

明 細 書

発明の名称： 走行車コントローラ及び走行車システム

技術分野

[0001] 本発明の一側面は、走行車コントローラ及び走行車システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、分岐部を含む走行路を走行する複数の走行車の何れかに対して、走行路上の行先ポイントまで走行させる指令を割り付ける走行車コントローラが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような走行車コントローラでは、通常、行先ポイントから最も近い走行車へ指令が割り付けられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5 2 7 8 7 3 6号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した走行車コントローラでは、走行路の分岐部に接近する走行車に指令を割り付けた場合、当該走行車は、分岐部において行先ポイント側へ進路を切り替えることができず、行先ポイントへ遠回りして向かうことがある。その結果、行先ポイントへの走行車の到着が遅くなるおそれがある。

[0005] 本発明の一側面は、上記実情に鑑みてなされたものであり、行先ポイントに走行車を迅速に到着させることができる走行車コントローラ及び走行車システムを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面に係る走行車コントローラは、分岐部を含む走行路を走行する複数の走行車の何れかに対して、走行路上の行先ポイントまで走行させる指令を割り付ける走行車コントローラであって、複数の走行車が、それぞれの位置から走行路に沿って走行し行先ポイントへ至るまでの走行ルート候補に基づいて、複数の走行車の中で行先ポイントに先着可能な先着走行車を

検出し、先着走行車に指令を割り付ける指令割付け部を有し、指令割付け部は、走行路を分岐部へ向かって走行中の走行車が、当該分岐部から分岐切替不可能距離の範囲内に位置し且つ分岐部を主経路側へ進行する予定である場合、先着走行車の検出において、当該分岐部よりも下流であって主経路側の位置に当該走行車が位置するとみなす擬似シフト処理を実行する。

[0007] 走行中の走行車は、分岐部で進路を切り替える場合には、例えば分岐機構の切替えのために、当該分岐部から分岐切替不可能距離よりも長い距離離れている必要がある。よって、走行路を分岐部へ向かって走行中で当該分岐部から分岐切替不可能距離の範囲内に位置する走行車については、分岐部で進路を分岐路側へ切り替えること（つまり、進路切替後走行ルートに沿った走行）は困難であり、主経路側へ進まざるを得ない。そこで、本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、擬似シフト処理の実行により、当該分岐部よりも下流であって主経路側の位置に当該走行車が位置するとみなされる。その結果、分岐部から分岐切替不可能距離の範囲内に位置し且つ分岐部を主経路へ進行する予定の走行車がその時点を起点として最初に分岐部を通過する際に分岐路側へ進むという走行ルートについて、走行ルート候補から除かれることとなる。よって、指令が割り付けられた走行車が、分岐部で進路を切り替えることができずに行先ポイントへ遠回りして向かう場合を無くすることができる。行先ポイントに走行車を迅速に到着させることが可能となる。

[0008] 本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、指令割付け部は、走行ルート候補それぞれについて、走行車が走行するのに要する時間値を算出し、時間値が最も小さい走行ルート候補に対応する走行車を先着走行車として検出してもよい。これにより、先着走行車を精度よく検出することができる。

[0009] 本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、指令割付け部は、擬似シフト処理を実行した場合には、擬似シフト処理の対象となった走行車の擬似位置と当該走行車の実位置との間を走行するのに要する時間値を、当該走行車に対応する走行ルート候補について算出した時間値に加算してもよい。これにより、擬似シフト処理に対象となった走行車の走行ルート候補の時間値

を補正することができる。

[0010] 本発明の一側面に係る走行車コントローラにおいて、擬似シフト処理では、分岐部よりも下流であって当該分岐部に対して走行車の車長以下の距離範囲内に、走行車が位置するとみなしてもよい。擬似シフト処理の対象となった走行車の擬似位置と実位置との間が長いと、その間に他の走行車が存在する可能性が高い。この場合、他の走行車の方が行先ポイントに先着できるにもかかわらず、擬似シフト処理の対象となった走行車は擬似位置に位置すると認識されているがために、擬似シフト処理の対象となった走行車に指令が割り付けられてしまうおそれがある。この点、本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、分岐部に対して走行車の車長以下の距離範囲内に走行車が位置するとみなすことから、擬似シフト処理の対象となった走行車の擬似位置と実位置との間には、他の走行車が存在することが無い。そのため、当該他の走行車に指令が本来は割り付けられるべきところ、擬似シフト処理の対象となった走行車に指令が割り付けられてしまうということを回避できる。

[0011] 本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、分岐切替不可能距離は、当該走行車の車速が大きいほど連続的又は段階的に長くなるように設定されていてもよい。走行車の進路を分岐部で確実に切り替えるためには、走行車の車速が大きいほど、分岐部から上流に亘る分岐切替不可能距離が長くなる傾向がある。よって、本発明の一側面に係る走行車コントローラでは、当該傾向に沿って分岐切替不可能距離を設定することができる。

[0012] 本発明の一側面に係る走行車コントローラは、分岐部を含む走行路を走行する複数の走行車の何れかに対して、走行路上の行先ポイントまで走行させる指令を割り付ける走行車コントローラであって、複数の走行車が、それぞれの位置から走行路に沿って走行し行先ポイントへ至るまでの走行ルート候補に基づいて、複数の走行車の中で行先ポイントに先着可能な先着走行車を検出し、先着走行車に指令を割り付ける指令割付け部を有し、指令割付け部は、走行路を分岐部へ向かって走行中の走行車が、当該分岐部から分岐切替

