

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5372115号
(P5372115)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int. Cl.	F 1		
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K	1/27	503
HO2K 21/24 (2006.01)	HO2K	21/24	M
HO2K 3/04 (2006.01)	HO2K	3/04	Z

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-249674 (P2011-249674)	(73) 特許権者	511228012
(22) 出願日	平成23年11月15日(2011.11.15)		小林 和明
(65) 公開番号	特開2013-106462 (P2013-106462A)		神奈川県鎌倉市手広3丁目14番8号
(43) 公開日	平成25年5月30日(2013.5.30)	(74) 代理人	110000442
審査請求日	平成24年3月29日(2012.3.29)		特許業務法人 武和国際特許事務所
		(72) 発明者	小林 和明
			神奈川県鎌倉市手広3丁目14番8号
		審査官	田村 耕作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸と同心に且つ前記回転軸と並行して等間隔で且つ磁化方向が交番するように配置した複数の永久磁石、および該永久磁石の間に非磁性体を挟んで配置した磁性体を備えた回転子と、

前記永久磁石の前記回転軸軸方向の前面端部と背面端部間をそれぞれ空隙を介して接続するように配置したステータ鉄心と、

前記ステータ鉄心に巻回したコイルと、を備え、

前記回転軸の周方向において隣り合う永久磁石の間には、前記非磁性体と、該非磁性体の両隣りの前記磁性体と、が配置されたことを特徴とする回転電機。

【請求項2】

請求項1記載の回転電機において、

前記永久磁石の円周方向幅と、永久磁石の間に非磁性体を挟んで配置した磁性体の円周方向幅は等しいことを特徴とする回転電機。

【請求項3】

請求項1記載の回転電機において、

前記ステータ鉄心は各永久磁石に対応して配置したことを特徴とする回転電機。

【請求項4】

回転軸と同心に且つ前記回転軸と並行して等間隔で且つ磁化方向が交番するように配置した複数の永久磁石、および該永久磁石の間に非磁性体を挟んで配置した磁性体を備えた

円板状の回転子と、

それぞれの永久磁石の前記回転軸方向の前面端部と背面端部間をそれぞれ空隙を介して接続するように配置したステータ鉄心と、

前記ステータ鉄心のそれぞれに巻回した電機子コイルと、

少なくとも1つの前記ステータ鉄心に巻回した脈動抑制コイルを備え、

前記回転軸の周方向において隣り合う永久磁石の間には、前記非磁性体と、該非磁性体の両隣りの前記磁性体と、が配置され、

前記コイルにパルス電流を供給して、回転子に働く脈動トルクを抑制したことを特徴とする回転電機。

以上 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機に係り、特に脈動トルクを低減した回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の回転電機、例えば発電機では、水力、火力等のエネルギーを回転エネルギーに変換し、変換した回転エネルギーで発電機を駆動して発電を行っている。一般に使用される発電機は、N極およびS極を有する永久磁石を回転軸に取り付けた回転子、前記永久磁石により形成される磁極数に応じた磁極を有する電機子鉄心、および該電機子鉄心に巻回した発電コイルを備え、前記回転子を回転駆動することにより、電機子鉄心内に交流磁界を発生し、発生した交流磁界により前記発電コイルに交流電圧を発生させている。

20

【0003】

ところで、発電機あるいは電動機等の回転電機を構成する電機子鉄心は、電機子鉄心に巻回したコイルに十分な磁界を供給するため、前記回転子に取り付けた磁石と近接して配置することが望まれる。永久磁石と電機子鉄心とを近接して配置すると、永久磁石と鉄心の間に吸引力が働く。この吸引力は、回転電機の出力の向上を図るため、強力な永久磁石を用いる場合には、特に大きな値となる。

【0004】

また、この吸引力は回転子の回転角度に依存して変動し、回転子の回転トルクに影響を及ぼす。このトルク、すなわち、電機子と回転子との間の磁氣的吸引力に基づくトルク（脈動トルク）が大きくなると、回転子の回転角速度にばらつきが発生し、発電機には、異常振動あるいは騒音等の問題が発生する。また、例えば、風力発電等に用いられる発電機においては、回転翼が動き始める始動トルクが大きくなる。また、回転翼を連続して回転させるための抵抗も大きくなる。よって、微風の状態で発電することは困難となる。

30

【0005】

このような脈動トルクによる不具合を抑制する技術として、特許文献1が知られている。特許文献1によれば、回転軸の回転方向に偶数の磁極が配置された磁石と、前記磁石の偶数の磁極に対応した鉄片が該磁極に近接され前記回転軸と同軸に配置されたヨークとを含む発電手段の3以上が前記回転軸によって連結され、一の発電手段の磁石とヨーク及び他の発電手段の磁石とヨークを、それぞれ相対的に回転させ、一の発電手段の磁石とヨークの鉄片が引き合う力と、他の発電手段の磁石とヨークの鉄片が引き合う力とを相殺させるようにしている。また、特許文献2には、回転板の回転方向と交叉する方向が長手方向となる矩形の磁石が複数配置され、隣の磁石の極性が交互に相違するようにされた回転板と、回転板上の特定磁極の磁石を回転板の上下から挟みこむ位置に設けられた電機子鉄心が複数配置され、複数の電機子鉄心の間に共通に巻線が巻かれた電機子とを備える回転電機が示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

