



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I804513 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：107134396

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 28 日

(51)Int. Cl.：

G05B19/418 (2006.01)**B65G57/03 (2006.01)****B65G67/00 (2006.01)****G06F17/00 (2019.01)****G05B19/425 (2006.01)****G06Q10/08 (2012.01)**

(30)優先權：2017/09/28

美國

62/564,568

(71)申請人：美商辛波提克有限責任公司(美國) SYMBOTIC LLC (US)

美國

(72)發明人：麥克唐納 泰德 MACDONALD, TED A. (US)；巴森 佛利斯特 BUZAN, FORREST

(US)；奇丁 約翰 KEATING, JOHN F. (US)；康拉德 于爾根 CONRAD,

JUERGEN D. (US)；阿泰伊斯 阿明 ATAIEI-ESFAHANI, ARMIN (IR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 104395172A

US 8965559B2

US 2013/0204430A1

US 2015/0073589A1

US 2016/0185526A1

審查人員：林坤隆

申請專利範圍項數：30 項 圖式數：13 共 151 頁

(54)名稱

儲存及提取系統

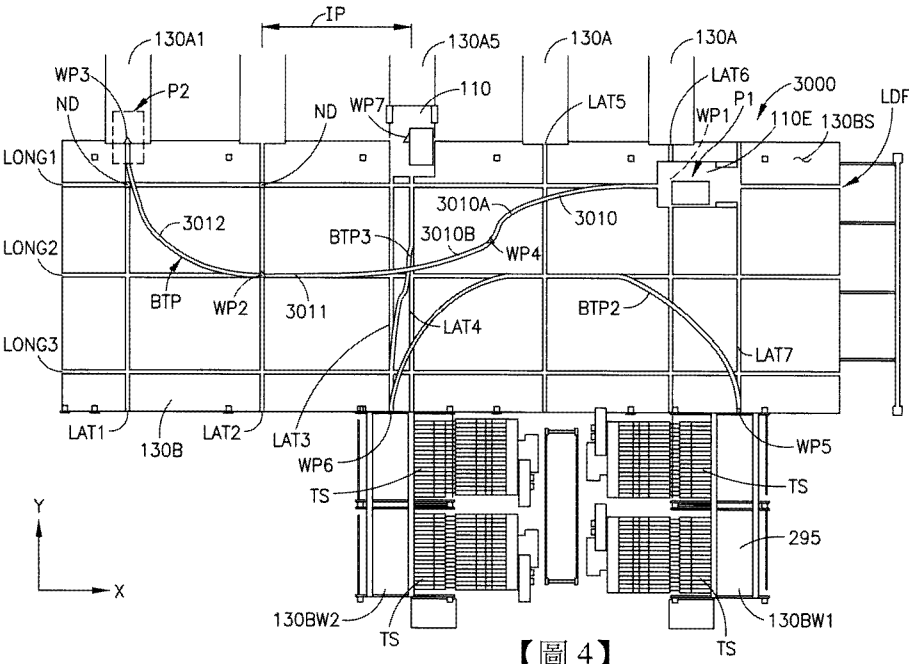
(57)摘要

一種儲存陣列系統包括一開放的未定的(open undeterministic)運輸表面、一被設置成與該運輸表面相關聯的循航陣列，該循航陣列包括一分散式特徵構造、一位在該分散式特徵構造的第一位置的第一航點(waypoint)、一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且相對於該第一航點在一與該分散式特徵構造成一角度的方向上偏離該第一航點、及一被導引的自主式運輸車輛，其被安排成用一非完全運動約束的轉向系統(un-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，該被導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造，其中該被導引的自主式運輸車輛包括一控制器，其被建構來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該被導引的自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式所決定之沿著該橫越路徑的預定的最佳化軌跡來連接該第一航點和該第二航點。

A storage array system including an open undeterministic transport surface, a navigation array disposed in connection with the transport surface, the navigation array includes a distributed feature, a first waypoint at a first position of the distributed feature, a second waypoint displaced from the first waypoint along the distributed feature and offset with respect to the first waypoint in a direction angled to the distributed feature, and a guided bot, arranged to traverse the transport surface, with a non-holonomic steering system, the guided bot having a bot pose determination system employing sensor data detecting the distributed feature, wherein the guided bot includes a controller configured to generate a substantially smooth curved bot traverse path

on the transport surface connecting the first and second waypoints with a predetermined optimal trajectory of the guided bot along the traverse path determined based on a bot dynamic model.

指定代表圖：



【圖 4】

符號簡單說明：

- 110 . . . 自主式運輸車輛
- 110E . . . 自主式運輸車輛
- 130A2 . . . 揀取走道
- 130A . . . 揀取走道
- 130A1 . . . 走道
- 130A5 . . . 走道
- 130B . . . 轉送甲板
- 130BS . . . 未決定的運輸表面
- 130BW1 . . . 車道
- 130BW2 . . . 車道
- 295 . . . 轉送區
- 3010A . . . J 形曲線
- 3010B . . . J 形曲線
- 3000 . . . 行駛陣列
- 3010 . . . 時間最佳化的軌跡
- 3011 . . . 簡單直線時間最佳化的軌跡
- 3012 . . . 簡單曲線時間最佳化的軌跡
- BTP2 . . . 自主式運輸車輛輸送路徑
- BTP3 . . . 自主式運輸車輛輸送路徑
- BTP . . . 輸送路徑
- IP . . . 節距
- LAT1 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

- LAT2 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LAT3 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LAT4 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LAT5 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LAT6 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LAT7 . . . 並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)
- LDF . . . 直線直線地分布的特徵構造
- LONG1 . . . 走道側行駛巷道(縱長向的特徵構造)
- LONG2 . . . 通過行駛巷道(縱長向的特徵構造)
- LONG3 . . . 抬高側行駛向道(縱長向的特徵構造)
- ND . . . 節點
- P1 . . . 姿勢
- P2 . . . 姿勢
- TS . . . 轉送站
- WP1 . . . 航點
- WP2 . . . 航點
- WP3 . . . 航點
- WP4 . . . 航點
- WP4 . . . 航點
- WP5 . . . 航點

I804513

TW I804513 B

WP6 . . . 航點

WP7 . . . 航點



I804513

【發明摘要】

【中文發明名稱】

儲存及提取系統

【英文發明名稱】

STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM

【中文】

一種儲存陣列系統包括一開放的未定的 (open undeterministic) 運輸表面、一被設置成與該運輸表面相關聯的循航陣列，該循航陣列包括一分散式特徵構造、一位在該分散式特徵構造的第一位置的第一航點 (waypoint)、一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且相對於該第一航點在一與該分散式特徵構造成一角度的方向上偏離該第一航點、及一被導引的自主式運輸車輛，其被安排成用一非完全運動約束的轉向系統 (un-holonomic steering system) 來橫越該運輸表面，該被導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造，其中該被導引的自主式運輸車輛包括一控制器，其被建構來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該被導引的自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式所決定之沿著該橫越路徑的預定的最佳化軌跡來連接該第一航點和該第二航點。

【 英文 】

A storage array system including an open undeterministic transport surface, a navigation array disposed in connection with the transport surface, the navigation array includes a distributed feature, a first waypoint at a first position of the distributed feature, a second waypoint displaced from the first waypoint along the distributed feature and offset with respect to the first waypoint in a direction angled to the distributed feature, and a guided bot, arranged to traverse the transport surface, with a non-holonomic steering system, the guided bot having a bot pose determination system employing sensor data detecting the distributed feature, wherein the guided bot includes a controller configured to generate a substantially smooth curved bot traverse path on the transport surface connecting the first and second waypoints with a predetermined optimal trajectory of the guided bot along the traverse path determined based on a bot dynamic model.

【指定代表圖】第(4)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

110：自主式運輸車輛

110E：自主式運輸車輛

130A2：揀取走道

130A：揀取走道

130A1：走道

130A5：走道

130B：轉送甲板

130BS：未決定的運輸表面

130BW1：車道

130BW2：車道

295：轉送區

3010A：J形曲線

3010B：J形曲線

3000：行駛陣列

3010：時間最佳化的軌跡

3011：簡單直線時間最佳化的軌跡

3012：簡單曲線時間最佳化的軌跡

BTP2：自主式運輸車輛輸送路徑

BTP3：自主式運輸車輛輸送路徑

BTP：輸送路徑

IP：節距

LAT1：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT2：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT3：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT4：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT5：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT6：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT7：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LDF：直線直線地分布的特徵構造

LONG1：走道側行駛巷道(縱長向的特徵構造)

LONG2：通過行駛巷道(縱長向的特徵構造)

LONG3：抬高側行駛向道(縱長向的特徵構造)

ND：節點

P1：姿勢

P2：姿勢

TS：轉送站

WP1：航點

WP2：航點

WP3：航點

WP4：航點

WP4：航點

WP5：航點

WP6：航點

WP7：航點

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

儲存及提取系統

【英文發明名稱】

STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM

[相關申請案]

【0001】本申請案與2017年9月28日提申之美國暫時申請案第62/564,568號有關並主張該案之優先權日，該案的揭露內容藉此參照被併於本文中。

【技術領域】

【0002】示範性實施例大致上係關於材料搬運系統，更具體地係關於在該材料搬運系統內的物件的運輸及儲存。

【先前技術】

【0003】在儲存及提取系統中的傳統的完全運動約束及非完全運動約束的自動車輛係沿著一由導引特徵構造(guide features)所形成的網絡來循航(navigate)。這些導引特徵構造包括平行的及有角度的(如，分叉的及交叉的)導引特徵構造，它們係相對於彼此被安排，用以形成該導引網絡。該自動車輛事實上係藉由使用感測器(譬如，直線

遵循感測器，其在該自動車輛循航的同時連續地或實質連續地感測該等導引特徵構造)來遵循該等導引特徵構造來行駛(travel)。此外，傳統的自動車輛係依賴連續地或實質連續地感測導引特徵構造來循航，該自動車輛係受限於只能沿著該導引特徵構造的網絡行駛(使得感測器可連續地感測)，此侷限本質上增加了自動車輛在該儲存及提取系統內行駛的時間。此行駛上的侷限對於非完全運動約束的自動車輛而言是特別不利的，這造成行駛路徑及速度上的限制(如，行駛通過在角落或交叉處的90度轉彎)，尤其是轉彎空間有限的橫越表面更是不利。可被瞭解的是，為了要在導引特徵構造的交會處作出急劇的轉彎，該自動車輛必須要減速以進行轉彎，這亦會增加自動車輛在該儲存及提取系統內行駛的時間。

【發明內容】

【0004】提供一種一非完全運動約束的自動車輛其允許從一儲存及提取系統中的一個地點更直接地到達另一個地點的路程以減少該非完全運動約束的自動車輛行駛的時間是有利的。

一種儲存陣列系統包含：一開放的未定的(open undeterministic)運輸表面；一循航陣列，一被設置成與該運輸表面相關聯的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一分散式特徵構造，其界定一沿著該開放的未定的運輸表面的直線方向且具有一位在該分散式特徵構造的第一位

置的第一航點(waypoint)，且該分散式特徵構造具有一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且相對於該第一航點在一與該直線方向成一角度的方向上偏離該第一航點；及一自動化導引的自主式運輸車輛(guided bot)，其被安排成用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，該自動化導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造；其中該自動化導引的自主式運輸車輛包括一控制器，其被建構來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該導引式自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式(bot dynamic model)來連接該第一航點和該第二航點。

【圖式簡單說明】

【0005】被揭露的實施例的前述態樣及其它特徵在下面配合附圖的描述中被說明，其中

【0006】圖1是一依據被揭露的實施例的態樣的自動化儲存及提取系統的示意圖；

【0007】圖1A及圖1B是依據被揭露的實施例的態樣的該自動化儲存及提取系統一些部分的示意圖；

【0008】圖1C是一由依據被揭露的實施例的態樣的自動化儲存及提取系統所形成一混合式托盤(pallet)裝載的示意圖；

【0009】圖 1D 是依據被揭露的實施例的態樣的該自動化儲存及提取系統一部分的示意圖；

【0010】圖 2A，2B 及 2C 是依據被揭露的實施例的態樣的該自動化儲存及提取系統一些部分的示意圖；

【0011】圖 3A，3B 及 3C 是依據被揭露的實施例的態樣的該自動化儲存及提取系統一些部分的示意圖；

【0012】圖 4 是依據被揭露的實施例的態樣的該自動化儲存及提取系統一部分的示意圖；

【0013】圖 5，5A 及 5B 是依據被揭露的實施例的態樣的自主式運輸車輛的示意圖；

【0014】圖 6 是依據被揭露的實施例的態樣的該自主式運輸車輛的一部分的示意圖；

【0015】圖 6A 是依據被揭露的實施例的態樣的示範性軌跡的示意圖；

【0016】圖 6B 是一顯示依據被揭露的實施例的態樣的示範性自主式運輸車輛(bot)路徑的圖式；

【0017】圖 6C 是一顯示依據被揭露的實施例的態樣的一示範性速度曲線軌跡的圖表；

【0018】圖 6D 是一顯示依據被揭露的實施例的態樣的示範性左/右扭矩標繪圖的圖表；

【0019】圖 7A 是傳統的非完全運動約束的輸送路徑的示意圖及圖 7B 是依據被揭露的實施例的態樣的非完全運動約束輸送路徑的示意圖；

【0020】圖 8 是依據被揭露的實施例的態樣的流程

圖；

【0021】圖 9 是依據被揭露的實施例的態樣的流程圖；

【0022】圖 10-12 是依據被揭露的實施例的態樣的儲存及提取系統的一些部分示意圖；及

【0023】圖 13 是依據被揭露的實施例的態樣的示意流程圖。

【實施方式】

【0024】圖 1 是依據被揭露的實施例的態樣的自動化的儲存及提取系統 100 的示意圖。雖然被揭露的實施例的態樣將參考圖式加以描述，但應被理解的是被揭露的實施例的態樣可被體現成其它形式。此外，其它適合的大小、形狀或類型的元件或材料亦可被使用。

【0025】依據被揭露的實施例的態樣，該自動化的儲存及提取系統 100 可例如以一零售配送中心或倉庫的形式來操作，用以完成從用於箱子單元(譬如，描述於 2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,674 號者)的零售店面接收到的訂單(orders)，該專利案的內容藉此參照被併於本文中。例如，該等箱子單元(case unit)是未被儲存在托盤、搬運袋(tote)或棧板上的(如，未被容納的)貨物的箱盒或單元。在其它例子中，該等箱子單元是以任何適合的方式被容納(如，容納在托盤、搬運袋或棧板上)的貨物的箱盒或單元。在另外其它的例子中，該等箱子單元是未

被容納以及被容納的物品的組合。應被指出的是，該等箱子單元例如包括被裝箱的貨物單元(例如，湯品罐頭、燕麥片盒子等等)或者是被設計成從棧板被取出或被放置在棧板上的散貨(individual goods)。依據被揭露的實施例的態樣，用於箱子單元的貨運箱(如，紙板箱、桶子、箱子、條板箱(crate)、罐子、或任何其它適合用來容納箱子單元的裝置)可具有不同的尺寸且可在出貨時用來容納箱子單元且可被建構成使得它們能夠在出貨時被棧板搬運。應指出的是，當例如成捆的箱子單元或多個棧板的箱子單元到達該儲存及提取系統時，每一棧板的內容物可以是均一的(如，每一棧板容納一預定數量的相同物件-一棧板容納湯品而另一棧板則容納燕麥片)且當棧板離開該儲存及提取系統時，棧板可容納任何適當數量的不同種類的箱子單元以及它們的組合(如，一混合式的棧板，其中每一混合式棧板容納不同種類的箱子單元-一個棧板容納湯品和燕麥片的組合)以一經過分類的配置被提供給例如該疊棧機(palletizer)以形成該混合式棧板。在該等實施例中，描述於本文中的該儲存及提取系統可被應用於箱子單元被儲存及被提取的任何環境中。

【0026】亦參考圖 1C，應指出的是，例如當進來的捆束或棧板(如，來自箱子單元的製造商或供應商)到達該儲存及提取系統以進行該儲存及提取系統 100 的補貨時，每一棧板的內容物可以是均一的(如，每一棧板容納一預定數量的相同物件-一個棧板容納湯品及另一棧板容納燕麥

片)。可被理解的是，此棧板裝載的箱子可實質地相類似或換言之，均一的箱子(如，類似的尺寸)，且可具有相同的SKU(否則的話，如前面提到的，該等棧板可以是“彩虹式”棧板，其具有均一的箱子所形成的層)。當棧板PAL(或適合的出倉裝載物(outbound load)，譬如從棧板卸下的拖車或卡車裝載物)離開該儲存及提取系統100時，用箱子裝填補貨順序，該棧板PAL可容納任何適合數量之不同的箱子單元CU(如，每一棧板可容納不同種類的箱子單元-一個棧板容納罐裝湯品、燕麥片、蔬菜包裝、化妝品及加用清潔劑)及其組合。被結合於一單一棧板上的箱子可具有不同的尺寸及/或不同的SKU。在該示範性實施例的一態樣中，該儲存及提取系統100可被建構成大致包括一饋入區段(in-feed section)、一儲存及分類區段(在一態樣中，在該處，物品的儲存是非必要)及輸出區段，其將在下文中被更詳細地描述。可被瞭解的是，例如，如一零售配送中心般地運作的該系統100可用來接受箱子的均一的棧板裝載物(pallet loads)、可將棧板貨物分拆或將該等箱子與該均一的棧板裝載物與該等均一的棧板裝載物分離，使其成為被該系統獨立的容納之獨立的箱子單元、可提取用每一訂單找到的不同箱子並將其分類成相應的群組、及可將該等相應的箱子群組運送並組合成被稱之為混合式箱子裝載物MPL(為了舉例的目的，其被圖1C中被顯示為一棧板裝載物，但該混合式箱子的出倉裝載物可用類似的方式被組合，但沒有棧板，譬如有卡車裝填件(truck fill))。該饋入

區段通常能夠將該等均一的棧板裝載物分拆成個別的箱子、並透過適當的運輸來運送該等箱子，用以輸入到該儲存及分類區段(而且，個別的箱子或從棧板上解下來的箱子可被接收，譬如退回的產品)。在一態樣中，該儲存及分類區段接受個別的箱子、將它們存在儲存區中(例如，在一隨機存取的儲存區中)並根據進入到倉庫管理系統(譬如，倉庫管理系統 2500)的訂單所產生的指令來個別地或成群地提取(例如，用下文中詳細描述之被建構來對該儲存區隨機存取的高速運輸)所想要的箱子，用以運送至該輸出區段。在其它態樣中，該儲存及分類接收個別的箱子、將該等個別的箱子分類(例如，利用描述於本文中的緩衝及介面站)並依照進入到倉庫管理系統的訂單將該等個別的箱子(單一地或成群地)轉送至該輸出區段。依照訂單(如，出訂單順序)的該等箱子的分類及分組可整體地或部分地由該儲存及提取區段或由該輸出區段、或這兩者來實施，它們之間的界線是便於描述的一者且該分類及分組能夠用數種方式來實施。所要的結果是，該輸出區段將適當的經過排序的箱子(它們的SKU、尺寸等等能不一樣)的群組以描述於2012年10月17日提申之美國專利申請案第13/654,293號(其現已在2015年2月24日獲准公告為美國專利第8,965,559號)中的方式集成成混合式箱子棧板裝載物，該專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。

【0027】在該示範性實施例中，該輸出區段產生該棧板裝載物，其在此例子中被稱為混合式箱子堆疊的結構式

架構。描述於本文中的棧板裝載物的結構式架構是代表性的且在其它態樣中，該棧板裝載物可具有任何其它適合的組態。例如，該結構式架構可以是任何適合的預定的組態，譬如貨車艙負載，或者用來容納結構式負載之其它適合的容器或負載容器包封物(envelop)。該棧板裝載物的結構式架構可被特徵化為具有數個平的箱子層L121-L125，L12T、它們中的至少一者是由多個混合式箱子的非交叉、獨自站立且穩定的堆疊所形成。被給定的層的混合式箱子堆疊有實質相同的高度以形成為可被實現成給定的層的實質平的頂面及底面、且數量上足以覆蓋該棧板區或該棧板區的一所想要的部分。疊在上面的層可被定位成使得該層的相對應的箱子是支撐層的堆疊之間的橋接。因此，將該等堆疊以及該棧板裝載物的相應的界面層穩定。在將該棧板裝載物界定成結構式層架構時，該相耦合的3-D棧板裝載物解答(3-D pallet load solution)被分解成可被分開地保存的兩個部分，一垂直的部分(1-D)將該負載分解成諸層、及一水平的部分(2-D)有效地將該負載分配成等高度的堆疊以填滿每一層的棧板高度。如上文中將描述的，該儲存及提取系統將箱子單元輸出至該輸出區段，使得該3-D棧板裝載物解答的兩個分部被分解。該混合式棧板裝載物的該預定的結構界定該等箱子單元的一訂單，即該等箱子單元是該分類及輸出區段提供給一負載建造系統(它可以是自動化的或是手動的裝貨)的單一的箱子單元揀取面(pickface)或者是結合式箱子單元揀取面。在一態樣中，

該儲存及提取系統被建構來以一經過排序的方式輸出箱子，用以實質上類似於描述在2014年12月12日提申的美國專利暫時申請案第62/091,162號(現為2015年12月11日提申的美國專利申請案第14/966,978號)；2015年1月16日提申的美國專利暫時申請案第62/104,513號(現為2016年1月18日提申的美國專利申請案第14/997,892號)；2015年1月16日提申的美國專利暫時申請案第62/104,552號(現為2016年1月18日提申的美國專利申請案第14/997,902號)；2015年1月16日提申的美國專利暫時申請案第62/104,531號(現為2016年1月18日提申的美國專利申請案第14/997,925號)；及2015年1月16日提申的美國專利暫時申請案第62/104,520號(現為2016年1月18日提申的美國專利申請案第14/997,920號)中的方式形成混合式棧板裝載物，所有該等專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。

【0028】再次參考圖1，依據被揭露的實施例的態樣，該自動化儲存及提取系統100包括諸輸入站160IN(其包括卸棧機(depalletizer)160PA及/或用來將物件輸送至用來送入儲存處的抬高模組的輸送帶160CA)及諸輸出倉160UT(其包括疊棧機160PB及/或輸送機160CB輸送來自於用來從儲存處取出的該抬高模組的箱子單元)、輸入及輸出垂直抬高模組150A，150B(其被統稱為抬高模組150，應指出的是，雖然輸入及輸出垂直抬高模組被展示，但單一的抬高模組可被用來將箱子單元輸入儲存結構及從儲存結構取出)、一儲存結構130、及數個非完全運動約束的自動

自主式運輸車輛 110(其在本文中被称为“自主式運輸車輛 (bot)”)。當使用於本文中時，抬高模組 150、儲存結構 130 及自主式運輸車輛 110 在本文中可被統稱為上文中提到的用來用一預定的排序順序來放置揀取面及儲存並輸出揀取面的儲存及分類區段。亦應指出的是，該等卸棧機 160PA 可被建構來從棧板移走箱子單元，使得該輸入站 160IN 可將物件運送至用於輸入到儲存結構 130 的抬高模組 150。該疊棧機 160PB 可被建構來把從該儲存結構 130 被移出的物件放置在用於搬運的棧板 PAL(圖 1C)上。

【0029】亦參考圖 2A 及 3A，該儲存結構 130 包括多個被建構成三維度陣列 RMA 的存放擱板模組 (storage rack modules) RM，其可用儲存層或甲板層 130L 來存取。每一儲存層 130L 包括由擱板模組 RM 所形成的揀取面儲存/換手 (handoff) 空間 130S (其在本文中被称为儲存空間 130S)，其中該等擱板模組包括沿著儲存或揀取走道 130A 被設置的貨架 (shelves)，其例如直線地延伸穿過該擱板模組陣列 RMA 並提供對於儲存空間 130S 及轉送甲板 130B 的存取途徑，自主式運輸車輛 110 行駛於一各別的儲存層 130L 上，用來將箱子單元轉送於該儲存結構 130 的任何儲存空間 130S 之間 (如，在該自主式運輸車輛 110 所在的層 (level)) 以及任何抬高模組 150 之間 (如，每一自主式運輸車輛 110 有接近個別的層上的每一儲存空間 130S 以及個別的儲存層 130L 上的每一抬高模組 150 的途徑)。該等轉送甲板 130B 被安排在 (和該儲存及提取系統的每一儲存層 130L 相對應之) 不同的

層，它們可一層疊在另一層上或被水平地偏置，譬如一個轉送甲板 130B 位在該儲存擱板陣列 RMA 的末端或側邊 RMAE1 或位在該儲存擱板陣列 RMA 的數個末端或側邊 RMAE1，RMAE2，例如描述在 2011 年 12 月 15 日提申之美國專利申請案第 13/326,674 號中所描述者，其內容藉由此參照而被併於本文中。

【0030】該等轉送甲板 130B 具有一實質開放的未定的自主式運輸車輛行駛表面，其被建構來讓自主式運輸車輛 110 跨越或沿著該等轉送甲板 130B 未定地橫越。自主式運輸車輛 110 是非完全運動約束的且被建構成能夠以高速橫越該等轉送甲板 130B，其中該高速使得該自主式運輸車輛 110 內部實施(用於空的自主式運輸車輛 110 及/或承載了一描述於下文中的重量的酬載之)對於控制自主式運輸車輛橫越路徑、沿著該路徑的運動軌條/狀態(位置(P)、速度(C)、加速度(a)、及時間(t)，其中位置、速度和加速度是在一參考座標系內)有實質影響的速度及運動動態。例如，自主式運輸車輛的高速度可大於約 1m/sec 或當該自主式運輸車輛 110 承載了約 60 磅(約 27 公斤)至約 90 磅(約 41 公斤)的酬載時該速度更高(在其它態樣中，該酬載可小於約 60 磅或大於約 90 磅)。依據另一例子，該自主式運輸車輛的高速度可超過約 20km/hr(如，約 5.6m/sec)及尤其是約當該自主式運輸車輛 110 承載了約 60 磅(約 27 公斤)至約 90 磅(約 41 公斤)的酬載時超過約 32km/hr(如，約 9.144m/sec)或約 36km/hr(如，約 10m/sec)(在其它態樣中，該酬載可小於

約 60 磅或大於約 90 磅)。可被理解的是，在每一儲存層 130L 的轉送甲板 130B 和個別儲存層 130L 上的每一揀取走道 130A 相聯通。自主式運輸車輛 110 雙向地跨越於個別的儲存層 130L 上的該等轉送甲板 130B 和揀取走道 130A 之間，用以存取設置在每一揀取走道 130A 兩旁的擱架內的儲存空間 130S (如，自主式運輸車輛 110 可存取分散在每一走道兩側上的儲存空間 130S，使得自主式運輸車輛 110 在橫越每一揀取走道 130A 時其可具有不同的面向 (facing)，例如，參考圖 5，引導行駛方向的驅動輪 202 或尾隨行駛方向的驅動輪)。如上文中提到的，轉送甲板 130B 亦讓自主式運輸車輛 110 存取在個別儲存層 130L 上的每一抬高模組 150，其中該等抬高模組 150 將箱子單元送至每一儲存層 130L 及 / 或將箱子單元從儲存層 130L 移走且該等自主式運輸車輛 110 實施箱子單元在該等抬高模組 150 和該等儲存空間 130S 之間的轉移。如上文中描述的，亦參考圖 2A，在一態樣中，該儲存結構 130 包括多存放擱板模組 RM，其被建構成三維度的陣列 RMA，其中擱板 (rack) 被安排在走道 130A 中，走道 130A 被建構來讓自主式運輸車輛 110 行駛於走道 130A。如上文中描述的，轉送甲板 130B 具有一未定的運輸表面 130BS，自主式運輸車輛 110 行駛於其上，該未定的運輸表面 130BS 具有多於一個之用於連接該等走道 130A 之並列的 (juxtaposed) 行駛方向或巷道 HSTP (其至少部分地對應於被設置在該未定的運輸表面 130BS 上的循航陣列 3000 的一導引特徵構造)。可被瞭解的是，該等並列的

行駛巷道(“行駛巷道”及“行駛方向”這兩個詞在本文中可互換)係沿著一共同的未定的運輸表面 130BS 被並列在該轉送甲板 130B 的相反側 130BD1, 130BD2 之間。例如, 圖 4 例示縱長的巷道(lane)(譬如, 一走道側行駛巷道 LONG1、一抬高模組側行駛巷道 LONG3 及一穿通行駛巷道 LONG2), 但應被瞭解的是, 在其它態樣中, 更多或更少的行駛巷道可被提供。在一態樣中, 並列的側向行駛巷道(譬如, 巷道 LAT1-LAT7)被安排在該轉送甲板 130B 上以允許自主式運輸車輛來回地橫越該等揀取走道 130A、車道(driveway)130BW、轉送站 TS、暫存站 BS、及/或該儲存及提取系統中透過一橫跨該等縱長的巷道的路徑來存取的任何其它適合的位置。

【0031】如圖 4 中所見, 該循航陣列 3000 為了示範的目地被顯示為直線地分布的特徵構造(feature)的格網(grid)。在一態樣中, 該等直線地分布的特徵構造 LDF 包括縱長向的特徵構造 LONG1-LONG3 以及側向的特徵構造 LAT1-LAT7, 其中該縱長向和該側向係相對於該轉送甲板而言(如, 該等縱長向的特徵構造 LONG1-LONG3 界定該等行駛巷道 HSTP 中的至少一者且該等側向的特徵構造 LAT1-LAT7 界定跨越行駛巷道 HSTP 的行駛巷道 HSTT。可被理解的是, 在一態樣中, 該等直線地分布的特徵構造 LDF 允許自主式運輸車輛 110 橫越於該儲存結構 130 中被(平行地及/或交叉地)偏置的行駛巷道 HSTP, HSTT 之間, 用以進入到走道 130A、車道 130BW、暫存站 BS、轉送站 TS 或任何其

它適合的位置，在這些位置處該自主式運輸車輛 110 實施一操作(箱子的轉送、自主式運輸車輛的充電、自主式運輸車輛感應進入該儲存結構中、自主式運輸車輛從該儲存結構中移走等等)。在一態樣中，該等直線地分布的特徵構造 LDF 允許自主式運輸車輛橫越於交叉的行駛巷道 HSTP，HPTT 之間用以進入到走道 130A、車道 130BW、暫存站 BS、轉送站 TS 或任何其它適合的位置，在這些位置處該自主式運輸車輛 110 實施一操作(箱子的轉送、自主式運輸車輛的充電、自主式運輸車輛感應進入該儲存結構中、自主式運輸車輛從該儲存結構中移走等等)，其中當該自主式運輸車輛 110 偵測到一直線分布的特徵構造時，該自主式運輸車輛 110 建立該自主式運輸車輛 110 在行駛期間的一個位置，這將於下文中詳細地描述。

