

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7576407号
(P7576407)

(45)発行日 令和6年10月31日(2024.10.31)

(24)登録日 令和6年10月23日(2024.10.23)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 1 B	11/24 (2006.01)	G 0 1 B	11/24	A	
B 6 4 F	5/10 (2017.01)	B 6 4 F	5/10		
G 0 1 B	21/20 (2006.01)	G 0 1 B	21/20	C	

請求項の数 14 外国語出願 (全24頁)

(21)出願番号	特願2020-72210(P2020-72210)	(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、22202 ヴァージニア州、アーリントン、ロング・ブリッジ・ドライブ、929
(22)出願日	令和2年4月14日(2020.4.14)	(74)代理人	110002077 園田・小林弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-197524(P2020-197524 A)	(72)発明者	ポロウィッチ, クリフォード ディー・ アメリカ合衆国 イリノイ 60606-2016, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100
(43)公開日	令和2年12月10日(2020.12.10)	審査官	仲野 一秀
審査請求日	令和5年3月31日(2023.3.31)		
(31)優先権主張番号	16/384,533		
(32)優先日	平成31年4月15日(2019.4.15)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固定工具及び硬化後の固定具較正のための方法、システム、及びヘッダ構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

製造中に外面(73)及び内面(72)を含むパネル(70)にもたらされる偏差を決定するための固定工具較正の方法(100)であって、

前記パネル(70)が固定工具(62)に固定される間に、前記パネル(70)の前記内面(72)の第1の3D表面スキャンを生成するために、第1のスキャンを実行すること(102)であって、前記パネル(70)の前記外面(73)が前記固定工具(62)に面するように、前記固定工具(62)が、前記パネル(70)の形成中に前記パネル(70)を支持するように構成される、第1のスキャンを実行すること(102)と、

前記第1のスキャンを実行した(102)後に、前記パネル(70)を前記固定工具(62)から取り外すこと(104)と、

設計通りの前記パネル(70)のサイズと形状に対応する基準構成で前記パネル(70)を保持するように構成されたヘッダ構造(64)に、前記パネル(70)を固定し(106)、前記基準構成で前記パネル(70)を保持することと、

前記パネル(70)が前記ヘッダ構造(64)によって前記基準構成で保持される間に、前記パネル(70)の前記内面(72)の第2の3D表面スキャンを生成するために第2のスキャンを実行すること(108)と、

前記第1の3D表面スキャンと前記第2の3D表面スキャンとの間の偏差に対応する変形関数を決定すること(110)と

を含む方法(100)。

10

20

【請求項 2】

前記固定工具（62）がレイアップマンドレルを含む、請求項1に記載の方法（100）。

【請求項 3】

前記ヘッダ構造（64）が複数の発泡体ヘッダ（78）を含む、請求項1又は2に記載の方法（100）。

【請求項 4】

前記パネル（70）を前記基準構成で保持することが、真空に引くこと（116）により、前記パネル（70）が前記基準構成になるまで、前記パネル（70）を前記ヘッダ構造（64）に押し付けることを含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法（100）。

10

【請求項 5】

前記パネル（70）のすべての重要な接合面を支持するように、複数の発泡体ヘッダ（78）を位置付けることによって、前記複数の発泡体ヘッダ（78）から前記ヘッダ構造（64）を形成すること（118）と、

前記ヘッダ構造（64）が前記パネル（70）を前記基準構成で保持するように構成されることを確認すること（120）と

を更に含む、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法（100）。

【請求項 6】

前記第1のスキャンを実行すること（102）が、3Dスキャニングデバイス（66）を使用して前記パネル（70）をスキャンすることを含み、前記第2のスキャンを実行すること（108）が、前記3Dスキャニングデバイス（66）を使用して前記パネル（70）をスキャンすることを含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法（100）。

20

【請求項 7】

前記3Dスキャニングデバイス（66）が、飛行時間型の3Dレーザスキャナ、三角測量ベースの3Dレーザスキャナ、手持ちタイプのレーザスキャナ、立体照明3Dスキャナ、変調光3Dスキャナ、レーザパルスベースの3Dスキャナ、及びレーザ位相シフト3Dスキャナからなるグループから選択された1つ又は複数を含む、請求項6に記載の方法（100）。

【請求項 8】

前記変形関数を決定すること（110）が、前記変形関数をマッピングすることを含む、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法（100）。

30

【請求項 9】

前記パネル（70）のOML面に対して前記パネル（70）のIML面を確立することを更に含む、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法（100）。

【請求項 10】

前記変形関数を使用して、前記パネル（70）の前記基準構成と比較して、前記内面（72）の任意の偏差を補償すること（122）を更に含む、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法（100）。

【請求項 11】

前記固定工具（62）の第2のパネル（70）の製作中に、前記固定工具（62）の工具偏差を補正するために前記変形関数を適用することを更に含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の方法（100）。

40

【請求項 12】

一組のパネル外板で前記第1のスキャン及び前記第2のスキャンを実行し（102、108）、前記一組のパネル外板を特徴付けて、前記一組のパネル外板の各々のパネル外板のIML面と、前記一組のパネル外板の各々のパネル外板のOML面との間のオフセット距離のデータセットを生成することを更に含む、請求項1から11のいずれか一項に記載の方法（100）。

【請求項 13】

50

予測シミングを実行するために、既知のデータ分析と組み合わせて、前記変形関数を使用することを更に含む、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の方法 (1 0 0)。

【請求項 1 4】

前記変形関数を使用して、前記パネル (7 0) を O M L 基準構成まで実際に屈曲させること (1 1 2) を更に含む、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法 (1 0 0)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本開示は、概して、固定工具 (tooling fixture) 及び硬化後の固定具 (post-cure fixture) の較正方法に関し、より具体的には、固定工具及び硬化後の固定具を較正するために表面をスキャンする方法、及びいくつかの開示された方法で使用するためのシステム及びヘッダ構造に関する。

10

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

図 1 には、複合パネル外板 1 2 などの複合構造から構築されうる装置 1 0 の例が、航空機 1 4 の形態で提示される。航空機 1 4 は、例えば、航空機 1 4 の特定の構成及び / 又は機能に応じて、乗客、乗員、貨物及び / 又は機器を保持するための航空機 1 4 の本体に概して対応する胴体 1 6 を含む。胴体 1 6 は、細長く、いくらか円筒状又は管状であり、胴体 1 6 に沿って長手方向に間隔を置いて配置され、かつ胴体 1 6 を画定するように機能的にまとめて結合される複数の胴体セクション 1 8 から構築される。航空機 1 4 はまた、翼 2 2、水平安定板 2 4、及び垂直安定板 2 6 を含み、これらは各々、単一の構造として、又は連続的にまとめて組み立てられるサブセクションとして構築されうる。胴体 1 6、胴体セクション 1 8、翼 2 2、水平安定板 2 4、垂直安定板 2 6、及び / 又はそれらの構造的サブセクションのうちの 1 つ又は複数は、1 つ又は複数の複合パネル外板 1 2 を使用して構築されうる。

20

【 0 0 0 3 】

図 2 は、図 1 の航空機 1 4 の胴体セクション 1 8 のうちの 1 つを形成するために使用される、複合パネル外板 1 2 の例示的かつ非限定的な例を示す。いくつかの複合パネル外板 1 2 は、図 2 に示されるように、構造的フレーム 2 8 に機能的に結合され、かつ構造的フレーム 2 8 によって支持される。複合パネル外板 1 2 は、胴体 1 6 の外側形状を画定するものと説明することができる。図 3 a 及び 3 b は、図 1 の航空機 1 4 の翼 2 2 などの航空機の翼を形成するために使用される、複合パネル外板 1 2 の別の非限定的な例を示す。図 3 a - 3 b に示されるように、翼 2 2 は、複数の複合パネル外板 1 2 を内側フレーム 3 0 に固定することによって、形成されうる。内側フレーム 3 0 は、複数のリブ 3 2 及びスパ - 3 4 (図 3 a) から形成され、1 つ又は複数の複合パネル外板 1 2 が内側フレーム 3 0 (図 3 b) に固定され、翼 2 2 を形成する。翼 2 2 はまた、フラップ 3 6、補助翼 3 8、及び翼キャップ 4 0 を含みうる。

30

【 0 0 0 4 】

航空機 1 4、胴体 1 6、及び / 又は対応する複合パネル外板 1 2 を参照するとき本明細書で使用される際に、「内側」及び「外側」という用語は、対応する複合構造の、径方向内部に向かう側及び径方向外部に向かう側をそれぞれ指す。したがって、複合構造又はその構成要素部分の外側は、概して、複合構造から反対側を向き、内側は、概して、複合構造によって画定される内部空間に面している。例えば、胴体セクション 1 8 (図 2) の外側 4 2 が、複合パネル外板 1 2 のそれぞれの外面 4 3 によって画定される一方で、胴体セクション 1 8 の内側 4 4 は、複合パネル外板 1 2 のそれぞれの内面 4 5 によって画定され、胴体セクション 1 8 の内側空間 4 6 に面している。同様に、翼 2 2 (図 3 b) の外側 4 8 が、複合パネル外板 1 2 のそれぞれの外面 4 3 によって画定される一方で、翼 2 2 の内側 5 0 は、複合パネル外板 1 2 のそれぞれの内面 4 5 によって画定され、内側フレーム 3 0 に面するように配置される。胴体 1 6 又は翼 2 2 を形成するために使用されるもの以外の複合パネル外板 1 2 に関して、及び / 又は航空機 1 4 以外の装置 1 0 に関して、類似

40

50

の相対的用語が使用されてもよい。このような外面はまた、本明細書では、外側モールド線（「OML」）面と称され、内面はまた、本明細書では、内側モールド線（「IML」）面と称されることがある。

【0005】

複合パネル外板12などの複合構造は、概して、複合材料の複数の層をモールド工具、又はレイアップマンドレルのような固定工具上に積層することによって形成される。複合材料は、真空下に置かれ、硬化され、その後、硬化後の処理のために固定工具から除去される。複合部品は、一方の側（「工具側」）が固定工具に対して配置され、もう一方の側が固定工具と反対側（「バッグ側（bag side）」）に向かって、形成されることが多い。特定の部品及びその用途次第で、複合部品は、内側（IML）表面又は外側（OML）表面のどちらかがモールドに向かって形成されることもある。図4は、IML-制御されたモールド工具52の例を示しており、複合部品（図2の胴体セクション18の複合パネル外板12のうちの1つなど）は、複合パネル外板12の内面45が凸型モールド面54に対して配置された状態で、形成されうる。図5は、OML-制御されたモールド工具56の例を示しており、この工具は、複合パネル外板12の外面43が凹型モールド面58に対して位置付けられていることを除き、図4のIML-制御されたモールド工具52と同じ複合部品を生成するために使用されうる。航空機の複合パネル外板は、概して、OML工具で処理され（例えば、概してOML-制御されたモールド工具上で形成され）、最終的にパネルの外面になる表面が、モールド工具に当たるように置かれる。このことは、気流にさらされる表面の滑らかさを高めるのに役立つ。他方で、複合部品のバッグ側の表面は、例えば、バギングプロセス、部品を通る樹脂の流れ、サブアセンブリの配置（例えば、航空機の翼アセンブリの場合、ストリングアの配置）、プライの積み重ね順序、及び/又は部品を形成するために使用される個々のプライにおける厚さの変動に起因して、ツール側よりも多くの変動を受けることがよくある。

