

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4941790号
(P4941790)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl. F 1
HO2K 41/03 (2006.01) HO2K 41/03 A

請求項の数 3 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-197684 (P2009-197684) (22) 出願日 平成21年8月28日 (2009. 8. 28) (65) 公開番号 特開2011-50200 (P2011-50200A) (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10) 審査請求日 平成22年8月19日 (2010. 8. 19)</p>	<p>(73) 特許権者 000006297 村田機械株式会社 京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地 (74) 代理人 100086830 弁理士 塩入 明 (74) 代理人 100096046 弁理士 塩入 みか (72) 発明者 久保 秀樹 京都市伏見区竹田向代町136番地 村田 機械株式会社内 審査官 武市 匡紘</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体にマグネット列からなるリニアモータの可動子を設けると共に、地上側に前記リニアモータの固定子とリニアセンサとを設けたシステムであって、

前記リニアセンサは測定レンジが前記マグネット列よりも短く、かつ複数のリニアセンサが離散的に配置され、

移動体の移動方向に沿って前後に磁気センサが設けられた固定子が、リニアセンサとリニアセンサとの間に配置され、

ここで、前記マグネット列との相互作用による、固定子のコイルのインダクタンス変化と磁気センサの信号及びリニアセンサの信号から、前記可動子の概略位置を判定できるように、リニアセンサと固定子と磁気センサとが配置され、

さらに、固定子に対する可動子の概略位置とリニアセンサの信号とから、電源投入時に移動体の初期位置を求めるための立ち上げ手段が設けられていることを特徴とする、移動体システム。

【請求項2】

前記マグネット列の長さを前記固定子の配列ピッチよりも長くすることにより、マグネット列の後端が後側の固定子の後端のコイルと対向している際に、マグネット列の先端が前側の固定子の後端のコイルと対向するようにしたことを特徴とする、請求項1の移動体システム。

【請求項3】

前記立ち上げ手段は、電源投入時に、前記固定子に直流電流を加えることにより、前記可動子を複数の位置のいずれかに概略的に位置決めすると共に、位置決め後に前記固定子に交流電流を加えることにより、前記インダクタンスの変化を測定するようにしたことを特徴とする、請求項 1 または 2 の移動体システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は地上 1 次、機上 2 次のリニアモータを用いた移動体システムに関し、特にシステムの起動時等に、移動体の初期位置を測定することに関する。

【背景技術】

10

【0002】

特許文献 1 (JP2007-82307A) はスタッカークレーンなどの移動体に対し、機上にリニアモータの可動子を、地上に固定子を設け、リニアセンサで移動体の位置を検出して、リニアモータを制御することを開示している。そして固定子を離散的に複数配置するとともに、リニアセンサも離散的に複数配置して、可動子を検出しているリニアセンサからの信号で、移動体の位置を求める。

【0003】

ここで可動子は一般に複数個のマグネットで構成され、リニアセンサは何番目のマグネットを検出しているのかを、マグネットの数をカウントすることにより求める。マグネットの数をカウントせずに可動子の位置を求めるには、可動子よりも測定レンジが長いリニアセンサが必要となり、コスト的に不利である。ところでシステムの最初の起動時、及び停電後の復旧時等には、移動体の初期位置が不明な状態からシステムを立ち上げる必要がある。可動子の長さよりも測定レンジが短い位置センサでは、立ち上げ時に可動子の位置が一義的に決まらない。そこで可動子よりも測定レンジが短い位置センサを用いて、しかも立ち上げ時に可動子の位置を一義的に決定する必要がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】JP2007-82307A

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この発明の課題は、可動子のマグネット列よりも測定レンジが短いリニアセンサを用いて、可動子の絶対位置を一義的に決定することにある。

この発明での追加の課題は、可動子の位置をより確実に決定できるようにすることにある。

この発明での他の追加の課題は、可動子の位置を決定するための具体的な手法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

この発明は、移動体にマグネット列からなるリニアモータの可動子を設けると共に、地上側に前記リニアモータの固定子とリニアセンサとを設けたシステムであって、

前記リニアセンサは測定レンジが前記マグネット列よりも短く、かつ複数のリニアセンサが離散的に配置され、

移動体の移動方向に沿って前後に磁気センサが設けられた固定子が、リニアセンサとリニアセンサとの間に配置され、

ここで、前記マグネット列との相互作用による、固定子のコイルのインダクタンス変化と磁気センサの信号及びリニアセンサの信号から、前記可動子の概略位置を判定できるように、リニアセンサと固定子と磁気センサとが配置され、