【0032】在一態樣中，該等直線地分布的特徵構造 LDF 將該等走道 130A 彼此連接、跨過該等走道 130A、將該等走道 130A 連接至該等轉送站 TS、該等暫存站 BS 及車道 130BW 或它們的任何組合的一者或多者。可被理解的是，該等直線地分布的特徵構造 LDF 的一者或多者係和介於該轉送甲板 130B 與該等走道 130A 之間的界面、及介於該轉送甲板 130B 與該等車道 130BW 之間的界面的一者或多者實質地對齊。在一態樣中，如上文中提到的，該等直線地分布的特徵構造 LDF 的至少一部分係與一或多條沿著該轉送甲板 130B 的自主式運輸車輛橫越路徑 3010 實質地對齊。應指出的是，雖然該等直線地分布的特徵構造 LONG1-

LONG3，LAT1-LAT7被顯示為形成一正交的格網，但在其它態樣中，該等縱長向的特徵構造LONG1-LONG3和該等側向的特徵構造LAT1-LAT7係以任何適當的角度彼此相交叉。亦可被瞭解的是，雖然三個縱長向的特徵構造LONG1-LONG3(其例如至少部分地界定三條行駛巷道HSTP)及七個側向的特徵構造LAT1-LAT7(其例如至少部分地界定七條行駛巷道HSTT)被示出，但在其它態樣中，該轉送甲板130B包括任何適當數量之縱長向及側向的特徵構造LONG1-LONG3，LAT1-LAT7，其至少部分地界定任何適當數量的行駛巷道，其被定向於相對於該轉送甲板130B的任何適當的方向上。

【0033】在一態樣中，該等直線地分布的特徵構造LDF例如是由任何適當的引導帶、任何適當的轉送甲板130B特徵構造(如，溝槽、孔洞、通道等等)、以及該轉送甲板130B的邊緣或它們的任何組合所形成。在一態樣中，該等直線地分布的特徵構造LDF是未編碼的(uncoded)(如，不包括辨識特徵構造，譬如用於決定自主式運輸車輛110的位置)，而在其它態樣中，該等直線地分布的特徵構造LDF是被編碼的(如，包括或就是由條碼或其它識別標記或特徵構造所形成，用以提供用於自主式運輸車輛110位置的決定)。然而，應指出的是，該等直線地分布的特徵構造被置於該轉送甲板130B上的預定位置以允許自主式運輸車輛在沿著該轉送甲板130B(如之前所描述的)高速行駛的同時建立該自主式運輸車輛110的至少一預估位置。

介於該等並列的直線地分布的特徵構造 LDF 之間間距並不取決於自主式運輸車輛 110 的尺寸或操作上的面貌 (aspects)，譬如，自主式運輸車輛的縱長向的軸距 LONWB (該自主式運輸車輛 110 具有一縱長向的軸線 LX 及一側向的軸線 LT)、輪軌或側向軸距 LATWB、轉彎半徑及自主式運輸車輛 (在側向的) 寬度，這些將於下文中詳細描述。在一態樣中，自主式運輸車輛車架 110F、縱長向的軸距 LONWB (圖 5) 及側向軸距 LATWB (圖 5A) 界定了一預定的面貌 (譬如，例如長與寬的比例)，其提供該非完全運動約束的自主式運輸車輛 110 一最小轉彎半徑 (及 / 或由該車架最外面的角落以該最小轉彎半徑轉彎時所界定之最小轉彎半徑覆蓋面積)。在一例子中，介於並列的行駛巷道 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 之間間距被設定為使得它允許兩輛 (直線地行駛的) 自主式運輸車輛 110 在每一巷道能夠並排地通過，但小於該非完全運動約束的自主式運輸車輛 110 進行 90 度樞轉 (以驅動輪 202 樞轉 -- 參見圖 5 及 5B，譬如在一設置於驅動輪 202A，202B 之間的樞轉位置 / 軸線樞轉)) 的最小轉彎半徑。因此，在一態樣中，外巷道 (如，在走道側行駛巷道左側行駛巷道及 / 或該轉送甲板 130B 的末端 130BE1，130BE2 的相對應的巷道) 被設置成靠近該轉送甲板 130B 的側邊 (相隔一足以讓自主式運輸車輛 110 沿著行駛巷道移動的距離) 但小於該自主式運輸車輛 110 實施 90 度樞轉 (以驅動輪 202 樞轉，參見圖 5) 所需的距離。如將於本文中描述的，該等揀取走道 130A、抬高模組界面 / 轉送

站 TS 及暫存站 BS 相對該轉送甲板 130B 以及相對彼此的位置與自主式運輸車輛 110 的轉彎考量脫鉤。

【0034】應指出的是，只為了描述的目的，該等直線地分布的特徵構造之間的交叉點被稱為節點 (node) ND，使得該轉送甲板表面 130BS 及其相關的特徵構造 (如，該等直線地分布的特徵構造 LDF) 被表示成一具有一陣列的節點的 (如上所述的) 格網 (grid)。在一態樣中，節點 ND 被設置在該等直線地分布的特徵構造 LDF 的該縱長向及 / 或側向的特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 上的任何適當的預定位置 (譬如，在一交叉處)，其例如可對應於該儲存結構 130 及 / 或循航陣列 3000 的一特徵構造 (如，在往一儲存走道 130A 的總站 (terminus)、在一抬高轉送站 TS、在往一走道 130BD 的入口、在一緩撐站 BS 或在該轉送甲板 130B 的任何其它適合的位置)。應被瞭解的是，使用於本文中的節點 ND 是要將該循航陣列 3000 界定該等直線地分布的特徵構造 LDF 的概念用舉例來說明，該等直線地分布的特徵構造 LDF 將該轉送甲板 130B 以二維度方式整個地圖化，其中在該轉送甲板 130B 上的節點 ND 的陣列係與該等縱長向及側向的特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 相關聯。如將於下文中詳細描述的，沿著自主式運輸車輛 110 的行駛路徑鋪設的航點 WP1-WP2 可在該轉送甲板 130B 的預定位置被產生，在一些態樣中，一或多個航點 WP1-WP4 可和一或多個節點 ND 重合，且和節點 ND 一樣地，航點可和設置在界定個別的直線方向的該等直線地分布的特徵構造 LDF

上。在其它態樣中，一或多個航點 **WP1-WP4** 可位在節點 **ND** 之間、可被設置成在任適合的方向上偏離節點 **ND**、或可被設置成在任何適的方向上偏離該等直線地分布的特徵構造 **LDF**。

【0035】如圖 2A、3A 中所示，在一態樣中，該等走道 **130A** 在該轉送甲板 **130B** 的一側邊 **130BD2** 加入到該轉送甲板 **130B**，但在其它態樣中，該等走道以一種和描述於 2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案 13/326,674 號中的方式實質類似的方式被加入到該轉送甲板 **130B** 的比一個側邊還多的側邊 **130BD1**，**130BD2**，該專利申請案的內容藉此參照被併於本文中。在一態樣中，該轉送甲板 **130B** 的另一側邊 **130BD1** 包括甲板儲存架(如，界面站 **TS** 及/或暫存站 **BS**)及/或車道 **130BW**(界面站 **TS** 及/或暫存站 **BS** 沿著該車道被設置)，其沿著該轉送甲板 **130B** 的該另一側邊 **130BD1** 被分布，使得該轉送甲板的至少一部分被穿插在甲板儲存架和走道 **130A** 之間。該等甲板儲存架沿著該轉送甲板 **130B** 的該另一側邊 **130BD1** 被安排，使得該等甲板儲存架和來自該轉送甲板 **130B** 的自主式運輸車輛 **110** 相聯通且和該等抬高模組 **150** 相聯通(如，甲板儲存架被自主式運輸車輛 **110** 及被抬高模組 **150** 從該轉送甲板 **130B** 存取，用以揀取及放置揀取面，使得揀取面被轉送於自主式運輸車輛 **110** 和甲板儲存架之間以及甲板儲存架和抬高模組 **150** 之間以及自主式運輸車輛 **110** 和抬高模組 **150** 之間。在一態樣中，一介於走道之間的節距 **IP**(圖 4)或走道在該轉送甲板 **130B** 上

的一個位置係與一介於該等抬高模組界面站 TS 之間或該等抬高模組界面站 TS(或車道 130BW)在該轉送甲板 130B 上的一個位置脫鉤(decouple)。例如，在一態樣中，走道 130A 係沿著該轉送甲板 130B 彼此間隔開，用以一最大的高密度儲存，同時該等抬高模組界面站 TS(或車道 130BW)彼此被間隔開用以實施箱子單元進出該儲存結構 130 的一最佳流動。該等走道 130A 和該等抬高模組界面站 TS(或車道 130BW)的脫鉤的間距(decoupled spacing)係由該自主式運輸車輛 110 循航系統來實施，如下文中將詳細說明的，該自主式運輸車輛 110 實質地沒有關於該等直線地分布的特徵構造 LDF 及高速度的導引限制，這將於下文中被進一步描述。

【0036】每一儲存層 130L 亦可包括充電站 130C，用來對位在該儲存層 130L 上的自主式運輸車輛 110 上內建的電源供應器充電，譬如例如描述於 2014 年 3 月 13 日提申之美國專利申請案第 14/209,086 號(其已在 2015 年 7 月 14 日被頒授為美國專利第 9,082,112 號專利)該專利案的揭露內容藉此參照被併於本文中。可被瞭解的是，一或多個直線地分布的特徵構造 LDF 及/或節點(或航點)可以一種實質類似於描述於本文中描述關於該等走道 130A、轉送站 TS、暫存站 BS、車道 130BW 等等的方式來對應到該等充電站 130C。

【0037】該等自主式運輸車輛 110、抬高模組 150 及該儲存及提取系統 100 的其它適合的特徵是用任何適合的方

式來控制，譬如例如透過例如任何適當的網路180用一或多個中央系統控制電腦(如，控制伺服器)120來控制。在一態樣中，該網路180是使用任何適當的類型及/或數量的通信協定之有線網路、無線網路或無線網路和有線網路的組合。在一態樣中，該控制伺服器120包括實質同時運行之用於該自動化儲存及提取系統100的實質自動化控制的程式(如，系統管理軟體)的集合。該實質同時運行的程式的集合例如被建構來管理該儲存及提取系統100，其只為了舉例的目的包括控制、排程、並監視所有能夠動的系統構件的活動、管理庫存清單(如，哪些箱子單元被輸入及移出、箱子被移出的順序及箱子單元被存放在何處)及揀取面(如，可被當成一個單位移動且該儲存及提取系統的構件當成一個單位搬運的一或多個箱子單元)、及和倉庫管理系統2500相界接。為了簡化及易於說明起見，“箱子單元”一詞在本文中通常是用來表示個別的箱子單元及揀取面這兩者(一見揀取面是由一或多個如同一個單位般地被移動的箱子單元所形成)。

【0038】亦參考圖1A及1B，該儲存結構130的擱板模組陣列RMA包括垂直的支撐件1212以及水平的支撐件1200，其界定一高密度的自動化儲存陣列，這將於下文中詳細描述。軌條1200S可被安裝到在檢選或擱板走道130A中的該等垂直的及水平的支撐件1212，1200的一者或多者上且被建構成使得自主式運輸車輛110跨騎在軌條1200S上通過該等揀取走道130A。至少一儲存層130L的至少一揀

取走道 130A 的至少一側邊可具有一或多個以不同高度被提供之存放貨架(如，由軌條 1210，1200 及肋條 1210S 所形成)，用以在該等轉送甲板 130B(以及形成一走道甲板的軌條 1200S)所界定的儲存或甲板層之間形成多個貨架層 130LS1-130LS4。因此，存在有對應到每一儲存層 130L 的多個擱板貨架層 130LS1-130LS4，其沿著與個別的儲存層 130L 的轉送甲板 130B 聯通的一或多個揀取走道 130A 延伸。可被瞭解的是，該等多個擱板貨架層 130LS1-130LS4 實現每一儲存層 130L 具有被存放的箱子單元(或箱子層)的堆疊，其可從個別的儲存層 130L 的一共用的甲板 1200S 來存取(如，被存放的箱子的堆疊係位在儲存層之間)。

【0039】可被瞭解的是，橫越一位在相應的儲存層 130L 處的揀取走道 130A 的自主式運輸車輛 110 具有存取每一儲存空間 130S 的途徑(如，用於揀取並放置箱子單元)，它可在每一擱板貨架層 130LS1-130LS4 獲得，其中每一擱板貨架層 130LS1-130LS4 被設置在該揀取走道 130A 的一或多個側邊 PAS1，PAS2(參見圖 2A)上的儲存層 130L 之間。如上文中提到的，每一擱板貨架層 130LS1-130LS4 可被自主式運輸車輛 110 從軌條 1200S 存取(如，從一共用的揀取走道甲板 1200S，其和一個別的儲存層 130L 上的轉送甲板 130B 相聯通)。如可從圖 1A 及 1B 看到的，有一或多個貨架軌條 1210，其被垂直地(如，在 Z 方向上)彼此間隔開以形成多個堆疊式的儲存空間 130S，其每一者都可被自主式運輸車輛 110 從該共用的軌條 1200S 存取。可被瞭解的是，該

等水平的支撐件 1200 亦形成(貨架軌條 1210 以外的)貨架軌條，箱子單元被置於其上。

【0040】一對應的儲存層 130L 的每一堆疊式的貨架層 130LS1-130LS4(及/或每一下文所述之單一的貨架層)界定一開放的且未定的二維度儲存表面(如，具有一如圖 1B 中所示的箱子單元支撐平面 CUSP)，其方便揀取面的縱長向的(如，沿著走道的長度或者和該揀取走道所界定的自主式運輸車輛的行駛路徑重合)以及橫側向的(如，相對於擱板深度，橫越該走道或自主式運輸車輛的行駛路徑)的動態分派。揀取面及構成揀取面的箱子單元的動態分派係例如以描述於 2013 年 11 月 26 日頒授的美國專利第 8,594,835 號中的方式來提供，該專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。因此，不同長度和寬度的箱子單元(或搬運袋(tote))的揀取面係以相鄰之被存放的箱子單元/儲存空間之間有最小的間距 G(如，其可實現不與存放在貨架上的其它箱子單元接觸之箱子單元的揀取/放置)的方式被放置在該等儲存貨架上(如，每一儲存貨架層 130LS1-130LS4 上)的每一個二維度儲存位置。

【0041】在被揭露的實施例的一態樣中，擱板貨架層 130LS1-130LS4 之間的垂直節距(其對應於每一儲存層 130L)被改變，使得介於貨架之間的高度 Z1A-Z1E 是不同的，而不是相同的。在其它態樣中，介於至少一些擱板貨架之間的垂直節距是一樣的，使得介於至少一些擱板貨架之間的高度 Z1A-Z1E 是相同的，而介於其它貨架之間的垂

直節距則不同。在另外其它態樣中，在一個儲存層上的擱板貨架層 130LS1-130LS4 的節距是一不變的節距(如，該等擱板貨架層在 Z 方向上係被實質等距地間隔開)，而在不同儲存層上的擱板貨架層 130LS1-130LS4 的節距則是一不一樣的不變節距。

【0042】在一態樣中，由該等儲存貨架層 130LS1-130LS4 所界定之介於儲存或甲板層 130L 之間的儲存空間 130S 在不同的貨架層 130LS1-130LS4 處容納不同高度、長度、寬度及/或重量的箱子單元，如同描述於 2014 年 12 月 12 日提申的美國專利暫時申請案第 62/091,162 號(其現為 2015 年 12 月 11 日提申的美國專利申請案第 14/966,978 號)中者，該專利申請案的揭露內容藉此參照被併於本文中。例如，仍參考圖 1A，該儲存層 130L 包括儲存區段，其具有至少一中間貨架 1210。在被示出的該例子中，一個儲存區段包括一個中間貨架 1210，而另一儲存區段包括用來形成貨架層 130LS1-130LS4 的兩個中間貨架 1210。在一態樣中，一介於儲存層 130L 之間的節距 Z1 可以是任何適合的節距，譬如，例如，約 32 英吋至約 34 英吋，而在其它態樣中，該節距可以大於約 34 英吋及/或小於約 32 英吋。任何適當的貨架數量都可被設置在相鄰的被垂直地相連的儲存層 130L 的甲板 1200S 之間，其中該等貨板在貨板之間有相同的或不同的節距。

【0043】在一態樣中，參考圖 1D 及 5A，每一儲存層 130L 包括一單一的儲存貨架層以存放單一層的箱子單元

(如，每一儲存層包括單一的箱子單元支撐平面 CUSP)且自主式運輸車輛 110 被建構來將箱子單元來回地轉送於該個別的儲存層 130L 的儲存貨架之間。例如，示於圖 5A 中的自主式運輸車輛 110' 實質地類似於上文中描述的自主式運輸車輛 110，然而，自主式運輸車輛 110' 缺乏用來將箱子單元放在上文所述的該等多個儲存貨架層 130LS1-130LS4 上之轉送手臂 110PA 的足夠 Z-移動(如，可從一共用的軌條 1200S 存取)。在此處，該轉送手臂驅動器 250(它可實質地類似於一或多個驅動器 250A，250A)只包括用來將箱子單元從該單一層的儲存貨架的箱子單元支撐平面 CUSP 抬高之足夠的 Z 移動，用以將箱子單元來回地轉送至該酬載區 110PL 及用來將單元轉送於轉送手臂 110PA 的手指件 273 和酬載床 110PB 之間。自主式運輸車輛 110' 的適當例子例如可在 2011 年 11 月 22 日提申的美國專利申請案 13/326,993 號(現在是 2016 年 11 月 22 日頒授的美國專利第 9,499,338 號)，該專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。

【0044】再次參考圖 2A，每一甲板或儲存層 130L 包括一或多個抬高模組揀取面界面/換手站 TS(其在本文中被稱為界面站 TS)，(單一或結合的箱子揀取面的)箱子單元或搬運袋被轉送於該轉送甲板 130B 上的抬高負載搬運裝置 LHD 和自主式運輸車輛 110 之間。該等界面站 TS 被設置在該轉送甲板 130B 上與該揀取走道 130A 和擱板模組 RM 相反的一側，使得該轉送甲板 130B 被穿插在該等揀取走道和每一界面站 TS 之間。如上文中提到的，在每一揀取層 130L

上的每一自主式運輸車輛 110 具有存取該個別的儲存層 130L 上的每一儲存位置 130S、每一揀取走道 130A 及每一抬高模組 150 的途徑，因此，每一自主式運輸車輛 110 亦具有存取該個別的儲存層 130L 上的每一界面站 TS 的途徑。在一態樣中，該等界面站偏離沿著該轉送甲板 130B 的高速的自主式運輸車輛巷道或該方向 HSTP，使得接近該等界面站 TS 的自主式運輸車輛 110 對於在該等高速行駛巷道或方向 HSTP 上的自主式運輸車輛速度是未決定的。因此，每一自主式運輸車輛 110 可從每一界面站 TS 將一箱子單元（或由該自主式運輸車輛所建立的揀取面，如一或多個箱子）移動至每一與該甲板層相對應的儲存空間 130S，反之亦可。

【0045】在一態樣中，該自主式運輸車輛 110 相對於該等界面站 TS 的位置係以一種實質類似於自主式運輸車輛位置相對於該儲存空間 130S 的方式發生。例如，在一態樣中，自主式運輸車輛 110 相對於儲存空間 130S 和界面站 TS 的位置係以一種實質類似於描述在 2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/327,035 號（現在是 2015 年 4 月 14 日頒授的美國專利第 9,008,884 號）以及 2012 年 9 月 10 日提申的美國專利申請案第 13/608,877 號（現在是 2015 年 2 月 10 日頒授的美國專利第 8,954,188 號）中的方式發生，該等專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。參考圖 1、1B 及 2C，如下文所述，該自主式運輸車輛 110 包括一或多個定位感測器 110S，它們偵測設置在軌條 1200 上/內的定位特徵構造

130F(譬如，孔洞、反射性表面、RFID標籤、鐵磁特徵構造，等等)。該等定位特徵構造130F被安排來辨識該自主式運輸車輛110在該儲存及提取系統內相對於例如儲存空間及/或界面站TS的位置。在一態樣中，該等定位特徵構造130F可被安排來形成一絕對的或增量的編碼器，其在被該自主式運輸車輛110偵測到時會提供自主式運輸車輛110在該儲存及提取系統100內的位置決定。

【0046】參考圖2B可瞭解的是，在每一介面/換手站TS處的轉送擱板貨架RTS界定出在一共用的轉送擱板貨架RS上的多裝載物站(如，具有一或多個用來容納相應數量的箱子單元或搬運袋的儲存箱子單元的容納位置)。如上文中提到的，該多裝載物站的每一裝載物都是單一的箱子單元/搬運袋或者是多箱子的揀取面(如，具有多個箱子單元/搬運袋，它們係如同單一的單位般地被移動)，其係被該自主式運輸車輛或裝載物搬運裝置LHD所揀取並放置。亦可被瞭解的是，描述於上文中的該自主式運輸車輛位置允許該自主式運輸車輛110相對於該等多裝載物站來定位自身，用以從該多裝載物站的該等容納位置中的一預定的容納位置揀取並放置該等箱子單元/搬運袋及揀取面。該等介面/換手站TS界定緩衝區，當進來及/或出倉的箱子單元/搬運袋及揀取面被允運於自主式運輸車輛110和抬高模組150的裝載物搬運裝置LDH之間時，它們被暫時地存放在該緩衝區。

【0047】現參考圖5、5A及5B，自主式運輸車輛110

可以是任何適合的可獨立操作的非完全運動約束的自主性自主式運輸車輛，其載負並轉送箱子單元於整個該儲存及提取系統 100 內。在一態樣中，自主式運輸車輛 110 是自動化的、獨立的(如，沒有騎乘的)自主性自主式運輸車輛。自主式運輸車輛的適合的例子為了舉例的目的例如可在 2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,674 號；2010 年 4 月 9 日提申的美國專利申請案第 12/757,312 號(現在是 2013 年 4 月 23 日頒授的美國專利第 8,427,173 號)；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,423 號(現在是 2017 年 2 月 7 日頒授的美國專利第 9,561,905 號)；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,447 號(現在是 2015 年 2 月 24 日頒授的美國專利第 8,965,619 號)；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,505 號(現在是 2014 年 4 月 15 日頒授的美國專利第 8,696,010 號)；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/327,040 號(現在是 2015 年 11 月 17 日頒授的美國專利第 9,187,244 號)；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,952 號；2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,993 號(現在是 2016 年 11 月 22 日頒授的美國專利第 9,499,338 號)；2014 年 9 月 15 日提申的美國專利申請案第 14/486,008 號；及 2015 年 1 月 23 日提申的美國專利暫時申請案第 62/107,135 號(現在是 2016 年 1 月 22 日提申的美國專利申請案第 15/003,983 號)中找到，該等專利申請案的揭露內容藉由此參照而被併於本文中。自主式運輸車輛 110(其將於下文中被詳細描述)可被建構來將箱

子單元(如，上文中描述的零售商品)放入到該儲存結構 130 的一或多個層中成為揀取貨物，然後選擇性地提取被排序的箱子單元。

【0048】如上文中提到的，自主式運輸車輛 110 包括一遠運手臂 110PA，其實施從至少部分地被軌條 1210A-1210C、1200 的一者或多者界定於 Z 方向上之堆疊式的儲存空間 130S、界面站 TS 及周邊的暫存站 BS，BSD 揀取並放置(如，該等儲存空間、界面站及/或周邊的暫存站可透過上文所描述的箱子單元的動態分派而被進一步界定於該儲存及提取系統 100 的座標系 REF2 的 X 及 Y 方向上)。自主式運輸車輛 110 如上文中提到地運送箱子單元於個別的儲存層 130L 的每一抬高模組 150 和每一儲存空間 130S 之間。自主式運輸車輛 110 包括一車架 110F，其具有一驅動區段 110DR 及一酬載區段 110PL。該驅動區段 110DR 包括一或多個驅動輪馬達 202MA，202MB，每一者都連接至一非完全運動約束的轉向系統的個別的驅動輪 202A，202B(被統稱為驅動輪 202)。該驅動區段被建構來以高速推進該自主式運輸車輛 110 穿過該儲存結構 130。例如，馬達 202MA，202MB(其沒有對於輪子的馬達速降低及速度提高機構，如馬達和其各自的驅動輪之間是 1:1 的耦合)被建構來藉由在起停式控制(bang-bang control)或最大扭矩控制下對每一個別的驅動輪 202 施加扭矩以在自主式運輸車輛 110 上產生直線力量及轉動扭矩(如，直線加速($\dot{v}$)及角加速($\dot{\omega}$)這兩者)以及任何適當的自主式運輸車輛 110 的行駛速度(V ， ω)

來提供自主式運輸車輛 110 單一的推進及轉向來源。只為了舉例的目的，馬達 202MA，202MB 被建構來提供自主式運輸車輛 110 (當自主式運輸車輛 110 裝載了全部的酬載能量時) 一約 3.048m/sec^2 的加速/減速率、一超過約 20 km/hr (如，約 5.6m/sec) 且更具體地約 32 km/hr (如約 9.144m/sec) 或約 36 km/hr (如，約 10m/sec) 的轉送甲板 130B (及走道 130A) 行駛速度。如之前提到的，該高速度使得自主式運輸車輛內部效果 (對於空的自主式運輸車輛 110 及/或承載了一上文中描述的重量的酬載而言) 及運動動能 (對於最大馬達扭矩而言) 對於自主式運輸車輛橫越路徑 (如，包括該路徑的曲率在內) 及沿著該路徑的運動軌跡/狀態 (P ， V ， a 及 t) 的控制有實質的影響。描述於本文中的該自主式運輸車輛 110 的高速度行駛至少部分地是由與該自主式運輸車輛 110 的控制相暗合的該循航陣列 3000 (圖 4) 特徵構造解析度 (resolution) 以及時間最佳化軌跡 (它是藉由該自主式運輸車輛 110 與自主式運輸車輛行駛暗合而被產生/處理) 的履行來實施，其中該時間最佳化軌跡包括該自主式運輸車輛在高速度行駛期間的姿勢解析度，其取決於該循航系統 3000 的特徵構造。在一態樣中，如將於下文詳細描述的，自主式運輸車輛的循航是例如單獨地根據循標或循線感測器 6000 (圖 6) 以描述於本文中的高速度實施的，而在其它態樣中，任何適合的類型及數量的感測器都可被使用，譬如循線感測器、加速度計、陀螺儀、PGS 感測器、電感式感測器、電容式感測器、紅外線感測器、聲

納/聲音感測器等等，或它們的任何組合。

【0049】在此態樣中，該非完全運動約束的自主式運輸車輛 110 包括位在該自主式運輸車輛 110 的相反側邊上在自主式運輸車輛 110 的末端 110E1 (如，第一縱長向末端) 的兩個驅動輪 202A，202B，用來將該自主式運輸車輛 110 支撐在適當的驅動表面上，然而，在其它態樣中，任何適當數量的驅動輪都可被設置在該自主式運輸車輛 110 上。在一態樣中，每一驅動輪 202A，202B 被實質直接地耦合至一個別的馬達 202MA，202MB，使得驅動輪 202A，202B 係在沒有減速單元被設置在它與驅動馬達之間的情形下被耦合至馬達 202MA，202MB 的輸出 (例，使得每一馬達 202MA，202MB 和各自的驅動輪 202A，202B 形成一無減速驅動)。每一驅動輪 202A，202B 都被獨立地控制，使得該自主式運輸車輛 110 可透過驅動輪 202A，202B 的差動轉動而被轉向 (如，差動扭矩轉向 (steering))，而在其它態樣中，驅動輪 202 的轉動可被耦合，用以用實質相同的速度轉動。任何適合的轉向輪 201 都可在該自主式運輸車輛 110 的末端 110E2 (如，第二縱長向末端) 被安裝至該自主式運輸車輛 110 的相反側邊上，用來將該自主式運輸車輛 110 支撐在驅動表面上。在一態樣中，轉向輪 201 是腳輪 (caster wheel)，其可自由地轉動以允許該自主式運輸車輛 110 在驅動輪 202 的差動轉動時樞轉，用以非完全運動約束地改變該自主式運輸車輛 110 的行駛方向。在其它態樣中，轉向輪 201 是可轉向的輪子，譬如，例如鉸接式輪子轉向，

它是例如在一自主式運輸車輛控制器 110C(它被建構來如本文中所描述地實施自主式運輸車輛 110 的控制)的控制下轉彎，用以改變該自主式運輸車輛 110 的行駛方向。在其它態樣中，該自主式運輸車輛 110 包括任何適當的輪子配置(如，三輪組態、四輪組態等等)。在一態樣中，該自主式運輸車輛 110 包括例如位在該車架 110F 的一或多個角落的一或多個引導輪 110GW。引導輪 110GW 可與該儲存結構 130 界接，譬如在揀取走道 130A 內的引導軌條 1200(圖 1D)、在轉送甲板 130B 及/或在介面或轉送站上的引導軌條(未示出)，用來和抬高模組 150 界接，以引導該自主式運輸車輛 110 及/或將該自主式運輸車輛 110 定位在一離一地點(一或多個箱子單元被置於該地點及/或從該地點被揀取)一預定的距離處，例如在 2011 年 12 月 15 日提申的美國專利申請案第 13/326,423 號(現為在 2017 年 12 月 7 日被頒授的美國專利第 9,561,905 號)中所描述者，該專利的揭露內容藉此參照被併於本文中。在其它態樣中，位在離一地點(一或多個箱子單元被置於該地點及/或從該地點被揀取)一預定的距離處的該自主式運輸車輛 110 的定位是用任何適合的方式來實施，譬如用該自主式運輸車輛 110 的聲納/聲音感測器、循標或循線感測器、GS 感測器、電感式感測器、電容式感測器、紅外線感測器等等或它們的任何組合來實施。如上文中提到的，自主式運輸車輛 110 可進入具有不同面向方向(facing direction)的揀取走道 130A，用來存取位在該揀取走道 130A 的兩側邊的儲存空間 130S。例

如，該自主式運輸車輛 110 可在末端 110E2 作為行駛的前導方向下進入揀取走道 130A 或者該自主式運輸車輛可在末端 110E1 作為行駛的前導方向下進入揀取走道 130A。

【0050】該抬高機構 200 可實質地類似於描述在 2015 年 1 月 23 日提申的美國專利暫時申請案第 62/107,135 號(現為 2016 年 1 月 22 日提申的美國專利申請案第 15/003,983 號)中的抬高機構，該專利申請案的揭露內容已在上文中藉由參照而被併於本文中，且抬高機構 200 被建構成使得結合式機器人軸線移動(combined robot axis moves)被實施(如，推桿 110PR、抬高機構 200、揀取頭延長部及前/後調整機構，譬如，例如描述於上文的可縱長向地移動的推桿，的結合式實質同步移動)，使得不同的/多-sku 或多揀取酬載被該自主式運輸車輛搬運。在一態樣中，該抬高機構 200 的致動係獨立於該推桿 110PR 的致動。該抬高機構 200 與推桿 100PR 軸線的脫鉤提供結合式揀取/放置程序，其實現上文描述的該儲存及提取系統的一縮短的揀取/放置循環時間、一提高的儲存提取系統的產出及/或一提高的儲存密度。例如，該抬高機構 200 被提供來可從上文描述的一共用的揀取走道及/或界面站甲板 1200S 接近用以在多個高層的儲存貨架高度揀取及放置箱子單元。

