(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6714329号
(P6714329)

(45)発行日　令和2年6月24日(2020.6.24)　(24)登録日　令和2年6月9日(2020.6.9)

(51)Int.Cl.		F I		
B23P 21/00	(2006.01)	B23P	21/00	303Z
B64C 1/00	(2006.01)	B64C	1/00	Z
B64F 5/10	(2017.01)	B64F	5/10	

請求項の数 37　外国語出願　(全 76 頁)

(21)出願番号	特願2015-119176(P2015-119176)
(22)出願日	平成27年6月12日(2015.6.12)
(65)公開番号	特開2016-16513(P2016-16513A)
(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	14/559,518
(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】胴体を製作するための自律的なフレキシブル製造システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
航空機（１０４）の胴体アセンブリ（１１４）を製作する方法であって、
インターフェースをタワー（３３２）とユーティリティフィクスチャ（１５０）との間に形成するために、組み立て領域（３０４）に位置するユーティリティフィクスチャ（１５０）に対して、タワー（３３２）を選択されたタワー位置（３３８）へ自律的に駆動するステップと、
組み立てフィクスチャ（３２４）を形成するために、フロア（１３０）を横切って組み立て領域（３０４）へいくつかのフィクスチャ（３１３）を駆動するステップと、
前記組み立てフィクスチャ（３２４）上で前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップと
を含む方法。
【請求項２】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作する方法は、
複数の移動プラットフォーム（３４４）を使用して、前記組み立てフィクスチャ（３２４）上で前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
分散ユーティリティネットワーク（１４４）を介して、いくつかのユーティリティ（１４６）を前記複数の移動プラットフォーム（３４４）に分配するステップを更に含む、請

求項２に記載の方法。
【請求項４】
前記いくつかのフィクスチャ（３１３）を駆動するステップは、
前記組み立てフィクスチャ（３２４）を形成するために、いくつかの選択されたクレードル位置（３２０）へいくつかのクレードルフィクスチャ（３１４）を駆動するステップを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
前記いくつかのクレードルフィクスチャ（３１４）を駆動するステップは、
前記組み立てフィクスチャ（３２４）を形成するために、前記いくつかの選択されたクレードル位置（３２０）へ前記いくつかのクレードルフィクスチャ（３１４）を自律的に駆動するステップを含む、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記いくつかのフィクスチャ（３１３）を駆動するステップは、
前記組み立てフィクスチャ（３２４）を形成するために、いくつかのクレードルフィクスチャ（３１４）を、前記タワー（３３２）に対して、いくつかの選択されたクレードル位置（３２０）へ駆動するステップを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項７】
前記タワー（３３２）とユーティリティフィクスチャ（１５０）との間にいくつかのユーティリティ（１４６）を接続するステップを更に含む、請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記タワー（３３２）と前記ユーティリティフィクスチャ（１５０）との間に前記いくつかのユーティリティ（１４６）を接続するステップは、
前記ユーティリティフィクスチャ（１５０）から前記タワー（３３２）への前記いくつかのユーティリティ（１４６）の流れを可能にするために、前記タワー（３３２）を前記ユーティリティフィクスチャ（１５０）に自律的に接続するステップを含む、請求項７に記載の方法。
【請求項９】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記胴体アセンブリ（１１４）の複数の胴体部分（２０５）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項１０】
前記複数の胴体部分（２０５）を係合させるステップは、
複数のパネル（１２０）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップを含む、請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記複数のパネル（１２０）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップは、
前記複数のパネル（１２０）におけるキールパネル（２２２）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップと、
前記複数のパネル（１２０）における側面パネル（２２０）を前記キールパネル（２２２）に係合させるステップと、
前記複数のパネル（１２０）におけるクラウンパネル（２１８）を前記側面パネル（２２０）に係合させるステップとを含む、請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
前記複数のパネル（１２０）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップは、
端部パネル（２２８）を、前記組み立てフィクスチャ（３２４）及び前記キールパネル（２２２）、前記側面パネル（２２０）、又は前記クラウンパネル（２１８）のうちの少なくとも１つに係合させるステップであって、前記端部パネル（２２８）が、円すい形のパネル、円筒形のパネル、及びテーパ状の円筒形のパネルのうちの１つから選択される、

端部パネルを係合させるステップを更に含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記複数のパネル（１２０）における前記キールパネル（２２２）を前記組み立てフィクスチャ（３２４）に係合させるステップは、
前記キールパネル（２２２）をいくつかの保持構造体（３２６）に係合させるステップを含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１４】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記複数のパネル（１２０）を互いに一時的に接続するステップを更に含む、請求項１０に記載の方法。
【請求項１５】
前記複数のパネル（１２０）を一時的に接続するステップは、前記複数のパネル（１２０）を互いに一時的な締め具（３２８）で留めるステップを含む、請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記複数のパネル（１２０）が前記組み立てフィクスチャ（３２４）に支持されている間に、前記複数のパネル（１２０）を互いに接合するステップを更に含む、請求項１０に記載の方法。
【請求項１７】
前記複数のパネル（１２０）を互いに接合するステップは、
第１のパネルを第２のパネルに直接固定すること、前記第１のパネルに関連付けられた第１の部材を前記第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、前記第１のパネルに関連付けられた部材を前記第２のパネルに直接接合すること、前記第１のパネル及び前記第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、又は選択された部材を前記第１のパネル及び前記第２のパネルの両方に接合することのうちの少なくとも１つによって、第１のパネルと第２のパネルとを互いに接合するステップを含む、請求項１６に記載の方法。
【請求項１８】
前記複数のパネル（１２０）を互いに接合するステップは、
前記複数のパネル（１２０）を互いに接合するために、複数の締め具（２６４）を実質的に自律的に据え付けるステップを含む、請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
前記胴体アセンブリ（１１４）の製作中に、前記組み立てフィクスチャ（３２４）を使用して、複数のパネル（１２０）、及び前記胴体アセンブリ（１１４）の前記複数のパネル（１２０）に関連付けられた複数の部材（１２２）を支持するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２０】
前記胴体アセンブリ（１１４）の前記製作中に、前記組み立てフィクスチャ（３２４）を使用して、前記胴体アセンブリ（１１４）の形状及び構成を選択された公差の範囲内に維持するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２１】
選択された公差の範囲内で、前記胴体アセンブリ（１１４）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順守を維持するために、前記胴体アセンブリ（１１４）の製作中に、前記いくつかのフィクスチャ（３１３）のうちの少なくとも１つを調節するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２２】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
自律的なツールシステム（３１２）を使用して、複数のパネル（１２０）を互いに接合するステップを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項２３】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記胴体アセンブリ（１１４）上の位置（４２６）に対して外部位置（４１４）へ外部移動プラットフォーム（４０４）を駆動するステップと、
前記胴体アセンブリ（１１４）上の前記位置（４２６）に対して内部位置（４２２）へ内部移動プラットフォーム（４０６）を駆動するステップとを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２４】
前記外部移動プラットフォーム（４０４）を駆動するステップは、
前記外部位置（４１４）へ前記外部移動プラットフォーム（４０４）を自律的に駆動するステップを含み、前記内部移動プラットフォーム（４０６）を駆動するステップは、
前記内部位置（４２２）へ前記内部移動プラットフォーム（４０６）を自律的に駆動するステップを含む、請求項２３に記載の方法。
【請求項２５】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記内部移動プラットフォーム（４０６）と前記外部移動プラットフォーム（４０４）とを使用して、前記胴体アセンブリ（１１４）上の前記位置（４２６）において固定プロセス（４２４）を自律的に実行するステップを更に含む、請求項２４に記載の方法。
【請求項２６】
前記固定プロセス（４２４）を実行するステップは、
前記外部移動プラットフォーム（４０４）又は前記内部移動プラットフォーム（４０６）のうちの少なくとも１つを使用して、前記位置（４２６）に孔（４３６）を自律的に穿孔するステップと、
前記外部移動プラットフォーム（４０４）又は前記内部移動プラットフォーム（４０６）のうちの少なくとも１つを使用して、前記孔（４３６）に締め具（４３８）を自律的に挿入するステップと、
前記外部移動プラットフォーム（４０４）又は前記内部移動プラットフォーム（４０６）のうちの少なくとも１つを使用して、前記締め具（４３８）を自律的に据え付けるステップとを含む、請求項２５に記載の方法。
【請求項２７】
第１のタワー（３３４）及び第２のタワー（３３６）のうちの１つを使用して、前記胴体アセンブリ（１１４）の内部（２３６）にアクセスするステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２８】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
ロボットタワーから前記胴体アセンブリ（１１４）の内部（２６４）へいくつかの内部移動プラットフォーム（４０２）を自律的に駆動するステップと、
前記いくつかの内部移動プラットフォーム（４０２）を使用して、前記胴体アセンブリ（１１４）の前記内部（２６４）で自律的に作業（１２４）を実行するステップとを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項２９】
前記胴体アセンブリ（１１４）の自律的な製作を可能にするために、ユーティリティフィクスチャ（１５０）、タワー（３３２）、組み立てフィクスチャ（３２４）、及びいくつかの内部移動プラットフォーム（４０２）又はいくつかの外部移動プラットフォーム（４００）のうちの少なくとも１つの間に、分散ユーティリティネットワーク（１４４）を確立するステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３０】
前記胴体アセンブリ（１１４）を製作するステップは、
前記いくつかの内部移動プラットフォーム（４０２）及び前記いくつかの外部移動プラットフォーム（４００）を使用して、前記胴体アセンブリ（１１４）を自律的に製作する

ステップを含む、請求項２９に記載の方法。
【請求項３１】
航空機（１０４）の胴体アセンブリ（１１４）を製造するためのフレキシブル製造装置であって、
ユーティリティフィクスチャ（１５０）と、
前記ユーティリティフィクスチャ（１５０）に電気的及び物理的に接続可能な、自律的に駆動可能なタワー（３３２）と、
前記駆動可能なタワー（３３２）に自律的に接続可能な、いくつかの駆動可能な組み立てフィクスチャとを備える、フレキシブル製造装置。
【請求項３２】
自律的なツールシステム（３１２）を更に備える、請求項３１に記載のフレキシブル製造装置。
【請求項３３】
前記いくつかの駆動可能な組み立てフィクスチャは、いくつかの自律的に駆動可能な組み立てフィクスチャである、請求項３１に記載のフレキシブル製造装置。
【請求項３４】
いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャで構成された組み立てフィクスチャ（３２４）と、
前記組み立てフィクスチャ（３２４）上で複数のパネル（１２０）を互いに接合する、自律的なパネル接合システムと、
電気的又は物理的の少なくとも一方にて、前記組み立てフィクスチャ（３２４）に接続可能な駆動可能なタワー（３３２）と、を備え、
前記駆動可能なタワー（３３２）は、自律的に駆動可能なタワー（３３２）であり、前記いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャは、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であり、
前記自律的に駆動可能なタワー（３３２）に、電気的及び物理的に接続可能なユーティリティフィクスチャ（１５０）を更に備える、フレキシブル製造システム（１０６）。
【請求項３５】
前記自律的なパネル接合システムは、
いくつかの駆動可能な外部移動プラットフォームを備え、前記いくつかの駆動可能な外部移動プラットフォームの各々は、前記組み立てフィクスチャ（３２４）に自律的に接続可能な、請求項３４に記載のフレキシブル製造システム（１０６）。
【請求項３６】
前記駆動可能なタワー（３３２）を、製造環境のフロア（３００）を横切って自律的に駆動させることが可能な、自律的な車両（７１６、１５１４）を更に含む、請求項３４に記載のフレキシブル製造システム（１０６）。
【請求項３７】
前記いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャにおける駆動可能なクレードルフィクスチャは、
前記駆動可能なクレードルフィクスチャに関連付けられた、いくつかの保持構造体（３２６）を備える、請求項３４に記載のフレキシブル製造システム（１０６）。
【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製作に関する。更に詳細には、本発明は、航空機の胴体アセンブリを自律的に製作するための方法、装置、及びシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
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側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。

【０００３】

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（ＯＭＬ）の要件及び内側モールドライン（ＩＭＬ）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。

【０００４】

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側に位置する第２の作業者が、これ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。

【０００５】

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的に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。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】

【０００６】

例示の一実施形態で、航空機の胴体アセンブリを製作するための方法を提供することができる。組み立てフィクスチャを形成するために、いくつかのフィクスチャを、フロアを横切って組み立て領域へと駆動することができる。胴体アセンブリは、組み立てフィクスチャ上で製作することができる。別の例示の実施形態において、フレキシブル製造システムは、駆動可能なタワーと、このタワーに自律的に接続可能な、いくつかの駆動可能なフィクスチャとを備えることができる。

【０００７】

更に別の例示の実施形態において、フレキシブル製造システムは、組み立てフィクスチャと、自律的なパネル接合システムとを備えることができる。組み立てフィクスチャは、いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャで構成することができる。自律的なパネル接合システムは、組み立てフィクスチャで、複数のパネルを互いに接合することができる。

【０００８】

別の例示の実施形態において、分散ユーティリティネットワークを確立する方法を提供

することができる。タワーは、ユーティリティフィクスチャに対して選択されたタワー位置へと、フロアを横切って駆動させることができる。分散ユーティリティネットワークを確立するために、いくつかのユーティリティを、タワーとユーティリティフィクスチャとの間に接続することができる。

【０００９】

更に別の例示の実施形態において、分散ユーティリティネットワークは、ユーティリティフィクスチャと、駆動可能な移動システムとを備えることができる。ユーティリティフィクスチャは、組み立て領域に固定に関連付けることができる。いくつかのユーティリティが、ユーティリティフィクスチャから駆動可能な移動システムまで分配されるように、駆動可能な移動システムをユーティリティフィクスチャに接続することができる。

【００１０】

また別の例示の実施形態において、フレキシブル製造システムは、ユーティリティフィクスチャと、駆動可能なタワーと、いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャとを備えることができる。駆動可能なタワーは、ユーティリティフィクスチャに自律的に接続することができる。いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャは、タワーに直列に、自律的に接続することができる。

【００１１】

別の例示の一実施形態で、胴体アセンブリを製作するための方法を提供することができる。タワーは、ユーティリティフィクスチャに対して、選択されたタワー位置へと自律的に駆動させることができる。タワーは、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からタワーへと流せるように、ユーティリティフィクスチャに自律的に接続することができる。いくつかのクレードルフィクスチャは、組み立てフィクスチャを製作するために、タワーに対して、いくつかの選択されたクレードル位置へと自律的に駆動させることができる。いくつかのクレードルフィクスチャは、いくつかのユーティリティをタワーからいくつかのクレードルフィクスチャの各々へと下流に流せるように、タワーに直列に、自律的に接続することができる。胴体アセンブリ用に、複数のパネルを組み立てフィクスチャと係合させることができる。複数のパネルは、複数のパネルを互いに対して動かぬように一体に保持するために、互いに一時的に接続することができる。複数のパネルは、胴体アセンブリが組み立てフィクスチャによって支持されている間に、自律的なツールシステムを使用して、胴体アセンブリを製作するために互いに接合することができる。

【００１２】

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。

【００１３】

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】

【００１４】

【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製造環境の等角投影図である。

【図７】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８】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９】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１０】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１１】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１２】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１３】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１４】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。
【図１５】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１６】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１７】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１８】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１９】例示の実施形態によるフロー図の形態の胴体アセンブリを製作するためのプロセスの図である。
【図２０】例示の実施形態によるフロー図の形態の分散ユーティリティネットワークを確立するためのプロセスの図である。
【図２１】例示の実施形態によるフロー図の形態の胴体アセンブリを製作するためのプロセスの図である。
【図２２】例示の実施形態によるフロー図の形態の複数のパネルを互いに接合するためのプロセスの図である。
【図２３】例示の実施形態によるフロー図の形態の分散ユーティリティネットワークを確立するためのプロセスの図である。
【図２４】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２５】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２６】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。

【発明を実施するための形態】
【００１５】
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の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。
【００１６】
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。

【００１７】

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、労働力が少なくて済み、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。

【００１８】

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、その後に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。

【００１９】

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を必要とせずに実行す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、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。このようにして、自律的に駆動す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。

【００２０】

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。

【００２１】

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。

【００２２】

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をもたらす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１つだけしか含まないインフラストラクチャを使用して、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と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充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。このようにして、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。

【００２３】

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接続させることができる。

【００２４】

ここで図面を参照し、特に図１～図５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５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。

【００２５】

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１００は、航空機１０４の胴体１０２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。

【００２６】

製造環境１００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１００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１０２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１００の形態をとることができる。

【００２７】

胴体１０２を、製造プロセス１０８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１０６を、製造プロセス１０８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１０８を、フレキシブル製造システム１０６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１０８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。

【００２８】

フレキシブル製造システム１０６を、製造プロセス１０８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。このようにして、フレキシブル製造システム１０６を、自律的なフレキシブル製造システム１１２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１０６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。

【００２９】

図示のとおり、製造プロセス１０８は、胴体アセンブリ１１４を製作するための組み立てプロセス１１０を含むことができる。フレキシブル製造システム１０６を、組み立てプロセス１１０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。

【００３０】

胴体アセンブリ１１４は、製造プロセス１０８の完了前の製造プロセス１０８の最中の任意の段階における胴体１０２であってよい。いくつかの場合、胴体アセンブリ１１４は、途中まで組み立てられた胴体１０２を指して使用されることもある。実施例に応じて、胴体１０２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１１４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１１４は、完全

に組み立てられた胴体１０２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１０６は、航空機１０４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１１４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１１４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１０６の少なくとも一部分を、航空機１０４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。

【００３１】

一例示の例において、胴体アセンブリ１１４は、胴体１０２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１１４は、胴体１０２の後部を形成するための後部胴体アセンブリ１１６の形態をとることができる。別の例では、胴体アセンブリ１１４は、胴体１０２の前部を形成するための前部胴体アセンブリ１１７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１１４は、胴体１０２の中央部又は胴体１０２の後部と前部との間の胴体１０２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１１８の形態をとることができる。

【００３２】

図示のとおり、胴体アセンブリ１１４は、複数のパネル１２０及び支持構造体１２１を含むことができる。支持構造体１２１を、複数の部材１２２で構成することができる。複数の部材１２２を、複数のパネル１２０の支持及び複数のパネル１２０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１２１は、胴体アセンブリ１１４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。

【００３３】

複数の部材１２２を、複数のパネル１２０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。

【００３４】

例えば、複数の部材１２２のうちの１つなどの第１の構成部品は、複数のパネル１２０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の構成部品に取り付けられる、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られることによって、第２の構成部品の一部と考えることができる。

【００３５】

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。

【００３６】

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。

【００３７】

これらの例示の例において、複数の部材１２２のうちの或る部材を、複数のパネル１２０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１２２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１２０のうちの少なくとも１つに関連付けることができる。

【００３８】

一例示の例では、複数の部材１２２のうちの実質的にすべて又はすべてを、胴体アセンブリ１１４を製作するための組み立てプロセス１１０の開始に先立って、複数のパネル１２０に関連付けることができる。例えば、複数のパネル１２０が、組み立てプロセス１１０を通じて互いに接合される前に、複数の部材１２２の該当する部分を複数のパネル１２０の各パネルに関連付けることができる。

【００３９】

別の例示の例では、複数の部材１２２の第１の部分だけを、組み立てプロセス１１０の開始に先立って複数のパネル１２０に関連付けることができる。組み立てプロセス１１０は、複数のパネル１２０への支持の提供又は複数のパネル１２０の互いの接続の少なくとも一方のために、複数の部材１２２の残りの部分を複数のパネル１２０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１１０に先立って複数のパネル１２０に取り付けられた複数の部材１２２の第１の部分、及び組み立てプロセス１１０において複数のパネル１２０に取り付けられた複数の部材１２２の残りの部分が、協働して支持構造体１２１を形成することができる。

【００４０】

更に別の例示の例では、複数の部材１２２のすべてを、組み立てプロセス１１０において複数のパネル１２０に関連付けることができる。例えば、複数のパネル１２０の各々は、組み立てプロセス１１０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１１０において、複数の部材１２２を複数のパネル１２０に関連付けることができる。

【００４１】

このようにして、胴体アセンブリ１１４のための支持構造体１２１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１２０及び支持構造体１２１を備える胴体アセンブリ１１４は、下記の図２において更に詳しく説明される。

【００４２】

胴体アセンブリ１１４の製作は、複数のパネル１２０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１２０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１２０の互いの接合は、複数の部材１２２のうちの１つ以上を、複数のパネル１２０のうちの１つ以上又は複数の部材１２２のうちの別の部材に接合することを含むことができる。