50

【特許文献1】特開2009-240159号公報

【特許文献2】特開2011-101535号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前記従来技術によれば、脈動トルクを抑制するため、発電手段は、1つの回転軸に、複数の起電手段を連結する構造を備える。

【0008】

ここで、前記起電手段は、外部から回転力が供給される回転軸に対して放射状且つ、円周方向に沿って交互に磁極を配置した永久磁石と、前記回転軸の外周にボビンを通して巻回したコイルと、永久磁石から発生する磁束を前記コイルと鎖交するように誘導するヨークと、前記回転軸に対して放射状且つ円周方向に沿って配置され、前記永久磁石によって磁化される複数の被吸着片を備えた引力手段とから構成される。なお、前記引力手段は永久磁石の極と被吸着片間に働く引力をある程度打ち消すことにより回転軸にかかる引力である脈動トルクを減少させる手段である。

10

【0009】

このため、前記従来技術によれば発電手段はその構成が複雑となる。また発電手段を小型化することは困難である。

【0010】

本発明は、これらの問題点に鑑みてなされたもので、脈動トルクの回転子の回転に与える影響を抑制することのできる回転電機を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用した。

【0012】

回転軸と同心に且つ前記回転軸と並行して等間隔で且つ磁化方向が交番するように配置した複数の永久磁石、および該永久磁石の間に非磁性体を挟んで配置した磁性体を備えた回転子と、前記永久磁石の前記回転軸軸方向の前面端部と背面端部間をそれぞれ空隙を介して接続するように配置したステータ鉄心と、前記ステータ鉄心に巻回したコイルと、を備え、前記回転軸の周方向において隣り合う永久磁石の間には、前記非磁性体と、該非磁性体の両隣りの前記磁性体と、が配置された回転電機。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明は、以上の構成を備えるため、脈動トルクの回転子の回転に与える影響を抑制し、回転子をスムーズに回転させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の回転電機を説明する斜視図である。

【図2】回転子を説明する図である。

【図3】回転子に働くトルクを説明する図である。

40

【図4】回転子に働くトルクを説明する図である。

【図5】回転子に働くトルクを説明する図である。

【図6】回転子に働くトルクを説明する図である。

【図7-1】パルス電流による脈動トルクの抑制動作を説明する図である。

【図7-2】パルス電流による脈動トルクの抑制動作を説明する図である。

【図8】第2のステータ鉄心を備えた回転電機を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。

【0016】

50

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態にかかる発電機(24極)を説明する斜視図であり、図2は、図1に示す回転子を説明する図であり、図2aは12極、図2bは6極の場合を示している。

【0017】

これらの図において、10は回転電機、11は回転軸、12は回転子、12M(12M-1, 12M-2・・・)は永久磁石であり、回転軸11と同心に且つ前記回転軸11と並行して等間隔で且つ磁化方向が交番するように複数個配置されている。13(13-1, 13-2, ...)はC字型のステータ鉄心である。ステータ鉄心は図示しないハウジングに収容されている。

10

【0018】

回転子12には回転軸11が貫通して、回転軸11は図示しない軸受を介して前記ハウジングに支持されている。

【0019】

永久磁石12Mの回転方向Wの前後には磁性体板12F、12Rが配置される。また、隣り合う永久磁石12Mの間には、磁性体板12F、12Rを介して非磁性体板12Cが配置される。前記非磁性体板12Cとしてはステンレス鋼板、ベークライト板等が、また、磁性体板12F、12Rとしては電磁鋼板が用いられる。なお、永久磁石12Mと、磁性体板12F、12Rおよび非磁性体板12Cの積層体が円周方向に占める角度は等しく($\theta_1 = \theta_2, \theta_3 = \theta_4$)設定する。

20

【0020】

前記C字型のステータ鉄心13(13-1, 13-2・・・)は、前記複数の永久磁石12M(12M-1, 12M-2・・・)のそれぞれ前面端部(図の上側面)と背面端部(図の下側面)間をそれぞれ空隙を介して接続するように配置する。また、C字型のステータ鉄心には、それぞれコイル14を巻回し、これらのコイルは、例えば直列に接続する。

【0021】

これにより、例えば、回転軸11を外部から駆動すると、永久磁石 ステータ鉄心 永久磁石を通る磁束は断続し、コイル14から交流出力を得ることができる。

【0022】

図1においては、コイル14をC字型のステータ鉄心の直線部のそれぞれ(14a, 14b, 14c, 14d, 14e)に巻回したが、例えば、14a、および14eにのみ巻回しても良い。

30

【0023】

図3, 4, 5, 6は、回転子に働くトルクを説明する図であり、図3は、回転子に配置された永久磁石12Mの前面がステータ鉄心の前面に全面で対向し、永久磁石の背面がステータ鉄心の背面に全面で対向する位置にある。なお、図3, 4, 5, 6は回転子12を構成する複数の永久磁石、磁性体板、非磁性体板、およびC字型ステータ鉄心の前記永久磁石と対向する部分を永久磁石の外表面に沿って展開して示す図である。

