

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5721739号  
(P5721739)

(45) 発行日 平成27年5月20日 (2015. 5. 20)

(24) 登録日 平成27年4月3日 (2015. 4. 3)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 9 C 73/32 (2006.01)</b>	B 2 9 C 73/32
<b>B 2 9 C 73/12 (2006.01)</b>	B 2 9 C 73/12
<b>B 2 9 C 73/06 (2006.01)</b>	B 2 9 C 73/06

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-543129 (P2012-543129)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成22年11月12日 (2010. 11. 12)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2013-513499 (P2013-513499A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成25年4月22日 (2013. 4. 22)		アメリカ合衆国、60606-2016
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/056453		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02011/081724	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成23年7月7日 (2011. 7. 7)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成25年8月26日 (2013. 8. 26)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	12/637, 580		弁理士 小林 義敦
(32) 優先日	平成21年12月14日 (2009. 12. 14)	(72) 発明者	ワトソン, ミーガン, エヌ.
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 ワシントン 98032 ケント, 104, 42番 アヴェ ニュー サウス 22212

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高温複合ツール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構造 (10) の再加工エリア (22) にパッチ (30) を移すツール (50) であって、

上面 (54) および下面 (56) および少なくとも一つの吸引孔 (58) を有する当て板 (52) と、

真空下でパッチ (30) を当て板 (52) に当接させて引き込む吸引孔 (58) に流動的に連結された真空ポート (64) と、

真空ポート (64) を吸引孔 (58) に流動的に接続する少なくとも一つの通路 (62) と、

再加工エリア (22) に合わせてパッチ (30) を位置調整するために、当て板 (52) に配置された位置合わせテンプレート (76) とを含み、

前記位置合わせテンプレート (76) は、構造上に形成されたマーキングに対応して位置合わせできる線分を含む、一時的なまたは常在するマーキングを含む、ツール。

【請求項 2】

パッチ (30) を加熱するために当て板 (52) に連結された加熱ブランケット (80)

をさらに含む、請求項 1 に記載のツール。

【請求項 3】

当て板（５２）がさらにハンドル（７０）を含む請求項１に記載のツール。

【請求項４】

当て板（５２）が、構造（１０）の輪郭を補完する形状である請求項１に記載のツール。

【請求項５】

パッチ（３０）が、構造の外側モールド線に装着するためのダブラーとして構成されている請求項１に記載のツール。

【請求項６】

構造の再加工エリア（２２）に取り付けるためにパッチ（３０）を処理するシステムであって、

請求項１ないし５のいずれか１項に記載のツール（５０）と、

パッチ（３０）を固めるために当て板（５２）に装着可能な真空圧密化アセンブリ（１００）を含むシステム。

【請求項７】

ツール（５０）を構造（１０）に密封するための真空バッグアセンブリをさらに含む、請求項６に記載のシステム。

【請求項８】

真空圧密化アセンブリ（１００）が、

パッチ（３０）を当て板（５２）に密封するための下部バギングフィルム（１１０）と

パッチ（３０）の上に装着可能な真空ボックス（１０６）と、

真空ボックス（１０６）の上に延在可能であり、下部バギングフィルム（１１０）に密封可能な上部バギングフィルム（１０２）

を含む、請求項６に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は概して複合構造に関し、さらに具体的には複合構造の再加工エリアに取り付けるためのパッチのハンドリング及び処理を行うツールに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

多様な業界において使用される複合材料の数は増加の一途をたどっている。例えば、民間航空機は、複合材料の機械特性が好適であるために、一次構造及び二次構造に複合材料を組み込んでいる。上記好適な特性とは、航空機の重量削減、最大積載量及び燃料効率の向上と解釈することができる。さらに、複合材料は、従来の金属構造物でできた航空機と比較して、航空機の耐用年数を延ばすことができる。

【０００３】

複合構造の不整合性を除去するために、時々複合構造の再加工が必要である。上記のような不整合性には、様々な理由のうちのいずれかの理由のために、製品及び/又は性能仕様に一致し得ない局所を含むことができる。例えば、構造のエリアが、例えば非限定的に、複合構造の隙間、くぼみ、層間剥離、多孔性を含むことができる許容範囲外の不整合性を有する場合がある。上記のような複合構造の局所を再加工して、不整合性を低減する又は除去することができる。再加工工程は、構造から材料を取り除き、構造に接着可能な複合パッチで、取り除いた材料を置き換えることを含むことができる。パッチは、複合材料のプライの積み重ねから形成することができ、この複合材料は複合構造を形成するものとは同じ又は異なる種類の材料であってよい。

【０００４】

接着するために再加工エリアのパッチを取り付ける前に、パッチを形成する複合材料のプライ内に閉じ込められる可能性のある過剰な空気及び/又は揮発物を取り除くことが通

10

20

30

40

50

常望ましい。加えて、複合プライを固める又は圧縮することが望ましい場合がある。上記揮発物を取り除くある方法は、真空圧密化アセンブリをパッチの上に当てることのできる圧密化処理の実施によって行われる。圧密化処理は再加工エリアから離れた場所で行うことができる。真空圧密化アセンブリには、パッチを加熱して揮発物の除去を促進し、パッチの圧縮性を改善することを含むことができる。

#### 【 0 0 0 5 】

圧密化の後、次に加熱したパッチを、例えば航空機等の再加工エリアを含む複合構造の再加工エリアへ移すことができる。パッチは所望の向きで再加工エリアに当てることができる。接着剤で適所において硬化することができ、これによりパッチを再加工エリアに一致させて接着することが可能になる。2つ目の選択肢は、接着剤なしで再加工エリアにパッチを一時的に装着し、その後加熱してパッチを部分的に硬化させ、これによりパッチを再加工エリアに一致させることができる。部分的に硬化させたパッチを次に再加工エリアから取り外して、オートクレーブ等において再加工エリアから離れた場所において完全に硬化させ、その後、パッチを再度取りつけて、接着剤でパッチを再加工エリアに取り外さないように接着する。

#### 【 0 0 0 6 】

例えばビスマレイミド ( B M I ) マトリックス材料を有する複合材料等の特定の複合材料に対し、複合材料を処理するのに必要な温度は比較的高い。例えば、 M B I 材料に実施される圧密化処理では華氏 2 5 0 度を超える温度が要求され得る。 B M I 材料の硬化には華氏約 4 4 0 度の温度が要求され得る。さらに、 B M I 材料でできたパッチに圧密化処理を行うのにかかる時間の長さは、 B M I 材料が比較的速い速度で硬化するために、比較的短い可能性がある。その際、高温の B M I 複合材料は比較的短時間で不安定になり得る。

#### 【 0 0 0 7 】

B M I 材料が比較的高温で処理しなければならないことと、比較的処理時間が短いことが組み合わさって、圧密化処理後に B M I パッチを再加工エリアに移すことは難しい課題となる。さらに、パッチの熱質量が比較的小さいために、移動過程においてパッチが比較的速い率で冷却される可能性がある。冷却速度はパッチの縁部においてさらに加速しうる。このような不均一なパッチの冷却により、パッチの熱応力が引き起こされ、望ましくない結果につながり得る。この熱応力は、比較的高温のパッチが比較的低温の再加工エリアに取り付けられた時に上がる可能性がある。

#### 【 0 0 0 8 】

加えて、特定の複合材料を処理するのに必要な高い温度は、パッチを再加工エリアに移す際のパッチのハンドリングにおいて問題となる。例えば、移動工程においてパッチ全体を支持することができないと、例えば縁部等のパッチの支持されていない部分がたるんで、パッチの再加工エリアへの取付けに影響しうる。加えて、パッチの支持されていない部分のたるみは、最終硬化後のパッチの一体性に影響しうる。

#### 【 0 0 0 9 】

このことから良く分かるように、パッチの温度を維持することができる、複合パッチを処理するシステム及び方法が技術的に必要である。さらに、パッチを支持しながら、真空圧密化処理から再加工エリアへのパッチの移動を促進する、パッチを処理するシステム及び方法が技術的に必要である。上記システムは構造がシンプルで費用が安価であることが好ましい。

#### 【 発明の概要 】

#### 【 0 0 1 0 】

構造物の均一な加熱に関する上述した必要は、パッチを構造物の再加工エリアへ移すためのツールを提供する本発明によって特に対処される。ツールは、少なくとも一つの吸引孔と、真空下の当て板に当接してパッチを引き込むために吸引孔に流動的に連結された真空ポートを有する当て板を含む。

#### 【 0 0 1 1 】

さらなる実施形態において、複合構造の再加工エリアにパッチを取り付けるためのツ

10

20

30

40

50

ルが開示されている。このツールは、上面及び下面を有し、上面に形成された複数の吸引孔を含む実質的に剛性の当て板を含むことができる。当て板は、吸引孔と、真空化してパッチを当て板に対して保持するために下面に装着され、通路に流動的に連結されている少なくとも一つの真空ポートを流動的に相互接続する複数の通路を有することができる。ツールは、当て板から外向きに延びた一对の断熱ハンドルと、下面に装着された加熱ブランケットアセンブリを含むことができる。加熱ブランケットアセンブリは加熱ブランケットと、下面の反対側の加熱ブランケットの側に設けられた断熱層と、パッチを再加工エリアと位置合わせするための当て板に配設された位置合わせテンプレートを含むことができる。

#### 【0012】

10

さらに、複合構造の再加工エリアに取付けるためにパッチを処理するシステムが開示されている。このシステムは、パッチを再加工エリアに移すツールを含むことができる。ツールは、上面及び下面を有し、上面に形成された複数の吸引孔を含んでいてよい実質的に剛性の当て板を含むことができる。当て板は、吸引孔と、真空化してパッチを当て板に対して保持するために下面に装着され、通路に流動的に連結されている少なくとも一つの真空ポートを流動的に接続する複数の通路を有することができる。

