

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-190813

(P2009-190813A)

(43) 公開日 平成21年8月27日(2009.8.27)

(51) Int.Cl.

B 6 5 G 23/23 (2006.01)

F 1

B 6 5 G 23/23

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-31162 (P2008-31162)
 (22) 出願日 平成20年2月12日 (2008.2.12)

(71) 出願人 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100095566
 弁理士 高橋 友雄
 (72) 発明者 阿部 典行
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

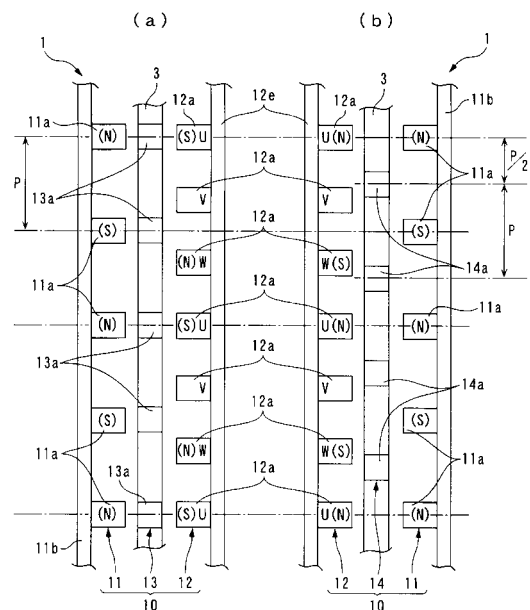
(54) 【発明の名称】 ベルト装置

(57) 【要約】

【課題】駆動効率の高効率化により、小型化および製造コストの削減を図れるベルト装置を提供する。

【解決手段】ベルト装置1の電動機10は、複数の第1および第2の磁極11a、第1および第2の電機子12a、軟磁性体13a、14aをそれぞれ有する、不動部材CAに設けられた第1および第2の磁極列11ならびに第1および第2の電機子列12と、ベルト3に設けられた軟磁性体列13、14を備えている。第1電機子12aの第1電機子磁極の極性が、対向する第1磁極11aの極性と異なる場合には、第2電機子12aの第2電機子磁極の極性が、対向する第2磁極11aの極性と同じになる。また、第1磁極列11と第1電機子列12の間の軟磁性体13aが第1磁極11aと第1電機子磁極の間に位置するときには、第2磁極列11と第2電機子列12の間の軟磁性体14aが、ベルト3の長さ方向に隣り合う2組の第2電機子磁極および第2磁極11aの間に位置する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

案内部材と、

当該案内部材により規定された軌道に沿って移動自在のベルトと、を備え、

当該ベルトの長さ方向に並んだ複数の第 1 電機子で構成され、電力の供給に伴って当該複数の第 1 電機子で発生する磁極により、前記ベルトの長さ方向に移動する第 1 移動磁界を発生させる第 1 電機子列と、

前記ベルトの長さ方向に並んだ複数の第 1 磁極で構成され、隣り合う各 2 つの前記第 1 磁極が互いに異なる極性を有するとともに前記第 1 電機子列に対向するように配置された第 1 磁極列と、

前記ベルトの長さ方向に並んだ複数の第 2 電機子で構成され、電力の供給に伴って当該複数の第 2 電機子で発生する磁極により、前記ベルトの長さ方向に移動する第 2 移動磁界を発生させる第 2 電機子列と、

前記ベルトの長さ方向に並んだ複数の第 2 磁極で構成され、隣り合う各 2 つの前記第 2 磁極が互いに異なる極性を有するとともに前記第 2 電機子列に対向するように配置された第 2 磁極列と、

前記ベルトに設けられ、互いに所定の間隔で当該ベルトの長さ方向に並んだ複数の軟磁性体で構成され、前記第 1 電機子列と前記第 1 磁極列の間および前記第 2 電機子列と前記第 2 磁極列の間に位置するように配置された軟磁性体列と、

前記第 1 および第 2 の電機子列ならびに前記第 1 および第 2 の磁極列が設けられた不動部材と、を有し、

前記第 1 電機子の各磁極および前記各第 1 磁極が互に対向する第 1 対向位置にあるときには、前記第 2 電機子の各磁極および前記各第 2 磁極が互に対向する第 2 対向位置に位置し、前記第 1 対向位置に位置する前記第 1 電機子の各磁極および前記各第 1 磁極が互いに異なる極性のときには、前記第 2 対向位置に位置する前記第 2 電機子の各磁極および前記各第 2 磁極が互いに同一極性を示し、前記第 1 対向位置に位置する前記第 1 電機子の各磁極および前記各第 1 磁極が互いに同一極性のときには、前記第 2 対向位置に位置する前記第 2 電機子の各磁極および前記各第 2 磁極が互いに異なる極性を示し、

前記第 1 電機子の各磁極および前記各第 1 磁極が前記第 1 対向位置にある場合において、前記第 1 電機子列と前記第 1 磁極列の間に位置する前記軟磁性体が、前記第 1 電機子の磁極とそれに対向する前記第 1 磁極との間に位置するときには、前記第 2 電機子列と前記第 2 磁極列の間に位置する前記軟磁性体が、前記ベルトの長さ方向に隣り合う 2 組の前記第 2 電機子の磁極と前記第 2 磁極の間に位置するとともに、前記第 2 電機子列と前記第 2 磁極列の間に位置する前記軟磁性体が、前記第 2 電機子の磁極とそれに対向する前記第 2 磁極との間に位置するときには、前記第 1 電機子列と前記第 1 磁極列の間に位置する前記軟磁性体が、前記ベルトの長さ方向に隣り合う 2 組の前記第 1 電機子の磁極と前記第 1 磁極の間に位置するように構成された電動機と、

をさらに備えることを特徴とするベルト装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベルトを駆動するベルト装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種のベルト装置として、例えば特許文献 1 に開示されたものが知られている。このベルト装置は、搬送物を搬送するためのチェーンコンベヤに用いられたものであり、一対のスプロケットと、これらのスプロケットに巻き掛けられたチェーンベルトと、スプロケットの軸に連結された電動機とを備えている。この従来のベルト装置では、電動機の駆動力をスプロケットを介してチェーンベルトに伝達し、チェーンベルトを駆動することによって、チェーンベルトに載置された搬送物が搬送される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

上述したように、従来のベルト装置では、電動機の駆動力をスプロケットを介してチェーンベルトに伝達するので、スプロケットとチェーンベルトの噛み合いや両者の間のフリクションによる駆動力の伝達ロスが発生することは避けられず、チェーンベルトの駆動効率が低下してしまう。また、この伝達ロスの分、より大型の電動機を用いなければならず、その結果、ベルト装置の大型化および製造コストの増大を招いてしまう。

【 0 0 0 4 】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、駆動効率を高めることができ、それにより、小型化および製造コストの削減を図ることができるベルト装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 8 3 6 4 号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記の目的を達成するため、請求項 1 に係る発明によるベルト装置 1、1 A は、案内部材（実施形態における（以下、本項において同じ）プーリ 2、スプロケット 5）と、案内部材により規定された軌道に沿って移動自在のベルト 3（チェーンベルト 6）と、を備え、ベルト 3 の長さ方向に並んだ複数の第 1 電機子 3 2 a（電機子 1 2 a）で構成され、電力の供給に伴って複数の第 1 電機子 3 2 a で発生する磁極により、ベルト 3 の長さ方向に移動する第 1 移動磁界を発生させる第 1 電機子列 3 2（電機子列 1 2）と、ベルト 3 の長さ方向に並んだ複数の第 1 磁極（永久磁石 1 1 a、第 1 永久磁石 3 1 a）で構成され、隣り合う各 2 つの第 1 磁極が互いに異なる極性を有するとともに第 1 電機子列 3 2 に対向するように配置された第 1 磁極列（永久磁石列 1 1、第 1 永久磁石列 3 1）と、ベルト 3 の長さ方向に並んだ複数の第 2 電機子 3 4 a（電機子 1 2 a）で構成され、電力の供給に伴って複数の第 2 電機子 3 4 a で発生する磁極により、ベルト 3 の長さ方向に移動する第 2 移動磁界を発生させる第 2 電機子列 3 4（電機子列 1 2）と、ベルト 3 の長さ方向に並んだ複数の第 2 磁極（永久磁石 1 1 a、第 2 永久磁石 3 3 a）で構成され、隣り合う各 2 つの第 2 磁極が互いに異なる極性を有するとともに第 2 電機子列 3 4 に対向するように配置された第 2 磁極列（永久磁石列 1 1、第 2 永久磁石列 3 3）と、ベルト 3 に設けられ、互いに所定の間隔でベルト 3 の長さ方向に並んだ複数の軟磁性体（第 1 コア 1 3 a、第 2 コア 1 4 a、コア 3 5 a）で構成され、第 1 電機子列 3 2 と第 1 磁極列の間および第 2 電機子列 3 4 と第 2 磁極列の間に位置するように配置された軟磁性体列（第 1 コア列 1 3、第 2 コア列 1 4、コア列 3 5）と、第 1 および第 2 の電機子列 3 2、3 4 ならびに第 1 および第 2 の磁極列が設けられた不動部材（ケース C A、ケース C A 1、ケース C A 2）と、を有し、第 1 電機子 3 2 a の各磁極および各第 1 磁極が互に対向する第 1 対向位置にあるときには、第 2 電機子 3 4 a の各磁極および各第 2 磁極が互に対向する第 2 対向位置に位置し、第 1 対向位置に位置する第 1 電機子 3 2 a の各磁極および各第 1 磁極が互いに異なる極性のときには、第 2 対向位置に位置する第 2 電機子 3 4 a の各磁極および各第 2 磁極が互いに同一極性を示し、第 1 対向位置に位置する第 1 電機子 3 2 a の各磁極および各第 1 磁極が互いに同一極性のときには、第 2 対向位置に位置する第 2 電機子 3 4 a の各磁極および各第 2 磁極が互いに異なる極性を示し、第 1 電機子 3 2 a の各磁極および各第 1 磁極が第 1 対向位置にある場合において、第 1 電機子列 3 2 と第 1 磁極列の間に位置する軟磁性体が、第 1 電機子 3 2 a の磁極とそれに対向する第 1 磁極との間に位置するときには、第 2 電機子列 3 4 と第 2 磁極列の間に位置する軟磁性体が、ベルト 3 の長さ方向に隣り合う 2 組の第 2 電機子 3 4 a の磁極と第 2 磁極の間に位置するとともに、第 2 電機子列 3 4 と第 2 磁極列の間に位置する軟磁性体が、第 2 電機子 3 4 a の磁極とそれに対向する第 2 磁極との間に位置するときには、第 1 電機子列 3 2 と第 1 磁極列の間に位置する軟磁性体が、ベルト 3 の長さ方向に隣り合う 2 組の第 1 電機子 3 2 a の磁極と第 1 磁極の間に位置するように構成された電動機 1 0、3 0 と、をさらに備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