【００４３】

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。

【００４４】

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。

【００４５】

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。

【００４６】

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、孔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孔に締め具を挿入することを含むことができる。

【００４７】

締め具据え付け作業１３０は、孔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、締ま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、フレキシブル製造システム１０６を、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使用することができる。

【００４８】

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。

【００４９】

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。

【００５０】

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ー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。このようにして、一式のコントローラー１４０は、１つ以上のコントローラーを含むことができる。

【００５１】

一式のコントローラー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ー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ー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ー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。

【００５２】

一式のコントローラー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ー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。このようにして、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ー１４０との通信及び一式のコントローラー１４０間の通信に使用することができる。

【００５３】

これらの例示の例において、制御システム１３６は、センサーシステム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。センサーシステム１３３を、任意の数の個別のセンサーシステム、センサー装置、コントローラー、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、センサーシステム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、レーザーターゲット、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ー、レーダーターゲット、又はこれらの組み合わせで構成することができる。

【００５４】

センサーシステム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に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に使用することができる。

【００５５】

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。

【００５６】

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１４８の各々は、製造環境１００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１４８のうちの１つ以上が、製造環境１００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１００へと運ぶことができる。
【００５７】
一例示の例において、分散ユーティリティネットワーク１４４は、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１３４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１４６を複数の移動システム１３４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１４６をいくつかのユーティリティ供給源１４８から直接受け取る必要がない。
【００５８】
図示のとおり、分散ユーティリティネットワーク１４４を、ユーティリティシステム１３８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。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からユーティリティフィクスチャ１５０へと流すことができるよう、ユーティリティシステム１３８をいくつかのユーティリティ供給源１４８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１５０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１５０を、製造環境１００内のフロアに埋め込むことができる。
【００５９】
したがって、ユーティリティフィクスチャ１５０は、いくつかのユーティリティ１４６を複数の移動システム１３４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１３４のうちの１つのユーティリティフィクスチャ１５０への１つの自律的な接続に、分散ユーティリティネットワーク１４４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接続が続くことができる。ユーティリティフィクスチャ１５０は、移動システムの一連の自律的な接続においてユーティリティフィクスチャ１５０の下流の複数の移動システム１３４の各々へといくつかのユーティリティ１４６を分配することができる。
【００６０】
実施例に応じて、分散ユーティリティネットワーク１４４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１３４は、移動システムＡをユーティリティフィクスチャ１５０に自律的に接続させ、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接続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１４４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１４８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１５０へと流れ、ユーティリティフィクスチャ１５０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１４６を含むことができる。分散ユーティリティネットワーク１４４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１４８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１５０へと流れ、ユーティリティフィクスチャ１５０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１４６を含むことができる。複数の移動システム１３４を使用して分散ユーティリティネットワーク１４４を実現できる１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。
【００６１】
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１０６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。

【００６２】

一例示の例では、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をそれぞれ製作するために、フレキシブル製造システム１０６、第２のフレキシブル製造システム１５２、及び第３のフレキシブル製造システム１５４を使用することができる。その後に、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を互いに接合し、完全に組み立てられた胴体１０２を形成することができる。このようにして、この例では、フレキシブル製造システム１０６、第２のフレキシブル製造システム１５２、及び第３のフレキシブル製造システム１５４が協働して、フレキシブル胴体製造システム１５８を形成することができる。

【００６３】

このようにして、胴体アセンブリ１１４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１０６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１００において製作することができる。同様に、胴体１０２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１５８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１００において製作することができる。

【００６４】

次に図２を参照すると、図１からの胴体アセンブリ１１４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１１４は、複数のパネル１２０と、支持構造体１２１とを含むことができる。胴体アセンブリ１１４を、胴体アセンブリ１１４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１１４を、複数のパネル１２０のうちのただ１つ、複数のパネル１２０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。

【００６５】

図示のとおり、胴体アセンブリ１１４を、複数の胴体部分２０５を有するように製作することができる。複数の胴体部分２０５の各々は、複数のパネル１２０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２０５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２０５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。

【００６６】

１つの具体的な例示の例として、複数の胴体部分２０５の各々は、胴体アセンブリ１１４のうちで、胴体アセンブリ１１４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１１４の２つの横断面の間に定められる部分であってよい。このようにして、複数の胴体部分２０５は、胴体アセンブリ１１４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２０５を、長手方向に配置することができる。

【００６７】

胴体部分２０７が、複数の胴体部分２０５のうちの１つの胴体部分の例であってよい。胴体部分２０７を、複数のパネル１２０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２０７の外周を巡って配置し、胴体部分２０７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。

【００６８】

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２

０８を含むことができる。
【００６９】
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。
【００７０】
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。
【００７１】
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。
【００７２】
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。
【００７３】
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。
【００７４】
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の最も後ろ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、端部パネル２２８は、胴体アセンブリ１１４の最も前方の端部を形成することができる。
【００７５】
一例示の例において、端部パネル２２８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２２８は、胴体アセンブリ１１４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。

【００７６】

このようにして、上述のように、胴体部分２０７を、端部パネル２２８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２０７は、端部パネル２２８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２０７が端部胴体部分である場合に、隔壁２７２を、端部パネル２２８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２７２を、実施例に応じて、端部パネル２２８とは別であると考えることができ、或いは端部パネル２２８の一部であると考えることができる。隔壁２７２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。

【００７７】

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、隔壁２７２は、後部胴体アセンブリ１１６の最も後ろの端部に位置する胴体部分２０７の一部であってよい。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、隔壁２７２は、後部胴体アセンブリ１１６の最も前方の端部に位置する胴体部分２０７の一部であってよい。図１の中央部胴体アセンブリ１１８は、中央部胴体アセンブリ１１８のいずれの端部にも隔壁２７２などの隔壁を備えなくてよい。このようにして、任意の数の異なるやり方で複数の胴体部分２０５を実現することができる。

【００７８】

パネル２１６は、第１の表面２３０及び第２の表面２３２を有することができる。第１の表面２３０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２３０を、胴体アセンブリ１１４の外側２３４を形成するために使用することができる。第２の表面２３２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２３２を、胴体アセンブリ１１４の内部２３６を形成するために使用することができる。複数のパネル１２０の各々を、パネル２１６と同様のやり方で実現することができる。

【００７９】

すでに述べたように、支持構造体１２１を、複数のパネル１２０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１２１を、パネル２１６に関連付けられた複数の部材１２２で構成することができる。一例示の例では、対応する部分２４０が、パネル２１６に対応する複数の部材１２２の一部分であってよい。対応する部分２４０は、パネル２１６に対応する支持部２３８を形成することができる。支持部２３８は、支持構造体１２１の一部であってよい。

【００８０】

複数の部材１２２は、支持部材２４２を含むことができる。支持部材２４２は、例えば、これらに限られるわけではないが、接続部材２４４、フレーム２４６、ストリンガー２４８、補剛材２５０、支柱２５２、肋間状構造部材２５４、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。

【００８１】

接続部材２４４は、他の種類の支持部材２４２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２４４は、支持部材２４２を複数のパネル１２０に接続することもできる。接続部材２４４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２５６、タイ２５８、組み継ぎ２６０、肋間接続部材２６２、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。

【００８２】

一例示の例では、パネル２１６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２４６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２４８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２４４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１２０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２４４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２４４を使用することができる。

【００８３】

図１に示されるとおりの作業１２４を、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。一例示の例では、複数の締め具２６４を、複数のパネル１２０を互いに接合するために使用することができる。

【００８４】

上述のように、複数のパネル１２０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１２０の接合は、複数のパネル１２０のうちの少なくとも１つのパネルを複数のパネル１２０のうちの別のパネルに接合すること、複数のパネル１２０のうちの少なくとも１つのパネルを複数の部材１２２のうちの少なくとも１つに接合すること、複数の部材１２２のうちの少なくとも１つの部材を複数の部材１２２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１２０を、複数の部材１２２によって胴体アセンブリ１１４の支持構造体１２１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。

【００８５】

図示のとおり、いくつかのフロア２６６を、胴体アセンブリ１１４に関連付けることができる。この例示の例において、いくつかのフロア２６６は、胴体アセンブリ１１４の一部であってよい。いくつかのフロア２６６は、例えば、これに限られるわけではないが、客室のフロア、貨物室のフロア、又は何らかの他の種類のフロアのうちの少なくとも１つを含むことができる。

【００８６】

次に図３を参照すると、図１からの製造環境１００における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１０６を、製造環境１００のフロア３００において胴体アセンブリ１１４を製作するために使用することができる。製造環境１００が工場の形態をとる場合、フロア３００を、工場フロア３０２と称することができる。

【００８７】

一例示の例において、フロア３００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３００は、実質的に水平であってよい。他の例示の例では、フロア３００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。

【００８８】

組み立て領域３０４が、胴体アセンブリ１１４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１１０を実行するように指定された製造環境１００内の領域であってよい。組み立て領域３０４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３０４は、フロア３００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３０４が、フロア３００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１００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１００内に存在することができる。

【００８９】

図示のとおり、複数の移動システム１３４は、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、及び自律的なツールシステム３１２を含むことができる。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。

【００９０】
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。
【００９１】
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。
【００９２】
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。このようにして、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。
【００９３】
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。
【００９４】
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。
【００９５】
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。
【００９６】
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。

【００９７】
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。
【００９８】
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、位置、向き、又は両方で構成されてよい。位置は、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。
【００９９】
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。このようにして、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。
【０１００】
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に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、フロア３００を横切ってクレードルフィクスチャ３２２を駆動することは、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に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に同時にまとめて移動させることができる。
【０１０１】
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、互いに接続させることができ、タワーシステム３１０に接続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。
【０１０２】
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３２４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に配置された場合に形成されてよい。いくつかの場合、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

互いに接続させる場合、及び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を受けるように調節した場合に、組み立てフィクスチャ３２４が形成されてよい。

【０１０３】

このようにして、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。

【０１０４】

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。

【０１０５】

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。

【０１０６】

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。その後に、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。このようにして、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を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。

【０１０７】

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、キールパネル２２２に対して配置し、キールパネル２２２に係合させることができる。その後に、図２の胴体アセンブリ１１４のクラウン２００を形成するために使用される図２のクラウンパネル２１８のすべてを、側面パネル２２０に対して配置し、側面パネル２２０

に係合させることができる。このようにして、複数の胴体部分２０５を同時に組み立て、胴体アセンブリ１１４を形成することができる。

【０１０８】

一例示の例において、複数のパネル１２０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３１４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１２２の対応する部分を有することができる。複数の部材１２２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２１６をいくつかのクレードルフィクスチャ３１４のうちの１つ又は図２の複数のパネル１２０のうちの別のパネルに係合させる前に、図２の支持部２３８を完全に形成して図２のパネル２１６に関連付けることができる。換言すると、図２のパネル２１６をいくつかのクレードルフィクスチャ３１４のうちの１つに係合させる前に、図２の支持部材２４２の対応する部分をパネル２１６にすでに取り付け、図２の接続部材２４４の対応する部分を支持部材２４２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。

【０１０９】

他の例示の例では、複数のパネル１２０の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ３１４との係合を済ませた後で、複数の部材１２２を複数のパネル１２０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１２０の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ３１４との係合よりも前に、複数の部材１２２の一部分だけを複数のパネル１２０に関連付けることができ、その後に、複数のパネル１２０の互いの係合及びいくつかのクレードルフィクスチャ３１４との係合の後で、複数の部材１２２の残りの部分を複数のパネル１２０に関連付けることができる。

【０１１０】

いくつかの例示の例では、図２の支持部材２４２のうちの１つ以上、図２の接続部材２４４のうちの１つ以上、又は両方を、図２のパネル２１６がいくつかのクレードルフィクスチャ３１４のうちの１つ又は複数のパネル１２０のうちの他の１つのパネルに係合させられる場合に、パネル２１６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２１６をクレードルフィクスチャ３２２に係合させた後に、図２に示したフレーム２４６を図２のパネル２１６へ追加することができる。別の例では、パネル２１６をクレードルフィクスチャ３２２に係合させた後に、図２に示した補剛材２５０を図２のパネル２１６へ追加することができる。

【０１１１】

胴体アセンブリ１１４の製作は、複数のパネル１２０が組み立てフィクスチャ３２４のいくつかのクレードルフィクスチャ３１４上で組み立てられる場合に複数のパネル１２０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１２０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。

【０１１２】

一例示の例として、複数のパネル１２０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、鋲で留め、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。

【０１１３】

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。

【０１１４】

一例示の例においては、複数のパネル１２０又は複数の部材１２２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１２０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１２０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１２０に関連付けられた複数の部材１２２が胴体アセンブリ１１４のための図２の支持構造体１２１を形成するように、複数のパネル１２０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１２０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１２２を互いに一時的に接続すること、又は複数のパネル１２０のうちの少なくとも１つを複数の部材１２２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。

【０１１５】

一例示の例として、胴体アセンブリ１１４を形成すべく複数のパネル１２０を接合するために複数の締め具２６４が設置されるまで、複数のパネル１２０を一時的な締め具３２８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１２０の一時的な接続は、複数のパネル１２０によって形成された図２の複数の胴体部分２０５を互いに一時的に接続することであり得る。ひとたび複数の締め具２６４が設置されると、一時的な締め具３２８を取り除くことができる。

【０１１６】

このようにして、いくつかの異なるやり方で複数のパネル１２０を互いに接続することができる。ひとたび複数のパネル１２０が互いに接続されると、複数の部材１２２が胴体アセンブリ１１４のための支持構造体１２１を形成していると考えることができる。複数のパネル１２０の互いの接続及び支持構造体１２１の形成は、胴体アセンブリ１１４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１２０を使用して形成される胴体アセンブリ１１４が選択された公差の範囲内で胴体アセンブリ１１４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１２０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。

【０１１７】

特に、複数のパネル１２０及び支持構造体１２１を使用して製作される胴体アセンブリ１１４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３２４が複数のパネル１２０及び複数のパネル１２０に関連付けられた支持構造体１２１を支持することができる。このようにして、胴体アセンブリ１１４の製作の際に複数のパネル１２０及び複数のパネル１２０に関連付けられた複数の部材１２２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１１４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１１４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。

【０１１８】

いくつかの場合には、胴体アセンブリ１１４を構成する複数のパネル１２０及び支持構造体１２１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３１６は、組み立てフィクスチャ３２４を組み立て領域３０４の外へと駆動することができる。例えば、胴体アセンブリ１１４を、製造環境１００内の異なる領域へとフロア３００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。

【０１１９】
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。

【０１２０】
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。

【０１２１】
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。

【０１２２】
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。

【０１２３】
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を作業者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。このようにして、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。

【０１２４】
第１のタワー３３４を、実質的に作業者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、作業者が胴体アセンブリ１１４の内部２３６にアクセス及び進入することを可能にできる。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できる。

【０１２５】

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に移動させ、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。

【０１２６】

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。

【０１２７】

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。

【０１２８】

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。

【０１２９】

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。

【０１３０】

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気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がインターフェイス３４０を介して物理的及び電気的に接続された場合に、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。

【０１３１】

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。

【０１３２】

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。

【０１３３】

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に一時的に関連付けることができる。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。

【０１３４】

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。このようにして、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。

【０１３５】

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場合に、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にもたらすことができる。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及び組み立てフィクスチャ３２４にいくつかのユーティリティ１４６を分配することができる。

【０１３６】

胴体アセンブリ１１４が組み立てフィクスチャ３２４によって支持及び保持されている

場合に複数のパネル１２０及び支持構造体１２１を組み立てるために、自律的なツールシステム３１２を使用することができる。自律的なツールシステム３１２は、複数の移動プラットフォーム３４４を含むことができる。複数の移動プラットフォーム３４４の各々を、図１に記載の組み立てプロセス１１０における作業１２４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１１４を製作すべく複数のパネル１２０を互いに接合する作業１２４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１２０に対して選択された位置に複数の移動プラットフォーム３４４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３４４は、図４において更に詳しく後述される。

【０１３７】

この例示の例において、制御システム１３６の一式のコントローラー１４０は、クレードルシステム３０８、タワーシステム３１０、ユーティリティシステム１３８、自律的なツールシステム３１２、又は複数の自律的な車両３０６のうちの少なくとも１つの動作を制御するために、図１に記載のとおりの指令１４２を生成することができる。図１の一式のコントローラー１４０は、クレードルシステム３０８、タワーシステム３１０、ユーティリティシステム１３８、自律的なツールシステム３１２、又は複数の自律的な車両３０６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。

【０１３８】

このようにして、フレキシブル製造システム１０６の複数の移動システム１３４を、胴体アセンブリ１１４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１３４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１２０の互いの接合に関して胴体アセンブリ１１４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。

【０１３９】

実施例に応じて、胴体１０２を製作するための製造プロセス１０８における次の段階又は航空機１０４を製作するための製造プロセスにおける次の段階に胴体アセンブリ１１４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１０６は、胴体アセンブリ１１４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３２４の形態のクレードルシステム３０８は、胴体１０２及び航空機１０４を製作するための製造プロセス１０８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１１４を保持及び支持し続けることができる。

【０１４０】

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３４４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３４４は、いくつかの外部移動プラットフォーム４００及びいくつかの内部移動プラットフォーム４０２を含むことができる。このようにして、複数の移動プラットフォーム３４４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。

【０１４１】

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４００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４０２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４００及びいくつかの内部移動プラットフォーム４０２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内部移動プラットフォームと称することができる。

【０１４２】

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。

【０１４３】

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、自律的な車両に伝達することが可能であってよい。

【０１４４】

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。

【０１４５】

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。

【０１４６】

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。

【０１４７】

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。

【０１４８】
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。このようにして、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。
【０１４９】
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。このようにして、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。
【０１５０】
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の内部のフロア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。
【０１５１】
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。
【０１５２】
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、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。
【０１５３】
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。
【０１５４】
一例示の例において、第２のツール４１９は、第２のリベット打ちツール４２０の形態

をとることができる。第２のリベット打ちツール４２０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。第２のリベット打ちツール４２０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４２０と交換し、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、第２のリベット打ちツール４２０は、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と交換可能であってよい。

【０１５５】

第２のエンドエフェクタ４１８及び第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、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の中へと駆動し、胴体アセンブリ１１４の内部２３６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４０６を、胴体アセンブリ１１４に対して胴体アセンブリ１１４内の内部位置４２２へと図２のいくつかのフロア２６６のうちの１つへと自律的に駆動することができる。このようにして、第２のツール４１９について、内部移動プラットフォーム４０６を使用して内部位置４２２へとマクロな位置決めを行うことができる。

【０１５６】

ひとたび内部位置４２２に位置すると、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を複数のパネル１２０のうちの１つのパネルの内向きの面又は支持構造体１２１を構成する図２の複数の部材１２２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４１８を、自律的に制御することができる。このようにして、第２のツール４１９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。

【０１５７】

一例示の例では、外部移動プラットフォーム４０４のための外部位置４１４及び内部移動プラットフォーム４０６のための内部位置４２２を、外部移動プラットフォーム４０４と内部移動プラットフォーム４０６とを使用して胴体アセンブリ１１４の位置４２６において固定プロセス４２４を実行できるように選択することができる。固定プロセス４２４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４２４は、穿孔作業４２８、締め具挿入作業４３０、締め具据え付け作業４３２、検査作業４３４、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。

【０１５８】

１つの具体例として、外部移動プラットフォーム４０４の第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又は内部移動プラットフォーム４０６の第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を使用して、穿孔作業４２８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４１１又は第２のツール４１９は、穿孔作業４２８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４２８を、位置４２６に孔４３６を形成するために、第１のツール４１１又は第２のツール４１９を使用して自律的に実行することができる。孔４３６は、複数のパネル１２０のうちの２つのパネル、複数の部材１２２のうちの２つの部材、或いはパネル及び複数の部材１２２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。

【０１５９】

締め具挿入作業４３０を、外部移動プラットフォーム４０４の第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又は内部移動プラットフォーム４０６の第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４３０は、孔４３６への締め具４３８の挿入をもたらすことができる。

【０１６０】

次いで、外部移動プラットフォーム４０４の第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又は内部移動プラットフォーム４０６の第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の少なくとも一方を使用して、締め具据え付け作業４３２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４３８が位置４２６に据え付けられるリベット４４２となるように、第１のリベット打ちツール４１２の形態の第１のツール４１１及び第２のリベット打ちツール４２０の形態の第２のツール４１９を使用して、締め具据え付け作業４３２を自律的に実行することができる。リベット４４２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４４２は、図２に記載の複数の締め具２６４のうちの１つであってよい。

