

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-51702
(P2019-51702A)

(43) 公開日 平成31年4月4日(2019.4.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B29C 69/00 (2006.01)	B29C 69/00	4F204
B64C 1/00 (2006.01)	B64C 1/00	B 4F205
B64C 1/12 (2006.01)	B64C 1/12	4F213
B64F 5/10 (2017.01)	B64F 5/10	
B29C 43/20 (2006.01)	B29C 43/20	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-151408 (P2018-151408)
 (22) 出願日 平成30年8月10日 (2018.8.10)
 (31) 優先権主張番号 15/702, 142
 (32) 優先日 平成29年9月12日 (2017.9.12)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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】 強化パネル

(57) 【要約】

【課題】強化パネルを組立製造する方法を提供する。

【解決手段】強化パネルを組立製造する方法。複合材料の層は、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上に配置される。内側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料の層は、圧縮されて複合材料の圧縮された層を形成する。複合材料の圧縮された層は、硬化されて、対応する突起部を有する内側モールドライン層を形成する。内側モールドライン層は、外側モールドライン層に接合される。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

強化パネル(104)を製造する方法であって、前記方法は、

内側モールドラインツール(112)の表面(110)から延伸する突起部(114)を有する前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上に複合材料(108)の層を配置するステップと、

複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)の層を圧縮するステップと、

対応する突起部(124)を有する内側モールドライン層(122)を形成するために、複合材料(142)の前記圧縮された層を硬化させるステップと、

前記内側モールドライン層(122)を外側モールドライン層(132)に接合するステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)の層を圧縮するステップは、

複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、増強装置(116)を用いて、前記内側モールドラインツールの前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)の層を圧縮するステップであって、前記複合材料(108)の層が上にレイアップされる前記内側モールドラインツール(112)の対称形状(118)を前記増強装置(116)が有する、ステップ

を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接合するステップは、

前記内側モールドライン層(122)と前記外側モールドライン層(132)との間の接着箇所(138)で、圧力(136)を加える接着ツール(134)を用いて、前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接着するステップ

を含む、請求項1から2のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4】

前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接合するステップが、

前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に溶融接着するステップ

を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接合するステップは、

前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に、接着剤を用いて接着するステップ

を含む、請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)から延伸する前記突起部(114)を有する前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上に前記複合材料(108)の層を配置するステップは、

前記突起部(114)上に前記複合材料(108)の層の第1の部分をレイアップするステップと、

前記内側モールドラインツール(112)上に、前記複合材料(108)の層の第2の部分を

10

20

30

40

50

レイアップするステップであって、前記複合材料(108)の層の前記第2の部分は前記突起部(114)に対応する開口部を有する、ステップと

を含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】

前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)から延伸する前記突起部(114)を有する前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上に前記複合材料(108)の層を配置するステップは、

連続プライをダブルプライ及び突起部プライで交互に挿入するステップを含む、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記外側モールドライン層(132)が実質的に滑らかである、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】

前記強化パネル(104)が、一体的に強化された熱可塑性パネルである、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】

前記複合材料(108)の層は、バインダまたは結合材を有するまたは有さない構造繊維及び熱可塑性繊維の混合物を含み、前記熱可塑性繊維は、溶融して固化されると、マトリックスを形成し、熱可塑性パネルの形式の前記強化パネル(104)を形成する、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

複合材料(142)の前記圧縮された層に熱硬化性マトリックス樹脂を注入するステップをさらに含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

強化された熱可塑性パネルを製造する方法であって、前記方法は、隆起部と谷部とを有する熱可塑性複合材料(108)から内側モールドラインスキンを圧縮成形するステップと、

前記熱可塑性複合材料(108)から外側モールドラインスキンを圧縮成形するステップであって、前記外側モールドラインスキンは実質的に滑らかである、ステップと、

前記内側モールドラインスキンと前記外側モールドラインスキンとを溶融接着するステップと

を含む、方法。

【請求項13】

強化パネル(104)を形成するための製造システム(2702)であって、前記製造システム(2702)は、

前記製造システム(2702)内の制御システム(2714)であって、前記制御システム(2714)が、内側モールドラインツール(112)の表面(110)から延伸する突起部(114)を有する内側モールドラインツール(112)の表面(110)上に複合材料(108)の層を配置するように前記製造システム(2702)を制御し、複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)の層を圧縮し、対応する突起部(124)を有する内側モールドライン層(122)を形成するために、複合材料(142)の前記圧縮された層を硬化させ、前記内側モールドライン層(122)を外側モールドライン層(132)に接着する、ように構成される、制御システム(2714)

を含む、製造システム(2702)。

【請求項14】

前記制御システム(2714)によって制御される前記製造システム(2702)

をさらに含む、請求項13に記載の製造システム(2702)。

【請求項15】

前記制御システム(2714)は、前記強化パネル(104)を製造するために、製造装置(2

10

20

30

40

50

706)の人間のオペレータ(2716)にタスクを割り当てることによって、前記強化パネル(104)を製造するように前記製造システムを制御する、請求項13から14のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

【請求項16】

複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)の層を圧縮し、前記制御システム(2714)は、前記製造システム(2702)を制御して、複合材料(142)の圧縮された層を形成するために、増強装置(116)を用いて、前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上にレイアップされた前記複合材料(108)層を圧縮させ、前記複合材料(108)の層が上にレイアップされる前記内側モールドラインツール(112)の対称形状(118)を前記増強装置(116)が有する、請求項13から15のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

10

【請求項17】

前記制御システム(2714)は、前記製造システム(2702)を制御して、前記内側モールドライン層(122)と前記外側モールドライン層(132)との間の接着箇所(138)で、圧力(136)を加える接着ツール(134)を用いて、前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接着させる、ように構成される、請求項13から16のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

【請求項18】

前記制御システム(2714)は、前記製造システム(2702)を制御して、前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に溶解接着させる、ように構成される、請求項13から17のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

20

【請求項19】

前記制御システム(2714)は、前記製造システム(2702)を制御して、前記強化パネル(104)を形成するために接着剤を使用して、前記内側モールドライン層(122)を前記外側モールドライン層(132)に接着させる、ように構成される、請求項13から18のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

【請求項20】

前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)から延伸する前記突起部(114)を有する前記内側モールドラインツール(112)の前記表面(110)上に前記複合材料(108)の層を配置するように前記製造システム(2702)を制御する際、前記制御システム(2714)は前記製造システム(2702)を制御して、前記突起部(114)上に前記複合材料(108)の層の第1の部分をレイアップさせ、前記内側モールドラインツール(112)上に、前記複合材料(108)の層の第2の部分をレイアップさせ、前記複合材料(108)の層の前記第2の部分は前記突起部(114)に対応する開口部を有する、ように構成される、請求項13から19のいずれか一項に記載の製造システム(2702)。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に複合構造の製造に関し、特に、強化パネルの製造に関する。

40

【背景技術】

【0002】

航空機は、ますます多くの複合材料を用いて設計され、製造されている。複合材料は、航空機の重量を減らすために航空機内で使用される。この低減した重量は、積載量の増加及び燃料効率の向上などの性能形態を改善する。さらに、複合材料は、航空機内の様々な構成要素に対してより長い耐用年数を提供する。

【0003】

複合材料は、2つ以上の機能構成要素を組み合わせることによって作成された、丈夫で軽量な材料である。例えば、複合材料は、高分子樹脂マトリックス中に結合された強化繊維を含むことができる。繊維は一方向性であってもよく、または織布または織物の形態を

50

とってもよい。繊維及び樹脂は、複合材料を形成するように配置及び硬化される。

【0004】

サンドイッチ構造の形態の複合パネルが多くの場合使用される。これらのパネルは、2つの表面シートの間にはハニカムまたはフォームコアを有する。この構成は、パネルの重量を減少させながら、高い比強度を提供する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これらのサンドイッチ構造を製造することは、要求よりも困難であり得る。例えば、ハニカムコアへの表面シートの接着は、コアクリーニング、ミリング及びハンドサンディングによるコア組立製造の不整合性のために実施するのが困難である可能性がある。これは、接着プロセスにばらつきをもたらし、時には剥離やさらに悪い場合、後で就航中に失敗する接着の誤表示が生じる。ハニカム構造体の非破壊検査は、従来の固体積層体と比較して時間がかかる。

【0006】

Nomexなどの紙で構成される場合、ハニカムコアは水を吸収して凍結することがある。さらに、紙ハニカムコアを使用すると剥離が生じることがある。アルミニウムを使用すると、この種のコアが使用中に腐食する可能性がある。

【0007】

さらに、ハニカムコアは、要求より高価である可能性がある。別の例として、フォームコアは吸湿性であり、寸法的に不安定である。

【0008】

さらに、これらのタイプのサンドイッチ構造は、典型的には非常に薄い表面シートを有する。これらの表面シートの薄さは、表面シートが表面損傷しやすく修理するのに費用がかかる。

【0009】

したがって、上述の問題の少なくともいくつか、ならびに他の可能性のある問題を考慮する方法及び装置を有することが望ましい。例えば、強化パネルサンドイッチ構造の形成に関する技術的問題を克服する方法及び装置を有することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示の一実施形態は、強化パネルを組立製造する方法を提供する。複合材料の層は、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上に配置される。内側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料の層は、圧縮されて複合材料の圧縮された層を形成する。複合材料の圧縮された層は、硬化されて、対応する突起部を有する内側モールドライン層を形成する。内側モールドライン層は、外側モールドライン層に接合される。

【0011】

本開示の別の実施形態は、強化熱可塑性パネルを製造する方法を提供する。内側モールドラインスキンは、熱可塑性複合材料から圧縮成形され、隆起部と谷部とを有する。外側モールドラインスキンは、熱可塑性複合材料から圧縮成形される。外側モールドラインスキンは実質的に滑らかである。内側モールドラインスキンと外側モールドラインスキンは共に溶融接着される。

【0012】

本開示のさらに別の実施形態は、強化パネルを形成するための製造システムを提供する。製造システムは、製造システム内の制御システムを含む。制御システムは、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上に複合材料の層を配置するように製造システムを制御するように構成される。コントローラシステムは、内側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料の層を圧縮して、複合材料の圧縮された層を形成する。コントローラシステムは、複合材料の圧

10

20

30

40

50

縮された層を硬化させて、対応する突起部を有する内側モールドライン層を形成する。コントローラシステムは、内側モールドライン層を外側モールドライン層に接着する。

【0013】

形態及び機能は、本開示の様々な実施形態において独立して達成され得るか、またはさらなる詳細が以下の説明及び図面を参照して理解され得るさらに他の実施形態において組み合わせられ得る。

【0014】

例示的な実施形態の特徴と考えられる新規な形態は、添付の特許請求の範囲に記載される。しかしながら、例示的な実施形態、ならびに好ましい使用モード、さらなる目的及びその形態は、添付の図面と併せて読むと、本開示の例示的な実施形態の以下の詳細な説明を参照することによって、最も良く理解されるであろう。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、例示的な実施形態による複合製造環境のブロック図である。

