

(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
2020年12月3日(03.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/241573 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/18 (2006.01)

〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番
2号キャノン株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/020546

(22) 国際出願日: 2020年5月25日(25.05.2020)

(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 2019-103230 2019年5月31日(31.05.2019) 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).

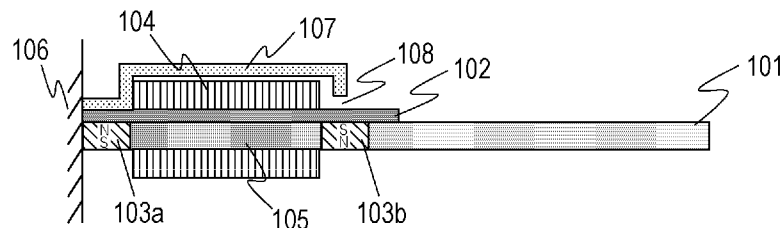
(72) 発明者: 宮内 裕一郎 (MIYAUCHI Yuichiro);
〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番
2号キャノン株式会社内 Tokyo (JP). 森 正
和(MORI Masakazu); 〒1468501 東京都大田区
下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内 Tokyo (JP). 茅野 紀幸 (CHINO Noriyuki);

(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号キャノン株式会社内 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, 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.

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

(54) 発明の名称: 発電素子、および発電素子を用いた装置



(57) Abstract: The power generation element disclosed in the present specification is characterized by being provided with a magnetostriction portion including a magnetostriction material, a magnetic portion, a part of the surface of which is fixed to the magnetostriction portion and which includes a magnetic material, a coil including a part of either the magnetostriction portion or the magnetic portion, and a magnet portion including a magnet fixed to the magnetostriction portion, wherein the magnetic portion is magnetically connected in parallel with the magnetostriction portion and fixed to the magnetostriction portion so as to have an air gap magnetically connected in series with the magnetic portion between the magnetostriction portion and the magnetic portion.

(57) 要約: 本明細書に開示の発電素子は、磁歪材料を含む磁歪部と、一部の面が前記磁歪部に固定された、磁性材料を含む磁性部と、前記磁歪部と前記磁性部のいずれか一方の一部を内包するコイルと、前記磁歪部に固定された、磁石を含む磁石部と、を備え、前記磁性部は、前記磁歪部と磁氣的に並列に接続され、且つ前記磁歪部と前記磁性部との間に前記磁性部と磁氣的に直列に接続された空隙を有するように前記磁歪部に固定されていることを特徴とする。

(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))

明 細 書

発明の名称：発電素子、およ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、およ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1には、逆磁歪発電素子の構成として、二つの磁歪棒が平行に配置されたバイモルフ構造が記載されている。前記二つの磁歪棒は磁氣的に並列に接続しており、かつ逆の応力が印加される構造であるため、一方の磁歪棒の磁気抵抗が大きい場合はもう一方の磁歪棒の磁気抵抗は小さくなる。

[0004] また、特許文献2に磁歪材料が各磁気抵抗と直列に接続する閉磁気回路からなり、該閉磁気回路に磁氣的に直列に接続された空隙を有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

[0005] 特許文献1：特許第4905820号公報

特許文献2：特許第6343852号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記の磁気回路の構成に基づく逆磁歪発電素子では、実際に利用する際、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。

[0007] 本明細書の開示は、上述の課題に鑑み、これまでの逆磁歪現象を利用した発電よりも発電量を向上できる発電素子、およ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一つとして位置付けることができる。

課題を解決するための手段

[0008] 本明細書に開示の発電素子は、磁歪材料を含む磁歪部と、一部の面が前記磁歪部に固定された、磁性材料を含む磁性部と、前記磁歪部と前記磁性部のいずれか一方の一部を内包するコイルと、前記磁歪部に固定された、磁石を含む磁石部と、を備え、前記磁性部は、前記磁歪部と磁気的に並列に接続され、且つ前記磁歪部と前記磁性部との間に前記磁性部と磁気的に直列に接続された空隙を有するように前記磁歪部に固定されていることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本明細書の開示によれば、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、および発電素子を用いた装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [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1C]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1D]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3]第1実施形態の発電素子の等価磁気回路の一例を説明する模式図。

[図4A]第2実施形態の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図4B]第2実施形態の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図5A]第2実施形態の発電素子の原理の一例を説明する模式図。

[図5B]第2実施形態の発電素子の原理の一例を説明する模式図。

[図6A]実施例1の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図6B]実施例1の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図6C]実施例1の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図6D]実施例1の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図6E]実施例1の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7A]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7B]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7C]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7D]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7E]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図7F]実施例2の発電素子の製造方法の一例を説明する模式図。

[図8]実施例2の発電素子の起電力の時間変化の一例を示す図。

[図9A]比較例1の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図9B]比較例1の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図10]比較例1の発電素子の等価磁気回路の一例を説明する模式図。

[図11A]比較例2の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図11B]比較例2の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図12A]比較例3の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

[図12B]比較例3の発電素子の構成の一例を説明する模式図。

発明を実施するための形態

[0011] 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。

[0012] <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、保持板、磁歪材料、磁性材料、コイルおよび磁石を適切に配置することにより、既存の逆磁歪現象を用いた発電素子よりも発電量を向上させる構成を有していることを特徴とする。

[0013] (発電素子の構成)

本実施形態の発電素子100の構成を、図1を参照して説明する。図1Aは本実施形態の発電素子100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100の構成を説明する図1A A-B線の断面模式図である。

[0014] 本実施形態の発電素子100は、保持部106によって保持されており、保持板101、磁歪部102、磁石103aと磁石103bで構成された磁石部、コイル104、非磁性領域105、磁性部107、空隙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、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。すなわち、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。

[0015] 保持板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。保持板101の連結方法は、磁歪部102と保持板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、保持板101は圧縮応力、引張応力が連続的に印加されるため、延性を有する材料が好ましい。さらに、保持板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保持板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保持板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。

[0016] また、保持板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、保持板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、もしくは保持板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、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。

[0017] 磁歪部102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、保持板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。

[0018] 磁石103aと磁石103bは磁歪部102と磁性部107を磁氣的に並列に接続するために取り付けられる。磁石103aと磁石103b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、磁石103aと磁石103bの磁極の向きは図1Bの断面模式図に図示されているように、上下逆であるような構成が考えられる。ただし、図1Bの断面模式図の磁石の磁極の向きはあくまで一例であり、図1Bに示す磁石103aと磁石103bとN極、S極が逆でもよい。すなわち、磁石103aと磁石103bは、互いに異なる磁

極面が磁歪部 102 に固定されていればよい。さらに、磁石の配置や数は、磁歪部 102 と磁性部 107 が磁氣的に並列に接続されるのであれば特に上記に限定されるものではない。例えば、図 1 B に示すように、磁歪部 102 における磁性部 107 が固定された面と逆側の面に、互いに異なる磁極面が固定されるように磁石 103 a と磁石 103 b を固定してもよい。もしくは、磁石 103 a と磁石 103 b のうち少なくともいずれか一方を、磁性部 107 が磁歪部 102 に固定された面と同様の面に固定してもよい。もしくは、磁石を 1 つのみ、あるいは 3 つ以上用いてもよい。

[0020] また、磁石部は磁性材料を含む構成でもよく、その場合磁石 103 a と磁石 103 b のうち少なくとも一つは磁性材料に固定されていてもよい。

[0021] コイル 104 は磁歪部 102 の一部を内包しており、電磁誘導の法則に従い、磁歪部 102 で生じる磁束の時間変化に応じて電圧を生じる。コイル 104 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。

[0022] なお、コイル 104 は、本実施形態では磁歪部 102 の一部を内包するように配置してあるが、磁性部 107 を内包するように配置し、磁歪部 102 に電圧を生じさせてもよい。すなわち、コイル 104 は、磁歪部 102 と磁性部 107 のいずれか一方の一部を内包するように配置されていればよい。また、図 1 B に示すように、コイル 104 は、磁石 103 a と磁石 103 b の間に配置されている。なお、コイル 104 を配置する位置は上記に限定されず、必ずしも 2 つの磁石の間でなくてもよい。

[0023] 非磁性領域 105 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 105 は保持板 101 と一体でもよい。

[0024] 磁性部 107 は、磁性材料を含む部材である。磁性部 107 は、特に限定されるものではないが、材質としては炭素鋼、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)が用いられる。

[0025] また、磁歪部102と磁性部107は連結されている。連結方法は磁歪部102と磁性部107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。なお、磁性部107は、磁歪部102と磁氣的に並列に接続するために図1に示すように少なくとも一部を磁歪部102に固定する。すなわち、磁性部107は、一部の面が磁歪部102に固定された、磁性材料を含む部材である。

[0026] また、磁性部107は、コイル104を貫く磁束の変化量を大きくするためにコイル104を覆うように固定することが望ましい。そのため、磁性部107は、断面コの字形状を一部有していることが望ましい。なお、この場合、磁性部107が有する断面コの字形状は必ずしも対称でなくてもよく、例えば、図1Bに示すように空隙108を設けるために非対称の形状でもよい。すなわち、磁性部107は、少なくとも一部が断面コの字形状を有し、一端が磁歪部102に固定された、磁性材料を含む部材であってもよい。なお、上記の磁歪部107の形状は一例であって、これに限定されない。