【０１６１】

一例示の例において、締め具据え付け作業４３２は、ボルトーナット式の据え付けプロセス４３３の形態をとることができる。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、例えば、これに限られるわけではないが、孔４３６を通ってボルト４３５を設置するために使用することができる。次いで、ボルト４３５にナット４３７を設置するために、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、使用することができる。いくつかの場合、ナット４３７の設置は、ナット４３７の一部分を折り取るような充分なトルクをナット４３７に加えることを含むことができる。これらの場合、ナット４３７を、壊れるカラーと称することができる。

【０１６２】

別の例示の例において、締め具据え付け作業４３２は、締まりばめボルト式の据え付けプロセス４３９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４３５と孔４３６との間に締まりばめが生じるように、孔４３６を通ってボルト４３５を設置するために、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を使用することができる。次いで、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、ボルト４３５へとナット４３７を設置するために使用することができる。

【０１６３】

更に別の例示の例において、締め具据え付け作業４３２は、２段階のリベット打ちプロセス４４４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４０４に関連付けられた第１のリベット打ちツール４１２及び内部移動プラットフォーム４０６に関連付けられた第２のリベット打ちツール４２０を使用して２段階のリベット打ちプロセス４４４を実行することができる。

【０１６４】

例えば、それぞれ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によって、第１のリベット打ちツール４１２及び第２のリベット打ちツール４２０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４１２を胴体アセンブリ１１４の外側２３４の位置４２６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及び外部ロボット装置４０８を使用することができる。第２のリベット打ちツール４２０を胴体アセンブリ１１４の内部２３６の同じ位置４２６に対して位置させるために、内部移動プラットフォーム４０６及び内部ロボット装置４１６を使用することができる。

【０１６５】

次いで、位置４２６にリベット４４２を形成すべく２段階のリベット打ちプロセス４４４を実行するために、第１のリベット打ちツール４１２及び第２のリベット打ちツール４２０を使用することができる。リベット４４２は、複数のパネル１２０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１２０のうちのパネルを複数の部材１２２によって形成された支持構造体１２１に接合でき、或いは複数のパネル１２０のうちの２つのパネルを支持構造体１２１に接合することができる。

【０１６６】

この例では、図２に記載のように複数の締め具２６４を設置するために、胴体アセンブリ１１４上の複数の位置４４６の各々において、２段階のリベット打ちプロセス４４４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４４４は、図２の複数の締め具２６４が所望の品質及び所望の精度で複数の位置４４６に設置されることを保証することができる。

【０１６７】

このようにして、図１に記載の組み立てプロセス１１０を実行するために内部移動プラットフォーム４０６及び内部移動プラットフォーム４０６に関連付けられた第２のリベット打ちツール４２０を胴体アセンブリ１１４上の複数の位置４４６に対して位置させるために、内部移動プラットフォーム４０６を胴体アセンブリ１１４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１２４を実行するために外部移動プラットフォーム４０４及び外部移動プラットフォーム４０４に関連付けられた第１のリベット打ちツール４１２を胴体アセンブリ１１４上の複数の位置４４６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を胴体アセンブリ１１４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。

【０１６８】

次に図５を参照すると、図１の分散ユーティリティネットワーク１４４におけるいくつかのユーティリティ１４６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１４６を、分散ユーティリティネットワーク１４４の全域に分配することができる。

【０１６９】

分散ユーティリティネットワーク１４４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１４８と、ユーティリティフィクスチャ１５０と、いくつかのタワー３３０と、組み立てフィクスチャ３２４と、いくつかの外部移動プラットフォーム４００と、いくつかのユーティリティユニット５００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１４４は、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２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１４８を、分散ユーティリティネットワーク１４４とは別であると考えることができる。

【０１７０】

この例示の例では、一度にいくつかのタワー３３０のうちの１つだけが、分散ユーティリティネットワーク１４４に含まれてよい。第１のタワー３３４が使用される場合、ユーティリティフィクスチャ１５０がいくつかのユーティリティ供給源１４８に接続され、第１のタワー３３４がユーティリティフィクスチャ１５０に接続され、組み立てフィクスチャ３２４が第１のタワー３３４に接続され、いくつかの外部移動プラットフォーム４００がいくつかのユーティリティユニット５００に接続された場合に、分散ユーティリティネットワーク１４４が形成されてよい。

【０１７１】

いくつかのユーティリティユニット５００は、組み立てフィクスチャ３２４のいくつかのクレードルフィクスチャ３１４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３１４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４００、いくつかのユーティリティユニット５００、及びいくつかのクレードルフィクスチャ３１４の間に生成することができる。

【０１７２】

第２のタワー３３６が使用される場合、ユーティリティフィクスチャ１５０がいくつかのユーティリティ供給源１４８に接続され、第２のタワー３３６がユーティリティフィクスチャ１５０に接続され、組み立てフィクスチャ３２４が第２のタワー３３６に接続され、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２が第２のタワー３３６に接続され、いくつかの外部移動プラットフォーム４００がいくつかのユーティリティユニット５００（いくつかのクレードルフィクスチャ３１４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３１４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１４４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４０２は、第２のタワー３３６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１４６を受け取ることができる。

【０１７３】

このようにして、いくつかのユーティリティ１４６を、ただ１つのユーティリティフィクスチャ１５０を使用して分散ユーティリティネットワーク１４４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１４４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１４６を分散ユーティリティネットワーク１４４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１４４によれば、少なくともユーティリティフィクスチャ１５０から出発して、いくつかのユーティリティ１４６を、図１の製造環境のフロア３００の完全に上方に供給することができる。

【０１７４】

図１～図５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。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場合に、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。

【０１７５】

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。

【０１７６】

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。

【０１７７】

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接続を、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接続を、他の例示の例においては手動で実行することができる。

【０１７８】

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３３２が、人間の案内によって駆動可能であってよい。

【０１７９】

次に図６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６００は、図１の製造環境１００の一実施の例であってよい。

【０１８０】

図示のとおり、製造環境６００は、保持環境６０１及び組み立て環境６０２を含むことができる。保持環境６０１は、複数のフレキシブル製造システム６０６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６０６を保管するための製造環境６００のフロア６０３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６０６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１０６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６０６の各々は、図１の自律的なフレキシブル製造システム１１２の一実施の例であってよい。

【０１８１】

保持環境６０１は、複数の保持セル６０４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６０４の各々を、図３の保持領域３１８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６０１の全体を、図３の保持領域３１８の一実施の例と考えることができる。

【０１８２】

複数のフレキシブル製造システム６０６の各々を、複数の保持セル６０４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６０４の各々を、複数のフレキシブル製造システム６０６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６０４の任意の１つを、複数のフレキシブル製造システム６０６の任意の１つを収容するために使用することができる。

【０１８３】

図示のとおり、フレキシブル製造システム６０８が、複数のフレキシブル製造システム６０６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６０８は、図１及び図３の複数の移動システム１３４の一実施の例であってよい複数の移動システム６１１を含むことができる。

【０１８４】

フレキシブル製造システム６０８を、複数の保持セル６０４のうちの保持セル６１０に収容することができる。この例において、保持環境６０１のすべてを、図３の保持領域３１８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６０１内の複数の保持セル６０４の各々を、図３の保持領域３１８の一実施の例と考えることができる。

【０１８５】

製造環境６００のフロア６０３は、複数のフレキシブル製造システム６０６の種々の構成要素及びシステムを製造環境６００のフロア６０３を横切って容易に自律的に駆動できるよう、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６０６のうちの１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６０１から組み立て環境６０２へとフロア６０３を横切って駆動することができる。

【０１８６】

組み立て環境６０２は、胴体アセンブリを製作するためのフロア６０３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６０６のいずれも使用されていない場合には、組み立て環境６０２のフロア６０３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。

【０１８７】

図示のとおり、組み立て環境６０２は、複数の作業セル６１２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６１２の各々は、図３の組み立て領域３０４の一実施の例であってよい。したがって、複数の作業セル６１２の各々は、図１の胴体アセンブリ１１４を製作するための図１の組み立てプロセス１１０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６０２の全体を、図３の組み立て領域３０４の一実施の例と考えることができる。

【０１８８】

この例示の例では、複数の作業セル６１２の第１の部分６１４を、図１の前部胴体アセンブリ１１７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６１２の第２の部分６１６を、図１の後部胴体アセンブリ１１６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。このようにして、複数の作業セル６１２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６１２において同時に、又は異なる時期に始めることができる。

【０１８９】

一例示の例において、フレキシブル製造システム６０８に属する複数の移動システム６１１を、保持セル６１０から作業セル６１３へとフロア６０３を横切って駆動することができる。作業セル６１３において、複数の移動システム６１１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６０８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７～図１７において更に詳しく後述される。

【０１９０】

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６１２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６１８を複数の作業セル６１２のうちの作業セル６１９に関連付けることができる。センサーシステム６１８によって生成されるセンサーデータを、作業セル６１９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６０６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６１８は、計測システム６２０の形態をとることができる。

【０１９１】

実施例に応じて、センサーシステム６１８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６１２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６１８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６０６の種々の移動システムをフロア６０３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６００のフロア６０３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。

【０１９２】

図示のとおり、複数のユーティリティフィクスチャ６２４を、フロア６０３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６２４の各々は、図１のユーティリティフィクスチャ１５０の一実施の例であってよい。

【０１９３】

複数のユーティリティフィクスチャ６２４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６０３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６２６が、複数のユーティリティフィクスチャ６２４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。

【０１９４】

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６２４の各々は、複数の作業セル６１２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６０６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６２４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６２４のうちの任意の１つとやり取りさせることができる。このようにして、複数のユーティリティフィクスチャ６２４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６０６に供給するために使用することができる。

【０１９５】

次に図７～図１７を参照すると、図６の製造環境６００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７～図１７において、図６のフレキシブル製造システム６０８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６の複数の作業セル６１２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６の複数の作業セル６１２の第２の部分６１６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。

【０１９６】

ここで図７に目を向けると、図６のユーティリティフィクスチャ６２６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７００を、ユーティリティフィクスチャ６２６に接続することができる。第１のタワー７００は、図６のフレキシブル製造システム６０８の複数の移動システム６１１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７００は、図１の第１のタワー３３４の一実施の例であってよい。

【０１９７】

第１のタワー７００とユーティリティフィクスチャ６２６との間にインターフェイス７０２が形成されるように、第１のタワー７００を電気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６２６に接続することができる。インターフェイス７０２は、図３のインターフェイス３４２の一実施の例であってよい。

【０１９８】

図示のとおり、第１のタワー７００は、ベース構造体７０４を有することができる。ベース構造体７０４は、上部プラットフォーム７０６及び下部プラットフォーム７０７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７０６及び下部プラットフォーム７０７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フロアなど、胴体アセンブリ（図示せず）の上部のフロア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７０６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フロアなど、胴体アセンブリ（図示せず）の下部のフロア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７０７を使用することができる。

【０１９９】

この例示の例では、通路７０８が、図６のフロア６０３などのフロアから下部プラットフォーム７０７へのアクセスを提供することができる。通路７１０は、下部プラットフォーム７０７から上部プラットフォーム７０６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７０６を動き回る作業者の保護のために、柵７１２が上部プラットフォーム７０６に関連付けられている。下部プラットフォーム７０７を動き回る作業者の保護のために、柵７１４が下部プラットフォーム７０７に関連付けられている。

【０２００】

自律的な車両７１６を使用して、第１のタワー７００をフロア６０３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７１６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７１６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７００を図６の保持環境６０１からユーティリティフィクスチャ６２６に対する選択されたタワー位置７１８へと駆動するために、自律的な車両７１６を使用することができる。選択されたタワー位置７１８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。

【０２０１】

第１のタワー７００は、ひとたび選択されたタワー位置７１８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６２６に自律的に接続することができる。特に、第１のタワー７００は、ユーティリティフィクスチャ６２６に電気的及び物理的に自律的に接続し、インターフェイス７０２を形成することができる。この種の接続は、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６２６から第１のタワー７００へと流すことを可能にできる。このようにして、第１のタワー７００及びユーティリティフィクスチャ６２６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。

【０２０２】

次に図８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８００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８００は、図６のフレキシブル製造システム６０８の複数の移動システム６１１のうちの１つの移動システムの例であってよい。このようにして、クレードルシステム８００は、図６の保持セル６１０に収容された複数の移動システム６１１のうちの１つの移動システムの例であってよい。

【０２０３】

図示のとおり、クレードルシステム８００を、いくつかのフィクスチャ８０３で構成することができる。いくつかのフィクスチャ８０３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８０３は、いくつかのクレードルフィクスチャ８０２と、フィクスチャ８０４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８０２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。

【０２０４】

いくつかのクレードルフィクスチャ８０２は、クレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０を含むことができる。フィクスチャ８０４を、クレードルフィクスチャ８０６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８０４を、クレードルフィクスチャ８０６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８０４をクレードルフィクスチャ８０６とは別のフィクスチャと考えることができる。

【０２０５】

図示のとおり、クレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０は、それぞれベース８１２、ベース８１４、及びベース８１６を有する。いくつかの保持構造体８１８を、ベース８１２に関連付けることができる。いくつかの保持構造体８２０を、ベース８１４に関連付けることができる。いくつかの保持構造体８２２を、ベース８１６に関連付けることができる。いくつかの保持構造体８１８、いくつかの保持構造体８２０、及びいくつかの保持構造体８２２の各々は、図３のいくつかの保持構造体３２６の一実施の例であってよい。

【０２０６】

いくつかの保持構造体８１８、いくつかの保持構造体８２０、及びいくつかの保持構造体８２２における各保持構造体は、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８２３は、いくつかの保持構造体８２０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８２３は、湾曲形状８２５を有することができる。

【０２０７】

保持構造体８２３に係合する対応するキールパネル（図示せず）の曲率に実質的に一致するように湾曲形状８２５を選択することができる。より具体的には、保持構造体８２３は、保持構造体８２３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。

【０２０８】

この例示の例において、複数の安定化部材８２４、複数の安定化部材８２６、及び複数の安定化部材８２８を、それぞれベース８１２、ベース８１４、及びベース８１６に関連付けることができる。それぞれベース８１２、ベース８１４、及びベース８１６を製造環境６００のフロア６０３に対して安定させるために、複数の安定化部材８２４、複数の安定化部材８２６、及び複数の安定化部材８２８を使用することができる。

【０２０９】

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６０３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８２４、複数の安定化部材８２６、及び複数の安定化部材８２８の各々は、それぞれのベースを、当該ベースが製造

環境６００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８２４、複数の安定化部材８２６、及び複数の安定化部材８２８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。

【０２１０】

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８０３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８０４が、ベース８３２に関連付けられたプラットフォーム８３０を有することができる。プラットフォーム８３０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。

【０２１１】

ここで図９を参照すると、図８のクレードルシステム８００を使用して形成され、図７の第１のタワー７００に接続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８１０が第１のタワー７００に接続し、クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０６、及びクレードルフィクスチャ８０８が、互いに接続している。

【０２１２】

クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６は、図３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６００のフロア６０３を横切って、それぞれ選択されたクレードル位置９００、選択されたクレードル位置９０２、及び選択されたクレードル位置９０４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８０６の駆動は、フィクスチャ８０４が図示のようにクレードルフィクスチャ８０６の一部である場合、フィクスチャ８０４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９００、選択されたクレードル位置９０２、及び選択されたクレードル位置９０４は、図３におけるいくつかの選択されたクレードル位置３２０の一実施の例であってよい。

【０２１３】

クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６を選択されたクレードル位置９００、選択されたクレードル位置９０２、及び選択されたクレードル位置９０４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８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６の一部として一体化されていてもよい。

【０２１４】

選択されたクレードル位置９００は、第１のタワー７００の選択されたタワー位置７１８に対する位置であってよい。クレードルフィクスチャ８１０が第１のタワー７００に対して選択されたクレードル位置９００にある場合、クレードルフィクスチャ８１０を、インターフェイス９０６を形成すべく第１のタワー７００に電気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８１０を、インターフェイス９０６を形成すべく第１のタワー７００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８１０を第１のタワー７００に自律的に接続させることによって、インターフェイス９０６を形成することができる。インターフェイス９０６は、ユーティリティフィクスチャ６２６から第１のタワー７００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８１０へも流すことができるようにする電気的及び物理的なインターフェイスであってよい。このようにして、クレードルフィクスチャ８１０と第１のタワー７００との間にいくつかのユーティリティを自律的に接続させることによって、インターフェイス９０６を形成することができる。インターフェイス９０６は、図３のインターフェイス３４０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７００に接続されるクレードルフィクスチャ８１０を、一次クレードルフィクスチャ９１１と称することができる。

【０２１５】

更に、図示のとおり、クレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０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８０８を、インターフェイス９０８を形成するようにクレードルフィクスチャ８１０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８０６を、インターフェイス９１０を形成するようにクレードルフィクスチャ８０８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９０８及びインターフェイス９１０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接続させることによって形成することができる。

【０２１６】

特に、インターフェイス９０８及びインターフェイス９１０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８１０からクレードルフィクスチャ８０８及びクレードルフィクスチャ８０６へと流すことを可能にする電気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。このようにして、クレードルフィクスチャ８１０とクレードルフィクスチャ８０８との間でいくつかのユーティリティを自律的に接続させることによって、インターフェイス９０８を形成することができ、クレードルフィクスチャ８０８とクレードルフィクスチャ８０６との間でいくつかのユーティリティを自律的に接続させることによって、インターフェイス９１０を形成することができる。このようにして、いくつかのユーティリティ１４６を、いくつかのクレードルフィクスチャ３１４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接続させることができる。

【０２１７】

このようにして、ユーティリティフィクスチャ６２６、第１のタワー７００、クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６のすべてが上述のように直列に接続された場合、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６２６から下流へと、第１のタワー７００、クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６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８０６へと流れる任意のユーティリティを、フィクスチャ８０４にも分配することができる。

【０２１８】

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９０８及びインターフェイス９１０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９０８及びインターフェイス９１０は、クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６を物理的及び電気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９０８及びインターフェイス９１０を、何らかの他のやり方で実現してもよい。

【０２１９】

クレードルフィクスチャ８１０、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８０６が、それぞれ選択されたクレードル位置９００、選択されたクレードル位置９０２、及び選択されたクレードル位置９０４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９１２を協働して形成する。組み立てフィクスチャ９１２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。このようにして、第１のタワー７００とクレードルフィクスチャ８１０との

間のインターフェイス９０６を、第１のタワー７００と組み立てフィクスチャ９１２との間の電気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。

【０２２０】

次に図１０を参照すると、図９の組み立てフィクスチャ９１２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９１２は、組み立てフィクスチャ９１２上で製作される場合の胴体アセンブリ１０００を支持することができる。

【０２２１】

胴体アセンブリ１０００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１０００を途中まで組み立てることができる。胴体アセンブリ１０００は、この例において、組み立ての初期の段階にあってよい。

【０２２２】

組み立てプロセスのこの段階において、胴体アセンブリ１０００は、端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２を含んでいる。端部パネル１００１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。このようにして、端部パネル１００１の一部分が、胴体アセンブリ１０００のキール１００５の一部を形成でき、端部パネル１００１の別の部分が、胴体アセンブリ１０００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１００１の更に別の部分が、胴体アセンブリ１０００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。

【０２２３】

更に、図示のとおり、隔壁１００３を、端部パネル１００１に関連付けることができる。隔壁１００３は、圧力隔壁であってよい。隔壁１００３は、図２の隔壁２７２の一実施の例であってよい。

【０２２４】

複数のキールパネル１００２は、キールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８を含む。端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２は、組み立てフィクスチャ９１２に係合している。特に、端部パネル１００１は、フィクスチャ８０４に係合している。キールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８は、それぞれクレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０に係合している。

【０２２５】

一例示の例では、最初に端部パネル１００１がフィクスチャ８０４に係合させられ、その後にキールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８が、それぞれクレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０に順次係合させられる。このようにして、胴体アセンブリ１０００のキール１００５を、胴体アセンブリ１０００の後端から胴体アセンブリ１０００の前端への方向に組み立てることができる。

【０２２６】

クレードルフィクスチャ８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０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１０００を製作できるように複数のキールパネル１００２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８０６、クレードルフィクスチャ８０８、及びクレードルフィクスチャ８１０のうちの少なくとも１つが、胴体アセンブリ１０００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１０００のずれに適応するべく、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。

