

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6183892号  
(P6183892)

(45) 発行日 平成29年8月23日(2017.8.23)

(24) 登録日 平成29年8月4日(2017.8.4)

(51) Int.Cl.	F 1
B 29 C 70/10	(2006.01) B 29 C 70/10
B 29 C 70/44	(2006.01) B 29 C 70/44
B 29 C 65/00	(2006.01) B 29 C 65/00
B 29 K 105/08	(2006.01) B 29 K 105:08

請求項の数 10 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-137699 (P2013-137699)
(22) 出願日	平成25年7月1日(2013.7.1)
(65) 公開番号	特開2014-15041 (P2014-15041A)
(43) 公開日	平成26年1月30日(2014.1.30)
審査請求日	平成28年6月27日(2016.6.27)
(31) 優先権主張番号	13/542, 237
(32) 優先日	平成24年7月5日(2012.7.5)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタディ、リバーロード、1 番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聰志
(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フランジ付き複合構成部品を製造するための装置および該フランジ付き複合構成部品を製造する方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フランジ付き複合構成要素を製造する方法であって、  
複合構造物を第1の複合材料に結合するステップと、  
第2の複合材料を前記複合構造物に結合するステップと、  
前記第2の複合材料内に第1の膨張デバイスを配置するステップと、  
型に接して、前記第2の複合材料に形成要素を結合するステップと、  
前記型のマンドレルと、前記形成要素と、圧力要素との間に空間を画定するように、前記形成要素に圧力要素を結合するステップと、

前記第2の複合材料を前記複合構造物から離して前記空間内へと移動させることにより  
第1のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料に力を加  
えるために前記第1の膨張デバイスを膨張させるステップと、  
を含み、

前記複合構造物を前記第1の複合材料に結合するステップが、前記複合構造物の少なく  
とも1つの繊維を前記第1の複合材料の少なくとも1つの繊維に織り合わせるステップを  
含む、方法。

## 【請求項 2】

フランジ付き複合構成要素を製造する方法であって、  
複合構造物を第1の複合材料に結合するステップと、  
第2の複合材料を前記複合構造物に結合するステップと、

10

20

前記第2の複合材料内に第1の膨張デバイスを配置するステップと、  
型に接して、前記第2の複合材料に形成要素を結合するステップと、  
前記型のマンドレルと、前記形成要素と、圧力要素との間に空間を画定するように、前記形成要素に圧力要素を結合するステップと、

前記第2の複合材料を前記複合構造物から離して前記空間内へと移動させることにより第1のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料に力を加えるために前記第1の膨張デバイスを膨張させるステップと、  
を含み、

前記第2の複合材料を前記複合構造物に結合するステップが、前記第2の複合材料の少なくとも1つの纖維を前記複合構造物の少なくとも1つの纖維に織り合わせるステップを含む、方法。

10

【請求項3】

フランジ付き複合構成要素を製造する方法であって、  
複合構造物を第1の複合材料に結合するステップと、  
第2の複合材料を前記複合構造物に結合するステップと、  
前記第2の複合材料内に第1の膨張デバイスを配置するステップと、  
型に接して、前記第2の複合材料に形成要素を結合するステップと、  
前記型のマンドレルと、前記形成要素と、圧力要素との間に空間を画定するように、前記形成要素に圧力要素を結合するステップと、

前記第2の複合材料を前記複合構造物から離して前記空間内へと移動させることにより第1のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料に力を加えるために前記第1の膨張デバイスを膨張させるステップと、

20

マンドレルに沿わせて前記形成要素および前記圧力要素を移動させるステップと、

前記第2の複合材料と結合された第2の膨張デバイスを収容するステップと、  
を含む、方法。

【請求項4】

フランジ付き複合構成要素を製造する方法であって、  
複合構造物を第1の複合材料に結合するステップと、  
第2の複合材料を前記複合構造物に結合するステップと、  
前記第2の複合材料内に第1の膨張デバイスを配置するステップと、  
型に接して、前記第2の複合材料に形成要素を結合するステップと、  
前記型のマンドレルと、前記形成要素と、圧力要素との間に空間を画定するように、前記形成要素に圧力要素を結合するステップと、

30

前記第2の複合材料の第1の層を前記複合構造物から離して前記空間内へと移動させることにより第1のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料の前記第1の層に力を加えるために前記第1の膨張デバイスを膨張させるステップと、  
前記第2の複合材料の前記第1の層の下にある第2の層を前記複合構造物から離れるよう移動させることにより第2のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料の前記第2の層に力を加えるために前記第2の膨張デバイスを膨張させるステップと、  
を含む、方法。

40

【請求項5】

前記第2の複合材料を前記複合構造物から離れるように移動させることにより第2のフランジを形成するのを促進することを目的として、前記第2の複合材料に力を加えるために前記第2の膨張デバイスを膨張させるステップをさらに含む、請求項3に記載の方法。

【請求項6】

前記第1の膨張デバイスに接触させるように位置決め装置を前記第2の複合材料内に挿入するステップをさらに含む、請求項1乃至5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】

前記第1の膨張デバイスを膨らませる前に前記第2の複合材料を加熱するステップをさ

50

らに含む、請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 の膨張デバイスを膨らませた後に前記第 2 の複合材料を冷却するステップをさらに含む、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の膨張デバイスがブラダーを含み、前記第 1 の膨張デバイスを膨張させるステップが、前記ブラダーを膨らませるステップを含む、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 のフランジに前記力を加えるステップが、約 10 インチ (25.4 cm) 未満の曲げ半径を有する前記第 1 のフランジを形成するステップを含む、請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の実施形態は、一般に、構成部品を製造するための装置に関し、より詳細には、フランジ付き複合構成部品を製造するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

