

(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10月31日(31.10.2024)



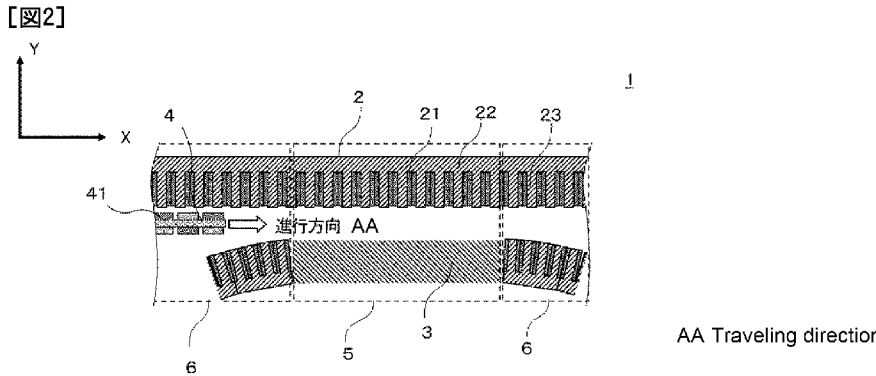
(10) 国際公開番号

WO 2024/224451 A1

- (51) 国際特許分類:
B65G 54/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/016134
- (22) 国際出願日: 2023年4月24日(24.04.2023)
- (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 雄一郎(NAKAMURA, Yuichiro); 〒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). ▲
- 高▼橋 健治(TAKAHASHI, Kenji); 〒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:倉谷 泰孝, 外(KURATANI, Yasutaka et al.); 〒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 知的財産センター内 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, 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,

(54) Title: LINEAR CONVEYANCE SYSTEM

(54) 発明の名称: リニア搬送システム



(57) Abstract: A linear conveyance system (1) according to the present disclosure is characterized by comprising: a movable element (4) in which a magnet (41) is disposed on a side surface thereof; and a conveyance path (7) in which a first module (2) having a plurality of coils (21) and moving the movable element by the electromagnetic force of the plurality of coils and a second module (3) having no coil and formed of a magnetic material are arranged along a traveling direction of the movable element, wherein the conveyance path is provided with a non-branch portion (6) in which the first module is disposed on one side of the side surface of the movable element, and a branch portion (5) in which the first module is disposed on the one side of the side surface of the movable element and the second module is disposed on the other side of the side surface of the movable element.

(57) 要約: 本開示のリニア搬送システム(1)は、側面に磁石(41)が配置された可動子(4)と、複数のコイル(21)を有し、複数のコイルの電磁力により可動子を移動させる第1のモジュール(2)及びコイルを有さない磁性材料で形成された第2のモジュール(3)が可動子の進行方向に沿って配置された搬送路(7)と、を備え、搬送路は、可動子の側面の一方の側に第1のモジュールが配置された非分岐部分(6)と、可動子の側面の一方の側に第1のモジュールが配置され、他方の側に第2のモジュールが配置された分岐部分(5)と、を備えることを特徴とする。

WO 2024/224451 A1

LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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))

明 細 書

発明の名称： リニア搬送システム

技術分野

[0001] 本開示は、リニアモータの推力を使用するリニア搬送システムに関する。

背景技術

[0002] 複数の磁石が取り付けられた可動子が複数の固定子モジュールによって構成されるリニアガイドに沿って移動し、電磁力により搬送路の分岐及び合流が可能な技術が知られている。例えば特許文献1は、搬送路が分岐している区間において、コイルを有する固定子モジュールが可動子の両側に配置され、片側の固定子モジュールのコイルに通電して、可動子を分岐方向に移動させる横方向の力を加える構成を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2016-531534号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、従来のリニア搬送システムでは、搬送路が分岐している区間において、コイルを有する固定子モジュールを可動子の両側に配置しているため、リニア搬送システムの重量が増加する課題がある。

[0005] 本開示は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、搬送路が分岐する場合でも重量の増加を防ぐリニア搬送システム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] 本開示に係るリニア搬送システムは、側面に磁石が配置された可動子と、複数のコイルを有し、複数のコイルの電磁力により可動子を移動させる第1のモジュール及びコイルを有さない磁性材料で形成された第2のモジュールが可動子の進行方向に沿って配置された搬送路と、を備え、搬送路は、可動

子の側面の一方の側に第1のモジュールが配置された非分岐部分と、可動子の側面の一方の側に第1のモジュールが配置され、他方の側に第2のモジュールが配置された分岐部分と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本開示に係るリニア搬送システムによれば、搬送路の分岐部分において、可動子の側面の一方の側に、コイルを有さない第2のモジュールを用いるため、重量の増加を防ぐことができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムを示す概略構成図である。

[図2]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

[図3]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図4]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図5]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図6]本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図7]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

[図8]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面

図である。

[図9]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向負の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図10]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、段差を通過する前にY方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図11]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、段差を通過した後にY方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図12]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、段差を通過する前にY方向負の向きに吸引される場合を示す断面図である。

[図13]本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、段差を通過した後にY方向負の向きに吸引される場合を示す断面図である

[図14]本開示の実施の形態3に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

[図15]本開示の実施の形態4に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

[図16]本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

[図17]本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下では、実施の形態に係るリニア搬送システムを図面に基づいて詳細に説明する。

[0010] 実施の形態1.

図1は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムを示す概略構成図である。図1に示すように、本実施の形態における方向は、可動子4の進行方向、可動子4の進行方向と直交する方向をそれぞれX方向及びY方向と定義し、X方向における右側を正、Y方向における上側を正の向きとする。なお、説明の便宜上、上述のような座標系を設定して説明を行ったが、リニア搬送システムの構成によりX方向及びY方向を適宜設定してもよい。

[0011] リニア搬送システム1は側面に磁石41が配置された可動子4と、複数のコイル22を有し、複数のコイル22の電磁力により可動子4を移動させる第1のモジュール2及びコイルを有さない磁性材料で形成された第2のモジュール3が可動子4の進行方向に沿って配置された搬送路7とを備える。搬送路7は、可動子4の側面の一方の側に第1のモジュール2が配置された非分岐部分6と、可動子4の側面の一方の側に第1のモジュール2が配置され、他方の側に第2のモジュール3が配置された分岐部分5とを備える。

[0012] 図2は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。図2に示すように、第1のモジュール2は、鉄心21と複数のコイル22を有する。鉄心21は複数のティース23を有しており、複数のコイル22は複数のティース23のいずれかに巻回されている。第2のモジュール3は、磁性材料で構成されているが、コイルを有さない。この第2のモジュール3は可動子4が有する磁石41との距離が一定となる平坦な形状であり、可動子4の推進時の損失を極力小さくするために、例えば積層鋼板で構成される。ここでは、第1のモジュール2にコイルを有する場合を示したが、第1のモジュール2と第2のモジュール3を入れ替えて、第1のモジュール2を磁性材料のみ、第2のモジュール3を鉄心とコイルで構成してもよい。

[0013] 可動子4は、非分岐部分6において、第1のモジュール2の側面の一方の側に位置しており、第1のモジュール2からの電磁力を受けて進行する。搬送路7の分岐部分5では、可動子4は第1のモジュール2と第2のモジュール3との間に位置し、第1のモジュール2が有する複数のコイル22からの

電磁力で推進される。ここで、図2に示すように、可動子4の進行方向がX方向であり、進行方向と垂直な方向がY方向である。また、複数の可動子4の各々は、搬送路7において独立して制御される。ここでは図示しないが、モータ駆動制御装置が、可動子4の近傍に位置する第1のモジュール2の各コイル22に電流を供給する。例えば、電流は、UVWの三相交流の電流ではなく、各相を独立に制御する単相交流の電流であり、各コイル22に任意の波形で電流が供給される。

[0014] 可動子4は、両側の側面に配置された複数の磁石41を有する。図2に示すように、可動子4の両側の側面における磁石41は、可動子4のY方向における磁石41の磁極方向が反転するように配列されている。実施の形態1では、Y方向における磁石41の配列が同じであってもよいし、Y方向における磁石41の配列がX方向にずれていてもよい。

[0015] 図3は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面図である。搬送路7の分岐部分5において、可動子4は、第1のモジュール2と第2のモジュール3との間に位置する。可動子4が有する複数の磁石41の各々は、第1のモジュール2及び第2のモジュール3と向き合う。第1のモジュール2のコイル22に通電されると、可動子4に進行方向と平行な向きの電磁力（推進力）が加わる。分岐部分5では、可動子4を選択された経路に導くために、可動子4の近傍のコイル22が通電され、第1のモジュール2は、可動子4の進行方向に対して垂直な方向に電磁力（分岐横力）を作用させる。これにより、第1のモジュール2は、可動子4を移動させる。少なくとも二つ以上のコイル22に通電することで、任意の推進力と分岐横力とを同時に発生させることができる。