【０２２７】

図示のとおり、部材１０１１を、端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２に関連付けることができる。部材１０１１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１０１１は、これらに限られるわけではないが、補剛材、支柱、肋間状構造部材、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。

【０２２８】

端部パネル１００１に取り付けられた部材１０１１の一部分が、支持部１０１０を形成できる。部材１０１１のうちのキールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８に取り付けられた部分が、それぞれ支持部１０１２、支持部１０１４、及び支持部１０１６を形成できる。

【０２２９】

この例示の例において、端部パネル１００１は、胴体アセンブリ１０００のための胴体部分１０１８を形成することができる。キールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８の各々が、それぞれ胴体アセンブリ１０００の胴体部分１０２０、胴体部分１０２２、及び胴体部分１０２４の一部分を形成することができる。胴体部分１０１８、胴体部分１０２０、胴体部分１０２２、及び胴体部分１０２４は、胴体アセンブリ１０００の複数の胴体部分１０２５を協働して形成することができる。胴体部分１０１８、胴体部分１０２０、胴体部分１０２２、及び胴体部分１０２４の各々は、図２の胴体部分２０７の一実施の例であってよい。

【０２３０】

端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２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１００１及び複数のキールパネル１００２を、各々のパネルが組み立てフィクスチャ９１２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。

【０２３１】

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１００１及び複数のキールパネル１００２の各々の縁部に存在できる。いくつかの場合、連携孔は、パネルと、パネルに関連付けられた部材１０１１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１０１１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。

【０２３２】

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。その後に、一時的な締め具を、これらの整列した連携孔を通って挿入し、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。

【０２３３】

このようにして、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いに一時的に接続することができる。ひとたび端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２が互いに一時的に接続されると、組み立てフィクスチャ９１２は、端部パネル１００１及び複数のキールパネル１００２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。

【０２３４】
ここで図１１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、貨物室のフロア１１００が、胴体アセンブリ１０００に追加されている。特に、貨物室のフロア１１００を、複数のキールパネル１００２に関連付けることができる。
【０２３５】
図示のとおり、貨物室のフロア１１００の少なくとも一部分は、第１のタワー７００の下部プラットフォーム７０７と実質的に同じ高さであってよい。特に、第１のタワー７００に最も近い貨物室のフロア１１００の少なくとも一部分が、第１のタワー７００の下部プラットフォーム７０７に実質的に整列してよい。このようにして、作業者（図示されていない）は、容易に貨物室のフロア１１００に歩行し、胴体アセンブリ１０００の内部１１０１にアクセスするために、第１のタワー７００の下部プラットフォーム７０７を使用することができる。
【０２３６】
図示のとおり、第１の側面パネル１１０２及び第２の側面パネル１１０４が、胴体アセンブリ１０００に追加されている。第１の側面パネル１１０２及び第２の側面パネル１１０４は、それぞれ図２の第１の側面パネル２２４及び第２の側面パネル２２６の一実施の例であってよい。第１の側面パネル１１０２、第２の側面パネル１１０４、並びに端部パネル１００１の第１及び第２の部分が、胴体アセンブリ１０００の側面１１０５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１００２、端部パネル１００１、第１の側面パネル１１０２、及び第２の側面パネル１１０４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いに一時的に接続することができる。
【０２３７】
第１の側面パネル１１０２は、それぞれキールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８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１１０６、側面パネル１１０８、及び側面パネル１１１０を含むことができる。同様に、第２の側面パネル１１０４は、それぞれキールパネル１００４、キールパネル１００６、及びキールパネル１００８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１１１２、側面パネル１１１４、及び側面パネル１１１６を含むことができる。更に、両方の側面パネル１１０６及び側面パネル１１１２は、端部パネル１００１に係合させられている。
【０２３８】
図示のとおり、部材１１１８を、第１の側面パネル１１０２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１１０４に同様に関連付けることができる。部材１１１８を、部材１０１１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１１１８の対応する部分１１２０を、側面パネル１１０６に関連付けることができる。部材１１１８の対応する部分１１２０は、側面パネル１１０６に関連付けられた支持部１１２２を形成することができる。支持部１１２２は、図２における支持部２３８の一実施の例であってよい。
【０２３９】
ここで図１２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、客室のフロア１２００が、胴体アセンブリ１０００に追加されている。図示のとおり、客室のフロア１２００は、第１のタワー７００の上部プラットフォーム７０６と実質的に同じ高さであってよい。作業者１２０２は、客室のフロア１２００へと歩行し、胴体アセンブリ１０００の内部１１０１にアクセスするために、第１のタワー７００の上部プラットフォーム７０６を使用することができる。
【０２４０】
ここで図１３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１３００が、胴体アセンブリ１０００に追加されている。複数のクラウンパネル１３００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。

【０２４１】

この例示の例において、複数のクラウンパネル１３００は、クラウンパネル１３０２、クラウンパネル１３０４、及びクラウンパネル１３０６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１００１の上部とともに、胴体アセンブリ１０００のクラウン１３０７を形成することができる。クラウンパネル１３０２を、端部パネル１００１、図１１に示した側面パネル１１０６、側面パネル１１１２、及びクラウンパネル１３０４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１３０４を、クラウンパネル１３０２、クラウンパネル１３０６、図１１に示した側面パネル１１０８、及び側面パネル１１１４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１３０６を、クラウンパネル１３０４、側面パネル１１１０、及び側面パネル１１１６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。

【０２４２】

端部パネル１００１、複数のキールパネル１００２、第１の側面パネル１１０２、第２の側面パネル１１０４、及び複数のクラウンパネル１３００が協働し、胴体アセンブリ１０００のための複数のパネル１３０８を形成することができる。複数のパネル１３０８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。

【０２４３】

複数のパネル１３０８をすべて、胴体アセンブリ１０００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１３０８を互いに一時的に接続することで、胴体アセンブリ１０００の製作時に、特に複数のパネル１３０８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。

【０２４４】

部材１１１８を第１の側面パネル１１０２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１３００に関連付けることができる。複数のクラウンパネル１３００に関連付けられるこれらの部材を、図１１及び図１２に示したとおりの部材１１１８及び部材１０１１と同様のやり方で実現することができる。端部パネル１００１、複数のキールパネル１００２、複数のクラウンパネル１３００、第１の側面パネル１１０２、及び第２の側面パネル１１０４に関連付けられた種々の部材は、胴体アセンブリ１０００のための複数の部材１３１０を形成することができる。複数のパネル１３０８が互いに接合された場合、複数の部材１３１０は、図１の支持構造体１２１と同様の胴体アセンブリ１０００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。

【０２４５】

複数のクラウンパネル１３００が胴体アセンブリ１０００に追加された後で、第１のタワー７００を、組み立てフィクスチャ９１２及びユーティリティフィクスチャ６２６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７の自律的な車両７１６を使用して、ユーティリティフィクスチャ６２６から離れるように第１のタワー７００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７００を、再び図６の保持環境６０１へと自律的に駆動することができる。

【０２４６】

第１のタワー７００が組み立てフィクスチャ９１２及びユーティリティフィクスチャ６２６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３３６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。

【０２４７】

ここで図１４を参照すると、ユーティリティフィクスチャ６２６及び図１３の胴体アセンブリ１０００を支持する組み立てフィクスチャ９１２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１４００は、組み立てフィクスチャ９１２及びユーティリティフィクスチャ６２６に対して配置されている。第２のタワー１４００は、図３の第２のタワー３３６の一実施の例であってよい。

【０２４８】

図７の自律的な車両７１６と同様の自律的な車両（図示せず）を使用して、フロア６０３を横切って第２のタワー１４００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６２６に対する選択されたタワー位置１４１８へと、第２のタワー１４００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１４１８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。この例示の例において、選択されたタワー位置１４１８は、図７における選択されたタワー位置７１８と実質的に同じであってよい。

【０２４９】

第２のタワー１４００は、ひとたび選択されたタワー位置１４１８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６２６に自律的に接続することができる。特に、第２のタワー１４００は、ユーティリティフィクスチャ６２６に電気的及び物理的に自律的に接続し、インターフェイス１４０２を形成することができる。インターフェイス１４０２は、図３のインターフェイス３４２の一実施の別の例であってよい。この種の接続は、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６２６から第２のタワー１４００へと流すことを可能にできる。

【０２５０】

更に、第２のタワー１４００は、クレードルフィクスチャ８１０に自律的に接続することで、組み立てフィクスチャ９１２に自律的に接続してインターフェイス１４０５を形成することができる。インターフェイス１４０５は、いくつかのユーティリティを第２のタワー１４００から下流に流すことを可能にできる。このようにして、いくつかのユーティリティは、第２のタワー１４００からクレードルフィクスチャ８１０へと流れ、クレードルフィクスチャ８０８へと流れ、次いでクレードルフィクスチャ８０６へと流れることができる。このようにして、第２のタワー１４００は、図１３の第１のタワー７００が組み立てフィクスチャ９１２及びユーティリティフィクスチャ６２６から切り離されて運び去られた場合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。

【０２５１】

図７の第１のタワー７００と同様に、第２のタワー１４００は、ベース構造体１４０４、上部プラットフォーム１４０６、及び下部プラットフォーム１４０７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１４０６及び下部プラットフォーム１４０７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１０００の内部１１０１へのアクセスを提供するために使用されてよい。

【０２５２】

この例示の例において、内部移動プラットフォーム１４０８を、上部プラットフォーム１４０６上に配置することができる。内部移動プラットフォーム１４０８が上部プラットフォーム１４０６を横切って客室のフロア１２００に自律的に移動できるように、上部プラットフォーム１４０６を、客室のフロア１２００に実質的に整列させることができる。

【０２５３】

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１４０７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１４０７を横切って貨物室のフロアに自律的に移動できるように、下部プラットフォーム１４０７を図１１の貨物室のフロア１１００（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１４０８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４０６の実施の例であってよい。
【０２５４】
図示のとおり、内部ロボット装置１４１０及び内部ロボット装置１４１２を、内部移動プラットフォーム１４０８に関連付けることができる。内部ロボット装置１４１０及び内部ロボット装置１４１２が同じ内部移動プラットフォーム１４０８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１４１０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１４１２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１４１０及び内部ロボット装置１４１２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。
【０２５５】
胴体アセンブリ１０００の内部１１０１において複数のパネル１３０８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１４１０及び内部ロボット装置１４１２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１０００の内部１１０１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１４１０及び内部ロボット装置１４１２を使用することができる。
【０２５６】
一例示の例では、ユーティリティ箱１４２０をベース構造体１４０４に関連付けることができる。ユーティリティ箱１４２０は、インターフェイス１４０２を介してユーティリティフィクスチャ６２６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１４１４及びケーブル管理システム１４１６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。
【０２５７】
この例に示されるように、ケーブル管理システム１４１４を上部プラットフォーム１４０６に関連付けることができ、ケーブル管理システム１４１６を、下部プラットフォーム１４０７に関連付けることができる。ケーブル管理システム１４１４及びケーブル管理システム１４１６は、同様に実現されてよい。
【０２５８】
ケーブル管理システム１４１４は、ケーブルホイール１４１５を含むことができ、ケーブル管理システム１４１６は、ケーブルホイール１４１７を含むことができる。内部移動プラットフォーム１４０８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１４１５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１４１５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。
【０２５９】
内部移動プラットフォーム１４０８が客室のフロア１２００に沿って第２のタワー１４００から遠ざかるように移動する場合、ユーティリティケーブルは、内部移動プラットフォーム１４０８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１４１５から延伸することができる。ケーブルホイール１４１７も、ケーブルホイール１４１５と同様のやり方で実現可能である。
【０２６０】
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１４１５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１４０８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１４０８の重量及び内部移動プラットフォーム１４０８が客室のフロア１２００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１４０８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。
【０２６１】

次に図１５を参照すると、胴体アセンブリ１０００の内部１１０１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１５００を、複数のパネル１３０８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。

【０２６２】

特に、複数のパネル１３０８を、胴体アセンブリ１０００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１３０８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。このようにして、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１３０８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１３０８を接合することができる。

【０２６３】

図示のとおり、複数の移動プラットフォーム１５００は、内部移動プラットフォーム１４０８及び内部移動プラットフォーム１５０１を含むことができる。内部移動プラットフォーム１４０８及び内部移動プラットフォーム１５０１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１４０８を、客室のフロア１２００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１５０１を、貨物室のフロア１１００に沿って移動するように構成することができる。

【０２６４】

図示のとおり、内部ロボット装置１５０２及び内部ロボット装置１５０４を、内部移動プラットフォーム１５０１に関連付けることができる。内部ロボット装置１５０２及び内部ロボット装置１５０４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１５０２及び内部ロボット装置１５０４は、内部ロボット装置１４１０及び内部ロボット装置１４１２と同様であってよい。

【０２６５】

複数の移動プラットフォーム１５００は、外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７を更に含むことができる。外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７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。外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７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。

【０２６６】

外部ロボット装置１５０６を、外部移動プラットフォーム１５０５に関連付けることができる。外部ロボット装置１５０８を、外部移動プラットフォーム１５０７に関連付けることができる。外部ロボット装置１５０６及び外部ロボット装置１５０８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。

【０２６７】

図示のとおり、外部ロボット装置１５０６及び内部ロボット装置１４１２は、締め具を胴体アセンブリ１０００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、締まりばめボルト、非締まりばめボルト、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１５０８及び内部ロボット装置１５０４は、締め具を胴体アセンブリ１０００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１４１２のエンドエフェクタ１５１０及び外部ロボット装置１５０６のエンドエフェクタ１５１２を、胴体アセンブリ１０００上の同じ位置１５２０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１５２０において実行することができる。

【０２６８】

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ま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ー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。

【０２６９】

この例示の例において、自律的な車両１５１１を、外部移動プラットフォーム１５０５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１５０５を自律的に駆動するために自律的な車両１５１１を使用することができる。例えば、製造環境６００のフロア６０３を横切って外部移動プラットフォーム１５０５を組み立てフィクスチャ９１２に対して自律的に駆動するために、自律的な車両１５１１を使用することができる。

【０２７０】

同様に、自律的な車両１５１３を、外部移動プラットフォーム１５０７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１５０７を自律的に駆動するために自律的な車両１５１３を使用することができる。例えば、製造環境６００のフロア６０３を横切って外部移動プラットフォーム１５０７を組み立てフィクスチャ９１２に対して自律的に駆動するために、自律的な車両１５１３を使用することができる。

【０２７１】

外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７に固定的に関連付けられることで、自律的な車両１５１１及び自律的な車両１５１３を、それぞれ外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７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。

【０２７２】

ひとたびすべての固定プロセスが胴体アセンブリ１０００について完了すると、それぞれ客室のフロア１２００を横切って再び第２のタワー１４００の上部プラットフォーム１４０６及び下部プラットフォーム１４０７へ、内部移動プラットフォーム１４０８及び内部移動プラットフォーム１５０１を自律的に駆動することができる。次いで、第２のタワー１４００を、ユーティリティフィクスチャ６２６及び組み立てフィクスチャ９１２の両方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１４００を自律的に駆動し、或いは運び去るために、自律的な車両１５１４を使用することができる。

【０２７３】

この例示の例において、胴体アセンブリ１０００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９１２をフロア６０３を横切って自律的に駆動し、胴体アセンブリ１０００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７の第１のタワー７００を、再びユーティリティフィクスチャ６２６に対する図７の選択されたタワー位置７１８へと自律的に駆動することができる。次いで、図７の第１のタワー７００を、ユーティリティフィクスチャ６２６及び組み立てフィクスチャ９１２に自律的に再び接続させることができる。図７の第１のタワー７００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、作業者（図示せず）が胴体アセンブリ１０００の内部１１０１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。

【０２７４】

次に図１６を参照すると、図１５の胴体アセンブリ１０００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６０８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１５の線１６－１６の方向において得た図１５の胴体アセンブリ１０００の断面図が示されている。

【０２７５】

図示のとおり、内部移動プラットフォーム１４０８及び内部移動プラットフォーム１５０１は、胴体アセンブリ１０００の内部１１０１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１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７は、胴体アセンブリ１０００の外側１６００に沿って組み立て作業を実行している。

【０２７６】

この例示の例では、胴体アセンブリ１０００の第１の側１６１０において、外側１６００のうちの軸線１６０４と軸線１６０６との間の部分１６０２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１５０５を使用することができる。外部移動プラットフォーム１５０５の外部ロボット装置１５０６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１４０８の内部ロボット装置１４１０と協働することができる。

【０２７７】

同様に、胴体アセンブリ１０００の第２の側１６１２において、胴体アセンブリ１０００の外側１６００のうちの軸線１６０４と軸線１６０６との間の部分１６０８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１５０７を使用することができる。外部移動プラットフォーム１５０７の外部ロボット装置１５０８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１５０１の内部ロボット装置１５０４と協働することができる。

【０２７８】

外部移動プラットフォーム１５０５は、胴体アセンブリ１０００の第１の側１６１０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１５０５を、胴体アセンブリ１０００の外側１６００のうちの軸線１６０４と軸線１６０６との間の部分１６１１に沿って作業を実行するために、胴体アセンブリ１０００の第２の側１６１２へと自律的な車両１５１１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１５０７を、胴体アセンブリ１０００の外側１６００のうちの軸線１６０４と軸線１６０６との間の部分１６１３に沿って作業を実行するために、胴体アセンブリ１０００の第２の側１６１２へと自律的な車両１５１３によって自律的に駆動することが可能である。

【０２７９】

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１５０５と同様の外部移動プラットフォームが、胴体アセンブリ１０００の第２の側１６１２において内部移動プラットフォーム１４０８の内部ロボット装置１４１２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１５０７と同様の外部移動プラットフォームが、胴体アセンブリ１０００の第１の側１６１０において内部移動プラットフォーム１５０１の内部ロボット装置１５０２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。

【０２８０】

客室のフロア１２００に位置する内部移動プラットフォーム１４０８によって実行される作業が、貨物室のフロア１１００に位置する内部移動プラットフォーム１５０１によって実行される作業と比べて、胴体アセンブリ１０００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１０００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、或いは妨げ合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１０００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。

【０２８１】

この例示の例において、外部移動プラットフォーム１５０５は、いくつかのユーティリティが組み立てフィクスチャ９１２から外部移動プラットフォーム１５０５へと流れることができるように、組み立てフィクスチャ９１２に自律的に接続してインターフェイス１６２２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１５０５と組み立てフィクスチャ９１２との間でインターフェイス１６２２を介して自律的に接続させることができる。特に、外部移動プラットフォーム１５０５は、インターフェイス１６２２を介してクレードルフィクスチャ８１０に接続している。

【０２８２】

同様に、外部移動プラットフォーム１５０７は、いくつかのユーティリティが組み立てフィクスチャ９１２から外部移動プラットフォーム１５０７へと流れることができるように、組み立てフィクスチャ９１２に自律的に接続してインターフェイス１６２４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１５０７と組み立てフィクスチャ９１２との間でインターフェイス１６２４を介して、いくつかのユーティリティを自律的に接続させることができる。特に、外部移動プラットフォーム１５０７は、インターフェイス１６２４を介してクレードルフィクスチャ８１０に接続している。

【０２８３】

作業が外部移動プラットフォーム１５０５、外部移動プラットフォーム１５０７、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１０００に沿って実行される場合、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９１２への接続及び組み立てフィクスチャ９１２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１５０７が胴体アセンブリ１０００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１５０７をクレードルフィクスチャ８１０から切り離すことができ、その後に外部移動プラットフォーム１５０７は、図８～図１５のクレードルフィクスチャ８０８（図示されていない）に自律的に接続することができる。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９１２及び胴体アセンブリ１０００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９１２との接続及び組み立てフィクスチャ９１２の切り離しを行うことができる。

【０２８４】

図示のとおり、自律的な車両１６１４は、クレードルシステム８００によって形成された組み立てフィクスチャ９１２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１６１４、自律的な車両１５１１、及び自律的な車両１５１３は、それぞれ全方向車輪１６１６、全方向車輪１６１８、全方向車輪１６２０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１０００に対する外部移動プラットフォーム１５０５及び外部移動プラットフォーム１５０７の位置決めを助けるために、計測システム１６２６を使用することができる。

【０２８５】

次に図１７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１０００を、複数のパネル１３０８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。

【０２８６】

換言すると、複数のパネル１３０８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１３０８を互いに接続することで、支持構造体１７００を完全に形成することができる。支持構造体１７００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１０００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。

【０２８７】

図示のとおり、図１５に示した自律的な車両１５１４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８０６のベース８１２、クレードルフィ

