

(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
2021年9月2日(02.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/171985 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/004548

(22) 国際出願日: 2021年2月8日(08.02.2021)

(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 2020-033350 2020年2月28日(28.02.2020) JP

(71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).

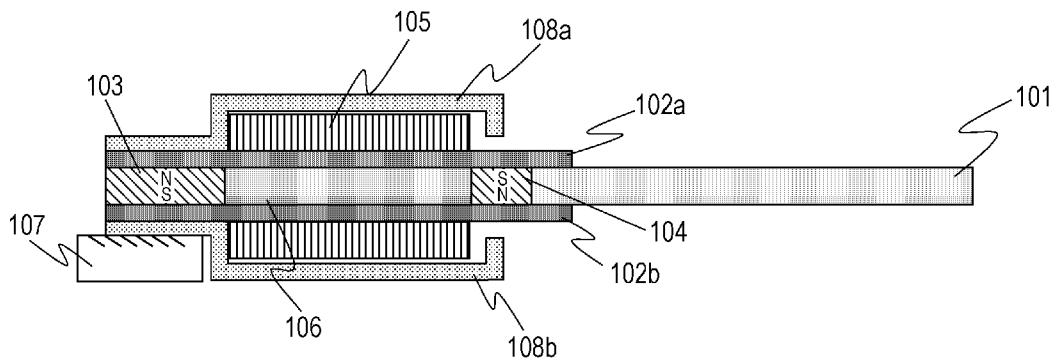
(72) 発明者: 宮内 裕一郎 (MIYAUCHI Yuichiro); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 阿部 琢磨, 外 (ABE Takuma et al.); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内 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, 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, 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,

(54) Title: POWER GENERATION ELEMENT AND DEVICE USING POWER GENERATION ELEMENT

(54) 発明の名称: 発電素子、及び発電素子を用いた装置



(57) Abstract: The power generation element disclosed in the present description is provided with a magnetostriction material, one longitudinal end of which is fixed, and generates power by applying force to the magnetostriction material. The power generation element is characterized by being further provided with: a magnetostriction portion including the magnetostriction material; a magnetic portion including a magnetic material and having at least a partial surface fixed to the magnetostriction portion; a coil including at least a part of the magnetostriction material; and a first magnetic field generation portion and a second magnetic field generation portion which are fixed to the magnetostriction portion so as to sandwich the coil and generate a magnetic field. The power generation element is further characterized in that: the magnetostriction portion, the magnetic portion, the coil, the first magnetic field generation portion, and the second magnetic field generation portion constitute a magnetic circuit; and of the first magnetic field generation portion and the

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))

second magnetic field generation portion, the magnetic field generated from the first magnetic field generation portion close to the fixed one end is larger than that generated from the second magnetic field generation portion.

(57) 要約: 本明細書に開示の発電素子は、長手方向における一端が固定された磁歪材料を備え、前記磁歪材料に力を印加することにより発電する発電素子であって、前記磁歪材料を含む磁歪部と、磁性材料を含み、少なくとも一部の面が前記磁歪部に固定された磁性部と、前記磁歪材料の少なくとも一部を内包するコイルと、前記コイルを挟むように磁歪部に固定された、磁場を発生させる第1の磁場発生部及び第2の磁場発生部と、を備え、前記磁歪部、前記磁性部、前記コイル、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部は磁気回路を構成し、前記第1の磁場発生部と前記第2の磁場発生部のうち、前記固定された一端に近い前記第1の磁場発生部から発生する磁場の方が大きいことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：発電素子、及び発電素子を用いた装置

技術分野

[0001] 本明細書の開示は、発電素子、及び発電素子を用いた装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、省エネルギー技術として環境中に存在する未利用エネルギーから電力を得る「環境発電」技術が注目されている。特に、振動から電力を得る振動発電は熱から電力を得る熱電発電と比べてエネルギー密度が高いため常時通信IoT（Internet of Things、モノのインターネット）向け電源や携帯機器の充電等への応用が提案されている。例えば、環境中の振動により磁石を振動させ、コイルに誘導起電力を発生させる磁石可動型の発電方式は様々な形態で応用されている。さらに近年では、磁石を振動させる代わりに力の変化で磁束密度を変化させる逆磁歪現象を利用した発電（以下、逆磁歪発電と記す）が提案されている。

[0003] 特許文献（特許第4905820号公報）には、逆磁歪発電素子の構成として、二つの磁歪棒を平行に配置し、磁石を磁歪棒に接着するような逆磁歪発電素子が記載されている。また、特許文献（特許第5954406号公報）には、磁石を磁歪部材によって挟むように配置する逆磁歪発電素子が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4905820号公報

特許文献2：特許第5954406号公報

発明の概要

[0005] しかしながら、従来方式では、磁歪材料に十分かつ均一な磁場を印加できないために大きな電力を必ずしも取り出せないという課題があった。

課題を解決するための手段

[0006] 本明細書の開示は、上述の課題に鑑み、磁歪材料を用いた発電において、発電量を向上できる発電素子、及び発電素子を用いた装置を提供することを目的の一つとする。なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本明細書の開示の他の目的の1つとして位置付けることができる。

[0007] 本明細書に開示の発電素子は、長手方向における一端が固定された磁歪材料を備え、前記磁歪材料に力を印加することにより発電する発電素子であって、前記磁歪材料を含む磁歪部と、磁性材料を含み、少なくとも一部の面が前記磁歪部に固定された磁性部と、前記磁歪材料の少なくとも一部を内包するコイルと、前記コイルを挟むように磁歪部に固定された、磁場を発生させる第1の磁場発生部及び第2の磁場発生部と、を備え、前記磁歪部、前記磁性部、前記コイル、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部は磁気回路を構成し、前記第1の磁場発生部と前記第2の磁場発生部のうち、前記固定された一端に近い前記第1の磁場発生部から発生する磁場の方が大きいことを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]第1実施形態の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図1B]第1実施形態の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図2A]第1実施形態の発電素子の原理の一例を説明する模式図

[図2B]第1実施形態の発電素子の原理の一例を説明する模式図

[図3A]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図3B]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図3C]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図3D]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図3E]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図3F]第1実施形態の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図

[図4A]実施例2の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図4B]実施例2の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図5A]実施例3の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図5B]実施例3の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図6A]実施例4の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図6B]実施例4の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図7]実施例5の発電素子の構成の一例を説明する模式図

[図8A]実施例5の発電素子の原理の一例を説明する模式図

[図8B]実施例5の発電素子の原理の一例を説明する模式図

発明を実施するための形態

[0009] 以下に本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。なお、本明細書の開示は下記実施形態に限定されるものではなく、本明細書の開示の趣旨に基づき種々の変形（各実施例の有機的な組合せを含む）が可能であり、それらを本明細書の開示の範囲から除外するものではない。即ち、後述する各実施例及びその変形例を組み合わせた構成も全て本明細書に開示の実施形態に含まれるものである。

[0010] <第1実施形態>

第1実施形態に係る発電素子は、磁石を振動させる代わりに力の変化で磁束密度を変化させる逆磁歪現象を利用して発電を行う発電素子である。本実施形態に係る発電素子は、長手方向における一端が固定された磁歪材料を備え、磁歪材料に力を印加することにより発電する発電素子である。そして、発電素子が固定された一端側の磁場発生部の磁力が他方の磁場発生部の磁力よりも強いことにより、磁歪板中の磁場分布が均一となり、逆磁歪効果が向上することを特徴とする。

[0011] （発電素子の構成）

本実施形態の発電素子の構成を、図1A、図1Bを参照して説明する。図1Aは本実施形態の発電素子の構成を説明する上面模式図、図1Bは本実施形態の発電素子の構成を説明する図1A A-B線の断面模式図である。

