

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6092244号
(P6092244)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

| | | | |
|--------------|--------------|------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| FO1D | 5/28 | (2006.01) | FO1D 5/28 |
| DO3D | 25/00 | (2006.01) | DO3D 25/00 101 |
| FO2C | 7/00 | (2006.01) | FO2C 7/00 C |
| B64C | 11/22 | (2006.01) | B64C 11/22 |
| B64C | 1/00 | (2006.01) | B64C 1/00 B |

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-546604 (P2014-546604)
 (86) (22) 出願日 平成24年12月10日 (2012.12.10)
 (65) 公表番号 特表2015-502487 (P2015-502487A)
 (43) 公表日 平成27年1月22日 (2015.1.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/FR2012/052852
 (87) 国際公開番号 W02013/088039
 (87) 国際公開日 平成25年6月20日 (2013.6.20)
 審査請求日 平成27年11月12日 (2015.11.12)
 (31) 優先権主張番号 61/570,386
 (32) 優先日 平成23年12月14日 (2011.12.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 516227272
 サフラン・エアクラフト・エンジンズ
 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 ダンプリン、ブルーノ・ジャック・ジェラ
 ール
 フランス国、77820・ル・シャトレ・
 アン・ブリ、アレ・ニノン・ドゥ・ランク
 ロ・464

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変量の糸を有する繊維構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複合材料部品を補強するための繊維構造体であって、第1の方向に伸びる第1の複数の糸層と第2の方向に伸びる第2の複数の糸層との間で多層織りによって一体構造体として織られ、

第1の複数の糸層および第2の複数の糸層のうちの少なくとも一方は、それぞれが所定の重量を有する各糸の分離可能な集合体から成る可変重量糸の少なくとも1つの層を含み、

繊維構造体が、少なくとも1つの厚み減少部を含み、厚み減少部の可変重量糸は前記厚み減少部に入る前の前記可変重量糸の重量よりも軽い重量を有する、繊維構造体。

10

【請求項2】

可変重量糸の各糸の重量が、前記可変重量糸の重量の約数である、請求項1に記載の構造体。

【請求項3】

可変重量糸が、集合糸である、請求項1に記載の構造体。

【請求項4】

それぞれの可変重量糸が、初期重量48Kを有し、さらに

それぞれの重量が24Kの2本の糸、

重量が24Kの1本の糸と、それぞれの重量が12Kの他の2本の糸とを含む3本の糸、および

20

それぞれの重量が12Kの4本の糸の分離可能な集合体のうちの1つで構成される、請求項1に記載の構造体。

【請求項5】

繊維構造体が、厚み減少部では、3層の第1の複数の糸層と、2層の第2の複数の糸層とを有する、請求項1に記載の構造体。

【請求項6】

厚み減少部が、第1または第2の複数の糸層のうちの1つの層が中断される少なくとも1つのゾーンを含み、前記中断された糸層は、その後、厚み減少部で、前記中断された糸層に隣接する可変重量糸の層の各糸に置き換えられる、請求項1に記載の構造体。

【請求項7】

樹脂マトリックスによって緻密化された繊維強化材を含む複合材料部品であって、繊維強化材が請求項1から請求項6のうちのいずれか一項に記載の繊維構造体によって形成され、マトリックスによって緻密化された複合材料部品。

【請求項8】

航空エンジンブレードを構成することを特徴とする、請求項7に記載の部品。

【請求項9】

繊維構造体の厚み減少部が、ブレードの後縁を形成する繊維強化材の一部に対応することを特徴とする、請求項8に記載の部品。

【請求項10】

請求項9に記載のブレードを複数含むターボプロップ。

【請求項11】

請求項10に記載の少なくとも1つのターボプロップが取り付けられた航空機。

【請求項12】

複合材料部品を補強するための繊維構造体を製造する方法であって、第1の方向に伸びる第1の複数の糸層と第2の方向に伸びる第2の複数の糸層との間で多層織りによって繊維構造体を一体構造体として製織するステップを含み、