【図2】図2は、例示的な実施形態によるツールシステムの図である。

【図3】図3は、例示的な実施形態による複合材料の層を有する内側モールドラインツールの図である。

【図4】図4は、大部分の実施形態による内側モールドラインツールに対して位置決めされた増強装置の図である。

【図5】図5は、例示的な実施形態による内側モールドラインツールと係合した増強装置の図である。

20

【図6】図6は、例示的な実施形態による、内側モールドラインツールと増強装置との間に挟まれた複合材料の層の断面図である。

【図7】図7は、例示的な実施形態による内側モールドライン層の図である。

【図8】図8は、例示的な実施形態による複合材料の層を有する外側モールドラインツールの図である。

【図9】図9は、例示的な実施形態による外側モールドライン層の図である。

【図10】図10は、例示的な実施形態による、外側モールドライン層に対して配置された内側モールドライン層の図である。

【図11】図11は、例示的な実施形態による強化パネルの図である。

30

【図12】図12は、例示的な実施形態による強化パネルの断面図である。

【図13】図13は、例示的な実施形態による航空機の図である。

【図14】図14は、例示的な実施形態によるバルクヘッド用の強化パネルの図である。

【図15】図15は、例示的な実施形態による、バルクヘッドとして使用するための強化パネルを組立製造するためのツールシステムの図である。

【図16】図16は、例示的な実施形態による、スキンパネル用の強化パネルの図である。

【図17】図17は、例示的な実施形態による、スキンパネルとして使用するための強化パネルを組立製造するためのツールシステムの図である。

【図18】図18は、例示的な実施形態による内側モールドラインツールと共に使用するための複合材料の図である。

40

【図19】図19は、例示的な実施形態による内側モールドラインツール上にレイアップされた複合材料の断面図である。

【図20】図20は、例示的な実施形態による内側モールドラインツール上の複合材料の層の分解図である。

【図21】図21は、例示的な実施形態による強化パネルを組立製造するためのプロセスのフローチャートの図である。

【図22】図22は、例示的な実施形態による複合材料のレイアップ層のためのプロセスのフローチャートの図である。

【図23】図23は、例示的な実施形態による複合材料のレイアップ層のためのプロセスのフローチャートの図である。

50

【図24】図24は、例示的な実施形態による強化パネルを組立製造するためのプロセスのフローチャートの図である。

【図25】図25は、例示的な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を示す図である。

【図26】図26は、例示的な実施形態による航空機のブロック図を示す図である。

【図27】図27は、例示的な実施形態による製品管理システムのブロック図を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

例示的な実施形態は、1つまたは複数の異なる考察を認識し、考慮する。例えば、例示的な実施形態は、強化パネルが、2つの表面シートの上に位置するコアを有するサンドイッチパネル以外の構成を使用して製造され得ることを認識し、考慮する。例えば、例示的な実施形態は、ハニカムまたはフォームコアを使用することなく、パネルに所望のレベルの重量及び強度を提供するために、中空の複合構造が使用され得ることを認識し、考慮する。

10

【0017】

例示的な実施形態は、いくつかの製造技術が、処理後に除去される可溶性マンドレルまたは他のマンドレルを含むことを認識し、考慮する。例示的な実施形態は、可溶性マンドレルまたは他のタイプの取り外し可能なマンドレルの使用が、それらの除去を可能にするために構造の外側からマンドレルを含む部分へのアクセスを必要とすることを認識し、考慮する。

20

【0018】

例示的な実施形態はまた、強化パネルが、パネルを形成した後に除去されるマンドレルの使用を回避する動作を使用して製造され得ることを認識し、考慮する。例示的な実施形態は、強化された複合パネルを製造するための方法及び装置を提供する。複合材料の第1の層は、第1の層の表面から延伸する突起部を有するように成形されてもよい。この第1の層は硬化され、次いで第2の層に接着されてもよい。これらの2つの層の接着は、強化されたパネルを形成する。さらに、第1の層の形状は、いくつかの方向において所望のレベルの強度を提供するように選択することができる。本明細書で使用される場合、「いくつかの」は、アイテムに関して使用される場合、1つまたはいくつかのアイテムを意味する。例えば、「いくつかの方向」は、1つまたはいくつかの方向である。

30

【0019】

ここで図面を参照すると、特に図1を参照すると、例示的な実施形態による複合製造環境のブロック図が示される。この例示的な実施例では、複合製造環境100を使用して、強化パネル104を含む複合構造102を製造することができる。強化パネル104は、クローゼット内の部品、航空機客室内の記念物、壁、ドア、スキンパネル、制御面、床、または他の適切なタイプの構造を含むグループから選択される。

【0020】

この例示的な実施例では、強化パネル104を含む複合構造102を製造するためにツールシステム106が使用される。図示されるように、複合材料108の層は、ツールシステム106の内側モールドラインツール112の表面110上に配置される。この例示的な実施例では、内側モールドラインツール112は、内側モールドラインツール112の表面110から延伸する突起部114を有する。突起部114は、内側モールドラインツール112の表面110に隆起部及び谷部を形成することができる。図示のように、突起部114の形状及び寸法は、嵌合する構成要素、部品またはハードウェアを収容するように選択されてもよい。

40

【0021】

突起部114はまた、ピラミッド、ドーム、円柱、または他の三次元形状の少なくとも1つを、内側モールドラインツール112の表面110に形成してもよい。さらに、内側モールドラインツール112の表面110は、平面、湾曲、傾斜、またはその他の所望の外形のうち少なくとも1つの形状を有することができる。

50

【 0 0 2 2 】

本明細書で使用されるように、「少なくとも1つ」という語句は、アイテムのリストとともに使用される場合、リストされたアイテムのうちの1つまたは複数の異なる組合せが使用されてもよく、リストの各アイテムのうちの1つのみが必要であってもよいことを意味する。言い換えれば、「少なくとも1つ」は、アイテムの任意の組合せ及びアイテムの任意の数がリストから使用され得ることを意味するが、リストのアイテムのすべてが必要とされるわけではないことを意味する。アイテムは、特定のオブジェクト、物、またはカテゴリであってもよい。

【 0 0 2 3 】

例えば、限定するものではないが、「アイテムA、アイテムB、またはアイテムCのうちの少なくとも1つ」は、アイテムA、アイテムA及びアイテムB、またはアイテムCを含むことができる。この例はまた、アイテムA、アイテムB及びアイテムC、またはアイテムB及びアイテムCを含むことができる。当然、これらのアイテムの任意の組合せが存在してもよい。いくつかの例示的な例では、「少なくとも1つ」は、例えば、限定するものではないが、2つのアイテムA、1つのアイテムB、及び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、または他の適切な組合せであってもよい。

10

【 0 0 2 4 】

表面110上にレイアップされた複合材料108の層は、複合材料142の圧縮された層を形成するために、ツールシステム106内の増強装置116を使用して圧縮される。この例示的な実施例では、増強装置116は、複合材料108の層が内側モールドラインツール112上にレイアップされる内側モールドラインツール112の対称形状118を有する。この例では、増強装置116は、圧縮または硬化されるレイアップにおける半径などの箇所には十分かつ一様な圧力を確実に加えるのに使用される可撓性材料の層である。可撓性材料は、複合材料中のマトリックスを硬化または強化するのに必要な処理温度で十分に寸法的に安定している材料として選択される。増強装置116は、表面110上にレイアップされた複合材料108の層を圧縮するのに使用するための任意の構成要素である。

20

【 0 0 2 5 】

この図示する例では、複合材料142の圧縮層が硬化されて、対応する突起部124を有する内側モールドライン層122を形成する。換言すれば、表面128から延伸する対応する突起部124は、表面110から延伸する突起部114に対応する。

30

【 0 0 2 6 】

図示のように、複合材料126の層は、外側モールドラインツール130の表面128上にレイアップされる。この例示的な実施例では、外側モールドラインツール130の表面128は実質的に滑らかである。換言すれば、表面128が、歪み、粗さ、突起部、または窪みのない表面である場合、表面128は実質的に滑らかである。例えば、表面110内の突起部114が外側モールドラインツール130の表面128に存在しない場合、表面128は実質的に滑らかである。別の例として、表面128が実質的に平面である場合、表面128は実質的に滑らかである。表面128が曲線を有する場合、表面128は実質的に平滑であり得る。この例示的な実施例では、外側モールドラインツール130の表面128は、実質的に平坦であるか、湾曲しているか、または傾斜しているうちの少なくとも1つであってもよい。

40

【 0 0 2 7 】

複合材料126の層は、硬化されて、外側モールドライン層132を形成する。図示のように、外側モールドライン層132は実質的に滑らかである。

【 0 0 2 8 】

内側モールドライン層122と外側モールドライン層132とは、互いに接合される。接合は、いくつかの異なる方法で実行することができる。例えば、接合は、接着、固定、または他の適切な技術によって行われてもよい。

【 0 0 2 9 】

この例示的な実施例では、内側モールドライン層122を外側モールドライン層132に接着して強化パネル104を形成することによって接合が行われる。内側モールドライン層122を

50

外側モールドライン層132に接着して強化パネル104を形成することは、内側モールドライン層122と外側モールドライン層132との間の接合箇所138に圧力136を加える接着ツール134を使用して実行することができる。

【0030】

接着は、いくつかの異なる方法で実施することができる。例えば、接着は、内側モールドライン層122を外側モールドライン層132に溶融接着させて、強化パネル104を形成することによって行うことができる。別の例示的な実施例では、接着剤を使用して内側モールドライン層122を外側モールドライン層132に接着することによって接着を行って、強化パネル104を形成することができる。

【0031】

複合材料108の層及び複合材料126の層は、いくつかの異なる形態をとることができる。例えば、複合材料108及び複合材料126は、テープ、織物、プリプレグ、または熱可塑性材料のうち少なくとも1つから選択することができる。例えば、複合材料108及び複合材料126は、熱可塑性樹脂を含むことができる。このようにして、強化パネル104は、一体的に強化された熱可塑性パネル140とすることができる。パネルに成形される前の熱可塑性材料は、予め強化された熱可塑性プリプレグ層または構造繊維と熱可塑性繊維との混合物を含む織物からなってもよい。

【0032】

例示的な一例では、サンドイッチ構造を用いて強化パネルを形成する際の技術的問題を克服する1つまたは複数の技術的解決法が存在する。その結果、1つまたは複数の技術的解決法は、硬化されたパネルの部分にアクセスしてこれらのツールを除去することを必要とし得るマンドレルまたは他のツールを使用することなく強化パネルを製造する方法及び装置を提供する技術的効果を提供し得る。

【0033】

加えて、1つまたは複数の技術的解決法は、強化パネルを組立製造するために、構成要素のより効果的な接着が行われ得る技術的効果を提供し得る。例えば、内側モールドライン層と外側モールドライン層が接する箇所は、2つの表面シートの間に挟まれた八ニカムコアを用いた強化パネルよりもかなり大きい領域を有する。

【0034】

図1の複合製造環境100の図は、例示的な実施形態が実施され得る方法に物理的またはアーキテクチャ上の制限を暗示することを意味するものではない。図示のものに加えて、またはそれらの代わりに他の構成要素を使用することができる。一部の構成要素は不要である。また、これらのブロックは、いくつかの機能的構成要素を示すために提示される。1つまたは複数のこれらのブロックは、例示的な実施形態で実施される場合、組み合わせられ、分割され、または異なるブロックに組み合わせられ、分割され得る。

【0035】

次に図2を参照すると、例示的な実施形態によるツールシステムの図が示される。ツールシステム200は、図1のブロック形式で示されたツールシステム106の1つの実施例である。

