

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6541799号  
(P6541799)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int. Cl.		F I	
HO2K 29/08	(2006.01)	HO2K 29/08	
HO2K 3/28	(2006.01)	HO2K 3/28	J
HO2K 21/14	(2006.01)	HO2K 21/14	M
HO2K 11/215	(2016.01)	HO2K 11/215	

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-557641 (P2017-557641)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成27年12月25日(2015.12.25)	(74) 代理人	100110423 弁理士 曾我 道治
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/086317	(74) 代理人	100111648 弁理士 梶並 順
(87) 国際公開番号	W02017/109968	(74) 代理人	100122437 弁理士 大宅 一宏
(87) 国際公開日	平成29年6月29日(2017.6.29)	(74) 代理人	100147566 弁理士 上田 俊一
審査請求日	平成29年11月20日(2017.11.20)	(74) 代理人	100161171 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石モータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電機子と、回転子と、角度検出器とを備え、  
 前記電機子は、電機子鉄心と、電機子巻線とを含み、  
 前記回転子は、回転子鉄心と、永久磁石とを含み、  
 前記角度検出器は、センサマグネットと、半導体センサとを含んでおり、  
 前記永久磁石を有する前記回転子鉄心は、回転軸に固定されており、  
 前記センサマグネットは、2極に着磁され、前記回転軸の端部に設けられ、前記回転軸  
 と同一の回転中心を有し、  
 前記半導体センサは、前記センサマグネットと、前記回転軸の延びる方向に対向してお  
 り、  
 前記半導体センサと前記センサマグネットとの間には空隙があり、  
 前記半導体センサと、前記電機子鉄心における、半導体センサ側の端部との間には、磁  
 性体のプレート部材が設けられており、  
 前記プレート部材は、前記電機子鉄心の軸端に接するように配置され、かつ、前記電機  
 子鉄心の外径側から内径側にかけて前記電機子鉄心を覆う形状になっている、  
 永久磁石モータ。

【請求項2】

10極12スロット、14極12スロット、14極18スロットのいずれかである、  
 請求項1の永久磁石モータ。

## 【請求項 3】

通電電流の位相がU 1とU 2、V 1とV 2、W 1とW 2の各組の2相間で同じである6相の前記電機子巻線を有する、  
請求項1の永久磁石モータ。

## 【請求項 4】

10極12スロット、または、14極12スロットのいずれかであり、  
通電電流の位相がU 1とU 2、V 1とV 2、W 1とW 2の各組の2相間が、電気角で30度の位相差がある6相の前記電機子巻線を有し、  
通電電流の位相が互いに120度異なるU 2とV 2とW 2の3相のみを通電し、他の3相を通電せずに駆動する、  
請求項1の永久磁石モータ。

10

## 【請求項 5】

U 1とU 2、V 1とV 2、W 1とW 2の各組2相が同じターン数で同一スロットに格納されている6相の前記電機子巻線を有する、  
請求項1～4の何れか一項の永久磁石モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、永久磁石モータに関するものである。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

例えば、特許文献1には、回転軸端にセンサマグネットを配置し、回転軸上の軸方向に対向して磁気抵抗型の半導体センサを有する角度検出器を備えた、コンシクエントポール型の永久磁石モータが開示されている。この永久磁石モータでは、コンシクエントポール型の回転子と半導体センサとの間に軟磁性体からなる磁束誘導子を配置して、角度検出精度を向上することが企図されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2014-107973号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

コンシクエントポール型の永久磁石モータにおいては、電機子の空隙と対向する永久磁石の磁極に対して、電機子の空隙と対向する回転子コアからなる疑似極が生じるほか、回転子コアに接する磁性体である回転軸も他極の極性となってしまう問題があることが知られている。センサマグネットが取り付けられる回転軸端そのものが磁石となるため、回転軸端から漏れ出して半導体センサに鎖交する漏れ磁束により角度検出精度が悪化する。