第1の複数の糸層および第2の複数の糸層のうちの少なくとも一方は、それぞれが所定の重量を有する各糸の分離可能な集合体から成る可変重量糸の少なくとも1つの層を含み、

前記方法は、繊維構造体の少なくとも1つの厚み減少部の製織時に、可変重量糸の重量を減らすステップをさらに含む、方法。

【請求項13】

繊維構造体の厚み減少部の製織時に、第1の複数の糸層または第2の複数の糸層のうちの1層が中断され、前記中断された糸層は、その後、厚み減少部において、前記中断された層に隣接する可変重量糸の層の各糸で置き換えられる、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合材料製部品の作成に関し、特に、そのような部品用の強化繊維構造体の作成に関する。

【0002】

本発明の特定の適用分野は、構造用複合材料の部品、すなわち、マトリックスによって緻密化された繊維強化構造体を含む部品の作成である。複合材料により、金属製の同じ部品の全重量よりも軽い全重量を有する部品を製造することができる。

【背景技術】

【0003】

航空エンジン用ブレードなどの複合材料部品用の繊維強化材を作製するために、多層織りによって繊維構造体を作成する場合、構造体の製織時に、例えば、ブレードの締結部または後縁の部品の厚みの減少に合わせるために、縦糸方向および横糸方向の両方の糸を引き抜いて、ブレードの準最終形状および寸法を有する（すなわち、ブレードの「ネットシ

10

20

30

40

50

エイブ (net shape) を有する) 繊維プリフォームを作成する必要がある。

【0004】

多数の糸層を有する繊維構造体の部分では、糸の引き抜きは、繊維密度の変化にほとんど影響を及ぼさず、繊維密度は比較的一定のまま維持される。しかしながら、層の数が大幅に少なくなると、例えば、縦糸または横糸の層が4層のみ、またはそれより少ない層しかない場合、別の糸層が引き抜かれると繊維密度の変化は大きくなりすぎる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第7101154号明細書

10

【特許文献2】米国特許第7241112号明細書

【特許文献3】国際公開第2010/061140号

【特許文献4】国際公開第2006/136755号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

作成される複合材料部品、特に、複合材料部品の厚みが減少する部分の準最終形状および寸法を有すると同時に、そのような部分における繊維密度変化を最小限に抑えた繊維構造体を利用できるようにするのが望ましい。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

そのために、本発明は、複合材料部品を補強するための繊維構造体にして、第1の方向に伸びる第1の複数の糸層と第2の方向に伸びる第2の複数の糸層との間で多層織りによって一体構造体として織られる繊維構造体であって、

第1の複数の糸層および第2の複数の糸層のうちの少なくとも一方は、それぞれが所定の重量を有する各糸の分離可能な集合体から成る可変重量糸の少なくとも1つの層を含むこと、および

繊維構造体が少なくとも1つの厚み減少部を含み、厚み減少部の可変重量糸は、前記厚み減少部に入る前の前記可変重量糸の重量よりも軽い重量を有すること

30

【0008】

可変重量糸を使用することで、構造体の薄い厚みの部分における糸層の数の減少に応じて糸の重量を調整し、これにより、繊維密度の変化を最小限に抑えるように制御することができる。可変重量糸を構成する単位糸が徐々に繊維構造体から引き抜かれるので、特に、少ない数の糸層を含む薄い厚みの部分における繊維密度の急激な変化を防ぐことができる。

【0009】

本発明の特定の態様では、可変重量糸の各糸の重量は、前記可変重量糸の重量の約数である。

【0010】

40

本発明の別の態様では、可変重量糸は、撚糸、諸撚糸、被覆糸のうちの少なくとも1つから選択される。

【0011】

本発明のさらに別の態様では、それぞれの可変重量糸の初期重量は48Kであり、それぞれの可変重量糸は、

それぞれの重量が24Kの2本の各糸、

重量が24Kの1本の糸とそれぞれの重量が12Kの他の2本の糸とを含む3本の糸、および

それぞれの重量が12Kの4本の糸の分離可能な集合体のうちの1つで構成される。

50

【 0 0 1 2 】

本発明の特定の特徴によれば、繊維構造体は、厚み減少部では、3層の第1の複数の糸層と、2層の第2の複数の糸層とを有する。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の特徴によれば、厚み減少部は、第1または第2の複数の糸層の1つの層が中断される少なくとも1つのゾーンを含み、前記中断された糸層は、その後、厚み減少部で、前記中断された糸層に隣接する可変重量糸の層の各糸に置き換えられる。

【 0 0 1 4 】

さらに、本発明は、マトリックスによって緻密化された、本発明の繊維構造体を含む複合材料部品を提供する。特に、複合材料部品は、航空エンジンプレードを構成することができる。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明は、本発明の複数のブレードが取り付けられたターボプロップを提供する。

