

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6314371号
(P6314371)

(45) 発行日 平成30年4月25日 (2018. 4. 25)

(24) 登録日 平成30年4月6日 (2018. 4. 6)

(51) Int. Cl.

F I

B 6 0 L 13/03 (2006. 01)

B 6 0 L 13/03 A

B 6 1 B 13/06 (2006. 01)

B 6 1 B 13/06 N

H 0 2 K 41/03 (2006. 01)

H 0 2 K 41/03 A

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-89408 (P2013-89408)
 (22) 出願日 平成25年4月22日 (2013. 4. 22)
 (65) 公開番号 特開2014-217076 (P2014-217076A)
 (43) 公開日 平成26年11月17日 (2014. 11. 17)
 審査請求日 平成28年2月23日 (2016. 2. 23)

(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 100107836
 弁理士 西 和哉
 (74) 代理人 100105946
 弁理士 磯野 富彦
 (72) 発明者 山田 康武
 愛知県犬山市大字橋爪字中島 2 番地 村田
 機械株式会社犬山事業所内
 (72) 発明者 東 良行
 愛知県犬山市大字橋爪字中島 2 番地 村田
 機械株式会社犬山事業所内

審査官 清水 康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体システム及び移動体の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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する移動体とを備える移動体システムであって、

前記移動体は、

移動方向において異なる位置に配置される複数のモータと、

前記複数のモータの駆動を制御する駆動制御部と、

を有し、

前記複数のモータのうちの一のモータ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たときに、前記一のモータ以外のモータのうちの少なくとも 1 つのモータが前記不規則区間でない区間に位置し、

前記駆動制御部は、前記不規則区間に位置するモータの駆動を停止することを特徴とする移動体システム。

【請求項 2】

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 に記載の移動体システム。

【請求項 3】

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 に記載の移動体システム。

【請求項 4】

前記不規則区間は、前記複数のモータのうちの前記移動方向における両端に配置されるモータ間の距離よりも短いことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載の移動体システム。

【請求項 5】

前記移動体は、前記不規則区間を検出する検出部を有し、

前記駆動制御部は、前記検出部による前記不規則区間の検出に基づいて前記モータの駆動を停止す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 項に記載の移動体システム。

【請求項 6】

前記検出部は、前記不規則区間に加えて、前記磁石の磁極の配置が規則的である規則区間を検出し、

前記駆動制御部は、前記検出部が前記不規則区間を検出した後に前記規則区間を検出した場合に、停止していた前記モータの駆動を再開することを特徴とする請求項 5 に記載の移動体システム。

【請求項 7】

前記検出部は、前記磁石を検出することにより、前記不規則区間に加えて、前記磁石の磁極の配置が規則的である規則区間を検出し、

前記駆動制御部は、前記検出部が前記不規則区間を検出した後に、前記規則区間において最初の磁石から複数個の磁石を連続して検出した場合に、停止していた前記モータの駆動を再開することを特徴とする請求項 6 に記載の移動体システム。

【請求項 8】

前記検出部は、前記複数のモータ毎に設けられることを特徴とする請求項 5 ~ 請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の移動体システム。

【請求項 9】

前記検出部は、前記磁石を検出する光学式センサであることを特徴とする請求項 5 ~ 請求項 8 のうちいずれか 1 項に記載の移動体システム。

【請求項 10】

前記検出部は、前記不規則区間の検出と前記移動体の位置検出とを兼ねていることを特徴とする請求項 5 ~ 請求項 9 のうちいずれか 1 項に記載の移動体システム。

【請求項 11】

前記駆動制御部は、ブートストラップ回路を含み、

このブートストラップ回路のブートストラップコンデンサは、前記モータを停止させた時間と前記モータの駆動に必要な電圧と前記ブートストラップコンデンサのチャージポンプ特性とに応じた充電時間で充電されることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 10 のうちいずれか 1 項に記載の移動体システム。

【請求項 12】

S 極と N 極の磁石を交互に配置した移動経路に沿って移動する移動体の駆動方法であって、

前記移動体の移動方向において異なる位置に配置される複数のモータのうちの一のモータ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、前記一のモータの駆動を停止することを特徴とする移動体の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体が移動経路に沿って移動する移動体システム、及び移動体の駆動方法に関する。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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】

10

【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、磁石による磁極とリニアモータの電気角とで位相がずれてしまう。このため、磁石による磁極とリニアモータの電気角との同期がとれなくなり、リニアモータを正常に駆動することができなくなる。

【０００５】

また、軌道上の磁石の間に隙間が生じないように、磁石のピッチを変更して並べること
も考えられる。しかし、磁石のピッチは予め決められていることが多いため、磁石のピ
ッチを変更することは容易ではない。また、磁石のピッチを変更した場合は、リニアモ
ータの推力（推進力）が低下するなどの問題が発生する。

20

【０００６】

本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、移動経路の距離を磁石のピッチ
に制限されない移動体システム、及び移動体の駆動方法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】

【０００７】

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する移動体とを備える移動体システムであって、移動体は
、移動方向において異なる位置に配置される複数のモータと、複数のモータの駆動を制御
する駆動制御部と、を有し、複数のモータのうちの一のモータ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たときに、一のモータ以外のモータのうちの少なくとも１つ
のモータが不規則区間でない区間に位置し、駆動制御部は、不規則区間に位置するモータ
の駆動を停止することを特徴とする。