このベルト装置によれば、ベルトが、案内部材によって規定された軌道に沿って移動自在になっている。また、電動機では、互いに対向する第 1 電機子列と第 1 磁極列の間および互いに対向する第 2 電機子列と第 2 磁極列の間に、軟磁性体列が位置するように配置されており、第 1 および第 2 の電機子列、第 1 および第 2 の磁極列ならびに軟磁性体列をそれぞれ構成する複数の第 1 および第 2 の電機子、第 1 および第 2 の磁極ならびに軟磁性体はいずれも、ベルトの長さ方向（以下、単に「長さ方向」という）に並んでいる。さらに、隣り合う各 2 つの軟磁性体間には、所定の間隔があいている。また、第 1 および第 2 の電機子列と第 1 および第 2 の磁極列は、不動部材に設けられており、軟磁性体列はベルトに設けられている。

10

【 0 0 0 8 】

以上の構成のベルト装置では、第 1 および第 2 の電機子への電力の供給により、第 1 および第 2 の移動磁界を発生させることによって、この電力が次のようにして動力に変換され、ベルトが駆動される。すなわち、上記のように軟磁性体列が第 1 電機子列と第 1 磁極列の間に位置するように配置されているので、第 1 電機子列と第 1 磁極列の間に位置する軟磁性体（以下「第 1 軟磁性体」という）は、第 1 電機子で発生する磁極（以下「第 1 電機子磁極」という）と第 1 磁極によって磁化される。このように第 1 軟磁性体が磁化されることと、隣り合う各 2 つの第 1 軟磁性体の間に間隔があいていることによって、第 1 電機子磁極、第 1 軟磁性体および第 1 磁極の間に磁力線（以下「第 1 磁力線」という）が、発生する。同様に、軟磁性体列が第 2 電機子列と第 2 磁極列の間に位置するように配置されているので、第 2 電機子列と第 2 磁極列の間に位置する軟磁性体（以下「第 2 軟磁性体」という）は、第 2 電機子で発生する磁極（以下「第 2 電機子磁極」という）および第 2 磁極によって磁化される。このように、第 2 軟磁性体が磁化されることと、隣り合う各 2 つの第 2 軟磁性体の間に間隔があいていることによって、第 2 電機子磁極、第 2 軟磁性体および第 2 磁極の間に磁力線（以下「第 2 磁力線」という）が、発生する。

20

【 0 0 0 9 】

第 1 および第 2 の移動磁界の発生時、第 1 対向位置にある各第 1 電機子磁極および各第 1 磁極が互いに異なる極性を示している状態で、第 1 軟磁性体が第 1 電機子磁極とそれに対向する第 1 磁極との間に位置しているときには、第 1 磁力線は、その長さが最短になり、その総磁束量が最多になる。また、この状態では、第 2 対向位置に位置する各第 2 電機子磁極および各第 2 磁極が互いに同一極性を示すとともに、第 2 軟磁性体が、長さ方向に隣り合う 2 組の第 2 電機子磁極と第 2 磁極の間に位置する。この状態では、第 2 磁力線は、その曲がり度合いが大きいとともに、長さが最長になり、総磁束量が最少になる。

30

【 0 0 1 0 】

一般に、極性が互いに異なる 2 つの磁極の間に軟磁性体が介在することにより磁力線が曲がると、これらの軟磁性体および 2 つの磁極には、磁力線の長さが短くなるように磁力が作用し、この磁力は、磁力線の曲がり度合いが大きいほど、また、磁力線の総磁束量が多いほど、より大きくなるという特性を有している。このため、第 1 磁力線の曲がり度合いが大きいほど、また、その総磁束量が多いほど、第 1 軟磁性体には、より大きな磁力が作用する。すなわち、第 1 軟磁性体に作用する磁力（以下「第 1 磁力」という）は、第 1 磁力線の曲がり度合いおよびその総磁束量に応じた大きさになるという特性を有している。このことは、第 2 軟磁性体に作用する磁力にも、同様に当てはまる。なお、第 2 軟磁性体に作用する磁力を、以下「第 2 磁力」という。

40

【 0 0 1 1 】

このため、上述したように、互いに異なる極性の第 1 電機子磁極と第 1 磁極の間に第 1 軟磁性体が位置している状態から、第 1 移動磁界が長さ方向に移動し始めると、総磁束量が多い状態の第 1 磁力線が曲がり始めるので、比較的強い第 1 磁力が第 1 軟磁性体に作用する。それにより、第 1 軟磁性体が設けられたベルトが、第 1 移動磁界の移動方向に大きな駆動力で駆動される。また、第 1 移動磁界が移動するのと同時に、第 2 移動磁界が第 1 移動磁界の移動方向と同方向に移動するのに伴い、各第 2 電機子磁極は、同一極性の第 2

50

磁極と対向する第2対向位置から、この同一極性の各第2磁極に隣接する異なる極性の各第2磁極側に位置する。この状態では、第2磁力線の曲がり度合いは大きいものの、その総磁束量が少ないため、比較的弱い第2磁力が第2軟磁性体に作用する。それにより、第2軟磁性体が設けられたベルトが、第2移動磁界の移動方向に小さな駆動力で駆動される。

【0012】

そして、第1移動磁界がさらに移動すると、第1磁力線の曲がり度合いは増大するものの、第1電機子磁極と、これと異なる極性の第1磁極との間の距離が長くなるのに伴い、第1磁力線の総磁束量が少なくなる結果、第1磁力が弱くなり、第1軟磁性体を介してベルトに作用する駆動力（以下「第1駆動力」という）が小さくなる。そして、各第1電機子磁極がこれと同一極性の各第1磁極に対向する第1対向位置に位置すると、第1軟磁性体が、長さ方向に隣り合う2組の第1電機子磁極と第1磁極の間に位置するようになることによって、第1磁力線の曲がり度合いは大きいものの、総磁束量が最少になり、その結果、第1磁力が最弱になり、第1駆動力が最小になる。

10

【0013】

また、上記のように第1移動磁界が移動すると同時に、第2移動磁界が移動するのに伴って、各第2電機子磁極は、同一極性の各第2磁極と対向する第2対向位置から、この同一極性の各第2磁極に隣接する異なる極性の各第2磁極側に位置する。この状態では、第2磁力線の曲がり度合いは小さくなるものの、その総磁束量が多くなる結果、第2磁力が強くなり、第2軟磁性体を介してベルトに作用する駆動力（以下「第2駆動力」という）が増大する。そして、各第2電機子磁極が、これと異なる極性の各第2磁極に対向する第2対向位置に位置すると、第2磁力線の総磁束量が最も多くなるとともに、第2軟磁性体が第2電機子磁極に対して若干遅れた状態で移動することによって、第2磁力線に曲がりが生じる。このように、総磁束量が最も多い第2磁力線に曲がりが生じていることによって、第2磁力が最強になり、第2駆動力が最大になる。

20

【0014】

また、上記のように第1駆動力がほぼ最小でかつ第2駆動力がほぼ最大の状態から、第1移動磁界がさらに移動すると、第1磁力線の曲がり度合いは小さくなるものの、その総磁束量が多くなる結果、第1磁力が強くなり、第1駆動力が増大する。そして、各第1電機子磁極が、これと異なる極性の各第1磁極に対向する第1対向位置に位置すると、第1磁力線の総磁束量が最も多くなるとともに、第1軟磁性体が第1電機子磁極に対して若干遅れた状態で移動することによって、第1磁力線に曲がりが生じる。このように、総磁束量が最も多い第1磁力線に曲がりが生じていることによって、第1磁力が最強になり、第1駆動力が最大になる。

30

【0015】

さらに、上記のような第1移動磁界の移動と同時に、第2移動磁界が移動するのに伴って、各第2電機子磁極は、これと異なる極性の各第2磁極と対向する第2対向位置から、この異なる極性の各第2磁極に隣接する同一極性の各第2磁極側に位置する。この状態では、第2磁力線の曲がり度合いは大きくなるものの、その総磁束量が少なくなる結果、第2磁力がより弱くなり、第2駆動力がより小さくなる。そして、各第2電機子磁極が同一極性の各第2磁極に対向する第2対向位置に位置すると、第2軟磁性体が、長さ方向に隣り合う2組の第2電機子磁極と第2磁極の間に位置するようになることによって、第2磁力線の曲がり度合いは大きいものの、その総磁束量が最少になる結果、第2磁力が最弱になり、第2駆動力が最小になる。

40

【0016】

以上のように、第1および第2の移動磁界の移動に伴い、第1および第2の駆動力が、交互に大きくなったり、小さくなったりする状態を繰り返しながら、ベルトが、第1および第2の移動磁界の移動方向に駆動され、案内部材で規定された軌道に沿って移動する。したがって、ベルトに実際に伝達される動力は、第1および第2の駆動力を足し合わせたものとなり、ほぼ一定になる。また、この場合、第1および第2の電機子への電力の供給

50

により、第 1 および第 2 の移動磁界を発生させることによって、第 1 および第 2 の電機子と第 1 および第 2 の磁極と第 1 および第 2 の軟磁性体において、第 1 および第 2 の磁力線による磁気回路が形成され、この磁気回路を介して、第 1 および第 2 の電機子に供給された電力が、動力に変換され、ベルトに伝達される。このように、ベルトへの動力の伝達が、磁気回路を介した非接触による、いわゆる磁気バスによって行われるので、その伝達効率は、前述した従来のようにスプロケットを介して行う場合よりも高い。さらに、第 1 および第 2 の電機子に供給された電力を、第 1 および第 2 の軟磁性体を介してベルトに動力として伝達できるので、従来の場合と異なり、そのためのスプロケットは不要である。以上により、従来の場合と比較して、ベルトの駆動効率を高めることができ、ひいては、ベルト装置の小型化および製造コストの削減を図ることができる。

10

【0017】

また、一般に、軟磁性体は永久磁石よりも強度が高く、そのような軟磁性体をベルトとともに駆動するので、永久磁石をベルトとともに駆動する場合よりも高い耐久性を得ることができる。一方、誘導モータの原理によりベルトを駆動する場合、すなわち、弱磁性体の導体をベルトに設けるとともに、電磁誘導により弱磁性体の導体とともにベルトを駆動する場合には、弱磁性体の導体に大きな渦電流が流れ、その結果、ベルトが発熱することから、ベルトの高い駆動効率が得られない。これに対し、本発明によれば、ベルトに軟磁性体を設けるとともに、上述した第 1 および第 2 の磁力線により軟磁性体とともにベルトを直接、駆動するので、上述した場合と異なり、軟磁性体に大きな渦電流を発生させる必要がないため、例えば軟磁性体を積層構造で構成することなどによって、渦電流を減少させることが可能である。それにより、電磁誘導により弱磁性体の導体とともにベルトを駆動する場合と比較して、ベルトの発熱を抑えることができるとともに、ベルトの駆動効率を高めることができる。また、軟磁性体をベルトに設けることから、第 1 および第 2 の磁極と第 1 および第 2 の電機子をベルトの全体を覆うように設ける必要がなく、それらの数をベルトの駆動に必要な最小限に設定でき、したがって、ベルト装置の製造コストをさらに削減することができる。

