

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5087255号
(P5087255)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 9 C 39/10 (2006.01)	B 2 9 C 39/10
F 0 2 C 7/00 (2006.01)	F 0 2 C 7/00 D
F 0 1 D 5/28 (2006.01)	F 0 2 C 7/00 C
B 2 9 K 105/08 (2006.01)	F 0 1 D 5/28
B 2 9 L 31/30 (2006.01)	B 2 9 K 105:08

請求項の数 13 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-284623 (P2006-284623)	(73) 特許権者	505277691
(22) 出願日	平成18年10月19日(2006.10.19)		スネクマ
(65) 公開番号	特開2007-112132 (P2007-112132A)		フランス国、75015・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バラン、2
(43) 公開日	平成19年5月10日(2007.5.10)	(74) 代理人	100062007
審査請求日	平成21年10月2日(2009.10.2)		弁理士 川口 義雄
(31) 優先権主張番号	0510752	(74) 代理人	100114188
(32) 優先日	平成17年10月21日(2005.10.21)		弁理士 小野 誠
(33) 優先権主張国	フランス (FR)	(74) 代理人	100140523
			弁理士 渡邊 千尋
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100103920
			弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械用複合材料製ブレードの製造方法、およびこの方法によって得られるブレード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複合材料製のターボ機械用ブレードの製造方法であって、

a) ブレードの翼部(12)および根元(14)の両方を含んでいるプレフォームを、オイリング剤で覆われており、視覚的に識別可能でプレフォームの少なくとも表面に位置するトレーサ系(22)を含んでいる縦系(20a)および横系(20b)を三次元に織成することにより、製作する工程と、

b) 前記プレフォームの基準面(16)に沿って位置している数本のトレーサ系(22)をそのまま残しつつ前記プレフォームを切り出して、ブレードを構成する各部分の形状および寸法をとるために適した切り出しプレフォーム(10a)をもたらす工程と、

c) 切り出しプレフォーム(10a)をその平面内に保持しつつ切り出しプレフォーム(10a)の主方向と平行な方向にせん断を加えることからなる予備的な予変形が実行され、その後、前記せん断運動を受けた切り出しプレフォーム(10a)が、切り出しプレフォーム(10a)を該切り出しプレフォーム(10a)の主方向と平行な軸XX'を中心とする回転にて変形させる形状にする成形用金型(24)に配置されることにより、前記切り出しプレフォーム(10a)を予変形させて、予変形済みプレフォーム(10b)をもたらす工程と、

d) 硬化したプレフォーム(10c)をもたらすように、オイリング剤によって前記予変形済みプレフォーム(10b)を硬化させる圧密の工程と、

e) 射出成型用金型を用意し、内部に前記硬化させたプレフォーム(10c)を配置す

る工程と、

f) 前記硬化させた予変形済みプレフォーム(10c)全体を含浸して、プレフォームの糸(20)の間の相対的な配置を維持するため、前記射出成型用金型に熱硬化性樹脂を含んでいるバインダを注入する工程と、

g) 前記射出成型用金型を加熱する工程と、

h) 前記ブレードの形状および寸法を実質的に呈している複合材料製成型済み部品を、前記金型から取り出す工程と、

を含んでいることを特徴とする、方法。

【請求項2】

トレーサ系(22)が、他の糸(20)の性質とは異なる性質であることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

工程d)において、硬化の前または後に、以下の副工程、すなわち、

d1) 前縁の位置における前記予変形済みプレフォーム(10b)に65体積%の繊維密度をもたらす超圧密を行う工程と、

d2) 前縁の位置において前記予変形済みプレフォームに、圧力側および吸い込み側の壁面の一部を収容するための2つのフランジ(30a、30b)を呈している金属製の前縁保護用部材(30)を取り付ける工程と、

が実行されることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

20

工程d2)において、前記保護用部材(30)が、前記保護用部材(30)の前記フランジ(30a、30b)を外へと広げるために適した取り付け装置(40)に配置され、次いで前記取り付け装置(40)が、前記保護用部材の2つのフランジが前記予変形済みプレフォームの超圧密済みの前縁へと嵌まるように前記予変形済みプレフォーム(10b)へと配置され、次いで前記フランジが解放されることを特徴とする、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

工程d2)に先立ち、保護用フィルム(32)が前記予変形済みプレフォーム(10b)へと、圧力側の壁面の外表面の前記前縁を含んでいる部位を覆って固定されることを特徴とする、請求項3または4に記載の方法。

30

【請求項6】

前記保護用フィルム(32)が、ポリウレタンで作られていることを特徴とする、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