[0016] 図3に示すように、分岐部分5において、可動子4がX方向の負の向きから正の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力 F_{a1} が、第2のモジュール3と可動子4との磁気吸引力 F_{b1} よりも大きいときに、リニア搬送システム1のユーザによって磁気吸引力 F_{b1} が大きくなる方

向の経路が選択された場合を想定する。リニア搬送システム1は、可動子4にY方向の正の向きから負の向きへの電磁力 F_d を作用させる。なお、このときの可動子4と第1のモジュール2及び第2のモジュール3とのギャップは一例であり、この値に限られるものではない。これにより、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b2} は、電磁力が作用する前の第2のモジュール3と可動子4のY方向における間隔 L_{b1} より小さくなる。この作用により、リニア搬送システム1は、第2のモジュール3と可動子4の磁気吸引力 F_{b1} が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。分岐部分5で経路が選択された後、可動子4は非分岐部分6の第1のモジュール2からの電磁力 F_d を受けて進行する。つまり、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a1} 、 L_{a2} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b1} 、 L_{b2} 、および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a1} 、 F_{a2} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b1} 、 F_{b2} において以下の式(1)から(5)の関係が成立している。

[0017] [数1]

$$L_{b1} - L_{a1} = L_{a2} - L_{b2} = L_s \quad (1)$$

$$L_{a2} - L_{a1} = L_{b1} - L_{b2} = L_s \quad (2)$$

$$F_{a1} + F_{b1} > 0 \quad (3)$$

$$F_{a1} + F_{b1} + F_d < 0 \quad (4)$$

$$F_{a2} + F_{b2} < 0 \quad (5)$$

[0018] なお、式(1)から(5)では、電磁力を作用した後の第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける磁気吸引力 F_{a2} よりも、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける磁気吸引力 F_{b2} が大きいが、第2のモジュール3の形状によっては、第1のモジュール2と可動

子4のY方向の正の向きにおける間隔 L_{a2} と L_{b2} の関係が、 $L_{a2} < L_{b2}$ となっていてよい。このように、本開示の実施の形態1のリニア搬送システム1では、分岐部分5で可動子4がX方向の負の向きから正の向きに進行する場合に、可動子4に作用する進行方向と垂直な方向の力が、第1のモジュール2による電磁力よりも第2のモジュール3による電磁力のほうが大きくなることで、可動子4と第2のモジュール3の進行方向に垂直な距離が小さくなることを特徴とする。

[0019] 図4は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。図4に示すように、分岐部分5において、可動子4がX方向の負の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力 F_{a3} よりも、第2のモジュール3と可動子4との磁気吸引力 F_{b3} が大きいときに、リニア搬送システム1のユーザによって磁気吸引力 F_{a3} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定する。リニア搬送システム1は、可動子4にY方向の負の向きから正の向きへの電磁力を作用させる。それにより、電磁力が作用した後の第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b4} は、電磁力が作用する前の第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b3} より大きくなる。この作用により、リニア搬送システム1は、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。分岐部分5で経路が選択されたあと、可動子4は非分岐部分6の第1のモジュール2からの電磁力を受けて進行する。つまり、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a3} 、 L_{a4} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b3} 、 L_{b4} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a3} 、 F_{a4} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b3} 、 F_{b4} において以下の式(6)から(10)関係が成立している。

[0020] [数2]

$$La3 - Lb3 = Lb4 - La4 = Ls \quad (6)$$

$$La3 - La4 = Lb4 - Lb3 = Ls \quad (7)$$

$$Fa3 + Fb3 < 0 \quad (8)$$

$$Fa3 + Fb3 + Fd > 0 \quad (9)$$

$$Fa4 + Fb4 > 0 \quad (10)$$

[0021] なお、式(6)から(10)では、電磁力が作用する前の第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける磁気吸引力 F_{a3} よりも、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける磁気吸引力 F_{b3} が大きい、第2のモジュール3の形状によっては、第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける間隔 L_{a3} と L_{b3} の関係が、 $L_{a3} < L_{b3}$ となってもよい。このように、本開示の実施の形態1のリニア搬送システム1では、分岐部分5で可動子4がX方向の正の向きから負の向きに進行する場合に、可動子4に作用する進行方向と垂直な方向の力が、第1のモジュール2による電磁力よりも第2のモジュール3による電磁力のほうが小さくなることで、可動子4と第2のモジュール3の進行方向に垂直な距離が大きくなることを特徴とする。

[0022] 図5は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。図5に示すように、分岐部分5において、可動子4がX方向の正の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力 F_{a5} よりも、第2のモジュール3と可動子4の磁気吸引力 F_{b5} が大きいとき、リニア搬送システム1のユーザによって磁気吸引力 F_{a5} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定する。リニア搬送システム1は、可動子4にY方向の負の向きから正の向きへの電磁力を作用させる。それにより、電磁力が作用した後の第2のモジュール3と可動子4の間隔 L_{b6} は、電磁力が作用する前の第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける L

b 5より大きくなる。この作用により、リニア搬送システム1は、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。分岐部分5を経て経路が選択された後、可動子4は非分岐部分6の第1のモジュール2からの電磁力を受けて進行する。このとき、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a5} 、 L_{a6} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b5} 、 L_{b6} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a5} 、 F_{a6} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b5} 、 F_{b6} において以下の式(11)から(15)の関係が成立している。

[0023] [数3]

$$L_{a5} - L_{b5} = L_{b6} - L_{a6} = L_s \quad (11)$$

$$L_{a5} - L_{a6} = L_{b6} - L_{b5} = L_s \quad (12)$$

$$F_{a5} + F_{b5} < 0 \quad (13)$$

$$F_{a5} + F_{b5} + F_d > 0 \quad (14)$$

$$F_{a6} + F_{b6} > 0 \quad (15)$$

[0024] なお、式(11)から(15)では、電磁力を作用する前の第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける磁石41の磁気吸引力 F_{a5} よりも、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける磁石41の磁気吸引力 F_{b5} が大きいが、第2のモジュールの形状によっては、第1のモジュール2と可動子4の磁石41のY方向の正の向きにおける間隔 L_{a5} と、第1のモジュール2と可動子4の磁石41のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b5} の関係が、 $L_{a5} < L_{b5}$ となってもよい。このように、本開示の実施の形態1のリニア搬送システム1では、分岐部分5で可動子4がX方向の負の向きから正の向きに進行する場合に、可動子4に作用する進行方向と垂直な方向の力が、第1のモジュール2による電磁力よりも第2のモ

ジュール3による電磁力のほう小さくなることで、可動子4と第2のモジュール3の進行方向に垂直な距離が大きくなることを特徴とする。

[0025] 図6は、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面図である。図6に示すように、分岐部分5において、可動子4がX方向の負の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける磁気吸引力 F_{a7} が、第2のモジュール3と可動子のY方向の負の向きにおける磁気吸引力 F_{b7} よりも大きいとき、リニア搬送システム1のユーザによって第2のモジュール3と可動子4の磁気吸引力 F_{b7} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定する。リニア搬送システム1は、可動子4にY方向の正の向きからY方向の負の向きへの電磁力を作用させる。それにより、電磁力が作用した後の第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b8} は、電磁力が作用する前の第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b7} より小さくなる。この作用により、リニア搬送システム1は、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きの磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。分岐部分5で経路が選択された後、可動子4は非分岐部分6の第1のモジュール2からの電磁力を受けて進行する。このとき、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a7} 、 L_{a8} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b7} 、 L_{b8} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a7} 、 F_{a8} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b7} 、 F_{b8} において以下の式(16)から(20)の関係が成立している。

[0026]

[数4]

$$Lb7 - La7 = Lb8 - La8 = Ls \quad (16)$$

$$La8 - La7 = Lb7 - Lb8 = Ls \quad (17)$$

$$Fa7 + Fb7 > 0 \quad (18)$$

$$Fa7 + Fb7 + Fd < 0 \quad (19)$$

$$Fa8 + Fb8 < 0 \quad (20)$$

[0027] なお、式(16)から(20)では、電磁力を作用する前の第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける磁気吸引力 F_{a8} よりも、第2のモジュール3と可動子4のY方向の負の向きにおける磁気吸引力 F_{b8} が大きいが、第2のモジュール3の形状によっては、第1のモジュール2と可動子4のY方向の正の向きにおける間隔 L_{a8} と、第1のモジュール2と可動子4のY方向の負の向きにおける間隔 L_{b8} の関係が、 $L_{a8} < L_{b8}$ となってもよい。このように、本開示の実施の形態1のリニア搬送システム1では、分岐部分5で可動子4がX方向の正の向きから負の向きに進行する場合に、可動子4に作用する進行方向と垂直な方向の力が、第1のモジュール2による電磁力よりも第2のモジュール3による電磁力のほうが大きくなることで、可動子4と第2のモジュール3の進行方向に垂直な距離が小さくなることを特徴とする。