[0027] 空隙108は、図1Cに示すように、磁歪部102と磁性部107の間における磁氣的な抵抗が小さい空間である。すなわち、磁歪部102と磁性部107とが固定されている端部とは異なる他端に設けられている。本実施形態に係る発電素子100では、空隙108は、磁性部107と磁氣的に直列に接続されており、空隙108の磁氣的抵抗は、磁歪部102に圧縮応力が加わる場合に小さくなり、磁歪部102に引張応力が加わる場合に大きくなる。

[0028] なお、空気の磁氣的抵抗は、磁性部107と同一の形状で比較した場合、一般的に数千倍程度大きいことが知られている。そのため、空隙108が大きすぎると、応力の有無に関わらず磁歪部102にしか磁束が通らなくなり、磁束の時間変化が小さくなることがある。一方で、図(d)の構成で空隙

108を小さくするには磁性部107を磁歪部102に近づける方法がある。しかしながら、磁性部107を磁歪部102に近づけた場合、コイル104の巻き数を十分増やすことが難しくなる。

[0029] そのため、空隙108の大きさを小さくしつつ、且つコイル104の巻き数を増やし、磁束の時間変化量を大きくする観点からも、上述のように、磁性部107は、図1Dに示す形状に比べて図1Cに示す断面コの字形状である方が望ましい。

[0030] なお、本実施形態の発電素子100には空隙108を設けたが、同様の役割を例えばゴムなどの物質で代替してもよい。具体的には、例えば空気や液体などのように透磁率が1程度と小さい物質であればよい。さらに、加わる応力によって磁氣的抵抗が可変の物質であればよい。なお、空隙108の代わりにゴムなどの物質を用いる場合、磁歪部102と磁性部107が機械的に接続されることになるため、発電素子に加わる振動の機械的な減衰が大きくなる可能性がある。そのため、空隙108をゴムなどの物質で代替する場合は、発電素子に加わる振動の機械的な減衰を極力低減できる物質であることが望ましい。

[0031] (作用)

本実施形態に係る発電素子100は、磁束の変化をコイル104によって電圧に変換する電磁誘導方式の発電素子である。電磁誘導では以下の(式1)に従い起電力 V が生じる。

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

[0032] ここで、 N はコイル104の巻き数、 $\Delta \Phi$ は時間 Δt でのコイル104内における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。

[0033] 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。例えば、磁歪部102に圧縮応力が印加されると、透磁率は小さくなり、引張応力が印加されると透磁率は大きくなる。透磁率の大小は磁気回路における磁気抵抗の大小と関連するため、結果として磁歪部102への応力の印加は、磁歪部102中の磁束の変化を生じる。したがって、磁歪部102に時間変化する応力を印加することで、磁束の時間変化を生じ、（式1）に従い起電力を生じる。

[0034] 本発明者らは鋭意検討の結果、発電素子100が、磁歪部102と磁氣的に並列に接続する磁性部107と、磁性部107と直列に接続した空隙108を有する構成をとることで、大きな起電力が得られることを見出した。

[0035] 以下に、図2、図3を参照して、本実施形態の発電素子100で大きな起電力が得られる原理について記載する。

[0036] 図2は、本実施形態の発電素子100の一時期における印加外部磁場、および印加応力の方向の一例を断面模式図に示した図である。図3は、本実施形態の発電素子の等価磁気回路を示した図である。R102を磁歪部102の磁気抵抗、R107を磁性部107の磁気抵抗、R108を空隙108の磁気抵抗とする。つまり、磁性部107は、磁歪部102と磁氣的に並列に接続され、且つ磁歪部102と磁性部107との間に磁性部107と磁氣的に直列に接続された空隙を有するように固定されている。

[0037] ここで、図2Bのように保持板101の先端下方向に力が Δt の時間で印加された場合を考える。

[0038] このとき、磁歪部102に引張応力が印加されるため、逆磁歪現象により、磁歪部102の透磁率は大きくなる。したがって、磁歪部102の磁気抵抗R102は小さくなる。一方、図2Bに示すように空隙108は広がるため、磁気抵抗R108は大きくなる。このように、空隙108の磁気抵抗は、磁歪部102の磁気抵抗と負の相関を持つ。（以下、これを磁気抵抗が逆相に変化すると定義する。）

- [0039] このように、磁歪部 102 の磁気抵抗と空隙 108 の磁気抵抗が逆相に変化するように空隙 108 を設けることにより、コイル 104 内における磁束変化 $\Delta\Phi$ を大きくできる。
- [0040] より具体的には、磁歪部 102 の磁気抵抗 R_{102} が小さくなる際に、空隙 108 の磁気抵抗 R_{108} は大きくなる。そのため、単純に磁歪部 102 の磁気抵抗 R_{102} が小さくなる場合に比べ、より多くの磁束がコイル 104 内を通るようになり、結果として、コイル 104 内の磁束の変化量 $\Delta\Phi$ は大きくなる。
- [0041] すなわち、磁歪部 102 に引張応力が印加される場合、本実施形態に基づく構成によれば、コイル内の磁束の変化量 $\Delta\Phi$ は大きくなるため、式 1 より起電力 V は向上する。
- [0042] 次に、保持板 101 の先端上方向に力が Δt の時間で印加された場合（不図示）を考える。
- [0043] このとき、磁歪部 102 には圧縮応力が印加されるため、逆磁歪現象により、磁歪部 102 の透磁率は小さくなる。したがって、磁歪部 102 の磁気抵抗 R_{102} は大きくなる。一方、図 2 B に示すように空隙 108 は狭まるため、磁気抵抗 R_{108} は小さくなる。
- [0044] つまり、逆磁歪現象による、磁歪部 102 を通る磁束の減少分（主に漏れ磁束）は、コイル 104 の外側の磁気抵抗の小さい磁気抵抗 R_{107} と磁気抵抗 R_{108} 側を通るようになるため、コイル 104 内の磁束の変化量 $\Delta\Phi$ は大きくなる（仮に R_{107} と R_{108} の流路が存在しなかった場合には、漏れ磁束がコイル 104 内で生じ、コイル 104 の中における磁束の総和はほとんど変化しないため磁束の変化量 $\Delta\Phi$ は小さくなってしまう）。
- [0045] すなわち、磁歪部 102 に圧縮応力が印加される場合も、本実施形態に基づく構成によれば、コイル内の磁束の変化量 $\Delta\Phi$ は大きくなるため、式 1 より起電力 V は向上する。
- [0046] 上記によれば、磁歪材料を用いた発電において、本実施形態に基づく構成をとることによりコイル 104 内の磁束の変化量 $\Delta\Phi$ を大きくすることがで

きるため、発電素子の発電量を向上できる。また、磁性部107とコイル104との間隔を任意に調整し、コイル104の巻き数を容易に増やせるため、発電量をより向上させることができる。また、磁性部107の両端が磁歪部102に固定されている場合と比べて、磁歪部102に印加される応力が大きくなり、さらに磁歪部102に加わる振動の機械的減衰も小さくなるため、発電量が向上できる。さらに、磁性部107の両端が磁歪部102に固定されている場合と比べて、発電素子の固有周波数が小さくなるため、大型化せずに低周波数の地動加振による発電量を向上できる。また、空隙108を磁性部107と磁氣的に並列に接続することにより、逆磁歪効果で生じた磁束変化を効率的に活用できるため発電量を向上させることができる。

[0047] <第2実施形態>

第1実施形態では、発電素子は磁歪部と磁性部をそれぞれ1つずつ備えた構成をとっていたが、第2実施形態では、発電素子は磁歪部と磁性部とをそれぞれ2つずつ備える。上記の構成によれば、発電素子の発電量をさらに向上することができる。なお、磁歪部と磁性部の数は上記に限定されず、発電素子は、例えば磁性部と磁歪部をそれぞれ2つ以上備えていてもよい。

[0048] 以下、図4及び図5を用いて本実施形態の構成および処理を説明する。

[0049] 図4A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4Bは図4A A-B線の断面模式図である。磁歪部402、磁性部407及び空隙408は、第1実施形態と構成が異なるが機能はそれぞれ磁歪部102、磁性部107及び空隙108と同様である。また、その他の構成については第2実施形態と同様の構成であるため説明を省略する。

[0050] 本実施形態の発電素子100は、保持部106によって保持されており、磁歪部102と磁歪部402を共に有する。

[0051] 磁歪部102と磁歪部402は、磁歪材料を含む部材である。磁歪部102と磁歪部402の形状は、保持板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。磁歪部102と磁歪部402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、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。

[0052] 磁性部 107 と磁性部 407 は、磁性材料を含む部材である。磁気回路を構成する磁性部 107 と磁性部 407 は、磁歪部 102 と磁歪部 402 とそれぞれ磁氣的に並列に接続されていればよい。また、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 107、磁歪部 402 と磁性部 407 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。

[0053] また、磁性部 107 と磁性部 407 は、コイル 104 を貫く磁束の変化量を大きくするためにコイル 104 を覆うように磁歪部 102 と磁歪部 402 それぞれに固定することが望ましい。そのため、磁性部 107 と磁性部 407 は、断面コの字形状を一部有していることが望ましい。この場合、磁性部 107 と磁性部 407 が有する断面コの字形状は必ずしも対称でなくてもよく、例えば、図 1B に示すように空隙 108 と空隙 408 を設けるために非対称の形状でもよい。なお、上記の磁歪部 107 と磁性部 407 の形状は一例であって、これに限定されない。

[0054] 空隙 108 と空隙 408 は、図 4B に示すように、それぞれ磁歪部 102 と磁性部 107 の間における磁氣的な抵抗が小さい空間と磁歪部 402 と磁性部 407 の間における磁氣的な抵抗が小さい空間である。本実施形態に係る発電素子 100 では、空隙 108 は、磁性部 107 と磁氣的に直列に接続されており、空隙 108 の磁氣的抵抗は、磁歪部 102 に圧縮応力が加わる場合に小さくなり、磁歪部 102 に引張応力が加わる場合に大きくなる。また、空隙 408 は、磁性部 407 と磁氣的に直列に接続されており、空隙 4

