

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6228917号
(P6228917)

(45) 発行日 平成29年11月8日 (2017. 11. 8)

(24) 登録日 平成29年10月20日 (2017. 10. 20)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 4 C 1/06 (2006. 01)

B 6 4 C 1/06

B 6 4 C 1/00 (2006. 01)

B 6 4 C 1/00

B

B 2 9 C 43/12 (2006. 01)

B 2 9 C 43/12

B 2 9 C 70/28 (2006. 01)

B 2 9 C 70/28

B 2 9 K 105/08 (2006. 01)

B 2 9 K 105:08

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-521628 (P2014-521628)
 (86) (22) 出願日 平成24年6月18日 (2012. 6. 18)
 (65) 公表番号 特表2014-527491 (P2014-527491A)
 (43) 公表日 平成26年10月16日 (2014. 10. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/042890
 (87) 国際公開番号 W02013/012505
 (87) 国際公開日 平成25年1月24日 (2013. 1. 24)
 審査請求日 平成27年6月17日 (2015. 6. 17)
 (31) 優先権主張番号 13/184, 806
 (32) 優先日 平成23年7月18日 (2011. 7. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(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 110002077
 園田・小林特許業務法人
 (72) 発明者 グリン、 アンドリュー ケー、
 オーストラリア国 ヴィクトリア 305
 1, ノース メルボルン、 アースキン
 ストリート 44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可撓性トラスフレーム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構造物を補強するために、前記構造物の輪郭面に取り付けられるように適合された複合材フレーム (50) であって、

関節部 (57) で互いに対して撓んで連結される複数のトラス部材 (54) と、

前記トラス部材群に跨って延設され、かつ前記トラス部材群に接合されるキャップ (52) と、
 を備え、

前記フレームが、前記関節部 (57) で撓むように構成されており、

前記トラス部材群 (54) のうちの隣接するトラス部材は、離間配置され、前記構造物を補強するためのスティフナを収納するように適合された隙間を画定する、複合材フレーム。

【請求項 2】

前記キャップ (52) は、略連続し、かつ撓ませることができる、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【請求項 3】

前記トラス部材群 (54) の各トラス部材は断面がハット形状である、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【請求項 4】

前記トラス部材群 (54) の各トラス部材は、前記構造物の輪郭面に接触するように適

10

20

合された接合面を含む、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【請求項 5】

前記トラス部材群（５４）のうちの隣接するトラス部材は、前記関節部（５７）で互いに対して接合され、前記フレームは、前記関節部（５７）で撓ませることができる、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【請求項 6】

前記トラス部材群（５４）の各トラス部材、及び前記キャップ（５２）は、繊維強化合成樹脂により形成される、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【請求項 7】

前記トラス部材群（５４）、及び前記キャップ（５２）は、一体構造物である、請求項 1 に記載の複合材フレーム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して、複合材構造物に関するものであり、特に構造物を補強する可撓性トラスフレームのみならず、当該フレームの形成方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

機体のような構造物は通常、フレーム及びリブのような多数の幅方向補強部材を当該構造物の長さに沿って規則的な間隔で収容している。従来の補強部材は、これらの補強部材のコスト及び複雑さを幾つかの用途において増大させるという特徴を有する可能性がある。例えば、機体の幅方向補強部材群の各補強部材は、機体に沿った各箇所における外板に忠実に追従するために固有の内側モールド線表面輪郭（a unique inner mold line surface contour）を必要とする。このように、これらの補強部材の各補強部材は、特異な部品である。

【0003】

高剛性補強部材は多くの場合、シム調整を組み付け作業中に行なって、蓄積した製造誤差を吸収する必要がある。シム調整は、多大な時間を必要とし、そして複雑かつ幾何学的なシム形状を必要とし、このシム形状はジョイント強度、剛性、及び／又は耐久性に影響する可能性がある。機体の幅方向補強部材の設計も、前後方向に延びるハット型スティフナ及び翼補強用スティフナのような交差部のスティフナを架設する必要によって複雑になる可能性がある。前後方向に延びるこれらのスティフナを収容するために、幅方向フレームに“mouse holes（マウスホール：ネズミの穴）”と表記される開口部を外板に隣接して設けることにより、前後方向に延びるスティフナがこれらのフレーム内を挿通することができる。これらのマウスホールによって製造過程に複雑さが付加され、そして不所望な応力集中が機体に生じる虞がある。

【0004】

従って、共有の構造を有し、かつ補強部材の取り付け箇所の表面輪郭のバラツキを吸収するフレームのような幅方向補強部材を提供し、これにより、経常費用及び経常外費用を減らす必要がある。また、シム調整を取り付け過程で行なう必要を低減するか、または無くすることができる幅方向補強部材であって、かつ前後方向に延びて交差するスティフナを収容する標準開口部を有する幅方向補強部材が必要である。

【発明の概要】

【0005】

本開示の実施形態は、主構造物及び補助構造物を補強するために適する構造補強用フレームを提供する。前記フレームは、トラス部材群及び連続キャップの複合構造を備え、トラス部材群及び連続キャップは、複数関節部を前記フレームの長さに沿って形成するように配置され、これによって前記フレームを取り付け中に撓ませるか、湾曲させることができる。前記フレームを撓ませると、前記フレームが構造物の局所的な表面輪郭に、取り付け過程で忠実に追従することができるが、前記フレームは、該フレームを前記構造物に取

10

20

30

40

50

り付けた後に全ての平面で必要になる剛性を確保する。前記フレームの可撓性の度合いは、特定の用途における要求性能に合うように容易に調整することができる。前記フレームの可撓性により、前記フレームを、多数の箇所に使用することができる標準化された共通部品として製造することができるので、固有部品の点数、及び関連する経常費用及び経常外費用を大幅に低減することができる。前記フレームは、輪郭面に、シム調整を行わずに、通常の組付け力／取付け力を用いてファスナー結合することができる。本開示のフレームにより、合計部品点数を減らすことができ、そして前後方向補強部材群の交差領域における応力集中を低減することができる。

【0006】

本開示の1つの実施形態によれば、輪郭面に取り付けられるように適合された複合材フレームが提供される。前記フレームは、互いに対して撓んで連結される複数のトラス部材と、そして前記トラス部材群に跨って延設され、かつ前記トラス部材群に接合されるキャップと、を備える。前記キャップは、連続的であり、かつ撓ませることができ、そして前記トラス部材群の各トラス部材は断面をハット形状とすることができる。前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材は、互いに対して接合され、かつ前記キャップに可撓性節点で接合される。前記キャップの前記トラス部材群の各トラス部材は、繊維強化合成樹脂により形成することができる。1つの実施形態では、前記キャップの前記トラス部材群は、一体構造物により形成される。前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材は、離間配置され、交差方向に延設されるスティフナを収容するように適合された隙間を画定する。

【0007】

本開示の別の実施形態によれば、複合材トラスフレームを形成する方法が提供される。前記方法は、第1及び第2繊維強化材を治具に積層することと、そして複数の成形用マンドレルを前記第1繊維強化材と前記第2繊維強化材との間に配置することと、を含む。前記方法は更に、これらの前記繊維強化材に樹脂を注入することを含む。前記方法は更に、第3繊維強化材を前記マンドレル群の各マンドレルの周囲に配置することと、前記樹脂注入後の強化材を硬化させることと、そして前記マンドレル群を前記フレームから、前記樹脂注入後の強化材を硬化させた後に、取り外すことと、を含む。これらの前記繊維強化材は、樹脂注入過程において、従来の真空バギング法を用いて圧密化することができる。

