(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6829311号
(P6829311)

(45)発行日　令和3年2月10日(2021.2.10)　(24)登録日　令和3年1月25日(2021.1.25)

(51)Int.Cl.			F I		
B64C	1/00	(2006.01)	B64C	1/00	B
B64C	1/08	(2006.01)	B64C	1/08	
B64C	1/12	(2006.01)	B64C	1/12	
B29C	70/06	(2006.01)	B29C	70/06	

請求項の数 14　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2019-520356(P2019-520356)
(86)(22)出願日　平成29年11月2日(2017.11.2)
(65)公表番号　特表2020-501957(P2020-501957A)
(43)公表日　令和2年1月23日(2020.1.23)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/059778
(87)国際公開番号　WO2018/085579
(87)国際公開日　平成30年5月11日(2018.5.11)
審査請求日　令和2年10月23日(2020.10.23)
(31)優先権主張番号　62/417,056
(32)優先日　平成28年11月3日(2016.11.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　15/682,818
(32)優先日　平成29年8月22日(2017.8.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　519444409
コンティニュアス　コンポジッツ　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国，アイダホ州　８３８１４，コー　ダリーン，イー．　レイクサイド　アベニュー　２１５
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉　良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫　敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口　昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤　和彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合乗物ボディ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
乗物ボディであって、
内部骨格と、
前記内部骨格に亘って形成された表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続繊維であって、前記複数の連続繊維のうちの少なくとも１つは、引っ張られた状態にあり、その長さに沿って異なるレベルの張力を有する、複数の連続繊維と
を含む、表皮と
を含み、
前記内部骨格は、翼形状を形成し、
前記複数の連続繊維は、前記翼形状の前後方向の中央付近の基部端から、前記翼形状の前縁および後縁の翼端に向かって外側に湾曲する、乗物ボディ。
【請求項２】
前記表皮は、前記内部骨格上の異なる位置に位置決めされた複数のマトリックス材料を含み、前記複数のマトリックス材料は、アクリル化エポキシと、可撓性樹脂および熱分解樹脂のうちの少なくとも１つとを含む、請求項１に記載の乗物ボディ。
【請求項３】
乗物ボディであって、

第１の付加製造システムを介して作製された内部骨格と、
前記第１の付加製造システムとは異なる第２の付加製造システムを介して前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮と
を含み、
前記内部骨格は複数の隣接する中空管を含み、
前記内部骨格および前記表皮は、共に翼形状を形成し、
前記複数の隣接する中空管が前記翼形状の長さ方向に延び、
前記複数の隣接する中空管は、マトリックス材料と前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続繊維とから作製され、
前記表皮は、マトリックス材料と前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続繊維とから作製され、
前記内部骨格の前記複数の連続繊維のうちの少なくともいくつかは、前記表皮に延び、前記表皮の一部を形成する、乗物ボディ。
【請求項４】
翼および胴体を有する乗物ボディであって、
第１の付加製造システムを介して作製され、前記翼の長さ方向に延び、マトリックスでコーティングされた複数の連続繊維から形成された複数の隣接する中空管を有する内部骨格と、
前記第１の付加製造システムとは異なる第２の付加製造システムを介して前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮であって、マトリックスでコーティングされた複数の連続繊維を有し、前記内部骨格に置かれた表皮と
を含み、
前記内部骨格と前記表皮との両方の前記複数の連続繊維は、引っ張られた状態にあり、
前記複数の中空管のうちの少なくとも１つは、燃料タンクおよび燃料通路のうちの少なくとも１つとして機能するためにコーティングされており、
前記内部骨格および前記表皮は、共に翼形状を形成し、
前記内部骨格の前記複数の連続繊維のうちの少なくともいくつかは、前記表皮に延び、前記表皮の一部を形成する、乗物ボディ。
【請求項５】
乗物ボディであって、
内部骨格と、
前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続繊維と
を含む、表皮と
を含み、
前記複数の連続繊維は、前記複数の連続繊維のうちの他の連続繊維と織り交ぜられ、ヒーター及びひずみゲージのうちの少なくとも１つとして機能するように構成された少なくとも１つの導電性ワイヤを含み、
前記マトリックス材料は、前記表皮内の複数の連続繊維の長さに沿った戦略的位置に配置された複数の樹脂を含む、乗物ボディ。
【請求項６】
乗物ボディであって、
内部骨格と、
前記内部骨格に亘って形成された表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続構造繊維と、
前記複数の連続構造繊維と織り交ぜられた、導電性ワイヤ、形状記憶繊維、および光ファイバのうちの少なくとも１つと
を含む、表皮と

を含み、
前記表皮の前記複数の連続構造繊維のうちの少なくともいくつかは、前記内部骨格に延在し、前記内部骨格の一部を形成する、乗物ボディ。
【請求項７】
乗物ボディであって、
内部骨格と、
前記内部骨格に化学的に結合した表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料内に包まれた複数の連続繊維と、
を含む、表皮と
を含み、
前記複数の連続繊維は、前記内部骨格に延在し、前記内部骨格の一部を形成する複数の構造繊維、及び前記複数の構造繊維と織り交ぜられた少なくとも１つの機能性繊維を含む、乗物ボディ。
【請求項８】
乗物ボディであって、
翼形状および胴体形状を形成する内部骨格と、
前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料で少なくとも部分的にコーティングされた複数の連続繊維であって、前記翼形状から前記胴体形状に亘って延びる、複数の連続繊維と
を含む表皮と
を含み、
前記複数の連続繊維は、
前記乗物ボディの表面に対して全体的に平行な第１の層に配置された第１の複数の連続繊維と、
前記第１の層と重なる第２の層に配置された第２の複数の連続繊維とを含み、
前記第１の複数の連続繊維は、前記第１の層から前記第２の層へと外面に垂直に延在して、前記第１の層と前記第２の層を連結する、乗物ボディ。
【請求項９】
乗物ボディであって、
マトリックス材料および前記マトリックス材料で少なくとも部分的にコーティングされた複数の連続繊維から胴体形状および翼形状を共に作る、翼小骨、翼桁、トラス、梁受け縦材、縦通材、および隔壁のうちの少なくとも１つを有する内部骨格と、
前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮と
を含み、
前記複数の連続繊維は、前記内部骨格から前記表皮に延びる、乗物ボディ。
【請求項１０】
乗物ボディであって、
マトリックス材料および前記マトリックス材料で少なくとも部分的にコーティングされた複数の連続繊維を含む内部骨格と、
前記内部骨格に亘ってインサイチュで作製された表皮と
を含み、
前記複数の連続繊維は、
前記乗物ボディの表面に対して全体的に平行な第１の層に配置された第１の複数の連続繊維と、
前記第１の層と重なる第２の層に配置された第２の複数の連続繊維とを含み、
前記第１の複数の連続繊維は、前記第１の層から前記第２の層へと外面に垂直に延在して、前記第１の層と前記第２の層を連結する、乗物ボディ。
【請求項１１】