構成部品は、その剛性を向上させるために、および / または他の部品との組み立てを容易にするために、しばしばフランジを有する。一部の従来のプロセスは、構成部品上にフランジを形成するように実施されている。一部の既知のプロセスでは、フランジは、定位置でボルト留めされる別個の金属部片を含む。 20

【0003】

複合構成部品は航空宇宙産業など種々の分野で使用されている。一部のプロセスでは、管状の複合構成部品を形成するために、円筒形構成の構成部品材料が堆積される。しかし、複合構成部品上にフランジを形成するための現在のプロセスは労働集約的であり、フランジの品質が作業者に依存する可能性がある。従来では、作業者がフランジ付き構成の構成部品材料を手動で順番に積み重ねていたが、これは、円筒構成としてレイアップするプロセスよりも遅くなり得る。 30

【0004】

また、ローラの寸法、動きの複雑さ、および、複合材料の配置中の操作の複雑さなど固有の機械の限界により、自動または半自動で複合材料からフランジをレイアップする場合でも時間を要する可能性があり、またそうすることが困難となる場合がある。より具体的には、現行の機械および工具を使用して複合材料内に小さい湾曲部または角度を作製している間に問題が生じる。既知の機械および工具は、一般にはフランジの曲げ半径が 10 インチ (25.4 cm) 以上であるような、大きいすみ肉湾曲 (fuller bend) を有するフランジを製造することのみに限定される可能性があり、これは用途によっては実用的ではない場合がある。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2011 / 0226407 号明細書

【発明の概要】

【0006】

一態様では、フランジ付き複合構成部品を製造する方法が提供される。この方法は、複合構造物を第 1 の複合材料に結合することを含む。この方法は、第 2 の複合材料を複合構造物に結合すること、および、複合構造物内に第 1 の膨張デバイスを配置することを含む。形成要素が、型に接して、第 1 の複合材料、複合構造物および第 2 の複合材料のうちの 50

少なくとも 1 つに結合される。この方法は、型と、形成要素と、圧力要素との間に空間を画定するように、形成要素に圧力要素を結合することを含む。この方法は、第 2 の複合材料を複合構造物から離して空間内へと移動させることにより第 1 のフランジを形成するのを促進することを目的として、第 2 の複合材料に力を加えるために第 1 の膨張デバイスを膨張させることを含む。

#### 【0007】

別の一態様では、複合構成部品が提供される。この複合構成部品は、第 1 の複合材料と、第 1 の複合材料に結合された複合構造物とを含む。第 2 の複合材料が複合構造物に結合される。第 2 の複合材料は複合構造物に一体に結合されたフランジを含み、また、複合構造物に対して実質的に直交するように配置される。フランジは、約 10 インチ (25.4 cm) 未満の曲げ半径を有するインターフェースを含む。

10

#### 【0008】

別の一態様では、フランジ付き複合構成部品を製造するための装置が提供される。この装置は複合材料に結合されるように構成された型を含み、また、型に結合された形成要素を含む。圧力要素が形成要素に結合され、それにより、型と、形成要素と、圧力要素との間に空間が画定される。この装置は、型に結合されて空間内に配置される膨張デバイスを含み、ここでは、この膨張デバイスは、形成要素および圧力要素に形成力を加えるように構成される。位置決め装置が膨張デバイスに接触するように複合材料内に配置され、この位置決め装置は、空間内で膨張デバイスを位置決めするのを促進するように構成される。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図 1】型と、形成要素と、圧力要素と、膨張デバイスとを有する例示の構成部品形成装置を示す側断面図であり、型に結合された状態の複合材料を示している。

【図 2】図 1 に示される例示の装置によって形成されるフランジ付き構成部品を示す前方斜視図である。

【図 3】例示の型と、形成要素と、圧力要素と、複合材料から例示のフランジを形成するための位置にある膨張デバイスとを示す側断面図である。

【図 4】例示の型と、別の形成要素と、別の圧力要素と、別の膨張デバイスとを示す側断面図であり、形成された例示のフランジを示している。

【図 5】複合材料から別の例示のフランジを形成するための、図 4 に示される例示の型と、形成要素と、圧力要素と、膨張デバイスとを示す側断面図である。

30

【図 6】複合材料から形成された例示のフランジを示す側断面図である。

【図 7 A】フランジ付き構成部品を製造する方法を示す例示の流れ図である。

【図 7 B】フランジ付き構成部品を製造する方法を示す例示の流れ図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0010】

図 1 は例示の構成部品形成装置 10 の側断面図を示す。図 2 は、図 1 に示される装置 10 によって形成されるフランジ付き構成部品 12 の前方斜視図を示す。構成部品 12 は、第 1 のフランジ 18 および第 2 のフランジ 20 を有する複合材料 14 を含む。別法として、2つより少ないフランジまたは3つ以上のフランジが、本明細書に説明されるように構成部品 12 を機能させるのを可能にするのに使用されてもよい。フランジ 18、20 は複合材料 14 (図 1 に示される) から形成され、その複合材料 14 に一体に結合される。

40

#### 【0011】

一実施形態では、装置 10 は、型 22 と、形成要素 24 と、圧力要素 26 と、第 1 の膨張デバイス 28 と、第 2 の膨張デバイス 30 を含む。さらに、装置 10 は、第 1 の膨張デバイス 28 に結合された第 1 の位置決め要素 32 と、第 2 の膨張デバイス 30 に結合された第 2 の位置決め装置 33 を含み、またさらに、空間 68 と、厚さ 108 を有する複合材料 14 とを加熱するように構成された温度制御デバイス 34 を含む。