[0028] 上述したように、本開示の実施の形態1に係るリニア搬送システム1は、側面に磁石41が配置された可動子4と、複数のコイル22を有し、複数のコイル22の電磁力により可動子4を移動させる第1のモジュール2及びコイルを有さない磁性材料で形成された第2のモジュール3が可動子4の進行方向に複数配置された搬送路7とを備える。搬送路7は、可動子4の側面の一方の側に第1のモジュール2が配置された非分岐部分6と、可動子4の側面の一方の側に第1のモジュール2が配置され、他方の側に第2のモジュール3が配置された分岐部分5と、を備えることを特徴とする。従来のリニア搬送システムでは経路が分岐している場合も分岐していない区間と同様のコ

イルが配置されていたが、本開示に係るリニア搬送システム 1 は、第 2 のモジュール 3 は磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため本開示の実施の形態 1 に係るリニア搬送システムによれば、搬送路 7 が分岐する場合でも、分岐部分 5 で可動子 4 の側面の一方の側に第 2 のモジュール 3 を用いるため、リニア搬送システム 1 の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム 1 が大型化しないという効果を奏する。

[0029] また、分岐部分において、コイルを有さない第 2 のモジュール 3 を用いたことで、第 1 のモジュール 2 を両側に配置する場合に比べて、コイルに通電するためのインバータの数を減らすことができ、リニア搬送システム 1 の重量の増加を防止でき、リニア搬送システム 1 が大型化しないという効果を奏する。

[0030] 加えて、本開示のリニア搬送システム 1 によれば、コイルの削減によって配線作業が減り、モータの組立が容易になる。さらにコイルを有さない第 2 のモジュール 3 の形状を第 1 のモジュール 2 の形状よりも小さくできるため、第 2 のモジュール 3 の重量も低減可能である。なお、第 2 のモジュール 3 の形状を第 1 のモジュール 2 の鉄心形状と同じにしてもよいし、コギング推力低減のために第 2 のモジュール 3 に複数のティースを有してもよいし、第 1 のモジュールのティースと第 2 のモジュールのティースの位相をずらしてもよい。

[0031] 実施の形態 2.

実施の形態 2 では、本開示の実施の形態 1 と同一の構成要素には同一の符号を使用し、同一または対応する部分についての説明は省略する。以下、図面を参照して、実施の形態 2 に係るリニア搬送システム 1 b について説明する。

[0032] 図 7 は本開示の実施の形態 2 に係るリニア搬送システムの第 1 のモジュール及び第 2 のモジュールを示す断面図である。図 7 に示すように、実施の形態 2 に係るリニア搬送システム 1 b では、実施の形態 1 の構成に加えて、第 2 のモジュール 3 1 に進行方向と垂直な方向に段差 8 が設けられている。こ

の段差8は、第2のモジュール31と可動子4が対向する範囲において、第2のモジュール31の表面から磁石41の表面までの平均距離が、第2のモジュール31のX方向の位置で変化していることを意味する。図7では、第2のモジュール31と磁石41の距離が位置によって変化するような形状としているが、第1のモジュール2の鉄心21の形状を変化させてもよいし、第1のモジュール2の鉄心21及び第2のモジュール31の形状の両方を変化させてもよい。

[0033] 図8は、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の正の向きに進行し、Y方向の負の向きに吸引される場合を示す断面図である。図8に示すように、第2のモジュール31は進行方向と垂直な方向、つまりY方向に段差8を有する。この段差8により、可動子4の第2のモジュール31と対面する側の距離のほうが第1のモジュール2と対面する側の距離よりも小さくなる。図8では、分岐部分5において、可動子4がX方向正の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力 F_{a1} が、第2のモジュール31と可動子4のYとの磁気吸引力 F_{b1} より大きいときに、リニア搬送システム1bのユーザによって磁気吸引力 F_{b1} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定している。このとき、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a1} 、 L_{a2} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b1} 、 L_{b2} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a1} 、 F_{a2} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_1 、 F_{b2} において以下の式(21)から(26)の関係が成立している。

[0034]

[数5]

$$Lb1 - G = Lb1' \quad (21)$$

$$Lb1 - La1 > Ls > Lb1' - La1 > 0 \quad (22)$$

$$La2 - La1 = Lb1' - Lb2 = Ls \quad (23)$$

$$Fa1 + Fb1 > Fa1 + Fb1' > 0 \quad (24)$$

$$Fa1 + Fb1' + Fd < 0 \quad (25)$$

$$Fa2 + Fb2 < 0 \quad (26)$$

[0035] リニア搬送システム1bは、可動子4が段差8を通過後の領域において、Y方向の正の向きから負の向きへの電磁力を作用させる。段差8を通過後の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb1'は、段差8を通過前の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb1よりも小さくなっている。段差8を通過後の磁気吸引力Fb1'は $|Fb1'| > |Fb1|$ と大きくなるが、式(24)より、電磁力を作用する前は、 $Fa1 + Fb1' > 0$ の関係が成り立ち、Y方向の正の向きの磁気吸引力が大きくなっている。電磁力を作用させると、電磁力が作用する前の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb1'よりも、電磁力が作用した後の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb2が小さくなる。この作用により、リニア搬送システム1は、第2のモジュール31と可動子4の磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。分岐部分5で経路が選択された後、可動子4は非分岐部分6の第1のモジュール2からの電磁力を受けて進行する。

[0036] ここで式(21)のGは第2のモジュール31に設けられた段差8の大きさを表している。式(24)より、段差8を設けることで $|Fa1 + Fb1| > |Fa1 + Fb1'|$ が成り立つため、段差8のない状態で可動子をY方向の負の向きに移動させる電磁力よりも、段差8のある領域において可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。

[0037] 図9は、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、Y方向の正の向きに吸引される場合を示

す断面図である。図9では、分岐部分5において、可動子4がX方向の負の向きに進行し、第1のモジュール2と可動子4磁気吸引力 F_{a3} よりも第2のモジュール31と可動子4の磁気吸引力 F_{b3} が大きいときに、リニア搬送システム1bのユーザによって磁気吸引力 F_{a3} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定している。このとき電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a3} 、 L_{a4} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b3} 、 L_{b4} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a3} 、 F_{a4} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b3} 、 F_{b4} において以下の式(27)から(32)の関係が成立している。

[0038] [数6]

$$L_{b3} + G = L_{b3'} \quad (27)$$

$$L_{a3} - L_{b3} > L_s > L_{a3} - L_{b3'} > 0 \quad (28)$$

$$L_{a3} - L_{a4} = L_{b4} - L_{b3'} = L_s \quad (29)$$

$$F_{a3} + F_{b3} < F_{a3} + F_{b3'} < 0 \quad (30)$$

$$F_{a3} + F_{b3'} + F_d > 0 \quad (31)$$

$$F_{a4} + F_{b4} > 0 \quad (32)$$

[0039] リニア搬送システム1bは、可動子4が段差8を通過後の領域において、Y方向の負の向きから正の向きへの電磁力を作用させる。段差8を通過後の第2のモジュール31と可動子4の間隔 $L_{b3'}$ は、段差8を通過前の第2のモジュール31と可動子4の間隔 L_{b3} よりも大きくなっている。段差8を通過後に磁気吸引力 $F_{b3'}$ は $|F_{b3'}| < |F_{b3}|$ と小さくなるが、式(30)より、電磁力を作用する前は、 $F_{a3} + F_{b3'} < 0$ の関係が成り立ち、Y方向の負の向きの磁気吸引力が大きくなっている。電磁力 F を作用させると、電磁力が作用する前の第2のモジュール31と可動子4の間隔 $L_{b3'}$ よりも、第2のモジュール31と可動子4の間隔 L_{b4} が大きくなる。この作用により、リニア搬送システム1bは、第1のモジ

ジュール 2 と可動子 4 の磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子 4 を進行させることができる。分岐部分 5 で経路が選択された後、可動子 4 は非分岐部分 6 の第 1 のモジュール 2 からの電磁力を受けて進行する。

[0040] ここで、図 8 の段差 8 を通過した後で電磁力が作用した可動子 4 の状態と、図 9 の段差 8 を通過する前で電磁力が作用する前の可動子 4 の状態が同じであり、以下の式 (33) 及び式 (34) の関係が成り立つ。

[0041] [数7]

$$La3 = La2 \quad (33)$$

$$Lb3 = Lb2 \quad (34)$$

[0042] また、図 8 の段差 8 を通過する前で電磁力が作用する前の可動子 4 の状態と、図 9 の段差 8 を通過した後で電磁力が作用した可動子 4 の状態が同じであり、以下の式 (35) 及び式 (36) の関係が成り立つ。

