

(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
2009 年 12 月 3 日(03.12.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/145166 A1

- (51) 国際特許分類:
G05D 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/059566
- (22) 国際出願日: 2009 年 5 月 26 日(26.05.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-139969 2008 年 5 月 28 日(28.05.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 I H I (IHI Corporation) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡島 一道 (OKAJIMA Kazumichi) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 長谷川 文夫 (HASEGAWA Fumio) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目 1 番 1 号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 堀田 実 (HOTTA Minoru); 〒1080014 東京都港区芝五丁目 2 6 番 2 0 号 建築会館 4 階 アサ国際特許事務所 Tokyo (JP).

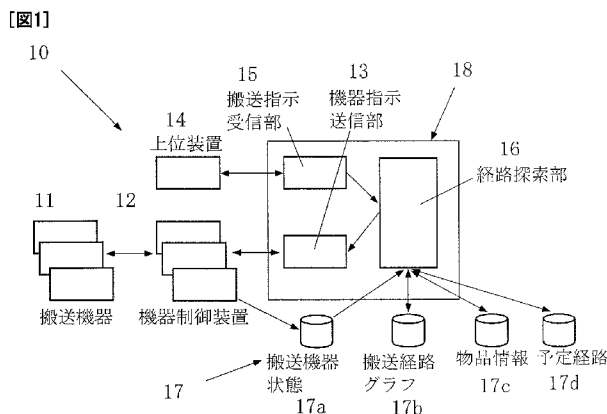
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: UNMANNED TRANSFER SYSTEM, AND TRANSFER ROUTE DETERMINING METHOD FOR THE SYSTEM

(54) 発明の名称: 無人搬送装置とその搬送経路決定方法



- 11 TRANSFER INSTRUMENT
14 HOST DEVICE
12 INSTRUMENT CONTROL DEVICE
15 TRANSFER INSTRUCTION RECEIVING UNIT
13 INSTRUMENT INSTRUCTION TRANSMITTING UNIT
16 ROUTE SEARCHING UNIT
17a TRANSFER INSTRUMENT STATE
17b TRANSFER ROUTE GRAPH
17c ARTICLE INFORMATION
17d SCHEDULED ROUTE

(57) Abstract: Provided is an unmanned transfer system, which can determine a transfer route automatically, which need not monitor the detailed position and the lapse time of a transfer instrument, which needs none of a sensor, a communication route and a calculating device, which needs no high precise prediction, which can select a proper route even if the system fails in a congestion prediction, and which can spare the energy. Also provided is a transfer route determining method for the unmanned transfer system. A storage device (17) stores a graph (1), in which transfer points, branching points, merging points, transfer origins and transfer destinations of a transfer instrument (11) are set to "points" (2), in which the routes directly traced from the individual points to adjoining points are set to "branches" (3), and in which the sums of "time loads" proportional to the lapse time periods of the individual branches and "energy loads" proportional to the consumed energies are set to "weights" (4). A transfer control device (18) decides the route, for which the sum of the weights of the individual branches constituting the transfer routes from the transfer origins to the transfer destinations is the minimum, as "scheduled routes", adds a predetermined weight to the current "weights" (4) of the individual branches of the scheduled routes determined, transfers the individual articles by controlling the transfer instruments individually along the determined scheduled routes, and subtracts the aforementioned predetermined

weights from the current weights of the individual branches of the scheduled routes used for the transfers.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/145166 A1



搬送経路を自動決定することができ、搬送機器の詳細な位置や通過時間を監視する必要がなく、そのためのセンサ、通信路、および計算装置が不要であり、精度の高い予測が不要であり、混雑予測に失敗しても適切な経路を選択することができ、かつ省エネルギー化を図ることができる無人搬送装置と その搬送経路決定方法を提供する。記憶装置（１７）により、搬送機器（１１）の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」（２）、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」（３）、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」（４）とするグラフ（１）を記憶し、搬送制御装置（１８）により、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重み（４）に所定の重みを加算し、各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算する。

明 細 書

発明の名称： 無人搬送装置とその搬送経路決定方法

技術分野

[0001] 本発明は、搬送経路を自動決定する無人搬送装置とその搬送経路決定方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の搬送機器を用いた無人搬送装置において、搬送経路を決定する手段として、種々の提案が既になされている（例えば、特許文献１～７）。

[0003] 特許文献１：特開平６－８３４４５号明細書、「自動走行移動体による無人搬送システムにおける走行経路選定方法」

特許文献２：特開２００３－３３７６２３号明細書、「経路決定装置及び方法」

特許文献３：特開２００３－３４５４３９号明細書、「自動搬送システムおよび搬送車の経路探索方法」

特許文献４：特許第３４８５７５５号明細書、「無人搬送車制御装置および無人搬送車制御方法」

特許文献５：特許第３５３９８３８号明細書、「無人搬送車制御装置および無人搬送車制御方法」

特許文献６：特許第３７５５２６８号明細書、「無人搬送車制御装置および無人搬送車制御方法」

特許文献７：特許第３７２８８６４号明細書、「無人搬送車制御装置および方法」

[0004] 上述した従来の無人搬送装置における搬送経路決定方法は、以下の３通りに大別することができる。

（１） 搬送対象の搬送元と搬送先に対応した経路を手動で定義する。

この方法は、搬送元と搬送先に対応した全ての組み合わせを手動で設定する必要があった。また、そのように決定した経路は固定された経路であり、

故障や渋滞等の経路の状態に柔軟に対応することに限度があった。

(2) 搬送経路をグラフとみなし、重み最小となる経路を決定する。

この方法は、重みを再計算するために搬送機器の詳細な位置や通過時間を監視する必要があり、各種機器の情報を得るためのセンサ、通信路、および計算装置が必要であった。

(3) 搬送対象の搬送元と搬送先に対応した経路を複数用意し、その経路の中から最適な経路を選択する。

この方法は、渋滞等を回避した最短時間で移動できる経路を選択するために、現在の経路の混雑や未来の経路の混雑予測を元に決定している。そのため、精度の良い予測が必要であり、混雑予測に失敗すると誤った予測に基づいた経路で搬送してしまうため適切な経路を通過しない。また、最適な経路の評価基準は搬送時間や距離であり、省エネルギーについて考慮されていなかった。