さらに、固定子に対する可動子の概略位置とリニアセンサの信号とから、電源投入時に

50

移動体の初期位置を求めるための立ち上げ手段が設けられていることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

可動子のマグネット列が固定子のコイルと対向すると、コイルのインダクタンスが変化する。そこでこの発明では、マグネット列との相互作用による固定子のコイルのインダクタンスの変化から、可動子の概略位置を判定し、精密な位置をリニアセンサで決定する。このため可動子のマグネット列よりも測定レンジが短いリニアセンサを用いて、可動子の絶対位置を一義的に決定できる。またこの発明では、コイルのインダクタンス以外に、リニアセンサと可動子が向き合っているかどうか、あるいは固定子に付属のホール素子などが可動子と向き合っているかなどの補助的情報も利用する。

【 0 0 0 8 】

好ましくは、前記マグネット列の長さを前記固定子の配列ピッチよりも長くすることにより、マグネット列の後端が後側の固定子の後端のコイルと対向している際に、マグネット列の先端が前側の固定子の後端のコイルと対向するようにする。このようにすると、マグネット列が1つの固定子としか対向しない状態を減らし、マグネット列が左右一对の固定子と向き合う状態を増やすことができる。マグネット列が複数の固定子と向き合うと、左右いずれの固定子とも同じ程度に向き合っている、一方の固定子と広い範囲で向き合い、他方の固定子と狭い範囲で向き合っているなどから、マグネット列の位置をより確実に判別できる。

【 0 0 0 9 】

また好ましくは、前記立ち上げ手段は、電源投入時に、前記固定子に直流電流を加えることにより、前記可動子を複数の位置のいずれかに概略的に位置決めすると共に、位置決め後に前記固定子に交流電流を加えることにより、前記インダクタンスの変化を測定する。このようにすると、直流電流をコイルに加えることにより可動子を複数の位置の内いずれかの位置に概略的に位置決めし、交流電流をコイルに加えることによりいずれの概略位置にあるかを決定できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 実施例の移動体システムのブロック図

【 図 2 】 実施例の移動体システムの立ち上げ時の処理を示すフローチャート

【 図 3 】 実施例での3相交流モータと制御用のモジュールのブロック図

【 図 4 】 実施例で、立ち上げ時に加える直流電流と高周波電流とを模式的に示す波形図で、1)はU相へ加えた電流をV相とW相へ均一に分配する例を、2)はU相へ加えた電流をV相へ流す例を示す

【 図 5 】 実施例での、移動体の可動子と地上側の固定子及びリニアセンサの配置を示す図

【 図 6 】 変形例での、移動体の可動子と地上側の固定子及びリニアセンサの配置を示す図

【 図 7 】 実施例での可動子の位置測定を示す図で、1)は位置決めの際を示し、2)~5)は位置決め時の可動子の位置毎の位置測定の手法を示す

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下に本発明を実施するための最適実施例を示す。この発明の範囲は、特許請求の範囲の記載に基づき、明細書の記載とこの分野での周知技術とを参酌し、当業者の理解に従って定められるべきである。

【 実施例 】

【 0 0 1 2 】

図1~図7に、実施例の移動体システム2とその変形とを示す。図において、4はリニアモータの可動子で、図示しない移動体に設けられ、移動体は例えばスタッカークレーン、天井走行車、地上走行の有軌道台車、コンベヤ、機械設備の可動部などである。可動子4での磁極の数、即ち固定子側を向いた磁極の数は例えば6~11極程度とする。6はリニアモータの固定子で、移動体の移動経路に沿って地上側に設けられている。固定子6は例えばU、V、Wの3相同期モータからなり、例えば固定子6の前後に一对のホール素子7、

10

20

30

40

50

7などの磁気センサを備えている。

【0013】

8はリニアセンサで、例えば一对の位置検出用のコイルS1、S2と制御回路とを備え、可動子4のマグネットを検出し、測定レンジは可動子4のマグネット列の長さよりも短い。なお可動子4の長さと言うときは、可動子4のマグネット列の長さを意味する。リニアセンサ8は、可動子4の何番目のマグネットを検出しているのかを判別する能力は無いが、可動子4の概略位置、例えば直前の位置が分かれば、どのマグネットを検出しているのかを判別し、可動子4の絶対位置を出力できる。ここに絶対位置は、システム上の適宜の原点を基準とする位置である。またリニアセンサ8は、可動子4の位置にリニアな信号を出力するセンサである。