【 0 0 1 6 】

さらに、本発明は、本発明の少なくとも1つのターボプロップが取り付けられた航空機を提供する。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の特徴および利点は、非限定的な例として添付図面を参照しながら後述する本発明の特定の実施形態に関する以下の説明から明らかになるであろう。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態の航空エンジンプレードを製造するための繊維構造体の多層織りを示した概略図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態において作成されるブレードの後縁を形成する図 1 の繊維構造体の一部の 8 つの連続する織面の横糸断面を示した図である。

【 図 3 】 本発明の別の実施形態において作成されるブレードの後縁を形成する図 1 の繊維構造体の一部の 8 つの連続する織面の横糸断面を示した図である。

【 図 4 】 本発明の別の実施形態において作成されるブレードの後縁を形成する図 1 の繊維構造体の一部の 8 つの連続する織面の横糸断面を示した図である。

30

【 図 5 】 本発明の別の実施形態において作成されるブレードの後縁を形成する図 1 の繊維構造体の一部の 8 つの連続する織面の横糸断面を示した図である。

【 図 6 】 図 1 の繊維構造体から形成されたブレードの繊維プリフォームの概略斜視図である。

【 図 7 】 図 6 のプリフォームをマトリックスで緻密化することによって作成された複合材料ブレードの概略斜視図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

本発明は、一般に、複合材料部品、特に、航空エンジンプレードの製造時に使用するための、プリフォームと呼ばれる繊維強化材を構成するのに適した繊維構造体の作成に適用できる。この複合材料部品は、繊維構造体をマトリックスで緻密化することによって作成される。一般的には、マトリックスは、比較的低い温度、一般には、300 ° 以下の温度で使用される複合材料の場合は樹脂製であり、熱構造複合材料の場合は、炭素またはセラミックなどの耐火材料製である。

40

【 0 0 2 0 】

図 1 は、航空エンジンプレードの繊維強化材を形成するための繊維構造体 200 の概略図である。

【 0 0 2 1 】

繊維構造体 200 は、縦糸または縦ストランド 201 の束が複数の層として編成され、この縦糸に同様に複数の層として配置された横糸 202 を交絡させるジャガード式織機を

50

使用して、既知の方法で実施される多層織りによって作成される。

【0022】

繊維構造体200は、作成されるブレードの長手方向に対応するX方向にほぼ伸びたストリップ状に織られる。繊維構造体は、作成されるブレードのエアfoilの輪郭の長手方向厚みに応じて決まるように変化する厚みを有する。繊維構造体200は、根元部プリフォームを形成する部分では、作成されるブレードの根元部の厚みに応じて決定された過剰厚み部203であって、例えば、より重い重量の糸を使用して、または挿入物を使用して形成された厚み部203を有する。繊維構造体200は、ブレードのタングを形成する厚み減少部204によって延長され、その後、ブレードのエアfoilを形成する一部205が続く。X方向に垂直な方向では、一部205の輪郭の厚みは、作成されるブレードの前縁を形成する縁部205aとブレードの後縁を形成する縁部205bとの間で変化する。

10

【0023】

特に、米国特許第7101154号明細書、米国特許第7241112号明細書、国際公開第2010/061140号パンフレットには、航空エンジンプレードの繊維強化材を形成するための繊維プリフォームを作成する例について詳細に記載されている。これらの特許の内容を参照によって本願明細書に引用したものとする。

【0024】

後述する例では、国際公開第2006/136755号パンフレットに記載されているように、繊維構造体の外面または「スキン」は縷子式織りで作成されるが、繊維構造体の内側部分はインターロック式織りで作成される。この特許の内容を参照によって本願明細書に引用したものとする。「インターロック」という用語は、この場合、縦糸の各層が、横糸の複数の層を織面で同じ動きをする所与の列の糸全てと交絡させる織りを指す。

20

【0025】

本発明の繊維構造体は、特に、炭素製、または炭化ケイ素などのセラミック製の繊維を使用して織ることができるが、これらに限定されない。繊維構造体の繊維密度は、構造体の対象となる位置にある糸の密度に応じて局部的に決定される。