30

【０００８】

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、複
数のモータのうちの移動方向における両端に配置されるモータ間の距離よりも短くてもよ
い。

40

【０００９】

また、移動体は、不規則区間を検出する検出部を有し、駆動制御部は、検出部による不
規則区間の検出に基づいてモータの駆動を停止するように構成してもよい。また、検出部
は、不規則区間に加えて、磁石の磁極の配置が規則的である規則区間を検出し、駆動制御
部は、検出部が不規則区間を検出した後に規則区間を検出した場合に、停止していたモ
ータの駆動を再開するものでもよい。また、検出部は、磁石を検出することにより、不規則
区間に加えて、磁石の磁極の配置が規則的である規則区間を検出し、駆動制御部は、検出
部が不規則区間を検出した後に、規則区間において最初の磁石から複数個の磁石を連続し

50

て検出した場合に、停止していたモータの駆動を再開するものでもよい。また、検出部は、複数のモータ毎に設けられてもよい。また、検出部は、磁石を検出する光学式センサであることが好ましい。また、検出部は、不規則区間の検出と移動体の位置検出とを兼ねていてもよい。また、駆動制御部は、ブートストラップ回路を含み、このブートストラップ回路のブートストラップコンデンサは、モータを停止させた時間とモータの駆動に必要な電圧とブートストラップコンデンサのチャージポンプ特性とに応じた充電時間で充電される構成であることが好ましい。

【0010】

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に沿って移動する移動体の駆動方法であって、移動体の移動方向において異なる位置に配置される複数のモータのうちの一のモータ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、一のモータの駆動を停止することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、移動体が移動方向において異なる位置に配置される複数のモータを有し、複数のモータのうちの一のモータ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たときに、一のモータ以外のモータのうち少なくとも1つのモータが不規則区間でない区間に位置するので、一のモータ以外のモータのうち少なくとも1つのモータによって正常に駆動させることができる。従って、移動経路の距離を磁石のピッチに制限されないようにすることができる。

20

【0012】

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、移動経路上に磁石が配置されていない区間においても移動体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、移動経路上に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を正常に駆動させることができる。また、移動体は、不規則区間に位置するモータの駆動を停止する駆動制御部を有するので、不規則区間においてモータと磁石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と磁石の磁極との同期をとることができる。

30

【0013】

また、移動体は、不規則区間を検出する検出部を有し、駆動制御部は、検出部による不規則区間の検出に基づいてモータの駆動を停止するので、モータ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の駆動を停止させることができる。また、検出部が複数のモータ毎に設けられるので、複数のモータ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。また、検出部が磁石を検出する光学式センサである場合は、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、駆動制御部は、ブートストラップ回路を含み、このブートストラップ回路のブートストラップコンデンサは、モータ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の駆動を開始させることができる。

40

【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。

50

【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。

10

【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覧に配置されている。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。

20

【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。

30

【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。

40

【0019】

これら第 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、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 11 A 及び第 2 磁石無検出センサ 11 B 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

50

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 1 1 A 及び第 2 磁石無検出センサ 1 1 B は、それぞれ、検出信号を制御部 1 3 に出力する。

【 0 0 2 0 】

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 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 1 2 A が軌道 2 における磁石 3 が配置されている区間（図 1 1 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 1 2 A 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 1 2 A が軌道 2 における磁石 3 が配置されていない区間（図 1 1 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 1 2 B の検出位置に基づいて搬送台車 1 の位置が特定される。

10

【 0 0 2 1 】

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 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 1 2 A 及び第 2 位置検出センサ 1 2 B 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 1 2 A 及び第 2 位置検出センサ 1 2 B 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

20

【 0 0 2 2 】

制御部 1 3 は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A からの検出信号に基づいて、第 1 モータ 1 0 A 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 1 3 は、第 1 モータ 1 0 A 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 1 4 に対して第 1 モータ 1 0 A の駆動を指示する駆動オン指令を出力する。また、制御部 1 3 は、第 1 モータ 1 0 A 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 1 4 に対して第 1 モータ 1 0 A 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 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B からの検出信号に基づいて、第 2 モータ 1 0 B 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 1 3 は、第 2 モータ 1 0 B 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 1 4 に対して第 2 モータ 1 0 B の駆動を指示する駆動オン指令を出力する。また、制御部 1 3 は、第 2 モータ 1 0 B 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 1 4 に対して第 2 モータ 1 0 B 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 1 0 A , 1 0 B 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 1 0 A , 1 0 B を駆動しないことを示している（図 6 参照）。

30

【 0 0 2 3 】

また、制御部 1 3 は、第 1 位置検出センサ 1 2 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 1 2 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。一方、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るときは、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 の位置を特定する。そして、制御部 1 3 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 1 4 に対して出力する。

40

【 0 0 2 4 】

駆動制御部 1 4 は、制御部 1 3 からの第 1 モータ 1 0 A についての駆動オン指令に応じて、第 1 モータ 1 0 A を駆動又は停止の制御を行う。また、駆動制御部 1 4 は、制御部 1 3 からの第 2 モータ 1 0 B についての駆動オン指令に応じて、第 2 モータ 1 0 B を駆動又

50

は停止の制御を行う。また、駆動制御部 1 4 は、制御部 1 3 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 1 0 A 及び第 2 モータ 1 0 B の駆動制御を実行する。