[0043] [数8]

$$La4 = La1 \quad (35)$$

$$Lb4 = Lb1 \quad (36)$$

[0044] このように、本開示の実施の形態 2 に係るリニア搬送システムでは、式 (27) から (32) のように、段差 8 を設けることで、 $|F_{a3} + F_{b3}| > |F_{a3} + F_{b3}'|$ が成り立つため、段差 8 のない状態で可動子 4 を Y 方向の正の向きに移動させる電磁力よりも、段差 8 のある領域において可動子 4 を Y 方向の正の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。

[0045] 図 10 は、本開示の実施の形態 2 に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子が X 方向の正の向きに進行し、段差を通過する前に Y 方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。図 10 では、分岐部分 5 において、可動子 4 が X 方向の正の向きに移動し、第 1 のモジュール 2 と可動子 4 の磁気吸引力 F_{a5} よりも、第 2 のモジュール 31 と可動子 4 の磁気吸引力 F_{b5} が大きいとき、リニア搬送システム 1b のユーザによって磁気吸引力 F_{a5} が大きくなる方向の経路が選択された場合を想定している。

[0046] 図 1 1 は、本開示の実施の形態 2 に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子が X 方向の正の向きに進行し、段差を通過した後に Y 方向の正の向きに吸引される場合を示す断面図である。図 1 1 は、可動子 4 の進行方向と吸引される方向は図 1 0 と同様であるが、分岐部分 5 において可動子 4 が経路を決定する際に、第 2 のモジュール 3 1 に吸引される場所が異なる。このとき、電磁力の作用で移動した可動子 4 の距離 L_s 、第 1 のモジュール 2 と可動子 4 の電磁力が作用する前後の距離 L_{a5} 、 L_{a6} 及び第 2 のモジュール 3 と可動子 4 の電磁力が作用する前後の距離 L_{b5} 、 L_{b6} および電磁力 F_d と、第 1 のモジュール 2 と可動子 4 の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a5} 、 F_{a6} 、第 1 のモジュール 2 と可動子 4 の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b5} 、 F_{b6} において以下の式 (37) から (42) の関係が成立している。

[0047] [数9]

$$L_{b6} - G = L_{b6'} \quad (37)$$

$$L_{a5} - L_{b5'} > L_s > L_{a5} - L_{b5} > 0 \quad (38)$$

$$L_{a5} - L_{a6} = L_{b5} - L_{b6} = L_s \quad (39)$$

$$F_{a5} + F_{b5'} < F_{a5} + F_{b5} < 0 \quad (40)$$

$$F_{a5} + F_{b5} + F_d > 0 \quad (41)$$

$$F_{a6} + F_{b6} > F_{a6} + F_{b6'} > 0 \quad (42)$$

[0048] リニア搬送システム 1 b は、可動子 4 が段差 8 を通過前の領域において、Y 方向の正の向きへの電磁力を作用させる。図 1 0 の段差 8 を通過前の第 2 のモジュール 3 1 と可動子 4 の間隔 L_{b5} は、図 1 1 の電磁力を作用させることなく段差 8 を通過した場合の第 2 のモジュール 3 1 と可動子 4 の間隔 $L_{b5'}$ よりも大きくなっている。図 1 0 の段差 8 の通過前の磁気吸引力 F_b と、図 1 1 の電磁力を作用させることなく段差 8 を通過した場合の $F_{b5'}$ は $|F_{b5}| < |F_{b5'}|$ が成り立つため、可動子 4 を Y 方向の正の向きに移動させる電磁力は、段差 8 を通過する前の状態のほうが小さくなる。可動子 4 に電磁力を作用する前は、式 (40) より、 $F_{a5} + F_{b5} < 0$ の関

係が成り立ち、Y方向の負の向きの磁気吸引力が大きくなっている。電磁力を作用させると、電磁力が作用する前の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb5よりも、第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb6が大きくなり、リニア搬送システム1bは、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。なお、段差8を通過した後は、第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb6'についてLb6 > Lb6'が成り立つが、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力Fa6のほうが、第2のモジュールと可動子4の磁気吸引力Fb6'よりも大きいため、Y方向の負の向きの磁気吸引力が大きくなる方向の経路に誤って進行することはない。

[0049] ここで、図9の段差8を通過した後で電磁力が作用する前の可動子4の状態と、図10の段差8を通過する前で電磁力が作用する前の可動子4の状態が同じであり、以下の式(43)及び式(44)の関係が成り立つ。

[0050] [数10]

$$La5 = La3 \quad (43)$$

$$Lb5 = Lb3' \quad (44)$$

[0051] また、図8の段差8を通過した後で電磁力が作用する前の可動子の状態と、図10の段差8を通過した後で電磁力が作用した可動子4の状態が同じであり、以下の式(45)及び式(46)の関係が成り立つ。

[0052] [数11]

$$La6 = La1 \quad (45)$$

$$Lb6 = Lb1' \quad (46)$$

[0053] 以上より、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムでは1bでは、段差8を設けることで、段差8を通過後は $|Fa5 + Fb5'| > |Fa5 + Fb5|$ が成り立つため、段差8を通過後の可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力よりも、段差8を通過前の領域における可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。

[0054] 図12は、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、段差を通過する前にY方向負の向きに吸引される場合を示す断面図である。図12では、分岐部分5において、可動子4がX方向の負の向きに移動し、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力 F_{a7} のほうが、第2のモジュール31と可動子4の磁気吸引力 F_{b7} より大きいとき、リニア搬送システム1bのユーザによって磁気吸引力 F_{b7} の大きくなる方向の経路が選択された場合を想定している。

[0055] 図13は、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムの分岐部分で可動子がX方向の負の向きに進行し、段差を通過した後にY方向負の向きに吸引される場合を示す断面図である。図13は、可動子4の進行方向と吸引される方向は図12と同様であるが、分岐部分5において可動子4が経路を決定する際に、第2のモジュール31に吸引される場所が異なる。このとき、電磁力の作用で移動した可動子4の距離 L_s 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{a7} 、 L_{a8} 及び第2のモジュール3と可動子4の電磁力が作用する前後の距離 L_{b7} 、 L_{b8} および電磁力 F_d と、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{a7} 、 F_{a8} 、第1のモジュール2と可動子4の電磁力が作用する前後の磁気吸引力 F_{b7} 、 F_{b8} において以下の式(47)から(52)の関係が成立している。

[0056] [数12]

$$L_{b8} + G = L_{b8'} \quad (47)$$

$$L_{b7'} - L_{a7} > L_s > L_{b7} - L_{a5} \quad (48)$$

$$L_{a8} - L_{a7} = L_{b8} - L_{b7} = L_s \quad (49)$$

$$F_{a7} + F_{b7'} > F_{a7} + F_{b7} > 0 \quad (50)$$

$$F_{a7} + F_{b7} + F_d < 0 \quad (51)$$

$$F_{a8} + F_{b8} < F_{a8} + F_{b8'} < 0 \quad (52)$$

[0057] リニア搬送システム1bは、可動子4が段差8を通り過ぎる前の領域にお

いて、Y方向の正の向きから負の向きへの電磁力を作用させる。段差8を通過前の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb7は、電磁力を作用させることなく段差8を通過した場合の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb7'よりも小さくなっている。段差8の通過前の磁気吸引力Fb7について、電磁力を作用させることなく段差8を通過した場合の磁気吸引力Fb7'と比較して、 $|Fb7| > |Fb7'|$ が成り立つため、可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力は、段差8を通過する前の状態のほうが小さくなる。可動子4に電磁力を作用する前は、式(50)より、 $Fa7 + Fb7 > 0$ の関係が成り立ち、Y方向の正の向きの磁気吸引力が大きくなっている。電磁力を作用させると、電磁力が作用する前の第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb7よりも、第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb8が小さくなり、リニア搬送システム1bは、第2のモジュール31と可動子4のY方向の正の向きの磁気吸引力が大きくなる方向の経路に可動子4を進行させることができる。なお、段差8を通過した後は、第2のモジュール31と可動子4の間隔Lb8'について $La8 > Lb8'$ が成り立つが、第1のモジュール2と可動子4の磁気吸引力Fa8のほうが、第2のモジュール31と可動子4の磁気吸引力Fb8'よりも小さいため、Y方向の正の向きの磁気吸引力が大きくなる方向の経路に誤って進行することはない。

[0058] ここで、図8の段差8を通過した後の電磁力が作用する前の可動子4の状態と、図12の段差8を通過する前の電磁力が作用する前の可動子4の状態が同じであり、以下の式(53)及び式(54)の関係が成り立つ。

[0059] [数13]

$$La7 = La1 \quad (53)$$

$$Lb7 = Lb1' \quad (54)$$

[0060] また、図9の段差8を通過した後の電磁力が作用する前の可動子の状態と、図12の段差8を通過した後の電磁力が作用した後の可動子の状態が同じであり、以下の式(55)及び(56)の関係が成り立つ。

[0061]

[数14]

$$La8 = La3 \quad (55)$$

$$Lb8 = Lb3' \quad (56)$$

[0062] 以上より、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システムでは1bでは、段差8を設けることで、段差8を通過後は、 $|F_{a7} + F_{b7}'| > |F_{a7} + F_{b7}|$ が成り立ち、段差8を通過後に可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力よりも、段差8前の領域において可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。