20

【0018】

なお、本明細書において、「第 1 電機子磁極（第 3 電機子磁極）および第 2 電機子磁極（第 4 電機子磁極）が互いに対向する位置にある」には、両者の中心が長さ方向においてまったく同じ位置にあることに限らず、若干ずれた位置にあることも含まれる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について説明する。なお、図面中の断面を示す部分については、ハッチングを適宜、省略している。また、複数の構成要素を示す符号の一部を適宜、省略している。図 1 ～ 図 4 は、本発明の第 1 実施形態によるベルト装置 1 を概略的に示している。このベルト装置 1 は、ベルトコンベヤに用いられたものであり、図 1 に示すように、前後一對のプーリ 2、2 と、これらのプーリ 2、2 に巻き掛けられたベルト 3 と、このベルト 3 を駆動するための電動機 10 とを備えている。以下、図 1 の右側および左側をそれぞれ「前」および「後」として、図 2 および図 4 の上側および下側をそれぞれ「前」および「後」として、図 2 および図 3 の右側および左側をそれぞれ、「右」および「左」として説明する。

40

【0020】

プーリ 2、2 はそれぞれ、回転軸 2a を有しており、それらの回転軸 2a、2a が軸受け（図示せず）に支持されることによって、回転自在になっている。また、各プーリ 2 の外周面には、プーリ溝 2b が全体にわたって形成されている。

【0021】

ベルト 3 は、弱磁性の不導体、例えば合成樹脂で構成され、無端状に形成されており、搬送物が載置されるようになっている。また、ベルト 3 は、プーリ 2、2 のプーリ溝 2b、2b に係合するとともに所定の張力が与えられた状態でプーリ 2、2 に巻き掛けられ、前後方向に延びており、プーリ 2、2 により規定された軌道に沿って回転自在になっ

50

る。

【0022】

電動機10は、リニアモータとして構成されており、図1～図4に示すように、永久磁石列11と、この永久磁石列11に対向するように配置された電機子列12と、第1コア列13および第2コア列14を有している。これらの第1および第2のコア列13、14は、互いに並列に、かつ、永久磁石列11と電機子列12の間に所定の間隔を存した状態で位置するように配置されている。

【0023】

永久磁石列11は、 $2n$ 個（ n は整数）、例えば6個の永久磁石11aを有しており、各永久磁石11aは、ほぼ直方体状に形成され、左右方向に若干延びている。また、永久磁石11aは、軟磁性体で構成された固定部11bを介して、不動のケースCAに取り付けられており、移動不能になっている。さらに、永久磁石11aは、前後方向、すなわちベルト3の長さ方向（以下「ベルト長さ方向」という）に所定のピッチPで等間隔に並ぶように配置されており、永久磁石11aの極性は、前後方向に隣り合う各2つについては互いに異なっている（図4参照）。以下、永久磁石11aの左側および右側の磁極をそれぞれ、「第1磁極」および「第2磁極」という。

【0024】

電機子列12は、移動磁界を発生させるものであり、 $3n$ 個、例えば9個の電機子12aを有しており、これらの電機子12aは、前後方向、すなわち長さ方向に等間隔で並んでいる。各電機子12aは、鉄芯12bと、鉄芯12bに巻回されたコイル12cなどで構成されている。鉄芯12bは、前後方向に直交する断面がほぼ矩形状になっており、左右方向に永久磁石11aとほぼ同じ長さを有している。また、鉄芯12bの永久磁石列11側の面の左右方向の中央部には、前後方向に延びる溝12dが形成されている。さらに、 $3n$ 個のコイル12cは、 n 組のU相、V相およびW相の3相コイルを構成している（図4参照）。また、電機子12aは、固定部12eを介して、ケースCAに取り付けられており、移動不能になっている。さらに、電機子12aおよび永久磁石11aは、互いに同じ相のコイル12cを有する2つおきの電機子12aの中心と、互いに同じ極性を有する1つおきの永久磁石11aの中心が前後方向の同じ位置に位置するように配置されている（図4参照）。

【0025】

また、電機子12aは、パワードライブユニット（以下「PDU」という）21を介してバッテリー22に接続されている。このPDU21は、インバータなどの電気回路で構成されており、後述するECU23に接続されている。また、電機子12aは、このバッテリー22から電力が供給されたときに、鉄芯12bの左右の端部に、互いに異なる極性の磁極がそれぞれ発生するように構成されており、これらの磁極の発生に伴って、永久磁石列11の左側（第1磁極側）の部分との間および右側（第2磁極側）の部分との間にそれぞれ、第1および第2の移動磁界が前後方向、すなわちベルト長さ方向に移動するように発生する。以下、鉄芯12bの左右の端部に発生する磁極をそれぞれ、「第1電機子磁極」および「第2電機子磁極」という。また、これらの第1および第2の電機子磁極の数はそれぞれ、永久磁石11aの磁極の数と同じ、すなわち $2n$ である。以上から明らかなように、上記の所定のピッチPは、電機子12aに供給される交流電流の位相が1周期分、変化するまでの第1および第2の電機子磁極の移動距離の $1/2$ に設定されている。

【0026】

第1および第2のコア列13、14は、多数の第1コア13aおよび第2コア14aをそれぞれ有している。各第1コア13aは、軟磁性体、例えば鉄粉をバインダーで固めることにより直方体状に形成され、左右方向に永久磁石11aのほぼ半分の長さで延びており、ベルト3の凹部に埋め込まれている。各第2コア14aは、第1コア13aと同様、鉄粉をバインダーで固めることにより直方体状に形成され、左右方向に永久磁石11aのほぼ半分の長さで延びており、ベルト3の凹部に埋め込まれている。以上のように、第1および第2のコア13a、14aは、ベルト3に一体に設けられている。

【 0 0 2 7 】

また、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a はそれぞれ、ベルト長さ方向に、ベルト 3 の全体にわたって所定のピッチ P で等間隔で並んでいる。さらに、左右方向において、第 1 コア 1 3 a は、永久磁石列 1 1 の左側（第 1 磁極側）の部分と電機子列 1 2 の左側（第 1 電機子磁極側）の部分との間に位置するように配置され、第 2 コア 1 4 a は、永久磁石列 1 1 の右側（第 2 磁極側）の部分と電機子列 1 2 の右側（第 2 電機子磁極側）の部分との間に位置するように配置されている。また、第 2 コア 1 4 a は、第 1 コア 1 3 a に対してベルト長さ方向に互い違いに並んでおり、その中心が、第 1 コア 1 3 a の中心に対して、ベルト長さ方向に所定のピッチ P の半ピッチ $P/2$ 分、ずれている。

【 0 0 2 8 】

また、電動機 1 0 には、位置センサ 2 5 が設けられており、この位置センサ 2 5 は、ケース C A に対する、所定の 1 つの第 1 コア 1 3 a の位置を表す検出信号を E C U 2 3 に出力する。

【 0 0 2 9 】

E C U 2 3 は、I / O インターフェース、C P U、R A M および R O M（いずれも図示せず）などからなるマイクロコンピュータで構成されている。また、E C U 2 3 は、検出された第 1 コア 1 3 a の位置に応じ、永久磁石 1 1 a および電機子 1 2 a と、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a との相対的な位置関係を求めるとともに、この位置関係に基づいて、電機子 1 2 a の 3 相コイル 1 2 c への通電を制御し、それにより、第 1 および第 2 の移動磁界を制御する。

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態では、プーリ 2 が本発明における案内部材に相当し、永久磁石列 1 1 が、本発明における第 1 および第 2 の磁極列に相当するとともに、永久磁石 1 1 a が、本発明における第 1 および第 2 の磁極に相当する。また、電機子列 1 2 が、本発明における第 1 および第 2 の電機子列に相当し、電機子 1 2 a が、本発明における第 1 および第 2 の電機子に相当する。さらに、第 1 および第 2 のコア列 1 3 , 1 4 が、本発明における軟磁性体列に相当し、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a が、本発明における軟磁性体に相当するとともに、ケース C A が本発明における不動部材に相当する。

【 0 0 3 1 】

以上の構成の電動機 1 0 では、図 4 に示すように、第 1 および第 2 の移動磁界の発生中、各第 1 電機子磁極の極性が、それに対向する各第 1 磁極の極性と異なるときには、各第 2 電機子磁極の極性は、それに対向する各第 2 磁極の極性と同じになる。また、第 1 磁極とそれに対向する第 1 電機子磁極との間に、第 1 コア 1 3 a が位置しているときには、第 2 コア 1 4 a が、前後方向（ベルト長さ方向）に隣り合う 2 組の第 2 電機子磁極と第 2 磁極の間に位置する。さらに、図示しないが、第 1 および第 2 の移動磁界の発生中、各第 2 電機子磁極の極性が、それに対向する各第 2 磁極の極性と異なるときには、各第 1 電機子磁極の極性は、それに対向する各第 1 磁極の極性と同じになる。また、第 2 磁極とそれに対向する第 2 電機子磁極との間に、第 2 コア 1 4 a が位置しているときには、第 1 コア 1 3 a が、前後方向（ベルト長さ方向）に隣り合う 2 組の第 1 電機子磁極と第 1 磁極の間に位置する。なお、実際には、 $2n$ 個の第 1 および第 2 の電機子磁極がそれぞれ、前後方向（ベルト長さ方向）に所定のピッチ P で等間隔に発生するが、図 4 では、便宜上、対応する電機子 1 2 a に、第 1 および第 2 の電機子磁極を（N）および（S）で表記している。

【 0 0 3 2 】

なお、図 4（a）および（b）では、断面図として示したために、電機子 1 2 a および固定部 1 2 e が 2 つに分かれているように示されているものの、これらは実際には 1 つのものであるので、図 4（a）および（b）の構成を、それと等価のものとして図 5 のように示すことができる。このため、以下、電動機 1 0 の動作を、永久磁石 1 1 a、電機子 1 2 a、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a が、図 5 に示すように配置されているものとして説明する。また、この動作説明を、説明の便宜上、第 1 および第 2 の移動磁界の動きを、それと等価の、永久磁石 1 1 a と同数の $2n$ 個の仮想の永久磁石（以下「仮想磁石」

10

20

30

40

50

という) V Mの物理的な動きに置き換えて説明するものとする。また、仮想磁石 V Mの左側(第1磁極側)および右側(第2磁極側)の磁極をそれぞれ、第1および第2の電機子磁極として、永久磁石列 1 1の左側(第1磁極側)の部分との間および右側(第2磁極側)の部分との間に発生する移動磁界をそれぞれ、第1および第2の移動磁界として、説明するものとする。さらに、以下、永久磁石 1 1 aの左側の部分および右側の部分をそれぞれ、第1磁石部および第2磁石部という。

