

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6105051号  
(P6105051)

(45) 発行日 平成29年3月29日(2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日(2017.3.10)

(51) Int.Cl.

F01D 5/14 (2006.01)  
F01D 5/28 (2006.01)

F 1

F O 1 D 5/14  
F O 1 D 5/28

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-507575 (P2015-507575)  
 (86) (22) 出願日 平成25年4月17日 (2013.4.17)  
 (65) 公表番号 特表2015-514917 (P2015-514917A)  
 (43) 公表日 平成27年5月21日 (2015.5.21)  
 (86) 國際出願番号 PCT/FR2013/050841  
 (87) 國際公開番号 WO2013/160584  
 (87) 國際公開日 平成25年10月31日 (2013.10.31)  
 審査請求日 平成28年4月6日 (2016.4.6)  
 (31) 優先権主張番号 1253881  
 (32) 優先日 平成24年4月26日 (2012.4.26)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(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・ドユ・ジエナラル・マルシイアル・バラン、2  
 (74) 代理人 110001173  
 特許業務法人川口國際特許事務所  
 (72) 発明者 マーシャル, ヤン  
 フランス国、77550・モワシーークラマイエル・セデックス、レオーロン-ポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ (アン・ジ・イ)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造プラットフォームを作るために3次元製織によって單一体として織られる纖維プランク

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造のプラットフォームを作るために3次元製織によって單一体として織られる纖維プランク(100；100)であって、両面(100a、100b)を有し、

纖維プランク(100；100)が、第1の部分(102)、第2の部分(104)、および第3の部分(106)を呈し、それがよこ糸の複数の層を備え、それがその両面の間に纖維プランクの厚さの一部を形成し、纖維プランクのよこ糸が列に配置されており、各列が3つの部分すべてにおいてよこ糸を有し、

纖維プランクの各平面において、1組のたて糸(c<sub>1,1</sub>～c<sub>2,2</sub>)が、第1の部分、第2の部分、および第3の部分のよこ糸の層を連結し、

一方、上流非連結限界(108a)と下流非連結限界(108b)との間でたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第1の部分(102)を第2の部分(104)から分離する、閉じた非連結ゾーン(108)、および

纖維プランクの非連結限界(110a)から下流端縁(100c)までたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分(104)を第3の部分(106)から分離する、少なくとも1つの開いた非連結ゾーン(110)を形成し、

1つまたは複数の第1のたて糸(c<sub>1,5</sub>)が、閉じた非連結ゾーン(108)に隣接する纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結し、

10

20

1つまたは複数の第2のたて糸(c<sub>1\_4</sub>)が、開いた非連結ゾーン(110)に隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層を連結し、

1つまたは複数の第3のたて糸(c<sub>1\_9</sub>)が、開いた非連結ゾーン(110)に隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層を連結し、

1つまたは複数の第4のたて糸(c<sub>1\_8</sub>)が、開いた非連結ゾーン(110)に隣接する纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結する、纖維プランク。

#### 【請求項2】

10

閉じた非連結ゾーンの前のおよびそれに隣接する纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第5のたて糸(c<sub>1\_2</sub>、c<sub>1\_3</sub>)と、

閉じた非連結ゾーンの前のおよびそれに隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの後で纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第6のたて糸(c<sub>1\_6</sub>、c<sub>1\_7</sub>)と

をさらに備える、請求項1に記載の纖維プランク。

#### 【請求項3】

開いた非連結ゾーン(110)の非連結限界(110a)が、閉じた非連結ゾーン(108)の上流限界(108a)と下流限界(108b)との間でたて糸方向に位置している、請求項1または請求項2に記載の纖維プランク。

20

#### 【請求項4】

下流端縁(100c)と反対側の纖維プランクの上流端縁(100d)から非連結限界(110a)までたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分(104)を第3の部分(106)から分離する、第2の開いた非連結ゾーン(110)をさらに含む、請求項1に記載の纖維プランク(100)。

#### 【請求項5】

閉じた非連結ゾーン(108)の上流限界(108a)と下流限界(108b)との間でたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分(116)に対して第2の部分(104)を第3の部分(106)から分離する、2つの閉じた非連結ゾーン(114)をさらに含み、前記2つの閉じた非連結ゾーンが、ハニカム配列(18b)でプラットフォームボックス構造を形成するためのものである、請求項1から4のいずれか一項に記載の纖維プランク。

30

#### 【請求項6】

1つまたは複数の第8のたて糸(c<sub>i\_2</sub>、c<sub>i\_3</sub>)が、2つの閉じた非連結ゾーン(114)の前の纖維プランクの第2の部分(104)のよこ糸の層、および2つの閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第3の部分(106)のよこ糸の層を連結し、

1つまたは複数の第9のたて糸(c<sub>j\_2</sub>、c<sub>j\_3</sub>)が、2つの閉じた非連結ゾーン(114)の前の纖維プランクの第3の部分(106)のよこ糸の層、および2つの閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分(104)のよこ糸の層を連結し、

40

第8のたて糸(c<sub>i\_2</sub>、c<sub>i\_3</sub>)および第9のたて糸(c<sub>j\_2</sub>、c<sub>j\_3</sub>)の経路が、2つの閉じた非連結ゾーン(114)の中央領域で交差する、請求項5に記載の纖維プランク。

#### 【請求項7】

纖維プランクの両面に隣接するよこ糸の外側層が、たて糸方向に纖維プランクの全体寸法にわたって連続的に延在する同じたて糸(c<sub>1\_1</sub>、c<sub>2\_2</sub>)で織られる、請求項1から6のいずれか一項に記載の纖維プランク。

#### 【請求項8】

タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造のプラットフォームを作るために3次元製織によって單一体として織られる纖維プランクであって、両面を有し、

50

繊維プランクが、第1の部分、第2の部分、および第3の部分を呈し、それぞれがたて糸の複数の層を備え、それぞれがその両面の間に繊維プランクの厚さの一部を形成し、繊維構造のたて糸が列に配置されており、各列が3つの部分すべてにおいてたて糸を有し、  
プランクの各平面において、1組のよこ糸が、第1の部分、第2の部分、および第3の部分のたて糸の層を連結し、

一方、上流非連結限界と下流非連結限界との間でよこ糸方向に繊維プランクの寸法の一部分に対して第1の部分を第2の部分から分離する、閉じた非連結ゾーン、および

繊維プランクの非連結限界から端縁までよこ糸方向に繊維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、少なくとも1つの開いた非連結ゾーンを形成し、

