

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6006797号
(P6006797)

(45) 発行日 平成28年10月12日 (2016.10.12)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016.9.16)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 9 C 39/24 (2006.01)

B 2 9 C 39/24

B 2 9 C 39/10 (2006.01)

B 2 9 C 39/10

B 2 9 C 70/06 (2006.01)

B 2 9 C 67/14

L

F 0 2 C 7/00 (2006.01)

F 0 2 C 7/00

D

B 2 9 K 105/08 (2006.01)

F 0 2 C 7/00

E

請求項の数 10 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-527726 (P2014-527726)
 (86) (22) 出願日 平成24年9月5日 (2012.9.5)
 (65) 公表番号 特表2014-529533 (P2014-529533A)
 (43) 公表日 平成26年11月13日 (2014.11.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2012/051988
 (87) 国際公開番号 W02013/034852
 (87) 国際公開日 平成25年3月14日 (2013.3.14)
 審査請求日 平成27年8月10日 (2015.8.10)
 (31) 優先権主張番号 1157858
 (32) 優先日 平成23年9月5日 (2011.9.5)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 505277691
 スネクマ
 フランス国、75015・パリ、ブルーバ
 ール・ドユ・ジェネラル・マルシイアル・
 バラン、2
 (74) 代理人 110001173
 特許業務法人川口国際特許事務所
 (72) 発明者 バラン、フランク・ベルナール・レオン
 フランス国、エフー77550・モワシー
 ークラマイエル・セデックス、レオーロン
 ーポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ
 イ (ア・ジ・イ)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合材料から円筒状部品を製造する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 繊維構造物を水平マンドレルの所定位置に置くステップと、
 (b) 繊維構造物およびマンドレルの周囲に環状成形エンクロージャを形成するステッ
 プと、
 (c) 成形エンクロージャの第2の軸方向端部を樹脂供給圧力未満の圧力で維持しなが
 ら、成形エンクロージャは水平もしくはほぼ水平位置で維持された状態で、第1の軸方向
 端部から成形エンクロージャに樹脂を供給するステップと
 を含む複合材料製円筒状部品の製造方法であって、

第2の軸方向端部が、マンドレルの半径方向端壁とエンクロージャの半径方向端壁との
 間に半径方向空間を有し、

円筒状部品のフランジを形成する、繊維構造物の半径方向部分が、半径方向空間に配置
 され、

繊維構造物の半径方向部分が、径方向外側に延びるが、半径方向空間を完全には充填す
 るものではなく、

各々独立して前記供給圧力未満の圧力で維持されたリングセクタの形態の少なくとも2
 つのベントセクタが、繊維構造物の半径方向部分と、マンドレルの半径方向端壁およびエ
 ンクロージャの半径方向端壁との間に設けられることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

成形エンクロージャには、第1の軸方向端部の周囲にわたって配置された少なくとも2

10

20

つの注入器によって樹脂が供給される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

第 2 の端部の前記ベントセクタが、第 1 の端部の注入器の延長上にそれぞれ配置される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 請求項 3 のうちの 1 項に記載の円筒状部品の製造方法を実施するための成型装置にして、成形エンクロージャの一方の端壁にはベントダクトが設けられた成型装置であって、前記ベントダクトは、少なくとも 2 つの独立したリングセクタで形成されることを特徴とする、成型装置。

【請求項 5】

ベントダクトが、環状であり、横方向仕切りによって仕切られた少なくとも 2 つのリングセクタを備える、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

一方の軸方向端部に少なくとも 1 つのフランジを有し、前記端部の端壁がフランジを形成する、ターボ機械用ケーシングを製造するための請求項 4 および請求項 5 のいずれかに記載の成型装置。

【請求項 7】

前記フランジを形成する端壁の上流側の半径方向部分に作られるベントを形成するリングセクタを備える、請求項 6 に記載の成型装置。

【請求項 8】

前記フランジを形成する端壁の下流側の半径方向部分に作られるベントを形成するリングセクタを備える、請求項 4 ～ 請求項 7 のうちの 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

フランジを形成する端壁の長手方向部分に作られるベントを形成するリングセクタを備える、請求項 4 ～ 請求項 8 のうちの 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