【0033】

図6(a)に示すように、第1コア13aが第1磁石部に対向するとともに、第2コア14aが隣り合う2つの第2磁石部の間に位置した状態から、第1および第2の移動磁界を、同図の下方に移動させるように発生させる。その発生の開始時においては、各第1電機子磁極の極性を、それに対向する各第1磁極の極性と異ならせるとともに、各第2電機子磁極の極性をそれに対向する各第2磁極の極性と同じにする。

【0034】

第1コア13aは、前述したように配置されているので、第1磁極および第1電機子磁極によって磁化されるとともに、第1磁極、第1コア13aおよび第1電機子磁極の間に、磁力線(以下「第1磁力線」という)G1が発生する。同様に、第2コア14aは、前述したように配置されているので、第2電機子磁極および第2磁極によって磁化されるとともに、第2電機子磁極、第2コア14aおよび第2磁極の間に、磁力線(以下「第2磁力線」という)G2が発生する。

【0035】

図6(a)に示す状態では、第1磁力線G1は、第1磁極、第1コア13aおよび第1電機子磁極を結ぶように発生し、第2磁力線G2は、前後方向に隣り合う2つの第2電機子磁極と両者の間に位置する第2コア14aを結ぶように、また、前後方向に隣り合う2つの第2磁極と両者の間に位置する第2コア14aを結ぶように発生する。その結果、この状態では、図8(a)に示すような磁気回路が構成される。この状態では、第1磁力線G1が直線状であることにより、第1コア13aには、前後方向に移動させるような磁力は作用しない。また、前後方向に隣り合う2つの第2電機子磁極と第2コア14aの間の2つの第2磁力線G2の曲がり度合いおよび総磁束量が互いに等しく、同様に、前後方向に隣り合う2つの第2磁極と第2コア14aの間の2つの第2磁力線G2の曲がり度合いおよび総磁束量も、互いに等しく、バランスしている。このため、第2コア14aにも、前後方向に移動させるような磁力は作用しない。

【0036】

そして、仮想磁石 V Mが図6(a)に示す位置から図6(b)に示す位置に移動すると、第2電機子磁極、第2コア14aおよび第2磁極を結ぶような第2磁力線G2が発生するとともに、第1コア13aと第1電機子磁極の間の第1磁力線G1が、曲がった状態になる。また、これに伴い、第1および第2の磁力線G1, G2によって、図8(b)に示すような磁気回路が構成される。

【0037】

この状態では、第1磁力線G1の曲がり度合いは小さいものの、その総磁束量が多いため、比較的強い磁力が第1コア13aに作用する。これにより、第1コア13aは、仮想磁石 V Mの移動方向、すなわち第1および第2の移動磁界の移動方向(以下「磁界移動方向」という)に、比較的大きな駆動力で駆動され、その結果、第1コア13aが設けられたベルト3が、磁界移動方向に移動する。また、第2磁力線G2の曲がり度合いは大きいものの、その総磁束量が少ないため、比較的弱い磁力が第2コア14aに作用し、それにより、第2コア14aは、磁界移動方向に比較的小さな駆動力で駆動され、その結果、第2コア14aが設けられたベルト3が、磁界移動方向に移動する。

【0038】

次いで、仮想磁石 V Mが、図6(b)に示す位置から、図6(c), (d)および図7(a), (b)に示す位置に順に移動すると、第1および第2のコア13a, 14aはそれぞれ、第1および第2の磁力線G1, G2による磁力によって磁界移動方向に駆動され

10

20

30

40

50

、その結果、ベルト 3 が磁界移動方向に移動する。その間、第 1 コア 1 3 a に作用する磁力は、第 1 磁力線 G 1 の曲がり度合いが大きくなるものの、その総磁束量が少なくなることによって、徐々に弱くなり、第 1 コア 1 3 a を磁界移動方向に駆動する駆動力が、徐々に小さくなる。また、第 2 コア 1 4 a に作用する磁力は、第 2 磁力線 G 2 の曲がり度合いが小さくなるものの、その総磁束量が多くなることによって、徐々に強くなり、第 2 コア 1 4 a を磁界移動方向に駆動する駆動力が、徐々に大きくなる。

【 0 0 3 9 】

そして、仮想磁石 V M が図 7 (b) に示す位置から図 7 (c) に示す位置に移動する間、第 2 磁力線 G 2 が曲がった状態になるとともに、その総磁束量が最多に近い状態になり、その結果、最強の磁力が第 2 コア 1 4 a に作用し、第 2 コア 1 4 a に作用する駆動力が最大になる。その後、図 7 (c) に示すように、仮想磁石 V M が第 1 および第 2 の磁石部に対向する位置に移動すると、互に対向する第 1 電機子磁極および第 1 磁極が互いに同一極性になり、第 1 コア 1 3 a が、前後方向に隣り合う 2 組の同一極性の第 1 電機子磁極および第 1 磁極の間に位置するようになる。この状態では、第 1 磁力線 G 1 の曲がり度合いが大きいものの、その総磁束量が少ないことによって、第 1 コア 1 3 a には、磁界移動方向に移動させるような磁力が作用しない。また、互に対向する第 2 電機子磁極および第 2 磁極が互いに異なる極性になる。

【 0 0 4 0 】

この状態から、仮想磁石 V M がさらに移動すると、第 1 および第 2 の磁力線 G 1 , G 2 による磁力によって、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a が磁界移動方向に駆動され、ベルト 3 が磁界移動方向に移動する。その際、仮想磁石 V M が図 6 (a) に示す位置まで移動する間、以上とは逆に、第 1 コア 1 3 a に作用する磁力は、第 1 磁力線 G 1 の曲がり度合いが小さくなるものの、その総磁束量が多くなることによって強くなり、第 1 コア 1 3 a に作用する駆動力が大きくなる。逆に、第 2 コア 1 4 a に作用する磁力は、第 2 磁力線 G 2 の曲がり度合いが大きくなるものの、その総磁束量が少なくなることによって弱くなり、第 2 コア 1 4 a に作用する駆動力が小さくなる。

【 0 0 4 1 】

以上のように、仮想磁石 V M の移動、すなわち第 1 および第 2 の移動磁界の移動に伴い、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a にそれぞれ作用する駆動力が、交互に大きくなったり、小さくなったりする状態を繰り返しながら、ベルト 3 が磁界移動方向に移動し、ベルト 3 に載置された搬送物が搬送される。この場合、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a を介して伝達される推力を F 1 3 a , F 1 4 a とすると、ベルト 3 に伝達される推力 (以下「ベルト推力」という) F B と、これら 2 つの推力 F 1 3 a , F 1 4 a との関係は、概ね図 9 に示すものになる。同図に示すように、2 つの推力 F 1 3 a , F 1 4 a は、同じ周期でほぼ正弦波状に変化するとともに、位相が半周期分、互いにずれている。また、ベルト 3 には第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a が連結されているため、ベルト推力 F B は、上記のように変化する 2 つの推力 F 1 3 a , F 1 4 a を足し合わせたものとなり、ほぼ一定になる。

【 0 0 4 2 】

また、第 1 および第 2 の磁力線 G 1 , G 2 による磁力の作用によって、第 1 コア 1 3 a が、第 1 磁力線 G 1 で結ばれた第 1 磁極と第 1 電機子磁極の間に位置し、かつ、第 2 コア 1 4 a が、第 2 磁力線 G 2 で結ばれた第 2 磁極と第 2 電機子磁極の間に位置した状態を保ちながら、ベルト 3 が移動する。このため、ベルト 3 の移動速度 (以下「ベルト移動速度」という) は、第 1 および第 2 の移動磁界の移動速度 (以下「磁界移動速度」という) の 1 / 2 に等しい。

【 0 0 4 3 】

また、この場合、ベルト移動速度が、磁界移動速度の 1 / 2 に減速されるので、ベルト推力 F B は、電機子 1 2 a への供給電力および磁界移動速度と等価の推力を駆動用等価推力とすると、この駆動用等価推力の 2 倍に等しい。以上のように、電機子 1 2 a に供給した電力はすべて、ベルト 3 に動力として伝達される。

【0044】

以上のように、本実施形態によれば、不動のケースC Aに取り付けられた永久磁石列11と電機子列12の間に、第1および第2のコア列13, 14が位置するように配置されており、これらの第1および第2のコア列13, 14をそれぞれ構成する、軟磁性体から成る第1および第2のコア13a, 14aが、ベルト3に一体に設けられている。また、電機子12aに供給された電力が、第1および第2の磁力線G1, G2による磁気回路を介して、動力に変換されるとともに、第1および第2のコア13a, 14aを介してベルト3に伝達される。このように、ベルト3への動力の伝達が、磁気回路を介した非接触による、いわゆる磁気パスによって行われるので、その伝達効率は、前述した従来のようにスプロケットを介して行う場合よりも高い。さらに、電機子12aに供給された電力を、第1および第2のコア13a, 14aを介してベルト3に動力として伝達できるので、従来の場合と異なり、そのためのスプロケットは不要である。以上により、従来の場合と比較して、ベルト3の駆動効率を高めることができ、ひいては、ベルト装置1の小型化および製造コストの削減を図ることができる。

10

【0045】

また、軟磁性体で構成された第1および第2のコア13a, 14aをベルト3とともに駆動するので、永久磁石をベルト3とともに駆動する場合よりも高い耐久性を得ることができる。さらに、第1および第2の磁力線G1, G2により第1および第2のコア13a, 14aとともにベルト3を直接、駆動するので、電磁誘導により弱磁性体の導体とともにベルトを駆動する場合と異なり、第1および第2のコア13a, 14aに大きな渦電流を発生させる必要がないため、例えば両者13a, 14aを積層構造で構成することなどによって、渦電流を減少させることが可能である。それにより、電磁誘導により弱磁性体の導体とともにベルトを駆動する場合と比較して、ベルト3の発熱を抑えることができるとともに、ベルト3の駆動効率を高めることができる。したがって、このベルト装置1は、食品搬送用のベルトコンベヤに特に有効である。また、第1および第2のコア13a, 14aをベルト3に設けることから、永久磁石11aおよび電機子12aをベルト3の全体を覆うように設ける必要がなく、両者11a, 13aの数を、ベルト3の駆動に必要な最小限に設定でき、したがって、ベルト装置1の製造コストをさらに削減することができる。

20

【0046】

さらに、ベルト移動速度が磁界移動速度の1/2に等しくなるので、ベルト3を低速で移動させるような場合でも、第1および第2のコア13a, 14aの速度をベルト3に対してギヤ機構で増速させることなく、磁界移動速度を電動機10の高い効率を得られるような高さに維持できる。また、駆動用等価推力の2倍の大きさのベルト推力F Bが得られ、一般的な誘導式のリニアモータよりも大きな推力を得ることができる。