クスチャ８０８のベース８１４、及びクレードルフィクスチャ８１０のベース８１６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８２４、複数の安定化部材８２６、及び複数の安定化部材８２８がもはやフロアに触れないように、ベース８１２、ベース８１４、及びベース８１６をそれぞれ持ち上げることができる。

【０２８８】

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１０００を載せたクレードルシステム８００を自律的に駆動し、図６の組み立て環境６０２から運び去り、場合によっては図６の製造環境６００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１０００を移動させている場合にいくつかのクレードルフィクスチャ８０２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。

【０２８９】

次に図１８を参照すると、製造環境６００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１８００が、製造環境６００内の複数の作業セル６１２において製作中である。

【０２９０】

複数の胴体アセンブリ１８００は、複数の作業セル６１２のうちの第１の部分６１４において製作中の複数の前部胴体アセンブリ１８０１と、複数の作業セル６１２のうちの第２の部分６１６において製作中の複数の後部胴体アセンブリ１８０２とを含むことができる。複数の胴体アセンブリ１８００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。

【０２９１】

図示のとおり、複数の胴体アセンブリ１８００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１８００は、この例示の例において、組み立ての異なる段階にある。

【０２９２】

前部胴体アセンブリ１８０４が、複数の前部胴体アセンブリ１８０１のうちの１つの前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１８０４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１８０５が、複数の後部胴体アセンブリ１８０２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１８０５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１８０５は、前部胴体アセンブリ１８０４よりも組み立ての早期の段階にあってよい。

【０２９３】

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１８０６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１８０６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。

【０２９４】

上述のように、後部胴体アセンブリ１８０５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１８０５は、キール１８１０と、端部パネル１８１１と、第１の側面１８１２とを有している。端部パネル１８１１は、後部胴体アセンブリ１８０５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１８０５の第２の側を製作するために、側面パネル１８１４を後部胴体アセンブリ１８０５に付け加えることができる。

【０２９５】

前部胴体アセンブリ１８１５が、複数の前部胴体アセンブリ１８０１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１８１５は、キール１８１６及び端部パネル１８１８を有している。端部パネル１８１８は

、前部胴体アセンブリ１８１５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１８１５の第１の側の製作を開始するために、側面パネル１８２０を前部胴体アセンブリ１８１５に付け加えることができる。

【０２９６】

図６～図１８の製造環境６００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。

【０２９７】

図６～図１８に示した種々の構成要素は、図１～図５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６～図１８の構成要素のいくつかを、図１～図５の構成要素と組み合わせることができ、図１～図５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。

【０２９８】

次に図１９に目を向けると、胴体アセンブリを製作するためのプロセスの図が、例示の実施形態に従い、フロー図の形態で示されている。図１９に示されているプロセスを、図１のフレキシブル製造システム１０６を使用して実行することができる。特に、図３の複数の移動システム１３４を使用することができる。

【０２９９】

このプロセスは、組み立てフィクスチャ３２４を形成するために、いくつかのフィクスチャ３１３を組み立て領域３０４へとフロア３００を横切って自律的に駆動することによって開始することができる（動作１９００）。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の形態をとることができる。次に、胴体アセンブリ１１４を組み立てフィクスチャ３２４上で製作することができ（動作１９０２）、その後、このプロセスは終了する。

【０３００】

次に図２０に目を向けると、分散ユーティリティネットワークを確立するためのプロセスの図が、例示の実施形態に従い、フロー図の形態で示されている。図１の分散ユーティリティネットワーク１４４を形成するために、図１のフレキシブル製造システム１０６を使用して図２０に示されているプロセスを実行することができる。

【０３０１】

このプロセスは、選択された公差の範囲内で、ユーティリティフィクスチャ１５０に対して、選択されたタワー位置３３８へとフロア３００を横切ってタワー３３２を自律的に駆動することによって開始することができる（動作２０００）。いくつかのユーティリティ１４６がユーティリティフィクスチャ１５０からタワー３３２へと流れるように分散ユーティリティネットワーク１４４を確立するために、タワー３３２をユーティリティフィクスチャ１５０に接続することができる（動作２００２）。

【０３０２】

次に、いくつかのユーティリティ１４６が、タワー３３２から組み立てフィクスチャ３２４へと流れるように、組み立てフィクスチャ３２４を分散ユーティリティネットワーク１４４に追加するために、組み立てフィクスチャ３２４をタワーに接続することができる（動作２００４）。その後、いくつかのユーティリティ１４６が組み立てフィクスチャ３２４からいくつかのユーティリティユニット５００を通っていくつかの外部移動プラットフォーム４００へ流れるように、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を分散ユーティリティネットワーク１４４に追加するために、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を組み立てフィクスチャ３２４に関連付けられたいくつかのユーティリティユニット５００に接続することができ（動作２００６）、その後、このプロセスは終了する。

【０３０３】

いくつかの場合、タワー３３２が第１のタワー３３４の形態をとる場合、第１のタワー

３３４は、作業者が使用するためのいくつかのユーティリティ１４６を提供する手段をもたらすことができる。一例示の例において、タワー３３２は、いくつかのユーティリティ１４６を受けるために、作業者が１つ以上の装置をタワー３３２に接続するのを可能にすることができる。このようにして、いくつかのユーティリティ１４６は、これらの装置を分散ユーティリティネットワーク１４４に追加できるように、タワー３３２と、作業者が使用可能な任意のいくつかの装置との間に接続することができる。

【０３０４】

例えば、これに限られるわけではないが、作業者は、１本以上のユーティリティケーブルを、手持ち式の装置から、タワー３３２に関連付けられた１つ以上のユーティリティ接続、又はタワーに関連付けられたユーティリティ箱に接続することができる。ひとたび手持ち式の装置が接続されると、手持ち式の装置は、分散ユーティリティネットワーク１４４の一部になることができる。この手持ち式の装置は、例えば、これに限られるわけではないが、ドリル、締め具挿入ツール、締め具据え付けツール、電動ハンマー、又は何らかの他の種類の手持ち式の装置又はツールの形態をとることができる。

【０３０５】

タワー３３２が第２のタワー３３６の形態をとる場合、第２のタワー３３６に位置するいくつかの内部移動プラットフォーム４０２は、第２のタワー３３６とユーティリティフィクスチャ１５０との間のいくつかのユーティリティ１４６の自律的な接続によって、分散ユーティリティネットワーク１４４に自動的に追加することができる。特に、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２のタワー３３６へ、そしていくつかの内部移動プラットフォーム４０２へと直列に、下流に流れることができる。

【０３０６】

次に図２１に目を向けると、胴体アセンブリを製作するためのプロセスの図が、例示の実施形態に従い、フロー図の形態で示されている。図１の分散ユーティリティネットワーク１４４を形成するために、図１のフレキシブル製造システム１０６を使用して図２１に示されているプロセスを実行することができる。

【０３０７】

このプロセスは、選択された公差の範囲内で、ユーティリティフィクスチャ１５０に対して、タワー３３２を選択されたタワー位置３３８へと自律的に駆動することによって開始することができる（動作２１００）。タワー３３２は、いくつかのユーティリティ１４６をユーティリティフィクスチャ１５０からタワー３３２へと流せるように、ユーティリティフィクスチャ１５０に自律的に接続することができる（動作２１０２）。

【０３０８】

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を製作するために、選択された公差の範囲内で、タワー３３２に対していくつかの選択されたクレードル位置へと自律的に駆動させることができる（動作２１０４）。いくつかのクレードルフィクスチャ３１４は、いくつかのユーティリティ１４６をタワー３３２からいくつかのクレードルフィクスチャ３１４の各々へと下流に流せるように、タワー３３２に直列に接続することができる（動作２１０６）。次に、胴体アセンブリ１１４の複数のパネル１２０を組み立てフィクスチャ３２４に係合させることができる（動作２１０８）。

【０３０９】

複数のパネル１２０は、複数のパネル１２０を互いに対して動かぬように一体に保持するために、互いに一時的に接続することができる（動作２１１０）。複数のパネル１２０は、胴体アセンブリ１１４が組み立てフィクスチャ３２４によって支持されている間に、自律的なツールシステム３１２を使用して、胴体アセンブリ１１４を製作するために互いに接合することができ（動作２１１２）、その後、このプロセスは終了する。

【０３１０】

次に図２２を参照すると、複数のパネルを互いに接合するためのプロセスの図が、例示の実施形態に従い、フロー図の形態で示されている。図２２に示すこのプロセスは、図２

１の動作２１１２で実行できる１つの方法の例であってよい。
【０３１１】
このプロセスは、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を、組み立てフィクスチャ３２４に向かって、フロア３００を横切って自律的に駆動することによって開始することができる（動作２２００）。次に、いくつかの外部移動プラットフォーム４００の各々は、組み立てフィクスチャ３２４によって支持されている胴体アセンブリ１１４に対して、最初の外部位置へと自律的に駆動させることができる（動作２２０２）。いくつかの外部移動プラットフォーム４００の各々の最初の外部位置は、いくつかの外部移動プラットフォーム４００が、胴体アセンブリ１１４に沿って長手方向に移動する際に、衝突したり、互いの通路を妨げ合ったりすることのないように選択することができる。
【０３１２】
一例示の例において、胴体アセンブリ１１４が前部胴体アセンブリ１１７の形態をとる場合、第１の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の第１の側面２０６に沿って、前部胴体アセンブリ１１７の最も後ろの端部に位置することができる。この例では、前部胴体アセンブリ１１７の最も後ろの端部は、前部胴体アセンブリ１１７を支持している組み立てフィクスチャ３２４に接続された、第２のタワー３３６に最も近い位置に位置することができる。次いで、第２の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の第２の側面２０８に沿って、前部胴体アセンブリ１１７の最も後ろの端部に位置することができる。第１及び第２の外部移動プラットフォームは、次に、一方が他方に衝突したり、一方が他方の動きを妨げたりすることなく、最も後ろの端部から最も前方の端部へと、前部胴体アセンブリ１１７に沿って長手方向にともに移動することができるように、これらの最初の外部位置に位置することができる。
【０３１３】
別の例示の例において、第１の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の第１の側面２０６に沿って、前部胴体アセンブリ１１７の最も後ろの端部に位置することができ、第２の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の第１の側面２０６に対して、第２のタワー３３６に近い、第１の外部移動プラットフォームの真後ろに位置することができる。第３の外部移動プラットフォームは、同様に前部胴体アセンブリ１１７の最も後ろの端部に位置することができるが、前部胴体アセンブリ１１７の第２の側面２０８に沿っており、第４の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の第２の側面２０８に対して、第２のタワー３３６に近い、第３の外部移動プラットフォームの真後ろに位置することができる。
【０３１４】
第１、第２、第３、及び第４の外部移動プラットフォームのこれらの最初の位置は、第１及び第３の外部移動プラットフォームが、前部胴体アセンブリ１１７の外側２３４に沿って、自律的な長手方向の移動を開始できるように選択することができる。或る選択された時間の後に、第２及び第３の外部移動プラットフォームは、前部胴体アセンブリ１１７の外側２３４に沿って、自律的な長手方向の移動を開始することができる。このようにして、第１、第２、第３、及び第４の外部移動プラットフォームは、一方が他方に衝突したり、一方が他方の動きを妨げたりすることなく、前部胴体アセンブリ１１７の外側２３４に沿って作業を行うために、前部胴体アセンブリ１１７に沿って長手方向に、自律的に駆動させることができる。
【０３１５】
このようにして、任意のいくつかのやり方で、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を、胴体アセンブリ１１４に対して、いくつかの最初の外部位置に自律的に位置させることができる。更に、実施例に応じて、いくつかの外部移動プラットフォーム４００は、１つ、２つ、３つ、４つ、５つ、６つ、或いはその他の数の外部移動プラットフォームを含んでいてもよく、これらの外部移動プラットフォームは、互いに衝突したり、互いの動きを妨げ合ったりすることのないように、胴体アセンブリ１１４に対して自律的に駆動することができる。

【０３１６】
その後、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２を、第２のタワー３３６から、胴体アセンブリ１１４の内部２３６にあるいくつかの最初の内部位置へと自律的に駆動することができる（動作２２０４）。胴体アセンブリ１１４の複数の位置４４６を識別することができる（動作２２０６）。いくつかの外部移動プラットフォーム４００のうちの１つ、及びいくつかの内部移動プラットフォーム４０２のうちの１つは、複数の位置４４６の各々で固定プロセス４２４を実行するために、胴体アセンブリ１１４に沿って、胴体アセンブリ１１４の複数の位置４４６の各々へ、自律的且つ協働的に駆動させることができ（動作２２０８）、その後、このプロセスは終了する。
【０３１７】
動作２２０８で、いくつかの外部移動プラットフォーム４００の各々に関連付けられたエンドエフェクタ、及びいくつかの内部移動プラットフォーム４０２の各々に関連付けられたエンドエフェクタは、いくつかの自由度を有することができる。一例示の例において、これらのエンドエフェクタの各々は、少なくとも１つの自由度を有することができる。このようにして、エンドエフェクタは、長手方向、フープ方向、及び他の方向に移動するように自律的に制御することができる。このようにして、固定プロセス４２４は、フープ方向に位置した胴体アセンブリ１１４の位置、並びに長手方向に位置した胴体アセンブリ１１４の位置で実行することができる。
【０３１８】
動作２２０８で、いくつかの外部移動プラットフォーム４００の各々は、胴体アセンブリ１１４の特定の位置で固定プロセスを実行するために、対応するいくつかの内部移動プラットフォーム４０２のうちの１つと協働することができる。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４０４は、胴体アセンブリ１１４の外側２３４にある、胴体アセンブリ１１４の位置４２６において１つ以上の作業を行うことができ、内部移動プラットフォーム４０６は、胴体アセンブリ１１４の内部２３６にある、胴体アセンブリ１１４の位置４２６において１つ以上の作業を行うことができる。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によって行われる作業は、固定プロセス４２４が位置４２６において完全に行われるように協働することができる。
【０３１９】
次に図２３に目を向けると、分散ユーティリティネットワークを確立するためのプロセスの図が、例示の実施形態に従い、フロー図の形態で示されている。図１及び図５で説明される分散ユーティリティネットワーク１４４を確立するために、図２３に示されているプロセスを、図１のフレキシブル製造システム１０６を使用して実行することができる。
【０３２０】
このプロセスは、選択された公差の範囲内で、タワー３３２をユーティリティフィクスチャ１５０に対して選択されたタワー位置３３８に、フロア３００を横切って自律的に駆動することによって開始することができる（動作２３００）。次に、いくつかのユーティリティ１４６がユーティリティフィクスチャ１５０からタワー３３２へと流れるように分散ユーティリティネットワーク１４４を確立するために、タワー３３２をユーティリティフィクスチャ１５０に接続することができる（動作２３０２）。動作２３０２で、インターフェイス３４２をタワー３３２とユーティリティフィクスチャ１５０との間に形成することができる。
【０３２１】
タワー３３２が第２のタワー３３６の形態をとる場合、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２は、タワー３３２に位置することができる。この場合、タワー３３２をユーティリティフィクスチャ１５０に接続すると、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２もまた、分散ユーティリティネットワーク１４４に追加されることが可能になる。いくつかのユーティリティ１４６は、タワー３３２から、いくつかの内部移動プラットフォーム４０２へと流れることができる。
【０３２２】

その後、組み立てフィクスチャ３２４を形成するために、選択された公差の範囲内で、タワー３３２に対していくつかの選択されたクレードル位置３２０へいくつかのクレードルフィクスチャ３１４をフロア３００を横切って自律的に駆動させることができる（動作２３０４）。次に、いくつかのクレードルフィクスチャ３１４が分散ユーティリティネットワーク１４４に追加されるように、且ついくつかのユーティリティ１４６がタワー３３２からいくつかのクレードルフィクスチャ３１４へと下流に流れるように、いくつかのクレードルフィクスチャ３１４をタワー３３２に直列に接続することができる（動作２３０６）。特に、動作２３０６で、組み立てフィクスチャ３２４は、タワー３３２とともにインターフェイス３４０を形成することができる。

【０３２３】

次に、組み立てフィクスチャ３２４に対して、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を配置するために、いくつかの外部移動プラットフォーム４００を、フロア３００を横切って自律的に駆動することができる（動作２３０８）。いくつかの外部移動プラットフォーム４００が分散ユーティリティネットワーク１４４に追加されるように、且ついくつかのユーティリティ１４６がいくつかのクレードルフィクスチャ３１４からいくつかのユーティリティユニット５００を通っていくつかの外部移動プラットフォーム４００へと流れるように、いくつかのクレードルフィクスチャ３１４に関連付けられたいくつかのユーティリティユニット５００にいくつかの外部移動プラットフォーム４００を接続することができ（動作２３１０）、その後、このプロセスは終了する。

【０３２４】

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分、或いはこれらの何らかの関連付けを表すことができる。

【０３２５】

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もよい。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。

【０３２６】

次に図２４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１３６を含む上述のコントローラーのいずれかを実現するために、データ処理システム２４００を使用することができる。図示のとおり、データ処理システム２４００は、プロセッサーユニット２４０４と、記憶装置２４０６と、通信ユニット２４０８と、入力／出力ユニット２４１０と、表示装置２４１２との間の通信を提供する通信フレームワーク２４０２を備えている。いくつかの場合に、通信フレームワーク２４０２を、バスシステムとして実現することができる。

【０３２７】

プロセッサーユニット２４０４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。プロセッサーユニット２４０４は、実施例に応じて、いくつかのプロセッサー、マルチプロセッサーコア、又は何らかの他の種類のプロセッサー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、プロセッサーユニット２４０４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。

【０３２８】

プロセッサーユニット２４０４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２４０６に位置することができる。記憶装置２４０６は、通信フレームワーク２４０２を介してプロセッサ

ーユニット２４０４と通信することができる。本明細書において使用される場合、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関連付けを含むことができる。

【０３２９】

メモリー２４１４及び永続的な記憶部２４１６は、記憶装置２４０６の例である。メモリー２４１４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２４１６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２４１６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２４１６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。

【０３３０】

通信ユニット２４０８は、データ処理システム２４００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２４０８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。

【０３３１】

入力／出力ユニット２４１０は、データ処理システム２４００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２４１０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２４１０は、データ処理システム２４００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。

【０３３２】

表示装置２４１２は、情報をユーザへと表示するように構成される。表示装置２４１２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。

【０３３３】

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、プロセッサーユニット２４０４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を、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、プロセッサーユニット２４０４内の１つ以上のプロセッサーによって読み取って実行することができる。

【０３３４】

これらの例において、プログラムコード２４１８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２４２０上に関数形式で位置し、プロセッサーユニット２４０４による実行のためにデータ処理システム２４００にロード又は転送されてよい。プログラムコード２４１８及びコンピューター可読媒体２４２０が合わさって、コンピュータープログラム製品２４２２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２４２０は、コンピューター可読記憶媒体２４２４又はコンピューター可読信号媒体２４２６であってよい。

【０３３５】

コンピューター可読記憶媒体２４２４は、プログラムコード２４１８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２４１８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２４２４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２４００に接続される永続的な記憶装置であってよい。

【０３３６】
或いは、プログラムコード２４１８を、コンピューター可読信号媒体２４２６を使用してデータ処理システム２４００に伝えることができる。コンピューター可読信号媒体２４２６は、例えばプログラムコード２４１８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。
【０３３７】
図２４におけるデータ処理システム２４００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２４００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２４に示した構成要素は、図示されている例示の例から変更されてもよい。
【０３３８】
本発明の例示の実施形態を、図２５に示されるとおりの航空機の製造及び保守点検方法２５００及び図２６に示されるとおりの航空機２６００の文脈において説明することができる。最初に図２５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２５００は、図２６の航空機２６００の仕様及び設計２５０２並びに材料調達２５０４を含むことができる。
【０３３９】
製造時に、図２６の航空機２６００の構成要素及び部分組立品の製造２５０６並びにシステム統合２５０８が行われる。その後に、図２６の航空機２６００を、認証及び搬送２５１０を経て就航中２５１２させることができる。顧客による就航中２５１２に、図２６の航空機２６００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２５１４が計画される。
【０３４０】
航空機の製造及び保守点検方法２５００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。
【０３４１】
次に図２６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２６００は、図２５の航空機の製造及び保守点検方法２５００によって製造され、複数のシステム２６０４及び内部２６０６を有する機体２６０２を含むことができる。システム２６０４の例として、推進システム２６０８、電気システム２６１０、油圧システム２６１２、及び環境システム２６１４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。
【０３４２】
本明細書において具現化された装置及び方法を、図２５の航空機の製造及び保守点検方法２５００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２５００の各段階の任意のいずれかにおいて航空機２６００の機体２６０２の少なくとも一部分を製作するために図１のフレキシブル製造システム１０６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、図１のフレキシブル製造シ

