

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7052085号

(P7052085)

(45)発行日 令和4年4月11日(2022.4.11)

(24)登録日 令和4年4月1日(2022.4.1)

(51)国際特許分類

F I

B 6 5 G 1/04 (2006.01)

B 6 5 G

1/04

5 5 5 Z

請求項の数 21 (全27頁)

(21)出願番号	特願2020-564138(P2020-564138)	(73)特許権者	520440490
(86)(22)出願日	令和1年6月10日(2019.6.10)		アタボティックス インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2021-521073(P2021-521073 A)		ATTABOTICS INC.
(43)公表日	令和3年8月26日(2021.8.26)		カナダ国 ティー2イー 8ダブリュー1
(86)国際出願番号	PCT/CA2019/050816		アルバータ カルガリー 7944 10
(87)国際公開番号	WO2019/232652	(74)代理人	100147485
(87)国際公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和3年2月8日(2021.2.8)	(74)代理人	230118913
(31)優先権主張番号	62/682,691		弁理士 杉村 光嗣
(32)優先日	平成30年6月8日(2018.6.8)	(74)代理人	100170597
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 松村 直樹
(31)優先権主張番号	62/770,788	(72)発明者	スコット グラヴェレ
(32)優先日	平成30年11月22日(2018.11.22)		カナダ国 ティー2イー 8ダブリュー1
	最終頁に続く		アルバータ カルガリー 7944 10
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 3次元格納システム用の改良された格納装置及びロボット格納/検索車両

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

3次元格納システム内で格納可能な格納ユニットと、該格納ユニットが選択的に格納可能かつ検索可能な前記3次元格納システム内の格納位置へ向かうように前記3次元格納システム内で操縦可能な格納/検索車両との組み合わせであって、

前記格納/検索車両は、前記3次元格納システム中を運搬可能なフレームと、上で前記格納ユニットを受けよう前記フレーム上に設けられるプラットフォームと、前記プラットフォームの4つの異なる側部で前記プラットフォームへの前記格納ユニットの積載及び前記プラットフォームからの前記格納ユニットの荷下ろしを行うように動作可能な積載/荷下ろし機構と、を備え、

前記格納ユニット及び前記格納/検索車両は、前記格納ユニットが過去に前記プラットフォーム上に積載された元の方位によらず、かつ、前記元の方位から前記格納ユニットを再方位設定することなく、前記車両のそれぞれ異なる4つの側部で4つの異なる方向のうちの任意の1つの方向に前記プラットフォームから前記格納ユニットを荷下ろしすることを可能にするように構成される、組み合わせ。

## 【請求項2】

前記積載/荷下ろし機構は、各々で前記プラットフォームの前記4つの異なる側部のうちのそれぞれの側部にて前記格納ユニットを積載及び荷下ろしするように動作可能な4つの異なる作業状態間で切り換え可能で、

前記格納ユニット及び前記格納/検索車両は、前記積載/荷下ろし機構が前記異なる作業

状態間を遷移する間に静的方位で前記プラットフォーム上での前記格納ユニットの静的支持を可能にするように構成される、

請求項 1 に記載の組み合わせ。

【請求項 3】

3次元格納システム内で格納可能な格納ユニットと、該格納ユニットが選択的に格納可能かつ検索可能な前記3次元格納システム内の格納位置へ向かうように前記3次元格納システム内で操縦可能な格納/検索車両との組み合わせであって、

前記格納/検索車両は、前記3次元格納システム中を運搬可能なフレームと、上で前記格納ユニットを受けるように前記フレーム上に設けられるプラットフォームと、前記プラットフォームの4つの異なる側部で前記プラットフォームへの前記格納ユニットの積載及び前記プラットフォームからの前記格納ユニットの荷下ろしを行うように動作可能な積載/荷下ろし機構と、を備え、

前記格納ユニット及び前記格納/検索車両は、前記格納ユニットが過去に前記プラットフォーム上に積載された元の方位によらず、かつ、前記元の方位から前記格納ユニットを再方位設定することなく、前記車両のそれぞれ異なる4つの側部で4つの異なる方向のうちの任意の一の方向に前記プラットフォームから前記格納ユニットを荷下ろしすることを可能にするように構成され、

前記車両の前記積載/荷下ろし機構は、前記プラットフォーム上に積載されるときに前記格納ユニットの直下に存在するように前記プラットフォーム内に設置される回転可能なタレットと、前記回転可能なタレットから前記プラットフォームの周囲を越えて外側に到達する動作位置へ選択的に拡張可能な拡張可能アームと、を備え、

前記タレットは、前記アームが前記異なる方向に前記タレットから外側へ拡張可能な複数の異なる作業位置へ回転可能で、

前記拡張可能アームは、前記格納ユニットの下面と係合するように前記拡張可能アーム上で担持されるつかみ部を備え、

前記格納ユニットは、該格納ユニットの下面に存在して前記積載/荷下ろし機構の前記つかみ部が選択的に係合可能なつかみチャンネルを備え、

前記つかみチャンネルは環状経路上に位置し、

前記つかみ部は、前記格納ユニットが前記プラットフォーム上に存在しているときに、前記タレットの回転中に前記環状経路に沿って前記つかみチャンネルを進行可能である、  
組み合わせ。

【請求項 4】

前記つかみチャンネルは前記環状経路の少なくとも270°の範囲に及び、請求項 3 に記載の組み合わせ。

【請求項 5】

前記つかみチャンネルは前記環状経路の全360°の範囲に及び、請求項 4 に記載の組み合わせ。

【請求項 6】

前記拡張可能アームは、該拡張可能アームに沿って前後に変位可能で、かつ、上には前記つかみ部が存在する可動シャトルを備える、請求項 3 から 5 のいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項 7】

前記プラットフォームは、前記タレットの周囲に設けられる外側デッキ面を備え、

前記タレットは、前記外側デッキ面に対して凹んだ高さに存在する、

請求項 3 から 6 のいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項 8】

前記格納ユニットは、前記つかみチャンネルの前記環状経路から外側に離れた位置にて前記つかみチャンネルの前記下面で凹む少なくとも1つの冗長つかみ部を備える、請求項 3 から 7 のいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

前記少なくとも1つの冗長つかみ部は、各々が前記つかみチャンネルと前記格納ユニットのそれぞれの側との間に存在する複数の冗長つかみ凹部を備える、請求項8に記載の組み合わせ。

【請求項10】

3次元格納システム内で格納可能な格納ユニットと、該格納ユニットが選択的に格納可能かつ検索可能な前記3次元格納システム内の格納位置へ向かうように前記3次元格納システム内で操縦可能な格納/検索車両との組み合わせであって、

前記格納/検索車両は、前記3次元格納システム中を運搬可能なフレームと、上で前記格納ユニットを受けよう前記フレーム上に設けられるプラットフォームと、前記プラットフォームの周囲を越えて外側へ到達する動作位置へ選択的に拡張可能で、かつ、少なくとも前記動作位置において前記格納ユニットと係合可能にするつかみ部を有する拡張/引っ込み装置を備え、

前記格納ユニットは、前記車両の前記プラットフォームへ前記格納ユニットを引っ張る積載動作中の動作状態において前記拡張/引っ込み装置の前記つかみ部によって係合可能な1次つかみ部と、以降の前記積載動作において前記つかみ部が前記1次つかみ部の係合に失敗した場合には、引っ込まれた状態において前記拡張/引っ込み装置の前記つかみ部によって係合可能となるように、前記1次つかみ部に対して設置される少なくとも1つの2次つかみ部と、を備える、組み合わせ。

【請求項11】

各々が前記格納ユニットのそれぞれの外側周囲の側部に隣接して存在する複数の2次つかみ部をさらに備える、請求項10に記載の組み合わせ。

【請求項12】

前記1次つかみ部と前記2次つかみ部は、前記格納ユニットの下面に設けられる、請求項10又は11に記載の組み合わせ。

【請求項13】

前記2次つかみ部の各々は前記格納ユニットで凹んでいる、請求項10から12のいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項14】

前記1次つかみ部は前記格納ユニットで凹んでいる、請求項10から13のいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項15】

前記格納/検索車両は、前記プラットフォーム内に設置される回転可能なタレットをさらに備え、

前記拡張/引っ込み装置は、前記回転可能なタレットの複数の異なる作業位置において前記プラットフォームのそれぞれの側部から外側へ延びることができるように、前記回転可能なタレットの前記複数の異なる作業位置の各々において前記回転可能なタレットから選択的に拡張可能で、

前記1次つかみ部は環状経路上に存在する湾曲チャンネルを備え、

前記湾曲チャンネルは、前記格納ユニットの直下かつ環状経路上に存在し、

前記格納ユニットが前記プラットフォーム上に積載されている間、前記環状経路に沿って、前記つかみ部は、前記タレットの回転中に前記湾曲チャンネルを進行可能である、請求項10に記載の組み合わせ。

【請求項16】

前記湾曲チャンネルは前記環状経路の少なくとも270°の範囲に及び、請求項15に記載の組み合わせ。

【請求項17】

前記湾曲チャンネルは前記環状経路の全360°の範囲に及び、請求項16に記載の組み合わせ。

【請求項18】

前記格納/検索車両は、前記プラットフォームの積載領域にわたる様々な位置に分配され

る複数の積載状態センサの組を備え、

前記複数の積載状態センサの各々は、前記格納ユニットが前記積載領域上に設けられるときに前記センサの上に位置する前記格納ユニットの存在を検出するように動作可能であり、前記拡張/引っ込み装置は、前記1次つかみ部が係合された場合に前記格納ユニットを前記プラットフォームの前記積載領域へ完全に引っ張るのに十分な所定の距離を引き込むように構成され、

当該組み合わせは、前記所定の距離だけ前記拡張/引っ込み装置の引き込んだ後に前記積載状態センサの組へ問い合わせ、かつ、前記問い合わせに基づいて、前記積載状態センサのすべてからの陽性検出信号に基づいて前記積載領域への前記格納ユニット上の積載が成功したこと、又は、前記積載状態センサの1つ以上からの陽性検出信号がないことに基づいて前記積載領域への前記格納ユニット上の積載の失敗若しくは不完全であったことのいずれかを特定するように構成されるプロセッサをさらに備える、

請求項10から17のうちのいずれか一項に記載の組み合わせ。

【請求項19】

前記所定の距離は、前記2次つかみ部が係合された場合に前記格納ユニットが前記プラットフォーム上へ部分的に搭載されるように前記格納ユニットを引っ張るのに十分で、前記拡張/引っ込み装置が前記所定の距離だけ引き込まれた後に前記積載状態センサの一部からの前記陽性検出信号を受け取ることで、前記1次つかみ部の係合の失敗、前記2次つかみ部の係合の成功、及び、前記プラットフォーム上への前記格納ユニットの部分積載が特定される、

請求項18に記載の組み合わせ。

【請求項20】

前記プロセッサは、前記1次つかみ部の係合の失敗と前記格納ユニットの部分積載の検出後、前記拡張/引っ込み装置を部分的に再動作させることで、前記の部分的に積載された格納ユニットを押すことで前記プラットフォームから降ろすように構成される、請求項19に記載の組み合わせ。

【請求項21】

前記プロセッサは、前記拡張/引っ込み装置を再動作させ、かつ、前記の部分的に積載された格納ユニットを押して前記プラットフォームから降ろした後、前記拡張/引っ込み装置によって前記1次つかみ部の係合を介して前記プラットフォーム上への前記格納ユニットの積載を再試行するように構成される、請求項20に記載の組み合わせ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して、受注処理環境で有用な自動格納及び検索システムに関する。