【0008】

更に別の実施形態によれば、機体を製造する方法が提供される。前記方法は、輪郭面を有する外板を設けることと、そして複数のトラス部材を有する可撓性フレームを形成することと、を含む。前記方法は更に、前記トラス部材群を前記外板の輪郭面に、前記フレームを撓ませることにより接触させることと、そして前記フレームを前記外板に接合することと、を含む。前記フレームを形成することでは、繊維強化材を前記治具に積層し、そして前記強化材に樹脂を注入し、そして前記樹脂注入後の繊維強化材を硬化させることができる。前記可撓性フレームを形成することは、略平坦なパネル部材を波形パネル部材に接合してパネルを形成し、そして前記パネルのセクション群を切断することにより行なうことができる。

【0009】

更に別の実施形態によれば、複数の複合材トラスフレームを形成する方法が提供され、該方法は、キャップ、及び該キャップに接合される複数のトラス部材を有するパネルを形成することと、そして前記パネルを切断して複数の個別トラスフレームとすることと、を含む。

【0010】

要約すると、本発明の1つの態様によれば、輪郭面に取り付けられるように適合された複合材フレームが提供され、該複合材フレームは、互いに対して撓んで連結される複数のトラス部材と、そして前記トラス部材群に跨って延設され、かつ前記トラス部材群に接合されるキャップと、を含む。

【0011】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記キャップが、略連続しており、かつ撓ませることができる構成である。

【0012】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群の各トラス部材が、ハット形状の断面を成している構成である。

【0013】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群の各トラス部材が、前記構造物の輪郭面に接触するように適合された接合面を含む構成である。

【0014】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材が、互いに対して接合され、かつ前記キャップに節点で接合され、そして前記フレームを複数節点で撓ませることができる構成である。

10

【0015】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群の各トラス部材、及び前記キャップが、繊維強化合成樹脂により形成される構成である。

【0016】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群及び前記キャップが一体構造物からなる構成である。

【0017】

有利な点として、前記複合材フレームは、前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材が離間配置され、輪郭構造物を補強するスティフナを収容するように適合された隙間を画定する構成である。

20

【0018】

本発明の別の態様によれば、複合材トラスフレームを形成する方法が提供され、該方法は、第1及び第2繊維強化材を治具に積層することと；複数の成形用マンドレルを前記第1繊維強化材と前記第2繊維強化材との間に配置することと；そしてこれらの前記繊維強化材に樹脂を注入することと、を含む。

【0019】

有利な点として、前記方法は更に、第3繊維強化材を前記マンドレル群の各マンドレルの周囲に配置することを含む。

30

【0020】

有利な点として、前記方法は更に、樹脂注入後の前記第1、第2、及び第3繊維強化材を硬化させることと；そして前記マンドレル群を前記フレームから、前記樹脂注入後の繊維強化材を硬化させた後に、取り外すことと、を含む。

【0021】

有利な点として、前記方法は更に、真空バッグを用いて、これらの前記繊維強化材を圧密化することと；そして前記樹脂注入後の繊維強化材を、これらの前記繊維強化材を圧密化しながら硬化させることと、を含む。

【0022】

複合材トラスフレームは、複合材トラスフレームを形成する前記方法により形成される。

40

【0023】

本発明の更に別の態様によれば、機体を製造する方法が提供され、該方法は、輪郭面を有する外板を設けることと；複数のトラス部材を有する可撓性フレームを形成することと；前記トラス部材群を前記外板の輪郭面に、前記フレームを撓ませることにより接触させることと；そして前記フレームを前記外板に接合することと、を含む。

【0024】

有利な点として、前記方法は、前記フレームを形成することにおいて、繊維強化材を治具に積層し、これらの前記繊維強化材に樹脂を注入し、そして前記樹脂注入後の繊維強化材を硬化させる構成である。

50

【 0 0 2 5 】

有利な点として、前記方法は、繊維強化材を前記治具に積層することにおいて：
繊維強化材を複数のマンドレルの各マンドレルの周囲に配置し、そして
前記マンドレル群を前記治具の上に配置する、
構成である。

【 0 0 2 6 】

有利な点として、前記方法は、前記可撓性フレームを形成することにおいて、パネルを、略平坦なパネル部材を波形パネル部材に接合することにより形成し、そして前記パネルのセクション群を切断する構成である。

【 0 0 2 7 】

本発明の更に別の態様によれば、複数の可撓性フレームを形成する方法が提供され、該方法は、キャップ、及び該キャップに接合される複数のトラス部材を有するパネルを形成することと、そして前記パネルを切断して複数の個別トラスフレームとすることと、を含む。

【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様によれば、機体を製造する方法が提供され、該方法は、波形パネルを、第1繊維強化材を波形治具に積層することにより形成することと、第2繊維強化材を、複数の成形用マンドレルの各成形用マンドレルの周囲に巻き付けることと、前記巻き付けマンドレル群を、前記治具の溝に収容することと、ヌードル状フィレットを前記溝に収容することと、第3繊維強化材を、前記巻き付けマンドレル群及び前記ヌードル状フィレットの上に積層することと、真空バッグを、前記治具を覆って密閉することと、前記バッグ内を真空引きして、これらの前記繊維強化材を圧密化することと、前記第1、第2、及び第3繊維強化材に樹脂を注入することと、前記樹脂注入後の繊維強化材を硬化させることと、硬化後の前記パネルを前記治具から取り出すことと、前記パネルを切断して複数の可撓性トラスフレームとすることと；輪郭面状の外板を設けることと；そして前記トラスフレーム群を前記外板に取り付けて、前記フレーム群を撓ませることにより、前記外板の輪郭面に忠実に追従させることと、を含む。

【 0 0 2 9 】

本発明の別の態様によれば、機体に使用される可撓性フレームが提供され、該可撓性フレームは、可撓性の複合材製細長キャップと；各トラス部材が、逆ハット形断面を有する構成の複数の連続複合材トラス部材であって、前記トラス部材群の各トラス部材が更に、前記キャップに、可撓性関節部を形成する複数節点で接続される側面を含み、かつ前記側面群の間に在って、前記フレームを取り付けることになる取り付け先の構造物に当接するように適合された接合面を有し、前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材の側面が、離間配置され、スティフナを挿通させるように適合された隙間を形成する、前記複数の連続複合材トラス部材と；そして前記トラス部材群の前記側面と前記キャップとの間の複数のヌードル状フィレットと、を含み、前記キャップ及び前記トラス部材群は、前記構造物に取り付けられる前に撓ませることができ、かつ剛性を前記構造物に、前記フレームが前記構造物に取り付けられた後に付与する。

【 0 0 3 0 】

特徴、機能、及び利点は、本開示の種々の実施形態において個別に実現することができるか、または更に他の実施形態において組み合わせることができ、更なる詳細は、以下の説明及び図面を参照しながら理解することができる。

【 0 0 3 1 】

有利な実施形態に固有であると考えられる革新的な特徴が添付の請求項に開示される。しかしながら、有利な実施形態のみならず、好適な使用形態、更に別の目的、及びこれらの実施形態の利点は、本開示の有利な実施形態に関する以下の詳細な説明を、添付の図面と関連付けながら一読することにより最も深く理解されることが考えられる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【図 1】図 1 は、本開示の実施形態による可撓性トラスフレームを斜めから見た図である。