【0006】

従来のパネル製造プロセスを通して、偏差が原因となり、部品がその工学的基準設計状態から逸脱してしまうことがよくある。例えば、結合アセンブリ、工具偏差、バギング、硬化、バギング解除、検査、トリミング、穴あけ、及び/又は塗装のすべてが、その基準構成と比較して、製造された部品の偏差に貢献する可能性がある。しばしば、パネルの残留応力に起因して、硬化後に固定工具が除去される際に、複合パネル外板が、固定工具から「飛び出す（spring off）」ことになる。パネル外板は、次いで、トリミング及び穴あけといった硬化後の工程中にパネル外板を保持する、別個の硬化後の固定具により保持される際に、わずかに異なる形状をとることになる（硬化後の固定具によって部品に加えらるる個別の荷重によるものであり、これらの部品は、概して大きく、半順応性があるためである）。

【0007】

組み立て時に、サブ構造が、硬化後の固定具と同じように部品に負荷をかけないため、部品は通常、硬化後の固定具で保持されたときの構成に再び変形することはない。したがって、硬化後の固定具の偏差（例えば、硬化後の固定具によって保持されているときの部品の正確な形状と、部品の基準構成との間の不一致）が、最終部品の偏差につながる可能性がある。特定の例では、硬化後の固定具に存在する任意の偏差が、部品にドリルで開けられた穴の配置、エッジトリミング精度、及び/又は部品の最終形状に影響を与える可能性がある。このような偏差は分離が難しく、部品で実行される表面スキヤンの完全性を損なう可能性があり、製造に未知のものをもたらす。しかしながら、製造環境における硬化後の固定具の精度は、維持するのにコストが非常にかかり、及び/又は難しい場合がある。

【0008】

硬化後の固定具がパネル外板を保持する方法における偏差の補償は、概して、時間とコストがかかり、場合によっては、パネル外板が組み立てられている部品又はサブ構造の犠牲的な機械加工（例えば、航空機の翼アセンブリのリブの犠牲的な機械加工）、及び/又はシムの配置が必要になることがある。硬化後の固定具の偏差を補償するための他の従来

10

20

30

40

50

の技術には、部品の片側を正確に保持する専用の硬質の工具が含まれる。しかしながら、このような専用の硬質の工具では、複数の工具設定と、より多くのトリム/ドリルガントリが必要になり、それらの各々が製造時間と資本工具コストを押し上げるため、製造が制限される。

【発明の概要】

【0009】

本開示のシステム及び方法は、硬化後に複合パネル（例えば、大規模な半順応性構造（*semi-compliant structure*））の2つの異なる3次元表面スキャンを比較することによって、工具偏差を決定及び補正することを提供する。そのような方法及びシステムは、予測シミング及びシムレスの技術に十分な量の精度をなおも維持しつつ、あまり精密ではない硬化後の固定（例えば、従来技術の技法と比較して、拘束の少ない状態でのパネル保持）を許容する。硬化後の固定具に対する単純化された工具制約が、また更なるコスト回避を提供することがある。開示される方法及びシステムは、概して、パネルの内側モールド線（*IML*）表面に対してパネルの外側モールド線（*OML*）表面を確立することを含む。

10

【0010】

製造中にパネルにもたらされる偏差を決定するための硬化後の固定具較正の1つの例示的な方法は、パネルが固定工具又は硬化後の工具に固定される間に、パネルの内面の第1の3次元表面スキャンを生成するために、第1のスキャンを実行することと、パネルがヘッジ構造によって基準構成で保持される間に、パネルの内面の第2の3次元表面スキャンを生成するために、第2のスキャンを実行することを含む。固定工具は、パネルの外表面が固定工具に面した状態で、パネルの形成中に、パネルを支持するように構成される。方法はまた、パネルを固定工具（又は硬化後の固定具）から取り外すことと、第1のスキャンが実行された後に、パネルをヘッジ構造に固定することを含む。ヘッジ構造は、パネルを基準の設計通りの状態で保持するように特に構成され、その2つのスキャンの間の差が、固定工具又は硬化後の固定具内に存在する偏差を反映する。方法はまた、第1の3次元表面スキャンと第2の3次元表面スキャンとの間の偏差に対応する変形関数を決定することを含む。

20

【0011】

他の本開示の方法は、製造中にパネルにもたらされる偏差を決定するためのミラー型スキャンを含む。そのような方法は、固定具を介して少なくとも2つの場所でパネルを保持することによって、パネルを固定することを含む。パネルが固定具によって保持される間に、第1の計測スキャンがパネルの外表面で実行され、第2の計測スキャンがパネルの内表面で実行される。それぞれの計測スキャンは、同一の参照フレームに関して各々実行され、パネルの外表面の第1の3次元表面スキャン及びパネルの内表面の第2の3次元表面スキャンのそれぞれがもたらされる。方法はまた、第1の3次元表面スキャン及び第2の3次元表面スキャンを使用して、*OML*面に対してパネルの*IML*面を決定し、パネルを形成するために使用される固定工具又は硬化後の固定具の工具偏差を特徴付けることを含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】1つ又は複数の複合パネル外板から形成されうる航空機の先行技術の斜視図である。

40

【図2】先行技術例の複合パネル外板である。

【図3a】先行技術例の、航空機の翼アセンブリの内側フレームである。

【図3b】図3aの内側フレームを含む、先行技術例の航空機の翼アセンブリである。

【図4】先行技術の*IML*-制御されたモールドツールである。

【図5】先行技術の*OML*-制御されたモールドツールである。

【図6】本開示による、工具較正システムの非限定的な例の概略的なブラックボックス図である。

【図7】本開示による、工具較正で使用するヘッジ構造の例である。

50

【図 8】本開示による、ヘッダ構造によって制約されつつ、表面スキャニングを受ける複合パネルの例である。

【図 9】図 7 のヘッダ構造の一部のクローズアップ図である。

【図 10】本開示による、複合パネルをヘッダ構造に固定するための取付点の例を示す、複合パネルの例である。

【図 11】本開示による、固定工具（及び／又は硬化後の固定具）較正の方法の概略フローチャート図である。

【図 12】本開示による、工具較正のミラー型スキャニングシステムの非限定的な例の概略図である。

【図 13】本開示による、ミラー型スキャニング方法の概略フローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

開示される方法、システム及び装置は、製造（例えば、レイアップ及び硬化）中に、複合パネル外板といった部品を保持するように設計された固定工具に発生する偏差及び／又は硬化後の製造工程中に部品を保持するように設計された硬化後の固定具に発生する偏差を特定及び／又は補償することが目的である。このような開示される方法、システム及び装置は、例えば、シムレス又は予測シミング用途に、及び／又は航空機の翼及び胴体製造といった大規模な半順応性構造の組み立ての際に有用であり得る。

【0014】

概して、図面において、所与の（すなわち特定の）実施形態に含まれる可能性の高い要素が実線で示される一方、所与の実施形態に対してオプションである要素は、破線で示される。しかし、実線で示される要素がすべての実施形態に必須というわけではなく、実線で示される要素は、本開示の範囲を逸脱しなければ、所与の実施形態から省略されてもよい。同様の又は少なくとも実質的に同様の目的に適用可能な要素には、図面において類似の番号が表示され、これらの要素については、本明細書において、各図面を参照する際に詳細が述べられないこともある。同様に、すべての要素が各図面に表示されるわけではないが、本明細書においてそれらに関連する参照番号が一貫して使用されることもある。1つ又は複数の図面を参照して本明細書に記載される要素、構成要素及び／又は特性は、本開示の範囲から逸脱することなく、任意の他の図面に含まれ、及び／又は任意の他の図面に従って利用されることがある。同様に、方法のフローチャートを示す図では、いくつかのステップが破線のボックスで示され、そのようなステップはオプションであってもよく、又は本開示による方法のオプションのバージョンに対応しうることを示している。とはいえ、本開示によるすべての方法が、実線で囲まれたステップを含む必要があるわけではない。本明細書の説明から理解されるように、図面に示される方法及びステップは限定的なものではなく、他の方法及びステップは本開示の範囲内であり、例示されるステップより多い又は少ない数のステップを有する方法が含まれる。

20

30

【0015】

図 6 は、製造中にパネルにもたらされる偏差を決定するための固定具較正のシステム 60 の例を概略的に示す。システム 60 は、概して、固定工具 62、ヘッダ構造 64、スキャニングデバイス 66、及び処理ユニット 68 を含む。固定工具 62 は、複合パネル 70 の形成中に、複合パネル 70 を支持する。例えば、固定工具 62 は、複合材料の複数の層が配置及び硬化され、複合材料の層が、固定工具 62 の形状をとる複合パネル 70 を形成する、レイアップマンドレルであってもよい。いくつかの例では、固定工具 62 は、複合パネル 70 が形成される間に、複合パネル 70 の外面が固定工具 62 に面するように、O M L - 制御されてもよい。これらの例では、内面 72 は、形成中に固定工具 62 から反対側を向く。他の例では、固定工具 62 は、パネルが形成される間に、複合パネル 70 の内面 72 が固定工具 62 に面するように、I M L - 制御されてもよい。システム 60 のいくつかの例では、固定工具 62 は、トリミング及び穴あけといった硬化後の工程のために複合パネル 70 を保持するように設計されている、硬化後の固定具 63 であってもよい。

