

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-527358

(P2013-527358A)

(43) 公表日 平成25年6月27日(2013.6.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F O 4 D 29/22 (2006.01)</b>	F O 4 D 29/22 A	3 H 1 3 O
<b>F O 4 D 29/28 (2006.01)</b>	F O 4 D 29/28 C	
<b>F O 4 D 29/02 (2006.01)</b>	F O 4 D 29/02	
<b>F O 4 D 29/30 (2006.01)</b>	F O 4 D 29/22 H	
	F O 4 D 29/28 R	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-541139 (P2012-541139)	(71) 出願人	505347503
(86) (22) 出願日	平成22年11月22日 (2010.11.22)		ヌオーヴォ ピニオーネ ソシエタ ペル
(85) 翻訳文提出日	平成24年7月19日 (2012.7.19)		アチオニ
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/057623		イタリア国 5 0 1 2 7 フィレンツェ
(87) 国際公開番号	W02011/063333		ヴィア フェリーチェ マッテウッチ 2
(87) 国際公開日	平成23年5月26日 (2011.5.26)	(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(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	

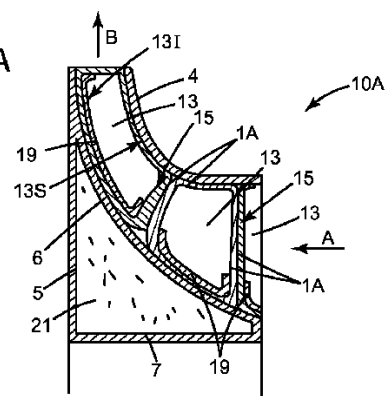
(54) 【発明の名称】 遠心羽根車およびターボ機械

## (57) 【要約】

各々が、ファブリック要素 ( 1 A、1 B、1 C、4、5、6、7、3 7 ) が関連づけられる内壁を有する、複数の空気力学的ベーン ( 1 3 ) を備えることを特徴とする、ターボ機械用の遠心羽根車。

【選択図】 図 1 A

FIG. 1A



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ターボ機械用の遠心羽根車であって、複数の空気力学的ベーン（１３）を具備し、前記空気力学的ベーン（１３）の各々が内壁を有し、そこにファブリック要素（１Ａ、１Ｂ、１Ｃ、４、５、６、７、３７）が関連づけられる、遠心羽根車。

**【請求項 2】**

第１のファブリック要素（１Ａ）が、前記空気力学的ベーン（１３）の各々を包囲するように構成されている、請求項 1 記載の羽根車。

**【請求項 3】**

第２のファブリック要素（１Ｂ）が、ベーン（１３）の上壁（１３Ｓ）とそれらの間のそれぞれのブレード（１５）に沿った隣接するベーン（１３）の下壁（１３Ｉ）とを交互に包囲するように構成されている、請求項 1 または 2 記載の羽根車。

10

**【請求項 4】**

第３のファブリック要素（１Ｃ）が円錐面を有し、前記円錐面からブレードが広がっている、請求項 1 乃至 3 のうちの少なくとも 1 項記載の羽根車。

**【請求項 5】**

前記空気力学的ベーン（１３）の上に関連づけられ、実質的に遠心側板形状および機能を有する、第４のファブリック要素（４）と、

完成した羽根車用の後部プレートを実質的に具現化するように設けられ、環状平面形状を実質的に有する、第５のファブリック要素（５）と、

20

前記空気力学的ベーン（１３）の下に関連づけられ、前記空気力学的ベーン（１３）の外部下位面に適合されることが可能な環状形状を実質的に有する、第６のファブリック要素（６）と、

前記ターボ機械用のロータを関連づけるために使用される軸方向穴（２１Ｃ）の周囲に関連づけられた第７のファブリック要素（７）と、

前記ベーン（１３）の成形スロット（１１５）のコーナにおいて空間内部に取り付けられ、完成した前記羽根車のアセンブリ全体の剛性を増大させ、前記充填材のための優先的な流路をなくし、硬化中に亀裂が開始する可能性がある繊維のない充填材のみを含む領域を回避することができる、セグメント化されたファブリック要素（３７）と、

前記作動流体の浸食に対して作用するために前記空気力学的ベーン（１３）の各々の内側に関連づけられた成形構成部品（１９、２０）と、

30

のうちの少なくとも 1 つを具備する、前記請求項 1 乃至 4 のうちの少なくとも 1 項記載の羽根車。

**【請求項 6】**

前記ファブリック要素（１Ａ、１Ｂ、１Ｃ、４、５、６、７、３７）に、充填材（Ｍ）が含ま浸されている、請求項 1 乃至 5 のうちの少なくとも 1 項記載の羽根車。

**【請求項 7】**

前記羽根車の製造プロセスを容易にするために、内部コア要素（２１）が、前記空気力学的ベーン（１３）の下に関連づけられている、請求項 1 乃至 6 のうちの少なくとも 1 項記載の羽根車。

40

**【請求項 8】**

前記コア要素（２１）が、第４の繊維要素（４）、第５の繊維要素（５）、第６の繊維要素（６）および第７の繊維要素（７）のうちの少なくとも 1 つによって包囲されている、請求項 7 記載の羽根車。