30

【0047】

次に、図10および図11を参照しながら、第1実施形態の変形例について説明する。この変形例は、第1実施形態と比較して、プーリ2, 2およびベルト3に代えて、前後一対のスプロケット5, 5(案内部材)およびチェーンベルト6(ベルト)がそれぞれ設けられている点のみが異なっている。図10では、第1実施形態と同じ構成要素については、同じ符号を用いて示している。以下、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

40

【0048】

各スプロケット5は、回転軸5aを有しており、この回転軸5aが軸受け(図示せず)に支持されることによって、回転自在になっている。また、スプロケット5の外周面には、左右に2列のスプロケット歯5bが全体にわたって形成されている。

【0049】

図11に示すチェーンベルト6は、2つのローラチェーンを2列に組み合わせることによって構成されており、前後方向に2列で等間隔に並んだ多数のインナー部と、前後方向に等間隔で並んだ多数のアウター部と、これらのインナー部およびアウター部を交互に連結するピン6aを備えている。各インナー部は、筒状のブッシュ(図示せず)に固定され

50

たインナープレート 6 b や、ブッシュに回転自在に支持されたローラ 6 c を有しており、上記のピン 6 a は、このブッシュに回転自在に嵌合している。また、アウター部は、左右一対のアウタープレート 6 d を有しており、これらのアウタープレート 6 d が前後方向に隣り合うインナー部のピン 6 a に固定されることによって、アウター部とインナー部が交互に連結されている。これらのピン 6 a やインナープレート 6 b などのチェーンベルト 6 を構成する部品は、弱磁性の不導体、例えば繊維強化プラスチックで構成されている。

【 0 0 5 0 】

また、第 1 および第 2 のコア列 1 3 , 1 4 をそれぞれ構成する多数の第 1 および第 2 のコア 1 3 b , 1 4 b は、軟磁性体、例えば鉄によって筒状に形成され、左右方向に永久磁石 1 1 a のほぼ半分の長さで延びており、チェーンベルト 6 のローラとして設けられ、上記のブッシュに回転自在に嵌合している。また、第 1 および第 2 のコア 1 3 b , 1 4 b はそれぞれ、チェーンベルト 6 の長さ方向に、その全体にわたって、前述した所定のピッチ P で等間隔で並んでいる。さらに、第 1 コア 1 3 b は、チェーンベルト 6 の左半部に、ローラ 6 c と交互に設けられており、第 1 実施形態と同様、左右方向において、永久磁石列 1 1 の左側（第 1 磁極側）の部分と電機子列 1 2 の左側（第 1 電機子磁極側）の部分との間に位置するように配置されている。また、第 2 コア 1 4 b は、チェーンベルト 6 の右半部に、ローラ 6 c と交互に設けられており、第 1 実施形態と同様、左右方向において、永久磁石列 1 1 の右側（第 2 磁極側）の部分と電機子列 1 2 の右側（第 2 電機子磁極側）の部分との間に位置するように配置されている。さらに、第 1 実施形態と同様、第 2 コア 1 4 b は、第 1 コア 1 3 b に対してチェーンベルト 6 の長さ方向に互い違いに並んでおり、その中心が、第 1 コア 1 3 b の中心に対して、チェーンベルト 6 の長さ方向に所定のピッチ P の半ピッチ $P/2$ 分、ずれている。

【 0 0 5 1 】

以上の構成のチェーンベルト 6 は、上記のローラ 6 c 、第 1 および第 2 のコア 1 3 b 、1 4 b がスプロケット歯 5 b , 5 b に係合するとともに所定の張力が与えられた状態でスプロケット 5 , 5 に巻き掛けられ、前後方向に延びており、スプロケット 5 , 5 により規定された軌道に沿って回転自在になっている。なお、図 1 1 では、理解を容易にするために、第 1 および第 2 のコア 1 3 b , 1 4 b に、ハッチングを付している。

【 0 0 5 2 】

また、第 1 および第 2 の磁極、第 1 および第 2 の電機子磁極と第 1 および第 2 のコア 1 3 b , 1 4 b との位置関係は、第 1 実施形態と同じになっている。以上により、この第 1 実施形態の変形例によれば、第 1 実施形態の効果を同様に得ることができる。

【 0 0 5 3 】

なお、第 1 実施形態（以下、変形例を含む）では、本発明における第 1 および第 2 の電機子列を、単一の電機子列 1 2 で構成しているが、それぞれ別個の電機子列で構成してもよい。また、第 1 実施形態では、本発明における第 1 および第 2 の磁極列を、単一の永久磁石列 1 1 で構成しているが、それぞれ別個の永久磁石列で構成してもよい。さらに、第 1 実施形態では、永久磁石 1 1 a および電機子 1 2 a を、互いに同じ相のコイル 1 2 c を有する 2 つおきの電機子 1 2 a の中心と、互いに同じ極性を有する 1 つおきの永久磁石 1 1 a の中心が前後方向の同じ位置に位置するように配置しているが、図 4 を用いて説明した第 1 および第 2 の電機子磁極と第 1 および第 2 の磁極と第 1 および第 2 のコア 1 3 a (1 3 b) , 1 4 a (1 4 b) の位置関係が成立するのであれば、2 つおきの電機子 1 2 a の中心と 1 つおきの永久磁石 1 1 a の中心が互いにずれていてもよい。このことは、第 1 および第 2 のコア 1 3 a (1 3 b) , 1 4 a (1 4 b) の位置関係についても同様であり、第 1 および第 2 のコア 1 3 a , 1 4 a を、第 1 実施形態のようにそれらの中心が所定のピッチ P の半ピッチ $P/2$ 分、互いにずれるように配置せずに、例えば、前後方向の同じ位置に位置するように配置してもよい。

【 0 0 5 4 】

次に、図 1 2 ~ 図 1 6 を参照しながら、本発明の第 2 実施形態によるベルト装置 1 A について説明する。このベルト装置 1 A は、第 1 実施形態と比較して、電動機 3 0 の構成が

主に異なっている。これらの図 1 2 ~ 図 1 6 では、第 1 実施形態と同じ構成要素については同じ符号を用いて示している。以下、第 1 実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 5 5 】

図 1 2 ~ 図 1 6 に示すように、電動機 3 0 は、前側のプーリ 2 の付近に配置された第 1 永久磁石列 3 1 と、この第 1 永久磁石列 3 1 に対向するように配置された第 1 電機子列 3 2 と、後ろ側のプーリ 2 の付近に配置された第 2 永久磁石列 3 3 と、この第 2 永久磁石列 3 3 に対向するように配置された第 2 電機子列 3 4 とを有している。また、電動機 3 0 は、単一のコア列 3 5 をさらに有しており、このコア列 3 5 は、その一部が第 1 永久磁石列 3 1 と第 1 電機子列 3 2 の間および第 2 永久磁石列 3 3 と第 2 電機子列 3 4 の間に、所定の間隔を存した状態で位置するように配置されている。

10

【 0 0 5 6 】

第 1 および第 2 の永久磁石列 3 1 , 3 3 は、 $2m$ (m は整数) 個、例えば 4 個の第 1 および第 2 の永久磁石 3 1 a , 3 3 a をそれぞれ有しており、各第 1 および第 2 の永久磁石 3 1 a , 3 3 a は、ほぼ直方体状に形成され、左右方向に若干、延びている。また、第 1 永久磁石 3 1 a は、固定部 3 1 b を介して不動のケース C A 1 に取り付けられており、移動不能になっている。さらに、第 2 永久磁石 3 3 a は、固定部 3 3 b を介して不動のケース C A 2 に取り付けられており、移動不能になっている。これらの固定部 3 1 b , 3 3 b はいずれも、軟磁性体で構成されている。また、第 1 永久磁石 3 1 a は、前後方向、すなわちベルト長さ方向に所定のピッチ P で等間隔に並ぶように配置されており、第 1 永久磁石 3 1 a の極性は、前後方向に隣り合う各 2 つについては互いに異なっている (図 1 6 (a) 参照) 。このような配置は、第 2 永久磁石 3 3 a についても同様である (図 1 6 (b) 参照) 。以下、第 1 および第 2 の永久磁石 3 1 a , 3 3 a の磁極をそれぞれ、「第 1 磁極」および「第 2 磁極」という。

20

【 0 0 5 7 】

第 1 電機子列 3 2 は、第 1 移動磁界を発生させるものであり、 $3m$ 個、例えば 6 個の第 1 電機子 3 2 a を有しており、これらの第 1 電機子 3 2 a は、前後方向、すなわちベルト長さ方向に等間隔で並んでいる。各第 1 電機子 3 2 a は、前述した電機子 1 2 a と同様、鉄芯 3 2 b と、この鉄芯 3 2 b に巻回されたコイル 3 2 c など構成されている。 $3m$ 個のコイル 3 2 c は、 m 組の U 相、V 相および W 相の 3 相コイルを構成している (図 1 6 (a) 参照) 。また、第 1 電機子 3 2 a は、固定部 3 2 d を介して、ケース C A 1 に取り付けられており、移動不能になっている。さらに、第 1 電機子 3 2 a および第 1 永久磁石 3 1 a は、互いに同じ相のコイル 3 2 c を有する 2 つおきの第 1 電機子 3 2 a の中心と、互いに同じ極性を有する 1 つおきの第 1 永久磁石 3 1 a の中心が前後方向の同じ位置に位置するように配置されている (図 1 6 (a) 参照) 。

30

【 0 0 5 8 】

また、第 1 電機子 3 2 a は、P D U 2 1 を介してバッテリー 2 2 に接続されている。さらに、第 1 電機子列 3 2 では、このバッテリー 2 2 から第 1 電機子 3 2 a への電力の供給に伴い、鉄芯 3 2 b の第 1 永久磁石列 3 1 側の端部に、第 1 永久磁石 3 1 a と同数、すなわち $2m$ 個の磁極が発生する。また、これらの磁極の発生に伴って、第 1 永久磁石列 3 1 との間に、第 1 移動磁界が前後方向に移動するように発生する。以下、鉄芯 3 2 b の第 1 永久磁石列 3 1 側の端部に発生する磁極を、「第 1 電機子磁極」という。

40

【 0 0 5 9 】

第 2 電機子列 3 4 は、第 2 移動磁界を発生させるものであり、第 1 電機子 3 2 a と同数、すなわち $3m$ 個 (例えば 6 個) の第 2 電機子 3 4 a を有しており、これらの第 2 電機子 3 4 a は、前後方向、すなわちベルト長さ方向に等間隔で並んでいる。各第 2 電機子 3 4 a は、第 1 電機子 3 2 a と同様、鉄芯 3 4 b と、この鉄芯 3 4 b に巻回されたコイル 3 4 c など構成されている。 $3m$ 個のコイル 3 4 c は、 m 組の U 相、V 相および W 相の 3 相コイルを構成している (図 1 6 (b) 参照) 。また、第 2 電機子 3 4 a は、固定部 3 4 d を介して、ケース C A 2 に取り付けられており、移動不能になっている。さらに、第 2 電機子 3 4 a および第 2 永久磁石 3 3 a は、互いに同じ相のコイル 3 4 c を有する 2 つおき

