

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/086726 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011 年 7 月 21 日(21.07.2011)

- (51) 国際特許分類:
H02K 35/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/064624
- (22) 国際出願日: 2010 年 8 月 27 日(27.08.2010)
- (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 2010-006299 2010 年 1 月 14 日(14.01.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): スミダコーポレーション株式会社(SUMIDA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1038259 東京都中央区日本橋 3 丁目 1 2 番 2 号 朝日ビルディング Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 川原井 貢 (KAWARAI Mitsugu) [JP/JP]; 〒1038259 東京都中央区日本橋 3 丁目 1 2 番 2 号 朝日ビルディング スミダ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所(Shin-yu International Patent Firm); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚 1-6-4-8 笹塚サウスビル 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

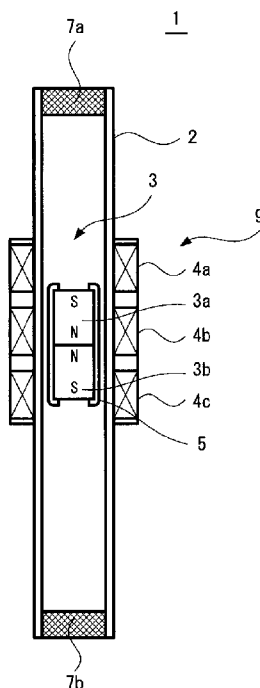
[続葉有]

(54) Title: VIBRATION TYPE ELECTROMAGNETIC GENERATOR

(54) 発明の名称: 振動型電磁発電機

[図1]

FIG. 1



(57) Abstract: Disclosed is a vibration type electromagnetic generator provided with a first pipe (2) which is made of a nonmagnetic material and is hollow, and both end portions of which are closed, a magneto coil (9) which is wound around the first pipe (2) and is provided with solenoid coils (4a-4c), and a movable magnet (3) which is disposed in the first pipe (2) and is capable of being moved along a winding shaft direction of the magneto coil (9). The movable magnet (3) is provided with a plurality of magnets and a magnet fixation unit which is made of a nonmagnetic body and fixes the plurality of magnets, the same poles of which are opposed to each other. Out of the plurality of solenoid coils, the coil length of at least one solenoid coil is set to a length that is equal to or longer than the magnet length of the magnet.

(57) 要約: 振動型電磁発電機 1 は、非磁性材料で形成され、両端部が閉じられた中空の第 1 のパイプ 2 と、第 1 のパイプ 2 の周囲に巻回され、ソレノイドコイル 4 a ~ 4 c が設けられた発電コイル 9 と、第 1 のパイプ 2 の内部に配置され、発電コイル 9 の巻き軸方向に沿って移動可能である可動磁石 3 と、を備える。そして、可動磁石 3 は、複数の磁石と、同極が対向する複数の磁石を固定する非磁性体からなる磁石固定部と、を備え、複数のソレノイドコイルのうち、1 個以上のソレノイドコイルのコイル長を、磁石の磁石長以上の長さとする。

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 振動型電磁発電機

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、１個以上のソレノイドコイルで構成する発電コイルの中を、長さ方向に着磁された複数個の磁石を含む可動磁石が振動又は移動することにより発電を行う振動型電磁発電機に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話やゲーム機などの携帯電子機器の普及が進み、これらに内蔵されている２次電池の量がますます多くなっている。また、無線技術の発展にともない、微小電力で信号を送受するＲＦＩＤ（Radio Frequency Identification）の応用が広がっている。特に電源を有するアクティブＲＦＩＤは、数百メートル以上の通信も可能である。このため、牧場の牛や馬などの健康管理や、子供達の登下校時の安全管理等への応用に期待が高まっている。

[0003] 一方、地球環境の維持改善のため、できるだけ環境負荷の少ない電池の研究開発も活発に行われている。その中で、通常無意識かつ無駄に消費されているエネルギーを電気エネルギーに変換して、充電し、この電気エネルギーを携帯機器などの電源として利用することが広く考えられている。

[0004] 特許文献１には、外部から加わる振動によって発電する振動型電磁発電機について開示されている。

図２３は、振動型電磁発電機１００の構成例を示す。

振動型電磁発電機１００は、中空のパイプ１０５と、パイプ１０５に巻回された２個のソレノイドコイル１０４ａ、１０４ｂと、パイプ１０５の内部を移動可能な可動磁石１０１を備える。可動磁石１０１は、２個の磁石１０２ａ、１０２ｂを備える。磁石１０２ａ、１０２ｂは、非磁性体のスペーサ１０３を介し、同極を向き合わせて接合される。振動型電磁発電機１００に振動が加わると、可動磁石１０１がソレノイドコイル１０４ａ、１０４ｂの

巻き軸方向に往復振動し、発電する。

なお、以下の説明では、ソレノイドコイルを単に「コイル」と略称する場合もある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2007-521785号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の振動型電磁発電機100は、小型でありながら発電効率が高いという利点がある。発電効率を高めるには、Nd（ネオジム）磁石等に代表されるエネルギー積の大きな磁石を使用する必要がある。しかし、磁石102a、102bの同極を向かい合わせて近づけると互いの反発力が大きくなってしまう。このため、通常の製造方法や構造を用いただけでは、磁石102a、102bを十分に支持し、固定することが困難であった。

[0007] また、隣接した複数個のコイルの内部を、同極対向された複数個の磁石が往復することで、コイルに起電力が発生する。しかし、複数個のコイルのそれぞれの出力が、位相ズレにより出力電圧を互いに打ち消すタイミングがあり、これが発電機の出力を大きく低減させる要因となっていた。

[0008] 本発明はこのような状況に鑑みて成されたものであり、簡素な構成でかつ組立が容易でありながら、起電力が高い振動型電磁発電機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

[0009] 本発明の振動型電磁発電機は、非磁性材料で形成され、両端部が閉じられた中空の第1のパイプと、第1のパイプの周囲に巻回され、少なくとも1個のソレノイドコイルが設けられた発電コイルと、第1のパイプの内部に配置され、発電コイルの巻き軸方向に沿って移動可能である可動磁石と、を備える。可動磁石は、複数個の磁石と、同極が対向する複数個の磁石を固定する

非磁性体からなる磁石固定部と、を備える。そして、複数個のソレノイドコイルのうち、１個以上のソレノイドコイルのコイル長を、磁石の磁石長以上の長さとする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、１個以上のソレノイドコイルのコイル長を、磁石の磁石長以上の長さとすることによって、磁石が発生する磁界がソレノイドコイルを通過する範囲を拡大し、ソレノイドコイルが出力する電圧の位相を合わせる事ができる。このため、振動型電磁発電機の出力電圧を高めることができるという効果がある。また、振動型電磁発電機の構成を極めて簡素としてあるため、組み立てが容易となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第１の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す断面図である。

[図2]従来の振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルと、２個の磁石の構成例（比較例１）を示す断面図である。

[図3] A、B ２個又は３個の磁石から生じる磁束分布の様子を示す説明図である。

[図4]本発明の第１の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルと、２個の磁石の構成例（実施例１）を示す断面図である。

[図5]本発明の第１の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルと、２個の磁石の構成例（実施例２）を示す断面図である。

[図6]本発明の第１の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルと、２個の磁石の構成例（実施例３）を示す断面図である。

[図7]従来の振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルが出力する電圧波形の例を示す説明図である。

[図8]本発明の第１の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える３個のソレノイドコイルが出力する電圧波形の例を示す説明図である。

[図9]本発明の第１の実施の形態に係る可動磁石組立て装置に磁石をセットし

た状態の例を示す断面図である。

[図10]本発明の第1の実施の形態に係る可動磁石組立て装置に2個の磁石をセットした状態の例を示す断面図である。

[図11]本発明の第1の実施の形態に係る可動磁石組立て装置にセットされた2個の磁石を第2のパイプに押し込んだ状態の例を示す断面図である。

[図12] A, B 本発明の第1の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す外観斜視図である。

[図13]本発明の第2の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す断面図である。

[図14]従来の振動型電磁発電機が備える4個のソレノイドコイルと、2個の磁石の構成例（比較例2）を示す断面図である。

[図15]本発明の第2の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える4個のソレノイドコイルと、2個の磁石の構成例（実施例4）を示す断面図である。

[図16]本発明の第3の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す断面図である。

[図17]従来の振動型電磁発電機が備える4個のソレノイドコイルと、3個の磁石の構成例（比較例3）を示す断面図である。

[図18]本発明の第3の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える4個のソレノイドコイルと、3個の磁石の構成例（実施例5）を示す断面図である。

[図19]本発明の第3の実施の形態に係る振動型電磁発電機が備える4個のソレノイドコイルと、3個の磁石の構成例（実施例6）を示す断面図である。

[図20]本発明の第4の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す断面図である。

[図21]本発明の第4の実施の形態に係る可動磁石の端部の構成例を示す断面図である。

[図22]本発明の第5の実施の形態に係る振動型電磁発電機の構成例を示す断面図である。

[図23]従来の振動型電磁発電機の例を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の第1の実施の形態例について、図1～図12を参照して説明する。本実施の形態例は、複数個のソレノイドコイルの中に、長さ方向に着磁された複数個の円筒形の磁石を振動または移動して発電する振動型電磁発電機1に適用したものである。

[0013] <第1の実施の形態>

図1は、本例の振動型電磁発電機1の構成例を示す断面図である。

振動型電磁発電機1は、第1のパイプ2の内部を移動可能に配置される可動磁石3と、ソレノイドコイル4a～4cで構成される。ソレノイドコイル4a～4cは、中空の第1のパイプ2の外周に巻き付けられる。第1のパイプ2は、非磁性材料で形成される。第1のパイプ2の材質は、金属等の非磁性材料であってもよいが、加工性等を考慮するとプラスチック等の合成樹脂で製造することが望ましい。第1のパイプ2の内部を、可動磁石3が直線往復運動（以下、単に振動とも言う。）すると、ソレノイドコイル4a～4cが電圧を発生する。

[0014] 可動磁石3は、非磁性材料で形成された中空の第2のパイプ5を備え、第2のパイプ5の内部には、同じ極性が対向して接合された複数個の磁石（例えば、ネオジム磁石）が封止される。長さ方向に着磁された同じ長さの磁石3a、3bは、同じ極を向かい合わせて一体に接合される。ただし、磁石3a、3bの間には、磁性体又は非磁性体のいずれかを用いて、スペーサを介して接合してもよい。また、可動磁石3は、複数個の磁石を備えることが望ましい。磁石3a、3bは、第2のパイプ5の内部に挿入された状態で、第2のパイプ5の両端に施される加締め加工によって、第2のパイプ5の内部に封止される。このため、第2のパイプ5は、複数個の磁石を固定する磁石固定部として用いられる。

[0015] なお、以下の説明において、第1のパイプ2の内壁面と可動磁石3が物理的に接触した状態で、相対的に移動する際に、互いの運動を互いに妨げる向きに力が働く現象を、「摩擦」と定義する。摩擦は、可動磁石3が振動する

際にブレが生じ、第 1 のパイプ 2 の内壁面と可動磁石 3 との接触箇所や衝突回数が増えることによって発生し、可動磁石 3 の振動が減衰する要因となる。

[0016] このような理由から、第 1 のパイプ 2 と第 2 のパイプ 5 のうち、少なくとも一方または双方に、ポリプロピレン（PP : polypropylene）等の摩擦係数が低い材質を用いることが望ましい。このような材質を用いることで、第 1 のパイプ 2 の内壁面と可動磁石 3 の摩擦を低減させることができる。

[0017] ソレノイドコイル 4 a ~ 4 c は、逆極性に直列接続された複数個のコイルであって、所定の間隔を空けた状態で第 1 のパイプ 2 の周囲に巻回される。各ソレノイドコイルの巻き方向は、隣り合うソレノイドコイル毎に互いに逆方向の正・逆・正方向である。以下の説明では、直列接続されたソレノイドコイル 4 a ~ 4 c を、発電コイル 9 と称する。第 1 のパイプ 2 には、少なくとも 1 個のソレノイドコイルが、発電コイル 9 として設けられる。

[0018] 第 1 のパイプ 2 の両端部には、可動磁石 3 の飛び出しを防止するため、樹脂等で形成された端部材 7 a, 7 b がはめ込まれ、端部材 7 a, 7 b によって第 1 のパイプ 2 の両端部が閉じられる。端部材 7 a, 7 b は、同形状であるが、これら端部材を、お互いに異なる形状としてもよい。このようにして、振動型電磁発電機 1 では、可動磁石 3 が発電コイル 9 の巻き軸方向に振動可能となる。そして、操作者が、振動型電磁発電機 1 を振ると、可動磁石 3 が発電コイル 9 の中を振動し、ソレノイドコイル 4 a ~ 4 c で電圧が誘起され、起電力が生じる。

[0019] そして、ソレノイドコイル 4 a ~ 4 c が発生する電圧の位相を合わせて、合成することにより、振動型電磁発電機 1 が出力する電圧が増大する。そのためには、磁石長と、コイル長と、を調整するか、磁石長と、コイル長にコイル間隔を加えた長さ、を調整する必要がある。以下、コイル長、又は、コイル長にコイル間隔を加えた長さを、「コイルピッチ」とも呼ぶ。