【0026】

繊維構造体200は、一体構造体として織られ、織り込まれていない糸が切断された後は、ブレードの準最終形状および寸法（すなわち、「ネットシェイプ」）を有する。そのためには、繊維構造体の縁部205aと縁部205bとの間に位置する部分などの繊維構造体の厚み減少部では、プリフォームの厚みを、製織時に、縦糸の層および横糸の層を徐々に抜き取ることによって減らす。

30

【0027】

本発明によれば、繊維構造体は、いわゆる「可変重量」の糸、すなわち、所定の重量を有する各糸の分離可能な集合体から成り、可変重量糸を構成する各糸の全ての重量の和が初期重量となる糸を少なくとも数本含む糸で織られる。

【0028】

糸の重量は糸のサイズに対応し（また、糸を構成する材料の種類に応じて糸の密度は変化する）、所与の重量に対する糸の体積は異なる）、糸の重量はさまざまな方法で定義することができる。具体的には、糸の重量は、糸の単位長さ当たりの重量として定義することができる。この場合、一般に、糸の1000メートルのグラム重量に相当するテックス（tex）で表されるか、または糸の10,000メートルの（グラム）重量に相当するデシテックス（d tex）で表される。また、糸の重量は、糸を構成するフィラメントの数として定義することもできる。この場合、糸の重量は、糸1本当たりの1000本単位のフィラメントの数に相当する「K」で表される。例えば、1Kの糸は1000フィラメントを有する。糸の重量を示すのに他の尺度、例えば、1本の糸の1グラム当たりのメートル数を示すメートル番手（Nm）を使用することもできる。

40

【0029】

本発明において、可変重量の糸を構成する各糸は、さまざまな方法で集合されてもよい

50

。具体的には、可変重量糸は、複数の各糸をあまり撚り合わせずにまとめて形成された集合糸としてもよい。

【0030】

可変重量糸は、有利には、上述の厚み減少部の繊維密度の変化を最小限に抑えるために糸層を引き抜くことで繊維構造体の厚みを減らす場合に重量が減少する。繊維構造体が（縦糸または横糸の）4層またはそれより少ない層まで減少する場合、可変重量糸の重量を減らすのが好ましい。この重量減少は、縦糸、横糸、または縦糸および横糸の両方に同様に適用できる。可変重量糸の重量を減らす繊維構造体の位置は、繊維構造体を狭めるために（縦糸または横糸の）糸層が引き抜かれる位置とは無関係である。

【0031】

後述するように、可変重量糸は、糸層の糸を繊維構造体から徐々に抜き出す際に使用されてもよい。また、可変重量糸を使用して、繊維構造体から完全に引き抜かれた隣接層の糸を、最初に属していた層に残っている可変重量糸の各糸の数本と置き換えて、その層の織りを継続すると同時に、残りの各糸を偏向させて構造体の引き抜かれた隣接層の織りを継続させることができる。

【0032】

本発明の複合材料ブレードの強化材を構成する繊維構造体の例示の実施形態について後述する。以下の全ての実施例において、製織は、ジャガード式織機で行われる。

【0033】

（実施例1）

図2は、多層織りで作成された繊維構造体S1の一部の8つの連続する織面の横糸の断面図である。図示されている繊維構造体S1の一部は、複合材料ブレードの後縁に位置する繊維強化材の一部、例えば、図1の繊維構造体200の一部205bに対応する。図2に示されている8つの織面は、構造体S1の織りの変化の8つの連続する段階に対応する。これらの8つの面は、構造体S1の織り方を完全に定義するものではない。

【0034】

2Aから2Eにおいて、繊維構造体は、3つの横糸の層 t_{10} 、 t_{20} 、および t_{30} を有する。2Fでは、構造体S1内に半層分 t'_{20} のみを残すように層 t_{20} の半層分が引き抜かれている。2Gから2Hでは、構造体S1内に2つの層 t_{10} と t_{30} のみを残すように半層分 t'_{20} が引き抜かれている。

【0035】

図2に示されている面では、横糸の糸または半層分は、3本の縦糸10、20、および30と織り合わせられる。縦糸10および30は縹子式織りで織られ、縦糸20はインターロック式織りで織られる。縦糸20および30は重量が48Kの糸であるが、縦糸10は、2本の各糸11および12の分離可能な集合体から成る可変重量糸であり、各糸の重量がそれぞれ24Kである可変重量糸である。

【0036】

2Gでは、可変重量糸10の1本の糸11が構造体S1から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸12を使用して織りが継続される。