10

1つまたは複数の第1のよこ糸が、閉じた非連結ゾーンに隣接する繊維プランクの第1の部分のたて糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の繊維プランクの第2の部分のたて糸の層を連結し、

1つまたは複数の第2のよこ糸が、開いた非連結ゾーンに隣接する繊維プランクの第2の部分のたて糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の繊維プランクの第1の部分のたて糸の層を連結し、

1つまたは複数の第3のよこ糸が、開いた非連結ゾーンに隣接する繊維プランクの第2の部分のたて糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の繊維プランクの第3の部分のたて糸の層を連結し、

1つまたは複数の第4のよこ糸が、開いた非連結ゾーンに隣接する繊維プランクの第3の部分のたて糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の繊維プランクの第2の部分のたて糸の層を連結する、繊維プランク。

20

#### 【請求項9】

下流端縁と反対側の繊維プランクの上流端縁から非連結限界までよこ糸方向に繊維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、第2の開いた非連結ゾーンをさらに含む、請求項8に記載の繊維プランク。

#### 【請求項10】

閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間でよこ糸方向に繊維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、2つの閉じた非連結ゾーンをさらに含み、前記2つの閉じた非連結ゾーンが、ハニカム配列でプラットフォームボックス構造を形成するためのものある、請求項8から9のいずれか一項に記載の繊維プランク。

30

#### 【請求項11】

繊維プランクの両面に隣接するたて糸の外側層が、よこ糸方向に繊維プランクの全体寸法にわたって連続的に延在する同じよこ糸で織られる、請求項8から10のいずれか一項に記載の繊維プランク。

#### 【請求項12】

タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを製造する方法であって、

請求項1から3のいずれか一項に記載の、または請求項7から8のいずれか一項に記載の繊維プランク(100)を形成することによって繊維プリフォームを作製するステップであり、形成することが、閉じた非連結ゾーン(108)および開いた非連結ゾーン(110)に隣接する繊維プランクの第1の部分(102)および第2の部分(104)の一部分を展開することを含む、ステップと、

40

閉じた非連結ゾーンの後の繊維プランクの第1および第2の部分の一部分を切り離すステップと、

プリフォームをマトリックスで高密度化するステップと  
を含む、方法。

#### 【請求項13】

タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを製造する方法であって、

50

請求項 4 に記載の、または請求項 9 に記載の纖維プランク (100) を形成することによって纖維プリフォームを作製するステップであり、形成することが、閉じた非連結ゾーン (108) ならびに第 1 および第 2 の開いた非連結ゾーン (110、110) に隣接する纖維プランクの第 1 の部分 (102) および第 2 の部分 (104) の一部分を展開することを含む、ステップと、

閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第 1 および第 2 の部分の一部分を切り離すステップと、

プリフォームをマトリックスで高密度化するステップと  
を含む、方法。

#### 【請求項 1 4】

10

形成することが、プラットフォームのボックス構造に起伏を形成するように閉じた非連結ゾーン (108) の上流限界 (108a) と下流限界 (108b) との間に位置している纖維プランクの第 2 および第 3 の部分 (102、103) の一部分を形成することをさらに含む、請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の方法。

#### 【請求項 1 5】

タービンエンジンファン用の複合材料から作られる閉じたボックス構造プラットフォーム (10) であって、請求項 1 2 から 1 4 のいずれか一項に記載の方法によって得られる、プラットフォーム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

20

##### 【0001】

本発明は、航空機用タービンエンジンのファン用の複合材料からブレードプラットフォームを製造するために 3 次元 (3D) 製織によって纖維プランクを作る一般的分野に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

タービンエンジン用の、特にターボジェット機用のファンブレードプラットフォームは、ファンの入口コーンを延在するようにファンのブレードの間に配置される。これらは、特に、ファンへの環状空気入口通路の内側を画定する働きをし、その通路は、ケーシングによって外側に画定される。

30

##### 【0003】

航空機用タービンエンジンのさまざまな部品を作るために複合材料を用いることが知られている。したがって、複合材料部品は、纖維プリフォームを作製し、かつプリフォームをマトリックスで高密度化することによって得られ得る。意図された用途では、プリフォームは、ガラス、炭素、またはセラミック纖維から作られることができ、マトリックスは、有機材料 (ポリマー) から、炭素から、またはセラミックから作られ得る。

##### 【0004】

比較的複雑な幾何学的形状を有する部品の場合は、また、3D または多層製織によって單一体として纖維プランクまたは構造を作ること、および製造されるべき部品の形状に近い形状を有する纖維プリフォームを得るように纖維構造を形成することが知られている。

40

##### 【0005】

したがって、プラットフォーム用の 字状部分の纖維プリフォームを作製するように 3D 製織を用いる提案が既に行われている。基部および 2 つの脚部を備える 字状部分を有するこの種のプラットフォームは、基部の面から延在し、かつファンの回転速度によって生じる遠心力の下でプラットフォームのいかなる移動も回避するようにプラットフォームを補強する働きをする、スティフナを形成する。

##### 【0006】

この種のプラットフォームの場合は、スティフナの単なる存在が遠心力に対して必ずしも十分な強度を与えるとは限らないことが分かっている。したがって、その強度を補強するようにプラットフォームの基部の下に閉じたボックス構造を形成するために、スティフ

50

ナの自由端の間に壁を付加する必要があると分かっている。残念なことに、それは、プラットフォームプリフォームのスティフナにカバーを設けることを意味し、その作業は、当該纖維のサイズのために行うことが困難である。その結果として、この作業により、部品が容易に拒絶されることになり得る。

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0007】**

本発明の目的は、タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造のプラットフォームを作るために3次元製織によって單一体として織られる纖維プランクを提供することである。

10

**【課題を解決するための手段】**

**【0008】**

本発明の第1の態様によれば、この目的は、3次元製織によって單一体として織られる纖維プランクであって、両面を有し、

第1の部分、第2の部分、および第3の部分であり、それぞれがよこ糸の複数の層を備え、それぞれがその両面の間に纖維プランクの厚さの一部を形成し、纖維プランクのよこ糸が列に配置されており、各列が3つの部分すべてにおいてよこ糸を有する、第1の部分、第2の部分、および第3の部分と、

上流非連結限界と下流非連結限界との間でたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第1の部分を第2の部分から分離する、閉じた非連結ゾーン、および

20

纖維プランクの非連結限界から下流端縁までたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、少なくとも1つの開いた非連結ゾーンを形成しながら、

