(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年5月16日(16.05.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/100739 A1

(51) 国際特許分類:
B65G 54/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/041450

(22) 国際出願日： 2022年11月7日(07.11.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

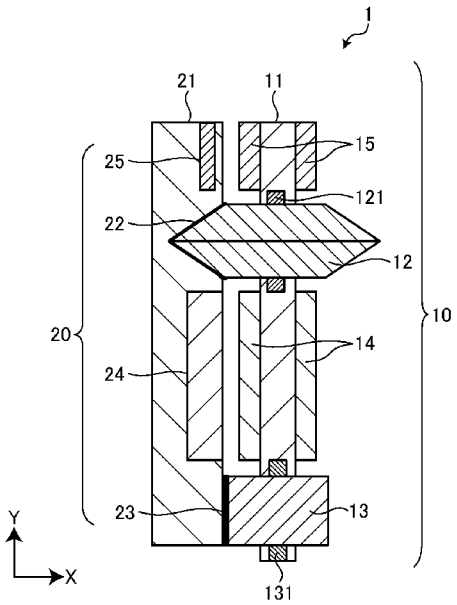
(72) 発明者: 中村 拓馬 (**NAKAMURA, Takuma**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 酒井 伸(**SAKAI, Shin**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 若山 裕史(**WAKAYAMA, Hiroshi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 岩瀬 正興(**IWASE, Masaoki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 福島 一彦(**FUKUSHIMA, Kazuhiko**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:高村 順(**TAKAMURA, Jun**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 弁理士法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

(54) **Title:** LINEAR CONVEYANCE DEVICE

(54) 発明の名称： リニア搬送装置



(57) **Abstract:** This linear conveyance device comprises a conveyance carriage and a stator-side frame. The conveyance carriage has: a conveyance carriage main structure that supports an object; a first roller and a second roller that are provided to the conveyance carriage main structure; mover-side magnetic elements that are provided to both side surfaces in the width direction of the conveyance carriage main structure and drive the conveyance carriage main structure with respect to the stator-side frame; and a mover-side opposing moment generating element that generates, with the stator-side frame, an opposing moment for opposing the tipping of the conveyance carriage. The stator-side frame has: a first rail that is provided to a frame structure provided on a movement path of the conveyance carriage and engages with the first roller; a second rail that is provided to the frame structure and engages with the second roller; stator-side magnetic elements that are provided to the frame structure and form pairs with the mover-side magnetic elements and generate a magnetic attraction force in the horizontal direction; and a stator-side opposing moment generating element that is disposed on the frame structure and generates an opposing moment with the mover-side opposing moment generating element with which the stator-side opposing moment generating element forms a pair.

WO 2024/100739 A1

[続葉有]

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能):ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:リニア搬送装置は、搬送台車と固定子側架台とを備える。搬送台車は、対象物を支持する搬送台車主構造体と、搬送台車主構造体に設けられる第１ローラおよび第２ローラと、搬送台車主構造体の幅方向の両側の側面に設けられ、搬送台車主構造体を固定子側架台に対して駆動させる可動子側磁気要素と、搬送台車の倒れに対抗する対抗モーメントを固定子側架台との間で発生させる可動子側対抗モーメント発生要素と、を有する。固定子側架台は、搬送台車の移動経路に沿って設けられる架台構造体に設けられ、第１ローラに係合する第１レールと、架台構造体に設けられ、第２ローラに係合する第２レールと、架台構造体に設けられ、可動子側磁気要素と対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる固定子側磁気要素と、架台構造体に配置され、対となる可動子側対抗モーメント発生要素との間で対抗モーメントを発生させる固定子側対抗モーメント発生要素と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ： リニア搬送装置

技術分野

[0001] 本開示は、リニアモータを利用して搬送台車を固定子側架台に沿って移動させるリニア搬送装置に関する。

背景技術

[0002] リニア搬送装置とは、基台と基台上を移動する搬送台車とを有する搬送装置において、基台に配設される固定子と、搬送台車に配設される可動子と、がリニアモータを構成し、当該固定子または可動子への通電制御によって固定子と可動子との間に推力を発生させ、台車を駆動する装置である。搬送台車の軌道形状は、直線軌道だけでなく曲線軌道、これらを組み合わせた閉ループ軌道、さらにはある軌道から複数の異なる軌道に分岐することもある。

[0003] 特許文献１に記載のリニアモータコンベアシステムでは、縦長の搬送台車の両側面に駆動用の磁気要素が取付けられ、この磁気要素の上下に、水平面内で回転するローラが配置される。基台である固定子側架台は、基本的には搬送台車の進行方向および上下方向の両方に垂直な左右方向のどちらかに配置され、搬送台車に配置される磁気要素に対応する磁気要素と、上下の各ローラに係合する上下の各レールと、を備える。なお、上下のローラおよび上下のレールのどちらかは、Ｕ型またはＶ型の断面形状である。このような構成にすることで、搬送台車の上下方向の挙動はローラおよびレールによって拘束され、進行方向に対して横方向の挙動はローラおよびレールと磁気吸引力とによって拘束される。分岐部においては、搬送台車の左右両側に固定子側架台が存在し、左右どちらかまたは両側の固定子側架台の磁気要素の磁力によって、左右どちらかの固定子側架台に搬送台車を吸着させつつ、吸着させた固定子側架台に沿って搬送台車を進行させる。これにより軌道分岐が実現される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０１８／１６１１６０号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載の技術では、左右両側の一方の固定子側架台との間の磁気吸引力によって搬送台車が支持される「片持ち状態」になるときに、下側のローラとレールとの係合面の最下部の周りの回転モーメントの釣合が問題になる。上記係合面の最下部の周りには、搬送台車の重力などの上下方向荷重と、上記係合面の最下部から搬送台車全体の重心位置までの水平方向距離と、の積から成るモーメントである倒れモーメントが作用する。この倒れモーメントは、搬送台車を上記係合面の最下部の周りに倒す効果がある。一方、搬送台車および固定子側架台の磁気要素による水平方向の磁気吸引力と、上記係合面の最下部から搬送台車の磁気吸引力の中心までの上下方向距離と、の積から成るモーメントが対抗モーメントになる。倒れモーメントが対抗モーメントを上回ると、上記係合面の最下部の周りの回転モーメントの釣合が取れなくなり、搬送台車は倒れてしまう。このような搬送台車の倒れを防止するためには、特許文献１に記載の技術では搬送物の重量または重心位置を制限する必要があるという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、搬送台車が片持ち状態であるときに、搬送台車の上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車の倒れを抑制することができるリニア搬送装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示のリニア搬送装置は、対象物を搬送する搬送台車を、搬送台車の進行方向および上下方向の両方に垂直な幅方向に配置される固定子側架台に沿ってリニアモータによって移動させ、固定子側架台が幅方向の片側に配置される部分を有する装置である。搬送台車は、対象物を支持する搬送台車主構造体と、搬送台車主構造体

に設けられる第１ローラと、搬送台車主構造体の第１ローラとは異なる高さに設けられる第２ローラと、搬送台車主構造体の幅方向の両側の側面に設けられ、搬送台車主構造体を固定子側架台に対して駆動させる可動子側磁気要素と、搬送台車の倒れに対抗する対抗モーメントを固定子側架台との間で発生させる可動子側対抗モーメント発生要素と、を有する。固定子側架台は、搬送台車の移動経路に沿って設けられる架台構造体に設けられ、第１ローラに係合する第１レールと、架台構造体に設けられ、第２ローラに係合する第２レールと、架台構造体に設けられ、可動子側磁気要素と対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる固定子側磁気要素と、架台構造体に配置され、対となる可動子側対抗モーメント発生要素との間で対抗モーメントを発生させる固定子側対抗モーメント発生要素と、を有する。

発明の効果

[0008] 本開示に係るリニア搬送装置は、搬送台車が片持ち状態であるときに、搬送台車の上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車の倒れを抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１によるリニア搬送装置の構成の一例を示す斜視図

[図2]実施の形態１によるリニア搬送装置の構成の一例を示す断面図

[図3]実施の形態１によるリニア搬送装置の効果を説明するための図

[図4]実施の形態１によるリニア搬送装置の分岐部付近の一例を示す俯瞰図

[図5]実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す斜視図

[図6]実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部以外の位置における断面図

[図7]実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部の位置における断面図

[図8]実施の形態２によるリニア搬送装置の効果を説明するための図

[図9]実施の形態２によるリニア搬送装置の分岐部付近の他の例を示す俯瞰図

[図10]実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部以外の

位置における断面図

[図11]実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部の位置における断面図

[図12]実施の形態３によるリニア搬送装置の効果を説明するための図

[図13]実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の他の例を示す断面図

[図14]実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の他の例を示す断面図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本開示の実施の形態に係るリニア搬送装置を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１によるリニア搬送装置の構成の一例を示す斜視図であり、図２は、実施の形態１によるリニア搬送装置の構成の一例を示す断面図である。以下では、搬送台車１０の進行方向をＺ方向とし、上下方向をＹ方向とし、Ｚ方向およびＹ方向の２つの方向に垂直な方向をＸ方向とする。Ｘ方向は、幅方向とも称される。Ｙ方向は、一例では鉛直方向である。さらに、以下の説明では、Ｙ方向における２つの相対的な位置関係が、「上」または「下」を使用して表現される場合がある。リニア搬送装置１は、図示しない搬送対象の対象物を搬送する搬送台車１０を、搬送台車１０の幅方向に配置される固定子側架台２０に沿ってリニアモータによって移動させ、固定子側架台２０が幅方向の片側に配置される部分を有する装置である。リニア搬送装置１は、搬送台車１０と、固定子側架台２０と、を備える。

[0012] 搬送台車１０は、搬送台車主構造体１１と、上部Ｖ字ローラ１２と、下部平ローラ１３と、駆動用可動子側磁気要素１４と、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と、を有する。

[0013] 搬送台車主構造体１１は、搬送対象の対象物を支持する部材である。具体的には、搬送台車主構造体１１は、固定子側架台２０に沿って搬送対象の対象物が載置されたり、固定されたりすることが可能な部材である。図１および図２の例では、搬送台車主構造体１１は、板状の部材によって構成される

。搬送台車主構造体１１は、Ｚ方向およびＹ方向に平行な面である側面が、Ｚ方向に垂直な面である前面および後面と、Ｙ方向に垂直な面である上面および下面と、に比して大きい。

[0014] 上部Ｖ字ローラ１２は、搬送台車主構造体１１の上部に設けられる。Ｘ方向において、上部Ｖ字ローラ１２のサイズは、搬送台車主構造体１１のサイズよりも大きい。図１および図２では、固定子側架台２０が搬送台車１０のＸ方向の一方にしか配置されていないが、固定子側架台２０が搬送台車１０のＸ方向の他方に配置される場合もあれば、両側に配置される場合もある。上部Ｖ字ローラ１２のそれぞれは、固定子側架台２０が搬送台車１０のＸ方向のいずれの側にあっても、固定子側架台２０の上部Ｖ溝レール２２と当接可能となる。図１の例では、上部Ｖ字ローラ１２は、Ｚ方向に間隔を置いて２つ設けられるが、上部Ｖ字ローラ１２の個数は任意とすることができる。上部Ｖ字ローラ１２は、搬送台車主構造体１１の上部に設けられる回転軸１２１に支持され、回転軸１２１の周りに回転する。回転軸１２１はＹ方向に延在する。すなわち、上部Ｖ字ローラ１２は水平面内で回転する。上部Ｖ字ローラ１２の回転軸１２１を通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は、後述する固定子側架台２０のレールに嵌るＶ字形状である。

[0015] 下部平ローラ１３は、搬送台車主構造体１１の下部に設けられる。Ｘ方向において、下部平ローラ１３のサイズは、搬送台車主構造体１１のサイズよりも大きい。これによって、上部Ｖ字ローラ１２の場合と同様に、下部平ローラ１３のそれぞれは、固定子側架台２０が搬送台車１０のＸ方向のいずれの側にあっても、固定子側架台２０の下部平レール２３と当接可能となる。図１の例では、下部平ローラ１３は、Ｚ方向に間隔を置いて２つ設けられるが、下部平ローラ１３の個数は任意とすることができる。下部平ローラ１３は、搬送台車主構造体１１の下部に設けられる回転軸１３１に支持され、回転軸１３１の周りに回転する。回転軸１３１はＹ方向に延在する。すなわち、下部平ローラ１３は水平面内で回転する。下部平ローラ１３の回転軸１３

１を通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。

[0016] ここでは、上部Ｖ字ローラ１２は、搬送台車主構造体１１に設けられる第１ローラに対応し、下部平ローラ１３は、搬送台車主構造体１１の第１ローラとは異なる高さに設けられる第２ローラに対応する。また、上部Ｖ字ローラ１２はＶ字ローラに対応し、下部平ローラ１３は平ローラに対応する。なお、図１および図２では、上部Ｖ字ローラ１２は下部平ローラ１３よりも上に配置されているが、上部Ｖ字ローラ１２と下部平ローラ１３との上下関係は逆でもよい。この場合、搬送台車主構造体１１は、上部平ローラと下部Ｖ字ローラとを備えることになる。

[0017] 駆動用可動子側磁気要素１４は、搬送台車主構造体１１のＸ方向の両側の側面に設けられ、搬送台車主構造体１１を固定子側架台２０に対して駆動させる。図１および図２の例では、駆動用可動子側磁気要素１４は、上部Ｖ字ローラ１２と下部平ローラ１３との間の搬送台車主構造体１１におけるＸ方向の両側の側面に設けられる。一例では、駆動用可動子側磁気要素１４は、永久磁石または電磁石である。駆動用可動子側磁気要素１４は、可動子側磁気要素に対応する。

[0018] 対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、搬送台車主構造体１１のＸ方向の両側の側面の上方に配置され、固定子側架台２０との間で搬送台車１０の倒れに対抗する対抗モーメントを発生させる。具体的には、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、搬送台車１０が「片持ち状態」であるときに、搬送台車１０の上下方向の荷重由来の倒れモーメントに対抗するモーメントである対抗モーメントを搬送台車１０に発生させる。図１および図２の例では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、上部Ｖ字ローラ１２よりも上方に設けられる。一例では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、永久磁石または電磁石である。永久磁石および電磁石は磁気要素の一例である。対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、可動子側対抗モーメント発生要素に対応する。

[0019] 固定子側架台２０は、架台構造体２１と、上部Ｖ溝レール２２と、下部平レール２３と、駆動用固定子側磁気要素２４と、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５と、を有する。

[0020] 架台構造体２１は、搬送台車１０を移動させながら支持する支持部材である。架台構造体２１は、搬送台車１０の移動経路に沿って設けられる。

[0021] 上部Ｖ溝レール２２は、架台構造体２１の上部に設けられ、走行面がＶ字形状を有するレールである。上部Ｖ溝レール２２は、搬送台車１０の上部Ｖ字ローラ１２に対応する位置に設けられ、上部Ｖ字ローラ１２に係合する。

[0022] 下部平レール２３は、架台構造体２１の下部に設けられ、走行面が平坦なレールである。下部平レール２３は、架台構造体２１の搬送台車１０が配置される側の主面の搬送台車１０の下部平ローラ１３に対応する位置に設けられ、下部平ローラ１３に係合する。

[0023] ここでは、上部Ｖ溝レール２２は、架台構造体２１に設けられ、第１ローラである上部Ｖ字ローラ１２に係合する第１レールに対応し、下部平レール２３は、架台構造体２１に設けられ、第２ローラである下部平ローラ１３に係合する第２レールに対応する。また、上部Ｖ溝レール２２はＶ溝レールに対応し、下部平レール２３は平レールに対応する。なお、搬送台車１０のＶ字ローラおよび平ローラの位置に合わせてＶ溝レールおよび平レールは設けられる。このため、搬送台車１０で上部Ｖ字ローラ１２と下部平ローラ１３との上下関係が逆の場合には、固定子側架台２０でも上部Ｖ溝レール２２と下部平レール２３との上下関係は逆となる。

[0024] 駆動用固定子側磁気要素２４は、駆動用可動子側磁気要素１４と対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる。図１および図２の例では、駆動用固定子側磁気要素２４は、上部Ｖ溝レール２２と下部平レール２３との間の架台構造体２１における搬送台車１０と対向する側面に設けられる。一例では、駆動用固定子側磁気要素２４は、永久磁石または電磁石である。駆動用固定子側磁気要素２４は、固定子側磁気要素に対応する。

[0025] 対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５は、架台構造体２１の上方に

配置され、対となる対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５との間で発生する水平方向の吸引力によって対抗モーメントを発生させる。図１および図２の例では、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５は、上部Ｖ溝レール２２よりも上側の架台構造体２１における搬送台車１０が配置される側の側面に設けられる。一例では、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５は、電磁石または永久磁石である。永久磁石および電磁石は磁気要素の一例である。対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５は、架台構造体２１に配置され、対となる可動子側対抗モーメント発生要素である対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５との間で対抗モーメントを発生させる固定子側対抗モーメント発生要素に対応する。

[0026] 固定子側架台２０は、分岐部を有していてもよい。固定子側架台２０は、分岐部では、搬送台車１０のＸ方向の両側に配置され、分岐部以外では、搬送台車１０のＸ方向の一方の側に配置される。

[0027] ここで、搬送台車１０の上部Ｖ字ローラ１２が固定子側架台２０の上部Ｖ溝レール２２に係合され、搬送台車１０の下部平ローラ１３が固定子側架台２０の下部平レール２３に係合されることによって、搬送台車１０は、固定子側架台２０に沿って移動可能となる。駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４とはリニアモータを構成する。この場合、駆動用可動子側磁気要素１４および駆動用固定子側磁気要素２４の少なくとも一方は電磁石である。図示しない制御装置によるリニアモータへの通電制御によって、固定子側架台２０の延在方向であるＺ方向への駆動推力と、Ｘ方向の磁気吸引力と、が制御可能となる。