【背景技術】

【0002】

本件出願人のPCT出願(国際公開第WO2016/172793)その全体が参照により本願に含まれるは、GTP格納及び検索システムを開示している。当該GTP格納及び検索システムは、ロボット格納/検索車両の一群が、それぞれの容器又は他の格納ユニットが保持される格納位置の3次元アレイを動き回る3次元グリッド格納構造を利用する。格納/検索車両は、格納位置の3次元アレイ上方に設けられるグリッド状の上部トラックレイアウトと、格納位置の3次元アレイ下方に設けられるグリッド状の下部トラックレイアウトの両方において2次元で水平方向に進行する。その格納/検索車両はまた、上部トラックレイアウトと下部トラックレイアウトとを1つにする垂直直立シャフトを介して3次元でその構造内を動く。格納位置の各列は、これらの直立シャフトのうちの一と隣接する。そのため、グリッド内のどの格納位置も、回転可能なタレットを備える格納/検索車両によって直接アクセス可能である。前記回転可能なタレットによって、各ロボット格納/検索車両は、シャフトの4つの側部すべての格納位置のいずれにもアクセスできる。以降の説明及び添付図面で詳細に述べるように、開発が続けられてきたことで、ロボッ

10

20

30

40

50

ト格納／検索車両の改良、及び、ロボット格納／検索車両と互換性のある格納ユニットの改良を含むシステム設計上の多数の改善がなされてきた。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本発明の第1態様によると、組み合わせて用いられる、3次元格納システム内で格納可能な格納ユニットと、該格納ユニットが選択的に格納可能かつ検索可能な前記3次元格納システム内の格納位置へ向かうように前記3次元格納システム内で操縦可能な格納／検索車両が供される。当該格納／検索車両は、前記3次元格納システム中を運搬可能なフレームと、上で前記格納ユニットを受けるように前記フレーム上に設けられるプラットフォームと、前記プラットフォームの4つの異なる側部で前記プラットフォームへの前記格納ユニットの積載及び前記プラットフォームからの前記格納ユニットの荷下ろしを行うように動作可能な積載／荷下ろし機構を備える。当該格納ユニットと格納／検索車両は、前記格納ユニットが過去に前記プラットフォーム上に積載された元の方位によらず、かつ、前記元の方位から前記格納ユニットを再方位設定することなく、前記車両のそれぞれ異なる4つの側部で4つの異なる方向のうちの任意の1つの方向に前記プラットフォームから前記格納ユニットを荷下ろしすることを可能にするように構成される。

10

【0004】

本発明の第2態様によると、それぞれの格納ユニットが選択的に格納可能かつ検索可能な格納位置を定める3次元格納システムで用いるための格納／検索車両が供される。当該格納／検索車両は、前記3次元格納システム中を運搬可能なフレームと、上で前記格納ユニットを受けるように前記フレーム上に設けられるプラットフォームと、前記格納ユニットを前記プラットフォームに対して積載及び荷下ろしするように動作可能な積載／荷下ろし機構を備える。前記積載／荷下ろし機構は、前記プラットフォームの周囲を越える外側へ到達する動作位置へ選択的に拡張可能で、かつ、可動シャトルを有する拡張可能なアームを備える。前記可動シャトルは、前記格納ユニットと係合可能で、かつ、前記拡張可能なアームに沿って前後に変位可能である。

20

【0005】

本発明の第3態様によると、格納／検索車両の一団によって動き回れる3次元格納システムで用いられる格納ユニットが供される。前記格納／検索車両の一団の各々は、選択的に拡張可能なアームを上部に有する。該格納ユニットを前記車両から前記3次元格納システム内の格納位置へ荷下ろしし、かつ／あるいは、前記格納位置から車両へ前記格納ユニットを積載するように、前記格納ユニットは、前記選択的に拡張可能なアームと係合可能である。前記格納ユニットは、前記格納／検索車両の前記拡張可能なアームによって係合可能な1次つかみ部を備える。前記1次つかみ部は、環状経路上に存在する湾曲部を有する部位である。

30

【0006】

本発明の第4態様によると、進行経路の複数の側部に設けられる格納位置を有する格納システム内でロボット格納／検索車両を用いて格納ユニットを処理する方法が供される。前記ロボット格納／検索車両は、4つの異なる作業状態間で調節可能な積載／荷下ろし機構を有し、前記4つの異なる作業状態の各々は、前記車両の4つの異なる側部のうちのそれぞれの対応する側部に前記格納ユニットを積載及び荷下ろしするように動作可能である。当該方法は、前記格納ユニットが前記ロボット格納／検索車両上に担持された状態で、前記ロボット格納／検索車両上の静的方位及び位置に前記格納ユニットを維持しながら、前記4つの異なる作業状態のうちの2つの状態間で前記積載／荷下ろし機構を調節することによって、前記車両上で前記格納ユニットの再度の位置設定も方位設定も行うことなく前記格納ユニットを降ろすことができる前記車両の側部を変更する段階を有する。

40

【0007】

本発明の第5態様によると、格納ユニットが格納される格納位置を有する格納システム内でロボット格納／検索車両を用いて前記格納ユニットを処理する方法が供される。当該方

50

法は、を有する。(a)前記ロボット格納/検索車両の積載/荷下ろし機構を用いて格納位置から前記ロボット格納/検索車両のプラットフォーム上へ格納ユニットの積載を試行する段階と、(b)積載状態検知装置を用いて前記格納ユニットが前記ロボット格納/検索車両の前記プラットフォームへ適切に積載されたのか否かを検出する積載状態チェックを実行する段階と、(c)前記ロボット格納/検索車両の前記プラットフォーム上での前記格納ユニットの十分な積載に失敗したことを前記積載状態検知装置が検出することに応じて、前記格納位置の前記格納ユニットの自動再位置設定を開始する段階と、(d)前記積載/荷下ろし機構を用いて前記ロボット格納/検索車両の前記プラットフォーム上への前記格納ユニットの積載を再試行する段階と、を有する。

【0008】

本発明の第6態様によると、格納ユニットが格納される格納位置を有する格納システム内で用いられるロボット格納/検索車両が供される。当該車両は、備える。前記格納ユニットのうちの一の底面に適応するようなサイズ及び形状をとる積載領域と、当該格納/検索車両の前記積載領域に対して格納ユニットを積載及び荷下ろしするように動作可能な積載/荷下ろし機構と、前記格納ユニットが当該ロボット格納/検索車両の前記積載領域へ適切に積載されたのか否かを検出する積載状態検知装置と、当該ロボット格納/検索車両に搭載されるローカルプロセッサと、前記ローカルプロセッサは、ように構成される。(a)格納位置から当該車両の前記積載領域への前記格納ユニットの積載を試行するように積載/荷下ろし機構を始動させ、(b)前記積載状態検知装置を用いて前記格納ユニットが当該ロボット格納/検索車両の前記積載領域へ適切に積載されたのか否かを検出する積載状態チェックを実行し、(c)当該ロボット格納/検索車両の前記プラットフォーム上での前記格納ユニットの十分な積載に失敗したことを前記積載状態検知装置が検出することに応じて、前記格納位置での前記格納ユニットの自動再位置設定を開始し、(d)当該ロボット格納/検索車両の前記積載/荷下ろし機構を用いて当該ロボット格納/検索車両の前記プラットフォーム上への前記格納ユニットの積載を再試行する、ように構成される。

【0009】

本発明の他の態様によると、本発明の第5態様又は第5態様の方法の段階を実行するように前記ローカルプロセッサによって実行可能な命令文及び指示を記録したコンピュータ可読媒体が供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

ここで本発明の1つ以上の好適実施形態について添付図面とともに説明する。

【図1】特許文献1に係る3次元グリッド構造の斜視図である。前記3次元グリッド構造内には、複数の格納ユニットの3次元アレイが含まれ、ロボット格納/検索車両の一群が、前記格納ユニットの各々へアクセスするように前記3次元グリッド中を進行できる。

【図2】本発明のロボット格納/検索車両の右上斜視図である。

【図3】図2のロボット格納/検索車両の右上斜視図である。図中、モジュール状格納容器はロボット格納/検索車両上の完全に積載された位置にある。

【図4】図3のモジュール状格納容器の底部モジュールの上側斜視図である。

【図5】図4の底部モジュールの下側斜視図である。

【図6】図4の底部モジュールの底面図である。

【図7】図4の底部モジュールの平面図である。

【図8】A-A線に沿った図7の底部モジュールの断面図である。

【図9】A-Fは、モジュール状格納容器を、ロボット格納/検索車両上の完全に積載された位置へ押し込むのに成功した積載処理の一連の段階を表す斜視図である。

【図10】A-Fは、図1の3次元グリッド構造内で格納位置からモジュール状格納容器を取り出す間での成功した積載処理の一連の段階を表す側面図である。

【図11】図10Cの詳細な拡大図である。

【図12】図10Dの詳細な拡大図である。

【図13】AからDは、格納容器が適切に係合されずに一部だけがロボット格納/検索車

10

20

30

40

50

両上に積載されている失敗した積載処理における連続する段階を表し、EとFは、反復積載試行の準備において格納位置へ格納容器を荷下ろしする再度の位置設定の一連の段階を表している。

【図14】AからDは、図2のロボット格納/検索車両の概略的平面図である。図中、ロボット格納/検索車両の積載/荷下ろし機構は4つの異なる作業位置に回転する。破線は、格納ユニットへの積載/荷下ろし機構の回転に適応するように車両上に担持される格納容器の底面の円形つかみチャンネルを表している。

【図15】AからFは、ロボット格納/検索車両から離れるまでモジュール状格納容器を押して、3次元グリッド構造内の選択された格納位置へ移動させる荷下ろし処理の一連の段階を表している。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1は、上述した本願出願人の過去のPCT出願に係る3次元グリッド構造10を表している。グリッド状の上部トラックレイアウト12は、地面の高さに近い下側水平面内に設けられるグリッド状の下部トラックレイアウト14より十分上方の高い水平面内に位置する。下部トラックレイアウト14は、グリッド状の上部トラックレイアウト12と一致し、かつ、グリッド状の上部トラックレイアウト12に対して位置合わせされている。これらの位置合わせされた上部トラックレイアウトと下部トラックレイアウトとの間には、複数の格納位置からなる3次元アレイが存在する。各格納位置は、内部でそれぞれの格納ユニット16 - たとえば内部で様々な品物を保持できる上の開いた若しくは開閉可能な格納トレー、容器、又はかごの形態 - を保持できる。格納位置は垂直列内に配置される。垂直列内では、同じ大きさの正方形が互いに位置合わせされている。そのような垂直列17の各々は、垂直直立シャフト18と隣り合っている。垂直直立シャフト18を介して垂直列17の格納位置はアクセス可能である。ロボット検索車両19の一団は、2次元内で各トラックレイアウトを水平方向に進行し、かつ、開シャフト18を介して2つのトラックレイアウト間を垂直方向に進行してよい。