境界部材(34)が、前記保護用フィルム(32)と前記予変形済みプレフォーム(10b)との間に介装され、前記境界部材(34)が、前記プレフォームの糸(20)の上の付加的な厚さを形成していることを特徴とする、請求項5または6に記載の方法。

【請求項8】

工程e)において、さらに少なくとも1つのスペーサ(24a)が、前記硬化させたプレフォームのうちのブレードの根元の底部を形成すべき表面に当接して、前記射出成型用金型内に配置されることを特徴とする、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項9】

工程f)およびg)において、前記スペーサ(24a)が、前記硬化させたプレフォームのうちのブレードの根元の底部を形成すべき表面(14a)に対して、一定の圧力のもとに保たれることを特徴とする、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

ブレードの翼部(12)および根元(14)の両方を含んでいる前記プレフォームが、縦糸(20a)および横糸(20b)を三次元に織成することによって形成され、縦糸(20a)の方向がプレフォームの長手方向を形成しており、縦糸および横糸(20a、20b)が、視覚的に識別可能でプレフォームの少なくとも表面に位置するトレーサ系(2

50

2)を含んでおり、プレフォームの基準面(16)に沿って位置している数本のトレーサ系(22)が、非破壊検査技術によってブレードの適正が確認されるように、切断されていない、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法によって得られた、ファンブレード。

【請求項11】

前記プレフォームが、縦系(20a)および横系(20b)で製作され、縦系(20a)の方向がプレフォームの長手方向を構成しており、プレフォームが少なくとも、ブレードの翼部(12)を形成する第1の織成で製作された第1の部位と、ブレードの根元(14)を形成する第2の織成で製作された第2の部位とを有しており、前記第1および第2の部位が、前記第1の織成が前記第2の織成となるよう徐々に変化することで前記第2の部位と前記第1の部位との間のブレードの少なくとも厚さの減少を得る移行領域によって、一体化されていることを特徴とする、請求項10に記載のブレード。

10

【請求項12】

前記系が、炭素繊維、ガラス繊維、シリカ繊維、炭化ケイ素繊維、アルミナ繊維、アラミド繊維、および芳香族ポリアミド繊維によって構成されるグループに属していることを特徴とする、請求項11に記載のブレード。

【請求項13】

縦系(20a)および横系(20b)が炭素繊維であり、トレーサ系(22)がガラス繊維であることを特徴とする、請求項12に記載のブレード。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、ターボ機械の複合材料製ブレードの製造方法、およびこの方法によって得られるブレードに関する。

【背景技術】

【0002】

このブレードは、三次元に織成された繊維または系からなるプレフォーム(preform)を、プレフォームの系の互いの配置を維持するバインダとともに含んでいる形式の複合材料製ブレードであり、このプレフォームは、縦系および横系で作られており、縦系の方向がプレフォームの長手方向を構成している。

30

【0003】

特に、本発明は、ターボ機械、特にターボジェットファンブレードに関する。しかしながら、本発明の文脈において、動作において達する温度がこの種のブレードの熱機械的強度に比肩する低圧コンプレッサのブレードを製作することも考えられる。

【0004】

通常は、複合材料製のファンブレード、特にカーボン繊維で作られるファンブレードは、あらかじめ含浸を行なった単方向性の層の積層から製作され、すなわちこれらの層が、一連の層が異なる向きを有するように金型内に配置され、次いでこの積層が圧密され、オートクレーブにおいて重合が行なわれる。この技法は、きわめて難しく、層の積層作業を手作業で実行する必要がある、これには時間がかかり高価につく。

40

【0005】

また、乾燥繊維を使用して織成されたプレフォームを用意し、次いでそれらを縫合によって一体に組み合わせ、その後閉じた金型へと樹脂を注入することによって含浸を行なうことも、提案されている。或る代案は、織成によるただ1つのプレフォームを製作し、1つ以上の中実のインサートとともに取り付けて、その後注入を行なうことからなる。しかしながら、これらの解決策(米国特許第5,672,417号明細書および第5,013,216号明細書)は、複数の部品を一体に組み立てる必要がある、例えば層間剥離などに起因して弱点領域となりうる組み立て領域を生じるといった欠点を抱えており、この欠点は、機械的強度、特に衝撃に耐える能力という点で、きわめて有害である。

【0006】

50

これらの欠点を克服するために、仏国特許第2861143号明細書は、繊維または糸を三次元に織成してなるプレフォームであって、注入後（および場合によっては切断後）においてそれ自身が、インサートまたは他の接合部材の使用に頼ることなくターボ機械のブレードの各部位のすべてを構成する最終部品を形成するために充分であるプレフォームを製作することを、提案している。