纖維プランクの各平面において、第1の部分、第2の部分、および第3の部分のよこ糸の層を連結する、1組のたて糸と、

閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第1のたて糸と、

開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第2のたて糸と、

30

開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第3のたて糸と、

開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第4のたて糸と

を有する、纖維プランクによって達成される。

**【0009】**

この種の3次元製織により、ファンへの環状空気入口通路の内側を画定する働きをする、プラットフォームの基部の下に閉じたボックス構造を有するプラットフォームを製造するために單一体として纖維プランクを作ることができる。

40

**【0010】**

一実施形態においては、纖維プランクは、閉じた非連結ゾーンの前およびそれに隣接する纖維プランクの第1の部分のよこ糸の層、ならびに閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第5のたて糸と、閉じた非連結ゾーンの前およびそれに隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第1の部分よこ糸の層を連結する、1つまたは複数の第6のたて糸と、をさらに備える。

**【0011】**

50

第5のたて糸（複数可）および第6のたて糸（複数可）の経路は、閉じた非連結ゾーンの下流限界から纖維プランクの中に延在する少なくとも1つの移行ゾーンで交差することが有利であり、移行ゾーンは、よこ糸の隣接する列の間で1ピッチステップよりも長い距離にわたってたて糸方向に延在する。この種の交差は、閉じた非連結ゾーンの下流限界を補強し、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの一部を展開する間に、糸にあまり応力を生じさせることができない。

#### 【0012】

開いた非連結ゾーンの非連結限界は、閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間でたて糸方向に位置していてもよい。

#### 【0013】

もう1つの実施形態においては、纖維プランクは、下流端縁と反対側の纖維プランクの上流端縁から非連結限界までたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、第2の開いた非連結ゾーンをさらに含む。

#### 【0014】

第3のたて糸（複数可）は、開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの間の纖維プランク第3の部分のよこ糸の層を連結することができ、第4のたて糸（複数可）は、開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの間の纖維プランク第2の部分のよこ糸の層を連結することができる。

#### 【0015】

開いた非連結ゾーンの非連結限界は、閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間でたて糸方向に位置していてもよい。

#### 【0016】

もう1つの実施形態においては、纖維プランクは、閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間でたて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分に対して第2の部分を第3の部分から分離する、2つの閉じた非連結ゾーンをさらに含み、前記2つの閉じた非連結ゾーンは、ハニカム配列でプラットフォームボックス構造を形成するためのものである。この種のハニカム配列により、厚さに対する制御を続けながら、プラットフォームのボックス構造の座屈強度を補強することができる。

#### 【0017】

こうした状況では、1つまたは複数の第6のたて糸は、2つの閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結することができ、1つまたは複数の第7のたて糸は、2つの閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層を連結することができ、第6のたて糸および第7のたて糸の経路は、2つの非連結ゾーンを生じるために3回交差する。

#### 【0018】

同様に、1つまたは複数の第8のたて糸は、2つの閉じた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層、および2つの閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層を連結することができ、1つまたは複数の第9のたて糸は、2つの閉じた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第3の部分のよこ糸の層、および2つの閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分のよこ糸の層を連結することができ、第8のたて糸（複数可）および第9のたて糸（複数可）の経路は、2つの閉じた非連結ゾーンの中央領域で交差する。

#### 【0019】

実施形態にかかわらず、纖維プランクの両面に隣接するよこ糸の外側層は、たて糸方向に纖維プランクの全体寸法にわたって連続的に延在する同じたて糸で織られることが有利であり、それによって、表面での糸の連続性を保つ。

#### 【0020】

本発明の第2の態様においては、意図された目的は、上記で規定された、しかしたて糸とよこ糸を相互に交換した纖維プランクによって達成される。

10

20

30

40

50

## 【0021】

本発明の第3の態様においては、本発明は、タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを製造する方法であって、本発明の第1の態様で規定された纖維プランクを形成することによって纖維プリフォームを作製するステップであり、形成するステップが、閉じた非連結ゾーンおよび開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分および第2の部分の一部分を展開することを含む、ステップと、閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第1および第2の部分の一部分を切り離すステップと、プリフォームをマトリックスで高密度化するステップと、を含む方法を提供する。

## 【0022】

10

本発明の第4の態様においては、タービンエンジンファン用の複合材料から閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを製造する方法であって、本発明の第2の態様で規定された纖維プランクを形成することによって纖維プリフォームを作製するステップであり、形成するステップが、閉じた非連結ゾーンならびに第1および第2の開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分および第2の部分の一部分を展開することを含む、ステップと、閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第1および第2の部分の一部分を切り離すステップと、プリフォームをマトリックスで高密度化するステップと、を含む方法を提供する。

## 【0023】

20

形成するステップは、プラットフォームのボックス構造に起伏を形成するように閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間に位置している纖維プランクの第2および第3の部分の一部分を形成することをさらに含むことができる。起伏が設けられるボックス構造により、制御によって厚さを保ちながら、改善された座屈強度を有する。

## 【0024】

本発明の第5の態様においては、本発明は、タービンエンジンファン用の複合材料から作られる閉じたボックス構造プラットフォームであって、本発明の第3または第4の態様の方法によって得られる、プラットフォームを提供する。

## 【0025】

本発明の他の特徴および利点は、いかなる限定的な性質も持たない実施形態を示す、添付の図面を参照して与えられる次の説明から明らかになる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0026】

【図1】タービンエンジンファン用の複合材料から作られる閉じたボックス構造プラットフォームの概略図である。

【図2】本発明の一実施形態において3D織り纖維プランクの平面の概略図である。

【図3A】図2の拡大の図である。

【図3B】図2の拡大の図である。

【図3C】図2の拡大の図である。

【図4】ボックス構造プラットフォームのプリフォームを得るためにいかに図2の纖維プランクが形成されるかを示す非常に概略的な断面図である。

40

【図5】ボックス構造プラットフォームのプリフォームを得るためにいかに図2の纖維プランクが形成されるかを示す非常に概略的な断面図である。

【図6】ボックス構造プラットフォームのプリフォームを得るためにいかに図2の纖維プランクが形成されるかを示す非常に概略的な断面図である。

【図7A】図3Aの図に対応する纖維プランクを形成することによって得られるプリフォームの平面の図である。

【図7B】図3Bの図に対応する纖維プランクを形成することによって得られるプリフォームの平面の図である。

【図7C】図3Cの図に対応する纖維プランクを形成することによって得られるプリフォームの平面の図である。

50

【図8】本発明のもう1つの実施形態において3D織り纖維プランクの平面の概略図である。

【図9】図8の拡大の図である。

【図10】ボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを得るためにいかに図8の纖維プランクが形成されるかを示す非常に概略的な断面図である。