08の磁氣的抵抗は、磁歪部402に圧縮応力が加わる場合に小さくなり、磁歪部402に引張応力が加わる場合に大きくなる。

[0055] (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。

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

[0056] ここで、Nはコイル104の巻き数、 $\Delta \Phi$ は時間 Δt での磁束の変化量である。さらに、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。

[0057] 図5は、本実施形態の図4に示す発電素子100の一時期における印加外部磁場、および印加応力の方向の一例を断面模式図に示した図である。図5Aが外部磁場の方向、図5Bが印加応力の方向である。外部磁場の方向は磁石の位置関係で決まるため、発電のどの一時期においても同様の方向となる。さらに、本実施形態においては磁歪部102と磁歪部402に印加される外部磁場の方向はそれぞれ逆の方向になるように磁石の位置が調整されている。一方、印加応力の方向については発明の一時期で変化する。ただし、磁歪部102と磁歪部402それぞれに印加される応力の方向の関係については常に逆の方向となる。すなわち一方に引張応力が印加されている場合は一方は圧縮応力が印加される。図5Bにおいて、仮に磁歪部102に引張応力、磁歪部402に同じ大きさの圧縮応力が Δt の間に印加された場合を考える。図5Aの102の磁場の方向を正の方向とすると、磁歪部102は引張応力により磁気抵抗が下がるため $+\Delta \Phi$ の磁束変化を生じる。一方、磁歪部402は圧縮応力により磁気抵抗が上がるため磁歪部402の磁場の方向に対して $-\Delta \Phi$ の磁束変化を生じる。しかしながら、磁歪部402の磁場の方向は図2Aで図示している通り、磁歪部102と逆の方向であるため、磁束の変化としては $-(-\Delta \Phi) = +\Delta \Phi$ となる。結果として、磁歪部102と

磁歪部 402 の磁束変化は同一の方向となり、磁歪部 102 と磁歪部 402 の合計の磁束変化は $\Delta\Phi + \Delta\Phi = 2\Delta\Phi$ となる。さらに、空隙 108 と空隙 408 の磁気抵抗は各磁歪部 102 と磁歪部 402 の磁気抵抗と逆相に変化する。

[0058] 上記によれば、発電素子を本実施形態の構成とすることにより、1つのコイルで2つの磁歪部に生じる磁束変化を効率的に大きな発電量に変換できる。

[0059] また、従来のバイモルフ構造の逆磁歪発電素子に比べ、コイルの巻き数を増やすための空間を任意に設定することができるため、発電量をさらに向上させることができる。また、磁性部 107 の両端が磁歪部 102 に固定されている場合と比べて、磁歪部 102 に印加される応力が大きくなり、発電量が向上する。さらに磁性部 107 の両端が磁歪部 102 に固定されている場合と比べて、発電素子の固有周波数が小さくなるため、大型化せずに低周波数の地動加振による発電量を向上できる。また、磁歪棒にあらかじめコイルを巻く必要がないため、磁歪棒を溶接等で接着する際にコイルの断線や短絡といった製造上の問題を低減することができる。

実施例

[0060] 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。

[0061] [実施例 1]

(発電素子の製造方法)

本実施例では、図 1 に示す発電素子を作製した。ただし、実施例 1 では非磁性領域 105 と保持板 101 は同一部材である。以下で各製造工程について図 6A～(f) を参照して説明する。図 6A～図 6E の各図の上図はそれぞれ上面模式図、およ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。

[0062] まず、非磁性領域 105 を兼ねた保持板 101 として、厚さ 1.5 mm、幅 16 mm、長さ 55 mm のばね用のオーステナイト系ステンレスである S

US304-CSPを用いた。本実施例の保持板101は保持部と非磁性部を兼ねている。また、保持板には磁石103a、磁石103bを内蔵するための穴601aと穴601b、および保持用のネジ穴602をあらかじめ開けておく〔図6A〕。

[0063] 次に、磁歪部102として厚さ0.5mm、幅15mm、長さ25mmの鉄-ガリウム合金を用い、エポキシ系の接着剤によって保持板401と接着した。そののち、保持板401と接している磁歪部102の稜線についてレーザー溶接を行い接合した〔図6B〕。

[0064] 続いて、磁石103aと磁石103bとして、厚さ1.5mm、幅12mm、長さ1.5mmのネオジム磁石を用いた。磁石103aと磁石103bはそれぞれ図5(c)に示すように磁極の向きが逆になるように挿入した。挿入の際、エポキシ系接着剤によって磁歪部102と接着し固定した〔図6C〕。

[0065] 次にコイル104として、線径0.2mmの銅線を用いた二千巻の空芯コイルを磁石103aと磁石103bの間の領域に挿入し、電気絶縁ワニスによって固定した〔図6D〕。

[0066] 最後に、磁気回路を構成する磁性部107として、厚さ0.5mm、幅15mm、長さ25mmの冷間圧延鋼板SPCCを用い、ねじ穴602を通して固定した〔図6E〕。

[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、保持板の先端を弾き、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。弾く際の印加力は、徐々に印加力を上げていった際に起電力が飽和する印加力を用いた。この印加力は発電素子構成によってさまざまな値となるが、発電素子の最大の発電性能といえるため採用した。また、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。

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

[0068] $V(t)$ 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、およ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 46Ω 、開放電圧の最大値は $15 V$ 、発電量 P は（式 2）から $2.4 mJ$ であった。

[0069] [実施例 2]

（発電素子の製造方法）

本実施例では、図 4 に示す発電素子を作製した。ただし、実施例 2 では非磁性領域 105 と保持板 101 は同一部材である。本実施例のように磁歪部 102 と磁歪部 402 の稜線の全体をばね性のある保持板により支持することによって、機械的な減衰が低減されるため発電量が向上することが期待できる。

[0070] 以下で各製造工程について図 7 A ~ (e) を参照して説明する。

[0071] 図 7 A ~ (e) の各図の上図はそれぞれ上面模式図、およ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。

[0072] まず、保持板 101 として、厚さ $1.5 mm$ 、幅 $16 mm$ 、長さ $55 mm$ のばね用のオーステナイト系ステンレスである SUS304-CSP を用いた。本実施例の保持板 101 は保持部と非磁性部を兼ねている。また、保持板には磁石 103 a、磁石 103 b を内蔵するための穴 601 a と 601 b、および保持用のネジ穴 602 をあらかじめ開けておく [図 7 A]。

[0073] 次に、磁歪部 402 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保持板 101 と接着した。そののち、保持板 101 と接している磁歪材料の稜線についてレーザー溶接を行い接合した [図 6 (b)]。

[0074] 続いて、磁石 103 a と磁石 103 b として、厚さ $1.5 mm$ 、幅 $12 mm$ 、長さ $1.5 mm$ のネオジム磁石を用いた。磁石 103 a と磁石 103 b

はそれぞれ図6(c)に示すように磁極の向きが逆になるように挿入した。挿入の際、エポキシ系接着剤によって磁歪部402と接着し固定した〔図6(c)〕。

[0075] 次に、磁歪部102として厚さ0.5mm、幅15mm、長さ25mmの鉄-ガリウム合金を用い、エポキシ系の接着剤によって保持板101、および磁石103a、磁石103bと接着した。そののち、保持板101と接している磁歪材料の稜線についてレーザー溶接を行い接合した〔図6(d)〕。

[0076] 続いてコイル104として、線径0.2mmの銅線を用いた二千巻の空芯コイルを磁石103aと磁石103bの間の領域に挿入し、電気絶縁ワニスによって固定した〔図6(e)〕。

[0077] 最後に、磁気回路を構成する磁性部107、407として、厚さ0.5mm、幅15mm、長さ25mmの冷間圧延鋼板SPCCを用い、ねじ穴602を通して固定した〔図6(f)〕。

[0078] (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。オシロスコープで測定した電圧波形の一例を図8に示す。評価の結果、コイルの電気抵抗は46Ω、開放電圧の最大値は30V、発電量Pは9.6mJであった。

[0079] [比較例1]

(発電素子の製造方法)

本比較例では、図9に示す発電素子を作製した。製造方法は図6とおおむね同様であるが、図6Aにおいて101に磁石用の穴601aと602bを有していない点、および磁石を内蔵する工程(c)が不要であり、その代わりに磁気回路を構成する磁性部107を構成する工程(e)において、磁性部107の先端に磁石(厚さ3.0mm、幅12mm、長さ1.5mmのネオジム磁石)をエポキシ樹脂で接着する工程を有する点が異なる。また、比較例1の等価磁気回路を図10に示す。このように比較例1は各磁気抵抗が

直列に接続している。

[0080] (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、開放電圧の最大値は 1.2 V、発電量 P は 1.6 mJ であった。

[0081] [比較例 2]

(発電素子の製造方法)

本比較例では、図 10 に示す発電素子を作製した。製造プロセスは比較例 1 と同様であるが、磁歪材料と磁石、磁気回路を構成する磁性部がそれぞれ二つずつとなっている点異なる。

[0082] (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、開放電圧の最大値は 3 V、発電量 P は 0.1 mJ であった。

[0083] [比較例 3]

(発電素子の製造方法)

