

明 細 書

発明の名称：天井搬送システム

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、天井搬送システムに関する。

背景技術

[0002] 格子状に配置されたレール上を走行する走行部、及び、走行部から懸垂されレールの下側で物品を保持する本体部を有する天井搬送車と、天井搬送車の動作を制御する制御部と、を備えた天井搬送システムが知られている。例えば特許文献1に記載された天井搬送システムでは、走行部は、本体部の4つのコーナー部のそれぞれにステアリング可能に設けられた走行車輪を含んでいる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2018/037762号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述したような天井搬送システムでは、レールは、複数の直線状レール及び複数の交差部レールを含み、直線状レール及び交差部レールは、第1方向及び第1方向に垂直な第2方向のそれぞれにおいて、隙間をあけて交互に配置される。このような天井搬送システムでは、走行時だけでなく、走行車輪をステアリングさせるステアリング時においても、走行車輪が当該隙間に落ち込むことに起因して、振動が発生する場合がある。

[0005] そこで、本発明の一側面は、ステアリング時における振動を抑制することが可能な天井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] 本発明の一側面に係る天井搬送システムでは、少なくとも一部が格子状に配置されたレール上を走行する走行部、及び、走行部から懸垂されレールの

下側で物品を保持する本体部を有する天井搬送車と、天井搬送車の動作を制御する制御部と、を備え、走行部は、本体部の4つのコーナー部のそれぞれにステアリング可能に設けられた走行車輪を含み、レールは、複数の直線状レール及び複数の交差部レールを含み、直線状レール及び交差部レールは、第1方向及び第1方向に垂直な第2方向のそれぞれにおいて、隙間をあけて交互に配置され、制御部は、4つの走行車輪がそれぞれ異なる交差部レール上に位置する状態で走行車輪をステアリングさせるステアリング制御を実行し、ステアリング制御における走行車輪のステアリング中心は、交差部レール上における走行車輪の接地点よりも本体部の内側に位置するように設けられている。

[0007] この天井搬送システムでは、走行車輪をステアリングさせるステアリング時において、直線状レール及び交差部レール間の隙間を跨ぐように走行車輪を転動させる必要がなくなり、走行車輪が隙間に落ち込むこともない。よって、ステアリング時における振動を抑制することが可能となる。

[0008] 本発明の一側面に係る天井搬送システムでは、走行部は、走行車輪に対する走行方向の前側及び後側の少なくとも一方に配置された補助車輪を含んでもよい。この構成では、レールに沿って第1方向又は第2方向に直線的に天井搬送車が走行する走行時に、走行車輪が隙間に落ち込むことを補助車輪により抑制することができ、振動を抑えることが可能となる。

[0009] 本発明の一側面に係る天井搬送システムでは、補助車輪の下端は、走行車輪の下端よりも高い位置に位置し、直線状レールの端部には、補助車輪が乗上げ可能に設けられ、補助車輪の下端と走行車輪の下端との差に応じた高さの嵩上げ部が設けられていてもよい。この構成では、レールに沿って第1方向又は第2方向に直線的に天井搬送車が走行する走行時において、走行車輪が隙間に落ち込むことを補助車輪及び嵩上げ部により抑制しつつ、走行車輪がレール上に接触しているときには補助車輪がレール及び嵩上げ部上に接触することを抑制でき、補助車輪の摩耗を抑えることが可能となる。

[0010] 本発明の一側面に係る天井搬送システムでは、補助車輪は、ステアリング

制御の実行時において、嵩上げ部から外れた位置に位置していてもよい。この構成では、ステアリング時に補助車輪が嵩上げ部上に接触することを抑制でき、補助車輪の摩耗を抑えることが可能となる。

発明の効果

[0011] 本発明の一側面によれば、ステアリング時における振動を抑制することが可能な天井搬送システムを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、一実施形態に係る天井搬送システムの一部を示す正面図である。

[図2]図2は、図1の天井搬送システムの一部を示す平面図である。

[図3]図3は、図1の天井搬送車による搬送容器の受渡しの例を示す正面図である。

[図4]図4（A）は、図1の走行部及び連結部を拡大して示す平面図である。

図4（B）は、図1の走行部及び連結部を拡大して示す正面図である。図4

（C）は、図1の走行部及び連結部を拡大して示す側面図である。

[図5]図5は、図1の走行車輪及び補助車輪におけるレールの接触高さの一例を示す図である。

[図6]図6（A）は、図1の天井搬送車が直線状レールと交差部レールとの間を跨いで移動する際の動作を示す図である。図6（B）は、図6（A）の続きの動作状態を示す図である。図6（C）は、図6（B）の続きの動作状態を示す図である。