【図 2】図 2 は、図 1 の“図 2”として図示される方向から見た図である。

【図 3】図 3 は、撓ませる前の図 1 に示すトラスフレームの概要を側面から見た図である。

【図 4】図 4 は、図 3 と同様の図であり、トラスフレームを撓ませて、組み付けようとしている様子を示している。

【図 5】図 5 は、図 4 と同様の図であり、撓ませたトラスフレームを凸面に取り付けた様子を示している。

【図 6】図 6 は、図 5 と同様の図であり、トラスフレームを反対方向に撓ませ、そして凹面に取り付けた様子を示している。

【図 7】図 7 は、2 つのトラスフレームがパネルから切り離された様子を示すために拡大して斜めから見た図である。

【図 8】図 8 は、本開示のトラスフレームを組み付けた機体の 1 つのセクションを斜めから見た図である。

【図 9】図 9 は、図 8 の“図 9”として指示される領域を斜めから見た図である。

【図 10】図 10 は、トラスフレームを、輪郭面状の外板に相対するように観察して側面から見たときの図であり、特定のフレームパラメータ群を示している。

【図 11】図 11 は、一体構造物のトラスフレームを側面から見た図である。

【図 12】図 12 は、図 11 の“図 12”として指示される領域の図である。

【図 13】図 13 は、図 11 と同様の図であり、トラスフレームが複合材構成部品群から構成される様子を示している。

【図 14】図 14 は、図 13 の“図 14”として指示される領域の図であり、ヌードル状フィレットを取り込む様子を示している。

【図 15】図 15 は、可撓性トラスフレームを製造するために使用される注入樹脂成形用波形治具を斜めから見た図である。

【図 16】図 16 は、図 15 の切断線 16 - 16 に沿って切断したときの断面図である。

【図 17】図 17 は、図 15 と同様の図であり、第 1 プライが治具に載置された様子を示している。

【図 18】図 18 は、マンドレル群が繊維プリフォームで覆われ、かつ治具に取り付けられる様子を示すために斜めから見た図である。

【図 19】図 19 は、図 18 に示すプリフォームで覆われたマンドレル群のうちの 1 つのマンドレルを斜めから見た図である。

【図 20】図 20 は、図 18 と同様の図であり、ヌードル状フィラーが積層構造体内に配置される様子を示している。

【図 21】図 21 は、別のプライが積層構造体を覆って配置されている状態の治具を斜めから見た図である。

【図 22】図 22 は、真空バッグを治具に取り付けた状態の後の方の段階における治具の図である。

【図 23】図 23 は、図 22 と同様の図であり、熱を積層構造体に加え、そして初期の樹脂流が繊維プリフォーム内に流れる様子を示している。

【図 24】図 24 は、治具を斜めから見た図であり、硬化後の部品を取り出し、そして切断して個別フレーム群とする様子を示している。

【図 25】図 25 は、フレーム群を輪郭面に取り付ける方法のフロー図を示している。

【図 26】図 26 は、航空機製造及び整備方法のフロー図を示している。

【図 27】図 27 は、航空機のブロック図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0033】

まず、図 1 及び 2 を参照するに、本開示の実施形態は、機体を覆う外板 70 のような主構造物及び補助構造物への使用に適する可撓性トラスフレーム 50 に関するものである（

10

20

30

40

50

図 8)。以下に更に詳細に説明されることであるが、フレーム 50 は、複合材料により形成することができ、そして当該フレームの長さに沿って、取り付け過程で撓ませることができることにより、外板 70 の表面 72 の局所輪郭に忠実に追従することができる。フレーム 50 の可撓性により、当該フレームを、外板面 72 の異なる輪郭にぴったり当てはまる共通部品として製造することができる。フレーム 50 は、通常の組み付け力を受けて撓ませることができることにより、外板面 72 の局所輪郭に忠実に追従することができるが、フレーム 50 は、当該フレームを外板 70 に取り付け後に、必要な剛性及び硬度を確保する。この場合、機体外板 70 を例示のために開示しているが、可撓性フレーム 50 を用いて、多種多様な用途に使用される広範囲の種類の他の主構造物及び補助構造物を補強することができることに注目されたい。

10

【0034】

トラス 50 は、広義には、連続キャップ 52 と、そしてトラス型構造物を形成する複数の並列連続トラス部材 54 と、を備え、このトラス型構造物は、荷重伝達効率が良く、かつ所定の一連の荷重を受ける補強構造物を安定させるために必要な所望の大きさの幅方向剛性を確保することができる。隣接するトラス部材 54 を互いに接続し、そしてキャップ 52 に複数節点 56 で接続する。これらのトラス部材 54 はせん断荷重に耐えられ、そしてトラス部材群 54、連続キャップ 52、及び外板 70 の複合構造は、曲げ荷重に耐えられる。本開示の実施形態では、トラス部材群 54 の各トラス部材は、傾斜面 62、64 と、そして外板面 72 に接触するように適合された外側接合面 58 を有するベース 60 と、を備える逆ハット型断面を有する。隣接するトラス部材 58 の側壁 62、64 の傾斜面が、隣接するトラス部材 58 の間のギャップ 66 を形成する。以下に説明するように、フレーム 50 は、強化熱可塑性樹脂及び未強化熱可塑性樹脂、及び熱硬化性樹脂、及び/又は可撓性金属を含む広範囲の種類の合成材料により構成することができる。キャップ 52 及び隣接トラス部材 58 は、互いに対して複数節点 56 で、軸 57 回りに若干撓ませることができるので、これらの節点 56 がフレーム 50 内の可撓性ジョイントまたは関節部 57 を節点の長さに沿って形成するようになり、これにより、これらのトラス部材 58 の接合面 58 が、フレーム 50 の取り付け先となる外板面 72 の局所輪郭に忠実に追従することができる。更に、複数節点 56 の各節点に付与される可撓性によって、フレーム 50 の幾つかの形態は、ねじれ力がフレーム 50 に、当該フレームの取り付け過程で加わると、当該フレームの長手軸 61 の回りにねじれることができる。

20

30

【0035】

図 3 は、外板 70 または他の構造物の輪郭面 72 (図 2) に忠実に追従する形状になる前の略平坦な状態になっているフレーム 50 を示している。図 4 は、フレーム 50 を外板面 72 に載せようとするために普通の組み付け力を利用してフレーム 50 を関節部 57 で撓ませる(矢印 68)様子を示している。図 5 は、輪郭面状の外板面 72 に載せ、そして外板 72 にファスナー 74 で固定した状態で撓んでいるフレーム 50 を示している。この例では、輪郭面状の外板面 72 は凸形状になっているが、フレーム 50 は、これらの関節部 57 で撓ませることができることにより、フレーム 50 を外板面 72 の多種多様な簡易曲線及び輪郭、または複雑曲線及び輪郭に忠実に追従させることができる。トラス部材群 54 の各トラス部材の接合面 58 は、外板面 72 に、接合面 58 のほぼ全領域に亘ってほぼ面対面接触するように当接する。図示の例では、ファスナー群 74 を用いてフレーム 50 を外板 70 に接合しているが、外板 70 が複合材料により形成される用途における接合法または同時硬化法を含む他のファスナー結合方法を用いてもよい。