乗物ボディであって、
互いに接着された複数のオーバーラップ層によって形成された骨格を含み、前記複数のオーバーラップ層のそれぞれは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維から作製され、前記連続繊維の経路は、前記複数のオーバーラップ層の隣接する層の間で異なり、
さらに、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維シートから前記骨格に亘って形成された表皮を含み、
前記表皮の前記マトリックス材料は、前記骨格の前記マトリックス材料とは異なる、乗物ボディ。
【請求項１２】
乗物ボディであって、
互いに接着された複数のオーバーラップ層によって形成された骨格を含み、前記複数のオーバーラップ層のそれぞれは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維から作製され、前記連続繊維の経路は、前記複数のオーバーラップ層の隣接する層の間で異なり、
前記骨格は、翼形状を有し、
前記複数のオーバーラップ層のそれぞれは、前記翼形状の翼小骨断面を形成する、乗物ボディ。
【請求項１３】
乗物ボディであって、
互いに接着された複数のオーバーラップ層によって形成された骨格であって、前記複数のオーバーラップ層のそれぞれは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維から作製される、骨格と、
マトリックス材料でコーティングされた連続繊維シートから前記骨格に亘って形成された表皮と
を含み、
前記複数のオーバーラップ層は、
前記骨格の断面のオープンセンタ周辺部を形成する第１のタイプの層と、
周辺部および前記周辺部内のノードの間の横材を有する前記骨格の断面を形成する第２のタイプの層と
を含み、
前記第１のタイプの層は、前記複数のオーバーラップ層内で前記第２のタイプの層と交替する、乗物ボディ。
【請求項１４】
乗物ボディであって、
対向する支持表面、対向するブレース、および前記対向する支持表面と前記対向するブレースとを接続する横材を有する翼小骨を含む内部骨格であって、前記対向する支持表面、対向するブレース、および横材は、ミドルアウト・ツールパスを使用して、少なくとも１つの連続繊維によって形成される、内部骨格と、
前記内部骨格に亘って形成された表皮であって、前記表皮は、
マトリックス材料と、
前記マトリックス材料内に包まれ、前記乗物ボディの表面に対して全体的に平行な層に配置された、複数の連続繊維と
を含む表皮と
を含む、乗物ボディ。
【発明の詳細な説明】
【関連出願】
【０００１】
［0001］　本願は、その内容が参照によって特に本明細書に組み込まれている、２０１６年３月１１日に出願した米国仮特許出願第６２／４１７０５６号に基づき、その優先権の

利益を主張するものである。
【技術分野】
【０００２】
［0002］　本開示は、全般的には乗物ボディに関し、より具体的には複合材料から作られた乗物ボディに関する。
【背景技術】
【０００３】
［0003］　乗物ボディ（たとえば、飛行機の機体、自動車の車体、または船の船体）は、一般に、乗物に形状を与える内部骨格と、骨格(skeleton)に被さり、滑らかな外表面を提供する表皮(skin)とを含む。現代の乗物ボディは、複合材を含む異なる材料の組合せから作製される。たとえば、骨格は、通常は木、アルミニウム、またはステンレス鋼から作られ、表皮は、通常は樹脂マトリックス内に埋め込まれた繊維（たとえば、炭素繊維またはガラス繊維）から作られる。
【０００４】
［0004］　引抜成形は、乗物ボディのまっすぐな骨格部品（たとえば、ビーム、縦通材など）を製造するための一般的な方法である。引抜成形製造中に、個々の繊維ストランド、ストランドの編組、および／または織物が、対応するスプールから樹脂浴および静止ダイを介して引っ張られる。その後樹脂は、硬化し、固まることを許される。硬化の前の繊維の引抜きに起因して、繊維の一部は、硬化が完了した後に、あるレベルの引張応力を維持する場合がある。この引張応力は、繊維が引っ張られた方向で骨格部品の強度を高める可能性がある。
【０００５】
［0005］　真空補助樹脂注入成形（vacuum-assisted resin transfer molding;ＶＡＲＴＭ）プロセスは、内部骨格が既に形成された後に、乗物ボディの表皮を作製するのに一般的に使用されている。ＶＡＲＴＭプロセスでは、繊維材料のシートが、内部骨格の上に手作業で引っ張られ、定位置に鋲で留められる。鋲で留められた材料はその後、液体マトリックス（たとえば、熱硬化樹脂または加熱された熱可塑性物質）で、手作業でコーティングされ、液体マトリックスの含浸を容易にするために真空バッグでカバーされ、硬化し、固まることを許される。
【０００６】
［0006］　引抜成形製造およびＶＡＲＴＭは、いくつかの状況で乗物ボディ部品を作るための許容できる方法である可能性があるが、問題を含む可能性もある。具体的には、ＶＡＲＴＭによって作られた表皮は、しばしば、金属ファスナ（たとえば、ねじ、リベット、およびクリップ）を介して、引抜成形された骨格部品に取り付けられ、かつ／または強化される。金属ファスナの使用は、骨格設計を駆り立て、乗物ボディの重量およびコストを増加させる可能性がある。さらに、様々な乗物ボディ部品は、特別に設計されたハードウェアを介して互いに接合される必要がある場合があり、このハードウェアも、重く高コストになる可能性がある。さらに、エレクトロニクス（たとえば、センサ、ヒーター、電気リードなど）が、製造後に乗物ボディに追加される必要がある場合があり、このエレクトロニクスが、重量、コスト、および信頼性の欠如をさらに増加させる可能性がある。最後に、従来の引抜成形プロセスおよびＶＡＲＴＭ製造プロセスは、乗物ボディの設計および／または使用における可撓性をほとんど提供しない場合がある。
【０００７】
［0007］　開示される複合乗物ボディは、従来技術の上で示された問題および／または他の問題のうちの１つまたは複数を克服することを対象とする。
【発明の概要】
【０００８】
［0008］　一態様では、本開示は、乗物ボディを対象とする。乗物ボディは、互いに接着された複数のオーバーラップ層によって形成された骨格を含むことができる。複数のオーバーラップ層のそれぞれは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維から作製さ

れ得る。連続繊維の経路は、複数のオーバーラップ層の隣接する層の間で異なり得る。
【０００９】
［0009］　もう１つの態様では、本開示は、もう１つの乗物ボディを対象とする。この乗物ボディは、互いに接着された複数のオーバーラップ層によって形成された骨格を含むことができる。複数のオーバーラップ層のそれぞれは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維から作製され得る。この乗物ボディは、マトリックス材料でコーティングされた連続繊維シートから内部骨格上に形成された表皮をも含むことができる。複数のオーバーラップ層は、骨格の断面のオープンセンタ周辺部を形成する第１のタイプの層と、周辺部および周辺部内のノードの間の横材を有する骨格の断面を形成する第２のタイプの層とを含むことができる。第１のタイプの層は、複数のオーバーラップ層内で第２のタイプの層と交替することができる。
【００１０】
［0010］　もう１つの態様では、本開示は、もう１つの乗物ボディを対象とする。この乗物ボディは、対向する支持表面、対向するブレース、および支持表面とブレースとを接続する横材を有する翼小骨を有する内部骨格を含むことができる。対向する支持表面、対向するブレース、および横材は、ミドルアウト・ツールパスを使用して、少なくとも１つの連続繊維によって形成され得る。この乗物ボディは、内部骨格の上に形成される表皮をも含むことができる。表皮は、マトリックス材料と、マトリックス材料内に包まれ、乗物ボディの表面に対して全体的に平行な層に配置された、複数の連続繊維と含むことができる。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】［0011］例示的な乗物ボディを示す概略図である。
【図２】［0012］製造中の図１の乗物ボディの例示的な部分を示す概略図である。
【図３】［0012］製造中の図１の乗物ボディの例示的な部分を示す概略図である。
【図４】［0012］製造中の図１の乗物ボディの例示的な部分を示す概略図である。
【図５】［0012］製造中の図１の乗物ボディの例示的な部分を示す概略図である。
【図６】［0013］図１の乗物ボディを作製するのに使用され得る例示的な繊維を示す断面図である。
【図７】［0014］図１の乗物ボディの追加の例示的な部分を示す概略図である。
【図８】［0014］図１の乗物ボディの追加の例示的な部分を示す概略図である。
【図９】［0014］図１の乗物ボディの追加の例示的な部分を示す概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
［0015］　図１は、例示的な乗物ボディ（「ボディ」）１０を示す。開示される実施形態では、ボディ１０は、航空機機体（たとえば、飛行機の機体またはドローンの機体）である。しかし、望まれる場合に、ボディ１０を別のタイプのボディ（たとえば、自動車の車体、船の船体など）とすることができることが企図されている。ボディ１０は、その構成および所期の用途に関わりなく、外表皮１８によってカバーされた内部骨格（たとえば、翼桁、翼小骨、梁受け縦材、隔壁、トラス、縦通材など）１６から作られた１つまたは複数の構成要素（たとえば、胴体１２、１つまたは複数の翼１４など）を含むことができる。いくつかの実施形態では、ボディ１０の構成要素は、別々に作製され、その後に一緒に接合され得る（たとえば、ねじ締結、リベット締めなどを介して）。他の実施形態では、ボディ構成要素は、一体のモノリシック構造（たとえば、少なくとも多少の破壊なしには分解できない構造）として一緒に作製され得る。
【００１３】
［0016］　図２に示されているように、ボディ１０の構成要素のうちの１つまたは複数は、付加製造プロセスを介して作製され得る。たとえば、骨格１６は、第１の付加製造プロセスから作製され得、表皮１８は、第２の異なる付加製造プロセスから製造され得る。望まれる場合に、骨格１６と表皮１８との両方が、同一の付加製造プロセスから製造され得