【0007】

しかしながら、そのような状況において、重合済みのプレフォームの起源（あらかじめ含浸を行なった積層物、または三次元に織成されたプレフォーム）にかかわらず、注入の終わりにおいて得られた中間部品を金型から取り出した後に、最終部品を得るために実行する必要がある種々の作業が、依然として残されている。

10

【0008】

それら種々の作業としては、特に前縁、後縁、および根元の輪郭についての正確な機械加工が挙げられる。これらの領域は、きわめて精密な構造寸法を満足する必要がある。したがって、ブレードの根元の支承面、すなわち根元を収容するディスクの空隙の側面と接触するために回転の際に高度の応力にさらされる表面について、特に注意が必要とされる。特に、一方の部品がもう一方の部品に繰り返し擦り合う結果として、接触磨耗すなわち「フレッチング」が、これらの接触面の間に生じ、もたらされる摩擦力が、熱を発生することによって素材に損傷を与え、種々の疲労プロセスにつながる。

【0009】

また、後続の作業の中で、種々の保護用部材が、複合材料製ブレードの熱機械的強度を補強するために配置される。すなわち、金属製の保護具が、例えば前縁の全表面ならびに圧力側および吸い込み側の壁面の外表面の前部を覆って貼り付けられるチタニウム製部品の形態で、前縁に固定される。さらに、圧力側の壁面の外面は、合成材料（例えば、ポリウレタン）で製作が可能であって中間部品へと接着剤によって直接貼り付けられる保護用フィルムを配置することによって、補強される。

20

【0010】

ファンのブレードのそれぞれについて、さらには場合によっては複数の低圧コンプレッサ段のすべてのブレードについて、これらの作業のすべてを実行する必要があるとき、これは、比較的長い製造時間をもたらす、経済的観点から問題である。

【0011】

さらに、重合済みのプレフォームを機械加工するとき、プレフォームの当初の織成の糸、特に縦糸のいくらかが機械加工によって切断され、当該領域が弱体化する可能性がある。

30

【特許文献1】米国特許第5,672,417号明細書

【特許文献2】米国特許第5,013,216号明細書

【特許文献3】仏国特許第2861143号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、上述の欠点の克服を可能にする方法を提供することであり、特にプレフォームを射出成型する工程にて保護用部材を配置できるようにすることで、注入の後、特に引き続く機械加工の後の繊維の完全性をよりよく保存することにある。

40

【0013】

本発明は、射出成型工程の後に、最終部品の形状により近い形状を呈する部品を得ることを追求している。

【課題を解決するための手段】

【0014】

この目的のため、本発明による方法は、以下の工程、すなわち、

a) ブレードの翼部および根元の両方を含んでいるプレフォームを、視覚的に識別可能なトレーサ糸を含んでいる糸を三次元に織成することによって、上記トレーサ糸をプレフ

50

フォームの少なくとも表面に位置させつつ製作する工程、

b) 上記プレフォームの基準面に沿って位置している一連のトレーサ系を手付かずに残しつつ上記プレフォームを切り出して、ブレードを構成する各部分の形状および寸法をとるために適した切り出しプレフォームをもたらす工程、

c) 上記切り出しプレフォームを予変形させて、予変形済みプレフォームをもたらす工程、

d) 上記予変形済みプレフォームを圧密し、硬化させる工程、

e) 射出成型用金型を用意し、内部に上記硬化させたプレフォームを配置する工程、

f) 上記硬化させた予変形済みプレフォーム全体を含浸して、プレフォームの糸の間の相対的な配置を維持するため、上記射出成型用金型に熱硬化性樹脂を含んでいるバインダを注入する工程、

g) 上記射出成型用金型を加熱する工程、および、

h) 上記ブレードの形状および寸法を実質的に呈している複合材料製成型済み部品を、上記金型から取り出す工程、

を含むことを特徴としている。

【0015】

このやり方で、基準面に沿った一連のトレーサ系を切断しないことで、すなわち、さらに詳しくは、おおむねプレフォーム（ひいては、最終の部品）の長手方向に沿って延びている縦糸を切断しないことで、結合が改善され、上記基準面の機械的特性も改善される。この表面は、特に、前縁および/または圧力側の壁面および/または根元のすべてまたは一部となるべきプレフォームの領域の表面によって構成されてよい。

【0016】

さらに、切り出したプレフォームへと予変形を加えることによって、プレフォームの領域がお互いに対して適切に配置および配向されることを保証でき、これは、織成および切り出し工程から得られたプレフォームが、前形成されているにもかかわらず比較的柔軟であるという事実によって容易にされている。変形は、ブレードのさまざまな部位ならびにそれらの特定の位置および向きを考慮して、複数の工程によって実行することができる。その後、予変形された位置が、織成を容易にすべく糸を覆っており、例えば希薄なエポキシ樹脂である粘着剤と組み合わせることができるオイリング剤の存在ゆえ、圧密工程によって相対的な硬化を可能にする工程d)において固められる。

