

(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  
2013年8月15日(15.08.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/118403 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02K 35/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/083020
- (22) 国際出願日: 2012年12月20日(20.12.2012)
- (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 2012-027165 2012年2月10日(10.02.2012) JP
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人: 小林 隆逸 (KOBAYASHI, Takaitsu)  
[JP/JP]; 〒2790004 千葉県浦安市猫実3-16-33 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 荻野 三四郎 (OGINO, Sanshiro); 〒1400015 東京都品川区西大井1-1-2-603 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アイアット国際特許業務法人 (IAT WORLD PATENT LAW FIRM); 〒1640012 東京都

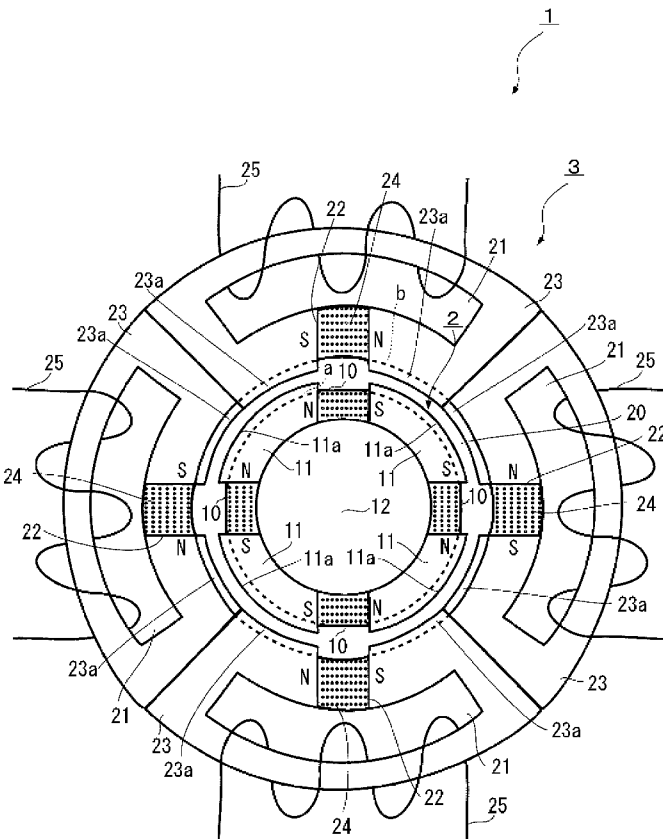
中野区本町4丁目44-18 ヒューリック中野ビル7階 Tokyo (JP).

- (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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, SD, SL, 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

[続葉有]

(54) Title: LINEAR POWER GENERATOR

(54) 発明の名称: リニア発電装置



(57) Abstract: The purpose of the invention is to sufficiently suppress cogging of a linear power generator. A power generator (1) is configured by having a columnar or cylindrical center yoke (2) and a columnar or cylindrical outer yoke (3). The center yoke (2) is formed of a soft magnetic material and has: a plurality of rod-shaped permanent magnets (10) elongated in an axial direction, NS magnetized in a circumferential direction, and disposed on the columnar or cylindrical outer circumference in a circumferential direction so that the facing magnetic poles of adjacent permanent magnets (10) have the same polarity; and a plurality of center side projecting portions (11a) disposed in a linear fashion in a circumferential direction. The outer yoke (3) is formed of a soft magnetic material and has: a plurality of winding portions (25) disposed about the central axis in a circumferential direction; a plurality of groove portions (22) disposed at positions facing the permanent magnets (10); and outer side projecting portions (23a) disposed shifted by a half pitch in an axial direction with respect to the center side projecting portions (11a) and sandwiching the groove portions (22) in a circumferential direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/118403 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類:  
NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

リニア発電装置のコギングを十分に抑制すること。円柱状または円筒状であって、円柱状または円筒状の外周には軸方向に長く周方向にNS着磁がなされた棒状の複数の永久磁石10を周方向に、かつ隣接する永久磁石10の対向する磁極が同極となるように配置すると共に周方向に一直線状に配置される複数のセンタ側突出部11aを有する軟磁性体からなるセンタヨーク2と、円筒状または円柱状であって、中心軸を中心として周方向に配置される複数の巻線部25と、永久磁石10に対向する位置に配置される複数の溝部22と、センタ側突出部11aに対向して軸方向に半ピッチずれて配置されると共に溝部22を周方向に挟むアウト側突出部23aと、を有する軟磁性体からなるアウトヨーク3と、を有する発電機1を構成する。

## 明 細 書

**発明の名称**： リニア発電装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、リニア発電装置に関する。

### 背景技術

[0002] 往復運動する永久磁石の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する振動発電機（またはレシプロ型発電機）がある（たとえば特許文献1参照）。本明細書では、このような振動発電機（またはレシプロ型発電機）をリニア発電装置と称することとする。リニア発電装置は、回転型発電機のロータに相当し往復運動（振動）するセンタヨークと回転型発電機のステータに相当するアウトヨークとを有する。一般的には、アウトヨーク側に巻線部（コイル部）を有し、センタヨーク側に永久磁石を有し、固定されたアウトヨーク内をセンタヨークが往復運動することによって巻線部に発生した電力を取り出すものである。また、回転型発電機では、回転軸の円滑な動きを得るために、コギングを抑制する技術を用いている例が多い（たとえば特許文献2参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-262234号公報

特許文献2：特開2006-101695号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来、コギングの抑制は回転型発電機で行われており、リニア発電装置では、センタヨークの円滑な動きを得るためのコギングの抑制については例をみない。しかしながら、リニア発電装置においてもコギングは、センタヨークの往復運動を妨げる力になるため、効率の良い発電を行う上で好ましくない。

[0005] そこで、本発明は、コギングを十分に抑制することができるリニア発電装置を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明のリニア発電装置は、円柱状または円筒状であって、円柱状または円筒状の外周には軸方向に長く周方向にN S着磁がなされた棒状の複数の永久磁石を周方向に、かつ隣接する永久磁石の対向する磁極が同極となるように配置すると共に周方向に一直線状に配置される複数のセンタ側突出部を有する軟磁性体からなるセンタヨークと、円筒状または円柱状であって、中心軸を中心として周方向に配置される複数の巻線部と、永久磁石に対向する位置に配置される複数の溝部と、センタ側突出部に対向して軸方向に半ピッチずれて配置されると共に溝部を周方向に挟むアウト側突出部と、を有する軟磁性体からなるアウトヨークと、を有するものである。

[0007] あるいは、本発明のリニア発電装置は、円柱状または円筒状であって、円柱状または円筒状の外周には軸方向に長く周方向にN S着磁がなされた棒状の複数の永久磁石を周方向に、かつ隣接する永久磁石の対向する磁極が同極となるように配置すると共に周方向に配置される複数のセンタ側突出部を有し、永久磁石を挟むセンタ側突出部の設置位置が隣接するもの間で軸方向に半ピッチずれて配置されるセンタヨークと、円筒状または円柱状であって、中心軸を中心として周方向に配置される複数の巻線部と、永久磁石に対向する位置に配置される複数の溝部と、センタ側突出部に対向して周方向に一直線状に配置されると共に溝部を周方向に挟むアウト側突出部と、を有するアウトヨークと、を有するものである。

[0008] さらに、本発明のリニア発電装置は、溝部には軸方向に沿って配置されると共に対向するセンタ側ヨークの永久磁石とは反対の極性となるようにN S着磁がなされた永久磁石が配置されるようにしてもよい。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、コギングを十分に抑制することができるリニア発電装置を実現できる。

## 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の実施の形態に係るリニア発電装置を利用した発電装置の構成を示す図である。
- [図2]本発明の実施の形態のリニア発電装置のセンタヨークとアウトヨークを軸方向（振動方向）から見た図である。
- [図3]図2のリニア発電装置のセンタヨークとアウトヨークの構成部材を分割して示す図である。
- [図4]図2、図3のリニア発電装置のセンタヨークを示す斜視図である。
- [図5]図2、図3のリニア発電装置のアウトヨークの一部であるタイプAを示す斜視図である。
- [図6]図2、図3のリニア発電装置のアウトヨークの他の一部であるタイプBを示す斜視図である。
- [図7]センタ側突出部とアウト側突出部との対応関係を示す図である。
- [図8]センタ側突出部とアウト側突出部との位置関係において状態S1を示す図である。
- [図9]図8の状態S1におけるリニア発電装置に発生する磁路の状態を示す図である。
- [図10]センタ側突出部とアウト側突出部との位置関係において状態S2を示す図である。
- [図11]図10の状態S2におけるリニア発電装置に発生する磁路の状態を示す図である。
- [図12]センタ側突出部とアウト側突出部との位置関係において状態S3を示す図である。
- [図13]図12の状態S3におけるリニア発電装置に発生する磁路の状態を示す図である。
- [図14]センタ側突出部とアウト側突出部との時間の経過（時刻  $t_1 \sim t_5$ ）に伴う位置関係の変化を示す図である。
- [図15]図14の時間の経過（時刻  $t_1 \sim t_5$ ）におけるリニア発電装置内の

巻線部における電流の発生状態を模式的に示す図である。

[図16]その他の実施の形態のリニア発電装置の構成および状態S1における磁路の状態を示す図である。

[図17]その他の実施の形態のセンタヨークの構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の説明において、磁束は、磁力線の束であり、磁路は、磁力線の通り道である。また、磁束によって磁路が形成されるという表記は、磁力線によって磁路が形成されると置き換えてもよい。なお、以下の説明では、「リニア発電装置」を単に「発電機」と称する。

[0012] 本発明の実施の形態に係る発電機1は、図1に示すように、センタヨーク2と、アウトヨーク3と、発電した電力を出力する出力端子4と、を外観的な構成として有する。発電機1は、センタヨーク2がアウトヨーク3内を往復運動（振動）することによって発電を行う。たとえば、センタヨーク2は、エンジンなどによって回転する円盤5に連結部6により連結されるアーム7によって往復運動するように構成される。なお、アウトヨーク3は台座部8などに固定されている。また、以下の説明で、軸方向とは、センタヨーク2またはアウトヨーク3の上下方向（図1では左右方向）を指し、周方向とは、軸方向を中心とした円周方向であり、センタヨーク2またはアウトヨーク3の外周に沿う方向をいう。

[0013] 図2は、発電機1のセンタヨーク2とアウトヨーク3を軸方向（振動方向）から見た図を示している。図2に対し、図3は、図2の発電機1のセンタヨーク2およびアウトヨーク3の構成部材を分割して示している。図3に示す分割の状態は、実際に分割可能であるか否かとは関係が無く、説明の便宜上において、分割して説明した方が分かり易い場合の説明上の分割の仕方を示している。たとえば、図2において、アウトヨーク3は、図3において、アウトヨーク3-1、3-2、3-3、3-4に分割される。このときアウトヨーク3は、実際には一体に成形されており、分割不可能であってもよい

。このように、以下の説明では、各部材を分割して説明した方が分かり易い場合に、各部材の符号（たとえばアウトヨーク3）に枝番号を付与（たとえばアウトヨーク3-1、3-2、3-3、3-4）して説明することとする。さらにセンタヨーク2の4つの永久磁石10についても分割して説明した方が分かり易い場合には、対向するアウトヨーク3-1~3-4の永久磁石24-1~24-4に対応させて永久磁石10-1~10-4と記すことにする。

[0014] 発電機1のセンタヨーク2は、図2、図4に示すように、永久磁石10とセンタコア11とを有し、円筒状に形成されている。すなわちこのセンタヨーク2は、軟磁性体からなるセンタコア11を有し円柱状の外周aに露出するように軸方向に沿い周方向にNS着磁がなされた棒状の複数の永久磁石10を有する。永久磁石10は、センタヨーク2の周方向に複数等間隔で配置される。この実施の形態では4つの永久磁石10が配置されている。なお、永久磁石10は、隣接する永久磁石10の対向する極が同極となるように配置されている。また、センタヨーク2は、軸方向から見て周方向に複数等間隔で配置されるセンタコア11を有し、各センタコア11は、軸方向に等間隔で平行に配置されると共に周方向に沿い、かつ外周aから径方向外方に突出する複数のセンタ側突出部11aを有する。また、センタヨーク2は、中心部に空洞部12を有する。空洞部12は、効率の良い往復運動のために、センタヨーク2の質量を軽量化するために設けるものである。したがって、空洞部12は、そのまま空洞としておくことが好ましいが、空洞部12をアルミニウムなどの軽金属または合成樹脂などの軽量かつ非磁性体の材料で充填してもよい。

[0015] 発電機1のアウトヨーク3は、図2に示すように、センタヨーク2が貫通する貫通孔20を有する。アウトヨーク3は、軟磁性体からなる円筒状であって軸を中心として等角度毎に軸方向に沿う複数の非磁性体部21を有する。この実施の形態では非磁性体部21は空洞部となっている。さらにアウトヨーク3は、内周bから非磁性体部21にそれぞれ至る複数の溝部22を有

する。さらにアウトヨーク3は、軸方向から見てこの実施の形態では4つに分割された軟磁性体からなる複数のアウトコア23を有し、センタヨーク2のセンタ側突出部11aに対向して軸方向に等間隔で平行に配置されると共に周方向に沿い、かつ内周bから径方向内方に突出する複数のアウト側突出部23aを有する。このようなセンタ側突出部11aおよびアウト側突出部23aを形成することで、磁束の密度を上げ、吸引力を高めることができる。

[0016] 図2に示すアウト側突出部23aは、ひとつの溝部22とこの溝部22の隣に位置する溝部22との間の周方向の中間点で半ピッチずれて配置されるものである。すなわち、図3に示すように、アウトヨーク3を4分割した状態でアウトヨーク3-1、3-2、3-3、3-4として示すとき、アウトヨーク3-1および3-3のアウト側突出部23a-1および23a-3（たとえばタイプA）とアウトヨーク3-2および3-4のアウト側突出部23a-2および23a-4（たとえばタイプB）とでは軸方向で見た場合、そのアウト側突出部23aの位置が半ピッチずれている。