不可能距離の範囲内に位置し且つ分岐部を主経路へ進行する予定である場合、先着走行車の検出において、当該走行車はその時点を起点として最初に分岐部を通過する際に分岐路側へ進む進路切替後走行ルートを、走行ルート候補から除く。

[0013] 本発明の一側面の走行車コントローラでは、先着走行車の検出において、当該走行車が分岐部から分岐切替不可能距離の範囲内に位置する場合には、複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートが除かれる。これにより、指令が割り付けられた走行車が、分岐部で進路を切り替えることができずに行先ポイントへ遠回りして向かう場合を無くすることができる。行先ポイントに走行車を迅速に到着させることが可能となる。

[0014] 本発明の一側面に係る走行車システムは、分岐部を含む走行路と、走行路に沿って走行する複数の走行車と、上記走行車コントローラと、を備える。

[0015] この走行車システムにおいても、上記走行車コントローラを備えることから、行先ポイントに走行車を迅速に到着させることが可能となるという効果を奏する。

発明の効果

[0016] 本発明の一側面によれば、行先ポイントに空き走行車を迅速に到着させることができる走行車コントローラ及び走行車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

[0017] [図1]図1は、一実施形態に係る走行車システムを示す概略図である。

[図2]図2は、一実施形態に係る走行車システムの機能構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、一実施形態に係る擬似シフト処理を説明するための概略図である。

[図4]図4は、一実施形態に係る擬似シフト処理を説明するための他の概略図である。

[図5]図5は、一実施形態に係る擬似シフト処理を示すフローチャートである

。

[図6]図6は、一実施形態に係る逆ルートサーチ処理を示すフローチャートである。

[図7]図7(a)は、一実施形態に係る逆ルートサーチ処理の詳細を説明するための図である。図7(b)は、図7(a)の続きを説明するための図である。

[図8]図8(a)は、図7(b)の続きを説明するための図である。図8(b)は、図8(a)の続きを説明するための図である。

[図9]図9(a)は、図8(b)の続きを説明するための図である。図9(b)は、図9(a)の続きを説明するための図である。

[図10]図10(a)は、図9(b)の続きを説明するための図である。図10(b)は、図10(a)の続きを説明するための図である。

[図11]図11は、図10(b)の続きを説明するための図である。

[図12]図12は、変形例に係る逆ルートサーチ処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して一実施形態について説明する。図面の説明において、同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

[0019] 図1に示される走行車システム1は、例えば工場の天井等に敷設された軌道2に沿って走行車3が走行するシステムである。走行車システム1は、荷Lを搬送する搬送システムを構成する。荷Lは、例えば複数の半導体ウェハを格納する容器であるが、ガラス基板及び一般部品等であってもよい。走行車システム1は、主に、軌道2と複数の走行車3と走行車コントローラ4とを備える。

[0020] 軌道2は、走行車3を走行させるための予め定められた走行路である。軌道2は、一方通行の走行路である。換言すれば、走行車システム1においては、図1に白抜矢印で示すように軌道2における複数の走行車3の進行方向

（前進方向）が一方向に定められており、逆方向の走行は禁止されている。軌道 2 は、例えば工場の天井等から吊り下げられている。軌道 2 は、分岐部 B P を含む。分岐部 B P は、主経路から分岐路を分ける地点である。分岐路は、主経路に対して異なる進行方向（進路方向）に対応する。

[0021] 図 1 に示される軌道レイアウトの例では、軌道 2 は、2 つのループ走行路 2 A、2 B と、ループ走行路 2 A、2 B 間を相互に行き来可能に連絡する 2 つの連絡走行路 2 C、2 D と、を有する。連絡走行路 2 C がループ走行路 2 A に連なる（ループ走行路 2 A から分岐する）位置、及び、連絡走行路 2 D がループ走行路 2 B に連なる（ループ走行路 2 B から分岐する）位置には、分岐部 B P が設けられている。ループ走行路 2 A 上の分岐部 B P では、連絡走行路 2 C と分岐部 B P よりも下流のループ走行路 2 A とのうちの何れか一方が主経路を構成し、何れか他方が分岐路を構成する。

[0022] 走行車 3 は、荷 L を移載可能に構成されている。走行車 3 は、軌道 2 に沿って走行する天井走行式無人搬送車である。走行車 3 は、例えば台車（走行台車）、天井走行車（天井走行台車）、又は、搬送車（搬送台車）とも称される。走行車 3 は、ロードポート等の移載先に対して荷 L を移載する機構の他、図 2 に示されるように、位置取得部 3 1、車両制御部 3 2 及び分岐機構 3 3 を有する。

[0023] 位置取得部 3 1 は、走行車 3 の軌道 2 上の位置を取得する部分である。位置取得部 3 1 は、例えば、軌道 2 に沿って一定間隔で並ぶように複数貼付されたポイントマーク（バーコード等）を読み取る読取部及びエンコーダ等から構成されている。位置取得部 3 1 は、軌道 2 における走行車 3 の位置情報を取得する。走行車 3 の位置情報は、読取部によって得られるポイントマークの情報、及び、エンコーダから得られる。当該ポイントマークを通過してからの走行距離に関する情報を含む。

[0024] 車両制御部 3 2 は、走行車 3 の動作を制御する。車両制御部 3 2 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）及びRAM（Random Access Memory）等からなる電子制御ユニットである。車両