**【請求項 9】**

前記ファブリック要素（１Ａ、１Ｂ、１Ｃ、４、５、６、７、３７）が、少なくとも優先方向に沿って高異方性を有するように実質的に具現化された、複数の一方向繊維または多方向繊維によって作製されている、請求項 1 乃至 8 のうちの少なくとも 1 項記載の羽根車。

。

**【請求項 10】**

50

少なくとも、請求項 1 乃至 9 の少なくとも 1 項に記載されている遠心羽根車を具備するターボ機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する主題の実施形態は、特にただし排他的にではなく石油およびガスの用途に対する、概して、ターボ機械用の複合遠心羽根車および関連する製造方法に関する。

【0002】

他の実施形態は、概して、この遠心羽根車を製造するための金型と、この金型を用いてこの遠心羽根車を作製するためのいくつかの特定の構成部品と、前記羽根車を使用することができるターボ機械とに関する。

10

【背景技術】

【0003】

遠心ターボ機械の構成部品は遠心羽根車であり、それは、一般に、ターボ機械を駆動するモータからのエネルギーを、圧縮または圧送されている作動流体に、その流体を回転中心から外側に加速させることによって伝達し、羽根車によって作動流体に加えられる運動エネルギーは、流体の外側移動がディフューザおよび機械ケーシングによって制限される場合に、圧力エネルギーに変換される。この遠心機械は、概して圧縮機（作動流体が気体の場合）またはポンプ（作動流体が液体の場合）と呼ばれる。

20

【0004】

別のタイプの遠心ターボ機械はエキスパンダであり、それは、作動流体の圧力を使用して、流体を膨張させることができる羽根車を使用してシャフトに対する機械的作用を生成する。

【0005】

米国特許第 4,676,722 号は、複数の繊維充填シャベルによって作製された遠心圧縮機用ホイールを記載している。この特定の羽根車の不都合は、さまざまなシャベルが実質的に半径方向において直接繊維補強を有するため、高回転速度で遠心力によって発生するような周方向応力の平衡をとることが困難である、ということである。製造後、セクタが接着剤の粘着強度によって互いに接合され、それにより、最大動作速度が制限される。また、アセンブリがフィラメントによって適所に引き込まれる製造方法は、空気力学的効率が低い可能性がある比較的単純な幾何学形状（たとえば、直線状縁のセクタを有する）に制限される。

30

【0006】

米国特許第 5,944,485 号は、熱構造複合材料タービン、特に大径のタービンと、ボルト、溝、スロット等によって組み立てるための機械的結合を提供するタービンを製造する方法とを記載している。この羽根車の不都合は、機械的結合が、腐食性作動流体または浸食性作動流体のいずれかを使用する場合に高回転速度での高い耐性を保証することができないということである。したがって、この構成部品の信頼性は劇的に低下する可能性がある。さらに、ハブに翼を取り付ける方式では、通路の内部コーナの周囲に連続繊維を使用する。これらは、通常高応力の領域であるため、翼からカバーまでかつ翼からハブまで連続的である繊維があることが望ましい。

40

【0007】

米国特許第 6,854,960 号は、セグメント化された複合羽根車またはプロペラ配置および製造方法を記載している。この羽根車の主な不都合は、同一のセグメントを接合するために粘着接着に依存しているということである。その結果、それは、高回転速度で作動するために高い機械的抵抗を有しておらず、遠心力が同一セグメントを分離し羽根車自体を破壊する可能性がある。別の不都合は、3次元または同様の羽根車の場合と同様に、複雑な幾何学形状のペーンを備えた羽根車を構築することが不可能であるということである。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】独国特許第4139293号公報

【特許文献2】米国特許第4676722号明細書

【特許文献3】米国特許第5944485号明細書

【特許文献4】米国特許第6854960号明細書

【発明の概要】

【0009】

概して、すべての上述した羽根車の不都合は、それらが、独立して作製された後に機械的に合わせて組み立てられる必要があるいくつかの異なる構成部品から構成されているため、比較的複雑な機械的構造を呈しているということである。さらに、繊維からなる構成部品は、一般に、高価な金型によって構築する必要があり、製造コストが増大する。また、異なるタイプの羽根車の各々に対してこれらの繊維構成部品を構築するために、異なる金型を使用しなければならず、それにより製造コストが大幅に増大する。この場合もまた、自動化機械を用いてこれらの機械的組立は容易に達成可能ではなく、製造の時間およびコストがさらに増大する。

【0010】

別の不都合は、これらの羽根車のベーンが、作動流体に懸濁している固体粒子または酸粒子からまったく保護されておらず、したがって、浸食問題および腐食問題が重大となる可能性があり、構成部品の破壊に至る可能性があるということである。

【0011】

さらに別の不都合は、高速での羽根車の最適な動作に必要なすべての構成部品の機械的組立を達成することが困難である可能性があるということである。さらに、使用中に発生する張力および力によって生成されるいかなる歪みも、特に高速での動作中に問題をもたらす可能性があり、すなわち、さまざまな構成部品の摩耗によりかつ/または間違った組立によりもたらされる振動が、動作中に発生する可能性がある。したがって、羽根車が故障する可能性がある。