本例では、振動型電磁発電機 1 が備える複数個のソレノイドコイル 4 a ~ 4 c のうち、1 個以上のソレノイドコイルのコイル長を、磁石の磁石長以上

の長さとしている。磁石長とコイルピッチとの条件については後述する。

[0020] 次に、磁石の長軸寸法を変えた場合における可動磁石とコイルの構成例について、図2～図8を参照して説明する。ここで、図2、図4～図6では、振動型電磁発電機の構成から第2のパイプを省略して示す。

[0021] 図2は、3個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える従来の振動型電磁発電機110の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機110を「比較例1」とも呼ぶ。

[0022] 従来の振動型電磁発電機110は、互いに接続された2個の磁石112a, 112bからなる可動磁石111と、3個のソレノイドコイル113a～113cと、を備える。各ソレノイドコイル113a～113cの巻き軸方向の長さLと、磁石112a, 112bの長軸方向の長さaは等しい。

[0023] 従来、同極を対向させた振動型電磁発電機110において、磁石112a, 112bとソレノイドコイル113a～113cを以下の構成としていた。

(1) 複数個の磁石を、同極を対向させて、隙間無く密着させて、磁石ユニットを構成する。(着磁は磁石の長軸方向とする。)

(2) 複数個のコイルを、隣接するコイルの巻方向を反転させ、コイル軸を合わせて構成し、電氣的に直列に接続する。

(3) 1個の磁石の長軸寸法と、複数個のコイルの巻き軸方向のコイルピッチを等しくする。

[0024] 本来、磁石とコイルの構成を、上記の(1)～(3)の条件に合わせた構成とすることにより、各磁石が各コイルを通過するタイミングが一致する。このとき、磁石がコイル内を通過することにより各コイルが発生する電圧の出力波形は、位相が一致するため、各コイルが出力する電圧が加算され、大きな電圧を出力できると考えられる。しかし、従来の構成とした振動型電磁発電機110で得られる発電出力は小さかった。

[0025] ここで、振動型電磁発電機110を試作し、各コイルの出力を測定すると、位相のズレが生じており、出力波形が「+」から「-」、又は「-」から

「+」に反転するタイミングで、コイル同士が発電出力を打ち消すことが判明した。この原因としては、各磁石の磁束分布のうち、同極対向している部分の磁束分布と、同極対向していない可動磁石 1 1 1 の両端部に配置された磁石の磁束分布に差があるためと推定している。

[0026] ここで、同極対向する複数個の磁石を連結した場合に生じる磁束分布について説明する。

図 3 A, B は、3 個の磁石 1 1 2 a ~ 1 1 2 c から生じる磁束分布の様子を示す。

図 3 A は、2 個の磁石 1 1 2 a, 1 1 2 b を連結した場合における磁束分布の様子を示す。

[0027] 磁石 1 1 2 a, 1 1 2 b は、同極が対向すると互いに反発する。このとき、可動磁石 1 1 1 における両端部と、中心部における磁束分布が異なる。具体的には、可動磁石 1 1 1 の中心部における磁束の方が、可動磁石 1 1 1 における両端部における磁束より密度が高い。このため、従来の振動型電磁発電機 1 1 0 では、可動磁石 1 1 1 が発生する磁束を有効に活用できず、ソレノイドコイル 1 1 3 a ~ 1 1 3 c が出力する電圧が低い。

[0028] 図 3 B は、3 個の磁石 1 1 2 a ~ 1 1 2 c を連結した場合における磁束分布の様子を示す。

[0029] ここで、可動磁石 1 1 1 の変形例として、3 個の磁石 1 1 2 a ~ 1 1 2 c を有する可動磁石 1 1 1' を例に挙げる。上述したように、磁石 1 1 2 a ~ 1 1 2 c は、それぞれの同極が対向すると互いに反発する。このとき、磁束分布は、可動磁石 1 1 1' の両端に配置される磁石 1 1 2 a, 1 1 2 c に比べて、真ん中に配置される磁石 1 1 2 b の方が、磁石 1 1 2 a ~ 1 1 2 c の長軸方向に対して垂直方向に磁束密度が高い。このため、磁石 1 1 2 b が発生する磁束と同じだけの磁束が通過するように、ソレノイドコイルの長さを変えなければ各コイルの出力電圧に位相のズレが発生してしまう。

[0030] そこで、振動型電磁発電機 1 において、以下の条件 (A) に合わせて磁石長とコイル長を設定する。

(A) 複数個のコイルピッチを、1個の磁石の長軸寸法に対して、 1.05 倍以上乃至 1.50 倍以下、好ましくは 1.10 倍以上乃至 1.4 倍以下の間の長さとする。

このように振動型電磁発電機1を構成すると、コイル間の出力電圧の位相差が補正される。このため、電圧波形が打ち消し合うタイミングを大幅に低減することができ、比較例1の振動型電磁発電機110に比べて、振動型電磁発電機1の電圧出力を改善することができることが実験によって求められた。以下、従来の振動型電磁発電機110と、本実施の形態に係る振動型電磁発電機1との構成と出力電圧の比較を行う。

[0031] 図4は、3個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機1の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機1を「実施例1」とも呼ぶ。

[0032] 実施例1に係る振動型電磁発電機1は、上述したように2個の磁石3a, 3bからなる可動磁石3と、3個のソレノイドコイル4a~4cと、を備える。ただし、後述する比較例1との発電効率を比較するため、ソレノイドコイル4a~4cの間にスペーサを介した構成としている。そして、コイルピッチをLとし、磁石長をaとした場合に、 $1.05a \leq L \leq 1.50a$ の関係を満たす。

[0033] 図5は、3個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機1の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機1を「実施例2」とも呼ぶ。

[0034] 実施例2に係る振動型電磁発電機1は、ソレノイドコイル4a~4cの間にスペーサを有さない構成としている。そして、コイルピッチをLとし、磁石長をaとした場合に、 $1.05a \leq L \leq 1.50a$ の関係を満たす。

[0035] 図6は、3個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機1の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機1を「実施例3」とも呼ぶ。

[0036] 実施例3に係る振動型電磁発電機1は、ソレノイドコイル4a~4cの間

にスペーサを有さない構成としている。そして、ソレノイドコイル4 bのコイルピッチを L_1 とし、ソレノイドコイル4 a, 4 cのコイルピッチを L_2 とし、磁石長を a とした場合に、 $L_1 = a$ 、 $1.05a \leq L_2 \leq 1.50a$ の関係を満たす。

[0037] 次に、比較例1として示した従来の振動型電磁発電機110と、実施例1として示した振動型電磁発電機1を例に挙げて、各コイルが出力する電圧波形について説明する。

[0038] 図7は、従来の振動型電磁発電機110が備えるソレノイドコイル113 a～113 cが出力する電圧波形の例を示す。

このグラフにおいて、ソレノイドコイル113 a～113 cが出力する電圧波形をそれぞれ電圧波形115～117で表示している。そして、ソレノイドコイル113 a～113 cが出力する電圧を合成して得られる電圧波形を電圧波形118で表示している。

電圧波形118より、振動型電磁発電機110では、 $\pm 3V$ の電圧を出力することが分かる。

[0039] 図8は、実施例1として示した振動型電磁発電機1が備えるソレノイドコイル4 a～4 cが出力する電圧波形の例を示す。

このグラフにおいて、ソレノイドコイル4 a～4 cが出力する電圧波形をそれぞれ電圧波形13～15で表示している。そして、ソレノイドコイル4 a～4 cが出力する電圧を合成して得られる電圧波形を電圧波形16で表示している。電圧波形16より、振動型電磁発電機1では、 $\pm 4V$ の電圧を出力することが分かる。

[0040] さらに、発明者は、比較例1に係る振動型電磁発電機110に対して、実施例1に示した振動型電磁発電機1の最適なコイルピッチを求めるため、9パターンのコイルピッチ比（コイル長／磁石の長軸寸法）毎に出力される電圧値を測定した。そして、比較例1に示した振動型電磁発電機110が出力する電圧の実効値を基準とした場合に、パターンごとにコイルピッチ比を変えた振動型電磁発電機1が出力する電圧の実効値の比を、出力実効値電圧ア

アップ率として求めた。この測定結果を表 1 に示す。

[0041] [表1]

実施例	コイルピッチ比 コイル長/マグネット長軸寸法	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例1	1.00	0.0%	—
実施例1-1	1.03	3.5%	△
実施例1-2	1.05	8.1%	○
実施例1-3	1.10	16.8%	○
実施例1-4	1.30	24.3%	○
実施例1-5	1.40	12.8%	○
実施例1-6	1.50	5.8%	○
実施例1-7	1.55	2.9%	△
実施例1-8	1.60	-6.6%	×
実施例1-9	1.70	-17.4%	×

[0042] 表 1 に示すように、コイルピッチ比を 1.03～1.55 とした場合に、振動型電磁発電機 1 が出力する電圧の実効値が上がることを示される。ここで、出力実効値電圧アップ率が、0～5.0% の範囲内である場合に判定結果を“△”で示し、出力実効値電圧アップ率が 5.0% 以上である場合に判定結果を“○”で示す。このため、望ましくは、コイルピッチ比を 1.05～1.50 の範囲内とすれば、振動型電磁発電機 1 は高い電圧を出力する。

[0043] 同様に、発明者は、実施例 2, 3 に係る振動型電磁発電機 1 の最適なコイルピッチを求めるため、5 パターンのコイルピッチ比毎に出力される電圧値を測定した。

[0044]

[表2]

実施例	コイルピッチ比 コイル長/マグネット長軸寸法	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例1	1.00	0.0%	—
実施例2-1	1.05	9.4%	○
実施例2-2	1.30	28.2%	○
実施例2-3	1.40	17.9%	○
実施例2-4	1.50	5.9%	○
実施例2-5	1.60	-4.3%	×

[0045] [表3]

実施例	コイルピッチ比 コイル長/マグネット長軸寸法	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例1	1.00	0.0%	—
実施例3-1	1.05	6.6%	○
実施例3-2	1.30	20.8%	○
実施例3-3	1.40	14.8%	○
実施例3-4	1.50	5.0%	○
実施例3-5	1.60	-8.0%	×

[0046] 表2、表3に示すように、実施例2、3に係る振動型電磁発電機1においても、コイルピッチ比を1.05～1.50とした場合に、振動型電磁発電機1が出力する電圧の実効値が上がることを示される。

[0047] 次に、可動磁石3を組立てる可動磁石組立て装置20の構成例と、可動磁石組立て装置20を用いて行われる可動磁石3の製造方法の例について、図9～図11を参照して説明する。

可動磁石3は、強い磁力を有する磁石3a、3bを備えるため、弱い磁力を有する磁石を用いた場合に比べて、振動型電磁発電機1の発電コイル9に生じる起電力が上がる。しかし、各磁石の同極がスペーサを介さないで対向すると、対向した磁石は強く反発する。このため、可動磁石3の製造方法に

は、特別な工夫が必要となる。

[0048] 図 9 は、可動磁石組立て装置 20 に磁石 3 a をセットした状態の例を示す。

可動磁石組立て装置 20 は、長さに応じて第 2 のパイプ 5 を保持する位置決めストッパ部 21 と、第 2 のパイプ 5 から磁石が飛び出さないように、磁石を押さえる飛び出し押さえ部 22 と、磁石を第 2 のパイプ 5 の内部に真っすぐ挿入するための挿入口を有する磁石ガイド 23 と、磁石を第 2 のパイプ 5 に押し込む押し棒 24 と、押し棒 24 の押込みを制御する押し棒制御装置 25 と、を備える。

[0049] 第 2 のパイプ 5 の一方の端部は、事前に位置決めストッパ部 21 に固定されており、予め加締め加工が施されて固定される。そして、磁石 3 a が磁石ガイド 23 にセットされる。

[0050] 図 10 は、セットした磁石 3 a を、押し棒 24 で第 2 のパイプ 5 に押し込んだ後、可動磁石組立て装置 20 に磁石 3 b をセットした状態の例を示す。

図 11 は、第 2 のパイプ 5 に磁石 3 b を押し込んだ状態の例を示す。

[0051] 第 2 のパイプ 5 の奥には、磁石 3 a が押し込まれており、磁石 3 a の N 極が磁石 3 b に向く。一方、磁石 3 b は、磁石 3 b の N 極が磁石 3 a に向いた状態で、第 2 のパイプ 5 に挿入される。このように、磁石 3 a、3 b の同極が対向するため、磁石 3 a、3 b は互いに反発力が生じる。この反発力によって、第 2 のパイプ 5 から磁石 3 b が飛び出すおそれがある。

[0052] そこで、磁石 3 b が第 2 のパイプ 5 に完全に挿入されると、飛び出し押さえ部 22 が動く。飛び出し押さえ部 22 は、第 2 のパイプ 5 の内径より狭い位置まで動いて、第 2 のパイプ 5 から飛び出そうとする磁石 3 b を押さえる。

これにより、磁石 3 b は、押し棒 24 が離れても、飛び出し押さえ部 22 により、第 2 のパイプ 5 の中に保持される。

[0053] このため、押し棒 24 が、磁石 3 b から離れても、磁石 3 b は第 2 のパイプ 5 から飛び出さない。そして、加熱冶具（図示せず）により、第 2 のパイ