[0017] この半ピッチずれている状態について図5と図6を参照しながらさらに詳しく説明する。図5は、タイプAであるアウトヨーク3-1および3-3の斜視図であり、図6は、タイプBであるアウトヨーク3-2および3-4の斜視図である。図5、図6からも分かるように、たとえば図5の最も上方のアウト側突出部23a-1およびアウト側突出部23a-3は、外方に露出している一方、図6の最も上方のアウト側突出部23a-2および23a-4は、外方に露出する位置ではなく内方側に位置し、両者を軸方向で見た場合、アウト側突出部23は半ピッチずれて配置される状態となる。このように、センタヨーク2が軸方向に振動するので、その動きに対し、コギングが生じないようにするため、アウトヨーク3は軸方向に半ピッチずれたアウト側突出部23aを有する構成となっている。

[0018] また、アウトヨーク3は、図2、図3に示すように、溝部22には軸方向に伸びた永久磁石24が配置されている。この永久磁石24はセンタ側ヨ-

ク2の永久磁石10とは対向するように配置され、かつその極性が周方向に見て互いに逆となるようにNS着磁がなされている。さらにアウトヨーク3は、非磁性体部21に巻き回される巻線部25を有する。巻線部25を形成した後、合成樹脂などの非磁性材料で非磁性体部21を埋めるようにしてもよい。

[0019] たとえばセンタヨーク2のセンタコア11とセンタ側突出部11aは一体成形により製造され、アウトヨーク3のアウトコア23とアウト側突出部23aは一体成形により製造される。永久磁石10はセンタコア11に接着され、永久磁石24はアウトコア23に接着されているが、センタコア11やアウトコア23の材料によっては永久磁石10とセンタコア11をインサート成形またはアウトサート成形により、永久磁石24とアウトコア23をインサート成形またはアウトサート成形してもよい。

[0020] 図7は、図3に示すアウトヨーク3-1とアウトヨーク3-2との分割点からセンタヨーク2のセンタ側突出部11aの1つを周方向に展開した状態（実線）と、このセンタ側突出部11aに対向するアウトヨーク3のアウト側突出部23a-1、23a-2、23a-3、23a-4（破線）とを模式的に示している。図7の白抜き矢印は、センタヨーク2がアウトヨーク3内を移動する方向を示している。

[0021] なお、以下の説明では、説明の便宜上、図7に図示した状態に基づき、センタ側突出部11aがアウト側突出部23a-2と対向可能な部分をセンタ側突出部11aの1段目、センタ側突出部11aがアウト側突出部23a-3と対向可能な部分をセンタ側突出部11aの2段目、センタ側突出部11aがアウト側突出部23a-4と対向可能な部分をセンタ側突出部11aの3段目、センタ側突出部11aがアウト側突出部23a-1と対向可能な部分をセンタ側突出部11aの4段目と称することにより、センタ側突出部11aの部位を分けて説明することとする。

[0022] 図8は、センタ側突出部11aの2段目がアウト側突出部23a-3と対向し、センタ側突出部11aの4段目がアウト側突出部23a-1と対向し

ている状態S1を示している。このときアウト側突出部23a-2および23a-4はセンタ側突出部11aとは対向していない。

[0023] 状態S1では、図9に示すように、センタ側突出部11aの2段目と、これに対向しているアウト側突出部23a-3、およびセンタ側突出部11aの4段目と、これに対向しているアウト側突出部23a-1との間で、互いの吸引力が最大になる。反対に、状態S1では、図9に示すように、センタ側突出部11aの1段目と、これに対向していないアウト側突出部23a-2、およびセンタ側突出部11aの3段目と、これに対向していないアウト側突出部23a-4との間で、互いの吸引力が最小になる。

[0024] この状態S1では、センタ側突出部11aとアウト側突出部23a-3、23a-1とが対向しているため、センタヨーク2の永久磁石10-1および10-3の磁束は、アウトヨーク3の永久磁石24-1および24-3に吸引されやすくなり、永久磁石10-1のN極→永久磁石24-1のS極→永久磁石24-1のN極→永久磁石10-1のS極という磁路M1と、永久磁石10-3のN極→永久磁石24-3のS極→永久磁石24-3のN極→永久磁石10-3のS極という磁路M2が強い状態で形成される。また、状態S1では、センタヨーク2の永久磁石10-2および10-4の磁束は、その近くのセンタ側突出部11aがアウト側突出部23a-2、23a-4と対向していないため、突部が一部対向している隣接した位置の突部に吸引される。すなわち永久磁石10-2、10-4の磁束はアウトヨーク3の永久磁石24-1および24-3に吸引されるので、永久磁石10-4のN極→永久磁石24-1のS極→永久磁石24-1のN極→永久磁石10-2のS極→永久磁石10-2のN極→永久磁石24-3のS極→永久磁石10-4のS極という磁路M3、M4が形成される。

[0025] また、状態S1において、アウト側突出部23a-2および23a-4は、センタ側突出部11aと対向していないので、アウトヨーク3-2および3-4にある永久磁石24-2および24-4の磁束はそれぞれアウトヨーク3-2および3-4から外に出ず、巻線部25-2を通過する磁路M5およ

び巻線部25-4を通過する磁路M6を形成する。

[0026] ここで状態S1における巻線部25-1および25-3に係る磁束密度に着目すると、これらの巻線部25-1および25-3に係る磁束密度は、磁束がセンタヨーク2側に吸引されているために最小になる。一方、状態S1における巻線部25-2および25-4に係る磁束密度に着目すると、これらの巻線部25-2および25-4に係る磁束密度は、磁路M5、M6による磁束がそれぞれアウトヨーク3-2および3-4から外に出る程度がきわめて少なくなり各磁束密度は最大になる。

[0027] 続いて状態S2では、図10に示すように、センタ側突出部11aに対し、全てのアウト側突出部23a-1~23a-4が均等に対向している。しかしながらセンタ側突出部11aとアウト側突出部23a-1~23a-4との対向面積は、それぞれのアウト側突出部23a-1~23a-4において面積の半分ずつになる。これによれば、図11に示すように、アウトヨーク3-1および3-3とセンタヨーク2との間で磁束の少ない磁路M10、M11、M12、M13が形成される。この磁路M10は、図9に示す磁路M1に相当し、磁路M11は磁路M2に相当し、磁路M12は磁路M3に相当し、磁路M13が磁路M4に相当する。さらに、図11に示すように、アウトヨーク3-2および3-4とセンタヨーク2との間で磁束の少ない磁路M14、M15、M16、M17が形成される。この各磁路M14、M15、M16、M17は、磁路M10、M11、M12、M13とほぼ同様な強度となっている。

[0028] 状態S2における巻線部25-1~25-4に係る磁束密度に着目すると、これらの巻線部25-1~25-4に係る磁束密度はほぼ均等になる。これにより、状態S1で最大の磁束密度であった巻線部25-1および25-3の磁束密度は減少し、状態S1で最小の磁束密度であった巻線部25-2および25-4の磁束密度は増加する。すなわち、磁路M5、M6は、約半分の磁束強度となる磁路M5a、M6aとなり巻線部25-1、25-3には新たな磁路であり磁路M5a、M6aと同じ程度の磁束密度になる磁路M

7 a、M 8 a が形成される。

[0029] さらに図 1 2 は、センタ側突出部 1 1 a の 1 段目がアウト側突出部 2 3 a - 2 と対向し、センタ側突出部 1 1 a の 3 段目がアウト側突出部 2 3 a - 4 と対向している状態 S 3 を示している。このときアウト側突出部 2 3 a - 1 および 2 3 a - 3 はセンタ側突出部 1 1 a とは対向していない。

[0030] このような状態 S 3 では、図 1 3 に示すように、センタ側突出部 1 1 a の 1 段目および 3 段目と、これに対向しているアウト側突出部 2 3 a - 2 および 2 3 a - 4 との間で、互いの吸引力が最大になる。このため磁路 M 1 4 は強い磁束密度をもつ磁路 M 2 0 となり、同様に弱い磁路 M 1 5 は強い磁路 M 2 1 となる。反対に、状態 S 3 では、図 1 3 に示すように、センタ側突出部 1 1 a の 2 段目および 4 段目と、これに対向していないアウト側突出部 2 3 a - 1 および 2 3 a - 3 との間で、互いの吸引力が最小になる。この状態 S 3 は、状態 S 1 を機械角度で 9 0 度回転させた状態である。また、この状態 S 3 は、状態 S 1 を電氣的に 1 8 0 度前進させた状態である。

[0031] このような状態 S 3 における巻線部 2 5 - 2 および 2 5 - 4 に係る磁束密度に着目すると、これらの巻線部 2 5 - 2 および 2 5 - 4 に係る磁束は、センタヨーク 2 側に吸引されているために最小になる（図 1 3 では図示省略）。一方、状態 S 3 における巻線部 2 5 - 1 および 2 5 - 3 に係る磁束密度に着目すると、センタ側突出部 1 1 a とアウト側突出部 2 3 a - 1 および 2 3 a - 3 が対向していないため、永久磁石 2 4 - 1 および 2 4 - 3 の磁束は、アウトヨーク 3 - 1 および 3 - 3 から漏れる程度が非常に少なくなるので、巻線部 2 5 - 1 および 2 5 - 3 の磁束密度は最大になる。このとき、弱い磁束密度であった磁路 M 7 a は、強い磁束密度を有する磁路 M 7 となり、同様に弱い強度の磁路 M 8 a は強い強度の磁路 M 8 となる。

[0032] 以上の図 8 ~ 図 1 3 で説明したように、センタヨーク 2 がアウトヨーク 3 内を図 7 の白抜き矢印の方向（すなわち図 7 の右から左）に移動することにより、巻線部 2 5 - 1 ~ 2 5 - 4 の磁束密度が最小と最大の間を繰り返す。これにより巻線部 2 5 - 1 ~ 2 5 - 4 には、磁束密度の変化を妨げる方向に

電流が発生する。また、図7の左端まで到達したセンタ側突出部11が図7の左から右の方向に移動する際にも同様に、巻線部25-1~25-4の磁束密度が最小と最大の間を繰り返す。これにより巻線部25-1~25-4には、磁束密度の変化を妨げる方向に電流が発生する。このようにしてセンタヨーク2がアウトヨーク3内を往復運動することにより発電機1は連続して発電を行うことができる。

[0033] 図14は、センタヨーク2のセンタ側突出部11aとアウトヨーク3のアウト側突出部23a-1~23a-4との位置関係を、上述した状態S1, S2, S3がS1→S2→S3と遷移する過程について時刻t1~t5の経過と共に示している。また、図15は、図14に示す時刻t1~t5のそれぞれの時点における発電機1の巻線部25-1, 25-2に発生する電流の状態を示している。なお、巻線部25-3の電流波形は、巻線部25-1と同じであり、巻線部25-4の電流波形は、巻線部25-2と同じであるため説明は省略する。図14に示すように、センタヨーク2が一定の速度でアウトヨーク3内を移動することによって、図15に示すように、巻線部25-1, 25-2には正弦波の電流波形が発生する。

[0034] たとえば図14において、時刻t1は、図9に示す状態S1に対応している。時刻t1は、センタヨーク2のセンタ側突出部11の2段目とアウトヨーク3のアウト側突出部23-3とが対向し、巻線部25-2の周囲の磁束密度は最大となり、その後、減少していく。このため、巻線部25-2には、その変化を妨げる方向の磁力線を発生させる電流がワイヤをある方向に流れ始める。この方向を仮にプラスとすると、プラス電流が流れ始める。この点は、図15では、W11として示される。一方、巻線部25-1の周囲の磁束密度は最小となり、その後は増加していくため、その変化を妨げる方向の磁力線を発生させる電流がワイヤを流れる。その流れる方向は巻線部25-2とは逆方向になる。この方向は上述のプラスに対してマイナスとなる。この点は、図15ではW21として示される。このとき、センタヨーク2のセンタ側突出部11の2段目はアウトヨーク3のアウト側突出部23-3と

の間で、最大の吸引力を発生させている。

[0035] よって、時刻  $t_1$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-1、25-2 において、電流の流れる方向の逆転が発生するため、交流曲線のプラス、マイナスの中間点となる。すなわち、時刻  $t_1$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-1、25-2 において、プラス側の電流もマイナス側の電流も発生しない（電流の最小値 = 0 アンペア）。

[0036] また、図 15 において、時刻  $t_5$  は、図 13 に示す状態 S3 に対応している。時刻  $t_5$  は、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 の 1 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23-2 とが対向し、巻線部 25-2 の周囲の磁束密度は最小となり、その後、増加していく。このため、巻線部 25-2 には、その変化を妨げる方向の磁力線を発生させる電流がワイヤをある方向に流れ始める。この方向は、上述の基準に従うとプラスとなる。この点は、図 15 では、W12 として示される。一方、巻線部 25-1 の周囲の磁束密度は最大となり、その後は減少していく。このため、巻線部 25-1 には、その変化を妨げる方向の磁力線を発生させる電流がワイヤを流れる。その流れる方向は巻線部 25-2 とは逆方向になる。この方向は上述のプラスに対してマイナスとなる。この点は、図 15 では W22 として示される。このとき、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 の 1 段目はアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23-2 との間で、最大の吸引力を発生させている。

[0037] よって、時刻  $t_5$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-2 において、プラス側の最大値 (W12) の電流が発生し、巻線部 25-1 において、マイナス側の最大値 (W22) の電流が発生する。

[0038] 時刻  $t_3$  は、図 11 に示す状態 S2 に対応している。時刻  $t_3$  は、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 の半分とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23-1 ~ 23-4 の半分とが対向している。時刻  $t_3$  は、状態 S1 から状態 S3 に遷移する過程の中間点である。よって、時刻  $t_3$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-1、25-2 において、正側および負側での最大値と最小値 (= 0 アンペア) の略中間値の電流が発生する。

