

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6671113号  
(P6671113)

(45) 発行日 令和2年3月25日 (2020.3.25)

(24) 登録日 令和2年3月5日 (2020.3.5)

(51) Int. Cl.

F I

**B 6 4 F** 5/10 (2017.01)

B 6 4 F 5/10

**B 6 4 C** 1/00 (2006.01)

B 6 4 C 1/00 Z

**B 2 3 P** 21/00 (2006.01)

B 2 3 P 21/00 3 O 7 J

**B 2 3 P** 19/00 (2006.01)

B 2 3 P 19/00 3 O 2 P

**B 2 5 J** 13/00 (2006.01)

B 2 5 J 13/00 Z

請求項の数 25 外国語出願 (全 84 頁)

(21) 出願番号 特願2015-118132 (P2015-118132)

(22) 出願日 平成27年6月11日 (2015.6.11)

(65) 公開番号 特開2016-16860 (P2016-16860A)

(43) 公開日 平成28年2月1日 (2016.2.1)

審査請求日 平成30年5月18日 (2018.5.18)

(31) 優先権主張番号 62/022,641

(32) 優先日 平成26年7月9日 (2014.7.9)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

米国 (US)

(31) 優先権主張番号 14/559,855

(32) 優先日 平成26年12月3日 (2014.12.3)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

米国 (US)

(73) 特許権者 500520743

ザ・ボーイング・カンパニー

The Boeing Company

アメリカ合衆国、60606-2016

イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイ

ド・プラザ、100

(74) 代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74) 代理人 100133400

弁理士 阿部 達彦

(74) 代理人 100163522

弁理士 黒田 晋平

(74) 代理人 100154922

弁理士 崔 允辰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】フレキシブル製造システムを動作させるための計測にもとづくシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンドエフェクタ (602) を胴体アセンブリ (114) に対して位置決めするための方法であって、

前記胴体アセンブリ (114) の構成 (710) を割り出す (2502) ために、前記胴体アセンブリ (114) に関連付けられた胴体レーザーターゲット (628) について胴体ターゲット位置 (712) を特定するステップと、

一式の基準点 (640) を規定するステップであって、前記一式の基準点 (640) の各基準点は、前記胴体アセンブリ (114) の基準位置 (652) に位置する基準締め具上の点である、ステップと、

前記割り出された構成 (710) にもとづいて前記エンドエフェクタ (602) を前記胴体アセンブリ (114) 上の一式の基準点についての一式の予想基準位置に対して位置決めするステップ (2506) と、

前記胴体アセンブリ (114) 上の一式の基準点 (640) について一式の実際の基準位置 (738) を特定するステップ (2508) であって、前記一式の実際の基準位置 (738) のそれぞれは、前記構成 (710) に関する前記一式の基準点 (640) のそれぞれについての計算値である、ステップと、

前記特定された一式の実際の基準位置 (738) にもとづいて前記エンドエフェクタ (602) を作業位置 (427) に位置決めするステップ (2510) と、を含む方法。

**【請求項 2】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対して位置決めするステップ(2506)は、  
前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対してメソに位置決めするステップ  
を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記胴体アセンブリ(114)の前記構成(710)に対する前記エンドエフェクタ(602)の現在位置(718)を割り出すステップ(2504)  
を更に含む請求項1に記載の方法。

10

**【請求項 4】**

前記一式の基準点(640)について前記一式の実際の基準位置(738)を特定するステップ(2508)は、  
前記一式の基準点(640)のうちの基準点(642)の撮像データ(736)を生成するステップと、  
前記撮像データ(736)にもとづいて前記基準点(642)について実際の基準位置(740)を算出するステップと、  
を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記特定された一式の実際の基準位置(738)にもとづいて前記作業位置(427)  
を算出するステップ  
を更に含む請求項1に記載の方法。

20

**【請求項 6】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記作業位置(427)に位置決めするステップ(2510)は、  
前記エンドエフェクタ(602)を前記作業位置(427)にミクロに位置決めするステップ  
を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対して位置決めするステップ(2506)は、  
基準点(642)についての予想基準位置(725)に対して前記エンドエフェクタ(602)をメソに位置決めするステップ(2604)  
を含む請求項1に記載の方法。

30

**【請求項 8】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対してマクロに位置決めするステップ(2600、2800)  
を更に含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記胴体アセンブリ(114)の内部(236)及び外側(234)のうちの一方に対する位置へ、前記エンドエフェクタ(602)が関連付けられた移動プラットフォーム(606)のベース(608)を自律的に駆動するステップ  
を更に含む請求項1に記載の方法。

40

**【請求項 10】**

ベース(608)に関連付けられたプラットフォーム移動システム(620)を使用して、前記プラットフォーム移動システム(620)又は前記ベース(608)の少なくとも一方に関連付けられた一式のレーダーセンサー(632)から受信されるレーダーデータ(700)にもとづいて、前記エンドエフェクタ(602)が関連付けられた移動プラットフォーム(606)のベース(608)を駆動するステップ  
を更に含む請求項1に記載の方法。

50

**【請求項 1 1】**

前記エンドエフェクタ(602)が関連付けられた移動プラットフォーム(606)のベース(608)を胴体アセンブリ(114)の内側において駆動するステップを更に含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 2】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対して位置決めするステップ(2506)は、

現在位置(718)から前記一式の基準点(640)のうちの基準点(642)についての予想基準位置(725)に対する位置へ前記エンドエフェクタ(602)を移動させるステップ

10

を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対して位置決めするステップ(2506)は、

該エンドエフェクタ(602)が関連付けられた移動プラットフォーム(606)のベース(608)に関する初期設定位置(716)から、前記一式の基準点(640)のうちの基準点(642)についての予想基準位置(725)に対する位置へ前記エンドエフェクタ(602)を移動させるステップ

を含む請求項1に記載の方法。

20

**【請求項 1 4】**

前記胴体アセンブリ(114)に関連付けられた少なくとも3つの胴体レーザーターゲット(628)を検出するステップと、

前記少なくとも3つの前記胴体レーザーターゲット(628)の検出にもとづいて、前記胴体レーザーターゲット(628)についての胴体ターゲット位置(712)を特定するステップと、

を更に含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記作業位置(427)に対して位置決めするステップ(2510)は、

前記エンドエフェクタ(602)の端部に位置するツール中心点(618)を前記作業位置(427)に対してミクロに位置決めするステップ

30

を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 6】**

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)に対して位置決めするステップ(2506)は、

前記エンドエフェクタ(602)を前記胴体アセンブリ(114)上の前記一式の基準点(640)についての一式の予想基準位置(722)の各々に対してメソに位置決めするステップ(2604)

を含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

前記エンドエフェクタ(602)に関連付けられたいくつかのツール(614)を使用して前記作業位置(427)において組み立て作業を実行するステップ

40

を更に含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 8】**

前記エンドエフェクタ(602)に関連付けられたいくつかのツール(614)を使用して前記胴体アセンブリ(114)上の前記作業位置(427)において固定プロセス(424)を実行するステップ

を更に含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 1 9】**

一式のレーザートラッキング装置(626)と、胴体アセンブリ(114)に関連付け

50

られた胴体レーザーターゲット(628)と、移動プラットフォーム(606)に関連付けられたプラットフォームレーザーターゲット(630)と、を備えるレーザートラッキングシステム(135)と、

撮像データを生成するよう構成された撮像システム(635)と、

制御システム(136)と、

を備え、

前記制御システム(136)は、前記一式のレーザートラッキング装置(626)によって生成されるレーザー測定データ(708)にもとづいて前記胴体アセンブリ(114)上の一式の基準点についての一式の予想基準位置に対するエンドエフェクタ(602)の位置決めを制御するよう構成され、前記一式の基準点の各基準点は、前記胴体アセンブリ(114)の基準位置(652)に位置する基準締め具上の点であり、

10

前記制御システム(136)は、前記一式の予想基準位置に対する前記エンドエフェクタの位置決め後に、前記撮像データを用いて前記胴体アセンブリ(114)上の一式の基準点(640)について一式の実際の基準位置(738)を特定するよう構成され、前記一式の実際の基準位置(738)のそれぞれは、前記胴体アセンブリ(114)の構成(710)に関する前記一式の基準点(640)のそれぞれについての計算値であり、かつ

前記制御システム(136)は、前記特定された一式の実際の基準位置(738)にもとづいて前記エンドエフェクタ(602)を作業位置(427)に位置決めするよう構成されている、装置。

【請求項20】

20

前記プラットフォームレーザーターゲット(630)は、外部移動プラットフォーム(404、1705、1707)に位置する外部プラットフォームレーザーターゲット(2112、2300)を含む請求項19に記載の装置。

【請求項21】

前記胴体レーザーターゲット(628)の各々は、前記胴体アセンブリ(114)のパネル(216)又は部材のうちの1つに関連付けられている請求項19に記載の装置。

【請求項22】

前記制御システム(136)は、前記エンドエフェクタ(602)のマクロな位置決め(656)、前記エンドエフェクタ(602)のメソな位置決め(658)、及び前記エンドエフェクタ(602)のミクロな位置決め(660)を制御する請求項19に記載の装置。

30

【請求項23】

前記一式のレーザートラッキング装置(626)は、タワー(332)に関連付けられている請求項19に記載の装置。

【請求項24】

前記プラットフォームレーザーターゲット(630)は、ベース(608)、ロボットベース(610)、ロボット装置(604)、又は移動プラットフォーム(606)の支持構造体(612)のうちの少なくとも1つに関連付けられている請求項19に記載の装置。

【請求項25】

40

視覚システム(625)を更に備える請求項19に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、航空機に関し、特に航空機の胴体の組み立てに関する。更により詳しくは、本発明は、胴体アセンブリに沿って組み立て作業を実行するために胴体アセンブリの内部及び外側の両方のツールを協調させるための方法、装置、及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

50

胴体の製作は、胴体の外皮パネル及び支持構造体の組み立てを含むことができる。外皮パネル及び支持構造体を、胴体アセンブリを形成するために互いに接合することができる。例えば、これに限られるわけではないが、外皮パネルは、胴体アセンブリの内部に面する外皮パネルの表面に取り付けられたフレーム及びストリンガーなどの支持部材を有することができる。これらの支持部材を、胴体アセンブリの支持構造体を形成するために使用することができる。外皮パネルを、互いに対して配置することができ、支持部材を、この支持構造体を形成するために結合させることができる。

#### 【 0 0 0 3 】

次いで、外皮パネル及び支持部材を一体に接合して胴体アセンブリを形成するために、固定作業を実行することができる。これらの固定作業は、例えばリベット打ち作業、締め  
10  
まりばめボルト締め作業、他の種類の取り付け作業、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。胴体アセンブリを、胴体アセンブリに関する外側モールドライン（ O M L ）の要件及び内側モールドライン（ I M L ）の要件を満たすやり方で組み立てる必要があるかもしれない。

#### 【 0 0 0 4 】

現時点において胴体アセンブリの組み立てに利用することができるいくつかの方法においては、外皮パネル及び支持部材を一体に組み立てるために実行される固定作業を、手作業で実行することができる。例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリの外側に位置する第 1 の作業者及び胴体アセンブリの内部に位置する第 2 の作業者が、これ  
20  
らの固定作業を実行するために、手持ち式の工具を使用することができる。いくつかの場合、この種の手作業での固定プロセスは、所望されるよりも労働集約的となり、時間がかかり、人間工学的に難題となり、或いは高価につく可能性がある。更に、手作業での固定プロセスを含む胴体の製作に使用されるいくつかの現在の組み立て方法は、所望の組み立て施設又は工場において所望の組み立て速度又は所望の組み立てコストで胴体を製作することができない場合がある。

#### 【 0 0 0 5 】

いくつかの場合、胴体の製作に使用される現在の組み立て方法及びシステムは、これらの胴体を、胴体の製作のために特定の設計及び恒久的に構成された施設又は工場において製作することを必要とする可能性がある。これらの現在の組み立て方法及びシステムは、異なる種類及び形状の胴体に対応できない可能性がある。例えば、これに限られるわけ  
30  
ではないが、胴体の製作に必要な大きくて重たい設備が、工場に恒久的に固定され、特定の種類の胴体についてのみ使用されるように構成される可能性がある。

#### 【 0 0 0 6 】

更に、電力、空気、通信、油圧流体、水、及び他の種類のユーティリティ、などのユーティリティを、いくつかの現状の組み立て方法において使用される種々のシステムに供給することが、所望よりも困難又は厄介となる可能性がある。例えば、これに限られるわけ  
40  
ではないが、これらの種類のユーティリティを胴体の組み立てに使用されている種々のツールに供給するために必要な種々のケーブル及び接続装置が、製造環境における人員及びツールの移動を妨げ、或いは制限する可能性がある。

#### 【 0 0 0 7 】

更に、いくつかの現時点において利用可能な組み立て方法は、胴体の表面に配置されてよい軌道に組み合わせられるツールを使用する。これらのツールを、これらの軌道に沿って移動させることによって、胴体の表面に沿った種々の場所に位置させることができる。これらの種類の軌道は、胴体に対するこれらのツールの移動の柔軟性及び自由を制限する可能性があり、人間の作用を所望よりも多く必要とする可能性がある。更に、これらの種類の軌道は、胴体の特定の領域においては使用することができないかもしれない。結果として、所望よりも多数の組み立て作業を、1 名以上の作業者によって手作業で実行しなければなら  
50  
ないかもしれない。したがって、上述の問題のうちの少なくとも一部及び考えられる他の問題を考慮に入れた方法及び装置を有することが、望ましいと考えられる。

#### 【 発明の概要 】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

一例示の実施形態においては、エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするための方法を提供することができる。胴体アセンブリの構成を割り出すことができる。エンドエフェクタを、割り出された構成にもとづいて、胴体アセンブリに対して位置決めすることができる。胴体アセンブリ上の一式の基準点について、一式の実際の基準位置を特定することができる。特定された一式の実際の基準位置にもとづいてエンドエフェクタを作業位置に位置決めすることができる。

## 【0009】

別の例示の実施形態においては、エンドエフェクタを位置決めするための方法を提供することができる。エンドエフェクタを、胴体アセンブリに対してマクロに位置決めすることができる。エンドエフェクタを、胴体アセンブリに対してメソに位置決めすることができる。胴体アセンブリ上の一式の基準点について、一式の実際の基準位置を算出することができる。算出された一式の実際の基準位置にもとづいてエンドエフェクタを胴体アセンブリ上の一式の作業位置の各々に対してミクロに位置決めすることができる。

## 【0010】

更に別の例示の実施形態において、装置は、レーザートラッキングシステム及び制御システムを備えることができる。レーザートラッキングシステムは、一式のレーザートラッキング装置と、胴体アセンブリに組み合わされた胴体レーザーターゲットと、移動プラットフォームに組み合わされたプラットフォームレーザーターゲットとを備えることができる。制御システムは、一式のレーザートラッキング装置によって生成されるレーザ測定データにもとづいて胴体アセンブリに対するエンドエフェクタの位置決めを制御することができる。

## 【0011】

特徴及び機能を、本発明の種々の実施形態において別個独立に達成することができ、或いは以下の説明及び図面を参照して更なる詳細を見て取ることができる更に別の実施形態において組み合わせることができる。

## 【0012】

例示の実施形態に特有であると考えられる新規な特徴が、添付の特許請求の範囲に記載される。しかしながら、例示の実施形態、並びにそれらの好ましい使用の態様、更なる目的及び特徴は、本発明の例示の実施形態の以下の詳細な説明を参照し、添付の図面と併せて検討することによって、最もよく理解されるであろう。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】例示の実施形態による製造環境のブロック図の形態の図である。

【図2】例示の実施形態による胴体アセンブリのブロック図の形態の図である。

【図3】例示の実施形態による製造環境におけるフレキシブル製造システムの複数の移動システムのブロック図の形態の図である。

【図4】例示の実施形態による複数の移動プラットフォームのブロック図の形態の図である。

【図5】例示の実施形態による分散ユーティリティネットワークにおけるいくつかのユーティリティの流れのブロック図の形態の図である。

【図6】例示の実施形態による計測システムからのデータにもとづいてエンドエフェクタの配置を制御する制御システムのブロック図の形態の図である。

【図7】例示の実施形態による制御システムによって実行されるマクロな位置決め、メソな位置決め、及びミクロな位置決めのブロック図の形態の図である。

【図8】例示の実施形態によるユーティリティフィクスチャに接続された第1のタワー図である。

【図9】例示の実施形態によるクレードルシステムの等角投影図である。

【図10】クレードルシステムを使用して形成され、第1のタワーに接続された例示の実

10

20

30

40

50

施形態による組み立てフィクスチャの等角投影図である。

【図 1 1】組み立てフィクスチャによって支持されている胴体アセンブリの製作のための例示の実施形態による組み立てプロセスにおける一段階の等角投影図である。

【図 1 2】胴体アセンブリの製作のための例示の実施形態による組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図である。

【図 1 3】組み立てフィクスチャによって支持された胴体アセンブリの製作のための例示の実施形態による組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図である。

【図 1 4】胴体アセンブリの製作のための例示の実施形態による組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図である。

【図 1 5】例示の実施形態に従ってユーティリティフィクスチャ及び胴体アセンブリを支持する組み立てフィクスチャに接続された第 2 のタワーの等角投影図である。

10

【図 1 6】例示の実施形態に従って胴体アセンブリの内部において固定プロセスを実行している複数の移動プラットフォームの等角投影切断図である。

【図 1 7】例示の実施形態に従って胴体アセンブリについての作業を実行しているフレキシブル製造システムの断面図である。

【図 1 8】例示の実施形態による完全に製作された胴体アセンブリの等角投影図である。

【図 1 9】例示の実施形態による製造環境において製作中の胴体アセンブリの等角投影図である。

【図 2 0】例示の実施形態による製造環境において製作中の胴体アセンブリの等角投影図である。

20

【図 2 1】例示の実施形態によるフレキシブル製造システムに関連付けられたレーザートラッキングシステム及びレーダーシステムの等角投影図である。

【図 2 2】例示の実施形態に従って内部移動プラットフォームに関連付けられたレーザートラッキングシステムを有する胴体アセンブリの等角投影切断図である。

【図 2 3】例示の実施形態に従って外部移動プラットフォームに関連付けられたレーザートラッキングシステムの等角投影図である。

【図 2 4】例示の実施形態による自律的な車両の一部分の図である。

【図 2 5】エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするための例示の実施形態によるプロセスのフロー図の形態の図である。

【図 2 6】例示の実施形態によるエンドエフェクタを位置決めするためのプロセスのフロー図の形態の図である。

30

【図 2 7】2 つのエンドエフェクタを胴体アセンブリ上の作業位置に対して位置決めするための例示の実施形態によるプロセスのフロー図の形態の図である。

【図 2 8】エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするための例示の実施形態によるプロセスのフロー図の形態の図である。

【図 2 9】例示の実施形態によるデータ処理システムのブロック図の形態の図である。

【図 3 0】例示の実施形態による航空機の製造及び保守点検方法のブロック図の形態の図である。

【図 3 1】例示の実施形態の実行の対象となりうる航空機のブロック図の形態の図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

例示の実施形態は、種々の考慮事項を認識及び考慮する。例えば、例示の実施形態は、航空機の胴体アセンブリを製作するプロセスを自動化することが望ましい場合があることを認識及び考慮する。航空機の胴体アセンブリの製作プロセスの自動化は、製作の効率を改善し、製作の品質を向上させ、胴体アセンブリの製作に関するコストを削減することができる。更に、例示の実施形態は、胴体アセンブリの製作プロセスを自動化することで、組み立て作業の実行の正確さ及び精度を改善でき、したがって胴体アセンブリの外側モールドライン（OML）の要件及び内側モールドライン（IML）の要件の順守の改善を保証できることを認識及び考慮する。

50

## 【 0 0 1 5 】

更に、例示の実施形態は、航空機の胴体アセンブリの製作に使用されるプロセスの自動化が、製作サイクルに必要な時間を大幅に削減できることを認識及び考慮する。例えば、これに限られるわけではないが、固定作業の自動化は、作業者がそれらの固定作業並びに他の種類の組み立て作業を実行する必要性を軽減でき、場合によっては皆無にすることができる。

## 【 0 0 1 6 】

更に、航空機の胴体アセンブリの製作プロセスのこの種の自動化は、このプロセスを主として手作業で実行する場合と比べ、労働力が少なく済み、時間がかからず、人間工学的に難題でなく、より安価となりうる。手作業による労働の軽減は、労働者のための所望の利益を有することができる。更に、胴体組み立てプロセスの自動化は、胴体アセンブリを所望の組み立て施設及び工場において所望の組み立て速度及び所望の組み立てコストで製作することを可能にすることができる。

10

## 【 0 0 1 7 】

更に、例示の実施形態は、胴体アセンブリの製作プロセスを自動化するために、自律的な駆動及び動作が可能な設備を使用することが望ましい場合があることを認識及び考慮する。特に、工場のフロアを横切って自律的に駆動することができ、胴体アセンブリを製作するために必要に応じて工場のフロアに対して自律的に位置させることができ、胴体アセンブリを製作するために自律的に動作させることができ、その後胴体アセンブリの製作が完了したときに自律的に動き去ることができる移動システムで構成された自律的なフレキシブル製造システムを有することが望ましいかもしれない。

20

## 【 0 0 1 8 】

本明細書において使用される場合、任意の作業、行為、又は工程の自律的な実行は、その作業を実質的に人間による入力が必要とせずに行うことを意味することができる。例えば、これに限られるわけではないが、自律的に駆動されることができるプラットフォームは、人間による入力に実質的に関係なく駆動されることができるプラットフォームである。このやり方で、自律的に駆動されることができるプラットフォームは、人間による入力に実質的に関係なく駆動すること、又は駆動されることができるプラットフォームであってよい。

## 【 0 0 1 9 】

30

したがって、例示の実施形態は、航空機の胴体アセンブリを製作するための方法、装置、及びシステムを提供する。特に、例示の実施形態は、胴体アセンブリの製作のプロセスのすべてではないかもしれないが大部分を自動化する自律的なフレキシブル製造システムを提供する。例えば、これに限られるわけではないが、自律的なフレキシブル製造システムは、胴体アセンブリを製作するために胴体の外皮パネルと胴体の支持構造体とを互いに接合するための締め具の据え付けのプロセスを自動化することができる。例示の実施形態は、胴体アセンブリを簡素な製造施設において製作することを可能にするフレキシブル製造システムを提供する。

## 【 0 0 2 0 】

しかしながら、例示の実施形態は、自律的なフレキシブル製造システムを用いる胴体アセンブリの製作プロセスの自動化が、独特の技術的解決策を必要とする独特な技術的課題を提示することができることを認識及び考慮する。例えば、例示の実施形態は、ユーティリティを自律的なフレキシブル製造システム内の種々のシステムのすべてに供給することが望ましい場合があることを認識及び考慮する。特に、胴体アセンブリの製作のプロセスを中断させたり、遅らせたりすることがなく、或いは工場のフロアにおける自律的なフレキシブル製造システムの種々の移動システムの移動を制限することがないやり方で、これらのユーティリティを供給することが望ましい場合がある。

40

## 【 0 0 2 1 】

例えば、これに限られるわけではないが、一式のユーティリティ一式を提供するユーティリティ一式の供給源の各々への直接的な接続を1つだけしか含まないインフラストラク

50



チャを使用して、電力、通信、及び空気などの一式のユーティリティを自律的なフレキシブル製造システムへ供給することが望ましい場合がある。これらの直接的な接続は、地面の上方にあっても、地面にあっても、或いは埋め込まれていてもよい。これらの直接的な接続を、例えば、これらに限られるわけではないが、ユーティリティフィクスチャを使用して確立することができる。このようにして、インフラストラクチャは、一式のユーティリティ供給源の各々への直接的な接続を提供するユーティリティフィクスチャと、自律的なフレキシブル製造システムの種々のシステムのユーティリティフィクスチャへの接続及び互いの直列接続を可能にする十分に大きいフロアスペースを有する組み立て領域とを含むことができる。このやり方で、一式のユーティリティは、一式のユーティリティ供給源からユーティリティフィクスチャへと流れ、次いで組み立て領域内の自律的なフレキシブル製造システムの種々のシステムへと下流に流れることができる。

10

#### 【 0 0 2 2 】

このように、例示の実施形態は、ユーティリティを自律的なフレキシブル製造システムの種々のシステムに供給するために使用することができる分散ユーティリティネットワークを提供する。分散ユーティリティネットワークは、これらのユーティリティを、自律的なフレキシブル製造システムの種々の移動システムの移動を制約又は妨害することがないやり方で供給することができる。自律的なフレキシブル製造システムの種々の移動システムを、この分散ユーティリティネットワークを生成するために互いに自律的に結合させることができる。

20

#### 【 0 0 2 3 】

ここで図面を参照し、特に図 1 ~ 図 7 を参照すると、製造環境の図が、例示の実施形態に従って、ブロック図の形態で示されている。特に、図 1 ~ 図 7 には、胴体アセンブリ、フレキシブル製造システム、胴体アセンブリの製作に使用することができるフレキシブル製造システム内の種々のシステム、及び分散ユーティリティネットワークが示されている。

#### 【 0 0 2 4 】

次に図 1 に目を向けると、製造環境の図が、例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。この例示の例において、製造環境 1 0 0 は、航空機 1 0 4 の胴体 1 0 2 の少なくとも一部分を製造することができる 1 つの環境の例であってよい。

#### 【 0 0 2 5 】

製造環境 1 0 0 は、いくつかの異なる形態をとることができる。例えば、これに限られるわけではないが、製造環境 1 0 0 は、工場、製造施設、屋外工場領域、囲われた製造領域、海上プラットフォーム、又は胴体 1 0 2 の少なくとも一部分の製作に適した何らかの他の種類の製造環境 1 0 0 の形態をとることができる。

30

#### 【 0 0 2 6 】

胴体 1 0 2 を、製造プロセス 1 0 8 を使用して製作することができる。フレキシブル製造システム 1 0 6 を、製造プロセス 1 0 8 の少なくとも一部分を実行するために使用することができる。一例示の例においては、製造プロセス 1 0 8 を、フレキシブル製造システム 1 0 6 を使用して実質的に自動化することができる。他の例示の例では、製造プロセス 1 0 8 のうちの 1 つ以上の段階だけを、実質的に自動化することができる。

40

#### 【 0 0 2 7 】

フレキシブル製造システム 1 0 6 を、製造プロセス 1 0 8 の少なくとも一部分を自律的に実行するように構成することができる。このやり方で、フレキシブル製造システム 1 0 6 を、自律的なフレキシブル製造システム 1 1 2 と称することができる。他の例示の例では、フレキシブル製造システム 1 0 6 を、自動化フレキシブル製造システムと称することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

図示のとおり、製造プロセス 1 0 8 は、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作するための組み立てプロセス 1 1 0 を含むことができる。フレキシブル製造システム 1 0 6 を、組み立てプロセス 1 1 0 の少なくとも一部分を自律的に実行するように構成することができる。

50

## 【 0 0 2 9 】

胴体アセンブリ 1 1 4 は、製造プロセス 1 0 8 の完了前の製造プロセス 1 0 8 の最中の任意の段階における胴体 1 0 2 であってよい。いくつかの場合、胴体アセンブリ 1 1 4 は、途中まで組み立てられた胴体 1 0 2 を指して使用されることもある。実施例に応じて、胴体 1 0 2 の組み立てを完了させるために、1 つ以上の他の構成部品を胴体アセンブリ 1 1 4 に取り付ける必要があるかもしれない。他の場合に、胴体アセンブリ 1 1 4 は、完全に組み立てられた胴体 1 0 2 を指して使用されることもある。フレキシブル製造システム 1 0 6 は、航空機 1 0 4 を製作するための製造プロセスにおいて胴体アセンブリ 1 1 4 を次の段階へと移動させるために必要な程度まで、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作することができる。いくつかの場合には、フレキシブル製造システム 1 0 6 の少なくとも一部分を、航空機 1 0 4 を製作するための製造プロセスにおける 1 つ以上の後の段階において使用することができる。

10

## 【 0 0 3 0 】

一例示の例において、胴体アセンブリ 1 1 4 は、胴体 1 0 2 の特定の部分を形成するためのアセンブリであってよい。一例として、胴体アセンブリ 1 1 4 は、胴体 1 0 2 の後部を形成するための後部胴体アセンブリ 1 1 6 の形態をとることができる。別の例では、胴体アセンブリ 1 1 4 は、胴体 1 0 2 の前部を形成するための前部胴体アセンブリ 1 1 7 の形態をとることができる。更に別の例では、胴体アセンブリ 1 1 4 は、胴体 1 0 2 の中央部又は胴体 1 0 2 の後部と前部との間の胴体 1 0 2 の何らかの他の中間部を形成するための中央部胴体アセンブリ 1 1 8 の形態をとることができる。

20

## 【 0 0 3 1 】

図示のとおり、胴体アセンブリ 1 1 4 は、複数のパネル 1 2 0 及び支持構造体 1 2 1 を含むことができる。支持構造体 1 2 1 を、複数の部材 1 2 2 で構成することができる。複数の部材 1 2 2 を、複数のパネル 1 2 0 の支持及び複数のパネル 1 2 0 の互いの接続の両方に使用することができる。支持構造体 1 2 1 は、胴体アセンブリ 1 1 4 に強度、剛性、及び荷重支持をもたらすうえで役に立つことができる。

## 【 0 0 3 2 】

複数の部材 1 2 2 を、複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。本明細書において使用されるとき、或る構成部品又は構造体が別の構成部品又は構造体に「関連付けられる」場合、関連付けは、図示の例における物理的な関連付けである。

30

## 【 0 0 3 3 】

例えば、複数の部材 1 2 2 のうちの 1 つなどの第 1 の構成部品は、複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つなどの第 2 の構成部品に関連付けられると考えることができ、第 2 の構成部品に締め付けられる、第 2 の構成部品に貼り付けられる、第 2 の構成部品に据え付けられる、第 2 の構成部品に取り付けられる、第 2 の構成部品に結合させられる、第 2 の構成部品に溶接される、第 2 の構成部品に固定される、第 2 の構成部品に接着される、第 2 の構成部品に糊付けされる、或いは何らかの他の適切なやり方で第 2 の構成部品に接続される、のうちの少なくとも 1 つによって、関連付けられると考えることができる。更に、第 1 の構成部品を、1 つ以上の他の構成部品を使用して、第 2 の構成部品に接続してもよい。例えば、第 1 の構成部品を、第 3 の構成部品を使用して第 2 の構成部品に接続することができる。更に、第 1 の構成部品を、第 2 の構成部品の一部、第 2 の構成部品の延長部、又は両方として形成されることによって、第 2 の構成部品に関連付けられると考えることができる。別の例では、第 1 の構成部品を、第 2 の構成部品と一緒に硬化させることによって、第 2 の構成部品の一部と考えることができる。

40

## 【 0 0 3 4 】

本明細書において使用されるとき、「のうちの少なくとも 1 つ」という表現は、アイテムのリストとともに使用される場合に、リストに挙げられたアイテムのうちの 1 つ以上のアイテムの種々の組み合わせを使用できることを意味し、リストのアイテムのうちのただ 1 つだけが必要であってよい。アイテムは、個々の物体、事物、行為、プロセス、又は種類であってよい。換言すると、「のうちの少なくとも 1 つ」は、アイテムの任意の組み合

50

わせ又はいくつかのアイテムをリストから使用することができるが、必ずしもリストのすべてのアイテムが必要とされるわけではないことを意味する。

【 0 0 3 5 】

例えば、「アイテム A、アイテム B、及びアイテム C のうちの少なくとも 1 つ」又は「アイテム A、アイテム B、又はアイテム C のうちの少なくとも 1 つ」は、アイテム A、アイテム A とアイテム B、アイテム B、アイテム A とアイテム B とアイテム C、又はアイテム B とアイテム C を意味することができる。いくつかの場合、「アイテム A、アイテム B、及びアイテム C のうちの少なくとも 1 つ」は、例えば、これらに限られるわけではないが、2 つのアイテム A と 1 つのアイテム B と 10 個のアイテム C、4 つのアイテム B と 7 つのアイテム C、又は何らかの他の適切な組み合わせを意味することができる。

10

【 0 0 3 6 】

これらの例示の例において、複数の部材 1 2 2 のうちの或る部材を、複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 1 つに、いくつかの異なるやり方で関連付けることができる。例えば、これらに限られるわけではないが、複数の部材 1 2 2 のうちの或る部材を、ただ 1 つのパネルに直接取り付けることができ、2 つ以上のパネルに取り付けることができ、少なくとも 1 つのパネルに直接取り付けられた別の部材に取り付けることができ、少なくとも 1 つのパネルに直接又は間接的に取り付けられた少なくとも 1 つの部材に取り付けることができ、或いは何らかの他のやり方で複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 1 つに関連付けることができる。

【 0 0 3 7 】

20

一例示の例では、複数の部材 1 2 2 のうちの実質的にすべて又はすべてを、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作するための組み立てプロセス 1 1 0 の開始に先立って、複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。例えば、複数の部材 1 2 2 の該当する部分を、複数のパネル 1 2 0 を組み立てプロセス 1 1 0 を通じて互いに接合する前に、複数のパネル 1 2 0 の各パネルに関連付けることができる。

【 0 0 3 8 】

別の例示の例では、複数の部材 1 2 2 の第 1 の部分だけを、組み立てプロセス 1 1 0 の開始に先立って複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。組み立てプロセス 1 1 0 は、複数のパネル 1 2 0 への支持の提供又は複数のパネル 1 2 0 の互いの接続の少なくとも一方のために、複数の部材 1 2 2 の残りの部分を複数のパネル 1 2 0 に取り付けることを含むことができる。組み立てプロセス 1 1 0 に先立って複数のパネル 1 2 0 に取り付けられた複数の部材 1 2 2 の第 1 の部分、及び組み立てプロセス 1 1 0 において複数のパネル 1 2 0 に取り付けられた複数の部材 1 2 2 の残りの部分が、協働して支持構造体 1 2 1 を形成することができる。

30

【 0 0 3 9 】

更に別の例示の例では、複数の部材 1 2 2 のすべてを、組み立てプロセス 1 1 0 において複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。例えば、複数のパネル 1 2 0 の各々は、組み立てプロセス 1 1 0 よりも前は、いかなる部材もパネルに取り付けられておらず、他のやり方で関連付けられてもいない「裸」の状態であってよい。次いで、組み立てプロセス 1 1 0 において、複数の部材 1 2 2 を複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。

40

【 0 0 4 0 】

このやり方で、胴体アセンブリ 1 1 4 のための支持構造体 1 2 1 を、いくつかの異なるやり方で作り上げることができる。複数のパネル 1 2 0 及び支持構造体 1 2 1 を備える胴体アセンブリ 1 1 4 は、下記の図 2 において更に詳しく説明される。

【 0 0 4 1 】

胴体アセンブリ 1 1 4 の製作は、複数のパネル 1 2 0 を互いに接合することを含むことができる。複数のパネル 1 2 0 の接合を、いくつかの異なるやり方で実行することができる。実施例に応じて、複数のパネル 1 2 0 の互いの接合は、複数の部材 1 2 2 のうちの 1 つ以上を、複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つ以上又は複数の部材 1 2 2 のうちの別の部材

50

に接合することを含むことができる。

【0042】

特に、複数のパネル120の接合は、少なくとも1つのパネルを少なくとも1つの別のパネルに接合すること、少なくとも1つの部材を少なくとも1つの別の部材に接合すること、又は少なくとも1つの部材を少なくとも1つのパネルに接合すること、或いはこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。一例示の例として、第1のパネル及び第2のパネルの互いの接合は、以下のうちの少なくとも1つを含むことができ、すなわち第1のパネルを第2のパネルに直接固定すること、第1のパネルに関連付けられた第1の部材を第2のパネルに関連付けられた第2の部材に接合すること、第1のパネルに関連付けられた部材を第2のパネルに直接接合すること、第1のパネル及び第2のパネルの両方に関連付けられた1つの部材を別の部材に接合すること、選択された部材を第1のパネル及び第2のパネルの両方に接合すること、又は何らかの他の種類の接合作業のうちの少なくとも1つを含むことができる。

10

【0043】

組み立てプロセス110は、胴体アセンブリ114を製作すべく複数のパネル120を互いに接合するために実行することができる作業124を含むことができる。この例示の例において、作業124の少なくとも一部分を自律的に実行するためにフレキシブル製造システム106を使用することができる。

【0044】

作業124は、例えば、これらに限られるわけではないが、仮接続作業125、穿孔作業126、締め具挿入作業128、締め具据え付け作業130、検査作業132、他の種類の組み立て作業、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。仮接続作業125を、複数のパネル120を互いに一時的に接続するために実行することができる。例えば、これに限られるわけではないが、仮接続作業125は、仮留めファスナ(tack fastener)を使用して複数のパネル120を互いに一時的に留めることを含むことができる。

20

【0045】

穿孔作業126は、複数のパネル120のうちの1つ以上を貫き、場合によっては複数の部材122のうちの1つ以上を貫いて、穴を開けることを含むことができる。締め具挿入作業128は、穿孔作業126によって開けられた穴に締め具を挿入することを含むことができる。

30

【0046】

締め具据え付け作業130は、穴に挿入された締め具の各々を完全に据え付けることを含むことができる。締め具据え付け作業130は、例えば、これらに限られるわけではないが、リベット打ち作業、締めりばめボルト締め作業、他の種類の締め具据え付け作業、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。検査作業132は、完全に据え付けられた締め具の検査を含むことができる。実施例に応じて、任意の数のこれらの種々の種類の作業124を実質的に自律的に実行するためにフレキシブル製造システム106を使用することができる。