プ5と磁石3bの重なっている部分を、熱溶着や接着によって固定・封止、あるいは加締め加工できる。

[0054] また、第2のパイプ5の両端部を加締めることによって、可動磁石3が一体に接合されるため、衝撃が加わっても容易に分解することがない。さらに、第2のパイプ5の内壁面に接着剤を塗布して第2のパイプ5と磁石3a、3bを接着固定してもよい。このとき用いる接着剤としては、使用する樹脂に対して十分に接着力が大きい接着剤を選定することは言うまでもない。

[0055] 3個以上の磁石を含む可動磁石を形成する場合、図9～図11に示したように、可動磁石組立て装置20に磁石をセットして、第2のパイプ5に押し込む工程を繰り返せばよい。また、図1に示すように、第2のパイプ5は、両端部を共に加締め加工で閉じた構成としたが、どちらかの一端部だけを加締め加工で閉じた構成としてもよい。このとき、第2のパイプ5を有底筒状の構成としてもよい。

[0056] 図12A、Bは、振動型電磁発電機1の外観構成例を示す。

図12Aは、振動型電磁発電機1を構成する各部品を分解した状態の斜視図である。

図12Bは、各部品を組み合わせた振動型電磁発電機1のうち、第1のパイプ2を一部透視した部分透視図である。

[0057] ソレノイドコイル4a～4cは、所定のコイル間隔を空けて、可動磁石3を収納する円筒形の第1のパイプ2の外周面に巻きつけられている。ソレノイドコイル4a～4cは、直列接続されている。そして、各ソレノイドコイルは互いに逆方向に巻回されており、それぞれ正巻、逆巻、正巻としている。

ソレノイドコイル4aとソレノイドコイル4cからは、それぞれコイル端部12が引き出されており、図示しない外部負荷に接続される。

[0058] 可動磁石3を第1のパイプ2内に収納するため、第1のパイプ2の両端には、端部材7a、7bが取り付けられる。

可動磁石3は、第1のパイプ2の内部をなめらかに動くため、ソレノイド

コイル 4 a ~ 4 c の内側であって巻き軸方向に移動する。このため、ソレノイドコイル 4 a ~ 4 c は、電圧を生じ、発電機として機能する。

[0059] 以上説明した第 1 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 1 において、1 個以上のソレノイドコイルのコイル長を、磁石の磁石長以上の長さとしている。このため、磁石が発生する磁界がソレノイドコイルを通過する範囲を拡大し、ソレノイドコイルが出力する電圧の位相を合わせる事ができ、振動型電磁発電機 1 の出力電圧を高めることができるという効果がある。

[0060] また、可動磁石 3 は、対向する磁極が互いに同極となるように配置された複数個の磁石（磁石 3 a, 3 b）を備える。これら複数個の磁石は、第 2 のパイプ 5 の内部に挿入されるという簡素な構成であるため、可動磁石 3 の組み立ては、極めて容易であるという効果がある。

[0061] また、可動磁石 3 の形成工程は、第 2 のパイプ 5 の内壁面に沿って磁石 3 a, 3 b を挿入するという簡単な作業のみである。そして、第 2 のパイプ 5 に挿入された複数個の磁石と、磁石端部材は、強制的に整列されるため、可動磁石 3 の外周面が歪まない。このため、可動磁石 3 が振動する際に、可動磁石 3 と第 1 のパイプ 2 の内壁面に生じていた不要な摩擦抵抗が抑えられる。この結果、発電効率に優れた振動型電磁発電機 1 を実現できるという効果がある。

[0062] また、複数個の磁石が同極対向するため、発電コイル 9 に鎖交する磁束の磁束分布は、急激に大きくなる。この結果、振動型電磁発電機 1 の発電効率が高まるという効果がある。また、第 2 のパイプ 5 が樹脂材料で構成される場合には、加熱や溶剤による溶着処理を封止加工とすることができる。このため、可動磁石 3 の製造を容易化できるという効果がある。

[0063] また、磁石の外周径は、第 2 のパイプ 5 の内周径よりわずかに小さくしてある。このようにしておくと、可動磁石組立て装置 20 で可動磁石 3 を組立てる場合に、第 2 のパイプ 5 の内部に空気が圧縮されることがなく、押し棒 24 の押下力に対する抵抗力とならない。または、磁石に溝等を形成して、圧縮される空気を逃がしてもよい。

[0064] <第2の実施の形態>

次に、本発明の第2の実施の形態に係る振動型電磁発電機40の構成例について、図13を参照して説明する。なお、図13において、既に説明した図1に対応する部分には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0065] 図13は、4個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える振動型電磁発電機30の構成例を示す。

[0066] 振動型電磁発電機30は、互いに接続された2個の磁石3a, 3bからなる可動磁石3と、4個のソレノイドコイル4a~4dと、を備える。4個のソレノイドコイル4a~4dを、発電コイル39とも呼ぶ。

[0067] 図14は、4個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える従来の振動型電磁発電機120の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機120を「比較例2」とも呼ぶ。

[0068] 従来の振動型電磁発電機120は、互いに接続された2個の磁石112a, 112bからなる可動磁石111と、4個のソレノイドコイル113a~113dと、を備える。ソレノイドコイル113a~113dのコイルピッチをLとし、磁石長をaとした場合に、 $L = a$ の関係を満たす。

[0069] 図15は、4個のソレノイドコイルと、2個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機30の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機30を「実施例4」とも呼ぶ。

[0070] 実施例4に係る振動型電磁発電機30は、上述したように2個の磁石3a, 3bからなる可動磁石3と、4個のソレノイドコイル4a~4dと、を備える。そして、両端部に配置されるソレノイドコイル4a, 4dのコイルピッチをL2とし、真ん中に配置されるソレノイドコイル4b, 4cのコイルピッチをL1とし、磁石長をaとした場合に、 $L1 = a$ 、 $1.05a \leq L2 \leq 1.50a$ の関係を満たす。

[0071] ここで、発明者は、比較例2に係る振動型電磁発電機120に対して、実施例4に示した振動型電磁発電機30の最適なコイルピッチを求めるため、5パターンのコイルピッチ比毎に出力される電圧値を測定した。そして、比

較例 2 に示した振動型電磁発電機 120 が出力する電圧の実効値を基準とした場合に、パターンごとにコイルピッチ比を変えた振動型電磁発電機 30 が出力する電圧の実効値の比を、出力実効値電圧アップ率として求めた。この測定結果を表 4 に示す。

[0072] [表4]

実施例	コイルピッチ比 コイル長/マグネット長軸寸法	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例2	1.00	0.0%	—
実施例4-1	1.05	5.4%	○
実施例4-2	1.30	18.2%	○
実施例4-3	1.40	13.5%	○
実施例4-4	1.50	5.0%	○
実施例4-5	1.60	-10.0%	×

[0073] 表 4 に示すように、コイルピッチ比を 1.05～1.50 とした場合に、振動型電磁発電機 30 が出力する電圧の実効値が上がることを示される。このため、コイルピッチ比を 1.05～1.50 の範囲内とすれば、振動型電磁発電機 30 は高い電圧を出力する。

[0074] 以上説明した第 2 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 30 によれば、両端部に配置されたソレノイドコイル 4a, 4d のコイルピッチを、磁石 3a, 3b の磁石長より長くしたことにより、振動型電磁発電機 30 が出力する電圧が高まるという効果がある。

[0075] <第 3 の実施の形態>

次に、本発明の第 3 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 40 の構成例について、図 16～図 19 を参照して説明する。なお、図 16 において、既に説明した図 1 に対応する部分には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0076] 図 16 は、4 個のソレノイドコイルと、3 個の磁石を備える振動型電磁発電機 40 の構成例を示す。

[0077] 振動型電磁発電機 40 は、互いに接続された 3 個の磁石 3a～3c からな

る可動磁石 43 と、4 個のソレノイドコイル 4a ~ 4d からなる発電コイル 39 と、を備える。

ここで、振動型電磁発電機 40 は、磁石長に対して、発電コイル 39 の両端部に配置されるソレノイドコイル長を、磁石長より長くする。

具体的には、振動型電磁発電機 40 は、複数コイルのピッチに対して、可動磁石 3 の両端部に配置される磁石の長軸寸法を 0.70 倍以上乃至 0.95 倍以下の間、好ましくは 0.80 倍以上乃至 0.92 倍以下の間の長さとし、可動磁石 3 の両端部以外に配置される磁石の長軸寸法をコイルピッチに等しくする。以下、従来の振動型電磁発電機 130 と、本実施の形態に係る振動型電磁発電機 40 との構成と出力電圧の比較を行う。

[0078] 図 17 は、4 個のソレノイドコイルと、3 個の磁石を備える従来の振動型電磁発電機 130 の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機 130 を「比較例 3」とも呼ぶ。

[0079] 従来の振動型電磁発電機 130 は、互いに接続された 3 個の磁石 132a ~ 132c からなる可動磁石 131 と、4 個のソレノイドコイル 133a ~ 133d と、を備える。各ソレノイドコイル 133a ~ 133d の巻き軸方向の長さ L と、磁石 132a, 132b, 132c の長軸方向の長さ a は等しい。つまり、 $L = a$ の関係を満たす。

[0080] 図 18 は、4 個のソレノイドコイルと、3 個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機 40 の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型電磁発電機 40 を「実施例 5」とも呼ぶ。

[0081] 実施例 5 に係る振動型電磁発電機 40 において、磁石 3a ~ 3c の磁石長を a と、ソレノイドコイル 4b, 4c のコイルピッチを L_1 とし、ソレノイドコイル 4a, 4d のコイルピッチを L_2 とする。このとき、 $L_1 = a$ 、 $1.05a \leq L_2 \leq 1.50a$ の関係を満たすように、コイルピッチと磁石長を調整する。

[0082] 図 19 は、4 個のソレノイドコイルと、3 個の磁石を備える本発明に係る振動型電磁発電機 40 の構成例を示す。以下、このような構成とした振動型

電磁発電機 40 を「実施例 6」とも呼ぶ。

[0083] 実施例 6 に係る振動型電磁発電機 40 において、磁石 3 a, 3 c の磁石長を a とし、磁石 3 b の磁石長を b とする。また、ソレノイドコイル 4 a ~ 4 d のコイルピッチを L とする。このとき、 $0.70L \leq a \leq 0.95L$ 、 $b = L$ の関係を満たすように、コイルピッチと磁石長を調整する。

[0084] ここで、発明者は、比較例 3 に係る振動型電磁発電機 130 に対して、実施例 5 に示した振動型電磁発電機 40 の最適なコイルピッチを求めるため、5 パターンのマグネットピッチ比（両端部に配置された磁石の長軸寸法／コイルピッチ）毎に出力される電圧値を測定した。そして、比較例 3 に示した振動型電磁発電機 130 が出力する電圧の実効値を基準とした場合に、パターンごとにマグネットピッチ比を変えた振動型電磁発電機 40 が出力する電圧の実効値の比を、出力実効値電圧アップ率として求めた。この測定結果を表 5 に示す。

[0085] [表 5]

実施例	マグネットピッチ比 両端部マグネット 長軸寸法/コイルピッチ長	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例 3	1.00	0.0%	—
実施例 5-1	1.05	5.9%	△
実施例 5-2	1.30	19.9%	○
実施例 5-3	1.40	15.5%	○
実施例 5-4	1.50	5.6%	○
実施例 5-5	1.60	-8.4%	×

[0086] 表 5 に示すように、マグネットピッチ比を 1.05 ~ 1.50 とした場合、望ましくは 1.30 ~ 1.50 とした場合に、振動型電磁発電機 40 が出力する電圧の実効値が上がることを示される。このため、マグネットピッチ比を 1.05 ~ 1.50 の範囲内とすれば、振動型電磁発電機 40 は高い電圧を出力する。

[0087] 同様に、発明者は、実施例 6 に係る振動型電磁発電機 40 の最適なコイル

ピッチを求めるため、9パターンのマグネットピッチ比毎に出力される電圧値を測定した。

[0088] [表6]

実施例	マグネットピッチ比 両端部マグネット 長軸寸法/コイルピッチ長	出力実効値電圧 アップ率	判定
比較例3	1.00	0.0%	—
実施例6-1	0.97	3.2%	△
実施例6-2	0.95	7.3%	○
実施例6-3	0.92	18.3%	○
実施例6-4	0.90	21.5%	○
実施例6-5	0.80	19.9%	○
実施例6-6	0.70	9.9%	○
実施例6-7	0.68	2.2%	△
実施例6-8	0.66	0.1%	×
実施例6-9	0.60	-9.8%	×

[0089] 表6に示すように、実施例6に係る振動型電磁発電機40では、マグネットピッチ比を0.68～0.97とした場合、望ましくは0.70～0.95とした場合に、振動型電磁発電機40が出力する電圧の実効値が上がることを示される。

[0090] 以上説明した第3の実施の形態に係る振動型電磁発電機40によれば、両端部に配置されたソレノイドコイル4a, 4dのコイルピッチを、磁石3a, 3bの磁石長より長くしたことにより、振動型電磁発電機40が出力する電圧が高まるという効果がある。