[図7]図7は、ステアリング制御における走行車輪を説明する平面図である。

[図8]図8（A）は、ステアリング制御における走行車輪及び補助車輪を説明する斜視図である。図8（B）は、図8（A）の続きの動作状態を示す斜視図である。

[図9]図9（A）は、図8（B）の続きの動作状態を示す斜視図である。図9（B）は、図9（A）の続きの動作状態を示す斜視図である。

[図10]図10は、図9（B）の続きの動作状態を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、実施形態について図面を参照しながら説明する。図面においては、便宜上、一部分を大きく又は強調して記載する等、適宜に縮尺を変更して表現している。
- [0014] 以下の各図において、 XYZ 座標系を用いて図中の方向を説明する。 XYZ 座標系においては、水平面に平行な平面を XY 平面とする。 XY 平面において天井搬送車100の走行方向であって一の直線方向を便宜上 Y 方向と表記し、 Y 方向に直交する方向を X 方向と表記する。また、 XY 平面に垂直な方向は Z 方向と表記する。 X 方向、 Y 方向及び Z 方向のそれぞれは、図中の座標軸の矢印の方向が $+$ 方向であり、矢印の方向と反対の方向が $-$ 方向であるものとして説明する。また、 Z 方向を軸とする回転方向を θZ 方向と表記する。
- [0015] 図1は、天井搬送システム $SY S$ を示す正面図である。図2は、天井搬送システム $SY S$ の一部を示す平面図である。図1及び図2に示されるように、天井搬送システム $SY S$ は、例えば、半導体製造工場のクリーンルームにおいて、半導体ウエハを収容する $F O U P$ 、あるいはレチクルを収容するレチクル $P o d$ 等の搬送容器 M を物品として搬送するシステムである。天井搬送システム $SY S$ は、レール R と、天井搬送車100と、を備える。
- [0016] レール R は、クリーンルーム等の建屋の天井付近に敷設されている。レール R は、不図示の固定部材により天井 C から吊り下げられた状態で固定される。レール R は、その少なくとも一部が格子状に配置されている。レール R は、複数の直線状レール $R 1$ と、複数の交差部レール $R 2$ とを有する。直線状レール $R 1$ 及び交差部レール $R 2$ は、 X 方向（第1方向）及び Y 方向（第2方向）にそれぞれ隙間 S を空けて交互に配置される。
- [0017] レール R の交差部分では、1つの交差部レール $R 2$ の $+$ X 側、 $-X$ 側、 $+$ Y 側、及び $-Y$ 側のそれぞれに直線状レール $R 1$ が配置され、このような配置が X 方向及び Y 方向に繰り返される。直線状レール $R 1$ と交差部レール $R 2$ とは、レールジョイント $R J$ 等の連結機構によってレール R の上部側で連

結される。直線状レール R 1 と交差部レール R 2 との間に形成された隙間 S は、天井搬送車 1 0 0 が走行する際に、連結部 3 0 が通過する部分である。直線状レール R 1 の長手方向の端部には、後述する嵩上げ部 K A が設けられている。なお、説明の便宜上、図 1 及び図 3 では嵩上げ部 K A の表示を省略する。

[0018] 天井搬送車 1 0 0 は、本体部 1 0 と、走行部 2 0 と、連結部 3 0 と、制御部 4 0 と、を有する。天井搬送車 1 0 0 は、レール R に沿って走行し、搬送容器 M を搬送する。天井搬送車 1 0 0 は、天井搬送システム S Y S において、1 台であることに限定されず、複数台が用いられてもよい。複数の天井搬送車 1 0 0 のそれぞれによって搬送容器 M を搬送することにより、高密度な搬送が可能となる。

[0019] 本体部 1 0 は、レール R の下方（－Z 側）に配置される。本体部 1 0 は、平面視で 4 つのコーナー部を有する矩形状に形成される。また、本体部 1 0 は、平面視で格子状のレール R の一区画内に収まる寸法に形成される。このため、隣り合うレール R を走行する他の天井搬送車 1 0 0 とすれ違うことが可能であり、レール R に複数の天井搬送車 1 0 0 を配置した場合に、各天井搬送車 1 0 0 が互いに干渉することなく走行できる範囲を拡げることができる。本体部 1 0 は、走行部 2 0 から懸垂される。