[0028] 搬送台車１０に配される上部Ｖ字ローラ１２と、上部Ｖ字ローラ１２に係合する固定子側架台２０上の上部Ｖ溝レール２２と、によって、搬送台車１０の上下方向の挙動が拘束される。また、搬送台車１０の上部Ｖ字ローラ１２および下部平ローラ１３のそれぞれが、上部Ｖ溝レール２２および下部平レール２３に接触し、前述の駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４とによって、図２において搬送台車１０を固定子側架台２０に

押さえ付けるように図中左側、すなわちＸ方向の負側へ磁気吸引力を発生させることで、搬送台車１０の横方向の挙動が拘束される。ここで示される実施の形態１における構成および動作については特許文献１と同じである。

[0029] しかし、実施の形態１においては、搬送台車１０は、搬送台車主構造体１１の上方に吸引力発生要素である対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５を備え、固定子側架台２０は、架台構造体２１の上方に吸引力発生要素である対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５を備えるようにした。これらの対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間で水平方向の磁気吸引力が発生する。つまり、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５は、固定子側架台２０が搬送台車１０のＸ方向の一方の側に配置される場合、一例では搬送台車１０が分岐部以外の位置に存在する場合に、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間で吸引力を発生させる。これによって、搬送台車１０の上部が固定子側架台２０に吸引され、搬送台車１０が「片持ち状態」において、上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車１０の倒れを抑制することができる。なお、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５および対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５の少なくとも一方は電磁石とし、制御装置が、リニアモータへの通電制御と同期させて電磁石に通電制御するようにしてもよい。

[0030] なお、図１および図２では、吸引力発生要素が磁気要素である場合を例に挙げたが、吸引力発生要素が磁気要素以外の他の方法に基づくものであってもよい。吸引力発生要素として、空気圧を用いる方法がある。一例では搬送台車１０の上方に、搬送台車１０の上方と固定子側架台２０の上部との間の空気を吸い込む吸引力発生要素を設ける場合である。このような空気圧を用いる方法などと比較すれば、磁気要素を用いる方法によれば吸引力の発生にあたり電力などが不要となる。

[0031] 図３は、実施の形態１によるリニア搬送装置の効果を説明するための図である。ここでは、図３中に表示される下部平ローラ１３と下部平レール２３

との係合面の最下部である点Ｐの周りの回転モーメントの釣合について考える。点Ｐは、搬送台車１０が固定子側架台２０と接触している状態で、搬送台車１０が倒れるときの中心である回転中心に対応する。点Ｐの周りには、上下方向であるＹ方向の搬送台車１０の重力$Ｆ_{g}$と、点Ｐから搬送台車１０の全体の重心位置Ｇまでの水平方向距離$ｘ_{g}$と、の積から成るモーメントである倒れモーメントＭｔが作用する。なお、この例では、水平方向距離$ｘ_{g}$は、Ｘ方向の距離となる。この倒れモーメントＭｔは、点Ｐの周りに搬送台車１０を倒す効果がある。特許文献１では、この倒れモーメントＭｔに対して、駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４とによる水平方向の磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$と、点Ｐから搬送台車１０の磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$の中心までのＹ方向の距離$ｙ_{mag.d}$と、の積から成るモーメントが対抗モーメントになる。しかし、特許文献１では、倒れモーメントＭｔが対抗モーメントを上回ってしまうと、搬送台車１０は倒れてしまう。このため、特許文献１では、搬送物の重量、または搬送台車１０の重心位置と点Ｐとの間の水平方向距離$ｘ_{g}$に制限を設ける必要があった。

[0032] 一方、実施の形態１においては、搬送台車１０および固定子側架台２０のそれぞれの上方に配された対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間で水平方向の磁気吸引力$Ｆ_{mag.add}$を発生させるようにした。これによって、倒れモーメントＭｔに対する対抗モーメントを増加させることができる。

[0033] 上述の搬送台車１０の倒れが発生しないための条件を定式化する。搬送台車１０にかかる重力を$Ｆ_{g}$とし、点Ｐから搬送台車１０の全体の重心位置Ｇの位置までの水平方向距離を$ｘ_{g}$とし、駆動用可動子側磁気要素１４および駆動用固定子側磁気要素２４による水平方向の磁気吸引力を$Ｆ_{mag.d}$とし、点Ｐから搬送台車１０の磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$の中心までの上下方向であるＹ方向の距離を$ｙ_{mag.d}$とし、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間の水平方向の磁気吸引力を$Ｆ_{mag.add}$とし、点Ｐから対抗モーメントの発生要素による磁気吸引力$Ｆ_{mag.add}$の中心までのＹ方

向の距離を$y_{mag.add}$とすると、搬送台車１０の倒れが発生しないための条件は次式（１）が成立することである。

[0034] $x_g F_g < y_{mag.d} F_{mag.d} + y_{mag.add} F_{mag.add}$ ・・・（１）

[0035] （１）式からもわかるように、搬送物の重量、または搬送台車１０の重心位置と点Ｐとの間の距離の制限を大きく緩和するには、対抗モーメントの発生要素における磁気吸引力$F_{mag.add}$を大きくするか、点Ｐから対抗モーメントの発生要素の磁気吸引力$F_{mag.add}$の中心までの距離$y_{mag.add}$を広く取ればよい。

[0036] 一例では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間の吸引力、および吸引力の中心と点Ｐとの間のＹ方向の距離は、駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４との間の磁気吸引力と、この磁気吸引力の中心と点Ｐとの間のＹ方向の距離と、に基づいて決定される。

[0037] 図４は、実施の形態１によるリニア搬送装置の分岐部付近の一例を示す俯瞰図である。実施の形態１では、分岐部３２においては搬送台車１０のＸ方向の両側に固定子側架台２０が存在する。分岐部３２では、搬送台車１０は、両側の固定子側架台２０に同時に吸着することはなく、どちらかの固定子側架台２０に吸着するように、図示しない制御装置によって制御されている。分岐部３２より前の軌道である分岐前軌道３１および分岐部３２よりも後の軌道である分岐後軌道３３のように、搬送台車１０が「片持ち状態」にある場合には、駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４とによって搬送台車１０を固定子側架台２０に押さえつけるように磁気吸引力を発生させることで、搬送台車１０の進行方向に対して横方向の挙動は拘束される。これは特許文献１と同じ構成および動作である。

[0038] 実施の形態１では、搬送台車１０は、上方に対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５を備え、全軌道上の固定子側架台２０は、上方に対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５を備える。そして、分岐部３２を除いた分岐前軌道３１および分岐後軌道３３では、常に搬送台車１０の対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と固定子側架台２０の対抗モーメント発生用

固定子側磁気要素２５との間で磁気吸引力を発生させるようにした。これによって、搬送台車１０の上下方向の荷重により発生する倒れモーメントが、駆動用可動子側磁気要素１４と駆動用固定子側磁気要素２４との間で発生する磁気吸引力により発生するモーメントと、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間で発生する磁気吸引力により発生するモーメントと、を含む対抗モーメントによって相殺される。この結果、搬送台車１０が「片持ち状態」であるときに、搬送台車１０の上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車１０の倒れを抑制することができるという効果を奏する。

[0039] 実施の形態２．

搬送台車１０には重力などによって常時上下方向の荷重が作用する。搬送物の重量によっては特許文献１に記載の技術では上下方向荷重を受け持つＵ型またはＶ型のローラが脱落したり摩耗が激しくなったりする。そこで、下記に示す先行技術１には、分岐部を除く全軌道上で常時搬送台車の両側に固定子側架台を配置し、搬送台車の幅方向の両側に配置された上下のローラを幅方向の両側の固定子側架台の各レールに係合させるリニアモータが開示されている。さらに、先行技術１には、固定子側架台の上面に追加されたレールに係合し、搬送台車を上下方向に支持するローラを搬送台車の左右両側の上部に追加した構造として、搬送台車の上下方向の支持耐荷重を向上させている。

（先行技術１）米国特許出願公開第２０２０／００２８４２７号明細書

[0040] 先行技術１に記載の技術は、分岐部以外の軌道上では搬送台車の幅方向の両側面のローラと、搬送台車の幅方向の両側の固定子側架台に備えられるレールと、が係合する「両持ち状態」になり、搬送台車が倒れることはない。しかし、分岐部において、搬送台車の幅方向の両側の固定子側架台が分岐し、一時的に、片側の固定子側架台の磁気要素の磁気吸引力によってどちらかの一方の固定子側架台のみに搬送台車が吸着する状態になる。このとき反対側の上下方向荷重支持用のローラはレールに係合せず、吸着側の固定子側架

台のレールおよびこれに係合するローラのみで上下方向荷重を支持する「片持ち状態」になる。

[0041] 先行技術１に記載の技術では、分岐部で「片持ち状態」になるときに、下部ローラと下部レールとの間の係合面の最下部の周りの回転モーメントの釣合の問題が発生する。追加されたローラとレールとの間の水平方向の摩擦力が対抗モーメントになる効果はあるものの、水平方向の摩擦力自体は小さいため、搬送台車の倒れを抑制する効果は期待できない。そこで、実施の形態２では、先行技術１に記載の技術で、「片持ち状態」になる場合において、搬送台車の上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車の倒れを抑制することができるリニア搬送装置について説明する。

[0042] 図５は、実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す斜視図である。図６は、実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部以外の位置における断面図である。図７は、実施の形態２によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部の位置における断面図である。図５は、分岐部におけるリニア搬送装置１Ａの状態を示している。また、図６および図７は、Ｚ方向に垂直な断面を示している。実施の形態２のリニア搬送装置１Ａでは、分岐部以外で図６に例示されるように、搬送台車１０ＡがＸ方向両側の固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂによって支持される「両持ち状態」となり、分岐部で図５および図７に例示されるように、搬送台車１０ＡがＸ方向の片側の固定子側架台２０Ａａによって支持される「片持ち状態」となる。リニア搬送装置１Ａは、搬送台車１０Ａと，固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂと、を備える。

[0043] 搬送台車１０Ａは、搬送台車主構造体１１Ａと、上部Ｖ字ローラ１２Ａと、下部平ローラ１３Ａと、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂと、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂと、追加ローラ１６Ａと、を有する。

[0044] 搬送台車主構造体１１Ａは、搬送対象の対象物を支持する部材である。図５から図７の例では、搬送台車主構造体１１Ａは、Ｚ方向から見たときにＴ

字状である。搬送台車主構造体１１Ａは、ＹＺ面の面積が他の面に比して大きい板状の本体部１１１と、本体部１１１の上端部にＸ方向の両側に突出して設けられる２つの板状の張出部１１２と、を有する。

[0045] 上部Ｖ字ローラ１２Ａは、搬送台車主構造体１１ＡのＸ方向の両側に設けられ、Ｙ方向に延在する軸である回転軸１２１Ａの周りに回転する。図５から図７の例では、上部Ｖ字ローラ１２Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの上部に設けられる。具体的には、上部Ｖ字ローラ１２Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの張出部１１２よりも下側の本体部１１１のＸ方向に垂直な側面に設けられる。上部Ｖ字ローラ１２Ａは、Ｘ方向において間隔を置いて２つ設けられるとともに、Ｚ方向に間隔を置いて２つ設けられる。すなわち、上部Ｖ字ローラ１２Ａは、４つ設けられる。ただし、上部Ｖ字ローラ１２Ａの数は限定されるものではない。上部Ｖ字ローラ１２Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの本体部１１１の上部に設けられる回転軸１２１Ａに支持される。上部Ｖ字ローラ１２Ａは、水平面内で回転する。上部Ｖ字ローラ１２Ａの回転軸１２１Ａを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は、後述する固定子側架台２０Ａのレールに嵌るＶ字形状である。

[0046] 下部平ローラ１３Ａは、搬送台車主構造体１１ＡのＸ方向の両側に設けられ、Ｙ方向に延在する軸である回転軸１３１Ａの周りに回転する。図５から図７の例では、下部平ローラ１３Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの本体部１１１の下部に設けられる。下部平ローラ１３Ａは、Ｘ方向において間隔を置いて２つ設けられるとともに、Ｚ方向に間隔を置いて２つ設けられる。すなわち、下部平ローラ１３Ａは、４つ設けられる。ただし、下部平ローラ１３Ａの数は限定されるものではない。下部平ローラ１３Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの本体部１１１の下部に設けられる回転軸１３１Ａに支持される。下部平ローラ１３Ａは水平面内で回転する。下部平ローラ１３Ａの回転軸１３１Ａを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。

[0047] ここでは、上部Ｖ字ローラ１２Ａは、搬送台車主構造体１１Ａに設けられ

る第１ローラに対応し、下部平ローラ１３Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの第１ローラとは異なる高さに設けられる第２ローラに対応する。また、上部Ｖ字ローラ１２ＡはＶ字ローラに対応し、下部平ローラ１３Ａは平ローラに対応する。なお、図５から図７では、上部Ｖ字ローラ１２Ａは下部平ローラ１３Ａよりも上に配置されているが、上部Ｖ字ローラ１２Ａと下部平ローラ１３Ａとの上下関係は逆でもよい。この場合、搬送台車主構造体１１Ａは、上部平ローラと下部Ｖ字ローラとを備えることになる。

[0048] 駆動用可動子側磁気要素１４Ａａは、搬送台車主構造体１１ＡのＸ方向の側面１１１ａに設けられ、搬送台車主構造体１１Ａを固定子側架台２０Ａａに対して駆動させる。図５から図７の例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａは、上部Ｖ字ローラ１２Ａと下部平ローラ１３Ａとの間の搬送台車主構造体１１Ａの本体部１１１におけるＸ方向の側面１１１ａに設けられる。駆動用可動子側磁気要素１４Ａｂは、搬送台車主構造体１１ＡのＸ方向の側面１１１ｂに設けられ、搬送台車主構造体１１Ａを固定子側架台２０Ａｂに対して駆動させる。図５から図７の例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ａｂは、上部Ｖ字ローラ１２Ａと下部平ローラ１３Ａとの間の搬送台車主構造体１１Ａの本体部１１１におけるＸ方向に垂直な側面１１１ｂに設けられる。一例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂは、永久磁石または電磁石である。駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂは、可動子側磁気要素に対応する。なお、以下では、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａおよび駆動用可動子側磁気要素１４Ａｂは、個別に区別しない場合には、駆動用可動子側磁気要素１４Ａと称される。

[0049] 対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａは、搬送台車主構造体１１Ａの上方のＸ方向の側面１１２ａに配置され、固定子側架台２０Ａａとの間で搬送台車１０Ａの倒れに対抗する対抗モーメントを発生させる。具体的には、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａは、搬送台車主構造体１１Ａの張出部１１２のＸ方向に垂直な側面１１２ａに設けられる。対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａｂは、搬送台車主構造体１１Ａの

上方のＸ方向の側面１１２ｂに配置され、固定子側架台２０Ａｂとの間で搬送台車１０Ａの倒れに対抗する対抗モーメントを発生させる。具体的には、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａｂは、搬送台車主構造体１１Ａの張出部１１２のＸ方向に垂直な側面１１２ｂに設けられる。一例では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂは、搬送台車１０Ａが「片持ち状態」であるときに、搬送台車１０Ａの上下方向の荷重由来の倒れモーメントに対抗するモーメントである対抗モーメントを搬送台車１０Ａに発生させる。対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂは、可動子側対抗モーメント発生要素に対応する。なお、以下では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａおよび対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａｂは、個別に区別しない場合には、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａと称される。

[0050] 追加ローラ１６Ａは、搬送台車主構造体１１ＡのＸ方向の両側に設けられ、Ｘ方向に延在する軸である回転軸１６１Ａの周りに回転する。図５から図７の例では、追加ローラ１６Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの張出部１１２の下面に設けられる。追加ローラ１６Ａは、張出部１１２のそれぞれにＺ方向に間隔を置いて２つ設けられる。ただし、追加ローラ１６Ａの数は限定されるものではない。追加ローラ１６Ａは、張出部１１２に設けられる回転軸１６１Ａに支持される。追加ローラ１６ＡはＹＺ面内で回転する。追加ローラ１６Ａの回転軸１６１Ａを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。

[0051] 実施の形態２では、分岐部以外の部分では、固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂは、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側に設けられる。すなわち、固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂは、分岐部以外の部分では、「両持ち状態」となる。このため、本体部１１１の側面１１１ａと対向する固定子側架台２０Ａａと、本体部１１１の側面１１１ｂと対向する固定子側架台２０Ａｂと、が存在する。なお、以下では、固定子側架台２０Ａａおよび固定子側架台２０Ａ

ｂは、個別に区別しない場合には、固定子側架台２０Ａと称される。

[0052] 固定子側架台２０Ａは、架台構造体２１Ａと、上部Ｖ溝レール２２Ａと、下部平レール２３Ａと、駆動用固定子側磁気要素２４Ａと、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａと、追加レール２６Ａと、を有する。

[0053] 架台構造体２１Ａは、搬送台車１０Ａを移動させながら支持する支持部材である。架台構造体２１Ａは、搬送台車１０Ａの移動経路に沿って設けられる。実施の形態２では、架台構造体２１Ａは、本体部２１１Ａと、本体部２１１Ａの搬送台車１０Ａが配置される側とは反対側の上部に設けられる側壁部２１２Ａと、を有する。側壁部２１２Ａは、本体部２１１Ａの上面に、Ｙ方向に突出して設けられる。本体部２１１Ａの上面と側壁部２１２Ａとによって囲まれる本体部２１１Ａの上部の空間は、搬送台車主構造体１１Ａの張出部１１２が通過可能となる。

[0054] 上部Ｖ溝レール２２Ａは、架台構造体２１Ａの本体部２１１Ａの上部に設けられ、走行面がＶ字形状を有するレールである。上部Ｖ溝レール２２Ａは、搬送台車１０Ａの上部Ｖ字ローラ１２Ａに対応する位置に設けられ、上部Ｖ字ローラ１２Ａに係合する。

[0055] 下部平レール２３Ａは、架台構造体２１Ａの本体部２１１Ａの下部に設けられ、走行面が平坦なレールである。下部平レール２３Ａは、架台構造体２１Ａの搬送台車１０Ａと対向する側面の搬送台車１０Ａの下部平ローラ１３Ａに対応する位置に設けられ、下部平ローラ１３Ａに係合する。

