(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7429637号
(P7429637)

(45)発行日　令和6年2月8日(2024.2.8)

(24)登録日　令和6年1月31日(2024.1.31)

(51)国際特許分類

		FI		
Ｂ６５Ｇ	*1/04 (2006.01)*	Ｂ６５Ｇ	1/04	５５５Ａ
Ｂ６５Ｇ	*1/00 (2006.01)*	Ｂ６５Ｇ	1/00	５０１Ｃ

請求項の数　23　（全59頁）

(21)出願番号　特願2020-518003(P2020-518003)
(86)(22)出願日　平成30年9月28日(2018.9.28)
(65)公表番号　特表2020-536022(P2020-536022A)
(43)公表日　令和2年12月10日(2020.12.10)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/053307
(87)国際公開番号　WO2019/067837
(87)国際公開日　平成31年4月4日(2019.4.4)
審査請求日　令和3年8月4日(2021.8.4)
(31)優先権主張番号　62/564,568
(32)優先日　平成29年9月28日(2017.9.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　16/144,668
(32)優先日　平成30年9月27日(2018.9.27)
最終頁に続く

(73)特許権者　513150764
シムボティック エルエルシー
アメリカ合衆国、０１８８７－４４４２
マサチューセッツ州、ウィルミントン、
リサーチ ドライブ ２００
(74)代理人　110001896
弁理士法人朝日奈特許事務所
(72)発明者　マクドナルド、テッド ディー
アメリカ合衆国、０２１４４ マサチューセッツ州、サマービル、アルパイン ストリート ４７、ユニット １
(72)発明者　ブザン、フォレスト
アメリカ合衆国、０１８２７ マサチューセッツ州、ダンステイブル、ブルック ストリート ９４
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　保管および取り出しシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

保管アレイシステムであって、前記保管アレイシステムが、

開いた非決定的な搬送表面と、

前記開いた非決定的な搬送表面に関連して配置されたナビゲーションアレイであって、前記ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、前記開いた非決定的な搬送表面に沿った直線方向を画定する、分布した特徴部を含み、前記分布した特徴部の第１の位置に第１のウェイポイントを有し、前記一部が、前記分布した特徴部に沿った前記第１のウェイポイントから変位され、前記直線方向に対して角度をなす方向に前記第１のウェイポイントに対してオフセットされた第２のウェイポイントを有する、ナビゲーションアレイと、

非ホロノミックのステアリングシステムを備え、前記開いた非決定的な搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットであって、前記自動誘導ボットが、前記分布した特徴部を検出するセンサデータを利用するボットポーズ決定システムを有する、自動誘導ボットと

を含み、

前記自動誘導ボットが、実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路を前記開いた非決定的な搬送表面に生成するように構成された制御装置を含み、前記通行経路が、ボットの動的モデルに基づいて決定された前記実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路に沿った前記自動誘導ボットの所定の最適軌道を有し、前記第１のウェイポイントおよび前記第２のウェイポイントを接続する、

保管アレイシステム。
【請求項２】
前記所定の最適軌道が、時間に対して最適である、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項３】
前記所定の最適軌道が、パラメータ化されていない、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項４】
前記通行経路が、前記分布した特徴部によって画定された直線方向から滑らかに分岐する第１の部分と、前記第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向に滑らかに合流する第２の部分とを有する、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項５】
前記直線方向および前記別の直線方向が、前記開いた非決定的な搬送表面に対して共通の向きを有する、請求項４記載の保管アレイシステム。
【請求項６】
前記直線方向および前記別の直線方向が、前記別の直線方向が前記直線方向と交差するように異なる向きを有する、請求項４記載の保管アレイシステム。
【請求項７】
前記第１の部分および前記第２の部分が、異なる曲率を有する、請求項４記載の保管アレイシステム。
【請求項８】
前記自動誘導ボットが前記通行経路上を移動すると、前記第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定する前記ボットポーズ決定システムのボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができる前記ナビゲーションアレイの前記分布した特徴部の別の部分の、前記ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができる前記ナビゲーションアレイの前記分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、前記通行経路の少なくとも一部が配置される、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項９】
前記自動誘導ボットが前記通行経路上を移動すると、前記第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができる前記ナビゲーションアレイの線形分布の、前記ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットポーズ決定が前記第１のウェイポイントにあるときに依存する前記直線方向を画定する前記分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、前記通行経路の少なくとも一部が配置される、請求項８記載の保管アレイシステム。
【請求項１０】
前記分布した特徴部が、コード化されていない、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１１】
前記第２のウェイポイントが、別の直線方向を画定する別の分布した特徴部に位置づけられる、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１２】
前記ボットポーズ決定システムが、ボットホイール走行距離計でボットのポーズを決定する、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１３】
前記第１のウェイポイントおよび前記第２のウェイポイントの少なくとも１つが、前記ナビゲーションアレイによって画定された別の直線方向との前記直線方向の交差点に配置されたノードである、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１４】
前記通行経路が、前記第１のウェイポイントと前記第２のウェイポイントとの間に配置された前記直線方向に沿った他のウェイポイントを迂回する、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１５】

前記通行経路が、前記第１のウェイポイントと前記第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定する前記ナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差する、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１６】
前記通行経路の前記所定の最適軌道が、前記制御装置によって動的に選択される、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１７】
前記自動誘導ボットが、前記自動誘導ボットを操縦するために、駆動ホイールと、前記駆動ホイールで差動トルクを利用する駆動装置とを含む、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１８】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイを備え、
前記通行経路が、前記第１のウェイポイントと前記第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定する前記ナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、
前記直線方向および前記別の直線方向の少なくとも１つが、
　保管通路を互いに接続すること、
　保管通路と交差すること、および
　少なくとも１つの保管通路と整列すること
の１つまたは複数を行う、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項１９】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、前記第１のウェイポイントおよび前記第２のウェイポイントの１つまたは複数が、少なくとも１つの保管通路への開口部に配置される、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項２０】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを備え、
前記通行経路が、前記第１のウェイポイントと前記第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定する前記ナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、
前記直線方向および前記別の直線方向の少なくとも１つが、
　前記保管通路を前記インターフェースステーションドライブウェイおよび前記バッファステーションの１つまたは複数に接続すること、
　前記インターフェースステーションドライブウェイおよび前記バッファステーションの１つまたは複数のうちの１つを、１つまたは複数のインターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの別の１つに接続すること、
　前記インターフェースステーションドライブウェイおよび前記バッファステーションの１つまたは複数と交差すること、および
　前記インターフェースステーションドライブウェイおよび前記バッファステーションの１つまたは複数と整列すること
の１つまたは複数を行う、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項２１】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを備え、
前記第１のウェイポイントおよび前記第２のウェイポイントの少なくとも１つが、
　前記インターフェースステーションドライブウェイの少なくとも１つの開口部に配置されること、および
　前記バッファステーションの少なくとも１つの保持位置に配置されること
の１つまたは複数を行う、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項２２】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイを備え、前記直線方向が、前記保管通路を接続し、自動誘導ボットの最小の旋回半径および自動誘導ボットの軸距

の１つまたは複数とは無関係に、各々の接続された通路の開口部に隣接して配置される、請求項１記載の保管アレイシステム。
【請求項２３】
前記保管アレイシステムがさらに、保管通路を有する保管アレイとインターフェースステーションドライブウェイとを備え、前記第１のウェイポイントに関連付けられた前記直線方向と前記第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向との間のオフセットが、自動誘導ボットの寸法とは無関係であるように、前記第１のウェイポイントが通路の開口部に近接および整列し、前記第２のウェイポイントが前記インターフェースステーションドライブウェイの開口部に近接および整列する、請求項１記載の保管アレイシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
［関連出願への相互参照］
本出願は、２０１７年９月２８日に出願の米国仮特許出願第６２／５６４，５６８号の特許出願であって、その利益を主張するものであり、その開示は、その全体が参照によって本明細書に組み込まれる。
【０００２】
［技術分野］
例示的な実施形態は、概して、材料取り扱いシステムに関し、より詳細には、材料取り扱いシステム内での品物の搬送および保管に関する。
【背景技術】
【０００３】
保管および取り出しシステムにおける従来のホロノミックおよび非ホロノミックの自律車両は、ガイド特徴部から形成されたネットワークに沿って移動する。これらのガイド特徴部は、ガイドネットワークを形成するために互いに対して配置されている平行で角度が付いた（たとえば、分岐および交差している）ガイド特徴部を含む。自律車両は、ナビゲートするときにガイド特徴部を連続的または略連続的に検知するラインフォローセンサなどのセンサを使用して、ガイド特徴部に有効に追従することによってナビゲートする。さらに、従来の自律車両のナビゲーションは、ガイド特徴部の連続的または略連続的な検知に依存し、ここで自律車両は、ガイド特徴部のネットワークに沿って（センサが検知し続けることができるように）のみ移動することに制限されており、そのような制限の性質により、保管および取り出しシステムにわたる自律車両の移動時間が増加する。このような移動の制限は、非ホロノミックの自律車両にとって特に不利であり、結果として、特に旋回スペースが制限された通行表面上の移動経路および速度の利用が制限される（たとえば、コーナーまたは交差点での９０°の旋回）。理解され得るように、ガイド特徴部の交差点で急旋回するために、自律車両は、減速してから旋回しなければならず、これによって、保管および取り出しシステムを介する自律車両の移動時間も増加する。
【発明の概要】
【０００４】
自律車両の移動時間を短縮するように保管および取り出しシステムにおける一場所から別の場所への自律車両のより直接的な道筋を可能にする非ホロノミックの自律車両ナビゲーションを提供することには利点があるだろう。
【図面の簡単な説明】
【０００５】
開示される実施形態の前述の態様および他の特徴を、以下の記述において、添付の図面と関連して説明する。
【０００６】
【図１】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムの概略図である。
【図１Ａ】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムの一部の概

略図である。
【図１Ｂ】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図１Ｃ】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムによって形成される混合パレット積載物の概略図である。
【図１Ｄ】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図２Ａ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図２Ｂ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図２Ｃ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図３Ａ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図３Ｂ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図３Ｃ】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図４】開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図５】開示される実施形態の態様による搬送車両の概略図である。
【図５Ａ】開示される実施形態の態様による搬送車両の概略図である。
【図５Ｂ】開示される実施形態の態様による搬送車両の概略図である。
【図６】開示される実施形態の態様による搬送車両の一部の概略図である。
【図６Ａ】開示される実施形態の態様による例示的な軌道の概略図である。
【図６Ｂ】開示される実施形態の態様による例示的なボット経路を示す図である。
【図６Ｃ】開示される実施形態の態様による例示的な速度プロファイル軌道を示す図である。
【図６Ｄ】開示される実施形態の態様による例示的な左／右トルクプロットを示す図である。
【図７Ａ】従来の非ホロノミックの搬送経路の概略図である。
【図７Ｂ】開示される実施形態の態様による非ホロノミックの搬送経路の概略図である。
【図８】開示される実施形態の態様によるフロー図である。
【図９】開示される実施形態の態様によるフロー図である。
【図１０】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図１１】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図１２】開示される実施形態の態様による保管および取り出しシステムの一部の概略図である。
【図１３】開示される実施形態の態様による例示的なフロー図である。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
図１は、開示される実施形態の態様による自動保管および取り出しシステム１００の概略図である。開示される実施形態の態様は図面を参照して説明されるが、開示される実施形態の態様は、多くの形態で具体化され得ることが理解されるべきである。加えて、任意の適切なサイズ、形状、または種類の要素または材料が使用され得る。
【０００８】
開示される実施形態の態様によれば、自動保管および取り出しシステム１００は、たと

えば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，６７４号明細書に記載されるものなどのケースユニットに対する小売店から受けた注文を満たすために、小売流通センターまたは倉庫において動作し得る。たとえば、ケースユニットは、トレイ内、トート上またはパレット上に保管されていない（たとえば、収容されていない）商品のケースまたはユニットである。他の例では、ケースユニットは、トレイ内、トート上またはパレット上などに、任意の適切な方法で収容されている商品のケースまたはユニットである。さらに別の例では、ケースユニットは、収容されていない品物と収容されている品物との組み合わせである。なお、ケースユニットは、たとえば、ケースに入れられた商品のユニット（たとえば、スープ缶のケース、シリアルの箱など）またはパレットから取り出されるかまたはパレット上に配置されるように適合される個別の商品を含む。開示される実施形態の態様によれば、ケースユニット用の配送ケース（たとえば、カートン、樽、箱、木箱、水差し、またはケースユニットを保持するのに任意の他の適切な装置）は、サイズが変更可能であり、配送においてケースユニットを保持するために使用されてもよく、配送のためにパレットに積載可能であるように構成されてもよい。なお、たとえば、ケースユニットの束またはパレットが保管および取り出しシステムに到着するときに、各パレットの内容物が、均一であってもよく（たとえば、各パレットが所定数の同一の品物を保持する－１つのパレットがスープを保持し、別のパレットがシリアルを保持する）、パレットが保管および取り出しシステムから離れると、パレットが、たとえば混合パレットを形成するために分類された配置でパレタイザへと提供される、任意の適切な数および組み合わせの異なるケースユニットを含んでいてもよい（たとえば、各々が異なる種類のケースユニットを保持する混合パレット－１つのパレットがスープとシリアルの組み合わせを保持する）。実施形態において、本明細書に記載の保管および取り出しシステムは、ケースユニットが保管され取り出される任意の環境に適用されてもよい。

【０００９】

なお、図１Ｃも参照すると、たとえば、（たとえば製造業者または卸売業者から）入ってくるケースユニットの束またはパレットが、自動保管および取り出しシステム１００の補充のために保管および取り出しシステムに到着するときに、各パレットの内容物は均一であってもよい（たとえば、各パレットが所定数の同一の品物を保持する－１つのパレットがスープを保持し、別のパレットがシリアルを保持する）。理解され得るように、このようなパレット積載物のケースは、実質的に同様であってもよく、換言すれば、同種のケース（たとえば、同様の寸法）であってもよく、同一のＳＫＵを有していてもよい（あるいは、上述のように、パレットは同種のケースで形成された層を有する「レインボー（rainbow）」パレットであってもよい）。ケースが補充注文を満たした状態で、パレットＰＡＬ（または、パレットに積載されていないトレーラまたはトラックの積載物などの適切な出庫の積載物）が保管および取り出しシステム１００から離れるときに、パレットＰＡＬは、任意の適切な数および組み合わせの異なるケースユニットＣＵを含んでいてもよい（たとえば、各パレットは、異なる種類のケースユニットを保持してもよい－１つのパレットが、缶入りスープ、シリアル、飲料パック、化粧品および家庭用洗剤の組み合わせを保持する）。単一のパレット上に組み合されたケースは、異なる寸法および／または異なるＳＫＵを有していてもよい。例示的な実施形態の一態様では、保管および取り出しシステム１００は、概して、以下にさらに詳述されるような、搬入セクション、保管および分類セクション（ここで、一態様において、品物の保管は任意である）および搬出セクションを含むように構成されてもよい。理解され得るように、たとえば小売流通センターとして動作するシステム１００は、均一なパレット積載物のケースを受け取り、パレットの商品を分解するか、または均一なパレット積載物から個別にシステムによって処理される独立したケースユニットへとケースを切り離し、各注文によって要求される異なるケースを取り出して、対応するグループへと分類し、対応するケースのグループを搬送し、混合ケースの積載物ＭＰＬ（図１Ｃにおいて例示目的でパレットの積載物として例示されるが、混合ケースの出庫の積載物は、トラックの充填物など、パレットなしではあるが同様の方

法で組み立てられてもよい）と呼ばれ得るものへと組み立てるように機能してもよい。搬入セクションは、概して、均一なパレット積載物を個別のケースへと分解すること、および保管および分類セクションへの搬入のために、そのケースを適切な搬送によって搬送することが可能であり得る（製品の返品などの個々のまたはパレットに積載されていないケースも受け取られ得る）。一態様での保管および分類セクションは、搬出セクションへの搬送のために、倉庫管理システム２５００などの倉庫管理システムに入力される注文に従って生成されるコマンドに応じて、個々のケースを受け取り、保管領域内（たとえば、ランダムアクセスの保管領域内）に保管し、所要のケースを個々にまたはグループで（たとえば、以下にさらに説明するように、保管領域へのランダムアクセス用に構成された高速搬送で）取り出す。他の態様では、保管および分類セクションは、倉庫管理システムに入力される注文に従って、個々のケースを受け取り、（たとえば、本明細書で説明されるバッファおよびインターフェースステーションを利用して）個々のケースを分類し、個々のケースを（単一またはグループで）搬出セクションに搬送する。注文に応じたケースの分類およびグループ分け（たとえば、オーダー搬出シーケンス）は、保管および取り出しセクションまたは搬出セクションのいずれかによって、または両方によって、全体で、または部分的に実行されてもよく、その間の境界は、説明の便宜上の１つであってもよく、分類およびグループ分けは、任意の数の方法で実行されることが可能である。意図される結果は、搬出セクションが、たとえば、その開示内容のすべてが引用により本明細書に組み込まれる、２０１２年１０月１７日に出願された米国特許出願第１３／６５４，２９３号明細書（現時点では、２０１５年２月２４日に発行された、米国特許第８，９６５，５５９号明細書）に記載される方法で、ＳＫＵ、寸法などが異なり得る注文されたケースの適切なグループを、混合ケースのパレット積載物へと構築することである。

【００１０】

例示的な実施形態では、搬出セクションは、本例で混合ケースのスタックの構造化されたアーキテクチャと呼ばれ得るものにおいてパレット積載物を生成する。本明細書に記載のパレット積載物の構造化されたアーキテクチャは代表的なものであり、他の態様では、パレット積載物は任意の他の適切な構成を有してもよい。たとえば、構造化されたアーキテクチャは、トラックベイの積載物または他の適切な容器、または構造上の積載物を保持する積載物の容器包装などの、任意の適切な所定の構成であってもよい。パレットの積載物の構造化されたアーキテクチャは、いくつかの平坦なケースの層Ｌ１２１～Ｌ１２５、Ｌ１２Ｔを有するものとして特徴付けられてもよく、その少なくとも１つは、交差していない、自立して安定した複数の混合ケースのスタックから形成される。所定の層の混合ケースのスタックは、略平坦であると理解され得るような上面および下面の所定の層を形成するために略同一の高さを有し、パレット面積またはパレット面積の所望の部分を覆うのに十分な数であり得る。（１つまたは複数の）重なる層は、対応する（１つまたは複数の）層のケースが支持層のスタックの間をまたがるように方向付けされてもよい。ゆえに、スタックを安定化させ、それに応じてパレットの積載物の（１つまたは複数の）境界層を安定化させる。パレットの積載物を構造化された層のアーキテクチャに画定する際、連結された３Ｄパレットの積載物のソリューションは、別々に保存され得る２つの部分に分解され、すなわち、積載物を層へと分解する垂直（１Ｄ）部分と、各層のパレット高さを埋めるために等しい高さのスタックを効率的に分配する水平（２Ｄ）部分とに分解される。後述されるように、保管および取り出しシステムは、３Ｄパレットの積載物のソリューションの２つの部分が分解されるようにケースユニットを搬出セクションへと搬出する。混合されたパレットの積載物の所定の構造は、ケースユニットが、分類および搬出セクションによって（自動化されてもよいし手動の積載であってもよい）積載物構築システムに提供される単一のケースユニットのピックフェースであるか、または組み合わされたケースユニットのピックフェースであるかの、ケースユニットの順序を画定する。保管および取り出しシステムは、一態様では、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１４年１２月１２日に出願された米国仮特許出願第６２／０９１，１６２号明細書、現在は２０１５年１２月１１日に出願された米国特許出願第１４／９６６，９７８

号明細書と、２０１５年１月１６日に出願された米国仮特許出願第６２／１０４，５１３号明細書、現在は２０１６年１月１８日に出願された米国特許出願第１４／９９７，８９２号明細書と、２０１５年１月１６日に出願された米国仮特許出願第６２／１０４，５５２号明細書、現在は２０１６年１月１８日に出願された米国特許出願第１４／９９７，９０２号明細書と、２０１５年１月１６日に出願された米国仮特許出願第６２／１０４，５３１号明細書、現在は２０１６年１月１８日に出願された米国特許出願第１４／９９７，９２５号明細書と、２０１５年１月１６日に出願された米国仮特許出願第６２／１０４，５２０号明細書、現在は２０１６年１月１８日に出願された米国特許出願第１４／９９７，９２０号明細書とに記載されている方法と実質的に同様の方法で混合パレットの積載物を形成するために、順序付けられたシーケンスでケースを搬出するように構成されている。

【００１１】

開示される実施形態の態様によれば、再び図１を参照すると、自動保管および取り出しシステム１００は、搬入ステーション１６０ＩＮ（保管部への搬入のためにリフトモジュールに品物を搬送するデパレタイザ１６０ＰＡおよび／またはコンベヤ１６０ＣＡを含む）と、搬出ステーション１６０ＵＴ（保管部からの取り出しのためにリフトモジュールからケースユニットを搬送するパレタイザ１６０ＰＢおよび／またはコンベヤ１６０ＣＢを含む）と、搬入および搬出の垂直リフトモジュール１５０Ａ、１５０Ｂ（概してリフトモジュール１５０と呼ばれる－なお、搬入および搬出のリフトモジュールが図示されているが、単一のリフトモジュールが保管構造へのケースユニットの搬入および保管構造からのケースユニットの取り出しの両方に用いられてもよい）と、保管構造１３０と、多数の非ホロノミックの自律搬送車両１１０（本明細書で「ボット」と呼ばれる）とを含む。本明細書で使用されるように、リフトモジュール１５０、保管構造１３０およびボット１１０は、本明細書で、ピックフェースを配置し、所定の順序付けられたシーケンスでピックフェースを保管し、出力するための、上述の保管および分類セクションと集合的に呼ばれ得る。なお、デパレタイザ１６０ＰＡは、搬入ステーション１６０ＩＮが保管構造１３０内への搬入のためにリフトモジュール１５０に品物を搬送することができるよう、パレットからケースユニットを取り出すように構成されてもよい。パレタイザ１６０ＰＢは、配送のために、保管構造１３０から取り出された品物をパレットＰＡＬ（図１Ｃ）上に載置するように構成されてもよい。

【００１２】

また図２Ａおよび図３Ａを参照すると、保管構造１３０は、保管またはデッキのレベル１３０Ｌによってアクセス可能な、三次元アレイＲＭＡで構成された、複数の保管ラックモジュールＲＭを含む。各保管レベル１３０Ｌは、ラックモジュールＲＭによって形成されたピックフェース保管／受け渡しスペース１３０Ｓ（本明細書で保管スペース１３０Ｓと呼ばれる）を含み、ここでラックモジュールは、たとえば、ラックモジュールアレイＲＭＡを通って線形に延伸し、保管スペース１３０Ｓへのアクセスを提供する保管または取り出し通路１３０Ａ、および（１つまたは複数の）移送デッキ１３０Ｂに沿って配置される棚を含み、ボット１１０は、保管構造１３０の（たとえば、ボット１１０が配置されるレベル上の）保管スペース１３０Ｓのいずれかとリフトモジュール１５０のいずれかとの間でケースユニットを移送するために、取り出し通路１３０Ａおよび移送デッキ１３０Ｂにわたってそれぞれの保管レベル１３０Ｌ上を移動する（たとえば、ボット１１０は各々、それぞれのレベル上の各保管スペース１３０Ｓおよびそれぞれの保管レベル１３０Ｌ上の各リフトモジュール１５０へのアクセスを有する）。移送デッキ１３０Ｂは、たとえば、その開示内容のすべてが参照によって本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，６７４号明細書に記載されるように、保管ラックアレイＲＭＡの一方の端部もしくは側部ＲＭＡＥ１、または保管ラックアレイＲＭＡのいくつかの端部もしくは側部ＲＭＡＥ１、ＲＭＡＥ２に１つの移送デッキ１３０Ｂを有するなど、上下に積み重ねられるか、水平方向にオフセットされてもよい（保管および取り出しシステムの各レベル１３０Ｌに対応している）異なるレベルに配置される。