## 【0005】

特許文献1は、コンシクエントポール型の回転子と半導体センサとの間に軟磁性体からなる磁束誘導子を配置することで、コンシクエントポール特有の回転子の漏れ磁束を、半導体センサを迂回するように誘導し、回転子端からの漏れ磁束を低減することを狙ったものである。

40

## 【0006】

一方、コンシクエントポールを含めた永久磁石モータにおいては、電機子巻線により発生する磁束が電機子から漏れ出して半導体センサに鎖交し、角度検出精度を悪化させる電機子漏れ磁束が存在する。この電機子漏れ磁束は、電機子外周から半導体センサを回転軸と垂直な面に真横に貫き、反対側の電機子外周に流れ込む。このため、半導体センサまわりに磁性体を配置すると、半導体センサ周りの磁気抵抗を小さくしてしまい電機子漏れ磁束を逆に半導体センサ周辺に集めてしまうことで、角度検出精度が悪化する課題がある。

50

電機子漏れ磁束はコンシクエントポール型でない永久磁石モータにおいても発生するので、電機子漏れ磁束を低減することは回転軸端で角度検出する永久磁石モータの共通の課題となる。

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、電機子漏れ磁束を低減することができる、永久磁石モータ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】

【0008】

上述した目的を達成するための本発明は、電機子と、回転子と、角度検出器とを備え、前記電機子は、電機子鉄心と、電機子巻線とを含み、前記回転子は、回転子鉄心と、永久磁石とを含み、前記角度検出器は、センサマグネットと、半導体センサとを含んでおり、前記永久磁石を有する前記回転子鉄心は、回転軸に固定されており、前記センサマグネットは、2極に着磁され、前記回転軸の端部に設けられ、前記回転軸と同一の回転中心を有し、前記半導体センサは、前記センサマグネットと、前記回転軸の延びる方向に対向しており、前記半導体センサと前記センサマグネットの間には空隙があり、前記半導体センサと、前記電機子鉄心における、半導体センサ側の端部との間には、磁性体のプレート部材が設けられている、永久磁石モータである。

【発明の効果】

【0009】

本発明の永久磁石モータによれば、電機子漏れ磁束を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1の永久磁石モータの構成を示す図である。

【図2】本発明に対する説明例としての、永久磁石モータを示す図である。

【図3】本実施の形態1に関し、6相駆動の10極12スロットの巻線配置を示す概略図である。

【図4】実施の形態1のU1、U2が作る電機子漏れ磁束を電気角の角度で表した図である。

【図5】図4の2つの電機子漏れ磁束を図3の巻線配置に重ねた状態を示す図である。

【図6】本実施の形態2に関する、図1と同態様の図である。

【図7】本実施の形態3に関し、6相駆動の10極12スロットの巻線配置を示す概略図である。

【図8】本実施の形態のU1、U2が作る電機子漏れ磁束を電気角の角度で表した図である。

【図9】図8の電機子漏れ磁束を図7の巻線配置上に表した図である。

【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添付図面に基づいて説明する。なお、図中、同一符号は同一又は対応部分を示すものとする。

【0012】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1の永久磁石モータの構成を示す図である。永久磁石モータ1は、多重多相巻線の交流回転電機であり、電機子31と、回転子33と、角度検出器35とを備えている。電機子31は、電機子鉄心14と、電機子巻線13とを含んでいる。回転子33は、回転子鉄心12と、永久磁石11とを含んでいる。角度検出器35は、センサマグネット3と、半導体センサ5とを含んでいる。

【0013】

永久磁石モータ1の回転軸2の一端には、ホルダ4が固定されている。センサマグネット3は、ホルダ4に支持されている。ホルダ4およびセンサマグネット3は、回転軸2と一体的に回転するように、回転軸2に支持されている。

## 【0014】

センサマグネット3は、円柱形状の射出成形ネオジウムボンド磁石である。センサマグネット3は、2極に着磁される。センサマグネット3は、非磁性材のホルダ4を介して回転軸に圧入等で一体に固定され、回転軸の回転と同期して回転する。すなわち、センサマグネット3は、2極に着磁され、回転軸2の端部に設けられ、回転軸2と同一の回転中心を有する。