#### 【0012】

型 22 はマンドレル 36 および支持要素 38 を含む。マンドレル 36 は複合材料 14 を

50

支持するように構成され、支持要素38は、後で考査するように構成部品の形成中、マンドレル36を支持するように構成される。一実施形態では、マンドレル36および支持要素38は環状形状であり、限定しないが、所定の剛性を有する金属または金属合金など種々の材料から形成される。別法として、マンドレル36および支持要素38は、本明細書で説明されるように装置10が機能するのを可能にするような任意の形状であってよく、またそのような材料組成であってよい。

#### 【0013】

一実施形態では、マンドレル36は、第1の側面40、第2の側面42、および、第1の側面40と第2の側面42との間にある表面44を含む。マンドレル36は、互いにに対して実質的に直交するように配置される第1の部分46および第2の部分48をさらに含む。さらに、第1の部分46は第1の端部50および第2の端部52を含む。第1の端部50は第2の端部52に対して角度が付けられる。温度制御デバイス34は、空間68に熱を加えるようにさらには厚さ108を有する複合材料14を加熱するように構成され、および/または、複合材料14から熱を除去するように構成される。一実施形態では、温度制御デバイス34は、加熱された強制空気を複合材料14上まで誘導するように構成される。別法として、任意のタイプの温度制御デバイスを、本明細書で説明されるように装置10が機能するのを可能にするために加熱および冷却を行うのに使用することができる。

10

#### 【0014】

支持要素38は第1の部分56および第2の部分58を含む。第2の部分58はマンドレルの第2の部分48に結合され、マンドレルの第2の部分48を越えて延在し、結果として、支持要素38は、構成部品の形成中、発生する形成力に反応するように構成される。一実施形態では、支持要素38は環状リング形状を含む。別法として、支持要素38はディスク形状を含んでもよい。支持要素38は、本明細書で説明されるように装置10が機能するのを可能にする任意の形状を有することができる。

20

#### 【0015】

形成要素24は、構成部品の形成中、第1の膨張デバイス28および第2の膨張デバイス30のうちの少なくとも1つを収容するように構成される。形成要素24は、互いに実質的に直交するように配置される第1の部分60および第2の部分62を含む。各部分60および62は、マンドレル36に向かって配向される個別の側面63および64を有する。一実施形態では、第1の部分60は圧力要素26に結合され、第2の部分62は支持要素38に結合される。第2の部分62は、第2の部分62とマンドレル36との間に開口部66を画定するようにマンドレル36から離間される底部65を含む。さらに、空間68が、少なくとも型22と、形成要素24と、圧力要素26とによって画定される。

30

#### 【0016】

圧力要素26は形成要素24に結合され、構成部品の形成中、第1の膨張デバイス28および第2の膨張デバイス30のうちの少なくとも1つに圧力を加えるように構成される。より具体的には、一実施形態では、圧力要素26は、締結具70により形成要素24に調整可能に結合される。一実施形態では、締結具70は調整ねじを含む。別法として、説明されるように装置10が機能するのを可能にするように、形成要素24に対して圧力要素26を結合するのを可能にする任意の調整機構が使用されてよい。

40

#### 【0017】

圧力要素26は、頂部74と、底部76と、第1の側面78と、第2の側面80とを含む。圧力要素26は、底部76と第2の側面80との間に曲線端部84をさらに含む。一実施形態では、曲線端部84は、空間68の方に向かって外側に湾曲するのを促進するように凸形湾曲部として構成される。さらに、一実施形態では、曲線端部84は、約10インチ(25.4cm)未満の曲げ半径を含む。別法として、曲線端部84は、約10インチ(25.4cm)より大きい曲げ半径を有することができる。さらに、一実施形態では、曲線端部84は、約1インチ(2.54cm)から約5インチ(12.7cm)の間の曲げ半径を有する。さらに、一実施形態では、曲線端部84は、約1インチ(2.54cm)

50

m) 未満の曲げ半径を有する。

【0018】

各膨張デバイス28および30は、限定しないが、ブチル材料、シリコーンゴム、フッ素エラストマおよびナイロンバッグギングフィルム(nylon bagging film)など、可撓性材料を含む。一実施形態では、膨張デバイス28および30はプラダーを含む。さらに、膨張デバイス28および30は、膨らませるために物質(図示せず)を膨張デバイス28および30内まで通過させるように構成されたバルブ(図示せず)を含む。バルブは、物質を膨張デバイス28および30内へ送出するのを促進するように供給源(図示せず)に連結される。物質は、例えば空気または水など、圧縮性流体および/または非圧縮性流体を含むことができる。さらに、位置決め装置32が第1の膨張デバイス28に接触し、第2の位置決め装置33が第2の膨張デバイス30に接触する。第1の位置決め装置32は、構成部品の形成中、第1の膨張デバイス28を位置決めするのを促進するように構成され、第2の位置決め装置33は、構成部品の形成中、第2の膨張デバイス30を位置決めするのを促進するように構成される。