【0024】

図4は、回転子12が回転し、永久磁石が左方向に磁石幅の1/2移動した状態を示し、永久磁石の移動方向の後半部分(永久磁石の右半分)と磁性体板12Rがステータ鉄心の前面および背面に対向している。

40

【0025】

図5は、更に、回転子が回転し、永久磁石が左方向に磁石幅の1/2移動した状態を示し、永久磁石は、ステータ鉄心の前面および背面の何れとも対向していない。

【0026】

図6は、更に、回転子が回転し、永久磁石が左方向に磁石幅の1/2移動した状態を示し、永久磁石の回転方向の前半部分と磁性体板12Fがステータ鉄心の前面および背面に対向している。

50

【 0 0 2 7 】

ところで、回転電機には、「リラクタンストルク」と「マグネットトルク」が作用する。リラクタンストルクは、磁石が鉄心等の磁性体を引きつける力に基づくトルクであり、マグネットトルクは磁極が互いに反発したり吸引したりする力に基づくトルクである。

【 0 0 2 8 】

永久磁石が、図 3 の位置にあるとき、例えば、永久磁石 1 2 M - 2 による磁束 m は、永久磁石 1 2 M - 2 ステータ鉄心 1 3 の前面 ステータ鉄心 1 3 の背面 永久磁石 1 2 M - 2 を通り、ステータ鉄心に巻回した発電コイル 1 4 と鎖交する。前記鎖交に伴い発電コイル 1 4 には起電力 e が誘起される。

【 0 0 2 9 】

発電コイルに起電力が発生して負荷電流 i が流れると負荷磁束 $2 c$ が発生する。負荷磁束 $2 c$ は、主として永久磁石の回転方向の前後に配置された磁性体板 1 2 F , 1 2 R を通過する（永久磁石の比透磁率 $\mu_s = 1$, 磁性体の $\mu_s = 6000$ である。このため、磁束の大部分は磁性体板を通る）。

【 0 0 3 0 】

永久磁石が、図 4 に示す位置にあるとき、永久磁石 1 2 M - 2 による磁束 m の一部 m は、永久磁石 ステータ鉄心の前面 ステータ鉄心の背面 永久磁石を通る。このとき、永久磁石には回転子を右方向に回転させようとするリラクタンストルクが働いている。このリラクタンストルクは脈動トルク原因となる。また、前記磁束 m は発電コイルと鎖交する。

【 0 0 3 1 】

また、前記磁束 m の一部 m は磁性体板 1 2 F、1 2 R を通過して前記永久磁石に戻る。

【 0 0 3 2 】

前記鎖交に伴い、ステータ鉄心に巻回した発電コイルには起電力 e が誘起され、発電コイルには負荷電流 i_c が流れ、負荷磁束 $2 c$ ($c_1 + c_2$) が発生する。

【 0 0 3 3 】

負荷磁束 $2 c$ は、主として永久磁石の回転方向の前後に配置された磁性体板 1 2 F , 1 2 R を通過する。すなわち、 $2 c$ の一部 c_1 は磁性体板 1 2 R を通り、 $2 c$ の一部 c_2 は磁性体板 1 2 F を通る。

【 0 0 3 4 】

このようにして、回転子の磁性体板 1 2 F、1 2 R には、それぞれ磁束 $c_1 + m$ 、磁束 $c_2 - m$ が通過する。この磁束により回転子には回転子を左方向に駆動するようなトルクが発生する。

【 0 0 3 5 】

この回転子を左方向に駆動するようなトルクは永久磁石とステータ鉄心間に働く前記リラクタンストルクとは逆方向である。このため永久磁石とステータ鉄心間に働く前記リラクタンストルクに基づく脈動トルクを抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

永久磁石 1 2 M - 2 が図 5 の位置にあるとき、永久磁石からステータ鉄心に流れ込む磁束は、コイル内で打ち消し合う。このため、発電コイルに電圧は誘起されない。

【 0 0 3 7 】

また、永久磁石が図 6 の位置にあるとき、永久磁石による磁束 m の一部 m は、永久磁石 ステータ鉄心の前面 ステータ鉄心の背面 永久磁石を通る。このとき、永久磁石には回転子を左方向に回転させようとするリラクタンストルクが働く。このリラクタンストルクは脈動トルクの原因となる。また、前記磁束 m は発電コイルと鎖交する。また、磁束 m の一部 m は磁性体板 1 2 F、1 2 R を通過して前記永久磁石に戻る。

【 0 0 3 8 】

前記鎖交に伴い、背面ステータ鉄心に巻回した発電コイルには起電力 e が誘起され、発電コイルには負荷電流 i_c が流れ、負荷磁束 $2 c$ が発生する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

負荷磁束 c は、主として永久磁石の回転方向の前後に配置された磁性体板 $12F$, $12R$ を通過する。すなわち、 c の一部 c_1 は磁性体板 $12F$ を通り、 c の一部 c_2 は磁性体板 $12R$ を通る。

【 0 0 4 0 】

すなわち、回転子の磁性体板 $12F$ 、 $12R$ には、それぞれ磁束 $c_1 + m$ 、磁束 $c_2 - m$ が通過する。この磁束により回転子には回転子を右方向に駆動するようなトルクが発生する。