ることが企図されている。

【００１４】

［0017］　第１の付加製造プロセスは、複合材料（たとえば、マトリックスＭと少なくとも１つの連続繊維Ｆとを有する材料）から中空管構造物２０を作成する引抜成形プロセスおよび／または押出成形プロセスとすることができる。具体的には、１つまたは複数のヘッド２２が、構造物２０の結果の縦軸２６が３次元になるように、構造物２０の放出中にヘッド（１つまたは複数）２２を複数の方向に移動することができる支柱２４（たとえば、ロボット・アーム）に結合され得る。そのようなヘッドは、たとえば、米国特許出願第１３／９７５３００号、米国特許出願第１５／１３０２０７号、およびＰＣＴ出願第２０１６０４２９０９号で開示されており、これらの特許出願のすべてが、参照によってその全体を本明細書に組み込まれている。

【００１５】

［0018］　ヘッド（１つまたは複数）２２は、マトリックス材料Ｍを受け、または他の形でこれを含むように構成され得る。マトリックス材料Ｍは、硬化可能である任意のタイプの液体樹脂（たとえば、揮発性有機化合物を含まない樹脂）を含むことができる。例示的な樹脂は、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、陽イオン性エポキシ、アクリル化エポキシ、ウレタン、エステル、熱可塑性物質、感光性樹脂、ポリエポキシド、熱硬化アクリル酸塩、熱硬化樹脂、ビスマレイミド、シリコンなどを含む。一実施形態では、ヘッド（１つまたは複数）２２の内部のマトリックス材料Ｍの圧力は、対応する導管（図示せず）を介してヘッド（１つまたは複数）２２に流体接続された外部デバイス（たとえば、押出機または別のタイプのポンプ）によって生成され得る。しかし、別の実施形態では、圧力は、同様のタイプのデバイスによって完全にヘッド（１つまたは複数）２２の内部で生成され得、かつ／または単純に重力がマトリックス材料Ｍに作用した結果とすることができる。いくつかの例では、ヘッド（１つまたは複数）２２の内部のマトリックス材料Ｍは、早すぎる硬化を抑制するために、冷たく、かつ／または暗く保たれる必要がある場合があり、他の場合には、マトリックス材料Ｍは、同一の理由から暖かく保たれる必要がある場合がある。どちらの状況でも、ヘッド（１つまたは複数）２２は、これらの必要に備えるために特別に構成され（たとえば、断熱され、冷やされ、かつ／または暖められ）得る。

【００１６】

［0019］　ヘッド（１つまたは複数）２２の内部に貯えられたマトリックス材料Ｍは、任意の個数の連続繊維Ｆをコーティングし、繊維Ｆと一緒に複合材構造物２０の壁を作り上げるのに使用され得る。繊維Ｆは、単一のストランド、複数のストランドのトウもしくは粗紡、または多数のストランドの織物を含むことができる。ストランドは、たとえば、炭素繊維、植物繊維、木質繊維、鉱物繊維、ガラス繊維、金属ワイヤ、ＳｉＣセラミック繊維、玄武岩繊維などを含むことができる。繊維Ｆは、望みに応じて、繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２２の内部にある間、繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２２に渡されている間、および／または繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２２から放出されている間に、マトリックス材料Ｍでコーティングされ得る。いくつかの実施形態では、マトリックス材料Ｍが繊維Ｆをコーティングする前および／またはその後に、充填材材料（たとえば、短繊維）が、マトリックス材料Ｍと混合され得る。マトリックス材料、乾燥した繊維、マトリックス材料Ｍで既にコーティングされている繊維、および／または充填材は、当業者に明白な任意の形でヘッド（１つまたは複数）２２内に輸送され得る。その後、マトリックスをコーティングされた繊維Ｆは、ヘッド（１つまたは複数）２２の口に配置された集中化されたダイバータ（図示せず）を通過することができ、ここで、樹脂は、１つまたは複数の硬化エンハンサ（ｃｕｒｅ　ｅｎｈａｎｃｅｒ）（たとえば、ＵＶ光および／または超音波エミッタ）２７によって硬化させられる（たとえば、内側から外側へ、外側から内側へ、またはその両方）。

【００１７】

［0020］　図２の例では、構造物２０は、翼１４の長さ方向に延び、骨格１６の少なくとも一部を作り上げる。各構造物２０は、別の構造物２０に隣接して放出され、かつ／また

は以前に放出された構造物２０にオーバーラップし、その後に、隣接する構造物２０内の液体樹脂が一緒に接着する(bond)ように硬化され得る。任意の個数の構造物２０が、一緒にグループ化され、翼１４の所望の骨格形状を生成するのに必要な任意の経路(trajectory)を有することができる。

【００１８】

［0021］　いくつかの実施形態では、充填材料（たとえば、絶縁体、導体、光学器械のレンズ、表面仕上げなど）が、構造物２０が形成されている間に構造物２０の内部および／または外部に堆積され得る。たとえば、中空シャフト（図示せず）が、関連するヘッド（１つまたは複数）２２の中央を通って、および／または関連するヘッド（１つまたは複数）２２のいずれかの上を延びることができる。その後、材料の供給（たとえば、液体供給、泡供給、固体供給、気体供給など）が、中空シャフトの端に接続され得、材料が、中空シャフトを介して、構造物２０の特定の表面（たとえば、内面および／または外面）に押しやられ得る。望まれる場合に、構造物２０の硬化に使用されるものと同一の硬化エンハンサ（１つまたは複数）２７が、充填材料を硬化するのにも使用され得ること、または、追加の専用の硬化エンハンサ（１つまたは複数）（図示せず）が、この目的に使用され得ることが、企図されている。充填材料は、構造物２０のうちの１つまたは複数が、燃料タンク、燃料通路、電気導管、換気ダクトなどとして機能することを可能にすることができる。

【００１９】

［0022］　図２の例示的な翼１４を作製するのに使用される第２の付加製造プロセスも、引抜成形プロセスおよび／または押出成形プロセスとすることができる。しかし、中空管構造物２０を作成するのではなく、第２の付加製造プロセスは、管構造物２０の上（および／または骨格１６の他の特徴の上）に複合材料のトラック、リボン、および／またはシートを放出して、これによって表皮１８を作製するのに使用され得る。具体的には、１つまたは複数のヘッド２８が、表皮１８の結果の輪郭が３次元になるように、表皮１８の作製中にヘッド（１つまたは複数）２８を複数の方向に移動することのできる支柱３０（たとえば、オーバーヘッド・ガントリ）に結合され得る。