【0017】

これは、最大数のトレーサ系が、樹脂注入成形(RTM)法を使用して実行される注入の際に上手く位置することを保証する。結果として、この部位について機械加工が行なわれず、あるいは機械加工がトレーサ系と平行に厳格に保たれるため、最大数のトレーサ系が、その後も害を受けることなく保たれ、トレーサ系と平行に位置する糸がその延伸に沿ったいかなる位置でも切断されないことを保証している。

【0018】

全体として、本発明の方法によれば、注入工程を離れるときに最終の部品の形状および寸法にきわめて近い形状および寸法の種々の部位を呈しているブレード、特にファンのブレードを、製造することが可能である。

【0019】

本発明の他の利点および特徴は、添付の図面を参照しつつ、例示としてなされる以下の詳細な説明を理解することで、明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明による方法は、例えば仏国特許第2861143号明細書に従って実行される三次元の織成からもたらされる種類のプレフォームから出発して、実行される。すなわち、この方法の第1の工程a)は、縦糸と横糸とを有しているそのような三次元のプレフォームを織成によって製作することからなる。これら2つの糸のグループの中に、視覚的に他のものと区別できるトレーサ系が設けられ、プレフォームの少なくとも表面に規則的に配

10

20

30

40

50

置される。

【 0 0 2 1 】

好都合なことに、上記のプレフォームは、縦糸および横糸で作られ、縦糸の方向がプレフォームの長手方向を構成しており、ブレードの翼部を形成すべく第 1 の織り方を使用して製作された第 1 の部位と、ブレードの根元を形成すべく第 2 の織り方を使用して製作された第 2 の部位とを有しており、これら第 1 および第 2 の部位が、上記第 1 の織り方が上記第 2 の織り方となるよう徐々に変化することで少なくとも第 1 の部位と第 2 の部位との間のブレードの厚さの減少を得る移行領域によって一体化されている。

【 0 0 2 2 】

織成用の糸は、炭素繊維、ガラス繊維、シリカ繊維、炭化ケイ素繊維、アルミナ繊維、アラミド繊維、および芳香族ポリアミド繊維によって構成されるグループに属している。

10

【 0 0 2 3 】

続いて、単一の部品として織成されたプレフォームが、本発明の方法の工程 b) に従って切り出される。より正確には、織成されたプレフォームが、変形後にプレフォームが仕上がり部品の形状に倣うように設計された所定の三次元の治具に従って、その輪郭を巡って切断することによって準備される。この切り出しは、水ジェットおよび/または機械的な手段(せん断機、カッター、切断機、など)および/またはレーザカッティングによって行なうことが可能である。

【 0 0 2 4 】

この手順によって、図 1 に示すような切り出しプレフォーム 1 0 a が生み出される。ブレードの翼部 1 2 および根元 1 4 を形成するための部位を、見て取ることができる。特に、三次元の織成に使用される縦および横の糸 2 0 は、トレーサ糸 2 2 として機能するガラス繊維またはケルバー(K e l v a r)繊維を有している炭素繊維であり、トレーサ糸 2 2 が、基本的にはプレフォームの表面に位置し、縦糸と平行な主方向および横糸と平行な横方向に沿って延びている。このやり方で、トレーサ糸 2 2 が、黒色であるプレフォームの残りの部分に対して白色で現れ、したがってトレーサ糸 2 2 を、きわめてよく視認できる。さらに、これらのトレーサ糸は、最終の部品が適正であるかを検査するために適している通常の(X線または超音波断層撮影形式の)非破壊検査技術によって、検出可能である。

20

【 0 0 2 5 】

特に、この例においては、これらのトレーサ糸 2 2 が、後述するように切り出しおよびプレフォームの他の加工工程を実行するため、位置決めのためのために基準点として機能すべく、所定の位置においてブレードの両面(圧力側の壁面 1 7 および吸い込み側の壁面 1 8)の表面に位置しているものとして示されている。

30

【 0 0 2 6 】

本発明によれば、切り出しの工程において、図示の例においては前縁を形成するための面である少なくとも 1 つの基準面 1 6 に沿ってプレフォームの表面に位置する一連のトレーサ糸が、維持される。

【 0 0 2 7 】

その後、本発明によれば、切り出したプレフォーム 1 0 a に予変形を加える工程 c) が、実行される。

40

【 0 0 2 8 】

さらに正確には、工程 c) において、上述の予変形が、切り出したプレフォーム 1 0 a を成形用金型 2 4 内に配置することによって実行され、そのような金型 2 4 は、切り出したプレフォーム 1 0 a を収容するための空隙が間に画定される種々の部位を呈しており、さらにトレーサ糸 2 2 の少なくともいくつかを位置させるための基準として機能するマークを呈している。