【0047】

図示のとおり、フレキシブル製造システム106は、複数の移動システム134と、制御システム136と、ユーティリティシステム138とを含むことができる。複数の移動システム134の各々は、駆動可能な移動システムであってよい。いくつかの場合に、複数の移動システム134の各々は、自律的に駆動可能な移動システムであってよい。例えば、これに限られるわけではないが、複数の移動システム134の各々は、製造環境100において或る位置から他の位置へと自律的に駆動されることができる1つ以上の構成要素を含むことができる。複数の移動システム134は、以下で図3において更に詳しく説明される。

40

【0048】

この例示の例において、制御システム136を、フレキシブル製造システム106の動

50

作を制御するために使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、制御システム 136 を、複数の移動システム 134 を制御するために使用することができる。特に、制御システム 136 を、製造環境 100 における複数の移動システム 134 の各々の移動を指示するために使用することができる。制御システム 136 は、複数の移動システム 134 に少なくとも部分的に関連付けられてよい。

#### 【0049】

一例示の例において、制御システム 136 は、一式のコントローラ 140 を含むことができる。本明細書において使用されるとき、「一式」のアイテムは、1つ以上のアイテムを含むことができる。このやり方で、一式のコントローラ 140 は、1つ以上のコントローラを含むことができる。

10

#### 【0050】

一式のコントローラ 140 の各々を、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はこれらの何らかの組み合わせを使用して実現することができる。一例示の例では、一式のコントローラ 140 を、複数の移動システム 134 に関連付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、一式のコントローラ 140 のうちの1つ以上を、複数の移動システム 134 の一部として実現することができる。他の例では、一式のコントローラ 140 のうちの1つ以上を、複数の移動システム 134 とは別個独立に実現することができる。

#### 【0051】

一式のコントローラ 140 は、フレキシブル製造システム 106 の複数の移動システム 134 の動作を制御するための指令 142 を生成することができる。一式のコントローラ 140 は、無線通信リンク、有線通信リンク、光通信リンク、又は他の種類の通信リンクのうちの少なくとも1つを使用して、複数の移動システム 134 と通信することができる。このやり方で、任意の数の種々の種類の通信リンクを、一式のコントローラ 140 との通信及び一式のコントローラ 140 間の通信に使用することができる。

20

#### 【0052】

これらの例示の例において、制御システム 136 は、センサシステム 133 から受信されるデータ 141 を使用して複数の移動システム 134 の動作を制御することができる。センサシステム 133 を、任意の数の個別のセンサシステム、センサ装置、コントローラ、他の種類の構成要素、又はこれらの組み合わせで構成することができる。一例示の例において、センサシステム 133 は、レーザートラッキングシステム 135 及びレーダーシステム 137 を含むことができる。レーザートラッキングシステム 135 を、任意の数のレーザートラッキング装置、レーザータラゲット、又はこれらの組み合わせで構成することができる。レーダーシステム 137 を、任意の数のレーダーセンサ、レーダータラゲット、又はこれらの組み合わせで構成することができる。

30

#### 【0053】

センサシステム 133 を、製造環境 100 において複数の移動システム 134 の種々の移動システムの移動及び動作を協調させるために使用することができる。一例示の例として、レーダーシステム 137 を、移動システム、移動システム内のシステム、移動システム内の構成要素、又はこれらの何らかの組み合わせのマクロな位置決めを使用することができる。更に、レーザートラッキングシステム 135 を、移動システム、移動システム内のシステム、移動システム内の構成要素、又はこれらの何らかの組み合わせのミクロな位置決めを使用することができる。

40

#### 【0054】

複数の移動システム 134 を、分散ユーティリティネットワーク 144 を形成するために使用することができる。実施例に応じて、複数の移動システム 134 のうちの1つ以上が、分散ユーティリティネットワーク 144 を形成することができる。いくつかのユーティリティ 146 が、いくつかのユーティリティ供給源 148 から、分散ユーティリティネットワーク 144 を構成する複数の移動システム 134 の種々の移動システムへと流れることができる。

50

## 【 0 0 5 5 】

この例示の例において、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 の各々は、製造環境 1 0 0 内に位置することができる。他の例示の例では、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 のうちの 1 つ以上が、製造環境 1 0 0 の外部に位置することができる。その場合、これらの 1 つ以上のユーティリティ供給源によってもたらされる該当のユーティリティを、例えば、これに限られるわけではないが、1 つ以上のユーティリティケーブルを使用して製造環境 1 0 0 に運ぶことができる。

## 【 0 0 5 6 】

一例示の例において、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 は、いくつかのユーティリティ 1 4 6 をいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 から何らかの数のユーティリティケーブルを介して複数の移動システム 1 3 4 の 1 つの移動システムへと直接流すことを可能にすることができる。次いで、この 1 つの移動システムは、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を複数の移動システム 1 3 4 のうちの他の移動システムに分配することができ、したがって、これら他の移動システムは、いくつかのユーティリティ 1 4 6 をいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 から直接受け取る必要がない。

## 【 0 0 5 7 】

図示のとおり、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 を、ユーティリティシステム 1 3 8 を使用して形成することができる。ユーティリティシステム 1 3 8 は、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 を含むことができる。いくつかのユーティリティ 1 4 6 をいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 からユーティリティフィクスチャ 1 5 0 へと流すことができるよう、ユーティリティシステム 1 3 8 をいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 につながるように構成することができる。ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 は、実施例に応じて、地上にあっても、地中にあってもよい。例えば、これに限られるわけではないが、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 を、製造環境 1 0 0 内の床に埋め込むことができる。

## 【 0 0 5 8 】

したがって、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 は、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を複数の移動システム 1 3 4 のうちの 1 つ以上に分配することができる。特に、複数の移動システム 1 3 4 のうちの 1 つのユーティリティフィクスチャ 1 5 0 への 1 つの自律的な結合に、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 を形成するための移動システムの互いの直列な任意の数の自律的な結合が続くことができる。ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 は、移動システムの一連の自律的な結合においてユーティリティフィクスチャ 1 5 0 の下流の複数の移動システム 1 3 4 の各々にいくつかのユーティリティ 1 4 6 を分配することができる。

## 【 0 0 5 9 】

実施例に応じて、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 は、チェーン状の構成又はツリー状の構成を有することができる。一例示の例において、複数の移動システム 1 3 4 は、移動システム A をユーティリティフィクスチャ 1 5 0 に自律的に結合させ、移動システム B、C、及び D を移動システム A 及び相互に直列に自律的に結合させた移動システム A、B、C、及び D (図示せず) を含むことができる。分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 のチェーン状の構成の例は、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 から或るいくつかのユーティリティケーブルを介してユーティリティフィクスチャ 1 5 0 へと流れ、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 から移動システム A へと流れ、移動システム A から移動システム B へと流れ、移動システム B から移動システム C へと流れ、移動システム C から移動システム D へと流れるいくつかのユーティリティ 1 4 6 を含むことができる。分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 のツリー状の構成の例は、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 から或るいくつかのユーティリティケーブルを介してユーティリティフィクスチャ 1 5 0 へと流れ、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 から移動システム A へと流れ、移動システム A から移動システム B 及び移動システム C の両方へと流れ、移動システム C から移動システム D へと流れるいくつかのユーティリティ 1 4 6 を含むことができる。複数の移動システム 1 3 4 を使用して分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 を実現できる 1

10

20

30

40

50

つのやり方の例は、以下で図 5 において更に詳しく説明される。

【 0 0 6 0 】

いくつかの例示の例では、複数の胴体アセンブリを同時に製作するために複数のフレキシブル製造システムを使用することができる。例えば、フレキシブル製造システム 1 0 6 は、多数のフレキシブル製造システムのうちの第 1 のフレキシブル製造システムであってよい。

【 0 0 6 1 】

一例示の例では、後部胴体アセンブリ 1 1 6、中央部胴体アセンブリ 1 1 8、及び前部胴体アセンブリ 1 1 7 をそれぞれ製作するために、フレキシブル製造システム 1 0 6、第 2 のフレキシブル製造システム 1 5 2、及び第 3 のフレキシブル製造システム 1 5 4 を使用することができる。その後、後部胴体アセンブリ 1 1 6、中央部胴体アセンブリ 1 1 8、及び前部胴体アセンブリ 1 1 7 を互いに接合し、完全に組み立てられた胴体 1 0 2 を形成することができる。このやり方で、この例では、フレキシブル製造システム 1 0 6、第 2 のフレキシブル製造システム 1 5 2、及び第 3 のフレキシブル製造システム 1 5 4 が協働して、フレキシブル胴体製造システム 1 5 8 を形成することができる。

【 0 0 6 2 】

このようにして、胴体アセンブリ 1 1 4 などの任意の数の胴体アセンブリを、フレキシブル製造システム 1 0 6 と同様のやり方で実現される任意の数のフレキシブル製造システムを使用して、製造環境 1 0 0 において製作することができる。同様に、胴体 1 0 2 などの任意の数の完全な胴体を、フレキシブル胴体製造システム 1 5 8 と同様のやり方で実現される任意の数のフレキシブル胴体製造システムを使用して、製造環境 1 0 0 において製作することができる。

【 0 0 6 3 】

次に図 2 を参照すると、図 1 からの胴体アセンブリ 1 1 4 の図が、例示の実施形態に従って、ブロック図の形態で示されている。上述のように、胴体アセンブリ 1 1 4 は、複数のパネル 1 2 0 と、支持構造体 1 2 1 とを含むことができる。胴体アセンブリ 1 1 4 を、胴体アセンブリ 1 1 4 の製作における任意の段階を指して使用することができる。例えば、胴体アセンブリ 1 1 4 を、複数のパネル 1 2 0 のうちのただ 1 つ、複数のパネル 1 2 0 のうちの接合済み又は接合中のいくつかのパネル、途中まで製作された胴体アセンブリ、或いは完全に製作された胴体アセンブリを指して使用することができる。

【 0 0 6 4 】

図示のとおり、胴体アセンブリ 1 1 4 を、複数の胴体部分 2 0 5 を有するように製作することができる。複数の胴体部分 2 0 5 の各々は、複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つ以上を含むことができる。この例示の例において、複数の胴体部分 2 0 5 の各々は、円筒形の胴体部分、たる形の胴体部分、テーパ状の円筒形の胴体部分、円すい形の胴体部分、ドーム状の胴体部分、又は何らかの他の種類の形状を有する部分の形態をとることができる。実施例に応じて、複数の胴体部分 2 0 5 のうちの胴体部分は、実質的に円形の断面形状、楕円形の断面形状、長円形の断面形状、丸みを帯びた角を持つ多角形の断面形状、又は他の閉じた曲線による断面形状を有する形状を有することができる。

【 0 0 6 5 】

1 つの具体的な例示の例として、複数の胴体部分 2 0 5 の各々は、胴体アセンブリ 1 1 4 のうちで、胴体アセンブリ 1 1 4 の中心軸線又は長手軸線に対して実質的に垂直に得られる胴体アセンブリ 1 1 4 の 2 つの横断面の間に定められる部分であってよい。このやり方で、複数の胴体部分 2 0 5 は、胴体アセンブリ 1 1 4 の長手軸線に沿って配置されてよい。換言すると、複数の胴体部分 2 0 5 を、長手方向に配置することができる。

【 0 0 6 6 】

胴体部分 2 0 7 が、複数の胴体部分 2 0 5 のうちの 1 つの胴体部分の例であってよい。胴体部分 2 0 7 を、複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つ以上で構成することができる。一例示の例では、複数のパネル部分を、胴体部分 2 0 7 の外周を巡って配置し、胴体部分 2 0 7 の外皮を形成することができる。いくつかの場合には、長手方向に隣接する 2 つ以上の

パネルからなる列を複数、胴体部分 207 の外周を巡って配置して、胴体部分 207 の外皮を形成することができる。

【0067】

一例示の例において、胴体アセンブリ 114 は、クラウン 200 と、キール 202 と、側面 204 とを有することができる。側面 204 は、第 1 の側面 206 及び第 2 の側面 208 を含むことができる。

【0068】

クラウン 200 は、胴体アセンブリ 114 の上部であってよい。キール 202 は、胴体アセンブリ 114 の下部であってよい。胴体アセンブリ 114 の側面 204 は、胴体アセンブリ 114 のうちのクラウン 200 とキール 202 との間の部分であってよい。一例示の例では、胴体アセンブリ 114 のクラウン 200、キール 202、第 1 の側面 206、及び第 2 の側面 208 の各々を、複数のパネル 120 の少なくとも 1 つの少なくとも一部分によって形成することができる。更に、複数の胴体部分 205 の各々の一部分が、クラウン 200、キール 202、第 1 の側面 206、及び第 2 の側面 208 の各々を形成することができる。

【0069】

パネル 216 が、複数のパネル 120 のうちの 1 つのパネルの一例でありうる。パネル 216 は、実施例に応じて、外皮パネル、胴体パネル、又は胴体外皮パネルと呼ばれることもある。いくつかの例示の例において、パネル 216 は、サブパネルと称することができる複数のより小さなパネルで構成されるメガパネルの形態をとることができる。メガパネルを、スーパーパネルと称することもできる。これらの例示の例では、パネル 216 を、金属、金属合金、何らかの他の種類の金属材料、複合材料、又は何らかの他の材料のタイプのうちの少なくとも 1 つで構成することができる。一例示の例として、パネル 216 を、アルミニウム合金、鋼、チタニウム、セラミック材料、複合材料、何らかの他の材料のタイプ、又はこれらの何らかの組み合わせで構成することができる。

【0070】

胴体アセンブリ 114 のキール 202 の形成に使用される場合、パネル 216 を、キールパネル又は下部パネルと称することができる。胴体アセンブリ 114 の側面 204 のうちの 1 つを形成するために使用される場合、パネル 216 を、側面パネルと称することができる。胴体アセンブリ 114 のクラウン 200 の形成に使用される場合、パネル 216 を、クラウンパネル又は上部パネルと称することができる。一例示の例として、複数のパネル 120 は、クラウン 200 を形成するためのクラウンパネル 218、側面 204 を形成するための側面パネル 220、及びキール 202 を形成するためのキールパネル 222 を含むことができる。側面パネル 220 は、第 1 の側面 206 を形成するための第 1 の側面パネル 224 及び第 2 の側面 208 を形成するための第 2 の側面パネル 226 を含むことができる。

【0071】

一例示の例において、胴体アセンブリ 114 の複数の胴体部分 205 のうちの胴体部分 207 は、クラウンパネル 218 のうちの 1 つと、側面パネル 220 のうちの 2 つと、キールパネル 222 のうちの 1 つとを含むことができる。別の例示の例において、胴体部分 207 は、胴体アセンブリ 114 の端部を形成することができる。

【0072】

いくつかの場合、胴体部分 207 を、パネル 216 などの単一のパネルのみで構成することができる。例えば、これに限られるわけではないが、パネル 216 は、端部パネル 228 の形態をとることができる。

【0073】

端部パネル 228 を、胴体アセンブリ 114 の一端を形成するために使用することができる。例えば、胴体アセンブリ 114 が図 1 の後部胴体アセンブリ 116 の形態をとる場合、端部パネル 228 は、胴体アセンブリ 114 の最も最後の端部を形成することができる。胴体アセンブリ 114 が図 1 の前部胴体アセンブリ 117 の形態をとる場合、端部パ

10

20

30

40

50



ネル 2 2 8 は、胴体アセンブリ 1 1 4 の最も前方の端部を形成することができる。

【 0 0 7 4 】

一例示の例において、端部パネル 2 2 8 は、円筒形のパネル、円すい形のパネル、たる形のパネル、又はテーパ状の円筒形のパネルの形態をとることができる。例えば、端部パネル 2 2 8 は、胴体アセンブリ 1 1 4 の中心軸線に関して直径が変化してもよい実質的に円形の断面形状を有する単一の円筒形のパネルであってよい。

【 0 0 7 5 】

このやり方で、上述のように、胴体部分 2 0 7 を、端部パネル 2 2 8 のみで構成することができる。いくつかの例示の例において、胴体部分 2 0 7 は、端部パネル 2 2 8 とすることができるただ 1 つのパネルのみで構成される端部胴体部分とすることができる。いくつかの場合には、胴体部分 2 0 7 が端部胴体部分である場合に、隔壁 2 7 2 を端部パネル 2 2 8 に関連付けることができる。圧力隔壁とも称することができる隔壁 2 7 2 を、実施例に応じて、端部パネル 2 2 8 とは別であると考えることができ、或いは端部パネル 2 2 8 の一部であると考えることができる。隔壁 2 7 2 は、これらの例示の例では、ドーム式の形状を有することができる。

【 0 0 7 6 】

胴体アセンブリ 1 1 4 が図 1 の後部胴体アセンブリ 1 1 6 の形態をとる場合、隔壁 2 7 2 は、後部胴体アセンブリ 1 1 6 の最も後ろの端部に位置する胴体部分 2 0 7 の一部であってよい。胴体アセンブリ 1 1 4 が図 1 の前部胴体アセンブリ 1 1 7 の形態をとる場合、隔壁 2 7 2 は、後部胴体アセンブリ 1 1 6 の最も前方の端部に位置する胴体部分 2 0 7 の一部であってよい。図 1 の中央部胴体アセンブリ 1 1 8 は、中央部胴体アセンブリ 1 1 8 のいずれの端部にも隔壁 2 7 2 などの隔壁を備えなくてよい。このやり方で、任意の数の異なるやり方で複数の胴体部分 2 0 5 を実現することができる。

【 0 0 7 7 】

パネル 2 1 6 は、第 1 の表面 2 3 0 及び第 2 の表面 2 3 2 を有することができる。第 1 の表面 2 3 0 を、外向きの表面として使用されるように構成することができる。換言すると、第 1 の表面 2 3 0 を、胴体アセンブリ 1 1 4 の外側 2 3 4 を形成するために使用することができる。第 2 の表面 2 3 2 を、内向きの表面として使用されるように構成することができる。換言すると、第 2 の表面 2 3 2 を、胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 を形成するために使用することができる。複数のパネル 1 2 0 の各々を、パネル 2 1 6 と同様のやり方で実現することができる。

【 0 0 7 8 】

すでに述べたように、支持構造体 1 2 1 を、複数のパネル 1 2 0 のうちの対応する 1 つに関連付けることができる。支持構造体 1 2 1 を、パネル 2 1 6 に組み合わせられた複数の部材 1 2 2 で構成することができる。一例示の例では、対応する部分 2 4 0 が、パネル 2 1 6 に対応する複数の部材 1 2 2 の一部分であってよい。対応する部分 2 4 0 は、パネル 2 1 6 に対応する支持部 2 3 8 を形成することができる。支持部 2 3 8 は、支持構造体 1 2 1 の一部であってよい。

【 0 0 7 9 】

複数の部材 1 2 2 は、支持部材 2 4 2 を含むことができる。支持部材 2 4 2 は、例えば、これらに限られるわけではないが、接続部材 2 4 4、フレーム 2 4 6、ストリンガー 2 4 8、補剛材 2 5 0、支柱 2 5 2、肋間状構造部材 2 5 4、又は他の種類の構造部材のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

【 0 0 8 0 】

接続部材 2 4 4 は、他の種類の支持部材 2 4 2 を互いに接続することができる。いくつかの場合、接続部材 2 4 4 は、支持部材 2 4 2 を複数のパネル 1 2 0 に接続することもできる。接続部材 2 4 4 は、例えば、これらに限られるわけではないが、せん断クリップ 2 5 6、タイ 2 5 8、組み継ぎ 2 6 0、肋間接続部材 2 6 2、他の種類の機械的な接続部材、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。

【 0 0 8 1 】

一例示の例では、パネル 2 1 6 が複数のサブパネルで構成される場合に、例えば、これに限られるわけではないが、隣接するサブパネル上をフープ方向に延びるフレーム 2 4 6 のうちの相補的なフレームと、隣接するサブパネル上を長手方向に延びるストリンガー 2 4 8 のうちの相補的なストリンガーとを互いに接続するために、接続部材 2 4 4 を使用することができる。他の例示の例では、複数のパネル 1 2 0 の 2 つ以上の隣接するパネル上の相補的なフレーム、ストリンガー、又は他の種類の支持部材を互いに接続するために、接続部材 2 4 4 を使用することができる。いくつかの場合には、2 つ以上の隣接する胴体部分の相補的な支持部材を互いに接続するために、接続部材 2 4 4 を使用することができる。

【 0 0 8 2 】

10

図 1 に示されるとおりの作業 1 2 4 を、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作すべく複数のパネル 1 2 0 を互いに接合するために実行することができる。一例示の例では、複数の締め具 2 6 4 を、複数のパネル 1 2 0 を互いに接合するために使用することができる。

【 0 0 8 3 】

上述のように、複数のパネル 1 2 0 の互いの接合を、いくつかの異なるやり方で実行することができる。複数のパネル 1 2 0 の接合は、複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 1 つのパネルを複数のパネル 1 2 0 のうちの別のパネルに接合すること、複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 1 つのパネルを複数の部材 1 2 2 のうちの少なくとも 1 つに接合すること、複数の部材 1 2 2 のうちの少なくとも 1 つの部材を複数の部材 1 2 2 のうちの別の部材に接合すること、又は何らかの他の種類の接合作業のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。複数のパネル 1 2 0 を、複数の部材 1 2 2 によって胴体アセンブリ 1 1 4 の支持構造体 1 2 1 が最終的に形成されるように、互いに接合することができる。

20

【 0 0 8 4 】

図示のとおり、いくつかの床 2 6 6 を、胴体アセンブリ 1 1 4 に関連付けることができる。この例示の例において、いくつかの床 2 6 6 は、胴体アセンブリ 1 1 4 の一部であってよい。いくつかの床 2 6 6 は、例えば、これに限られるわけではないが、客室の床、荷物室の床、又は何らかの他の種類の床のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

【 0 0 8 5 】

次に図 3 を参照すると、図 1 からの製造環境 1 0 0 におけるフレキシブル製造システム 1 0 6 の複数の移動システム 1 3 4 の図が、例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。図示のとおり、フレキシブル製造システム 1 0 6 を、製造環境 1 0 0 のフロア 3 0 0 において胴体アセンブリ 1 1 4 を製作するために使用することができる。製造環境 1 0 0 が工場の形態をとる場合、フロア 3 0 0 を、工場フロア 3 0 2 と称することができる。

30

【 0 0 8 6 】

一例示の例において、フロア 3 0 0 は、実質的に平滑且つ実質的に平坦であってよい。例えば、フロア 3 0 0 は、実質的に水平であってよい。他の例示の例では、フロア 3 0 0 の 1 つ以上の部分が、傾斜、斜面、又は他の形態で非平坦であってよい。

【 0 0 8 7 】

組み立て領域 3 0 4 が、胴体アセンブリ 1 1 4 などの胴体アセンブリを製作するために、図 1 の組み立てプロセス 1 1 0 を実行するように指定された製造環境 1 0 0 内の領域であってよい。組み立て領域 3 0 4 を、セル又は作業セルと称することもできる。この例示の例において、組み立て領域 3 0 4 は、フロア 3 0 0 上の指定された領域であってよい。しかしながら、他の例示の例においては、組み立て領域 3 0 4 が、フロア 3 0 0 上の指定された領域と、この指定された領域の上方の領域とを含むことができる。任意の数の胴体アセンブリを製造環境 1 0 0 において同時に製作できるように、任意の数の組み立て領域が、製造環境 1 0 0 内に存在することができる。

40

【 0 0 8 8 】

図示のとおり、複数の移動システム 1 3 4 は、複数の自律的な車両 3 0 6、クレードルシステム 3 0 8、タワーシステム 3 1 0、及び自律的なツールシステム 3 1 2 を含むこと

50

ができる。複数の移動システム 134 の各々は、フロア 300 の全域に駆動可能であってよい。換言すると、複数の移動システム 134 の各々は、フロア 300 上の或る位置 315 から別の位置 317 へとフロア 300 を横切って自律的に駆動されることが可能であってよい。

【0089】

一例示の例において、複数の自律的な車両 306 の各々は、人間の指示又は案内を必要とすることなく独立して動作することが可能であってよい自動案内車両 (AGV) の形態をとることができる。いくつかの場合には、複数の自律的な車両 306 を、複数の自動案内車両 (AGV) と称することができる。

【0090】

この例示の例において、クレードルシステム 308 を、図 1 の組み立てプロセス 110 の際に胴体アセンブリ 114 を支持及び保持するために使用することができる。いくつかの場合には、クレードルシステム 308 を、駆動可能なクレードルシステムと称することができる。更に他の場合には、クレードルシステム 308 を、自律的に駆動可能なクレードルシステムと称することができる。

【0091】

クレードルシステム 308 は、いくつかのフィクスチャ 313 を含むことができる。本明細書において使用されるとき、「いくつか」のアイテムは、1 つ以上のアイテムを含むことができる。このやり方で、いくつかのフィクスチャ 313 は、1 つ以上のフィクスチャを含むことができる。いくつかの例示の例では、いくつかのフィクスチャ 313 を、いくつかの駆動可能なフィクスチャと称することができる。他の例示の例では、いくつかのフィクスチャ 313 を、いくつかの自律的に駆動可能なフィクスチャと称することができる。

【0092】

いくつかのフィクスチャ 313 は、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を含むことができる。いくつかの例示の例では、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を、いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャと称することができる。他の例示の例では、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を、いくつかの自律的に駆動可能なクレードルフィクスチャと称することができる。クレードルフィクスチャ 322 は、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 のうちの 1 つのクレードルフィクスチャの例であってよい。

【0093】

いくつかの保持構造体 326 を、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 の各々に関連付けることができる。いくつかのクレードルフィクスチャ 314 の各々に関連付けられたいくつかの保持構造体 326 を、胴体アセンブリ 114 に係合させることができ、胴体アセンブリ 114 を支持するために使用することができる。例えば、複数のパネル 120 のうちの 1 つ以上に係合させ、複数のパネル 120 のうちの 1 つ以上を支持するために、クレードルフィクスチャ 322 に関連付けられたいくつかの保持構造体 326 を使用することができる。

【0094】

いくつかのクレードルフィクスチャ 314 は、組み立て領域 304 へと製造環境 100 のフロア 300 を横切って自律的に駆動されてよい。一例示の例では、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 の各々を、複数の自律的な車両 306 のうちの対応する 1 つを使用して、フロア 300 を横切って自律的に駆動することができる。換言すると、これに限られるわけではないが、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 をフロア 300 を横切って組み立て領域 304 へと駆動するために、複数の自律的な車両 306 のうちのいくつかの対応する自律的な車両 316 を使用することができる。

【0095】

この例示の例において、いくつかの対応する自律的な車両 316 は、例えば、これに限られるわけではないが、保持領域 318 からフロア 300 を横切って組み立て領域 304 へと走行することができる。保持領域 318 は、フレキシブル製造システム 106 が使用

10

20

30

40

50

されておらず、或いは特定の装置又はシステムが使用されていない場合に、複数の自律的な車両 306、クレードルシステム 308、タワーシステム 310、自律的なツールシステム 312、又は図 1 からの制御システム 136 のうちの少なくとも 1 つを保持することができる領域であってよい。

【0096】

実施例に応じて、保持領域 318 をホーム領域、格納領域、又はベース領域と呼ぶこともできる。保持領域 318 が、製造環境 100 の内部に位置するものとして示されているが、他の例示の例では、保持領域 318 は、製造環境 100 の外部の何らかの他の領域又は環境に位置してもよい。

【0097】

10

複数の自律的な車両 306 のうちのいくつかの対応する自律的な車両 316 は、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を、いくつかの選択されたクレードル位置 320 へと駆動することができる。本明細書において使用される場合、「位置」は、場所、向き、又は両方で構成されてよい。場所は、基準座標系に対する二次元座標又は三次元座標であってよい。向きは、基準座標系に対する二次元の向き又は三次元の向きであってよい。この基準座標系は、例えば、これらに限られるわけではないが、胴体の座標系、航空機の座標系、製造環境 100 についての座標系、又は何らかの他の種類の座標系であってよい。

【0098】

いくつかのクレードルフィクスチャ 314 が 2 つ以上のクレードルフィクスチャを含み、いくつかの選択されたクレードル位置 320 が 2 つ以上のクレードル位置を含む場合、これらのクレードル位置は、互いに対して選択された位置であってよい。このやり方で、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 が互いに対していくつかの選択されたクレードル位置 320 にあるように、配置することができる。

20

【0099】

これらの例示の例において、いくつかの対応する自律的な車両 316 を、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を組み立て領域 304 内のいくつかの選択されたクレードル位置 320 へと駆動するために使用することができる。或る構成要素又はシステムをフロア 300 を横切って「駆動」することは、例えば、これに限られるわけではないが、その構成要素又はシステムの実質的に全体を或る位置から別の位置へと移動させることを意味することができる。例えば、これに限られるわけではないが、クレードルフィクスチャ 322 をフロア 300 を横切って駆動することは、クレードルフィクスチャ 322 の全体を或る位置から別の位置へと移動させることを意味することができる。換言すると、クレードルフィクスチャ 322 を構成するすべて又は実質的にすべての構成要素を、或る位置から別の位置へと同時にまとめて移動させることができる。

30

【0100】

ひとたびいくつかのクレードルフィクスチャ 314 が組み立て領域 304 内のいくつかの選択されたクレードル位置 320 へと駆動されると、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を、互いに結合させることができ、タワーシステム 310 に結合させることができる。次いで、ひとたびいくつかのクレードルフィクスチャ 314 が選択された公差の範囲内でいくつかの選択されたクレードル位置 320 に位置したならば、いくつかの対応する自律的な車両 316 は、例えば、これに限られるわけではないが、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 から離れて保持領域 318 へと走行することができる。他の例示の例では、いくつかの対応する自律的な車両 316 を、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 の各々を一度に 1 つずつ組み立て領域 304 内のいくつかの選択されたクレードル位置 320 のうちの対応する選択された位置へと駆動するために使用される単一の自律的な車両で構成することができる。

40

【0101】

組み立て領域 304 において、組み立てフィクスチャ 324 を形成するように、いくつかのクレードルフィクスチャ 314 を構成することができる。組み立てフィクスチャ 32

50

4は、いくつかのクレードルフィクスチャ314のうちの異なるクレードルフィクスチャが互いに対していくつかの選択されたクレードル位置320に配置されたときに形成されてよい。いくつかの場合、組み立てフィクスチャ324は、いくつかのクレードルフィクスチャ314をいくつかの選択されたクレードル位置320に位置させつつ、いくつかのクレードルフィクスチャ314を互いに結合させ、いくつかのクレードルフィクスチャ314の各々に関連付けられたいくつかの保持構造体326を胴体アセンブリ114を受け取るように調節した場合に、形成されてよい。

#### 【0102】

このやり方で、いくつかのクレードルフィクスチャ314は、組み立てフィクスチャ324などの単一のフィクスチャ体を形成することができる。組み立てフィクスチャ324を、胴体アセンブリ114を支持及び保持するために使用することができる。いくつかの場合には、組み立てフィクスチャ324を、組み立てフィクスチャシステム又はフィクスチャシステムと称することができる。いくつかの場合には、組み立てフィクスチャ324を、駆動可能な組み立てフィクスチャと称することができる。他の場合には、組み立てフィクスチャ324を、自律的に駆動可能な組み立てフィクスチャと称することができる。

#### 【0103】

ひとたび組み立てフィクスチャ324が形成されると、いくつかのクレードルフィクスチャ314は、胴体アセンブリ114を受け入れることができる。換言すると、複数の胴体部分205を、いくつかのクレードルフィクスチャ314に係合させることができる。特に、複数の胴体部分205をいくつかのクレードルフィクスチャ314の各々に関連付けられたいくつかの保持構造体326に係合させることができる。複数の胴体部分205を、任意のいくつかのやり方で、いくつかのクレードルフィクスチャ314に係合させることができる。

#### 【0104】

いくつかのクレードルフィクスチャ314がただ1つのクレードルフィクスチャを含む場合、そのクレードルフィクスチャを、胴体アセンブリ114の実質的に全体を支持及び保持するために使用することができる。いくつかのクレードルフィクスチャ314が複数のクレードルフィクスチャを含む場合、それらのクレードルフィクスチャの各々を、複数の胴体部分205のうちの少なくとも1つの対応する胴体部分を支持及び保持するために使用することができる。

#### 【0105】

一例示の例では、複数の胴体部分205の各々に、いくつかのクレードルフィクスチャ314を1つずつ係合させることができる。例えば、これに限られるわけではないが、複数の胴体部分205のうちの特定の胴体部分のすべてのパネルを、互いに対して配置且ついくつかのクレードルフィクスチャ314のうちの対応するクレードルフィクスチャに対して配置し、次いで対応するクレードルフィクスチャに係合させることができる。その後、複数の胴体部分205のうちの残りの胴体部分を、同様のやり方で形成し、いくつかのクレードルフィクスチャ314に係合させることができる。このやり方で、複数のパネル120を、複数のパネル120がいくつかのクレードルフィクスチャ314によって支持されるように、組み立てフィクスチャ324を構成するいくつかのクレードルフィクスチャ314の各々に関連付けられたいくつかの保持構造体326に複数のパネル120の少なくとも一部分に係合させることによって、いくつかのクレードルフィクスチャ314に係合させることができる。

#### 【0106】

図2に記載のように、複数のパネル120は、キールパネル222、側面パネル220、及びクラウンパネル218を含むことができる。一例示の例においては、図2の胴体アセンブリ114のキール202を形成するために使用される図2のキールパネル222のすべてを最初にいくつかのクレードルフィクスチャ314に対して配置し、いくつかのクレードルフィクスチャ314に係合させることができる。次に、図2の胴体アセンブリ114の側面204を形成するために使用される図2の側面パネル220のすべてを、キール

ルパネル 2 2 2 に対して配置し、キールパネル 2 2 2 に係合させることができる。その後、図 2 の胴体アセンブリ 1 1 4 のクラウン 2 0 0 を形成するために使用される図 2 のクラウンパネル 2 1 8 のすべてを、側面パネル 2 2 0 に対して配置し、側面パネル 2 2 0 に係合させることができる。このやり方で、複数の胴体部分 2 0 5 を同時に組み立て、胴体アセンブリ 1 1 4 を形成することができる。

#### 【 0 1 0 7 】

一例示の例において、複数のパネル 1 2 0 の各パネルは、パネルがいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 のうちの 1 つに係合される前に完全に形成されてパネルに関連付けられる複数の部材 1 2 2 の対応する部分を有することができる。複数の部材 1 2 2 のこの対応する部分を支持部と称することができる。例えば、パネル 2 1 6 をいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 のうちの 1 つ又は図 2 の複数のパネル 1 2 0 のうちの別のパネルに係合させる前に、図 2 の支持部 2 3 8 を完全に形成して図 2 のパネル 2 1 6 に関連付けることができる。換言すると、図 2 のパネル 2 1 6 をいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 のうちの 1 つに係合させる前に、図 2 の支持部材 2 4 2 の対応する部分をパネル 2 1 6 にすでに取り付け、図 2 の接続部材 2 4 4 の対応する部分を支持部材 2 4 2 のこの部分を互いに接続するようにすでに設置することができる。

#### 【 0 1 0 8 】

他の例示の例では、複数のパネル 1 2 0 の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 との係合を済ませた後で、複数の部材 1 2 2 を複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。更に他の例示の例では、複数のパネル 1 2 0 の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 との係合よりも前に、複数の部材 1 2 2 の一部分だけを複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができ、その後、複数のパネル 1 2 0 の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 との係合の後で、複数の部材 1 2 2 の残りの部分を複数のパネル 1 2 0 に関連付けることができる。

#### 【 0 1 0 9 】

いくつかの例示の例では、図 2 の支持部材 2 4 2 のうちの 1 つ以上、図 2 の接続部材 2 4 4 のうちの 1 つ以上、又は両方を、図 2 のパネル 2 1 6 がいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 のうちの 1 つ又は複数のパネル 1 2 0 のうちの他の 1 つのパネルに係合させられるときに、パネル 2 1 6 に関連付けなくてもよい。例えば、これに限られるわけではないが、パネル 2 1 6 をクレードルフィクスチャ 3 2 2 に係合させた後に、図 2 に示したフレーム 2 4 6 を図 2 のパネル 2 1 6 へ追加することができる。別の例では、パネル 2 1 6 をクレードルフィクスチャ 3 2 2 に係合させた後に、図 2 に示した補剛材 2 5 0 を図 2 のパネル 2 1 6 へ追加することができる。

#### 【 0 1 1 0 】

胴体アセンブリ 1 1 4 の製作は、複数のパネル 1 2 0 が組み立てフィクスチャ 3 2 4 のいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 上で組み立てられる場合に複数のパネル 1 2 0 を互いに係合させることを含むことができる。例えば、複数のパネル 1 2 0 のうちの隣り合うパネルを、パネルに関連付けられた支持部材の少なくとも一部分を接続することによって接続することができる。実施例に応じて、隣り合うパネルを接続するために、重ね継ぎ、突き当て継ぎ、又は他の種類の継ぎ合わせのうちの少なくとも 1 つを隣り合うパネルの対応する支持部材の接続に加え、或いは代えて、使用することができる。

#### 【 0 1 1 1 】

一例示の例として、複数のパネル 1 2 0 のうちの 2 つの隣り合うパネルに関連付けられた支持部材を接続部材を使用して一体に接続することで、2 つの隣り合うパネルを接続することができる。これら 2 つの隣り合うパネルに関連付けられた 2 つの支持部材を、例えば、これらに限られるわけではないが、継ぎ、結び、クリップで留め、鉋で留め、ピンで留め、接合し、或いは何らかの他のやり方で互いに固定することができる。2 つの隣り合うパネルが輪のように隣接する場合、相補的なフレームをフープ方向に接続することができる。2 つの隣り合うパネルが長手方向に隣接する場合、相補的なストリンガーを長手方向に接続することができる。

## 【 0 1 1 2 】

いくつかの場合には、これら 2 つの隣り合うパネル上の相補的なストリンガー、フレーム、又は他の支持部材の接続は、これらのパネルの継ぎ合わせの一部であってよい。隣り合うパネルを任意の数のパネル継ぎ合わせ、ストリンガー継ぎ合わせ、フレーム継ぎ合わせ、又は他の種類の継ぎ合わせを使用して互いに接続することができる。