#### 【0013】

パッチを加熱するために、加熱ブランケットを当て板に装着することができる。ツールは、パッチを再加工エリアと位置合わせするために当て板に配設された位置合わせテンプレートを含むことができる。システムは、パッチを固めるための真空圧密化アセンブリを含むことができる。真空圧密化アセンブリは、パッチを当て板に密封するための下部バギングフィルム、パッチの上に装着可能な真空ボックス、及び真空ボックスを下部バギングフィルムに密封するための真空ボックスの上に延在可能な上部バギングフィルムを含むことができる。

20

#### 【0014】

また、パッチを処理するシステムも開示されている。システムは、再加工エリアにパッチを移すツールを備えることができ、上面と下面を有し、真空下でパッチを上面に当接させて引き込む、上面に形成された吸引孔を含む当て板を含むことができる。システムは、パッチを固める当て板に装着可能な真空圧密化アセンブリと、ツールを構造に密封させる真空バッグアセンブリを含むことができる。

30

#### 【0015】

本発明はまた、パッチを処理する方法も含む。この方法は、パッチを、少なくとも一つの吸引孔を有する当て板の表面に装着し、吸引孔を通して真空化してパッチを当て板に接触させたまま維持することを含むことができる。

#### 【0016】

さらなる実施形態において、パッチを処理する方法が開示されており、この方法は、複数の吸引孔を有する当て板の上面にパッチを装着し、当て板に適用された真空圧密化アセンブリを使用してパッチを固めることを含む。本方法はさらに、吸引孔を通して真空化を行って、パッチを当て板に接触させたまま維持し、当て板を使用してパッチを再加工エリアへ移すことを含む。パッチは耐熱であってよく、パッチを加熱することができる。本方法はさらに、位置合わせテンプレートを使用して再加工エリアに対してパッチを方向づけし、再加工エリアにパッチを取り付けることを含むことができる。吸引孔から真空化を行って、当て板とパッチの上にバギングフィルムを配置することができ、これによりバギングフィルムは再加工エリアに密封される。バギングフィルムに真空を印加することができる。パッチを少なくとも部分的に硬化させるためにパッチを加熱することができる。本方法は、再加工エリアからパッチを取り外し、パッチを加圧下で加熱してパッチを完全に硬化させ、パッチの上に適用されたツールで再加工エリアにパッチを再取付することを含むことができる。

40

#### 【0017】

説明してきた特徴、機能及び利点は、本発明の様々な実施形態において個別に達成する

50

ことができる、または下記の説明及び図面を参照することによってさらに詳細を理解することができる更に別の実施形態と組み合わせることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明のこれらの特徴及び他の特徴は、図面を参照することによりさらに明らかとなる。図面全体において同じ番号は同じパーツを指している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】図 1 は、加熱ブランケットが連結されたツールの底面斜視図である。

【図 2】図 2 は、ツールの当て板に形成された複数の吸引孔を示すツールの上面斜視図である。

【図 3】図 3 は、ツールの反対側に装着された一对のハンドルを示すツールの底面図である。

【図 4】図 4 は、当て板に形成された複数の吸引チャネルを示すツールの上面図である。

【図 5】図 5 は、図 4 のライン 5 - 5 に沿って切り取ったツールの断面図であり、真空ポートを吸引孔に流動的に接続する複数の通路を有するツールの一実施形態を示す。

【図 6】図 6 は、当て板に装着されたパッチを示す、図 4 のライン 6 - 6 に沿って切り取ったツールの側面図である。

【図 7】図 7 は、真空圧密化アセンブリが連結されており、真空圧密化アセンブリがパッチの上に延在するツールの側面図である。

【図 8】図 8 は、ツールに連結された真空圧密化アセンブリの上面図である。

【図 9】図 9 は、ツールに装着された真空圧密化アセンブリとパッチを示す拡大側面図である。

【図 10】図 10 は、パッチを取り付けることができる再加工エリアを有する構造の斜視図である。

【図 11】図 11 は、再加工エリアに適用されたツールとパッチを示す、図 10 の構造の上面図である。

【図 12】図 12 は、吸引孔に適用された真空化手段によってパッチがツールに保持されている、ツールの側面図である。

【図 13】図 13 は、複合構造の再加工エリア内に装着されたパッチの断面図であり、ツールが真空バッグアセンブリによって複合構造に対して密封されているところを示す。

【図 14】図 14 は、吸引孔に適用された吸引手段によって当て板に当接して維持されているダブルを有するツールの側面図である。

【図 15】図 15 は、パッチを適用することができる成形複合構造の斜視図である。

【図 16】図 16 は、成形パッチを支持する当て板に対して維持されているパッチの側面図である。

【図 17】図 17 は、ツールを使用して複合構造を再加工する手順を示すフロー図である。

【図 18】図 18 は、ツールを含むシステムを示すブロック図である。

【図 19】図 19 は、航空機の製造及び保守方法のフロー図である。

【図 20】図 20 は、航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

本発明の好ましい及び様々な実施形態を説明するためのみであって、本発明を限定するものではない図面をここで参照する。図 1 及び 2 に示すのは、複合構造 10 (図 10) の再加工エリア 22 (図 10) に取り付けることができるパッチ 30 (図 6) の処理及びハンドリングに使用できるツール 50 の斜視図である。例えば、ツール 50 は、再加工エリア 22 (図 10) から離れたところで実施可能な圧密化処理から、再加工エリア 22 (図 10) にパッチ 30 (図 6) を移すための手段を提供することができる。有利には、ツール 50 は当て板 52 の上面 54 に対してパッチ 30 (図 6) を引き込むための一以上の吸引孔 58 (図 2) を含むことができる。このように、吸引孔 58 (図 2) は、技術者がパ

10

20

30

40

50

ッチ 30 (図 6) と接触するリスクなしに、加熱したパッチ 30 (図 6) を移す時などに、パッチ 30 (図 6) をツール 50 の適所に保持する手段を提供する。

【0021】

図 1 ~ 2 に示すように、ツール 50 は、加熱したパッチ 30 (図 6) を運ぶ時に、パッチ 30 (図 6) からの熱の損失を最小化するために、加熱ブランケット 80 と、任意的な断熱層 84 を含むことができる加熱ブランケットアセンブリ 78 を含むことができる。加えて、ツール 50 はパッチ 30 (図 6) のエリアを支持して、パッチ 30 (図 6) がツールの縁部等に沿ってたるまないようにする手段を提供することができる。さらに、ツール 50 は、後にさらに詳しく説明するように、パッチ 30 を再加工エリア 22 (図 10) に取り付けるときに、パッチ 30 (図 6) にほぼ均一の圧力を印加する手段を提供することができる。

10

【0022】

図 1 及び 2 からわかるように、ツール 50 は当て板 52 を含むことができ、当て板 52 の下面 56 に装着された加熱ブランケットアセンブリ 78 を任意的に含むことができる。図 2 からわかるように、当て板 52 は互いに、及び / 又はツール 50 の下面 56 から外向きに延在できる一以上の真空ポート 64 に流動的に連結可能な複数の吸引孔 58 を含むことができる。ツール 50 はまた、真空ポート 64 によって印加された圧力を監視する一以上の真空ゲージ 68 を含むこともできる。ツール 50 は、当て板 52 の下面 56 の角に取り付けられた真空ポート 64 と真空ゲージ 68 を有するように図示されているが、真空ポート 64 は吸引孔 58 において真空化を行うためにツール 50 のいかなる場所に装着されていてもよい。ツール 50 はさらに、グリップ 72 を含むことができ、フランジ 74、又はハンドル 70 を当て板 52 に接続するためのその他の好適な手段によって当て板 52 に取り付けることができる少なくとも一つのハンドル 70 を含むことができる。後にさらに詳しく説明するように、パッチ 30 (図 6) 及び / 又はツール 50 を再加工エリア 22 (図 10 ~ 11) に位置合わせするために、位置合わせテンプレート 76 を、当て板 52 の上面 54 及び / 又は下面 56 に任意に装着することができる。

20

【0023】

当て板 52 の角に位置する真空ポート 64 (図 3) を示す図 3 及び 4 を参照する。図 4 から分かるように、当て板 52 は吸引孔 58 の間及び / または真空ポート 64 (図 3) の間に延在して、真空ポート 64 (図 3) を吸引孔 58 へ流動的に連結させることができる複数の通路 62 を含むことができる。通路 62 はまた、一以上の吸引孔 58 を流動的に相互接続させるように配置することもできる。図 3 及び 4 にはまた、グリップ 72 を含むことができ、フランジ 74 によって当て板 52 に連結することができるハンドル 70 も示す。図 3 において示す加熱ブランケット 80 と任意的な断熱層 84 を含む加熱ブランケットアセンブリ 78 は当て板 52 に連結されている。一実施形態では、加熱ブランケットアセンブリ 78 はおおむね当て板の下面 56 の中心に置くことができる。おおむね直角の形状を有する加熱ブランケットアセンブリ 78 を示したが、加熱ブランケットアセンブリ 78 は、いかなる大きさ、形状、または構成で形成されていてもよい。位置合わせテンプレート 76 は、図 3 ~ 4 に示すように、当て板 52 の上面 54 及び / 又は下面 56 に随意に連結させることができる。

30

40

【0024】

当て板 52 内に形成された通路 62 を有する一実施形態のツール 50 の断面図であり、通路 62 を介した吸引孔 58 の真空ポート 64 への流動連結を示す図 5 及び 6 を参照する。当て板 52 の下面 56 に装着された真空ポート 64 を示す。吸引孔 58 は、図 6 に示すように、パッチ 30 (図 6) を当て板 52 の上面 54 と接触させたまま維持する手段を提供することができる。このため、パッチ 30 (図 6) はいかなる方向性においても位置づけことができ、これには当て板 52 からつるすことも含まれており、これはパッチ 30 (図 6) を再加工エリア 22 (図 10) に取り付けのために必要となり得ることである。後にさらに詳しく説明するように、真空ポート 64 を通して真空化 66 することにより印加された吸引力がかかることによって、吸引孔 58 によりパッチ 30 (図 6) を当て板