- [0039] 時刻  $t_2$ 、 $t_4$  は、それぞれ状態  $S_1$  から  $S_2$ 、 $S_2$  から  $S_3$  に遷移する過程である。よって、時刻  $t_2$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-1、25-2 において、それぞれ状態  $S_1$  で発生する電流値（0 アンペア）と状態  $S_2$  で発生する電流値との略中間値の電流が発生する。また、時刻  $t_4$  では、図 15 に示すように、巻線部 25-1、25-2 において、それぞれ状態  $S_2$  で発生する電流値と状態  $S_3$  で発生する電流値（最大値）との略中間値の電流が発生する。
- [0040] このようにして、時刻  $t_1 \sim t_5$  では、巻線部 25-1、25-2 で発生する正弦波状の電流波形のうちの 4 分の 1 周期分の電流が発生する。すなわち、発電機 1 のセンタヨーク 2 が一定の速度で移動している場合、時刻  $t_1 \sim t_5$  の時間の 4 倍の時間で、巻線部 25-1、25-2 で発生する正弦波状の電流波形の 1 周期分が終了する。
- [0041] なお、上述した巻線部 25-1、25-2 の説明は、巻線部 25-1 を巻線部 25-3、巻線部 25-2 を巻線部 25-4 にそれぞれ置き換えても同様である。
- [0042] よって、巻線部 25-1 および 25-3 では互いに同じ方向に同じ強さの電流が発生し、巻線部 25-2 および 25-4 では、巻線部 25-1 および 25-3 とは逆方向になるが、互いに同じ方向に同じ強さの電流が発生している。そこで、巻線部 25-1 ~ 25-4 を適直接続して同方向の電流が得られるようにすることで、図 1 で示した出力端子 4 から出力することにより発電機 1 は電力を発生することができる。また、必要によっては、180 度周期が異なる 2 つの電流を取り出すようにしてもよい。
- [0043] ここで、一般的なリニア発電装置でコギングが発生する原因を考えると、センタヨーク 2 側とアウトヨーク 3 側との間の吸引力もしくは反発力がセンタヨークの位置によって変化することが原因である。これに対し、発電機 1 では、時刻  $t_1 \sim t_5$  のいずれの時刻においても突出部同士の間面積は変化しない。すなわち、センタヨーク 2 とアウトヨーク 3 との位置関係に係わらずセンタヨーク 2 のセンタ側突出部 11a とアウトヨーク 3 のアウト

側突出部 23 a-1 ~ 23 a-4 との対向面積は常に一定で、かつセンタ側突出部 11 a とアウトヨーク 3 の突出していない部分との対向面積は常に一定である。このため、センタヨーク 2 とアウトヨーク 3 との間の吸引力は常に一定になる。

[0044] たとえば、時刻  $t_1$  (状態 S1) においては、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の 2 段目および 4 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-3 および 23 a-1 とは、アウト側突出部 23 a-1 および 23 a-3 の最大の面積で対向して最大の吸引力で引き合っている。その一方で、アウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-2 および 23 a-4 は、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の一部の面積も対向しておらず吸引力は最小である。このことからセンタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-1 ~ 23 a-4 との間の吸引力の強さは、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-1 ~ 23 a-4 との間の対向面積部分の強さと非対向面積部分の強さの合計に依存すると考えることができる。

[0045] そこでアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-1 ~ 23 a-4 がセンタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a と対向する際の面積の最大値を  $Q \text{ cm}^2$  (平方センチメートル) とし、 $1 \text{ cm}^2$  単位当たりの吸引力の強さを  $P_1$  とすると、時刻  $t_1$  において、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の 2 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-3 との間の対向面積は  $Q \text{ cm}^2$  で吸引力は  $Q \times P_1$  となる。また、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の 4 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-1 との間の対向面積も  $Q \text{ cm}^2$  で吸引力は  $Q \times P_1$  となる。また、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の 1 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-2 との間の非対向面積およびセンタヨーク 2 のセンタ側突出部 11 a の 3 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 23 a-4 との間の非対向面積はそれぞれ  $Q \text{ cm}^2$  で非対向部分の  $1 \text{ cm}^2$  単位当たりの吸引力の強さを  $P_2$  とすると吸引力はそれぞれ  $Q \times P_2$  となる。よって、時刻  $t_1$  におけるセンタヨーク 2 とアウトヨーク 3 と

の間の各突出部 1 1 a、2 3 a-1 ~ 2 3 a-4 の吸引力は「 $2 Q \times P 1 + 2 Q \times P 2 = 2 Q (P 1 + P 2)$ 」である。

[0046] 同じように、時刻 t 2 においては、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a の 1 段目および 3 段目の周方向の 4 分の 1 とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-2 および 2 3 a-4 の周方向の 4 分の 1 とが対向し、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a の 2 段目と 4 段目の 4 分の 3 とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-3 および 2 3 a-1 の周方向の 4 分の 3 とが対向して互いに引き合っている。

[0047] ここで、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a の 1 段目および 3 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-2 および 2 3 a-4 との間の対向面積はそれぞれ  $(1/4) Q c m^2$ 、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a の 2 段目および 4 段目とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-3 および 2 3 a-1 との間の対向面積はそれぞれ  $(3/4) Q c m^2$  である。よって、時刻 t 2 におけるセンタヨーク 2 とアウトヨーク 3 との間の各突出部 1 1 a、2 3 a-1 ~ 2 3 a-4 の対向する部分の吸引力の総和は、

$$\begin{aligned} & (1/4) Q c m^2 \times P 1 + (1/4) Q c m^2 \times P 1 + (3/4) Q c m^2 \times P 1 \\ & + (3/4) Q c m^2 \times P 1 \\ & = (8/4) Q c m^2 \times P 1 \\ & = 2 Q c m^2 \times P 1 \end{aligned}$$

である。一方、非対向部分の吸引力は、同様に計算して、 $2 Q c m^2 \times P 2$  となる。よって時刻 t 2 においても吸引力は、時刻 t 1 と同じように「 $2 Q \times P 1 + 2 Q \times P 2 = 2 Q (P 1 + P 2)$ 」となる。

[0048] 同じように、時刻 t 3 においては、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a の周方向の 2 分の 1 とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-1 ~ 2 3 a-4 の周方向の 2 分の 1 とが対向とが対向して互いに強く引き合っている。

[0049] ここで、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a-1 ~ 2 3 a-4 との間の対向面積は、それぞれ  $(1/2$

)  $Q c m^2$ である。よって、時刻  $t_3$ におけるセンタヨーク2とアウトヨーク3との間の各突出部  $11a$ 、 $23a-1 \sim 23a-4$ の対向する部分の吸引力の総和は、

$$\begin{aligned} & (1/2) Q c m^2 \times P_1 + (1/2) Q c m^2 \times P_1 + (1/2) Q c m^2 \times P_1 \\ & + (1/2) Q c m^2 \times P_1 \\ & = (4/2) Q c m^2 \times P_1 \\ & = 2 Q c m^2 \times P_1 \end{aligned}$$

である。一方、非対向部分、すなわちアウトヨーク3のアウト側突出部  $23a-1 \sim 23a-4$ ではない部分とセンタヨーク2のセンタ側突出部  $11a$ が対向している部分の吸引力はその面積が  $2 Q c m^2$ となるので、 $2 Q c m^2 \times P_2$ となる。よって、時刻  $t_3$ においての吸引力の総和は時刻  $t_1$ 、 $t_2$ と同じように  $2 Q (P_1 + P_2)$ となる。

[0050] 同じように、時刻  $t_4$ においては、センタヨーク2のセンタ側突出部  $11a$ の1段目および3段目の周方向の4分の3とアウトヨーク3のアウト側突出部  $23a-2$ および  $23a-4$ の周方向の4分の3とが対向し、センタヨーク2のセンタ側突出部  $11a$ の2段目および4段目の周方向の4分の1とアウトヨーク3のアウト側突出部  $23a-3$ および  $23a-1$ の周方向の4分の1とが対向して互いに強く引き合っている。

[0051] ここで、センタヨーク2のセンタ側突出部  $11a$ の1段目および3段目とアウトヨーク3のアウト側突出部  $23a-2$ および  $23a-4$ との間の対向面積は、それぞれ  $(3/4) Q c m^2$ であり、センタヨーク2のセンタ側突出部  $11a$ の2段目および4段目とアウトヨーク3のアウト側突出部  $23a-3$ および  $23a-1$ との間の対向面積は、それぞれ  $(1/4) Q c m^2$ である。よって、時刻  $t_4$ におけるセンタヨーク2とアウトヨーク3との間の各突出部  $11a$ 、 $23a-1 \sim 23a-4$ の完全に対向している部分の面積の総和は、

$$(3/4) Q c m^2 + (3/4) Q c m^2 + (1/4) Q c m^2 + (1/4) Q c m^2$$

$$= (8 / 4) Q c m^2$$

$$= 2 Q c m^2$$

である。このため突出部同士が対向していることによる吸引力は「 $2 Q \times P 1$ 」となる。一方、センタヨーク2のセンタ側突出部1 1 aがアウトヨーク3のアウト側突出部2 3 a - 1 ~ 2 3 a - 4と対向していない非対向部分の面積はやはり $2 Q c m^2$ となり、全体の吸引力は時刻 $t 1$ ,  $t 2$ ,  $t 3$ と同じく「 $2 Q (P 1 + P 2)$ 」となる。

[0052] 同じように、時刻 $t 5$ （状態S3）においては、センタヨーク2のセンタ側突出部1 1 aの1段目および3段目とアウトヨーク3のアウト側突出部2 3 a - 2および2 3 a - 4とは対向して互いに強く引き合っているが、アウトヨーク3のアウト側突出部2 3 a - 3および2 3 a - 1は、センタヨーク2のセンタ側突出部1 1 aとは対向していない。このときのセンタヨーク2のセンタ側突出部1 1 aの1段目および3段目とアウトヨーク3のアウト側突出部2 3 a - 2および2 3 a - 4との間の対向面積は、それぞれ $Q c m^2$ である。よって、時刻 $t 5$ におけるセンタヨーク2とアウトヨーク3との間の各突出部1 1 a、2 3 a - 1 ~ 2 3 a - 4の完全に対向している部分の面積の総和は、

$$Q c m^2 + Q c m^2 = 2 Q c m^2$$

である。このため突出部同士が対向していることによる吸引力は「 $2 Q \times P 1$ 」となる。一方、センタヨーク2のセンタ側突出部1 1 aの2段目および4段目がアウトヨーク3のアウト側突出部2 3 a - 3および2 3 a - 1と対向していない非対向部分の面積はやはり $2 Q c m^2$ となり、全体の吸引力は時刻 $t 1$ ,  $t 2$ ,  $t 3$ ,  $t 4$ と同じく「 $2 Q (P 1 + P 2)$ 」となる。

[0053] このように、図14における時刻 $t 1$  ~  $t 5$ のいずれの時刻においてもセンタヨーク2とアウトヨーク3との間の各突出部1 1 a、2 3 a - 1 ~ 2 3 a - 4での吸引力の総和は、「 $2 Q c m^2 \times (P 1 + P 2)$ 」であり変わらない。時刻 $t 1$  ~  $t 5$ で発生する電流波形は、巻線部2 5 - 1 ~ 2 5 - 4で発生する正弦波状の電流波形のうちの4分の1周期分の電流波形であるが、正

弦波は、この4分の1周期分の電流波形が正負方向を変えながら連続するものである。したがって、巻線部25-1~25-4で発生する正弦波状の電流波形のいずれの部位においてもセンタヨーク2のセンタ側突出部11aとアウトヨーク3のアウト側突出部23a-1~23a-4との間の吸引力は常に一定になることは自明である。このことは、センタヨーク2とアウトヨーク3との位置関係がどのようなであってもセンタヨーク2とアウトヨーク3との間の吸引力は常に一定であることを意味している。これにより発電機1においては、コギングは発生しないことがわかる。

[0054] また、このようにコギングが発生しない発電機1では、外部からセンタヨーク2に加えられる往復運動（振動）が、コギングトルクによって減ぜられることなく、そのほとんどが発電のためのトルクとして使用されるため、効率の高い発電を行うことができる。

[0055] （その他の実施の形態）

上述した実施の形態は、その要旨を逸脱しない限り、様々に変更が可能である。たとえば、空洞部12および非磁性体部21は、中空とせず、非磁性体、たとえばアルミや樹脂材を埋め込む構成としてもよい。また、各突出部11a、23a-1~23a-4はセンタヨーク2およびアウトヨーク3の本体と一体成形されているとして説明したが、各突出部11a、23a-1~23a-4は一体成形とせず、別部材として各本体に接着などで固定するようにしてもよい。

[0056] また、上述の実施の形態では、アウトヨーク3のアウト側突出部23a-1および23a-3とアウト側突出部23a-2および23a-4とが軸方向に互いに半ピッチずれるとして説明した。これに対し、センタヨーク2のセンタ側突出部11aが永久磁石10を境にして軸方向に半ピッチずれるようにし、アウトヨーク3のアウト側突出部23a-1~23a-4のピッチのずれは無くしてもよい。これによっても上述の実施の形態と同様な動作、作用効果を達成することができる。

[0057] また、図4に示すセンタヨーク2の軸方向の長さ、および図5、図6に示

すアウトヨーク 3 の軸方向の長さは、これに限定されるものではない。すなわち、最小の軸方向の長さは、センタヨーク 2 のセンタ側突出部 1 1 a とアウトヨーク 3 のアウト側突出部 2 3 a のいずれか一方が 1 段となり、他方が半ピッチずれた状態で 2 段となる構成であれば発電機 1 を構成することができる。

[0058] また、巻線部 2 5 - 1 ~ 2 5 - 4 を軸方向に複数並列に設けてもよい。すなわち上述したように、発電機 1 の最小の軸方向の長さに対して 1 組の巻線部 2 5 - 1 ~ 2 5 - 4 を設け、これを複数段に積み重ねるようにしてもよい。これによれば段数（長さ）に応じて発電量を変えることができる。