【0012】

今日まで、技術の開発にも関わらず、これらの不都合は、問題を引き起こし、さらに高速でありかつより安価な方法でターボ機械用の単純かつ安価な遠心羽根車を製造すると同時に、改善されかつ高品質な完成品を製造することを必要とする。ターボ機械分野においてこの革新的な羽根車を有効に使用するために、金属羽根車の機械的特性、流体力学的特性および空気力学的特性を概ね維持しながら、複合材料および繊維の技術を活用することによって革新的な遠心羽根車を製造することが特に必要とされている。通常、金属羽根車で可能であるより、複合材料の固有の強度をより利用し、かつより高速の先端速度での安全な動作を可能にする、設計の改善が必要とされている。

【0013】

本発明の目的は、上述した欠点のうちの少なくともいくつかを克服する、遠心羽根車を構築する単純で高速かつ安価な金型を製造することである。

【0014】

さらなる目的は、前記羽根車の製造方法、特に複合材料を使用して羽根車を製作する方法を開発することである。

【0015】

さらなる目的は、前記金型によって前記羽根車を容易かつ安価に作製するためにいくつかの構成部品を製造することである。

【0016】

第1の態様によれば、複数の空気力学的ベーンを備え、これらのベーンの各々が少なくともファブリック要素が関連づけられる内壁を備える、ターボ機械用の遠心羽根車がある。

## 【 0 0 1 7 】

言い換えれば、空気力学的ベーンは、隣接するブレードの間の空の空間である。羽根車の使用中、簡単に言えば、作動流体は、各空気力学的ベーンの入口小穴に入り、ベーン内を通過し、そこで流体はベーン自体の幾何学形状によってかつ羽根車の回転によって半径方向に押され、最後に、作動流体は、各ベーンの出口から出る。

## 【 0 0 1 8 】

本明細書ではかつ添付の特許請求の範囲では、用語「ファブリック」は、編組パターン、縫合パターンまたは層の集合（織り合わされた配置のみではない）等、あるパターンに織り合わされた種々の異なる繊維構造のうちの1つまたは複数を意味するために用いられる。後の説明を参照されたい。

10

## 【 0 0 1 9 】

開示する主題の特に有利な実施形態では、第1のファブリック要素は、空気力学的ベーンの形状を実質的に再現し、それにより前記ベーンの空気力学的特性が維持されるようにするために、各空気力学ベーンを包囲するように構成されている。ファブリックは、有利にはかつ好ましくは各ベーンの内面全体に連続している繊維を含み、それにより、これらの位置で発生する機械的応力に対して高い耐性を提供する。このように、単一ベーンが、機械的応力に対して特に耐性が高くなり、同時に、その空気力学的特性を維持することができる。

## 【 0 0 2 0 】

本発明の別の有利な実施形態では、第2のファブリック要素は、ベーンの上壁とその間のそれぞれのブレードに沿った隣接するベーンの下壁とを交互に包囲し、それによって前記ベーンの空気力学的特性が維持されるように構成されている。

20

## 【 0 0 2 1 】

別の有利な実施形態では、第3のファブリック要素は、実質的円錐面を有し、その面からファブリックブレードが広がっており、これらのファブリックブレードは、完成された羽根車のブレードを実質的に再現することができる。

## 【 0 0 2 2 】

上述した3つの実施形態を、製造または使用の特定の必要に従って種々の方法で具現化することができ、またそれは、これらの実施形態を組み合わせることを排除しないことが明らかである。

30

## 【 0 0 2 3 】

別の実施形態では、成形構成部品が、作動流体によってもたらされる浸食現象または腐食現象に対して作用するために、空気力学的ベーンの各々の内側に関連づけられている。

## 【 0 0 2 4 】

実際には、作動流体は、気体、液体または概してそれらの混合物である可能性があり、浸食プロセスまたは腐食プロセスが、羽根車の高回転速度（それによって、流れにおける液体粒子または固体粒子がより高い力でブレードに突き当たる）によって悪化する可能性がある。

## 【 0 0 2 5 】

実施態様の別の有利な形態では、羽根車は、空気力学的ベーンの上に配置された第4のファブリック要素を備え、この第4のファブリック要素は、遠心側板形状および機能を実質的に有することができる。

40

## 【 0 0 2 6 】

さらに、羽根車は、羽根車自体の後部プレートを実質的に具現化する環状平面形状を実質的に有する第5のファブリック要素を備えることができる。

## 【 0 0 2 7 】

空気力学的ベーンの下に第6のファブリック要素を取り付けることができ、この要素は、実質的に環状形状を有し、ベーンの外部下位面に突き合わされることが可能である。

## 【 0 0 2 8 】

第7のファブリック要素を、有利には軸方向穴の周囲に取り付けることができ、その穴

50

の内側にターボ機械のロータが適合する。第４のファブリック要素、第５のファブリック要素、第６のファブリック要素および第７のファブリック要素を、完成した羽根車の機械的耐性を増大させるように、組み合わせて設けることができるが、これらのファブリック要素を、製造または使用の特定の必要に従って単独でまたはさまざまな組合せで 사용할ことができることが理解されなければならない。

【００２９】

有利な実施形態では、すべての上述したファブリック要素（設けられる場合）が、羽根車に対してより剛性な形状を得るために、通常「マトリックス」と呼ばれる充填材に封入されるかまたは関連づけられる。