[0056] ここでは、上部Ｖ溝レール２２Ａは、架台構造体２１Ａに設けられ、第１ローラである上部Ｖ字ローラ１２Ａに係合する第１レールに対応し、下部平レール２３Ａは、架台構造体２１Ａに設けられ、第２ローラである下部平ローラ１３Ａに係合する第２レールに対応する。また、上部Ｖ溝レール２２ＡはＶ溝レールに対応し、下部平レール２３Ａは平レールに対応する。なお、搬送台車１０ＡのＶ字ローラおよび平ローラの位置に合わせてＶ溝レールおよび平レールは設けられる。このため、搬送台車１０Ａで上部Ｖ字ローラ１２Ａと下部平ローラ１３Ａとの上下関係が逆の場合には、固定子側架台２０

Ａでも上部Ｖ溝レール２２Ａと下部平レール２３Ａとの上下関係は逆となる。

[0057] 駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、駆動用可動子側磁気要素１４Ａと対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる。図５から図７の例では、駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、上部Ｖ溝レール２２Ａと下部平レール２３Ａとの間の架台構造体２１Ａの本体部２１１Ａにおける搬送台車１０Ａと対向する側面に設けられる。一例では、駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、永久磁石または電磁石である。なお、以下では、固定子側架台２０Ａａおよび固定子側架台２０Ａｂが有する駆動用固定子側磁気要素２４Ａを区別する場合には、固定子側架台２０Ａａの駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、駆動用固定子側磁気要素２４Ａａと称され、固定子側架台２０Ａｂの駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、駆動用固定子側磁気要素２４Ａｂと称される。駆動用固定子側磁気要素２４Ａは、固定子側磁気要素に対応する。

[0058] 対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、架台構造体２１Ａの上方に配置され、対となる対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａとの間で発生する水平方向の吸引力によって対抗モーメントを発生させる。図５から図７の例では、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、架台構造体２１Ａの側壁部２１２Ａにおける搬送台車１０Ａと対向する側面に設けられる。一例では、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、架台構造体２１Ａに配置され、対となる可動子側対抗モーメント発生要素である対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａとの間で対抗モーメントを発生させる固定子側対抗モーメント発生要素に対応する。なお、以下では、固定子側架台２０Ａａおよび固定子側架台２０Ａｂが有する対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａを区別する場合には、固定子側架台２０Ａａの対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａａと称され、固定子側架台２０Ａｂの対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａは、対抗モーメント発生用固定子側

磁気要素２５Ａｂと称される。

[0059] 追加レール２６Ａは、架台構造体２１Ａの本体部２１１Ａの上面に設けられ、走行面が平坦なレールである。追加レール２６Ａは、追加ローラ１６Ａに係合する。

[0060] 実施の形態２では、分岐部では、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側の固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂが分岐し、搬送台車１０ＡのＸ方向の一方にのみ固定子側架台２０Ａが配置される。また、分岐部以外では、固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂは、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側に配置される。

[0061] 実施の形態２では、先行技術１と同様に、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側に駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂ、上部Ｖ字ローラ１２Ａおよび下部平ローラ１３Ａを有する。分岐部以外の軌道上では図６に示されるように、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側に固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂが存在し、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂと駆動用固定子側磁気要素２４Ａａ，２４Ａｂとによってリニアモータが構成される。この場合、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａ，１４Ａｂおよび駆動用固定子側磁気要素２４Ａａ，２４Ａｂの少なくとも一方は電磁石である。また、実施の形態２では、搬送台車１０ＡにＸ方向に延在する回転軸１６１Ａを有する追加ローラ１６Ａが追加され、固定子側架台２０Ａの本体部２１１Ａの上面に追加レール２６Ａが追加されている。そして、搬送台車１０Ａの上部Ｖ字ローラ１２Ａと固定子側架台２０Ａの上部Ｖ溝レール２２Ａとが係合し、搬送台車１０Ａの下部平ローラ１３Ａと固定子側架台２０Ａの下部平レール２３Ａとが係合し、搬送台車１０Ａの追加ローラ１６Ａと固定子側架台２０Ａの追加レール２６Ａとが係合する。これによって、搬送台車１０Ａは、固定子側架台２０Ａに沿って移動可能となる。

[0062] 分岐部以外の軌道上では図６に示されるように、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側の上部Ｖ字ローラ１２Ａ、下部平ローラ１３Ａ、および追加ローラ１６Ａのそれぞれが、左右両側の固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂの上部Ｖ溝レール２２Ａ、下部平レール２３Ａ、および追加レール２６Ａと係合する「

両持ち状態」であり、搬送台車１０Ａの倒れは問題にならない。しかし、分岐部などの固定子側架台２０Ａが搬送台車１０ＡのＸ方向の一方の側に配置される場合においては、搬送台車１０ＡのＸ方向の両側の固定子側架台２０Ａａ，２０Ａｂが分岐する。この結果、図７に示されるように、Ｘ方向の両側の固定子側架台２０Ａのうち片側の固定子側架台２０Ａの駆動用固定子側磁気要素２４Ａａと搬送台車１０Ａの駆動用可動子側磁気要素１４Ａａとの間の磁気吸引力によって、片側の固定子側架台２０Ａａのみに搬送台車１０Ａが吸着しつつ駆動される。

[0063] このとき、固定子側架台２０Ａｂが存在しない反対側の上部Ｖ字ローラ１２Ａ、下部平ローラ１３Ａおよび追加ローラ１６Ａのそれぞれは、上部Ｖ溝レール２２Ａ、下部平レール２３Ａおよび追加レール２６Ａとは係合していない。すなわち、搬送台車１０Ａは吸着側の上部Ｖ字ローラ１２Ａと上部Ｖ溝レール２２Ａとの係合、下部平ローラ１３Ａと下部平レール２３Ａとの係合、および追加ローラ１６Ａと追加レール２６Ａとの係合によって支持される「片持ち状態」になる。この「片持ち状態」となる分岐部では実施の形態１と同様に、搬送台車１０Ａの倒れを考慮する必要がある。

[0064] 実施の形態２においては、搬送台車１０Ａは、搬送台車主構造体１１Ａの上方に吸引力発生要素である対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂを備え、固定子側架台２０Ａは、架台構造体２１Ａの上方の側壁部２１２Ａに吸引力発生要素である対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａａ，２５Ａｂを備えるようにした。これらの対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａと対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａａとの間、または対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａｂと対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａｂとの間で水平方向の磁気吸引力が発生する。これによって、搬送台車１０Ａが「片持ち状態」においても、搬送台車１０Ａの上部が固定子側架台２０Ａに吸引され、上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車１０Ａの倒れを抑制することができる。なお、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂおよび対抗

モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａａ，２５Ａｂの少なくとも一方は電磁石とし、制御装置が、リニアモータへの通電制御と同期させて電磁石に通電制御するようにしてもよい。

[0065] 図８は、実施の形態２によるリニア搬送装置の効果を説明するための図である。実施の形態１と同様に下部平ローラ１３Ａおよび下部平レール２３Ａの係合面の最下部である点Ｐ１の周りの回転モーメントの釣合について考える。この点Ｐ１の周りには、上下方向であるＹ方向の搬送台車１０Ａの重力F_gと、点Ｐ１から搬送台車１０Ａの全体の重心位置Ｇ１までの水平方向距離x_gと、の積から成るモーメントである倒れモーメントＭｔが作用する。この例では、水平方向はＸ方向に対応する。この倒れモーメントＭｔは点Ｐ１の周りに搬送台車１０Ａを倒す作用がある。この倒れモーメントＭｔに対して、駆動用可動子側磁気要素１４Ａａと駆動用固定子側磁気要素２４Ａａとによる水平方向の磁気吸引力$F_{mag.d}$と、点Ｐ１から搬送台車１０Ａの磁気吸引力$F_{mag.d}$の中心までの上下方向であるＹ方向の距離$y_{mag.d}$と、の積から成るモーメントが対抗モーメントになる。

[0066] また実施の形態２では、追加ローラ１６Ａと追加レール２６Ａとの間の横方向摩擦力$F_{fric.add}$と、点Ｐ１から追加レール２６Ａまでの上下方向であるＹ方向の距離$y_{fric.add}$と、の積から成るモーメントも対抗モーメントになる。ここまでの構成と効果とは先行技術１と同様であり、実施の形態１と同様に、倒れモーメントＭｔが対抗モーメントを上回ってしまうと、搬送台車１０Ａは倒れてしまう。このため、先行技術１に記載の技術でも、搬送物の重量、または搬送台車１０Ａの重心位置と点Ｐ１との間の水平方向距離x_gに制限を設ける必要があった。

[0067] 一方、実施の形態２においては、搬送台車１０Ａおよび固定子側架台２０Ａのそれぞれの上方に配された対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａと対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａａとの間で水平方向の磁気吸引力$F_{mag.add}$を発生させるようにした。これによって、倒れモーメントＭｔに対する対抗モーメントを増加させることができる。

[0068] 上述の搬送台車１０Ａの倒れが発生しないための条件を定式化する。実施の形態１での変数定義に加え、追加ローラ１６Ａと追加レール２６Ａとの間の横方向摩擦力を$F_{fric.add}$とし、点Ｐ１から追加レール２６ＡまでのＹ方向の距離を$y_{fric.add}$とすると、搬送台車１０Ａの倒れが発生しないための条件は次式（２）が成立することである。

[0069] $$x_g F_g < y_{mag.d} F_{mag.d} + y_{fric.add} F_{fric.add} + y_{mag.add} F_{mag.add} \quad \cdots (2)$$

[0070] 実施の形態１と同様に、搬送物の重量、または搬送台車１０Ａの重心位置と点Ｐ１との間の水平方向距離x_gの制限を緩和するには、対抗モーメントの発生要素における磁気吸引力$F_{fric.add}$を大きくするか、点Ｐ１から対抗モーメントの発生要素の磁気吸引力$F_{fric.add}$の中心までの距離$y_{fric.add}$を広く取ればよい。

[0071] 一例では、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａと対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａとの間の吸引力、および吸引力の中心と点Ｐ１との間のＹ方向の距離は、駆動用可動子側磁気要素１４Ａと駆動用固定子側磁気要素２４Ａとの間の磁気吸引力と、この磁気吸引力の中心と点Ｐ１との間のＹ方向の距離と、に基づいて決定される。

[0072] なお、対抗モーメントとして、追加ローラ１６Ａと追加レール２６Ａとの横方向摩擦力$F_{fric.add}$の効果があるものの、一般的には横方向摩擦力$F_{fric.add}$は他の成分と比較して非常に小さく、対抗モーメントとしての効果は微小である。

[0073] 図６に示されるように、分岐部以外では搬送台車１０ＡのＸ方向の両側に固定子側架台２０Ａが配置され、搬送台車１０Ａは「両持ち状態」である。しかし、分岐部においては、Ｘ方向の両側の固定子側架台２０Ａのうち一方しか存在しないので、搬送台車１０Ａは局所的に「片持ち状態」となる。この分岐部で搬送台車１０Ａが倒れる可能性があるため、先行技術１では搬送台車１０Ａの全体の重量または重心位置に制限があった。しかし、実施の形態２では、対抗モーメントの発生要素で水平方向磁気吸引力を発生させることで、搬送台車１０Ａの倒れを防止し、搬送台車１０Ａの全体の重量または

重心位置の制限を緩和する。

[0074] 図９は、実施の形態２によるリニア搬送装置の分岐部付近の他の例を示す俯瞰図である。上記したように、「片持ち状態」となるのは、分岐部３２のみである。このため、図９に示されるように、固定子側架台２０Ａは、搬送台車１０Ａが「片持ち状態」となる分岐部３２にのみ対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５Ａを配置して、それ以外の軌道上、すなわち分岐前軌道３１上および分岐後軌道３３上では省略、すなわち配置されなくてもよい。

[0075] 実施の形態２によっても、実施の形態１と同様の効果を得ることができる。

[0076] 実施の形態３.

下記に示す先行技術２では、分岐部を除く全軌道上で常時搬送台車の両側に固定子側架台を配置し、転動面が鉛直方向に対して等しい傾斜角を有するローラを搬送台車の左右両側の上下に設け、これらのローラを固定子側架台のレールと係合させることで、搬送台車を上下方向に支持する輸送システムが開示されている。

（先行技術２）国際公開第２０１５／０４２４０９号

[0077] 分岐部で「片持ち状態」になるときに、先行技術２に記載の技術の場合には、上下のローラの各係合面に接する円である接円の中心の回りの回転の釣合が問題になる。この接円の中心の周りに作用するモーメントは、搬送台車の上下方向荷重と、接円の中心から搬送台車全体の重心位置までの水平方向の距離と、の積から成る倒れモーメントである。この倒れモーメントは、搬送台車を接円の中心の周りに倒す効果がある。設計上は、接円の中心から搬送台車の磁気吸引力の中心までの上下方向の距離はゼロ、または非常に小さくなるため、搬送台車と固定子側架台との磁気要素による水平方向の磁気吸引力による対抗モーメントは非常に小さくなる。また、ローラとレールとの間の摩擦力による対抗モーメントも先行技術１と同様に微小であるため、搬送台車は接円の中心の周りに容易に転倒してしまう。つまり、上下のローラ

の各係合面上を滑るように回転脱落が発生する。この結果、特許文献１および先行技術１と同様に搬送物の重量または重心位置を制限する必要があるという問題があった。実施の形態３では、転動面が鉛直方向に対して等しい傾斜角を有するローラを左右両側の上下に設けた搬送台車が「片持ち状態」にある場合に、接円の中心の周りに搬送台車が転倒してしまうことを従来に比して抑制することができるリニア搬送装置について説明する。

[0078] 図１０は、実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部以外の位置における断面図である。図１１は、実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の一例を示す分岐部の位置における断面図である。図１０および図１１は、Ｚ方向に垂直な断面を示している。実施の形態３のリニア搬送装置１Ｂは、実施の形態２の場合と同様に、分岐部以外で図１０に示されるように「両持ち状態」となり、分岐部で図１１に示されるように「片持ち状態」となる。リニア搬送装置１Ｂは、搬送台車１０Ｂと、固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂと、を備える。

[0079] 搬送台車１０Ｂは、搬送台車主構造体１１Ｂと、上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂと、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂと、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａ，１４Ｂｂと、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂと、を有する。

[0080] 搬送台車主構造体１１Ｂは、搬送対象の対象物を支持する部材である。図１０および図１１の例では、搬送台車主構造体１１Ｂは、Ｚ方向およびＹ方向に平行な面である側面１１１ｃ，１１１ｄが、Ｚ方向に垂直な面である前面および後面と、Ｙ方向に垂直な面である上面および下面と、に比して大きい板状の部材によって構成される。

[0081] 上部平ローラ１２Ｂａは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の上方、具体的には、搬送台車主構造体１１Ｂの固定子側架台２０Ｂａ側の上部に設けられる。上部平ローラ１２Ｂａは、Ｙ方向から定められた傾斜角で傾斜する回転軸１２１Ｂａに支持され、回転軸１２１Ｂａの周りに回転する。上部平ロ

ーラ１２Ｂｂは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の上方、具体的には、搬送台車主構造体１１Ｂの固定子側架台２０Ｂｂ側の上部に設けられる。上部平ローラ１２Ｂｂは、Ｙ方向から定められた傾斜角で傾斜する回転軸１２１Ｂｂに支持され、回転軸１２１Ｂｂの周りに回転する。回転軸１２１Ｂａ，１２１ＢｂはＹ方向からＸ方向に向かって０度よりも大きく９０度以下の定められた傾斜角の方向に延在する。回転軸１２１Ｂａと回転軸１２１Ｂｂとは、ＸＹ面内で鉛直方向からそれぞれ逆方向に定められた角度となるように設けられる。つまり、上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂの転動面は、Ｙ方向に対して傾斜している。上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂの回転軸１２１Ｂａ，１２１Ｂｂを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂは、搬送台車主構造体１１Ｂに設けられる第１ローラに対応する。回転軸１２１Ｂａおよび回転軸１２１Ｂｂは、上部回転軸に対応する。

[0082] 下部平ローラ１３Ｂａは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の下方、具体的には、搬送台車主構造体１１Ｂの固定子側架台２０Ｂａ側の下部に設けられる。下部平ローラ１３Ｂａは、Ｙ方向から定められた傾斜角で傾斜する回転軸１３１Ｂａに支持され、回転軸１３１Ｂａの周りに回転する。下部平ローラ１３Ｂｂは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の下方、具体的には、搬送台車主構造体１１Ｂの固定子側架台２０Ｂｂ側の下部に設けられる。下部平ローラ１３Ｂｂは、Ｙ方向から定められた傾斜角で傾斜する回転軸１３１Ｂｂに支持され、回転軸１３１Ｂｂの周りに回転する。回転軸１３１Ｂａ，１３１ＢｂはＹ方向からＸ方向に向かって０度よりも大きく９０度以下の定められた傾斜角の方向に延在する。回転軸１３１Ｂａと回転軸１３１Ｂｂとは、ＸＹ面内でＹ方向負側からそれぞれ逆方向に定められた角度となるように設けられる。つまり、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂの転動面は、Ｙ方向に対して傾斜している。下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂの回転軸１３１Ｂａ，１３１Ｂｂを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂは、搬送台車主構造

