

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6262842号
(P6262842)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C 43/12	(2006.01)	B 2 9 C	43/12
B29C 43/18	(2006.01)	B 2 9 C	43/18
B29C 70/44	(2006.01)	B 2 9 C	70/44

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-504294 (P2016-504294)
(86) (22) 出願日	平成26年2月25日 (2014.2.25)
(65) 公表番号	特表2016-514634 (P2016-514634A)
(43) 公表日	平成28年5月23日 (2016.5.23)
(86) 國際出願番号	PCT/US2014/018346
(87) 國際公開番号	W02014/149428
(87) 國際公開日	平成26年9月25日 (2014.9.25)
審査請求日	平成28年9月2日 (2016.9.2)
(31) 優先権主張番号	13/847,046
(32) 優先日	平成25年3月19日 (2013.3.19)
(33) 優先権主張国	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	100086380 弁理士 吉田 梓
(74) 代理人	100103078 弁理士 田中 達也
(74) 代理人	100130650 弁理士 鈴木 泰光
(74) 代理人	100135389 弁理士 白井 尚

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】成形中の複合積層体における層のしわを低減するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複合積層体のホットドレープ成形中の層のしわを低減する方法であって、
可撓性の成形膜に配置された未硬化の複合積層素材上に引張り材料を載置することと、成形ツールにおいて前記積層素材をホットドレープ成形することと、前記積層素材が前記成形ツールで成形されている間、前記引張り材料および前記成形膜を用いて前記積層素材を圧縮することと、を含む方法であって、
前記積層素材上に前記引張り材料を載置することは、複数のガラス繊維シートを前記積層素材上に載置することを含み、前記複数のガラス繊維シートは、前記積層素材の実質的に全領域をまとめて覆い、前記シートの各々は、前記積層素材の外縁を越えて延びていること。

10

【請求項 2】

テーブル上で前記積層素材を位置決めすることを更に含み、前記引張り材料を前記積層素材上に載置することは、前記テーブルに前記引張り材料の外縁を重ねることと、前記テーブルに前記引張り材料の前記外縁を押し付けることと、を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記引張り材料の前記外縁の押し付けは、前記引張り材料の前記外縁に重量体を置くことにより実行される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

20

前記ホットドレープ成形は、
 前記積層素材に前記成形膜を封着することと、
 前記成形膜と前記ツールとの間で真空を引くことと、
 前記成形膜を用いて、前記ツールの表面において前記積層素材を成形することと、を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記引張り材料を用いて前記積層素材を圧縮することは、前記成形膜が前記ツールの表面で前記素材を成形する際に、前記成形膜に対して前記素材を押圧することを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記積層素材が、前記成形ツールでホットドレープ成形されている間、前記シートの各々の外縁を固定することを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

複合積層部品をホットドレープ成形により形成する装置であって、
 前記部品のアールを形成するための少なくとも1つのコーナー部を含み、複合積層素材を成形するツールと、

前記ツールにおいて前記積層素材を成形するように適合された成形膜と、
 前記成形膜との間に前記積層素材が配置された引張り材料とを含み、当該引張り材料は、前記成形中に、前記コーナー部において、前記積層素材に圧縮力を加えることにより、前記アールにおける前記積層素材のしわを低減する、装置であって、

前記引張り材料は、前記積層素材の実質的に全領域をまとめて覆う複数のガラス繊維シートを含み、前記シートの各々は、前記積層素材の外縁を越えて延びている、装置。

【請求項8】

前記各シートは、前記積層素材と対面接触して配置されるとともに、前記積層素材の外縁を越えて延びる外縁部を有しており、

前記各シートは、前記ツールにおける前記積層素材の成形中に、前記各シートを破れさせる引張り強度を有する、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記各シートの前記外縁部に沿って前記各シートを固定するために、前記外縁部に沿って配置されるとともに、前記外縁部に荷重を加える重量体を更に含む、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記各シートは、前記積層素材に対して表面粘着性を有する、請求項7に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

ホットドレープ成形は、補強材(stiffener)などの複合積層部品における、フランジなどの特異部を形成するために用いることができる。ホットドレープ成形は、フレーム内の積層素材(laminate charge)を、固定(clamp)して広げるとともに、成形するのに十分な柔らかさになるまで加熱することにより行われる。その後、差圧(pressure differential)を素材に加えることにより、成形雄ツールにおいて当該素材を成形する。このプロセスの1つのやり方として知られるトップダウン成形(top down forming)では、圧縮された積層素材を加熱し、マンドレル状の雄ツール上で下向きに成形する。このプロセスの他のやり方として、逆成形(inverted forming)と呼ばれるプロセスにおいては、積層素材を成形テーブルに載置し、雄ツールを逆向きにして積層素材の上方に配置する。積層素材を成形温度まで加熱した後、積層素材の下方の真空空洞体(bladder)により、雄ツールに対して上向きに素材を成形する。

【0002】

上述したいずれの種類のホットドレープ成形を用いるにしても、部品において、比較的鋭いアールコーナーを有する特異部を形成する場合に、問題に直面しうる。例えば、フランジ