10

【0014】

10は固定子6を制御するためのIPM(インテリジェント・パワー・モジュール)である。12はLANで、複数の固定子6及びリニアセンサ8と地上側コントローラ14が接続され、コントローラ14は移動体システム2の全体に対して1個設けても、システム2を複数に区分したゾーン毎に設けても良い。コントローラ14は、リニアセンサ8からの位置信号を記憶する位置記憶部16と、記憶した位置を時間微分し、移動体の速度を算出する速度算出部18とを備えている。指令生成部24は移動体の位置指令もしくは速度指令を所定の時間間隔で生成し、位置制御部20は移動体の位置と位置指令との誤差に応じた出力を発生し、速度制御部22は移動体の速度と指令上の速度との誤差、及び位置制御部20からの出力に応じて、IPM10への制御指令を発生する。そしてIPM10は、速度制御部22からの信号に応じた周波数の電流を、固定子の3相同期モータに加えることにより、可動子4を移動させる。

20

【0015】

地上側コントローラ14は立ち上げ部26を備え、移動体システム2に最初に電源を投入する際や、停電後の復旧などで電源を投入する際に、移動体の初期位置、即ち可動子の初期位置を測定する。測定は、

- ・ 可動子4を固定子6に対して、複数のいずれかの位置に概略的に位置決めすることと、
- ・ 位置決め後に、固定子6のコイルと可動子4のマグネットとの磁気的な相互作用によるインダクタンスの変化から、いずれの位置に位置決めされているかを判定し、可動子4の概略位置を求めること、の2ステップを含んでいる。そして概略位置を求めると同時に、あるいは概略位置を求めた後に、リニアセンサ8の信号により、可動子4の初期位置を決定する。

30

【0016】

また位置決め及びインダクタンスの測定で、どの固定子6を動作させるかは、例えば、

- ・ 各固定子6を無差別に動作させる、
- ・ ホール素子7により、可動子4と向き合っている固定子6を選択する、
- ・ 固定子6に短い高周波を加え、可動子4と対向しているかどうかを判別する、

などにより決定する。立ち上げ部26はこれ以外に、例えば固定子6の各コイルの抵抗などを記憶し、1つの固定子6での3個のコイルの抵抗はほぼ等しい。また立ち上げ部26は、コイルのインピーダンスをインダクタンスに変換する。

40

【0017】

図2に実施例での電源投入時の移動体の位置決めアルゴリズムを示し、ステップ31~36のうち、ステップ32、ステップ35は省略しても良い。最初のステップ31で、リニアモータの固定子を直流励磁し、可動子を複数の概略位置のいずれかに大まかに位置決めする。即ち固定子のコイルに直流電流を加えると、可動子のマグネットとの吸引もしくは反発により、可動子はいくつかの可能な位置のいずれかに概略位置決めされる。この時、直流を加えているため、コイルのインピーダンスはマグネット列の影響を受けないので、ステップ32のように直流を加えると共に、コイルの直流抵抗を測定しても良い。なおステップ32を省略し、各コイルの抵抗値を立ち上げ部で記憶しておいても良い。

50

【 0 0 1 8 】

位置決め後にリニアモータの固定子の各コイルに高周波電流を加え、この時の周波数は、移動体が高周波に追従して移動しないように高い周波数とし、具体的には1 K H z以上あるいは1 0 K H z以上などとする。なお可動子の位置測定はごく短い時間で行えるので、固定子6に低周波の交流を加え、可動子が僅かな距離だけ移動することを許容しても良い。また固定子にパルスの直流電圧を加えた際の電流値から、交流インピーダンスを求めても良い。固定子の各コイルに交流電流、あるいはこれに準じた電流を加えると、可動子のマグネット列との対向位置により、コイルのインダクタンスが変化し、これはインピーダンスの変化として測定できる。そしてコイルの直流抵抗値は既に測定済み、もしくは記憶済みなので、インピーダンスをインダクタンスに変換できる。このようにしてコイルのインダクタンスを測定し、可動子4のマグネット列との対向関係を決定する(ステップ33)。

10

【 0 0 1 9 】

可動子の位置によっては、固定子のコイルのインダクタンスのみで可動子に対する概略位置を決定できないことがある。そこでリニアセンサが可動子と対向しているかどうか(ステップ34)、あるいは固定子等のホール素子が可動子と対向しているかどうか(ステップ35)などの補助的情報も利用する。固定子のコイルのインダクタンスと、あるいはホール素子から得た補助的な情報とにより、固定子に対する可動子の概略位置を決定する。リニアセンサは測定レンジが可動子の全長より短いので、可動子の絶対位置を検出できない。しかし可動子の概略位置が判明すれば、リニアセンサは可動子の絶対位置を決定できる(ステップ36)。

