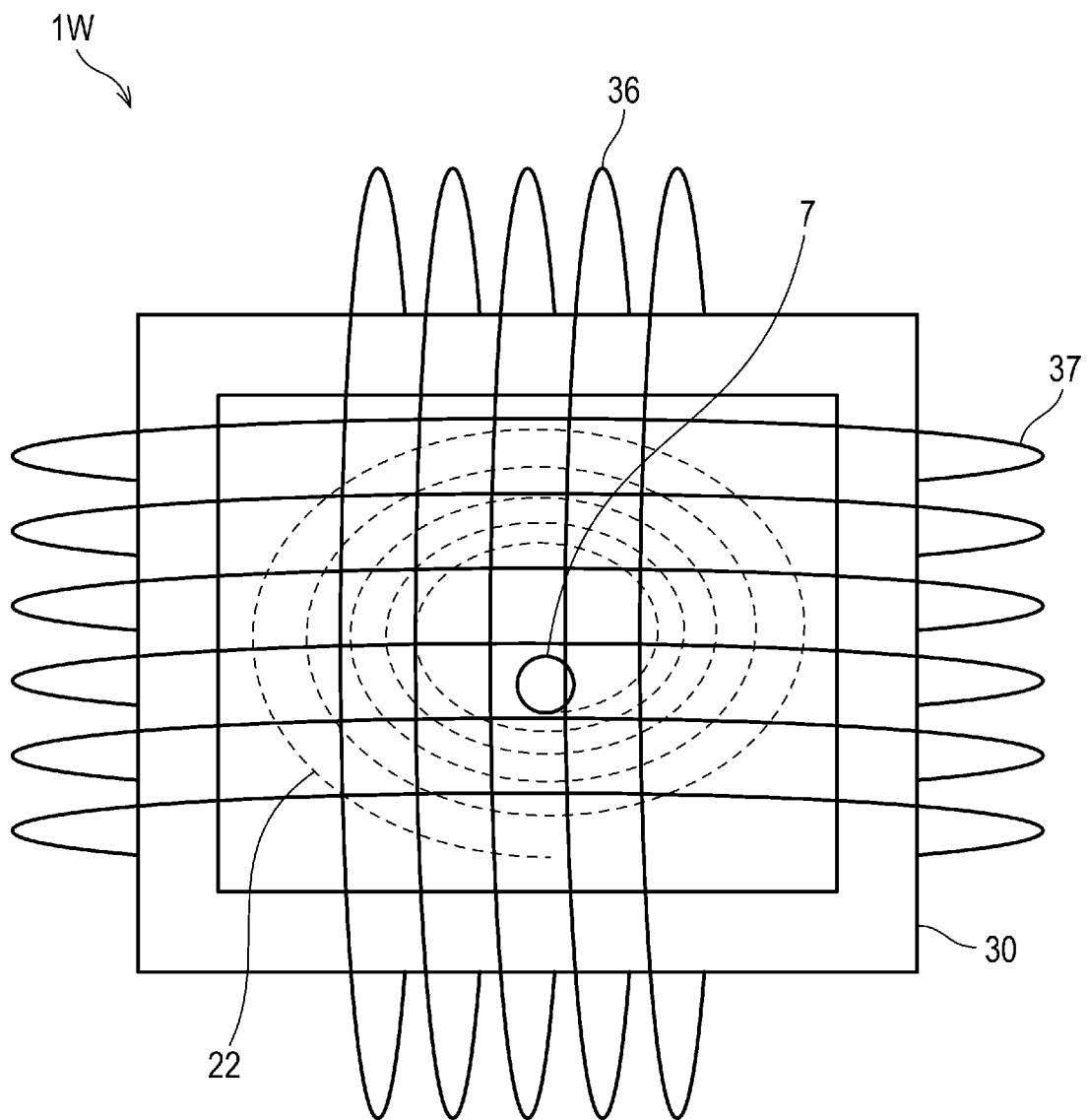
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/013640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02N 2/18**(2006.01)i

FI: H02N2/18

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)

H02N2/18

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2020-88933 A (PANASONIC IP MAN CORP) 04 June 2020 (2020-06-04) paragraphs [0027]-[0037], fig. 1A	1-11
A	JP 2018-148791 A (SUNLIFE CO LTD) 20 September 2018 (2018-09-20) paragraph [0036], fig. 7	1-11
A	JP 2017-139964 A (SUMIDA CORP) 10 August 2017 (2017-08-10) paragraph [0019], fig. 1	1-11

☐ 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

01 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 2022

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/JP2022/013640

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-88933	A	04 June 2020	(Family: none)	
JP	2018-148791	A	20 September 2018	US 2019/0131892 A1 paragraphs [0150]-[0152], fig. 7 WO 2017/183325 A1 EP 3447902 A1 CN 109075724 A KR 10-2018-0135908 A	
JP	2017-139964	A	10 August 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02N 2/18(2006.01)i FI: H02N2/18		
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）） H02N2/18		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 2020-88933 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）04.06.2020（2020-06-04） 段落0027-0037, 図1A	1-11
A	JP 2018-148791 A（株式会社サンライフ）20.09.2018（2018-09-20） 段落0036, 図7	1-11
A	JP 2017-139964 A（スミダコーポレーション株式会社）10.08.2017（2017-08-10） 段落0019, 図1	1-11
☐ 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 01.06.2022		国際調査報告の発送日 14.06.2022
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） 服部 俊樹 3V 3736 電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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/JP2022/013640

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-88933	A	04.06.2020	(ファミリーなし)	
JP	2018-148791	A	20.09.2018	US 2019/0131892	A1
				段落0150-0152, 図7	
				WO 2017/183325	A1
				EP 3447902	A1
				CN 109075724	A
				KR 10-2018-0135908	A
JP	2017-139964	A	10.08.2017	(ファミリーなし)	