【００３０】

特に有利な実施形態では、上述したファブリック要素のすべて（設けられる場合）は、それらの間の空の空間を最小限にするために突き合わされるかまたは押し付けられる。この場合、隣接する繊維要素間の空間を充填するために用いられる充填材は、その体積内の構造繊維の量を最大限にするために、可能な限り低減される。これにより、完成した羽根車の機械的耐性がさらに増大する。

【００３１】

さらなる有利な実施形態では、羽根車の製造プロセスを容易にするため、特に前記第４の繊維要素、第５の繊維要素、第６の繊維要素および第７の繊維要素の適所への堆積を容易にするために、空気力学的ベーンの下に内部コア要素が配置され、設けられる場合は、繊維配置用の基部を提供する。また、コア要素を、有利には、高速回転速度での完成した羽根車の作動中により高い強度および剛性を与えるように構成することができる。

【００３２】

コアを、少なくとも、たとえば硬化する前に充填材料より剛性の高い材料、すなわち、木材（たとえばバルサ）、発泡体（たとえばエポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル（ＰＶＣ）、アクリロニトリルブタジエン－スチレン（ＡＢＳ）、セルロースアセテート）、ハニカム（たとえばクラフト紙、アラミド紙、カーボンまたはガラス補強プラスチック、アルミ合金、チタンおよび他の金属合金）、ポリマー（たとえばフェノール樹脂、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン）または金属材料等によって作製することができる。

【００３３】

特に有利な実施形態では、コアは、コアの全体的な密度を低減する充填されていない空隙から構成され、これにより、ファブリックまたは充填材料より実質的に密度が低い。これにより、高回転速度にさらされた場合に、隣接する構造に対する力が低くなる。

【００３４】

特定の実施形態では、特に小型で剛性かつ耐性のあるシステムを得るために、コアを、設けられる場合は上述したファブリック要素のうちの少なくとも１つによって、単独またはさまざまな組合せで、部分的に包囲することができる。

【００３５】

本発明の好ましい実施形態によれば、上記ファブリック要素は、少なくとも優先的な方向に沿って高い異方性を有するように実質的に具現化される、複数の一方向繊維または多方向繊維によって作製される。これらの繊維は、たとえば、炭素繊維、ガラス繊維、石英、ホウ素、玄武岩、高分子ポリエチレン（芳香族ポリアミドまたは伸びきり鎖ポリエチレン）、セラミック（炭化ケイ素またはアルミナ等）等のように、実質的にねじのような形状を有することができる。

【００３６】

しかしながら、これらのファブリック要素を、たとえば粒状、層状もしくは球状要素または織、縫合、編組、非捲縮もしくは他のファブリック、一方向テープもしくは綱、または他の任意の繊維アーキテクチャのように、繊維の２つ以上の層で、異なるタイプの繊維と組み合わせて、または異なるタイプの要素で具現化することができることが排除されない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 7 】

上記充填材を、合わせて保持し、内部に張力を均一に分散させ、かつファブリック要素に対して高温および摩耗に対し高い耐性を提供することができる材料によって具現化することができ、対照的に、ファブリック要素は、主に、羽根車の作動中に張力に対する高い耐性を提供することができる。さらに、充填材を、羽根車の重量、したがって作動中に発生する遠心力を低減するために、低い特定の質量または密度を呈するように配置することができる。

## 【 0 0 3 8 】

充填材を、好ましくは有機ポリマー材料、天然ポリマー材料または合成ポリマー材料とすることができ、その主な成分は、高分子量分子を含むポリマーであり、化学接着剤によって合わせて接合される多数の基本単位（モノマー）によって形成される。構造上、これらの分子は、互いに絡まった直鎖または分岐鎖かまたは３次元格子から形成されてもよく、主に、炭素原子および水素原子、場合によっては酸素、窒素、塩素、ケイ素、フッ素、硫黄等から構成されていてもよい。一般に、ポリマー材料は、多数の異なる物質の非常に多くの群である。

10

## 【 0 0 3 9 】

ポリマー材料に、たとえばポリマーを強化する、強靱にする、安定化する、保存する、液化する、着色する、漂白する、または酸化から保護するために、特定の必要に応じて異なる機能を有する微粒子またはナノ粒子等、１種または複数種の補助化合物を添加することも可能である。

20

## 【 0 0 4 0 】

本発明の実施態様の有利な形態では、ポリマー充填材料は、少なくとも部分的に、P P S（ポリフェニレンサルファイド）、P A（ポリアミドまたはナイロン）、P M M A（またはアクリル樹脂）、L C P（液晶ポリマー）、P O M（アセタール）、P A I（ポリアミドイミド）、P E E K（ポリエーテルエーテルケトン）、P E K K（ポリエーテルケトンケトン）、P A E K（ポリアリルエーテルケトン）、P E T（ポリエチレンテレフタレート）、P C（ポリカーボネート）、P E（ポリエチレン）、P E I（ポリエーテルイミド）、P E S（ポリエーテル）、P P A（ポリフタルアミド）、P V C（ポリ塩化ビニル）、P U（ポリウレタン）、P P（ポリプロピレン）、P S（ポリスチレン）、P P O（ポリフェニレンオキシド）、P I（ポリイミド、熱硬化性樹脂として存在）等の熱可塑性ポリマーから少なくとも部分的に構成される。特に高い温度での用途の場合、重合モノマー反応物質（P M R）樹脂、フェニルエチニルエンドキャップ（e n d c a p）を有する6 Fポリイミド（H F P E）およびフェニルエチニル末端イミド（P E T I）オリゴマー等のさまざまなポリイミドが好ましい場合がある。