[0012] 本実施形態の発電素子100は、保持部107によって保持されており、

連結板 101、磁歪板 102a と磁歪板 102b で構成される磁歪部 102、第 1 の磁場発生部に含まれる第 1 の磁石 103 と第 2 の磁場発生部に含まれる第 2 の磁石 104、コイル 105、非磁性領域 106、磁性板 108a と磁性板 108b で構成される磁性部 108 を有する。なお、下記において、ある部材とある部材との「固定」は、物理的に 2 つの部材が固定されている状態であればよい。すなわち、接するように固定されていてもよいし、異なる物質を介して固定されていてもよい。また、本実施形態においては、A－B 線 の方向を長手方向と定義する。すなわち、圧力が印加される物体における、固定された一端から圧力を受ける一端に伸びる方向を長手方向とする。なお、方向の定義の仕方は上記に限定されない。

[0013] 連結板 101 は、一端が磁歪部 102 に固定されており、圧縮応力や引張応力などの外力を受けて振動する。連結板 101 の連結方法は、磁歪部 102 と連結板 101 が強固に固定できればよく、特に限定されるものではないがレーザー溶接、接着剤による接着、はんだ接合、超音波接合もしくはボルトナットによる固定等が利用できる。また、連結板 101 は圧縮応力や引張応力などの外力が連続的に印加されるため、延性を有する材料が好ましい。さらに、連結板 101 の材料は磁歪部 102 との磁気回路構成によって選択される。そのため、磁気回路を構成する要素として連結板 101 を用いる場合は、例えば炭素鋼、フェライト系ステンレス等（SUS430 等）もしくはマルテンサイト系ステンレス等（SUS420J2 等）磁性材料が用いられる。一方、磁気回路を構成する要素として連結板 101 を用いない場合は、例えばオーステナイト系ステンレス等（SUS304 や SUS303, SUS316 等）の非磁性材料が用いられる。

[0014] また、連結板 101 は、図 1B の上下方向に振動するように力が印加される。そのため、連結板 101 には、振動の機械的な減衰を低減するためにはばね材などの弾性体を用いてもよい。図 1B の上下方向の振動を誘起する力は、たとえば保持部 106 が上下に振動する振動源に固定されていることで生じる地動加振の印加、もしくは連結板 101 の接続部と逆の先端に力を印加

し弾くといった動作によって生じることができる。なお、力を印加する機構や地動加振から振動する機構は、発電装置として例えば筐体内に発電素子 100 と一体となってもよい。

[0015] なお、上記の力の印加方法はあくまで一例であり、磁歪部 102 に力が印加できるような方法であれば良い。さらに、上記の保持板 101 に用いられる材料は一例であってこれに限定されない。

[0016] 磁歪部 102 を構成する磁歪板 102a と磁歪板 102b は、磁歪材料を含む部材である。磁歪部 102 は圧縮応力、引張応力が連続的に印加されるため、延性を有する磁歪材料が含まれることが好ましい。磁歪材料の種類は特に限定されるものではないが、好適には鉄 - ガリウム合金、鉄 - コバルト合金、鉄 - アルミニウム合金、鉄 - ガリウム - アルミニウム合金もしくは鉄 - シリコン - ホウ素合金等の既知の磁歪材料が用いられる。また、磁歪部 102 の形状は、連結板 101 と連結できる形であればよく、特に限定されるものではないが、好適には直方体、円柱等の形状が用いられる。

[0017] 磁性板 108a、108b は、磁歪材料 102a、102b とそれぞれ磁氣的に接続されていればよく、特に限定されるものではないが、材質としては炭素鋼やフェライト系ステンレス等（SUS430等）やマルテンサイト系ステンレス等（SUS420J2等）が用いられる。また、磁歪部 102 と磁性部 108 は連結されている。連結方法は磁歪部と磁性部が強固に固定できればよく、特に限定されるものではないがレーザー溶接、接着剤による接着、はんだ接合、超音波接合、ボルト・ナットによる固定等が利用できる。

[0018] 第 1 の磁場発生部に含まれる第 1 の磁石 103 と第 2 の磁場発生部に含まれる第 2 の磁石 104 は、磁歪板 102a と磁歪板 102b を逆方向に磁化するために取り付けられる。第 1 の磁石 103 と第 2 の磁石 104 には、特に限定されるものではないが、ネオジム磁石やサマリウムコバルト磁石等が用いられる。

[0019] また、特に限定されるものではないが、第 1 の磁石 103 と第 2 の磁石 1

04は、図1Bの断面模式図に図示されているように、磁化方向が互いに逆になるように配置することが望ましい。ただし、図1Bの断面模式図の磁石の磁化方向はあくまで一例であり、図示されたものとN極、S極が逆でもよい。すなわち、第1の磁石103と第2の磁石104は、互いに異なる磁極面が磁歪部102の同一面に固定されていればよい。また、第1の磁場発生部と第2の磁場発生部の磁力の強さは、第1の磁場発生部の方が第2の磁場発生部よりも強くなるような構成であればよく、特に限定されるものではない。例えば、図1Bに示すように第1の磁場発生部に含まれる第1の磁石103の方が第2の磁場発生部に含まれる第2の磁石104よりも大きなサイズをとる構成でもよい。もしくは、同じサイズであっても第1の磁場発生部に含まれる第1の磁石103の方が第2の磁場発生部に含まれる第2の磁石104に比べて磁力の強い材質の磁石である構成でもよい。または、図4Bに示すように、第1の磁場発生部を複数の磁石で構成することにより第2の磁場発生部よりも磁歪板の位置におけるコイル軸方向の磁場を強くする構成でもよい。

[0020] さらに、第1の磁場発生部と第2の磁場発生部の配置は、磁歪板102aと磁歪板102bが逆方向に磁化されるのであれば特に上記に限定されるものではない。また、磁石は、特に限定されるものではないが、ネオジム磁石やサマリウムコバルト磁石等が用いられる。

[0021] コイル105は、磁歪板102aと磁歪板102bのそれぞれ少なくとも一部を内包するように配置されており、電磁誘導の法則に従い、磁歪板102aと磁歪板102bとで生じる磁束の時間変化に応じて電圧を生じる。これにより、2つの磁歪板の間の距離に依らず、コイルの巻き数を増やすことができる。

[0022] コイル105の材質は、特に限定されるものではないが、好適には銅線が用いられる。

[0023] 非磁性領域106は、特に限定されるものではないが、材質としては気体や固体が用いられる。好適には空気、または延性を有する非磁性金属、もし

くはオーステナイト系ステンレス等（SUS304やSUS303，SUS316等）が用いられる。また、非磁性領域106は連結板101と一体でもよい。

[0024] また、発電素子100を保持部107と一体化して筐体に内包してもよく、これにより、発電素子100を備える発電装置として堅牢性を向上できる。筐体の材質は特に限定されるものではないが、磁性材料である炭素鋼やフェライト系ステンレス等（SUS430等）やマルテンサイト系ステンレス等（SUS420J2等）を用いることで、磁気シールドの効果を得ることができ、外的な磁気の影響を低減することができる。

[0025] （作用）

本実施形態の発電素子は、磁束の変化をコイルによって電圧に変換する電磁誘導方式の発電素子の一種である。電磁誘導では以下の（式1）に従い起電力Vが生じる。

$$V = N \times \Delta \Phi / \Delta t \cdots (\text{式1})$$

[0026] ここで、Nはコイル105の巻き数、 $\Delta \Phi$ は時間 Δt でのコイル内の磁束の変化量である。なお、コイルの巻き数は多い方が起電力は大きくなるが、仮に同じ体積で巻き数を増やそうとするとコイルの線径を小さくする必要があり、結果として、コイルの抵抗が大きくなってしまう。この場合、実際に回路等で利用できる電力は小さくなる。すなわち、実際に回路等で利用できる電力を大きくするためには、コイルの体積を大きくできるような構成が重要である。