第 1 の端部に、少なくとも 2 つの樹脂注入器を備え、前記リングセクタのそれぞれが注入器の延長上に配置されて、そこで心出しされるベントを形成する、請求項 4 ～ 請求項 9 のうちの 1 項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、重合有機樹脂マトリックス内に埋め込まれた繊維強化構造物を備えた複合材料製円筒状（特に、軸対称）部品の製造に関する。

【背景技術】

【0002】

複合材料製部品を製造する 1 つの方法は、最初に、所望の機械的強度に応じて、1 つまたは複数の方向に配された繊維で部品のプリフォームを形成するステップを含む。繊維構造物は、その後、密閉成形エンクロージャ内に埋め込まれ、流体状態で型に加圧注入される合成樹脂を繊維構造物に含浸させる。樹脂は、その後、重合される。この技術は、樹脂トランスファー成形（RTM）として周知である。型内の繊維への樹脂の導入および間隙ガスの除去は、型の注入面と反対側の面の圧力を減少させることで助長される。

【0003】

上述の方法を使用して、ジェットエンジン用ファンケーシングなどの円筒状部品を製造することが周知である。ケーシング 1 は、図 1 に示されている。ケーシング 1 は、一端から他端にかけて不均一な厚さであり、特に、ブレードが破損した場合に衝撃エネルギーを吸収するために、ファンブレードが擦掃引される領域に沿って厚みが増す領域を有する円筒状部分 1C を有する軸対称形状の単一部品から成る。この円筒状部分は、2 つの半径方向外側フランジ 2B および 2D に囲まれている。エンジンのファンナセルの上流側要素および下流側要素は、これらのフランジによってケーシングに取り付けられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

この部品の製造は、特に、フランジを形成する半径方向フランクで終端する円筒状マンドレルの周囲に適切な繊維構造物を巻き付けることによってプリフォームを形成することを含む。繊維構造物は、例えば、欧州特許第 1 9 6 1 9 2 3 号明細書に記載されているような厚みが変化する三次元製織によって形成されてもよい。このようにして、管状繊維プリフォームは、ケーシングの場合、フランジに対応する補強部分を有する単一部品を形成する。

【 0 0 0 5 】

その後、型要素がプリフォーム上に配置され、成形エンクロージャ内でプリフォームを囲繞するように覆う。プリフォームは、繊維構造物の膨らみを抑えるために半径方向に圧縮された状態で配置されてもよい。成形エンクロージャは、円筒状部分の軸方向一端の一方のフランジには、円筒の軸を中心として成形エンクロージャの縁部に沿って配置された 1 つまたは複数の樹脂注入口を有する樹脂供給手段を備える。これらの注入器に、分配ダクトが接続されてもよい。さらに他端のフランジには、プリフォームの延長上に、真空源と連通を確立させるベント口を有する環状キャビティが形成される。

【 0 0 0 6 】

プリフォームを形成して型を閉じた後に、確実に成形エンクロージャにバランスよく充填し、さらに成形エンクロージャの全周にわたって樹脂を上昇させるために、型を下部にある樹脂注入手段および上部にある環状ベントダクトと共に垂直に配置するのが一般的である。この形で、樹脂はプリフォームに沿って成形エンクロージャ内に浸透して、プリフォームの下部に位置するフランジを形成し、その後、樹脂最前面は、ベントダクトと連通している上部フランジに達するまで徐々に均一に上昇していく。

【 0 0 0 7 】

このような樹脂の注入方法では、成形エンクロージャの充填の速度と均一性の点において非常に優れた結果が得られる。

【 0 0 0 8 】

しかし、次のような問題が生じる。繊維構造物を内側マンドレルに巻き付けて管状プリフォームを所定位置に置くステップと型を組み立てるステップは、部品が水平位置にある場合に行われるステップであると同時に、中出力および高出力のジェットエンジンのファンケーシングは大型であり、例えば、直径が少なくとも 2 メートルにもなる。その結果、重量が 5 ~ 25 トンになり得る型の取り扱いは、作業者に対する H S E (健康、安全、および環境) におけるリスクを伴う非常に難しい作業となり、さらに、高価なツーリングを導入する必要もある。