発明の開示

[0005] 本発明は上述した従来の問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、搬送経路を自動決定することができ、搬送機器の詳細な位置や通過時間を監視する必要がなく、そのためのセンサ、通信路、および計算装置が不要であり、精度の高い予測が不要であり、混雑予測に失敗しても適切な経路を選択することができ、かつ省エネルギー化を図ることができる無人搬送装置とその搬送経路決定方法を提供することにある。

[0006] 本発明によれば、複数の搬送機器を個別に制御する無人搬送装置であって、

各搬送装置を制御する複数の機器制御装置と、経路を探索し各機器制御装置に指示を送信する搬送制御装置と、搬送機器状態、搬送経路グラフおよび予定経路を記憶する記憶装置とを備え、

前記記憶装置は、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー

負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、

前記搬送制御装置は、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに所定の重みを加算し、

各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算する、ことを特徴とする無人搬送装置が提供される。

[0007] また、本発明によれば、複数の搬送機器を個別に制御する無人搬送装置の搬送経路決定方法であって、

記憶装置により、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、

搬送制御装置により、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに所定の重みを加算し、

各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算する、ことを特徴とする無人搬送装置の搬送経路決定方法が提供される。

[0008] 本発明の好ましい実施形態によれば、前記所定の重みを、物品 1 台に相当する「時間負荷」とし、搬送負荷がある閾値以下になったときに、消費エネルギーの相対的に大きい機器を通過する枝の「エネルギー負荷」を大きく設定し、全経路中の一部の機器を実質的に停止させる。

[0009] また、搬送先で待ち時間が発生する場合に、搬送に必要な時間 $\leq$ (搬送先の待ち時間)、又は搬送に必要な時間 $\leq$ (搬送先の待ち時間 + 許容閾時間)、となる経路から最もエネルギー消費の少ない経路を選択する。

[0010] さらに、各物品が、点から点に移動する毎に、現在の「予定経路」の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算し、次いで現在の点から搬送先まで

の搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として再決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに前記所定の重みを加算する。

[0011] 上記本発明の装置及び方法によれば、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の重みを現在の重みに加算するので、

搬送経路をグラフとみなし、経路探索部で一旦決定した経路を将来の渋滞状態として重みに適用することで、渋滞になる経路を予測し、それを回避する経路を決定することができる。

また、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするので、省エネルギー化を図った経路を選択できる。

従って、故障や渋滞等の経路の状態に柔軟に対応するとともに、各種機器の重み計算に必要な情報を得るためのセンサ、通信路、計算装置などが不要になり、かつ省エネルギー化を図ることができる。

[0012] また、各物品が、点から点に移動する毎に、現在の「予定経路」の各枝の重みを現在の重みから減算し、次いで現在の点から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として再決定し、決定した予定経路の各枝の重みを現在の重みに加算するので、搬送経路の分離、合流、乗り換え等の地点に移動するたびに、搬送経路を再検討し経路を更新することができる。

従って、常に最新の経路情報で経路を選択するとともに、未来の混雑予測に失敗して適切でない経路を選んだとしても、搬送途中で適切な経路に戻ることができる。またこのため、高精度の予測が不要になる。

[0013] さらに、前記所定の重みを、物品１台に相当する「時間負荷」とし、軽負荷時や急いで搬送する必要がないときには、消費エネルギーの相対的に大きい機器を通過する枝の「エネルギー負荷」を大きく設定し、全経路中の一部の機器を実質的に停止させるので、機器の停止により、軽負荷時の省エネルギーが実現できる。

[0014] また、搬送先で待ち時間が発生する場合に、搬送に必要な時間 $\leq$ （搬送先の待ち時間）、又は搬送に必要な時間 $\leq$ （搬送先の待ち時間＋許容閾時間）、となる経路から最もエネルギー消費の少ない経路を選択することにより、装置に若干の待ちが発生するものの、さらに省エネルギーが可能になる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の無人搬送装置の全体構成図である。

[図2]搬送経路グラフの例を示す図である。

[図3]図２に重みを付した図である。

[図4]図３の重みを変更した図である。

[図5A]本発明の方法の第１実施形態を示す図である。

[図5B]本発明の方法の第１実施形態を示す図である。

[図6A]本発明の方法の第２実施形態を示す図である。

[図6B]本発明の方法の第２実施形態を示す図である。

[図6C]本発明の方法の第２実施形態を示す図である。

[図7]本発明の方法の第３実施形態を示す図である。

[図8A]本発明の方法の第３実施形態を示す図である。

[図8B]本発明の方法の第３実施形態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の好ましい実施例を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

[0017] 図１は、本発明の無人搬送装置の全体構成図である。

この図において、本発明の無人搬送装置１０は、複数の搬送装置１１を制

御する複数の機器制御装置 12、各機器制御装置 12 に指示を送信する機器指示送信部 13、上位装置 14 から搬送指示を受信する搬送指示受信部 15、経路を探索する経路探索部 16、搬送機器状態、搬送経路グラフ、物品情報、予定経路をそれぞれ記憶する記憶装置 17a, 17b, 17c, 17d を備える。