【0051】如本文中所描述的，再次參考圖 4 及 6，該自主式運輸車輛 110 被建構將揀取面運送於揀取走道 130A、轉送/換手站 TS 及暫存站 BS 之間(圖 2A-3C)。因此，該自主式運輸車輛 110 包括連接至該控制器 110C 的循航感測器

110NS(圖 1)以允許自主式運輸車輛 110 移動穿過該儲存結構 130。在一態樣中，該等循航感測器包括形成在該轉送甲板 130B 或該轉送甲板的邊緣或軌條上或內的循線或循標感測器 6000 及/或任何用來遵循(直線形式或形成直線的)孔洞、溝槽、軌道等等之適當的感測器(如，電容式、電感式、光學式等等感測器)。在其它態樣中，循航感測器，譬如室內/戶外 GPS 感測器，被提供來用於自主式運輸車輛 110 的循航。在一態樣中，該自主式運輸車輛 110 包括用來感測每一驅動輪 202A，202B(圖 6)移動的距離的輪子里程計 6021(圖 6)或任何其它適合的自主式運輸車輛 110 的輪子，其中至少一相對於該轉送甲板的自主式運輸車輛姿勢(bot pose)只用輪子里程計來決定，而在其它態樣中，自主式運輸車輛姿勢是用輪子里程計、加速度計、陀螺儀或該自主式運輸車輛 110 上的任何其它適合的感測器的一者或多者來決定。在一態樣中，當要決定該自主式運輸車輛姿勢時，任何適合的濾波器，譬如卡爾曼濾波器(Kalman filter)，可被用來濾掉錯誤的或偽誤數據以改善該自主式運輸車輛姿勢判斷的正確性。將於下文中詳細描述的是，在一態樣中，只需要該等循線或循標感測器 6000 就足以單獨地決定並實施高速度自主式運輸車輛循航並允許自主式運輸車輛 110 轉換於循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 之間(在該自主式運輸車輛 110 以本文中所描述的高速度前進的時候)，其中在轉換於該等循航特徵構造之間的期間，循線或循標感測器 6000 在獲得與第二循航特徵構

造(如，一正要抵達的特徵構造)的接觸(即，進入感測範圍並獲得感測知覺)之前會失去與第一循航特徵構造(如，一正要離去的特徵構造)的接觸(即，脫離感測範圍並失去感測知覺)。換言之，該路徑的至少一部分(該自主式運輸車輛 110 係沿著該路徑在該轉送甲板 130B 上行駛)被設置成使得當該自主式運輸車輛 110 在該路徑上行駛時，判斷該自主式運輸車輛姿勢的自主式運輸車輛姿勢感測器(譬如，循標感測器 6000)，當在一第一地點時(譬如，在一節點或航點時)，在從能夠判斷自主式運輸車輛姿勢感測器(譬如，循標感測器 6000)的循航陣列特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就已經脫離能夠判斷自主式運輸車輛姿勢的循航陣列特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 的感測器範圍。在其它態樣中，任何數量及類型的循航感測器 110NS 可實施沿著該轉送甲板 130B 的高速度自主式運輸車輛 110 循航。

【0052】為了要實施揀取面的運送及實施該自主式運輸車輛大致沿著該轉送甲板 130B 的運動，該自主式運輸車輛 110 包括控制器 110C，其具有一自主式運輸車輛定位模組 6090 和一運動控制子系統 6091。該自主式運輸車輛定位模組 6090 包括一循航感測器偵測系統 6010、一運動定位系統 6020、一自主式運輸車輛定位處理系統 6030、一自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040、一自主式運輸車輛速度及位置系統控制器 6050 和一自主式運輸車輛循跡控制器 6060

。在一態樣中，該循航感測器偵測系統 6010 包括該循標感測器 6000，用來偵測該循航特徵構造陣列 3000 的特徵構造，譬如導引線 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7，並提供該自主式運輸車輛相對於該轉送甲板 130B(及/或該儲存結構 130 的其它特徵構造，譬如走道 130A、轉送站 TS 及暫存站 BS)的初始或第一位置估計值(estimate)。在一態樣中，如上文提到的，該等循標或循線感測器只偵測特徵構造，譬如行駛巷道或導引線 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7，用以在該自主式運輸車輛 110 正以本文中所描述的高速度行駛的同時，實施該第一位置估計值的決定。在其它態樣中，該循航感測器偵測系統 6010 包括一陣列的感測器 6001(其包括一或多個上文中關於循航感測器 110NS 所描述的感測器)，用來偵測該循航特徵構造陣列 3000 的特徵構造(其在一態樣中包括行駛巷道及導引線 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 或任何其它適合的特徵構造)並(和該循標感測器 6000 一起或只用感測器陣列)實施該第一位置估計值的決定。例如，行駛巷道 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 的每一者被設置在該轉送甲板的個別的預定地點，使得當行駛巷道 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 被自主式運輸車輛 110 偵測到或感測到時，該自主式運輸車輛 110 在該轉送甲板 130B 上(至少在一方向上的)所在之處及其方位的一姿勢估計值可被該循航感測器偵測系統 6010 決定。

【0053】該運動定位系統 6020 包括或被建構來獲得來自上文中描述的輪子里程計 6021 的數據，輪子里程計被建

構來追蹤驅動輪 202A，202B(或任何其它適合的輪子(譬如，輪子 201)的每一者行駛的距離。在一態樣中，該自主式運輸車輛姿勢不是由輪子里程計或合輪子里程計來決定，該運動定位系統 6020 亦包括一內建的自主式運輸車輛姿勢決定模組 6022，其包括任何用來決定自主式運輸車輛姿勢的適合的感測器，譬如加速度計及陀螺儀，其例如產生該自主式運輸車輛 110 的位置、速度、翻滾(roll)、俯仰及偏擺數據。在一態樣中，該運動定位系統 6020 只依賴該輪子里程計數據(以及在其它態樣中，使用輪子里程計數據和自主式運輸車輛姿勢數據這兩者)來決定自主式運輸車輛姿勢和該自主式運輸車輛 110 相對於至少該轉送甲板 130B 的第二位置估計值(譬如，作為對該運動定位系統 6020 的主要輸入，用以在該自主式運輸車輛 110 例如以高速度沿著一橫越路徑橫越該轉送甲板 130B 時持續不斷地更新自主式運輸車輛 110 的姿勢)。

【0054】該自主式運輸車輛定位處理系統 6030 建構來接收(且該循航感測器偵測系統 6010 和該運動定位系統 6020 被建構來送出)來自該循航感測器偵測系統 6010 和該運動定位系統 6020 的該第一及第二位置估計值。該自主式運輸車輛定位處理系統 6030 建構來用任何適合的方式將該第一及第二位置估計值結合以決定一第三位置估計值，它比該第一及第二位置估計值的任何一者都精確。該自主式運輸車輛定位處理系統 6030 在一態樣中亦被建構來用任何適當的方式消除或過濾掉會造成自主式運輸車輛 110 迷失

或偏離一預定的行駛路徑之錯誤的或偽誤的第三位置。

【0055】該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 包括該儲存結構 130 的任何適當的地圖 6041，該儲存結構包括該轉送甲板 130B 和設置在該轉送甲板 130B 上的循航特徵構造陣列 3000。在一態樣中，該地圖 6041 例如包括走道 130A、暫存站 BS、轉送站 TS、車道 130BW 等等相對於該轉送甲板 130B、相對於彼此及相對於該循航特徵構造陣列 3000 的位置。該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 在一態樣中亦包括多個根據自主式運輸車輛 110 動力模式(這將於下文中詳細描述)決定並界定橫越路徑(該自主式運輸車輛 110 可沿著該等橫越路徑行駛)之預定的且時間最佳化的軌跡 6042。雖然該等預定的，時間最佳化的(即，未被參數化的(unparameterized))軌跡依據一態樣是位在該自主式運輸車輛 110 的內建控制器(如，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040)上(至少用來單獨地實施從一初始為置到一最終位置/目的地的完整循航)且可在一已經開始的橫越/移動期間及/或開始一移動之前即時地被該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 動態地選取。例如，再次參考圖 4 及 6A，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 包括該等預定的時間最佳化的軌跡的一查找表或圖書館 6042T(其係根據至少一用於一組給定的自主式運輸車輛內部條件的自主式運輸車輛 110 動力模式以及自主式運輸車輛 110 動力特徵)，每一軌跡界定一相應的自主式運輸車輛路徑，用以從一與一個循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 相

關連的直線方向平順地分叉出來並且平順地併入到另一個不同的(或相同的)循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7。如將於下文中進一步描述的，該等軌跡可查找表 6042T 中被有效地體現為輪子扭矩(左輪扭矩 T_L ，右輪扭矩 T_R)(如，在用於該自主式運輸車輛 110 的電源的額定電流及用於每一個別的扭矩的相應的切換時間下的個別的左/右輪最大扭矩(如， $(T_L, t_L)/(T_R, t_R)$))。應指出且可被瞭解的是，被如此描述的該等軌跡是時間最佳化的軌跡，其施加與此技術領域中被稱為“起停式(bang-bang)”控制一致的最大扭矩且只為了舉例的目的例如在圖 6A 中被顯示為被一相對應的軌跡所界定之橫越路徑的曲線(其亦在本文中被稱為路徑)。例如，該等時間最佳化的軌跡 6042T 允許自主式運輸車輛 110 在本文中所描述的高速度行駛的同時沿著一由介於兩個沿著一共同的方向設置的循航特徵構造之間(如，譬如介於一或多個縱長向的循航特徵構造 LONG1-LOG3 之間或介於一或多個側向的循航特徵構造 LAT1-LAT7 之間)及/或介於兩個被安排在不同方向上的循航特徵構造之間(如，譬如介於縱長向的循航特徵構造 LONG1-LOG3 之間或介於側向的循航特徵構造 LAT1-LAT7 之間，參見圖 4)的相對應的軌跡所界定的平順的彎曲的(曲線、諸曲線、曲率在本文中係被用來表示具有內凹的/外凸的形狀的橫越路徑線，用於本文中的所有技術皆相同地適用具有被明確地如此界定的扁平曲線的路徑線)路徑平順地轉換。在一態樣中，該等時間最佳化的軌跡 6042T 根據自

主式運輸車輛動力模式在該查找表 6042T 中被用任何適當的方式分類或歸類。在一態樣中，該等軌跡依據它們各自特徵被顯示，其依據沿著被相應的軌跡所界定的彎曲的路徑的直線長度 L ， L_1 ，...， L_n 被分類，其中該長度 L ， L_1 ，...， L_n 對應於該自主式運輸車輛 110 將在界定於該自主式運輸車輛 110 地圖座標系統 REF 中的位置 $P_1(BX_1, BY_1)$ 和 $P_2(BX_2, BY_2)$ 之間行駛的直線距離，其被界定在例如從控制器 120 接收到的自主式運輸車輛運動指令內。

【0056】作為另一個例子，圖 6B 顯示不同的代表性彎曲路徑，每一路徑是由用於該彎曲路徑在起點及終點的不同的自主式運輸車輛 110 邊界條件(如，在橫越開始時一開始在該彎曲路徑上的自主式運輸車輛 110 姿勢 P_1 (參見圖 5B)($BX_1, BY_1, \theta_1, V_{L1}, \omega_1$)；在橫越結束時在該彎曲路徑上的自主式運輸車輛 110 姿勢 P_2 (參見圖 5B)($BX_2, BY_2, \theta_2, V_{L2}, \omega_2$)；其中(BX_i, BY_i)是代表性的位置座標， θ_i 是自主式運輸車輛縱長軸線偏離該參考系統軸線 REF2(如，X 軸)的偏擺， V_{Li} 是該自主式運輸車輛 110 沿著該路徑的直線速度，及 ω_i 是該自主式運輸車輛的轉動速度(即， $\dot{\theta}$)的一不同的相應的時間最佳化的基於動力模式的軌跡所界定/產生(並因而是其代表)。示於圖 6B 中的該等橫越路徑在此係用來代表性地例示基於自主式運輸車輛 110 動力模式的不同的預定的時間最佳化的軌跡解答(solution)的例子，如之前提到的，每一橫越路徑係用於不同的邊界條件，且同時發生的是，被不同預定的軌跡實施的自主式

運輸車輛 110 路徑被該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 選取。圖 6C 及 6D 分別地例示圖 6B 中所示的示範性軌跡 BTX 關於時間的速度 (V_L , ω_t) 曲線 (profile) 及左/右驅動輪馬達電流圖 (I_L , t_L ; I_R , t_R)，其中 V_L 是自主式運輸車輛 110 沿著與該自主式運輸車輛 110 的縱長方向對準的該路徑的直線速度 (即， V_L 向量為了此描述的目的而保留)、 ω 是轉動速度、 I_L , I_R 是用於左及右驅動輪之個別的馬達電流、及 t 是時間。可被瞭解的是，根據一般性的關係式 $T_{L/R} = k_t I_{L/R}$ ，馬達電流 I_L , I_R 是個別的馬達扭矩對相應的驅動輪 202A, 202B 的決定性因子 (determinative)，其中 k_t 是製造商額定的馬達扭矩常數。該等自主式運輸車輛 110 馬達扭矩 (在驅動輪 202A, 202B 對自主式運輸車輛 110 滾動表面 (譬如，轉送甲板 130B 或地板的表面) 的接觸補片 (contact patches) 處) 提供驅動區段 110DR 沿著該自主式運輸車輛 110 的縱長向頭線 BX 的驅動力 f_x 、以及偏擺扭矩 q_z (藉由個別的驅動輪 202A, 202B 之間的差異驅動力來提供，它們在本文中被統稱為螺旋力 (wrench) (f_x , q_z)，它可從驅動馬達 202MA, 202MB 獲得且可用下面的關係式來表示：

【 0057 】

$$f_{x\ motor} = \frac{k_t(I_L + I_R)}{R_{wheel}}$$

【 0058 】

$$q_{z\ motor} = \frac{k_t(I_R - I_L) * Wheelbase}{2 * R_{wheel}}$$

【0059】其中 k_t 是馬達扭矩常數， I_L 及 I_R 是左及右馬達電流， R_{wheel} 是輪子半徑，及 Wheelbase 是介於輪子 202A，202B 之間的距離 L_{ATWB} (如，輪軌)。

【0060】如之前提到，的該可獲得的螺旋力 (f_x ， q_z) 係以時間最佳化方式被施加，因而產生一從起始點到結束的一時間最佳化的軌跡 (即，用於所有 (兩個) 驅動輪 202A，202B 的馬達扭矩 $T_{L/R}$ 在該彎曲的路徑的整個執行及結果的橫越 (resultant traverse) 期間都是最大的 (正的或負的) 可用扭矩) 並使得該時間最佳化的軌跡是平順的。例如，該自主式運輸車輛 110 沿著該路徑的速度 V_L 是固定不變的，如圖 6B 所示。該最大的可用扭矩可以是來自驅動馬達 202MA，202MB 之設定用於常規的 (即，非騷亂的、非緊急的) 情況及運動的最大的可用扭矩。可被進一步瞭解的是，該被施加的螺旋力 (f_x ， q_z) 是在描寫 (transcribing) 該平滑的路徑的整個軌跡上 (從起點到終點) 可從驅動馬達 202MA，202MB 獲得之最大螺旋力，其中 (相對於該曲線的) 外驅動輪 202A，202B 是在最大的 (正的) 可用扭矩 (用以維持 V_L 固定不變並在沒有中斷下維持結果的平順路徑) 且 (相對於該曲線的) 內驅動輪是在最大的 (負的) 可用扭矩，並在上文中提到且將於下文中進一步說明之根據自主式運輸車輛 110 動力模式以及該軌跡的開始及結束的邊界條件所決定的切換時間 (如，參見圖 6C) 切換於它們之間。在其它態樣中，該軌跡的直線速度 V_L 可被允許改變，譬如在給定該最大的可獲得螺旋力 (f_x ， q_z) 下，在該軌跡的一所想

要的部分(或所有部分)該自主式運輸車輛 110 具有一穩定的或固定不變的直線加速度(或減速度)及一連續的直線速度 V_L ，用以產生一描寫一介於該軌跡的起點和終點之間的平順的彎曲路徑的時間最佳化的軌跡。用於所想要的自主式運輸車輛運動的(在該軌跡的起點和終點的)不同的預定的邊界條件的該時間最佳化的軌跡因而(如上文中提到的，從類似於圖 6C 所示的馬達扭矩/電流 vs. 切換時間曲線)被決定，使得不同的預定的時間最佳化軌跡被產生，每一軌跡對應於其開始的邊界條件(且被其特徵化)，因此每一軌跡可被結果彎曲路徑(它是由該給定的軌跡所界定(參見圖 6B，其顯示不同的路徑，每一路徑的特徵在於相對應的時間最佳化的軌跡))的形狀形像化地特徵化(figuratively characterized)，該彎曲路徑在執行如圖 6B 所示的該給定的時間最佳化軌跡時為了最初及最終速度具有一距離該軌跡的起端及終端一共同的航向(heading)位置及偏離位置(ΔBX ， ΔBY)(或直線距離 L)的邊界條件而被同時實施。

【0061】該等時間最佳化軌跡具有一大致“S”形的彎曲路徑特徵，且一組一或多個預定的時間最佳化的軌跡的套組可被產生以用於不同的偏移/長度條件及/或初始/最終速度條件(如，由上文中提到的邊界條件所決定者)。因此，如圖 6b 所示的例子所展示的，(根據自主式運輸車輛動力模式的)該等預定的時間最佳化的解答以可依據共同的特徵化邊界條件(如，路徑形狀)被分組且依據其它所想要的共同特徵(如，共同的初速度)而被分成子組，使得組/

群 **GBTA-GBTD** 是路徑形狀群組，其代表具有共同的初速度之時間最佳化的軌跡，其中在群組 **GBTA-GBTD** 的每一者中的軌跡的形狀係用於不同的預定的初始/最終偏移位置 (ΔBX ， ΔBY) 或路徑長度 L 。雖然這些彎曲的形狀被顯示來用於該等預定的軌跡群組 **GGBTA-GBTD**，但每一群組可依據所想要的自主式運輸車輛的運動範圍 (以及由其所產生的邊界條件) 而具有更多或更少的預定的時間最佳化的軌跡。因此，如圖所示，軌跡群組 **GBTA** 可包括一用於該相對應的初速度的時間最佳化的軌跡，而在相同的初速度及不同的 (如，更大的) 長度 L 的其它時間最佳化的軌跡並不共享該特有的路徑形狀，因而可和其它時間最佳化的解答 (如，相反端以固定的或變動的速率轉彎) 組成群組。

【0062】應指出的是，該被預定的時間最佳化的軌跡係指當自主式運輸車輛控制器執行自主式運輸車輛運動時被該自主式運輸車輛控制器所產生的時間最佳化的軌跡，以作為該路徑形狀及該自主式運輸車輛在該路徑上必須遵循的運動輪廓，但該時間最佳化的軌跡的一些元素可被預先程式化於該自主式運輸車輛控制器中，這將於本文中進一步描述。可從上文中瞭解到的是，該等預定的解答可被儲存在該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 的軌跡 6042 區段中 (參見圖 6)，其被體現為相對應的預定的馬達電流 I_L ， I_R 及參考切換時間 $t_{L,R}$ ，其被解答的特徵群組分群或分類。該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 被建構來動態地選擇 (與運動中的自主式運輸車輛 110 同時或在該自主式

運輸車輛 110 開始運動之前選擇)該軌跡 6042 區段的一或多個預定的解答，其將在目前的位置/地點及/或在一些未來的且被命令的目的地(其包括偏離目前的姿勢、方位、速度的位置偏移/橫越長度)的該自主式運輸車輛 110 姿勢及狀態判斷與解答群組特徵(如，“S 形”路徑)搭配起來，然後與一組 GBTA-GBTD 內的一或多個預定的解答搭配起來，用以動態地從被儲存的解答群組中選擇出相匹配的解答。

【0063】現參考圖 4、7A 及 7B，依據被揭露的實施例的態樣的自主式運輸車輛 110 的橫越路徑被示出。可被理解的是，這些輸送路徑可用於任何適合的自主式運輸車輛，譬如，例如，描述於本文中的自主式運輸車輛 110。亦可被瞭解的是，該時間最佳化的軌跡可依據用於這些示範性橫越路徑的每一者的被揭露的實施例的態樣被產生。應指出的是，當“橫越路徑(traverse path)”一詞被使用於本文中且被顯示在圖式中時係指在該未決定的表面(它是由該開放的未決定的轉送甲板 130B 或樓地板所界定)上或沿著該未決定的表面的自主式運輸車輛 110 在該未決定的表面上的兩個位置點之間的實體的橫越路徑。應指出的是，該等橫越路徑可包括一或多個分段(segments)(譬如，參考圖 6A 及 6D 所描述者)，它們合在一起以形成該橫越路徑。該橫越路徑的“軌跡(trajjectory)”包括該自主式運輸車輛 110 沿著該橫越路徑運動並界定該橫越路徑的運動特性(譬如，例如，加速度、速度等等)。

【0064】如上文所描述的，任何適合的控制器(譬

如，自主式運輸車輛 110 的控制器 110C) 可被建構成起停式控制器 (bang-bang controller)，其係用於產生使用自主式運輸車輛 110 驅動驅段 110DR 的最大動力之該自主式運輸車輛 110 的時間最佳化的運動。應指出的是，該被揭露的實施例的該等態樣允許產生其它預定的自主式運輸車輛 110 的未被參數化的 (unparameterized) 自主式運輸車輛 110 軌跡，其具有馬達扭矩 (如，最大扭矩 / 峰值可用扭矩) 及 / 或邊界限制條件 (例如，用於不同的自主式運輸車輛 110 酬載應用的邊界限制條件) 或任何其它速度、速度等等限制條件。“未被參數化”一詞當使用於本文中時係指軌跡及橫越路徑特徵未被限制到該軌跡的曲線或形狀 (既不是相對於時間也不是在位置-速度參考座標系或空間內)，使得一時間最佳化的軌跡的形狀是在可獲得的自主式運輸車輛 110 最大馬達扭矩限制條件 (如，用於可從該自主式運輸車輛 110 動力源獲得之最大可獲得電流的所想要的最大可用扭矩、及其它自主式運輸車輛動力模式 (如，質量、慣性矩、驅動輪的半徑、驅動軸距等等) 及最初與最終內部條件) 內被達成。依據被揭露的實施例的態樣，軌跡可為了每一橫越路徑分段而被產生，使得用於給定的最大驅動扭矩限制條件之最適 (最短) 運動時間 (如，介於該橫越路徑的開始點與該橫越路徑的終止點之間的自主式運輸車輛 110 橫越時間) 可被達成。此外，用於驅動構件 (譬如，馬達及 / 或齒輪箱 (如果有的話)) 的峰值扭矩要求條件可被降低 (有或沒有更短的運動時間)，這可導致和該自主式運輸車輛

110 相關的成本降低、驅動構件的尺寸變小、及/或延長該自主式運輸車輛 110 的使用壽命等結果。

【0065】被揭露的實施例的態樣解決了現有軌跡產生方法的缺失，其通常為將扭矩限制條件列入考量或通常不能產生一平順的被掌控的軌跡。“平順(smooth)”或“平順度(smoothness)”一詞當相關於被產生的軌跡被使用在本文中時係指沿著該彎曲的橫越路徑一段時間的一連續的直線速度。應指出的是，在給定的高速度及中速度的自主式運輸車輛 110 內部及動力特徵下，直線速度的中斷通常不是特別容易達成的且是所不想要的。

【0066】在其它態樣中，時間最佳化的軌跡係根據自主式運輸車輛 110 動力模式特徵及/或其它邊界條件而被分類，譬如，自主式運輸車輛酬載、(如，空的或裝了貨的自主式運輸車輛)、酬載質量及/或大小，其中愈重的酬載及/或愈緻密的酬載(如，造成自主式運輸車輛質量中心偏心矩者)會在高速度時界定較大半徑/弧度的轉彎。在其它態樣中，該等軌跡係根據該自主式運輸車輛 110 將行駛的距離及酬載重量/質量及/或大小/質量分佈或酬載密度的一者或多者來分類。

【0067】從圖 4 及圖 6A 可瞭解到的是，有不同類型之以預定的時間最佳化的動力模式為根據的軌跡，這些軌跡界定該自主式運輸車輛 110 可動態地從中選取之不同的路徑曲線(其以單次地及/或以動態選取的組合方式被連續地施加或被一扁平的路徑線(參見圖 6A)分隔開地施加)用以

從一初始位置(其具有一初始靜態姿勢及/或即時的姿勢(on the fly pose))跟隨至一最終位置(其具有一最終的所想要的/結果的靜態姿勢及/或即時的姿勢)。在一態樣中，該等軌跡的特徵在於簡單的曲線，其具有認何適合的形狀，譬如直線、半圓形及鉤子形狀或“J”形，而在其它態樣中，該等軌跡是任何適當的複雜曲線，譬如上文中描述的在方向或轉折點上有多個改變的“S”形曲線。例如，一種時間最佳化的軌跡是組成式時間最佳化的軌跡，其具有彎曲的部分及筆直的部分，其中彎曲的部分是具有一或多個變化的或固定的轉彎半徑/率、固定的或改變的轉彎方向之複合式曲線或轉彎以及簡單的轉彎。時間最佳化的軌跡的類別的另一個例子是，該時間最佳化的軌跡的特徵路徑形狀是一在一單一方向上具有變化的轉彎半徑/率(如，示於圖 6A 中的路徑 991A-991n 及 992A-992n 的軌跡)或固定的轉彎半徑/率(如，示於圖 6A 中的路徑 990A-990n 的軌跡)簡單的轉彎(即在移動期間在一個方向上轉彎)。可被理解的是，該等不同的組成式時間最佳化的軌跡(如，簡單的及複合的)在一態樣中係彼此端對地相連接，用以形成一可被該自主式運輸車輛 110 遵循的輸送路徑 BTP(如，如圖 4 中所示，其具有一以“S”形狀為特徵的時間最佳化的軌跡(如，譬如圖 6A 中所示的路徑 993A-993n 的軌跡)其與一以簡單曲線/轉彎為特徵的時間最佳化的軌跡相結合；在其它態樣中，一扁平的曲線路徑軌跡(如，圖 6A 中所示的路徑 994A-994n 的軌跡)可結合該彎折的彎曲路徑軌跡)。

【0068】在一態樣中，如本文中提到的，多個預定的軌跡 6042T 如之前所描述地被儲存在可被控制器 110C 存取的該自主式運輸車輛 110 的任何適合的記憶體 110M 中且如本文中提到的地被該控制器 110C (譬如，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040) 動態地選取，用以形成一組用於產生一自主式運輸車輛 110 行駛路徑 BTP 的時間最佳化的軌跡。如本文中提到的，每一(未被參數化的)軌跡是一時間最佳化的軌跡，其被該自主式運輸車輛控制器 110C 動態地(如，即時地，譬如當該自主式運輸車輛正以描述於本文中的速度的時候)決定或選取。該控制器 110C 譬如透過該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 從該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 的軌跡區段 6042 選取並結合一或多個預定的時間最佳化的軌跡以形成一複合式時間最佳化的軌跡，其中該等時間最佳化的軌跡的結合亦在該自主式運輸車輛 110 的運動期間(或自主式運輸車輛 110 運動之前)被該自主式運輸車輛控制器 110C 動態地實施，用以連接一或多個沿著該自主式運輸車輛 110 的橫越路徑上的航點(以形成一實施一給定的運動之被動態地選取的或決定的軌跡群組)。該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 選取並結合該等時間最佳化的軌跡以形成一或多個時間最佳化的軌跡群組 GBTA-GBTD (參見圖 6B)，它們被時間最佳化(如，介於預定的航點之間的最快速徑)。

【0069】作為時間最佳化的軌跡選擇的一個例子，參考圖 4 及 6，一中央控制器(譬如，控制器 120)送出一移動

指令至該自主式運輸車輛 110。該移動指令被該控制器 110C 的該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 接收且例如包括如上文中提到的一開頭的軌跡航點和一結束的軌跡航點，其中該開頭的軌跡航點係根據在該自主式運輸車輛在該移動指令被送出的時間點當下或當時的位置。只為了具舉例的目的，該開頭的航點可以是航點 WP1 及該結束的航點可以是航點 WP3。應指出的是，該等航點可被設置在該轉送甲板 130B 上的任何適合的位置且在一態樣中其可位在對走道 130A、車道 130BW、暫存站 BS、轉送站 TS 的開口處且可和節點 ND 的位置點重合。在此例子中，航點 WP3 和一順著一朝向該走道 130A1 的開口的循航特徵構造 LAT1 被設置的節點 ND 相重合。在此處，該自主式運輸車輛 110 係以上文中提到的速度行駛，且根據該移動指令，該自主式運輸車輛 110 知道介於該自主式運輸車輛 110 目前的位置與航點 WP3 之間的距離以及該自主式運輸車輛的姿勢和狀態(從該運動定位系統 6020 及/或該循航感測器偵測系統 6010 得知)、該酬載的尺寸及/或重量/質量，並根據被儲存的時間最佳化的軌跡的特徵(譬如，該距離 L_i 及起點/終點邊界條件)(該等被儲存的特徵提供一介於自主式運輸車輛 110 的目前位置(該目前的位置被使用是因為該自主式運輸車輛可能已經在沿著該轉送甲板 130B 高速行駛期間超過該開頭的航點 WP1)和該結束的航點 WP3 之間的軌跡解答)以及該酬載的尺寸及/或重量/質量的一者或多者來從被儲存的預定的時間最佳化的軌跡中選取一或多個時間最佳化的

軌跡 6042，用以連接該開頭的航點和該結束的航點(該等航點不一定要與節點 ND 重合)。如前面提到的，該等時間最佳化的軌跡的特徵實現了一用來將貯存的該等預定的時間最佳化的軌跡分類(如過想要的話可分成群組)的機構，且相反地成為一用來讓該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 選擇該時間最佳化的軌跡的索引機構。因此，該等時間最佳化的軌跡可在航點處及/或在一航點之前或之後開始或結束，該時間最佳化的軌跡來自/前往該等循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 的分支點在該處被該自主式運輸車輛控制器 110C 自由地選擇且在一態樣中可根據在該轉送甲板 130B 上的障礙物(譬如，其它自主式運輸車輛)、該自主式運輸車輛所載運的酬載、或任何其它適合的條件(如，該自主式運輸車輛 110 可源於一獨立於該等航點位置以外的引導特徵構造或分叉至該引導特徵構造)。因此，對於一設定一在該結構地圖 6041 上的目的地之給定的移動指令(如，即時接收到的移動指令)而言，知道其目前的姿勢及狀態及在該目的地所想要姿勢及狀態的自主式運輸車輛 110 取得該軌跡索引(該時間最佳化的軌跡群組被特徵化於該索引中)並根據與該自主式運輸車輛 110 在該移動指令被接收到的時刻並在該目的地時的姿勢/狀態相符合的特徵來動態地選取一或多個(一組)時間最佳化的軌跡解答。