[0059] また、上述の発電機 1 は、センタヨーク 2 が往復運動（振動）するとして説明したがセンタヨーク 2 を固定しておき、アウトヨーク 3 が往復運動してもよい。また、センタヨーク 2 およびアウトヨーク 3 は軟磁性体が好ましいが単なる磁性体としてもよい。また、アウトコア 2 3 と永久磁石 2 4 とがインサート成形などで一体成形されるときは溝部 2 2 が形成されないが、そのような一体形成の場合を含めて該当部分を溝部と称する。

[0060] また、図 1 6 に示すように、アウトヨーク 3 A に、永久磁石を有さない発電機 1 A を構成することもできる。すなわち、発電機 1 A は、発電機 1 のアウトヨーク 3 から永久磁石 2 4 を取り去った後の溝部 2 2 を非磁性体部として利用するようにしたものである。なお、アウトヨーク 3 から永久磁石 2 4 を取り去った後の空間には、樹脂を充填したり非磁性体であるアルミニウムなどを充填してもよい。発電機 1 A は、上述した実施の形態に係る発電機 1 と同様に動作するが、アウトヨーク 3 A に永久磁石を有さないので、電流の波形は、巻線部 2 5 - 1、2 5 - 2 で図 1 5 に示すものとはそれぞれ反転する。

[0061] たとえば、図 1 6 に示す状態は、発電機 1 における図 9 に示した状態 S 1 に対応している。発電機 1 において、図 9 に示した状態 S 1 の場合を考えると、発電機 1 では、アウトヨーク 3 - 1 に永久磁石 2 4 - 1 を有するため、永久磁石 2 4 - 1 の磁束がセンタヨーク 2 側に吸引されるので、巻線部

25-1を通過する磁束密度は最小になる。これに対し、発電機1Aでは、アウトヨーク3-1に永久磁石が無いため、センタヨーク2の永久磁石10-1の磁束が対向しているアウト側突出部23a-1を介して永久磁石10-1からの磁束がアウトヨーク3-1側に入り込む磁路M30が形成される。これにより巻線部25-1の周囲の磁束密度は最大になる。同様に永久磁石10-3からの磁束による磁路M31が形成される。さらには永久磁石10-2、10-4からの磁束による磁路M32、M33が形成される。

[0062] このように、発電機1と発電機1Aとを比較すると、巻線部25-1における磁束密度の最大最小の状態が逆転していることがわかる。これは他の巻線部25-2～25-4についても同様である。よって、発電機1と発電機1Aとでは、図15に示す電流の波形は反転する。

[0063] また、センタヨーク2は、図17に示すように、永久磁石10が入り込む部分に隣接するセンタコア11をつなぐつなぎ部11bを設けるようにしてもよい。同様に、アウトヨーク3の溝部22に、アウトコア23をつなぐつなぎ部を設けてもよい。さらに永久磁石10、24はそれぞれ等間隔で配置されているが、各磁石が対向するように配置するのが好ましいため、それぞれは等間隔でない配置とし、かつ永久磁石10と永久磁石24とが対向するように配置してもよい。また、永久磁石10と永久磁石24は、完全に対向するように配置することが好ましいが、若干ずれて配置してもよい。

[0064] また、上述の各実施の形態では、センタヨーク2が巻線部25を有するアウトヨーク3内を相対移動するインナータイプとしているが、巻線部25を有する部分がインナ側となる OUTERタイプとしてもよい。この場合、センタヨーク2は、アウトヨーク3の外側を相対移動することとなる。さらに各実施の形態では巻線部25が非磁性体部21の1個毎に1個配置されているが、巻線部25は適宜の数としてよい。たとえば、第一の実施の形態の発電機1において1つの巻線部25-1のみとしたり、2つの巻線部25-1、25-3のみとしたり、2つの巻線部25-1、25-2のみとしたりしてもよい。さらには1つの非磁性体部21に2つの巻線部を設けてもよい。

## 符号の説明

[0065] 1, 1 A…発電機、2…センタヨーク、3…アウトヨーク、4…出力端子、1 0、2 4…永久磁石、1 1…センタコア、1 1 a…センタ側突出部、1 2…空洞部、2 1…非磁性体部、2 2…溝部、2 3…アウトコア、2 3 a…アウト側突出部、2 5…巻線部

## 請求の範囲

### [請求項1]

円柱状または円筒状であって、前記円柱状または円筒状の外周には軸方向に長く周方向にN S着磁がなされた棒状の複数の永久磁石を周方向に、かつ隣接する前記永久磁石の対向する磁極が同極となるように配置すると共に周方向に一直線状に配置される複数のセンタ側突出部を有する軟磁性体からなるセンタヨークと、

円筒状または円柱状であって、中心軸を中心として周方向に配置される複数の巻線部と、前記永久磁石に対向する位置に配置される複数の溝部と、前記センタ側突出部に対向して軸方向に半ピッチずれて配置されると共に前記溝部を周方向に挟むアウト側突出部と、を有する軟磁性体からなるアウトヨークと、

を有する、

ことを特徴とするリニア発電装置。

### [請求項2]

円柱状または円筒状であって、前記円柱状または円筒状の外周には軸方向に長く周方向にN S着磁がなされた棒状の複数の永久磁石を周方向に、かつ隣接する前記永久磁石の対向する磁極が同極となるように配置すると共に周方向に配置される複数のセンタ側突出部を有し、前記永久磁石を挟む前記センタ側突出部の設置位置が隣接するものの間で軸方向に半ピッチずれて配置されるセンタヨークと、

円筒状または円柱状であって、中心軸を中心として周方向に配置される複数の巻線部と、前記永久磁石に対向する位置に配置される複数の溝部と、前記センタ側突出部に対向して周方向に一直線状に配置されると共に前記溝部を周方向に挟むアウト側突出部と、を有するアウトヨークと、

を有する、

ことを特徴とするリニア発電装置。

### [請求項3]

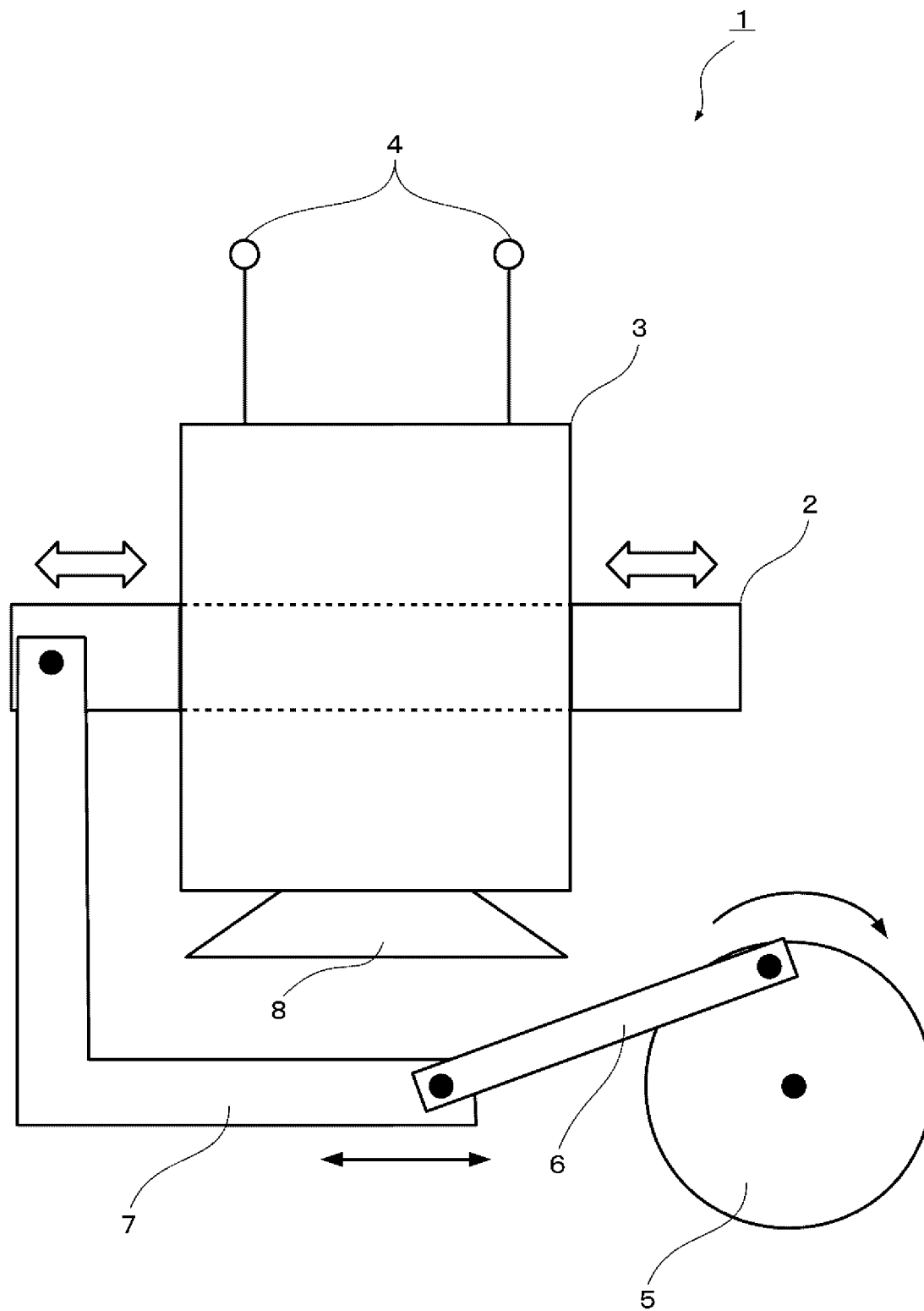
請求項1または2記載のリニア発電装置であって、

前記溝部には軸方向に沿って配置されると共に対向する前記センタ

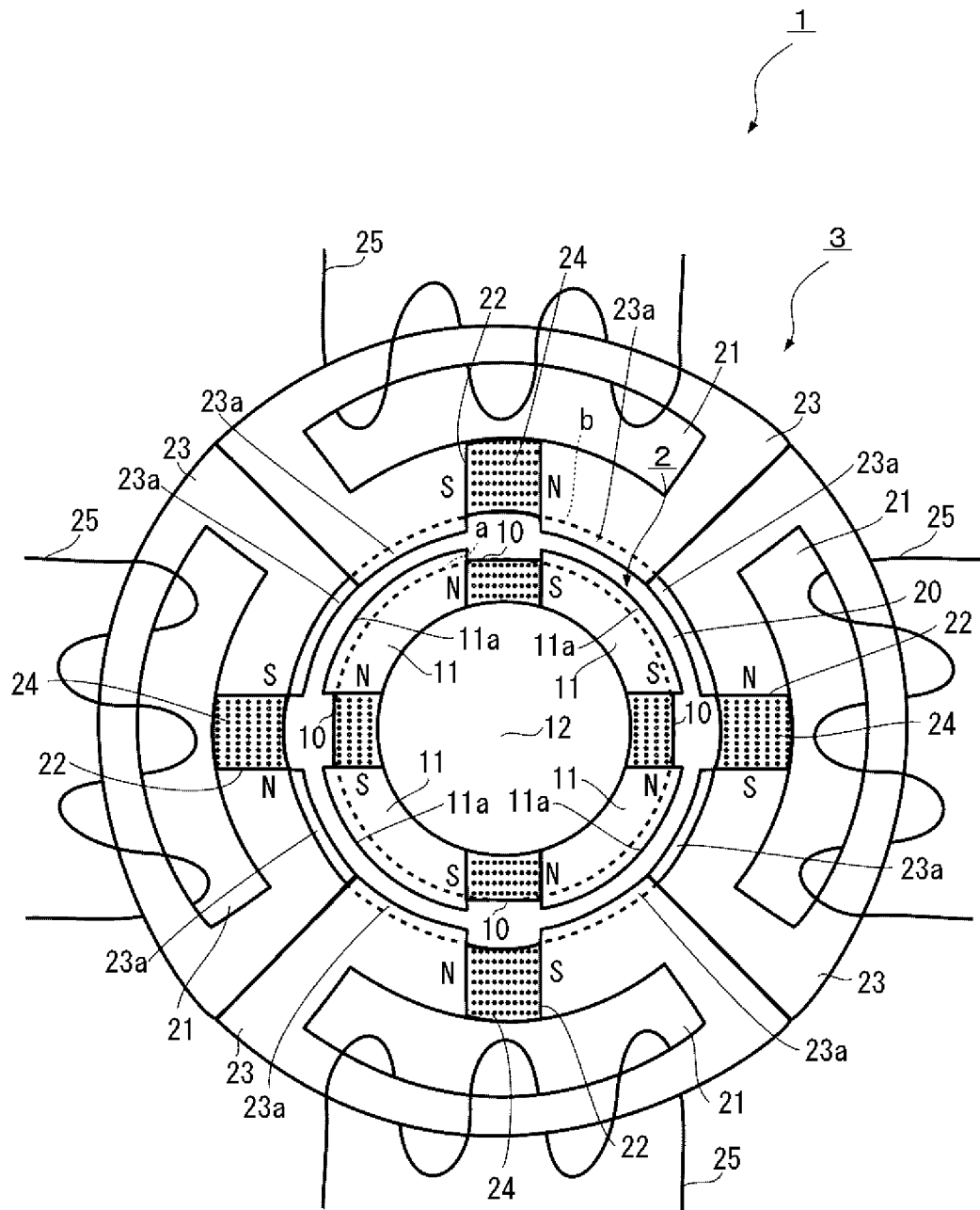
側ヨークの永久磁石とは反対の極性となるようにN S着磁がなされた永久磁石が配置される、

ことを特徴とするリニア発電装置。

[図1]