【 0 0 0 9 】

したがって、1 つの解決策は、型充填段階では型を水平に維持することである。実施された試験では、図 2 に示されるように、残念ながら、樹脂の分布は不満足な結果となった。型 4 は、成形エンクロージャを備え、その内部で繊維プリフォームが圧縮された状態で維持される。型は、2 つの同軸の円筒状壁の間に中央環状部 40 を備える。半径方向フランジを成すように形成された成形エンクロージャの第 1 の端部 41 は、注入器 41 a、41 b 等の形の樹脂供給手段を備え、これらの樹脂供給手段は、第 1 の端部 41 の周囲にわたって配置される。第 1 の端部の反対側の第 2 の端部 42 も同様に、半径方向フランジを成すように形成される。環状ベントダクト 42 e は、第 2 の端部に沿って開口している。注入手段 41 a、41 b 等は、加圧下で流動性樹脂の供給源と連通しており (図示せず)、ベントダクト 42 e は、真空源と連通している。この図面内の 3 つの略図は、成形エンクロージャの充填時に、成形エンクロージャ内に含まれるプリフォームへの含浸挙動の 3 つの段階を示している。樹脂 R は、斜線領域で示されている。流体 R は、供給端部 41 では全体に分布しているが、重力のために、成形エンクロージャ 40 内の繊維プリフォームの下部は上部より前に完全に含浸されている。さらに進むと、真ん中の図に示されるように、流体 R は、反対側端部 42 のベントダクト 42 e に沿って上昇する。試験は、右側の図に示されるように、ベントダクト 42 e に近いプリフォーム上部の少なくとも 1 つ

10

20

30

40

50

の領域 P' が含浸不良または限定的な含浸となったことを示している。実際に、型が水平位置にある時に、型の上部では樹脂最前面がベントダクト 42e に達するのは難しい。上部にある樹脂最前面がベントダクトに達するまでに、ベントダクトが下部から樹脂で満たされてしまうためである。含浸不良により、当該領域が弱い機械的性質および許容できないレベルの機械的性質を有することになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】欧州特許第1961923号明細書

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本願の目的は、型を90°垂直になるように回転させずに水平位置で維持すると同時に、型の充填を改善することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によれば、上述の目的は、
繊維構造物を水平マンドレルの所定位置に置くステップと、
繊維構造物およびマンドレルの周囲に環状成形エンクロージャを形成するステップと、
成形エンクロージャの第2の軸方向端部を樹脂供給圧力未満の圧力で維持しながら、成形エンクロージャは水平もしくはほぼ水平位置で維持された状態で、第1の軸方向端部から成形エンクロージャに樹脂を供給するステップと
を含む複合材料製円筒状部品の製造方法であって、

20

第2の軸方向端部は、各々独立して前記供給圧力未満の圧力で維持されたリングセクタの形態の少なくとも2つのベントセクタを備えることを特徴とする方法によって達成される。

【0013】

ベントダクトをセクタに分割することによって、それぞれのベントセクタに沿った領域の成形エンクロージャの充填を独立して制御することができる。この充填制御により、型が垂直位置の場合に見られる繊維プリフォームにおける流体の均一分布を再現することも可能である。

30

【0014】

有利には、充填時の流体の分布は、第1の軸方向端部の周囲にわたって配置された少なくとも2つの注入器によって成形エンクロージャに樹脂を供給することでより十分に制御される。この場合、好ましくは、第2の端部の前記ベントセクタは、第1の端部の注入器の延長上にそれぞれ配置される。特に、ベントセクタを注入点の反対側で心出しすることで、樹脂がより均一にプリフォームを通して吸い込まれることを確実にする。

【0015】

本発明はさらに、円筒状部品の製造方法を実施するための成型装置であり、成形エンクロージャの一方の端壁には少なくとも1つのベントダクトが設けられた成型装置であって、前記ベントダクトは少なくとも2つの別個のリングセクタで形成されることを特徴とする成型装置に関する。特に、ベントダクトは環状であり、横方向仕切りによって仕切られた少なくとも2つのリングセクタを備える。

40

【0016】

この実施形態は、特に、実施が容易であり、成型設備の大幅な変更は必要でない。

【0017】

本発明は、特に、ターボ機械用ケーシングなどの円筒状部品であって、一方の軸方向端部に少なくとも1つのフランジを有し、前記端部の端壁がフランジを形成する円筒状部品の製造に関する。