[0020] 本体部 1 0 は、移載装置 1 2 を有する。移載装置 1 2 は、レール R の下方で搬送容器 M を保持し、且つ、レール R の下方における所定の載置箇所に対して搬送容器 M を移載可能である。移載装置 1 2 は、搬送容器 M のフランジ部 M a を把持する把持部 1 3 を備え、搬送容器 M を吊り下げて保持する。把持部 1 3 は、複数のベルトあるいはロープ等の吊り下げ部材に接続される。移載装置 1 2 は、この吊り下げ部材を不図示のホイスト等で繰り出し又は巻き取ることにより把持部 1 3 を昇降させ、レール R の下方に配置された保管装置 1 4 の棚部 1 5（図 3 参照）あるいは搬入搬出部、又は加工装置等の搬入搬出部等との間で搬送容器 M の受渡しを行う。

[0021] 図 3 は、天井搬送車 1 0 0 による搬送容器 M の受渡しの一例を示す正面図

である。図3に示されるように、搬送容器Mは、天井搬送車100と、保管装置14の棚部15との間で受け渡される。保管装置14は、天井搬送車100の走行経路の下方に配置され、棚部15及び吊り棒16を備える。棚部15は、吊り棒16により天井Cに吊り下げられる。棚部15には、不図示の複数のピンが突出して設けられ、搬送容器Mを棚部15に載置した際、複数のピンが搬送容器Mの底面に備える溝部に入り込んで、搬送容器Mを位置決めする。

[0022] 図示した保管装置14は、天井搬送車100の走行経路の下方において、吊り下げ構造で配置された搬送容器Mの仮置き用の保管装置である。保管装置14として図示の構造に限定するものではなく、例えば、床上に設置されて上下に複数の載置用の棚を有する保管装置、あるいは加工装置の近傍に設置されて搬送容器Mを一時的に保管する保管装置等であってもよい。

[0023] 移載装置12は、搬送容器Mを水平方向（X方向又はY方向）に移動させる横出し機構を備えてもよい。横出し機構を駆動することにより、移載装置12は、本体部10から水平方向に突出する。したがって、搬送容器Mの移載箇所が本体部10の下方からずれている場合でも、横出し機構によって移載装置12を移載箇所の上方に位置させることができ、移載装置12の横出し後に搬送容器Mを昇降させることにより、本体部10の下方からずれた移載箇所との間で搬送容器Mの受渡しが可能となる。また、移載装置12は、保持している搬送容器Mを、上下方向を軸として回転させる回転機構を備えてもよい。

[0024] 図1及び図2に示されるように、走行部20は、レールR上を走行する。走行部20は、走行車輪21と、補助車輪22と、を有する。走行車輪21は、本体部10の4つのコーナー部のそれぞれに、ステアリング（旋回）可能に設けられている。走行車輪21は、直線状レールR1及び交差部レールR2を含むレールR上に接触する。走行車輪21の外径は、隙間Sの長さより大きく設定される。走行車輪21は、後述する連結部30に回転可能に支持される。走行車輪21には、レールRと接触する周面にゴム等が張り付け

られて滑り止め加工が施されてもよい。

[0025] 補助車輪 22 は、走行車輪 21 に対する走行方向の前側及び後側のそれぞれに 1 つずつ配置されている。以下、前後の補助車輪 22 を区別して説明する場合には、走行車輪 21 の前側に配置される補助車輪 22 を前側補助車輪 22 F と表記し、走行車輪 21 の後側に配置される補助車輪 22 を後側補助車輪 22 B と表記する。2 つの補助車輪 22 は、走行車輪 21 と同様に、それぞれ後述する連結部 30 に回転可能に支持される。2 つの補助車輪 22 の回転軸は互いに平行であるが、これに限定されず、互いに平行でなくてもよい。

[0026] 2 つの補助車輪 22 は、走行車輪 21 の走行方向の前後に配置されるので、これら走行車輪 21 及び 2 つの補助車輪 22 は、走行方向に並んだ状態となる。2 つの補助車輪 22 は、それぞれ走行車輪 21 よりも内側に配置される。補助車輪 22 には、レール R と接触する周面に摩擦を低減する加工が施されてもよい。この場合、補助車輪 22 は、レール R に対する摩擦係数が走行車輪 21 よりも小さくなる。なお、補助車輪 22 と走行車輪 21 との間隔は、隙間 S の距離よりも大きく設定される。補助車輪 22 は、走行車輪 21 に比べて直径が小さい。このため、走行部 20 の全長を短くすることができる。前側補助車輪 22 F と後側補助車輪 22 B とは、直径が同一であるが、これに限定されず、互いに異なる直径であってもよい。

