

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2023-549279

(P2023-549279A)

(43)公表日 令和5年11月22日(2023.11.22)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
B 2 5 J	9/02 (2006.01)	B 2 5 J	9/02	A	3 C 7 0 7
B 2 5 J	5/00 (2006.01)	B 2 5 J	5/00	A	3 F 0 2 2
B 6 5 G	1/00 (2006.01)	B 6 5 G	1/00	5 0 1 C	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全169頁)

(21)出願番号	特願2023-529899(P2023-529899)	(71)出願人	523179968
(86)(22)出願日	令和3年11月18日(2021.11.18)		ザ ルービック テクノロジーズ インコ
(85)翻訳文提出日	令和5年7月14日(2023.7.14)		ーポレイテッド
(86)国際出願番号	PCT/CA2021/051632		カナダ国, アルバータ州 ティー3エイチ
(87)国際公開番号	WO2022/104464		1ピー9, カルガリー, 148 ストラ
(87)国際公開日	令和4年5月27日(2022.5.27)		スベリー サークル エスタブリュー
(31)優先権主張番号	63/115,367	(74)代理人	100114775
(32)優先日	令和2年11月18日(2020.11.18)		弁理士 高岡 亮一
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100121511
(31)優先権主張番号	63/142,326		弁理士 小田 直
(32)優先日	令和3年1月27日(2021.1.27)	(74)代理人	100202751
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 岩堀 明代
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA	(74)代理人	100208580
	最終頁に続く		弁理士 三好 玲奈
		(74)代理人	100191086
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物品を移動させるためのロボット装置、システムおよび方法

(57)【要約】

本明細書で開示されるのは、フルフィルメント自動化のために、倉庫などの、サイトにおいて、小包、容器、荷物、ケース、ビン、および／または箱などの物品を移動させるためのロボットシステムのロボットである。ロボットは、基部、リフト機構、および物品移動装置を含む。リフト機構は、基部に連結される。リフト機構は、物品移動装置を、基部に対して、垂直に変位させるように構成される。物品移動装置は、物品を掴むために物品マニピュレータを含む。物品マニピュレータは、物品を掴むために、拡張可能アームおよびエンドエフェクタを含む。エンドエフェクタの横方向変位は、拡張可能アームの拡張および引込みによって達成される。拡張可能アームは、基部に対して、第1の方向に、および第1の方向とは反対の第2の方向にも横方向に拡張可能である。

【選択図】 図7

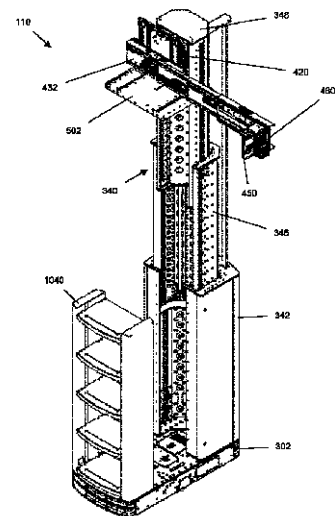


FIG. 7

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基部と、

物品マニピュレータであって、

拡張可能アームと、

前記拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタとを含み、

前記エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されて、

前記拡張可能アームは、前記掴まれた物品を前記基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、

前記拡張可能アームは、第 1 の拡張可能アーム拡張構成および第 2 の拡張可能アーム拡張構成で構成可能であって、

前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成では、前記拡張可能アームは、第 1 の方向に拡張され、

前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成では、前記拡張可能アームは、前記第 1 の方向とは反対の、第 2 の方向に拡張される、

物品マニピュレータと

を備える、ロボット。

【請求項 2】

前記拡張可能アームは、拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成に拡張可能であり、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成にも拡張可能であり、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは前記第 1 の方向に拡張され、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは前記第 2 の方向に拡張される、

請求項 1 に記載のロボット。

【請求項 3】

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への、前記拡張可能アームの前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、前記第 1 の方向への、横方向の拡張であり、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への、前記拡張可能アームの前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する前記第 2 の方向への、横方向の拡張である、

請求項 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記物品を支持するように構成されたロボット画定物品保持体をさらに備え、前記ロボット画定物品保持体は、保持体引込構成から第 1 の保持体拡張構成に、前記基部に対して、横方向に変位可能であり、前記保持体引込構成から第 2 の保持体拡張構成にも横方向に変位可能であり、

前記保持体引込構成から前記第 1 の保持体拡張構成への移行において、前記ロボット画定物品保持体は、前記基部に対して、第 1 の方向に変位され、

前記保持体引込構成から前記第 2 の保持体拡張構成への移行において、前記ロボット画定物品保持体は、前記基部に対して、前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に変位される、

請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記拡張可能アームの前記横方向変位は、前記ロボット画定物品保持体の前記横方向変位とは無関係である、請求項 4 に記載のロボット。

【請求項 6】

前記ロボット画定物品保持体は、前記基部に対して、横方向に変位可能である、請求項 4 または請求項 5 に記載のロボット。

【請求項 7】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 1～請求項 6 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 8】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (ii) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含み、

10

前記ロボットが前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の前記通路内に配置されている間、

前記引込構成から前記第 1 のプラットフォーム拡張構成への移行は、前記ロボット画定物品保持体と前記第 1 の物品保持体との間の最小間隔が縮小されるという結果を伴い、

前記引込構成から前記第 2 のプラットフォーム拡張構成への移行は、前記ロボット画定物品保持体と前記第 2 の物品保持体との間の前記最小間隔が縮小されるという結果を伴う、

20

請求項 4～請求項 7 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 9】

前記拡張可能アームは伸縮式アームであり、

前記伸縮式アームは、第 1 の伸縮式アーム拡張構成および第 2 の伸縮式アーム拡張構成で構成可能であり、

前記第 1 の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記第 1 の方向に、伸縮式アーム軸に沿って拡張され、そのため前記エンドエフェクタが前記第 1 の物品保持体上で支持されている第 1 の物品を掴むために配置されて、

前記第 2 の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記第 2 の方向に、前記伸縮式アーム軸に沿って拡張され、そのため前記エンドエフェクタは前記第 2 の物品保持体上で支持されている第 2 の物品を掴むために配置される、

30

請求項 8 に記載のロボット。

【請求項 10】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 8 または請求項 9 に記載のロボット。

【請求項 11】

前記ロボット画定物品保持体の、前記保持体引込構成から前記第 1 の保持体拡張構成への移行のための、前記第 1 の方向における前記変位は、保持体拡張軸に沿ってであり、

40

前記ロボット画定物品保持体の、前記保持体引込構成から前記第 2 の保持体拡張構成への移行のための、前記第 2 の方向における前記拡張も、前記保持体拡張軸に沿ってである、

請求項 10 に記載のロボット。

【請求項 12】

前記伸縮式アーム拡張軸は、前記保持体拡張軸と平行である、

請求項 11 に記載のロボット。

【請求項 13】

前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、12 フィート未満の、最小間隔距離が、前記通路内に画定される、

50

請求項 8 ～ 請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 4】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、

請求項 1 3 に記載のロボット。

【請求項 1 5】

リフト機構をさらに備え、

前記物品マニピュレータは、前記リフト機構により、前記基部に対して、垂直に変位可能である、

請求項 1 ～ 請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 6】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されており、

基部と、

物品マニピュレータであって、

拡張可能アームと、

前記拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタとを含み、

前記エンドエフェクタは、前記第 1 および第 2 の物品の各 1 つに対して別々に、前記エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、前記第 1 および第 2 の物品のそれぞれ 1 つを掴むために構成され、

前記拡張可能アームは、前記掴まれた物品を前記基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、

前記拡張可能アームは、第 1 の拡張可能アーム拡張構成および第 2 の拡張可能アーム拡張構成で構成可能であり、

前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成では、前記エンドエフェクタが前記第 1 の物品を掴むために配置されるように、前記伸縮式アームが拡張され、

前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成では、前記エンドエフェクタが前記第 2 の物品を掴むために配置されるように、前記拡張可能アームが拡張される、

物品マニピュレータと

を備える、ロボット。

【請求項 1 7】

前記拡張可能アームは、拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成に拡張可能であり、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成にも拡張可能であり、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは第 1 の方向に拡張され、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に拡張される、

請求項 1 6 に記載のロボット。

【請求項 1 8】

前記拡張可能アームの、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、前記第 1 の方向への、横方向の拡張であり、

前記拡張可能アームの、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する前記第 2 の方向への、横方向の拡張である、

請求項 1 7 に記載のロボット。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記物品を支持するように構成されたロボット画定物品保持体をさらに備え、前記ロボット画定物品保持体は、保持体引込構成から第1の保持体拡張構成に、前記基部に対して、横方向に変位可能であり、前記保持体引込構成から第2の保持体拡張構成にも横方向に変位可能であり、

前記保持体引込構成から前記第1の保持体拡張構成への前記ロボット画定物品保持体の移行は、前記ロボット画定物品保持体が第1の方向に変位されるという結果を伴い、

前記保持体引込構成から前記第2の保持体拡張構成への前記ロボット画定物品保持体の移行は、前記ロボット画定物品保持体が、前記第1の方向とは反対の第2の方向に変位されるという結果を伴う、

10

請求項18に記載のロボット。

【請求項20】

前記拡張可能アームの前記横方向変位は、前記ロボット画定物品保持体の前記横方向変位とは無関係である、請求項19に記載のロボット。

【請求項21】

前記ロボット画定物品保持体は、前記基部に対して、横方向に変位可能である、請求項19または請求項20に記載のロボット。

【請求項22】

前記ロボット画定物品保持体の前記保持体引込構成から前記第1の保持体拡張構成への移行は、前記ロボット画定物品保持体と前記第1の物品保持体との間の前記最小間隔が縮小されるという結果を伴い、

20

前記ロボット画定物品保持体の前記保持体引込構成から前記第2の保持体拡張構成への移行は、前記ロボット画定物品保持体と前記第2の物品保持体との間の前記最小間隔が縮小されるという結果を伴う

請求項19～請求項21のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項23】

前記拡張可能アームは伸縮式アームであり、

前記伸縮式アームは、第1の伸縮式アーム拡張構成および第2の伸縮式アーム拡張構成で構成可能であり、

前記第1の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記エンドエフェクタが前記第1の物品を掴むために配置されるように、前記第1の方向に、伸縮式アーム軸に沿って拡張され、

30

前記第2の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記エンドエフェクタが前記第2の物品を掴むために配置されるように、前記第2の方向に、前記伸縮式アーム軸に沿って拡張される、

請求項19～請求項22のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項24】

前記ロボット画定物品保持体の、前記保持体引込構成から前記第1の保持体拡張構成への移行のための、前記第1の方向における前記変位は、保持体拡張軸に沿ってであり、

前記ロボット画定物品保持体の、前記保持体引込構成から前記第2の保持体拡張構成への移行のための、前記第2の方向における前記拡張も、前記保持体拡張軸に沿ってである、

40

請求項23に記載のロボット。

【請求項25】

前記伸縮式アーム拡張軸は、前記プラットフォーム拡張軸と平行である、請求項24に記載のロボット。

【請求項26】

リフト機構をさらに備え、

前記物品マニピュレータは、前記リフト機構により、前記基部に対して、垂直に変位可能である、

50

請求項 16～請求項 25 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 27】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 16～請求項 26 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 28】

前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、12 フィート未満の、最小間隔距離が、前記通路内に画定される、

請求項 16～請求項 27 のいずれか 1 項に記載のロボット。

10

【請求項 29】

前記最小間隔距離は 25 インチよりも大きい、
請求項 28 に記載のロボット。

【請求項 30】

基部と、

物品マニピュレータであって、

拡張可能アーム引込構成から第 1 の拡張可能アーム拡張構成に拡張可能であり、前記拡張可能アーム引込構成から第 2 の拡張可能アーム拡張構成にも拡張可能である、拡張可能アームと、

前記拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタとを含み、

20

前記エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されており、

前記拡張可能アームは、前記掴まれた物品を前記基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは第 1 の方向に拡張され、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、前記拡張可能アームは前記第 1 の方向とは反対の、第 2 の方向に拡張される、

物品マニピュレータと

を備える、ロボット。

30

【請求項 31】

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への移行のための、前記拡張可能アームの、前記第 1 の方向における前記拡張は、拡張可能アーム拡張軸に沿ってであり、

前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への移行のための、前記拡張可能アームの、前記第 2 の方向における前記拡張も、前記拡張軸に沿ってである、

請求項 30 に記載のロボット。

【請求項 32】

前記拡張可能アームの、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 1 の拡張可能アーム拡張構成への前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、前記第 1 の方向への横方向の拡張であり、

40

前記拡張可能アームの、前記拡張可能アーム引込構成から前記第 2 の拡張可能アーム拡張構成への前記拡張は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する前記第 2 の方向への横方向の拡張である、

請求項 31 に記載のロボット。

【請求項 33】

前記物品を支持するように構成されたプラットフォームをさらに備え、前記プラットフォームは、プラットフォーム引込構成から第 1 のプラットフォーム拡張構成に、前記基部に対して、横方向に変位可能であり、前記プラットフォーム引込構成から第 2 のプラット

50

フォーム拡張構成にも横方向に変位可能であり、

前記プラットフォーム引込構成から前記第 1 のプラットフォーム拡張構成への移行において、前記プラットフォームは第 1 の方向に変位され、

前記プラットフォーム引込構成から前記第 2 のプラットフォーム拡張構成への移行において、前記プラットフォームは、前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に変位される、請求項 3 2 に記載のロボット。

【請求項 3 4】

前記拡張可能アームの前記横方向変位は、前記プラットフォームの前記横方向変位とは無関係である、請求項 3 3 に記載のロボット。

【請求項 3 5】

前記プラットフォームは、前記基部に対して、横方向に変位可能である、請求項 3 3 または請求項 3 4 に記載のロボット。

【請求項 3 6】

前記拡張可能アームは伸縮式アームであり、

前記伸縮式アームは、第 1 の伸縮式アーム拡張構成および第 2 の伸縮式アーム拡張構成で構成可能であり、

前記第 1 の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記第 1 の方向に、伸縮式アーム軸に沿って拡張されて、

前記第 2 の伸縮式アーム拡張構成では、前記伸縮式アームは、前記第 2 の方向に、前記伸縮式アーム軸に沿って拡張される、

請求項 3 3 ～請求項 3 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 3 7】

前記プラットフォームの、前記プラットフォーム引込構成から前記第 1 のプラットフォーム拡張構成への移行のための、前記第 1 の方向における前記変位は、プラットフォーム拡張軸に沿ってであり、

前記プラットフォームの、前記プラットフォーム引込構成から前記第 2 のプラットフォーム拡張構成への移行のための、前記第 2 の方向における前記拡張も、前記プラットフォーム拡張軸に沿ってである、

請求項 3 6 に記載のロボット。

【請求項 3 8】

前記伸縮式アーム拡張軸は、前記プラットフォーム拡張軸と平行である、請求項 3 7 に記載のロボット。

【請求項 3 9】

リフト機構をさらに備え、

前記物品マニピュレータは、前記リフト機構により、前記基部に対して、垂直に変位可能である、

請求項 3 0 ～請求項 3 8 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 4 0】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 3 0 ～請求項 3 9 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 4 1】

反応表面によって支持可能な基部と、

前記基部によって支持される、物品マニピュレータであって、

物品を掴むためのエンドエフェクタを含み、

前記エンドエフェクタは、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、前記物品が前記エンドエフェクタによって変位可能になるように、前記基部に対して変位可能である、

物品マニピュレータと、

10

20

30

40

50

アンカー構成と
を備え、

前記基部および前記アンカー構成は協調的に構成され、そのため前記基部が前記反応表面上で支持されている間、

前記アンカー構成はアンカリング有効状態で配置可能であり、前記ロボットが前記反応表面にしっかりと固定されるようになるという結果を伴う、
ロボット。

【請求項 4 2】

前記アンカリングは、前記エンドエフェクタが前記基部に対して変位されている間、前記ロボットの傾斜を軽減するためである、
請求項 4 1 に記載のロボット。

10

【請求項 4 3】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが前記基部に対して変位されている間、軽減している、前記ロボットの傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 4 2 に記載のロボット。

【請求項 4 4】

前記エンドエフェクタの、前記基部に対する前記変位可能性は、水平面の範囲内での変位可能性を含み、

前記アンカリングは、前記エンドエフェクタが、水平面の範囲内で前記基部に対して変位されている間、前記ロボットの傾斜を軽減するためである、
請求項 4 1 に記載のロボット。

20

【請求項 4 5】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが水平面の範囲内で前記基部に対して変位されている間、軽減している、前記ロボットの傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 4 4 に記載のロボット。

【請求項 4 6】

前記物品マニピュレータは、拡張可能アームをさらに含み、

前記物品マニピュレータおよび前記基部は、前記基部が前記反応表面上で支持されている間、前記拡張可能アームが水平面の範囲内で拡張可能になるように、協調的に構成されて、

30

前記エンドエフェクタは前記拡張可能アームに取り付けられ、そのため前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが水平面の範囲内で前記基部に対して変位されている間、軽減している、前記ロボットの傾斜は、前記エンドエフェクタが前記拡張可能アームによって変位されている間、前記アンカーによって軽減されている、
請求項 4 4 または請求項 4 5 に記載のロボット。

【請求項 4 7】

前記エンドエフェクタの、前記基部に対する前記変位可能性は、前記基部に対する横方向変位可能性を含み、

40

前記アンカリングは、前記エンドエフェクタが、前記基部に対して横方向に変位されている間、前記ロボットの傾斜を軽減するためである、
請求項 4 1 に記載のロボット。

【請求項 4 8】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが前記基部に対して横方向に変位されている間、軽減している、前記ロボットの傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 4 7 に記載のロボット。

【請求項 4 9】

前記物品マニピュレータは、拡張可能アームをさらに含み、

50

前記物品マニピュレータおよび前記基部は、前記基部が前記反応表面上で支持されている間、前記拡張可能アームが前記基部に対して横方向に拡張可能になるように、協調的に構成されて、

前記エンドエフェクタは前記拡張可能アームに取り付けられ、そのため前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが前記基部に対して横方向に変位されている間、軽減している、前記ロボットの前記傾斜は、前記エンドエフェクタが前記拡張可能アームによって変位されている間、前記アンカーによって軽減されている、

請求項 47 または請求項 48 に記載のロボット。

【請求項 50】

前記エンドエフェクタの前記横方向変位可能性は、水平面の範囲内である、
請求項 47 に記載のロボット。

10

【請求項 51】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが水平面の範囲内で前記基部に対して横方向に変位されている間、軽減している、前記ロボットの前記傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 50 に記載のロボット。

【請求項 52】

前記物品マニピュレータは、拡張可能アームをさらに含み、

前記物品マニピュレータおよび前記基部は、前記基部が前記反応表面上で支持されている間、前記拡張可能アームが、水平面の範囲内で、前記基部に対して横方向に拡張可能になるように、協調的に構成されて、

20

前記エンドエフェクタは前記拡張可能アームに取り付けられ、そのため前記アンカーが、前記エンドエフェクタが前記基部に対して、水平面の範囲内で、横方向に変位されている間、軽減している、前記ロボットの前記傾斜は、前記エンドエフェクタが前記拡張可能アームによって変位されている間、前記アンカーによって軽減されている、
請求項 50 または請求項 51 に記載のロボット。

【請求項 53】

前記エンドエフェクタの前記基部に対する前記変位可能性は、前記エンドエフェクタが基部に対して、低い垂直位置と高い垂直位置との間で変位可能なものであり、前記高い垂直位置は前記低い垂直位置に対して高くされており、

30

前記アンカリングは、前記エンドエフェクタが前記高い垂直位置に配置されている間、前記ロボットの傾斜を軽減するためである、
請求項 41 に記載のロボット。

【請求項 54】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが前記高い垂直位置に配置されている間、軽減している、前記ロボットの前記傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 53 に記載のロボット。

【請求項 55】

前記高い垂直位置は、少なくとも 8 フィートの最小垂直距離だけ、前記低い垂直位置より高くされている、
請求項 53 または請求項 54 に記載のロボット。

40

【請求項 56】

前記エンドエフェクタの前記基部に対する前記変位可能性は、前記エンドエフェクタが基部に対して、低い垂直位置と高い垂直位置との間で変位可能なものであり、

前記アンカリングは、前記エンドエフェクタが前記低い垂直位置と前記高い垂直位置との間で変位されている間、前記ロボットの傾斜を軽減するためである、
請求項 41 に記載のロボット。

【請求項 57】

前記アンカリングが、前記エンドエフェクタが前記低い垂直位置と前記高い垂直位置と

50

の間で変位されている間、軽減している、前記ロボットの前記傾斜は、前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、軽減されている、
請求項 5 6 に記載のロボット。

【請求項 5 8】

前記高い垂直位置は、少なくとも 8 フィートの垂直距離だけ、前記低い垂直位置より高くされている、

請求項 5 6 または請求項 5 7 に記載のロボット。

【請求項 5 9】

前記基部に取り付けられたリフト機構を

さらに備え、

前記エンドエフェクタの前記基部に対する、前記低い垂直位置と前記高い垂直位置との間の前記変位は、前記リフト機構によって達成可能である、

請求項 5 3 ～請求項 5 8 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 0】

前記アンカリングは、前記アンカーが把持係合において前記反応表面に係合するようなものである、

請求項 4 1 ～請求項 5 9 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 1】

前記アンカー構成は、アンカリング無効状態での配置のためにさらに構成され、そのため、前記アンカー構成のアンカー有効状態での前記配置は、前記アンカーの前記アンカリング無効状態から前記アンカリング有効状態への移行を含み、

前記アンカリング無効状態では、前記ロボットの前記アンカー構成による前記反応表面へのアンカリングがない、

請求項 4 1 ～請求項 6 0 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 2】

前記ロボットが前記反応表面にしっかりと固定されている間、前記アンカリングは、アンカー無効化力によって無効にでき、前記アンカー無効化力は、少なくとも 2 0 0 0 ポンドの最小値を持つ規模を有する、

請求項 4 1 ～請求項 6 1 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 3】

前記アンカー無効化力は、前記反応表面に平行な方向を有する、請求項 6 2 に記載のロボット。

【請求項 6 4】

モビリティプラットフォーム

をさらに備え、

前記基部および前記モビリティプラットフォームは、前記基部が前記反応表面上で支持されている間、前記ロボットが前記反応表面にわたって移動可能になるように、協調的に構成される、

請求項 4 1 ～請求項 6 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 5】

前記モビリティプラットフォームは複数の車輪を含む、

請求項 6 4 に記載のロボット。

【請求項 6 6】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、1 2 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記物品マニピュレータがそれに対して構成される、

10

20

30

40

50

物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、請求項 4 1 ～請求項 6 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 7】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、請求項 6 6 に記載のロボット。

【請求項 6 8】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 6 6 ～請求項 6 7 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6 9】

反応表面によって支持可能な基部と、

物品マニピュレータであって、前記基部上で支持されて、

掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むためのエンドエフェクタを含む、

物品マニピュレータと

を備え、

前記物品マニピュレータは、前記物品マニピュレータの高さにおける変化を達成するために、低い垂直位置と高い垂直位置との間で、前記基部に対して、移動軸に沿って変位可能であり、

前記基部および前記物品マニピュレータは、前記基部が反応表面上で支持されている間、前記物品マニピュレータの前記変位可能性が、垂直線に対して傾斜して配置される移動軸に沿うように協働し、前記基部および前記物品マニピュレータは修正された移動軸確立状態に構成可能であり、前記移動軸が垂直軸になるように修正されるという結果を伴う、ロボット。

【請求項 7 0】

垂直線に対して傾斜して配置される、前記移動軸は、垂直線に対して少なくとも 1 度の角度で配置される、

請求項 6 9 に記載のロボット。

【請求項 7 1】

前記物品マニピュレータの前記変位可能性が、垂直線に対して傾斜して配置される前記移動軸に沿っている間、前記基部がその上で支持される、前記反応表面は、非水平面である、

請求項 6 9 または請求項 7 0 に記載のロボット。

【請求項 7 2】

前記非水平面は、水平に対して、少なくとも 1 度の角度で配置される、

請求項 7 1 に記載のロボット。

【請求項 7 3】

前記基部に取り付けられた、リフト機構であって、前記物品マニピュレータの前記基部に対する、前記移動軸に沿った、低い垂直位置と高い垂直位置との間の前記変位可能性が、前記リフト機構によって達成可能になるように、前記物品マニピュレータと協働する、リフト機構

をさらに備える、請求項 6 9 ～請求項 7 2 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7 4】

前記基部は、

プラットフォームと、

複数の拡張可能支持脚と

を含み、

前記支持脚の各 1 つは別々に、前記プラットフォームに対する拡張または引込みに基づき、前記プラットフォームに対して位置決め可能であり、そのため前記支持脚の前記プラットフォームに対する、協調的位置決めが確立可能になり、

前記移動軸に対する前記修正は、前記支持脚の前記プラットフォームに対する、前記

10

20

30

40

50

協調的位置決めに対する修正に基づく、
請求項 6 9 ～請求項 7 2 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7 5】

前記基部および物品マニピュレータの、修正された移動軸確立状態への構成可能性は、
前記支持脚の前記協調的位置決めの修正可能性に基づく、
請求項 7 4 に記載のロボット。

【請求項 7 6】

前記基部の水平面に対する前記傾斜を表すデータを収集するように構成されたレベルセンサと、

メモリと、

前記メモリ内に格納された命令を実行するためのコントローラであって、前記命令が実行される場合に、前記コントローラに、

前記レベルセンサからの前記データを処理して、前記基部の前記水平面に対する前記傾斜を判断することと、

前記判断に基づいて、前記支持脚の前記プラットフォームに対する前記協調的位置決めを修正することと

を行わせる、コントローラと

をさらに備える、

請求項 7 4 または請求項 7 5 に記載のロボット。

【請求項 7 7】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 6 9 ～請求項 7 6 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7 8】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、1 2 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、請求項 6 7 ～請求項 7 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7 9】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、請求項 7 8 に記載のロボット。

【請求項 8 0】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 7 8 または請求項 7 9 に記載のロボット。

【請求項 8 1】

基部と、

物品を掴むために構成された物品マニピュレータと、

前記物品マニピュレータを、前記基部に対して、垂直に変位させるために構成されたリフト機構であって、

前記物品マニピュレータの前記基部に対する前記垂直変位を促すための力を生成するための原動機、および

前記物品マニピュレータに連結された、カウンターウェイト構成であって、前記物品マニピュレータの重量が前記カウンターウェイト構成によって対抗されるように、かつ前

10

20

30

40

50

記カウンターウェイト構成が、前記物品マニピュレータの前記基部に対する垂直変位の促進で前記原動機を支援するために効果的になるように、対抗するカウンターウェイトベースの力が前記カウンターウェイト構成によって前記物品マニピュレータに加えられるという結果を伴う、カウンターウェイト構成、を含む、リフト機構とを備える、ロボット。

【請求項 8 2】

前記カウンターウェイト構成は、少なくとも 1 つの空圧式ガスシリンダを含む空気圧式カウンターウェイト構成を含み、前記空圧式ガスシリンダは、前記物品マニピュレータに印加される前記対抗力を生成するための加圧ガスを収容する、

10

【請求項 8 3】

前記リフト機構はフレームを含み、前記フレームは、内側および外側を画定し、前記内側は、前記物品マニピュレータに対して対向する関係で配置されて、前記カウンターウェイト構成は、前記カウンターウェイト構成が前記フレームの前記外側からアクセス可能になるように、前記フレームに取り付けられる、

請求項 8 1 または請求項 8 2 に記載のロボット。

【請求項 8 4】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

20

請求項 8 1 ～請求項 8 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 8 5】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、12 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記物品マニピュレータがそれに対して構成される、

30

物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、

請求項 8 1 ～請求項 8 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 8 6】

前記最小間隔距離は 25 インチよりも大きい、請求項 8 5 に記載のロボット。

【請求項 8 7】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 8 5 または請求項 8 6 に記載のロボット。

【請求項 8 8】

物品を物品保持体に対して移動させるように構成されたロボットであって、基部と、

40

物品マニピュレータであって、

物品配置／取出しツール、および

物品を掴むために構成されたエンドエフェクタを含む

物品マニピュレータと

を備え、

前記物品配置／取出しツールおよび前記エンドエフェクタは協調して構成されて、

前記物品配置／取出しツールは、前記基部に対して、前記エンドエフェクタとは無関係に、第 1 の軸に沿って変位可能であり、

50

前記エンドエフェクタは、前記物品配置／取出しツールと共に、第２の軸に沿って変位可能であり、

前記第２の軸は、前記第１の軸と交差する軸と平行に配置されるという結果を伴うロボット。

【請求項８９】

前記エンドエフェクタの、前記物品配置／取出しツールに対する、前記第２の軸に沿った変位が制限される、請求項８８に記載のロボット。

【請求項９０】

前記物品配置／取出しツールおよび前記エンドエフェクタはさらに協調して構成されて、

前記物品配置／取出しツールの、前記基部に対する、前記エンドエフェクタとは無関係の、前記第１の軸に沿った変位を得ることが可能であり、前記物品配置／取出しツールの、前記基部に対する、前記エンドエフェクタとは無関係の、前記第１の軸に沿った前記得られる変位は、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第１の軸に沿った変位なしで得ることが可能であるという結果を伴う、

請求項８８または請求項８９に記載のロボット。

【請求項９１】

前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第１の軸に沿った変位の前記欠如は、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する位置決めは、変わらないままであるという結果を伴う、

請求項８８～請求項９０のいずれか１項に記載のロボット。

【請求項９２】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項８８または請求項９１のいずれか１項に記載のロボット。

【請求項９３】

(i) 第１の物品を第１の物品保持体に対して移動させることであって、前記第１の物品保持体は前記第１の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第２の物品を第２の物品保持体に対して移動させることであって、前記第２の物品保持体は前記第２の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第１の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第２の物品保持体の反対側に配置されて、前記第１と第２の物品保持体の間の、１２フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第１の物品の前記把持および前記第２の物品の前記把持を含む、請求項８８または請求項９２のいずれか１項に記載のロボット。

【請求項９４】

前記最小間隔距離は２５インチよりも大きい、請求項９３に記載のロボット。

【請求項９５】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項９３または請求項９４に記載のロボット。

【請求項９６】

物品を物品保持体に対して移動させるように構成されたロボットであって、基部と、物品マニピュレータであって、

10

20

30

40

50

物品配置／取出しツール、および

物品を掴むために構成されたエンドエフェクタを含む

物品マニピュレータと

を備え、

前記物品配置／取出しツールおよび前記エンドエフェクタは、前記物品配置／取出しツールが、前記基部に対して、前記エンドエフェクタとは無関係に、第1の軸に沿って変位可能であり、そのため前記物品配置／取出しツールの、前記基部に対する、第1の軸に沿った変位が得られて、前記物品配置／取出しツールの、前記基部に対する、第1の軸に沿った前記変位は、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第1の軸に沿った変位なしで得られて、そのため前記エンドエフェクタの前記基部に対する位置決めは、変わらないままであるという結果を伴い、前記物品マニピュレータは、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第1の軸に沿った変位なしで得られる、前記物品配置ツールの、前記エンドエフェクタに対する、前記第1の軸に沿った前記変位に应答して、位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、

10

前記物品配置／取出しツールおよび前記エンドエフェクタは、前記エンドエフェクタが、前記物品配置／取出しツールと共に、前記基部に対して、第2の軸に沿って、前記物品配置／取出しツールの拡張または引込みに应答して、変位可能であり、そのため前記エンドエフェクタの、前記物品配置／取出しツールと共に、前記基部に対する、前記第2の軸に沿った、前記物品配置／取出しツールの拡張または引込みに应答しての、変位が得られ、そのため前記物品マニピュレータは、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第2の軸に沿った前記変位に应答して、かつ前記物品配置／取出しツールの前記拡張または前記引込みに应答して、前記位置合わせ有効構成と物品配置／取出し有効構成との間で移行可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、

20

前記第2の軸は、前記第1の軸と交差する軸と平行に配置される、ロボット。

【請求項97】

前記第1の軸と交差して、前記第2の軸がそれと平行な関係で配置される、前記軸は、前記第1の軸に垂直である、請求項96に記載のロボット。

【請求項98】

30

前記物品配置／取出しツールおよび前記エンドエフェクタは、前記エンドエフェクタの、前記物品配置／取出しツールに対する、前記第2の軸に沿った変位という結果を伴うようにさらに協調して構成可能であり、前記エンドエフェクタの、前記物品配置／取出しツールに対する、前記第2の軸に沿った前記変位の制限は、前記物品配置／取出しツールと共に前記エンドエフェクタの前記変位可能性を確立するために効果的である、請求項96または請求項97に記載のロボット。

【請求項99】

前記物品配置／取出しツールは、

拡張可能アームを含み、

前記物品配置／取出しツールの拡張または引込みは、前記拡張可能アームの対応する拡張または引込みに基づいており、

40

前記拡張可能アームおよび前記エンドエフェクタは、前記拡張可能アームが、前記基部に対して、第1の軸に沿って変位可能になるように、協調して構成可能であり、そのため前記拡張可能アームの、前記基部に対する、第1の軸に沿った変位が得られるようになり、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、第1の軸に沿った前記変位は、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記第1の軸に沿った変位なしで得ることが可能であり、

そのため前記物品配置／取出しツールの、前記基部に対する、第1の軸に沿った前記変位は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、第1の軸に沿った前記変位に应答して得ることが可能である、

50

請求項 96～請求項 98 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 100】

前記物品配置／取出しツールは、
ドライバ

を更に含み、

前記拡張可能アームおよび前記ドライバは協調して構成可能で、(i) 前記ドライバは、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、第 1 の軸に沿った前記変位にตอบสนองして、前記基部に対して、前記第 1 の軸に沿って、前記拡張可能アームと共に変位可能であり、そのため前記ドライバの、前記基部に対する、第 1 の軸に沿った変位が得られるようになり、前記ドライバの、前記基部に対する、第 1 の軸に沿った前記変位は、前記エンドエフェクタの前記基部に対する、前記第 1 の軸に沿った変位なしで得ることが可能であり、かつ (ii) 前記ドライバは、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、前記拡張または前記引込みにตอบสนองして、前記基部に対して、前記第 2 の軸に沿って、前記拡張可能アームと共に変位可能であるという結果を伴い、

10

前記拡張可能アームおよび前記ドライバは、前記ドライバが、前記基部に対して、前記拡張可能アームとは無関係に、第 3 の軸に沿って変位可能であるという結果を伴って協調して構成可能であり、そのため前記ドライバの、前記基部に対する、前記第 3 の軸に沿った変位を得ることが可能になり、そのため前記物品マニピュレータは、前記ドライバの、前記拡張可能アームに対する、前記第 3 の軸に沿った前記変位にตอบสนองして、物品配送準備完了構成と、前記位置合わせ無効構成との間で移行可能であり、

20

前記エンドエフェクタは前記ドライバに取り付けられ、

前記エンドエフェクタおよび前記ドライバは協調して構成可能で、(i) 前記エンドエフェクタは、前記ドライバの、前記基部に対する、第 3 の軸に沿った前記変位にตอบสนองして、前記基部に対して、前記第 3 の軸に沿って、前記ドライバと共に変位可能であり、(ii) 前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、第 1 の軸に沿った変位なしで、前記ドライバの、前記基部に対する、前記第 1 の軸に沿った、前記変位の前記取得可能性が確立され、かつ (iii) 前記エンドエフェクタは、前記拡張可能アームの、前記基部に対する前記拡張または前記引込みにตอบสนองして、前記基部に対して、前記第 2 の軸に沿って、前記ドライバと共に変位可能であるという結果を伴い、

前記第 3 の軸は、前記第 1 の軸と交差する軸と平行に配置される、
請求項 99 に記載のロボット。

30

【請求項 101】

前記第 1 の軸と交差して、前記第 3 の軸がそれと平行な関係で配置される、前記軸は、前記第 1 の軸に垂直である、

請求項 100 に記載のロボット。

【請求項 102】

前記第 3 の軸は、前記第 2 の軸と平行である、

請求項 100 または請求項 101 に記載のロボット。

【請求項 103】

前記拡張可能アームおよび前記ドライバは、前記ドライバの前記拡張可能アームに対する、前記第 1 の軸に沿った変位が制限されるという結果を伴うようにさらに協調して構成可能であり、前記ドライバの、前記拡張可能アームに対する、前記第 1 の軸に沿った前記変位の前記制限は、前記拡張可能アームの、前記基部に対する、第 1 の軸に沿った変位にตอบสนองして前記拡張可能アームと共に、前記ドライバの前記変位可能性を確立するために効果的である、

40

請求項 100～請求項 102 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 104】

前記拡張可能アームおよび前記ドライバは、前記ドライバの前記拡張可能アームに対する、前記第 2 の軸に沿った変位が制限されるという結果を伴うようにさらに協調して構成可能であり、前記ドライバの、前記物品配置／取出しツールに対する、前記第 2 の軸に沿

50

った前記変位の前記制限は、前記拡張可能アームの前記拡張または前記引込みに応答して前記拡張可能アームと共に、前記ドライバの前記変位可能性を確立するために効果的である、

請求項 100～請求項 103 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 105】

既存の物品および物品保持体との協働のために構成されていて、前記既存の物品は、ロボット操作可能な物品を前記支持されている既存の物品に対して配置するために、前記物品保持体によって支持されており、そのため前記ロボット操作可能な物品は、前記物品保持体によって、前記既存の物品と隣り合わせた関係で支持されるようになり、前記配置は、

10

前記エンドエフェクタが前記物品配送準備完了構成で配置されていて、掴まれたロボット操作可能な物品が安定化されるように前記ロボット操作可能な物品を掴んでいる間、前記物品マニピュレータを、順々に、前記位置合わせ無効構成、前記位置合わせ有効構成、および前記物品配置／取出し有効構成に移行させること、ならびに

前記物品マニピュレータが前記物品配置／取出し有効構成で配置されている間、前記掴まれたロボット操作可能な物品を解放して、前記ロボット操作可能な物品が前記物品保持体上で、前記支持されている既存の物品と隣り合わせた関係で支持されるようになる結果を伴うこと、

を含み、

前記支持されている既存の物品は、

20

前記物品マニピュレータが前記位置合わせ無効構成で配置されている間、前記支持されている既存の物品は、前記拡張可能アームの拡張を妨げる効果があり、

前記物品マニピュレータが前記位置合わせ有効構成で配置されている間、前記拡張可能アームの拡張を妨げるための、前記支持されている既存の物品による妨害がない、ように配置される、

請求項 96～請求項 104 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 106】

前記支持されている既存の物品による、前記拡張可能アームの拡張に対する妨害は、前記物品マニピュレータが、前記支持されている既存の物品とぶつかるという結果を伴う、請求項 105 に記載のロボット。

30

【請求項 107】

前記支持されている既存の物品の前記配置は、前記ロボット操作可能な物品が、前記支持されている既存の物品と隣り合わせた関係で前記物品保持体によって支持されるような、前記ロボット操作可能な物品の、前記支持されている既存の物品に対する前記配置のようなものであり、前記支持されているロボット操作可能な物品と前記支持されている既存の物品の対向している側面間の前記最小間隔距離は 2 インチ未満である、

請求項 105 または請求項 106 に記載のロボット。

【請求項 108】

対象物品を取り出すために、前記対象物品、隣接物品、および物品保持体との協働のために構成され、前記対象物品および前記隣接物品は前記物品保持体によって支持されて、隣り合わせた関係で配置されて、前記取出しは：

40

前記物品マニピュレータが前記物品配置／取出し有効構成で配置されている間、掴まれたロボット操作可能な物品が安定化されるように、前記対象物品を前記エンドエフェクタで掴むこと、

前記物品マニピュレータが前記物品配置／取出し有効構成で配置されて、前記エンドエフェクタが前記対象物品を掴んでいる間、前記物品マニピュレータを、順々に、前記位置合わせ有効構成、前記位置合わせ無効構成、および前記物品配送準備完了構成に移行させること、

を含み、

前記物品マニピュレータが前記位置合わせ有効構成で配置されている間、前記拡張

50

可能アームおよび前記掴まれたロボット操作可能な物品の前記協調的な配置は、前記ドライバの、前記基部に対する、前記第3の軸に沿った前記変位を妨害する効果があり、

前記物品マニピュレータが前記位置合わせ無効構成で配置されている間、前記拡張可能アームおよび前記掴まれたロボット操作可能な物品は、前記ドライバの、前記基部に対する、前記第3の軸に沿った前記変位に対する妨害がないように、協調的に配置される、

請求項100～請求項104のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項109】

前記対象物品と前記隣接物品の対向している側面間の前記最小間隔距離は2インチ未満である、

請求項108に記載のロボット。

【請求項110】

物品を物品保持体に対して移動させるために構成されて、前記物品保持体は、前記物品および別の物品を隣り合わせた構成で支持するように構成されており、

前記物品を支持することが構成されたロボット画定物品保持体をさらに備える、

請求項96～請求項109のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項111】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項96～請求項110のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項112】

(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、前記第1の物品保持体は前記第1の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第2の物品を第2の物品保持体に対して移動させることであって、前記第2の物品保持体は前記第2の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第1の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第2の物品保持体の反対側に配置されて、前記第1と第2の物品保持体の間の、12フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第1の物品の前記把持および前記第2の物品の前記把持を含む、請求項96～請求項111のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項113】

前記最小間隔距離は25インチよりも大きい、請求項112に記載のロボット。

【請求項114】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、請求項112または請求項113に記載のロボット。

【請求項115】

基部と、

物品マニピュレータであって、

拡張および引込みのために構成された拡張可能アーム、

物品を掴むために構成されたエンドエフェクタ

を含む、物品マニピュレータと

を備え、

前記エンドエフェクタは、

前記エンドエフェクタが、前記拡張可能アームの拡張または引込みに応答して、前記基部に対して、横方向に変位可能になり、かつ

前記エンドエフェクタが、前記拡張可能アームに対して、横方向に変位可能になる

10

20

30

40

50

ように前記拡張可能アームに連結される、
ロボット。

【請求項 1 1 6】

前記エンドエフェクタは、前記拡張可能アームに対して、第 1 の方向に、および前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向にも、横方向に変位可能である、請求項 1 1 5 に記載のロボット。

【請求項 1 1 7】

前記拡張可能アームは伸縮式アームである、請求項 1 1 5 または請求項 1 1 6 に記載のロボット。

【請求項 1 1 8】

前記伸縮式アームは、複数のアームセグメントを含み、前記複数のアームセグメントは、末端アームセグメントを画定し、

前記エンドエフェクタは前記末端アームセグメントに連結され、そのため

前記エンドエフェクタの前記伸縮式アームへの前記連結は、前記エンドエフェクタの前記末端アームセグメントへの前記連結によって達成され、

前記エンドエフェクタは、前記末端アームセグメントに対して、横方向に変位可能である、

請求項 1 1 7 に記載のロボット。

【請求項 1 1 9】

前記エンドエフェクタは、前記伸縮式アームに対して、前記伸縮式アームの中心縦軸に沿って、横方向に変位可能である、請求項 1 1 7 または請求項 1 1 8 に記載のロボット。

【請求項 1 2 0】

前記伸縮式アームは、拡張軸に沿って拡張可能および引込可能であり、

前記エンドエフェクタは、前記伸縮式アームに対して、前記拡張軸に沿って、横方向に変位可能である、

請求項 1 1 7 ～請求項 1 1 9 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 2 1】

前記伸縮式アームは、引込構成から第 1 の拡張構成に拡張可能であり、同様に前記引込構成から第 2 の拡張構成にも拡張可能であり、

前記引込構成から前記第 1 の拡張構成への移行において、前記伸縮式アームは、第 1 の方向に拡張され、

前記引込構成から前記第 2 の拡張構成への移行において、前記伸縮式アームは、前記第 1 の方向とは反対の、第 2 の方向に拡張され、

前記伸縮式アームが前記引込構成で配置されている間、前記エンドエフェクタは、前記伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である、

請求項 1 1 7 ～請求項 1 2 0 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 2 2】

前記伸縮式アームが前記第 1 の拡張構成で配置されている間、前記エンドエフェクタは、前記伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である、請求項 1 2 1 に記載のロボット。

【請求項 1 2 3】

前記伸縮式アームが前記第 2 の拡張構成で配置されている間、前記エンドエフェクタは、前記伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である、請求項 1 2 1 または請求項 1 2 2 に記載のロボット。

【請求項 1 2 4】

リフト機構をさらに備え、前記物品マニピュレータは、前記リフト機構により、前記基部に対して、垂直に変位可能である、

請求項 1 1 5 ～請求項 1 2 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 2 5】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面

10

20

30

40

50

と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 1 1 5 ～ 請求項 1 2 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 2 6】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、1 2 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、請求項 1 1 5 ～ 請求項 1 2 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

10

【請求項 1 2 7】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、請求項 1 2 6 に記載のロボット。

【請求項 1 2 8】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 1 2 6 または請求項 1 2 7 に記載のロボット。

20

【請求項 1 2 9】

基部と、

物品マニピュレータであって、

エンドエフェクタであって、

前記エンドエフェクタの第 1 の側に配置された第 1 の把持構成、および

前記第 1 の側の反対側である前記エンドエフェクタの第 2 の側に配置された第 2 の把持構成を含む、エンドエフェクタを含む、

物品マニピュレータと

ロボット画定物品保持体であって、物品が前記ロボット画定物品保持体上で支持されている間、支持されている物品が安定化されるように、前記物品を支持するように構成された、ロボット画定物品保持体と

30

を備え、

前記第 1 の把持構成および前記第 2 の把持構成の各 1 つは別々に、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成され、

前記物品が前記ロボット画定物品保持体によって支持されている間、

前記物品マニピュレータは、第 1 の構成、第 2 の構成、第 3 の構成、および第 4 の構成で構成可能であり、

前記第 1 の構成では、

前記支持されている物品の第 1 の側が前記第 1 の把持構成によって掴まれて、そのため前記エンドエフェクタが前記支持されている物品の前記第 1 の側に連結され、

40

前記第 2 の構成では、

前記エンドエフェクタと前記支持されている物品との間の連結がなく、

前記第 1 の把持構成および前記支持されている物品の前記第 1 の側が対向する関係で配置され、

前記第 3 の構成では、

前記エンドエフェクタと前記支持されている物品との間の連結がなく、

前記第 2 の把持構成および前記支持されている物品の第 2 の側面が対向する関係で配置されて、前記第 1 の側面に対して、前記支持されている物品の前記第 2 の側面は、前記支持されている物品の反対側に配置され、

前記第 4 の構成では、

50

前記支持されている物品の前記第 2 の側面が前記第 2 の把持構成によって掴まれて、そのため前記エンドエフェクタが前記支持されている物品の前記第 2 の側面に連結され、

前記物品マニピュレータは、

前記第 1 の構成から前記第 2 の構成へ移行可能であり、

前記第 2 の構成から前記第 3 の構成へ移行可能であり、かつ

前記第 3 の構成から前記第 4 の構成へ移行可能である、

ロボット。

【請求項 130】

前記第 2 の構成から前記第 3 の構成への前記移行は、前記エンドエフェクタが前記支持されている物品を取り除くという結果を伴う、請求項 129 に記載のロボット。

10

【請求項 131】

前記第 2 の構成から前記第 3 の構成への前記移行は、前記エンドエフェクタが前記移行中に垂直に変位されるという結果を伴う、請求項 129 または請求項 130 に記載のロボット。

【請求項 132】

前記第 2 の構成から前記第 3 の構成への移行は、

前記エンドエフェクタが前記支持されている物品の上に配置されるようになる結果を伴う、前記エンドエフェクタの上方変位、

前記エンドエフェクタが前記支持されている物品をトラバースする結果を伴う、前記エンドエフェクタが支持されている前記物品の上に配置されている間の、前記エンドエフェクタの横方向変位、

20

前記エンドエフェクタによる前記支持されている物品の前記トラバースの後の、前記エンドエフェクタの下方変位、を含む、

請求項 129 または請求項 130 に記載のロボット。

【請求項 133】

前記物品マニピュレータは拡張可能アームを更に含み、

前記エンドエフェクタは、前記拡張可能アームが前記エンドエフェクタを移動させるために拡張可能および引込み可能になるように、前記拡張可能アームに連結される、

30

請求項 129 ～請求項 132 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 134】

前記拡張可能アームは、前記ロボット画定物品保持体に対して垂直に変位可能であり、

前記物品マニピュレータの前記第 2 の構成から前記第 3 の構成への移行中、前記エンドエフェクタの前記垂直変位は、前記拡張可能アームの、前記ロボット画定物品保持体に対する垂直変位によって達成される、

請求項 133 に記載のロボット。

【請求項 135】

前記物品マニピュレータの前記第 2 の構成から前記第 3 の構成への前記移行を達成するための、前記エンドエフェクタの前記横方向変位は、前記エンドエフェクタの、前記ロボット画定物品保持体に対する、横方向変位であり、前記横方向変位は、前記拡張可能アームの作動に応答して達成可能である、

40

請求項 134 に記載のロボット。

【請求項 136】

前記エンドエフェクタと動作可能に連通して配置されている、エンドエフェクタ構成をさらに備え、

前記エンドエフェクタは、前記エンドエフェクタが、前記拡張可能アームに対して、前記エンドエフェクタアクチュエータ構成による作動を介した前記拡張可能アームの拡張または引込みに応答して、横方向に変位可能になるように、前記拡張可能アームに連結され

50

、

前記物品マニピュレータの前記第2の構成から前記第3の構成への前記移行を達成するための、前記エンドエフェクタの前記横方向変位は、前記エンドエフェクタの、前記拡張可能アームに対する、横方向変位である、
請求項134に記載のロボット。

【請求項137】

前記エンドエフェクタの、前記エンドエフェクタアクチュエータ構成による作動を介した前記拡張可能アームの拡張または引込みに応答して達成可能な、前記拡張可能アームに対する、前記横方向変位は、前記拡張可能アームの拡張または引込み応答した、前記エンドエフェクタの変位とは無関係である、
請求項136に記載のロボット。

【請求項138】

前記拡張可能アームは伸縮式アームである、請求項133～請求項137のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項139】

前記ロボットが、第1の物品保持体と第2の物品保持体との間に配置されている間、前記第1の物品保持体は第1の支持表面を画定し、前記第2の物品保持体は第2の支持表面を画定して、前記第1および第2の支持表面は同じ高さで配置されており、

かつ前記第1および第2の把持構成の1つが、前記掴まれた物品が安定化されるように、前記第1の物品保持体上の物品を掴んでいる間：

前記物品マニピュレータは、前記物品マニピュレータによる前記第1の物品保持体から前記ロボット画定物品保持体への、前記物品の移動に応答して、前記第1の構成で配置可能であり、

かつ前記物品マニピュレータが前記第4の構成で配置されている間、前記支持されている物品は、前記物品の前記第2の支持表面による支持のために、前記物品マニピュレータによって、前記ロボット画定物品保持体から、前記第2の物品保持体に移動可能である、

請求項129～請求項138のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項140】

前記物品マニピュレータは、前記基部に対して、垂直に変位可能である、請求項129～請求項139のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項141】

リフト機構をさらに備え、

前記物品マニピュレータの、前記基部に対する前記垂直変位可能性は、前記リフト機構によって達成される、請求項140に記載のロボット。

【請求項142】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項129～請求項141のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項143】

(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、前記第1の物品保持体は前記第1の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第2の物品を第2の物品保持体に対して移動させることであって、前記第2の物品保持体は前記第2の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第1の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第2の物品保持体の反対側に配置されて、前記第1と第2の物品保持体の間の、12フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第1の物品の前記把持および前記第2の物品の前記把持を含む、請求項129～請求項142のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項 1 4 4】

前記最小間隔距離は 25 インチよりも大きい、
請求項 1 4 3 に記載のロボット。

【請求項 1 4 5】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、
前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティ
プラットフォームを含む、可動式基部である、請求項 1 4 3 または請求項 1 4 4 に記載の
ロボット。

【請求項 1 4 6】

基部と、

物品マニピュレータであって、

物品を掴むために構成された第 1 のエンドエフェクタ、

ロボット画定物品保持体であって、前記物品が前記ロボット画定物品保持体上で支持
されている間、支持されている物品が安定化されるように、前記物品を支持するように構
成された、ロボット画定物品保持体、

前記物品を掴むために構成された、第 2 のエンドエフェクタ
を含む、物品マニピュレータと
を備え、

前記第 1 のエンドエフェクタは、前記基部に対して、横方向に変位可能であり、

前記第 2 のエンドエフェクタは、前記基部に対して、縦方向に変位可能である、
ロボット。

【請求項 1 4 7】

前記物品マニピュレータは、

拡張可能アームをさらに含み、

前記第 1 のエンドエフェクタは、前記エンドエフェクタの、前記基部に対する、前記横
方向変位が、前記拡張可能アームの拡張または引込みに応答して、達成可能になるよう
に、前記拡張可能アームに連結される、
請求項 1 4 6 に記載のロボット。

【請求項 1 4 8】

前記第 2 のエンドエフェクタと動作可能に連通して配置された、第 2 のエンドエフェク
タアクチュエータ構成
をさらに備え、

前記第 2 のエンドエフェクタの、前記基部に対する前記縦方向変位が、前記第 2 のエン
ドエフェクタアクチュエータ構成による作動に応答して達成可能である、
請求項 1 4 7 に記載のロボット。

【請求項 1 4 9】

前記第 2 のエンドエフェクタは、引込構成および拡張構成で構成可能であり、

前記第 1 のエンドエフェクタ、前記第 2 のエンドエフェクタ、前記拡張可能アーム、
および前記ロボット画定物品保持体は、物品および第 1 の物品保持体と協働可能であり、
そのため、

(i) 第 1 の物品保持体が前記ロボット画定物体保持体の側に配置されて、(i i)
前記物品が前記第 1 の物品保持体によって支持されていて、(i i i) 前記第 1 のエン
ドエフェクタが、前記掴まれた物品が安定化されるように、前記物品を掴んでいる間、

前記引込構成で、前記第 2 のエンドエフェクタによる、妨害がないように、前記第
2 のエンドエフェクタは、前記拡張可能アームに対して配置されて、前記掴まれた物品の
、前記拡張可能アームによる、前記ロボット画定物品保持体に向かっての横方向移動を達
成する、

請求項 1 4 6 ～請求項 1 4 8 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 5 0】

第 2 のエンドエフェクタおよび前記ロボット画定物品保持体は、前記物品および前記第

10

20

30

40

50

2の物品保持体と協働可能であり、そのため、

(i) 第2の物品保持体が前記ロボット画定物体保持体の前に配置されて、(ii) 前記物品が前記第2の物品保持体によって支持されていて、(iii) 前記第2のエンドエフェクタが前記拡張構成で配置されて、前記掴まれた物品が安定化されるように、前記物品を掴んでいる間、

前記掴まれた物品は、前記第2のエンドエフェクタにより前記ロボット画定物品保持体に向かって移動可能である、

請求項149に記載のロボット。

【請求項151】

前記掴まれた物品の前記ロボット画定物品保持体に向かっての前記第2のエンドエフェクタによる前記移動は、前記第2のエンドエフェクタの、前記基部に対する前記縦方向変位に応答して達成可能である、

請求項150に記載のロボット。

【請求項152】

前記拡張可能アームは伸縮式アームである、請求項147～請求項151のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項153】

前記第2のエンドエフェクタの、前記基部に対する前記縦方向変位は、前記第1のエンドエフェクタの、前記基部に対する、前記横方向変位と無関係である、

請求項146～請求項152のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項154】

前記物品マニピュレータは、

ロボット画定物品保持体を更に含み、前記ロボット画定物品保持体は、前記基部に対して、横方向に変位可能であり、

前記第2のエンドエフェクタは、前記第2のエンドエフェクタが、前記ロボット画定物品保持体と共に、前記基部に対して、横方向に変位可能になるように、前記ロボット画定物品保持体に連結される、

請求項146～請求項153のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項155】

前記物品マニピュレータは、前記基部に対して、垂直に変位可能である、請求項146～請求項154のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項156】

リフト機構をさらに備え、

前記物品マニピュレータの、前記基部に対する前記垂直変位可能性は、前記リフト機構によって達成される、

請求項155に記載のロボット。

【請求項157】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項146～請求項156のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項158】

(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、前記第1の物品保持体は前記第1の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第2の物品を第2の物品保持体に対して移動させることであって、前記第2の物品保持体は前記第2の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第1の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第2の物品保持体の反対側に配置されて、前記第1と第2の物品保持体の間の、12フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記第1のエンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第1の物品の前記把持および前記第2の物品の前記把持を含

10

20

30

40

50

む、請求項 1 4 6 ～請求項 1 5 7 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 5 9】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、
請求項 1 5 8 に記載のロボット。

【請求項 1 6 0】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、
前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティ
プラットフォームを含む、可動式基部である、
請求項 1 5 8 または請求項 1 5 9 に記載のロボット。

【請求項 1 6 1】

基部と、
物品マニピュレータであって、
掴まれた物品が安定化されるように物品を掴むため、
および前記掴まれた物品を移動させるために
構成された物品マニピュレータと、
前記物品マニピュレータを前記基部に対して垂直に変位させるための、リフト機構であ
って、前記基部に取り付けられたフレームを含み、前記フレームは、
第 1 のフレーム部、
第 2 のフレーム部、および
前記第 1 のフレーム部と前記第 2 のフレーム部との間に配置された中間フレーム部を
含む、リフト機構と
を備え、

前記第 1 のフレーム部および前記第 2 のフレーム部は、対向する関係で配置されて、
前記第 1 のフレーム部、前記第 2 のフレーム部、および前記中間フレーム部は、トルク
受止めフレーム部分が画定されるように協調して構成されて、

前記物品マニピュレータは前記フレームに連結され、そのため前記物品マニピュレータ
は、前記垂直変位を達成するために前記フレームに対して移動可能であり、そのため、前
記物品マニピュレータが前記掴まれた物品を移動させている間、力が前記物品マニピュ
レータから前記フレームに伝達されて、トルクが前記トルク受止めフレーム部分に印加され
るという結果を伴い、

前記トルク受止めフレーム部分は、前記フレームに印加された前記トルクに抵抗するよ
うに構成される、
ロボット。

【請求項 1 6 2】

前記トルク受止めフレーム部分は、垂直軸で切断して C 形断面を有する、
請求項 1 6 1 に記載のロボット。

【請求項 1 6 3】

前記リフト機構は、前記物品マニピュレータの前記基部に対する前記垂直変位を促すた
めの力を生成するための原動機を含む、
請求項 1 6 1 または請求項 1 6 2 に記載のロボット。

【請求項 1 6 4】

前記リフト機構は、前記原動機による垂直変位のために前記原動機に連結されたキャリ
アを含み、

前記物品マニピュレータおよび前記キャリアは、前記物品マニピュレータが前記キャリ
アと共に変位可能になるように協調して構成され、そのため前記物品マニピュレータの前
記垂直変位は前記キャリアの前記垂直変位に基づいており、

前記トルク受止めフレーム部分は空洞を画定し、

前記キャリアの前記垂直変位は、前記リフト機構が引込構成と拡張構成との間で変位可
能なものであり、

前記キャリアが前記引込構成で配置されている間、前記リフト機構は前記空洞内に配置

10

20

30

40

50

され、

前記キャリアが前記拡張構成で配置されている間、前記キャリアは前記空洞の上に配置される、

請求項 1 6 3 に記載のロボット。

【請求項 1 6 5】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 1 6 1 ～請求項 1 6 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 6 6】

(i) 第 1 の物品を第 1 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 1 の物品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、1 2 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記物品マニピュレータがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、請求項 1 6 1 ～請求項 1 6 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 1 6 7】

前記最小間隔距離は 2 5 インチよりも大きい、

請求項 1 6 6 に記載のロボット。

【請求項 1 6 8】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 1 6 6 または請求項 1 6 7 に記載のロボット。

【請求項 1 6 9】

基部と、

物品マニピュレータであって、

伸縮式アーム、

前記伸縮式アームに連結されたエンドエフェクタ

を含む、物品マニピュレータと

を備え、

前記エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されて、

前記伸縮式アームは、前記掴まれた物品を移動させるために拡張可能および引込可能であり、

前記伸縮式アームは、複数のアームセグメントを含み、

前記複数のアームセグメントのうちの少なくとも 1 つは、C 字型の断面を有し、そのため前記伸縮式アームは少なくとも 1 つの C 字型の断面で画定されたアームセグメントを含む、

ロボット。

【請求項 1 7 0】

前記複数のアームセグメントは、基本アームセグメント、末端アームセグメント、および少なくとも 1 つの中間アームセグメントによって画定されて、前記少なくとも 1 つの中間アームセグメントは、前記基本アームセグメントと前記末端アームセグメントとの間に配置されており、

前記少なくとも 1 つの中間アームセグメントの少なくとも 1 つは、C 形断面を有しており、そのため前記少なくとも 1 つの C 形断面で画定されたアームセグメントは、前記少な

10

20

30

40

50

くとも1つの中間アームセグメントの少なくとも1つを含む、
請求項169に記載のロボット。

【請求項171】

前記少なくとも1つの中間アームセグメントの各1つは別々に、C形断面を有しており、
そのため前記少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントは、前記少なくとも1つの中間アームセグメントを含む、
請求項170に記載のロボット。

【請求項172】

前記末端アームセグメントは、横軸で切断して得られるC形断面を有し、そのため前記
少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントは前記末端アームセグメント含
む、
請求項170または請求項171に記載のロボット。

【請求項173】

前記伸縮式アームは、引込構成で構成可能であり、
前記伸縮式アームが前記引込構成で配置されている間、前記少なくとも1つの中間ア
ームセグメントは、前記末端アームセグメント内に入れ子にされている、
請求項172に記載のロボット。

【請求項174】

前記伸縮式アームは、拡張構成で構成可能であり、
前記伸縮式アームが前記拡張構成で配置されている間、前記少なくとも1つの中間ア
ームセグメントの少なくとも一部分が、前記末端アームセグメントから入れ子を外されて
いる、
請求項173に記載のロボット。

【請求項175】

前記末端アームセグメントは、
上向きに延出する折り曲げによって画定されて、前記基部に対して、横方向に延在す
る第1の端部と、
下向きに延出する折り曲げによって画定されて、前記基部に対して、横方向に延在す
る第2の端部と
を含む、

請求項170～請求項174のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項176】

前記伸縮式アームは、前記掴まれた物品を移動させるために、拡張および引込みのため
に作動可能である、

請求項169～請求項175のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項177】

前記物品マニピュレータは、前記基部に対して、垂直に変位可能である、
請求項169～請求項176のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項178】

リフト機構をさらに備え、
前記物品マニピュレータの、前記基部に対する前記垂直変位可能性は、前記リフト機構
によって達成される、
請求項177に記載のロボット。

【請求項179】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面
と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォ
ームを含む、可動式基部である、
請求項169～請求項178のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項180】

(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、前記第1の物

10

20

30

40

50

品保持体は前記第 1 の物品を支持するように構成されていること、および (i i) 第 2 の物品を第 2 の物品保持体に対して移動させることであって、前記第 2 の物品保持体は前記第 2 の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第 2 の物品保持体の反対側に配置されて、前記第 1 と第 2 の物品保持体の間の、12 フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第 1 の物品の前記把持および前記第 2 の物品の前記把持を含む、請求項 169 ～請求項 179 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 181】

前記最小間隔距離は 25 インチよりも大きい、
請求項 180 に記載のロボット。

10

【請求項 182】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、
請求項 180 または請求項 181 に記載のロボット。

【請求項 183】

基部と、
物品マニピュレータであって、
物品を掴むためのエンドエフェクタを含み、
前記エンドエフェクタは前記基部に対して変位可能である、
物品マニピュレータと、
前記エンドエフェクタと共に変位可能な、温度センサーと
を備え、

20

前記エンドエフェクタおよび前記温度センサーは、前記エンドエフェクタが前記基部に対して変位されている間、前記温度センサーが複数の温度データを収集するために有効であるように、協調して構成されて、前記温度データの各 1 つは別々に、温度を表す、
ロボット。

【請求項 184】

前記エンドエフェクタは、物品移動操作を実行するために物品および物品保持体と協働可能であり、前記物品移動操作は、

30

前記エンドエフェクタが前記物品保持体から間隔が空いていて、前記エンドエフェクタによる物品の把持がなく、そのため前記エンドエフェクタが物品把持なし状態で配置されている間、

前記エンドエフェクタを前記基部に対して、前記物品保持体に向かって変位させ、そのため前記エンドエフェクタが、前記物品に対して、把持有効関係で配置されるようになり、

前記エンドエフェクタが前記把持有効関係で配置されている間、前記掴まれた物品が安定化されるように、前記物品を掴むこと、

および

40

前記エンドエフェクタが前記物品を掴んでいる間、前記エンドエフェクタを、前記基部に対して、前記物品保持体から離れて変位させ、そのため前記掴まれた物品が前記物品保持体から離れて移動されること、
を含み、

前記エンドエフェクタは、物品配置操作を実行するために物品および物品保持体と協働可能であり、前記物品配置操作は、

前記エンドエフェクタが物品を掴んでいて、前記物品保持体から間隔が空いている間、

前記エンドエフェクタを、前記基部に対して、前記物品保持体に向かって変位させ、そのため前記掴まれた物品が前記物品保持体と解放有効関係で配置されるようになるこ

50

と、および

前記掴まれた物品が前記物品保持体と解放有効関係で配置されている間、前記物品を解放し、そのため前記物品が前記物品保持体上で支持されるようになり、前記エンドエフェクタは前記物品把持なし状態で配置されるようになること、

ならびに

前記掴まれた物品の前記解放後であって、前記エンドエフェクタが前記把持なし状態で配置されている間、前記エンドエフェクタを、前記基部に対して、前記物品保持体から離れて変位させること

を含み、

前記エンドエフェクタおよび前記温度センサーは協調して構成されて、そのため前記物品移動操作および前記物品配置操作の少なくとも1つの間、

前記物品移動操作および前記物品配置操作の前記少なくとも1つの各1つに対して別々に、前記温度センサーは、複数の温度データを収集するために有効であり、前記収集されたデータの各1つは別々に、温度を表す、

請求項183に記載のロボット。

【請求項185】

前記物品移動操作および前記物品配置操作の前記少なくとも1つは、前記物品移動操作および前記物品配置操作の両方であり、そのため前記温度センサーは、前記物品移動操作および前記物品配置操作の各1つに対して別々に、前記複数の温度データを収集するために有効である、

請求項184に記載のロボット。

【請求項186】

前記収集されたデータの各1つに対して別々に、前記収集されたデータは、スペース内の個別の位置における温度を表す、

請求項183～請求項185のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項187】

メモリ内に格納された命令を実行するように構成されたコントローラをさらに備え、前記命令が実行される場合に、前記コントローラに、

温度マップを生成するために前記温度センサーからの前記データを処理させる、

請求項183～請求項186のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項188】

前記基部は、前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項183～請求項187のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項189】

(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、前記第1の物品保持体は前記第1の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第2の物品を第2の物品保持体に対して移動させることであって、前記第2の物品保持体は前記第2の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、前記第1の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、前記第2の物品保持体の反対側に配置されて、前記第1と第2の物品保持体の間の、12フィート未満の最小間隔距離が、前記通路内に画定され、前記エンドエフェクタがそれに対して構成される、物品の前記把持は、前記第1の物品の前記把持および前記第2の物品の前記把持を含む、請求項183～請求項188のいずれか1項に記載のロボット。

【請求項190】

前記最小間隔距離は25インチよりも大きい、

請求項189に記載のロボット。

【請求項191】

前記基部は、前記通路内で前記ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、

前記反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成されたモビリティプラットフォームを含む、可動式基部である、