【0012】

各トラックレイアウトは、それぞれの水平面のX方向に存在する一組のX方向レール、及び、同一の水平面内のY方向においてX方向レールと垂直に交差する一組のY方向レールを備える。交差するレールは、格納システムの水平参照グリッドを画定する。前記水平参照グリッド内では、各水平グリッド行が隣接するX方向レールの対の間で定められ、各水平グリッド列が隣接するY方向レールの対の間で定められる。水平グリッド列のうちの一と水平グリッド行のうちの一との間の交差点は、それぞれの垂直格納列17又はそれぞれの直立シャフト18の位置を表す。換言すると、各格納列17及び各シャフト18は、2つのX方向レールと2つのY方向レールの間で囲まれたそれぞれの領域で参照グリッドのそれぞれの直交座標点に存在する。そのような各トラックレイアウト内の4つのレール間で囲まれた領域の各々は、本願では前記トラックレイアウトのそれぞれの「スポット」とも呼ばれる。システム内の各格納位置の3次元アドレス指定は、所与の格納位置がそれぞれの格納列17内部に存在する所与の垂直高さによって完了する。つまり各格納位置の3次元アドレス指定は、3次元グリッド内の格納位置の水平グリッド行、水平グリッド列、及び水平グリッド列の高さによって規定される。

【0013】

それぞれの直立フレーム部24は、X方向レールとY方向レールとの間の各交差点にて上側トラックレイアウトと下側トラックレイアウトとの間で垂直に伸びることで、3次元グリッド構造のフレームワークを画定するようにトラックレールと協働して、このフレームワーク内に含まれるように格納ユニットの3次元アレイを構成する。その結果、3次元格納アレイの各直立シャフト18は、シャフト18の4つの隅でシャフトの全高さに及ぶ4つの垂直フレーム部24を有する。各フレーム部24は、3次元グリッドの垂直なZ方向に直列に配置されるラックの歯の組をフレーム部の2つの側に有する。よって各シャフトは、そのシャフトの各隅に2組で全体として8組のラックの歯を有する。ロボット格納/

10

20

30

40

50

検索車両の 8 つのピニオン車輪と協働して、3次元グリッド構造のシャフト 18 全体にわたる上側トラックレイアウトと下側トラックレイアウトとの間でのロボット格納 / 検索車両の移動を可能にする。

【0014】

各ロボット格納 / 検索車両 19 は、トラックに乗っているモードで上側トラックレイアウトと下側トラックレイアウトにわたってロボット格納 / 検索車両を運搬するための環状運搬車輪と、シャフトで移動するモードでラックを備えるシャフトにわたってロボット格納 / 検索車両を移動させるための有歯ピニオンの両方を有する。各ピニオン車輪と運搬車輪は、結合した単一車輪ユニットの一部である。結合した単一車輪ユニット全体又は少なくとも運搬車輪は、いずれかのトラックレイアウト上でトラックに乗っているモードで運搬車輪を使用するために車両から外側へ拡張可能で、かつ、ピニオン車輪とシャフトの直立フレームのラック歯とを係合するシャフトで移動するモードでピニオン車輪を使用するために車両の内側へ引き込み可能である。グリッド構造のフレームワークは、各格納位置に現在格納されている格納ユニット用の棚を協働して形成する棚用ブラケットの組を有する。それにより任意の所与の格納ユニット 16 は、同一の格納列内のその格納ユニットの上下で複数の格納ユニットを壊すことなくロボット格納 / 検索車両のうちのーによって格納位置から取り除かれ得る。同様にこれにより、1 個の格納ユニットは、アレイ内の任意の高さの所定の位置へ戻ることが可能となる。3次元グリッドの底部で下側グリッドトラックレイアウト 14 を露出するために図 1 では省かれたが、格納列から引き出された格納ユニット 16 をロボット格納 / 検索車両 19 が供給する受取先として機能するように、多数の作業ステーションが一般的に、下側グリッドトラックレイアウトの周囲付近に分配されている。

10

20

【0015】

本願で明示的に記載されている差異を除けば、3次元グリッド構造のフレームワーク、作業ステーション、ロボット格納 / 検索車両、上側グリッドトラックレイアウトと下側グリッドトラックレイアウト上での水平方向での移動及びシャフトを介した垂直方向での移動、並びにトラックに乗っているモードとシャフトで移動するモードとの間での移動の遷移は、上述した本願出願人の特許文献 1 又は同時係属している米国特許仮出願第 62 / 682691 号明細書 - その全体が参照により本願に含まれる で述べたものと同じであってよい。

【0016】

図 2 は、本発明のロボット格納 / 検索車両 19 のうちのーを示している。ロボット格納 / 検索車両 19 上では、本発明の任意の格納ユニット 16 が輸送のために 3次元グリッド構造内で - かつ任意で作業ステーションを介して 受け取り可能である。図示された例では、小さな個々の物品が挿入され、かつ、取り出され得る格納ユニットは上が開いた容器 16 である。とはいえ本願の他の箇所でも述べたように、開閉可能な箱又はトートが代わりに用いられてもよい。他の実施形態では、格納ユニットは、内部に複数の物品を格納するコンテナとは対照的に 1 つの物品を包装するものであってよい。グリッドの寸法と作業ステーションが大規模である他の実施形態では、格納容器は、上で 1 つ以上の物品 - 1 つの相対的に大きな個別の物品又は複数の物品 - が受けられるパレットであってよい。複数のパレットに乗せられた物品の例では、物品は、パレット上に設けられ、あるいは、積まれた複数のコンテナ (たとえば箱、トレー、容器、又はトート) 間で分配されてよい。そのような各コンテナ内には 1 つ以上の物品が格納される。

30

40

【0017】

上述した本願出願人の PCT 出願で開示されているように、各ロボット格納 / 検索車両 19 は、フレーム又はシャーシ 26 を備える。フレーム又はシャーシ 26 上では、ロボット格納 / 検索車両の 2 つの対向する側面上に対で配置される 4 つの X 方向車輪ユニット 28 からなる組と、ロボット格納 / 検索車両の他の 2 つの対向する側面上に対で配置される 4 つの Y 方向車輪ユニット 30 からなる組が担持される。各 X 方向車輪ユニット 28 は、車両フレーム 16 の隣接する側面でそれぞれの Y 方向車輪ユニット 30 から角を曲がったところ周囲に存在する。ピニオン及び運搬歯並びに関連する駆動部材の詳細は、簡明を期す

50



ために省略するが、上述した本願出願人の P C T 出願で開示されたものと同一であってよい。

【 0 0 1 8 】

フレーム 2 6 の上部には上側支持プラットフォーム 3 2 が設けられている。格納ユニット 1 6 は、ロボット格納 / 検索車両 1 9 によって担持されるように、上側支持プラットフォーム 3 2 上で受け取られ得るようになっている。図示されたプラットフォームは、静止した外側デッキ面 3 6 によって取り囲まれる回転可能なタレット 3 4 を備える。静止した外側デッキ面 3 6 の外側境界は、プラットフォーム 3 2 の正方形の外側周囲 3 7 を表す。

【 0 0 1 9 】

タレットは、直線状に拡張 / 引き込み可能なアーム 3 8 を有する。アーム 3 8 は、直径状スロット内に載置されて、直径状スロットの一端で表されるアーム動作地点 3 4 a でタレットの外側周囲から外側に延びる動作位置への直線移動、及び、動作位置からの直線移動をするようにスロット内部で支持されている。図 2 は、タレットの外側周囲を超えて突出しないように直径状スロット内で完全に含まれる完全に引っ込められた位置のアーム 3 8 を示している。アーム 3 8 の拡張可能 / 引っ込め可能な機能は、タレットの回転可能な機能とともに、支持プラットフォームへの格納ユニットの引っ張り、及び、支持プラットフォームからの格納ユニットの押し出しをロボット格納 / 検索車両の全 4 つの側部で可能にする。つまりタレットは、図 1 4 で示されている 4 つの異なる作業位置へ回転可能である。各作業位置では、タレット周囲でのアームの動作地点 3 4 a は、プラットフォームのそれぞれの周囲の側部へ向かうことで、プラットフォームの側部から外側へアーム 2 8 が選択的に伸びることによって車両のその側部に設けられた格納ユニットと相互作用することが可能となる。したがってアームが車両の 4 つの側部のいずれへも拡張できるので、各車両は 3 次元グリッド構造内の任意のシャフトの任意の側部に存在する格納ユニットにアクセス可能である。

【 0 0 2 0 】

プラットフォームのタレット 3 4 と周囲のデッキ面 3 6 は一体で、正方形の積載領域を画定する。格納ユニットは、ロボット格納 / 検索車両 1 9 の上側プラットフォーム上に担持されるときに前記正方形の積載領域上に収容される。この積載領域のサイズと形状は、3次元グリッド構造内の各格納ユニットの底面と略等しい。このことは図 3 によって示される。図 3 では、格納ユニットの完全で適切な収容位置は、プラットフォームの外側周囲を越えることなく積載領域の略全体を占めるように見える。したがって積載領域上の適切に収容された位置では、積載領域上での格納ユニットの全面積は、プラットフォーム又は積載領域の外側周囲内部に存在する。

【 0 0 2 1 】

格納ユニットが、ロボット格納 / 検索車両の積載領域上で完全に受け取られ、かつ、適切に位置合わせされていることを保証する目的で、上側支持プラットフォーム 3 2 は、該上側支持プラットフォーム 3 2 の周囲に沿って離間する複数の位置に近接して設けられる一組の積載状態センサ 4 0 を有する。図示された例では、積載センサは、積載領域のデッキ面 3 6 の凹部に設けられる光センサである。積載センサは 4 つで、各々は、正方形の積載領域の 4 つの外側隅部のそれぞれの付近に設けられる。拡張 / 引っ込め可能なアームの引っ込めを利用して 3 次元グリッド内の格納位置からロボット格納 / 検索車両上へ格納ユニットを引っ張る通常積載作業の一部として、積載状態センサと通信可能に接続されるコンピュータプロセッサ たとえば車両に搭載されるローカルプロセッサ は、センサ上方の格納ユニットの底面の存在を検出する 4 つの積載状態センサの状態をチェックする。よって 4 つの積載状態センサすべてからの陽性検出信号は、積載領域の 4 つの隅すべてで格納ユニットの存在を確認する。それにより格納ユニットが、積載領域上で完全に受け取られ、かつ、積載領域上の正方形に適切に位置合わせされていることを確認する。

【 0 0 2 2 】

一の実施形態は、積載状態検出用反射光センサを利用する。センサの光ビームエミッタによって送信される光エネルギーは、格納ユニットがセンサの上方に存在するときに格納ユ

10

20

30

40

50

ニットの底面で反射されてセンサの受光器へ戻されることで、前記存在の判断を首尾よく行う。飛行時間の計算（つまり光パルスの放出と反射光るパルスの検出との時間差）が、ロボット格納／検索車両の積載領域上に位置する格納容器の底面での反射とセンサから離れて設けられる他の表面での反射との差異化に用いられてよい。光センサ以外の型のセンサたとえば格納ユニットの底面との接触によって機械的に作動する制限スイッチ、又は、格納ユニットの底面で検出可能な磁場を発生させるように協働する磁性素子の存在によって作動する磁気センサを含むが用いられてもよいことに留意して欲しい。しかし光センサは、磁氣的統合のための稼働部材若しくは必要性又は格納ユニットの他の特化した構成を不要とするため好ましいと考えられる。

#### 【0023】

図3を参照すると、図示された実施形態の格納ユニット16は、少なくとも底部モジュール42で構成され、かつ、モジュール状格納ユニット16の全体の高さを増大させるように任意で底部モジュール上に積層される1つ以上の壁モジュール44を有するモジュール状格納ユニットである。底部モジュール42は、3次元グリッド構造内のそれぞれの格納位置に設けられるときに3次元グリッド構造の棚を構成するブラケット上に位置する格納ユニットの一部で、かつ、同様にグリッド構造内の格納位置へ又は格納位置から運搬するためにロボット格納／検索車両のプラットフォーム32上に担持されるときにプラットフォーム32上に位置する格納ユニットの一部でもある。

