

明 細 書

発明の名称：位置検出装置、位置検出方法、及び移動体システム
技術分野

[0001] 本発明は、移動経路を移動する移動体の位置を検出する位置検出装置、位置検出方法、及び移動体システムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、リニアモータを利用した移動体システムが知られている。この移動体システムにおいて、地上二次式リニアモータを利用したものがある。地上二次式は、可動子（移動体）側にリニアモータが搭載され、固定子（軌道）側に磁石が配置される方式である。この種の移動体システムとして、例えば、特許文献1に記載されているように、軌道（移動経路）上にS極とN極の磁石が交互に配置され、リニアモータが搭載された移動体が軌道に沿って移動する移動体システムが知られている。また、移動体は、磁石の磁極の位置を検出する位置検出部が設けられている。そして、その位置検出部による検出結果に基づいて移動体の連続的な位置を特定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-27421号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記した特許文献1に記載された移動体システムのように、軌道上にS極とN極の磁石が交互に配置される場合は、軌道長（すなわち移動経路の距離）が磁石のピッチの整数倍でなければ、軌道上の磁石の間に隙間が生じる。そして、軌道上の磁石の間に隙間が生じた場合は、移動体に設けられた位置検出部が隙間において磁極の位置を検出することができなくなる。このため、移動体は高精度かつ連続的な位置情報を得ることができない。

[0005] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、移動経路において

位置を検出することができない区間がある場合でも、移動体の正確な位置を特定することができる位置検出装置、位置検出方法、及び移動体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] 上記目的を達成するために、本発明では、S極とN極の磁石が交互に配置された移動経路を移動する移動体の位置を検出する位置検出装置であって、移動体に配置され、磁石の磁極を検出することにより、移動体の位置を検出する第1位置検出部と、移動体に配置され、移動体の移動方向において第1位置検出部と異なる位置に配置され、移動体の位置を検出する第2位置検出部と、第1位置検出部が磁石の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、第2位置検出部の検出位置に基づいて、移動体の位置を特定する制御部と、を備えることを特徴とする。

[0007] また、第2位置検出部は、磁石の磁極を検出することにより、移動体の位置を検出するようにしてもよい。また、制御部は、第1位置検出部による検出位置と、第2位置検出部による検出位置とを対比することにより、第1位置検出部及び第2位置検出部のいずれか一方が不規則区間に位置していることを判断するようにしてもよい。また、制御部は、第1位置検出部が不規則区間に位置しているときに、第2位置検出部の検出位置に基づいて、不規則区間における移動体の移動距離を特定し、特定した移動距離に基づいて移動体の位置を特定するようにしてもよい。また、不規則区間は、磁石が配置されていない区間であってもよく、不規則区間は、S極とN極の磁石が交互に配置されていない区間であってもよい。また、不規則区間は、移動方向における第1位置検出部と第2位置検出部との間の距離よりも短いものでもよい。

[0008] また、本発明では、S極とN極の磁石が交互に配置された移動経路を移動する移動体の位置を検出する位置検出方法であって、移動体に配置された第1位置検出部が、磁石の磁極を検出することにより、移動体の位置を検出し、移動体に配置され、移動体の移動方向において第1位置検出部と異なる位

置に配置された第2位置検出部が、移動体の位置を検出し、制御部が、第1位置検出部が磁石の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、第2位置検出部の検出位置に基づいて、移動体の位置を特定することを特徴とする。

[0009] また、本発明では、S極とN極の磁石を交互に配置した移動経路と、この移動経路に沿って移動可能な移動体とを備えた移動体システムであって、移動体は、上記した位置検出装置を有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、制御部が第1位置検出部が磁石の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、第2位置検出部の検出位置に基づいて、移動体の位置を特定するので、移動経路において位置を検出することができない不規則区間がある場合でも、移動体の正確な位置を特定することができる。

[0011] また、第2位置検出部が磁石の磁極を検出することにより、移動体の位置を検出するので、磁石単位で確実に移動体の位置を特定することができる。従って、移動体のモータと磁石の磁極の位置とを確実に同期させることができる。

[0012] また、制御部は、第1位置検出部による検出位置と、第2位置検出部による検出位置とを対比することにより、第1位置検出部及び第2位置検出部のいずれか一方が不規則区間に位置していることを判断するので、第1位置検出部及び第2位置検出部のいずれか一方が不規則区間に位置していることを確実に特定することができる。

[0013] また、不規則区間は、磁石が配置されていない区間を含むので、磁石が配置されていない区間においても移動体の位置を確実に特定することができる。また、不規則区間は、S極とN極の磁石が交互に配置されていない区間を含むので、S極とN極の磁石が交互に配置されていない区間においても移動体の位置を確実に特定することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態に係る移動体システムを示すブロック図である。

[図2]制御部及び駆動制御部の内部構成を示すブロック図である。

[図3]軌道上における不規則区間を説明するための図であって、（A）は第1磁石無検出センサ11Aが不規則区間に位置していない状態を示す図であり、（B）は第1磁石無検出センサ11Aが不規則区間に位置している状態を示す図である。

[図4]磁石無検出センサによる不規則区間の検出位置を示す図である。

[図5]制御部による駆動指令処理を示すフローチャートである。

[図6]磁石無しの検出とモータの駆動との関係を示すタイミングチャートである。

[図7]インバータに実装されるブートストラップ回路の構成を示す回路図である。

[図8]ブートストラップ回路における初期充電時の各電圧の関係を示すタイミングチャートである。

[図9]ブートストラップコンデンサの電圧の波形を示す波形図である。

[図10]制御部による位置指令処理を示すフローチャートである。

[図11]第1位置検出センサが不規則区間に位置しているときの第2位置検出センサによる位置検出の補完制御を説明するための図である。

[図12]ボギー台車を示す概略図であって、（A）は軌道が直線の場合のボギー台車の位置を示し、（B）は軌道が曲線の場合のボギー台車の位置を示している。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、本実施形態に係る移動体システムを示すブロック図である。図1に示す移動体システムは、地上二次式リニアモータを利用したシステムである。この移動体システムは、移動体としての搬送台車1と、移動体の移動経路としての軌道（レール）2とを備える。軌道2にはS極とN極の磁石3が交互に所定のピッチで一列に配置されている。なお、図1に示す移動体シス

テムは、例えば天井に設置された軌道 2 に沿って搬送台車 1 が走行する天井走行車のシステムである。また、本実施形態では、軌道 2 が数 K m、搬送台車 1 が 300 台～400 台の移動体システムが想定されている。なお、本実施形態における移動体は搬送台車 1 に限定されず、搬送台車 1 以外の他の台車や、ロボットアーム等の移動体であってもよい。

[0016] 搬送台車 1 は、2つのモータ（第 1 モータ 10 A、第 2 モータ 10 B）と、2つの磁石無検出センサ（第 1 磁石無検出センサ 11 A、第 2 磁石無検出センサ 11 B）と、2つの位置検出センサ（第 1 位置検出センサ 12 A、第 2 位置検出センサ 12 B）と、制御部 13 と、駆動制御部 14 とを備えている。

[0017] 第 1 モータ 10 A 及び第 2 モータ 10 B は、それぞれ、軌道 2 上に交互に配置された S 極と N 極の磁石 3 の磁極と電気角とが同期するように磁界を変化させるリニアモータである。例えば、リニアモータとして 3 相（U、V、W 相）のリニア同期モータが使用される。第 1 モータ 10 A 及び第 2 モータ 10 B は、それぞれ、搬送台車 1 の移動方向（図 1 に示す軌道 2 の方向）において異なる位置に配置されている。また、第 1 モータ 10 A 及び第 2 モータ 10 B は、それぞれ、搬送台車 1 において軌道 2 の磁石 3 と対向する位置であって、その磁石 3 に近接した位置に配置されている。なお、第 1 モータ 10 A は搬送台車 1 の進行方向に対して前方の位置に設けられ、第 2 モータ 10 B は搬送台車 1 の進行方向に対して後方の位置に設けられている。進行方向に対して前方をフロントといい、進行方向に対して後方をリアという。