[0027] 連結部 30 は、連結部材 31 と、走行駆動部 32 と、位置検出部 33 と、旋回駆動部 34 と、を有する。連結部材 31 は、本体部 10 の 4 つのコーナ一部分のそれぞれに 1 つずつ配置される。連結部材 31 により、本体部 10 と走行車輪 21（補助車輪 22）とが連結される。連結部材 31 は、旋回軸 AX を中心として θZ 方向にステアリング可能に設けられている。連結部材 31 が旋回することにより、走行車輪 21 及び補助車輪 22 は、 θZ 方向に旋回して走行方向を変更することが可能である。

[0028] 走行駆動部 32 は、連結部材 31 に取り付けられる。走行駆動部 32 は、走行車輪 21 を駆動する。走行駆動部 32 は、4 つのコーナ一部分のうち対角

となる2つのコーナー部に配置された連結部材31に装着される。したがって、4つの走行車輪21のうち走行駆動部32によって駆動される2つの走行車輪21が駆動輪となる。駆動輪を対角に配置することにより、一方の走行車輪21が隙間Sにある場合でも他方の走行車輪21がレールR上に位置するので、駆動力を継続的に発生させることができる。

[0029] 走行駆動部32は、例えばモータ等の駆動源35と、後述する伝達機構36と、を有する。駆動源35の不図示の出力軸は、伝達機構36を介して走行車輪21の軸部21a（図4参照）に接続される。また、駆動源35は、連結部材31に固定される。したがって、駆動源35は、連結部材31の旋回時に一体となって θ Z方向に旋回する。なお、駆動源35は、平面視において、本体部10の範囲内に収まるように配置される。これにより、駆動源35が旋回した場合でも本体部10から外側に突出するのを防止できる。また、2つの駆動源35が、平面視で、本体部10の中心点を基準として点対象に配置されるので、比較的重量が大きい駆動源35を本体部10にバランスよく配置できる。

[0030] 位置検出部33は、連結部材31に装着される。位置検出部33は、伝達機構36を介して走行車輪21と接続されている。位置検出部33は、走行車輪21の回転量等を検出することにより、天井搬送車100の位置を検出可能である。位置検出部33は、4つの連結部材31のうち、走行駆動部32が設けられない他の2つの連結部材31に装着される。位置検出部33は、例えば、走行車輪21の軸部21a（図4参照）の回転量に基づいて走行車輪21の走行距離（天井搬送車100の位置）を検出する。また、位置検出部33は、駆動源35の端部にも設けられる。駆動源35に設けられる位置検出部33は、駆動源35の出力軸あるいは走行車輪21の回転位置等を検出する。位置検出部33としては、例えば、ロータリーエンコーダ等が用いられる。

[0031] 位置検出部33の検出結果は、例えば、制御部40等に送られる。制御部40は、2つの位置検出部33からの検出結果を互いに補完することにより

、例えば1つの走行車輪21が隙間Sに位置して回転しない場合であっても、他の走行車輪21の位置検出部33による検出結果を用いることで天井搬送車100の位置を正確に検出することができる。

[0032] 旋回駆動部34は、連結部材31ごとに本体部10に設けられる。旋回駆動部34は、モータ等の不図示の駆動源を有し、連結部材31を旋回軸AXまわりに旋回させる。旋回駆動部34は、制御部40により制御される。なお、旋回駆動部34は、連結部材31ごとに設けられることに限定されず、1つの旋回駆動部34により複数の連結部材31を旋回駆動する構成であってもよい。

[0033] 制御部40は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory) 及びRAM (Random Access Memory) 等からなるコンピュータである。制御部40は、例えばROMに格納されているプログラムがRAM上にロードされてCPUで実行されるソフトウェアとして構成することができる。制御部40は、電子回路等によるハードウェアとして構成されてもよい。制御部40は、一つの装置で構成されてもよいし、複数の装置で構成されてもよい。複数の装置で構成されている場合には、これらがインターネット又はイントラネット等の通信ネットワークを介して接続されることで、論理的に一つの制御部40が構築される。

[0034] 制御部40は、天井搬送車100の動作を制御する。制御部40は、走行駆動部32及び旋回駆動部34等の各部の動作を統括的に制御する。制御部40は、例えば本体部10に設けられるが、本体部10の外部に設けられてもよい。また、制御部40は、外部の上位制御装置からの指示により各部の動作を制御してもよい。制御部40は、4つの走行車輪21がそれぞれ異なる交差部レールR2上に位置する状態で、旋回軸AXを中心として θ Z方向に走行車輪21をステアリング（旋回）させるステアリング制御を実行する。ステアリング制御では、天井搬送車100の走行方向をY方向からX方向又はX方向からY方向に変更させる。