## 【0015】

センサマグネット3の図1における上面と対向して、半導体センサ5が配置されている。半導体センサ5は、基板6に設けられている。すなわち、半導体センサ5は、センサマグネット3と、回転軸2の延びる方向に対向しており、半導体センサ5とセンサマグネット3との間には空隙がある。

10

## 【0016】

半導体センサ5は、磁気抵抗型センサである。角度検出器を構成する他の電子部品や配線パターンや取付穴などは、公知の態様でよく、省略して図示している。半導体センサ5は、回転軸2を垂線とする平面と平行な方向の回転磁界方向、すなわち、基板6と平行な方向である回転磁界方向7を検出する。

## 【0017】

回転軸2には、極数に応じた永久磁石11を有する回転子鉄心12が固定されている。回転子鉄心12は、回転軸2の回転と同期して回転自在である。永久磁石11は、回転子33の内部に配置されており、すなわち、電機子鉄心14に埋め込まれている。回転子33と電機子31の間には、磁気的空隙が確保されている。

20

## 【0018】

電機子鉄心14は、回転子33の外周と対向するように配置されている。電機子鉄心14には、複数の磁性のティースが設けられている。多相巻線群からなる電機子巻線13が、複数のティースに巻回され、ティースの間のスロットに収められている。電機子鉄心14の外周は、アルミニウム製のフレーム15に取り付けられている。フレーム15の回転軸上には、ベアリング16およびベアリング17を介して回転軸2が保持されている。ベアリング16は、回転軸2の一端、つまり、角度検出器35が設けられている回転軸2の端部を回転可能に保持する。ベアリング17は、回転軸2の他端を回転可能に保持する。回転軸2の他端は、フレーム15の外に突出している。フレーム15は、電機子鉄心14と接する円筒形状の部分15aと、ベアリング16を取り付ける円盤形状の部分15bとの、2部品に分かれている。

30

## 【0019】

半導体センサ5と、電機子鉄心14における、半導体センサ5側の端部との間には、強磁性体のプレート部材21が設けられている。プレート部材21は、軸方向でみた角度検出器35と電機子鉄心14との間に位置するフレーム15の部分15bとは、別部材の磁性体の薄板から構成されている。プレート部材21は、電機子鉄心14の端面に直接もしくは磁性体を介して接する。図1の図示例では、プレート部材21は、半導体センサ5側の端面における径方向最外側部に直接、接している。

## 【0020】

プレート部材21は、軸方向に延びる第1の部分21aと、軸方向を垂線とする仮想面内を延びる第2の部分21bとを有している。第1の部分21aは、電機子鉄心14から軸方向に電機子鉄心14に対して離れるように延びている。第2の部分21bは、第1の部分21aにおいて電機子鉄心14から最も離れた部分から、径方向内側に向けて延びている。プレート部材21は、図1の断面においてみて、L字状に延びている。また、言い換えると、プレート部材21は、電機子鉄心14における半導体センサ5側の端面を、外径部から内径部にわたって覆っている。

40

## 【0021】

次に、上述した本実施の形態1の永久磁石モータの作用について説明する。図2に、本発明に対する説明例としての、永久磁石モータを示す。この図2の永久磁石モータでは、

50

本実施の形態 1 に関するプレート部材 2 1 が設けられていない。このため、図 2 に示されるように、電機子漏れ磁束 C は、電機子外周から半導体センサを回転軸と垂直な面に真横に貫き、反対側の電機子外周に流れ込み、ひいては、角度検出精度が悪化する課題がある。これに対して、本実施の形態 1 では、磁性体のプレート部材 2 1 を、電機子鉄心 1 4 の軸端に接するように配置し、かつ、電機子鉄心 1 4 の外径側から内径側にかけて電機子鉄心 1 4 を覆う形状とすることで、電機子漏れ磁束 A は、電機子 3 1 外周から半導体センサ 5 を横切って反対側の電機子 3 1 外周に流れ込むことなく、電機子 3 1 外周側からプレート部材 2 1 を経由して反対側の電機子 3 1 外周へと流れる。すなわち、電機子漏れ磁束 A は、半導体センサ 5 を迂回するように誘導される。つまり、永久磁石モータ 1 では、電機子漏れ磁束を電機子外周から反対側の電機子外周まで積極的に誘導する磁性体からなる磁路が追加されている。