#### 【0024】

図4～図8に移ると、底部モジュール42は、ロボット格納／検索車両19のプラットフォーム積載領域に略等しい正方形の形状及びサイズの水平床パネル46、及び、正方形の床パネル48から垂直に直立する4つの垂直側壁48の組を備える。各側壁48の高さは、床パネル46の幅よりも顕著に小さい。そのため底部モジュール42は、床パネル46上方の4つの側壁48間で相対的に浅い内部空間を定めるトレー状の形状を有する。任意の壁モジュール44の各々は、底部と上部を持たず、4つの長方形の垂直側壁54の組のみで構成される。長方形の垂直側壁54の各々は、好適には内部に取手開口部56を有し、底部モジュールの床パネルの正方形領域と一致する正方形領域のそれぞれの側部に設けられる。したがって底部モジュール上の積層位置では、各壁モジュールの4つの側壁54は、底部モジュールの側壁48上方で位置合わせされた状態で存在する。したがって壁モジュールは、モジュール状格納ユニットの内部空間の高さを増大させる底部モジュールへの壁拡張部として機能する。それにより壁モジュールは、相対的に浅いトレーを、モジュール状集合体の拡張された壁によって定められる深い内部空間を有するトート又は容器へ変換する。

#### 【0025】

底部モジュールの床パネル46の上面は、格納ユニットの内部空間の床領域を画定する。この床領域上では、格納ユニット内部で物品を格納するための複数の側壁が囲む範囲内に物品は設けられ得る。床パネル46の下面は、格納ユニット全体の下面を画定する。以降で詳述するように、ここで、多数のつかみ部が、格納／検索車両に対する積載及び荷下ろしを可能にするように格納／検索車両19の拡張／引っ込め可能なアーム上のつかみ部と協働するように画定される。図示された実施形態はモジュール状格納ユニットを用いるが、非モジュール状単一部分材の格納ユニットはそれでも、本願で述べた型の格納／検索車両と同一の協働可能な機能を供する、後述するものと同一又は類似のつかみ部を用いてよい。

#### 【0026】

格納ユニットの下面の基本つかみ部は、床パネルの中心点60と床パネル46の外径との間の中間半径距離でこの中心点60を中心とする360°の環状経路に沿う底部が開いた環状チャネル58である。この環状つかみ部58は、図6の底面図において開いた底面58a、及び、図7の平面図において閉じた上面58bから見える。図7では、図示された実施形態では床パネルは穴の開いた骨格構造又は蜘蛛の巣状構造のため、チャネルは上部から識別可能である。床パネルは、床パネルの中心点を中心とする環状アレイの列内に設けられるアパーチャすなわち開口61を備える。よって図7では、チャネル58の閉じた

10

20

30

40

50

上側 5 8 b は、床パネルの中心点 6 0 を中心とする連続する輪で、かつ、中心点 6 0 と床領域の外側周囲との間の中間半径距離に存在するものとして視認可能である。床の上面が穴の開いていない構造、又は、穴の少ない構造である他の実施形態では、床パネルの下面で底部が開いているチャンネル 5 8 は、上側での識別は不可能である。

#### 【 0 0 2 7 】

図 5 と図 6 の底面図を参照すると、図示された実施形態の蜘蛛の巣状床パネルでは、床パネル 4 6 の内側半径リブは、床パネル 4 6 の中心点 6 0 からチャンネル 5 8 の内壁 6 3 へ向かって放射状に広がる。外側の半径リブ 6 4 - その一部は内側半径リブに位置合わせされている - は、チャンネル 5 8 の外側壁 6 6 から床の外側周囲まで続いている。この床パネルの外側周囲では、外側半径リブは、底端で底部モジュール側壁 4 8 と接続する。図示されているように、半径リブよりも低い高さの半径固定部 6 8 は、周囲を角度方向に離間した位置 - たとえば内径リブが床パネルの中心点の周りで互いに離間する角度間隔と一致した位置 - でチャンネル 5 8 の内側壁 6 3 及び外側壁 6 6 と相互接続してよい。これらの固定部 6 8 の底端は、半径リブ 6 2 , 6 4 の底端よりも高いところで終端する。それによりチャンネルの下半分は完全に開いて、床パネルの中心の周りの環状経路において妨害されない。半径リブ 6 2 , 6 4 の底端はすべて互いに同一平面上に存在するので、格納ユニットの最下面を画定する。最下面からつかみチャンネル 5 8 は、連続する環状スロットを生成するように上方に凹む。以降で詳述するように、連続する環状スロット内では、車両の拡張可能なアームのつかみ部は、車両への格納容器の積載及び車両からの格納容器の荷下ろしを可能にするように受けられてよい。

#### 【 0 0 2 8 】

床パネル 4 6 の 4 つの側部の各々の外側周囲内部でのみ、格納ユニットの下面は、それぞれの第 2 つかみ凹部 7 0 を備える。第 2 つかみ凹部 7 0 も同様に、格納 / 検索車両の拡張アームシャトルのつかみ部がこのつかみ部 7 0 と選択的に係合するため、格納ユニットの最下面から上方に凹んでいる。しかし、床パネルの中心を中心とした相当の円周長さに及ぶはるかに長いつかみチャンネルとは異なり、各つかみ凹部は、相対的に小さな長方形のスロット又は空洞である。各つかみ凹部 7 0 は、格納ユニットの床パネル 4 8 のそれぞれの周囲の側部に沿った中間に位置することで、外側半径リブ 6 4 が中間地点で格納ユニットのそれぞれの側壁 4 8 と垂直に交差する外側端部又はその付近で外側半径リブ 6 4 のそれぞれを分断する、よって 4 つの第 2 つかみ部 7 0 は、格納ユニットの外側周囲内部での格納ユニットの床の中心点を中心として互いに 9 0 ° の間隔で設けられる。

#### 【 0 0 2 9 】

つかみチャンネル 5 8 とつかみ凹部 7 0 に加えて、格納ユニットの下面は、床領域の 4 つの隅で床領域の外側周囲内部に設けられる 4 つの突起 7 2 を備える。各突起 7 2 は、床パネルのそれぞれの隅で床パネルの正方形の外側周囲と交差するそれぞれの対角外側リブ上で円筒形状に伸びる。格納ユニットが車両プラットフォーム 3 2 上の位置合わせされた位置に適切に積載されるときに、車両プラットフォーム 3 2 の隅で光センサ 4 0 と位置合わせされ、かつ、光センサ 4 0 によって検出されるように、これらの突起 7 2 の底端は、格納ユニットの最底面で伸びた隙間のない表面領域を構成するように半径リブと連続である。床パネル 4 6 が隙間のないすなわち穴のない構造である実施形態では、床パネルの下面は、環状の 1 次つかみチャンネル 5 8 と 4 つの 2 次つかみ凹部 7 0 を除いて、つかみチャンネル 5 8 から床パネルの外側隅まで間断なく広がる連続の隙間のない表面であってよい。それにより図示された実施形態の骨格状又は蜘蛛の巣状の床構造の突起 7 2 は不要となる。

#### 【 0 0 3 0 】

格納 / 検索車両の拡張 / 引っ込め可能なアーム 3 8 は、上に可動シャトル 7 4 を有する。シャトル 7 4 は、水平底部板 7 6、及び、拡張 / 引っ込め可能なアーム 3 8 の長手方向（つまりアームが回転可能なタレット 3 4 から伸びて、かつ、線形に拡張可能で引っ込め可能な方向）に垂直で交差するような方位に水平底部板 7 6 から垂直に直立する隆起したリッジ状つかみ部 7 8 を備える。アーム 3 8 とシャトルは、積載 / 荷下ろし機構の一部を構成する。積載 / 荷下ろし機構によって、格納 / 検索車両が、格納ユニットの 1 次環状つか

みチャンネル58と協働することで、車両19への積載及び車両19からの荷下ろしを行う。また積載/荷下ろし機構によって、積載機構が1次環状つかみチャンネル58の係合に失敗する場合には、2次つかみ凹部70がバックアップとして利用可能である。シャトル74は、たとえば同一のアーム38上で担持されるモータ駆動するプーリー若しくはスプロケットの組に乗せられる閉ループベルト75又は鎖によって、長手方向においてアーム38の上側でアーム38に対して前後に移動可能である。前記ベルト75の上部での繰り返し運動(run)、又は、アーム38の上面でのアーム38の長手方向の鎖の繰り返し運動(run)によって、シャトル74は運ばれる。対向する方向でのベルト又は鎖の駆動回転によって、シャトル74は、アーム38の上面でアーム38の長手方向に前後に直線運動する。

#### 【0031】

車両の積載/荷下ろし機構及び格納ユニット上の対応するつかみ部の構造について説明してきたが、ここで車両の積載/荷下ろし機構と格納ユニット上の対応するつかみ部とが協働することで車両への格納ユニットの積載及び車両からの格納ユニットの荷下ろしが行われることに移る。図9と図10は、たとえば図1の3次元グリッド構造内部の格納位置から、ロボット格納/検索車両のプラットフォームへ格納ユニットを押す通常積載動作が成功している様子を表している。図9は、3次元グリッド構造から隔離した車両と格納ユニットのプロセスの斜視図を表す。図10は、プロセスの関係を示す目的で存在するグリッド構造の選択部の側面図を表す。

#### 【0032】

図10Aを参照すると、最初にロボット格納/検索車両19は、シャフト18の隅でのロボット格納/検索車両のピニオン輪とフレーム部24のラッチ歯との係合によって、グリッド構造のシャフト18を介して垂直方向 たとえば上部グリッドトラックレイアウトから下方 に移動する。その移動は、ロボット格納/検索車両が、車両のプラットフォーム32の上面が対象の格納ユニット16の最下面よりわずかに下の高さに位置する初期の事前積載位置に到達するまで行われる。対象となる格納ユニット16が現在所与の格納位置にて棚に乗せられていない格納列17に対向する車両の前面に、アームの動作地点34aを向ける特定の作業位置にまだ設けられていない場合、タレット34は、この特定の前面を向く位置の作業位置へ回転する。

#### 【0033】

前/前方/後/後方という語句は、格納ユニットが設けられ、あるいは、取り出される格納位置に対して用いられ、絶対的な語句で車両の測定の前部を指称するものではないことに留意して欲しい。たとえば車両19が現時点で存在するグリッド構造の所与のシャフト18の北側の格納位置と相互作用するとき、車両の「前側」は、北に面する側を指称する。他方、同一のシャフトであっても異なるシャフトであっても、シャフトの南側の格納位置と相互作用するときには、車両の「前側」は、南に面する側を指称する。3次元空間内での車両の方位は、3次元グリッド構造中を進行する間では決して変化しない。そのためたとえば、北を向く側は常に北に面し、南を向く側は常に南に面にする。

#### 【0034】

図10Bに移ると、車両は、アーム38をこの前面にてタレットから前方に伸ばす。それによりアーム38は、シャフト18の開いている側部を通して前方へ進み、現時点で棚に置かれている格納ユニット16付近の高さで格納列17へ到達する。図11に示されているように、このようにアーム38が動作する間、シャトル74は、動作したアーム上へ長手方向前方に、タレットから最も離れた遠端38aへ向かうように変位する。格納ユニットが現在の格納位置において適切に載せられた位置に設けられて - たとえばシャフト18に対向する棚の遠端での適切な停止部材に抗して隣接して - いれば、そのようなアームの拡張とシャトルの前方変位は、格納ユニット16の下面の1次環状つかみチャンネル58の直下に位置することが知られているアーム38上の所定の地点にシャトルが到達するまで実行される。図10C及び図11は、通常積載動作における各段階を表している。各段階では、アーム38とシャトル74の動作状態は、格納ユニット16の下面の1次環状つかみチャンネル58に位置合わせするようにつかみ部78を設けた。ロボット格納/検索車両