【0070】在該自主式運輸車輛(譬如自主式運輸車輛 110E)沿著該轉送甲板 130B(譬如，沿著循航特徵構造

LONG1)以描述於本文中的高速度行駛的同時，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 同步實施該一或多個時間最佳化的軌跡 6042 的選擇，使得該自主式運輸車輛 110E 從它的姿勢 P1 沿著循航特徵構造 LONG1 行駛至航點 WP3 所要求的姿勢(譬如，姿勢 P2)以進入走道 130A1。為了要為該自主式運輸車輛控制方案解答該組被選取的時間最佳化的軌跡，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 用一使用在其它領域被知曉的“試射 (test shooting)”及“梯度下降 (gradient descent)”方法的演算法來計算(在該被選取的軌跡移動設定的開頭的)該初始速度以及馬達電流 (I_L ， I_R) 切換時間 (t_L ， t_R)。因此，實施該被選取的軌跡解達組的起停控制的該電流時間切換被設定至該自主式運輸車輛 110 的時間參考座標系且被該自主式運輸車輛循航軌跡控制器 6060 執行，使得該自主式運輸車輛實施該被動態地選取的時間最佳化的軌跡。如上文描述的，該走道側引導線或循航特徵構造 LONG1 被安排成靠近該轉送甲板 130B 的邊緣，使得該自主式運輸車輛 110 不能在該走道 130A 內實施 90 度轉彎。因此，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 根據該自主式運輸車輛 110 用於在該彎曲路徑(它是由該等時間最佳化的軌跡所產生)的啟點及終點的不同的邊界條件的動力模式來選擇一或多個可允許該自主式運輸車輛 110E 從該循航特徵構造 LONG1 移動並改變其姿勢以進入走道 130A 之預定的時間最佳化的軌跡 6402。

【0071】在此例子中，該自主式運輸車輛循航軌跡產

生器 6040 選擇從該軌跡 6042 區段選取一或多個預定的時間最佳化的軌跡 6042，用以將自主式運輸車輛 110E 從該循航特徵構造 LONG1 移動至循航特徵構造 LONG2。在一態樣中，具有“S”形狀(如，兩個相反的轉彎，一個轉彎緊接在另一個轉彎之後)的單一複合式時間最佳化的軌跡 3010 被選取以用於循航特徵構造 LONG1，LONG2 之間的轉換。在其它態樣中，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 可動態地選擇一系列界定簡單轉彎的軌跡(如，譬如，示於圖 6A 中的“J”形軌跡路徑 991A-991n)，其在一邊界條件相符的點相接，藉以產生一即時的(on the fly)航點 WP4，使得兩個被動態地選取的簡單“J”形曲線 3010A，3010B 解答被選取用以在航點 WP4(如，介於該等簡單曲線之間的轉折點)會合以用於循航特徵構造 LONG1，LOG2 之間的轉換，使得所得到之介於循航特徵構造 LONG1，LON2 之間的路徑很平順。該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 為了從循航特徵構造 LONG2 轉換至循航特徵構造 LAT1 而選取一或多個額外的時間最佳化的軌跡，用來以自主式運輸車輛 110 姿勢(如，圖 4 中所示的姿勢 2)(該姿勢允許自主式運輸車輛 110 進入走道 130A1)到達航點 WP3。在此處，該自主式運輸車輛循航軌跡產生器 6040 可產生(如上文中提到的)另一個即時的航點 WP2 並選擇一簡單曲線的時間最佳化的軌跡 3012，其在循航特徵構造 LAT1 處將自主式運輸車輛轉 90 度，其中時間最佳化的軌跡 3010(或 3010B)與時間最佳化的軌跡 3012 在該循航特徵構造 LAT1 處會合或

被另一簡單的直線時間最佳化的軌跡 3011 彼此相連接，用以形成一如上所述的複合式時間最佳化的軌跡。應指出的是，雖然航點 WP2 被顯示為與一節點重合，但在其它態樣中，航點 WP2 可以不位在一節點上。

【0072】如上文中提到的，在一態樣中，該等預定的時間最佳化的軌跡係至少部分地例如根據該自主式運輸車輛 110 的該動力模式(如，動力限制條件)被選擇，亦參考圖 5B，該自主式運輸車輛動力模式是由下列式子界定：

【0073】

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_x \\ w_z \end{bmatrix} \quad [1]$$

【0074】

$$[M]\dot{x} + [C]x = \begin{bmatrix} f_x \\ q_z \end{bmatrix} \quad [2]$$

【0075】其中 x ， x_1 ， x_2 是沿著 X 軸的位置、 v_x 是沿著 X 軸的速度、 w_z 是繞沿著 Z 軸的角速度、 C 是自主式運輸車輛 110 的科氏矩陣 (Coriolis matrix)、 M 是自主式運輸車輛 110 的慣量矩陣 (C 及 M 兩者皆與自主式運輸車輛質量及質量中心的位置相關)、 f_x 是沿著 X 軸的力及 q_z 是繞著 Z 軸的扭矩，其中 f_x 和 q_z 形成施加在自主式運輸車輛原點 (origin) 的淨螺旋力 (f_x ， q_z) 向量。應指出的是，該淨螺旋力 (f_x ， q_z) 是馬達扭矩、摩擦及阻尼所產生的力及扭矩的總合。

【0076】在其它態樣中，該等被動態地選取的時間最佳化的軌跡 3010 (或時間最佳化的軌跡 3010A，3010B)、

3011及3012(其連接該移動指令所指定的開始航點WP1與結束航點WP3)形成一組時間最佳化的軌跡，它們被自主式運輸車輛循航軌跡產生器6040送至自主式運輸車輛速度及位置系統控制器6050，它和自主式運輸車輛循跡控制器6060以及驅動馬達202MA，202MB一起形成一用來在由自主式運輸車輛110感測器及/或系統控制所確認的預料之外的緊急條件(如，依據軌跡解答及感官(senses)之循航地標間的失配(mismatch))的事件中實施該自主式運輸車輛沿著至少該開放的未決定的轉送甲板130B的該未決定的表面的運動的迴圈，其中該自主式運輸車輛110移動至一安全站/安全地點。例如，當該自主式運輸車輛110移動於實質的直線上時，譬如在該揀取走道130A中及/或該轉送站TS的轉送區295內(譬如，沿著車道130BW或在運運甲板130B上)時，用於馬達202MA，202MB的驅動器離開起停控制且被建構成(用於在一實質的直線上橫越的)扭矩控制器或被建構成(用於橫越轉彎，譬如實質直角的轉彎、S形轉彎、J形轉彎、或由描述於本文中的預定的軌跡所界定的任何其它轉彎的)位置控制器。例如，如同一扭矩控制器般地操作的該控制器110C被建構成使用來自兩個輪子202A，202B這兩者的速度回饋的平均值作為“自主式運輸車輛速度”來封閉一如圖6所示的速度迴圈(velocity loop)。為了改善效能並避免速度迴圈不穩定，該速度迴圈可用扭矩前饋(torque feedforward)來增強且以低增益操作。該控制器110C亦被建構成來封閉一如圖6所示的用於該自主式運

輸車輛 110 的停止地點的最終位置的位置迴圈。該控制器 110 亦被建構來加總差動扭矩偏位 (differential torque offset) 以實施循跡，譬如沿著循航特徵構造陣列 3000 的特徵構造。應指出的是，當該樓地板表面及 / 或輪子被液體、灰塵或其它顆粒物污染時，驅動輪 202A，202B 可能喪失與該轉送甲板 130B 或一揀取走道 130A 或轉送區 295 的樓地板的牽引力。該速度控制迴圈可被建構成當例如一用於輪子 202A，202B 的一者或兩者的編碼器所提供的回饋顯示一比該自主式運輸車輛 110 的一預定的速度還高的速度時該速度控制迴圈可藉由將施加至兩個輪子 202A，202B 的扭矩降低來減輕驅動輪 202A，202B 牽引力的喪失。當自主式運輸車輛 110 例如在該轉送甲板 130B 的該未決定的表面上行駛長的距離時，該自主式運輸車輛 110 是行駛於驅動輪 202A，202B 及惰輪 (idler wheel) 201 上，使得自主式運輸車輛透過驅動輪 202A，202B 及惰輪 201 被固定的本質而被制止不會偏離該直線軌跡。該控制器 110C 被建構成具有任何適合的循跡演算法，用以實質地確保該自主式運輸車輛 110 以任何適合的方式行駛在一直線上，其中用來保持在該直線軌跡上的校正可在該自主式運輸車輛正在行駛時 (如，原地轉向 (skid steering) - 將一輪子轉動得比另一個輪子慢以產生更大的牽引力於該自主式運輸車輛的一側，用以誘發一轉彎力矩於該自主式運輸車輛上) 被施加至輪子作為一差動扭矩。當如同同一位置控制器般地操作時，馬達 202MA，202MB 可被控制器 110C 命令以將它們各

自的輪子 202A，202B 以任何適當的方式轉動於相反方向上，用以執行依據一或多個被選取的該等預定的時間最佳化的軌跡的被指定的轉彎操控。

【0077】現參考圖 4、6、7A 及 7B，傳統的非完全運動約束的自主式運輸車輛 110 例如因為循跡(參見圖 7A)而讓橫越該轉送甲板 130B 變容易，其中引導線被安排成網格圖案使得自主式運輸車輛 110 的轉彎被限制在 90 度的轉彎，其中 90 度的轉彎是在引導線的節點 ND(如，交叉點)進行。可從上文中瞭解的是，描述於本文中的自主式運輸車輛的高速度循航允許實質上沒有限制的該非完全運動約束的自主式運輸車輛 110(參見圖 7B)沿著該開放的未決定的轉送甲板 130B 的該未決定的表面橫越，使得該自主式運輸車輛 110 可從節點行駛至節點而沒有被限制要在節點 ND 作 90 度的轉彎，因而減少自主式運輸車輛 110 橫越該轉送甲板 130B 的轉送/行駛時間。這允許該自主式運輸車輛 110 在循航於該轉送甲板 130B 的該未決定的表面的同時以及轉彎進入揀取走道 130A 及/或抬高界面區(譬如，車道 130BW 或沿著該轉送甲板 130B 的一側設置的緩衝/轉送站(如圖 2A-2C 所示))的同時以描述於本文中的速度行駛。

【0078】例如，參考圖 4 及 10-12，該自主式運輸車輛 110 被建構來以一種實質地類似於描述在 2015 年 1 月 16 日提申的美國專利暫時申請案第 62/104,513 號(它現在是 2016 年 1 月 18 日提申的美國專利申請案第 14/997,892 號)中的方式將一或多個揀取面轉送於一或多個轉送站 TS(或暫存站 BS)

以及一或多個儲存地點(例如在一或多個揀取走道 130A 內)之間，該專利申請案的揭露內容藉此參照被併於本文中。例如，一自主式運輸車輛 110 箱子單元轉送交換(transaction)可包括一箱子單元多揀取及放置(multi-pick and place)操作，其箱子單元的即時分類以產生一混合式棧板裝載物 MPL(如圖 1C 所示)，該操作係依據被揀取的項目的預定的訂單出貨順序(order out sequence)及/或預定的訂單順序(如，訂單出貨順序)，該順序係例如依據一履行一或多個客戶定單的順序，該等箱子單元 CU 依照該順序在任何適當的操作站被依序安排以放置在一或多個袋子、搬運袋或其它容器內。參考圖 11，一客戶定訂單可能要求箱子單元 7 被送到輸出抬高模組 150B1 且箱子單元 5 亦被送至輸出抬高模組 150B1(在其它態樣中，應指出的是，客戶訂單可能要求被一共同的自主式運輸車輛 110 載運的箱子單元被送至不同的輸出抬高模組使得被一共同的自主式運輸車輛 110 載運的箱子單元到不同的輸出抬高模組的轉送係以一種類似於本文所描述的方式發生)。在描述於本文中的被揭露的實施例的態樣中，輸出抬高模組 150B1(如，該儲存及提取系統/訂單履行系統的每一輸出)界定從該儲存陣列出貨到一裝載物裝填件(load fill)的混合式箱子揀取面的履行路徑或途徑，其中該混合式箱子揀取面係以實質相同的順序進入及離開該履行路徑。可被理解的是，雖然輸入及輸出抬高模組 150A，150B 可垂直地往復運動，但應被理解的是，在其它態樣中，輸入及輸出抬高模組

150A，150B可以是任何適合用來運輸箱子揀取面來回於該儲存結構130的運輸模組。例如，在其它態樣中，抬高模組150A，150B是可同步地或非同步地操作的垂直地往復運動的抬高模組、任何適合的自動化材料搬運系統、輸送器、自主式運輸車輛、轉盤、滾輪床、多層式垂直輸送器(如，串珠式輸送器)的一者或多者。為了要在該儲存及提取系統100有效率地使用每一自主式運輸車輛110，該控制器(譬如，控制伺服器120)決定箱子單元5，7是位在哪一個揀取走道。該控制器亦決定哪一個進倉的(inbound)箱子單元ICU應被存放在該揀取走道，箱子單元5，7(如，出倉的(outbound)箱子單元)將從該揀取走道被揀取。該控制器送出指令至一位在箱子單元5，7所在的層上的自主式運輸車輛110，用以從一或多個抬高模組150A的界面站TS揀取一或多個進倉的箱子單元ICU(圖13的方塊1400A)。該自主式運輸車輛110抓住箱子單元ICU(圖13的方塊1420)並將該箱子單元運送至一或多個揀取走道130A2內(如，用一種參照圖7B描述於本文中的方式橫越該開放的未決定的轉送甲板130B，使得該自主式運輸車輛110可進入該揀取走道)的一或多個儲存空間130(圖13的方塊1421)，其中，其內放置了進倉箱子單元的該等揀取走道的至少一者包含出倉箱子單元5，7的一者。可被理解的是，進倉箱子單元被放置在不同的儲存地點130S且進倉箱子單元被分類(圖13的方塊1425，其中，一或多個箱子單元被轉送至一箱子單元固持地點，譬如一儲存空間130S或暫存區(圖13的方塊

1430)，而沒有被轉送的箱子單元被送回到該自主式運輸車輛 110 的酬載區，用以轉送另一個箱子單元固持地點(圖 13 的方塊 1435)。

【0079】可被理解的是，出倉箱子單元 5，7 係位在相同的或不同的揀取走道內且被同一自主式運輸車輛 110 或不同的自主式運輸車輛 110 提取，這取決於出倉的箱子單元與進倉的箱子單元的預定的儲存位置之間的接近程度。例如，參考圖 10，該自主式運輸車輛 110 揀取該自主式運輸車輛 110 從抬高模組 150A 的界面站 TS 揀取一進倉的箱子單元 ICU 用以放置在揀取走道 130A2 內，該走道是箱子單元 5 被放置的走道。箱子單元 7 在此例子中被放在揀取走道 130A1 中。在放置了該進倉箱子單元 ICU 之後，該自主式運輸車輛繼續在同一次通過中(如，該揀取走道在一單一方向上的單次穿越)沿著該揀取走道 130A2 行駛用以揀取該出倉的箱子單元 5(圖 13 的方塊 1400)。在讓單一的自主式運輸車輛 110 揀取多個箱子單元是較有效率的作法的情況下，該出倉的箱子單元 5 在該自主式運輸車輛 110 上被用任何適合的方式予以調整(圖 13 的方塊 1405)且該自主式運輸車輛行駛至另一箱子單元的所在地，譬如在揀取走道 130A1 內的出倉的箱子單元 7，(應指出的是，在第二個出倉的箱子單元位在與第一個出倉的箱子單元同一走道的情況中，這兩個出倉的箱子單元係在該揀取走道的同一次穿過時被該自主式運輸車輛 110 的同一個轉送手臂 110PA(參見圖 5A 及 5B)揀取)。該第二個出倉的箱子單元 7 被同一個

揀取手臂 110PA 揀取(圖 13 的方塊 1410)且兩個箱子單元 5 及 7 在一揀取面運輸系統(譬如，抬高模組 150B)的一或多個周邊暫存站 BS 及界面站 TS 以實質類似於上文中關於進倉的箱子單元的放置所描述的方式被轉送並放置(圖 13 的方塊 1420-1435)。在讓兩個不同的自主式運輸車輛 110 於揀取個別的出倉的箱子之後揀取箱子單元 5，7 中個別的一個箱子單元(圖 13 的方塊 1400)是較有效率的作法的情況中，箱子單元被抓住(圖 13 的方塊 1420)且被轉送至出倉的抬高模組 150B 的一或多個周邊暫存站 BS 及界面站 TS 並被置於該處(圖 13 的方塊 1421-1435)。在一態樣中，在一出倉的箱子單元(譬如，箱子單元 5)被置於一周邊的暫存站 BS 的情況中，一自主式運輸車輛 110(它不同於將該箱子單元 5 放在該周邊的暫存站 BS 的自主式運輸車輛)將該箱子單元 5 轉送至該界面站 TS，而在其它態樣中，同一個自主式運輸車輛 110 回到該周邊的暫存站 BS 用以將箱子單元 5 轉送至該界面站 TS。在描述於本文中的被揭露的實施例的態樣中，該暫存站 BS 及/或轉送站 TS(如，至少一揀取面換手站)共同地支撐多於一個的混合式箱子揀取面，其界定從該儲存陣列/結構 130 出倉的該混合式箱子揀取面的一部分，其以一根根據該裝載物裝填件的一預定的順序以一以有次序的揀取面順序進入該履行路程。在描述於本文中的被揭露的實施例的一或多個態樣中，該暫存站 BS 及/或轉送站 TS 形成一用於出倉的抬高模組 150B1 之共用的揀取面轉送界面，使得被共同地支撐的揀取面被該出倉的抬高模組 150B1 一起

揀取。在被揭露的實施例的一或多個態樣中，任何適當的控制器(譬如，控制器 120)係與自主式運輸車輛 110 相溝通且被建構來根據揀取面被排定的順序實施將揀取面放置在該暫存站 BS 及/或轉送站 TS 上。

【0080】在一態樣中，該等出倉的箱子單元被該自主式運輸車輛 110 的一共同的轉送手臂 110PA(圖 5 及 5A)當作一個單位地揀取並轉送。現再次參考圖 11，一客戶訂單可要求箱子單元 7 被送至輸出的抬高模組 150B1 且箱子單元 5 亦被送至輸出的抬高模組 150B1(在其它態樣中，應指出的是，客戶訂單可要求同一個自主式運輸車輛 110 所承載的箱子單元被送至不同的輸出抬高模組，使得同一個自主式運輸車輛 110 承載的箱子單元沿著該開放的未決定的轉送甲板 130B 送至不同的輸出抬高模組的轉送係以實質類似於本文中參考圖 7B 所描述的方式來實施。如上文中所描述的，該控制器決定哪些進倉的箱子單元 ICU 要被儲存在箱子單元 5，7(如，出倉的箱子單元)將被揀取的揀取走道內。該控制器送出指令至一位在箱子單元 5，7 所在的層上的自主式運輸車輛 110，用以將一或多個進倉的箱子單元 ICU 當作一個單位(如，一揀取面)從一抬高模組 150A 的一界面站 TS 用類似於上文中描述的方式揀取(圖 13 的方塊 1400A)。該自主式運輸車輛 110 抓住該揀取面 PF1(圖 13 的方塊 1420)、以一種描述於本文中的方式橫越該轉送甲板 130B、並將該揀取面 PF1 運送至出倉的箱子單元 5，7 被置於其內的該揀取走道 130A2 內的一儲存空間 130(圖 13 的方

塊 1421)並將該揀取面 PF1放入一儲存空間 130S(圖 13 的方塊 1430)。應指出的是，因為整個揀取面被轉送至同一儲存空間且沒有箱子單元被留在該自主式運輸車輛上，所以流程在此例子中不會前進至圖 13 的方塊 1435。

【0081】在放置了該進倉的揀取面 PF1之後，該自主式運輸車輛 110 在同一次經過中繼續行駛穿過走道 130A2(如，該揀取走道在單一方向上的單次橫越)到達容納出倉的箱子單元 5，7 的儲放空間(該等箱子單元係被安排在彼相鄰的儲存貨架上，用以同時被揀取作為出倉的揀取面 PF2)。該自主式運輸車輛 110 用該共用的轉送手臂 110PA(圖 5 及 5A)揀取揀取面 PF2(圖 13 的方塊 1415)、抓住揀取面 PF2(圖 13 的方塊 1420)並將揀取面 PF2運送至出倉的抬高模組 150B1(圖 13 的方塊 1421)，其中該自主式運輸車輛 110 係以如本文中所述地橫越該轉送甲板 130B。在一態樣中，揀取面 PF2 的箱子單元 5，7 係如同一個單位般地被放置在周邊的暫存站 BS 或界面站 TS 的一者中(圖 13 的方塊 1430)。在另一態樣中，揀取面的箱子單元 5，7 在該自主式運輸車輛 110 上被用任何適合的方式分開且被調整，用以放置到不同的地點(圖 13 的方塊 1425)。例如，自主式運輸車輛 110 將箱子單元 7 放在周邊的暫存站 BS(圖 13 的方塊 1430)、將箱子單元 5 送回到該自主式運輸車輛 110 的酬載區(圖 13 的方塊 1435)、抓住箱子單元 5(圖 13 的方塊 1420)、將箱子單元 5 運送至界面站 TS(圖 13 的方塊 1421)並將箱子單元 5 轉送至該界面站(圖 13 的方塊 1430)。

【0082】在參考圖 12 的另一態樣中，出倉的箱子單元 5，7 從同一走道 130A2 內的不同儲存地點被該自主式運輸車輛 110 的該共用的轉送手臂 110PA (圖 5 及 5A) 揀取。在此處，該自主式運輸車輛 110 將一或多個進倉的箱子單元 ICU 以上文所述的方式轉送至一或多個儲存地點，其中該等進倉的箱子單元 ICU 的至少一者和該等出倉的箱子單元 5，7 係位在同一揀取走道 130A2 內。在將至少一進倉的箱子單元放置在走道 130A2 的預定的儲存地點 130S 之後，該自主式運輸車輛 110 在該揀取走道 130A2 的同一次經過中繼續行駛通過揀取走道 130A1 並用上文中描述的方式從儲存空間 130S1 揀取箱子單元 5 (圖 13 的方塊 1400)。箱子單元 5 在自主式運輸車輛 110 上被用任何適合的方式調整朝向該酬載區段 110PL 的後方 (圖 13 的方塊 1405)。該自主式運輸車輛 110 在該揀取走道的同一次經過中繼續行駛通過揀取走道 130A1 並用該共用的轉送手臂 110PA 從一不同的儲存空間 130S2 揀取箱子單元 7，使得箱子單元 7，5 這兩者被彼此相鄰地放在該共用的轉送手臂 110PA 上 (圖 13 的方塊 1410)。可被瞭解的是，在一態樣中，該控制器 110C 被建構來以任何適合的順序 (譬如，例如用與箱子單元被放入的順序相反的順序) 來實施箱子單元的揀取。

【0083】在此多揀取 (multi-pick) 例子中，箱子單元固持地點對應於該揀取走道 130A 的儲存空間 130S，但在其它態樣中，箱子單元固持地點包括輸入抬高模組 150A (在自主式運輸車輛和抬高模組之間發生直接轉送的情形

下)、用於與輸入抬高模組 150A 相接的界面站及周邊暫存站 TS, BS(在抬高模組與自主式運輸車輛之間發生間接轉送的情況下)及儲存空間 130S(在自主式運輸車輛 110 被通知箱子單元以一預定的訂單出貨順序被需要的地方並不是位在該儲存空間 130S 內, 而是以一種即時的方式被輸入到將被實質直接地送到輸入抬高模組 50B1, 150B2 的該儲存擱板陣列中的情形中, 從界面站 TS 及輸入抬高模組 150A 揀取)。

【0084】該自主式運輸車輛 110 以描述於上文中的方式抓住箱子單元 7, 5 這兩者並離開該揀取走道 130A1(圖 13 的方塊 1420)。該自主式運輸車輛(以描述於本文中的方式)沿著該轉送甲板 130B 行駛並與輸出抬高模組 150B1 相接(圖 13 的方塊 1421)。該自主式運輸車輛如上文所述地在酬載區 110PL 內將箱子單元 7, 5 分開, 使得箱子單元以任何適當的方式被調整, 譬如, 例如使得箱子單元 7 被調整朝向酬載區 110PL 的前面且箱子單元 5 被調整朝向酬載區 110PL 的後面(圖 13 的方塊 1425)。該箱子單元 7 被轉送至該暫存站 BS(圖 13 的方塊 1430)。該自主式運輸車輛縮回該轉送手臂 110PA 用以將箱子單元 5 送回至該酬載區 110PL(圖 13 的方塊 1435)並抓住該箱子單元 5(圖 13 的方塊 1420)。該箱子單元 5 被運送至該輸出抬高模組 150B1 的該界面站 TS(圖 13 的方塊 1421)、被調整朝向該酬載區 110PL 的前面(圖 13 的方塊 1425)且被轉送至轉送站 TS(圖 13 的方塊 1430)。在其它態樣中, 依據該預定的箱子單元輸出順序, 該自主式運

輸車輛 110 將箱子單元 7, 5 這兩者放置在一共同的地點/位置, 譬如在輸出抬高模組 150B1, 150B2 的一者處。可被理解的是, 被放置在暫存站 BS 的箱子單元在一態樣中係被自主式運輸車輛 110 轉送至界面站 TS, 或者在其它態樣中, 被連接該暫存站 BS 和該界面站 TS 的任何適當的輸送器轉送。在一態樣中, 在箱子單元被自主式運輸車輛 110 從暫存站 BS 轉送至該界面站 TS 的情況中, 該轉送是一投機取巧的 (opportunistic) 轉送, 使得一自主式運輸車輛 110 沿著該轉送甲板行駛在例如用於另一工作 (如, 轉送揀取面至儲存處、將揀取面分類、從儲存處將揀取面轉送出去等等) 的路徑上行駛並行經該暫存站 BS 的自主式運輸車輛 110 停下來用以在實施該另一個工作的過程中同時從該暫存站 BS 揀取揀取面並將揀取面轉送至該界面站 TS。

【0085】現參考圖 4, 為了要將一或多個揀取面 (以描述於上文的方式) 從一或多個抬高模組 150 轉送揀取走道 130A 中的一或多個儲存地點, 該自主式運輸車輛 110 譬如用上文中參考圖 11-12 描述的方式從例如一轉送站 TS 或暫存站 BS 揀取一揀取面 (圖 8 的方塊 8000)。該自主式運輸車輛 110 例如從控制器 120 (圖 1) 接收一移動指令, 其中該移動指令至少包括用於自主式運輸車輛輸送路徑 BTP2 的一啟始點 (譬如, 航點 WP5) 及一結束航點 (譬如, WP6) (圖 8 的方 8010)。在一態樣中, 該移動指令指示該自主式運輸車輛 110 從轉送站 TS 或暫存站 BS 揀取另一個揀取面, 在此例子中, 該自主式運輸車輛用來自第一感測器 (譬如, 標記

感測器 6000)的引導下橫越該轉送甲板，其中該自主式運輸車輛 110 遵循該轉送甲板 130B 的引導/循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7。與高速度自主式運輸車輛在該第一感測器(譬如，標記感測器 6000)的引導下沿著該轉送甲板 130B 橫越(圖 8 的方塊 8020)同時發生的是，該自主式運輸車輛控制器 110C 如上文所描述地選擇一或多個預定的軌跡 6042(圖 8 的方塊 8050)，用以允許該自主式運輸車輛從第一航點 WP5 行駛至第二航點 WP6(例如，與自主式運輸車輛的目的地相對應)譬如與其他轉送站 TS 或暫存站 BS 相對應。該控制器 110C 產生該橫越路徑(如，譬如自主式運輸車輛輸送路徑 BTP2，其在一態樣中包括一連接第一及第二航點 WP5，WP6 的二個簡單的曲線和一直線部分)(圖 8 的方塊 8060)，其中軌跡 6042T 係根據例如在該軌跡的起點及在該軌跡的終點的邊界條件及/或介於該起點和終點之間的長度 L 而被選取，使得該自主式運輸車輛平順地轉送於該轉送甲板 130B 的該等引導/循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7 之間(圖 8 的方塊 8070)。在自主式運輸車輛 110 橫越於轉送站 TS 之間的例子中，源於本文中所描述的軌跡 6042T 的選擇的一個示範性的自主式運輸車輛輸送路徑 BTP2 被示於圖 4 中，其中自主式運輸車輛 110 可離開車道 130BW1 並選取預定的時間最佳化的軌跡 6042T，使得該自主式運輸車輛 110 從該引導特徵構造 LAT7 平順地離開、平順地併到引導特徵構造 LONG2 上、平順地離開引導特徵構造 LONG2，然後平順地併到引導特

徵構 LAT3 以進入到另一車道 130BW2。

【0086】可被理解的是，當從一引導特徵構造轉移到另一引導特徵構造(譬如，從引導特徵構造 LAT7 到引導特徵構造 LONG2)時，該自主式運輸車輛 110 的標記感測器 6000 在與第二個引導特徵構造 LONG2 接觸之前就會失去與第一個引導特徵構造 LAT7 的接觸。在一態樣中，該自主式運輸車輛 110 可使用輪子里程計(或其它沒有感測器輸入之適合的航位推測)來在引導特徵構造 LAT7，LONG2 之間的轉換期間依循著路徑 BTP2，使得一但標記感測器 6000 偵測到該第二引導特徵構造 LONG2，該自主式運輸車輛控制器 110C 就會作出在該轉送甲板 130B 上的自主式運輸車輛位置的正確判斷(例如在至少一個方向上)。該自主式運輸車輛繼續依循著該自主式運輸車輛輸送路徑 BTP2 並轉換於引導特徵構造 LAT7，LONG2，LAT3 之間用以到達航點 WP6，其在此例子中對應於該車道 130BW2 的入口，該另一個轉送站 TS 即位在此處。當進入到該車道時，該自主式運輸車輛 110 即從具有該標記感測器 6000 的引導下轉換至該感測器陣列 6001 中的其它感測器，用以用任何適合的方式來決定該轉送站 TS 的地點，一揀取面將從該轉送站被揀取(圖 8 的方塊 8090)。在其它態樣中，該自主式運輸車輛 110 可使用任何適合的感測器來作為在該車道 130BW2 內的引導。該揀取面被揀取(圖 8 的方塊 8000)且該自主式運輸車輛 110 接受另一個移動指令(圖 8 的方塊 8010)，用以將該一或多個揀取面放置在一揀取走道(譬如，揀取走道