体１１Ｂの第１ローラとは異なる高さに設けられる第２ローラに対応する。回転軸１３１Ｂａおよび回転軸１３１Ｂｂは、下部回転軸に対応する。

[0083] 駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の側面１１１ｃに設けられ、搬送台車主構造体１１Ｂを固定子側架台２０Ｂａに対して駆動させる。図１０および図１１の例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａは、上部平ローラ１２Ｂａと下部平ローラ１３Ｂａとの間の搬送台車主構造体１１Ｂにおける Ｘ方向の側面１１１ｃに設けられる。駆動用可動子側磁気要素１４Ｂｂは、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の側面１１１ｄに設けられ、搬送台車主構造体１１Ｂを固定子側架台２０Ｂｂに対して駆動させる。図１０および図１１の例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａは、上部平ローラ１２Ｂｂと下部平ローラ１３Ｂｂとの間の搬送台車主構造体１１Ｂにおける Ｘ方向の側面１１１ｄに設けられる。一例では、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａ，１４Ｂｂは、永久磁石または電磁石である。駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａ，１４Ｂｂは、可動子側磁気要素に対応する。駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａ，１４Ｂｂは、個別に区別しない場合には、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂと称される。

[0084] 対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａは、上部平ローラ１２Ｂａの回転軸１２１Ｂａの先端部に配置され、固定子側架台２０Ｂａとの間で吸引力を発生させる。対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂｂは、上部平ローラ１２Ｂｂの回転軸１２１Ｂｂの先端部に配置され、固定子側架台２０Ｂａとの間で吸引力を発生させる。一例では、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂは、搬送台車１０Ｂが「片持ち状態」であるときに、搬送台車１０Ｂの上下方向の荷重由来の倒れモーメントに対抗するモーメントである対抗モーメントを搬送台車１０Ｂに発生させる。対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂは、可動子側吸引力発生要素に対応する。

[0085] 対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａは、下部平ローラ１

３Ｂａの回転軸１３１Ｂａの先端部に配置され、固定子側架台２０Ｂａとの間で反発力を発生させる。対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂｂは、下部平ローラ１３Ｂｂの回転軸１３１Ｂｂの先端部に配置され、固定子側架台２０Ｂｂとの間で反発力を発生させる。一例では、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂは、搬送台車１０Ｂが「片持ち状態」であるときに、搬送台車１０Ｂの上下方向の荷重由来の倒れモーメントに対抗するモーメントである対抗モーメントを搬送台車１０Ｂに発生させる。対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂは、可動子側反発力発生要素に対応する。

[0086] 対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂとは、可動子側対抗モーメント発生要素を構成する。可動子側対抗モーメント発生要素は、搬送台車主構造体１１ＢのＸ方向の両側の側面に配置され、固定子側架台２０Ｂとの間で搬送台車１０Ｂの倒れに対抗する対抗モーメントを発生させる。

[0087] 実施の形態３でも、実施の形態２と同様に、分岐部以外の部分では、固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂは、搬送台車１０ＢのＸ方向の両側に設けられる。すなわち、固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂは、分岐部以外の部分では、「両持ち状態」となる。このため、搬送台車主構造体１１Ｂの側面１１１ｃと対向する固定子側架台２０Ｂａと、搬送台車主構造体１１Ｂの側面１１１ｄと対向する固定子側架台２０Ｂｂと、が存在する。なお、以下では、固定子側架台２０Ｂａおよび固定子側架台２０Ｂｂは、個別に区別しない場合には、固定子側架台２０Ｂと称される。

[0088] 固定子側架台２０Ｂは、架台構造体２１Ｂと、上部平レール２２Ｂと、下部平レール２３Ｂと、駆動用固定子側磁気要素２４Ｂと、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂと、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂと、を有する。

[0089] 架台構造体２１Ｂは、搬送台車１０Ｂを移動させながら支持する支持部材

である。架台構造体２１Ｂは、搬送台車１０Ｂの移動経路に沿って設けられる。実施の形態３では、架台構造体２１Ｂは、Ｚ方向に垂直な断面が台形状である本体部２１１Ｂと、本体部２１１Ｂの搬送台車１０Ｂが配置される側とは反対側の上部に設けられる上部側壁部２１２Ｂと、本体部２１１Ｂの搬送台車１０Ｂが配置される側とは反対側の下部に設けられる下部側壁部２１３Ｂと、を有する。本体部２１１ＢのＹ方向と交差する上側の面と上部側壁部２１２Ｂとによって囲まれる本体部２１１Ｂの上部の空間は、上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂおよび対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂが通過可能となる。本体部２１１ＢのＹ方向と交差する下側の面と下部側壁部２１３Ｂとによって囲まれる本体部２１１Ｂの下部の空間は、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂおよび対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂが通過可能となる。

[0090] 上部平レール２２Ｂは、架台構造体２１Ｂの本体部２１１ＢのＹ方向と交差する上面に設けられ、走行面が平坦なレールである。上部平レール２２Ｂは、搬送台車１０Ｂの上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂに対応する位置に設けられ、上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂに係合する。上部平レール２２Ｂは、架台構造体２１Ｂに設けられ、第１ローラである上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂに係合する第１レールに対応する。

[0091] 下部平レール２３Ｂは、架台構造体２１Ｂの本体部２１１ＢのＹ方向と交差する下面に設けられ、走行面が平坦なレールである。下部平レール２３Ｂは、搬送台車１０Ｂの下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂに対応する位置に設けられ、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂに係合する。下部平レール２３Ｂは、架台構造体２１Ｂに設けられ、第２ローラである下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂに係合する第２レールに対応する。

[0092] 駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂと対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる。図１０および図１１の例では、駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、上部平レール２２Ｂと下部平レール２３Ｂとの間の架台構造体２１Ｂの本体部２１１Ｂにおける搬送台車１０Ｂと対

向する側面に設けられる。一例では、駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、永久磁石または電磁石である。なお、以下では、固定子側架台２０Ｂａおよび固定子側架台２０Ｂｂが有する駆動用固定子側磁気要素２４Ｂを区別する場合には、固定子側架台２０Ｂａの駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａと称され、固定子側架台２０Ｂｂの駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、駆動用固定子側磁気要素２４Ｂｂと称される。駆動用固定子側磁気要素２４Ｂは、固定子側磁気要素に対応する。

[0093] 対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと対となって回転軸１２１Ｂａ，１２１Ｂｂの方向に吸引力を発生させる。図１０および図１１の例では、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、架台構造体２１Ｂの上部側壁部２１２Ｂにおける搬送台車１０Ｂと対向する側面に設けられる。一例では、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、固定子側吸引力発生要素に対応する。なお、以下では、固定子側架台２０Ｂａおよび固定子側架台２０Ｂｂが有する対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂを区別する場合には、固定子側架台２０Ｂａの対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａと称され、固定子側架台２０Ｂｂの対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂは、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂｂと称される。

[0094] 対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂは、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂと対となって回転軸１３１Ｂａ，１３１Ｂｂの方向に反発力を発生させる。図１０および図１１の例では、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂは、架台構造体２１Ｂの下部側壁部２１３Ｂにおける搬送台車１０Ｂと対向する側面に設けられる。一例では、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂは、電磁石または永久磁石である。対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂ

は、固定子側反発力発生要素に対応する。なお、以下では、固定子側架台２０Ｂａおよび固定子側架台２０Ｂｂが有する対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂを区別する場合には、固定子側架台２０Ｂａの対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂは、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａと称され、固定子側架台２０Ｂｂの対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂは、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂｂと称される。

[0095] 対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂとは、固定子側対抗モーメント発生要素を構成する。固定子側対抗モーメント発生要素は、架台構造体２１Ｂに配置され、対となる可動子側対抗モーメント発生要素との間で対抗モーメントを発生させる。

[0096] ここで、実施の形態３のリニア搬送装置１Ｂの実施の形態２との差異について説明する。実施の形態２では、搬送台車１０Ａに備えられる上部Ｖ字ローラ１２Ａおよび追加ローラ１６Ａと、これらに対応する固定子側架台２０Ａの上部Ｖ溝レール２２Ａおよび追加レール２６Ａと、で搬送台車１０Ａの上下方向荷重を支持していた。一方、実施の形態３では、転動面が上下方向であるＹ方向に対して等しい傾斜角を有する上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂおよび下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂによって、搬送台車１０Ｂの上下方向荷重を支持している。

[0097] また、対抗モーメント発生用磁気要素について、実施の形態２では搬送台車１０Ａの上部に備えられる対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５Ａａ，１５Ａｂと、固定子側架台２０Ａの上部に備えられる対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ａａ，２５Ａｂと、によって、水平方向の磁気吸引力を発生させていた。一方、実施の形態３では搬送台車１０Ｂの対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと、固定子側架台２０Ｂの対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂと、によって、上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂに回転軸１２１Ｂａ，１２

１Ｂｂ方向の磁気吸引力を発生させている。また、搬送台車１０Ｂの対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂと、固定子側架台２０Ｂの対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂと、によって、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂに回転軸１３１Ｂａ，１３１Ｂｂ方向の磁気反発力を発生させている。

[0098] 分岐部以外の軌道上では、図１０に示されるように、搬送台車１０ＢのＸ方向両側に配置される転動面が上下方向であるＹ方向に対して定められた傾斜角を有する上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂおよび下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂと、Ｘ方向両側の固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂ上の上部平レール２２Ｂおよび下部平レール２３Ｂと、が係合する「両持ち状態」であり、搬送台車１０Ｂの倒れは問題にならない。しかし、図１１に例示される分岐部などでは、搬送台車１０ＢのＸ方向両側の固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂが分岐し、固定子側架台２０Ｂが搬送台車１０ＢのＸ方向の一方の側に配置される。図１１の例では、搬送台車１０Ｂは固定子側架台２０Ｂａに沿って移動する結果、固定子側架台２０Ｂａが搬送台車１０ＢのＸ方向の一方の側に配置される。この場合には、片側の固定子側架台２０Ｂａの駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａと、対向する搬送台車１０Ｂの駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａと、の間の磁気吸引力によって、固定子側架台２０Ｂａのみに搬送台車１０Ｂが吸着しつつ駆動される。ここで、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａと駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａとはリニアモータを構成する。この場合、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａおよび駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａの少なくとも一方は電磁石である。このとき、搬送台車１０Ｂの固定子側架台２０Ｂａと吸着している側とは反対側の上部平ローラ１２Ｂｂおよび下部平ローラ１３Ｂｂは、上部平レール２２Ｂおよび下部平レール２３Ｂと係合していない状態である。つまり、搬送台車１０Ｂは、吸着している側の上部平ローラ１２Ｂａと上部平レール２２Ｂとの係合、および下部平ローラ１３Ｂａと下部平レール２３Ｂとの係合によって支持される「片持ち状態」になる。この「片持ち状態」となる分岐部では実施の形態１，２と同様

に、搬送台車１０Ｂの倒れを考慮する必要がある。

[0099] 実施の形態３においては、搬送台車１０Ｂは、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂと、を備える。また、固定子側架台２０Ｂａ，２０Ｂｂは、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂと、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂと、を備える。対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａとの間、および対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂｂと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂｂとの間では、それぞれ上部平ローラ１２Ｂａ，１２Ｂｂの回転軸１２１Ｂａ，１２１Ｂｂの方向に吸引力、この場合には磁気吸引力を発生させる。また、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａとの間、および対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂｂと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂｂとの間では、それぞれ下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂの回転軸１３１Ｂａ，１３１Ｂｂの方向に反発力、この場合には磁気反発力を発生させる。これによって、搬送台車１０Ｂの上部が固定子側架台２０Ｂに吸引され、搬送台車１０Ｂが「片持ち状態」において、上下方向の荷重由来の倒れモーメントによる搬送台車１０Ｂの倒れを抑制することができる。なお、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂおよび対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂの少なくとも一方は電磁石とし、制御装置が、リニアモータへの通電制御と同期させて電磁石に通電制御するようにしてもよい。同様に、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂおよび対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂの少なくとも一方は電磁石とし、制御装置が、リニアモータへの通電制御と同期させて電磁石に通電制御するようにしてもよい。

[0100] なお、ここでは、反発力発生要素が磁気要素である場合を例に挙げたが、

反発力発生要素が磁気要素以外の他の方法に基づくものであってもよい。反発力発生要素として、空気圧を用いる方法がある。一例では搬送台車１０Ｂの上方に、下部平ローラ１３Ｂａ，１３Ｂｂと下部側壁部２１３Ｂとの間の空気圧を高めるために空気を送り込む反発力発生要素を設ける場合である。このような空気圧を用いる方法などと比較すれば、磁気要素を用いる方法によれば反発力の発生にあたり電力などが不要となる。

[0101] 図１２は、実施の形態３によるリニア搬送装置の効果を説明するための図である。ここでは、搬送台車１０Ｂが固定子側架台２０Ｂａに吸着されている場合を例に挙げる。実施の形態３で考慮する回転モーメントの釣合では、実施の形態１，２とは異なり、ＸＹ面内で上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの係合面と、下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの係合面と、に接する円である接円Ｃの中心Ｏの回りの回転の釣合が問題になる。

[0102] この接円Ｃの中心Ｏの周りには、上下方向であるＹ方向の搬送台車１０Ｂの重力$Ｆ_{g}$と、接円Ｃの中心Ｏから搬送台車１０Ｂの全体の重心位置までの水平方向距離$ｘ_{g}$と、の積から成るモーメントである倒れモーメントＭｔが作用する。この倒れモーメントＭｔは、接円Ｃの中心Ｏの周りに搬送台車１０Ｂを倒す効果がある。なお、ここでは、水平方向はＸ方向に対応する。

[0103] この倒れモーメントＭｔに対して、実施の形態１，２と同様に駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａと駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａとによる水平方向の磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$と、接円Ｃの中心Ｏから搬送台車１０Ｂの磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$の中心までの上下方向であるＹ方向の距離$ｙ_{mag.d}$と、の積から成るモーメントが対抗モーメントになる。しかし、設計上、磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$で横方向に吸着される搬送台車１０Ｂを、上部平ローラ１２Ｂａと上部平レール２２Ｂとの係合、および下部平ローラ１３Ｂａと下部平レール２３Ｂとの係合で支持するにあたって、それぞれの支持荷重に差が出ないようにすることが好ましい。このために、接円Ｃの中心Ｏから搬送台車１０Ｂの磁気吸引力$Ｆ_{mag.d}$の中心までのＹ方向の距離$ｙ_{mag.d}$はゼロかまたは非常に小さな値となる。この結果、

実施の形態３の駆動用可動子側磁気要素１４Ｂａと駆動用固定子側磁気要素２４Ｂａとによる水平方向の磁気吸引力$F_{mag.d}$由来の対抗モーメントはゼロ、または非常に小さくなってしまう。

[0104] つぎに、上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの係合面の荷重と、下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの係合面の荷重と、による対抗モーメントについて考える。まず、上下の平ローラ１２Ｂａ，１３Ｂａおよび上下の平レール２２Ｂ，２３Ｂの接触面外方向荷重と、上部平ローラ１２Ｂａおよび下部平ローラ１３Ｂａの係合面に接する接円Ｃの中心Ｏの周りに発生するモーメントは幾何学的に必ずゼロになる。上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの接触面内の摩擦力$F_{fric.3A}$、および下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの接触面内の摩擦力$F_{fric.4A}$と、接円Ｃの半径Ｒと、の積から成るモーメントが倒れモーメントに対する対抗モーメントになる。しかし、実施の形態２でも述べたように、ローラおよびレールの係合面における摩擦力は倒れモーメントと比較して非常に小さい。

[0105] この結果、先行技術２の搬送台車１０Ｂは倒れモーメントが対抗モーメントを上回り、搬送台車１０Ｂは接円Ｃの中心Ｏの周りに容易に転倒してしまう。具体的には、搬送台車１０Ｂは、上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの係合面上と、下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの係合面上と、を滑るように回転脱落してしまう。このため、搬送物の重量、または搬送台車１０Ｂの重心位置と接円Ｃの中心Ｏとの間の距離x_gに大幅な制限を設ける必要があった。

[0106] 一方、実施の形態３においては、搬送台車１０Ｂおよび固定子側架台２０Ｂａのそれぞれの上方に配された対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａとの間で、上部平ローラ１２Ｂａの回転軸１２１Ｂａの方向に磁気吸引力を発生させる。また、搬送台車１０Ｂおよび固定子側架台２０Ｂａのそれぞれの下方に配された対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａとの間で、下部平ローラ１３Ｂａ

の回転軸１３１Ｂａの方向に磁気反発力を発生させる。これによって、倒れモーメントに対する対抗モーメントを増加させることができる。

[0107] 上述の搬送台車１０Ｂの倒れが発生しないための条件を定式化する。上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの係合面と下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの係合面の接円Ｃの半径をＲとし、上部平ローラ１２Ｂａおよび上部平レール２２Ｂの接触面内の摩擦力を$F_{fric.3A}$とし、下部平ローラ１３Ｂａおよび下部平レール２３Ｂの接触面内の摩擦力を$F_{fric.4A}$とし、接円Ｃの中心Ｏから対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａとの間の磁気吸引力の中心までの半径をR_mとし、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａとの間の磁気吸引力を$F_{mag.3A}$とし、対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａとの間の磁気反発力を$F_{mag.4A}$とすると、搬送台車１０Ｂの倒れが発生しないための条件は次式（３）が成立することである。なお、R_mは、接円Ｃの中心Ｏから対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａとの間の磁気反発力$F_{mag.4A}$の中心までの半径でもある。

[0108] $$x_g F_g < y_{mag.d} F_{mag.d} + R(F_{fric.3A} + F_{fric.4A}) + R_m(F_{mag.3A} + F_{mag.4A}) \quad \cdots (3)$$

[0109] 実施の形態１と同様に、搬送台車１０Ｂ全体の重量、または重心位置の制限を大きく緩和するには、対抗モーメントの発生要素における磁気吸引力$F_{mag.3A}$、磁気反発力$F_{mag.4A}$を大きくするか、上下の平ローラ１２Ｂａ，１３Ｂａおよび上下の平レール２２Ｂ，２３Ｂの係合面の接円Ｃの中心Ｏから対抗モーメント発生用磁気要素の磁気吸引力$F_{mag.3A}$および磁気反発力$F_{mag.4A}$の中心までの半径R_mを広く取ればよい。

[0110] 一例では、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂと対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂとの間の磁気吸引力および対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，