[0035] 図4（A）、図4（B）及び図4（C）は、走行部20及び連結部30を

拡大して示す平面図、正面図及び側面図である。図4（A）、図4（B）及び図4（C）に示されるように、走行部20の走行車輪21は、水平方向に沿った軸部21aにより回転可能に設けられている。軸部21aは、連結部30に支持されている。また、2つの補助車輪22は、それぞれ水平方向に沿った軸部22aにより回転可能に設けられている。各軸部22aは、連結部30に支持されている。軸部22aは、走行車輪21の軸部21aと平行に配置されるが、これに限定されず、軸部21aと軸部22aとが平行でなくてもよい。

[0036] 連結部30の連結部材31は、車輪支持部31aと、中間部31bと、本体連結部31cと、を有する。車輪支持部31aは、レールRの側方に配置される。車輪支持部31aは、上記した走行車輪21の軸部21a及び補助車輪22の軸部22aを回転可能に支持する。中間部31bは、車輪支持部31aから下方に延び、レールRの隙間Sの長さより短い寸法の厚さを持った板状に形成されている。この中間部31bにより、連結部30が隙間Sを通過可能となる。本体連結部31cは、中間部31bの下方に配置され、レールRの-Z側に配置されている。本体連結部31cは、本体部10の上面に対して、回転軸AXを中心軸とするベアリング（不図示）を介してθZ方向に回転可能に連結されている。このような連結部材31は、本体部10上において、回転軸AXを中心にθZ方向に回転可能である。連結部材31は、平面視で回転軸AXが本体部10の縁に近接するように構成されている。連結部材31は、ステアリング制御の実行時において、平面視で回転軸AXが交差部レールR2上の走行車輪21の接地点よりも本体部10の内側に位置するように構成されている（詳しくは、後述）。

[0037] 連結部30の伝達機構36は、駆動源35（図1参照）で発生した駆動力を伝達する。伝達機構36は、駆動源側ギア36aと、中間ギア36bと、走行車輪側ギア36cと、を有する。駆動源側ギア36a、中間ギア36b及び走行車輪側ギア36cは、上下方向に直線状に並んで配置されるが、この配置に限定するものではない。駆動源側ギア36aは、水平方向に沿った

回転軸を中心として回転可能である。駆動源側ギア 36 a は、駆動源 35 の出力軸に接続され、中間ギア 36 b に噛み合っている。中間ギア 36 b は、水平方向に沿った回転軸を中心として回転可能であり、走行車輪側ギア 36 c に噛み合っている。走行車輪側ギア 36 c は、走行車輪 21 の軸部 21 a に接続される。したがって、駆動源 35 の出力軸が回転することにより、駆動源側ギア 36 a、中間ギア 36 b、及び走行車輪側ギア 36 c を介して、所定の減速比で走行車輪 21 に回転駆動力が伝達される。なお、伝達機構 36 は、上記のような複数のギアを組み合わせた構成に限定されず、ベルトあるいはチェーン等を用いる構成でもよい。

[0038] 図 5 は、走行車輪 21 及び補助車輪 22 におけるレール R の接触高さの一例を示す図である。図 5 に示されるように、補助車輪 22 は、レール R に対する接触高さが走行車輪 21 のレール R に対する接触高さよりも高い。つまり、補助車輪 22 の下端は、走行車輪 21 の下端よりも高い位置に位置する。これにより、通常走行時においては、走行車輪 21 がレール R に接触し、そのときの補助車輪 22 は、レール R に対して Z 方向に空隙 D をあけた状態となる。なお、空隙 D は、補助車輪 22 の下端と走行車輪 21 の下端との差に対応する。空隙 D は、例えば $100\ \mu\text{m}$ から $1\ \text{mm}$ に設定されるが、空隙 D の大きさは任意に設定可能である。

[0039] また、前側補助車輪 22 F の空隙 D と後側補助車輪 22 B の空隙 D とは、同一に設定されている。前側補助車輪 22 F の直径と後側補助車輪 22 B の直径とは、同一に形成されている。補助車輪 22 は、レール R に対する摩擦係数が走行車輪 21 よりも小さい。これにより、走行車輪 21 を旋回させる場合、補助車輪 22 の周面がレール R の上を滑るように移動しやすくなり、走行車輪 21 における走行方向の変更を容易に行うことができる。