20

【 0 0 2 0 】

図3に、固定子6の3相交流同期モータと、IPM10の構成とを示し、固定子6はU相、V相、W相の3個のコイルと、a、b、cの3個の接点を備えている。IPM10は電源38と制御部39とを備え、制御部39は信号a1～c2により例えば6個のパワー素子40～45をオン/オフさせて、固定子6を駆動する。信号a1～c2により、固定子6に任意の向きに直流電流を加えることができ、また任意の周波数の交流電流を加えることができる。さらに制御部39は、接点a、bを流れる電流をホール素子などの電流センサ46、47で監視し、接点cを流れる電流値は接点a、bを流れる電流値の和で定まる。また求めた電流値をインピーダンスの算出用にコントローラへ送出する。

30

【 0 0 2 1 】

図4は電源投入時に固定子のコイルに加える電流波形を示し、最初の波形は直流で、固定子を仮に位置決めするためのものである。次の波形は高周波で、可動子を移動させずに各コイルのインダクタンスを測定するためのものである。図4の1)では、固定子のU相に+の電位を加え、V相とW相とにそれぞれ-の電位を加えて、U相から投入した直流電流を1/2ずつV相とW相へ流す。2)では例えばW相をオフし、U相から加えた直流電流をV相から取り出す。位置決め時に固定子に加える直流のパターンは任意である。

【 0 0 2 2 】

図5は可動子4と固定子6との位置関係の例を示し、着目している固定子6に対し、その右側の固定子を6Rとする。また着目している固定子6のコイルをU1、V1、W1で表し、右側の固定子6RのコイルをU2、V2、W2で表す。固定子6及びリニアセンサ8は直線区間等では一定のピッチで交互に表れるように配置され、固定子6の配列ピッチとリニアセンサ8の配列ピッチは等しく、これらの配列ピッチは可動子4のマグネット列の長さよりも短く、固定子6の左端のコイルU1と可動子4の左端のマグネットとが対向している際に、右側の固定子6Rの左端のコイルU2と可動子4の右端のマグネットとが少なくとも部分的に対向するようにする。

40

【 0 0 2 3 】

通常の可動子4では、マグネットのN極の数とS極の数は同数であるが、例えば図6の可動子4'のようにN極とS極とでマグネットの数を異ならせても良い。この場合も、固定子6のコイルU1と可動子4'の左端のマグネットとが対向している際に、固定子6R

50

のコイルU 2と可動子4'の右端のマグネットとが対向する。なおここに極の数は、固定子6側を向いている極の数である。

【0024】

図7に可動子4の位置決めを示す。図7の1)は、固定子6,6Rに直流電流を加えて、コイルを図示のように励磁することにより、可動子4を概略的に位置決めした例を示す。固定子6に直流電流を加えることにより、可動子4が概略的に位置決めされる位置は複数あり、可動子4は例えば2)~5)の4種類のいずれかの位置に概略的に位置決めされる。ここで可能な可動子の概略位置の数は、可動子4でのN極とS極とのペアの数(マグネットが偶数の場合)、もしくは(可動子4のマグネットの数-1)×1/2(マグネットが奇数の場合)等となる。また直流電流による位置決めを利用して、コイルの抵抗値を測定する。

10

【0025】

次いで可動子4がこれらの概略位置のいずれにあるかを決定する。図7の2)の場合、コイルU1,U2が共に可動子4と向き合っており、このような位置は他にない。またコイルV1,W1も可動子4と向き合っているが、コイルV2,W2は可動子4と向き合っていない。この場合、固定子6,6Rからの信号のみで概略位置を決定でき、精密な位置はリニアセンサ8Rからの信号で決定できる。

【0026】

図7の3)の配置では、固定子6からの信号のみでは、可動子4の概略位置は決定できない。しかし固定子6の左右のリニアセンサ8L,8Rが共に可動子4を検出しており、このような概略位置は他にないので、位置を判定できる。この場合もリニアセンサ8L,8Rのいずれかの信号により、可動子4の精密位置を決定でき、以下同様である。