130A5)的一或多個儲存地點。

【0087】以一種和上文描述的方式實質類似的方式，該第二移動指令可包括該開始及結束航點(如，與該車道130BW2的出口相對應的啟始航點WP6及與該揀取走道130A5的入口相對應的結束航點WP7)。與高速度自主式運輸車輛在該第一感測器(譬如，標記感測器6000)的引導下沿著該轉送甲板130B橫越(圖8的方塊8020)同時發生的是，該自主式運輸車輛控制器110C如上文所描述地例如根據在該軌跡的起點及在該軌跡的終點的邊界條件及/或介於該起點和終點之間的長度L選擇一或多個預定的軌跡6042T(圖8的方塊8050)，用以允許該自主式運輸車輛從第一航點WP6行駛至與該走道130A5對應的第二航點WP7。該控制器110C如上文所述地從被選取的軌跡6042T產生該橫越路徑(如，譬如自主式運輸車輛輸送路徑BTP3)，其在一態樣中包括連接導引特徵LAT3，LAT4以及第一和第二航點WP6，WP7的複合式S形曲線(圖8的方塊8060)，使得該自主式運輸車輛平順地轉換於該轉送甲板130B的該等引導/循航特徵構造LAT3，LAT4之間(圖8的方塊8070)。當在航點WP7時，該自主式運輸車輛110具有用於進入揀取走道之適合的姿勢(圖8的方塊8030)，其中該自主式運輸車輛110的引導從標記感測器6000轉換至該感測器陣列6001中的另一個感測器，譬如肋條感測器或任何其它適合的感測器(如，輪子里程計、箱子單元感測器等等)，用以用任何適何的方式決定該一或多個揀取面的放置位置(圖8

的方塊 8040)。

【0088】作為另一個例子，該自主式運輸車輛 110 被建構來用一種與上文描述的方式實質相同的方式將一或多個揀取面轉送於一或多個揀取走道 130A 和一或多個轉送站 TS 或暫存站 BS 之間。參考圖 4，為了要將一或多個揀取面從該揀取走道 130A 中的一或多個儲存地點轉送至一或多個抬高模組 150，該自主式運輸車輛 110 從例如揀取走道 130A 中的一儲存地點揀取一揀取面(圖 9 的方塊 9000)。該自主式運輸車輛 110 從例如控制器 120(圖 1)接受一移動指令，其中該移動指令至少包括用於自主式運輸車輛輸送路徑的一啟始航點(譬如，航點 WP1，它可以是一沿著該轉送甲板上的一引導特徵構造的位置，該引導特徵構造是該自主式運輸車輛 110 在從該儲存位置揀取該揀取面之後會沿著它行駛的引導特徵構造)及一結束航點(譬如，WP3)(圖 9 的方塊 9010)。在一態樣中，該移動指令指示該自主式運輸車輛 110 從另一揀取走道揀取另一個揀取面，在此例子中，該自主式運輸車輛用來自第一感測器(譬如，標記感測器 6000)的引導橫越該轉送甲板 130B，其中該自主式運輸車輛 110 遵循該轉送甲板 130B 的引導/循航特徵構造 LONG1-LONG3，LAT1-LAT7。與高速度自主式運輸車輛在該第一感測器(譬如，標記感測器 6000)的引導下沿著該轉送甲板 130B 橫越(圖 9 的方塊 9020)同時發生的是，該自主式運輸車輛控制器 110C 如上文所描述地根據例如在該軌跡的起點及在該軌跡的終點的邊界條件及/或介於該起點

和終點之間的長度 L 選擇一或多個預定的軌跡6042T(圖9的方塊9050)，用以允許該自主式運輸車輛從第一航點WP1行駛至與該揀取走道130A1對應的第二航點WP3(如，對應該自主式運輸車輛的目的地)，譬如對該另一揀取走道130A1。該控制器110C如上文所述地從被選取的軌跡6042T中產生連接該第一及第二航點WP1，WP3的該橫越路徑(如，譬如自主式運輸車輛輸送路徑BTP，其在一態樣中包括一簡單曲線、直線部分和S形曲線的組合)(圖9的方塊9060)，使得該自主式運輸車輛平順地轉送於該轉送甲板130B的該等引導/循航特徵構造LONG1-LONG3，LAT1-LAT7之間(圖9的方塊9070)。在自主式運輸車輛110橫越於揀取走道之間的例子中，自主式運輸車輛輸送路徑BTP的示範性例子被示於圖4中，其中自主式運輸車輛110可離開一車道或揀取走道並沿著該轉送甲板130B的該引導特徵構造LONG1行駛。該自主式運輸車輛控制器110C選取預定的時間最佳化的軌跡6042T，使得該自主式運輸車輛110從該引導特徵構造LONG1平順地離開、平順地併入到引導特徵構造LONG2上、平順地離開引導特徵構造LONG2，然後平順地併到引導特徵構造LAT1以進入到另一揀取走道130A1。該自主式運輸車輛110順著該自主式運輸車輛輸送路徑BTP繼續行駛並轉換於引導特徵構造LAT7、LONG2、LAT3之間用以到達航點WP3(其在此例子中對應於揀取走道130A1的入口，其它將被揀取的揀取面即位在此揀取走道內。當進入到該揀取走道，該自主式運輸車輛

110從標記感測器6000的引導轉換至該感測器陣列6001的其它感測器，用以用任何適當的方式來決定一揀取面將被揀取的地點(圖9的方塊9090)。在其它態樣中，該自主式運輸車輛110可使用任何適合的感測器來進行該揀取走道130A1內的引導。該揀取面被揀取(圖9的方塊9000)且該自主式運輸車輛110接受另一個移動指令(圖9的方塊9010)用以用一種實質類似於上文中描述的方式將該一或多個揀取面放置在一或多個轉送站TS或暫存站BS(圖9的方塊8080，8090)。

【0089】可被理解的是，與該自主式運輸車輛110將該一或多個揀取面放置在不同的轉送站TS或暫存站BS同時發生的是，該自主式運輸車輛將該一或多個揀取面如上文所述地放置在一第一轉送站(譬如，在車道130BW1中)(圖9的方塊8090)並接受另一個移動指令(圖9的方塊9010)，其包括從一轉送站到另一個轉送站之間(如，譬如，介於車道130BW1，130BW2內的轉送站之間)的航點。該自主式運輸車輛選取時間最佳化的軌跡，用來用一種實質類似於上文中所描述的用於橫越在車道130BW1，130BW2之間的方式來形成一輸送路徑(譬如，路徑BTP2)或任何其它適合的路徑。

【0090】在一種實質類似於上文描述的方式的方式中，該第二移動指令可包括啟始及結束航點(如，該啟始航點WP6例如對應於該車道130BW2的出口且該結束航點WP7對應於揀取走道130A5的入口)。與高速度自主式運輸

車輛在該第一感測器(譬如，標記感測器6000)的引導下沿著該轉送甲板130B橫越(圖8的方塊8020)同時發生的是，該自主式運輸車輛控制器110C如上文所描述地選取一或多個預定的軌跡6042T(圖8的方塊8050)，用以允許該自主式運輸車輛從第一航點WP6行駛至與該揀取走道130A5對應的第二航點WP7。該控制器110C如上文所述地從被選取的軌跡6042T產生該橫越路徑(如，譬如自主式運輸車輛輸送路徑BTP3，其在一態樣中包括一連接引導特徵構造LAT3及LAT4以及第一及第二航點WP6，WP7的複合式S形曲線)(圖8的方塊8060)，使得該自主式運輸車輛平順地轉送於該轉送甲板130B的引導/循航特徵構造LAT3，LAT4之間(圖8的方塊8070)。當在航點WP7時，該自主式運輸車輛110具有進入該揀取道的適當姿勢(譬如姿勢P2)(圖8的方塊8030)，其中該自主式運輸車輛110的引導從該標記感測器6000轉移至感測器陣列6001的其它感測器(如上文所述)，用以用任何適的方式來決定該一或多個揀取面的一放置地點(圖8的方塊8040)。

【0091】如上文描述的，依據該被揭露的實施例的態樣，自主式運輸車輛110使用得自簡單或複雜的軌跡之簡單及/或複雜的曲線循航於包括揀取走道130A和車道130BW在內的該轉送甲板130B的位置之間。這些曲線在一態樣中，具有多於一個的相反的半徑轉彎，它們在被串接組合起來時會形成大致S形的曲線(參見圖4及6B)。形成該等曲線的該等軌跡6042T(該自主式運輸車輛110可沿著該

等曲線橫越)允許該自主式運輸車輛 110 有混合式轉彎半徑以及實質未受限制的轉彎(如，軌跡 6042T 允許該自主式運輸車輛 110 的轉動/樞轉運動以及軸向/縱長向運動這兩者組合地且同時地發生，而不像在傳統系統中依序地發生，其中該自主式運輸車輛減速然後在引導特徵構造的交會處樞轉以作出 90 度的轉彎)。描述於本文中自主式運輸車輛循航提供了自主式運輸車輛 110 轉彎考慮事項與自主式運輸車輛 110 被指示要遵循的轉送甲板 130B 特徵構造(譬如，自主式運輸車輛巷道，如由循航特徵陣列 3000 所形成者)、揀取走道 130A、車道 130BW、暫存站 BS、轉送站 TS 及該儲存及提取系統的任何其它適合的位置之間的脫鉤。可被理解的是，該自主式運輸車輛 110 路徑是不受行駛巷道限制，這允許近乎直接跨越甲板的行駛(同時在 X 及 Y 方向上-參見圖 4)，同時保持最佳的自主式運輸車輛 110 運動性(譬如，如最小的行駛時間)。

【0092】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種儲存陣列系統包括

【0093】一開放的未決定的運輸表面；

【0094】一被設置成與該運輸表面相關聯的循航陣列(navigation array)，該循航陣列的至少一部分包括一分散式特徵構造，其界定一沿著該開放的未決定的運輸表面的直線方向，且該循航陣列具有一位在該分散式特徵構造的第一位置的第一航點(waypoint)，且該至少一部分具有一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且

相對於該第一航點在一與該直線方向成一角度的方向上偏離該第一航點；及

【0095】一自動化導引的自主式運輸車輛(automated guided bot)，其被安排成用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，該自動化導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造；

【0096】其中該自動化導引的自主式運輸車輛包括一控制器，其被建構來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該自動化導引的自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式所決定之沿著該橫越路徑的預定的最佳化軌跡來連接該第一航點和該第二航點。

【0097】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的最佳化軌跡係相關於時間的最佳化。

【0098】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的最佳化軌跡係未被參數化(unparameterized)。

【0099】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑具有一第一部分，其平順地從由該分散式特徵構造所界定的該直線方向分叉出來及一第二部分，其平順地併入到與該第二航點相關聯的另一直線方向上。

【0100】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該直線方向和該另一直線方向具有一共同的相對於該運輸表面的方位(orientation)。

【0101】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該直線方向和該另一直線方向具有不同的方位，使得該另一直線方向與該直線方向相交叉。

【0102】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第一和第二部分具有不同的曲率。

【0103】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一部分的該分散式特徵構造的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該部分的該分散式特徵構造的感測器範圍。

【0104】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來決定在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該直線分布的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了用來界定該直線方向的該分散式特徵構造的該部分的感測器範圍，其中在該第一航點時自主式運輸車輛姿勢的決定係取決於該直線方向。

【0105】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該分

散式特徵構造是未編碼的。

【0106】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第二航點係位在界定另一直線方向的另一分散式特徵構造上。

【0107】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該自主式運輸車輛姿勢決定系統用自主式運輸車輛輪子里程計來決定自主式運輸車輛姿勢。

【0108】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第一及第二航點的至少一者是設置在由該循航陣列所界定的該直線方向與另一直線方向的交會點。

【0109】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑繞過沿著該直線方向位在該第一及第二航點之間的其它航點。

【0110】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉。

【0111】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的該預定的最佳化的軌跡被該控制器動態地選擇。

【0112】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該自動化導引的自主式運輸車輛包括驅動輪及一驅動器，其在該驅動輪使用差動扭矩來將該自動化導引的自主式運輸車輛轉向。

【0113】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其

中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道彼此連接。

【0114】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該等儲存走道相交叉。

【0115】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與至少一儲存走道對齊。

【0116】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該第一和第二航點的一者或多者係位在一對至少一儲存走道的開口處。

【0117】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的

另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0118】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的一者連接至該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的另一者。

【0119】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道和該界面站車道和該暫存站的一者或多者相交叉。

【0120】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一航點和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該界面站車道和該暫存

站的一者或多者對齊。

【0121】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二航點的至少一者係位在至少一界面站車道的開口處。

【0122】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二航點的至少一者係位在該暫存站的至少一者的一固持位置。

【0123】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向連接該等儲存走道且被設置成鄰近每一被連接的走道的開口，其與一或多者最小的自動化導引的自主式運輸車輛轉彎半徑及一自動化導引的自主式運輸車輛軸距不相關聯。

【0124】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道及一界面站車道的儲存陣列，其中該第一航點鄰近一走道開口並與該走道開口對齊且該第二航點鄰近該界面站車道的開口並與該界面站車道的開口對齊，使得與該第一航點相關聯的該直線方向和與該第二航點相關聯的該另一直線方向之間的偏位與自動化導引的自主式運輸車輛尺寸不相關聯。

【0125】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種

儲存陣列系統包括

【0126】一開放的未決定的運輸表面；

【0127】一沿著該開放的未決定的運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且該循航陣列具有一在該開放的未決定的運輸表面上，在該直線方向的一第一位置的第一預定的航點，且該循航陣列的該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一航點；及

【0128】一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排來用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)及一控制器來橫越該運輸表面，該控制器具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其被建構成依據感測該分散式特徵構造的自主式運輸車輛感測器數據來沿著該直線方向橫越；

【0129】其中該控制器被建構來在該開放的未決定的運輸表面上產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順的彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一預定的時間最佳化的軌跡，及其中該彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的時間最佳化的軌跡。

【0130】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第

一預定的航點係沿著該直線方向被設置且該第二預定的航點係沿著一與該直線方向相交叉的第二直線方向被設置。

【0131】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑在一第二直線方向上的一第二分叉點位置分叉，該第二預定的航點即位在該第二直線方向上，及其中該第二分叉點可被該控制器沿著該第二直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的最佳化的軌跡。

【0132】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來在位於該第一預定的航點時決定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一直線方向的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該部分的該直線方向的感測器範圍。

【0133】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡是依據該自動化導引的自主式運輸車輛的動力模式(dynamic model)來決定。

【0134】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡被該控制器動態地選取。

【0135】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的時間最佳化的軌跡是未被參數化的(unparameterized)。

【0136】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該自動化導引的自主式運輸車輛包括驅動輪及一驅動器，其在該驅動輪使用差動扭矩來將該自動化導引的自主式運輸車輛轉向。

【0137】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道彼此連接。

【0138】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該等儲存走道相交叉。

【0139】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與至少一儲存走道對

齊。

【0140】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該第一及二預定的航點的一者或多者係位在一對至少一儲存走道的開口處。

【0141】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的一者連接至該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的另一者。

【0142】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0143】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以

及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0144】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該界面站車道和該暫存站的該一者或多者對齊。

【0145】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二預定的航點的一者或多者係位在至少一界面站車道的開口處。

【0146】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二預定的航點的至少一者係位在該暫存站的至少一者的一固持位置。

【0147】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向連接該等儲存走道且被設置成鄰近每一被連接的走道的開口，其與一或多者最小的自動化導引的自主式運輸車輛轉彎半徑及一自動化導引的自主式運輸車輛軸距不相關聯。

【0148】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該儲存陣列系統進一步包括一具有諸儲存走道及一界面站車道的儲存陣列，其中該第一預定的航點鄰近一走道開口並與該走道開口對齊且該第二預定的航點鄰近該界面站車道並與該界面站車道對齊，使得與該第一預定的航點相關聯的該直線方向和與該第二預定的航點相關聯的該另一直線方向之間的偏位與自動化導引的自主式運輸車輛尺寸不相關聯。

【0149】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種儲存陣列系統包括

【0150】一開放的未決定的運輸表面；

【0151】一沿著該開放的未決定的運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且該循航陣列具有一在該運輸表面上，在該直線方向的一第一位置的第一預定的航點，且該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一預定的航點；及

【0152】一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排

來用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，自動化導引的自主式運輸車輛具有一與其成為一體的控制器和一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器數據來偵測該直線方向；

【0153】其中該控制器被建構來在該運輸表面上產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順且至少一部分是彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一最佳化的軌跡，及其中該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該彎曲的部分的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的最佳化的軌跡，及

【0154】該控制器被程式化而具有至少一組預定的軌跡，其界定連接在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳化軌跡。

【0155】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的最佳化軌跡，其被該控制器動態地結合以界定連接在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳化軌跡。

【0156】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡的該等預定的軌跡的至少一者界定一在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分上的最佳化的未被參數化的軌跡。

【0157】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至

少一預定的軌跡界定一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分，其從該直線方向平順地分叉出該自主式運輸車輛橫越路徑。

【0158】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該控制器被建構來動態地從被程式化於該控制器內的數個其它不同的預定的軌跡中選取至少一預定的軌跡，其界定一帶有最佳化軌跡之平順的彎曲路徑，並用該被動態地選取的至少一預定的軌跡來動態地產生由一或多個該等被動態地選取的預定的軌跡組成的至少一被選取的組，其界定該平順的自主式運輸車輛橫越路徑之帶有連接該平順的自主式運輸車輛橫越路徑上的第一和第二預定的航點的該彎曲的部分。

【0159】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該等其它不同的預定的軌跡的每一者界定一帶有該自動化導引的自主式運輸車輛的最佳化軌跡之不同的平順的彎曲路徑。

【0160】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該控制器被建構成藉由從被程式化於該控制器中的數個其它預定的軌跡選取至少一預定的軌跡動態地來產生該最佳化的軌跡。

【0161】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一最佳化軌跡，其界定一簡單曲線或複合曲線自主式運輸車輛路徑。

【0162】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一界定一彎曲的自主式運輸車輛路徑的最佳化軌跡且至少另一者是一界定一直線自主式運輸車輛路徑的軌跡。

【0163】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，在該至少一組預定的軌跡中的至少一預定的軌跡的不同的預定的軌跡係基於該自主式運輸車輛的不同的酬載並與之相對應。

【0164】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種用於產生自動化導引的自主式運輸車輛軌跡的方法被提供。該方法包括

【0165】提供一開放的未決定的運輸表面於一儲存陣列系統中，其中該未決定的運輸表面包括一沿著該運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且該循航陣列具有一在該開放的未決定的運輸表面上位在該直線方向的一第一位置的第一預定的航點，且該循航陣列的該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一航點；

【0166】提供一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排來用一非完全運動約束的轉向系統來橫越該運輸表面，自動化導引的自主式運輸車輛具有一與其成為一體的控制器和一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器

數據來偵測該直線方向；及

【0167】用該控制器來產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順且至少一部分是彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑於該於該運輸表面上，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一最佳化的軌跡，及其中該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該彎曲的部分的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的最佳化的軌跡；

【0168】其中該控制器被程式化而具有至少一組預定的軌跡，其界定連接在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳化軌跡。

【0169】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括用該控制器來動態地結合該至少一組預定的軌跡的多於一個的預定的最佳化軌跡，用以界定連接在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳化軌跡。

【0170】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡的該等預定的軌跡的至少一者界定一在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分上的最佳化的未被參數化的軌跡。

【0171】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一預定的軌跡界定一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分，其從該直線方向平順地分叉出該自主式運輸車輛橫

越路徑。

【0172】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括用該控制器從被程式化於該控制器內的數個其它不同的預定的軌跡中動態地選取至少一預定的軌跡，其界定一帶有最佳化軌跡之平順的彎曲路徑，並用該被動態地選取的至少一預定的軌跡來動態地產生由一或多個該等被動態地選取的預定的軌跡組成之至少一被選取的組，其界定該平順的自主式運輸車輛橫越路徑之帶有連接該平順的自主式運輸車輛橫越路徑上的第一和第二預定的航點的該彎曲的部分。

【0173】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該等其它不同的預定的軌跡的每一者界定一帶有該自動化導引的自主式運輸車輛的最化軌跡之不同的平順的彎曲路徑。

【0174】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括藉由用該控制器從被程式化於該控制器內的數個其它不同的預定的軌跡中選取至少一預定的軌跡來動態地產生該最佳化軌跡。

【0175】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一最佳化軌跡，其界定一簡單曲線或複合曲線自主式運輸車輛路徑。

【0176】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一界定一彎曲的自主式運輸車輛路

徑的最佳化軌跡且至少另一者是一界定一直線自主式運輸車輛路徑的軌跡。

【0177】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，在該至少一組預定的軌跡中的至少一預定的軌跡的不同的預定的軌跡係基於該自主式運輸車輛的不同的酬載並與之相對應。

【0178】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種用來運送酬載於在一儲存陣列系統中的方法被提供。該方法包括

【0179】提供一開放的未決定的運輸表面，其中一循航陣列被設置成與該運輸表面相關聯且該循航陣列的至少一部分包括一分散式特徵構造，其界定一沿著該開放的未決定的運輸表面的直線方向，且該循航陣列具有一位在該分散式特徵構造的第一位置的第一航點，且該至少一部分具有一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且相對於該第一航點在一與該運輸表面成一角度的方向上偏離該第一航點；

【0180】提供一自動化導引的自主式運輸車輛來運送該酬載於該儲存陣列中且其被建構來用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，該自動化導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造；及

【0181】用該自動化導引的自主式運輸車輛的一控制

器來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該自動化導引的自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式所決定之沿著該橫越路徑的預定的最佳化軌跡來連接該第一航點和該第二航點。

【0182】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的最佳化軌跡係相關於時間的最佳化。

【0183】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的最佳化軌跡係未被參數化(unparameterized)。

【0184】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑具有一第一部分，其平順地從由該分散式特徵構造所界定的該直線方向分叉出來及一第二部分，其平順地併入到與該第二航點相關聯的另一直線方向上。

【0185】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該直線方向和該另一直線方向具有一共同的相對於該運輸表面的方位(orientation)。

【0186】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該直線方向和該另一直線方向具有不同的方位，使得該另一直線方向與該直線方向相交叉。

【0187】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第一和第二部分具有不同的曲率。

【0188】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決

定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一部分的該分散式特徵構造的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該部分的該分散式特徵構造的感測器範圍。

【0189】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來決定在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該直線分布的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了用來界定該直線方向的該分散式特徵構造的該部分的感測器範圍，其中在該第一航點時自主式運輸車輛姿勢的決定係取決於該直線方向。

【0190】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該分散式特徵構造是未被編碼的。

【0191】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第二航點係位在界定另一直線方向的另一分散式特徵構造上。

【0192】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括用該自主式運輸車輛姿勢決定系統使用自主式運輸車輛輪子里程計來決定自主式運輸車輛姿勢。

【0193】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第一及第二航點的至少一者是設置在由該循航陣列所界定的

該直線方向與另一直線方向的交會點。

【0194】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑繞過沿著該直線方向位在該第一及第二航點之間的其它航點。

【0195】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑與該循航陣列之界定位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉。

【0196】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括用該控制器動態地選取該橫越路徑的該預定的最佳化的軌跡。

【0197】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該自動化導引的自主式運輸車輛包括驅動輪及一驅動器，其在該驅動輪使用差動扭矩來將該自動化導引的自主式運輸車輛轉向。

【0198】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道彼此連接。

【0199】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該等儲存走道相交叉。

【0200】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與至少一儲存走道對齊。

【0201】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該第一及二預定的航點的一者或多者係位在一對至少一儲存走道的開口處。

【0202】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0203】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的一者連接至該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的另一者。

【0204】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道和該界面站車道和該暫存站的一者或多者相交叉。

【0205】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一和第二航點之間的另一直線方向的另一分散式特徵構造相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該界面站車道和該暫存站的一者或多者對齊。

【0206】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二航點的至少一者係位在至少一界面站車道的開口處。

【0207】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二航點的至少一者係位在該暫存站的至少一者的一固持位置。

【0208】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方

法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向連接該等儲存走道且被設置成鄰近每一被連接的走道的開口，其與一最小的自動化導引的自主式運輸車輛轉彎半徑及一自動化導引的自主式運輸車輛軸距不相關聯。

【0209】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道及一界面站車道的儲存陣列，其中該第一航點鄰近一走道開口並與該走道開口對齊且該第二航點鄰近該界面站車道並與該界面站車道對齊，使得與該第一航點相關聯的該直線方向和與該第二航點相關聯的該另一直線方向之間的偏位與自動化導引的自主式運輸車輛尺寸不相關聯。

【0210】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，一種用來運送酬載於在一儲存陣列系統中的方法被提供。該方法包括

【0211】提供一開放的未決定的運輸表面，其具有一沿著該開放的未決定的運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且該循航陣列具有一在該開放的未決定的運輸表面上，在該直線方向的一第一位置的第一預定的航點，且該循航陣列的該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一航點；

【0212】提供一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排來用一非完全運動約束的轉向系統及一控制器來橫越

該開放的未決定的運輸表面，該控制器具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其被建構成依據感測該分散式特徵構造的自主式運輸車輛感測器數據來沿著該直線方向橫越；及

【0213】用該控制器來產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順的彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑於該開放的未決定的運輸表面上，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一時間最佳化的軌跡，及其中該彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的時間最佳化的軌跡。

【0214】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該第一預定的航點係沿著該直線方向被設置且該第二預定的航點係沿著一與該直線方向相交叉的第二直線方向被設置。

【0215】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑在一第二直線方向上的一第二分叉點位置分叉，該第二預定的航點即位在該第二直線方向上，及其中該第二分叉點可被該控制器沿著該二直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的時間最佳化的軌跡。

【0216】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，用來在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決

定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一部分的該分散式特徵構造的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前就離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該部分的該分散式特徵構造的感測器範圍。

【0217】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡是依據該自動化導引的自主式運輸車輛的動力模式(dynamic model)來決定。

【0218】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡被該控制器動態地選取。

【0219】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該預定的時間最佳化的軌跡是未被參數化的(unparameterized)。

【0220】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該自動化導引的自主式運輸車輛包括驅動輪及一驅動器，其在該驅動輪使用差動扭矩來將該自動化導引的自主式運輸車輛轉向。

【0221】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道彼此連接。

【0222】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該

直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該等儲存走道相交叉。

【0223】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線的引導線的另一直線方向相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與至少一儲存走道對齊。

【0224】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該第一及二預定的航點的一者或多者係位在至少一儲存走道的開口處。

【0225】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的一者連接至該界面站車道和該暫存站的該一者或多者中的另一者。

【0226】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方

法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0227】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者將該等儲存走道連接至該界面站車道和該暫存站的一者或多者。

【0228】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該直線方向具有一直線的引導線且該橫越路徑與該循航陣列之位於該第一預定的航點和該第二預定的航點之間的另一直線方向的另一直線的引導線相交叉，且該直線方向和該另一直線方向的至少一者與該界面站車道和該暫存站的該一者或多者對齊。

【0229】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方

法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二預定的航點的至少一者係位在至少一界面站車道的開口處。

【0230】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一儲存陣列，其具有諸儲存走道以及一界面站車道和一暫存站的一者或多者，其中該第一和第二預定的航點的至少一者係位在該暫存站的至少一者的一固持位置。

【0231】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道的儲存陣列，其中該直線方向連接該等儲存走道且被設置成鄰近每一被連接的走道的開口，其與一或多者最小的自動化導引的自主式運輸車輛轉彎半徑及一自動化導引的自主式運輸車輛軸距不相關聯。

【0232】依據被揭露的實施例的一或多個態樣，該方法進一步包括提供一具有諸儲存走道及一界面站車道的儲存陣列，其中該第一預定的航點鄰近一走道開口並與該走道開口對齊且該第二預定的航點鄰近該界面站車道並與該界面站車道對齊，使得與該第一預定的航點相關聯的該直線方向和與該第二預定的航點相關聯的該另一直線方向之間的偏位與自動化導引的自主式運輸車輛尺寸不相關聯。

【0233】應被理解的是，上文的描述只是被揭露的實施例的態樣的範例。各式替換及修改可在不遠離被揭露的

實施例的範圍下被熟習此技藝者想出來。因此，被揭露的實施例的態樣是要用來涵蓋落入到下面的申請專利範圍的範圍中的所有這些替換、修改及變化。此外，事實上，被敘述在彼此不同的附屬或獨立請求項中的不同的特徵並不表是這些特徵的組合不能被有利地使用，此一組合仍是在本發明的態樣的範圍之內。

【符號說明】

【0234】

100：儲存及提取系統

L121：箱子層

L122：箱子層

L123：箱子層

L124：箱子層

L125：箱子層

L12T：箱子層

160IN：輸入站

160OUT：輸出站

160PA：卸棧機

160CP：輸送機

160PB：疊棧機

160CB：輸送機

150A：輸入抬高模組

150B：輸出抬高模組

150：抬高模組

130：儲存結構

110：自主式運輸車輛

PAL：棧板

RM：儲存擱板模組

RMA：儲存擱板模組陣列

130L：儲存層

130S：儲存空間

130A：揀取走道

10B：轉送甲板

3000：行駛陣列

130BS：未決定的運輸表面

HSTP：並列的行駛方向或巷道

LONG1：走道側行駛巷道(縱長向的特徵構造)

LONG2：通過行駛巷道(縱長向的特徵構造)

LONG3：抬高側行駛向道(縱長向的特徵構造)

LAT1：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT2：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT3：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT4：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT5：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT6：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

LAT7：並列的側向行駛巷道(側向的特徵構造)