本比較例では、図 12 に示す発電素子を作製した。製造プロセスを以下に記す。あらかじめコイル 121a を巻いた磁歪部 102、コイル 121b (厚さ 0.5 mm、幅 15 mm、長さ 25 mm) を巻いた磁歪部 402 を準備する。準備した磁歪材料を SUS304-CSP 製の保持板 101 (厚さ 1.5 mm、幅 15 mm、長さ 35 mm) にエポキシ系樹脂で接着、その後コイルの断線に注意しながら、レーザー溶接を行い接合する。磁石 103a と磁石 103b は図 11 に示すように配置する。この配置により、磁歪部 102 と 402 には同一の方向の磁場が印加される。また、前記コイルをそれぞれの磁歪部 102 と 402 に巻くため、磁歪部 102 と 402 の間の距離による制約から、0.2 mm の銅線を用いたコイルでは百八十巻程度しか巻くことができなかった。

[0084] (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、開放電圧の最大値は 2 V、発電量 P は 0.1 mJ であった。

[0085] 以上の結果から、本発明では、比較例で示した既存の逆磁歪現象を用いた発電素子よりも発電量を向上できることが分かる。

[0086] 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。例えば、本実施例ではコイルの巻き数は二千巻であったが、設置空間以外の制限はないためより大きな巻き数にしてもよい。その場合は、前記で説明した比較例 3 との発電量の差はさらに大きくなる。

[0087] 上述の実施形態及び実施例の発電素子を用いれば、既存の磁歪発電装置よりも大きな発電量が得られるため、発電装置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装置として特に有効である。例えば、携帯機器等のための発電装置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、船舶などの筐体に設置することで、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、発電装置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。

[0088] 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。

[0089] 本願は、2019 年 5 月 31 日提出の日本国特許出願特願 2019-103230 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] 磁歪材料を含む磁歪部と、
一部の面が前記磁歪部に固定された、磁性材料を含む磁性部と、
前記磁歪部と前記磁性部のいずれか一方の一部を内包するコイルと、
、
前記磁歪部に固定された、磁石を含む磁石部と、
を備え、
前記磁性部は、前記磁歪部と磁氣的に並列に接続され、且つ前記磁歪部と前記磁性部との間に前記磁性部と磁氣的に直列に接続された空隙を有するように前記磁歪部に固定されていることを特徴とする発電素子。
- [請求項2] 前記磁性部は、少なくとも一部が断面コの字形状を有し、前記コイルを覆うように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3] 前記磁性部は、炭素鋼、フェライト系ステンレスもしくはマルテンサイト系ステンレスのうち少なくともいずれか1つを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の発電素子。
- [請求項4] 前記コイルは、前記磁歪部と前記磁石部が接続している磁極面の間に配置されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項5] 前記磁石部が第1の磁石と第2の磁石を含み、前記第1の磁石と第2の磁石の互いに異なる磁極面が前記磁歪部に固定されており、前記第1の磁石と前記第2の磁石は、前記磁歪部における前記磁性部と前記磁歪部が接続された面とは異なる面に固定されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項6] 前記磁石部が磁性材料を含み、前記磁石部の磁性材料が前記磁石と物理的に固定されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の発電素子。

- [請求項7] 前記磁歪部は、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 - ホウ素合金のうち少なくともいずれか1つを含むことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項8] 前記空隙は、前記磁歪部と前記磁性部の間における磁氣的な抵抗が小さい空間であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項9] 前記空隙の磁氣的抵抗は、前記磁歪部に圧縮応力が加わる場合に小さくなり、前記磁歪部に引張応力が加わる場合に大きくなることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項10] 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乃至9のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項11] 前記保持板は非磁性材料であることを特徴とする請求項10に記載の発電素子。
- [請求項12] 前記保持板が弾性体であることを特徴とする、請求項10または11に記載の発電素子。
- [請求項13] 前記磁歪部および前記磁性部を少なくとも2つ以上備え、
前記コイルは、前記少なくとも2つ以上の磁歪部を内包することを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項14] 前記空隙の磁気抵抗は、前記磁歪部の磁気抵抗と負の相関を持つことを特徴とする請求項1乃至13のいずれか1項に記載の発電素子。
- [請求項15] 磁歪材料を含む磁歪部と、
断面コの字形状を有し、一端が前記磁歪部に固定された、磁性材料を含む磁性部と、
前記磁歪部における前記磁性部が固定された面と逆側の面に、互いに異なる磁極面が固定された第1の磁石と第2の磁石と、
前記第1の磁石と前記第2の磁石の間に前記磁歪部の一部を内包す

るように配置されたコイルと、

を備え、

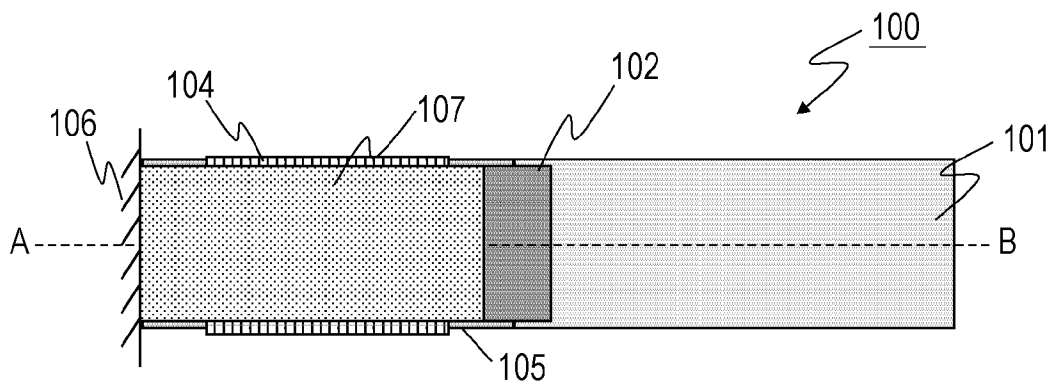
前記磁性部は、前記コイルを覆うように配置され、且つ前記磁性部の前記一端とは異なる他端と前記磁歪部との間に磁氣的に直列に接続された空隙を有することを特徴とする発電素子。

[請求項16] 磁性材料を含む磁性部が、磁歪材料を含む磁歪部と磁氣的に並列に接続され、且つ前記磁歪部と前記磁性部との間に前記磁性部と磁氣的に直列に接続された空隙を有するように前記磁性部と前記磁歪材料と磁石とが配置されていることを特徴とする発電素子。

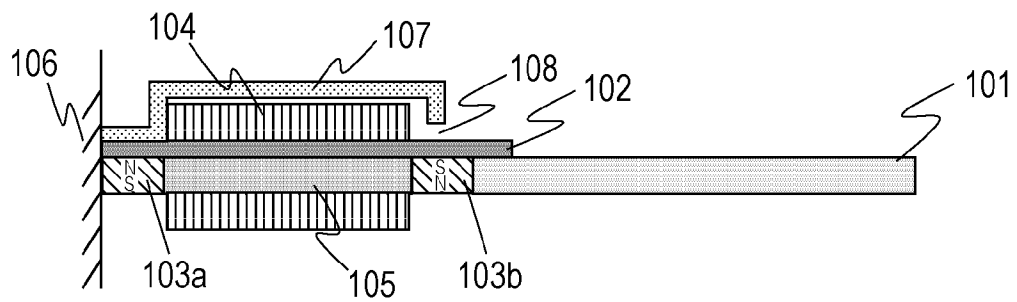
[請求項17] 請求項1乃至16のいずれか1項に記載の発電素子を有し、前記発電素子に力を印加する機構を有する発電装置。

[請求項18] 請求項1乃至16のいずれか1項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。

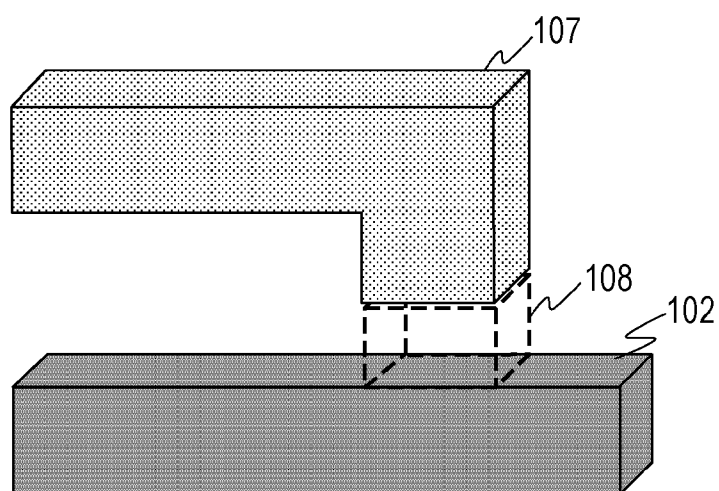
[図1A]



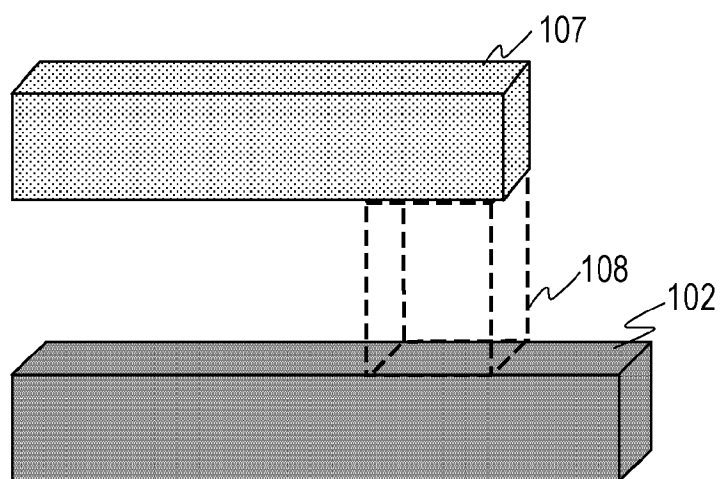
[図1B]