[0091] <第4の実施の形態>

次に、本発明の第4の実施の形態に係る振動型電磁発電機50の構成例について、図20と図21を参照して説明する。なお、図20と図21において、既に説明した図1と図13に対応する部分には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0092] 振動型電磁発電機50の構成は、上述した振動型電磁発電機1の構成とほ

ぼ同じであるが、可動磁石 5 3 の構成が可動磁石 3 と異なる。可動磁石 5 3 は、第 2 のパイプ 5 に配置された磁石 3 a, 3 b を保護するために非磁性体材料からなる磁石端部材 5 1 a, 5 1 b を備える。

[0093] 磁石端部材 5 1 a, 5 1 b は、第 2 のパイプ 5 の両端部を確実に封止するために、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂によって形成される。磁石端部材 5 1 a, 5 1 b は、後述するように第 2 のパイプ 5 と熱溶着により接合されるため、これらの材質は同じであることが望ましい。なお、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a, 5 1 b を、接着剤等を用いて接着固定してもよい。ただし、接着性が良好な接着剤を用いるのであれば、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a, 5 1 b の材質を同じにする必要はない。

[0094] 図 2 1 は、可動磁石 3 に取り付けられる磁石端部材 5 1 a 付近を示す拡大図である。

[0095] 第 2 のパイプ 5 に、磁石 3 a, 3 b を封止する工程では、第 2 のパイプ 5 の両端部に熱が加えられる。この工程において、熱可塑性樹脂で形成される磁石端部材 5 1 a を第 2 のパイプ 5 の端部に配置する。第 2 のパイプ 5 の端部に熱が加わると、磁石端部材 5 1 a と第 2 のパイプ 5 の端部が熱溶着し、熱溶着部 5 4 が形成される。通常、この工程において、磁石 3 a, 3 b に熱が加わると磁気特性が著しく劣化してしまう。このため、第 2 のパイプ 5 の端部に磁石端部材 5 1 a を設けると、磁石 3 a, 3 b に熱が伝わりにくくなる。つまり、磁石端部材 5 1 a を第 2 のパイプ 5 の端部に配置する構成は、加熱手段によって封止処理を行う場合に望ましい形態であると言える。

[0096] また、第 2 のパイプ 5 に、磁石 3 a, 3 b を封止する工程では、可動磁石 3 の両端部に接着剤 5 5 が用いられる。接着剤 5 5 は、使用する樹脂に対して十分な接着性を示す接着剤が用いられる。可動磁石 3 の両端部に用いられた接着剤 5 5 は、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a との接合面に浸透する。そして、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a は、強固に結合する。

[0097] また、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a の材質に、熱硬化性樹脂や非磁性金属を使用する場合、有機接着剤等を用いて、第 2 のパイプ 5 と磁石端部

材 5 1 a を十分に接着固定する必要がある。このためには、第 2 のパイプ 5 と磁石端部材 5 1 a の隙間に接着剤が十分に流れ込むように、隙間の大きさや形を工夫するとよい。

なお、可動磁石 3 の磁石端部材 5 1 b 付近についても、磁石端部材 5 1 a と同様の構成であるため、磁石端部材 5 1 b 付近の構成例については詳細な説明を省略する。

[0098] 以上説明した第 4 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 5 0 によれば、第 2 のパイプ 5 の内部に磁石 3 a, 3 b が封止され、接着剤等によって固定され、強度もまた向上する。このため、発電を行う際の振動によって可動磁石 3 に衝撃が加えられても、可動磁石が損傷する虞が小さくなる。

[0099] また、可動磁石 3 の両端部には、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b が配置される。そして、第 2 のパイプ 5 の材質に、例えば、アルミニウムや銅、真鍮等に代表される非磁性金属を用いる。この場合、第 2 のパイプ 5 に複数個の磁石を挿入した後に、第 2 のパイプ 5 の両端部を加締め加工によって封止する。このような製造方法を用いると、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b が変形するのみであり、複数個の磁石の端部に不要な応力が加わったり、変形したりすることがない。また、複数個の磁石に対して熱が加わらないため、磁石の劣化が抑えられる。この結果、複数個の磁石が生じる磁束密度のバラつきを減らせるという効果がある。ただし、加締め加工の方法を最適化し、磁石に対して過度の応力を与えないようにすれば、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b は必ずしも必須の構成にはならない。

[0100] なお、非磁性体材料で形成された第 2 のパイプ 5 と、磁石端部材 5 1 a 及び磁石端部材 5 1 b の材質として熱可塑性樹脂を用い、それらを熱溶着により接合した場合について説明した。しかし、非磁性体材料として熱硬化性樹脂を用いる場合でも、接着剤による固定手段を用いれば上述した第 1 の実施の形態とほぼ同じ製造方法で可動磁石 3 を製造できる。また、第 2 のパイプ 5 と、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b は、接着剤を用いて接着するのではなく、予め第 2 のパイプ 5 の内壁面と、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b にネジを切って

おき、磁石端部材 5 1 a, 5 1 b を第 2 のパイプ 5 にネジ締め固定してもよい。

[0101] <第 5 の実施の形態>

次に、本発明の第 5 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 6 0 の構成例について、図 2 2 を参照して説明する。なお、図 2 2 において、既に説明した図 1 に対応する部分には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0102] 可動磁石 6 3 は、同じ極が互いに対向し、中央部に貫通孔が形成されたりング状の磁石 6 5 a ~ 6 5 c が、非磁性体からなる磁石固定部 6 1 a, 6 1 b により挟み固定されて構成される。

磁石固定部 6 1 a は、例えば、ボルトである。磁石固定部 6 1 b は、例えば、ナットである。磁石固定部 6 1 a, 6 1 b には、つば部の側面は、円または多角形状に側面が加工されたつば部が形成される。

[0103] 磁石固定部 6 1 a は、磁石 6 5 a ~ 6 5 c の貫通孔に挿入される芯部と、つば部を有しており、芯部とつば部は、一体に形成される。芯部は、第 1 のパイプ 2 の中心軸上に位置しており、磁石 6 5 a ~ 6 5 c の貫通孔の直径とほぼ等しいか、わずかに細い程度の太さで形成される。芯部の上側（先端部）には、磁石固定部 6 1 b を固定するための雄ネジ（雄状部）が加工・形成される。磁石固定部 6 1 b の中心部には、芯部の先端が接続される接続孔である雌ネジ（雌状部）が加工・形成される。そして、同極が対向して、互いに反発するリング状の磁石 6 5 a ~ 6 5 c は、芯部から外れないように、磁石固定部 6 1 b によって挟み固定される。

[0104] このとき、上述の雄ネジ、雌ネジと同等の効果を有するその他の変形例としては、例えば、磁石固定部 6 1 a の芯部が先割れ状とされ、かつその先端部を鉤状部（雄状部）とし、磁石固定部 6 1 b に、上記鉤状部を嵌合するための孔部（雌状部）を設けた構成が挙げられる。このように構成する場合、互いを嵌合することで磁石を固定することができる。このため、上述の雄ネジ・雌ネジの構成と比較して、可動磁石の組立てが容易になるという利点を有している。

[0105] 磁石固定部 6 1 a のつば部は、第 1 のパイプ 2 の中心軸に対する磁石 6 5 a ～ 6 5 c の幅より大きな幅を有する。磁石固定部 6 1 b のつば部は、第 1 のパイプ 2 の中心軸に対する磁石 6 5 a ～ 6 5 c の幅より大きな幅を有する。このとき、磁石固定部 6 1 a のつば部と、磁石固定部 6 1 b のつば部の形状、寸法を同じとすることが、より望ましい。

[0106] 磁石固定部 6 1 b (ナット) と磁石固定部 6 1 a (ボルト) の材質として好適なものは、樹脂では、ポリアセタール系素材、金属では、アルミニウム等が挙げられる。

なお、磁石固定部 6 1 b (ナット) と磁石固定部 6 1 a (ボルト) の材質として、ポリテトラフルオロエチレン系素材を用いてもよい。この素材は、極めて摩擦係数が低いため、可動磁石 6 3 の摺動性に優れる。ただし、磁石固定部 6 1 b に磁石固定部 6 1 a を螺合する場合、摩擦が保てないことがある。このため、磁石固定部 6 1 a, 6 1 b を用いて磁石を固定した後、磁石固定部 6 1 a (ボルト) の先端につぶし加工を施したり、磁石固定部 6 1 a の芯部の先端を鉤状部とし、磁石固定部 6 1 b に孔部を形成することで、これらを嵌合したりすることによって、磁石固定部 6 1 a, 6 1 b の緩みを防止することが望ましい。

[0107] 以上説明した第 5 の実施の形態に係る振動型電磁発電機 5 0 は、同極対向する 3 個の磁石 6 5 a ～ 6 5 c を、磁石固定部 6 1 a, 6 1 b によって固定した可動磁石 6 3 を備える。また、可動磁石 6 3 の両端部は、磁石固定部 6 1 a, 6 1 b のつば部で保護されるため、端部材 7 a, 7 b に接触しても、衝撃が直接伝わらない。このため、振動型電磁発電機 5 0 が長時間振られた場合であっても、磁石 6 5 a ～ 6 5 c が破損しない。

[0108] 可動磁石 6 3 と第 1 のパイプ 2 の内周面との接触は、つば部と磁石固定部 6 1 b の側周面だけとなる。このため、可動磁石 6 3 と第 1 のパイプ 2 の摩擦が小さくなり、可動磁石 6 3 の摺動性が向上するという利点がある。

[0109] なお、上述した第 1 ～ 第 5 の実施の形態に係る振動型電磁発電機によれば、第 1 のパイプ 2 の内部で可動磁石を移動可能としたが、可動磁石を支持す

るため、第1のパイプ2の内部に少なくとも1本のコイルバネ（引っ張りバネ）を設置してもよい。この場合、可動磁石の重力方向（上側）にコイルバネを設置すればよい。

[0110] また、弾性体として2本の圧縮バネを用いてもよい。圧縮バネであっても、可動磁石の両端部を発電コイルの巻き軸方向に振動可能に支持することができる。さらに、一個の圧縮バネを用いてもよい。この場合、圧縮バネを可動磁石の重力方向（下側）に設置すればよい。このような構成であっても、好適に発電を行うことが可能である。

[0111] この場合、微弱な振動エネルギーを効率的に可動磁石の直線往復運動に変換することができる。このため、重力方向に対して振動型電磁発電機が平行な状態であって、かつ振動型電磁発電機の設置方向が一定である場合、例えば、海上船舶の安全な航行のために波の上下運動によって発電し発光する発光ブイ等、への発電機として好適であると言える。また、自転車の荷台あるいはサドル、または、自動車のサスペンション部等に採用することも可能である。

[0112] また、上述した実施の形態において、可動磁石を構成する複数個の磁石うち、隣り合う磁石の同極を対向させて配置したが、異極を対向させて配置してもよい。また、磁石の個数は、ソレノイドコイルの個数より多くても良い。

符号の説明

[0113] 1…振動型電磁発電機、2…第1のパイプ、3…可動磁石、3a, 3b…磁石、4a～4c…ソレノイドコイル、5…第2のパイプ、7a, 7b…端部材、9…発電コイル、12…コイル端部、20…可動磁石組立て装置、30…振動型電磁発電機、39…発電コイル、40…振動型電磁発電機、43…可動磁石、50…振動型電磁発電機、51a, 51b…磁石端部材、53…可動磁石、60…振動型電磁発電機、61a, 61b…磁石固定部、63…可動磁石、65a, 65b…磁石

請求の範囲

- [請求項1] 非磁性材料で形成され、両端部が閉じられた中空の第1のパイプと、
- 、
- 前記第1のパイプの周囲に巻回され、少なくとも1個のソレノイドコイルが設けられた発電コイルと、
- 前記第1のパイプの内部に配置され、前記発電コイルの巻き軸方向に沿って移動可能である可動磁石と、を備え、
- 前記可動磁石は、
- 複数個の磁石と、
- 同極が対向する前記複数個の磁石を固定する非磁性体からなる磁石固定部と、を備え、
- 前記複数個のソレノイドコイルのうち、1個以上の前記ソレノイドコイルのコイル長を、前記磁石の磁石長以上の長さとする
- 振動型電磁発電機。
- [請求項2] 前記ソレノイドコイルのコイル長は、前記磁石の磁石長に対して1.05倍以上乃至1.50倍以下の間の長さとする
- 請求項1に記載の振動型電磁発電機。
- [請求項3] 前記磁石固定部の両端部に配置される前記磁石の磁石長は、前記ソレノイドコイルのコイル長の0.70倍以上乃至0.95倍以下の間の長さとする
- 請求項1に記載の振動型電磁発電機。
- [請求項4] 前記磁石固定部は、中空の第2のパイプであって、前記第2のパイプの内部に前記複数個の磁石が封止される
- 請求項2又は3記載の振動型電磁発電機。
- [請求項5] 前記磁石は、中央部に貫通孔が形成され、
- 前記磁石固定部は、前記磁石の貫通孔に挿入される芯部を有する第1の磁石固定部と、
- 前記芯部に固定される第2の磁石固定部と、を備え、