30

## 【 0 0 4 1 】

本発明の実施態様の別の有利な形態では、ポリマー充填材料は、少なくとも部分的に、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリエステル、ビニルエステル、アミン、フラン、P I（熱可塑性材料としても存在）、B M I（ビスマレイミド）、C E（シアン酸エステル）、フタロニトリル、ベンゾオキサジン等の熱硬化性ポリマーから構成される。特に高い温度での用途の場合、重合モノマー反応物質（P M R）樹脂、フェニルエチニルエンドキャップを有する6 Fポリイミド（H F P E）およびフェニルエチニル末端イミド（P E T I）オリゴマー等のさまざまな熱硬化性ポリイミドが好ましい場合がある。

40

## 【 0 0 4 2 】

本発明の別の有利な実施形態によれば、充填材は、セラミック材料（炭化ケイ素またはアルミナ等）、またはさらには、少なくとも部分的に金属（アルミニウム、チタン、マグネシウム、ニッケル、銅またはそれらの合金等）、炭素（カーボン - カーボン複合材料の場合等）等から構成される。

## 【 0 0 4 3 】

本発明によって生成される羽根車の利点は、高品質および革新的な特性を提示するということである。

50

## 【 0 0 4 4 】

特に、羽根車は、極めて軽量であると同時に、ターボ機械分野で使用される金属製の既知の羽根車に対して（高回転速度に対しかつ高圧力比に対し）同等の耐性を有している。

## 【 0 0 4 5 】

実際には、従来の金属羽根車は、羽根車サイズに応じて約 1 0 k g ~ 2 0 0 0 k g の重量がある場合があり、本発明による羽根車は、（同じタイプの羽根車に対し）約 0 . 5 k g ~ 2 0 k g の重量であり得る。したがって、重量低減は 7 5 % を超える。

## 【 0 0 4 6 】

別の利点は、本発明によって作製される羽根車を、多数の異なる流体（液体、気体またはそれらの混合物）で、かつ高い腐食特性または浸食特性を示す流体で使うことができる、ということである。

10

## 【 0 0 4 7 】

さらなる利点は、特に安価であり製造および操作が単純であるという事実から来る。後の説明を参照されたい。

## 【 0 0 4 8 】

別の利点は、特定の形状等によって作製された成形構成部品または繊維要素のように、特定の要件に従って羽根車の品質または機械的特性を向上させるように、より多くの構成部品または要素を適用することが特に容易であるということである。

## 【 0 0 4 9 】

ここでまた、別の利点は、本発明によって作製される羽根車を、種々のタイプとすることができ、同時に空気力学的特性および機械的特性を維持することができる、ということである。たとえば、羽根車は、3次元羽根車、2次元羽根車等であり得る。

20

## 【 0 0 5 0 】

第2の態様によれば、上述した少なくとも遠心羽根車が実装されるターボ機械がある。

## 【 0 0 5 1 】

特に、このターボ機械を、遠心圧縮機（気体用）またはポンプ（液体用）とすることができ、またはさらには遠心エキスパンダとすることができ、いずれの場合も、ターボ機械は、好ましくは、金属または他の材料（たとえば複合材料）での共通シャフトに関連して複数のこれらの羽根車を有している。

## 【 0 0 5 2 】

第3の態様によれば、完成した羽根車の空気力学的ペーンを再現する複数の空気力学的ペーン挿入物を含む少なくとも環状挿入物からなる、ターボ機械用の遠心羽根車を構築するための金型がある。

30

## 【 0 0 5 3 】

特に、環状挿入物を、単一部片により、または好ましくは複数の部片を合わせて接合することにより、製作することができる。後述の部分を参照されたい。

## 【 0 0 5 4 】

金型は、好ましくはかつ有利には、内面および外面を有し、内面が羽根車の背面を再現するように構成され、外面が実質的に内面の反対側である、ベースプレートと、内面および外面を有し、内面が羽根車の正面を再現するように構成され、外面が実質的に内面の反対側である、上部リングとを備えている。

40

## 【 0 0 5 5 】

他の実施形態では、金型は、好ましくはかつ有利には（半）剛性形状を有し、金型内部に配置される前に個別に作製される、上述したファブリック要素を備えている。

## 【 0 0 5 6 】

本発明の特に有利な実施形態では、金型は、遠心羽根車予備成形品の下にかつベースプレートの上に関連づけられる内部コアを備え、内部コアを、使用の種々の技術的必要または要件に従って多数の異なる実施形態で具現化することができる。後述の部分を参照されたい。

## 【 0 0 5 7 】

50



本発明の別の有利な実施形態では、金型は、各空気力学的ベーン挿入物の外面に関連づけられることが可能な複数の成形構成部品を備え、これらの成形構成部品は、完成した羽根車の作動中に作動流体の浸食または腐食に対して作用するように構成されている。