【 0 0 4 1 】

この回転子を右方向に駆動するようなトルクは永久磁石とステータ鉄心間に働く前記リラクタンストルクとは逆方向である。このため永久磁石とステータ鉄心間に働く前記リラクタンストルクに基づく脈動トルクを抑制することができる。なお、ステータ鉄心の形状はC字型のステータ鉄心 $13(13-1, 13-2 \dots)$ は、永久磁石 $12M$ の前面端部(図の下側面)と背面端部(図の上側面)間を空隙を介して接続できる形状であれば良い。

10

【 0 0 4 2 】

以上説明したように、本発明の第1の実施形態によれば、リラクタンストルクに基づく脈動トルクを抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

(第2の実施形態)

第1の実施形態においては、ステータ鉄心(第1のステータ鉄心)を回転方向に間隔を空けて配置している。このため、例えば、回転子が前記図5に示す位置あるとき永久磁石のから出る磁束は有効に利用されない。本実施形態によれば、第1のステータ鉄心と同一形状の第2のステータ鉄心($13-1'$ 、 $13-2' \dots$)を用意し、これを、図8に示すように前記第1のステータ鉄心($13-1$ 、 $13-2 \dots$)の間に挿入する。このため、回転子の永久磁石は、何れかのステータ鉄心に影響を及ぼす位置に置かれることになり、回転電機の出力を増大することができる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、以上の例では、リラクタンストルクに基づく脈動トルクを抑制するのに、回転子の磁性体板 $12F$ 、 $12R$ を通る磁束 $c_1 + m$ 、および磁束 $c_2 - m$ により発生する反抗トルクを利用したが、この反抗トルクをステータ鉄心に巻回したコイルを励磁することにより生成することができる。

30

【 0 0 4 5 】

図7-1、7-2は、パルス電流による脈動トルクの抑制動作を説明する図であり、前記第1および第2のステータ鉄心を備えた発電機の回転子および電機子部分を周方向に展開した展開図である。なお、図7-1および図7-2中の(1)~(10)は、各時点毎の回転子の移動位置を示している。

【 0 0 4 6 】

図7-1(2)~(3)、図7-2(6)~(7)に示すように、例えば永久磁石 $12M-1$ に対向するステータ鉄心の辺のうち、回転方向(図の例では左方向)に先行するステータ鉄心 $13-1$ の辺 a と前記永久磁石 $12M-1$ との対向面積が、回転方向に後行するステータ鉄心 $13-1'$ の辺 b と前記永久磁石との対向面積よりも少ないとき、すなわち、回転方向に先行するステータ鉄心 $13-1$ の辺 a と前記永久磁石との間に働くリラクタンストルクが、回転方向に後行するステータ鉄心 $13-1'$ の辺 b と前記永久磁石との間に働くリラクタンストルクよりも少ないとき(このような場合には、回転電機の回転子は回転方向に後行するステータ鉄心 $13-1'$ の辺 b と前記永久磁石との間に働くリラクタンストルクにより、回転方向とは逆の方向に駆動される)、前記回転方向に先行するステータ鉄心 $13-1$ に巻回したコイル(脈動抑制コイル)に前記永久磁石を吸引する方向に磁極が生成されるようにパルス電流を供給する。あるいはステータ鉄心 $13-1'$ に巻回したコイル(脈動抑制コイル)に前記永久磁石を反発する方向に磁極が生成されるよう

40

50

にパルス電流を供給する。なお脈動抑制コイルは発電コイルと共用することができる。

【 0 0 4 7 】

ここで、図 7 - 1、7 - 2 において、ステータ鉄心上に「N」、「S」で示した位置にある磁極は、前記磁極に巻回したコイル（脈動抑制コイル）に供給したパルス電流により形成された磁極を示す。このように磁極を生起させることにより、例えば前記永久磁石 1 2 M - 1 と回転方向に後行するステータ鉄心 1 3 - 1 ' の辺 b との間に働くリラクタンストルクを抑制して、該リラクタンストルクに基づく脈動トルクを抑制することができる。

なお、脈動抑制コイルは 1 箇所（例えばステータ鉄心 1 3 - 1）に巻回すればよいが、第 2 のステータ鉄心のすべてに巻回してこれらを直列に接続した回路に前記パルス電流を供給してもよい。なお、脈動抑制コイルに供給するパルス電流の供給タイミングは回転子の回転位置を検出する位置センサ等から得ることができる。

10

【 0 0 4 8 】

以上説明したように、永久磁石を吸引あるいは反発する方向に磁極が生成されるようにパルス電流を供給して回転子を駆動することにより、前記脈動トルクを抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

このように、永久磁石と対向するステータ鉄心の間に働く吸引力による回転子の回転方向が、回転子の回転方向（駆動方向）と異なるとき（例えば、図 4 に示すように永久磁石の中心がステータ鉄心の中心よりも回転方向前方にずれており、回転子に回転方向とは逆方向にトルクが発生するとき）、第 1 あるいは第 2 のステータ鉄心に巻回した脈動抑制コイルに前記永久磁石を吸引または反発する方向のパルス電流を供給するので、前記脈動トルクに反抗するトルクを生成して、前記脈動トルクを抑制することができる。