制御部 32 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。なお、車両制御部 32 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。

[0025] 車両制御部 32 は、走行車コントローラ 4 から受信した搬送指令に基づいて、走行車 3 の動作を制御する。搬送指令には、例えば、搬送対象である荷 L が載置されているロードポートである荷つかみポートと、その荷 L の搬送先のロードポートである荷おろしポートとが定められている。車両制御部 32 は、荷つかみポートまで走行車 3 を走行させて荷 L を荷つかみさせた後、荷おろしポートまで走行車 3 を走行させて荷 L を荷おろしさせる。車両制御部 32 は、走行車 3 を待機させる待機区間へ走行車 3 を走行させるパーク制御を実行する。車両制御部 32 は、待機区間から離脱するように走行車 3 を走行させる追出し制御を実行する。パーク制御及び追出し制御の具体的処理としては、特に限定されず、種々の公知処理を採用できる。

[0026] 分岐機構 33 は、分岐部 BP における走行車 3 の進行方向を切り替える機構である。分岐機構 33 は、分岐部 BP における走行車 3 の進行方向に応じて分岐レバー（不図示）を切り替える。当該切り替えには、一定の時間を要される。

[0027] 走行車 3 は、走行車 3 の走行状況に関する走行情報を、周期的に走行車コントローラ 4 へ送信する。走行情報は、走行車 3 の自身の状態を示す情報である。走行情報は、走行車 3 の位置情報、走行車 3 の車速情報、荷 L の積載の有無に関する情報、走行車 3 が走行中であること（例えば、パーク制御又は追出し制御の実行中であること）に関する情報、及び、走行車 3 が走行中である場合に当該走行の予定（走行プラン）に係る走行予定ルートを少なくとも含む。

[0028] 図 1 及び図 2 に示されるように、走行車コントローラ 4 は、車両制御部 32 に対する上位コントローラを構成する。走行車コントローラ 4 は、例えば、荷つかみポート SP の荷 L を取得する荷つかみ要求を製造コントローラ（

不図示)等から受信した場合、当該荷つかみ要求に対応する搬送指令を生成する。荷つかみポートSPは、軌道2に沿って並設された複数のポートのうちの、荷つかみ要求の対象となった荷Lが載置されているポートである。このポートとしては、処理装置のロードポート、ストックの入出庫ポート、及び、荷Lの一時保管場所としてのバッファ等が考えられる。荷つかみポートSPは、フロムポートとも称される。搬送指令の生成手法としては、特に限定されず、種々の公知手法を用いることができる。

[0029] 搬送指令は、軌道2上において荷つかみポートSPの位置に対応する行先ポイントPまで走行車3を走行させる指令を少なくとも含む。行先ポイントPは、荷つかみポートSPから荷Lを荷つかみ(積載)可能な位置であって、荷つかみポートSPの周辺位置ないし近接位置である。行先ポイントPは、搬送指令による走行の目的位置である。搬送指令は、荷つかみポートSPにおいて走行車3に荷Lを荷つかみさせる指令を含む。走行車コントローラ4は、複数の走行車3のうちの空き走行車3Eに対し、搬送指令を割り付ける(詳しくは、後述)。空き走行車3Eは、搬送指令を割り付けられていない走行車3であり、荷Lを搬送していない空の状態の走行車3を含む。

[0030] 走行車コントローラ4は、入力部41と、表示部42と、通信部43と、指令割付け部44と、を備える。入力部41は、例えば、キーボード及びマウス等からなり、ユーザにより各種操作及び各種設定値が入力される部分である。表示部42は、例えば、液晶ディスプレイ等からなり、各種設定画面を表示したり、入力部41で入力させる入力画面等を表示したりする部分である。通信部43は、他の装置等と通信を行う処理部である。通信部43は、例えば、無線通信ネットワークを介して、搬送指令を走行車3へ送信したり、走行車3の走行情報を受信したりする。

[0031] 指令割付け部44は、例えば、CPU、ROM及びRAM等からなる電子制御ユニットである。指令割付け部44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。なお、制御部40は、電子回路等によるハードウ

エアとして構成されてもよい。

[0032] 指令割付け部44は、複数の空き走行車3Eが、それぞれの位置から軌道2に沿って走行し行先ポイントPへ至るまでの複数の走行ルート候補に基づいて、複数の空き走行車3Eの中で行先ポイントPに先着可能な先着空き走行車（先着走行車、以下、単に「先着空き走行車」という）を検出する。具体的には、指令割付け部44は、複数の走行ルート候補それぞれの積算コストに基づいて、先着空き走行車を検出する。指令割付け部44は、走行ルート候補それぞれについて積算コストを算出し、積算コストが最も小さい走行ルート候補に対応する空き走行車3Eを先着空き走行車として検出する。指令割付け部44は、検出した先着空き走行車へ搬送指令を割り付ける。

[0033] 走行ルート候補は、軌道2上において空き走行車3Eの位置と行先ポイントPとの間に設定された、空き走行車3Eが進行する軌跡の候補である。積算コストは、走行ルート候補について走行車3が走行するのに要する時間値である。積算コストは、走行ルート候補の道筋（軌跡）に沿った距離であるルート距離及び想定される走行車3の車速から求めることができる。積算コストは、ルート距離が長くとも直線状のルートでは要する時間は短く、曲線状のルートでは距離が短くとも要する時間は長くなる。積算コストは、コストを走行ルート候補に沿って積算した値である。コストは、軌道2に貼付された各ポイントマークで区切られた区間（ポイントマーク相互間）それぞれについて、その区間を走行車3が走行するために要する時間に対応する。コストは、各ポイントマークに予め設定されている（割り当てられている）。積算コストについては、詳しくは後述する。