40

【0016】

50

スキャニングデバイス 66 は、固定工具 62（又は硬化後の固定具 63）から反対側を向く複合パネル 70 の表面の第 1 の 3 次元表面スキャンを実行するように構成される。例えば、スキャニングデバイス 66 は、複合パネル 70 が固定工具 62 によって支持される間に（例えば、パネルが、レイアップマンドレル又は他の固定工具 62 から取り外しされる前に）、複合パネル 70 の内面 72 の第 1 の 3 次元表面スキャンを実行するように構成されうる。第 1 の 3 次元表面スキャンが実行された後に、複合パネル 70 は、固定工具 62（又は硬化後の固定具 63）から取り外しされ、複合パネル 70 を基準構成で保持するように構成されるヘッダ構造 64 に固定される。基準構成は、設計通りの複合パネル 70 のサイズ及び形状に対応し、複合パネル 70 の残留応力に起因して、複合パネル 70 により固定工具 62 が「飛び出し（spring off）」、よってその意図又は設計された基準構成から外れたとしても、ヘッダ構造 64 は、複合パネル 70 を正確な基準構成に保持及び支持するように構成される。いくつかの例では、ヘッダ構造 64 は、製造又は成形しやすい材料から形成されてもよく、したがって、ヘッダ構造 64 は、基準からの偏差ができるだけ少ない複合パネル 70 を保持する比較的安価な方法として役立つ。1 つの例では、ヘッダ構造 64 は、発泡体ヘッダから形成されてもよいが、他の材料も、本開示の範囲内にある。ヘッダ構造 64 はまた、複合パネル 70 が固定工具 62 によって保持されるときよりも多くの接合面で、複合パネル 70 を拘束可能にする。複合パネルがヘッダ構造 64 によっていったん固定されると、複合パネル 70 がヘッダ構造 64 によってその基準構成に保持される間に、スキャニングデバイス 66 は、次いで、第 1 の 3 次元表面スキャン（例えば、内面 72）中に同じく表面スキャンされる第 2 の 3 次元表面スキャンを実行しうる。

10

20

【0017】

第 1 及び第 2 の 3 次元表面スキャンを比較することによって、固定工具 62（又は硬化後の固定具 63）によって保持される複合パネル 70 の構成と、複合パネル 70（ヘッダ構造 64 によって保持される）の基準構成との間の差が、特定されうる。したがって、第 1 の 3 次元表面スキャンと第 2 の 3 次元表面スキャンとの間の差が、固定工具 62（又は硬化後の固定具 63）に存在する工具偏差を反映する。処理ユニット 68 は、それら 2 つの間の偏差に対応する変形関数を決定するために、第 1 及び第 2 の 3 次元表面スキャンを分析及び処理するように構成される。

【0018】

スキャニングデバイス 66 は、複合パネル 70 から離間した非接触スキャニングデバイスであってもよい（又はその非接触スキャニングデバイスを含んでもよい）。例えば、スキャニングデバイス 66 は、飛行時間型の 3D レーザスキャナ、三角測量ベースの 3D レーザスキャナ、ハンドヘルド（手持ちタイプの）レーザスキャナ、立体照明 3D スキャナ、変調光 3D スキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの 3D スキャナ、レーザ位相シフト 3D スキャナ、及び/又はライダシステムの形態をとってもよい。追加的に又は代替的には、スキャニングデバイス 66 は、スキャン中に複合パネル 70 に物理的に接触するように構成された接触スキャニングデバイスであってもよい（又はその接触スキャニングデバイスを含んでもよい）。例えば、スキャニングデバイス 66 は、座標測定機（CMM）、走行台車から吊り下げられた関節式アーム、及び/又はタッチプローブの形態をとってもよい。

30

40

【0019】

いくつかのシステム 60 は、複合パネル 70 がその基準構成になるまで、複合パネル 70 をヘッダ構造 64 に押し付けるように構成された、真空システム 74 を含む。

【0020】

図 7 は、ヘッダ構造 76 の形態のヘッダ構造 64 の例を示し、他方で、図 8 は、スキャニングデバイス 66 の例によってスキャンされる間に、ヘッダ構造 76 に固定され、かつヘッダ構造 76 によって支持される複合パネル 70 の例を示す。図 7 - 8 の例は、排他的ではなく、ヘッダ構造 64、複合パネル 70、又はスキャニングデバイス 66 を、図 7 - 8 の図示された実施形態に限定するものではない。すなわち、ヘッダ構造 64、複合パネ

50

ル70、及びスキヤニングデバイス66は、図7-8に示されているものの特定の実施形態に限定されず、ヘッダ構造64、複合パネル70、及びスキヤニングデバイス66は、図6の概略図及び/又は図7-8の実施形態、並びにそれらの変形例を参照して検討される様々な態様、構成、構成、特性、プロパティなどを包含する必要なしに、いくつでも組み込むことができる。説明を簡潔にするために、前述の構成要素、部品、部分、態様、領域等、又はそれらの変形例の各々は、図7-8で再び説明、図解、及び/又は分類されることはないかもしれないが、前述の特徴や変形例等が図7-8に示される例において利用されうることは、本開示の範囲内である。

【0021】

図7に最もよく見られるように、ヘッダ構造76は、複数の発泡体ヘッダ78を含むが、他の例では、他の材料から形成されたヘッダが、発泡体ヘッダ78の代わりに使用されてもよい。発泡体ヘッダ78は、複合パネルをその基準構成で保持するために、互いに関してサイズ決定され、形状決定され、かつ配置される。図7に示すように、発泡体ヘッダ78は、発泡体ヘッダ78が1つ又は複数の細長い支持体80に固定された状態で、互いに離間して配置されてもよい。図7に示された例では、ヘッダ構造76は、2つの外側支持体82が、中間支持体84より長く、その両側に位置付けられている状態で、3つの細長い支持体80を含む。他の例では、細長い支持体80の他の構成が使用されてもよい。例えば、ヘッダ構造64は、より多くの又はより少ない中間支持体84及び/又はより多くの又はより少ない外側支持体82を含む、より多くの又はより少ない細長い支持体80を含んでもよい。各発泡体ヘッダ78は、概して、少なくとも2つの細長い支持体80に固定され、他方で、1つ又は複数のそれぞれの発泡体ヘッダ78は、1つ又は複数の他のそれぞれの発泡体ヘッダ78とは異なる細長い支持体80（及び/又はより多くの又はより少ない細長い支持体80）に固定されてもよい。例えば、発泡体ヘッダ78aは、外側支持体82及び中間支持体84の両方に固定され、一方で、発泡体ヘッダ78bは、外側支持体82に固定されるが、中間支持体84には固定されない。いくつかの例では、発泡体ヘッダ78は、細長い支持体80に固定され、次いで、適所で機械加工され、ヘッダ構造76が、複合パネルを、可能な限りその基準構成付近に制約するよう適切に構成されていることを保証する。もちろん、ヘッダ構造76の他の例は、より多くの又はより少ない発泡体ヘッダ78を含んでもよく、発泡体ヘッダ78の数及び相対的な位置付けは、ヘッダ構造76の特定のニーズ、並びに複合パネルの基準構成の形状、サイズ及び/又は複雑さによって決定されている。

【0022】

各々の発泡体ヘッダ78は、それぞれの上面86及びそれぞれの下面88を含みうる。図9は、図7のヘッダ構造76の一部のクローズアップ図を示す。図9に最もよく見られるように、1つ又は複数のそれぞれの発泡体ヘッダ78の上面86は、真空ポートグリッド90を含み、この真空ポートグリッド90は、複合パネルのヘッダ構造76上への位置付けを助けることがある。例えば、真空ポートグリッド90は、複数の溝、又はチャネルを含んでもよく、これらはそれぞれ、ヘッダ構造76に機能的に結合された真空システム（例えば、真空システム74）を介して、空気の移動を可能にする。いくつかの例では、ヘッダ構造76は、真空ポートグリッド90の溝内に位置付けられたシール（例えば、ゴムシール又はガスケット）を含み、真空を、ヘッダ構造76によって制約されている複合パネルに適用するのを助ける。真空ポートグリッド90を介して真空が引かれると、複合パネルが引っ張られ、発泡体ヘッダ78の上面86と接触し、これにより、複合パネルがその基準構成に制約される。真空ポートグリッド90、又は複合パネルをヘッダ構造に固定するための他の真空システムを含む、このようなヘッダ構造64は、時に真空固定具と称されることがある。いくつかの例では、真空ポートグリッド90の位置及び/又は真空システムを機能的に結合する穴の位置は、複合パネルがヘッダ構造64によって制約及び/又は支持される間に起こりうる、穴あけなどの他の製造工程の干渉を回避するために選択される。

【0023】

10

20

30

40

50

発泡体ヘッダ 78 は、概して、細長い支持体 80 に対して配置され、発泡体ヘッダ 78 のそれぞれの下面 88 が、細長い支持体 80 に面し、及び / 又は細長い支持体 80 と係合（例えば、接触）する一方で、発泡体ヘッダ 78 の上面 86 は、ヘッダ構造 76 によって支持及び制約されている複合パネルに面し、かつその複合パネルに係合する。図 8 に最もよく見られるように、複合パネル 70 は、ヘッダ構造 76 に固定され、複合パネル 70 の工具側の面が発泡体ヘッダ 78 に面する。例えば、OML - 工具処理された複合パネル（例えば、モールド工具に対して、外面、又は OML 面により形成される複合パネル）について、外面 73 は、発泡体ヘッダ 78 の上面 86 に位置付けられ、複合パネル 70 がヘッダ構造 76 によって保持されている間に、内面 72 は、スキャニングデバイス 66 に面し、かつスキャニングデバイス 66 によってスキャンされる。

10

【0024】

複合パネル 70 は、概して、複数の取付点でヘッダ構造 76 に固定されるが、少なくとも 2 つの取付点を介している。例えば、複合パネル 70 は、発泡体ヘッダ 78 ごとに少なくとも 1 つの取付点で固定されてもよい。いくつかの例では、複合パネル 70 は、発泡体ヘッダ 78 ごとに少なくとも 2 つの取付点で固定されてもよい。いくつかの例では、複合パネル 70 は、ヘッダ構造 76 の発泡体ヘッダ 78 のサブセットに固定されてもよいが、他の例では、複合パネル 70 は、ヘッダ構造 76 の各発泡体ヘッダ 78 に固定されてもよい。いくつかの例では、取付点は、複合パネル 70 をその基準構成で保持するために、互いに対して選択的に制御されるように構成される。例えば、1 つ又は複数のそれぞれの発泡体ヘッダ 78 の位置及び / 又は配向は、選択的に調節可能であり、複合パネル 70 のヘッダ構造 76 での保持の仕方を調節する。いくつかの例では、それぞれの発泡体ヘッダ 78 の角度は、1 つ又は複数の細長い支持体 80 に関して選択的に調整されてもよく、及び / 又はそれぞれの発泡体ヘッダ 78 は、1 つ又は複数の細長い支持体 80 の長さに沿って、選択的に平行移動されてもよい。追加的に又は代替的には、1 つ又は複数のそれぞれの発泡体ヘッダ 78 は、機械加工されてもよく、又は追加される材料を有していてもよく、複合パネルをその基準構成で保持するための 1 つ又は複数の取付点を選択的に制御する。