１７Ｂｂと対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂとの間の磁気反発力の和、並びに磁気吸引力の中心および磁気反発力の中心と接円Ｃの中心Ｏとの間の距離は、駆動用可動子側磁気要素１４Ｂと駆動用固定子側磁気要素２４Ｂとの間の磁気吸引力、およびこの磁気吸引力の中心と接円Ｃの中心Ｏとの間の距離と、上部平ローラ１２Ｂａと上部平レール２２Ｂとの接触面内の摩擦力、および下部平ローラ１３Ｂａと下部平レール２３Ｂとの接触面内の摩擦力の和、並びに接円Ｃの半径Ｒに基づいて決定される。

[0111] 実施の形態３によるリニア搬送装置１Ｂの分岐部付近の俯瞰図は、実施の形態２の図９の分岐部付近の俯瞰図と類似するため省略するが、実施の形態２と同様に、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂおよび対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂは、搬送台車１０Ｂが「片持ち状態」となる分岐部３２にのみ配置して、それ以外の軌道である分岐前軌道３１上および分岐後軌道３３上では省略、すなわち配置されなくてもよい。

[0112] 図１０から図１２の例では、可動子側反発力発生要素および固定子側反発力発生要素は、磁石または電磁石によって実現されていたが、ローラおよびレールの組み合わせによって実現されるものであってもよい。図１３は、実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の他の例を示す断面図である。図１０から図１２までと同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。図１３のリニア搬送装置１Ｃでは、磁気反発力を発生させる磁気反発力発生要素を図１０から図１２に示したものとは異ならせている。つまり、搬送台車１０Ｂは、磁気反発力を発生させる対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂに代えて、対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａ，１８Ｃｂを備える。また、固定子側架台２０Ｂが、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂに代えて、対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃを備える。対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａ，１８Ｃｂは、可動子側反発力発生要素に対応する。

対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃは、固定子側反発力発生要素に対応する。

[0113] このとき、下部平ローラ１３Ｂａを支持する回転軸１３１Ｃａは鈎型に曲がった構造を有し、鈎型に曲がった先端部に対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａが支持される。同様に、下部平ローラ１３Ｂｂを支持する回転軸１３１Ｃｂは鈎型に曲がった構造を有し、鈎型に曲がった先端部に対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃｂが支持される。この対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａ，１８Ｃｂの回転軸１３１Ｃａ，１３１Ｃｂを通る断面において、半径方向の周縁部に存在する転動面の形状は平坦である。

[0114] 対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃは、対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂが設けられていた架台構造体２１Ｂの下部側壁部２１３Ｂに設けられ、走行面が平坦なレールである。対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃは、搬送台車１０Ｂの対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａ，１８Ｃｂに対応する位置に設けられる。

[0115] この場合にも、図９と同様に、対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃは分岐部３２のみに設置され、それ以外の軌道である分岐前軌道３１上および分岐後軌道３３上では省略、すなわち配置されなくてもよい。

[0116] 反発力を発生させる対抗モーメントの発生要素として磁気要素を用いる場合には各磁気要素間のギャップによって磁気反発力が大きく変動するため、別途ギャップの管理が必要になる。しかし図１３に示されるように、対抗モーメントの発生要素をローラおよびレールに変更することで、ギャップの管理は不要になる。一方でローラおよびレールで対抗モーメントの発生要素を実現する場合には、ローラとレールとの間の摩擦抵抗が存在するため、搬送台車１０Ｂの進行方向駆動力で補償する必要がある。

[0117] 図１４は、実施の形態３によるリニア搬送装置の構成の他の例を示す断面図である。図１０から図１３までと同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。図１４のリニア搬送装置１Ｄでは、磁気反発力発生

要素の構成を図１３に示したものとは異ならせている。つまり、搬送台車１０Ｂが、対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ１８Ｃａ，１８Ｃｂに代えて、対抗モーメント発生用可動子側追加レール１９Ｄａ，１９Ｄｂを備える。また、固定子側架台２０Ｂが、対抗モーメント発生用固定子側追加レール２８Ｃに代えて、対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ２９Ｄを備える。なお、架台構造体２１Ｂは、下部側壁部２１３Ｂを有さない構造となる。この場合には、固定子側架台２０Ｂ上に対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ２９Ｄを走行方向に複数配置する必要がある。対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ２９Ｄは、架台構造体２１Ｂに設けられる回転軸２９１Ｄに支持される。

[0118] 対抗モーメント発生用可動子側追加レール１９Ｄａ，１９Ｄｂは、可動子側反発力発生要素に対応する。対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ２９Ｄは、固定子側反発力発生要素に対応する。

[0119] また、図９と同様に、対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ２９Ｄは分岐部３２のみに設置し、それ以外の軌道である分岐前軌道３１上および分岐後軌道３３上では省略、すなわち配置されなくてもよい。

[0120] このように、搬送台車１０Ｂにローラではなくレールを搭載することで、図１３の例よりも搬送台車１０Ｂの軽量化が可能になる。

[0121] 実施の形態３によっても、実施の形態１と同様の効果を得ることができる。

[0122] 以上で述べた実施の形態１，２，３において、「片持ち状態」の搬送台車１０，１０Ａ，１０Ｂの吸着力は、駆動用磁気要素で発生する磁気吸引力$F_{mag.d}$と、対抗モーメント発生要素の磁気吸引力$F_{mag.add}$と、の水平方向成分の総和になる。従来技術では、搬送台車１０，１０Ａ，１０Ｂの吸着力はすべて駆動用磁気要素でのみ発生させる必要があるが、実施の形態１，２，３では駆動用磁気要素は対抗モーメント発生要素の磁気吸引力の水平方向成分を出力せずに済む。

[0123] 実施の形態１の場合を例に挙げると、駆動用可動子側磁気要素１４と駆動

用固定子側磁気要素２４との間で発生する磁気吸引力の大きさは、搬送台車１０のＸ方向の一方に存在する固定子側架台２０への吸着に必要となる吸着力の値から、対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５と対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５との間の磁気吸引力の水平方向成分を減算した値とすることができる。

[0124] また、実施の形態１，２，３において、可動子側対抗モーメント発生要素および固定子側対抗モーメント発生要素の少なくとも一方は、電磁石で構成され、リニア搬送装置１，１Ａ，１Ｂは、電磁石への通電制御を行い、可動子側対抗モーメント発生要素と固定子側対抗モーメント発生要素との間に働く力を変化させる制御装置をさらに備えるようにしてもよい。実施の形態１，２，３における対抗モーメント発生用可動子側磁気要素１５，１５Ａａ，１５Ａｂ、対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素１５Ｂａ，１５Ｂｂおよび対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素１７Ｂａ，１７Ｂｂは、可動子側対抗モーメント発生要素に対応する。また、実施の形態１，２，３における対抗モーメント発生用固定子側磁気要素２５，２５Ａａ，２５Ａｂ、対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素２５Ｂａ，２５Ｂｂおよび対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素２７Ｂａ，２７Ｂｂは、固定子側対抗モーメント発生要素に対応する。可動子側対抗モーメント発生要素と固定子側対抗モーメント発生要素との間に働く力は、磁気吸引力または磁気反発力を含む。これによって、通電制御によって、可動子側対抗モーメント発生要素と固定子側対抗モーメント発生要素との間の磁気吸引力または磁気反発力を可変とすることができる。この結果、搬送台車１０，１０Ａ，１０Ｂの重量および重心位置、あるいは可動子側対抗モーメント発生要素と固定子側対抗モーメント発生要素との間のギャップなどの変動に応じて発生させる磁気吸引力または磁気反発力を変化させることができる。

[0125] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更するこ

とも可能である。

符号の説明

[0126] １，１Ａ，１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ　リニア搬送装置、１０，１０Ａ，１０Ｂ　搬送台車、１１，１１Ａ，１１Ｂ　搬送台車主構造体、１２，１２Ａ　上部Ｖ字ローラ、１２Ｂａ，１２Ｂｂ　上部平ローラ、１３，１３Ａ，１３Ｂａ，１３Ｂｂ　下部平ローラ、１４，１４Ａ，１４Ａａ，１４Ａｂ，１４Ｂ，１４Ｂａ，１４Ｂｂ　駆動用可動子側磁気要素、１５，１５Ａ，１５Ａａ，１５Ａｂ　対抗モーメント発生用可動子側磁気要素、１５Ｂａ，１５Ｂｂ　対抗モーメント発生用可動子側上部磁気要素、１６Ａ　追加ローラ、１７Ｂａ，１７Ｂｂ　対抗モーメント発生用可動子側下部磁気要素、１８Ｃａ，１８Ｃｂ　対抗モーメント発生用可動子側追加ローラ、１９Ｄａ，１９Ｄｂ　対抗モーメント発生用可動子側追加レール、２０，２０Ａ，２０Ａａ，２０Ａｂ，２０Ｂ，２０Ｂａ，２０Ｂｂ　固定子側架台、２１，２１Ａ，２１Ｂ　架台構造体、２２，２２Ａ　上部Ｖ溝レール、２２Ｂ　上部平レール、２３，２３Ａ，２３Ｂ　下部平レール、２４，２４Ａ，２４Ａａ，２４Ａｂ，２４Ｂ，２４Ｂａ，２４Ｂｂ　駆動用固定子側磁気要素、２５，２５Ａ，２５Ａａ，２５Ａｂ　対抗モーメント発生用固定子側磁気要素、２５Ｂ，２５Ｂａ，２５Ｂｂ　対抗モーメント発生用固定子側上部磁気要素、２６Ａ　追加レール、２７Ｂ，２７Ｂａ，２７Ｂｂ　対抗モーメント発生用固定子側下部磁気要素、２８Ｃ　対抗モーメント発生用固定子側追加レール、２９Ｄ　対抗モーメント発生用固定子側追加ローラ、３１　分岐前軌道、３２　分岐部、３３　分岐後軌道、１１１，２１１Ａ，２１１Ｂ　本体部、１１１ａ，１１１ｂ，１１１ｃ，１１１ｄ，１１２ａ，１１２ｂ　側面、１１２　張出部、１２１，１２１Ａ，１２１Ｂａ，１２１Ｂｂ，１３１，１３１Ａ，１３１Ｂａ，１３１Ｂｂ，１３１Ｃａ，１３１Ｃｂ，１６１Ａ，２９１Ｄ　回転軸、２１２Ａ　側壁部、２１２Ｂ　上部側壁部、２１３Ｂ　下部側壁部。

請求の範囲

[請求項1] 対象物を搬送する搬送台車を、前記搬送台車の進行方向および上下方向の両方に垂直な幅方向に配置される固定子側架台に沿ってリニアモータによって移動させ、前記固定子側架台が前記幅方向の片側に配置される部分を有するリニア搬送装置であって、

前記搬送台車は、

前記対象物を支持する搬送台車主構造体と、

前記搬送台車主構造体に設けられる第１ローラと、

前記搬送台車主構造体の前記第１ローラとは異なる高さに設けられる第２ローラと、

前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側の側面に設けられ、前記搬送台車主構造体を前記固定子側架台に対して駆動させる可動子側磁気要素と、

前記搬送台車の倒れに対抗する対抗モーメントを前記固定子側架台との間で発生させる可動子側対抗モーメント発生要素と、

を有し、

前記固定子側架台は、

前記搬送台車の移動経路に沿って設けられる架台構造体に設けられ、前記第１ローラに係合する第１レールと、

前記架台構造体に設けられ、前記第２ローラに係合する第２レールと、

前記架台構造体に設けられ、前記可動子側磁気要素と対となって水平方向に磁気吸引力を発生させる固定子側磁気要素と、

前記架台構造体に配置され、対となる前記可動子側対抗モーメント発生要素との間で前記対抗モーメントを発生させる固定子側対抗モーメント発生要素と、

を有することを特徴とするリニア搬送装置。

[請求項2] 前記第１ローラは、前記上下方向に延在する軸の周りに回転するＶ

字ローラであり、

前記第２ローラは、前記上下方向に延在する軸の周りに回転する平ローラであり、

前記可動子側対抗モーメント発生要素は、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側の側面の上方に配置され、

前記第１レールは、前記Ｖ字ローラに係合するＶ溝レールであり、

前記第２レールは、前記平ローラに係合する平レールであり、

前記固定子側対抗モーメント発生要素は、前記架台構造体の上方に配置され、対となる前記可動子側対抗モーメント発生要素との間で発生する水平方向の吸引力によって前記対抗モーメントを発生させることを特徴とする請求項１に記載のリニア搬送装置。

[請求項3] 前記搬送台車は、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側に設けられ、前記幅方向に延在する軸の周りに回転する追加ローラをさらに有し、

前記固定子側架台は、前記架台構造体の上面に設けられ、前記追加ローラに係合する追加レールをさらに有し、

前記第１ローラは、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側に設けられ、前記上下方向に延在する軸の周りに回転するＶ字ローラであり、

前記第２ローラは、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側に設けられ、前記上下方向に延在する軸の周りに回転する平ローラであり、

前記可動子側対抗モーメント発生要素は、前記搬送台車主構造体の上方の前記幅方向の両側の側面に配置され、

前記第１レールは、前記Ｖ字ローラに係合するＶ溝レールであり、

前記第２レールは、前記平ローラに係合する平レールであり、

前記固定子側対抗モーメント発生要素は、前記架台構造体の上方に配置され、対となる前記可動子側対抗モーメント発生要素との間で発

生する水平方向の吸引力によって前記対抗モーメントを発生させることを特徴とする請求項１に記載のリニア搬送装置。

[請求項4] 前記第１ローラは、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側の上方に設けられ、前記上下方向から定められた傾斜角で傾斜する上部回転軸の周りに回転する上部平ローラであり、

前記第２ローラは、前記搬送台車主構造体の前記幅方向の両側の下方に設けられ、前記上下方向から前記定められた傾斜角で傾斜する下部回転軸の周りに回転する下部平ローラであり、

前記第１レールは、前記上部平ローラに係合する上部平レールであり、

前記第２レールは、前記下部平ローラに係合する下部平レールであり、

前記可動子側対抗モーメント発生要素は、

前記上部回転軸の先端部に配置され、前記固定子側架台との間で吸引力を発生させる可動子側吸引力発生要素と、

前記下部回転軸の先端部に配置され、前記固定子側架台との間で反発力を発生させる可動子側反発力発生要素と、

を有し、

前記固定子側対抗モーメント発生要素は、

前記可動子側吸引力発生要素と対となって前記上部回転軸の方向に吸引力を発生させる固定子側吸引力発生要素と、

前記可動子側反発力発生要素と対となって前記下部回転軸の方向に反発力を発生させる固定子側反発力発生要素と、

を有することを特徴とする請求項１に記載のリニア搬送装置。

[請求項5] 前記固定子側対抗モーメント発生要素は、前記搬送台車の前記幅方向の両側の前記固定子側架台が分岐する分岐部の前記固定子側架台に配置され、前記分岐部以外では配置されないことを特徴とする請求項３または４に記載のリニア搬送装置。

[請求項6] 前記搬送台車が前記固定子側架台と接触している状態で、前記搬送台車が倒れるときの中心を回転中心としたときに、

前記可動子側対抗モーメント発生要素と前記固定子側対抗モーメント発生要素との間の吸引力、および前記吸引力の中心と前記回転中心との間の前記上下方向における距離は、前記可動子側磁気要素と前記固定子側磁気要素との間の磁気吸引力と、前記磁気吸引力の中心と前記回転中心との間の前記上下方向における距離と、に基づいて決定されることを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載のリニア搬送装置。

[請求項7] 前記可動子側磁気要素と前記固定子側磁気要素との間で発生する磁気吸引力の大きさは、前記搬送台車の前記幅方向の一方に存在する前記固定子側架台への吸着に必要となる吸着力の値から、前記可動子側対抗モーメント発生要素と前記固定子側対抗モーメント発生要素との間の磁気吸引力の水平方向成分を減算した値であることを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載のリニア搬送装置。

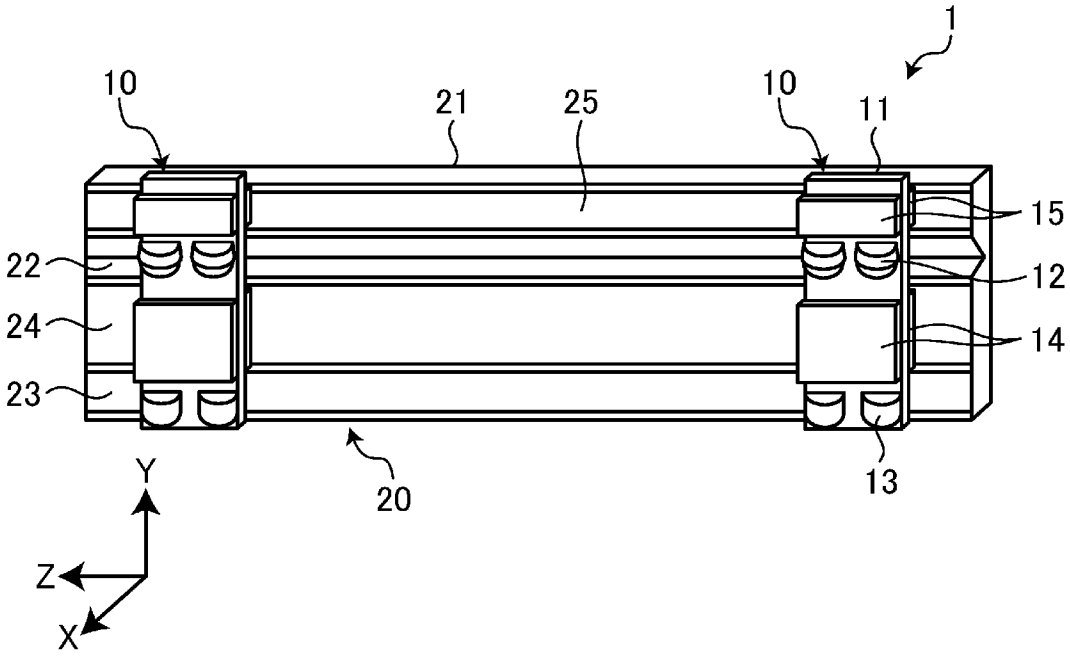
[請求項8] 前記可動子側対抗モーメント発生要素および前記固定子側対抗モーメント発生要素は、永久磁石または電磁石によって実現されることを特徴とする請求項１から４のいずれか１つに記載のリニア搬送装置。