## 【 0 1 1 3 】

一例示の例においては、複数のパネル 1 2 0 又は複数の部材 1 2 2 のうちの少なくとも 1 つを一時的な締め具又は恒久的な締め具を使用して一時的に固定することによって、複数のパネル 1 2 0 を互いに一時的に接続することができる。例えば、これに限られるわけではないが、一時的なクランプを使用して、複数のパネル 1 2 0 のうちの 2 つを互いに一時的に接続し、動かぬように保持することができる。複数のパネル 1 2 0 に関連付けられた複数の部材 1 2 2 が胴体アセンブリ 1 1 4 のための図 2 の支持構造体 1 2 1 を形成するように、複数のパネル 1 2 0 の互いの一時的な接続は、少なくとも 2 つの複数のパネル 1 2 0 を互いに一時的に接続すること、少なくとも 2 つの複数の部材 1 2 2 を互いに一時的に接続すること、又は複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 1 つを複数の部材 1 2 2 のうちの少なくとも 1 つに一時的に接続すること、のうちの少なくとも 1 つによって実行され得る。

## 【 0 1 1 4 】

一例示の例として、胴体アセンブリ 1 1 4 を形成すべく複数のパネル 1 2 0 を接合するために複数の締め具 2 6 4 が設置されるまで、複数のパネル 1 2 0 を一時的な締め具 3 2 8 を使用して互いに一時的に留め、或いは固定することができる。複数のパネル 1 2 0 の一時的な接続は、複数のパネル 1 2 0 によって形成された図 2 からの複数の胴体部分 2 0 5 を互いに一時的に接続することである得る。ひとたび複数の締め具 2 6 4 が設置されると、一時的な締め具 3 2 8 を取り除くことができる。

## 【 0 1 1 5 】

このやり方で、いくつかの異なるやり方で複数のパネル 1 2 0 を互いに接続することができる。ひとたび複数のパネル 1 2 0 が互いに接続されると、複数の部材 1 2 2 が胴体アセンブリ 1 1 4 のための支持構造体 1 2 1 を形成していると考えることができる。複数のパネル 1 2 0 の互いの接続及び支持構造体 1 2 1 の形成は、胴体アセンブリ 1 1 4 についての外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件の所望の順守を維持することができる。換言すると、複数のパネル 1 2 0 を使用して形成される胴体アセンブリ 1 1 4 が選択された公差の範囲内で胴体アセンブリ 1 1 4 についての外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件を満たすように、複数のパネル 1 2 0 を互いに対して動かぬように一体に保持することができる。

## 【 0 1 1 6 】

特に、複数のパネル 1 2 0 及び支持構造体 1 2 1 を使用して製作される胴体アセンブリ 1 1 4 が選択された公差の範囲内の形状及び構成を有するように、組み立てフィクスチャ 3 2 4 が複数のパネル 1 2 0 及び複数のパネル 1 2 0 に関連付けられた支持構造体 1 2 1 を支持することができる。このやり方で、胴体アセンブリ 1 1 4 の製作の際に複数のパネル 1 2 0 及び複数のパネル 1 2 0 に組み合わせられた複数の部材 1 2 2 を支持しつつ、この形状及び構成を選択された公差の範囲内に維持することができる。この形状は、例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリ 1 1 4 についての外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件によって少なくとも部分的に決定されてよい。いくつかの場合に、形状は、胴体アセンブリ 1 1 4 のフレーム及びストリンガーの位置及び向きによって少なくとも部分的に決定されてよい。

## 【 0 1 1 7 】

いくつかの場合には、胴体アセンブリ 1 1 4 を構成する複数のパネル 1 2 0 及び支持構造体 1 2 1 の組み立てが所望の段階に達した場合に、いくつかの対応する自律的な車両 3 1 6 は、組み立てフィクスチャ 3 2 4 を組み立て領域 3 0 4 の外へと駆動することができる。例えば、胴体アセンブリ 1 1 4 を、製造環境 1 0 0 内の異なる領域へとフロア 3 0 0

10

20

30

40

50

を横切って動かすことができ、フロア 300 から異なる製造環境内の別のフロアへと動かすことができ、或いはフロア 300 から何らかの他の領域又は環境内の別のフロアへと動かすことができる。

#### 【0118】

一例示の例では、2つの組み立てフィクスチャを組み合わせてより大きな組み立てフィクスチャを形成できるよう、組み立てフィクスチャ 324 を別の組み立てフィクスチャが配置された何らかの他の位置へと動かすことができる。一例示の例として、図 1 の後部胴体アセンブリ 116 を保持及び支持するために組み立てフィクスチャ 324 を使用できる一方で、図 1 の前部胴体アセンブリ 117 を保持及び支持するために、組み立てフィクスチャ 324 と同様のやり方で実現された別の組み立てフィクスチャを使用することができる。図 1 の中央部胴体アセンブリ 118 を保持及び支持するために、組み立てフィクスチャ 324 と同様のやり方で実現される更に別の組み立てフィクスチャを使用することができる。

10

#### 【0119】

ひとたびこれら 3 つの胴体アセンブリが製作されると、これら 3 つの胴体アセンブリを接合して図 1 において説明した胴体 102 を形成できるように、後部胴体アセンブリ 116、中央部胴体アセンブリ 118、及び前部胴体アセンブリ 117 を保持するためのより大きい組み立てフィクスチャを形成すべく、3 つの組み立てフィクスチャを集合させることができる。特に、このより大きな組み立てフィクスチャは、胴体 102 を選択された公差の範囲内で製作できるように、後部胴体アセンブリ 116、中央部胴体アセンブリ 118、及び前部胴体アセンブリ 117 を互いに整列させて保持することができる。

20

#### 【0120】

別の例示の例においては、組み立てフィクスチャ 324 と同様のやり方で実現される第 1 の組み立てフィクスチャ及び第 2 の組み立てフィクスチャを、それぞれ図 1 からの後部胴体アセンブリ 116 及び前部胴体アセンブリ 117 を保持及び支持するために使用することができる。ひとたびこれら 2 つの胴体アセンブリが製作されると、これらの胴体アセンブリを接合して胴体 102 を形成できるように、2 つの胴体アセンブリを保持するためのより大きい組み立てフィクスチャを形成すべく、2 つの組み立てフィクスチャを集合させることができる。より大きな組み立てフィクスチャは、胴体 102 を選択された公差の範囲内で製作できるように、後部胴体アセンブリ 116 及び前部胴体アセンブリ 117 を互いに整列させて保持することができる。

30

#### 【0121】

図示のとおり、タワーシステム 310 は、いくつかのタワー 330 を含む。タワー 332 が、いくつかのタワー 330 のうちの 1 つについての一実施の例であってよい。図 2 に記載の胴体アセンブリ 114 の内部 236 へのアクセスを提供するようにタワー 332 を構成することができる。いくつかの例示の例では、タワー 332 を、駆動可能なタワーと称することができる。他の例示の例では、タワー 332 を自律的に駆動可能なタワーと称することができる。

#### 【0122】

一例示の例において、タワー 332 は、第 1 のタワー 334 の形態をとることができる。いくつかの場合には、第 1 のタワー 334 を作業用タワーと称することもできる。別の例示の例において、タワー 332 は、第 2 のタワー 336 の形態をとることができる。いくつかの場合には、第 2 のタワー 336 をロボットタワーと称することもできる。このやり方で、いくつかのタワー 330 は、第 1 のタワー 334 及び第 2 のタワー 336 の両方を含むことができる。

40

#### 【0123】

第 1 のタワー 334 を、実質的に作業用によって使用されるように構成できる一方で、第 2 のタワー 336 を、実質的に、少なくとも 1 つのロボット装置が関連付けられた移動プラットフォームによって使用されるように構成することができる。換言すると、第 1 のタワー 334 は、作業用が胴体アセンブリ 114 の内部 236 にアクセス及び進入するこ

50



とを可能にする。第2のタワー336は、移動プラットフォームが胴体アセンブリ114の内部236にアクセス及び進入することを可能にする。

【0124】

第1のタワー334及び第2のタワー336を、組み立てプロセス110の最中の種々の時点において組み立てフィクスチャ324に対して位置させることができる。一例示の例として、第1のタワー334を保持領域318から組み立て領域304内の選択されたタワー位置338へと移動させ、或いは自律的に駆動するために、複数の自律的な車両306のうちの1つを使用することができる。次いで、いくつかのクレードルフィクスチャ314を、いくつかの対応する自律的な車両316を使用して、組み立て領域304内の選択されたタワー位置338にある第1のタワー334に対して、いくつかの選択されたクレードル位置320へと自律的に駆動することができる。

10

【0125】

図1の組み立てプロセス110の最中の何らかの後の段階において、第2のタワー336を第1のタワー334と交換することができる。例えば、第1のタワー334を組み立て領域304から再び保持領域318へと自律的に移動させるために、複数の自律的な車両306のうちの1つを使用することができる。次いで、第2のタワー336を保持領域318から第1のタワー334によって以前に占められていた組み立て領域304内の選択されたタワー位置338へと自律的に移動させるために、同じ自律的な車両又は複数の自律的な車両306のうちの別の自律的な車両を使用することができる。実施例に応じて、第1のタワー334を、第2のタワー336と後で交換することができる。

20

【0126】

他の例示の例において、第1のタワー334及び第2のタワー336の各々は、タワーに固定的に関連付けられた複数の自律的な車両306のうちの自律的な車両を有することができる。換言すると、複数の自律的な車両306のうちの1つを第1のタワー334に一体化でき、複数の自律的な車両306のうちの1つを第2のタワー336に一体化できる。例えば、複数の自律的な車両306のうちの1つは、第1のタワー334の一部と考えられてよく、或いは第1のタワー334に組み込まれてよい。したがって、第1のタワー334は、フロア300を横切って自律的に走行できると考えることができる。同様のやり方で、複数の自律的な車両306のうちの1つが、第2のタワー336の一部と考えられてよく、或いは第2のタワー336に組み込まれてよい。したがって、第2のタワー336は、フロア300を横切って自律的に走行できると考えることができる。

30

【0127】

タワーシステム310及び組み立てフィクスチャ324を、互いにインターフェイス340を形成するように構成することができる。インターフェイス340は、タワーシステム310と組み立てフィクスチャ324との間の物理的なインターフェイスであってよい。タワーシステム310を、ユーティリティシステム138とのインターフェイス342を形成するように構成することもできる。一例示の例では、インターフェイス340及びインターフェイス342を、自律的に形成することができる。

【0128】

インターフェイス342は、タワーシステム310とユーティリティシステム138との間の物理的なインターフェイスであってよい。これらの例示の例において、インターフェイス340及びインターフェイス342は、物理的なインターフェイスであることに加え、更にユーティリティインターフェイスであってよい。例えば、電力のユーティリティに関して、インターフェイス340及びインターフェイス342を電気インターフェイスと考えることができる。

40

【0129】

ユーティリティシステム138は、タワーシステム310及びユーティリティシステム138がインターフェイス342を介して物理的及び電氣的に接続された場合に、いくつかのユーティリティ146をタワーシステム310に分配するように構成される。次いで、タワーシステム310は、組み立てフィクスチャ324及びタワーシステム310がイ

50

ンターフェイス 340 を介して物理的及び電氣的に接続されたときに、いくつかのユーティリティ 146 をクレードルシステム 308 によって形成された組み立てフィクスチャ 324 に分配することができる。いくつかのユーティリティ 146 は、電力、空気、油圧流体、通信、水、又は何らかの他の種類のユーティリティのうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

#### 【0130】

図示のとおり、ユーティリティシステム 138 は、ユーティリティフィクスチャ 150 を含むことができる。ユーティリティフィクスチャ 150 を、いくつかのユーティリティ 146 をいくつかのユーティリティ供給源 148 から受け取るように構成することができる。いくつかのユーティリティ供給源 148 として、例えば、これらに限られるわけではないが、発電機、電池システム、給水系統、送電線、通信システム、油圧流体系、空気タンク、又は何らかの他の種類のユーティリティ供給源のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。例えば、ユーティリティフィクスチャ 150 は、発電機から電力を受け取ることができる。

10

#### 【0131】

一例示の例では、ユーティリティフィクスチャ 150 を組み立て領域 304 に対して配置することができる。実施例に応じて、ユーティリティフィクスチャ 150 を組み立て領域 304 の内側又は組み立て領域 304 の外側に配置することができる。

#### 【0132】

いくつかの例示の例では、ユーティリティフィクスチャ 150 をフロア 300 に関連付けることができる。実施例に応じて、ユーティリティフィクスチャ 150 を、フロア 300 に恒久的に関連付けることができ、或いはフロア 300 に一時的に組み合わせることができる。他の例示の例においては、ユーティリティフィクスチャ 150 を、天井などの製造環境 100 の何らかの他の表面、又は製造環境 100 内の何らかの他の構造物に関連付けることができる。いくつかの場合には、ユーティリティフィクスチャ 150 をフロア 300 に埋め込むことができる。

20

#### 【0133】

一例示の例において、インターフェイス 342 を第 1 のタワー 334 とユーティリティフィクスチャ 150 との間に形成できるように、第 1 のタワー 334 は、ユーティリティフィクスチャ 150 に対してフロア 300 に対する選択されたタワー位置 338 へと自律的に駆動されてよい。ひとたびインターフェイス 342 が形成されると、いくつかのユーティリティ 146 は、ユーティリティフィクスチャ 150 から第 1 のタワー 334 へと流れることができる。次いで、組み立てフィクスチャ 324 は、第 1 のタワー 334 と組み立てフィクスチャ 324 との間にユーティリティケーブルのネットワークを形成するために、第 1 のタワー 334 とのインターフェイス 340 を自律的に形成することができる。ひとたびインターフェイス 342 及びインターフェイス 340 の両方が形成されると、ユーティリティフィクスチャ 150 において受け取られたいくつかのユーティリティ 146 は、ユーティリティフィクスチャ 150 から第 1 のタワー 334 へと流れ、組み立てフィクスチャ 324 を形成するいくつかのクレードルフィクスチャ 314 の各々へと流れることができる。このやり方で、第 1 のタワー 334 は、いくつかのユーティリティ 146 を組み立てフィクスチャ 324 に分配するための導管又は「仲介者」として機能することができる。

30

40

#### 【0134】

インターフェイス 340 が第 2 のタワー 336 と組み立てフィクスチャ 324 との間に形成され、インターフェイス 342 が第 2 のタワー 336 とユーティリティフィクスチャ 150 との間に形成されたときに、いくつかのユーティリティ 146 を、上述と同様のやり方で、第 2 のタワー 336 及び組み立てフィクスチャ 324 にもたらしすることができる。このように、ユーティリティフィクスチャ 150 は、タワーシステム 310 及びクレードル組み立てフィクスチャ 324 をいくつかのユーティリティ供給源 148 又は任意の他のユーティリティ供給源に別々に接続する必要なく、タワーシステム 310 及び組み立てフ

50

イクスチャ 3 2 4 にいくつかのユーティリティ 1 4 6 を分配することができる。

【 0 1 3 5 】

胴体アセンブリ 1 1 4 が組み立てフィクスチャ 3 2 4 によって支持及び保持されている場合に複数のパネル 1 2 0 及び支持構造体 1 2 1 を組み立てるために、自律的なツールシステム 3 1 2 を使用することができる。自律的なツールシステム 3 1 2 は、複数の移動プラットフォーム 3 4 4 を含むことができる。複数の移動プラットフォーム 3 4 4 の各々を、図 1 に記載の組み立てプロセス 1 1 0 における作業 1 2 4 のうちの 1 つ以上を実行するように構成することができる。特に、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作すべく複数のパネル 1 2 0 を互いに接合する作業 1 2 4 を自律的に実行するために、選択された公差の範囲内で複数のパネル 1 2 0 に対して選択された位置へと複数の移動プラットフォーム 3 4 4 を自律的に移動させることができる。複数の移動プラットフォーム 3 4 4 は、図 4 において更に詳しく後述される。

10

【 0 1 3 6 】

この例示の例において、制御システム 1 3 6 の一式のコントローラ 1 4 0 は、クレードルシステム 3 0 8、タワーシステム 3 1 0、ユーティリティシステム 1 3 8、自律的なツールシステム 3 1 2、又は複数の自律的な車両 3 0 6 のうちの少なくとも 1 つの動作を制御するために、図 1 に記載のとおり指令 1 4 2 を生成することができる。図 1 の一式のコントローラ 1 4 0 は、クレードルシステム 3 0 8、タワーシステム 3 1 0、ユーティリティシステム 1 3 8、自律的なツールシステム 3 1 2、又は複数の自律的な車両 3 0 6 のうちの少なくとも 1 つと、任意のいくつかの無線通信リンク、有線通信リンク、光通信リンク、他の種類の通信リンク、又はこれらの組み合わせを使用して、通信することができる。

20

【 0 1 3 7 】

このやり方で、フレキシブル製造システム 1 0 6 の複数の移動システム 1 3 4 を、胴体アセンブリ 1 1 4 の製作のプロセスを自動化するために使用することができる。複数の移動システム 1 3 4 は、全体としての時間、労苦、及び必要とされる人的資源を減らすために、複数のパネル 1 2 0 の互いの接合に関して胴体アセンブリ 1 1 4 を実質的に自律的に製作することを可能にすることができる。

【 0 1 3 8 】

実施例に応じて、胴体 1 0 2 を製作するための製造プロセス 1 0 8 における次の段階又は航空機 1 0 4 を製作するための製造プロセスにおける次の段階へと胴体アセンブリ 1 1 4 を移動させるために必要な程度まで、フレキシブル製造システム 1 0 6 は、胴体アセンブリ 1 1 4 を製作することができる。いくつかの場合において、組み立てフィクスチャ 3 2 4 の形態のクレードルシステム 3 0 8 は、胴体 1 0 2 及び航空機 1 0 4 を製作するための製造プロセス 1 0 8 におけるこれら後の段階の 1 つ以上において、胴体アセンブリ 1 1 4 を保持及び支持し続けることができる。

30

【 0 1 3 9 】

次に図 4 を参照すると、図 3 の複数の移動プラットフォーム 3 4 4 の図が、例示の実施形態に従って、ブロック図の形態で示されている。図示のとおり、複数の移動プラットフォーム 3 4 4 は、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 及びいくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 を含むことができる。このやり方で、複数の移動プラットフォーム 3 4 4 は、少なくとも 1 つの外部移動プラットフォーム及び少なくとも 1 つの内部移動プラットフォームを含むことができる。

40

【 0 1 4 0 】

いくつかの例示の例においては、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 をいくつかの駆動可能な外部移動プラットフォームと称することができる。同様に、いくつかの場合においては、いくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 をいくつかの駆動可能な内部移動プラットフォームと称することができる。他の例示の例では、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 及びいくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 を、それぞれいくつかの自律的に駆動可能な外部移動プラットフォーム及びいくつかの自律的に駆動可能な

50

内部移動プラットフォームと称することができる。

【0141】

外部移動プラットフォーム404が、いくつかの外部移動プラットフォーム400のうちの1つの例であってよく、内部移動プラットフォーム406が、いくつかの内部移動プラットフォーム402のうちの1つの例であってよい。外部移動プラットフォーム404及び内部移動プラットフォーム406は、自律的に駆動可能なプラットフォームであってよい。実施例に応じて、外部移動プラットフォーム404及び内部移動プラットフォーム406の各々を、自身で、又は図3の複数の自律的な車両306のうちの1つの助けによって、フロア300を横切って自律的に移動するように構成することができる。

【0142】

一例示の例として、これに限られるわけではないが、複数の自律的な車両306のうちの対応する1つを使用して、外部移動プラットフォーム404をフロア300を横切って自律的に駆動することができる。いくつかの例示の例では、外部移動プラットフォーム404及び複数の自律的な車両306のうちのこの対応する1つが、互いに一体であってよい。例えば、自律的な車両を外部移動プラットフォーム404に固定的に関連付けることができる。自律的な車両をフロア300を横切って駆動することで外部移動プラットフォーム404がフロア300を横切って駆動されるよう、外部移動プラットフォーム404の全荷重を自律的な車両へと伝えることが可能であってよい。

【0143】

外部移動プラットフォーム404を、例えば、これに限られるわけではないが、保持領域318から、図1の1つ以上の作業124を実行するための胴体アセンブリ114の外側234に対する位置へと駆動することができる。図示のとおり、少なくとも1つの外部ロボット装置408を、外部移動プラットフォーム404に関連付けることができる。この例示の例において、外部ロボット装置408を外部移動プラットフォーム404の一部と考えることができる。他の例示の例では、外部ロボット装置408を、外部移動プラットフォーム404に物理的に取り付けられた別途の構成要素と考えることができる。外部ロボット装置408は、例えば、これに限られるわけではないが、ロボットアームの形態をとることができる。

【0144】

外部ロボット装置408は、第1のエンドエフェクタ410を有することができる。任意のいくつかのツールを第1のエンドエフェクタ410に関連付けることができる。これらのツールとして、例えば、これらに限られるわけではないが、穿孔ツール、締め具挿入ツール、締め具据え付けツール、検査ツール、又は何らかの他の種類のツールのうちの少なくとも1つを含むことができる。特に、任意のいくつかの固定ツールを、第1のエンドエフェクタ410に関連付けることができる。

【0145】

図示のとおり、第1のツール411を第1のエンドエフェクタ410に関連付けることができる。一例示の例において、第1のツール411は、第1のエンドエフェクタ410に着脱可能に関連付けられる任意のツールであってよい。換言すると、第1のエンドエフェクタ410に関連付けられた第1のツール411を、種々の作業を実行する必要がある場合に、交換することができる。例えば、これに限られるわけではないが、第1のツール411は、穿孔ツールなど、1つの種類の作業を実行するための1つの種類のツールの形態をとることができる。後に、第1のエンドエフェクタ410に関連付けられた新たな第1のツール411によって異なる種類の作業を実行できるように、このツールを締め具挿入ツールなどの別の種類のツールと交換することができる。

【0146】

一例示の例において、第1のツール411は、第1のリベット打ちツール412の形態をとることができる。第1のリベット打ちツール412をリベット打ち作業を実行するために使用することができる。いくつかの例示の例では、いくつかの異なるツールを第1のリベット打ちツール412と交換し、第1のエンドエフェクタ410に関連付けることが

10

20

30

40

50

できる。例えば、これらに限られるわけではないが、第1のリベット打ちツール412は、穿孔ルール、締め具挿入ツール、締め具据え付けツール、検査ツール、又は何らかの他の種類のツールと交換可能であってよい。

【0147】

第1のエンドエフェクタ410及び第1のエンドエフェクタ410に関連付けられた第1のツール411を複数のパネル120のうちの1つに対して位置させるために、外部移動プラットフォーム404を、自律的にフロア300を横切って駆動し、胴体アセンブリ114を支持している図3の組み立てフィクスチャ324に対して位置させることができる。例えば、外部移動プラットフォーム404を、組み立てフィクスチャ324に対する外部位置414へとフロア300を横切って自律的に駆動することができる。このやり方で、外部移動プラットフォーム404によって運ばれる第1のツール411について、外部移動プラットフォーム404を用いてマクロな位置決めが可能である。

10

【0148】

ひとたび外部位置414に位置すると、第1のエンドエフェクタ410は、第1のエンドエフェクタ410に関連付けられた第1のツール411を複数のパネル120のうちの1つのパネルの外向きの面における特定の位置に対して位置させるために、少なくとも外部ロボット装置408を使用して自律的に制御されてよい。このやり方で、第1のツール411について、特定の位置に対するミクロな位置決めが可能である。

【0149】

内部移動プラットフォーム406が使用されていない場合に、内部移動プラットフォーム406を図3の第2のタワー336に位置させることができる。図3に記載のインターフェイス342が第2のタワー336と組み立てフィクスチャ324との間に形成される場合、内部移動プラットフォーム406を、第2のタワー336から胴体アセンブリ114の内部236へと駆動し、作業124のうちの1つ以上を実行するために使用することができる。一例示の例において、内部移動プラットフォーム406は、第2のタワー336から胴体アセンブリ114の内部の床への内部移動プラットフォーム406の移動を可能にする移動システムを有することができる。

20

【0150】

少なくとも1つの内部ロボット装置416を、内部移動プラットフォーム406に関連付けることができる。この例示の例において、内部ロボット装置416を内部移動プラットフォーム406の一部と考えることができる。他の例示の例では、内部ロボット装置416を内部移動プラットフォーム406に物理的に取り付けられた別途の構成要素と考えることができる。内部ロボット装置416は、例えば、これに限られるわけではないが、ロボットアームの形態をとることができる。

30

【0151】

内部ロボット装置416は、第2のエンドエフェクタ418を有することができる。任意のいくつかのツールを、第2のエンドエフェクタ418に関連付けることができる。例えば、これらに限られるわけではないが、穿孔ルール、締め具挿入ツール、締め具据え付けツール、検査ツール、又は何らかの他の種類のツールのうちの少なくとも1つを、第2のエンドエフェクタ418に関連付けることができる。特に、任意のいくつかの固定ツールを、第2のエンドエフェクタ418に関連付けることができる。

40

【0152】

図示のとおり、第2のツール419を第2のエンドエフェクタ418に関連付けることができる。一例示の例において、第2のツール419は、第2のエンドエフェクタ418に着脱可能に関連付けられる任意のツールであってよい。換言すると、第2のエンドエフェクタ418に関連付けられた第2のツール419を、種々の作業を実行する必要がある場合に、交換することができる。例えば、これに限られるわけではないが、第1のツール411は、穿孔ツールなど、1つの種類の作業を実行するための1つの種類のツールの形態をとることができる。後に、このツールを、第1のエンドエフェクタ410に関連付けられた新たな第1のツール411によって異なる種類の作業を実行できるように、締め具

50

挿入ツールなどの別の種類のツールと交換することができる。

【 0 1 5 3 】

一例示の例において、第 2 のツール 4 1 9 は、第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 の形態をとることができる。第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けることができる。第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 をリベット打ち作業を実行するために使用することができる。いくつかの例示の例では、いくつかの異なるツールを第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 と交換し、第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けることができる。例えば、これらに限られるわけではないが、第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 は、穿孔ルール、締め具挿入ツール、締め具据え付けツール、検査ツール、又は何らかの他の種類のツールと交換可能であってよい。

10

【 0 1 5 4 】

第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 及び第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つに対して位置させるために、内部移動プラットフォーム 4 0 6 を第 2 のタワー 3 3 6 から胴体アセンブリ 1 1 4 の中へと駆動し、胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 に対して位置させることができる。一例示の例では、内部移動プラットフォーム 4 0 6 を、胴体アセンブリ 1 1 4 に対して胴体アセンブリ 1 1 4 内の内部位置 4 2 2 へと図 2 のいくつかの床 2 6 6 のうちの 1 つへと自律的に駆動することができる。このやり方で、第 2 のツール 4 1 9 について、内部移動プラットフォーム 4 0 6 を使用して内部位置 4 2 2 へとマクロな位置決めを行うことができる。

【 0 1 5 5 】

20

ひとたび内部位置 4 2 2 に位置すると、第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を複数のパネル 1 2 0 のうちの 1 つのパネルの内向きの面又は支持構造体 1 2 1 を構成する図 2 の複数の部材 1 2 2 のうちの 1 つの部材の内向きの面の特定の位置に対して位置させるように、第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 を自律的に制御することができる。このやり方で、第 2 のツール 4 1 9 について、特定の位置に対するミクロな位置決めが可能である。

【 0 1 5 6 】

一例示の例では、外部移動プラットフォーム 4 0 4 のための外部位置 4 1 4 及び内部移動プラットフォーム 4 0 6 のための内部位置 4 2 2 を、外部移動プラットフォーム 4 0 4 と内部移動プラットフォーム 4 0 6 とを使用して胴体アセンブリ 1 1 4 の位置 4 2 6 において固定プロセス 4 2 4 を実行できるように選択することができる。いくつかの例示の例において、位置 4 2 6 は、図 1 の制御システム 1 3 6 によって計算された作業位置 4 2 7 の形態をとることができる。固定プロセス 4 2 4 は、任意のいくつかの作業を含むことができる。一例示の例において、固定プロセス 4 2 4 は、穿孔作業 4 2 8、締め具挿入作業 4 3 0、締め具据え付け作業 4 3 2、検査作業 4 3 4、又は何らかの他の種類の作業のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

30

【 0 1 5 7 】

1 つの具体例として、外部移動プラットフォーム 4 0 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 又は内部移動プラットフォーム 4 0 6 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を使用して、穿孔作業 4 2 8 を自律的に実行することが可能である。例えば、これに限られるわけではないが、第 1 のツール 4 1 1 又は第 2 のツール 4 1 9 は、穿孔作業 4 2 8 の実行に使用するための穿孔ツールの形態をとることができる。穿孔作業 4 2 8 を、位置 4 2 6 に孔 4 3 6 を形成するために、第 1 のツール 4 1 1 又は第 2 のツール 4 1 9 を使用して自律的に実行することができる。孔 4 3 6 は、複数のパネル 1 2 0 のうちの 2 つのパネル、複数の部材 1 2 2 のうちの 2 つの部材、或いはパネル及び複数の部材 1 2 2 のうちの 1 つ、のうちの少なくとも 1 つを貫通することができる。

40

【 0 1 5 8 】

締め具挿入作業 4 3 0 を、外部移動プラットフォーム 4 0 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 又は内部移動プラットフォーム 4 0 6 の第 2

50

のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を使用して自律的に実行することが可能である。締め具挿入作業 4 3 0 は、孔 4 3 6 への締め具 4 3 8 の挿入をもたらすことができる。

【 0 1 5 9 】

次いで、外部移動プラットフォーム 4 0 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 又は内部移動プラットフォーム 4 0 6 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 の少なくとも一方を使用して、締め具据え付け作業 4 3 2 を自律的に実行することが可能である。一例示の例では、締め具 4 3 8 が位置 4 2 6 に据え付けられるリベット 4 4 2 となるように、第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 の形態の第 1 のツール 4 1 1 及び第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 の形態の第 2 のツール 4 1 9 を使用して、締め具据え付け作業 4 3 2 を自律的に実行することができる。リベット 4 4 2 は、完全に据え付けられたリベットであってよい。リベット 4 4 2 は、図 2 に記載の複数の締め具 2 6 4 のうちの 1 つであってよい。

10

【 0 1 6 0 】

一例示の例において、締め具据え付け作業 4 3 2 は、ボルト - ナット式の据え付けプロセス 4 3 3 の形態をとることができる。第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 を、例えば、これに限られるわけではないが、孔 4 3 6 を通ってボルト 4 3 5 を設置するために使用することができる。次いで、ボルト 4 3 5 にナット 4 3 7 を設置するために、第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を使用することができる。いくつかの場合、ナット 4 3 7 の設置は、ナット 4 3 7 の一部分を折り取るような充分なトルクをナット 4 3 7 に加えることを含むことができる。これらの場合、ナット 4 3 7 を、壊れるカラーと称することができる。

20

【 0 1 6 1 】

別の例示の例において、締め具据え付け作業 4 3 2 は、締めまりばめボルト式の据え付けプロセス 4 3 9 の形態をとることができる。例えば、これに限られるわけではないが、ボルト 4 3 5 と孔 4 3 6 との間に締めまりばめが生じるように、孔 4 3 6 を通ってボルト 4 3 5 を設置するために、第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に組み合わせられた第 1 のツール 4 1 1 を使用することができる。次いで、第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 を、ボルト 4 3 5 へとナット 4 3 7 を設置するために使用することができる。

30

【 0 1 6 2 】

更に別の例示の例において、締め具据え付け作業 4 3 2 は、2 段階のリベット打ちプロセス 4 4 4 の形態をとることができる。例えば、これに限られるわけではないが、外部移動プラットフォーム 4 0 4 に関連付けられた第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 及び内部移動プラットフォーム 4 0 6 に関連付けられた第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を使用して、2 段階のリベット打ちプロセス 4 4 4 を実行することができる。

【 0 1 6 3 】

例えば、それぞれ外部移動プラットフォーム 4 0 4 及び内部移動プラットフォーム 4 0 6 によって、第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 及び第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を互いに対して位置させることができる。例えば、第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 を胴体アセンブリ 1 1 4 の外側 2 3 4 の箇所 4 2 6 に対して位置させるために、外部移動プラットフォーム 4 0 4 及び外部ロボット装置 4 0 8 を使用することができる。第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 の同じ位置 4 2 6 に対して位置させるために、内部移動プラットフォーム 4 0 6 及び内部ロボット装置 4 1 6 を、使用することができる。

40

【 0 1 6 4 】

次いで、位置 4 2 6 にリベット 4 4 2 を形成すべく 2 段階のリベット打ちプロセス 4 4 4 を実行するために、第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 及び第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を、使用することができる。リベット 4 4 2 は、複数のパネル 1 2 0 のうちの少なくとも 2 つを互いに接合でき、複数のパネル 1 2 0 のうちのパネルを複数の部材 1 2 2 によ

50

って形成された支持構造体 1 2 1 に接合でき、或いは複数のパネル 1 2 0 のうちの 2 つのパネルを支持構造体 1 2 1 に接合することができる。

【 0 1 6 5 】

この例では、図 2 に記載のように複数の締め具 2 6 4 を設置するために、胴体アセンブリ 1 1 4 上の複数の位置 4 4 6 の各々において、2 段階のリベット打ちプロセス 4 4 4 を実行することができる。2 段階のリベット打ちプロセス 4 4 4 は、図 2 の複数の締め具 2 6 4 が所望の品質及び所望の精度で複数の位置 4 4 6 に設置されることを保証することができる。

【 0 1 6 6 】

このやり方で、図 1 に記載の組み立てプロセス 1 1 0 を実行するために内部移動プラットフォーム 4 0 6 及び内部移動プラットフォーム 4 0 6 に関連付けられた第 2 のリベット打ちツール 4 2 0 を胴体アセンブリ 1 1 4 上の複数の位置 4 4 6 に対して位置させるために、内部移動プラットフォーム 4 0 6 を胴体アセンブリ 1 1 4 の内側において自律的に移動させ、動作させることができる。同様に、動作 1 2 4 を実行するために外部移動プラットフォーム 4 0 4 及び外部移動プラットフォーム 4 0 4 に関連付けられた第 1 のリベット打ちツール 4 1 2 を胴体アセンブリ 1 1 4 上の複数の位置 4 4 6 に対して位置させるために、外部移動プラットフォーム 4 0 4 を胴体アセンブリ 1 1 4 の周囲において自律的に移動させ、動作させることができる。

【 0 1 6 7 】

次に図 5 を参照すると、図 1 からの分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 におけるいくつかのユーティリティ 1 4 6 の流れの図が、例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。図示のとおり、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 の全域に分配することができる。

【 0 1 6 8 】

分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 は、例えば、これらに限られるわけではないが、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 と、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 と、いくつかのタワー 3 3 0 と、組み立てフィクスチャ 3 2 4 と、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 と、いくつかのユーティリティユニット 5 0 0 とを含むことができる。いくつかの場合、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 は、いくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 を更に含むことができる。いくつかの例示の例では、いくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 を、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 とは別であると考えることができる。

【 0 1 6 9 】

この例示の例では、一度にいくつかのタワー 3 3 0 のうちの 1 つだけが、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 に含まれてよい。第 1 のタワー 3 3 4 が使用される場合、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 がいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 に接続され、第 1 のタワー 3 3 4 がユーティリティフィクスチャ 1 5 0 に接続され、組み立てフィクスチャ 3 2 4 が第 1 のタワー 3 3 4 に接続され、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 がいくつかのユーティリティユニット 5 0 0 に接続された場合に、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 が形成されてよい。

【 0 1 7 0 】

いくつかのユーティリティユニット 5 0 0 は、組み立てフィクスチャ 3 2 4 のいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 に関連付けられても、いくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 とは別であってもよい。例えば、これに限られるわけではないが、いくつかの二連インターフェイスを、1 つ以上の二連インターフェイス連結器を使用して、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0、いくつかのユーティリティユニット 5 0 0、及びいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 の間に生成することができる。

【 0 1 7 1 】

第 2 のタワー 3 3 6 が使用される場合、ユーティリティフィクスチャ 1 5 0 がいくつかのユーティリティ供給源 1 4 8 に接続され、第 2 のタワー 3 3 6 がユーティリティフィク

10

20

30

40

50



スチャ 1 5 0 に接続され、組み立てフィクスチャ 3 2 4 が第 2 のタワー 3 3 6 に接続され、いくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 が第 2 のタワー 3 3 6 に接続され、いくつかの外部移動プラットフォーム 4 0 0 がいくつかのユーティリティユニット 5 0 0 (いくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 に関連付けられても、いくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 とは別であってもよい) に接続された場合に、分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 が形成されてよい。いくつかの内部移動プラットフォーム 4 0 2 は、第 2 のタワー 3 3 6 に関連付けられたいくつかのケーブル管理システムを通じていくつかのユーティリティ 1 4 6 を受け取ることができる。

【 0 1 7 2 】

このやり方で、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を、ただ 1 つのユーティリティフィクスチャ 1 5 0 を使用して分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 の全域に分配することができる。この形式の分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 は、ユーティリティ構成要素、ユーティリティケーブル、及びいくつかのユーティリティ 1 4 6 を分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 内の種々の構成要素に供給するために必要な他の種類の装置の数を、減らすことができる。更に、この形式の分散ユーティリティネットワーク 1 4 4 によれば、少なくともユーティリティフィクスチャ 1 5 0 から出発して、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を、図 1 の製造環境のフロア 3 0 0 の完全に上方に供給することができる。

【 0 1 7 3 】

例示の実施形態は、図 1 の胴体アセンブリ 1 1 4 などの胴体アセンブリに対してエンドエフェクタを所望の精度で位置決めするための方法及び装置を有することが望まれる可能性を認識及び考慮する。特に、例示の実施形態は、エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して所望の精度で自律的に位置決めするための方法及び装置を有することが望まれる可能性を認識及び考慮する。