10

20

30

40

50

19は、シャフト18の隅で有歯ラックのフレーム部24と係合するロボット格納/検索車両19のピニオン輪によってわずかに上方に駆動されることで、図10D及び図12で表されているように、1次環状つかみチャンネル58と係合するようにシャトル74のつかみ部78は持ち上がる。

#### 【0035】

この地点では、シャトル74が車両プラットフォーム32の周囲の内側に設けられるチェック位置P<sub>c</sub>に到達するまで、動作するアーム38は引っ込められる。それにより、格納ユニット16は、つかみ部78によって車両19へ向かうように引っ張られる。よって図10Eに示されているように、車両19のプラットフォーム32へ格納ユニット16の最近接面が引っ張られた。この地点では、ロボット格納/検索車両に搭載されたプロセッサが、積載センサ40の状態を問い合わせ、車両の前面に隣接する2つの積載センサの両方が、これら2つの前方積載センサ上部で格納ユニット16の存在を確認する陽性「積載検出」状態を示唆することをチェックする。この問い合わせの結果が陽性である場合、プロセッサは、車両のプラットフォーム32へ部分的に格納ユニットを押し込むことが成功したことを確認した。

10

#### 【0036】

上記に応じて、プロセッサは、アーム38の遠端38aから遠ざかる後方にシャトル74のさらなる変位を生じさせ、また回転可能なタレット34が完全に引っ込められない場合にアーム38をさらに引っ込める。図10Fを参照すると、シャトルは、車両プラットフォーム32の中心点を通過して、所定の停止位置P<sub>p</sub>に到達するまで、完全に引っ込められたアーム38上で後方に駆動される。所定の停止位置P<sub>p</sub>は、格納ユニットの床パネルの中心点からその内部の1次環状つかみチャンネル58までの半径距離に等しい距離だけプラットフォームの中心点から後方に離間する。したがってシャトルのこの停止位置P<sub>p</sub>は、図10Fに示されているように、車両プラットフォーム32上の格納ユニット16の完全に積載された位置に対応する。シャトルが停止位置P<sub>p</sub>に到着する際、車両のプロセッサは、4つの積載センサ40に再度問い合わせ、4つの積載センサすべてからの陽性「積載検出」状態をチェックすること。それにより車両のプロセッサは、格納容器が完全に積載された位置に到達し、かつ、車両プラットフォーム32の上部で適切に位置合わせされていることを確認する。

20

#### 【0037】

図9と図10に表された上述の例は、通常の積載プロセスが成功して完了したことを表している。ここでは、車両の積載/荷下ろし機構のつかみ部78は、格納ユニットの1次環状つかみチャンネル58と適切に係合する。その場合、格納ユニットの2次つかみ凹部70には依拠しない。他方図13は、いかにして2次つかみ凹部70へ依拠することで第2の積載試行を成功させるのかを表している。

30

#### 【0038】

図13Aは、図10Dと同一のアーム及びシャトル引っ込め段階を表しているが、図10Cの前段階において可動シャトル74のつかみ部78が1次環状つかみチャンネル58との係合に失敗した場合を表している。その結果、図13Aでは、前方作動位置からアーム38とシャトル74を最初に引っ込めても、格納ユニット16は、グリッド構造の格納位置内の棚に設けられた位置から外へ引っ張られない。その代わりに引っ込めているアームとシャトル上のつかみ部78は、車両19に最も近くてシャフト18に面する格納ユニット16の面に隣接する2次つかみ凹部70へ向かうように格納ユニット16の下面に沿って動く。図13Bに示されているように、一旦移動するシャトル74が、この格納ユニットの面のうちで車両に対向する最も近い面に到達する。それにより1次環状つかみチャンネル58での最初の係合の失敗にもかかわらず車両の積載機構と格納ユニット16との間での係合が実現される。

40

#### 【0039】

図13Cに示されているように、アーム38とシャトル74の後方への引っ込めは、シャトル74がチェック地点P<sub>c</sub>に到達するまで続けられる。それにより、格納ユニット16

50

の最近接面を車両プラットフォーム19へ向けて、格納ユニット16の先頭部分が、車両の前面に隣接する2つの積載状態センサと重なる位置へ引っ張られた。シャトル74のさらなる引っ込みが、通常の成功した積載プロセスについて上述した方法と同様に続けられる。それによりシャトルは、車両の対向する背面付近の停止位置 $P_p$ へ移動する。しかし格納容器16の引っ張り、格納ユニットの床の外側周囲付近の2次つかみ凹部70で実行されたので、格納容器は、プラットフォームの背面での積載センサの第2対の手前で止まる。よって停止位置 $P_p$ にシャトルが到着する際に積載センサが問い合わせる結果、2つの前方センサでしか陽性「積載検出」状態が示されず、2つの後方センサでは陰性の「積載されていない」状態が示される。後方センサで陰性の「積載されていない」状態をプロセッサが検出することは、図13Dに示されているように車両プラットフォーム32への格納ユニット16の完全な積載は失敗したことを示唆している。しかし積載センサの一部の組(つまり前方センサ)による陽性「積載検出」によって、一部が積載された状態になったことが確認される。このことから、2次つかみ凹部70は首尾よく係合された。

#### 【0040】

格納ユニットが完全に積載されなかったが2次つかみ凹部70が係合されたこの検出に応じて、プロセスは、車両から部分的に積載された格納ユニットを荷下ろしして格納位置にして、他の積載プロセスを再試行する前に適切に棚に設けられた条件で格納ユニットを再度位置設定することを意図した補正操作を開始する。最初に、プロセッサは、図13Eに示されているように、シャトル74の前方変位及び格納列17へのアーム38の前方拡張を開始する。それにより、部分的に積載されている格納ユニット16は、格納ユニットの2次つかみ凹部70内部のつかみ部の係合位置を介して格納位置へ押し戻される。このようにアームとシャトルが前方に動作する間でのチェック位置 $P_c$ からのシャトルの前進は、現時点で係合されている2次つかみ凹部70が、格納ユニットが完全かつ適切に棚に設けられているときに棚の遠端の停止部から遠ざかるべき既知の距離と等しくなるように選ばれる。したがってアームとシャトルが前方の動作することで、格納ユニットは、格納位置の完全に棚に設けられる位置へ押される。

#### 【0041】

この地点では、図13Fに示されているように、シャフト18内のロボット格納/検索車両19は、格納ユニット16の2次つかみ凹部70との係合を解除するようにシャトル74のつかみ部78を下げるため、ピニオン輪の動作を介してわずかに下方に移動する。それにより、シャトル74とアーム38は、格納ユニット16の下でそこからわずかに下方で離間する非係合位置に設けられる。この地点では、図10B~図10Fに表された通常の積載処理の段階は、1次環状つかみチャンネル58を用いて格納位置から格納ユニットの完全かつ適切な取り出し及び積載を再試行するように繰り返されてよい。

#### 【0042】

よって2次つかみ凹部70と説明してきた積載機構との協働によって、冗長なつかみ配置が供される。その配置によって、その位置から車両への格納ユニットの取り出し及び積載の第1の失敗 - たとえば格納位置での適切に棚に設けられた位置からの格納ユニットの振動変位又は他の位置合わせのずれに起因する - は、格納位置から格納ユニットを部分的に取り出し、その後部分的に取り出した格納ユニットを格納位置へ再度挿入して戻すことで棚上での適切な位置合わせを実現することで、ことで補正され得る。それにより、1次環状つかみチャンネルとの係合するための繰り返しの試行又は第2の試行で完全な取り出しと積載に成功する。プロセッサは、さらなる試行が成功していないようだ結論付ける前に最位置設定動作と積載再試行を複数回実行し、さもなければ、積載が上手行かない原因を診断及び解決するのに人による介入を開始できるように、車両の一団を制御及び監視を担当する中央コンピュータ制御システムへの無線警告信号の送信を行うように構成されてよい。

#### 【0043】

たとえば図示された実施形態の周囲に隣接するつかみ凹部70のような冗長なつかみ部を含むことは、1次つかみ部が図示された実施形態のように環状つかみチャンネル58である

か否かにかかわらず利用されてよい。他方環状つかみチャンネル 58 を利用することは、図 14 で表されているように顕著な利点を有する。図 14 では、格納検索車両のプラットフォームの平面図が概略的に表されている。図中、完全に積載及び位置合わせされた位置での車両プラットフォーム上に設けられた格納ユニットの 1 次環状つかみチャンネル 58 は破線で示されている。

#### 【 0 0 4 4 】

タレット 34 の上面は、車両プラットフォーム 32 の周囲のデッキ面 36 に対してわずかに凹んだ位置にある。そのため、車両プラットフォーム 32 上に担持される格納ユニット 16 の下面は、わずかに高い位置にあるデッキ面 36 とのみ直接接触して、回転するタレット 34 の上面とは接触しない。拡張 / 引っ込め可能なアーム 38 とその上に担持される可動シャトル 74 のうち、シャトル 74 のつかみ部 78 のみが、デッキ面 36 の高さに到達し、かつその高さを越える。1 次環状つかみチャンネル 58 を中心とする周囲の格納ユニットの床パネル 46 の中心点は、車両プラットフォーム 32 の中心点と一致する。これらの中心点のいずれも、タレット 34 の垂直回転軸 AR と一致する。よって環状つかみチャンネル 58 は、タレット 34 の回転を可能にする。その一方で、格納ユニットは、デッキ面 36 上の静止位置で静的に存在している。つかみ部 78 - 通常はタレット 34 の引っ込められたアーム 38 上の停止位置  $P_p$  に維持されている - は、タレットの回転中、回転軸 AR の周りの回転経路で環状つかみチャンネル 58 を単純に進行してよい。図 14 は、タレットの全 360° の回転の様子を表す。それにより、存在する格納ユニット 16 を車両プラットフォーム 32 から取り除くことも、車両プラットフォーム 32 上で再方位設定する必要もなく、タレットの 4 つの異なる作業位置のいずれも実現されていることが示されている。

#### 【 0 0 4 5 】

これにより、車両上に設けられた最初の格納ユニットの方位にかかわらず、3 次元格納グリッドの任意のシャフトの任意の側部の利用可能な格納空間へ車両に担持された格納ユニットを荷下ろしすることが可能となる。したがって一のシャフトの北側から格納ユニットを検索した車両は、格納ユニットを車両から取り除くことも、車両プラットフォーム上で再方位設定する必要もなく、任意のシャフトの任意の側部 - 北側、南側、東側、又は西側にかかわらず - の格納位置にその格納ユニットを再格納できる。図示された実施形態では、環状チャンネルは全 360° に及ぶため、タレットは、タレットの回転軸の周りのいずれかの方向で 4 つの異なる作業位置のいずれにも回転することができる。このように全 360° の範囲が好ましいが、270° の範囲は、タレットの 4 つの作業位置のいずれかにシャトルのつかみ部を収容するのに十分であると考えられる。ただし現時点で担持されている格納ユニットのつかみチャンネルによってつかみ部の運動をタレットの回転軸の周りに及ぶ角度範囲に限定するため、車両上での格納ユニットの方位の知識が必要となる。好適な 360° の実施形態では、格納ユニットが車両上に設けられる、あるいは積載される方位は影響しない。