20

【 0 0 5 0 】

以上、本発明の実施形態を発電機を例に説明したが、電動機にも同様に適用することができる。

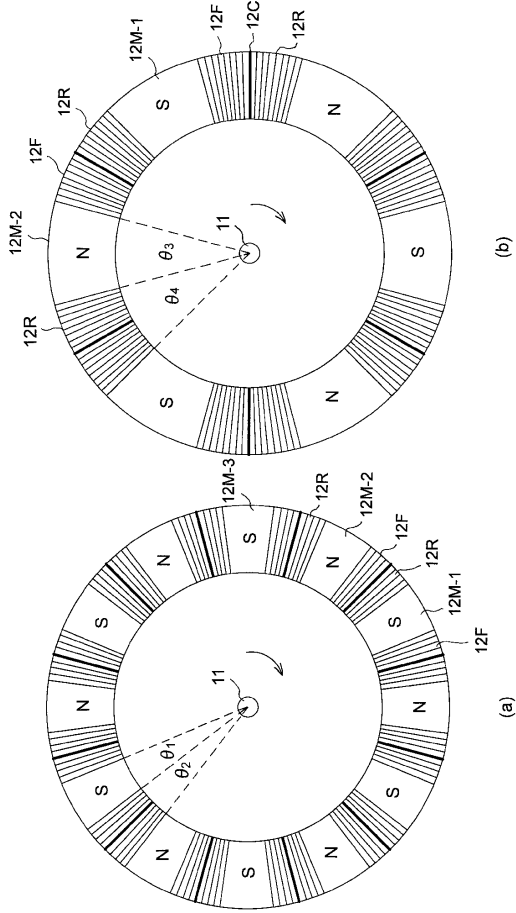
【 符号の説明 】

【 0 0 5 1 】

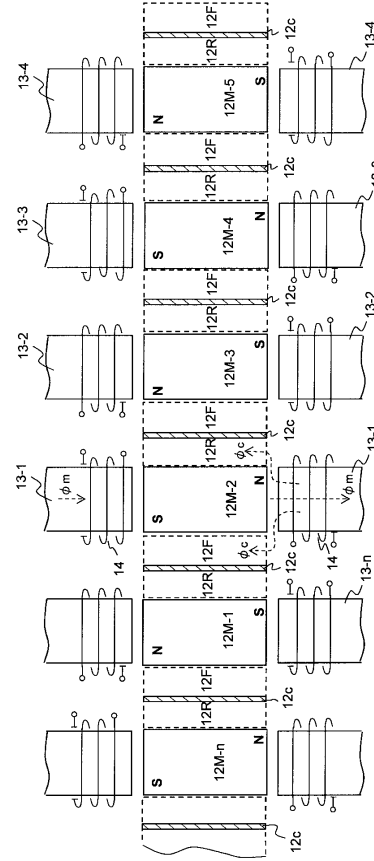
- 1 0 回転電機
- 1 1 回転軸
- 1 2 回転子
- 1 2 M 永久磁石
- 1 2 F、1 2 R 磁性体板
- 1 2 C 非磁性体板
- 1 3 ステータ鉄心
- 1 4 コイル