[0027] 本実施形態の発電素子100は、磁束の変化 $\Delta \Phi$ を逆磁歪現象によって生じさせる発電素子である。逆磁歪現象とは、応力に応じて透磁率が変化する現象である。しかしながら、この透磁率の変化は、磁場が小さい場合は、磁区を磁場方向にそろえるためにエネルギーが消費されるため、透磁率の変化としては小さい。さらに大きな磁場が印加されると磁区方向がそろい、磁化が変化しやすくなるため透磁率の変化が大きくなる。より大きな磁場が印加されると、磁氣的に飽和してしまうため、透磁率の変化は小さくなる。その

ため、磁歪材料に適切な磁場が印加されていない場合は透磁率の変化は非常に小さなものとなる。従って、適切な磁場を磁歪材料に印加しておく必要がある。また、前記理由から適切な磁場とは大きければよいというものではないため、磁歪材料には均一に磁場を印加する必要がある。さらに、透磁率の変化の結果生じた磁束の変化をコイル外に誘導するための磁性体も必要となる。

[0028] ここで、図2を用いて、本実施形態の作用について詳説する。

[0029] 図2Aは、逆磁歪現象によって発電する発電素子の磁歪板を通過する磁束密度の大きさと向きを矢印とその太さによって模式的に図示した断面模式図である。図2Bは、本実施形態の一例である図1に示す発電素子100の磁束密度の大きさと向きを、矢印とその太さによって模式的に図示した断面模式図である。

[0030] 図2Aでは、磁性板108の存在のため、第1の磁場発生部で磁性板側の領域に磁束が漏れ出る。一方、第2の磁場発生部付近では、磁性板と磁歪板は接着していないため、磁性板と磁歪板間の磁気抵抗が大きくなり、磁歪板外への漏れは小さくなる。従って、第2の磁石104付近に比べて、第1の磁石103付近の磁束密度は小さくなり、結果として、磁歪板内の磁束密度分布は不均一になる。このように、逆磁歪発電においては、各種構造物によって磁歪板内の磁束密度分布は不均一となっている。

[0031] 一方、本実施形態の図2Bのように磁力の異なる磁場発生部を複数設置することにより磁束密度分布を均一化でき、発電量を向上できる。

[0032] すなわち、本実施形態の発電素子100は、透磁率の変化の結果生じた磁束の変化をコイル105外へ誘導しながらも、均一な磁場を磁歪材料に印加できる。

[0033] さらに、上述の実施形態の発電素子を用いれば、既存の磁歪発電機よりも大きな発電量が得られるため、発電機の小型化が可能である。したがって、これまで設置が困難であったような大きさの機器の発電機として特に有効である。例えば、携帯機器等のための発電機として用いることができる。また

、振動を発生するような産業機器や事務機、医療機、または自動車や鉄道車両、航空機、重機、船舶などに設置することで、IoT機器を含む各種機器の電力源として用いることも期待できる。なお本発明は、発電機の性能を向上することができるため、上記で記載した分野以外の幅広い分野での応用が可能である。

[0034] (変形例1)

本実施形態では、第1の磁場発生部と第2の磁場発生部のそれぞれに含まれる磁石の大きさを変えることにより、第1の磁場発生部の方が磁力の強い状態を実現した。

[0035] しかしながら、図4のように第1の磁場発生部を複数の磁石で構成することによっても、本実施形態の効果は得られる。

[0036] より具体的には、磁石403aの磁化方向に対して略直交するように磁化方向が傾いており、かつ磁石403bと磁石403cが逆極の関係となるように磁石403bと磁石403cを磁歪部102に固定する。また、磁石403bと磁石403cの磁歪部102に固定されている面と対向する面に磁性材料を固定する。すなわち、磁石403bは、磁歪部における第1の磁石が固定された面と略直交する面に固定され、且つ磁歪部に固定された面と対向する面に磁性材料が固定されている第3の磁石に相当する。また、磁石403cは、磁歪部102における第1の磁石が固定された面と略直交する面に、第3の磁石とは異なる磁極面が固定され、且つ磁歪部に固定された面と対向する面に磁性材料が固定されている第4の磁石に相当する。

[0037] 上記によれば、第1の磁場発生部を複数の磁石から構成することにより、磁歪板内の磁束密度分布を均一化でき、発電量を向上できる。より具体的には、例えば、図4のように第1の磁場発生部を複数の磁石で構成することにより磁束密度分布を均一化できる。

[0038] (変形例2)

本実施形態では、第1の磁場発生部と第2の磁場発生部のそれぞれに含まれる磁石の大きさを変えることにより、第1の磁場発生部の方が磁力の強い

状態を実現した。

[0039] しかしながら、図 8 のように磁石をコイルの一方の側のみに配置する場合においても、本実施形態の効果は得られる。

[0040] 例えば、本実施形態の一例である図 8 B のように磁力の異なる磁場発生部を複数設置することで磁束密度分布を均一化でき、発電量を向上できる。具体的には、図 8 A では磁石 7 0 4 により生じる磁束は主に図の左右の経路を通る。一方、本実施形態の一例である図 8 B では、磁力の異なる磁石 7 0 3 を配置することにより、磁石 7 0 4 の図 8 A 右の経路の磁束が、図 8 B の点線のような経路をとるようになる。

[0041] 上記構成により、結果として、磁歪板 1 0 4 の磁束密度分布が均一化でき、発電量を向上できる。

実施例

[0042] 以下に、具体的な実施例をあげて本発明を詳しく説明する。なお、本発明は下記の実施例の構成や形態に限定されるものではない。

[0043] [実施例 1]

(発電素子の製造方法)

本実施例では、図 3 に示す発電素子を作製した。以下で各製造工程について図 3 A ～図 3 F を参照して説明する。

[0044] 図 3 A ～図 3 F の各図の上図はそれぞれ上面模式図、及び下図は上面模式図で図示されている A - B 線の断面模式図である。

[0045] まず、連結板 1 0 1 として厚さ 1 . 0 mm、幅 1 6 mm、長さ 3 5 mm のばね用のオーステナイト系ステンレスである SUS 3 0 4 - C S P を用い、保持用板 3 0 1 として、厚さ 1 . 0 mm、幅 1 6 mm、長さ 5 mm の SUS 3 0 4 を用いた。オーステナイト系ステンレスを用いた理由は非磁性金属であるため、磁歪板 1 0 2 a と磁歪板 1 0 2 b 間の磁束漏れを軽減するためである。また、ばね材を用いた理由は発電性能に関連する発電素子の機械減衰が通常のステンレス材料を用いた場合よりも小さいことが検討の結果明らかになったためである [図 3 A] 。

[0046] 次に、磁歪板 102a、磁歪板 102b として厚さ 0.5 mm、幅 15 mm、長さ 25 mm の鉄 - ガリウム合金を用い、エポキシ系の接着剤によって連結板 101 と保持用板 301 と接着した。そののち、磁歪板の稜線のうち、連結板 101 と保持用板 301 に接している稜線についてレーザー溶接を行い接合した [図 3 B]。

[0047] 続いて、磁歪板、連結板に発電素子をボルトなどで固定するための保持用ネジ穴 302 を作製した。このネジ穴によって、様々な場所への設置が可能となる。本実施例の発電量評価では、光学定盤上にネジ穴の開いたスペーサーを設置し、前記スペーサーに前記保持用ネジ穴 302 を通してボルトで固定した [図 3 C]。