【 0 1 7 4 】

例示の実施形態は、レーザートラッキングシステムなどの計測システムを使用することで、エンドエフェクタ、ツール、又はツール中心点を選択された公差の範囲内で胴体アセンブリに対して測定できるようになる可能性を認識及び考慮する。更に、例示の実施形態は、計測システムによって生成されるデータを処理及び使用して、胴体アセンブリの外側及び内部のツールの配置を正確に協調又は同期させることができることを認識及び考慮する。

【 0 1 7 5 】

次に図 6 を参照すると、計測システムからのデータにもとづいてエンドエフェクタの配置を制御する制御システム 1 3 6 の図が例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。この例示の例において、制御システム 1 3 6 は、エンドエフェクタ 6 0 2 を図 1 の胴体アセンブリ 1 1 4 に対して位置決めするために、計測システム 6 0 1 から受信されるデータ 6 0 0 を使用することができる。

【 0 1 7 6 】

エンドエフェクタ 6 0 2 をロボット装置 6 0 4 に組み合わせることができる。いくつかの場合、エンドエフェクタ 6 0 2 をロボット装置 6 0 4 に着脱可能に組み合わせることができる。ロボット装置 6 0 4 を移動プラットフォーム 6 0 6 に組み合わせることができる。

【 0 1 7 7 】

一例示の例において、エンドエフェクタ 6 0 2 は、図 1 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 の形態をとることができる。この例において、ロボット装置 6 0 4 は、図 4 における外部ロボット装置 4 0 8 の形態をとることができる。更に、この例において、移動プラットフォーム 6 0 6 は、図 4 における外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとることができる。

【 0 1 7 8 】

別の例示の例において、エンドエフェクタ 6 0 2 は、図 4 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 の形態をとることができる。この別の例において、ロボット装置 6 0 4 は、図 4 にお

10

20

30

40

50

ける内部ロボット装置 4 1 6 の形態をとることができる。更に、この別の例において、移動プラットフォーム 6 0 6 は、図 4 における内部移動プラットフォーム 4 0 6 の形態をとることができる。

【 0 1 7 9 】

この例示の例において、移動プラットフォーム 6 0 6 は、ベース 6 0 8 を有することができる。ロボット装置 6 0 4 を、ロボットベース 6 1 0 を介して移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 に関連付けることができる。ロボットベース 6 1 0 は、実施例に応じて、ロボット装置 6 0 4 の一部と考えることができ、或いはロボット装置 6 0 4 とは別であると考えることができる。一例示の例では、ロボットベース 6 1 0 をベース 6 0 8 に直接組み合わせることができる。別の例示の例では、ロボットベース 6 1 0 を支持構造体 6 1 2 を介してベース 6 0 8 に関連付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、支持構造体 6 1 2 をベース 6 0 8 に取り付けることができる。

10

【 0 1 8 0 】

いくつかの例示の例において、ロボットベース 6 1 0 は、ベース 6 0 8 に対して少なくとも 1 つの自由度にて移動可能とすることができる。いくつかの場合、ロボットベース 6 1 0 は、支持構造体 6 1 2 に対して移動可能とすることができる。エンドエフェクタ 6 0 2 をロボットベース 6 1 0 に対して、それによって移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 に対して移動させるように、ロボット装置 6 0 4 を構成することができる。ロボット装置 6 0 4 は、エンドエフェクタ 6 0 2 を少なくとも 1 つの自由度にて移動させることができる。一例示の例として、ロボット装置 6 0 4 は、エンドエフェクタ 6 0 2 を最大 6 つ、又は更に多くの自由度にてロボットベース 6 1 0 に対して移動させることができるロボットアームの形態をとることができる。

20

【 0 1 8 1 】

この例示の例において、いくつかのツール 6 1 4 をエンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けることができる。いくつかのツール 6 1 4 は、例えば、これに限られるわけではないが、ツール 6 1 6 を含むことができる。ツール 6 1 6 は、実施例に応じて、図 4 における第 1 のツール 4 1 1 又は図 4 における第 2 のツール 4 1 9 の形態をとることができる。

【 0 1 8 2 】

ロボット装置 6 0 4 は、ツール中心点 (TCP) 6 1 8 を有することができる。ツール中心点 6 1 8 は、ロボット装置 6 0 4 が空間を通して移動する数学的な点であってよい。この例示の例において、ツール中心点 6 1 8 は、ツール 6 1 6 などのツールと関連付けられるように構成されたエンドエフェクタ 6 0 2 の端部に位置することができる。これらの例示の例において、エンドエフェクタ 6 0 2 の移動及び位置決め制御は、ツール中心点 6 1 8 の移動及び位置決め制御を含むことができる。

30

【 0 1 8 3 】

この例示の例において、プラットフォーム移動システム 6 2 0 を移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 に組み合わせることができる。ベース 6 0 8、したがって移動プラットフォーム 6 0 6 を製造環境 1 0 0 のフロア 3 0 0 又は胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 の床 6 2 1 などの表面に対して移動させるために、プラットフォーム移動システム 6 2 0 を使用することができる。床 6 2 1 は、図 2 におけるいくつかの床 2 6 6 のうちの 1 つの床の例であってよい。実施例に応じて、床 6 2 1 は、客室又は貨物室の床の形態をとることができる。

40

【 0 1 8 4 】

一例示の例では、自律的な車両 6 2 2 を使用してプラットフォーム移動システム 6 2 0 を実現することができる。例えば、これに限られるわけではないが、自律的な車両 6 2 2 をベース 6 0 8 に固定的に関連付けることができる。移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 の外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとる場合、自律的な車両 6 2 2 は、製造環境 1 0 0 のフロア 3 0 0 を横切って移動プラットフォーム 6 0 6 を駆動することができる。

【 0 1 8 5 】

いくつかの場合、プラットフォーム移動システム 6 2 0 は、トラックシステム 6 2 3 の

50

形態をとることができる。移動プラットフォーム 606 が図 4 の内部移動プラットフォーム 406 の形態をとる場合、胴体アセンブリ 114 の内部の床 621 を横切って移動プラットフォーム 606 を移動させるためにトラックシステム 623 を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、移動プラットフォーム 606 をタワー 332 上のホーム位置 624 から床 621 へと駆動するためにトラックシステム 623 を使用することができる。

【0186】

例えば、これに限られるわけではないが、コンピューター数値制御 (CNC) を使用してトラックシステム 623 を制御することができる。このコンピューター数値制御にもとづいて、床 621 に対する種々の所定の位置へトラックシステム 623 を移動させることができる。

10

【0187】

制御システム 136 は、胴体アセンブリ 114 に対するエンドエフェクタ 602 の位置決めを制御するために、計測システム 601 から受信されるデータ 600 を使用することができる。特に、制御システム 136 は、胴体アセンブリ 114 に対するエンドエフェクタ 602 の位置決めを制御するために、胴体アセンブリ 114 に対するベース 608、ロボットベース 610、及びロボット装置 604 の移動を制御することができる。図 1 において上述したように、制御システム 136 を図 1 の一式のコントローラ 140 で構成することができる。

【0188】

20

図示のとおり、計測システム 601 は、図 1 におけるセンサーシステム 133 の一実施の例であってよい。データ 600 は、図 1 におけるデータ 141 の一実施の例であってよい。図示のとおり、計測システム 601 は、図 1 に示されるとおりのレーザートラッキングシステム 135 と、図 1 に示されるとおりのレーダシステム 137 と、視覚システム 625 とを含むことができる。

【0189】

レーザートラッキングシステム 135 は、任意の数のレーザートラッキング装置及びレーザータラゲットを含むことができる。この例示の例において、レーザートラッキングシステム 135 は、一式のレーザートラッキング装置 626、胴体レーザータラゲット 628、及びプラットフォームレーザータラゲット 630 を含むことができる。一式のレーザートラッキング装置 626 をタワー 332 に関連付けることができる。実施例に応じて、一式のレーザートラッキング装置 626 の一部分を図 3 の第 1 のタワー 334 の形態のタワー 332 に関連付けることができる一方で、一式のレーザートラッキング装置 626 の別の一部分を図 3 の第 2 のタワー 336 の形態のタワー 332 に関連付けることができる。

30

【0190】

複数の胴体レーザータラゲット 628 を胴体アセンブリ 114 に関連付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、胴体レーザータラゲット 628 の各々を図 1 及び図 2 における複数のパネル 120 のうちのパネル、図 1 の複数の部材 122 のうちの部材、又は胴体アセンブリ 114 に関連付けられた何らかの他の種類の構造物、のうちの少なくとも 1 つに関連付けることができる。この例示の例において、胴体レーザータラゲット 628 を胴体アセンブリ 114 の内部 236 に取り付けることができる。しかしながら、他の例示の例においては、胴体レーザータラゲット 628 の少なくとも一部を胴体アセンブリ 114 の外側 234 に取り付けることができる。

40

【0191】

プラットフォームレーザータラゲット 630 を移動プラットフォーム 606 に関連付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、プラットフォームレーザータラゲット 630 を、ベース 608、ロボットベース 610、エンドエフェクタ 602、いくつかのツール 614 のうちの 1 つ、或いは移動プラットフォーム 606 に関連付けられた何らかの他の部材、要素、又はユニット、のうちの少なくとも 1 つに取り付けることができる。

50

できる。一例示の例では、プラットフォームレーザーターゲット 6 3 0 の少なくとも一部をロボットベース 6 1 0 に関連付けることができる。

【 0 1 9 2 】

レーダーシステム 1 3 7 は、任意の数のレーダーセンサー及び任意の数のレーダーターゲットを含むことができる。この例示の例において、レーダーシステム 1 3 7 は、一式のレーダーセンサー 6 3 2 及びいくつかのレーダーターゲット 6 3 4 を含むことができる。一式のレーダーセンサー 6 3 2 をプラットフォーム移動システム 6 2 0 又は移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 の少なくとも一方に関連付けることができる。いくつかのレーダーターゲット 6 3 4 を胴体アセンブリ 1 1 4 の支持に使用される組み立てフィクスチャ 3 2 4 に関連付けることができる。一例示の例として、いくつかのレーダーターゲット 6 3 4 のうちの少なくとも 1 つを、組み立てフィクスチャ 3 2 4 を構成する図 3 のいくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 の各々に関連付けることができる。

10

【 0 1 9 3 】

視覚システム 6 2 5 は、任意の数の撮像システムを含むことができる。例えば、これに限られるわけではないが、視覚システム 6 2 5 は、ロボット装置 6 0 4 に関連付けられた撮像システム 6 3 5 を含むことができる。いくつかの場合、撮像システム 6 3 5 をエンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けることができる。

【 0 1 9 4 】

制御システム 1 3 6 は、エンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けられたいくつかのツール 6 1 4 のうちの少なくとも 1 つを使用して胴体アセンブリ 1 1 4 について 1 つ以上の組み立て作業を実行できるように、エンドエフェクタ 6 0 2 を位置決めするためにデータ 6 0 0 を使用することができる。この例示の例では、いくつかのツール 6 1 4 を一式の締め具 6 3 6 を設置するために使用することができる。図示のとおり、一式の締め具 6 3 6 を胴体アセンブリ 1 1 4 の領域 6 3 8 に設置することができる。

20

【 0 1 9 5 】

制御システム 1 3 6 は、一式の基準点 6 4 0 にもとづいて、一式の締め具 6 3 6 の各々を設置すべき領域 6 3 8 内の位置を特定することができる。一式の基準点 6 4 0 は、基準点 6 4 2 を含むことができる。いくつかの場合、基準点 6 4 2 は、第 1 の基準点 6 4 4 の形態をとることができ、一式の基準点 6 4 0 は、第 2 の基準点 6 4 6 を更に含むことができる。

30

【 0 1 9 6 】

一例示の例において、一式の基準点 6 4 0 の各々は、基準締め具上の点であってよい。基準点 6 4 2 は、基準締め具 6 4 5 上の点であってよい。一式の基準点 6 4 0 を胴体アセンブリ 1 1 4 の外側 2 3 4 において視認できる場合、一式の基準点 6 4 0 を一式の外部基準点と称することができる。一式の基準点 6 4 0 を胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 において視認できる場合、一式の基準点 6 4 0 を一式の内部基準点と称することができる。

【 0 1 9 7 】

基準点 6 4 2 が第 1 の基準点 6 4 4 の形態をとる場合、第 1 の基準点 6 4 4 は、第 1 の基準締め具 6 4 8 上の点であってよい。第 2 の基準点 6 4 6 は、第 2 の基準締め具 6 5 0 上の点であってよい。いくつかの場合、第 1 の基準点 6 4 4 及び第 2 の基準点 6 4 6 は、それぞれ第 1 の基準締め具 6 4 8 及び第 2 の基準締め具 6 5 0 の端部における中心点であってよい。

40

【 0 1 9 8 】

移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 における内部移動プラットフォーム 4 0 6 の形態をとる場合、第 1 の基準点 6 4 4 及び第 2 の基準点 6 4 6 は、それぞれ第 1 の基準締め具 6 4 8 及び第 2 の基準締め具 6 5 0 のうちの内部において視認可能な端部における中心点であってよい。移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 における外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとる場合、第 1 の基準点 6 4 4 及び第 2 の基準点 6 4 6 は、それぞれ第 1 の基準締め具 6 4 8 及び第 2 の基準締め具 6 5 0 のうちの外部において視認可能な端部における中心点であってよい。

50

## 【 0 1 9 9 】

基準点 6 4 2 を胴体アセンブリ 1 1 4 上の基準位置 6 5 2 に物理的に位置させることができる。基準位置 6 5 2 を胴体アセンブリ 1 1 4 上の基準点 6 4 2 の真の基準位置又は真の物理的箇所と称することができる。

## 【 0 2 0 0 】

基準点 6 4 2 が第 1 の基準点 6 4 4 の形態をとる場合、基準位置 6 5 2 は、第 1 の基準位置 6 5 4 の形態をとることができる。換言すると、第 1 の基準点 6 4 4 は、胴体アセンブリ 1 1 4 上の第 1 の基準位置 6 5 4 に物理的に位置することができる。特に、第 1 の基準点 6 4 4 は、胴体アセンブリ 1 1 4 上の第 2 の基準位置 6 5 5 において視認可能であってよい。

10

## 【 0 2 0 1 】

第 2 の基準点 6 4 6 は、胴体アセンブリ 1 1 4 上の第 2 の基準位置 6 5 5 に物理的に位置することができる。この例示の例において、第 2 の基準点 6 4 6 は、胴体アセンブリ 1 1 4 上の第 2 の基準位置 6 5 5 において視認可能であってよい。第 1 の基準位置 6 5 4 及び第 2 の基準位置 6 5 5 は、それぞれ第 1 の基準点 6 4 4 及び第 2 の基準点 6 4 6 の真の物理的箇所であってよい。

## 【 0 2 0 2 】

これらの例示の例において、一式の締め具 6 3 6 を設置すべき胴体アセンブリ 1 1 4 上の 1 つ以上の所望の位置の各々にエンドエフェクタ 6 0 2 を正確に位置決めするために、制御システム 1 3 6 は、エンドエフェクタ 6 0 2 のマクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、ミクロな位置決め 6 6 0、又はこれらの何らかの組み合わせを実行することができる。制御システム 1 3 6 によって制御されるマクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 は、図 7 において更に詳しく後述される。

20

## 【 0 2 0 3 】

次に図 7 を参照すると、例示の実施形態による図 6 の制御システム 1 3 6 によって実行されるマクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 の図が示されている。この例示の例において、図 6 におけるエンドエフェクタ 6 0 2 のマクロな位置決め 6 5 6 を図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 のマクロな位置決めによって実行することができる。

## 【 0 2 0 4 】

30

図 6 に示した製造環境 1 0 0 のフロア 3 0 0 又は図 6 に示した胴体アセンブリ 1 1 4 の内部の床 6 2 1 に対して図 6 に示した移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 を移動させることによって、マクロな位置決め 6 5 6 を実行することができる。例えば、これに限られるわけではないが、図 1 における製造環境 1 0 0 のフロア 3 0 0 を横切ってベース 6 0 8 を駆動することによって、ベース 6 0 8 をマクロに位置決めすることができる。

## 【 0 2 0 5 】

いくつかの場合、一式のレーダーセンサー 6 3 2 から受信されるレーダーデータ 7 0 0 を使用して、マクロな位置決め 6 5 6 を実行することができる。レーダーデータ 7 0 0 は、例えば、これに限られるわけではないが、一式のレーダーセンサー 6 3 2 のうちの少なくとも 1 つと、いくつかのレーダーターゲット 6 3 4 のうちの 1 つなどの検出されたレーダーターゲットとの間の距離の少なくとも 1 つの測定値を含むことができる。制御システム 1 3 6 は、レーダーデータ 7 0 0 を処理し、いくつかのマクロ命令 7 0 2 を生成することができる。例えば、図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 に関連付けられた図 6 のプラットフォーム移動システム 6 2 0 によって、いくつかのマクロ命令 7 0 2 を処理することができる。いくつかのマクロ命令 7 0 2 は、図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 のベース 6 0 8 を胴体アセンブリ 1 1 4 に対する位置に対して移動させるように、図 6 のプラットフォーム移動システム 6 2 0 を制御することができる。

40

## 【 0 2 0 6 】

図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 における外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとる場合、いくつかのマクロ命令 7 0 2 は、いくつかの外部マクロ命令 7 0 4 の形

50

態をとることができる。いくつかの外部マクロ命令 704 は、図 6 におけるプラットフォーム移動システム 620 の移動を制御することができる。特に、いくつかの外部マクロ命令 704 は、プラットフォーム移動システム 620 による図 6 のベース 608 の図 6 の製造環境 100 のフロア 300 に対する移動を生じさせることができる。図 6 の移動プラットフォーム 606 が図 4 における内部移動プラットフォーム 406 の形態をとる場合、いくつかのマクロ命令 702 は、いくつかの内部マクロ命令 706 の形態をとることができる。いくつかの内部マクロ命令 706 は、図 6 のプラットフォーム移動システム 620 の移動を制御することができる。特に、いくつかの内部マクロ命令 706 は、プラットフォーム移動システム 620 による図 6 のベース 608 の図 6 の胴体アセンブリ 114 の内部の床 621 に対する移動を生じさせることができる。

10

#### 【0207】

いくつかの場合、マクロな位置決め 656 は、図 6 のロボットベース 610 の図 6 のベース 608 に対する移動の制御を含むことができる。例えば、いくつかの場合に、ロボットベース 610 を図 6 の移動プラットフォーム 606 のベース 608 に対して移動させるように図 6 のロボットベース 610 に関連付けられた移動システム（図示されていない）に対して更に命令するために、いくつかのマクロ命令 702 を使用することができる。一例示の例では、図 6 のロボットベース 610 を図 6 の支持構造体 612 に沿って鉛直方向に移動させることができる。いくつかの場合、この種の位置決めを、図 1 の胴体アセンブリ 114 に対するロボットベース 610 の組み立てステーション（図示されていない）における位置決めと称することができる。

20

#### 【0208】

これらの例示の例において、マクロな位置決め 656 の後にメソな位置決め 658 を実行することができる。レーザートラッキングシステム 135 の一式のレーザートラッキング装置 626 によって生成されるレーザー測定データ 708 を使用して、メソな位置決め 658 を実行することができる。メソな位置決め 658 は、図 6 に示した胴体アセンブリ 114 の構成 710 の割り出しを含むことができる。構成 710 を、他の例示の例では、胴体アセンブリ構成と称することもできる。

#### 【0209】

図 6 に示した胴体アセンブリ 114 に関連付けられた胴体レーザーターゲット 628 の胴体ターゲット位置 712 にもとづいて、胴体アセンブリ 114 の構成 710 を割り出すことができる。制御システム 136 は、レーザー測定データ 708 にもとづいて胴体ターゲット位置 712 を特定することができる。胴体レーザーターゲット 628 を、互いに対する既知の構成にて図 6 に示した胴体アセンブリ 114 に関連付けることができる。換言すると、互いに対する胴体ターゲット位置 712 が、既知であってよい。

30

#### 【0210】

制御システム 136 は、図 6 に示した胴体アセンブリ 114 について胴体アセンブリ 114 の基準座標系 715 からの逸脱（あれば）を割り出すために、胴体ターゲット位置 712 を使用することができる。基準座標系 715 を胴体アセンブリ 114 の公称座標系と称することもできる。一例示の例において、基準座標系 715 は、図 6 の胴体アセンブリ 114 のコンピューターモデル（図示されていない）にもとづくことができる。

40

#### 【0211】

図 6 に示した胴体アセンブリ 114 の構成 710 は、図 1 及び図 6 において説明したとおり胴体アセンブリ 114 を構成する図 1 の複数のパネル 120 及び複数の部材 122 の互いに対する構成を含むことができる。このやり方で、構成 710 は、基準座標系 715 からの胴体アセンブリ 114 の逸脱（あれば）を根本的に捕捉することができる胴体アセンブリ 114 の実際の構成を表すことができる。

#### 【0212】

一例示の例では、一式のレーザートラッキング装置 626 を、胴体レーザーターゲット 628 のうちの少なくとも 3 つを走査及び検出するために使用することができる。次いで、一式のレーザートラッキング装置 626 によって生成されるレーザー測定データ 708

50

にもとづき、選択された公差の範囲内で、制御システム 136 によってこれら 3 つの胴体レーザーターゲットの位置を特定することができる。ひとたびこれら 3 つの胴体レーザーターゲットの位置が知られると、制御システム 136 は、選択された公差の範囲内で胴体レーザーターゲット 628 の残りの部分の位置を割り出すことが可能であってよい。

【0213】

制御システム 136 は、図 6 の移動プラットフォーム 606 に関連付けられたプラットフォームレーザーターゲット 630 のプラットフォームターゲット位置 714 を、胴体レーザーターゲット 628 の特定と同様のやり方で特定することができる。図 6 における移動プラットフォーム 606 が図 4 の外部移動プラットフォーム 404 の形態をとる場合、プラットフォームレーザーターゲット 630 及びプラットフォームターゲット位置 714 をそれぞれ外部プラットフォームレーザーターゲット及び外部プラットフォームターゲット箇所と称することができる。図 6 における移動プラットフォーム 606 が図 4 の内部移動プラットフォーム 406 の形態をとる場合、プラットフォームレーザーターゲット 630 及びプラットフォームターゲット位置 714 を、それぞれ内部プラットフォームレーザーターゲット及び内部プラットフォームターゲット位置と称することができる。

【0214】

制御システム 136 は、プラットフォームターゲット位置 714 にもとづいて図 6 のエンドエフェクタ 602 の現在位置 718 を特定することができる。例えば、これに限られるわけではないが、プラットフォームターゲット位置 714 は、図 6 のロボットベース 610 に関連付けられたプラットフォームレーザーターゲット 630 の一部分についての位置を含むことができる。制御システム 136 は、プラットフォームターゲット位置 714 を使用して、構成 710 に対するロボットベース 610 の現在のベース位置 720 を特定することができる。次いで、任意のいくつかの変換、運動方程式、エンコーダーデータ、又はこれらの組み合わせを使用して、現在のベース位置 720 にもとづいて図 6 の胴体アセンブリ 114 に対する図 6 のエンドエフェクタ 602 の現在位置 718 を特定することができる。

【0215】

いくつかの場合、図 6 のプラットフォームレーザーターゲット 630 の一部分を図 6 のエンドエフェクタ 602 に関連付けることができる。したがって、プラットフォームターゲット位置 714 は、プラットフォームレーザーターゲット 630 のこの部分に対応する位置を含むことができる。いくつかの例示の例において、制御システム 136 は、エンドエフェクタ 602 に関連付けられたプラットフォームレーザーターゲット 630 の一部分の位置にもとづいて現在位置 718 を特定することができる。

【0216】

一例示の例において、図 6 におけるエンドエフェクタ 602 の現在位置 718 は、図 6 の移動プラットフォーム 606 のベース 608 に対する初期設定位置 716 であってよい。この例において、エンドエフェクタ 602 は、マクロな位置決め 656 の最中及び後に、図 6 のベース 608 に対する初期設定位置 716 を有することができる。

【0217】

次いで、制御システム 136 は、エンドエフェクタ 602 を現在位置 718 から他の位置へと移動させることによって、図 6 のエンドエフェクタ 602 のメソな位置決めを行うことができる。一例示の例として、制御システム 136 は、一式の予想基準位置 722 を特定するために構成 710 を使用することができる。一式の予想基準位置 722 は、構成 710 にもとづく図 6 の一式の基準点 640 の各々についての図 6 の胴体アセンブリ 114 における予想位置を含むことができる。

【0218】

例えば、これに限られるわけではないが、図 6 の一式の基準点 640 は、基準座標系 715 に関して互いに対する所定の位置を有することができる。しかしながら、図 6 に示される組み立てフィクスチャ 324 上での胴体アセンブリ 114 の製作において、一式の基準点 640 の物理的な位置は、これらの所定の位置からずれるかもしれない。

## 【 0 2 1 9 】

制御システム 1 3 6 は、胴体ターゲット位置 7 1 2 にもとづいて割り出される構成 7 1 0 を使用して、図 6 の一式の基準点 6 4 0 について一式の予想基準位置 7 2 2 を算出することができる。一式の予想基準位置 7 2 2 の各々は、図 6 の一式の基準点 6 4 0 のうちの対応する 1 つについての真の物理的位置の選択された公差の範囲内に位置することができる。予想基準位置 7 2 5 が、一式の予想基準位置 7 2 2 のうちの 1 つの予想基準位置の例であってよい。一例示の例では、予想基準位置 7 2 5 を、図 6 の基準点 6 4 2 について算出することができる。

## 【 0 2 2 0 】

一例示の例では、選択された公差は、例えば、これに限られるわけではないが、約 0 . 5 インチ～約 3 インチの範囲内であってよい。一例示の例として、基準点 6 4 2 について制御システム 1 3 6 によって算出される予想基準位置 7 2 5 と、図 6 における基準点 6 4 2 の基準位置 6 5 2 との間の差が、約 0 . 5 インチ未満、約 1 インチ未満、約 1 . 5 インチ未満、約 2 . 0 インチ未満、又は何らかの他の選択された公差の範囲内であってよい。

## 【 0 2 2 1 】

図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 の外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとる場合、図 6 における一式の基準点 6 4 0 は、図 6 の胴体アセンブリ 1 1 4 の外側 2 3 4 に沿うことができ、一式の予想基準位置 7 2 2 を一式の外部予想基準位置 7 2 4 と称することができる。図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 の内部移動プラットフォーム 4 0 6 の形態をとる場合、図 6 における一式の基準点 6 4 0 は、図 6 の胴体アセンブリ 1 1 4 の内部 2 3 6 に沿うことができ、一式の予想基準位置 7 2 2 を一式の内部予想基準位置 7 2 6 と称することができる。

## 【 0 2 2 2 】

制御システム 1 3 6 は、図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 について現在位置 7 1 8 から一式の予想基準位置 7 2 2 のうちの 1 つに対する位置への移動を制御するためのいくつかのメソ命令 7 2 8 を生成することができる。例えば、これに限られるわけではないが、いくつかのメソ命令 7 2 8 を図 6 のロボット装置 6 0 4 に送信することができる。次いで、図 6 のロボット装置 6 0 4 は、図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 を、図 6 の胴体アセンブリ 1 1 4 に対する現在位置 7 1 8 から予想基準位置 7 2 5 に対する位置へと移動させることができる。

## 【 0 2 2 3 】

図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 における外部移動プラットフォーム 4 0 4 の形態をとる場合、いくつかのメソ命令 7 2 8 をいくつかの外部メソ命令 7 3 0 と称することができる。図 6 の移動プラットフォーム 6 0 6 が図 4 における内部移動プラットフォーム 4 0 6 の形態をとる場合、いくつかのメソ命令 7 2 8 をいくつかの内部メソ命令 7 3 2 と称することができる。

## 【 0 2 2 4 】

ひとたび図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 について予想基準位置 7 2 5 に対するメソな位置決めが行われると、制御システム 1 3 6 は、ミクロな位置決め 6 6 0 を実行することができる。エンドエフェクタ 6 0 2 のミクロな位置決め 6 6 0 は、図 6 におけるいくつかのツール 6 1 4 のうちの少なくとも 1 つのミクロな位置決め又は図 6 におけるツール中心点 6 1 8 のミクロな位置決めの少なくとも一方のミクロな位置決め 6 6 0 を含むことができる。いくつかの場合、エンドエフェクタ 6 0 2 のミクロな位置決めは、基本的に、図 6 のツール中心点 6 1 8 をミクロに位置決めすることができる。

## 【 0 2 2 5 】

視覚システム 6 2 5 を使用してミクロな位置決め 6 6 0 を実行することができる。例えば、撮像システム 6 3 5 によって生成される撮像データ 7 3 6 を使用してミクロな位置決め 6 6 0 を実行することができる。

## 【 0 2 2 6 】

撮像データ 7 3 6 を制御システム 1 3 6 によって処理し、選択された公差の範囲内で図

10

20

30

40

50



6の一式の基準点640について一式の実際の基準位置738を特定することができる。この例示の例において、図6の一式の基準点640についての一式的実際の基準位置738の各々は、胴体アセンブリ114の構成710に関する一式の基準点640の各々についての真の物理的位置の選択された公差の範囲内の計算値であってよい。

【0227】

例えば、これに限られるわけではないが、図6のエンドエフェクタ602について、図6の基準点642についての予想基準位置725に対するメソな位置決めが行われた後で、制御システム136は、基準点642の撮像データ736を生成することができる。一例示の例において、撮像システム635は、図6の基準点642を捕捉する撮像システム635の視野内の胴体アセンブリ114上の領域の画像を生成することができる。次いで、制御システム136は、撮像データ736を使用して、図6の基準点642の実際の基準位置740を算出することができる。制御システム136によって算出される実際の基準位置740は、選択された公差の範囲内で、図6の基準点642の真の物理的位置であってよい図6の基準点642の基準位置652に一致することができる。

10

【0228】

このように、一式の予想基準位置722の各々に対して図6のエンドエフェクタ602を位置決めすることができる。一式の予想基準位置722の各々に対して位置決めされたエンドエフェクタ602の撮像データ736を生成することができる。制御システム136は、撮像データ736を使用して、一式の実際の基準位置738を算出することができる。一例示の例として、図6の一式の基準点640が図6の外側234に沿う場合に、一式の実際の基準位置738を一式の実際の外部基準位置742と称することができる。図6の一式の基準点640が図6の内部236に沿っている場合に、一式の実際の基準位置738を一式の実際の内部基準位置744と称することができる。

20

【0229】

制御システム136は、一式の実際の基準位置738を使用して、胴体アセンブリ114上の一式的作業位置750を算出することができる。一式の作業位置750の各々は、組み立て作業が実行されるべき図6の胴体アセンブリ114上の位置であってよい。例えば、一式の作業位置750の各々は、図4の固定プロセス424が実行されるべき図6の胴体アセンブリ114上の位置であってよい。1つの具体例として、一式の作業位置750の各々は、図6の一式の締め具636のうちの対応する1つが設置されるべき図6の胴体アセンブリ114上の位置であってよい。図4の作業位置427は、一式の作業位置750のうちの1つの作業位置の例であってよい。

30

【0230】

図6の移動プラットフォーム606が図4における外部移動プラットフォーム404の形態をとる場合、一式の作業位置750を一式の外部作業位置752と称することができる。図6の移動プラットフォーム606が図4における内部移動プラットフォーム406の形態をとる場合、一式の作業位置750を一式の内部作業位置754と称することができる。

【0231】

制御システム136は、図2のエンドエフェクタ602を一式の作業位置750の各々に対して位置決めするためのいくつかのマイクロ命令760を生成することができる。図6の移動プラットフォーム606が図4における外部移動プラットフォーム404の形態をとる場合、いくつかのマイクロ命令760をいくつかの外部マイクロ命令762と称することができる。図6の移動プラットフォーム606が図4における内部移動プラットフォーム406の形態をとる場合、いくつかのマイクロ命令760をいくつかの内部マイクロ命令764と称することができる。

40

【0232】

一例示の例において、制御システム136は、図6の一式の締め具636のうちの対応する1つを設置することができるように、エンドエフェクタ602を一式の作業位置750の各々に対して位置決めすることができる。特に、図6のエンドエフェクタ602を一

50

式の作業位置 7 5 0 の各々に正確に位置決めすることができる。

【 0 2 3 3 】

いくつかの場合、計測システム 6 0 1 は、方向センサーシステム 7 5 6 を含むことができる。方向センサーシステム 7 5 6 は、図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 又は図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けられたツール 6 1 6 が図 6 の胴体アセンブリ 1 1 4 の表面に対して実質的に垂直に向いているか否かを判断するための任意のいくつかのセンサー装置を含むことができる。これらの場合、制御システム 1 3 6 は、ミクロな位置決め 6 6 0 の一部として、方向センサーシステム 7 5 6 によって生成される方向データ 7 5 8 を処理することができる。このように、いくつかのミクロ命令 7 6 0 は、一式の作業位置 7 5 0 の各々に対する図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 の位置決めを、エンドエフェクタ 6 0 2 又は図 6 のエンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けられたツール 6 1 6 が各々の位置において図 6 の胴体アセンブリ 1 1 4 の表面に対して実質的に垂直な向きとなるように制御することもできる。

10

【 0 2 3 4 】

制御システム 1 3 6 は、マクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 を 2 つのエンドエフェクタについて同時に実行することができる。一例示の例において、制御システム 1 3 6 は、マクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 を図 4 の外部移動プラットフォーム 4 0 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 及び図 4 の内部移動プラットフォーム 4 0 6 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 について同時に実行することができる。

20

【 0 2 3 5 】

最終的に、制御システム 1 3 6 は、図 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 のための一式の外部作業位置 7 5 2 及び図 4 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 のための一式の内部作業位置 7 5 4 を算出することができる。制御システム 1 3 6 は、一式の外部作業位置 7 5 2 及び一式の内部作業位置 7 5 4 が互いの選択された公差の範囲内となるように、マクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 を実行することができる。このやり方で、一式の外部作業位置 7 5 2 及び一式の内部作業位置 7 5 4 を、一式の締め具 6 3 6 を設置することができる最終的な一式の位置と考えることができる。

【 0 2 3 6 】

いくつかの例示の例においては、一式の実際の基準位置 7 3 8 にもとづく一式の作業位置 7 5 0 の算出において、いくつかの変換 7 4 8 を使用することができる。いくつかの変換 7 4 8 は、一式の外部作業位置 7 5 2 が選択された公差の範囲内で一式の内部作業位置 7 5 4 に一致することを保証することができる。

30

【 0 2 3 7 】

実施例に応じて、一式の外部作業位置 7 5 2 又は一式の内部作業位置 7 5 4 を図 6 の一式の締め具 6 3 6 のための最終的な一式の位置と考えることができる。例えば、これに限られるわけではないが、図 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 は、一式の外部作業位置 7 5 2 のうちの 1 つにおいて図 4 において説明したとおりの穿孔作業 4 2 8 及び締め具挿入作業 4 3 0 を実行することができる。次いで、図 4 の第 1 のエンドエフェクタ 4 1 0 に関連付けられた第 1 のツール 4 1 1 及び図 4 の第 2 のエンドエフェクタ 4 1 8 に関連付けられた第 2 のツール 4 1 9 は、第 1 のツール 4 1 1 を一式の外部作業位置 7 5 2 のうちの特定の 1 つに位置させ、第 2 のツール 4 1 9 を一式の内部作業位置 7 5 4 のうちの対応する 1 つに位置させて、図 4 において説明した締め具据え付け作業 4 3 2 を協働して実行することができる。一式の内部作業位置 7 5 4 のうちの対応する 1 つは、図 4 の締め具据え付け作業 4 3 2 によって据え付けられる締め具が選択された要件を満たすように、選択された公差の範囲内で一式の外部作業位置 7 5 2 のうちの特定の 1 つに一致することができる。

40

【 0 2 3 8 】

図 1 ~ 図 7 の説明は、例示の実施形態を実施できるやり方について、物理的又は構造的な限定を意味するものではない。例示の構成要素に加え、或いは例示の構成要素に代えて

50

、他の構成要素を使用することが可能である。いくつかの構成要素は、随意であってよい。また、ブロックは、何らかの機能的な構成要素を示すために提示されている。これらのブロックの1つ以上を、例示の実施形態において実行されるときに、異なるブロックに組み合わせることができ、分割することができ、或いは組み合わせて分割することができる。

【0239】

例えば、いくつかの場合には、2つ以上のフレキシブル製造システムが、製造環境100内に存在することができる。製造環境100において複数の胴体アセンブリを製作するためにこれらの複数のフレキシブル製造システムを使用することができる。他の例示の例において、フレキシブル製造システム106は、複数の胴体アセンブリを製造環境100において製作できるよう、複数のクレードルシステムを含むことができ、複数のタワーシステムを含むことができ、複数のユーティリティシステムを含むことができ、複数の自律的なツールシステムを含むことができ、複数の自律的な車両を複数含むことができる。

10

【0240】

いくつかの例示の例において、ユーティリティシステム138は、フレキシブル製造システム106とは別であると考えられる複数のユーティリティフィクスチャを含むことができる。これらの複数のユーティリティフィクスチャの各々を、フレキシブル製造システム106及び任意のいくつかの他のフレキシブル製造システムとともに使用されるように構成することができる。

【0241】

20

加えて、複数の移動システム134における移動システム種々の結合を、これらの例示の例において、自律的に実行することができる。しかしながら、他の例示の例においては、複数の移動システム134のうちの1つの移動システムについて、複数の移動システム134のうちの別の移動システムへの結合を、他の例示の例においては手動で実行することができる。