【 0 0 2 9 】

種々の識別および位置決めシステム、特にトレーサ糸 2 2 のための理想の位置へと光ビームを投射するレーザ投射器 2 6 を、切り出したプレフォーム 1 0 a について使用するこ

50

とができ、これに従って所定の配置を得るべく対応するトレーサ系 2 2 を移動させることが、常に容易である。

【 0 0 3 0 】

これに代え、あるいはこれに加えて、プレフォームが適切に配置されたことを確認するため、トレーサ系 2 2 のすべてまたはいくつかの輪郭および / または位置を再現するマスクを、プレフォームの上へと配置してもよい。

【 0 0 3 1 】

切り出したプレフォーム 1 0 a を、所望の最終形状を達成するために必要とされる変形のすべてを実行するために十分に正確な方法で、成形用金型 2 4 内に配置できることを、理解できるであろう。しかしながら、好都合なことには、この工程 c) を複数の副工程として実行することも可能である。

10

【 0 0 3 2 】

特に、工程 c) において、切り出したプレフォーム 1 0 a を成形用金型 2 4 内に配置する前に、例えば切り出したプレフォーム 1 0 a を平面内に保持しつつ切り出したプレフォームの主たる長手方向と平行な方向にせん断を加えることからなる予備的な予変形が実行される。

【 0 0 3 3 】

その後、このせん断運動を加えた切り出しプレフォーム 1 0 b が、プレフォームをその主方向と平行な軸 X X ' を中心とした回転 (矢印 2 5 a) をさらに加えることによってさらに変形させて新たな構成とする成形用金型 2 4 に配置される。

20

【 0 0 3 4 】

さらに、成形用金型 2 4 が、スライド可能であってプレフォームの根元 1 4 の自由端に当接する位置へと至る可動部分 2 4 a を呈し、応力 (矢印 2 5 b) を加えることによって、プレフォームのこの部位 1 4 に所望の変形を生み出すことができ、あるいはプレフォーム 1 0 b の他の部位へと変形を加えつつ、この部位の特定の種類の変形を回避することができる。

【 0 0 3 5 】

成形用金型 2 4 内にプレフォーム 1 0 a を配置するための基準の要素としてトレーサ系 2 2 を利用することによって、切り出しプレフォーム 1 0 a を成形するために、多数のさまざまな可能性を思い描くことができることを、理解すべきである。

30

【 0 0 3 6 】

さらに、切り出しプレフォーム 1 0 a を成形用金型 2 4 内に配置するための戦略は、選択された基準面に応じ、特に根元、先端、前縁 1 6、後縁、または他の任意の所定の領域に応じて、事前に切り出された輪郭にも組み合わせられる。

【 0 0 3 7 】

そのような状況においては、切り出しプレフォームへと加えるべき変形を、上述の例のようにせん断および回転を別個にしつつ複数の副工程へと分割することによって、プレフォームのすべての部位のきわめて正確な配置を、特にプレフォームのサイズが大きい場合に、容易に得ることができる。

【 0 0 3 8 】

40

このようにして、図 3 において、変形させたプレフォーム 1 0 b の根元 1 4 が、せん断および回転において実行された変形の合成ゆえに、もはや平面ではない底部自由端面 1 4 a を、直線的な方向 (一点鎖線) を向いてはおらず、予変形工程 c) において実行されたせん断 (矢印 2 5 c) および回転 (矢印 2 5 a) からもたらされた湾曲した輪郭に従っているトレーサ系 2 2 によって視認可能にされた輪郭の側面 1 4 b とともに呈している。

【 0 0 3 9 】

その後、工程 d) に従い、予変形済みのプレフォーム 1 0 b を硬化させる圧密が実行される。この目的のために使用される圧密用金型 2 8 は、図 4 に一部を見ることができが、好都合には、成形用金型 2 4 を適切な設備に組み合わせることによって製作可能である。圧密用金型 2 8 は、気化する溶媒を吸い出すために或る程度の真空引きを実現しつつ

50

、約100の温度まで高めることが可能でなくてはならない。

【0040】

この工程において、硬化は、織成を容易にするために糸を覆うオイリング剤によって実行される。硬化は、切り出しプレフォーム10aに与えられた形状を、その形状を大きく変化させることなく射出成型用の金型に容易に配置できるよう十分に固めるべく機能する。

【0041】

必要であれば、例えば低濃度の樹脂であって、特にエポキシ型である粘着剤を、プレフォームに加えることができ、その目的は、予変形させたプレフォーム10bが特に注入工程の際に事後の変形を受けないようにするため、織成した炭素繊維を圧密工程d