[0018] 上述した機器指示送信部 13、搬送指示受信部 15、および経路探索部 16 は、全体として搬送制御装置 18 を構成する。この搬送制御装置 18 は、例えば単一または複数のコンピュータである。

また、上述した記憶装置 17a, 17b, 17c, 17d は、単一の記憶装置 17 であってもよい。

[0019] 図 1 の構成において、上位装置 14 から搬送指示受信部 15 に、物品の搬送指示（移動先、移動優先度等）が与えられる。

経路探索部 16 は、搬送機器の状態 17a（故障情報等）を搬送経路グラフ 17b に反映する。

経路探索部 16 は搬送経路グラフ 17b 上の重みを評価し搬送経路を生成する。

機器指示送信部 13 は、生成した搬送経路に従って各制御装置 12 に搬送指示を行う。

[0020] 図 2 は、搬送経路グラフの例を示す図である。

搬送経路は、天井走行台車（OHV）、無人搬送車（RGV）、自動クレーン等さまざまな種類の搬送機器の組み合わせによって構成される。これらの搬送機器の組み合わせを搬送経路グラフ 1（以下単に「グラフ」という）によって表現する。

グラフ 1 は、「点」2 と、隣接している点と点を結ぶ「枝」3 の集合によって構成される。枝には方向を持たせることができる。この例で点 2 は矩形で、枝 3 は矢印で示す。

搬送機器（この図で、A～D）によって構成される経路をグラフで表現するために各機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元になる地点、

搬送先になる地点をすべて「点」と定義する。またこの各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」と定義する。機器によっては、双方向に移動可能な場合と一方のみ移動可能な場合があり、それを「枝の方向」として定義する。

[0021] ここで図2の例において「出発点Aから到着点C」に搬送することを考える。このとき「 $A \rightarrow C$ 」と「 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$ 」の2通りの搬送経路がとれるが、どちらがより「良い経路」であるかを示す指針が必要である。

[0022] 図3は、図2に重み4を付した図である。

本発明では、各枝3に重み4を定義し、搬送経路を構成する各枝の重み4の総和が最小となる経路を「最も良い経路」と定義する。重み4は任意の数値である。

[0023] 図4は、図3の重みを変更した図である。

任意の2点間の「最も良い経路」を求めたとき、固定の重み量では常に同じ経路が得られるため、その経路の特定部分が渋滞していたとしても迂回するような経路を得ることができない。そのため渋滞に対応して重み4を動的に変更する必要がある。

例えば、図3において、「出発点Aから到着点C」に搬送することを考えると、通常は「 $A \rightarrow C$ 」が「最も良い経路」として求められるが、「 $A \rightarrow C$ 」間に渋滞が発生しているときに「 $A \rightarrow C$ 」間の重みを図4のように大きくすると、「最も良い経路」として「 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$ 」が得られる。この経路は渋滞の迂回経路である。

[0024] このように重み4を動的に変更するために、経路渋滞を検知するセンサを設置することや、機器の移動時間実績値を計測し、それを新しい「経路の通過時間」とするなどといった方法は従来から提案されている。しかし、このためには、渋滞、位置、速度等を求めるセンサや経路を求める装置に検知した情報を送信する装置を設置する必要がある。

[0025] そこで、本発明では、経路渋滞や移動時間の実績値を取得しないで、重みを以下の方法で動的に変更する。

(1) 記憶装置 17 により、予め、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶する。

(2) 次に、搬送制御装置 18 により、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに所定の重みを加算する。所定の重みは、例えば、物品 1 台に相当する重みとする。

すなわち、搬送経路を求めたときに予定経路として、その経路を構成する各枝 3 に予約を入れる。枝 3 の重みは、その枝に入れられた予約数の増加関数とする。

例えば、次のように重みを定義する。

重み = 「経路の通過時間」の関数 + 「消費エネルギー」の関数

新たな搬送経路は、上記の重みで求める。

(3) 次に、搬送制御装置 18 により、各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算する。

[0026] 図 5 A と図 5 B は、本発明の方法の第 1 実施形態を示す図である。この図において、図 5 A は高負荷時、図 5 B は低負荷時を示している。

一般に搬送経路は、天井走行台車 (OHV)、無人搬送車 (RGV)、自動クレーン等さまざまな種類の搬送機器の組み合わせによって構成される。このとき、搬送される荷物が多く高負荷なときや、一部の機器の故障等が発生したときでも十分に搬送できるように、複数の搬送機器や経路を用意して処理能力に余裕を持たせている。

本発明では、低負荷で搬送能力に余裕があるときに、そのような冗長な機器を使用しない経路で搬送することで、その機器の機能を停止することで省エネルギーを実現する。

すなわち、図 5 A に示すように、経路「D→E」が複数（この図で 2 つ）

の経路で達成される場合に、高負荷時には両方の経路を使用するが、図5Bに示すように、搬送負荷がある閾値以下になったときに、消費エネルギーの相対的に大きい機器を通過する枝の「エネルギー負荷」を消費エネルギーの相対的に小さい機器を通過する際の「エネルギー負荷」より大きく、例えば2倍以上に設定し、全経路中の一部の機器を実質的に停止させる。