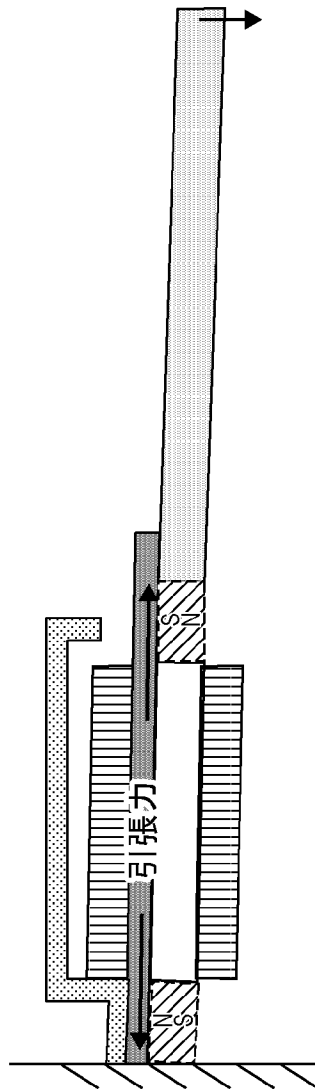
[図1C]



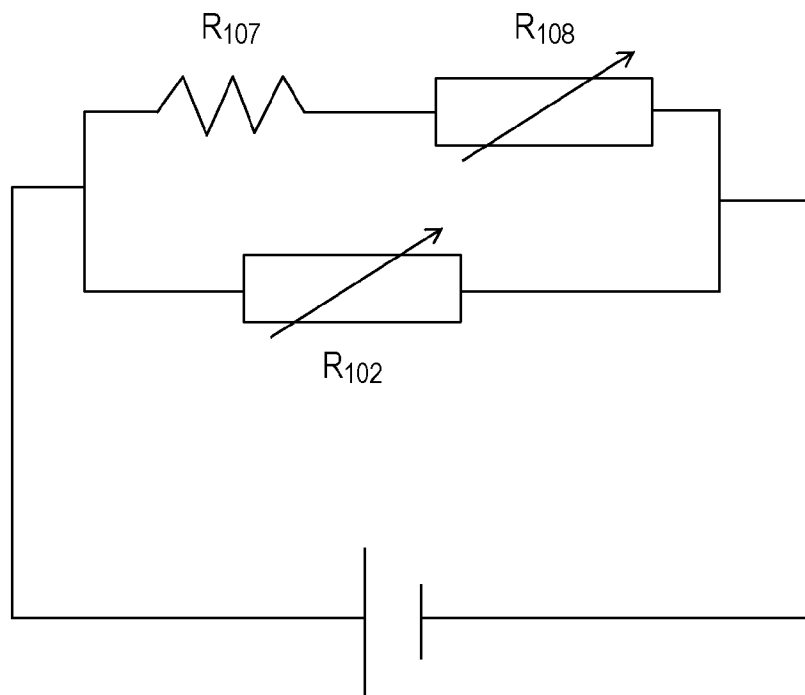
[図1D]



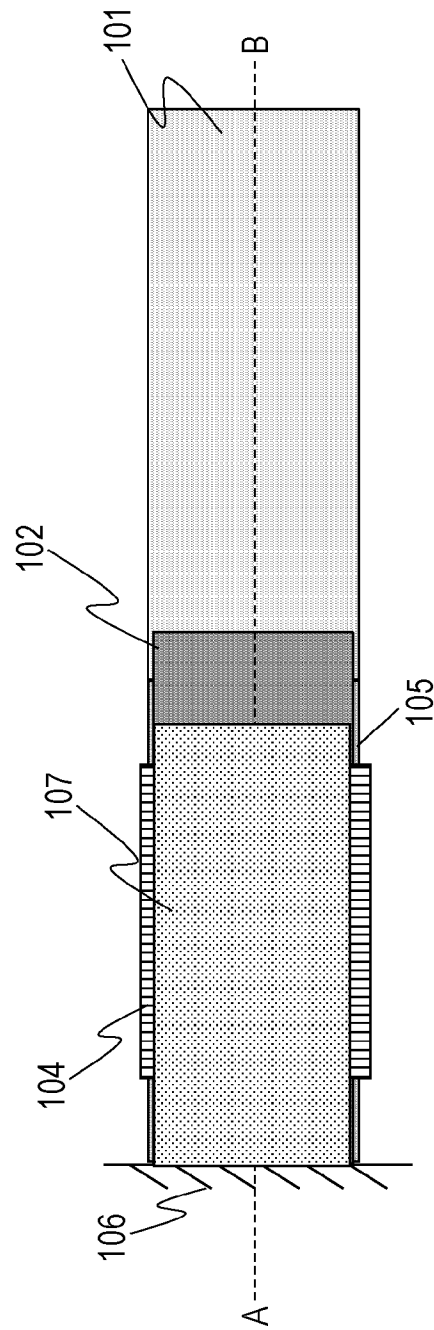
[図2B]



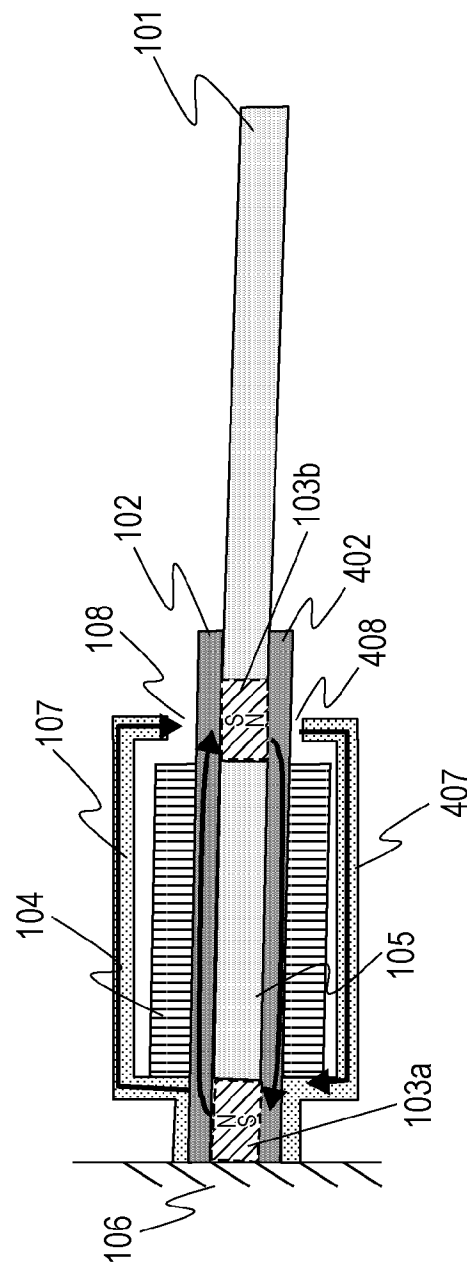
[図3]



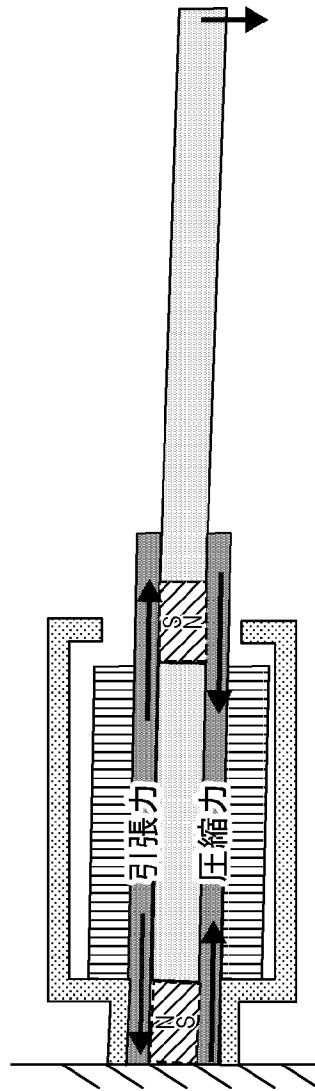
[図4A]



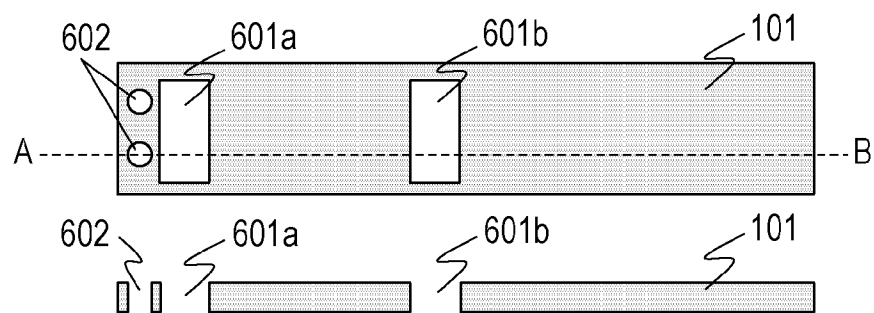
[図5A]