130BW：車道

TS：轉送站

BS：暫存站

HSTT：行駛巷道

LDF：直線直線地分布的特徵構造

LONWB：縱長向的軸距

LX：縱長向的軸線

LATWB：側向軸距

202：驅動輪

202A：驅動輪

202B：驅動輪

13BE：末端

130BE：末端

ND：節點

130BD：車道

WP1：航點

WP2：航點

WP3：航點

WP4：航點

130BD1：側邊

130BD2：側邊

IP：節距

130C：充電站

120：控制伺服器

2500：倉庫管理系統

1200：水平支撐件

1212：垂直支撐件

1200S：軌條

1210：貨架軌條

1210S：肋件

130LS1：擱板貨架層

130LS2：擱板貨架層

130LS3：擱板貨架層

130LS4：擱板貨架層

PAS1：側邊

PAS2：側邊

CUSP：箱子單元支撐平面

Z1A：高度

Z1B：高度

Z1C：高度

Z1D：高度

Z1E：高度

110'：自主式運輸車輛

110PA：轉送手臂

250：轉送手臂驅動器

250A：驅動器

250B：驅動器

110PL：酬載區域

110pB：酬載床

273：手指件

LHD：裝載物搬運裝置

110S：定位感測器

110F：定位特徵構造

RD：轉送擱板貨架

BSD：暫存站

1210A：軌條

1210B：軌條

1210C：軌條

110F：車架

110RD：驅動區段

202MA：馬達

202MB：馬達

110E1：末端

110E2：末端

201：輪子

110c：自主式運輸車輛控制器

110GW：引導輪

110PB：推桿

200：抬高機構

1200S：界面站甲板

6000：標記感測器

6021：輪子里程計

6090：自主式運輸車輛定位模組

6091：運動控制子系統
6010：循航感測器偵測系統
6020：運動定位系統
6040：自主式運輸車輛循航軌跡產生器
6030：自主式運輸車輛定位處理系統
6050：自主式運輸車輛速度及位置控制系統
6060：自主式運輸車輛循跡控制器
6001：感測器
110NS：循航感測器
6022：姿勢決定模組
6041：(結構)地圖
6042T：查找表
BTX：示範軌跡
GTBA：軌跡組
GTBB：軌跡組
GTBC：軌跡組
GTBD：軌跡組
L：長度
6042：軌跡
P1：姿勢
P2：姿勢
110E：自主式運輸車輛
130A1：走道
3010A：J形曲線

3010B：J形曲線

991A-991n：J形軌跡路徑

3010：時間最佳化的軌跡

3012：簡單曲線時間最佳化的軌跡

3010B：時間最佳化的軌跡

3011：簡單直線時間最佳化的軌跡

3010A：時間最佳化的軌跡

MPL：混合式棧板裝載物

CU：箱子單元

5：箱子單元

7：箱子單元

ICU：入倉箱子單元

130A2：揀取走道

150B1：出倉抬高模組

PF1：揀取面

PF2：揀取面

130S2：不同的儲存空間

WP4：航點

WP5：航點

BTP2：自主式運輸車輛運輸路徑

WP6：航點

130BW1：車道

130BW2：車道

WP7：航點

130A2：揀取走道

LX：側向的軸線

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種儲存陣列系統，包含：

一開放的未決定的(open undeterministic)運輸表面；

一被設置成與該運輸表面相關聯的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一分散式特徵構造，其界定一沿著該開放的未決定的運輸表面的直線方向，且該循航陣列具有一位在該分散式特徵構造的第一位置的第一航點(waypoint)，且該至少一部分具有一第二航點，其沿著該分散式特徵構造遠離該第一航點並且相對於該第一航點在一與該直線方向成一角度的方向上偏離該第一航點；及

一自動化導引的自主式運輸車輛(automated guided bot)，其被安排成用一非完全運動約束的轉向系統(non-holonomic steering system)來橫越該運輸表面，該自動化導引的自主式運輸車輛具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器資料來偵測該分散式特徵構造；

其中該自動化導引的自主式運輸車輛包括一控制器，其被建構來產生一實質平順曲線式的自主式運輸車輛橫越路徑於該運輸表面上，用以用該自動化導引的自主式運輸車輛的一根據一自主式運輸車輛動力模式所決定之沿著該橫越路徑的預定的最佳化軌跡來連接該第一航點和該第二航點。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該預定

的最佳化軌跡係相關於時間的最佳化。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該預定的最佳化軌跡係未被參數化(unparameterized)。

【第4項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑具有一第一部分，其平順地從由該分散式特徵構造所界定的該直線方向分叉出來、及一第二部分，其平順地併入到與該第二航點相關聯的另一直線方向上。

【第5項】

如申請專利範圍第4項之儲存陣列系統，其中該直線方向和該另一直線方向具有一共同的相對於該運輸表面的方位(orientation)。

【第6項】

如申請專利範圍第4項之儲存陣列系統，其中該直線方向和該另一直線方向具有不同的方位，使得該另一直線方向與該直線方向相交叉。

【第7項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該第一和第二部分具有不同的曲率。

【第8項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，在位於該第一航點時決

定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器，在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一部分的該分散式特徵構造的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前，離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該部分的該分散式特徵構造的感測器範圍。

【第9項】

如申請專利範圍第8項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，決定在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的自主式運輸車輛姿勢感測器，在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該直線分布的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前，離開了用來界定該直線方向的該分散式特徵構造的該部分的感測器範圍，其中在該第一航點時自主式運輸車輛姿勢的決定係取決於該直線方向。

【第10項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該分散式特徵構造是未編碼的(uncoded)。

【第11項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該第二航點係位在界定另一直線方向的另一分散式特徵構造上。

【第12項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該自主

式運輸車輛姿勢決定系統用自主式運輸車輛輪子里程計來決定自主式運輸車輛姿勢。

【第13項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑繞過沿著該直線方向位在該第一及第二航點之間的其它航點。

【第14項】

如申請專利範圍第1項之儲存陣列系統，其更包含一具有諸儲存走道及一界面站車道的儲存陣列，其中該第一航點鄰近走道開口並與該走道開口對齊且該第二航點鄰近該界面站車道的開口並與該界面站車道的開口對齊，使得與該第一航點相關聯的該直線方向和與該第二航點相關聯的該另一直線方向之間的偏位與自動化導引的自主式運輸車輛尺寸不相關聯。

【第15項】

一種儲存陣列系統，包含：

一開放的未決定的運輸表面；

一沿著該開放的未決定的運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且該循航陣列具有一在該開放的未決定的運輸表面上，在該直線方向的一第一位置的第一預定的航點，且該循航陣列的該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一航點；及

一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排來用一非完全運動約束的轉向系統及一控制器來橫越該開放的未決定的運輸表面，該控制器具有一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其被建構成依據感測該分散式特徵構造的自主式運輸車輛感測器數據來沿著該直線方向橫越；

其中該控制器被建構來在該開放的未決定的運輸表面上產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順的彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一預定的時間最佳化的軌跡，及其中該彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的時間最佳化的軌跡。

【第16項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該第一預定的航點係沿著該直線方向被設置且該第二預定的航點係沿著一與該直線方向相交叉的第二直線方向被設置。

【第17項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑在一第二直線方向上的一第二分叉點位置分叉，該第二預定的航點即位在該第二直線方向上，及其中該第二分叉點可被該控制器沿著該第二直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點及該第二預定的航點的最佳化的軌跡。

【第18項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑的至少一部分被設置成使得當該自動化導引的自主式運輸車輛行駛在該橫越路徑上時，在位於該第一航點時決定自主式運輸車輛姿勢的該自主式運輸車輛姿勢決定系統的自主式運輸車輛姿勢感測器，在從能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的另一直線方向的自主式運輸車輛姿勢感測器獲得新的感測器數據之前，離開了能夠決定自主式運輸車輛姿勢的該循航陣列的該直線方向的感測器範圍。

【第19項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡是依據該自動化導引的自主式運輸車輛的動力模式(dynamic model)來決定。

【第20項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該橫越路徑的該預定的最佳化軌跡被該控制器動態地選取。

【第21項】

如申請專利範圍第15項之儲存陣列系統，其中該預定的時間最佳化的軌跡是未被參數化的(unparameterized)。

【第22項】

一種儲存陣列系統，包含：
一開放的未決定的運輸表面；
一沿著該運輸表面被設置的循航陣列，該循航陣列的至少一部分包括一界定一直線方向的分散式特徵構造，且

該循航陣列具有一在該運輸表面上，在該直線方向的第一位置的第一預定的航點，且該部分具有一第二預定的航點，其在與該直線方向成一角度並與之交叉的方向上偏離該第一預定的航點；及

一自動化導引的自主式運輸車輛，其被安排來用一非完全運動約束的轉向系統來橫越該運輸表面，自動化導引的自主式運輸車輛具有一與其成為一體的控制器和一自主式運輸車輛姿勢決定系統，其使用感測器數據來偵測該直線方向；

其中該控制器被建構來在該運輸表面上產生一連接該第一和第二預定的航點之實質平順且至少一部分是彎曲的自主式運輸車輛橫越路徑，其在一分叉點位置從該直線方向分叉出去且具有一最佳化的軌跡，及其中該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該彎曲的部分的該分叉點位置可被該控制器沿著該直線方向自由地選取以實施從該第一預定的航點到該第二預定的航點的最佳化的軌跡，及

該控制器被程式化而具有至少一組預定的軌跡，其界定連接在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳化軌跡。

【第23項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的最佳化軌跡，其被該控制器動態地結合以界定在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的該第一預定的航點和該第二預定的航點的該最佳

化軌跡。

【第24項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該至少一組預定的軌跡的該等預定的軌跡的至少一者界定一在該平順的自主式運輸車輛橫越路徑的一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分上的最佳化的未被參數化的軌跡。

【第25項】

如申請專利範圍第24項之儲存陣列系統，其中該至少一預定的軌跡界定一平順的彎曲的自主式運輸車輛路徑部分，其從該直線方向平順地分叉出該自主式運輸車輛橫越路徑。

【第26項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該控制器被建構來動態地從被程式化於該控制器內的數個其它不同的預定的軌跡中選取至少一預定的軌跡，其界定一帶有最佳化軌跡之平順的彎曲路徑，並用該被動態地選取的至少一預定的軌跡來動態地產生由一或多個該等被動態地選取的預定的軌跡組成的至少一被選取的組，其界定該平順的自主式運輸車輛橫越路徑之帶有連接該平順的自主式運輸車輛橫越路徑上的第一和第二預定的航點的該彎曲的部分。

【第27項】

如申請專利範圍第26項之儲存陣列系統，其中該等其它不同的預定的軌跡的每一者界定一帶有該自動化導引的

自主式運輸車輛的最佳化軌跡之不同的平順的彎曲路徑。

【第28項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該控制器被建構成藉由從被程式化於該控制器中的數個其它預定的軌跡選取至少一預定的軌跡來動態地產生該最佳化的軌跡。

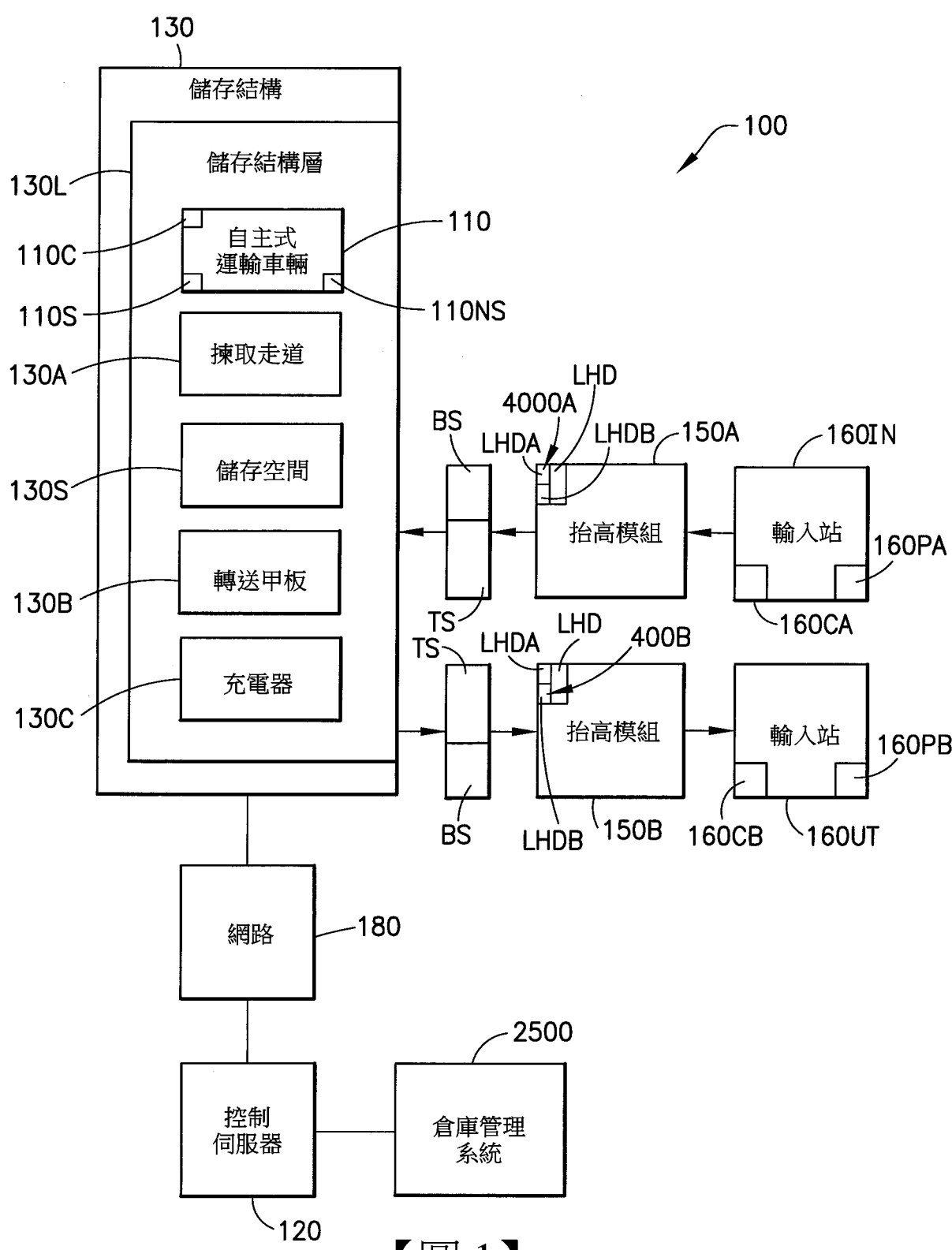
【第29項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一最佳化軌跡，其界定一簡單曲線或複合曲線自主式運輸車輛路徑。

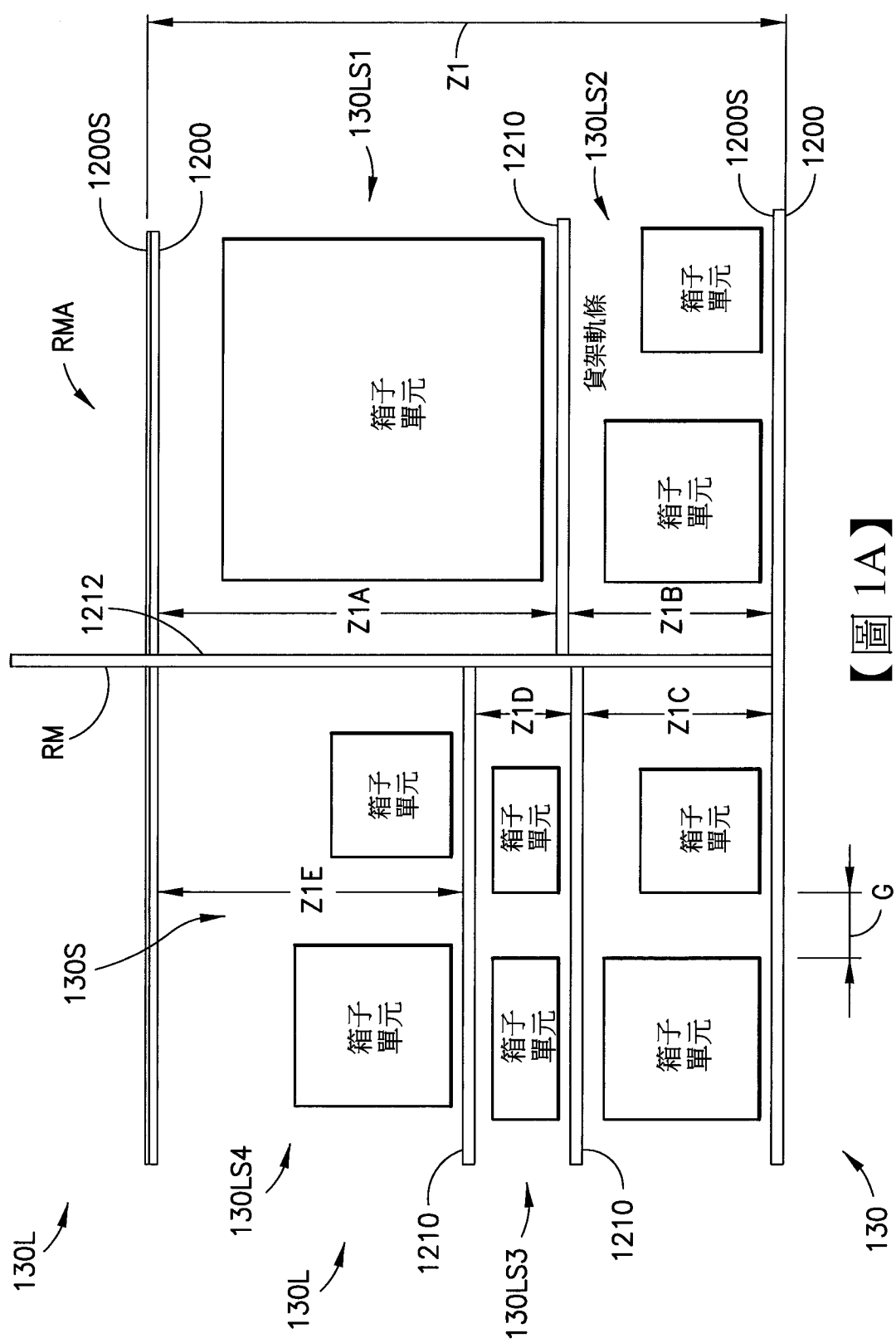
【第30項】

如申請專利範圍第22項之儲存陣列系統，其中該至少一組預定的軌跡包含多於一個的預定的未被參數化的軌跡，它們的至少一者是一界定一彎曲的自主式運輸車輛路徑的最佳化軌跡且至少另一者是一界定一直線自主式運輸車輛路徑的軌跡。