[0027] ここで、次のように重みを定義する。

重み＝各枝の通過時間に比例する「時間負荷」＋消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」

このとき「最も良い経路」とは「通過時間が短くかつ消費エネルギーが小さい経路」となる。

搬送中の荷物の量が少なく、「経路の通過時間」が小さいときには、「消費エネルギー」の項の寄与が相対的に大きくなるため、「消費エネルギー」の少ない機器を通過する経路が選択される。搬送中の荷物の量が多く負荷が高くなると、「経路の通過時間」が大きくなり、「消費エネルギー」の項の寄与が相対的に小さくなる。そのため「消費エネルギー」の大きい機器も負荷低減のために使用される。

[0028] 図6A～図6Cは、本発明の方法の第2実施形態を示す図である。この図において、各枝の重みは、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」＋消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」であり、図中に例えば、 $10 + 100$ のように、2つの数字で表している。なお、ここでは説明を簡略化するため、エネルギー負荷は変わらないこととした。

図6Aは、「出発点Aから到着点C」に最初に搬送する場合である。このとき「 $A \rightarrow C$ 」と「 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$ 」の2通りの搬送経路のうち、各枝の重みの総和が最小となる「 $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C$ 」が選択される。

この選択により、枝AB, BD, DCが予約され、枝AB, BD, DCの重みを $10 + 20$, $20 + 20$, $20 + 20$ に変更する。

図6Bは、「出発点Aから到着点C」に2番目に搬送する場合である。このときも各枝の重みの総和が最小となる「 $A \rightarrow C$ 」（枝AC）が選択される

。

この選択により、枝 A B, B D, D C が予約され、枝 A B, B D, D C の重みを $15 + 20$, $30 + 20$, $30 + 20$ に変更する。

図 6 C は、「出発点 A から到着点 C」に 3 番目に搬送する場合である。このとき「A → C」と「A → B → D → C」の 2 通りの搬送経路のうち、各枝の重みの総和が最小となる「A → C」が選択される。

この選択により、枝 A C が予約され、枝 A C の重みをそれぞれ $40 + 100$ に変更する。

なお、各枝の重み 4 は、予約された枝を実際に通過したときに、順次減算する。

[0029] 上述した本発明の方法によって以下の効果が得られる。

(1) 一般的に経路予約の少ない経路の重みは小さいので、新たな搬送経路は経路予約の少ない経路が優先的に選ばれる。予約の少ない経路は、混雑のない経路とみなせるので渋滞の迂回が可能になる。

(2) 各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするので、省エネルギー化を図った経路を選択できる。

従って、故障や渋滞等の経路の状態に柔軟に対応するとともに、各種機器の重み計算に必要な情報を得るためのセンサ、通信路、計算装置などが不要になり、かつ省エネルギー化を図ることができる。

[0030] 図 7 は、本発明の方法の第 3 実施形態を示す図である。この図において、7 は、バッファを有する装置であり、ある待ち時間（例えば処理時間：10 分）が必ず発生するものとする。

この例に示すように搬送先ですぐ次の作業が行われるのではなく、待つとこが明らかなときは、急いで搬送する必要はない。そこで、

搬送に必要な時間 $\leq$ (搬送先の待ち時間)

となる経路が複数ある場合は、最もエネルギー消費の少ない経路を選択する。さらに許容閾時間を定義し、

搬送に必要な時間 $\leq$ （搬送先の待ち時間＋許容閾時間）

となる経路が複数ある場合は、最もエネルギー消費の少ない経路を選択する。これにより、装置に若干の待ちが発生するものの、さらに省エネルギーが可能になる。

[0031] 一方、上述した本発明の方法では、搬送を開始するときにその出発点から到着点への複数の経路から適切な経路を選択するために、あらかじめ複数の経路候補を用意しその中から選択し、かつ搬送経路をグラフで表現し経路渋滞を重みに反映することで渋滞回避を行っている。

[0032] しかし、搬送指示が出たときのそのときの経路状態を用いて経路探索を行った場合、あくまでもその時の状態を考慮するだけなので将来の発生しうる渋滞には対応できない。また、搬送機器の移動時間や速度等から将来の渋滞予測等も加味して経路を選ぶことも行われているが、予測のために多くの計算が必要である、また未来になるほど予測は不確実になり信頼のおけないものになる。

[0033] そこで、本発明では、搬送指示が出たときのそのときの経路状態を反映した経路を作成し搬送装置に指示するだけでなく、搬送機器の乗り換え地点・分離地点等の搬送先に対して複数の経路をとりうる個所において最新の経路状態で再度経路を求める。

すなわち、本発明によれば、各物品が、点から点に移動する毎に、現在の「予定経路」の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算し、次いで現在の点から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として再決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに前記所定の重みを加算する。

このように頻繁に経路の再検討を行うことで、時々刻々と変わる経路状況に応じた搬送経路を求められるだけでなく、将来の予測に失敗し適切な経路を選択できなかったときも、再検討のときに適切な経路に修正される。

[0034] 図8Aと図8Bは、本発明の方法の第4実施形態であり、搬送経路の再検討を示す図である。

図 8 A のように、搬送指示が出たときの経路条件で経路を求めると、渋滞がないので F-H 間を経由しようとするが、この 2 つの荷物は、将来 F-H 間の領域を同時に使用するために渋滞が発生する。

そこで図 8 B のように、分離地点である E で経路を再検討することによって、渋滞しない回避経路を求めることができる。

[0035] 上述した本発明の装置及び方法によれば、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の重みを現在の重みに加算するので、

搬送経路をグラフ 1 とみなし、経路探索部で一旦決定した経路を将来の渋滞状態として重みに適用することで、渋滞になる経路を予測し、それを回避する経路を決定することができる。

また、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするので、省エネルギー化を図った経路を選択できる。

従って、故障や渋滞等の経路の状態に柔軟に対応するとともに、各種機器の重み計算に必要な情報を得るためのセンサ、通信路、計算装置などが不要になり、かつ省エネルギー化を図ることができる。