【 0 0 2 5 】

なお、図 1 に示す例では、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A 及び第 1 位置検出センサ 1 2 A は、第 1 モータ 1 0 A 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 1 1 B 及び第 2 位置検出センサ 1 2 B は、第 2 モータ 1 0 B 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。

【 0 0 2 6 】

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 1 3 は、ポジションコントローラ 1 3 1、マグネットレス・コントローラ 1 3 2、及びモーション・コントローラ 1 3 3 から構成される。また、図 1 に示す駆動制御部 1 4 は、第 1 モータ 1 0 A の駆動制御を実行する第 1 駆動制御部 1 4 A と、第 2 モータ 1 0 B の駆動制御を実行する第 2 駆動制御部 1 4 B とから構成される。

【 0 0 2 7 】

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 1 1 A、1 1 B 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 1 2 A、1 2 B を表している。

【 0 0 2 8 】

ポジションコントローラ 1 3 1 は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A からの検出信号に基づいて、第 1 モータ 1 0 A 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 1 3 1 は、第 1 モータ 1 0 A 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 1 3 2 及びモーション・コントローラ 1 3 3 に出力する。また、ポジションコントローラ 1 3 1 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B からの検出信号に基づいて、第 2 モータ 1 0 B 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 1 3 1 は、第 2 モータ 1 0 B 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 1 3 2 及びモーション・コントローラ 1 3 3 に出力する。

【 0 0 2 9 】

また、ポジションコントローラ 1 3 1 は、第 1 位置検出センサ 1 2 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 1 2 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 1 3 1 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 の位置を特定する。そして、ポジションコントローラ 1 3 1 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 1 3 3、第 1 駆動制御部 1 4 A、及び第 2 駆動制御部 1 4 B に出力する。

【 0 0 3 0 】

マグネットレス・コントローラ 1 3 2 は、ポジションコントローラ 1 3 1 からの第 1 モータ 1 0 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 1 4 A に対して第 1 モータ 1 0 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 1 3 2 は、ポジションコントローラ 1 3 1 からの第 2 モータ 1 0 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 1 4 B に対して第 2 モータ 1 0 B の駆動 / 停止を指示する駆動オン指令を出力する。

【 0 0 3 1 】

モーション・コントローラ 1 3 3 は、ポジションコントローラ 1 3 1 からの磁石無検出信号に基づいて、第 1 モータ 1 0 A 及び第 2 モータ 1 0 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 1 3 3 は、ポジションコントローラ 1 3 1 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

10

20

30

40

50

・コントローラ 133 は、不規則区間に位置していないモータ 10A, 10B の駆動制御部 14A, 14B 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 14A は、位置制御部 141A、微分器 142A、速度制御部 143A、電流制御部 144A、インバータ 145A、及びコイル 146A が設けられている。位置制御部 141A 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 141A 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 143A は、位置制御部 141A からの速度データと、微分器 142A においてポジションコントローラ 131 からの位置情報を微分したデータとの差分のデータ（差分速度データ）が入力される。そして、速度制御部 143A は、差分速度データに応じた電流値データを出力する。

10

【0033】

また、電流制御部 144A は、速度制御部 143A からの電流値データと、コイル（負荷）146A 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 146A 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 144A 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 145A は、電流制御部 144A 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 145A は、IPM (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 145A が変換した交流の駆動電流が第 1 モータ 10A に出力される。

20

【0034】

第 2 駆動制御部 14B は、位置制御部 141B、微分器 142B、速度制御部 143B、電流制御部 144B、インバータ 145B、及びコイル 146B が設けられている。なお、第 2 駆動制御部 14B における各部の構成は、第 1 駆動制御部 14A 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 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 3 に示すように、本実施形態では、N 極の磁石 31 と S 極の磁石 32 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 3U 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 3U 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 3U を並べて設置する場合、軌道 2 の距離が磁石ユニット 3U の整数倍でなければならない、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。

30

【0036】

図 3 (A) に示す場合は、第 1 磁石無検出センサ 11A 及び第 2 磁石無検出センサ 11B 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 10A 及び第 2 モータ 10B 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 11B は不規則区間に入っていないが、第 1 磁石無検出センサ 11A は不規則区間に入っている。従って、第 2 モータ 10B のみ駆動され、第 1 モータ 10A は駆動されていない（すなわち第 1 磁石無検出センサ 11A 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 11B が不規則区間に入る。この場合は、第 2 モータ 10B の駆動が停止される。

40

【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

50

なわち、N極の磁石31とS極の磁石32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31とS極の磁石32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10A, 10B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10A, 10Bのうちの一のモータ（例えば第1モータ10A）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10B）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10A, 10B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つ分の磁石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11A, 11B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11Aからの検出信号を常時確認している（ステップS1）。そして、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場合は（ステップS1のNO）、第1モータ10Aを継続して駆動させる（ステップS2）。すなわち、制御部13は、第1駆動制御部14Aに第1モータ10Aの駆動を指示する駆動オン指令を継続して出力する。

【 0 0 4 4 】

一方、制御部 1 3 は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A が磁石無しを検出した場合は（ステップ S 1 の Y E S）、第 1 モータ 1 0 A を駆動を停止させる（ステップ S 3）。すなわち、制御部 1 3 は、第 1 駆動制御部 1 4 A に第 1 モータ 1 0 A の駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。