40

【0036】

図 6 は、フレーム 50 が図 4 に示す方向とは反対の方向に撓んでいて、フレーム 50 の接合面 58 が外板 70 の凹面 72 に忠実に当接する様子を示している。

【0037】

図 7 を参照するに、多数のトラスフレーム 50 を、複合材パネル 76 の形態の 1 つの部品から形成することができるので有利である。パネル 76 は、面対面で波形パネル部材 79 に、接合法または同時硬化法により接合される略平坦なパネル部材 77 を備える。パネ

50

ル部材 77, 79 の各パネル部材は、繊維強化熱硬化性樹脂からなる積層プライ群を備えることができ、この繊維強化熱硬化性樹脂として、例えばこれに限定されないが、炭素繊維強化エポキシ樹脂を挙げることができる。これらのプライは、積層することができ、そしてプリプレグを用いて、または樹脂注入後の繊維プリフォームを用いて硬化させることができる。他の実施形態では、パネル 76 は、2つのパネル部材 77, 79 を1つの一体部品として、適切な強化繊維熱可塑性樹脂または未強化繊維熱可塑性樹脂を使用して成形することにより製造することができる。パネル 76 を製造した後、当該パネル 76 を、直線 78 に沿って切断するか、またはその他には、分離することにより、所望の幅 “W” 及び略同一の断面形状を有する個別トラスフレーム群 50 とすることができる。必要に応じて、異なる幅 “W” を有するトラスフレーム群 50 を同じパネル 76 から切り出すことができる。

10

【0038】

図 8 及び 9 は、前後方向に離間する複数のトラスフレーム 50 に支持される外側外板 70 を備える機体 80 を示している。前後方向に延びるスティフナ 84 は、外板 70 に取り付けられ、そして隣接するトラス部材 54 の間のギャップ 66 (図 9) を挿通する。

【0039】

図 10 を参照するに、トラスフレーム 50 を取り付け前のトラスフレーム 50 の可撓性の度合いは、キャップ 52 の追従性及び厚さ t_{cap} 、及びトラス部材群 54 の各トラス部材の厚さ t_{truss} に依存する。トラスフレーム 50 を外板 82 に取り付け後のトラスフレーム 50 の剛性は、キャップ 52 の追従性及び厚さ t_{cap} 、外板 70 の厚さ t_{skin} 、キャップ 52 とこれらのトラス部材 54 の側面 62, 64 とがなすトラス角度 α だけでなく、接合面 60 の幅 “W” によって変化する。重要なことであるが、トラスフレーム 50 の可撓性の度合いは、特定の用途における要求性能に合うように調整することができる。この調整は、キャップ 52 及び / 又は側面 62, 64 を形成するプライ群の枚数、及び / 又は配向角を選択することにより、そして / またはトラスフレーム 50 の幾何学形状を選択することにより行なうことができる。従って、例えばトラスフレーム 50 は、当該トラスフレームが機体 80 の特定箇所の外板 82 の曲率に、必要な剛性強度を機体 80 に当該箇所で付与しながら忠実に追従することができるような十分高い可撓性を有するように設計することができる。

20

【0040】

図 11 及び 12 は、キャップ 52 及びトラス部材群 54 が一体構造物として、例えば熱可塑性材料を成形することにより形成される構成のトラスフレーム 50 の1つの実施形態を示している。この実施形態では、キャップ 52 とトラス部材群 54 との交差部が、異なる部材ではなくなる一体化された節点 56 を形成する。異なる部材が、または境界が節点 56 に存在しないことにより、主複合材構造物に使用される場合のトラスフレーム 50 の損傷耐性を高めることができる。

30

【0041】

図 13 及び 14 は、プリプレグまたは液体成形法を用いて形成することができるトラスフレーム 50 の別の実施形態を示している。この実施形態では、フレーム 50 の損傷耐性を高めるために、「fillet nodules (ヌードル状フィレット)」と表記される場合があるフィラー 88 をトラス部材群 54 とキャップ 52 との間に配置する。これらのヌードル状フィレット 88 は、キャップ 52 だけでなくトラス部材群 54 に重なる湾曲プライ (return plies) または巻き付けプライ (wrap plies) 75 で被覆することができる。

40

【0042】

図 15 ~ 24 は、上に説明したトラスフレーム 50 を、樹脂注入後の繊維強化プリフォームを用いて形成する注入樹脂成形用治具及び方法を示しており、この繊維強化プリフォームは以後、繊維強化材 (fiber reinforcements) と表記される。図 15 に示すように、治具ベース 98 に支持される波形治具 96 は、断面形状がトラス部材 54 の断面形状にほぼ一致する略平行な複数のスロット状溝 100 を含む。図 17 では

50

、積層構造体 115 は、まず、乾燥した、またはほぼ乾燥した繊維補強プライ積層体 102 を波形治具 96 に載せ、そしてプライ積層体 102 をこれらの溝 100 に圧入することにより作製される。次に、図 18 及び 19 に示すように、複数のマンドレル 108 のそれぞれに、繊維強化プリフォーム 104 を巻き付け、この繊維強化プリフォーム 104 は、例えばこれに限定されないが、編組繊維筒を備えることができる。これらのマンドレル 108 は、これらの溝 100 (図 6) の断面形状にほぼ一致する断面形状を有する。番号 110 で指示される巻き付けマンドレルをこれらの溝 100 に収まるように載置して、部分的に成形されたプライ積層体 102 に重なるようにする。

【0043】

次に、図 20 に示すように、これらのフィラー 88 を積層構造体 115 に個々に、かつ巻き付けマンドレル群 110 のうちの隣接するマンドレルの間に取り付ける。次に、図 21 に示すように、乾燥した略平坦な繊維強化プライ積層体 116 を積層構造体 115 の上に載置する。図 22 を参照するに、製造プロセスの次の工程では、ピールプライ、ブリーザ、樹脂注入チューブなど(全て図示されず)のような消耗部材を積層構造体 115 の上に取り付ける。次に、真空バッグ 120 を、積層構造体 115 を覆うように配し、そして周辺シール 122 を用いて治具ベース 98 を覆って密閉する。これらの図面には図示されないが、適切な真空源及び樹脂注入装置をそれぞれバッグ 120 に連結する。

【0044】

図 23 を参照するに、プロセスの次の工程では、バッグ 120 を真空引きして、積層構造体 115 に熱 135 を加えた状態で積層構造体 115 を圧密化する。樹脂を積層構造体 115 に注入し、この樹脂が繊維プリフォーム 102, 104, 116 内に流れることにより、積層構造体 115 を、熱 135 で硬化される樹脂に含浸させる。熱はオープンにより加えるか、または他の熱源から供給することができる。

【0045】

図 24 は、プロセスの次の工程を示しており、この工程では、硬化後のパネル 76 (図 7 も参照) を波形治具 96 から取り出すか、または離型し(工程 128)、そしてこれらのマンドレル 108 の各マンドレルをパネル 76 から取り外す(工程 130)。次に、矢印 132 で示すように、パネル 76 を切断して所望の幅を持つ個別トラスフレーム群 50 とする。