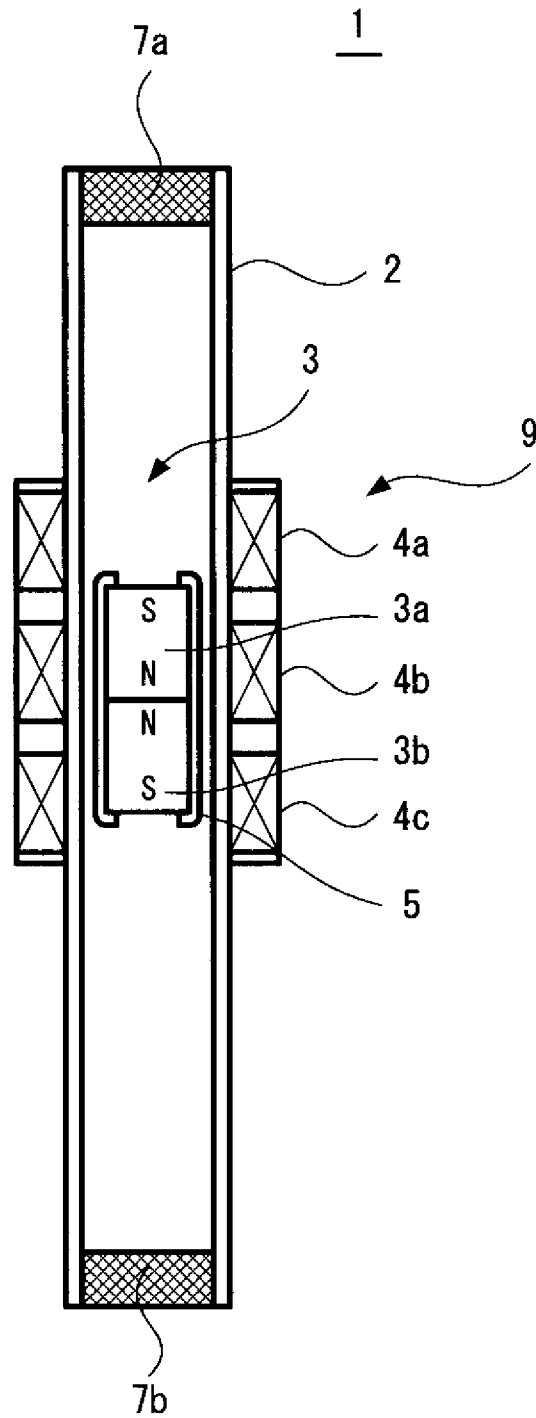
前記第 1 の磁石固定部は、前記パイプの中心軸に対する前記磁石の幅より大きな幅を有する第 1 のつば部を備え、

前記第 2 の磁石固定部は、前記パイプの中心軸に対する前記磁石の幅より大きな幅を有する第 2 のつば部を備える

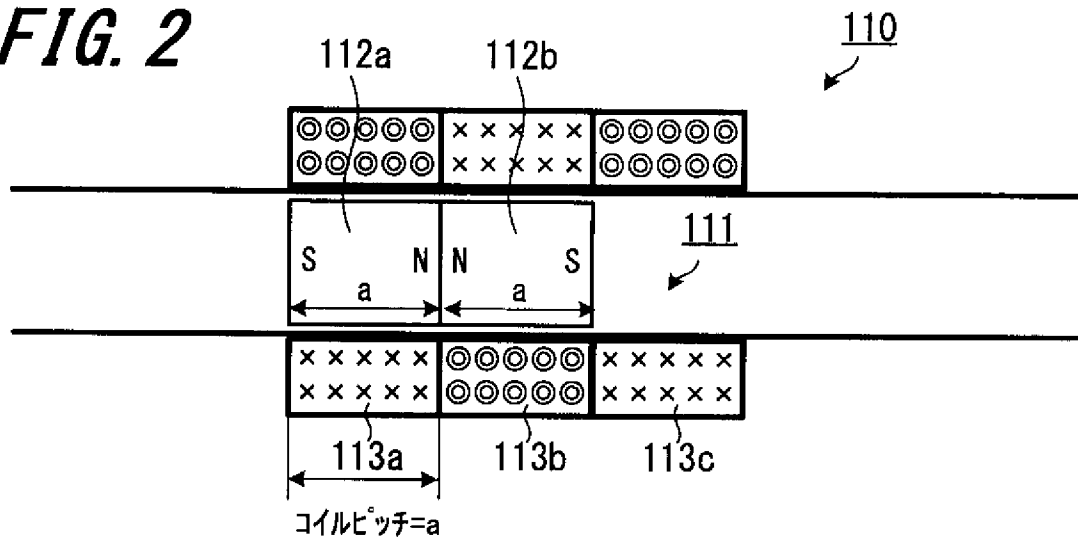
請求項 2 又は 3 記載の振動型電磁発電機。

[図1]

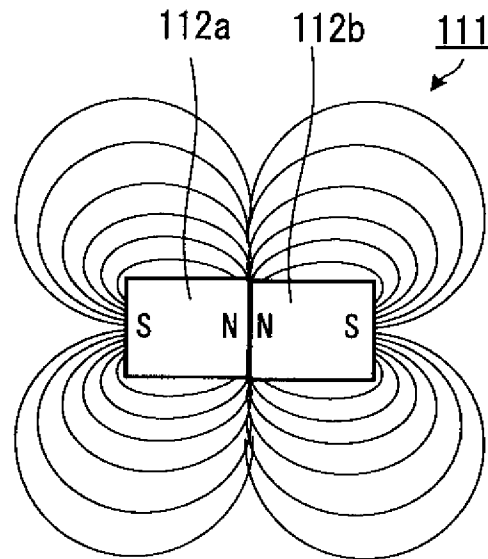
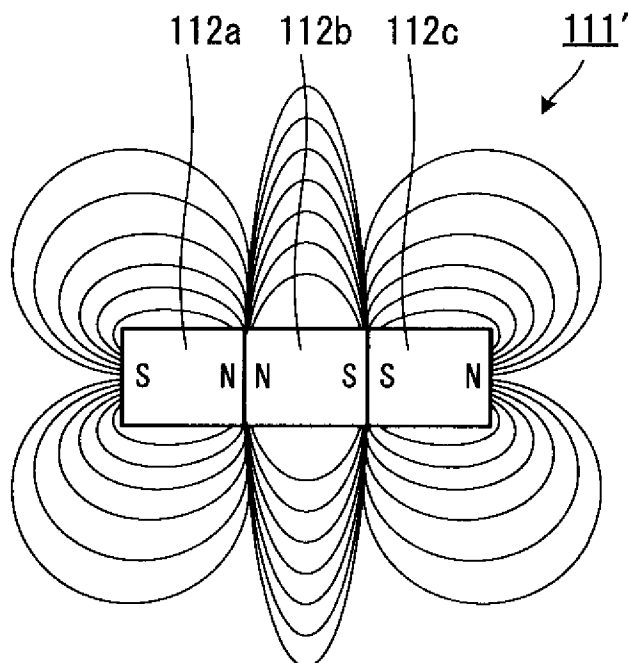
FIG. 1



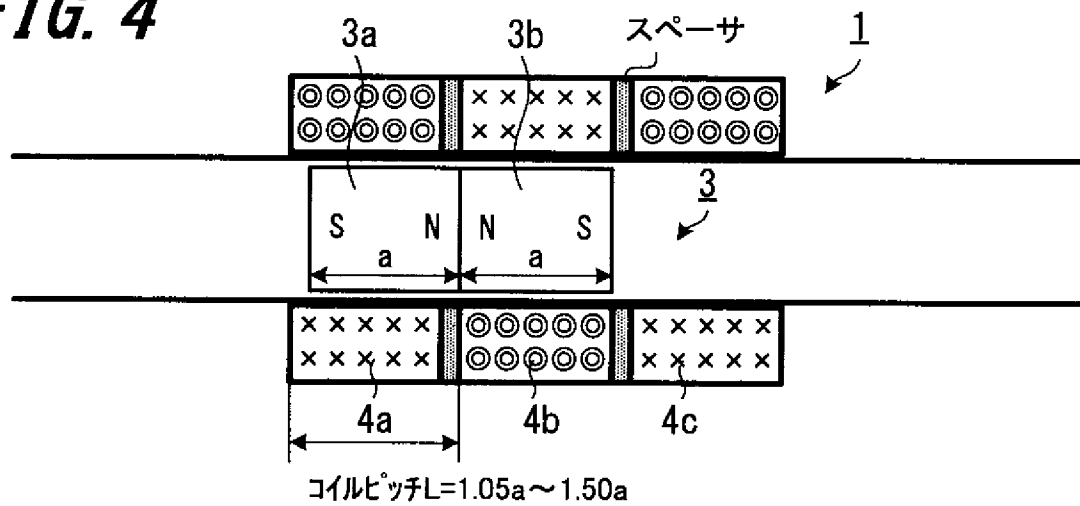
[図2]

FIG. 2

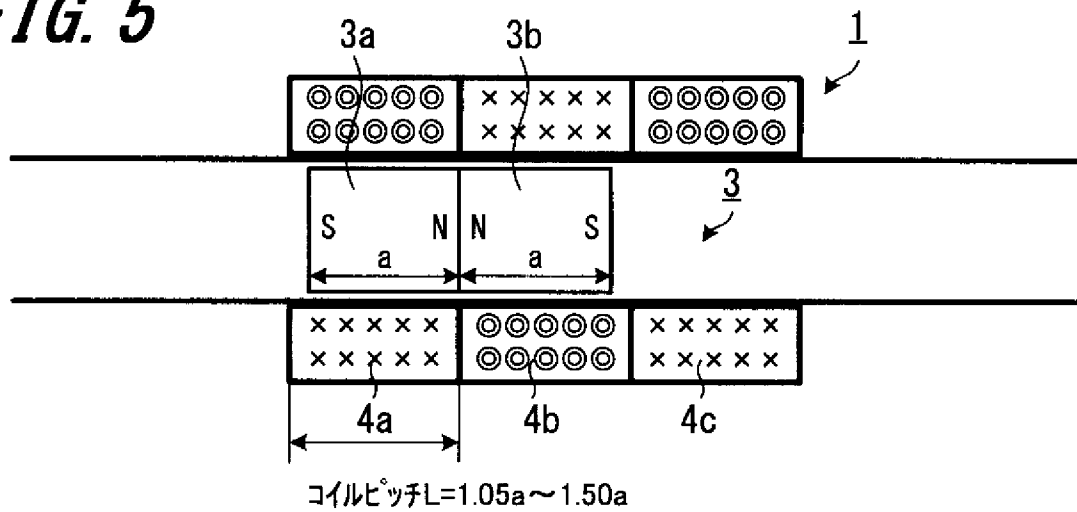
[図3]

FIG. 3A**FIG. 3B**

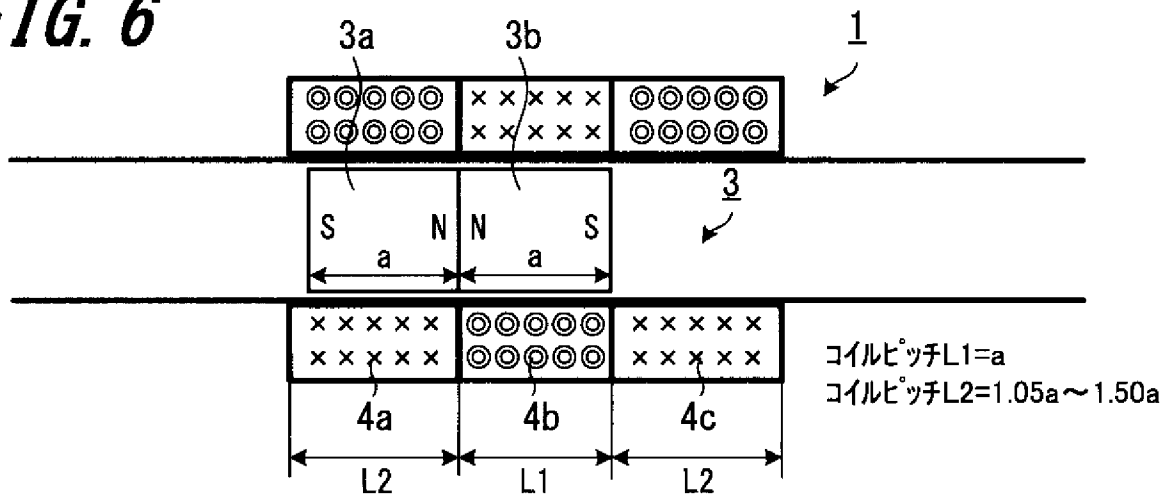
[図4]