[0018] 第 1 磁石無検出センサ 11 A 及び第 2 磁石無検出センサ 11 B は、それぞれ、軌道 2 上における磁石 3 を検出する検出部である。第 1 磁石無検出センサ 11 A は、第 1 モータ 10 A が軌道 2 における磁石 3 が配置されていない区間（図 3 に示す不規則区間）に位置していることを検出するための検出部である。また、第 2 磁石無検出センサ 11 B は、第 2 モータ 10 B が軌道 2 における磁石 3 が配置されていない区間（図 3 に示す不規則区間）に位置していることを検出するための検出部である。

[0019] これら第1磁石無検出センサ11A及び第2磁石無検出センサ11Bは、例えば、発光素子が発光した光を受光素子で受光することにより物体（図1ではS極とN極の磁石3）を検出するフォトセンサで構成されている。第1磁石無検出センサ11A及び第2磁石無検出センサ11Bも、それぞれ、搬送台車1において軌道2の磁石3と対向する位置であって、その磁石3に近接した位置に配置されている。また、第1磁石無検出センサ11A及び第2磁石無検出センサ11Bは、それぞれ、検出信号を制御部13に出力する。

[0020] 第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bは、それぞれ、軌道2上の搬送台車1の位置を検出する位置検出部である。第1位置検出センサ12Aが軌道2における磁石3が配置されている区間（図11に示す不規則区間以外の区間）に位置しているときは、第1位置検出センサ12Aの検出位置に基づいて搬送台車1の位置が特定される。また、第1位置検出センサ12Aが軌道2における磁石3が配置されていない区間（図11に示す不規則区間）に位置しているときは、第2位置検出センサ12Bの検出位置に基づいて搬送台車1の位置が特定される。

[0021] 第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bは、例えば、ホール効果素子（磁気変換素子、以下、単に「ホール素子」という。）を用いた磁極検出センサで構成されている。これら第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bは、検出ヘッドにホール素子が設けられている。そして、搬送台車1の移動に伴って検出ヘッドが磁石3に対して相対的に移動すると、ホール素子の感磁面に対する磁界方向が変化する。そして、その変化した角度に対応した電気信号がホール素子から出力される。この電気信号の値（電圧値）に基づいて搬送台車1の軌道2上の位置が検出される。第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bも、それぞれ、搬送台車1において軌道2の磁石3と対向する位置であって、その磁石3に近接した位置に配置されている。また、第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bは、それぞれ、検出信号を制御部13に出力する。

[0022] 制御部13は、第1磁石無検出センサ11Aからの検出信号に基づいて、

第1モータ10Aが不規則区間に位置しているか否かを判定する。そして、制御部13は、第1モータ10Aが不規則区間に位置していないと判定した場合は、駆動制御部14に対して第1モータ10Aの駆動を指示する駆動オン指令を出力する。また、駆動制御部14は、第1モータ10Aが不規則区間に位置していると判定した場合は、駆動制御部14に対して第1モータ10Aの駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。同様に、制御部13は、第2磁石無検出センサ11Bからの検出信号に基づいて、第2モータ10Bが不規則区間に位置しているか否かを判定する。そして、制御部13は、第2モータ10Bが不規則区間に位置していないと判定した場合は、駆動制御部14に対して第2モータ10Bの駆動を指示する駆動オン指令を出力する。また、駆動制御部14は、第2モータ10Bが不規則区間に位置していると判定した場合は、駆動制御部14に対して第2モータ10Bの駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。なお、駆動オン指令は、信号レベルがハイレベル（オン状態）のときはモータ10A、10Bを駆動することを示し、信号レベルがロウレベル（オフ状態）のときはモータ10A、10Bを駆動することを示している（図6参照）。

[0023] また、制御部13は、第1位置検出センサ12Aが不規則区間以外の区間に位置しているときは、第1位置検出センサ12Aからの検出信号に基づいて搬送台車1の位置を判定する。一方、制御部13は、第1位置検出センサ12Aが不規則区間に位置しているときは、第2位置検出センサ12Bからの検出信号に基づいて搬送台車1の位置を特定する。そして、制御部13は、特定した搬送台車1の位置に基づいて、搬送台車1を移動位置に移動させることを指示する位置指令を駆動制御部14に対して出力する。

[0024] 駆動制御部14は、制御部13からの第1モータ10Aについての駆動オン指令に応じて、第1モータ10Aを駆動又は停止の制御を行う。また、駆動制御部14は、制御部13からの第2モータ10Bについての駆動オン指令に応じて、第2モータ10Bを駆動又は停止の制御を行う。また、駆動制御部14は、制御部13からの位置指令に基づいて搬送台車1が移動位置に

移動するように第１モータ１０Ａ及び第２モータ１０Ｂの駆動制御を実行する。

[0025] なお、図１に示す例では、第１磁石無検出センサ１１Ａ及び第１位置検出センサ１２Ａは、第１モータ１０Ａに近い位置に設けられているが、そのような位置に設けなくてもよい。同様に、第２磁石無検出センサ１１Ｂ及び第２位置検出センサ１２Ｂは、第２モータ１０Ｂに近い位置に設けられているが、そのような位置に設けなくてもよい。

[0026] 図２は、制御部及び駆動制御部の内部構成を示すブロック図である。図２に示す構成において、図１に示す制御部１３は、ポジションコントローラ１３１、マグネットレス・コントローラ１３２、及びモーション・コントローラ１３３から構成される。また、図１に示す駆動制御部１４は、第１モータ１０Ａの駆動制御を実行する第１駆動制御部１４Ａと、第２モータ１０Ｂの駆動制御を実行する第２駆動制御部１４Ｂとから構成される。

[0027] なお、図２に示す「MLD」はマグネット・レス・ディテクト (Magnet Less Detect)、つまり磁石無検出センサ１１Ａ、１１Ｂを表している。また、図２に示す「PS」はポジションセンサ(Position Sensor)、つまり位置検出センサ１２Ａ、１２Ｂを表している。

[0028] ポジションコントローラ１３１は、第１磁石無検出センサ１１Ａからの検出信号に基づいて、第１モータ１０Ａが不規則区間に位置しているか否かを判定する。ポジションコントローラ１３１は、第１モータ１０Ａが不規則区間に位置していないと判定した場合は、その状態を示す磁石無検出状態信号（図２中の「MLD-status」）をマグネットレス・コントローラ１３２及びモーション・コントローラ１３３に出力する。また、ポジションコントローラ１３１は、第２磁石無検出センサ１１Ｂからの検出信号に基づいて、第２モータ１０Ｂが不規則区間に位置しているか否かを判定する。ポジションコントローラ１３１は、第２モータ１０Ｂが不規則区間に位置していないと判定した場合は、その状態を示す磁石無検出信号をマグネットレス・コントローラ１３２及びモーション・コントローラ１３３に出力する。

- [0029] また、ポジションコントローラ 131 は、第 1 位置検出センサ 12 A が不規則区間以外の区間に位置しているときは、第 1 位置検出センサ 12 A からの検出信号に基づいて搬送台車 1 の位置を判定する。また、ポジションコントローラ 131 は、第 1 位置検出センサ 12 A が不規則区間に位置しているときは、第 2 位置検出センサ 12 B からの検出信号に基づいて搬送台車 1 の位置を特定する。そして、ポジションコントローラ 131 は、特定した搬送台車 1 の現在の位置を示す位置情報をモーション・コントローラ 133、第 1 駆動制御部 14 A、及び第 2 駆動制御部 14 B に出力する。
- [0030] マグネットレス・コントローラ 132 は、ポジションコントローラ 131 からの第 1 モータ 10 A についての磁石無検出信号に基づいて、第 1 駆動制御部 14 A に対して第 1 モータ 10 A の駆動／停止（ドライブのオン／オフ）を指示する駆動オン指令を出力する。また、マグネットレス・コントローラ 132 は、ポジションコントローラ 131 からの第 2 モータ 10 B についての磁石無検出信号に基づいて、第 2 駆動制御部 14 B に対して第 2 モータ 10 B の駆動／停止を指示する駆動オン指令を出力する。
- [0031] モーション・コントローラ 133 は、ポジションコントローラ 131 からの磁石無検出信号に基づいて、第 1 モータ 10 A 及び第 2 モータ 10 B が不規則区間に位置しているか否かを判定する。また、モーション・コントローラ 133 は、ポジションコントローラ 131 からの位置情報に基づいて搬送台車 1 の現在の位置を確認する。そして、モーション・コントローラ 133 は、不規則区間に位置していないモータ 10 A、10 B の駆動制御部 14 A、14 B に対して、搬送台車 1 を所定位置（搬送台車 1 を移動させようとする移動位置）に移動させることを示す位置指令を出力する。
- [0032] 第 1 駆動制御部 14 A は、位置制御部 141 A、微分器 142 A、速度制御部 143 A、電流制御部 144 A、インバータ 145 A、及びコイル 146 A が設けられている。位置制御部 141 A は、モーション・コントローラ 133 からの位置指令が示す移動位置と、ポジションコントローラ 131 からの位置情報が示す現在位置との差分量をデータ（差分位置データ）が入力