【0037】

（実施例2）

図3は、多層織りで作成された繊維構造体S2の一部の8つの連続する織面の横糸の断面図である。図示されている繊維構造体S2の一部は、複合材料ブレードの後縁に位置する繊維強化材の一部、例えば、図1の繊維構造体200の一部205bに対応する。図3に示されている8つの織面は、構造体S2の織りの変化の8つの連続する段階に対応する。これらの8つの面は、構造体S2の織り方を完全に定義するものではない。

【0038】

3Aから3Dにおいて、繊維構造体は3つの横糸の層 t_{40} 、 t_{50} 、および t_{60} を有する。図3Eでは、構造体S2内に半層分 t'_{50} のみを残すように層 t_{50} の半層分が引き抜かれている。3Fから3Hでは、構造体S2内に2つの層 t_{40} と t_{60} のみを

10

20

30

40

50

残すように半層分 t'_{50} が引き抜かれている。

【0039】

図3に示されている面では、横系の糸または半層分は、3本の縦糸40、50、および60と織り合わせられる。縦糸40および60は縹子式織りで織られ、縦糸50はインターロック式織りで織られる。縦糸40および50は、2本の各糸41および42の分離可能な集合体と2本の各糸51および52の分離可能な集合体とから成る可変重量糸であり、各糸の重量がそれぞれ24Kである可変重量糸である。縦糸60は、重量が48Kの糸である。

【0040】

3Fでは、可変重量糸40の1本の糸41が構造体S2から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸42を使用して織りが継続される。3Gでは、可変重量糸50の1本の糸51が構造体S2から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸52を使用して織りが継続される。

【0041】

(実施例3)

図4は、多層織りで作成された繊維構造体S3の一部の8つの連続する織面の横糸の断面図である。図示されている繊維構造体S3の一部は、複合材料ブレードの後縁に位置する繊維強化材の一部、例えば、図1の繊維構造体200の一部205bに対応する。図4に示されている8つの織面は、構造体S3の織りの変化の8つの連続する段階に対応する。これらの8つの面は、構造体S3の織り方を完全に定義するものではない。

【0042】

4Aから4Cにおいて、繊維構造体は3つの横糸の層 t_{70} 、 t_{80} 、および t_{90} を有する。4Dでは、構造体S3内に半層分 t'_{80} のみを残すように層 t_{80} の半層分が引き抜かれている。43から4Hでは、構造体S3内に2つの層 t_{70} と t_{90} のみを残すように半層分 t'_{80} が引き抜かれている。

【0043】

図4に示されている面では、横糸の糸または半層分は、3本の縦糸70、80、および90と織り合わせられる。縦糸70および90は縹子式織りで織られ、縦糸80はインターロック式織りで織られる。縦糸70、80および90は、2本の各糸71および72の分離可能な集合体、2本の各糸81および22の分離可能な集合体、ならびに2本の各糸91および92の分離可能な集合体からそれぞれ成る可変重量糸であり、各糸の重量がそれぞれ24Kである可変重量糸である。

【0044】

4Eでは、可変重量糸70の1本の糸71が構造体S3から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸72を使用して織りが継続される。4Fでは、可変重量糸80の1本の糸81が構造体S3から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸82を使用して織りが継続される。4Gでは、可変重量糸90の1本の糸91が構造体S3から引き抜かれ、それと同時に、重量24Kの他方の糸92を使用して織りが継続される。

【0045】

(実施例4)

図5は、多層織りで作成された繊維構造体S4の一部の8つの連続する織面の横糸の断面図である。図示されている繊維構造体S4の一部は、複合材料ブレードの後縁に位置する繊維強化材の一部、例えば、図1の繊維構造体200の一部205bに対応する。図5に示されている8つの織面は、構造体S4の織りにおける変化の8つの連続する段階に対応する。これらの8つの面は、構造体S4の織り方を完全に定義するものではない。5Aおよび5Bにおいて、繊維構造体は3つの横糸の層 t_{100} 、 t_{110} 、および t_{120} を有する。5Cでは、構造体S4内に半層分 t'_{110} のみを残すように層 t_{110} の半層分が引き抜かれている。5Dから5Hでは、構造体S4内に2つの層 t_{100} と t_{120} のみを残すように半層分 t'_{110} が引き抜かれている。