[0034] ここで、指令割付け部44は、分岐部BPへ向かって走行中の空き走行車3Eが、当該分岐部BPから分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置し且つ分岐部BPを主経路側へ進行する予定である場合、先着空き走行車の検出において、当該空き走行車3Eがその時点を開始点として最初に分岐部BPを通過する際に分岐路側へ進む走行ルートである進路切替後走行ルート（以下、単に「進路切替後走行ルート」という）を、複数の走行ルート候補から除く。

[0035] 分岐切替不可能距離Zは、走行車3が分岐部BPを主経路側或いは分岐路側へ分岐する状態となっている分岐機構33を、逆の分岐路側へ分岐する状態に切り替えるために必要となる距離に対応する。走行車3は、軌道2を走行しつつ分岐機構33を切り替えるため、分岐切替不可能距離Zは、換言すれば、走行車3が走行しつつ分岐機構33を逆の分岐路側へ分岐する状態に切り替えるために必要な最短の走行距離である。走行車3と分岐部BPとの距離が、分岐切替不可能距離Z未満である場合、走行車3はその分岐部BPに到着するまでに分岐機構33を逆の分岐路側へ分岐する状態に切り替えることができない。分岐切替不可能距離Zは、予め設定されて記憶された閾値である。分岐切替不可能距離Zは、空き走行車3Eの車速が大きいほど連続的又は段階的に長くなるように設定されている。ここでの分岐切替不可能距離Zは、例えば以下に例示するように、空き走行車3Eの車速が低速、中速、高速の場合のそれぞれに応じて、短距離、中距離、長距離のそれぞれが設定されている。分岐切替不可能距離Zは、実験、経験又はシミュレーション等によって求めることができる。

低速（1000mm/sec未満）：短距離

中速（1000mm/sec以上2000mm未満）：中距離

高速（2000mm/secよりも早い）：長距離

[0036] 分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置するか否かの基準となる空き走行車3Eの位置は、特に限定されず、空き走行車3Eにおける位置取得部31の読取部の位置であってもよいし、空き走行車3Eにおける中心位置（重心位置）、前端位置又は後端位置であってもよい。分岐切替不可能距離Zの起点となる分岐部BPの位置は、特に限定されず、主経路及び分岐路の各中心線が交差する地点を基準にしてもよいし、軌道2上において分岐に要される部分の任意地点を基準にしてもよい。

[0037] このような指令割付け部44は、具体的には、擬似シフト処理及び逆ルートサーチ処理（サーチ処理）を実行する。以下、擬似シフト処理及び逆ルー

トサーチ処理を説明する。

[擬似シフト処理]

[0038] 図3及び図4に示されるように、擬似シフト処理は、軌道2を分岐部BPへ向かって走行中の空き走行車3Eが、当該分岐部BPから分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置し且つ分岐部BPを主経路へ進行する予定である場合、先着空き台車の検出において、当該分岐部BPよりも下流であって主経路側の位置に当該空き走行車3Eが位置するとみなす。つまり、擬似シフト処理は、空き走行車3Eの分岐部BPまでの残距離が分岐切替不可能距離Zを下回っている場合、走行車コントローラ4で認識する空き走行車3Eの位置を、空き走行車3Eの走行予定ルート上における分岐部BPの上流から下流へ仮想的にシフトする。換言すると、擬似シフト処理は、分岐部BPに対して分岐切替不可能距離Z以下の距離まで接近している空き走行車3Eの位置（実位置）を、走行車コントローラ4での認識上、分岐部BPの下流であって走行を予定している主経路側の位置（疑似位置）へシフトする。

[0039] 図3及び図4に示される例は、空き走行車3Eが分岐部BPを直進する（分岐部BPをループ走行路2A側へ進む）例である。この例では、擬似シフト処理は、軌道2における分岐部BPよりも上流で且つ分岐切替不可能距離Zの範囲内を走行中の空き走行車3Eの位置を、分岐部BPよりも下流の直進側であるループ走行路2A上の位置と擬制する。

[0040] 擬似シフト処理は、図4に示されるように、分岐部BPよりも下流であって当該分岐部BPに対して空き走行車3Eの車長以下の距離範囲K内に、空き走行車3Eが位置するとみなす。つまり、擬似シフト処理は、空き走行車3Eの位置を分岐部BPの上流から下流へジャンプさせ、そのジャンプ先は分岐部BPの分岐直後とする。例えば、軌道2における分岐部BPの下流直近に貼付されたポイントマークの位置が分岐部BPから空き走行車3Eの車長以下離れていることから、擬似シフト処理は、当該ポイントマークの位置を疑似位置とする。擬似シフト処理は、周期的に実行される。ここでは、擬似シフト処理は、新たな走行情報の受信の都度、実行される。