【００２０】

［0023］　ヘッド２８は、ヘッド２２に類似し、マトリックス材料Ｍ（たとえば、ヘッド２２内に含まれるものと同一のマトリックス材料Ｍ）を受け、または他の形で含むように構成され得る。ヘッド（１つまたは複数）２８の内部に貯えられたマトリックス材料Ｍは、任意の個数の別々の繊維Ｆをコーティングし、繊維Ｆが、放出するトラック、リボン、および／またはシートの集中化された強化を作り上げることを可能にするのに使用され得る。繊維Ｆは、単一のストランド、複数のストランドのトウもしくは粗紡、または多数のストランドの織物を含むことができる。ストランドは、たとえば、炭素繊維、植物繊維、木質繊維、鉱物繊維、ガラス繊維、金属ワイヤ、などを含むことができる。繊維Ｆは、望みに応じて、繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２８の内部にある間、繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２８に渡されている間、および／または繊維Ｆがヘッド（１つまたは複数）２８から放出されている間に、マトリックス材料Ｍでコーティングされ得る。マトリックス材料、乾燥した繊維、および／またはマトリックス材料で既にコーティングされている繊維は、当業者に明白な任意の形でヘッド（１つまたは複数）２８内に輸送され得る。その後、マトリックスをコーティングされた繊維Ｆは、円形オリフィス、長方形オリフィス、三角形オリフィス、または別の曲がった形状もしくは多角形形状のオリフィスを通過することができ、ここで、繊維Ｆは、一緒にプレスされ、樹脂が、１つまたは複数の硬化エンハンサ２７によって硬化させられる。

【００２１】

［0024］　図３に示された別の例示的な実施形態では、単一の付加製造プロセスだけが、翼１４を作製するのに使用されている。具体的には、上で説明した第２の製造プロセスが、連続繊維ＦおよびマトリックスＭを用いて骨格１６（たとえば、翼桁および／または梁受け縦材の）の層を付加的に作り上げ、同一のまたは異なる連続繊維Ｆおよびマトリ

ックス材料Ｍの表皮１８の付加的に作り上げられた層によって骨格１６をカバーするのに使用されている。骨格１６を作り上げる繊維Ｆは、連続した機械的接続が連続繊維Ｆによって骨格１６と表皮１８との間に形成されるように、表皮１８の一部になるために骨格１６の外側表面の上で連続することができる。このようにして、表皮１８を骨格１６に接続するのに必要なファスナの個数が、減らされ得る（除去されないとしても）。支柱２４および／または支柱３０が、翼１４の作製中（または、ボディ１０の任意の他の構成要素の作製中）に任意の個数のヘッド２８を移動するのに使用され得ることが企図されている。

【００２２】

［0025］　上で説明したように、第１および第２の付加製造プロセスは、押出成形プロセスまたは引抜成形プロセスとすることができる。たとえば、押出成形は、液体の樹脂マトリックスＭおよび関連する連続繊維Ｆが、支柱２４および／または３０の移動中にヘッド（１つまたは複数）２２および／またはヘッド（１つまたは複数）２８から押し出される時に発生することができる。引抜成形は、ある長さの樹脂コーティングされた繊維がアンカ（図示せず）に接続され、硬化された後、ヘッド（１つまたは複数）２２および／またはヘッド（１つまたは複数）２８のアンカから離れる移動の後に発生することができる。ヘッド（１つまたは複数）２２および／またはヘッド（１つまたは複数）２８のアンカから離れる移動は、繊維Ｆが、マトリックス材料Ｍのコーティングと一緒にそれぞれのヘッド（１つまたは複数）から引っ張られるようにする。

【００２３】

［0026］　いくつかの実施形態では、引抜成形は、骨格１６および／または表皮１８を作り上げる繊維Ｆ内の、硬化の後に残る張力を生成するために選択的に実施され得る。具体的には、繊維Ｆが、それぞれのヘッド（１つまたは複数）から引っ張られる時に、繊維Ｆは、引っ張られ得る。この引張りが、繊維Ｆ内の張力を作成することができる。繊維Ｆを囲むマトリックスＭが、繊維Ｆが引っ張られている間に硬化し、固まる限り、この張力の少なくとも一部が、繊維Ｆ内に残り、結果の複合材構造の強度を高めるように機能する。

【００２４】

［0027］　従来の引抜成形法を介して作製された構造は、単一の方向（たとえば、手作業の樹脂含浸および硬化の前に繊維が対応するダイを介して引っ張られる１つの方向）でのみ高められた強度を有する可能性がある。しかし、開示される実施形態では、対応する繊維Ｆ内の残留張力によって引き起こされるボディ１０の骨格１６および／または表皮１８（たとえば、翼１４内）の高められた強度は、各繊維Ｆの軸方向で実現され得る。また、各繊維Ｆが、ヘッド（１つまたは複数）２２および／または２８によって放出される時に異なる方向で引っ張られ得るので、張力関連の強度増加は、複数（たとえば、無数）の異なる方向で実現され得る。

【００２５】

［0028］　従来の引抜成形法を介して作製された構造は、単一のレベルだけ（たとえば、手作業の樹脂含浸および硬化の前の、繊維性の布が引っ張り機（pulling machine）によって引っ張られた量に比例するレベル）まで高められた強度を有する可能性がある。しかし、開示される実施形態では、各繊維Ｆを囲むマトリックスＭが、放出の直後に硬化され、固められ得るので、繊維Ｆに対する引っ張る力は、同一の繊維Ｆの異なるセグメント（segment）が異なる量だけ引っ張られるように、繊維Ｆの長さに沿って連続的に変更され得る。したがって、各繊維Ｆの異なるセグメントのそれぞれの中で誘導される引張り応力も、異なるものとすることができ、ボディ１０の骨格１６および／または表皮１８の異なるセグメント内の可変強度をもたらす。これは、ボディ１０の変化する負荷を受ける区域（たとえば、翼１４と胴体１２との交差部分、翼１４の中央内、翼１４の前端など）において有益である可能性がある。

【００２６】

［0029］　図４は、表皮１８の繊維Ｆが、翼１４の所望の特性を提供するように配置され得る例示的な形を示す。この例では、繊維Ｆは、有機的（organically）に（たとえば、木が成長するように、または血管が体内で位置を定められるように）配置される。具体的

には、翼１４の構造１６上に配置される繊維Ｆは、胴体１２との交差部分でおよび全般的な縦方向の中央(fore/aft center)でアンカリングされ得る。その後、繊維Ｆは、翼１４の遠位翼端に向かって、縦方向の中央から離れて（たとえば、翼１４の前縁または後縁に向かって）引っ張られ得、異なる繊維Ｆは、遠位翼端に向かって異なる距離だけ延びる。さらに、放出するマトリックス材料Ｍが、ヘッド２８からの放出の直後に硬化し、構造１６または表皮１８の以前に放出された層のいずれかに接着することができるので、放出中のヘッド２８の移動は、繊維Ｆの、曲がる経路(trajectory)を作成するように制御され得る。繊維Ｆが、その遠位終端点で完全に翼１４の回りを通り、その後、その最初の経路の鏡像に従って胴体１２に向かって戻って引っ張られ得ることが企図されている。有機的に配置された繊維のこの配置は、翼１４の上側に、翼１４の下側に、および／または複数の位置で翼１４の断面周辺部（cross-sectional perimeter）の周囲に、配置され得る。この配置を用いると、翼１４の遠位翼端付近より高密度の繊維Ｆが、胴体１２の付近に存在することができる。したがって、翼１４は、胴体１２の付近および全般的な縦方向の中央付近でより厚くなり、遠位翼端、前縁、および後縁に向かって先細りになることができる。望みに応じて、他の配置および／または繊維分布方式が使用され得る。