[0048] 次に、第 1 の磁石 103 として、厚さ 1.0 mm、幅 12 mm、長さ 2.0 mm のネオジム磁石を用い、第 2 の磁石 104 として、厚さ 1.0 mm、幅 12 mm、長さ 1.0 mm のネオジム磁石を用いた。第 1 の磁石 103 と第 2 の磁石 104 はそれぞれ図 3 D に示すように磁化方向が逆になるように挿入し、挿入後エポキシ系接着剤によって磁歪板 102a と磁歪板 102b の間に接着し固定した [図 3 D]。

[0049] 次にコイル 105 として、線径 0.1 mm の銅線を用いた二千巻の空芯コイルを第 1 の磁石 103a と第 1 の磁石 103b の間の領域に、磁歪板 102a と磁歪板 102b を内包するように挿入し、電気絶縁ワニスによって固定した [図 3 E]。

[0050] 最後に、磁束変化を調整するための磁性体 108a、磁性体 108b として、厚さ 1.5 mm、幅 15 mm、長さ 25 mm の冷間圧延鋼板 S P C C を用い、ねじ穴 302 を通して固定した [図 3 F]。

[0051] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、固定部を加振器により振動させ、コイル 104 に発生した開放電圧をオシロスコープで測定することにより発電性能の評価を行った。加振器により発生する周波数は 100 Hz、振動加速度 1 G とした。また、発電機の先端に固有周波数が 100 Hz となるよう

な錘を設置した。発電性能の定量的な指標として、オシロスコープで測定した電圧波形から以下の（式2）により発電量Pを計算したものをを用いた。

$$P = \Sigma (V(t))^2 / (4 \times R) \times \Delta t / t \cdots \text{(式2)}$$

[0052] $V(t)$ はオシロスコープで測定した時間 t における開放電圧、 R はコイルの電気抵抗、 Δt はオシロスコープの時間分解能、 Σ は時間 t について総和を取るという意味である。この発電量Pの式では、コイルのインダクタンスによる効果は除いているが、これは本実施例、及び比較例では同様の寸法のコイルを用いるため、相対的な比較が可能であるためである。上記の方法による測定、評価の結果、コイルの電気抵抗は 180Ω 、開放電圧の最大値は 6.5 V 、発電量Pは（式2）から 13 mW であった。

[0053] [実施例2]

本実施例では、図4に示す発電素子を作製した。本実施例のように磁場発生部403を空間的に隔てた磁石403a、磁石403b及び磁石403cの複数の磁石で構成し、かつ、磁石403bと磁石403cの磁極が逆極の関係になるように構成する。さらに磁石403a、磁石403b及び磁石403cの磁極の関係が、磁歪板内で逆に磁場を生じるような位置関係とすることで、磁歪板102内の磁束密度分布が均一化され、発電量が向上することが期待できることが分かった。

[0054] 製造方法については、実施例1と同様ではあるが、最終工程として、厚さ 1 mm のSPCCの板403dにエポキシ樹脂で接着した磁石403bと磁石403cを図4で示す位置にエポキシ樹脂で接着する工程を追加し製造した。また、磁石403aと磁石404は厚さ 1.0 mm 、幅 12 mm 、長さ 1.0 mm のネオジム磁石を用いた。さらに磁石403bと403cは厚さ 1.5 mm 、長さ 1.5 mm 、幅 12 mm のネオジム磁石を用いた。

[0055] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例1と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は 180Ω 、開放電圧の最大値は 7 V 、発電量Pは 15 mW であった。

[0056] [実施例 3]

本実施例では、図 5 に示す発電素子を作製した。製造方法は実施例 2 と同様であるが、磁石がコイルを基準として固定部側のみとして製造した。固定部側のみの製造とすることで、発電素子の小型化や簡素化が可能となるため、コスト低減等に有効である。各構成部材のサイズや種類、磁石の磁化方向等は実施例 2 と基本的に同様であるが、連結板 101 のみ材質をマルテンサイト系ステンレスである SUS420J2 とし、異なる材質を用いた。このような構成をとることで、自由端側の磁石を削減でき、プロセスを簡易化できる。

[0057] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例 1 と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は $180\ \Omega$ 、開放電圧の最大値は $5.5\ \text{V}$ 、発電量 P は $10\ \text{mW}$ であった。

[0058] [実施例 4]

本実施例では、図 6 に示す発電素子を作製した。製造工程については、基本的に実施例 1 と同様であるが、磁石がコイルを基準として固定部側のみとして製造した。また、磁石 604a、604b を設置するためのスリットを 102a と 102b に設ける点、及び磁石 603 を厚さ $1.0\ \text{mm}$ 、幅 $12\ \text{mm}$ 、長さ $1.0\ \text{mm}$ のネオジム磁石とし、磁石 604a と 604b を厚さ $0.5\ \text{mm}$ 、長さ $0.5\ \text{mm}$ 、幅 $12\ \text{mm}$ のネオジム磁石としている点が異なる。また、連結板 101 はマルテンサイト系ステンレスである SUS420J2 とし、実施例 1 とは異なる材質を用いた。

[0059] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例 1 と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は $180\ \Omega$ 、開放電圧の最大値は $6\ \text{V}$ 、発電量 P は $12\ \text{mJ}$ であった。

[0060] [実施例 5]

本実施例では、図 7 に示す発電素子を作製した。連結板 701 を厚さ $1.$

0 mmのSUS420J2のコの字様の形状として用いた。また、磁石704は厚さ3 mm、長さ7 mm、幅7 mmのネオジム磁石、磁石703は厚さ4 mm、長さ3 mm、幅3 mmのネオジム磁石を用いた。磁石と連結板701の固定はエポキシ樹脂で接着を行った。

[0061] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例1と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は180 Ω 、開放電圧の最大値は5 V、発電量Pは8 mJであった。

[0062] [比較例1]

本比較例では、図1の実施例1や図4の実施例2の発電素子と異なり、同一の第1の磁石103と第2の磁石104のみを有する発電素子を作製した。磁石は、厚さ1.0 mm、幅12 mm、長さ1.0 mmのネオジム磁石を用いた。

[0063] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例1と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は180 Ω 、開放電圧の最大値は6 V、発電量Pは8 mJであった。

[0064] [比較例2]

本比較例では、図5の実施例3や図6の実施例4の発電素子と異なり、一つの磁石のみを有する発電素子を作製した。磁石のサイズは、厚さ1.0 mm、幅12 mm、長さ1.0 mmとした。

[0065] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例1と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は180 Ω 、開放電圧の最大値は6 V、発電量Pは8 mJであった。

[0066] [比較例3]

本比較例では、図7の実施例5の発電素子と異なり、磁石703を有さない発電素子を作製した。

[0067] (発電素子の評価)

以上の様に作製した発電素子について、実施例 1 と同様に発電性能の評価を行った。評価の結果、コイルの電気抵抗は $180\ \Omega$ 、開放電圧の最大値は $3\ \text{V}$ 、発電量 P は $3\ \text{mJ}$ であった。

[0068] 本発明の実施形態及び実施例について具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。本発明は技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の実施形態において挙げた数値、構成要素はあくまでも一例に過ぎない。必要に応じてこれと異なる数値、構成要素を用いても良い。