[0036] また、各物品が、点 2 から点 2 に移動する毎に、現在の「予定経路」の各枝の重みを現在の重みから減算し、次いで現在の点から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として再決定し、決定した予定経路の各枝の重みを現在の重みに加算するので、搬送経路の分離、合流、乗り換え等の地点に移動するたびに、搬送経路を再検討し経路を更新することができる。

従って、常に最新の経路情報で経路を選択するとともに、未来の混雑予測

に失敗して適切でない経路を選んだとしても、搬送途中で適切な経路に戻ることができる。またこのため、高精度の予測が不要になる。

[0037] さらに、前記所定の重みを、物品 1 台に相当する「時間負荷」とし、軽負荷時や急いで搬送する必要があるときには、消費エネルギーの相対的に大きい機器を通過する枝の「エネルギー負荷」を大きく設定し、全経路中の一部の機器を実質的に停止させるので、機器の停止により、軽負荷時の省エネルギーが実現できる。

[0038] また、搬送先で待ち時間が発生する場合に、搬送に必要な時間 $\leq$ （搬送先の待ち時間）、又は搬送に必要な時間 $\leq$ （搬送先の待ち時間+許容閾時間）、となる経路から最もエネルギー消費の少ない経路を選択することにより、装置に若干の待ちが発生するものの、さらに省エネルギーが可能になる。

[0039] なお、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加え得ることは勿論である。

請求の範囲

[請求項1]

複数の搬送機器を個別に制御する無人搬送装置であって、

各搬送装置を制御する複数の機器制御装置と、経路を探索し各機器制御装置に指示を送信する搬送制御装置と、搬送機器状態、搬送経路グラフおよび予定経路を記憶する記憶装置とを備え、

前記記憶装置は、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、

前記搬送制御装置は、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに所定の重みを加算し、

各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算する、ことを特徴とする無人搬送装置。

[請求項2]

複数の搬送機器を個別に制御する無人搬送装置の搬送経路決定方法であって、

記憶装置により、搬送機器の乗り換え地点、分岐地点、合流地点、搬送元、搬送先を「点」、各点から直接移動できる隣接地点までを「枝」、各枝の通過時間に比例する「時間負荷」と消費エネルギーに比例する「エネルギー負荷」の和を「重み」とするグラフを記憶し、

搬送制御装置により、各物品毎に、搬送元から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに所定の重みを加算し、

各物品毎に、決定した予定経路に沿って搬送機器を個別に制御して物品を搬送し、かつ搬送した予定経路の各枝の現在の重みから前記所

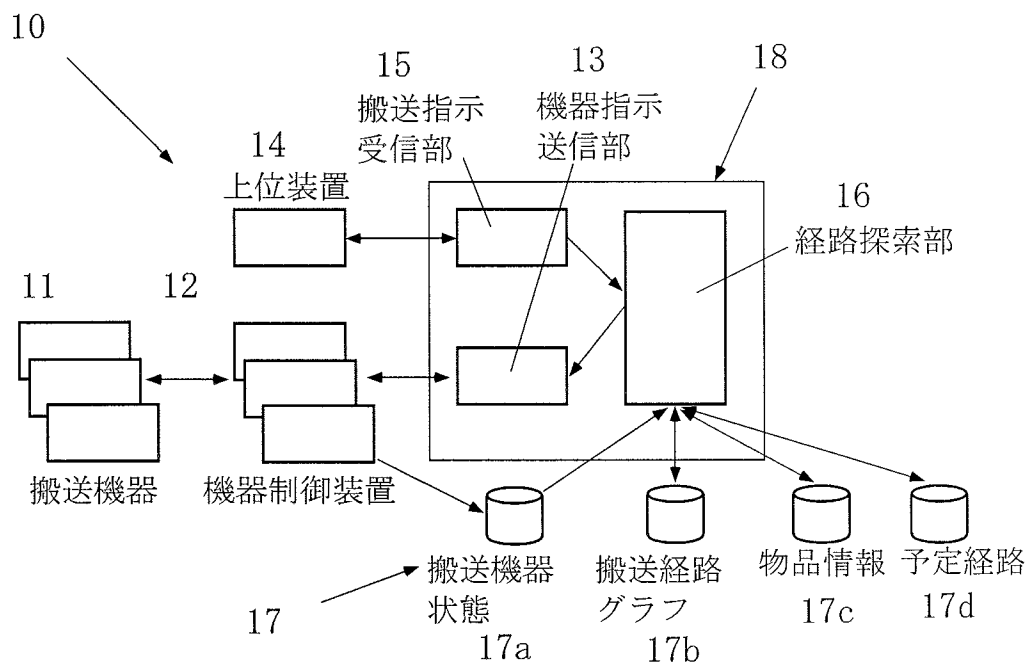
定の重みを減算する、ことを特徴とする無人搬送装置の搬送経路決定方法。

[請求項3] 前記所定の重みを、物品 1 台に相当する「時間負荷」とし、搬送負荷がある閾値以下になったときに、消費エネルギーの相対的に大きい機器を通過する枝の「エネルギー負荷」を大きく設定し、全経路中の一部の機器を実質的に停止させる、ことを特徴とする請求項 2 に記載の無人搬送装置の搬送経路決定方法。