【００１３】

移送デッキ１３０Ｂは、移送デッキ１３０Ｂを横切ったおよびそれに沿ったボット１１０の非決定的な通行のために構成されている実質的に開いた非決定的なボット移動表面を有している。ボット１１０は、非ホロノミックであり、高速で移送デッキ１３０Ｂを通行する（traverse）ことができるように構成されており、ここで高速とは、速さおよび運動ダイナミクスでのボット１１０の（空のボット１１０に対するおよび／または以下に記載されるような重量を有している積載物を運ぶ）慣性効果が、ボットの通行の経路、経路に沿った運動学的軌道／状態（位置（Ｐ）、速度（Ｖ）、加速度（ａ）、および時間（ｔ）、ここで位置、速度、および加速度は、基準フレーム内にある）の制御に大きな効果を発揮するような速さである。たとえば、ボットの高速は、ボット１１０が約６０ポンド（約２７ｋｇ）から約９０ポンド（約４１ｋｇ）の積載物（他の態様では、積載物は約６０ポンド未満または約９０ポンド超であり得る）を担持する状態で約１ｍ／秒または約１ｍ／秒を超え得る。別の例によれば、ボットの高速は、約２０ｋｍ／時（たとえば、約５．６ｍ／秒）を超え、より具体的には、ボット１１０が約６０ポンド（約２７ｋｇ）から約９０ポンド（約４１ｋｇ）の積載物（他の態様では、積載物は約６０ポンド未満または約９０ポンド超であり得る）を担持した状態で約３２ｋｍ／時（たとえば、約９．１４４ｍ／秒）または約３６ｋｍ／時（たとえば、約１０ｍ／秒）を超え得る。理解され得るように、各保管レベル１３０Ｌにある（１つまたは複数の）移送デッキ１３０Ｂは、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上の取り出し通路１３０Ａの各々と連通する。ボット１１０は、取り出し通路１３０Ａの各々と並んでラック棚に配置された保管スペース１３０Ｓにアクセスするために、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上の（１つまたは複数の）移送デッキ１３０Ｂと取り出し通路１３０Ａとの間を双方向的に通行する（たとえば、ボット１１０が、各取り出し通路１３０Ａを通行するときに、たとえば、図５を参照すると、移動の方向で先行する駆動ホイール２０２または移動の方向を追う駆動ホイールのように、異なる対向を有し得るように、ボット１１０は、各通路の両側部に分配された保管スペース１３０Ｓにアクセスしてもよい）。上記のように、（１つまたは複数の）移送デッキ１３０Ｂはまた、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上のリフト１５０の各々へのボット１１０によるアクセスを提供し、ここでリフト１５０は、ケースユニットを各保管レベル１３０Ｌに供給する、および／または各保管レベル１３０Ｌから取り出し、ボット１１０は、リフト１５０と保管スペース１３０Ｓとの間でのケースユニットの移送をもたらす。上記のように、また図２Ａを参照すると、一態様では、保管構造１３０は、複数の保管ラックモジュールＲＭを含み、保管ラックモジュールＲＭは三次元アレイＲＭＡ内に構成され、ここでラックは通路１３０Ａ内に配置され、通路１３０Ａは通路１３０Ａ内のボット１１０の移動のために構成されている。上記のように、移送デッキ１３０Ｂは、非決定的な搬送表面を有し、ボット１００はその上を移動し、ここで非決定的な搬送表面１３０ＢＳは、取り出し通路１３０Ａを接続する２つ以上の並列移動方向またはレーンＨＳＴＰ（これは非決定的な搬送表面１３０ＢＳ上に配置されているナビゲーションアレイ３０００のガイダンス特徴部に少なくとも部分的に対応している）を有している。理解され得るように、並列移動レーン（「移動レーン」および「方向」という用語は、本明細書では交換可能に使用されてもよい）は、移送デッキ１３０Ｂの対向する側部１３０ＢＤ１、１３０ＢＤ２間で、共通の非決定的な搬送表面１３０ＢＳに沿って並置されている。たとえば、図４は、通路側移動レーンＬＯＮＧ１、リフト側移動レーンＬＯＮＧ３および通過移動レーンＬＯＮＧ２などの縦方向のレーンを例示しているが、他の態様では、より多いまたはより少ない移動レーンが提供されることが理解されるべきである。レーンＬＡＴ１～ＬＡＴ７などの並置された横移動レーンは、一態様では、取り出し通路１３０Ａ、ドライブウェイ１３０ＢＷ、移送ステーションＴＳ、バッファステーションＢＳ、および／または縦方向のレーンを通行する経路を通ってアクセスされる保管および取り出しシステムの任意の他の適切な位置とのボットの通行を可能にするように、移送デッキ１３０Ｂ上に配置される。

【００１４】

図４に見られるように、ナビゲーションアレイ３０００は、例示目的で、線形に分布した特徴部のグリッドとして例示されている。一態様では、線形に分布した特徴部ＬＤＦは

、縦方向特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３および横方向特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７を含み、ここで縦方向および横方向は移送デッキに対するものである（たとえば、縦方向特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３は移動レーンＨＳＴＰの少なくとも１つを画定し、横方向特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７は移動レーンＨＳＴＰと交差する移動レーンＨＳＴＴを画定する）。理解され得るように、一態様では、線形に分布した特徴部ＬＤＦによって、通路１３０Ａ、ドライブウェイ１３０ＢＷ、バッファステーションＢＳ、移送ステーションＴＳ、またはボット１１０が動作（ケースの移送、ボットの充電、保管構造へのボット誘導、保管構造からのボットの取り出しなど）を実行する任意の他の適切な位置への搬入のための、保管構造１３０内のオフセット（平行および／または交差）移動レーンＨＳＴＰ、ＨＳＴＴ間のボット１１０の通行が可能になる。また線形に分布した特徴部ＬＤＦによって、一態様では、通路１３０Ａ、ドライブウェイ１３０ＢＷ、バッファステーションＢＳ、移送ステーションＴＳ、またはボット１１０が動作（ケースの移送、ボットの充電、保管構造へのボット誘導、保管構造からのボットの取り出しなど）を実行する任意の他の適切な位置への搬入のための、交差移動レーンＨＳＴＰ、ＨＳＴＴ間のボットの通行が可能になり、ここでボット１１０は、線形に分布した特徴部を検出すると、以下でより詳細に説明するように、移動中のボット１１０の位置を確立する。

【００１５】

一態様では、線形に分布した特徴部ＬＤＦは、通路１３０Ａを互いに接続し、通路１３０Ａと交差し、通路１３０Ａを、移送ステーションＴＳ、バッファステーションＢＳおよびドライブウェイ１３０ＢＷまたはそれらの任意の組み合わせの１つまたは複数に接続する。理解され得るように、線形に分布した特徴部ＬＤＦの１つまたは複数は、移送デッキ１３０Ｂと通路１３０Ａとの間のインターフェース、および移送デッキ１３０Ｂとドライブウェイ１３０ＢＷとの間のインターフェースの１つまたは複数と実質的に整列している。一態様では、上記のように、線形に分布した特徴部ＬＤＦの少なくとも一部は、移送デッキ１３０Ｂに沿って１つまたは複数のボットの通行の経路３０１０と実質的に整列している。なお、線形に分布した特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７が、直交グリッドを形成するものとして例示されている一方で、他の態様では、縦方向特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３および横方向特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７は任意の適切な角度で互いに交差する。また理解され得るように、（たとえば、少なくとも部分的に３つの移動レーンＨＳＴＰを画定する）３つの縦方向特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３および（たとえば、少なくとも部分的に７つの移動レーンＨＳＴＴを画定する）７つの横方向特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７がある一方で、他の態様では、移送デッキ１３０Ｂは、移送デッキ１３０Ｂに対して任意の適切な方向に方向付けられた任意の適切な数の移動レーンを少なくとも部分的に画定する、任意の適切な数の縦方向および横方向の特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７を含んでいる。

【００１６】

一態様では、線形に分布した特徴部ＬＤＦは、たとえば、任意の適切なガイドテープ、任意の適切な移送デッキ１３０Ｂの特徴部（溝、開口、チャネルなど）、および移送デッキ１３０Ｂの縁部またはそれらの任意の組み合わせから形成される。一態様では、線形に分布した特徴部ＬＤＦはコード化されていない（たとえば、ボット１１０の位置を決定するためなどの識別特徴部を含まない）一方で、他の態様では線形に分布した特徴部はコード化される（たとえば、ボット１１０の位置の決定を提供するように、バーコードまたは他の識別標識または特徴部を含むかまたはそれらで形成される）。しかし、ボット１１０が、移送デッキ１３０Ｂに沿って（前述のように）高速で移動しながらボット１１０の少なくとも推定位置を確立することが可能になるように、線形に分布した特徴部が、移送デッキ１３０Ｂ上の所定位置に配置されることが留意される。並置された線形に分布した特徴部ＬＤＦ間の間隔は、以下でより詳しく説明するように、ボットの縦方向の軸距ＬＯＮＷＢ（ここでボット１１０は縦軸ＬＸおよび横軸ＬＴを有している）、輪距または横方向の軸距ＬＡＴＷＢ、（横方向での）旋回半径およびボット幅などの、ボット１１０の寸法または動作態様に依存しない。一態様では、ボットフレーム１１０Ｆ、縦方向の軸距ＬＯ

ＮＷＢ（図５）および横方向の軸距ＬＡＴＷＢ（図５Ａ）は、非ホロノミックのボット１１０に最小旋回半径（および／または最小旋回半径で旋回するフレームの最も外側のコーナーによって画定された最小旋回半径のフットプリント）を提供する所定の態様（たとえば、長さ対幅の比率など）を定義している。一例では、並置された移動レーンＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７間の間隔は、各レーン上の並んだ（直線的に移動する）２つのボット１１０の通過を可能にするが、９０°のピボット旋回（駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂ間に配置されたピボット位置／軸などでの、駆動ホイール２０２での枢動－図５および図５Ｂを参照）のための非ホロノミックのボット１１０の最小旋回半径未満であるような間隔である。したがって、外側レーン（たとえば、通路側移動レーンおよびリフト側移動レーン、および／または移送デッキ１３０Ｂの端部１３０ＢＥ１、１３０ＢＥ２での対応するレーン）は、一態様では、（ボット１１０が移動レーンに沿って移動するのに十分な量だけ）移送デッキ１３０Ｂの側部近くに位置付けられるが、ボット１１０が９０°ピボット旋回（駆動ホイール２０２での枢動－図５を参照）するために必要な間隔よりも小さい。本明細書で説明するように、移送デッキ１３０Ｂに対するおよび互いに対する取り出し通路１３０Ａ、リフトインターフェース／移送ステーションＴＳおよびバッファステーションＢＳの位置は、ボット１１０の旋回の考慮から切り離されている。

【００１７】

なお、説明目的のみで、線形に分布した特徴部間の交差点はノードＮＤと呼ばれるため、移送デッキ表面１３０ＢＳおよびその関連付けられた特徴部（たとえば、線形に分布した特徴部ＬＤＦ）は、ノードのアレイを備えた（上記のような）グリッドとして表される。一態様では、ノードＮＤは、たとえば、（たとえば、保管通路１３０Ａの終端、リフト移送ステーションＴＳ、ドライブウェイ１３０ＢＤへの入口、バッファステーションＢＳ、または移送デッキ１３０Ｂの任意の他の適切な位置で）保管構造１３０および／またはナビゲーションアレイ３０００の特徴部に対応し得る線形に分布した特徴部ＬＤＦの縦方向および／または横方向の特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７上の任意の適切な所定位置（交差点など）に配置される。本明細書で使用されるようなノードＮＤの概念は、ナビゲーションアレイ３０００が、移送デッキ１３０Ｂを二次元でマッピングする線形に分布した特徴部ＬＤＦを画定し、そこでデッキ上のノードＮＤのアレイが縦方向および横方向の特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７に関連付けられていることを例示することであることを理解すべきである。以下でより詳細に説明するように、ボット１１０の移動経路に沿って置かれるウェイポイントＷＰ１～ＷＰ２は、移送デッキ１３０Ｂ上の所定位置で作成されてもよく、そこで、いくつかの態様において、１つまたは複数のウェイポイントＷＰ１～ＷＰ４が１つまたは複数のノードＮＤと一致し、ノードＮＤと同様に、それぞれの直線方向を画定する線形に分布した特徴部ＬＤＦ上に位置付けられてもよい。他の態様では、１つまたは複数のウェイポイントＷＰ１～ＷＰ４は、ノードＮＤ間に位置付けられ得るか、ノードＮＤから任意の適切な方向にオフセットして位置付けられ得るか、または線形に分布した特徴部ＬＤＦから任意の適切な方向にオフセットして位置付けられ得る。

【００１８】

図２Ａおよび図３Ａに例示するように、一態様では、通路１３０Ａは、移送デッキ１３０Ｂの一側部１３０ＢＤ２上で移送デッキ１３０Ｂに接合されるが、他の態様では、通路は、その開示内容のすべてが前に参照により本明細書に組み込まれている、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，６７４号明細書に記載されるものと実質的に類似した方法で、移送デッキ１３０Ｂの２つ以上の側部１３０ＢＤ１、１３０ＢＤ２に接合される。一態様では、移送デッキ１３０Ｂのもう一方の側部１３０ＢＤ１は、移送デッキの少なくとも一部が、デッキ保管ラックと通路１３０Ａとの間に介在するように、移送デッキ１３０Ｂのもう一方の側部１３０ＢＤ１に沿って分配されているデッキ保管ラック（たとえば、インターフェースステーションＴＳおよびバッファステーションＢＳ）および／またはドライブウェイ１３０ＢＷ（これに沿ってインターフェースステーションＴＳおよび／またはバッファステーションＢＳが配置される）を含む。デッキ保管

ラックは、移送デッキ１３０Ｂからのボット１１０およびリフトモジュール１５０と連通するように、移送デッキ１３０Ｂのもう一方の側部１３０ＢＤ１に沿って配置される（たとえば、ピックフェースが、ボット１１０とデッキ保管ラックとの間およびデッキ保管ラックとリフト１５０との間で、それ故、ボット１１０とリフト１５０との間で移送されるように、デッキ保管ラックは、ピックフェースを取り出し、配置するために、移送デッキ１３０Ｂからボット１１０によって、およびリフト１５０によってアクセスされる）。一態様では、移送デッキ１３０Ｂ上の通路間のピッチＩＰ（図４）または通路の位置は、移送デッキ１３０Ｂ上のリフトインターフェースステーション ＴＳ間の間隔またはリフトインターフェースステーション ＴＳ（またはドライブウェイ１３０ＢＷ）の位置から切り離される。たとえば、一態様では、通路１３０Ａが、移送デッキ１３０Ｂに沿って互いに離間されて、最大の高密度の保管がもたらされる一方で、移送ステーション ＴＳ（またはドライブウェイ１３０ＢＷ）は、互いに離間されて、保管構造１３０に出入りするケースユニットの最適な流れがもたらされる。通路１３０Ａと移送ステーション ＴＳ（またはドライブウェイ１３０ＢＷ）の切り離された間隔は、以下により詳細に説明するように、ボット１１０のナビゲーションシステムによってもたらされ、ここでボット１１０は、前述のようにおよびさらに説明するように、線形に分布した特徴部ＬＤＦに対しておよび高速でガイダンス制約がほとんどない状態で移送デッキを非決定的にナビゲートする。

【００１９】

各保管レベル１３０Ｌは、たとえば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１４年３月１３日に出願された米国特許出願第１４／２０９，０８６号明細書および２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，８２３号明細書（現在は、２０１５年７月１４日に発行された米国特許第９，０８２，１１２号明細書）に記載されるように、その保管レベル１３０Ｌ上のボット１１０のオンボードの電源を充電するための充電ステーション１３０Ｃを含んでもよい。理解され得るように、１つまたは複数の線形に分布した特徴部および／またはノード（またはウェイポイント）は、取り出し通路１３０Ａ、移送ステーション ＴＳ、バッファステーション ＢＳ、ドライブウェイ１３０ＢＷなどに関して本明細書に記載されるものと実質的に同様の方法で充電ステーション１３０Ｃに対応し得る。

【００２０】

保管および取り出しシステム１００のボット１１０、リフトモジュール１５０および他の適切な特徴部は、たとえば、任意の適切なネットワーク１８０を介して、たとえば、１つまたは複数の中央システム制御コンピュータ（たとえば、制御サーバ）１２０などによって任意の適切な方法で制御される。一態様では、ネットワーク１８０は、任意の適切な種類および／または数の通信プロトコルを用いた、有線ネットワーク、無線ネットワーク、または有線および無線ネットワークの組み合わせである。一態様では、制御サーバ１２０は、自動保管および取り出しシステム１００の実質的に自動の制御のために、実質的に同時に実行するプログラムのコレクション（たとえば、システム管理ソフトウェア）を含む。たとえば、保管および取り出しシステム１００を管理するように構成されている、実質的に同時に実行するプログラムのコレクションは、例示目的のみで、すべてのアクティブなシステム構成要素のアクティビティを制御、スケジューリング、および監視すること、在庫（たとえば、どのケースユニットが搬入および取り出されるか、ケースユニットが取り出される順番、およびケースユニットが保管される位置）およびピックフェース（たとえば、ユニットとして可動であり、保管および取り出しシステムの構成要素によってユニットとして操作される１つまたは複数のケースユニット）を管理すること、ならびに倉庫管理システム２５００とインターフェースで接続することを含む。説明の簡潔性および容易さのために、「（１つまたは複数の）ケースユニット」という用語は、本明細書においては概して、個々のケースユニットおよびピックフェース（ピックフェースは、ユニットとして移動させられる１つまたは複数のケースユニットで形成される）の両方を言及するものとして用いられる。

【００２１】

また図１Ａおよび図１Ｂを参照すると、保管構造１３０のラックモジュールアレイＲＭＡは、以下にさらに詳述される高密度の自動保管アレイを画定する、垂直方向の支持部材１２１２および水平方向の支持部材１２００を含む。たとえば、取り出し通路またはラック通路１３０Ａにおいて、垂直方向および水平方向の支持部材１２１２、１２００の１つまたは複数にレール１２００Ｓが取り付けられてもよく、レール１２００Ｓは、ボット１１０が取り出し通路１３０Ａを通ってレール１２００Ｓに沿って乗りかかるように構成されてもよい。少なくとも１つの保管レベル１３０Ｌの取り出し通路１３０Ａの少なくとも１つの、少なくとも１つの側部は、移送デッキ１３０Ｂ（および通路デッキを形成するレール１２００Ｓ）により画定される保管またはデッキレベル１３０Ｌの間に複数の棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４を形成するように、異なる高さに設けられる１つまたは複数の保管棚（たとえば、レール１２１０、１２００およびリブ１２１０Ｓにより形成される）を有してもよい。したがって、それぞれの保管レベル１３０Ｌの移送デッキ１３０Ｂと連通する１つまたは複数の取り出し通路１３０Ａに沿って延びる、各保管レベル１３０Ｌに対応する複数のラック棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４が存在する。理解され得るように、複数のラック棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４は、それぞれの保管レベル１３０Ｌの共通のデッキ１２００Ｓからアクセス可能な、保管されたケースユニットのスタック（またはケースの層）を有している各保管レベル１３０Ｌをもたらす（たとえば、保管されたケースのスタックは、保管レベル間に配置される）。

【００２２】

理解され得るように、対応する保管レベル１３０Ｌで取り出し通路１３０Ａを通行するボット１１０は、各棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４上で利用可能な各保管スペース１３０Ｓへの（たとえば、ケースユニットを取り出し、配置するための）アクセスを有し、ここで各棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４は、取り出し通路１３０Ａの１つまたは複数の側部ＰＡＳ１、ＰＡＳ２（たとえば、図２Ａ参照）上の保管レベル１３０Ｌ間に配置される。上述のように、保管棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４の各々は、ボット１１０によってレール１２００Ｓから（たとえば、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上の移送デッキ１３０Ｂに対応する共通の取り出し通路デッキ１２００Ｓから）アクセス可能である。図１Ａおよび図１Ｂに見られ得るように、各々が共通のレール１２００Ｓからボット１１０によってアクセス可能である複数の積み重ねられた保管スペース１３０Ｓを形成するために、互いから垂直方向に（たとえば、Ｚ方向に）離間された１つまたは複数の棚レール１２１０が存在する。理解され得るように、水平方向の支持部材１２００も、ケースユニットが配置される（棚レール１２１０に加えて）棚レールを形成する。

【００２３】

対応する保管レベル１３０Ｌの、各々の積み重ねられた棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４（および／または後述する各々の単一の棚レベル）は、縦方向（たとえば、通路の長さに沿うか、取り出し通路によって画定されたボット移動の経路と一致する）および横方向（たとえば、ラックの深さに対する、またはボット移動の通路もしくは経路を横切って）の両方でピックフェースの動的な割り当てを促進する、開いた非決定的な二次元の保管表面（たとえば、図１Ｂに示されるようなケースユニットの支持面ＣＵＳＰを有している）を画定する。ピックフェースおよびピックフェースを構成するケースユニットの動的な割り当ては、たとえば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１３年１１月２６日に発行された米国特許第８，５９４，８３５号明細書に記載の方法でもたらされる。このように、可変な長さおよび幅のケースユニット（またはトート）のピックフェースは、隣接する保管されたケースユニット／保管スペースの間の隙間Ｇが最小の状態で（たとえば、棚の上に保管された他のケースユニットと接触していないケースユニットの取り出し／配置をもたらす、図１Ａ参照）、保管棚上（たとえば、各保管棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４上）の各々の二次元の保管位置に位置付けられる。

【００２４】

開示される実施形態の一態様では、（各保管レベル１３０Ｌに対応する）ラック棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４間の垂直方向のピッチは、棚間の高さＺ１Ａ～Ｚ１Ｅが等

しいというよりも、むしろ異なるように変更される。他の態様では、ラック棚の少なくともいくつかの間の垂直方向のピッチは、少なくともいくつかの棚間の高さＺ１Ａ～Ｚ１Ｅが等しくなるように同一であるが、他の棚間の垂直方向のピッチは異なっている。さらに他の態様では、１つの保管レベル上のラック棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４のピッチは、一定のピッチである（たとえば、ラック棚レベルはＺ方向において実質的に等しく離間される）が、異なる保管レベル上のラック棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４のピッチは、異なる一定のピッチである。

【００２５】

一態様では、保管またはデッキレベル１３０Ｌの間の保管棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４によって画定された（１つまたは複数の）保管スペース１３０Ｓは、たとえば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１４年１２月１２日に出願された米国仮特許出願第６２／０９１，１６２号明細書、現在は、２０１５年１２月１１日に出願された米国特許出願第１４／９６６，９７８号明細書に記載されるように、異なる棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４で異なる高さ、長さ、幅および／または重量のケースユニットを収容する。たとえば、依然として図１Ａを参照すると、保管レベル１３０Ｌは、少なくとも１つの中間棚１２１０を有している保管セクションを含む。図示される例では、１つの保管セクションは１つの中間棚１２１０を含む一方で、別の保管セクションは、棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４を形成するための２つの中間棚１２１０を含む。一態様では、保管レベル１３０Ｌ間のピッチＺ１は、たとえば、約３２インチ～約３４インチなど、任意の適切なピッチであってもよく、他の態様では、ピッチは、約３４インチよりも大きいか、および／または約３２インチよりも小さくてもよい。隣接して垂直方向に積み重ねられた保管レベル１３０Ｌのデッキ１２００Ｓ間には、任意の適切な数の棚が設けられてもよく、ここで棚は、棚間に同一または異なるピッチを有する。

【００２６】

一態様では、図１Ｄおよび図５Ａを参照すると、保管レベル１３０Ｌの各々は、単一レベルのケースユニットを保管するために単一レベルの保管棚を含み（たとえば、各保管レベルは、単一のケースユニットの支持面ＣＵＳＰを含む）、ボット１１０は、それぞれの保管レベル１３０Ｌの保管棚へ、および保管棚から、ケースユニットを移送するように構成される。たとえば、図５Ａに例示されるボット１１０’は、上述のボット１１０と実質的に類似しているが、ボット１１０’は、上述のように（たとえば、共通のレール１２００Ｓからアクセス可能である）複数の保管棚レベル１３０ＬＳ１～１３０ＬＳ４上にケースユニットを配置するための移送アーム１１０ＰＡの十分なＺ移動を欠いている。ここで（駆動装置２５０Ａ、２５０Ｂの１つまたは複数と実質的に類似し得る）移送アーム駆動装置２５０は、ケースユニットを積載領域１１０ＰＬへおよび積載領域１１０ＰＬから移送し、ケースユニットを移送アーム１１０ＰＡのフィンガ２７３と積載ベッド１１０ＰＢとの間で移送するために、単一レベルの保管棚のケースユニットの支持面ＣＵＳＰからケースユニットを持ち上げるための十分なＺ移動のみを含む。ボット１１０’の適切な例は、たとえば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，９９３号明細書（現在は、２０１６年１１月２２日に発行された米国特許第９，４９９，３３８号明細書）に見られる。

【００２７】

図２Ａを再度参照すると、各々の移送デッキまたは保管レベル１３０Ｌは、１つまたは複数のリフトピックフェースインターフェース／受け渡しステーションＴＳ（本明細書でインターフェースステーションＴＳと呼ばれる）を含み、ここで（単一のまたは組み合わせたケースピックフェースの）（１つまたは複数の）ケースユニットまたはトートが、移送デッキ１３０Ｂ上のボット１１０とリフト積載物操作装置ＬＨＤとの間で移送される。移送デッキ１３０Ｂが取り出し通路と各インターフェースステーションＴＳとの間に介在するように、インターフェースステーションＴＳは、取り出し通路１３０Ａおよびラックモジュール ＲＭとは反対側の移送デッキ１３０Ｂの側部に配置される。上述のように、各取り出しレベル１３０Ｌ上の各ボット１１０は、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上の、各

保管位置１３０Ｓ、各取り出し通路１３０Ａおよび各リフト１５０へのアクセスを有するため、各ボット１１０は、それぞれのレベル１３０Ｌ上の各インターフェースステーションＴＳへのアクセスも有する。一態様では、ボット１１０のインターフェースステーションＴＳへのアクセスが、高速移動レーンまたは方向ＨＳＴＰ上のボット速度に対して非決定的であるように、インターフェースステーションは、移送デッキ１３０Ｂに沿って高速のボット移動レーンまたは方向ＨＳＴＰからオフセットされる。このように、各ボット１１０は、（１つまたは複数の）ケースユニット（またはピックフェース、たとえば、ボットによって構築された、１つまたは複数のケース）を、あらゆるインターフェースステーションＴＳからデッキレベルに対応しているあらゆる保管スペース１３０Ｓへと移動させることができ、その逆もしかりである。