【００２７】

［0030］　図５に示された１つの例示的な実施形態では、ボディ１０の１つまたは複数の部分を作り上げる複合材料内の繊維Ｆの一部が、独自の特性を有する。たとえば、翼１４の大部分は、構造タイプの繊維$Ｆ_{s}$（たとえば、炭素繊維、ガラス繊維、またはＫｅｖｌａｒ繊維）を含むことができるが、翼１４のいくつかの部分は、別のタイプの繊維Ｆ（たとえば、導電性繊維$Ｆ_{ec}$、光ファイバ$Ｆ_{o}$、形状記憶繊維$Ｆ_{sm}$など）を含むことができる。他のタイプの繊維Ｆが、戦略的位置（strategic location）で構造タイプの繊維$Ｆ_{s}$と選択的に織り混ぜられ得る。たとえば、導電性繊維$Ｆ_{ec}$が、翼１４の前縁および／または翼１４のより薄い部分に配置され、電源に接続され、翼１４から氷を除去するのに使用され得る加熱電極として使用され得る。代わりの、導電性繊維$Ｆ_{ec}$が、高応力領域（たとえば、翼１４と胴体１２との交差部分）に配置され、ボディ１０の荷重を検出するひずみゲージとして使用され得る。同様の方法で、光ファイバ$Ｆ_{o}$が、高応力領域に配置され得、エネルギ・ビームが、これを介して渡され得る。ボディ１０が曲がる時に、光ファイバ$Ｆ_{o}$は、押し潰され、かつ／または閉ざされ、これによって、屈曲を示す光フィードバック信号を生成することができる。さらに別の実施形態では、形状記憶合金（たとえば、Ｎｉｔｏｎｏｌ）から作製された繊維$Ｆ_{sm}$が、構造タイプの繊維$Ｆ_{s}$と織り混ぜられ、選択的にエネルギを与えられ（たとえば、電気または熱を介して）、所望の空気力学性能（たとえば、ステアリング、方位、昇降制御、安定性、抗力など）をもたらすボディ１０の屈曲（たとえば、制御された押しおよび／または引き）を引き起こすことができる。図６に示されているように、導電性繊維$Ｆ_{ec}$、光ファイバ$Ｆ_{o}$、および／または形状記憶繊維$Ｆ_{sm}$は、望まれる場合に、別の材料（たとえば、絶縁、強度強化層など）でコーティングされ得ることが企図されている。他の電気構成要素（たとえば、抵抗、キャパシタなど）が、繊維$Ｆ_{ec}$、繊維$Ｆ_{o}$、および／または繊維$Ｆ_{sm}$の放出中に、ヘッド２２、２８を介して押し出され、かつ／または自動的にピックアンドプレースされ得る（たとえば、ヘッド２２および／または２８に関連するアタッチメントを介して）ことも企図されている。これらの構成要素の動作ならびに／または繊維$Ｆ_{ec}$、繊維$Ｆ_{o}$、および／もしくは繊維$Ｆ_{sm}$の動作は、たとえば繊維の形状、張力、および／またはサイズを調整することによって、これらの状況で選択的に調整され得る。

【００２８】

［0031］　従来の引抜成形法および／または押出成形法を介して作製された構造は、関連する繊維の方位において制限される場合がある。すなわち、繊維が、全体的にオーバーラップし、平行の層内にある場合がある。しかし、図５に示された実施形態では、各繊維Ｆを囲むマトリックスＭが、放出の直後に硬化され、固められ得るので、繊維Ｆは、追加の支持なしに自由空間内に延びさせられ得る。すなわち、繊維Ｆは、互いの上の平らな層内にあることを要求されないものとすることができる。したがって、骨格１６および／また

は表皮１８を作り上げる繊維Ｆは、３次元で互いに垂直な方向に方位を定められ得る。たとえば、図５は、翼１４の表面に垂直な方向に延びる繊維$Ｆ_{n}$を示す。これは、繊維層の連結および／または独自の（たとえば、乱流を強化する）表面テクスチャの作成を可能にすることができる。

【００２９】

［0032］　上で説明され、図５に示されているように、ボディ１０は、いくつかの実施形態で、一体のモノリシック構造として作製され得る。たとえば、翼１４は、胴体１２と一緒に（たとえば、同時に、胴体１２からの分離なしで）作製され得る。具体的には、支柱（１つまたは複数）２４および／または３０が、表皮１８を作成するために骨格１６上で任意の個数のヘッド２８を移動する（図２参照）時に、ヘッド（１つまたは複数）２８は、胴体１２の上または下で１つの翼１４から進み、対向する翼１４にまたがって継続することができる。この場合に、ヘッド（１つまたは複数）２８から放出する繊維Ｆは、翼１４および胴体１２にわたって連続とされ得る。このプロセスは、数百万（数億ではないとしても）の繊維Ｆが翼１４と胴体１２との交差部分を通って延びるように、任意の回数だけ繰り返され得、これによって、特殊化されたハードウェアおよび／または重いファスナの使用を要求せずに、強い機械的接続を作成することができる。

【００３０】

［0033］　図５に示された例示的な実施形態では、ボディ１０の１つまたは複数の部分を作り上げる複合材料内のマトリックスＭは、独自の特性を有する。たとえば、翼１４の大部分は、構造タイプのマトリックス$Ｍ_{s}$（たとえば、アクリル化エポキシなどの従来のＵＶ硬化可能液体樹脂）を含むことができるが、翼１４のいくつかの部分は、別のタイプのマトリックスＭ（たとえば、熱分解マトリックス$Ｍ_{p}$、多少柔軟なままになるマトリックス$Ｍ_{f}$など）を含むことができる。他のタイプのマトリックスＭが、戦略的位置で繊維Ｆをコーティングするのに選択的に使用され得る。たとえば、結果の複合材料が翼１４の前縁および／または胴体１２の機首で熱シールドとして機能できるように、ヘッド２８がこれらの領域に近づく時に、熱分解されたマトリックス$Ｍ_{p}$がヘッド２８に供給され得る。別の例では、上で説明した所望の空気力学プロパティを提供するために、結果の複合材料がより柔軟になり、選択的にたわませられ、またはねじられることを可能にするように、ヘッド２８が翼１４の後縁（たとえば、形状記憶繊維$Ｆ_{sm}$が配置されるところに近づく時に、可撓性マトリックス$Ｍ_{f}$がヘッド２８に供給され得る。

【００３１】

［0034］　図７は、ヘッド２８および支柱３０の使用を介して作製され得る骨格１６の例示的な部分３２を示す。翼１４の翼小骨として図示され、説明されるが、部分３２は、翼１４および／または胴体１２の別の骨格構成要素とすることができる。この例では、部分３２は、対向する外側支持表面３４、対向する内部ブレース３６、および支持表面３４および／またはブレース３６を相互接続する複数の横材３８を含む。外側支持表面３４および／または内部ブレース３６が、任意の所望の形状、たとえば、曲がった形状、平らな形状、段付きの形状などを有することができることに留意されたい。望まれる場合に、外側の支持表面３４および内側の支持表面３４が、１つまたは複数の連続する表面を形成できることも、企図されている。たとえば、支持表面３４のうちの１つまたは複数は、曲げられ、全体的にブレース３６のうちの１つまたは複数（たとえば、翼小骨の前縁および／または後縁にある）の接線方向にされ得る。また、横材３８は、全体的にまっすぐで、支持表面３４およびブレース３６に対して相対的に約４５°の方位にされて図示されているが、横材３８も、曲げられ、かつ／または別の角度で方位を定められ得ることが企図されている。７つの隣接するほぼ同一の部分３２が、開示される翼小骨を作り上げて図示されているが、任意の個数の同一のまたは異なる部分３２（たとえば、１つのみの部分３２）が、この目的で使用され得ることに留意されたい。