[0063] 上述したように、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システム1bは、実施の形態1と同様に、第2のモジュール31は磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システム1bによれば、実施の形態1と同様に、搬送路7が分岐する場合でも、分岐部分5で可動子4の側面の一方の側に第2のモジュール3を用いるため、リニア搬送システム1の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム1が大型化しないという効果を奏する。

[0064] さらに、本開示の実施の形態2に係るリニア搬送システム1bでは、は第2のモジュール31に進行方向と垂直な方向に段差8が設けられているため、可動子4をY方向の負の向きに移動させる場合に、段差8のない状態で可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力よりも、段差8のある領域において可動子4をY方向の負の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。可動子4をY方向の正の向きに移動させる場合は、段差8のない状態で可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力よりも、段差8のある領域において可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。また、可動子4をY方向の正の向きに移動させる場合に、段差8が設けられていることで、段差8を通過後の可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力よりも、段差8を通過前の領域における可動子4をY方向の正の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。可動子4をY方向の負の向きに

移動させる場合でも、段差 8 を通過後に可動子 4 を Y 方向の負の向きに移動させる電磁力よりも、段差 8 前の領域において可動子 4 を Y 方向の負の向きに移動させる電磁力のほうが小さくなる。このように、本開示の実施の形態 2 に係るリニア搬送システムでは、より小さい電磁力（電流）で分岐できるため、モータ巻線又はインバータ容量の小型化も可能である。

[0065] また、第 2 のモジュール 3 は、第 1 のモジュール 2 と第 2 のモジュール 3 との可動子 4 の進行方向に垂直な方向の距離が可動子 4 の進行方向に沿って変化する形状であってもよい。このとき、第 1 のモジュール 2 と第 2 のモジュール 3 との可動子 4 の進行方向に垂直な方向の距離は進行方向に沿って狭くなってもよく、広くなってもよい。

[0066] 実施の形態 3.

実施の形態 3 では、本開示の実施の形態 1 と同一の構成要素には同一の符号を使用し、同一または対応する部分についての説明は省略する。以下、図面を参照して、実施の形態 3 に係るリニア搬送システム 1 c について説明する。

[0067] 図 1 4 は、本開示の実施の形態 3 に係るリニア搬送システムの第 1 のモジュール及び第 2 のモジュールを示す断面図である。図 1 4 に示すように、本開示の実施の形態 3 に係るリニア搬送システム 1 c では、実施の形態 1 の構成に加えて、第 2 のモジュール 3 2 には、進行方向に対して垂直な方向に傾斜した傾斜部 9 が設けられている。この傾斜部 9 が設けられていることにより、第 2 のモジュール 3 2 と可動子 4 との距離がなだらかに変化することとなる。なお、この傾斜部 9 の形状は、可動子 4 の進行方向と垂直な方向に対して、第 1 のモジュール 2 との間の距離が狭まるように傾斜してもよく、第 1 のモジュール 2 との間の距離が広がるように傾斜してもよい。

[0068] 上述したように、本開示の実施の形態 3 に係るリニア搬送システム 1 c は、実施の形態 1 と同様に、第 2 のモジュール 3 2 は磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため、本開示の実施の形態 3 に係るリニア搬送システム 1 c によれば、実施の形態 1 と同様に、搬送路 7 が分岐する

場合でも、分岐部分5で第2のモジュール3を用いるため、リニア搬送システム1の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム1が大型化しないという効果を奏する。

[0069] さらに、本開示の実施の形態3に係るリニア搬送システム1cでは、第2のモジュール32と可動子4の距離がなだらかに変化している。このため、可動子4が有する磁石41と第2のモジュール32との間の磁束分布もなだらかに変化することとなり、可動子4に生じるコギング推力を低減することができる。

[0070] 実施の形態4.

実施の形態4では、本開示の実施の形態1と同一の構成要素には同一の符号を使用し、同一または対応する部分についての説明は省略する。以下、図面を参照して、実施の形態4に係るリニア搬送システム1dについて説明する。

[0071] 図15は、本開示の実施の形態4に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。図15に示すように、本開示の実施の形態4に係るリニア搬送システム1dは、実施の形態1の構成に加えて、第2のモジュール33が可動子4の進行方向に垂直な軸に対して、対称な形状である。図15では、一例として、第2のモジュール33に傾斜部9が対称に設けられている場合を示している。第2のモジュール33を可動子4の進行方向に垂直な軸に対して、対称な形状とすることで、第1のモジュール2と可動子4の磁石41の距離と、第2のモジュール33と可動子4の磁石41の距離が一定となる。このときの第2のモジュール33の対称な形状とは、進行方向と垂直な軸に対して線対称な形状でもよく、回転対称な形状であってもよい。なお、進行方向と垂直な面を想定し、その垂直な面に対称な面対称でもよく、対称な形状はこれらに限られない。

[0072] 上述したように、本開示の実施の形態4に係るリニア搬送システム1dは、実施の形態1と同様に、第2のモジュール32は磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため、本開示の実施の形態4に係るリニ

ア搬送システム1dによれば、実施の形態1と同様に、搬送路7が分岐する場合でも、分岐部分5で可動子4の側面の一方の側に第2のモジュール3を用いるため、リニア搬送システム1の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム1が大型化しないという効果を奏する。

[0073] さらに、本開示の実施の形態4に係るリニア搬送システム1dでは、第2のモジュール33が可動子4の進行方向に垂直な軸に対して対称な形状であるため、第1のモジュール2と可動子4の磁石41の距離と、第2のモジュール33と可動子4の磁石41の距離が一定となり、可動子4が非分岐部分6から分岐部分5に乗り移る際に発生するコギング推力を低減することができる。

[0074] 実施の形態5.

実施の形態5では、本開示の実施の形態1と同一の構成要素には同一の符号を使用し、同一または対応する部分についての説明は省略する。以下、図面を参照して、実施の形態5に係るリニア搬送システム1eについて説明する。

[0075] 図16は、本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。図16に示すように、本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システム1eでは、実施の形態1の構成に加えて、搬送路7の非分岐部分6と分岐部分5との間に非分岐部分6から分岐部分5に移動するにしたがって第1のモジュール2と第2のモジュール3との可動子4の進行方向に垂直な方向の距離が小さくなる切り替わり部10を備える。切り替わり部10は、磁性材料で構成され、コイルを有さない。この磁性材料には、可動子4の推進時の損失を極力小さくするために、積層した鋼板等を用いる。切り替わり部10は、第2のモジュール34と一体化していてもよく、可動子4の磁石41と切り替わり部10の距離が徐々に小さくなり、最終的に分岐部分5の第2のモジュール34と可動子4の磁石41の距離と同じになればよい。

[0076] 上述したように、本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システム1eは

、実施の形態1と同様に、第2のモジュール34はコイルを有さない磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため、本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システム1eによれば、実施の形態1と同様に、搬送路7が分岐する場合でも、分岐部分5で可動子4の側面の一方の側に第2のモジュール3を用いるため、リニア搬送システム1の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム1が大型化しないという効果を奏する。

[0077] さらに、本開示の実施の形態5に係るリニア搬送システム1eでは、搬送路7が非分岐部分6から分岐部分5に切り替わる場合に、第2のモジュール34と可動子4の距離が小さくなり、搬送路7が分岐部分5から非分岐部分6に切り替わる場合に、第2のモジュール34と可動子4の距離が大きくなる切り替わり部10とを備える。このため、可動子4が進行方向に移動するにつれて、切り替わり部10と可動子4の磁石41との距離が、徐々に分岐部分5の第2のモジュール34と可動子4の磁石41の距離と等しくなるため、パーミアンスの変化がなだらかになり、コギング推力が低減できる。

[0078] 実施の形態6.