[0040] 図 6 (A)、図 6 (B) 及び図 6 (C) は、天井搬送車 100 が直線状レール R1 と交差部レール R2 との間を跨いで移動する際の動作を示す図である。図 6 (A)、図 6 (B) 及び図 6 (C) に示されるように、直線状レール R1 の端部には、補助車輪 22 が乗上げ可能に設けられた嵩上げ部 K A が

設けられている。嵩上げ部K Aは、直線状レールR 1 上において上方に隆起する部分である。嵩上げ部K Aは、直線状レールR 1 の幅方向において、走行車輪2 1 が接触せず且つ補助車輪2 2 のみが接触する外側の領域に形成されている。嵩上げ部K Aの高さは、補助車輪2 2 の下端と走行車輪2 1 の下端との差に応じた高さとしてされている。ここでの嵩上げ部K Aの高さは、空隙D（図6参照）よりも低い高さとしてされている。

[0041] 図6（A）に示されるように、天井搬送車1 0 0が直線状レールR 1 から交差部レールR 2 に向けて矢印方向に走行する場合において、走行車輪2 1 が直線状レールR 1 を走行し、直線状レールR 1 と接触しているとき、前側補助車輪2 2 F及び後側補助車輪2 2 Bは、直線状レールR 1 から空隙D（図6参照）が上方に離れている。このとき、前側補助車輪2 2 Fが隙間Sに差し掛かっているが、走行車輪2 1 が直線状レールR 1 に接触しているため、前側補助車輪2 2 Fは、隙間Sの上方に保持される。したがって、前側補助車輪2 2 Fが隙間Sに達しても本体部1 0に振動等が生じない。

[0042] 続いて、図6（B）に示されるように、走行車輪2 1 が直線状レールR 1 から隙間Sに差し掛かると、前側補助車輪2 2 Fが交差部レールR 2 上に配置され、後側補助車輪2 2 Bが直線状レールR 1 の嵩上げ部K A上に配置される。したがって、走行車輪2 1 が隙間Sに入り込んでも、走行車輪2 1 が隙間Sに落ち込む量が抑制されるため、走行車輪2 1 の上下動が小さくなり、本体部1 0（搬送容器M）に与える振動が抑制される。

[0043] 続いて、図6（C）に示されるように、走行車輪2 1 が隙間Sから交差部レールR 2 に移り、後側補助車輪2 2 Bが直線状レールR 1 から隙間S上に差し掛かる。このとき、走行車輪2 1 が隙間Sに落ち込む量が抑制されていることから、走行車輪2 1 が隙間Sから出るときの上昇量も小さくなり、本体部1 0に与える振動が抑制される。また、後側補助車輪2 2 Bは、隙間Sに差し掛かるが、走行車輪2 1 が交差部レールR 2 に接触しているため、隙間Sの上方に保持される。したがって、後側補助車輪2 2 Bが隙間Sに達しても本体部1 0に振動等が生じない。このように、走行車輪2 1 が隙間Sを

通過する場合でも、走行車輪 21 の上下動を小さくすることにより本体部 10 に加わる振動を抑制することができる。その結果、搬送容器 M 及び搬送容器 M 内の収容物等の破損等を防止できる。

[0044] 次に、ステアリング制御に関して説明する。

[0045] 図 7 は、ステアリング制御における走行車輪 21 を説明する平面図である。図 8 (A)、図 8 (B)、図 9 (A)、図 9 (B) 及び図 10 は、ステアリング制御における走行車輪 21 及び補助車輪 22 を説明する斜視図である。図 7 に示されるように、ステアリング制御における走行車輪 21 のステアリング中心となる旋回軸 AX は、交差部レール R2 上の走行車輪 21 の接地点よりも本体部 10 の内側に位置するように設けられている。これにより、天井搬送車 100 は、ステアリング時において、直線状レール R1 及び交差部レール R2 間の隙間 S を跨ぐように走行車輪 21 を転動させずに、走行車輪 21 の向きを 90° 変更することができる。以下、具体的に説明する。

[0046] まず、ステアリング制御の開始前、図 8 (A) に示されるように、制御部 40 は、4 つの走行車輪 21 がそれぞれ異なる交差部レール R2 上に位置する状態で天井搬送車 100 を停止させる。このときの走行車輪 21 (図 7 の走行車輪 21 A) は交差部レール R2 上に接地し、補助車輪 22 は嵩上げ部 KA から外れた (嵩上げ部 KA 上に乗り上げていない) 位置に位置する。ステアリング中心となる旋回軸 AX は、交差部レール R2 上の内側の隅部に存在し、走行車輪 21 の接地点よりも内側に位置する。当該接地点は、交差部レール R2 において走行車輪 21 が接地 (接触) する位置であり、例えば交差部レール R2 上の一点であってもよいし、交差部レール R2 上の一定領域であってもよいし、交差部レール R2 上の直線状の部分であってもよい。