50

５２に接触させたまま維持することが可能である。図５～６はまた、加熱ブランケット８０と、任意的な断熱層８４を含むことができる加熱ブランケットアセンブリ７８を示す。上述したように、加熱ブランケットアセンブリ７８を当て板５２に連結させることができる。加熱ブランケットアセンブリ７８は吸引孔５８及び／又はパッチ３０（図６）に対していかなる大きさのものを準備してもよいが、吸引孔５８及び／又はパッチ３０（図６）の位置を超えて延在するようにサイズ調整する及び構成することができる。

#### 【００２５】

図６に示すように、パッチ３０を形成するパッチプライ３６は、炭素繊維強化樹脂（ＣＦＲＰ）等のいかなる材料、又は例えば非限定的に、炭素繊維強化樹脂等の、その他全ての好適な樹脂マトリックス（すなわち、予め含浸させた）複合材料を含むことができる。さらに、パッチプライ３６は、任意の好適な樹脂注入工程を使用して、樹脂を注入することができる乾燥複合材料を含むことができる。ツール５０は、高温処理要件を有する複合材料をハンドリングする手段となるため有利である。例えば、ツール５０は、華氏約３７５～４４０度の範囲の処理温度を有しうるビスマレイミド（ＢＭＩ）材料等の高温材料を安全にハンドリングする手段を提供する。しかしながら、上述したように、ツール５０はいかなる種類の複合材料も処理するように実行することができ、本明細書に開示された特定例に限定されない。

#### 【００２６】

図１～６を参照すると、パッチ３０を支持する当て板５２のハンドリングを、当て板５２のいかなる位置からも外向きに延在可能である一以上のハンドル７０によってやりやすくすることができる。たとえば、図１～６に示すように、ハンドル７０は当て板５２の反対側から外向きに延在してよい。ハンドル７０は、当て板５２からハンドル７０への熱伝導を最小化するように形成することが好ましい。これに関し、ハンドル７０は絶縁材料でできていてよいグリップ７２部分を含むことができる。ハンドル７０は任意の好適な手段によって当て板５２に装着することができる。

#### 【００２７】

たとえば、図５～６から良く分かるように、各ハンドル７０は、加熱された当て板５２からの熱の伝導を最低限に抑えるように構成されたフランジ７４の手段によって当て板５２に装着することができる。ハンドル７０は、図３に示す機械的ファスナーによって、及び／又は接着、またはその他好適な手段によって当て板５２に接続することができる。さらに、当て板５２からハンドル７０への熱の伝導を最小限に抑えるように、ハンドル７０を当て板５２と一体的に形成することができると考えられる。ハンドル７０は任意に、ハンドル７０をつかんでいる技術者の極端な温度への暴露を減らすように、上述したような断熱グリップ７２を含むことができる。

#### 【００２８】

さらに図１～６を参照すると、当て板５２は非限定的に、チタン、アルミニウム、銅、セラミック、複合材料、または任意に組み合わせた材料、又はその他全ての好適な金属または非金属材料を含むすべての好適な材料でできていてよい。例えば、当て板５２は複合材料でできていてよい。当て板５２は、パッチ３０（図６）の処理において安定した表面を提供するために実質的に剛性の材料でできていることが好ましい。例えば、当て板５２は、当て板５２上のパッチ３０（図６）の圧密化を促進するように実質的な堅さを提供するように形成されることが好ましい。さらに、パッチ３０が再加工エリアに取り付けられた時に、当て板５２によってパッチ３０（図６）に比較的均一な圧力分布を与えることができるように、当て板５２が十分に堅いことが好ましい。これに関して、パッチ３０の硬化中、及び／又はパッチ３０を再加工エリア２２（図１０）に接着する時等の真空バギング処理によって、当て板５２を修理パッチ３０（図６）に当接させたまま保持することができる。これに関し、当て板５２はパッチ３０（図６）のサイズよりも大きいサイズで提供されることが好ましい。理想的には、再加工エリア２２（図１０）に取り付けられる際、パッチ３０（図６）に圧力を印加するためのなめらかな表面を得るために、パッチ３０（図６）が突起部のない比較的なめらかな表面を有することが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

これに関し、また図 1 0 及び 1 1 を簡単に参照すると、パッチ 3 0 ( 図 1 1 ) は、再加工される複合構造 1 0 の形状を補完する平面形状、または輪郭成形された形状等のいかなる形状での提供も可能である。例えば、図 1 0 に湾曲形状を有する外板部材 1 6 を含む複合構造 1 0 に形成された再加工エリア 2 2 を示す。ツール 5 0 は、当て板 5 2 が複合構造 1 0 の再加工エリア 2 2 の形状とほぼ一致するように、サイズ調整及び構成されることが好ましい。このため、後にさらに詳しく説明するように、最終的な硬化中に、またはパッチ 3 0 ( 図 1 1 ) を再加工エリア 2 2 ( 図 1 0 ) に接着している間に、パッチ 3 0 全体にほぼ均一な圧力を印加することができる。

## 【 0 0 3 0 】

これに関してさらに、また図 1 5 ~ 1 6 を簡単に参照すると、当て板 5 2 が複雑な形状をした、または輪郭成形された構造 1 0 と一致するように形成されるように、ツール 5 0 を構成することができる。例えば、図 1 5 及び 1 6 は、外板部材 1 6 に装着されたストリンガー 2 0 を示し、ここでストリンガー 2 0 は、パッチ 3 0 ( 図 1 6 ) を受け入れるために材料が除去されていてよい再加工エリア 2 2 を含む。図 1 6 は、当て板 5 2 がストリンガー 2 0 の輪郭または形状とほぼ一致するように、当て板 5 2 がストリンガー 2 0 を補完するように形成されたツール 5 0 を示す。これに関し、当て板 5 2 は、再加工される複合構造 1 0 と同様の形状を有する構造に適用できる、成形可能な材料でできていてよい。輪郭成形された当て板 5 2 をツール 5 0 にアセンブルすることができ、真空ポート 6 4、吸引孔 5 8、及び後にさらに詳しく説明するように、吸引孔 5 8 を通して真空 6 6 を印加する際に、パッチ 3 0 を当て板 5 2 と接触させたまま維持できるように、真空ポート 6 4 を吸引孔 5 8 へ流動的に接続する通路 6 2 を含むことができる。

## 【 0 0 3 1 】

ツール 5 0 は有利には、圧密化位置から等の異なる位置から、ピークル上に位置していてよい複合構造 1 0 の再加工エリア 2 2 へのパッチ 3 0 の取り付けへパッチ 3 0 を移す際に、当て板 5 2 がパッチ 3 0 を支持するように構成されることが好ましい。これに関して、比較的堅い当て板 5 2 により、パッチ 3 0 の移動を促進することができると同時に、パッチ 3 0 内の機械的応力を最小限に抑えることができる。加えて、当て板 5 2 は、再加工エリア 2 2 ( 図 1 0 及び 1 6 ) での取り付け前に、パッチ 3 0 がゆがむ及び / 又は曲がることを防止することができる。しかしながら、柔軟性の度合いが制御された実施形態において、当て板 5 2 を提供することもまた可能であると考えられる。例えば、当て板 5 2 は、アルミニウム及び / 又は銅板等の比較的薄い金属板から製造して、ある程度の柔軟性を付与し、これにより当て板 5 2 がわずかに湾曲した、または輪郭成形された表面にほぼ共形的に嵌合しやすくすることができる。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 ~ 6 を参照すると、ツール 5 0 はさらに、パッチを支持することができる上面 5 4 とは反対のツール 5 0 の下面 5 6 に任意に装着することができる加熱ブランケット 8 0 を含むことができる。加熱ブランケットアセンブリ 7 8 は、加熱ブランケット 8 0 と、任意的な断熱層 8 4 を含むことができる。断熱層 8 4 は移動中にパッチ 3 0 からの熱損失を低減する手段を提供することができる。例えば、断熱層 8 4 により、真空圧密化処理からパッチ 3 0 ( 図 6 ) を再加工エリア 2 2 ( 図 1 0 ) へ移す際に、熱損失を防止する、または少なくとも低減することができる。前に示したように、パッチ 3 0 ( 図 6 ) を形成することができる特定の複合材料は、比較的高温での処理を要する。たとえば、圧密化処理中に、加熱ブランケット 8 0 によりパッチ 3 0 ( 図 7 ) を比較的高温に加熱して、パッチ 3 0 ( 図 7 ) を形成する複合プライ内に閉じ込められうる空気及び / 又は揮発物の排出を促進することができる。加熱ブランケット 8 0 はまた、圧密化処理後に、パッチ 3 0 ( 図 1 2 ~ 1 3 ) を再加工エリア ( 図 1 2 ~ 1 3 ) に移す間、パッチ 3 0 ( 図 1 2 ~ 1 3 ) を上記の比較的高温に維持することができる。

## 【 0 0 3 3 】

さらに図 1 ~ 6 を参照すると、加熱ブランケットアセンブリ 7 8 は、当て板 5 2 を通し

10

20

30

40

50



た熱の伝導によってパッチ 30 (図 6) を加熱するように構成することができる加熱ブランケット 80 を含むことができる。加熱ブランケット 80 は、パッチ 30 (図 6) を形成する複合材料の材料要件に対応する速さでパッチ 30 を加熱することができる。加熱ブランケット 80 は、例えば非限定的に、任意の好適な抵抗素子構成等の任意の好適な加熱ブランケット 80 構成を含むことができる。しかしながら、いかなる構成の加熱ブランケット 80 も供給することができ、抵抗素子配置構成に限定されない。前に説明したように、断熱層 84 を加熱ブランケット 80 の外側に任意的に含めて、パッチ 30 (図 6) からの熱の損失を最低限に抑えることができる。断熱層 84 は、シリコン層、または望ましい断熱特性を有するその他全ての好適な材料として提供することができる。熱電対等の熱センサ (図示せず) を当て板 52 の上面 54 及び / 又は下面 56 に沿った戦略的な位置に任意に装着して、パッチ 30 (図 6) 及び / 又は当て板 52 の温度を監視する手段を提供することができる。断熱層 84 は、Viton または断熱特性を有し、処理温度において機械的そして熱的に安定しているその他全ての材料を含む任意の好適な材料を含むすべての好適な材料でできていてよい。