10

#### 【 0 0 2 2 】

次に、本実施の形態 1 の巻線配置について説明する。図 3 は、本実施の形態 1 に関し、6 相駆動の 1 0 極 1 2 スロットの巻線配置を示す概略図である。2 相同士を同位相の電流で駆動する U 1、V 1、W 1、U 2、V 2、W 2 の 6 相の巻線が、電機子 3 1 の 1 2 スロットのそれぞれに巻回されている。U 1 + と U 1 - は巻き方向が互いに逆であることを意味する。U 1 と U 2、V 1 と V 2、W 1 と W 2 の各組の 2 相間は同位相の電流が通電されている。

#### 【 0 0 2 3 】

図 4 は、実施の形態 1 の U 1、U 2 が作る電機子漏れ磁束を電気角の角度で表した図である。図 4 では、同じ通電位相の 2 相が作る電機子外周から回転軸を横切って反対側の電機子外周に流れる電機子漏れ磁束の向きを電気角の角度で示している。U 1 + から U 2 - に流れる電機子漏れ磁束と、U 2 + から U 1 - に流れる電機子漏れ磁束である。

20

#### 【 0 0 2 4 】

図 5 は、図 4 の 2 つの電機子漏れ磁束を図 3 の巻線配置に重ねた状態を示す図である。図 5 に 2 つの電機子漏れ磁束を合成した成分 B を示す。すなわち合成成分 B が U 1 と U 2 の 2 相が作る図 1 の A や図 2 の C で示した電機子漏れ磁束であり、これが通電位相とともに電気角一周期で大きさが変化しながら一回転する。この電機子漏れ磁束が、回転軸上の半導体センサをセンサマグネットの磁界を検出する方向に横切ると、センサマグネットの磁界と電機子漏れ磁束との角度差が検出角度の誤差となる。

30

#### 【 0 0 2 5 】

実施の形態 2 .

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。なお、本実施の形態 2 は、以下に説明する部分を除いては、実施の形態 1 と同様であるものとする。図 6 は、本実施の形態 2 に関する、図 1 と同態様の図である。本実施の形態 2 では、フレームにおける、電機子鉄心と接する円筒形状の部分 2 1 5 a が磁性体で構成されている。実施の形態 1 のようなアルミニウム製の円筒フレームに比べて、重くはなるが薄い板厚で強度が得られるので、外径が小さい割にモータ駆動時の騒音や振動を低減することができる。また、本実施の形態 2 においては、ベアリングを取り付ける円盤形状のアルミニウム製のフレームの部分 2 1 5 b では、フレーム裏面にインバータを配置すればヒートシンクとして活用できる利点があった。

40

#### 【 0 0 2 6 】

プレート部材 2 1 が設けられていないとした場合の磁性体の円筒状フレームは電機子鉄心に接しているため、電機子漏れ磁束は点線のように電機子外周からフレーム内径を經由し、回転軸を横切って、さらに反対側のフレーム内径を經由して反対側の電機子外周に流れることで、角度検出精度が悪化してしまう。しかし、本実施の形態 2 では、プレート部材 2 1 が設けられているので、ベアリングを取り付ける円盤形状のアルミニウム製のフレームの部分とは別に、磁性体のプレート部材 2 1 を円筒フレームに接して配置することで、電機子漏れ磁束を磁性体に誘導し、半導体センサを迂回できるので、角度検出精度を向上する効果が得られる。

50

## 【0027】

なお、上述した実施の形態1および実施の形態2は、6相駆動で説明したが、U1とU2、V1とV2、W1とW2をそれぞれ並列回路とした一般的な3相駆動の10極12スロットの永久磁石モータとしても、角度検出精度を向上する効果が得られることは自明である。

## 【0028】

実施の形態3.