【００２８】

一態様では、インターフェースステーションＴＳに対するボット１１０の位置決めは、保管スペース１３０Ｓに対するボットの位置決めと実質的に同様の方法で行われる。たとえば、一態様では、保管スペース１３０ＳおよびインターフェースステーションＴＳに対するボット１１０の位置決めは、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２７，０３５号明細書（現在は、２０１５年４月１４日に発行された米国特許第９，００８，８８４号明細書）および２０１２年９月１０日に出願された米国特許出願第１３／６０８，８７７号明細書（現在は、２０１５年２月１０日に発行された米国特許第８，９５４，１８８号明細書）に記載のものと実質的に同様の方法で行われる。図１、図１Ｂおよび図２Ｃを参照すると、以下に説明するように、ボット１１０は、レール１２００上／内に配置された（開口、反射面、ＲＦＩＤタグ、強磁性の特徴部などの）（１つまたは複数の）位置決め特徴部１３０Ｆを検出する１つまたは複数の位置決めセンサ１１０Ｓを含む。位置決め特徴部１３０Ｆは、たとえば、保管スペースおよび／またはインターフェースステーションＴＳに対する、保管および取り出しシステム内のボット１１０の位置を特定するように配置される。一態様では、位置決め特徴部１３０Ｆは、ボット１１０によって検出されると保管および取り出しシステム１００内でのボット１１０の位置の決定をもたらすアブソリュートまたはインクリメンタルエンコーダを形成するように配置されてもよい。

【００２９】

理解され得るように、図２Ｂを参照すると、各インターフェース／受け渡しステーションＴＳでの移送ラック棚ＲＴＳは、共通の移送ラック棚ＲＳ上に（たとえば、対応する数のケースユニットまたはトートを保持するための１つまたは複数の保管ケースユニットの保持位置を有している）複数積載物ステーションを画定する。上述のように、複数積載物ステーションの各積載物は、ボットまたは積載物操作装置ＬＨＤのいずれかによって取り出され、配置される単一のケースユニット／トートまたは（たとえば、単一のユニットとして移動させられる複数のケースユニット／トートを有している）複数ケースのピックフェースである。理解され得るように、上述のボットの位置決めは、複数積載物ステーションの保持位置の所定の１つから、ケースユニット／トートおよびピックフェースを取り出し、配置するために、ボット１１０が自らを複数積載物ステーションに対して位置付けることを可能にする。インターフェース／受け渡しステーションＴＳは、入庫および／または出庫のケースユニット／トートおよびピックフェースが、ボット１１０とリフト１５０の積載物操作装置ＬＨＤとの間で移送されているときに一時的に保管されるバッファを画定する。

【００３０】

ここで図５、図５Ａおよび図５Ｂを参照すると、ボット１１０は、保管および取り出しシステム１００全体にわたってケースユニットを運び、移送する任意の適切な独立して動作可能な非ホロノミックの自律搬送車両であり得る。一態様では、ボット１１０は、自動化の、独立した（たとえば、フリーライディング）自律搬送車両である。ボットの適切な例は、例示目的のみで、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，６７４号明細書、２０

１０年４月９日に出願された米国特許出願第１２／７５７，３１２号明細書（現在は、２０１３年４月２３日に発行された米国特許第８，４２５，１７３号明細書）、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，４２３号明細書（現在は、２０１７年２月７日に発行された米国特許第９，５６１，９０５号明細書）、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，４４７号明細書（現在は、２０１５年２月２４日に発行された米国特許第８，９６５，６１９号明細書）、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，５０５号明細書（現在は、２０１４年４月１５日に発行された米国特許第８，６９６，０１０号明細書）、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２７，０４０号明細書（現在は、２０１５年１１月１７日に発行された米国特許第９，１８７，２４４号明細書）、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，９５２号明細書、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，９９３号明細書（現在は、２０１６年１１月２２日に発行された米国特許第９，４９９，３３８号明細書）、２０１４年９月１５日に出願された米国特許出願第１４／４８６，００８号明細書、２０１５年１月２３日に出願された米国仮特許出願第６２／１０７，１３５号明細書（現在は、２０１６年１月２２日に出願された米国特許出願１５／００３，９８３号明細書）で見ることができる。（以下により詳細に記載される）ボット１１０は、上述の小売商品などのケースユニットを、保管構造１３０の１つまたは複数のレベルにおける取り出しストックに入れて、注文されたケースユニットを選択的に取り出すように構成されてもよい。

【００３１】

上述のように、ボット１１０は、レール１２１０Ａ～１２１０Ｃ、１２００の１つまたは複数による、少なくとも部分的に、Ｚ方向に画定された、積み重ねられた保管スペース１３０Ｓ、インターフェースステーションＴＳおよび周辺バッファステーションＢＳ、ＢＳＤ（たとえば、保管スペース、インターフェースステーションおよび／または周辺バッファステーションは、上述のようなケースユニットの動的な割り当てを介して、保管および取り出しシステム１００の基準フレームＲＥＦ２のＸおよびＹ方向にさらに画定されてもよい）からのケースユニットの取り出しおよび配置をもたらす移送アーム１１０ＰＡを含む。ボット１１０は、上述のように、それぞれの保管レベル１３０Ｌ上の各保管スペース１３０Ｓと各リフトモジュール１５０との間でケースユニットを搬送する。ボット１１０は、駆動セクション１１０ＤＲおよび積載セクション１１０ＰＬを有しているフレーム１１０Ｆを含む。駆動セクション１１０ＤＲは、各々が非ホロノミックのステアリングシステムの（１つまたは複数の）それぞれの駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂ（概して駆動ホイール２０２と呼ばれる）に接続されている、１つまたは複数の駆動ホイールモータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢを含む。駆動セクションは、保管構造１３０を通して高速でボット１１０を推進させるように構成されている。たとえば、モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢ（ホイールに対するモータ速度の低下または増加を伴わず、たとえばモータとそれらのそれぞれの駆動ホイールとの間に１：１の結合度がある）は、各々のそれぞれの駆動ホイール２０２に対するバングバングまたは最大トルク制御下でトルクを作用させることによって、ボット１１０に推進力およびステアリングの単一のソースを提供して、ボット１１０に線形力および回転トルクを生成し、その結果、任意の適切な加速度／減速率（たとえば、線形加速度（ｄｖ／ｄｔ）および角加速度（ｄω／ｄｔ））および任意の適切なボット１１０の移動速度（Ｖ、ω）がもたらされるように構成されている。例示目的のみで、モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢは、（ボット１１０に全容量の積載物が搭載されている中で）約３．０４８ｍ／秒^{2}の加速／減速度、移送デッキ１３０Ｂ（および通路１３０Ａ）の約２０ｋｍ／時（たとえば、約５．６ｍ／秒）を超える移動速度、およびより具体的には約３２ｋｍ／時（たとえば、約９．１４４ｍ／秒）または約３６ｋｍ／時（たとえば、約１０ｍ／秒）を超える移動速度をボット１１０に提供するように構成されている。前述のように、高速とは、ボットの（空のボット１１０に対するおよび／または上述のような重量を有している積載物を運ぶ）慣性効果および（最大モータトルクに対する）運動ダイナミクスが、ボットの通行の経路（たとえば経路の湾曲を含む）および経路に沿った運動学的軌

道／状態（Ｐ、Ｖ、ａ、およびｔ）の制御に大きな効果を発揮するような速さである。本明細書に記載されるボット１１０の高速移動は、（ボットの移動と一致してボット１１０によって生成／処理される）ボット１１０の制御および時間最適軌道の性能と一致したナビゲーションアレイ３０００（図４）の特徴部の分解能の影響を少なくとも部分的に受け、ここで時間最適軌道は、ナビゲーションアレイ３０００の特徴部に依存する高速移動中のボットのポーズ分解能（pose resolution）を含む。一態様では、以下でより詳細に説明するように、ボットのナビゲーションは、たとえば、インデックスまたはラインフォローセンサ６０００（図６）に単独で基づいて、本明細書で説明される高速で達成され、他の態様では、ラインフォローセンサ、加速度計、ジャイロスコープ、ＧＰＳセンサ、誘導センサ、静電容量センサ、赤外線センサ、ソナー／音響センサなど、またはそれらの任意の組み合わせなどの、（１つまたは複数の）任意の適切なタイプおよび数のセンサが使用される。

【００３２】

本態様では、非ホロノミックのボット１１０は、適切な駆動面上にボット１１０を支持するためにボット１１０の端部１１０Ｅ１（たとえば、第１の縦方向の端部）でボット１１０の両側に配置された２つの駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂを含むが、他の態様では、任意の適切な数の駆動ホイールがボット１１０上に設けられる。一態様では、各駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂは、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂが、それらの間に減速ユニットが配置されることなく、モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢの出力部に連結されるように（たとえば、各モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢおよびそれぞれの駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂが、無減速の駆動装置を形成するように）それぞれのモータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢに実質的に直接連結される。各駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂは、ボット１１０が駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの差動回転（たとえば、差動トルクのステアリング）を介して操縦され得るように独立して制御されるが、他の態様では、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの回転は、実質的に同一速度で回転するように連結され得る。駆動面上にボット１１０を支持するために、ボット１１０の端部１１０Ｅ２（たとえば、第２の縦方向の端部）でボット１１０の両側のフレームに任意の適切なステアリングホイール２０１が取り付けられる。一態様では、ホイール２０１は、自由に回転するキャスターホイールであり、これによりボット１１０は、ボット１１０の移動方向を非ホロノミックに変更するために駆動ホイール２０２の差動回転を介して枢動することできる。他の態様では、ホイール２０１は、ボット１１０の移動方向を変更するために、たとえば、（本明細書に記載されるようなボット１１０の制御をもたらすように構成されている）ボット制御装置１１０Ｃの制御下で旋回する、たとえば連結型のホイールステアリングなどの、操縦可能なホイールである。他の態様では、ボット１１０は、任意の適切なホイール構成（たとえば、３輪構成、４輪構成など）を含む。一態様では、ボット１１０は、たとえば、フレーム１１０Ｆの１つまたは複数の角部に配置された１つまたは複数のガイドホイール１１０ＧＷを含む。ガイドホイール１１０ＧＷは、たとえば、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１１年１２月１５日に出願された米国特許出願第１３／３２６，４２３号明細書（現在は、２０１７年２月７日に発行された米国特許第９，５６１，９０５号明細書）に記載されるように、１つまたは複数のケースユニットが配置される位置、および／または１つまたは複数のケースユニットが取り出される位置から所定の距離だけボット１１０をガイドする、および／またはボット１１０を位置付けるために、取り出し通路１３０Ａ内のガイドレール１２００（図１Ｄ）、移送デッキ１３０Ｂ上および／またはリフトモジュール１５０とインターフェース接続するためのインターフェースもしくは移送ステーションでのガイドレール（図示せず）などの保管構造１３０とインターフェース接続してもよい。他の態様では、１つまたは複数のケースユニットが配置される位置および／または取り出される位置から所定の距離にあるボット１１０の位置は、ボット１１０のソナー／音響センサ、インデックスまたはラインフォローセンサ、ＧＰＳセンサ、誘導センサ、静電容量センサ、赤外線センサなど、またはそれらの任意の組み合わせを用いてなど任意の適切な方法でもたらされる。上述のように、ボット１１０は、取り出し

通路１３０Ａの両側に配置された保管スペース１３０Ｓにアクセスするために、異なる対向方向を有している取り出し通路１３０Ａに入り得る。たとえば、ボット１１０は、端部１１０Ｅ２が移動方向を先導する状態で取り出し通路１３０Ａに入り得るか、またはボットは、端部１１０Ｅ１が移動方向を先導する状態で取り出し通路１３０Ａに入り得る。

【００３３】

リフト機構２００は、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１５年1月２３日に出願された米国仮特許出願第６２／１０７，１３５号明細書（現在は、２０１６年1月２２日に出願された米国特許出願第１５／００３，９８３号明細書）に記載されているものと実質的に同様であってもよく、組み合わされたロボット軸の移動（たとえば、プッシャーバー１１０ＰＲ、リフト機構２００、取り出しヘッドの延伸部、およびたとえば、上述の縦方向に可動なプッシャーバーなどの（１つまたは複数の）前方／後方の位置合わせ機構の、組み合わされた実質的に同時の移動）が実施されるように構成されてもよく、その結果、異なる／複数のＳＫＵまたは複数取り出しの積載物がボットによって操作される。一態様では、リフト機構２００の作動は、プッシャーバー１１０ＰＲの作動から独立している。リフト機構２００とプッシャーバー１１０ＰＲの軸を切り離すことによって、組み合わされた取り出し／配置のシーケンスがもたらされ、これにより、上述のように取り出し／配置のサイクル時間の短縮、保管および取り出しシステムの処理能力の向上、および／または保管および取り出しシステムの保管密度の増加がもたらされる。たとえば、リフト機構２００は、上述のように共通の取り出し通路および／またはインターフェースステーションのデッキ１２００Ｓからアクセス可能な複数の上昇した保管棚レベルでのケースユニットの取り出しおよび配置をもたらす。

【００３４】

本明細書に記載されるように、図４および図６を再び参照すると、ボット１１０は、取り出し通路１３０Ａと、移送／受け渡しステーションＴＳおよびバッファステーションＢＳとの間でピックフェースを搬送するように構成されている（図２Ａ～図３Ｃ）。したがって、ボット１１０は、ボット１１０が保管構造１３０を通って移動することを可能にするために、制御装置１１０Ｃに接続されたナビゲーションセンサ１１０ＮＳ（図１）を含む。一態様では、ナビゲーションセンサは、移送デッキ１３０Ｂ、または移送デッキの縁部もしくはレールの内部もしくは上に形成された（ラインの形態でのまたはラインを形成する）開口、溝、トラックなどに追従するためのラインフォローまたはインデックスセンサ６０００および／または任意の適切なセンサ（たとえば、静電容量、誘導、光学など）を含む。他の態様では、屋内／屋外のＧＰＳセンサなどの他のナビゲーションセンサが、ボット１１０のナビゲーションのために提供される。一態様では、ボット１１０は、ボット１１０の各駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂ（図６）または任意の他の適切なホイールが移動する距離を検知するためのホイール走行距離計６０２１（図６）を含み、ここで移送デッキに対する少なくともボットのポーズ（pose）は、ホイール走行距離計のみで決定されるが、他の態様では、ボットのポーズは、ボット１１０上のホイール走行距離計、加速度計、ジャイロスコープ、および任意の他の適切なセンサの１つまたは複数を用いて決定される。一態様では、ボットのポーズを決定するときに、カルマンフィルタなどの任意の適切なフィルタを使用して、ボットのポーズの決定の精度を向上させるために誤ったまたは偽のデータをフィルタ除去する。以下でより詳細に説明するように、一態様では、ラインフォローまたはインデックスセンサ６０００は、（ボット１１０が本明細書で記載される高速で移動している間に）高速ボットナビゲーションを単独で決定して有効にし、ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７間のボット１１０の移行を可能にするのに十分であり、ここでナビゲーション特徴部間の移行中に、ラインフォローまたはインデックスセンサ６０００は、第２のナビゲーション特徴部（たとえば、到達される特徴部）との接触（すなわち、検知範囲に入り、検知を獲得する）前に、第１のナビゲーション特徴部（たとえば、離される特徴部）との接触を失う（すなわち、検知範囲を出て、検知を失う）。言い換えると、ボット１１０が移送デッキ１３０Ｂ上を移動する経路の少なくとも一部は、ボット１１０が経路上を移動すると、ボットのポーズを決定

するボットポーズセンサ（インデックスセンサ６０００など）が、ノードまたはウェイポイントなどの第１の位置で、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイ特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７のボットポーズセンサ（インデックスセンサ６０００など）から新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイ特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７のセンサ範囲を離れるように、配置される。他の態様では、任意の数およびタイプのナビゲーションセンサ１１０ＮＳが、移送デッキ１３０Ｂに沿った高速のボット１１０のナビゲーションをもたらし得る。

【００３５】

ピックフェースの搬送をもたらし、概して移送デッキ１３０Ｂに沿ったボットの移動をもたらすために、ボット１１０は、ボット位置決めモジュール６０９０およびモーションコントロールサブシステム６０９１を有している制御装置１１０Ｃを含む。ボット位置決めモジュール６０９０は、ナビゲーションセンサ検出システム６０１０、モーション位置決めシステム６０２０、ボット位置決め処理システム６０３０、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０、ボット速度および位置システム制御装置、ならびにボット軌道フォロー制御装置６０６０を含む。一態様では、ナビゲーションセンサ検出システム６０１０は、ナビゲーション特徴アレイ３０００のガイドラインＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７などの特徴部を検出し、移送デッキ１３０Ｂ（および／または通路１３０Ａ、移送ステーションＴＳおよびバッファステーションＢＳなどの保管構造１３０の他の特徴部）に対するボットの初期または第１の位置推定値を提供するための、インデックスセンサ６０００を含む。一態様では、上述のように、ボット１１０が本明細書に記載される高速で移動している間に、インデックスまたはラインフォローセンサは単独で、第１の位置推定値の決定をもたらすために移動レーンまたはガイドラインＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７などの特徴部を検出する。他の態様では、ナビゲーションセンサ検出システム６０１０は、ナビゲーション特徴アレイ３０００の（一態様では、移動レーンまたはガイドラインＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７または任意の他の適切な特徴部を含む）特徴部を検出するための、および（インデックスセンサ６０００またはセンサのアレイ単独とともに）第１の位置推定値の決定をもたらすための、センサ６００１のアレイ（ナビゲーションセンサ１１０ＮＳに関して上述したこれらのセンサの１つまたは複数を含む）を含む。たとえば、移動レーンＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７の各々は、移動レーンＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７がボット１１０によって検出または検知されるときに、ボット１１０が移送デッキ１３０Ｂ上に配置され、位置付けられている、少なくとも１つの方向で、ポーズ推定値がナビゲーションセンサ検出システム６０１０によって作られ得るように、移送デッキのそれぞれの所定位置に配置される。

【００３６】

モーション位置決めシステム６０２０は、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの各々（またはホイール２０１などの任意の他の適切なホイール）が移動した距離を追跡するように構成されている、上記のホイール走行距離計６０２１からのデータを含むか、または取得するように構成されている。一態様では、ボットのポーズがホイール走行距離計によってまたはホイール走行距離計と関連して決定されない場合、モーション位置決めシステム６０２０は、たとえば、ボット１１０の位置、速度、回転、ピッチおよびヨー（yaw）データを生成する、加速度計およびジャイロスコープなどの、ボットのポーズを決定するための任意の適切なセンサを含むオンボードボットポーズ決定モジュール６０２２も含む。一態様では、モーション位置決めシステム６０２０は、（ボット１１０が、たとえば高速で通行の経路に沿ってデッキ１３０Ｂを通行するときにボット１１０のポーズを継続的に更新するモーション位置決めシステム６０２０への主要な入力として機能するなど）少なくとも移送デッキ１３０Ｂに対するボットのポーズおよびボット１１０の第２の位置推定値を決定するのに、ホイール走行距離計データに単独で依存する（および他の態様では、ホイール走行距離計データおよびボットのポーズのデータの両方を利用する）。

【００３７】
ボット位置決め処理システム６０３０は、ナビゲーションセンサ検出システム６０１０およびモーション位置決めシステム６０２０から第１および第２の位置推定値を受信するように構成されている（およびナビゲーションセンサ検出システム６０１０およびモーション位置決めシステム６０２０は、第１および第２の位置推定値を送信するように構成されている）。ボット位置決め処理システム６０３０は、第１および第２の位置推定値のいずれかより正確である第３の位置推定値を決定するために、任意の適切な方法で、第１および第２の位置推定値を組み合わせるように構成されている。ボット位置決め処理システム６０３０はまた、一態様において、任意の適切な方法で、ボット１１０を所定の移動経路から逸脱させ得る不規則なまたは偽の第３の位置推定値を除去またはフィルタリングするように構成されている。

【００３８】
ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、移送デッキ１３０Ｂおよび移送デッキ１３０Ｂ上に配置されたナビゲーション特徴アレイ３０００を含む、保管構造１３０の任意の適切なマップ６０４１を含む。一態様では、マップ６０４１は、たとえば、通路１３０Ａ、バッファステーションＢＳ、移送ステーションＴＳ、ドライブウェイ１３０ＢＷなどの、移送デッキ１３０Ｂに対する、互いに対する、およびナビゲーション特徴アレイ３０００に対する位置を含む。ボットナビゲーション軌道生成器６０４０はまた、一態様において、（以下でさらに説明するような）ボット１１０の動的モデルに基づいて決定され、ボット１１０が沿って移動することができる通行経路（traverse path）を画定する複数の所定の時間最適軌道６０４２も含む。所定の時間最適（すなわち、パラメータ化されていない）軌道は、一態様によれば、ボット１１０のオンボード制御装置上に（たとえば、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０に）（少なくとも部分的に初期位置から最終位置／目的地まで完全なビゲーションを単独でもたらすために）存在し、開始された通行／移動の間におよび／または移動を開始する前に両方ともオンザフライで（on the fly）ボットナビゲーション軌道生成器６０４０によって動的に選択可能である。たとえば、再び図４および図６Ａを参照すると、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、各々が、対応するボット経路を、１つのナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７に関連付けられた直線方向から滑らかに分岐し、別の異なる（または同じ）ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７に滑らかに合流するように画定する、（ボットの慣性条件およびボット１１０の動的特性の所定のセットに対する少なくとも１つのボット１１０の動的モデルに基づいた）所定の時間最適軌道のテーブルまたはライブラリ６０４２Ｔを含む。以下でさらに説明するように、軌道は、ホイールトルク（左ホイールトルクT_L、右ホイールトルクT_R）（たとえば、ボット１１０の電源に対する定格電流でのそれぞれの左／右ホイールの最大トルク）、および各々のそれぞれのトルクに対する対応する切り替え時間（たとえば、（T_L、t_L）／（T_R、t_R））としてテーブル６０４２Ｔにおいて効率的に具現化され得る。上述のように、および理解され得るように、そのように説明された軌道は、時間最適であり、「バングバング」制御として当該分野で知られているものと一致する最大トルクを適用し、たとえば、対応する軌道によって画定された通行経路（ここでは経路とも呼ばれる）の代表的な曲線として例示目的のみで図６Ａに示されている。たとえば、時間最適軌道６０４２Ｔによって、ボット１１０は、本明細書に記載の高速で移動しながら、共通の方向に沿って配置された２つのナビゲーション特徴部間（たとえば、縦方向ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３の１つもしくは複数の間または横方向ナビゲーション特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７の１つもしくは複数の間など）および／または異なる方向に配置されている２つのナビゲーション特徴部間（たとえば、縦方向ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３と横方向ナビゲーション特徴部ＬＡＴ１～ＬＡＴ７との間など、図４参照）の対応する軌道によって画定された、滑らかな湾曲した（曲線、複数の曲線、または曲率は、凹形状／凸形状の通行経路の線を指すために本明細書では概して使用されるが、本明細書で適用される技術は、そのように明示的に識別される平坦な曲線を有する経路の線にも等しく適用可能である）

経路に沿って滑らかに移行することが可能になる。一態様では、（１つまたは複数の）ボットの動的モデルに基づく時間最適軌道６０４２Ｔは、任意の適切な方法で、テーブル６０４２Ｔにおいて分類またはカタログ化される。一態様では、軌道は、対応する軌道によって画定された湾曲した経路に沿った線形長さＬ、Ｌ１、・・・Ｌｎに従って分類して示されたそれらのそれぞれの特性に従っており、長さＬ、Ｌ１、・・・Ｌｎは、たとえば制御装置１２０から受信したボットのモーションコマンドで指定されたボット１１０のマップ座標系ＲＥＦ内で画定された位置Ｐ１（ＢＸ１、ＢＹ１）とＰ２（ＢＸ２、ＢＹ２）との間でボット１１０が移動する線形距離に対応している。

【００３９】

さらなる例として、図６Ｂは、異なる代表的な湾曲経路を示し、各経路は、湾曲経路の開始および終了における異なるボット１１０の境界条件（たとえば、湾曲経路上で最初に通行を開始するボット１１０のポーズＰ１（図５Ｂ参照）（ＢＸ１、ＢＹ１、θ１、V_{L1}、ω_1）；湾曲経路上の通行の終点におけるボット１１０のポーズＰ２（図５Ｂ参照）（ＢＸ２、ＢＹ２、θ２、V_{L2}、ω_2）；ここで（ＢＸｉ、ＢＹｉ）はそれぞれの位置座標であり、θｉは系基準軸ＲＥＦ２（たとえばＸ軸）からのボットの縦軸のヨー（yaw）であり、V_{Li}は経路に沿ったボット１１０の線速度であり、およびω_iはボットの回転速度（すなわち、ｄθ／ｄｔ）である）に対する異なる対応する時間最適な動的モデルベースの軌道によって画定／生成されている（それゆえ、それを代表するものである）。図６Ｂに示される通行経路はここで、上述したように、それぞれ異なる境界条件に対して、ボット１１０の動的モデルに基づき、異なる所定の時間最適軌道のソリューションの例を代表して例示する役割を果たし、一致して結果として生じた、異なる所定の軌道によってもたらされたボット１１０の経路は、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０によって選択される。図６Ｃおよび図６Ｄは、それぞれ、図６Ｂに例示された例示的な軌道ＢＴＸの経時的な、速度（V_L、ω_t）プロファイルおよび左右の駆動ホイールモータ電流プロット（I_L、t_L；I_R、t_R）を例示しており、ここで、V_Lはボット１１０の縦軸と並んだ経路に沿ったボット１１０の線速度であり（すなわち、V_Lベクトルは依然として説明目的のためのものである）、ωは回転速度であり、I_L、I_Rは左右の駆動ホイールのそれぞれのモータ電流であり、ｔは時間である。理解され得るように、モータ電流I_L、I_Rは、一般的関係$T_{L/R}=k_tI_{L/R}$に従う、対応する駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂに対するそれぞれのモータトルクの決定因子であり、ここでk_tは製造業者定格のモータトルク定数である。ボット１１０のモータトルクは、以下の関係で表され得るホイールモータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢから利用可能なレンチ（f_x、q_z）として本明細書で総称される、ボット１１０の縦軸ＢＸに沿った（移送デッキ１３０Ｂまたは床の表面などのボット１１０の転走面に対する駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの接触パッチにおける）駆動部１１０ＤＲの力f_x、および（それぞれの駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂ間の差動駆動力による）ヨートルクq_zを提供する：