【0058】

特に、これらの成形構成部品を、上述したファブリック要素の1つとベーンの壁に対応する環状挿入物の表面との間の、作動流体によってもたらされる浸食プロセスまたは腐食プロセスが高い位置に関連づけることができる。

【0059】

ベースプレートと上部リングとの間で前記羽根車予備成形品を中心に置きかつ係止するために、それらの間で予備成形品を閉鎖する閉鎖システムを設けることができる。このシステムを、複数の異なるタイプ、たとえば機械式システム（心出しピン、ねじ等）、幾何学的システム（成形穴、成形溝、成形歯、成形面等）または他のシステムで具現化することができる。

10

【0060】

ベースプレートおよび/または上部リングの内側に作製される注入流路により金型の内部に充填材を注入する、注入システムが設けられる。

【0061】

本発明による金型の利点は、金型がもたらす完成した羽根車が高品質であり、ターボ機械分野に対して革新的な特性を有するということである。

【0062】

20

別の利点は、環状挿入物に使用される材料を、高密度発泡体またはセラミック等、低コストかつ機械加工が容易なものとすることができる、ということである。

【0063】

さらに、材料は非常に小型であり、さらに極めて汎用性が高く、それは、特定の幾何学的形状および形状の環状挿入物を提供する多数の異なるタイプの羽根車（特に3次元羽根車または2次元羽根車）を作製することが可能であるためである。

【0064】

金型設計のさらに別の利点は、部品全体を通して充填材の一段階注入および硬化が可能であるということである。これにより、高強度部品が提供され、コストおよび時間がかかる可能性がある接着、機械加工または機械式取付等の二次接合操作が不要となる。さらに、動作間の部品汚染または操作破損の可能性がなくなる。

30

【0065】

第4の態様によれば、完成した羽根車のベーンの空気力学的特性が維持されるように、完成した遠心羽根車の少なくとも空気力学的ベーンを再現するように構成された空気力学的ベーン挿入物がある。

【0066】

有利には、空気力学的ベーン挿入物は、少なくとも、空気力学的ベーンを適切に再現するように構成された中心領域と、環状アセンブリを形成する隣接する挿入物の端部領域に関連づけられるように構成された端部領域とを備えている。

【0067】

40

特に有利な実施形態では、これらの成形端部領域は、作動流体に対して入口小穴および出口小穴をそれぞれ形成するために、かつ金型内で挿入物を操作し、位置決めし、樹脂流路を含むように、隣接する挿入物の端部領域に関連づけられるように構成されている。さらに、成形端部領域に、充填材の注入中の漏れを回避するように封止要素を設けることができる。

【0068】

好ましい実施形態では、空気力学的ベーン挿入物は、少なくとも単一部片によって作製されるが、挿入物を2つ以上の部片から作製することができ、または反対に、特定の実施形態により単一の挿入物が2つ以上の空気力学的ベーンをもたらすことができることは排除されない。

50

## 【0069】

本発明のこの態様の利点は、充填材が硬化した後に挿入物を羽根車から容易に除去することができるように、複雑な3D幾何学形状を有するベーンの製造が可能になるということである。

## 【0070】

別の例示的な実施形態によれば、空気力学的ベーン挿入物は、他のベーン挿入物と接合されて、完成した羽根車のベーンの空気力学的特性が維持されるように、完成した羽根車のすべての空気力学的ベーンを再現する環状アセンブリを形成する。

## 【0071】

この環状挿入物もまた、単一部品によって作製することができる。後述の部分を参照されたい。

## 【0072】

好ましい実施形態では、環状挿入物は、好ましくはかつ有利には、第1の面、第2の面、複数の成形スロットおよび軸方向穴を備えている。

## 【0073】

第1の面は、完成した羽根車のすべての空気力学的ベーンの環状アセンブリの上面を再現するように構成され、第2の面は、第1の面の実質的に反対側であり、上述した環状アセンブリの下面を再現するように構成されており、複数の成形スロットは、実質的にベーンの側壁を再現するように設けられ、軸方向穴が、ターボ機械のロータが配置される完成した羽根車の軸方向穴を実質的に再現する。

## 【0074】

有利には、空気力学的ベーン挿入物および環状挿入物を、完成した羽根車の製造プロセスまたはタイプに従って適切な材料によって作製することができ、それは可溶性材料または脆弱材料、再成形可能材料、または限定されないが金属、セラミック、ポリマー、木材またはワックス等、複数部片で抽出することができる固体材料であり得る。いくつかの特定の例には、水溶性セラミック（たとえば、Advanced Ceramics ManufacturingのAquapour（商標））、状態変化材料（たとえば2Phase Technologiesの「Rapid Reformable Tooling Systems」）、形状記憶ポリマー（たとえばCornerstone Research GroupのVeriflex（登録商標）Reusable Mandrel）が挙げられる。

## 【0075】

本発明による空気力学的ベーン挿入物および環状挿入物の利点は、高品質かつターボ機械分野に対し革新的な特性を有する完成した羽根車を構築することができるということである。