10

20

30

40

50

ンジとウェブとの間に内側アールコーナーを有する複合アングル補強材 (composite angle stiffener) を形成する際、雄ツールに最も近い層の材料は、まとまつたり、寄り集まつたりして、ひだやしわを形成する傾向があり、これらは、補強材の機械的性能に影響を及ぼす可能性がある。いくつかのケースでは、完成した補強材を再加工して、折り目／しわを低減するが、他のケースでは、補強材を廃棄しなければならないこともある。どちらのケースであっても、層材料のひだ／しわにより、労力及び／又は材料コストが増す。

【0003】

従って、アール状の特異部を有する複合積層部品をホットドレープ成形により形成する際に、層材料のひだ／しわを実質的に低減又は排除する方法及び装置が求められている。また、コスト効率が良く、容易に実施可能であり、材料コスト及び／又は人件費を低減し 10 うる、上述したタイプの方法及び装置が求められている。

【発明の概要】

【0004】

開示される実施形態では、内側コーナーなどの、アール部 (radius features) に沿った層のしわを低減又は排除しうる、複合積層体をホットドレープ成形する方法及び装置が提供される。層のしわは、複合積層素材が成形される成形ツールに最も近い層を圧縮された状態に保つことにより、低減される。層に対する圧縮力の保持は、素材上に引張り材料を載置するとともに、アール部が形成される際に、引張り材料に対する張力を保持することにより、行われる。引張り材料は、アール部の領域における層に対して圧縮力を加えることにより、これらの層がまとまつたり、寄り集まつたりすることを防止する。層のしわを低減又は排除することにより、複合積層部品を再加工する必要性を低減することができ、この結果、人件費を削減することができる。また、部品の廃棄を低減することもできるため、材料コストを削減することができる。上記方法及び装置は、追加のツールなしに、単純な低コストの材料を用いて容易に実現することができる。

【0005】

開示する一実施形態によると、複合積層体のホットドレープ成形中の層のしわを低減する方法が提供される。上記方法は、未硬化の複合積層素材上に引張り材料を載置することと、成形ツールにおいて前記積層素材をホットドレープ成形することと、前記積層素材が前記成形ツールにおいて成形されている時に、前記引張り材料を用いて前記積層素材を圧縮することと、を含む。上記方法は、テーブル上で前記積層素材を位置決めすることを更に含んでもよく、前記引張り材料を前記積層素材上に載置することは、前記テーブルに前記引張り材料の外縁を重ねることと、前記テーブルに前記引張り材料の前記外縁を押し付けることと、を含んでもよい。前記引張り材料の前記外縁の押し付けは、前記引張り材料の前記外縁に重量体を置くことにより実行される。ホットドレープ成形は、前記積層素材に可撓性の成形膜を封着することと、前記成形膜と前記ツールとの間で真空を引くことと、前記成形膜を用いて、前記ツールの表面において前記積層素材を成形することと、を含んでもよい。前記引張り材料を用いて前記積層素材を圧縮することは、前記成形膜が前記ツールの表面で前記素材を成形する際に、前記成形膜に対して前記素材を押圧することを含んでもよい。前記積層素材上に前記引張り材料を載置することは、複数のガラス繊維シートを前記積層素材上に載置することを含んでもよく、前記ガラス繊維シートは、前記積層素材の実質的に全領域をまとめて覆い、前記シートの各々は、前記積層素材の外縁を越えて延びている。上記方法は、前記積層素材が、前記ツールにおいてホットドレープ成形されている間、前記シートの各々の前記外縁を固定することを更に含んでもよい。

【0006】

他の実施形態によると、複合積層部品の内側コーナーに沿った層のしわを低減しつつ、前記複合積層部品をホットドレープ成形により形成する方法が提供され、当該方法は、未硬化の複合積層素材上に、少なくとも一枚の引張り材料を載置することと、前記引張り材料の縁を固定することと、を含む。上記方法は、成形ツールの外側コーナーにおいて、前記積層素材と前記引張り材料との組み合わせをホットドレープ成形することと、前記積層素材が、前記成形ツールの前記外側コーナーにおいてホットドレープ成形されている間、

10

20

30

40

50

前記引張り材料を用いて、前記積層素材の前記内側コーナーにおいて、前記積層素材に対する圧縮力を維持することと、を更に含む。前記積層素材上に前記少なくとも一枚の引張り材料を載置することは、前記一枚の引張り材料を、前記積層素材に重なって対面接触するように載置することを含む。前記ホットドレープ成形は、前記積層素材に対する圧縮力が前記引張り材料によって維持されている間、前記成形ツールの前記外側コーナーの周辺において、可撓性膜を用いて前記積層素材に力を加えることにより行われる。前記引張り材料の前記縁を動かないように固定することは、前記引張り材料の前記縁に重量体を置くことにより実行される。上記方法は、前記積層素材をテーブル上に載置及び位置決めすることを更に含み、前記積層素材上に前記少なくとも一枚の引張り材料を載置することは、前記少なくとも一枚の引張り材料を、前記テーブルにおいて、前記積層素材と重なり対面接觸するように載置することを含んでもよい。