【0036】

この例示的な実施例では、ツールシステム200はいくつかの異なるツールを含む。図示されるように、ツールシステム200は、内側モールドラインツール202、増強装置204、接着ツール206、及び外側モールドラインツール208を含む。

【0037】

内側モールドラインツール202は、図1のブロック形式で示された内側モールドラインツール112のための1つの物理的実施例である。増強装置204は、図1のブロック形式で示される増強装置116の物理的実施の例である。接着ツール206は、図1のブロック形式で示される接着ツール134のための物理的実施例である。外側モールドラインツール208は、図1のブロック形式で示された外側モールドラインツール130のための物理的実施例である。

【0038】

10

20

30

40

50

この例示的な実施例では、内側モールドラインツール202は、内側モールドラインツール202の表面212から延伸する突起部210を有する。増強装置204は、増強装置204の表面216に窪み214を有する。表面216の窪み214は、内側モールドラインツール202に対して対称形状を形成する。例えば、増強装置204の表面216の窪み214は、内側モールドラインツール202の表面212から突起部210を受けるように設計される。

【0039】

図3~図12を参照すると、例示的な実施形態による強化パネルを製造するプロセスの図が示される。異なる動作は、図2のツールシステム200を使用して実行することができる。

【0040】

最初に図3を参照すると、例示的な実施形態による複合材料の層を有する内側モールドラインツールの図が示される。この例示的な実施例では、この図において、複合材料300の層が、内側モールドラインツール202上にレイアップされる。

10

【0041】

次に図4を参照すると、例示的な実施形態による内側モールドラインツールに関して配置された増強装置の図が示される。この図では、増強装置204は、内側モールドラインツール202上に配置され、複合材料300の層は、内側モールドラインツール202上にレイアップされる。

【0042】

図示されるように、増強装置204の表面216(図示せず)の窪み214は、内側モールドラインツール202の表面212からの突起部210に対応する。換言すれば、増強装置204は、内側モールドラインツール202の対称形状を有する。増強装置204は、矢印400の方向に移動され、複合材料300の層が圧縮されて複合材料300の圧縮層を形成するように、内側モールドラインツール202に対して配置されてもよい。

20

【0043】

ここで図5を参照すると、例示的な実施形態による内側モールドラインツールと係合した増強装置の図が示される。この図に描写されるように、増強装置204は内側モールドラインツール202と係合している。複合材料300の層(図示せず)は、これらの2つのツール間に配置される。

【0044】

増強装置204は、複合材料300の層を圧縮するような方法で、内側モールドラインツール202上にレイアップされた複合材料300の層に力を加えるために使用できる。複合材料300の層の圧縮は、複合材料300の圧縮層を形成する。

30

【0045】

図6には、例示的な実施形態による、内側モールドラインツールと増強装置との間に挟まれた複合材料の層の断面図が示される。この図では、図5の線6-6に沿って、増強装置204と内側モールドラインツール202との間の複合材料300の層の断面図が示される。

【0046】

この図では、複合材料300の層が内側モールドラインツール202上に配置され、増強装置204が内側モールドラインツール202上に配置されて示される。この断面図に示すように、増強装置204の表面216の窪み214は、内側モールドラインツール202の表面212からの突起部210に対応する。換言すれば、増強装置204の表面216は、内側モールドラインツール202の表面212の対称形状を有する。

40

【0047】

増強装置204によって複合材料300の層に圧力を加えることができる。このようにして、複合材料の圧縮層は、複合材料300の層を増強装置204と内側モールドラインツール202との間で圧縮することによって形成することができる。

【0048】

図7を参照すると、例示的な実施形態による内側モールドライン層の図が示される。図示されるように、内側モールドライン層700は、内側モールドラインツール202(図示せず)と増強装置204との間で圧縮された複合材料の層を硬化させることによって形成される

50

。

【 0 0 4 9 】

ここで図8を参照すると、例示的な実施形態による複合材料の層を有する外側モールドラインツールの図が示される。この図では、複合材料800の層が外側モールドラインツール208上にレイアップされる。

【 0 0 5 0 】

図9を参照すると、例示的な実施形態による外側モールドライン層の図が示される。この例では、外側モールドライン層900は、外側モールドラインツール208上にレイアップされた複合材料800の層を硬化させることによって形成される。

【 0 0 5 1 】

図10を参照すると、例示的な実施形態による、外側モールドライン層に対して配置された内側モールドライン層の図が示される。この例示的な実施例では、内側モールドライン層700と外側モールドライン層900は、接着のために互いに対して位置決めされる。

【 0 0 5 2 】

接着のために配置される場合、内側モールドライン層700と外側モールドライン層900とが互いに接触する箇所に接着剤を塗布することができる。これらの箇所は、外側モールドライン層900に接触する箇所である、窪み1000及び縁部1002を含む。

【 0 0 5 3 】

図示のように、接着ツール206は、内側モールドライン層700上に配置される。接着ツール206は、接着のために配置された場合、内側モールドライン層700と外側モールドライン層900とが互いに接触する箇所に圧力を加えるために利用される。この図示の例では、これらの箇所は、内側モールドライン層700の窪み1000及び縁部1002を含む。

【 0 0 5 4 】

次に図11を参照すると、例示的な実施形態による強化パネルの図が示される。強化パネル1100は、内側モールドライン層700と外側モールドライン層900とを互いに接着することによって得られる。

【 0 0 5 5 】

図12を参照すると、例示的な実施形態による強化パネルの断面図が示される。この図示の例では、図11の線12 - 12に沿った強化パネル1100の断面図が示される。図示されるように、強化パネル1100は、図2のツールシステム200及び図3～図10に示されるプロセスを使用して組立製造され得る複合構造の例である。

【 0 0 5 6 】

ツールシステム200及び強化パネル1100の図は、他の例示的な実施例が実施され得る方法を限定することを意味しない。例えば、他の実施例では、強化パネルは、強化パネル1100に対して示された平面形状に加えて、またはその代わりに湾曲していてもよく、または他の形状を有していてもよい。別の例示的な例として、接着ツール206は、他の例示的な例では省略されてもよい。

【 0 0 5 7 】

次に図13を参照すると、例示的な実施形態による航空機の図が示される。この例示的な実施例では、航空機1300は、胴体1306に取り付けられた翼1302と翼1304とを有する。航空機1300は、翼1302に取り付けられたエンジン1308と、翼1304に取り付けられたエンジン1310とを含む。

【 0 0 5 8 】

胴体1306は尾部1312を有する。水平スタビライザ1314、水平スタビライザ1316、及び垂直スタビライザ1318は、胴体1306の尾部1312に取り付けられる。

【 0 0 5 9 】

航空機1300は、例示的な実施形態により強化パネルを使用することができるプラットフォームの一例である。例えば、胴体1306の露出部分1332に見られるようなバルクヘッド1330は、強化パネルを使用して実施することができる。別の例として、胴体1306のスキンパネル1334もまた、強化パネルを使用して実施することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

ここで図14を参照すると、例示的な実施形態によるバルクヘッド用の強化パネルの図が示される。この例示的な実施例では、バルクヘッド1330の拡大図が示される。バルクヘッド1330は、互いに接合された内側モールドライン層1400及び外側モールドライン層1402から形成された2片のバルクヘッドである。これらの2つの複合部品の接合は、接着、締結、熱成形、または複合構成要素を互いに接合するための他の適切な技術のうちの少なくとも1つを使用して行うことができる。

【 0 0 6 1 】

ここで図15を参照すると、例示的な実施形態による、バルクヘッドとして使用するための強化パネルを組立製造するためのツールシステムの図である。図示されるように、ツールシステム1500は、図13及び図14に示されるバルクヘッド1330の形態の強化パネルを組立製造するために使用される。

10

【 0 0 6 2 】

図示のように、ツールシステム1500は、いくつかの異なるツールを含む。この例示的な実施例では、ツールシステム1500は、内側モールドラインツール1502、外側モールドラインツール1504、及び接着治具1506を含む。

【 0 0 6 3 】

複合材料の層は、内側モールドラインツール1502上にレイアップされてもよい。これらの層は、プリプレグ、ドライプリフォーム、または他のタイプの複合材料であってもよい。複合材料の層が内側モールドラインツール1502上にレイアップされる場合、これらの層は、バルクヘッド1330用の内側モールドライン層を形成するために、オープン、プレス、オートクレーブ、または他の適切なタイプの硬化で硬化されてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

外側モールドラインツール1504はまた、複合材料の層をレイアップして、バルクヘッド1330用の外側モールドライン層1402のフラットシートを形成するために使用されてもよい。

【 0 0 6 5 】

接着ツールは、この例示的な例では接着治具1506の形式をとる。図示されるように、接着治具1506は、接着または熱接合に使用する隆起ゴム増強装置の形式をとることができる突起部1508を含む。図14の内側モールドライン層1400と外側モールドライン層1402は、接着治具1506において互いに接合されてもよい。

30

【 0 0 6 6 】

次に図16を参照すると、例示的な実施形態によるスキンパネル用の強化パネルの図が示される。この例示的な実施例では、スキンパネル1334は、内側モールドライン層1600及び外側モールドライン層1602を含む。これら2つの構成要素は、2片胴体スキンパネルの形態のスキンパネル1334用の強化パネルを形成する。この例示的な実施例では、内側モールドライン層1600は、図13の航空機1300の床に構成要素を取り付けるための床取り付け領域1604を含む。

【 0 0 6 7 】

ここで図17を参照すると、例示的な実施形態による、スキンパネルとして使用するための強化パネルを組立製造するためのツールシステムの図である。この例示的な実施例では、ツールシステム1700は、内側モールドラインツール1702及び外側モールドラインツール1704を含む。内側モールドラインツール1702は、強化パネル用の内側モールドライン層を形成するために、複合材料をレイアップするために使用されてもよい。

40

【 0 0 6 8 】

図示されるように、内側モールドラインツール1702は、隆起形状1706及び窪み1708を含む。窪み1708は、この例示的な実施例における空気力学的表面に対応する。これらの空気力学的表面は、胴体、翼、尾根、またはスキンパネルが使用され得る他の適切な構成要素のためであってもよい。

【 0 0 6 9 】

50

複合材料は、外側モールドラインツール1704上にレイアップされて、外側モールドライン層を形成することができる。外側モールドライン層は、この図示する例のスキンパネル用の外側スキンである。

【0070】

図18を参照すると、例示的な実施形態による、内側モールドラインツールと共に使用するための複合材料の図が示される。この例示的な実施例では、複合材料1800の層は、内側モールドラインツール1802上にレイアップすることができる。複合材料1800の層または複合材料1800の層用のプリフォームは、プリプレグ、後で樹脂を注入される布、一方向性繊維テープ、繊維状トウ、ドライ繊維状プリフォーム、あるいは他の適切なタイプの複合材料またはプリフォームの少なくとも1つから選択されてもよい。この例では、内側モールドラインツール1802は、突起部1814、突起部1816、突起部1818、及び突起部1820を有する。

10

【0071】

図19を参照すると、例示的な実施形態による、内側モールドラインツール上にレイアップされた複合材料の断面図が示される。複合材料1800の層の断面図が、図18の線19-19に沿って示される。

【0072】

複合材料1800の層は、連続プライをダブルプライ及び突起部プライで交互に挿入することによって形成することができる。ダブルプライは、内側モールドラインツールの突起部のための開口部を含む。突起部プライは、突起部を覆うプライである。この例示的な実施例では、複合材料1800の層は、層L1、層L2、層L3、層L4、層L5、及び層L6を含む。