[0041] 一例として、疑似シフト処理は、図5に示される一連の処理を、複数の走行車3のそれぞれについて周期的に繰り返し実行する。すなわち、まず、走行車3から走行情報を取得する（ステップS1）。走行情報に基づいて、走行車3が空き走行車3Eで且つ走行中であるか否かを判定する（ステップS2）。上記ステップS2でYESの場合、走行情報に基づいて、空き走行車3Eが、分岐部BPの上流で且つ分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置するか否かを判定する（ステップS3）。

[0042] 上記ステップS3でYESの場合、空き走行車3Eについての走行車コントローラ4の内部認識上の位置を、走行情報に基づく実位置（分岐部BPの上流の位置）から疑似位置（分岐部BPの下流であって空き走行車3Eが向かっている主経路側の疑似位置）へ疑似的にシフトする（ステップS4）。上記ステップS2でNOの場合、上記ステップS3でNOの場合、又は上記ステップS4の後、本周期における一連の処理を終了し、その後、次周期において上記ステップS1が再び実行される。

[0043] 以上に説明した疑似シフト処理によれば、空き走行車3Eが疑似位置に位置すると走行車コントローラ4に認識されると、後述の逆ルートサーチ処理にて進路切替後走行ルートが検索されず、すなわち、先着空き走行車の検出の際に基づく複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートが除かれることとなる。

[0044] [逆ルートサーチ処理]

逆ルートサーチ処理は、積算コストが最も小さい走行ルート候補である最短走行ルート候補をサーチし、サーチした最短走行ルート候補の空き走行車3Eを先着空き走行車として検出する。最短走行ルート候補は、行先ポイントPへ最も早く到着可能な走行ルート候補である。逆ルートサーチ処理は、走行車コントローラ4で搬送指令を生成した場合に実行される。

[0045] 逆ルートサーチ処理は、具体的には、第1～第5処理を含んで構成されている。第1処理は、軌道2において行先ポイントPから空き走行車3Eの進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索して、走行ルート候補をサーチす

る。第2処理は、第1処理でサーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コスト（最小時間値）とする。第3処理は、軌道2において行先ポイントPから空き走行車3Eの進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索して、積算コストが最小コストよりも小さい走行ルート候補をサーチする。第4処理は、第3処理でサーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとした後、第3処理に戻る。第5処理は、第3処理で走行ルート候補をサーチできず、且つ、軌道2において未探索のルートが無くなった場合に、処理を終了する。

[0046] 一例として、逆ルートサーチ処理は、図6に示される一連の処理を、走行車コントローラ4で搬送指令を生成した場合に実行する。すなわち、まず、複数の空き走行車3Eの位置と、生成した搬送指令における行先ポイントPの位置と、を認識する（ステップS11）。走行ルート候補をサーチし、サーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとして走行車コントローラ4に記憶する（ステップS12）。

[0047] 軌道2において最小コストよりも積算コストが小さい走行ルート候補をサーチする（ステップS13）。上記ステップS13のサーチが成功し、最小コストよりも積算コストが小さい新たな走行ルート候補を発見されたか否かを判定する（ステップS14）。上記ステップS14でYESの場合、サーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとして走行車コントローラ4に記憶（上書き）する（ステップS15）。その後、上記ステップS13の処理に戻る。

[0048] 一方、上記ステップS14でNOの場合、軌道2において未探索のルートが無くなったか否かを判定する（ステップS16）。上記ステップS16でNOの場合、上記ステップS13の処理に戻る。上記ステップS16でYESの場合、最短走行ルート候補の空き走行車3Eを先着空き走行車として検出し、逆ルートサーチ処理を終了する（ステップS17）。

[0049] 図7～図11は、逆ルートサーチ処理の詳細を例示説明するための図である。以下では、説明の便宜上、図1の軌道レイアウトと異なる別の軌道レイアウトの例を用いて説明する。図7～図11に示される軌道レイアウトの例では、軌道2は、軌道2に貼付された複数のポイントマーク11～123と、ポイントマーク11～123の間のリンクと、で表されている。搬送指令の行先ポイントPは、ポイントマーク18の位置に対応する。空き走行車3Eは、ポイントマーク12に対応する位置にいる。

[0050] 走行車コントローラ4には、各ポイントマーク11～123それぞれに関して、コストテーブルが予め設定されて記憶されている。コストテーブルでは、探索で辿るポイントマーク毎に、コストが設定されている。例えばポイントマーク14のコストテーブルは、ポイントマーク15へ辿る探索のコストを1とし、ポイントマーク111へ辿る探索のコストを2とし、ポイントマーク13へ辿る探索のコストを1とする情報を含む。コストテーブルは、実験、経験又はシミュレーション等によって構築することができる。コストテーブルは、そのポイントマークに連なるリンクの長さ及び形態等に応じて構築できる。

[0051] 図7(a)に示されるように、まず、行先ポイントPに対応するポイントマーク18から空き走行車3Eの進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索し、ルートテーブルR0を作成する。ルートテーブルR0には、下式(1)のように、当該探索において辿った順に配列された複数のポイントマーク18, 17, 16が、ルートデータとしてセットされる。

$$R0 = 18, 17, 16 \dots (1)$$

[0052] これと共に、ルートの探索において辿ったポイントマーク18, 17, 16それぞれのコストテーブルを参照してコストを積算し、ルートテーブルR0の積算コストを算出する。例えば、ポイントマーク18のコストテーブルでは、ポイントマーク17へ辿ったルートの探索のコストが1となっており、ポイントマーク17のコストテーブルには、ポイントマーク16へ辿ったルートの探索のコストが1となっていることから、ここでのルートテーブル