【００３２】

［0035］　部分３２は、連続繊維の使用を可能にし、軽量構成で高強度をもたらす独自のツールパスに従って作成され得る。具体的には、部分３２は、ミドルアウト法を使用して

作製され得る。図８は、複数の異なるオーバーラップ層を使用する作製中のこの戦略の使用を示す。

【００３３】

［0036］　たとえば、第１の層内で、ヘッド２８は、左下角（たとえば、下支持表面３４と左ブレース３６との内部交差部分に隣接する）での１つまたは複数の連続する樹脂コーティングされた繊維の放出および硬化を開始し、隣接する左上角への上向きの進行中に同一の樹脂コーティングされた繊維（１つまたは複数）の放出および硬化を継続するように制御され得る。その後、ヘッド２８は、部分３２の全体的な中央に向かって対角線方向に内向きに移動し、その後、全体的に平行な経路に従って左上角に向かって移動するために、中央に達する前に逆戻りすることができる。この逆戻り操作中に、ヘッド２８は、空の空間が部分３２の対角線に沿って存在し、箱形状が対角線平行トラックの内部の端に形成されるように、その元の経路からある距離だけ離隔され（たとえば、部分３２の右に向かってより多くの間隔をとられ）得る。その後、ヘッド２８は、部分３２の右上角に右向きに移動することができ、これに、部分３２の内部の縁に達する時の下向きの約９０°の旋回が続く。仮想対角分割線にまたがる鏡像が作成されるように、左上角で行われたものと同一の全般的なパターンが、部分３２の右下角で繰り返され得る。その後、ヘッド２８は、左向きに移動し、その開始点の手前で停止し、その後、ヘッド２８は、時計回りに約４５°旋回し、右上角へ部分３２を完全に横切って対角線方向に進行することができる。その後、ヘッド２８は、ヘッド２８がその開始点の付近（たとえば、開始点より半径方向に外でわずかに下）になるように、離隔された平行トラックに沿って左下角に向かって逆戻りすることができる。この逆戻り操作中に、ヘッド２８は、空の空間が部分３２の対角線に沿って存在するように、その元の経路からある距離だけ離隔され（たとえば、部分３２の左に向かってより多くの間隔をとられ）得る。ヘッド２８は、右上角に向かって移動する時に、矢じり形状が平行トラックの内部の端に形成されるように、旋回点でその経路から逸脱し、角に向かうことができる。矢じり形状は、この角位置に以前に置かれた固まった繊維に接着することができる。対角線に置かれた繊維（１つまたは複数）は、部分３２の中央に以前に置かれた箱形状に接着することができる。このプロセス全体が、対応する個数の材料トラックを第１の層に追加し、これによって第１の層の断面積を増やすために、任意の回数だけ繰り返され得る。繰返し中に、部分３２は、外向きに成長することができ、平行トラックの間に配置されるものとして上で説明された空の空間が、充填され得る。任意の１つの層の形成中に、すべての繊維が同一平面内に置かれるように、ヘッド２８から放出する繊維が、他の繊維とオーバーラップしないものとすることができることに留意されたい。ヘッド２８が、特定の層の終点に達する時に、ヘッド２８が新しい層の開始のために再位置決めされ得るように、繊維（１つまたは複数）は、ヘッド２８から切られ得る。

【００３４】

［0037］　第２の層は、たとえば第１の層のパターンを所望の角度だけ（たとえば約９０°だけ）回転することによって、直接に第１の層の上に形成され得る。パターンを約９０°だけ回転することによって、第２の層内で部分３２を完全に横切って対角線方向に延びる繊維は、第１の層内の部分３２の中央で逆戻りした繊維にオーバーラップことができる。繰り返すパターンの異なる部分のこのオーバーラップは、部分３２の強度を高めるのを助けることができる。望まれる場合に、任意の個数の繊維が、任意の位置に配置され、層を連結するためにオーバーラップ層に全体的に垂直に方位を定められ得る（たとえば、図５に示されたものに似た繊維F_n）ことが企図されている。それに加えてまたはその代わりに、以前の層の、放出されたものの硬化されていない部分が、その後に形成された層の上にラップされ、その後、連結強度を改善するために硬化され得る。

【００３５】

［0038］　任意の個数の複数の追加層が、交替する方位でおよび／または増分的に回転する角度の方位で（たとえば、角度が９０°の倍数ではない時）最初の２つの層の上に形成され得る。これは、部分３２の所望の厚さが達成されるまで継続することができる。一例

では、胴体１２全体および／または翼１４全体が、このように作製され得る。たとえば、表皮１８は、ミドルアウト手法を使用する時に、部分３２の上で同時に作製され得る。具体的には、空の空間が、胴体１２および／または翼１４の内部で隣接する部分３２の間に、支持体３４および／またはブレース３６の外側部分のみを作成することによって作成され得る。

【００３６】

［0039］　図９は、翼１４の骨格１６および／または表皮１８を作成する代替の方法を示す。この実施形態では、図８のミドルアウト法を使用するのではなく、異なる蛇行パターンを有する層が、交番しオーバーラップ形で使用され得る。たとえば、翼１４の骨格１６を作製する時に、ヘッド２８（図７参照）は、翼小骨断面の右端または後端での１つまたは複数の連続する樹脂コーティングされた繊維の放出および硬化を開始し、上向きおよび左への弓形進行中に同一の樹脂コーティングされた繊維（１つまたは複数）の放出および硬化を継続するように制御され得る。ヘッド２８は、翼小骨断面の上支持表面３４および前端の周囲を完全に移動し、その後、翼小骨断面の下支持表面３４を横切る全体的にまっすぐな経路内で開始点に戻って移動することができる。翼小骨断面の完全な周囲を作る時に、ヘッド２８は、逆戻りし、翼小骨の周辺部を回る第２ラップ中に逆の経路をたどることができる。両方のラップが、同一の全体的な平面内で互いに直接に隣接した（たとえば、接着される）ままになる限り、望みに応じて、第２ラップが、半径方向に第１ラップの内側または外側で完了され得ることに留意されたい。図９に示された層１は、材料の２つの完全なラップを含むが、単一のラップのみまたは２つ超のラップが使用され得ることが企図されている。層１の第１および／または第２のラップの作製中に、ヘッド２８は、中央が横材およびブレーシングのないままになるように、翼小骨断面の中央を通過しないものとすることができる。すなわち、翼小骨断面の周辺部だけが、層１によって形成され得る。

【００３７】

［0040］　層１の完了後に、ヘッド２８から引きずる繊維は、切断され得、ヘッド２８は、層２の作製のために翼小骨断面の前端に向かって移動することができる。ヘッド２８は、前端の上表面３４での１つまたは複数の連続する樹脂コーティングされた繊維の放出および硬化を開始し、上向きおよび右への（たとえば、後端に向かう）弓形進行中に同一の樹脂コーティングされた繊維（１つまたは複数）の放出および硬化を継続するように制御され得る。上支持表面３４を形成し、翼小骨断面の後端に達した後に、ヘッド２８は、下支持表面３４に沿った全体的にまっすぐな経路内で前端に向かって戻って移動し、前端を回って層２の第１ラップの開始点へ曲がることができる。この、翼小骨断面の周辺部の回りのヘッド２８の層２の第１ラップ中に、ヘッド２８は、中央がまだ横材およびブレーシングのないままになるように、翼小骨の中央を通過しないものとすることができる。