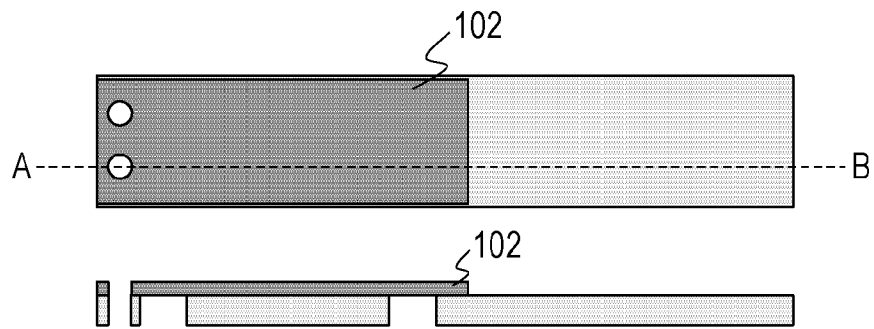
[図5B]



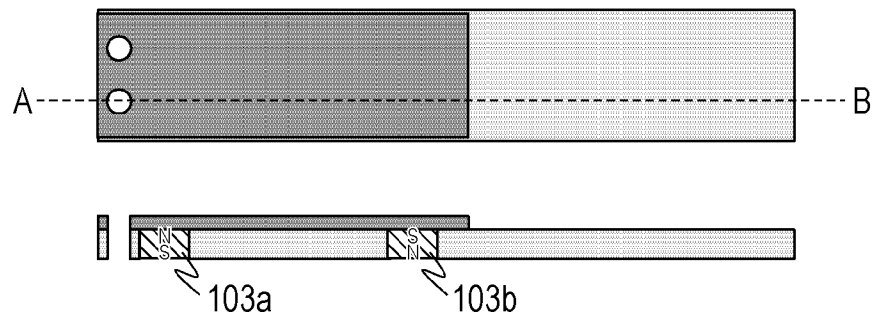
[図6A]



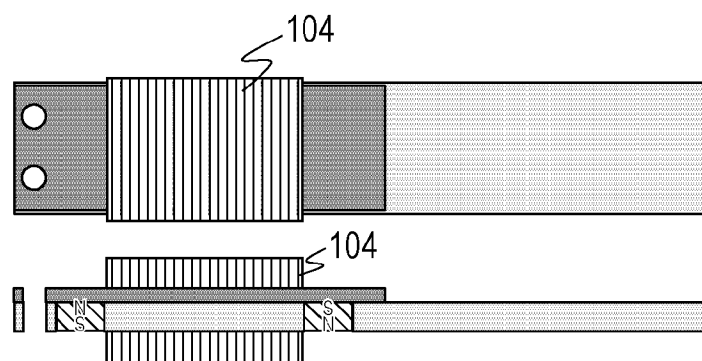
[図6B]



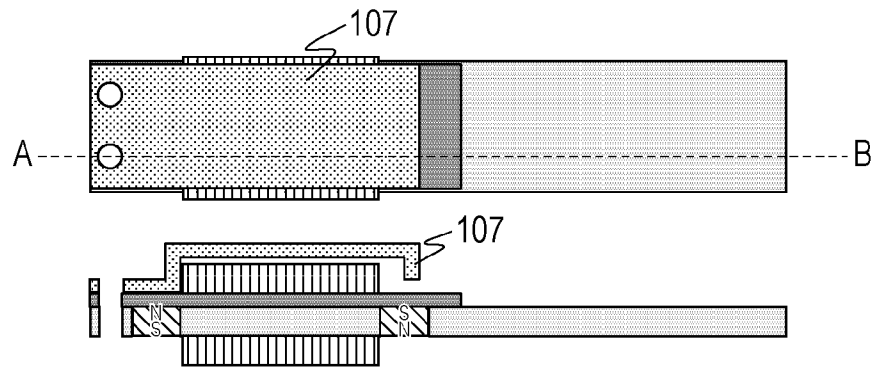
[図6C]



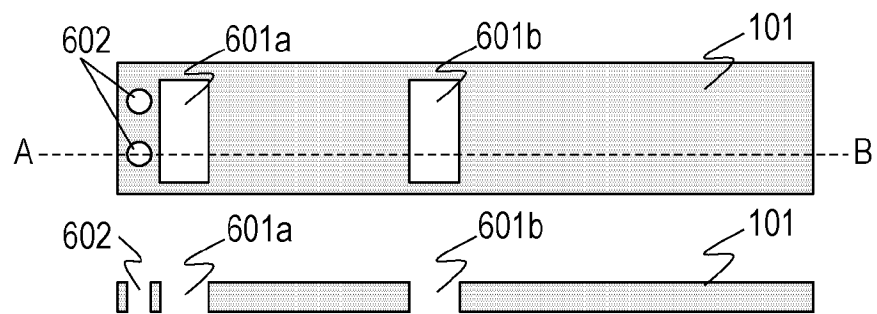
[図6D]



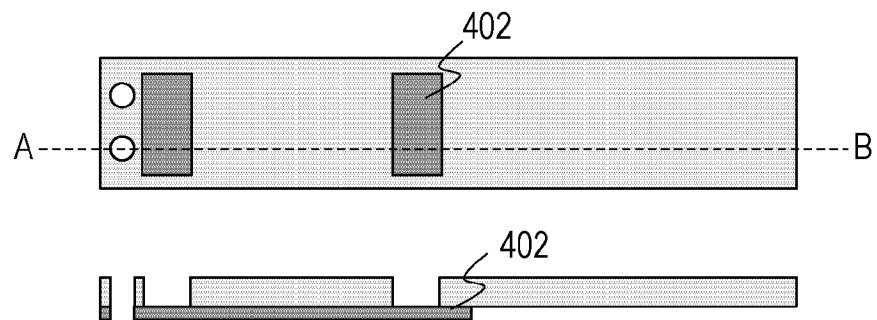
[図6E]



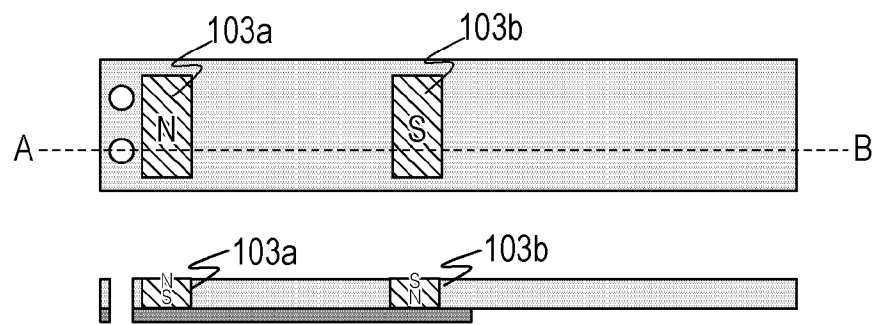
[図7A]



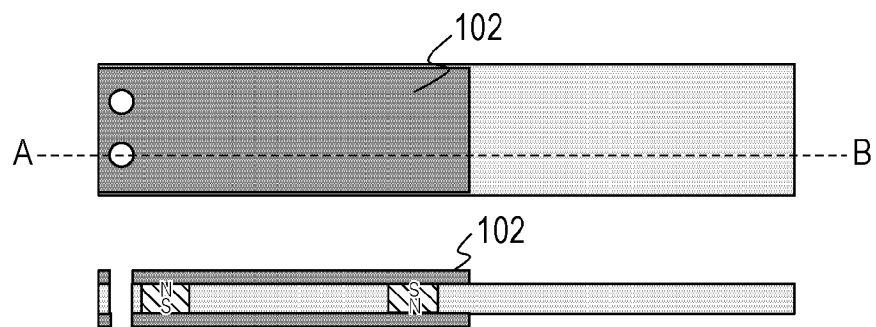
[図7B]



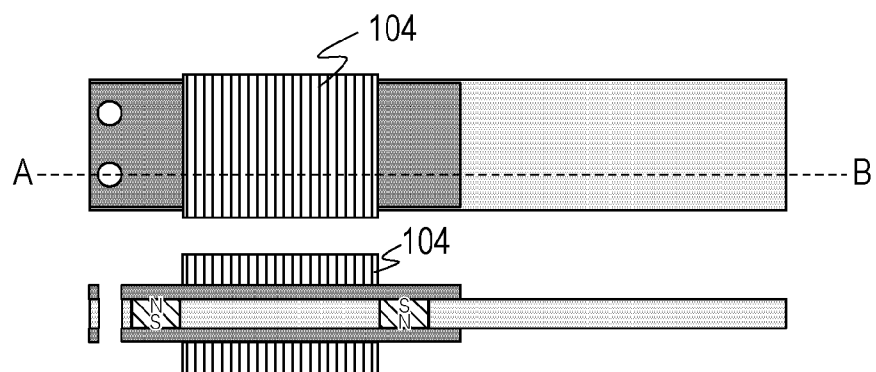
[図7C]



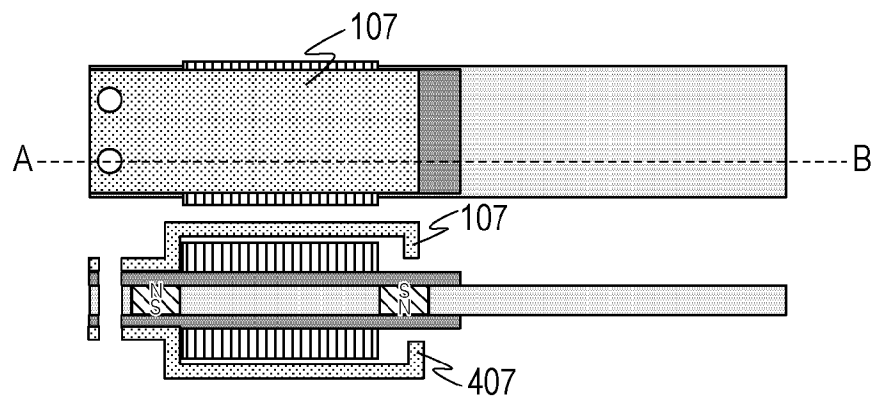
[図7D]