20

【0025】

いくつかの例では、ヘッダ構造 64（例えば、ヘッダ構造 76）は、複合パネルを複数の接合面の場所で保持するように構成されてもよく、接合面の場所が、複合パネルの基準構成に従い、確実に正確な場所にあるようにする。例えば、ヘッダ構造 64 は、リブ及びスパーの場所で、複合パネルをその OML 基準構成に保持するように設計及び構成されてもよく、複合パネルは、複合パネルが最終的に取り付けられる翼アセンブリのリブ及びスパーに連結する（又は噛合する）ことになる。例えば、図 10 は、複合パネル 92 の形態をとる、複合パネル 70 の例を示す。複合パネル 92 は、リブ - スパーアセンブリ（例えば、図 3 a の内側フレーム 30）に取り付けられるように設計され、複合パネル 92 は、ある接合面で、そのリブ - スパーアセンブリと係合するようになる。例えば、複合パネル 92 は、パネルが組み立てられると、リブ - スパーアセンブリのスパーフランジに係合するように設計される複合パネル 92 に沿って実質的に長手方向に延びる、スパーフランジ接合面 94 を含む。同様に、複合パネル 92 は、複合パネルが組み立てられると、リブ - スパーアセンブリのリブ及び / 又はシヤタイと係合するように設計されるリブ / シヤタイ接合面 96 を含む。本開示によるいくつかのヘッダ構造 64 は、特に、複合パネル 92 がヘッダ構造 64 によって保持されると、そのようなスパーフランジ接合面 94 及びリブ / シヤタイ接合面 96 が、正確な基準構成で確実に保持されるように構成される。いくつかの例では、開示されたヘッダ構造 64 は、複合パネルが固定工具に固定される間に許容されるよりも多くの接合面で複合パネルを制約するように構成されてもよい。

30

40

【0026】

使用時に、図 6 - 9 のシステム 60 及びヘッダ構造 64 は、固定工具（例えば、固定工具 62）及び / 又は硬化後の固定具（例えば、硬化後の固定具 63）を較正し、製造中にパネル（例えば、複合パネル 70）にもたらされる偏差を決定するために使用されてもよい。特定の例では、システム 60 及び / 又はヘッダ構造 64 は、航空機の翼及び / 又は胴

50

体のパネルの製造に使用されてもよい。追加的に又は代替的には、システム 60 及び / 又はヘッダ構造 64 は、シムレス又は予測シミングの用途において使用されてもよい。図 11 は、本開示による、そのような方法 100 の例示的かつ非限定的な例を表すフローチャート図を概略的に提示する。

【0027】

方法 100 は、概して、102 において、パネルの第 1 のスキャンを実行することと、104 において、固定工具又は硬化後の固定具からパネルを取り外すことと、106 において、パネルをヘッダ構造（例えば、ヘッダ構造 64）に固定することと、108 において、パネルの第 2 のスキャンを実行することと、110 において、変形関数を決定することとを含み、これにより、パネルが形成されていた間に、固定工具又は硬化後の固定具によってもたらされた偏差を決定する。102 において、パネルの第 1 のスキャンを実行することは、パネルが固定工具（例えば、レイアップマンドレル又は他のモールド工具）に固定される間に、又はパネルが硬化後の固定具に固定される間に、実行される。O M L - 制御された固定工具の場合、パネルが、硬化後になおも固定工具上にある間に、パネルの外面は、固定工具に面しており、したがって、102 において第 1 のスキャンを実行することは、パネルの内面をスキャンすることによって実行されるだろう。102 において第 1 のスキャンを実行することは、スキャンされる表面（例えば、パネルの内面）の第 1 の 3 次元表面スキャンを生成することを含む。もちろん、固定工具が I M L - 制御された固定工具である例では、パネルの内面が固定工具に面している間に、第 1 のスキャンが、パネルの外面で実行されるだろう。

【0028】

102 において第 1 のスキャンが実行された後に、104 においてパネルが固定工具又は硬化後の固定具から取り外しされ、次いで、106 においてヘッダ構造に固定され、ヘッダ構造は、設計通りのパネルのサイズ及び形状に対応する基準構成で、パネルを保持するように構成されている。106 において、いったんパネルがそのように固定され、ヘッダ構造によって制約されると、108 において、パネルがヘッダ構造に固定される間に、第 2 のスキャンが実行される。再び、O M L - 制御された固定工具上で形成されたパネルの場合、106 において、パネルがヘッダ構造に固定されることになり、パネルの外面がヘッダ構造に面し、よって、108 において第 2 のスキャンを実行することが、パネルの内面をスキャンすることによって実行されるだろう。108 において第 2 のスキャンを実行することは、スキャンされる表面（例えば、パネルの内面）の第 2 の 3 次元表面スキャンを生成することを含む。もちろん、固定工具が I M L - 制御された固定工具である例では、パネルの内面がヘッダ構造に面している間に、第 2 のスキャンが、パネルの外面で実行されるだろう。第 2 のスキャン中に、ヘッダ構造がパネルをその基準構成で保持しているので、第 2 の 3 次元表面スキャンは、基準構成のパネルの 3 次元表面を表す。したがって、第 1 の 3 次元表面スキャンと第 2 の 3 次元表面スキャンとの間のいかなる差も、固定工具に固定されている間にパネルが保持された構成と、パネルの基準構成との間の差又は偏差を表す。110 において変形関数を決定することは、第 1 の 3 次元表面スキャンと第 2 の 3 次元表面スキャンとの間の差（偏差）を決定し、この変形をマッピングし、固定工具又は硬化後の固定具に存在する偏差を決定するために使用され、よって、固定工具又は硬化後の固定具を較正し、及び / 又は固定工具又は硬化後の固定具を使用して、将来のパネル製造時の所与の固定工具又は硬化後の固定具からそのような偏差を説明するために使用されてもよい。

【0029】

いくつかの方法 100 では、110 において変形関数を決定することは、1 つ又は複数の処理ユニット（例えば、処理ユニット 68）によって実行される。いったん特定のパネルに対する変形関数が決定されると、その情報は、114 において、パネルを他の構成要素と共に組み立てる（例えば、複合パネル 70 を航空機翼のリブ - スパーアセンブリに組み立てる）ために、112 において、パネルを塑性変形、又は屈曲させる（実際に及び / 又は物理的に）ために使用されてもよい。例えば、変形関数は、組み立て時のパネルの O

10

20

30

40

50

M L が可能な限り基準値に近くなるように、リブ - スパーアセンブリとの組み立て中にパネルをどのように屈曲させるかを通知することができる。追加的に又は代替的には、変形関数は、112においてパネルを屈曲させ、パネルと、パネルが取り付けられるアセンブリとの間の間隙を最小化するために、使用されてもよい。112においてパネルを屈曲させることは、パネルの内面及び/又は外面を変形させることを含みうる。110において変形関数を決定することは、基準値から逸脱するパネルの特定の領域、及び/又はそれらの領域が基準値から逸脱する範囲を特定することを含みうる。110において変形関数を決定することはまた、そのような偏差を実際にマッピングすることと、パネルを構造の残りの部分に組み立てようとするときに、間隙がどこに位置するかを決定することを含みうる。

10

【0030】

いくつかの方法100は、基準構成でヘッダ構造に対してパネルを保持するために、116において真空に引くことを含む。追加的に又は代替的には、いくつかの方法100は、118において、複数の発泡体ヘッダ（例えば、発泡体ヘッダ78）からヘッダ構造を形成すること、及び/又は120において、ヘッダ構造がパネルを基準構成で保持するように構成されているのを確認することを含む。118において発泡体ヘッダを形成することは、パネルのすべての重要な接合面を支持するように、発泡体ヘッダを位置付けることを含みうる。例えば、発泡体ヘッダは、アセンブリの残りの部分と接合又は係合するパネルの表面を支持するように位置付けられてもよい。特定の例では、118においてヘッダ構造を形成することは、スパーフランジ接合面及び/又はパネルのリブ/シヤタイ接合面を支持するように発泡体ヘッダを位置付けることを含む。

20

【0031】

102において第1のスキャンを実行すること及び108において第2のスキャンを実行することは、同一のスキヤニングデバイス（例えば、スキヤニングデバイス66）又は異なるスキヤニングデバイスを使用して実行されてもよい。いくつかの例では、102において第1のスキャンを実行すること及び/又は108において第2のスキャンを実行することは、飛行時間型の3Dレーザスキャナ、三角測量ベースの3Dレーザスキャナ、ハンドヘルドレーザスキャナ、立体照明3Dスキャナ、変調光3Dスキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの3Dスキャナ、レーザ位相シフト3Dスキャナ、及び/又はライダシステムといった非接触スキヤニングデバイスを使用して、パネルをスキヤンすることを含む。追加的に又は代替的には、102において第1のスキャンを実行すること及び/又は108において第2のスキャンを実行することは、座標測定機（CMM）、走行台車から吊り下げられた関節式アーム、及び/又はタッチプローブといった、スキヤン中にパネルに物理的に接触するように構成された接触スキヤニングデバイスを使用して、パネルをスキヤンすることを含みうる。102において第1のスキャンを実行すること及び/又は108において第2のスキャンを実行することは、レーザスキヤニング（例えば、3Dレーザスキヤニング）、光学スキヤニング、コンピュータ断層撮影スキヤニング、立体照明スキヤニング、コノスコープホログラフィ、写真測量、接触ベースの3Dスキヤニング、及び/又はレーザパルススキヤニングを含みうる。

30

【0032】

いくつかの方法100では、110において変形関数を決定することは、第1の3次元表面スキヤン及び第2の3次元表面スキヤンを使用して、パネルのOML面に対してパネルのIML面を確立することを含みうる。1つ又は複数の処理ユニットは、OML面に対してIML面を決定するために使用されうる。

40

【0033】

方法100は、一組のパネル（例えば、1つ又は複数の航空機翼に対する一組のパネル外板）を特徴付けるために、複数回実行されうる。提供される一組の第1の3次元表面スキヤン及び第2の3次元表面スキヤンは、一組のパネルを特徴付け、各パネルのIML面とOML面との間でオフセット距離のデータセットを形成するために使用されうる。このような特徴、第1及び第2の3次元表面スキヤン、及び/又は変形関数からの情報は、既

50

知のデータ分析と共に、予測シミングにも使用されうる。

【 0 0 3 4 】

追加的に又は代替的には、いくつかの方法 1 0 0 は、1 2 2 において、偏差を補償することを含む。例えば、1 2 2 において偏差を補償することは、変形関数を使用して、パネルの基準構成と比較して、パネルの外面の偏差を補償することを含みうる。同様に、1 2 2 において偏差を補償することは、変形関数を使用して、パネルの基準構成と比較して、パネルの内面の偏差を補償することを含みうる。いくつかの例では、1 2 2 において偏差を補償することは、固定工具上での後続のパネルの製造中に固定工具の工具偏差を補正するために変形関数を適用することを含む。追加的に又は代替的には、1 2 2 において偏差を補償することは、確立された変形関数を使用して、パネルの穴の機械加工を補償することを含みうる。