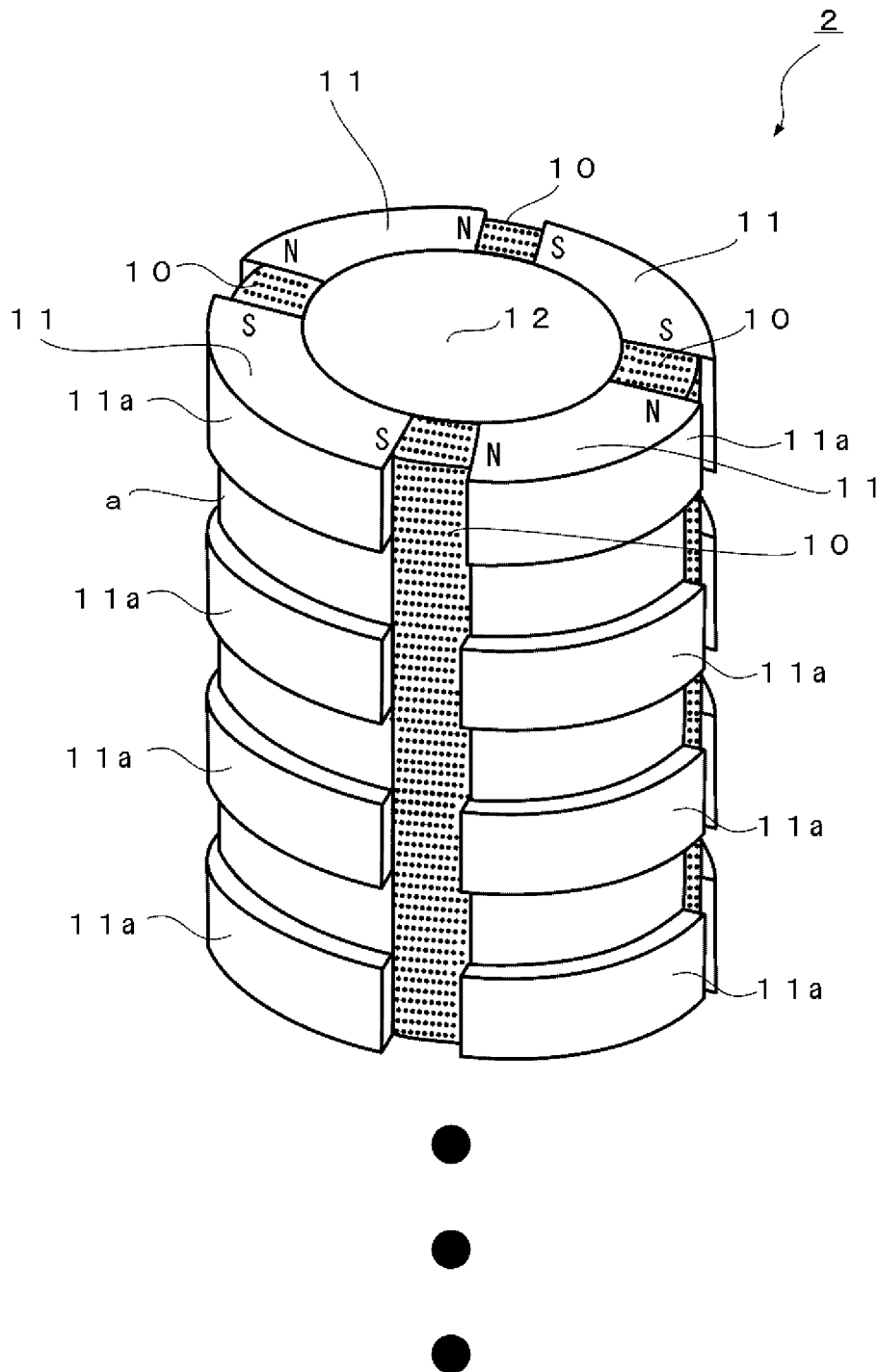


[図2]

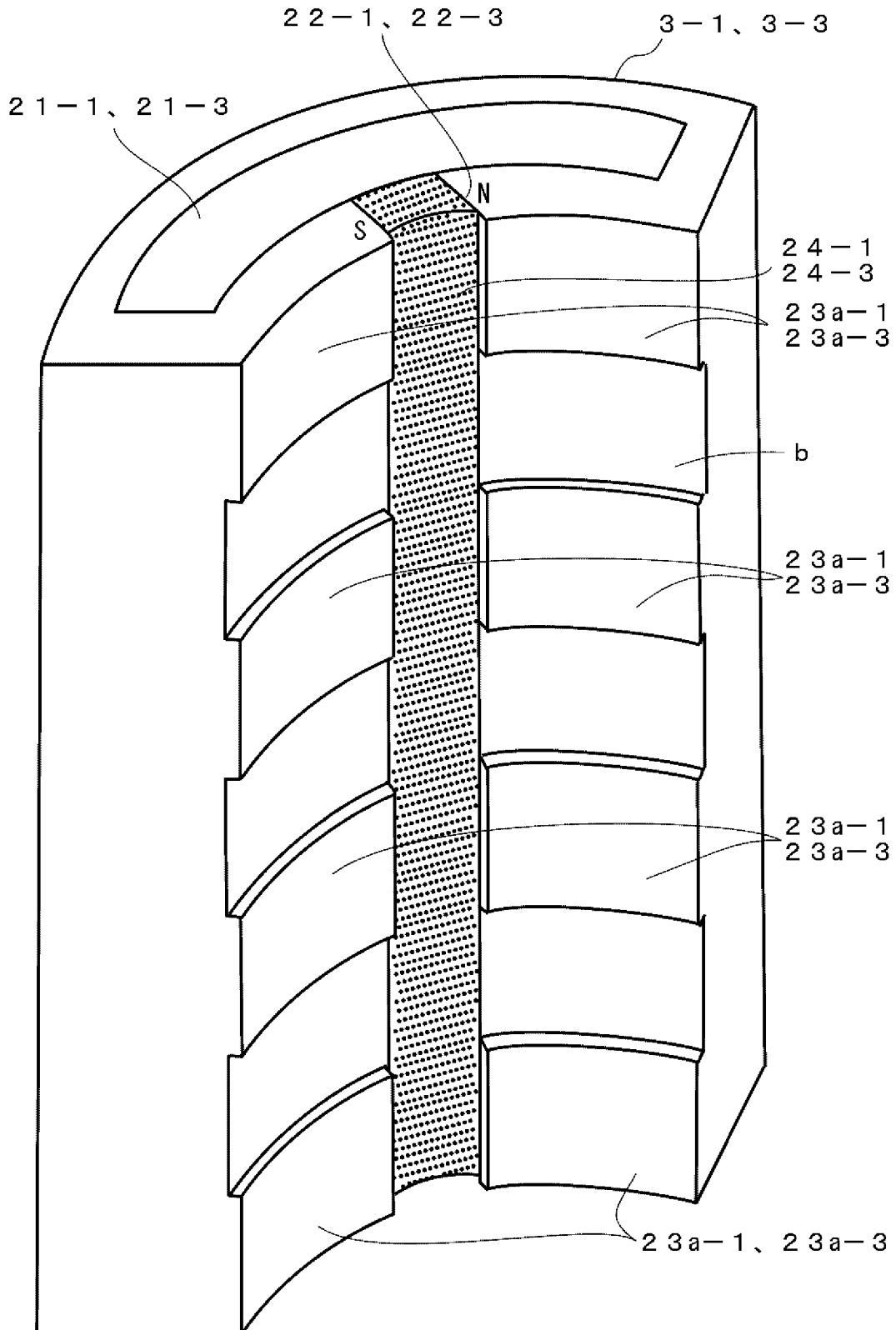




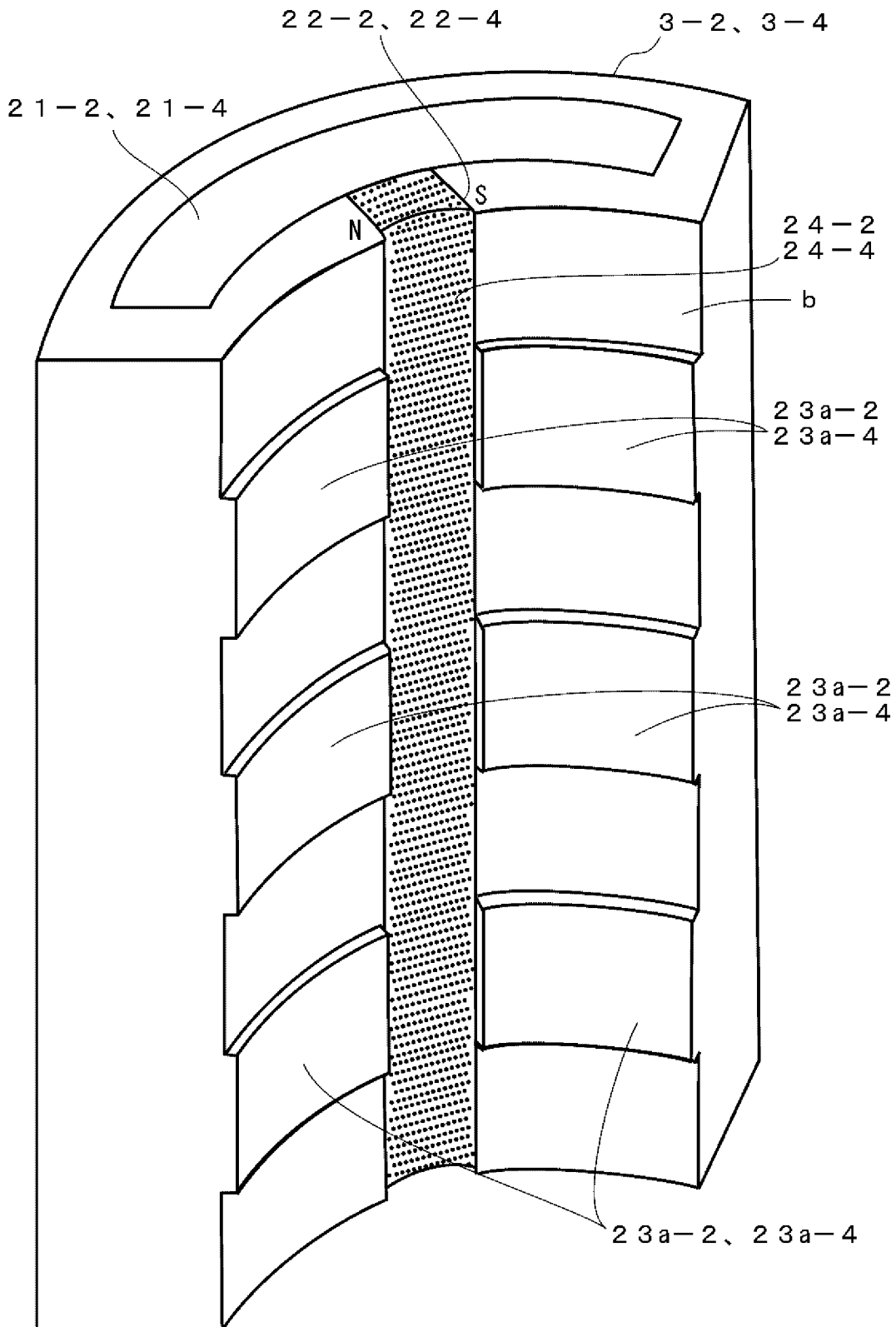
[図4]



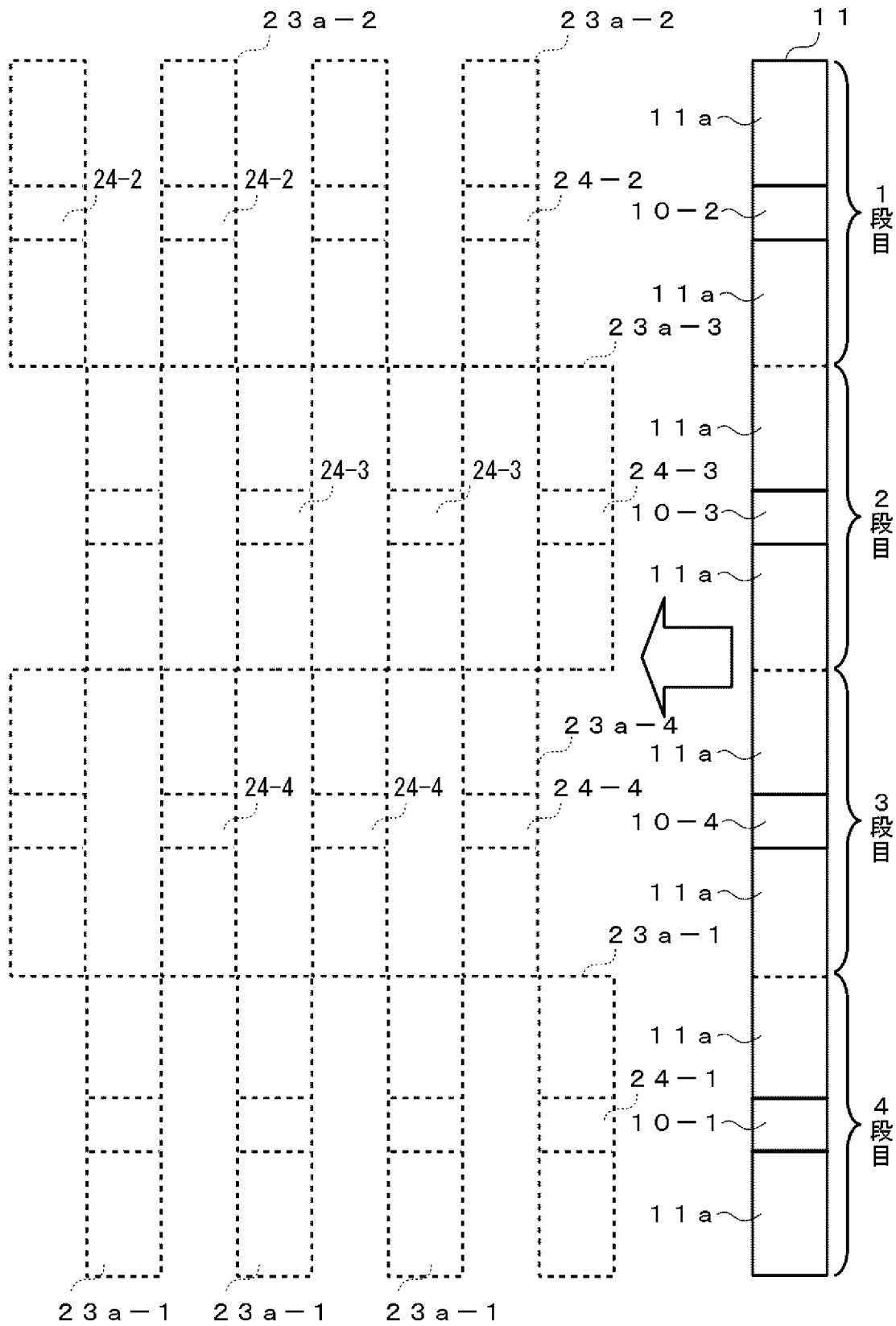
[図5]