【図11】ボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを得るためにいかに図8の纖維プランクが形成されるかを示す非常に概略的な断面図である。

【図12】図8の纖維プランクを形成することによって得られるプリフォームの平面の部分図である。

【図13】本発明の異なる実施形態において閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームの横断面図である。 10

【図14】本発明の異なる実施形態において閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームの横断面図である。

【図15】図14のプラットフォームプリフォームを得るための纖維プランクの平面の部分図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

図1は、タービンエンジンファン用の複合材料から作られる閉じたボックス構造プラットフォーム10の非常に概略的な図である。

【0028】

プラットフォーム10は、上面12aおよび底面12bを有する基部12、ならびにスティフナを形成し、かつ底面12bから延在する2つの脚部14、16を備える。それらの低端部において、2つの脚部14および16は、図1にハッチングを施すことによって示されるように、基部12の下に閉じたボックス構造20を形成するようにスティフナ壁18によって共に接続される。 20

【0029】

プラットフォーム10は、ファンへの環状空気入口通路の内側を画定するように、ファンブレードの根元の近くで、2つのファンブレードの間の隙間に取り付けるためのものであり、通路は、ファンケーシングによって外側に画定される。

【0030】

図2は、図1に示されるプラットフォームなどの、複合材料から作られるファンプラットフォームを得るために、樹脂を注入し、またはマトリックスで高密度化し、かつ可能な機械加工をする前に、プラットフォーム纖維プリフォームが形成され得る3D織り纖維プランク100のたて糸平面の概略図である。 30

【0031】

3D製織においては、たて糸は、非連結ゾーンを除いては、よこ糸の異なる層に属するよこ糸を連結するように曲がりくねった経路に従うことが理解されるべきであり、特に、インターロック織りを用いる場合には、3D製織は、表面で2D製織を含むことができることが理解されている。たとえば文献国際公開第2006/136755号パンフレットに説明されるように、インターロック、マルチサテン、またはマルチ平織りなどの、さまざまな3D織りが使用され得る。 40

【0032】

図2においては、纖維プランク100は、両面100aおよび100bを有し、これは、第1の部分102、第2の部分104、および第3の部分106を備え、第2の部分104は、他の2つの部分102と部分106との間に配置される。これらの3つの部分は、その両面100aおよび100bとの間に纖維プランクの厚さの第1、第2、および第3の部分をそれぞれ形成する。

【0033】

纖維プランクの各部分102～部分106は、よこ糸の複数の重ね合わされた層、図示の例では4つの層を有し、よこ糸の数は、所望の厚さに応じて2つ以上の任意の所望の数 50

であることができる。加えて、部分 102～部分 106 のよこ糸の層の数は、互いに異なつてもよい。よこ糸は、列に配置されており、それぞれは、纖維プランクの第 1、第 2、および第 3 の部分のよこ糸を備える。

#### 【0034】

たて糸方向 (c) に纖維プランク 100 の寸法の一部分に対して、纖維プランクの第 1 の部分 102 および第 2 の部分 104 は、非連結ゾーンの上流限界 108a と下流限界 108b との間に延在する閉じた非連結ゾーン 108 によって互いから完全に分離される。用語「閉じた」非連結ゾーンは、本明細書において、その端部の両方で閉じられ、かつ纖維プランク 100 の第 1 の部分 102 および第 2 の部分 104 にそれぞれ属する層のよこ糸を連結するために、それを通して通過するいかなるたて糸も有さないゾーンを意味するのに使用される。10

#### 【0035】

たて糸方向に纖維プランク 100 の寸法の別の一部分に対して、纖維プランクの第 2 の部分 104 および第 3 の部分 106 は、纖維プランクの非連結限界 110a から下流端縁 100c まで延在する開いた非連結ゾーン 110 によって互いがら完全に分離される。用語「開いた」非連結ゾーンは、本明細書において、1つの端部で閉じられかつ反対側の端部で開いており、かつ纖維プランク 100 の第 2 の部分 104 および第 3 の部分 106 にそれぞれ属する層のよこ糸を連結するために、それを通して通過するいかなるたて糸も有さないゾーンを意味するのに使用される。20

#### 【0036】

この実施形態においては、開いた非連結ゾーン 110 の非連結限界 110a は、閉じた非連結ゾーン 108 の上流限界 108a と下流限界 108b との間でたて糸方向に位置している。

#### 【0037】

閉じた非連結ゾーン 108 および開いた非連結ゾーン 110 の場合を除いて、よこ糸の層は、複数のたて糸の層 c<sub>1,1</sub>～c<sub>2,2</sub> に対してたて糸によって連結される。

#### 【0038】

図 3A～図 3C においてより詳細に示されている実施例においては、共通の第 1 のたて糸 c<sub>1,5</sub> は、閉じた非連結ゾーン 108 に隣接する纖維プランクの第 1 の部分 102 のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の、すなわち閉じた非連結ゾーンの上流限界 108a の前および下流限界 108b 後の纖維プランクの第 2 の部分 104 のよこ糸の層を連結する。もちろん、この連結は、複数の第 1 のたて糸によって行われることもできる。30

#### 【0039】

逆に、共通の第 2 のたて糸 c<sub>1,4</sub> は、開いた非連結ゾーン 110 に隣接する纖維プランクの第 2 の部分 104 のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第 1 の部分 102 のよこ糸の層を連結する。もちろん、この連結は、複数の第 2 のたて糸によって行われることもできる。

#### 【0040】

したがって、たて糸 c<sub>1,5</sub> の経路およびたて糸 c<sub>1,4</sub> の経路は、閉じた非連結ゾーン 108 の上流限界 108a においても、この閉じた非連結ゾーンの下流限界 108b においても交差する。40

#### 【0041】

同様にして、さらに図 3A～図 3C の実施例においては、共通の第 3 のたて糸 c<sub>1,9</sub> は、開いた非連結ゾーン 110 に隣接する纖維プランクの第 2 の部分 104 のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の、すなわちこの開いた非連結ゾーンの非連結限界 110a の前の纖維プランクの第 3 の部分 106 のよこ糸の層を連結する。もちろん、この連結は、複数の第 3 のたて糸によって行われることもできる。