【0046】

図 25 は、トラスフレーム 50 を形成し、そしてフレーム 50 を機体外板 70 のような輪郭面 72 に取り付ける方法を示している。工程 138 では、第 1 強化繊維 102 を波形治具 96 の上に載置し、そして工程 140 では、第 2 強化繊維 104 を複数の成形用マンドレル 108 の各成形用マンドレルに巻き付ける。工程 142 では、これらの巻き付けマンドレル 110 を波形治具 96 の溝 100 に収容する。工程 144 では、ヌードル状フィレット 88 を必要に応じて取り付けることができる。工程 146 では、第 3 強化繊維 116 を波形治具 96 の上に、これらの巻き付けマンドレル 110 及びヌードル状フィレット 88 を覆うように載置する。工程 148 では、真空バッグ 120 を、積層構造体 115 を覆うように配し、そして治具 98 を覆って密閉する。工程 150 では、バッグ 120 を排気し、そして積層構造体 115 への樹脂注入を開始する。工程 152 では、積層構造体 115 に対して適切な加熱硬化サイクルを行ない、この加熱硬化サイクルにより、積層構造体 115 を硬化させて仕上げパネル 76 とする。

【0047】

硬化後、工程 154 では、パネル 76 を治具 96 から取り出し、そして切断して個別トラスフレーム群 50 とする。工程 156 では、これらのフレーム 50 を外板 70 に取り付けているときに、これらのトラス部材 54 のトラス接合面 58 を外板 70 の輪郭面 72 に、フレーム 50 を当該フレームの長さに沿って撓ませて、接合面 58 を輪郭面 72 に忠実に追従させることにより接触させる。工程 158 では、これらのトラス部材 54 を輪郭面形状の外板面 72 に、接合法、ファスナー結合方法、または他の適切な方法で接合する。

【0048】

次に、図 2 6 及び 2 7 を参照するに、本開示の実施形態は、図 2 6 に示す航空機製造及び整備方法 1 6 0 及び図 2 7 に示す航空機 1 6 2 に関連して用いることができる。まず、図 2 6 を参照するに、航空機製造及び整備方法 1 6 0 の図が、有利な実施形態に従って描かれている。生産前段階では、航空機製造及び整備方法 1 6 0 は、図 2 7 の航空機 1 6 2 の仕様決定及び設計 1 6 4 と、そして材料調達 1 6 4 と、を含むことができる。

【 0 0 4 9 】

生産段階では、図 2 7 の航空機 1 6 2 の構成部品及びサブアセンブリ製造 1 6 8、及びシステム統合 1 7 0 を行なうことができる。その後、図 2 7 の航空機 1 6 2 は、証明書発行及び機体引き渡し 1 7 2 を経て、供用 1 7 4 される。カスタマーによって供用 1 7 4 されている間、図 2 7 の航空機 1 6 2 を日常的なメンテナンス及び整備 1 7 6 に関してスケジューリングすることができ、このメンテナンス及び整備 1 7 6 は、改修、再構成、補修、及び他のメンテナンスまたは整備を含むことができる。

10

【 0 0 5 0 】

航空機製造及び整備方法 1 6 0 の工程群の各工程は、システムインテグレータ、サードパーティ、及び／又はオペレータによって行なうことができるか、または実行することができる。これらの例では、オペレータはカスタマーとすることができる。この説明を進めるために、システムインテグレータとして、これらには限定されないが、任意の数の航空機製造業者、及び航空機大手システムサブコントラクターを挙げることができ；サードパーティとして、これらには限定されないが、任意の数のベンダー、サブコントラクター、及びサプライヤーを挙げることができ；そしてオペレータは、航空会社、リース会社、軍隊、航空機整備機関などとすることができる。

20

【 0 0 5 1 】

次に、図 2 7 を参照するに、有利な実施形態を実現することができる航空機 1 6 2 の図が描かれている。この例では、航空機 1 6 2 は、図 2 6 の航空機製造及び整備方法 1 6 0 により製造され、そして複数のシステム 1 8 0 を搭載した機体 1 7 8 と、そして機内 1 8 2 と、を含むことができる。システム 1 8 0 の例として、推進システム 1 8 4、電気システム 1 8 6、油圧システム 1 8 8、及び環境システム 1 9 0 のうちの 1 つ以上を挙げることができる。任意の数の他のシステムを含めてもよい。航空宇宙用の例を示しているが、異なる有利な実施形態は、船舶産業及び自動車産業のような他の産業に適用することができる。

30

【 0 0 5 2 】

本明細書において具体化される装置及び方法は、図 2 6 の航空機製造及び整備方法 1 6 0 の種々の段階のうちのいずれかの 1 つ以上の段階において用いることができる。1 つの例示的な例では、図 2 6 の構成部品及びサブアセンブリ製造 1 6 8 で製造される構成部品またはサブアセンブリは、航空機 1 6 2 を図 2 6 で供用 1 7 4 している間に製造される構成部品またはサブアセンブリと同様の方法で組み立てるか、または製造することができる。更に別の例として、多数の装置実施形態、方法実施形態、またはこれらの装置実施形態及び方法実施形態の組み合わせは、図 2 6 の構成部品及びサブアセンブリ製造 1 0 6、及びシステム統合 1 7 0 のような製造段階において利用することができる。「items (アイテム)」を指して使用される「number (多数)」とは、「one or more items (1 つ以上のアイテム)」を意味する。例えば、多数の装置実施形態とは、1 つ以上の装置実施形態である。多数の装置実施形態、方法実施形態、またはこれらの組み合わせは、航空機 1 6 2 を供用 1 7 4 している間に、そして／または図 2 6 のメンテナンス及び整備 1 7 6 中に利用することができる。多数の異なる有利な実施形態を使用することにより、航空機 1 6 2 の組み立てを大幅に促進することができる、そして／または航空機 1 6 2 のコストを大幅に低減することができる。

40

【 0 0 5 3 】

異なる有利な実施形態についての説明を提示して、例示及び記述を行ってきたが、当該説明を網羅的に記載しようとするものではない、または開示される構成の実施形態に限定しようとするものではない。多くの変形及び変更が存在することはこの技術分野の当業

50

者には明らかである。更に、異なる有利な実施形態は、他の有利な実施形態とは異なる利点を提供することができる。選択される実施形態または実施形態群は、これらの実施形態の原理、実際の用途を最も分かり易く説明するために、そしてこの技術分野の他の当業者が、想定される特定の使用に適合するように種々の変更が為される種々の実施形態に関する開示を理解することができるように選択され、そして記載されている。

また、本発明は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

輪郭面に取り付けられるように適合された複合材フレームであって：

互いに対して撓んで連結される複数のトラス部材と、

前記トラス部材群に跨って延設され、かつ前記トラス部材群に接合されるキャップと、
を備える、複合材フレーム。

10

(態様 2)

前記キャップは、略連続し、かつ撓ませることができる、態様 1 に記載の複合材フレーム。

(態様 3)

前記トラス部材群の各トラス部材は断面がハット形状である、態様 1 に記載の複合材フレーム。

(態様 4)

前記トラス部材群の各トラス部材は、構造物の輪郭面に接触するように適合された接合面を含む、態様 1 に記載の複合材フレーム。

20

(態様 5)

前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材は、互いに対して接合され、かつ前記キャップに節点で結合され、そして前記フレームは、複数節点で撓ませることができる、態様 1 に記載の複合材フレーム。

(態様 6)

前記トラス部材群の各トラス部材、及び前記キャップは、繊維強化合成樹脂により形成される、態様 1 に記載の複合材フレーム。

(態様 7)

前記トラス部材群、及び前記キャップは、一体構造物である、態様 1 に記載の複合材フレーム。

30

(態様 8)