10

【 0 0 3 5 】

図 1 2 及び 1 3 は、製造中にパネルにもたらされた偏差を決定するためのミラー型スキヤニングの方法 3 0 0 (図 1 3) を実行するために使用されうるシステム 2 0 0 (図 1 2) を概略的に示す。図 6 - 1 1 に関して記載された方法及びシステムと同様に、図 1 2 - 1 3 のシステム及び方法は、固定工具に存在する偏差の変形関数を決定し、このような偏差を補償し、及び/又は所与のパネルについて、I M L 面に対する O M L 面 (又はその逆) を決定するために使用されうる。図 6 - 1 1 のシステム及び方法が、概して、2 つの異なる時間にパネルの 1 つの表面をスキヤンすることを含む一方で、図 1 2 - 1 3 のシステム及び方法は、概して、共有の参照フレームを使用して、パネルの 2 つの異なる表面をスキヤンすることを含む。

20

【 0 0 3 6 】

システム 2 0 0 は、概して、少なくとも 2 つの場所、取付点、又は固定点 2 0 6、2 0 6' で、パネル 2 0 4 (複合パネル 7 0 の例である) を保持するように構成された固定具 2 0 2 を含む。固定具 2 0 2 は、パネル 2 0 4 を保持するように構成され、内面 2 0 8 及び外面 2 1 0 (内面 2 0 8 の反対側) の両方が、3 次元表面スキヤンがその両面で実行されるように位置付けられる。図 1 2 は、パネル 2 0 4 が実質的に垂直に保持されていることを示しているが、他の例では、パネル 2 0 4 は、実質的に水平に保持されていても、他の構成であってもよい。

【 0 0 3 7 】

システム 2 0 0 はまた、第 1 のスキヤニングデバイス 2 1 2 及び第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 4 を含む。第 1 のスキヤニングデバイス 2 1 2 は、参照フレーム 2 1 6 に関して、内面 2 0 8 で第 1 の 3 次元表面スキヤンを実行及び生成するように構成される。第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 4 は、同一の参照フレーム 2 1 6 に関して、外面 2 1 0 の第 2 の 3 次元表面スキヤンを実行及び生成するように構成される。図 1 2 に示されるように、第 1 のスキヤニングデバイス 2 1 2 が、パネル 2 0 4 の片側に位置付けられる (例えば、内面 2 0 8 に面する) 一方で、第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 4 は、パネル 2 0 4 の反対側に位置付けられ (例えば、外面 2 1 0 に面する) うる。他の例では、パネル 2 0 4 が固定具 2 0 2 によって実質的に水平に保持されるときなどに、第 1 及び第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 2、2 1 4 は、一方がパネル 2 0 4 の下に垂直に位置する一方で、他方がパネル 2 0 4 の上に垂直に位置するように、位置付けられてもよい。もちろん、任意の構成も本開示の範囲内であり、第 1 及び第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 2、2 1 4 がパネル 2 0 4 の反対側をスキヤンするように配置されて、そのようなミラー型スキヤニングが実行されてもよい。

30

40

【 0 0 3 8 】

いくつかの例では、第 1 のスキヤニングデバイス 2 1 2 は、第 2 のスキヤニングデバイス 2 1 4 が外面 2 1 0 をスキヤンするのと実質的に同時に、内面 2 0 8 をスキヤンしてもよい。他の例では、このような第 1 及び第 2 のスキヤンは、異なる時間に実行されてもよい。いくつかの例では、第 1 及び第 2 の表面スキヤンを実行するために、単一のスキヤニングデバイスが使用されてもよい。例えば、単一のスキヤニングデバイス (例えば、スキ

50

ャニングデバイス 212 又は 214) が、内面 208 をスキャンするために使用され、次に、そのスキャニングデバイスを移動させ、外面 210 をスキャンするように位置付けてもよい。代替的には、パネル 204 は、第 1 のスキャンと第 2 のスキャンとの間で移動し、スキャニングデバイスが相対的に静止している一方で、パネル 204 は、第 1 の 3 次元表面スキャン中に、第 1 の配向に向けられ、第 2 の 3 次元表面スキャン中に、第 2 の配向に向けられてもよい。例えば、パネル 204 は、内面 208 が第 1 のスキャン中にスキャニングデバイスの方を向くように位置付けられ、かつ外面 210 が第 2 のスキャン中にスキャニングデバイスの方を向くように位置付けられてもよい。

【0039】

パネル 204 を保持するように構成された第 1 の取付点 206 及び第 2 の取付点 206 ' 10
を含む固定具 202 が図示されているが、他の例では、固定具 202 は、より多くの又はより少ない取付点 206 を含んでもよい。いくつかの例では、それぞれの取付点 206 は、互いに対して選択的に制御され(例えば、位置付けられ)、所望のようにパネル 204 を位置付け及び/又は保持するように構成されてもよい。

【0040】

システム 200 は、第 1 の 3 次元表面スキャン及び第 2 の 3 次元表面スキャンを使用し、外面 210 に対して内面 208 を決定する(又はその逆)ように構成された処理ユニット 218 を含む。このようにして、処理ユニット 218 は、パネル 204 を形成するために使用される固定工具の工具偏差を特徴付けるよう更に構成される。固定具 202 20
は、概して、パネル 204 を形成するために使用される固定工具(一般に、パネルの両側へのアクセスが許容されない固定工具など)ではないが、場合によっては、固定具 202 は、パネル(又は複合構造)を形成するために使用される固定工具であってもよい。

【0041】

第 1 のスキャニングデバイス 212 及び/又は第 2 のスキャニングデバイス 214 は、飛行時間型の 3D レーザスキャナ、三角測量ベースの 3D レーザスキャナ、ハンドヘルドレーザスキャナ、立体照明 3D スキャナ、変調光 3D スキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの 3D スキャナ、レーザ位相シフト 3D スキャナ、及び/又はライダシステムといった、パネルから離間した非接触スキャニングデバイスであってもよく、又はそのような非接触スキャニングデバイスを含んでもよい。追加的に又は代替的には、第 1 のスキャニングデバイス 212 及び/又は第 2 のスキャニ
ングデバイス 214 は、座標測定機(CMM)、走行台車から吊り下げられた関節式アーム、及び/又はタッチプローブといった、スキャン中にパネルに物理的に接触するように構成された接触スキャニングデバイスであってもよく、又はそのような接触スキャニングデ
バイスを含んでもよい。

【0042】

使用において、システム 200 及び/又は固定具 202 は、例えば、航空機の翼及び/又は胴体のパネルの製造に使用されてもよい。追加的に又は代替的には、システム 200 及び/又は固定具 202 は、シムレス又は予測シミングの用途において使用されてもよい。図 13 を参照すると、製造中にパネル(例えば、パネル 204)にもたらされる偏差を決定するためのミラー型スキャニングの方法 300 は、システム 200 を使用して実行され
40
う。方法 300 は、概して、固定具(例えば、固定具 202)を介して少なくとも 2 つの場所でパネルを保持することによって、302 において、パネルを固定することを含む。いったんパネルがそのように固定されると、第 1 の計測スキャンが、304 において、パネル(例えば、外面 210)の第 1 の表面で実行され(第 2 のスキャニングデバイス 214 でのスキャンなど)、第 2 の計測スキャンが、306 において、パネル(例えば、内面 208)の第 2 の表面で実行され(第 1 のスキャニングデバイス 212 でのスキャンなど)。304 において第 1 の計測スキャンを実行することは、306 において第 2 の計測スキャンを実行することと同一の参照フレーム(例えば、参照フレーム 216)に関して実行される。304 において第 1 の計測スキャンを実行することは、パネルの第 1
50
の表面の第 1 の 3D 表面スキャンを生成し、306 において第 2 の計測スキャンを実行す

ることは、パネルの第2の表面の第2の3D表面スキャンを生成する。方法300はまた、第1及び第2の3D表面スキャン中に、308において、パネルのOML面に対してIML面を決定すること（例えば、外面に対して内面を決定すること、及び/又はその逆）を含む。よって、パネルを形成するために使用される固定工具の工具偏差を特徴付けることができる。このような、308において互いに対して表面を決定すること及び/又は工具偏差を特徴付けることは、いくつかの例では、1つ又は複数の処理ユニット（例えば、処理ユニット218）により実行されうる。

【0043】

いくつかの方法300では、304において第1の計測スキャンを実行することは、306において第2の計測スキャンを実行することと実質的に同時に実行されてもよい。他の例では、304において、第1の計測スキャンは、306において第2の計測スキャンが実行される前に、実行されてもよく、又はその逆でもよい。いくつかの例では、第1及び第2の計測スキャンの両方が実行されている場合、期間が重複するように、第1及び第2の計測スキャンがずれていてもよく、一方の計測スキャンが、他方の計測スキャン前に開始してもよく、及び/又は一方の計測スキャンが完了したら、他方の計測スキャンが続くようにしてもよい。304、306において第1及び第2の計測スキャンを実行することは、概して、パネルが硬化後に移動された固定具の上に位置付けられる間に、実行されるが、いくつかの例では、第1及び/又は第2の計測スキャンは、パネルが、マンドレル、又はパネルを製造するために使用される他のモールド工具の上に位置付けられる間に、304、306において実行されてもよい。いくつかの例では、マンドレルそれ自体が、308においてOML面に対してIML面を決定するために、（例えば、パネルがマンドレルから取り外された後に）スキャンされてもよい。例えば、計測スキャンは、パネルのIML面を確立するために、306において、実行されてもよく、次いで、（OML-制御されたマンドレルの場合）マンドレルは、OML面を確立するためにスキャンされてもよい。

【0044】

いくつかの方法300は、310において、第1の3D表面スキャンを使用して、一組の参照幾何学形状を特定することを含む。例えば、第1の3D表面スキャンが、スキャンされているパネルの1つ又は複数の参照特徴を特定及び位置付けるために使用されてもよい。追加的に又は代替的には、第1の3D表面スキャン及び第2の3D表面スキャンを位置合わせするために、参照フレームが、314において形成されてもよい。いくつかの例では、314において参照フレームを形成することは、パネルの内面及び外面から既知の基準を使用することを含みうる。

【0045】

いくつかの方法300において、パネルの少なくとも一部は、308においてOML面に対してIML面を決定した後に、312において機械加工されてもよい。例えば、工具偏差が完成したIML面に変換されるため、パネルのIML面がアセンブリと正確に係合しないと決定される場合、IML面の適切な部分が、機械加工され、又は312において犠牲材料が追加され、IML面を許容範囲内に収め、アセンブリの残りの部分に係合させる。

【0046】

方法300は、316において、第1及び第2の3D表面スキャンを比較することによって特定される工具偏差を補償することを含みうる。例えば、第1及び第2の3D表面スキャンは、製造で見られる工具偏差を補正するために、既知のデータ分析と組み合わせて分析されてもよい。316において工具偏差を補正することは、IML面とOML面との間のオフセット距離を表すデータセットを形成することを含みうる。追加的に又は代替的には、316において工具偏差を補正することは、OML面を実際の基準構成に分析的に変形させることを含みうる。