請求項 189 または 請求項 190 に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は一般に、ロボット装置、システムおよび方法に関し、特に、フルフィルメント自動化のために、倉庫などの、サイトにおいて、小包、容器、荷物、ケース、ビン、および／または箱などの物品を移動させるためのロボット装置、システムおよび方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

小包、容器、荷物、ケース、ビン、および／または箱などの物品は、例えば、倉庫内の、サイトに保管できる。物品は、その上で物品が支持できる表面を画定する物品保持体、例えば、ラックの棚、プラットフォーム、またはパレットの上に置かれる。倉庫の収納スペースを効率的に使用することは望ましい。これに関して、(i) ラックを高くして複数の物品保持体を有すること、(ii) 物品保持体が増大した奥行きを有すること、(iii) 物品保持体上で支持されている物品間のスペースを減らすこと、および(iv) ラック間に画定されている通路の幅を減らすこと、は好ましい。

【0003】

20

既存の自動入出庫システムは、物品を保管のために物品保持体上に配置すること、および物品保持体から物品を取り出すことも可能である。残念ながら、かかる既存のシステムは、限られた垂直拡張および横方向リーチを有しており、それは、物品保管のために使用できる倉庫内の利用可能スペースを減らす。加えて、既存のシステムを使用している間、物品保持体上の物品は、さらに間隔を空ける必要があり、それは、物品保持体上で支持できる物品の数を減らす。さらに、既存のシステムは操作のために増大された通路幅を必要とし、それも物品保管のために使用できる倉庫内の利用可能スペースを減らす。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

30

一態様では、基部；拡張可能アーム、その拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含む、ロボットが提供されて、エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように物品を掴むために構成され、拡張可能アームは、掴まれた物品を基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、拡張可能アームは、第1の拡張可能アーム拡張構成および第2の拡張可能アーム拡張構成で構成可能であり、第1の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アームは、第1の方向に拡張され、第2の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アームは、第1の方向とは反対の、第2の方向に拡張される。

【0005】

40

別の態様では、(i) 第1の物品を第1の物品保持体に対して移動させることであって、第1の物品保持体は第1の物品を支持するように構成されていること、および(ii) 第2の物品を第2の物品保持体に対して移動させることであって、第2の物品保持体は第2の物品を支持するように構成されていること、を行うために構成されていて、第1の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、第2の物品保持体の反対側に配置される、ロボットが提供されて、基部；拡張可能アーム、その拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、エンドエフェクタは、第1および第2の物品の各1つに対して、別々に、掴まれた物品が安定化されるように、第1および第2の物品のそれぞれ1つを掴むために構成され、拡張可能アームは、掴まれた物品を基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、拡張可能アームは、第1の拡張可能アーム拡張構成および第2の拡張可能アーム拡張構成で構成可能であ

50

り、第1の拡張可能アーム拡張構成では、エンドエフェクタが第1の物品を掴むために配置されるように、伸縮式アームが拡張され、第2の拡張可能アーム拡張構成では、エンドエフェクタが第2の物品を掴むために配置されるように、拡張可能アームが拡張される。

【0006】

別の態様では、基部；拡張可能アーム引込構成から第1の拡張可能アーム拡張構成に拡張可能であり、拡張可能アーム引込構成から第2の拡張可能アーム拡張構成にも拡張可能である、拡張可能アーム、その拡張可能アームに連結されているエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成され、拡張可能アームは、掴まれた物品を基部に対して移動させるために拡張可能および引込可能であり、拡張可能アーム引込構成から第1の拡張可能アーム拡張構成への移行において、拡張可能アームは第1の方向に拡張され、拡張可能アーム引込構成から第2の拡張可能アーム拡張構成への移行において、拡張可能アームは第1の方向とは反対の、第2の方向に拡張される、ロボットが提供される。

10

【0007】

別の態様では、反応表面によって支持可能な基部；基部によって支持されて、物品を掴むためのエンドエフェクタであって、基部に対して変位可能で、そのためエンドエフェクタが物品を掴んでいる間、物品はエンドエフェクタによって変位可能である、エンドエフェクタを含む、物品マニピュレータ；アンカー構成を含み、基部およびアンカー構成は、基部が反応表面上で支持されている間、アンカー構成がアンカリング有効状態で配置可能になるように協調して構成され、ロボットが反応表面にしっかりと固定されるようになるという結果を伴う、ロボットが提供される。

20

【0008】

別の態様では、反応表面によって支持可能な基部；基部上で支持されて、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むためのエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、物品マニピュレータは、物品マニピュレータの高さにおける変化を達成するために、低い垂直位置と高い垂直位置との間で、基部に対して、移動軸に沿って変位可能であり、基部および物品マニピュレータは協働し、そのため基部が反応表面上で支持されている間、物品マニピュレータの変位可能性が、垂直線に対して傾斜して配置される移動軸に沿うようになり、基部および物品マニピュレータは修正された移動軸確立状態に構成可能であり、移動軸が垂直軸になるように修正されるという結果を伴う、ロボットが提供される。

30

【0009】

別の態様では、基部；物品を掴むために構成された物品マニピュレータ；および物品マニピュレータを、基部に対して、垂直に変位させるために構成されて、物品マニピュレータの基部に対する垂直変位を促すための力を生成するための原動機を含む、リフト機構；ならびに物品マニピュレータに連結された、カウンターウェイト構成を含み、対抗するカウンターウェイトベースの力がカウンターウェイト構成によって物品マニピュレータに加えられ、そのため物品マニピュレータの重量がカウンターウェイト構成によって対抗されるようになり、かつカウンターウェイト構成が、物品マニピュレータの基部に対する垂直変位の促進で原動機を支援するために効果的になるという結果を伴う、ロボットが提供される。

40

【0010】

別の態様では、物品を物品保持体に対して移動させるように構成されたロボットが提供されて、ロボットは、基部；物品配置／取出しツール、および物品を掴むために構成されたエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、物品配置／取出しツールおよびエンドエフェクタは、物品配置／取出しツールが、基部に対して、エンドエフェクタとは無関係に、第1の軸に沿って変位可能であり、エンドエフェクタは、物品配置／取出しツールと共に、第2の軸に沿って変位可能であり、第2の軸は、第1の軸と交差する軸と平行に配置されるという結果を伴うように、協調して構成される。

【0011】

50

別の態様では、物品を物品保持体に対して移動させるように構成されたロボットが提供されて、ロボットは、基部；物品配置／取出しツール、および物品を掴むために構成されたエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、物品配置／取出しツールおよびエンドエフェクタは、物品配置／取出しツールが、基部に対して、エンドエフェクタとは無関係に、第1の軸に沿って変位可能であり、そのため物品配置／取出しツールの、基部に対する、第1の軸に沿った変位が得られて、物品配置／取出しツールの、基部に対する、第1の軸に沿った変位は、エンドエフェクタの、基部に対する、第1の軸に沿った変位なしで得られ、そのためエンドエフェクタの基部に対する位置決めは、変わらないままであるという結果を伴い、物品マニピュレータは、エンドエフェクタの、基部に対する、第1の軸に沿った変位なしで得られる、物品配置ツールの、エンドエフェクタに対する、第1の軸に沿った変位に応答して、位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、物品配置／取出しツールおよびエンドエフェクタは、エンドエフェクタが、物品配置／取出しツールと共に、基部に対して、第2の軸に沿って、物品配置／取出しツールの拡張または引込みに応答して、変位可能であり、そのためエンドエフェクタの、物品配置／取出しツールと共に、基部に対する、第2の軸に沿った、物品配置／取出しツールの拡張または引込みに応答しての、変位が得られ、そのため物品マニピュレータは、エンドエフェクタの、基部に対する、第2の軸に沿った変位に応答して、かつ物品配置／取出しツールの拡張または引込みに応答して、位置合わせ有効構成と物品配置／取出し有効構成との間で移行可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、第2の軸は、第1の軸と交差する軸と平行に配置される。

10

20

【0012】

別の態様では、基部；拡張および引込みのために構成された拡張可能アーム、物品を掴むために構成されたエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、エンドエフェクタは、エンドエフェクタが、拡張可能アームの拡張または引込みに応答して、基部に対して、横方向に変位可能になり、かつエンドエフェクタが、拡張可能アームに対して、横方向に変位可能になるように拡張可能アームに連結される、ロボットが提供される。

【0013】

別の態様では、基部；エンドエフェクタであって、エンドエフェクタの第1の側に配置された第1の把持構成、および第1の側の反対側であるエンドエフェクタの第2の側に配置された第2の把持構成を含む、エンドエフェクタを含む、物品マニピュレータ；物品がロボット画定物品保持体上で支持されている間、支持されている物品が安定化されるように、物品を支持するように構成された、ロボット画定物品保持体を含み、第1の把持構成および第2の把持構成の各1つは別々に、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されて、物品がロボット画定物品保持体によって支持されている間、物品マニピュレータは、第1の構成、第2の構成、第3の構成、および第4の構成で構成可能であり、第1の構成では、支持されている物品の第1の側面が第1の把持構成によって掴まれ、そのためエンドエフェクタは支持されている物品の第1の側面に連結され、第2の構成では、エンドエフェクタと支持されている物品との間の連結がなく、第1の把持構成および支持されている物品の第1の側面が対向する関係で配置され、第3の構成では、エンドエフェクタと支持されている物品との間の連結がなく、第2の把持構成および支持されている物品の第2の側面が対向する関係で配置されて、第1の側面に対して、支持されている物品の第2の側面は、支持されている物品の反対側に配置され、第4の構成では、支持されている物品の第2の側面が第2の把持構成によって掴まれて、そのためエンドエフェクタが支持されている物品の第2の側面に連結され、物品マニピュレータは、第1の構成から第2の構成へ移行可能であり、第2の構成から第3の構成へ移行可能であり、第3の構成から第4の構成へ移行可能である、ロボットが提供される。

30

40

【0014】

別の態様では、基部；物品を掴むために構成された第1のエンドエフェクタ、物品がロボット画定物品保持体上で支持されている間、支持されている物品が安定化されるように

50

、物品を支持するように構成された、ロボット画定物品保持体、物品を掴むために構成された、第2のエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、第1のエンドエフェクタは、基部に対して、横方向に変位可能であり、第2のエンドエフェクタは、基部に対して、縦方向に変位可能である、ロボットが提供される。

【0015】

別の態様では、基部；掴まれた物品が安定化されるように物品を掴むため、および掴まれた物品を移動させるために構成された物品マニピュレータ；物品マニピュレータを基部に対して垂直に変位させるためであって、基部に取り付けられたフレームを含み、フレームは、第1のフレーム部、第2のフレーム部、および第1のフレーム部と第2のフレーム部との間に配置された中間フレーム部を含む、リフト機構を含む、ロボットが提供されて、第1のフレーム部および第2のフレーム部は、対向する関係で配置されて、第1のフレーム部、第2のフレーム部、および中間フレーム部は、トルク受止めフレーム部分が画定されるように協調して構成されて、物品マニピュレータは、フレームに連結され、そのため物品マニピュレータは、垂直変位を達成するためにフレームに対して移動可能であり、そのため、物品マニピュレータが掴まれた物品を移動させている間、力が物品マニピュレータからフレームに伝達されて、トルクがトルク受止めフレーム部分に印加されるという結果を伴い、トルク受止めフレーム部分は、フレームに印加されたトルクに抵抗するように構成される。

10

【0016】

別の態様では、基部；伸縮式アーム、伸縮式アームに連結されたエンドエフェクタを含む、物品マニピュレータを含み、エンドエフェクタは、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されて、伸縮式アームは、掴まれた物品を移動させるために拡張可能および引込可能であり、伸縮式アームは、複数のアームセグメントを含み、複数のアームセグメントのうちの少なくとも1つは、C字型の断面を有し、そのため伸縮式アームは少なくとも1つのC字型の断面で画定されたアームセグメントを含む、ロボットが提供される。

20

【0017】

別の態様では、基部；物品を掴むために構成されたエンドエフェクタであって、基部に対して変位可能である、エンドエフェクタを含む、物品マニピュレータ；およびエンドエフェクタと共に変位可能な、温度センサーを含み、エンドエフェクタおよび温度センサーは、エンドエフェクタが基部に対して変位されている間、温度センサーが複数の温度データを収集するために有効であるように協調して構成されて、温度データの各1つは別々に、温度を表す、ロボットが提供される。

30

【0018】

他の態様は本明細書で提供される説明および図面から明らかであろう。

【0019】

図面では、実施形態例を示す。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】 ロボットシステムの概略図である。

40

【図2】 図1のロボットシステムのソフトウェア構造を示す概略図である。

【図3】 図1のロボットシステムのロボットの光学センサーによって捕捉された画像の略図であり、物品が境界ボックスで識別されている。

【図4】 図1のロボットシステムのロボットの光学センサーによって捕捉された画像の略図であり、物品およびスペースが境界ボックスで識別されている。

【図5】 図1のロボットシステムのロボットの斜視図であり、リフト機構が引込構成で示されている。

【図6】 リフト機構が拡張構成で配置されている、図5のロボットの斜視図である。

【図7】 リフト機構が拡張構成にあり、拡張可能アームが第1の拡張可能アーム拡張構成で配置されている、図5のロボットの斜視図である。

50

【図 8】リフト機構が拡張構成にあり、拡張可能アームが第 2 の拡張可能アーム拡張構成で配置されている、図 5 のロボットの斜視図である。

【図 9】図 5 のロボットの基部構成の上面斜視図である。

【図 10】図 9 のロボットの基部構成の上面斜視図であり、基部構成内に配置された構成要素を示している。

【図 11】アンカー構成がアンカー有効状態に配置されている、図 9 の基部構成の底面斜視図である。

【図 12】アンカー構成がアンカー無効状態で配置されている、図 9 の基部構成の底面斜視図である。

【図 13】アンカーサブ構成コネクタが拡張位置にある、図 9 の基部構成のアンカー構成変位アクチュエータの斜視図である。

【図 14】アンカーサブ構成コネクタが引込位置にある、図 9 の基部構成のアンカー構成変位アクチュエータの斜視図である。

【図 15】リフト機構が引込構成で配置されている、側面および後部アクセスドアが開いている、図 5 のロボットのリフト機構の前面斜視図である。

【図 16】図 15 のリフト機構の後面斜視図である。

【図 17】リフト機構が拡張構成で配置されている、図 15 のリフト機構の前面斜視図である。

【図 18】図 17 のリフト機構の後面斜視図である。

【図 19】側面および後部アクセスドアが開いている、図 15 のロボットのリフト機構のフレームの前面斜視図である。

【図 20】側面および後部アクセスドアが開いている、図 19 のフレームの後面斜視図である。

【図 21】側面および後部アクセスドアが開いている、図 19 のフレームの別の前面斜視図である。

【図 22】側面および後部アクセスドアが開いていて、リフト機構が引込構成で配置されている、図 15 のリフト機構の後面立面図である。

【図 23】側面および後部アクセスドアが開いていて、リフト機構が拡張構成で配置されている、図 15 のリフト機構の後面立面図である。

【図 24】図 15 のリフト機構の正面図である。

【図 25】図 24 に示されている線 25-25 に沿った、図 24 のリフト機構の断面図である。

【図 26】図 24 に示されている線 26-26 に沿った、図 24 のリフト機構の断面図である。

【図 27】図 24 に示されている線 27-27 に沿った、図 24 のリフト機構の断面図である。

【図 28】図 24 に示されている線 28-28 に沿った、図 24 のリフト機構の断面図である。

【図 29】図 24 に示されている線 29-29 に沿った、図 24 のリフト機構の断面図である。

【図 30】図 5 のロボットのリフト機構の上面立面図である。

【図 31】図 30 に示されている線 31-31 に沿った、図 30 のリフト機構の断面図である。

【図 32】図 31 のリフト機構の部分、図 31 に示されている窓 A によって識別された部分、の拡大図である。

【図 33】コネクタプレートが内部キャリアの上端に配置されている、図 5 のロボットのリフト機構の内部キャリアの斜視図である。

【図 34】図 33 の内部キャリアの正面図である。

【図 35】図 34 に示されている線 35-35 に沿った、図 33 の内部キャリアの断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3 6】コネクタプレートが内部キャリアの下端に配置されている、図 3 3 の内部キャリアの斜視図である。

【図 3 7】コネクタプレートが内部キャリアの下端に配置されている間の、図 5 のロボットのリフト機構のカウンターウェイト構成の斜視図である。

【図 3 8】コネクタプレートが内部キャリアの上端に配置されている、図 3 3 の内部キャリアの斜視図である。

【図 3 9】コネクタプレートが内部キャリアの上端に配置されている間の、図 5 のロボットのリフト機構のカウンターウェイト構成の斜視図である。

【図 4 0】図 5 のロボットの物品移動装置の前面斜視図である。

【図 4 1】図 4 0 の物品移動装置の後面斜視図である。

【図 4 2】図 4 0 の物品移動装置の物品マニピュレータの後面立面図である。

【図 4 3】図 4 2 に示されている線 4 3 - 4 3 に沿った、図 4 2 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 4 4】図 4 2 の物品マニピュレータの正面図であり、物品マニピュレータの拡張可能アームが拡張可能アーム引込構成で配置されている。

【図 4 5】図 4 4 に示されている線 4 5 - 4 5 に沿った、図 4 2 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 4 6】図 4 4 に示されている線 4 6 - 4 6 に沿った、図 4 2 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 4 7】図 4 2 の物品マニピュレータの正面図であり、物品マニピュレータの拡張可能アームが第 1 の拡張可能アーム拡張構成で配置されている。

【図 4 8】図 4 7 の物品マニピュレータの正面図である。

【図 4 9】図 4 7 に示されている線 4 9 - 4 9 に沿った、図 4 7 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 5 0】図 4 7 に示されている線 5 0 - 5 0 に沿った、図 4 7 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 5 1】図 4 2 の物品マニピュレータの正面図であり、物品マニピュレータの拡張可能アームが第 2 の拡張可能アーム拡張構成で配置されている。

【図 5 2】図 5 1 の物品マニピュレータの正面図である。

【図 5 3】図 5 1 に示されている線 5 3 - 5 3 に沿った、図 5 1 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 5 4】図 5 1 に示されている線 5 3 - 5 3 に沿った、図 5 1 の物品マニピュレータの断面図である。

【図 5 5】図 4 2 の物品マニピュレータの拡張可能アームの基本アームセグメントの斜視図である。

【図 5 6】図 5 5 の基本アームセグメントの斜視図であり、基本アームセグメント内部に配置された構成要素を示している。

【図 5 7】図 4 2 の物品マニピュレータのドライバの前面斜視図であり、把持構成が第 1 の縦方向位置に置かれている。

【図 5 8】図 5 7 のドライバの後面斜視図である。

【図 5 9】図 4 2 の物品マニピュレータのドライバの前面斜視図であり、把持構成が第 2 の縦方向位置に置かれている。

【図 6 0】図 5 9 のドライバの後面斜視図である。

【図 6 1】図 4 2 の物品マニピュレータのドライバの前面斜視図であり、ドライバの構成要素を示している。

【図 6 2】第 1 の垂直位置に置かれた、図 4 2 の物品マニピュレータの把持構成の正面図である。

【図 6 3】図 6 2 に示されている線 6 3 - 6 3 に沿った、図 6 2 の把持構成の断面図である。

【図 6 4】第 2 の垂直位置に置かれた、図 4 2 の物品マニピュレータの把持構成の正面図

10

20

30

40

50

である。

【図 6 5】図 6 4 に示されている線 6 5 - 6 5 に沿った、図 6 4 の把持構成の断面図である。

【図 6 6】図 4 2 の物品マニピュレータのドライバの側面図であり、第 1 の把持構成がドライバに対して旋回されている。

【図 6 7】図 4 0 の物品移動装置の上面図であり、ロボット画定物品保持体が保持体引込構成で配置されている。

【図 6 8】図 6 7 に示されている線 6 8 - 6 8 に沿った、図 6 7 の物品移動装置の断面図である。

【図 6 9】図 4 0 の物品移動装置の斜視図であり、ロボット画定物品保持体が第 1 の保持体拡張構成で配置されている。

10

【図 7 0】図 6 9 の物品移動装置の上面図である。

【図 7 1】図 7 0 に示されている線 7 1 - 7 1 に沿った、図 6 9 の物品移動装置の断面図である。

【図 7 2】図 4 0 の物品移動装置の斜視図であり、ロボット画定物品保持体が第 2 の保持体拡張構成で配置されている。

【図 7 3】図 7 2 の物品移動装置の上面図である。

【図 7 4】図 7 3 に示されている線 7 4 - 7 4 に沿った、図 7 2 の物品移動装置の断面図である。

【図 7 5】図 4 0 の物品移動装置の物品マニピュレータの斜視図であり、ドライバが、拡張可能アームの末端アームセグメントに対して、第 1 の横方向位置に置かれている。

20

【図 7 6】図 4 0 の物品移動装置の物品マニピュレータの斜視図であり、ドライバが、拡張可能アームの末端アームセグメントに対して、第 2 の横方向位置に置かれている。

【図 7 7】図 4 0 の物品移動装置の右側面図であり、物品マニピュレータは、位置合わせ無効構成で配置されている。

【図 7 8】図 4 0 の物品移動装置の右側面図であり、物品マニピュレータは、位置合わせ有効構成で配置されている。

【図 7 9】図 4 0 の物品移動装置の上面図であり、物品保持体が物品移動装置の第 1 の側に配置され、物品がロボット画定物品保持体上で支持されて、物品マニピュレータは、物品配送準備完了構成で配置されている。

30

【図 8 0】図 7 9 の物品移動装置の上面図であり、物品マニピュレータが位置合わせ無効構成で配置され、物品は、物品保持体によって支持されている。

【図 8 1】図 7 9 の物品移動装置の上面図であり、物品マニピュレータが位置合わせ有効構成で配置されている。

【図 8 2】図 7 9 の物品移動装置の上面図であり、物品マニピュレータが物品配置／取出し有効構成で配置され、物品は、物品保持体によって支持されている。

【図 8 3】図 4 0 の物品移動装置のハウジングおよび基部の斜視図であり、ブロックが引込構成で配置されている。

【図 8 4】図 4 0 の物品移動装置のハウジングおよび基部の斜視図であり、ブロックが拡張構成で配置されている。

40

【図 8 5】図 8 3 の物品移動装置のハウジングおよび基部の上面図である。

【図 8 6】図 8 5 に示されている線 8 6 - 8 6 に沿った、図 8 3 のハウジングおよび基部の断面図である。

【図 8 7】図 8 4 の物品移動装置のハウジングおよび基部の上面図である。

【図 8 8】図 8 7 に示されている線 8 8 - 8 8 に沿った、図 8 3 のハウジングおよび基部の断面図である。

【図 8 9】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置され、物品移動装置の物品マニピュレータは、物品配送準備完了構成で配置されている。

【図 9 0】図 8 9 の物品移動装置および物品の上面図である。

50

【図 9 1】図 8 9 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 9 2】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置され、物品移動装置の物品マニピュレータは、位置合わせ無効構成で配置されている。

【図 9 3】図 9 2 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 9 4】図 9 2 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 9 5】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置され、物品移動装置の物品マニピュレータは、位置合わせ有効構成で配置されている。

【図 9 6】図 9 5 の物品移動装置および物品の上面図である。

10

【図 9 7】図 9 5 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 9 8】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置され、物品移動装置の物品マニピュレータが、位置合わせ有効構成で配置されて、拡張可能アームが物品に向かって第 1 の方向に拡張されている。

【図 9 9】図 9 8 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 1 0 0】図 9 8 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 1 0 1】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置され、物品移動装置の物品マニピュレータが物品配置／取出し有効で配置されている。

20

【図 1 0 2】図 1 0 1 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 1 0 3】図 1 0 1 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 1 0 4】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置されていて、物品は物品マニピュレータによって掴まれ、物品マニピュレータは位置合わせ有効構成で配置されている。

【図 1 0 5】図 1 0 4 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 1 0 6】図 1 0 4 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 1 0 7】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置されていて、物品は物品マニピュレータによって掴まれ、物品マニピュレータは位置合わせ無効構成で配置されている。

30

【図 1 0 8】図 1 0 7 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 1 0 9】図 1 0 7 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 1 1 0】図 4 0 の物品移動装置および物品保持体上で支持された物品の斜視図であり、物品保持体が物品移動装置の横方向に配置されていて、物品は物品マニピュレータによって掴まれてロボット画定物品保持体上に配置され、物品マニピュレータは、物品配送準備完了構成で配置されている。

【図 1 1 1】図 1 1 0 の物品移動装置および物品の上面図である。

【図 1 1 2】図 1 1 0 の物品移動装置および物品の左側面図である。

【図 1 1 3】図 4 0 の物品移動装置の前面斜視図であり、物品マニピュレータが第 2 の垂直位置に置かれている。

40

【図 1 1 4】図 1 1 3 の物品移動装置の後面斜視図である。

【図 1 1 5 A】図 4 0 の物品移動装置および第 1 の物品保持体上に配置された物品の斜視図であり、第 1 の物品保持体は物品移動装置の第 1 の側に配置されている。

【図 1 1 5 B】図 1 1 5 A の物品移動装置および物品の正面図である。

【図 1 1 6 A】図 4 0 の物品移動装置および第 1 の物品保持体上に配置された物品の斜視図であり、第 1 の物品保持体は物品移動装置の第 1 の側に配置されて、物品は物品マニピュレータによって掴まれている。

【図 1 1 6 B】図 1 1 6 A の物品移動装置および物品の正面図である。

【図 1 1 7 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 1 の構成で配置されている。

50

- 【図 1 1 7 B】図 1 1 7 A の物品移動装置および物品の正面図である。
- 【図 1 1 8 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 2 の構成で配置されている。
- 【図 1 1 8 B】図 1 1 8 A の物品移動装置および物品の正面図である。
- 【図 1 1 9 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 5 の構成で配置されている。
- 【図 1 1 9 B】図 1 1 9 A の物品移動装置および物品の正面図である。
- 【図 1 2 0 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 6 の構成で配置されている。
- 【図 1 2 0 B】図 1 2 0 A の物品移動装置および物品の正面図である。 10
- 【図 1 2 1 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 3 の構成で配置されている。
- 【図 1 2 1 B】図 1 2 1 A の物品移動装置および物品の正面図である。
- 【図 1 2 2 A】図 4 0 の物品移動装置およびロボット画定物品保持体によって支持された物品の斜視図であり、物品マニピュレータは、第 4 の構成で配置されている。
- 【図 1 2 2 B】図 1 2 2 A の物品移動装置および物品の正面図である。
- 【図 1 2 3 A】図 4 0 の物品移動装置および第 2 の物品保持体上に配置された物品の斜視図であり、第 2 の物品保持体は物品移動装置の第 2 の側に配置され、物品は物品マニピュレータによって掴まれている。
- 【図 1 2 3 B】図 1 2 3 A の物品移動装置および物品の正面図である。 20
- 【図 1 2 4】図 4 0 の物品移動装置の垂直変位機構の斜視図であり、垂直変位機構は引込構成で配置されている。
- 【図 1 2 5】図 1 2 4 の垂直変位機構の正面図である。
- 【図 1 2 6】図 1 2 4 の垂直変位機構の右側面図である。
- 【図 1 2 7】図 1 2 6 に示されている線 1 2 7 - 1 2 7 に沿った、図 1 2 4 の垂直変位機構の断面図である。
- 【図 1 2 8】図 1 2 4 の垂直変位機構の斜視図であり、垂直変位機構は拡張構成で配置されている。
- 【図 1 2 9】図 1 2 8 の垂直変位機構の正面図である。
- 【図 1 3 0】図 1 2 8 の垂直変位機構の右側面図である。 30
- 【図 1 3 1】図 1 3 0 に示されている線 1 3 1 - 1 3 1 に沿った、図 1 2 8 の垂直変位機構の断面図である。
- 【図 1 3 2】図 4 0 の物品移動装置の斜視図であり、第 2 の物品マニピュレータを示している。
- 【図 1 3 3】図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの変位機構の斜視図であり、変位機構は引込構成で配置されている。
- 【図 1 3 4】図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの変位機構の斜視図であり、変位機構は中間前方構成で配置されている。
- 【図 1 3 5】図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの変位機構の斜視図であり、変位機構は拡張構成で配置されている。 40
- 【図 1 3 6】図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの変位機構の斜視図であり、変位機構は中間後方構成で配置されている。
- 【図 1 3 7】物品移動装置の縦方向前方に配置された物品を掴んでいる図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの後面斜視図である。
- 【図 1 3 8】図 1 3 7 の物品マニピュレータおよび物品の前面斜視図である。
- 【図 1 3 9】ロボット画定物品保持体上に配置されている物品を掴んでいる図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータの後面斜視図である。
- 【図 1 4 0】図 1 3 7 の物品マニピュレータおよび物品の前面斜視図である。
- 【図 1 4 1】図 1 3 2 の第 2 の物品マニピュレータおよび物品の後面斜視図であり、物品は、ロボット画定物品保持体上に配置され、第 2 の物品マニピュレータのエンドエフェク 50

タは引込構成で配置されている。

【図 1 4 2】図 1 4 1 の物品マニピュレータおよび物品の前面斜視図である。

【図 1 4 3】温度マップの略図である。

【図 1 4 4】図 5 のロボットおよびロボットの横方向に配置された物品のパレットの前面斜視図である。

【図 1 4 5】物品移動装置のドライバの前面斜視図であり、把持構成は上向きフックを含む。

【図 1 4 6】図 1 4 5 のドライバの底面斜視図であり、フックは物品の取っ手と位置合わせされて配置されている。

【図 1 4 7】物品移動装置のドライバの前面斜視図であり、把持構成は下向きフックを含み、物品の壁を画定する前面の一部が下向きフック内で受け入れられる。

10

【図 1 4 8】図 5 のロボットのレール連結構造の斜視図である。

【図 1 4 9】レールに連結された図 1 4 8 のレール連結構造の正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 1】

本明細書の実施形態は、フルフィルメント自動化のために、サイトにおいて、小包、容器、荷物、ケース、ビン、および／または箱などの物品を移動させるためのロボット装置、システムおよび方法に関する。本明細書で開示されるロボットシステムは、倉庫内での運用に適しており、運用コストを削減して、ピック速度などの、倉庫の全体的なスループットを向上させる。

20

【0 0 2 2】

本明細書で開示されるロボットシステムは、ロボットオートメーションを利用して、他の倉庫作業を妨げることなく、密度の高いピッキング作業能力および柔軟性を達成する。

【0 0 2 3】

いくつかの実施形態では、例えば、本明細書で開示されるロボットシステムは、梱包物が相互に隣り合わせた関係で、かつ／または相互に重なって置かれている密度の高い倉庫および物流サイトにおいて作業するために、1 つ以上のロボット 1 1 0、例えば、自律移動ロボットを使用する。

【0 0 2 4】

いくつかの実施形態では、ロボット 1 1 0 は、電気式および空気圧式アクチュエータおよびモーターを、A I ベースの運動計画ソフトウェアと共に使用して、倉庫受注処理のために、倉庫などのサイト内で移動して物品を倉庫のラックから、または倉庫のラックへ移動させる。

30

【0 0 2 5】

いくつかの実施形態では、例えば、本明細書で開示されるロボットシステムは、様々な倉庫タイプおよび環境との容易な統合のためのプラグ＆プレイのロボットシステムになるように、機械的、電氣的、およびソフトウェアの観点から設計される。

【0 0 2 6】

いくつかの実施形態では、本明細書で開示されるロボットシステムは、倉庫管理ソフトウェア（WMS）システム、クラウドベースAMRフリート管理システム、および同様のものなどの、様々な管理システムと統合され得る。

40

【0 0 2 7】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 は、ロボット 1 1 0 がサイトを動き回っている間の衝突回避および障害物検知のために 1 つ以上の近接スイッチおよびセンサーを含む。

【0 0 2 8】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 は、ステレオカメラ、3 D カメラ、または光検知測距（LIDAR）センサーなどの 1 つ以上の光学センサー、変位変換器、ならびにナビゲーションおよび物品識別のための A I ベースコンピュータビジョン技術を含む。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 は、意思決定のためにコンピュ

50

ータビジョンを使用するＡＩエンジンを含む。いくつかの実施形態では、例えば、ＡＩエンジンは、コンピュータビジョンベースＡＩエンジンである。

【００２９】

ロボット１１０のコンピュータビジョンベースＡＩエンジンは、その能力の向上を図ってその性能を改善するために深層学習アルゴリズムを使用して訓練される。この目的のために、いくつかの実施形態では、例えば、光学センサーおよび変位変換器によって収集されたデータがＡＩエンジンを訓練するために使用される。いくつかの実施形態では、ロボット１１０は、ＡＩエンジンと組み合わされたフィードバック制御サブシステムを使用して強力な能力および信頼性を提供する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０は、実際の棚の高さから棚の高さ情報を使用して、物品移動装置の位置制御においてコンピュータビジョンベースＡＩエンジンを手助けする。

10

【００３０】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０は、光学センサー（例えば、ステレオカメラ、３Ｄカメラ、ＬＩＤＡＲセンサー）ならびに／またはコンピュータビジョン、物品検出、および衝突検出を容易にするための適切な測距／位置決め装置などのセンサーを含む。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０は、コンピュータビジョン、物品検出、および衝突検出においてＡＩエンジンの出力および判断の信頼性を向上させるために非ＡＩ技術を使用する。

【００３１】

いくつかの実施形態では、ロボット１１０は、１つ以上の発光ダイオード（ＬＥＤ）光などの、１つ以上の照明構成要素を含み、それらは、センサーによるデータの収集を容易にするためにロボット１１０のセンサー（例えば、近接センサー、光学センサーなど）の視野（ＦＯＶ）を照らすためにオンにされ得る。

20

【００３２】

図１は、ロボットシステム１００を示す。いくつかの実施形態では、例えば、ロボットシステム１００は、倉庫、流通センター、港、貨物、小売り、および／または同様のものなどのサイト１０２における手動作業を自動化するために構成される。

【００３３】

いくつかの実施形態では、例えば、サイト１０２は、１つ以上の物品保持体を画定する１つ以上のラック１０４を含み、物品保持体は、物品がその上で支持できる表面、例えば、小包、容器、ビン、箱、荷物、および／または同様のものなどの複数の物品１０６を収容するための、ラックの棚、プラットフォーム、またはパレット、を画定する。１つ以上の自律移動ロボット１１０が、物品を、１つ以上の荷積み区域１１２からラック１０４へ、ラック１０４から荷積み区域１１２へ、またはラック１０４間で移動させるために、サイト１０２内に配備される。

30

【００３４】

ロボット１１０の各１つは別々に、１つ以上のサーバーコンピュータ１１４と、インターネット、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、ワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）、メトロポリタンエリアネットワーク（ＭＡＮ）、および／または同様のもの、などのネットワーク１１６を介して、好ましくは、ＷＩ－ＦＩ（登録商標）（ＷＩ－ＦＩはｗｉ－ｆｉ Ａｌｌｉａｎｃｅ、米国テキサス州オースティンの登録商標）、ＢＬＵＥＴＯＯＴＨ（登録商標）（ＢＬＵＥＴＯＯＴＨはＢｌｕｅｔｏｏｔｈ Ｓｉｇ Ｉｎｃ．、米国ワシントン州カークランドの登録商標）、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ Ｌｏｗ Ｅｎｅｒｇｙ（ＢＬＥ）、Ｚ－Ｗａｖｅ、Ｌｏｎｇ Ｒａｎｇｅ（ＬｏＲａ）、ＺＩＧＢＥＥ（登録商標）（ＺＩＧＢＥＥはＺｉｇＢｅｅ Ａｌｌｉａｎｃｅ Ｃｏｒｐ．、米国カリフォルニア州サンラモンの登録商標）などの適切な無線通信技術、グローバルシステムフォーモバイルコミュニケーションズ（ＧＳＭ）、符号分割多重アクセス方式（ＣＤＭＡ）、ユニバーサル移動体通信システム（ＵＭＴＳ）、ワールドワイドインターオペラビリティフォーマイクロウェーブアクセス（ＷｉＭＡＸ）、ＣＤＭＡ２０００、ＬＴＥ（ロングタームエボリューション）、３ＧＰＰ、５Ｇネットワークなどの無線ブロードバンド通信技術、およ

40

50

び／または同様のものを介して、動作可能な通信、例えば、データ通信して配置される。いくつかの実施形態では、ネットワーク 116 は、ロボット 110 によるネットワーク 116 のアクセスを容易にするために、サイト 102 内に配備された、ルーター、スイッチ、無線アクセスポイント、および／または同様のものなどの、1 つ以上の通信ノード 118 も含み得る。

【0035】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、必要に応じて、イーサネット、USB ケーブル、シリアルケーブル、パラレルケーブル、および／または同様のものなどの適切な有線通信技術を使用してサーバー 114 および／またはネットワーク 116 と動作可能に通信して配置される。

【0036】

いくつかの実施形態では、ロボットシステム 100 は、物品移動指示の発行、小包移動指示の状態の問い合わせ、ロボット 110 の状態の問い合わせ、物品 106 の位置の問い合わせ、小包移動指示の通知の受信、および同様のものなどの、様々なタスクを実行するために、ネットワーク 116 を介してサーバーコンピュータ 114 と通信するために 1 人以上のユーザーによって使用される 1 つ以上のクライアントコンピューティング装置 120 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、クライアントコンピューティング装置 120 は、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、タブレット、スマートフォン、携帯情報端末 (PDA)、および／または同様のものなどの、任意の適切な携帯型または非携帯型コンピューティング装置である。

【0037】

いくつかの実施形態では、例えば、サーバーコンピュータ 114 およびクライアントコンピューティング装置 120 は、類似のハードウェアアーキテクチャを有し、例えば、プロセッサ (処理構造とも呼ばれる)、システムメモリ (揮発性および／または不揮発性メモリ、例えば、RAM、ROM、EEPROM、および／または同様のもの)、固定型もしくは取外し可能メモリ (例えば、ハードディスクドライブ、CD-ROM、DVD、ソリッドステートメモリ、フラッシュメモリ、および／または同様のもの)、ネットワーク 116 に接続するためのネットワーキング構成要素、ディスプレイ、キーボードおよびコンピュータマウスなどの 1 つ以上の入力装置、マイクロホン、スピーカー、プリンタ、スキャナ、および／または同様のものなどの他の入力／出力装置、ならびに様々なコンピュータ構成要素をプロセッサに結合するシステムバスを含む複数の構成要素を含む。

【0038】

いくつかの実施形態では、例えば、プロセッサは、INTEL (登録商標) マイクロプロセッサ (INTEL は Intel Corp.、米国カリフォルニア州サンタ・クララの登録商標)、AMD (登録商標) マイクロプロセッサ (AMD は Advanced Micro Devices Inc.、米国カリフォルニア州サンニェールの登録商標)、ARM (登録商標) アーキテクチャの下、米国カリフォルニア州サンディエゴの Qualcomm などの様々な製造業者によって製造された ARM (登録商標) マイクロプロセッサ (ARM は Arm Ltd.、英国ケンブリッジの登録商標)、もしくは同様のものなどの 1 つ以上のシングルコアまたはマルチコアコンピューティングプロセッサである。

【0039】

いくつかの実施形態では、例えば、プロセッサは、1 つ以上のリアルタイムプロセッサ、プログラマブル論理制御装置 (PLC)、マイクロコントローラユニット (MCU)、μ-コントローラ (UC)、例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA) もしくは特定用途向け集積回路 (ASIC) 技術を使用する専用もしくは特注プロセッサもしくはコントローラ、および／または同様のものである。

【0040】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、例えば、プロセッサ、システムメモリ (揮発性および／または不揮発性メモリ、例えば、RAM、ROM、EEPROM、および／または同様のもの)、固定型もしくは取外し可能メモリ (例えば、ハードディ

10

20

30

40

50

スクドライブ、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ、ソリッドステートメモリ、フラッシュメモリ、および／または同様のもの）、ネットワーク１１６に接続するためのネットワーキング構成要素、１つ以上の光学センサーおよび変位変換器などの複数のセンサー、リフト機構、物品移動装置、原動機組立体を含む基部を含む複数の動作構成要素、を含む複数の構成要素、ならびに様々な構成要素をプロセッサに結合するシステムバスを含む。

【００４１】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０は、ディスプレイ、キーボードおよびコンピュータマウスなどの１つ以上の入力装置、マイクロホン、スピーカー、プリンタ、スキャナ、および／または同様のものなどの他の入力／出力装置を含む。

【００４２】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０のプロセッサは、１つ以上のリアルタイムプロセッサ、ＰＬＣ、ＭＣＵ、ＵＣ、例えば、ＦＰＧＡもしくはＡＳＩＣ技術を使用する専用もしくは特注プロセッサもしくはコントローラ、および／または同様のものである。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０のプロセッサは、ＩＮＴＥＬ（登録商標）マイクロプロセッサ、ＡＭＤ（登録商標）マイクロプロセッサ、ＡＲＭ（登録商標）マイクロプロセッサ、および／もしくは同様のものなどの１つ以上のシングルコアまたはマルチコアコンピューティングプロセッサである。

【００４３】

図２は、いくつかの実施形態におけるロボットシステム１００のソフトウェア構造２００を示す概略図である。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０は、人工知能（ＡＩ）エンジン２２４に結合されて、センサー２０４、例えば、以下でさらに詳細に説明されるように、光学センサー、変位変換器、真空センサー、および近接センサー、ならびに動作構成要素２０８、例えば、以下でさらに詳細に説明されるように、基部３０２、リフト機構３４０、および物品移動装置４２０と動作可能に通信する、制御モジュールまたはコントローラ２０２を含む。

【００４４】

制御モジュール２０２は、センサー２０６によって収集されたデータを受信し、ＡＩエンジン２２４を使用して、受信したセンサーデータおよび受信したユーザー指示に基づき、物品の正確な位置、ロボットナビゲーション（例えば、ロボット１１０の現在位置から物品までの経路）、ラックの物品保持体内の空きスペース、および／または同様のものなどの複数の決定を行う。コントローラ２０２は次いで、動作構成要素２０８に物品移動動作を実行するように指示する。

【００４５】

サーバーコンピュータ１１４は、ユーザーインタフェース２２６およびそのデータベース２２８に結合された管理モジュール２２２を含む。管理モジュール２２２は、ユーザーインタフェース２２６を介してクライアントコンピューティング装置１２０と通信して、１つ以上の小包１０６の移動の指示などの、ユーザー指示を受信する。管理モジュール２２２は次いで、ユーザー指示を処理し、その処理した指示を実行のためにロボット１１０のコントローラ２０２に送信する。ロボット１１０のコントローラ２０２から実行レポートの受信後、サーバーコンピュータ１１４の管理モジュール２２２は、実行レポートならびに、小包移動結果、ロボット１１０の状態、サイト１０２の状態、ラック１０４の状態、および／または同様のものなどの様々な情報を、ユーザーインタフェース２２６を介してユーザーに報告する。いくつかの実施形態では、例えば、管理モジュール２２２は実行レポートおよび様々な情報をデータベース２２８に格納する。

【００４６】

本明細書で開示されるロボットシステム１００は、適切な深層学習アルゴリズムを使用して、コンピュータビジョンおよび他の適切な技術に基づき、例えば、物品移動プロセスまたは物品相互作用プロセス中の経路探索および物品認識における能力向上および性能改善のために、ＡＩエンジン２２４を訓練する。

【００４７】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、例えば、A I エンジン 224 を介して、自律ナビゲーションのために構成される。

【0048】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、通常、無線通信を必要とするサーバーコンピュータ上の A I エンジンに依存するのではなく、A I エンジン 224 をその上に実装するために必要な集積回路 (I C) を含み、それにより倉庫環境内に存在し得る無線ネットワークの接続不良のリスクを排除する。

【0049】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、ステレオカメラ、3 D カメラ、および光検知測距 (L I D A R) センサーなどの光学センサー、ならびにナビゲーションおよび物品識別のための A I ベースコンピュータビジョン技術を含む。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、意思決定のためにコンピュータビジョンを使用する A I エンジン 224 を含む。

【0050】

ロボット 110 のコンピュータビジョンベース A I エンジンは、その能力の向上を図ってその性能を改善するために深層学習アルゴリズムを使用して訓練される。いくつかの実施形態では、ロボット 110 のセンサーがデータを収集すると、そのデータは A I エンジン 224 に提供されて、訓練をより高速化する。いくつかの実施形態では、ロボット 110 は、A I エンジン 224 と組み合わせられたフィードバック制御サブシステムを使用して強力な能力および信頼性を提供する。いくつかの実施形態では、例えば、A I エンジンは、実際の棚の高さから棚の高さ情報を使用して、基部 302 に対する、物品移動装置 420 の垂直変位においてコンピュータビジョンベース A I エンジン 224 を手助けする。

【0051】

いくつかの実施形態では、例えば、図 5 ~ 図 14 に示されるように、ロボット 110 は基部または基部構成 302 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、基部構成 302 は可動式基部構成 302 である。

【0052】

基部構成 302 は、電子モーター、ガスモーター、および／もしくは内燃機関などの、エンジン構造、エンジン構造に動作可能に結合された、バッテリー、燃料電池、もしくは燃料タンクなどの、エンジン構造のための電源、バッテリーなどの、ロボット 110 のための電源、ロボットの、反応表面にわたる移動を容易にするために、倉庫のフロアなどの、反応表面と接触係合して協調的に配置されるように構成された、一対の動輪 306 A および複数の被駆動車輪 306 B を含む複数の車輪 306 などの、モビリティプラットフォーム 304 を含む、原動機構成、ならびにロボット 110 を移動させるためにモビリティプラットフォームおよび原動機構成を連結するトランスミッション構成を含む。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 のための電源は、エンジン構造の電源でもある。

【0053】

いくつかの実施形態では、例えば、モビリティプラットフォームは、通路内で移動ロボットの反応表面にわたる移動を容易にするために、反応表面と接触係合して協調的に配置されるようになるために構成され、通路は、第 1 の物品保持体および第 2 の物品保持体によって画定されて、第 1 の物品保持体は第 2 の物品保持体の反対側に間隔を置いた関係で配置される。

【0054】

いくつかの実施形態では、例えば、基部構成 302 は、1 つ以上のカメラおよび／または 1 つ以上の L I D A R センサーなどの 1 つ以上の光学センサーを有する自律ナビゲーションシステムを含んで、原動機構成を制御し、L I D A R ベースの測距およびナビゲーション、V i s u a l S L A M (V i s u a l S i m u l t a n e o u s L o c a l i z a t i o n a n d M a p p i n g) 、超広帯域 (U W B) 通信に基づくナビゲーション技術などの適切なナビゲーション技術、ならびにビーコン技術を使用して、ロボッ

10

20

30

40

50

ト 1 1 0 をナビゲートしてサイト 1 0 2 内を移動する。

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 のコントローラ 2 0 2 は、基部構成 3 0 2 内に配置される。

【 0 0 5 6 】

いくつかの実施形態では、例えば、図 9 に示されるように、基部構成 3 0 2 の上面 3 1 2 は、リフト機構 3 4 0 を基部構成 3 0 2 に接続するための複数のボルト穴 3 0 8 および複数のガイドピン 3 1 0 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0、例えば、リフト機構 3 4 0 のフレーム 3 4 2 が、ボルト穴 3 0 8 を介して基部構成 3 0 2 にボルトで固定される。いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 3 4 2 は、ナットとボルト、ねじ、および同様のものなどの、機械的留め具を用いて、基部構成 3 0 2 にフレーム 3 4 2 を固定するための対応するボルト穴を含む。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 の基部構成 3 0 2 への連結は、ガイドピン 3 1 0 によって位置合わせされる。いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 3 4 2 は、フレーム 3 4 2 と基部構成 3 0 2 との連結を位置合わせするためにガイドピン 3 1 0 を受け入れるための対応するガイドポートを含む。

10

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、例えば、図 5 ～図 8、および図 1 5 ～図 1 8 に示されるように、ロボット 1 1 0 はリフト機構 3 4 0 を含む。リフト機構 3 4 0 は、機械的留め具を用いて基部構成 3 0 2 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が基部構成 3 0 2 に連結されている間、リフト機構 3 4 0 の中心縦軸は、基部構成 3 0 2 の上面 3 1 2 と垂直である。

20

【 0 0 5 8 】

リフト機構 3 4 0 は、物品移動装置 4 2 0 に連結されるように構成され、リフト機構 3 4 0 が物品移動装置 4 2 0 に連結されている間、リフト機構 3 4 0 は、物品移動装置 4 2 0 を垂直に変位させるようにさらに構成される。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が基部 3 0 2 に連結されている間、物品移動装置 4 2 0 の垂直変位は基部 3 0 2 に対してである。いくつかの実施形態では、例えば、基部 3 0 2 に対する、物品移動装置 4 2 0 の垂直変位は、プラットフォームまたは物品移動装置 4 2 0 のロボット画定物品保持体 5 0 2 の、倉庫などのサイト 1 0 2 内に配置された、ラックの棚、プラットフォーム、またはパレットなどの物品保持体と同じ高度での配置のためであり、そのためロボット画定物品保持体 5 0 2 上の物品は、例えば、物品を保管のために物品保持体上に配置するために、プラットフォームから物品保持体へ横方向（例えば、ロボット 1 1 0 の左または右）もしくは縦方向（例えば、ロボット 1 1 0 の前）に変位可能であるか、またはそのため物品保持体上に支持されている物品は、例えば、物品を取り出して、その物品をサイト内の別の位置に移動させるために、物品保持体からロボット画定物品保持体 5 0 2 へ横方向に変位可能である。

30

【 0 0 5 9 】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 4 2 0 がリフト機構 3 4 0 に連結されていて、リフト機構 3 4 0 が基部 3 2 0 に連結されている間、物品移動装置 4 2 0 は基部 3 2 0 上で支持される。

40

【 0 0 6 0 】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は、フレーム 3 4 2 中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8 を含む。フレーム 3 4 2 は、基部構成 3 0 2 に連結されて、そのためリフト機構 3 4 0 の基部構成 3 0 2 への連結は、フレーム 3 4 2 の基部構成 3 0 2 への連結によって達成される。

【 0 0 6 1 】

中間キャリア 3 4 6 は、中間キャリア 3 4 6 がフレーム 3 4 2 に対して垂直に変位可能になるように、フレーム 3 4 2 に連結される。フレーム 3 4 2 が基部構成 3 0 2 に連結されている間、中間キャリア 3 4 6 の、フレーム 3 4 2 に対する垂直変位可能性は、基部構

50

成 3 0 2 に対してでもある。

【 0 0 6 2 】

内部キャリア 3 4 8 は、内部キャリア 3 4 8 がフレーム 3 4 2 に対して垂直に変位可能になるように、中間キャリア 3 4 6 に連結される。フレーム 3 4 2 が基部構成 3 0 2 に連結されている間、内部キャリア 3 4 8 の、フレーム 3 4 2 に対する垂直変位可能性は、基部構成 3 0 2 に対してでもある。

【 0 0 6 3 】

以下でさらに詳細に説明されるように、内部キャリア 3 4 8 は、内部キャリア 3 4 8 が中間キャリア 3 4 6 に対して垂直に変位可能になるように、中間キャリア 3 4 6 に連結される。フレーム 3 4 2 が基部構成 3 0 2 に連結されている間、内部キャリア 3 4 8 の、中間キャリア 3 4 6 に対する垂直変位可能性は、基部構成 3 0 2 に対してでもある。

【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態では、例えば、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 の垂直変位可能性は、リフト機構 3 4 0 が、図 1 5 および図 1 6 に示されるような、引込構成と、図 1 7 および図 1 8 に示されるような、拡張構成との間で移行可能なものである。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が引込構成で配置されている間、中間キャリア 3 4 6 はフレーム 3 4 2 内、例えば、フレーム 3 4 2 によって画定された空洞 3 5 0 内に配置され、内部キャリア 3 4 8 は中間キャリア 3 4 6 内、例えば、中間キャリア 3 4 6 によって画定された空洞 3 5 1 内に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が拡張構成で配置されている間、中間キャリア 3 4 6 の少なくとも一部はフレーム 3 4 2 の上に配置されて、内部キャリア 3 4 8 の少なくとも一部は中間キャリア 3 4 6 の上に配置される。

【 0 0 6 5 】

いくつかの実施形態では、例えば、中間キャリア 3 4 6 の、基部 3 0 2 に対する垂直変位可能性は、中間キャリア 3 4 6 が基部 3 0 2 に対して、図 1 5 および図 1 6 に示されるような、低い垂直位置と、図 1 7 および図 1 8 に示されるような、高い垂直位置との間で、垂直に変位可能なものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされている。

【 0 0 6 6 】

いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア 3 4 8 の、基部 3 0 2 に対する垂直変位可能性は、内部キャリア 3 4 8 が基部 3 0 2 に対して、図 1 5 および図 1 6 に示されるような、低い垂直位置と、図 1 7 および図 1 8 に示されるような、高い垂直位置との間で、垂直に変位可能なものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされている。

【 0 0 6 7 】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は伸縮式リフト機構である。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が引込構成で配置されている間、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 は、フレーム 3 4 2 内に入れ子にされており、中間キャリア 3 4 6 はフレーム 3 4 2 内に配置され、内部キャリア 3 4 8 は中間キャリア 3 4 6 内に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 が拡張構成で配置されている間、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 は、フレーム 3 4 2 から入れ子を外されており、中間キャリア 3 4 6 の少なくとも一部はフレーム 3 4 2 の上に配置されて、内部キャリア 3 4 8 の少なくとも一部は中間キャリア 3 4 6 の上に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は伸縮式リフト機構であり、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 の、フレーム 3 4 2 に対する垂直変位は、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 の、フレーム 3 4 2 に対する垂直拡張および垂直引込を含む。

【 0 0 6 8 】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は、物品移動装置 4 2 0 と動作可能に連結するように構成されるコネクタプレート 3 5 2 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 4 2 0 のリフト機構 3 4 0 への連結は、物品移動装置 4 2 0 をコネクタプレート 3 5 2 に連結することによって達成される。コネクタプレート 3 5 2 は、

1つ以上の第1の連結システム相手方354を画定し、1つ以上の第1の連結システム相手方354の各1つは別々に、コネクタプレート352および物品移動装置420を連結するために、物品移動装置420のそれぞれの第2の連結システム相手方424と協働する。いくつかの実施形態では、例えば、図33に示されるように、コネクタプレート352は、コネクタプレート350の対向する端部に配置される一対の第1の連結システム相手方354を画定し、そのため第1の連結システム相手方354は対向する関係で配置される。第1の連結システム相手方354の各1つは別々に、コネクタプレート352の内表面356から他の第1の連結システム相手方354の方向に延出するコネクタ358を画定する。図示のとおり、第1の連結システム相手方354のコネクタ358の各1つは別々に、垂直に上を指す三角形を有する。いくつかの実施形態では、例えば、コネクタ358の各1つは別々に、円形状、楕円形、正方形もしくは長方形などの四角形、または5辺以上をもつ形状を有する。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420の第2の連結システム相手方424の各1つは別々に、それぞれ第1の連結システム相手方354のコネクタ358を受け入れるために凹部426を画定する。

10

【0069】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352および物品移動装置420の連結は、解除可能連結である。かかる実施形態では、例えば、コネクタプレート352に連結されている、第1の物品マニピュレータ430を有する、第1の物品移動装置420は、コネクタプレート352から切り離すことができ、第1の物品移動装置420の第1の物品マニピュレータ430とは異なる第2の物品マニピュレータ430を有する、第2の物品移動装置420は、コネクタプレート352に連結できる。これに関して、いくつかの実施形態では、例えば、特定の物品を掴むための適切な物品マニピュレータ430を有する物品移動装置420は、物品を移動させるためにコネクタプレート352に連結できる。

20

【0070】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352は、基部302に対して、垂直に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352は内部キャリア348に連結され、そのためコネクタプレート352は、内部キャリア348の、基部302に対する、垂直変位に応答して、基部302に対して垂直に変位される。

【0071】

30

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420はリフト機構340に連結され、そのため物品移動装置420は、基部302に対して、リフト機構340により、垂直に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420は内部キャリア348に連結され、そのため物品移動装置420は、内部キャリア348の、基部302に対する垂直変位に応答して、基部302に対して、垂直に変位される。

【0072】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420の、基部302に対する、垂直変位可能性は、物品移動装置420が、基部302に対して、図5に示されるような、低い垂直位置と、図6に示されるような、高い垂直位置との間で、垂直に変位可能なものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされている。

40

【0073】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342の垂直方向の長さは、少なくとも6フィート、例えば、8フィート、例えば、10フィートである。いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア346の垂直方向の長さは、少なくとも6フィート、例えば、8フィート、例えば、10フィートである。いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア348の垂直方向の長さは、少なくとも6フィート、例えば、8フィート、例えば、10フィートである。

【0074】

50

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 342 は、板金を使用して製造される。いくつかの実施形態では、例えば、中間キャリア 346 は、板金を使用して製造される。いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア 348 は、板金を使用して製造される。

【0075】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 340 は、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 の、基部 302 に対する、垂直変位を達成するためにアクチュエータ構成 360 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 360 は、原動機 362、例えば、モーター、例えば、中間キャリア 346 と動作可能に連通して配置される、電気モーターを含む。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 は、フレーム 342 に取り付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 のフレーム 342 への取付けは、原動機 362 が、例えば原動機 362 の保守または交換のために、フレーム 342 の側板 345 を介してアクセス可能なものである。原動機 362 は、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 を基部 302 に対して垂直に変位させるために、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 に印加できる変位力を生成するように構成される。原動機 362 からの変位力の中間キャリア 346 および内部キャリア 348 への印加に応答して、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 は、基部 302 に対して、垂直に変位される。

【0076】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 は、上方変位駆動状態および下方変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 が上方変位駆動状態で配置されている間、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 に印加される変位力は、上向き方向を有しており、そのため中間キャリア 346 および内部キャリア 348 は、変位力の中間キャリア 346 および内部キャリア 348 への印加に応答して、基部 302 に対して、上向き方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 が下方変位駆動状態で配置されている間、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 に印加される変位力は、下向き方向を有しており、そのため中間キャリア 346 および内部キャリア 348 は、変位力の中間キャリア 346 および内部キャリア 348 への印加に応答して、基部 302 に対して、下向き方向に変位される。

【0077】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 は、コントローラ 202 とデータ通信して配置され、コントローラ 202 からの制御コマンドによって、上方変位駆動状態および下方変位駆動状態での原動機 362 の作動のために、バッテリーと電気通信してさらに配置される。

【0078】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 360 は、原動機 362 と中間キャリア 346 および内部キャリア 348 との間、特に、原動機 362 と中間キャリア 346 との間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成 364 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 364 は、トランスミッション構成要素 366、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、ならびにプレートまたはブロックなどの、中間キャリアコネクタ 368 を含む。図 19 に示されるように、トランスミッション構成要素 366 は、原動機 362 および中間キャリアコネクタ 368 を連結し、中間キャリアコネクタ 368 は中間キャリア 346 に連結され、そのために原動機 362 によって生成された変位力が、トランスミッション構成要素 366 および中間キャリアコネクタ 368 を介して、中間キャリア 346 に印加される。この点において、原動機 362 によって生成される変位力は、中間キャリア変位力である。原動機 362 によって生成された中間キャリア変位力は、内部モジュール 348 に直接的には印加されない。原動機 362 から中間キャリア 346 への中間キャリア変位力の印加に応答して、中間キャリア 346 は、基部 302 に対して、垂直に変位される。

【0079】

いくつかの実施形態では、例えば、内部モジュール 348 を、中間モジュール 346 に

対して、垂直に変位させるために、リフト機構 340 は、トランスミッション構成 370 を含む。基部構成 302、中間キャリア 346、内部キャリア 348、トランスミッション構成 370 およびアクチュエータ構成 360 は、中間キャリア 346 の、基部構成 302 に対する、垂直変位を達成するために、アクチュエータ構成 360 による中間キャリア変位力の中間キャリア 346 への印加に応答して、中間キャリア変位力がトランスミッション構成 370 により内部キャリア 348 に印加されて、内部キャリア 348 の中間キャリア 346 に対する、垂直変位を達成するように協調して構成される。この点において、いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 によって生成された変位力は、中間キャリア 346 に直接的に印加されて、トランスミッション構成 370 を介して内部キャリア 348 に間接的に印加される。

10

【0080】

図 31 および図 32 に示されるように、いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 370 は、トランスミッション構成要素 372、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、ならびにプーリー構成 374 を含み、プーリー構成 374 は、2つのプーリー 376 および 378 を含む。プーリー 376 および 378 は、プーリー 376 をプーリー 378 の上に位置付けて、中間キャリア 346 に取り付けられ、トランスミッション構成要素 372 は、トランスミッション構成要素 372 の第 1 の部分 380 がフレーム 342 に連結され、トランスミッション構成要素の第 2 の部分 382 が内部キャリア 348 に連結されて、プーリー 376 および 378 の周りに巻き付けられてプーリー 376 と 378 との間に延在してピンと張って配置される。

20

【0081】

中間キャリア 346 の上方垂直変位に応答して、例えば、原動機 362 からの上向き垂直方向を有する中間キャリア変位力の印加に応答して、プーリー 376 および 378 は上向きに変位される。プーリー 376 が上向きに変位されると、プーリー 376 はトランスミッション構成要素 372 に力を及ぼして、トランスミッション構成要素 372 がさらにピンと張って配置されるようになる結果を伴う。トランスミッション構成要素の (i) フレーム 342、フレーム 342 の基部 302 に対する垂直変位がないように基部 302 に連結されている、および (ii) 内部キャリア 348、中間キャリア 346 に対して変位可能である、への連結に起因して、トランスミッション構成要素がさらにピンと張って配置されるようになると、トランスミッション構成要素 372 における張力は、上向き方向を有する、内部キャリア変位力として内部キャリア 348 に伝達される。この点において、中間キャリア 346 が垂直に上向きに変位されると、トランスミッション構成要素 372 は内部キャリア変位力を内部キャリア 348 に印加する。内部キャリア変位力の内部キャリア 348 への印加に応答して、内部キャリア 348 は、中間キャリア 346 に対して、上向き方向に変位される。

30

【0082】

同様に、中間キャリア 346 の下方垂直変位に応答して、例えば、原動機 362 からの下向き垂直方向を有する中間キャリア変位力の印加に応答して、プーリー 376 および 378 は下向きに変位される。プーリー 378 が下向きに変位されると、プーリー 378 はトランスミッション構成要素 372 に力を及ぼして、トランスミッション構成要素 372 がさらにピンと張って配置されるようになる結果を伴う。トランスミッション構成要素の (i) フレーム 342、フレーム 342 の基部 302 に対する垂直変位がないように基部 302 に連結されている、および (ii) 内部キャリア 348、中間キャリア 346 に対して変位可能である、への連結に起因して、トランスミッション構成要素がさらにピンと張って配置されるようになると、トランスミッション構成要素 372 における張力は、下向き方向を有する、内部キャリア変位力として内部キャリア 348 に伝達される。この点において、中間キャリア 346 が垂直に下向きに変位されると、トランスミッション構成要素 372 は内部キャリア変位力を内部キャリア 348 に印加する。内部キャリア変位力の内部キャリア 348 への印加に応答して、内部キャリア 348 は、中間キャリア 346 に対して、下向き方向に変位される。

40

50

【0083】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構340は、2つ以上のアクチュエータ構成360、例えば、2つのアクチュエータ構成360を含む。いくつかの実施形態では、例えば、2つのアクチュエータ構成360は、アクチュエータ構成360によって中間キャリア346に印加された中間キャリア変位力が中間キャリア346の中心縦軸に関して釣り合うように、中間キャリア346に対して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、2つのアクチュエータ構成360は、対向する関係で配置される。

【0084】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構340は、2つ以上のトランスミッション構成370、例えば、ロボット110の各アクチュエータ構成360に対して1つのトランスミッション構成370、例えば、2つのトランスミッション構成370、を含む。いくつかの実施形態では、例えば、2つのトランスミッション構成370は、トランスミッション構成370によって内部キャリア348に印加された内部キャリア変位力が内部キャリア348の中心縦軸に関して釣り合うように、内部キャリア348に対して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、2つのトランスミッション構成370は、対向する関係で配置される。

10

【0085】

前述のとおり、いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352は内部キャリア348に連結され、そのためコネクタプレート352は、内部キャリア348の、基部302に対する、垂直変位に応答して、基部302に対して垂直に変位可能である。

20

【0086】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352の内部キャリア348に対する連結も、コネクタプレート352が、内部キャリア348に対して、垂直に変位可能なものである。いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア348の垂直変位によって達成された、コネクタプレート352の、基部302に対する垂直変位は、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位とは無関係である。この点において、いくつかの実施形態では、例えば、(i)リフト機構340が引込構成で配置されている間、コネクタプレート352は内部キャリア348に対して垂直に変位可能であり、(ii)リフト機構340が拡張構成で配置されている間、コネクタプレート352は同様に内部キャリア348に対して垂直に変位可能であり、かつ(iii)リフト機構340が引込構成と拡張構成との間で移行している間、コネクタプレート352は同様に内部キャリア348に対して垂直に変位可能である。

30

【0087】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する垂直変位可能性は、コネクタプレート352が、内部キャリア348に対して、図36に示されるような、低い垂直位置と、図38によって示されるような、高い垂直位置との間で、変位可能なものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされている。

【0088】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420は、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位に応答して、内部キャリア348に対して、垂直に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420は、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位に応答して、基部302に対して、垂直に変位される。

40

【0089】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位可能性は、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420は、内部キャリア348に対して、図36に示されるような、低い垂直位置と、図38によって示されるような、高い垂直位置との間で、変位可能な

50

ものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされている。

【0090】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420が、例えば、フレーム342の垂直の高さに満たない、比較的短い距離だけ垂直に変位される場合、前記垂直変位は、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位だけにより、中間キャリア346および内部キャリア348を、フレーム342に対して、垂直に変位させる必要もなく、達成できる。

【0091】

いくつかの実施形態では、例えば、コネクタプレート352は、(i) 中間キャリア346および内部キャリア348の、基部302に対する垂直変位によって達成される、コネクタプレート352の垂直変位、ならびに(ii) コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位を含む、少なくとも2つの方法で、基部302に対して垂直に変位可能である。

【0092】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、物品移動装置420は、(i) 中間キャリア346および内部キャリア348の、基部302に対する垂直変位によって達成される、コネクタプレート352の垂直変位、ならびに(ii) コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位を含む、少なくとも2つの方法で、基部302に対して垂直に変位可能である。

【0093】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420を、基部302に対して、垂直に変位させる少なくとも2つの方法を有することにより、物品移動装置420の、基部302に対する垂直変位は、物品移動装置420を、基部302に対して垂直に変位させる2つの方法のうちの1つしかない場合よりも、迅速に達成できる。

【0094】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構340は、コネクタプレート352の、内部キャリア348に対する、垂直変位を達成するためにアクチュエータ構成400を含む。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成400は、原動機402、例えば、モーター、例えば、コネクタプレート352と動作可能に連通して配置される、電気モーターを含む。いくつかの実施形態では、例えば、原動機402は、内部キャリア348に取り付けられる。原動機402は、コネクタプレート352を、内部キャリア348に対して垂直に変位させるために、コネクタプレート352に印加できる変位力を生成するように構成される。原動機402からの変位力のコネクタプレート352への印加に応答して、コネクタプレート352は、内部キャリア348に対して、垂直に変位される。