#### 【0042】

逆に、共通の第 4 のたて糸 c<sub>1,8</sub> は、開いた非連結ゾーン 110 に隣接する纖維プラン50

クの第3の部分106のよこ糸の層、および開いた非連結ゾーンの前の纖維プランクの第2の部分104のよこ糸の層を連結する。もちろん、この連結は、複数の第4のたて糸によって行われることもできる。

#### 【0043】

したがって、たて糸c<sub>1,9</sub>の経路およびたて糸c<sub>1,8</sub>の経路は、開いた非連結ゾーン110の非連結限界110aで交差する。

#### 【0044】

そのうえ、第5のたて糸c<sub>1,2</sub>、c<sub>1,3</sub>は、閉じた非連結ゾーン108の前のおよびそれに隣接する纖維プランクの第1の部分102のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分104のよこ糸の層を連結する。

10

#### 【0045】

同様に、第6のたて糸c<sub>1,6</sub>、c<sub>1,7</sub>は、閉じた非連結部分108の前のおよびそれに隣接する纖維プランクの第2の部分104のよこ糸の層、および閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第1の部分102のよこ糸の層を連結する。

10

#### 【0046】

図3Cに示されるように、第5のたて糸c<sub>1,2</sub>、c<sub>1,3</sub>の経路および第6のたて糸c<sub>1,6</sub>、c<sub>1,7</sub>の経路は、閉じた非連結ゾーン108の下流限界108bから纖維プランクの中に延在する移行ゾーン112で交差する。この移行ゾーン112は、よこ糸の隣接する列の間で1ピッチステップpよりも長い距離にわたって、たとえば2pに等しい距離にわたってたて糸方向に延在する。

20

#### 【0047】

第5のたて糸c<sub>1,2</sub>、c<sub>1,3</sub>と第6のたて糸c<sub>1,6</sub>、c<sub>1,7</sub>との間のこの種の交差は、閉じた非連結ゾーン108の下流限界108bを補強し、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの一部を展開する間に、糸にあまり応力を生じさせることがない。

#### 【0048】

纖維プランク100の両面100aおよび100bに隣接するよこ糸の外側層は、たて糸方向に纖維プランクの全体寸法にわたって連続的に延在する同じたて糸、それぞれc<sub>1,1</sub>、c<sub>2,2</sub>を用いて織られる。例示として、たて糸c<sub>1,1</sub>およびc<sub>2,2</sub>に対して表面のサテン織りを用いることができる。同様に、また、閉じた非連結ゾーン108によって分離される纖維プランクの第1および第2の部分のそれらの一部分のたて糸c<sub>1,4</sub>およびc<sub>1,5</sub>に対して、およびまた、開いた非連結ゾーン110によって分離される纖維プランクの第2および第3の部分のそれらの一部分のたて糸c<sub>1,8</sub>およびc<sub>1,9</sub>に対して表面のサテン織りを用いることができる。

30

#### 【0049】

(図1に示されるプラットフォームなどの)閉じたボックス構造プラットフォーム用の纖維プリフォームは、下記に説明する方法で、この種の纖維プランクから得られ得る。

#### 【0050】

製織後に、纖維プランク100は、図4に非常に概略的に示される形状を有する。閉じた非連結ゾーン108および開いた非連結ゾーン110に隣接する纖維プランクの第1の部分102および第2の部分104の一部分は、図5に示されるように展開されるが、纖維プランクの第3の部分106は操作されない。この種の展開の終わりに得られる最終的なプリフォームは、図6に示される通りである。

40

#### 【0051】

これらの纖維プランク一部分の展開は、図7A～図7Cにおいてより詳細に示されている。特に、図7Aは、図3Aの拡大に対応し、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分102の一部分がいかに展開されるかを示している。この展開は、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第2の部分の一部分に対して直角に行われる。

#### 【0052】

同様に、図7Bは、図3Bの拡大に対応する纖維プランクの領域において行われる展開を示している。この実施例においては、開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第

50

2の部分104の一部分が、開いた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第3の部分106の一部分に対して直角に展開される。

#### 【0053】

最後に、図7Cは、図3Cの拡大に対応する纖維プランクの領域において、すなわち閉じた非連結ゾーン108の下流限界108bにおいて行われる展開を示している。この領域においては、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第2の部分104の一部分は、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分102の一部分に対して直角に展開される。この展開後に、閉じた非連結ゾーンを越えて、すなわち非連結ゾーン108の下流端108bを越えて位置している纖維プランクの第1および第2の部分の一部分は、切断平面Dに沿って切り離される（また、図6も参照されたい）。 10

#### 【0054】

したがって、纖維プランク100の形成により、図1を参照して上記で説明された閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームを得ることができる。

#### 【0055】

図8は、本発明のもう1つの実施形態において閉じたボックス構造のプラットフォームを得るために3D織り纖維プランク100のたて糸平面を示す図である。図8の纖維プランク100と図2の纖維プランク100との間に共通の要素は、同じ参照符号が与えられ、再び説明されない。

#### 【0056】

纖維プランク100は、たて糸方向(c)に纖維プランクの一部分に対して第2の部分104と第3の部分106との間に第2の開いた非連結ゾーン110が存在することによって図2の纖維プランクと異なり、この第2の開いた非連結ゾーン110は、その下流端縁100cと反対側の纖維プランクの上流端縁100dから非連結限界110aまで延在する。 20

#### 【0057】

このために、かつ図9においてより詳細に示されるように、共通の第3のたて糸c<sub>19</sub>は、開いた非連結ゾーン110、110の両方に隣接する纖維プランク100の第2の部分104のよこ糸の層、およびこれらの開いた非連結ゾーンの間の、すなわちこれらの開いた非連結ゾーンのそれぞれの非連結限界110aと非連結限界110aとの間の纖維プランクの第3の部分106のよこ糸の層を連結する。 30

#### 【0058】

同様に、共通の第4のたて糸c<sub>18</sub>は、開いた非連結ゾーン110、110の両方に隣接する纖維プランク100の第3の部分106のよこ糸の層、およびこれらの開いた非連結ゾーンの間の纖維プランクの第2の部分104のよこ糸の層を連結する。

#### 【0059】

もちろん、第3および第4のたて糸によるこの連結は、複数の第3および第4のたて糸によって行われることもできる。また、2つの開いた非連結ゾーン110、110によって分離される纖維プランクの第2および第3の部分の一部分のたて糸c<sub>18</sub>およびc<sub>19</sub>に表面のサテン織りを用いることができる。

#### 【0060】

纖維プランク100の第2の部分104と第3の部分106との間の第2の開いた非連結ゾーン110は、図2の実施形態を参照して説明された閉じた非連結ゾーン110と同一である。同様のことが、纖維プランクの第1の部分102と第2の部分104との間の閉じた非連結ゾーン108に当てはまる。