される。そして、位置制御部 1 4 1 A は、差分位置データに応じた速度データを出力する。また、速度制御部 1 4 3 A は、位置制御部 1 4 1 A からの速度データと、微分器 1 4 2 A においてポジションコントローラ 1 3 1 からの位置情報を微分したデータとの差分量のデータ（差分速度データ）が入力される。そして、速度制御部 1 4 3 A は、差分速度データに応じた電流値データを出力する。

[0033] また、電流制御部 1 4 4 A は、速度制御部 1 4 3 A からの電流値データと、コイル（負荷） 1 4 6 A からの現在の電流値に応じたフィードバックデータ（つまり、コイル 1 4 6 A に供給する電流を検出する抵抗の両端電圧に基づきフィードバックされる実電流信号）との差分量のデータ（差分電流値データ）が入力される。そして、電流制御部 1 4 4 A は、差分電流値データに応じた駆動電流を出力する。インバータ 1 4 5 A は、電流制御部 1 4 4 A からの直流の駆動電流を交流の駆動電流に変換する装置である。このインバータ 1 4 5 A は、I P M (Intelligent Power Module) を使用する 3 相インバータである。このインバータ 1 4 5 A が変換した交流の駆動電流が第 1 モータ 1 0 A に出力される。

[0034] 第 2 駆動制御部 1 4 B は、位置制御部 1 4 1 B、微分器 1 4 2 B、速度制御部 1 4 3 B、電流制御部 1 4 4 B、インバータ 1 4 5 B、及びコイル 1 4 6 B が設けられている。なお、第 2 駆動制御部 1 4 B における各部の構成は、第 1 駆動制御部 1 4 A と同様であるため説明を省略する。

[0035] 図 3 は、軌道上における不規則区間を説明するための図であって、（A）は第 1 磁石無検出センサ 1 1 A が不規則区間に位置していない状態を示す図であり、（B）は第 1 磁石無検出センサ 1 1 A が不規則区間に位置している状態を示す図である。図 3 に示すように、本実施形態では、N 極の磁石 3 1 と S 極の磁石 3 2 の組み合わせが 2 組（合計 4 つの磁石 3 が）配置された磁石ユニット 3 U が軌道 2 上に並べて設置されている。このように、作業者が磁石ユニット 3 U を軌道 2 に設置するようにすれば、磁石 3 を 1 つずつ設置していくよりも作業者の作業負担が大幅に軽減される。これに対して、作業

者が軌道 2 上に磁石ユニット 3 U を並べて設置する場合、軌道 2 の距離が磁石ユニット 3 U の整数倍でなければならず、軌道 2 上に磁石 3 が配置されていない不規則区間が生じやすくなる。また、不規則区間の距離も長くなる。図 3 に示す例では、磁石 3 の 2 つ分のピッチ程度の不規則区間が発生している。

[0036] 図 3 (A) に示す場合は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A 及び第 2 磁石無検出センサ 1 1 B のいずれも不規則区間に入っていない。従って、第 1 モータ 1 0 A 及び第 2 モータ 1 0 B のいずれも駆動されている。一方、図 3 (B) に示す場合は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B は不規則区間に入っていないが、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A は不規則区間に入っている。従って、第 2 モータ 1 0 B のみ駆動され、第 1 モータ 1 0 A は駆動されていない（すなわち第 1 磁石無検出センサ 1 1 A の駆動は停止されている）。なお、搬送台車 1 が進行方向に移動すると、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B が不規則区間に入る。この場合は、第 2 モータ 1 0 B の駆動が停止される。

[0037] 本実施形態において、「不規則区間」とは、磁石の磁極の配置が規則的でない区間、すなわち、N 極の磁石 3 1 と S 極の磁石 3 2 とが規則的に配置されていない区間のことをいう。従って、「不規則区間」は、磁石 3 が配置されていない区間に限らず、N 極の磁石 3 1 と S 極の磁石 3 2 とが交互に配置されていない区間も含む。また、磁石 3 の磁力が弱くなっている区間も含む。そして、このような区間においても、モータ 1 0 A, 1 0 B の駆動を停止させる制御が実行される。

[0038] また、本実施形態では、2 つのモータ 1 0 A, 1 0 B のうちの一のモータ（例えば第 1 モータ 1 0 A）が磁石 3 の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置したときに、一のモータ以外の他のモータ（例えば第 2 モータ 1 0 B）が不規則区間でない区間に位置するように構成されている。このような構成によれば、一のモータが不規則区間に位置しているときでも、他のモータの駆動により搬送台車 1 を移動させることができる。かかる構成を実現するためには、少なくとも 2 つのモータ 1 0 A, 1 0 B の距離よりも不規則区

間の距離が短くなければならない。従って、2つのモータ10A, 10Bの距離が予めわかっている場合は、不規則区間は、その距離よりも短い距離に設定される。

[0039] 図4は、磁石無検出センサによる不規則区間の検出位置を示す図である。図4に示すように、本実施形態では、1つの磁石3（N極の磁石31及びS極の磁石32）における搬送台車1の移動方向のピッチは33mmとされている。磁石無検出センサ11A, 11Bは、少なくとも、磁石3の検出位置が磁石3の無くなった位置から磁石3の1/4ピッチになるまでに、磁石3が配置されていないこと、すなわち不規則区間に入ったことを検出する。なぜなら、N極の磁石31とS極の磁石32との組み合わせのピッチ（2つの磁石3のピッチ）で 360° （ 2π ）の磁極の位相をとした場合に、磁極の位相とモータ10A, 10Bの電気角の位相とが 90° （ $\pi/2$ ）ずれてしまうと、水平方向の推力が $\cos 90^\circ$ となるとともに、垂直方向への力が $\sin 90^\circ$ となる。すなわち、推力がなくなるとともに、垂直方向への力が大きく働いてしまう。この場合、垂直方向への力が働くことにより、モータ10A, 10Bと磁石3が吸着したり、搬送台車1が飛び上がったたりすることが起こり得る。また、このような状況が繰り返されると、磁石3自体が減磁することも起こり得る。このような事態を避けるために、モータ10A, 10Bが不規則区間に位置しているときは、モータ10A, 10Bの駆動を停止させる。

[0040] ここで、磁石無検出センサ11A, 11Bは、モータ10A, 10Bが不規則区間に位置しているか否かを判定しているので、磁石無検出センサ11A, 11Bの位置とモータ10A, 10Bの位置とが一致または近い位置にあることが好ましい。しかし、磁石無検出センサ11A, 11Bの位置とモータ10A, 10Bの位置との距離が予めわかっている場合は、その距離に基づいて、磁石無検出センサ11A, 11Bが不規則区間に入った時点からモータ10A, 10Bが不規則区間に入った時点までの時間を、搬送台車1の現在の速度を参照して予測することが可能である。

[0041] 次に、移動体システムの動作について説明する。

[0042] (1) 磁石無検出センサ 11 A, 11 B の検出信号に基づくモータ駆動制御
:

図 5 は、制御部による駆動指令処理を示すフローチャートである。また、図 6 は、磁石無しの検出とモータの駆動との関係を示すタイミングチャートである。なお、図 6 において、(F) はフロント (前方) を意味し、(R) はリア (後方) を意味する。