【００３８】

［0041］　ヘッド２８は、横材３８が自由空間内で上および下の支持表面３４内の対向するノードの間に作成されるように、層２の第２ラップ中に翼小骨断面の中央を通過することができる。具体的には、第１ラップの開始点に戻った後に、ヘッド２８は、逆戻りし、第１ラップの内側の半径位置の曲がった前端の回りの同一の全体的な経路をたどることができる。曲がった前端の回りを移動した後に、ヘッド２８は、第１ラップから離れて移動し、上向きおよび右へ（すなわち、後端に向かって）角度を変え、翼小骨断面の中央を通って開始点に向かって通過することができる。開示される実施形態では、上および／または下の支持表面３４に対する相対的な横材３８の角度は、約２５°～約６５°とされ得る。ヘッド２８からの材料放出が、第１ラップの内側側面に係合した後に、ヘッド２８は、材料のセグメントが翼小骨断面の上支持表面３４で第１ラップに隣接して（たとえば、その内側に）置かれるように、短い距離だけ第１ラップの経路を全体的にたどることができる。一実施形態では、セグメントは、翼小骨断面の長さの約１／３～約１／６である。その後、ヘッド２８は、第１ラップから離れて移動し、下向きおよび右へ角度を変え、やはり翼小骨断面の中央を通過することができる。ヘッド２８からの材料放出が、もう一度第

１ラップの内側側面に係合した後に、ヘッド２８は、材料の別のセグメントが翼小骨断面の下支持表面３４で第１ラップに隣接して（たとえば、その内側に）置かれるように、短い距離だけ第１ラップの経路を全体的にたどることができる。翼小骨中央の通過およびセグメント作成のこの蛇行パターンは、ヘッド２８が翼小骨断面の後端に達するまで継続することができる。図９の実施形態では、任意の１つの翼小骨断面の層内の横材３８は、片側のみであることに留意されたい。すなわち、翼小骨断面の中央を通る完全な「Ｘ」が、２つの異なる層だけによって作成され得る。

【００３９】

［0042］　翼小骨断面の奇数層は、すべてが互いに実質的に同一とされ得、偶数層は、互いに同一または互いの反復とされ得る。たとえば、層１、層３、層５、層７などは、すべてが同一とされ得る。同様に、層２および層８、層４および層１０、ならびに層６および層１２は、同一の対とされ得る。しかし、層２、層４、および層６は、互いの異なる反復とされ得る。具体的には、横材３８の位置および上下の支持セグメントの位置は、偶数層の間で交替することができ、横材３８が、互いにオーバーラップし、これによって完全な「Ｘ」を形成し、上下の支持セグメントが、順次並んで、翼小骨断面の周囲の完全な周辺部を形成するようになっている。層１～層６が、図９では翼１４の形成中に任意の回数だけ繰り返され得る完全なセットを形成するものとして示されているが、任意の個数の層が、翼１４を形成するために繰り返され得るセットを形成することができることに留意されたい。

【００４０】

［0043］　いくつかの実施形態では、層１～層６の形成の後（および／またはこれらの層のうちの複数の後）に、翼１４を完成することができる。すなわち、各層の内側ラップは、骨格１６を形成することができ、外側層は、表皮１８を形成することができる。しかし、他の実施形態では、望まれる場合に、別々の表皮１８が、層１～層６の形成の後に骨格１６に置かれ得る。この実施形態では、表皮１８は、手によってまたは開示されるシステム（１つまたは複数）によって置かれ得る。開示されるシステム（１つまたは複数）によって置かれる場合に、上で説明された第２の付加プロセス（であるが、個々の繊維またはトウではなく事前に作製された材料のシートを使用する）が、実施され得る。

【００４１】

産業上の利用可能性

［0044］　骨格１６および表皮１８の開示される配置および設計は、任意のタイプの乗物ボディ１０に関連して使用され得る。たとえば、骨格１６および表皮１８は、飛行機の機体、ドローンの機体、自動車の車体、船の船体、または軽量低コスト高性能が重要である任意の他のタイプの乗物ボディに関連して使用され得る。乗物ボディ１０は、表皮１８を骨格１６に固定し、かつ／または乗物ボディ１０の構成要素を互いに固定するのに必要なファスナの個数の減少に起因して、軽量かつ低コストになる可能性がある。さらに、乗物ボディ１０は、骨格１６と表皮１８との両方を作るのに使用される複合材料の使用により軽量で行うことができる。高性能は、特定の繊維および樹脂が骨格１６内および表皮１８内で使用され、配置される独自の方法で実現され得る。

【００４２】

［0045］　様々な変更および変化を、開示された乗物ボディに対して行うことができることは、当業者に明白になる。他の実施形態は、本明細書の考慮および開示された乗物ボディの実践から当業者に明白になる。本明細書および例が例示的であるにすぎないと考えられ、真の範囲が以下の特許請求の範囲およびその同等物によって示されることが意図されている。