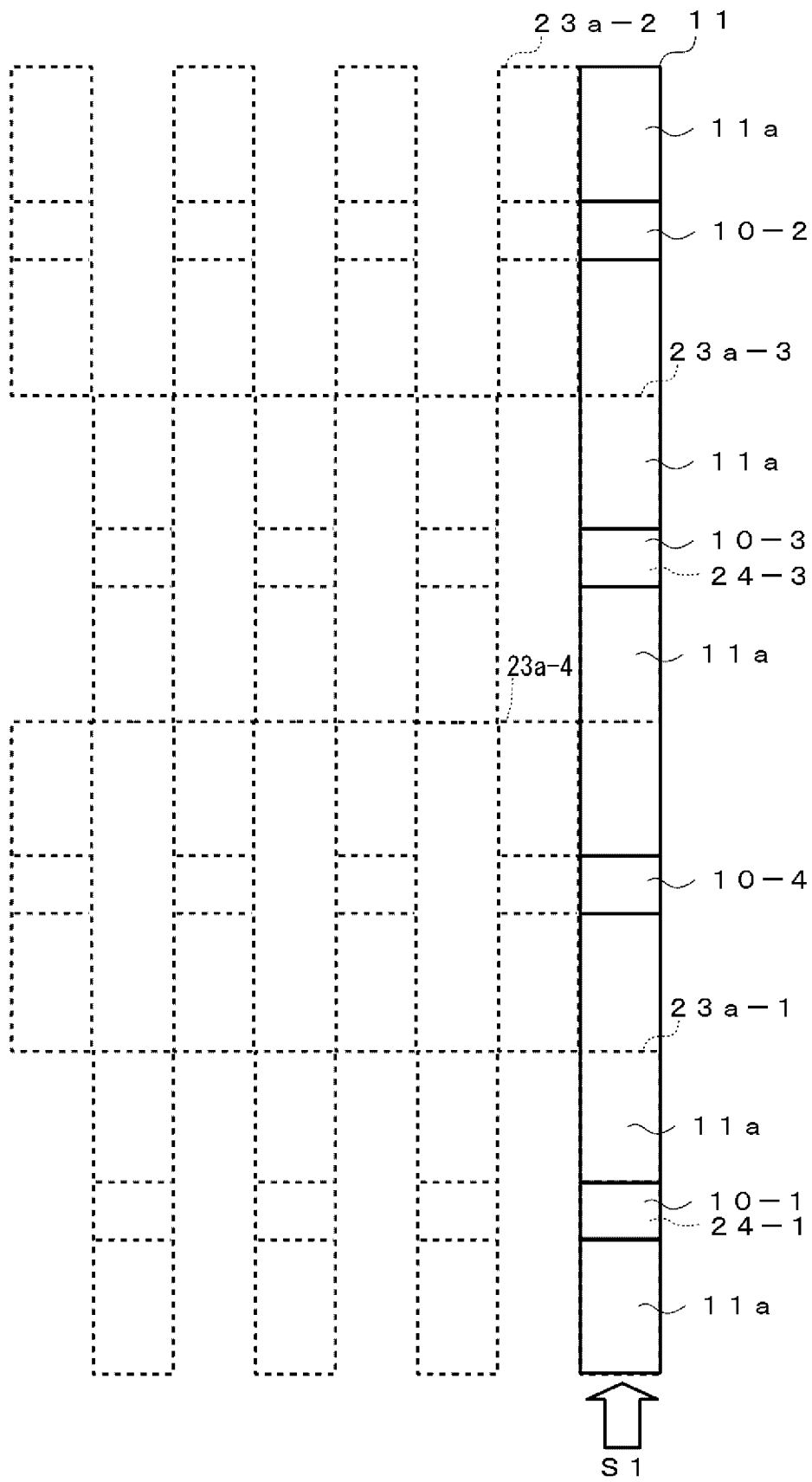
[図6]



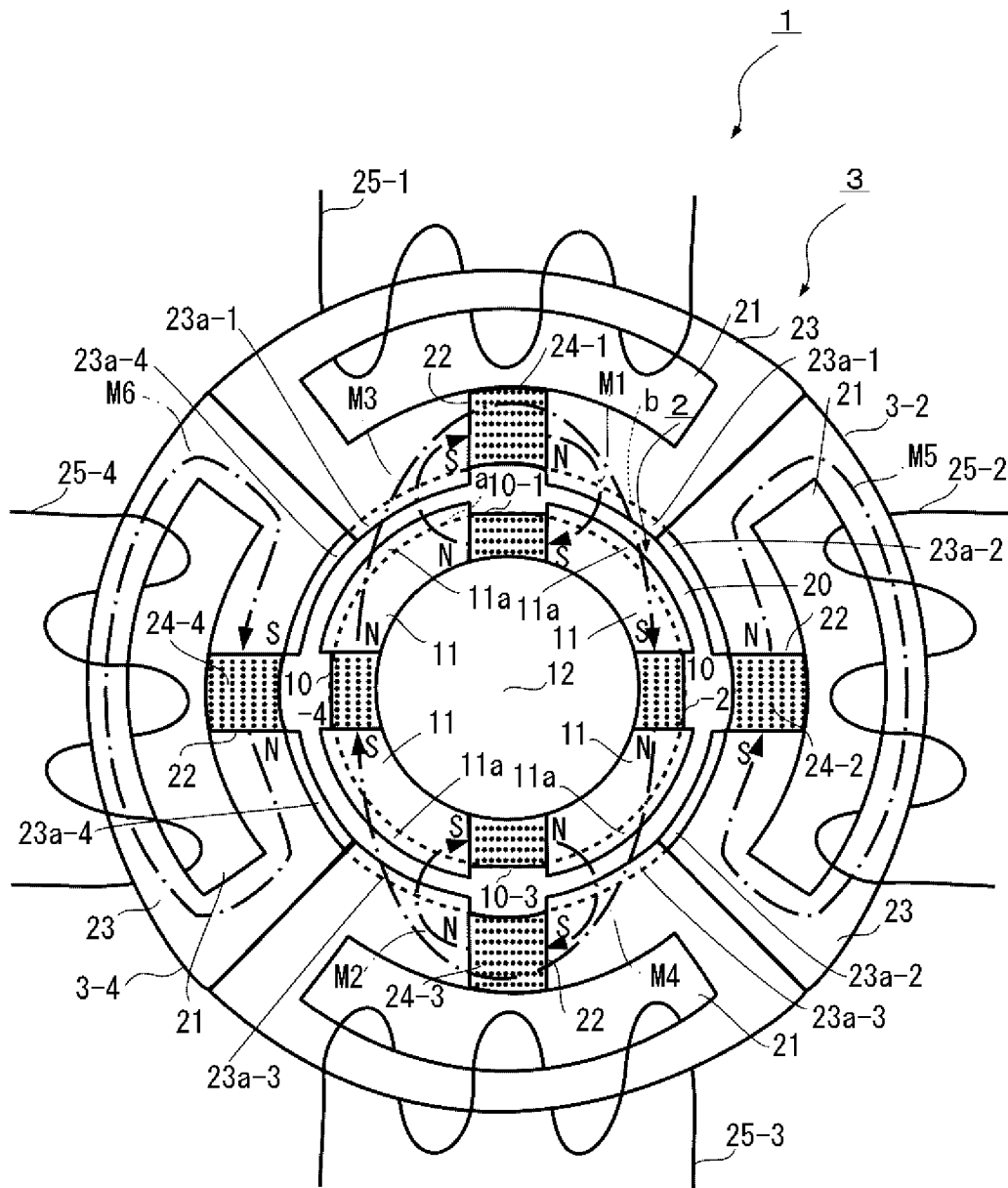
[図7]



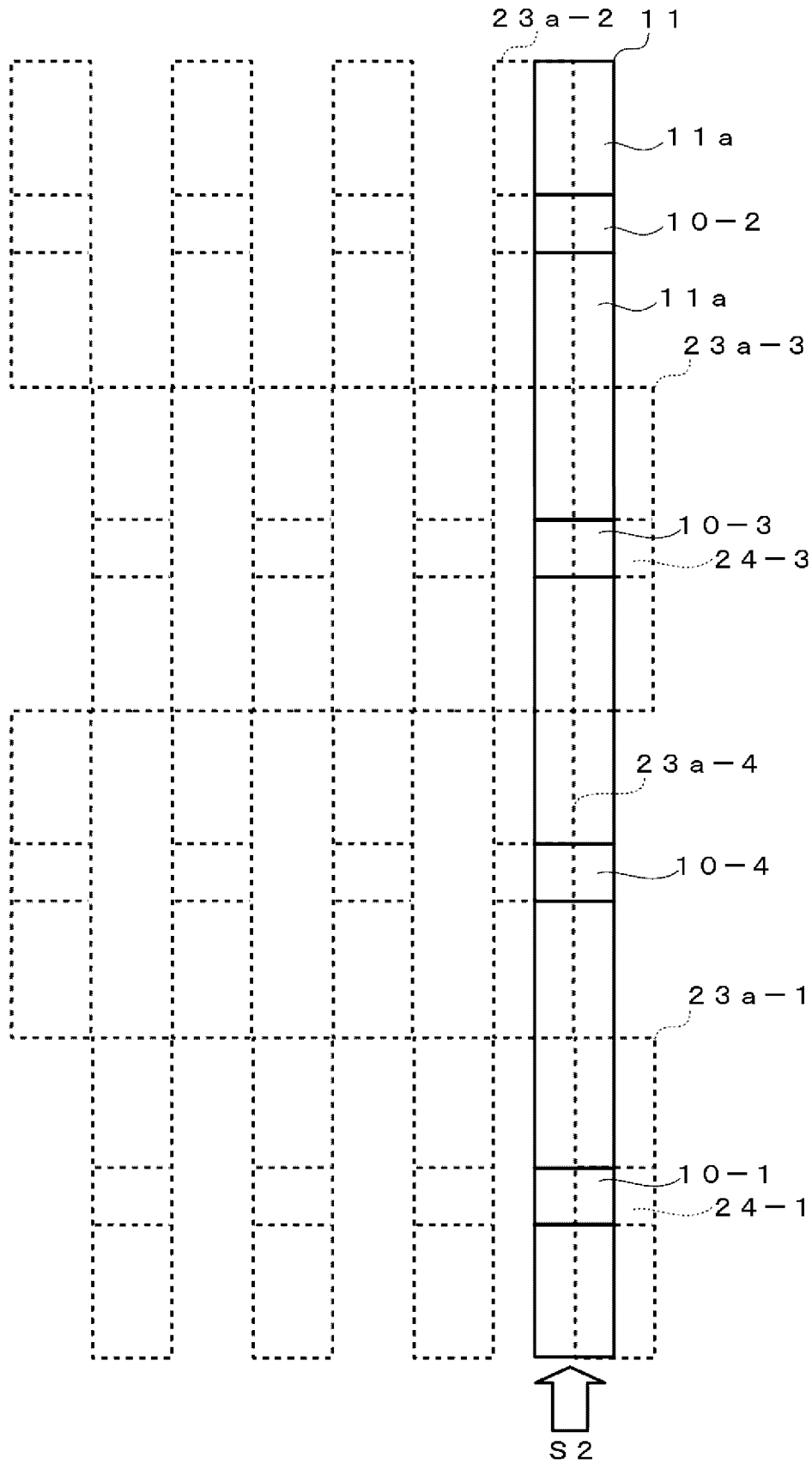
[図8]