【0047】

本開示は概して、航空機のパネル外板の製造に照らして、方法、システム、及びヘッダ

10

20

30

40

50

構造を記載するが、開示された方法、システム、及びヘッダ構造は、他の用途のパネル外板の製造、及び/又は他の複合構造の製造において有用である。例えば、本開示は、航空機及び航空機の用途に限定されない。例示的かつ非限定的な例として、複合パネル外板で構成される他の装置は、宇宙船、船舶、陸上車両、風力タービン、構造タワー及びマストなどを含む(しかし、これらに限定されない)。更に、航空機14は、図1では固定翼旅客機として示されているが、航空機14は、商用機、軍用機、民間航空機、ヘリコプター、又は他の任意の適切な航空機を含む任意の適切な形態をとりうる。

【0048】

本開示による発明対象の例示的かつ非限定的な例が、以下に列挙される段落に記載される。

A1. 製造中に外面及び内面を含むパネルにもたらされる偏差を決定するための固定工具較正の方法であって、

パネルが固定工具に固定される間に、パネルの内面の第1の3次元(3D)表面スキャンを生成するために、第1のスキャンを実行することであって、パネルの外面が固定工具に面するように、固定工具が、パネルの形成中にパネルを支持するように構成される、第1のスキャンを実行することと、

第1の3D表面スキャンを実行した後に実行される、パネルを固定工具から取り外すことと、

パネルを基準構成で保持するように構成されたヘッダ構造にパネルを固定し、これにより基準構成でパネルを保持することであって、基準構成が設計通りのパネルのサイズと形状に対応する、パネルを固定し、これによりパネルを保持することと、

パネルがヘッダ構造によって基準構成で保持される間に、パネルの内面の第2の3D表面スキャンを生成するために第2のスキャンを実行することと、

第1の3D表面スキャンと第2の3D表面スキャンとの間の偏差に対応する変形関数を決定することとを含む方法。

A1.1. 変形関数を決定することが、少なくとも1つの処理ユニットによって実行される、段落A1に記載の方法。

A2. 固定工具がレイアップマンドレルを含む、段落A1又はA1.1に記載の方法。

A3. パネルが複合パネルを含む、段落A1 - A2のいずれかに記載の方法。

A4. ヘッダ構造が複数の発泡体ヘッダを含む、段落A1 - A3のいずれかに記載の方法。

A5. ヘッダ構造が、パネルを、パネルのリブの位置とスパーの位置でそのOML基準構成に保持するように構成される、段落A1 - A4のいずれかに記載の方法。

A6. パネルを基準構成で保持することが、真空に引くことを含み、これにより、パネルが基準構成になるまで、パネルをヘッダ構造に押し付ける、段落A1 - A5のいずれかに記載の方法。

A7. 固定することが、パネルの内面及び/又は外面を変形させることを含み、段落A1 - A6のいずれかに記載の方法。

A8. ヘッダ構造を複数の発泡体ヘッダから形成することと、ヘッダ構造がパネルを基準構成で保持するように構成されることを確認することとを更に含む、段落A1 - A7のいずれかに記載の方法。

A9. ヘッダ構造を形成することが、パネルのすべての重要な接合面を支持するように、発泡体ヘッダを位置付けることを含み、段落A8に記載の方法。

A10. 第1のスキャンを実行することが、3Dスキャニングデバイスを使用してパネルをスキャンすることを含み、第2のスキャンを実行することが、3Dスキャニングデバイスを使用してパネルをスキャンすることを含み、段落A1 - A9のいずれかに記載の方法。

A10.1. 3Dスキャニングデバイスが、パネルから離間した非接触スキャニングデバイスを含む、段落A10に記載の方法。

10

20

30

40

50

A 1 0 . 2 . 3 D スキャニングデバイスが、飛行時間型の 3 D レーザスキャナ、三角測量ベースの 3 D レーザスキャナ、ハンドヘルドレーザスキャナ、立体照明 3 D スキャナ、変調光 3 D スキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの 3 D スキャナ、レーザ位相シフト 3 D スキャナ、及び/又はライダシステムを含む、段落 A 1 0 . 1 に記載の方法。

A 1 0 . 3 . 3 D スキャニングデバイスが、スキャン中にパネルに物理的に接触するように構成された接触スキャニングデバイスを含む、段落 A 1 0 に記載の方法。

A 1 0 . 4 . 3 D スキャニングデバイスが、座標測定機 (C M M)、走行台車から吊り下げられた関節式アーム、及び/又はタッチプローブを含む、段落 A 1 0 . 3 のいずれかに記載の方法。

10

A 1 1 . 第 1 のスキャンを実行することが、レーザスキャニング (例えば、3 D レーザスキャニング)、光学スキャニング、コンピュータ断層撮影スキャニング、立体照明スキャニング、コノスコープホログラフィ、写真測量、接触ベースの 3 D スキャニング、及び/又はレーザパルススキャニングを含み、第 2 のスキャンを実行することが、レーザスキャニング (例えば、3 D レーザスキャニング)、光学スキャニング、コンピュータ断層撮影スキャニング、立体照明スキャニング、コノスコープホログラフィ、写真測量、接触ベースの 3 D スキャニング、及び/又はレーザパルススキャニングを含む、段落 A 1 - A 1 0 . 4 のいずれかに記載の方法。

A 1 2 . 変形関数を決定することが、変形関数をマッピングすることを含む、段落 A 1 - A 1 1 のいずれかに記載の方法。

20

A 1 2 . 1 . 変形関数をマッピングすることが、少なくとも 1 つの処理ユニットによって実行される、段落 A 1 2 に記載の方法。

A 1 3 . 第 1 の 3 D 表面スキャン及び第 2 の 3 D 表面スキャンを使用して、パネルの O M L 面に対してパネルの I M L 面を確立することを更に含む、段落 A 1 - A 1 2 . 1 のいずれかに記載の方法。

A 1 3 . 1 . パネルの O M L 面に対してパネルの I M L 面を確立することが、少なくとも 1 つの処理ユニットによって実行される、段落 A 1 3 に記載の方法。

A 1 4 . 変形関数を使用して、パネルの基準構成と比較して、外面の任意の偏差を補償すること

を更に含む、段落 A 1 - A 1 3 . 1 のいずれかに記載の方法。

30

A 1 5 . 変形関数を使用して、パネルの基準構成と比較して、内面の任意の偏差を補償すること

を更に含む、段落 A 1 - A 1 4 のいずれかに記載の方法。

A 1 6 . 固定工具の第 2 のパネルの製作中に、固定工具の工具偏差を補正するために変形関数を適用すること

を更に含む、段落 A 1 - A 1 5 のいずれかに記載の方法。

A 1 7 . 変形関数を使用して、第 2 のパネルの穴の機械加工を補償することを更に含む、段落 A 1 - A 1 6 のいずれかに記載の方法。

A 1 8 . 一組のパネル外板で第 1 の 3 D 表面スキャン及び第 2 の 3 D 表面スキャンを実行し、これにより一組のパネル外板を特徴付けて、一組のパネル外板の各々のパネル外板の I M L 面と、一組のパネル外板の各々のパネル外板の O M L 面との間のオフセット距離のデータセットを生成することを更に含む、段落 A 1 - A 1 7 のいずれかに記載の方法。

40

A 1 9 . 予測シミングを実行するために、既知のデータ分析と組み合わせて、変形関数を使用することを更に含む、段落 A 1 - A 1 8 のいずれかに記載の方法。

A 2 0 . 変形関数を使用して、パネルをその O M L 基準構成まで実際に屈曲させることを更に含む、段落 A 1 - A 1 9 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 4 9 】

B 1 . 製造中に外面及び内面を含むパネルにもたらされる偏差を決定するためのミラー型スキャニングの方法であって、

固定具を介して少なくとも 2 つの場所でパネルを保持することによって、パネルを固定

50

することと、

参照フレームに関して、パネルの外面で第 1 の計測スキャンを実行し、これにより、パネルの外面の第 1 の 3 D 表面スキャンを生成することと、

参照フレームに関して、パネルの内面で第 2 の計測スキャンを実行し、これにより、パネルの、外面の反対側にある内面の第 2 の 3 D 表面スキャンを生成することと、

第 1 の 3 D 表面スキャン及び第 2 の 3 D 表面スキャンを使用して、O M L 面に対して I M L 面を決定し、これにより、パネルを形成するために使用される固定工具の工具偏差を特徴付けることと

を含む方法。

B 1 . 1 . O M L 面に対して I M L 面を決定することが、少なくとも 1 つの処理ユニットによって実行される、段落 B 1 に記載の方法。

10

B 2 . 第 1 の 3 D 表面スキャンを使用して、一組の参照幾何学形状を特定することを更に含む、段落 B 1 又は B 1 . 1 に記載の方法。

B 3 . O M L 面に対して I M L 面を決定した後に、パネルの一部を機械加工することを更に含む、段落 B 1 - B 2 のいずれかに記載の方法。

B 4 . O M L 面を実際の基準構成に分析的に変形させることを更に含む、段落 B 1 - B 3 のいずれかに記載の方法。

B 5 . 第 1 の計測スキャンを実行することと、第 2 の計測スキャンを実行することが、実質的に同時に実行される、段落 B 1 - B 4 のいずれかに記載の方法。

B 6 . 参照フレームを生成し、内面及び外面からの既知の基準を使用して、第 1 の 3 D 表面スキャン及び第 2 の 3 D 表面スキャンを位置合わせすることを更に含む、段落 B 1 - B 5 のいずれかに記載の方法。

20

B 7 . 既知のデータ分析と組み合わせ、第 1 の 3 D 表面スキャン及び第 2 の 3 D 表面スキャンを使用し、製造で見られる工具偏差を補正して、I M L 面と O M L 面との間のオフセット距離を表示するデータセットを生成することを更に含む、段落 B 1 - B 6 のいずれかに記載の方法。

B 8 . 第 1 の計測スキャンを実行すること及び / 又は第 2 の計測スキャンを実行することは、パネルがパネルの製造に使用されるマンドレル上に位置付けられる間に実行される、段落 B 1 - B 7 のいずれかに記載の方法。

【 0 0 5 0 】

30

C 1 . 複合部品を保持するための固定具であって、

硬化後の機械加工のために複合部品を保持するように構成された、少なくとも第 1 の取付点及び第 2 の取付点であって、互いに対して選択的に制御され、複合部品を保持するように構成された、少なくとも第 1 の取付点及び第 2 の取付点を含む固定具。