【0019】

複合材料14はマンドレル36に結合される。複合材料14は、物理的特性および/または化学的特性が異なる2つ以上の構成材料を有する材料を含む。一実施形態では、複合材料14は、マトリックス材料(図示せず)および強化材料(図示せず)を含む。マトリックス材料が強化材料を囲んで支持し、このマトリックス材料は金属材料および/または非金属材料を含むことができる。非金属材料には、限定しないが、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、石炭酸樹脂、ポリアミド樹脂、およびそれらの混合物など、の材料が含まれる。強化材料は、マトリックス材料の特性を向上させるような機械的特性および物理的特性を加える。強化材料には、例えば纖維または層など、構造物が含まれる。纖維には、限定しないが、ガラス纖維、黒鉛纖維、炭素纖維、セラミック纖維、芳香族ポリアミド纖維、およびそれらの混合物など、材料が含まれる。1つまたは複数の纖維には、マンドレル36上に堆積または配置される前に、1つまたは複数の樹脂が予め含浸されてよい。

【0020】

複合材料14は、第1の複合材料86と、第2の複合材料88と、複合構造物90とを含む。複合構造物90は第1の複合材料86に結合され、さらには第2の複合材料88に結合される。一実施形態では、複合構造物90は、第1の纖維層92と、第2の纖維層94と、ハニカム構造物96とを含む。ハニカム構造物96は第1の纖維層92および第2の纖維層94に結合され、それらの間に配置される。ハニカム構造物96は、ハニカム構造物96内にセル100を画定する複数の壁98を含む。一実施形態では、複合構造物90は、第1の複合材料86と第1の纖維層92とを織り合わせることにより、第1の複合材料86に結合される。さらに、複合構造物90は、第2の複合材料88と第2の纖維層94とを織り合わせることにより第2の複合材料88に結合される。別法として、複合構造物90を第1の複合材料86および第2の複合材料88に接合するために任意の結合機構を使用することができる。

【0021】

第1の複合材料86は複数の纖維102を含み、第2の複合材料88は複数の纖維103を含む。一実施形態では、纖維102および103は同じ材料組成を含む。別法として、第1の複合材料86の纖維102は、第2の複合材料88の纖維とは異なる材料組成を有することができる。一実施形態では、第2の複合材料88は第1の複合材料86の纖維102の数より多い数の纖維103を含み、また、第1の複合材料86の厚さ106より大きい厚さ104を有する。第1の複合材料86の厚さ104および第2の複合材料88の厚さ106は、多様な物理特性を有する構成部品14を作製するために変化する。別法として、第1の複合材料86の纖維102の数および厚さ106は、第2の複合材料88の纖維103の数および厚さ106と同じであるか、またはそれらを上回ってよい。

【0022】

10

20

30

40

50

一実施形態では、第1の複合材料86は、マンドレルの第2の側面42に結合される。第1の複合材料86は、例えば、テープを配置すること、纖維を配置すること、および/または、手動または自動でレイアップすることなど、任意の種々の技術(図示せず)を使用して第2の側面42上に堆積され得る。複合構造物90は、マンドレル36から離れて空間68に向かうように延在するように構成される。さらに、第2の複合材料88が、形成要素24とマンドレル36の間、さらには、圧力要素26とマンドレル36との間に堆積される。

#### 【0023】

膨張デバイス28および30が纖維103内に挿入され、第1の位置決め装置32および第2の位置決め装置33が纖維103の一部分の中に配置される。第1の膨張デバイス28は第2の複合材料88内に配置され、ここでは、第1の膨張デバイス28と纖維103の上部層105との間の纖維103の厚さ108が、第2の膨張デバイス30と纖維103の上部層107との間の纖維103の厚さ110より小さい。纖維103の厚さ108および110は、異なるサイズを有するフランジ18および20を作製するために変化する。別法として、纖維103の厚さ108および110は、同様のサイズのフランジ18および20を作製するために実質的に等しくてもよい。収縮状態にある第1の膨張デバイス28は、第2の複合材料88の纖維103の第1の部分109を、空間68内に、圧力要素26の曲線端部84に向かって配置するように構成される。収縮状態にある第2の膨張デバイス30は、第2の複合材料88の纖維103の第2の部分111を、開口部66内で、形成要素24の第2の部分62に向かって配置するように構成される。

#### 【0024】

図3は、型22と、形成要素24と、圧力要素26と、複合材料114から第1のフランジ18を形成するための位置112にある第1の膨張デバイス28との側断面図を示す。第1の膨張デバイス28は膨らんだ状態で示されており、ここでは、物質114が、第1の膨張デバイス28を膨らませるためにバルブ(図示せず)を介して第1の膨張デバイス28内に送出されている。一実施形態では、第1の膨張デバイス28は、第2の複合材料88が、局所的に積層が変形するのを最小化または排除するのを促進するために(図示せず)、制御される所定の率で膨らむ。第1の膨張デバイス28は、膨らむと、形成要素24、圧力要素26および第1の位置決め装置32のうちの少なくとも1つにより空間68内に収容される。

#### 【0025】

支持要素38は、膨張デバイス28が膨らむことに反応するように、さらには、形成要素24が移動するのに抵抗するための力を加えるように構成される。同様に、締結具70が、膨張デバイス28が膨らむことに反応するように、さらには、圧力要素26が移動するのに抵抗するための力を加えるように構成される。第1の膨張デバイス28は、第2の複合材料88の纖維103の第1の部分109に対して形成力を加えるように構成される。より具体的には、第1の膨張デバイス28は、第1のフランジ18を形成するために曲線端部84の周りで纖維103を制御可能に曲げるよう構成される。一実施形態では、第1のフランジ18は、第1の部分116と、第2の部分118と、それらの間にあるインターフェース120とを有するように形成される。第1の部分116は第2の部分118に対して実質的に直交するように配置され、また、インターフェース120は約10インチ(25.4cm)未満の曲げ半径を有する。一実施形態では、インターフェース120は約1インチ(2.54cm)から約5インチ(12.7cm)までの間の曲げ半径を有する。別法として、インターフェース120は約10インチ(25.4cm)を越える曲げ半径を有することができる。さらに、一実施形態では、インターフェース120は、約1インチ(2.54cm)から約5インチ(12.7cm)の間の曲げ半径を有する。さらに、一実施形態では、インターフェース120は1インチ(2.54cm)未満の曲げ半径を有する。