10

【0042】

圧密用金型28は、織成されたプレフォームを繊維がその体積の約55%から58%、仕上がった部品における繊維の最終の密度に実質的に相当する、を占めるように圧密できる寸法および体積のハウジングを呈している。ここに説明する実施例においては、従来からの圧密用金型28が、前縁を形成するためのプレフォームの基準面16を収容するための位置において変更されている。

【0043】

この位置において、圧密用金型28の寸法が、さらなる圧密を実行して約65体積%の繊維密度をもたらすように、変更されている。あるいは、この超圧密を、変更されていない圧密用金型28において圧密および硬化を実行した後に、この追加の圧密を予変形済みのプレフォーム10bの前縁を形成すべき領域についてのみ実行する特別な工具を使用することによって得てもよい。

20

【0044】

図5に示した実施例においては、注入工程の前、かつ上述の超圧密工程の後に、複数の保護用部材が、圧密済みのプレフォーム10cへと配置される。

【0045】

この目的のため、まずは接着剤が、例えばチタニウムで作られた部材であって超圧密済みの基準面16へと固定される金属製の保護用部材30を、前縁へと固定するために使用される。

30

【0046】

この保護用部材30は、長手方向に延びてプレフォーム10cの超圧密済み領域を覆って嵌め合わされる半スリーブを形成するが、前縁16の先端を構成する領域において最大の厚さを呈しており、その両側にフランジ形成部分30aおよび30bを備えている。

【0047】

上述の説明から、工程d)において、硬化の前、間、および後に、以下の副工程が実行されることを、見て取ることができる。すなわち、

d1) 予変形させたプレフォーム10cについて、前縁の位置において超圧密が実行され、

d2) 前縁を保護するための金属部材30が、前縁の位置において予変形させたプレフォーム10cに取り付けられ、この部材が、圧力側および吸い込み側の壁面の一部を覆うための2つのフランジを呈している。

40

【0048】

さらに詳しくは、工程d2)において保護用部材30の配置を容易にするため、上記保護用部材30が、この保護用部材30の上記フランジ30a、30bを外へと広げる(矢印31)ために適した取り付け装置40に配置され、次いで、この取り付け装置40が、上記保護用部材30の2つのフランジ30a、30bが予変形済みのプレフォーム10cの超圧密された前縁の各側に位置するように、予変形済みのプレフォーム10cへと配置され、次いで上記フランジ30a、30bが解放される。

【0049】

50

接着剤が、予変形済みのプレフォーム10cの超圧密済みの前縁16の対応する表面へと前もって配されることに、注意すべきである。

【0050】

取り付け装置40は、プレフォーム10cを長手方向の保護用部材30によって画定されるハウジング内へと容易に挿入できるようにするため、保護用部材のフランジを外へと広げる拡大装置を備える金型の形態である。

【0051】

この目的のため、取り付け装置40は、半真空システム33による或る程度の真空引きに適しており、金属製の保護用部材30が、保護用部材のフランジ30a、30bを外へと広げる（矢印31を参照）べく機能する低圧を有する取り付け装置40のハウジングの内側に配置され、フランジ30a、30b間の保護用部材30の内側へのプレフォーム10cの配置、より正確には上記プレフォームの前縁を構成すべき部位16の配置を、容易にしている（図6を参照）。

10

【0052】

さらに、図示の実施例においては、工程d2)に先立って、保護用フィルム32が、圧力側の壁面の外表面の前縁を含む部位を覆って、予変形済みのプレフォームへと取り付けられる。例えばポリウレタンで作られたこの保護用フィルム32は、好ましくは、接着剤によって固定され、ファンの内側へと進入する空気の流れにさらされる圧力側の壁面に腐食に対する保護をもたらすべく機能する。

20

【0053】

さらに、このような保護用フィルム32は、好都合なことに、圧力側の壁面17の表面（ブレードのうちで進入する空気の流れに最初にさらされる部位である）の機械的特性を補強すべく機能する。

【0054】

したがって、保護用フィルム32の下方に、例えばポリウレタン型の接着剤であるが、低い粘度を呈し、注入および硬化の温度（それぞれ、約160 および約180）に耐えることができる接着剤を使用する必要がある。

【0055】

図5に見て取ることができるように、ここに説明される実施例においては、境界部材34が、保護用フィルム32と予変形済みのプレフォーム10cとの間に介装されており、この境界部材34が、保護用フィルム32の下方の余分な厚さを形成し、プレフォームの表面に位置するプレフォームの糸20を覆っている。