【 0 0 4 5 】

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 1 3 は、図 6 の時間 t_1 までは、第 1 磁石無検出センサ 1 1 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 1 1 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 1 3 は、第 1 駆動制御部 1 4 A に対して第 1 モータ 1 0 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、駆動の停止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 1 1 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 1 3 は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A が磁石無しを検出したと判定する。そして、制御部 1 3 は、第 1 駆動制御部 1 4 A に対して第 1 モータ 1 0 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 t_1 から t_2 までの時間は、制御部 1 3 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 1 1 A と第 1 モータ 1 0 A 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 1 1 A が不規則区間に入った時点から第 1 モータ 1 0 A が不規則区間に入った時点までの時間である。

【 0 0 4 6 】

第 1 駆動制御部 1 4 A は、制御部 1 3 からの駆動オン指令に基づいて、第 1 モータ 1 0 A 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 1 0 A 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 t_2 から t_3 までの時間は、第 1 駆動制御部 1 4 A 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 1 0 A を実際に停止させるまでのタイムラグの時間である。

【 0 0 4 7 】

図 6 の時間 t_4 になったときに、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A 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 1 3 は、第 1 磁石無検出センサ 1 1 A が磁石無しを検出していないと判定する。そして、制御部 1 3 は、第 1 駆動制御部 1 4 A に対して第 1 モータ 1 0 A 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_4 から t_5 までの時間は、制御部 1 3 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 1 1 A と第 1 モータ 1 0 A との間に距離がある場合において、磁石無検出センサ 1 1 A , 1 1 B が不規則区間から出た時点からモータ 1 0 A , 1 0 B が不規則区間から出た時点までの時間である。

【 0 0 4 8 】

第 1 駆動制御部 1 4 A は、制御部 1 3 からの駆動オン指令に基づいて、第 1 モータ 1 0 A 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_5 から t_6 までの時間は、第 1 駆動制御部 1 4 A 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 1 0 A を実際に駆動させるまでのタイムラグの時間である。

【 0 0 4 9 】

図 5 の説明に戻り、制御部 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B からの検出信号を常時確認している（ステップ S 4）。そして、制御部 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B が磁石無しを検出していない場合は（ステップ S 4 の N O）、第 2 モータ 1 0 B を継続して駆動させる（ステップ S 5）。すなわち、制御部 1 3 は、第 2 駆動制御部 1 4 B に第 2 モータ 1 0 B の駆動を指示する駆動オン指令を継続して出力する。

【 0 0 5 0 】

一方、制御部 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B が磁石無しを検出した場合は（ステップ S 4 の Y E S）、第 2 モータ 1 0 B を駆動を停止させる（ステップ S 5）。すなわち、制御部 1 3 は、第 2 駆動制御部 1 4 B に第 2 モータ 1 0 B の駆動の停止を指示する駆動オン指令を出力する。

【 0 0 5 1 】

具体的には、ステップ S 4 ~ S 6 として以下のような処理が行われる。制御部 1 3 は、図 6 の時間 t 7 までは、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B 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 1 1 B 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 1 3 は、第 2 駆動制御部 1 4 B に対して第 2 モータ 1 0 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 7 になったときに、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B 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 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 B が磁石無しを検出したと判定する。そして、制御部 1 3 は、第 2 駆動制御部 1 4 B に対して第 2 モータ 1 0 B 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 t 7 から t 8 までの時間は、制御部 1 3 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 1 1 B と第 2 モータ 1 0 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 1 1 B が不規則区間に入った時点から第 2 モータ 1 0 B が不規則区間に入った時点までの時間である。

【 0 0 5 2 】

第 2 駆動制御部 1 4 B は、制御部 1 3 からの駆動オン指令に基づいて、第 2 モータ 1 0 B 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 1 0 B 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 t 8 から t 9 までの時間は、第 2 駆動制御部 1 4 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 1 0 B を実際に停止させるまでのタイムラグの時間である。

【 0 0 5 3 】

図 6 の時間 t 1 0 になったときに、第 2 磁石無検出センサ 1 1 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 1 3 は、第 2 磁石無検出センサ 1 1 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 1 3 は、第 2 駆動制御部 1 4 B に対して第 2 モータ 1 0 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 1 0 から t 1 1 までの時間は、制御部 1 3 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 1 1 B と第 2 モータ 1 0 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 1 1 B が不規則区間から出た時点から第 2 モータ 1 0 B が不規則区間から出た時点までの時間である。

【 0 0 5 4 】

第 2 駆動制御部 1 4 B は、制御部 1 3 からの駆動オン指令に基づいて、第 2 モータ 1 0 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 1 1 から t 1 2 までの時間は、第 2 駆動制御部 1 4 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 1 0 B を実際に駆動させるまでのタイムラグの時間である。

【 0 0 5 5 】

本実施形態では、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B が不規則区間に位置しているときに、制御部 1 3 が第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B の駆動を停止させている。従って、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B が不規則区間に位置しているときにおいて、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B と磁石 3 との同期がとれなくなることが防止される。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 モータ 1 0 A 又は第 2 モータ 1 0 B が不規則区間から規則区間（N 極の磁石 3 1 と S 極の磁石 3 2 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10A又は第2モータ10Bの駆動を開始させる。すなわち、第1モータ10A又は第2モータ10B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14に出力する。これにより、駆動制御部14が磁石3の位置と同期させて第1モータ10A又は第2モータ10Bの駆動制御を実行する。従って、第1モータ10A又は第2モータ10Bが不規則区間を通過した後に、第1モータ10A又は第2モータ10B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10A又は第2モータ10B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10A又は第2モータ10B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11A又は第2磁石無検出センサ11B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13は、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14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10A又は第2モータ10B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14A、14Bのインバータ145A、145B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145A、145Bは、ブートストラップ回路50を実装することにより、通常の回路構成ではIGBT(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IGBT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IGBT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（高耐压高速ダイオード）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HVIC(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。HVIC56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】