C 1 . 1 固定具が、複合部品をその基準構成で保持するように構成される、段落 C 1 に記載の固定具。

C 2 . 固定具が複数の発泡体ヘッダを含む、段落 C 1 又は C 1 . 1 に記載の固定具。

C 3 . 固定具が、複合部品を保持するように構成され、複合部品の第 1 の表面及び複合部品の第 2 の表面が同時に表面スキャンされ、第 1 の表面が第 2 の表面の反対側にある、段落 C 1 - C 2 のいずれかに記載の固定具。

40

C 4 . 固定具が、複合部品のリブ及びスパーの場所で、複合部品をその O M L 基準構成で保持するように構成される、段落 C 1 - C 3 のいずれかに記載の固定具。

C 5 . 固定具は、複合部品がその基準構成になるように、複合部品を第 1 の取付点及び第 2 の取付点に押し付けるように構成された真空システムを含む、段落 C 1 - C 4 のいずれかに記載の固定具。

【 0 0 5 1 】

D 1 . 製造中に複合パネルにもたらされる偏差を決定するための固定具較正のためのシステムであって、

複合パネルが固定工具によって支持されるときに、複合パネルの外面が固定工具に面す

50

るように、複合パネルの形成中に複合パネルを支持するように構成された固定工具と、
 複合パネルが固定工具によって支持される間に、複合パネルの、外面の反対側にある内
 面の第1の3D表面スキャンを実行するように構成されたスキャニングデバイスと、
 複合パネルを基準構成で保持するように構成されたヘッダ構造であって、基準構成が設
 計通りの複合パネルのサイズと形状に対応し、ヘッダ構造は、複合パネルがヘッダ構造に
 よって保持される間に、スキャニングデバイスが複合パネルの内面で第2の3D表面ス
 キャンを実行することができるように、複合パネルを保持するように構成される、ヘッダ構
 造と、

第1の3D表面スキャンと第2の3D表面スキャンとの間の偏差に対応する変形関数を
 決定するように構成された処理ユニットと
 を含むシステム。

10

D2. 段落A1 - A20のいずれかに記載の方法を実行するように構成される、段落
 D1に記載のシステム。

D3. 固定工具がレイアップマンドレルを含む、段落D1 - D2のいずれかに記載の
 システム。

D4. ヘッダ構造が、段落C1 - C5のいずれかに記載の固定具を含む、段落D1 -
 D3のいずれかに記載のシステム。

D5. スキャニングデバイスが、複合パネルから離間した非接触スキャニングデバイ
 スを含む、段落D1 - D4のいずれかに記載のシステム。

D6. スキャニングデバイスが、飛行時間型の3Dレーザスキャナ、三角測量ベース
 の3Dレーザスキャナ、ハンドヘルドレーザスキャナ、立体照明3Dスキャナ、変調光3
 Dスキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの3
 Dスキャナ、レーザ位相シフト3Dスキャナ、及び/又はライダシステムを含む、段落D
 1 - D5のいずれかに記載のシステム。

20

D7. スキャニングデバイスが、スキャン中に複合パネルに物理的に接触するように
 構成された接触スキャニングデバイスを含む、段落D1 - D6のいずれかに記載のシステ
 ム。

D8. スキャニングデバイスが、座標測定機(CMM)、走行台車から吊り下げられ
 た関節式アーム、及び/又はタッチプローブを含む、段落D1 - D7のいずれかに記載の
 システム。

30

D9. 複合パネルがその基準構成になるまで、複合パネルをヘッダ構造に押し付ける
 ように構成された真空システムを更に含む、段落D1 - D8のいずれかに記載のシステ
 ム。

【0052】

E1. 製造中にパネルにもたらされる偏差を決定するためのミラー型スキャニングの
 ためのシステムであって、

パネルの内面及び外面が、3D表面スキャンが実行されるよう構成されるように、パネ
 ルを少なくとも2つの場所で保持するように構成された固定具であって、内面が外面の反
 対側にある、固定具と、

参照フレームに関して、パネルの内面で第1の3D表面スキャンを実行し生成するよ
 うに構成された、第1のスキャニングデバイスと、

40

参照フレームに関して、パネルの外面で第2の3D表面スキャンを実行し生成するよ
 うに構成された、第2のスキャニングデバイスと、

第1の3D表面スキャン及び第2の3D表面スキャンを使用して、OML面に対してI
 ML面を決定するように構成された処理ユニットであって、パネルを形成するために使用
 される固定工具の工具偏差を特徴付けるように更に構成された処理ユニットと
 を含むシステム。

E2. 段落B1 - B8のいずれかに記載の方法を実行するように構成される、段落E
 1に記載のシステム。

E3. 第1のスキャニングデバイス及び/又は第2のスキャニングデバイスが、パネ
 ルから離間した非接触スキャニングデバイスを含む、段落E1 - E2のいずれかに記載の

50

システム。

E 4 . 第 1 のスキャニングデバイス及び / 又は第 2 のスキャニングデバイスが、飛行時間型の 3 D レーザスキャナ、三角測量ベースの 3 D レーザスキャナ、ハンドヘルドレーザスキャナ、立体照明 3 D スキャナ、変調光 3 D スキャナ、立体ビデオカメラシステム、測光カメラシステム、レーザパルスベースの 3 D スキャナ、レーザ位相シフト 3 D スキャナ、及び / 又はライダシステムを含む、段落 E 1 - E 3 のいずれかに記載のシステム。

E 5 . 第 1 のスキャニングデバイス及び / 又は第 2 のスキャニングデバイスが、スキャン中にパネルに物理的に接触するように構成された接触スキャニングデバイスを含む、段落 E 1 - E 4 のいずれかに記載のシステム。

E 6 . 第 1 のスキャニングデバイス及び / 又は第 2 のスキャニングデバイスが、座標測定機 (C M M)、走行台車から吊り下げられた関節式アーム、及び / 又はタッチプローブを含む、段落 E 1 - E 5 のいずれかに記載のシステム。

【 0 0 5 3 】

F 1 . 航空機の翼及び / 又は胴体のパネル製作のための、段落 C 1 - C 5 のいずれかに記載の固定具の使用。

F 2 . シムレス又は予測シミングの用途における、段落 C 1 - C 5 のいずれかに記載の固定具の使用。

F 3 . 航空機の翼及び / 又は胴体のパネル製作のための、段落 D 1 - D 9 のいずれかに記載の固定具の使用。

F 4 . シムレス又は予測シミングの用途における、段落 D 1 - D 9 のいずれかに記載の固定具の使用。

F 5 . 航空機の翼及び / 又は胴体のパネル製作のための、段落 E 1 - E 6 のいずれかに記載の固定具の使用。

F 6 . シムレス又は予測シミングの用途における、段落 E 1 - E 6 のいずれかに記載の固定具の使用。

【 0 0 5 4 】

本明細書において、「選択的な (s e l e c t i v e) 」及び「選択的に (s e l e c t i v e l y) 」という用語は、装置の 1 つ又は複数の構成要素の動作、動き、構成、又は他の作動、或いは、装置の 1 つ又は複数の特性を改変する場合に、その特定の動作、動き、構成又は他の作動が、装置の一態様或いは 1 つ又は複数の構成要素をユーザが操作した直接的又は間接的な結果であることを意味する。

【 0 0 5 5 】

本明細書において、「適合し (a d a p t e d) 」及び「構成され (c o n f i g u r e d) 」という用語は、要素、構成要素、又はその他の対象が、所与の機能を果たすよう設計され、かつ / 又は意図されていることを意味する。ゆえに、「適合し」及び「構成され」という用語の使用は、所与の要素、構成要素、又は他の対象が、単に所与の機能を果たすことが「可能である (c a p a b l e o f) 」ことを意味すると解釈すべきではなく、これらの要素、構成要素、及び / 又は他の対象が、その機能を果たすという目的のために、特に選択され、作り出され、実装され、利用され、プログラミングされ、かつ / 又は設計されていることを意味すると、解釈すべきである。特定の機能を果たすよう適合されていると記載される要素、構成要素、及び / 又は他の記載対象が、追加的又は代替的に、その機能を果たすよう構成されていると説明されうること、及びその逆も、本開示の範囲に含まれる。同様に、特定の機能を果たすよう構成されていると記載される対象は、追加的又は代替的に、その機能を果たすよう動作可能であるとも説明されうる。

【 0 0 5 6 】

本明細書で使用される際に、処理ユニットは、本明細書で検討される処理ユニットの機能を実行するように構成される任意の適切な 1 つ又は複数のデバイスでありうる。例えば、処理ユニットは、電子コントローラ、専用コントローラ、特殊用途コントローラ、パーソナルコンピュータ、特殊用途コンピュータ、表示デバイス、ロジックデバイス、メモリデバイス、及び / 又は本開示によるシステム及び / 又は方法の態様を実装するためのコン

10

20

30

40

50

コンピュータ実行可能命令を格納するのに適したコンピュータ可読媒体を有するメモリデバイスのうちの1つ又は複数を含みうる。

【0057】

追加的に又は代替的には、処理ユニットは、本開示による方法又は方法のステップを実装するための、コンピュータ実行可能命令又はソフトウェアを格納するのに適した非一過性のコンピュータ可読ストレージ又はメモリ、媒体を含み、又はそれらを読み取るように構成されうる。このような媒体の例は、CD-ROM、ディスク、ハードドライブ、フラッシュメモリなどを含む。本明細書で使用される際に、本開示による、コンピュータ実行可能命令、並びにコンピュータ実装方法及び他の方法を有するストレージ、又はメモリ、デバイス及び媒体は、米連邦法典のタイトル35のセクション101に従って特許を受け

10

【0058】

本明細書で使用されているように、1つ又は複数の項目リストに関連する「少なくとも1つの(at least one)」という表現は、項目リスト内の1つ又は複数の項目から選択された少なくとも1つの項目を意味するが、必ずしも項目リスト内に具体的に掲げられた各項目のうちの少なくとも1つを含む必要はなく、項目リスト内の任意の組み合わせを除外しないことを理解されたい。この規定はまた、「少なくとも1つの」という表現が具体的に特定されたこれらの項目に関連する又は関連しないに関わらず、項目リスト内で具体的に特定された項目以外の項目もオプションにより存在しうることを認めている。したがって、非限定的な例として、「A及びBのうちの少なくとも1つ」(或いは同様に、「A又はBのうちの少なくとも1つ」、又は同様に「A及び/又はBのうちの少なくとも1つ」)は、1つの実施形態では、少なくとも1つの、オプションにより2つ以上のAを含み、Bが存在しないこと(及び、オプションによりB以外の項目を含むこと)を意味し、別の実施形態では、少なくとも1つの、オプションにより2つ以上のBを含み、Aが存在しないこと(及び、オプションによりA以外の項目を含むこと)を意味し、更に別の実施形態では、少なくとも1つの、オプションにより2つ以上のA、並びに、少なくとも1つの、オプションにより2つ以上のBを含むこと(及び、オプションにより他の項目を含むこと)を意味する。言い換えるならば、「少なくとも1つの」、「1つ又は複数の」、並びに「及び/又は」という表現は、その働きにおいて接続的であり、かつ分離的な非限定的表現である。例えば、「A、B及びCのうちの少なくとも1つ」、「A、B又はCのうちの少なくとも1つ」、「A、B及びCのうちの1つ又は複数」、「A、B又はCのうちの1つ又は複数」、並びに「A、B、及び/又はC」という表現は、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとBを共に、AとCを共に、BとCを共に、A、BとCを共に、また、オプションにより、上述のいずれかと少なくとも1つの他の項目との組み合わせ、を意味しうる。