【0095】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機402は、上方変位駆動状態および下方変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機402が上方変位駆動状態で配置されている間、コネクタプレート352に印加される変位力は、上向き方向を有しており、そのためコネクタプレート352は、変位力のコネクタプレート352への印加に応答して、内部キャリア348に対して、上向き方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機402が下方変位駆動状態で配置されている間、コネクタプレート352に印加される変位力は、下向き方向を有しており、そのためコネクタプレート352は、変位力のコネクタプレート352への印加に応答して、内部キャリア348に対して、下向き方向に変位される。

【0096】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機402は、例えば、コントローラ202とデータ通信して配置され、コントローラ202からの制御コマンドによって、上方変位駆動状態および下方変位駆動状態での原動機402の作動のために、例えば、電気およびデータケーブル390を介して、ロボット110のバッテリーと電気通信してさらに配置され

る。

【0097】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成400は、原動機402とコネクタプレート352との間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成404を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成404は、トランスミッション構成要素406、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、ならびにコネクタプレートコネクタ408を含む。図33に示されるように、トランスミッション構成要素406は、原動機402およびコネクタプレートコネクタ408を連結し、コネクタプレートコネクタ408は、例えば、機械的留め具を用いて、コネクタプレート352に連結され、そのために原動機402によって生成された変位力が、トランスミッション構成要素406およびコネクタプレートコネクタ408を介して、コネクタプレート352に印加される。この点において、原動機402によって生成される変位力は、コネクタプレート変位力である。原動機402からコネクタプレート352へのコネクタプレート変位力の印加に応答して、コネクタプレート352は、内部キャリア348に対して、垂直に変位される。

10

【0098】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構340は、2つ以上のアクチュエータ構成400、例えば、2つのアクチュエータ構成400を含む。いくつかの実施形態では、例えば、2つのアクチュエータ構成400は、アクチュエータ構成400によってコネクタプレート352に印加されたコネクタプレート変位力がコネクタプレート352の中心縦軸に関して釣り合うように、コネクタプレート352に対して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、2つのアクチュエータ構成400は、対向する関係で配置される。

20

【0099】

いくつかの実施形態では、例えば、図24～図29に示されるように、リフト機構340は、(i)中間キャリア346のフレーム342に対する垂直変位、(ii)内部キャリア348の中間キャリア346に対する垂直変位、および(iii)コネクタプレート352の内部キャリア348に対する垂直変位、を誘導するためのガイド394、例えば、ガイドトラックを含む。

【0100】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110は、物品保持体とロボット110のロボット画定物品保持体502との間での物品の移動を達成するために物品移動装置420を含む。物品移動装置420は、コネクタプレート352を用いてリフト機構340に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420は、物品を移動させるように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、物品の移動は、物品を倉庫内に保管するために、物品をロボット110から、倉庫などのサイト内に配置されたラックの棚、プラットフォーム、またはパレットなどの物品保持体へ移動させて、物品を物品保持体上に配置することを含む。いくつかの実施形態では、例えば、移動は、物品を物品保持体からロボット画定物品保持体502へ移動させることによって物品保持体から物品を取り出すことを含む。物品を取り出して、ロボット110は、物品をサイトの別の位置に移動させて、その物品を別の位置に配置できる。

30

【0101】

物品移動装置420は、ハウジング422を含む。ハウジング422は、1つ以上の第2の連結システム相手方424を画定し、1つ以上の第2の連結システム相手方424の各1つは、コネクタプレート352のそれぞれの第1の連結システム相手方354と協働して、コネクタプレート352および物品移動装置420を連結する。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420の第2の連結システム相手方424の各1つは別々に、それぞれ第1の連結システム相手方354のコネクタ358を受け入れるために凹部426を画定して、コネクタプレート352および物品移動装置420の連結を達成する。

40

50

【0102】

いくつかの実施形態では、例えば、電気およびデータコネクタ428は、ハウジング422に連結される。電気およびデータコネクタ428は、物品移動装置420の電気およびデータ構成要素（例えば、原動機およびポンプ、コントローラ、センサーなどのアクチュエータ）と電気およびデータ通信して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、電気およびデータ構成要素は、電気およびデータコネクタ428の電気ならびにデータケーブル390および392との電気およびデータ通信しての配置に応答して、コントローラ202およびバッテリーと電気およびデータ通信して配置されるようになる。いくつかの実施形態では、例えば、ケーブル392は、ケーブル390と電気およびデータ通信して配置されて、電気およびデータコネクタ428の電気ならびにデータケーブル390および392との電気およびデータ通信しての配置は、電気およびデータケーブル392の電気およびデータコネクタ428への接続によって達成される。

10

【0103】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420は、物品マニピュレータ430を含む。物品マニピュレータ430は、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴み、その掴まれた物品を移動させるように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、掴まれた物品の前記横方向移動は、基部302に対して、横方向である（例えば、基部302に対して、左方向または右方向）。

【0104】

物品マニピュレータ430は、ハウジング422に連結される。以下でさらに詳細に説明されるように、物品マニピュレータ430のハウジング422に対する連結は、物品マニピュレータ430が、ハウジング422に対して垂直に変位可能であり、ハウジング422に対して縦方向にも変位可能であるものである。

20

【0105】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ430は、物品配置／取出しツール421を含む。いくつかの実施形態では、例えば、配置／取出しツール421は、拡張可能アーム432を含む。拡張可能アーム432は、基部302に対して、横方向への拡張および引込みのために作動可能である。いくつかの実施形態では、例えば、拡張および引込みは水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、横方向における拡張および引込みは、水平面の範囲内である。以下でさらに詳細に説明されるように、いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432は、第1の方向、例えば、ロボット110の右側へ、拡張可能であり、第1の方向と反対の第2の方向、例えば、ロボット110の左側へも拡張可能である。

30

【0106】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432は、伸縮式アームであり、基本アームセグメント434、少なくとも1つの中間セグメント436、例えば、2つの中間アームセグメント436Aおよび436B、ならびに末端アームセグメント438を含む、複数のアームセグメントを含む。

【0107】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームは、図40～図43に示されるような、引込構成、および図47～図50に示されるような、または図51～図54に示されるような、拡張構成で構成可能である。伸縮式アームが引込構成で配置されている間、少なくとも1つの中間アームセグメント436は、図40～図43に示されるように、末端アームセグメント438内に入れ子にされている。伸縮式アームが拡張構成で配置されている間、少なくとも1つの中間アームセグメント436の少なくとも一部は、図47～図50に示されるように、末端アームセグメント438から入れ子を外されており、少なくとも1つの中間アームセグメント436の少なくとも一部は、末端アームセグメント438の外側に置かれている。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが拡張構成で配置されている間、（i）中間アームセグメント436Aは、基本アームセグメント434に対して、横方向に配置され、（ii）中間アームセグメント436Bは、中間アームセ

40

50

グメント 4 3 6 A に対して、横方向に配置されて、(i i i) 末端アームセグメント 4 3 8 は、中間アームセグメント 4 3 6 B に対して、横方向に配置される。

【 0 1 0 8 】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 4 3 2 は、アーム 4 3 2 のアームセグメントの拡張および引込みを誘導するための、ガイド 4 3 9、例えば、ガイドトラックを含む。

【 0 1 0 9 】

以下でさらに詳細に説明されるように、物品マニピュレータ 4 3 0 は、原動機 6 6 2、例えば、モーター、例えば、電気モーターを含む、アクチュエータ構成 6 6 0、およびギアボックス 6 6 6、ギア 6 6 8、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のものなどの、トランスミッション構成要素 6 7 0 を含むトランスミッション構成 6 6 4、ならびに拡張可能アーム 4 3 2 の作動（例えば、拡張または引込み）のためのラック 6 7 2 を含む。図 5 5、図 5 6、および図 4 8 に示されるように、原動機 6 6 2、ギアボックス 6 6 6、ギア 6 6 8、およびトランスミッション構成要素 6 7 0 は、基本アームセグメント 4 3 4 に連結され、ラック 6 7 2 は中間アームセグメント 4 3 6 A に取り付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 6 6 2 およびギアボックス 6 6 4 は、電気およびデータコネクタ 4 2 8 と、例えば、電気ならびにデータケーブル 4 3 5 および 4 3 7 によって、電気およびデータ通信して配置される。ケーブル 3 9 0 および 3 9 2 が電気およびデータコネクタ 4 2 8 と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機 6 6 2 およびギアボックス 6 6 4 は、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置されて、ロボット 1 1 0 のバッテリーとも電気通信して配置される。

【 0 1 1 0 】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 4 3 0 は、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成可能されるエンドエフェクタ 4 4 0 を含む。「掴むこと (grasping)」は、「握り締めること」を意味する。いくつかの実施形態では、例えば、物品を掴むことは、物品の移動中に、物品を吊るすため、および物品の吊り下げを維持することのために有効である。「掴むこと」は、ツールの任意の特定の構成によって物品を握り締めることに限定されない。ツールが、物品を掴むために、任意の特定の構成によって画定される必要はない。例えば、ツールが、物品を握り締めるために協働する複数の指を含むことは必要ない。物品を掴むために有用であり得る、ツール例は、吸着カップ、上向きフック、および下向きフック、ロボットハンド、グリッパー、電磁石、ウインチ、クラスプ、および同様のものを含む。エンドエフェクタ 4 4 0 は、拡張可能アーム 4 3 2 の拡張および引込みに応答して、エンドエフェクタ 4 4 0 が、基部 3 0 2 に対して、変位可能、例えば、横方向に変位可能になるように、拡張可能アーム 4 3 2 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 4 4 0 の、基部 3 0 2 に対する変位は、横方向においてである。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 4 4 0 の、基部 3 0 2 に対する変位は、水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 4 4 0 の、基部 3 0 2 に対する変位は、横方向においてであり、水平面の範囲内である。

【 0 1 1 1 】

いくつかの実施形態では、例えば、本明細書でさらに詳細に説明されるように、エンドエフェクタ 4 4 0 の拡張可能アームへの連結は、エンドエフェクタ 4 4 0 が、拡張可能アーム 4 3 2 に対して、横方向に変位可能なものである。

【 0 1 1 2 】

いくつかの実施形態では、例えば、図 5 7 ~ 図 6 6 に示されるように、物品配置／取出しツール 4 2 1 は、ドライバ 4 5 0 を含む。図示されるとおり、ドライバ 4 5 0 は、拡張可能アーム 4 3 2、具体的には、末端アームセグメント 4 3 8 に連結される。ドライバ 4 5 0 は、拡張可能アーム 4 3 2 の拡張および引込みに応答して、ドライバ 4 5 0 が、基部 3 0 2 に対して、変位可能であるように、拡張可能アーム 4 3 2 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 の、基部 3 0 2 に対する変位は、横方向におい

てである。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 450 の、基部 302 に対する変位は、水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 450 の、基部 302 に対する変位は、横方向においてであり、水平面の範囲内である。

【0113】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 はドライバ 450 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の拡張可能アーム 432 への連結は、拡張可能アーム 432 に連結されている、ドライバ 450 へのエンドエフェクタ 440 の連結によって達成される。

【0114】

エンドエフェクタ 440 は、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むための把持構成 460 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 は、2 つ以上の把持構成 460、例えば、2 つの把持構成 460 を含む。図 57 に示されるように、第 1 の把持構成 460 は、ドライバ 450 の第 1 の側、例えば、ドライバ 450 の右側に連結されて、第 2 の把持構成 460 は、ドライバ 450 の第 1 の側の反対側の第 2 の側、例えば、ドライバ 450 の左側に連結される。第 1 の把持構成 460 および第 2 の把持構成 460 は別々に、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成される。以下でさらに詳細に説明されるように、把持構成 460 をドライバ 450 の第 1 の側に、およびドライバ 450 の第 2 の側にも有することにより、ロボット 110 は、ロボット 110 の第 1 の側、例えば、ロボット 110 の右側で掴むことができ、また、ロボット 110 の第 1 の側の反対側であるロボット 110 の第 2 の側、例えば、ロボット 110 の左側でも物品を掴むことができる。

【0115】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 460 の各 1 つに対して別々に、把持構成 460 のドライバ 450 への連結は、図 62 ~ 図 65 に示されるように、把持構成 460 が、ドライバ 450 に対して、垂直に変位可能なものである。図 62 および図 63 に示されるように、把持構成 460 は、第 1 の垂直位置に置かれ、図 64 および図 65 に示されるように、把持構成 460 は、第 1 の垂直位置より低い、第 2 の垂直位置に置かれる。いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 460 の各 1 つに対して別々に、物品マニピュレータ 430 は、把持構成 460 の垂直変位を達成するためにアクチュエータ構成 470 を含む。アクチュエータ構成 470 の各 1 つは別々に、原動機 472、例えば、モーター、例えば、電気モーター、ならびに原動機 472 および把持構成 460 に動作可能に伝達するための、トランスミッション構成要素 474、例えば、駆動ベルト、チェーン、またはケーブルを含む。各原動機 472 は別々に、コントローラ 202 とデータ通信し、バッテリーと電気通信して配置される。各モーター 472 に対して別々に、コントローラ 202 からの制御コマンドに応答して、把持構成 460 は、ドライバ 450 に対して、垂直に変位されて、把持構成 460 は、物品を掴むために、ドライバ 450 に対して垂直位置に配置されるようになるという結果を伴う。

【0116】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 450 は、把持構成 460 の、ドライバ 450 に対する垂直変位を誘導するための、ガイド 452、例えば、ガイドトラックを含む。

【0117】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 460 の各 1 つに対して別々に、把持構成 460 のドライバ 450 への連結は、図 57 ~ 図 60 に示されるように、把持構成 460 が、ドライバ 450 に対して、縦方向に変位可能なものである。図 57 および図 58 に示されるように、把持構成 460 は、第 1 の縦方向位置に置かれ、図 59 および図 60 に示されるように、把持構成 460 は、第 1 の垂直位置の縦方向後方にある、第 2 の縦方向位置に置かれる。いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 460 の各 1 つに対して別々に、物品マニピュレータ 430 は、把持構成 460 の縦方向変位を達成するためにアクチュエータ構成 480 を含む。アクチュエータ構成 480 の各 1 つは別々に、原動機 482

、例えば、モーター、例えば、電気モーター、ならびに原動機 4 8 2 および把持構成 4 6 0 に動作可能に伝達するための、トランスミッション構成要素 4 8 4、例えば、駆動ベルト、チェーン、またはケーブルを含む。各原動機 4 8 2 は別々に、コントローラ 2 0 2 とデータ通信し、バッテリーと電気通信して配置される。各原動機 4 8 2 に対して別々に、コントローラ 2 0 2 からの制御コマンドに応答して、把持構成 4 6 0 は、ドライバ 4 5 0 に対して縦方向に変位されて、把持構成 4 6 0 が、物品を掴むために、ドライバ 4 5 0 に対して縦方向位置に配置されるという結果を伴う。

【0 1 1 8】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 は、把持構成 4 6 0 の、ドライバ 4 5 0 に対する縦方向変位を誘導するための、ガイド 4 5 4、例えば、ガイドトラックを含む。

10

【0 1 1 9】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 4 6 0 の各 1 つは別々に、吸着カップ 4 6 2 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品は、物品の表面部分の吸着カップ 4 6 2 による吸着により、吸着カップ 4 6 2 によって把持される。図 5 7 に示されるように、いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 4 6 0 の各 1 つに対して別々に、把持構成 4 6 0 は 2 つの吸着カップ 4 6 2 A および 4 6 2 B を含み、吸着カップ 4 6 2 A は吸着カップ 4 6 2 B の上に配置される。

【0 1 2 0】

いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ 4 6 2 の各 1 つは別々に、弁ブロック 4 6 6 を介して、ポンプ 4 6 4 と流体連結して配置される。ポンプ 4 6 4 および弁ブロック 4 6 6 はドライバ 4 5 0 内に配置される。ポンプ 4 6 4 および弁ブロック 4 6 6 の各 1 つは別々に、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置され、バッテリーと電気通信して配置される。コントローラ 2 0 2 は、吸着カップ 4 6 2 における吸引量を制御するために制御コマンドをポンプ 4 6 4 に送信するように構成される。コントローラ 2 0 2 は、ポンプ 4 6 4 と 1 つ以上の吸着カップ 4 6 2 との間の空気の流れを制御する弁ブロック 4 6 6 の 1 つ以上の弁を開閉するために制御コマンドを弁ブロック 4 6 6 に送信するように構成される。

20

【0 1 2 1】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 4 6 0 の各吸着カップ 4 6 2 に対して、把持構成 4 6 0 は真空センサーを含む。各真空センサーは別々に、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、各真空センサーは別々に、バッテリーと電気通信して配置される。各真空センサーは別々に、それぞれの吸着カップの吸引圧力を表すデータを収集する。このデータに基づき、コントローラ 2 0 2 は、吸着カップ 4 6 2 が物品の表面部分を吸着しているか、従って、物品が吸着カップ 4 6 2 によって把持されているかを判断する。このデータに基づき、コントローラ 2 0 2 は、例えば、物品の表面部分上の欠損に起因して、吸着カップ 4 6 2 による物品の表面部分の吸着の欠如があるかをさらに判断でき、制御コマンドをポンプ 4 6 4 および弁ブロック 4 6 6 に送信して、前記吸着カップ 4 6 2 から 1 つ以上の他の吸着カップ 4 6 2 へ吸着を転換する。

30

40

【0 1 2 2】

いくつかの実施形態では、例えば、図 6 6 に示されるように、エンドエフェクタ 4 4 0 の把持構成 4 6 0 の各 1 つは別々に、把持構成 4 6 0 が、ドライバ 4 5 0 に対して旋回可能なように、ドライバ 4 5 0 に連結されて、そのため把持構成 4 6 0 は、物品を掴むために、物品 9 0 0 の角度の付いた表面 9 0 1 と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、把持構成 4 6 0 のドライバ 4 5 0 への連結は、把持構成 4 6 0 の、ドライバ 4 5 0 に対する旋回を達成するために蝶番を含む。いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 4 6 0 は、ドライバ 4 5 0 に対して、少なくとも 1 度、例えば、5 度だけ、旋回可能である。

【0 1 2 3】

50

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の把持構成 460 の吸着カップ 462 の各 1 つは別々に、吸着カップ 462 が、ドライバ 450 に対して旋回可能なように、ドライバ 450 に連結されて、そのため吸着カップ 462 は、物品を掴むために、物品 900 の角度の付いた表面 901 と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、吸着カップ 462 のドライバ 450 への連結は、吸着カップ 462 の、ドライバ 450 に対する旋回を達成するために蝶番を含む。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ 462 は、ドライバ 450 に対して、少なくとも 1 度、例えば、5 度だけ、旋回可能である。

【0124】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 は、光学センサー 490、例えば、ステレオカメラ、3D カメラまたは LIDAR センサーを含む。図 57 および図 58 に示されるように、第 1 の光学センサー 490 がドライバ 450 の第 1 の側、例えば、右側に取り付けられて、第 2 の光学センサー 490 が、ドライバ 450 の第 1 の側の反対側の第 2 の側、例えば、左側に取り付けられる。光学センサー 490 の各 1 つは別々に、(i) センサー 490 に面している物品の表面の形状、(ii) 光学センサー 490 と物品との間の距離、および (iii) 物品上の識別ラベル（例えば、印刷ラベル、最小在庫管理単位 (SKU)、バーコード、クイックレスポンス (QR) コード、および／または同様のもの）を表すデータを含む、データを収集するために構成される。

【0125】

いくつかの実施形態では、例えば、センサー 490 に面している物品の表面の形状を表すデータに基づき、AI エンジン 224 は、図 3 に示されるように、物品の周囲の境界ボックス 904 を画定し、コントローラ 202 は、境界ボックス 904 の寸法および中心に基づいて物品の寸法および中心を決定する。

【0126】

いくつかの実施形態では、例えば、センサー 490 に面している空きスペース 910 の形状を表すデータに基づき、AI エンジン 224 は、図 4 に示されるように、空きスペース 910 の周囲の境界ボックス 912 を画定し、コントローラ 202 は、境界ボックス 912 の寸法に基づいて空きスペース 910 の寸法を決定する。

【0127】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成 460 が、把持構成 460 に面している物品の表面の中央部分を掴むことは望ましい。

【0128】

境界ボックス 904 の寸法および中心に基づいて、把持構成 460 を、ドライバ 450 に対して、垂直および／または縦方向に変位させるために、コントローラ 202 は制御コマンドを、アクチュエータ構成 470、例えば、原動機 472、および／またはアクチュエータ構成 480、例えば、原動機 482 に送信し、そのため、エンドエフェクタ 440 を物品に向かって横方向に変位させるための拡張可能アーム 432 の拡張に応答して、把持構成 480 は、把持構成 460 に面している物品の表面の中央部分と接触係合して配置されるようになる。

【0129】

いくつかの実施形態では、例えば、境界ボックス 904 の寸法に基づいて、コントローラ 202 は、把持構成 460 のどの吸着カップ 462 が物品の表面と接触係合して配置されるようになると予想されるかを判断する。前記判断に基づき、コントローラ 202 は、物品の表面と接触係合するようになると予想される吸着カップ 462 だけが吸着するように、制御コマンドを弁ブロック 466 に送信する。

【0130】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 は、変位変換器 498、例えば、赤外線センサーを含む。図 62 および図 91 に示されるように、第 1 の変位変換器 498 は、ドライバ 450 の第 1 の側、例えば、右側に取り付けられ、第 2 の変位変換器 498 は、ドライバ 450 の第 1 の側の反対側の第 2 の側、例えば、左側に取り付けら

10

20

30

40

50

れる。いくつかの実施形態では、例えば、第1の変位変換器498は、第1の把持構成460の吸着カップ462の間に取り付けられ、第2の変位変換器498は、第2の把持構成460の吸着カップ462の間に取り付けられる。変位変換器498の各1つは別々に、変位変換器498と物品との間の距離を表すデータを含む、データを収集するために構成される。いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ430は、光学センサー490が物品距離データを提供できない場合、例えば、光学センサー490が物品の閾値最小距離内にある（例えば、近すぎる）場合に、コントローラ202が処理のために物品距離データを有するように、変位変換器498を含む。

【0131】

いくつかの実施形態では、例えば、光学センサー490および変位変換器498からの物品距離データに基づき、コントローラ202は、拡張可能アーム432の、基部302に対する、横方向の伸縮速度を制御し、以下でさらに詳細に説明されるように、拡張可能アーム432の横方向の伸縮速度も制御するように構成される。拡張可能アーム432が、基部302に対して横方向に拡張されて、物品を掴むために、把持構成460、例えば、吸着カップ462を基部302に対して横方向に変位させている間、および吸着カップ462が、物品に対して、閾値距離の外側に配置されている（例えば、吸着カップ462が物品から遠く離れている）間、物品を掴むための全体時間を短縮するために、拡張可能アーム432の拡張速度が比較的高いことは望ましい。拡張可能アーム432が、基部302に対して横方向に拡張されて、物品を掴むために、吸着カップ462を、基部302に対して、横方向に変位させている間、および吸着カップ462が、物品に対して、閾値距離内に配置されている（例えば、吸着カップ462が物品に近い）間、拡張可能アーム432の拡張速度が比較的遅いことは望ましく、そのため、吸着カップ462が物品の表面に吸着するために、(i) 吸着カップ462が掴む予定の物品の表面との接触係合を確立して、(ii) 吸着カップ462が物品の表面と接触係合して配置されている間に、ポンプ464が、吸着カップ462の外へ空気を吸い出すための十分な時間がある。

【0132】

かかる実施形態では、例えば、光学センサー490および変位変換器498からの物品距離データに基づき、コントローラ202による(i) 把持構成460が、物品に対して、閾値距離の外側に配置されているという判断に応答して、コントローラ202は、拡張可能アーム432が第1の速度で拡張するように、制御コマンドをアクチュエータ構成660、例えば、原動機662およびトランスミッション構成664に送信し、(ii) 把持構成460が、物品に対して、閾値距離内に配置されているという判断に応答して、コントローラ202は、拡張可能アーム432が第2の速度で拡張するように、制御コマンドをアクチュエータ構成660、例えば、原動機662およびトランスミッション構成664に送信し、第2の速度は第1の速度よりも小さい。

【0133】

いくつかの実施形態では、例えば、光学センサー490および変位変換器498からの物品距離データに基づいて、コントローラ202は、把持構成460の吸着カップ462が物品の表面と接触係合して配置されていると判断するように構成される。この判断に基づき、コントローラ202は、制御コマンドをアクチュエータ構成660、例えば、原動機662およびトランスミッション構成664に送信して、拡張可能アーム432の拡張を停止させる。拡張可能アーム432の拡張が停止されている間、コントローラ202は、制御コマンドをポンプ464に送信して、吸着カップ462の外へ空気を吸い出して吸着カップ462による物品の吸着を達成し、そのため物品は吸着カップ462によって把持される。

【0134】

いくつかの実施形態では、例えば、本明細書でさらに詳細に説明されるように、ドライバ450は、拡張可能アーム432に対して、横方向に変位可能であり、そのためエンドエフェクタ440は、拡張可能アーム432に対して、横方向に変位可能である。

【0135】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 のアクチュエータおよびセンサーは、モーター 472 および 482、ポンプ 464、弁ブロック 466、光学センサー 490、変位変換器 498、および真空センサーを含めて、例えば、電気およびデータケーブル 499 によって、電気およびデータコネクタ 428 と電気およびデータ通信して配置される。ケーブル 390 および 392 が、電気およびデータコネクタ 428 と電気およびデータ通信して配置されている間、物品マニピュレータ 430 のアクチュエータおよびセンサーは、コントローラ 202 とデータ通信して配置され、ロボット 110 のバッテリーとも電気通信して配置される。

【0136】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、基部または基部構成 500 およびロボット画定物品保持体 502 またはロボット画定物品保持体 502 を含む。基部 500 は、ハウジング 422 に連結され、ロボット画定物品保持体 502 は、基部 500 に連結される。ロボット画定物品保持体 502 は、物品を支持するように構成されて、そのため、物品がロボット画定物品保持体 502 上で支持されている間、支持される物品が安定化される。いくつかの実施形態では、例えば、物品がロボット画定物品保持体 502 上で支持されている間、物品は、物品保持体上への物品の配置のために、基部 302 に対して、移動可能である。いくつかの実施形態では、例えば、物品の前記移動は、(i) ロボット画定物品保持体 502 および物品保持体を同じ高さに配置するために、リフト機構 340 によって達成可能な垂直移動、ならびに (ii) 物品マニピュレータ 420 によって達成可能な横方向移動を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品が物品保持体上で支持されていて、ロボット画定物品保持体 502 および物品保持体が同じ高さにある間、物品は、ロボット画定物品保持体 502 上への物品の配置のために、物品マニピュレータ 420 によって、移動可能である。物品がロボット画定物品保持体 502 上で支持されている間、ロボット 110 は、物品をサイト内の所望の位置に移動できる。

【0137】

以下でさらに詳細に説明されるように、ロボット画定物品保持体 502 の基部 500 への連結は、ロボット画定物品保持体 502 が、基部 500 に対して、横方向に変位可能なものである。物品移動装置 420 が、基部 302 に連結されている、リフト機構 340 に連結されている間、ロボット画定物品保持体 502 の横方向変位は基部 302 に対してである。

【0138】

いくつかの実施形態では、例えば、図 9～図 14 に示されるように、基部構成 302 は、ロボット 110 を反応表面にしっかりと固定するためのアンカー構成 510 を含む。基部構成 302 およびアンカー構成は、基部 302 が反応表面上で支持されている間、アンカー構成 510 がアンカリング有効状態で配置可能になって、ロボット 110 が反応表面に固定される結果を伴うように、協調して構成される。

【0139】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリングは、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して変位されている間、ロボット 110 の傾斜を軽減するためである。

【0140】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボット 110 の傾斜は、エンドエフェクタ 440 が物品を掴んでいる間、軽減されている。

【0141】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の、基部に対する変位可能性は、水平面の範囲内での変位可能性を含み、アンカリングは、エンドエフェクタ 440 が、水平面の範囲内で基部に対して変位されている間、ロボット 110 の傾斜を軽減するためである。

【0142】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 が水平面の範囲内で基部に

対して変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボット 110 の傾斜は、エンドエフェクタ 440 が物品を掴んでいる間、軽減されている。

【0143】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータおよび基部 302 は、基部 302 が反応表面上で支持されている間、拡張可能アーム 432 が水平面の範囲内で拡張可能になるように協調して構成され、エンドエフェクタ 440 は拡張可能アーム 432 に取り付けられ、そのため、エンドエフェクタ 440 が水平面の範囲内で基部に対して変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボットの傾斜は、エンドエフェクタ 440 が拡張可能アーム 432 によって変位されている間、アンカーによって軽減されている。

【0144】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の、基部 302 に対する変位可能性は、基部 302 に対する横方向の変位可能性を含み、アンカリングは、エンドエフェクタ 440 が、基部に対して横方向に変位されている間、ロボットの傾斜を軽減するためである。

【0145】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリングが、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して横方向に変位されている間、軽減している、ロボットの傾斜は、エンドエフェクタ 440 が物品を掴んでいる間、軽減されている。

【0146】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 302 および基部 302 は、基部 302 が反応表面上で支持されている間、拡張可能アーム 432 が基部 302 に対して横方向に拡張可能になるように協調して構成され、エンドエフェクタ 440 は拡張可能アーム 432 に取り付けられ、そのため、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して横方向に変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボットの傾斜は、エンドエフェクタ 440 が拡張可能アーム 432 によって変位されている間、アンカーによって軽減されている。

【0147】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の横方向変位可能性は水平面の範囲内である。

【0148】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 が、水平面の範囲内で基部 302 に対して横方向に変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボット 110 の傾斜は、エンドエフェクタ 440 が物品を掴んでいる間、軽減されている。

【0149】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 302 および基部 302 は、基部 302 が反応表面上で支持されている間、拡張可能アーム 432 が、水平面の範囲内で、基部 302 に対して横方向に拡張可能になるように協調して構成され、エンドエフェクタ 440 は拡張可能アーム 432 に取り付けられ、そのため、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して、水平面の範囲内で、横方向に変位されている間、アンカリングが軽減しているロボットの傾斜は、エンドエフェクタ 440 が拡張可能アーム 432 によって変位されている間、アンカーによって軽減されている。

【0150】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の基部 302 に対する変位可能性は、エンドエフェクタ 440 が基部 302 に対して、例えば、リフト機構 340 により、低い垂直位置と高い垂直位置との間で変位可能なものであり、高い垂直位置は低い垂直位置に対して高くされており、アンカリングは、エンドエフェクタ 440 が高い垂直位置にある間、ロボットの傾斜を軽減するためである。

【0151】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 が高い垂直位置にある間、アンカリングが軽減している、ロボット 110 の傾斜は、エンドエフェクタ 440 が物品

10

20

30

40

50

を掴んでいる間、軽減されている。

【0152】

いくつかの実施形態では、例えば、高い垂直位置は、少なくとも8フィートの最小垂直距離だけ、低い垂直位置より高くされている。

【0153】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリングは、エンドエフェクタ440が低い垂直位置と高い垂直位置との間で変位されている間、ロボットの傾斜を軽減するためである。

【0154】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ440が低い垂直位置と高い垂直位置との間で変位されている間、アンカリングが軽減している、ロボットの傾斜は、エンドエフェクタ440が物品を掴んでいる間、軽減されている。

【0155】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリングは、アンカー構成510が把持係合において反応表面に係合するようなものである。

【0156】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成510は、アンカリング無効状態での配置のためにさらに構成され、そのため、アンカー構成510のアンカー有効状態での配置は、アンカー構成510のアンカリング無効状態からアンカリング有効状態への移行を含み、アンカリング無効状態では、ロボット110のアンカー構成510による反応表面へのアンカリングがない。

【0157】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成510は、1つ以上のアンカーサブ構成512、1つ以上の空圧ポンプなどの、1つ以上の空気圧式アクチュエータ514、および1つ以上のアンカー構成変位アクチュエータ516を含む。いくつかの実施形態では、例えば、1つ以上のアンカー構成変位アクチュエータ516の各1つは別々に、原動機517、例えば、モーター、例えば、電気モーターを含む。図示のとおり、アンカー構成510は、隣り合わせた構成で配置された2つのアンカーサブ構成512を含み、アンカーサブ構成512の各1つは別々に、2つの吸着カップ518を含む。各吸着カップ518は別々に、空気圧式アクチュエータ514と流体連結して配置されて、吸着カップ518の反応表面に対する吸着を達成する。図示のとおり、アンカーサブ構成512は、2つのアンカー構成変位アクチュエータ516を含み、アンカー構成変位アクチュエータ516の各1つは別々に、それぞれのアンカーサブ構成512に動作可能に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成変位アクチュエータ516の各1つは別々に、それぞれのアンカーサブ構成512に連結するためのアンカーサブ構成コネクタ520を含む。いくつかの実施形態では、例えば、1つ以上のアンカー構成変位アクチュエータ516の各1つに対して、原動機517は、それぞれのアンカーサブ構成コネクタ520に動作可能に連結されて、原動機517は、アンカーサブ構成コネクタ520を、プラットフォーム528に対して、変位させる（例えば、拡張または引っ込める）ように構成される。アンカーサブ構成コネクタ520は、図13に示されるような、拡張構成と、図14に示されるような、引込構成との間で変位可能である。アンカーサブ構成512がそれぞれのアンカーサブ構成コネクタ520に連結されている間、アンカー構成変位アクチュエータ516の各1つは別々に、それぞれのアンカーサブ構成512を、プラットフォーム528に対して、変位させるように構成されて、アンカー構成510をアンカリング有効状態とアンカリング無効状態との間で移行させる。

【0158】

いくつかの実施形態では、例えば、1つ以上の空気圧式アクチュエータ514の各1つは別々に、コントローラ202とデータ通信して配置され、さらにバッテリーと電気通信して配置される。

【0159】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、例えば、1つ以上のアンカー構成変位アクチュエータ516の各1つは別々に、コントローラ202とデータ通信して配置され、さらにバッテリーと電気通信して配置される。

【0160】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成510の各吸着カップ518に対して、アンカー構成510は真空センサーを含む。各真空センサーは別々に、コントローラ202とデータ通信して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、各真空センサーは別々に、バッテリーと電気通信して配置される。各真空センサーは別々に、それぞれの吸着カップ518の吸引圧力を表すデータを収集する。このデータに基づき、コントローラ202は、吸着カップ518が反応表面を吸着しているか、従って、ロボット110が反応表面にしっかりと固定されているか、を判断する。

10

【0161】

図12に示されるように、アンカー構成510は、アンカリング有効状態で配置されている。図示のとおり、アンカーサブ構成512は基部から拡張されて、アンカーサブ構成コネクタ520は拡張位置にある。基部302およびアンカー構成510は、基部302が反応表面上で支持されて、アンカー構成510がアンカリング有効状態で配置されている間、吸着カップ518の基部302からの拡張が、吸着カップ518が反応表面と接触係合、例えば、密封係合するものになるように、協調して構成される。

【0162】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリングは、吸着カップ518が反応表面に吸着しているようなものである。

20

【0163】

いくつかの実施形態では、例えば、傾斜を軽減するためにアンカー構成510によって反応表面に印加される最小アンカー力は、少なくとも500ポンドの力である。いくつかの実施形態では、例えば、傾斜を軽減するためにアンカー構成510によって反応表面に印加されるアンカー力は、1000ポンドの力である。

【0164】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110が反応表面にしっかりと固定されている間、アンカリングは、アンカー無効化力によって無効にできる。いくつかの実施形態では、例えば、アンカー無効化力は、2000ポンドの最小値を持つ規模を有する。いくつかの実施形態では、例えば、アンカー無効化力は、反応表面に平行な方向を有する。

30

【0165】

図11に示されるように、アンカー構成510は、アンカリング無効状態で配置されている。図示のとおり、アンカリング有効状態でのそれらの配置に比べて、アンカーサブ構成512は、基部302の方へ引き込まれて、アンカーサブ構成コネクタ520は引込位置にある。基部302およびアンカー構成510は、基部302が反応表面上で支持されて、アンカー構成510がアンカリング無効状態で配置されている間、吸着カップ518と反応表面との間の接触係合が欠如するように協調して構成され、そのため、アンカー構成510によるロボット110の反応表面に対するアンカリングはない。

【0166】

40

ロボット110を反応表面にしっかりと固定するために、アンカー構成510をアンカー無効状態からアンカー有効状態へ移行させるために、アンカー構成510がアンカー無効状態で配置されていて、反応表面上で支持されている間、コントローラ202は制御コマンドをアンカー構成変位アクチュエータ516に送信して、アンカー構成コネクタ520を引込位置から拡張位置へ変位させる。アンカーサブ構成512のアンカーサブ構成コネクタ520への連結に起因して、アンカーサブ構成512は、反応表面の方に、例えば、下向きの方に変位される。アンカーサブ構成512が反応表面の方に変位されると、コントローラ202は制御コマンドを空圧ポンプに送信して、吸着カップ518から空気を吹き出すために送風モードで動作させて、反応表面上の固形物、デブリ、汚れ、および／または埃を除去して反応表面をきれいにする。アンカーサブ構成512は、吸着カップ

50

518が、反応表面と、接触係合、例えば、密封係合して配置されるまで、反応表面の方に継続して変位される。吸着カップ518が反応表面と接触係合して配置されていることを検出すると、コントローラ202は制御コマンドを空圧ポンプに送信して、吸着カップ518が反応表面に吸着するために吸気モードで動作させて、ロボット110を、吸着カップにより反応表面に印加された吸引圧力によって反応表面にしっかりと固定する。この時点で、アンカー構成510は、アンカリング有効状態で配置されて、ロボット110が反応表面にしっかりと固定されるようになるという結果を伴う。

【0167】

いくつかの実施形態では、例えば、基部302は、基部302の側面上に配置されたアクセスパネル522を含む。ユーザーは、保守または交換のために、アクセスパネル522を介して、アンカー構成510、例えば、吸着カップ518にアクセスできる。

10

【0168】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110が反応表面上を移動している間、箱、ビン、ラック、人、および同様のものなどの、物体がロボット110の閾値距離内にあり、そのため物体との衝突が差し迫っているというコントローラ202による判断に回答して、コントローラ202は制御コマンドをアンカー構成変位アクチュエータ516および空圧ポンプに送信して、アンカー構成510をアンカリング有効状態に置いて、反応表面上のロボット110の移動に抵抗するように構成される。この点において、アンカー構成510は、ロボット110に対する緊急停止として機能できる。

【0169】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカーサブ構成512の各々は別々に、1つの吸着カップ518を含む。かかる実施形態では、例えば、アンカー構成510は、格子状構成に配置された4つのアンカーサブ構成512を有する。

20

【0170】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカーサブ構成512の変位は、他のアンカーサブ構成512の変位と無関係である。かかる実施形態では、例えば、アンカー構成510は、レベリング機構として機能し、そのため、物品マニピュレータ430を含む、物品移動装置420の変位は、垂直軸に沿ってである。

【0171】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420は、物品移動装置420の、例えば、リフト機構340による、高さにおける変化を達成するために、図5に示されるような、低い垂直位置と、図6に示されるような、高い垂直位置との間で、基部302に対して、移動軸524に沿って変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、基部302および物品移動装置420は、基部302が反応表面上で支持されている間、物品移動装置420の変位可能性が、垂直軸に対して傾斜して配置される移動軸524に沿うように、基部302および物品移動装置420が修正された移動軸確立状態に構成可能になるように協働して、移動軸524が垂直軸になるように修正されるという結果を伴う。

30

【0172】

いくつかの実施形態では、例えば、垂直軸に対して傾斜して配置される、移動軸524は、垂直軸に対して少なくとも1度の角度で配置される。

40

【0173】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420の変位可能性が、垂直軸に対して傾斜して配置される移動軸524に沿っている間、基部302がその上で支持される、反応表面は、非水平面である。いくつかの実施形態では、例えば、非水平面は、水平面に対して、少なくとも1度の角度で配置される。

【0174】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカーサブ構成512の変位は、他のアンカーサブ構成512の変位と無関係であり、アンカーサブ構成512は拡張可能支持脚526として機能する。基部302は、プラットフォーム528をさらに含む。いくつかの実施形態では、例えば、支持脚526の各1つは別々に、プラットフォーム528に対する拡張

50

または引込みに基づき、プラットフォーム 5 2 8 に対して位置決め可能であり、そのため支持脚 5 2 6 のプラットフォームに対する、協調的位置決めは確立可能であり、移動軸 5 2 4 に対する修正は、支持脚 5 2 6 のプラットフォーム 5 2 8 に対する、協調的位置決めに対する修正に基づく。いくつかの実施形態では、例えば、基部 3 0 2 および物品移動装置 4 2 0 の、修正された移動軸確立状態への構成可能性は、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めの修正可能性に基づく。

【0 1 7 5】

いくつかの実施形態では、例えば、移動軸 5 2 4 が非垂直である間、基部 3 0 2 および物品移動装置 4 2 0 は、修正前状態に協調して構成されて、基部 3 0 2 および物品移動装置 4 2 0 の修正前状態から修正された移動軸確立状態への移行は、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めに対する修正を含む。いくつかの実施形態では、例えば、修正前状態では、支持脚 5 2 6 は、修正前支持脚構成が安定化されるように協調して位置決めされて、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めに対する修正は、修正された支持脚構成が安定化されるという結果を伴う。

10

【0 1 7 6】

いくつかの実施形態では、例えば、基部 3 0 2 および物品移動装置 4 2 0 の、修正前状態から修正された移動軸確立状態への移行を達成するための、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めに対する修正は、支持脚 5 2 6 の一部の、他の支持脚 5 2 6 に対する変位を含む。いくつかの実施形態では、例えば、基部 3 0 2 および物品移動装置 4 2 0 の、修正前状態から修正された移動軸確立状態への移行を達成するための、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めに対する修正は、支持脚 5 2 6 の 1 つの、他の支持脚 5 2 6 に対する変位を含む。

20

【0 1 7 7】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 は、レベルセンサー 5 3 0、例えば、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置される、3 軸加速度計または傾斜計を含む。いくつかの実施形態では、例えば、レベルセンサー 5 3 0 は、基部 3 0 2 に取り付けられる。レベルセンサーは、基部 3 0 2 の水平面に対する傾斜を表すデータを収集するために構成される。コントローラ 2 0 2 は、レベルセンサー 5 3 0 からのデータを処理して、基部 3 0 2 の水平面に対する傾斜を判断する。基部 3 0 2 の水平面に対する傾斜の判断に基づき、コントローラ 2 0 2 は、支持脚 5 2 6 のプラットフォーム 5 2 8 に対する協調的位置決めを修正するように構成される。支持脚 5 2 6 のプラットフォーム 5 2 8 に対する協調的位置決めを修正するために、コントローラ 2 0 2 は、基部 3 0 2 の水平面に対する傾斜の判断に基づいて、どのアンカーサブ構成 5 1 2 を他のアンカーサブ構成 5 1 2 に対して変位させるべきかを決定し、前記アンカー構成 5 1 2 の変位量も決定する。いくつかの実施形態では、例えば、アンカーサブ構成 5 1 2 の他のアンカーサブ構成 5 1 2 に対する前記変位は、アンカーサブ構成 5 1 2 の他のアンカーサブ構成 5 1 2 に対する拡張または引込みを含む。コントローラ 2 0 2 は、変位すべき前記アンカーサブ構成 5 1 2 に連結されているアンカー構成変位アクチュエータ 5 1 6 に制御コマンドを送信して、前記アンカー構成 5 1 2 の決定された量の変位を達成する。前記アンカー構成 5 1 2 が、他のサブ構成 5 1 2 に対して変位すると、移動軸 5 2 4 が垂直軸となるように修正されるように、基部 3 0 2 は反応表面に対して変位される。基部 3 0 2 を、反応表面に対して変位させるために、アンカー構成 5 1 2 が、他のアンカー構成 5 1 2 に対して変位された後、コントローラ 2 0 2 はレベルセンサー 5 3 0 からの追加のデータを処理して、基部 3 0 2 の水平面に対する傾斜を判断し、支持脚 5 2 6 の協調的位置決めに対する追加の修正が必要かどうかをチェックする。

30

40

【0 1 7 8】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリング構成 5 1 0 は 2 つのアンカーサブ構成 5 1 2 を含み、第 1 のアンカーサブ構成 5 1 2 は、基部 3 0 2 の 1 つの点、例えば、基部の中心点を通して延在する縦軸の第 1 の側に配置され、第 2 のアンカーサブ構成 5 1 2 は、基部 3 0 2 のその点を通して延在する縦軸の第 2 の側に配置される。かかる実施形態では、例えば、移動軸 5 2 4 は、基部 3 0 2 の中心点を通して延在する前記縦軸に関して修

50

正可能である（例えば、前記縦軸に関して旋回する）。

【0179】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカリング構成510は4つのアンカーサブ構成512を含み、縦軸は、基部の1つの点、例えば、基部302の中心点を通して延在し、横軸は基部302のその点を通して延在して、それにより前記縦軸および横軸は4つの四分円を画定し、4つのアンカーサブ構成512の各1つがそれぞれの四分円に配置される。かかる実施形態では、例えば、移動軸524は、(i)基部302の中心点を通して延在する縦軸（例えば、前記縦軸に関する旋回）、(ii)基部302の中心点を通して延在する横軸（例えば、前記横軸に関する旋回）、または(iii)前記縦軸および横軸の両方、に関して修正可能である。

10

【0180】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成510のアンカーサブ構成512の各1つは別々に、アンカーサブ構成512が、基部302に対して旋回可能になるように連結され、そのためアンカーサブ構成512は、反応表面にしっかりと固定するために、非水平な反応表面と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、アンカーサブ構成512の基部302に対する連結は、アンカーサブ構成512の基部302に対する旋回を達成するために蝶番を含む。

【0181】

いくつかの実施形態では、例えば、アンカー構成510の吸着カップ518の各1つは別々に、吸着カップ518が基部302に対して、旋回可能になるように基部302に連結され、そのため吸着カップ518は、反応表面にしっかりと固定するために、非水平な反応表面と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、吸着カップ462の基部302に対する連結は、吸着カップ462の基部302に対する旋回を達成するために蝶番を含む。

20

【0182】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ430が掴まれた物品を物品支持にわたって移動させている、例えば、物品をロボット画定物品保持体502から物品保持体の方に押しているか、または物品を物品保持体からロボット画定物品保持体502の方に引っ張っている間、摩擦が物品に印加されて、反力が物品マニピュレータ430に印加される。物品マニピュレータ430のリフト機構340への連結のために、反力は物品マニピュレータ430からフレーム342に伝達されて、トルクがフレーム342に印加される結果を伴う。

30

【0183】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342は、例えば、フレーム342の剛性を高めることにより、フレーム342に印加されるトルクに抵抗するように構成される。

【0184】

いくつかの実施形態では、例えば、図25、図26、および図29に示されるように、フレーム342は、第1のフレーム部540、第2のフレーム部542、および第1のフレーム部540と第2のフレーム部542との間に配置された中間フレーム部544を含む。第1のフレーム部540および第2のフレーム部542は、対向する関係で配置される。第1のフレーム部540、第2のフレーム部542、および中間フレーム部544は、トルク受止めフレーム部分546が画定されるように協調して構成される。

40

【0185】

いくつかの実施形態では、例えば、横軸に沿って測定された、フレーム342の幅は、少なくとも14インチの最小値を有する。いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿って測定された、フレーム342の奥行きは、少なくとも8インチの最小値を有する。

【0186】

いくつかの実施形態では、例えば、横軸に沿って測定された、中間キャリア346の幅は、少なくとも10インチの最小値を有する。いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿って測定された、中間キャリア346の奥行きは、少なくとも8インチの最小値を有す

50

る。

【0187】

いくつかの実施形態では、例えば、横軸に沿って測定された、内部キャリア348の幅は、少なくとも6インチの最小値を有する。いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿って測定された、内部キャリア348の奥行きは、少なくとも8インチの最小値を有する。

【0188】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ430のフレーム342への連結は、物品マニピュレータ430が掴まれた物品を移動させている間、力、例えば、掴まれた物品に物品保持体によって加えられる摩擦に起因した反力が、物品マニピュレータ430からフレーム342に伝達されて、トルクがトルク受止めフレーム部分546に印加される結果を伴うようなものである。いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止めフレーム部分546は、フレーム342に印加されたトルクに抵抗するように構成される。

10

【0189】

いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止めフレーム部分546は、垂直軸で切断してC形断面を有する。トルク受止めフレーム部分546のC形断面は、トルク受止めフレーム部分546に印加されたトルクに抵抗するためにトルク受止めフレーム部分546の剛性を高める。

【0190】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342の剛性をさらに高めるために、第1のフレーム部540および中間フレーム部544は、二重重ね継手で連結されて、ガセット(gusseting)で強化される。第2のフレーム部542および中間フレーム部544も、二重重ね継手で連結されて、ガセットで強化される。第1のフレーム部540、第2のフレーム部542、および中間フレーム部544は、上端キャップ547および基端キャップ548に取り付けるフランジも含む。

20

【0191】

いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止めフレーム部分546によりフレーム342に印加されたトルクの抵抗に起因して、リフト機構340は物品マニピュレータ430を比較的高い高さまで垂直に変位できる。いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構340は、物品マニピュレータ430を少なくとも10フィート、例えば、16フィート、例えば、30フィートまで持ち上げることができる。

30

【0192】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342は、十分に大きく、具体的には、垂直軸で切断した大きな断面を有するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、垂直軸で切断したフレーム342の断面のサイズを増大させることにより、垂直軸に沿った慣性モーメントが増大し、それは、フレーム342の剛性を高めて、例えば、物品マニピュレータ430によって移動されている掴まれた物品に加えられる摩擦に起因した反力から、フレーム342に印加されるトルクに抵抗する。いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342の質量の少なくとも一部が、フレーム342の中心縦軸から、少なくとも6インチ、例えば、8インチ、例えば、8.5インチに配置され、フレーム342の中心縦軸は、垂直方向に延在する。いくつかの実施形態では、例えば、フレーム342の質量の全部が、フレーム342の中心縦軸から、少なくとも6インチ、例えば、8インチ、例えば、8.5インチに配置され、フレーム342の中心縦軸は、垂直方向に延在する。

40

【0193】

いくつかの実施形態では、例えば、図25、図27、および図29に示されるように、フレーム342と同様に、中間キャリア346は、第1の中間キャリア区分550、第2の中間キャリア区分552、および第1の中間キャリア区分550と第2の中間キャリア区分552との間に配置された中間区分554を含む。第1の中間キャリア区分550および第2の中間キャリア区分552は、対向する関係で配置される。第1の中間キャリア

50

区分５５０、第２の中間キャリア区分５５２、および中間区分５５４は、トルク受止め中間キャリア部分５５６が画定されるように協調して構成され、トルク受止め中間キャリア部分５５６は、例えば、物品マニピュレータ４３０による掴まれた物品の移動中に掴まれた物品に加えられる摩擦に起因して物品マニピュレータ４３０に加えられる反力から、中間キャリア３４６に印加されるトルクに抵抗するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止め中間キャリア部分５５６は、垂直軸で切断してＣ形断面を有する。

【０１９４】

いくつかの実施形態では、例えば、中間キャリア３４６の剛性をさらに高めるために、第１の中間キャリア区分５５０および中間区分５５４は、二重重ね継手で連結されて、ガセットで強化される。第２の中間キャリア区分５５２および中間区分５５４も、二重重ね継手で連結されて、ガセットで強化される。第１の中間キャリア区分５５０、第２の中間キャリア区分５５２、および中間区分５５４は、上端キャップ５５７および基端キャップ５５８に取り付けるフランジも含む。

【０１９５】

いくつかの実施形態では、例えば、図２５、図２７、および図２８に示されるように、フレーム３４２と同様に、内部キャリア３４８は、第１の内部キャリア区分５６０、第２の内部キャリア区分５６２、および第１の内部キャリア区分５６０と第２の内部キャリア区分５６２との間に配置された中間区分５６４を含む。第１の内部キャリア区分５６０および第２の内部キャリア区分５６２は、対向する関係で配置される。第１の内部キャリア区分５６０、第２の内部キャリア区分５６２、および中間区分５６４は、トルク受止め内部キャリア部分５６６が画定されるように協調して構成され、トルク受止め内部キャリア部分５６６は、例えば、物品マニピュレータ４３０による掴まれた物品の移動中に掴まれた物品に加えられる摩擦に起因して物品マニピュレータ４３０に加えられる反力から、内部キャリア３４８に印加されるトルクに抵抗するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止め内部キャリア部分５６６は、垂直軸で切断してＣ形断面を有する。

【０１９６】

いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア３４８の剛性をさらに高めるために、第１の内部キャリア区分５６０および中間区分５６４は、二重重ね継手で連結されて、ガセットで強化される。第２の内部キャリア区分５６２および中間区分５６４も、二重重ね継手で連結されて、ガセットで強化される。第１の内部キャリア区分５６０、第２の内部キャリア区分５６２、および中間区分５６４は、上端キャップ５６７および基端キャップ５６８に取り付けるフランジも含む。

【０１９７】

いくつかの実施形態では、例えば、図２５、図２７、および図２８に示されるように、フレーム３４２と同様に、コネクタプレート３５２は、第１のコネクタプレート区分５７０、第２のコネクタプレート区分５７２、および第１のコネクタプレート区分５７０と第２のコネクタプレート区分５７２との間に配置された中間区分５７４を含む。第１のコネクタプレート区分５７０および第２のコネクタプレート区分５７２は、対向する関係で配置される。第１のコネクタプレート区分５７０、第２のコネクタプレート区分５７２、および中間区分５７４は、トルク受止めコネクタプレート部分５７６が画定されるように協調して構成され、トルク受止めコネクタプレート部分５７６は、例えば、物品マニピュレータ４３０による掴まれた物品の移動中に掴まれた物品に加えられる摩擦に起因して物品マニピュレータ４３０に加えられる反力から、コネクタプレート３５２に印加されるトルクに抵抗するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、トルク受止めコネクタプレート部分５７６は、垂直軸で切断してＣ形断面を有する。

【０１９８】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成３６０の原動機３６２の定格を低減してエネルギー消費を削減し、中間キャリア３４６および内部キャリア３４８を、フ

10

20

30

40

50

レーム 3 4 0 および基部 3 0 2 に対して、より高速で、垂直に変位できることは望ましい。

【 0 1 9 9 】

この点において、いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は、カウンターウェイト構成を含む。カウンターウェイト構成は、物品マニピュレータ 4 3 0 に連結されて、物品マニピュレータ 4 3 0 の重量がカウンターウェイト構成によって対抗されるように、かつカウンターウェイト構成 4 3 0 が、物品マニピュレータ 4 3 0 の基部 3 0 2 に対する垂直変位の促進で原動機を支援するために効果的になるように、対抗するカウンターウェイトベースの力がカウンターウェイト構成によって物品マニピュレータ 4 3 0 に加えられるという結果を伴う。

10

【 0 2 0 0 】

いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 3 4 0 は、カウンターウェイト構成 4 8 0 を含む。カウンターウェイト構成 5 8 0 は、中間キャリア 3 4 6 に動作可能に連結され、そのため対抗力がカウンターウェイト構成 5 8 0 により中間キャリア 3 4 6 に印加されて、中間キャリア 3 4 6 の重量および中間キャリア 3 4 6 に連結されている構成要素、例えば、内部キャリア 3 4 8、物品移動装置 4 2 0、および物品移動装置 4 2 0 のロボット画定物品保持体 5 0 2 上で支持される物品の重量に対抗する。

【 0 2 0 1 】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 3 4 2、中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8、物品移動装置 4 2 0、カウンターウェイト構成 5 8 0、およびアクチュエータ構成 3 6 0 は、(i) 中間キャリア 3 4 6 がフレーム 3 4 2 に連結されている間、中間キャリア 3 4 6 がフレーム 3 4 2 に対して垂直に変位可能になるように、(i i) 内部キャリア 3 4 8 が中間キャリア 3 4 6 に連結されている間、内部キャリア 3 4 8 が中間キャリア 3 4 6 と共に垂直に変位可能（および、以下でさらに詳細に説明されるように、中間キャリア 3 4 6 に対しても垂直に変位可能）になるように、(i i i) 物品移動装置 4 2 0 が内部キャリア 3 4 8 に連結されている間、(i v) アクチュエータ構成 3 6 0 が中間キャリア 3 4 6 に動作可能に連結されている間、変位力がアクチュエータ構成 3 6 0 によって中間キャリア 3 4 6 に印加可能になるように、(v) カウンターウェイト構成 5 8 0 が中間キャリア 3 4 6 に動作可能に連結されている間、対抗力がカウンターウェイト構成 5 8 0 により中間キャリア 3 4 6 に印加され、アクチュエータ構成 3 6 0 による変位力の中間キャリア 3 4 6 への印加に応答して、中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8、および移動装置 4 2 0 の重量に対抗するように協調して構成され、中間キャリア 3 4 6 は、中間キャリア 3 4 6 に対して、垂直に変位されて、物品移動装置 4 2 0 が、フレーム 3 4 2 に対して、垂直に変位されるという結果を伴う。いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 5 8 0 およびアクチュエータ構成 3 6 0 は協働して、中間キャリア 3 4 6 をフレーム 3 4 2 に対して垂直に変位させる。

20

30

【 0 2 0 2 】

カウンターウェイト構成 5 8 0 が対抗するカウンターウェイトベースの力を中間キャリア 3 4 6 に加えなければ、アクチュエータ構成 3 6 0 は、中間キャリア 3 4 6 を、フレーム 3 4 2 に対して垂直に変位させるために、もっと多くの変位力を中間キャリア 3 4 6 に加える必要があったであろう。カウンターウェイト構成 5 8 0 が対抗するカウンターウェイトベースの力を中間キャリア 3 4 6 に加えると、アクチュエータ構成 3 6 0 は、中間キャリア 3 4 6 を、フレーム 3 4 2 に対して垂直に変位させるために、少ない値の変位力を加えるだけでよい。この点において、カウンターウェイト構成 5 8 0 は、中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8、および物品移動装置 4 2 0 の、フレーム 3 4 2 に対する垂直変位を促してアクチュエータ構成 3 6 0 を支援する。

40

【 0 2 0 3 】

いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 3 4 2 が基部 3 0 2 に連結されている間、中間キャリア 3 4 6 および内部キャリア 3 4 8 の、フレーム 3 4 2 に対する前記垂直変位は、基部 3 0 2 に対してでもあり、物品移動装置 4 2 0 のフレーム 3 4 2 に対する前記垂

50

直変位も、基部 3 0 2 に対してである。

【 0 2 0 4 】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 5 8 0 による対抗力の中間キャリア 3 4 6 への印加に起因して、アクチュエータ構成 3 6 0 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる変位力は、中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8、および物品移動装置 4 2 0 の重量よりも小さい。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 3 6 0 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる変位力は、中間キャリア 3 4 6、内部キャリア 3 4 8、および物品移動装置 4 2 0 の重量の合計と、カウンターウェイト構成 5 8 0 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる対抗力との差よりも大きい。

【 0 2 0 5 】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 5 8 0 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる対抗力は、4 0 0 0 ポンドの力の最小値を有する。かかる実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 3 6 0 の原動機 3 6 2 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる変位力は、数百ポンドの力のオーダーである。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 3 6 0 の原動機 3 6 2 によって中間キャリア 3 4 6 に加えられる変位力は、1 0 0 ポンドの最大値を有する。

【 0 2 0 6 】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 5 8 0 は、1 つ以上の空気圧式カウンターウェイト 5 8 2、例えば、2 つの空気圧式カウンターウェイト 5 8 2、およびトランスミッション構成 5 9 0 を含む。

【 0 2 0 7 】

図 2 2 および図 2 3 に示されるように、カウンターウェイト構成 5 8 0 は、隣り合わせた関係で配置された 2 つの空気圧式カウンターウェイト 5 8 2 を含む。空気圧式カウンターウェイト 5 8 2 の各 1 つは別々に、空圧式ガスシリンダ 5 8 4 およびロッド 5 8 6 を含み、ロッド 5 8 6 は、ガスシリンダ 5 8 4 に対して拡張可能および引込可能である。空圧式ガスシリンダ 5 8 4 の各 1 つに対して、空圧式ガスシリンダは、圧縮ガス、例えば、窒素ガスを含む。いくつかの実施形態では、例えば、圧縮ガスは、2 0 0 0 ポンド／平方インチの圧力を有する。空気圧式カウンターウェイト 5 8 2 の各 1 つに対して別々に、シリンダ 5 8 4 内の圧縮ガスは、ロッド 5 8 6 と流体連結して配置され、そのために圧縮ガスは力をロッド 5 8 6 に印加し、力はロッド 5 8 6 の縦軸に平行な方向を有する。シリンダ 5 8 4 内の圧縮ガスからロッド 5 8 6 に印加される力は、中間キャリア 3 4 6 ならびに、内部キャリア 3 4 8、物品移動装置 4 2 0、および物品移動装置 4 2 0 のロボット画定物品保持体 5 0 2 上で支持された物品などの、中間キャリア 3 4 6 に連結されている構成要素の重量に対抗するための対抗力として中間キャリア 3 4 6 に伝達される。

【 0 2 0 8 】

いくつかの実施形態では、例えば、シリンダ 5 8 4 は、シリンダ 5 8 4 内のガスの圧力が平衡を保つように、流体連結して配置される。

【 0 2 0 9 】

空気圧式カウンターウェイトは、トランスミッション構成 5 9 0 を介して中間キャリア 3 4 6 と動作可能に連結されて、シリンダ 5 8 4 内の圧縮ガスからロッド 5 8 6 に印加される力を中間キャリア 3 4 6 に伝達する。トランスミッション構成 5 9 0 は、トランスミッション構成要素 5 9 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、プーリー 5 9 4 および 5 9 6、フレーム 3 4 2 に取り付けられたプーリー 5 9 8、ならびに中間キャリアコネクタ 6 0 0、例えば、プレートを含む。

【 0 2 1 0 】

図 2 2 および図 2 3 に示されるように、トランスミッション構成要素 5 9 2 は、複滑車構成でプーリー 5 9 4 および 5 9 6 の周りに巻き付けられ、プーリー 5 9 4 は、プーリー 5 9 4 がシリンダ 5 8 4 に対して、またはフレーム 3 4 2 に対して垂直に変位可能にならないように、シリンダ 5 8 4 に取り付けられ、プーリー 5 9 6 は、プーリー 5 9 6 がプーリー 5 9 4 に対して、およびフレーム 3 4 2 に対しても垂直に変位可能になるようにプー

10

20

30

40

50

リー５９４およびフレーム３４２に連結される。図２２および図２３に示されるように、複滑車構成から、トランスミッション構成要素５９２は、プーリー５９８の周りにさらに巻き付けられて、トランスミッション構成要素５９２の端部が中間キャリアコネクタ６００に連結される。中間キャリアコネクタ６００は、ナットとボルト、ねじ、および同様のものなどの、機械的留め具を用いて、中間キャリア３４６に連結可能である。図２１に示されるように、中間キャリアコネクタ６００はフレーム３４２によって画定される空洞３５０内に配置される。

【０２１１】

いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素５９２は、４対１の比で、複滑車構成でプーリー５９４および５９６の周りに巻き付けられており、プーリー５
９６が、プーリー５９４に対して、ある距離だけ、垂直に変位される間、中間キャリアコ
ネクタ６００はその距離の４倍だけ垂直に変位されることを意味する。いくつかの実施形
態では、例えば、複滑車構成は、例えば、たとえロッド５８６が、リフト機構３４０が完
全な拡張構成で配置されている間にシリンダ５８４から完全に拡張されている間でさえ、
カウンターウェイト構成５８０がフレーム３４２内に配置されるのを可能にする。

【０２１２】

空気圧式カウンターウェイト５８２のロッド５８６の各１つは別々に、それぞれのプー
リー５９６に連結されている、それぞれの滑車に連結されて、シリンダ５８４内の圧縮ガ
スから印加された力をトランスミッション構成要素５９２に伝達する。シリンダ５８４内
の圧縮ガスからトランスミッション構成要素５９２へのロッドを介した力の印加に起因し
て、トランスミッション構成要素５９２はピンと張って配置されるようになる。トランス
ミッション構成要素５９２の中間キャリアコネクタ６００への連結に起因して、トランス
ミッション構成要素５９２における張力は、対抗力として中間キャリアコネクタ６００に
伝達される。中間キャリア３４６が中間キャリアコネクタ６００に連結されている間、ト
ランスミッション構成要素５９２における張力は、中間キャリア３４６、ならびに内部キ
ャリア３４８および物品移動装置４２０などの、中間キャリア３４６に連結された構成要
素に、対抗するカウンターウェイトベースの力として伝達される。

【０２１３】

図２２に示されるように、中間キャリアコネクタ６００が中間キャリア３４６に連結さ
れている間、およびリフト機構３４０が引込構成で配置されている間、（ｉ）ロッド５８
６はシリンダ５８４内に配置され、（ｉｉ）プーリー５９４および５９６は引込構成で配
置されて、プーリー５９４および５９６は相互に近接して配置されており、（ｉｉｉ）中
間キャリアコネクタ６００はフレーム３４２の下端に配置されている。

【０２１４】

図２３に示されるように、中間キャリアコネクタ６００が中間キャリア３４６に連結さ
れている間、およびリフト機構３４０が拡張構成で配置されている間、（ｉ）ロッド５８
６はシリンダ５８４の外側に拡張され、（ｉｉ）プーリー５９４および５９６は拡張構成
で配置されて、引込構成におけるその配置に比べて、プーリー５９６は、プーリー５９４
のさらに上に配置されていて、（ｉｉｉ）中間キャリアコネクタ６００はフレーム３４２
の上端に配置されている。

【０２１５】

いくつかの実施形態では、例えば、空圧式ガスシリンダ５８４内のガスの圧力は、中間
キャリア３４６および内部キャリア３４８の基部３０２に対する垂直変位中に変化し、そ
のためカウンターウェイト構成５８０によって中間キャリア３４６に印加された対抗力は
、中間キャリア３４６および内部キャリア３４８の基部３０２に対する垂直変位中に変化
する。リフト機構３４０が引込構成で配置されている間、ロッド５８６は、図２２に示さ
れるように、シリンダ５８４内に引き込まれ、そのためシリンダ５８４の容積はその最低
であり、ガスの圧力はその最高である。リフト機構３４０が完全な拡張構成で配置され
ている間、中間キャリア３４６および内部キャリア３４８は、図１７および図２３に示され
るように、フレーム３４２に対して、最大垂直位置に位置付けられて、ロッド５８６は、

図 23 に示されるように、シリンダ 584 から外部に拡張し、そのためシリンダ 584 の容積はその最高であり、ガスの圧力はその最低である。リフト機構 340 が引込構成から完全な拡張構成に移行するにつれて、シリンダ 584 の容積は増大し、シリンダ 584 内の圧力は減少する。

【0216】

いくつかの実施形態では、例えば、対抗力は、例えば、リフト機構 340 が半拡張構成で配置されている間、中間キャリア 346、内部キャリア 348、および物品移動装置 420 の重量と大きさが等しく、中間キャリア 346 および内部キャリア 348 は、最大垂直位置の半分である垂直位置に位置付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、対抗力が、中間キャリア 346、内部キャリア 348、および物品移動装置 420 の重量と大きさが等しい間、アクチュエータ構成 360 は、中間キャリア 346、内部キャリア 348、および物品移動装置 420 を比較的小さい変位力、例えば、1 ポンドの力で垂直に変位できる。