実施の形態6では、本開示の実施の形態1と同一の構成要素には同一の符号を使用し、同一または対応する部分についての説明は省略する。以下、図面を参照して、実施の形態6に係るリニア搬送システム1fについて説明する。

[0079] 図17は、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システムの第1のモジュール及び第2のモジュールを示す断面図である。図17に示すように、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1fでは、実施の形態1の構成に加えて、第2のモジュール35に設けられ、第2のモジュール35を進行方向と垂直な方向に可動し、可動子4の進行方向を変える可動機構11を備える。可動機構11を備えることにより、第2のモジュール35の位置を変えることができ、第2のモジュール35と可動子4の磁石41の距離を任意に調整することが可能となる。

[0080] 図17に示すように、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1

fでは、可動子4が分岐部分5を通過する際に、第2のモジュール35を進行方向と垂直な方向に移動させることで、第2のモジュール35と磁石41の吸引力で可動子4の経路を選択する。可動子4が分岐部分5に侵入した直後は、Y方向の正の向きの吸引力が大きいですが、可動子4の進行に合わせて第2のモジュール35との距離が小さくなるように可動機構11を用いることで、Y方向の負の向きの吸引力が大きくなる。可動子4の全体にはたらく力がY方向の負の向きになることで、可動子4と第2のモジュール35は一緒に移動する。

[0081] また、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1fでは、複数の第2のモジュール35が設けられていてもよく、複数の第2のモジュール35に可動機構11が設けられていてもよい。

[0082] 上述したように、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1fは、実施の形態1と同様に、第2のモジュール35は磁性材料のみで構成され、コイルが巻回されていない。このため、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1fによれば、実施の形態1と同様に、搬送路7が分岐する場合でも、分岐部分5で可動子4の側面の一方の側に第2のモジュール3を用いるため、リニア搬送システム1の重量の増加を防ぎ、リニア搬送システム1が大型化しないという効果を奏する。

[0083] さらに、本開示の実施の形態6に係るリニア搬送システム1fでは、実施の形態1の構成に加えて、第2のモジュール35に設けられ、第2のモジュール35を進行方向と垂直な方向に可動し、可動子4の進行方向を変える可動機構11を備えるため、可動子4が進行方向と垂直な方向に移動する際にコイルからの電磁力を用いないため、可動子4への推進力を低下させることなく、経路が変更できる。

[0084] なお、以上の実施の形態に示した構成は、本開示の内容の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。また本開示の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

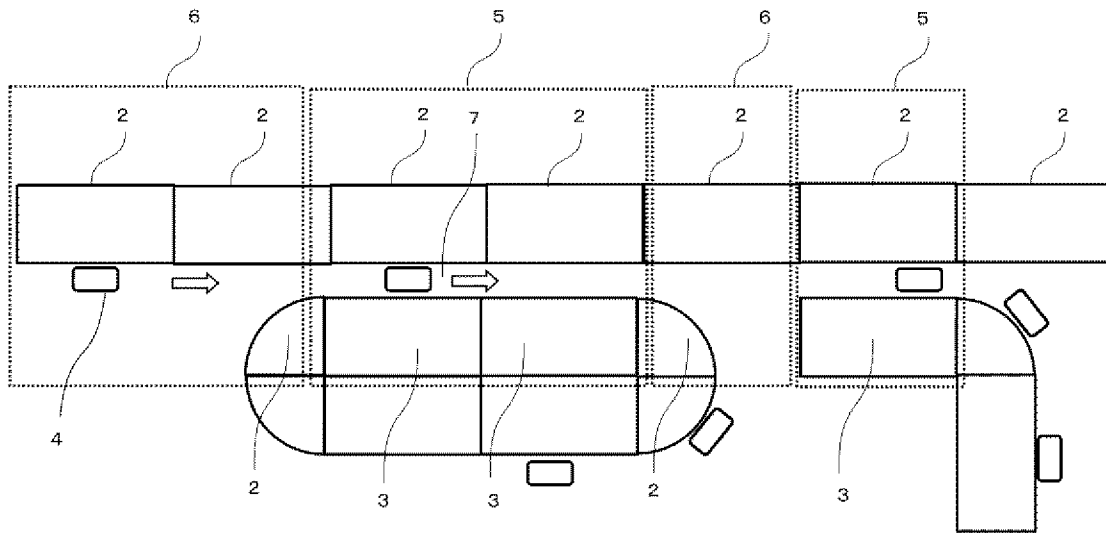
[0085] 1 1 b 1 c 1 d 1 e 1 f リニア搬送システム、2 第1のモジュール、3 3 1 3 2 3 3 3 4 3 5 第2のモジュール、4 可動子、5 分岐部分、6 非分岐部分、7 搬送路、8 段差8、9 傾斜部、10 切り替わり部、11 可動機構、21 鉄心、22 コイル、23 ティース、41 磁石41

請求の範囲

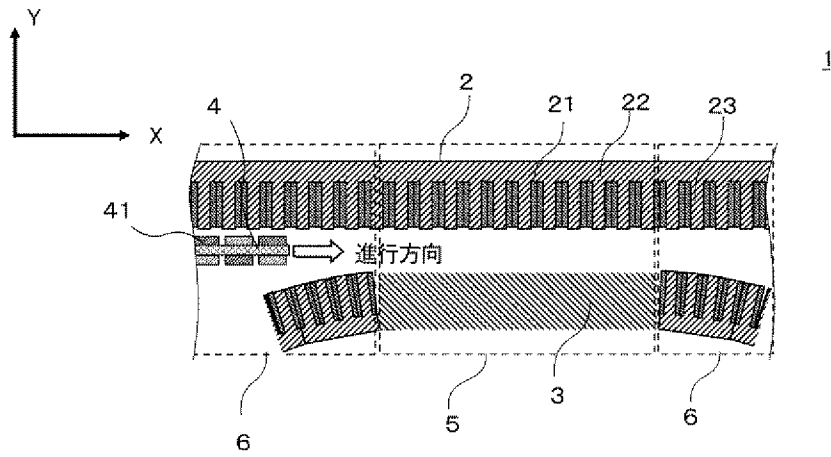
- [請求項1] 側面に磁石が配置された可動子と、
複数のコイルを有し、前記複数のコイルの電磁力により前記可動子を移動させる第1のモジュール及びコイルを有さない磁性材料で形成された第2のモジュールが前記可動子の進行方向に沿って配置された搬送路と、を備え、
前記搬送路は、
前記可動子の前記側面の一方の側に前記第1のモジュールが配置された非分岐部分と、
前記可動子の前記側面の一方の側に前記第1のモジュールが配置され、他方の側に前記第2のモジュールが配置された分岐部分と、
を備えることを特徴とするリニア搬送システム。
- [請求項2] 前記分岐部分で前記可動子が進行する場合に、前記可動子に作用する前記進行方向と垂直な方向の力が、前記第1のモジュールによる電磁力よりも前記第2のモジュールによる電磁力のほうが大きくなることで、前記可動子と前記第2のモジュールの前記進行方向に垂直な距離が小さくなることを特徴とする請求項1に記載のリニア搬送システム。
- [請求項3] 前記分岐部分で前記可動子が進行する場合に、前記可動子に作用する前記進行方向と垂直な方向の力が、前記第1のモジュールによる電磁力よりも前記第2のモジュールによる電磁力のほうが小さくなることで、前記可動子と前記第2のモジュールの前記進行方向に垂直な距離が大きくなることを特徴とする請求項1に記載のリニア搬送システム。
- [請求項4] 前記第2のモジュールは、前記第1のモジュールと前記第2のモジュールとの前記可動子の前記進行方向に垂直な方向の距離が前記進行方向に沿って変化する形状であることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載のリニア搬送システム。

- [請求項5] 前記第2のモジュールは、前記可動子の前記進行方向と垂直な方向に段差が設けられている請求項4に記載のリニア搬送システム。
- [請求項6] 前記第2のモジュールは、前記可動子の前記進行方向と垂直な方向に対して傾斜した傾斜部が設けられている請求項4に記載のリニア搬送システム。
- [請求項7] 前記第2のモジュールは、前記可動子の前記進行方向に垂直な軸に対して、対称な形状である請求項1から6のいずれか1項に記載のリニア搬送システム。
- [請求項8] 前記搬送路の前記非分岐部分と前記分岐部分との間に設けられ、前記非分岐部分から前記分岐部分に移動するにしたがって前記第1のモジュールと前記第2のモジュールとの前記可動子の前記進行方向に垂直な方向の距離が小さくなる切り替わり部を備える請求項1から7のいずれか1項に記載のリニア搬送システム。
- [請求項9] 前記第2のモジュールを前記可動子の前記進行方向と垂直な方向に可動させる可動機構を備える請求項1から8のいずれか1項に記載のリニア搬送システム。
- [請求項10] 前記第2のモジュールが前記可動子の前記進行方向に沿って複数設けられ、複数の前記第2のモジュールに前記可動機構が設けられている請求項9に記載のリニア搬送システム。

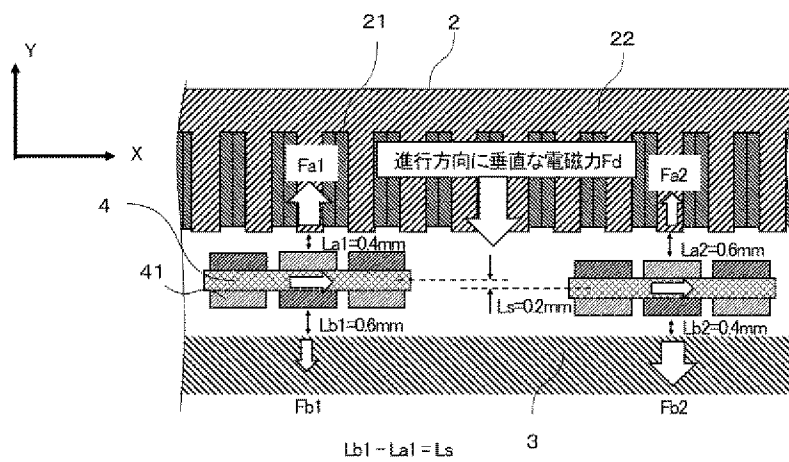
[図1]