20

【0073】

次に、図20を参照すると、例示的な実施形態による、内側モールドラインツール上の複合材料の層の分解図が示される。この図に示されるように、複合材料の層は部分に分割されてもよい。

【0074】

この例示的な実施例では、部分2004は、開口部2006、開口部2008、開口部2010及び開口部2012を含む。部分2004は、図19に以前に示された層L1、層L3及び層L5からなる。これらの開口部は、図18に示す内側モールドラインツール1802上の突起部1814、突起部1816、突起部1818及び突起部1820にそれぞれ対応する。

30

【0075】

図示のように、複合材料の層はまた、部分2030を含む。部分2030は、キャップ部分2032、キャップ部分2034、キャップ部分2036及びキャップ部分2038を含む。部分2030は、図19に以前に示した層L2、層L4及び層L6からなる。キャップ部分2032、キャップ部分2034、キャップ部分2036及びキャップ部分2038は、図18の内側モールドラインツール1802上の突起部1814、突起部1816、突起部1818、突起部1820上に配置され、開口部2006、開口部2008、開口部2010及び開口部2012を覆う。

【0076】

この例示的な実施例では、部分2040も存在する。部分2040は、補剛材2042、補剛材2044及び補剛材2046を含む。これらの構成要素は、この実施例に含まれ、パネルの追加の補強を提供する。

40

【0077】

バルクヘッド及びスキンパネルの形態をとる強化パネルを組立製造するために実施されるツール及び動作の図は、他の実施例を実施してもよい方法を限定することを意味するものではない。例えば、バルクヘッド及びスキンパネルに加えて、またはその代わりに、他のタイプの強化パネルを形成することができる。例えば、クローゼット壁、ストリンガー及び他のタイプの構造は、強化パネルを使用して実施することができる。

【0078】

次に図21を参照すると、例示的な実施形態による強化パネルを組立製造するためのプロセスのフローチャートの図が示される。図21に示されるプロセスは、図1のブロック形式

50

で示される強化パネル104を形成するために、複合製造環境100において実施されてもよい。

【0079】

プロセスは、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上に複合材料を配置することによって開始される（動作2100）。突起部の形状及び寸法は、嵌合する構成要素、部品またはハードウェアを収容するように選択されてもよい。プロセスは、増強装置を使用して、内側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料を圧縮する（動作2102）。動作2102は、圧縮された複合材料を形成する。複合材料を圧縮するための増強装置の使用は任意である。

【0080】

プロセスは、圧縮された複合材料を硬化させて、内側モールドライン層を形成する（動作2104）。内側モールドライン層は、内側モールドラインツールの表面の突起部に対応する、対応する突起部を有する表面を有する。

【0081】

プロセスは、複合材料を外側モールドラインツールの表面上に置く（動作2106）。プロセスはまた、外側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料を圧縮する（動作2108）。外側モールドラインツールの表面は実質的に滑らかである。換言すれば、外側モールドラインツールの表面は突起部を含まない。外側モールドラインツールの表面上の圧縮された複合材料は、硬化されて外側モールドライン層を形成する（動作2110）。

【0082】

プロセスは、内側モールドラインツールと外側モールドライン層とを接合して強化パネルを形成し（動作2112）、その後プロセスは終了する。接合は、いくつかの異なる方法で実行することができる。例えば、接合は、接着、固定、または他の適切な技術によって行われてもよい。接着は、接着剤接着、溶融接着、または他の適切な技術を用いて行うことができる。固定は、2つの構成要素を互いに接続するための様々なタイプの締め具を使用して実施することができる。

【0083】

このプロセスを用いて組立製造された強化パネルは、同じ重量のサンドイッチ構造と同等かそれ以上の強度を有することができる。さらに、強化パネルは、構造の中空部分内のマンドレルまたは他のツールを使用することなく組立製造される。その結果、これらの部分へのアクセスは、強化パネルを製造するためには不要である。

【0084】

次に図22を参照すると、例示的な実施形態による、複合材料のレイアップ層のプロセスのフローチャートの図が示される。図22に示されたプロセスは、図1のブロック形式で示された内側モールドラインツール112などのツール上の複合材料108のレイアップ層への複合製造環境100において実施されてもよい。

【0085】

プロセスは、突起部の上に複合材料の層の第1の部分をレイアップすることによって開始される（動作2200）。プロセスは、複合材料の層の第2の部分を内側モールドラインツール上にレイアップする（動作2202）。その後、プロセスは終了する。複合材料の層の第2の部分は、突起部に対応する開口部を有する。さらに、各部分は複合材料の複数層を有してもよい。換言すると、第2の部分は、複合材料の1つまたは複数の層から構成されてもよい。異なる層は、異なる配向を有してもよく、異なるタイプの複合材料から形成されてもよい。

【0086】

次に図23を参照すると、例示的な実施形態による、複合材料のレイアップ層のプロセスのフローチャートの図が示される。図23に示されたプロセスは、図1のブロック形式で示された内側モールドラインツール112などのツール上の複合材料108のレイアップ層への複合製造環境100において実施されてもよい。

【0087】

10

20

30

40

50

プロセスは、内側モールドラインツール上にいくつかの連続プライをレイアップすることによって開始する（動作2300）。本明細書で使用される場合、「いくつかの」は、アイテムに関して使用される場合、1つまたはいくつかのアイテムを意味する。例えば、「いくつかの連続プライ」は、1つまたは複数の連続プライである。この例示的な実施例では、連続プライは、内側モールドラインツールから延伸する突起部などの形状のための開口部を含むことができる。

【0088】

このプロセスは、いくつかの突起部プライをレイアップする（動作2302）。これらの突起部プライは、突起部を覆うように構成され、いくつかの連続プライと重複してもよい。

【0089】

内側モールドラインツール上に追加のプライが存在するか否かが判断される（動作2304）。追加のプライが存在する場合、プロセスは動作2300に戻る。そうでなければ、プロセスは終了する。このようにして、いくつかの連続プライは、複合材料の層を形成するために、いくつかの突起部プライと交互に配置されてもよい。

【0090】

ここで図24を参照すると、例示的な実施形態による強化パネルを組立製造するためのプロセスのフローチャートが示される。図24に示されたプロセスは、図1のブロック形式で示された内側モールドラインツール112などのツール上の複合材料108のレイアップ層への複合製造環境100において実施されてもよい。

【0091】

このプロセスは、内側モールドラインツールの表面上にいくつかの繊維層を配置することによって開始する（動作2400）。動作2400で、内側モールドラインツールは、内側モールドラインツールの表面から延伸した突起部を有する。

【0092】

この例示的な実施例では、内側モールドラインツール上にレイアップされた繊維層はプリフォームを形成する。この特定の例では、繊維層は構造繊維を含む。図示のように、構造繊維は、炭素、ガラス、セラミック、アラミド、または他の適切な材料のタイプのうちの少なくとも1つから選択された材料からなる。換言すると、構造繊維は、同じ種類の材料から構成されてもよく、または異なる構造繊維は、いくつかの繊維層において他の構造繊維とは異なる材料のタイプから構成されてもよい。

【0093】

例示的な実施例では、構造繊維は、複数のタイプの構造繊維の混合物、不連続繊維、牽切不連続繊維、チョップド不連続繊維、不連続繊維と連続繊維の混合物、または他の適切なタイプの繊維のうちの少なくとも1つを含む。さらに、不連続及び連続繊維は、圧縮されたプリフォーム材料における異なる層または異なる領域の少なくとも1つに配置されてもよい。

【0094】

繊維層はまた、構造繊維に加えて、バインダまたは結合剤を含んでもよい。バインダまたは結合材は、付着性により、または結合性により、粘着性のある全体を機械的、科学的に形成するために、他の材料と一緒に保持または引っ張る材料である。

【0095】

さらに別の例示的な例において、繊維層は、バインダまたは結合材を有するまたは有さない構造及び熱可塑性繊維の混合物を含んでもよく、熱可塑性は、溶融して固化されると、マトリックスを形成し、熱可塑性パネルの形式の強化パネルを形成する。

【0096】

繊維層は、バインダまたは結合材の有無にかかわらず構造及び熱可塑性繊維の混合物に置換され、熱可塑性物質は溶融して固化するとマトリックスを形成し、熱硬化性マトリックス樹脂を注入して熱可塑性パネルを形成する必要性をなくす。例示的な実施例では、構造繊維は牽切され、熱可塑性繊維は細断され、構造繊維と熱可塑性繊維との組合せは緊密な混合物を形成する。緊密な混合物は、個々の繊維が個々の特性を保持しないようにブレ

10

20

30

40

50

ンドされた紡績系中の2つ以上の短繊維の組合せである。

【0097】

さらに、構造繊維及び熱可塑性繊維は混合されてもよい。図示されるように、繊維材料は、一方向テープ、織布、編組布、または不織布のうちの少なくとも1つから選択される。

【0098】

プロセスは、増強装置を使用して圧縮されたプリフォームを形成するために、内側モールドラインツールの表面上にレイアップされたいくつもの繊維層を圧縮する（動作2402）。動作2402において、増強装置は、繊維プリフォーム材料がレイアップされる内側モールドラインツールの対称形状を有する。このプロセスは、圧縮されたプリフォーム材料に熱硬化性マトリックス樹脂を注入する（動作2404）。 10

【0099】

プロセスは、熱硬化性マトリックス樹脂が注入された圧縮されたプリフォーム材料を硬化させて、内側モールドライン層を形成する（動作2406）。内側モールドライン層は、内側モールドラインツール上の突起部に対応する、対応する突起部を有する。

【0100】

プロセスは、内側モールドライン層を外側モールドライン層に接着して、強化パネルを形成する（動作2408）。その後、プロセスは終了する。

【0101】

動作2408において、接着は、内側モールドライン層と外側モールドライン層との間の接着箇所に圧力を加える接着ツールを使用して実行されてもよい。この例では、接着はいくつもの異なる方法で実施することができる。例えば、接着は、溶融接着、接着剤接着、または他の適切なタイプの接着技術を用いて行われてもよい。 20

【0102】

動作2408において、外側モールドライン層は実質的に滑らかである。図示されるように、層が均一かつ規則的な表面または均一性を有する場合、層は滑らかである。この例では、表面には知覚可能な突起部、塊、またはへこみがない。

【0103】

示された異なる実施形態におけるフローチャート及びブロック図は、例示的な実施形態における装置及び方法のいくつもの可能な実施のアーキテクチャ、機能性、及び動作を示す。これに関して、フローチャートまたはブロック図における各ブロックは、モジュール、セグメント、機能、または動作または段部の一部の少なくとも1つを表すことができる。例えば、ブロックの1つまたは複数は、プログラムコード、ハードウェア、またはプログラムコードとハードウェアの組合せとして実施されてもよい。ハードウェアで実施される場合、ハードウェアは、例えば、フローチャートまたはブロック図における1つまたは複数の動作を実行するように製造または構成された集積回路の形態をとることができる。プログラムコードとハードウェアの組合せとして実施される場合、実施はファームウェアの形をとることができる。フローチャートまたはブロック図の各ブロックは、専用ハードウェアによって実行される専用ハードウェア及びプログラムコードの異なる動作または組合せを実行する専用ハードウェアシステムを使用して実施されてもよい。 30 40