[請求項9] 前記可動子側対抗モーメント発生要素および前記固定子側対抗モーメント発生要素の少なくとも一方は、電磁石で構成され、

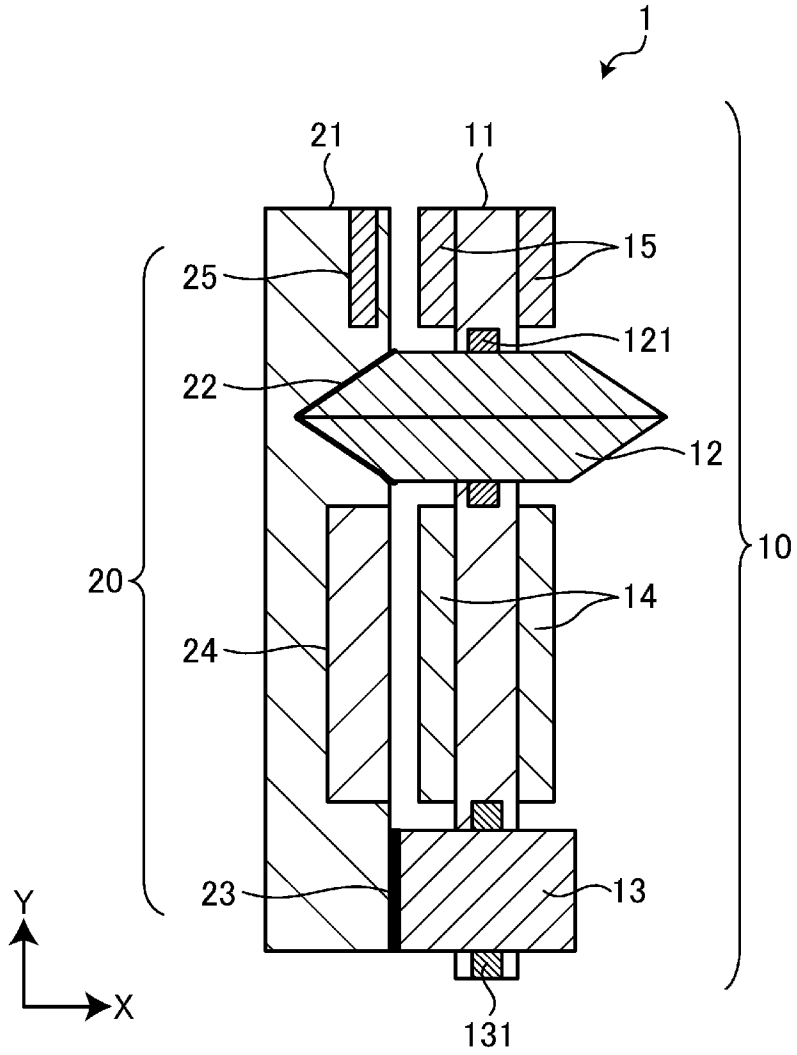
前記電磁石への通電制御を行い、前記可動子側対抗モーメント発生要素と前記固定子側対抗モーメント発生要素との間に働く力を変化させる制御装置をさらに備えることを特徴とする請求項８に記載のリニア搬送装置。

[請求項10] 前記可動子側反発力発生要素および前記固定子側反発力発生要素は、ローラおよびレールの組み合わせによって実現されることを特徴とする請求項４に記載のリニア搬送装置。

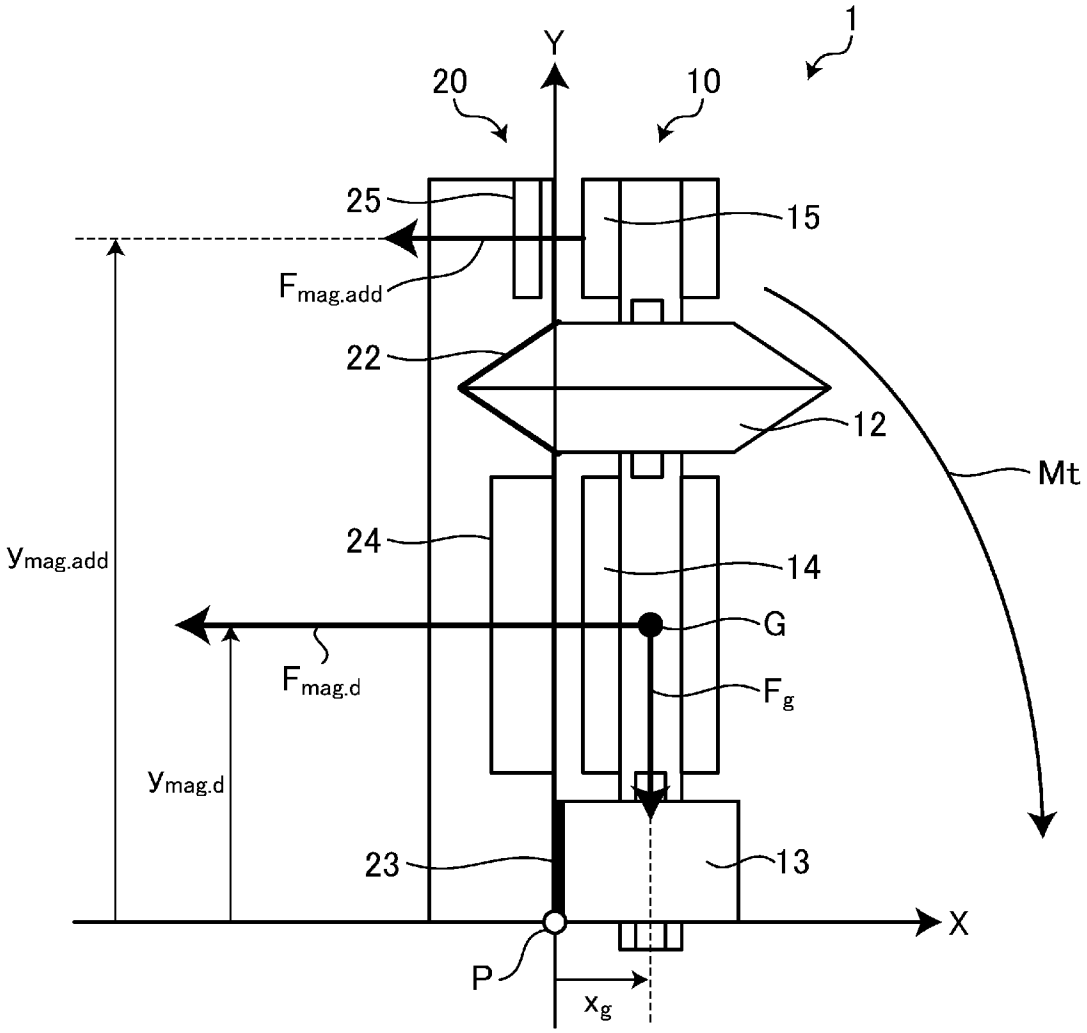
[図1]



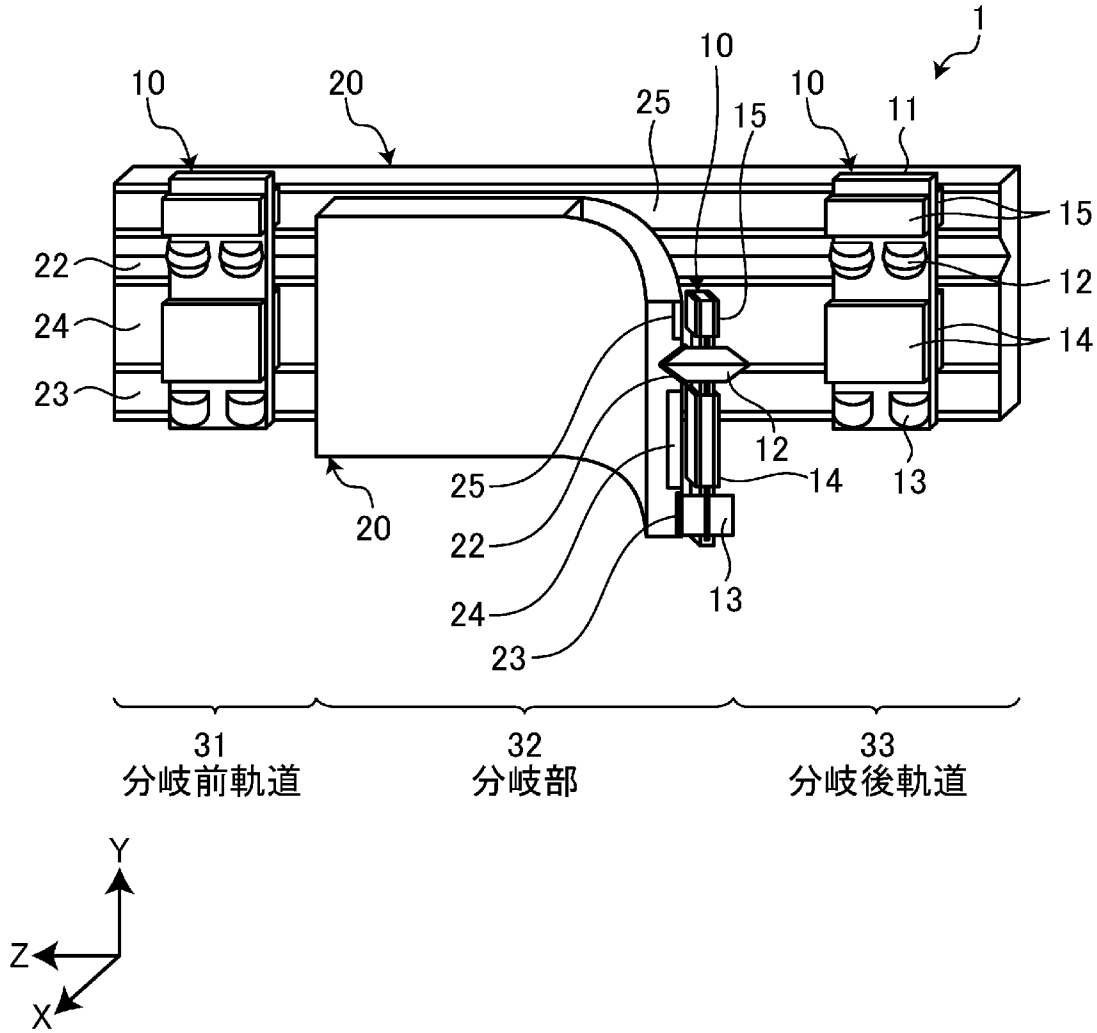
[図2]



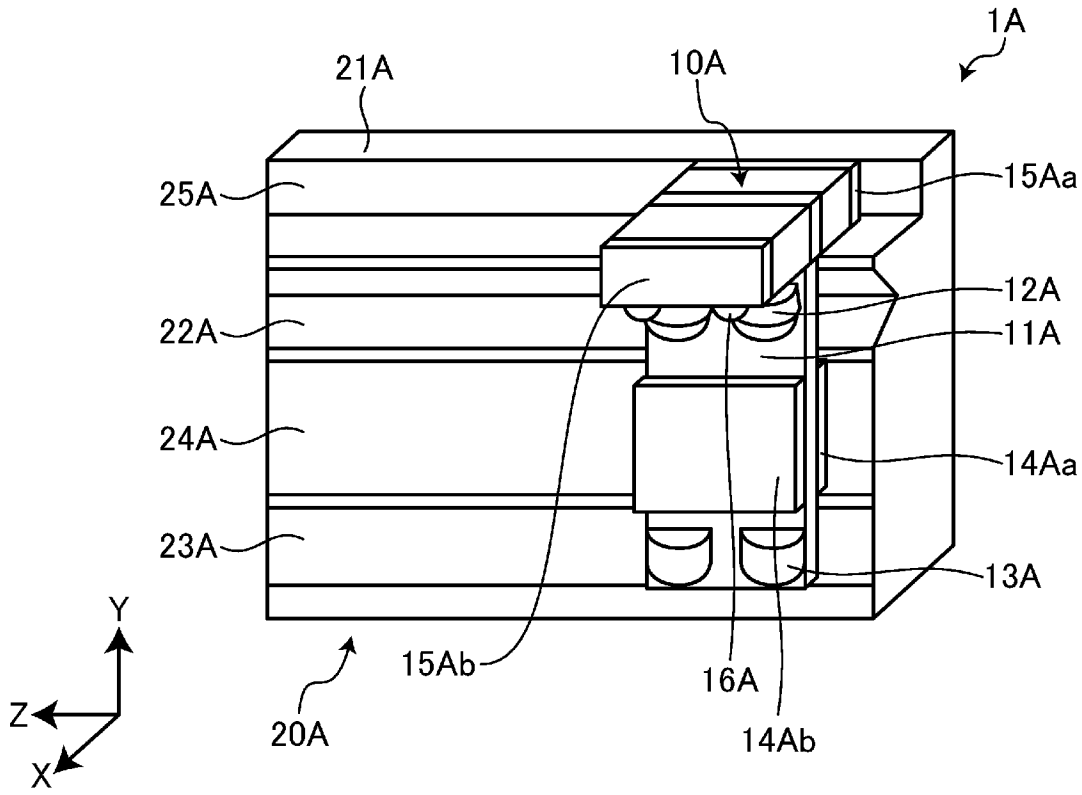
[図3]


1
Y
20
10
25
15
$F_{mag.add}$
22
12
Mt
24
14
$y_{mag.add}$
G
$F_{mag.d}$
F_g
$y_{mag.d}$
23
13
X
P
x_g

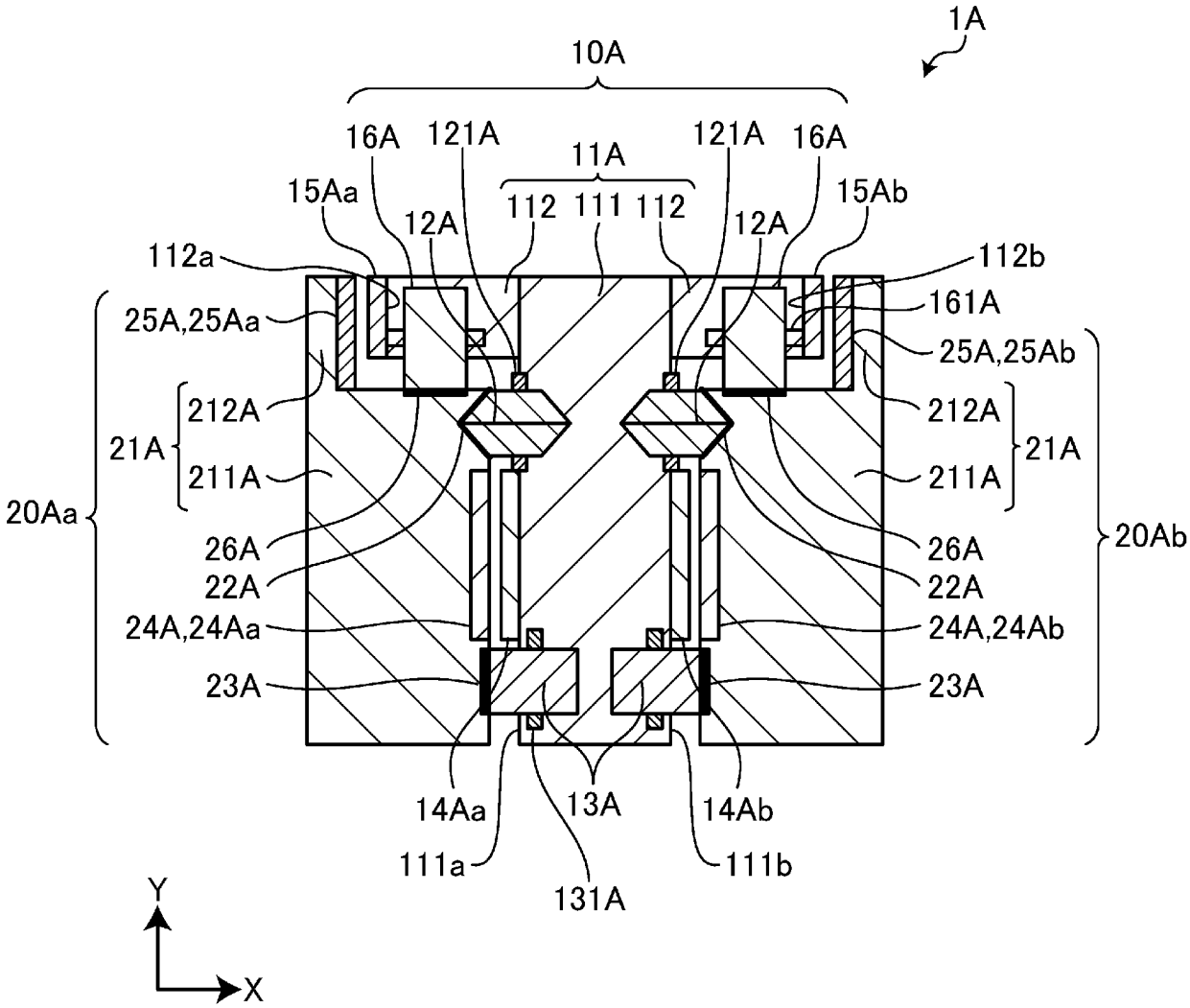
[図4]


1
10
20
10
25
15
10
11
15
12
14
22
24
23
12
14
13
25
22
24
23
20
13
31
分岐前軌道
32
分岐部
33
分岐後軌道
Y
Z
X