20

【0027】

4)の位置でも、固定子6の信号のみでは可動子4の概略位置を決定できない。しかし左側のリニアセンサ8Lが可動子4と対向し、右側のリニアセンサ8Rが可動子4と対向していないことから、概略位置を決定できる。なおリニアセンサ8L,8Rを用いなくても、左側の固定子6LでコイルW3のみが可動子4と対向していることから、概略位置を決定できる。さらに固定子6の左右のホール素子7L,7Rが共に可動子4と対向していることは、概略位置を決定するための補助的な情報として利用できる。

【0028】

30

図7の5)の位置では、固定子6のコイルU1,V1と、コイルW1とでインダクタンスが異なる。またリニアセンサ8Lは可動子4と対向し、リニアセンサ8Rは可動子4と対向していない。さらに左側の固定子6Lでは、コイルV3,W3が共に可動子4と対向している。また固定子6の左側のホール素子7Lは可動子4と対向し、右側のホール素子7Rは可動子4と対向していない。これらのことから、5)の状態を2)~4)の状態と区別して特定できる。以上のようにして、固定子6に対する可動子4の概略位置を決定できると、詳細位置はリニアセンサ8により決定できる。

【0029】

なお一般に可動子4の数は固定子6の数に比べて少ないので、全ての固定子6に直流及び高周波電流を加えることは無駄である。そこで例えばホール素子7により可動子4を検出した固定子と、その左右の固定子とに対し、直流及び高周波を加えるようにするとよい。ここでホール素子7に代えてリニアセンサ8を用いて、周囲に可動子が存在するかどうかを検出しても同じである。また高周波電流を加える場合、固定子6に高周波を3相交流として加え、3個のコイル(U相,V相,W相)毎にインダクタンスを測定すると、図7の4)と5)との区別に利用できる。

40

【0030】

実施例では、測定レンジが可動子4の長さよりも短いリニアセンサ8と、固定子6とを用いて、電源投入時に可動子4の絶対位置を求めることができる。また固定子6の配列ピッチを可動子4のマグネット列の長さよりも短くし、可動子4の両端のマグネットを左右の固定子6の後端と後端のコイル(U相とU相)、あるいは先端と先端のコイル(W相と

50

W相)と対向させることにより、任意の初期位置から可動子を概略位置決めできる。さらに電源投入時に固定子6に直流電流を加えて、可動子4を複数の位置のいずれかに概略位置決めし、次いで固定子6の交流電流を加えてコイルのインダクタンスを測定することにより、可動子4が複数の概略位置の何れに位置するかを判別できる。そして概略位置が判別できれば、リニアセンサ8に可動子4の絶対位置を求めることができる。

【0031】

実施例では、コイルのインピーダンスを測定して、抵抗成分を除くことにより、インダクタンスを求めた。しかしコイルに加える交流の周波数を変えることにより、インダクタンスを求めても良い。またU相、V相、W相の各コイルのインダクタンスを測定しても、U相のみ、あるいは固定子6の両端のU相とW相のみのインダクタンスを測定しても良い。

10

【0032】

実施例では直流でいずれかの位置に位置決めした後、可動子の位置を決定したが、直流での位置決めは省略可能である。このためには最初に高周波電流を加えて、図7の2)~5)のいずれの位置かを判別し、位置を決定する。この位置は誤差を含んでいる可能性が高いので、例えば固定子6の長さ分程度、移動体を移動させ、この間のコイルのインダクタンスを測定する。位置が正しければインダクタンスは所定のパターンで変化し、正しくなければインダクタンスの変化パターンから位置を訂正するか、図7の処理を再度実行する。