【0104】

例示的な実施形態のいくつもの代替的な実施形態では、ブロックに記される1つまたは複数の機能は、図に示された順序から外れることがある。例えば、いくつかのケースでは、連続して示される2つのブロックが実質的に同時に実行されてもよく、またはブロックは、関連する機能性に依存して時々逆の順序で実行されてもよい。また、図示されたブロックに加えて、フローチャートまたはブロック図に他のブロックが追加されてもよい。

【0105】

例えば、図21において、動作2100及び動作2102は、動作2106及び動作2108の後、または実質的に同じ時間に行われてもよい。動作2104及び動作2110における硬化動作は、同時に実行されてもよい。例えば、いくつかの例証的な実施例では、内側モールドラインツ 50

ル上にレイアップされた複合材料及び外側モールドラインツール上にレイアップされた複合材料を、同じオートクレーブ内で硬化させることができる。

【0106】

別の例として、図22において、動作2202は、動作2200の前に実行されてもよい。さらに、強化パネル用の複合材料の層の追加部分をレイアップするための動作が含まれてもよい。別の例示的な実施例では、動作2302においていくつかの突起部プライに加えて、いくつかのダブルプライをレイアップするために、図23のプロセスは別の動作を含むことができる。これらの2つの動作は、連続プライがダブルプライと突起部プライとで交互に挿入されるように実行されてもよい。

【0107】

本開示の例示的な実施形態は、図25に示すような航空機の製造及び保守点検方法2500及び図26に示す航空機2600の文脈で説明することができる。初めに図25を参照すると、例示的な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が示される。試作中、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ならびに材料調達2504を含むことができる。

【0108】

生産中に、図26の航空機2600の構成要素及び部分組立品の製造2506及びシステム統合2508が行われる。その後、図26の航空機2600は、就航中2512に配置されるために、認証及び搬送2510を経ることができる。顧客による就航中2512中に、図26の航空機2600は、修正、再構成、改装、及び他の整備または保守点検を含むことができる定期的な整備及び保守点検2514のためにスケジュールされる。

【0109】

航空機の製造及び保守点検方法2500の各プロセスは、システムインテグレータ、第三者、オペレータ、またはそれらのいくつかの組合せによって実行または実施されてもよい。これらの例では、オペレータは顧客であってもよい。この説明のために、システムインテグレータには、任意の数の航空機製造業者及び主要システム下請け業者が含まれてもよいが、これらに限定されず、第三者には、任意の数のベンダー、下請け業者及びサプライヤーが含まれてもよいが、これらに限定されず、オペレータには、航空会社、リース会社、軍事エンティティ、サービス組織などであってもよい。

【0110】

ここで図26を参照すると、例示的な実施形態による航空機のブロック図が示される。この例では、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を備えた機体2602を含むことができる。システム2604の例は、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1つまたは複数を含む。任意の数の他のシステムを含むことができる。航空宇宙の例が示されるが、異なる例示的な実施形態は、自動車産業のような他の産業に適用されてもよい。

【0111】

本明細書で具体化される装置及び方法は、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つの段階の間に使用されてもよい。

【0112】

1つの例示的な例では、図25の構成要素及び部分組立品の製造2506で製造された構成要素または部分組立品は、航空機2600が図25の就航中2512にある間に製造された構成要素または部分組立品と同様の方法で組立製造または製造することができる。さらに別の例として、図25の構成要素及び部分組立品の製造2506ならびにシステム統合2508などの1つまたは複数の装置の実施形態、方法の実施形態、またはそれらの組合せを製造段階で利用することができる。1つまたは複数の装置の実施形態、方法の実施形態、またはそれらの組合せは、航空機2600が就航中2512にある間、図25の整備及び保守点検2514の間、またはその両方で利用されてもよい。いくつかの異なる例示的な実施形態の使用は、航空機2600の組立を実質的に迅速化し、航空機2600のコストを低減し、または航空機2600の組立を迅速化

10

20

30

40

50

し、航空機2600のコストを低減する両方であってもよい。

【0113】

次に図27を参照すると、例示的な実施形態による製品管理システムのブロック図が示される。製品管理システム2700は、物理的なハードウェアシステムである。この例示的な実施例では、製品管理システム2700は、製造システム2702または保守システム2704のうちの少なくとも1つを含むことができる。

【0114】

製造システム2702は、図26の航空機2600などの製品を製造するように構成される。図示のように、製造システム2702は、製造装置2706を含む。製造装置2706は、組立製造装置2708または組立装置2710の少なくとも1つを含む。

10

【0115】

組立製造装置2708は、図26の航空機2600を形成するために使用される部品用の構成要素を製造するために使用され得る装置である。例えば、組立製造装置2708は、機械及びツールを含むことができる。これらの機械及びツールは、ドリル、油圧プレス、炉、モールド、複合テープ敷設機械、真空システム、旋盤、または他の適切なタイプの装置のうちの少なくとも1つであってもよい。組立製造装置2708は、金属部品、複合部品、締め具、リブ、スキンパネル、スパー、アンテナ、または他の適切なタイプの部品の少なくとも1つを製造するために使用されてもよい。

【0116】

組立装置2710は、図26の航空機2600を形成するために、部品を組み立てるために使用される装置である。特に、図26の航空機2600を形成するために、組立装置2710を使用して、構成要素及び部品を組み立てることができる。組立装置2710はまた、機械及びツールを含むことができる。これらの機械及びツールは、ロボットアーム、クローラ、迅速な設置システム、レールベースの穴あけシステム、またはロボットのうちの少なくとも1つであってもよい。組立装置2710は、座席、水平スタビライザ、翼、エンジン、エンジンハウジング、着陸装置システム、及び図26の航空機2600用の他の部品などの部品を組み立てるために使用されてもよい。

20

【0117】

この例示的な実施例では、保守システム2704は保守装置2712を含む。保守装置2712は、図26の航空機2600の保守を実行するために必要な任意の装置を含むことができる。保守装置2712は、航空機2600上の部品に対して異なる動作を実行するためのツールを含むことができる。これらの動作は、部品の分解、部品の修繕、部品の検査、部品の再加工、交換部品の製造、または図26の航空機2600の保守を実行するための他の動作のうちの少なくとも1つを含むことができる。これらの動作は、定期的な保守、点検、アップグレード、修繕、または他のタイプの保守動作である。

30

【0118】

例示的な実施例では、保守装置2712は、超音波検査装置、X線撮像システム、ビジョンシステム、ドリル、クローラ、及び他の適切な装置を含むことができる。ある場合には、保守装置2712は、保守に必要な部品を製造して組み立てるために、組立製造装置2708、組立装置2710、またはその両方を含むことができる。

40

【0119】

製品管理システム2700はまた、制御システム2714を含む。制御システム2714は、ハードウェアシステムであり、ソフトウェアまたは他のタイプの構成要素も含むことができる。制御システム2714は、製造システム2702または保守システム2704のうちの少なくとも1つの動作を制御するように構成される。特に、制御システム2714は、組立製造装置2708、組立装置2710、または保守装置2712のうちの少なくとも1つの動作を制御することができる。

【0120】

制御システム2714内のハードウェアは、コンピュータ、回路、ネットワーク、及び他のタイプの装置を含んでもよいハードウェアを使用してもよい。制御は、製造装置2706の直

50

接制御の形をとることができる。例えば、ロボット、コンピュータ制御機械、及び他の装置は、制御システム2714によって制御されてもよい。他の例示的な実施例では、制御システム2714は、図26の航空機2600の製造または保守を行う際に、人間のオペレータ2716によって実行される動作を管理することができる。例えば、制御システム2714は、人間のオペレータ2716によって実行される動作を管理するために、タスクを割り当て、命令を提供し、モデルを表示し、または他の動作を実行することができる。これらの例示的な実施例では、図21～図24の異なるフローチャートに示されたプロセスは、図26の航空機2600の製造または保守の少なくとも1つを管理するために制御システム2714で実施されてもよい。例えば、製造装置2706または保守装置2712の少なくとも1つの動作を制御するために、異なる動作をプログラムコードにおいて実施することができる。さらに、人間のオペレータ2716に指示を割り当てるために、異なる動作が制御システム2714において実施されてもよい。

【0121】

異なる例示的な実施例では、人間のオペレータ2716は、製造装置2706、保守装置2712、または制御システム2714のうちの少なくとも1つを動作する、または少なくとも1つと対話することができる。この対話は、図26の航空機2600を製造するために実施されてもよい。

【0122】

当然、製品管理システム2700は、図26の航空機2600以外の他の製品を管理するように構成されてもよい。製品管理システム2700は、航空宇宙産業における製造に関して説明したが、製品管理システム2700は、他の産業用の製品を管理するように構成することもできる。例えば、製品管理システム2700は、自動車産業ならびに他の適切な産業のための製品を製造するように構成することができる。

【0123】

このようにして、例示的な実施形態は、強化パネルを製造するための方法、装置、及びシステムを提供する。強化パネルは、複合材料からなる。複合材料の層は、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上に配置される。内側モールドラインツールの表面上にレイアップされた複合材料の層は、増強装置を使用して圧縮されて、複合材料の圧縮された層を形成する。複合材料の圧縮された層は、硬化されて、対応する突起部を有する内側モールドライン層を形成する。内側モールドライン層は外側モールドライン層に接着されて強化パネルを形成する。

【0124】

例示的な一例では、サンドイッチ構造を用いて強化パネルを形成する際の技術的問題を克服する1つまたは複数の技術的解決法が存在する。その結果、1つまたは複数の技術的解決法は、硬化されたパネルの部分にアクセスしてこれらのツールを除去することを必要とし得るマンドレルまたは他のツールを使用することなく強化パネルを製造する方法及び装置を提供する技術的効果を提供し得る。

【0125】

さらに、1つまたは複数の例示的な実施例は、ハニカムコアまたはフォームコアが使用されるサンドイッチ構造の問題に対する技術的解決策を提供する。1つまたは複数の技術的解決策は、同じ重量のコア強化パネルと比較して、同じまたは改善された性能を提供する強化パネルを提供する。

【0126】

1つまたは複数の技術的解決法は、強化パネルが、滑らかな外側モールドライン層を有する内側モールドライン層上に非常に複雑な形状を有することができる技術的効果を提供する。さらに、1つまたは複数の技術的解決策は、プリプレグまたは従来の布の少なくとも1つを、望ましくないしわまたは繊維の歪みを伴わずに、複雑な形状を覆うことを可能にする技術的効果を提供する。さらに、内側モールドライン層と外側モールドライン層が接する箇所は、2つの表面シートの間にはさまれたハニカムコアを用いた強化パネルよりもかなり大きい領域を有する。その結果、ハニカムパネルで発生する局所的な接着を低減または回避することができる。

10

20

30

40

50

【0127】

さらに、例示的な実施例は、八二カムサンドイッチパネルの使用を無効にすることによって、保守が減少するという技術的効果を提供することができる。例えば、水分の浸入やスキンパネルの不整合性の問題を軽減することができる。