【0242】

更に、他の例示の例では、複数の移動システム134のうちの1つ以上が、例えば、これに限られるわけではないが、作業者によって駆動可能であってよい。例えば、これに限られるわけではないが、いくつかの場合には、第1のタワー334が、人間の案内によって駆動可能であってよい。

30

【0243】

いくつかの場合、胴体アセンブリ114の外側234又は内部236のいずれかに配置された複数の移動プラットフォーム344のうちのただ1つを使用し、複数の移動プラットフォーム344のうちの他の移動プラットフォームのいかなる助け又は協調も必要とすることなく締め具438を据え付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリ114の内部236に対して配置されたいくつかの内部移動プラットフォーム402のうちの対応する1つとの協働を必要とすることなく、外側234に対して配置されたいくつかの外部移動プラットフォーム400のうちのただ1つを締め具438の据え付けに使用することができる。実施例に応じて、このただ1つの外部移動プラットフォームについて、胴体アセンブリ114の内部236に位置する作業者との協働が、締め具438を完全に据え付けるために必要であっても、必要でなくてもよい。

40

【0244】

一例示の例として、内部ロボット装置416の使用を必要とすることなく、胴体アセンブリ114の外側234に締め具438を据え付けるために、外部移動プラットフォーム404の外部ロボット装置408に関連付けられた第1のエンドエフェクタ410に関連付けられる1つ以上のツールを使用することができる。特に、締め具438の据え付けのために、内部ロボット装置416に関連付けられた第2のエンドエフェクタ418を、必ずしも第1のエンドエフェクタ410と協調して胴体アセンブリ114の内部236に配置する必要はない。

【0245】

50

いくつかの場合、胴体アセンブリ 1 1 4 の外側 2 3 4 又は内部 2 3 6 のいずれかにおいて完全に実行することができる固定プロセス 4 2 4 を片側固定プロセスと称することができる。更に、いくつかの場合には、この形式の片側固定プロセスを使用して据え付けられた締め具を片側締め具と称することができる。

【 0 2 4 6 】

更に、計測システム 6 0 1 は、レーザートラッキングシステム 1 3 5、レーダーシステム 1 3 7、及び視覚システム 6 2 5 を含むものとして説明したが、計測システム 6 0 1 は、任意のいくつかのさまざまな種類のセンサー装置、測定装置、プローブ、又は他の種類の計器を含むことができる。更に、計測システム 6 0 1 は、図 1 のフレキシブル製造システム 1 0 6 及び製造環境に関して任意のいくつかの異なるやり方で構成することができる。計測システム 6 0 1 は、これらに限られるわけではないがマクロな位置決め 6 5 6、メソな位置決め 6 5 8、及びミクロな位置決め 6 6 0 を含む種々の位置決めのレベルについて所望の精度又は公差範囲を提供する任意のやり方で構成することができる。

10

【 0 2 4 7 】

次に図 8 を参照すると、製造環境の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、製造環境 8 0 0 は、図 1 の製造環境 1 0 0 の一実施の例であってよい。

【 0 2 4 8 】

図示のとおり、製造環境 8 0 0 は、保持環境 8 0 1 及び組み立て環境 8 0 2 を含むことができる。保持環境 8 0 1 は、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 が使用されていない場合に複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 を保管するための製造環境 8 0 0 のフロア 8 0 3 上の指定の領域であってよい。複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の各々は、図 1 及び図 3 ~ 図 5 に記載のフレキシブル製造システム 1 0 6 の一実施の例であってよい。特に、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の各々は、図 1 の自律的なフレキシブル製造システム 1 1 2 の一実施の例であってよい。

20

【 0 2 4 9 】

保持環境 8 0 1 は、複数の保持セル 8 0 4 を含むことができる。この例示の例において、複数の保持セル 8 0 4 の各々を、図 3 の保持領域 3 1 8 の一実施の例と考えることができる。他の例示の例においては、保持環境 8 0 1 の全体を、図 3 の保持領域 3 1 8 の一実施の例と考えることができる。

30

【 0 2 5 0 】

複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の各々を、複数の保持セル 8 0 4 のうちの対応する 1 つに収容することができる。特に、複数の保持セル 8 0 4 の各々を、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のうちの特定の 1 つに指定することができる。しかしながら、他の例示の例では、複数の保持セル 8 0 4 の任意の 1 つを、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の任意の 1 つを収容するために使用することができる。

【 0 2 5 1 】

図示のとおり、フレキシブル製造システム 8 0 8 が、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のうちの 1 つのフレキシブル製造システムの例であってよい。フレキシブル製造システム 8 0 8 は、図 1 及び図 3 の複数の移動システム 1 3 4 の一実施の例であってよい複数の移動システム 8 1 1 を含むことができる。

40

【 0 2 5 2 】

フレキシブル製造システム 8 0 8 を複数の保持セル 8 0 4 のうちの保持セル 8 1 0 に収容することができる。この例において、保持環境 8 0 1 のすべてを図 3 の保持領域 3 1 8 の一実施の例と考えることができる。しかしながら、他の例では、保持環境 8 0 1 内の複数の保持セル 8 0 4 の各々を図 3 の保持領域 3 1 8 の一実施の例と考えることができる。

【 0 2 5 3 】

製造環境 8 0 0 のフロア 8 0 3 は、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の種々の構成要素及びシステムを製造環境 8 0 0 のフロア 8 0 3 を横切って容易に自律的に駆動できるように、実質的に平滑であってよい。複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のうちの 1

50

つの使用準備の際に、そのフレキシブル製造システムを、保持環境 8 0 1 から組み立て環境 8 0 2 へとフロア 8 0 3 を横切って駆動することができる。

【 0 2 5 4 】

組み立て環境 8 0 2 は、胴体アセンブリを製作するためのフロア 8 0 3 上の指定の領域であってよい。複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のいずれも使用されていない場合には、組み立て環境 8 0 2 のフロア 8 0 3 を、実質的に開放且つ実質的に片付けられた状態に保つことができる。

【 0 2 5 5 】

図示のとおり、組み立て環境 8 0 2 は、複数の作業セル 8 1 2 を含むことができる。一例示の例において、複数の作業セル 8 1 2 の各々は、図 3 の組み立て領域 3 0 4 の一実施の例であってよい。したがって、複数の作業セル 8 1 2 の各々は、図 1 の胴体アセンブリ 1 1 4 を製作するための図 1 の組み立てプロセス 1 1 0 などの胴体組み立てプロセスを実行するように指定されてよい。他の例示の例においては、組み立て環境 8 0 2 の全体を、図 3 の組み立て領域 3 0 4 の一実施の例と考えることができる。

【 0 2 5 6 】

この例示の例では、複数の作業セル 8 1 2 の第 1 の部分 8 1 4 を、図 1 の前部胴体アセンブリ 1 1 7 などの前部胴体アセンブリの製作に指定することができる一方で、複数の作業セル 8 1 2 の第 2 の部分 8 1 6 を、図 1 の後部胴体アセンブリ 1 1 6 などの後部胴体アセンブリの製作に指定することができる。このやり方で、複数の作業セル 8 1 2 は、複数の胴体アセンブリを同時に製作することを可能にすることができる。実施例に応じて、これらの胴体アセンブリの製作を、複数の作業セル 8 1 2 において同時に、又は異なる時期に始めることができる。

【 0 2 5 7 】

一例示の例において、フレキシブル製造システム 8 0 8 に属する複数の移動システム 8 1 1 を、保持セル 8 1 0 から作業セル 8 1 3 へとフロア 8 0 3 を横切って駆動することができる。作業セル 8 1 3 において、複数の移動システム 8 1 1 を胴体アセンブリ（図示せず）の製作に使用することができる。フレキシブル製造システム 8 0 8 を使用してこの胴体アセンブリを製作できる 1 つのやり方の例は、図 9 ~ 図 1 9 において更に詳しく後述される。

【 0 2 5 8 】

いくつかの例示の例においては、センサーシステムを複数の作業セル 8 1 2 のうちの 1 つ以上に関連付けることができる。例えば、これに限られるわけではないが、いくつかの場合には、センサーシステム 8 1 8 を複数の作業セル 8 1 2 のうちの作業セル 8 1 9 に関連付けることができる。センサーシステム 8 1 8 によって生成されるセンサーデータを、作業セル 8 1 9 における胴体アセンブリの製作に指定された複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のうちの対応するフレキシブル製造システムの種々の移動システムの駆動を助けるために使用することができる。一例示の例において、センサーシステム 8 1 8 は、計測システム 8 2 0 の形態をとることができる。

【 0 2 5 9 】

実施例に応じて、センサーシステム 8 1 8 は、随意であってよい。例えば、これに限られるわけではないが、他のセンサーシステム（図示せず）が、複数の作業セル 8 1 2 のうちの他の作業セルに関連付けられる。センサーシステム 8 1 8 などのセンサーシステムの不使用は、複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 の種々の移動システムをフロア 8 0 3 を横切ってより自由に駆動するうえで役立つように、製造環境 8 0 0 のフロア 8 0 3 をより開放された片付いた状態に保つことを助けることができる。

【 0 2 6 0 】

図示のとおり、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 をフロア 8 0 3 に恒久的に取り付けることができる。複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 の各々は、図 1 のユーティリティフィクスチャ 1 5 0 の一実施の例であってよい。

【 0 2 6 1 】

複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 は、いくつかのユーティリティ供給源（この図には示されていない）とやり取りをすることができる。これらのユーティリティ供給源（図示せず）は、例えば、これに限られるわけではないが、フロア 8 0 3 の下方に位置することができる。ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 が、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 のうちの 1 つのユーティリティフィクスチャの例であってよい。

【 0 2 6 2 】

この例示の例において、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 の各々は、複数の作業セル 8 1 2 のうちの対応する 1 つに位置する。複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 のうちの任意の 1 つを、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 のうちの任意の 1 つへと駆動し、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 のうちの任意の 1 つとやり取りさせることができる。このやり方で、複数のユーティリティフィクスチャ 8 2 4 を、1 つ以上のユーティリティを複数のフレキシブル製造システム 8 0 6 に供給するために使用することができる。

10

【 0 2 6 3 】

次に図 9 ~ 図 1 9 を参照すると、図 8 からの製造環境 8 0 0 における胴体アセンブリの製作の図が、例示の実施形態に従って示されている。図 9 ~ 図 1 9 において、図 8 のフレキシブル製造システム 8 0 8 を胴体アセンブリの製作に使用することができる。胴体アセンブリの製作を図 8 の複数の作業セル 8 1 2 のうちの任意の 1 つにおいて実行することができる。例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリの製作を図 8 の複数の作業セル 8 1 2 の第 2 の部分 8 1 6 の作業セルのうちの 1 つにおいて実行することができる。

20

【 0 2 6 4 】

ここで図 9 に目を向けると、図 8 のユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に接続された第 1 のタワーの等角投影図が例示の実施形態に従って示されている。この例示の例においては、第 1 のタワー 9 0 0 をユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に接続することができる。第 1 のタワー 9 0 0 は、図 8 のフレキシブル製造システム 8 0 8 の複数の移動システム 8 1 1 のうちの 1 つの移動システムの例であってよい。特に、第 1 のタワー 9 0 0 は、図 3 の第 1 のタワー 3 3 4 の一実施の例であってよい。

【 0 2 6 5 】

第 1 のタワー 9 0 0 とユーティリティフィクスチャ 8 2 6 との間にインターフェイス 9 0 2 が形成されるように、第 1 のタワー 9 0 0 を電氣的及び物理的の少なくとも一方にてユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に接続することができる。インターフェイス 9 0 2 は、図 3 のインターフェイス 3 4 2 の一実施の例であってよい。

30

【 0 2 6 6 】

図示のとおり、第 1 のタワー 9 0 0 は、ベース構造体 9 0 4 を有することができる。ベース構造体 9 0 4 は、上部プラットフォーム 9 0 6 及び下部プラットフォーム 9 0 7 を含むことができる。いくつかの場合、上部プラットフォーム 9 0 6 及び下部プラットフォーム 9 0 7 を、それぞれ上部プラットフォームレベル及び下部プラットフォームレベルと称することができる。胴体アセンブリの内部の客室の床など、胴体アセンブリ（図示せず）の上部の床へのアクセスを作業者に提供するために、上部プラットフォーム 9 0 6 を使用することができる。胴体アセンブリの内部の貨物室の床など、胴体アセンブリ（図示せず）の下部の床へのアクセスを作業者に提供するために、下部プラットフォーム 9 0 7 を使用することができる。

40

【 0 2 6 7 】

この例示の例では、通路 9 0 8 が、図 8 のフロア 8 0 3 などのフロアから下部プラットフォーム 9 0 7 へのアクセスを提供することができる。通路 9 1 0 は、下部プラットフォーム 9 0 7 から上部プラットフォーム 9 0 6 へのアクセスを提供することができる。上部プラットフォーム 9 0 6 を動き回る作業者の保護のために、柵 9 1 2 が、上部プラットフォーム 9 0 6 に関連付けられている。下部プラットフォーム 9 0 7 を動き回る作業者の保護のために、柵 9 1 4 が下部プラットフォーム 9 0 7 に関連付けられている。

50

## 【0268】

自律的な車両916を使用して、第1のタワー900をフロア803を横切って自律的に駆動することができる。自律的な車両916は、この例では、自動案内車両(AGV)であってよい。自律的な車両916は、図3の複数の自律的な車両306のうちの1つの車両の例であってよい。図示のとおり、第1のタワー900を図8の保持環境801からユーティリティフィクスチャ826に対する選択されたタワー位置918へと駆動するために、自律的な車両916を使用することができる。選択されたタワー位置918は、図3における選択されたタワー位置338の一実施の例であってよい。

## 【0269】

第1のタワー900は、ひとたび選択されたタワー位置918へと自律的に駆動されると、ユーティリティフィクスチャ826に自動的に結合することができる。特に、第1のタワー900は、ユーティリティフィクスチャ826に電氣的及び物理的に結合し、インターフェイス902を形成することができる。この種の結合は、いくつかのユーティリティをユーティリティフィクスチャ826から第1のタワー900へと流すことを可能にできる。このやり方で、第1のタワー900及びユーティリティフィクスチャ826は、図1及び図5に記載の分散ユーティリティネットワーク144と同様の分散ユーティリティネットワークの少なくとも一部分を確立させることができる。

## 【0270】

次に図10を参照すると、クレードルシステムの等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、クレードルシステム1000は、図3のクレードルシステム308の一実施の例であってよい。更に、クレードルシステム1000は、図8のフレキシブル製造システム808の複数の移動システム811のうちの1つの移動システムの例であってよい。このやり方で、クレードルシステム1000は、図8の保持セル810に収容された複数の移動システム811のうちの1つの移動システムの例であってよい。

## 【0271】

図示のとおり、クレードルシステム1000をいくつかのフィクスチャ1003で構成することができる。いくつかのフィクスチャ1003は、図3のいくつかのフィクスチャ313の一実施の例であってよい。いくつかのフィクスチャ1003は、いくつかのクレードルフィクスチャ1002と、フィクスチャ1004とを含むことができる。いくつかのクレードルフィクスチャ1002は、図3のいくつかのクレードルフィクスチャ314の一実施の例であってよい。

## 【0272】

いくつかのクレードルフィクスチャ1002は、クレードルフィクスチャ1006、クレードルフィクスチャ1008、及びクレードルフィクスチャ1010を含むことができる。フィクスチャ1004を、クレードルフィクスチャ1006に固定に関連付けることができる。この例示の例では、フィクスチャ1004をクレードルフィクスチャ1006の一部と考えることができる。しかしながら、別の例示の例では、フィクスチャ1004をクレードルフィクスチャ1006とは別のフィクスチャと考えることができる。

## 【0273】

図示のとおり、クレードルフィクスチャ1006、クレードルフィクスチャ1008、及びクレードルフィクスチャ1010は、それぞれベース1012、ベース1014、及びベース1016を有する。いくつかの保持構造体1018をベース1012に関連付けることができる。いくつかの保持構造体1020をベース1014に関連付けることができる。いくつかの保持構造体1022をベース1016に関連付けることができる。いくつかの保持構造体1018、いくつかの保持構造体1020、及びいくつかの保持構造体1022の各々は、図3のいくつかの保持構造体326の実施の例であってよい。

## 【0274】

いくつかの保持構造体1018、いくつかの保持構造体1020、及びいくつかの保持構造体1022における各々の保持構造体は、その保持構造体によって受け止められるべ

10

20

30

40

50

き対応する胴体部分の曲率に実質的に一致する湾曲形状を有することができる。保持構造体 1023 は、いくつかの保持構造体 1020 のうちの 1 つの保持構造体の例であってよい。図示のとおり、保持構造体 1023 は、湾曲形状 1025 を有することができる。

#### 【0275】

保持構造体 1023 に係合する対応するキールパネル（図示せず）の曲率に一致するように湾曲形状 1025 を選択することができる。より具体的には、保持構造体 1023 は、保持構造体 1023 に係合する対応するキールパネル（図示せず）と実質的に同じ曲率半径を有することができる。

#### 【0276】

この例示の例において、複数の安定化部材 1024、複数の安定化部材 1026、及び複数の安定化部材 1028 を、それぞれベース 1012、ベース 1014、及びベース 1016 に関連付けることができる。それぞれベース 1012、ベース 1014、及びベース 1016 を製造環境 800 のフロア 803 に対して安定させるために、複数の安定化部材 1024、複数の安定化部材 1026、及び複数の安定化部材 1028 を使用することができる。

#### 【0277】

一例示の例において、これらの安定化部材は、それぞれのベースをフロア 803 に対して実質的に水平に保つことができる。更に、複数の安定化部材 1024、複数の安定化部材 1026、及び複数の安定化部材 1028 の各々は、それぞれのベースを、当該ベースが製造環境 800 の内部又は外部の新たな位置に移動させられるまで、実質的に支持することができる。一例示の例においては、複数の安定化部材 1024、複数の安定化部材 1026、及び複数の安定化部材 1028 の各々の安定化部材を油圧脚を使用して実現することができる。

#### 【0278】

図 2 の航空機 104 のための胴体アセンブリ 114 の複数の胴体部分 205 のうちの 1 つなど、航空機（図示せず）のための胴体アセンブリ（図示せず）の対応する胴体部分（図示せず）を支持及び保持するために、いくつかのフィクスチャ 1003 の各々を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、フィクスチャ 1004 は、ベース 1032 に関連付けられたプラットフォーム 1030 を有することができる。プラットフォーム 1030 を、実施例に応じて、航空機（図示せず）の前部胴体部分（図示せず）又は後部胴体部分（図示せず）を支持及び保持するように構成することができる。前部胴体部分（図示せず）は、胴体アセンブリ（図示せず）のうちの航空機（図示せず）の機首に最も近い部分であってよい。後部胴体部分（図示せず）は、胴体アセンブリ（図示せず）のうちの航空機（図示せず）の尾部に最も近い部分であってよい。

#### 【0279】

ここで図 11 を参照すると、図 10 のクレードルシステム 1000 を使用して形成され、図 9 の第 1 のタワー 900 に結合した組み立てフィクスチャの等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例においては、クレードルフィクスチャ 1010 が第 1 のタワー 900 に結合し、クレードルフィクスチャ 1010、クレードルフィクスチャ 1006、及びクレードルフィクスチャ 1008 が、互いに結合している。

#### 【0280】

クレードルフィクスチャ 1010、クレードルフィクスチャ 1008、及びクレードルフィクスチャ 1006 は、図 3 からのいくつかの対応する自律的な車両 316 などのいくつかの対応する自律的な車両（図示せず）を使用し、製造環境 800 のフロア 803 を横切って、それぞれ選択されたクレードル位置 1100、選択されたクレードル位置 1102、及び選択されたクレードル位置 1104 へと、自律的に駆動されていてよい。クレードルフィクスチャ 1006 の駆動は、フィクスチャ 1004 が図示のようにクレードルフィクスチャ 1006 の一部である場合、フィクスチャ 1004 の駆動も生じさせることができる。選択されたクレードル位置 1100、選択されたクレードル位置 1102、及び選択されたクレードル位置 1104 は、図 3 におけるいくつかの選択されたクレードル位



置 3 2 0 の一実施の例であってよい。

【 0 2 8 1 】

クレードルフィクスチャ 1 0 1 0、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8、及びクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 を選択されたクレードル位置 1 1 0 0、選択されたクレードル位置 1 1 0 2、及び選択されたクレードル位置 1 1 0 4 へとそれぞれ駆動した後で、いくつかの対応する自律的な車両（図示せず）を自律的に走り去らせることができる。他の例示の例では、いくつかの対応する自律的な車両（図示せず）が、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8、及びクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 の一部として一体化されていてもよい。

【 0 2 8 2 】

選択されたクレードル位置 1 1 0 0 は、第 1 のタワー 9 0 0 の選択されたタワー位置 9 1 8 に対する位置であってよい。クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 が第 1 のタワー 9 0 0 に対して選択されたクレードル位置 1 1 0 0 にある場合、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 を、インターフェイス 1 1 0 6 を形成すべく第 1 のタワー 9 0 0 に電氣的及び物理的に接続することができる。いくつかの場合、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 を、インターフェイス 1 1 0 6 を形成すべく第 1 のタワー 9 0 0 に自律的に接続することができる。一例示の例では、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 を第 1 のタワー 9 0 0 に自律的に結合させることによって、インターフェイス 1 1 0 6 を形成することができる。インターフェイス 1 1 0 6 は、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から第 1 のタワー 9 0 0 へと流れているいくつかのユーティリティをクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 へも流すことができるようにする電氣的及び物理的なインターフェイスであってよい。このやり方で、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 と第 1 のタワー 9 0 0 との間でいくつかのユーティリティを自律的に結合させることによって、インターフェイス 1 1 0 6 を形成することができる。インターフェイス 1 1 0 6 は、図 3 のインターフェイス 3 4 0 の一実施の例であってよい。この例示の例において、第 1 のタワー 9 0 0 に接続されるクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 を、一次クレードルフィクスチャ 1 1 1 1 と称することができる。

【 0 2 8 3 】

更に、図示のとおり、クレードルフィクスチャ 1 0 0 6、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8、及びクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 を、互いに接続することができる。特に、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8 を、インターフェイス 1 1 0 8 を形成するようにクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 に接続することができる。同様に、クレードルフィクスチャ 1 0 0 6 を、インターフェイス 1 1 1 0 を形成するようにクレードルフィクスチャ 1 0 0 8 に接続することができる。一例示の例では、インターフェイス 1 1 0 8 及びインターフェイス 1 1 1 0 の両方を、これらのクレードルフィクスチャを互いに自律的に結合させることによって形成することができる。

【 0 2 8 4 】

特に、インターフェイス 1 1 0 8 及びインターフェイス 1 1 1 0 は、いくつかのユーティリティをクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 からクレードルフィクスチャ 1 0 0 8 及びクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 へと流すことを可能にする電氣的及び物理的なインターフェイスの形態をとることができる。このやり方で、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 とクレードルフィクスチャ 1 0 0 8 との間でいくつかのユーティリティを自律的に結合させることによって、インターフェイス 1 1 0 8 を形成することができ、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8 とクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 との間でいくつかのユーティリティを自律的に結合させることによって、インターフェイス 1 1 1 0 を形成することができる。このやり方で、いくつかのユーティリティ 1 4 6 を、いくつかのクレードルフィクスチャ 3 1 4 のうちの隣り合うクレードルフィクスチャの間で自律的に結合させることができる。

【 0 2 8 5 】

このようにして、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6、第 1 のタワー 9 0 0、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8、及びクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 のすべてが上述のように直列に接続されたとき、いくつかのユーティリティを

10

20

30

40

50

、ユーティリティフィクスチャ 826 から下流へと、第 1 のタワー 900、クレードルフィクスチャ 1010、クレードルフィクスチャ 1008、及びクレードルフィクスチャ 1006 に分配することができる。この例示の例において、クレードルフィクスチャ 1006 へと流れる任意のユーティリティを、フィクスチャ 1004 にも分配することができる。

#### 【0286】

任意のいくつかの結合ユニット、構造部材、接続装置、ケーブル、他の種類の要素、又はこれらに組み合わせを、インターフェイス 1108 及びインターフェイス 1110 の形成に使用することができる。実施例に応じて、インターフェイス 1108 及びインターフェイス 1110 は、クレードルフィクスチャ 1010、クレードルフィクスチャ 1008、及びクレードルフィクスチャ 1006 を物理的及び電氣的の両方について互いに接続する結合ユニットの形態をとることができる。他の例示の例では、インターフェイス 1108 及びインターフェイス 1110 を、何らかの他のやり方で実現してもよい。

#### 【0287】

クレードルフィクスチャ 1010、クレードルフィクスチャ 1008、及びクレードルフィクスチャ 1006 が、それぞれ選択されたクレードル位置 1100、選択されたクレードル位置 1102、及び選択されたクレードル位置 1104 にあり、互いに接続されている場合、これらのクレードルフィクスチャは、組み立てフィクスチャ 1112 を協働して形成する。組み立てフィクスチャ 1112 は、図 3 における組み立てフィクスチャ 324 の一実施の例であってよい。このやり方で、第 1 のタワー 900 とクレードルフィクスチャ 1010 との間のインターフェイス 1106 を、第 1 のタワー 900 と組み立てフィクスチャ 1112 との間の電氣的及び物理的なインターフェイスと考えることもできる。

#### 【0288】

次に図 12 を参照すると、図 11 からの組み立てフィクスチャ 1112 によって支持されている胴体アセンブリの製作のための組み立てプロセスにおける一段階の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、組み立てフィクスチャ 1112 は、組み立てフィクスチャ 1112 上で製作される場合の胴体アセンブリ 1200 を支持することができる。

#### 【0289】

胴体アセンブリ 1200 は、図 1 の後部胴体アセンブリ 116 の一実施の例である後部胴体アセンブリであってよい。この例示の例において、胴体アセンブリ 1200 を途中まで組み立てることができる。胴体アセンブリ 1200 は、この例において、組み立ての初期の段階にあってよい。

#### 【0290】

組み立てプロセスのこの段階において、胴体アセンブリ 1200 は、端部パネル 1201 及び複数のキールパネル 1202 を含んでいる。端部パネル 1201 は、この例示の例では、先細りの円筒形を有することができる。このやり方で、端部パネル 1201 の一部分が、胴体アセンブリ 1200 のキール 1205 の一部を形成でき、端部パネル 1201 の別の部分が、胴体アセンブリ 1200 の側面（完全には示されていない）の一部を形成でき、端部パネル 1201 の更に別の部分が、胴体アセンブリ 1200 のクラウン（完全には示されていない）の一部を形成できる。

#### 【0291】

更に、図示のとおり、隔壁 1203 を、端部パネル 1201 に関連付けることができる。隔壁 1203 は、圧力隔壁であってよい。隔壁 1203 は、図 2 の隔壁 272 の一実施の例であってよい。

#### 【0292】

複数のキールパネル 1202 は、キールパネル 1204、キールパネル 1206、及びキールパネル 1208 を含む。端部パネル 1201 及び複数のキールパネル 1202 は、組み立てフィクスチャ 1112 に係合している。特に、端部パネル 1201 は、フィクスチャ 1004 に係合している。キールパネル 1204、キールパネル 1206、及びキール

ルパネル１２０８は、それぞれクレードルフィクスチャ１００６、クレードルフィクスチャ１００８、及びクレードルフィクスチャ１０１０に係合している。

【０２９３】

一例示の例では、最初に端部パネル１２０１がフィクスチャ１００４に係合させられ、その後キールパネル１２０４、キールパネル１２０６、及びキールパネル１２０８が、それぞれクレードルフィクスチャ１００６、クレードルフィクスチャ１００８、及びクレードルフィクスチャ１０１０に順次係合させられる。このやり方で、胴体アセンブリ１２００のキール１２０５を、胴体アセンブリ１２００の後端から胴体アセンブリ１２００の前端へ方向に組み立てることができる。

【０２９４】

クレードルフィクスチャ１００６、クレードルフィクスチャ１００８、及びクレードルフィクスチャ１０１０の各々は、外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件を選択された公差の範囲内で満足させるように胴体アセンブリ１２００を製作できるように複数のキールパネル１２０２を受け入れるために、必要に応じて自律的又は手動の少なくとも一方にて調節可能であってよい。いくつかの場合には、クレードルフィクスチャ１００６、クレードルフィクスチャ１００８、及びクレードルフィクスチャ１０１０のうちの少なくとも１つが、胴体アセンブリ１２００の製作時の荷重の増加に起因する組み立てプロセスの最中の胴体アセンブリ１２００のずれに適應するべく、調節可能な少なくとも１つの保持構造体を有することができる。

【０２９５】

図示のとおり、部材１２１１を、端部パネル１２０１及び複数のキールパネル１２０２に関連付けることができる。部材１２１１は、この例示の例では、フレーム及びストリンガーを含むことができる。しかしながら、実施例に応じて、部材１２１１は、これらに限られるわけではないが、補剛材、支柱、肋間構造部材、接続部材、他の種類の構造部材、又はこれらの何らかの組み合わせを含むこともできる。接続部材は、例えば、これらに限られるわけではないが、せん断クリップ、タイ、組み継ぎ、肋間接続部材、他の種類の機械的な接続部材、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。

【０２９６】

端部パネル１２０１に取り付けられた部材１２１１の一部分が、支持部１２１０を形成できる。部材１２１１のうちのキールパネル１２０４、キールパネル１２０６、及びキールパネル１２０８に取り付けられた部分が、それぞれ支持部１２１２、支持部１２１４、及び支持部１２１６を形成できる。

【０２９７】

この例示の例において、端部パネル１２０１は、胴体アセンブリ１２００のための胴体部分１２１８を形成することができる。キールパネル１２０４、キールパネル１２０６、及びキールパネル１２０８の各々が、それぞれ胴体アセンブリ１２００の胴体部分１２２０、胴体部分１２２２、及び胴体部分１２２４の一部分を形成することができる。胴体部分１２１８、胴体部分１２２０、胴体部分１２２２、及び胴体部分１２２４は、胴体アセンブリ１２００の複数の胴体部分１２２５を協働して形成することができる。胴体部分１２１８、胴体部分１２２０、胴体部分１２２２、及び胴体部分１２２４の各々は、図２の胴体部分２０７の一実施の例であってよい。

【０２９８】

端部パネル１２０１及び複数のキールパネル１２０２を、例えば、これに限られるわけではないが、仮留めファスナなどの一時的な締め具を使用して互いに一時的に接続することができる。特に、端部パネル１２０１及び複数のキールパネル１２０２を、各々のパネルが組み立てフィクスチャ１１１２及び他のパネルに係合させられる場合に、互いに一時的に接続することができる。

【０２９９】

例えば、これに限られるわけではないが、連携孔（図示せず）が、端部パネル１２０１及び複数のキールパネル１２０２の各々の縁部に存在できる。いくつかの場合、連携孔は

10

20

30

40

50

、パネルと、パネルに関連付けられた部材 1 2 1 1 のうちの少なくとも 1 つとを、貫通することができる。或るパネルの別のパネルとの係合は、仮留めファスナなどの一時的な締め具をこれらの連携孔に設置できるように、これらの連携孔を整列させることを含むことができる。いくつかの場合、或るパネルの別のパネルとの係合は、或るパネルを貫く連携孔を、別のパネルに関連付けられた部材 1 2 1 1 のうちの 1 つの部材を貫く連携孔に、整列させることを含むことができる。

#### 【 0 3 0 0 】

更に別の例示の例において、第 1 のパネルの別のパネルとの係合は、当接の継ぎ合わせを形成するように 2 つのパネルの縁部を整列させることを含むことができる。次いで、これら 2 つのパネルを、例えば継ぎ板の第 1 のいくつかの連携孔を第 1 のパネルの対応するいくつかの孔に整列させ、この継ぎ板の第 2 のいくつかの連携孔を第 2 のパネルの対応するいくつかの孔に整列させることによって、互いに一時的に接続することができる。その後、一時的な締め具をこれらの整列した連携孔を通して挿入し、第 1 のパネルを第 2 のパネルに一時的に接続することができる。

#### 【 0 3 0 1 】

このやり方で、パネル及び部材を互いに係合させ、いくつかの異なるやり方で互に一時的に接続することができる。ひとたび端部パネル 1 2 0 1 及び複数のキールパネル 1 2 0 2 が互に一時的に接続されると、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 は、端部パネル 1 2 0 1 及び複数のキールパネル 1 2 0 2 の各々の互いに対する位置及び向きの維持を助けることができる。

#### 【 0 3 0 2 】

ここで図 1 3 に目を向けると、胴体アセンブリの製作のための組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例では、貨物室の床 1 3 0 0 が、胴体アセンブリ 1 2 0 0 に追加されている。特に、貨物室の床 1 3 0 0 を、複数のキールパネル 1 2 0 2 に関連付けることができる。

#### 【 0 3 0 3 】

図示のとおり、貨物室の床 1 3 0 0 の少なくとも一部分は、第 1 のタワー 9 0 0 の下部プラットフォーム 9 0 7 と実質的に同じ高さであってよい。特に、第 1 のタワー 9 0 0 に最も近い貨物室の床 1 3 0 0 の少なくとも一部分が、第 1 のタワー 9 0 0 の下部プラットフォーム 9 0 7 に実質的に整列してよい。このやり方で、作業員（図示されていない）は、容易に貨物室の床 1 3 0 0 に歩行し、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の内部 1 3 0 1 にアクセスするために、第 1 のタワー 9 0 0 の下部プラットフォーム 9 0 7 を使用することができる。

#### 【 0 3 0 4 】

図示のとおり、第 1 の側面パネル 1 3 0 2 及び第 2 の側面パネル 1 3 0 4 が、胴体アセンブリ 1 2 0 0 に追加されている。第 1 の側面パネル 1 3 0 2 及び第 2 の側面パネル 1 3 0 4 は、それぞれ図 2 の第 1 の側面パネル 2 2 4 及び第 2 の側面パネル 2 2 6 の一実施の例であってよい。第 1 の側面パネル 1 3 0 2、第 2 の側面パネル 1 3 0 4、並びに端部パネル 1 2 0 1 の第 1 及び第 2 の部分が、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の側面 1 3 0 5 を形成できる。この例示の例において、複数のキールパネル 1 2 0 2、端部パネル 1 2 0 1、第 1 の側面パネル 1 3 0 2、及び第 2 の側面パネル 1 3 0 4 のすべてを、例えば、これに限られるわけではないが、仮留めファスナを使用して互に一時的に接続することができる。

#### 【 0 3 0 5 】

第 1 の側面パネル 1 3 0 2 は、それぞれキールパネル 1 2 0 4、キールパネル 1 2 0 6、及びキールパネル 1 2 0 8 に係合させられ、これらのキールパネルに一時的に接続された側面パネル 1 3 0 6、側面パネル 1 3 0 8、及び側面パネル 1 3 1 0 を含むことができる。同様に、第 2 の側面パネル 1 3 0 4 は、それぞれキールパネル 1 2 0 4、キールパネル 1 2 0 6、及びキールパネル 1 2 0 8 に係合させられ、これらのキールパネルに一時的に接続された側面パネル 1 3 1 2、側面パネル 1 3 1 4、及び側面パネル 1 3 1 6 を含むことができる。更に、両方の側面パネル 1 3 0 6 及び側面パネル 1 3 1 2 は、端部パネル

１２０１に係合させられている。

【０３０６】

図示のとおり、部材１３１８を、第１の側面パネル１３０２に関連付けることができる。他の部材（図示せず）を、第２の側面パネル１３０４に同様に関連付けることができる。部材１３１８を部材１２１１と同様のやり方で実現することができる。この例示の例において、部材１３１８の対応する部分１３２０を側面パネル１３０６に関連付けることができる。部材１３１８の対応する部分１３２０は、側面パネル１３０６に関連付けられた支持部１３２２を形成することができる。支持部１３２２は、図２における支持部２３８の一実施の例であってよい。

【０３０７】

ここで図１４を参照すると、胴体アセンブリの製作のための組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例では、客室の床１４００が、胴体アセンブリ１２００に追加されている。図示のとおり、客室の床１４００は、第１のタワー９００の上部プラットフォーム９０６と実質的に同じ高さであってよい。作業者１４０２は、客室の床１４００へと歩行し、胴体アセンブリ１２００の内部１３０１にアクセスするために、第１のタワー９００の上部プラットフォーム９０６を使用することができる。

【０３０８】

ここで図１５を参照すると、胴体アセンブリの製作のための組み立てプロセスにおける別の段階の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例では、複数のクラウンパネル１５００が、胴体アセンブリ１２００に追加されている。複数のクラウンパネル１５００は、図２におけるクラウンパネル２１８の一実施の例であってよい。

【０３０９】

この例示の例において、複数のクラウンパネル１５００は、クラウンパネル１５０２、クラウンパネル１５０４、及びクラウンパネル１５０６を含むことができる。これらのクラウンパネルは、端部パネル１２０１の上部とともに、胴体アセンブリ１２００のクラウン１５０７を形成することができる。クラウンパネル１５０２を、端部パネル１２０１、図１３に示した側面パネル１３０６、側面パネル１３１２、及びクラウンパネル１５０４に係合させ、これらのパネルに一時的に接続することができる。クラウンパネル１５０４を、クラウンパネル１５０２、クラウンパネル１５０６、図１３に示した側面パネル１３０８、及び側面パネル１３１４に係合させ、これらのパネルに一時的に接続することができる。更に、クラウンパネル１５０６を、クラウンパネル１５０４、側面パネル１３１０、及び側面パネル１３１６に係合させ、これらのパネルに一時的に接続することができる。

【０３１０】

端部パネル１２０１、複数のキールパネル１２０２、第１の側面パネル１３０２、第２の側面パネル１３０４、及び複数のクラウンパネル１５００が協働し、胴体アセンブリ１２００のための複数のパネル１５０８を形成することができる。複数のパネル１５０８は、図１における複数のパネル１２０の一実施の例であってよい。