10

#### 【0034】

図 2 及び 4 及び 10 ~ 11 を簡単に参照すると、ツール 50 は任意的に、パッチ 30 (図 6) を再加工エリア 22 (図 10 ~ 11) に位置合わせするための位置合わせテンプレート 76、または同等の機能を有する構造または配置構成を含んでいてよい。例えば、位置合わせテンプレート 76 は、当て板 52 の上面 54 に適用できる個別の材料層を含むことができる。あるいは、位置合わせテンプレート 76 は、当て板 52 の上面 54 内に印刷する、当てる、型押しする、刻むことができ、構造上に形成されたマーキングに対応して位置合わせできる線分またはその他の機構等の一時的なまたは常在するマーキング 76 を含むことができる。

20

#### 【0035】

たとえば、図 10 及び 11 を簡単に参照すると、位置合わせマーク 28 の補集合体を複合構造 10 の外側のモールド線 12 に形成して、当て板 52 (図 11) の位置合わせテンプレート 76 (図 11) との位置合わせを促進することができる。これに関しては、当て板 52 の上面 54 及び / 又は下面 56 (図 3 ~ 4) に位置合わせテンプレート 76 (図 11) または機能的な同等物をミラーセットのマーキング状に配設することができる。当て板 52 の上面 54 (図 3 ~ 4) の位置合わせテンプレート 76 により、パッチ 30 (図 6) を形成するパッチプライ 36 (図 6) の積層がしやすくなり得る。当て板 52 の下面 56 (図 3 ~ 4) はまた、再加工エリア 22 (図 11) のパッチ 30 (図 11) を位置合わせし、方向づけするために、ツール 50 を再加工エリア 22 (図 11) に合わせて位置調整しやすくするように構成することができる。

30

#### 【0036】

当て板 52 は、当て板 52 に装着できるパッチ 30 (図 6) に対応するように、当て板 52 の上面 54 (図 4) 上に互いに間隔を置いた状態で配置される吸引孔 58 (図 4) を含むことができる。図 2 及び 4 で説明するように、吸引孔 58 を円形パッチに対応する円形パターンに配置することができる。しかしながら、吸引孔 58 を図 2 及び 4 に示す円形パターン、またはパッチ 30 (図 6) の形状に補完的に配置することが好ましいその他全てのパターンを含むすべての構成に配置することができる。

40

#### 【0037】

パッチ 30 の上に真空圧密化アセンブリ 100 が装着されたツール 50 を示す図 7 及び 8 を参照する。前に示したように、真空圧密化により閉じ込められた空気及び / 又は揮発物を除去してパッチ 30 を圧縮することによって、パッチ 30 の強度特性を改善する手段を提供する。最小限の熱を加えて、パッチ 30 の硬化状態を最小限に抑えることで圧密化を行うことができる。図 7 から分かるように、真空圧密化アセンブリ 100 をツール 50 に適用することができる。真空圧密化アセンブリ 100 は、パッチ 30 を包むように当て板 52 の上面 54 に密閉可能な下部バギングフィルム 110 を含むことができる。一以上の真空ポート 108 を当て板 52 に位置づけすることができ、下部バギングフィルム 11

50

0に真空を印加する手段を提供することができる。

【0038】

たとえば、図7及び8に示すように、パッチ30の右側の下部バギングフィルム110を通して真空ポート108を延在させることができる。パッチ30と当て板52の間に分離フィルムの層116を挿入して、パッチ30を上面54に装着し、真空圧密化工程における加熱中に、パッチ30と当て板52が接着しないようにすることができる。当て板52の吸引孔58の位置と対応させて分離フィルム116に開口部を形成し、パッチ30に真空を印加して当て板52にパッチ30を当接させたまま保持する手段を設けることができる。通気層114を任意的に、パッチ30の上の下部バギングフィルム110とパッチ30の間に取り付けて、下部バギングフィルム110のエリアの上にほぼ均一に真空を印加しやすくすることができる。通気層114はパッチ30の上に連続的な空気経路を提供する多孔質材料であることが好ましい。圧密化処理中に、パッチ30から過剰な樹脂を吸収するために、ブリーダー層112を任意的に含めることができる。さらに、孔のあいた又は孔のあいていない分離フィルム116を通気層114とパッチの間に含めることができる。

10

【0039】

さらに図7を参照すると、真空圧密化アセンブリ100はさらに、下部バギングフィルム110の上に適用できる真空ボックス106を含むことができる。真空ボックス106は任意的に、通気層114によって下部バギングフィルム110との接触から分離させることができる。上部バギングフィルム102は、下部バギングフィルム110と少なくとも部分的に重なるように適用することができる。上部バギングフィルム102は、真空ボックス106の上に延在することができ、例えば非限定的に、パッチ30の周辺を延びるシーラント104テープ等のシーラント104を使用して、下部バギングフィルム110に密封させることができる。以上のように、シーラント104を下部バギングフィルム110の上に装着して、上部バギングフィルム102を下部バギングフィルム110に固定する又は密封することができる。下部バギングフィルム110は、シーラント104又は機能的同等物で当て板52の上面54に密封することができる。真空ボックス106は、上部バギングフィルム102内の真空レベルが下部バギングフィルム110内の真空レベルとほぼ等しい、又はわずかに低い場合に、パッチ30への圧縮圧力を和らげる手段を提供することができる。パッチ30を加熱する際に、複合材料のパッチプライ36内にとらわれた空気又はその他の気体が排出されるように樹脂の粘度を低減することができる。

20

30

【0040】

真空圧密化は、圧縮前にパッチプライ36から揮発物及び/又は空気を引き出すことによって、硬化したパッチ30内の気孔の発生を最小限に抑えることができる。これに関し、真空圧密化処理は、樹脂が濃くなって固まり始めるガラス遷移温度に到達する前に、上部バギングフィルム102と真空ボックス106を取り除くことを含むことができる。上部バギングフィルム102と真空ボックス106を取り除くことにより、揮発物を除去した後に、パッチ30に真空圧を印加してパッチプライ36を圧縮させることが可能になり得る。

【0041】

40

図7及び8に示す真空圧密化アセンブリ100を形成する構成部品の拡大側面図である図9を参照する。図9から分かるように、上部バギングフィルム102はシーラント104によって下部バギングフィルム110に密封することができる。一以上の通気層114を真空ボックス106及び上部バギングフィルム102の間に、及び/又は真空ボックス106と下部バギングフィルム110の間に取り付けて、真空化を促進することができる。下部バギングフィルム110はパッチ30を包むことができ、通気層114と、通気層114の下が無孔分離フィルム116と、無孔分離フィルム116の下にあり、パッチ30の上に形成することができる多孔分離フィルム116を含むことができる。パッチ30は次に、別々の層として提供される場合には、位置合わせテンプレート76(図4)に装着することができる。多孔及び/又は

50

無孔分離フィルム 116 をパッチ 30 と、当て板 52 の上面 54 の間に取り付けることができ、パッチ 30 が吸引されるように形成された吸引孔 58 の線に沿った開口部を含むことができる。一以上の圧力ゲージ 109 を上部及び / 又は下部バギングフィルム 102、110 に装着して、相対真空圧力を監視する手段を得ることができる。

#### 【0042】

外板部材 16 の内側モールド線 14、又は外板部材 16 のその他全ての場所に装着可能な一以上のスティフナー、ストリンガー 20、又はその他の構成部品を有する外板部材 16 を含むことができる複合構造 10 を示す図 10 及び 11 を参照する。図 10 は、外板部材 16 の外側モールド線 12 上に形成された再加工エリア 22 を示す。外板部材 16 は材料のプライ又は親プライ 18 でできていてよい。再加工エリア 22 は、不整合性を除去する等、複合構造 10 から材料又は親プライ 18 を除去可能なエリアを含むことができる。再加工エリア 22 は、重なりステップ、又は再加工エリア周囲に延びたほぼ滑らかな傾斜部として形成することができるスカーフ 24 又はテーパの付いた縁部を含むことができる。例えば、図 12 ~ 13 に示すように、スカーフは親プライ 18 とパッチプライ 36 に対応する一連の重なりステップとして形成することができる。あるいは、スカーフ 24 は、スカーフ 24 周囲に延びるほぼ滑らかな傾斜部又は角度をなした表面（図示せず）として形成することができる。また、再加工エリア 22 を、外板部材 16 の内側モールド線 14 上に形成することができることを注記すべきである。またさらに、再加工エリア 22 を外板部材 16 の内側及び外側モールド線 14、12 の両方に形成することができる。図 10 はさらに、外板部材 16 の外側モールド線 12 上に形成され、ツール 50 を使用して再加工エリア 22 にパッチ 30 を位置づけし、方向付けする手段として提供することができる位置合わせマーク 28 のセットを示す。

#### 【0043】

複合構造 10 の外側モールド線 12 に適用されたツール 50 の平面図を示す図 11 を参照する。図を見て分かるように、ツール 50 上の位置合わせテンプレート 76 又はその機能的同等物を、複合構造 10 に形成された位置合わせマーク 28 に合わせて位置調整することができる。パッチ 30 の再加工エリア 22 への移動は、パッチ 30（図 12）の処理中のいかなる時点においても行うことができる。例えば、図 9 に関して上述したように、真空圧密化処理及び真空圧密化アセンブリ 100（図 9）の取外しの後で、パッチ 30（図 12）を再加工エリア 22 に移すことができる。しかしながら、パッチ 30（図 12）の再加工エリア 22 への移動は、パッチプライ 36（図 12）の積層、及びツール 50（図 12）上で又はツール 50（図 12）外で実施可能であるパッチ 30 の真空圧密化の後等、ツール 50（図 12）上にパッチ 30 を配置した後で行うことができる。パッチ 30 の再加工エリア 22 への移動は、真空圧力を真空ポート 64（図 12）へ印加して、パッチ 30 が当て板 52（図 12）の上面 54 に当接して引かれるように、吸引孔 58 においてパッチ 30 に真空を印加することによって促進することができる。