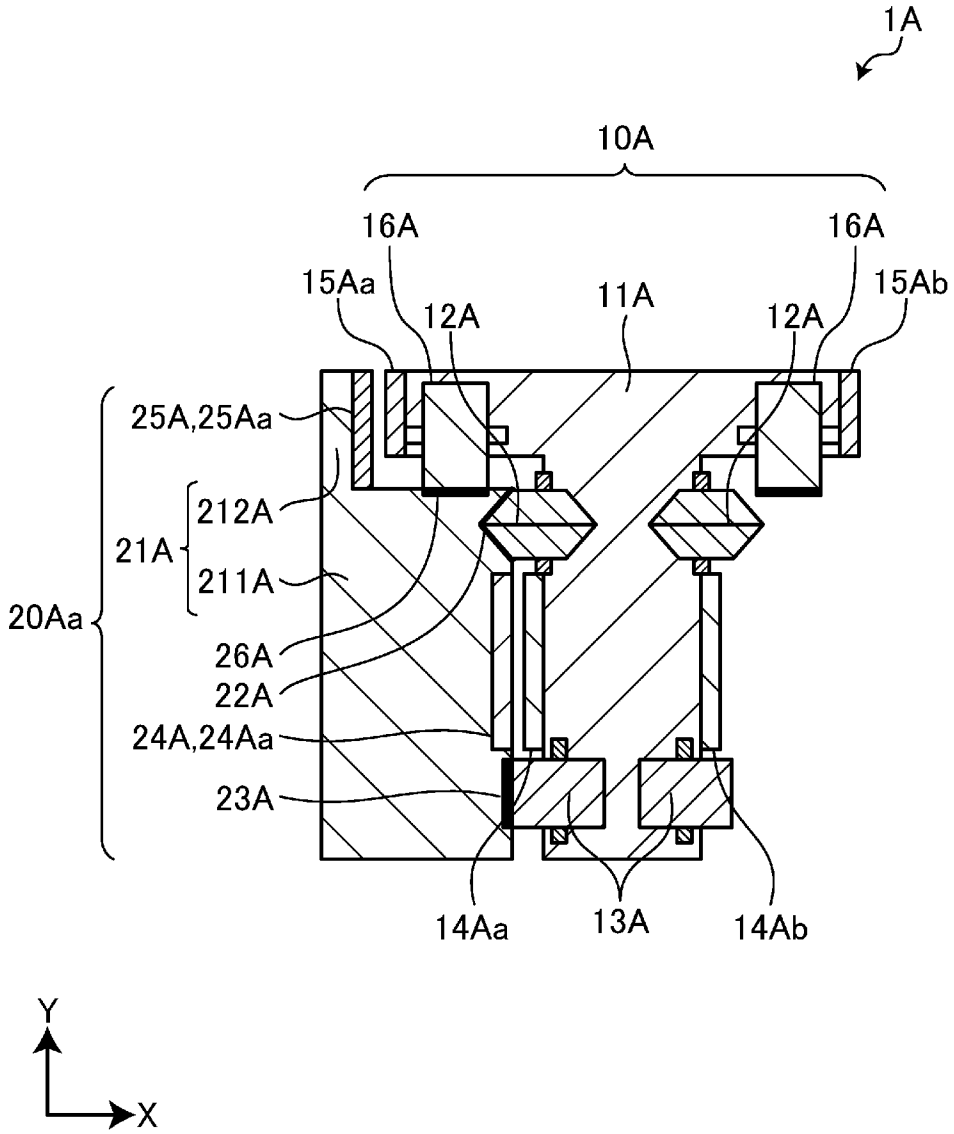
[図5]


1A
21A
10A
25A
15Aa
12A
22A
11A
24A
14Aa
23A
13A
Y
Z
X
15Ab
16A
20A
14Ab

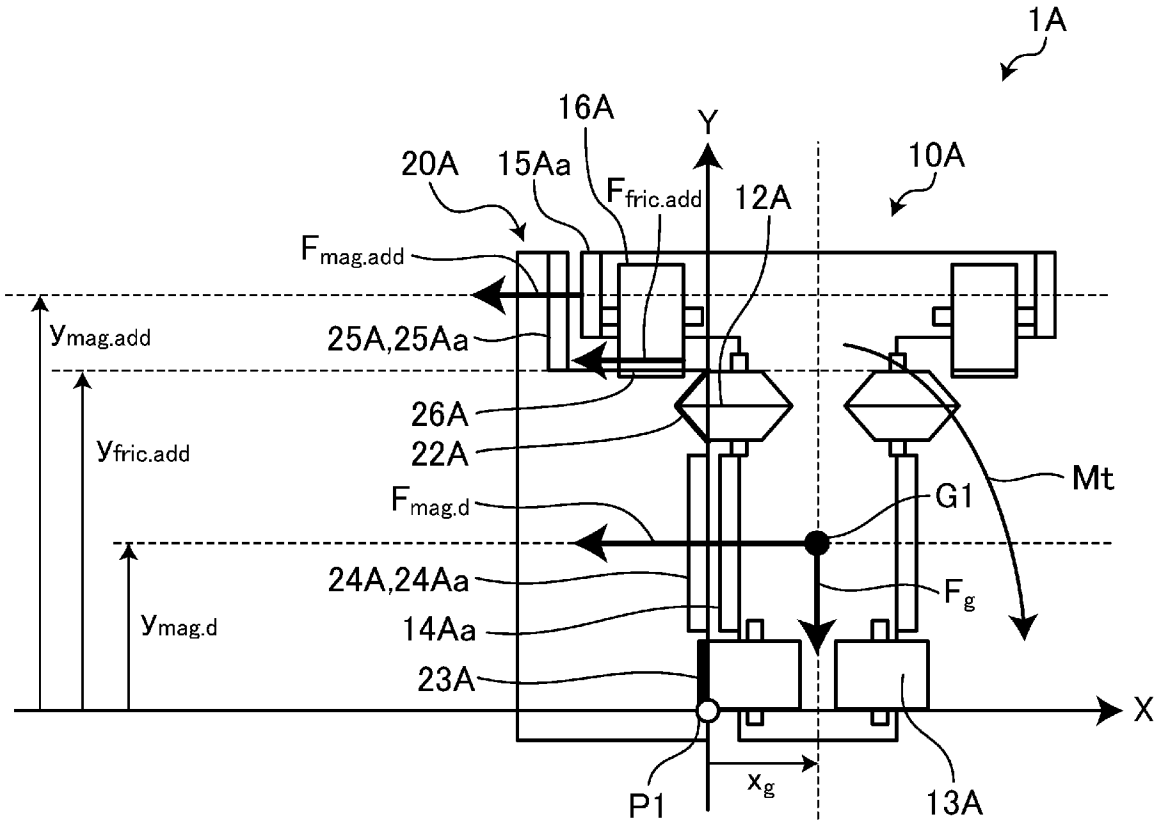
[図6]


1A
10A
16A
121A
11A
121A
16A
15Aa
112
111
112
15Ab
12A
12A
112a
112b
161A
25A,25Aa
25A,25Ab
212A
212A
21A
21A
211A
211A
20Aa
20Ab
26A
26A
22A
22A
24A,24Aa
24A,24Ab
23A
23A
14Aa
13A
14Ab
111a
111b
131A
Y
X

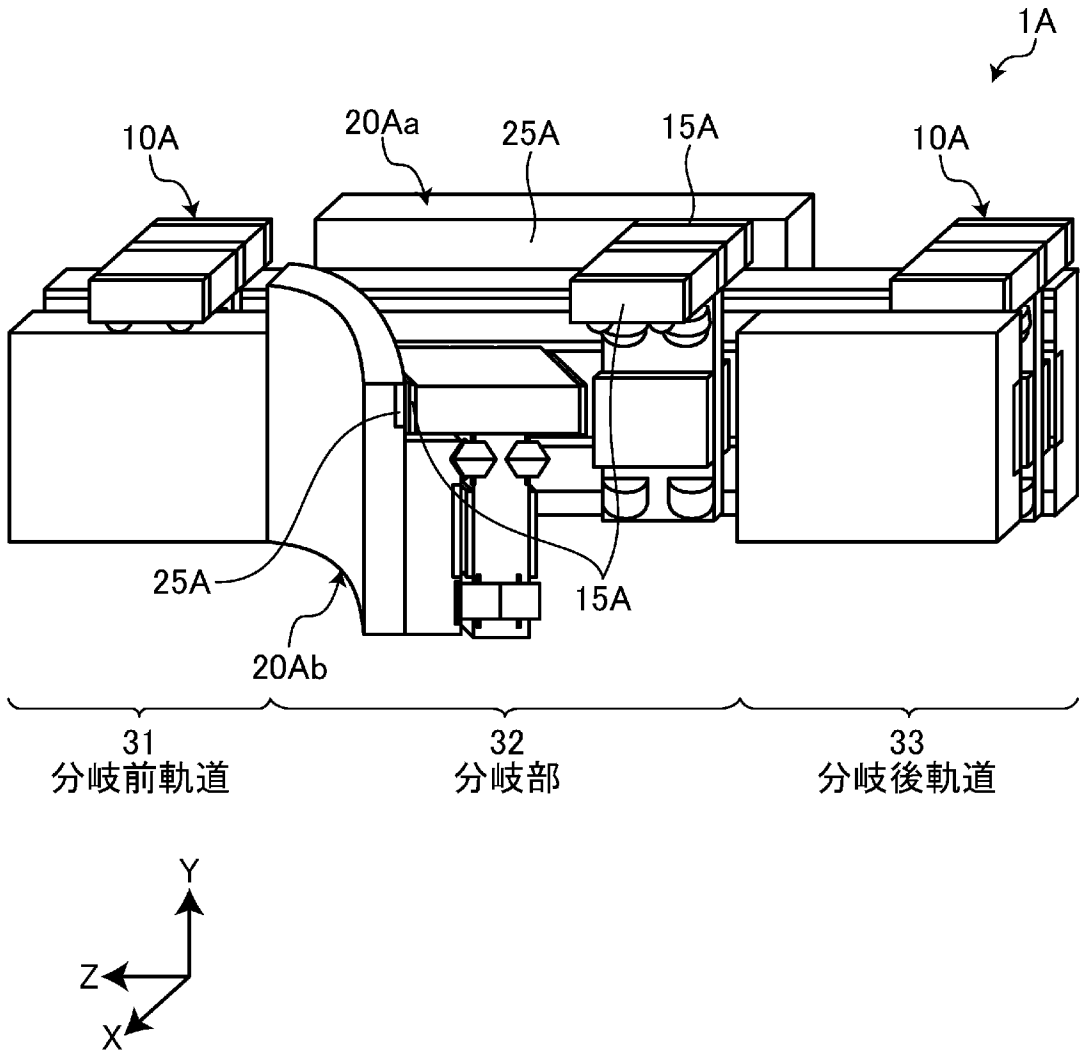
[図7]


1A
10A
16A
16A
15Aa
12A
11A
12A
15Ab
25A,25Aa
212A
21A
211A
20Aa
26A
22A
24A,24Aa
23A
14Aa
13A
14Ab
Y
X

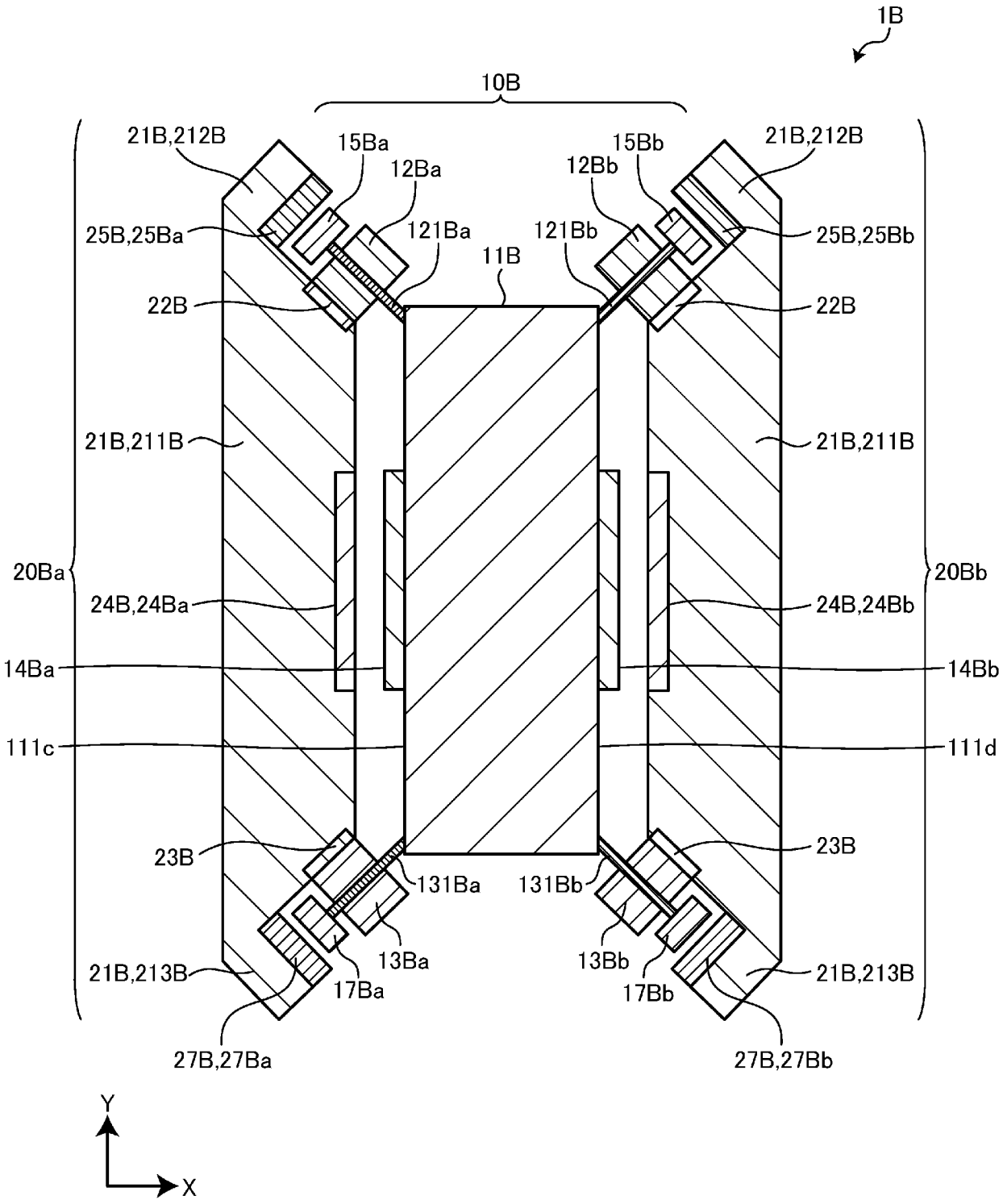
[図8]


1A
16A
Y
20A
15Aa
$F_{fric.add}$
12A
10A
$F_{mag.add}$
$y_{mag.add}$
25A,25Aa
26A
22A
$y_{fric.add}$
$F_{mag.d}$
G1
Mt
24A,24Aa
F_g
$y_{mag.d}$
14Aa
23A
X
P1
x_g
13A

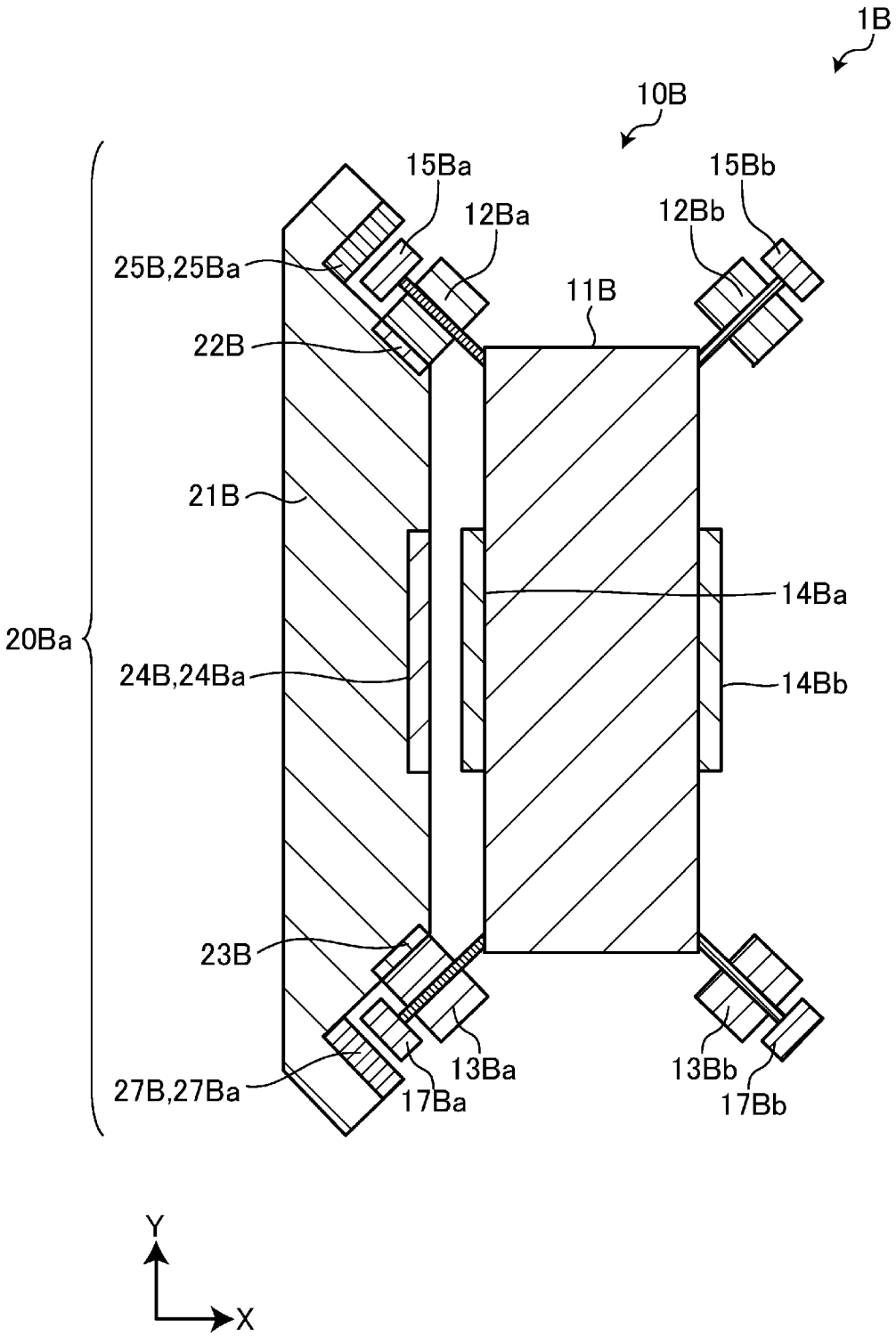
[図9]