10

20

30

40

50

また、N - s i d e I G B T 5 7 (以下、I G B T 5 7又はN側I G B T 5 7という)のコレクタ端子と各相の出力端子5 3とが接続されるとともに、I G B T 5 7のエミッタ端子と電位がグラウンドレベルのN端子5 2とが接続されている。また、I G B T 5 7のゲート端子にL V I C (Low Voltage IC) 5 9が接続されている。また、I G B T 5 7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5 8が接続されている。L V I C 5 9は、マイクロコンピュータ(本実施形態では駆動制御部1 4 A, 1 4 B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I G B T 5 7のゲートを駆動するI C回路である。

【0 0 6 2】

ブートストラップコンデンサ6 0は、H V I C 5 6の入力側の接続点と各相の出力端子5 3との間に接続されている。また、H V I C 5 6の入力側の接続点とL V I C 5 9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6 1と電流制限抵抗6 2とが直列に接続されている。また、電源V D 6 3はI G B T 5 7の駆動用の電源である。この電源V D 6 3は、I G B T 5 7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。

【0 0 6 3】

インバータ1 4 5 A, 1 4 5 Bの駆動中は、H V I C 5 6がI G B T 5 5をターンオンさせるとともに、L V I C 5 9がI G B T 5 7をターンオフさせることにより、各相の出力端子5 3の電位がV c cレベルの電位となる。また、H V I C 5 6がI G B T 5 5をターンオフさせるとともに、L V I C 5 9がI G B T 5 7をターンオンさせることにより、各相の出力端子5 3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、P W M (Pulse Width Modulation)制御が行われる。

【0 0 6 4】

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T 1において、まず、電圧V c cが徐々に上昇するとともに、電圧V Dが上昇する。電圧V c cが所定電圧になった時点T 2で、マイクロコンピュータからL V I C 5 9に対してパルス電圧V I N (N)が入力される。L V I C 5 9に対してパルス電圧V I N (N)が入力されると、L V I C 5 9がI G B T 5 7を駆動し、I G B T 5 7がターンオンする。I G B T 5 7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6 0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6 0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6 0の充電電圧V D Bが徐々に上昇していく。そして、T 3の時点でI G B T 5 4がH V I C 5 6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6 0の電荷量がU G B T 5 4の駆動用に用いられて、充電電圧V D Bが徐々に低下していく。

【0 0 6 5】

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1 4 5 A, 1 4 5 B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6 0の充電電圧V D Bは上昇と下降を繰り返す。このとき、I G B T 5 4の駆動用の電源として機能するためには充電電圧V D Bは電圧V m i n以上必要とされている。

【0 0 6 6】

モータの駆動オフの状態(インバータ1 4 5 A, 1 4 5 B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6 0の充電電圧V D B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、I G B T 5 7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6 0の充電電圧V D Bが徐々に上昇していく。そして、充電電圧V D Bが電圧値V m i nになった時点からインバータ1 4 5 A, 1 4 5 Bの駆動が開始され、モータの駆動オンの状態となる。

【0 0 6 7】

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I G B T 5 7がターンオフした時点)から時間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V 1は、コンデ

10

20

30

40

50

ンサの放電特性によって、 $V_1 = F(1, V_0)$ となる。

【0068】

また、チャージポンプが再開されてから時間 t_2 経過後の充電電圧 V_{DB} の電圧値 V_2 は、コンデンサのチャージポンプ特性によって、 $V_2 = G(2, V_1)$ となる。この式を t_2 に対して解くことにより、 $t_2 = g(V_1, V_2)$ となる。そして、P側IGBT 54の駆動に必要な電圧を V_{min} とすると、 $t_2 = g(F(1, V_0), V_{min})$ と算出される。通常、電圧値 V_0 は、駆動中の最低値として設計されており、電圧値 V_{min} とともに固定値として、 $t_2 = f(1)$ 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 V_{DB} の電圧値 V_2 が電圧値 V_{min} 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 t_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 t_2 を決定することにより、最短時間で確実にIGBT 54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IGBT 57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 12B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 S13)。そして、制御部 13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 S14)。その後、制御部 13は、ステップ S14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)。

【0074】

図11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 13は、第1位置検出センサ 12Aが不規則区間に位置していない場合は(ステップ S12のNO)、ステップ S1

10

20

30

40

50

1において第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)。具体的には、第1位置検出センサ12A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13(ここではポジションコントローラ131)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13は、第1位置検出センサ12A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11において、制御部13は、N極の磁石31とS極の磁石32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。

10

【0076】

ここで、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は、以下のような処理で行われる。すなわち、制御部13は、第1位置検出センサ12Aの検出信号の変化と第2位置検出センサ12B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12A、12B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12A、12B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12Aが不規則区間に位置している場合は(ステップS12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12Aから第2位置検出センサ12Bに切り替える。このとき、第1位置検出センサ12Aは不規則区間に位置しているが、第2位置検出センサ12B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12B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。