#### 【0044】

図 12 及び 13 から分かるように、ツール 50 は再加工エリアの方向性によって反転させることができる。パッチ 30 は、図 9 に関して上述したように、真空圧密化アセンブリ 100 を取り外した後で、吸引孔 58 へ印加された真空によって、パッチ 30 を再加工ツールと嵌合したまま維持することができる。当て板 52 は一以上の技術者と、複合構造 10 上の位置合わせマーク 28（図 11）及び当て板 52 の位置合わせテンプレート 76（図 11）を使用して再加工エリア 22 にあわせて位置づけされたパッチ 30 によって保持することができる。図 13 は、再加工エリア 22 に形成されたスカーフ 24 又はテーパ角がパッチ 30 の境界に形成されたスカーフ 34 と実質的に均一に接触するように再加工エリア 22 に取り付けられたパッチ 30 の断面図を示す。これに関しては、図 13 を見ると良くわかるように、パッチ 30 を形成するパッチプライ 36 が、複合構造 10 を形成する親プライ 18 と少なくともほぼ垂直に位置合わせされていることが好ましい。

#### 【0045】

パッチ 30 が再加工エリア 22 の中にある、ツール 50 の上に装着された真空バッグア

センブリ 118 を示す図 13 を参照する。これに関しては、パッチ 30 を所望の温度に維持しながら、パッチ 30 を真空圧密化処理から再加工エリア 22 へ移すことができる。移動工程中に、及び / 又はパッチ 30 が再加工エリア 22 内に取り付けられている間に、パッチ 30 を加熱するために、加熱ブランケット 80 を任意的に作動させることができる。断熱層 84 により、パッチ 30 の温度を維持しやすくなる。さらに図 13 を参照すると、シーラント 104 によって複合構造 10 に密閉されている真空バッグアセンブリ 118 が示されている。当て板 52 の下面 56 に装着された状態で示されている真空ポート 64 を任意的に取り外して、バギングフィルム 120 を適用可能な障害物を最小限にすることができる。通気層 114 をバギングフィルム 120 と、加熱ブランケット 80 とツール 50 の間に任意的に取り付けて、例えば真空ポート 108 を介して、真空圧力のほぼ均一な印加を促進することができる。真空圧力は、任意の好適な位置において任意的に当て板 52 に含まれる真空ゲージ 109 によって監視することができる。

10

#### 【 0046 】

パッチ 30 が再加工エリア 22 とほぼ一致するようにパッチ 30 を柔軟な状態に保つために、図 13 に示すように再加工エリア 22 に取り付ける時に、パッチ 30 を継続的に加熱することができる。パッチ 30 を再加工エリア 22 内に取り付ける前に、パッチ 30 と再加工エリア 22 の間に分離フィルム 116 を取り付けることができ、これにより例えばビスマレイミド (BMI) マトリックス材料等の比較的高温の材料に必要な可能性があるパッチの最終硬化のために、後にパッチ 30 を再加工エリア 22 から取り外すことが可能になる。バギングフィルム 120 に真空を印加して、パッチ 30 が再加工エリアの形状に少なくとも実質的に一致するように、当て板 52 によりパッチ 30 全体に加圧することができる。複合構造 10 の再加工に関連する温度制限のために、パッチ 30 を再加工エリア 22 から取り外してパッチ 30 の最終硬化を実施することができる。これに関しては、例えば BMI 材料等の特定の高温複合材料は、特定の複合構造 10 を加熱することができる許容温度を超える硬化温度を有することができる。例えば、BMI 材料は、再加工が実施可能な最大温度を超える可能性のある約 440 度の硬化温度を有する。これに関しては、航空機の操作により航空機構造を加熱できる温度が 350 度に制限される可能性がある。

20

#### 【 0047 】

BMI 複合材料で製造されたパッチ 30 の取り付けには、パッチ 30 と再加工エリア 22 の間に分離フィルム 116 (図 13) を取り付けパッチ 30 と再加工エリア 22 の間の接着を防止することを含むことができる。パッチ 30 は、加熱ブランケット 80 によって低下した温度に維持することができ、これによりパッチ 30 が部分的に硬化した状態で再加工エリア 22 とほぼ一致しやすくなる。真空バッグアセンブリ 118 (図 13) を使用して所定の時間加圧し、その後真空バッグアセンブリ 118 (図 13) と部分的に硬化したパッチ 30 を取り外すことができる。パッチ 30 は、例えば圧力下でオートクレーブにおいて、ほぼ完全に硬化させることができる。これに関しては、ツール 50 は、バギングフィルム 120 を除去した後で、再加工エリア 22 からパッチ 30 を引き抜いて、真空ポート 64 に真空を印加してパッチ 30 を当て板 52 に当接して保持する手段を提供することができる。同様に、パッチ 30 をオートクレーブで完全に硬化させた後で、図 10 及び 11 で示し、上述したように、当て板 52 の位置合わせテンプレート 76 (図 11) を複合構造 10 の外側モールド線 12 の位置合わせマーク 28 (図 10 ~ 11) に合わせて位置調整することによってツール 50 でパッチ 30 の接着を行うことができる。図 13 を参照すると、加熱ブランケット 80 を作動させることによって再び熱をパッチ 30 と再加工エリア 22 に印加して、パッチ 30 と再加工エリア 22 の間の接着剤 26 (図 13) を硬化させることができる。バギングフィルム 120 を再び取り付け、図 13 に示すのと同様の方法でバギングフィルム 120 に真空 66 を印加することによってパッチ 30 に圧力を印加することもできる。

30

40

#### 【 0048 】

図 14 を参照すると、パッチ 30 はダブラー 32 実施形態において提供することができ

50

、ダブル３２は、整合性が存在しうる再加工エリア２２の外側モールド線１２に上置きすることができる。同様に、ダブル３２は再加工エリア２２の内側モールド線１４に上置きすることができる。これに関しては、ダブル３２は、図１４に示すように、再加工エリア２２へダブル３２を移す前に、図７及び８に示すものと同様の真空圧密化を含むパッチ３０に関して上述したものと同様の方法で作製することができる。パッチ３０は、真空６６を真空ポート６４に印加することによって、パッチを再加工エリア２２へ移動している間、パッチ３０を当て板５２と接触させたまま維持することができる。パッチ３０は、上述し、図１０及び１１に説明したものと同様の方法で、複合構造１０に形成された位置合わせマーク２８（図１０～１１）を介して位置づけし、整列させることができる。ダブル３２は加熱ブランケット８０で加熱することによって部分的に硬化させることができ、これにより、上述し、図１３に示すものと同様の方法で、ダブル３２と再加工エリア２２の接触エリアがほぼ一致するようにすることができる。

10

#### 【００４９】

当て板５２が複合構造１０の輪郭を補完するように形作られているツール５０の代替実施形態を示す図１５及び１６を参照する。複合構造１０は、複合構造１０の内側モールド線１４に装着されたストリンガー２０を含むように図示されている。ストリンガー２０は不整合性を含んでいてよく、この不整合性は図１５に示すように、再加工エリア２２からストリンガー２０材料を取り除くことによって除去することが可能である。スカーフ２４を再加工エリア２２の周辺に形成することができ、パッチ３０は、図７、１２及び１３に示すものと同様の方法で積層し処理することができる。当て板５２は、構造１０に実質的に成形可能であってよく、構造１０に適用して構造１０のスプラッシュ８６を形成することができる材料で形成可能である。例えば、当て板５２は、加熱された、又は空気にさらされた際に、固まる可能性のある形成可能な複合物で充填可能な柔軟性のあるゴム製の袋等の薄膜内に含まれた形成可能な材料から形成することができる。当て板５２が形成されると、パッチプライ３６を所望の方向性とシーケンスに積層することができる。

20

#### 【００５０】

さらに図１６を参照すると、ツール５０は当て板５２の下面５６に装着され、図１～１３に示すツール５０を参照して上述したものと同様の断熱層８４を任意的に含み得る加熱ブランケット８０を含むことができる。例えば、図１６に示すツール５０は、断熱グリップ７２を任意的に含み、当て板５２から外向きに延在する一以上のハンドル７０を含むことができる。ツール５０は、パッチ３０を当て板５２の上面５４に当接させて真空化するために、通路６２を介して複数の吸引孔５８に流動的に連結させることができる一以上の真空ポート６４を含むことができる。上述し、図７に示すものと同様に、図１６に示すパッチ３０の構成に真空圧密化処理を実施することができる。同様に、図１５及び１６に示す再加工エリア２２へのパッチ３０の適用及び取り付けは、図１２及び１３を参照して上述したものと同様に実施することができる。

30

#### 【００５１】

ここで、パッチ３０（図６）を処理する手順のフロー図を示す図１７を参照する。この方法は、パッチプライ３６（図６）のスタックを所望の方向性及び積み重ねシーケンスに積層すること等によって、当て板５２（図６）の上面５４（図６）にパッチ３０（図６）を装着するステップ２００を含むことができる。ステップ２０２は、図７～９に示すように、真空圧密化アセンブリ１００を使用する等によって、パッチ３０（図７）を固める、または圧縮することを含むことができる。上述したように、パッチ３０（図７）の真空圧密化によって、パッチ３０を形成するパッチプライ３６（図７）内に閉じ込められた空気除去が容易となり、これにより、パッチ３０を少ない熱量の印加で圧縮して、硬化部分内の隙間または多孔性の発生を防止することができる。ステップ２０４は、当て板５２に装着可能な一以上の真空ポート６４（図７）に真空６６（図７）を印加することによって、吸引孔５８（図７）を通して真空６６（図１２）を印加することを含むことができる。吸引孔５８に真空６６を印加することによって、真空圧密化及びその他の処理中にパッチ３０（図７）が動かないようにすることができる。