#### 【 0 0 4 6 】

図 15 に移ると、格納ユニット 16 をグリッド構造の格納位置へ荷下ろしするプロセスは基本的に、図 10 で説明した通常の積載処理の逆である。図 15 A を参照すると、最初に車両 19 は、シャフト 18 の隅でのロボット格納 / 検索車両のピニオン輪とフレーム部 24 のラッチ歯との係合によって、グリッド構造のシャフト 18 を介して垂直方向にたとえば上部グリッドトラックレイアウトからシャフトを介して下方に移動する。その移動は、ロボットが、車両のプラットフォーム 32 の上面が対象の格納ユニット 16 の格納位置の棚のブラケットよりわずかに上の高さに位置する初期の事前積載位置に到達するまで行われる。まだ十分に前面を向く作業位置ではない場合、タレット 34 は、静止した格納ユニットの直下でこの特定の前面を向く位置の作業位置へ回転する。

#### 【 0 0 4 7 】

図 15 B と図 15 C を参照すると、アーム 38 はタレット 34 から格納列 17 へ前方に延び、可動シャトルはアームに沿って前方に変位する。格納ユニットが最初に車両上に積載

又は設けられたときから、つかみ部78とシャトル74が、格納ユニットの1次環状つかみチャンネル58内で係合したままであるため、停止位置P<sub>p</sub>から格納列17の標的格納位置へ向かう前方運動によって、格納ユニット16は、前記格納位置の棚へ向かうように前方に押される。図15Dに示されているように、一旦格納ユニット16が車両19から完全に荷下ろしされて棚に積載されると、車両19は、ピニオン輪の動作によってシャフト18でわずかに下方に移動する。それにより格納ユニットの1次環状つかみチャンネル58からシャトル74のつかみ部78は引き抜かれる。これにより、図15Eに示されているように、拡張したアーム38と動作するシャトル74の後方への引っ込めが可能となる。アーム38がタレット34へ完全に引っ込められることで、ロボット格納/検索車両19は、格納ユニットが棚に置かれた格納位置を離れて、グリッド構造内の他の受取先へ向かうため、駆動したピニオン輪の動作によってシャフト18を垂直に移動できる。

10

**【0048】**

これまでは、特に3次元グリッド内の開いた垂直シャフトを取り囲む格納列内の格納位置でのロボット格納/検索車両に対する格納ユニットの積載及び荷下ろしについて説明してきたが、4つの異なる作業位置 - いずれも現時点で車両に担持されている格納ユニットを動かす必要がない - のうちの適切な作業位置へ再度位置設定する単一の積載/荷下ろし機構を用いることによって4つの側部すべてで積載及び荷下ろしを行う機能は、ロボット格納/検索車両の特定の動作環境にかかわらず利用されてよい。したがってそのような機能は、ロボット格納/検索車両が利用可能な進行経路の複数の側の位置へアクセスする必要のある任意の種類 of 3次元格納システムで用いられてよい。

20

**【0049】**

また図示された実施形態は、格納ユニットが車両プラットフォーム上の静的方位をとって静止している間に格納容器内の環状つかみチャンネルを用いて積載/荷下ろし機構のタレットの回転運動を与えるが、他の実施形態は、車両プラットフォームの異なる側部での積載/荷下ろし動作が可能で4つの異なる作業状態への積載/荷下ろし機構の相対運動を与える他の方法を用いてよい。一の代替実施形態では、つかみ部は、格納ユニットの下面でつかみ部と係合する上昇した係合位置と、前記つかみ部から解放する低下した解放位置との間で移動可能であってよい。一旦格納ユニットが車両プラットフォーム上に完全に積載されると、つかみ部は解放位置に低下する。よってタレット、アーム、及びシャトルは、デッキ面36上に存在する格納ユニットに対する回転が可能になる。

30

**【0050】**

他の代替実施形態では、格納ユニットから外側へ向かう半径距離での格納ユニットの中心で角度方向に曲がるリング状の環状つかみチャンネルに代わって、1次つかみ部は、格納ユニットの床の下面で中心をとる中央凹部であってよい。ただしアームとシャトルの動作位置が、格納ユニット上のこの中心地点に到達するのに十分であるとする。図示された実施形態は、それらの実施形態を上回る利点を少なくとも1つ有する。動作するアーム位置での車両からのアームの外側到達距離が格納ユニットの幅の半分未満であることを図が示していることからわかるように、リング状の環状つかみチャンネルは、車両が相互作用する格納ユニットのそれぞれの周囲の側部に近づくように設けられるので、車両のアームの拡張/引っ込め距離は減少し得る。車両の積載/荷下ろし機構のアームが移動シャトルを備える図示された実施形態もまた、車両のアームの必要な拡張/引っ込め距離を最小化する一方で、車両のプラットフォームに対して相性の良い格納ユニットのサイズを最大化する点で有利である。ただし他の実施形態は、図示された実施形態の他の新規な発明を構成する部位に悪影響を及ぼすことなく拡張/引っ込め可能なアーム上の静的な長手位置の長手方向に固定されるつかみ部を利用してよい。

40

**【0051】**

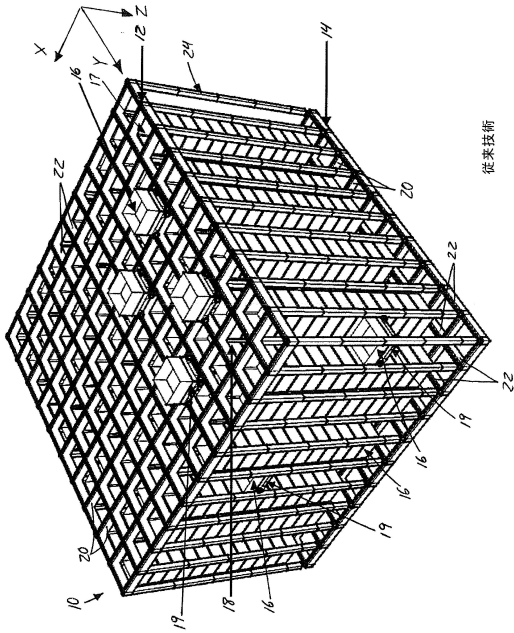
様々な修正型が上述したように本発明において可能で、かつ、本発明の明らかに広範囲に及ぶ異なる実施形態も可能であるので、明細書に含まれるすべての事項は例示であって限定と解されてはならない。

50

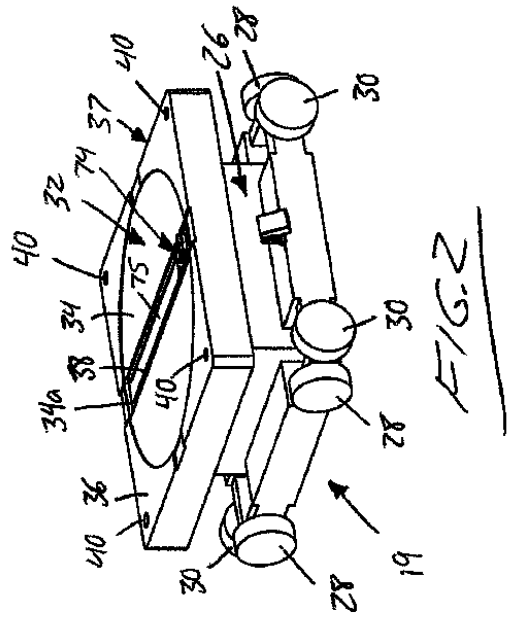


【図面】

【図 1】



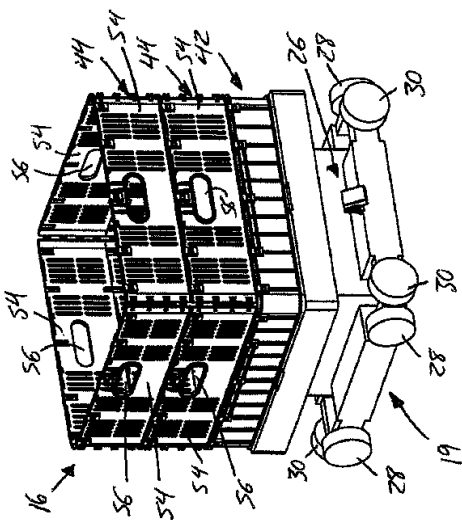
【図 2】



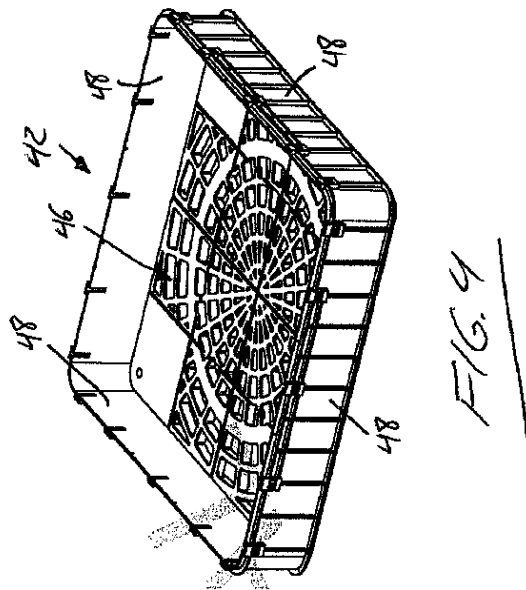
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