#### 【0061】

加えて、纖維プランク100の2つの開いた非連結ゾーン110、110の非連結限界110a、110aは、閉じた非連結ゾーン108の上流限界108aと下流限界108bとの間でたて糸方向に位置している。

#### 【0062】

（図1に示されるプラットフォームなどの）閉じたボックス構造のプラットフォーム用

10

20

30

40

50

の纖維プリフォームは、下記に説明される方法でこの種の纖維プランクから得られ得る。

**【0063】**

製織後に、纖維プランク100は、図10に非常に概略的に示される形状を有する。閉じた非連結ゾーン108および2つの開いた非連結ゾーン110、100に隣接する纖維プランクの第1の部分102および第2の部分104の一部分は、図11に示されるように展開されるが、纖維プランクの第3の部分106は操作されない。

**【0064】**

より正確には、閉じた非連結ゾーン108に隣接する纖維プランク100の第1の部分102および第2の部分104の一部分を展開すると、この閉じた非連結ゾーンがその非連結限界において180°まで開かれることになる（図11を参照されたい）。 10

**【0065】**

このように、図12は、閉じた非連結ゾーンの上流非連結限界108aに対応する纖維プランクの領域におけるこの種の展開を示している。この領域では、閉じた非連結ゾーンに隣接する纖維プランクの第1の部分102および第2の部分104の一部分は、約180°の角度をそれらの間に形成するように展開される。

**【0066】**

纖維プランクの展開の操作の後に、閉じた非連結ゾーン108の前後に、すなわちを上流非連結限界108aの前にかつその下流非連結限界108bの後に位置している纖維プランク100'の第1および第2の部分の一部分は、切断平面Dで切り離される（また、図11も参照されたい）。 20

**【0067】**

説明された実施形態においては、たて糸およびよこ糸の方向は相互に交換されることもできることを理解されたい。

**【0068】**

そのうえ、説明された実施形態においては、纖維プランク100、100'は、意図された用途に応じて選択される性質の糸、すなわちガラス、炭素、またはセラミック纖維で作られる糸を使って3D製織によって形成される。

**【0069】**

マトリックスは、プリフォームが補強され（または圧密化され）てしまふまでプリフォームを型に保持することによって複合材料から作られる閉じたボックス構造プラットフォームを形成するために、（纖維プランクを形成することによって得られるように）纖維プリフォームに析出される。プリフォームを型に置く前に、コアがプリフォームの閉じた非連結ゾーンの内側に配置される。 30

**【0070】**

マトリックスの性質、たとえばエポキシ樹脂、ビスマレイミド、またはポリイミドマトリックスなどのポリマーマトリックス用の先駆体である、あるいは炭素マトリックス用、またはセラミックマトリックス用の先駆体である樹脂から特に得られる有機マトリックスが、意図された用途に応じて選択される。有機マトリックスの場合は、纖維プリフォームは、ツーリングにて成形される前に、または成形後にマトリックス先駆体樹脂を含む組成物によって含浸され、この場合、含浸は、たとえば注入によって、または樹脂トランスファー成形（RTM）タイプのプロセスによって行われる。炭素マトリックスまたはセラミックマトリックスの場合は、高密度化は、化学蒸気浸透（CVI）によって、あるいは炭素用またはセラミック用の先駆体樹脂を含む液体組成物で含浸することによって、および先駆体の熱分解熱処理またはセラミック化を行うことによって行われることができ、その方法は、それら自体よく知られている。プラットフォームは、纖維プリフォームが注入され／高密度化された後にその最終寸法に機械加工される。 40

**【0071】**

図13および図14は、閉じたボックス構造のプラットフォームを作るためのプリフォームの異なる実施形態を示している。

**【0072】**

10

20

30

40

50

これらの異なる実施形態においては、プラットフォームの基部 1 2 の下の閉じたボックス構造のスティフナ壁 1 8 は、スティフナ壁の厚さを増加するいかなる必要もなしに座屈強度の増加をもたらす。したがって、図 1 3 の異なる実施形態においては、スティフナ壁 1 8 は起伏 1 8 a を示している。同様に、図 1 4 の異なる実施形態においては、スティフナ壁 1 8 はハニカム配列 1 8 b を示している。

#### 【0073】

これらの特別な構造 1 8 a、1 8 b は、プラットフォームが受ける圧縮力に耐えるようにプラットフォームのボックス構造の能力を補強する働きをする。

#### 【0074】

図 1 3 に示される起伏 1 8 a を備える構造は、纖維プランクを形成するステップ中に得られ、それは、上記で説明されたようにそれ自体得られる。特に、纖維プランクは、図 2 および図 3 A ~ 図 3 C を参照して説明された実施形態、あるいは図 8 および図 9 を参照して説明された実施形態を用いて作られ得る。

#### 【0075】

纖維プランクを形成するステップ中に、スティフナ壁用のプリフォームを形成する（すなわち、纖維プランクの閉じた非連結ゾーンの上流限界と下流限界との間に位置している）纖維プランクの第 2 および第 3 の部分の一部分は、図 1 3 に示される種類の起伏を形成するための特別なツーリングの助けによりそれら自体変形される。作り出される起伏の数および振幅は、機械的要件に応じて変更し得る。

#### 【0076】

図 1 4 のハニカム配列 1 8 b は、上記で説明された 2 つの実施形態のどちらかで得られる纖維プランクの製織の変更によって得られる。

#### 【0077】

特に、（明瞭さの理由でよこ糸を省略した）図 1 5 に一部が示される纖維プランク 1 0 0、1 0 0 は、たて糸方向に纖維プランクの寸法の一部分 1 1 6 に対して第 2 の部分 1 0 4 を第 3 の部分 1 0 6 から分離する一対の閉じた非連結ゾーン 1 1 4 をさらに含む。また、この一部分 1 1 6 は、図 2 および図 8 に示される閉じた非連結ゾーン 1 0 8 の上流限界 1 0 8 a と下流限界 1 0 8 b との間に延在する。

#### 【0078】

より正確には、対の閉じた非連結ゾーン 1 1 4 が作られる纖維プランクの一部分 1 1 6 は、図 2 に示される実施形態の纖維プランク 1 0 0 については、閉じた非連結ゾーンの上流限界 1 0 8 a と開いた非連結ゾーン 1 1 0 の非連結限界 1 1 0 a との間に、かつ図 8 に示される実施形態の纖維プランク 1 0 0 については、第 2 の開いた非連結ゾーン 1 1 0 の非連結限界 1 1 0 a と開いた非連結ゾーン 1 1 0 の非連結限界 1 1 0 a との間に位置している。