【0128】

1つの例示的な実施例では、強化パネルを製造する方法が存在し、この方法は、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上にいくつかの繊維層を配置するステップと、圧縮されたプリフォーム材料を形成するために、内側モールドラインツールの表面上にレイアップされたいくつかの繊維層を、増強装置を使用して圧縮するステップと、圧縮されたプリフォーム材料に熱硬化性マトリックス樹脂を注入するステップと、対応する突起部を有する内側モールドライン層を形成するために、熱硬化性マトリックス樹脂を注入された圧縮されたプリフォーム材料を硬化させるステップと、内側モールドライン層(122)を外側モールドライン層に接合するステップとを含む。

10

【0129】

例示的な実施例では、いくつかの構造繊維層は、複数のタイプの構造繊維の混合物、不連続繊維、牽切不連続繊維、チョップド不連続繊維、不連続繊維と連続繊維の混合物のうちの少なくとも1つを含む。不連続繊維及び連続繊維は、圧縮されたプリフォーム材料における異なる層または異なる領域の少なくとも1つに配置される。いくつかの繊維層は、構造繊維及びバインダを含む。例示的な実施例では、増強装置は、いくつかの繊維層がレイアップされる内側モールドラインツールの対称形状を有する。

20

【0130】

例示的な実施例では、内側モールドライン層を外側モールドライン層に接着するステップは、内側モールドライン層と外側モールドライン層との間の接着箇所、圧力を加える接着ツールを用いて、内側モールドライン層を外側モールドライン層(132)に接着するステップを含む。例示的な実施例では、内側モールドライン層を外側モールドライン層に接着するステップは、内側モールドライン層(122)を外側モールドライン層に溶融接着するステップを含み、内側モールドライン層を外側モールドライン層に接着するステップは、接着剤を用いて、内側モールドライン層を外側モールドライン層(132)に接着するステップを含む。

30

【0131】

例示的な実施例では、内側モールドラインツールの表面から延伸する突起部を有する内側モールドラインツールの表面上にいくつかの繊維層を配置するステップは、突起部上にいくつかの繊維層の第1の数の層をレイアップするステップと、内側モールドラインツール上に、いくつかの繊維層の第2の数の層をレイアップするステップであって、第2の数の層は突起部に対応する開口部を有する、ステップとを含む。外側モールドライン層(132)は、実質的に滑らかである。

【0132】

例示的な例において、いくつかの繊維層は、バインダまたは結合材を有するまたは有さない構造繊維及び熱可塑性繊維の混合物を含み、熱可塑性繊維は、溶融して固化されると、マトリックスを形成し、熱可塑性パネルの形式の強化パネルを形成する。例示的な実施例では、構造繊維及び熱可塑性繊維は、不連続、牽切またはチョップドの少なくとも1つであり、構造繊維及び熱可塑性繊維の組合せが緊密な混合物を形成し、構造繊維及び熱可塑性繊維は混合され、繊維層の数は、一方向テープ、織布、編組布、または不織布のうちの少なくとも1つから選択される。

40

【0133】

異なる例示的な実施形態の説明は、例示及び説明のために提示されたものであり、開示された形態の実施形態に網羅的または限定することを意図しない。異なる例示的な例は、動作または動作を実行する構成要素を説明する。例示的な実施形態では、構成要素は、説明された動作または動作を実行するように構成されてもよい。例えば、構成要素は、構成

50

要素によって実行されるものとして例示的な実施例に記載される動作または動作を実行する機能を構成要素に提供する構造のための構成または設計を有することができる。

【0134】

多くの改変及び変形が当業者には明らかであろう。さらに、異なる例示的な実施形態は、他の望ましい実施形態と比較して異なる形態を提供することができる。選択された1つまたは複数の実施形態は、実施形態の原理、実用的な応用を最も良く説明し、検討される特定の使用に適するような様々な変更を伴う様々な実施形態のための開示を当業者が理解できるように選択され、説明される。

【符号の説明】

【0135】

100	複合製造環境	
102	複合構造	
104	強化パネル	
106	ツールシステム	
108	複合材料	
110	表面	
112	内側モールドラインツール	
114	突起部	
116	増強装置	
118	対称形状	10
122	内側モールドライン層	
124	突起部	
126	複合材料	
128	表面	
130	外側モールドラインツール	
132	外側モールドライン層	
134	接着ツール	
136	圧力	
138	接合箇所	
140	熱可塑性パネル	20
142	複合材料	
200	ツールシステム	
202	内側モールドラインツール	
204	増強装置	
206	接着ツール	
208	外側モールドラインツール	
210	突起部	
212	表面	
214	窪み	
216	表面	30
300	複合材料	
400	矢印	
700	内側モールドライン層	
800	複合材料	
900	外側モールドライン層	
1000	窪み	
1002	縁部	
1100	強化パネル	
1300	航空機	
1302	翼	40
		50

1304	翼	
1306	胴体	
1308	エンジン	
1310	エンジン	
1312	尾部	
1314	水平スタビライザ	
1316	水平スタビライザ	
1318	垂直スタビライザ	
1330	バルクヘッド	
1332	露出部分	10
1334	スキンパネル	
1400	内側モールドライン層	
1402	外側モールドライン層	
1500	ツールシステム	
1502	内側モールドラインツール	
1504	外側モールドラインツール	
1506	接着治具	
1508	突起部	
1600	内側モールドライン層	
1602	外側モールドライン層	20
1604	床取り付け領域	
1700	ツールシステム	
1702	内側モールドラインツール	
1704	外側モールドラインツール	
1706	隆起形状	
1708	窪み	
1800	複合材料	
1802	内側モールドラインツール	
1814	突起部	
1816	突起部	30
1818	突起部	
1820	突起部	
2004	部分	
2006	開口部	
2008	開口部	
2010	開口部	
2012	開口部	
2030	部分	
2032	キャップ部分	
2034	キャップ部分	40
2036	キャップ部分	
2038	キャップ部分	
2040	部分	
2042	補剛材	
2044	補剛材	
2046	補剛材	
2500	保守点検方法	
2502	仕様及び設計	
2504	材料調達	
2506	構成要素及び部分組立品の製造	50

- 2508 システム統合
- 2510 認証及び搬送
- 2512 就航中
- 2514 整備及び保守点検
- 2600 航空機
- 2602 機体
- 2604 システム
- 2606 内部
- 2608 推進システム
- 2610 電気システム
- 2612 油圧システム
- 2614 環境システム
- 2700 製品管理システム
- 2702 製造システム
- 2704 保守システム
- 2706 製造装置
- 2708 組立製造装置
- 2710 組立装置
- 2712 保守装置
- 2714 制御システム
- 2716 オペレータ