【 図 5 】

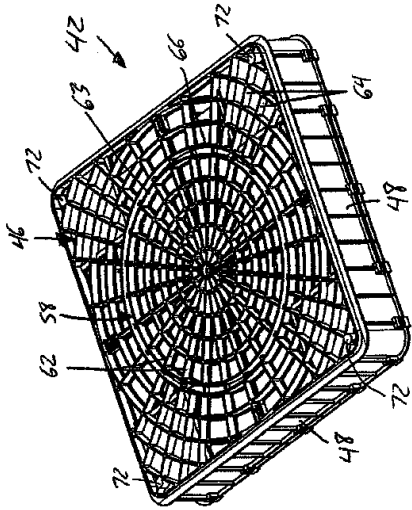


FIG. 5

【 図 6 】

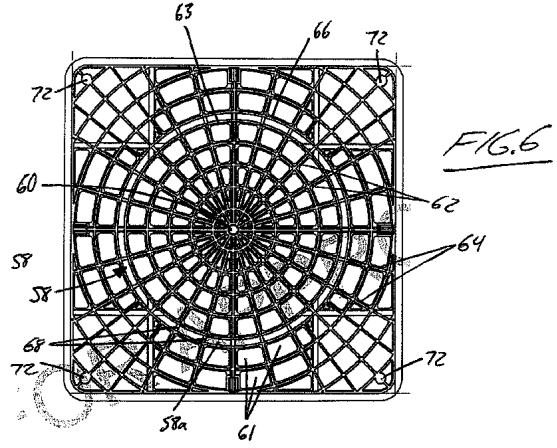


FIG. 6

10

【 図 7 】

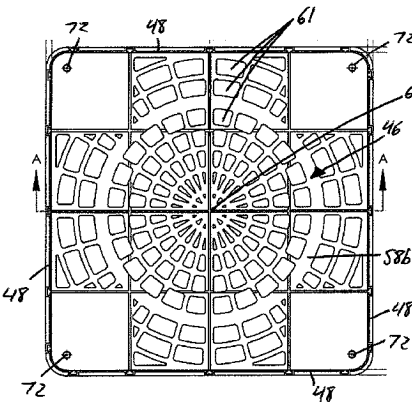


FIG. 7

【 図 8 】

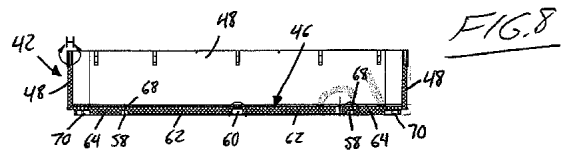


FIG. 8

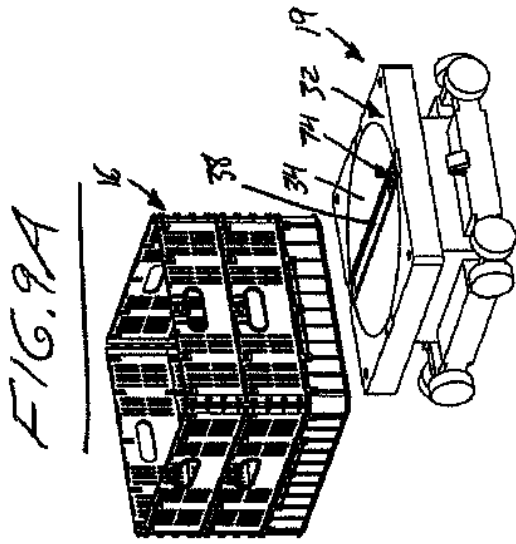
20

30

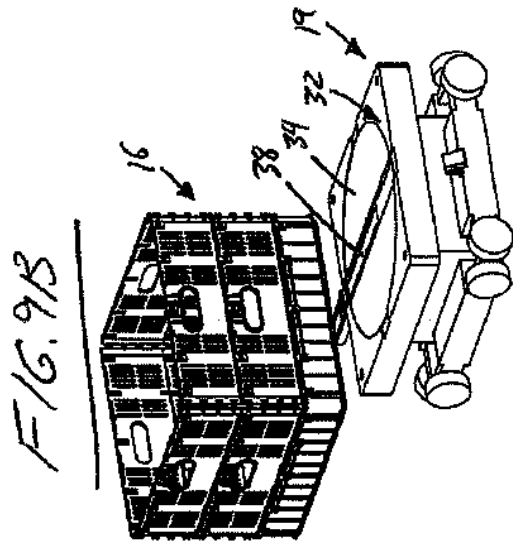
40

50

【図 9 A】

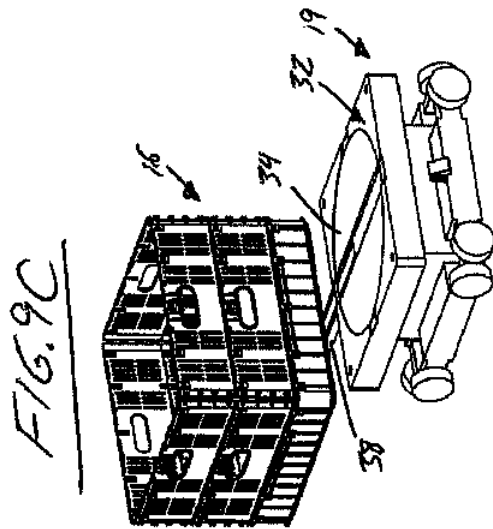


【図 9 B】

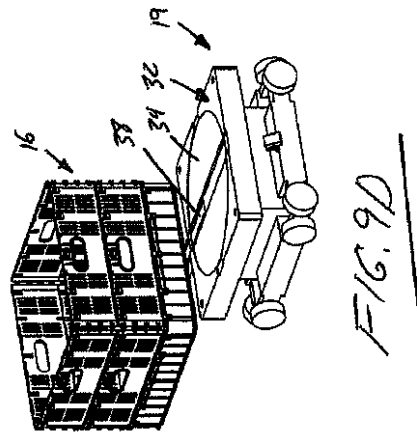


10

【図 9 C】



【図 9 D】



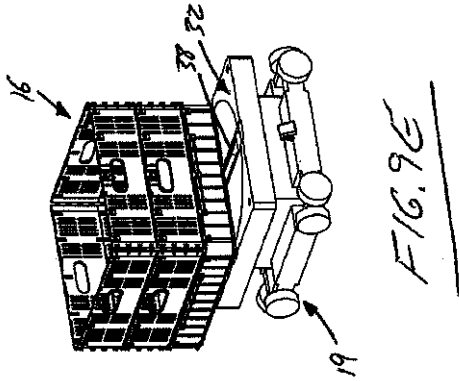
20

30

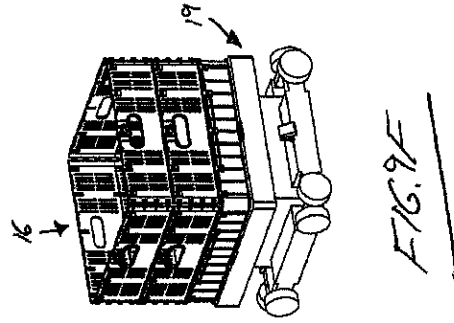
40

50

【 9 E 】

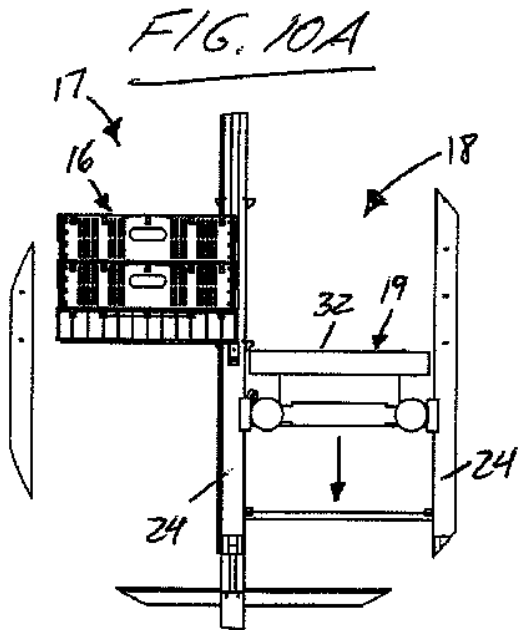


【 9 F 】

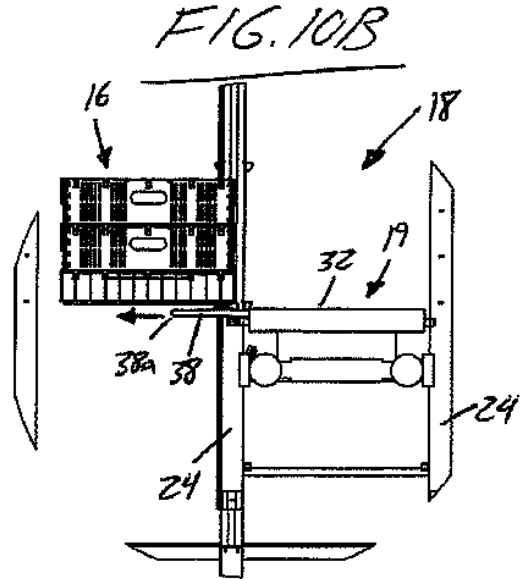


10

【 10 A 】



【 10 B 】



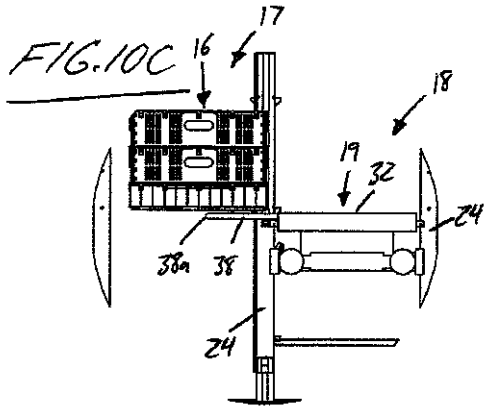
20

30

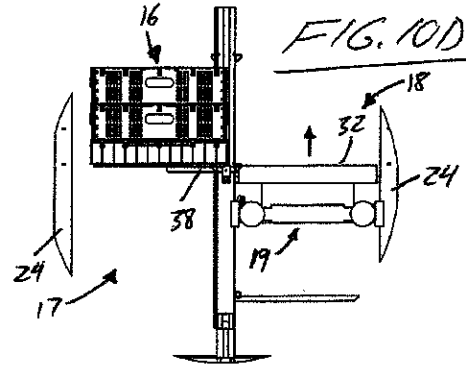
40

50

【 10 C 】

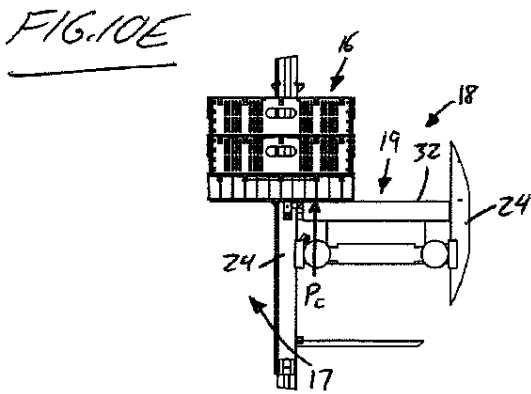


【 10 D 】

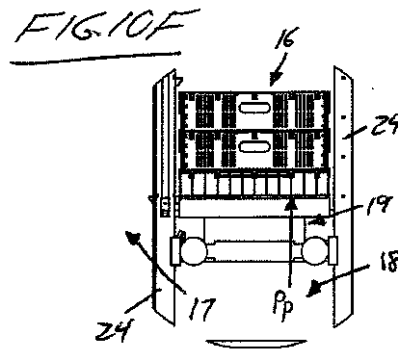


10

【 10 E 】



【 10 F 】



20

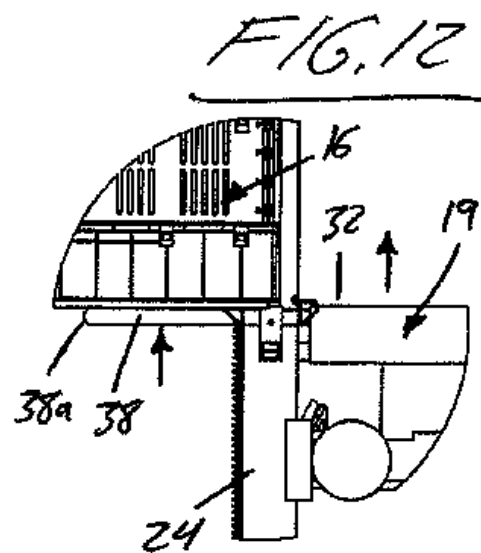
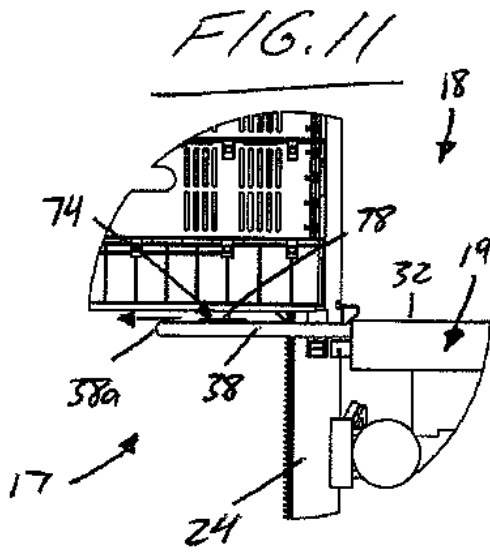
30