【0046】

10

20

30

40

50

5 A から 5 F に示されている面では、横系の糸または半層分は、3本の縦糸 1 0 0、1 1 0、および 1 2 0 と織り合わせられる。縦糸 1 0 0 および 1 2 0 は縹子式織りで織られ、縦糸 1 1 0 はインターロック式織りで織られる。

【 0 0 4 7 】

縦糸 1 1 0 は、それぞれ重量が 1 2 K である 4 本の各糸 1 0 1 から 1 0 4 の分離可能な集合体から成る可変重量糸である。縦糸 1 1 0 および 1 2 0 は、2 本の各糸 1 1 1 および 1 1 2 の分離可能な集合体、または 2 本の各糸 1 2 1 および 1 2 2 の分離可能な集合体からそれぞれ成る可変重量糸であり、各糸の重量がそれぞれ 2 4 K である可変重量糸である。

【 0 0 4 8 】

5 D では、可変重量糸 1 0 0 の 1 本の糸 1 0 1 が構造体 S 4 から引き抜かれ、それと同時に、重量 1 2 K の 3 本の残りの糸 1 0 2、1 0 3、および 1 0 4 を使用して織りが継続される。

【 0 0 4 9 】

5 E では、可変重量糸 1 1 0 の 1 本の糸 1 1 1 が構造体 S 4 から引き抜かれ、それと同時に、重量 2 4 K の他方の糸 1 1 2 を使用して織りが継続される。

【 0 0 5 0 】

5 F では、可変重量糸 1 2 0 の 1 本の糸 1 2 1 が構造体 S 4 から引き抜かれ、それと同時に、重量 2 4 K の他方の糸 1 2 2 を使用して織りが継続される。

【 0 0 5 1 】

5 G では、1 本の糸 1 1 2 が構造体 S 4 から引き抜かれるので、可変重量糸 1 1 0 の糸は残らなくなる。コアにおける 1 本の糸 1 1 2 の織りは、それぞれ重量 1 2 K の各糸 1 0 3 および 1 0 4 によって継続され、スキンにおける織りは、重量 1 2 K の 1 本の糸 1 0 2 によって継続される。

【 0 0 5 2 】

繊維構造体の製織が完了すると、織り込まれていない糸、特に、連続表面および不連続表面の引き抜き部の織物から引き抜かれた糸が切断される。その結果、一体構造体として織られた図 6 の繊維プリフォーム 3 0 0 が形成される。

【 0 0 5 3 】

その後、繊維プリフォーム 3 0 0 は、図 7 に示されている複合材料製のブレード 1 0 を形成するために緻密化される。作成される部品の繊維強化材を構成する繊維プリフォームは、プリフォームの容積の全体または一部にわたって存在する細孔の中にマトリックスを構成する材料を充填することによって緻密化される。この緻密化は、液体方法もしくは気体方法（化学気相含浸法（C V I））を使用して、またはこれら 2 つの方法を順々に使用して行われてよい。

【 0 0 5 4 】

液体方法は、プリフォームにマトリックス材料の前駆体を含む液体組成物を含浸させるものである。前駆体は、一般に、高性能エポキシ樹脂などのポリマーの形であり、場合によっては、溶剤で希釈される。プリフォームは、最終成形ブレードの形状を有する凹部で、密閉した状態で閉じ込めるのに適した金型内に配置される。その後、金型が閉じられ、マトリックスの液体前駆体（例えば、樹脂）が凹部全体に注入されてプリフォームの繊維構造体全体が含浸される。

【 0 0 5 5 】

前駆体はマトリックスに変形される。すなわち、前駆体は、熱処理を施すことにより、一般には、作成される部品の形状と一致する形状を有する金型内にプリフォームを入れた状態のまま、溶媒を完全に除去した後に金型を加熱してポリマーを硬化させることにより重合される。

【 0 0 5 6 】

炭素またはセラミックのマトリックスを形成する場合、熱処理は、使用される前駆体および熱分解条件に応じて、マトリックスを炭素マトリックスまたはセラミックマトリックス

10

20

30

40

50

スに変形するために前駆体を熱分解することで行われる。例として、セラミックの液体前駆体、特に、SiCの液体前駆体は、ポリカルボシラン（PCS）タイプ、またはポリチタノカルボシラン（PTCS）タイプ、またはポリシラザン（PSZ）タイプの樹脂としてもよいが、炭素の液体前駆体は、コークス含有量が比較的多い樹脂、例えば、フェノール樹脂としてもよい。所望の程度の緻密化を実現するために、含浸から熱処理までのサイクルが連続して複数回行われてもよい。