40

50

## 【 0 0 5 2 】

図 1 7 をさらに参照すると、手順はステップ 2 0 6 において、例えば圧密化処理等からパッチ 3 0 ( 図 1 2 ) を再加工エリア 2 2 ( 図 1 0 ~ 1 2 ) へ移すことを含むことができる。パッチ 3 0 ( 図 1 2 ) は当て板 5 2 によって支持することができ、当て板 5 2 は、当て板 5 2 ( 図 1 2 ) に対して断熱されていることが好ましいグリップ 7 2 を有する一以上のハンドル 7 0 によって持ち上げて運ぶことができる。ステップ 2 0 8 は、加熱ブランケット 8 0 ( 図 1 2 ) 上に断熱層 8 4 を含むことによって、パッチ 3 0 ( 図 1 2 ) を再加工エリア 2 2 ( 図 1 2 ) へ移す時に、パッチ 3 0 ( 図 1 2 ) を放射損失又はその他の損失に対して防護することを含むことができる。同様に、ステップ 2 1 0 は、パッチ 3 0 を移す時にパッチ 3 0 ( 図 1 2 ) を加熱することを含むことができる。加熱ブランケット 8 0 ( 図 1 2 ) によって所望の加熱速度で熱を加えることによって、パッチ 3 0 の温度を所望の温度範囲内に維持することができる。ステップ 2 1 2 は、上述したツール 5 0 ( 図 1 1 ) に含まれる位置合わせテンプレート 7 6 ( 図 1 1 ) または機能的同等物を使用すること等によって、再加工エリア 2 2 に対してパッチ 3 0 ( 図 1 1 ) を方向づけすることを含むことができる。パッチ 3 0 の方向性及び位置付けは、上述し図 1 0 及び 1 1 を参照して説明するように、複合構造 1 0 の外側モールド線 1 2 ( 図 1 0 ) に任意的に形成された位置合わせマーク 2 8 ( 図 1 0 ~ 1 1 ) に対して行うことができる。

10

## 【 0 0 5 3 】

ステップ 2 1 4 は、図 1 3 に示すように再加工エリア 2 2 内にパッチ 3 0 を取り付けることを含むことができる。パッチ 3 0 はまた、図 1 4 に示す複合構造 1 0 上に上置きできるダブラー 3 2 ( 図 1 4 ) として構成することもできる。さらに図 1 7 を参照すると、ステップ 2 1 6 は、パッチ 3 0 を再加工エリア 2 2 ( 図 1 3 ) に取り付けた後に、吸引孔 5 8 ( 図 1 2 ) から真空 6 6 ( 図 1 2 を除去することを含むことができる。しかしながら、たとえば真空バギング等のさらなる処理が始まるまでパッチ 3 0 に真空を印加し続けることができる。これに関し、ステップ 2 1 8 は、バギングフィルム 1 2 0 をツール 5 0 の上に配置して、図 1 3 に示すような方法でバギングフィルム 1 2 0 によりパッチ 3 0 を含むツール 5 0 を複合構造 1 0 に密封することを含むことができる。ステップ 2 2 0 は、真空バッグアセンブリ 1 1 8 のバギングフィルム 1 2 0 に真空を印加して、当て板 5 2 によってパッチ 3 0 に対してほぼ均一の圧力をかけることを含むことができる。ステップ 2 2 2 は、パッチ 3 0 ( 図 1 3 ) を加熱して、パッチ 3 0 の部分的または完全な硬化を開始させることを含むことができる。加えて、熱及び / 又は圧力の印加により、パッチ 3 0 と再加工エリア 2 2 ( 図 1 3 ) の間の結合線の間に塗布された接着剤 2 6 ( 図 1 3 ) の硬化を促進することができる。

20

30

## 【 0 0 5 4 】

この方法は、部分的に硬化した時にパッチ 3 0 ( 図 1 3 ) を取り外すことを任意的に含むことができる。これに関しは、前ステップは、パッチ 3 0 を取り付ける前に、パッチ 3 0 と再加工エリア 2 2 ( 図 1 3 ) の間に分離フィルム 1 1 6 ( 図 1 3 ) を取り付けて、パッチ 3 0 が再加工エリア 2 2 に接着されるのを防ぐことを含むことができる。分離フィルム 1 1 6 ( 図 1 3 ) は、接着剤 2 6 によってパッチ 3 0 と再加工エリア 2 2 の間が接着されるのを防ぐすべての好適な材料を含むことができる。パッチ 3 0 ( 図 1 3 ) は、加圧下、例えばオートクレーブ等において加熱して完全に硬化させることができ、その後パッチ 3 0 を再加工エリア 2 2 に再取り付けすることができる。これに関し、ツール 5 0 ( 図 1 2 ) により、オートクレーブから再加工エリア 2 2 ( 図 1 3 ) へパッチ 3 0 を移しやすくすることができる。ツール 5 0 は、再加工エリア 2 2 のパッチ 3 0 の上に取り付けたままにすることができ、パッチ 3 0 が再加工エリア 2 2 内に取り付けられているツール 5 0 の上に再び真空バッグアセンブリ 1 1 8 ( 図 1 3 ) を適用して、接着剤 2 6 を最終的に硬化させている間に当て板 5 2 ( 図 1 3 ) によってパッチ 3 0 に圧力を付与して、パッチ 3 0 を再加工エリア 2 2 に接着させることができる。

40

## 【 0 0 5 5 】

パッチ 3 0 又はダブラー 3 2 を複合構造 1 0 の再加工エリア 2 2 に取り付ける等のため

50

に、上述したツール 50 とともに使用できるシステム 38 のブロック図を示す図 18 を参照する。ツール 50 は当て板 52 を含むことができ、当て板 52 に装着される加熱ブランケット 80 と断熱層 84 を有する加熱ブランケットアセンブリ 78 を任意的に含むことができる。当て板 52 は、通路 62 によって相互に、及び / 又は一以上の真空ポート 64 及び真空ゲージ 68 に流動的に連結可能な複数の吸引孔 58 を含むことができる。当て板 52 は、一以上のハンドル 70 を含むことができる。システム 38 はさらに、パッチ 30 またはダブル 32 に実施される圧密化処理において使用等が可能な真空バッグアセンブリ 118 を含むことができる。

#### 【0056】

図 18 から分かるように、真空バッグアセンブリ 118 はツール 50 及びパッチ 30 又はダブル 32 を再加工エリア 22 に密封することができるバギングフィルム 120 を含むことができる。システム 38 は、当て板 52 に密封してパッチ 30 又はダブル 32 を圧密化することができる真空圧密化アセンブリ 100 を任意的に含むことができる。真空圧密化アセンブリ 100 は、パッチ 30 を当て板 52 に密封する下部バギングフィルム 110 と、下部バギングフィルム 110 の上に装着可能であり、パッチ 30 又はダブル 32 をカバーする真空ボックス 106 を含むことができる。真空圧密化アセンブリ 100 はさらに、真空ボックス 106 を下部バギングフィルム 110 に密封するために、真空ボックス 106 の上に延在可能な上部バギングフィルム 102 を含むことができる。

#### 【0057】

図 19 ~ 20 を参照すると、本発明の実施形態は、図 19 に示す航空機の製造及び運航方法 300 と、図 20 に示す航空機 302 において説明することができる。試作段階においては、例示の方法 300 は航空機 302 の規格及び設計 304 と材料調達 306 を含むことができる。製造段階においては、航空機 302 の構成部品及びサブアセンブリの製造 308 と、システム統合 310 が行われる。その後、航空機 302 は認可及び納品 312 を経て、運航 314 される。顧客によって運航 314 されている間、航空機 302 には定期的な整備及び保守 316 ( 修正、再構成、改修等も含むことができる ) が予定される。

#### 【0058】

本方法 300 の各工程は、システムインテグレータ、第三者、及び / 又はオペレータ ( 例えば顧客等 ) によって行う又は実施することができる。この説明のために、システムインテグレータは限定しないが、任意の数の航空機メーカー、及び主要システムの下請け業者を含むことができ ; 第三者は限定しないが、任意の数の供給メーカー、下請け業者、及びサプライヤを含むことができ ; オペレータは、航空会社、リース会社、軍部、サービス組織等であってよい。

#### 【0059】

図 20 に示すように、例示の方法 300 で製造された航空機 302 は、複数のシステム 320 と内装 322 を有する機体 318 を備えることができる。高レベルシステム 320 の例は、一又は複数の推進システム 324、電気システム 326、油圧システム 328、及び環境システム 330 が挙げられる。その他いかなる数のシステムも備えることができる。航空宇宙での実施例を示したが、開示の実施形態の原理は例えば自動車産業等のその他の産業分野に応用することが可能である。

#### 【0060】

本明細書に具現化された装置及び方法は、製造及び運航方法 300 の任意の一又は複数の段階において採用することができる。例えば、製造工程 308 に対応する構成部品又はサブアセンブリは、航空機 302 が運航 314 している間に製造される部品又はサブアセンブリと同じ方法で加工又は製造することができる。また、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はこれらの組み合わせを、例えば、航空機 302 を実質的に組立てしやすくする、又は航空機 302 にかかる費用を削減することによって、製造段階 308 及び 310 において用いることが可能である。同様に、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、またはこれらの組み合わせを、航空機 302 が運航 314 している間に、

例えば限定しないが、整備及び保守 3 1 6 に用いることができる。

【 0 0 6 1 】

本発明のさらなる変更および改善例は当業者に明らかとなり得る。したがって、本明細書に記載され説明されたパーツの特定の組み合わせは、本開示内容の特定の実施形態を表すためだけのものであって、本発明の精神及び範囲内の代替実施形態またはデバイスを限定するものではない。

また、本発明は以下に記載する態様を含む。

( 態様 1 )