10

【0007】

更に他の実施形態によると、少なくとも1つのフランジを有する複合積層部品を形成するためのホットドレープ成形中の層のしわを防止する方法が提供される。当該方法は、支持面に未硬化の複合積層素材を載置することと、前記積層素材を越えて引張り材料の外縁を延出させることを含めて、前記引張り材料の層により前記積層素材を覆うことと、を含む。上記方法は、前記支持面に対して、前記引張り材料の前記外縁に荷重を加えることと、アール状ツールコーナーにおいて前記積層素材の一部分を成形することにより、前記少なくとも1つのフランジを形成することを含めて、ツールにおいて前記積層素材を成形することと、前記引張り材料の層を用いて、前記アール状ツールコーナーに沿って前記積層素材に圧縮力を加えることと、を更に含む。当該方法は、前記引張り材料の前記外縁に対する荷重を解放することと、前記積層素材が成形された後に、前記引張り材料の層を取り除くことを更に含む。上記方法は、前記積層素材の成形中に、前記アール状ツールコーナーにおいて積層素材の前記部分を成形した後、前記積層素材に対する前記圧縮力を取り除くことを更に含んでもよい。前記外縁に対する荷重は、前記外縁に沿って実質的に均等に分布する前記外縁の位置に重量体を載置することにより加えられる。上記方法は、前記ツールにおける前記積層素材の前記部分の成形中に、前記引張り材料を破れさせることを更に含んでもよい。

20

【0008】

更に他の実施形態によると、複合積層部品をホットドレープ成形により形成する装置が提供される。当該装置は、前記部品のアールを形成するための少なくとも1つのコーナー部を含み、複合積層素材を成形するツールと、前記ツールにおいて前記積層素材を成形するように適合された成形膜と、前記成形膜と前記積層素材との間の引張り材料とを含み、当該引張り材料は、前記成形中に、前記コーナー部において、前記積層素材に圧縮力を加えることにより、前記アールにおける前記積層素材のしわを低減する。前記引張り材料は、少なくとも1つのシートを含んでもよく、当該シートは、前記積層素材と対面接觸して配置されるとともに、前記積層素材の外縁を越えて延びる外縁部を有する。前記引張り材料は、前記ツールにおける前記積層素材の成形中に、前記引張り材料を破れさせる引張り強度を有する。上記装置は、前記シートの前記外縁部に沿って前記シートを固定するために、前記外縁部に沿って配置されるとともに、前記外縁部に荷重を加える重量体を更に含んでもよい。前記引張り材料は、前記積層素材に対して表面粘着性を有するシートを含んでもよい。

30

【0009】

上述する特徴、機能及び利点は、本発明の様々な実施形態において個々に実現可能であり、また、他の実施形態との組み合わせも可能である。詳細については、以下の説明と図面を参照することによって明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

例示的な実施形態に特有のものと考えられる新規な特徴は、添付の特許請求の範囲に記載されている。しかしながら、例示的な実施形態、並びに、好ましい使用形態、更にその

40

50

目的および利点は、以下に示す添付の図面と共に本開示の例示的な実施形態の詳細な説明を参照することにより最もよく理解されるであろう。

【0011】

【図1】複合積層素材の斜視図である。

【図2】図1に示す積層素材のホットドレープ成形により製造されるU字溝補強材の斜視図である。

【図2A】図2の図2Aで示される領域の図である。

【図3】図2に示すU字溝補強材を2つ組み合わせて作製されるIビームの斜視図である。

【図4】ホットドレープ成形マシンの正面図である。

10

【図5】図4に示すマシンの成形テーブルにおける成形部分の断面図である。

【図6】図5と類似しているが、下側成形膜と重ね合わせて成形テーブルに載置された複合積層素材を示す図である。

【図6A】複合積層素材が載置された成形テーブルの平面図である。

【図6B】図6Aと類似しているが、積層素材と重ね合わせて成形テーブルに載置された複数の引張り材料のシートを示す平面図である。

【図6C】図6Bと類似しているが、引張り材料シートの残りが成形テーブルに載置されるとともに、引張り材料の外周に沿って引張り重量体が部分的に置かれていることを示す平面図である。

【図6D】図6Cと類似しているが、引張り材料の外周に沿って引張り重量の残りが置かれていることを示す平面図である。

20

【図7】図6Dの線7-7に沿って切り取った断面図である。

【図8】設置された成形テーブル、雄成形ツール、及び、上側膜を示す断面図である。

【図9】図8と類似しているが、成形途中の溝型補強材のフランジを示す図である。

【図10】図9において図10で示される領域の図である。

【図11】図9と類似しているが、成形が完了したフランジと、部分的に破れた引張り材料を示す図である。

【図12】複合積層素材をホットドレープ成形する方法を示すフロー図である。

【図13】航空機の製造及び保守方法を示すフロー図である。

【図14】航空機を示すプロック図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

まず図1及び2を参照すると、複数の層からなる、複合積層素材 (composite laminate charge) 28は、ホットドレープ成形 (HDF) プロセスを用いて、U字溝補強材 (U-shaped channel stiffener) 20などの積層部品に成形することができる。積層素材28は、限定するものではないが、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) を含みうる。複合積層補強材20は、様々な用途を有する。例えば、図3に示すように、2つの補強材20を背中合わせに接合して、I型ビームを形成することができる。当該I型ビームは、例えば、限定するものではないが、翼桁30として、航空機産業で用いることができる。補強材20は、ウェブ22と、当該ウェブ22から、内側コーナーアール部 (inside corner radius) 25に沿って外側に遷移する一対のフランジ24、26とを含む。上述したU字溝補強材20は、HDFプロセス中に、層のしわやひだの原因となりうる内側コーナーアール部25などの特異部を有する様々な複合積層構造体のほんの一例にすぎない。