【０３１１】

複数のパネル１５０８をすべて、胴体アセンブリ１２００の製作の際に外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件の所望の順守を維持することができるように、互いに一時的に接続することができる。換言すると、複数のパネル１５０８を互いに一時的に接続することで、胴体アセンブリ１２００の製作時に、特に複数のパネル１５０８を互いに接合する際に、外側モールドラインの要件及び内側モールドラインの要件を選択された公差の範囲内で満たすことを可能にすることができる。

【０３１２】

部材１３１８を第１の側面パネル１３０２に関連付けるやり方と同様のやり方で、部材（図示されていない）を複数のクラウンパネル１５００に関連付けることができる。複数のクラウンパネル１５００に関連付けられるこれらの部材を、図１３及び図１４に示した

10

20

30

40

50

とおりの部材 1 3 1 8 及び部材 1 2 1 1 と同様のやり方で実現することができる。端部パネル 1 2 0 1、複数のキールパネル 1 2 0 2、複数のクラウンパネル 1 5 0 0、第 1 の側面パネル 1 3 0 2、及び第 2 の側面パネル 1 3 0 4 に関連付けられた種々の部材は、胴体アセンブリ 1 2 0 0 のための複数の部材 1 5 1 0 を形成することができる。複数のパネル 1 5 0 8 が互いに接合されたとき、複数の部材 1 5 1 0 は、図 1 の支持構造体 1 3 1 と同様の胴体アセンブリ 1 2 0 0 のための支持構造体（まだ図示されていない）を形成することができる。

#### 【0313】

複数のクラウンパネル 1 5 0 0 が胴体アセンブリ 1 2 0 0 に追加された後で、第 1 のタワー 9 0 0 を、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 及びユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から自律的に切り離すことができる。次いで、例えば、これに限られるわけではないが、図 9 の自律的な車両 9 1 6 を使用して、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から離れるように、第 1 のタワー 9 0 0 を自律的に駆動することができる。一例示の例では、第 1 のタワー 9 0 0 を再び図 8 の保持環境 8 0 1 へと自律的に駆動することができる。

#### 【0314】

第 1 のタワー 9 0 0 が組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 及びユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から切り離された場合、分散ユーティリティネットワークにすき間が形成される。このすき間を、図 3 の第 2 のタワー 3 3 6 と同様のやり方で実現される第 2 のタワー（図示せず）を使用して埋めることができる。

#### 【0315】

ここで図 1 6 を参照すると、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 及び図 1 5 からの胴体アセンブリ 1 2 0 0 を支持する組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 に接続された第 2 のタワーの等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、第 2 のタワー 1 6 0 0 は、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 及びユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に対して配置されている。第 2 のタワー 1 6 0 0 は、図 3 の第 2 のタワー 3 3 6 の一実施の例であってよい。

#### 【0316】

図 9 の自律的な車両 9 1 6 と同様の自律的な車両（図示せず）を使用して、フロア 8 0 3 を横切って第 2 のタワー 1 6 0 0 を自律的に駆動することができる。ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に対する選択されたタワー位置 1 6 1 8 へと、第 2 のタワー 1 6 0 0 を自律的に駆動することができる。選択されたタワー位置 1 6 1 8 は、図 3 における選択されたタワー位置 3 3 8 の一実施の例であってよい。この例示の例において、選択されたタワー位置 1 6 1 8 は、図 9 における選択されたタワー位置 9 1 8 と実質的に同じであってよい。

#### 【0317】

第 2 のタワー 1 6 0 0 は、ひとたび選択されたタワー位置 1 6 1 8 へと自律的に駆動されると、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に自動的に結合することができる。特に、第 2 のタワー 1 6 0 0 は、ユーティリティフィクスチャ 8 2 6 に電氣的及び物理的に結合し、インターフェイス 1 6 0 2 を形成することができる。インターフェイス 1 6 0 2 は、図 3 のインターフェイス 3 4 2 の一実施の別の例であってよい。この種の結合は、いくつかのユーティリティをユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から第 2 のタワー 1 6 0 0 へと流すことを可能にできる。

#### 【0318】

更に、第 2 のタワー 1 6 0 0 は、クレードルフィクスチャ 1 0 1 0 に自律的に結合することで、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 に自律的に結合してインターフェイス 1 6 0 5 を形成することができる。インターフェイス 1 6 0 5 は、いくつかのユーティリティを第 2 のタワー 1 6 0 0 から下流に流すことを可能にできる。このやり方で、いくつかのユーティリティは、第 2 のタワー 1 6 0 0 からクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 へと流れ、クレードルフィクスチャ 1 0 0 8 へと流れ、次いでクレードルフィクスチャ 1 0 0 6 へと流れることができる。このやり方で、第 2 のタワー 1 6 0 0 は、図 1 5 の第 1 のタワー 9 0 0

が組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 及びユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から切り離されて運び去られた際に生じた分散ユーティリティネットワークのすき間を埋めることができる。

【 0 3 1 9 】

図 9 の第 1 のタワー 9 0 0 と同様に、第 2 のタワー 1 6 0 0 は、ベース構造体 1 6 0 4 、上部プラットフォーム 1 6 0 6 、及び下部プラットフォーム 1 6 0 7 を含むことができる。しかしながら、上部プラットフォーム 1 6 0 6 及び下部プラットフォーム 1 6 0 7 は、作業者の代わりに内部移動プラットフォームに胴体アセンブリ 1 2 0 0 の内部 1 3 0 1 へのアクセスを提供するために使用されてよい。

【 0 3 2 0 】

この例示の例において、内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 を上部プラットフォーム 1 6 0 6 上に配置することができる。内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 が上部プラットフォーム 1 6 0 6 を横切って客室の床 1 4 0 0 に自律的に移動できるように、上部プラットフォーム 1 6 0 6 を客室の床 1 4 0 0 に実質的に整列させることができる。

【 0 3 2 1 】

同様に、内部移動プラットフォーム（この図には示されていない）を下部プラットフォーム 1 6 0 7 上に配置することができる。この別の内部移動プラットフォーム（この図には示されていない）が下部プラットフォーム 1 6 0 7 を横切って貨物室の床に自律的に移動できるように、下部プラットフォーム 1 6 0 7 を図 1 3 からの貨物室の床 1 3 0 0 （この図には示されていない）に実質的に整列させることができる。内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 及び別の内部移動プラットフォーム（この図には示されていない）は、図 4 における内部移動プラットフォーム 4 0 6 の実施の例であってよい。

【 0 3 2 2 】

図示のとおり、内部ロボット装置 1 6 1 0 及び内部ロボット装置 1 6 1 2 を内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 に関連付けることができる。内部ロボット装置 1 6 1 0 及び内部ロボット装置 1 6 1 2 が同じ内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 に関連付けられて図示されているが、他の例示の例では、内部ロボット装置 1 6 1 0 が或る内部移動プラットフォームに関連付けられてよく、内部ロボット装置 1 6 1 2 が別の内部移動プラットフォームに関連付けられてよい。内部ロボット装置 1 6 1 0 及び内部ロボット装置 1 6 1 2 の各々は、図 4 における内部ロボット装置 4 1 6 の一実施の例であってよい。

【 0 3 2 3 】

胴体アセンブリ 1 2 0 0 の内部 1 3 0 1 において複数のパネル 1 5 0 8 を接合するための作業を実行するために内部ロボット装置 1 6 1 0 及び内部ロボット装置 1 6 1 2 を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の内部 1 3 0 1 においてリベット打ち作業などの固定作業を実行するために、内部ロボット装置 1 6 1 0 及び内部ロボット装置 1 6 1 2 を使用することができる。

【 0 3 2 4 】

一例示の例では、ユーティリティ箱 1 6 2 0 をベース構造体 1 6 0 4 に関連付けることができる。ユーティリティ箱 1 6 2 0 は、インターフェイス 1 6 0 2 を介してユーティリティフィクスチャ 8 2 6 から受け取られるいくつかのユーティリティを管理でき、これらのユーティリティをケーブル管理システム 1 6 1 4 及びケーブル管理システム 1 6 1 6 を使用して管理されるユーティリティケーブルに分配することができる。

【 0 3 2 5 】

この例に示されるように、ケーブル管理システム 1 6 1 4 を上部プラットフォーム 1 6 0 6 に関連付けることができ、ケーブル管理システム 1 6 1 6 を、下部プラットフォーム 1 6 0 7 に関連付けることができる。ケーブル管理システム 1 6 1 4 及びケーブル管理システム 1 6 1 6 は、同様に実現されてよい。

【 0 3 2 6 】

ケーブル管理システム 1 6 1 4 は、ケーブルホイール 1 6 1 5 を含むことができ、ケーブル管理システム 1 6 1 6 は、ケーブルホイール 1 6 1 7 を含むことができる。内部移動

10

20

30

40

50

プラットフォーム 1608 に接続されたユーティリティケーブルを巻くためにケーブルホイール 1615 を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、ユーティリティケーブルに選択された大きさの張力を実質的に維持するために、ケーブルホイール 1615 を何らかのやり方で付勢することができる。この付勢は、例えば、これに限られるわけではないが、1 つ以上のばね機構を使用して達成することができる。

#### 【0327】

内部移動プラットフォーム 1608 が客室の床 1400 に沿って第 2 のタワー 1600 から遠ざかるように移動するとき、ユーティリティケーブルは、内部移動プラットフォーム 1608 へのユーティリティのサポートを維持し、且つユーティリティケーブルを絡まらないように管理するために、ケーブルホイール 1615 から延伸することができる。ケーブルホイール 1617 もケーブルホイール 1615 と同様のやり方で実現可能である。

10

#### 【0328】

ユーティリティケーブルを巻くためにケーブルホイール 1615 を使用することで、ユーティリティケーブルを内部移動プラットフォーム 1608 から離しておくことができ、したがって内部移動プラットフォーム 1608 の重量及び内部移動プラットフォーム 1608 が客室の床 1400 に加える荷重を減らすことができる。内部移動プラットフォーム 1608 にもたらされるいくつかのユーティリティは、例えば、これらに限られるわけではないが、電気、空気、水、油圧流体、通信、何らかの他の種類のユーティリティ、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。

20

#### 【0329】

次に図 17 を参照すると、胴体アセンブリ 1200 の内部 1301 で固定プロセスを実行している複数の移動プラットフォームの等角投影切断図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、複数の移動プラットフォーム 1700 を、複数のパネル 1508 を互いに接合するための固定プロセスを実行するために使用することができる。

#### 【0330】

特に、複数のパネル 1508 を、胴体アセンブリ 1200 に沿った選択された位置において互いに接合することができる。複数のパネル 1508 を重ね継ぎ手、突き合わせ継ぎ手、又は他の種類の継ぎ手のうちの少なくとも 1 つを形成するように接合することができる。このやり方で、周方向の結合、長手方向の結合、又は何らかの他の種類の結合のうちの少なくとも 1 つが複数のパネル 1508 のうちの種々のパネルの間に生み出されるように、複数のパネル 1508 を接合することができる。

30

#### 【0331】

図示のとおり、複数の移動プラットフォーム 1700 は、内部移動プラットフォーム 1608 及び内部移動プラットフォーム 1701 を含むことができる。内部移動プラットフォーム 1608 及び内部移動プラットフォーム 1701 は、図 4 におけるいくつかの内部移動プラットフォーム 402 の一実施の例であってよい。内部移動プラットフォーム 1608 を客室の床 1400 に沿って移動するように構成できる一方で、内部移動プラットフォーム 1701 を貨物室の床 1300 に沿って移動するように構成することができる。

#### 【0332】

図示のとおり、内部ロボット装置 1702 及び内部ロボット装置 1704 を内部移動プラットフォーム 1701 に関連付けることができる。内部ロボット装置 1702 及び内部ロボット装置 1704 の各々は、図 4 における内部ロボット装置 416 の一実施の例であってよい。内部ロボット装置 1702 及び内部ロボット装置 1704 は、内部ロボット装置 1610 及び内部ロボット装置 1612 と同様であってよい。

40

#### 【0333】

複数の移動プラットフォーム 1700 は、外部移動プラットフォーム 1705 及び外部移動プラットフォーム 1707 を更に含むことができる。外部移動プラットフォーム 1705 及び外部移動プラットフォーム 1707 は、図 4 におけるいくつかの外部移動プラットフォーム 400 の少なくとも一部分についての一実施の例であってよい。外部移動プラ

50



ットフォーム１７０５及び外部移動プラットフォーム１７０７は、図４における外部移動プラットフォーム４０４の実施の例であってよい。

【０３３４】

外部ロボット装置１７０６を外部移動プラットフォーム１７０５に関連付けることができる。外部ロボット装置１７０８を外部移動プラットフォーム１７０７に関連付けることができる。外部ロボット装置１７０６及び外部ロボット装置１７０８の各々は、図４における外部ロボット装置４０８の一実施の例であってよい。

【０３３５】

図示のとおり、外部ロボット装置１７０６及び内部ロボット装置１６１２は、締め具を胴体アセンブリ１２００に自律的に設置するために協働することができる。これらの締め具は、例えば、これらに限られるわけではないが、リベット、締めりばめボルト、非締めりばめボルト、或いは他の種類の締め具又は締め具システムのうちの少なくとも１つの形態をとることができる。同様に、外部ロボット装置１７０８及び内部ロボット装置１７０４は、締め具を胴体アセンブリ１２００に自律的に設置するために協働することができる。一例示の例として、内部ロボット装置１６１２のエンドエフェクタ１７１０及び外部ロボット装置１７０６のエンドエフェクタ１７１２を、胴体アセンブリ１２００上の同じ位置１７２０に対して配置し、図４の固定プロセス４２４などの固定プロセスを位置１７２０において実行することができる。

【０３３６】

固定プロセスは、例えば、これらに限られるわけではないが、穿孔作業、締め具挿入作業、締め具据え付け作業、検査作業、又は何らかの他の種類の作業のうちの少なくとも１つを含むことができる。締め具据え付け作業は、例えば、これらに限られるわけではないが、図４において説明した２段階のリベット打ちプロセス４４４、図４において説明した締めりばめボルト式の据え付けプロセス４３９、図４において説明したボルト・ナット式の据え付けプロセス４３３、又は何らかの他の種類の締め具据え付け作業の形態をとることができる。

【０３３７】

この例示の例において、自律的な車両１７１１を、外部移動プラットフォーム１７０５に固定的に関連付けることができる。外部移動プラットフォーム１７０５を自律的に駆動するために自律的な車両１７１１を使用することができる。例えば、製造環境８００のフロア８０３を横切って外部移動プラットフォーム１７０５を組み立てフィクスチャ１１１２に対して自律的に駆動するために、自律的な車両１７１１を使用することができる。

【０３３８】

同様に、自律的な車両１７１３を外部移動プラットフォーム１７０７に固定に関連付けることができる。外部移動プラットフォーム１７０７を自律的に駆動するために自律的な車両１７１３を使用することができる。例えば、製造環境８００のフロア８０３を横切って外部移動プラットフォーム１７０７を組み立てフィクスチャ１１１２に対して自律的に駆動するために、自律的な車両１７１３を使用することができる。

【０３３９】

外部移動プラットフォーム１７０５及び外部移動プラットフォーム１７０７に固定的に関連付けられることで、自律的な車両１７１１及び自律的な車両１７１３を、それぞれ外部移動プラットフォーム１７０５及び外部移動プラットフォーム１７０７と一体であると考えることができる。しかしながら、他の例示の例において、これらの自律的な車両は、他の例示の例における外部移動プラットフォームから別個独立であってよい。

【０３４０】

ひとたびすべての固定プロセスが胴体アセンブリ１２００について完了すると、それぞれ客室の床１４００を横切って再び第２のタワー１６００の上部プラットフォーム１６０６及び下部プラットフォーム１６０７へ、内部移動プラットフォーム１６０８及び内部移動プラットフォーム１７０１を自律的に駆動することができる。次いで、第２のタワー１６００を、ユーティリティフィクスチャ８２６及び組み立てフィクスチャ１１１２の両方

10

20

30

40

50

から自律的に切り離すことができる。次いで、第2のタワー1600を自律的に駆動し、或いは運び去るために、自律的な車両1714を使用することができる。

【0341】

この例示の例において、胴体アセンブリ1200の製作を、胴体の組み立てプロセス全体のこの段階について、今や完了したと考えることができる。したがって、組み立てフィクスチャ1112をフロア803を横切って自律的に駆動し、胴体アセンブリ1200を何らかの他の位置に移動させることができる。他の例示の例では、図9の第1のタワー900を、再びユーティリティフィクスチャ826に対する図9の選択されたタワー位置918へと自律的に駆動することができる。次いで、図9の第1のタワー900を、ユーティリティフィクスチャ826及び組み立てフィクスチャ1112に自律的に再び結合させることができる。図9からの第1のタワー900は、これらに限られるわけではないが検査作業、固定作業、システム設置作業、又は他の種類の作業のうちの少なくとも1つなどの他の作業を実行するために、作業員（図示せず）が胴体アセンブリ1200の内部1301にアクセスすることを可能にすることができる。システム設置作業は、例えば、これらに限られるわけではないが、胴体ユーティリティシステム、空調システム、室内パネル、電子回路、何らかの他の種類のシステム、又はこれらの何らかの組み合わせのうちの少なくとも1つなどのシステムを設置するために作業を含むことができる。

【0342】

次に図18を参照すると、図17の胴体アセンブリ1200についての作業を実行しているフレキシブル製造システム808の断面図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例においては、図17の線18-18の方向において得た図17の胴体アセンブリ1200の断面図が示されている。

【0343】

図示のとおり、内部移動プラットフォーム1608及び内部移動プラットフォーム1701は、胴体アセンブリ1200の内部1301において作業を実行している。外部移動プラットフォーム1705及び外部移動プラットフォーム1707は、胴体アセンブリ1200の外側1800に沿って組み立て作業を実行している。

【0344】

この例示の例では、胴体アセンブリ1200の第1の側1810において、外側1800のうちの軸線1804と軸線1806との間の部分1802に沿って作業を実行するために、外部移動プラットフォーム1705を使用することができる。外部移動プラットフォーム1705の外部ロボット装置1706は、固定プロセスを実行するために内部移動プラットフォーム1608の内部ロボット装置1610と協働することができる。

【0345】

同様に、胴体アセンブリ1200の第2の側1812において、胴体アセンブリ1200の外側1800のうちの軸線1804と軸線1806との間の部分1808に沿って作業を実行するために、外部移動プラットフォーム1707を使用することができる。外部移動プラットフォーム1707の外部ロボット装置1708は、固定プロセスを実行するために内部移動プラットフォーム1701の内部ロボット装置1704と協働することができる。

【0346】

外部移動プラットフォーム1705は、胴体アセンブリ1200の第1の側1810に位置しているものとして示されているが、外部移動プラットフォーム1705を、胴体アセンブリ1200の外側1800のうちの軸線1804と軸線1806との間の部分1811に沿って作業を実行するために、胴体アセンブリ1200の第2の側1812へと自律的な車両1711によって自律的に駆動することが可能である。同様に、外部移動プラットフォーム1707を、胴体アセンブリ1200の外側1800のうちの軸線1804と軸線1806との間の部分1813に沿って作業を実行するために、胴体アセンブリ1200の第2の側1812へと自律的な車両1713によって自律的に駆動することが可能である。

## 【 0 3 4 7 】

この例示の例には示されていないが、外部移動プラットフォーム 1 7 0 5 と同様の外部移動プラットフォームが、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の第 2 の側 1 8 1 2 において内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 の内部ロボット装置 1 6 1 2 と協働するように構成された外部ロボット装置を有することができる。同様に、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 と同様の外部移動プラットフォームが、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の第 1 の側 1 8 1 0 において内部移動プラットフォーム 1 7 0 1 の内部ロボット装置 1 7 0 2 と協働するように構成された外部ロボット装置を有することができる。

## 【 0 3 4 8 】

客室の床 1 4 0 0 に位置する内部移動プラットフォーム 1 6 0 8 によって実行される作業が、貨物室の床 1 3 0 0 に位置する内部移動プラットフォーム 1 7 0 1 によって実行される作業と比べて、胴体アセンブリ 1 2 0 0 の長手軸線に関して異なる位置で生じることができるように、これら 4 つの異なる外部移動プラットフォーム及び 2 つの内部移動プラットフォームを、制御することができる。胴体アセンブリ 1 2 0 0 の同じ側に位置する 2 つの外部移動プラットフォームが互いに衝突したり、或いは妨げあったりすることがないように、4 つの外部移動プラットフォームを制御することができる。胴体アセンブリ 1 2 0 0 の同じ側に位置する 2 つの外部移動プラットフォームは、この例示の例において、同じ地点を占めることが不可能であってよい。

## 【 0 3 4 9 】

この例示の例において、外部移動プラットフォーム 1 7 0 5 は、いくつかのユーティリティが組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 から外部移動プラットフォーム 1 7 0 5 へと流れることができるように、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 に自律的に結合してインターフェイス 1 8 2 2 を形成することができる。換言すると、いくつかのユーティリティを、外部移動プラットフォーム 1 7 0 5 と組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 との間でインターフェイス 1 8 2 2 を介して自律的に結合させることができる。特に、外部移動プラットフォーム 1 7 0 5 は、インターフェイス 1 8 2 2 を介してクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 に結合している。

## 【 0 3 5 0 】

同様に、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 は、いくつかのユーティリティが組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 から外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 へと流れることができるように、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 に自律的に結合してインターフェイス 1 8 2 4 を形成することができる。換言すると、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 と組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 との間でインターフェイス 1 8 2 4 を介して、いくつかのユーティリティを自律的に結合させることができる。特に、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 は、インターフェイス 1 8 2 4 を介してクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 に結合している。

## 【 0 3 5 1 】

作業が外部移動プラットフォーム 1 7 0 5、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7、及び任意の他の外部移動プラットフォームによって胴体アセンブリ 1 2 0 0 に沿って実行されるとき、これらの外部移動プラットフォームについて、必要に応じて組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 への結合及び組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 からの切り離しを行うことができる。例えば、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 が胴体アセンブリ 1 2 0 0 に沿って後方に移動する場合に、外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 をクレードルフィクスチャ 1 0 1 0 から切り離すことができ、その後で外部移動プラットフォーム 1 7 0 7 は、図 1 0 ~ 図 1 7 のクレードルフィクスチャ 1 0 0 8 ( 図示されていない ) に自律的に結合することができる。更に、これらの外部移動プラットフォームについて、外部移動プラットフォームを組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 及び胴体アセンブリ 1 2 0 0 に対して動かす際に、衝突を回避し、外部移動プラットフォームの互いの干渉を防止するために、組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 との結合及び組み立てフィクスチャ 1 1 1 2 からの切り離しを行うことができる。

## 【 0 3 5 2 】

図示のとおり、自律的な車両 1814 は、クレードルシステム 1000 によって形成された組み立てフィクスチャ 1112 の下方に配置されて示されている。この例示の例において、自律的な車両 1814、自律的な車両 1711、及び自律的な車両 1713 は、それぞれ全方向車輪 1816、全方向車輪 1818、全方向車輪 1820 を有することができる。いくつかの例示の例において、胴体アセンブリ 1200 に対する外部移動プラットフォーム 1705 及び外部移動プラットフォーム 1707 の位置決めを助けるために、計測システム 1826 を使用することができる。

#### 【0353】

次に図 19 に目を向けると、完全に製作された胴体アセンブリの等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、胴体アセンブリ 1200 を、複数のパネル 1508 が完全に接合された場合に完成したと考えることができる。

10

#### 【0354】

換言すると、複数のパネル 1508 を互いに接合するために必要なすべての締め具が完全に据え付けられている。複数のパネル 1508 を互いに接続することで、支持構造体 1900 を完全に形成することができる。支持構造体 1900 は、図 1 における支持構造体 121 の一実施の例であってよい。後部胴体アセンブリである胴体アセンブリ 1200 は、今や対応する中央部胴体アセンブリ（図示されていない）及び前部胴体アセンブリ（図示されていない）に取り付ける準備ができた状態であってよい。

#### 【0355】

図示のとおり、図 17 に示した自律的な車両 1714 と同様の自律的な車両（この図には示されていない）を、クレードルフィクスチャ 1006 のベース 1012、クレードルフィクスチャ 1008 のベース 1014、及びクレードルフィクスチャ 1010 のベース 1016 の下方にそれぞれ配置することができる。図 3 におけるいくつかの対応する自律的な車両 316 などの自律的な車両は、それぞれの複数の安定化部材 1024、複数の安定化部材 1026、及び複数の安定化部材 1028 がもはやフロアに触れないように、ベース 1012、ベース 1014、及びベース 1016 をそれぞれ持ち上げることができる。

20

#### 【0356】

次いで、これらの自律的な車両（図示されていない）は、完全に製作された胴体アセンブリ 1200 を載せたクレードルシステム 1000 を自律的に駆動し、図 8 の組み立て環境 802 から運び去り、場合によっては図 8 の製造環境 800 から運び去ることができる。これらの自律的な車両（図示されていない）のコンピューター制御による移動は、胴体アセンブリ 1200 を移動させているときにいくつかのクレードルフィクスチャ 1002 が互いに対する位置を維持することを保証することができる。

30

#### 【0357】

次に図 20 を参照すると、製造環境 800 において製作中の胴体アセンブリの等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例では、複数の胴体アセンブリ 2000 が、製造環境 800 内の複数の作業セル 812 において製作中である。

#### 【0358】

複数の胴体アセンブリ 2000 は、複数の作業セル 812 のうちの第 1 の部分 814 において製作中の複数の前部胴体アセンブリ 2001 と、複数の作業セル 812 のうちの第 2 の部分 816 において製作中の複数の後部胴体アセンブリ 2002 とを含むことができる。複数の胴体アセンブリ 2000 の各々は、図 1 の胴体アセンブリ 114 の一実施の例であってよい。

40

#### 【0359】

図示のとおり、複数の胴体アセンブリ 2000 が同時に製作中である。しかしながら、複数の胴体アセンブリ 2000 は、この例示の例において、組み立ての異なる段階にある。

#### 【0360】

前部胴体アセンブリ 2004 が、複数の前部胴体アセンブリ 2001 のうちの 1 つの前

50

部胴体アセンブリの例であってよい。前部胴体アセンブリ 2004 は、図 1 における前部胴体アセンブリ 117 の一実施の例であってよい。後部胴体アセンブリ 2005 が、複数の後部胴体アセンブリ 2002 のうちの 1 つの後部胴体アセンブリの例であってよい。後部胴体アセンブリ 2005 は、図 1 における後部胴体アセンブリ 116 の一実施の例であってよい。この例示の例において、後部胴体アセンブリ 2005 は、前部胴体アセンブリ 2004 よりも組み立ての早期の段階にあってよい。

#### 【0361】

図 1 の後部胴体アセンブリ 116 の別の実施の例であってよい後部胴体アセンブリ 2006 が、すべてのパネルが接合された胴体アセンブリであってよい。図示のとおり、後部胴体アセンブリ 2006 は、全体としての胴体及び航空機の製造プロセスにおける次の段階のために、何らかの他の位置へと自律的に駆動されている。

10

#### 【0362】

上述のように、後部胴体アセンブリ 2005 は、途中まで組み立てられた状態であってよい。この例示の例において、後部胴体アセンブリ 2005 は、キール 2010 と、端部パネル 2011 と、第 1 の側面 2012 とを有している。端部パネル 2011 は、後部胴体アセンブリ 2005 の端部胴体部分を形成することができる。図示のとおり、後部胴体アセンブリ 2005 の第 2 の側を製作するために、側面パネル 2014 を後部胴体アセンブリ 2005 に付け加えることができる。

#### 【0363】

前部胴体アセンブリ 2015 が、複数の前部胴体アセンブリ 2001 のうちの 1 つの前部胴体アセンブリの別の例であってよい。この例示の例において、前部胴体アセンブリ 2015 は、キール 2016 及び端部パネル 2018 を有している。端部パネル 2018 は、前部胴体アセンブリ 2015 の端部胴体部分を形成することができる。図示のとおり、前部胴体アセンブリ 2015 の第 1 の側の製作を開始するために、側面パネル 2020 を前部胴体アセンブリ 2015 に付け加えることができる。

20

#### 【0364】

次に図 21 を参照すると、例示の実施形態による図 16 及び図 17 のフレキシブル製造システム 808 に関連付けられたレーザートラッキングシステム及びレーダーシステムの等角投影図が示されている。図示のとおり、この例示の例においては、レーザートラッキングシステム 2100 を第 2 のタワー 1600 に関連付けることができる。レーザートラッキングシステム 2100 は、図 1、図 6、及び図 7 に示したレーザートラッキングシステム 135 の一実施の例であってよい。図 16 の外部移動プラットフォーム 1705 は、分かりやすくするために示されていない。

30

#### 【0365】

この例示の例において、レーザートラッキングシステム 2100 は、レーザートラッキング装置 2102、レーザートラッキング装置 2104、レーザートラッキング装置 2106、及びレーザートラッキング装置 2108 を含むことができる。これらのレーザートラッキング装置の各々は、第 2 のタワー 1600 のベース構造体 1604 に関連付けられる。レーザートラッキング装置 2102、レーザートラッキング装置 2104、レーザートラッキング装置 2106、及びレーザートラッキング装置 2108 は、図 6 の一式のレーザートラッキング装置 626 の一実施の例であってよい。

40

#### 【0366】

図示のとおり、胴体レーザーターゲット 2110 を、胴体アセンブリ 1200 に関連付けることができる。特に、胴体レーザーターゲット 2110 は、胴体アセンブリ 1200 の支持構造体 1900 に関連付けられる。他の例示の例では、胴体レーザーターゲット 2110 を胴体アセンブリ 1200 の複数のパネル 1508 に関連付けることもできる。

#### 【0367】

外部プラットフォームレーザーターゲット 2112 を外部移動プラットフォーム 1707 に関連付けることができる。内部プラットフォームレーザーターゲット 2113 を内部移動プラットフォーム 1608 に関連付けることができる。胴体レーザーターゲット 21

50

10は、図6の胴体レーザーターゲット628の一実施の例であってよい。外部プラットフォームレーザーターゲット2112及び内部プラットフォームレーザーターゲット2113の各々は、図6のプラットフォームレーザーターゲット630の一実施の例であってよい。

【0368】

レーザーターゲット2114及びレーザーターゲット2116は、外部プラットフォームレーザーターゲット2112に含まれるレーザーターゲットの例であってよい。レーザーターゲット2118及びレーザーターゲット2120は、内部プラットフォームレーザーターゲット2113に含まれるレーザーターゲットの例であってよい。

【0369】

この例示の例において、内部プラットフォームレーザーターゲット2113及び胴体レーザーターゲット2110のレーザーターゲットを走査して検出するためにレーザートラッキング装置2102を使用することができる。レーザートラッキング装置2102は、選択された公差の範囲内でレーザートラッキング装置2102と特定のレーザーターゲットとの間の距離を測定することが可能であってよい。特に、レーザートラッキング装置2102は、この距離を正確に測定することが可能であってよい。図17の内部移動プラットフォーム1701（図示されていない）に関連付けられたレーザーターゲットを走査して検出するために同様にレーザートラッキング装置2108を使用することができる。

【0370】

胴体アセンブリ1200の側面1305の付近のレーザーターゲットを走査して検出するために、レーザートラッキング装置2104及びレーザートラッキング装置2106を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、外部移動プラットフォーム1707に位置する外部プラットフォームレーザーターゲット2112のレーザーターゲットを走査して検出するために、レーザートラッキング装置2106を使用することができる。レーザートラッキング装置2106は、選択された公差の範囲内でレーザートラッキング装置2106と外部プラットフォームレーザーターゲット2112のうちの1つとの間の距離を測定することが可能であってよい。換言すると、レーザートラッキング装置2106は、この距離を正確に測定することが可能であってよい。

【0371】

更に、この例示の例において、レーダーシステム2122を外部移動プラットフォーム1707及び組み立てフィクスチャ1112に関連付けることができる。レーダーシステム2122は、図1及び6において説明したレーダーシステム137の一実施の例であってよい。レーダーシステム2122は、外部移動プラットフォーム1707に関連付けられた一式のレーダーセンサー2124と、組み立てフィクスチャ1112に関連付けられた複数のレーダーターゲット2126とを含むことができる。

【0372】

一式のレーダーセンサー2124は、外部移動プラットフォーム1707のベース2132に固定に関連付けられた自律的な車両1713に関連付けられた1つ以上のレーダーセンサーを含むことができる。複数のレーダーターゲット2126のうちのレーダーターゲット2128及びレーダーターゲット2130などのレーダーターゲットを走査して検出するために、一式のレーダーセンサー2124を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、自律的な車両1713は、外部移動プラットフォーム1707のベース2132、したがって外部ロボット装置1708に関連付けられたツール（図示されていない）を胴体アセンブリ1200に対してマクロに位置決めするために、レーダーターゲット2130の検出を使用することができる。

【0373】

次に図22を参照すると、図17の内部移動プラットフォーム1701に関連付けられた図21のレーザートラッキングシステム2100を有する胴体アセンブリ1200の等角投影切断図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、上部プラットフォーム1606に沿ったベース構造体1604の一部分は、胴体アセンブリ12

10

20

30

40

50

00の内部に位置する内部移動プラットフォーム1701をより明瞭に見て取ることができるように、図示されていない。

【0374】

この例示の例において、内部プラットフォームレーザーターゲット2200を図17の内部移動プラットフォーム1701に関連付けることができる。内部プラットフォームレーザーターゲット2200は、図6のプラットフォームレーザーターゲット630の一実施の別の例であってよい。レーザーターゲット2202及びレーザーターゲット2204は、内部プラットフォームレーザーターゲット2200に含まれるレーザーターゲットの例であってよい。レーザーターゲット2206は、図21の胴体レーザーターゲット2110に含まれるレーザーターゲットの例であってよい。

10

【0375】

次に図23を参照すると、図17の外部移動プラットフォーム1705に関連付けられた図21からのレーザー-trackingシステム2100の等角投影図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、外部プラットフォームレーザーターゲット2300を外部移動プラットフォーム1705に関連付けることができる。図16の外部移動プラットフォーム1707は、分かりやすくするため、この図には示されていない。

【0376】

図示のとおり、外部移動プラットフォーム1705は、ベース2301と、支持構造体2302と、支持構造体2302に関連付けられた外部ロボット装置1706とを含むことができる。外部ロボット装置1706は、支持構造体2302に関連付けられた軌道システム2304に沿って鉛直方向に移動可能であってよい。外部プラットフォームレーザーターゲット2300を、ベース2301、支持構造体2302、及び外部ロボット装置1706のうちの少なくとも1つに関連付けることができる。

20

【0377】

更に、一式のレーダーセンサー2306を、外部移動プラットフォーム1705のベース2301に固定的に関連付けられた自律的な車両1711に関連付けることができる。自律的な車両1711は、外部移動プラットフォーム1705のベース2301、したがって外部ロボット装置1706に関連付けられたツール2308を、胴体アセンブリ1200の外側1800に対してマクロに位置決めするために、レーダーターゲット2130

30

の検出を使用することができる。

【0378】

次に図24を参照すると、図23の自律的な車両1711の一部分の図が、例示の実施形態に従って示されている。この例示の例において、自律的な車両1711は、図23の線24-24の方向に得て示されている。図示のとおり、自律的な車両1711に関連付けられた一式のレーダーセンサー2306は、レーダーセンサー2400及びレーダーセンサー2402を含むことができる。

【0379】

図8～図24の説明は、例示の実施形態を実施できるやり方について、物理的又は構造的な限定を意味するものではない。例示の構成要素に加え、或いは例示の構成要素に代えて、他の構成要素を使用することが可能である。いくつかの構成要素は、随意であってよい。

40

【0380】

図8～図24に示した種々の構成要素は、図1～図7にブロックの形態で示した構成要素をどのように物理的な構造物として実現できるかについての例示の例であってよい。更に、図8～図24の構成要素のいくつかを、図1～図7の構成要素と関連付けることができ、図1～図7の構成要素とともに使用することができ、或いは両者の組み合わせであってよい。

【0381】

次に図25を参照すると、エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするた

50

めの例示の実施形態によるプロセスの図がフロー図の形態で示されている。例えば、これに限られるわけではないが、図 6 及び図 7 において説明した制御システム 136 及び計測システム 601 を使用して図 25 に示されるプロセスを実行することができる。

【0382】

プロセスは、移動プラットフォーム 606 のベース 608 を胴体アセンブリ 114 に対して配置することを含むことができる（作業 2500）。胴体アセンブリ 114 の構成 710 を割り出すことができる（作業 2502）。例えば、これに限られるわけではないが、レーザートラッキングシステム 135 を使用して作業 2502 を実行することができる。

【0383】

プロセスは、胴体アセンブリ 114 の構成 710 に対するエンドエフェクタ 602 の現在位置 718 の割り出しを含むことができる（作業 2504）。次いで、胴体アセンブリ 114 について割り出された構成 710 にもとづいて、エンドエフェクタ 602 を胴体アセンブリ 114 に対して位置決めすることができる（作業 2506）。特に、作業 2506 において、作業 2504 において特定された現在位置 718 から、胴体アセンブリ 114 の構成 710 に対する別の位置へエンドエフェクタ 602 を移動させることができる。この別の位置は、例えば、これに限られるわけではないが、胴体アセンブリ 114 上の基準点 642 についての予想基準位置 725 に対する位置であってよい。胴体アセンブリ 114 について割り出された構成 710 にもとづいて予想基準位置 725 を特定することができる。

【0384】

その後、胴体アセンブリ 114 上の一式の基準点 640 について、一式の実際の基準位置 738 を特定することができる（作業 2508）。次いで、特定された一式の実際の基準位置 738 にもとづいてエンドエフェクタ 602 を作業位置に位置決めすることができる（作業 2510）、その後プロセスは終了する。作業 2510 において、作業位置は、一式の実際の基準位置 738 にもとづいて算出される一式の作業位置 750 のうちの 1 つであってよい。