前記トラス部材群のうちの隣接するトラス部材は、離間配置され、前記輪郭構造物を補強するためのスティフナを収納するように適合された隙間を画定する、態様 1 に記載の複合材フレーム。

(態様 9)

複合材トラスフレームを形成する方法であって：

第 1 及び第 2 繊維強化材を治具に積層することと、

複数の成形用マンドレルを前記第 1 繊維強化材と前記第 2 繊維強化材との間に配置することと、

これらの前記繊維強化材に樹脂を注入することと、
を含む、方法。

40

(態様 10)

更に：

第 3 繊維強化材を前記マンドレル群の各マンドレルの周囲に配置することを含む、態様 9 に記載の方法。

(態様 11)

更に：

樹脂注入後の前記第 1、第 2、及び第 3 繊維強化材を硬化させることと、
樹脂注入後の前記繊維強化材を硬化させた後に、前記マンドレル群を前記フレームから取り外すことと、

50

を含む、態様 10 に記載の方法。

(態 様 1 2)

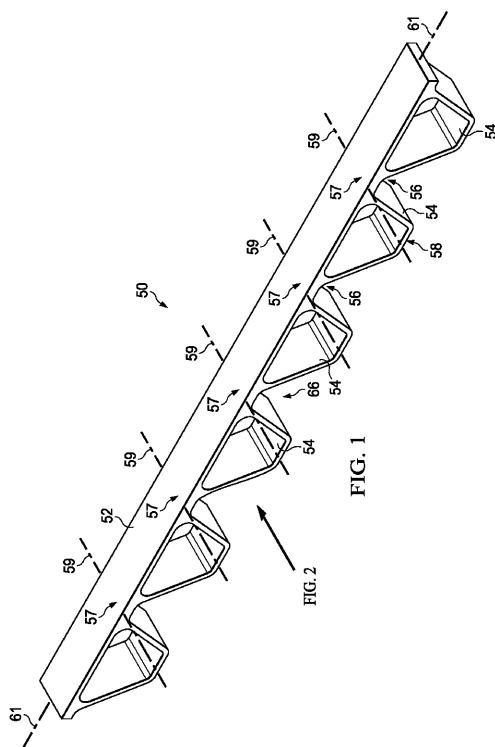
更に：

前記繊維強化材を圧密化するために真空バッグを用いることと、

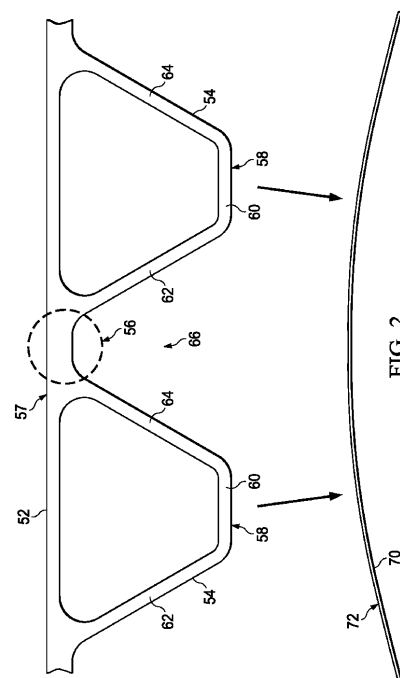
前記樹脂注入後の繊維強化材を、圧密化しながら硬化させることと、

を含む、態様 9 に記載の方法。

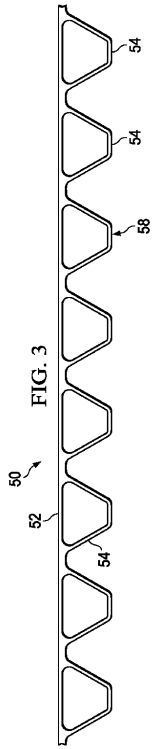