20

30

【0059】

本明細書で開示される装置の様々な開示要素及び方法のステップは、本開示による装置及び方法の全てに必要とされるわけではなく、本開示は、本明細書で開示される様々な要素及びステップの、新規性及び進歩性を有する組み合わせ及び部分的組み合わせの全てを含む。更に、本明細書で開示される様々な要素及びステップのうちの1つ又は複数は、開示される装置又は方法の全体とは別個の、独立した発明主題を規定しうる。したがって、かかる発明主題は、本明細書で明示的に開示される特定の装置及び方法に関連する必要はなく、かつ、かかる発明主題により、本明細書で明示的に開示されていない装置及び/又は方法における有用性が見出されることもある。

40

【0060】

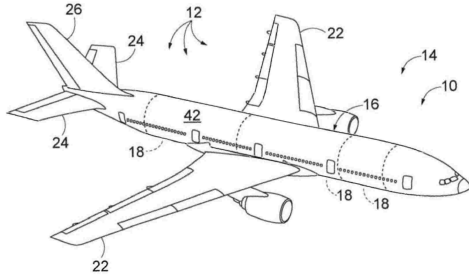
本明細書で使用されるように、「例えば(for example)」という表現、「1つの例として(as an example)」という表現、及び/又は、単なる「例(example)」という用語は、本開示による1つ又は複数の構成要素、特徴、詳細事項、構造、実施形態、及び/又は方法に関連して使用される場合、前述の構成要素、特徴、詳細事項、構造、実施形態、及び/又は方法が、本開示による構成要素、特徴、詳細事

50

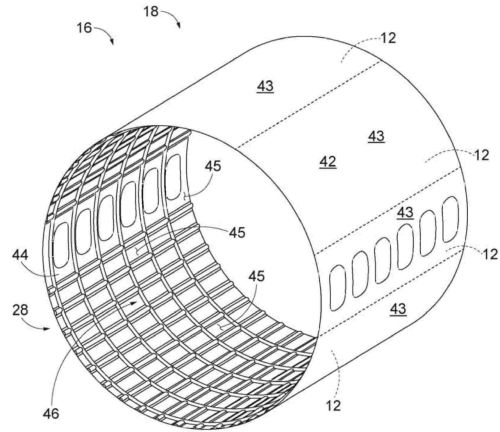
項、構造、実施形態、及び／又は方法の例示的で非限定的な例であることを、伝えることを意図している。ゆえに、前述の構成要素、特徴、詳細事項、構造、実施形態、及び／又は方法は、限定されること、必要とされること、又は限定的／網羅的であることは意図されない。構造的及び／又は機能的に類似した、かつ／又は同等の構成要素、特徴、詳細事項、構造、実施形態、及び／又は方法を含む他の構成要素、特徴、詳細事項、構造、実施形態、及び／又は方法も、本開示の範囲に含まれる。

【図面】

【図 1】



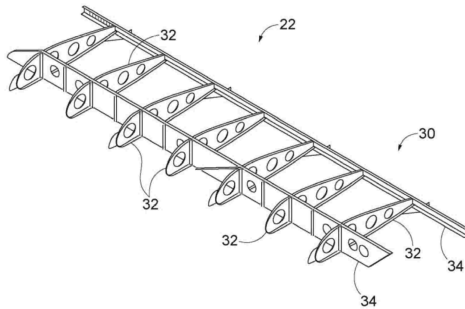
【図 2】



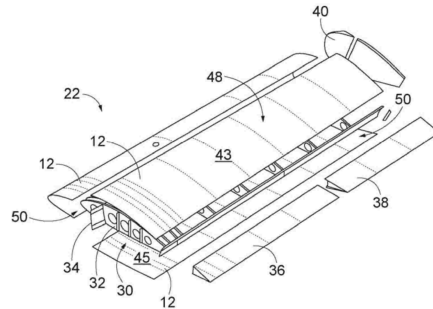
10

20

【図 3 a】



【図 3 b】

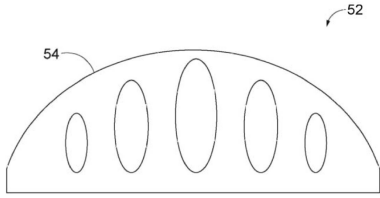


30

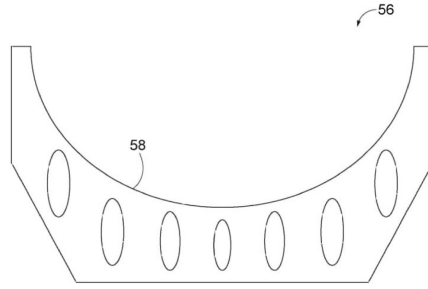
40

50

【図4】

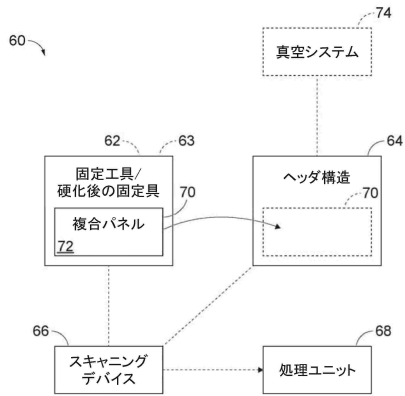


【図5】

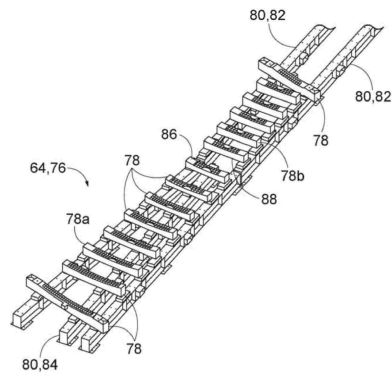


10

【図6】

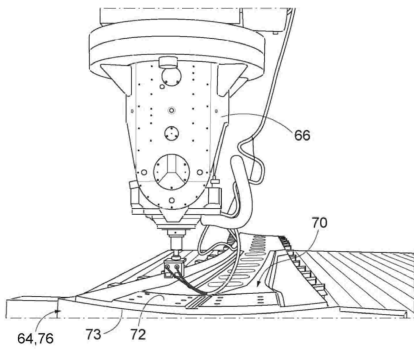


【図7】

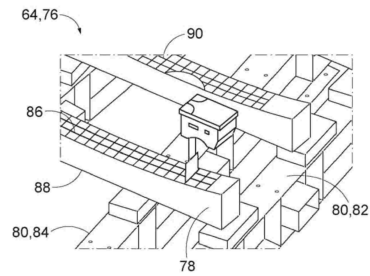


20

【図8】



【図9】

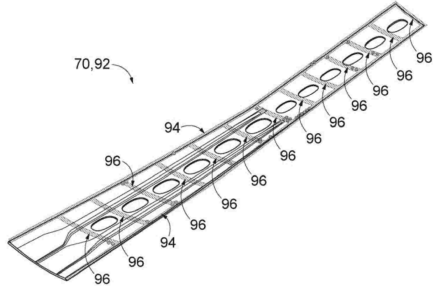


30

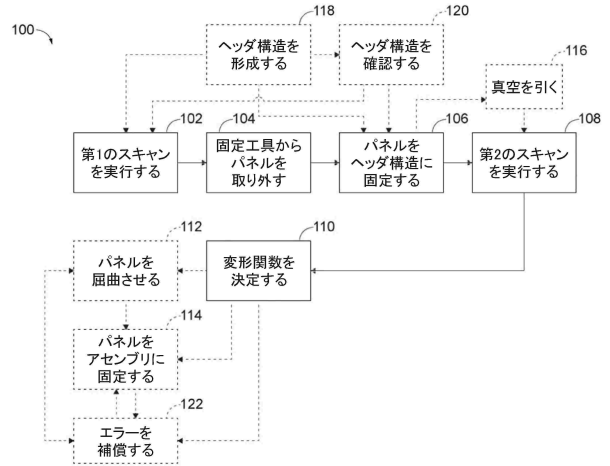
40

50

【図 10】

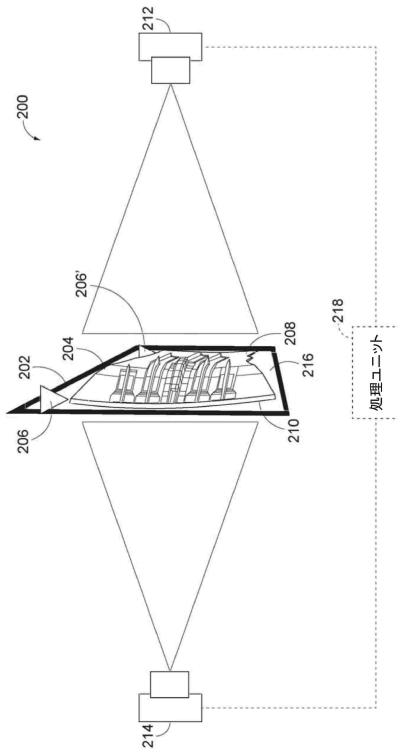


【図 11】

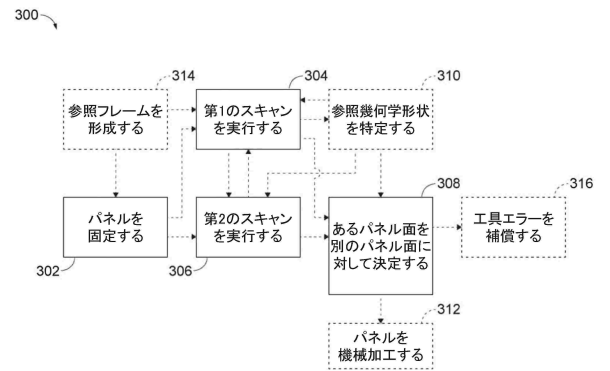


10

【図 12】



【図 13】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第 3 4 3 4 4 5 9 (E P , A 1)
特開 2 0 1 8 - 1 7 6 1 8 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 1 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 2
B 6 4 F 5 / 1 0