次に、本発明の実施の形態3について説明する。なお、本実施の形態3は、以下に説明する部分を除いては、実施の形態1または2と同様であるものとする。図7は、本実施の形態3に関し、6相駆動の10極12スロットの巻線配置を示す概略図である。本実施の形態3は、上述した実施の形態1の2相同士を30度位相の電流で駆動する6相駆動の10極12スロットの巻線配置を有する。

10

## 【0029】

U1、V1、W1、U2、V2、W2の6相の巻線が12スロットのそれぞれに巻回されている。U1+とU1-は巻き方向が互いに逆であることを意味する。U1とU2、V1とV2、W1とW2の各組の2相間はそれぞれ電気角で30度の位相差をつけた電流が通電されている一般的な二重三相モータであり、30度位相差をつけることで6fのトルクリップルをキャンセルできる構成である。

## 【0030】

図8は、本実施の形態のU1、U2が作る電機子漏れ磁束を電気角の角度で表した図である。図8では、30度通電位相の異なる2相が作る電機子外周から回転軸を横切って反対側の電機子外周に流れる電機子漏れ磁束の向きを電気角の角度で示している。すなわち、U1+からU2-に流れる電機子漏れ磁束と、U2+からU1-に流れる電機子漏れ磁束であり、電気角の角度では2つの電機子漏れ磁束の位相は同じである。

20

## 【0031】

図9は、図8の電機子漏れ磁束を図7の巻線配置上に表した図である。U1+とU2-は機械角で30度の配置になっているので、電気角で150度の角度となり、さらに電流の30度位相差で180度の角度となるが、巻線方向が逆なので、2つの電機子漏れ磁束の位相差は電気角で0度、すなわち同相となる。機械角では巻線方向を考慮すると、図9の通り、お互いがキャンセルし合う向きとなる。逆に言えば、U1とU2の通電電流の角度が30度位相差で角度が同じとなるが、U1とU2の巻線配置から向きが逆であることと等価である。したがって、通常の6相駆動時には電機子漏れ磁束はキャンセルし合ってゼロである。しかしながら、本実施の形態3は、U1、V1、W1の通電を切り、U2、V2、W2の3相のみでモータを駆動する場合である。これは、2つのインバータで各群を通電する場合、インバータや巻線の異常により、一方の群の通電をオフとするが、もう片群での駆動を継続する場合である。この時、電機子漏れ磁束は図9のようにキャンセルし合わないで、半導体センサに電機子漏れ磁束が横切り、角度検出誤差が悪化することが分かる。このような場合も、実施の形態1もしくは実施の形態2の磁性体のプレート部材21を配置することで、半導体センサを横切る電機子漏れ磁束を誘導、迂回させることができるので、角度検出誤差を向上する効果が得られる。

30

40

## 【0032】

なお、本発明は、上述した実施の形態1～3のいずれにおいても、6相のうち、U1とU2、V1とV2、W1とW2の各組2相を同一スロットに同一ターン数格納されている10極12スロットの永久磁石モータとして実施することができ、その場合でも、角度検出精度を向上する効果が得られることは自明である。

## 【0033】

以上、好ましい実施の形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の改変態様を採り得ることは自明である。

## 【0034】

50

本発明の永久磁石モータは、10極12スロットのタイプには限定されず、例えば14極12スロットのタイプまたは14極18スロットのタイプとして実施することも可能である。