構造の再加工エリアにパッチを移すツールであって、  
少なくとも一つの吸引孔を有する当て板と、  
真空下でパッチを当て板に当接させて引き込む吸引孔に流動的に連結された真空ポート  
を含むツール。

10

( 態様 2 )

当て板が、真空ポートを吸引孔に流動的に接続する少なくとも一つの通路を含む  
態様 1 に記載のツール。

( 態様 3 )

パッチを加熱するために当て板に連結された加熱ブランケット  
をさらに含む、態様 1 に記載のツール。

( 態様 4 )

当て板がさらにハンドルを含む  
態様 1 に記載のツール。

20

( 態様 5 )

再加工エリアに合わせてパッチを位置調整するために、当て板に配置された位置合わせ  
テンプレート  
をさらに含む、態様 1 に記載のツール。

( 態様 6 )

当て板が、構造の輪郭を補完する形状である  
態様 1 に記載のツール。

( 態様 7 )

パッチが、構造の外側モールド線に装着するためのダブラーとして構成されている  
態様 1 に記載のツール。

30

( 態様 8 )

複合構造の再加工エリアにパッチを取り付けるツールであって、  
上面及び下面を有し、上面に形成された複数の吸引孔を含み、吸引孔を流動的に相互接  
続する複数の通路を有する、実質的に剛性の当て板と、  
真空を印加して、パッチを当て板に対して保持するための、下面から延び、通路に流動  
的に連結されている少なくとも一つの真空ポートと、  
当て板から外向きに延在する一対の断熱ハンドルと、  
下面に装着され、加熱ブランケットと、下面とは反対の加熱ブランケットの側に配置さ  
れた断熱層を含む加熱ブランケットアセンブリと、

40

パッチを再加工エリアに合わせて位置調整するために当て板に配置された位置合わせテ  
ンプレート  
を含むツール。

( 態様 9 )

構造の再加工エリアに取り付けるためにパッチを処理するシステムであって、  
パッチを再加工エリアに移すためのツールであって、  
上面と下面を有し、真空下でパッチを上面に当接させて引き込むために上面に形成さ  
れた吸引孔を含む当て板  
を含むツールと、

パッチを固めるために当て板に装着可能な真空圧密化アセンブリ

50



を含むシステム。

( 態 様 1 0 )

ツールを構造に密封するための真空バッグアセンブリ

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 1 )

パッチを加熱するために当て板に連結された加熱ブランケット

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 2 )

パッチを再加工エリアに合わせて位置調整するために当て板に配置された位置合わせテンプレート

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 3 )

真空圧密化アセンブリが、

パッチを当て板に密封するための下部バギングフィルムと、

パッチの上に装着可能な真空ボックスと、

真空ボックスの上に延在可能であり、下部バギングフィルムに密封可能な上部バギングフィルム

を含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 4 )

パッチを運ぶために当て板に装着された少なくとも一つのハンドル

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 5 )

真空ポートと吸引孔の間に延在する通路によって、吸引孔に流動的に連結された真空ポート

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 6 )

パッチを再加工エリアに合わせて位置調整するために当て板に配置された位置合わせテンプレート

をさらに含む、態様 9 に記載のシステム。

( 態 様 1 7 )

複合構造の再加工エリアに取り付けるためにパッチを処理するシステムであって、

パッチを再加工エリアへ移すツールであって、

上面及び下面を有し、上面に形成された複数の吸引孔を含み、吸引孔を流動的に接続する複数の通路を有する、実質的に剛性の当て板と、

下面に装着されており、真空を印加してパッチを当て板に対して保持するために通路に流動的に連結されている少なくとも一つの真空ポートと、

パッチを加熱するために当て板に連結された加熱ブランケットと、

パッチを再加工エリアに合わせて位置調整するために当て板に配置された位置合わせテンプレート

を含むツールを含み、また、

パッチを固めるための真空圧密化アセンブリであって、

パッチを当て板に密封するための下部バギングフィルムと、

パッチの上に装着可能な真空ボックスと、

真空ボックスを下部バギングフィルムに密封するために真空ボックスの上に延在可能な上部バギングフィルム

を含む真空圧密化アセンブリと、

複合構造にツールを密封するための真空バッグアセンブリ

の内の少なくとも一つを含むシステム。

( 態 様 1 8 )

少なくとも一つの吸引孔を有する当て板の表面上にパッチを装着し、

10

20

30

40

50

吸引孔を通して真空を印加して、パッチを当て板と接触させたまま保持するステップを含む、パッチを処理する方法。

( 態 様 1 9 )

当て板に連結された真空圧密化アセンブリでパッチを固めるステップをさらに含む、態様 1 8 に記載の方法。

( 態 様 2 0 )

当て板とパッチを再加工エリアに移し、  
バギングフィルムが再加工エリアに密封されるように、当て板とパッチの上にバギングフィルムを配置し、

バギングフィルムに真空を印加する  
ステップをさらに含む、態様 1 8 に記載の方法。

10

( 態 様 2 1 )

当て板が、当て板に装着される位置合わせテンプレートを含み、本方法がさらに、  
位置合わせテンプレートを使用してパッチを再加工エリアに合わせて方向づけする  
ステップを含む、態様 1 8 に記載の方法。

( 態 様 2 2 )

再加工エリアのパッチを少なくとも部分的に硬化させ、  
パッチに熱および圧力の内の少なくとも一つを加える  
ステップをさらに含む、態様 2 0 に記載の方法。

( 態 様 2 3 )

パッチを少なくとも部分的に硬化させるステップが、  
当て板に連結された加熱ブランケットでパッチを加熱する  
ことを含む、態様 2 2 に記載の方法。

20

( 態 様 2 4 )

パッチを再加工エリアに移す時に、パッチを断熱する  
ステップをさらに含む、態様 2 0 に記載の方法。

( 態 様 2 5 )

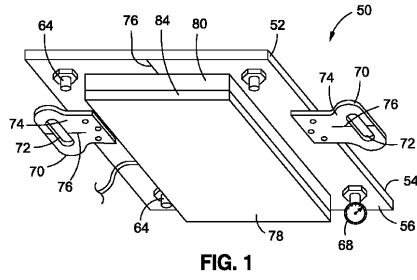
複数の吸引孔を有する当て板の上面にパッチを装着し、  
当て板に適用された真空圧密化アセンブリを使用してパッチを固まらせ、  
吸引孔を通して真空を印加して、パッチを当て板と接触させたまま保持し、  
当て板を使用してパッチを再加工エリアへ移し、  
パッチを断熱処理し、  
パッチを加熱し、  
位置合わせテンプレートを使用して、パッチを再加工エリアに対して方向づけし、  
パッチを再加工エリアに取り付けて、  
吸引孔から真空を除去し、  
バギングフィルムが再加工エリアに密封されるように、当て板とパッチの上にバギングフィルムを配置し、

30

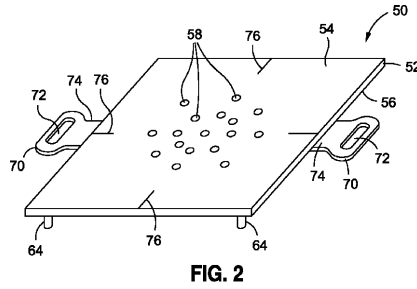
バギングフィルムに真空を印加し、  
パッチを加熱してパッチを少なくとも部分的に硬化させる  
ステップを含む、パッチを処理する方法。

40

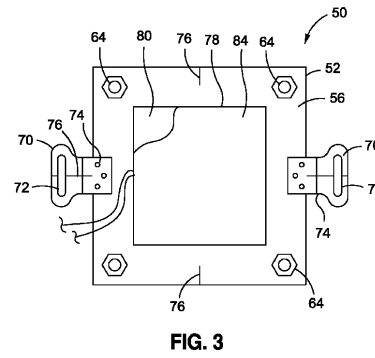
【図 1】



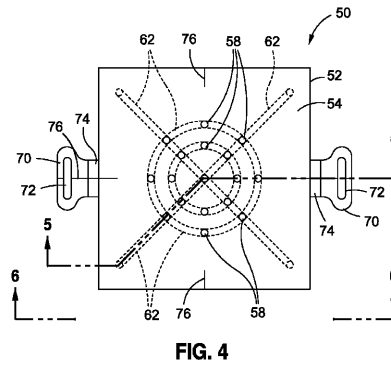
【図 2】



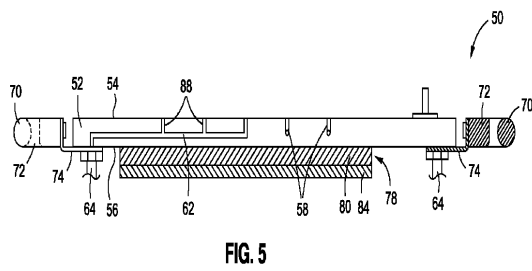
【図 3】



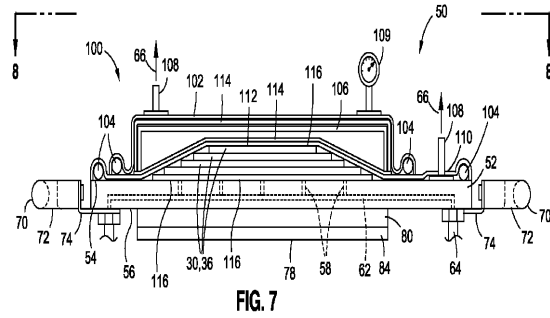
【図 4】



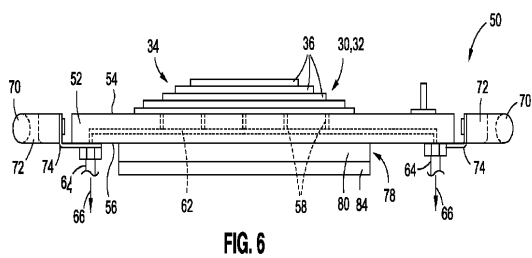
【図 5】



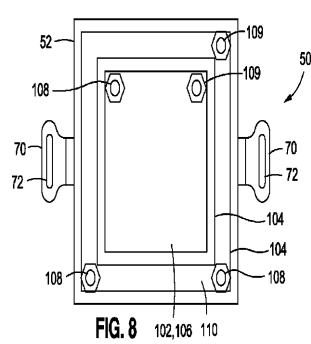
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