1A
10A
20Aa
25A
15A
10A
25A
15A
20Ab
31
分岐前軌道
32
分岐部
33
分岐後軌道
Y
Z
X

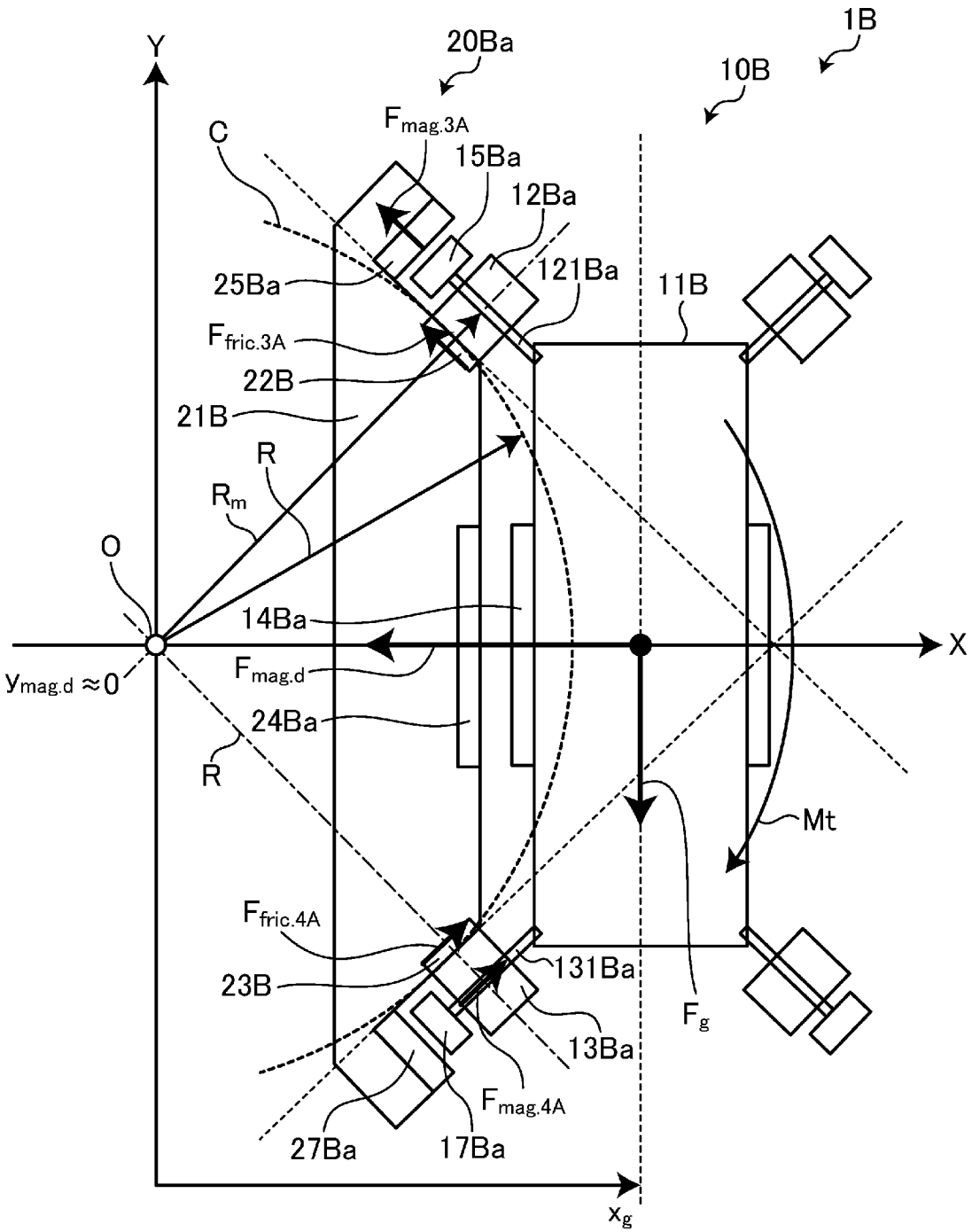
[図10]


1B
10B
21B,212B
15Ba
12Ba
15Bb
12Bb
21B,212B
25B,25Ba
121Ba
121Bb
25B,25Bb
11B
22B
22B
21B,211B
21B,211B
20Ba
20Bb
24B,24Ba
24B,24Bb
14Ba
14Bb
111c
111d
23B
23B
131Ba
131Bb
13Ba
13Bb
21B,213B
17Ba
17Bb
21B,213B
27B,27Ba
27B,27Bb
Y
X

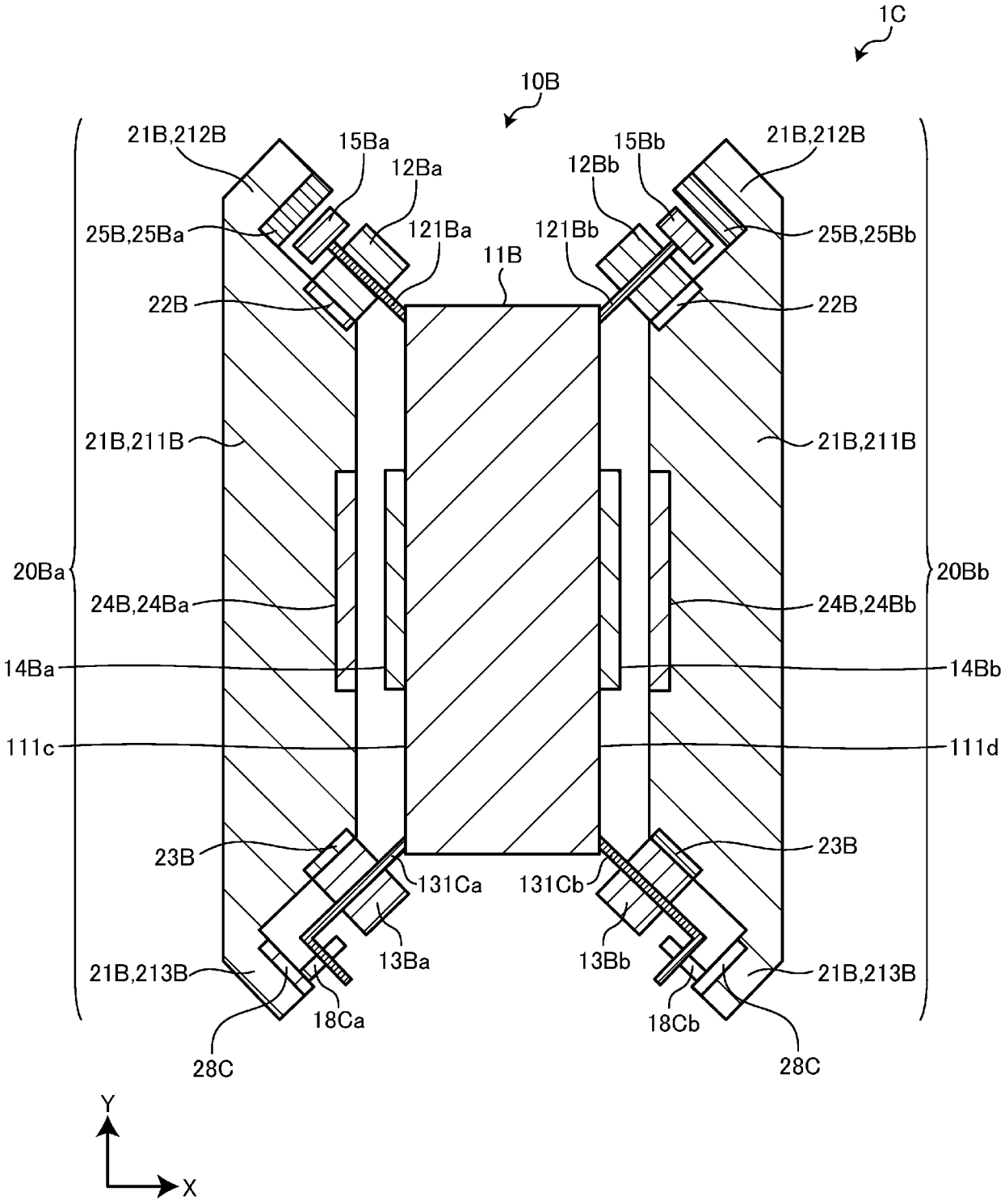
[図11]


1B
10B
15Ba
12Ba
15Bb
12Bb
25B,25Ba
11B
22B
21B
14Ba
20Ba
24B,24Ba
14Bb
23B
13Ba
13Bb
27B,27Ba
17Ba
17Bb
Y
X

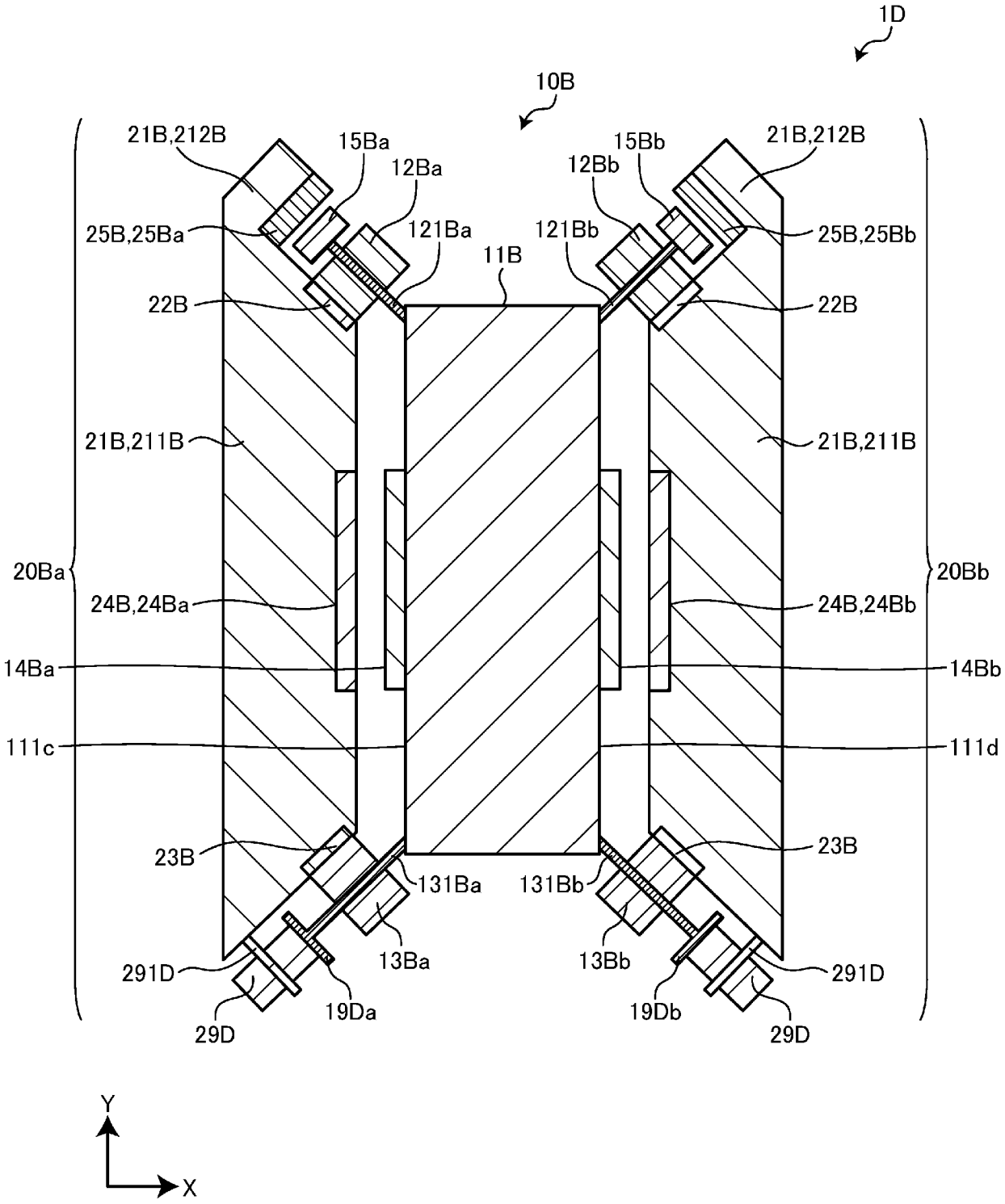
[図12]


1B
20Ba
10B
Y
C
$F_{mag.3A}$
15Ba
12Ba
121Ba
11B
25Ba
$F_{fric.3A}$
22B
21B
R
R_m
O
14Ba
X
$F_{mag.d}$
$y_{mag.d} \approx 0$
24Ba
R
Mt
$F_{fric.4A}$
131Ba
23B
F_g
13Ba
$F_{mag.4A}$
27Ba
17Ba
x_g

[図13]


1C
10B
21B,212B
15Ba
12Ba
15Bb
12Bb
21B,212B
25B,25Ba
121Ba
121Bb
25B,25Bb
11B
22B
22B
21B,211B
21B,211B
20Ba
20Bb
24B,24Ba
24B,24Bb
14Ba
14Bb
111c
111d
23B
23B
131Ca
131Cb
13Ba
13Bb
21B,213B
21B,213B
18Ca
18Cb
28C
28C
Y
X

[図14]


1D
10B
21B,212B
15Ba
12Ba
121Ba
25B,25Ba
22B
11B
15Bb
12Bb
121Bb
21B,212B
25B,25Bb
22B
21B,211B
21B,211B
20Ba
20Bb
24B,24Ba
24B,24Bb
14Ba
14Bb
111c
111d
23B
131Ba
131Bb
23B
13Ba
13Bb
291D
291D
19Da
19Db
29D
29D
Y
X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/041450

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B65G 54/02(2006.01)i
FI: B65G54/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B65G54/02; B60L13/00; H02K41/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/261269 A1 (KYOTO SEISAKUSHO CO., LTD.) 30 December 2021 (2021-12-30)	1-10
A	WO 2021/038728 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 March 2021 (2021-03-04)	1-10
A	JP 11-105707 A (SHINKO ELECTRIC CO., LTD.) 20 April 1999 (1999-04-20)	1-10
A	US 2019/0375597 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 12 December 2019 (2019-12-12)	1-10
A	US 2019/0161284 A1 (B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH) 30 May 2019 (2019-05-30)	1-10
A	US 2019/0100389 A1 (KRONES AG) 04 April 2019 (2019-04-04)	1-10
A	US 2019/0077277 A1 (B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH) 14 March 2019 (2019-03-14)	1-10
A	US 2015/0027860 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 29 January 2015 (2015-01-29)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 January 2023	**24 January 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/041450

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/261269 A1	30 December 2021	JP 2022-1529 A	
WO 2021/038728 A1	04 March 2021	(Family: none)	
JP 11-105707 A	20 April 1999	(Family: none)	
US 2019/0375597 A1	12 December 2019	WO 2018/145214 A1	
		CN 110506019 A	
US 2019/0161284 A1	30 May 2019	EP 3489072 A1	
		CN 109835680 A	
		CA 3025131 A1	
US 2019/0100389 A1	04 April 2019	WO 2017/108423 A1	
		DE 102015226139 A1	
		CN 108430900 A	
US 2019/0077277 A1	14 March 2019	EP 3457560 A1	
		CA 3016554 A1	
		CN 109756094 A	
US 2015/0027860 A1	29 January 2015	WO 2015/013824 A1	
		CA 2919036 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/041450

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B65G 54/02(2006.01)i
FI: B65G54/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

B65G54/02; B60L13/00; H02K41/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2021/261269 A1 (株式会社京都製作所) 30.12.2021 (2021-12-30)	1-10
A	WO 2021/038728 A1 (三菱電機株式会社) 04.03.2021 (2021-03-04)	1-10
A	JP 11-105707 A (神鋼電機株式会社) 20.04.1999 (1999-04-20)	1-10
A	US 2019/0375597 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 12.12.2019 (2019-12-12)	1-10
A	US 2019/0161284 A1 (B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH) 30.05.2019 (2019-05-30)	1-10
A	US 2019/0100389 A1 (KRONES AG) 04.04.2019 (2019-04-04)	1-10
A	US 2019/0077277 A1 (B&R INDUSTRIAL AUTOMATION GMBH) 14.03.2019 (2019-03-14)	1-10
A	US 2015/0027860 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 29.01.2015 (2015-01-29)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
13.01.2023	24.01.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
福島　和幸 3F 9346

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/041450

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/261269 A1	30.12.2021	JP 2022-1529 A	
WO 2021/038728 A1	04.03.2021	（ファミリーなし）	
JP 11-105707 A	20.04.1999	（ファミリーなし）	
US 2019/0375597 A1	12.12.2019	WO 2018/145214 A1	
		CN 110506019 A	
US 2019/0161284 A1	30.05.2019	EP 3489072 A1	
		CN 109835680 A	
		CA 3025131 A1	
US 2019/0100389 A1	04.04.2019	WO 2017/108423 A1	
		DE 102015226139 A1	
		CN 108430900 A	
US 2019/0077277 A1	14.03.2019	EP 3457560 A1	
		CA 3016554 A1	
		CN 109756094 A	
US 2015/0027860 A1	29.01.2015	WO 2015/013824 A1	
		CA 2919036 A1	