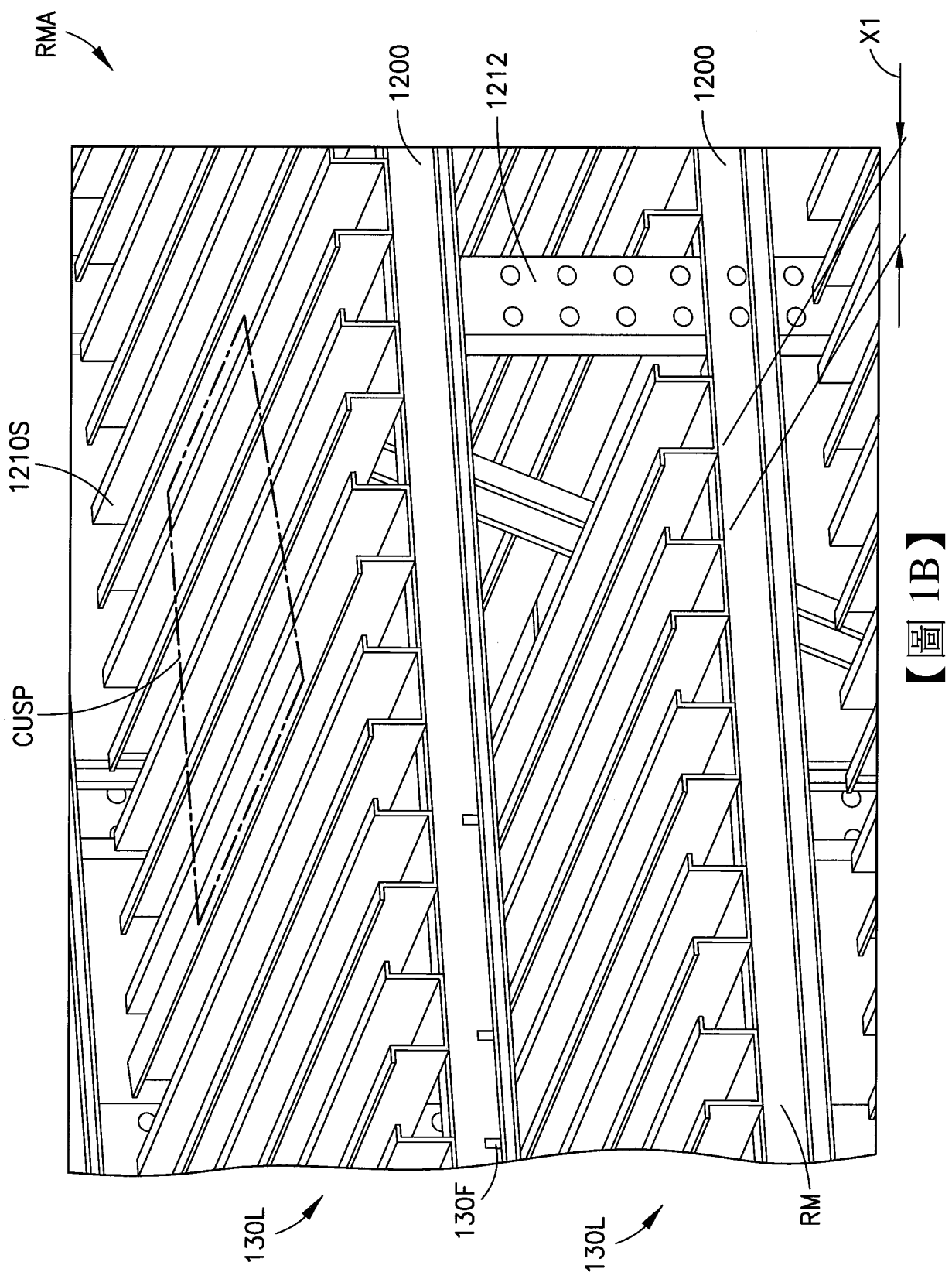
【發明圖式】



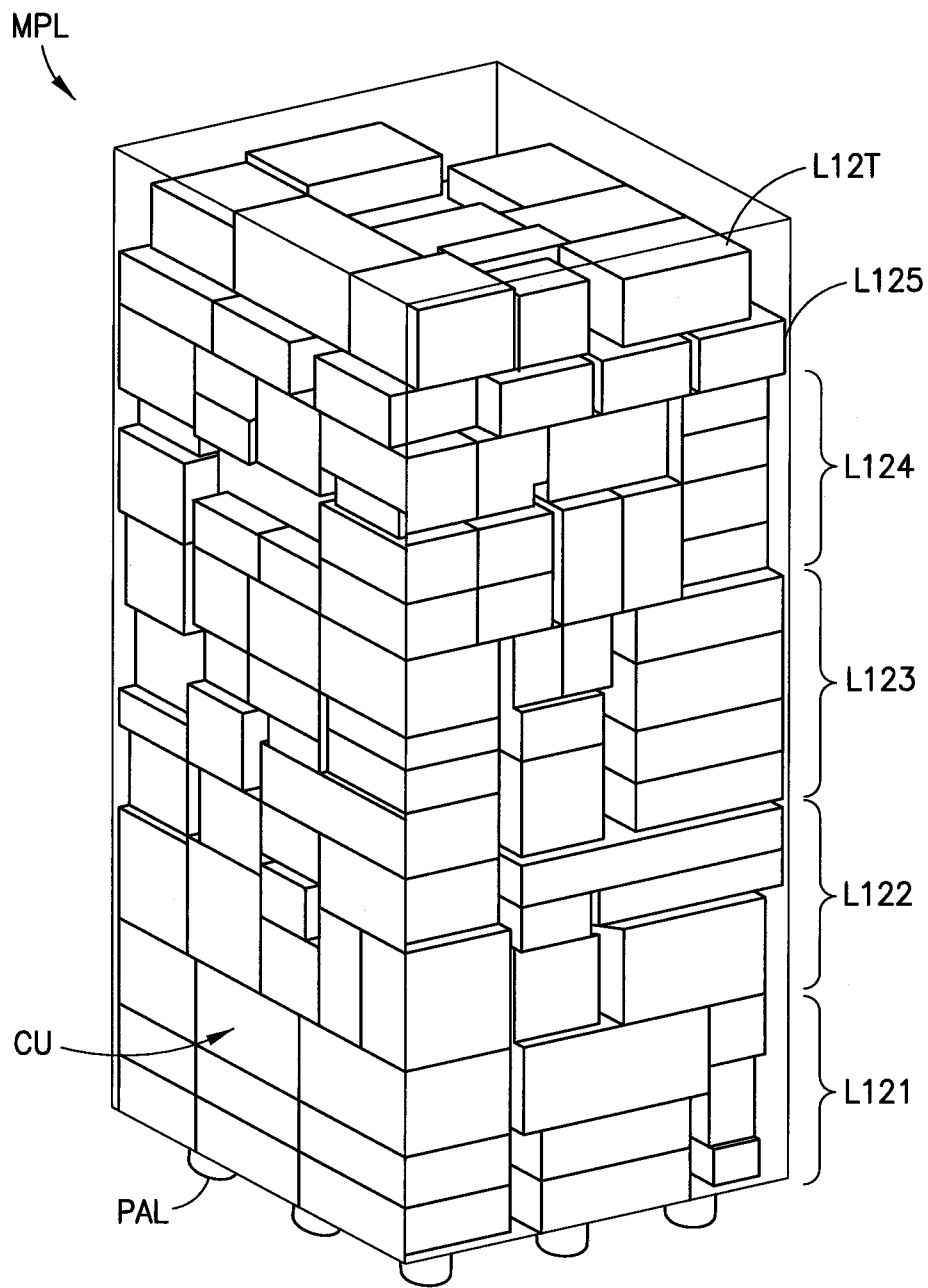
【圖 1】



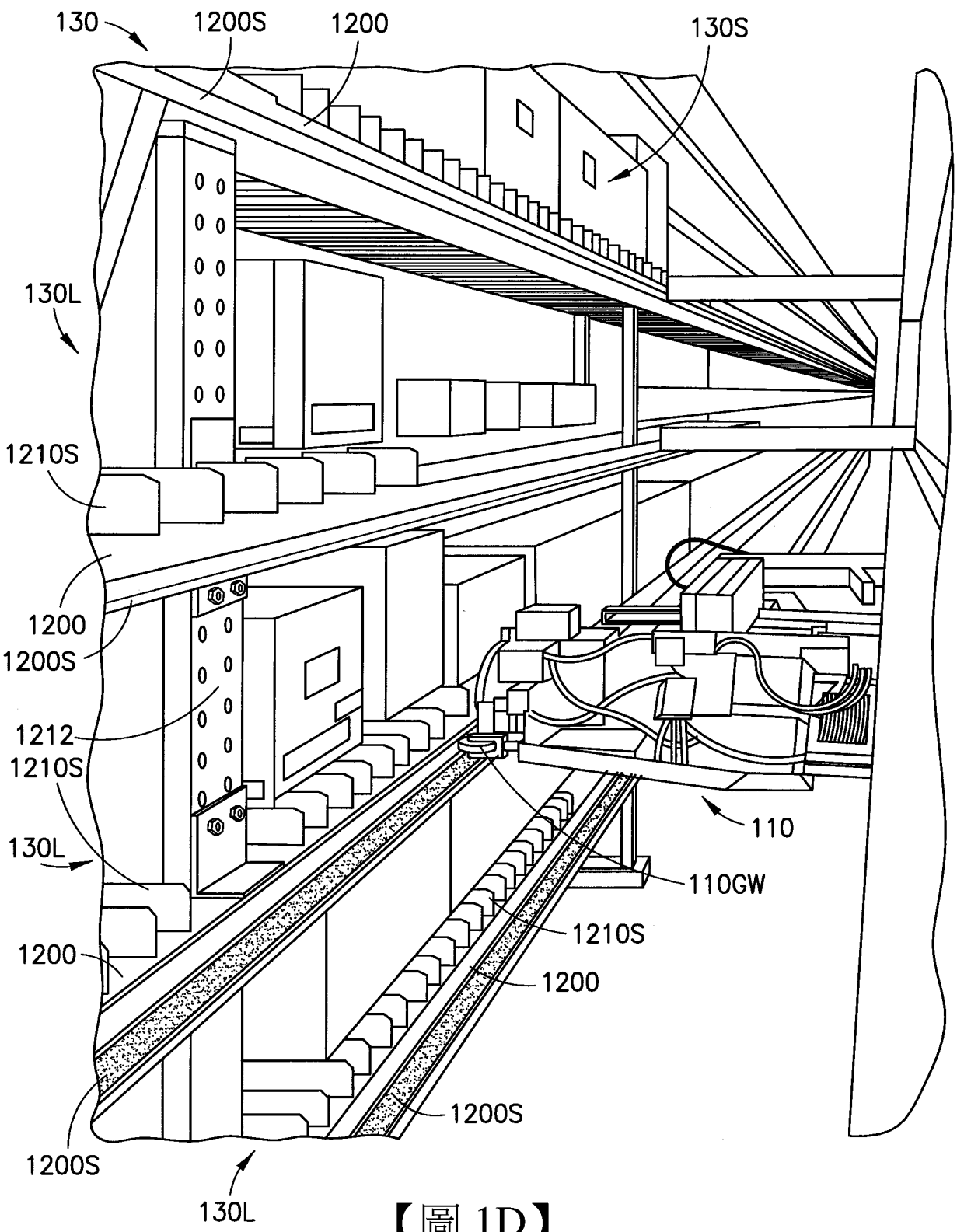
【圖 1A】



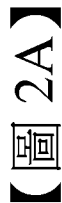
【圖 1B】

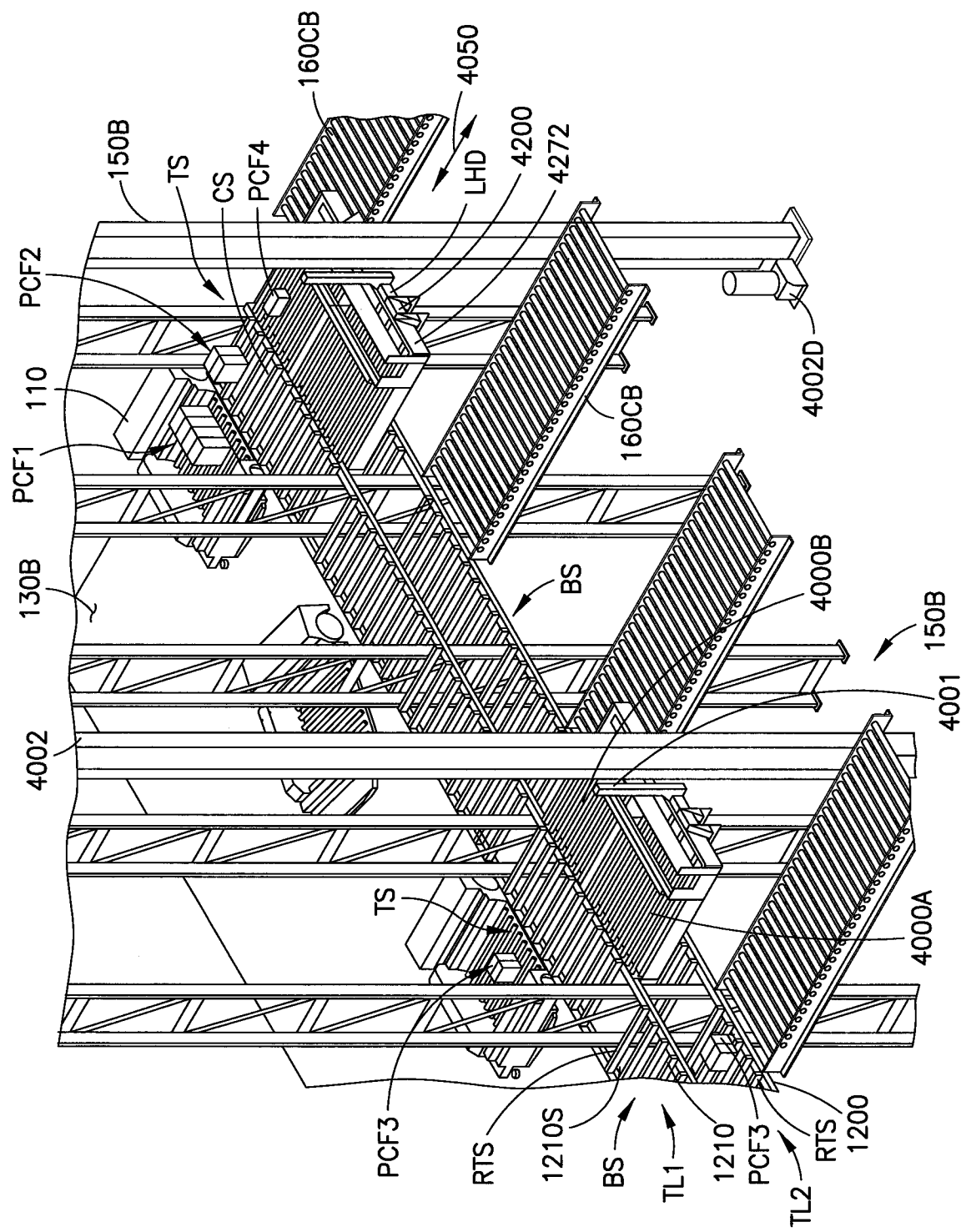


【圖 1C】

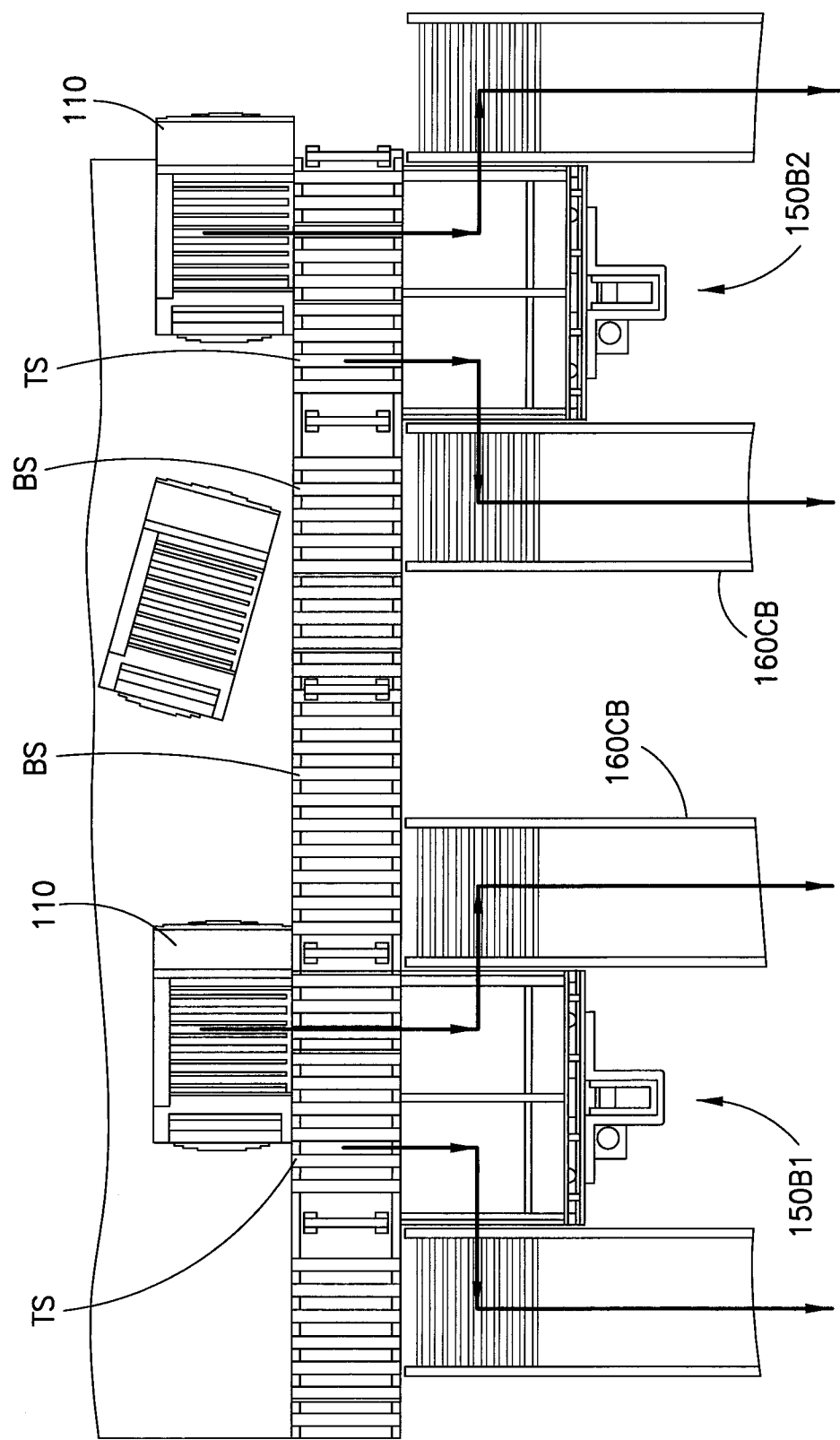


【圖 1D】

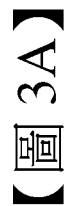


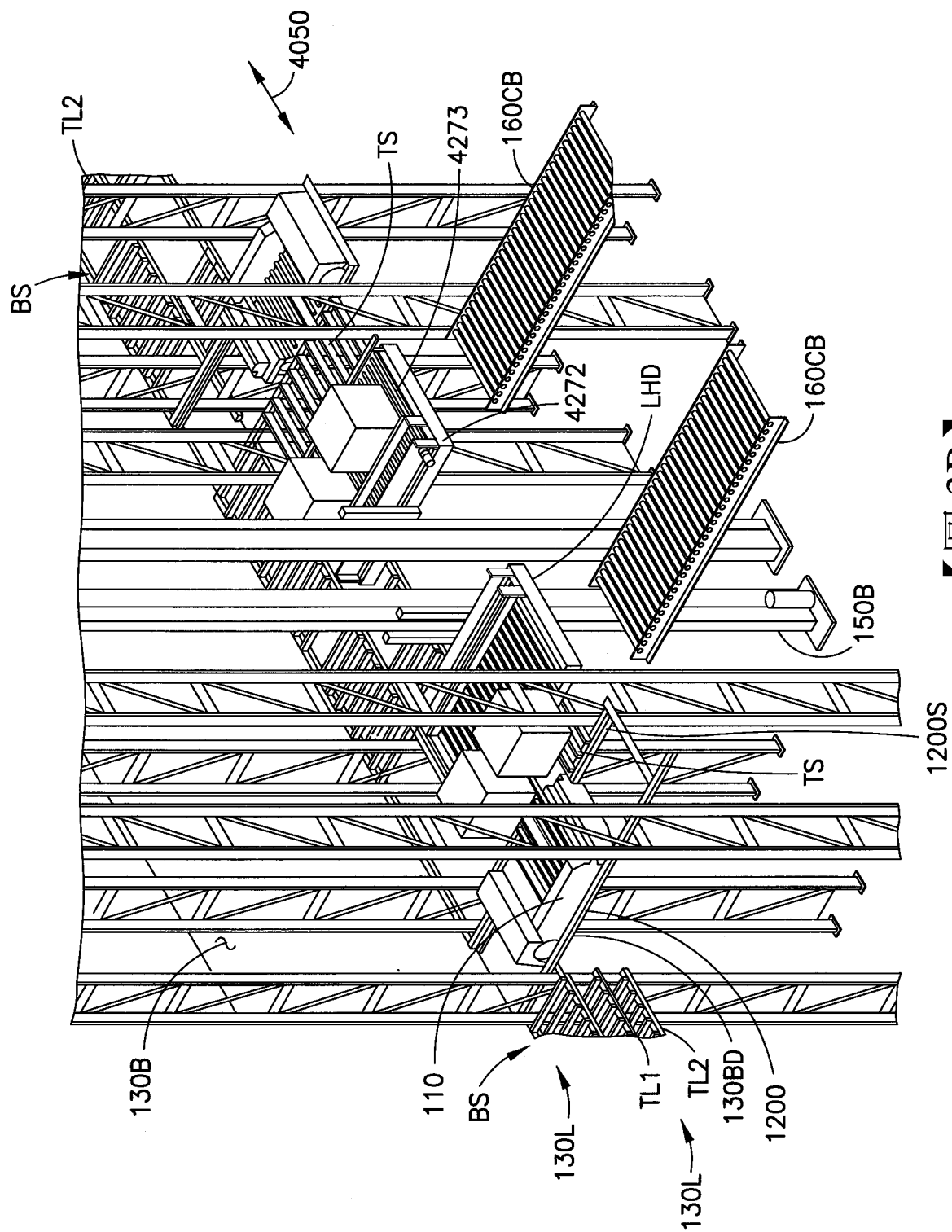


【圖 2B】

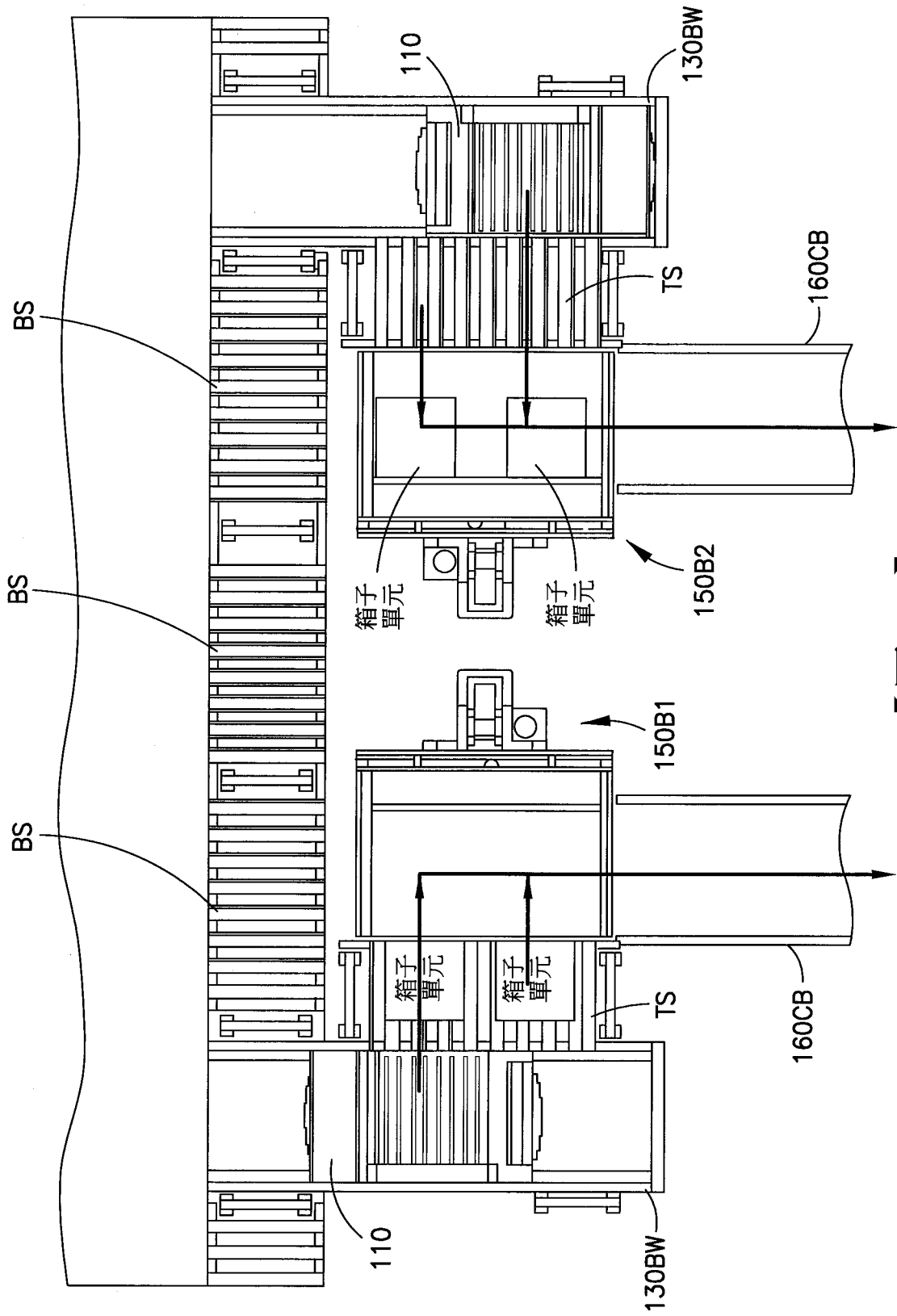


【圖 2C】

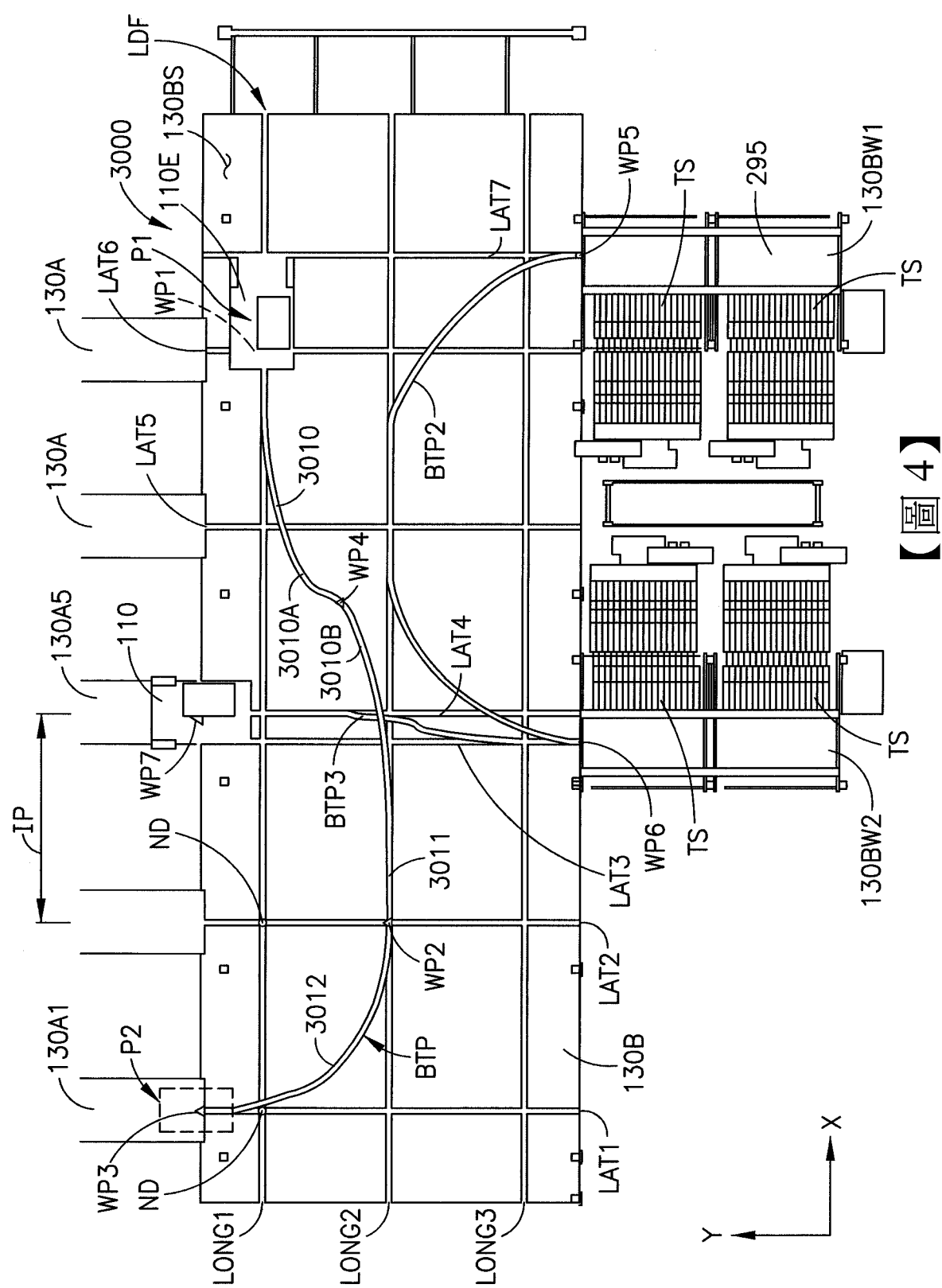


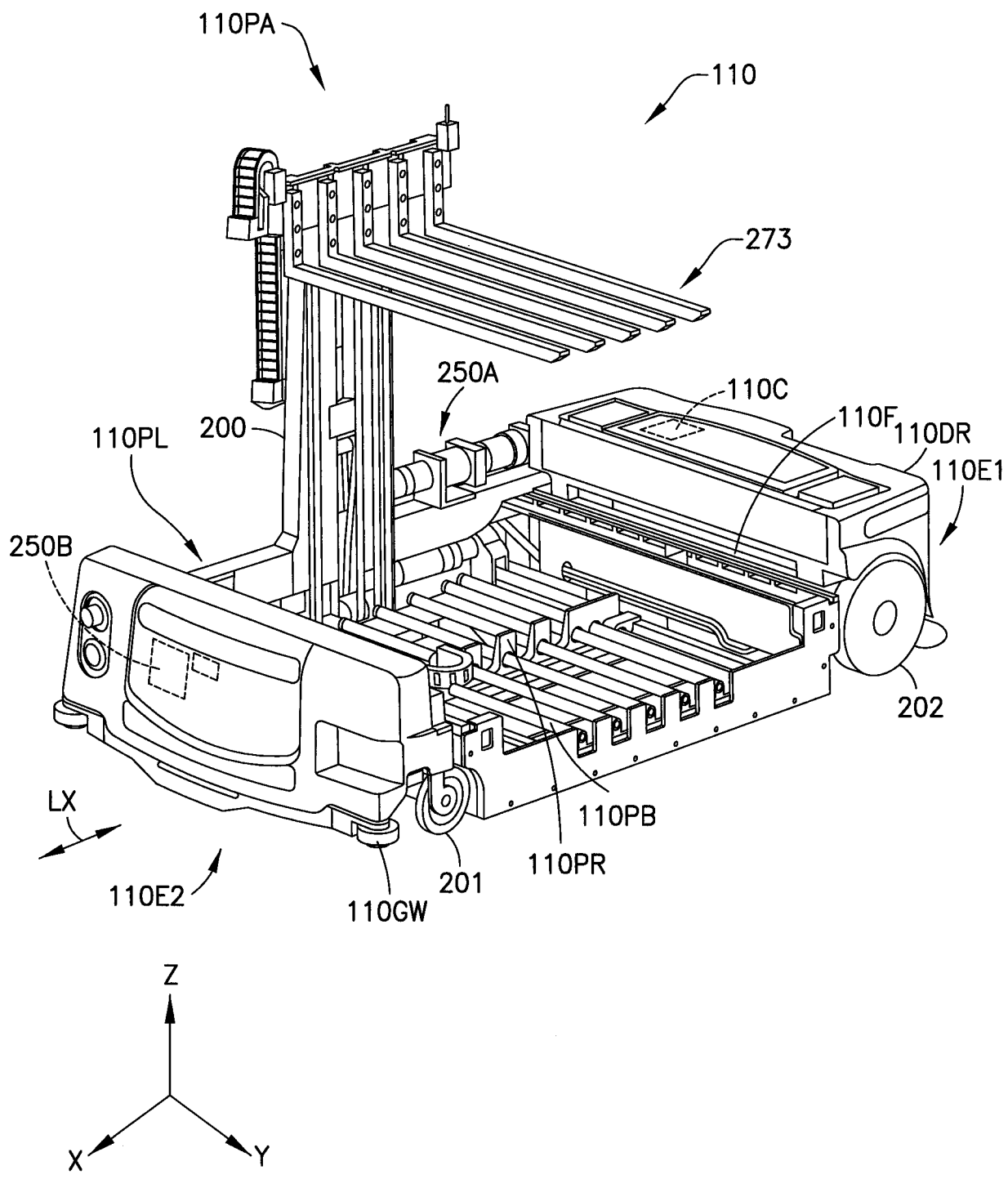


【圖 3B】

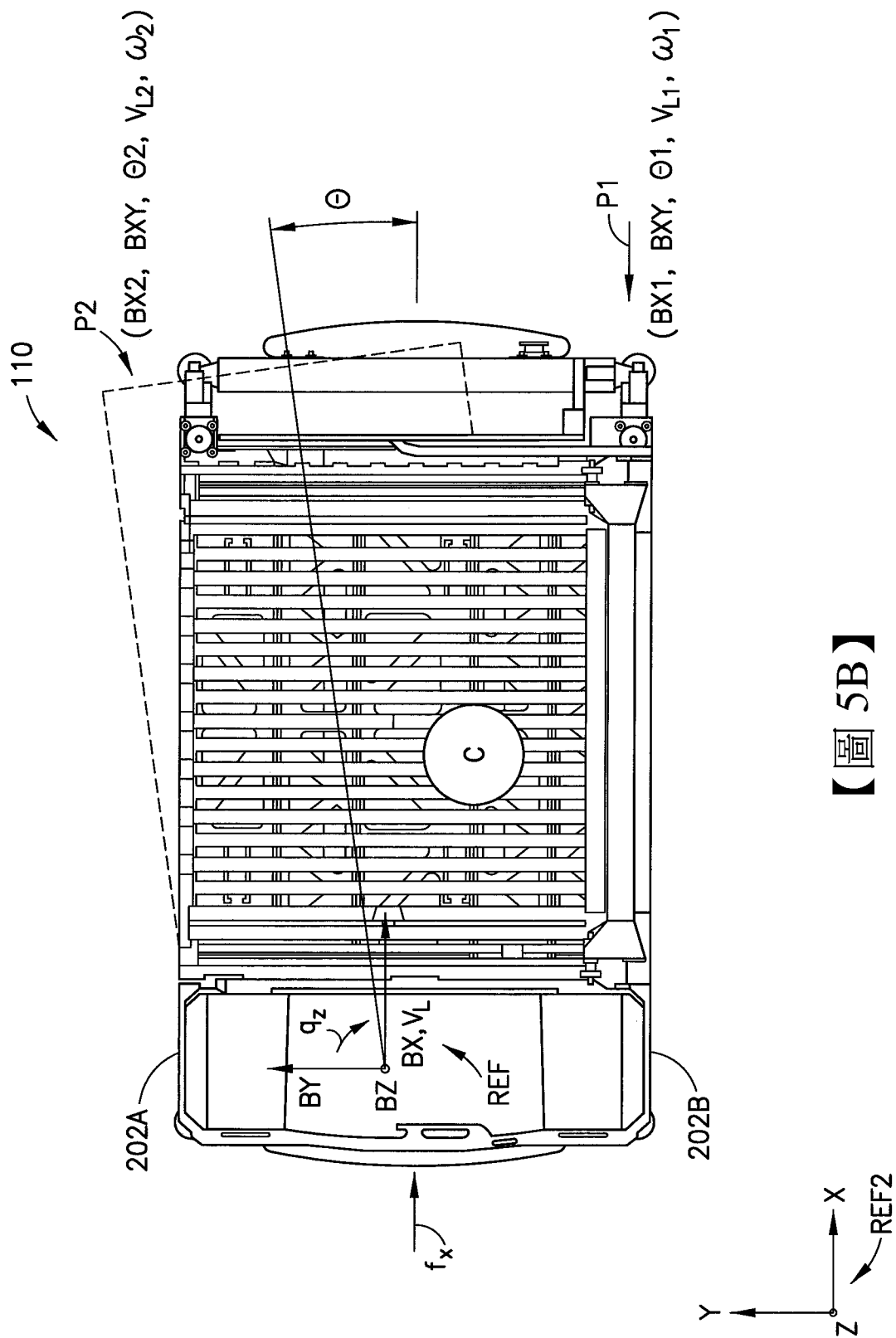