【0057】

本発明の一態様によれば、特に、有機マトリックスを形成する場合、繊維プリフォームは、周知の樹脂トランスファー成形（RTM）方法によって緻密化されてよい。RTM方法では、繊維プリフォームは、作成される部品の外面形状を有する金型内に配置される。繊維プリフォームを入れた金型の内部容積部に熱硬化性樹脂が注入される。プリフォームを樹脂で含浸させる方法を制御して最適化するために、一般に、樹脂が注入される位置と樹脂を排出するオリフィスとの間の前記内側空間に圧力勾配が設けられる。

10

【0058】

既知の方法では、繊維プリフォームは、マトリックスの化学気相含浸法（CVI）の気体方法を使用して緻密化されてもよい。作成されるブレードの繊維強化材に対応する繊維プリフォームは、反応ガスを入れたオープン内に配置される。オープン内の圧力および温度ならびに反応ガスの組成は、材料の表面のみで堆積が生じる化学気相堆積法（CVD）に固有の圧力条件および温度条件とは異なり、ガスをプリフォームの細孔内に拡散させて、繊維と接触する材料のコア部に、ガス分解の成分または複数の成分間の反応により生じた固体材料を堆積させることにより、細孔内にマトリックスを形成することができるように選択される。

20

【0059】

SiCマトリックスは、メチルトリクロロシラン（MTS）の分解によってSiCを生成することができるメチルトリクロロシラン（MTS）を使用して形成されてもよく、炭素マトリックスは、クラッキングによって炭素を生成するメタンおよび/またはプロパンなどの炭化水素ガスを使用して形成されてもよい。

【0060】

さらに、実現を容易にし、コストを抑え、さらに製造サイクルの数を抑えると同時に、対象とする用途に十分適した特性が得られるように、液体方法と気体方法とを組み合わせ

30

【0061】

緻密化の後、図7に示されるように、下部に繊維構造体200の過剰厚み部203で構成される根元部403を含み、そこから繊維構造体200の厚み減少部204で形成されたタンク404と、繊維構造体200の一部205で形成され、前縁405aと後縁405bとの間でブレードの長手方向に対して垂直に延在するエアfoil405とが伸びた複合材料ブレード400が形成される。