【００４０】

【数１】

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

【００４１】

【数２】

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

【００４２】

式中、k_tはモータトルク定数であり、I_LおよびI_Rは左右のモータ電流であり、R_{Whe}

$_{el}$はホイール半径であり、Ｗｈｅｅｌｂａｓｅはホイール２０２Ａと２０２Ｂとの間の距離ＬＡＴＷＢ（たとえば、輪距）である。

【００４３】

前述のように、利用可能なレンチ（f_x、q_z）は時間最適な方法で適用され、それゆえ、開始点から終了点まで、時間最適化軌道が生成され（つまり、すべての（両方の）駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂのモータトルク$T_{L/R}$は、湾曲した経路の実行および結果として生じる通行全体にわたる最大（正または負）の使用可能なトルクにある）、それによって、時間最適軌道によって画定された湾曲した経路が滑らかになる。たとえば、経路に沿ったボット１１０の速度V_Lは、図６Ｂに例示されるように一定である。最大の使用可能なトルクは、日常的な（すなわち、非干渉、非緊急）状態および移動のために設定された（１つまたは複数の）駆動モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢからの最大指令トルクであってもよい。さらに理解され得るように、適用されたレンチ（f_x、q_z）は、（V_Lを一定に保ち、結果として滑らかな経路を途切れることなく維持するように）（曲線に対して）外側の駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂが最大（正）の使用可能なトルクで、（曲線に対して）内側が最大（負）の使用可能なトルクで、全体にわたって滑らかな経路を転写する、ならびに上述したようにおよび以下でさらに説明するように、軌道の開始および終了でのボット１１０の動的モデルおよび境界条件に基づいて決定される切り替え時間（たとえば、図６Ｃを参照）にそれらの間で切り替えを行う、（開始から終了まで）軌道全体にわたってモータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢから利用可能である最大のレンチである。他の態様では、軌道の線形速度V_Lは、軌道の開始から終了の間の滑らかな曲線経路を転写する時間最適軌道を生成するように最大の利用可能なレンチ（f_x、q_z）が与えられると、ボット１１０の定常または一定の線形加速（または減速）を有することによって、および、軌道の所望の部分（またはすべて）の間に連続的な線速度V_Lを備えることなどで、変化可能であり得る。このようにして、時間最適軌道が、所望のボット動作の（軌道の開始および終了時の）異なる所定の境界条件に対して（上述のように図６Ｃに示すのと同様のモータトルク／電流対切り替え時間のプロットから）決定され、それによって、異なる所定の時間最適軌道が生成され、その各々は、その開始境界条件に対応し（によって特徴付けられ）、軌道の各々は、所与の軌道によって画定された結果として生じる曲線経路の形状によって比喩的に特徴付けることができ（各々が対応する時間最適軌道を特徴付ける、異なる経路を示す図６Ｂを参照）、この曲線経路は、初期速度と最終速度が、軌道の初期および最後の端部からの共通の進路およびオフセット位置（ΔＢＸ、ΔＢＹ）（または線形長さＬ）を有する、境界条件で、図６Ｂに見られるように所定の時間最適軌道を実行する際に同時に有効にされる。

【００４４】

時間最適軌道は、概して「Ｓ」字状の曲線経路特性を有し、１つまたは複数の所定の時間最適軌道のセットが、異なるオフセット／長さ条件および初期／最終の速度条件（たとえば、上述のように境界条件によって決定される）に対して生成され得る。したがって、図６Ｂに例示される例に示されるように、グループ／セットＧＢＴＡ～ＧＢＴＤが、異なる所定の初期／最終のオフセット位置（ΔＢＸ、ΔＢＹ）または経路長Ｌのためのものである各セットＧＢＴＡ～ＧＢＴＤにおいて軌道の形状とともに共通の初期速度を有する時間最適軌道を表す経路形状セットであるように、（（１つまたは複数の）ボットの動的モデルに基づく）所定の時間最適ソリューションは、共通の特徴付けする境界条件（たとえば、経路形状）に従ってグループ化され、他の望ましい共通の特性（たとえば、共通の初期速度）に従ってサブグループ化され得る。これらの曲線形状は、所定の軌道セットＧＴＢＡ～ＧＴＢＤに対して示されているが、各セットは、ボット１１０の望ましい動作範囲（およびそこから生じる境界条件）に応じて多かれ少なかれ所定の時間最適軌道を有し得る。したがって、例示されるように、軌道セットＧＢＴＡは、対応する初期速度に対する１つの時間最適軌道のソリューションを含んでもよく、ここで同じ初期速度および異なる（たとえば、より長い）長さＬでの他の時間最適ソリューションは、特徴的な経路形状を共有していなくてもよく、それゆえ、以下で説明するものなどの他の時間最適ソリューシ

ョン（たとえば、一定または可変の速度での対向する端部での旋回）でグループ化されてもよい。

【００４５】

なお、所定の時間最適軌道は、ボットの移動を実行するときに、ボットが後続する経路形状および経路上の運動プロファイルとして、ボット制御装置によって生成される時間最適軌道を指し、必ずしも時間最適軌道がボット制御装置において事前にプログラムされる必要はないが、本明細書でさらに説明するように、時間最適軌道の一部の要素はボット制御装置において事前にプログラムされ得る。上記から理解され得るように、所定のソリューションは、ソリューションの特徴的なセットによってグループ化または分類される、対応する所定のモータ電流I_L、I_Rおよび基準切り替え時間$t_{L、R}$として具体化されたボットナビゲーション軌道生成器６０４０（図６参照）の（１つまたは複数の）軌道６０４２セクションに保管され得る。ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、保管されたソリューションのセットから一致する（１つまたは複数の）ソリューションを動的に選択するために、現在の位置／場所および／またはいくつかの将来の位置／場所における、ボット１１０のポーズおよび状態の決定、およびソリューションセット特性（たとえば、「Ｓ」経路）への、およびその後のセットＧＢＴＡ～ＧＢＴＤ内の１つまたは複数の所定のソリューションへの（現在のポーズ、向き、速度からの位置オフセット／通行長さを含む）指令目的地に一致する、（１つまたは複数の）軌道６０４２セクションの１つまたは複数の所定のソリューションを（ボット１１０が動作状態のオンザフライで、またはボット１１０の動作前に）動的に選択するように構成されている。

【００４６】

ここで図４、図７Ａ、および図７Ｂを参照すると、ボット１１０の例示的なボットの通行経路が、開示される実施形態の態様に従って示されている。理解され得るように、これらの搬送経路は、たとえば、本明細書に記載されるボット１１０などの任意の適切なボット用の経路であり得る。また理解され得るように、ｔ時間最適軌道は、これらの例示的な通行経路の各々に対して、開示される実施形態の態様に従って生成され得る。なお、本明細書で使用され、図面に示される「通行経路（traverse path）」という用語は、開いた非決定的な移送デッキ１３０Ｂまたはその上の位置間の床によって画定された非決定的な表面上／に沿ったボット１１０の物理的な通行経路を指す。なお、通行経路は、通行経路を形成するために互いに接合される１つまたは複数のセグメント（本明細書で図６Ａおよび図６Ｄに関して記載されるものなど）を含み得る。通行経路の「軌道」という用語は、たとえば、通行経路に沿って移動する、および通行経路を画定する、加速度、速度などの、ボット１１０の運動学的特性を含む。

【００４７】

上述のように、ボット１１０の制御装置１１０Ｃなどの任意の適切な制御装置は、ボット１１０の駆動セクション１１０ＤＲの最大電力を使用してボット１１０の時間最適運動を生成するためのバングバング制御装置として構成されてもよい。なお、開示される実施形態の態様によって、モータトルク（たとえば、最大トルク／ピーク使用可能トルク）および／または、たとえば、異なるボット１１０の積載物適用に対する境界制約または任意の他の速度、加速度などの制約を有している、他の所定のボット１１０のパラメータ化されていないボット１１０の軌道の生成が可能になる。生成された軌道に関して本明細書で使用される「パラメータ化されていない」という用語は、時間最適軌道の形状が、利用可能なボット１１０の最大モータトルクの上述の制約内（たとえば、ボット１１０の電源からの最大の利用可能な電流に対する望ましい最大の使用可能なトルク、ならびに他のボットの動的モデル（たとえば、質量、慣性モーメント、駆動ホイールの半径、駆動軸距など）、および初期および最終の慣性条件）で達成されるように、軌道および通行経路の特性が、（時間に対して、または位置速度基準フレームもしくはスペースにおいて）軌道の曲線または形状に関して制約されないことを意味している。開示される実施形態の態様によれば、所与の最大駆動トルク制約に対して、最適な（最短の）移動時間（たとえば、通行経路の開始点と通行経路の終了点との間のボット１１０の通行時間）が達成されるように

、通行経路のセグメントの各々に対して軌道を生成することができる。さらに、モータおよび／またはギアボックス（存在する場合）などの駆動コンポーネントのためのピークトルク要件を（より短い移動時間の有無にかかわらず）低減することができ、これによって、ボット１１０に関連するコストの削減、駆動コンポーネントのサイズの縮小、および／またはボット１１０の寿命の延長につながる。

【００４８】

開示される実施形態の態様は、概してトルク制約を考慮に入れないか、または概して滑らかな指令軌道を生成しない、既存の軌道生成方法の欠陥に対処する。生成された軌道に関して本明細書で使用される「滑らかな」または「滑らかさ」という用語は、経時的な湾曲した通行経路に沿った連続的な線速度を指す。なお、高速および中速でのボット１１０の慣性および動的特性が与えられると、線速度の不連続性は概して実際には達成することができず、望ましくない。

【００４９】

他の態様では、時間最適軌道は、ボット１１０の動的モデル特性、および／またはボットの積載物（たとえば、空のまたは積載されたボット）、積載物の質量および／またはサイズなどの他の境界条件に基づいて分類され、ここでより大規模な積載物および／または密度がより高い積載物（たとえば、ボットの質量中心の偏心が結果として生じる）は、高速でより大きな半径／湾曲した旋回を画定し得る。他の態様では、軌道は、ボット１１０が移動する距離ならびに積載物の重量／質量および／またはサイズ／質量分布または積載物密度の１つまたは複数に基づいて分類される。

【００５０】

図４および図６Ａから理解され得るように、（初期の静的なおよび／またはオンザフライでのポーズを有する）初期位置から（最終的な望ましい／結果として生じる静的なおよび／またはオンザフライでのポーズを有する）最終位置まで続く、単独で、および／または平坦な経路ライン（図６Ａ参照）によって連続的に適用されるかまたは分離される動的に選択された組み合わせで、ボット１１０が動的に選択することができる異なる経路曲線を画定する異なるタイプの所定の時間最適動的モデルベースの軌道がある。一態様では、軌道は、直線、半円、およびフックまたは「Ｊ」形状などの任意の適切な形状を有している単純な曲線によって特徴付けられている一方で、他の態様では、記載されるように方向の複数の変化または屈曲点を有している「Ｓ」字状曲線などの任意の適切な複雑な曲線である。たとえば、時間最適軌道の１つのタイプは、湾曲した部分および直線部分を有している成分の時間最適軌道であり、ここで湾曲した部分は、可変または一定の旋回半径／速度、一定または変化する旋回方向、および単純な旋回のうちの１つまたは複数を有する複合の曲線または旋回である。時間最適軌道タイプの別の例として、時間最適軌道の特徴的な経路形状は、可変の旋回半径／速度（たとえば、図６Ａに例示される経路９９１Ａ～９９１ｎおよび９９２Ａ～９９２ｎの軌道）または単一の方向において一定の旋回半径／速度（たとえば、図６Ａに例示される経路９９０Ａ～９９０ｎの軌道）の１つまたは複数を有している（移動の間に一方向に旋回する）単純な旋回である。理解され得るように、異なる成分の時間最適軌道（たとえば、単純および複合）は、一態様において、互いに端から端まで接合されて、ボット１１０が追従する搬送経路ＢＴＰが形成され（たとえば、図４に示すように、単純な曲線／旋回を特徴とする時間最適軌道と組み合わされた「Ｓ」形状を特徴とする時間最適軌道（たとえば、図６Ａに示す経路９９３Ａ～９９３ｎの軌道など）を有し、他の態様では、平坦な曲線経路の軌道（たとえば、図６Ａに示す経路９９４Ａ～９９４ｎの軌道など）が、曲げ曲線経路の軌道に接合し得る）。

【００５１】

一態様では、本明細書で記載されるように、複数の所定の軌道６０４２Ｔは、前述のように、制御装置１１０Ｃによってアクセス可能であるボット１１０の任意の適切なメモリ１１０Ｍに保管され、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０を用いてなど、本明細書で記載される制御装置１１０Ｃによって動的に選択され、ボット１１０の移動経路ＢＴＰの作成のための時間最適軌道のセットが形成される。本明細書で記載されるように、（パ

ラメータ化されていない）各軌道は、ボット制御装置１１０Ｃによって（たとえば、ボットが本明細書で記載される速度で移動している間などにオンザフライで）動的に決定または選択される時間最適軌道である。ボットナビゲーション軌道生成器６０４０を介してなど、制御装置１１０Ｃは、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０の（１つまたは複数の）軌道６０４２セクションから、１つまたは複数の所定の時間最適軌道を選択し、組み合わせて、複合の時間最適軌道を形成し、ここで、ボット１１０の通行経路に沿って１つまたは複数のウェイポイントを接続するために、ボット制御装置１１０Ｃによってボット１１０の動作中に（またはボット１１０の動作前に）、時間最適軌道の組み合わせも動的に実行される（結果として、動的に選択または決定された軌道のセットが、与えられた移動をもたらす）。ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、時間最適軌道を選択し、組み合わせて、時間最適化されている１つまたは複数の時間最適軌道の（１つまたは複数の）セットＧＢＴＡ～ＧＢＴＤを形成する（図６Ｂを参照）（たとえば、所定のウェイポイント間の最速のルート）。

【００５２】

時間最適軌道の選択の例として、図４および図６を参照すると、中央制御装置（制御装置１２０など）は、ボット１１０に移動コマンドを送信する。移動コマンドは、制御装置１１０Ｃのボットナビゲーション軌道生成器６０４０によって受信され、たとえば、上述のように、開始軌道ウェイポイントおよび終了軌道ウェイポイントを含み、ここで開始軌道ウェイポイントは、移動コマンドが送信されるときのボットの現在または現行の位置に基づいている。例示目的のみのために、開始軌道ウェイポイントはウェイポイントＷＰ１であってもよく、終了軌道ウェイポイントはウェイポイントＷＰ３であってもよい。なお、ウェイポイントは、移送デッキ１３０Ｂ上の任意の適切な位置に配置されてもよく、一態様では、通路１３０Ａ、ドライブウェイ１３０ＢＷ、バッファステーションＢＳ、移送ステーションＴＳへの開口部に配置されてもよく、ノードＮＤの位置と一致してもよい。本例では、ウェイポイントＷＰ３は、通路１３０Ａ１の開口部につながるナビゲーション特徴部ＬＡＴ１に沿って配置されたノードＮＤと一致する。ここで、ボット１１０は、上記の速度で移動しており、移動コマンドに基づいて、（モーション位置決めシステム６０２０および／またはナビゲーションセンサ検出システム６０１０からの）そのポーズおよび状態、積載物のサイズおよび／または重量／質量とともに、ボット１１０の現在の位置とウェイポイントＷＰ３との間の距離を把握しており、開始ウェイポイントと終了ウェイポイント（ここでウェイポイントはノードＮＤと一致する必要はない）とを接続するために、ボットの１１０の現在の位置（ボットが移送デッキ１３０Ｂに沿った高速移動中に開始ウェイポイントＷＰ１をすでに通過したときに現在の位置が使用される）と終了ウェイポイントＷＰ３との間の軌道ソリューション、積載物のサイズおよび／または重量／質量を提供する（距離L_iおよび初期／最終の境界条件などの）所定の時間最適軌道の保管された特性の１つまたは複数に基づいて、保管された所定の時間最適軌道から１つまたは複数の時間最適軌道６０４２を選択する。前述のように、所定の時間最適な軌道の特性は、保管している軌道を（必要に応じてセットで）分類する手段をもたらし、逆に、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０による時間最適軌道の選択のためのインデックス作成手段としても機能する。そのため、時間最適軌道は、ウェイポイントでおよび／またはウェイポイントの前または後に開始または終了してもよく、ここでナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７からの／への時間最適軌道の分岐点が、ボット制御装置１１０Ｃによって自由に選択可能であり、一態様では、移送デッキ１３０Ｂ上の障害物（他のボットなど）、ボットによって運ばれる積載物、または任意の他の適切な制約に基づいてもよい（たとえば、ボット１１０は、ウェイポイントの位置とは無関係のガイド特徴部から、またはガイド特徴部に分岐することができる）。したがって、構造マップ６０４１上で目的地を設定する（たとえば、オンザフライで受信される）所与の移動コマンドのために、その現在のポーズおよび状態、ならびに目的地で望まれるポーズおよび状態を把握しているボット１００は、（１つまたは複数の）時間最適軌道のセットが特徴付けられる軌道インデックスにアクセスし、移動コマンドが受信された瞬間に、および目的

地でボット１１０のポーズ／状態に一致する特性に基づいて、時間最適軌道ソリューションの１つまたは複数（セット）を動的に選択する。

【００５３】

１つまたは複数の時間最適軌道６０４２の選択は、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０によって同時に実行され、ボット（ボット１１０Ｅなど）は、本明細書に記載される高速で、（ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１に沿ってなど）移送デッキ１３０Ｂに沿って移動し、それにより、ボット１１０Ｅは、ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１に沿って移動するそのポーズＰ１から、通路１３０Ａ１に入るためにウェイポイントＷＰ３で必要とされるポーズ（ポーズＰ２など）に移動する。選択された時間最適軌道のセットをボット制御スキームに分解するために、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、他の方法で知られているように「テストシューティング」および「勾配降下」法を使用するアルゴリズムを用いて、（選択された軌道移動のセットの開始時の）初期速度およびモータ電流（I_L、I_R）の切り替え時間（t_L、t_R）を算出する。したがって、選択された軌道ソリューションのセットのバングバング制御をもたらす電流切り替え時間は、ボット１１０の時間基準フレームに設定され、ボットが動的に選択された時間最適軌道をもたらすように、ボット軌道フォロー制御装置６０６０によって実行される。上述のように、通路側ガイドラインまたはナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１は、ボット１１０が通路１３０Ａ１に９０°旋回することができないように、移送デッキ１３０Ｂの縁部の近くに配置される。したがって、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、ボット１１０Ｅが、ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１から移動し、（１つまたは複数の）時間最適軌道によって生成される曲線経路の開始と終了時の異なる境界条件のためのボット１１０の動的モデルに基づいて、通路１３０Ａ１に入るためにそのポーズを変更することを可能にする１つまたは複数の所定の時間最適軌道６０４２を選択する。

【００５４】

本例では、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、ボット１１０Ｅをナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１からナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ２に移動させるために、（１つまたは複数の）軌道６０４２セクションから１つまたは複数の所定の時間最適軌道６０４２を選択する。一態様では、「Ｓ」形状を有している単一の複合の時間最適軌道３０１０（たとえば、一方が他方の直後に続く２つの対向する旋回）が、ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１、ＬＯＮＧ２間の移行のために選択される。別の態様では、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、一致する境界条件の点などで接合する単純な旋回を画定する一連の軌道（たとえば、図６Ａに示される「Ｊ」形状の軌道経路９９１Ａ～９９１ｎなど）を動的に選択してもよく、それによりオンザフライのウェイポイントＷＰ４が作成され、それによって、２つの動的に選択された単純な「Ｊ」形状の曲線３０１０Ａ、３０１０Ｂのソリューションが、ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１、ＬＯＮＧ２間の結果として生じる経路が滑らかになるようナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１、ＬＯＮＧ２間で移行するために、ウェイポイントＷＰ４（たとえば、単純な曲線間の屈曲点）で遭遇するように選択される。ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、ボット１１０が通路１３０Ａ１に入ることを可能にするボット１１０のポーズ（図４に示されるポーズ２など）におけるウェイポイントＷＰ３に到達するためにナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ２からナビゲーション特徴部ＬＡＴ１に移行するための１つまたは複数の追加の時間最適軌道を選択する。ここで、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０は、（上記のように）別のオンザフライのウェイポイントＷＰ２を作成し、時間最適軌道３０１０（または３０１０Ｂ）および３０１２が、互いに遭遇するか、または互いに接続されるナビゲーション特徴部ＬＡＴ１上にボットを９０°旋回させる単純な曲線の時間最適軌道３０１２を選択して、上記のように、さらに別の単純な直線の時間最適軌道３０１１によって、複合の時間最適軌道を形成し得る。なお、ウェイポイントＷＰ２が、ノードと一致するものとして例示されている一方で、他の態様では、ノードに配置されなくてもよい。

【００５５】

上記のように、一態様では、所定の時間最適軌道は、たとえば、ボット１１０の動的モ

デル（たとえば、動的制約）に少なくとも部分的に基づいて、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０によって選択される。図５Ｂを参照すると、ボットの動的モデルは、以下によって定義される。

【００５６】

【数３】

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

【００５７】

【数４】

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

【００５８】

式中、ｘ、x_1、x_2はｘ軸に沿った位置であり、v_xはＸ軸に沿った速度であり、w_zはＺ軸を中心とした角速度であり、Ｃはボット１１０のコリオリ行列であり、Ｍはボット１１０の慣性行列であり（ＣとＭの両方は、他の方法で知られているようにボット質量および質量中心の位置に依存している）、f_xはＸ軸に沿った力であり、およびq_zはＺ軸を中心としたトルクであり、ここでf_xおよびq_zはボットの原点で適用される正味のレンチ（f_x、q_z）ベクトルを形成する。なお、正味のレンチ（f_x、q_z）は、モータのトルク、摩擦、および減衰によって生成される力とトルクの合計である。

【００５９】

他の態様では、移動コマンドによって指定された開始ウェイポイントＷＰ１と終了ウェイポイントＷＰ３とを接続する、動的に選択された時間最適軌道３０１０（または時間最適軌道３０１０Ａ、３０１０Ｂ）、３０１１および３０１２は、ボットナビゲーション軌道生成器６０４０によってボット速度および位置システム制御装置６０５０に送信される時間最適な軌道のセットを形成し、これにより、ボット１１０のセンサ、および／またはボット１１０が操作を安全な停止／安全な位置に移動させるシステム制御によって識別される予期しない急迫した状況（たとえば、軌道ソリューションおよび検知によるナビゲーションランドマーク間の不一致）の場合に、ボット軌道フォロー制御装置６０６０および駆動モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢを用いて、開いた非決定的な移送デッキ１３０Ｂの少なくとも非決定的な表面に沿ってボットを移動させるための制御ループが形成される。たとえば、ボット１１０が、（ドライブウェイ１３０ＢＷに沿って、または移送デッキ１３０Ｂ上など）取り出し通路１３０Ａおよび／または移送ステーションＴＳの移送領域２９５内などに略直線に移動するときに、駆動モータ２０２ＭＡ、２０２ＭＢは、バングバング制御を出て、（略直線に通行するための）トルク制御装置として、または（略直角の旋回、Ｓ字状の旋回、Ｊ字状の旋回、または本明細書に記載される所定の軌道によって画定される任意の他の旋回などの通行旋回（traversing turn）のための）位置制御装置として構成される。たとえば、制御装置１１０Ｃは、トルク制御装置として動作することで、ホイール２０２Ａ、２０２Ｂ両方からの速度フィードバックの平均を「ボット速度」として使用して、図６に示されるような速度ループを閉じるように構成されている。パフォーマンスを改善し、速度ループの不安定性を回避するために、速度ループは、トルクフィードフォワードで増大され、低利得で動作され得る。制御装置１１０Ｃはまた、ボット１１０の停止位置において、最終位置のための図６にも示されるような位置ループを閉じるよ