50

の第2電機子34aの中心と、互いに同じ極性を有する1つおきの第2永久磁石33aの中心が前後方向の同じ位置に位置するように配置されている(図16(b)参照)。

【0060】

また、第2電機子34aは、第1電機子32aと同様、PDU21を介してバッテリー22に接続されている。さらに、第2電機子列34では、このバッテリー22から第2電機子34aに電力が供給されるのに伴い、鉄芯34bの第2永久磁石列33側の端部に、第2永久磁石33aと同数、すなわち2m個の磁極が発生する。また、これらの磁極の発生に伴って、第2永久磁石列33との間に、第2移動磁界が前後方向に移動するように発生する。以下、鉄芯34bの第2永久磁石列33側の端部に発生する磁極を、「第2電機子磁極」という。以上から明らかなように、所定のピッチPは、第1および第2の電機子32a, 34aに供給される交流電流の位相が1周期分、変化するまでの第1および第2の電機子磁極の移動距離の1/2に設定されている。

10

【0061】

コア列35は、多数のコア35aを有している。各コア35aは、前述した第1コア13aと同様、軟磁性体、例えば鉄粉をバインダーで固めることにより直方体状に形成され、左右方向に第1および第2の永久磁石31a, 33aとほぼ同じ長さで延びており、ベルト3の凹部に埋め込まれている。また、コア35aは、ベルト長さ方向に、ベルト3の全体にわたって所定のピッチPで等間隔で並んでいる。さらに、図16に示すように、第1および第2の電機子32a, 34a、第1および第2の永久磁石31a, 33a、ならびにコア35aの位置関係は、第1永久磁石31aに対するコア35aの位置と、第2永久磁石33aに対するコア35aの位置が、互いに前後方向に所定のピッチPの半ピッチP/2分、ずれるように設定されている。

20

【0062】

なお、本実施形態では、第1永久磁石列31および第1永久磁石31aが、本発明における第1磁極列および第1磁極にそれぞれ相当するとともに、第2永久磁石列33および第2永久磁石33aが、本発明における第2磁極列および第2磁極にそれぞれ相当する。また、コア列35およびコア35aが、本発明における軟磁性体列および軟磁性体にそれぞれ相当するとともに、ケースCA1, CA2が、本発明における不動部材に相当する。

【0063】

以上の構成の電動機30では、図16に示すように、第1および第2の移動磁界の発生中、各第1電機子磁極の極性が、それに対向する各第1磁極の極性と異なるときには、各第2電機子磁極の極性は、それに対向する各第2磁極の極性と同じになる。また、第1永久磁石列31と第1電機子列32の間に位置するコア35aが、第1磁極とそれに対向する第1電機子磁極との間に位置しているときには、第2永久磁石列33と第2電機子列34の間に位置するコア35aが、前後方向(ベルト長さ方向)に隣り合う2組の第2電機子磁極と第2磁極の間に位置する。さらに、図示しないが、第1および第2の移動磁界の発生中、各第2電機子磁極の極性が、それに対向する各第2磁極の極性と異なるときには、各第1電機子磁極の極性は、それに対向する各第1磁極の極性と同じになる。また、第2永久磁石列33と第2電機子列34の間に位置するコア35aが、第2磁極とそれに対向する第2電機子磁極との間に位置しているときには、第1永久磁石列31と第1電機子列32の間に位置するコア35aが、前後方向(ベルト長さ方向)に隣り合う2組の第1電機子磁極と第1磁極の間に位置する。なお、実際には、2m個の第1および第2の電機子磁極がそれぞれ、前後方向(ベルト長さ方向)に所定のピッチPで等間隔に発生するが、図16では、便宜上、対応する第1および第2の電機子32a, 34aに、第1および第2の電機子磁極を(N)および(S)で表記している。

30

40

【0064】

図16と前述した図4との比較から明らかなように、電動機30を構成する各要素間の位置関係は、第1実施形態の電動機10を構成する各要素間の位置関係と同様である。したがって、第1および第2の電機子32a, 34aに電力を供給することにより、第1および第2の移動磁界を発生させることによって、第1磁極、コア35aおよび第1電機子

50

磁極の間と第2磁極、コア35aおよび第2電機子磁極の間に、第1実施形態と同様、図6～図8を用いて前述したような第1および第2の磁力線G1, G2による磁気回路が形成される。また、この磁気回路を介して、第1および第2の電機子32a, 34aに供給された電力が動力に変換され、ベルト3に伝達される。この場合にも、第1実施形態と同様、ベルト移動速度は、磁界移動速度の1/2の大きさになるとともに、ベルト推力FBは、駆動用等価推力の2倍の大きさになる。

【0065】

以上のように、本実施形態によれば、不動のケースCA1に取り付けられた第1永久磁石列31と第1電機子列32の間、および、不動のケースCA2に取り付けられた第2永久磁石列33と第2電機子列34の間に、コア列35が位置するように配置されており、このコア列35を構成する、軟磁性体から成るコア35aが、ベルト3に一体に設けられている。また、第1および第2の電機子32a, 34aに供給された電力が、第1実施形態と同様、第1および第2の磁力線G1, G2による磁気回路を介してベルト3に伝達される。したがって、第1実施形態の効果、すなわち、ベルト3の駆動効率の高効率化、ベルト装置1Aの小型化および製造コストの削減などの効果を同様に得ることができる。

【0066】

なお、上述した第2実施形態において、第1実施形態の変形例と同様、ベルト3をチェーンベルトで構成してもよいことはもちろんである。また、第2実施形態において、第1および第2の永久磁石列31, 33と第1および第2の電機子列32, 34を、図16を用いて説明した各要素の位置関係が成立するのであれば、他の適当な位置に配置してもよい。例えば、図17に示すように、第1および第2の永久磁石列31, 33と第1および第2の電機子列32, 34を、ベルト3の互いに対向する2つの面の一方を第1永久磁石列31および第1電機子列32で、他方を第2永久磁石列33および第2電機子列34で、それぞれ挟み込むように配置してもよい。この場合、第1実施形態と同様、第1および第2の電機子列32, 34を単一の電機子列で構成することができる。さらに、第2実施形態では、第1永久磁石31a(第2永久磁石33a)および第1電機子32a(第2電機子34a)を、互いに同じ相のコイル32c(コイル34c)を有する2つおきの第1電機子32a(第2電機子34a)の中心と、互いに同じ極性を有する1つおきの第1永久磁石31a(第2永久磁石33a)の中心が前後方向の同じ位置に位置するように配置しているが、図16を用いて説明した各要素の位置関係が成立するのであれば、それらの中心が互いにずれていてもよい。

【0067】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、本実施形態(第1および第2の実施形態)では、ベルト3およびチェーンベルト6を、弱磁性の不導体で構成しているが、弱磁性の導体、すなわち弱磁性の金属で構成してもよい。その場合には、ベルト3およびチェーンベルト6の高い強度を得ることができる。なお、この場合、渦電流の発生を抑えるためには、弱磁性の金属の中でも導電性の低いもの、例えばオーステナイト系のステンレスやチタンなどでベルト3およびチェーンベルト6を構成するのが好ましい。また、本実施形態では、本発明におけるベルトは、一对のプーリ2やスプロケット5に巻き掛けられたベルト3やチェーンベルト6であるが、多数のプーリやスプロケットに巻き掛けられたベルトやチェーンベルトでもよく、また、複雑な形状のガイド面を有する案内部材によって規定される曲線状などの軌道を移動するようなベルトやチェーンベルトでもよい。さらに、無端状のベルト3やチェーンベルト6に代えて、有端のベルトやチェーンベルトを用いるとともに、これを往復動させてもよい。

【0068】

また、本実施形態では、コイル4c～6cは、U相、V相およびW相から成る三相の界磁巻線であるが、移動磁界を発生可能なもの、すなわち、複数相であれば、任意の相数の界磁巻線でもよい。さらに、本実施形態では、第1および第2のコア13a, 14aとコア35aを鉄粉で構成するとともに、第1および第2のコア13b, 14bを鉄で構成し

ているが、他の軟磁性体で構成してもよい。また、本実施形態では、本発明における第 1 および第 2 の磁極として、永久磁石 1 1 a、第 1 および第 2 の永久磁石 3 1 a、3 3 a の磁極を用いているが、電磁石の磁極や、移動磁界を発生させる電機子の磁極を用いてもよい。その場合には、電動機 1 0、3 0 を可変トルク定数リニアモータとして構成することができる。

【0069】

さらに、本実施形態では、永久磁石 1 1 a、電機子 1 2 a、第 1 および第 2 のコア 1 3 a、1 4 a、第 1 および第 2 の永久磁石 3 1 a、3 3 a、第 1 および第 2 の電機子 3 2 a、3 4 a、ならびにコア 3 5 a を、長さ方向に等間隔で配置しているが、不等間隔で配置してもよい。また、本実施形態では、電動機 1 0、3 0 の動作を制御する制御装置として、P D U 2 1 や E C U 2 3 を用いているが、マイクロコンピュータと電気回路の組み合わせで構成してもよい。さらに、本実施形態では、電動機 1 0、3 0 に電力を供給する電源として、バッテリー 2 2 を用いているが、電力を供給可能なものであれば、例えば、キャパシタや、交流電源の電力を整流回路で直流に変換し、供給するような電源を用いてもよい。また、本実施形態は、ベルトコンベヤに本発明を適用した例であるが、本発明はこれに限らず、例えば、車両用の無限軌道装置やシートベルトなどに適用可能である。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図 1】本発明の第 1 実施形態によるベルト装置を概略的に示す側面図である。

【図 2】図 1 のベルト装置の一部を概略的に示す平面図である。

【図 3】図 2 の A - A 線の位置で破断した断面を第 1 および第 2 の移動磁界の発生時について概略的に示す図である。

【図 4】(a) 図 2 の B - B 線の位置で破断した断面を第 1 移動磁界の発生時について概略的に示す図、(b) 図 2 の C - C 線の位置で破断した断面を第 2 移動磁界の発生時について概略的に示す図である。