【0018】

50

本願においては、ベントを形成するリングセクタは、前記フランジを形成する端壁の上流側である半径方向部分か、前記フランジを形成する端壁の下流側である半径方向部分のいずれかに、またはフランジを形成する端壁の長手方向部分に形成される。ベントはさらに、これらのリングセクタを組み合わせることで形成されてもよい。

【0019】

1つの好適な実施形態では、成型装置は、第1の端部に、少なくとも2つの樹脂注入器を備え、ベントを形成する前記リングセクタのそれぞれは注入器の延長上に配置されて、そこで心出しされる。

【0020】

本発明の単なる一例であり非限定的な実施形態に関して添付図面を参照しながら後述する以下の説明を読めば、本発明はより良く理解され、本発明の他の目的、詳細、特徴、および利点が明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】ジェットエンジンのファンケーシングの一例の斜視図である。

【図2】本発明の方法を使用せずに、水平配置された円筒状部品を成型するための成形エンクロージャの充填の経過を3段階で概略的に示した図である。

【図3】本発明のベントダクト配置を有する成型装置の第2の端部の一実施形態の図4のIII-IIIに沿った軸方向断面図である。

【図4】成型装置の第2の端部の図3のIV-IVに沿った横断面図である。

【図5】成形エンクロージャの充填およびプリフォームの含浸時の樹脂最前面の進行状態を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の成型装置140の部分図である図3および図4を参照すると、プリフォームPは、内側円筒状壁140intと外側円筒状壁140extとの内側で圧縮された状態で示されている。プリフォームは、内側壁140intを形成するマンドレルに予め所定位置に置かれる繊維構造物である。

【0023】

繊維構造物は、例えば、糸またはケーブルを巻き付けることで形成される一方向(1D)タイプ、例えば、繊維層を巻き付けることで形成される2次元(2D)タイプ、例えば、3Dの製織、ブレードイング、もしくはニットイングによって、または繊維層を重ね合わせて互いに接続することによって形成される3次元(3D)タイプとすることができる。

【0024】

3次元タイプの繊維構造物の場合、繊維層は層間に伸びる要素によって互いに機械的に接続される。この機械的接続は、層の面から繊維を出して針で接合することによって、糸もしくは剛性要素(針もしくはロッド)を層に通過させることによって、または縫い合わせるによって実現可能である。繊維構造物の一例は、欧州特許第1961923号明細書に記載されている。

【0025】

この図3では、ベントダクトの側の第2の端部142は、型要素の半径方向端壁140'intと140'extとの間に半径方向空間を備える。この空間には、プリフォームPのフランジを形成する半径方向部分Pbが収容される。プリフォームはこの半径方向空間を完全には充填しない。プリフォームPbとツーリングの壁との間に成形エンクロージャ内の圧力を減少させるためのベントダクトが形成される。ベントダクトは、本発明によれば、複数のベントセクタに分割され、この場合は、一例として、半径方向仕切り143によって仕切られた6つのセクタ142e1~e6に分割される。仕切りは、さまざまな方法で製造されてもよい。

【0026】

一実施形態によれば、フランジを形成する端壁の長手方向部分 140' ' e x t 内に端部領域 142 の周囲にわたって、ツーリングに複数の弓形溝が機械加工される。

【0027】

別の実施形態によれば、連続環状溝がツーリングに機械加工され、仕切りを形成する仕切り手段、例えば、ブロックもしくは発泡体が溝内に導入される。

【0028】

これらのベントセクタは、図4に示されている。このようにして、ベントセクタは互いに分離され、それぞれ別々に、型の他端部の樹脂供給源よりも低い圧力状態である1つまたは複数の吸引ポンプの入口と連通する。この他端部（図示せず）には、型の周囲に複数の樹脂注入器（図示せず）が配置される。

10

【0029】

さらに、リングセクタの形態のベントセクタは、フランジを形成するツーリングの壁の上流側半径方向部分 140' e x t に形成されてもよいし、前記壁の下流側半径方向部分 140' i n t に形成されてもよい。

【0030】

さらに、ベントセクタを1つの壁内に形成するのではなく、一方の側から他方の側に交互に形成することも可能である。

【0031】

樹脂の注入は、ベントセクタの数と同じ数の多数の注入器によって行われるのが好ましい。さらに、それぞれのベントセクタは、注入点の延長上に配置され、樹脂ができる限り均一にプリフォームを通して吸い込まれるように、注入点の反対側で心出しされる。