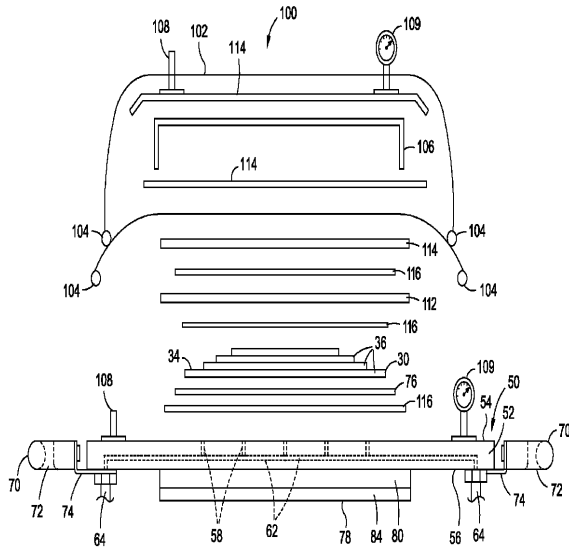


FIG. 9

【図 10】

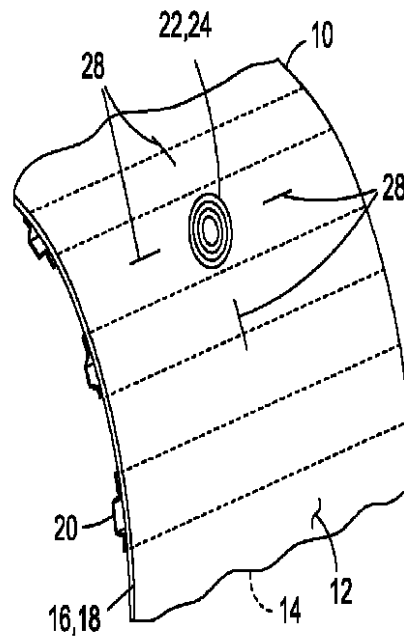


FIG. 10

【図 11】

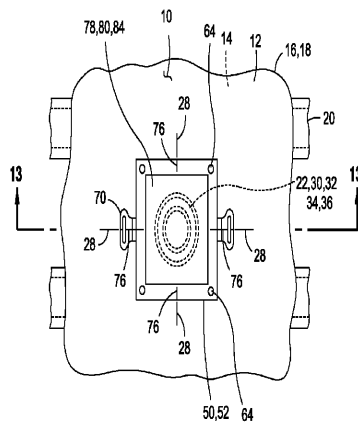


FIG. 11

【図 12】

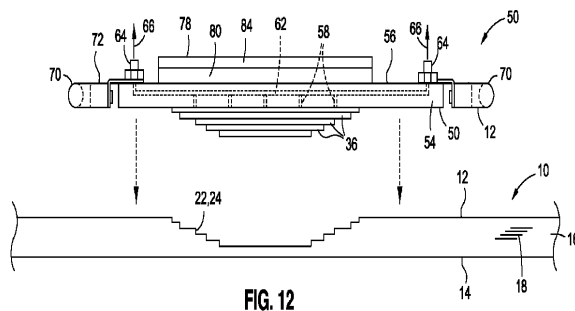


FIG. 12

【図 13】

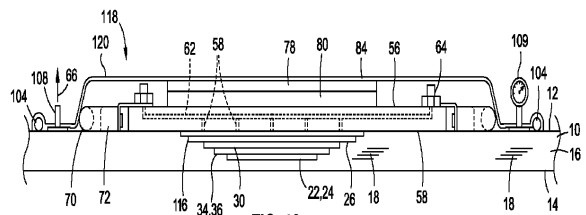


FIG. 13

【図 14】

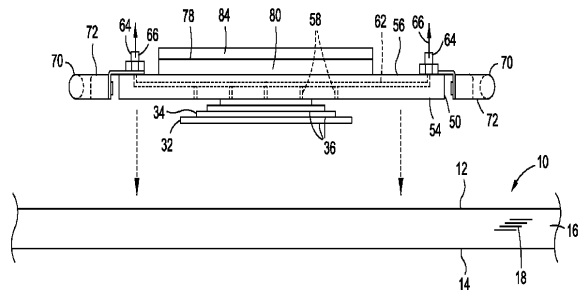
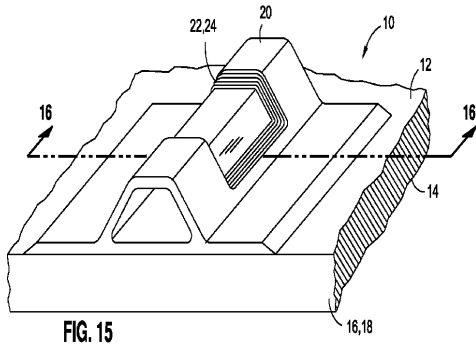
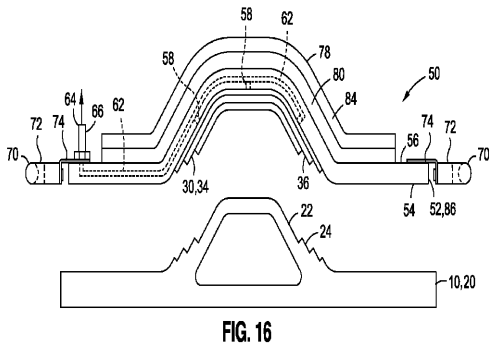


FIG. 14

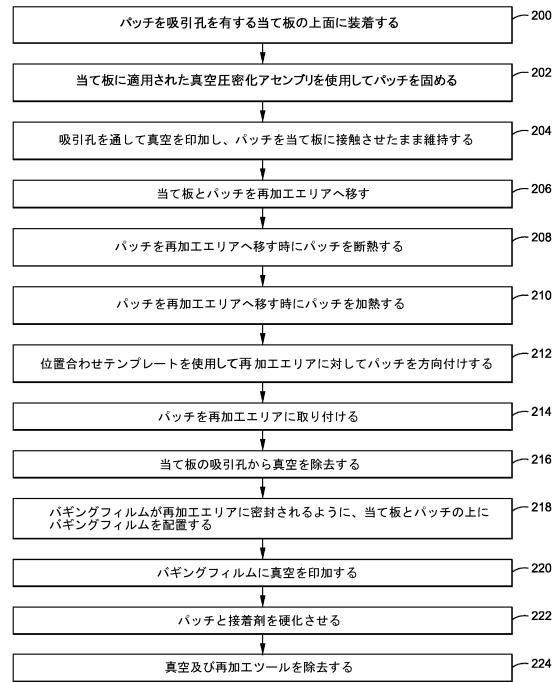
【図 15】



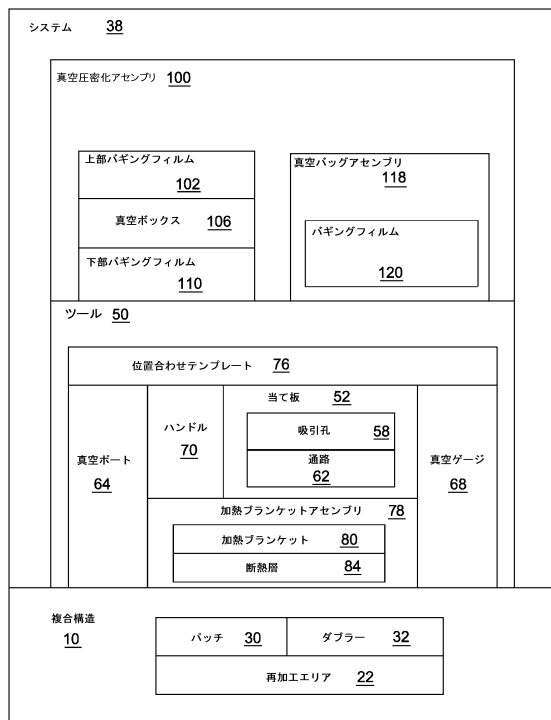
【図 16】



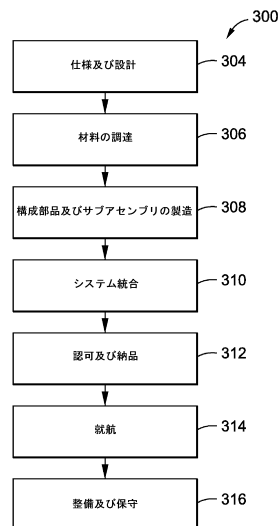
【図 17】



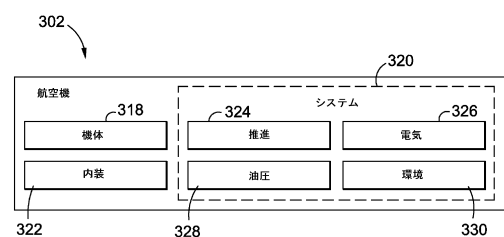
【図 18】



【図 19】



【図 20】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 バルガス, メアリー, エイチ.  
アメリカ合衆国 ワシントン 98077, ウッディンビル, ノースイースト 156番 ス  
トリート 21919
- (72)発明者 ボールドウィン, ジョエル ピー.  
アメリカ合衆国 ワシントン 98117, シアトル, 24番 アヴェニュー ノースウェスト  
6741 エー

審査官 越本 秀幸

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0165928(US, A1)  
米国特許第03837965(US, A)  
米国特許第06149749(US, A)  
米国特許第04822651(US, A)  
米国特許出願公開第2003/0188821(US, A1)  
国際公開第2011/071622(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 73/00 - 73/34  
B29C 43/00 - 43/58