20

【0078】

上述したように、制御部13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の不規則区間の移動距離を特定し(ステップS13)、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S14)。すなわち、制御部13は、第2位置検出センサ12B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12Bの検出信号を用いる場合に、第1位置検出センサ12Aと第2位置検出センサ12B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12Aのみならず、第2位置検出センサ12B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12A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12B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12Aと第2位置検出センサ12B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12Aの検出信号による搬送台車1の統合位置を特定する。

30

40

【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100A、100Bを備えてい

50

る。ボギー台車 100A は、中心ピン 101A 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 100B は、中心ピン 101B 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 100A とボギー台車 100B との間に中間部 110 が配置されている。ボギー台車 100A 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 100B 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 100A における中間部 110 と反対側の面に第 1 位置検出センサ 12A が取り付けられている。また、ボギー台車 100B における中間部 110 と反対側の面に第 2 位置検出センサ 12B が取り付けられている。

10

【0082】

図 12 に示すように、ボギー台車 100A, 100B 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 100A, 100B の中心ピン 101A, 101B 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 100A と中間部 110 との距離や、ボギー台車 100B 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（図 12（B））とで、位置検出センサ 12A, 12B 間の距離が変化する。すなわち、軌道 2 が直線の場合（図 12（A））では、位置検出センサ 12A, 12B 間の距離は $K1$ である。一方、軌道 2 が曲線の場合（図 12（B））では、位置検出センサ 12A, 12B 間の距離は $K2$ である。

20

【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 12A, 12B 間の距離が変化する場合は、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の第 2 位置検出センサ 12B 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 13 は、第 1 位置検出センサ 12A 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 12A, 12B 間の距離が変化した場合であっても、制御部 13 が第 1 位置検出センサ 12A 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。

30

【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 10A, 10B を有し、2 つのモータのうちの 1 つのモータが磁石 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、1 つ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、1 つ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】

40

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 10A, 10B 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 10A, 10B 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 10A, 10B 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 11A, 11B を有し、駆動制御部

50

14は、検出部11A, 11Bによる不規則区間の検出に基づいてモータ10A, 10Bの駆動を停止するので、モータ10A, 10B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10A, 10Bの駆動を停止させることができる。また、検出部11A, 11Bが複数のモータ毎に設けられるので、複数のモータ10A, 10B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11A, 11B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10A, 10B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10A, 10B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12A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12B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12B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12Aによる検出位置と、第2位置検出部12B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。なお、出願当初の請求項1に係る移動体システムは、S極とN極の磁石（例えば、磁石31、32）を交互に配置した移動経路（例えば、軌道2）と、この移動経路に沿って移動する移動体（例えば、搬送台車1）とを備える移動体システムであって、前記移動体は、移動方向において異なる位置に配置される複数のモータ（例えば、第1モータ10A及び第2モータ10B）を有し、前記複数のモータのうちの一のモータ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たときに、前記一のモータ以外のモータのうちの少なくとも1つのモータが前記不規則区間でない区間に位置することを特徴とする。

【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、位置検出部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、位置検出部 12 A, 12 B 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、位置検出部 12 A, 12 B 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、位置検出部 12 A, 12 B 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 11 A 及び第 2 磁石無検出センサ 11 B で検出し、搬送台車 1 の位置を第 1 位置検出センサ 12 A 及び第 2 位置検出センサ 12 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 11 A, 11 B と位置検出センサ 12 A, 12 B とを共通の検出部としてもよい。この場合、制御部 13 は、第 1 検出部からの検出信号により第 1 モータ 10 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 13 は、第 2 検出部からの検出信号により第 2 モータ 10 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 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 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 13 は第 1 位置検出センサ 12 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 12 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 12 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 13 は、2 つの位置検出センサ 12 A, 12 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 12 A, 12 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 10 A に対応させて第 1 位置検出センサ 12 A による位置検出で第 1 モータ 10 A の位置を特定し、第 2 モータ 10 B に対応させて第 2 位置検出センサ 12 B による位置検出で第 2 モータ 10 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 10 A, 10 B に対応して 2 つの磁石無検出センサ 11 A, 11 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 13 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 10 A との距離と、から第 1 モータ 10 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 10 B との距離と、から第 2 モータ 10 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 10 A, 10 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 12 に示した例では、2つの位置検出センサ 12 A, 12 B が搬送台車 1 (ボギー台車 100 A, 100 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 110 にも位置検出センサが取り付けられてもよい。この場合、中間部 110 がボギー台車 100 A, 100 B の中間に位置しているため、中間部 110 に取り付けられた検出センサより、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。

10

【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。

20

【符号の説明】

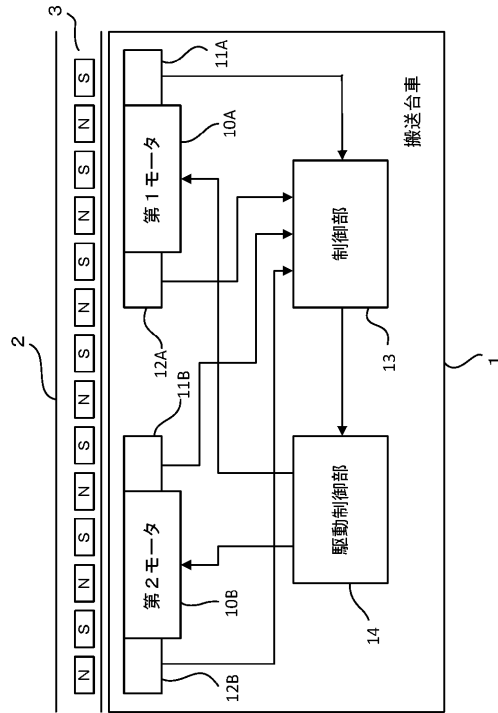
【0100】

- 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
- 50 ブートストラップ回路
- 60 ブートストラップコンデンサ