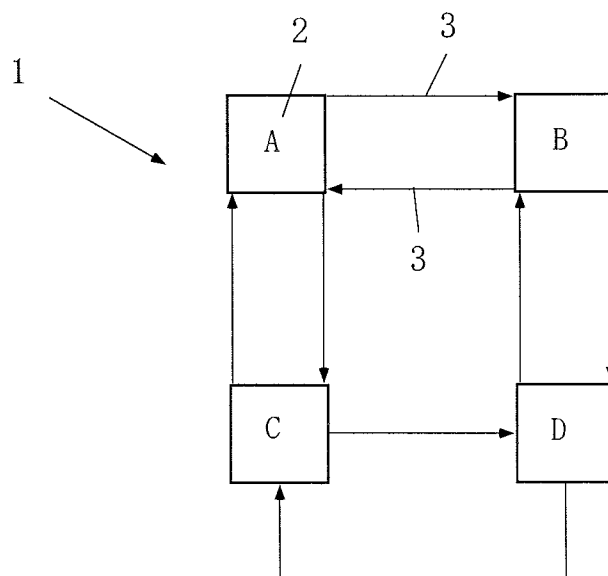
[請求項4] 搬送先で待ち時間が発生する場合に、搬送に必要な時間 $\leq$ (搬送先の待ち時間)、又は搬送に必要な時間 $\leq$ (搬送先の待ち時間 + 許容閾時間)、となる経路から最もエネルギー消費の少ない経路を選択する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の無人搬送装置の搬送経路決定方法。

[請求項5] 各物品が、点から点に移動する毎に、現在の「予定経路」の各枝の現在の重みから前記所定の重みを減算し、次いで現在の点から搬送先までの搬送経路を構成する各枝の重みの総和が最小となる経路を「予定経路」として再決定し、決定した予定経路の各枝の現在の重みに前記所定の重みを加算する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の無人搬送装置の搬送経路決定方法。

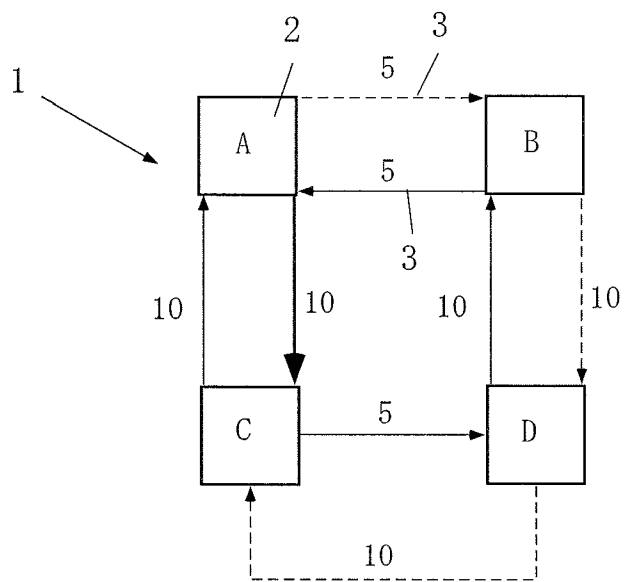
[図1]



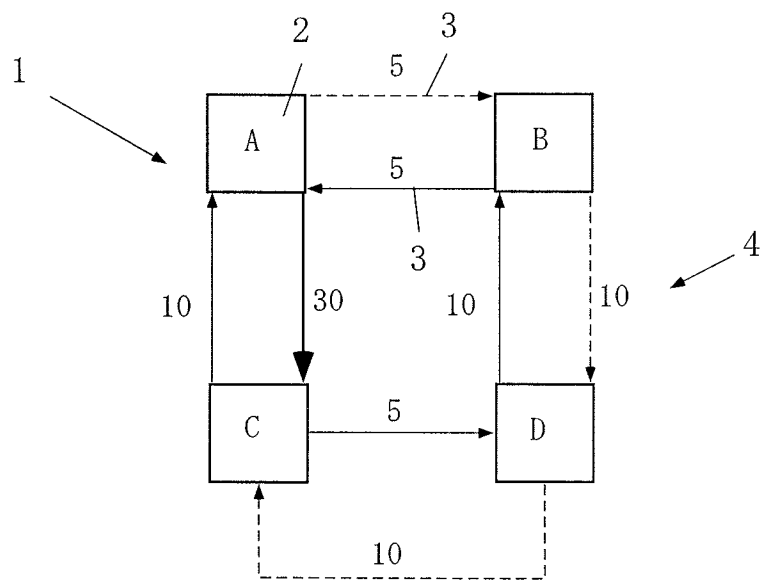
[図2]



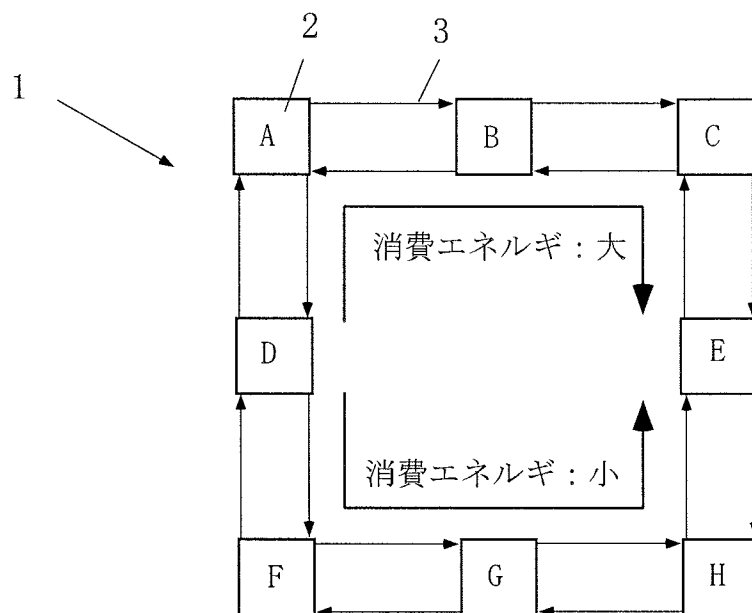
[図3]