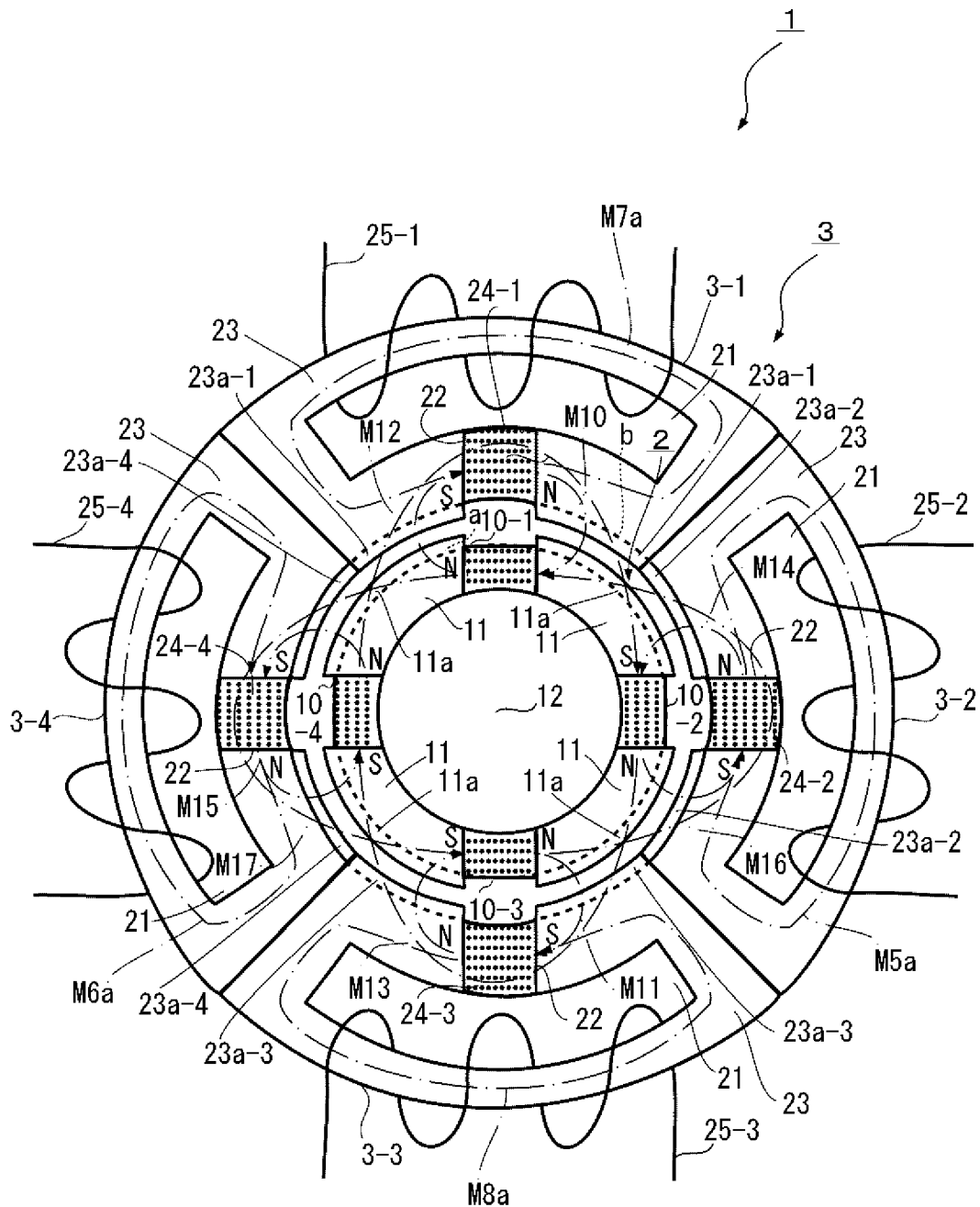
[図9]



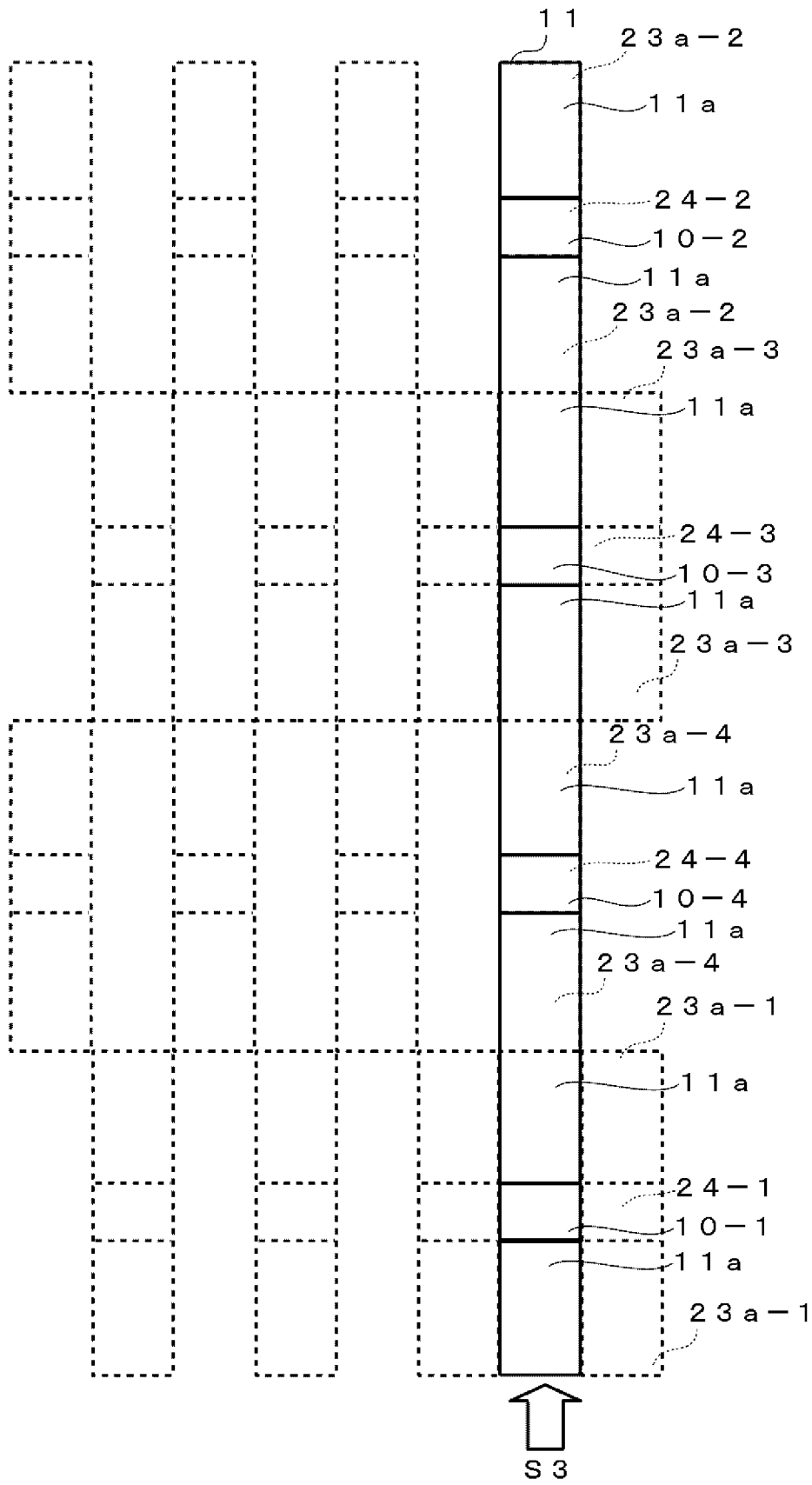
[図10]



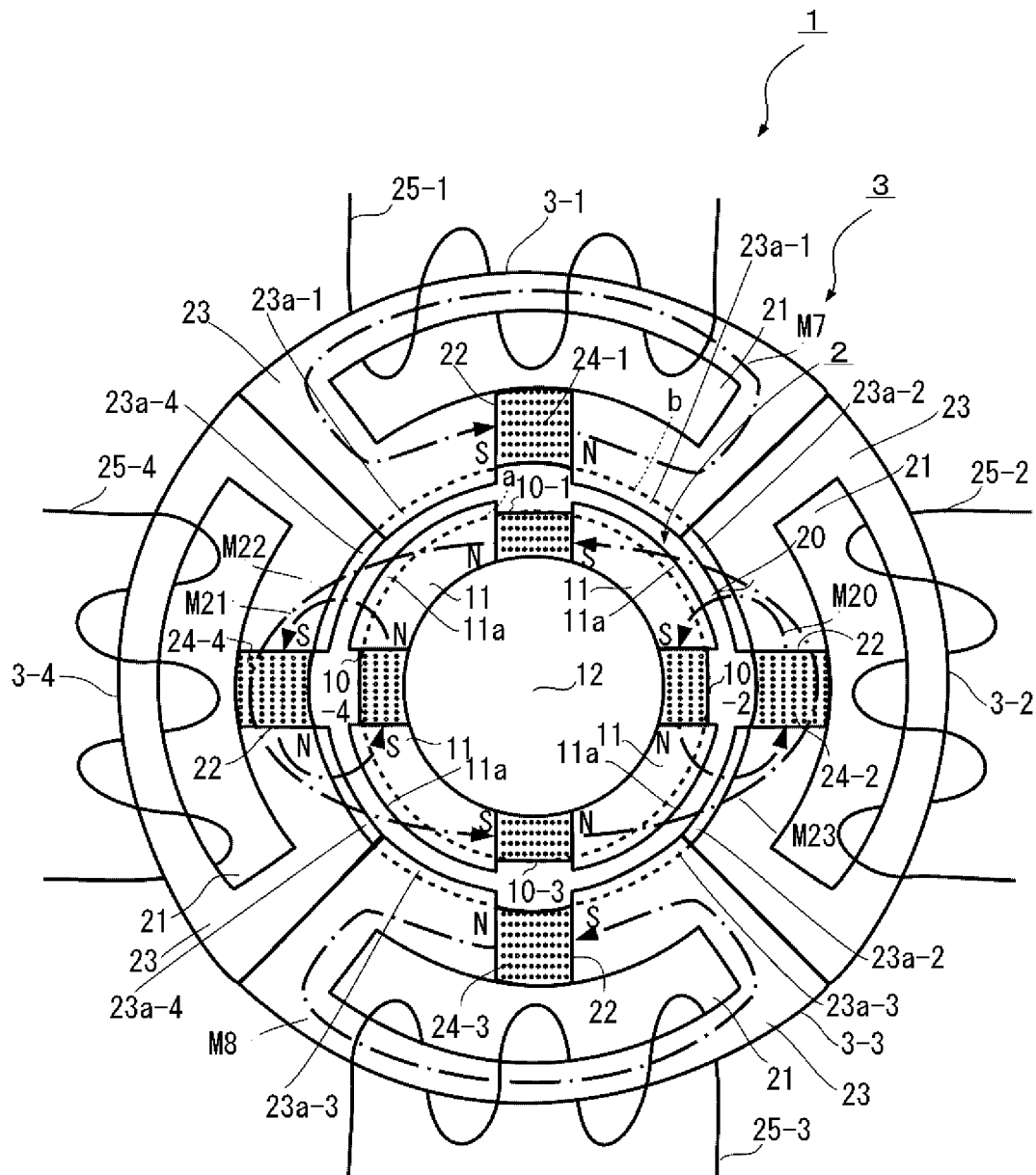
[図11]



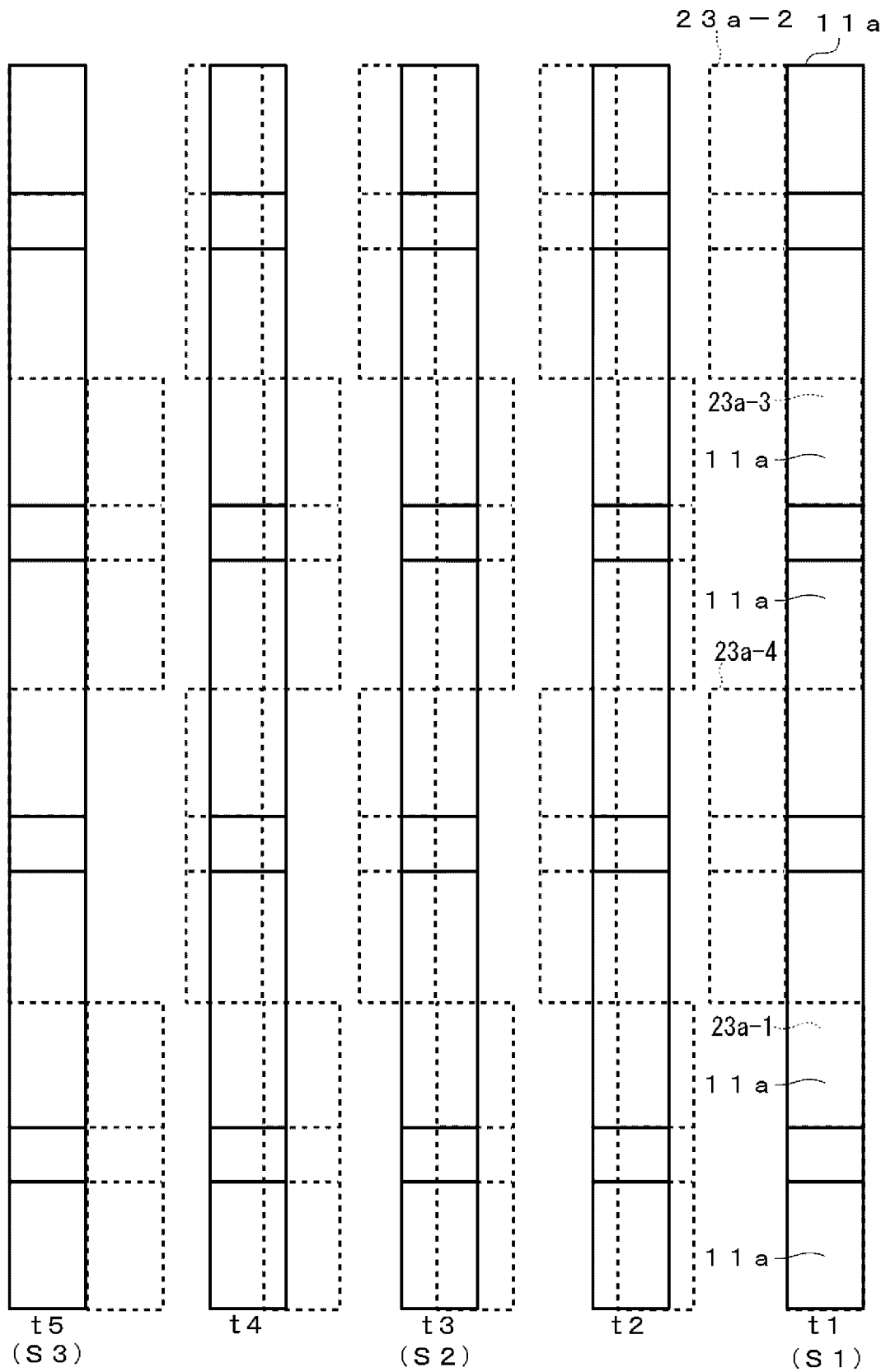
[図12]