【0385】

次に図 26 を参照すると、エンドエフェクタを位置決めするための例示の実施形態によるプロセスの図が、フロー図の形態で示されている。図 6 及び図 7 において説明した制御システム 136 及び計測システム 601 を使用して図 26 に示されるプロセスを実行することができる。

【0386】

プロセスは、胴体アセンブリ 114 に対するエンドエフェクタ 602 のマクロな位置決めによって始まることができる（作業 2600）。次に、胴体アセンブリ 114 上の一式の基準点 640 について一式の予想基準位置 722 を算出することができる（作業 2602）。次いで、エンドエフェクタ 602 について、胴体アセンブリ 114 の一式の基準点 640 についての一式の予想基準位置 722 の各々に対するメソな位置決めを行うことができる（作業 2604）。一式の実際の基準位置 738 を一式の基準点 640 について算出することができる（作業 2606）。次いで、算出された一式の実際の基準位置 738 にもとづいて、胴体アセンブリ 114 上の一式の作業位置 750 の各々に対してエンドエフェクタ 602 のミクロな位置決めを行うことができ（作業 2608）、その後プロセスは終了する。

【0387】

次に図 27 を参照すると、2つのエンドエフェクタを胴体アセンブリ上の作業位置に対して位置決めするための例示の実施形態によるプロセスの図がフロー図の形態で示されている。図 6 及び図 7 において説明した制御システム 136 及び計測システム 601 を使用して図 27 に示されるプロセスを実行することができる。

【0388】

プロセスは、外部移動プラットフォーム 404 に関連付けられた第 1 のエンドエフェク

10

20

30

40

50



タ４１０の胴体アセンブリ１１４の外側２３４に対するマクロな位置決めを含むことができる（作業２７００）。作業２７００の実行は、胴体アセンブリ１１４を支持している組み立てフィクスチャ３２４に対する位置へ、フロア３００を横切って外部移動プラットフォーム４０４のベースを駆動することを含むことができる。いくつかの場合、作業２７００は、外部移動プラットフォーム４０４のベースに取り付けられた支持構造体に対して、外部移動プラットフォーム４０４の外部ロボット装置４０８に関連付けられたロボットベースを移動させることを更に含むことができる。

#### 【０３８９】

内部移動プラットフォーム４０６に関連付けられた第２のエンドエフェクタ４１８について、胴体アセンブリ１１４の内部２３６に対するマクロな位置決めを行うことができる（作業２７０２）。作業２７０２の実行は、内部移動プラットフォーム４０６のベースを胴体アセンブリ１１４の内部のいくつかの床２６６のうちの１つを横切って駆動することを含むことができる。例えば、内部移動プラットフォーム４０６のベースを、客室の床、貨物室の床、又は胴体アセンブリ１１４の内部の何らかの他の種類の床を横切って駆動することができる。

#### 【０３９０】

次に、一式のレーザートラッキング装置６２６によって生成されるレーザ測定データ７０８を使用して、胴体アセンブリ１１４の構成７１０を割り出すことができる（作業２７０４）。次いで、胴体アセンブリ１１４の構成７１０にもとづき、一式の外部基準点についての一式の外部予想基準位置７２４の各々に対して、外部移動プラットフォーム４０４に関連付けられた第１のエンドエフェクタ４１０のメソな位置決めを行うことができる（作業２７０６）。胴体アセンブリ１１４の構成７１０にもとづいて、一式の内部基準点についての一式の内部予想基準位置７２６の各々に対して、内部移動プラットフォーム４０６に関連付けられた第２のエンドエフェクタ４１８のメソな位置決めを行うことができる（作業２７０８）。

#### 【０３９１】

その後、一式の外部基準点について一式の実際の外部基準位置７４２を算出することができ、一式の内部基準点について一式の実際の内部基準位置７４４を算出することができる（作業２７１０）。一式の外部基準点についての一式の実際の外部基準位置７４２にもとづいて、一式の外部作業位置７５２を算出することができ、一式の内部基準点についての一式の実際の内部基準位置７４４にもとづいて、一式の内部作業位置７５４を算出することができる（作業２７１２）。一式の外部作業位置７５２は、選択された公差の範囲内で一式の内部作業位置７５４に一致することができる。

#### 【０３９２】

第１のエンドエフェクタ４１０の一式の外部作業位置７５２の各々におけるミクロな位置決めと、第２のエンドエフェクタ４１８の一式の内部作業位置７５４の各々におけるミクロな位置決めとを、協調及び同期したやり方で行うことができ（作業２７１４）、その後プロセスは終了する。これらの例示の例において、特定の外部作業位置における第１のエンドエフェクタ４１０のミクロな位置決め、及び対応する内部作業位置における第２のエンドエフェクタ４１８のミクロな位置決めを、組み立て作業を実行できるように協調したやり方で実行することができる。

#### 【０３９３】

特定の外部位置及び対応する内部位置は、組み立て作業が胴体アセンブリ１１４上の最終的な作業位置に形成されると考えられるように、実質的に同じであってよい。この最終的な作業位置において、第１のエンドエフェクタ４１０に関連付けられた少なくとも１つのツール及び第２のエンドエフェクタ４１８に関連付けられた少なくとも１つのツールを使用して組み立て作業を実行することができる。一例示の例において、組み立て作業は、図４における固定プロセス４２４であってよい。

#### 【０３９４】

次に図２８を参照すると、エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするた

10

20

30

40

50

めの例示の実施形態によるプロセスの図が、フロー図の形態で示されている。図 6 及び図 7 において説明した制御システム 1 3 6 及び計測システム 6 0 1 を使用して図 2 8 に示されるプロセスを実行することができる。

【 0 3 9 5 】

プロセスは、胴体アセンブリ 1 1 4 に対するエンドエフェクタ 6 0 2 のマクロな位置決めによって始まることができる（作業 2 8 0 0）。次に、レーザートラッキングシステム 1 3 5 によって生成されるレーザ測定データ 7 0 8 を使用して胴体アセンブリ 1 1 4 の構成 7 1 0 を割り出すことができる（作業 2 8 0 2）。胴体アセンブリ 1 1 4 の構成 7 1 0 に対するエンドエフェクタ 6 0 2 の現在位置 7 1 8 を特定することができる（作業 2 8 0 4）。

10

【 0 3 9 6 】

胴体アセンブリ 1 1 4 の構成 7 1 0 にもとづいて、第 1 の基準点 6 4 4 についての第 1 の予想基準位置及び第 2 の基準点 6 4 6 についての第 2 の予想基準位置を算出することができる（作業 2 8 0 6）。次いで、エンドエフェクタ 6 0 2 について、第 1 の予想基準位置に対するメソな位置決めを行うことができる（作業 2 8 0 8）。例えば、これに限られるわけではないが、作業 2 8 0 8 において、エンドエフェクタ 6 0 2 の現在位置 7 1 8 から第 1 の予想基準位置に対する位置へエンドエフェクタ 6 0 2 を移動させることができる。

【 0 3 9 7 】

次に、エンドエフェクタ 6 0 2 を第 1 の予想基準位置に対して位置させた状態で、第 1 の基準点 6 4 4 の撮像データ 7 3 6 を生成することができる（作業 2 8 1 0）。撮像データ 7 3 6 にもとづいて、第 1 の基準点 6 4 4 の第 1 の実際の基準位置を算出することができる（作業 2 8 1 2）。

20

【 0 3 9 8 】

次いで、エンドエフェクタ 6 0 2 について、第 2 の予想基準位置に対するメソな位置決めを行うことができる（作業 2 8 1 4）。エンドエフェクタ 6 0 2 を第 2 の予想基準位置に位置させた状態で第 2 の基準点 6 4 6 の撮像データ 7 3 6 を生成することができる（作業 2 8 1 6）。撮像データ 7 3 6 にもとづいて、第 2 の基準点 6 4 6 の第 2 の実際の基準位置を算出することができる（作業 2 8 1 8）。

【 0 3 9 9 】

30

その後、第 1 の実際の基準位置及び第 2 の実際の基準位置にもとづいて、一式の作業位置 7 5 0 を算出することができる（作業 2 8 2 0）。次いで、エンドエフェクタ 6 0 2 に関連付けられた少なくとも 1 つのツールを使用して一式の作業位置 7 5 0 の各々において固定プロセス 4 2 4 を実行できるように、一式の作業位置 5 0 2 の各々に対してミクロなエンドエフェクタ 6 0 2 の位置決めを行うことができ（作業 2 8 2 2）、その後プロセスは終了する。

【 0 4 0 0 】

種々の図示の実施形態におけるフロー図及びブロック図は、例示の実施形態における装置及び方法のいくつかの考えられる実施例の構造、機能、及び動作を示している。この点に関し、フロー図又はブロック図における各ブロックは、モジュール、部分、機能、動作又は工程の一部、或いはこれらの何らかの組み合わせを表すことができる。

40

【 0 4 0 1 】

例示の実施形態のいくつかの代案の実施例において、ブロックにて示された 1 つ以上の機能は、図に示された順序とは異なる順序で生じてよい。例えば、いくつかの場合に、続けて示されている 2 つのブロックを、実質的に同時に実行することができ、或いは関係する機能に応じて、ブロックが場合によっては逆順で実行されてもよい。また、フロー図及びブロック図に示されたブロックに加えて、他のブロックが追加されてもよい。

【 0 4 0 2 】

次に図 2 9 に目を向けると、データ処理システムの図が、例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。図 1 の制御システム 1 3 6 を含む上述のコントローラの

50

いずれかを実現するために、データ処理システム 2900 を使用することができる。いくつかの例示の例において、図 1 の一式のコントローラ 140 のうちの少なくとも 1 つのコントローラを実現するために、データ処理システム 2900 を使用することができる。

#### 【0403】

図示のとおり、データ処理システム 2900 は、プロセッサユニット 2904 と、記憶装置 2906 と、通信ユニット 2908 と、入力/出力ユニット 2910 と、表示装置 2912 との間の通信を提供する通信フレームワーク 2902 を備えている。いくつかの場合に、通信フレームワーク 2902 をバスシステムとして実現することができる。

#### 【0404】

プロセッサユニット 2904 は、いくつかの動作を実行するためにソフトウェアのためのインストラクションを実行するように構成される。プロセッサユニット 2904 は、実施例に応じて、いくつかのプロセッサ、マルチプロセッサコア、又は何らかの他の種類のプロセッサのうちの少なくとも 1 つを備えることができる。いくつかの場合において、プロセッサユニット 2904 は、回路システム、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブル論理素子、又は何らかの他の適切な種類のハードウェアユニットなど、ハードウェアユニットの形態をとることができる。

#### 【0405】

プロセッサユニット 2904 によって実行されるオペレーティングシステム、アプリケーション、及びプログラムのためのインストラクションが、記憶装置 2906 に位置することができる。記憶装置 2906 は、通信フレームワーク 2902 を介してプロセッサユニット 2904 と通信することができる。本明細書において使用されるとき、記憶装置は、コンピューター可読記憶装置とも称されるが、一時的なやり方、恒久的なやり方、又は両方で情報を記憶することができる任意のハードウェアである。この情報は、これらに限られるわけではないが、データ、プログラムコード、他の情報、又はこれらの何らかの組み合わせを含むことができる。

#### 【0406】

メモリー 2914 及び永続的な記憶部 2916 は、記憶装置 2906 の例である。メモリー 2914 は、例えば、ランダムアクセスメモリー或いは何らかの種類の揮発又は不揮発記憶装置の形態をとることができる。永続的な記憶部 2916 は、任意のいくつかの構成要素又は装置を備えることができる。例えば、永続的な記憶部 2916 は、ハードドライブ、フラッシュメモリー、書き換え可能な光ディスク、書き換え可能な磁気テープ、又は以上の何らかの組み合わせを備えることができる。永続的な記憶部 2916 によって使用される媒体は、取り出し可能であっても、取り出し可能でなくてもよい。

#### 【0407】

通信ユニット 2908 は、データ処理システム 2900 が他のデータ処理システム、装置、又は両方と通信することを可能にする。通信ユニット 2908 は、物理的な通信リンク、無線通信リンク、又は両方を使用して通信をもたらすことができる。

#### 【0408】

入力/出力ユニット 2910 は、データ処理システム 2900 に接続された他の装置からの入力の受信、及びそのような装置への出力の送信を可能にする。例えば、入力/出力ユニット 2910 は、キーボード、マウス、何らかの他の種類の入力装置、又はこれらの組み合わせを通じて、ユーザの入力を受信することを可能にすることができる。別の例として、入力/出力ユニット 2910 は、データ処理システム 2900 に接続されたプリンタへの出力の送信を可能にすることができる。

#### 【0409】

表示装置 2912 は、情報をユーザへに表示するように構成される。表示装置 2912 は、例えば、これらに限られるわけではないが、モニタ、タッチ式画面、レーザーディスプレイ、ホログラフィックディスプレイ、仮想ディスプレイ装置、何らかの他の種類のディスプレイ装置、又はこれらの組み合わせを備えることができる。

10

20

30

40

50

## 【0410】

この例示の例において、コンピューターによって実行されるインストラクションを使用して、プロセッサユニット2904によって種々の例示の実施形態のプロセスを実行することができる。それらのインストラクションは、プログラムコード、コンピューターにとって使用可能なプログラムコード、又はコンピューター可読プログラムコードと称することができる、プロセッサユニット2904内の1つ以上のプロセッサによって読み取って実行することができる。

## 【0411】

これらの例において、プログラムコード2918は、選択的に取り出すことができるコンピューター可読媒体2920上に関数形式で位置し、プロセッサユニット2904による実行のためにデータ処理システム2900にロード又は転送されてよい。プログラムコード2918及びコンピューター可読媒体2920が合わさって、コンピュータープログラム製品2922を形成する。この例示の例において、コンピューター可読媒体2920は、コンピューター可読記憶媒体2924又はコンピューター可読信号媒体2926であってよい。

10

## 【0412】

コンピューター可読記憶媒体2924は、プログラムコード2918を伝播させ、或いは伝達する媒体よりもむしろ、プログラムコード2918の保存に使用される物理的又は有形の記憶装置である。コンピューター可読記憶媒体2924は、例えば、これらに限られるわけではないが、光又は磁気ディスク、或いはデータ処理システム2900に接続される永続的な記憶装置であってよい。

20

## 【0413】

或いは、プログラムコード2918を、コンピューター可読信号媒体2926を使用してデータ処理システム2900に伝えることができる。コンピューター可読信号媒体2926は、例えばプログラムコード2918を含んでいる伝播データ信号であってよい。このデータ信号は、電磁信号、光信号、或いは物理的な通信リンク、無線通信リンク、又は両方を介して伝送されうる何らかの他の種類の信号であってよい。

## 【0414】

図29におけるデータ処理システム2900の説明は、例示の実施形態を実行できるやり方に構造的な限定をもたらそうとするものではない。種々の例示の実施形態を、いくつかの構成要素をデータ処理システム2900について説明された構成要素に加えて含み、或いはそのような構成要素に代えて含むデータ処理システムにおいて、実行することが可能である。更に、図29に示した構成要素は、図示の例示の例から変更されてもよい。

30

## 【0415】

本発明の例示の実施形態を、図30に示されるとおりの航空機の製造及び保守点検方法3000及び図31に示されるとおりの航空機3100の文脈において説明することができる。最初に図30に目を向けると、航空機の製造及び保守点検方法の図が、例示の実施形態に従い、ブロック図の形態で示されている。製造の前段階において、航空機の製造及び保守点検方法3000は、図31の航空機3100の仕様及び設計3002並びに材料調達3004を含むことができる。

40

## 【0416】

製造時に、図31の航空機3100の構成要素及び部分組立品の製造3006並びにシステム統合3008が行われる。その後、図31の航空機3100を、認証及び搬送3010を経て就航3012させることができる。顧客による就航中3012に、図31の航空機3100について、改良、構成変更、改修、並びに他の整備又は保守点検を含むことができる所定の整備及び保守点検3014が計画される。

## 【0417】

航空機の製造及び保守点検方法3000のプロセスの各々を、システムインテグレーター、第三者、又は運用者のうちの少なくとも1つによって実行又は達成することができる。これらの例において、運用者は、顧客であってよい。本明細書の目的において、システ

50

ムインテグレーターは、これらに限られるわけではないが、任意の数の航空機メーカー及び主要なシステムの下請け業者を含むことができ、第三者は、これらに限られるわけではないが、任意の数の製造供給元、下請け業者、及びサプライヤーを含むことができ、運用者は、航空会社、リース企業、軍、サービス組織（service organization）、などであってよい。

#### 【 0 4 1 8 】

次に図 3 1 を参照すると、例示の実施形態の実行の対象となりうる航空機の図が、ブロック図の形態で示されている。この例において、航空機 3 1 0 0 は、図 3 0 の航空機の製造及び保守点検方法 3 0 0 0 によって製造され、複数のシステム 3 1 0 4 及び内部 3 1 0 6 を有する機体 3 1 0 2 を含むことができる。システム 3 1 0 4 の例として、推進システム 3 1 0 8、電気システム 3 1 1 0、油圧システム 3 1 1 2、及び環境システム 3 1 1 4 のうちの 1 つ以上が挙げられる。任意の数の他のシステムが含まれてよい。航空宇宙の例が示されているが、別の例示の実施形態は、自動車産業などの他の産業にも適用可能である。

10

#### 【 0 4 1 9 】

本明細書において具現化された装置及び方法を、図 3 0 の航空機の製造及び保守点検方法 3 0 0 0 の少なくとも 1 つの段階において採用することができる。特に、航空機の製造及び保守点検方法 3 0 0 0 の各段階の任意のいずれかにおいて航空機 3 1 0 0 の機体 3 1 0 2 の少なくとも一部分を製作するために図 1 からのフレキシブル製造システム 1 0 6 を使用することができる。例えば、これに限られるわけではないが、構成要素及び部分組立品の製造 3 0 0 6、システム統合 3 0 0 8、又は航空機 3 1 0 0 の機体を形成するための航空機の製造及び保守点検方法 3 0 0 0 の何らかの他の段階のうちの少なくとも 1 つにおいて、図 1 のフレキシブル製造システム 1 0 6 を使用することができる。

20

#### 【 0 4 2 0 】

一例示の例においては、図 3 0 の構成要素及び部分組立品の製造 3 0 0 6 において製造される構成要素又は部分組立品を、航空機 3 1 0 0 が図 3 0 の就航中 3 0 1 2 の状態にあるときに製造される構成要素又は部分組立品と同様のやり方で製作又は製造することができる。更に別の例として、1 つ以上の装置の実施形態、方法の実施形態、又はそれらの組み合わせを、図 3 0 の構成要素及び部分組立品の製造 3 0 0 6 並びにシステム統合 3 0 0 8 などの製造の段階において利用することができる。1 つ以上の装置の実施形態、方法の実施形態、又はそれらの組み合わせを、航空機 3 1 0 0 が就航中 3 0 1 2 の状態にあるとき、図 3 0 の整備及び保守点検 3 0 1 4 の最中、或いは両方において利用することができる。いくつかのさまざまな例示の実施形態の使用は、航空機 3 1 0 0 の組み立てを大幅に促進し、航空機 3 1 0 0 のコストを大幅に削減することができる。

30

#### 【 0 4 2 1 】

種々の例示の実施形態の説明は、例示及び説明の目的で提示されており、すべてを述べ尽くそうとするものでも、開示された形式の実施形態への限定を意図するものでもない。多数の変更及び変種が、当業者にとって明らかであろう。更に、種々の例示の実施形態は、他の望ましい実施形態と比べて異なる特徴を提供することができる。選択された 1 つ以上の実施形態は、実施形態の原理及び実際の応用を最も上手く解説するとともに、種々の実施形態の開示を想定される個々の用途に適した種々の変更と併せて当業者にとって理解可能にするために、選択及び説明されている。

40

#### 【 0 4 2 2 】

したがって、要約すると、本発明の第 1 の態様によれば、以下が提供される。

A 1 . エンドエフェクタを胴体アセンブリに対して位置決めするための方法であって、前記胴体アセンブリの構成を割り出すステップと、前記割り出された構成にもとづいて前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップと、前記胴体アセンブリ上の一式の基準点について一式の実際の基準位置を特定するステップと、前記特定された一式の実際の基準位置にもとづいて前記エンドエフェクタを作業位置に位置決めするステップと、を含む方法。

50

## 【 0 4 2 3 】

A 2 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対してメソに位置決めするステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 2 4 】

A 3 . 前記胴体アセンブリの前記構成に対する前記エンドエフェクタの現在位置を割り出すステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 2 5 】

A 4 . 前記構成を割り出すステップは、前記胴体アセンブリに関連付けられた胴体レーザーターゲットについて胴体ターゲット位置を特定するステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

10

## 【 0 4 2 6 】

A 5 . 前記胴体ターゲット位置を特定するステップは、一式のレーザートラッキング装置からレーザー測定データを受け取るステップと、前記レーザー測定データを使用して前記胴体レーザーターゲットについての胴体ターゲット位置を特定するステップと、を含む段落 A 4 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 2 7 】

A 6 . 前記胴体アセンブリの前記構成にもとづいて前記一式の基準点について一式の予想基準位置を特定するステップを更に含む段落 A 3 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 2 8 】

20

A 7 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、前記エンドエフェクタを前記一式の予想基準位置のうちの 1 つに対して位置決めするステップを含む段落 A 6 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 2 9 】

A 8 . 前記一式の基準点について前記一式の実際の基準位置を特定するステップは、前記一式の基準点のうちの基準点の撮像データを生成するステップと、前記撮像データにもとづいて前記基準点について実際の基準位置を算出するステップと、を含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 0 】

A 9 . 前記撮像データを生成するステップは、前記エンドエフェクタを前記基準点についての予想基準位置に対して位置決めする際に撮像システムを使用して前記撮像データを生成するステップを含む段落 A 8 に記載の方法が、更に提供される。

30

## 【 0 4 3 1 】

A 1 0 . 前記特定された一式の実際の基準位置にもとづいて前記作業位置を算出するステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 2 】

A 1 1 . 前記エンドエフェクタを前記作業位置に位置決めするステップは、前記エンドエフェクタを前記作業位置にミクロに位置決めするステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 3 】

40

A 1 2 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、基準点についての予想基準位置に対して前記エンドエフェクタをメソに位置決めするステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 4 】

A 1 3 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対してマクロに位置決めするステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 5 】

A 1 4 . 前記エンドエフェクタをマクロに位置決めするステップは、前記エンドエフェクタが関連付けられた移動プラットフォームのベースを前記胴体アセンブリに対してマクロに位置決めするステップを含む段落 A 1 3 に記載の方法が、更に提供される。

50

## 【 0 4 3 6 】

A 1 5 . 前記胴体アセンブリの内部及び外側のうちの一方に対する位置へ前記エンドエフェクタが関連付けられた移動プラットフォームのベースを自律的に駆動するステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 7 】

A 1 6 . 前記ベースに関連付けられたプラットフォーム移動システムを使用して、前記プラットフォーム移動システム又は前記ベースの少なくとも一方に関連付けられた一式のレーダーセンサーから受信されるレーダーデータにもとづいて、前記エンドエフェクタが関連付けられた移動プラットフォームのベースを駆動するステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

10

## 【 0 4 3 8 】

A 1 7 . 前記エンドエフェクタが関連付けられた移動プラットフォームのベースを胴体アセンブリの内側において駆動するステップを更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 3 9 】

A 1 8 . 前記ベースを駆動するステップは、前記移動プラットフォームの前記ベースを前記胴体アセンブリの内部の床を横切って駆動するステップを含む段落 A 1 7 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 4 0 】

A 1 9 . 前記ベースを駆動するステップは、前記移動プラットフォームの前記ベースをタワー上のホーム位置から前記胴体アセンブリの内部の床へ駆動するステップを含む段落 A 1 7 に記載の方法が、更に提供される。

20

## 【 0 4 4 1 】

A 2 0 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、現在位置から前記一式の基準点のうちの基準点についての予想基準位置に対する位置へ前記エンドエフェクタを移動させるステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 4 2 】

A 2 1 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、該エンドエフェクタが関連付けられた移動プラットフォームのベースに関する初期設定位置から、前記一式の基準点のうちの基準点についての予想基準位置に対する位置へ前記エンドエフェクタを移動させるステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

30

## 【 0 4 4 3 】

A 2 2 . 前記胴体アセンブリに関連付けられた少なくとも3つの胴体レーザーターゲットを検出するステップと、前記少なくとも3つの前記胴体レーザーターゲットの検出にもとづいて、前記胴体レーザーターゲットについての胴体ターゲット位置を特定するステップと、を更に含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 4 4 】

A 2 3 . 前記構成を割り出すステップは、前記特定された胴体ターゲット位置にもとづいて前記胴体アセンブリの前記構成を割り出すステップを含む段落 A 2 2 に記載の方法が、更に提供される。

40

## 【 0 4 4 5 】

A 2 4 . 前記エンドエフェクタを前記作業位置に対して位置決めするステップは、前記エンドエフェクタの端部に位置するツール中心点を前記作業位置に対してミクロに位置決めするステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、更に提供される。

## 【 0 4 4 6 】

A 2 5 . 前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対して位置決めするステップは、前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリ上の前記一式の基準点についての一式の予想基準位置の各々に対してメソに位置決めするステップを含む段落 A 1 に記載の方法が、

50

更に提供される。

【0447】

A26．前記一式の実際の基準位置を特定するステップは、前記エンドエフェクタが該基準点に対して位置決めされた場合に、前記一式の基準点のうちの基準点についての撮像データを生成するステップと、前記撮像データを使用して前記一式の基準点についての一式の実際の基準位置を算出するステップと、を含む段落A25に記載の方法が、更に提供される。

【0448】

A27．前記エンドエフェクタを前記作業位置に対して位置決めするステップは、前記一式の基準点についての前記一式の実際の基準位置にもとづいて前記作業位置を算出するステップと、前記エンドエフェクタを前記作業位置に対して位置決めするステップと、を含む段落A25に記載の方法が、更に提供される。

10

【0449】

A28．前記エンドエフェクタに関連付けられたいくつかのツールを使用して前記作業位置において組み立て作業を実行するステップを更に含む段落A1に記載の方法が、更に提供される。

【0450】

A29．前記エンドエフェクタに関連付けられたいくつかのツールを使用して前記胴体アセンブリ上の前記作業位置において固定プロセスを実行するステップを更に含む段落A1に記載の方法が、更に提供される。

20

【0451】

本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。

B1．エンドエフェクタを位置決めするための方法であって、前記エンドエフェクタを胴体アセンブリに対してマクロに位置決めするステップと、前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリに対してメソに位置決めするステップと、前記胴体アセンブリ上の一式の基準点について一式の実際の基準位置を算出するステップと、前記算出された一式の実際の基準位置にもとづいて前記エンドエフェクタを前記胴体アセンブリ上の一式の作業位置の各々に対してミクロに位置決めするステップと、を含む方法。

【0452】

B2．前記エンドエフェクタをメソに位置決めするステップは、前記胴体アセンブリ上の前記一式の基準点についての一式の予想基準位置の各々に対して前記エンドエフェクタをメソに位置決めするステップを含む段落B1に記載の方法が、更に提供される。

30

【0453】

B3．前記胴体アセンブリの構成を割り出すステップを更に含む段落B1に記載の方法が、更に提供される。

【0454】

B4．前記胴体アセンブリの前記構成にもとづいて前記胴体アセンブリ上の前記一式の基準点について一式の予想基準位置を特定するステップを更に含む段落B3に記載の方法が、更に提供される。

【0455】

B5．前記エンドエフェクタをメソに位置決めするステップは、前記一式の基準点のうちの基準締め具についての前記一式の予想基準位置のうちの予想基準位置に対して前記エンドエフェクタを位置決めするステップを含む段落B4に記載の方法が、更に提供される。

40

【0456】

本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。

C1．一式のレーザートラッキング装置と、胴体アセンブリに関連付けられた胴体レーザータラゲットと、移動プラットフォームに関連付けられたプラットフォームレーザータラゲットとを備えるレーザートラッキングシステム、及び前記一式のレーザートラッキング装置によって生成されるレーザ測定データにもとづいて前記胴体アセンブリに対する

50



エンドエフェクタの位置決めを制御する制御システムを備える装置。

【 0 4 5 7 】

C 2 . 前記プラットフォームレーザーターゲットは、外部移動プラットフォームに位置する外部プラットフォームレーザーターゲットを含む段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 5 8 】

C 3 . 前記プラットフォームレーザーターゲットは、内部移動プラットフォームに位置する内部プラットフォームレーザーターゲットを含む段落 C 2 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 5 9 】

C 4 . 前記胴体レーザーターゲットの各々は、前記胴体アセンブリのパネル又は部材のうちの 1 つに関連付けられている段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 0 】

C 5 . 前記制御システムは、前記エンドエフェクタのマクロな位置決め、前記エンドエフェクタのメソな位置決め、及び前記エンドエフェクタのミクロな位置決めを制御する段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 1 】

C 6 . 前記一式のレーザートラッキング装置は、タワーに関連付けられている段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 2 】

C 7 . 前記制御システムは一式のコントローラーを備え、該一式のコントローラーのうちの少なくとも 1 つは、前記タワーに関連付けられている段落 C 6 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 3 】

C 8 . 前記タワーは、作業者タワー及びロボットタワーの一方である段落 C 6 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 4 】

C 9 . 前記プラットフォームレーザーターゲットは、ベース、ロボットベース、ロボット装置、又は移動プラットフォームの支持構造体のうちの少なくとも 1 つに関連付けられている段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 5 】

C 1 0 . 視覚システムを更に備える段落 C 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 6 】

C 1 1 . 前記視覚システムは、前記移動プラットフォームに関連付けられたロボット装置又は前記移動プラットフォームに関連付けられた前記エンドエフェクタの少なくとも一方に関連付けられた撮像システムを備える段落 C 1 0 に記載の装置が、更に提供される。

【 0 4 6 7 】

C 1 2 . 前記撮像システムは、前記エンドエフェクタが前記胴体アセンブリ上の基準点についての前記胴体アセンブリ上の予想基準位置に対して位置決めされた場合に該基準点を捕捉するように構成された視野を有する段落 C 1 1 に記載の装置が、更に提供される。

【 符号の説明 】

【 0 4 6 8 】

- 6 0 1 計測システム
- 6 0 2 エンドエフェクタ
- 6 0 4 ロボット装置
- 6 0 6 移動プラットフォーム
- 6 0 8 ベース
- 6 1 0 ロボットベース
- 6 1 2 支持構造体
- 6 1 6 ツール

10

20

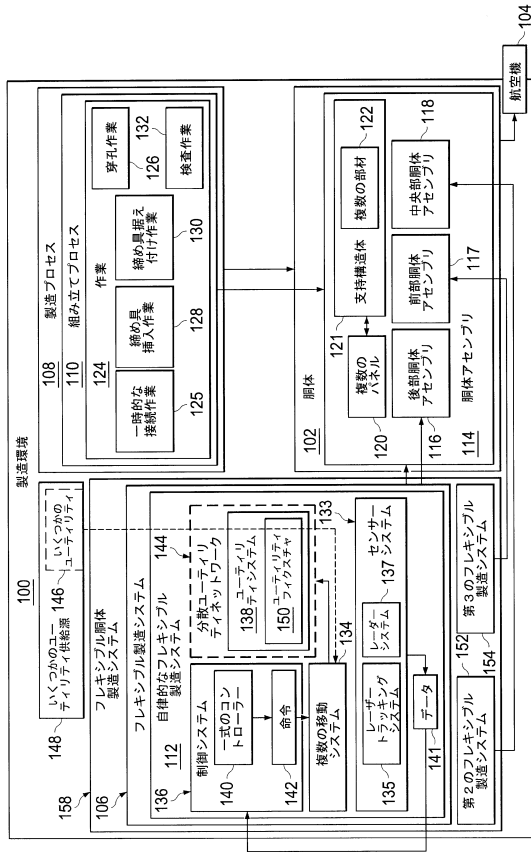
30

40

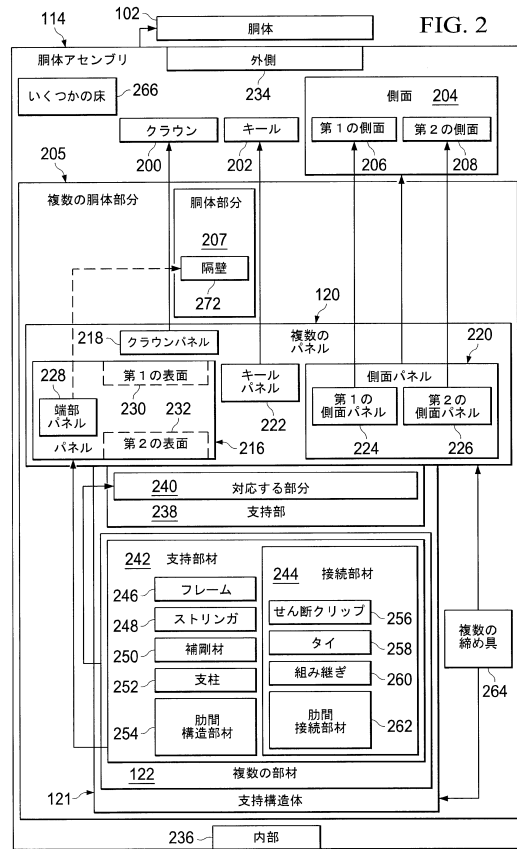
50

6 1 8	ツール中心点	
6 2 0	プラットフォーム移動システム	
6 2 1	床	
6 2 2	自律的な車両	
6 2 3	トラックシステム	
6 2 4	ホーム位置	
6 2 5	視覚システム	
6 2 6	一式のレーザートラッキング装置	
6 2 8	胴体レーザーターゲット	
6 3 0	プラットフォームレーザーターゲット	10
6 3 2	一式のレーダーセンサー	
6 3 5	撮像システム	
6 4 2	基準点	
6 4 4	第 1 の基準点	
6 4 6	第 2 の基準点	
6 4 8	第 1 の基準締め具	
6 5 0	第 2 の基準締め具	
6 5 2	基準位置	
6 5 4	第 1 の基準位置	
6 5 5	第 2 の基準位置	20
6 5 6	マクロな位置決め	
6 5 8	メソな位置決め	
6 6 0	ミクロな位置決め	
7 0 0	レーダーデータ	
7 0 8	レーザ測定データ	
7 1 0	構成	
7 1 2	胴体ターゲット位置	
7 1 4	プラットフォームターゲット位置	
7 1 5	基準座標系	
7 1 6	初期設定位置	30
7 1 8	現在位置	
7 2 0	現在のベース位置	
7 2 2	一式の予想基準位置	
7 2 4	一式の外部予想基準位置	
7 2 5	予想基準位置	
7 2 6	一式の内部予想基準位置	
7 3 6	撮像データ	
7 3 8	一式の実際の基準位置	
7 4 0	実際の実際の基準位置	
7 4 2	一式の実際の外部基準位置	40
7 4 4	一式の実際の内部基準位置	
7 5 0	一式の作業位置	
7 5 2	一式の外部作業位置	
7 5 4	一式の内部作業位置	

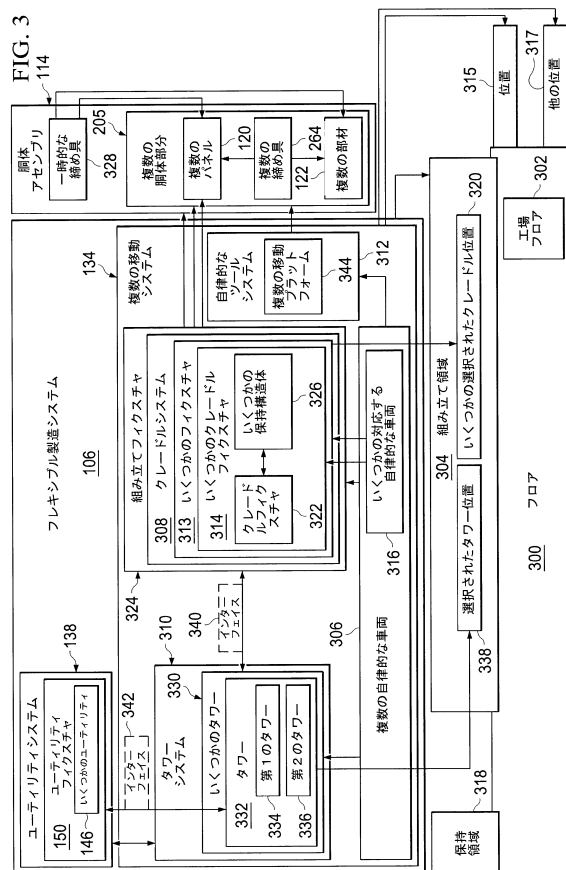
【 図 1 】



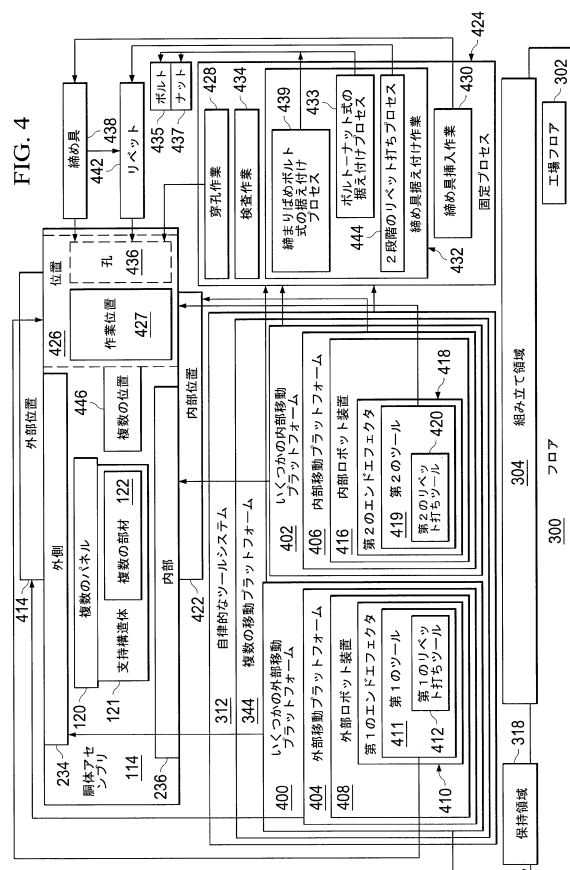
【圖 2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

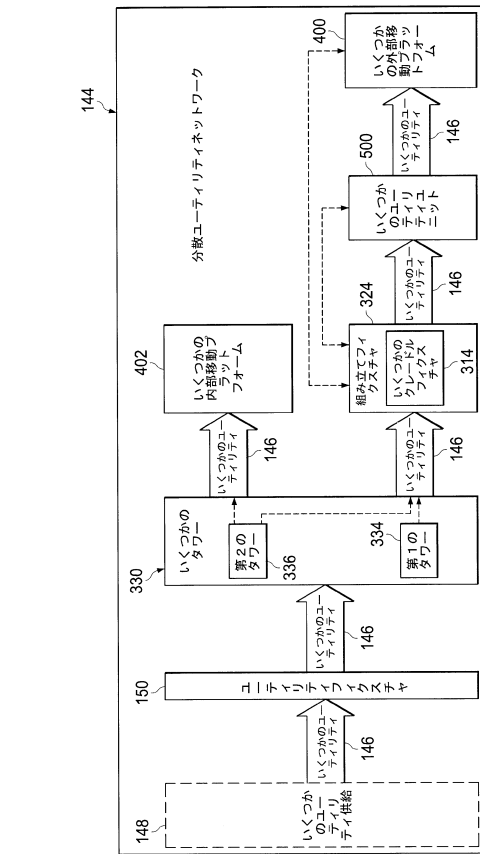


FIG. 5

【 図 6 】

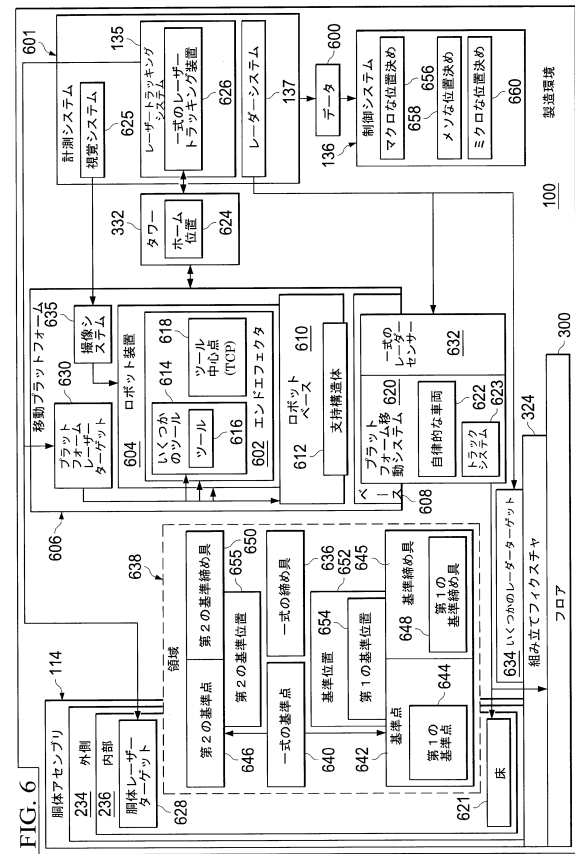


FIG. 1.