[0043] 図 5 に示すように、制御部 13 は、第 1 磁石無検出センサ 11 A からの検出信号を常時確認している (ステップ S 1)。そして、制御部 13 は、第 1 磁石無検出センサ 11 A が磁石無しを検出していない場合は (ステップ S 1 の NO)、第 1 モータ 10 A を継続して駆動させる (ステップ S 2)。すなわち、制御部 13 は、第 1 駆動制御部 14 A に第 1 モータ 10 A の駆動を指示する駆動オン指令を継続して出力する。

[0044] 一方、制御部 13 は、第 1 磁石無検出センサ 11 A が磁石無しを検出した場合は (ステップ S 1 の YES)、第 1 モータ 10 A を駆動を停止させる (ステップ S 3)。すなわち、制御部 13 は、第 1 駆動制御部 14 A に第 1 モータ 10 A の駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。

[0045] 具体的には、ステップ S 1 ~ S 3 として以下のような処理が行われる。制御部 13 は、図 6 の時間 t 1 までは、第 1 磁石無検出センサ 11 A からの検出信号がロウレベルであるので、第 1 磁石無検出センサ 11 A が磁石無しを検出していないと判定する。このとき、制御部 13 は、第 1 駆動制御部 14 A に対して第 1 モータ 10 A の駆動を指示する駆動オン指令を出力する。図 6 に示すように、駆動を指示する駆動オン指令は、ハイレベルの信号である。図 6 の時間 t 1 になったときに、第 1 磁石無検出センサ 11 A からの検出信号がロウレベルからハイレベルに変化する。これにより、制御部 13 は、第 1 磁石無検出センサ 11 A が磁石無しを検出したと判定する。そして、制御部 13 は、第 1 駆動制御部 14 A に対して第 1 モータ 10 A の駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。図 6 に示すように、駆動を指示する駆

動オン指令は、ロウレベルの信号である。図6の時間t1からt2までの時間は、制御部13が検出信号がハイレベルに変化したと判断してから駆動オン指令をロウレベルに変化させるまでのタイムラグの時間である。または、第1磁石無検出センサ11Aと第1モータ10Aとの間に距離がある場合において、第1磁石無検出センサ11Aが不規則区間に入った時点から第1モータ10Aが不規則区間に入った時点までの時間である。

[0046] 第1駆動制御部14Aは、制御部13からの駆動オン指令に基づいて、第1モータ10Aを駆動している状態から停止した状態に制御する。図6に示すように、第1モータ10Aの駆動のオン状態はハイレベルであり、駆動のオフ状態はロウレベルである。図6の時間t2からt3までの時間は、第1駆動制御部14Aが駆動オン指令がロウレベルに変化したと判断してから第1モータ10Aを実際に停止させるまでのタイムラグの時間である。

[0047] 図6の時間t4になったときに、第1磁石無検出センサ11Aからの検出信号がハイレベルからロウレベルに変化する。これにより、制御部13は、第1磁石無検出センサ11Aが磁石無しを検出していないと判定する。そして、制御部13は、第1駆動制御部14Aに対して第1モータ10Aの駆動を指示する駆動オン指令を出力する。図6の時間t4からt5までの時間は、制御部13が検出信号がロウレベルに変化したと判断してから駆動オン指令をハイレベルに変化させるまでのタイムラグの時間である。または、第1磁石無検出センサ11Aと第1モータ10Aとの間に距離がある場合において、磁石無検出センサ11A、11Bが不規則区間から出た時点からモータ10A、10Bが不規則区間から出た時点までの時間である。

[0048] 第1駆動制御部14Aは、制御部13からの駆動オン指令に基づいて、第1モータ10Aの駆動を停止している状態から駆動した状態に制御する。図6の時間t5からt6までの時間は、第1駆動制御部14Aが駆動オン指令がハイレベルに変化したと判断してから第1モータ10Aを実際に駆動させるまでのタイムラグの時間である。

[0049] 図5の説明に戻り、制御部13は、第2磁石無検出センサ11Bからの検

出信号を常時確認している（ステップS4）。そして、制御部13は、第2磁石無検出センサ11Bが磁石無しを検出していない場合は（ステップS4のNO）、第2モータ10Bを継続して駆動させる（ステップS5）。すなわち、制御部13は、第2駆動制御部14Bに第2モータ10Bの駆動を指示する駆動オン指令を継続して出力する。

[0050] 一方、制御部13は、第2磁石無検出センサ11Bが磁石無しを検出した場合は（ステップS4のYES）、第2モータ10Bを駆動を停止させる（ステップS5）。すなわち、制御部13は、第2駆動制御部14Bに第2モータ10Bの駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。

[0051] 具体的には、ステップS4～S6として以下のような処理が行われる。制御部13は、図6の時間t7までは、第2磁石無検出センサ11Bからの検出信号がロウレベルであるので、第2磁石無検出センサ11Bが磁石無しを検出していないと判定する。このとき、制御部13は、第2駆動制御部14Bに対して第2モータ10Bの駆動を指示する駆動オン指令を出力する。図6の時間t7になったときに、第2磁石無検出センサ11Bからの検出信号がロウレベルからハイレベルに変化する。これにより、制御部13は、第2磁石無検出センサ11Bが磁石無しを検出したと判定する。そして、制御部13は、第2駆動制御部14Bに対して第2モータ10Bの駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。図6の時間t7からt8までの時間は、制御部13が検出信号がハイレベルに変化したと判断してから駆動オン指令をロウレベルに変化させるまでのタイムラグの時間である。または、第2磁石無検出センサ11Bと第2モータ10Bとの間に距離がある場合において、第2磁石無検出センサ11Bが不規則区間に入った時点から第2モータ10Bが不規則区間に入った時点までの時間である。

[0052] 第2駆動制御部14Bは、制御部13からの駆動オン指令に基づいて、第2モータ10Bを駆動している状態から停止した状態に制御する。図6に示すように、第2モータ10Bの駆動のオン状態はハイレベルであり、駆動のオフ状態はロウレベルである。図6の時間t8からt9までの時間は、第2

駆動制御部 14 B が駆動オン指令がロウレベルに変化したと判断してから第 2 モータ 10 B を実際に停止させるまでのタイムラグの時間である。

[0053] 図 6 の時間 t_{10} になったときに、第 2 磁石無検出センサ 11 B からの検出信号がハイレベルからロウレベルに変化する。これにより、制御部 13 は、第 2 磁石無検出センサ 11 B が磁石無しを検出していないと判定する。そして、制御部 13 は、第 2 駆動制御部 14 B に対して第 2 モータ 10 B の駆動を指示する駆動オン指令を出力する。図 6 の時間 t_{10} から t_{11} までの時間は、制御部 13 が検出信号がロウレベルに変化したと判断してから駆動オン指令をハイレベルに変化させるまでのタイムラグの時間である。または、第 2 磁石無検出センサ 11 B と第 2 モータ 10 B との間に距離がある場合において、第 2 磁石無検出センサ 11 B が不規則区間から出た時点から第 2 モータ 10 B が不規則区間から出た時点までの時間である。

[0054] 第 2 駆動制御部 14 B は、制御部 13 からの駆動オン指令に基づいて、第 2 モータ 10 B の駆動を停止している状態から駆動した状態に制御する。図 6 の時間 t_{11} から t_{12} までの時間は、第 2 駆動制御部 14 B が駆動オン指令がハイレベルに変化したと判断してから第 2 モータ 10 B を実際に駆動させるまでのタイムラグの時間である。

[0055] 本実施形態では、第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B が不規則区間に位置しているときに、制御部 13 が第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B の駆動を停止させている。従って、第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B が不規則区間に位置しているときにおいて、第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B と磁石 3 との同期がとれなくなることが防止される。

[0056] また、第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B が不規則区間から規則区間（N 極の磁石 31 と S 極の磁石 32 が交互に規則的に配置されている区間）に移動したときに、制御部 13 が第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B の駆動を開始させる。すなわち、第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B が規則区間に移動した時点（不規則区間が終了した時点）で、制御部 13 が駆動制御部 14 に駆動オン指令を出力するとともに、新たに位置指令を駆動制御