【符号の説明】

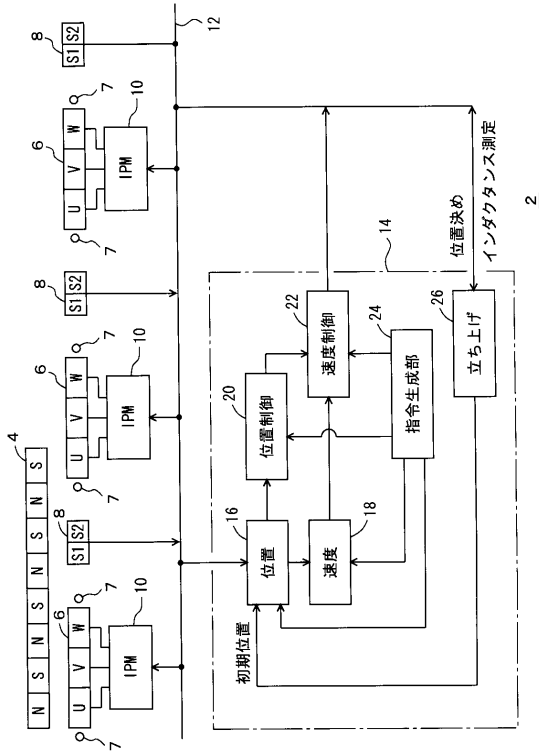
【0033】

20

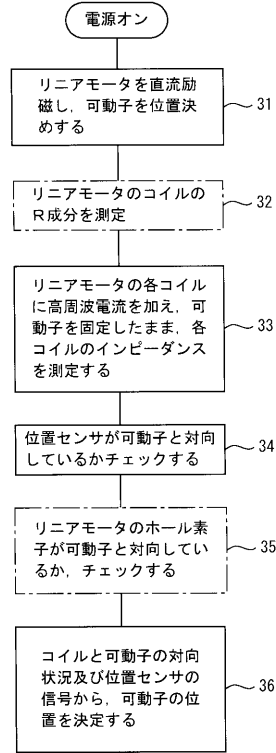
2	移動体システム
4	可動子
6	固定子
7	ホール素子
8	<u>リニアセンサ</u>
10	I P M
12	L A N
14	地上側コントローラ
16	位置記憶部
18	速度算出部
20	位置制御部
22	速度制御部
24	指令生成部
26	立ち上げ部
31 ~ 36	ステップ
38	電源
39	制御部
40 ~ 45	パワー素子
46 , 47	電流センサ

30

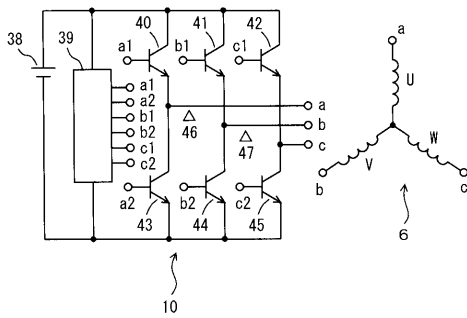
【図1】



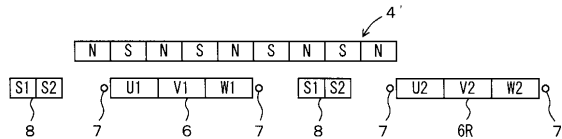
【図2】



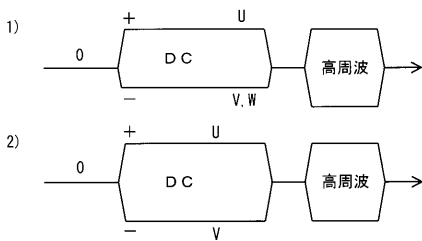
【図3】



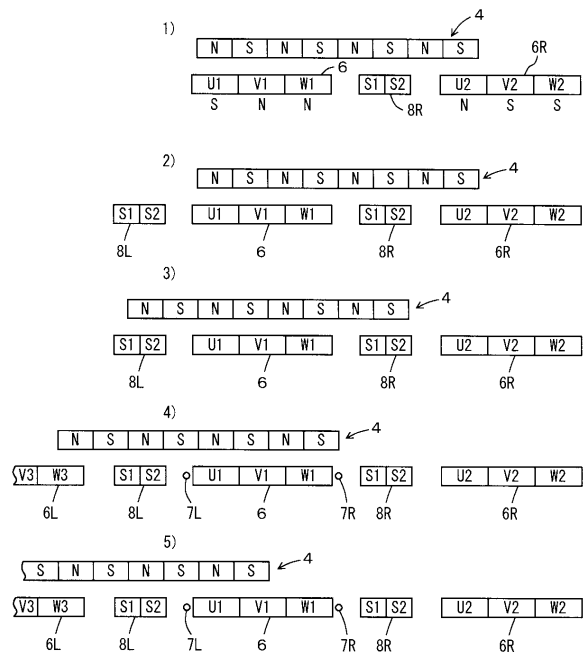
【図6】



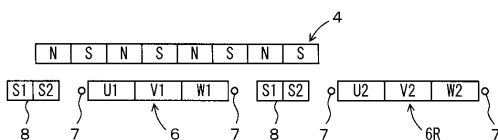
【図4】



【図7】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-224833(JP,A)
国際公開第00/046911(WO,A1)
特開平08-033388(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 41/00 - 41/06
H02P 4/00 - 29/00