【図１】

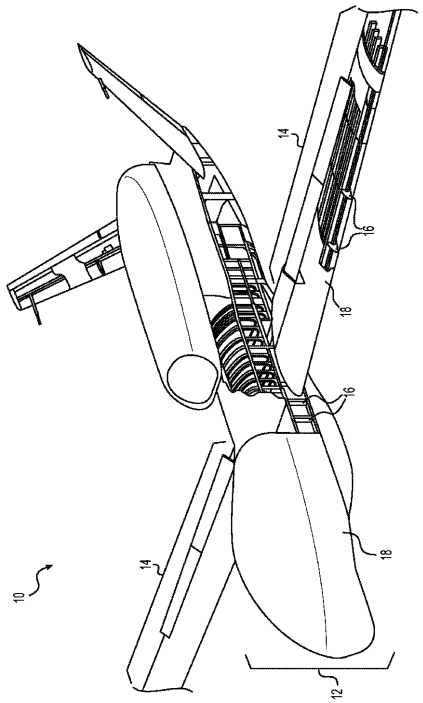


FIG. 1

【図２】

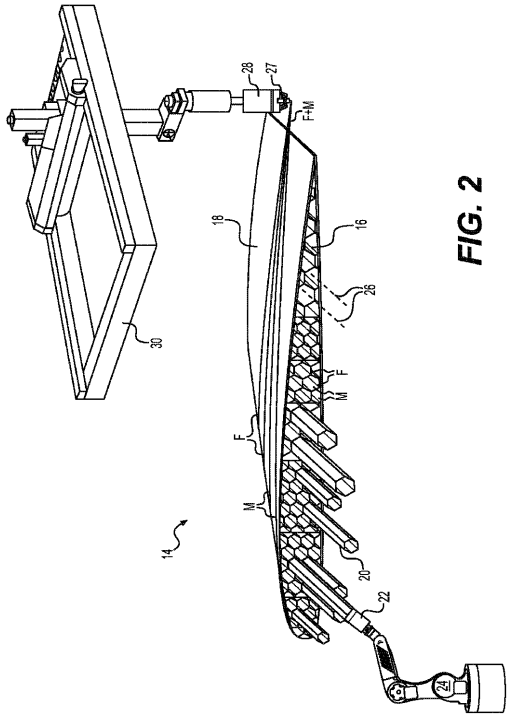


FIG. 2

【図３】

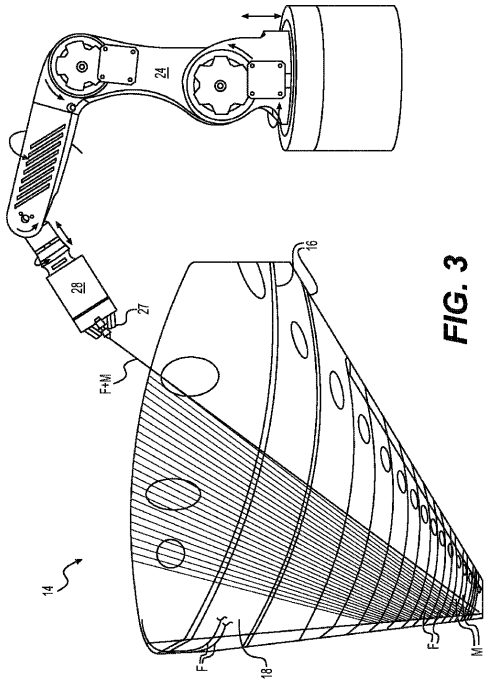


FIG. 3

【図４】

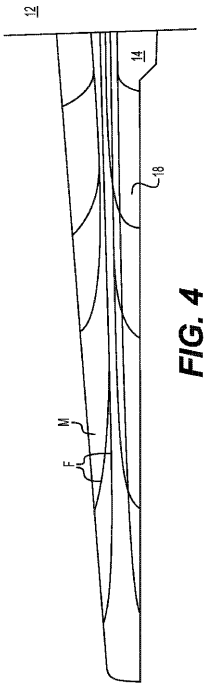


FIG. 4

【図５】

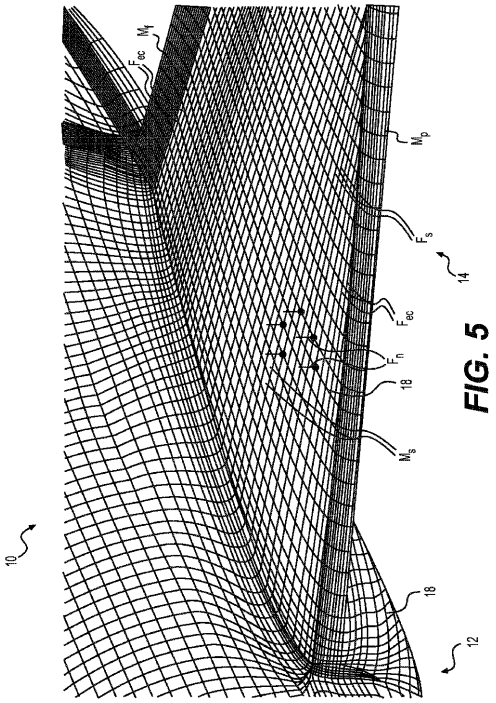


FIG. 5

【図６】

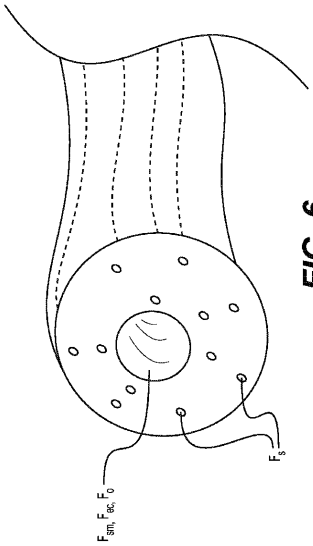


FIG. 6

【図７】

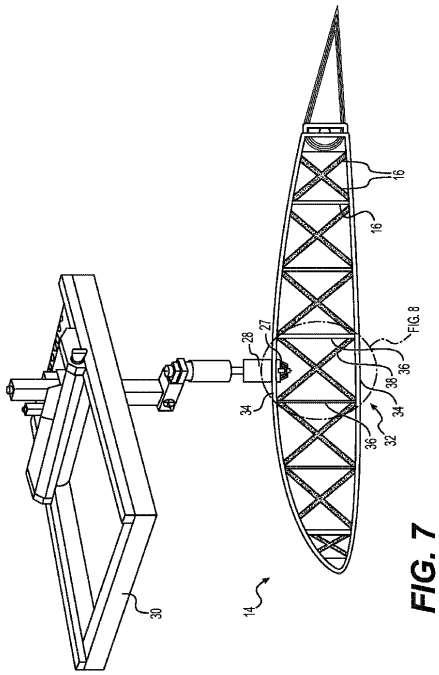
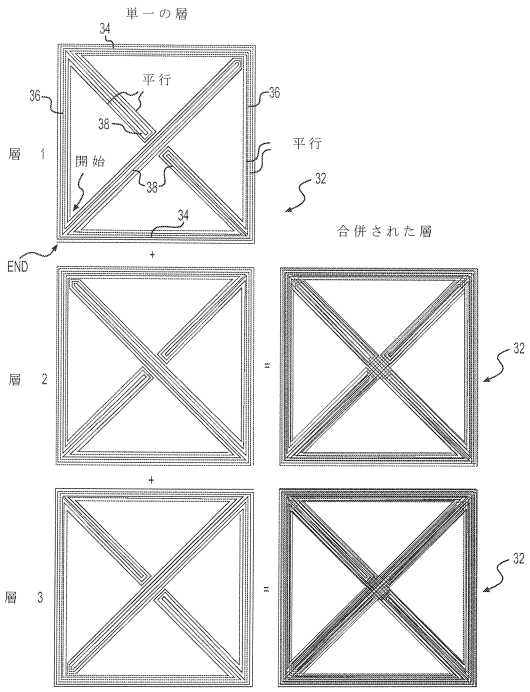
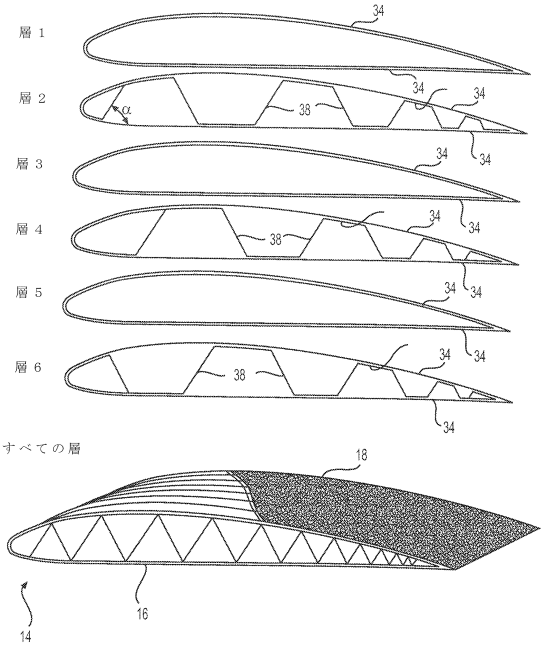


FIG. 7

【図８】



【図９】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号　15/682,844
(32)優先日　平成29年8月22日(2017.8.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　15/682,835
(32)優先日　平成29年8月22日(2017.8.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　15/682,826
(32)優先日　平成29年8月22日(2017.8.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　15/697,483
(32)優先日　平成29年9月7日(2017.9.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

(72)発明者　テイラー，ケネス
アメリカ合衆国，アイダホ州　８３８１４，コー　ダリーン，エヌ．ガバメント　ウェイ　７４０
(72)発明者　ストッケット，ライアン　シー．
アメリカ合衆国，ニュー　ハンプシャー州　０３７６６，レバノン，デイジー　ヒル　ロード　８３

審査官　林　政道

(56)参考文献　米国特許第６６５５６３３（ＵＳ，Ｂ１）
米国特許第９４６３８６４（ＵＳ，Ｂ１）
米国特許第５４０７７２７（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６４Ｃ　１／００，３／００
Ｂ２９Ｃ　７０／１６，７０／５２
Ｂ３２Ｂ　３／２６，５／１２，５／２８