[0069] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために以下の請求項を添付する。

[0070] 本願は、2020年2月28日提出の日本国特許出願特願2020-033350を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てをここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 長手方向における一端が固定された磁歪材料を備え、前記磁歪材料に力を印加することにより発電する発電素子であって、
前記磁歪材料を含む磁歪部と、
磁性材料を含み、少なくとも一部の面が前記磁歪部に固定された磁性部と、
前記磁歪材料の少なくとも一部を内包するコイルと、
前記コイルを挟むように磁歪部に固定された、磁場を発生させる第1の磁場発生部及び第2の磁場発生部と、
を備え、
前記磁歪部、前記磁性部、前記コイル、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部は磁気回路を構成し、前記第1の磁場発生部と前記第2の磁場発生部のうち、前記固定された一端に近い前記第1の磁場発生部から発生する磁場の方が大きいことを特徴とする発電素子。
- [請求項2] 前記第1の磁場発生部は、第1の磁石を含み、
前記第2の磁場発生部は、第2の磁石を含み、
前記第1の磁石と、前記第2の磁石とは互いに異なる磁極面が前記磁歪部の同一面に固定されていることを特徴とする請求項1に記載の発電素子。
- [請求項3] 前記第1の磁石に比べ、前記第2の磁石の磁力が弱いことを特徴とする請求項2に記載の発電素子。
- [請求項4] 前記第1の磁場発生部は、前記第1の磁石の磁化方向と略直交する磁化方向を有する第3の磁石をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の発電素子。
- [請求項5] 前記第3の磁石は、前記磁歪部における前記第1の磁石が固定された面と略直交する面に固定され、且つ前記磁歪部に固定された面と対向する面に磁性材料が固定されていることを特徴とする請求項4に記載の発電素子。

載の発電素子。

[請求項6] 前記第1の磁場発生部は、前記第1の磁石の磁化方向と略直交する磁化方向を有する第4の磁石をさらに含み、前記第4の磁石は、前記磁歪部における前記第1の磁石が固定された面と略直交する面に、前記第3の磁石とは異なる磁極面が固定され、且つ前記磁歪部に固定された面と対向する面に磁性材料が固定されていることを特徴とする請求項4に記載の発電素子。

[請求項7] 前記磁歪部は、第1の磁歪板と第2の磁歪板を含み、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部の少なくとも一部は、前記第1の磁歪板と前記第2の磁歪板の間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の発電素子。

[請求項8] 前記磁性部と、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部は前記磁歪部の互いに対向する面にそれぞれ固定されていることを特徴とする請求項1に記載の発電素子。

[請求項9] 長手方向における一端が固定された磁歪材料を備え、前記磁歪材料に力を印加することにより発電する発電素子であって、
前記磁歪材料を含む磁歪部と、
磁性材料を含み、少なくとも一部の面が前記磁歪部に固定された磁性部と、
前記磁歪材料の少なくとも一部を内包するコイルと、
前記コイルを隔てて前記磁歪部の前記固定された一端側に配置された、第1の磁石と、前記第1の磁石の磁化方向と略直交する磁化方向を有する第3の磁石とを含む磁場発生部と、
を備えることを特徴とする発電素子。

[請求項10] 前記磁性部と、前記第1の磁場発生部及び前記第2の磁場発生部は前記磁歪部の互いに対向する面にそれぞれ固定されていることを特徴とする請求項9に記載の発電素子。

[請求項11] 前記磁歪部は、第1の磁歪板と第2の磁歪板を含み、前記第1の磁

場発生部及び前記第 2 の磁場発生部の少なくとも一部は、前記第 1 の磁歪板と前記第 2 の磁歪板の間に配置されていることを特徴とする請求項 9 に記載の発電素子。

[請求項12] 前記第 1 の磁石の磁化方向と略直交する磁化方向を有する磁石は、前記磁歪部における前記第 1 の磁石が固定された面と略直交する面に固定され、且つ前記磁歪部に固定された面と対向する面に磁性材料が固定されていることを特徴とする請求項 9 に記載の発電素子。

[請求項13] 外力を受けて振動する保持板をさらに備え、
前記保持板の一端は、前記磁歪部に固定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発電素子。

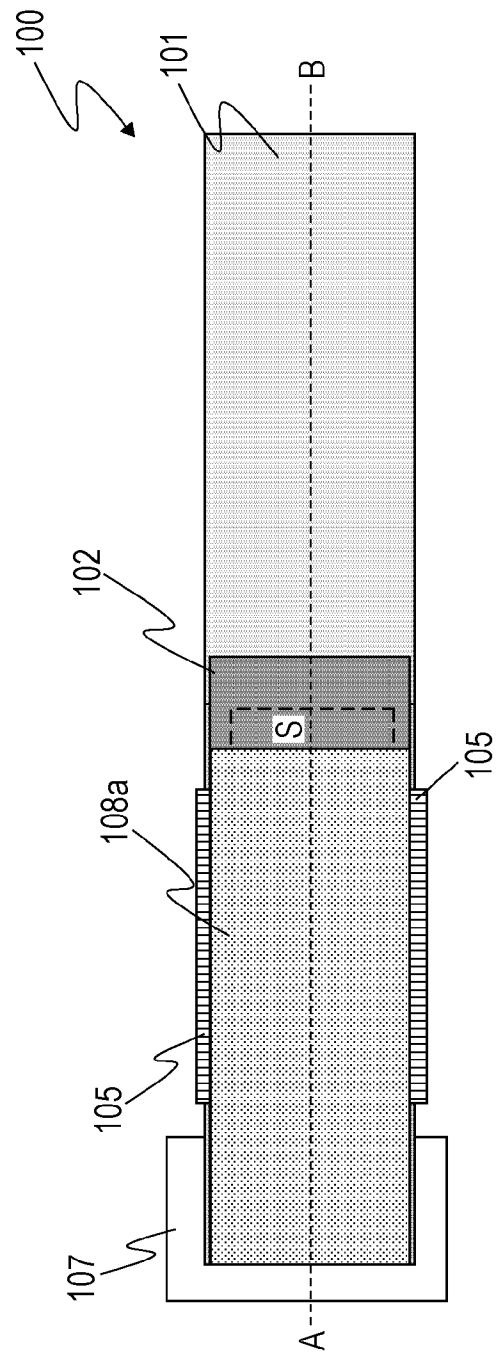
[請求項14] 請求項 1 に記載の発電素子を有し、前記発電素子に力を印加する機構を有する発電装置。

[請求項15] 請求項 1 に記載の発電素子を有し、前記発電素子が地動加振から振動する機構を有する発電装置。

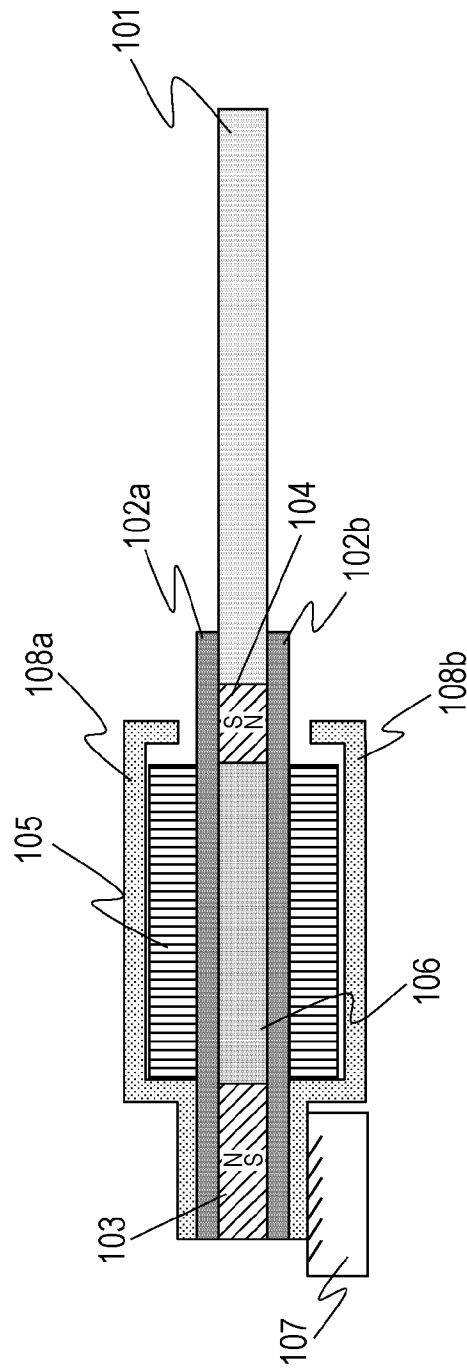
[請求項16] 請求項 1 に記載の発電素子を有し、前記発電素子を収める筐体を有する発電装置。