【0035】

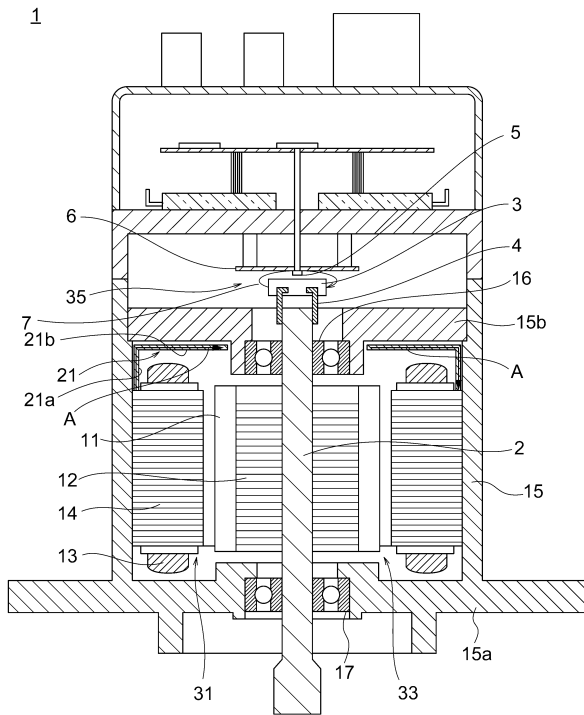
本願発明には、上述した実施の形態それぞれに関して、いずれか1つ以上の実施の形態の構成の一部または全部を、他の実施の形態に組み合わせるものも含まれる。

【符号の説明】

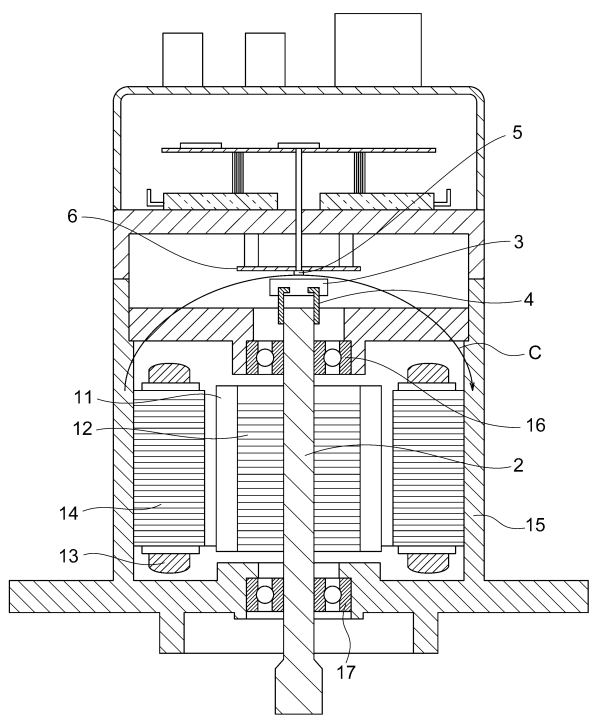
【0036】

1 永久磁石モータ、2 回転軸、3 センサマグネット、5 半導体センサ、11 永久磁石、12 回転子鉄心、13 電機子巻線、14 電機子鉄心、21 プレート部材、31 電機子、33 回転子、35 角度検出器