40

50

【 図 1 1 】

【 図 1 2 】

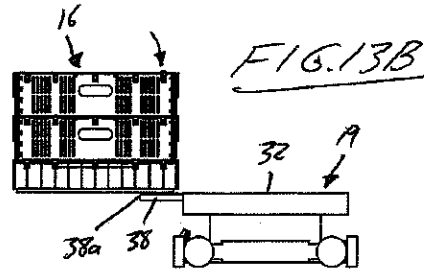
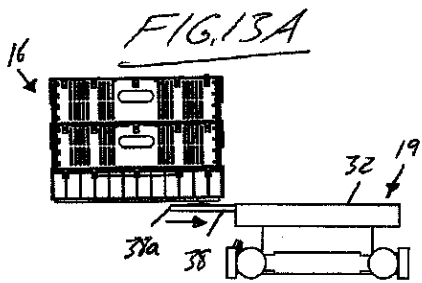


10

20

【 図 1 3 A 】

【 図 1 3 B 】

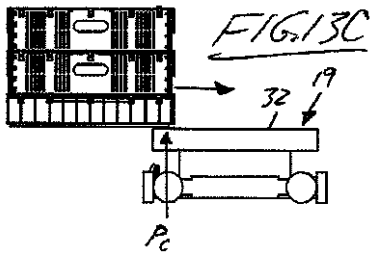


30

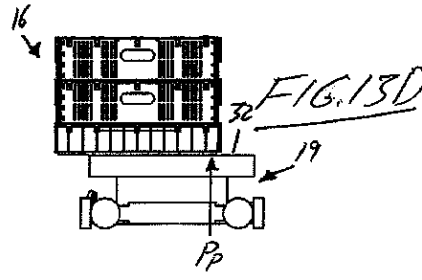
40

50

【 13 C 】

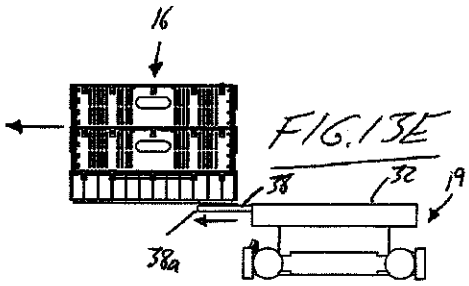


【 13 D 】

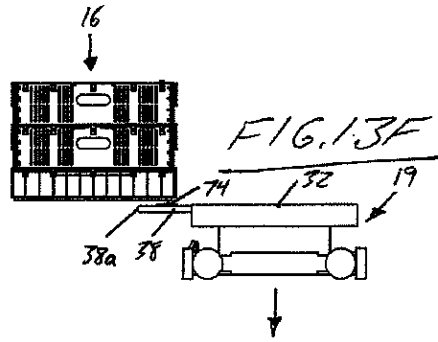


10

【 13 E 】



【 13 F 】



20

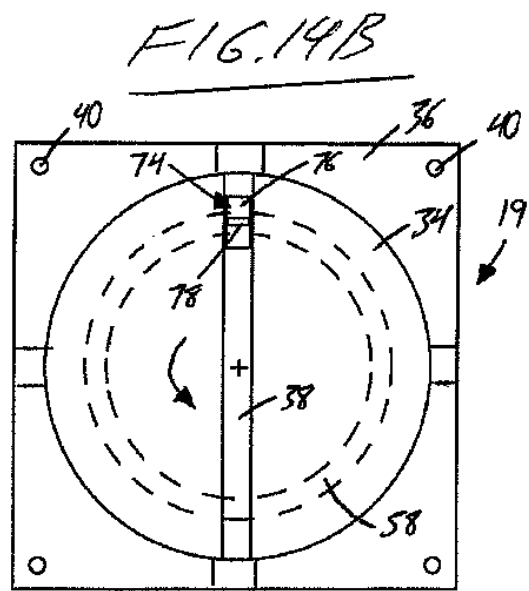
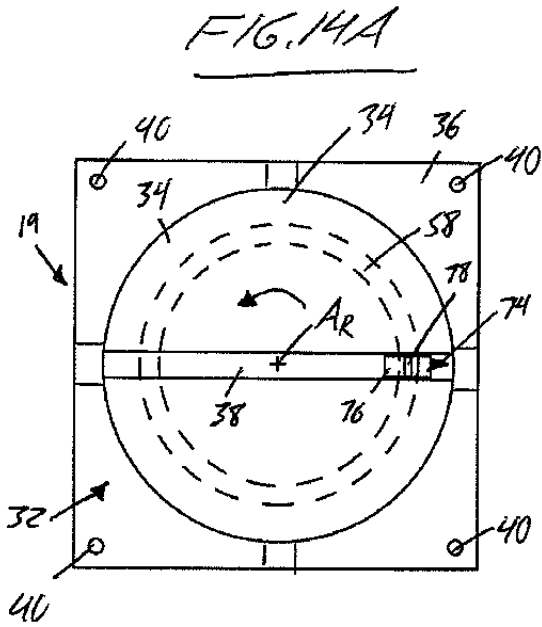
30

40

50

【 14 A 】

【 14 B 】



【 14 C 】

【 14 D 】

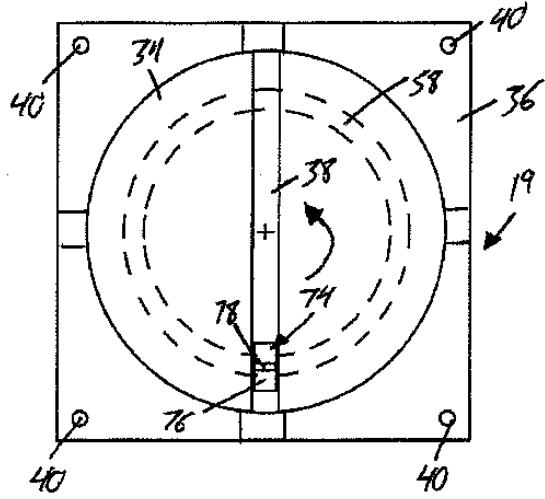
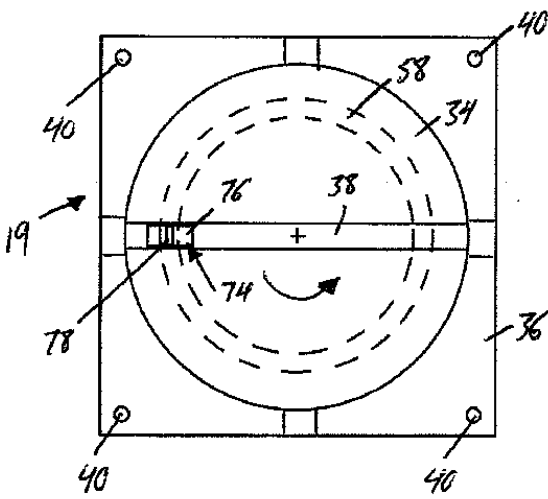


FIG. 14C

FIG. 14D

10

20

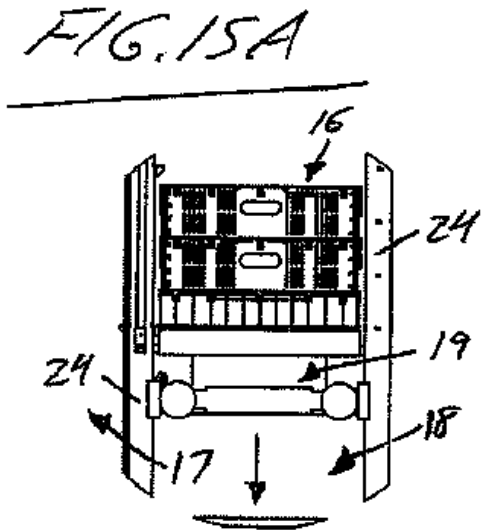
30

40

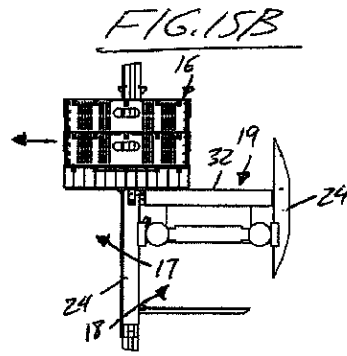
50



【図15A】

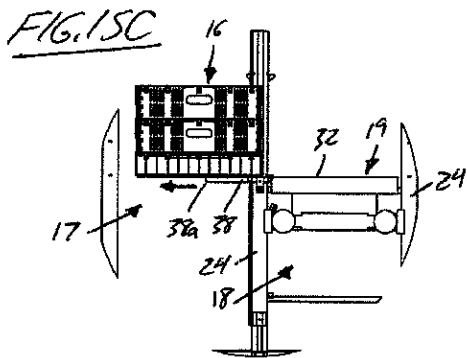


【図15B】



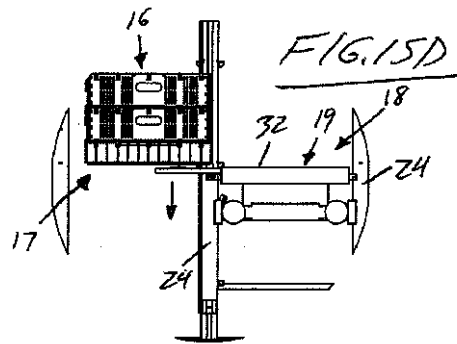
10

【図15C】



20

【図15D】



30

40

50

【 15 E 】

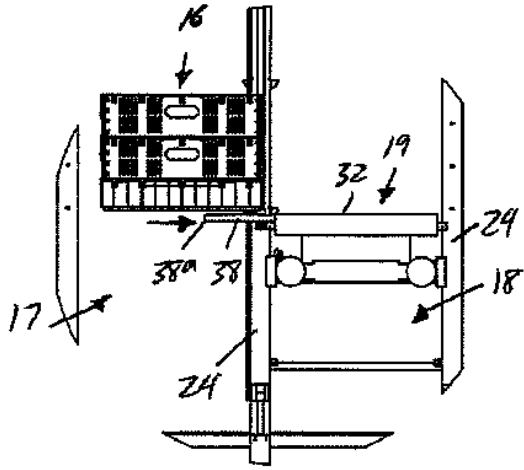


FIG. 15E

【 15 F 】

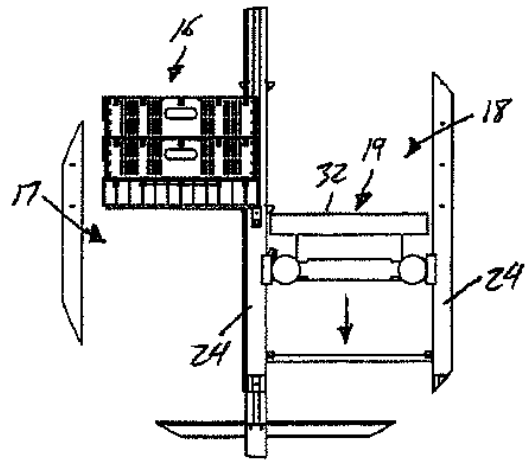


FIG. 15F

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 62/790,081

(32)優先日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

## 早期審査対象出願

ストリート ノースイースト

(72)発明者 サイモン ロマス

カナダ国 ティー２イー ８ダブリュー１ アルバータ カルガリー ７ ９ ４ ４ １ ０ ストリート ノースイースト内

(72)発明者 ジョン アール

カナダ国 ティー２イー ８ダブリュー１ アルバータ カルガリー ７ ９ ４ ４ １ ０ ストリート ノースイースト内

(72)発明者 サンディーブ ジャリワル

カナダ国 ティー２イー ８ダブリュー１ アルバータ カルガリー ７ ９ ４ ４ １ ０ ストリート ノースイースト内

審査官 福島 和幸

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 1 7 2 7 9 3 ( W O , A 1 )

米国特許第 0 4 0 8 8 2 3 2 ( U S , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 6 5 G 1 / 0 4