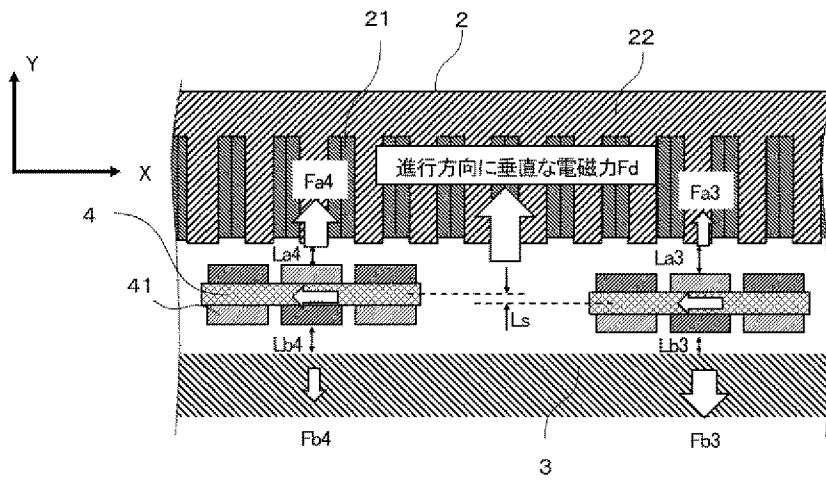
[図2]



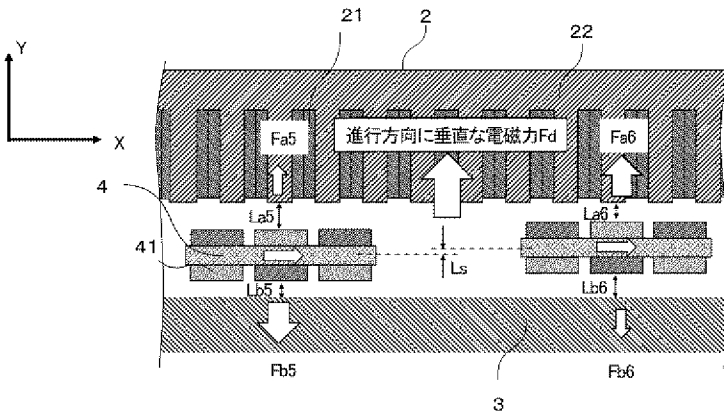
[図3]



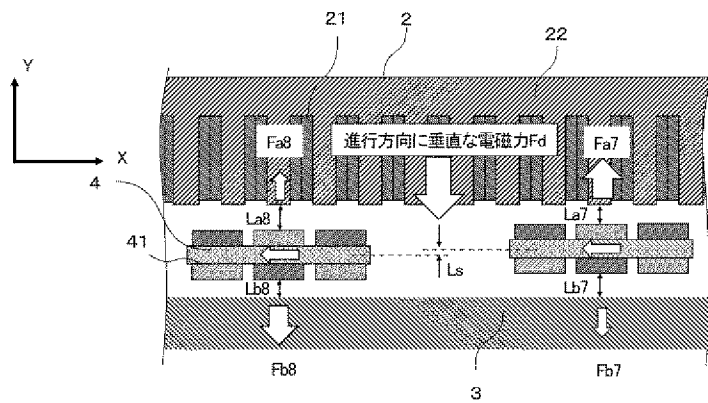
[図4]



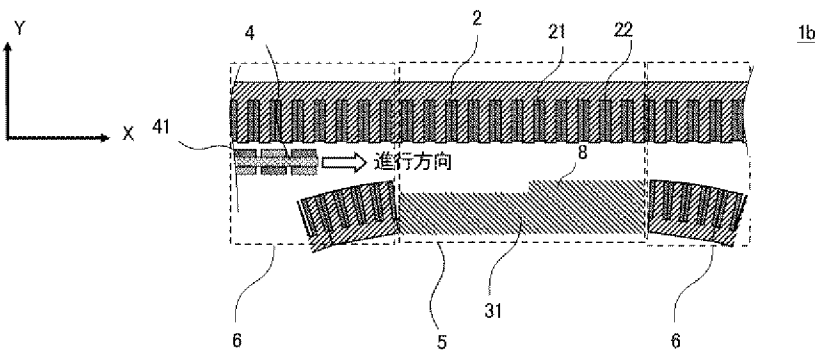
[図5]



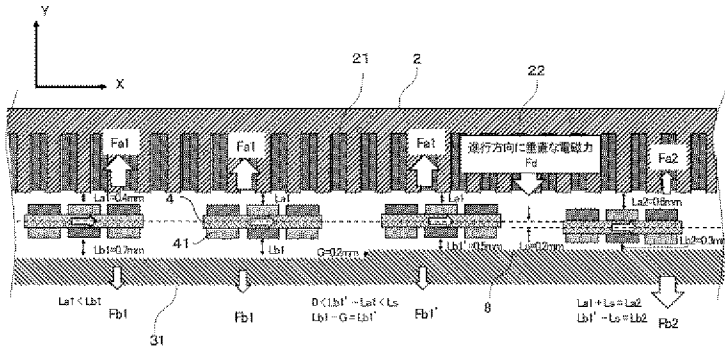
[図6]



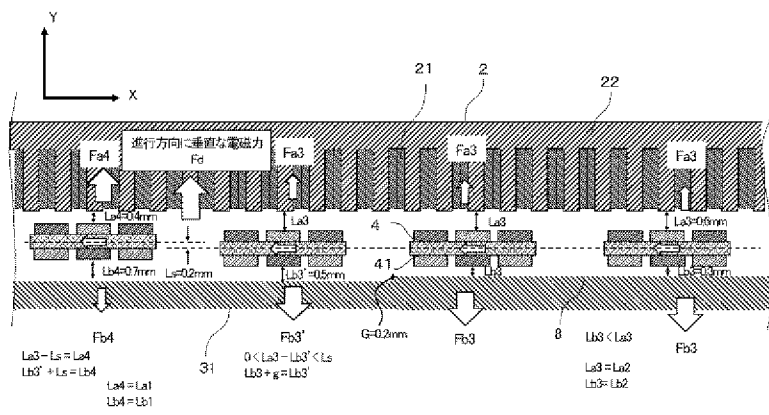
[図7]