30

【0056】

この境界部材34は、織成に使用される糸20の位置および直径に依存するプレフォームの表面状態に起因する保護用フィルム32の変形を、回避または少なくとも最小化しようとするものである。

【0057】

この目的のため、境界部材34について、織成された糸20と保護用フィルム32との間に位置する柔軟な境界部材34、例えば好ましくは炭素繊維で作られあらかじめ含浸させた乾燥布地または不織布を使用することが可能であり、さもなければ樹脂のみから作られたより剛性の殻、さもなければ樹脂および繊維からなる混合物を使用することができる。

40

【0058】

これらすべてのテストの終わりにおいて、最終の形状を呈しており、種々の保護用部材、すなわち前縁の金属製保護用部材30と直下に境界部材34が配置されてなる圧力側の壁面17の保護用フィルム32とが取り付けられている剛性のプレフォーム（図示されていない）が得られる。

【0059】

さらに、射出成型用金型を用意する工程e)において、ブレードの根元の底部を形成するため、少なくとも1つのスペーサ（図示されていない）が、硬化させたプレフォームの表面に当接してこの射出成型用金型内に配置される。

50

【 0 0 6 0 】

そのような状況において、射出成型が実行される工程 f) および g) の際に、上記スペーサが、硬化させたプレフォームのブレードの根元の底部が形成されるべき表面、特に根元の自由端面を形成する表面 1 4 a (図 3 を参照) に対して、一定の圧力のもとに保たれる。例えば、図 2 にあるように、成形用金型 2 4 の可動部品 2 4 a に類似する部品によって構成され、ブレードの長手の主方向と平行な方向にスライドするために適したスペーサが使用される。

【 0 0 6 1 】

これは、根元 1 4 の支承面が適切に成型されることを保証するため、適切な圧密圧力をスペーサへと加えることができるようにする。

10

【 0 0 6 2 】

圧力のもとでそのようなスペーサを使用することによって、成型の際に根元の底部に余分な厚さを形成するために 8 枚から 1 5 枚のあらかじめ含浸をおこなったシートを根元の下に配置することからなり、しかしながら機械加工によって寸法を修正する必要がある場合につきまとい、さらには何よりも少なくとも繊維 / 糸がプレフォームの残りの部分と密接していない追加のインサートを形成することになり、したがって動作時の弱点領域を形成しかねない層間剥離の恐れにつながる従来使用されている技法が置き換えられることを、理解できるであろう。

【 0 0 6 3 】

最後の工程は、この特定の例においては保護用部材が取り付けられてなる予変形済みのプレフォーム 1 0 c を収容している射出成型用金型の内側へと、樹脂を射出成型する従来からの工程からなる。

20

【 0 0 6 4 】

金型が加熱される工程 f) において、工程 d) および d 1) において硬化させた超圧密領域 1 6、すなわち予変形済みのプレフォーム 1 0 c の超圧密済みの前縁に軟化が生じることを、理解すべきである。織成構造が緩み、射出成型用金型内において空いている空間を占め、前縁と接着剤と保護用部材との間、特に前縁と保護用部材 3 0 の内側のハウジングとの間に、密な接触が確保される。

【 0 0 6 5 】

たいていは金属である金型の構成材料と注入された樹脂との熱膨張係数の差ゆえに、特に特定の領域において応力を誘起しブレードを弱体化することがないように、射出成型用金型に他のスペーサ、特にプレフォームを収容するハウジングの縁に位置するスペーサを、持たせることができ、それらのスペーサは、注入の後にツーリング (tooling) において最初に取り外される。

30

【 0 0 6 6 】

このようにして、本発明による方法によれば、射出成型用金型から取り出されたときに、すでに前縁および圧力側の壁面が保護されており、かつすでに最終の製造寸法を有する支承面を有する根元を呈しているブレードを得ることが可能であることを、理解できるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 切り出し前のプレフォームの全体の斜視図である。

【 図 2 】 本発明の方法の実行における他の工程の投影図である。

【 図 3 】 本発明の方法の実行における他の工程の投影図である。

【 図 4 】 本発明の方法の実行における他の工程の投影図である。

【 図 5 】 本発明の方法の実行における他の工程の投影図である。

【 図 6 】 本発明の方法の実行における他の工程の投影図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