うに構成されている。制御装置１１０はまた、ナビゲーション特徴アレイ３０００の特徴部に沿ってなど、ライン追跡を実施するために差動トルクオフセットを合計するように構成されている。なお、床表面および／またはホイールが液体、ほこり、または他の粒子で汚染されているときに、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂは、移送デッキ１３０Ｂまたは取り出し通路１３０Ａもしくは移送領域２９５の床との静止摩擦を失い得る。速度制御ループは、たとえば、ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの１つまたは両方のためのエンコーダによって提供されるフィードバックが、ボット１１０の所定の速度より高い速度を示すときはいつでも、トルクをホイール２０２Ａ、２０２Ｂの両方に戻すことによって駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂの静止摩擦の損失を軽減するように構成され得る。たとえば、移送デッキ１３０Ｂの非決定的な表面上を長距離移動するときに、ボット１１０は、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂおよびアイドラーホイール２０１の固定された性質を介して直線軌道から逸れるのを阻止されるように、駆動ホイール２０２Ａ、２０２Ｂおよびアイドラーホイール２０１上を移動する。制御装置１１０Ｃは、ボット１１０が移動しているときに、直線軌道を維持するための修正が差動トルクとしてホイールに適用され得る任意の適切な方法で、ボット１１０が直線での移動を維持することを実質的に確かなものとするために、任意の適切なライン追従アルゴリズムで構成されている（たとえば、スキッドステアリング－一方の駆動ホイールを他方の駆動ホイールより遅く回転させて、ボット上に旋回モーメントを誘導するためのボットの片側の抗力の増大をもたらす）。駆動部２０２ＭＡ、２０２ＭＢは、位置制御装置として動作するときに、制御装置１１０Ｃによって、所定の時間最適軌道の１つまたは複数の選択された軌道に従って既定の旋回操作を実行するための任意の適切な方法で、それぞれのホイール２０２Ａ、２０２Ｂを反対方向に回転させるように命令され得る。

【００６０】

ここで図４、図６、図７Ａおよび図７Ｂを参照すると、移送デッキ１３０Ｂを横切る従来の非ホロノミックのボット１１０の通行は、たとえば（図７Ａを参照）、ボット１１０の旋回が９０°の旋回に制限され、その９０°の旋回がガイドラインのノードＮＤ（たとえば、交差する点）で行われるようにグリッドパターンでガイドラインが配置されるライン追跡によって促進される。上記から理解され得るように、本明細書に記載されるボットの高速ナビゲーションによって、ボット１１０が、ノードＮＤで９０°の旋回に制限されることなくノード間を移動することができるように、開いた非決定的な移送デッキ１３０Ｂの非決定的な表面に沿った非ホロノミックのボット１１０の通行を実質的に無制限にすることができ（図７Ｂ参照）、これにより、移送デッキ１３０Ｂを横切るボット１１０の移送／移動時間が短縮される。これによって、ボット１１０は、移送デッキ１３０Ｂの非決定的な表面をナビゲートしながら、ならびに取り出し通路１３０Ａおよび／またはドライブウェイ１３０ＢＷなどのリフトインターフェース領域または（図２Ａ～図２Ｃに示されるものなどの）移送デッキ１３０Ｂの片側に配置されたバッファ／移送ステーションに旋回しながら、本明細書に記載される速度で移動することができる。

【００６１】

たとえば、図４および図１０～１２を参照すると、ボット１１０は、その開示内容のすべてが参照により本明細書に組み込まれる、２０１５年１月１６日に出願された米国仮特許出願第６２／１０４，５１３号明細書、現在は２０１６年１月１８日に出願された米国特許出願第１４／９９７，８９２号明細書に記載されているものと実質的に同様の方法で、１つまたは複数のピックフェースを、１つまたは複数の移送ステーションＴＳ（またはバッファＢＳ）と、（たとえば１つまたは複数の取り出し通路１３０Ａ内の）１つまたは複数の保管位置との間で移送させるように構成されている。たとえば、ボット１１０の（１つまたは複数の）ケースユニットの移送処理は、所定のオーダー搬出シーケンスに従って、および／または、たとえば、ケースユニットＣＵが、任意の適切なオペレータステーションにある１つまたは複数のバッグ、トート、または他の容器内への配置のために順序付けされる、１つまたは複数の顧客の注文を処理する命令に従った、取り出された商品の所定のオーダーシーケンス（たとえば、オーダー搬出シーケンス）で、（図１Ｃに示され

るような）混合パレット積載物ＭＰＬを作成するための、ケースユニットのオンザフライの分類での、（１つまたは複数の）ケースユニットの複数取り出しおよび配置動作を含み得る。図１１を参照すると、顧客注文は、（１つまたは複数の）ケースユニット７が搬出リフト１５０Ｂ１に運ばれ、（１つまたは複数の）ケースユニット５も搬出リフト１５０Ｂ１に運ばれることを要求してもよい（なお、他の態様では、顧客注文は、共通のボット１１０により運ばれるケースユニットの異なる搬出リフトへの移送が、本明細書に記載のものと実質的に同様の方法で生じるように、共通のボット１１０により運ばれるケースユニットが異なる搬出リフトに運ばれることを要求してもよい）。本明細書に記載の開示される実施形態の態様では、搬出リフト１５０Ｂ１（たとえば、保管および取り出しシステム／注文処理システムの搬出の各々）は、保管アレイから積載物充填物へと出庫される、混合ケースピックフェースの処理経路または通路を画定し、ここで混合ケースピックフェースは、実質的に同一の順序で処理経路を出入りする。理解され得るように、搬入および搬出リフト１５０Ａ、１５０Ｂは垂直方向に往復するリフトであり得るが、他の態様では、搬入および搬出リフト１５０Ａ、１５０Ｂは、保管構造１３０に、および保管構造１３０からケースピックフェースを搬送するための任意の適切な搬送モジュールであることが理解されるべきである。たとえば、他の態様では、リフトモジュール１５０Ａ、１５０Ｂは、同期的または非同期的に動作する、垂直方向に往復するリフト、任意の適切な自動物品処理システム、コンベヤ、ボット、ターンテーブル、ローラーベッド、マルチレベル垂直コンベヤ（たとえば、パーテルノステルコンベヤ）の１つまたは複数である。保管および取り出しシステム１００において各ボット１１０を効率的に使用するために、制御サーバ１２０などの制御装置は、ケースユニット５、７がどの（１つまたは複数の）取り出し通路に配置されているかを決定する。制御装置はまた、どの（１つまたは複数の）入庫ケースユニットＩＣＵが、ケースユニット５、７（たとえば、出庫ケースユニット）が取り出される（１つまたは複数の）取り出し通路に保管されるべきかを決定する。制御装置は、１つまたは複数のリフトモジュール１５０Ａのインターフェースステーション ＴＳから１つまたは複数の入庫ケースユニットＩＣＵを取り出すためにケースユニット５、７が配置されるレベル上のボット１１０にコマンドを送る（図１３、ブロック１４００Ａ）。ボット１１０は（１つまたは複数の）ケースユニットＩＣＵを把持し（図１３、ブロック１４２０）、１つまたは複数の取り出し通路１３０Ａ２内の１つまたは複数の保管スペース１３０に（１つまたは複数の）ケースユニットを搬送し（たとえば、ボット１１０が取り出し通路に入ることができるように、図７Ｂに関して本明細書に記載されるような方法で、開いた非決定的な搬送デッキ１３０Ｂを通行し）（図１３、ブロック１４２１）、ここで、入庫ケースユニットが配置される取り出し通路の少なくとも１つは、出庫ケースユニット５、７の１つを含む。理解され得るように、入庫ケースユニットが異なる保管位置１３０Ｓに配置される場合、入庫ケースユニットは分類され（図１３、ブロック１４２５）、（１つまたは複数の）ケースユニットは、保管スペース１３０Ｓまたはバッファなどの１つのケースユニット保持位置に移送される（図１３、ブロック１４３０）一方で、移送されていないケースユニットは、別のケースユニット保持位置への移送のためにボット１１０の積載セクションへと戻される（図１３、ブロック１４３５）。

【００６２】

理解され得るように、出庫ケースユニット５、７は、同一または異なる取り出し通路に配置され、出庫ケースユニットの近接度および（１つまたは複数の）入庫ケースユニットの所定の（１つまたは複数の）保管位置に応じて、１つのボット１１０または異なるボット１１０によって取り出される。たとえば、図１０を参照すると、ボット１１０は、ケースユニット５が配置されている取り出し通路である取り出し通路１３０Ａ２における配置のために、リフトモジュール１５０Ａのインターフェースステーション ＴＳから入庫ケースユニットＩＣＵを取り出す。本例でのケースユニット７は、取り出し通路１３０Ａ１に配置されている。入庫ケースユニットＩＣＵの配置の後、ボットは、出庫ケースユニット５を取り出すために、共通の経路で取り出し通路１３０Ａ２に沿って移動を続ける（たとえば、単一方向における取り出し通路の単一の通行）（図１３、ブロック１４００）。単

一のボット１１０に複数のケースユニットを取り出させることがより効率的である場合、出庫ケースユニット５は、任意の適切な方法で、ボット１１０上で位置合わせされ（justified）（図１３、ブロック１４０５）、ボットは、通路１３０Ａ１における出庫ケースユニット７など、別のケースユニットの位置へと移動する（なお、第２の出庫ケースが第１の出庫ケースと共通の通路に配置される場合、両方の出庫ケースユニットは、ボット１１０の共通の移送アーム１１０ＰＡ（図５および図５Ａ）により取り出し通路の共通の経路で取り出される）。（１つまたは複数の）第２の出庫ケースユニット７は共通の移送アーム１１０ＰＡによって取り出され（図１３、ブロック１４１０）、両方のケースユニット５、７は、（１つまたは複数の）入庫ケースユニットの配置に関して上述したものと実質的に同様の方法で、リフトモジュール１５０Ｂなどのピックフェース搬送システムの周辺バッファステーションＢＳおよびインターフェースステーション ＴＳの１つまたは複数に移送および配置される（図１３、ブロック１４２０～１４３５）。それぞれの出庫ケースを取り出した（図１３、ブロック１４００）後、２つの異なるボット１１０にケースユニット５、７のそれぞれを取り出させることがより効率的である場合、ケースユニットは把持され（図１３、ブロック１４２０）、周辺バッファステーションＢＳまたは出庫リフト１５０Ｂのインターフェースステーション ＴＳの１つに移送および配置される（図１３、ブロック１４２１～１４３５）。一態様では、ケースユニット５などの出庫ケースユニットが周辺バッファステーションＢＳに配置される場合、ケースユニット５を周辺バッファステーションＢＳに配置したボットとは別のボット１１０が、ケースユニット５をインターフェースステーション ＴＳへ移送する一方で、他の態様では、同一のボット１１０が、ケースユニット５をインターフェースステーション ＴＳへ移送するために周辺バッファステーションＢＳまで戻る。本明細書に記載の開示される実施形態の態様では、バッファステーションＢＳおよび／または移送ステーション ＴＳ（たとえば、少なくとも１つのピックフェース受け渡しステーション）は、所定の積載物充填のシーケンスに基づき順序付けられたピックフェースのシーケンスで処理経路に入る、保管アレイ／構造１３０から出庫される混合ケースのピックフェースの一部を画定する、混合ケースのピックフェースの２つ以上を共通して支持する。本明細書に記載の開示される実施形態の態様の１つまたは複数では、バッファステーションＢＳおよび／または移送ステーション ＴＳは、共通して支持されたピックフェースが（１つまたは複数の）出庫リフト１５０Ｂ１により共通して取り出されるように、（１つまたは複数の）出庫リフト１５０Ｂ１に対する共通のピックフェース移送インターフェースを形成する。開示される実施形態の１つまたは複数の態様では、制御装置１２０などの任意の適切な制御装置は、（１つまたは複数の）ボット１１０と連通し、順序付けられたピックフェースのシーケンスに基づいてバッファステーションＢＳおよび／または移送ステーション ＴＳ上へのピックフェースの配置をもたらすように構成されている。

【００６３】

一態様では、出庫ケースユニットは、ボット１１０の共通の移送アーム１１０ＰＡ（図５および図５Ａ）によってユニット（たとえば、ピックフェース）として取り出され、移送される。ここで再び図１１を参照すると、顧客注文は、（１つまたは複数の）ケースユニット７が搬出リフト１５０Ｂ１に運ばれ、ケースユニット５も搬出リフト１５０Ｂ１に運ばれることを要求してもよい（なお、他の態様では、顧客注文は、開いた非決定的な移送デッキ１３０Ｂに沿った共通のボット１１０により運ばれるケースユニットの異なる搬出リフトへの移送が、図７Ｂに関して本明細書に記載のものと実質的に同様の方法で行われるように、共通のボット１１０により運ばれるケースユニットが異なる搬出リフトに運ばれることを要求してもよい）。上述のように、制御装置は、どの（１つまたは複数の）入庫ケースユニットＩＣＵが、ケースユニット５、７（たとえば、出庫ケースユニット）が取り出される（１つまたは複数の）取り出し通路に保管されるべきかを決定する。制御装置は、上述のものと実質的に同様の方法で、リフトモジュール１５０Ａのインターフェースステーション ＴＳから１つまたは複数の入庫ケースユニットＩＣＵをユニット（たとえば、ピックフェース）として取り出すために、ケースユニット５、７が配置されるレベ

ル上のボット１１０にコマンドを送る（図１３、ブロック１４００Ａ）。ボット１１０はピックフェースＰＦ１を把持し（図１３、ブロック１４２０）、移送デッキ１３０Ｂを本明細書に記載される方法で通行し、取り出し通路１３０Ａ２内の保管スペース１３０にピックフェースＰＦ１を搬送し（図１３、ブロック１４２１）、ここで出庫ケースユニット５、７は位置決めされ、保管スペース１３０Ｓ内にピックフェースＰＦ１を配置する（図１３、ブロック１４３０）。なお、ピックフェース全体が共通の保管スペースに移送され、ボット上に残されたケースユニットはないため、フローは、本例では図１３のブロック１４３５には進まない。

【００６４】

入庫ピックフェースＰＦ１を配置した後、ボット１１０は、（出庫ピックフェースＰＦ２として同時に取り出されるように、互いに隣接して保管棚上に配置されている）出庫ケースユニット５、７を保持している保管スペースまで、共通の経路（たとえば、単一方向での取り出し通路の単一の通行）で通路１３０Ａ２を通って移動し続ける。ボット１１０は、共通の移送アーム１１０ＰＡ（図５および図５Ａ）によりピックフェースＰＦ２を取り出し（図１３、ブロック１４１５）、ピックフェースＰＦ２を把持し（図１３、ブロック１４２０）、出庫リフト１５０Ｂ１にピックフェースＰＦ２を搬送し（図１３、ブロック１４２１）、ここでボット１１０は、本明細書に記載されるように移送デッキ１３０Ｂを通行する。一態様では、ピックフェースＰＦ２のケースユニット５、７は、周辺バッファステーションＢＳまたは移送ステーションＴＳの１つにユニットとして配置される（図１３、ブロック１４３０）。別の態様では、ピックフェースのケースユニット５、７は、異なる位置への配置のために任意の適切な方法でボット１１０上で分離および位置合わせされる（図１３、ブロック１４２５）。たとえば、ボット１１０は、ケースユニット７を周辺バッファステーションＢＳに配置し（図１３、ブロック１４３０）、ケースユニット５をボット１１０の積載領域に戻し（図１３、ブロック１４３５）、ケースユニット５を把持し（図１３、ブロック１４２０）、ケースユニット５をインターフェースステーションＴＳに搬送し（図１３、ブロック１４２１）、ケースユニット５をインターフェースステーションへ移送する（図１３、ブロック１４３０）。

【００６５】

別の態様では、図１２を参照すると、出庫ケースユニット５、７は、ボット１１０の共通の移送アーム１１０ＰＡ（図５および図５Ａ）により共通の通路１３０Ａ２内の異なる保管位置から取り出される。ここで、ボット１１０は、上述の方法で１つまたは複数の入庫ケースユニットＩＣＵを１つまたは複数の保管位置に移送し、ここで入庫ケースユニットＩＣＵの少なくとも１つは、出庫ケースユニット５、７と共通の取り出し通路１３０Ａ２に配置される。少なくとも１つの入庫ケースユニットを通路１３０Ａ２の所定の保管位置１３０Ｓに配置した後、ボット１１０は、取り出し通路１３０Ａ２の共通の経路で、取り出し通路１３０Ａ１を通って移動し続け、上述の方法で保管スペース１３０Ｓ１からケースユニット５を取り出す（図１３、ブロック１４００）。（１つまたは複数の）ケースユニット５は、任意の適切な方法で積載セクション１１０ＰＬの後方へとボット１１０上で位置合わせされる（図１３、ブロック１４０５）。ボット１１０は、取り出し通路の共通の経路で取り出し通路１３０Ａ１を通って移動し続け、両方の（１つまたは複数の）ケースユニット７、５が共通の移送アーム１１０ＰＡ上で互いに隣接して配置されるように、共通の移送アーム１１０ＰＡにより異なる保管スペース１３０Ｓ２からケースユニット７を取り出す（図１３、ブロック１４１０）。理解され得るように、一態様では、制御装置１１０Ｃは、たとえば、（１つまたは複数の）ケースユニットが配置されている順番と反対の順序など、任意の適切な順序で（１つまたは複数の）ケースユニットの取り出しをもたらすように構成されている。

【００６６】

この複数取り出しの例では、（１つまたは複数の）ケースユニット保持位置は取り出し通路１３０Ａの保管スペース１３０Ｓに対応するが、他の態様では、（１つまたは複数の）ケースユニット保持位置は、（ボットとリフトとの間の直接的な移送が生じる）搬入リ

フトモジュール１５０Ａと、搬入リフトモジュール１５０Ａとインターフェース接続するための（リフトモジュールとボットとの間の間接的な移送が生じる）インターフェースまたは周辺バッファステーションＴＳ、ＢＳと、保管スペース１３０Ｓとを含む（インターフェースステーションＴＳおよび搬入リフトモジュール１５０Ａからのボット１１０による取り出しは、所定のオーダー搬出シーケンスに必要なケースユニットが保管スペース１３０Ｓに配置されず、（１つまたは複数の）搬出リフト１５０Ｂ１、１５０Ｂ２に実質的に直接送達されるように、ジャストインタイム方式で保管ラックアレイ内に搬入される場合に留意される）。

【００６７】

ボット１１０は、上述の方法で、積載セクション１１０ＰＬ内でケースユニット７、５の両方を把持し、取り出し通路１３０Ａ１を出る（図１３、ブロック１４２０）。ボットは、（本明細書に記載される方法で）移送デッキ１３０Ｂに沿って移動し、搬出リフト１５０Ｂ１とインターフェース接続する（図１３、ブロック１４２１）。たとえば、（１つまたは複数の）ケースユニット７が積載セクション１１０ＰＬの前方へ位置合わせされ、（１つまたは複数の）ケースユニット５が積載セクション１１０ＰＬの後方へ位置合わせされるようになど、任意の適切な方法で、ボットは、上述のように、積載セクション１１０ＰＬ内でケースユニット７、５を分離する（図１３、ブロック１４２５）。ケースユニット７は周辺バッファステーションＢＳに移送される（図１３、ブロック１４３０）。ボットは、（１つまたは複数の）ケースユニット５を積載セクション１１０ＰＬに戻す（図１３、ブロック１４３５）ために移送アーム１１０ＰＡを後退させ、ケースユニット５を把持する（図１３、ブロック１４２０）。（１つまたは複数の）ケースユニット５は搬出リフト１５０Ｂ１のインターフェースステーション ＴＳに搬送され（図１３、ブロック１４２１）、上述のように積載セクション１１０ＰＬの前方へ位置合わせされ（図１３、ブロック１４２５）、移送ステーションＴＳに移送される（図１３、ブロック１４３０）。他の態様では、所定のケースユニット搬出シーケンスに応じて、ボット１１０は、両方の（１つまたは複数の）ケースユニット７、５を、搬出リフト１５０Ｂ１、１５０Ｂ２の一方など、共通の場所／位置に配置する。理解され得るように、バッファステーションＢＳに配置された（１つまたは複数の）ケースユニットは、一態様では、ボット１１０によって、また他の態様では、バッファステーションＢＳをインターフェースステーションＴＳに接続する任意の適切なコンベヤによって、インターフェースステーションＴＳに移送される。一態様では、（１つまたは複数の）ケースユニットがボット１１０によってバッファステーションＢＳからインターフェースステーションＴＳに移送される場合、この移送は、たとえば、バッファステーションＢＳのそばを移動する別のタスク（たとえば、保管部への（１つまたは複数の）ピックフェースの移送、ピックフェースの分類、保管部からの（１つまたは複数の）ピックフェースの移送など）のためのルートにおいて移送デッキに沿って移動するボット１１０が、他のタスクを実施するプロセスの間に、停止して、バッファステーションＢＳからピックフェースを取り出し、ピックフェースをインターフェースステーションＴＳに移送するような、適時的な移送である。

【００６８】

ここで図４を参照すると、（上述の（１つまたは複数の）方法で）１つまたは複数のピックフェースを１つまたは複数のリフトモジュール１５０から取り出し通路１３０Ａ内の１つまたは複数の保管位置に移送するために、ボット１１０は、たとえば、図１１～図１２に関して上述した方法などで、移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳからピックフェースを取り出す（図８、ブロック８０００）。ボット１１０は、たとえば、制御装置１２０（図１）から移動コマンドを受信し、ここで移動コマンドは、ボット搬送経路ＢＴＰ２のための少なくとも開始ウェイポイント（ウェイポイントＷＰ５など）および終了ウェイポイント（ＷＰ６など）を含む（図８、ブロック８０１０）。一態様では、移動コマンドは、別の移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳから別のピックフェースを取り出すようにボット１１０に指示し、その場合、ボットは、インデックスセンサ６０００などの第１のセンサからのガイダンスで移送デッキを通行し、ここで

ボット１１０は、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７に従う。第１のセンサ（インデックスセンサ６０００など）のガイダンス下での移送デッキ１３０Ｂに沿った高速のボットの通行（図８、ブロック８０２０）と一致して、ボット制御装置１１０Ｃは、ボットが第１のウェイポイントＷＰ５から、他の移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳに対応するなどの（たとえば、ボットの目的地に対応する）第２のウェイポイントＷＰ６に移動することを可能にするために、上述のように、１つまたは複数の所定の軌道６０４２（図８、ブロック８０５０）を選択する。制御装置１１０Ｃは、上述のように、第１のウェイポイントＷＰ５と第２のウェイポイントＷＰ６を接続する通行経路（たとえば、一態様では、２つの単純な曲線と直線部分を含むボット搬送経路ＢＴＰ２など）を生成し（図８、ブロック８０６０）、ここで軌道６０４２Ｔは、ボットが、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７間を滑らかに移行する（図８、ブロック８０７０）ように、たとえば、軌道の開始時および軌道の終了時の境界条件、および／または開始点と終了点との間の長さＬに基づいて選択される。搬送ステーションＴＳ間でボット１１０が通行する場合、本明細書で記載されるように（１つまたは複数の）軌道６０４２Ｔの選択に起因する１つの例示的なボット搬送経路ＢＴＰ２が図４に例示され、ここでボット１１０は、ドライブウェイ１３０ＢＷ１を出て、そして、ボット１１０が、滑らかにガイダンス特徴部ＬＡＴ７から離れ、滑らかにガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２上に合流し、滑らかにガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２から離れて、その後、別のドライブウェイ１３０ＢＷ２に入るために滑らかにガイダンス特徴部ＬＡＴ３に合流するように、所定の時間最適軌道６０４２Ｔを選択し得る。

【００６９】

理解され得るように、（ガイダンス特徴部ＬＡＴ７からガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２になど）１つのガイダンス特徴部から別のガイダンス特徴部に移送するときに、ボット１１０のインデックスセンサ６０００は、第２のガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２と接触する前に第１のガイダンス特徴部ＬＡＴ７との接触を失う。一態様では、ボット１１０は、ホイール走行距離計（または実質的に検知入力なしの他の適切な推測航法）を使用して、ガイダンス特徴部ＬＡＴ７、ＬＯＮＧ２間の移行中に経路ＢＴＰ２に追従し、その結果、インデックスセンサ６０００が第２のガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２を検出すると、ボット制御装置１１０Ｃは、移送デッキ１３０Ｂ上のボット位置（たとえば、少なくとも１つの方向）の正確な決定を行う。ボットは、ボット搬送経路ＢＴＰ２に追従し続け、本例では他の移送ステーションＴＳが配置されているドライブウェイ１３０ＢＷ２の入口に対応するウェイポイントＷＰ６に到着するために、ガイダンス特徴部ＬＡＴ７、ＬＯＮＧ２、ＬＡＴ３間を移行する。ドライブウェイに入ると、ボット１１０は、任意の適切な方法で、ピックフェースが取り出される移送ステーションＴＳの位置を決定するために、インデックスセンサ６０００によるガイダンスからセンサ６００１のアレイ内の他のセンサに移行する（図８、ブロック８０９０）。他の態様では、ボット１１０は、ドライブウェイ１３０ＢＷ２内におけるガイダンスのための任意の適切なセンサを使用してもよい。ピックフェースは取り出され（図８、ブロック８０００）、ボット１１０は、取り出し通路１３０Ａ５などの取り出し通路の１つまたは複数の保管位置に１つまたは複数のピックフェースを配置するために、別の移動コマンドを受信する（図８、ブロック８０１０）。

【００７０】

上記と実質的に同様の方法で、第２の移動コマンドは、開始ウェイポイントおよび終了ウェイポイント（たとえば、ドライブウェイ１３０ＢＷ２の出口に対応する開始ウェイポイントＷＰ６および取り出し通路１３０Ａ５の入口に対応する終了ウェイポイントＷＰ７）を含み得る。第１のセンサ（インデックスセンサ６０００など）のガイダンス下での移送デッキ１３０Ｂに沿った高速のボットの通行（図８、ブロック８０２０）と一致して、ボット制御装置１１０Ｃは、ボットが第１のウェイポイントＷＰ６から取り出し通路１３０Ａ５に対応する第２のウェイポイントＷＰ７に移動することを可能にするために、たとえば、軌道の開始時および軌道の終了時の境界条件、および／または開始点と終了点との