【 図 1 】



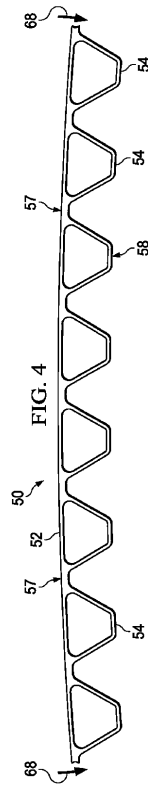
【 図 2 】



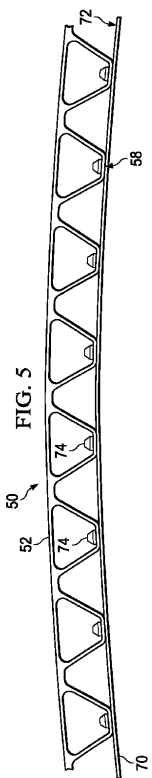
【図 3】



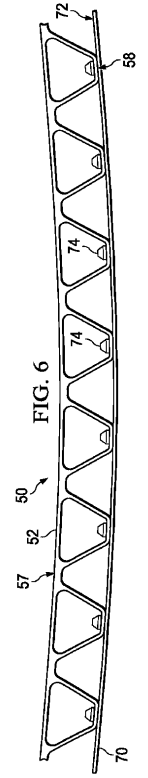
【図 4】



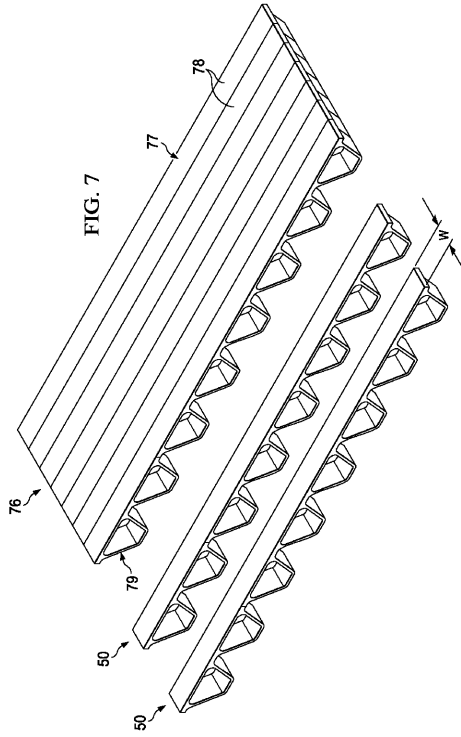
【図 5】



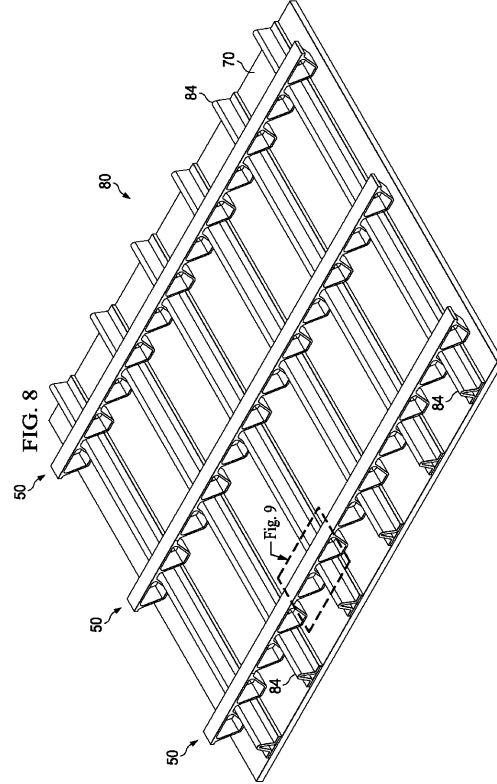
【図 6】



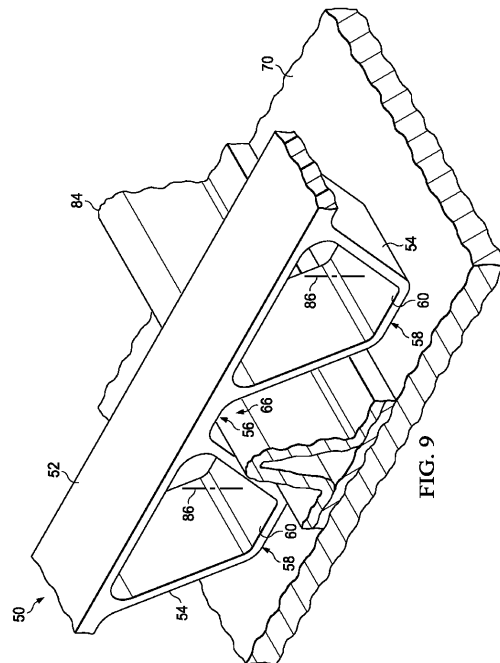
【図 7】



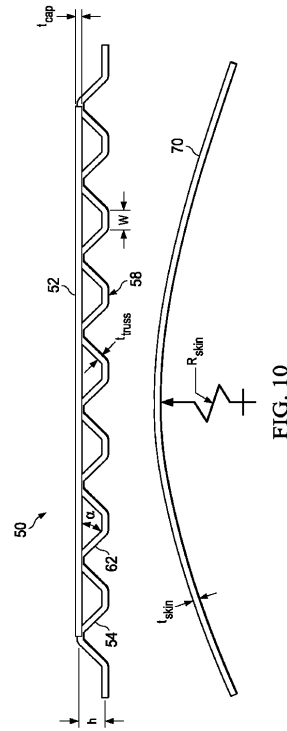
【図 8】



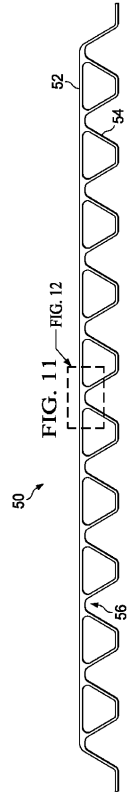
【図 9】



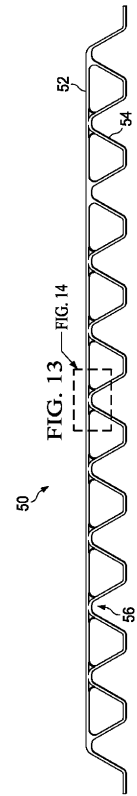
【図 10】



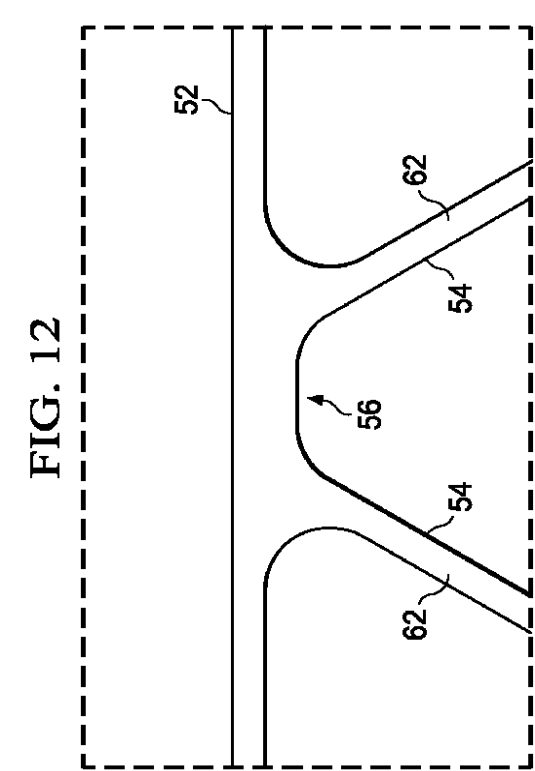
【図 1 1】



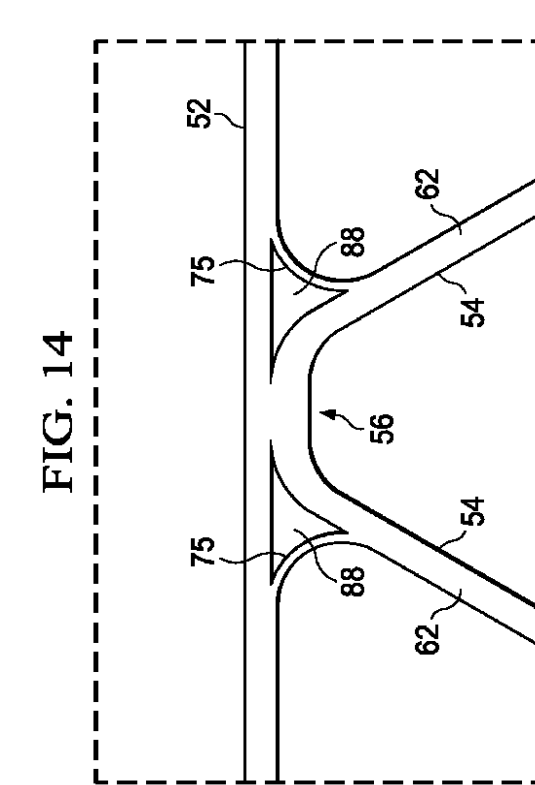
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