部 1 4 に出力する。これにより、駆動制御部 1 4 が磁石 3 の位置と同期させて第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の駆動制御を実行する。従って、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B が不規則区間を通過した後に、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の電気角と磁石 3 の磁極とが同期しなくなることが防止される。

[0057] なお、不規則区間が終了した後の規則区間における最初の磁石 3 の位置から第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の駆動が開始されるのではなく、規則区間における最初の磁石 3 から数個の磁石 3 の位置から第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の駆動が開始されるようにしてもよい。具体的には、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A 又は第 2 磁石無検出センサ 1 1 B が規則区間における数個の磁石 3 を連続して検出した時点で、制御部 1 3 は、駆動制御部 1 4 に駆動オン指令を出力するとともに、新たに位置指令を駆動制御部 1 4 に出力するようにしてもよい。このような構成によれば、規則区間の開始時に確実に第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の電気角と磁石 3 の位置とを同期させることができる。

[0058] (2) ブートストラップ回路の動作：

次に、駆動制御部 1 4 A, 1 4 B のインバータ 1 4 5 A, 1 4 5 B に実装されているブートストラップ回路の構成について説明する。図 7 は、インバータに実装されるブートストラップ回路の構成を示す回路図である。インバータ 1 4 5 A, 1 4 5 B は、ブートストラップ回路 5 0 を実装することにより、通常の回路構成では I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) の駆動用にそれぞれ必要な電源を、一方側の電源 1 つで動作させることができる。モータの始動時に、一方側の I G B T をターンオンさせることによって、コンデンサ (ブートストラップコンデンサ) に電荷をチャージする。そして、駆動中はコンデンサを反対側の駆動用の電源として使用する。

[0059] ところで、一方側の I G B T がターンオフされることによりコンデンサが放電される。このため、始動時において、駆動中に必要な電荷をコンデンサへチャージするのに十分なチャージ時間を確保する必要がある。そして、イ

ンバータ145A, 145Bの出力を完全に停止するために、IGBTの全てをターンオフする場合に、停止状態から高速な始動が不可能となる。特に、本実施形態では、モータ10A, 10Bが不規則区間に位置しているときに、モータ10A, 10Bの駆動を停止させるためにインバータ145A, 145Bの出力を停止させ、その後、モータ10A, 10Bが不規則区間に位置しなくなったときに、モータ10A, 10Bを駆動させるためにインバータ145A, 145Bの出力を開始させる(図6参照)。従って、本実施形態では、停止状態から高速な始動が必要となる。

[0060] インバータに実装されるブートストラップ回路50の回路構成について説明する。ブートストラップ回路50は、ブートストラップコンデンサ60と、ブートストラップダイオード(高耐圧高速ダイオード)61と、電流制限抵抗62とで構成されている。図7において、P-side IGBT54(以下、IGBT54又はP側IGBT54という)のコレクタ端子と電圧Vccを入力するP端子51とが接続されるとともに、IGBT54のエミッタ端子と各相の出力端子53(例えばU端子など)とが接続されている。また、IGBT54のゲート端子にHV IC(High Voltage IC)56が接続されている。また、IGBT54のコレクタ端子とエミッタ端子との間に、負荷電流を転流させるためのダイオード55が接続されている。HV IC56は、マイクロコンピュータ(本実施形態では駆動制御部14A, 14Bのマイクロコンピュータ)などの入力信号により、直接、高電圧側のIGBT54のゲートを駆動するIC回路である。

[0061] また、N-side IGBT57(以下、IGBT57又はN側IGBT57という)のコレクタ端子と各相の出力端子53とが接続されるとともに、IGBT57のエミッタ端子と電位がグラウンドレベルのN端子52とが接続されている。また、IGBT57のゲート端子にLV IC(Low Voltage IC)59が接続されている。また、IGBT57のコレクタ端子とエミッタ端子との間に、負荷電流を転流させるためのダイオード58が接続されている。LV IC59は、マイクロコンピュータ(本実施形態では駆動制御部14A

、14Bのマイクロコンピュータ)などの入力信号により、直接、低電圧側のIGBT57のゲートを駆動するIC回路である。

[0062] ブートストラップコンデンサ60は、HVIC56の入力側の接続点と各相の出力端子53との間に接続されている。また、HVIC56の入力側の接続点とLVIC59の入力側の接続点との間に、ブートストラップダイオード61と電流制限抵抗62とが直列に接続されている。また、電源VD63はIGBT57の駆動用の電源である。この電源VD63は、IGBT57のコレクタ端子とエミッタ端子との間に接続されている。

[0063] インバータ145A、145Bの駆動中は、HVIC56がIGBT55をターンオンさせるとともに、LVIC59がIGBT57をターンオフさせることにより、各相の出力端子53の電位がVccレベルの電位となる。また、HVIC56がIGBT55をターンオフさせるとともに、LVIC59がIGBT57をターンオンさせることにより、各相の出力端子53の電位がグラウンドレベルの電位となる。このような動作を繰り返し実行することにより、PWM(Pulse Width Modulation)制御が行われる。

[0064] 図8は、ブートストラップ回路における初期充電時の各電圧の関係を示すタイミングチャートである。始動時T1において、まず、電圧Vccが徐々に上昇するとともに、電圧VDが上昇する。電圧Vccが所定電圧になった時点T2で、マイクロコンピュータからLVIC59に対してパルス電圧VIN(N)が入力される。LVIC59に対してパルス電圧VIN(N)が入力されると、LVIC59がIGBT57を駆動し、IGBT57がターンオンする。IGBT57がターンオンすると、図7に示すようなループで電流が流れ、ブートストラップコンデンサ60に電荷がチャージされていく。ブートストラップコンデンサ60に電荷がチャージされていくとともに、ブートストラップコンデンサ60の充電電圧VDBが徐々に上昇していく。そして、T3の時点でIGBT54がHVIC56の駆動によってターンオンすると、ブートストラップコンデンサ60の電荷量がUGBT54の駆動用に用いられて、充電電圧VDBが徐々に低下していく。

- [0065] 図9は、ブートストラップコンデンサの電圧の波形を示す波形図である。
図9に示すように、モータの駆動オンの状態のとき（インバータ145A, 145Bの駆動中）は、充電と放電が繰り返されるため、ブートストラップコンデンサ60の充電電圧VDBは上昇と下降を繰り返す。このとき、IGBT54の駆動用の電源として機能するためには充電電圧VDBは電圧Vmin以上必要とされている。
- [0066] モータの駆動オフの状態（インバータ145A, 145Bの駆動が停止した状態）になると、ブートストラップコンデンサ60の充電電圧VDBは徐々に低下していく。その後、モータの駆動オンの状態になる前に、IGBT57がターンオンすることにより、ブートストラップコンデンサ60の充電電圧VDBが徐々に上昇していく。そして、充電電圧VDBが電圧値Vminになった時点からインバータ145A, 145Bの駆動が開始され、モータの駆動オンの状態となる。
- [0067] 図9に示すように、モータの駆動オンの状態から駆動オフの状態に移行する場合、モータの駆動がオフとなった時点（具体的にはIGBT57がターンオフした時点）から時間 τ_1 （モータの駆動がオフとなっていた時間）経過後の充電電圧の電圧値V1は、コンデンサの放電特性によって、 $V1 = F(\tau_1, V0)$ となる。
- [0068] また、チャージポンプが再開されてから時間 τ_2 経過後の充電電圧VDBの電圧値V2は、コンデンサのチャージポンプ特性によって、 $V2 = G(\tau_2, V1)$ となる。この式を τ_2 に対して解くことにより、 $\tau_2 = g(V1, V2)$ となる。そして、P側IGBT54の駆動に必要な電圧をVminとすると、 $\tau_2 = g(F(\tau_1, V0), Vmin)$ と算出される。通常、電圧値V0は、駆動中の最低値として設計されており、電圧値Vminとともに固定値として、 $\tau_2 = f(\tau_1)$ の式で算出される。
- [0069] このようなことから、チャージポンプの再開後における充電電圧VDBの電圧値V2が電圧値Vmin以上になった時点で、モータの駆動オンの状態とすることができる。従って、駆動オフした時間 τ_1 （ブートストラップコ