FIG. 4

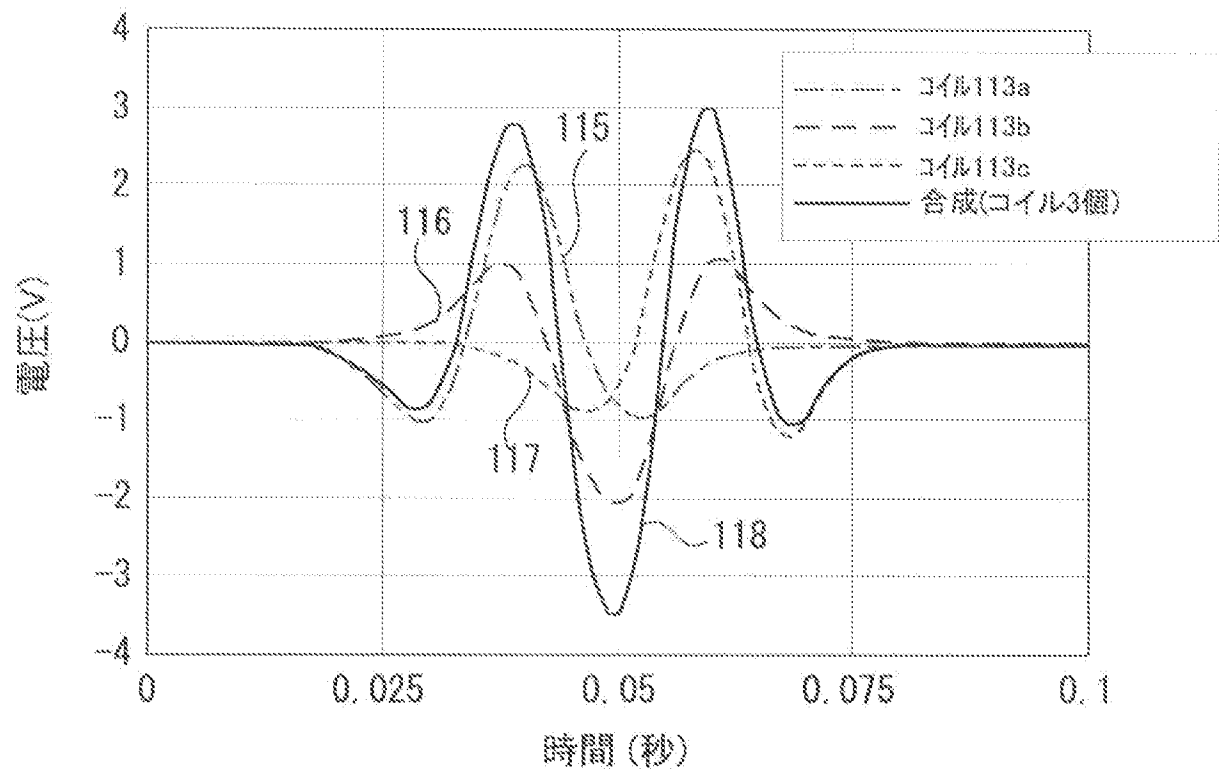
[図5]

FIG. 5

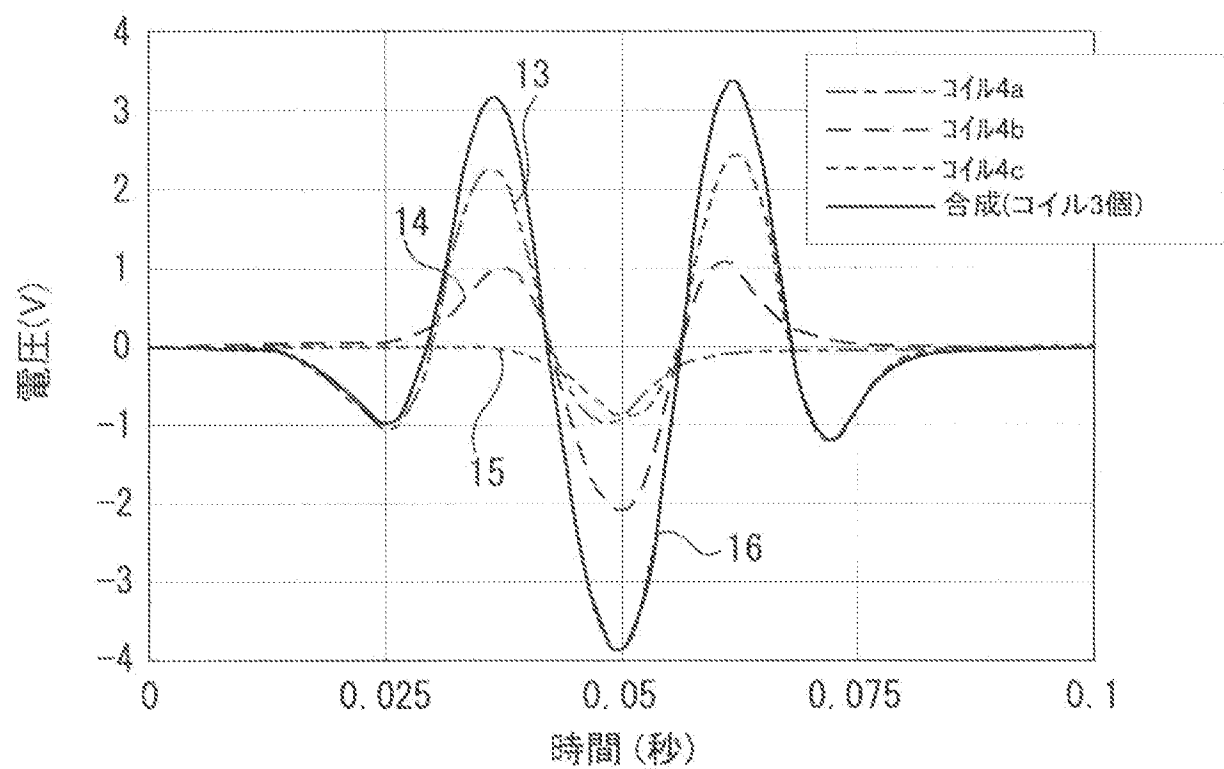
[図6]

FIG. 6

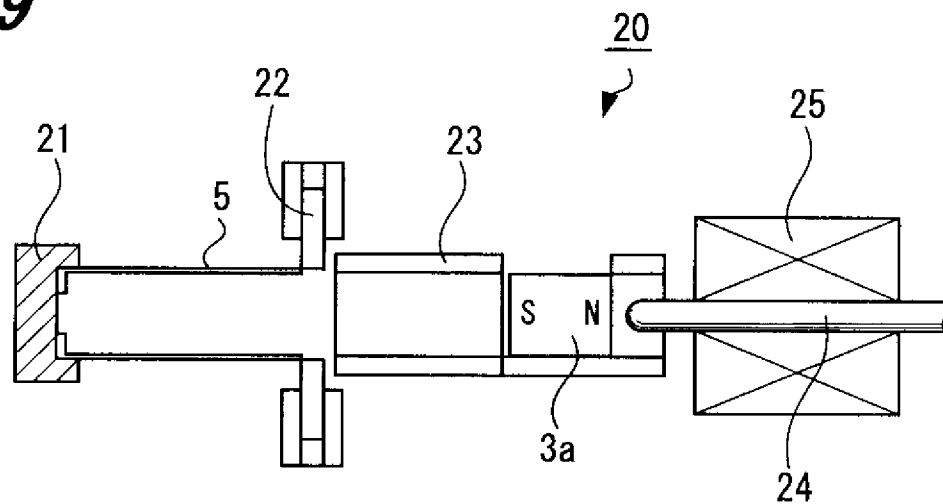
[図7]

FIG. 7

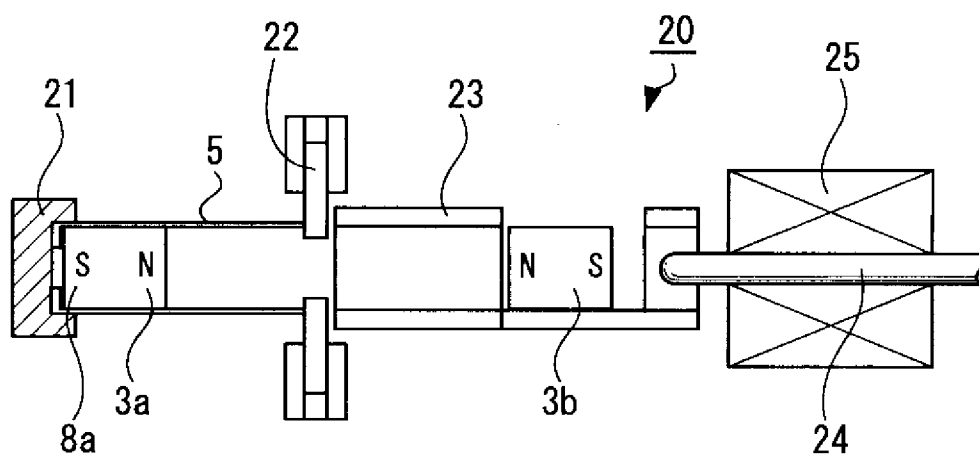
[図8]

FIG. 8

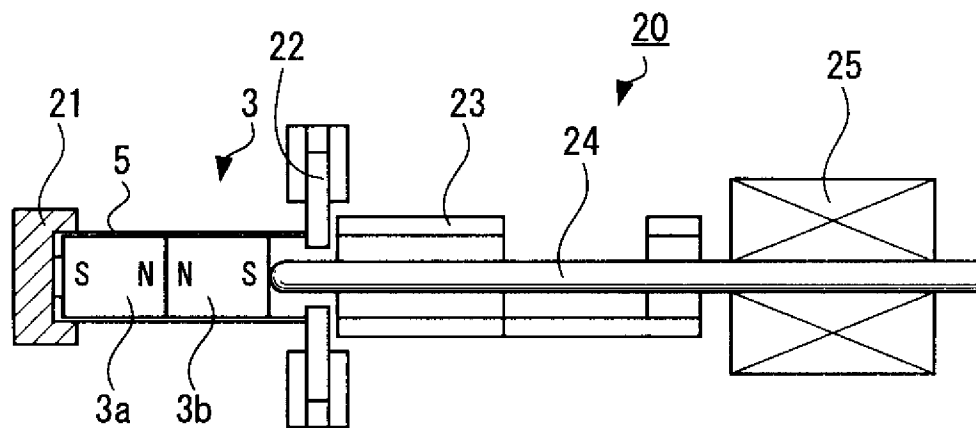
[図9]

FIG. 9

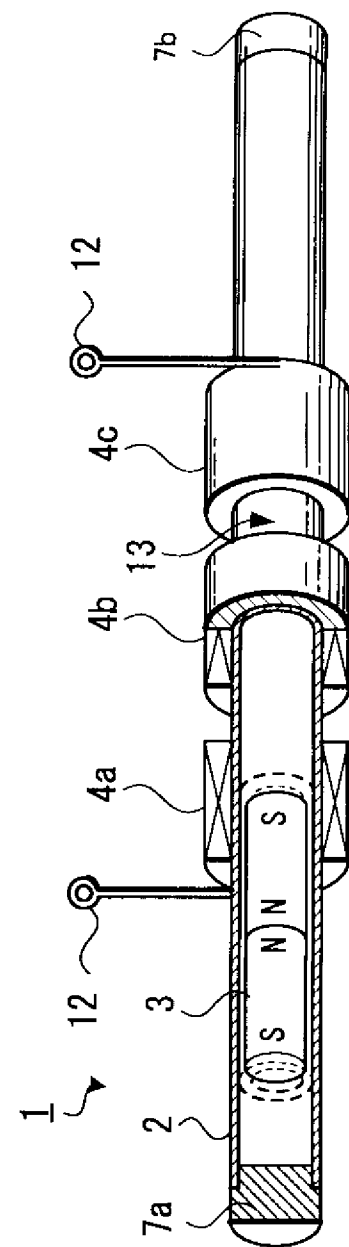
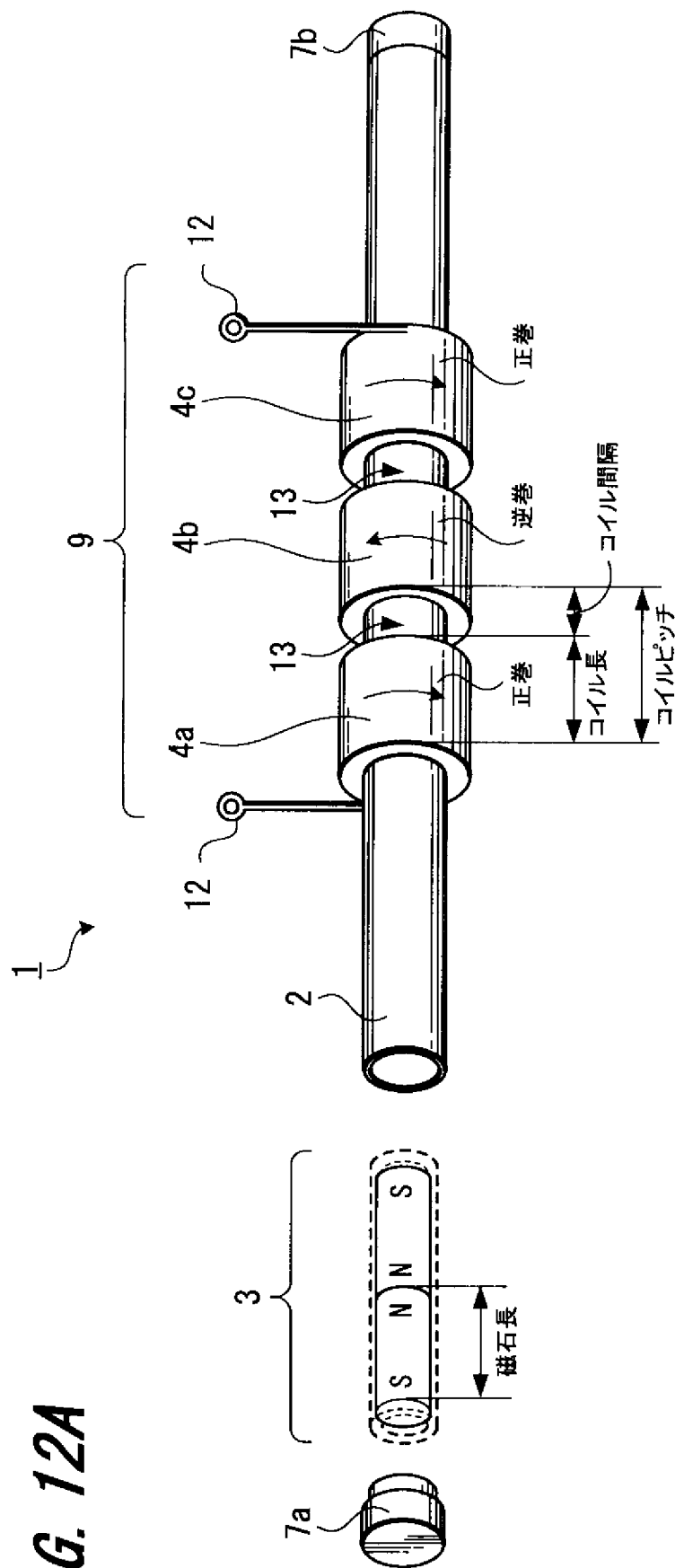
[図10]