10

【0217】

リフト機構 340 が引込構成で配置されている間、アクチュエータ構成 360 により中間キャリア 346 に印加される力は、リフト機構 340 の引込構成における配置を保持するために、対抗力の少なくとも一部に対抗するためである。リフト機構 340 が完全な拡張構成で配置されている間、アクチュエータ構成 360 により中間キャリア 346 に印加される力は、リフト機構 340 の完全な拡張構成における配置を保持するために、中間キャリア 346、内部キャリア 348、および物品移動装置 420 の重量の少なくとも一部に対抗するためである。

20

【0218】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 580 はフレーム 342 内に配置され、そのため、空気圧式カウンターウェイト 582、プーリー 594、596、トランスミッション構成要素 592、およびプーリー 598 は、例えば、保守または交換のために、アクセスを容易にするため、背面アクセスパネル 602 を介してアクセス可能になる。いくつかの実施形態では、例えば、フレーム 342 は、内側および外側を画定して、中間キャリア 600 は、内側に配置され、カウンターウェイト構成 580 は、カウンターウェイト構成がフレーム 342 の外側からアクセス可能になるように、フレーム 342 に取り付けられる。

30

【0219】

いくつかの実施形態では、例えば、空気圧式カウンターウェイト 582 の代わりに、カウンターウェイト構成 580 はコイルばねを含む。

【0220】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 362 と同様に、アクチュエータ構成 400 の原動機 402 の定格を低減してエネルギー消費を削減し、コネクタプレート 352 を、内部キャリア 348 に対して、より高速で、垂直に変位できることは望ましい。

【0221】

この点において、いくつかの実施形態では、例えば、リフト機構 340 はカウンターウェイト構成 620 を含む。カウンターウェイト構成 620 はコネクタプレート 352 に動作可能に連結され、そのため対抗力がカウンターウェイト構成 620 によりコネクタプレート 352 に印加されて、コネクタプレート 352 の重量およびコネクタプレート 352 に連結されている構成要素、例えば、物品移動装置 420、および物品移動装置 420 のロボット画定物品保持体 502 上で支持される物品の重量に対抗する。

40

【0222】

いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア 348、コネクタプレート 352、物品移動装置 420、カウンターウェイト構成 620、およびアクチュエータ構成 400 は、(i) コネクタプレート 352 が内部キャリア 348 に連結されている間、コネクタプレート 352 が内部キャリア 348 に対して垂直に変位可能になるように、(ii) 物品移動装置 420 がコネクタプレート 352 に連結されている間、(iii) アクチュエー

50

タ構成 400 がコネクタプレート 352 に動作可能に連結されている間、変位力がアクチュエータ構成 400 によってコネクタプレート 352 に印加可能になるように、(iv) カウンターウェイト構成 620 がコネクタプレート 352 に動作可能に連結されている間、対抗力がカウンターウェイト構成 620 によりコネクタプレート 352 に印加され、アクチュエータ構成 400 による変位力のコネクタプレート 352 への印加に応答して、コネクタプレート 352 および物品移動装置 420 の重量に対抗するように協調して構成され、コネクタプレート 352 は、内部キャリア 348 に対して、垂直に変位されて、物品移動装置 420 が、内部キャリア 348 に対して、垂直に変位されるという結果を伴う。いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 620 およびアクチュエータ構成 400 は協働して、コネクタプレート 352 を内部キャリア 348 に対して垂直に変位させる。

10

【0223】

カウンターウェイト構成 620 が対抗するカウンターウェイトベースの力をコネクタプレート 352 に加えなければ、アクチュエータ構成 400 は、コネクタプレート 352 を、内部キャリア 348 に対して垂直に変位させるために、もっと多くの変位力をコネクタプレート 352 に加える必要があったであろう。カウンターウェイト構成 620 が対抗するカウンターウェイトベースの力をコネクタプレート 352 に加えると、アクチュエータ構成 400 は、コネクタプレート 352 を、内部キャリア 348 に対して垂直に変位させるために、少ない値の変位力を加えるだけでよい。この点において、カウンターウェイト構成 620 は、コネクタプレート 352 および物品移動装置 420 の、内部キャリア 348 に対する垂直変位を促してアクチュエータ構成 400 を支援する。

20

【0224】

いくつかの実施形態では、例えば、内部キャリア 348 が、例えば、基部 302 に連結されているフレーム 342 に連結される、中間キャリア 346 への連結を介して、基部 302 に連結されている間、コネクタプレート 352 の、内部キャリア 348 に対する前記垂直変位は、基部 302 に対してでもあり、物品移動装置 420 の内部キャリア 348 に対する前記垂直変位も、基部 302 に対してである。

【0225】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 620 による対抗力のコネクタプレート 352 への印加に起因して、アクチュエータ構成 400 によってコネクタプレート 352 に加えられる変位力は、コネクタプレート 352 および物品移動装置 420 の重量よりも小さい。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 400 によってコネクタプレート 352 に加えられる変位力は、コネクタプレート 352 および物品移動装置 420 の重量の合計と、カウンターウェイト構成 620 によってコネクタプレート 352 に加えられる対抗力との差よりも大きい。

30

【0226】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 620 によってコネクタプレート 352 に加えられる対抗力は、750 ポンドの最小値を有する。かかる実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 400 の原動機 402 によってコネクタプレート 352 に加えられる変位力は、数十ポンドの力のオーダーである。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 400 の原動機 402 によってコネクタプレート 352 に加えられる変位力は、75 ポンドの最大値を有する。

40

【0227】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成 620 は、空気圧式カウンターウェイト 622、およびトランスミッション構成 630 を含む。

【0228】

いくつかの実施形態では、例えば、空気圧式カウンターウェイト 622 は、空圧式ガスシリンダ 624 およびロッド 626 を含み、ロッド 626 は、ガスシリンダ 624 に対して拡張可能および引込可能である。空圧式ガスシリンダ 624 は、圧縮ガス、例えば、窒素ガスを含む。いくつかの実施形態では、例えば、圧縮ガスは、600 ポンド／平方イン

50

チの圧力を有する。シリンダ 6 2 4 内の圧縮ガスは、ロッド 6 2 6 と流体連結して配置され、そのために圧縮ガスは力をロッド 6 2 6 に印加し、力はロッド 6 2 6 の縦軸に平行な方向を有する。シリンダ 6 2 4 内の圧縮ガスからロッド 6 2 6 に印加される力は、コネクタプレート 3 5 2 ならびに、物品移動装置 4 2 0 および物品移動装置 4 2 0 のロボット画定物品保持体 5 0 2 上で支持された物品などの、コネクタプレート 3 5 2 に連結されている構成要素の重量に対抗するための対抗力としてコネクタプレート 3 5 2 に伝達される。

【0 2 2 9】

いくつかの実施形態では、例えば、力をロッド 6 2 6 に加えるために、例えば、ばねではなく、圧縮ガスを使用することにより、ロッド 6 2 6 に加えられる力は概ね一定である。

10

【0 2 3 0】

空気圧式カウンターウェイト 6 2 2 は、トランスミッション構成 6 3 0 を介してコネクタプレート 3 5 2 と動作可能に連結されて、シリンダ 6 2 4 内の圧縮ガスからシリンダ 6 2 6 に印加される力をコネクタプレート 3 5 2 に伝達する。トランスミッション構成 6 3 0 は、トランスミッション構成要素 6 3 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、プーリー 6 3 4 が内部キャリア 3 4 8 に対して垂直に変位可能になるように内部キャリア 3 4 8 に連結されたプーリー 6 3 4、プーリー 6 3 6 が内部キャリア 3 4 8 に対して垂直に変位可能ではないように、内部キャリア 3 4 8 に、例えば、内部キャリア 3 4 8 の上端において取り付けられたプーリー 6 3 6、およびコネクタプレートコネクタ 6 3 8、例えば、プレートを含む。

20

【0 2 3 1】

図 3 6 ~ 図 3 9 に示されるように、トランスミッション構成要素 6 3 2 は、1 つの端部 6 4 0 で、内部キャリア 3 4 8 に連結されて、複滑車構成でプーリー 6 3 4 および 6 3 6 の周りに巻き付けられ、第 2 の端部 6 4 2 で、コネクタプレートコネクタ 6 3 8 に連結される。コネクタプレートコネクタ 6 3 8 は、ナットとボルト、ねじ、および同様のものなどの、機械的留め具を用いて、コネクタプレート 3 5 2 に連結可能である。

【0 2 3 2】

いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素 6 3 2 は、2 対 1 の比で、複滑車構成でプーリー 6 3 4 および 6 3 6 の周りに巻き付けられており、プーリー 6 3 4 が、プーリー 6 3 6 に対して、ある距離だけ、垂直に変位される間、コネクタプレートコネクタ 6 3 8 は、その距離の 2 倍だけ垂直に変位されることを意味する。

30

【0 2 3 3】

ロッド 6 2 6 は、プーリー 6 3 4 に連結されている滑車に連結されて、シリンダ 6 2 4 内の圧縮ガスから印加された力をトランスミッション構成要素 6 3 2 に伝達する。シリンダ 6 2 4 内の圧縮ガスからトランスミッション構成要素 6 3 2 へのロッド 6 2 6 を介した力の印加に起因して、トランスミッション構成要素 6 3 2 はピンと張って配置されるようになる。トランスミッション構成要素 6 3 2 のコネクタプレートコネクタ 6 3 8 および内部キャリア 3 4 8 への連結に起因して、トランスミッション構成要素 6 3 2 における張力は、対抗力としてコネクタプレートコネクタ 6 3 8 に伝達される。コネクタプレート 3 5 2 がコネクタプレートコネクタ 6 3 8 に連結されている間、トランスミッション構成要素 6 3 2 における張力は、コネクタプレート 3 5 2、および物品移動装置 4 2 0 などの、コネクタプレート 3 5 2 に連結された構成要素に、対抗するカウンターウェイトベースの力として伝達される。

40

【0 2 3 4】

図 3 6 に示されるように、コネクタプレート 3 5 2 が内部キャリア 3 4 8 の下端に配置されて、コネクタプレートコネクタ 6 3 8 がコネクタプレート 3 5 2 に連結されている間、(i) ロッド 6 2 6 はシリンダ 6 2 4 内に配置され、(i i) プーリー 6 3 4 は、内部キャリア 3 4 8 の上端と下端との間にある内部キャリア 3 4 8 の中間部分に配置され、(i i i) コネクタプレートコネクタ 6 3 8 は内部キャリア 3 4 8 の下端に配置されている。

50

【0235】

図38に示されるように、コネクタプレート352が内部キャリア348の上端に配置されて、コネクタプレートコネクタ638がコネクタプレート352に連結されている間、(i) ロッド626はシリンダ624の外側に拡張され、(ii) プーリー634は、内部キャリア348の下端に配置され、(iii) コネクタプレートコネクタ638は内部キャリア348の上端に配置されている。

【0236】

いくつかの実施形態では、例えば、空圧式ガスシリンダ624内のガスの圧力は、コネクタプレート352の内部キャリア348に対する垂直変位中に変化し、そのためカウンターウェイト構成620によってコネクタプレート352に印加された対抗力は、コネクタプレート352の内部キャリア348に対する垂直変位中に変化する。コネクタプレート352が、図36および図37に示されるように、内部キャリア348に対して、その最も低い垂直位置に配置されている間、ロッド626はシリンダ624内に引き込まれ、そのためシリンダ624の容積はその最低であり、ガスの圧力はその最高である。コネクタプレート352が、図38および図39に示されるように、内部キャリア348に対して、最も高い垂直位置に配置されている間、ロッド626はシリンダ624から外部に拡張し、そのためシリンダ624の容積はその最高であり、ガスの圧力はその最低である。コネクタプレート352が、内部キャリア348に対して、その最も低い垂直位置からその最も高い垂直位置に垂直に変位されるにつれて、シリンダ624の容積は増大し、シリンダ624内の圧力は減少する。

【0237】

いくつかの実施形態では、例えば、対抗力は、例えば、コネクタプレート352が中間位置に配置されている間、コネクタプレート352および物品移動装置420の重量と大きさが等しく、コネクタプレート352は、内部キャリア348に対して、その最も高い位置の半分である、垂直位置に位置付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、対抗力が、コネクタプレート352および物品移動装置420の重量と大きさが等しく、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、アクチュエータ構成400は、物品移動装置420を比較的小さい変位力、例えば、1ポンドの力で垂直に変位できる。

【0238】

コネクタプレート352が、内部キャリア348に対して、その最も低い位置に配置されていて、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、アクチュエータ構成400によりコネクタプレート352に印加される力は、コネクタプレート352を、内部キャリア348に対して最も低い位置に保持するために、対抗力の少なくとも一部に対抗するためである。

【0239】

コネクタプレート352が、内部キャリア348に対して、その最も高い位置に配置されていて、物品移動装置420がコネクタプレート352に連結されている間、アクチュエータ構成400によりコネクタプレート352に印加される力は、コネクタプレート352を、内部キャリア348に対して最も高い位置に保持するために、コネクタプレート352および物品移動装置420の重量の少なくとも一部に対抗するためである。

【0240】

いくつかの実施形態では、例えば、空気圧式カウンターウェイト622の代わりに、カウンターウェイト構成620はコイルばねを含む。

【0241】

いくつかの実施形態では、例えば、カウンターウェイト構成620は、内部キャリア348内に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成400およびカウンターウェイト構成620は、対向する関係で配置される。

【0242】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432は伸縮式アームであり、伸縮

10

20

30

40

50

式アームは剛性を高めるように構成され、そのため伸縮式アームは、例えば、物品保持体の最後部に配置される物品に達するために、比較的長い横方向リーチを有する。

【0243】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームの複数のアームセグメントの少なくとも1つはC形断面を有し、そのため伸縮式アームは、少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントを含む。いくつかの実施形態では、例えば、C形を有する断面は、横軸で切断して得られる。

【0244】

いくつかの実施形態では、例えば、少なくとも1つの中間アームセグメントの少なくとも1つ、例えば、中間アームセグメント436Aおよび中間アームセグメント436Bの少なくとも1つは、C形断面を有しており、そのために少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントは、少なくとも1つの中間アームセグメントの少なくとも1つを含む。

【0245】

いくつかの実施形態では、例えば、図43に示されるように、少なくとも1つの中間アームセグメントの各1つは別々に、C形断面を有しており、そのため少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントは、少なくとも1つの中間アームセグメントを含む。かかる実施形態では、例えば、中間アームセグメント436Aおよび中間アームセグメント436Bの各1つは別々に、C形断面を有する。

【0246】

いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント436AのC形断面は、中間アームセグメント436Aの剛性を高める。

【0247】

いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント436BのC形断面は、中間アームセグメント436Bの剛性を高める。

【0248】

いくつかの実施形態では、例えば、図43に示されるように、末端アームセグメント438はC形断面を有しており、そのため少なくとも1つのC形断面で画定されたアームセグメントは、末端アームセグメント438を含む。

【0249】

いくつかの実施形態では、例えば、末端アームセグメント438のC形断面は、末端アームセグメント438の剛性を高める。

【0250】

いくつかの実施形態では、例えば、末端アームセグメント438は、(i)上向きに延出する折り曲げ(fold)652によって画定されて、基部302に対して、横方向に延在する、第1の端部650、および(ii)下向きに延出する折り曲げ656によって画定されて、基部302に対して、横方向に延在する、第2の端部654、を含む。

【0251】

いくつかの実施形態では、例えば、上向きに延出する折り曲げ652および下向きに延出する折り曲げ656は、末端アームセグメント438の剛性をさらに高める。

【0252】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームのアームセグメントの剛性を高めることにより、伸縮式アームの剛性が高められる。剛性が高められると、伸縮式アームは横方向にさらに拡張することができ、そのため伸縮式アームは増大された横方向リーチを有する。増大された横方向リーチを有することにより、伸縮式アームは、例えば、物品保持体の最後部に配置されている物品を掴むために、またはロボット画定物品保持体502から物品保持体の最後部まで物品を押すために、エンドエフェクタ440を拡張された横方向距離だけ横方向に変位するように拡張可能である。

【0253】

いくつかの実施形態では、垂直中心線から測定して、伸縮式アームは横方向に少なくと

10

20

30

40

50

も 0.5 メートル、例えば、1 メートル、例えば、1.5 メートル、例えば、1.95 メートルだけ拡張可能である。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームは、物品保持体において 3 ピンの奥行きまで届くように横方向に拡張できる。

【0254】

いくつかの実施形態では、例えば、末端アームセグメント 438 は、横軸に沿って測定された、少なくとも 24 インチの最小値を有する、幅を持つ。いくつかの実施形態では、例えば、末端アームセグメント 438 は、垂直軸に沿って測定された、少なくとも 4 インチの最小値を有する、高さを持つ。いくつかの実施形態では、例えば、末端アームセグメント 438 は、縦軸に沿って測定された、少なくとも 1.25 インチの最小値を有する、奥行きを持つ。

10

【0255】

いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436B は、横軸に沿って測定された、少なくとも 24 インチの最小値を有する、幅を持つ。いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436B は、垂直軸に沿って測定された、少なくとも 3.5 インチの最小値を有する、高さを持つ。いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436B は、縦軸に沿って測定された、少なくとも 7/8 インチの最小値を有する、奥行きを持つ。

【0256】

いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436A は、横軸に沿って測定された、少なくとも 24 インチの最小値を有する、幅を持つ。いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436A は、垂直軸に沿って測定された、少なくとも 3 インチの最小値を有する、高さを持つ。いくつかの実施形態では、例えば、中間アームセグメント 436A は、縦軸に沿って測定された、少なくとも 0.5 インチの最小値を有する、奥行きを持つ。

20

【0257】

いくつかの実施形態では、例えば、上向きに延出する折り曲げ 652 の高さは、少なくとも 0.5 インチの最小値を有する。いくつかの実施形態では、例えば、下向きに延出する折り曲げ 654 の高さは、少なくとも 0.5 インチの最小値を有する。

【0258】

いくつかの実施形態では、例えば、第 1 の物品保持体は、通路が画定されるように間隔を置いた関係で、第 2 の物品保持体の反対側に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、第 1 と第 2 の物品保持体の間の、12 フィート未満の、最小間隔距離が、通路内に画定される。いくつかの実施形態では、例えば、最小間隔距離は、25 インチよりも大きい。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 が通路内を移動している間、ロボット 110 の対象物品、例えば、ロボット 110 によって取り出すべき物品は、第 1 の物品保持体上に支持されている第 1 の物品、または第 2 の物品保持体上に支持されている第 2 の物品である。ロボット 110 が、通路から出て、その通路に再び戻る必要なく、第 1 の物品または第 2 の物品のいずれも取り出すことができることは望ましい。この点において、拡張可能アーム 432 が第 1 の方向に拡張できること、および第 1 の方向とは反対の第 2 の方向にも拡張できることは望ましい。

30

40

【0259】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 がそれに対して構成される、物品の把持は、第 1 の物品の把持および第 2 の物品の把持を含む。

【0260】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 は、図 47～図 50 に示されるように、第 1 の拡張可能アーム拡張構成、および、図 51～図 54 に示されるように、第 2 の拡張可能アーム拡張構成で構成可能である。

【0261】

いくつかの実施形態では、例えば、第 1 の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は第 1 の方向に拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、第 1 の拡張可能

50

アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は、エンドエフェクタ 440 が第 1 の物品保持体上で支持されている第 1 の物品を掴むために配置されるように、拡張される。

【0262】

いくつかの実施形態では、例えば、第 2 の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は、第 1 の方向と反対の、第 2 の方向に拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、第 2 の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は、エンドエフェクタ 440 が第 2 の物品保持体上で支持されている第 2 の物品を掴むために配置されるように、拡張される。

【0263】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 は、図 44～46 に示されるように、拡張可能アーム引込構成から、第 1 の拡張可能アーム拡張構成に拡張可能であり、拡張可能アーム引込構成から第 2 の拡張可能アーム拡張構成にも拡張可能である。拡張可能アーム引込構成から第 1 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、拡張可能アーム 432 は第 1 の方向に拡張され、拡張可能アーム引込構成から第 2 の拡張可能アーム拡張構成への移行において、拡張可能アームは第 2 の方向に拡張される。

【0264】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム引込構成から第 1 の拡張可能アーム拡張構成への、拡張可能アーム 432 の拡張は、拡張可能アーム 432 の、基部 302 に対する、第 1 の方向への、横方向の拡張である。いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム引込構成から第 2 の拡張可能アーム拡張構成への、拡張可能アーム 432 の拡張は、拡張可能アーム 432 の、基部 302 に対する第 2 の方向への、横方向の拡張である。

【0265】

いくつかの実施形態では、例えば、第 1 の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は、第 1 の方向に、拡張可能アーム拡張軸 431 に沿って拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、第 2 の拡張可能アーム拡張構成では、拡張可能アーム 432 は、第 2 の方向に、同様に拡張可能アーム拡張軸に沿って拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム拡張軸は、基部 302 に対して、横方向に延在する。

【0266】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 が第 1 の拡張可能アーム拡張構成で構成されている間、拡張可能アーム 432 は、基部 302 の右側に拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 が第 2 の拡張可能アーム拡張構成で構成されている間、拡張可能アーム 432 は、基部 302 の左側に拡張される。

【0267】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 は伸縮式アームであり、伸縮式アームは、図 47～図 50 に示されるような、第 1 の伸縮式アーム拡張構成、図 51～図 54 に示されるような、第 2 の伸縮式アーム拡張構成、および図 44～図 46 に示されるような、伸縮式アーム引込構成で構成可能である。

【0268】

第 1 の伸縮式アーム拡張構成では、伸縮式アームは、第 1 の方向に、伸縮式アーム軸 433 に沿って拡張され、そのためエンドエフェクタ 440 は第 1 の物品保持体上で支持されている第 1 の物品を掴むために配置される。

【0269】

第 2 の伸縮式アーム拡張構成では、伸縮式アームは、第 2 の方向に、伸縮式アーム軸に沿って拡張され、そのためエンドエフェクタ 440 は第 2 の物品保持体上で支持されている第 2 の物品を掴むために配置される。

【0270】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アーム軸は、基部 302 に対して、横方向に拡張する。

【0271】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 は、原動機 662、例えば、モーター、例えば、電気モーターを含む、アクチュエータ構成 660、ならびにギアボックス 666、ギア 668、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のものなどの、トランスミッション構成要素 670 を含む、トランスミッション構成 664、ならびに拡張可能アーム 432 の作動のためのラック 672 を含み、拡張可能アーム 432 は伸縮式アームである。図 55、図 56、および図 48 に示されるように、原動機 662、ギアボックス 666、ギア 668、およびトランスミッション構成要素 670 は、基本アームセグメント 434 に連結されて、ラック 672 は中間アームセグメント 436A に取り付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 662 およびギアボックス 664 は、電気およびデータコネクタ 428 と、例えば、電気ならびにデータケーブル 435 および 437 によって、電気およびデータ通信して配置される。ケーブル 390 および 392 が電気およびデータコネクタ 428 と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機 662 およびギアボックス 664 は、コントローラ 202 とデータ通信して配置されて、ロボット 110 のバッテリーとも電気通信して配置される。

10

【0272】

原動機 662 は、伸縮式アームを、基部 302 に対して横方向に伸縮させるために、伸縮式アームに印加できる変位力を生成するように構成される。原動機 662 からの変位力の伸縮式アームへの印加に応答して、伸縮式アームは、基部 302 に対して、横方向に拡張または引き込まれる。

【0273】

20

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 662 は、第 1 の方向変位駆動状態および第 2 の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 662 が第 1 の方向変位駆動状態で配置されている間、伸縮式アームに印加される変位力は、第 1 の方向、例えば、右方向を有しており、そのために伸縮式アームは、変位力の伸縮式アームへの印加に応答して、基部 302 に対して、第 1 の方向に拡張または引き込まれる。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 662 が第 2 の方向変位駆動状態で配置されている間、伸縮式アームに印加される変位力は、第 1 の方向の反対である第 2 の方向、例えば、左方向を有しており、そのために伸縮式アームは、変位力の伸縮式アームへの印加に応答して、基部 302 に対して、第 2 の方向に変位される。

【0274】

30

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 662 は、コントローラ 202 とデータ通信して配置され、コントローラ 202 からの制御コマンドにより、原動機 662 の第 1 の方向変位駆動状態および第 2 の方向変位駆動状態での作動のために、バッテリーと電気通信してさらに配置される。

【0275】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 660 は、原動機 662 と伸縮式アームとの間、特に、原動機 662 と中間アームセグメント 436A との間、の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成 664 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 664 は、トランスミッション構成要素 670 を含む。トランスミッション構成要素 670 は、原動機 662 とギアボックス 666 およびギア 668 を介して動作可能に連通して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素 670 は、力がトランスミッション構成要素 670 からラック 672 に、従って中間アームセグメント 436A に伝達可能になるように、ラック 672 と協働するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素およびラック 672 の各 1 つは別々に、トランスミッション構成要素 670 からラック 672 へ力を伝達するためのねじ切りまたは歯を含む。図 55 および図 56 に示されるように、原動機 662 は、ギアボックス 666、ギア 668、およびトランスミッション構成要素 670 を介してラック 672 と動作可能に連通して配置されて、ラック 672 は中間アームセグメント 436A に連結され、そのために原動機 662 によって生成された変位力が、ギアボックス 666、ギア 668、トランスミッション構成要素 670、お

40

50

よびラック 6 7 2 を介して、中間アームセグメント 4 3 6 A に印加される。この点において、原動機 6 6 2 によって生成される変位力は、中間アームセグメント変位力である。原動機 6 6 2 から中間アームセグメント 4 3 6 A への中間アームセグメント変位力の印加に
10 応答して、中間アームセグメント 4 3 6 は、基部 3 0 2 に対して、横方向に変位される。

【0 2 7 6】

いくつかの実施形態では、例えば、基本アームセグメント 4 3 4 は、基本アームセグメント 4 3 4 の基部 3 0 2 に対する横方向変位がないように、基部 3 0 2 に連結される。かかる実施形態では、例えば、原動機 6 6 2 から中間アームセグメント 4 3 6 A への中間アームセグメント変位力の印加に
10 応答して、中間アームセグメント 4 3 6 は、基本アームセグメント 4 3 4 に対して、横方向に変位される。

【0 2 7 7】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームの拡張または引込みを達成するために、中間アームセグメント 4 3 6 B を、中間アームセグメント 4 3 6 A に対して、横方向に変位させるため、および末端アームセグメント 4 3 8 も中間アームセグメント 4 3 6 B に対して横方向に変位させるために、物品マニピュレータ 4 3 0 はトランスミッション構成 6 8 0 を含む。基本アームセグメント 4 3 4、中間アームセグメント 4 3 6 A、中間アームセグメント 4 3 6 B、末端アームセグメント 4 3 8、トランスミッション構成 6 8 0 およびアクチュエータ構成 6 6 0 は協調して構成されて、そのため、中間アームセグメント 4 3 6 A の、基本アームセグメント 4 3 4 に対する横方向変位を達成するためにアクチュエータ構成 6 6 0 による中間アームセグメント 4 3 6 A への中間アームセグメント変位力の
20 印加に
20 応答して、(i) 中間アームセグメント変位力がトランスミッション構成 6 8 0 によって中間アームセグメント 4 3 6 B に印加されて、中間アームセグメント 4 3 6 B の、中間アームセグメント 4 3 6 A に対する横方向変位を達成し、かつ (i i) 末端アームセグメント変位力がトランスミッション構成 6 8 0 によって末端アームセグメント 4 3 8 に印加されて、末端アームセグメント 4 3 8 の、中間アームセグメント 4 3 6 B に対する横方向変位を達成するようになる。

【0 2 7 8】

いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 6 8 0 は、以下を含む：

【0 2 7 9】

(i) 第 1 の端部 6 8 4 および第 2 の端部 6 8 6 を有する、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、
30

【0 2 8 0】

(i i) 第 1 の端部 6 9 4 および第 2 の端部 6 9 6 を有する、第 2 の上部トランスミッション構成要素 6 9 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、

【0 2 8 1】

(i i i) 第 1 の端部 7 0 4 および第 2 の端部 7 0 6 を有する、第 1 の下部トランスミッション構成要素 7 0 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、

【0 2 8 2】

(i v) 第 1 の端部 7 1 4 および第 2 の端部 7 1 6 を有する、第 2 の下部トランスミッション構成要素 7 1 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、
40

【0 2 8 3】

(v) 中間アームセグメント 4 3 6 A に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 A の右端上に配置された第 1 の上部プーリー 7 2 0、

【0 2 8 4】

(v i) 中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 B の左端上に配置された第 2 の上部プーリー 7 2 2、

【0 2 8 5】

(v i i) 中間アームセグメント 4 3 6 A に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 A の左端上に配置された第 1 の下部プーリー 7 2 4、

【0 2 8 6】

10

20

30

40

50

(v i i i) 中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 B の左端上に配置された第 2 の下部プーリー 7 2 6。

【0 2 8 7】

図 4 4 ~ 図 5 4 に示されるように、

【0 2 8 8】

(i) 第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 は、第 1 の端部 6 8 4 において、基本アームセグメント 4 3 4 に連結され、第 2 の端部 6 8 6 において、中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 A に連結されている第 1 の上部プーリー 7 2 0 の周りに巻き付けられ、ピンと張って配置される。

【0 2 8 9】

(i i) 第 2 の上部トランスミッション構成要素 6 9 2 は、第 1 の端部 6 9 4 において、中間アームセグメント 4 3 6 A に連結され、第 2 の端部 6 9 6 において、末端アームセグメント 4 3 8 に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されている第 2 の上部プーリー 7 2 2 の周りに巻き付けられ、ピンと張って配置される。

【0 2 9 0】

(i i i) 第 1 の下部トランスミッション構成要素 7 0 2 は、第 1 の端部 7 0 4 において、基本アームセグメント 4 3 4 に連結され、第 2 の端部 7 0 6 において、中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 A に連結されている第 1 の下部プーリー 7 2 4 の周りに巻き付けられ、ピンと張って配置される。

【0 2 9 1】

(i v) 第 2 の下部トランスミッション構成要素 7 1 2 は、第 1 の端部 7 1 4 において、中間アームセグメント 4 3 6 A に連結され、第 2 の端部 7 1 6 において、末端アームセグメント 4 3 8 に連結されて、中間アームセグメント 4 3 6 B に連結されている第 2 の下部プーリー 7 2 6 の周りに巻き付けられ、ピンと張って配置される。

【0 2 9 2】

原動機 6 6 2 からの第 1 の方向を有する中間アームセグメント変位力の印加に応答して、中間アームセグメント 4 3 6 A の第 1 の方向における、例えば、右方向における、横方向変位に応答して、第 1 の上部プーリー 7 2 0 および第 1 の下部プーリー 7 2 4 は、第 1 の方向に変位される。第 1 の上部プーリー 7 2 0 が第 1 の方向に変位されると、第 1 の上部プーリー 7 2 0 は、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 に力を及ぼして、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 はさらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 の (i) 基本アームセグメント 4 3 4、それは、基本アームセグメント 4 3 4 の、基部 3 0 2 に対する横方向変位がないように、基部に連結される、および (i i) 中間アームセグメント 4 3 6 B、それは、中間アームセグメント 4 3 6 B が、中間アームセグメント 4 3 6 A に対して、横方向に変位可能になるように、中間アームセグメント 4 3 6 A に連結される、への連結に起因して、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 における張力は、第 1 の方向を持つ、中間アームセグメント変位力として、中間アームセグメント 4 3 6 B に伝達される。この点において、中間アームセグメント 4 3 6 A が第 1 の方向に横方向に変位されると、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 は中間アームセグメント変位力を中間アームセグメント 4 3 6 B に印加する。中間アームセグメント変位力の中間アームセグメント 4 3 6 B への印加に応答して、中間アームセグメント 4 3 6 B は、中間アームセグメント 4 3 6 A に対して、第 1 の方向に変位される。

【0 2 9 3】

同様に、第 1 の上部トランスミッション構成要素 6 8 2 からの第 1 の方向を有する中間アームセグメント変位力の印加に応答して、中間アームセグメント 4 3 6 B の第 1 の方向における、例えば、右方向における、横方向変位に応答して、第 2 の上部プーリー 7 2 2 および第 2 の下部プーリー 7 2 6 は、第 1 の方向に変位される。第 2 の下部プーリー 7 2 6 が第 1 の方向に変位されると、第 2 の下部プーリー 7 2 6 は、第 2 の下部トランスミッション構成要素 7 1 2 に力を及ぼして、第 2 の下部トランスミッション構成要素 7 1 2 は

10

20

30

40

50

さらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。第2の下部トランスミッション構成要素712の(i)中間アームセグメント436Aへの連結、そのため中間アームセグメント436Bが中間アームセグメント436Aに対して横方向に変位可能になる、および(ii)末端アームセグメント438、それは、末端アームセグメント438が、中間アームセグメント436Bに対して、横方向に変位可能であるように、中間アームセグメント436Bに連結される、への連結に起因して、第2の下部トランスミッション構成要素712における張力は、第1の方向を持つ、末端アームセグメント変位力として、末端アームセグメントに伝達される。この点において、中間アームセグメント436Bが第1の方向に横方向に変位されると、第2の下部トランスミッション構成要素712は末端アームセグメント変位力を末端アームセグメント438に印加する。末端アームセグメント変位力の末端アームセグメント438への印加に応答して、末端アームセグメント438は、中間アームセグメント436Bに対して、第1の方向に変位される。

10

【0294】

原動機662からの第2の方向を有する中間アームセグメント変位力の印加に応答して、中間アームセグメント436Aの、第1の方向と反対の第2の方向における、例えば、左方向における、横方向変位に応答して、第1の上部プーリー720および第1の下部プーリー724は、第2の方向に変位される。第1の下部プーリー724が第2の方向に変位されると、第1の下部プーリー724は、第1の下部トランスミッション構成要素702に力を及ぼして、第1の下部トランスミッション構成要素702はさらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。第1の下部トランスミッション構成要素702の(i)基本アームセグメント434、それは、基本アームセグメント434の、基部302に対する横方向変位がないように、基部302に連結される、および(ii)中間アームセグメント436B、それは、中間アームセグメント436Bが、中間アームセグメント436Aに対して、横方向に変位可能になるように、中間アームセグメント436Aに連結される、への連結に起因して、第1の下部トランスミッション構成要素702における張力は、第2の方向を持つ、中間アームセグメント変位力として、中間アームセグメント436Bに伝達される。この点において、中間アームセグメント436Aが第2の方向に横方向に変位されると、第1の下部トランスミッション構成要素702は中間アームセグメント変位力を中間アームセグメント436Bに印加する。中間アームセグメント変位力の中間アームセグメント436Bへの印加に応答して、中間アームセグメント436Bは、中間アームセグメント436Aに対して、第2の方向に変位される。

20

30

【0295】

同様に、第1の下部トランスミッション構成要素702からの第2の方向を有する中間アームセグメント変位力の印加に応答して、中間アームセグメント436Bの第2の方向における、例えば、左方向における、横方向変位に応答して、第2の上部プーリー722および第2の下部プーリー726は、第1の方向に変位される。第2の上部プーリー722が第2の方向に変位されると、第2の上部プーリー722は、第2の上部トランスミッション構成要素692に力を及ぼして、第2の上部トランスミッション構成要素692はさらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。第2の上部トランスミッション構成要素692の(i)中間アームセグメント436Aへの連結、そのため中間アームセグメント436Bが中間アームセグメント436Aに対して横方向に変位可能になる、および(ii)末端アームセグメント438、それは、末端アームセグメント438が、中間アームセグメント436Bに対して、横方向に変位可能であるように中間アームセグメント436Bに連結される、への連結に起因して、第2の上部トランスミッション構成要素692における張力は、第2の方向を持つ、末端アームセグメント変位力として、末端アームセグメント438に伝達される。この点において、中間アームセグメント436Bが第2の方向に横方向に変位されると、第2の上部トランスミッション構成要素692は末端アームセグメント変位力を末端アームセグメント438に印加する。末端アームセグメント変位力の末端アームセグメント438への印加に応答して、末端アームセグメント438は、中間アームセグメント436Bに対して、第2の方向に変位される。

40

50

【0296】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが第1の伸縮式アーム拡張構成で配置されている間、原動機662の第2の方向変位駆動状態での配置に応答して、伸縮式アームは、第1の伸縮式アーム拡張構成から伸縮式アーム引込構成に引き込まれる。原動機662を依然として第2の方向変位駆動状態に配置して、伸縮式アームは、伸縮式アーム引込構成から第2の伸縮式アーム拡張構成へ拡張される。

【0297】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが第2の伸縮式アーム拡張構成で配置されている間、原動機662の第1の方向変位駆動状態での配置に応答して、伸縮式アームは、第2の伸縮式アーム拡張構成から伸縮式アーム引込構成に引き込まれる。原動機662を依然として第1の方向変位駆動状態に配置して、伸縮式アームは、伸縮式アーム引込構成から第1の伸縮式アーム拡張構成へ拡張される。

10

【0298】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームの第1の伸縮式アーム拡張構成から第2の伸縮式アーム拡張構成への移行は、連続的移行である。

【0299】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432は、第1の方向に、および第1の方向とは反対の第2の方向にも拡張でき、ロボット110は、ロボット110の第1の側（例えば、右側）または第1の側の反対であるロボットの第2の側（例えば、左側）に配置されている物品を掴むために、通路の第1の端または通路の第2の端のどちらから通路に入ることができる。これは、ロボット110が物品の取出しまたは保管操作を完了するための時間を削減する。拡張可能アーム432の第1の方向および第2の方向へも拡張する能力がなければ、ロボット110は第1もしくは第2の端の1つから通路に入ることを要求され得るか、または通路に入った後、通路を出て、その通路に反対の方向で再度入ることは、ロボット110が物品の取出しまたは保管操作を完了するための時間を増やし得る。

20

【0300】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体502は、図67および図68に示されるような、保持体引込構成から、図69～図71に示されるような、第1の保持体拡張構成へ、基部302に対して、横方向に変位可能であり、また、保持体引込構成から、図72～図74に示されるような、第2の保持体拡張構成へも横方向に変位可能である。

30

【0301】

保持体引込構成から第1の保持体拡張構成への移行において、ロボット画定物品保持体502は、基部302に対して、第1の方向に、例えば、右方向に変位される。

【0302】

保持体引込構成から第2の保持体拡張構成への移行において、ロボット画定物品保持体502は、基部302に対して、第1の方向と反対の第2の方向に、例えば、左方向に変位される。

【0303】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432、例えば、伸縮式アーム、の横方向変位は、ロボット画定物品保持体502の横方向変位とは無関係である。

40

【0304】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110が第1と第2の物品保持体の間の通路内に配置され、そのために第1の物品保持体が、ロボットの右側などの、ロボット110の第1の側に配置され、第2の物品保持体が、ロボットの第1の側とは反対のロボット110の第2の側、例えば、ロボットの左側に配置されている間、引込構成から第1のプラットフォーム拡張構成への移行は、ロボット画定物品保持体502と第1の物品保持体との間の最小間隔が縮小されるという結果を伴い、引込構成から第2のプラットフォーム拡張構成への移行は、ロボット画定物品保持体502と第2の物品保持体との間の最小間

50

隔が縮小されるという結果を伴う。

【0305】

いくつかの実施形態では、例えば、保持体引込構成から第1の保持体拡張構成への移行のための、ロボット画定物品保持体502の、第1の方向における変位は、保持体拡張軸730に沿ってであり、保持体引込構成から第2の保持体拡張構成への移行のための、ロボット画定物品保持体502の、第2の方向における拡張も、保持体拡張軸730に沿ってである。

【0306】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム拡張軸431は、保持体拡張軸730と平行である。いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432は伸縮式アームであり、伸縮式アーム拡張軸433は、保持体拡張軸730と平行である。

【0307】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420は、ロボット画定物品保持体502の、基部302に対する横方向変位を達成するために、アクチュエータ構成740を含む。

【0308】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成740は、原動機742、例えば、モーター、例えば、ロボット画定物品保持体502と動作可能に連通して配置される、電気モーターを含む。いくつかの実施形態では、例えば、原動機742は、ロボット画定物品保持体502内に配置されて、それに取り付けられ、そのため原動機742は、ロボット画定物品保持体502と共に横方向に変位可能である。原動機742は、ロボット画定物品保持体502を、基部302に対して横方向に変位させるために、ロボット画定物品保持体502に対して印加可能である変位力を生成するために構成される。原動機742からの変位力のロボット画定物品保持体502への印加に応答して、ロボット画定物品保持体502は、基部302に対して、横方向に変位される。

【0309】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機742は、第1の方向変位駆動状態および第2の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機742が第1の方向変位駆動状態で配置されている間、ロボット画定物品保持体502に印加される変位力は、第1の方向、例えば、右方向を有しており、そのためロボット画定物品保持体502は、変位力のロボット画定物品保持体502への印加に応答して、基部302に対して、第1の方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機742が第2の方向変位駆動状態で配置されている間、ロボット画定物品保持体502に印加される変位力は、第1の方向の反対である第2の方向、例えば、左方向を有しており、そのためロボット画定物品保持体502は、変位力のロボット画定物品保持体502への印加に応答して、基部302に対して、第2の方向に変位される。

【0310】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機742は、コントローラ202とデータ通信して配置され、例えば、コントローラ202からの制御コマンドにより、原動機742の第1の方向変位駆動状態および第2の方向変位駆動状態での作動のために、電気およびデータコネクタ428と電気およびデータ通信して配置される、電気およびデータケーブル743を介して、バッテリーと電気通信してさらに配置される。ケーブル390および392が電気およびデータコネクタ428と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機742は、コントローラ202とデータ通信して配置されて、ロボット110のバッテリーとも電気通信して配置される。

【0311】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成740は、原動機742、基部500、およびロボット画定物品保持体502の間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成744を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成744は、トランスミッション構成要素746、例えば、駆動ベルト、チェーン

10

20

30

40

50

、ケーブルおよび同様のものを含む。トランスミッション構成要素 7 4 6 は、物品移動装置 4 2 0 の基部 5 0 0 に取り付けられ、図 6 9、図 7 2、および図 8 3 に示されるように、原動機 7 4 2 の 1 つ以上の車輪または歯車などの、原動機 7 4 2 の回転可能構成要素 7 4 8 の周りに巻き付けられる。原動機 7 4 2 の第 1 の方向または第 2 の方向変位駆動状態での構成に応答して、変位力は回転可能構成要素 7 4 8 によってトランスミッション構成要素 7 4 6 に印加される。トランスミッション構成要素 7 4 6 は基部 5 0 0 に連結されているので、原動機 7 4 2 によってトランスミッション構成要素 7 4 6 に印加された変位力は、トランスミッション構成要素 7 4 6 に対して、および基部 5 0 0 に対しても、原動機 7 4 2 の横方向変位を達成する。原動機 7 4 2 のロボット画定物品保持体 5 0 2 への連結に起因して、変位力は、原動機 7 4 2 からロボット画定物品保持体 5 0 2 に伝達され、そのためロボット画定物品保持体 5 0 2 も、基部 5 0 0 に対して横方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 4 2 0 が、リフト機構 3 4 0 を介して、基部 3 0 2 に連結されている間、基部 5 0 0 の、基部 3 0 2 に対する、横方向変位はない。かかる実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体 5 0 2 の、物品移動装置 4 2 0 の基部 5 0 0 に対する横方向変位は、ロボット 1 1 0 の基部 3 0 2 に対してでもある。

10

【0312】

いくつかの実施形態では、例えば、図 6 9 に示されるように、物品移動装置 4 2 0 は、ロボット画定物品保持体 5 0 2 の基部 5 0 0 に対する横方向変位を誘導するために、基部 5 0 0 に取り付けられる、ガイド 7 5 0、例えば、ガイドトラックを含む。

【0313】

20

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体 5 0 2 が第 1 の保持体拡張構成で配置されている間、原動機 7 4 2 の第 2 の方向変位駆動状態での配置に応答して、伸縮式アームは、第 1 の保持体拡張構成から保持体引込構成へ引き込まれる。原動機 7 4 2 を依然として第 2 の方向変位駆動状態に配置して、ロボット画定物品保持体 5 0 2 は、保持体引込構成から第 2 の保持体拡張構成へ拡張される。

【0314】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体 5 0 2 が第 2 の保持体拡張構成で配置されている間、原動機 7 4 2 の第 1 の方向変位駆動状態での配置に応答して、ロボット画定物品保持体 5 0 2 は、第 2 の保持体拡張構成から保持体引込構成へ引き込まれる。原動機 7 4 2 を依然として第 1 の方向変位駆動状態に配置して、ロボット画定物品保持体 5 0 2 は、保持体引込構成から第 1 の保持体拡張構成へ拡張される。

30

【0315】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体 5 0 2 の第 1 の保持体拡張構成から第 2 の保持体拡張構成への移行は、連続的移行である。

【0316】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体 5 0 2 は、第 1 の方向に、および第 1 の方向とは反対の第 2 の方向にも変位でき、ロボット 1 1 0 は、ロボット 1 1 0 の第 1 の側（例えば、右側）または第 1 の側の反対であるロボットの第 2 の側（例えば、左側）に配置されている物品を掴むために、通路の第 1 の端または通路の第 2 の端のどちらから通路に入ることができる。これは、ロボット 1 1 0 が物品の取出しまたは保管操作を完了するための時間を削減する。ロボット画定物品保持体 5 0 2 の第 1 の方向および第 2 の方向へも横方向に変位する能力がなければ、ロボット 1 1 0 は第 1 もしくは第 2 の端の 1 つから通路に入ることを要求され得るか、または通路に入った後、通路を出て、その通路に反対の方向で再度入ることは、ロボット 1 1 0 が物品の取出しまたは保管操作を完了するための時間を増やし得る。

40

【0317】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 4 4 0 は拡張可能アーム 4 3 2 に連結され、そのため (i) エンドエフェクタ 4 4 0 は、拡張可能アーム 4 3 2 の拡張または引込みに応答して、基部 3 0 2 に対して、横方向に変位可能であり、かつ (ii) エンドエフェクタ 4 4 0 は、拡張可能アーム 4 3 2 に対しても、横方向に変位可能である。い

50

くつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の、拡張可能アーム 432 の拡張または引込みに応答した、基部 302 に対する横方向変位可能性は、エンドエフェクタ 440 の、拡張可能アーム 432 に対する横方向変位可能性とは無関係である。

【0318】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 は、拡張可能アーム 432 に対して、図 75 に示されるように、第 1 の方向に、例えば、右方向に、および、図 76 に示されるように、第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に、例えば、左方向にも横方向に変位可能である。

【0319】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の、拡張可能アーム 432 に対する、横方向変位可能性は、エンドエフェクタ 440 が、拡張可能アーム 432 に対して、図 75 に示されるような、第 1 の横方向位置と、図 76 によって示されるような、第 2 の横方向位置との間で、変位可能なものであり、第 1 の横方向位置は、第 2 の横方向位置に対して、右側に配置される。

10

【0320】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 は伸縮式アームであり、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームの末端アームセグメント 438 に連結される。エンドエフェクタ 440 の伸縮式アームへの連結は、エンドエフェクタ 440 の末端アームセグメント 438 への連結によって達成される。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 は、末端アームセグメント 438 に対して、横方向に変位可能である。

20

【0321】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アーム 432 に対して、伸縮式アームの中心縦軸 760 に沿って、横方向に変位可能である。図 75 に示されるように、伸縮式アームの中心縦軸 760 は、横方向に延在する軸である。

【0322】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームは、伸縮式アーム拡張軸 433 に沿って拡張可能および引込可能であり、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、拡張軸 433 に沿って、横方向に変位可能である。

【0323】

いくつかの実施形態では、伸縮式アームは、図 45 に示されるような、引込構成から、図 47 に示されるような、第 1 の拡張構成に拡張可能であり、同様に、引込構成から、図 51 に示されるような、第 2 の拡張構成にも拡張可能である。

30

【0324】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが引込構成で配置されている間、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが第 1 の拡張構成で配置されている間、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが第 2 の構成で配置されている間、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームが第 1 の拡張構成と第 2 の拡張構成との間で移行している間、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、横方向に変位可能である。

40

【0325】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 がそれに連結される、ドライバ 450 は、ドライバ 450 が、拡張可能アーム 432 に対して、横方向に変位可能になるように、拡張可能アーム 432 に連結される。かかる実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 の、拡張可能アーム 432 に対する横方向の変位可能性は、ドライバ 450 の拡張可能アーム 432 に対する、横方向の変位可能性によって達成可能である。

【0326】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 432 は伸縮式アームであり、エンドエフェクタ 440 がそれに連結される、ドライバ 450 は、ドライバ 450 が、末端ア

50

ームセグメント４３８に対して、横方向に変位可能になるように、末端アームセグメント４３８に連結される。かかる実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０の横方向変位可能性は、ドライバ４５０の末端アームセグメント４３８に対する、横方向の変位可能性によって達成可能である。

【０３２７】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置４２０は、ドライバ４５０の、末端アームセグメント４３８に対する横方向変位を達成するために、アクチュエータ構成７７０を含む。

【０３２８】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成７７０は、モーター７７２、例えば、モーター、例えば、ドライバ４５０と動作可能に連通して配置される、電気モーターを含む。いくつかの実施形態では、例えば、図５８に示されるように、原動機７７２は、ドライバ４５０に取り付けられ、そのため原動機７７２は、ドライバ４５０と共に横方向に変位可能である。原動機７７２は、ドライバ４５０を、末端アームセグメント４３８に対して横方向に変位させるために、ドライバ４５０に対して印加可能である変位力を生成するように構成される。原動機７７２からの変位力のドライバ４５０への印加に応答して、ドライバ４５０は、末端アームセグメント４３８に対して、横方向に変位される。

【０３２９】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機７７２は、第１の方向変位駆動状態および第２の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機７７２が第１の方向変位駆動状態で配置されている間、ドライバ４５０に印加される変位力は、第１の方向、例えば、右方向を有しており、そのためドライバ４５０は、変位力のドライバ４５０への印加に応答して、末端アームセグメント４３８に対して、第１の方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機７７２が第２の方向変位駆動状態で配置されている間、ドライバ４５０に印加される変位力は、第１の方向の反対である第２の方向、例えば、左方向を有しており、そのためドライバ４５０は、変位力のドライバ４５０への印加に応答して、末端アームセグメント４３８に対して、第２の方向に変位される。

【０３３０】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機７７２は、コントローラ２０２とデータ通信して配置され、例えば、コントローラ２０２からの制御コマンドにより、原動機７７２の第１の方向変位駆動状態および第２の方向変位駆動状態での作動のために、電気およびデータコネクタ４２８と電気およびデータ通信して配置される、電気およびデータケーブル４９９を介して、バッテリーと電気通信してさらに配置される。ケーブル３９０および３９２が電気およびデータコネクタ４２８と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機７７２は、コントローラ２０２とデータ通信して配置されて、ロボット１１０のバッテリーとも電気通信して配置される。

【０３３１】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成７７０は、原動機７７２、ドライバ４５０、および末端アームセグメント４３８の間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成７４４を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成７４４は、トランスミッション構成要素７７６、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のものを含む。トランスミッション構成要素７７６は、図７５に示されるように、末端アームセグメント４３８に取り付けられて、原動機７７２の１つ以上の車輪または歯車などの、原動機７７２の回転可能構成要素７７８の周りに巻き付けられる。原動機７７２の第１の方向または第２の方向変位駆動状態での構成に応答して、変位力は回転可能構成要素７７８によってトランスミッション構成要素７７６に印加される。トランスミッション構成要素７７６が末端アームセグメント４３８に連結されると、原動機７７２によってトランスミッション構成要素７７６に印加された変位力は、トランスミッション構成要素７７６に対して、および末端アームセグメント４３８に対しても、原

10

20

30

40

50

動機 772 の横方向変位を達成する。原動機 772 のドライバ 450 への連結に起因して、変位力は、原動機 772 からドライバ 450 に伝達され、そのためドライバ 450 も、末端アームセグメント 438 に対して横方向に変位される。

【0332】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 450 の、末端アームセグメント 438 に対する、横方向変位は、例えば、伸縮式アームの、基部 302 に対する拡張または引込みがない間、ドライバ 450 の、基部 302 に対する横方向変位でもある。

【0333】

いくつかの実施形態では、例えば、図 75 に示されるように、物品移動装置 420 は、ドライバ 450 の末端アームセグメント 438 に対する横方向変位を誘導するために、末端アームセグメント 438 に取り付けられる、ガイド 780、例えば、ガイドトラックを含む。

10

【0334】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 が通路内に配置されている間、および伸縮式アームが、掴まれた物品が安定化されるように、エンドエフェクタ 440 が物品保持体上の物品を掴むために第 1 の方向に拡張されている間、および伸縮式アームが、基部 302 に対して引き込まれて、掴まれた物品を物品保持体からロボット画定物品保持体 502 へ横方向に移動させる間、伸縮式アームは、物品が、ロボット画定物品保持体 502 による支持のためにロボット画定物品保持体 502 の上に配置されるようになる前に、伸縮式アーム引込構成で配置されるようになり得る。かかる実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 は、伸縮式アームに対して、横方向に変位可能で、物品を、基部 302 に対して、さらに横方向に移動させ、そのため物品は、ロボット画定物品保持体 502 の上に配置されるようになり、そのため物品は、伸縮式アームの、第 1 の方向の反対の第 2 の方向に拡張することなく、ロボット画定物品保持体 502 によって支持可能である。これは、通路幅を減らすのを可能にし、そのため倉庫のそのスペースが物品の格納のために利用可能になる。

20

【0335】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームの、基部 302 に対する、拡張または引込みがない間、例えば、伸縮式アームを拡張または引き込むための十分なスペースがない場合、例えば、物品は、エンドエフェクタ 440 の、伸縮式アームに対する横方向変位により、基部 302 に対して横方向に変位可能である。

30

【0336】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 は、(i) 拡張可能アーム 432 およびドライバ 450 を含む、物品配置／取出しツール 421、ならびに (ii) エンドエフェクタ 440、を含む。

【0337】

物品配置／取出しツール 421 およびエンドエフェクタ 440 は、物品配置／取出しツール 421 が、基部に対して、エンドエフェクタ 440 とは無関係に、第 1 の軸 790 に沿って（いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿って）、変位可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、そのため物品配置／取出しツール 421 の、基部に対する、第 1 の軸 790 に沿った変位を得ることが可能であり、物品配置／取出しツール 421 の、基部に対する、第 1 の軸 790 に沿った変位は、エンドエフェクタ 440 の、基部 302 に対する、第 1 の軸 790 に沿った変位なしで得ることが可能で、そのためにエンドエフェクタ 440 の、基部 302 に対する、位置決めは変わらないままで（図 7 および図 78 に示されるとおり）、物品マニピュレータ 430 は、エンドエフェクタ 440 の基部 302 に対する、第 1 の軸 790 に沿った変位なしで得られた、物品配置ツール 421 のエンドエフェクタ 440 に対する、第 1 の軸 790 に沿った変位に応答して、図 80 に示されるような、位置合わせ無効構成と、図 81 に示されるような、位置合わせ有効構成との間で移行可能であるという結果を伴う。

40

【0338】

50

物品配置／取出しツール４２１およびエンドエフェクタ４４０は、エンドエフェクタ４４０が、物品配置／取出しツール４２１と共に、基部３０２に対して、第２の軸７９２に沿って（いくつかの実施形態では、例えば、横方向軸に沿って）、かつ物品配置／取出しツール４２１の拡張または引込みに応答して、変位可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、そのためエンドエフェクタ４４０の、物品配置／取出しツール４２１と共に、基部３０２に対する、第２の軸７９２に沿った、かつ物品配置／取出しツール４２１の拡張または引込みに応答した、変位を得ることが可能であり、そのために物品マニピュレータ４３０は、エンドエフェクタ４４０の基部に対する、第２の軸７９２に沿った変位に応答して、かつ物品配置／取出しツール４２１の拡張または引込みに応答して、図８２に示されるような、位置合わせ有効構成と物品配置／取出し有効構成との間で移行可能である。

10

【０３３９】

いくつかの実施形態では、例えば、第２の軸７９２は、第１の軸７９０と交差する軸と平行に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、第１の軸７９０と交差して、第２の軸７９２がそれと平行な関係で配置される、軸は、第１の軸７９０に垂直である。

【０３４０】

いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール４２１およびエンドエフェクタ４４０は、エンドエフェクタ４４０の、物品配置／取出しツール４２１に対する、第２の軸７９２に沿った変位が、制限されるという結果を伴うようにさらに協調して構成可能である。エンドエフェクタ４４０の、物品配置／取出しツール４２１に対する、第２の軸７９２に沿った変位の制限は、物品配置／取出しツール４２１と共にエンドエフェクタ４４０の変位可能性を確立するために効果的である。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０の物品配置／取出しツール４２１に対する、第２の軸に沿った変位が阻止される。

20

【０３４１】

いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール４２１の拡張または引込みは、拡張可能アーム４３２の対応する拡張または引込みに基づく。

【０３４２】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム４３２およびエンドエフェクタは、拡張可能アーム４３２が、基部３０２に対して、第１の軸７９０に沿って、変位可能になるように協調して構成可能であり、そのため拡張可能アーム４３２の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位が得られ、拡張可能アーム４３２の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位は、エンドエフェクタ４４０の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位なしで得られ、そのため物品配置／取出しツール４２１の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位は、拡張可能アーム４３２の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位に応答して得られる。

30

【０３４３】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム４３２およびドライバ４５０は、（*i*）ドライバ４５０が、拡張可能アーム４３２の、基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位に応答して、基部３０２に対して、第１の軸７９０に沿って拡張可能アーム４３２と共に変位可能であり、そのためドライバ４５０の、基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位が得られ、ドライバ４５０の、基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位は、エンドエフェクタ４４０の基部３０２に対する、第１の軸７９０に沿った変位なしで得られて、そのためドライバ４５０は、物品マニピュレータ４３０が位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行中に、拡張可能アーム４３２と共に、基部３０２に対して、第１の軸７９０に沿って、変位可能であること、ならびに（*ii*）ドライバ４５０が、拡張可能アーム４３２の、基部３０２に対する、拡張または引込みに応答して、基部３０２に対して、第２の軸７９２に沿って、拡張可能アーム４３２と共に変位可能であり、そのためドライバ４５０は、物品マニピュレータ４３０が位置合わせ有効構成と物品配置／取出し有効構成との間で移行中に、拡張可能アーム４３２の、基部３

40

50

02に対する拡張または引込みに応答して、変位可能であるという結果を伴うように、協調して構成可能である。

【0344】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム432およびドライバ450は、ドライバ450が、基部302に対して、拡張可能アーム432とは無関係に、第3の軸794（いくつかの実施形態では、例えば、横方向軸）に沿って変位可能であるという結果を伴うように協調して構成可能であり、そのためドライバ450の、基部302に対する、第3の軸794に沿った変位が得られ、そのため物品マニピュレータ430は、ドライバ450の、拡張可能アーム432に対する、第3の軸794に沿った変位に応答して、図79に示されるような、物品配送準備完了構成と、位置合わせ無効構成との間で移行可能である。

10

【0345】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ440は、ドライバ450に連結、例えば、取り付けられる。

【0346】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ440およびドライバ450は、(i) エンドエフェクタ440が、ドライバ450の、基部302に対する、第3の軸794に沿った変位に応答して、基部302に対して、第3の軸794に沿って、ドライバ450と共に変位可能であり、(ii) エンドエフェクタ440の、基部302に対する、第1の軸790に沿った変位がない場合に、ドライバ450の、基部302に対する、第1の軸790に沿った、変位の取得可能性が安定化され、かつ(iii) エンドエフェクタ440が、拡張可能アーム432の、基部302に対する拡張または引込みに応答して、基部302に対して、第2の軸792に沿って、ドライバ450と共に変位可能であるという結果を伴うように協調して構成可能である。

20

【0347】

いくつかの実施形態では、例えば、図77および図78に示されるように、拡張可能アーム432およびドライバ450を含む、物品配置／取出しツール421が、基部302に対して、第1の軸790に沿って、変位される間に、エンドエフェクタ440の、基部302に対する、第1の軸790に沿った変位がないことは、エンドエフェクタ440の、ドライバ450に対する、第1の軸790に沿った、物品配置／取出しツール421の、基部302に対する、第1の軸790に沿った変位の方向の反対である、方向への変位によって達成される。

30

【0348】

いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール421が、基部302に対して、第1の軸790に沿って、第1の方向、例えば、前方に変位されている間、エンドエフェクタ440は、ドライバ450に対して、第1の軸790に沿って、第1の方向と反対の第2の方向、例えば、後方に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール421の、基部302に対する、第1の軸790に沿った、第1の方向への変位の大きさは、エンドエフェクタ440の、ドライバ450に対する、第1の軸790に沿った、第2の方向への変位の大きさと同じである。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ440の、ドライバ450に対する前記変位は、アクチュエータ構成480によって達成可能である。

40

【0349】

いくつかの実施形態では、例えば、(i) 物品配置／取出しツール421の変位は、基部302に対して、第1の軸790に沿って、第1の方向に変位され、(ii) エンドエフェクタ440の、ドライバ450に対する、第1の軸790に沿った、第2の方向への変位は、同時に起こる。

【0350】

いくつかの実施形態では、例えば、第3の軸794は、第1の軸790と交差する軸と平行に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、第1の軸790と交差して、第3の

50

軸 7 9 4 がそれと平行な関係で配置される、軸は、第 1 の軸 7 9 0 に垂直である。いくつかの実施形態では、例えば、第 3 の軸 7 9 4 は、第 2 の軸 7 9 2 と平行である。

【0351】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 4 3 2 およびドライバ 4 5 0 は、ドライバ 4 5 0 の拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 1 の軸 7 9 0 に沿った（いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿った）変位が制限される（いくつかの実施形態では、例えば、阻止される）という結果を伴うようにさらに協調して構成可能であり、ドライバの、拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 1 の軸 7 9 0 に沿った変位の制限は、拡張可能アーム 4 3 2 の、基部 3 0 2 に対する、第 1 の軸 7 9 0 に沿った変位に応答して、拡張可能アーム 4 3 2 と共にドライバ 4 5 0 の変位可能性を確立するために効果的である。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 の拡張可能アーム 4 3 2 への、例えば、末端アームセグメント 4 3 8 への（例えば、ガイド 7 8 0、およびモーター 7 7 2 の回転可能構成要素 7 7 8 の周りへのレミッション（remission）構成要素 7 7 6 の巻き付けを介した）連結は、ドライバ 4 5 0 の、拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 1 の軸 7 9 0 に沿った（いくつかの実施形態では、例えば、縦軸に沿った）変位が制限される（いくつかの実施形態では、例えば、阻止される）ようなものである。

10

【0352】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 の拡張可能アーム 4 3 2 への（例えば、拡張可能アーム 4 3 2 が伸縮式アームである場合、拡張可能アーム 4 3 2 の末端アームセグメント 4 3 8 への）連結は、ドライバ 4 5 0 が、拡張可能アーム 4 3 2 に対して、縦方向に変位可能ではないものである。従って、拡張可能アーム 4 3 2 が第 1 の軸 7 9 0 に沿って（例えば、縦方向に）変位されている間、ドライバ 4 5 0 も、拡張可能アーム 4 3 2 と共に第 1 の軸 7 9 0 に沿って変位される。

20

【0353】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム 4 3 2 およびドライバ 4 5 0 は、ドライバ 4 5 0 の拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 2 の軸 7 9 2 に沿った（いくつかの実施形態では、例えば、横方向軸に沿った）変位が制限される（いくつかの実施形態では、例えば、阻止される）という結果を伴うようにさらに協調して構成可能であり、ドライバの、物品配置／取出しツール 4 2 1 に対する、第 2 の軸 7 9 2 に沿った変位の制限は、拡張可能アーム 4 3 2 の拡張または引込みに応答して、拡張可能アーム 4 3 2 と共にドライバ 4 5 0 の変位可能性を確立するために効果的である。

30

【0354】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 の、拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 2 の軸 7 9 2 に沿った変位の制限、例えば、阻止は、原動機 7 7 2 の回転可能構成要素 7 7 8 とトランスミッション構成要素 7 7 6 との間の摩擦に起因する。

【0355】

いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 4 5 0 の、拡張可能アーム 4 3 2 に対する、第 2 の軸 7 9 2 に沿った変位の制限、例えば、阻止は、回転可能構成要素 7 7 8 の回転を制限または阻止するために、原動機 7 7 2 による制限力または阻止力の回転可能構成要素 7 7 8 への印加によって達成され、そのため回転可能構成要素 7 7 8 は、トランスミッション構成要素 7 7 6 に対して、回転可能ではない。

40

【0356】

いくつかの実施形態では、例えば、物品保持体は、物品および別の物品を隣り合わせた構成で支持するように構成される。

【0357】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 1 1 0 は、既存の物品 8 0 0 および物品保持体 8 0 1 との協働のために構成され、既存の物品 8 0 0 は、ロボット操作可能な物品 8 0 2 を、支持されている既存の物品 8 0 0 に対して配置するために、物品保持体 8 0 1 によって支持されており、そのためロボット操作可能な物品 8 0 2 は、物品保持体によって、既存の物品 8 0 0 と隣り合わせた関係で支持されるようになる。

50

【0358】

いくつかの実施形態では、例えば、配置は以下を含む：

【0359】

図79に示されるように、エンドエフェクタ440が物品配送準備完了構成で配置されていて、掴まれたロボット操作可能な物品802が安定化されるように、ロボット操作可能な物品802を掴んでいる間、物品マニピュレータ430を、順々に、図80に示されるような、位置合わせ無効構成、図81に示されるような、位置合わせ有効構成、および図82に示されるような、物品配置／取出し有効構成に移行させること、ならびに

【0360】

物品マニピュレータ430が物品配置／取出し有効構成で配置されている間、掴まれたロボット操作可能な物品802を解放して、ロボット操作可能な物品802が物品保持体上で、支持されている既存の物品800と隣り合わせた関係で支持されるようになる結果を伴うこと。

【0361】

いくつかの実施形態では、例えば、支持されている既存の物品800は、以下のように配置される：

【0362】

物品マニピュレータ430が位置合わせ無効構成で配置されている間、支持されている既存の物品800は、拡張可能アーム432の拡張を妨げる効果があり、

【0363】

物品マニピュレータ430が位置合わせ有効構成で配置されている間、拡張可能アーム432の拡張を妨げるための、支持されている既存の物品800による妨害はない。

【0364】

いくつかの実施形態では、例えば、支持されている既存の物品800による、拡張可能アーム432の拡張に対する妨害は、物品マニピュレータ430が、支持されている既存の物品800とぶつかるという結果を伴う。

【0365】

いくつかの実施形態では、例えば、支持されている既存の物品800の配置は、ロボット操作可能な物品802が、支持されている既存の物品800と隣り合わせた関係で物品保持体によって支持されるような、ロボット操作可能な物品802の、支持されている既存の物品800に対する配置のようなものであり、支持されているロボット操作可能な物品802と支持されている既存の物品800の対向している側面間の最小間隔距離は2インチ未満である。

【0366】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110は、対象物品を取り出すために、対象物品（例えば、物品保持体801上に配置されているロボット操作可能な物品802）、隣接物品（例えば、既存の物品800）、および物品保持体801との協働のために構成され、対象物品および隣接物品は物品保持体801によって支持されて、隣り合わせた関係で配置されて、取り出すことは：

【0367】

物品マニピュレータ430が物品配置／取出し有効構成で配置されている間、掴まれたロボット操作可能な物品が安定化されるように、対象物品をエンドエフェクタ440で掴むこと、

【0368】

物品マニピュレータ430が物品配置／取出し有効構成で配置されて、エンドエフェクタ440が対象物品を掴んでいる間、物品マニピュレータ430を、順々に、位置合わせ有効構成、位置合わせ無効構成、および物品配送準備完了構成に移行させること、