30

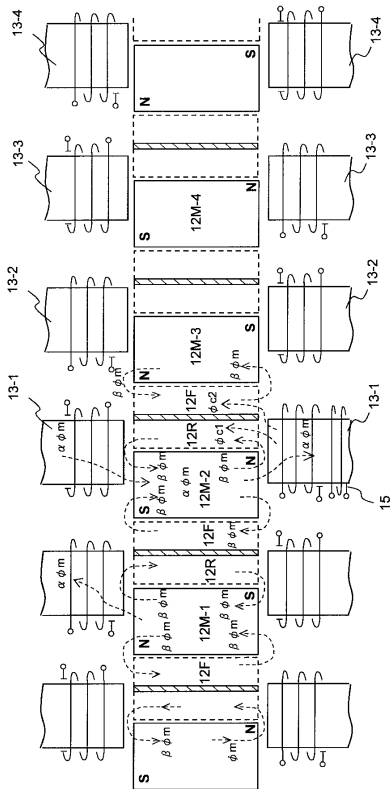
【 図 2 】



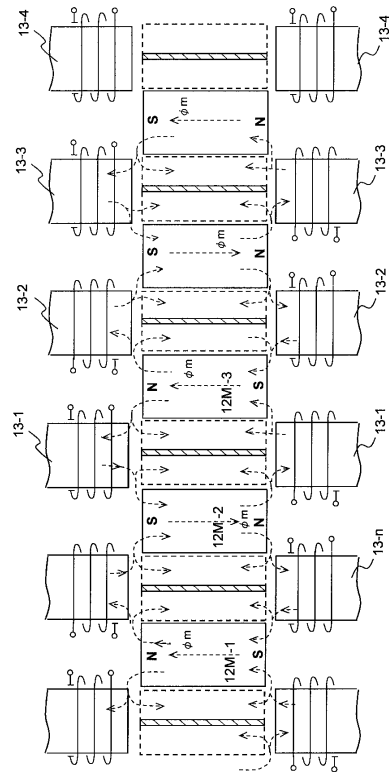
【 図 3 】



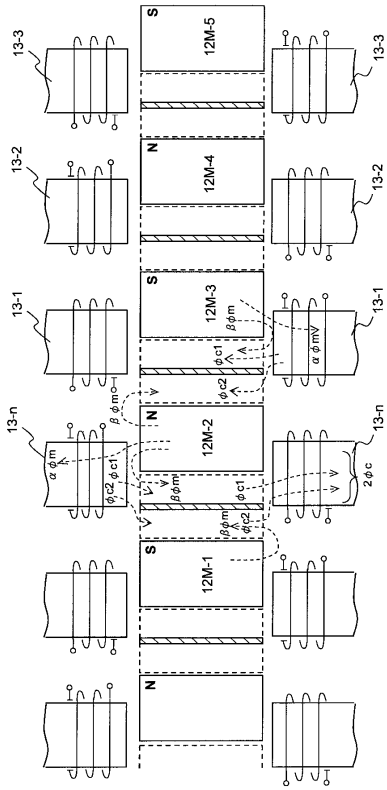
【 図 4 】



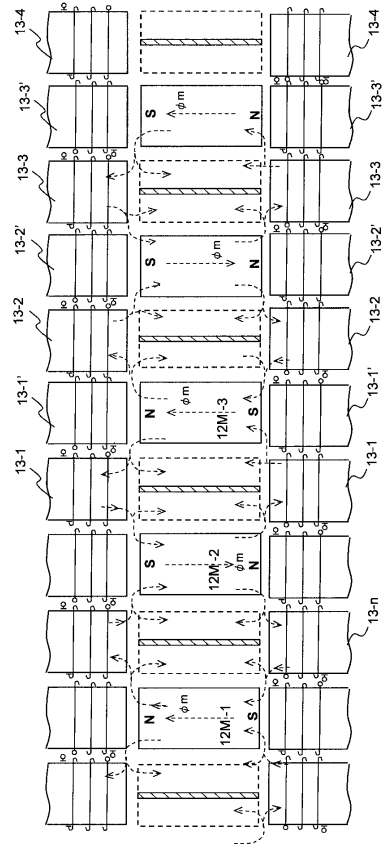
【 図 5 】