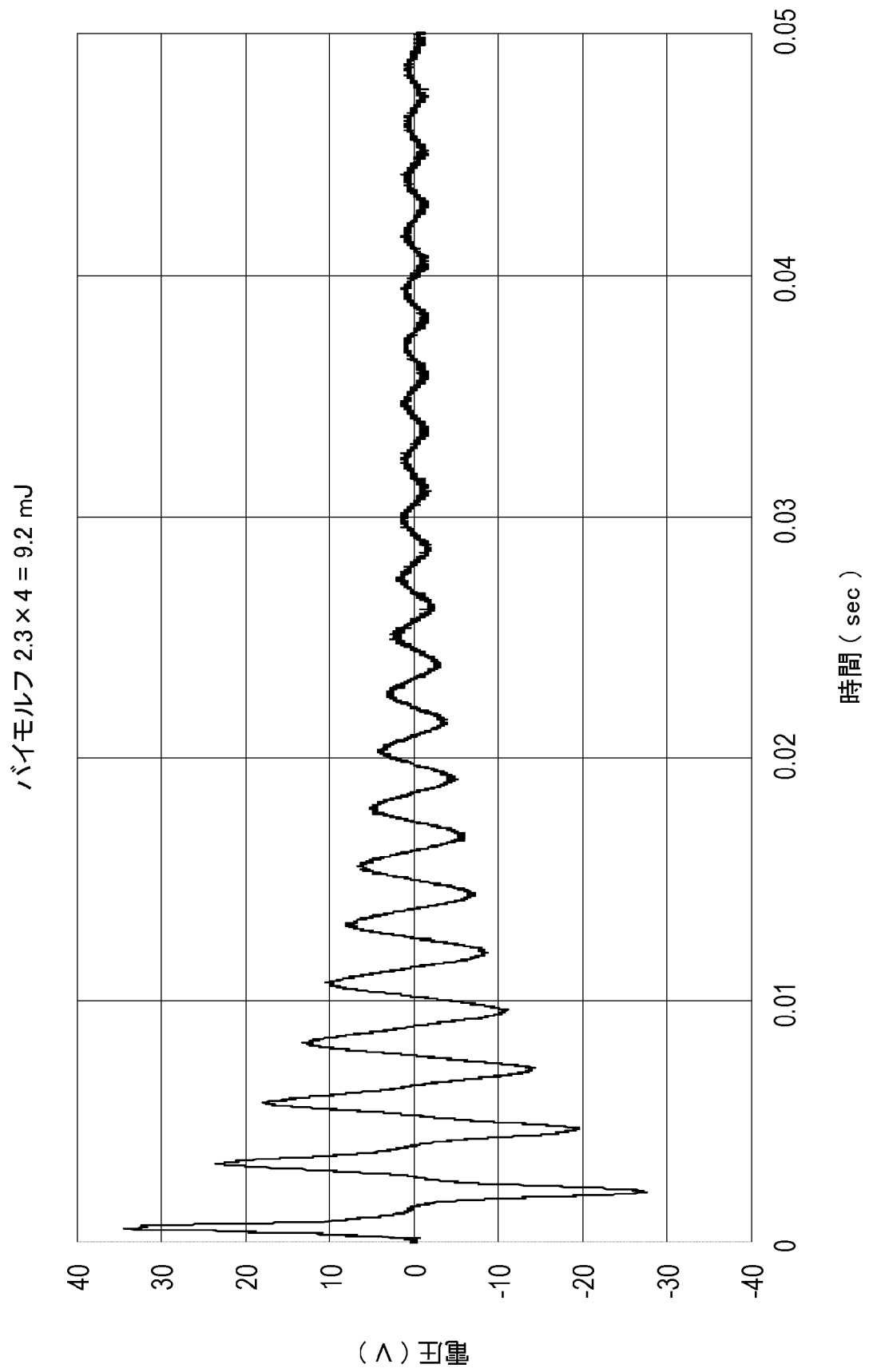
[図7E]



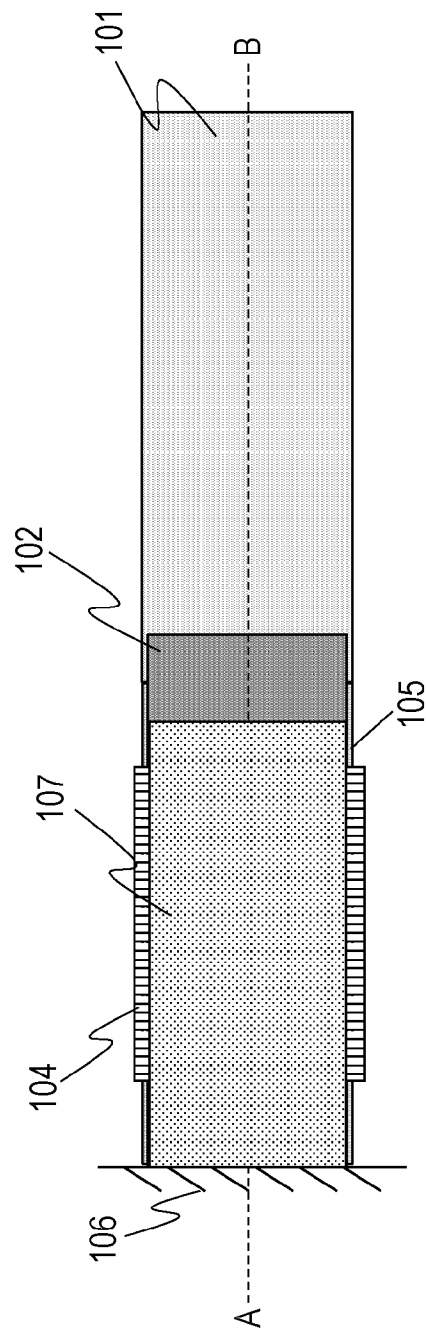
[図7F]



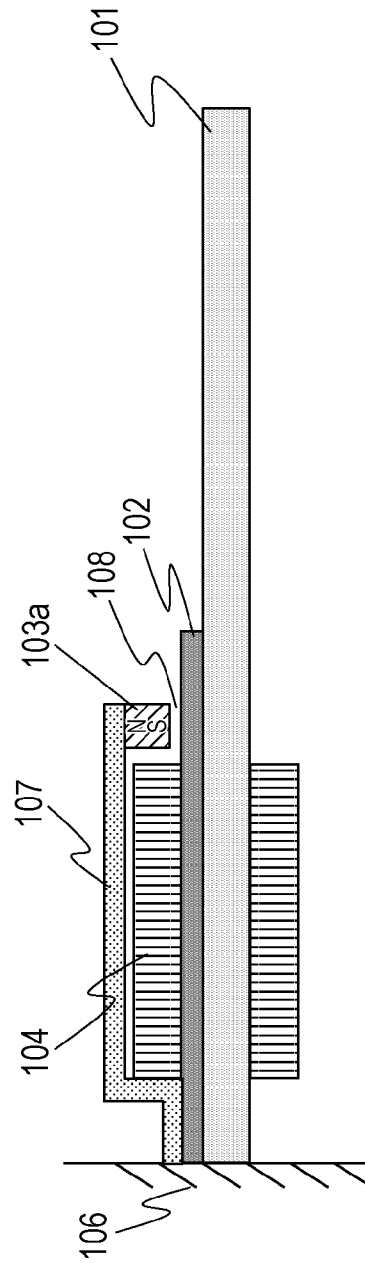
[図8]



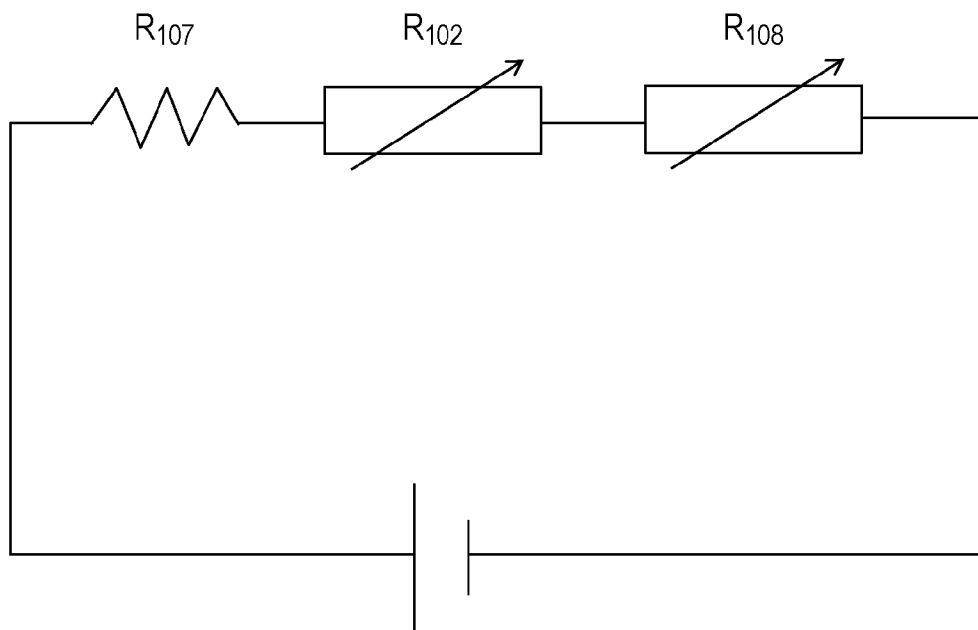
[図9A]