40

【0013】

次に図4を参照すると、図2～3に示す補強材20は、HDFマシン32において成形することができる。HDFマシン32は、概して、成形部 (former) 34と、周縁下部フレーム38を有する成形テーブル36と、複合積層素材28 (図1) が成形温度まで加熱された後に当該複合積層素材を成形するマンドレル状の雄型成形ツール40とを含む。図5に示すように、成形テーブル36は、積層素材28を成形温度まで加熱するための一体型加熱エレメント46を有する支持台42を含む。図示しないが、支持台42において積

50

層素材 2 8 の位置を決定するための位置決め装置 (indexing device) を設けてもよい。

【 0 0 1 4 】

図 5、6、及び 6 A を参照すると、限定するものではないが、例えば、シリコーンなどのフレキシブルな伸縮性材料を含む成形膜 4 8 は、下部フレーム 3 8 内において、支持台 4 2 上に張設されている。HDF プロセスを実行する際、実質的にフラットな複合積層素材 2 8 は、成形テーブル 3 6 において、複合成形膜 4 8 に重なり対面接触するように設けられる。支持台 4 2 は、その上方に設けられる積層素材 2 8 を支持する面を有する。上述したように、位置決め装置を用いて、支持台 4 2 における所望の位置に積層素材 2 8 を配置してもよい。次に、図 6 B に示すように、引張り材料 (tensioning material) 5 2 を積層素材 2 8 上に配置する。引張り材料 5 2 は、積層素材 2 8 の外縁 5 5 を越えて外方に広がり、成形膜 4 8 と重なる。10

【 0 0 1 5 】

用途や、積層素材 2 8 のサイズ / 形状に応じて、引張り材料 5 2 は、複数の独立した引張りシート 5 2 a を含むことができる。この図示例では、当該引張りシートは、略矩形状であり、積層素材 2 8 の幅を跨ぐように横方向に延びている。シート 5 2 a の隣り合うエッジは、互いに接触したり重なり合ったりしてもよい。引張り材料 5 2 は、所定の引張り強度を有する伸縮性材料を含んでおり、この強度を超えると、引張り材料 5 2 は、破れたり裂けたりする。また、引張り材料 5 2 は、粘着性を有して、下位の成形膜 4 8 に付着することができる。一実施形態では、引張り材料 5 2 は、例えば、限定するものではないが、エポキシ樹脂が含浸されたガラス纖維織布などの樹脂含浸布を含みうる。20

【 0 0 1 6 】

次に図 6 C を参照すると、引張り材料 5 2 が積層素材 2 8 上に設けられており、成形プロセス中、この引張り材料 5 2 の外周 6 5 は固定される。一実施形態では、引張り材料 5 2 の固定は、複数の独立した重量体 5 4 を引張り材料 5 2 上に設置することにより行う。これらの重量体により、成形膜 4 8 及び支持台 4 2 に対して引張り材料 5 2 の外周 6 5 が押し付けられる。重量体 5 4 は、例えば、限定するものではないが、鉛玉 (lead shot) などの比較的重い材料が詰まったショットバッグを含みうる。上述した以外の技術を用いて、引張り材料 5 2 の外周 6 5 を固定してもよい。図 6 D に示すように、用途に応じて、個々の重量体 5 4 を用いることにより、引張り材料 5 2 の外周 6 5 全体に荷重が加えられる。図 7 から最もよく分かるように、重量体 5 4 の荷重により、引張り材料 5 2 に張力が働き、当該引張り材料が積層素材 2 8 に当接して下方に引っ張られる。30

【 0 0 1 7 】

次に図 8 ~ 1 1 に注目すると、これらの図は、図 4 に示す HDF マシン 3 2 を用いて、積層素材 2 8 を U 字溝補強材 2 0 (図 2) にホットドレープ成形するプロセスを順番に示している。図 8 に示すように、成形ツール 4 0 を成形テーブル 3 6 へと移動させ、積層素材 2 8 上に設置して、ツール 4 0 の底面 5 3 と、積層素材 2 8 との間に引張り材料 5 2 を挟む。成形ツール 4 0 は、反対方向に向く側面 4 0 b と、横方向に延びる一対のフランジ 4 0 a とを更に含む。成形ツール 4 0 が積層素材 2 8 上に設置された状態で、上部フレーム 4 4 を下げて、下部フレーム 3 8 に封着する。上部フレーム 4 4 に張架及び封着された膜 5 0 は、成形膜 4 8 と共に、実質的に気密なキャビティ 5 6 を形成する。図には示していないが、ホットドレープ成形マシン 3 2 (図 4) は、キャビティ 5 6 を排気するシステムを含む。40

【 0 0 1 8 】

HDF プロセスの準備として、積層素材 2 8 を所望の成形温度まで加熱するために、加熱エレメント 4 6 を作動させる。次に、キャビティ 5 6 内を真空引きする。特に図 9 を参照すると、キャビティ 5 6 内の真空により、膜 5 0 は、下方へ引っ張られて成形ツール 4 0 に当接する一方、成形膜 4 8 は、上方に引っ張られて外側フランジ 4 0 a に当接する。成形膜 4 8 は、更に、積層素材 2 8 のフランジ 2 4 、 2 6 の成形を開始し、当該フランジをツール 4 0 のコーナー 4 0 c を支点として折り曲げることにより、コーナーアール部 2 5 を形成する。成形膜 4 8 は、上方及び外側に伸長及び移動して、下部フレーム 3 8 に沿50