【0369】

を含み、

【0370】

物品マニピュレータ４３０が位置合わせ有効構成で配置されている間、拡張可能アーム４３２および掴まれたロボット操作可能な物品の協調的な配置は、ドライバ４５０の、基部３０２に対する、第３の軸７９４に沿った変位を妨害する効果があり、

【０３７１】

物品マニピュレータ４３０が位置合わせ無効構成で配置されている間、拡張可能アーム４３２および掴まれたロボット操作可能な物品は、ドライバ４５０の、基部３０２に対する、第３の軸７９４に沿った変位に対する妨害がないように、協調的に配置される。

【０３７２】

いくつかの実施形態では、例えば、対象物品と隣接物品の対向している側面間の最小間隔距離は２インチ未満である。

【０３７３】

いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール４２１およびエンドエフェクタ４４０を含む、物品マニピュレータ４３０は、物品マニピュレータ４３０の、第１の軸７９０、例えば、縦軸に沿った、基部３０２に対する、変位が達成可能になるように、ハウジング４２２に連結される。

【０３７４】

図７７および図７８に示されるように、物品マニピュレータ４３０、具体的には、物品マニピュレータ４３０の拡張可能アーム４３２の基本アームセグメント４３４は、垂直変位機構９２０（それは、以下でさらに詳細に説明されるように、物品マニピュレータ４３０を、ロボット画定物品保持体５０２に対して垂直に変位させるように構成され、前記垂直変位は、リフト機構３４０によって達成可能な物品マニピュレータ４３０の垂直変位とは無関係である）に連結されており、垂直変位機構９２０は、ブロック８１０に連結され、それは、ハウジング４２２に動作可能に連結される。

【０３７５】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ４３０の垂直変位機構９２０への連結は、拡張可能アーム４３２が垂直変位機構９２０と共に縦方向に変位可能になるものである。いくつかの実施形態では、例えば、垂直変位機構９２０のブロック８１０への連結は、垂直変位機構９２０がブロック８１０と共に縦方向に変位可能になるものである。いくつかの実施形態では、例えば、ブロック８１０のハウジング４２２への連結は、ブロック８１０が、ハウジング４２２に対して、縦方向に変位可能になるものである。それに応じて、ブロック８１０が、ハウジング４２２に対して縦方向に変位されている間、垂直変位機構９２０のブロック８１０への連結、および拡張可能アーム４３２の垂直変位機構９２０への連結は、垂直変位機構９２０および拡張可能アーム４３２が、ハウジング４２２に対して縦方向に変位されるものである。

【０３７６】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置４２０は、ブロック８１０の、ハウジング４２２に対する縦方向変位を達成するためにアクチュエータ構成８２０を含む。

【０３７７】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成８２０は、原動機８２２、例えば、モーター、例えば、ブロック８１０と動作可能に連通して配置される、電気モーターを含む。いくつかの実施形態では、例えば、図８６および図８８に示されるように、原動機８２２は、ハウジング４２２に取り付けられる。原動機８２２は、ブロック８１０を、ハウジング４２２に対して縦方向に変位させるために、ブロック８１０に対して印加可能な変位力を生成するために構成される。原動機８２２からの変位力のブロック８１０への印加に応答して、ブロック８１０は、ハウジング４２２に対して、縦方向に変位される。

【０３７８】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機８２２は、第１の方向変位駆動状態および第２の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機８２２が第１の方向変位駆動状態で配置されている間、駆動ブロック８１０に印加される変位力は、第１の方向、例えば、前方向を有しており、そのために駆動ブロック８１０は、変

10

20

30

40

50

位力のブロック 8 1 0 への印加に応答して、ハウジング 4 2 2 に対して、縦軸に沿って、第 1 の方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 8 2 2 が第 2 の方向変位駆動状態で配置されている間、ブロック 8 1 0 に印加される変位力は、第 1 の方向の反対である第 2 の方向、例えば、後方向を有しており、そのためにブロック 8 1 0 は、変位力のブロック 8 1 0 への印加に応答して、ハウジング 4 2 2 に対して、縦軸に沿って、第 2 の方向に変位される。

【0379】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 8 2 2 は、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置されて、例えば、コントローラ 2 0 2 からの制御コマンドにより、原動機 8 2 2 の第 1 の方向変位駆動状態および第 2 の方向変位駆動状態での作動のために、電気およびデータコネクタ 4 2 8 と電気およびデータ通信して配置される、電気およびデータケーブル 4 9 9 を介して、バッテリーと電気通信してさらに配置される。ケーブル 3 9 0 および 3 9 2 が電気およびデータコネクタ 4 2 8 と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機 8 2 2 は、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置されて、ロボット 1 1 0 のバッテリーとも電気通信して配置される。

【0380】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 8 2 0 は、原動機 8 2 2 とブロック 8 1 0 との間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成 8 2 6 を含む。トランスミッション構成 8 2 6 は、ハウジング 4 2 2 内に配置される。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 8 2 6 は、トランスミッション構成要素 8 2 8、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、ならびにブロックコネクタ 8 2 9、例えば、ブロック 8 1 0 に、例えば、機械的留め具を用いて、連結されるプレートを含む。原動機 8 2 2 は、トランスミッション構成要素 8 2 8 およびブロックコネクタ 8 2 9 を介してブロック 8 1 0 と動作可能に連通して配置されて、そのために原動機 8 2 2 によって生成された変位力が、トランスミッション構成要素 8 2 8 およびブロックコネクタ 8 2 9 を介して、ブロック 8 1 0 に印加される。原動機 8 2 2 によって生成される変位力は、トランスミッション構成要素 8 2 8 およびブロックコネクタ 8 2 9 を介してブロック 8 1 0 に伝達可能である。原動機 8 2 2 によるブロック 8 1 0 への変位力の印加に応答して、ブロック 8 1 0 は、ハウジング 4 2 2 に対して、縦方向に変位される。

【0381】

いくつかの実施形態では、例えば、垂直変位機構 9 2 0 がブロック 8 1 0 に連結されている間で、かつ物品マニピュレータ 4 3 0 が垂直変位機構 9 2 0 に連結されている間、原動機 8 2 2 によるブロック 8 1 0 への変位力の印加に応答して、物品マニピュレータ 4 3 0 は、ハウジング 4 2 2 に対して、縦方向に変位される。

【0382】

いくつかの実施形態では、例えば、ブロック 8 1 0 の、ハウジング 4 2 2 に対する縦方向変位は、例えば、物品移動装置 4 2 0 がリフト機構 3 4 0 を介して基部 3 0 2 に連結されている間、ブロック 8 1 0 の、基部 3 0 2 に対する縦方向変位でもある。

【0383】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 4 3 0 の、ハウジング 4 2 2 に対する縦方向変位は、例えば、物品移動装置 4 2 0 がリフト機構 3 4 0 を介して基部 3 0 2 に連結されている間、物品マニピュレータ 4 3 0 の、基部 3 0 2 に対する縦方向変位でもある。

【0384】

いくつかの実施形態では、例えば、図 8 4 に示されるように、物品移動装置 4 2 0 は、ガイドブロック 8 1 0 のハウジング 3 1 0 に対する縦方向変位を誘導するために、ブロック 8 1 0 に取り付けられる、ガイド 8 3 0、例えば、ガイドトラックを含む。

【0385】

いくつかの実施形態では、例えば、ブロック 8 1 0 は、図 8 3 に示されるような、引込構成、および図 8 4 に示されるような、拡張構成で構成可能である。ブロック 8 1 0 が引

込構成で配置されている間、ブロック 810 は、ハウジング 422 内に引き込まれている。ブロック 810 が拡張構成で配置されている間、ブロック 810 の少なくとも一部が、ハウジング 422 に対して、縦方向に拡張される。

【0386】

いくつかの実施形態では、例えば、ハウジング 422 は、ブロック 810 が引込構成で構成されている間、ブロック 810 のハウジング 422 内への配置のために十分な大きさであるように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、ハウジング 422 のサイズを増大させることにより、具体的には、ハウジング 422 の垂直軸で切断した断面のサイズを増大させることにより、垂直軸に沿った慣性モーメントが増大し、それは、ハウジング 422 の剛性を高めて、例えば、物品マニピュレータ 430 によって移動されている掴まれた物品に加えられる摩擦に起因した反力から、ハウジング 422 に印加されるトルクに抵抗する。

10

【0387】

いくつかの実施形態では、例えば、物品を物品保持体から取り出しているか、または物品を物品保持体上に配置している間、物体マニピュレータ 430 の、位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行する能力は、物品保持体上の物品が近接して配置されるのを可能にする。いくつかの実施形態では、例えば、対象物品と隣接物品の対向している側面間の最小間隔距離は 2 インチ未満である。物体マニピュレータ 430 の、位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行する能力がなければ、物品保持体上の物品は、(i) 支持されている既存の物品による拡張可能アーム 432 の拡張の妨害、および (ii) 掴まれたロボット操作可能な物品による、ドライバ 450 の、基部に対する変位の妨害、に打ち勝つためにもっと離して間隔を空ける必要があり得る。いくつかの実施形態では、例えば、物体マニピュレータ 430 の、位置合わせ無効構成と位置合わせ有効構成との間で移行する能力は、より多くの物品が物品保持体上に保管されるのを可能にし、それは、物品保持体の支持表面をさらに効率的に使用して、サイト 102 のスペース効率も高める。

20

【0388】

動作中、コントローラ 202 は、倉庫の対象エリア内の物品保持体から対象物品 900 を取り出して、その物品を、荷積み区域 112 などの、倉庫の所望の位置に移動させるために、クライアントコンピューティング装置 120 からサーバー 114 を介してコマンドを受信する。

30

【0389】

物品が配置される倉庫の対象エリアを表すデータに基づき、コントローラ 202 は、ロボット 110 の現在の位置から対象エリアまでの経路を決定して、ロボット 110 は、対象エリアに移動する。対象エリアに移動している間、ロボット 110 は、光学センサー 490 および近接センサーによって近くの物品を検出して、衝突を回避する。

【0390】

ロボット 110 が対象エリアに入ると、光学センサー 490 は、(i) 光学センサー 490 に面している物品の表面の寸法を含む、物品保持体上の物品の寸法、および (ii) 物品上のラベルを表すデータを収集する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、光学センサー 490 の視野 (FOV) を照らすために、1 つ以上の LED ライトなどの、その照明構成要素の 1 つ以上をオンにする。

40

【0391】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、基部 302 に対して、垂直に変位され、例えば、引き上げられ、そのためより高い高度の物品保持体に配置された物品が、光学センサー 490 の視野内に配置されるようになる。いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームは、基部 302 に対して、例えば、左または右方向に、横方向に拡張され、そのため物品保持体のより奥の部分に配置された物品が光学センサー 490 の視野に入るようになる。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ 450 は、伸縮式アームに対して、かつ基部 302 に対して、例えば、左または右方向に、横方向に変位され、

50

そのため物品保持体のより奥の部分に配置された物品が光学センサー４９０の視野に入るようになる。

【０３９２】

いくつかの実施形態では、例えば、光学センサー４９０からのデータに基づき、コントローラ２０２は、例えば、シングルショット検出器（ＳＳＤ）アルゴリズムなどの適切なアルゴリズムを用いて、物品９００の周囲の境界ボックス９０４を画定する。いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ２０２、例えば、ＡＩエンジン２２４は、物品９００のラベルの周囲の境界ボックス９０６を画定する。

【０３９３】

光学センサー４９０によって収集された、物品上のラベルを表すデータに基づいて、コントローラ２０２、例えば、ＡＩエンジン２２４は、物品の各々を識別し、識別した物体の１つが対象物品９００であると判断する。図に示されるように、対象物品９００は、ロボット１１０の右側に配置されている。

10

【０３９４】

対象物品９００の識別後、光学センサー４９０によって収集された、物品９００の寸法を表すデータに基づいて、コントローラ２０２、例えば、ＡＩエンジン２２４は、物品９００の寸法、物品９００と物品マニピュレータ４３０との間の距離、物品９００と物品マニピュレータ４３０の相対位置を判断する。

【０３９５】

境界ボックス９０４に基づいて、コントローラ２０２は、エンドエフェクタ４４０の把持構成４６０、例えば、吸着カップ４６２によって掴むために、物品９００の望ましい表面部分、例えば、光学センサー４９０に面している物品９００の表面の中心を決定する。

20

【０３９６】

ロボット１１０、具体的には、物品マニピュレータ４３０の、物品９００に対する位置に基づいて、コントローラ２０２は、（ｉ）ロボット画定物品保持体５０２を物品９００が支持されている物品保持体と同じ高さに位置付けるための、物品移動装置４２０の基部３０２に対する垂直変位、（ｉｉ）物品を掴むためにエンドエフェクタ４４０を横方向に変位させるための、伸縮式アームの、基部３０２に対する横方向変位、およびドライバ４５０の、伸縮式アームに対する横方向変位、（ｉｉｉ）物品保持体上の既存の物品９０２と衝突することなく伸縮式アームの拡張を達成するための、物品配置／取出しツール４２１の、基部３０２に対する、第１の方向への縦方向変位、および吸着カップ４６２の、第１の方向と反対の第２の方向への縦方向変位、（ｉｖ）物品９００の所望の表面部分を掴むための、吸着カップ４６２のドライバ４５０に対する、縦方向変位および垂直変位、を決定する。コントローラ２０２による前記決定に基づいて、ロボット１１０の、物品９００に対する位置が、ロボット１１０の、基部３０２による、物品９００に対する移動によって調整でき、そのため物品９００が物品マニピュレータ４３０によって掴むことが可能になる。

30

【０３９７】

この時点で、ロボット１１０は、アンカー構成５１０によって倉庫の床にしっかりと固定される。

40

【０３９８】

ロボット１１０を床にしっかりと固定して、物品移動装置４２０は、ロボット画定物品保持体５０２が、その上に物品９００が支持されている物品保持体と同じ高さに配置されるように、リフト機構３４０を用いて、基部３０２に対して垂直に変位される。

【０３９９】

吸着カップ４６２による把持のための物品９００の望ましい表面部分の識別に基づいて、吸着カップ４６２の、ドライバ４５０に対する縦方向および垂直位置が、それぞれ、アクチュエータ構成４８０およびアクチュエータ構成４７０による、吸着カップ４６２の、ドライバ４５０に対する縦方向および垂直変位によって調整され、そのため吸着カップ４６２は、物品９００の望ましい表面部分を掴むために、物品９００に対して位置付けられ

50

る。

【0400】

この時点で、物品マニピュレータ439は、図89～図91に示されるように、物品配送準備完了構成で配置される。

【0401】

物品900を掴むために、いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ450は、ドライバ450が末端アームセグメント438の末端の右端に配置されるまで、末端アームセグメント438に対して、右方向に、横方向に変位される。この時点で、物品マニピュレータ430は、図92～図94に示されるように、位置合わせ無効構成で配置される。

【0402】

既存の物品902による伸縮式アームの拡張の妨害を取り除くために、物品配置／取出しツール421は、アクチュエータ構成820により、基部302に対して第1の方向（例えば、前方）に、縦方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ462は、基部302に対する吸着カップ462の変位がないように、アクチュエータ構成480により、ドライバ450に対して、第1の方向と反対の第2の方向（例えば、後方）に、縦方向に変位され、そのため吸着カップ462は、物品900の望ましい表面部分を掴むために、物品900に対して継続して配置される。

【0403】

この時点で、物品マニピュレータ430は、図95～図97に示されるように、位置合わせ有効構成で配置される。物品マニピュレータ430が位置合わせ有効構成で配置されている間、伸縮式アームは、図98～図100に示されるように、物品マニピュレータ430に向かって横方向に拡張可能である。

【0404】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット画定物品保持体502は、基部302に対して、物品900がその上で支持されている物品保持体に向かって、右方向に、横方向に変位され、そのためロボット画定物品保持体502と物品保持体との間の最小間隔距離が縮小される。

【0405】

この時点で、伸縮式アームは、吸着カップ462を物品900に向かって変位させるために横方向に拡張される。いくつかの実施形態では、例えば、ドライバ450の、末端アームセグメント438に対する横方向変位は、制限または阻止され、そのためドライバ450および吸着カップ462は、伸縮式アームの横方向拡張によって物品900に向かって横方向に変位される。

【0406】

いくつかの実施形態では、例えば、伸縮式アームの横方向拡張の速度は、光学センサー490および変位変換器498から収集された物品距離データに基づいて制御される。

【0407】

吸着カップ462が物品の表面の閾値距離内、例えば、2インチ内、例えば、2.2インチ内に配置されるようになる間、コントローラ202はポンプ464および弁ブロック466に制御コマンドを送信し、吸着カップ462から空気を吹き出して物品900の表面をきれいにする。

【0408】

次いで、コントローラ202は、吸着カップ462によって物品900の表面に吸着するために、ポンプ464に制御コマンドを送信して、吸着カップ462から空気を吸入するための吸気モードで動作する。いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ202は、どの吸着カップ462が吸着しているかを制御するために弁ブロック466に制御コマンドを送信する。いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ202による物品900の寸法の決定に基づいて、コントローラ202は、吸着カップ462の一部が、物品900の表面と接触係合して配置されることができないと判断し、前記判断に基づき、コントローラ202は、物品900の表面と接触係合して配置されることが可能な吸着カッ

10

20

30

40

50

ブ４６２だけが吸着するように、弁ブロック４６６に制御コマンドを送信する。

【０４０９】

伸縮式アームおよび吸着カップ４６２が物品９００に向かって拡張し続けている間、コントローラ２０２は、物品マニピュレータ４３０の真空センサーを用いて吸着圧力を監視し、吸着カップ４６２と物品９００との間の距離も光学センサー４９０および変位変換器４９８を用いて監視して、１つ以上の吸着カップ４６２が、物品９００と接触係合して配置されて、吸着しているかを判断する。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ４６２における吸着圧力の、例えば、閾値圧力までの増大は、吸着カップ４６２が物品９００と接触係合して配置されて、物品９００に吸着していることを示す。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ４６２の物品９００の閾値距離内への配置は、吸着カップ４６２が物品９００と接触係合して配置されるようになることを示す。

10

【０４１０】

コントローラ２０２による、吸着カップ４６２が物品９００に吸着しているという判断に応答して、伸縮式アームの横方向拡張が停止される。

【０４１１】

この時点で、物品マニピュレータ４３０は、図１０１～図１０３に示されるように、物品配置／取出し有効構成で配置される。

【０４１２】

物品９００を吸着カップ４６２で掴んで、伸縮式アームは引き込まれて、物品マニピュレータ４３０を物品配置／取出し有効構成から、図１０４～図１０６に示されるような、位置合わせ有効構成に移行する。

20

【０４１３】

次いで、物品配置／取出しツール４２１は、アクチュエータ構成８２０により、第２の方向（例えば、後方）に、縦方向に変位され、吸着カップ４６２は、アクチュエータ構成４８０により、ドライバ４５０に対して、第１の方向（例えば、前方）に縦方向に変位されて、物品マニピュレータ４３０を位置合わせ有効構成から、図１０７～図１０９に示されるような、位置合わせ無効構成に移行する。いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール４２１の第２の方向における縦方向変位および吸着カップ４６２の第１の方向における縦方向変位は同時に起こり、そのため吸着カップ４６２の基部３０２に対する縦方向変位がなく、そのため、物品９００が吸着カップ４６２で掴まれている間、物品９００の、基部３０２に対する縦方向移動がない。いくつかの実施形態では、例えば、物品９００の基部３０２に対するかかる縦方向移動は、物品９００の物品保持体上の既存の物品との衝突をもたらし得る。

30

【０４１４】

図に示されるように、物品マニピュレータ４３０が位置合わせ無効構成で配置されている間、伸縮式アームによる物品９００のロボット画定物品保持体５０２の方への横方向移動の妨害がない。

【０４１５】

この時点で、伸縮式アームはさらに横方向に引き込まれ、ドライバ４５０は、第２の方向、例えば、左方向に、横方向に変位されて、図１１０～図１１２に示されるように、物品をロボット画定物品保持体５０２上に配置する。物品９００の横方向移動は、ロボット画定物品保持体５０２と物品保持体との間の最小間隔の縮小によって容易にされる。

40

【０４１６】

いくつかの実施形態では、例えば、物品をロボット画定物品保持体５０２上に配置するために、物品９００が、物品保持体からロボット画定物品保持体５０２に横方向に移動されているとき、ロボット画定物品保持体５０２は、図１０５～図１０８に示されるように、引込構成に横方向に変位される。

【０４１７】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ２０２は、伸縮式アームが引き込まれているときに、吸着圧力を監視する。１つの吸着カップ４６２の吸着圧力が減少する、例

50

えば、急に減少すると（例えば、所定の圧力閾値を下回って）、コントローラ 202 は、物品 900 に印加された適切な把持力を維持するために他の吸着カップ（複数可）の吸着圧力を調整する。

【0418】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、物品 900 のロボット画定物品保持体 502 に向かったの横方向移動に対する妨害（例えば、物品 900 が引っかかっている）を示す、伸縮式アームの横方向引込みに対する抵抗を監視する。いくつかの実施形態では、例えば、物品 900 のロボット画定物品保持体 502 に向かったの横方向移動に対する妨害があり、コントローラ 202 は、アクチュエータ構成 480 およびアクチュエータ構成 470 に制御コマンドを送信して、その妨害を克服するために吸着カップ 462 および物品 900 の小さい垂直および縦方向変位を達成する。いくつかの実施形態では、コントローラ 202 はさらに、アクチュエータ 820 に制御コマンドを送信して、その妨害を克服するために物品配置／取出しツール 421 の小さい縦方向変位を達成する。

10

【0419】

物品をロボット画定物品保持体 502 上に配置して、コントローラ 202 は、ポンプ 464 に制御コマンドを送信して、ポンプ 464 をオフにし、そのため吸着カップ 462 における吸着はない。これは、吸着カップ 462 による物品 900 の把持の解放を達成して、物品 900 がロボット画定物品保持体 502 によって支持されるようになるという結果を伴う。

【0420】

物品 900 をロボット画定物品保持体 502 で支持して、リフト機構 340 は引込構成に配置されるようになる。

20

【0421】

この時点で、コントローラ 202 は、アンカー構成 510 に制御コマンドを送信して、アンカー構成 510 をアンカリング無効状態で配置し、基部 302 は、物品 900 を、荷積み区域などの、倉庫の所望の位置に移動させるために、ロボット 110 を前記所望の位置に移動させる。

【0422】

図 89 に示されるように、取り出すべき対象物品 900 がロボット 110 の右側に配置されている。いくつかの実施形態では、例えば、取り出すべき対象物品 900 は、ロボット 110 の左側に配置され得、ロボット 110 によって同様の方法で取り出すことができる。

30

【0423】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、対象物品 900 を倉庫の対象エリア内の物品保持体上に保管するためにクライアントコンピューティング装置 120 からサーバー 114 を介して制御コマンドを受信する。

【0424】

いくつかの実施形態では、例えば、サーバーコンピュータ 114 は、倉庫内の対象エリアを、例えば、在庫規則に基づいて決定して、制御コマンドをロボット 110 に送信する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、対象物品 900 を荷積み区域 112 から、例えば、物品マニピュレータ 430 を用いて掴み、ロボット画定物品保持体 502 上に配置して、ロボット 110 は、物品 900 を倉庫の対象エリアまで計算された経路に沿って移動させる。いくつかの実施形態では、例えば、物品 900 は、オペレータによってロボット画定物品保持体 502 上に置かれる。

40

【0425】

物品 900 がロボット画定物品保持体 502 上で支持されている間、光学センサー 490 は、光学センサー 490 に面している物品 900 の表面の形状および寸法を含む、物品 900 の表面の形状および寸法を表すデータを収集する。

【0426】

ロボット 110 が対象エリアに入ると、光学センサー 490 は、物品保持体、その保持

50

体上の物品、および物品保持体上の利用可能な収納スペースを表すデータを収集する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、光学センサー 490 の視野 (FOV) を照らすために、1 つ以上の LED ライトなどの、その照明構成要素の 1 つ以上をオンにする。

【0427】

光学センサー 490 から収集されたデータに基づいて、コントローラ 202、例えば、AI エンジン 224 は、空きスペース 910 を識別して位置を突き止めて、SSD アルゴリズムなどの適切なアルゴリズムを使用して、空きスペース 910 の各々の周囲に境界ボックス 912 を画定する。

【0428】

境界ボックス 912 に基づき、各空きスペース 910 の寸法がコントローラ 202 によって決定されて、物品 900 の寸法、例えば、光学センサー 490 に面している物品 900 の表面の寸法と比較される。コントローラ 202 は、物品 900 の寸法とスペース 910 の寸法の比較に基づき、物品 900 を受け入れることができる空きスペース 910 を識別する。物品 900 の受入れに適した適切な空きスペース 910 の識別に応答して、物品 900 は、ロボット画定物品保持体 502 から物品保持体へ移動される、具体的には、ロボット画定物品保持体 502 の前方に配置された物品保持体からの物品 900 の取出しに関して説明されたものに類似した (しかし逆の) 過程で、空きスペース 910 に移動される。

【0429】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 は、図 113 および図 114 に示されるように、ロボット画定物品保持体 502 に対して、垂直に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、図 40 および図 41 に示されるように、物品マニピュレータ 430 は、ロボット画定物品保持体 502 に対して、第 1 の垂直位置に配置され、図 113 および図 114 に示されるように、物品マニピュレータ 430 は、ロボット画定物品保持体 502 に対して、第 2 の垂直位置に配置されて、第 2 の垂直位置は、第 1 の垂直位置に対して高められている。いくつかの実施形態では、例えば、図 115 A および図 115 B ~ 図 116 A および図 116 B に示されるように、物品 900 を、ロボット 110 の第 1 の側、例えば、ロボット 110 の右側に配置された、第 1 の物品保持体 914 から掴み、物品移動装置 420 を下げて、物品を倉庫内の別の位置に移動させる代わりに、ロボット画定物品保持体 502 上に物品を配置した後、物品はロボット画定物品保持体 502 から、第 1 の物品保持体 914 と同じ高さで、第 1 の側の反対側のロボット 110 の第 2 の側、例えば、ロボット 110 の左側に配置された、第 2 の物品保持体 916 に移動できる。いくつかの実施形態では、例えば、これにより第 1 の物品保持体 914 から取り出した物品を第 2 の物品保持体 916 に配置する時間を短縮する。

【0430】

いくつかの実施形態では、例えば、図 113 に示されるように、エンドエフェクタ 440 は、エンドエフェクタ 440 の第 1 の側、例えば、右側上に配置された、第 1 の把持構成 460 A、および第 1 の側の反対であるエンドエフェクタ 440 の第 2 の側、例えば、エンドエフェクタ 440 の左側上に配置された、第 2 の把持構成 460 B を含む。

【0431】

いくつかの実施形態では、例えば、物品 900 がロボット画定物品保持体 502 によって支持されている間、物品マニピュレータ 430 は、図 117 A および図 117 B に示されるような、第 1 の構成、図 118 A および図 1178 に示されるような、第 2 の構成、図 121 A および図 121 B に示されるような、第 3 の構成、ならびに図 122 A および図 122 B に示されるような、第 4 の構成で構成可能である。

【0432】

第 1 の構成では、支持されている物品 900 の第 1 の側面、例えば、左側面が第 1 の把持構成 460 A によって掴まれて、そのためエンドエフェクタ 440 は支持されている物品 900 の第 1 の側面に連結される。図 117 A および図 117 B に示されるように、ド

10

20

30

40

50

ライバ４５０は、物品９００の左側に、物品９００と同じ高さで配置される。

【０４３３】

第２の構成では、エンドエフェクタ４４０と支持されている物品との間に連結がなく、第１の把持構成４６０Ａおよび支持されている物品９００の第１の側面は、対向する関係で配置される。図１１８Ａおよび図１１８Ｂに示されるように、把持構成４６０Ａによる物品９００の把持がなく、そのためエンドエフェクタ４４０と支持されている物品との間の連結はない。図に示されるように、ドライバ４５０は、物品９００の左側に、物品９００と同じ高さで配置される。

【０４３４】

第３の構成では、エンドエフェクタ４４０と支持されている物品９００との間に連結がなく、第２の把持構成４６０Ｂおよび支持されている物品９００の第２の側面、例えば、物品９００の右側面は、対向する関係で配置されており、第１の側面に対して、支持されている物品の第２の側面は、支持されている物品９００の向かい側に配置される。図１２１Ａおよび図１２１Ｂに示されるように、把持構成４６０Ｂによる物品９００の把持がなく、そのためエンドエフェクタ４４０と支持されている物品９００との間の連結はない。図に示されるように、ドライバ４５０は、物品９００の右側に、物品９００と同じ高さで配置される。

【０４３５】

第４の構成では、支持されている物品９００の第２の側面が第２の把持構成４６０Ｂによって掴まれて、そのためエンドエフェクタ４４０は支持されている物品９００の第２の側面に連結される。図１２２Ａおよび図１２２Ｂに示されるように、ドライバ４５０は、物品９００の右側に、物品９００と同じ高さで配置される。

【０４３６】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ４３０は、第１の構成から第２の構成に移行可能であり、第２の構成から第３の構成に移行可能であり、第３の構成から第４の構成に移行可能である。

【０４３７】

いくつかの実施形態では、例えば、第２の構成から第３の構成への移行は、エンドエフェクタ４４０が支持されている物品９００を取り除くという結果を伴う。

【０４３８】

いくつかの実施形態では、例えば、第２の構成から第３の構成への移行は、移行中にエンドエフェクタ４４０が垂直に変位されるという結果を伴う。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０の前記垂直変位は、ロボット画定物品保持体５０２に対してである。

【０４３９】

いくつかの実施形態では、例えば、第２の構成から第３の構成への移行は、以下を含む：

【０４４０】

エンドエフェクタ４４０が支持されている物品９００の上に配置されるようになる結果を伴う、エンドエフェクタ４４０の上方変位、

【０４４１】

エンドエフェクタ４４０が支持されている物品９００の上に配置されている間、エンドエフェクタ４４０が支持されている物品９００をトラバースする結果を伴う、エンドエフェクタの横方向変位、

【０４４２】

エンドエフェクタによる支持されている物品９００のトラバースの後の、エンドエフェクタ４４０の下方変位。

【０４４３】

いくつかの実施形態では、例えば、拡張可能アーム４３２は、ロボット画定物品保持体５０２に対して垂直に変位可能であり、エンドエフェクタ４４０の垂直変位は、物品マニ

10

20

30

40

50

ピュレータ４３０の第２の構成から第３の構成への移行中、拡張可能アーム４３２の、ロボット画定物品保持体５０２に対する、垂直変位によって達成される。

【０４４４】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ４３０の第２の構成から第３の構成への移行を達成するための、エンドエフェクタ４４０の横方向変位は、エンドエフェクタ４４０の、ロボット画定物品保持体５０２に対する、横方向変位であり、横方向変位は、拡張可能アーム４３０の拡張または引込みに応答して達成可能である。

【０４４５】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタアクチュエータ構成、例えば、アクチュエータ構成６６０は、エンドエフェクタ４４０と動作可能に連通して配置される。エンドエフェクタ４４０は拡張可能アーム４３２に連結され、そのためエンドエフェクタ４４０は、エンドエフェクタアクチュエータ構成６６０による作動に応答して、拡張可能アーム４３２に対して、横方向に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ４３０の第２の構成から第３の構成への移行を達成するための、エンドエフェクタ４４０の横方向変位は、エンドエフェクタ４４０の、拡張可能アーム４３２に対する、横方向変位である。

【０４４６】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０の、エンドエフェクタアクチュエータ構成６６０による作動に応答して達成可能な、拡張可能アーム４３２に対する、横方向変位は、拡張可能アーム４３２の拡張または引込みに応答した、エンドエフェクタ４４０の変位とは無関係である。

【０４４７】

ロボット１１０が、第１の物品保持体９１４と第２の物品保持体９１６との間に配置されている間であって、第１の物品保持体９１４が第１の支持表面９１５を画定し、第２の物品保持体９１６が第２の支持表面９１７を画定して、第１および第２の支持表面は同じ高さで配置され、かつ

【０４４８】

第１および第２の把持構成４６０の１つが、掴まれた物品が安定化されるように、第１の物品保持体９１４上の物品を掴んでいる間：

【０４４９】

物品マニピュレータ４３０は、図１１７Ａおよび図１１７Ｂに示されるように、物品マニピュレータ４３０による第１の物品保持体９１４からロボット画定物品保持体５０２への、物品９００の移動に応答して、第１の構成で配置可能であり、

【０４５０】

物品マニピュレータ４３０が第４の構成で配置されている間、支持されている物品は、図１２２Ａおよび図１２２Ｂに示されるように、物品の第２の支持表面９１７による支持のために、物品マニピュレータ４３０によって、ロボット画定物品保持体５０２から、第２の物品保持体９１６に移動可能である。

【０４５１】

いくつかの実施形態では、例えば、図１２０Ａおよび図１２０Ｂに示されるように、ロボット画定物品保持体５０２は、第２の物品保持体９１６に向かって横方向に変位されてロボット画定物品保持体５０２との間の最小間隔距離が減少し、第２の物品保持体９１６に向かって横方向に変位して、物品マニピュレータ４３０による支持されている物品のロボット画定物品保持体５０２から第２の物品保持体９１６への移動を容易にする。

【０４５２】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータは、図１１９Ａおよび図１１９Ｂに示されるように、第５の構成で、および図１２０Ａおよび図１２０Ｂに示されるように、第６の構成で構成可能である。

【０４５３】

第５の構成では、エンドエフェクタ４４０と支持されている物品９００との間に連結が

10

20

30

40

50

なく、第1の把持構成460Aおよび支持されている物品900の第1の側面は、対向する関係で配置される。図119Aおよび図119Bに示されるように、把持構成460Aによる物品900の把持がなく、そのためエンドエフェクタ440と支持されている物品900との間の連結はない。図に示されるように、エンドエフェクタ440は、物品900および拡張可能アーム432の左側に配置されて、ドライバ450、およびエンドエフェクタ440は物品900の上に配置される。

【0454】

第6の構成では、エンドエフェクタ440と支持されている物品900との間に連結がなく、第1の把持構成460Bおよび支持されている物品900の第2の側面は、対向する関係で配置される。図120Aおよび図120Bに示されるように、把持構成460Bによる物品900の把持がなく、そのためエンドエフェクタ440と支持されている物品900との間の連結はない。図に示されるように、エンドエフェクタ440は、物品900および拡張可能アーム432の左側に配置されて、ドライバ450、およびエンドエフェクタ440は物品900の上に配置される。

【0455】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ430は、第2の構成から第5の構成に、第5の構成から第6の構成に、第6の構成から第3の構成に移行可能である。

【0456】

いくつかの実施形態では、例えば、第2の構成から第5の構成への移行は、物品マニピュレータ430の、ロボット画定物品保持体502に対する上方変位を含み、エンドエフェクタ440が、支持されている物品の上に配置されるようになるという結果を伴う。

【0457】

いくつかの実施形態では、例えば、第5の構成から第6の構成への移行は、エンドエフェクタ440の、拡張可能アーム432に対する横方向変位を含み、エンドエフェクタ440が支持されている物品900をトラバースするという結果を伴う。

【0458】

いくつかの実施形態では、例えば、第6の構成から第3の構成への移行は、物品マニピュレータ430の、ロボット画定物品保持体502に対する下方変位を含む。

【0459】

物品マニピュレータ430を第2の構成から第3の構成へ移行させるための、エンドエフェクタ440の垂直変位は、物品マニピュレータ430の垂直変位によって達成され、物品マニピュレータ430は、拡張可能アーム432、ドライバ450、およびエンドエフェクタ440を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置420の前記垂直変位は、ロボット画定物品保持体502に対してである。

【0460】

物品マニピュレータ430の、ロボット画定物品保持体502に対する垂直変位は、物品移動装置420の垂直変位機構920によって達成可能である。垂直変位機構920は、ブロック810に連結されるフレーム922、中間プレート924、および拡張可能アーム432に、例えば、拡張可能アーム432の基本アームセグメント434に連結されるエンドプレート926を含み、中間プレート924は、フレーム922とエンドプレート926との間に配置される。

【0461】

フレーム922のブロック810への連結は、フレーム922はブロック810と共に縦方向に変位可能であるが、フレーム922はブロック810に対して変位可能ではないものである。

【0462】

中間プレート924のフレーム922への連結は、中間プレート924はフレーム922と共に縦方向に変位可能であって、中間プレート924はフレーム922に対して垂直に変位可能なものである。

【0463】

10

20

30

40

50

エンドプレート 9 2 6 の中間プレート 9 2 4 への連結は、エンドプレート 9 2 6 は中間プレート 9 2 4 と共に縦方向に変位可能であって、エンドプレート 9 2 6 は、中間プレート 9 2 4 に対して垂直に変位可能なものである。

【 0 4 6 4 】

物品マニピュレータ 4 3 0、例えば、拡張可能アーム 4 3 2 の基本アームセグメント 4 3 4 の、エンドプレート 9 2 6 への連結は、物品マニピュレータ 4 3 0 は、エンドプレート 9 2 6 と共に縦方向および垂直に変位可能であるが、物品マニピュレータ 4 3 0 はエンドプレート 9 2 6 に対して変位可能ではないものである。

【 0 4 6 5 】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 4 2 0 は、原動機 9 3 2、例えば、モーター、例えば、電気モーターを含む、アクチュエータ構成 9 3 0、ならびにトランスミッション構成要素 9 3 6、例えば、ギア、および垂直変位機構 9 2 0 の作動のためのラック 9 3 8 を含む、トランスミッション構成 9 3 4 を含む。図 1 2 6 および図 1 2 7 に示されるように、原動機 9 3 2 およびギア 9 3 6 はフレーム 9 2 2 に取り付けられて、ラック 9 3 8 は中間プレート 9 2 4 に取り付けられる。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 9 3 2 は、電気およびデータコネクタ 4 2 8 と、例えば、電気およびデータケーブル 9 4 0 を介して、電気およびデータ通信して配置される。データケーブル 3 9 0 および 3 9 2 が電気およびデータコネクタ 4 2 8 と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機 9 3 2 は、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置されて、ロボット 1 1 0 のバッテリーとも電気通信して配置される。

【 0 4 6 6 】

原動機 9 3 2 は、物品マニピュレータ 4 3 0 を、ロボット画定物品保持体 5 0 2 に対して垂直に変位させるために、物品マニピュレータ 4 3 0 に、例えば、拡張可能アーム 4 3 2 に印加できる変位力を生成するように構成される。原動機 9 3 2 からの変位力の物品マニピュレータ 4 3 0 への印加に応答して、物品マニピュレータ 4 3 0 は、ロボット画定物品保持体 5 0 2 に対して、上方または下方に変位される。

【 0 4 6 7 】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 9 3 2 は、第 1 の方向変位駆動状態および第 2 の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 9 3 2 が第 1 の方向変位駆動状態で配置されている間、物品マニピュレータ 4 3 0 に印加される変位力は、第 1 の方向、例えば、上方向を有しており、そのため物品マニピュレータ 4 3 0 は、変位力の物品マニピュレータ 4 3 0 への印加に応答して、ロボット画定物品保持体 5 0 2 に対して、垂直に上方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機 9 3 2 が第 2 の方向変位駆動状態で配置されている間、物品マニピュレータ 4 3 0 に印加される変位力は、第 1 の方向の反対である第 2 の方向、例えば、下方向を有しており、そのため物品マニピュレータ 4 3 0 は、変位力の物品マニピュレータ 4 3 0 への印加に応答して、ロボット画定物品保持体 5 0 2 に対して、第 2 の方向に変位される。

【 0 4 6 8 】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機 9 3 2 は、コントローラ 2 0 2 とデータ通信して配置されて、コントローラ 2 0 2 からの制御コマンドにより、原動機 9 3 2 の第 1 の方向変位駆動状態および第 2 の方向変位駆動状態での作動のために、バッテリーと電気通信してさらに配置される。

【 0 4 6 9 】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成 9 3 0 は、原動機 9 3 2 と物品マニピュレータ 4 3 0 との間、具体的には、原動機 9 3 2 と中間フレーム 9 2 4 との間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成 9 3 4 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 9 3 4 は、トランスミッション構成要素 9 3 6 を含む。トランスミッション構成要素 9 3 6 は、原動機 9 3 2 と、例えば、駆動軸を介して、動作可能に連通して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素 9 3 6 は、力がトランスミッション構成要素 9 3 6 からラック 9 3 8 に、

従って、中間プレート 9 2 4 に伝達可能になるように、ラック 9 3 8 と協働するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成要素 9 3 6 およびラック 9 3 8 の各 1 つは別々に、トランスミッション構成要素 9 3 6 からラック 9 3 8 に力を伝達するためのねじ切りまたは歯を含む。図 1 2 7 に示されるように、原動機 9 3 2 は、トランスミッション構成要素 9 3 6 を介してラック 9 3 8 と動作可能に連通して配置され、トランスミッション構成要素 9 3 6 は中間プレート 9 2 4 に連結されて、そのため原動機 9 3 2 によって生成された変位力が、トランスミッション構成要素 9 3 6 およびラック 9 3 8 を介して、中間プレート 9 2 4 に印加される。この点において、原動機 9 3 2 によって生成される変位力は、中間プレート変位力である。原動機 9 3 2 から中間プレート 9 2 4 への中間プレート変位力の印加に応答して、中間プレート 9 2 4 は、フレーム 9 2 2 に対して、垂直に変位される。

10

【0 4 7 0】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドプレート 9 2 6 を、中間プレート 9 2 4 に対して垂直に変位させるために、物品移動装置 4 2 0 はトランスミッション構成 9 5 0 を含む。フレーム 9 2 2、中間プレート 9 2 4、エンドプレート 9 2 6、トランスミッション構成 9 5 0 およびアクチュエータ構成 9 3 0 は、中間プレート 9 2 4 のフレーム 9 2 2 に対する垂直変位を達成するためのアクチュエータ構成 9 3 0 による中間フレーム変位力の中間プレート 9 2 4 への印加に応答して、エンドプレート変位力がトランスミッション構成 9 5 0 によってエンドプレート 9 2 6 に印加され、エンドプレート 9 2 6 の中間プレート 9 2 4 に対する垂直変位を達成するように協調して構成される。

20

【0 4 7 1】

図 1 2 7 に示されるように、いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成 9 5 0 は、トランスミッション構成要素 9 5 2、例えば、駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のもの、ならびにプーリー構成 9 5 4 を含み、プーリー構成 9 5 4 は、2 つのプーリー 9 5 6 および 9 5 8 を含む。プーリー 9 5 6 および 9 5 8 は、プーリー 9 5 6 をプーリー 9 5 8 の上に位置付けて中間プレート 9 2 4 に取り付けられて、トランスミッション構成要素 9 5 2 は、トランスミッション構成要素 9 5 2 の第 1 の部分 9 6 0 をフレーム 9 2 2 に連結し、トランスミッション構成要素 9 5 2 の第 2 の部分 9 6 2 をエンドプレート 9 2 6 に連結して、プーリー 9 5 6 および 9 5 8 の周りに巻き付けられてプーリー 9 5 6 と 9 5 8 の間に延在してピンと張って配置される。

30

【0 4 7 2】

中間プレート 9 2 4 の上方垂直変位に応答して、例えば、原動機 9 3 2 からの上向き垂直方向を有する中間プレート変位力の印加に応答して、プーリー 9 5 6 および 9 5 8 は上向きに変位される。プーリー 9 5 6 が上向きに変位されると、プーリー 9 5 6 はトランスミッション構成要素 9 5 2 に力を及ぼして、トランスミッション構成要素 9 5 2 がさらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。トランスミッション構成要素 9 5 2 の (i) フレーム 9 2 2、フレーム 9 2 2 のロボット画定物品保持体 5 0 2 に対する垂直変位がないようにブロック 8 1 0 に連結されている、および (i i) エンドプレート 9 2 6、中間プレート 9 2 4 に対して垂直に変位可能である、への連結に起因して、トランスミッション構成要素 9 5 2 がさらにピンと張って配置されるようになる、トランスミッション構成要素 9 5 2 における張力は、上向き方向を有する、エンドプレート変位力としてエンドプレート 9 2 6 に伝達される。この点において、中間プレート 9 2 4 が垂直に上向きに変位されると、トランスミッション構成要素 9 5 2 はエンドプレート変位力をエンドプレート 9 2 6 に印加する。エンドプレート変位力のエンドプレート 9 2 6 への印加に応答して、エンドプレート 9 2 6 は、中間プレート 9 2 4 に対して、上向き方向に変位される。

40

【0 4 7 3】

同様に、中間プレート 9 2 4 の下方垂直変位に応答して、例えば、原動機 9 3 2 からの下向き垂直方向を有する中間プレート変位力の印加に応答して、プーリー 9 5 6 および 9 5 8 は下向きに変位される。プーリー 9 5 8 が下向きに変位されると、プーリー 9 5 8 は

50

トランスミッション構成要素 952 に力を及ぼして、トランスミッション構成要素 952 がさらにピンと張って配置されるようになるという結果を伴う。トランスミッション構成要素 952 の (i) フレーム 922、フレーム 922 のロボット画定物品保持体 502 に対する垂直変位がないようにブロック 810 に連結されている、および (ii) エンドプレート 926、中間プレート 924 に対して変位可能である、への連結に起因して、トランスミッション構成要素 952 がさらにピンと張って配置されるようになると、トランスミッション構成要素 952 における張力は、下向き方向を有する、エンドプレート変位力としてエンドプレート 926 に伝達される。この点において、中間プレート 924 が垂直に下向きに変位されると、トランスミッション構成要素 952 はエンドプレート変位力をエンドプレート 926 に印加する。エンドプレート変位力のエンドプレート 926 への印加に応答して、エンドプレート 926 は、中間プレート 924 に対して、下向き方向に変位される。

10

【0474】

いくつかの実施形態では、例えば、垂直変位機構 920 は、2 つ以上のトランスミッション構成 950、例えば、図 127 に示されるように、2 つのトランスミッション構成 950 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、2 つのトランスミッション構成 950 は、トランスミッション構成 950 によってエンドプレート 926 に印加されたエンドプレート変位力がエンドプレート 926 の中心垂直軸に関して釣り合うように、エンドプレート 926 に対して、配置される。いくつかの実施形態では、例えば、2 つのトランスミッション構成 950 は、中間プレート 924 の対向する端に配置される。

20

【0475】

図 124 ~ 図 127 は、垂直変位機構 920 を引込構成で示す。垂直変位機構 920 が引込構成で配置されている間、中間プレート 924 は第 1 の位置に配置され、エンドプレート 926 は第 1 の位置に配置される。図に示されるように、中間プレート 924 およびエンドプレート 926 は同じ高さに配置される。

【0476】

図 128 ~ 図 131 は、垂直変位機構 920 を拡張構成で示す。垂直変位機構 920 が、その引込構成での配置に対して、拡張された構成で配置されている間、中間プレート 924 は第 1 の位置よりも高い、垂直位置に配置される。垂直変位機構 920 が、その引込構成での配置に対して、拡張された構成で配置されている間、エンドプレート 926 は第 1 の位置よりも高い、垂直位置に配置されて、中間プレート 924 よりも高く配置される。

30

【0477】

いくつかの実施形態では、例えば、垂直変位機構 920 は、中間プレート 924 の、フレーム 922 に対する垂直変位を誘導するため、およびエンドプレート 926 の、中間プレート 924 に対する垂直変位も誘導するためのガイド 964、例えば、ガイドトラックを含む。

【0478】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、図 132 ~ 図 142 に示されるように、物品マニピュレータ 970 をさらに含む。物品マニピュレータ 430 が、掴まれた物品が安定化されるように物品を掴み、掴まれた物品を横方向に移動させるように構成されるのに対して、物品マニピュレータ 970 は、掴まれた物品が安定化されるように物品を掴み、掴まれた物品を基部 302 に対して、縦方向（例えば、前方または後方）に移動させるように構成される。

40

【0479】

物品マニピュレータ 970 は、ロボット画定物品保持体 502 に連結され、そのため物品マニピュレータ 970 は、図 67 ~ 図 74 に示されるように、基部 302 に対して、ロボット画定物品保持体 502 と共に横方向に変位可能である。

【0480】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、物品配置／取出しツ

50

ール 971 を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品配置／取出しツール 971 は縦方向変位機構 972 を含む。縦方向変位機構 972 は、基部 302 に対して、およびロボット画定物品保持体 502 に対しても、縦方向への拡張および引込みのために作動可能である。いくつかの実施形態では、例えば、拡張および引込みは、水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、縦方向における拡張および引込みは、水平面の範囲内である。

【0481】

いくつかの実施形態では、例えば、図 132～図 136 に示されるように、変位機構 972 は 2 つの変位サブ機構 973 を含む。変位サブ機構 973 はロボット画定物品保持体 502 の対向する端に配置される。

10

【0482】

変位サブ機構 973 の各 1 つは別々に、図 133～図 136 に示されるように、レール 974、スライダ 976、およびブラケット 978 を含み、スライダ 976 は、レール 974 とブラケット 978 との間に配置される。レール 974 は、レール 974 のロボット画定物品保持体 502 に対する変位がないように、ロボット画定物品保持体 502 に連結される。スライダ 976 は、スライダ 976 がレール 974 に対して縦方向に変位可能になるように、レール 974 に連結される。スライダ 976 のレール 974 に対する縦方向変位は、レール 974 によって誘導される。ブラケット 978 は、ブラケット 978 がスライダ 976 に対して縦方向に変位可能になるように、スライダ 976 に連結される。ブラケット 978 のスライダ 976 に対する縦方向変位は、スライダ 976 によって誘導される。

20

【0483】

変位サブ機構 973 の各 1 つは別々に、レール 974 がロボット画定物体保持体 502 内に配置され、スライダ 976 およびブラケット 978 がロボット画定物体保持体 502 の物品支持表面 503 の上に配置されるように、ロボット画定物品保持体 502 に連結され、物品支持表面 503 は物品を支持するように構成される。

【0484】

いくつかの実施形態では、例えば、縦方向変位機構 972 は、図 133 に示されるような、引込構成、図 134 に示されるような、中間前方構成、図 135 に示されるような、拡張構成、および図 136 に示されるような、中間後方構成で構成可能である。

30

【0485】

引込構成では、スライダ 976 は、レール 974 の最後端に配置されて、ブラケット 978 はスライダ 976 の最後端に配置される。

【0486】

中間前方構成では、スライダ 976 は、レール 974 の最後端に配置されて、ブラケット 978 はスライダ 976 の最前端に配置される。

【0487】

拡張構成では、スライダ 976 は、レール 974 の最前端に配置されて、ブラケット 978 はスライダ 976 の最前端に配置される。

【0488】

中間後方構成では、スライダ 976 は、レール 974 の最前端に配置されて、ブラケット 978 はスライダ 976 の最後端に配置される。

40

【0489】

変位機構 972 は、引込構成から中間前方構成へ変位可能であり、中間前方構成から拡張構成へ変位可能で、拡張構成から中間後方構成へ変位可能で、中間後方構成から引込構成へ変位可能である。

【0490】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、変位機構 972 を、引込構成、中間前方構成、拡張構成、および中間後方構成の間で移行させるためのアクチュエータ構成 980 を含む。

50

【0491】

アクチュエータ構成980は、原動機982、例えば、モーター、例えば、電気モーター、ならびに駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のものなどの、トランスミッション構成要素986、駆動軸988、プーリー990Aおよび990B、プーリー992Aおよび992B、プーリー994Aおよび994B、ならびに駆動ベルト、チェーン、ケーブルおよび同様のものなどの、トランスミッション構成要素996を含む、トランスミッション構成984を含む。図132に示されるように、トランスミッション構成要素986、および駆動軸988は、ロボット画定物品保持体502内に配置される。図133に示されるように、プーリー990Aおよび990Bは、プーリー990Aを990Bに対して前方に配置して、レール974に連結される。図133に示されるように、プーリー992Aおよび992Bは、プーリー992Aを992Bに対して前方に配置して、スライダ976に連結される。図133に示されるように、プーリー994Aおよび994Bは、プーリー994Aを992Bに対して前方に配置し、プーリー994Aを992Aの前方に配置し、プーリー994Bを992Bに対して後方に配置して、スライダ976に連結される。図133に示されるように、ブラケット978は、トランスミッション構成要素996と、係合して、例えば、把持係合して配置され、前記係合は、プーリー994Aと994Bとの間に配置される。

10

【0492】

図133に示されるように、トランスミッション構成要素996は、プーリー990A、プーリー990B、プーリー992B、プーリー994B、プーリー994A、プーリー992Aの周りに巻き付けられて、プーリー990Aに戻る。

20

【0493】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機982は、電気およびデータコネクタ428と、例えば、電気およびデータケーブル998を介して、電気およびデータ通信して配置される。ケーブル390および392が電気およびデータコネクタ428と電気およびデータ通信して配置されている間、原動機982は、コントローラ202とデータ通信して配置されて、ロボット110のバッテリーとも電気通信して配置される。

【0494】

原動機982は、スライダ976およびブラケット978を、基部302に対して縦方向に変位させるために、変位機構972に印加できる変位力を生成するように構成される。原動機982からの変位力のスライダ976およびブラケット978への印加にตอบสนองして、スライダ976およびブラケット978は、基部302に対して、縦方向に拡張または引き込まれる。

30

【0495】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機982は、第1の方向変位駆動状態および第2の方向変位駆動状態で構成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、原動機982が第1の方向変位駆動状態で配置されている間、スライダ976およびブラケット978に印加される変位力は、第1の方向、例えば、前方向を有しており、そのためスライダ976およびブラケット978は、変位力のスライダ976およびブラケット978への印加にตอบสนองして、基部302に対して、第1の方向に変位される。いくつかの実施形態では、例えば、原動機982が第2の方向変位駆動状態で配置されている間、スライダ976およびブラケット978に印加される変位力は、第1の方向の反対である第2の方向、例えば、後方向を有しており、そのためスライダ976およびブラケット978は、変位力のスライダ976およびブラケット978への印加にตอบสนองして、基部302に対して、第2の方向に変位される。

40

【0496】

いくつかの実施形態では、例えば、原動機982は、コントローラ202とデータ通信して配置されて、コントローラ202からの制御コマンドにより、原動機982の第1の方向変位駆動状態および第2の方向変位駆動状態での作動のために、バッテリーと電気通信してさらに配置される。

50

【0497】

いくつかの実施形態では、例えば、アクチュエータ構成980は、原動機982と変位機構972との間、具体的には、原動機982と、スライダ976およびブラケット978との間の動作可能な連通を達成するためにトランスミッション構成984を含む。いくつかの実施形態では、例えば、トランスミッション構成984は、トランスミッション構成要素986および駆動軸988を含む。トランスミッション構成要素986は、原動機982と動作可能に連通して配置されて、駆動軸988は、トランスミッション構成要素986と動作可能に連通して配置され、そのため原動機982は、トランスミッション構成要素986を介して、駆動軸988の回転を駆動する。駆動軸988は、駆動軸988の回転がプーリー990Aを回転させるように、変位サブ機構973のプーリー990Aに連結される。この点において、駆動軸988は、変位サブ機構973に対する共通の駆動軸である。トランスミッション構成要素996のプーリー990、992、および994の周りへの巻き付けに起因して、プーリー990Aの回転は、プーリー990、992、および994によって誘導されるとおりにトランスミッション構成要素996の移動を引き起こす。

10

【0498】

いくつかの実施形態では、例えば、図132に示されるように、原動機982は、トランスミッション構成要素986、駆動軸988、ならびにプーリー990、992、および994を介してトランスミッション構成要素996と動作可能に連通して配置され、そのため原動機982によって生成された変位力がスライダ976およびブラケット978に印加される。

20

【0499】

変位機構972が引込構成で配置されている間、変位サブ機構973の各1つに対して別々に、原動機982が第1の方向変位駆動状態で配置されている間、原動機982は駆動軸988を第1の方向、例えば、時計回りの方向に回転させ、それは、プーリー990Aを第1の方向に回転させる。これは、トランスミッション構成要素996のプーリー990、992、および994の周りの回転を引き起こす。ブラケット978のトランスミッション構成要素996に対する係合に起因して、トランスミッション構成要素996の移動は、ブラケット978がスライダ976の最前端に配置されて、スライダ976、例えば、スライダ976の前方ストップと隣接係合して配置されるまで、ブラケット978が、スライダ976に対して、およびロボット画定物品保持体に対して、縦方向に前方に変位されるという結果を伴う。この時点で、変位機構972は、中間前方構成で配置される。

30

【0500】

プーリー990Aの第1の方向における更なる回転に応答して、トランスミッション構成要素996は、プーリー990、992、および994の周りを移動するように駆動され続ける。ブラケット978のトランスミッション構成要素996に対する係合に起因して、かつブラケット978およびスライダ976の隣接係合に起因して、トランスミッション構成要素996の移動は、スライダ976がレール974の最前端に配置されて、レール974、例えば、スライダ976の前方ストップと隣接係合して配置されるまで、ブラケット978およびスライダ976が、レール974に対して、およびロボット画定物品保持体502に対して、縦方向に前方に変位されるという結果を伴う。この時点で、変位機構972は、拡張構成で配置される。

40

【0501】

変位機構972が拡張構成で配置されている間、プーリー990Aの、第2の方向変位駆動状態で構成された原動機982による、第1の方向と反対の第2の方向、例えば、反時計方向における更なる回転に応答して、トランスミッション構成要素996は、プーリー990、992、および994の周りを反対方向に移動するように駆動される。ブラケット978のトランスミッション構成要素996に対する係合に起因して、トランスミッション構成要素996の移動は、ブラケット978がスライダ976の最後端に配置され

50

て、スライダ 976、例えば、スライダ 976 の後方ストップと隣接係合して配置されるまで、ブラケット 978 が、スライダ 976 に対して、かつロボット画定物品保持体 502 に対して、縦方向に後方に変位されるという結果を伴う。この時点で、変位機構 972 は、中間後方構成で配置される。

【0502】

プーリー 990A の第 2 の方向における更なる回転に応答して、トランスミッション構成要素 996 は、プーリー 990、992、および 994 の周りを移動するように駆動され続ける。ブラケット 978 のトランスミッション構成要素 996 に対する係合に起因して、かつブラケット 978 およびスライダ 976 の隣接係合に起因して、トランスミッション構成要素 996 の移動は、スライダ 976 がレール 974 の最後端に配置されて、レール 974、例えば、スライダ 976 の後方ストップと隣接係合して配置されるまで、ブラケット 978 およびスライダ 976 が、レール 974 に対して、およびロボット画定物品保持体 502 に対して、縦方向に後方に変位されるという結果を伴う。この時点で、変位機構 972 は、引込構成で配置される。

10

【0503】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、例えば、リフト機構 340 を介して、基部 302 に連結される。物品移動装置 420 が基部 302 に連結されている間、スライダ 976 およびブラケット 978 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する、前記縦方向変位は、基部 302 に対してでもある。

【0504】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために構成されるエンドエフェクタ 1000 を含む。エンドエフェクタ 1000 は、エンドエフェクタ 1000 が、スライダ 976 およびブラケット 978 の縦方向変位に応答して、ロボット画定物品保持体 502 に対して縦方向に変位可能になるように、変位機構 972 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 のロボット画定物品保持体 502 に対する変位は、縦方向においてである。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する変位は、水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する、縦方向における変位は、水平面の範囲内である。

20

30

【0505】

いくつかの実施形態では、例えば、図 132 に示されるように、物品配置／取出しツール 971 は、取付ブロック 1010 を含む。図に示されるように、取付ブロック 1010 は、変位機構 972、具体的には、ブラケット 978 に連結される。ブラケット 978 は、取付ブロック 1010 の対向する端部において取付ブロック 1010 に連結される。取付ブロック 1010 は、取付ブロック 1010 が、ブラケット 978 およびスライダ 976 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する、変位に応答して、ロボット画定物品保持体 502 に対して変位可能になるように、ブラケット 978 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 のロボット画定物品保持体 502 に対する変位は、縦方向においてである。いくつかの実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する変位は、水平面の範囲内である。いくつかの実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 の、ロボット画定物品保持体 502 に対する、縦方向における変位は、水平面の範囲内である。

40

【0506】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 は取付ブロック 1010 に連結される。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 は取付ブロック 1010 に連結され、そのためエンドエフェクタ 1000 は取付ブロック 1010 と共に縦方向に変位可能になる。いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 の変位機構 972 への連結は、エンドエフェクタ 1000 の取付ブロック 1010 への連結によって達成され、取付ブロック 1010 は、変位機構 972 のブラケット 978

50

に連結される。

【0507】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ1000は、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むために把持構成1020を含む。

【0508】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成1020は、吸着カップ1022を含む。いくつかの実施形態では、例えば、物品は、物品の表面部分の吸着カップ1022による吸着により、吸着カップ1022によって把持される。図132に示されるように、いくつかの実施形態では、例えば、把持構成1020は4つの吸着カップ1022A、1022B、1022C、および1022Dを含み、吸着カップ1022は隣り合わせた関係で配置される。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ1022は、それらが縦前方向に向いているように、取付ブロック1010に取り付けられる。

10

【0509】

物品マニピュレータ430と同様、いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ1022の各1つは別々に、弁ブロックを用いて、ポンプと流体連結して配置される。ポンプおよび弁ブロックは取付ブロック1010内に配置される。ポンプおよび弁ブロックの各1つは別々に、コントローラ202とデータ通信して配置され、バッテリーと、例えば、電気およびデータケーブル998を介して、電気通信して配置される。コントローラ202は、吸着カップ1022における吸引量を制御するために制御コマンドをポンプに送信するように構成される。コントローラ202は、ポンプと1つ以上の吸着カップ1022との間の空気の流れを制御する弁ブロックの1つ以上の弁を開閉するために制御コマンドを弁ブロックに送信するように構成される。

20

【0510】

いくつかの実施形態では、例えば、把持構成1020の各吸着カップ1022に対して、把持構成1020は真空センサーを含む。各真空センサーは別々に、コントローラ202と、例えば、電気およびデータケーブル998を介して、データ通信して配置される。いくつかの実施形態では、例えば、各真空センサーは別々に、バッテリーと、例えば、電気およびデータケーブル998を介して、電気通信して配置される。各真空センサーは別々に、それぞれの吸着カップの吸引圧力を表すデータを収集する。このデータに基づき、コントローラ202は、吸着カップ1022が物品の表面部分に吸着しているか、従って、物品が吸着カップ1022によって把持されているかを判断する。このデータに基づき、コントローラ202は、例えば、物品の表面部分上の欠損に起因して、吸着カップ1022による物品の表面部分の吸着の欠如があるかをさらに判断でき、制御コマンドをポンプおよび弁ブロックに送信して、前記吸着カップ1022から1つ以上の他の吸着カップ1022へ吸着を転換することができる。

30

【0511】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ1000の各把持構成1020は別々に、把持構成1020が、取付ブロック1010に対して旋回可能なように、取付ブロック1010に連結され、そのため把持構成1020は、物品を掴むために、物品の角度の付いた表面と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、把持構成1020の取付ブロック1010への連結は、把持構成1020の、取付ブロック1010に対する旋回を達成するために蝶番を含む。いくつかの実施形態では、例えば、把持構成1020は、取付ブロック1010に対して、少なくとも1度、例えば、5度だけ、旋回可能である。

40

【0512】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ1000の把持構成1020の各吸着カップ1022は別々に、吸着カップ1022が、取付ブロック1010に対して旋回可能なように、取付ブロック1010に連結され、そのため吸着カップ1022は、物品を掴むために、物品の角度の付いた表面と、接触係合、例えば、密封係合して配置可能である。いくつかの実施形態では、吸着カップ1022の取付ブロック1010への連結

50

は、吸着カップ 1022 の、取付ブロック 1010 に対する旋回を達成するために蝶番を含む。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ 1022 は、取付ブロック 1010 に対して、少なくとも 1 度、例えば、5 度だけ、旋回可能である。

【0513】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 の光学センサー 490 および変位変換器 498 と同様、物品マニピュレータ 970 は光学センサー 1030、例えば、ステレオカメラ、3D カメラまたは LIDAR センサー、および変位変換器 1032、例えば、赤外線センサーを含む。光学センサー 1030 および変位変換器 1032 は、取付ブロック 1010 の前面上の、吸着カップ 1022 A と 1022 B との間、およびカップ 1022 C と 1022 D との間に取り付けられる。

10

【0514】

光学センサー 1030 の各 1 つは別々に、(i) センサー 1030 に面している物品の表面の形状、(ii) 光学センサー 1030 と物品との間の距離、および (iii) 物品上の識別ラベル (例えば、印刷ラベル、最小在庫管理単位 (SKU)、バーコード、クイックレスポンス (QR) コード、および／または同様のもの) を表すデータを含む、データを収集するために構成される。

【0515】

いくつかの実施形態では、例えば、センサー 1030 に面している物品の表面の形状を表すデータに基づき、AI エンジン 224 は、図 3 に示されるように、物品の周囲の境界ボックス 904 を画定し、コントローラ 202 は、境界ボックス 904 の寸法および中心に基づいて物品の寸法および中心を決定する。

20

【0516】

いくつかの実施形態では、例えば、センサー 1030 に面している空きスペースの形状を表すデータに基づき、AI エンジン 224 は、図 4 に示されるように、空きスペース 910 の周囲の境界ボックス 912 を画定し、コントローラ 202 は、境界ボックス 912 の寸法に基づいて空きスペース 910 の寸法を決定する。

【0517】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、変位変換器 1032、例えば、赤外線センサーを含む。変位変換器 1032 の各 1 つは別々に、変位変換器 1032 と物品との間の距離を表すデータを含む、データを収集するために構成される。いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、光学センサー 1030 が物品距離データを提供できない場合、例えば、光学センサー 1030 が物品の閾値最小距離内にある (例えば、近すぎる) 場合に、コントローラ 202 が処理のために物品距離データを有するように、変位変換器 1032 を含む。

30

【0518】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、拡張可能アーム 432 の拡張速度の制御と同様に、光学センサー 1030 および変位変換器 1032 からの物品距離データに基づいて、スライダ 976 およびブラケット 978 の縦方向変位の速度を制御する。

【0519】

いくつかの実施形態では、例えば、光学センサー 1030 および変位変換器 1032 は、ロボット 110 のコントローラ 202 およびバッテリーと、例えば、電気およびデータケーブル 998 を介して、電気およびデータ通信して配置される。

40

【0520】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 は、ロボット画定物品保持体 502 に対して、アクチュエータ構成 980 を介して、縦方向に変位可能である。いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、基部 302 に連結されて、エンドエフェクタ 1000 は、基部 302 に対して縦方向に変位可能である。

【0521】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 1000 が取付ブロック 1010

50

に連結されて、取付ブロック１０１０がブラケット９７８に連結されて、変位機構９７２が引込構成で配置されている間、エンドエフェクタ１０００は引込構成で配置される。

【０５２２】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ１０００が取付ブロック１０１０に連結されて、取付ブロック１０１０がブラケット９７８に連結されて、変位機構９７２が拡張構成で配置されている間、エンドエフェクタ１０００は拡張構成で配置される。

【０５２３】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０、エンドエフェクタ１０００、拡張可能アーム４３２、およびロボット画定物品保持体５０２は、物品および第１の物品保持体と協働可能であり、そのため：

【０５２４】

(i) 第１の物品保持体がロボット画定物体保持体５０２の側に配置されて、(ii) 物品が第１の物品保持体によって支持されていて、(iii) エンドエフェクタ４３２が、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴んでいる間、

【０５２５】

引込構成において、エンドエフェクタ１０００は、エンドエフェクタ１０００による、妨害がないように、拡張可能アーム４３２に対して配置されて、掴まれた物品の、拡張可能アーム４３２による、ロボット画定物品保持体５０２に向かったの横方向移動を達成する。

【０５２６】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ１０００およびロボット画定物品保持体５０２は、物品および第２の物品保持体と協働可能であり、そのため：

【０５２７】

(i) 第２の物品保持体がロボット画定物体保持体５０２の前に配置されて、(ii) 物品が第２の物品保持体によって支持されていて、(iii) エンドエフェクタ１０００が拡張構成で配置されて、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴んでいる間、

【０５２８】

掴まれた物品は、エンドエフェクタ１０００によりロボット画定物品保持体５０２に向かって移動可能である。

【０５２９】

いくつかの実施形態では、例えば、掴まれた物品のロボット画定物品保持体５０２に向かったの第２のエンドエフェクタによる移動は、エンドエフェクタ１０００の、ロボット画定物品保持体５０２に対する縦方向変位に応答して、達成可能である。いくつかの実施形態では、例えば、掴まれた物品のロボット画定物品保持体５０２に向かったの第２のエンドエフェクタによる移動は、エンドエフェクタ１０００の、基部３０２に対する縦方向変位に応答して達成可能である。

【０５３０】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ１０００の、基部３０２に対する縦方向変位は、エンドエフェクタ４４０の、基部３０２に対する、横方向変位と無関係である。

【０５３１】

いくつかの実施形態では、例えば、変位機構９７２がスライダ９７６ならびにプーリー９９２および９９４を含んでおらず、ブラケット９７８が、プーリー９９０Ａの周りにだけ巻き付けられているトランスミッション構成要素９９６に結合されている場合、ブラケット９７８は、レール９７４に対して、プーリー９９０間で縦方向に変位可能であるように制限されるであろう。かかる実施形態では、例えば、ブラケット９７８の、レール９７４に対する最後方位置決めは、プーリー９９０Ｂの前方に画定されるであろう（例えば、プーリー９９０Ｂ画定最後方位置）。前記最後方位置決めは、図１３３または図１３４に示されるような、プーリー９９２Ｂの位置決めに類似しているであろう。かかる実施形態では、例えば、取付ブロック１０１０が変位機構９７２のブラケット９７８に連結され、

10

20

30

40

50

変位機構 972 が引込構成で配置されて、そのためブラケット 978 がプーリー 990 B 画定最後方位置に配置されている間、取付ブロック 1010 および／または把持構成 1020 は、掴まれた物品の、拡張可能アーム 432 によるロボット画定物品保持体 502 に向かったの横方向移動の、取付ブロック 1010 および／または把持構成 1020 による妨害の可能性がないように、拡張可能アーム 432 に対して、または掴まれた物品に対して、配置される。

【0532】

しかし、変位機構 972 が引込構成で配置されている間、スライダ 976 の構成、具体的には、プーリー 994 B のプーリー 990 B の後方への配置に起因して、変位機構 972 が引込構成で配置されている間に達成される、ブラケット 978 の、レール 974 に対する最後方位置決めは、前記プーリー 990 B 画定最後方位置の後方である。

10

【0533】

かかる実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 が変位機構 972 のブラケット 978 に連結され、変位機構 972 が引込構成で配置されて、そのためブラケット 978 が、プーリー 990 B 画定最後方位置の後方である、レール 974 に対して、その最後方位置に配置されている間、把持構成 1020 は、掴まれた物品の、拡張可能アーム 432 によるロボット画定物品保持体 502 に向かったの横方向移動がないように、拡張可能アーム 432 に対して、または掴まれた物品に対して、配置される。

【0534】

同様に、いくつかの実施形態では、例えば、変位機構 972 がスライダ 976 ならびにプーリー 992 および 994 を含んでおらず、ブラケット 978 が、プーリー 990 A の周りにだけ巻き付けられているトランスミッション構成要素 996 に結合されている場合、ブラケット 978 は、レール 974 に対して、プーリー 990 間で縦方向に変位可能であるように制限されるであろう。かかる実施形態では、例えば、ブラケット 978 の、レール 974 に対する最前方位置決めは、プーリー 990 A の後方に画定されるであろう（例えば、プーリー 990 A 画定最前方位置）。前記最前方位置決めは、図 135 または図 136 に示されるような、プーリー 992 A の位置決めに類似しているであろう。かかる実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 が変位機構 972 のブラケット 978 に連結され、変位機構 972 が拡張構成で配置されて、そのためブラケット 978 がプーリー 990 A 画定最前方位置に配置されている間、把持構成 1020 は、把持構成 102 がロボット画定物品保持体 502 の最前方表面 999 の後方に配置されるように、ロボット画定物品保持体 502 に対して配置され得る。かかる実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、物品を、ロボット画定物品保持体 502 から、ロボット画定物品保持体 502 の前方に配置された物品保持体へ移動させるために、支持されている物品をロボット画定物品保持体 502 から十分に押しやることのできない可能性があるか、または物品を、物品保持体からロボット画定物品保持体 502 へ移動させるために、前記物品保持体上で支持されている物品を掴むことのできない可能性がある。

20

30

【0535】

しかし、変位機構 972 が拡張構成で配置されている間、スライダ 976 の構成、具体的には、プーリー 994 A のプーリー 990 A の後方への配置に起因して、変位機構 972 が拡張構成で配置されている間に達成される、ブラケット 978 の、レール 974 に対する最前方位置決めは、前記プーリー 990 A 画定最後方位置の前方である。

40

【0536】

かかる実施形態では、例えば、取付ブロック 1010 が変位機構 972 のブラケット 978 に連結され、変位機構 972 が拡張構成で配置されて、そのためブラケット 978 が、プーリー 990 A 画定最後方位置の前方である、レール 974 に対して、その最前方位置に配置されている間、把持構成 1020 は、把持構成 102 がロボット画定物品保持体 502 の最前方表面 999 の前方に配置されるように、ロボット画定物品保持体 502 に対して配置され得る。かかる実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 970 は、物品を、ロボット画定物品保持体 502 から、ロボット画定物品保持体 502 の前方に配置さ

50

れた物品保持体へ移動させるために、支持されている物品をロボット画定物品保持体 502 から十分に押しやるように構成され、かつ物品を、物品保持体からロボット画定物品保持体 502 へ移動させるために、前記物品保持体上で支持されている物品を掴むように構成される。

【0537】

ロボット 110 は、図 89～図 112 に関して前述されたような、ロボット画定物品保持体 502 の横方向に配置された物品保持体から物品を取り出すのと同様の方法で、物品を、ロボット画定物品保持体 502 の縦方向前方に配置された物品保持体から取り出すように構成される。

【0538】

コントローラ 202 は、倉庫の対象エリア内の物品保持体から対象物品 900 を取り出して、その物品を、荷積み区域 112 などの、倉庫の所望の位置に移動させるために、クライアントコンピューティング装置 120 からサーバー 114 を介してコマンドを受信する。

【0539】

コントローラ 202 は、ロボット 110 の現在位置から対象エリアまでの経路を決定して、対象エリアまで移動する。

【0540】

光学センサー 1030 は、そのエリア内で物品保持体によって支持されている物品を表すデータを収集して、コントローラ 202 は、対象物品 900 を識別し、ロボット 110 は、物品保持体がロボット 110 の縦方向前方に配置されるように物品保持体に対して位置付けられる。

【0541】

次いで、ロボット 110 は、アンカー構成 510 を用いて床にしっかりと固定される。

【0542】

ロボット 110 を床にしっかりと固定して、物品移動装置 420 は、ロボット画定物品保持体 502 が、その上で物品 900 が支持されている物品保持体と同じ高さに配置されるように、リフト機構 340 によって引き上げられる。

【0543】

物品を掴むために、変位機構 972 が引込構成で配置されていて、吸着カップ 1022 を含む、エンドエフェクタ 1000 が引込構成で配置されている間、エンドエフェクタ 1000 は、変位機構 972 による取付ブロック 1010 の縦方向変位を介して物品に向かって前方に縦方向に変位される。物品マニピュレータ 430 と同様、吸着カップ 1022 の縦方向変位の速度は、光学センサー 1030 および変位変換器 1032 からの物品距離データに基づき、コントローラ 202 によって制御される。

【0544】

物品マニピュレータ 430 と同様、吸着カップ 1022 が物品の表面の閾値距離内、例えば、2 インチ内、例えば、2.2 インチ内に配置されるようになる間、コントローラ 202 はポンプおよび弁ブロックに制御コマンドを送信し、吸着カップ 1022 から空気を吹き出して物品 900 の表面をきれいにする。次いで、コントローラ 202 は、吸着カップ 1022 によって物品 900 の表面に吸着するために、ポンプに制御コマンドを送信して、吸着カップ 1022 から空気を吸入するための吸気モードで動作する。

【0545】

伸縮式アームおよび吸着カップ 1022 が物品 900 に向かって拡張し続けている間、コントローラ 202 は、物品マニピュレータ 970 の真空センサーを用いて吸着圧力を監視し、吸着カップ 1022 と物品 900 との間の距離も光学センサー 1030 および変位変換器 1032 を用いて監視して、1 つ以上の吸着カップ 1022 が、物品 900 と接触係合して配置されて、吸着しているかを判断する。いくつかの実施形態では、例えば、吸着カップ 1022 における吸着圧力の、例えば、閾値圧力までの増大は、吸着カップ 1022 が物品 900 と接触係合して配置されて、物品 900 に吸着していることを示す。い

10

20

30

40

50

くつかの実施形態では、例えば、吸着カップ 1022 の物品 900 の閾値距離内への配置は、吸着カップ 1022 が物品 900 と接触係合して配置されるようになることを示す。

【0546】

コントローラ 202 による、吸着カップ 1022 が物品 900 に吸着しているという判断に応答して、変位機構 972 の、前方向への、縦方向拡張が停止されて、吸着カップ 1022 の縦方向変位が停止されるという結果を伴う。いくつかの実施形態では、例えば、この時点で、図 137 および図 138 に示されるように、変位機構 972 は、拡張構成で配置される。いくつかの実施形態では、例えば、この時点で、図 137 および図 138 に示されるように、エンドエフェクタ 1000 は、拡張構成で配置される。

【0547】

いくつかの実施形態では、例えば、図 137 ~ 図 142 に示されるように、物品 900 は、横軸に沿って測定された、スライダ 976 間の最小間隔距離よりも大きい、幅を持つ。物品 900 を吸着カップ 1022 によって把持して、ブラケット 978 は、物品 900 をロボット画定物品保持体 502 に向かって、後方向に、縦方向に移動させるために後方向に変位される。

【0548】

物品 900 は、物品 900 がスライダ 976 と隣接係合して配置されるまで、後方に変位される。(i) ブラケット 978 が後方向に変位するように促され、(ii) エンドエフェクタ 1000、例えば、吸着カップ 1022 が物品 900 を把持していて、かつ (iii) 物品 900 がスライダ 976 と隣接係合して配置されている間、物品 900 はスライダ 976 を後方向に変位するように促す。これは、ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 が後方向に変位されるという結果を伴う。

【0549】

ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 は、図 139 および図 140 に示されるように、スライダ 976 が、レール 974、例えば、レール 974 の後方上部と隣接係合して配置されるまで、後方向に縦方向に移動される。この時点で、物品 900 は、ロボット画定物品保持体 502 上に配置される。

【0550】

物品をロボット画定物品保持体 502 上に配置して、コントローラ 202 は、吸着カップ 1022 における吸着がなくなるように、ポンプに制御コマンドを送信してポンプをオフにする。これは、吸着カップ 1022 による物品 900 の把持の解放を達成して、物品 900 がロボット画定物品保持体 502 によって支持されるようになるという結果を伴う。

【0551】

この時点で、ブラケット 978 は、ブラケット 978 が、スライダ 976、例えば、スライダ 976 の後方ストップと当接するまで、後方向に、縦方向に変位されて、図 141 および図 142 に示されるように、変位機構 972 が引込構成で配置されるようになるという結果を伴う。

【0552】

この時点で、コントローラ 202 は、アンカー構成 510 に制御コマンドを送信して、アンカー構成 510 をアンカリング無効状態で配置し、基部 302 は、物品 900 を、荷積み区域などの、倉庫の前記所望の位置に移動させるために、ロボット 110 を倉庫の所望の位置まで移動させる。ロボット 110 が荷積み区域にいる間、物品は、物品マニピュレータ 430 または物品マニピュレータ 970 により荷積み区域内に配置された物品保持体上に配置できる。

【0553】

いくつかの実施形態では、例えば、物品 900 は、横軸に沿って測定された、スライダ 976 間の最小間隔距離よりも小さい、横軸に沿って測定された、幅を持つ。かかる実施形態では、例えば、物品 900 を吸着カップ 1022 によって把持して、ブラケット 978 は、物品 900 をロボット画定物品保持体 502 に向かって、後方向に、縦方向に移動

10

20

30

40

50

させるために後方向に変位されて、物品 900 がロボット画定物品保持体 502 に向かって後方向に、縦方向に移動されるという結果を伴う。

【0554】

物品 900 は、ブラケット 978 がスライダ 976、例えば、スライダ 976 の後方ストップと隣接係合して配置されるまで、後方向に移動される。この時点で、変位機構 972 は、中間後方構成で配置される。

【0555】

ブラケット 978 の後方向へのさらなる変位に応答して、(i) エンドエフェクタ 1000 が物品 900 を把持していて、(ii) 変位機構 972 が中間後方構成で配置される間、ブラケット 978 は後方向に変位するようにスライダ 976 を促す。これは、ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 が後方向に変位されるという結果を伴う。

10

【0556】

物品 900 は、物品 900 が、ロボット画定物品保持体 502 上に配置されるまで、後方向に移動される。コントローラ 202 は、物品 900 がブロック 1062 間に配置されるようにならないように、ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 の後方向への縦方向変位を監視する。いくつかの実施形態では、例えば、前記監視は、ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 に対して、対向する関係で配置されている、光学センサー 490 および／または変位変換器 498 から収集されたデータに基づいて、コントローラ 202 によって達成される。

20

【0557】

物品をロボット画定物品保持体 502 上に配置して、コントローラ 202 は、吸着カップ 1022 における吸着がなくなるように、ポンプに制御コマンドを送信してポンプをオフにする。これは、吸着カップ 1022 による物品 900 の把持の解放を達成して、物品 900 がロボット画定物品保持体 502 によって支持されるようになるという結果を伴う。

【0558】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、縦軸に沿って測定された、物品 900 の奥行きを判断する。光学センサー 490 および／または変位変換器 498 からのデータに基づく。いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、吸着カップ 1022 による物品 900 の把持を解放するために制御コマンドをポンプに送信してポンプをオフにする前に、物品 900 が、物品 900 の少なくとも奥行きの値を有する距離だけ後方向に縦方向に変位するように、ブラケット 978、スライダ 976、および物品 900 の後方向への変位を監視する。

30

【0559】

この時点で、吸着カップ 1022 による物品 900 の把持を解放し、物品 900 をロボット画定物体保持体 502 上に配置して、ブラケット 978 およびスライダ 976 は、スライダ 976 がレール 974、例えば、レール 974 の後方ストップと当接するまで、後方向に、縦方向に変位されて、図 141 および図 142 に示されるように、変位機構 972 が引込構成で配置されるようになるという結果を伴う。

40

【0560】

ロボット 110 は、図 89～図 112 に関して前述されたような、ロボット画定物品保持体 502 の横方向に配置された物品保持体の配置と同様の方法で、物品を、ロボット画定物品保持体 502 の縦方向前方に配置された物品保持体上に配置するように構成される。

【0561】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、対象物品 900 を倉庫の対象エリア内の物品保持体上に保管するためにクライアントコンピューティング装置 120 からサーバー 114 を介して制御コマンドを受信する。

【0562】

50

いくつかの実施形態では、例えば、サーバーコンピュータ 114 は、倉庫内の対象エリアを、例えば、在庫規則に基づいて決定して、制御コマンドをロボット 110 に送信する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、対象物品 900 を荷積み区域 112 から、例えば、物品マニピュレータ 430 または物品マニピュレータ 970 を用いて掴み、ロボット画定物品保持体 502 上に配置して、ロボット 110 は、物品 900 を倉庫の対象エリアまで計算された経路に沿って移動させる。いくつかの実施形態では、例えば、物品 900 は、オペレータによってロボット画定物品保持体 502 上に置かれる。

【0563】

物品 900 がロボット画定物品保持体 502 上で支持されている間、光学センサー 1030 は、光学センサー 1030 に面している物品 900 の表面の形状および寸法を含む、物品 900 の表面の形状および寸法を表すデータを収集する。

10

【0564】

ロボット 110 が対象エリアに入ると、光学センサー 1030 は、物品保持体、その保持体上の物品、および物品保持体上の利用可能な収納スペースを表すデータを収集する。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 は、光学センサー 490 の視野 (FOV) を照らすために、1つ以上の LED ライトなどの、その照明構成要素の 1つ以上をオンにする。

【0565】

光学センサー 1030 から収集されたデータに基づいて、コントローラ 202、例えば、AI エンジン 224 は、空きスペース 910 を識別して位置を突き止めて、SSD アルゴリズムなどの適切なアルゴリズムを使用して、空きスペース 910 の各々の周囲に境界ボックス 912 を画定する。

20

【0566】

境界ボックス 912 に基づき、各空きスペース 910 の寸法がコントローラ 202 によって決定されて、物品 900 の寸法、例えば、光学センサー 1030 に面している物品 900 の表面の寸法と比較される。コントローラ 202 は、物品 900 の寸法とスペース 910 の寸法の比較に基づき、物品 900 を受け入れることができる空きスペース 910 を識別する。物品 900 の受入れに適した適切な空きスペース 910 の識別に応答して、物品 900 は、ロボット画定物品保持体 502 から物品保持体に移動される、具体的には、ロボット画定物品保持体 502 の前方に配置された物品保持体からの物品 900 の取出しに関して説明されたものに類似した (しかし逆の) 過程で、空きスペース 910 に移動される。

30

【0567】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動装置 420 は、エンドエフェクタ 440 およびエンドエフェクタ 1000 を含み、物品移動装置 420 は、ロボット 110 の横方向に配置された第 1 の物品保持体上で支持されている物品と関わり合うため、およびロボット 110 の前方に配置された第 2 の物品保持体上で支持されている物品とも関わり合うために、例えば、垂直軸の周りを、例えば、リフト機構 340 により、基部 302 に対して、回転可能である必要はない。物品移動装置 420 の垂直軸の周りのかかる回転は、通路、例えば、通路の幅を画定する物品保持体間の最小間隔距離における増大を必要とし得、そのため物品移動装置 420 が回転されている間、物品移動装置 402 は物品保持体または物品を取り除く。物品移動装置 420 の、基部 302 に対する、垂直軸の周りの回転を回避することにより、通路幅の増大が回避でき、そのため倉庫のスペースは物品を収納するためにより効率的に使用できる。

40

【0568】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット 110 が倉庫のある位置、例えば、荷積みエリア 112、または 1つ以上の物品保持体を有する物品収納エリアに配置されている間、ロボット 110 が、倉庫の別の位置に移動されている 2つ以上の物品と関わり合うことは望ましい。

【0569】

50

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット1040は、図5に示されるように、ラック1040を含み、ラック1040は、支持されている物品が安定化されるように、各々、別々に、物品を支持するように構成されている1つ以上の物品保持体1042を含む。
【0570】

いくつかの実施形態では、例えば、ラック1040は、基部302に、取り外し可能に連結可能である。ラック1040が、基部1040に取り外し可能に連結されている間、ラック1040はロボット画定物品保持体502と対向する関係で配置される、例えば、ロボット画定物品保持体502の前に配置される。

【0571】

いくつかの実施形態では、例えば、ラック1040は、連結相手方、例えば、対応する連結相手方、例えば、基部302の、開口部内へ拡張可能な拡張部分、の高さに配置された、開口部を含む。いくつかの実施形態では、例えば、ロボット110は、ラック1040の連結相手方および基部302の連結相手方を位置合わせするために、ラック1040に対して変位可能である。連結相手方を位置合わせして、ロボット100は、ラック1040および基部302の連結相手方との相互作用を達成するために、ラック1040に対して、前方に変位される。ラック1040および基部302の連結相手方の相互作用は、ラック1040および基部302が連結されるようになり、そのためラック1040が基部302と共に変位可能になるという結果を伴う。

【0572】

いくつかの実施形態では、例えば、物品を、ロボット110の横方向に配置されている物品保持体から、ロボット画定物品保持体502に対して移動させた後に、その物品をロボット画定物体保持体502上に、物品マニピュレータ430によって配置した後、物品移動装置402の高さは、リフト機構340によって調整可能である。物品移動装置402の高さが調整されている間、光学センサー1030および／または変位変換器1032は、例えば、物品保持体1042上に物品がある場合、または物品保持体1042上に物品がない場合に、物品保持体1042を表すデータを収集している。いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ202は、光学センサー1030および／または変位変換器1032から収集されたデータに基づいて、物品保持体1042は物品を支持することが可能であると判断する。

【0573】

前記判断に応答して、物品移動装置402の高さは、ロボット画定物品保持体502およびラックの物品保持体1042の1つが同じ高さに配置されるようになる。

【0574】

この時点で、ロボット画定物品保持体502上で支持されている物品は、物品マニピュレータ970を用いて、物品保持体1042のうちの1つ上に配置できる。

【0575】

ラック1040を基部302に連結して、ロボット110は、2つ以上の物品を一度に取り出して移動できる。例えば、ロボット110は、第1の物品を、ロボット110の横方向に配置された物品保持体から取り出して、第1の物品をラック1040の物品保持体1042の1つに配置でき、そのため第1の物品はラック1040の物品保持体1042によって支持される。次いで、ロボット110は、第2の物品を、ロボット110の横方向に配置された、同じかまたは異なる物品保持体から取り出して、第2の物品をラック1040の別の物品保持体1042上に配置できる。次いで、ロボット110は、複数の物品を所望の位置、例えば、荷積み区域112に移動できる。

【0576】

複数の物品を支持している、ラック1040を所望の位置まで移動させた後、ラック1040は基部302から切り離され、基部302は、空の別のラック1040に連結されて、追加の物品を取り出すために1つ以上の物品保持体に移動する。

【0577】

同様に、複数の物品をラック1040で支持して、ロボット110は、第1の物品をラ

10

20

30

40

50

ック１０４０から、ロボット１１０の横方向に配置された物品保持体へ、例えば、第１の物品の物品保持体上での保管のために、移動できる。次いで、ロボット１１０は、第２の物品をラック１０４０から、ロボット１１０の横方向に配置された、同じかまたは異なる物品保持体へ移動できる。物品が物品保持体上に配置された後、ロボット１１０は、物品を取り出すか、または追加の物品を保管するために別のラック１０４０と連結できる。

【０５７８】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１１０の横方向に配置された物品保持体上の対象物品を取り出すことは望ましいが、物品マニピュレータ４３０と物品との間に配置された既存の物品があり、そのため物品は、既存の物品によって遮られる。かかる実施形態では、例えば、既存の物品は、ラック１０４０の物品保持体１０４２に移動され得、そのため既存の物品による対象物品の遮蔽は解決される。遮蔽を解決して、対象物品は、ラック１０４０の別の物品保持体１０４２に移動でき、既存の物品は物品保持体に戻すことができる。

10

【０５７９】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボット１００は、エンドエフェクタ４４０が、基部３０２に対して、変位されている、例えば、横方向に変位されている間に温度データを収集するために、エンドエフェクタ４４０と共に変位可能である、温度センサー１０５０を含む。かかる実施形態では、例えば、温度センサー１０５０は、物品マニピュレータ４３０、例えば、拡張可能アーム４３２またはドライバ４５０に取り付けられる。図１４３に示されるように、温度センサー１０５０は、ドライバ４５０に取り付けられる。温度センサー１０５０は、例えば、拡張可能アーム４３２の、基部３０２に対する、横方向変位を介して、またはドライバ４５０の、基部３０２もしくは拡張可能アーム４３２に対する、横方向変位を介して、物品マニピュレータ４３０と共に縦方向に変位可能である。

20

【０５８０】

エンドエフェクタ４４０および温度センサー１０５０は、エンドエフェクタ４４０が基部３０２に対して変位されている間、温度センサー１０５０が複数の温度データの収集のために有効であるように、協調して構成され、温度データの各１つは別々に、温度を表す。

【０５８１】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４４０は、物品移動操作を実行する（例えば、エンドエフェクタ４４０が物品を掴むために物品配置／取出しツール４２１によって変位され、次いで掴まれた物品をロボット画定物体保持体５０２に向かって移動させている間）ために物品および物品保持体と協働可能であり、物品移動操作は次を含む：

30

【０５８２】

エンドエフェクタ４４０が物品保持体から間隔が空いていて、エンドエフェクタによる物品の把持がなく、そのためエンドエフェクタが物品把持なし状態で配置されている間：

【０５８３】

エンドエフェクタ４４０を基部３０２に対して、物品保持体に向かって変位させ、そのためエンドエフェクタ４４０は、物品に対して、把持有効関係で配置されるようになること、およびエンドエフェクタ４４０が把持有効関係で配置されている間、掴まれた物品が安定化されるように、物品を掴むこと、

40

【０５８４】

ならびに

【０５８５】

エンドエフェクタ４４０が物品を掴んでいる間、エンドエフェクタ４４０を、基部３０２に対して、物品保持体から離れて変位させ、そのため掴まれた物品が物品保持体から離れて移動されること。

【０５８６】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ４００は、物品配置操作を実行す

50

る（例えば、物品を物品保持体上に配置するために、物品が、ロボット画定物体保持体 502 から物品保持体に押されている間）ために物品および物品保持体と協働可能であり、物品配置操作は次を含む：

【0587】

エンドエフェクタ 400 が物品を掴んでいて、物品保持体から間隔が空いている間：

【0588】

エンドエフェクタ 400 を、基部 302 に対して、物品保持体に向かって変位させ、そのため掴まれた物品が物品保持体と解放有効関係で配置されるようになること、および掴まれた物品が物品保持体と解放有効関係で配置されている間、物品を解放し、そのため物品が物品保持体上で支持されるようになってエンドエフェクタ 400 が物品把持なし状態で配置されるようになること、

【0589】

ならびに

【0590】

掴まれた物品の解放後、エンドエフェクタ 400 が把持なし状態で配置されている間、エンドエフェクタ 400 を、基部 302 に対して、物品保持体から離れて変位させること。

【0591】

いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ 440 および温度センサー 1050 は協調して構成されて、そのため物品移動操作および物品配置操作の少なくとも 1 つの間：

【0592】

物品移動操作および物品配置操作の少なくとも 1 つの各 1 つに対して別々に、温度センサー 1050 は、複数の温度データの収集のために有効であり、収集されたデータの各 1 つは別々に、温度を表す。

【0593】

いくつかの実施形態では、例えば、物品移動操作および物品配置操作の少なくとも 1 つは、物品移動操作および物品配置操作の両方であり、そのため温度センサー 1050 は、物品移動操作および物品配置操作の各 1 つに対して別々に、複数の温度データの収集のために有効である。

【0594】

いくつかの実施形態では、例えば、収集されたデータの各 1 つに対して別々に、収集されたデータは、スペース内の個別の位置における温度を表す。

【0595】

いくつかの実施形態では、例えば、コントローラ 202 は、温度センサー 1050 と動作可能に通信して配置される。温度センサー 1050 からのデータに基づいて、コントローラ 202 は、温度マップ 1052 を生成するように構成されるか、またはコントローラ 202 は、データをサーバー 114 に送信し、サーバー 114 は温度マップ 1052 を生成するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、図 143 に示されるような、温度マップは、クライアントコンピューティング装置 120 上でユーザーによって見る

【0596】

図 143 は、温度マップ 1052 の一実施形態例を示す。いくつかの実施形態では、例えば、温度マップ 1052 は、物品マニピュレータ、物品保持体、および物品の周囲の環境の温度を示す。いくつかの実施形態では、例えば、温度マップ 1052 は、第 1 の温度 1054 を有する第 1 のエリア、および第 2 の温度 1056 を有する第 2 のエリアを示す。いくつかの実施形態では、例えば、温度マップは、温度勾配として表すことができる。いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ、物品保持体、および物品の周囲の環境の温度は、温度感受性物品を保管するための重要な要素である。ユーザーは温度マップをレビューして、物品マニピュレータ、物品保持体、および物品の周囲の温度が適切

10

20

30

40

50

かどうかを判断できる。温度がある閾値を上回っているか、または下回っている場合、ユーザーはそれに応じて温度を調整できる。

【0597】

同様に、いくつかの実施形態では、例えば、ロボット100は、エンドエフェクタ1000が、基部302に対して、変位されている、例えば、縦方向に変位されている間に温度データを収集するために、エンドエフェクタ1000と共に変位可能である、温度センサー1050を含む。かかる実施形態では、例えば、温度センサー1050は、物品移動装置971、例えば、変位機構972のスライダ976もしくはブラケット978、または取付ブロック1010に取り付けられて、例えば、変位機構972の基部302に対する、縦方向変位によって、または取付ブロック1010の基部302に対する、縦方向変位によって、物品移動装置971と共に縦方向に変位可能である。

10

【0598】

いくつかの実施形態では、例えば、図112および図132に示されるように、ロボット110は、コントローラ202のためにデータ、例えば、ロボットの環境、物品の寸法および形状、物品上のラベル、ならびに同様のものを表すデータを収集するために、ブロック1062に取り付けられて、横方向を向いている、追加の光学センサー1059を含む。

【0599】

いくつかの実施形態では、例えば、変位機構972およびエンドエフェクタ1000が引込構成で配置されている間、取付ブロック1010、スライダ976、およびブラケット978は、ブロック1062の間に配置される。かかる実施形態では、例えば、ブロック1062は、取付ブロック1010、スライダ976、およびブラケット978を保護するように機能する。

20

【0600】

いくつかの実施形態では、例えば、図112および図132に示されるように、ロボット110は、コントローラ202のためにデータ、例えば、ロボットの環境、物品の寸法および形状、物品上のラベル、ならびに同様のものを表すデータを収集するために、プラットフォーム502に取り付けられて、横方向を向いている、追加の光学センサー1059を含む。

【0601】

いくつかの実施形態では、例えば、図144に示されるように、システム100は、サイト102内でのパレタイズおよびデパレタイズ活動のために使用可能である。ロボット110は、配送トラックから流通センターまたは倉庫への物品106の着荷パレットのデパレタイズを行うことが可能である。ロボットシステム100は、物品106のパレタイズも行っており、それらを出荷のために準備を整え得る。

30

【0602】

前述のとおり、エンドエフェクタ440の把持構成460およびエンドエフェクタ1000の把持構成1020は吸着カップを含む。

【0603】

図145～図147に示されるように、いくつかの実施形態では、例えば、エンドエフェクタ440の把持構成460およびエンドエフェクタ1000の把持構成1020は、上向き、または下向きフックを含む。

40

【0604】

図145は、上向きフック1060を含む、エンドエフェクタ440の把持構成460を示す。図146に示されるように、フック1060は、エンドエフェクタ440による物品1064の把持を達成するために、物品1064のハンドル1061内に受け入れることができる。

【0605】

図147は、下向きフック1070を含む、エンドエフェクタ440の把持構成460を示す。図147に示されるように、フック1070は、エンドエフェクタ440による

50

物品 1074 の把持を達成するために、物品 1074 の前面画定壁 1072 の一部を受け入れることができる。

【0606】

いくつかの実施形態では、図 148 および図 149 に示されるように、ロボット 110 は、レール 1080 に沿って並行して延在する複数のトラック 1082 を有する、レール 1080 に沿って移動可能である。

【0607】

図 148 および図 149 に示されるように、かかる実施形態では、例えば、基部 302 は、基部 302 の側面から横方向に延出するレール連結構造 1084 を含む。レール連結構造 1084 は、支持フレーム 1086 の上部から上方へ延出する 1 つ以上の垂直拡張コネクタ 1088 および支持フレーム 1086 の側面から横方向に延出する 1 つ以上のガイド 1090 を備えた横方向拡張支持フレーム 1086 を含む。

【0608】

図 148 および図 149 に示されるように、各垂直拡張コネクタ 1088 は、レール 1080 の吊りトラック 1092 と係合するための半径方向外向き拡張ヘッド部 1088B を備えた円筒体 1088A を有しており、レール 1080 の吊りトラック 1092 は、縦方向に延在する、縮幅した下部開口部をもつ縦方向孔を含む。各ガイド 1090 は、対応する縦方向誘導トラック 1094 の縦方向延在側面開口部内に延出して、それと係合するための横方向突起を含む。

【0609】

いくつかの実施形態では、例えば、ロボットシステム 100 は、サイト 102 内での各物品 106 の正確な位置を手動で記録するためのオペレータを必要としない。正しくは、ロボティックビジョンに関してディープラーニングを使用して AI エンジン 224 を訓練した後、コントローラ 202 は、訓練された AI エンジン 224 を用いて、対象エリア内の対象物品の位置を、光学センサー 490 によって捕捉されたデータに基づき、リアルタイムで判断して、例えば、ラベルの認識に基づいて対象物品を識別し、次いで、位置を対象物品の識別と関連付けるように構成される。コントローラ 202 またはサーバー 114 は、物品 106 と、サイト 102 内でのそれらの位置のマップを構築するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、かかるマップは、データベース内に、もしくはファイル（例えば、CSV ファイル）として格納されて、ユーザーの問い合わせに回答してクライアントコンピューティング装置 120 のユーザーインタフェース上に表示され、かつ／またはアプリケーションプログラミングインタフェース（API）を介して、倉庫運用管理システム（WES）などの他の管理システムと統合される。

【0610】

本明細書で説明されるロボット 110 は、物品保持体上の物品がより近接して配置できるように構成され、そのためより多くの物品がサイト 102 内に保管され得る。

【0611】

いくつかの実施形態では、例えば、物品マニピュレータ 430 および物品マニピュレータ 970 は、それぞれ、エンドエフェクタ 440 およびエンドエフェクタ 1000 に対向している物品の表面を掴むように構成される。いくつかの実施形態では、例えば、掴まれている物品は、物品マニピュレータ 430 および物品マニピュレータ 970 によって掴んで移動させるために回転させる必要がなく、それは、物品保持体上の物品をより近接して配置するのを可能にし、そのためより多くの物品がサイト 102 内に保管され得る。

【0612】

前述の記述では、説明を目的として、実施形態の完全な理解を提供するために多数の詳細が記載されているが、特定の詳細は必ずしも必要ではない。他の事例では、周知の電氣的構造および回路は、理解を曖昧にしないためにブロック図の形で示されている。例えば、本明細書で説明される実施形態がソフトウェアルーチン、ハードウェア回路、ファームウェア、またはそれらの組合せとして実装されるかどうかに関して、特定の詳細は提供されない。

10

20

30

40

50

【0613】

本明細書で説明されるフローチャートおよび図面内のステップおよび／または操作は、例示目的にすぎない。これらのステップおよび／または操作に対して、本開示の教示から逸脱することなく、多くの変形があり得る。例えば、ステップは異なる順序で実行されるか、またはステップは追加、削除、もしくは変更され得る。

【0614】

ドリー装置14または他の装置のコントローラ（またはプロセッサ）による実行のために説明された前述の方法を実行するためのソフトウェアのコーディングは、本開示に関心のある当業者の範囲内である。前述の方法を実行するために1つ以上のそれぞれの装置の1つ以上のプロセッサによって実行可能な機械可読コードは、データマネージャーのメモリなどの機械可読媒体内に格納され得る。用語「ソフトウェア」および「ファームウェア」は、本開示内では交換可能であり、RAMメモリ、ROMメモリ、消去可能プログラマブルROM（EPROM）メモリ、電氣的EPROM（EEPROM）メモリ、および不揮発性RAM（NVRAM）メモリを含む、プロセッサによる実行のためにメモリ内に格納された任意のコンピュータプログラムを含む。前述のメモリタイプは、例にすぎず、従って、コンピュータプログラムの格納のために使用可能なメモリのタイプに関して制限しない。

【0615】

開示された範囲内の全ての値および部分範囲も開示される。加えて、本明細書で開示されて示されるシステム、装置およびプロセスは、特定の複数の要素／構成要素を含み得るが、システム、装置、構成、および組立体は、追加の、またはより少ない、かかる要素／構成要素を含むように修正され得る。例えば、開示される要素／構成要素のいずれも単数として参照され得るが、本明細書で開示される実施形態は、複数のかかる要素／構成要素を含むように修正され得る。本明細書で説明される主題は、技術における全ての適切な変更を対象にして包含することを意図する。

【0616】

本開示は、少なくとも一部、方法に関して説明されるが、当業者は、本開示は、ハードウェア（DSP、ASIC、またはFPGA）、ソフトウェアまたはそれらの組合せを用いてかを問わず、説明される方法の態様および特徴の少なくとも一部を実行するための様々な構成要素も対象とすることを理解するであろう。それに応じて、本開示の技術的ソリューションは、処理装置（例えば、データマネージャー）が本明細書で開示される方法の例を実行するのを可能にする、その上に有形的に格納された実行可能命令をその上に格納している不揮発性または持続性機械可読媒体（例えば、光ディスク、フラッシュメモリなど）内に具現化され得る。

【0617】

用語「プロセッサ」は、マイクロもしくはナノプロセッサ／コントローラ、縮小命令セット回路（RISC）、特定用途向け集積回路（ASIC）、論理回路、および本明細書で説明される機能を実行可能な任意の他の回路またはプロセッサを使用するシステムを含む任意のプログラム可能システムを含み得る。用語「データベース」は、データ本体、リレーショナルデータベース管理システム（RDBMS）のいずれか、または両方を指し得る。本明細書では、データベースは、階層型データベース、リレーショナルデータベース、フラットファイルデータベース、オブジェクト関係データベース、オブジェクト指向データベースを含む任意のデータの集合、およびコンピュータシステム内に格納される任意の他のレコードまたはデータの構造化集合を含み得る。前述の例は例にすぎず、従って、用語「プロセッサ」もしくは「データベース」の定義および／または意味をいかなる方法によっても制限することは意図していない。

【0618】

本開示は、クレームの主題から逸脱することなく、他の特定の形式で具現化され得る。説明される実施形態例は、全ての態様において、制限ではなく、例示にすぎないと考えられるべきである。本開示は、技術における全ての適切な変更を対象にして包含することを

10

20

30

40

50

意図する。本開示の範囲は従って、前述の説明よりはむしろ、添付のクレームによって説明される。クレームの範囲は、例に記載される実施形態によって制限されるべきではなく、全体として説明と一致する最も広範な解釈が与えられるべきである。

【図面】

【図 1】

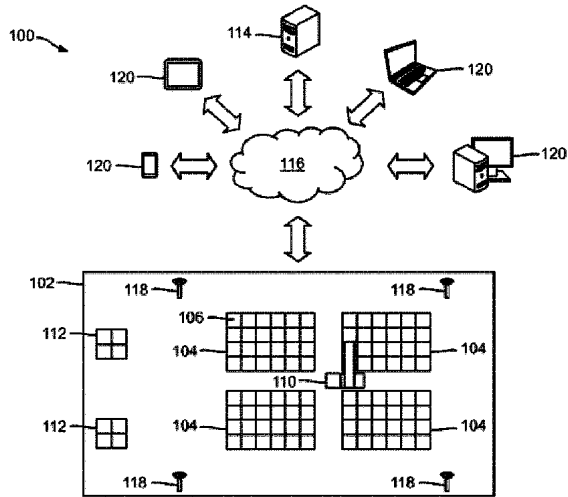
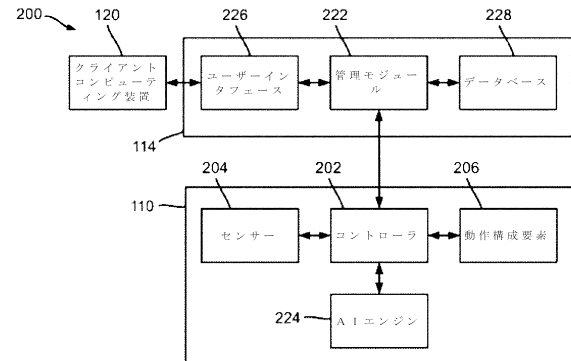