#### 【0079】

そのうえ、纖維プランクの第 2 の部分 1 0 4 と第 3 の部分 1 0 6 との間の対の閉じた非連結ゾーン 1 1 4 は、互いに隣接しかつそれぞれの参照符号 1 1 4 a および 1 1 4 b である 2 つの閉じた非連結ゾーンから成る。

#### 【0080】

より正確には、1 つまたは複数の第 6 のたて糸 c<sub>i 1</sub> および c<sub>i 4</sub> は、対の閉じた非連結ゾーン 1 1 4 の前後の纖維プランクの第 2 の部分 1 0 4 のよこ糸の層を連結し、1 つまたは複数の第 7 のたて糸 c<sub>j 1</sub> および c<sub>j 4</sub> は、対の閉じた非連結ゾーンの前後の纖維プランクの第 3 の部分 1 0 6 のよこ糸の層を連結する。第 6 のたて糸 c<sub>i 1</sub>、c<sub>i 4</sub> および第 7 のたて糸 c<sub>j 1</sub>、c<sub>j 4</sub> の経路は、2 つの閉じた非連結ゾーンを生じるために 3 つの位置で交差する。

#### 【0081】

そのうえ、1 つまたは複数の第 8 のたて糸 c<sub>i 2</sub> および c<sub>i 3</sub> は、対の閉じた非連結ゾーン 1 1 4 の前の纖維プランクの第 2 の部分 1 0 4 のよこ糸の層、および対の閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第 3 の部分 1 0 6 のよこ糸の層を連結する。

10

20

30

40

50

**【 0 0 8 2 】**

同様に、1つまたは複数の第9のたて糸 $c_{j_2}$ および $c_{j_3}$ は、対の閉じた非連結ゾーン114の前の纖維プランクの第3の部分106のよこ糸の層、および対の閉じた非連結ゾーンの後の纖維プランクの第2の部分104のよこ糸の層を連結する。

**【 0 0 8 3 】**

第8のたて糸（複数可） $c_{i_2}$ 、 $c_{i_3}$ および第9のたて糸（複数可） $c_{j_2}$ 、 $c_{j_3}$ の経路は、対の閉じた非連結ゾーン114の中央領域において、すなわち2つの閉じた非連結ゾーン114aと非連結ゾーン114bとの間の接合点と同じ高さで交差する。

**【 0 0 8 4 】**

図2および図3A～図3Cの実施形態で得られる纖維プランクの場合は、第6の上述のたて糸 $c_{i_1}$ 、 $c_{i_4}$ は、その実施形態で述べられたたて糸 $c_{1_4}$ および $c_{1_8}$ にそれぞれ対応し、第7のたて糸 $c_{j_1}$ 、 $c_{j_4}$ は、たて糸 $c_{1_9}$ および $c_{2_2}$ にそれぞれ対応し、第8のたて糸 $c_{i_2}$ 、 $c_{i_3}$ は、たて糸 $c_{1_6}$ および $c_{1_7}$ にそれぞれ対応し、第9のたて糸 $c_{j_2}$ 、 $c_{j_3}$ は、たて糸 $c_{2_0}$ および $c_{2_1}$ にそれぞれ対応することが観察されるべきである。10

**【 0 0 8 5 】**

同様に、図8および図9の実施形態で得られる纖維プランクにおいては、第6の上述のたて糸 $c_{i_1}$ 、 $c_{i_4}$ は、その実施形態で述べられたたて糸 $c_{1_4}$ および $c_{1_9}$ にそれぞれ対応し、第7のたて糸 $c_{j_1}$ 、 $c_{j_4}$ は、たて糸 $c_{1_8}$ および $c_{2_2}$ にそれぞれ対応し、第8のたて糸 $c_{i_2}$ 、 $c_{i_3}$ は、たて糸 $c_{1_6}$ および $c_{1_7}$ にそれぞれ対応し、第9のたて糸 $c_{j_2}$ 、 $c_{j_3}$ は、たて糸 $c_{2_0}$ および $c_{2_1}$ にそれぞれ対応する。20

**【 0 0 8 6 】**

また、たて糸およびよこ糸は、相互に交換されることもできることを観察されたい。

**【 0 0 8 7 】**

図14で示されるハニカム配列18bが設けられる閉じたボックス構造プラットフォーム用のプリフォームは、このように織られる纖維プランクを形成することによって得られる。特に、2つの閉じた非連結ゾーン114を構成する閉じた非連結ゾーン114aおよび114bは、2つの隣接するセルを形成するように展開される。セルの数および寸法は、機械的要件に応じて変更され得る。