10

20

【 図 1 】

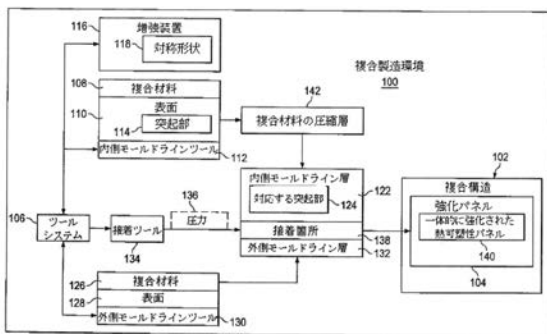


FIG. 1

【 図 2 】

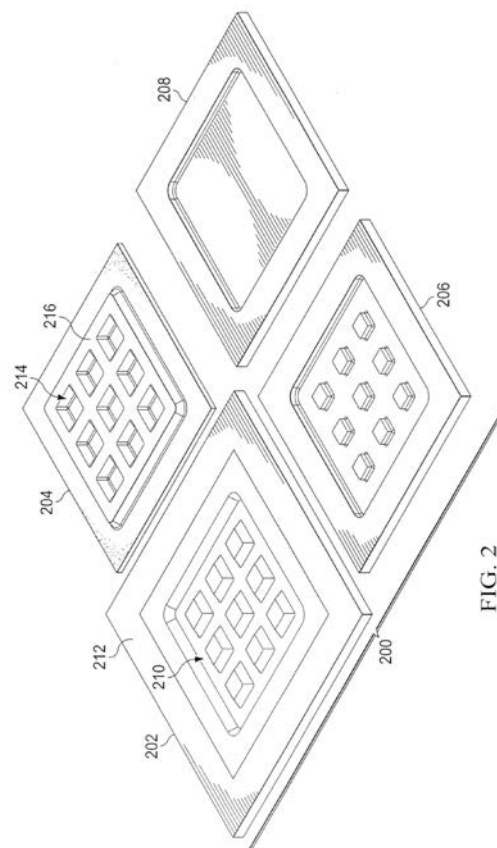


FIG. 2

【 図 3 】

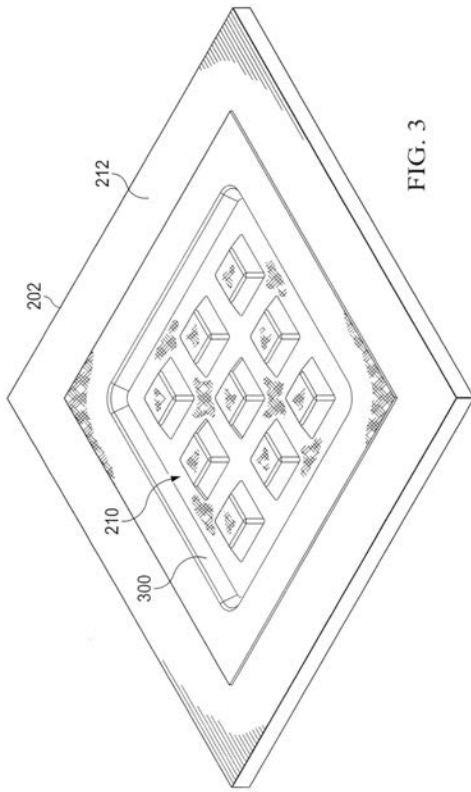


FIG. 3

【 図 4 】

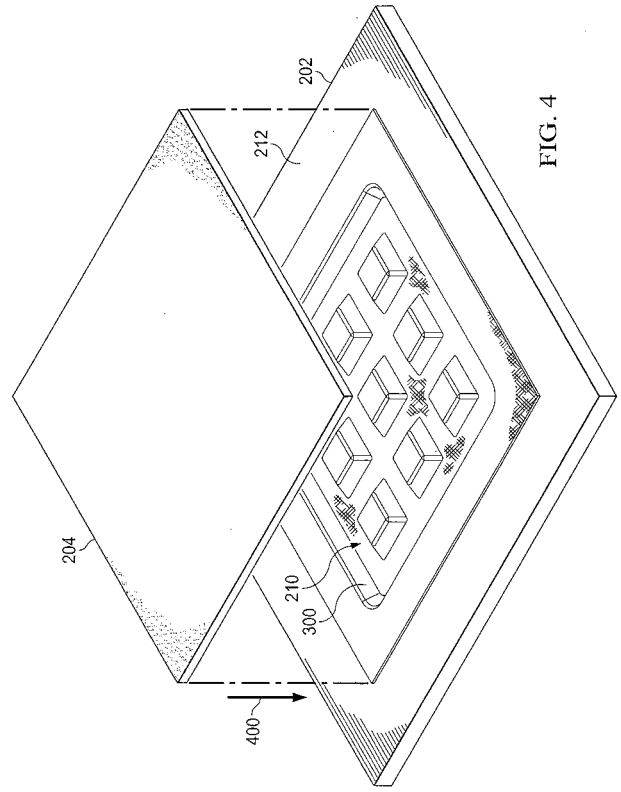


FIG. 4

【 図 5 】

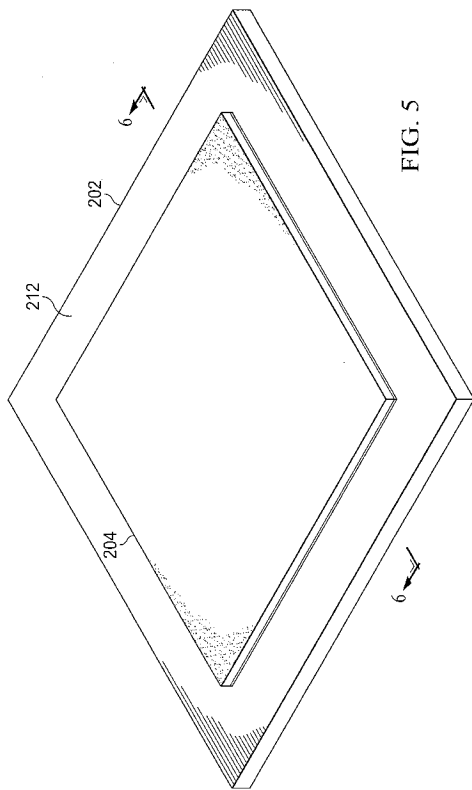


FIG. 5

【 図 6 】

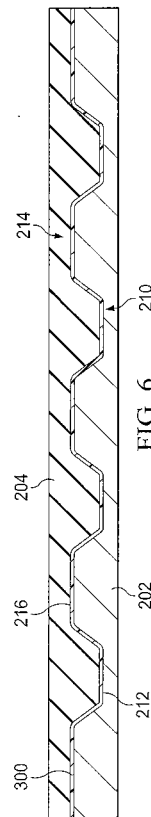


FIG. 6

【 図 7 】

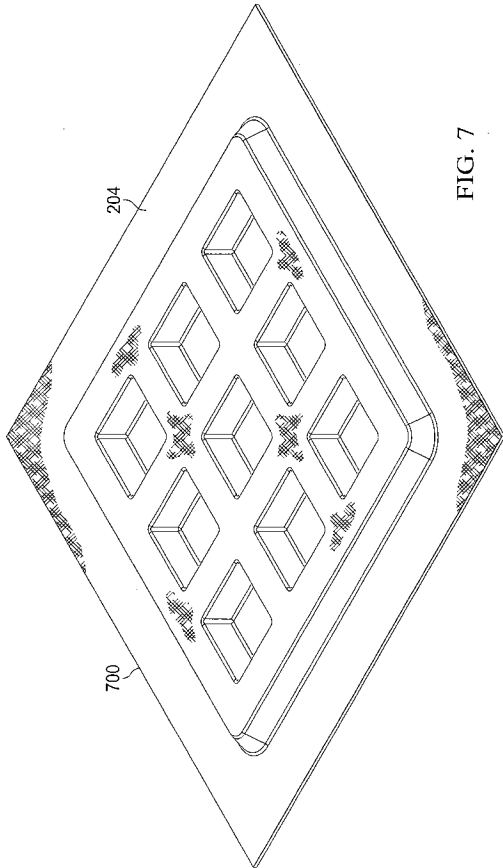


FIG. 7

【 図 8 】

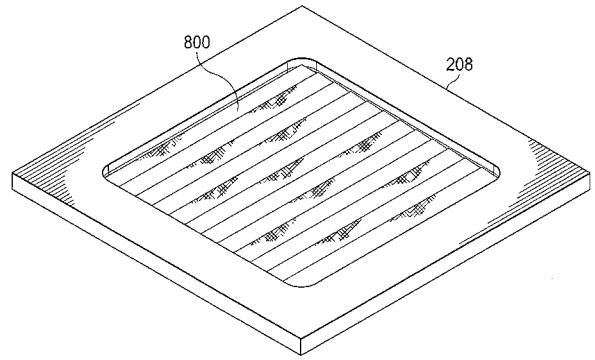


FIG. 8

【 図 9 】

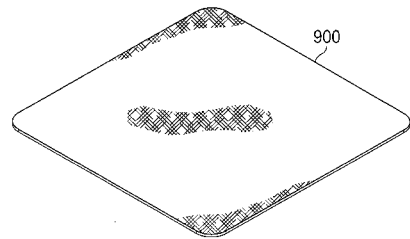


FIG. 9

【 図 10 】

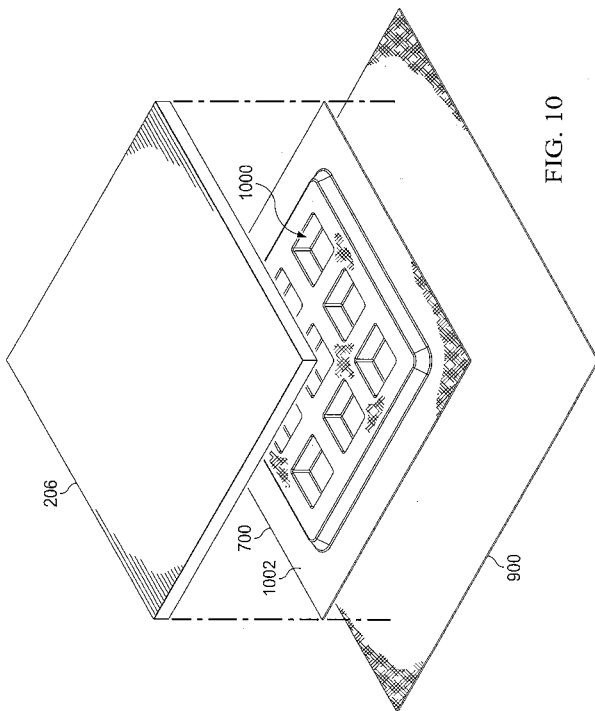


FIG. 10

【 図 11 】

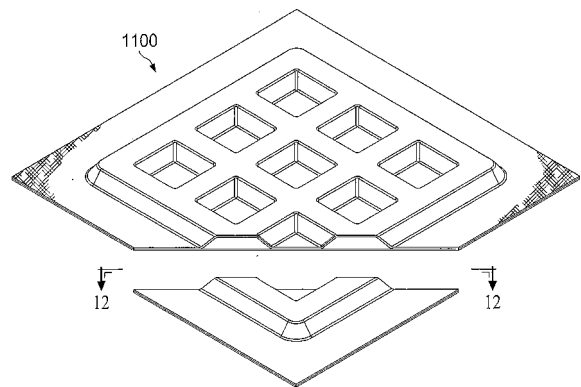


FIG. 11

【 図 12 】

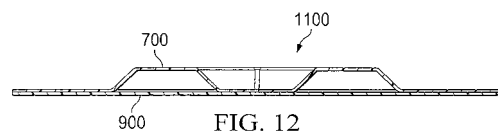


FIG. 12

【 図 1 3 】

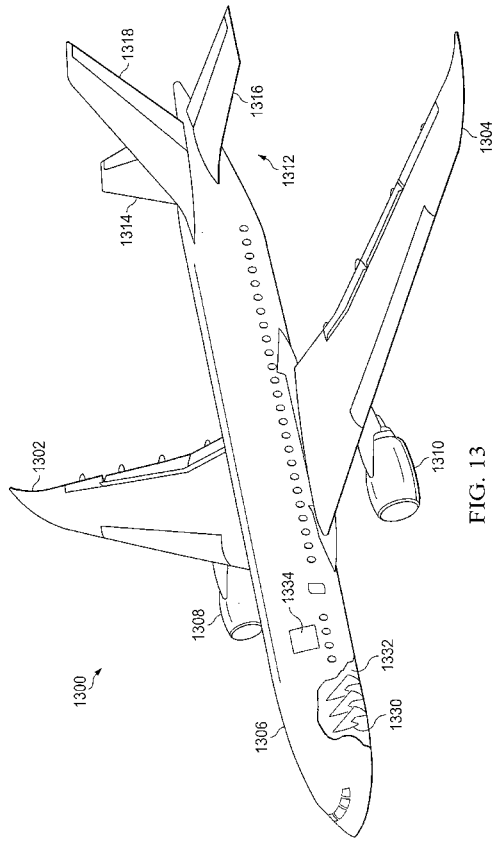


FIG. 13

【 図 1 4 】

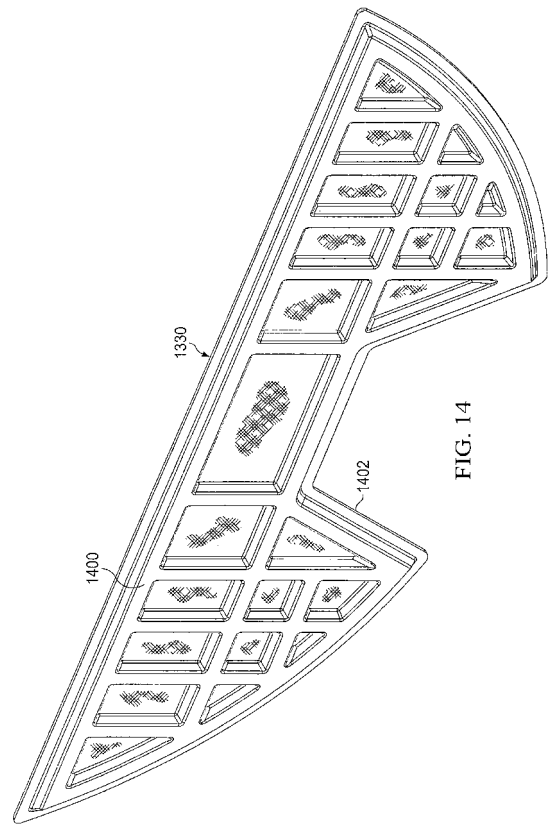


FIG. 14

【 図 1 5 】

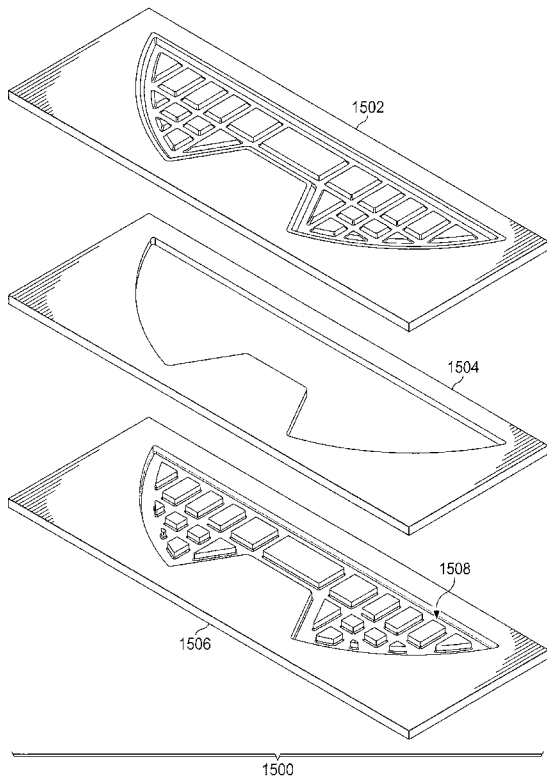


FIG. 15

【 図 1 6 】

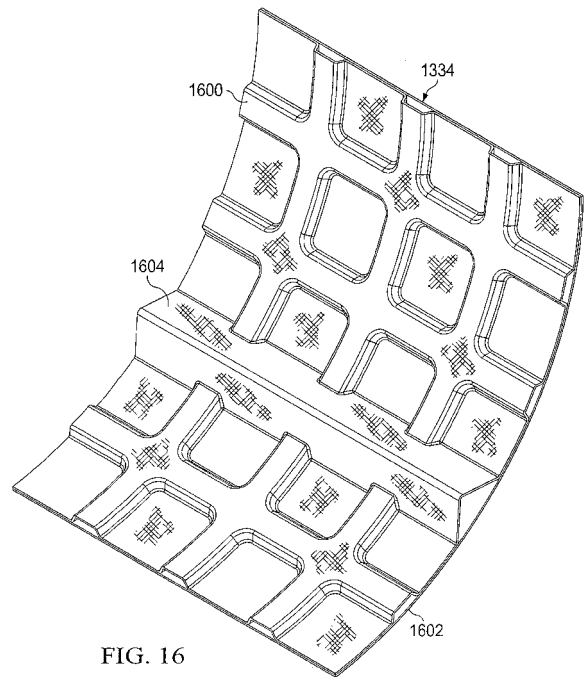


FIG. 16

【 図 1 7 】

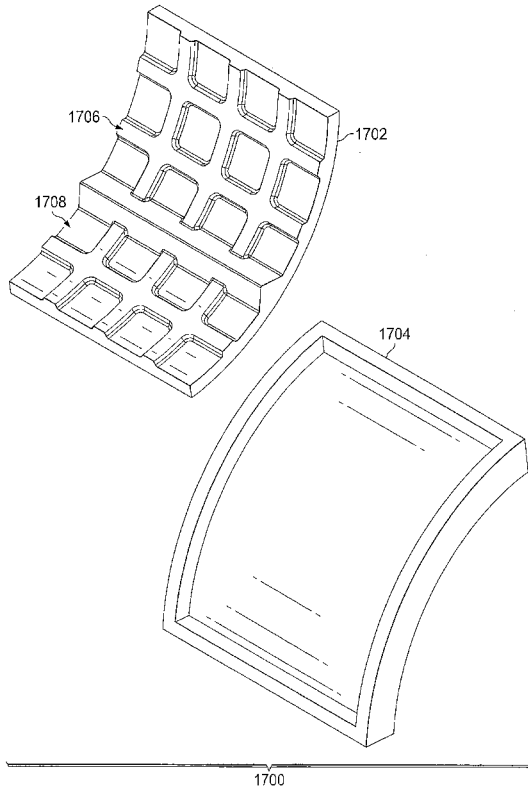


FIG. 17

【 図 1 8 】

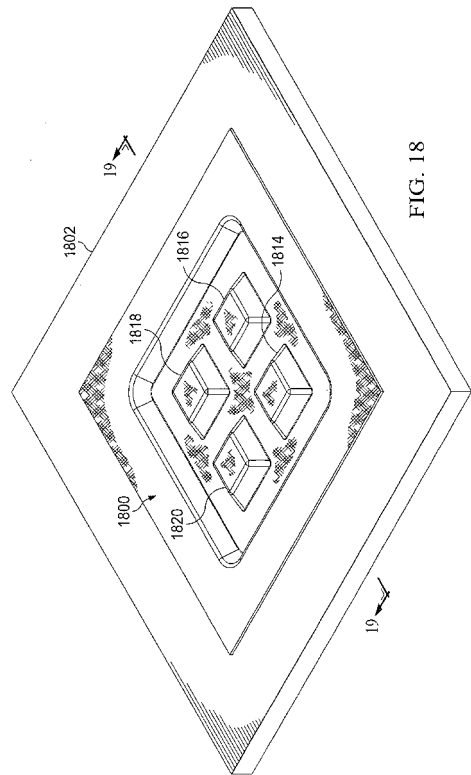


FIG. 18

【 図 1 9 】

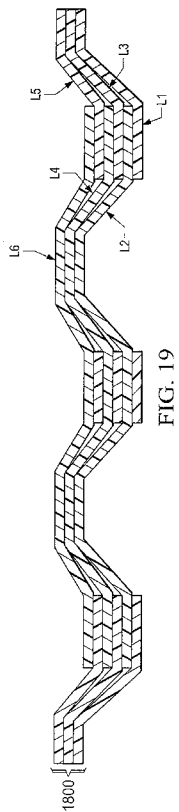