R 0 の積算コストは 2 となる。

- [0053] 続いて、ポイントマーク I 6 が軌道 2 の合流部（逆ルートサーチ処理においては分岐部）に対応することから、新たにルートテーブル R 1 を作成し、下式（2），（3）のルートテーブル R 0，R 1 とする。これと共に、ルートテーブル R 0，R 1 のそれぞれにおいてコストを積算し、ルートテーブル R 0，R 1 の積算コストを算出する。

$$R 0 = I 8, I 7, I 6, I 5 \dots (2)$$

$$R 1 = I 8, I 7, I 6, I 2 3 \dots (3)$$

- [0054] 図 7（b）に示されるように、ルートテーブル R 0 について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。その結果、ポイントマーク I 2 の位置で空き走行車 3 E が発見され、下式（4）のルートテーブル R 0 が最短走行ルート候補の情報としてサーチされ、ルートテーブル R 0 のルートの探索が終了する。これと共に、ルートテーブル R 0 の積算コストが、最小コストとして記憶される。

$$R 0 = I 8, I 7, I 6, I 5, I 4, I 3, I 2 \dots (4)$$

- [0055] なお、ルートデータのデータ量を削減するために、ルートテーブルでセットされるポイントマークは、行先ポイント P と分岐部 B P と空き走行車 3 E とのうちの何れかに対応するポイントマークに限定してもよい。そこで、上式（4）を下式（5）とする。以下、他のルートテーブルでも同様である。

$$R 0 = I 8, I 4, I 3, I 2 \dots (5)$$

- [0056] 図 8（a）に示されるように、ルートテーブル R 1 について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式（6）のルートテーブル R 1 とする。

$$R 1 = I 8, I 2 3, I 2 2, I 2 1, I 2 0, I 1 9, I 1 8 \dots (6)$$

- [0057] 続いて、ポイントマーク I 1 8 が軌道 2 の合流部に対応することから、新たにルートテーブル R 2 を作成し、下式（7），（8）のルートテーブル R 1，R 2 とする。これと共に、ルートテーブル R 1，R 2 のそれぞれにおい

てコストを積算し、ルートテーブルR 1, R 2の積算コストを算出する。

R 1 = 1 8, 1 2 3, 1 2 2, 1 2 1, 1 2 0, 1 1 9, 1 1 8, 1 1 7
 ... (7)

R 2 = 1 8, 1 2 3, 1 2 2, 1 2 1, 1 2 0, 1 1 9, 1 1 8, 1 2 4
 ... (8)

[0058] 図8 (b) に示されるように、ルートテーブルR 1について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式 (9) のルートテーブルR 1とする。

R 1 = 1 8, 1 2 3, 1 1 3, 1 1 2, 1 1 1 ... (9)

[0059] 続いて、ポイントマーク1 1 1が軌道2の合流部に対応することから、新たにルートテーブルR 3を作成し、下式 (10), (11) のルートテーブルR 1, R 3とする。これと共に、ルートテーブルR 1, R 3のそれぞれにおいてコストを積算し、ルートテーブルR 1, R 3の積算コストを算出する。

R 1 = 1 8, 1 2 3, 1 1 3, 1 1 2, 1 1 1, 1 4 ... (10)

R 3 = 1 8, 1 2 3, 1 1 3, 1 1 2, 1 1 1, 1 1 0 ... (11)

)

[0060] 図9 (a) に示されるように、ルートテーブルR 1について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式 (12) のルートテーブルR 1とする。その結果、ポイントマーク1 2の位置で空き走行車3 Eが発見され、ルートテーブルR 1のルートの探索が終了する。ルートテーブルR 1の積算コストが、現在記憶している最小コストよりも小さい場合、下式 (12) のルートテーブルR 1が最短走行ルート候補の情報としてサーチされると共に、ルートテーブルR 1の積算コストが、最小コストとして上書きされる。ただし、ルートテーブルR 1におけるルートの探索では、積算コストが最小コストを上回った時点で、これ以上の探索は不要として、探索を中止してもよい（他のルートの探索において同じ）。

$$R1 = 18, 123, 113, 14, 13, 12 \dots (12)$$

[0061] 図9(b)に示されるように、ルートテーブルR2について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式(13)のルートテーブルR2とする。

$$R2 = 18, 123, 113, 112, 111 \dots (13)$$

[0062] 続いて、ポイントマーク111が軌道2の合流部に対応することから、新たにルートテーブルR4を作成し、下式(14)、(15)のルートテーブルR2、R4とする。これと共に、ルートテーブルR2、R4のそれぞれにおいてコストを積算し、ルートテーブルR2、R4の積算コストを算出する。

$$R2 = 18, 123, 113, 112, 111, 14 \dots (14)$$

$$R4 = 18, 123, 113, 112, 111, 110 \dots (15)$$

[0063] 図10(a)に示されるように、ルートテーブルR2について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式(16)のルートテーブルR2とする。その結果、ポイントマーク12の位置で空き走行車3Eが発見され、ルートテーブルR2のルートの探索が終了する。ルートテーブルR2の積算コストが、現在記憶している最小コストよりも小さい場合、下式(16)のルートテーブルR2が最短走行ルート候補の情報としてサーチされると共に、ルートテーブルR2の積算コストが、最小コストとして上書きされる。

$$R2 = 18, 123, 113, 14, 13, 12 \dots (16)$$

[0064] 図10(b)に示されるように、ルートテーブルR3について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式(17)のルートテーブルR3とする。ルートテーブルR3は、ポイントマーク123を2つ含むため(つまり、過去に通過したポイントマークを含む)ため、この時点で、これ以上の探索は不要として、探索を中