#### 【0026】

図4は、型22と、別の形成要素24'、と、別の圧力要素26'、と、型22に沿った別

10

20

30

40

50

の位置 122 にある別の支持要素 38' との側断面図を示し、さらに、第 1 のフランジ 18 を示しており、ここでは、第 1 の膨張デバイス 28 および第 1 の位置決め装置 32 が除去されている。形成要素 24'、圧力要素 26' および形成要素 38' は、それぞれ、形成要素 24、圧力要素 26 および形成要素 38 (図 1 に示される) と同様である。この例示の実施形態では、形成要素 24'、圧力要素 26' および形成要素 38' は、型 22 に沿った新たな位置 122 を埋め合わせるのを促進するために、対応する形成要素 24、圧力要素 26 および形成要素 38 (図 1 に示される) とは異なるサイズを有する。より具体的には、形成要素 24、圧力要素 26 および形成要素 38 (図 1 に示される) が型 22 から取り外され、形成要素 24'、圧力要素 26' および形成要素 38' が、互いに、さらには型 22 に調整可能に結合される。さらに、圧力要素 26' の湾曲した端部 84' も、対応する湾曲した端部 84 (図 1 に示される) とは異なるサイズを有する。別法として、湾曲した端部 84' は湾曲した端部 84 (図 1 に示される) と同様のサイズを有してもよい。

#### 【0027】

第 1 のフランジ 18 が、第 2 の複合材料 88 から一体に形成されてその第 2 の複合材料 88 に結合されて示されている。形成要素 24' および圧力要素 26' は、マンドレル 36 を基準にして位置 122 のところで示されており、第 1 のフランジ 18 から離れている。より具体的には、第 2 の膨張デバイス 30、位置決め装置 33 および纖維 103 の第 2 の部分 111 が、空間 67 内に配置される。さらに、圧力要素 26 の底部 76 および曲線端部 84' が纖維 103 に接触するように配置される。収縮状態にある第 2 の膨張デバイス 30 が、纖維 103 の第 2 の部分 111 を空間 67 内に配置させる。

#### 【0028】

図 5 は、型 22 と、形成要素 24' と、圧力要素 26' と、支持要素 38' と、複合材料 88 から第 2 のフランジ 20 を形成するための第 2 の膨張デバイス 30 との側断面図を示す。第 2 の膨張デバイス 30 が膨らんだ状態で示されており、物質 114 が、第 2 の膨張デバイス 30 を膨らませるためにバルブ (図示せず) を介して第 2 の膨張デバイス 30 内に送出されている。一実施形態では、第 2 の膨張デバイス 30 は、第 2 の複合材料 88 が、局所的に積層が変形するのを最小化または排除するのを促進するために (図示せず)、制御される所定の率で膨らむ。第 2 の膨張デバイス 30 は、膨らむと、第 2 の位置決め装置 33、形成要素 24'、圧力要素 26' および支持要素 38' のうちの少なくとも 1 つにより空間 67 内に収容される。

#### 【0029】

支持要素 38' は、膨張デバイス 30 が膨らむことに反応するように、さらには、形成要素 24' が移動するのに抵抗するための力を加えるように構成される。同様に、締結具 70 が、圧力要素 26' が移動するのに抵抗するための力を加えることを目的として、膨張デバイス 30 が膨らむことに反応するように構成される。第 2 の膨張デバイス 30 は、纖維 103 の第 2 の部分 111 に対して形成力を加えるように構成される。膨張デバイス 30 は、第 2 のフランジ 20 を形成するのを促進するために曲線端部 84' の周りで纖維 103 の第 2 の部分 111 を制御可能に曲げるよう構成される。より具体的には、第 2 のフランジ 20 は、第 1 の部分 126 と、第 2 の部分 128 と、それらの間に有するインターフェース 130 とを有するように形成される。第 1 の部分 126 は第 2 の部分 128 に対して実質的に直交するように配置され、また、インターフェース 130 は約 10 インチ (25.4 cm) 未満の曲げ半径を有する。一実施形態では、インターフェース 130 は約 1 インチ (2.54 cm) から約 5 インチ (12.7 cm) までの曲げ半径を有する。別法として、インターフェース 130 は約 10 インチ (25.4 cm) を越える曲げ半径を有することができる。さらに、一実施形態では、インターフェース 130 は、約 1 インチ (2.54 cm) から約 5 インチ (12.7 cm) の間の曲げ半径を有する。さらに、一実施形態では、インターフェース 130 は約 1 インチ (2.54 cm) 未満の曲げ半径を有する。

#### 【0030】

10

20

30

40

50

図6は、複合材料14から形成されたフランジ18および20の側断面図を示す。一実施形態では、第2のフランジ20は、第1のフランジ18の厚さ134とは異なる厚さ132を有する。この例示の実施形態では、厚さ132は厚さ134より大きい。別法として、第2のフランジ20は、第1のフランジ18より薄い厚さまたは第1のフランジ18と実質的に等しい厚さを有する。フランジ18および20の厚さを変化させることにより、構成部品12(図1に示される)に異なる物理特性を提供することが促進される。