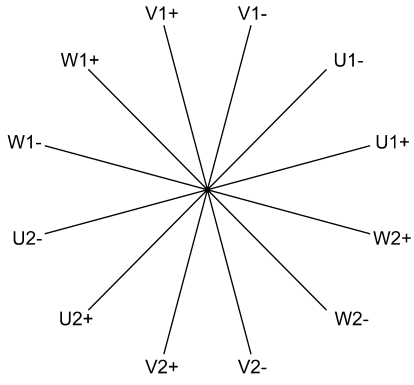
【図1】



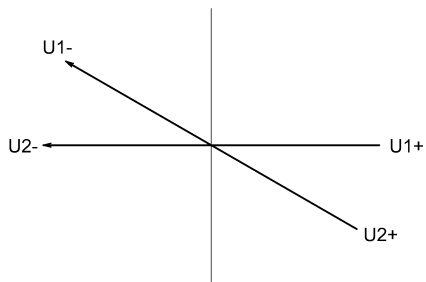
【図2】



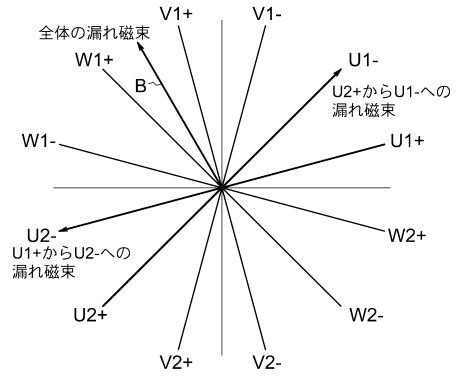
【図3】



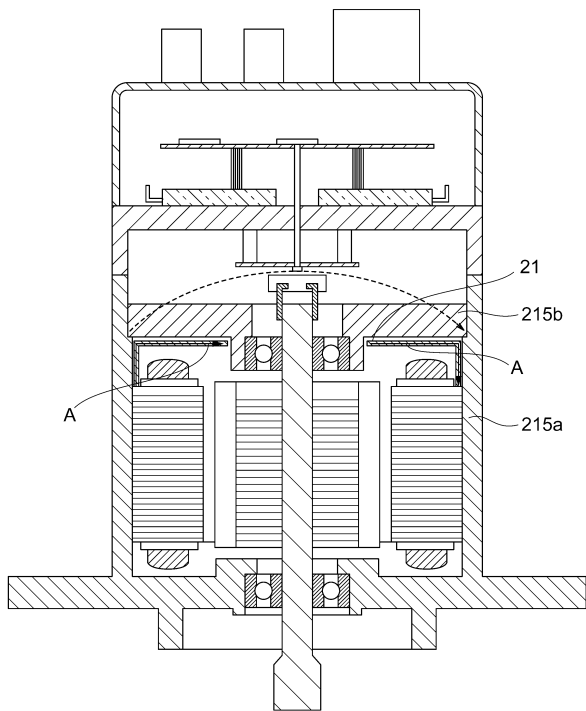
【図4】



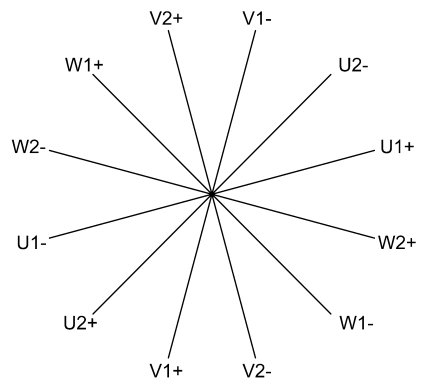
【図5】



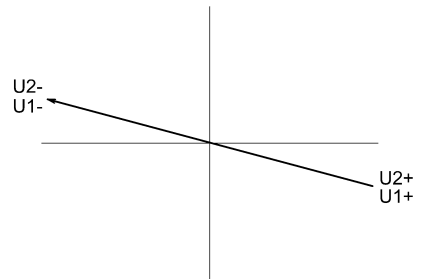
【図6】



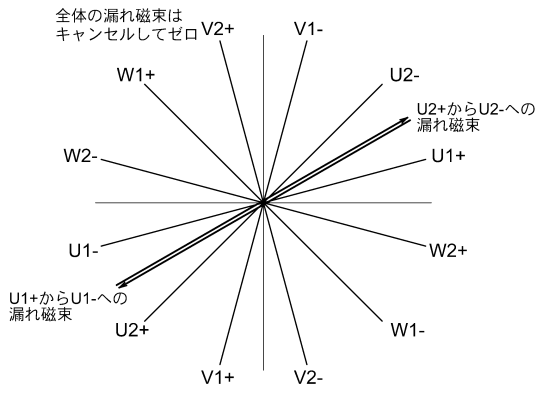
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 滝澤 勇二  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 瓜本 賢太郎  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 阿久津 悟  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 大島 等志

- (56)参考文献 特開2014-107973(JP,A)  
特開2006-081283(JP,A)  
特開2013-240259(JP,A)  
特開2011-101471(JP,A)  
特開2013-153619(JP,A)  
特開平11-098791(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 29/08  
H02K 3/28  
H02K 11/215  
H02K 21/14