った形状となり、引張り材料 5 2 及び重量体 5 4 は、どちらも上方に移動する。このような引張り材料 5 2 の上方への移動により、引張り材料 5 2 がツールのフランジ 4 0 a に押圧される。

【 0 0 1 9 】

特に図 9 及び 1 0 を参照すると、成形膜 4 8 は、上方に伸長及び移動してフランジ 2 4 、 2 6 を折り曲げる際、材料 5 2 を引張り、ある程度、当該材料 5 2 に張力 6 0 をかける。引張り材料 5 2 に対して張力 6 0 をかけると、フランジ 2 4 、 2 6 に圧縮荷重 6 2 がかかり、当該フランジが成形膜 4 8 に押圧される。フランジ 2 4 、 2 6 に圧縮荷重 6 2 をかけて、当該フランジを成形膜 4 8 に押し付けることにより、フランジ 2 4 、 2 6 の層（特に、ツールに近い層）を実質的にフラットに維持することができる。この結果、フランジ 2 4 、 2 6 の成形過程において、これらの層がしわやひだになったり、面から外れたりする可能性を低減又は排除することができる。10

【 0 0 2 0 】

次に図 1 1 を参照すると、引張り材料 5 2 は、フランジ 2 4 、 2 6 に圧縮荷重 6 2 をかけ続けることにより、各コーナーアール部 2 5 が実質的に完全に形成されるまで、層にしわが生じることを防止する。キャビティ 5 6 内の真空度が増加し、成形膜 4 8 が、成形ツール 4 0 の側面 4 0 b (図 9) へ向かってフランジ 2 4 、 2 6 を形成し続けると、引張り材料 5 2 に対して加えられる成形膜 4 8 の力も増大する。やがて、張力 6 0 が引張り材料の引張り強度を超えると、ツールのフランジ 4 0 a の領域において、引張り材料 5 2 に破れや裂け 6 6 が生じる。このような引張り材料 5 2 の破れ又は裂け 6 6 により、引張り材料 5 2 の張力 6 0 が解放される。この結果、成形膜 4 8 がツール 4 0 へ向かって内側に成形し続けようとする動きに対する抵抗がなくなり、成形ツール 4 0 の側面 4 0 b に対するフランジ 2 4 、 2 6 の成形を続行することができる。20

【 0 0 2 1 】

次に図 1 2 に注目すると、同図は、アール領域における層のしわを低減又は排除しつつ、複合積層部品をホットドレープ成形により形成する方法の一実施形態を更に詳しく示している。まず、開始のステップ 7 0 において、適切な多層複合積層素材を、例えば、H D F マシン 3 2 などの適切な成形装置に設置及び位置決めする。7 2 において、引張り材料 5 2 を所望の長さを有する個々のシート 5 2 a に切り分ける。切り分けられる引張りシート 5 2 a の数は、積層素材 2 8 と、当該積層素材 2 8 の各側部における成形膜 4 8 とを完全に覆うために十分な数である。ステップ 7 4 において、各シート 5 2 a を、積層素材 2 8 を中心として、当該素材 2 8 の外縁から、成形フレームに向かって延出させて配置する。7 6 において、引張り材料 5 2 のシート 5 2 a を追加して配置することにより、これらのシート 5 2 a が所望通り重なって積層素材 2 8 を完全に覆うようにする。7 8 において、ショットバッグ (shot bags) などの引張り重量体 (tensioning weights) 5 4 を、フレーム 3 8 の近傍においてそれらの端部同士が対向するように配置することにより、引張り材料 5 2 のシート 5 2 a を、その全長に沿って固定する。30

【 0 0 2 2 】

ステップ 8 0 において、積層体の加熱及び成形サイクルを開始して、まず、積層素材の加熱を行う。8 2 において、キャビティ 5 6 内の所望レベルの真空を引き、H D F マシン 3 2 を排気するとともに、引張り重量体 5 4 を取り外す。ステップ 8 4 において、成形サイクルを開始して、所望の時間継続する。8 6 において、H D F マシン 3 2 を通気して、キャビティ 5 6 内の真空を解除するとともに、成形ツール 4 0 を取り外す。その後、8 8 において、引張り材料 5 2 のシート 5 2 a を取り外す。最後に、ステップ 9 0 において、形成された積層部品にしわが寄っていないか検査する。40

【 0 0 2 3 】

本開示における実施形態は、様々な用途に使用される可能性を有し、特に、航空宇宙、船舶、自動車、及びその他の用途を含む輸送業であって、ホットドレープ成形又はこれに類似したプロセスにより複合積層部品を製造する分野に用途を見出すことができる。従つて、ここで図 1 3 及び 1 4 を参照すると、本開示の実施形態は、図 1 3 に示す航空機の製50

造及び保守方法 9 4、並びに、図 1 4 に示す航空機 9 6 に関連して用いることができる。開示する実施形態の航空機用の用途としては、限定するものではないが、いくつか例をあげると、翼桁、ストリンガー、床ビーム、及び、類似の補強材などがある。生産開始前の工程として、例示的な方法 9 4 は、航空機 9 6 の仕様及び設計 9 8 と、材料調達 1 0 0 を含む。生産中の工程として、部品及び小組立品の製造 1 0 2、並びに、航空機 9 6 のシステムインテグレーション 1 0 4 が行われる。その後、航空機 9 6 は、認可及び納品 1 0 6 の工程を経て、就航 1 0 8 に入る。顧客による運航中は、航空機 9 6 は、定例の整備及び保守 1 1 0 のスケジュールに組み込まれ、これは調整、変更、改修なども含む場合もある。