間の長さＬに基づいて、上述のように、１つまたは複数の所定の軌道６０４２Ｔを選択する（図８、ブロック８０５０）。制御装置１１０Ｃは、選択された軌道６０４２Ｔから上述されたように、ガイダンス特徴部ＬＡＴ３およびＬＡＴ４だけでなく、第１および第２のウェイポイントＷＰ６、ＷＰ７を接続する通行経路（たとえば、一態様では複合のＳ字状の曲線を含むボット搬送経路ＢＴＰ３など）を生成し（図８、ブロック８０６０）、それによって、ボットは、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＡＴ３、ＬＡＴ４間を滑らかに移行する（図８、ブロック８０７０）。ウェイポイントＷＰ７で、ボット１１０が取り出し通路に入る（図８、ブロック８０３０）のに適切なポーズを有するときに、そこでボット１１０のガイダンスは、任意の適切な方法で１つまたは複数のピックフェースの（１つまたは複数の）配置の位置を決定する（図８、ブロック８０４０）ために、インデックスセンサ６０００から、リブセンサなどのセンサ６００１のアレイ内の別のセンサまたは任意の他の適切なセンサ（たとえば、ホイール走行距離計、ケースユニットセンサなど）に移行する。

【００７１】

別の例として、ボット１１０は、上記と実質的に同様の方法で、１つまたは複数のピックフェースを、１つまたは複数の取り出し通路１３０Ａと１つまたは複数の移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳとの間で移送するように構成されている。図４を参照すると、１つまたは複数のピックフェースを、取り出し通路１３０Ａにおける１つまたは複数の保管位置から１つまたは複数のリフトモジュール１５０に移送するために、ボット１１０は、たとえば取り出し通路１３０Ａにおける保管位置からピックフェースを取り出す（図９、ブロック９０００）。ボット１１０は、たとえば、制御装置１２０（図１）から移動コマンドを受信し、ここで移動コマンドは、ボット搬送経路ＢＴＰのための、少なくとも開始ウェイポイント（保管位置からピックフェースを取り出した後にボット１１０が移動する搬送デッキ上のガイダンス特徴部に沿った位置であり得るウェイポイントＷＰ１など）および終了ウェイポイント（ＷＰ３など）を含む（図９、ブロック９０１０）。一態様では、移動コマンドは、別の取り出し通路から別のピックフェースを取り出すようにボット１１０に指示し、その場合、ボットは、インデックスセンサ６０００などの第１のセンサからのガイダンスにより移送デッキ１３０Ｂを通行し、ここでボット１１０は、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７に従う。第１のセンサ（インデックスセンサ６０００など）のガイダンス下での移送デッキ１３０Ｂに沿った高速のボットの通行（図９、ブロック９０２０）と一致して、ボット制御装置１１０Ｃは、ボットが第１のウェイポイントＷＰ１から、別の取り出し通路１３０Ａ１に対応するなどの（たとえば、ボットの目的地に対応する）第２のウェイポイントＷＰ３に移動することを可能にするために、たとえば、軌道の開始時と軌道の終了時の境界条件および／または開始点と終了点との間の長さＬに基づいて、上述のように、１つまたは複数の所定の軌道６０４２Ｔを選択する（図９、ブロック９０５０）。制御装置１１０Ｃは、選択された軌道６０４２Ｔから上述のように、第１および第２のウェイポイントＷＰ１、ＷＰ３を接続する通行経路（たとえば、一態様では単純な曲線、直線部分、およびＳ字状の曲線の組み合わせを含むボット搬送経路ＢＴＰなど）を生成し（図９、ブロック９０６０）、それによって、ボットは、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＯＮＧ１～ＬＯＮＧ３、ＬＡＴ１～ＬＡＴ７間を滑らかに移行する（図９、ブロック９０７０）。ボット１１０が取り出し通路間を通行する場合、１つの例示的なボット搬送経路ＢＴＰが図４に例示され、ここでボット１１０は、ドライブウェイまたは取り出し通路を出て、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス特徴部ＬＯＮＧ１に沿って移動し得る。ボット制御装置１１０Ｃは、ボット１１０が、別の取り出し通路１３０Ａ１に入るために、滑らかにガイダンス特徴部ＬＯＮＧ１から離れて、滑らかにガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２上に合流し、滑らかにガイダンス特徴部ＬＯＮＧ２から離れて、その後、滑らかにガイダンス特徴部ＬＡＴ１上に合流するように、所定の軌道６０４２Ｔを選択する。ボット１１０は、ボット搬送経路ＢＴＰに追従し続け、そして、本例では取り出される（１つまたは複数の）他のピックフェースが配置される取り出し通路１３

０Ａ１への入口に対応するウェイポイントＷＰ３に到達するために、ガイダンス特徴部ＬＡＴ７、ＬＯＮＧ２、ＬＡＴ３間を移行する。取り出し通路に入ると、ボット１１０は、任意の適切な方法で、ピックフェースが取り出される保管位置の位置を決定する（図９、ブロック９０９０）ために、インデックスセンサ６０００によるガイダンスからセンサ６００１のアレイ内の他のセンサに移行する。他の態様では、ボット１１０は、取り出し通路１３０Ａ１におけるガイダンスのための任意の適切なセンサを使用してもよい。ピックフェースは取り出され（図９、ブロック９０００）、ボット１１０は、上記と実質的に同様の方法で、１つまたは複数のピックフェースを１つまたは複数の移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳに配置する（図９、ブロック８０８０、８０９０）ための別の移動コマンドを受信する（図９、ブロック９０１０）。

【００７２】

理解され得るように、ボット１１０が、１つまたは複数のピックフェースを異なる移送ステーションＴＳまたはバッファステーションＢＳに配置する場合、ボットは、１つまたは複数のピックフェースを、上記のようにドライブウェイ１３０ＢＷ１になど、第１の移送ステーションに配置し（図９、ブロック８０９０）、（たとえば、ドライブウェイ１３０ＢＷ１、１３０ＢＷ２に配置された移送ステーション間などの）１つの移送ステーションから別の移送ステーションへのウェイポイントを含む別の移動コマンドを受信する（図９、ブロック９０１０）。ボットは、ドライブウェイ１３０ＢＷ１、１３０ＢＷ２間の通行のために、上述した方法と実質的に同様の方法で経路ＢＴＰ２または任意の他の適切な経路などの搬送経路を形成するための時間最適軌道を選択する。

【００７３】

上記と実質的に同様の方法で、第２の移動コマンドは、開始ウェイポイントおよび終了ウェイポイント（たとえば、ドライブウェイ１３０ＢＷ２の出口に対応する開始ウェイポイントＷＰ６および取り出し通路１３０Ａ５の入口に対応する終了ウェイポイントＷＰ７）を含んでもよい。第１のセンサ（インデックスセンサ６０００など）のガイダンス下での移送デッキ１３０Ｂの開いた非決定的な表面に沿った高速のボットの通行（図８、ブロック８０２０）と一致して、ボット制御装置１１０Ｃは、ボットが、第１のウェイポイントＷＰ６から取り出し通路１３０Ａ５に対応する第２のウェイポイントＷＰ７に移動することを可能にするために、上述のように１つまたは複数の所定の軌道６０４２Ｔを選択する（図８、ブロック８０５０）。制御装置１１０Ｃは、選択された軌道６０４２Ｔから上述されたように、ガイダンス特徴部ＬＡＴ３およびＬＡＴ４だけでなく、第１および第２のウェイポイントＷＰ６、ＷＰ７を接続する通行経路（たとえば、一態様では複合のＳ字状の曲線を含むボット搬送経路ＢＴＰ３など）を生成し（図８、ブロック８０６０）、それによって、ボットは、移送デッキ１３０Ｂのガイダンス／ナビゲーション特徴部ＬＡＴ３、ＬＡＴ４間を滑らかに移行する（図８、ブロック８０７０）。ウェイポイントＷＰ７で、ボット１１０が取り出し通路に入る（図８、ブロック８０３０）のに適切なポーズ（たとえばポーズＰ２）を有するときに、そこでボット１１０のガイダンスは、任意の適切な方法で１つまたは複数のピックフェースの（１つまたは複数の）配置の位置を決定する（図８、ブロック８０４０）ために、（上述のように）インデックスセンサ６０００からセンサ６００１のアレイ内の別のセンサに移行する。

【００７４】

上述のように、開示される実施形態の態様によれば、ボット１１０は、単純または複雑な軌道から結果として生じる単純および／または複雑な曲線を使用して、取り出し通路１３０Ａおよびドライブウェイ１３０ＢＷを含む、移送デッキ１３０Ｂの位置間をナビゲートする。これらの曲線は、一態様では、２以上の対向する半径方向の旋回を有し、これらは組み合わせられると、略Ｓ字状の曲線を形成する（たとえば、図４および図６Ｂを参照）。ボット１１０が通行する曲線を形成する軌道６０４２Ｔは、ボット１１０による混合された半径方向のおよび実質的に制約のない旋回を可能にする（たとえば、軌道６０４２Ｔによって、ボット１１０の旋回／枢動と軸／縦運動の両方を、ボットが減速し、その後枢動してガイド特徴部の交差点で９０°旋回する従来のシステムのように連続的にではな

く、むしろ組み合わせて且つ同時に生じさせることができる）。本明細書に記載されるボットナビゲーションは、（たとえば、ナビゲーション特徴アレイ３０００によって形成される）ボットレーン、取り出し通路１３０Ａ、ドライブウェイ１３０ＢＷ、バッファステーションＢＳ、移送ステーションＴＳ、および保管および取り出しシステムの任意の他の適切な位置などの、ボット１１０が命令されるボット１１０の旋回の考慮事項と移送デッキ１３０Ｂ特徴部との間の切り離しを提供する。理解され得るように、ボット１１０の経路は移動レーンによって制約されないため、最適なボット１１０の運動学（たとえば、最小のボット移動時間など）を維持しながら、略直接的なクロスデッキの移動（Ｘ方向とＹ方向の両方－図４を参照）が可能になる。

【００７５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムは、

【００７６】

開いた非決定的な搬送表面と、

【００７７】

搬送表面に関連して配置されたナビゲーションアレイであって、ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、開いた非決定的な搬送表面に沿った直線方向を画定する、分布した特徴部を含み、分布した特徴部の第１の位置に第１のウェイポイントを有し、一部が、分布した特徴部に沿った第１のウェイポイントから変位され、直線方向に対して角度をなす方向に第１のウェイポイントに対してオフセットされた第２のウェイポイントを有する、ナビゲーションアレイと、

【００７８】

非ホロノミックのステアリングシステムを備え、搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットであって、自動誘導ボットが、分布した特徴部を検出するセンサデータを利用するボットポーズ決定システムを有する、自動誘導ボットとを含み、

【００７９】

自動誘導ボットは、実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路を搬送表面に生成するように構成された制御装置を含み、通行経路が、ボットの動的モデルに基づいて決定された通行経路に沿った自動誘導ボットの所定の最適軌道を有し、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントを接続する。

【００８０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の最適軌道は、時間に対して最適である。

【００８１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の最適軌道は、パラメータ化されていない。

【００８２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、分布した特徴部によって画定された直線方向から滑らかに分岐する第１の部分と、第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向に滑らかに合流する第２の部分とを有している。

【００８３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、直線方向および別の直線方向は、搬送表面に対して共通の向きを有している。

【００８４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、直線方向および別の直線方向は、別の直線方向が直線方向と交差するように異なる向きを有している。

【００８５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１の部分および第２の部分は、異なる曲率を有している。

【００８６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を

移動すると、第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズ決定システムのボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの分布した特徴部の別の部分の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。

【００８７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を移動すると、第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの線形分布の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットポーズ決定が第１のウェイポイントにあるときに依存する直線方向を画定する分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。

【００８８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、分布した特徴部は、コード化されていない。

【００８９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第２のウェイポイントは、別の直線方向を画定する別の分布した特徴部に位置づけられる。

【００９０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、ボットポーズ決定システムは、ボットホイール走行距離計でボットのポーズを決定する。

【００９１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの少なくとも１つは、ナビゲーションアレイによって画定された別の直線方向との直線方向の交差点に配置されたノードである。

【００９２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された直線方向に沿った他のウェイポイントを迂回する。

【００９３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差する。

【００９４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路の所定の最適軌道は、制御装置によって動的に選択される。

【００９５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットは、自動誘導ボットを操縦するために、駆動ホイールと、駆動ホイールで差動トルクを利用する駆動装置とを含む。

【００９６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路を互いに接続する。

【００９７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイ

ポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路と交差する。

【００９８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、少なくとも１つの保管通路と整列する。

【００９９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの１つまたは複数は、少なくとも１つの保管通路への開口部に配置される。

【０１００】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路をインターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数に接続する。

【０１０１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブおよびバッファステーションの１つまたは複数のうちの１つを、１つまたは複数のインターフェースステーションおよびバッファステーションの別の１つに接続する。

【０１０２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と交差する。

【０１０３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と整列する。

【０１０４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェ

イポイントの少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイの少なくとも１つの開口部に配置される。

【０１０５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの少なくとも１つは、バッファステーションの少なくとも１つの保持位置に配置される。

【０１０６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、直線方向は、保管通路を接続し、自動誘導ボットの最小の旋回半径および自動誘導ボットの軸距の１つまたは複数とは無関係に、各々の接続された通路の開口部に隣接して配置される。

【０１０７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイおよびインターフェースステーションドライブウェイを含み、第１のウェイポイントに関連付けられた直線方向と第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向との間のオフセットが、自動誘導ボットの寸法とは無関係であるように、第１のウェイポイントは通路の開口部に近接および整列し、第２のウェイポイントはインターフェースステーションドライブウェイの開口部に近接および整列する。

【０１０８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムは、

【０１０９】

開いた非決定的な搬送表面と、

【０１１０】

開いた非決定的な搬送表面に沿って配置されたナビゲーションアレイであって、ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、直線方向を画定する分布した特徴部を含み、直線方向の第１の位置で開いた非決定的な搬送表面に第１の所定のウェイポイントを有し、直線方向に対して角度をなし、直線方向と交差する方向に第１のウェイポイントからオフセットされた第２の所定のウェイポイントを有する、ナビゲーションアレイと、

【０１１１】

非ホロノミックのステアリングシステム、および分布した特徴部を検知するボットのセンサデータに依存して直線方向に沿って通行するように構成されたボットポーズ決定システムを有する制御装置を備え、開いた非決定的な搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットとを含み、

【０１１２】

制御装置は、開いた非決定的な搬送表面に第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路を生成するように構成され、通行経路が、分岐点位置で直線方向から分岐し、所定の時間最適軌道を有し、湾曲したボットの通行経路の分岐点位置は、第１の所定のウェイポイントから第２の所定のウェイポイントまでの時間最適軌道をもたらすために制御装置によって直線方向に沿って自由に選択可能である。

【０１１３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１の所定のウェイポイントは直線方向に沿って配置され、第２の所定のウェイポイントは直線方向と交差する第２の直線方向に沿って配置される。

【０１１４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第２の分岐点位置で、第２の所定のウェイポイントが配置される第２の直線方向に分岐し、第２の分岐点は、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントからの最適軌道をもた

らすために制御装置によって第２の直線方向に沿って自由に選択可能である。
【０１１５】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を移動すると、第１の所定のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズ決定システムのボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの別の直線方向の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの直線方向のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。
【０１１６】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路の所定の最適軌道は、自動誘導ボットの動的モデルに基づいて決定される。
【０１１７】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路の所定の最適軌道は、制御装置によって動的に選択される。
【０１１８】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の時間最適軌道は、パラメータ化されていない。
【０１１９】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットは、自動誘導ボットを操縦するために、駆動ホイールと、駆動ホイールで差動トルクを利用する駆動装置とを含む。
【０１２０】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路を互いに接続する。
【０１２１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路と交差する。
【０１２２】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、少なくとも１つの保管通路と整列する。
【０１２３】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの１つまたは複数は、少なくとも１つの保管通路への開口部に配置される。
【０１２４】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路を、インターフェースステーショ

ンドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数に接続する。
【０１２５】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブおよびバッファステーションの１つまたは複数のうちの１つを、１つまたは複数のインターフェースステーションおよびバッファステーションの別の１つに接続する。
【０１２６】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と交差する。
【０１２７】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と整列する。
【０１２８】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイの少なくとも１つの開口部に配置される。
【０１２９】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの少なくとも１つは、バッファステーションの少なくとも１つの保持位置に配置される。
【０１３０】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイを含み、直線方向は、保管通路を接続し、自動誘導ボットの最小の旋回半径および自動誘導ボットの軸距の１つまたは複数とは無関係に、各々の接続された通路の開口部に隣接して配置される。
【０１３１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムはさらに、保管通路を有する保管アレイとインターフェースステーションドライブウェイとを含み、第１の所定のウェイポイントに関連付けられた直線方向と第２の所定のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向との間のオフセットが、自動誘導ボットの寸法とは無関係であるように、第１の所定のウェイポイントは通路の開口部と近接および整列し、第２の所定のウェイポイントはインターフェースステーションドライブウェイの開口部と近接およ

び整列する。
【０１３２】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムは、
【０１３３】
開いた非決定的な搬送表面と、
【０１３４】
搬送表面に沿って配置されたナビゲーションアレイであって、ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、直線方向を画定する分布した特徴部を含み、直線方向の第１の位置で搬送表面上に第１の所定のウェイポイントを有し、一部が、直線方向に対して角度をなし、直線方向と交差する方向に第１の所定のウェイポイントからオフセットされた第２の所定のウェイポイントを有する、ナビゲーションアレイと、
【０１３５】
非ホロノミックのステアリングシステムを備え、搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットであって、自動誘導ボットが、自動誘導ボットと一体化した制御装置および直線方向を検出するセンサデータを利用するボットポーズ決定システムを有する、自動誘導ボットとを含み、
【０１３６】
制御装置は、搬送表面に第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する、少なくとも一部が湾曲した、実質的に滑らかなボットの通行経路を生成するように構成され、滑らかなボットの通行経路が、分岐点位置で直線方向から分岐し、最適軌道を有し、滑らかなボットの通行経路の湾曲部分の分岐点位置は、第１の所定のウェイポイントから第２の所定のウェイポイントまでの最適軌道をもたらすために制御装置によって直線方向に沿って自由に選択可能であり、
【０１３７】
制御装置は、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を画定する所定の軌道の少なくとも１つのセットでプログラムされる。
【０１３８】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットは、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を画定するために、制御装置によって動的に組み合わされた２つ以上の所定の最適軌道を含む。
【０１３９】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットの所定の軌道の少なくとも１つは、滑らかなボットの通行経路の滑らかな湾曲したボット経路部分上の最適なパラメータ化されていない軌道を画定する。
【０１４０】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、少なくとも１つの所定の軌道は、直線方向からボットの通行経路を滑らかに分岐させる滑らかな湾曲したボット経路部分を画定する。
【０１４１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、制御装置は、制御装置にプログラムされた複数の他の異なる所定の軌道から、最適軌道を有する滑らかな湾曲した経路を画定する少なくとも１つの所定の軌道を動的に選択し、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を有する滑らかなボットの通行経路の湾曲した部分を画定する１つまたは複数の動的に選択された所定の軌道の少なくとも１つの選択されたセットを、動的に選択された少なくとも１つの所定の軌道で動的に生成するように構成されている。
【０１４２】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、他の異なる所定の軌道は各々、

自動誘導ボットの最適軌道を有する異なる滑らかな湾曲した経路を画定する。

【０１４３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、制御装置は、制御装置にプログラムされた複数の他の所定の軌道から少なくとも１つの所定の軌道を選択することによって最適軌道を動的に生成するように構成されている。

【０１４４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットは、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道を含み、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも１つは、単純なまたは複合の湾曲したボット経路を画定する最適軌道である。

【０１４５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットは、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道を含み、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも１つは、湾曲したボット経路を画定する最適軌道であり、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも別の１つは、線形のボット経路を画定する軌道である。

【０１４６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットにおける少なくとも１つの所定の軌道の異なる軌道は、ボットの異なる積載物に基づいており、ボットの異なる積載物に対応している。

【０１４７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットの軌道を生成するための方法が提供される。当該方法は、

【０１４８】

保管アレイシステムに開いた非決定的な搬送表面を提供する工程であって、非決定的な搬送表面は、搬送表面に沿って配置されたナビゲーションアレイを含み、ナビゲーションアレイの少なくとも一部は、直線方向を画定する分布した特徴部を含み、直線方向の第１の位置で搬送表面上に第１の所定のウェイポイントを有し、一部が、直線方向に対して角度をなし、直線方向と交差する方向に第１の所定のウェイポイントからオフセットされた第２の所定のウェイポイントを有する、工程と、

【０１４９】

非ホロノミックのステアリングシステムを備え、搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットを提供する工程であって、自動誘導ボットが、自動誘導ボットと一体化した制御装置および直線方向を検出するセンサデータを利用するボットポーズ決定システムを含む、工程と、

【０１５０】

制御装置を用いて、搬送表面に、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する、少なくとも一部が湾曲した、実質的に滑らかなボットの通行経路を生成する工程であって、滑らかなボットの通行経路が、分岐点位置で直線ガイドラインから分岐し、最適軌道を有し、ボットの通行経路の湾曲部分の分岐点位置が、第１の所定のウェイポイントから第２の所定のウェイポイントまでの最適軌道をもたらすために制御装置によって直線ガイドラインに沿って自由に選択可能である、工程とを含み、

【０１５１】

制御装置は、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を画定する所定の軌道の少なくとも１つのセットでプログラムされる。

【０１５２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、制御装置を用いて、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を画定するために、所定の軌道の少なくとも１つのセ

ットの２つ以上の所定の最適軌道を動的に組み合わせる工程を含む。
【０１５３】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットの所定の軌道の少なくとも１つは、滑らかなボットの通行経路の滑らかな湾曲したボット経路部分上の最適なパラメータ化されていない軌道を画定する。
【０１５４】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、少なくとも１つの所定の軌道は、ボットの通行経路を直線方向から滑らかに分岐させる滑らかな湾曲したボット経路部分を画定する。
【０１５５】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、制御装置を用いて、制御装置にプログラムされた複数の他の異なる所定の軌道から、最適軌道を有する滑らかな湾曲した経路を画定する少なくとも１つの所定の軌道を動的に選択する工程と、滑らかなボットの通行経路上で第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する最適軌道を有する滑らかなボットの通行経路の湾曲した部分を画定する１つまたは複数の動的に選択された所定の軌道の少なくとも１つの選択されたセットを、動的に選択された少なくとも１つの所定の軌道で動的に生成する工程とを含む。
【０１５６】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、他の異なる所定の軌道は各々、自動誘導ボットの最適軌道を有する異なる滑らかな湾曲した経路を画定する。
【０１５７】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、制御装置を用いて、制御装置にプログラムされた複数の他の所定の軌道から少なくとも１つの所定の軌道を選択することによって最適軌道を動的に生成する工程を含む。
【０１５８】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットは、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道を含み、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも１つは、単純なまたは複合の湾曲したボット経路を画定する最適軌道である。
【０１５９】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットは、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道を含み、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも１つは、湾曲したボット経路を画定する最適軌道であり、２つ以上の所定のパラメータ化されていない軌道の少なくとも別の１つは、線形のボット経路を画定する軌道である。
【０１６０】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の軌道の少なくとも１つのセットにおける少なくとも１つの所定の軌道の異なる軌道は、ボットの異なる積載物に基づいており、ボットの異なる積載物に対応している。
【０１６１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムで積載物を搬送するための方法が提供される。当該方法は、
【０１６２】
開いた非決定的な搬送表面を提供する工程であって、ナビゲーションアレイが、搬送表面に関連して配置され、ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、開いた非決定的な搬送表面に沿った直線方向を画定する分布した特徴部を含み、分布した特徴部の第１の位置に第１のウェイポイントを有し、一部が、分布した特徴部に沿った第１のウェイポイントから変位され、直線方向に対して角度をなす方向に第１のウェイポイントに対してオフセットされた第２のウェイポイントを有する、工程と、
【０１６３】

非ホロノミックのステアリングシステムを備え、保管アレイシステムで積載物を搬送するための、および搬送表面を通行するように配置される自動誘導ボットを提供する工程であって、自動誘導ボットが、分布した特徴部を検出するセンサデータを利用するボットポーズ決定システムを含む、工程と、

【０１６４】

自動誘導ボットの制御装置を用いて、搬送表面に第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントを接続する実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路を生成する工程であって、滑らかな湾曲したボットの通行経路が、ボットの動的モデルに基づいて決定された通行経路に沿った自動誘導ボットの所定の最適軌道を有する、工程とを含む。

【０１６５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の最適軌道は、時間に対して最適である。

【０１６６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の最適軌道は、パラメータ化されていない。

【０１６７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、分布した特徴部によって画定された直線方向から滑らかに分岐する第１の部分および第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向に滑らかに合流する第２の部分を有するように生成される。

【０１６８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、直線方向および別の直線方向は、搬送表面に対して共通の向きを有している。

【０１６９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、直線方向および別の直線方向は、別の直線方向が直線方向と交差するように異なる向きを有している。

【０１７０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１の部分および第２の部分は、異なる曲率を有している。

【０１７１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を移動すると、第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズ決定システムのボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの分布した特徴部の別の部分の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。

【０１７２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を移動すると、第１のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの線形分布の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットポーズ決定が第１のウェイポイントにあるときに依存している直線方向を画定する分布した特徴部の部分のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。