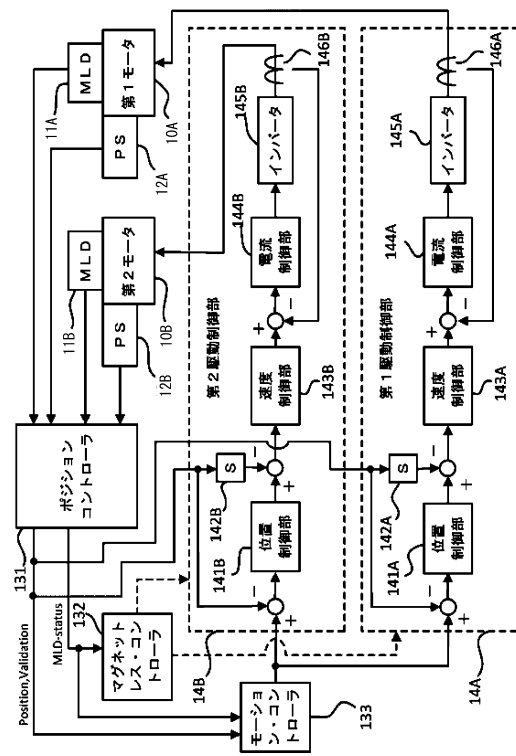
30

40

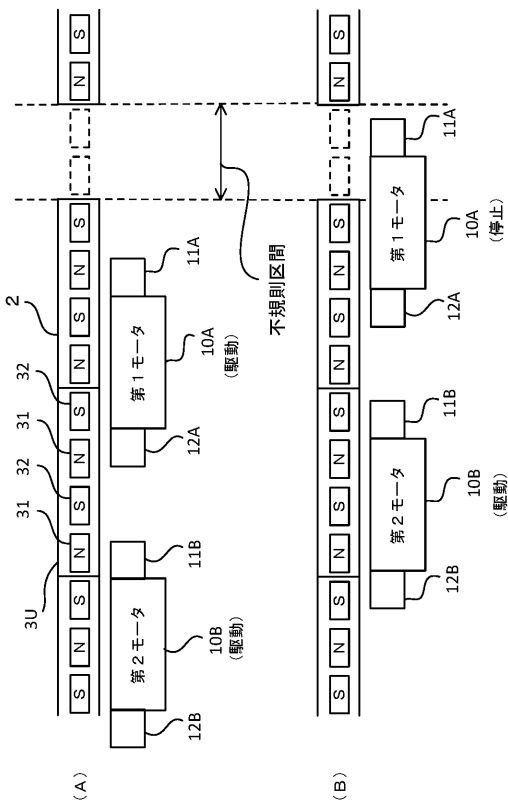
【図 1】



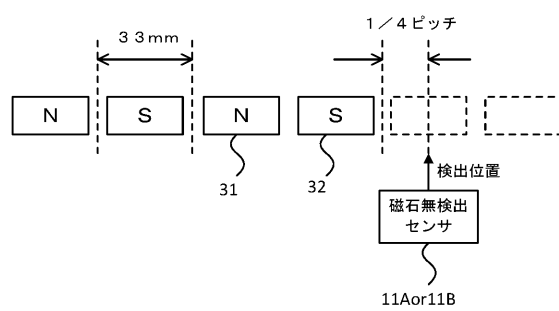
【図 2】



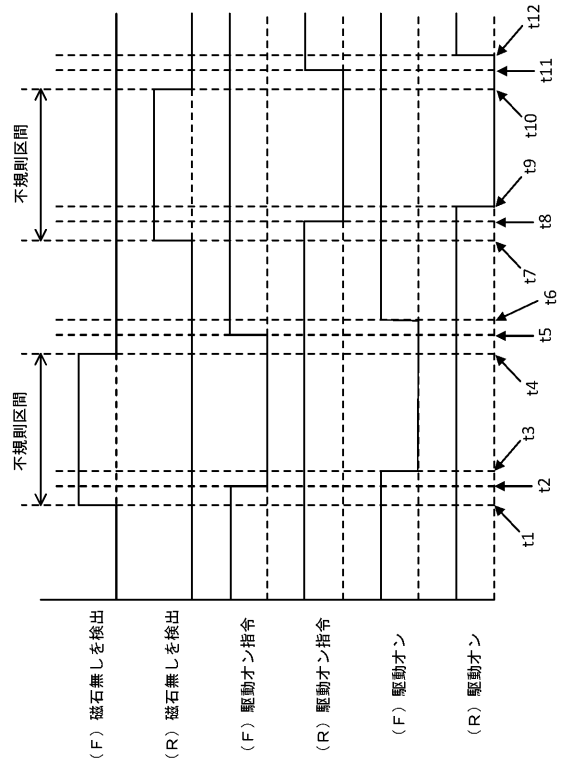
【図 3】



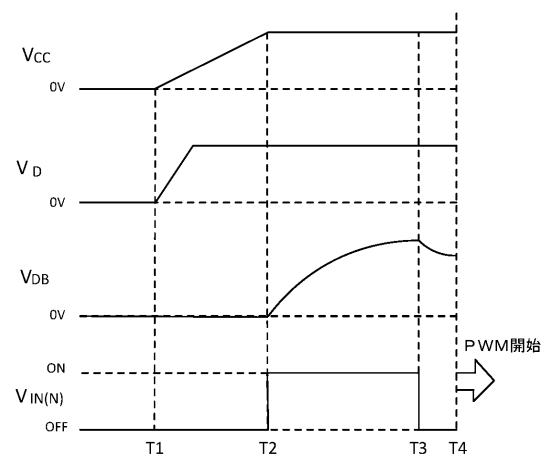
【図 4】



【 図 6 】

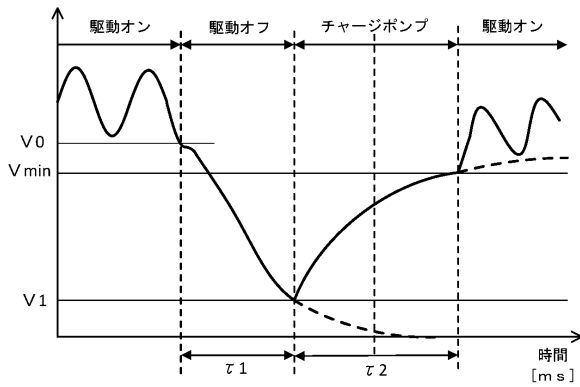


【 図 8 】

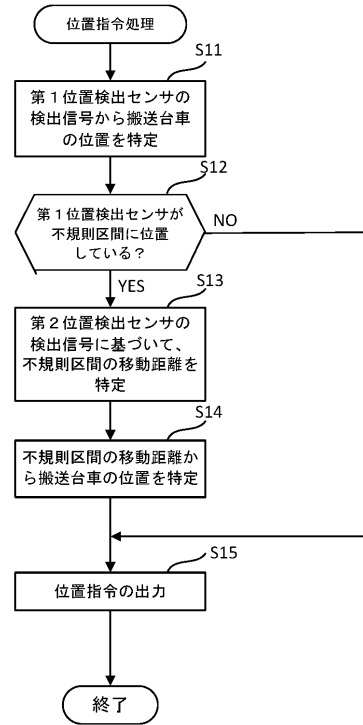


【図 9】

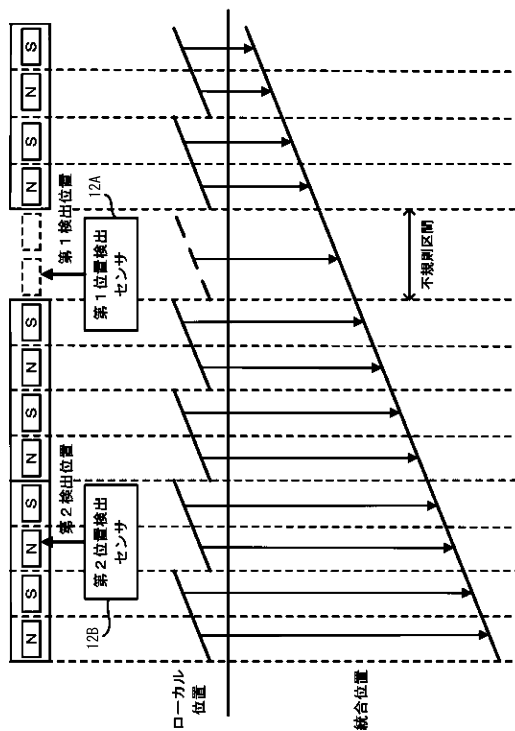
ブートストラップ
コンデンサ電圧