ステム１０６は、航空機２６００の機体を形成するために、構成要素及び部分組立品の製造２５０６、システム統合２５０８、或いはその他の段階の、航空機の製造及び保守点検方法２５００のうちの少なくとも１つを行う際に使用することができる。

【０３４３】

一例示の例においては、図２５の構成要素及び部分組立品の製造２５０６において製造される構成要素又は部分組立品を、航空機２６００が図２５の就航中２５１２の状態にある場合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２５の構成要素及び部分組立品の製造２５０６並びにシステム統合２５０８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２６００が就航中２５１２の状態にある場合、図２５の整備及び保守点検２５１４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２６００の組み立てを大幅に促進し、航空機２６００のコストを大幅に削減することができる。

【０３４４】

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。

【０３４５】

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。

Ａ１．航空機の胴体アセンブリを製作する方法であって、組み立てフィクスチャを形成するために、フロアを横切って組み立て領域へいくつかのフィクスチャを駆動するステップと、組み立てフィクスチャ上で胴体アセンブリを製作するステップとを含む方法。

【０３４６】

Ａ２．前記胴体アセンブリを製作するステップが、複数の移動プラットフォームを使用して、前記組み立てフィクスチャ上で前記胴体アセンブリを製作するステップを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。

【０３４７】

Ａ３．分散ユーティリティネットワークを介して、いくつかのユーティリティを前記複数の移動プラットフォームに分配するステップを更に含む、段落Ａ２に記載の方法が更に提供される。

【０３４８】

Ａ４．前記いくつかのフィクスチャを駆動するステップが、前記組み立てフィクスチャを形成するために、いくつかの選択されたクレードル位置へいくつかのクレードルフィクスチャを駆動するステップを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。

【０３４９】

Ａ５．前記いくつかのクレードルフィクスチャを駆動するステップが、前記組み立てフィクスチャを形成するために、前記いくつかの選択されたクレードル位置へ前記いくつかのクレードルフィクスチャを自律的に駆動するステップを含む、段落Ａ４に記載の方法が更に提供される。

【０３５０】

Ａ６．前記組み立て領域に位置するユーティリティフィクスチャに対して、タワーを選択されたタワー位置へ駆動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。

【０３５１】

Ａ７．前記いくつかのフィクスチャを駆動するステップが、前記組み立てフィクスチャ

を形成するために、いくつかのクレードルフィクスチャを、前記タワーに対して、いくつかの選択されたクレードル位置へ駆動するステップを含む、段落Ａ６に記載の方法が更に提供される。

【０３５２】

Ａ８．前記タワーとユーティリティフィクスチャとの間にいくつかのユーティリティを接続するステップを更に含む、段落Ａ７に記載の方法が更に提供される。

【０３５３】

Ａ９．前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを自律的に接続するステップを含む、段落Ａ８に記載の方法が更に提供される。

【０３５４】

Ａ１０．前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記ユーティリティフィクスチャから前記タワーへの前記いくつかのユーティリティの流れを可能にするために、前記タワーを前記ユーティリティフィクスチャに自律的に接続するステップを含む、段落Ａ８に記載の方法が更に提供される。

【０３５５】

Ａ１１．前記タワーと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップを更に含む、段落Ａ８に記載の方法が更に提供される。

【０３５６】

Ａ１２．前記タワーと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記タワーと、前記組み立てフィクスチャを自律的に構成する前記いくつかのクレードルフィクスチャのうちの少なくとも１つとの間に、前記いくつかのユーティリティを接続するステップと、前記いくつかのクレードルフィクスチャの隣接するクレードルフィクスチャ同士の間に、前記いくつかのユーティリティを自律的に接続するステップとを含む、段落Ａ１１に記載の方法が更に提供される。

【０３５７】

Ａ１３．前記タワーと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記タワーから前記組み立てフィクスチャへの前記いくつかのユーティリティの流れを可能にするために、前記組み立てフィクスチャを前記タワーに自律的に接続するステップを含む、段落Ａ１１に記載の方法が更に提供される。

【０３５８】

Ａ１４．前記組み立てフィクスチャを前記タワーに接続するステップが、前記いくつかのユーティリティが、前記タワーから前記いくつかのクレードルフィクスチャの各々へ下流に流れることを可能にするために、前記組み立てフィクスチャにおける前記いくつかのクレードルフィクスチャを前記タワーに直列に接続するステップを含む、段落Ａ１３に記載の方法が更に提供される。

【０３５９】

Ａ１５．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記胴体アセンブリの複数の胴体部分を前記組み立てフィクスチャに係合させるステップを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。

【０３６０】

Ａ１６．前記複数の胴体部分を係合させるステップが、複数のパネルを前記組み立てフィクスチャに係合させるステップを含む、段落Ａ１５に記載の方法が更に提供される。

【０３６１】

Ａ１７．前記複数のパネルを前記組み立てフィクスチャに係合させるステップが、前記複数のパネルにおけるキールパネルを前記組み立てフィクスチャに係合させるステップと、前記複数のパネルにおける側面パネルを前記キールパネルに係合させるステップと、前記複数のパネルにおけるクラウンパネルを前記側面パネルに係合させるステップとを含む

、段落Ａ１６に記載の方法が更に提供される。
【０３６２】
Ａ１８．前記複数のパネルを前記組み立てフィクスチャに係合させるステップが、端部パネルを、前記組み立てフィクスチャ及び少なくとも１つの前記キールパネル、前記側面パネル、又は前記クラウンパネルに係合させるステップであって、前記端部パネルが、円すい形のパネル、円筒形のパネル、及びテーパ状の円筒形のパネルのうちの１つから選択される、端部パネルを係合させるステップを更に含む、段落Ａ１７に記載の方法が更に提供される。
【０３６３】
Ａ１９．前記複数のパネルにおける前記キールパネルを前記組み立てフィクスチャに係合させるステップが、前記キールパネルを複数の保持構造体に係合させるステップを含む、段落Ａ１７に記載の方法が更に提供される。
【０３６４】
Ａ２０．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記複数のパネルを互いに一時的に接続するステップを更に含む、段落Ａ１６に記載の方法が更に提供される。
【０３６５】
Ａ２１．前記複数のパネルを一時的に接続するステップが、前記複数のパネルを一時的な締め具で互いに留めるステップを含む、段落Ａ２０に記載の方法が更に提供される。
【０３６６】
Ａ２２．前記複数のパネルを留めるステップが、選択された公差の範囲内で、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、前記複数のパネルを一時的な締め具で互いに留めるステップを含む、段落Ａ２０に記載の方法が更に提供される。
【０３６７】
Ａ２３．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記複数のパネルが前記組み立てフィクスチャに支持されている間に、前記複数のパネルを互いに接合するステップを更に含む、段落Ａ１６に記載の方法が更に提供される。
【０３６８】
Ａ２４．前記複数のパネルを互いに接合するステップが、前記第１のパネルを前記第２のパネルに直接固定すること、前記第１のパネルに関連付けられた第１の部材を、前記第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、前記第１のパネルに関連付けられた部材を前記第２のパネルに直接接合すること、前記第１のパネル及び前記第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、又は選択された部材を前記第１のパネル及び前記第２のパネルの両方に接合することのうちの少なくとも１つによって、第１のパネルと第２のパネルとを互いに接合するステップを含む、段落Ａ２３に記載の方法が更に提供される。
【０３６９】
Ａ２５．前記複数のパネルを互いに接合するステップが、前記複数のパネルを互いに接合するために、複数の締め具を実質的に自律的に据え付けるステップを含む、段落Ａ２４に記載の方法が更に提供される。
【０３７０】
Ａ２６．前記複数のパネルを互いに接合するステップが、前記胴体アセンブリ用の支持構造体を作成するステップを更に含む、段落Ａ２３に記載の方法が更に提供される。
【０３７１】
Ａ２７．前記胴体アセンブリの製作中に、前記組み立てフィクスチャを使用して、複数のパネル、及び前記胴体アセンブリの前記複数のパネルに関連付けられた複数の部材を支持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。
【０３７２】
Ａ２８．前記胴体アセンブリの前記製作中に、組み立てフィクスチャを使用して、前記胴体アセンブリの形状及び構成を選択された公差の範囲内に維持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。
【０３７３】
Ａ２９．選択された公差の範囲内で、前記胴体アセンブリ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順守を維持するために、前記胴体アセンブリの製作中に、前記いくつかのフィクスチャのうちの少なくとも１つを調節するステップを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。
【０３７４】
Ａ３０．前記胴体アセンブリを製作するステップが、自律的なツールシステムを使用して、複数のパネルを互いに接合するステップを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。
【０３７５】
Ａ３１．前記複数のパネルを接合するステップが、前記自律的なツールシステムを使用して、前記胴体アセンブリ上の複数の位置で、固定プロセスを実行するステップを含む、段落Ａ３０に記載の方法が更に提供される。
【０３７６】
Ａ３２．前記固定プロセスを実行するステップが、前記自律的なツールシステムを使用して、前記胴体アセンブリ上の前記複数の位置の各々において、２段階のリベット打ちプロセス、締まりばめボルト式の据え付けプロセス、及びボルトーナット式の据え付けプロセスのうちの１つを実行するステップを含む、段落Ａ３１に記載の方法が更に提供される。
【０３７７】
Ａ３３．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記胴体アセンブリ上の位置に対して外部位置へ外部移動プラットフォームを駆動するステップと、前記胴体アセンブリ上の前記位置に対して内部位置へ内部移動プラットフォームを駆動するステップとを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。
【０３７８】
Ａ３４．前記外部移動プラットフォームを駆動するステップが、前記外部位置へ前記外部移動プラットフォームを自律的に駆動するステップを含み、前記内部移動プラットフォームを駆動するステップが、前記内部位置へ前記内部移動プラットフォームを自律的に駆動するステップを含む、段落Ａ３３に記載の方法が更に提供される。
【０３７９】
Ａ３５．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記内部移動プラットフォームと前記外部移動プラットフォームとを使用して、前記胴体アセンブリの前記位置で固定プロセスを自律的に実行するステップを更に含む、段落Ａ３４に記載の方法が更に提供される。
【０３８０】
Ａ３６．前記固定プロセスを実行するステップが、前記外部移動プラットフォーム又は前記内部移動プラットフォームのうちの少なくとも１つを使用して、前記位置に孔を自律的に穿孔するステップと、前記外部移動プラットフォーム又は前記内部移動プラットフォームのうちの少なくとも１つを使用して、前記孔に締め具を自律的に挿入するステップと、前記外部移動プラットフォーム又は前記内部移動プラットフォームのうちの少なくとも１つを使用して、前記締め具を自律的に据え付けるステップを含む、段落Ａ３５に記載の方法が更に提供される。
【０３８１】
Ａ３７．前記締め具を自律的に据え付けるステップが、前記位置に完全に据え付けられたリベットを形成するために、前記外部移動プラットフォーム及び前記内部移動プラットフォームの両方を使用して、２段階のリベット打ちプロセスを実行するステップを含む、段落Ａ３６に記載の方法が更に提供される。
【０３８２】
Ａ３８．第１のタワー及び第２のタワーのうちの１つを使用して、前記胴体アセンブリ

の内部にアクセス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。
【０３８３】
Ａ３９．前記胴体アセンブリを製作するステップが、ロボットタワーから前記胴体アセンブリの内部へいくつかの内部移動プラットフォームを自律的に駆動するステップと、前記いくつかの内部移動プラットフォームを使用して、前記胴体アセンブリの前記内部で自律的に作業を実行するステップとを含む、段落Ａ１に記載の方法が更に提供される。
【０３８４】
Ａ４０．前記胴体アセンブリの自律的な製作を可能にするために、ユーティリティフィクスチャ、タワー、組み立てフィクスチャ、及びいくつかの内部移動プラットフォーム又はいくつかの外部移動プラットフォームのうちの少なくとも１つの間に分散ユーティリティネットワークを確立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。
【０３８５】
Ａ４１．前記胴体アセンブリを製作するステップが、前記いくつかの内部移動プラットフォーム及び前記いくつかの外部移動プラットフォームを使用して、前記胴体アセンブリを自律的に製作するステップを含む、段落Ａ４０に記載の方法が更に提供される。
【０３８６】
本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。
Ｂ１．駆動可能なタワーと、前記駆動可能なタワーに自律的に接続可能な、いくつかの駆動可能なフィクスチャとを備える、フレキシブル製造システム。
【０３８７】
Ｂ２．自律的なツールシステムを更に備える、段落Ｂ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３８８】
Ｂ３．前記駆動可能なタワーが、自律的に駆動可能なタワーであり、前記いくつかの駆動可能なフィクスチャが、いくつかの自律的に駆動可能なフィクスチャである、段落Ｂ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３８９】
本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。
Ｃ１．いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャで構成された組み立てフィクスチャと、前記組み立てフィクスチャ上で複数のパネルを互いに接合する、自律的なパネル接合システムとを備える、フレキシブル製造システム。
【０３９０】
Ｃ２．電気的又は物理的の少なくとも一方にて、前記組み立てフィクスチャに接続可能な駆動可能なタワーを更に備える、段落Ｃ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３９１】
Ｃ３．前記駆動可能なタワーが、自律的に駆動可能なタワーであり、前記いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャが、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である、段落Ｃ２に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３９２】
Ｃ４．前記自律的に駆動可能なタワーに、電気的及び物理的に接続可能なユーティリティフィクスチャを更に備える、段落Ｃ３に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３９３】
Ｃ５．前記自律的なパネル接合システムが、前記自律的に駆動可能なタワーに位置する、いくつかの駆動可能な内部移動プラットフォームを備える、段落Ｃ３に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０３９４】
Ｃ６．前記自律的なパネル接合システムが、いくつかの駆動可能な外部移動プラットフ

ォームを備え、前記いくつかの駆動可能な外部移動プラットフォームの各々が、前記組み立てフィクスチャに自律的に接続可能な、段落Ｃ３に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０３９５】

Ｃ７．前記駆動可能なタワーが、胴体アセンブリの内部へのアクセスを提供する上部プラットフォームと、前記胴体アセンブリの前記内部へのアクセスを提供する下部プラットフォームとを備える、段落Ｃ２に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０３９６】

Ｃ８．前記駆動可能なタワーを、製造環境のフロアを横切って自律的に駆動することが可能な、自律的な車両を更に備える、段落Ｃ２に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０３９７】

Ｃ９．自律的に駆動可能なタワーに一体的に関連付けられた自律的な車両を更に備える、段落Ｃ２に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０３９８】

Ｃ１０．前記いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャにおける駆動可能なクレードルフィクスチャが、前記駆動可能なクレードルフィクスチャに関連付けられたいくつかの保持構造体を備える、段落Ｃ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０３９９】

Ｃ１１．前記いくつかの保持構造体の各々が、前記いくつかの保持構造体の各々と係合する、対応するキールパネルの曲率に実質的に一致する湾曲形状を有する、段落Ｃ１０に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０４００】

本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。

Ｄ１．分散ユーティリティネットワークを確立する方法であって、ユーティリティフィクスチャに対して、選択されたタワー位置へと、フロアを横切ってタワーを駆動するステップと、前記分散ユーティリティネットワークを確立するために、前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間にいくつかのユーティリティを接続するステップとを含む方法。

【０４０１】

Ｄ２．前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記いくつかのユーティリティが前記ユーティリティフィクスチャから前記タワーに流れるように、前記タワーを前記ユーティリティフィクスチャに自律的に接続するステップを含む、段落Ｄ１に記載の方法が更に提供される。

【０４０２】

Ｄ３．前記タワーと組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップを更に含む、段落Ｄ１に記載の方法が更に提供される。

【０４０３】

Ｄ４．前記タワーと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記タワーに対して前記組み立てフィクスチャを製作するステップを含む、段落Ｄ３に記載の方法が更に提供される。

【０４０４】

Ｄ５．前記アセンブリフィクスチャを製作するステップが、前記組み立てフィクスチャを形成するために、いくつかのクレードルフィクスチャを、前記タワーに対して、いくつかの選択されたクレードル位置へと、前記フロアを横切って自律的に駆動するステップを含む、段落Ｄ４に記載の方法が更に提供される。

【０４０５】

Ｄ６．前記タワーと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記いくつかのユーティリティが前記タワーから前記いくつかのクレードルフィクスチャの各々へと下流に流れることを可能にするために、前記いくつか

のクレードルフィクスチャを前記タワーに直列に自律的に接続するステップを更に含む、段落Ｄ５に記載の方法が更に提供される。

【０４０６】

Ｄ７．いくつかの外部移動プラットフォームと前記組み立てフィクスチャとの間に、前記いくつかのユーティリティを接続するステップを更に含む、段落Ｄ３に記載の方法が更に提供される。

【０４０７】

Ｄ８．いくつかの外部移動プラットフォームと前記組み立てフィクスチャとの間に前記いくつかのユーティリティを接続するステップが、前記組み立てフィクスチャに対して前記いくつかの外部移動プラットフォームを配置するために、前記いくつかの外部移動プラットフォームをフロアを横切って自律的に駆動するステップと、前記いくつかのユーティリティが、前記組み立てフィクスチャから前記いくつかのユーティリティユニットを通って前記いくつかの外部移動プラットフォームへ流れるように、前記いくつかの外部移動プラットフォームを、前記組み立てフィクスチャに関連付けられたいくつかのユーティリティユニットに自律的に接続するステップとを含む、段落Ｄ３に記載の方法が更に提供される。

【０４０８】

Ｄ９．前記いくつかのユーティリティを、前記タワーから、前記タワーに関連付けられたいくつかの内部移動プラットフォームに分配するステップを更に含む、段落Ｄ１に記載の方法が更に提供される。

【０４０９】

Ｄ１０．前記タワーを前記分散ユーティリティネットワークから取り除くために、前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間の前記いくつかのユーティリティを切り離すステップを更に含む、段落Ｄ１に記載の方法が更に提供される。

【０４１０】

Ｄ１１．前記いくつかのユーティリティを切り離すステップが、前記タワーを前記分散ユーティリティネットワークから取り除くために、前記タワーと前記ユーティリティフィクスチャとの間の前記いくつかのユーティリティを自律的に切り離すステップを更に含む、段落Ｄ１０に記載の方法が更に提供される。

【０４１１】

本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。

Ｅ１．組み立て領域に固定に関連付けられたユーティリティフィクスチャと、いくつかのユーティリティが、前記ユーティリティフィクスチャから前記駆動可能な移動システムまで分配されるように、前記ユーティリティフィクスチャに接続された駆動可能な移動システムとを備える、分散ユーティリティネットワーク。

【０４１２】

Ｅ２．前記駆動可能な移動システムが、前記ユーティリティフィクスチャに電気的及び物理的に接続された、自律的に駆動可能なタワーである、段落Ｅ１に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。

【０４１３】

Ｅ３．前記駆動可能な移動システムが、自律的に駆動可能な移動システムである、段落Ｅ１に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。

【０４１４】

Ｅ４．前記いくつかのユーティリティが、前記駆動可能なタワーから前記組み立てフィクスチャへと流れるように駆動可能なタワーに接続された組み立てフィクスチャを更に備える、段落Ｅ２に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。

【０４１５】

Ｅ５．前記組み立てフィクスチャが、前記いくつかのユーティリティが、前記駆動可能なタワーから前記いくつかのクレードルフィクスチャの各々へと下流に流れるように、前記駆動可能なタワーに直列に接続されたいくつかのクレードルフィクスチャを含む、段落