【０１７３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、分布した特徴部は、コード化されない。

【０１７４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第２のウェイポイントは、別の直線方向を画定する別の分布した特徴部に位置づけられる。

【０１７５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、ボットポーズ決定システムを用いて、ボットホイール走行距離計でボットのポーズを決定する工程を含む。

【０１７６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの少なくとも１つは、ナビゲーションアレイによって画定された別の直線方向との直線方向の交差点に配置される。

【０１７７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された直線方向に沿った他のウェイポイントを迂回する。

【０１７８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差する。

【０１７９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、制御装置を用いて、通行経路の所定の最適軌道を動的に選択する工程を含む。

【０１８０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットは、自動誘導ボットを操縦するために、駆動ホイールと、駆動ホイールで差動トルクを利用する駆動装置とを含む。

【０１８１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路を互いに接続する。

【０１８２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路と交差する。

【０１８３】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、少なくとも１つの保管通路と整列する。

【０１８４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの１つまたは複数は、少なくとも１つの保管通路への開口部に配置される。

【０１８５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保

管通路をインターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数に接続する。

【０１８６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブおよびバッファステーションの１つまたは複数のうちの１つを、１つまたは複数のインターフェースステーションおよびバッファステーションの別の１つに接続する。

【０１８７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と交差する。

【０１８８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、通行経路は、第１のウェイポイントと第２のウェイポイントとの間に配置された別の直線方向を画定するナビゲーションアレイの別の分布した特徴部と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と整列する。

【０１８９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイの少なくとも１つの開口部に配置される。

【０１９０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、第１のウェイポイントおよび第２のウェイポイントの少なくとも１つは、バッファステーションの少なくとも１つの保持位置に配置される。

【０１９１】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、直線方向は、保管通路を接続し、自動誘導ボットの最小の旋回半径および自動誘導ボットの軸距の１つまたは複数とは無関係に、各々の接続された通路の開口部に隣接して配置される。

【０１９２】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイとインターフェースステーションドライブウェイとを提供する工程を含み、第１のウェイポイントに関連付けられた直線方向と第２のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向との間のオフセットが、自動誘導ボットの寸法とは無関係であるように、第１のウェイポイントは通路の開口部に近接および整列し、第２のウェイポイントは

インターフェースステーションドライブウェイの開口部に近接および整列する。
【０１９３】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、保管アレイシステムで積載物を搬送するための方法が提供される、当該方法は、
【０１９４】
開いた非決定的な搬送表面を提供する工程であって、開いた非決定的な搬送表面が、開いた非決定的な搬送表面に沿って配置されたナビゲーションアレイを有し、ナビゲーションアレイの少なくとも一部が、直線方向を画定する分布した特徴部を含み、直線方向の第１の位置で開いた非決定的な搬送表面上に第１の所定のウェイポイントを有し、ナビゲーションアレイの一部が、直線方向に対して角度をなし、直線方向と交差する方向に第１のウェイポイントからオフセットされた第２の所定のウェイポイントを有する、工程と、
【０１９５】
非ホロノミックのステアリングシステム、および分布した特徴部を検知するボットのセンサデータに依存して直線方向に沿って通行するように構成されたボットポーズ決定システムを有する制御装置を備え、開いた非決定的な搬送表面を通行するように配置された自動誘導ボットを提供する工程と、
【０１９６】
制御装置を用いて、開いた非決定的な搬送表面に、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントを接続する実質的に滑らかな湾曲したボットの通行経路を生成する工程であって、滑らかな湾曲したボットの通行経路が、分岐点位置で直線方向から分岐し、所定の時間最適軌道を有し、湾曲したボットの通行経路の分岐点位置が、第１の所定のウェイポイントから第２の所定のウェイポイントまでの時間最適軌道をもたらすために制御装置によって直線方向に沿って自由に選択可能である、工程とを含む。
【０１９７】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、第１の所定のウェイポイントは、直線方向に沿って配置され、第２の所定のウェイポイントは、直線方向と交差する第２の直線方向に沿って配置される。
【０１９８】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、通行経路は、第２の分岐点位置で、第２の所定のウェイポイントが配置される第２の直線方向に分岐し、第２の分岐点は、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントからの最適軌道をもたらすために制御装置によって第２の直線方向に沿って自由に選択可能である。
【０１９９】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットが通行経路上を移動すると、第１の所定のウェイポイントにあるときにボットのポーズを決定するボットポーズ決定システムのボットポーズセンサが、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの別の直線方向の、ボットポーズセンサからの新しいセンサデータを取得する前に、ボットのポーズを決定することができるナビゲーションアレイの直線方向のセンサ範囲を離れるように、通行経路の少なくとも一部が配置される。
【０２００】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、自動誘導ボットの動的モデルに基づいて通行経路の所定の最適軌道を決定する工程を含む。
【０２０１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、制御装置を用いて、通行経路の所定の最適軌道を動的に選択する工程を含む。
【０２０２】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、所定の時間最適軌道は、パラメータ化されていない。
【０２０３】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、自動誘導ボットは、自動誘導ボ

ットを操縦するために、駆動ホイールと、駆動ホイールで差動トルクを利用する駆動装置とを含む。

【０２０４】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路を互いに接続する。

【０２０５】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向のうちの少なくとも１つは、保管通路と交差する。

【０２０６】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向のうちの少なくとも１つは、少なくとも１つの保管通路と整列する。

【０２０７】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの１つまたは複数は、少なくとも１つの保管通路への開口部に配置される。

【０２０８】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、保管通路をインターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数に接続する。

【０２０９】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブおよびバッファステーションの１つまたは複数のうちの１つを、１つまたは複数のインターフェースステーションおよびバッファステーションの別の１つに接続する。

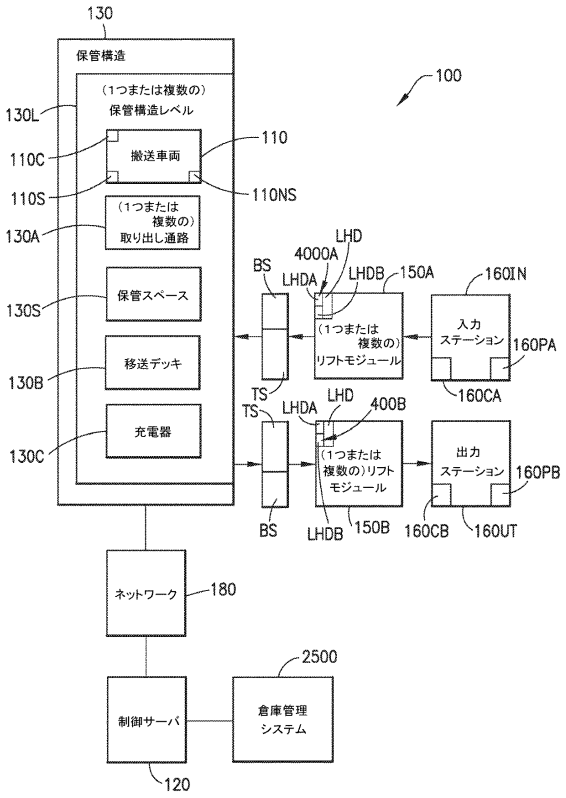
【０２１０】

開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを規定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と交差する。

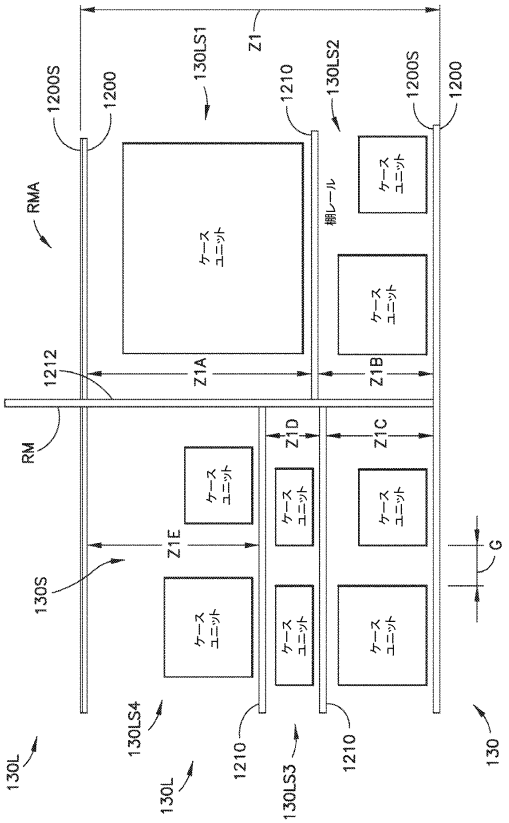
【０２１１】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、直線方向は直線ガイドラインを有し、通行経路は、第１の所定のウェイポイントと第２の所定のウェイポイントとの間に配置された別の直線ガイドラインを画定するナビゲーションアレイの別の直線方向と交差し、直線方向および別の直線方向の少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数と整列する。
【０２１２】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの少なくとも１つは、インターフェースステーションドライブウェイの少なくとも１つの開口部に配置される。
【０２１３】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイと、インターフェースステーションドライブウェイおよびバッファステーションの１つまたは複数とを提供する工程を含み、第１の所定のウェイポイントおよび第２の所定のウェイポイントの少なくとも１つは、バッファステーションの少なくとも１つの保持位置に配置される。
【０２１４】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイを提供する工程を含み、直線方向は、保管通路を接続し、自動誘導ボットの最小の旋回半径および自動誘導ボットの軸距の１つまたは複数とは無関係に、各々の接続された通路の開口部に隣接して配置される。
【０２１５】
開示される実施形態の１つまたは複数の態様によれば、当該方法はさらに、保管通路を有する保管アレイとインターフェースステーションドライブウェイとを提供する工程を含み、第１の所定のウェイポイントに関連付けられた直線方向と第２の所定のウェイポイントに関連付けられた別の直線方向との間のオフセットが、自動誘導ボットの寸法とは無関係であるように、第１の所定のウェイポイントは通路の開口部に近接および整列し、第２の所定のウェイポイントはインターフェースステーションドライブウェイの開口部に近接および整列する。
【０２１６】
前述の説明が、開示される実施形態の態様の単なる例示であることを理解されるべきである。開示される実施形態の態様から逸脱することなく、様々な代替および修正が当業者によって考案され得る。したがって、開示される実施形態の態様は、添付の特許請求の範囲内にあるすべてのそのような代替、修正、および変形を包含することが意図されている。さらに、異なる特徴が相互に異なる従属または独立請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの特徴の組み合わせが利点を有して使用することができないことを示すものではなく、そのような組み合わせは本発明の態様の範囲内に留まる。

【図面】

【図１】


130
保管構造
（1つまたは複数の）
保管構造レベル
130L
搬送車両
110
110C
110NS
110S
（1つまたは
複数の）
取り出し通路
130A
保管スペース
130S
移送デッキ
130B
充電器
130C
100
LHD
4000A
BS
LHDA
LHDB
150A
160IN
（1つまたは
複数の）
リフトモジュール
入力
ステーション
160PA
160CA
TS
LHD
400B
出力
ステーション
160PB
160CB
160UT
150B
ネットワーク
180
制御サーバ
2500
倉庫管理
システム
120

【図１Ａ】


Z1
1200S
1200
130LS1
1210
130LS2
RMA
ケース
ユニット
棚レール
1212
Z1A
Z1B
RM
Z1D
Z1C
Z1E
130S
G
130LS4
130L
1210
130LS3
1210
130

【図１Ｂ】

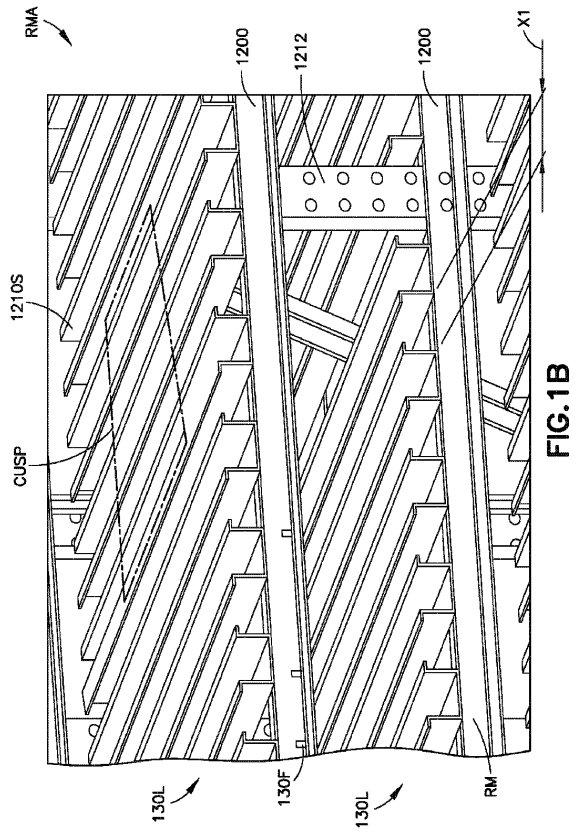


FIG.1B

【図１Ｃ】

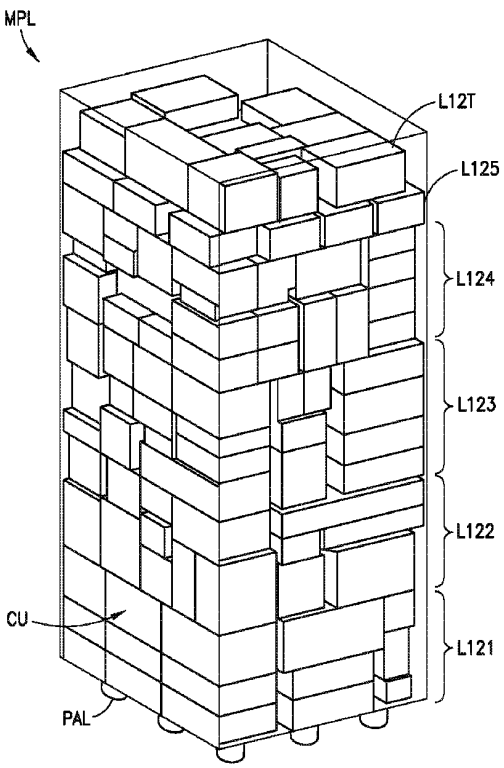


FIG.1C

【図１Ｄ】

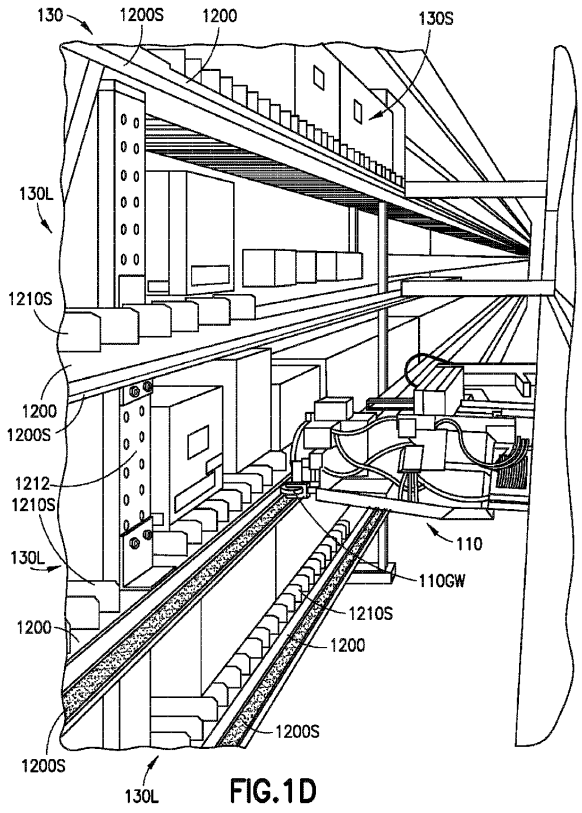


FIG.1D

【図２Ａ】

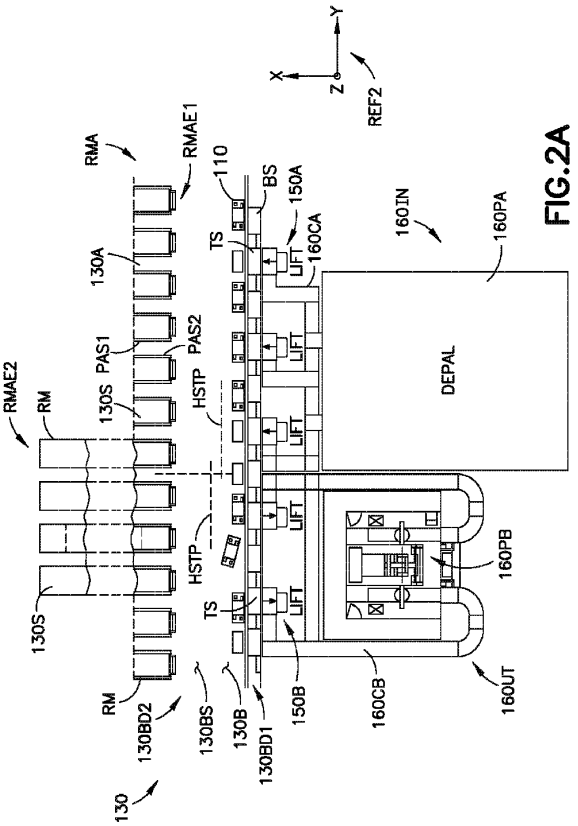


FIG.2A

【図２Ｂ】

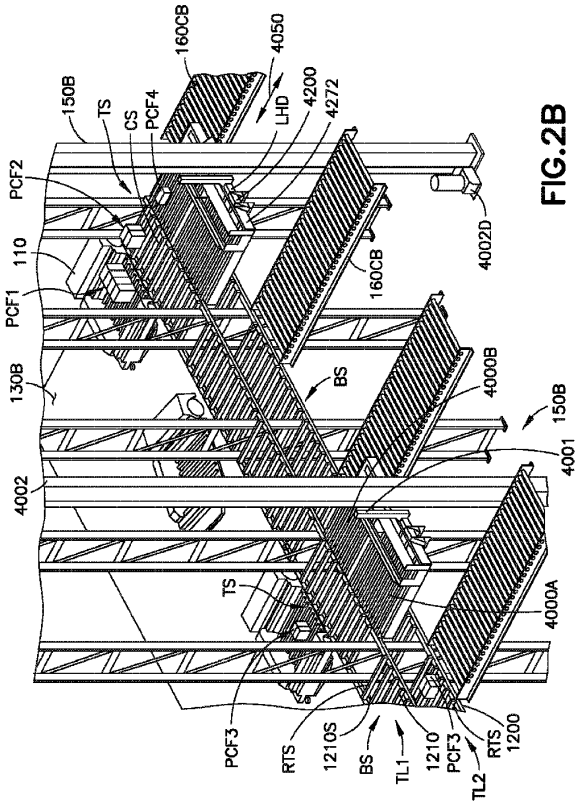


FIG.2B

【図２Ｃ】

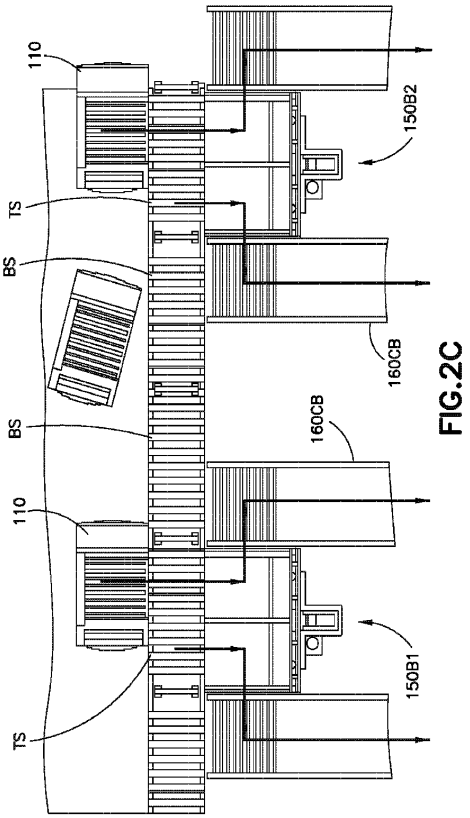


FIG.2C

【図３Ａ】

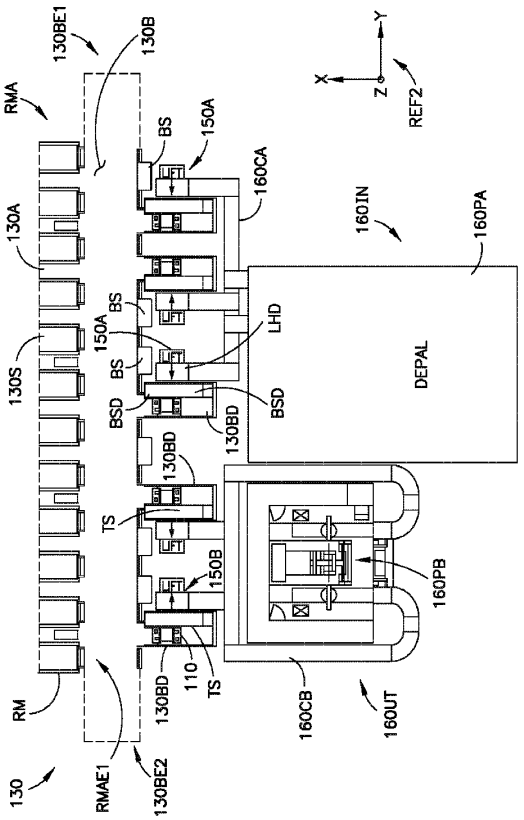


FIG.3A

【図３Ｂ】

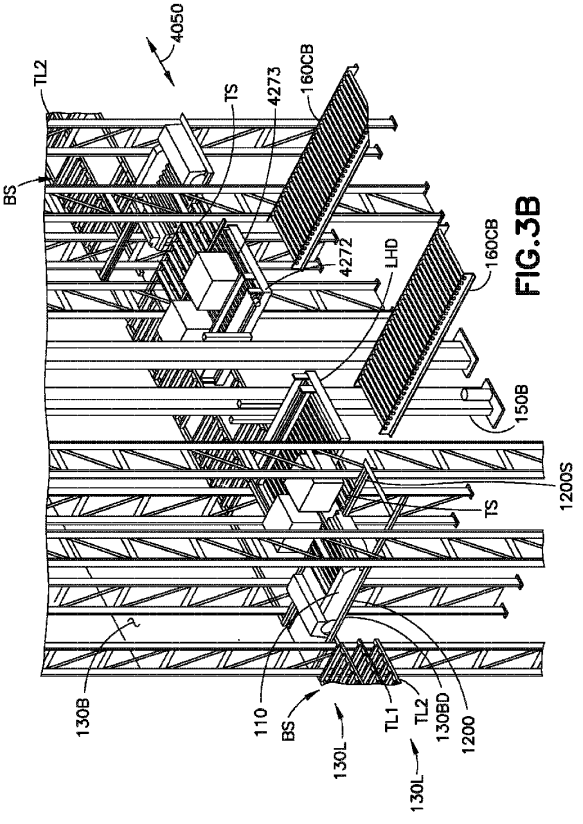
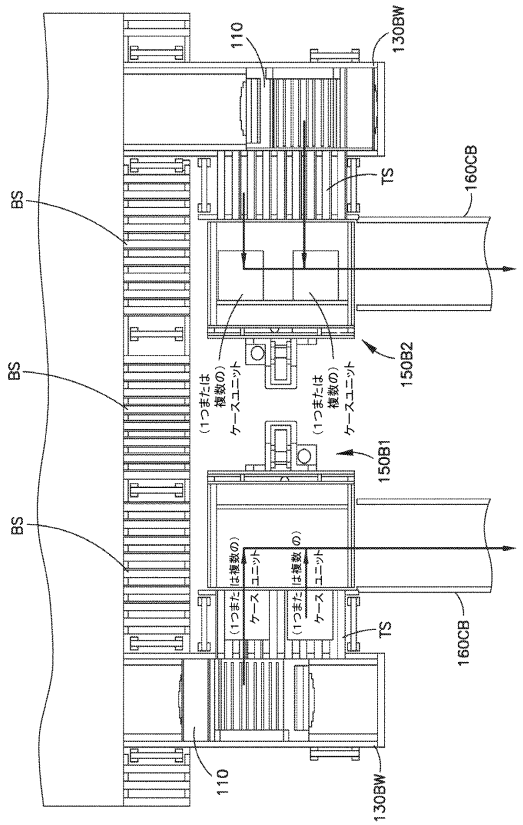