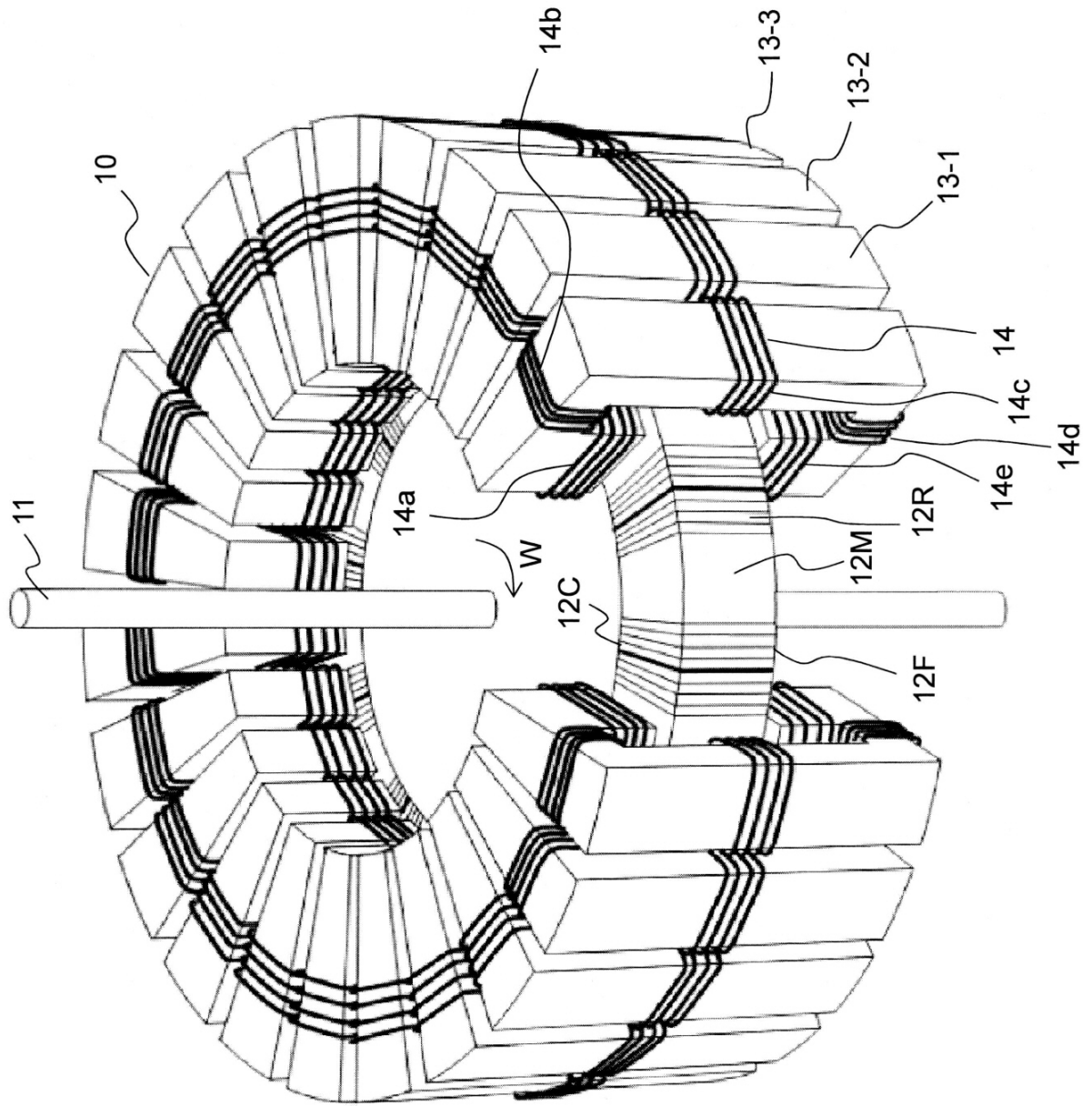
【 図 6 】



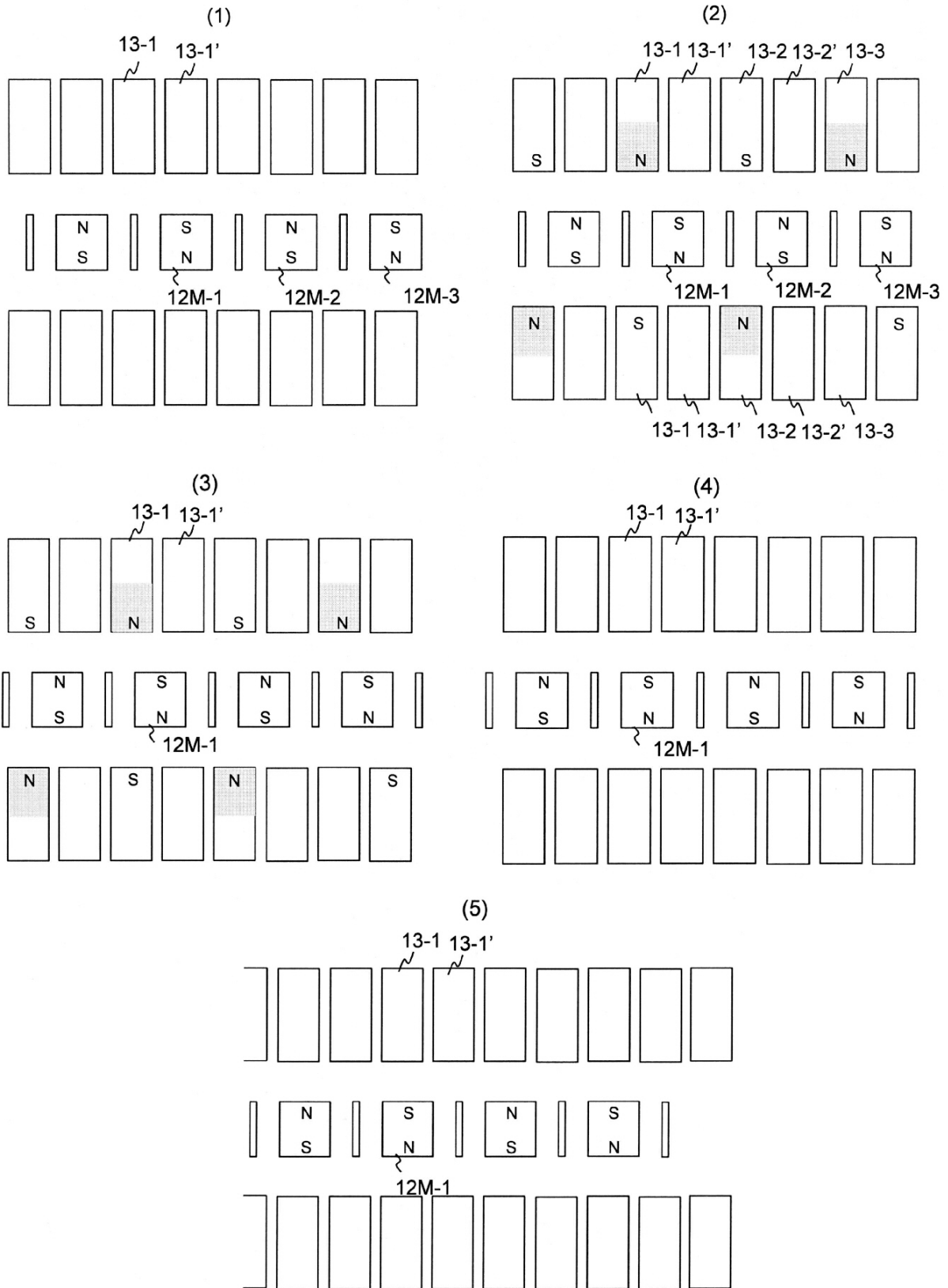
【 図 8 】



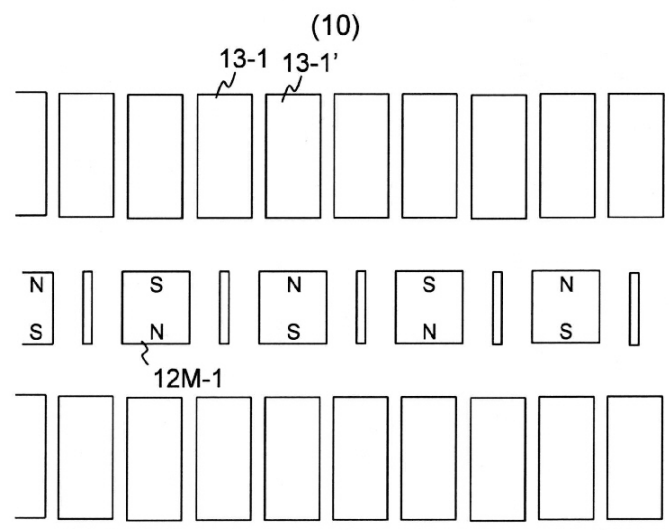
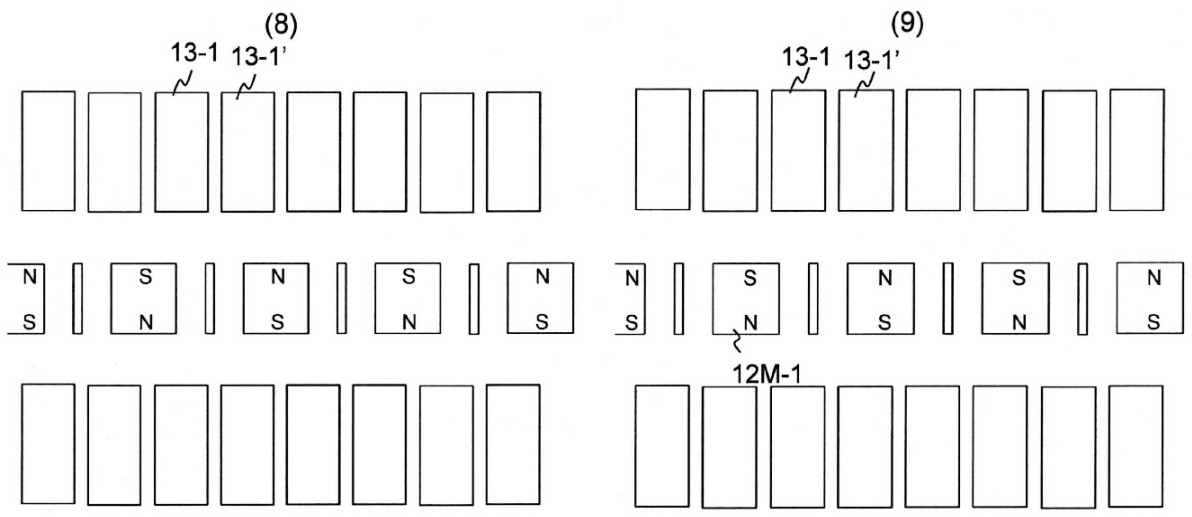
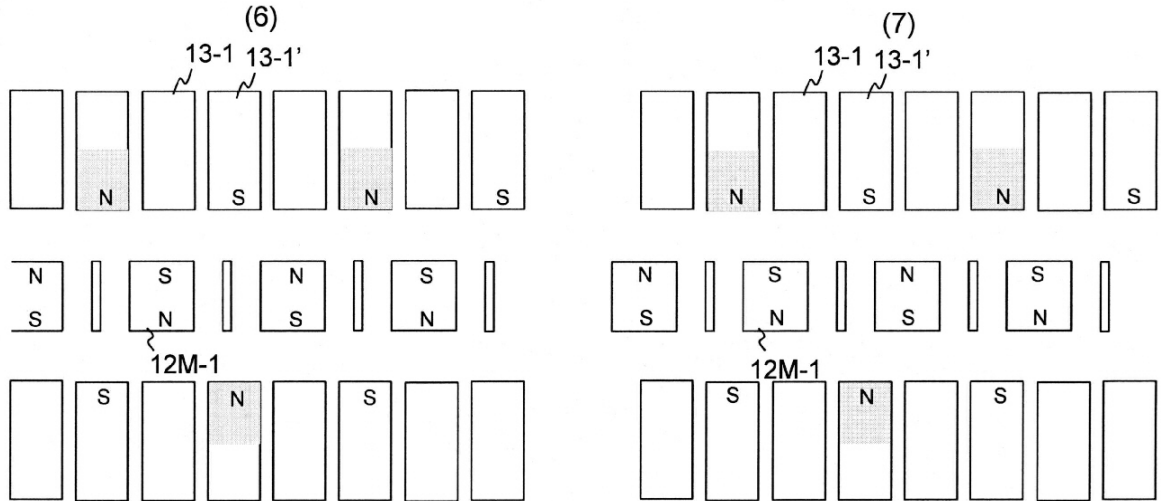
【図1】



【 図 7 - 1 】



【 図 7 - 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-118551(JP,A)
特開2008-172884(JP,A)
特開2001-136721(JP,A)
国際公開第2010/150492(WO,A1)
特開2011-101545(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/27
H02K 3/04
H02K 21/24