【図 5】図 4 に示す電動機の構成と機能的に同じ構成を示す図である。

【図 6】電動機の動作を説明するための図である。

【図 7】図 6 の続きの動作を説明するための図である。

【図 8】電動機の動作中に構成される磁気回路を示す図である。

【図 9】ベルトに伝達される推力の一例を模式的に示す図である。

【図 1 0】第 1 実施形態の変形例によるベルト装置を概略的に示す側面図である。

【図 1 1】図 1 0 のベルト装置のチェーンベルトを概略的に示す平面図である。

【図 1 2】本発明の第 2 実施形態によるベルト装置を概略的に示す側面図である。

【図 1 3】図 1 2 のベルト装置の一部を概略的に示す平面図である。

【図 1 4】図 1 3 の D - D 線の位置で破断した断面を第 1 移動磁界の発生時について概略的に示す図である。

【図 1 5】図 1 3 の E - E 線の位置で破断した断面を第 2 移動磁界の発生時について概略的に示す図である。

【図 1 6】(a) 図 1 3 の F - F 線の位置で破断した断面を第 1 移動磁界の発生時について概略的に示す図、(b) 図 1 3 の G - G 線の位置で破断した断面を第 2 移動磁界の発生時について概略的に示す図である。

【図 1 7】図 1 2 のベルト装置の他の例を概略的に示す側面図である。

【符号の説明】

【0071】

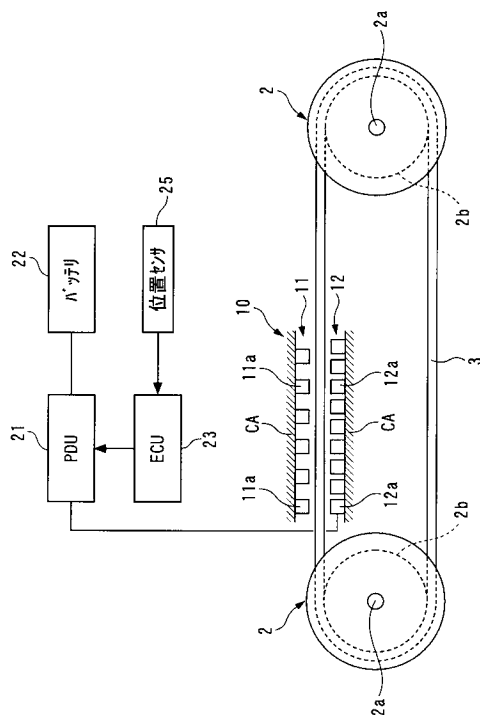
- 1 ベルト装置
- 2 プーリ（案内部材）
- 3 ベルト
- 1 0 電動機
- 1 1 永久磁石列（第 1 磁極列、第 2 磁極列）

- 1 1 a 永久磁石（第 1 磁極、第 2 磁極）
- 1 2 電機子列（第 1 電機子列、第 2 電機子列）
- 1 2 a 電機子（第 1 電機子、第 2 電機子）
- 1 3 第 1 コア列（軟磁性体列）
- 1 3 a 第 1 コア（軟磁性体）
- 1 4 第 2 コア列（軟磁性体列）
- 1 4 a 第 2 コア（軟磁性体）
- C A ケース（不動部材）
- 5 スプロケット（案内部材）
- 6 チェーンベルト（ベルト）
- 1 A ベルト装置
- 3 0 電動機
- 3 1 第 1 永久磁石列（第 1 磁極列）
- 3 1 a 第 1 永久磁石（第 1 磁極）
- 3 2 第 1 電機子列
- 3 2 a 第 1 電機子
- 3 3 第 2 永久磁石列（第 2 磁極列）
- 3 3 a 第 2 永久磁石（第 2 磁極）
- 3 4 第 2 電機子列
- 3 4 a 第 2 電機子
- 3 5 コア列（軟磁性体列）
- 3 5 a コア（軟磁性体）
- C A 1 ケース（不動部材）
- C A 2 ケース（不動部材）