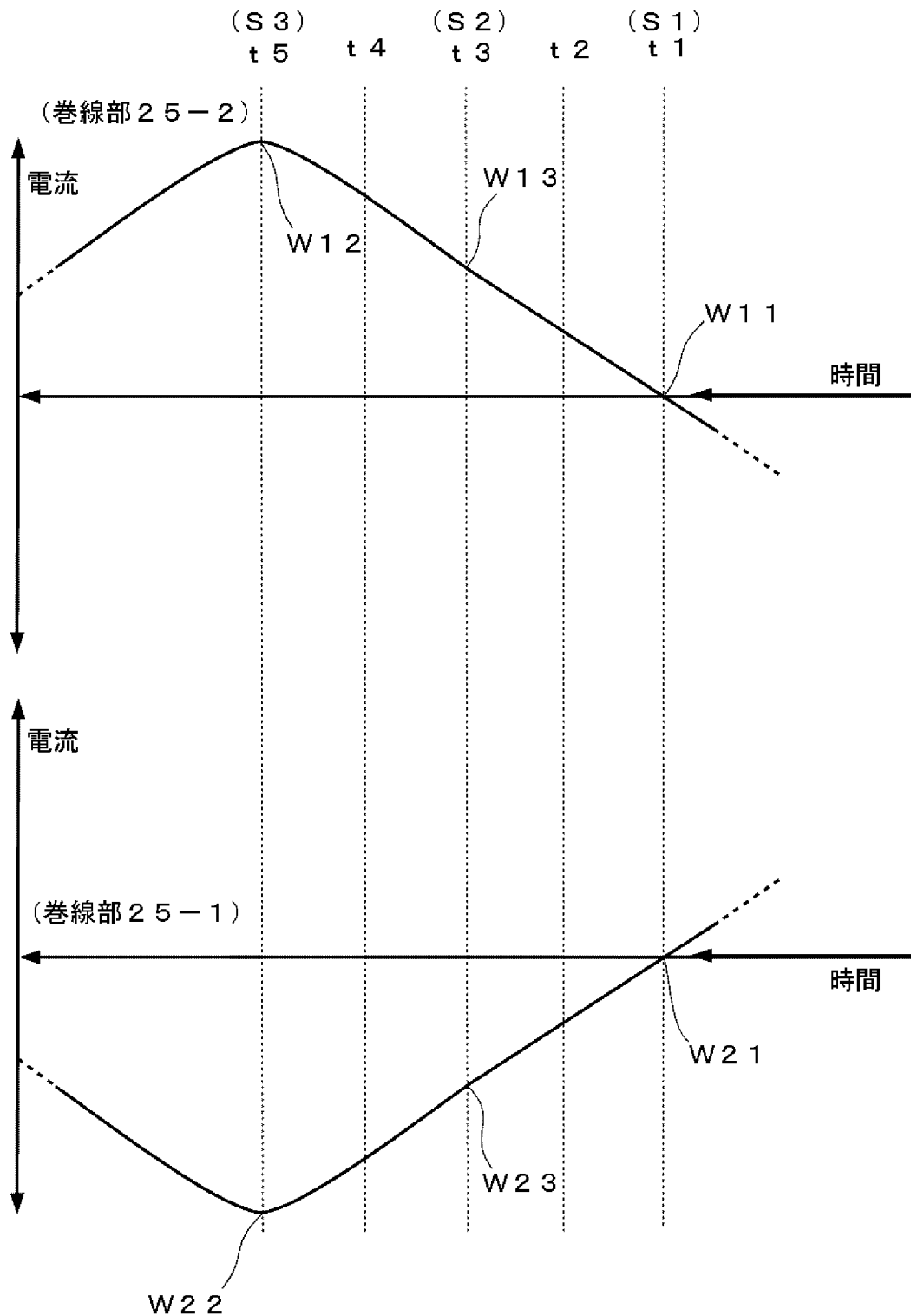
[図13]



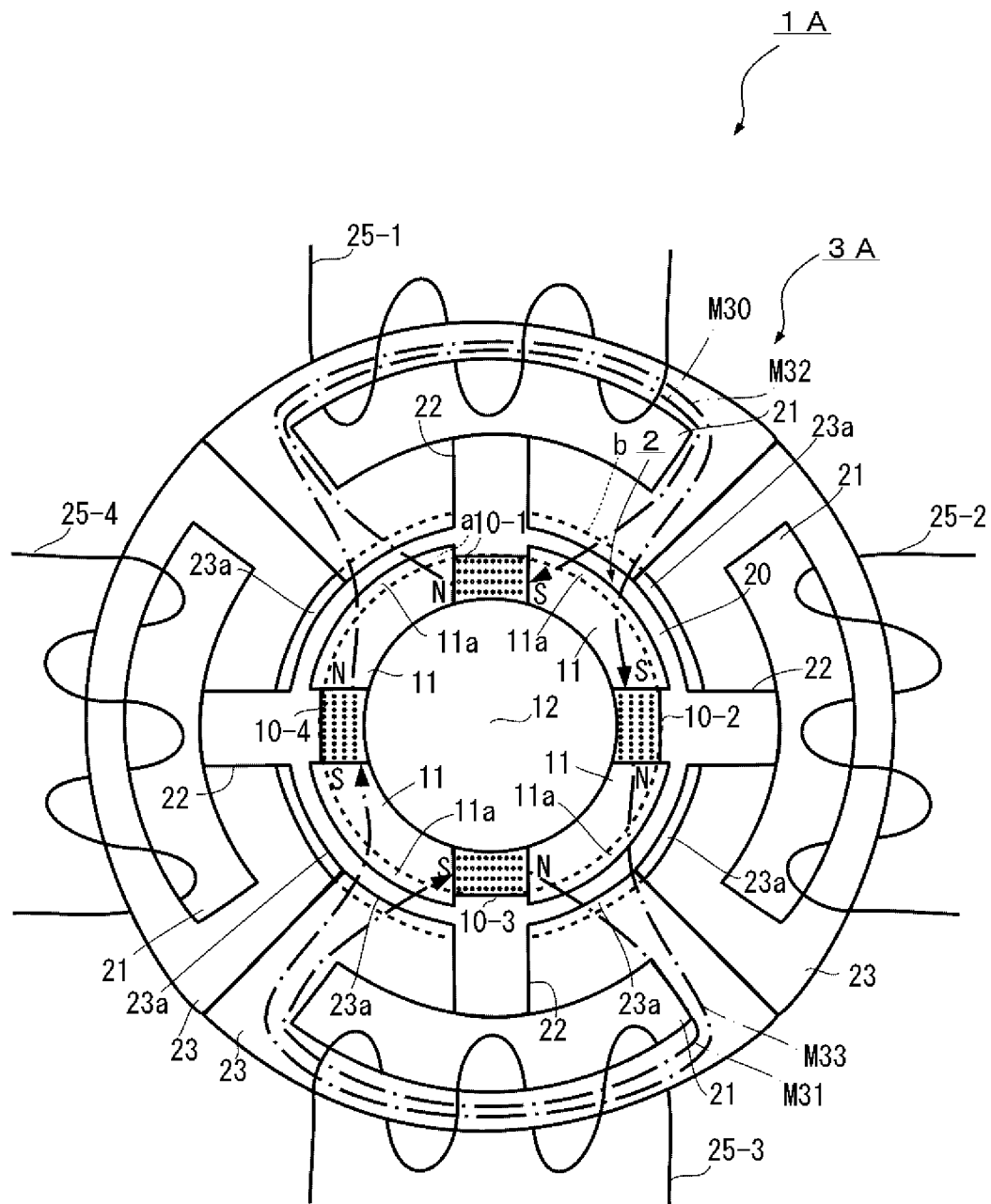
[図14]



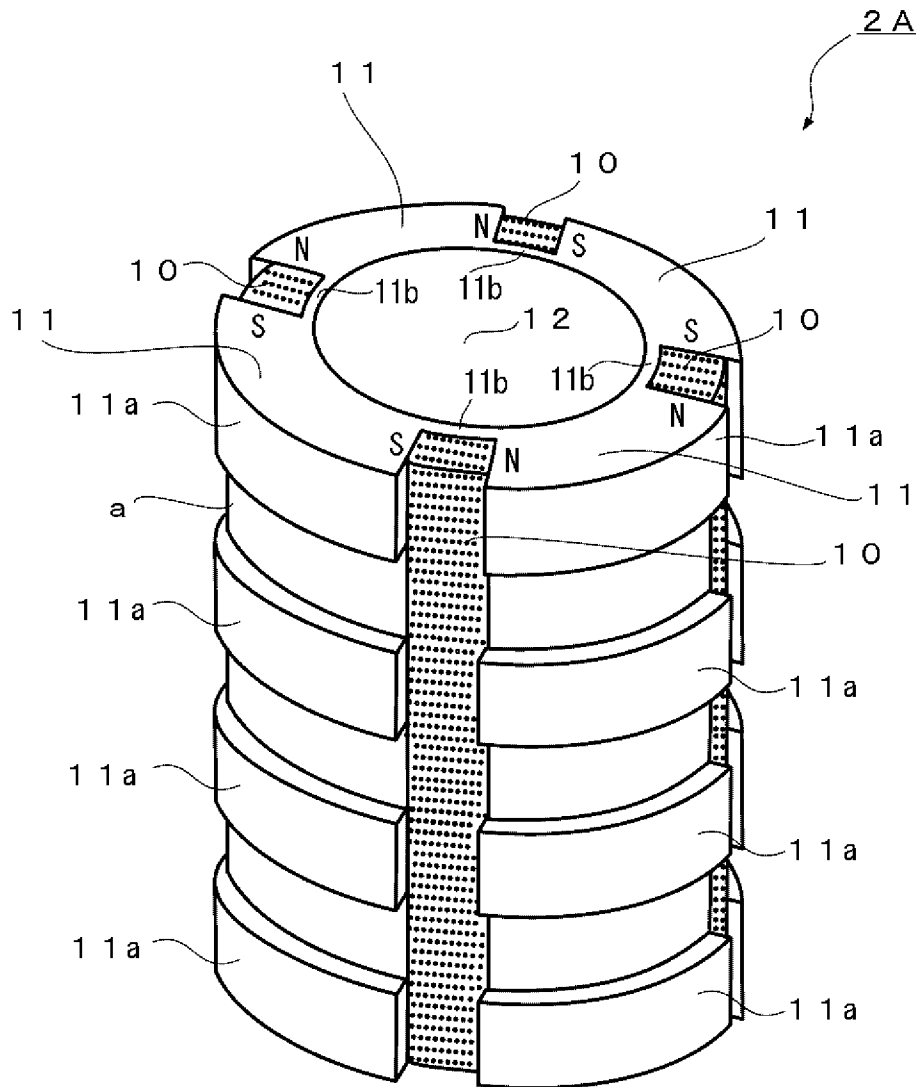
[図15]



[図16]



[図17]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/083020

## 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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2006-523800 A (Swedish Seabased Energy AB.), 19 October 2006 (19.10.2006), paragraphs [0038] to [0055]; fig. 1 to 9 & US 2007/0040384 A1 & WO 2004/090324 A1 & KR 10-2006-0008886 A & CN 1774575 A	1-3
A	JP 10-341564 A (Ebara Corp.), 22 December 1998 (22.12.1998), paragraphs [0034] to [0039]; fig. 7 to 8 (Family: none)	1-3
A	JP 2002-175913 A (Genesis Co., Ltd.), 21 June 2002 (21.06.2002), paragraphs [0142] to [0152]; fig. 19 (Family: none)	1-3

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 January, 2013 (29.01.13)Date of mailing of the international search report  
12 February, 2013 (12.02.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/083020

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-341921 A (Sanshiro OGINO), 08 December 2000 (08.12.2000), paragraphs [0074] to [0081]; fig. 10 to 11 & US 2002/0175580 A1 & EP 1058372 A2	1-3
A	JP 2001-327145 A (Genesis Co., Ltd.), 22 November 2001 (22.11.2001), paragraphs [0040] to [0050]; fig. 4 to 8 (Family: none)	1-3
A	JP 2009-189185 A (Takaitzu KOBAYASHI), 20 August 2009 (20.08.2009), paragraphs [0016] to [0054]; fig. 1 to 7B & US 2010/0277012 A1 & EP 2242168 A1 & WO 2009/098970 A1 & KR 10-2010-0113562 A & CN 101803160 A	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

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 (IPC))

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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 2006-523800 A (スウェディッシュ シーベイス ト エナジー ア クチボラ グ) 2006. 10. 19, 段落 【0038】 - 【0055】, 第 1-9 図 & US 2007/0040384 A1 & WO 2004/090324 A1 & KR 10-2006-0008886 A & CN 1774575 A	1 - 3
A	JP 10-341564 A (株式会社荏原製作所) 1998. 12. 22, 段落 【0034】 - 【0039】, 第 7-8 図 (ファミリーなし)	1 - 3

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

29. 01. 2013

国際調査報告の発送日

12. 02. 2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号 100-8915  
 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)

西山 智宏

3V

3112

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 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 2002-175913 A (株式会社ゲネシス) 2002.06.21, 段落【0142】 - 【0152】, 第19図 (ファミリーなし)	1 - 3
A	JP 2000-341921 A (荻野三四郎) 2000.12.08, 段落【0074】 - 【0081】, 第10-11図 & US 2002/0175580 A1 & EP 1058372 A2	1 - 3
A	JP 2001-327145 A (株式会社ゲネシス) 2001.11.22, 段落【0040】 - 【0050】, 第4-8図 (ファミリーなし)	1 - 3
A	JP 2009-189185 A (小林隆逸) 2009.08.20, 段落【0016】 - 【0054】, 第1-7B図 & US 2010/0277012 A1 & EP 2242168 A1 & WO 2009/098970 A1 & KR 10-2010-0113562 A & CN 101803160 A	1 - 3