【 図 1 】

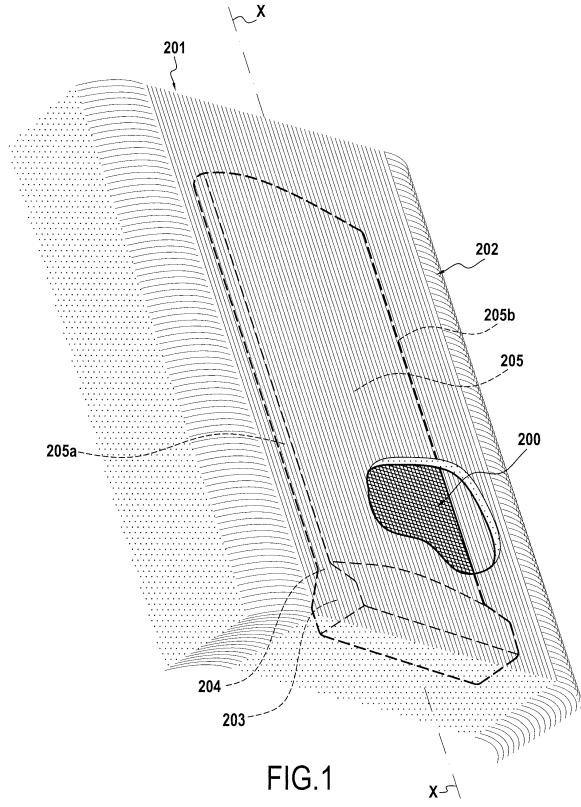


FIG.1

【 図 2 】

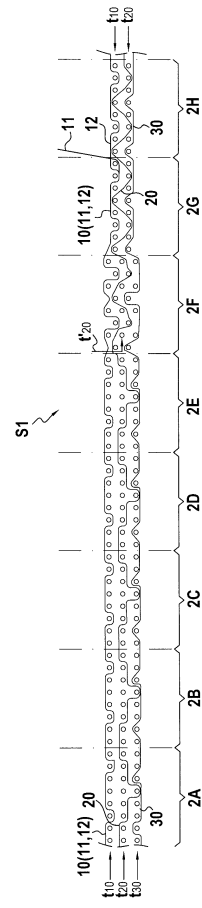


FIG.2

【 図 3 】

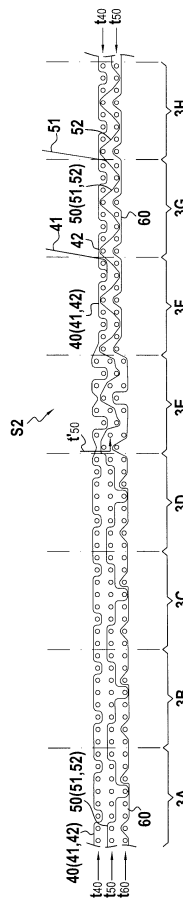


FIG.3

【 図 4 】

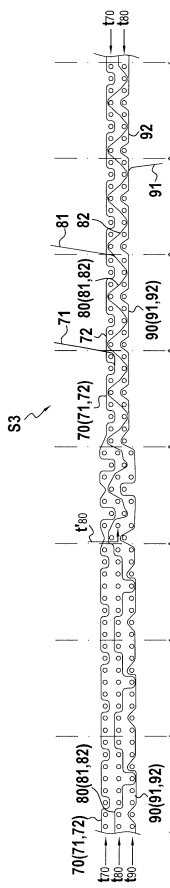


FIG.4

【 図 5 】

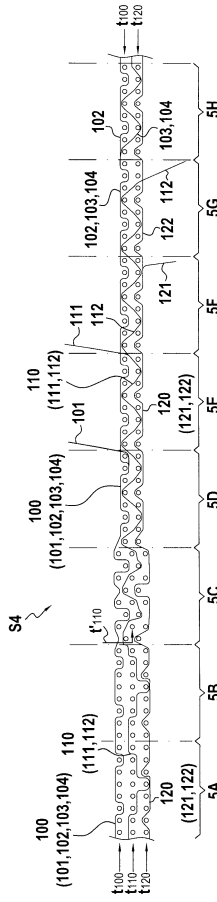


FIG.5

【 図 6 】

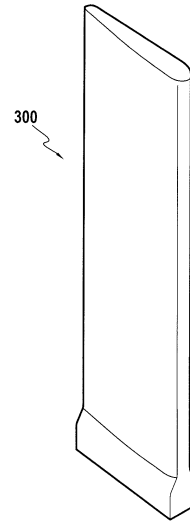


FIG.6

【 図 7 】

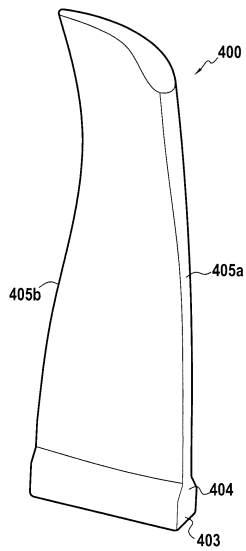


FIG.7

フロントページの続き

- (72)発明者 クーペ, ドミニク
アメリカ合衆国、マサチューセッツ・02155、メドフォード、ボストン・アベニュー・12
- (72)発明者 ゲーリング, ジョナサン
アメリカ合衆国、メイン・03909、ヨーク、ナイトホーク・ドライブ・7
- (72)発明者 ギルバートソン, ブロック
アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー・03820、ドーバー、ベンジャミン・ウェイ・3
- (72)発明者 マイユ, ジャン・ノエル
フランス国、75014・パリ、アブニュ・レイユ・7

審査官 佐藤 健一

- (56)参考文献 特表2011-503377(JP, A)
特表2009-516091(JP, A)
特開平09-157993(JP, A)
特開2005-133717(JP, A)
国際公開第2010/061140(WO, A1)
特開平04-308251(JP, A)
国際公開第2010/061101(WO, A1)
特開平01-111038(JP, A)
米国特許第05375978(US, A)
特表2008-546921(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

D03D 25/00
F01D 5/28
F02C 7/00
B64C 1/00、11/22
D03D 1/00-27/18
DWPI(Thomson Innovation)