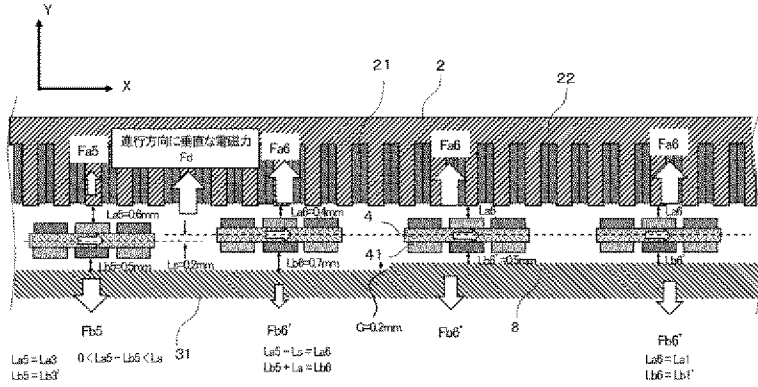
【図8】



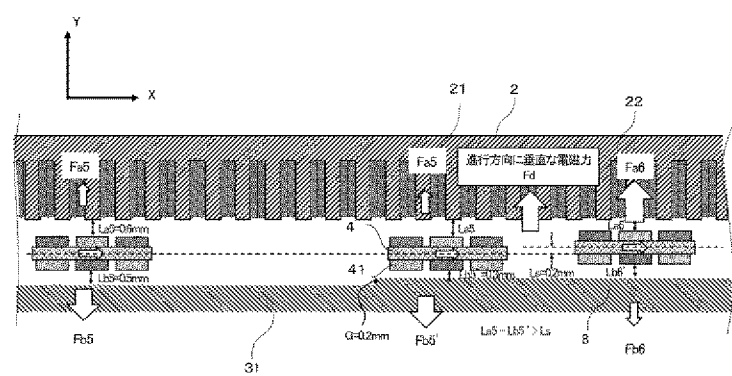
【図9】



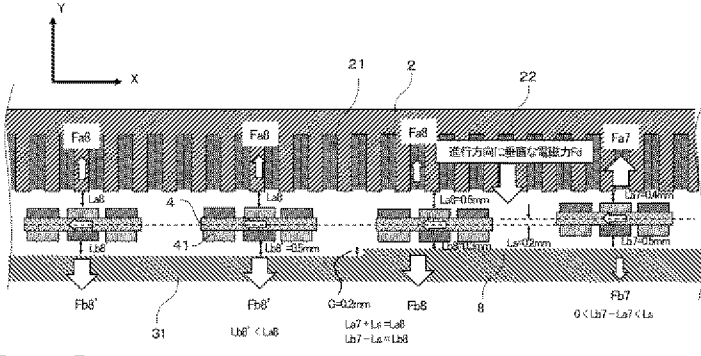
【図10】



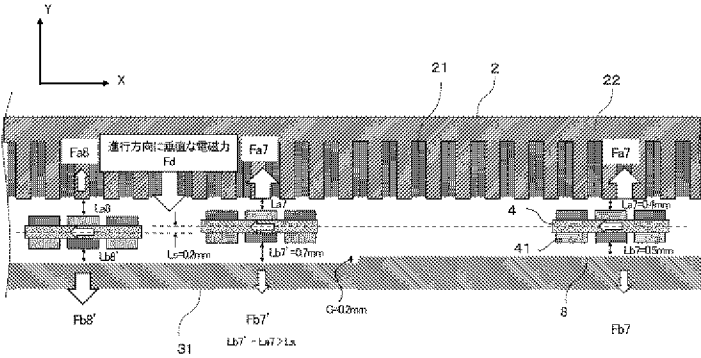
【図11】



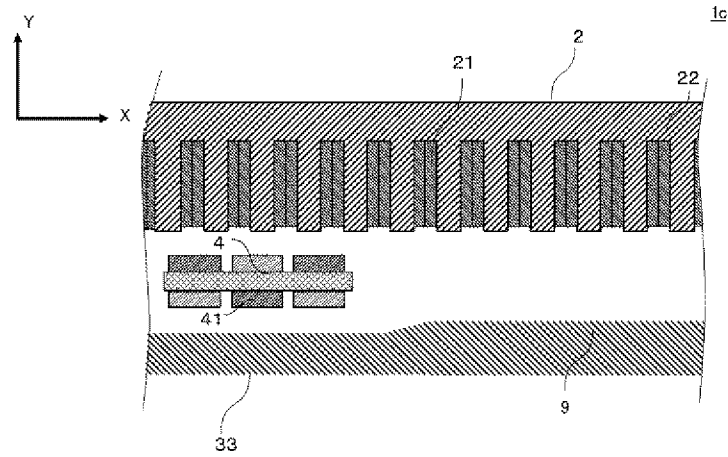
[図12]



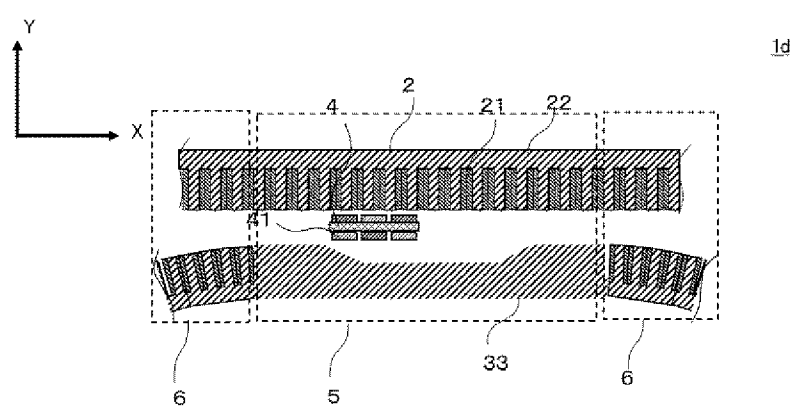
[図13]



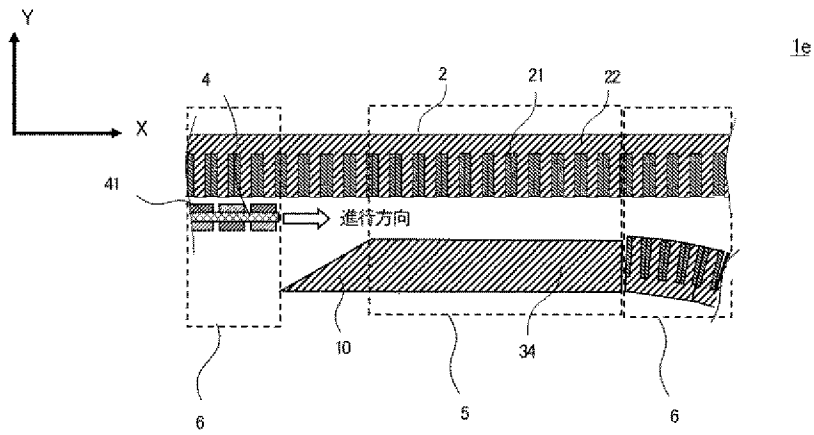
[図14]



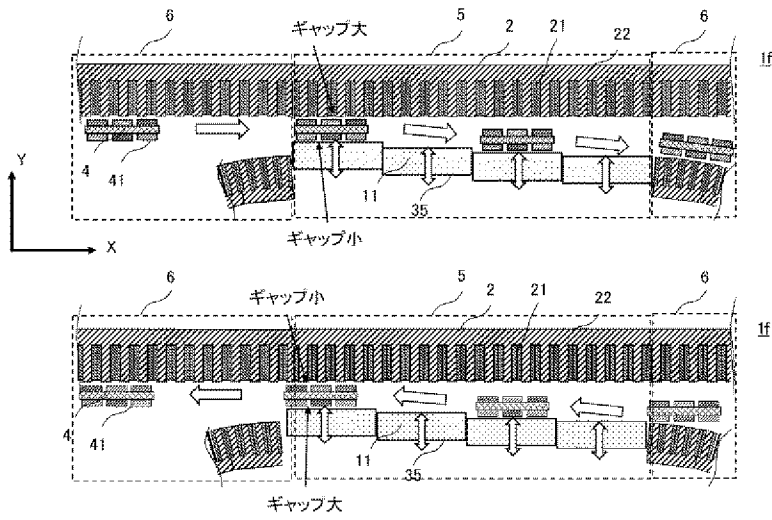
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/016134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B65G 54/02</i> (2006.01) 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		
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.
X	US 2019/0389675 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 26 December 2019 (2019-12-26) paragraph [0087], fig. 6	1-3
A	paragraph [0087], fig. 6	4-10
A	JP 7262680 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 21 April 2023 (2023-04-21)	1-10
A	US 2020/0180872 A1 (KRONES AG) 11 June 2020 (2020-06-11)	1-10
A	WO 2019/171456 A1 (FUJI CORPORATION) 12 September 2019 (2019-09-12)	1-10
A	JP 7238149 B2 (FUJI CORPORATION) 13 March 2023 (2023-03-13)	1-10
A	JP 2020-129854 A (FUJI CORPORATION) 27 August 2020 (2020-08-27)	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 04 July 2023		Date of mailing of the international search report 18 July 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/JP2023/016134

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2019/0389675 A1	26 December 2019	US 2021/0354935 A1 WO 2018/161160 A1 CN 110753670 A	
JP 7262680 B1	21 April 2023	(Family: none)	
US 2020/0180872 A1	11 June 2020	WO 2018/210569 A1 DE 102017208455 A1 CN 110809530 A	
WO 2019/171456 A1	12 September 2019	(Family: none)	
JP 7238149 B2	13 March 2023	(Family: none)	
JP 2020-129854 A	27 August 2020	(Family: none)	

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		
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
X	US 2019/0389675 A1 (ATS AUTOMATION TOOLING SYSTEMS INC.) 26.12.2019 (2019 - 12 - 26)	1-3
A	段落[0087], 図6	4-10
A	JP 7262680 B1 (三菱電機株式会社) 21.04.2023 (2023 - 04 - 21)	1-10
A	US 2020/0180872 A1 (KRONES AG) 11.06.2020 (2020 - 06 - 11)	1-10
A	WO 2019/171456 A1 (株式会社FUJI) 12.09.2019 (2019 - 09 - 12)	1-10
A	JP 7238149 B2 (株式会社FUJI) 13.03.2023 (2023 - 03 - 13)	1-10
A	JP 2020-129854 A (株式会社FUJI) 27.08.2020 (2020 - 08 - 27)	1-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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	
04.07.2023	18.07.2023	
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） 内田 菜李 3F 1142 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/JP2023/016134

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2019/0389675	A1	26.12.2019	US	2021/0354935	A1	
				WO	2018/161160	A1	
				CN	110753670	A	

JP	7262680	B1	21.04.2023	(ファミリーなし)			

US	2020/0180872	A1	11.06.2020	WO	2018/210569	A1	
				DE	102017208455	A1	
				CN	110809530	A	

WO	2019/171456	A1	12.09.2019	(ファミリーなし)			

JP	7238149	B2	13.03.2023	(ファミリーなし)			

JP	2020-129854	A	27.08.2020	(ファミリーなし)			