止する。

$R3 = 18, 123, 113, 112, 111, 110, 123 \dots (17)$

[0065] 図11に示されるように、ルートテーブルR4について、引き続きルートの探索を行うと共に、コストを積算して積算コストを算出する。これにより、下式(18)のルートテーブルR4とする。ルートテーブルR4は、ポイントマーク123を2つ含むため(つまり、過去に通過したポイントマークを含む)ため、この時点で、これ以上の探索は不要として、探索を中止する。その後、軌道2において未探索のルートが無くなったため、最短走行ルート候補の空き走行車3Eを先着空き走行車とし、逆ルートサーチ処理を終了する。

$R4 = 18, 123, 113, 112, 111, 110, 123 \dots (18)$

[0066] このように逆ルートサーチ処理では、サーチをOKとする下記条件、サーチを中止する下記条件、及び、サーチを終了する下記条件が設定され、それらの条件下においてルートを探索されることとなる。

サーチをOKとする条件：

- ・ 空き走行車3Eを発見した場合で積算コストが最小コストよりも小さいとき

サーチを中止する条件：

- ・ 探索を開始した行先ポイントPのポイントマークに戻ってきた場合

- ・ 過去に通過した分岐部BPのポイントマークに戻ってきた場合

- ・ 積算コストが最小コストを超えた場合

サーチを終了する条件：

- ・ 未探索のルートが無くなった場合

[0067] 以上、走行車コントローラ4及び走行車システム1では、分岐部BPから走行中の空き走行車3Eの位置までの距離が分岐切替不可能距離Z以下であ

れば、例えば分岐部B Pに到達するまでに分岐機構を切り替えることができないことから、この空き走行車3 Eは予定している進路方向を分岐部B Pで切り替えることが不可能である（分岐部B Pを予定している進路方向へ進まざるを得ない）と判断し、先着空き走行車の検出の際に基づく複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートを除く。これにより、搬送指令が割り付けられた空き走行車3 Eが、分岐部B Pで進路を切り替えることができずに行先ポイントPへ遠回りして向かう場合を無くすることができる。

[0068] その結果、図1に示す軌道レイアウトの例では、ループ走行路2 A上を1周回して行先ポイントPへ進まざるを得ない空き走行車3 Eではなく、ループ走行路2 B上において行先ポイントPに最短時間で到達できる空き走行車3 Eへ搬送指令を割り付けることが可能となる。走行車コントローラ4が搬送指令を最適な空き走行車3 Eに割り付ける際の走行車選定方法を改善することができる。空き走行車3 Eが分岐部B Pを行先ポイントPの側へ進行できるか否かを加味しつつ、空き走行車3 Eと行先ポイントPとの位置関係に基づいて、行先ポイントPに先着する空き走行車3 Eに搬送指令を割り付けることができる。したがって、行先ポイントPに空き走行車3 Eを迅速に到着させることが可能となる。

[0069] 走行車コントローラ4及び走行車システム1では、軌道2を分岐部B Pへ向かって走行中の空き走行車3 Eが分岐部B Pから分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置し且つ分岐部B Pを主経路側へ進行する予定である場合、擬似シフト処理を実行する。擬似シフト処理により、当該空き走行車3 Eについて、分岐部B Pの下流であって走行を予定している主経路側に位置するとみなすことができる。これにより、複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートが除かれることになる。よって、搬送指令が割り付けられた空き走行車3 Eが、分岐部B Pで進路を切り替えることができずに行先ポイントPへ遠回りして向かう場合を無くすることができる。

[0070] 走行車コントローラ4及び走行車システム1では、積算コストが最も小さい走行ルート候補である最短走行ルート候補をサーチし、サーチした最短走

行ルート候補に対応する空き走行車 3 E を先着空き走行車として検出する逆ルートサーチ処理を実行する。これにより、先着空き走行車を精度よく検出することができる。

[0071] 擬似シフト処理の対象となった空き走行車 3 E の擬似位置と実位置との間が長いと、その間に他の空き走行車 3 E が存在する可能性が高い。この場合、他の空き走行車 3 E の方が行先ポイント P に先着できるにもかかわらず、擬似シフト処理の対象となった空き走行車 3 E は擬似位置に位置すると認識されているがために、擬似シフト処理の対象となった空き走行車 3 E に指令が割り付けられてしまうおそれがある。この点、走行車コントローラ 4 及び走行車システム 1 の擬似シフト処理では、分岐部 B P よりも下流であって当該分岐部 B P に対して空き走行車 3 E の車長以下の距離範囲 K 内に、空き走行車 3 E が位置するとみなす。これにより、擬似シフト処理の対象となった空き走行車 3 E の擬似位置と実位置との間には、他の空き走行車 3 E が存在することが無い。そのため、当該他の空き走行車 3 E に本来は搬送指令が割り付けられるべきところ、擬似シフト処理を実行したために擬似シフト処理の対象となった空き走行車 3 E に搬送指令が割り付けられてしまうということを回避できる。