20

【0032】

装置は、以下のようにして充填される。プリフォームが所定位置に置かれると、成形エンクロージャが閉じられ、必要に応じて、型の外側要素を内側要素の半径方向に近付けることによってプリフォームは圧縮され、同時に第1の端部に配置された注入点群を介して樹脂が加圧導入される。同時に、種々のベントセクタは減圧状態で維持される。セクタそれぞれを減圧状態にすることで、他のセクタとは独立して、樹脂進行最前面への重力の影響を補償することができる。

【0033】

図5は、時間に対して、第1の注入端部とベントセクタを有する第2の端部との間で繊維構造物に沿って進む樹脂最前面の進行状態の一例を示した図である。充填に相当する542秒間の間で、注入の開始と充填の終わりとの間の10点の瞬間 $t_1 \sim t_{10}$ における最前面の形状がシミュレーションによって決定された。樹脂最前面は均一に進行しツーリングの軸にほぼ垂直のままであることがわかる。

30

【図 1】

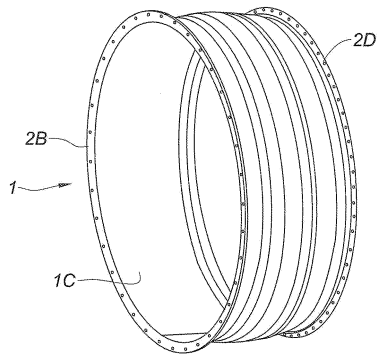


Fig. 1

【図 3】

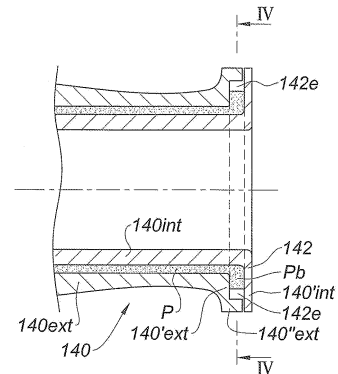


Fig. 3

【図 2】

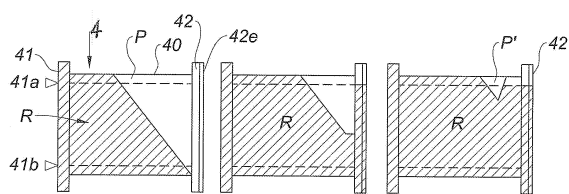


Fig. 2

【図 4】

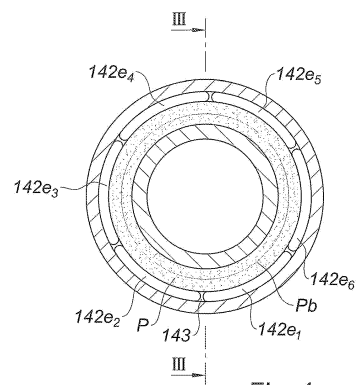


Fig. 4

【図 5】

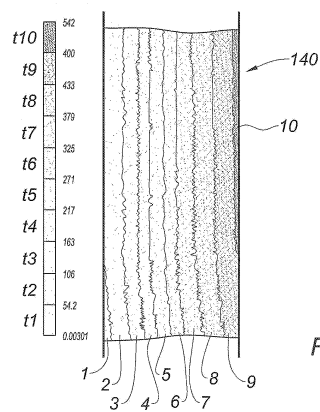


Fig. 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 L 23/00 (2006.01) F 0 2 C 7/00 F
B 2 9 K 105:08
B 2 9 L 23:00

(72)発明者 ゴードン, ティエリ
フランス国、エフ - 7 7 5 5 0 ・モワシー - クラマイエル・セデックス、レオ - ロン - ポワン・ル
ネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ (ア・ジ・イ)

審査官 長谷部 智寿

(56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 4 0 7 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 7 2 4 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 3 1 9 0 8 (W O , A 1)
特開 2 0 0 6 - 0 4 6 3 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 5 3 6 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 9 C 3 9 / 0 0 - 3 9 / 4 4
B 2 9 C 7 0 / 0 6
B 2 9 C 7 0 / 1 6
F 0 2 C 7 / 0 0
B 2 9 K 1 0 5 / 0 8
B 2 9 L 2 3 / 0 0