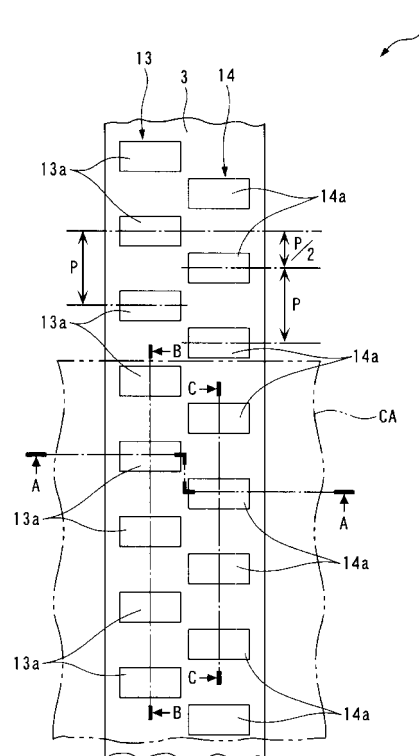
10

20

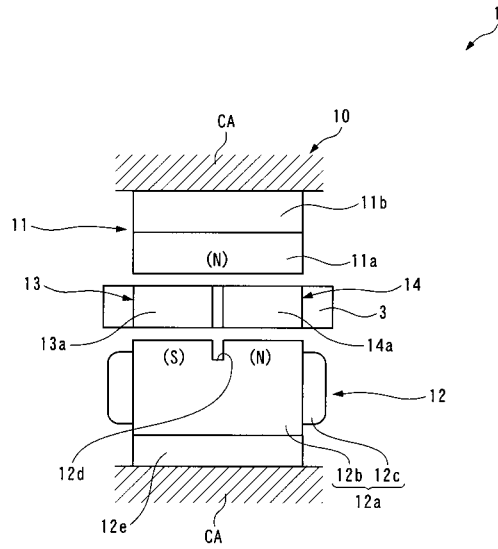
【 図 1 】



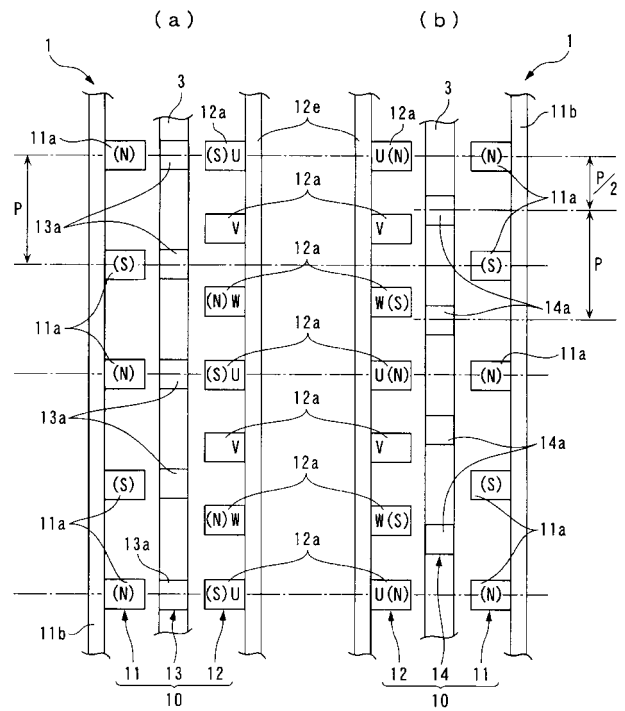
【 図 2 】



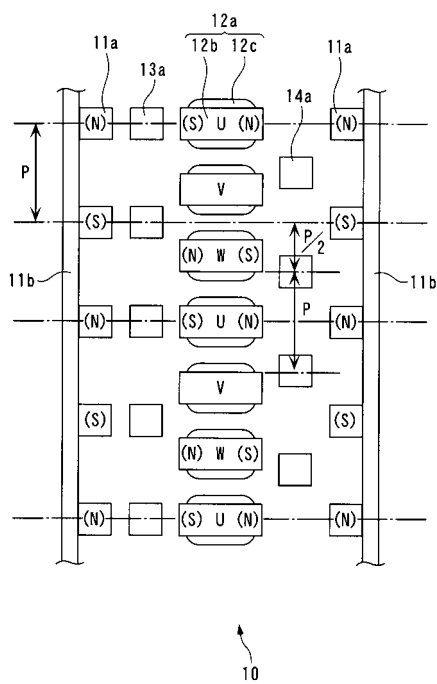
【 図 3 】



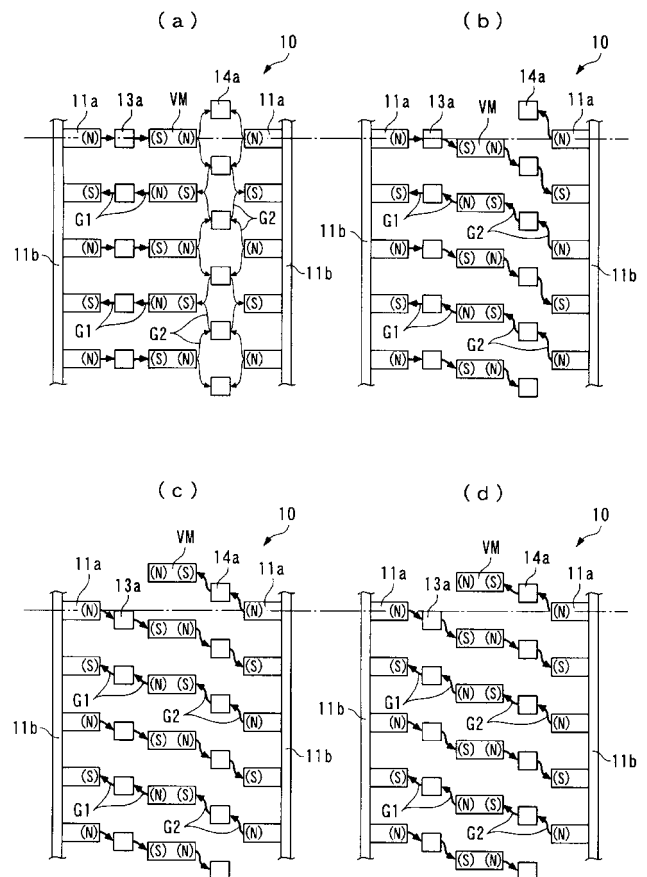
【 図 4 】



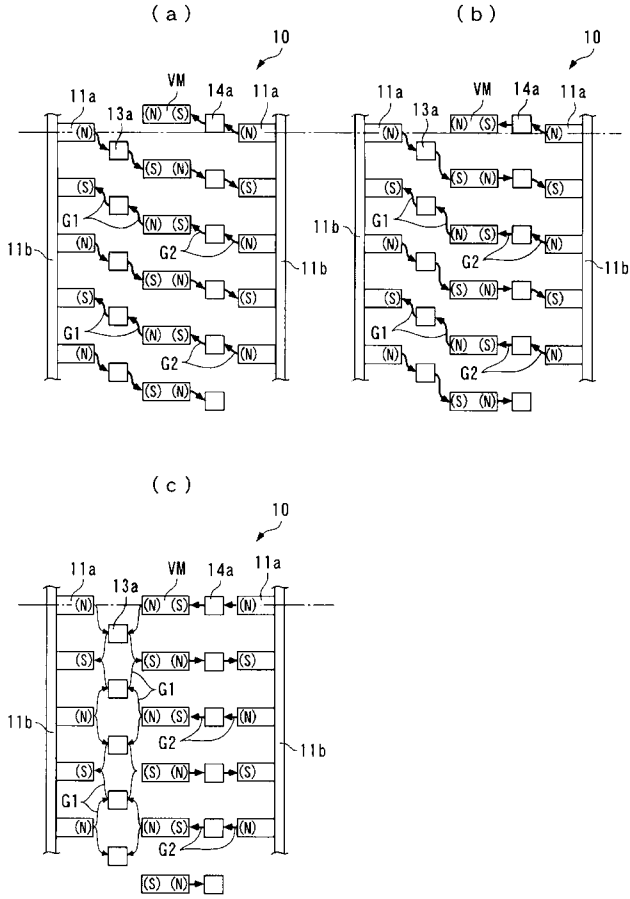
【 図 5 】



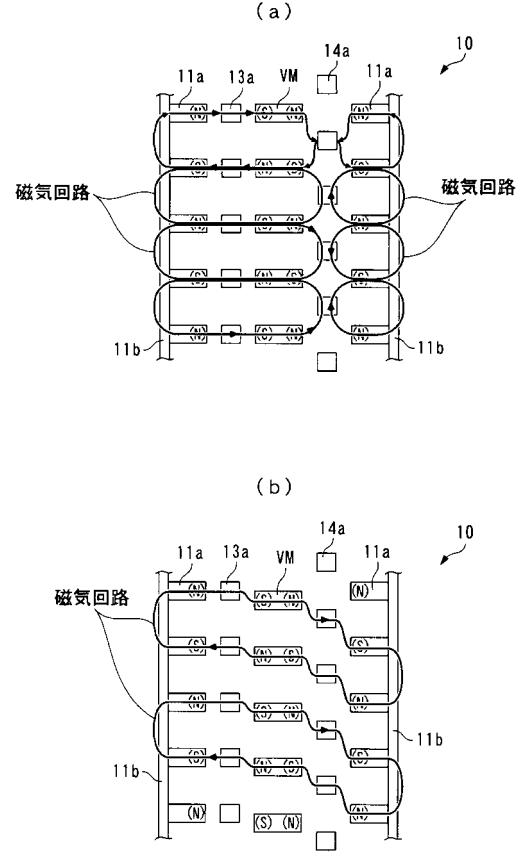
【 図 6 】



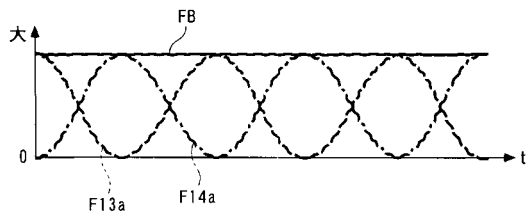
【図 7】



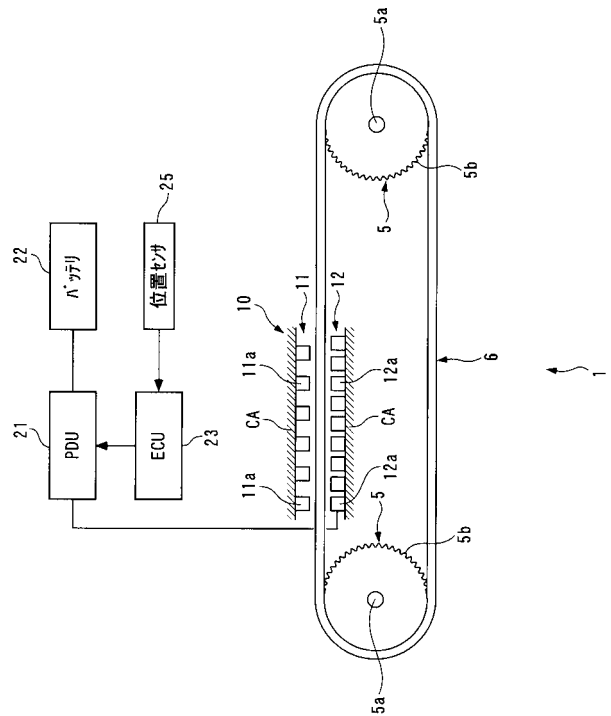
【図 8】



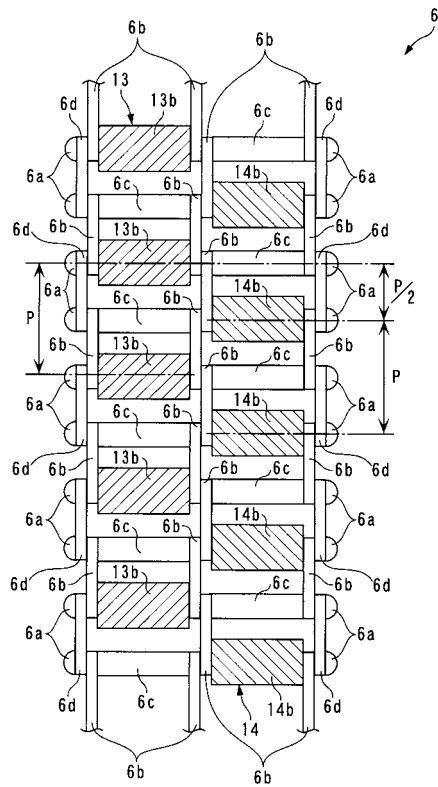
【図 9】



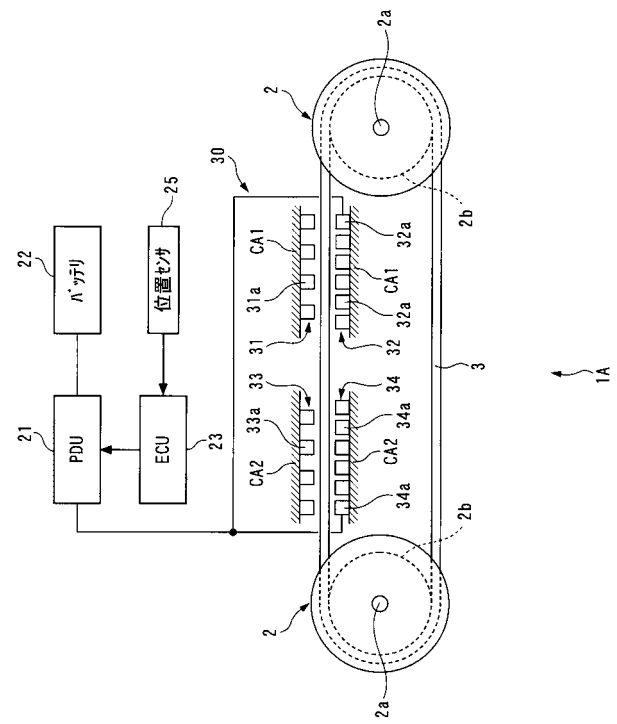
【図 10】



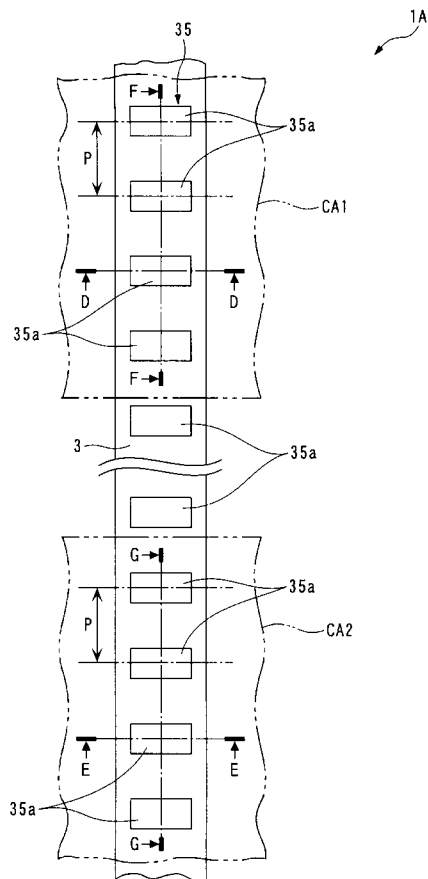
【図 1 1】



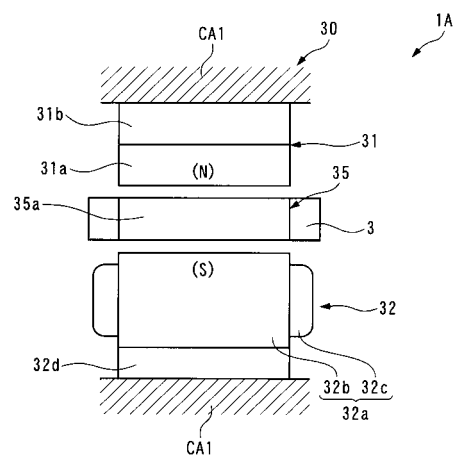
【図 1 2】



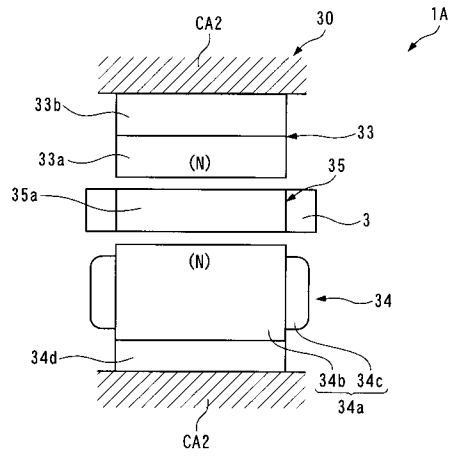
【図 1 3】



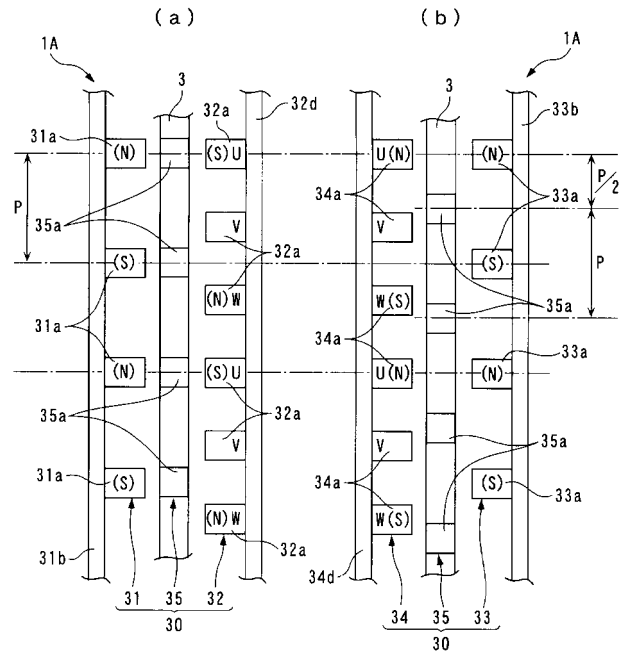
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