【図1】

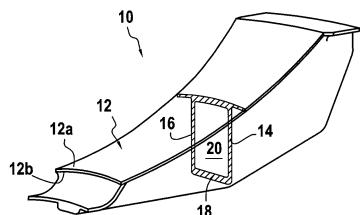


FIG.1

【図2】

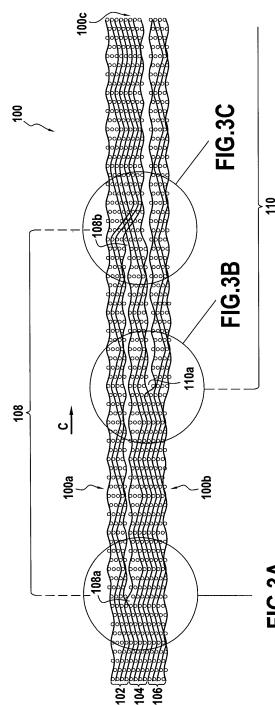


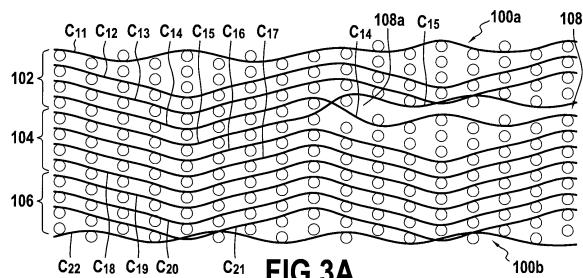
FIG.2

FIG.3A

FIG.3B

FIG.3C

【図3A】



【図3C】

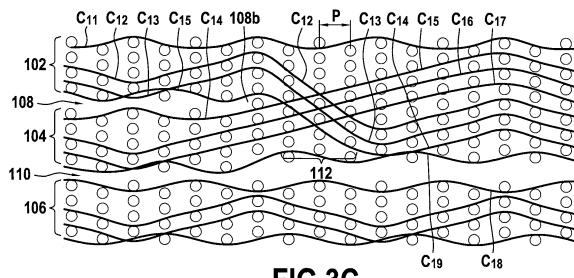
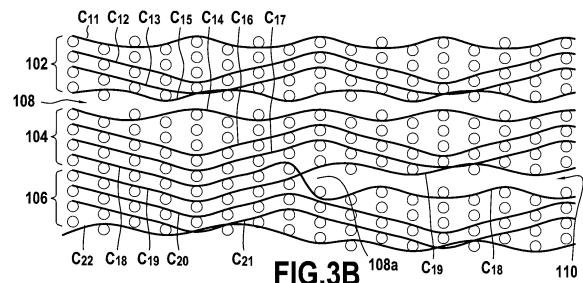


FIG.3C

【図3B】



【図4】

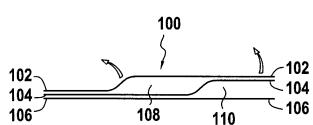


FIG.4

【図5】

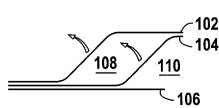


FIG.5

【図6】

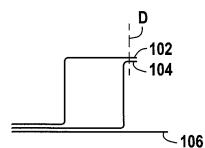


FIG.6

【図7A】

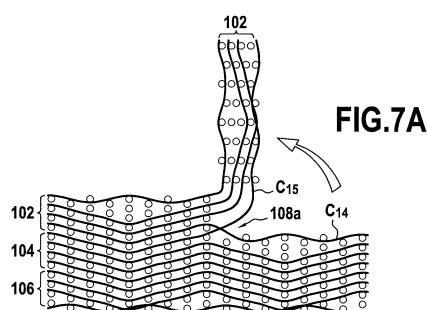


FIG.7A

【図7B】

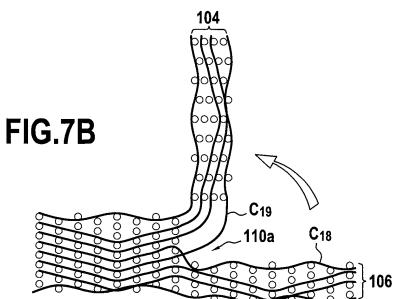


FIG.7B

【図7C】

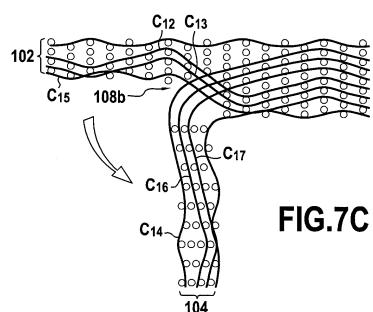


FIG.7C

【図8】

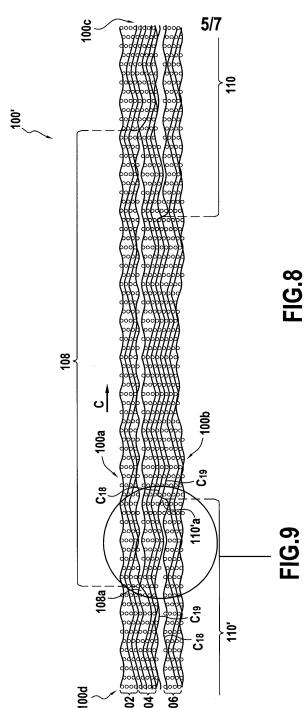


FIG.8

FIG.9

【図9】

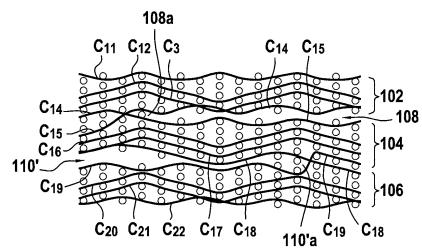


FIG.9

【図10】

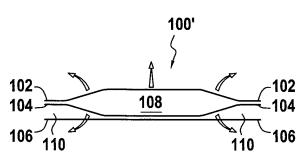


FIG.10

【図11】

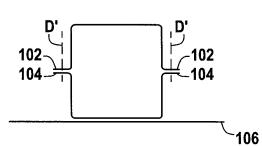
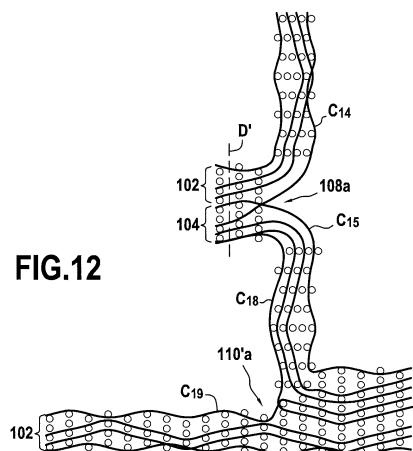
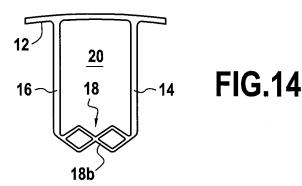


FIG.11

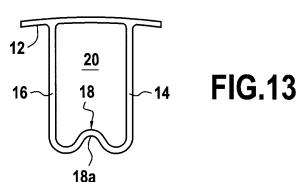
【図 1 2】



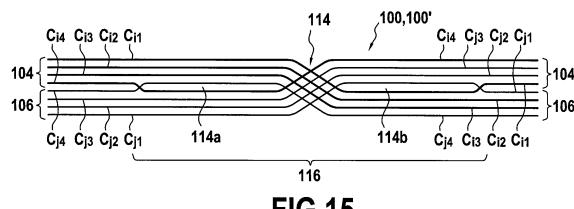
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジマ , マチュー

フランス国、77550・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)

(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 ダンプラン , ブルーノ

フランス国、77550・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) 気付

審査官 山崎 孔徳

(56)参考文献 特公昭39-14049(JP,B1)

米国特許出願公開第2011/0277869(US,A1)

特開平3-234840(JP,A)

米国特許第5657795(US,A)

米国特許第3102559(US,A)

米国特許第5358758(US,A)

米国特許第7836917(US,B1)

特公昭40-5954(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 D 5 / 14

F 01 D 5 / 28

D 03 D 1 / 00 - 27 / 18