[0047] 続いて、制御部 40 は、ステアリング制御を開始する。ステアリング制御では、旋回駆動部 34 を駆動して連結部 30 を旋回させ、本体部 10 の 4 つのコーナー部に配置された走行車輪 21 及び補助車輪 22 のそれぞれを、旋回軸 AX を中心として θZ 方向に 90° ステアリングさせる。なお、4 つのコーナー部に配置された走行車輪 21 及び補助車輪 22 のステアリング動作

は、同一のタイミングで行われてもよいし、異なるタイミングで行われてもよい。

[0048] 図8(B)は、図8(A)の状態から、走行車輪21及び補助車輪22が旋回軸AXを中心として反時計回りに約30°程度ステアリングした状態を示している。図8(B)に示される状態では、ステアリング中心が交差部レールR2上の走行車輪21よりも内側に存在することから、走行車輪21(図7の走行車輪21B)は、交差部レールR2上において旋回しながら転動しており、交差部レールR2から外れず、隙間Sに落ち込むこともない。補助車輪22は、直線状レールR1の嵩上げ部KA及び交差部レールR2に接触することなく、旋回する。

[0049] 図9(A)は、図8(A)の状態から、走行車輪21及び補助車輪22が旋回軸AXを中心として反時計回りに約45°程度ステアリングした状態を示している。図9(A)に示される状態では、図8(B)に示される状態と同様に、走行車輪21は、交差部レールR2上において旋回しながら転動しており、交差部レールR2からは外れず、隙間Sに落ち込むこともない。補助車輪22は、直線状レールR1の嵩上げ部KA及び交差部レールR2に接触することなく、旋回する。

[0050] 図9(B)は、図8(A)の状態から、走行車輪21及び補助車輪22が旋回軸AXを中心として反時計回りに約60°程度ステアリングした状態を示している。図9(B)に示される状態では、図8(B)に示される状態と同様に、走行車輪21(図7の走行車輪21C)は、交差部レールR2上において旋回しながら転動しており、交差部レールR2からは外れず、隙間Sに落ち込むこともない。補助車輪22は、直線状レールR1の嵩上げ部KA及び交差部レールR2に接触することなく、旋回する。

[0051] 図10は、図8(A)の状態から、走行車輪21及び補助車輪22が旋回軸AXを中心としてθZ方向の反時計回りに約90°程度ステアリングした状態を示している。図10に示される状態では、図8(B)に示される状態と同様に、走行車輪21(図7の走行車輪21D)は、交差部レールR2上

において旋回しながら転動しており、交差部レール R 2 からは外れず、隙間 S に落ち込むこともない。補助車輪 2 2 は、直線状レール R 1 の嵩上げ部 K A 及び交差部レール R 2 に接触することなく、旋回する。以上のように、天井搬送車 1 0 0 は、その走行方向を X 方向と Y 方向との間で変更することができる。なお、ステアリング時において本体部 1 0 は旋回しないことから、天井搬送車 1 0 0 が X 方向及び Y 方向の何れか一方に走行する場合の本体部 1 0 の向きは、天井搬送車 1 0 0 が X 方向及び Y 方向の何れか他方に走行する場合の向きと同じである。

[0052] 以上、天井搬送システム S Y S では、走行車輪 2 1 のステアリング時において、直線状レール R 1 及び交差部レール R 2 間の隙間 S を跨ぐ（乗り越える）ように走行車輪 2 1 を転動させる必要がなくなり、走行車輪 2 1 が隙間 S に落ち込むこともない。よって、走行車輪 2 1 のステアリング時の振動を抑制することが可能となる。また、ステアリング時において、走行車輪 2 1 が隙間 S を跨ぐための大きなトルクが不要となり、駆動源 3 5 のモータ負荷を低減することが可能となる。

[0053] 天井搬送システム S Y S では、走行部 2 0 は、走行車輪 2 1 に対する走行方向の前側及び後側に配置された補助車輪 2 2 を含んでいる。この構成では、レール R に沿って X 方向又は Y 方向に直線的に天井搬送車 1 0 0 が走行する時に、走行車輪 2 1 が隙間に落ち込むことを補助車輪 2 2 により抑制することができ、振動を抑えることが可能となる。