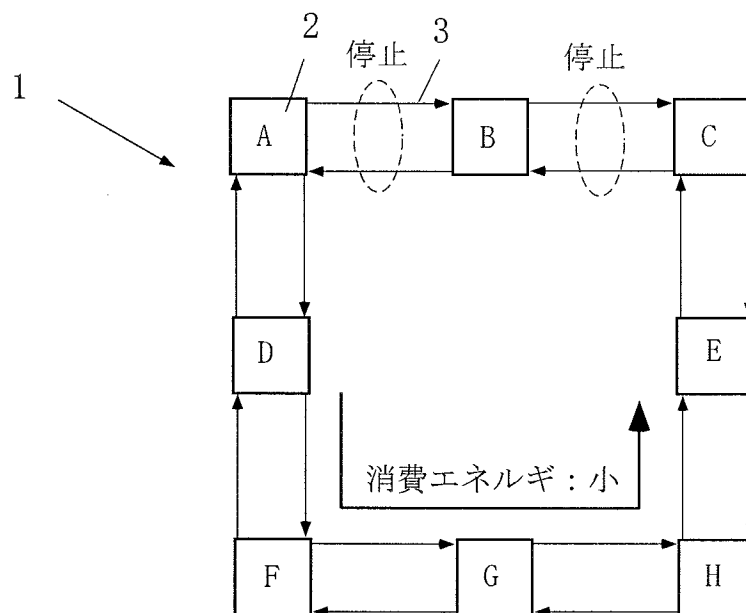
[図4]



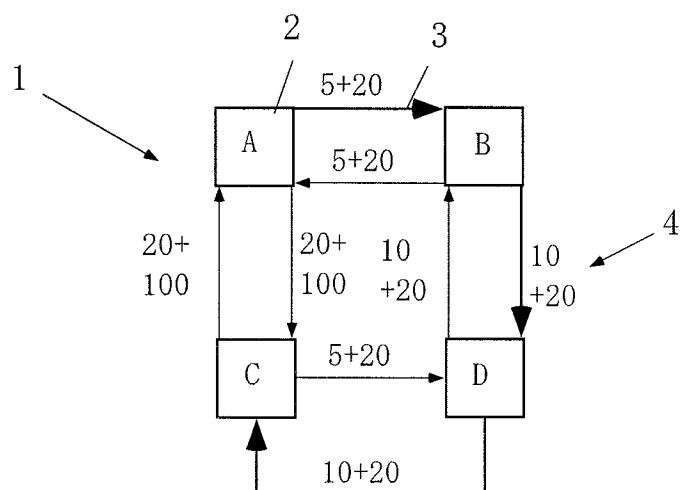
[図5A]



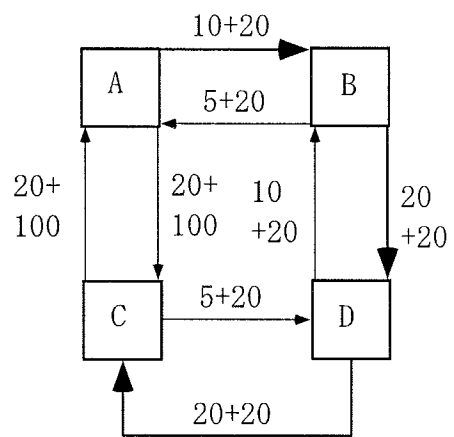
[図5B]



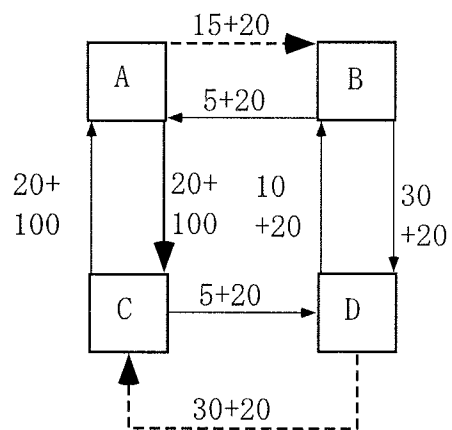
[図6A]



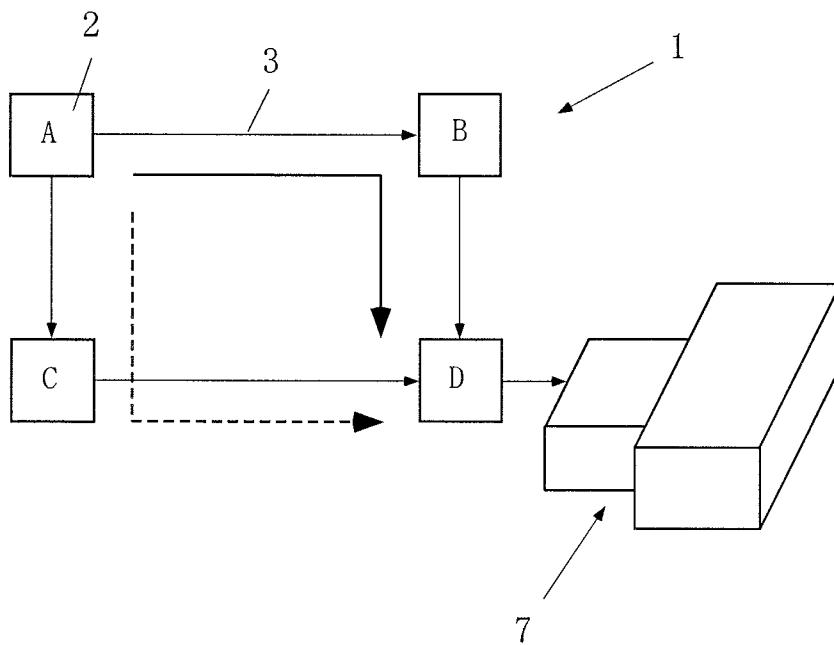
[図6B]