【 0 0 2 4 】

10

方法 9 4 の各工程は、システムインテグレーター、第三者、及び／又は、オペレーター（例えば、顧客）によって実行又は実施することができる。説明のために言及すると、システムインテグレーターは、航空機メーカー及び主要システム下請業者をいくつ含んでいてもよいが、これに限定されない。第三者は、売主、下請業者、供給業者をいくつ含んでいてもよいが、これに限定されない。オペレータは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス組織等であってもよい。

【 0 0 2 5 】

図 1 4 に示すように、例示的方法 9 4 によって製造される航空機 9 6 は、複数のシステム 1 1 4 及び内装 1 1 6 を具備した機体 1 1 2 を含んでもよい。高水準システム 1 1 4 の例として、推進系 1 1 8、電気系 1 2 0、油圧系 1 2 2、及び環境系 1 2 4 のうちの 1 つ又は複数が挙げられる。また、その他のシステムをいくつ含んでもよい。航空宇宙産業に用いた場合を例として説明したが、本開示の原理は、例えば船舶及び自動車産業等の他の産業に適用してもよい。

20

【 0 0 2 6 】

本明細書において具現化されているシステム及び方法は、製造及び保守方法 9 4 における 1 つ又は複数のどの段階において採用してもよい。例えば、製造工程 1 0 2 に対応する部品又は小組立品は、航空機 9 6 が運航中に製造される部品又は小部品と同様に組み立て又は製造することができる。また、1 つ又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はそれらの組み合わせを、例えば、実質的に航空機 9 6 の組み立て速度を速めたりコストを削減したりすることによって、製造工程 1 0 2 及び 1 0 4 で用いてもよい。同様に、1 つ又は複数の装置の実施形態、1 つ又は複数の方法の実施形態、又はそれらの組み合わせを、航空機 9 6 の運航中に、例えば、限定するものではないが、整備及び保守 1 1 0 に用いてもよい。

30

【 0 0 2 7 】

本明細書において、「少なくとも 1 つの」という語句がアイテムのリストについて用いられるときは、リストアップされたアイテムの 1 つまたは複数の様々な組み合わせを使用してもよいということであり、リストのアイテムの 1 つだけを必要とする場合もあることを意味する。例えば、「アイテム A、アイテム B、アイテム C の少なくとも 1 つ」は、限定するものではないが、アイテム A、アイテム A とアイテム B、又は、アイテム B を含む場合がある。また、この例では、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、を含む場合もある。アイテムは、ある特定の対象、物、又はカテゴリーであってもよい。換言すると、「少なくとも 1 つの」は、あらゆる組み合わせのあらゆる数のアイテムをリストから使用してもよいが、リスト上の全てのアイテムを必要とするわけではないということを意味する。

40

【 0 0 2 8 】

様々な例示的な実施形態の説明は、例示および説明のために提示したものであり、全てを網羅することや、開示した形態での実施に限定することを意図するものではない。多くの改变または変形が当業者には明らかであろう。また、例示的な実施形態は、他の例示的な実施形態とは異なる効果をもたらす場合がある。選択した実施形態は、実施形態の原理及び実際の用途を最も的確に説明するために、且つ、当業者が、想定した特定の用途に適