ンデンサ60の放電時間)に応じて充電時間 τ_2 を決定することにより、最短時間で確実にIGBT54をターンオンさせることができる。

[0070] このような構成を実現するために、駆動制御部14のマイクロコンピュータなどにおいて、P側IGBT57がターンオフした時点からチャージポンプが開始されるまでの時間を計測し、計測した時間に応じた充電時間を算出する。そして、マイクロコンピュータなどにおいて、算出した充電時間でブートストラップコンデンサ60を充電する。

[0071] (3) 位置検出センサ12A, 12Bの検出信号に基づく位置制御:

図10は、制御部による位置指令処理を示すフローチャートである。図10に示すように、制御部13は、上述したように、常時、第1位置検出センサ12A及び第2位置検出センサ12Bからの検出信号を監視している。そして、制御部13は、第1位置検出センサ12Aからの検出信号に基づいて搬送台車1の現在位置を特定する(ステップS11)。

[0072] また、制御部13は、第1位置検出センサ12Aからの検出信号に基づいて、この第1位置検出センサ12Aが不規則区間に位置しているか否かを判定する(ステップS12)。第1位置検出センサ12Aが不規則区間に位置していないと判定した場合は(ステップS12のNO)、制御部13は、ステップS11で特定した搬送台車1の現在位置に基づいて、搬送台車1の移動位置を指示する位置指令を駆動制御部14に出力する(ステップS15)。このとき、制御部13のモーション・コントローラ133は、第1モータ10Aが不規則区間に位置していないことを示す磁石無検出状態信号をポジションコントローラ131から入力していることを条件に、第1駆動制御部14Aに位置指令を出力する。同様に、モーション・コントローラ133は、第2モータ10Bが不規則区間に位置していないことを示す磁石無検出状態信号をポジションコントローラ131から入力していることを条件に、第2駆動制御部14Bに位置指令を出力する。

[0073] 一方、第1位置検出センサ12Aが不規則区間に位置していると判定した場合は(ステップS12のYES)、制御部13は、第2位置検出センサ1

2 Bからの検出信号に基づいて、搬送台車 1 の不規則区間の移動距離を特定する（ステップ S 1 3）。そして、制御部 1 3 は、搬送台車 1 の不規則区間の移動距離から搬送台車 1 の現在位置を特定する（ステップ S 1 4）。すなわち、制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 A（第 1 位置検出部）が不規則区間に位置しているときに、第 2 位置検出センサ 1 2 B（第 2 位置検出部）の検出位置に基づいて、不規則区間における搬送台車 1（移動体）の移動距離を特定し、特定した移動距離に基づいて搬送台車 1（移動体）の位置を特定する。その後、制御部 1 3 は、ステップ S 1 4 で特定した搬送台車 1 の現在位置に基づいて、搬送台車 1 の移動位置を指示する位置指令を駆動制御部 1 4 に出力する（ステップ S 1 5）。

[0074] 図 1 1 は、第 1 位置検出センサが不規則区間に位置しているときの第 2 位置検出センサによる位置検出の補完制御を説明するための図である。制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 A が不規則区間に位置していない場合は（ステップ S 1 2 の NO）、ステップ S 1 1 において第 1 位置検出センサ 1 2 A からの検出信号に基づいて搬送台車 1 の現在位置を特定する（ステップ S 1 1）。具体的には、第 1 位置検出センサ 1 2 A は、搬送台車 1 の移動に伴って変化する、ホール素子からの電圧値に応じた検出信号を制御部 1 3（ここではポジションコントローラ 1 3 1）に出力する。例えば、搬送台車 1 が一定速度で走行しているときは、同じ周期で変化する検出信号が出力される。制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 A からの検出信号の変化をカウント（すなわちインクリメント）することにより、搬送台車 1 が通過した磁石 3 の数を特定し、搬送台車 1 の位置を特定する。

[0075] 図 1 1 において、制御部 1 3 は、N 極の磁石 3 1 と S 極の磁石 3 2 の 1 組の単位で、1 のローカル位置を特定し、そのローカル位置を足し合わせる（統合する）ことによって搬送台車 1 の統合位置を特定する。

[0076] ここで、第 1 位置検出センサ 1 2 A が不規則区間に位置しているか否かは、以下のような処理で行われる。すなわち、制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 A の検出信号の変化と第 2 位置検出センサ 1 2 B の検出信号の変化

とを比較し、それらの検出信号の変化が一致しなくなった場合に、検出センサ 12 A, 12 B のいずれか一方が不規則区間に位置していると判断する。そして、制御部 13 は、搬送台車 1 の進行方向から、検出センサ 12 A, 12 B のいずれが不規則区間に位置しているかを特定する。

[0077] 図 11 に示すように、第 1 位置検出センサ 12 A が不規則区間に位置している場合は（ステップ S 12 の YES）、制御部 13 は、搬送台車 1 の位置特定に用いる位置検出センサを、第 1 位置検出センサ 12 A から第 2 位置検出センサ 12 B に切り替える。このとき、第 1 位置検出センサ 12 A は不規則区間に位置しているが、第 2 位置検出センサ 12 B は不規則区間に位置していない。従って、第 2 位置検出センサ 12 B を用いて搬送台車 1 の移動距離を特定することが可能となる。なお、図 11 に示すように、不規則区間は、搬送台車 1 の移動方向における第 1 位置検出センサ 12 A（第 1 位置検出部）と第 2 位置検出センサ 12 B（第 2 位置検出部）との間の距離より短くなっている。

[0078] 上述したように、制御部 13 は、第 2 位置検出センサ 12 B からの検出信号に基づいて、搬送台車 1 の不規則区間の移動距離を特定し（ステップ S 13）、搬送台車 1 の不規則区間の移動距離から搬送台車 1 の現在位置を特定する（ステップ S 14）。すなわち、制御部 13 は、第 1 位置検出センサ 12 A からの検出信号の変化をカウント（すなわちインクリメント）することにより、搬送台車 1 が通過した磁石 3 の数を特定し、搬送台車 1 の移動距離を特定する。そして、制御部 13 は、搬送台車 1 の移動距離を搬送台車 1 の統合位置に統合することにより、搬送台車 1 の位置を特定する。なお、第 2 位置検出センサ 12 B の検出信号を用いる場合に、第 1 位置検出センサ 12 A と第 2 位置検出センサ 12 B との距離に基づいて搬送台車 1 の位置を特定するようにしてもよい。すなわち、制御部 13 は、第 1 位置検出センサ 12 A のみならず、第 2 位置検出センサ 12 B からの検出信号によっても搬送台車 1 の統合位置を特定する。制御部 13 は、第 1 位置検出センサ 12 A が不規則区間に位置しているときに、第 2 位置検出センサ 12 B の検出信号によ

る搬送台車 1 の統合位置に、第 1 位置検出センサ 12 A と第 2 位置検出センサ 12 B との距離を足し合わせる。これにより、第 1 位置検出センサ 12 A の検出信号による搬送台車 1 の統合位置を特定する。

[0079] 図 12 は、ボギー台車を示す概略図であって、(A) は軌道が直線の場合のボギー台車の位置を示し、(B) は軌道が曲線の場合のボギー台車の位置を示している。搬送台車 1 における軌道 2 との接触部は、この搬送台車 1 の車体（図示せず）に対して回転可能な機構を備えたボギー台車で構成されている。なお、図 12 は、天井に敷設された軌道 2 を下から見ている場合を示している。

[0080] 図 12 に示すように、搬送台車 1 は、2 つのボギー台車 100 A, 100 B を備えている。ボギー台車 100 A は、中心ピン 101 A で搬送台車 1 の車体に対して回転可能に連結されている。また、ボギー台車 100 B は、中心ピン 101 B で搬送台車 1 の車体に対して回転可能に連結されている。

[0081] ボギー台車 100 A とボギー台車 100 B との間に中間部 110 が配置されている。ボギー台車 100 A と中間部 110 とが連結器 111 で連結されている。また、ボギー台車 100 B と中間部 110 とが連結器 112 で連結されている。連結器 111, 112 も回転可能に構成されている。また、図 12 に示すように、ボギー台車 100 A における中間部 110 と反対側の面に第 1 位置検出センサ 12 A が取り付けられている。また、ボギー台車 100 B における中間部 110 と反対側の面に第 2 位置検出センサ 12 B が取り付けられている。