FIG.3B

【図３Ｃ】



【図４】

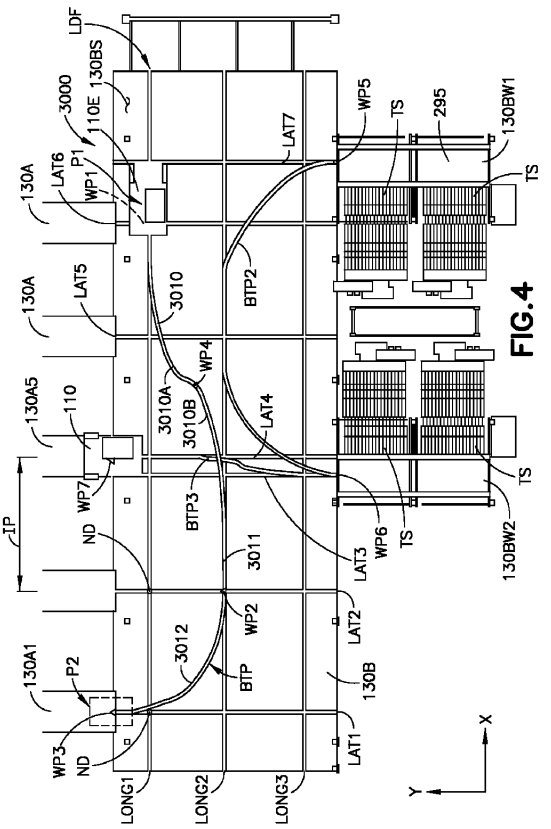


FIG.4

【図５】

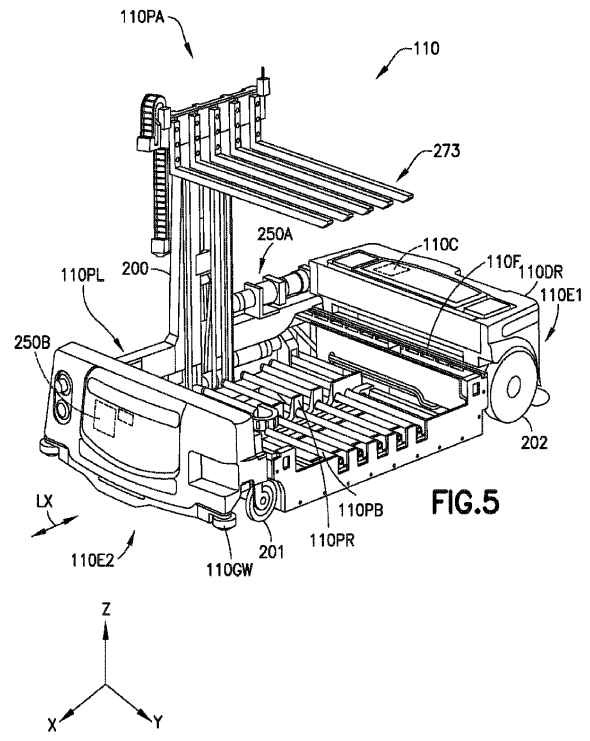


FIG.5

【図５Ａ】

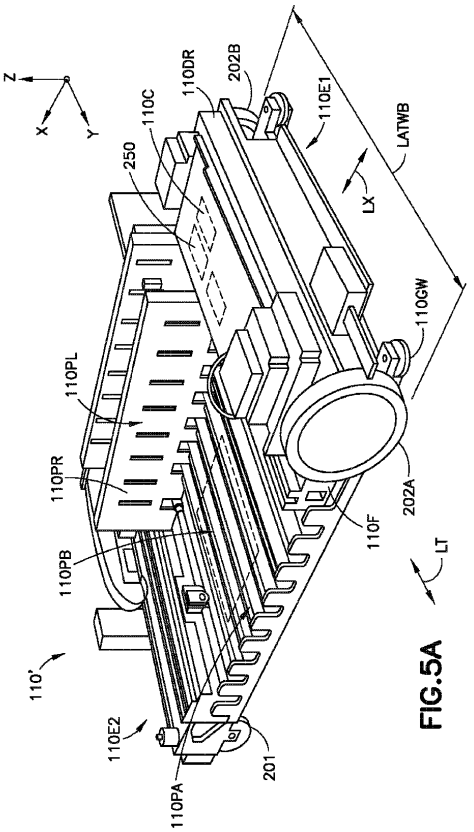


FIG.5A

【図５Ｂ】

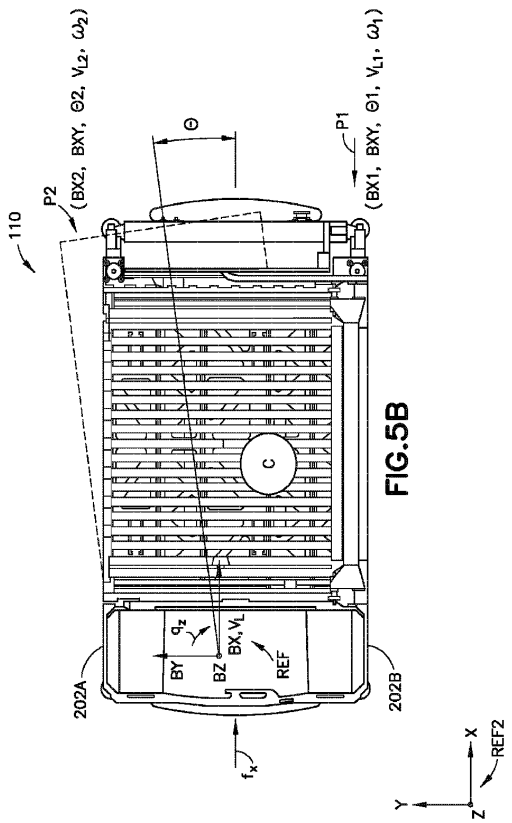
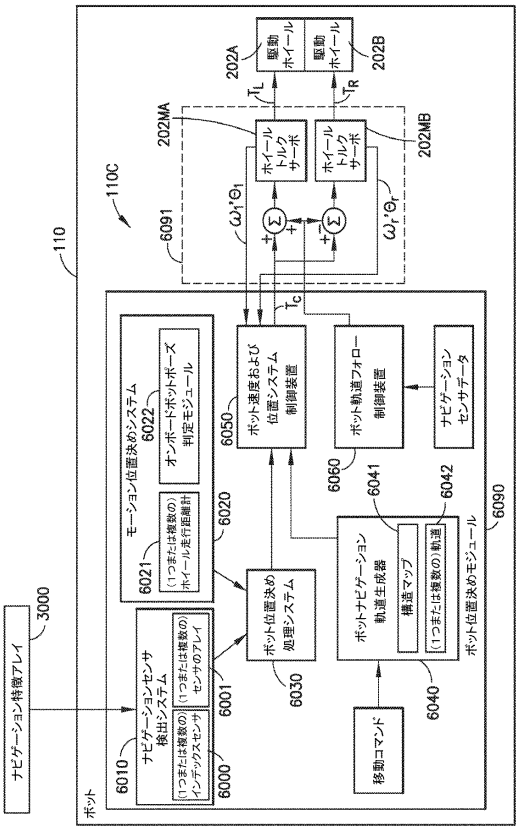
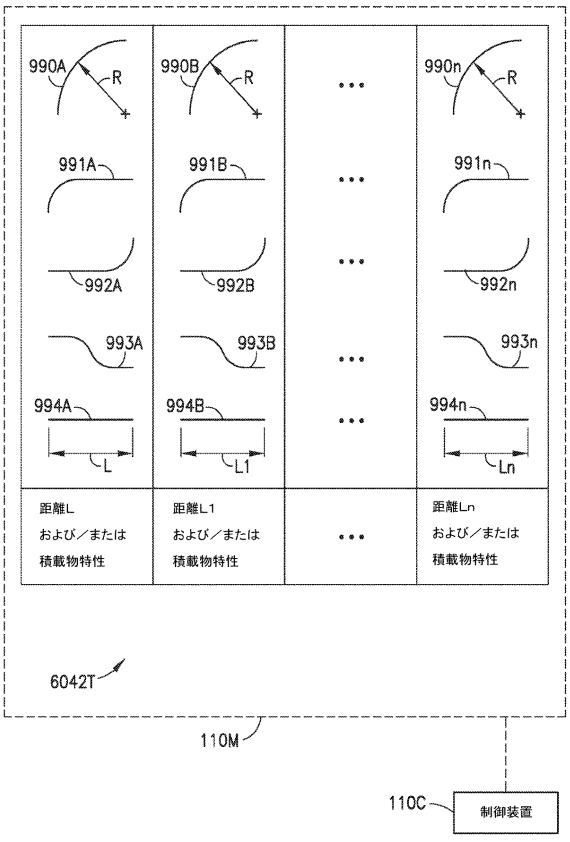


FIG.5B

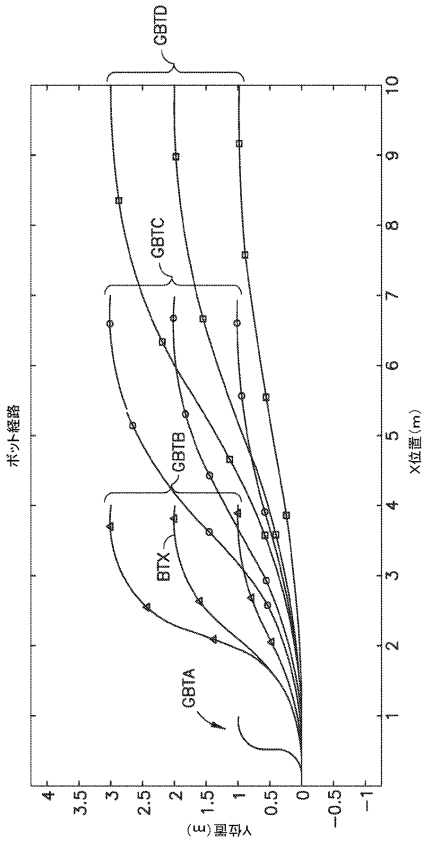
【図６】



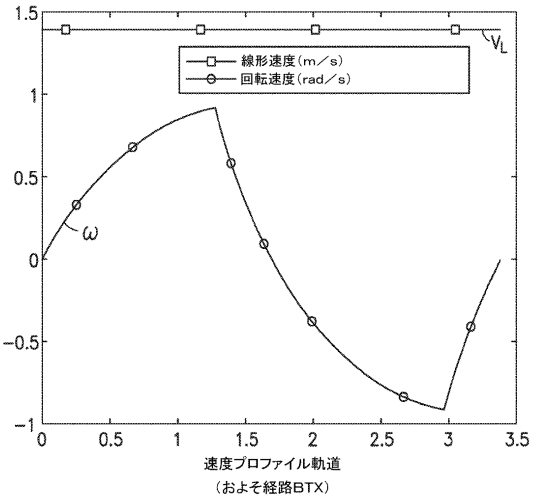
【図６Ａ】



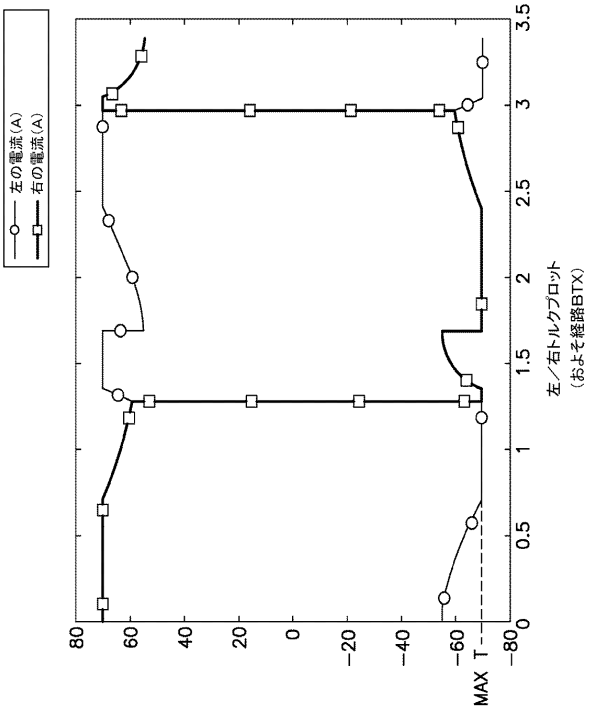
【図６Ｂ】



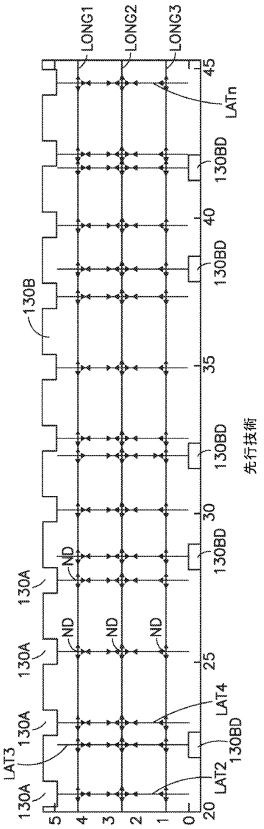
【図６Ｃ】



【図６Ｄ】



【図７Ａ】



【図７Ｂ】

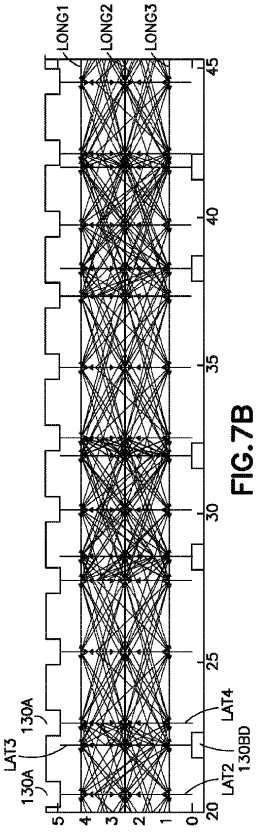
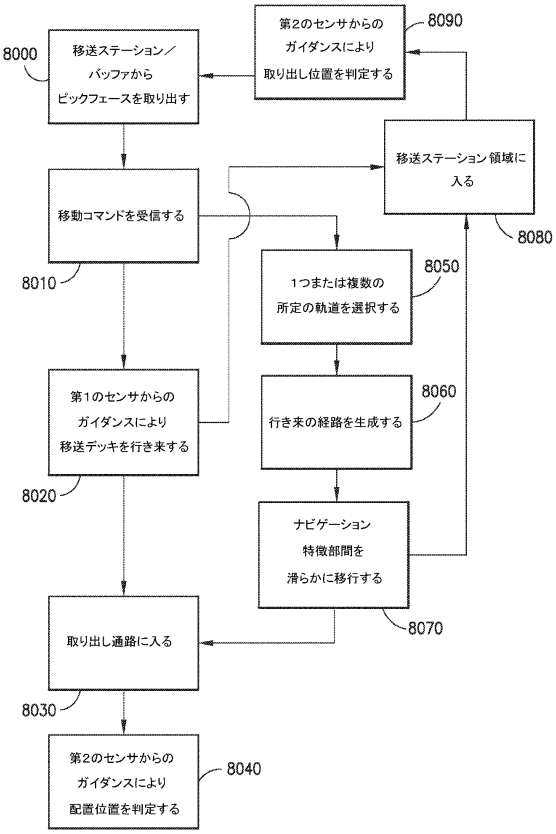
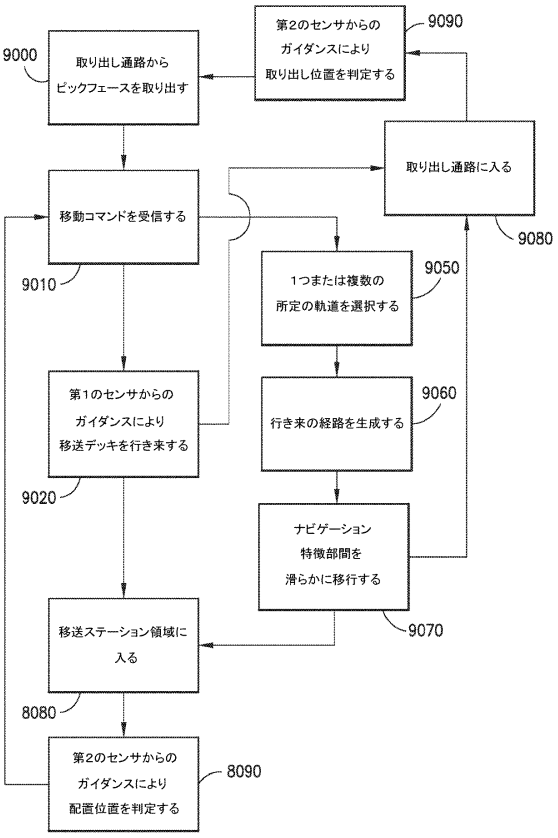


FIG.7B

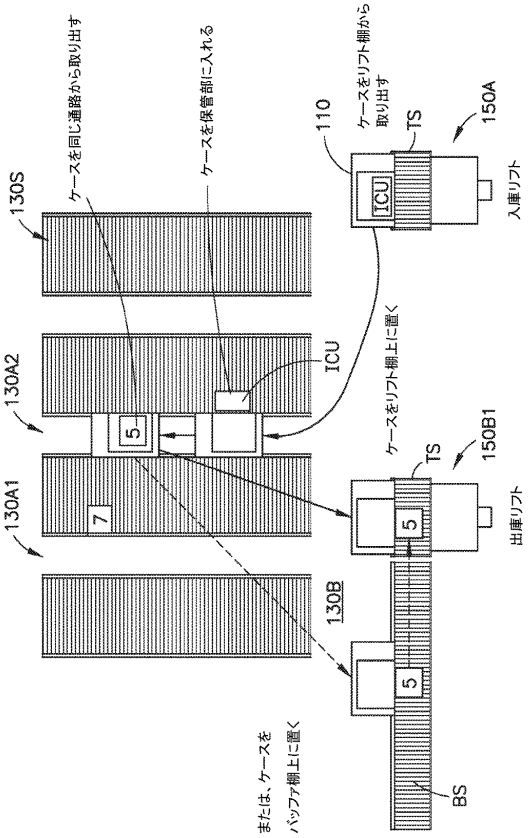
【図８】


8000
移送ステーション／
バッファから
ピックフェースを取り出す
第2のセンサからの
ガイダンスにより
取り出し位置を判定する
8090
移送ステーション領域に
入る
8080
移動コマンドを受信する
8010
1つまたは複数の
所定の軌道を選択する
8050
第1のセンサからの
ガイダンスにより
移送デッキを行き来する
8020
行き来の経路を生成する
8060
ナビゲーション
特徴部間を
滑らかに移行する
8070
取り出し通路に入る
8030
第2のセンサからの
ガイダンスにより
配置位置を判定する
8040

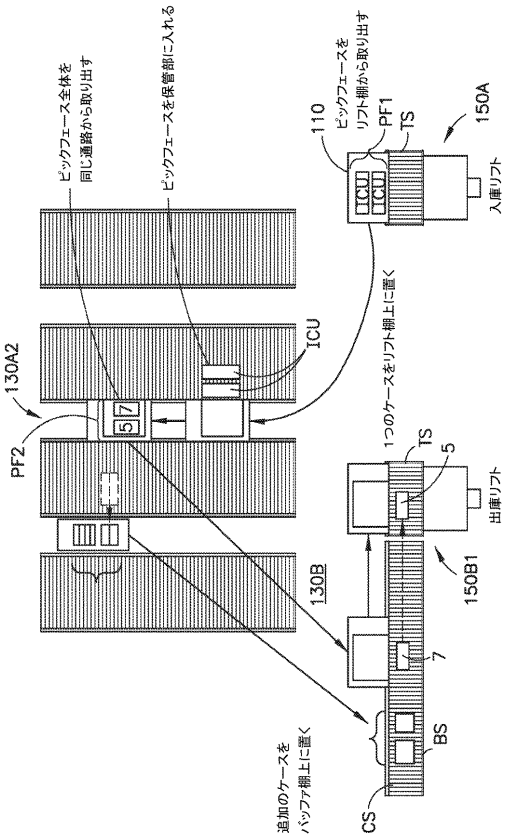
【図９】


9000
取り出し通路から
ピックフェースを取り出す
第2のセンサからの
ガイダンスにより
取り出し位置を判定する
9090
取り出し通路に入る
9080
移動コマンドを受信する
9010
1つまたは複数の
所定の軌道を選択する
9050
第1のセンサからの
ガイダンスにより
移送デッキを行き来する
9020
行き来の経路を生成する
9060
ナビゲーション
特徴部間を
滑らかに移行する
9070
移送ステーション領域に
入る
8080
第2のセンサからの
ガイダンスにより
配置位置を判定する
8090

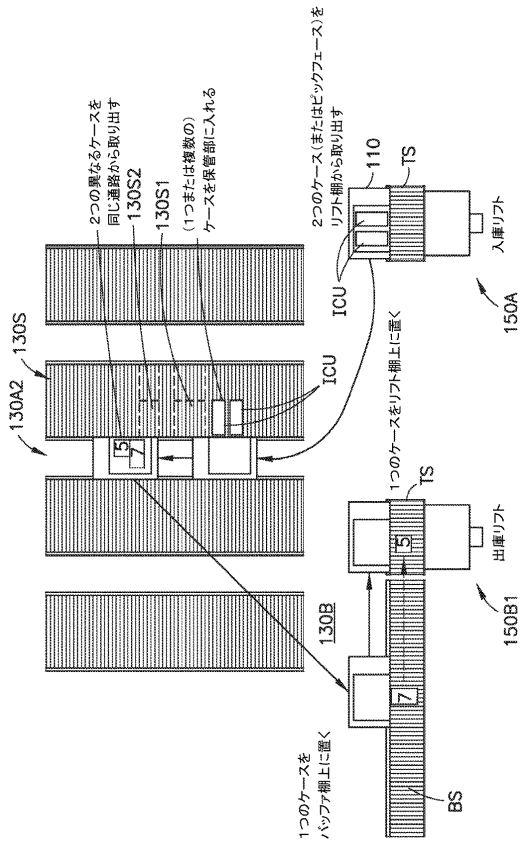
【図１０】


ケースを同じ通路から取り出す
ケースを保管部に入れる
ケースをリフト棚から
取り出す
110
TS
150A
入庫リフト
130S
ICU
130A2
ケースをリフト棚上に置く
TS
150B1
出庫リフト
130A1
130B
BS
または、ケースを
バッファ棚上に置く

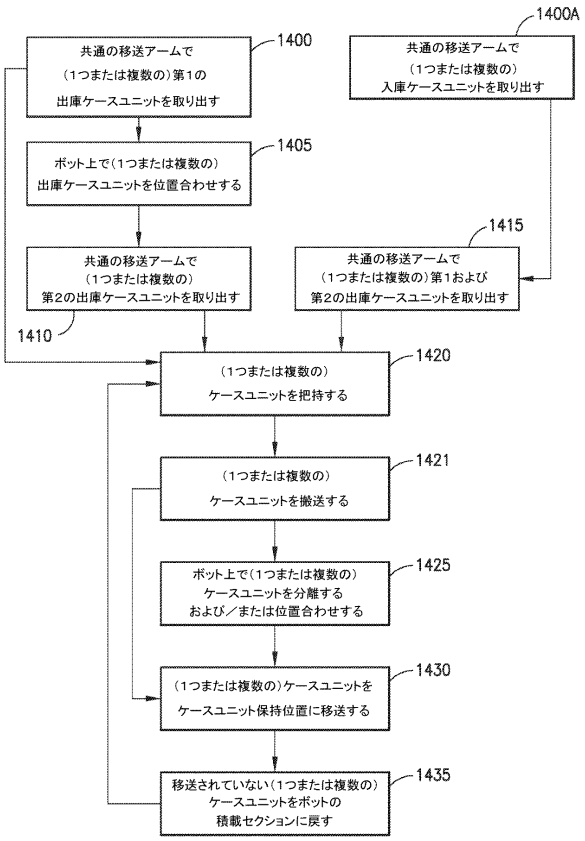
【図１１】


ピックフェース全体を
同じ通路から取り出す
ピックフェースを保管部に入れる
ピックフェースを
リフト棚から取り出す
110
PF1
TS
150A
入庫リフト
130A2
ICU
PF2
1つのケースをリフト棚上に置く
TS
150B1
出庫リフト
130B
BS
追加のケースを
バッファ棚上に置く
CS

【図１２】


2つの異なるケースを
同じ通路から取り出す
130S2
130S1
（1つまたは複数の）
ケースを保管部に入れる
2つのケース（またはビックフェース）を
リフト棚から取り出す
110
TS
入庫リフト
150A
ICU
130S
130A2
ICU
1つのケースをリフト棚上に置く
TS
出庫リフト
150B1
130B
BS
1つのケースを
バッファ棚上に置く

【図１３】


1400A
共通の移送アームで
（1つまたは複数の）
入庫ケースユニットを取り出す
1400
共通の移送アームで
（1つまたは複数の）第1の
出庫ケースユニットを取り出す
1405
ポット上で（1つまたは複数の）
出庫ケースユニットを位置合わせする
1415
共通の移送アームで
（1つまたは複数の）第1および
第2の出庫ケースユニットを取り出す
共通の移送アームで
（1つまたは複数の）
第2の出庫ケースユニットを取り出す
1410
1420
（1つまたは複数の）
ケースユニットを把持する
1421
（1つまたは複数の）
ケースユニットを搬送する
1425
ポット上で（1つまたは複数の）
ケースユニットを分離する
および／または位置合わせする
1430
（1つまたは複数の）ケースユニットを
ケースユニット保持位置に移送する
1435
移送されていない（1つまたは複数の）
ケースユニットをポットの
積載セクションに戻す

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)
(72)発明者 キーティング、ジョン エフ
アメリカ合衆国、０１８２１ マサチューセッツ州、ビレリカ、ロック ロード １６
(72)発明者 コンラッド、ジュエルゲン ディー
アメリカ合衆国、１７４０４ ペンシルバニア州、ヨーク、ウィロー リッジ ドライブ ８９５
(72)発明者 アタエイ－エスファハニ、アーミン
アメリカ合衆国、０２１５５ マサチューセッツ州、メドフォード、シップ アベニュー １４、ユニット ２
審査官 寺川 ゆりか
(56)参考文献 特開平０２－０３１２１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１９５５１２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／１１５５６９（WO，Ａ１）
特開昭６４－０６５４１２（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６５Ｇ １／０４
Ｂ６５Ｇ １／００