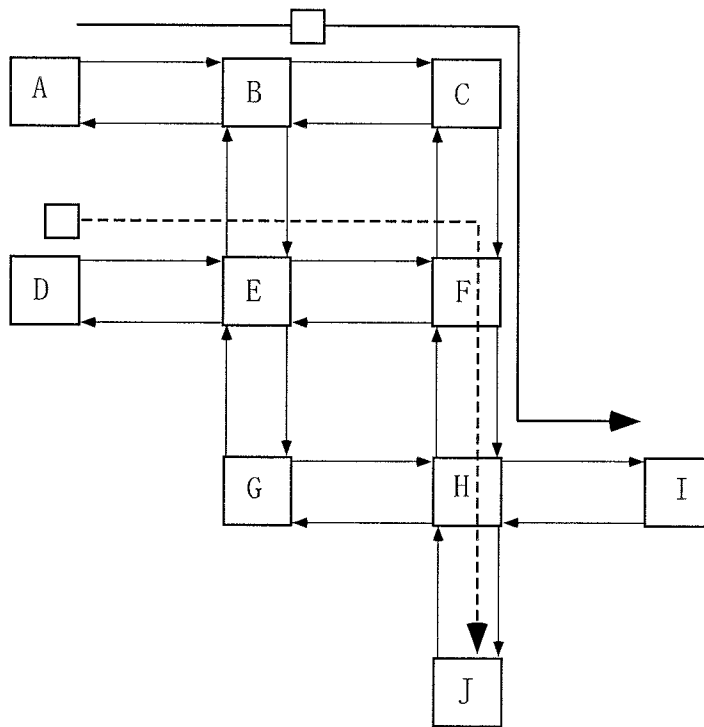
[図6C]



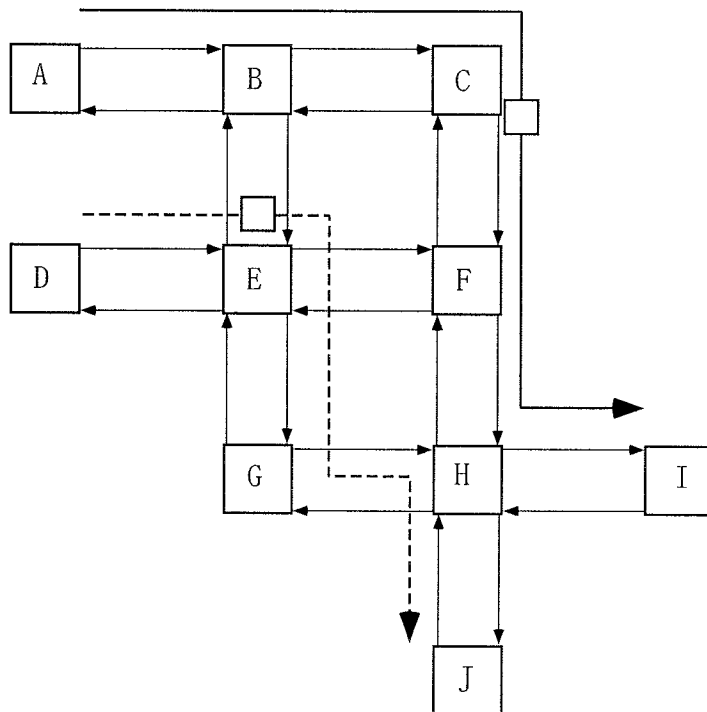
[図7]



[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02 (2006.01) i

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)

G05D1/02, B65G1/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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	JP 11-85280 A (Murata Machinery Ltd.), 30 March, 1999 (30.03.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2003-337623 A (Asyst Shinko, Inc.), 28 November, 2003 (28.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 9-222852 A (Fujitsu Ltd.), 26 August, 1997 (26.08.97), Par. No. [0043] (Family: none)	1-5

☒ 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
30 June, 2009 (30.06.09)

Date of mailing of the international search report
14 July, 2009 (14.07.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059566

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-50105 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 24 February, 2005 (24.02.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2004-280213 A (Japan Science and Technology Agency), 07 October, 2004 (07.10.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2003-208222 A (Asyst Shinko, Inc.), 25 July, 2003 (25.07.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2007-257274 A (Toyota Motor Corp.), 04 October, 2007 (04.10.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G05D1/02(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. G05D1/02, B65G1/00			
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 9 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 9 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 9 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	JP 11-85280 A（村田機械株式会社）1999.03.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5	
A	JP 2003-337623 A（アシストシンコー株式会社）2003.11.28, 全文、全図（ファミリーなし）	1-5	
A	JP 9-222852 A（富士通株式会社）1997.08.26, 段落【0043】（ファミリーなし）	1-5	
☒ 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矛盾するものではなく、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 3 0 . 0 6 . 2 0 0 9		国際調査報告の発送日 1 4 . 0 7 . 2 0 0 9	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 星名 真幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	3 U 3 6 1 7

C (続き) . 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	JP 2005-50105 A (松下電工株式会社) 2005. 02. 24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-280213 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2004. 10. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-208222 A (アシストシンコー株式会社) 2003. 07. 25, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2007-257274 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 10. 04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-5