FIG. 10

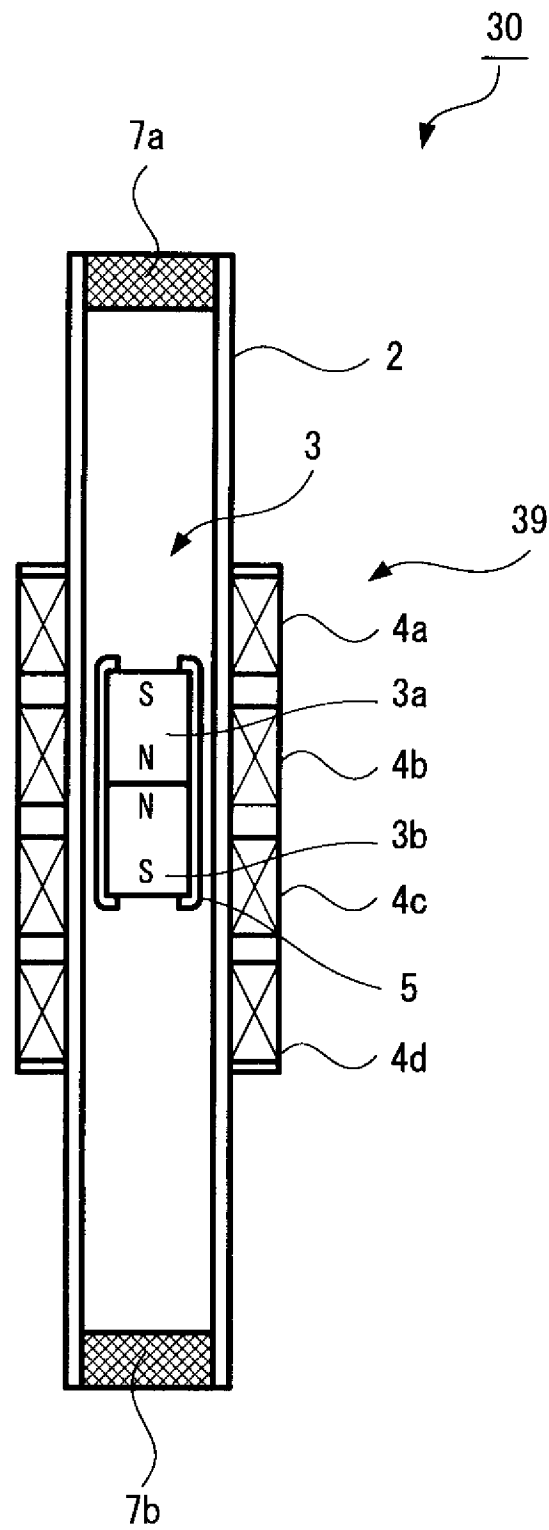
[図11]

FIG. 11

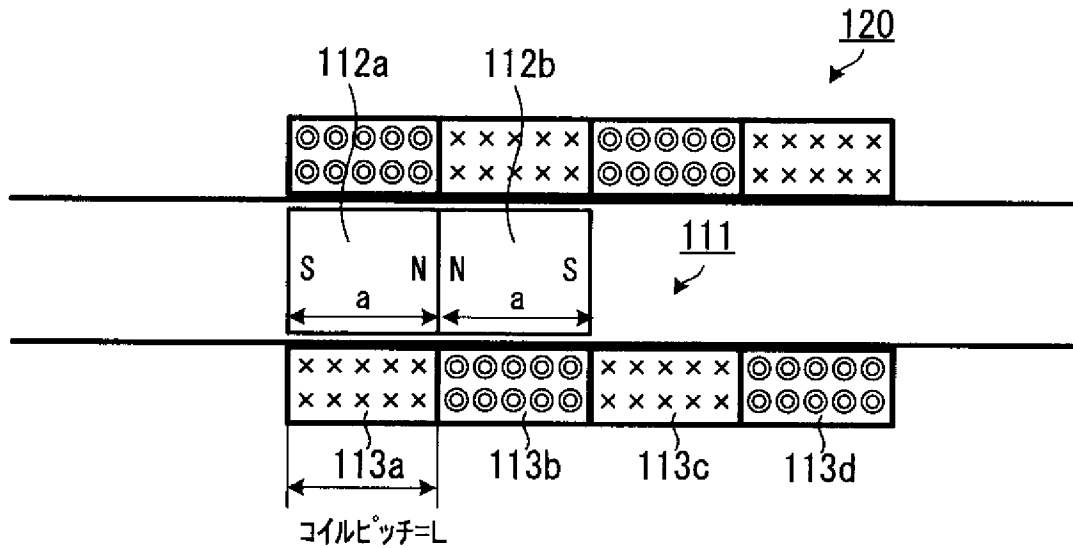
[図12]



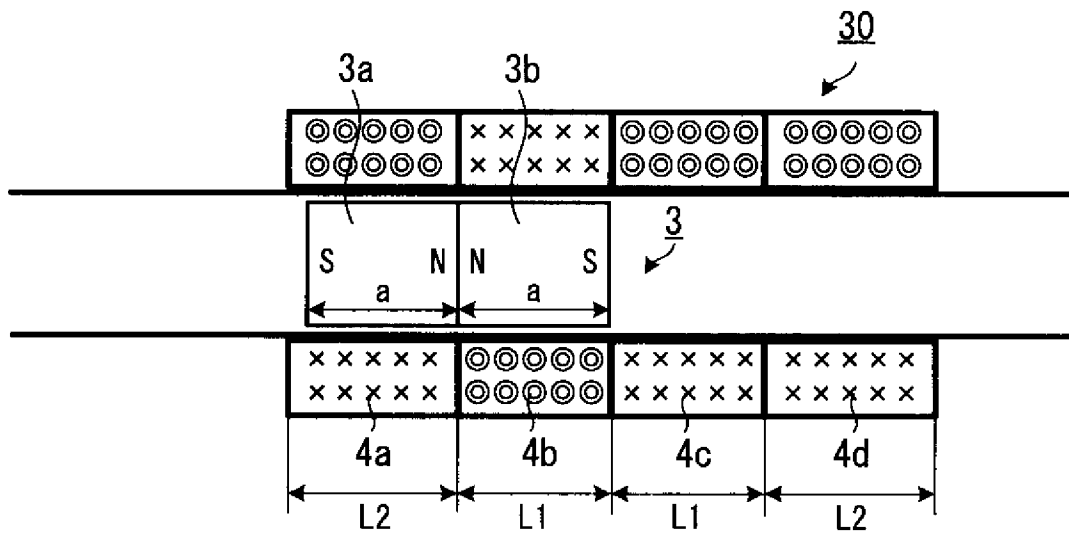
[図13]

FIG. 13

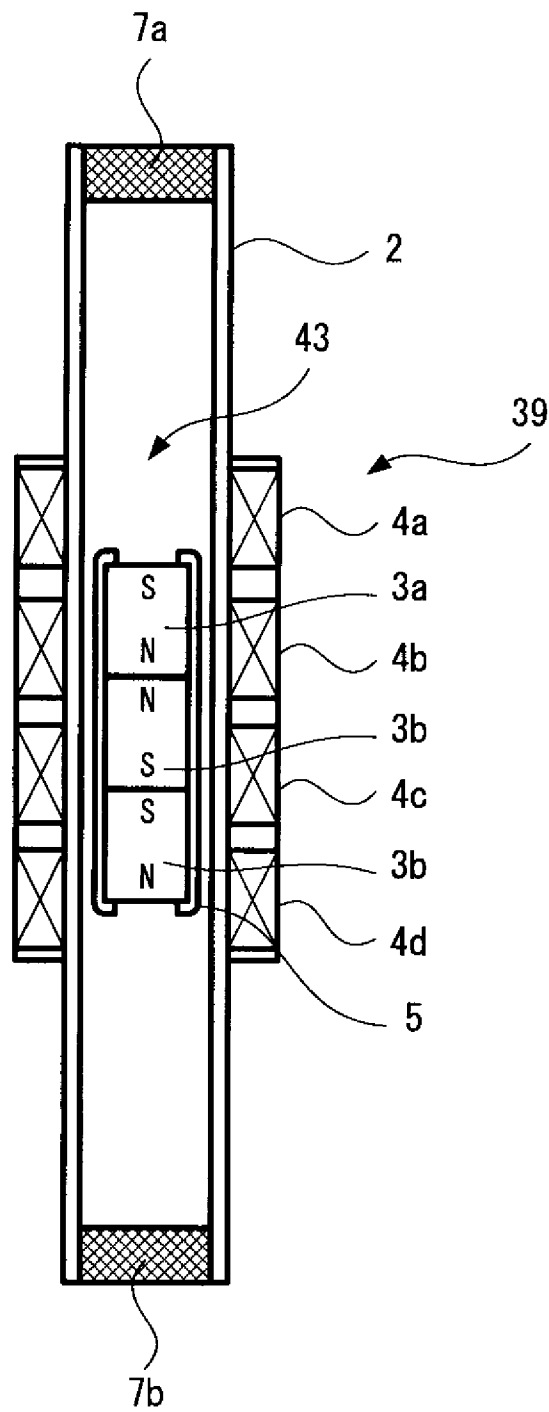
[図14]

FIG. 14

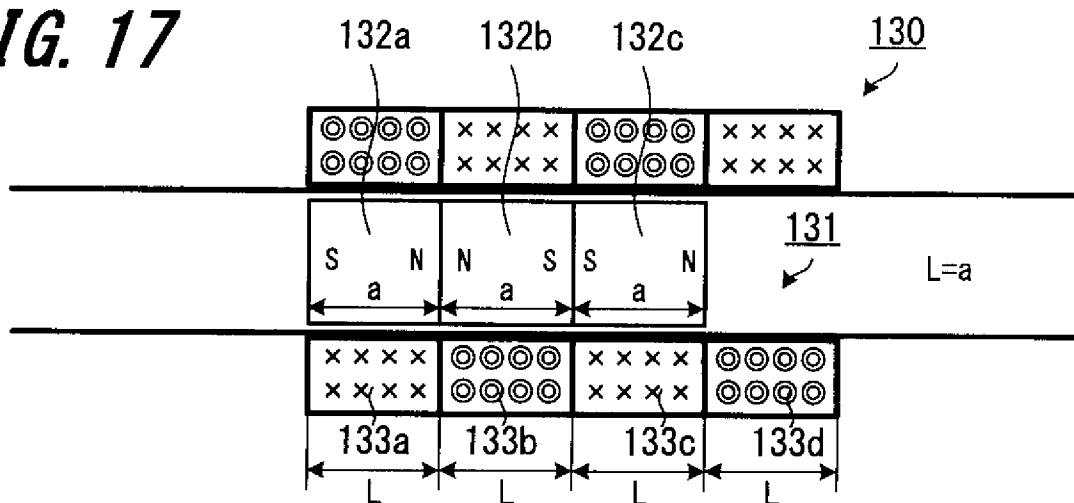
[図15]