#### 【0031】

図7は、例えば構成部品12(図2に示される)など、フランジ付き複合構成部品を製造する方法702を示す例示の流れ図700である。方法702は、第1の複合材料86(図1に示される)など第1の複合材料を例えば型22(図1に示される)など型上に配置すること704を含む。複合構造物90(図1に示される)など複合構造物が第1の複合材料に結合される706。方法702は、例えば第2の複合材料88(図1に示される)など第2の複合材料を複合構造物に結合すること708を含む。一実施形態では、複合構造物を第1の複合材料に結合することは、複合構造物の少なくとも1つの纖維を第1の複合材料の少なくとも1つの纖維に織り合わせること705を含み、第2の複合材料を複合構造物に結合することは、第2の複合材料の少なくとも1つの纖維を複合構造物の少なくとも1つの纖維に織り合わせること707を含む。

#### 【0032】

方法702は、第1の複合材料、複合構造物および第2の複合材料のうちの少なくとも1つを保持するために、例えば形成要素24(図1に示される)など形成要素を位置決めすること710をさらに含む。圧力要素26(図1に示される)など圧力要素が形成要素に結合され712、それにより、少なくとも型と、形成要素と、圧力要素との間に例えば空間68(図1に示される)など空間が画定される。方法702はまた、例えば第1の位置決め装置32(図1に示される)など位置決め装置を第2の複合材料内に挿入すること714を含む。さらに、方法702は、例えば第1の膨張デバイス28(図1に示される)など第1の膨張デバイスを第2の複合材料内に配置すること715を含む。第1の位置決め装置32が第1の膨張デバイスに接触するように配置される。

#### 【0033】

方法702は、例えば第2の複合材料88など第2の複合材料を加熱すること716をさらに含む。この例示の方法702では、第2の複合材料を加熱すること716は、高温強制空気を第2の複合材料の方に誘導することを含む。より具体的には、高温強制空気が、第2の複合材料の纖維部分111など外側の纖維まで誘導される。加熱すること716は、本明細書で説明されるように装置が機能するのを可能にする任意のタイプの熱添加を含むことができる。別法として、加熱すること716は、第1の複合材料および/または複合構造物を加熱することを含むことができる。第1の膨張デバイスは、第1のフランジ18(図1に示される)など第1のフランジを形成するのを促進することを目的として第2の複合材料を複合構造物から離して空間内へ移動させるために第2の複合材料に力を加えるように、所定の率で調整可能に膨張される718。方法702はまた、約10インチ(25.4cm)未満の曲げ半径を有する第1のフランジを形成すること720を含む。別法として、方法702は、約10インチ(25.4cm)より大きい第1のフランジの曲げ半径を製造することを含む。さらに、方法702は、約1インチ(2.54cm)から約5インチ(12.7cm)の間の曲げ半径を製造することを含む。方法702は、一実施形態では、約1インチ(2.54cm)未満の曲げ半径を製造することを含む。方法702は、例えば第2の複合材料88など第2の複合材料を冷却すること722を含む。この例示の方法702では、第2の複合材料を冷却すること722は、強制空気を第2の複合材料の方に誘導することを含む。より具体的には、高温強制空気が、第2の複合材料の外側の纖維107など、外側の纖維まで誘導される。冷却すること722は、本明細書で説明されるように装置が機能するのを可能にする任意のタイプの熱除去を含むことができる。別法として、冷却すること722は、第1の複合材料および/または複合構造物を冷却することを含むことができる。

10

20

30

40

50

## 【0034】

方法702は、形成要素および圧力要素をマンドレルに沿わせて移動させること724をさらに含む。第2の膨張デバイス30(図1に示される)など第2の膨張デバイスが、例えば空間67(図4に示される)など空間内に収容される。方法702は、例えば第2の複合材料88(図5に示される)など第2の複合材料を加熱すること725を含む。さらに、方法702は、例えば纖維103(図5に示される)の第2の部分111など、第2の複合材料の纖維の第2の部分を加熱することを含む。方法702は、第2のフランジ(図1に示される)など第2のフランジを形成するのを促進することを目的として第2の複合材料を複合構造物から離して空間内へ移動させるために第2の複合材料に力を加えるように第2の膨張デバイスを膨張させること726を含む。方法702はまた、約10インチ(25.4cm)未満の曲げ半径を有する第2のフランジを形成することを含む。別法として、方法702は、約10インチ(25.4cm)より大きい第2のフランジの曲げ半径を製造することを含むことができる。方法702は、第2の膨張デバイスを膨張させた後で第2の複合材料を冷却すること728を含む。別法として、方法702は、第1の複合材料および/または複合構造物を冷却することを含むことができる。

## 【0035】

本明細書で説明されるシステムおよび方法の技術的効果には、第1の複合材料、第2の複合材料および複合構造物からフランジ付き複合構成部品を製造する方法、フランジ付き複合構成部品、ならびにフランジ付き複合構成部品を製造するための装置のうちの少なくとも1つが含まれる。

## 【0036】

フランジ付き複合構成部品を製造するための装置および方法の例示の実施形態を上で詳細に説明した。これらの方法およびシステムは本明細書で説明される特定の実施形態のみに限定されず、むしろ、システムの構成部品および/または方法のステップは、本明細書で説明される別の構成部品および/またはステップから独立させて別個に利用され得る。例えば、これらの方法は、別の製造システムおよび製造方法と組み合わせても使用することができ、本明細書で説明されるシステムおよび方法のみと共に実施されることに限定されない。また、例示の実施形態は、多くの別の構成部品形成用途と併せて実施および利用され得る。