## 【0076】

別の利点は、特定の幾何学的形状および形状を提供する多くの異なるタイプの空気力学的ベーン、たとえば2次元タイプまたは3次元タイプ等の羽根車を作製することができるため、極めて汎用性が高いということである。

## 【0077】

さらに別の利点は、概して、完成した羽根車を1回の注入で作製することができ、後続する組立および接合が不要である、ということである。これにより、製造時間が縮小され、部品の構造的な完全性が向上する。しかしながら、各ベーンを個々に注入し硬化させ、その後、後続するステップでこれらのベーンをハブおよび側板と結合することは排除されない。

## 【0078】

第5の態様によれば、少なくとも、ベーンおよび完成した羽根車の空気力学的特性が維持されるように、完成した羽根車の空気力学的ベーンを再現する複数の空気力学的ベーン挿入物を備える環状挿入物を製造するステップを含む、ターボ機械用の遠心羽根車を構築する方法がある。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 9 】

空気力学的ベーンは、2つの隣接するブレード間に空の空間であり、それを通して、羽根車が作動している時に作動流体が流れることができる。上述した説明も参照されたい。

## 【 0 0 8 0 】

本発明の有利な実施形態では、この方法は、前記適切な材料によって作製された複数の空気力学的ベーン挿入物を構築するステップを含み、それら空気力学的ベーン挿入物の各々は、少なくとも羽根車の空気力学的ベーンを再現し、各々、環状挿入物を具現化するように互いに関連するように構成されている。

## 【 0 0 8 1 】

本発明の代替実施形態では、特定の金型を用いて単一部片から環状挿入物を構築するステップが提供される。

10

## 【 0 0 8 2 】

本発明の実の実施形態では、前記空気力学的ベーン挿入物の各々の周囲に関連づけられることが可能な第1のファブリック要素を構築するステップが提供される。

## 【 0 0 8 3 】

さらに別の実施形態では、ベーンの上壁にかつ環状挿入物の隣接するベーンの下壁に関連づけられることが可能な第2のファブリック要素を構築する別のステップが提供される。

## 【 0 0 8 4 】

さらに、複数のブレード壁とブレード間の壁とを連続的に形成することができる第3のファブリック要素を構築する他のステップが提供される。

20

## 【 0 0 8 5 】

しかしながら、ファブリック要素を構築しそれらを組立の必要または用途の必要に従って羽根車挿入物に関連づける多くの方法があり得ることが明らかである。

## 【 0 0 8 6 】

本発明の別の実施形態では、少なくとも成形構成部品を、各空気力学的ベーン挿入物の外面に、ファブリック要素をそれに関連づける前に関連づける別のステップが提供される。このように、空気力学的ベーン挿入物とそれぞれのファブリック要素との間で成形構成部品を封止することが可能である。

## 【 0 0 8 7 】

本発明のさらに別の実施形態では、高回転速度での完成した羽根車の作動中により高い強度および剛性を与え、同時に、繊維を配置するための固体ベースを提供するその構築を容易にするために、環状挿入物の下に内部コアを関連づける別のステップが提供される。

30

## 【 0 0 8 8 】

有利には、充填材料を、樹脂トランスファ成形(RTM)、真空支援樹脂トランスファ成形(VARTOM)、構造反応射出成形(SRIM)、補強反応射出成形(RRIM)等の注入プロセスによって、金型の内側に充填させることができる。構築または使用の特定の必要に従って他の方法を使用することが排除されないことが明らかである。

## 【 0 0 8 9 】

別の好ましい実施形態では、充填材料の注入および硬化プロセスの後に環状挿入物を除去する別のステップが提供され、これを、可溶性挿入物の場合は液体または気体でフラッシングし、溶融性挿入物の場合は加熱し、脆弱挿入物の場合は破壊し、または固体挿入物の場合は、変化なしに除去することができるように環状挿入物の幾何学的形状を設計することによって、達成することができる。いずれの場合も、この除去ステップは、完成した羽根車のベーンの空気力学的特性が維持されるように、環状挿入物を、注入プロセスの後に完成した羽根車から抽出するかまたは分離することができる、ということである。

40

## 【 0 0 9 0 】

別の好ましい実施形態では、空気力学的ベーン挿入物のかつ環状挿入物のすべてまたは一部を、挿入物を機械加工する必要を最小限にする付加的な製造技法を用いて製作する、さらに別のステップが提供される。これらの付加的な製造方法には、限定されないが、ス

50

テレオリソグラフィ、溶融堆積モデリング、レーザ焼結および電子ビーム溶解が挙げられる。方法の選択は、羽根車の成形温度および所望の寸法公差を含む多くの要素によって決まる。これは、同じ形状のわずかな量の羽根車が製造される用途の場合に特に魅力的である。

【0091】

さらに別の好ましい実施形態では、挿入物のすべてまたは一部は、上述した付加的な製造方法のうちの1つによって作製されるダイを用いて鋳造される。この場合、挿入物材料は、可溶性であるセラミックから構成され得る。

【0092】

本発明による方法の利点は、本方法による完成した羽根車製品が高品質であり、ターボ機械分野に対して上述した革新的な特性を有するという点である。

【0093】

別の利点は、特定の要件に従って完成した羽根車の品質または機械的特性を向上させる構成部品または要素を追加するさらなる段階を提供することが特に容易であるということである。