[請求項17] 前記筐体が磁性材料であることを特徴とする請求項 1 6 に記載の発電装置。

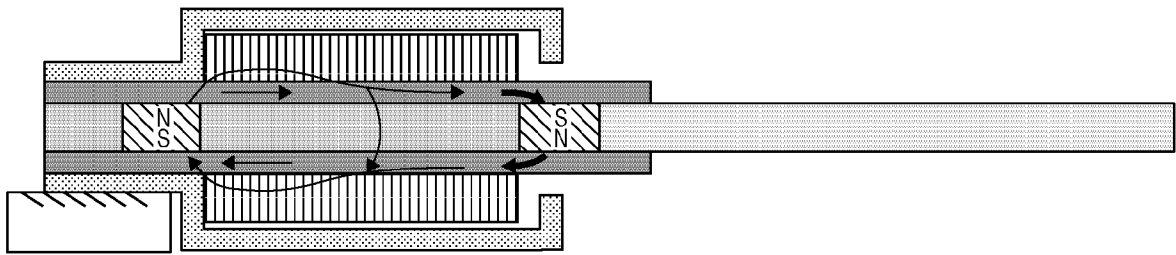
[図1A]



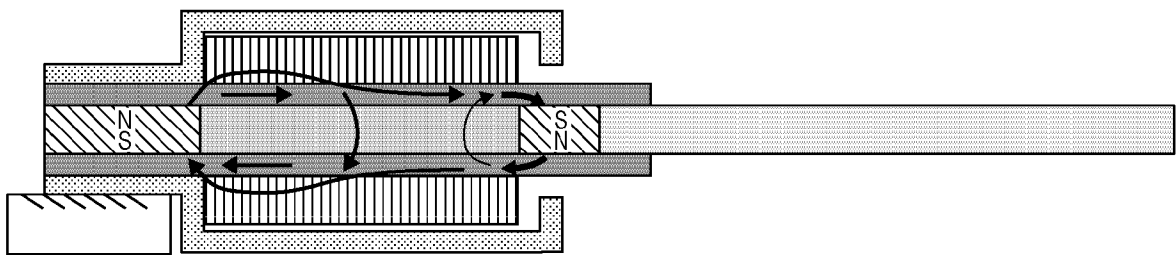
[図1B]



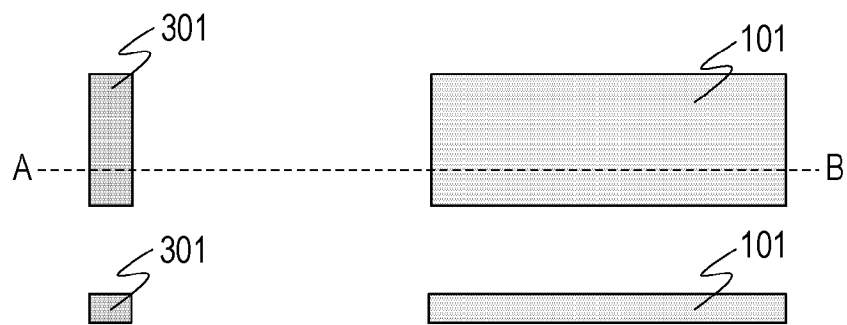
[図2A]



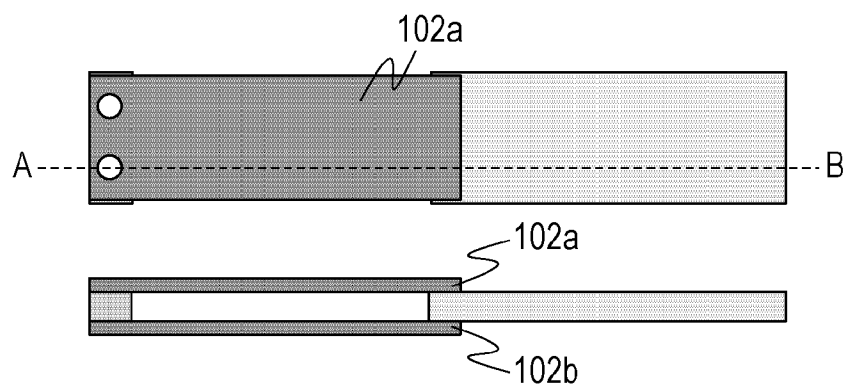
[図2B]



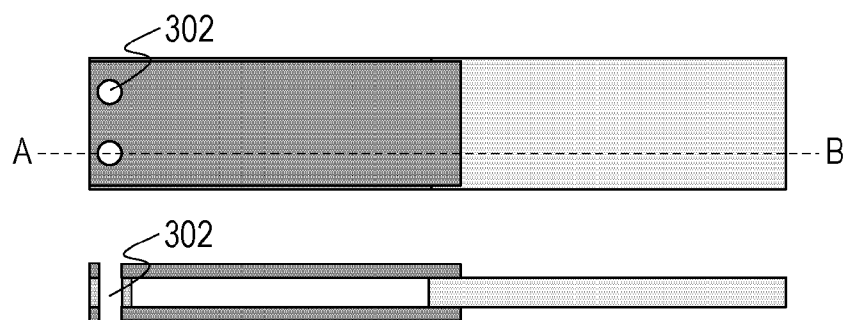
[図3A]



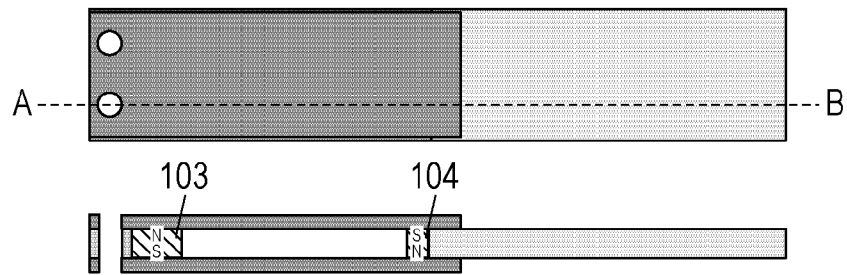
[図3B]



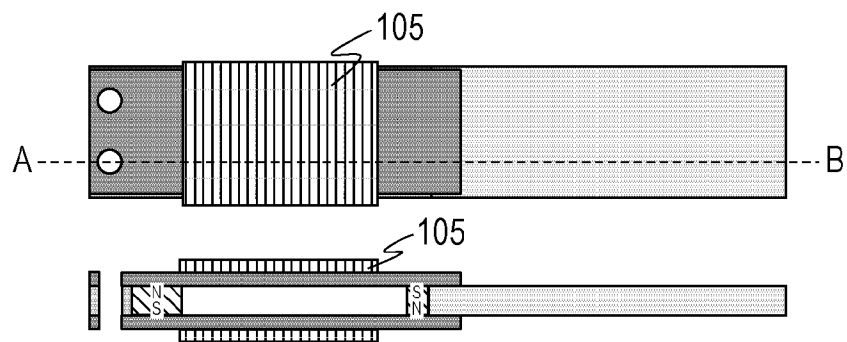
[図3C]