[0054] 天井搬送システム S Y S では、補助車輪 2 2 の下端は、走行車輪 2 1 の下端よりも空隙 D だけ高い位置に位置する。直線状レール R 1 の端部には、補助車輪 2 2 が乗上げ可能に設けられ空隙 D に応じた高さの嵩上げ部 K A が設けられている。この構成では、レール R に沿って X 方向又は Y 方向に直線的に天井搬送車 1 0 0 が走行する時において、走行車輪 2 1 が隙間 S に落ち込むことを補助車輪 2 2 及び嵩上げ部 K A により抑制しつつ、走行車輪 2 1 がレール R 上に接触しているときには補助車輪 2 2 がレール R 及び嵩上げ部 K A 上に接触することを抑制でき、補助車輪 2 2 の摩耗を抑えることが可能と

なる。パーティクルの発生を抑制することができる。

[0055] 天井搬送システムS Y Sでは、補助車輪2 2は、ステアリング制御の実行時において、嵩上げ部K Aから外れた位置に位置している。この構成では、ステアリング時に補助車輪2 2が嵩上げ部K A上に接触することがなく、補助車輪2 2の摩耗を抑えることが可能となる。

[0056] なお、天井搬送システムS Y Sでは、ステアリング時において、ステアリング中心である旋回軸A Xが走行車輪2 1の接地点よりも内側に離れているため、走行車輪2 1の据え切りにはならず、走行車輪2 1へのダメージを低減することができる。天井搬送システムS Y Sでは、ステアリング直後のX方向又はY方向への走行時に、走行車輪2 1が隙間Sを跨ぐように転動するが、この際には、走行車輪2 1が隙間Sに落ち込むことを補助車輪2 2により抑制することができ、振動を抑えることが可能となる。

[0057] 以上、一実施形態について説明したが、本発明の一態様は上記実施形態に限られない。

[0058] 上記実施形態では、2つの走行車輪2 1を駆動輪としているが、これに限定されない。例えば、3つ又は全ての走行車輪2 1が駆動輪であってもよいし、1つの走行車輪2 1のみが駆動輪であってもよい。上記実施形態では、駆動輪である2つの走行車輪2 1に対してそれぞれ駆動源3 5を備えることに限定されない。例えば、1つの駆動源3 5から2つの走行車輪2 1に駆動力を伝達する構成であってもよい。

[0059] 上記実施形態では、走行車輪2 1に対する走行方向の前側及び後側に補助車輪2 2を配置したが、走行車輪2 1に対する走行方向の前側及び後側の少なくとも一方に補助車輪2 2を配置してもよいし、場合によっては補助車輪2 2を設けなくてもよい。上記実施形態では、補助車輪2 2が回転する構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、補助車輪2 2は、回転することなく滑る構成であってもよい。

[0060] 上記実施形態では、直線状レールR 1及び交差部レールR 2のレイアウトは特に限定されず、様々なレイアウトを採用してもよい。上記実施形態では

、補助車輪 2 2 の下端が走行車輪 2 1 の下端よりも高い位置に位置しているが、これに限定されず、補助車輪 2 2 の下端と走行車輪 2 1 の下端とが同じ高さに位置していてもよい。

[0061] 上記実施形態では、平面視において本体部 1 0 が格子状のレール R の一区画内に収まる構成を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、本体部 1 0 は、平面視においてレール R の一区画よりも大きい寸法に形成されてもよいし、レール R の一区画に対して一部が突出した形状であってもよい。

[0062] 上記実施形態及び変形例における各構成には、上述した材料及び形状に限定されず、様々な材料及び形状を適用することができる。上記実施形態又は変形例における各構成は、他の実施形態又は変形例における各構成に任意に適用することができる。上記実施形態又は変形例における各構成の一部は、本発明の一態様の要旨を逸脱しない範囲で適宜に省略可能である。

符号の説明

[0063] 1 0 …本体部、2 0 …走行部、2 1, 2 1 A, 2 1 B, 2 1 C, 2 1 D …走行車輪、2 2 …補助車輪、2 2 B …後側補助車輪（補助車輪）、2 2 F …前側補助車輪（補助車輪）、4 0 …制御部、1 0 0 …天井搬送車、A X …旋回軸（ステアリング中心）、K A …嵩上げ部、M …搬送容器（物品）、R …レール、R 1 …直線状レール、R 2 …交差部レール、S …隙間、S Y S …天井搬送システム。