## 【0037】

本発明の種々の実施形態の特定の特徴は、示される図面もあれば示されない図面もあるが、これは便宜的なものにすぎない。本発明の原理に従い、図面の任意の特徴が任意の別の図面の任意の特徴と組み合わせて引用および/または特許請求され得る。

## 【0038】

本書は、最良の形態を含めて本発明を開示するために、さらには、任意のデバイスまたはシステムを製造および使用することならびに採用される任意の方法を実施することを含めて、当業者が本発明を実施するのを可能にするために、例を使用する。特許性のある本発明の範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者には思い付く別の例を含むことができる。このような別の例は、特許請求の範囲の文字通りの意味と違わない構造的要素を含む場合には、または、特許請求の範囲の文字通りの意味とほぼ違わない等価の構造的要素を含む場合には、特許請求の範囲の範囲内にあることが意図される。

## 【符号の説明】

## 【0039】

- 10 装置
- 12 構成部品
- 14 複合材料
- 18 第1のフランジ
- 20 第2のフランジ
- 22 型
- 24 形成要素

10

20

30

40

50

2 6	圧力要素	
2 8	第1の膨張デバイス	
3 0	第2の膨張デバイス	
3 2	第1の位置決め装置	
3 3	第2の位置決め装置	
3 4	温度制御デバイス	
3 6	マンドレル	
3 8	形成要素	
4 0	第1の側面	10
4 2	第2の側面	
4 4	表面	
4 6	部分	
4 8	第2の部分	
5 0	第1の端部	
5 2	第2の端部	
5 6	第1の部分	
5 8	第2の部分	
6 0	第1の部分	
6 2	第2の部分	
6 3	個別の側面	20
6 4	個別の側面	
6 5	底部	
6 6	開口部	
6 7	空間	
6 8	空間	
7 0	締結具	
7 4	頂部	
7 6	底部	
7 8	第1の側面	
8 0	第2の側面	30
8 4	曲線端部	
8 6	第1の複合材料	
8 8	第2の複合材料	
9 0	複合構造物	
9 2	第1の繊維層	
9 4	第2の繊維層	
9 6	ハニカム構造物	
9 8	複数の壁	
1 0 0	セル	
1 0 2	複数の繊維	40
1 0 3	繊維	
1 0 4	厚さ	
1 0 5	上部層	
1 0 6	厚さ	
1 0 7	外側繊維	
1 0 8	厚さ	
1 0 9	第1の部分	
1 1 0	厚さ	
1 1 1	第2の部分	
1 1 2	位置	50

- 1 1 4 物質
- 1 1 6 第 1 の部分
- 1 1 8 第 2 の部分
- 1 2 0 インターフェース
- 1 2 2 位置
- 1 2 6 第 1 の部分
- 1 2 8 第 2 の部分
- 1 3 0 インターフェース
- 1 3 2 厚さ
- 1 3 4 厚さ
- 7 0 0 例示の流れ図
- 7 0 2 方法
- 7 0 4 第 1 の複合材料を型上に配置する
- 7 0 5 複合構造物の少なくとも 1 つの纖維を第 1 の複合材料の少なくとも 1 つの纖維に織り合わせる
- 7 0 6 複合構造物を第 1 の複合材料に結合する
- 7 0 7 第 2 の複合材料の少なくとも 1 つの纖維を複合構造物の少なくとも 1 つの纖維に織り合わせる
- 7 0 8 第 2 の複合材料を複合構造物に結合する
- 7 1 0 型に接して、第 1 の複合材料、複合構造物および第 2 の複合材料のうちの少なくとも 1 つに結合するために形成要素を位置決めする
- 7 1 2 型と、形成要素と、圧力要素とによって空間を画定するために圧力要素を形成要素に結合する
- 7 1 4 第 2 の複合材料内に位置決め装置を挿入する
- 7 1 5 第 2 の複合材料と複合構造物との間に第 1 の膨張デバイスを配置する
- 7 1 6 第 2 の複合材料を加熱する
- 7 1 8 第 1 のフランジを形成するのを促進することを目的として第 2 の複合材料を複合構造物から離して空間内へ移動させるために第 2 の複合材料に力を加えるように、調整される所定の率で第 1 の膨張デバイスを膨張させる
- 7 2 0 約 10 インチ (25.4 cm) 未満の曲げ半径を有する第 1 のフランジを形成する
- 7 2 2 第 1 の複合材料、複合構造物および第 2 の複合材料のうちの少なくとも 1 つを冷却する
- 7 2 4 形成要素および圧力要素をマンドレルに沿わせて移動させて空間内で第 2 の膨張デバイスを収容する
- 7 2 5 第 2 の複合材料を加熱する
- 7 2 6 第 2 のフランジを形成するのを促進することを目的として第 2 の複合材料を複合構造物から離して空間内へ移動させるために第 2 の複合材料に力を加えるように、第 2 の膨張デバイスを膨張させる
- 7 2 8 第 2 の複合材料を冷却する

【 図 1 】

【 図 2 】

FIG. 1

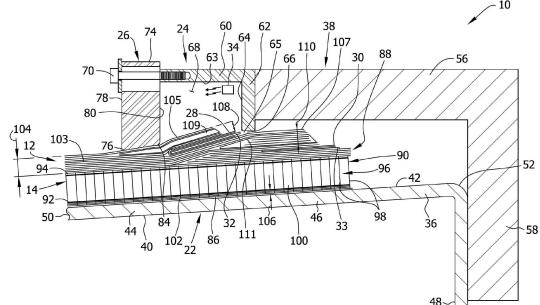
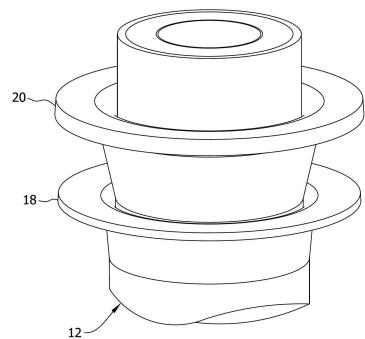