FIG. 19

【 図 2 0 】

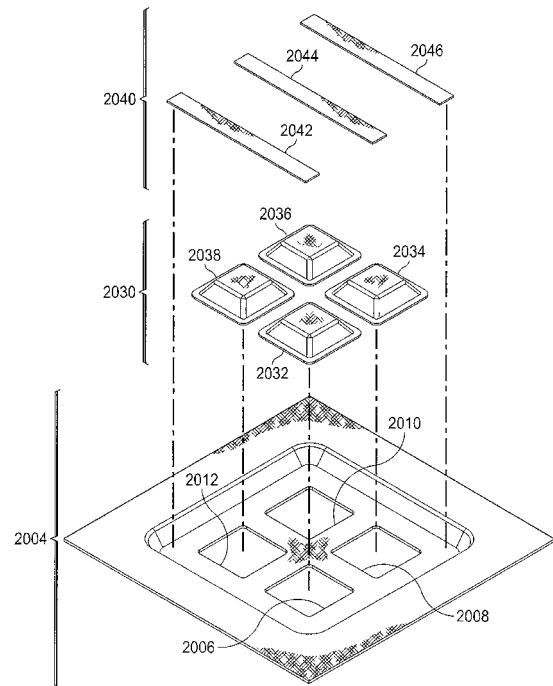


FIG. 20

【図 2 1】

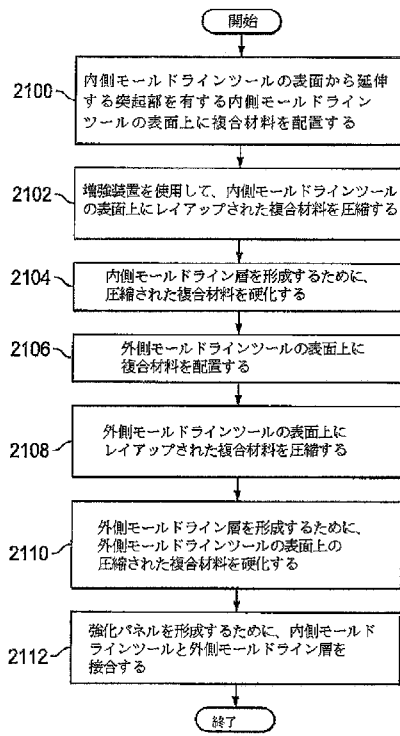


FIG. 21

【図 2 4】

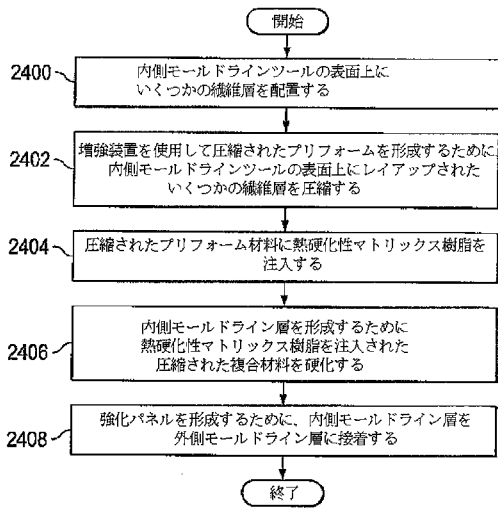


FIG. 24

【図 2 2】

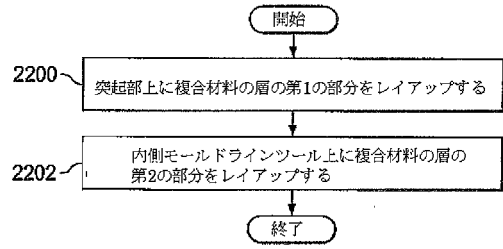


FIG. 22

【図 2 3】

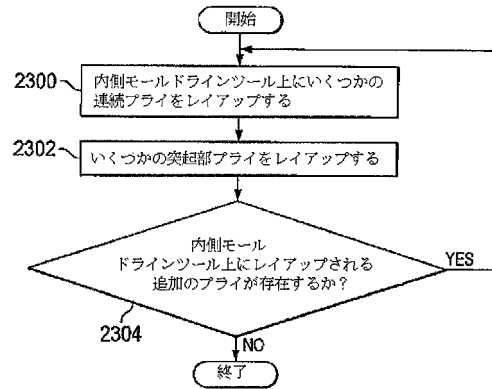


FIG. 23

【図 2 5】

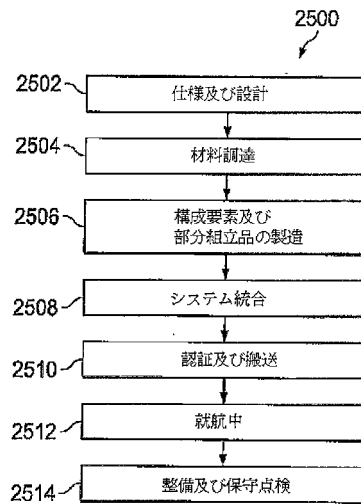


FIG. 25

【 図 2 6 】

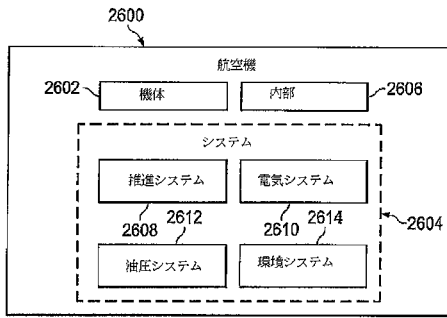


FIG. 26

【 図 2 7 】

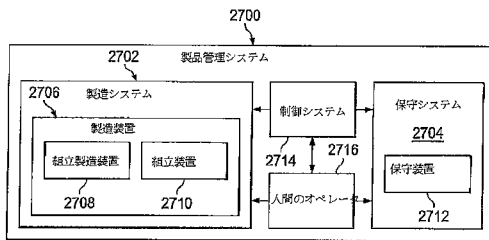


FIG. 27

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
B 2 9 C 70/16	(2006.01)	B 2 9 C 70/16	
B 2 9 C 70/30	(2006.01)	B 2 9 C 70/30	
B 2 9 K 105/08	(2006.01)	B 2 9 K 105:08	
B 2 9 L 9/00	(2006.01)	B 2 9 L 9:00	

(72)発明者 トーマス・カール・ツォツイス

アメリカ合衆国・イリノイ・60606・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・100

(72)発明者 ロスコ・シー・リチャード・ザ・サード

アメリカ合衆国・イリノイ・60606・シカゴ・ノース・リヴァーサイド・プラザ・100

Fターム(参考) 4F204 AC03 AD16 AG03 AH31 FA01 FB01 FB11 FG02 FG09 FN11
 FN15
 4F205 AC03 AD16 AG03 AH31 HA08 HA14 HA23 HA37 HA45 HB01
 HB11 HK03 HK04
 4F213 AD08 AD16 AD20 AG18 AH31 WA04 WA15 WA16 WA56 WA97
 WK01

【外国語明細書】

2019051702000001.pdf