FIG. 15

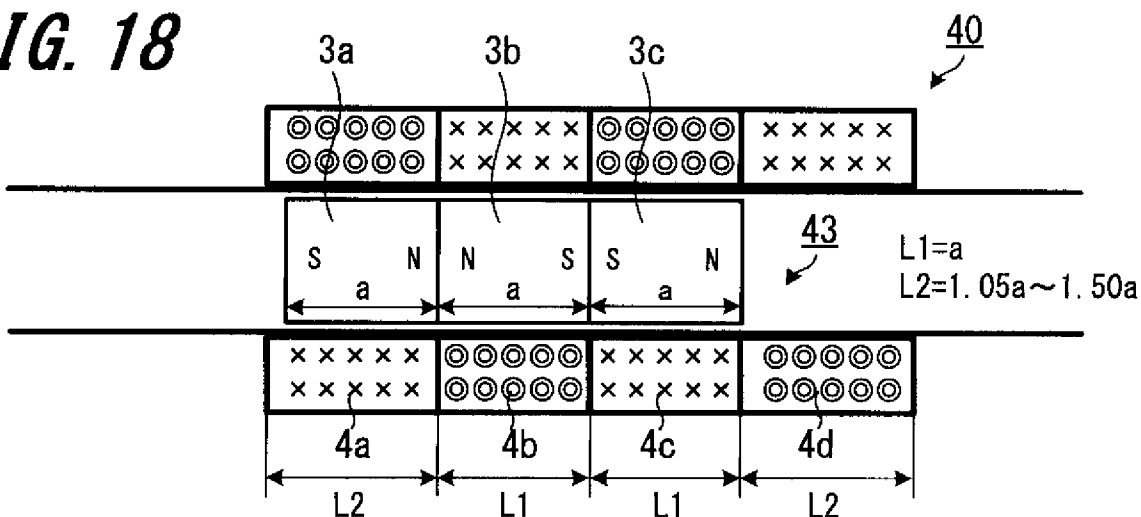
[図16]

FIG. 1640

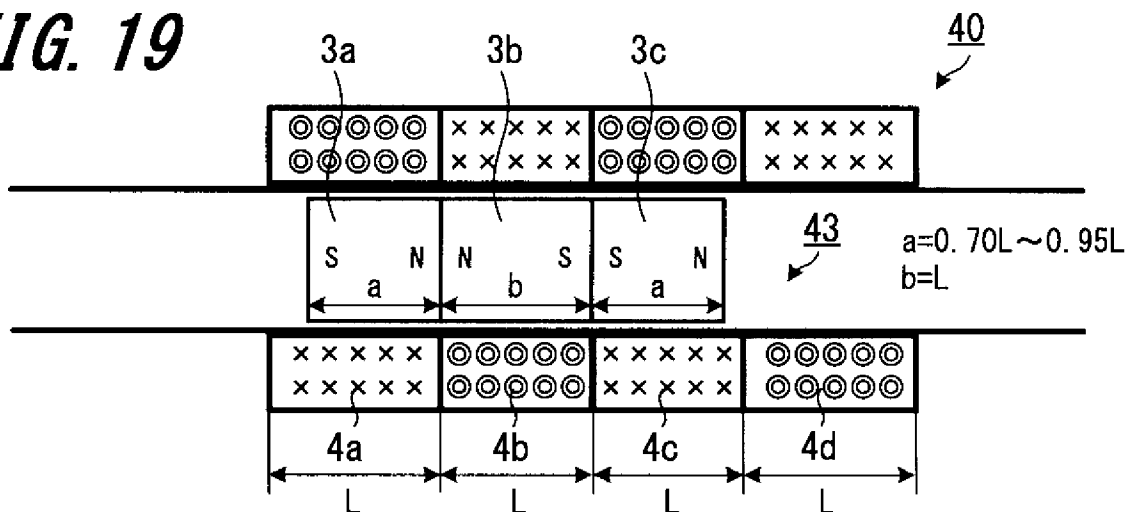
[図17]

FIG. 17

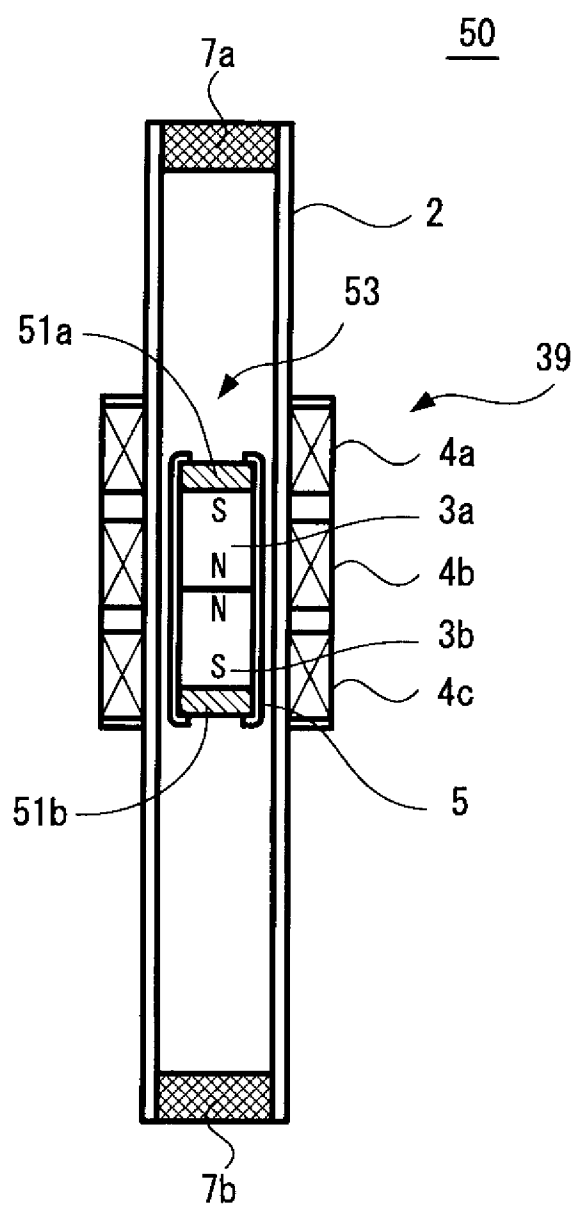
[図18]

FIG. 18

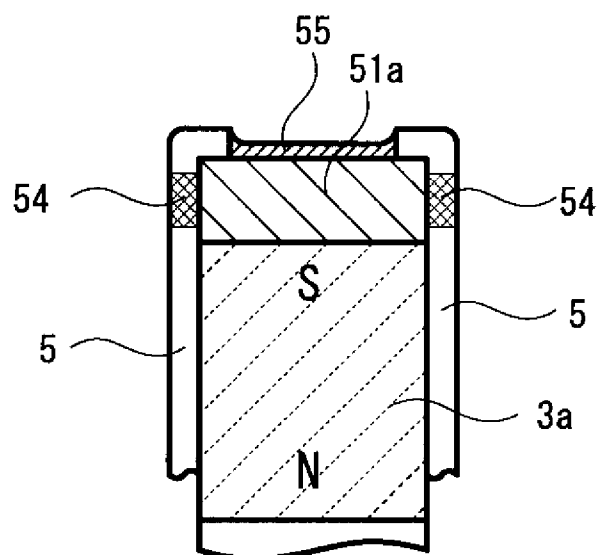
[図19]

FIG. 19

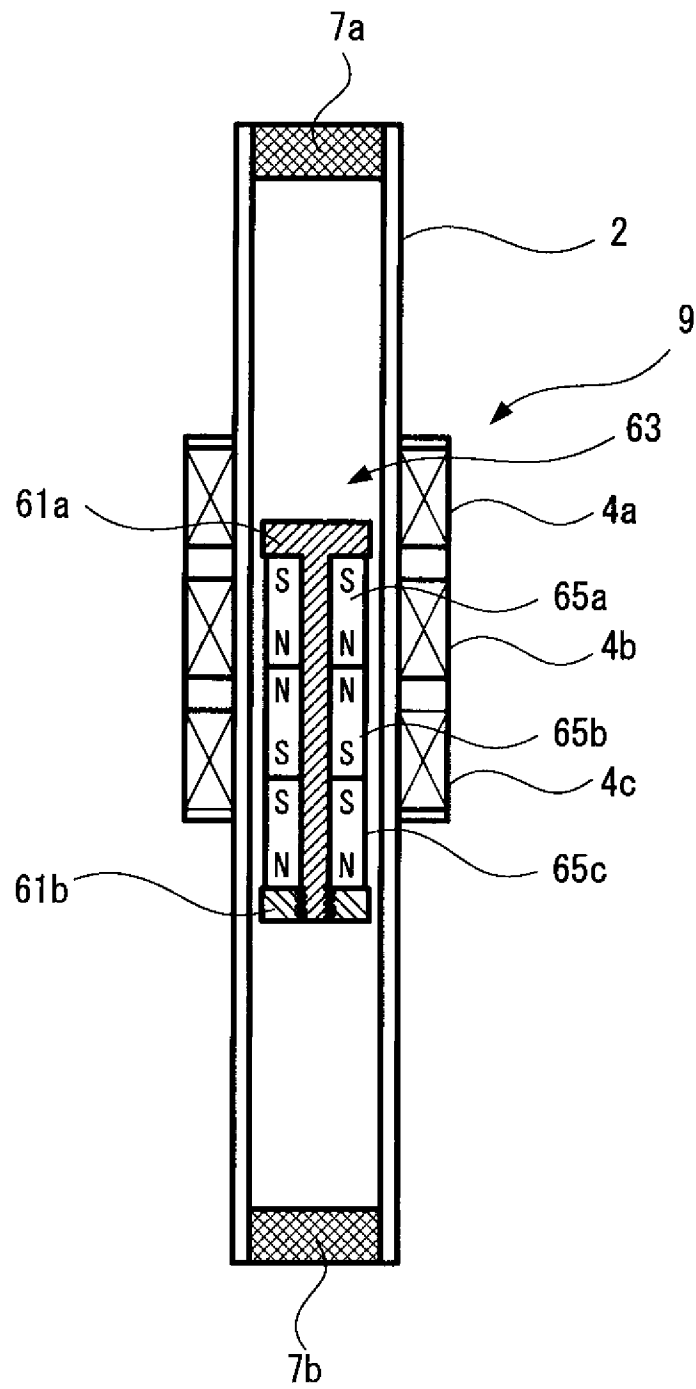
[図20]

FIG. 20

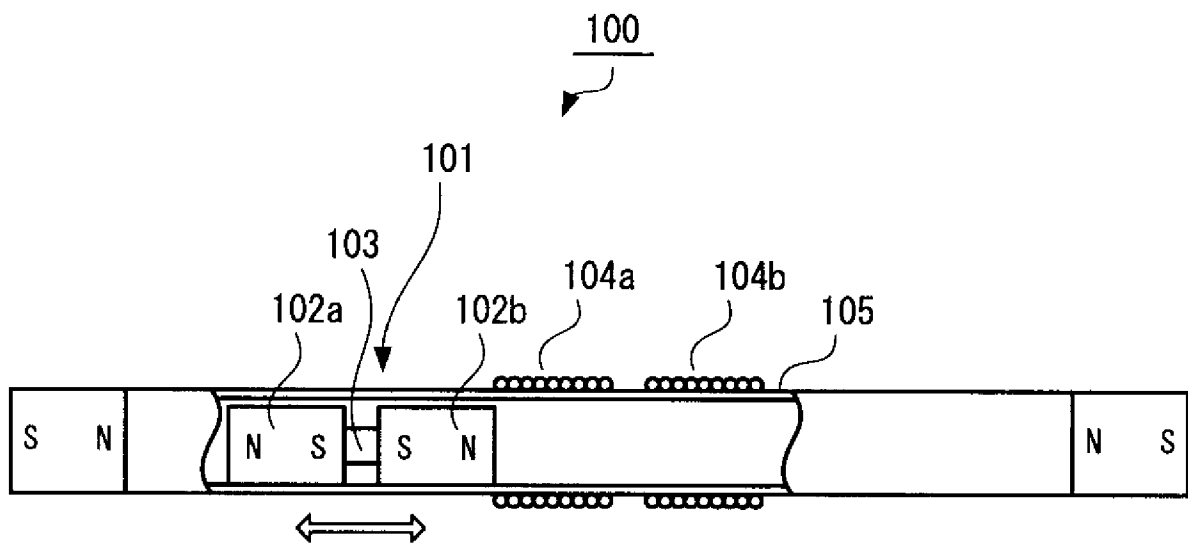
[図21]

FIG. 21

[図22]

FIG. 2260

[図23]

FIG. 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K35/02 (2006.01) i

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)

H02K35/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
X Y	WO 2008/139646 A1 (Sumida Corp.), 20 November 2008 (20.11.2008), paragraphs [0035], [0039] to [0041]; fig. 9 & US 2010/0084928 A1 & EP 2146421 A1 & KR 10-2009-0123984 A & CN 101669269 A	1-3 4-5
Y	JP 2009-118581 A (Sumida Corp.), 28 May 2009 (28.05.2009), claims; all drawings (Family: none)	4
Y	JP 2009-213194 A (Sumida Corp.), 17 September 2009 (17.09.2009), claims; fig. 1, 2 (Family: none)	5

☐ 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
05 November, 2010 (05.11.10)Date of mailing of the international search report
16 November, 2010 (16.11.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K35/02 (2006.01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H02K35/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
X Y	WO 2008/139646 A1 (スミダコーポレーション株式会社) 2008. 11. 20, 段落 0035, 0039-0041, 第 9 図 & US 2010/0084928 A1 & EP 2146421 A1 & KR 10-2009-0123984 A & CN 101669269 A	1 - 3 4 - 5
Y	JP 2009-118581 A (スミダコーポレーション株式会社) 2009. 05. 28, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2009-213194 A (スミダコーポレーション株式会社) 2009. 09. 17, 特許請求の範囲, 第 1, 2 図 (ファミリーなし)	5

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矛盾するものではなく、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

0 5 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

平岩 正一

3 V

8 7 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8