【圖 3C】

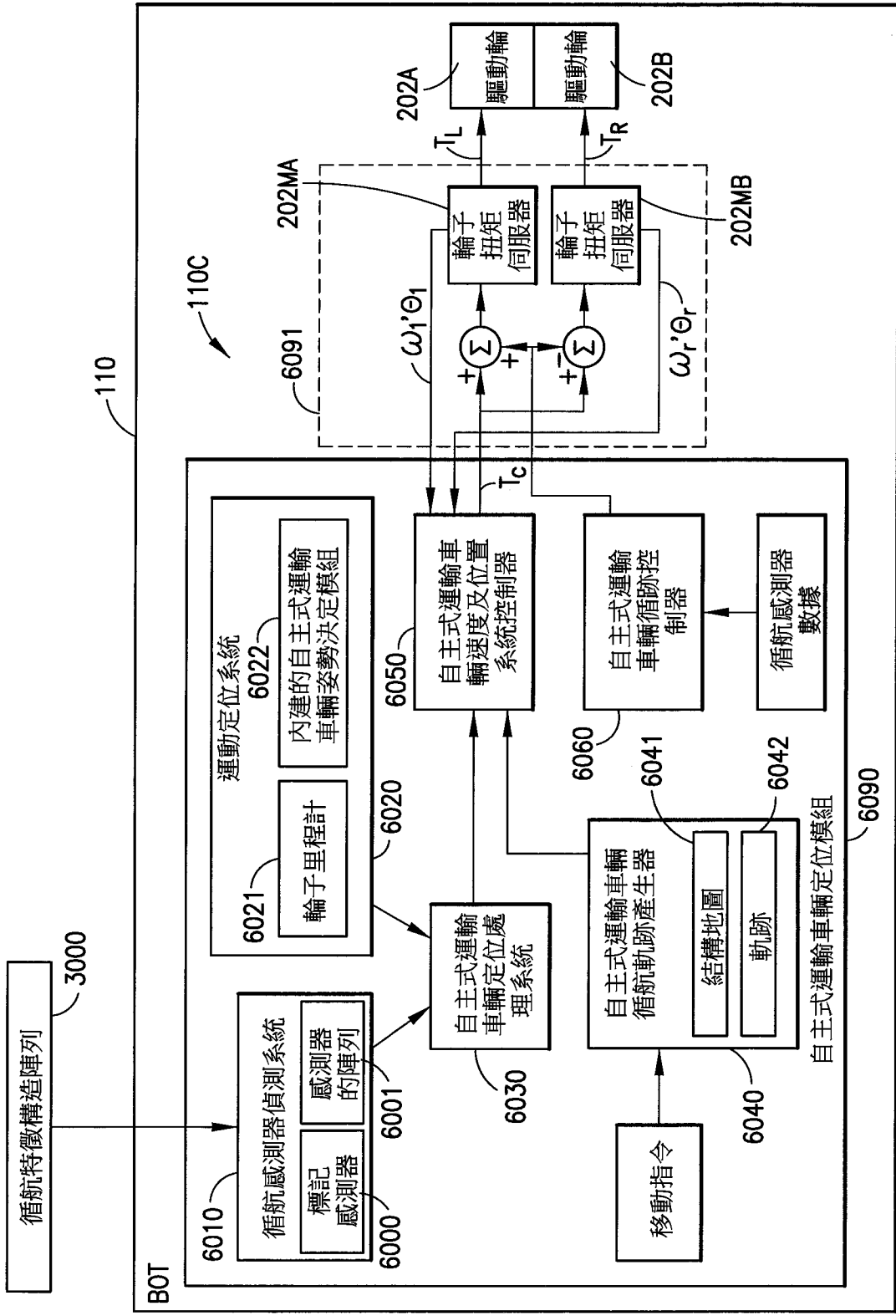




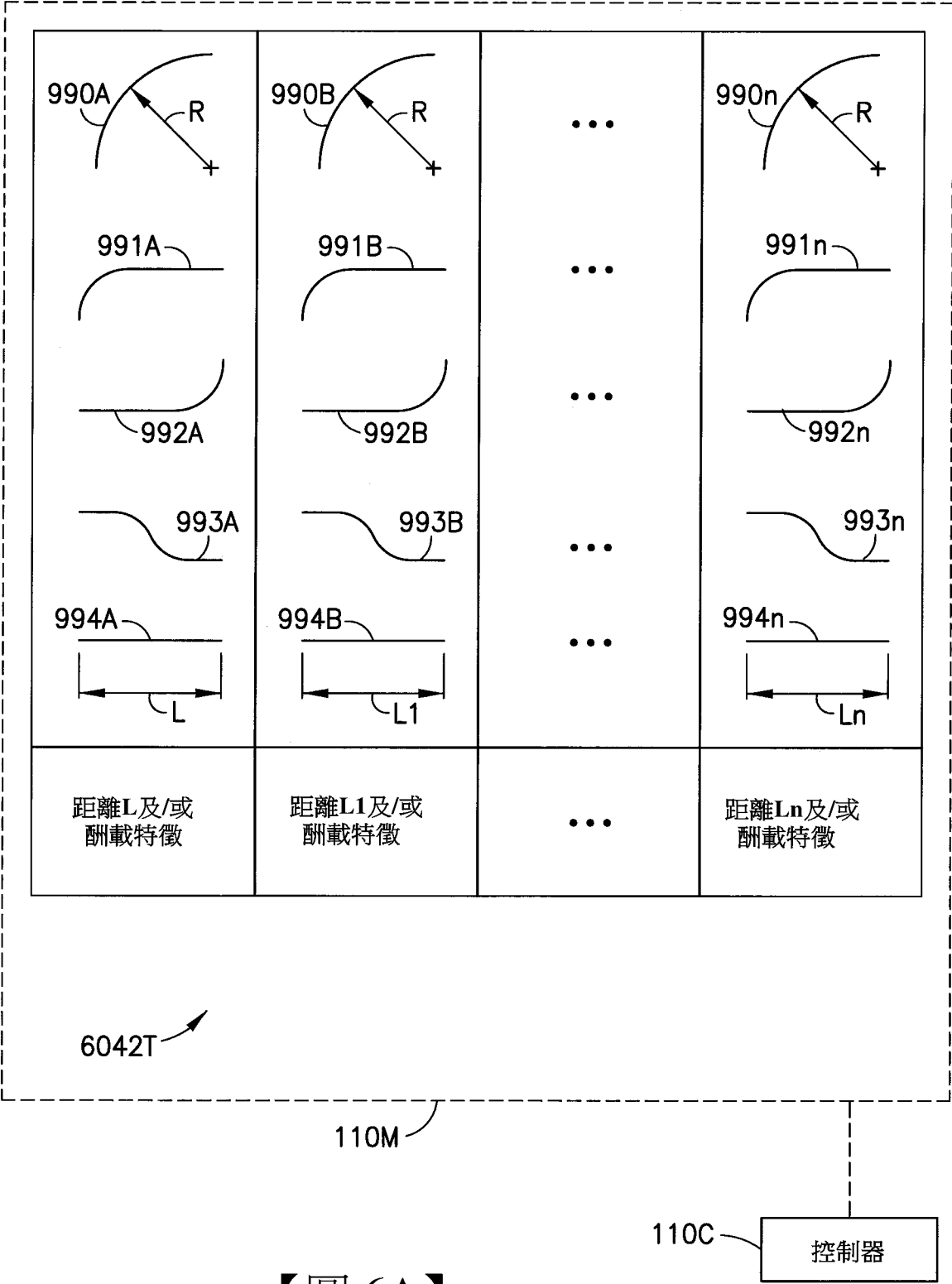
【圖 5】



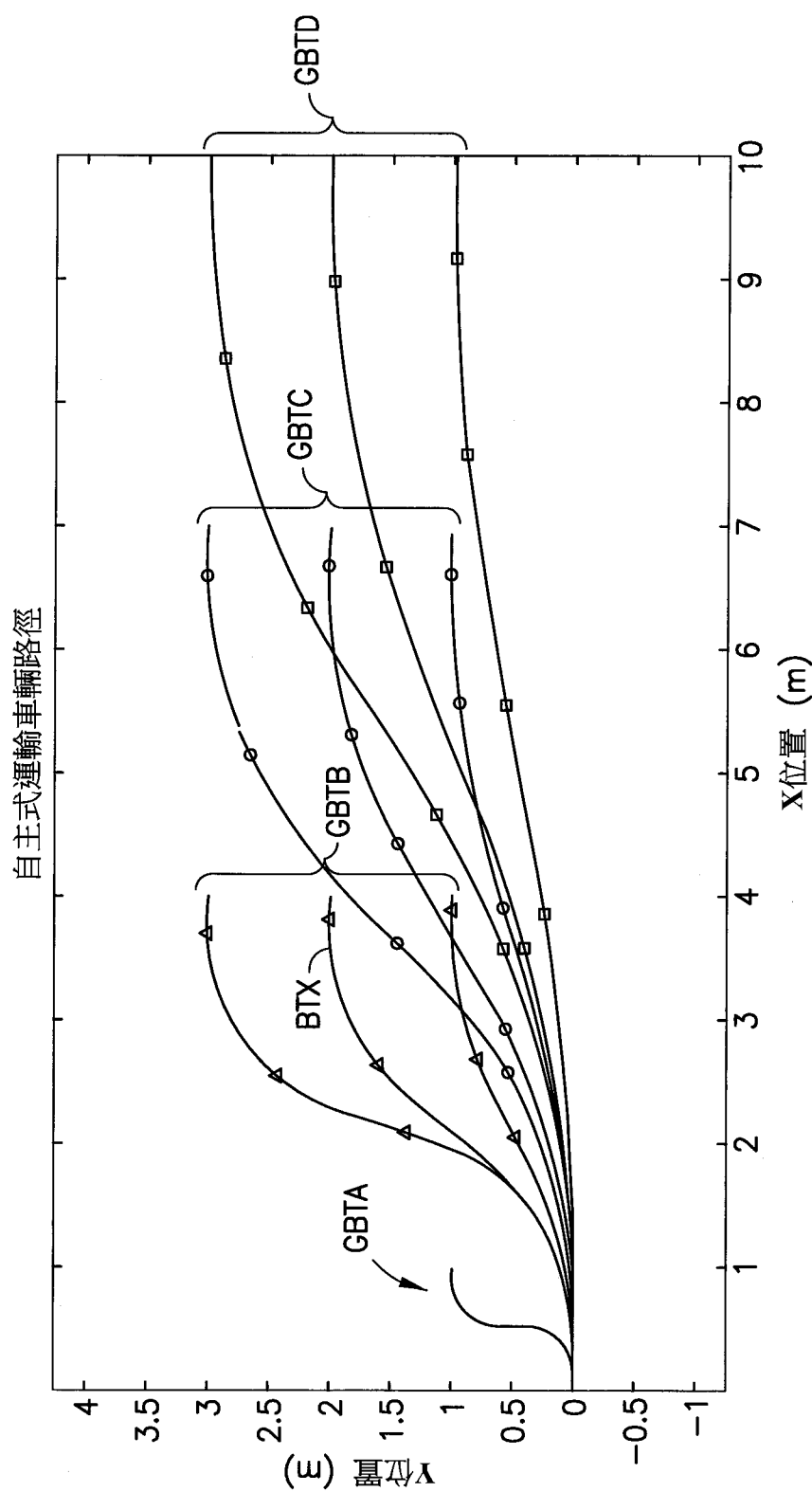
【圖 5B】



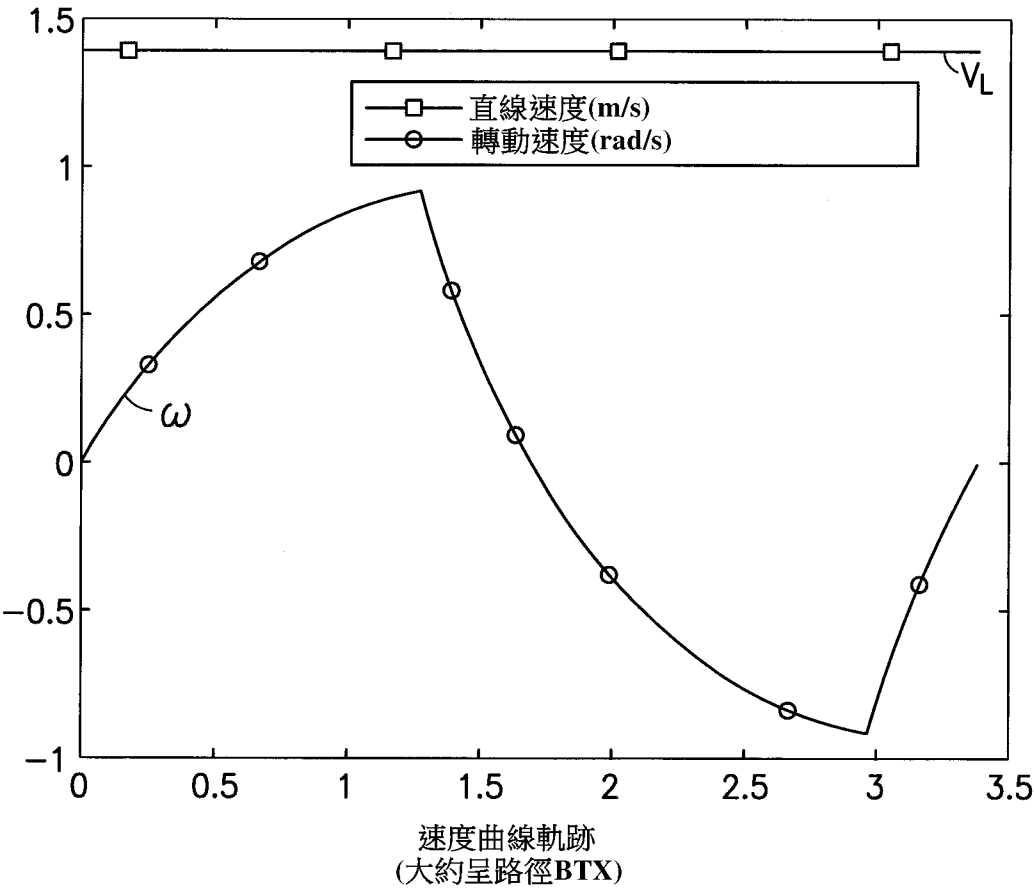
【圖 6】



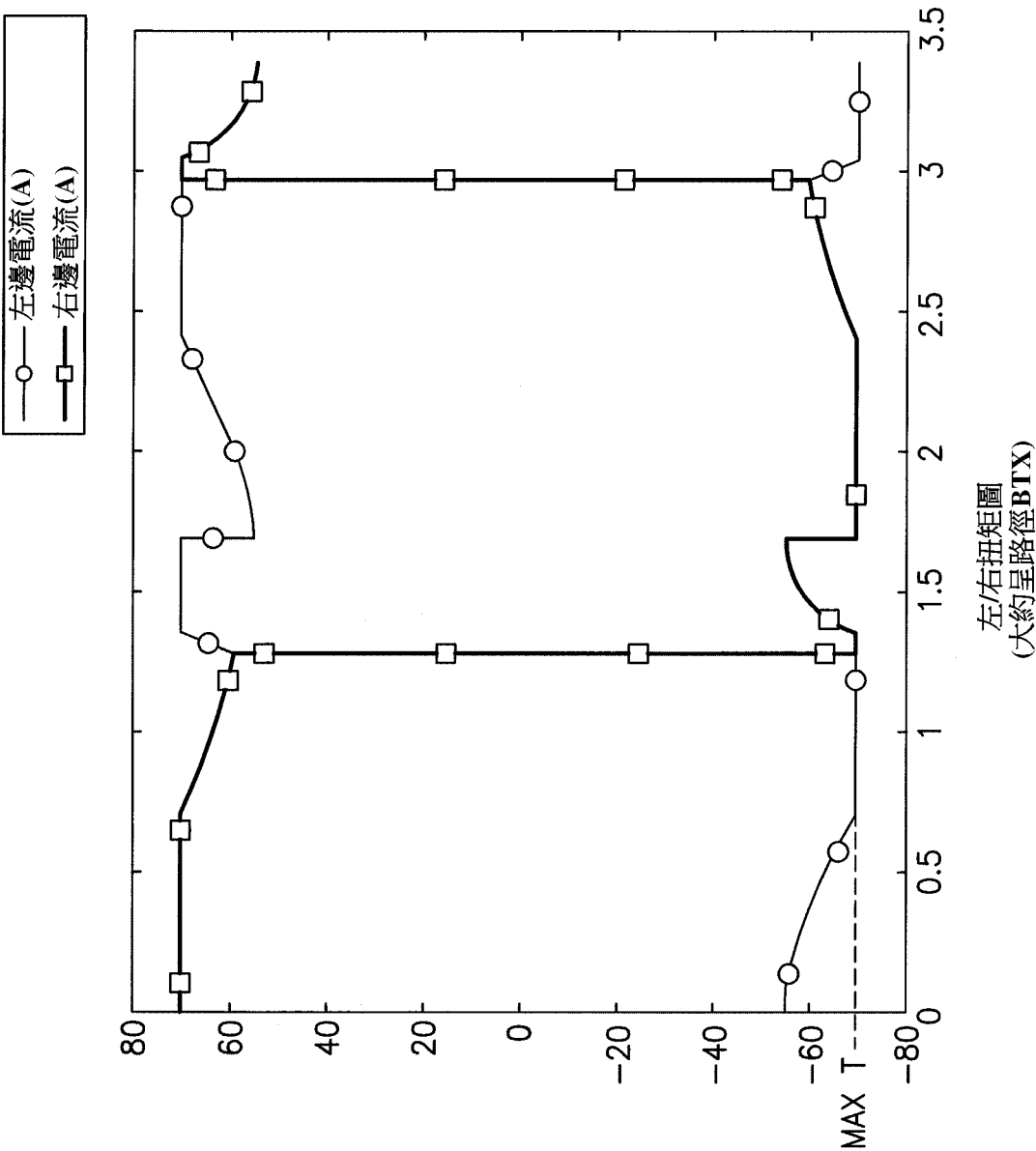
【圖 6A】



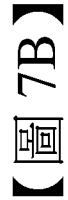
【圖 6B】

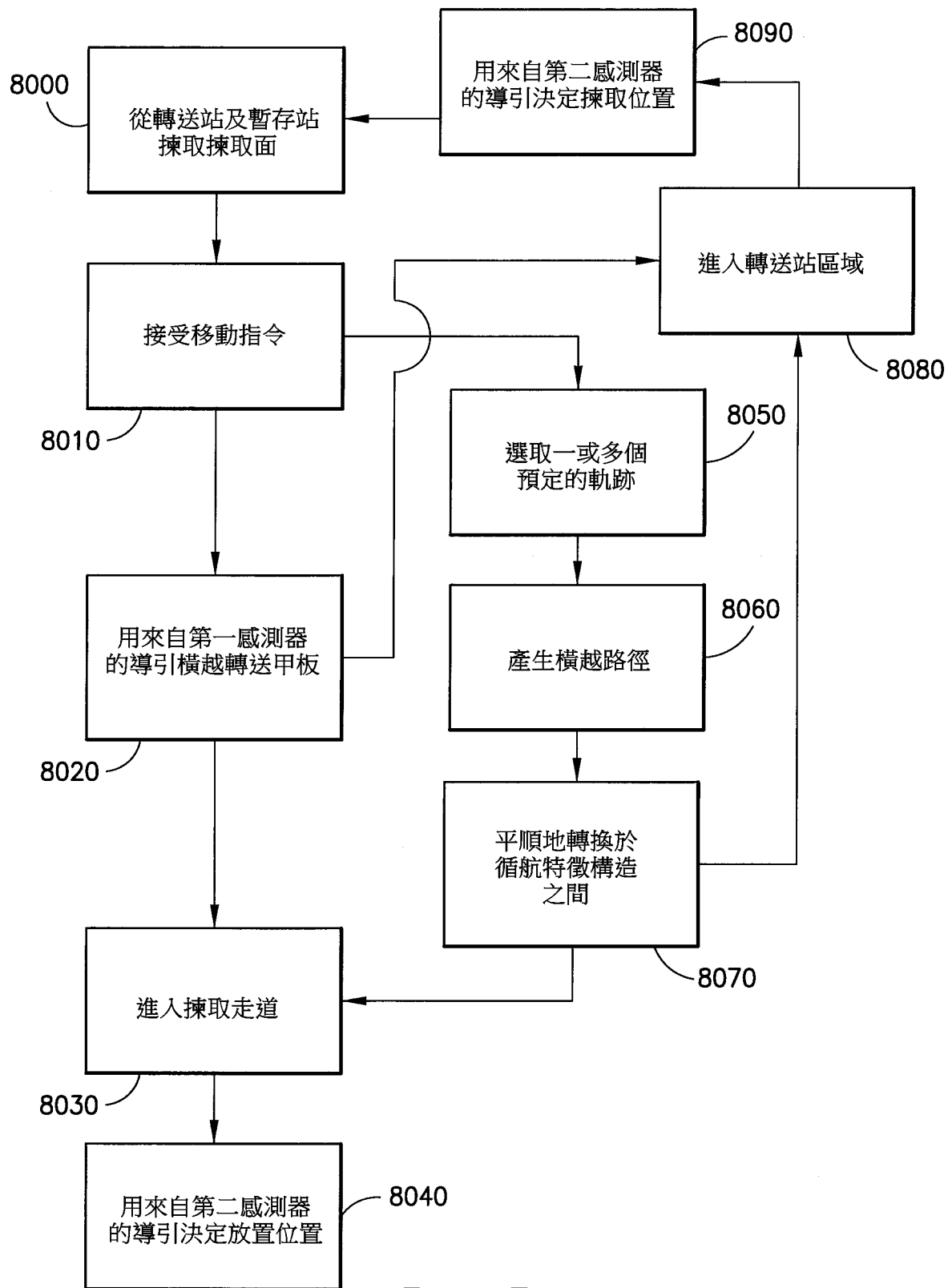


【圖 6C】

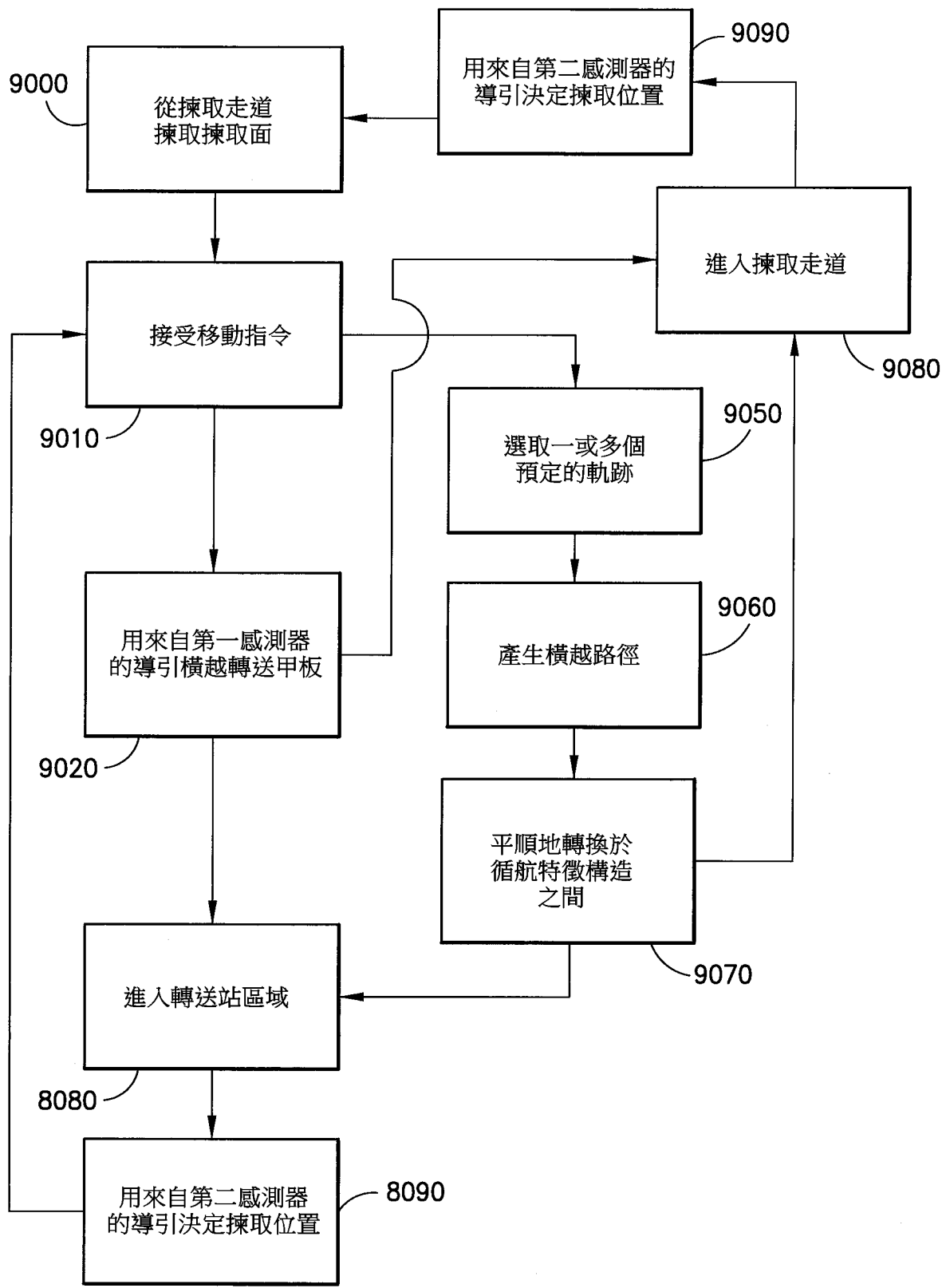


【圖 6D】

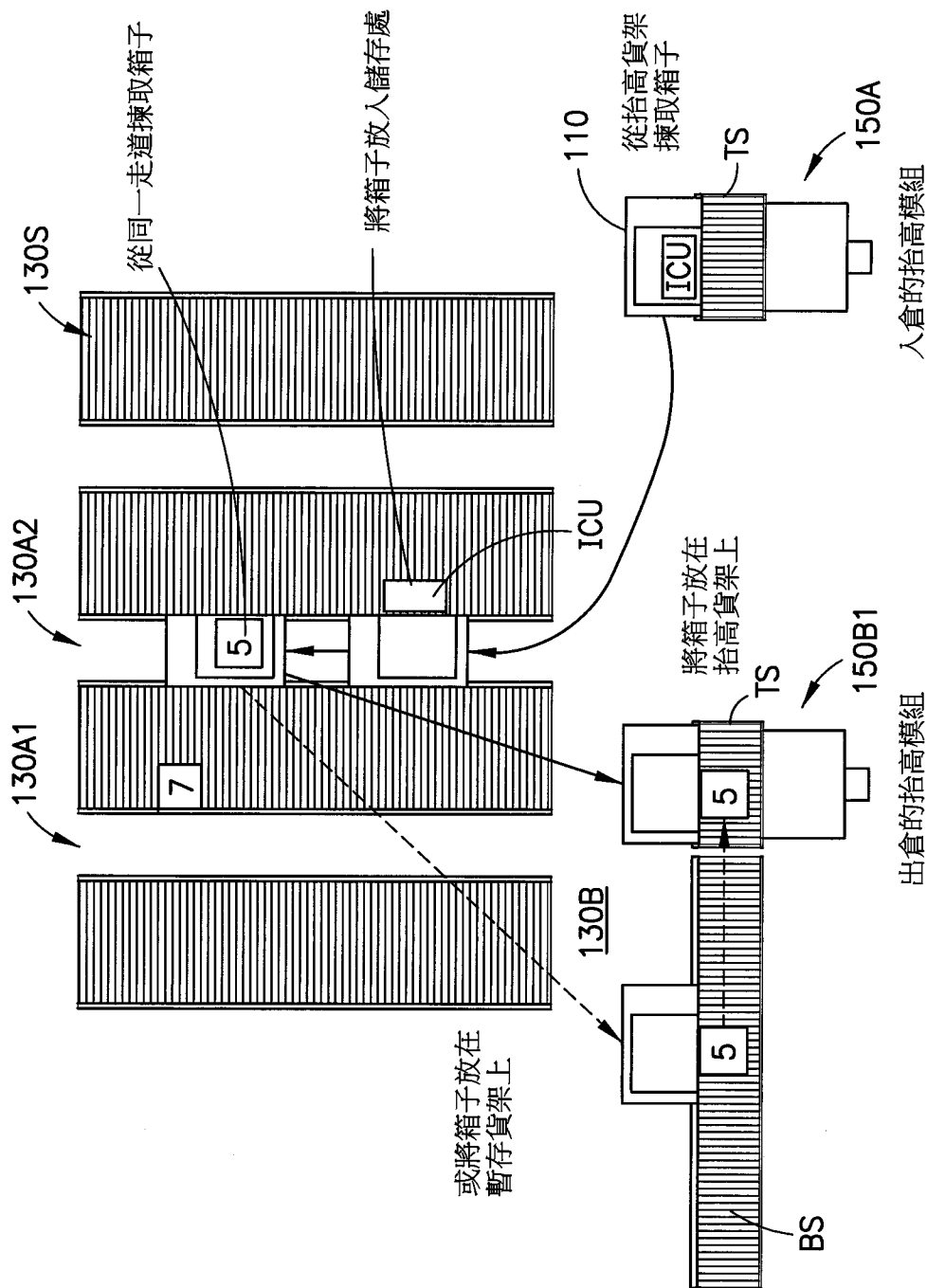




【圖 8】

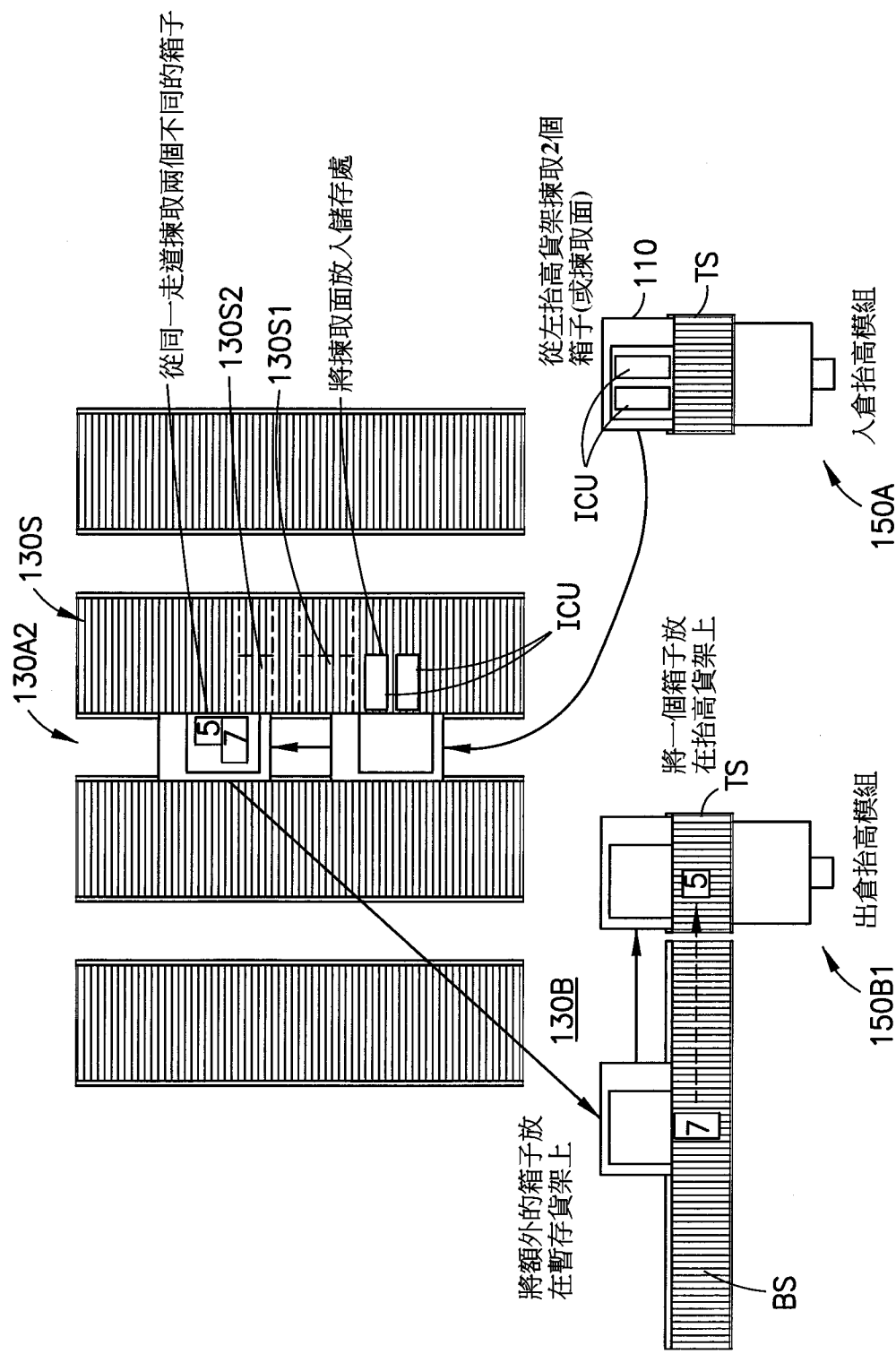


【圖 9】

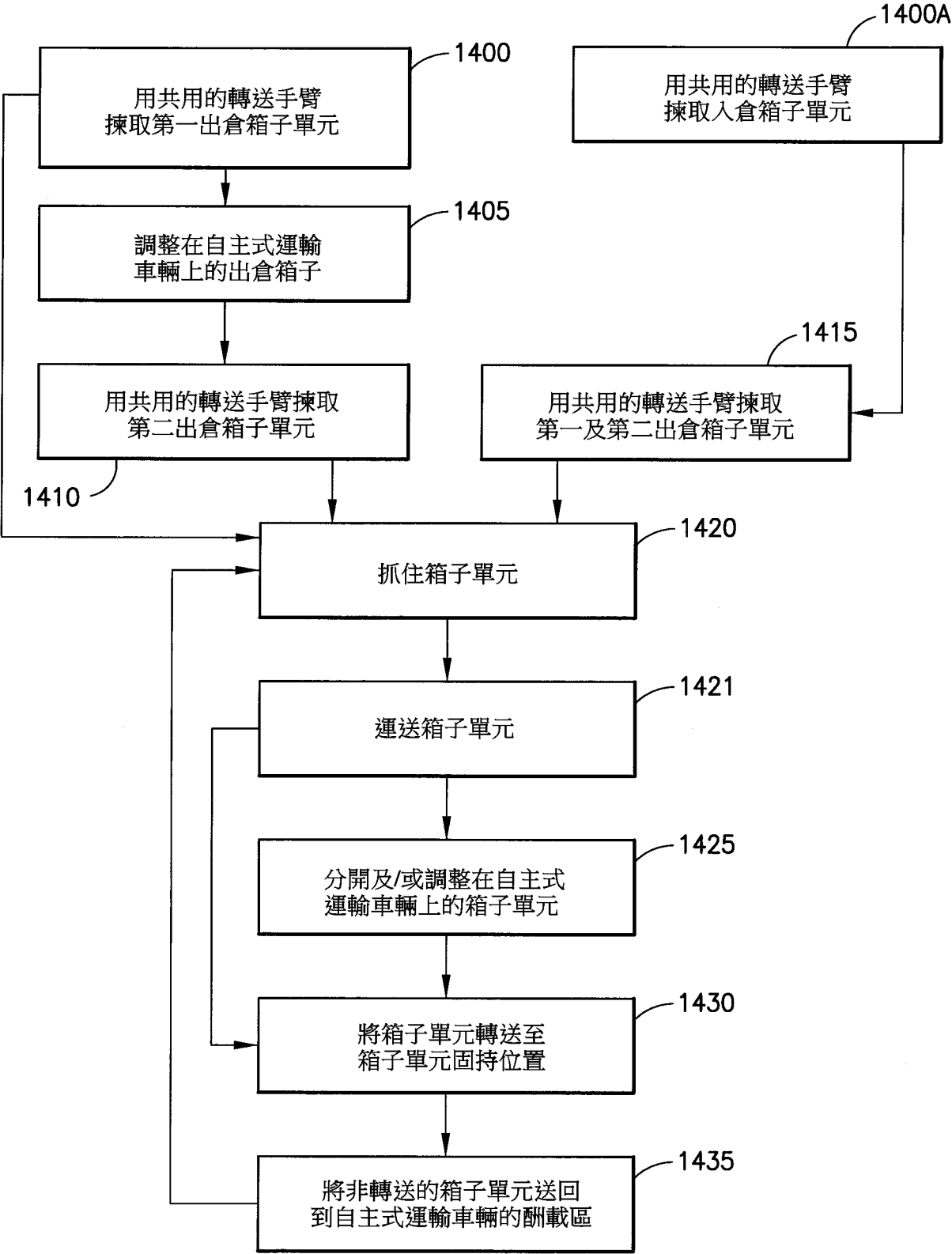


【圖 10】





【圖 12】



【圖 13】