【圖 7】

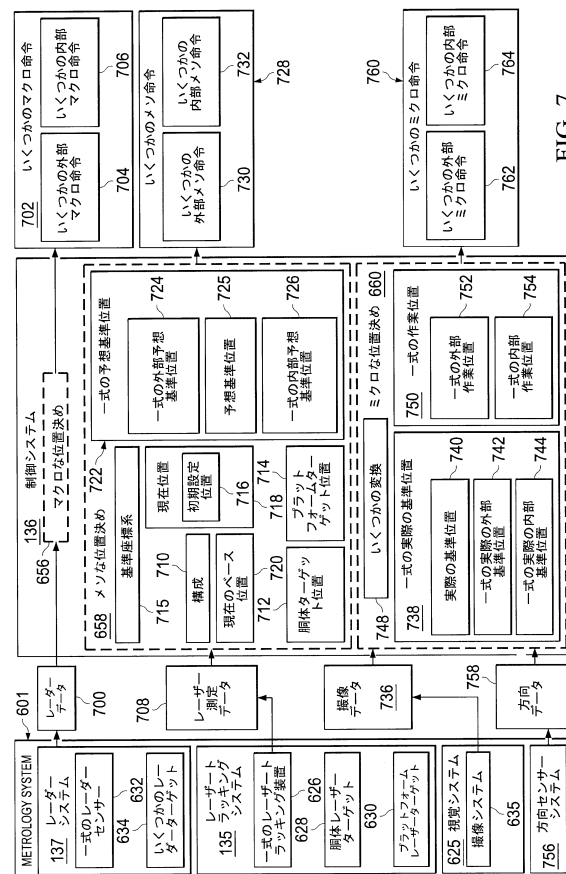


FIG. 7

【 図 8 】

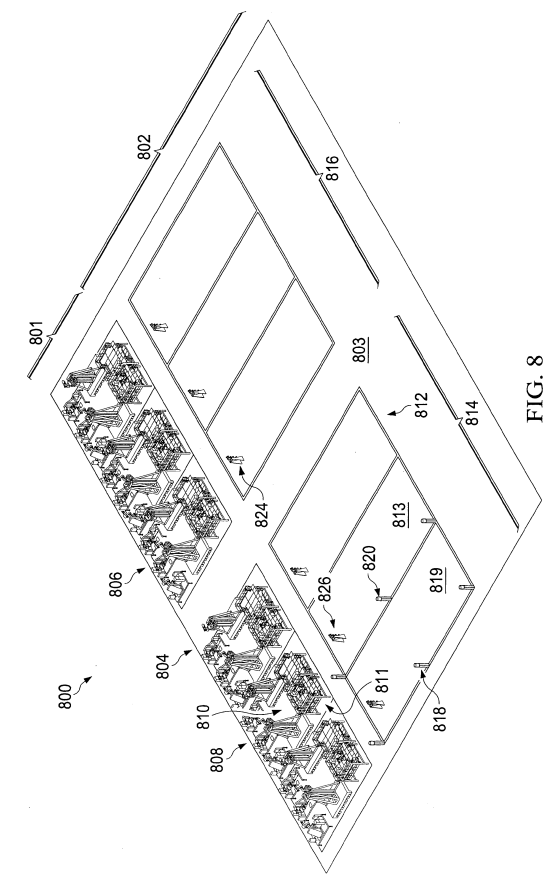


FIG. 8

【図 9】

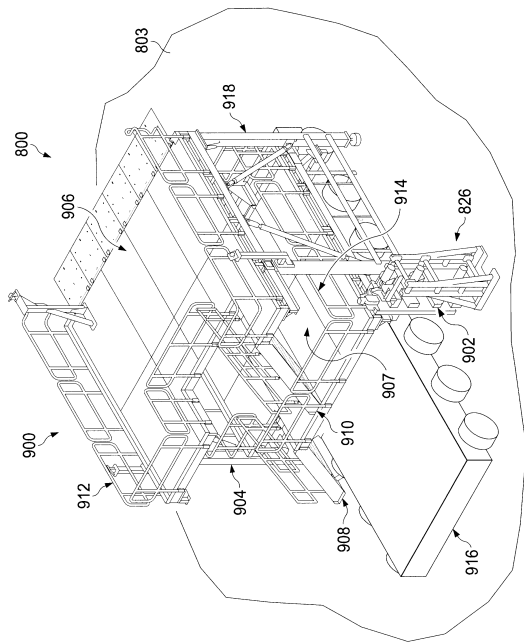


FIG. 9

【図 10】

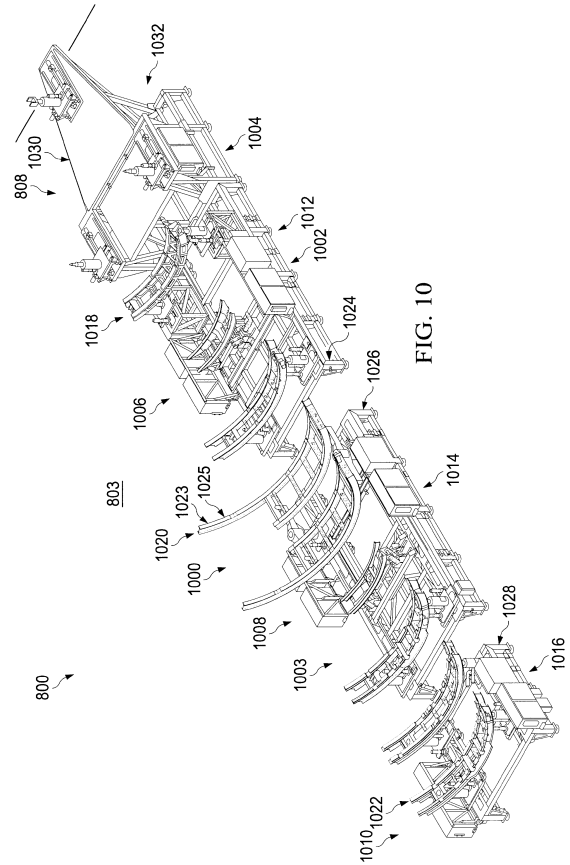


FIG. 10

【図 11】

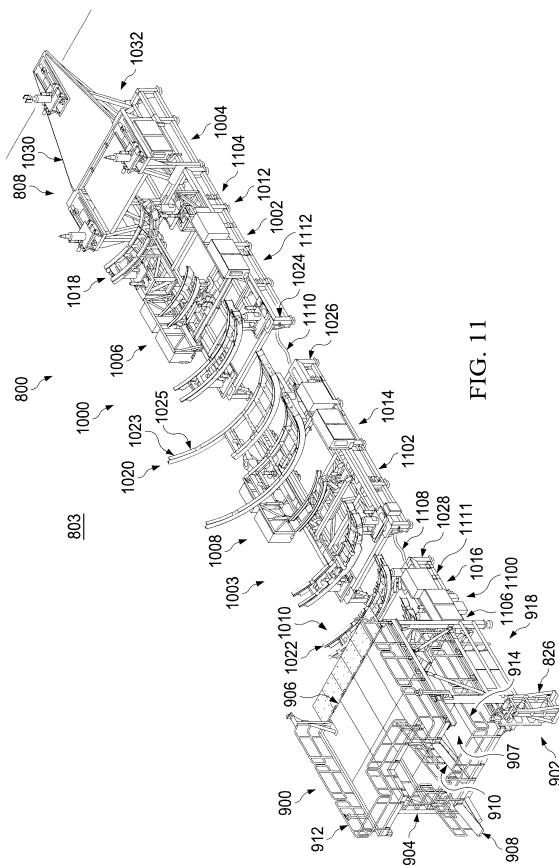


FIG. 11

【図 12】

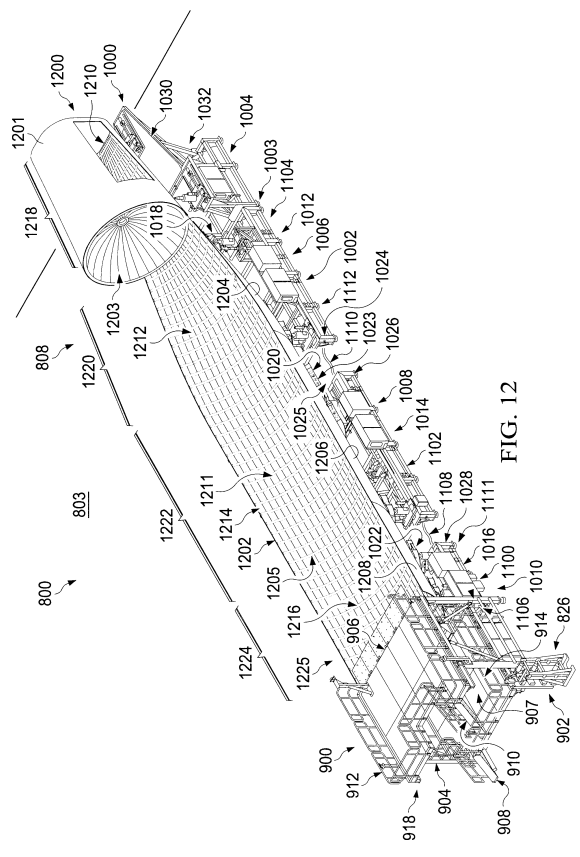


FIG. 12

【図 13】

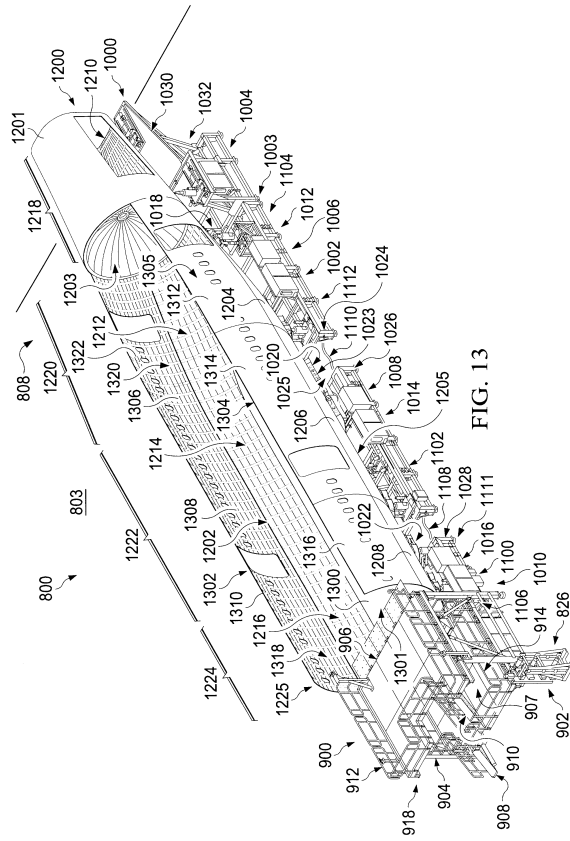


FIG. 13

【図 14】

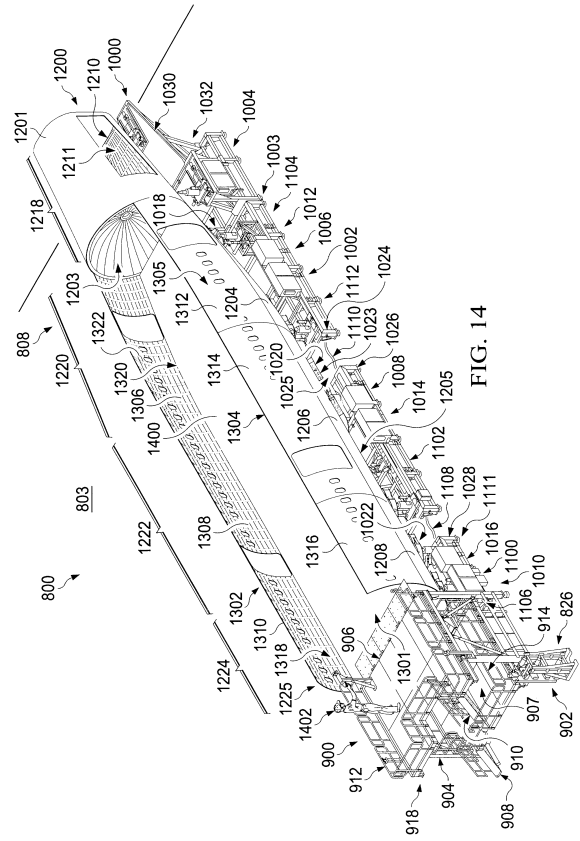


FIG. 14

【図 15】

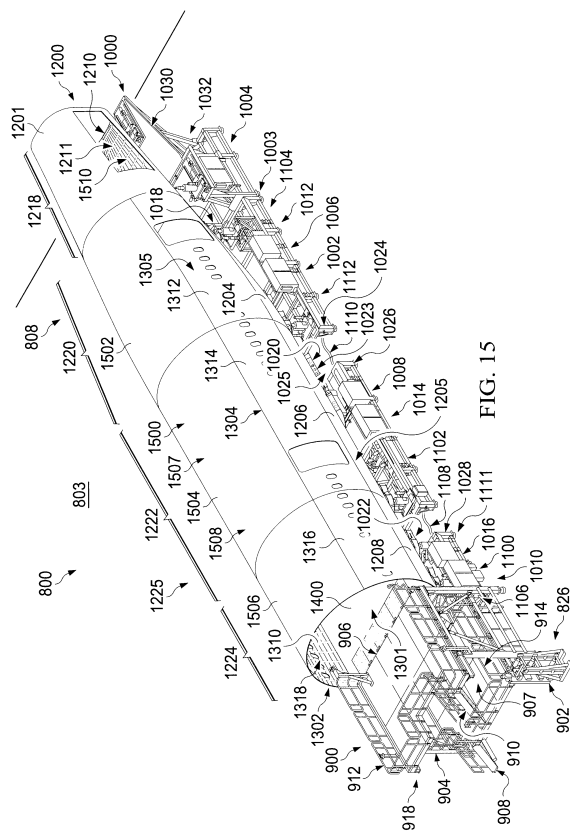


FIG. 15

【図 16】

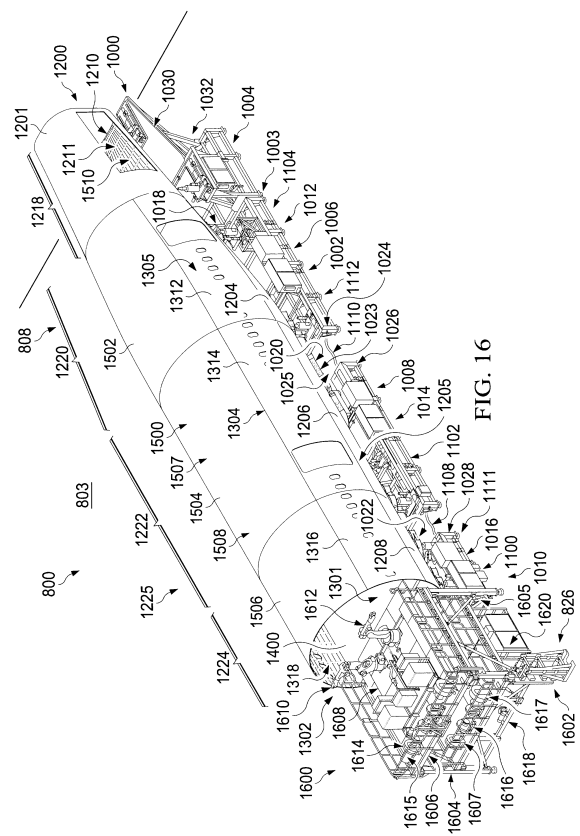


FIG. 16

【 図 1 7 】

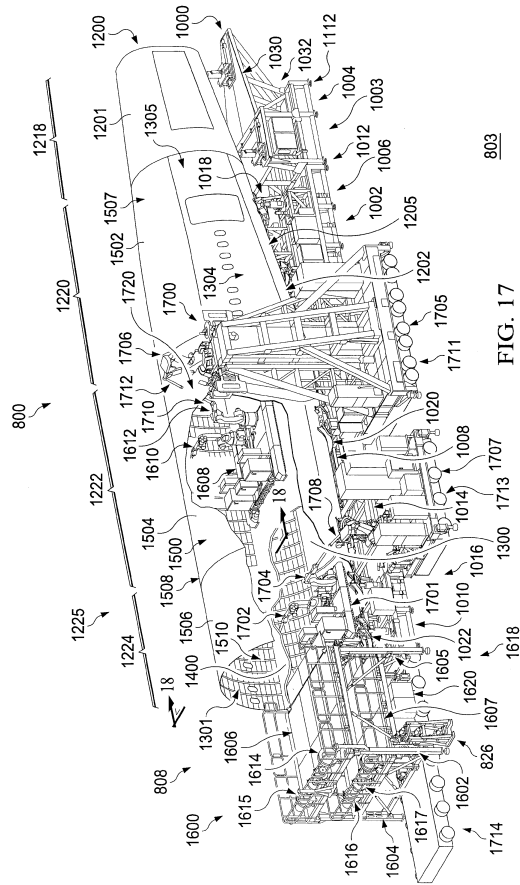


FIG. 17

【 図 1 8 】

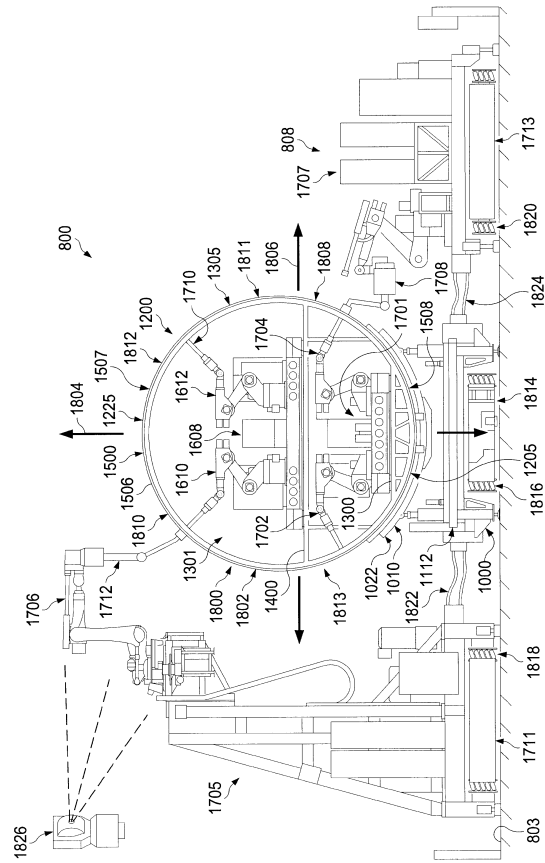


FIG. 18

【 図 1 9 】

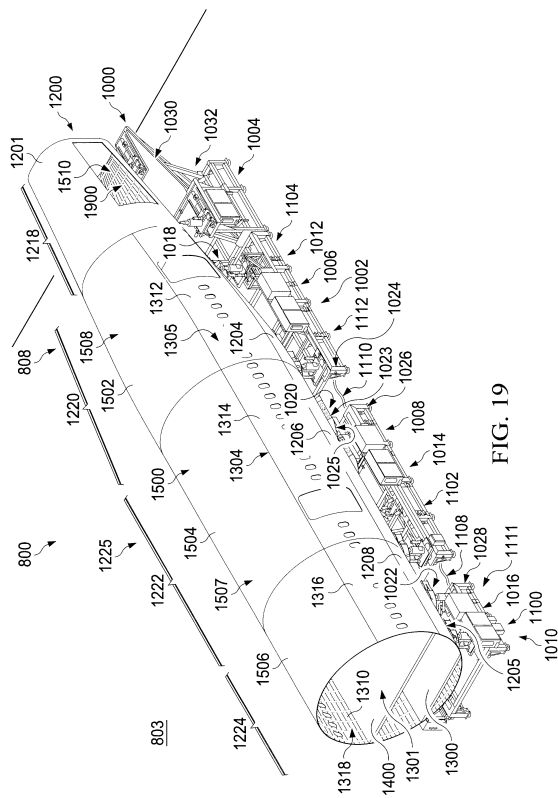


FIG. 19

【 図 2 0 】

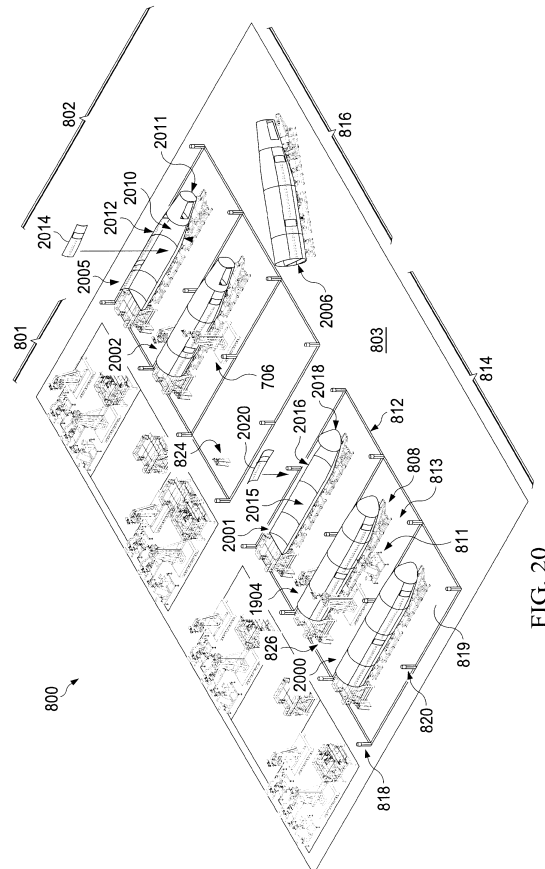


FIG. 20

【 図 2 1 】

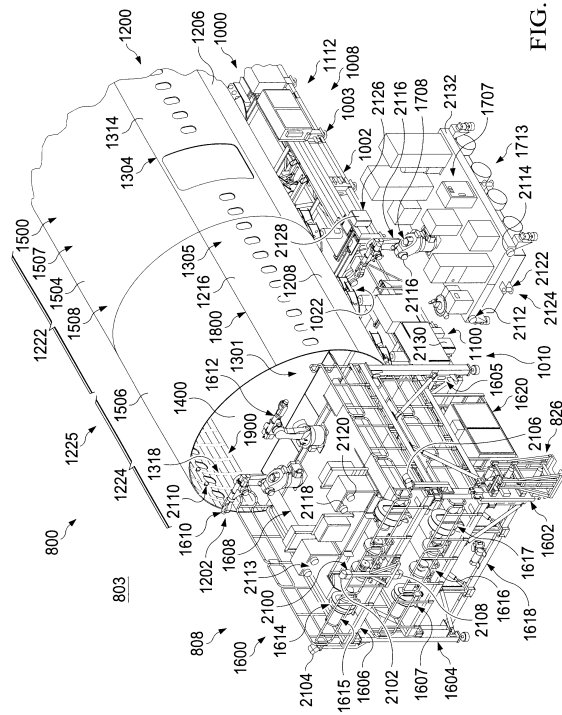


FIG. 21

【圖 2 2】

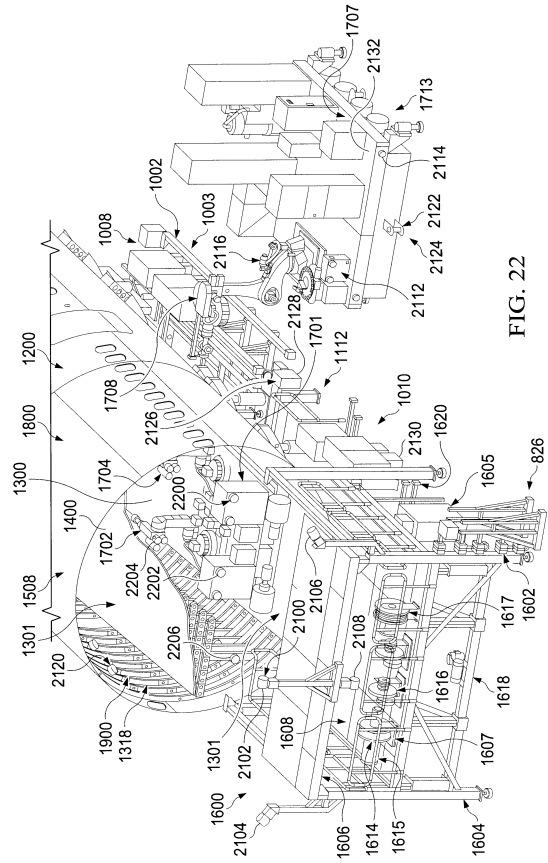


FIG. 22

【圖 23】

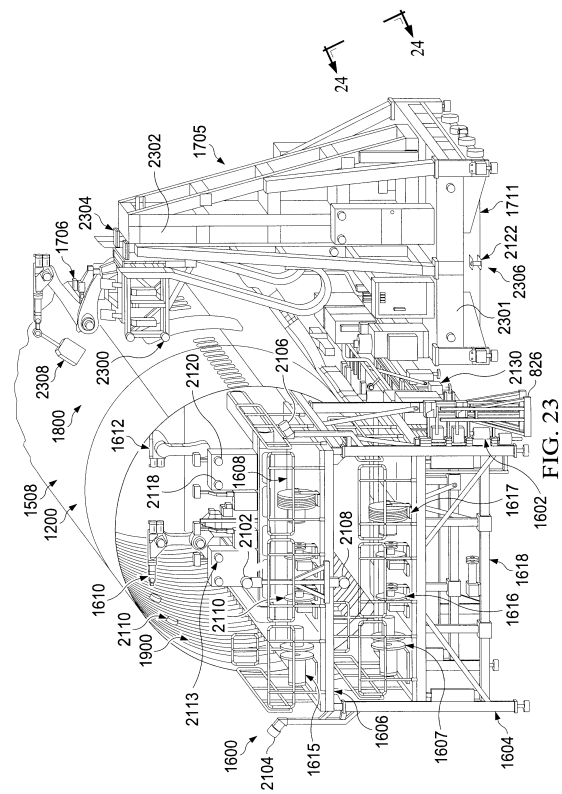


FIG. 23

【 図 2 4 】

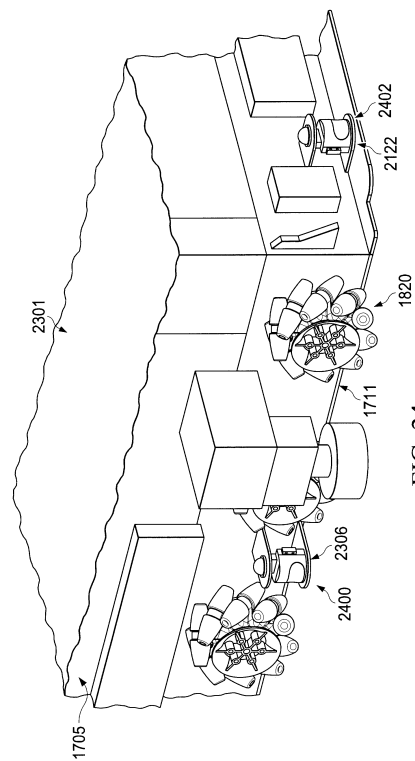


FIG. 24



【図 25】

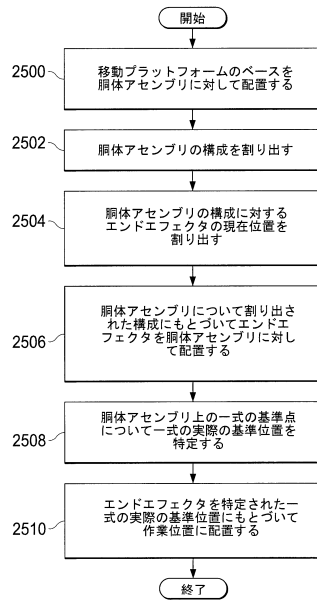


FIG. 25

【図 26】

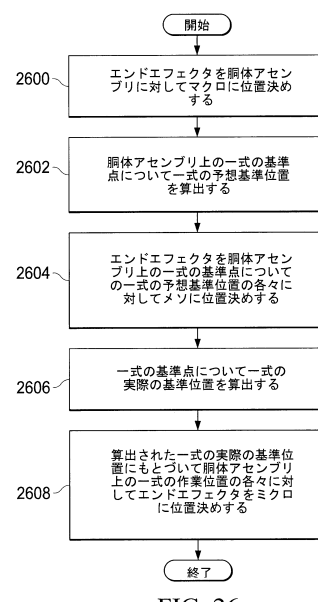


FIG. 26

【図 27】

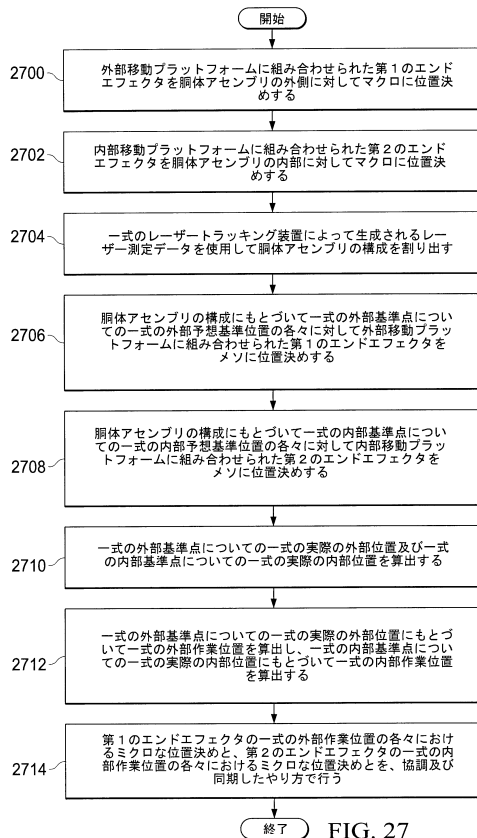


FIG. 27

【図 28】

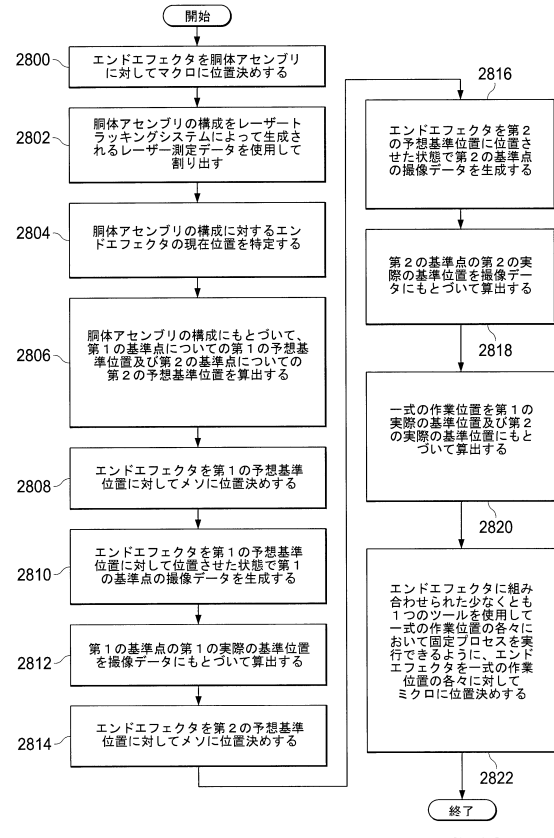


FIG. 28

【図 29】

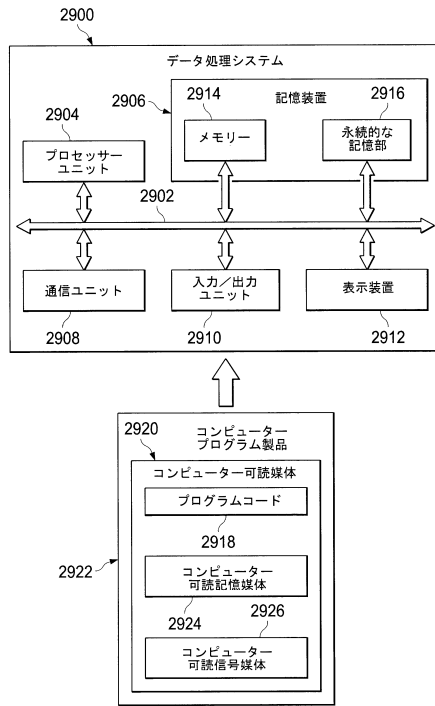


FIG. 29

【図 30】

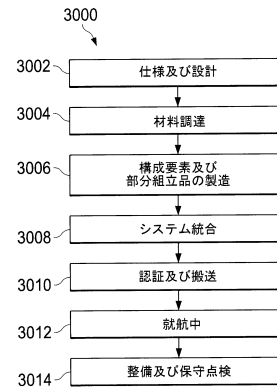


FIG. 30

【図 31】

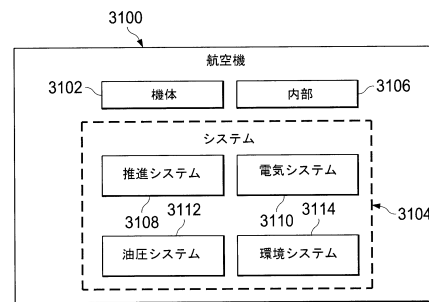


FIG. 31

## フロントページの続き

- (72)発明者 ハリンダー・エス・オベロイ  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 リチャード・グリフィス・リーズ・フォース  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ケヴィン・マリオン・バリック  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 チュアン・ティ・ドゥ  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 アラン・エス・ドレイパー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 アルフレド・ホセ・ゲロサ  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ブランコ・サル  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 グレゴリー・グジンスキー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ユアンシン・チャールズ・フー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ジェフリー・ローレンス・ミラー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ヴァンコ・ストヤノスキー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 マイケル・ジェー・コザック  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 メリッサ・アン・フィンドレー  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ホルヘ・アルベルト・アリアガ  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００
- (72)発明者 ジョン・ウィラード・ドーシー - パルマター  
アメリカ合衆国・イリノイ・６０６０６－２０１６・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・  
１００

- (56)参考文献 特開2013-124099(JP,A)  
特表2010-520104(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0010007(US,A1)  
特開2008-152355(JP,A)  
特開2013-154464(JP,A)  
特表2007-517676(JP,A)  
特表2003-530561(JP,A)  
特開2012-104136(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23P	19/00-21/00
B25J	1/00-21/02
B64C	1/00
B64F	5/10