[V]



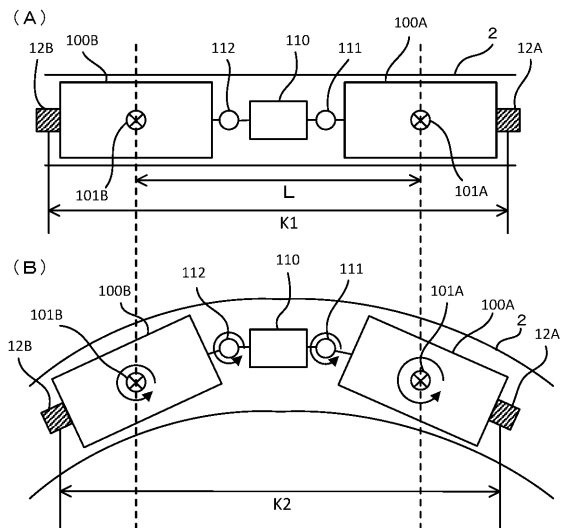
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-078107(JP,A)
特開昭61-015502(JP,A)
特開昭61-231805(JP,A)
特開平11-252970(JP,A)
特開平09-093723(JP,A)
特開平10-315960(JP,A)
特開2001-204108(JP,A)
特開2001-186605(JP,A)
特開平04-295204(JP,A)
特開昭63-028203(JP,A)
米国特許第5175455(US,A)
特開平03-155362(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 13/03 - 13/10
B61B 13/06
H02K 41/00 - 41/06