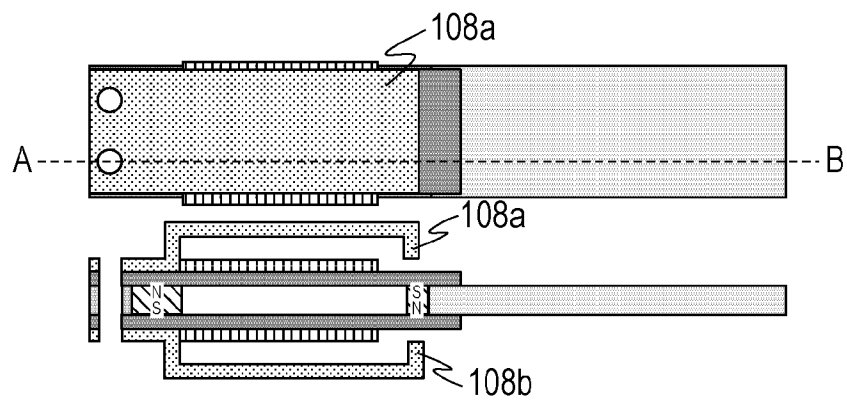
[図3D]



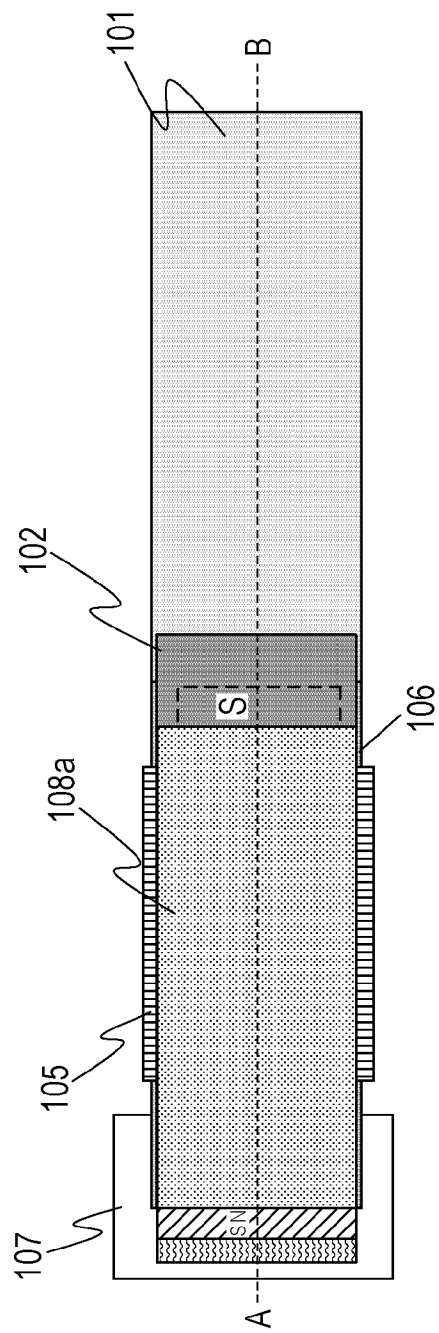
[図3E]



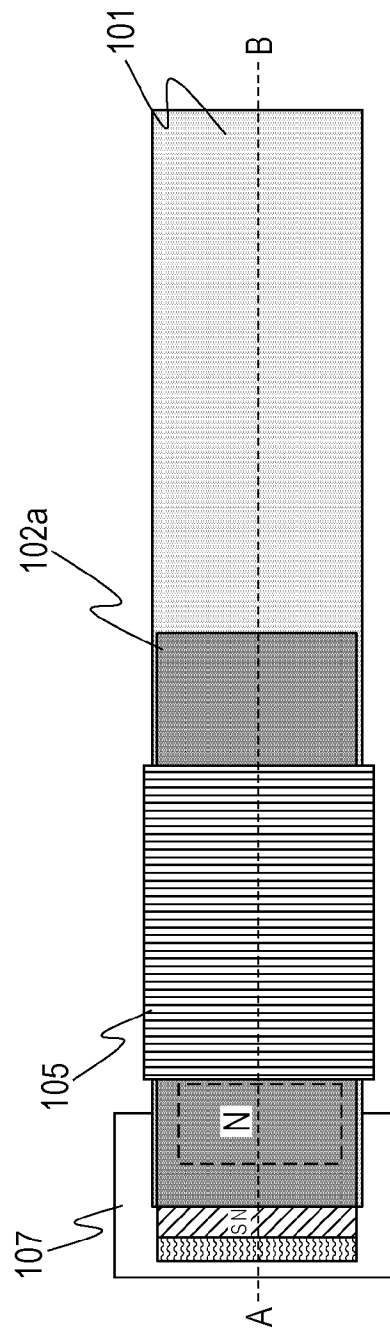
[図3F]



[図4A]

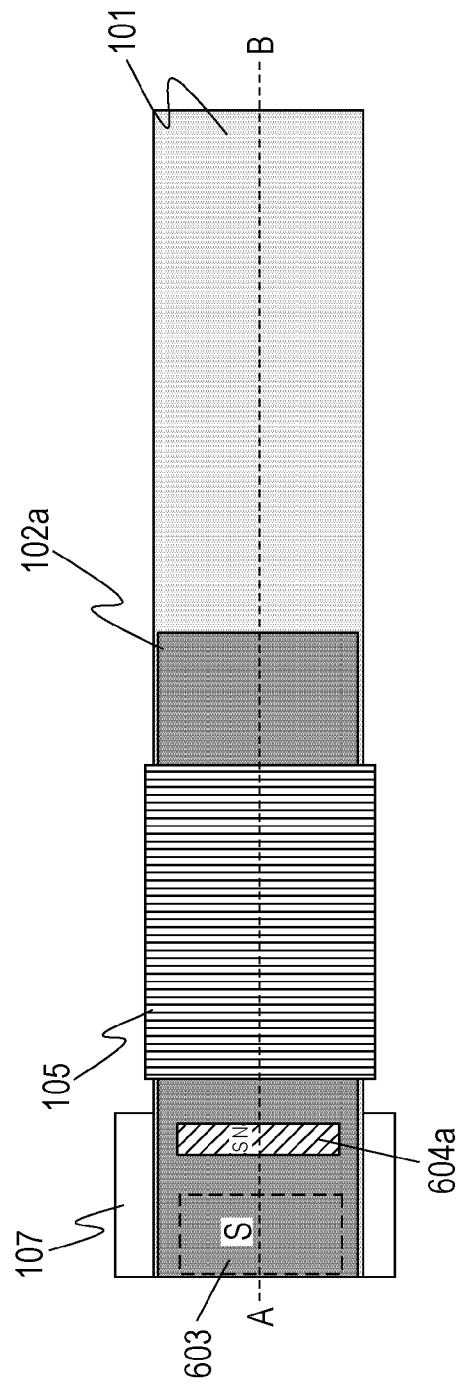


[図5A]