[0072] 空き走行車 3 E の進路を分岐部 B P で確実に切り替えるためには、空き走行車 3 E の車速が大きいほど、分岐部 B P から上流に亘る分岐切替不可能距離 Z が長くなる傾向がある。よって、走行車コントローラ 4 及び走行車システム 1 では、分岐切替不可能距離 Z は、空き走行車 3 E の車速が大きいほど連続的又は段階的に長くなるように設定されている。これにより、当該傾向に沿って分岐切替不可能距離 Z を設定することができる。

[0073] 走行車コントローラ 4 及び走行車システム 1 では、逆ルートサーチ処理は、軌道 2 において行先ポイント P から空き走行車 3 E の進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索して、走行ルート候補をサーチする第 1 処理と、第 1 処理でサーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとする第 2 処理と、軌道 2 にお

いて行先ポイントPから空き走行車3Eの進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索して、積算コストが最小コストよりも小さい走行ルート候補をサーチする第3処理と、第3処理でサーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとした後、第3処理に戻る第4処理と、第3処理で走行ルート候補をサーチできず、且つ、軌道2において未探索のルートが無くなった場合に、処理を終了する第5処理と、を含む。これにより、逆ルートサーチ処理を具体的且つ効果的に実行することができる。

[0074] 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定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

[0075] 上記実施形態では、指令割付け部44は、擬似シフト処理を実行した場合、擬似シフト処理の対象となった空き走行車3Eの擬似位置と当該空き走行車3Eの実位置との間を走行するのに要する時間値に対応する補正コストを、逆ルートサーチ処理における当該空き走行車3Eのルートテーブルの積算コスト（当該空き走行車3Eに対応する走行ルート候補について算出した時間値）に加算してもよい。

[0076] 例えば図12に示されるように、逆ルートサーチ処理において、上記ステップS14でYESの場合、サーチした走行ルート候補の空き走行車3Eが擬似シフト処理の対象か否かを判定する（ステップS21）。上記ステップS21でNOの場合、サーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補の積算コストを最小コストとして走行車コントローラ4に記憶する（ステップS22）。その後、上記ステップS13の処理に戻る。

[0077] 一方、上記ステップS21でYESの場合、サーチした走行ルート候補の積算コストに補正コストを加算した値が最小コストよりも小さいか否かを判定する（ステップS23）。上記ステップS23でYESの場合、サーチした走行ルート候補を最短走行ルート候補とすると共に、当該走行ルート候補

の積算コストに補正コストを加算した値を最小コストとして走行車コントローラ 4 に記憶する（ステップ S 2 4）。その後、上記ステップ S 1 3 の処理に戻る。上記ステップ S 2 3 で N O の場合、上記ステップ S 1 3 の処理に戻る。なお、補正コストは、擬似シフト処理の実行時に算出されて走行車コントローラ 4 に記憶することができる。

[0078] このような補正コストの加算により、擬似シフト処理に対象となった空き走行車 3 E のルートテーブルの積算コストを補正することができる。これにより、空き走行車 3 E が分岐部 B P よりも下流側に位置するとみなしつつ、逆ルートサーチ処理の積算コストの算出については、空き走行車 3 E の実位置と行先ポイント P との位置関係に基づいて行うことができる。

[0079] 上記実施形態では、走行車コントローラ 4 は、擬似シフト処理を実行することで、結果として、先着空き走行車の検出の際に基づく複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートを除いたが、これに限定されない。走行車コントローラ 4 は、擬似シフト処理を実行せず、空き走行車 3 E の走行情報からルート予測し、先着空き走行車の検出の際に基づく複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートを直接的に除いてもよい。例えば、空き走行車 3 E の実位置、車速及び走行予定ルートに基づいて、逆ルートサーチ処理におけるルートの探索を、進路切替後走行ルートに対応するルートテーブルを除きつつ行ってもよい。

[0080] 上記実施形態では、コストないし積算コストを用いているが、これに限定されない。例えば、ルート距離を用いてもよい。走行車 3 が走行するのに要する時間値であれば、その他の種々のパラメータを用いてもよい。

[0081] 上記実施形態における軌道レイアウトは、図 1 及び図 7 ～図 1 1 の例に限定されず、種々の軌道レイアウトを採用することができる。上記実施形態では、走行車 3 の一例として天井走行車を挙げて説明したが、走行車のその他の例には、地上又は架台に配設された軌道を走行する無人走行車及びスタッカークレーンなどが含まれる。

[0082] 上記実施形態では、逆ルートサーチ処理において、軌道 2 を行先ポイント

Pから進行方向と逆方向に辿るようにルートを探索した際、空き走行車3 Eを初めて発見した場合（空き走行車3 Eの1回目の発見の場合）、当該空き走行車3 Eが軌道2を分岐部B Pへ向かって走行中であって分岐部B Pから分岐切替不可能距離Zの範囲内に位置し且つ分岐部B Pを主経路側へ進行する予定であるときには、その発見を無視してもよい。これにより、複数の走行ルート候補から進路切替後走行ルートが除かれることになり、搬送指令が割り付けられた空き走行車3 Eが行先ポイントPへ遠回りして向かう場合を無くすことができ、行先ポイントPに空き走行車3 Eを迅速に到着させることが可能となる。

符号の説明

[0083] 1…走行車システム、2…軌道（走行路）、3…走行車、3 E…空き走行車（走行車）、4…走行車コントローラ、4 4…指令割付け部、B P…分岐部、L…荷、P…行先ポイント、Z…分岐切替不可能距離。