Ｅ４に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。
【０４１６】
Ｅ６．前記いくつかのユーティリティが前記組み立てフィクスチャから前記いくつかの外部移動プラットフォームへ流れるように、前記組み立てフィクスチャに接続されたいくつかの外部移動プラットフォームを更に備える、段落Ｅ４に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。
【０４１７】
Ｅ７．前記組み立てフィクスチャに関連付けられ、前記いくつかのユーティリティを、前記駆動可能なタワー又は前記組み立てフィクスチャのうちの少なくとも１つから受け取るように構成されたいくつかのユーティリティユニットを更に備え、前記いくつかの外部移動プラットフォームが、前記いくつかのユーティリティユニットを介して、前記組み立てフィクスチャに接続される、段落Ｅ６に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。
【０４１８】
Ｅ８．前記いくつかの外部移動プラットフォームが、前記いくつかのユーティリティユニットを介して前記組み立てフィクスチャに自律的に接続される、段落Ｅ７に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。
【０４１９】
Ｅ９．前記駆動可能なタワーに関連付けられた、いくつかの内部移動プラットフォームを更に備え、前記いくつかのユーティリティが、前記駆動可能なタワーから前記いくつかの内部移動プラットフォームへと流れる、段落Ｅ２に記載の分散ユーティリティネットワークが更に提供される。
【０４２０】
本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。
Ｆ１．ユーティリティフィクスチャと、前記ユーティリティフィクスチャに自律的に接続可能な駆動可能なタワーと、前記タワーに直列に、自律的に接続可能ないくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャとを備える、フレキシブル製造システム。
【０４２１】
Ｆ２．前記ユーティリティフィクスチャが、いくつかのユーティリティを前記いくつかのユーティリティ供給源から受け取るように、前記ユーティリティフィクスチャが、いくつかのユーティリティ供給源に接続されている、段落Ｆ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０４２２】
Ｆ３．前記いくつかの駆動可能な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にある場合、前記いくつかの駆動可能なクレードルフィクスチャが、組み立てフィクスチャを形成する、段落Ｆ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０４２３】
Ｆ４．複数のパネルを互いに接合するために、固定プロセスを実行するように構成された自律的なパネル接合システムを更に備える、段落Ｆ１に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０４２４】
Ｆ５．前記自律的なパネル接合システムが、組み立てフィクスチャに関連付けられた、いくつかのユーティリティユニットに自律的に接続可能ないくつかの駆動可能な外部移動プラットフォーム、又は前記タワーに位置するいくつかの駆動可能な内部移動プラットフォームのうちの少なくとも１つを備える、段落Ｆ４に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。
【０４２５】
Ｆ６．前記いくつかの駆動可能な外部移動プラットフォームが、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であり、前記いくつかの駆動可能な内部移動プラット

フォームが、いくつかの自律的に駆動可能な内部移動プラットフォームである、段落Ｆ５に記載のフレキシブル製造システムが更に提供される。

【０４２６】

本発明のさらなる態様によれば、以下が提供される。

Ｇ１．胴体アセンブリを製作する方法であって、ユーティリティフィクスチャに対して、選択されたタワー位置にタワーを自律的に駆動するステップと、いくつかのユーティリティを、前記ユーティリティフィクスチャから前記タワーへと流すことを可能にするために、前記タワーを前記ユーティリティフィクスチャに自律的に接続するステップと、組み立てフィクスチャを製作するために、いくつかのクレードルフィクスチャを、前記タワーに対して、いくつかの選択されたクレードル位置へと自律的に駆動するステップと、前記いくつかのユーティリティを、前記タワーから前記いくつかのクレードルフィクスチャの各々へと下流に流すことを可能にするために、前記いくつかのクレードルフィクスチャを前記タワーに直列に、自律的に接続するステップと、前記胴体アセンブリの複数のパネルを、前記組み立てフィクスチャに係合させるステップと、前記複数のパネルを互いに対して動かぬように保持するために、前記複数のパネルを互いに一時的に接続するステップと、前記胴体アセンブリが前記組み立てフィクスチャによって支持されている間に、自律的なツールシステムを使用して前記胴体アセンブリを製作するために、前記複数のパネルを互いに接合するステップとを含む方法。

【０４２７】

Ｇ２．前記複数のパネルを接合するステップが、外部移動プラットフォームを、前記組み立てフィクスチャに関連付けられた、いくつかのユーティリティユニットのうちの１つに自律的に接続して、前記いくつかのユーティリティが前記組み立てフィクスチャから、前記いくつかのユーティリティユニットのうちの１つを通って、前記外部移動プラットフォームへと流れるようにする、外部移動プラットフォームを接続するステップと、内部移動プラットフォームを、前記タワーから前記胴体アセンブリの内部へと自律的に駆動するステップであって、前記内部移動プラットフォームが、前記タワーから前記いくつかのユーティリティを受け取る、内部移動プラットフォームを自律的に駆動するステップと、前記複数のパネルを互いに接合するために、前記内部移動プラットフォームと前記外部移動プラットフォームとを使用して、固定プロセスを自律的に実行するステップとを含む、段落Ｇ１に記載の方法が更に提供される。

【０４２８】

Ｇ３．前記複数のパネルを接合するステップが、前記外部移動プラットフォームを、前記組み立てフィクスチャに関連付けられた前記いくつかのユーティリティユニットのうちの１つに対して、外部位置へと駆動するステップを更に含む、段落Ｇ２に記載の方法が更に提供される。

【符号の説明】

【０４２９】

６００　製造環境
６０１　保持環境
６０２　組み立て環境
６０３　フロア
６０８　フレキシブル製造システム
６２６　ユーティリティフィクスチャ
７００　第１のタワー
７１６　自律的な車両
８００　クレードルシステム
８０４　フィクスチャ
８０６，８０８，８１０　クレードルフィクスチャ
８２３　保持構造体
９１２　組み立てフィクスチャ

１０００　胴体アセンブリ
１００１　端部パネル
１００４　キールパネル
１０１８　胴体部分
１１０２　第１の側面パネル
１１０４　第２の側面パネル
１３０２　クラウンパネル
１４００　第２のタワー
１４０８　内部移動プラットフォーム
１４１０　内部ロボット装置
１５０５　外部移動プラットフォーム
１５０６　外部ロボット装置
１５１０　エンドエフェクタ
１５１１　自律的な車両

【図１】

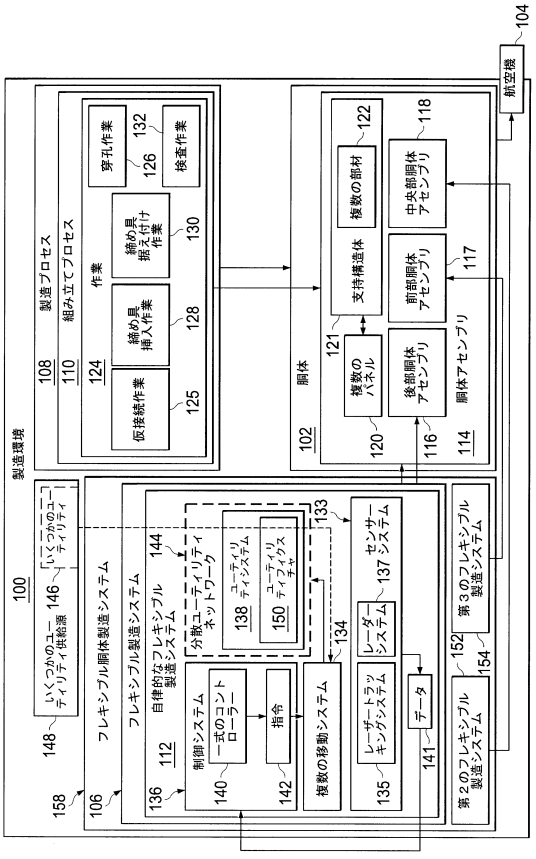
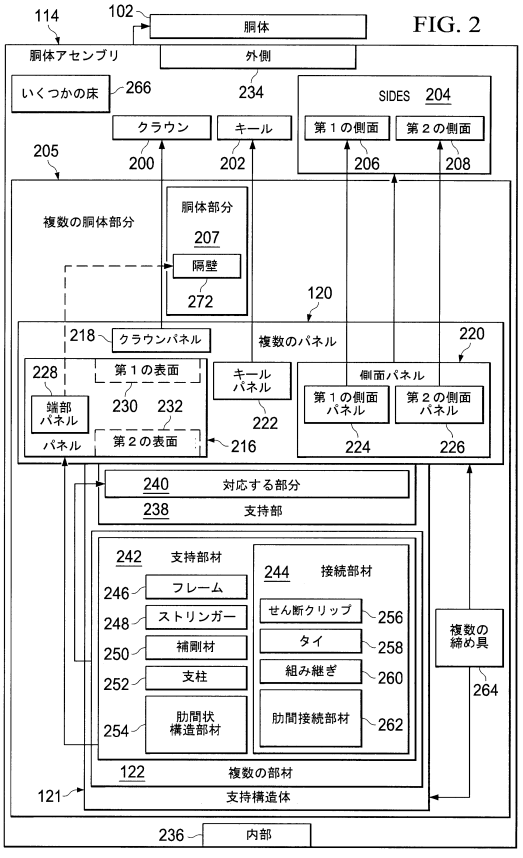


FIG. 1

【図２】



【図３】

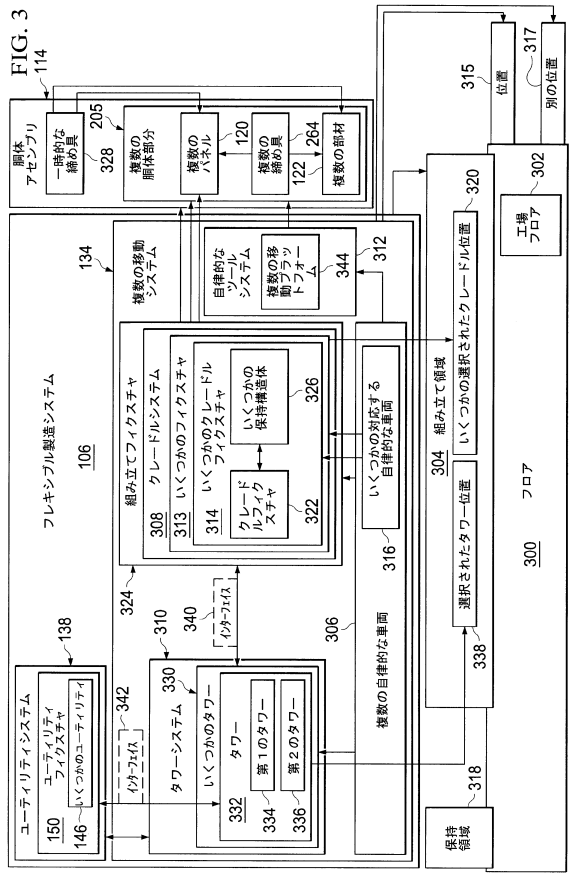


FIG. 3
フレキシブル製造システム
106
ユーティリティシステム
ユーティリティフィクスチャ
いくつかのユーティリティ
タワーシステム
いくつかのタワー
タワー
第１のタワー
第２のタワー
インターフェイス
組み立てフィクスチャ
クレードルシステム
いくつかのフィクスチャ
いくつかのクレードルフィクスチャ
いくつかの保持構造体
クレードルフィクスチャ
複数の移動システム
自律的なツールシステム
複数の移動プラットフォーム
いくつかの対応する自律的な車両
複数の自律的な車両
組み立て領域
いくつかの選択されたクレードル位置
選択されたタワー位置
保持領域
工場フロア
フロア
別の位置
位置
胴体アセンブリ
一時的な締め具
複数の胴体部分
複数のパネル
複数の締め具
複数の部材

【図４】

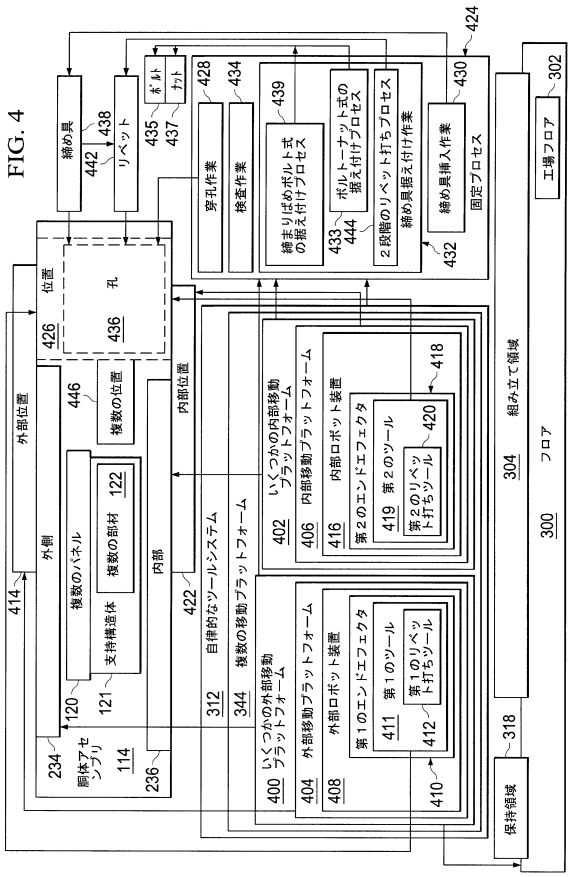


FIG. 4
締め具
リベット
ボルト
ナット
穿孔作業
検査作業
締まりばめボルト式の据え付けプロセス
ボルトーナット式の据え付けプロセス
２段階のリベット打ちプロセス
締め具据え付け作業
締め具挿入作業
固定プロセス
孔
位置
外部位置
内部位置
外側
内部
複数のパネル
支持構造体
複数の部材
複数の位置
胴体アセンブリ
自律的なツールシステム
いくつかの内部移動プラットフォーム
内部移動プラットフォーム
内部ロボット装置
第２のエンドエフェクタ
第２のツール
第２のリベット打ちツール
いくつかの外部移動プラットフォーム
外部移動プラットフォーム
外部ロボット装置
第１のエンドエフェクタ
第１のツール
第１のリベット打ちツール
保持領域
組み立て領域
工場フロア
フロア

【図５】

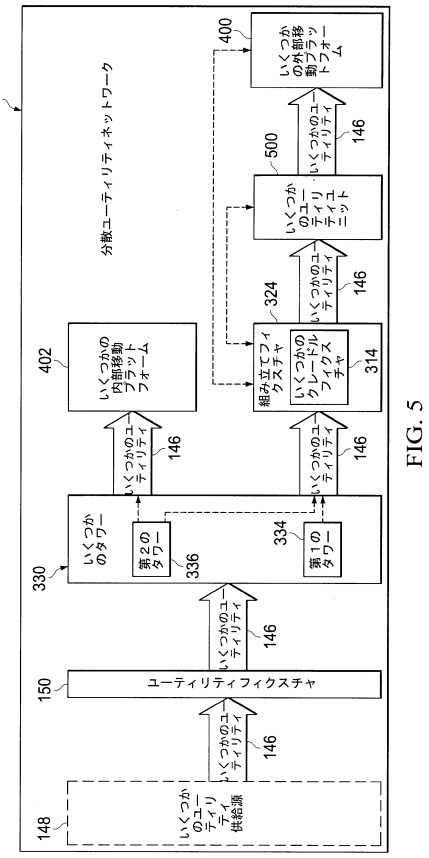


FIG. 5
分散ユーティリティネットワーク
ユーティリティフィクスチャ
いくつかのユーティリティ供給源
いくつかのタワー
第２のタワー
第１のタワー
いくつかの内部移動プラットフォーム
組み立てフィクスチャ
いくつかのクレードルフィクスチャ
いくつかのユーティリティユニット
いくつかの外部移動プラットフォーム
いくつかのユーティリティ