【図 15】

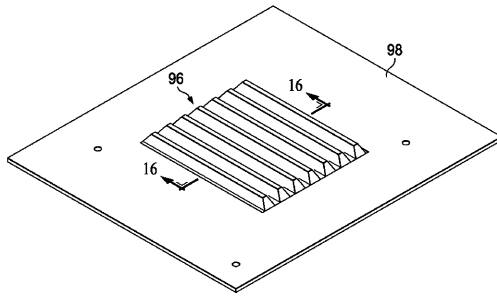


FIG. 15

【図 16】

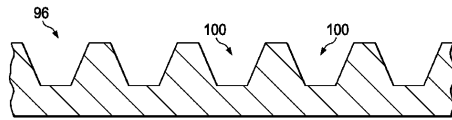


FIG. 16

【図 17】

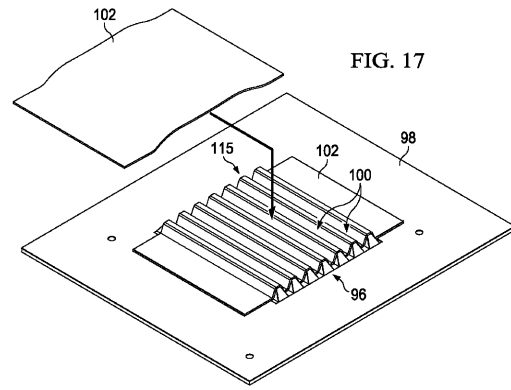


FIG. 17

【図 18】

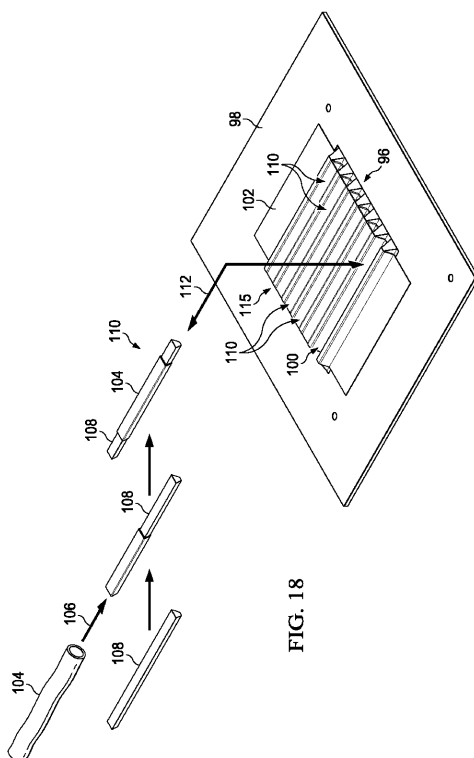


FIG. 18

【図 19】

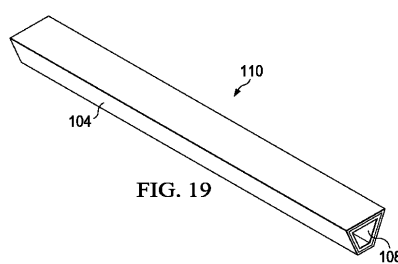


FIG. 19

【図 20】

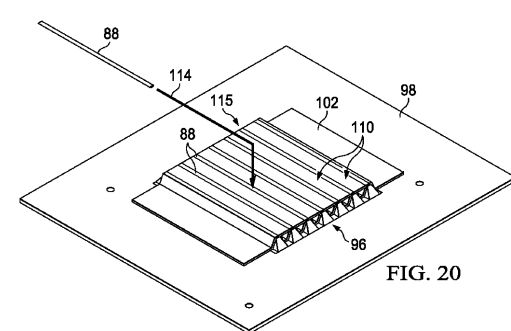
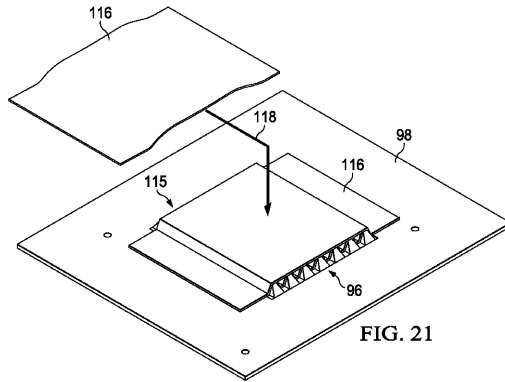
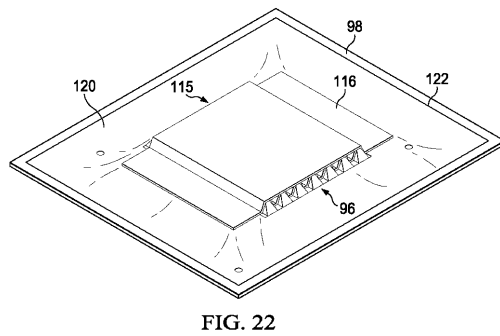


FIG. 20

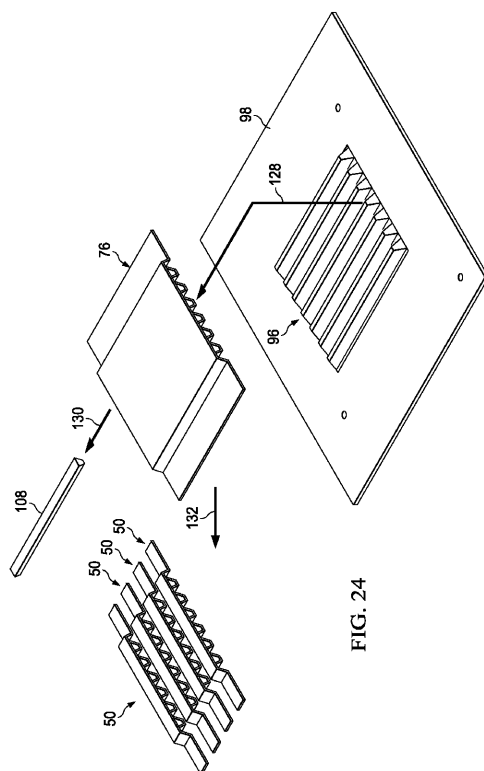
【図 2 1】



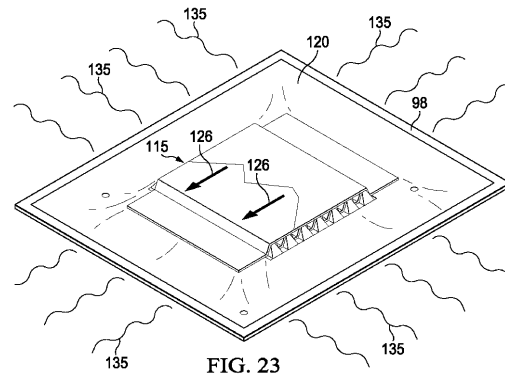
【図 2 2】



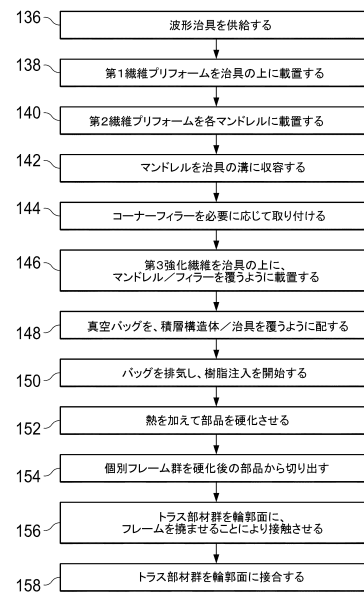
【図 2 4】



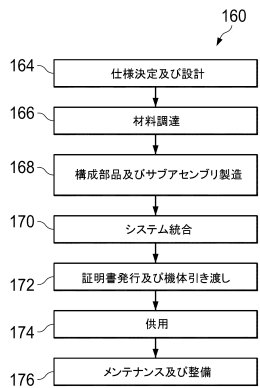
【図 2 3】



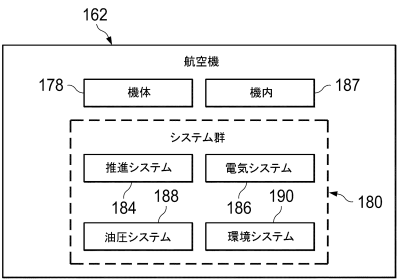
【図 2 5】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

- (72)発明者 ゲオルギアディス, スティーヴ
オーストラリア国 ヴィクトリア 3165, メルボルン, イースト ベントリー, ローズ
リン クレセント 7エー
- (72)発明者 ブーク, デーヴィッド アンドリュー
オーストラリア国 ヴィクトリア 3145, メルボルン, モルバーン イースト, オラベ
ル アヴェニュー 3

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特開平10-196698(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C	1/00	-	1/12
B29C	39/00	-	39/44
B29C	43/00	-	43/58
B29C	70/06	-	70/08
B29K	105/08	-	105/10
B65D	90/02		