50

した種々の改変を加えた様々な実施形態のための開示を理解できるようにするために、選択且つ記載したものである。

【図 1】

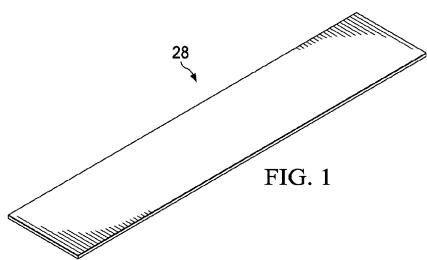


FIG. 1

【図 3】

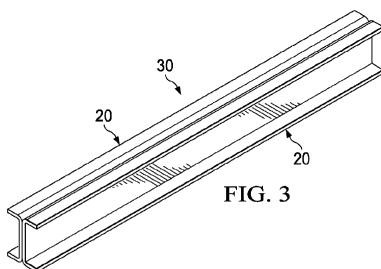


FIG. 3

【図 2】

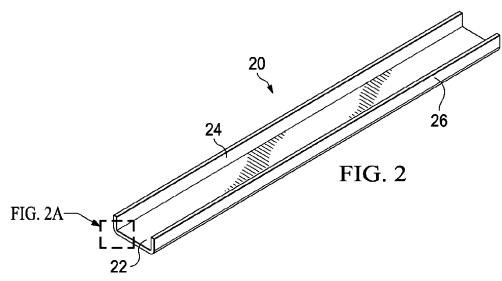


FIG. 2

【図 2A】

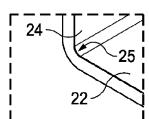


FIG. 2A

【図 4】

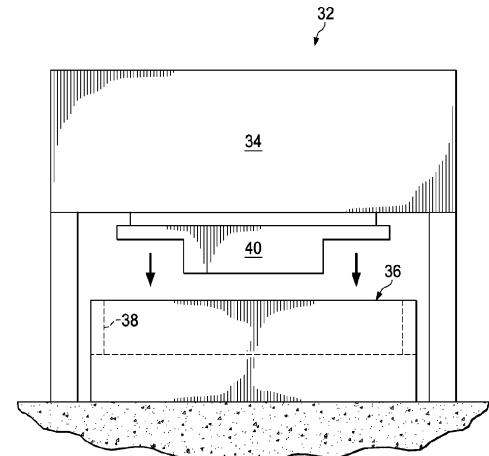


FIG. 4

【図5】

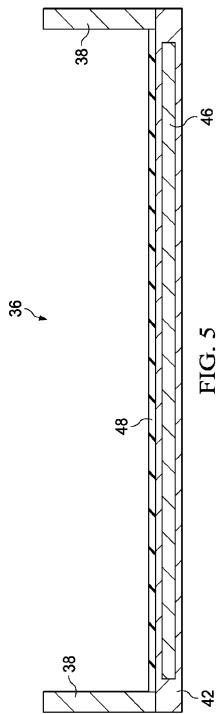


FIG. 5

【図6】

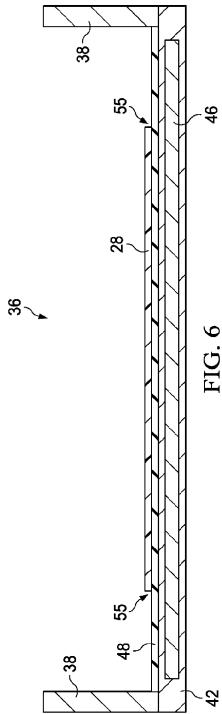


FIG. 6

【図6A】

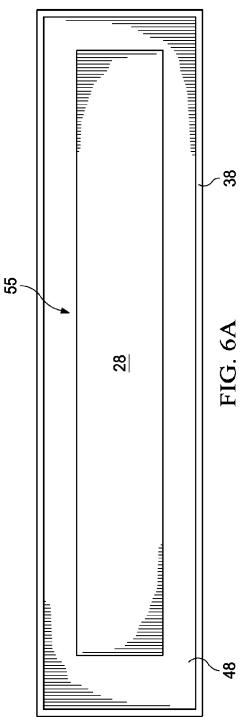


FIG. 6A

【図6B】

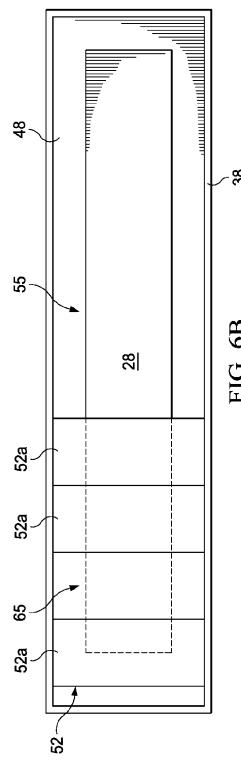
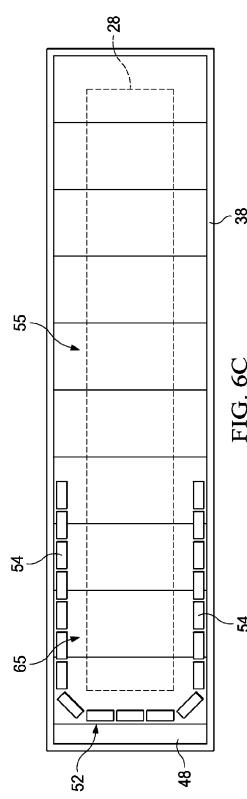
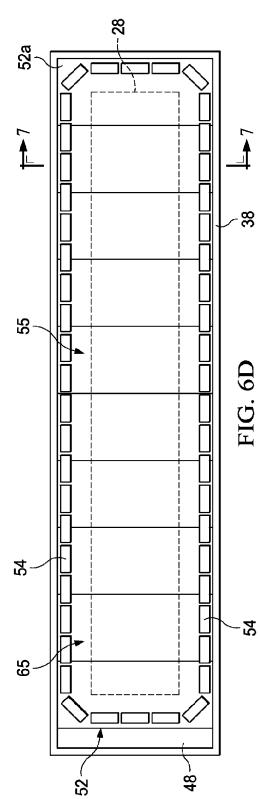