[0082] 図 12 に示すように、ボギー台車 100 A, 100 B においては、軌道 2 が直線の場合（図 12 (A)）と軌道 2 が曲線の場合（図 12 (B)）とで、ボギー台車 100 A, 100 B の中心ピン 101 A, 101 B 間の距離 L は変化しない。一方、軌道 2 が直線の場合（図 12 (A)）と軌道 2 が曲線の場合（図 12 (B)）とで、ボギー台車 100 A と中間部 110 との距離や、ボギー台車 100 B と中間部 110 との距離が変化する。従って、図 12 に示すように、軌道 2 が直線の場合（図 12 (A)）と軌道 2 が曲線の場合

合（図 1 2（B））とで、位置検出センサ 1 2 A，1 2 B間の距離が変化する。すなわち、軌道 2 が直線の場合（図 1 2（A））では、位置検出センサ 1 2 A，1 2 B間の距離は K_1 である。一方、軌道 2 が曲線の場合（図 1 2（B））では、位置検出センサ 1 2 A，1 2 B間の距離は K_2 である。

[0083] このように、軌道 2 が直線か曲線かによって位置検出センサ 1 2 A，1 2 B間の距離が変化する場合は、第 1 位置検出センサ 1 2 A が不規則区間に位置しているときの第 2 位置検出センサ 1 2 B による位置検出の補完制御に支障を来すように思われる。しかし、本実施形態では、制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 A からの検出信号をインクリメントすることにより、磁石 3 の位置を特定し、その磁石 3 の位置から搬送台車 1 の位置を特定している。従って、位置検出センサ 1 2 A，1 2 B間の距離が変化した場合であっても、制御部 1 3 が第 1 位置検出センサ 1 2 A からの検出信号に基づきインクリメントする磁石 3 の数を間違わなければ、搬送台車 1 の統合位置が本来の位置とずれてしまうことはない。

[0084] 以上に説明したように、本実施形態では、移動体 1 が移動方向において異なる位置に配置される 2 つのモータ 1 0 A，1 0 B を有し、2 つのモータのうちの一のモータが磁石 3 の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置したときに、一のモータ以外の他のモータが不規則区間でない区間に位置する。従って、一のモータが不規則区間に位置しているときでも他のモータを駆動させることにより搬送台車 1 を移動させることができる。従って、不規則区間の存在が許容され、移動経路の距離を磁石のピッチに制限されなくなる。

[0085] また、不規則区間は、磁石 3 が配置されていない区間を含むので、軌道 2 上に磁石 3 が配置されていない区間においても搬送台車 1 を正常に駆動させることができる。また、不規則区間は、S 極と N 極の磁石が交互に配置されていない区間を含むので、軌道 2 上に磁石 3 が規則的に交互に配置されていない区間においても搬送台車 1 を正常に駆動させることができる。また、搬送台車 1 は、不規則区間に位置するモータ 1 0 A，1 0 B の駆動を停止する

駆動制御部 14 を有するので、不規則区間においてモータ 10 A, 10 B と磁石 3 の磁極との同期がとれなくなることを防止することができるとともに、不規則区間の終了後にモータ 10 A, 10 B と磁石 3 の磁極との同期をとることができる。

[0086] また、搬送台車 1 は、不規則区間を検出する検出部 11 A, 11 B を有し、駆動制御部 14 は、検出部 11 A, 11 B による不規則区間の検出に基づいてモータ 10 A, 10 B の駆動を停止するので、モータ 10 A, 10 B が不規則区間に位置していることを確実に検出することができる。従って、確実に不規則区間においてモータ 10 A, 10 B の駆動を停止させることができる。また、検出部 11 A, 11 B が複数のモータ毎に設けられるので、複数のモータ 10 A, 10 B のそれぞれについて不規則区間に位置していることを確実に検出することができる。

[0087] また、検出部 11 A, 11 B は、磁石 3 を検出する光学式センサであるので、光の発光及び受光を利用して精度よく不規則区間を検出することができる。また、駆動制御部 14 は、ブートストラップ回路 50 を含み、このブートストラップ回路 50 のブートストラップコンデンサ 60 は、モータ 10 A, 10 B を停止させた時間に応じた充電時間で充電されるので、最短時間で確実にモータ 10 A, 10 B の駆動を開始させることができる。

[0088] また、本実施形態では、制御部 13 は第 1 位置検出部 12 A が磁石 3 の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、第 2 位置検出部 12 B の検出位置に基づいて、移動体 1 の位置を特定するので、移動経路 2 において位置を検出することができない不規則区間がある場合でも、移動体 1 の正確な位置を特定することができる。

[0089] また、第 2 位置検出部 12 B が磁石 3 の磁極を検出することにより、移動体 1 の位置を検出するので、磁石 3 単位で確実に移動体 1 の位置を特定することができる。また、制御部 13 は、第 1 位置検出部 12 A による検出位置と、第 2 位置検出部 12 B による検出位置とを対比することにより、第 1 位置検出部 12 A 及び第 2 位置検出部 12 B のいずれか一方が不規則区間に位

置していることを判断するので、第1位置検出部12A及び第2位置検出部12Bのいずれか一方が不規則区間に位置していることを確実に特定することができる。また、不規則区間は、磁石3が配置されていない区間を含むので、磁石3が配置されていない区間においても移動体1の位置を確実に特定することができる。また、不規則区間は、S極とN極の磁石31、32が交互に配置されていない区間を含むので、S極とN極の磁石31、32が交互に配置されていない区間においても移動体1の位置を確実に特定することができる。

[0090] 以上の実施形態について説明したが、本発明は図示の構成等に限定されるものではなく、各構成の機能や用途などを逸脱しない範囲で変更は可能である。

[0091] 上記した実施形態では、検出部11A、11B（第1磁石無検出センサ11A、第2磁石無検出センサ11B）はフォトセンサで構成されていたが、このような構成に限られず、ホール素子を用いた磁極検出センサで構成されていてもよい。この場合、磁極検出センサのホール素子が不規則区間における磁界の歪み（乱れ）を検出することにより不規則区間を検出する。このような構成によれば、検出部11A、11Bが磁界の歪みによって、より確実に不規則区間を検出することができる。また、検出部11A、11Bは、接触式の測定器（例えばプローブを用いた測定器）であってもよい。

[0092] また、上記した実施形態では、検出部12A、12B（第1位置検出センサ12A、第2位置検出センサ12B）は、磁極を検出する磁極検出センサで構成されていたが、このような構成に限られず、フォトセンサで構成されていてもよい。また、制御部13は、検出部12A、12Bからの検出信号をインクリメントすることにより磁石3の位置を特定し、搬送台車1の位置を特定していた。しかし、このような構成に限られず、検出部12A、12Bは、搬送台車1の移動距離の絶対値を検出する。そして、制御部13は、検出部12A、12Bが検出した搬送台車1の移動距離の絶対値に基づいて搬送台車1の位置を特定するように構成されていてもよい。搬送台車1の移

動距離の絶対値（絶対位置）をエンコーダなどにより検出するようにしてもよい。

[0093] また、上記した実施形態では、不規則区間における磁石 3 の有無を第 1 磁石無検出センサ 1 1 A 及び第 2 磁石無検出センサ 1 1 B で検出し、搬送台車 1 の位置を第 1 位置検出センサ 1 2 A 及び第 2 位置検出センサ 1 2 B で検出していた。しかし、1 組の検出センサで不規則区間における磁石 3 の有無と搬送台車 1 の位置を検出するようにしてもよい。すなわち、磁石無検出センサ 1 1 A, 1 1 B と位置検出センサ 1 2 A, 1 2 B とを共通の検出部としてもよい。この場合、制御部 1 3 は、第 1 検出部からの検出信号により第 1 モータ 1 0 A が不規則区間に位置していると判定するとともに、第 2 検出部からの信号に基づいて搬送台車 1 の位置を特定する。また、制御部 1 3 は、第 2 検出部からの検出信号により第 2 モータ 1 0 B が不規則区間に位置していると判定するとともに、第 1 検出部からの検出信号に基づいて搬送台車 1 の位置を特定する。このような構成によれば、検出部が少なくなりコストが低減されるとともに、処理の簡略化を図ることができる。