FIG. 1

【図 2】



10

20

【図 3】

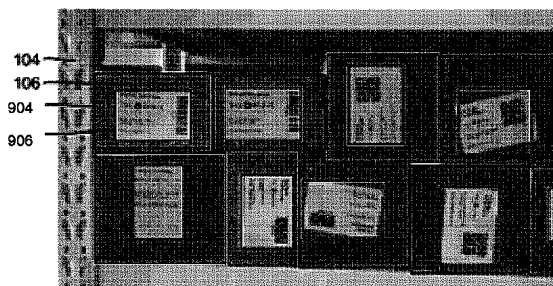


FIG. 3

【図 4】

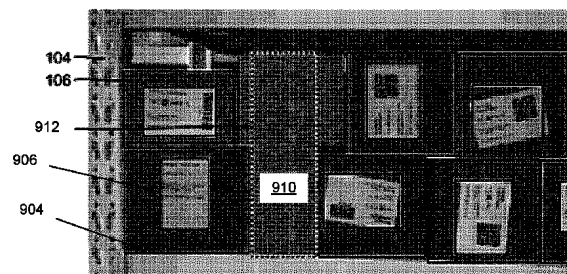


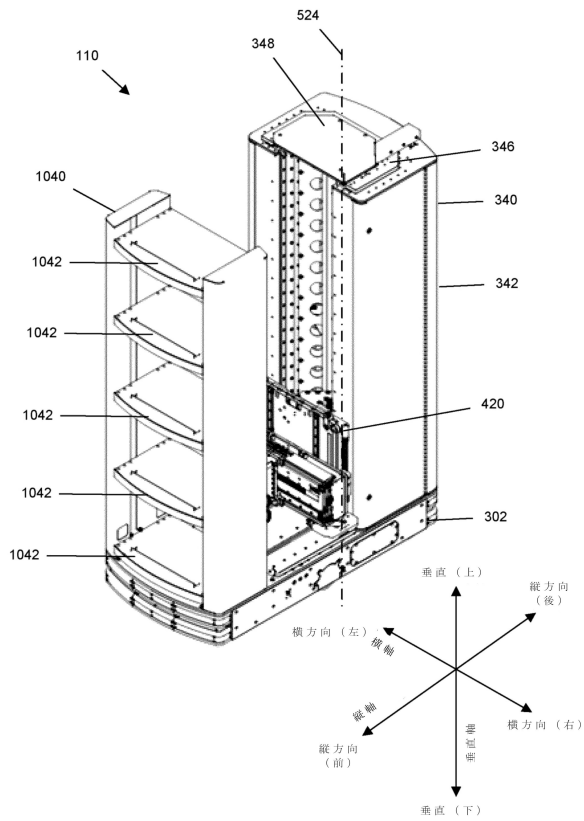
FIG. 4

30

40

50

【図 5】



【図 6】

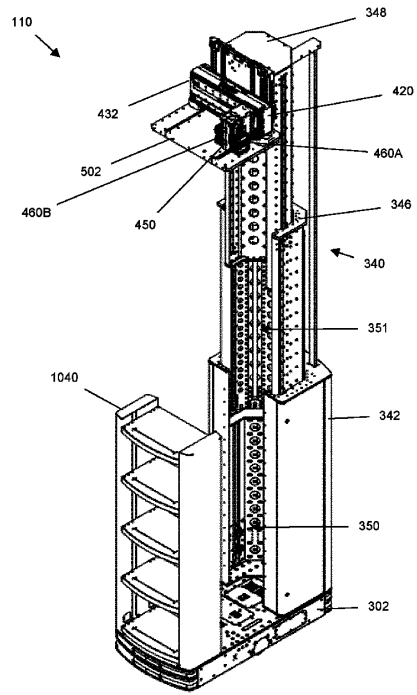


FIG. 6

【図 7】

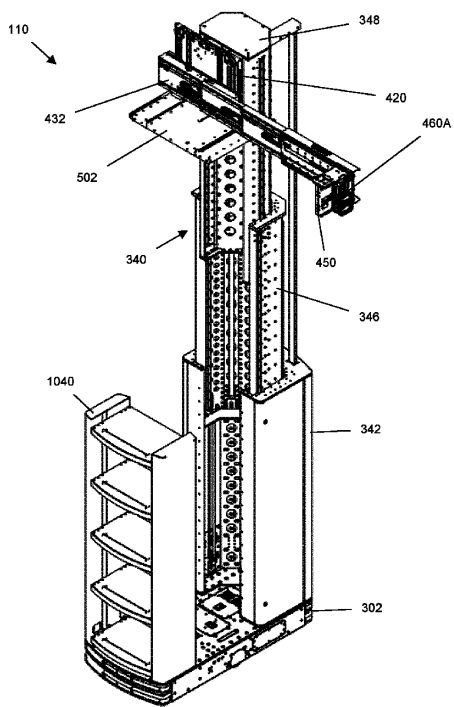


FIG. 7

【図 8】

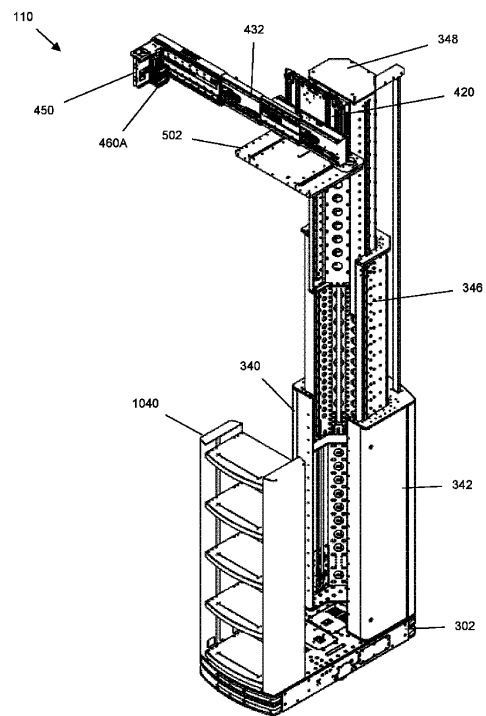


FIG. 8

10

20

30

40

50

【図 9】

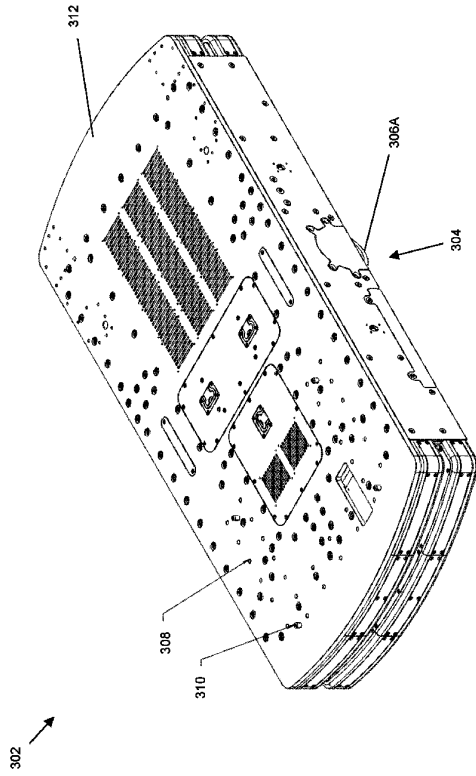


FIG. 9

【図 10】

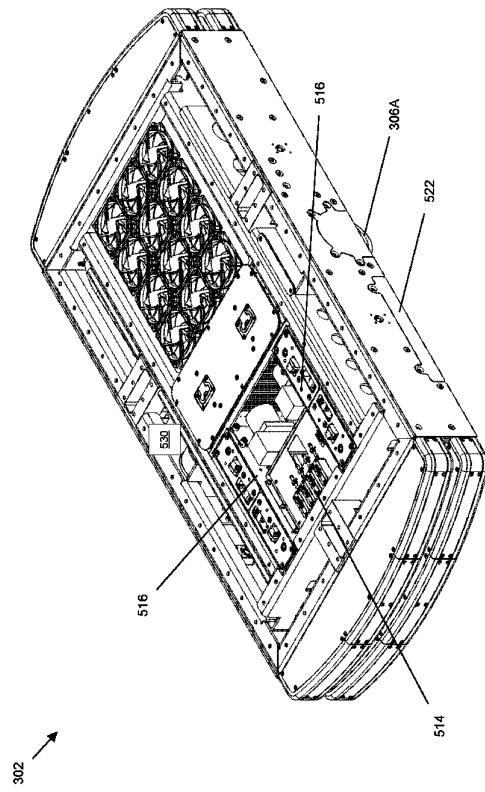


FIG. 10

【図 11】

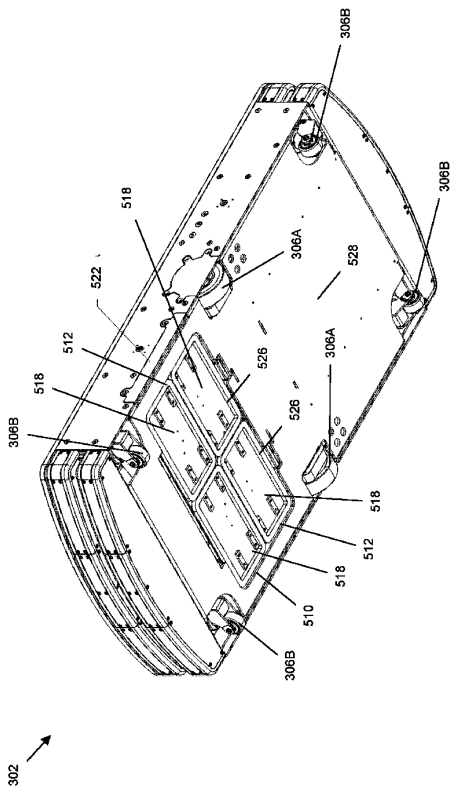


FIG. 11

【図 12】

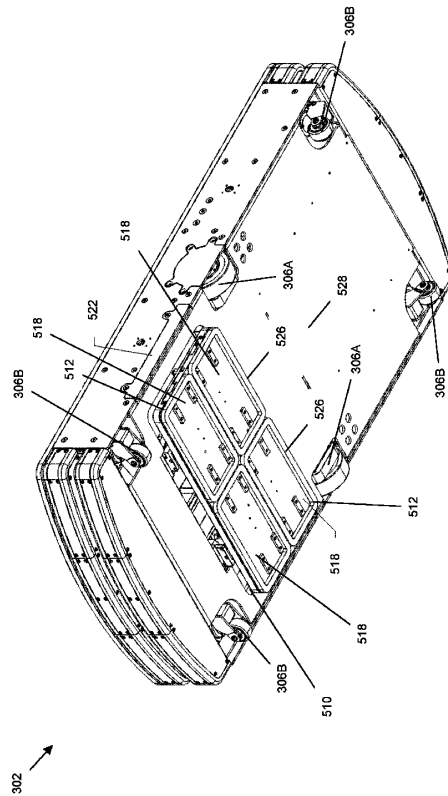


FIG. 12

10

20

30

40

50

【図 1 3】

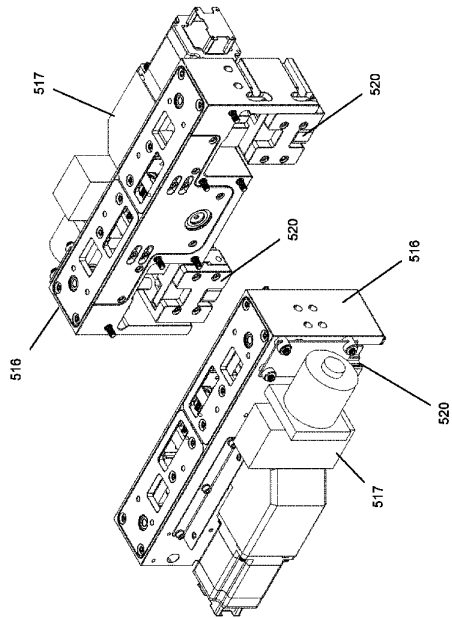


FIG. 13

【図 1 4】

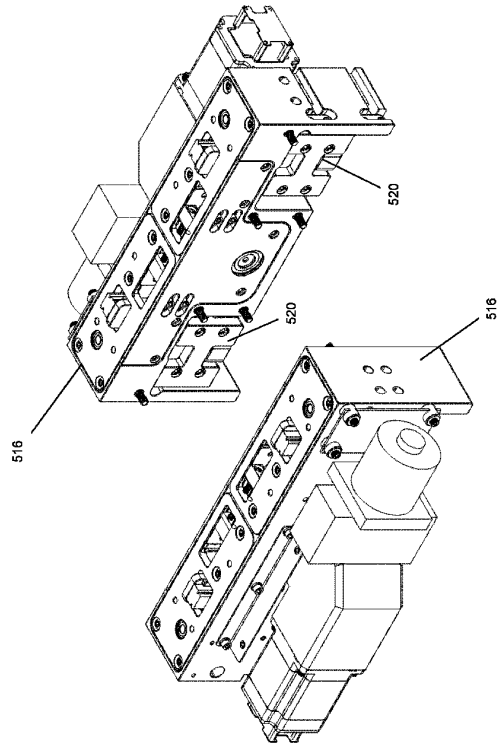


FIG. 14

【図 1 5】

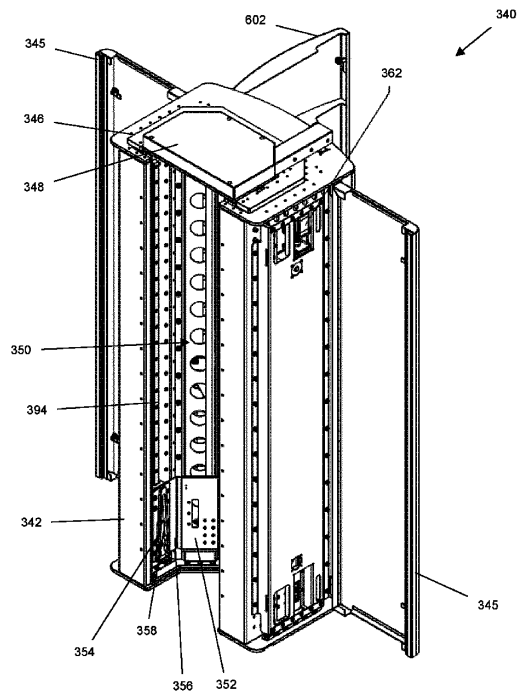


FIG. 15

【図 1 6】

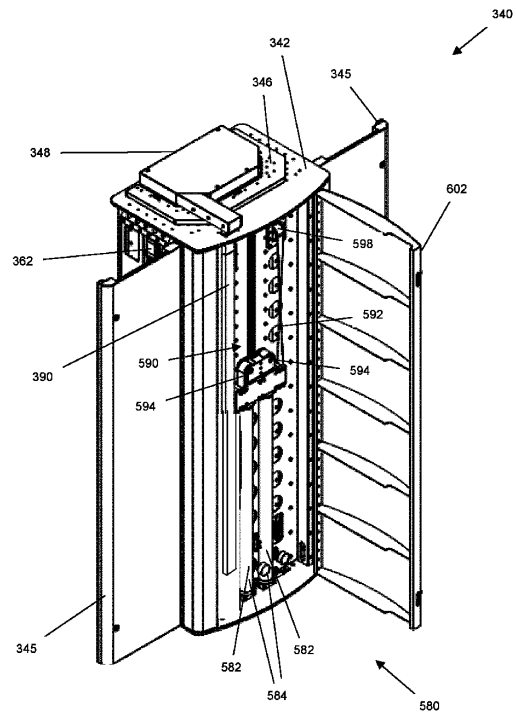


FIG. 16

10

20

30

40

50

【図 17】

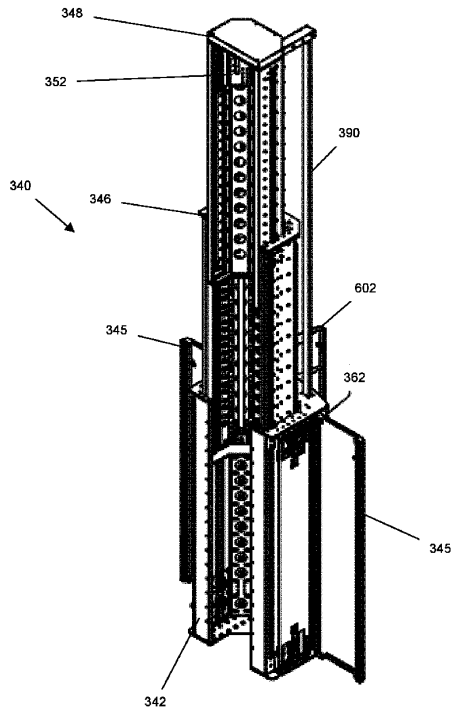


FIG. 17

【図 18】

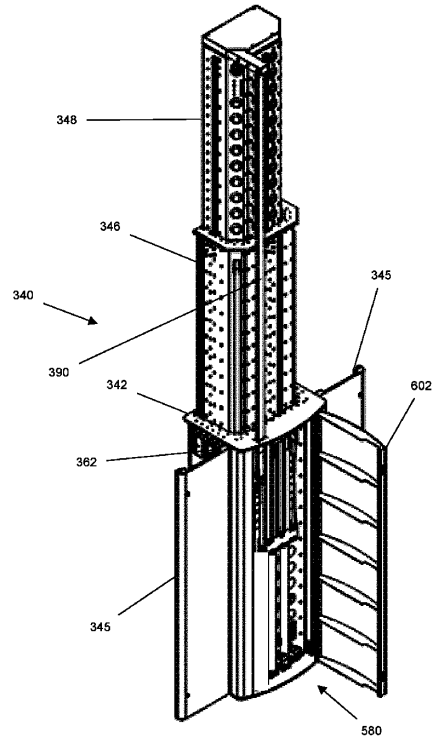


FIG. 18

【図 19】

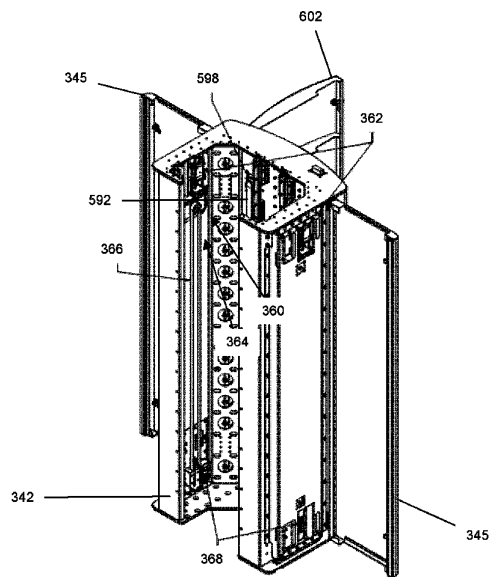


FIG. 19

【図 20】

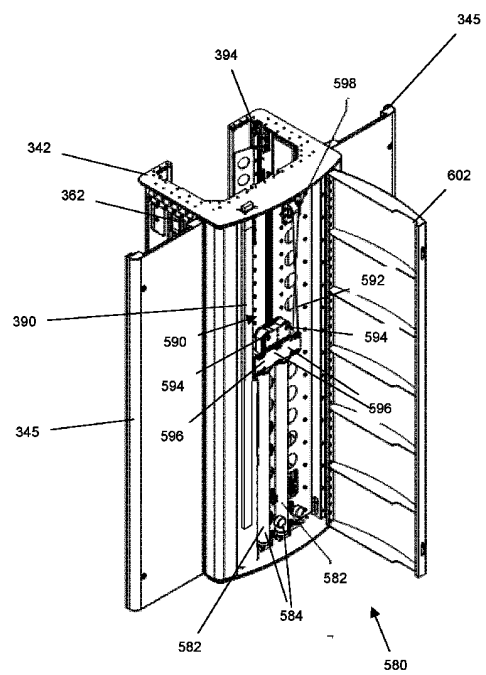


FIG. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

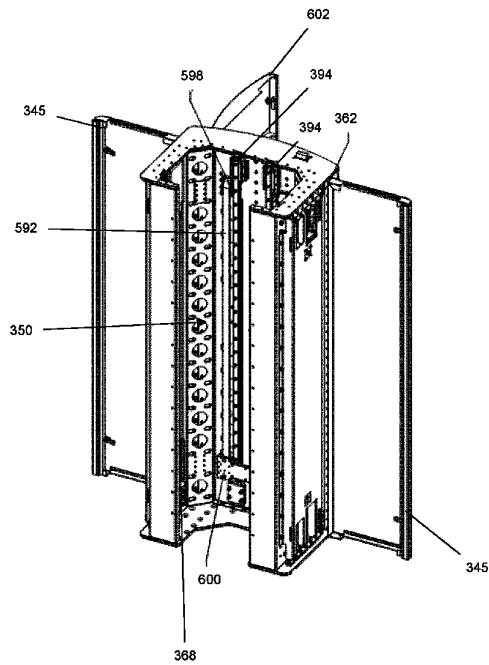


FIG. 21

【図 2 2】

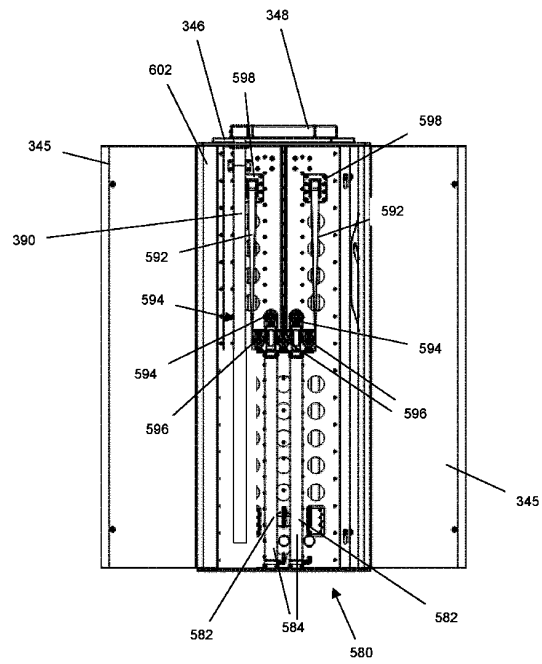


FIG. 22

【図 2 3】

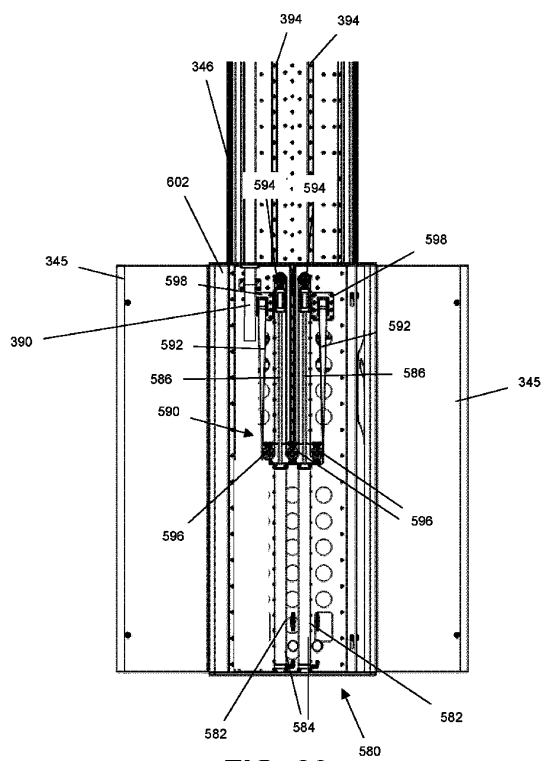


FIG. 23

【図 2 4】

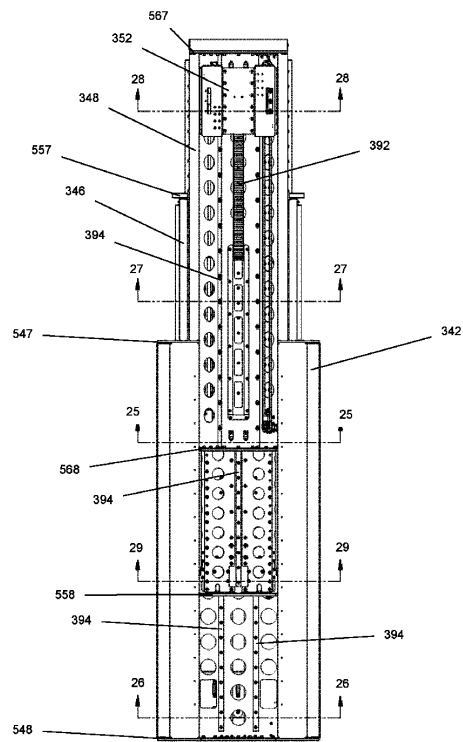


FIG. 24

10

20

30

40

50

【図 25】

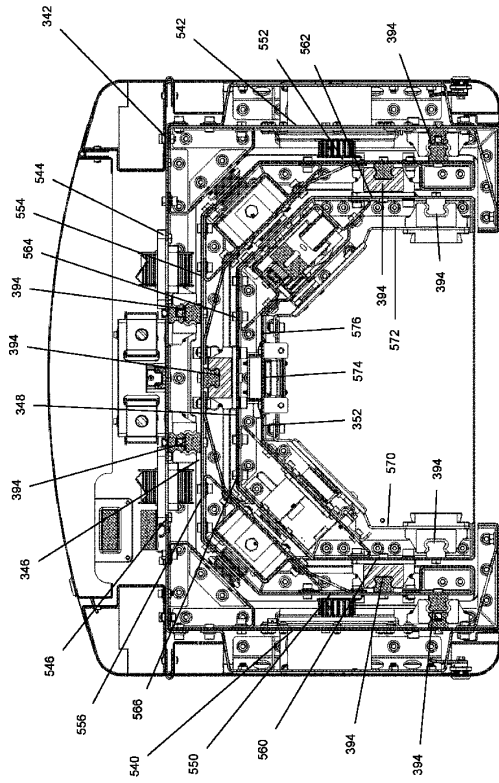


FIG. 25

【図 26】

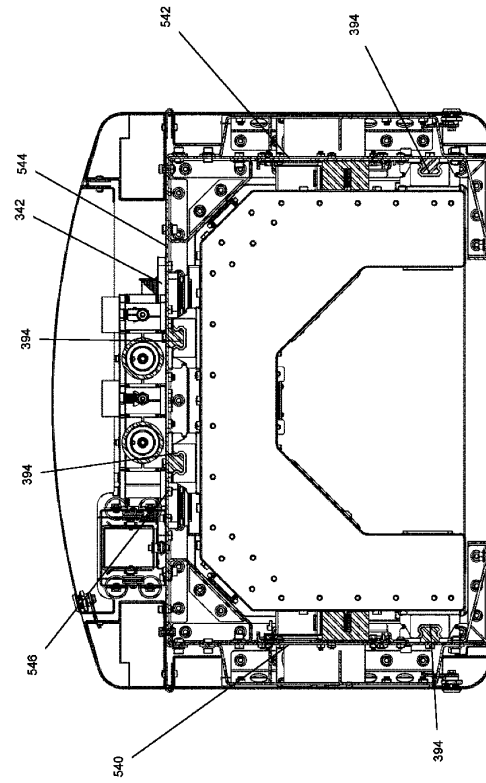


FIG. 26

【図 27】

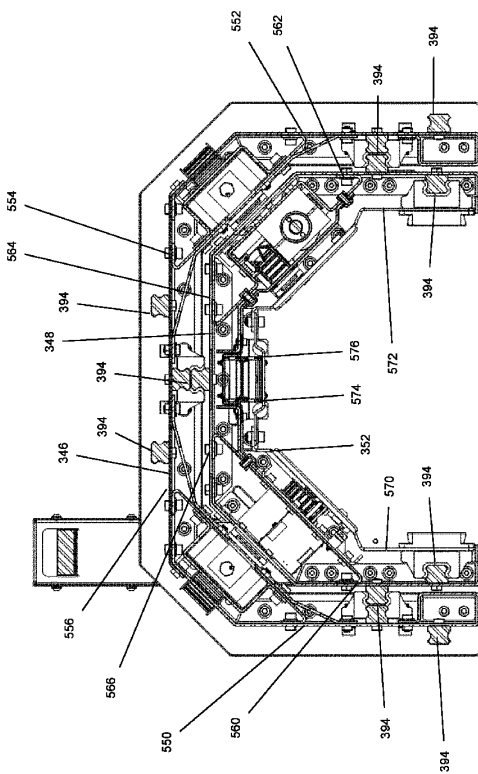


FIG. 27

【図 28】

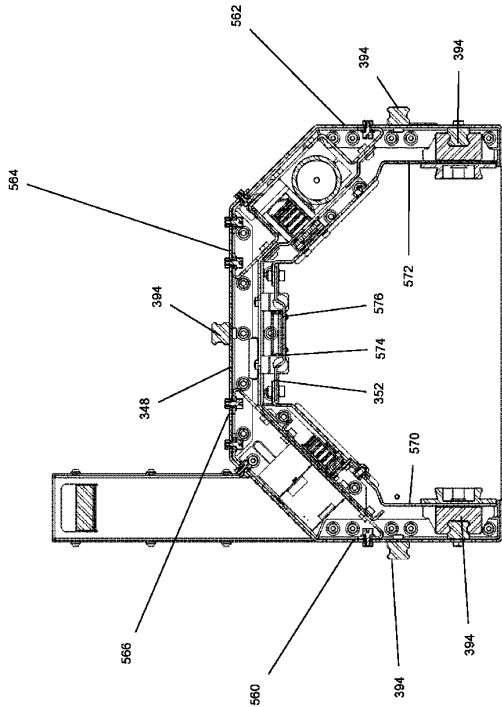


FIG. 28

10

20

30

40

50

【図 29】

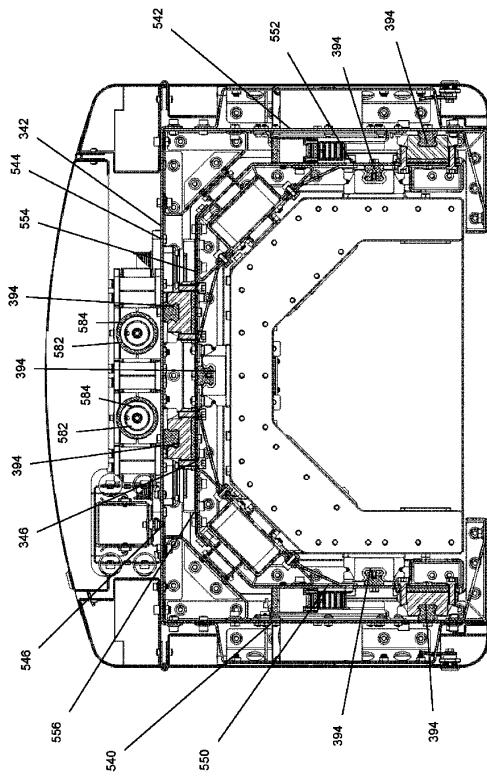


FIG. 29

【図 30】

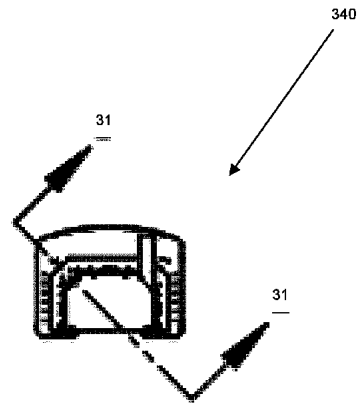


FIG. 30

【図 31】

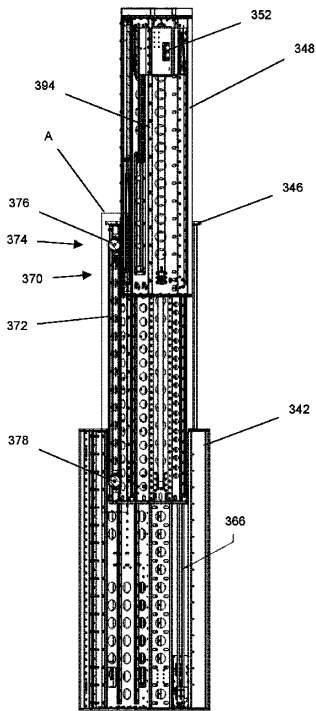


FIG. 31

【図 32】

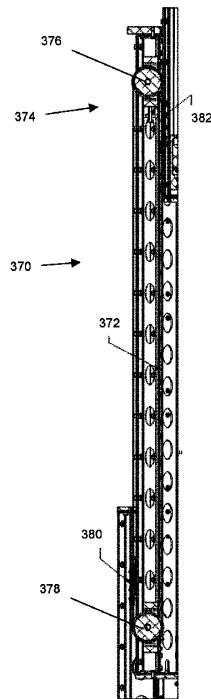


FIG. 32

10

20

30

40

50

【図 3 3】

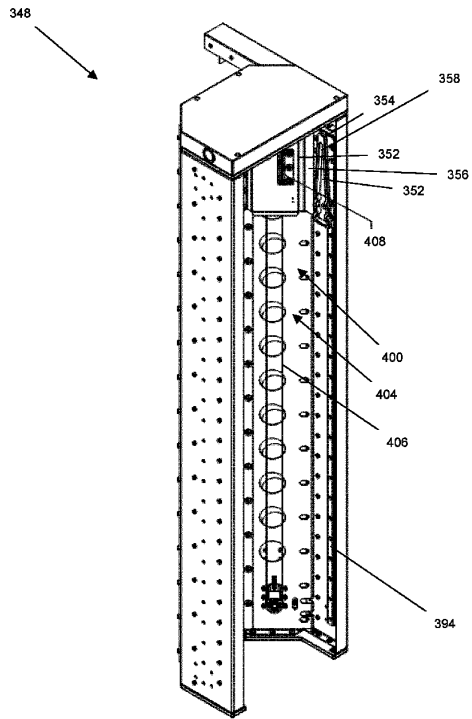


FIG. 33

【図 3 4】

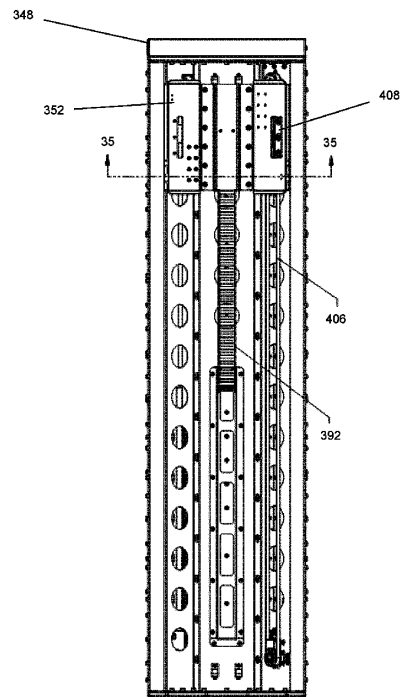


FIG. 34

【図 3 5】

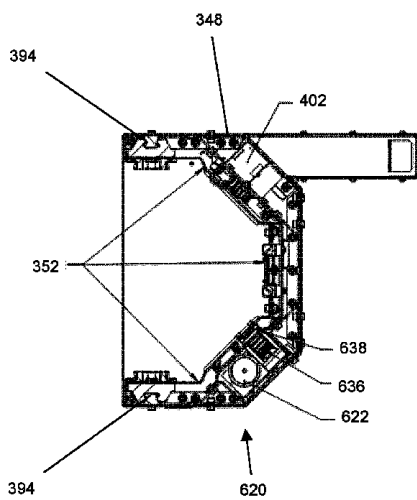


FIG. 35

【図 3 6】

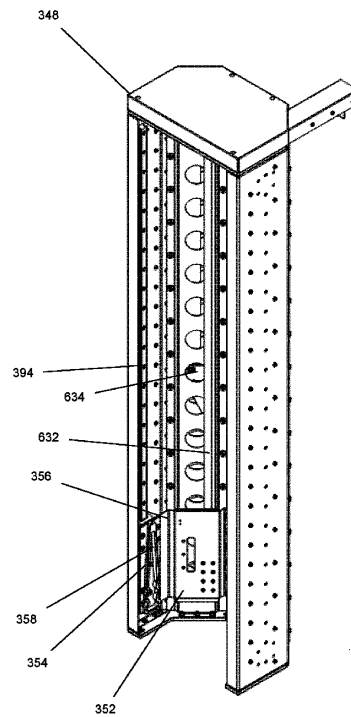


FIG. 36

10

20

30

40

50

【図 3 7】

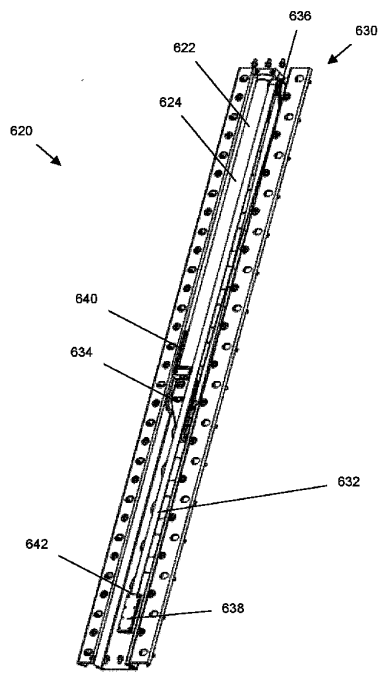


FIG. 37

【図 3 8】

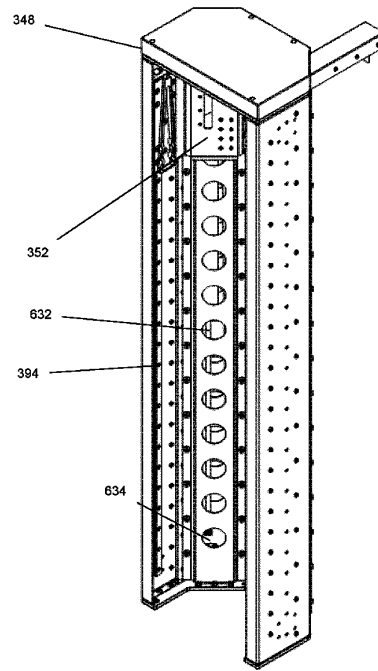


FIG. 38

【図 3 9】

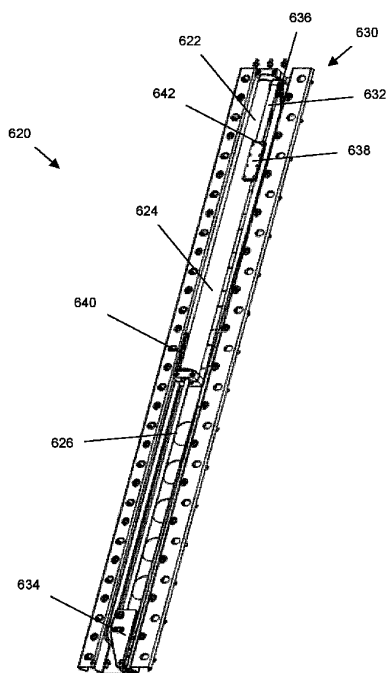


FIG. 39

【図 4 0】

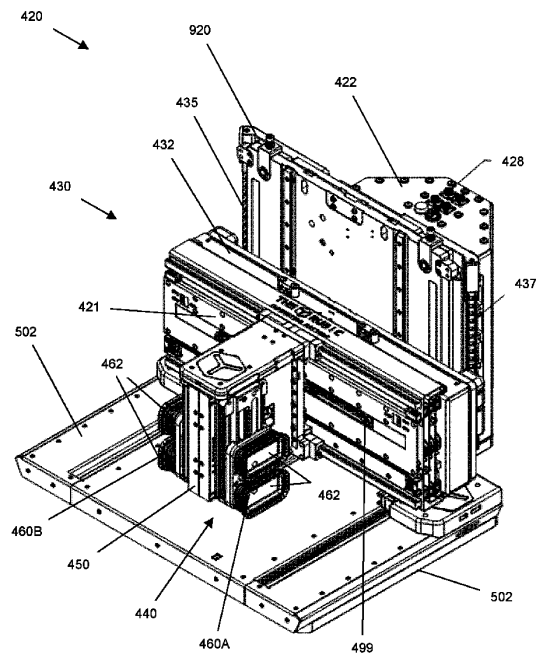


FIG. 40

10

20

30

40

50

【図 4 1】

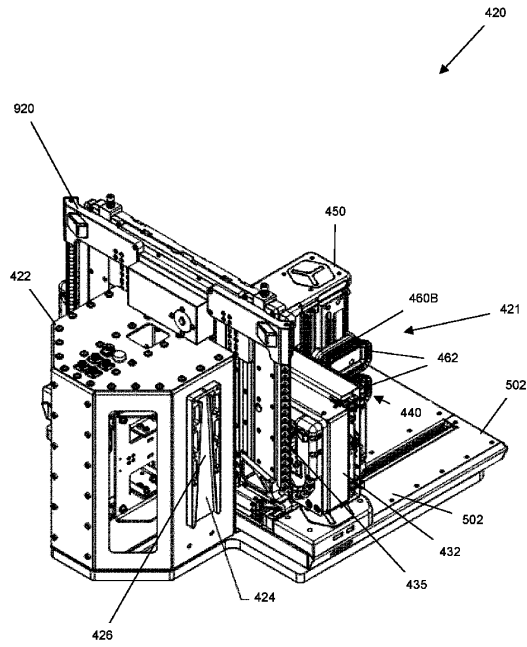


FIG. 41

【図 4 2】

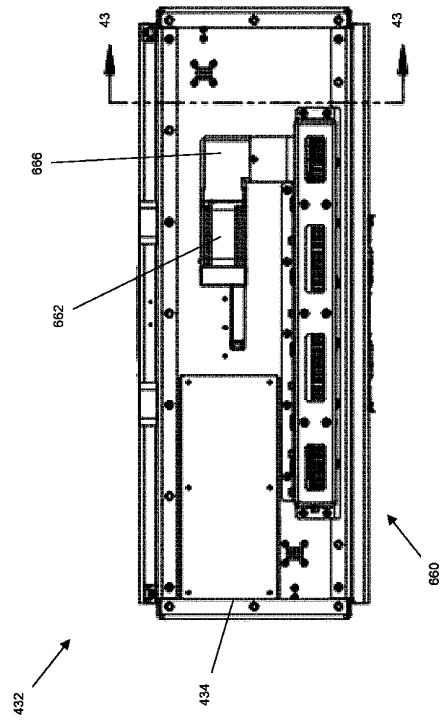


FIG. 42

10

20

【図 4 3】

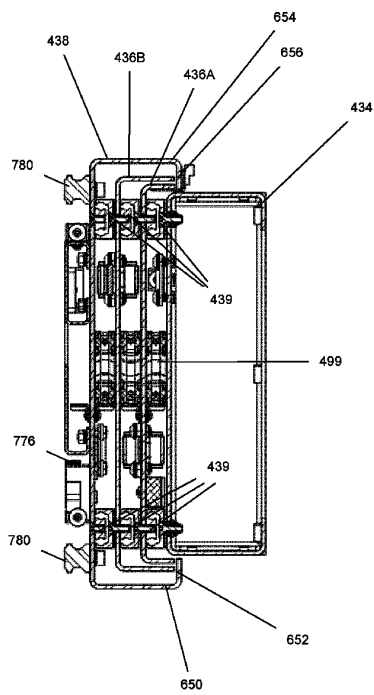


FIG. 43

【図 4 4】

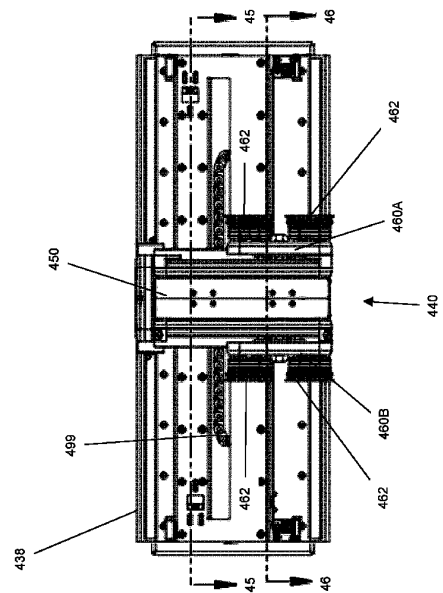


FIG. 44

30

40

50

【図 4 5】

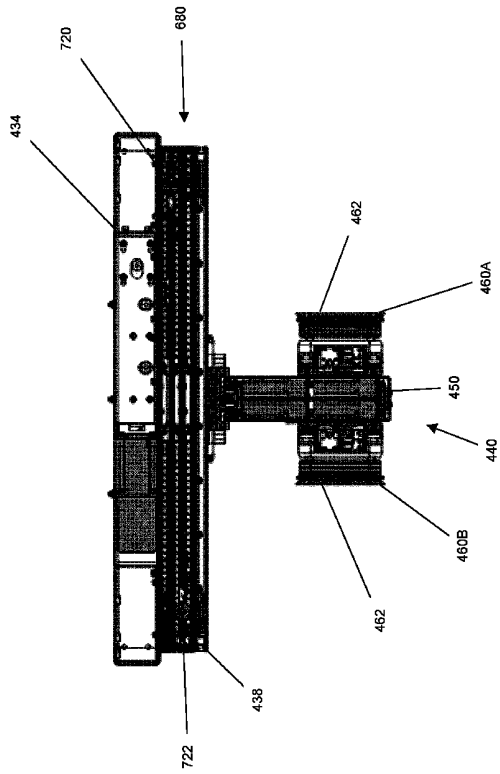


FIG. 45

【図 4 6】

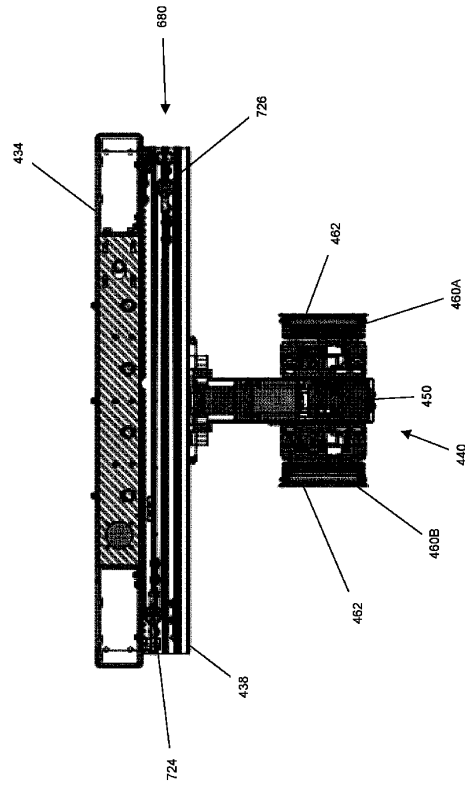


FIG. 46

【図 4 7】

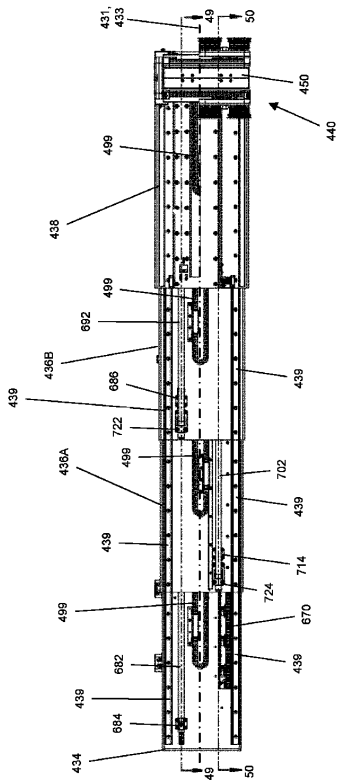


FIG. 47

【図 4 8】

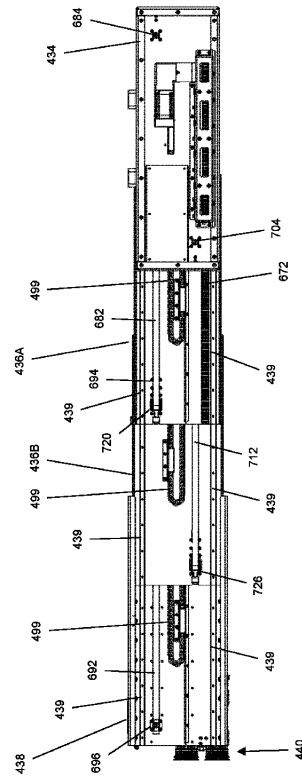


FIG. 48

10

20

30

40

50

【図 49】

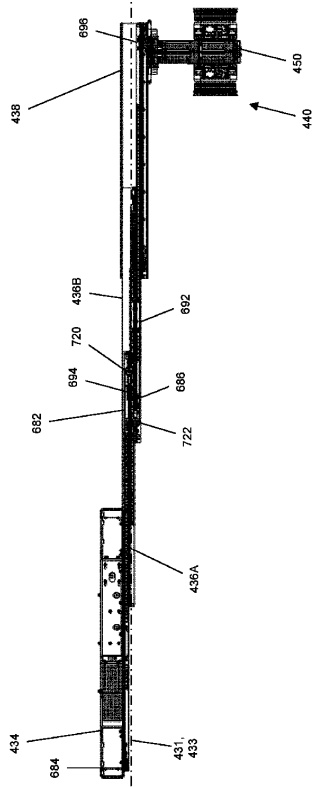


FIG. 49

【図 50】

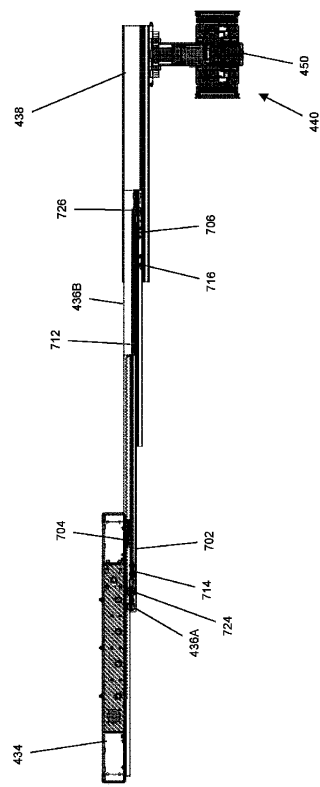


FIG. 50

【図 51】

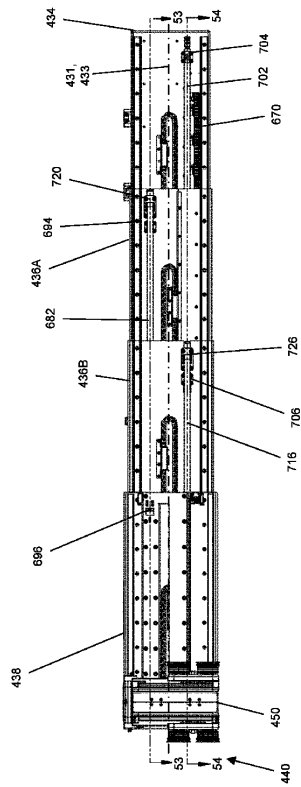


FIG. 51

【図 52】

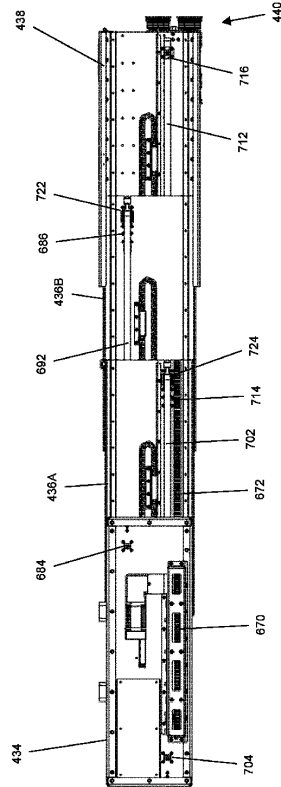


FIG. 52

10

20

30

40

50

【図 5 3】

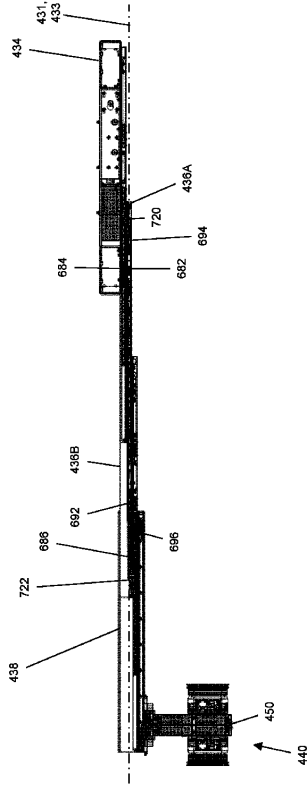


FIG. 53

【図 5 4】

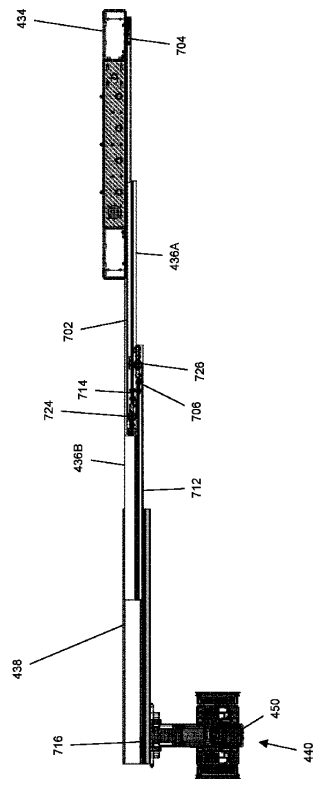


FIG. 54

【図 5 5】

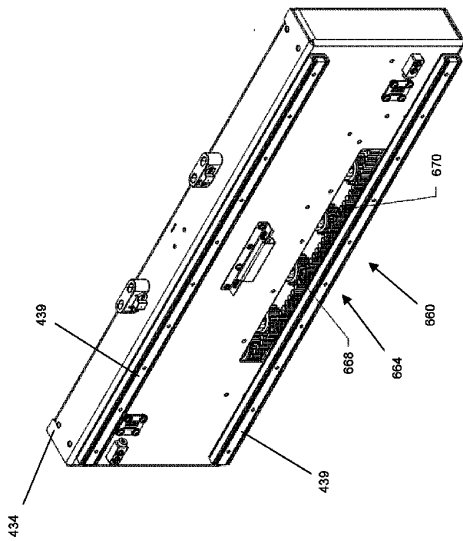


FIG. 55

【図 5 6】

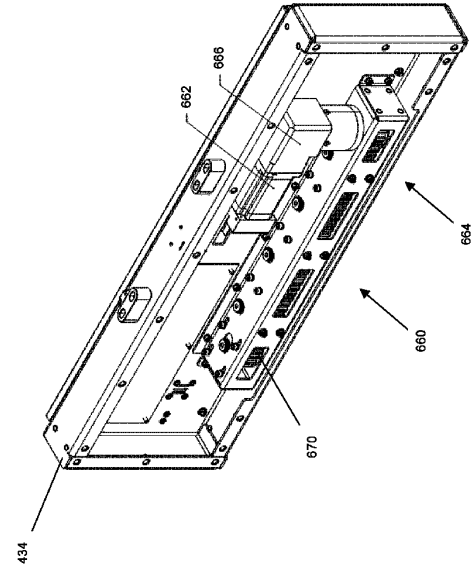


FIG. 56

10

20

30

40

50

【図 5 7】

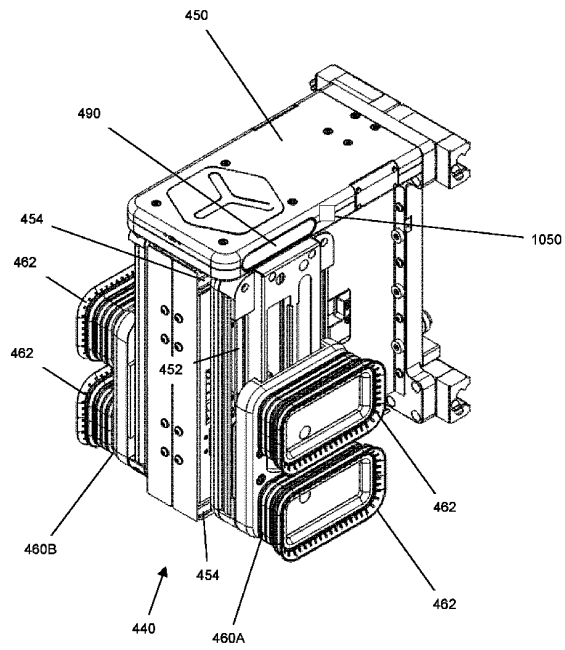


FIG. 57

【図 5 8】

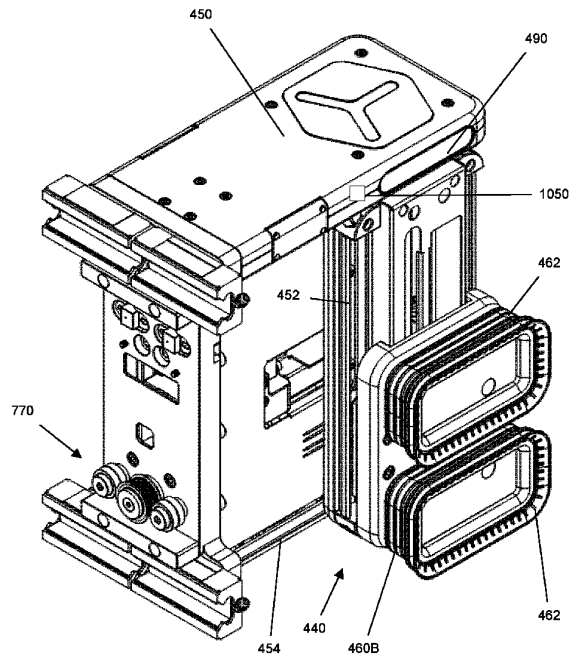


FIG. 58

【図 5 9】

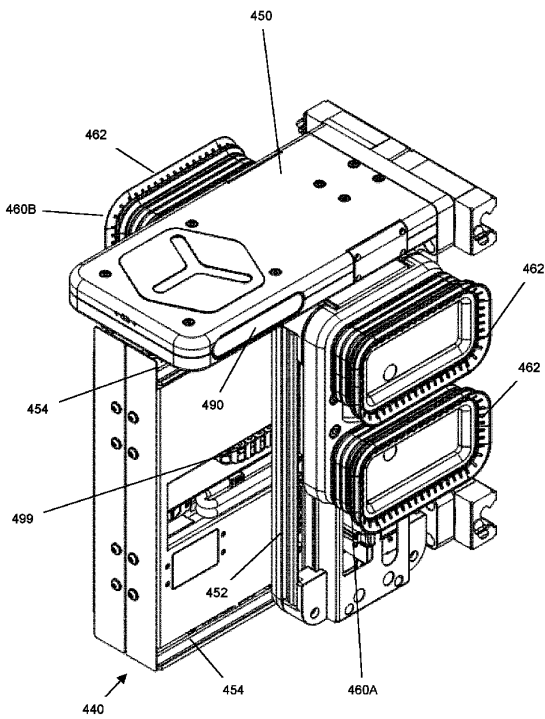


FIG. 59

【図 6 0】

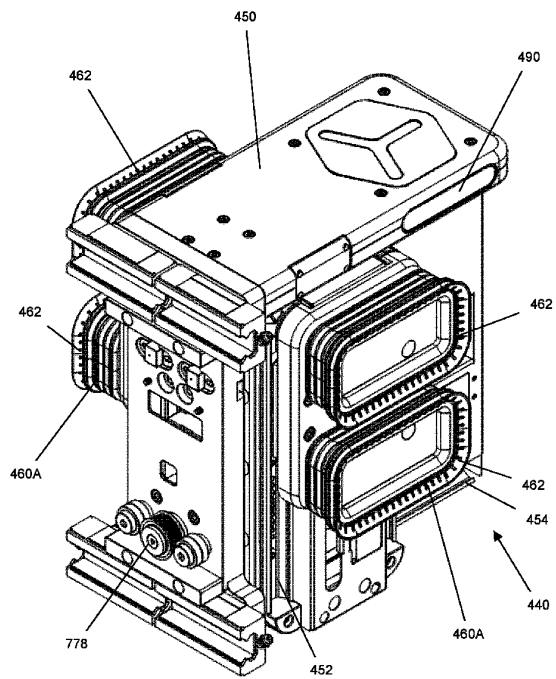


FIG. 60

10

20

30

40

50

【図 6 1】

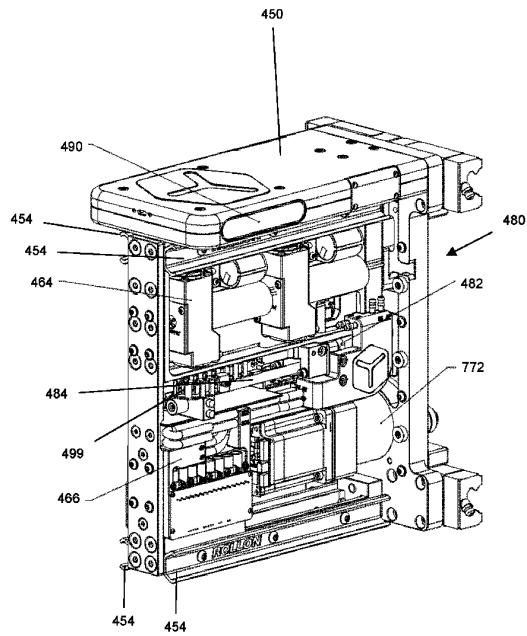


FIG. 61

【図 6 2】

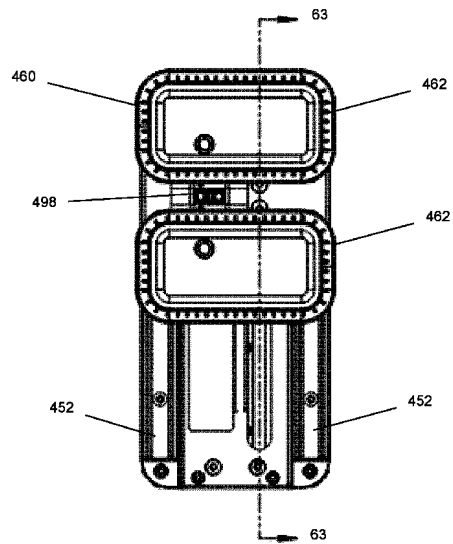


FIG. 62

【図 6 3】

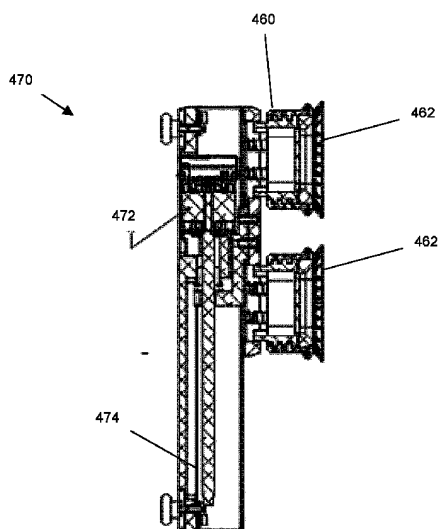


FIG. 63

【図 6 4】

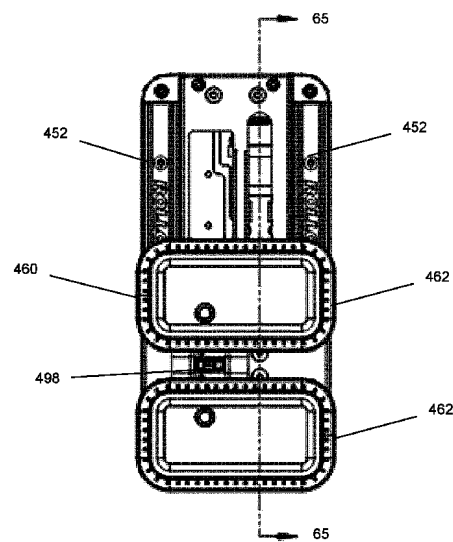


FIG. 64

10

20

30

40

50

【図 6 5】

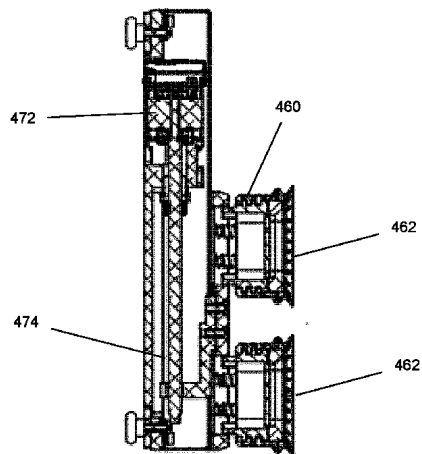


FIG. 65

【図 6 6】

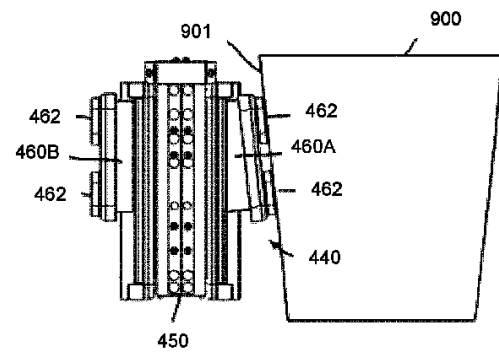


FIG. 66

【図 6 7】

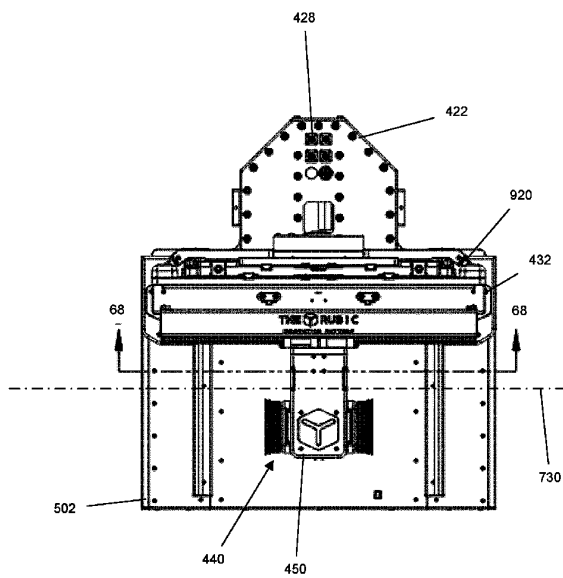


FIG. 67

【図 6 8】

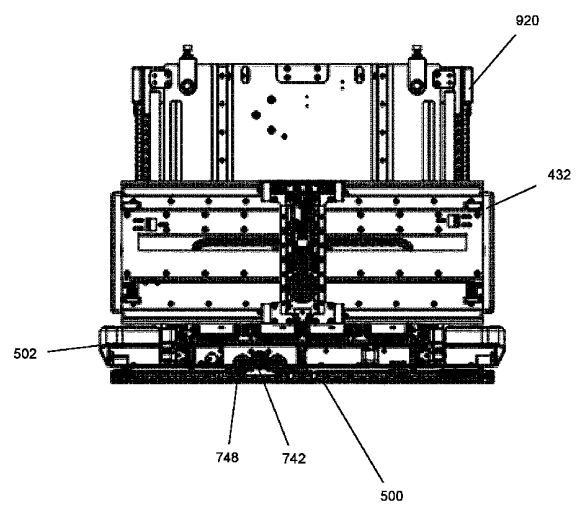


FIG. 68

10

20

30

40

50

【図 69】

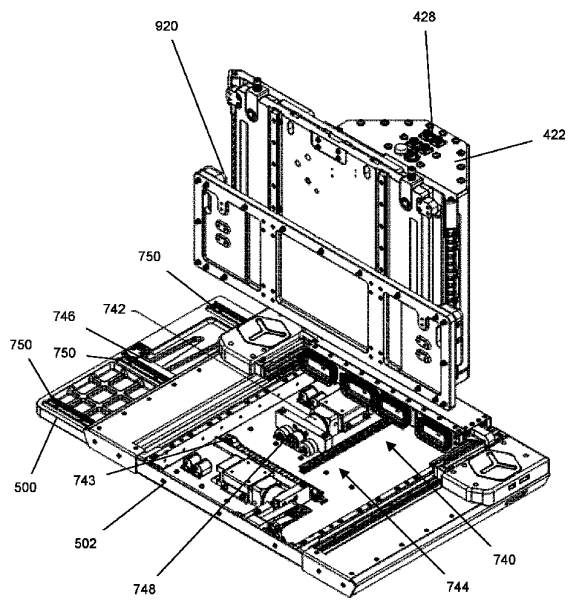


FIG. 69

【図 70】

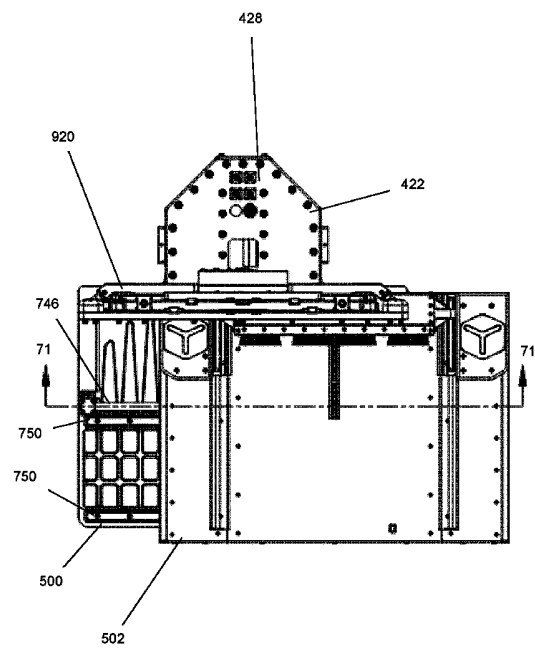


FIG. 70

【図 71】

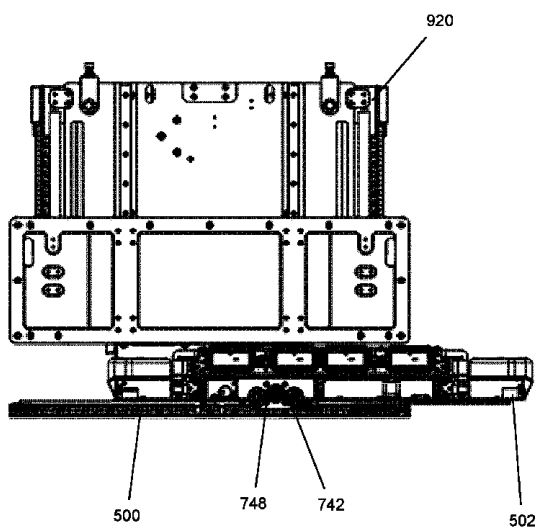


FIG. 71

【図 72】

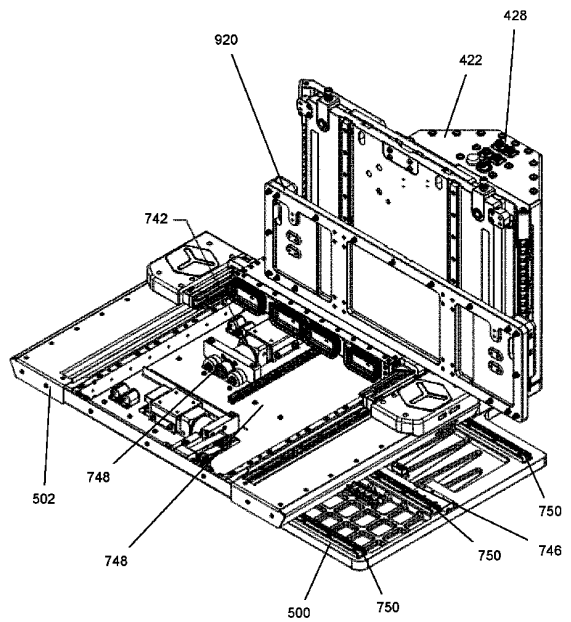


FIG. 72

10

20

30

40

50

【図 7 3】

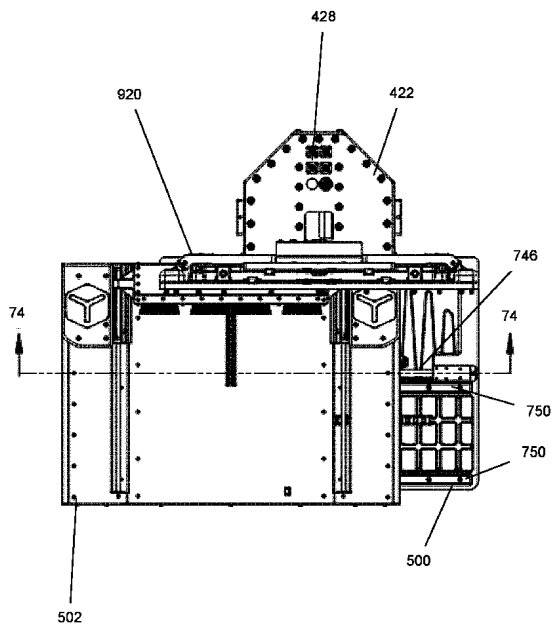


FIG. 73

【図 7 4】

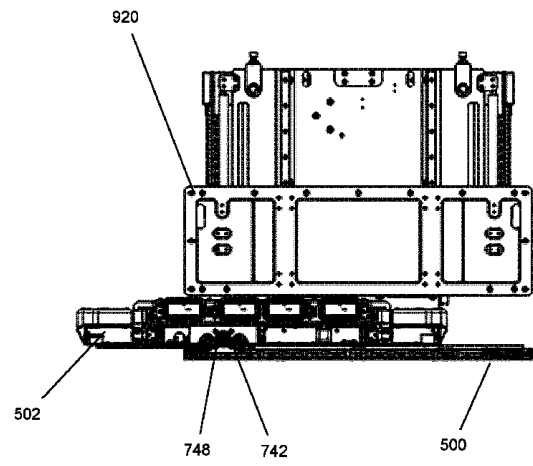


FIG. 74

【図 7 5】

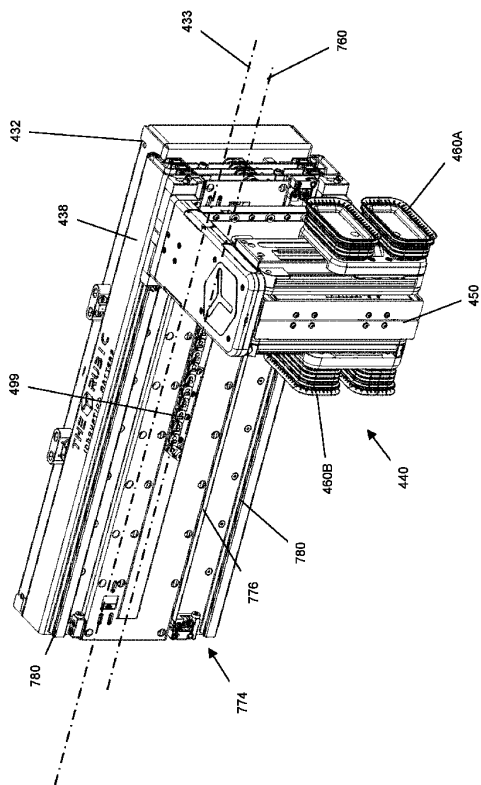


FIG. 75

【図 7 6】

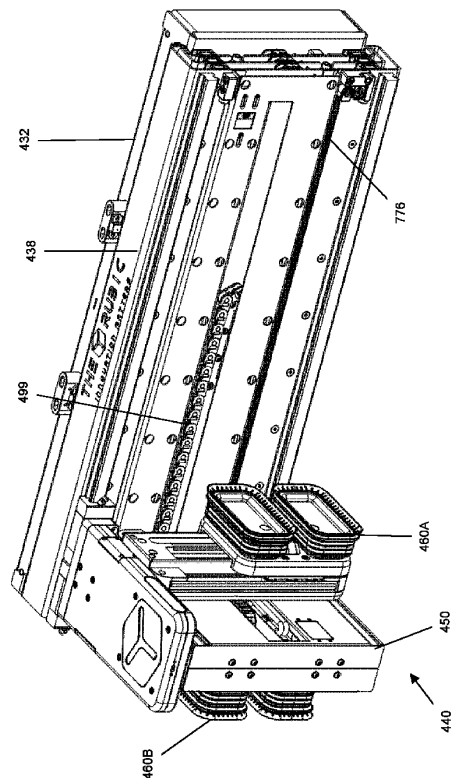


FIG. 76

10

20

30

40

50

【図 77】

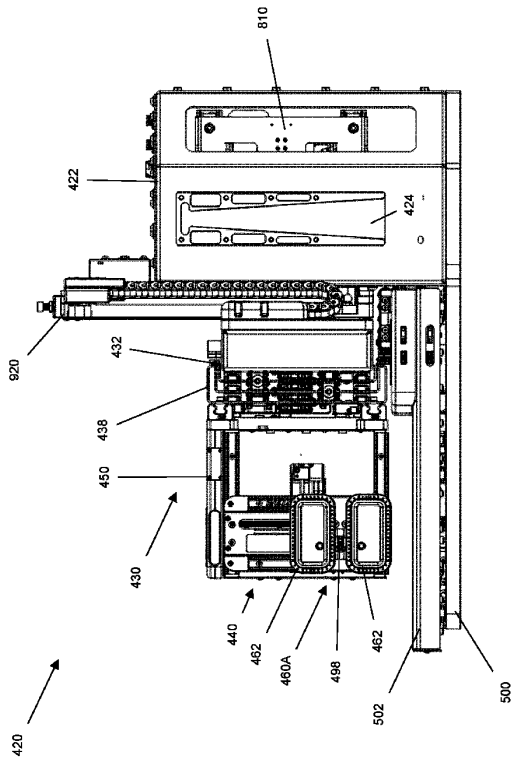


FIG. 77

【図 78】

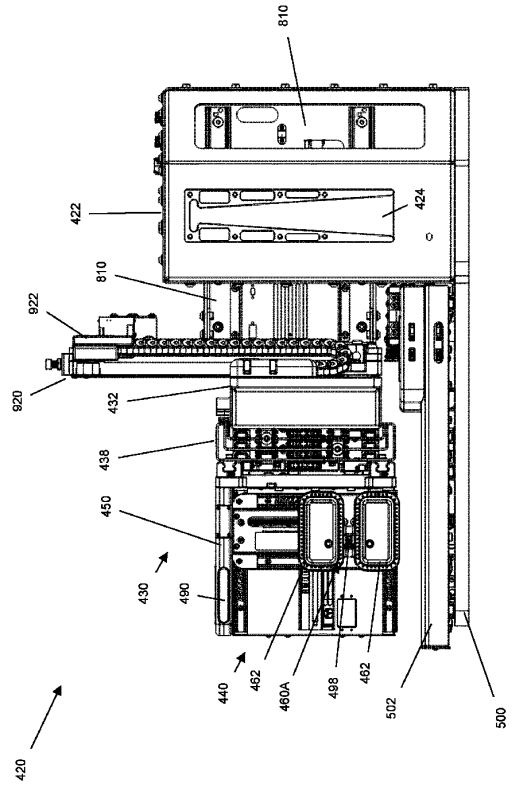
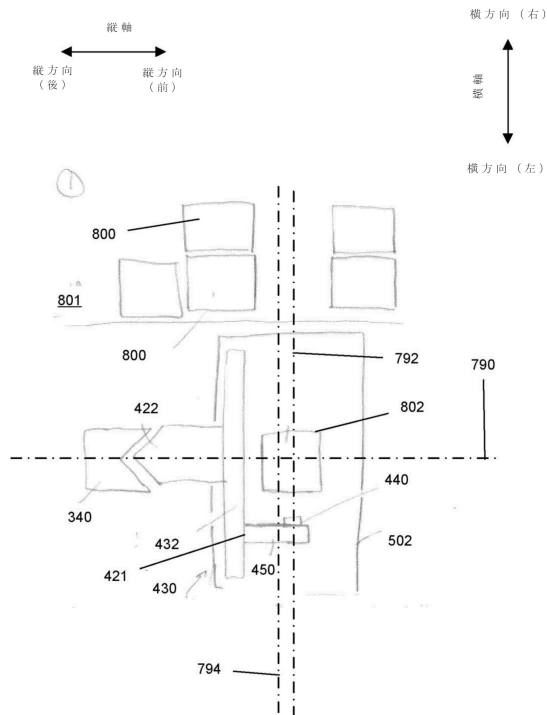