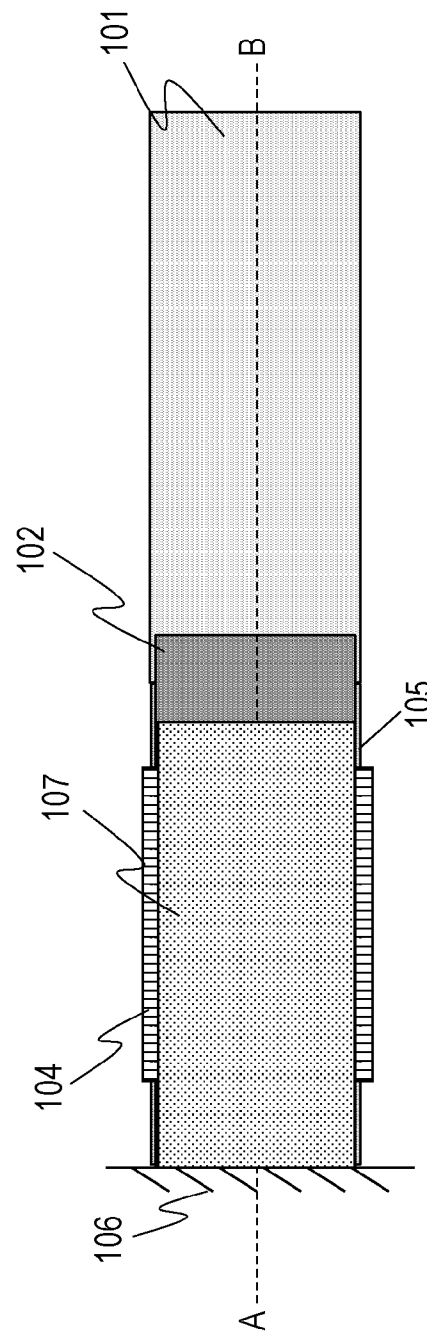
[図9B]



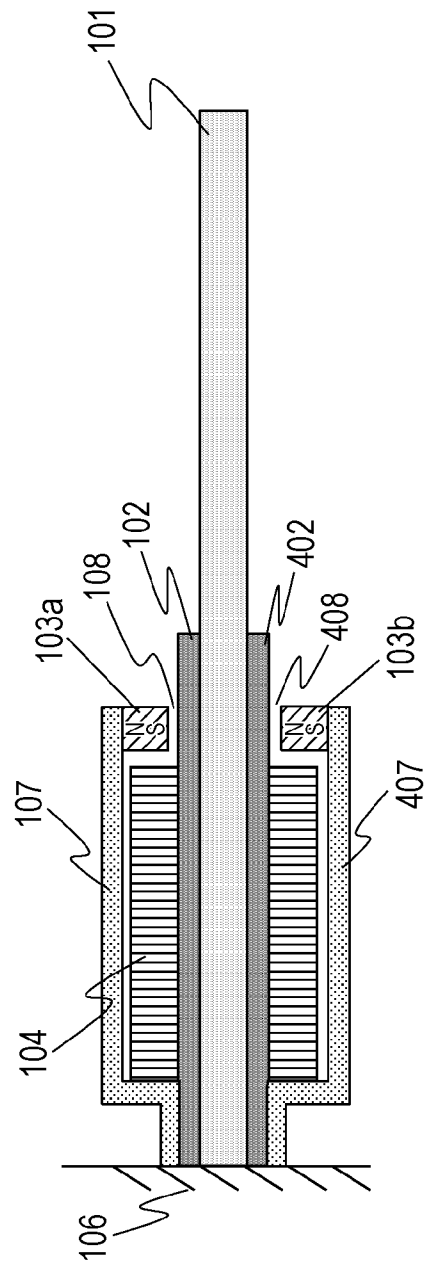
[図10]



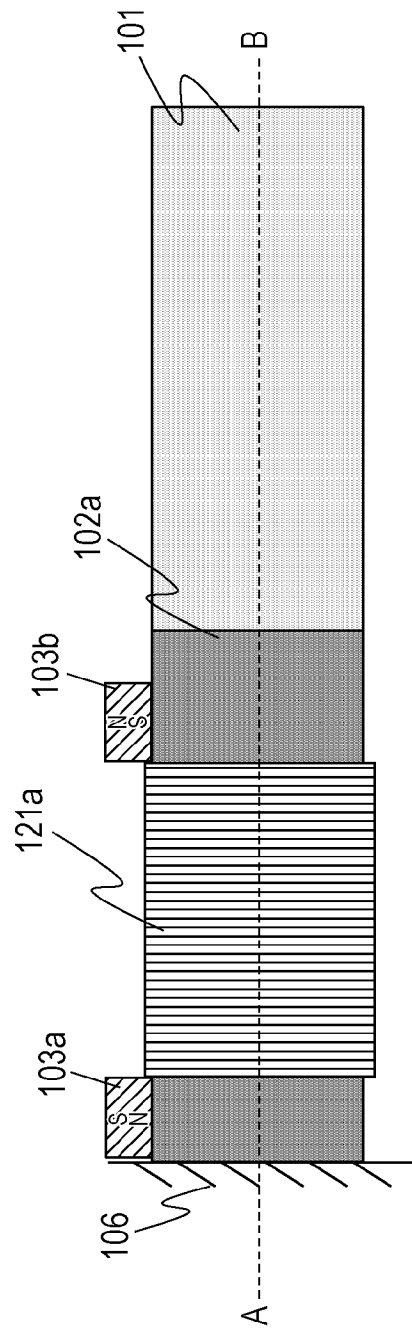
[図11A]



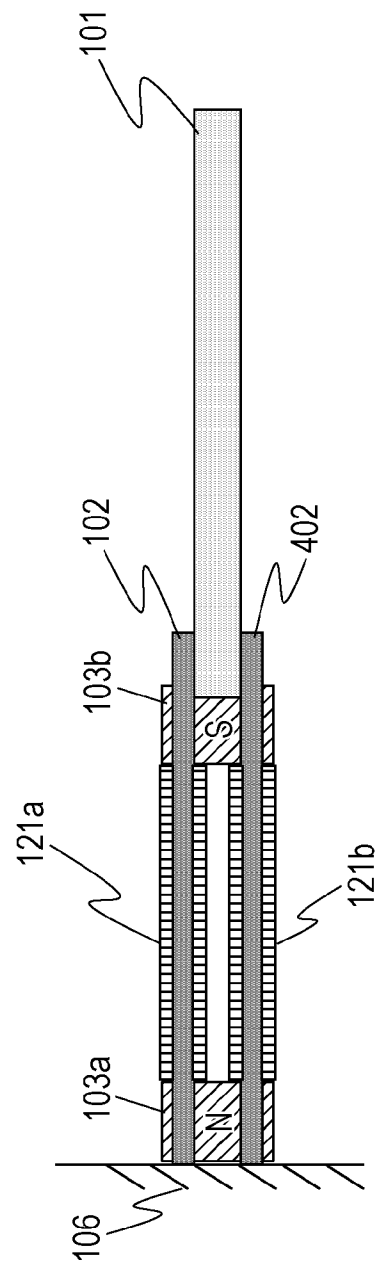
[図11B]



[図12A]



[図12B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/020546

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 6343852 B2 (SUNLIFE CO., LTD.) 20.06.2018 (2018-06-20), paragraphs [0023]-[0031], [0035], fig. 6	1-18
A	JP 2015-29377 A (SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) 12.02.2015 (2015-02-12), paragraphs [0029]-[0039], [0050]-[0056], fig. 5, 6	1-18
A	WO 2014/119202 A1 (SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) 07.08.2014 (2014-08-07), paragraphs [0032]-[0044], fig. 1	1-18

☐	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 17.07.2020	Date of mailing of the international search report 28.07.2020
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/JP2020/020546

JP 6343852 B2	20.06.2018	US 2019/0131892 A1 paragraphs [0107]-[0132], [0147]-[0149] WO 2017/183325 A1 EP 3447902 A1 CN 109075724 A KR 10-2018-0135908 A
JP 2015-29377 A	12.02.2015	(Family: none)
WO 2014/119202 A1	07.08.2014	US 2015/0288300 A1 paragraphs [0048]-[0061], fig. 1

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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 6343852 B2（株式会社サンライフ）20.06.2018（2018-06-20） 段落0023-0031, 0035, 図6	1-18
A	JP 2015-29377 A（住友理工株式会社）12.02.2015（2015-02-12） 段落0029-0039, 0050-0056, 図5-6	1-18
A	WO 2014/119202 A1（住友理工株式会社）07.08.2014（2014-08-07） 段落0032-0044, 図1	1-18
☐ 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、一般的な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 17.07.2020		国際調査報告の発送日 28.07.2020
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） 未續 礼子 3V 7866 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/JP2020/020546

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6343852	B2	20.06.2018	US 2019/0131892 A1 段落0107-0132, 0147-0149 WO 2017/183325 A1 EP 3447902 A1 CN 109075724 A KR 10-2018-0135908 A	
JP	2015-29377	A	12.02.2015	(ファミリーなし)	
WO	2014/119202	A1	07.08.2014	US 2015/0288300 A1 段落0048-0061, 図1	