【図６】

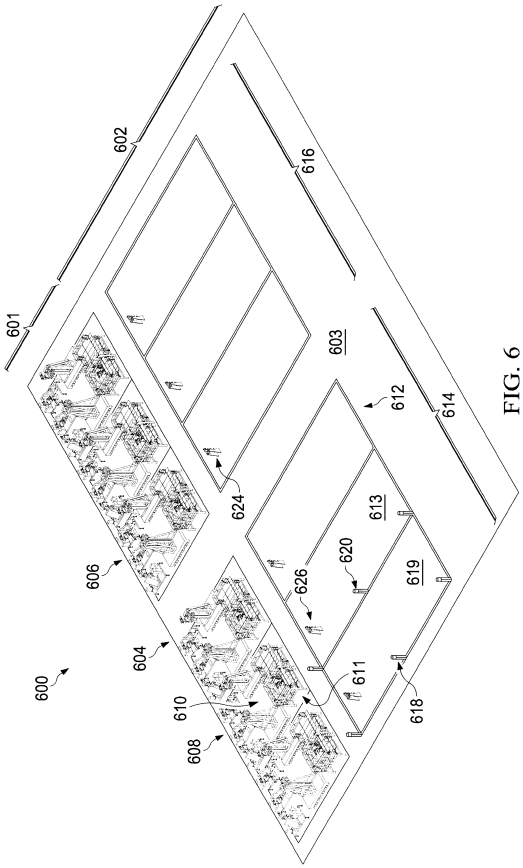


FIG. 6
600
601
602
603
604
606
608
610
611
612
613
614
616
618
619
620
624
626

【図７】

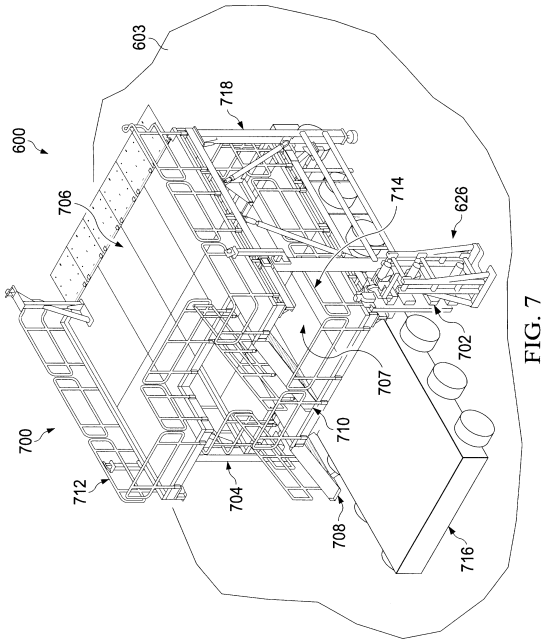


FIG. 7

【図８】

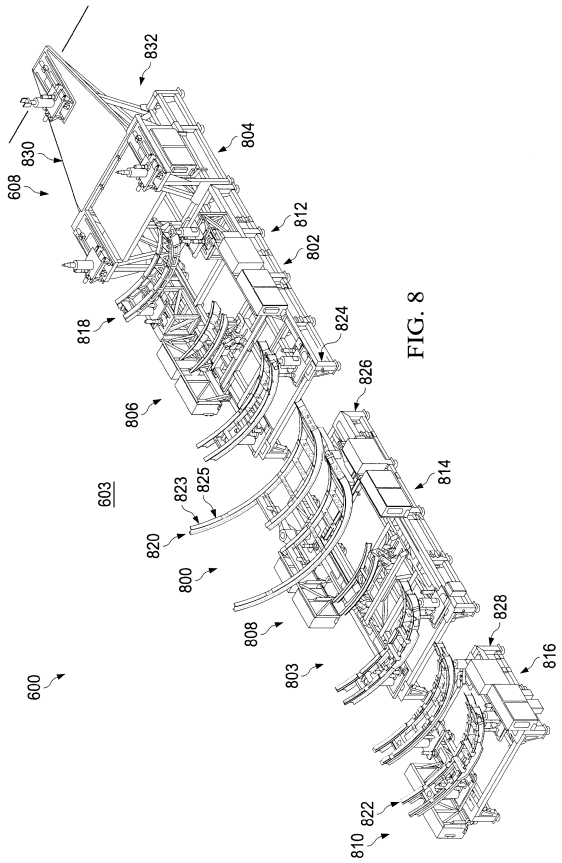


FIG. 8

【図９】

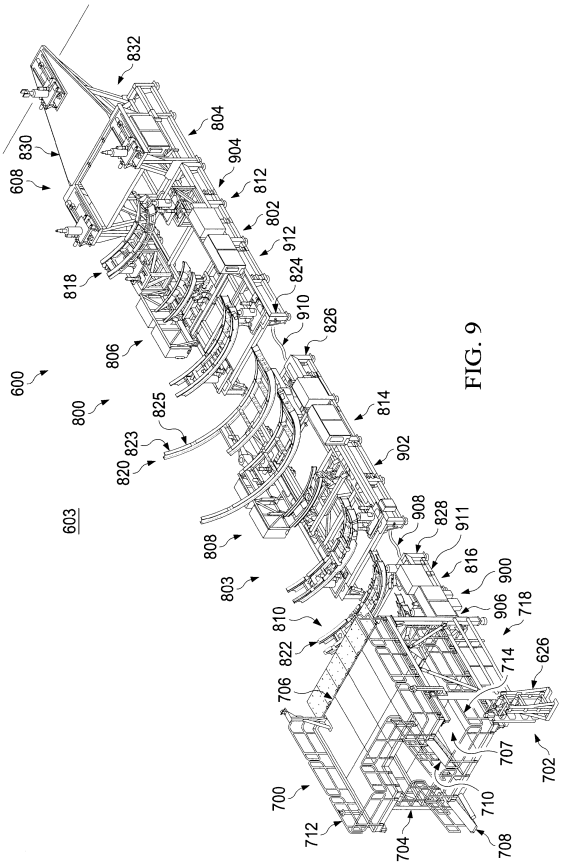


FIG. 9

【図１０】

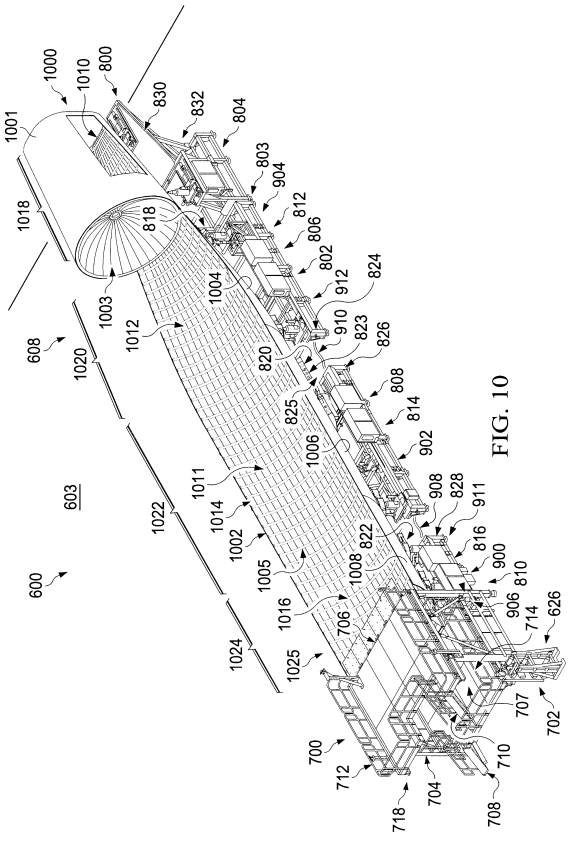


FIG. 10

【図１１】

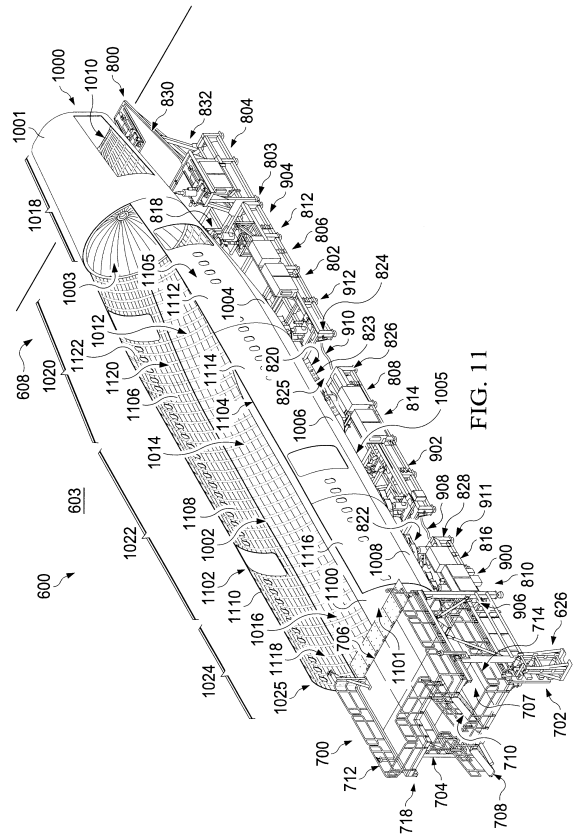


FIG. 11

【図１２】

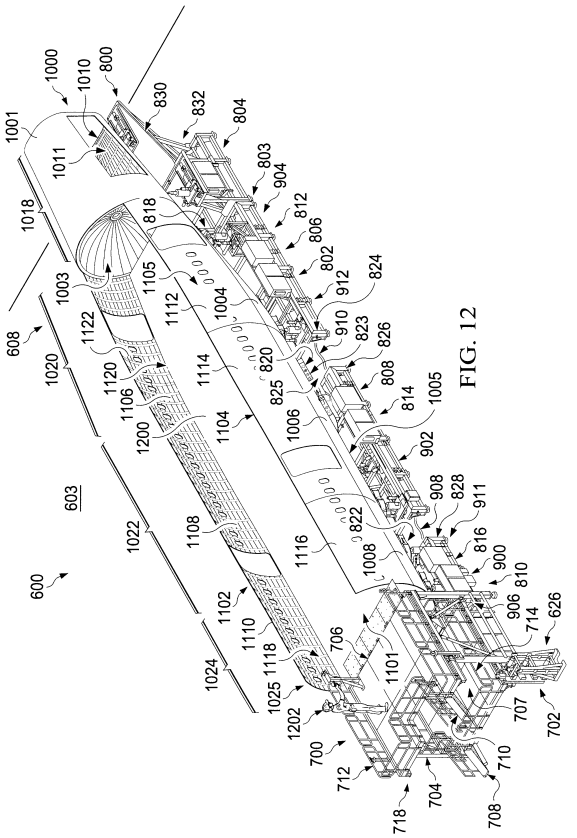


FIG. 12

【図１３】

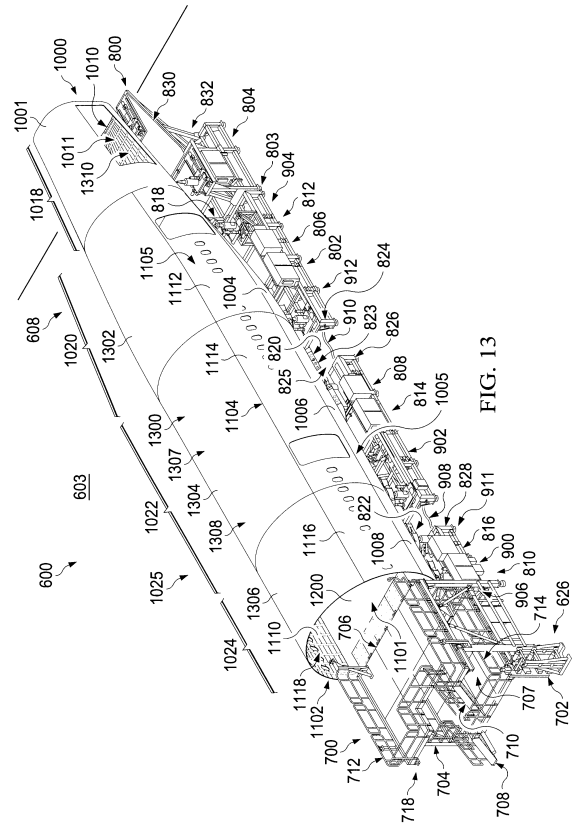


FIG. 13

【図１４】

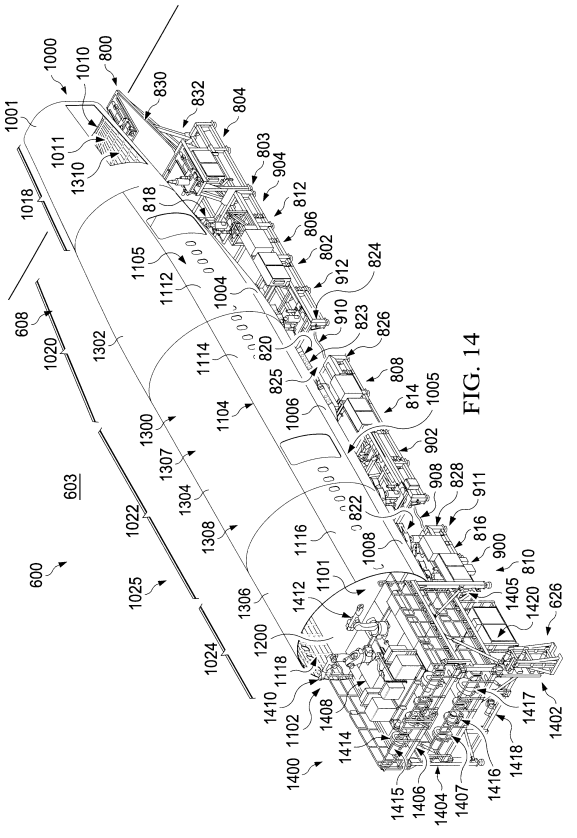


FIG. 14

【図１５】

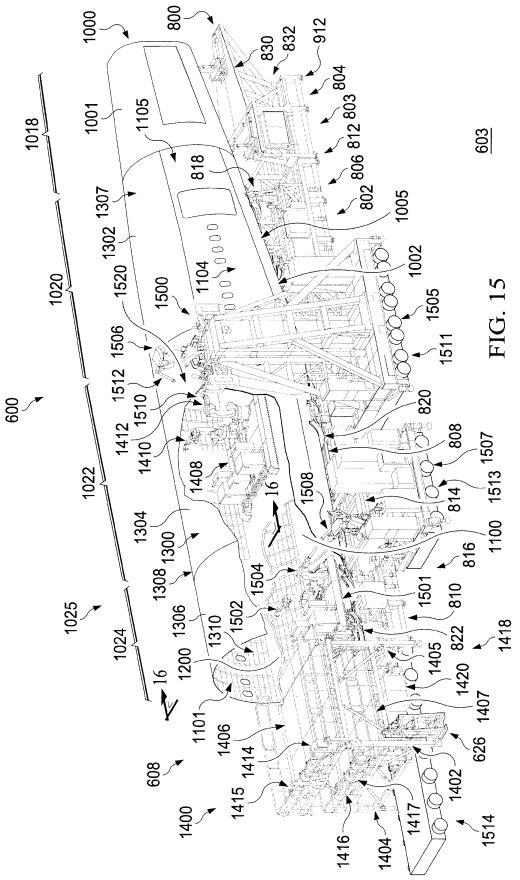


FIG. 15

【図１６】

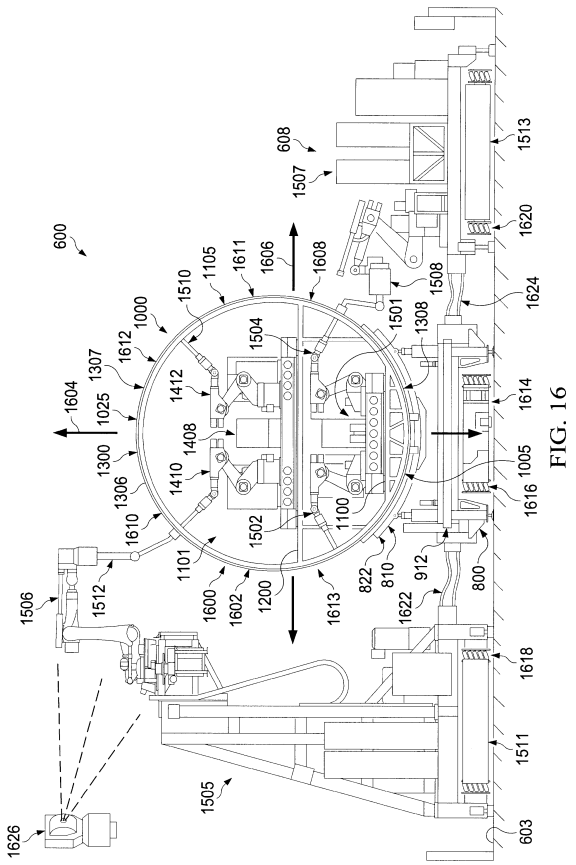


FIG. 16

【図１７】

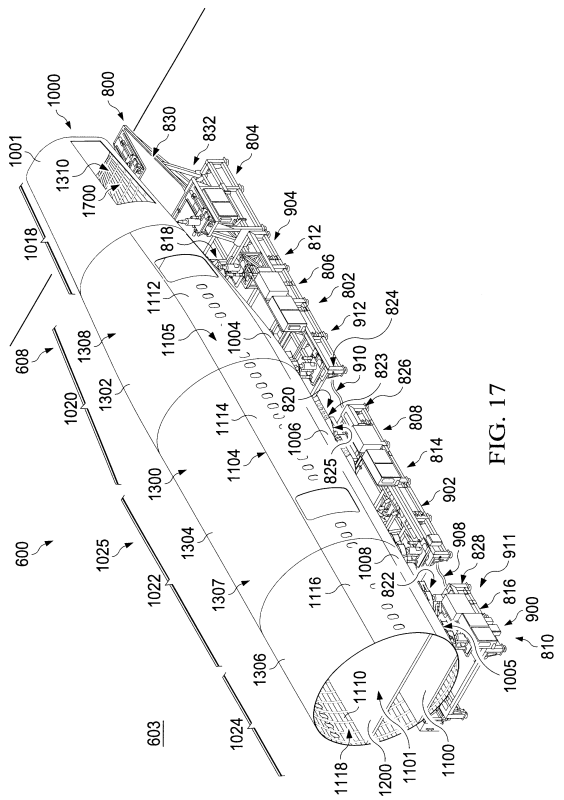


FIG. 17

【図１８】

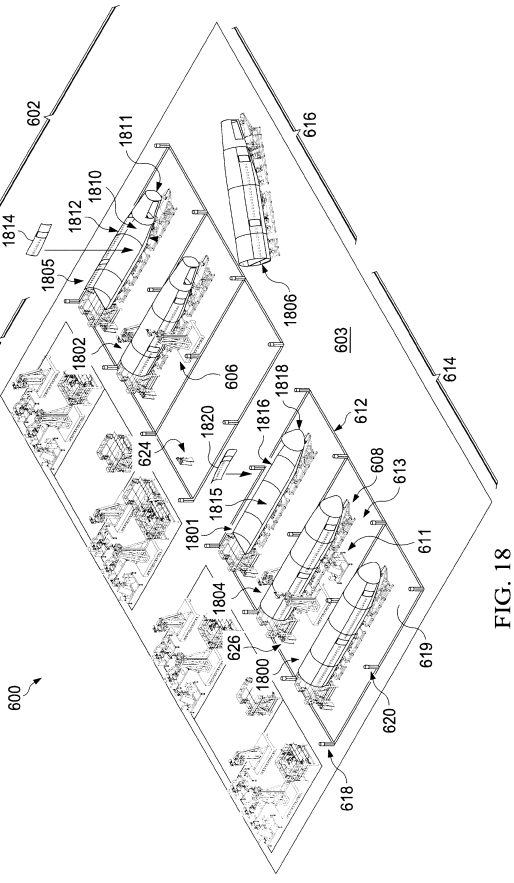


FIG. 18

【図１９】

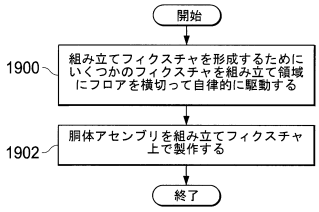


FIG. 19

【図２０】

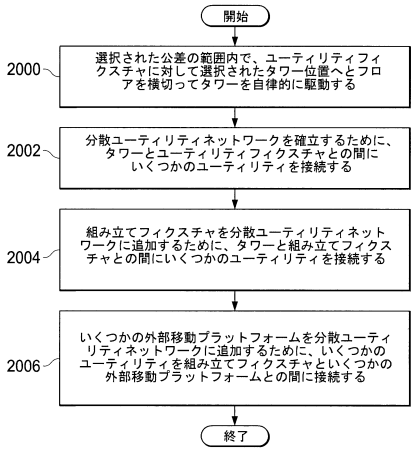


FIG. 20

【図２１】

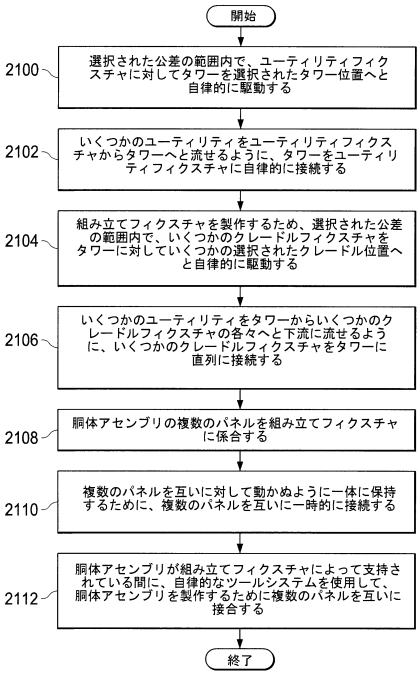


FIG. 21

【図２２】

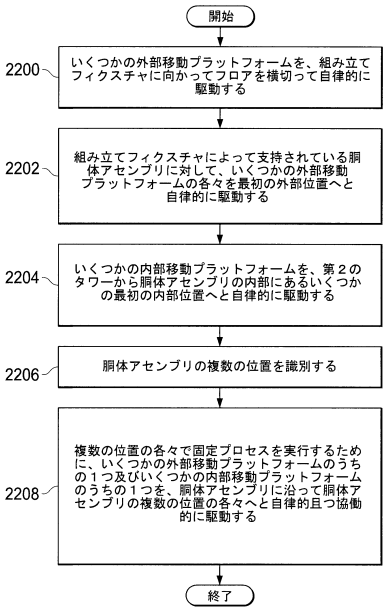


FIG. 22

【図２３】

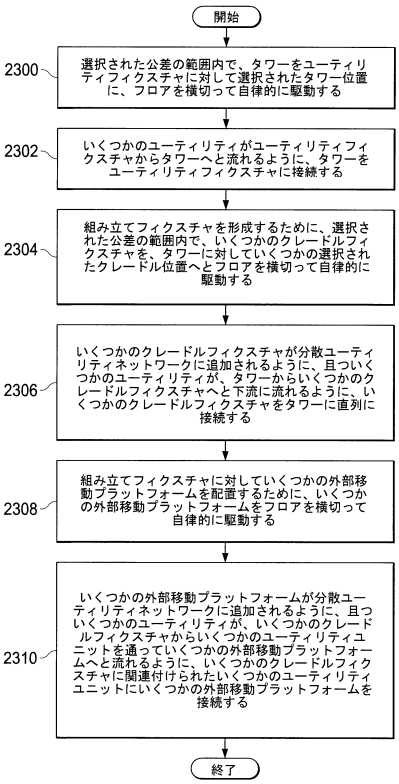


FIG. 23

【図２４】

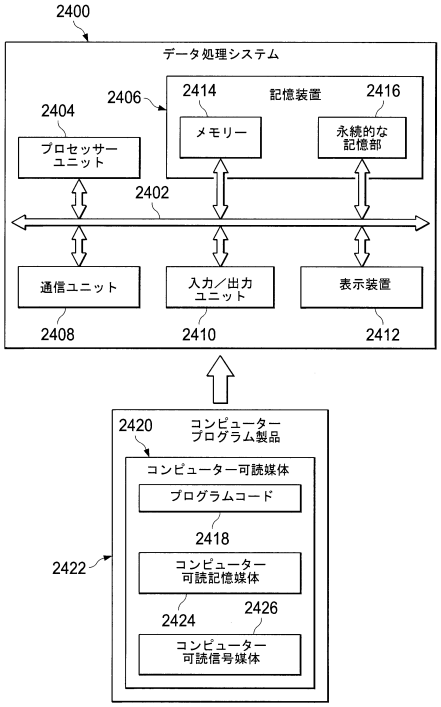


FIG. 24

【図２５】

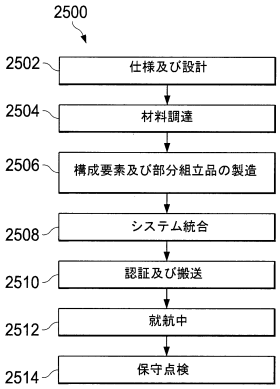


FIG. 25

【図２６】

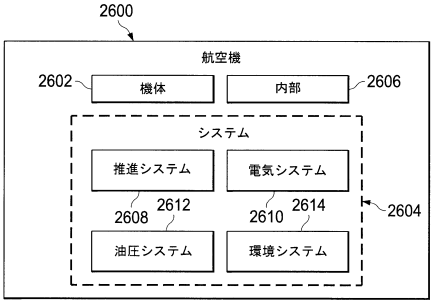


FIG. 26

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

審査官　三宅　達

(56)参考文献　特開２０１３－１２４０９９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１９４７１０（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６５１３２３１（ＵＳ，Ｂ１）

米国特許出願公開第２００８／０２５６７７６（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｐ　１９／００－２１／００
Ｂ６４Ｃ　１／００
Ｂ６４Ｆ　５／００－　５／６０