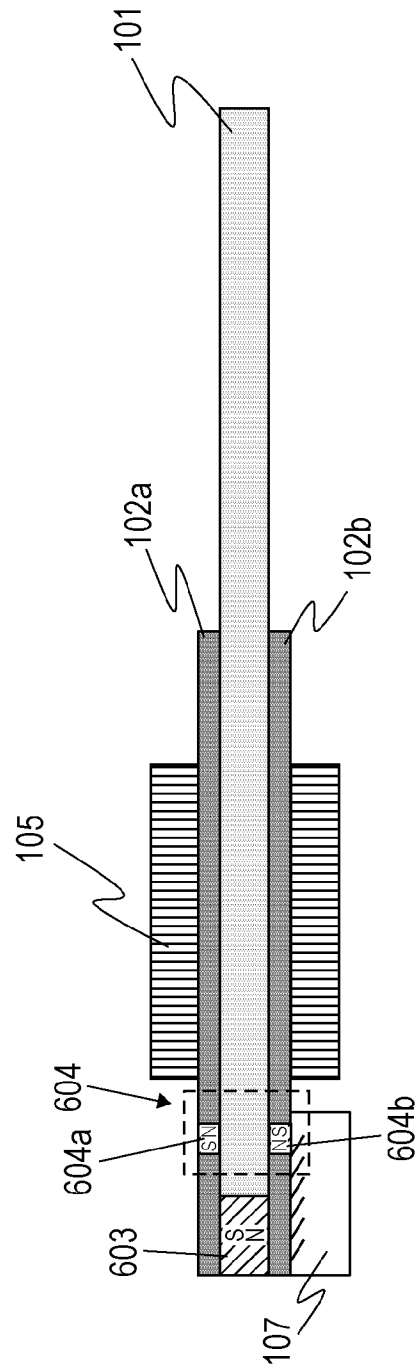


[illegible]

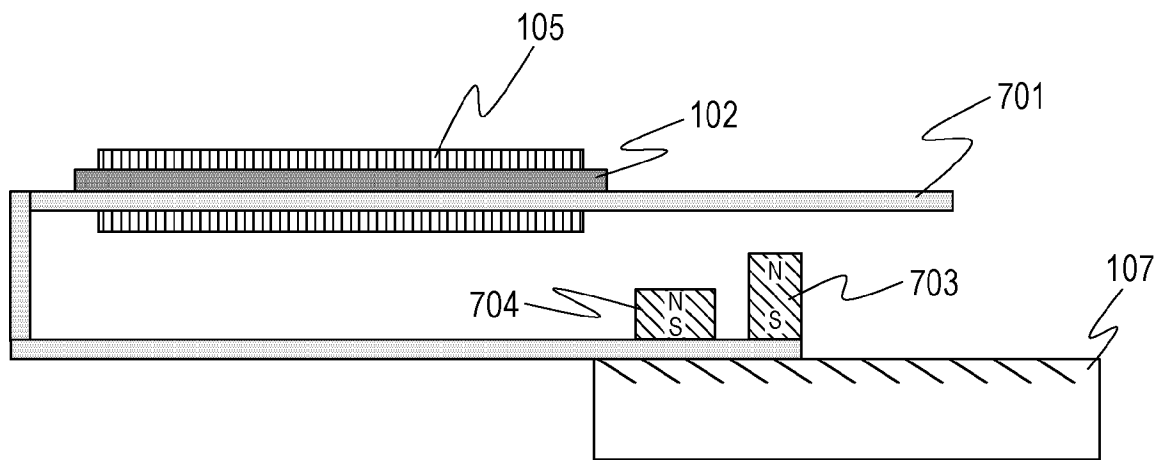
[図6A]



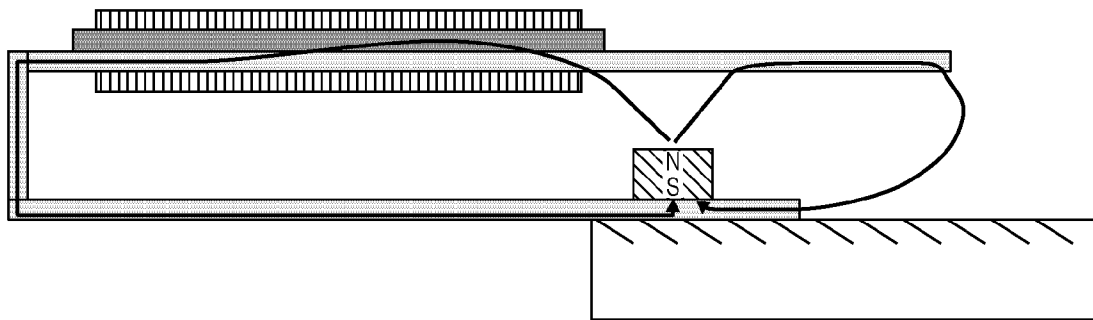
[図6B]



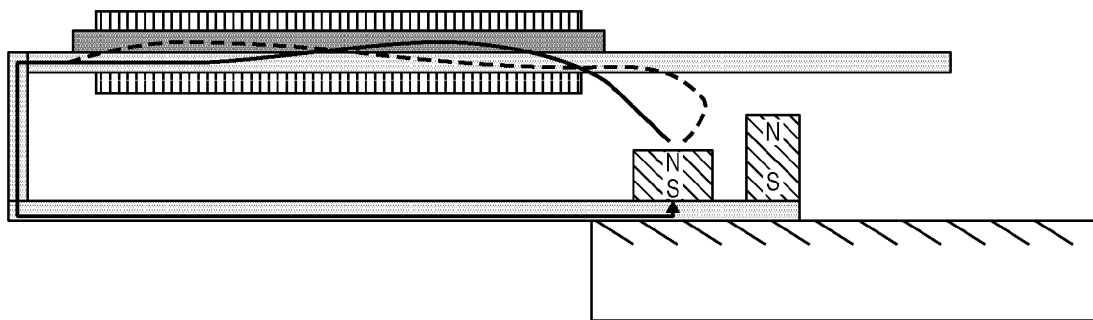
[図7]



[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/004548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02N2/18 (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)

Int.Cl. 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 1971-2021

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.
Y A	JP 2015-29377 A (SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) 12 February 2015 (2015-02-12), paragraphs [0076]-[0080], fig. 13	9-11 1-8, 12-17
Y	JP 2013-208031 A (TOYO TIRE & RUBBER CO., LTD.) 07 October 2013 (2013-10-07), paragraph [0027], fig. 1	9-11
Y	JP 57-169214 A (VACUUMSCHMELZE GMBH) 18 October 1982 (1982-10-18), page 3, upper left column, line 8 to lower left column, line 11, fig. 1	9-11

☐	Further documents are listed in the continuation of Box C.	☒	See patent family annex.
--------------------------	--	-------------------------------------	--------------------------

* Special categories of cited documents:	"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
"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 02 April 2021	Date of mailing of the international search report 13 April 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/JP2021/004548

JP 2015-29377 A 12 February 2015 (Family: none)

JP 2013-208031 A 07 October 2013 (Family: none)

JP 57-169214 A 18 October 1982 US 4439700 A
column 2, line 22 to column 3,
line 13, fig. 1
EP 60969 A1

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 <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												
Y	JP 2015-29377 A（住友理工株式会社）12.02.2015（2015 - 02 - 12） 段落0076-0080, 図13	9-11												
A		1-8, 12-17												
Y	JP 2013-208031 A（東洋ゴム工業株式会社）07.10.2013（2013 - 10 - 07） 段落0027, 図1	9-11												
Y	JP 57-169214 A（バクームシユメルツエ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテ ル・ハフツング）18.10.1982（1982 - 10 - 18） 第3頁左上欄8行-左下欄11行, 図1	9-11												
☐ 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。														
<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 02.04.2021	国際調査報告の発送日 13.04.2021													
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） 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/JP2021/004548

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-29377	A	12.02.2015	(ファミリーなし)	
JP	2013-208031	A	07.10.2013	(ファミリーなし)	
JP	57-169214	A	18.10.1982	US 4439700 A	
				第2欄22行-第3欄13行, 図1	
				EP 60969 A1	