[0094] また、上記した実施形態では、第 1 位置検出センサ 1 2 A が不規則区間に位置しているときに、第 2 位置検出センサ 1 2 B を用いて搬送台車 1 の位置を特定するように構成していた。すなわち、制御部 1 3 は第 1 位置検出センサ 1 2 A の検出信号に基づいて搬送台車 1 の位置を特定し、第 1 位置検出センサ 1 2 A が不規則区間に位置しているときに限って、第 2 位置検出センサ 1 2 B の検出信号に基づいて搬送台車 1 の位置特定を補完するように構成していた。しかし、このような構成に限られず、制御部 1 3 は、2 つの位置検出センサ 1 2 A, 1 2 B のそれぞれの検出信号に基づいて、それぞれローカル位置と統合位置を特定する。そして、2 つの位置検出センサ 1 2 A, 1 2 B のいずれかが不規則区間に位置しているときに、不規則区間に位置していない位置検出センサの検出信号に基づいて、他方の統合位置の特定を補完するように構成してもよい。この場合、より確実に搬送台車 1 の位置を特定することができる。また、第 1 モータ 1 0 A に対応させて第 1 位置検出センサ

1 2 A による位置検出で第 1 モータ 1 0 A の位置を特定し、第 2 モータ 1 0 B に対応させて第 2 位置検出センサ 1 2 B による位置検出で第 2 モータ 1 0 B の位置を特定することもできる。

[0095] また、上記した実施形態では、搬送台車 1 に設けられたモータは 2 台とされていたが、3 台以上のモータを設けてもよい。この場合においても、複数のモータのうち一のモータが不規則区間に位置しているときに、複数のモータのうち一のモータ以外のモータが不規則区間に位置していないように構成される。さらに、この場合において、磁石無検出センサや位置検出センサはモータ毎に設けられることが好ましい。

[0096] また、2 つのモータ 1 0 A, 1 0 B に対応して 2 つの磁石無検出センサ 1 1 A, 1 1 B が設けられていたが、1 つの磁石無検出センサのみ設けるようにしてもよい。この場合、制御部 1 3 は、例えば、磁石無検出センサが不規則区間を検出したタイミングと、その磁石無検出センサと第 1 モータ 1 0 A との距離と、から第 1 モータ 1 0 A が不規則区間に位置するタイミングを特定する。同様に、磁石無検出センサが不規則区間を検出したタイミングと、その磁石無検出センサと第 2 モータ 1 0 B との距離と、から第 2 モータ 1 0 B が不規則区間に位置するタイミングを特定する。

[0097] また、上記した実施形態において、モータ 1 0 A, 1 0 B の移動方向のピッチは、磁石 3 のピッチ (33 mm) の 5 倍を想定していたが、そのようなピッチに限られない。また、移動体システムとしては、天井走行車を用いたシステムに限られず、例えば、地上に敷設された軌道 2 に沿って搬送台車が移動するシステムであってもよい。

[0098] また、図 1 2 に示した例では、2 つの第 1 位置検出センサ 1 2 A, 1 2 B が搬送台車 1 (ボギー台車 1 0 0 A, 1 0 0 B) に取り付けられていたが、そのような位置に取り付けられる場合に限らず、他の位置に取り付けられてもよい。また、中間部 1 1 0 にも位置検出センサが取り付けられてもよい。この場合、より正確な搬送台車 1 の位置 (搬送台車 1 の中心位置) を検出することができる。

[0099] また、上記した実施形態では、搬送台車 1 は 2 つのモータ 10 A, 10 B による推力で移動する。ここで、2 つのモータ 10 A, 10 B による推力を 100%とした場合、モータ 1 つ（第 1 モータ 10 A 又は第 2 モータ 10 B）の推力は、それぞれ 50%となる。この場合、2 つのモータのいずれかが不規則区間に位置しているときは、そのモータが停止されることにより搬送台車 1 の推力は 50%に低下する。このような場合であっても、2 つのモータのいずれかが不規則区間に位置している時間は短時間であるので、搬送台車 1 の駆動制御に及ぶ影響は少ない。ただし、2 つのモータのいずれかが不規則区間に位置し、そのモータが停止されるときに、他のモータの推力を上昇させるように駆動制御が行われてもよい。例えば、一方のモータが不規則区間に位置して駆動が停止されたときに、他のモータの推力を 100%（2 倍）又はそれに近い推力に制御するようにしてもよい。このような構成によれば、2 つのモータのいずれかが不規則区間に位置したときでも搬送台車 1 の推力を低下させず走行させることができる。

符号の説明

- [0100]
- 1 搬送台車（移動体）
 - 2 軌道（移動経路）
 - 3 磁石
 - 10 A 第 1 モータ（モータ）
 - 10 B 第 2 モータ（モータ）
 - 11 A 第 1 磁石無検出センサ（検出部）
 - 11 B 第 2 磁石無検出センサ（検出部）
 - 12 A 第 1 位置検出センサ（第 1 位置検出部）
 - 12 B 第 2 位置検出センサ（第 2 位置検出部）
 - 13 制御部
 - 14 駆動制御部
 - 31 N 極の磁石
 - 32 S 極の磁石

5 0 ブートストラップ回路

6 0 ブートストラップコンデンサ

請求の範囲

- [請求項1] S極とN極の磁石が交互に配置された移動経路を移動する移動体の位置を検出する位置検出装置であって、
- 前記移動体に配置され、前記磁石の磁極を検出することにより、前記移動体の位置を検出する第1位置検出部と、
- 前記移動体に配置され、前記移動体の移動方向において前記第1位置検出部と異なる位置に配置され、前記移動体の位置を検出する第2位置検出部と、
- 前記第1位置検出部が前記磁石の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、前記第2位置検出部の検出位置に基づいて、前記移動体の位置を特定する制御部と、を備えることを特徴とする位置検出装置。
- [請求項2] 前記第2位置検出部は、前記磁石の磁極を検出することにより、前記移動体の位置を検出することを特徴とする請求項1に記載の位置検出装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記第1位置検出部による検出位置と、前記第2位置検出部による検出位置とを対比することにより、前記第1位置検出部及び前記第2位置検出部のいずれか一方が前記不規則区間に位置していることを判断することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の位置検出装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記第1位置検出部が前記不規則区間に位置しているときに、前記第2位置検出部の検出位置に基づいて、前記不規則区間における前記移動体の移動距離を特定し、特定した移動距離に基づいて前記移動体の位置を特定することを特徴とする請求項1～請求項3のうちいずれか1項に記載の位置検出装置。
- [請求項5] 前記不規則区間は、前記磁石が配置されていない区間であることを特徴とする請求項1～請求項4のうちいずれか1項に記載の位置検出装置。

- [請求項6] 前記不規則区間は、前記S極とN極の磁石が交互に配置されていない区間であることを特徴とする請求項1～請求項4のうちいずれか1項に記載の位置検出装置。
- [請求項7] 前記不規則区間は、前記移動方向における前記第1位置検出部と前記第2位置検出部との間の距離よりも短いことを特徴とする請求項1～請求項6のうちいずれか1項に記載の位置検出装置。
- [請求項8] S極とN極の磁石が交互に配置された移動経路を移動する移動体の位置を検出する位置検出方法であって、
前記移動体に配置された第1位置検出部が、前記磁石の磁極を検出することにより、前記移動体の位置を検出し、
前記移動体に配置され、前記移動体の移動方向において前記第1位置検出部と異なる位置に配置された第2位置検出部が、前記移動体の位置を検出し、
制御部が、前記第1位置検出部が前記磁石の磁極の配置が規則的でない不規則区間に位置しているときに、前記第2位置検出部の検出位置に基づいて、前記移動体の位置を特定する、ことを特徴とする位置検出方法。
- [請求項9] S極とN極の磁石を交互に配置した移動経路と、
この移動経路に沿って移動可能な移動体と、を備え、
前記移動体は、請求項1～請求項7のうちいずれか1項に記載の位置検出装置を有することを特徴とする移動体システム。