1 0 a 切り出しプレフォーム

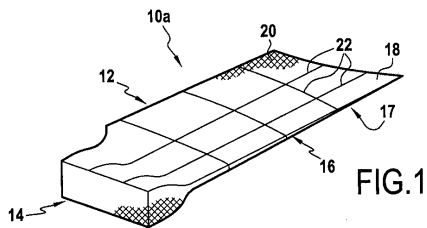
50

- 1 0 b 予変形済みのプレフォーム
- 1 0 c 圧密済みのプレフォーム
- 1 2 翼部
- 1 4 根元
- 1 4 a 底部自由端面
- 1 4 b 輪郭の側面
- 1 6 基準面
- 1 7 圧力側の壁面
- 1 8 吸い込み側の壁面
- 2 0 縦および横の糸
- 2 2 トレーサ糸
- 2 4 成形用金型
- 2 4 a 可動部分
- 2 8 圧密用金型
- 3 0 保護用部材
- 3 0 a、3 0 b フランジ形成部分
- 3 2 保護用フィルム
- 3 3 半真空システム
- 3 4 境界部材
- 4 0 取り付け装置

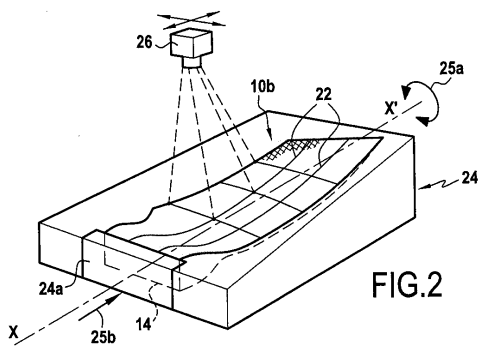
10

20

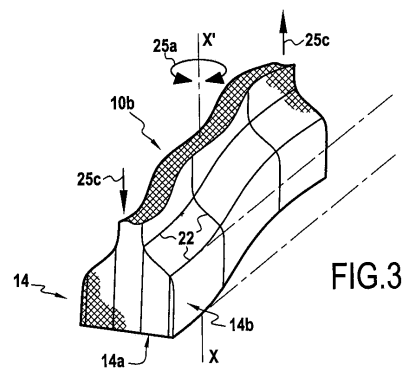
【 図 1 】



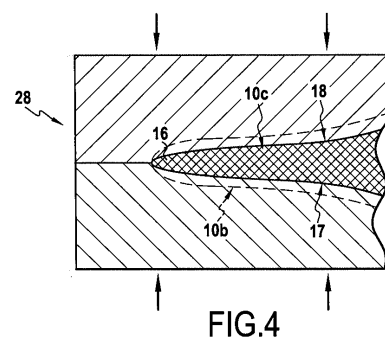
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

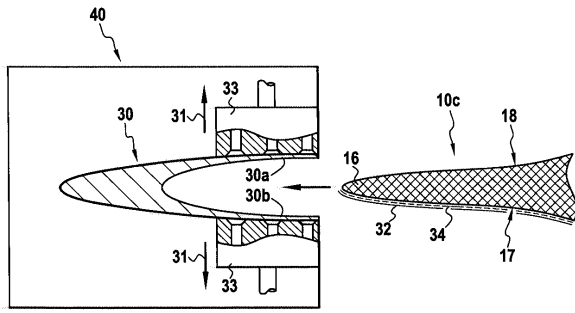


FIG.5

【 図 6 】

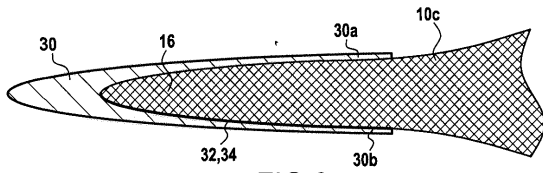


FIG.6

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 L 31:30

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 ドミニク・クーペ

フランス国、3 3 1 8 5 ・ル・エラン、パルク・サント・クリステイヌ、アブニユ・ドウ・パリ
・7 0

(72)発明者 ブルーノ・ダンプリン

フランス国、7 7 8 2 0 ・ル・シヤトレ・アン・ブリ、アレ・ニノン・ドウ・ランクロ・4 6 4

(72)発明者 ステファン・ルベク

フランス国、9 1 3 0 0 ・マツシー、リュ・ドユ・8 ・メ・1 9 4 5 ・1 0 1

(72)発明者 ジャン・ノエル・マイユ

フランス国、7 5 0 1 3 ・パリ、アブニユ・レイユ・7

審査官 細井 龍史

(56)参考文献 特開2 0 0 5 - 1 3 3 7 1 7 (J P , A)

特開2 0 0 3 - 1 3 6 5 5 0 (J P , A)

特開平0 2 - 1 6 4 2 5 1 (J P , A)

特開平0 4 - 2 8 8 3 4 4 (J P , A)

特開2 0 0 3 - 1 2 7 1 5 7 (J P , A)

特開2 0 0 0 - 1 1 0 0 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 2 9 C 3 9 / 0 0 ~ 3 9 / 4 4

F 0 2 C 7 / 0 0

F 0 1 D 5 / 2 8