FIG. 2



【図3】

【 5 】

FIG. 3

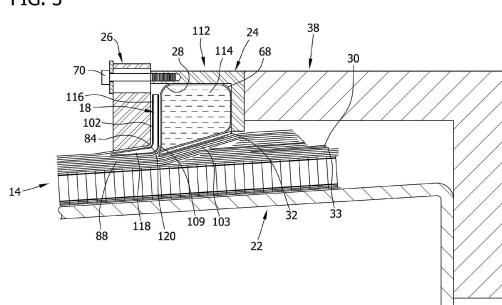
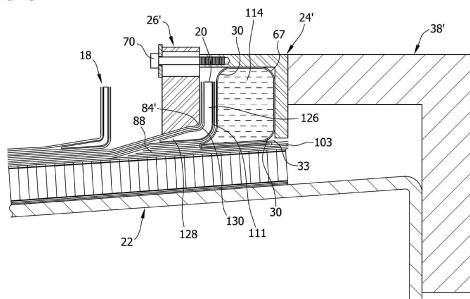


FIG. 5



【 図 4 】

【 四 6 】

FIG. 4

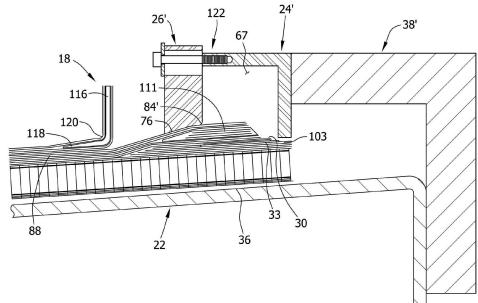
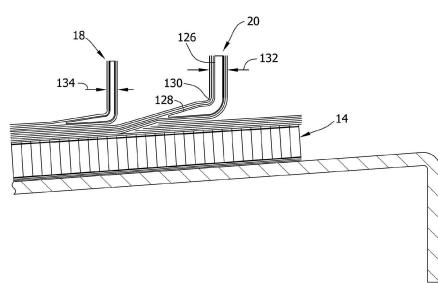
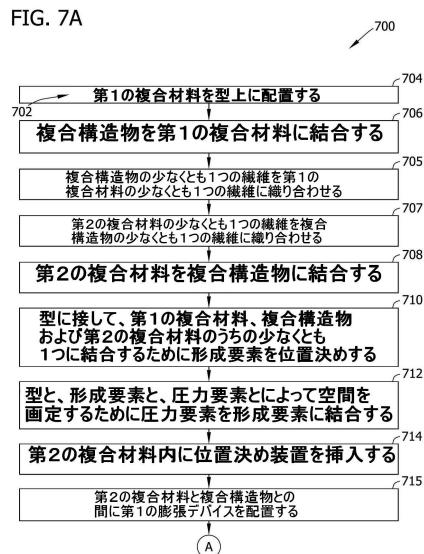


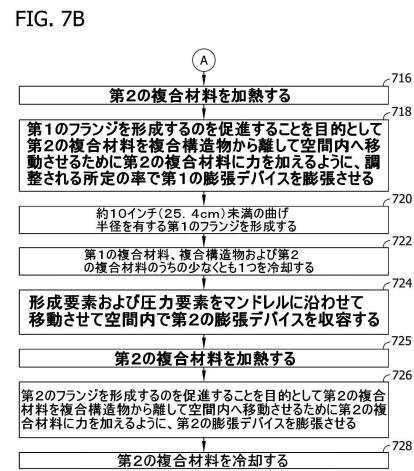
FIG. 6



【図7A】



【図7B】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ポーデン・カーカパトリック  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ケイダブリューシー263、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 マーク・アーネスト・ヴァーミリヤ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 デリック・ウェイン・ラム  
アメリカ合衆国、メリーランド州・21220-4201、バルティモア、チェサピーク・パーク・プラザ、103番
- (72)発明者 メリッサ・アン・マリー・ブラメル  
アメリカ合衆国、メリーランド州・21220-4201、バルティモア、チェサピーク・パーク・プラザ、103番
- (72)発明者 デイヴィッド・ルイ・キャラバン  
アメリカ合衆国、メリーランド州・21220-4201、バルティモア、チェサピーク・パーク・プラザ、103番
- (72)発明者 ジェイソン・マイケル・シーブリース  
アメリカ合衆国、メリーランド州・21220-4201、バルティモア、チェサピーク・パーク・プラザ、103番

審査官 高 橋 理絵

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0207304(US, A1)  
特開平02-039920(JP, A)  
米国特許第05024399(US, A)  
欧州特許出願公開第00346210(EP, A1)  
特開2009-166279(JP, A)  
国際公開第2009/088029(WO, A1)  
特開平06-047824(JP, A)  
米国特許第05443784(US, A)  
特表2014-504220(JP, A)  
米国特許出願公開第2013/0266431(US, A1)  
国際公開第2012/076875(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- B29C 70/00-70/88  
B29C 43/00-43/58  
B29C 53/00-53/84  
B29C 57/00-57/12  
B29C 63/00-65/82