FIG. 6B

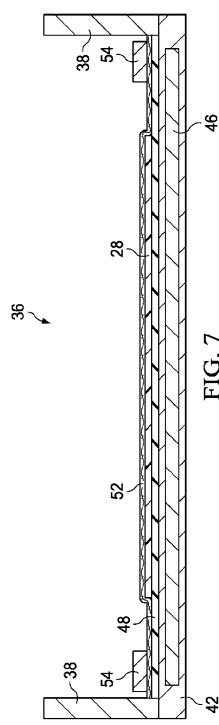
【図 6 C】



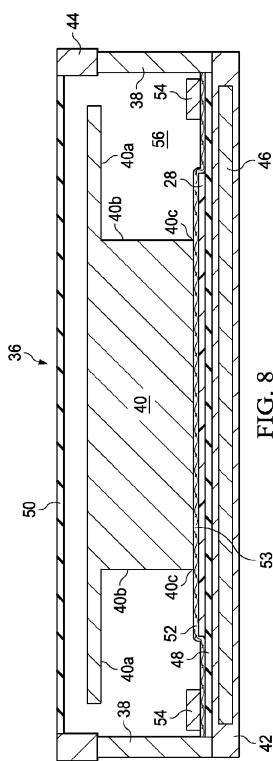
【図 6 D】



【図 7】



【図 8】



【図9】

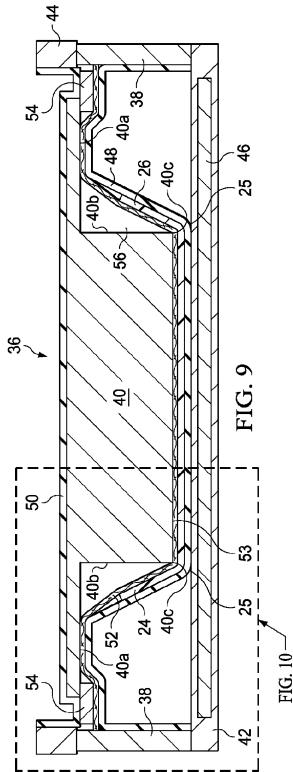


FIG. 9

【図10】

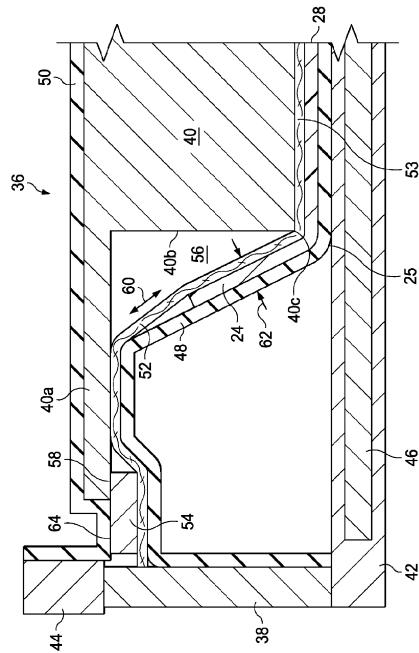


FIG. 10

【図11】

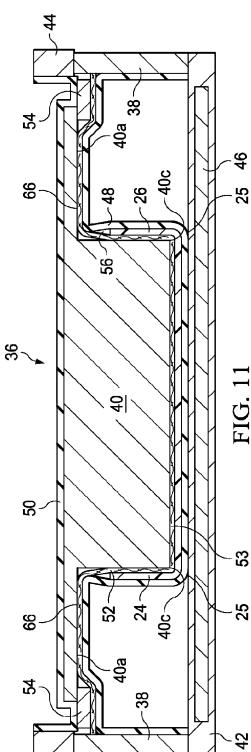


FIG. 11

【図12】

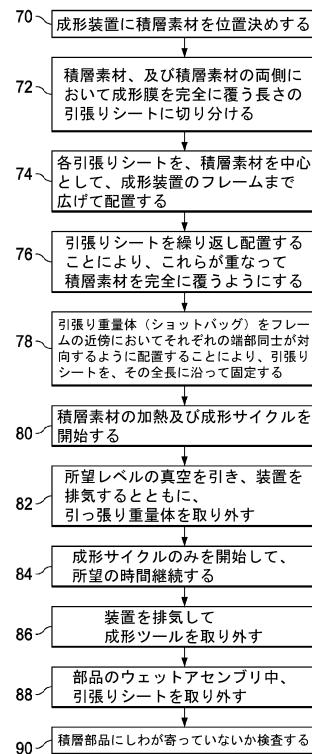
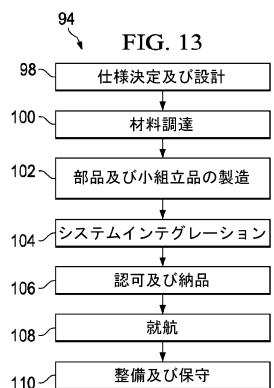
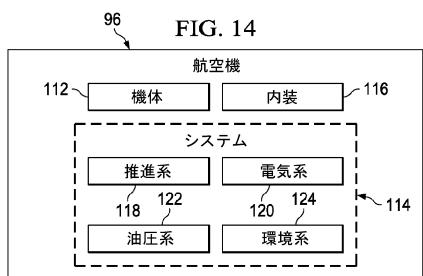


FIG. 12

【図13】



【図14】



フロントページの続き

(74)代理人 100161274

弁理士 土居 史明

(74)代理人 100168044

弁理士 小淵 景太

(74)代理人 100168099

弁理士 鈴木 伸太郎

(72)発明者 クライン、ウィリアム ティー・

アメリカ合衆国、ワシントン州 98108、タックウイラ、メール コード 4E-97、イースト マージナル ウェイ サウス 9725

(72)発明者 ハリス、クリストファー ジー・

アメリカ合衆国、ワシントン州 98124-2207、シアトル、メール コード 4E-97、ポスト オフィス ボックス 3707

審査官 一宮 里枝

(56)参考文献 特表2010-540294(JP,A)

特表平10-507697(JP,A)

国際公開第2012/099512(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 70/00-70/88

B29C 51/00-51/46

B29C 43/00-43/58