FIG. 78

【図 79】



【図 80】

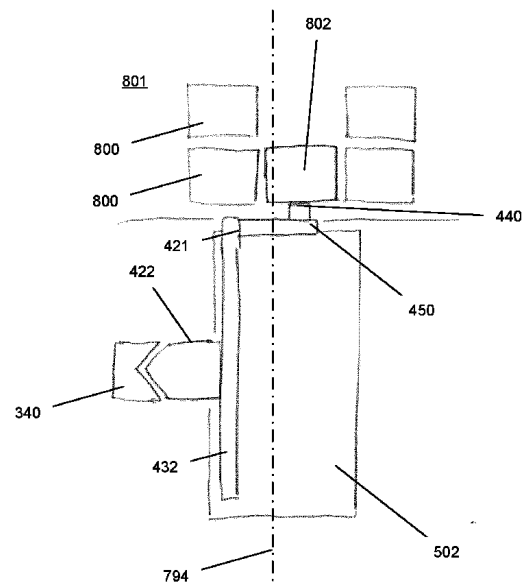


FIG. 80

【図 8 1】

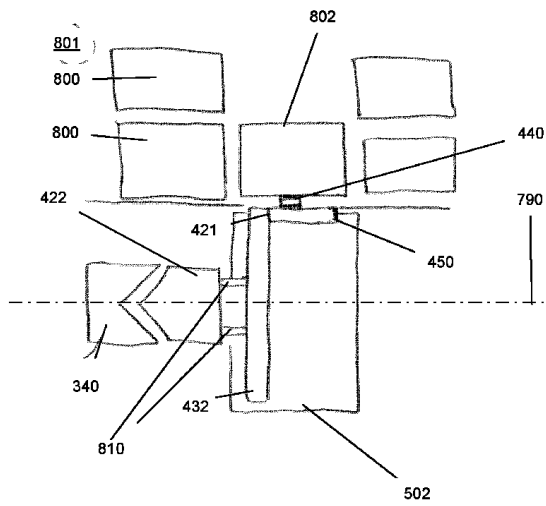


FIG. 81

【図 8 2】

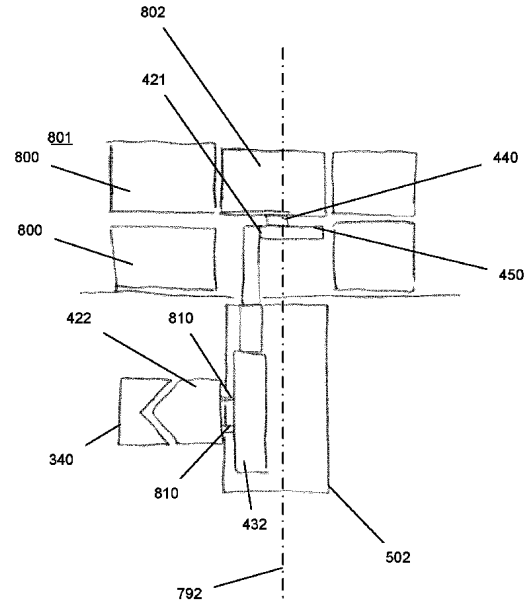


FIG. 82

【図 8 3】

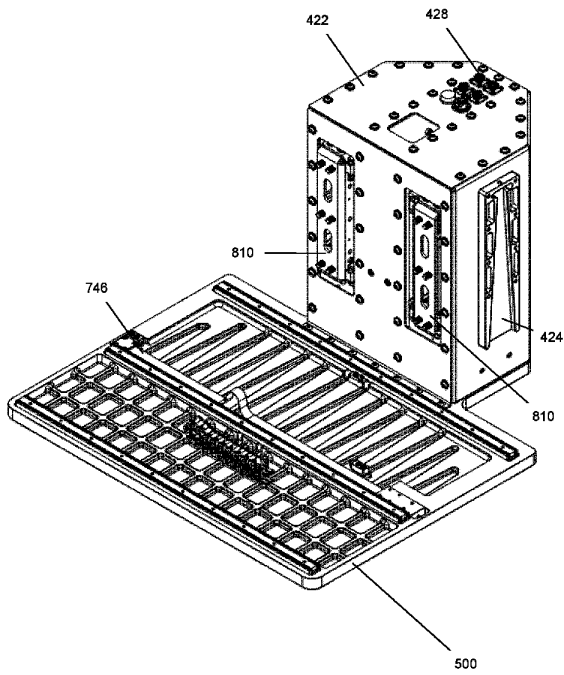


FIG. 83

【図 8 4】

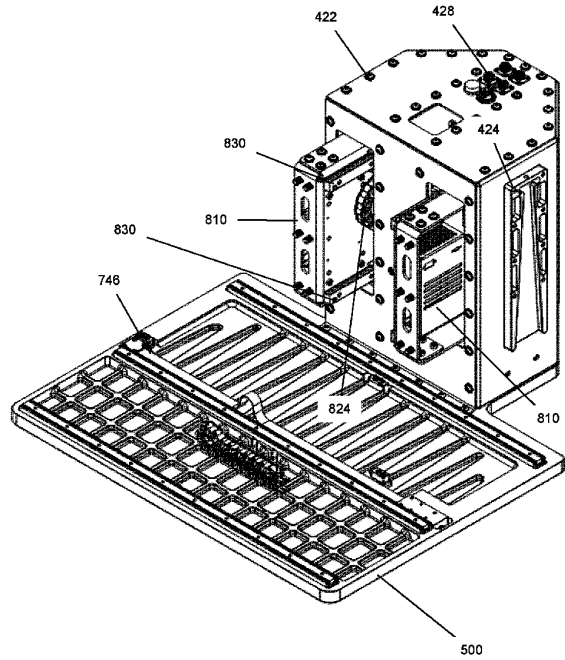


FIG. 84

10

20

30

40

50

【図 85】

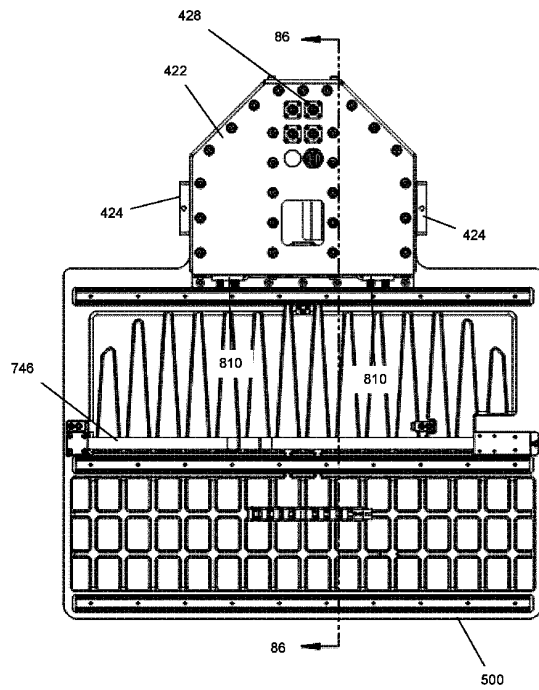


FIG. 85

【図 86】

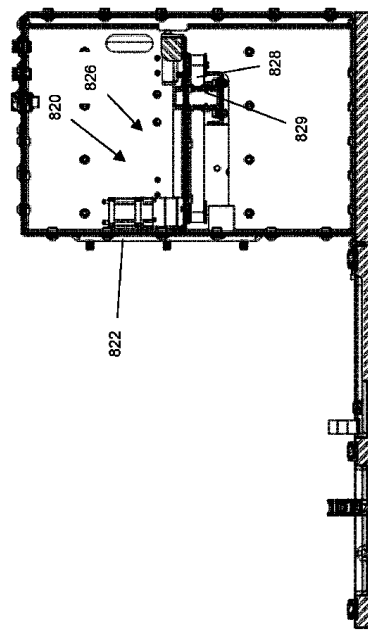


FIG. 86

10

20

【図 87】

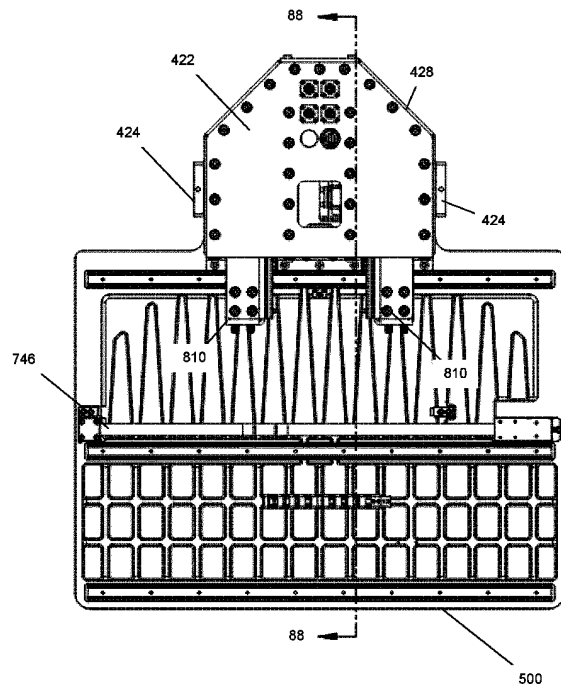


FIG. 87

【図 88】

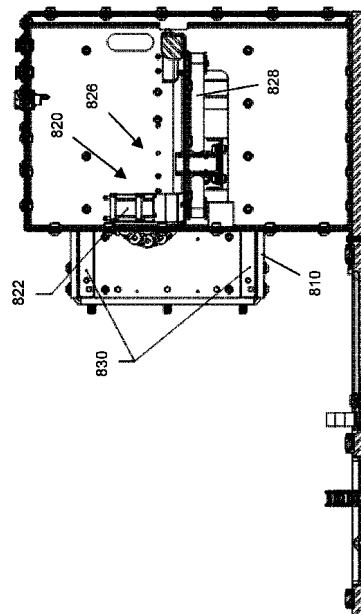


FIG. 88

30

40

50

【図 89】

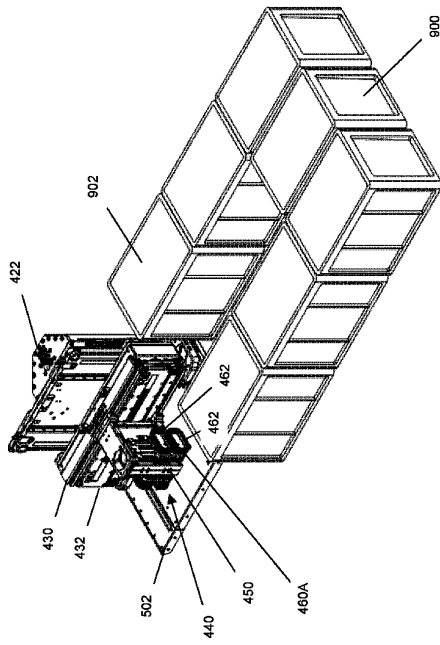


FIG. 89

【図 90】

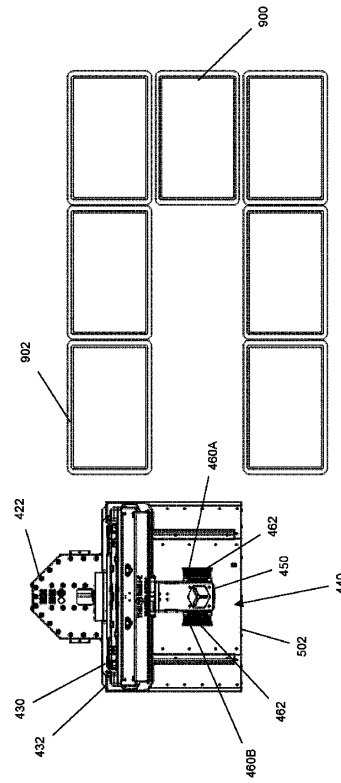


FIG. 90

【図 91】

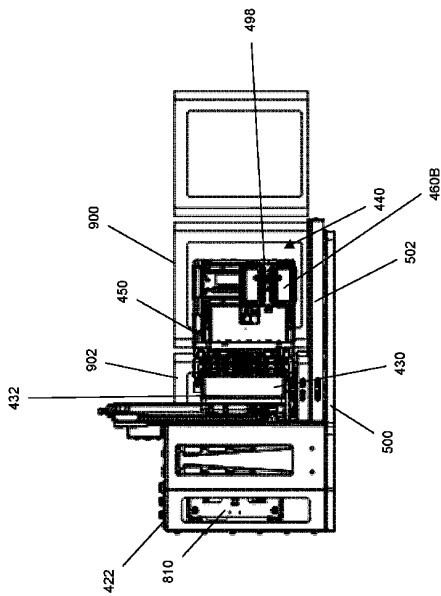


FIG. 91

【図 92】

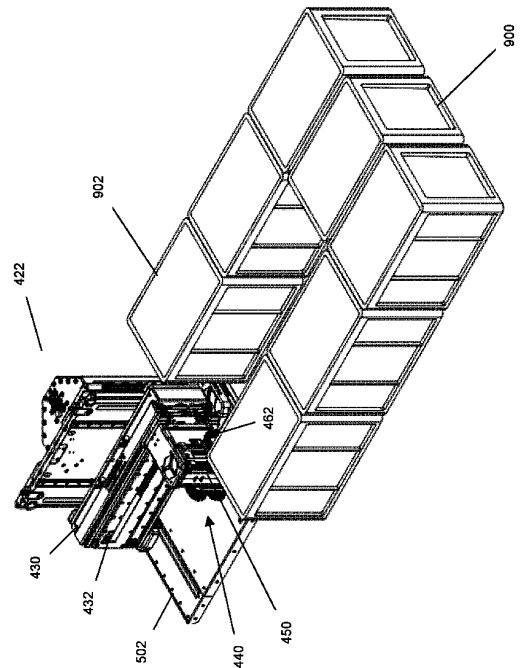


FIG. 92

10

20

30

40

50

【図 9 3】

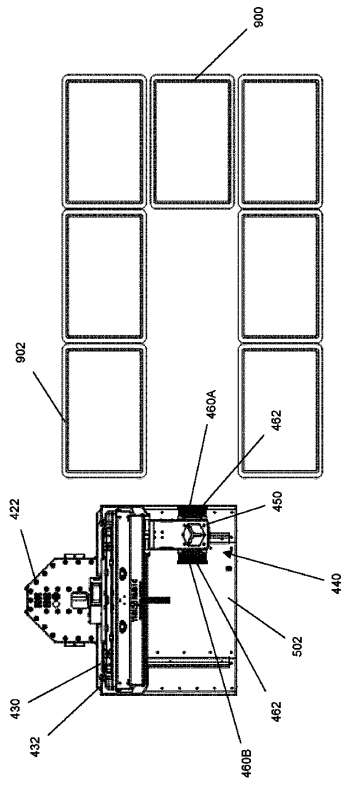


FIG. 93

【図 9 4】

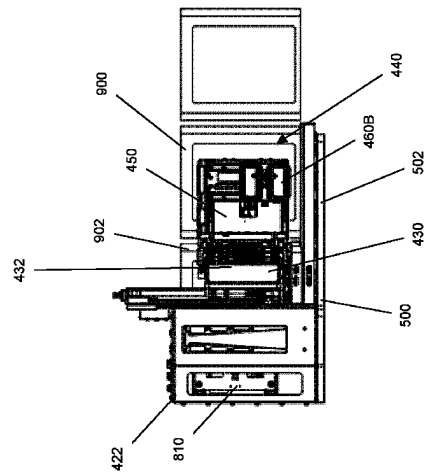


FIG. 94

【図 9 5】

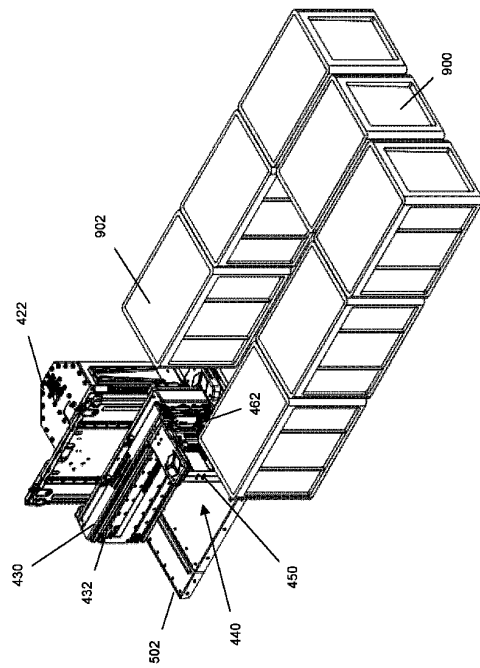


FIG. 95

【図 9 6】

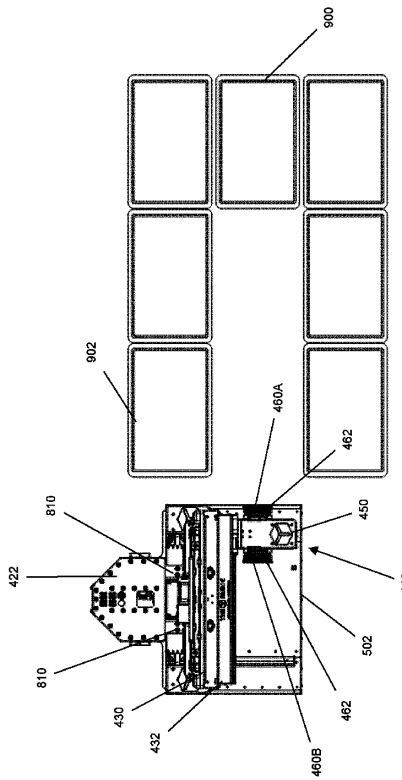


FIG. 96

10

20

30

40

50

【図 9 7】

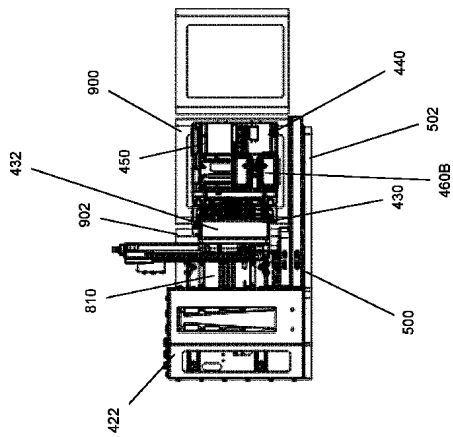


FIG. 97

【圖 9 8】

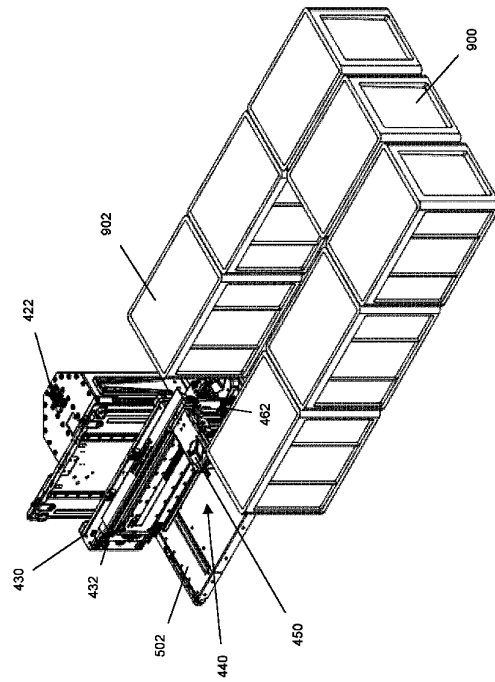


FIG. 98

【図 9 9】

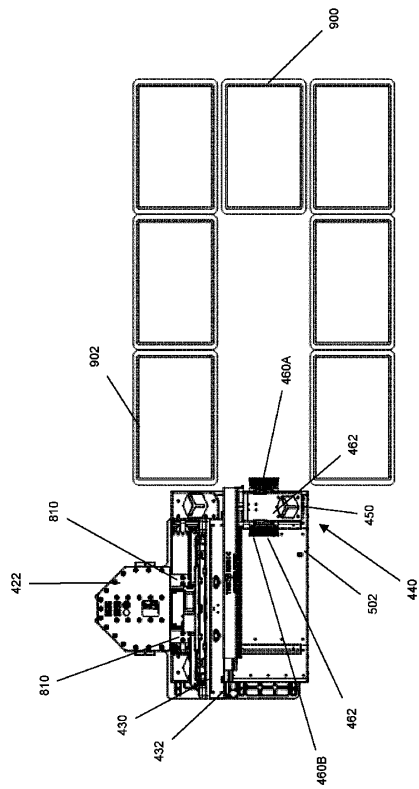


FIG. 99

【図 100】

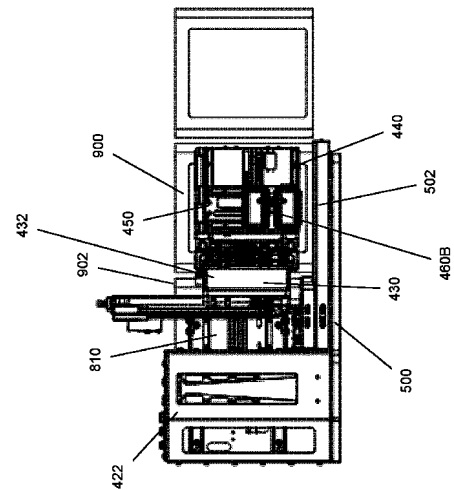


FIG. 100

【図 101】

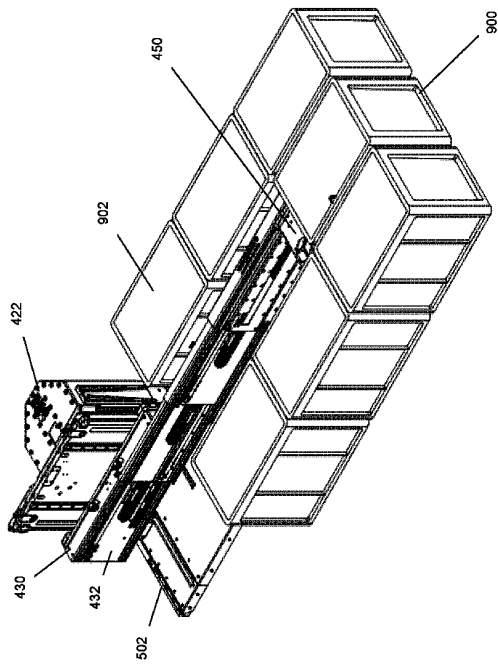


FIG. 101

【図 102】

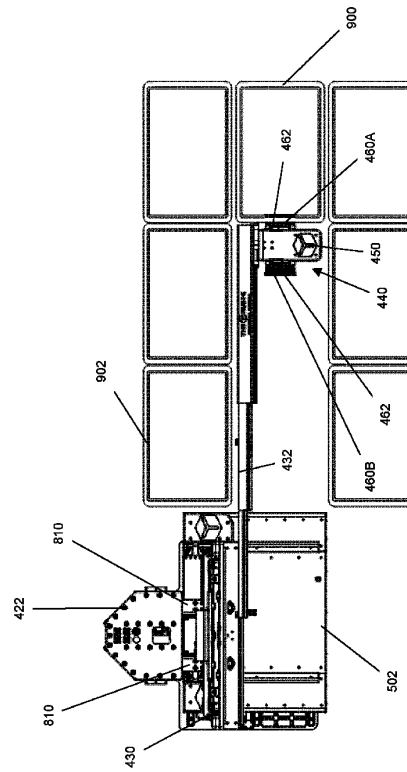


FIG. 102

【図 103】

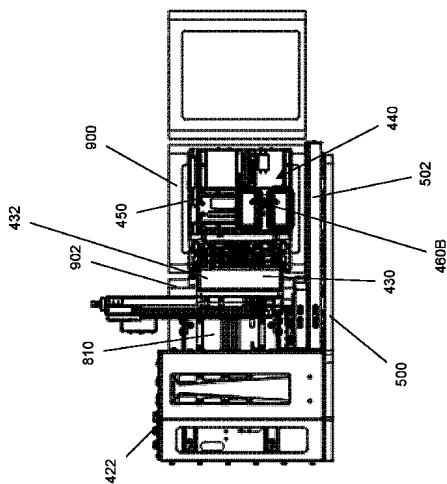


FIG. 103

【図 104】

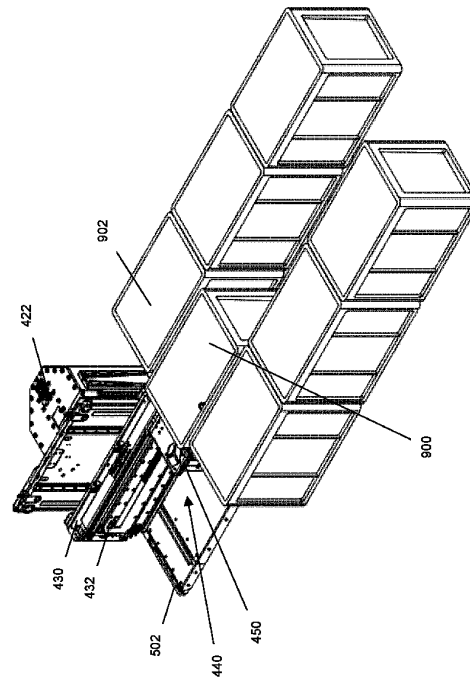


FIG. 104

10

20

30

40

50

【図 105】

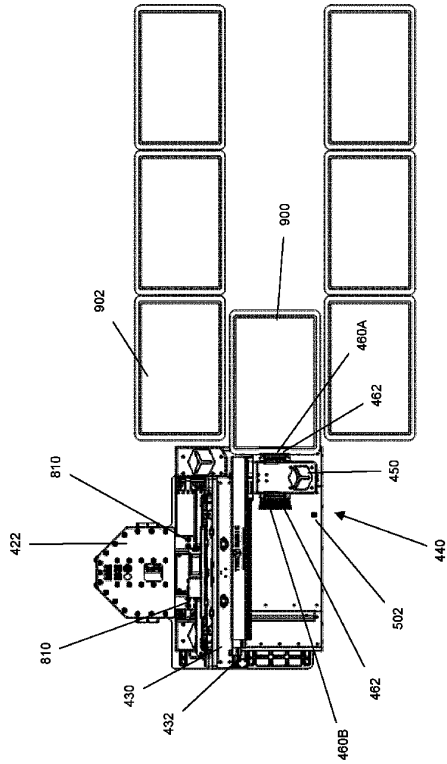


FIG. 105

【図 106】

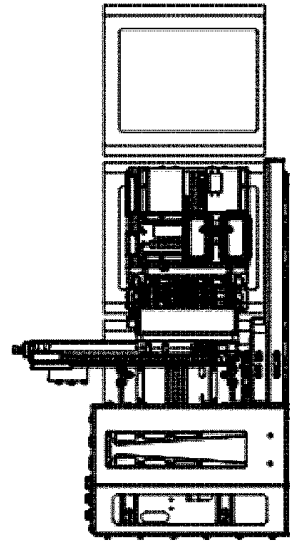


FIG. 106

【図 107】

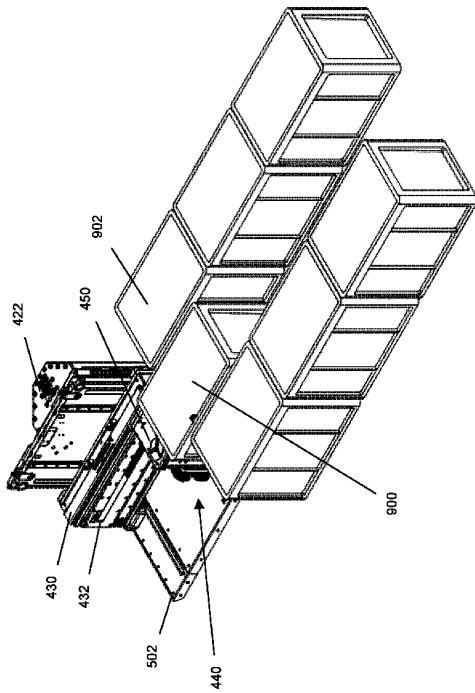


FIG. 107

【図 108】

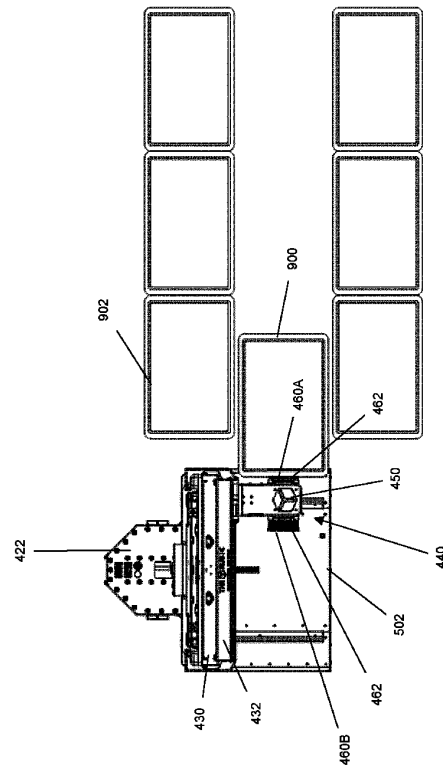


FIG. 108

10

20

30

40

50

【図 1 0 9】

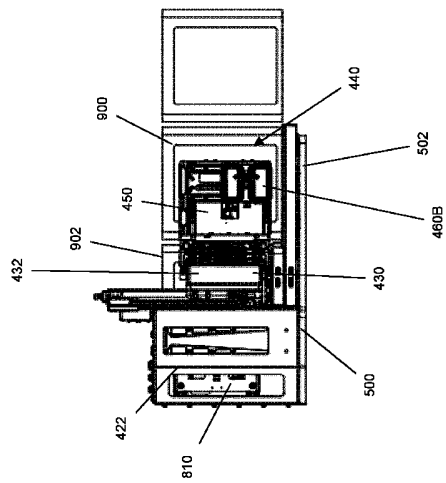


FIG. 109

【図 1 1 0】

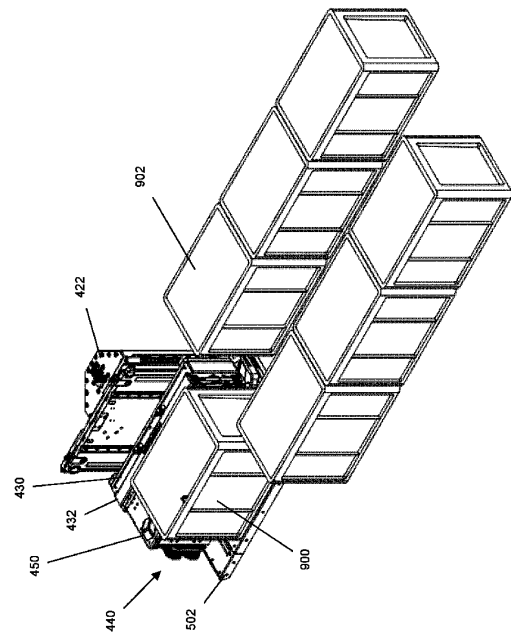


FIG. 110

【図 1 1 1】

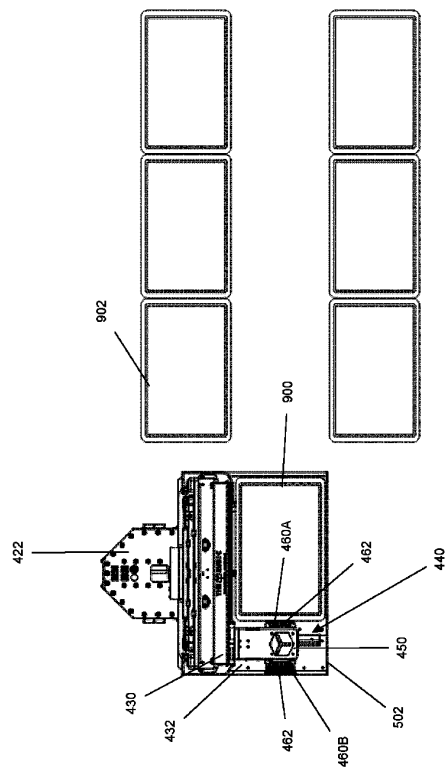


FIG. 111

【図 1 1 2】

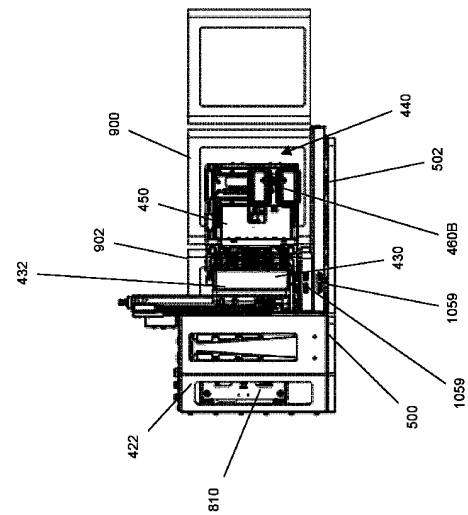


FIG. 112

10

20

30

40

50

【図 1 1 3】

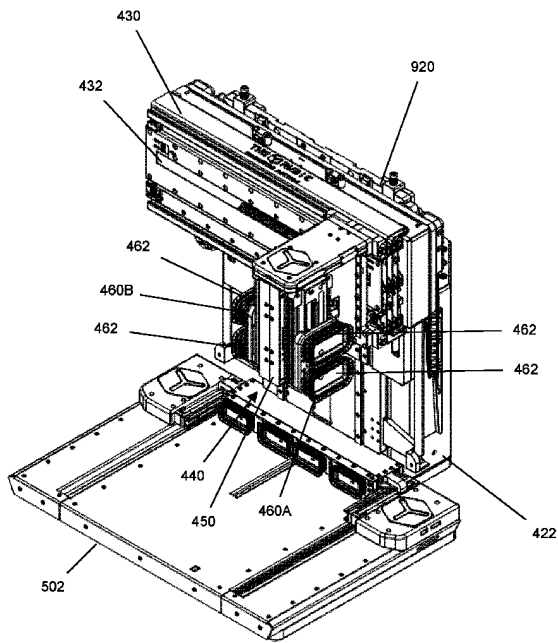


FIG. 113

【図 1 1 4】

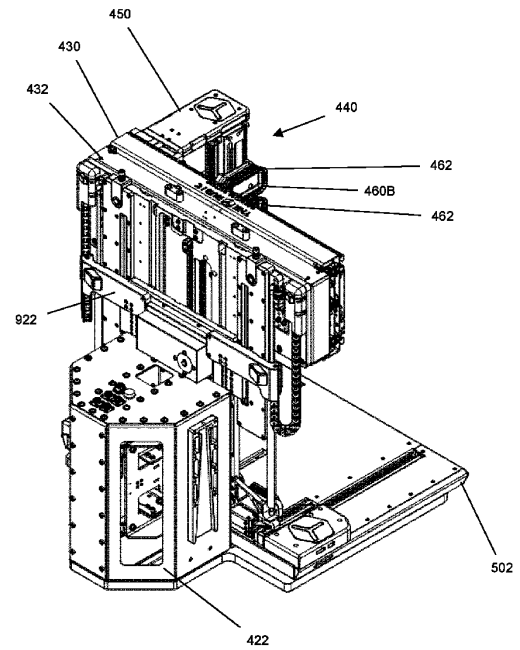


FIG. 114

【図 1 1 5 A】

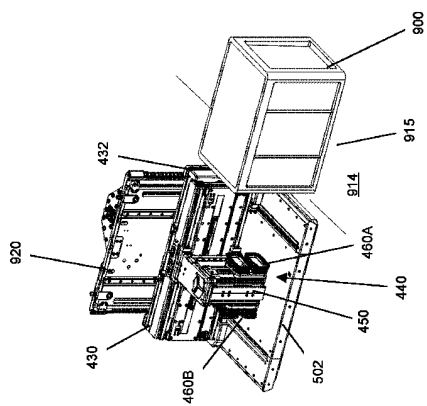


FIG.
115A

【図 1 1 5 B】

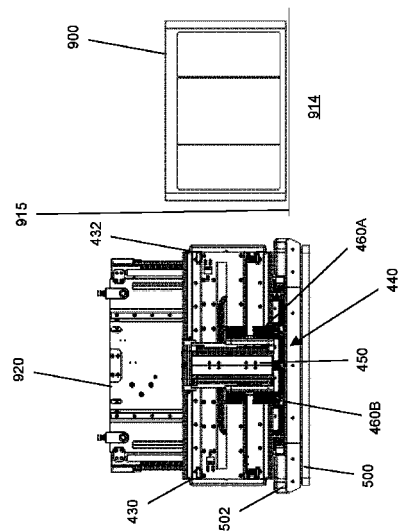


FIG.
115B

10

20

30

40

50

【図 116 A】

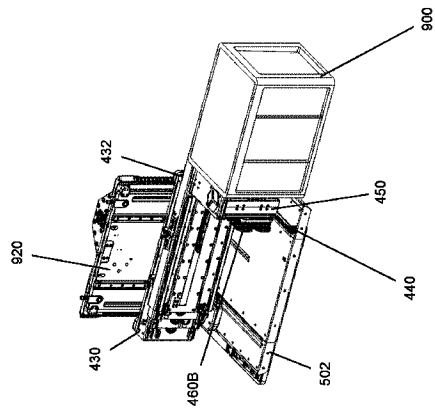


FIG.
116A

【図 116 B】

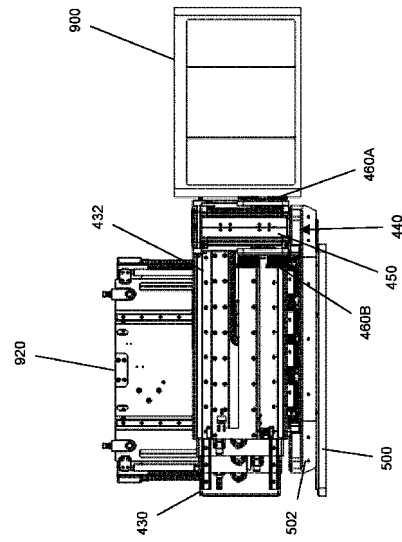


FIG.
116B

10

20

【図 117 A】

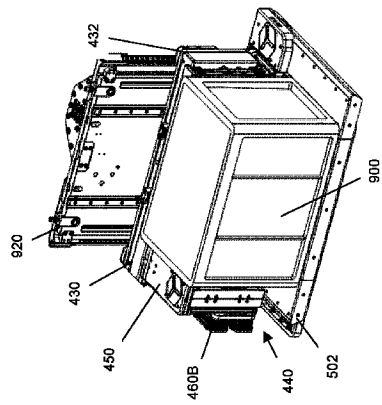


FIG.
117A

【図 117 B】

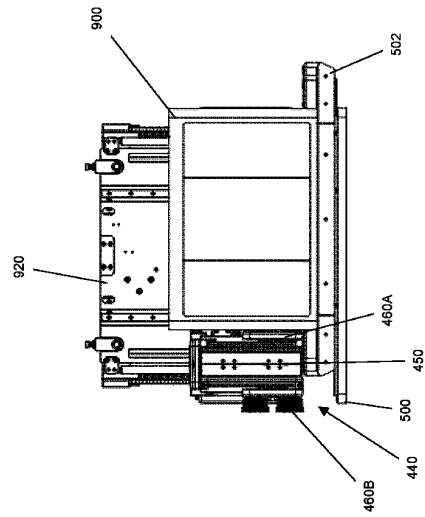


FIG.
117B

30

40

50

【図 118 A】

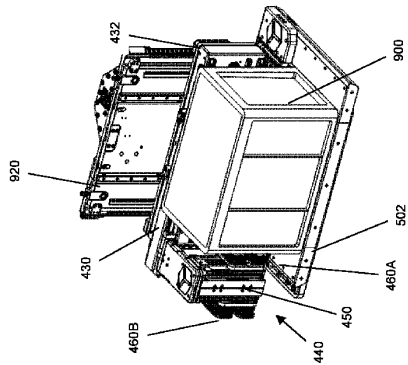


FIG.
118A

【図 118 B】

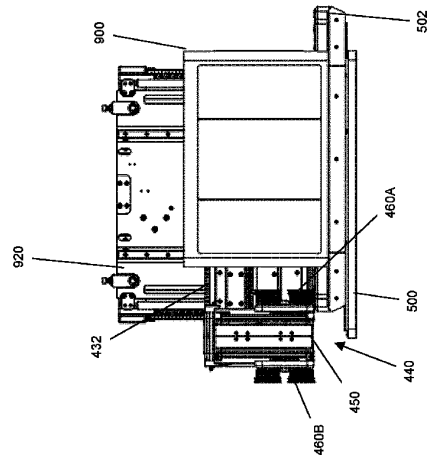


FIG.
118B

10

【図 119 A】

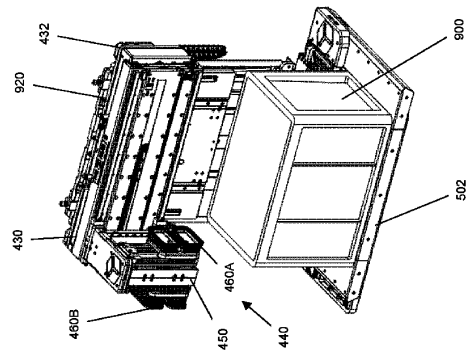


FIG.
119A

【図 119 B】

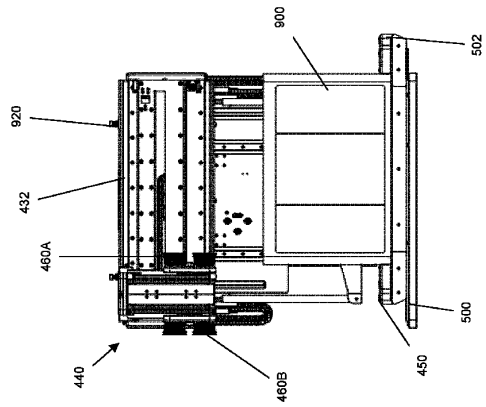


FIG.
119B

20

30

40

50

【図 120 A】

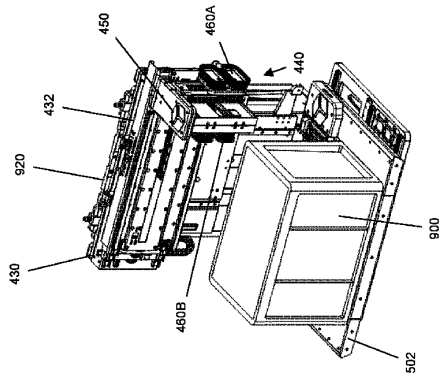


FIG.
120A

【図 120 B】

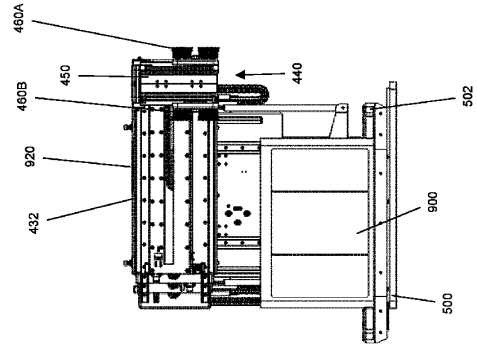


FIG.
120B

10

【図 121 A】

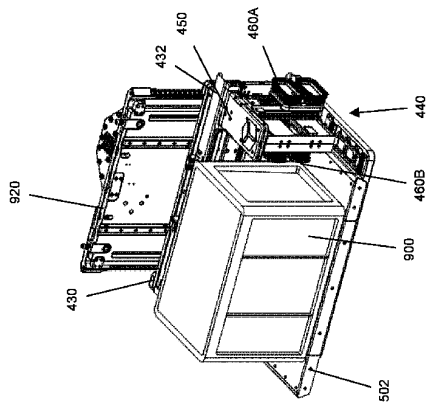


FIG.
121A

【図 121 B】

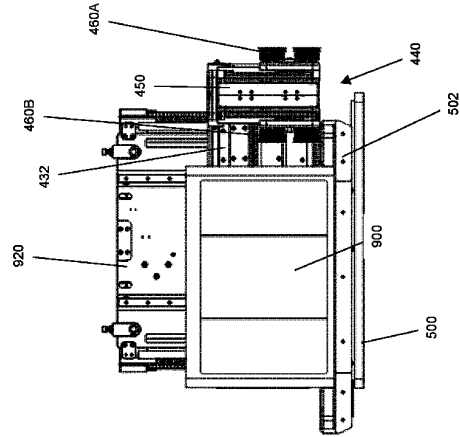


FIG.
121B

20

30

40

50

【図 1 2 2 A】

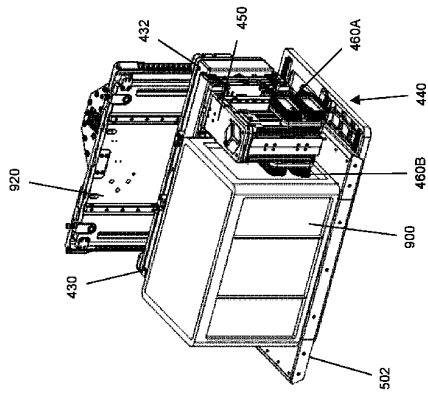


FIG.
122A

【図 1 2 2 B】

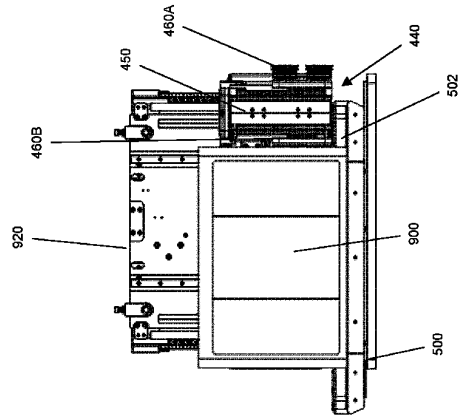


FIG.
122B

【図 1 2 3 A】

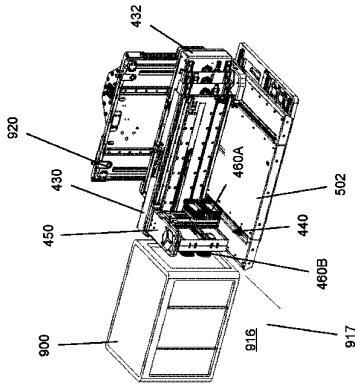


FIG.
123A

【図 1 2 3 B】

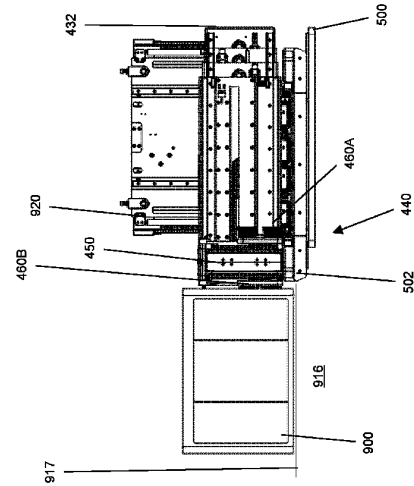


FIG.
123B

10

20

30

40

50

【図 1 2 4】

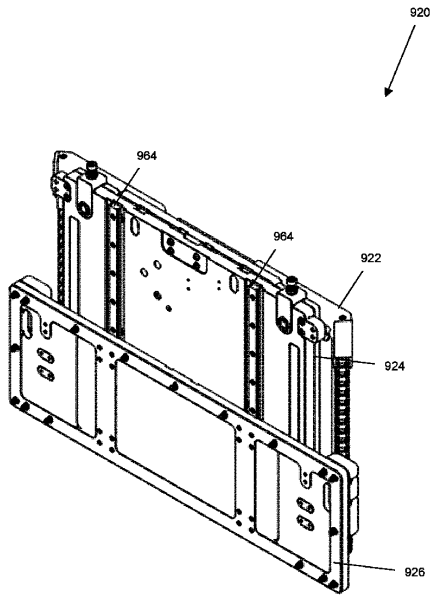


FIG. 124

【図 1 2 5】

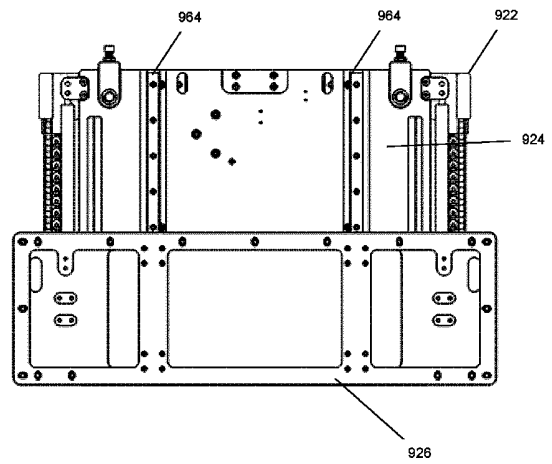


FIG. 125

【図 1 2 6】

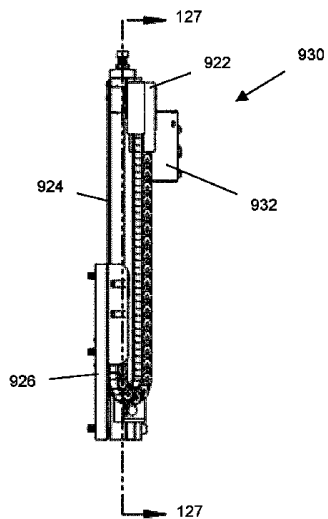


FIG. 126

【図 1 2 7】

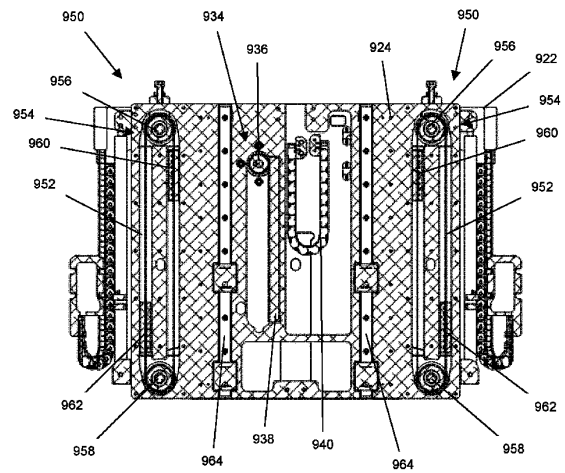


FIG. 127

10

20

30

40

50

【図 1 2 8】

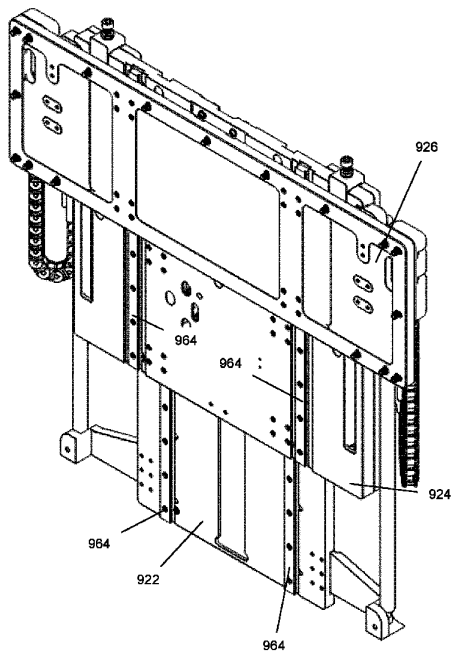


FIG. 128

【図 1 2 9】

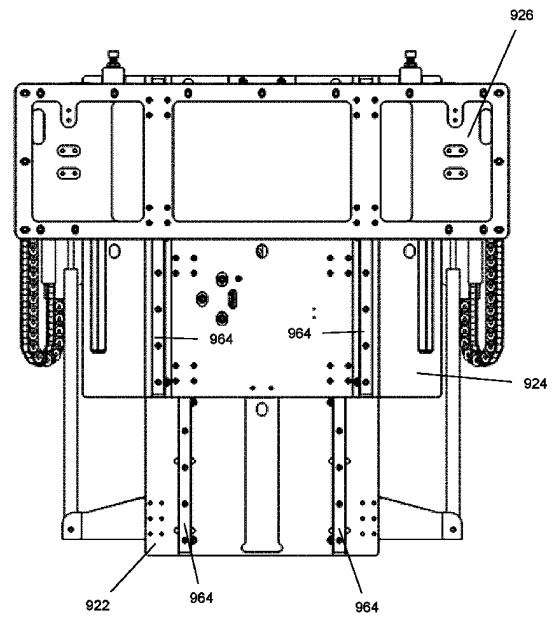


FIG. 129

【図 1 3 0】

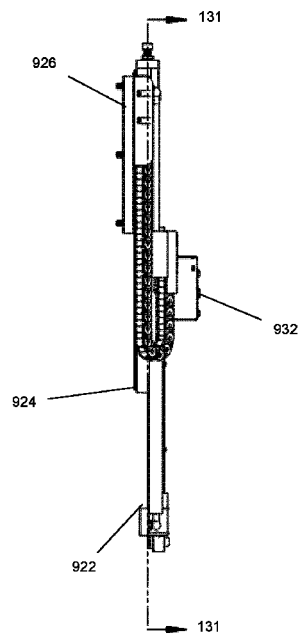


FIG. 130

【図 1 3 1】

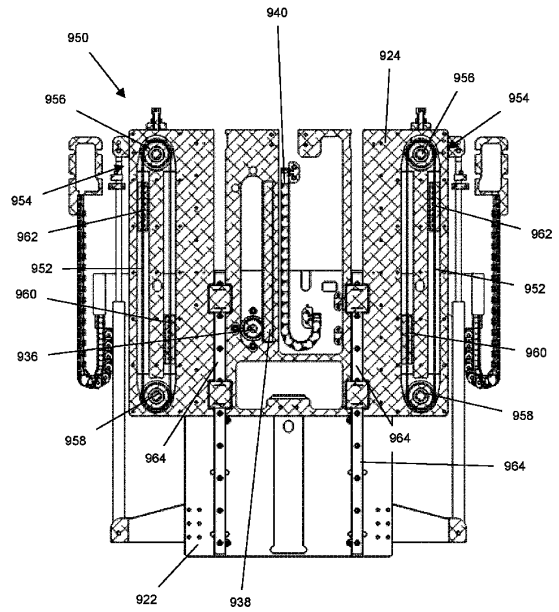


FIG. 131

10

20

30

40

50

【圖 1 3 2】

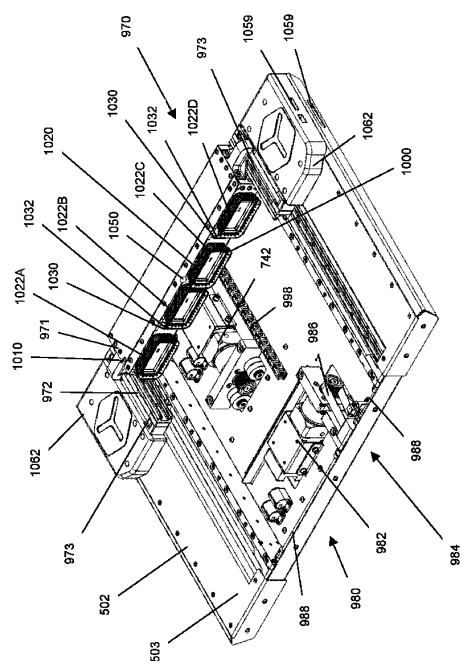


FIG. 132

【図 1 3 3】

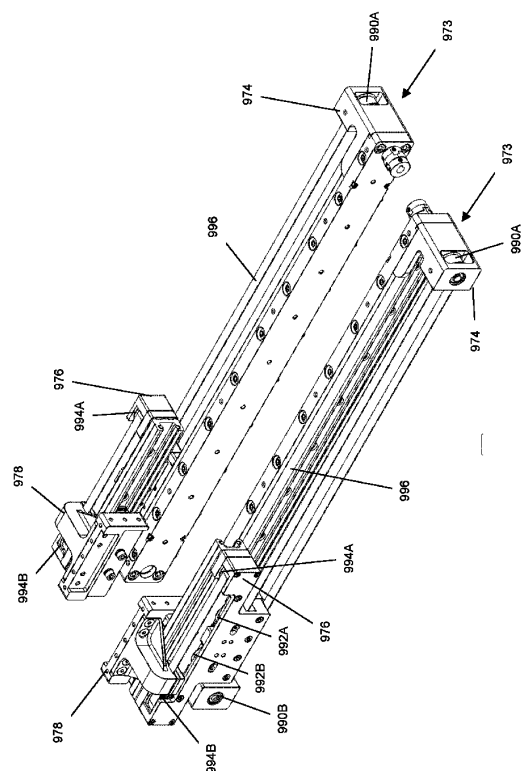


FIG. 133

10

20

【圖 1 3 4】

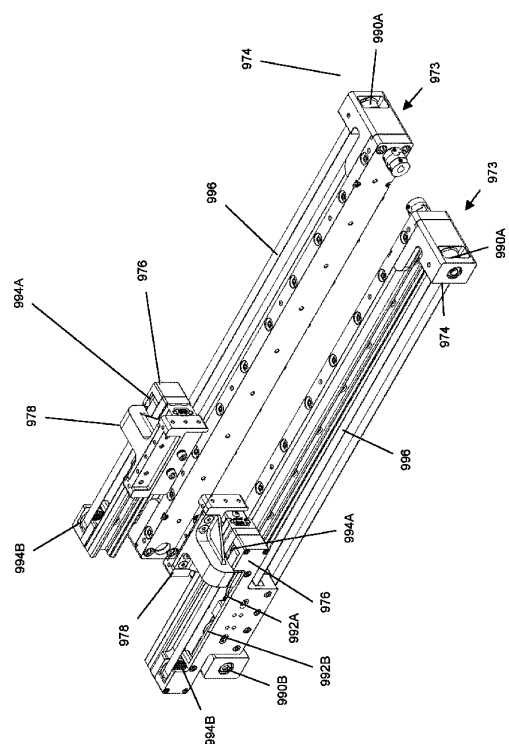


FIG. 134

【図 1 3 5】

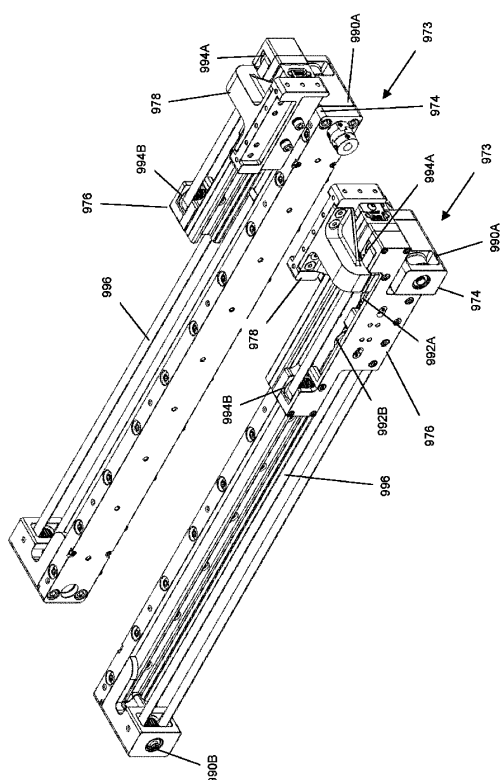


FIG. 135

30

40

50

【図 136】

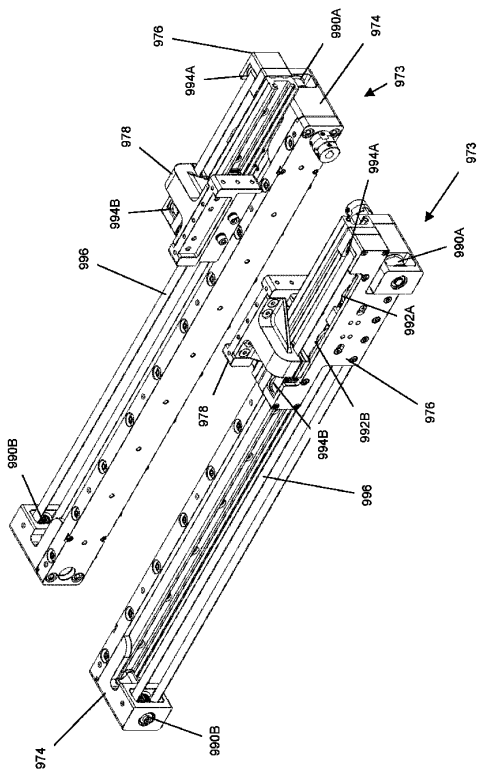


FIG. 136

【図 137】

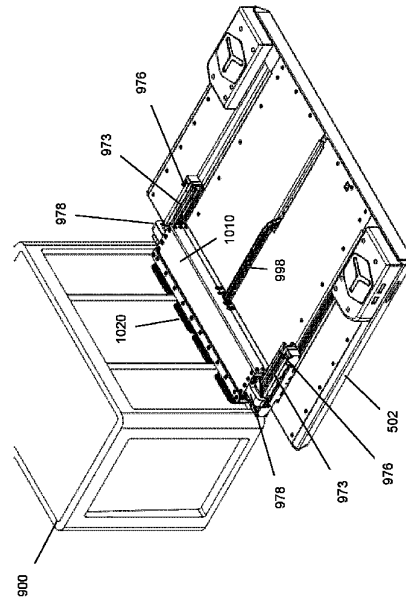


FIG. 137

【図 138】

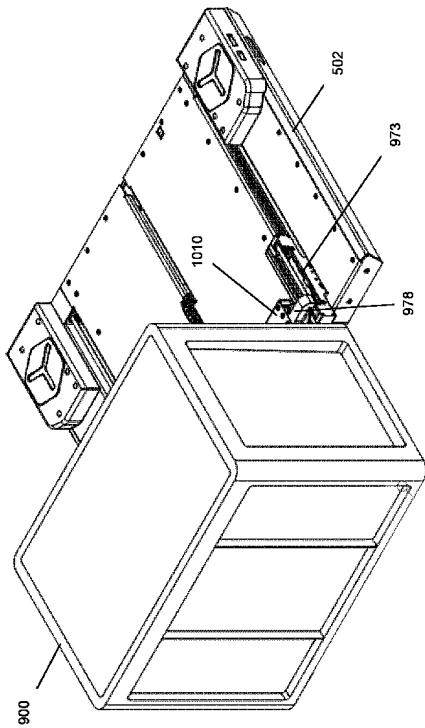


FIG. 138

【図 139】

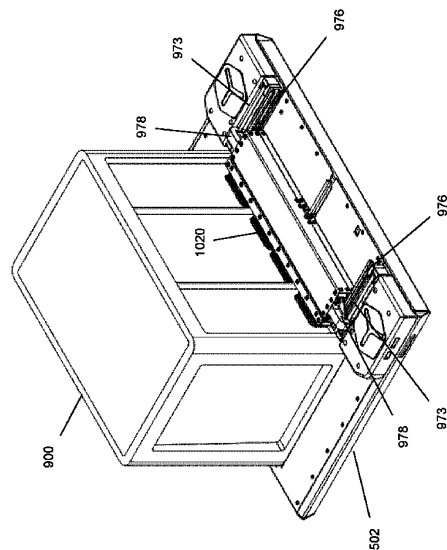


FIG. 139

10

20

30

40

50

【図 1 4 0】

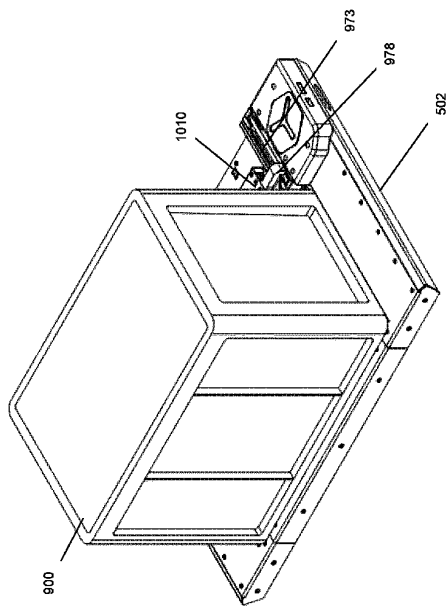


FIG. 140

【図 1 4 1】

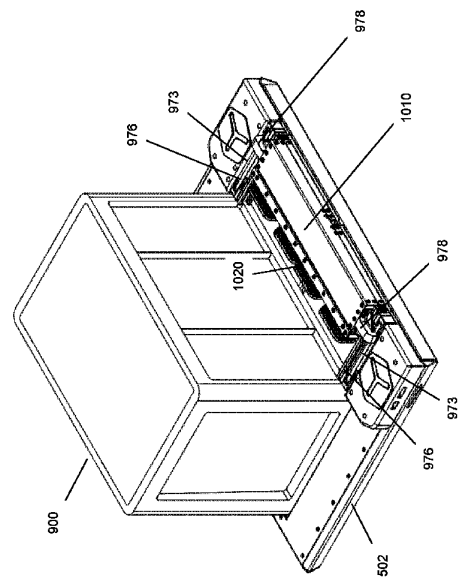


FIG. 141

10

20

【図 1 4 2】

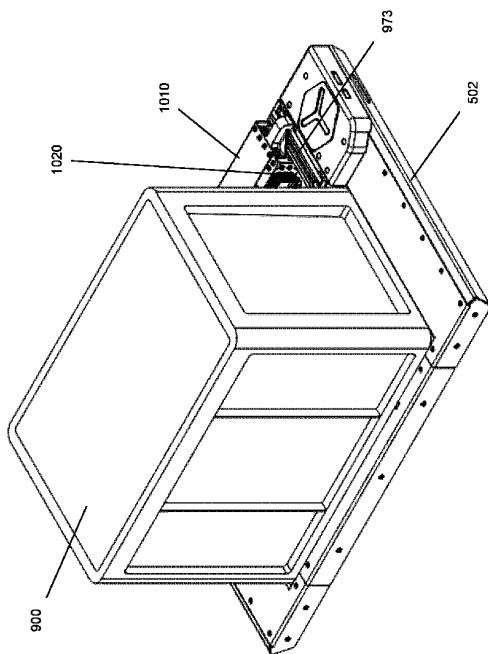


FIG. 142

【図 1 4 3】

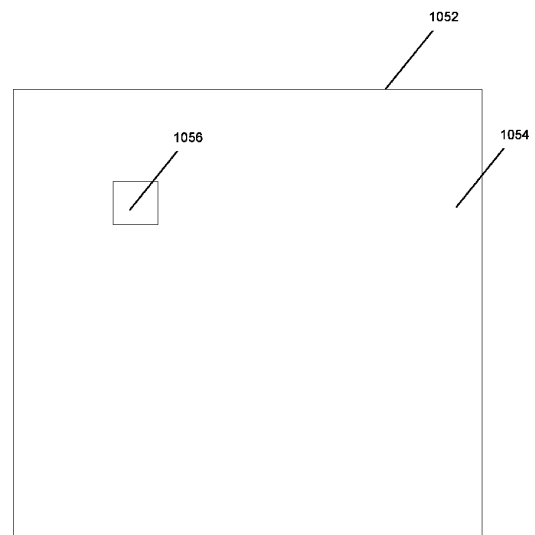


FIG. 143

30

40

50

【図 1 4 4】

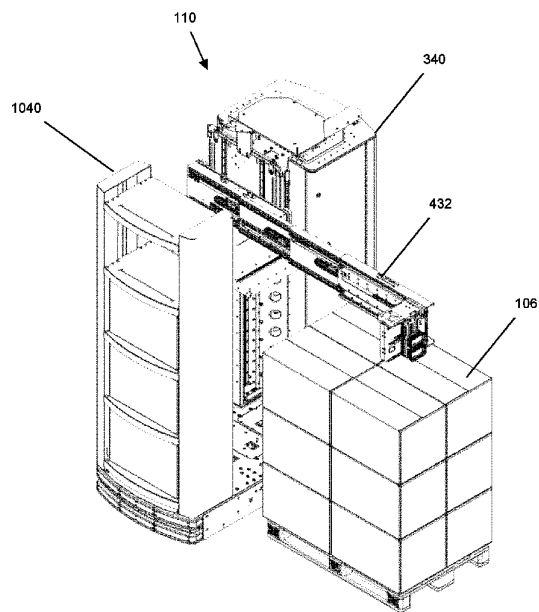


FIG. 144

【図 1 4 5】

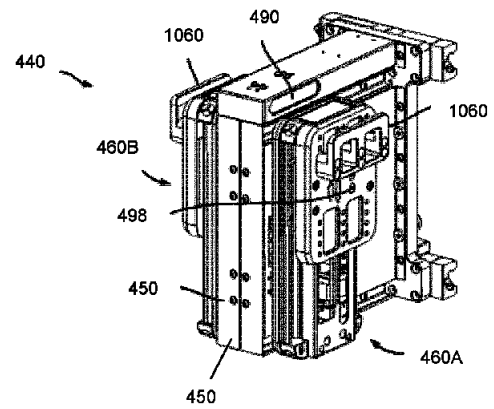


FIG. 145

【図 1 4 6】

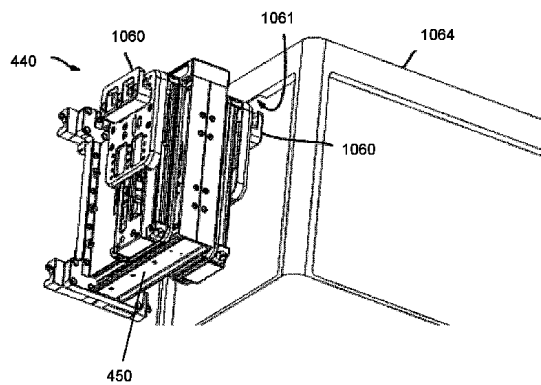


FIG. 146

【図 1 4 7】

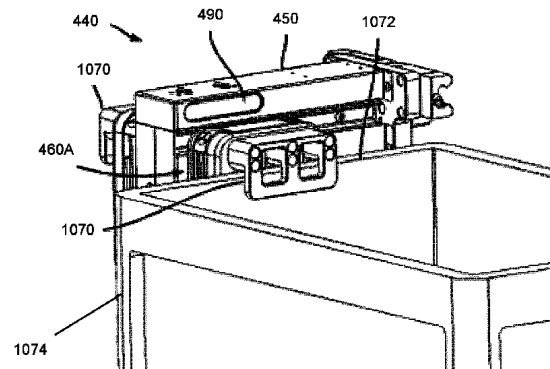


FIG. 147

10

20

30

40

50

【図 1 4 8】

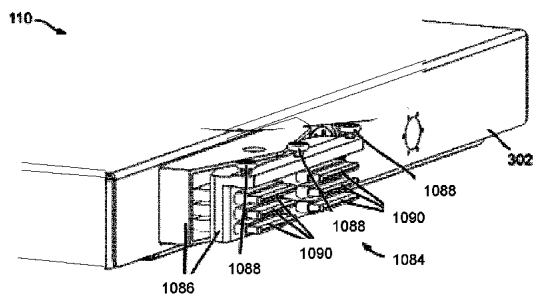


FIG. 148

【図 1 4 9】

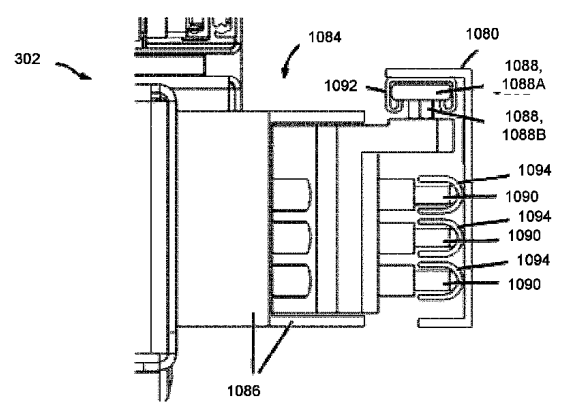


FIG. 149

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2021/051632
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: B25J 9/02 (2006.01), B25J 18/02 (2006.01), B25J 5/00 (2006.01), B25J 9/16 (2006.01) CPC: , B25J 18/025 (2020.01), B25J 5/00 (2020.01), B25J 9/02 (2020.01), B25J 9/162 (2020.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: B25J 9/02 (2006.01), B25J 18/02 (2006.01), B25J 5/00 (2006.01), B25J 9/16 (2006.01) CPC: B25J 18/025 (2020.01), B25J 5/00 (2020.01), B25J 9/02 (2020.01), B25J 9/162 (2020.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Fampat (Questel) Convey, support, transport		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,211,523 A (GALAN, M. A. et al.) 18 May 1993 (18-05-1993) *figures 1, 4, 5, para. _____*	1-32
Y		33-40
Y	US 2019/0352092 A1 (ZHENG, R. et al.) 21 November 2019 (21-11-2019) *figures 1-8, para. _____*	33-40
A	US 2019/0033837 A1 (ZANGER, L. et al.) 31 January 2019 (31-01-2019)	1-40
A	US 2018/0057283 A1 (PETERS, R. et al.) 1 March 2018 (01-03-2018)	1-40
A	US 10,407,243 B1 (PROUT, A.) 10 September 2019 (10-09-2019)	1-40
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 31 December 2021 (31-12-2021)		Date of mailing of the international search report 22 March 2022 (22-03-2022)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 819-953-2476		Authorized officer Scott Bedard (873) 354-9774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2021/051632

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of the first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claim Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claim Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claim Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claim Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim Nos.:
1-40

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International application No.
PCT/CA2021/051632

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2021/0139240 A1 (KAPUST, M. J.) 13 May 2021 (13-05-2021)	1-40
A	US 2021/0170582 A1 (SAITO, F.) 10 June 2021 (10-06-2021)	1-40
A	US 2021/0187760 A1 (ZHE, K. et al.) 24 June 2021 (24-06-2021)	1-40
A	US 2021/0354923 A1 (LI, H. et al.) 18 November 2021 (18-11-2021)	1-40
A	US 2021/0387806 A1 (SCHWAB, D. et al.) 16 December 2021 (16-12-2021)	1-40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2021/051632

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US5211523A	18 May 1993 (18-05-1993)	AT108410T	15 July 1994 (15-07-1994)
		CA2036104A1	23 November 1991 (23-11-1991)
		CA2036104C	31 May 1994 (31-05-1994)
		DE69102822D1	18 August 1994 (18-08-1994)
		DE69102822T2	24 November 1994 (24-11-1994)
		DK0458722T3	15 August 1994 (15-08-1994)
		EP0458722A1	27 November 1991 (27-11-1991)
		EP0458722B1	13 July 1994 (13-07-1994)
		ES2029780T1	01 October 1992 (01-10-1992)
		ES2029780T3	16 November 1994 (16-11-1994)
		FI912172A	23 November 1991 (23-11-1991)
		FI97879B	29 November 1996 (29-11-1996)
		FI97879C	10 March 1997 (10-03-1997)
		IE911727A1	04 December 1991 (04-12-1991)
		IE66896B1	07 February 1996 (07-02-1996)
		JPH0428700A	31 January 1992 (31-01-1992)
		JPH0747403B2	24 May 1995 (24-05-1995)
US2019352092A1	21 November 2019 (21-11-2019)	AU2018368406A1	25 June 2020 (25-06-2020)
		AU2018368407A1	25 June 2020 (25-06-2020)
		AU2018368407B2	12 August 2021 (12-08-2021)
		CA3082510A1	23 May 2019 (23-05-2019)
		CA3084526A1	23 May 2019 (23-05-2019)
		CN108069180A	25 May 2018 (25-05-2018)
		CN108122016A	05 June 2018 (05-06-2018)
		CN108122016B	17 November 2020 (17-11-2020)
		CN110498172A	26 November 2019 (26-11-2019)
		CN110537189A	03 December 2019 (03-12-2019)
		CN111433139A	17 July 2020 (17-07-2020)
		CN210557157U	19 May 2020 (19-05-2020)
		EP3710381A1	23 September 2020 (23-09-2020)
		EP3710381A4	13 January 2021 (13-01-2021)
		EP3712815A1	23 September 2020 (23-09-2020)
		EP3712815A4	13 January 2021 (13-01-2021)
		JP2020525372A	27 August 2020 (27-08-2020)
		JP6838178B2	03 March 2021 (03-03-2021)
		JP2021502940A	04 February 2021 (04-02-2021)
		JP6970831B2	24 November 2021 (24-11-2021)
		JP2021091404A	17 June 2021 (17-06-2021)
		KR20200031661A	24 March 2020 (24-03-2020)
		KR20200079544A	03 July 2020 (03-07-2020)
		RU2751736C1	16 July 2021 (16-07-2021)
		RU2754121C1	26 August 2021 (26-08-2021)
		RU2021120451A	26 July 2021 (26-07-2021)
		RU2021120451A3	25 November 2021 (25-11-2021)
		RU2021124014A	06 October 2021 (06-10-2021)
		SG11202004492WA	29 June 2020 (29-06-2020)
		SG11202004495PA	29 June 2020 (29-06-2020)
		US2020324972A1	15 October 2020 (15-10-2020)
		US11104514B2	31 August 2021 (31-08-2021)
		US2021354915A1	18 November 2021 (18-11-2021)
		WO2019095803A1	23 May 2019 (23-05-2019)
		WO2019095804A1	23 May 2019 (23-05-2019)
		WO2021018193A1	04 February 2021 (04-02-2021)
US2019033837A1	31 January 2019 (31-01-2019)	US10962963B2	30 March 2021 (30-03-2021)
		CN108698235A	23 October 2018 (23-10-2018)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2021/051632

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
		EP3192616A1 JP2019511437A JP6687283B2 KR20180103996A KR102218141B1 WO2017121747A1	19 July 2017 (19-07-2017) 25 April 2019 (25-04-2019) 22 April 2020 (22-04-2020) 19 September 2018 (19-09-2018) 23 February 2021 (23-02-2021) 20 July 2017 (20-07-2017)
US2018057283A1	01 March 2018 (01-03-2018)	WO2018039775A1	08 March 2018 (08-03-2018)
US10407243B1	10 September 2019 (10-09-2019)	None	
US2021139240A1	13 May 2021 (13-05-2021)	CN105705441A CN105705441B EP3044127A2 EP3044127A4 JP2016531060A JP6523296B2 JP2019142723A JP6812491B2 JP2021050098A KR20160054599A KR102314503B1 KR20210127805A TW201532918A US2015081089A1 US10894663B2 WO2015038999A2 WO2015038999A3	22 June 2016 (22-06-2016) 10 April 2018 (10-04-2018) 20 July 2016 (20-07-2016) 10 May 2017 (10-05-2017) 06 October 2016 (06-10-2016) 29 May 2019 (29-05-2019) 29 August 2019 (29-08-2019) 13 January 2021 (13-01-2021) 01 April 2021 (01-04-2021) 16 May 2016 (16-05-2016) 19 October 2021 (19-10-2021) 22 October 2021 (22-10-2021) 01 September 2015 (01-09-2015) 19 March 2015 (19-03-2015) 19 January 2021 (19-01-2021) 19 March 2015 (19-03-2015) 18 June 2015 (18-06-2015)
US2021170582A1	10 June 2021 (10-06-2021)	CN113023192A EP3835001A1 JP2021091027A	25 June 2021 (25-06-2021) 16 June 2021 (16-06-2021) 17 June 2021 (17-06-2021)
US2021187760A1	24 June 2021 (24-06-2021)	CN209160601U KR20210089644A WO2020048552A1	26 July 2019 (26-07-2019) 16 July 2021 (16-07-2021) 12 March 2020 (12-03-2020)
US2021354923A1	18 November 2021 (18-11-2021)	AU2018378096A1 CN108408315A CN108408316A CN108423355A EP3786085A1 EP3786085A4 JP2020508274A JP6848081B2 JP2021100887A KR20200016303A US2019329978A1 US11104516B2 WO2019109644A1	15 October 2020 (15-10-2020) 17 August 2018 (17-08-2018) 17 August 2018 (17-08-2018) 21 August 2018 (21-08-2018) 03 March 2021 (03-03-2021) 27 October 2021 (27-10-2021) 19 March 2020 (19-03-2020) 24 March 2021 (24-03-2021) 08 July 2021 (08-07-2021) 14 February 2020 (14-02-2020) 31 October 2019 (31-10-2019) 31 August 2021 (31-08-2021) 13 June 2019 (13-06-2019)
US2021387806A1	16 December 2021 (16-12-2021)	EP3418246A1 WO2018234155A1	26 December 2018 (26-12-2018) 27 December 2018 (27-12-2018)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CA2021/051632

Continuation of Box III

The Independent Claims have been grouped as follows:

Group A - 1, 16, 30
Group B - 41
Group C - 69, 81, 161
Group D - 88, 96,
Group E - 129, 146
Group F - 169
Group G - 183

Group A appears to be directed to a robot with an extendable arm, grasping an object.
Group B appears to be directed to a robot with an anchor which anchors it to the floor.
Group C appears to be directed to a robot with a manipulator which is displaced vertically.
Group D appears to be directed to a robot with a manipulator comprising both an emplacement/removal tool and an end effector for grasping.
Group E appears to be directed to a robot with robot defined object supporters.
Group F appears to be directed to a robot with a telescoping arm.
Group G appears to be directed to a robot with a temperature sensor at or near the manipulator.

フロントページの続き

,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,D
K,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),O
A(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,B
B,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD
,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,
LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,
RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,Z
W

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. 3 G P P

弁理士 高橋 香元

(72)発明者 ジョンソン, ティム

カナダ国, アルバータ州 ティー3イー 7ヴィ8, カルガリー, 2750 26 アベニュー エス
ダブリュー

(72)発明者 カランタリ, マソウド

カナダ国, アルバータ州 ティー3エイチ 1ピー9, カルガリー, 148 ストラスベリー サー
クル エスダブリュー

Fターム (参考) 3C707 AS03 BS01 CS08 CT04 CU02 DS01 FS01 FT02 HS27 HT02
HT21 KS03 KS07 KS08 KS11 KS12 KS36 KT02 KT03 KW06 KX05
LW11 LW12 MS07 MS08 MS12 WA16 WL09
3F022 AA15 CC03 CC05 EE05 EE08 EE09 FF01 KK10 LL07 LL19
LL38 MM01