【0094】

さらなる利点は、空気力学的特性および機械的特性を維持する種々のタイプの羽根車、たとえば2次元羽根車または3次元羽根車等を構築することが可能であるため、この方法は極めて汎用性が高い。

【0095】

本発明は、説明と、限定しない実際的な実施形態を概略的にかつ比例尺でなく示す添付図面とをたどるにより、より明確になろう。より詳細には、図面において、同じ数字は同じかまたは対応する部分を示す。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1A】種々の実施形態のうちの1つによる羽根車の断面図である。

【図1B】種々の実施形態のうちの1つによる羽根車の断面図である。

【図1C】種々の実施形態のうちの1つによる羽根車の断面図である。

【図2】本発明の一実施形態による金型の分解されたアセンブリの図である。

【図3】図2に類似する金型の側面および組立分解図である。

【図4】図3の金型用の構成部品を示す図である。

【図5】図2または図3の金型の構成部品の図のうちの1つである。

【図6】図2または図3の金型の構成部品の図のうちの1つである。

【図7】本発明の特定の実施形態による他の構成部品を示す図である。

【図8】本発明の特定の実施形態による他の構成部品を示す図である。

【図9A】本発明の特定の実施形態による繊維要素を示す図である。

【図9B】本発明の特定の実施形態による繊維要素を示す図である。

【図9C】本発明の特定の実施形態による繊維要素を示す図である。

【図10】図2または図3の金型の断面図である。

【図11A】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図である。

【図11B】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図である。

【図11C】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図である。

【図11D】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図である。

【図11E】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図である。

【図11F】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの1つを示す図

10

20

30

40

50

である。

【図 1 1 G】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの 1 つを示す図である。

【図 1 1 H】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの 1 つを示す図である。

【図 1 1 I】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの 1 つを示す図である。

【図 1 1 L】本発明の種々の実施形態で用いられる複数のファイバのうちの 1 つを示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0097】

すべてのさまざまな図において同じ数字が同じ部分に対応している図面において、本発明の第 1 の実施形態によるターボ機械用の完成した遠心羽根車が、概して数字 10 A で示されている（図 1 A 参照）。この羽根車 10 A は複数の空気力学的ベーン 13 を備え、それは、第 1 のファブリック要素 1 A（図 9 A も参照）によって作製された空気力学的ブレード 15 の間に形成され、概して「マトリックス」として示す第 1 の充填材 M が含浸されている。

【0098】

ファブリック要素、空気力学的ブレードおよび対応するベーンの数および形状は、羽根車の特定の実施形態に応じて変化することが明らかである。上述した説明を参照されたい。

20

【0099】

作動流体が、到来方向 A に沿って各ベーン 13 の入口小穴に入り、ベーン 13 内を通り、方向 B に沿って同じベーンの出口小穴から出る。

【0100】

成形構成部品 19（図 1 A では比例尺で示されていない）が、羽根車 10 A の作動中の作動流体の浸食を防止するように、各ブレード 15 間のベーン 13 の下位壁 13 I に配置されている。有利には、ベーン 13 の上に、実質的に遠心側板形状および機能を有する第 4 のファブリック要素 4 が設けられている。ベーン 13 の下に内部コア要素 21 が関連づけられ、それを複数のさらなるファブリック要素 5、6、7 によって包囲することができる。

30

【0101】

実施形態では、（図 7 の説明も参照されたい）この成形構成部品 19 は、作動流体の流れによってもたらされる浸食プロセスが高い可能性がある、ベーン 13 の下位壁 13 I の形状を実質的に再現するが、これらの構成部品 19 を、別の形状または他の材料で作製することができることを排除するべきではない。後述の説明を参照されたい。

【0102】

図 1 B は第 2 の実施形態を示し、そこでは、羽根車 10 B に、ベーン 13 の上壁とそれらの間のそれぞれのブレード 15 に沿う隣接するベーン 13 の下壁とを交互に包囲するように構成された第 2 のファブリック要素 1 B（図 9 B にも示す）が設けられている。

40

【0103】

図 1 C は第 3 の実施形態を示し、そこでは、羽根車 10 C に、ブレード 15 と各ブレード 15 の間のベーン 13 の上位壁 13 S とを形成するように構成された第 3 のファブリック要素 1 C（図 9 C の説明も参照されたい）が設けられており、この第 3 のファブリック要素 1 C は、ブレードを形成するようにプレートから広がっている複数の成形シートを含む実質的に環状プレートによって構成されている。

【0104】

実施形態 10 B および 10 C の両方において、図自体に示すように、成形構成部品 19、内部コア 21 等として、図 1 A の第 1 の実施形態において説明したものと同一要素を設けることができる。

50

## 【0105】

図2には、基本的に環状挿入物110（この図ではそれ自体組立分解図で示す）と、ベースプレート113と上部リング115との間の内部コア要素21とを備える、前記遠心羽根車10A、10Bおよび10Cを構築するための金型100の組立分解図が示されている。

## 【0106】

環状挿入物110は、この特定の実施形態では、各々が完成した羽根車の空気力学的ベーン13を再現する複数の空気力学的ベーン挿入物200を、実質的に環状またはトロイド形のアセンブリを形成するように組み立てることにより、作製される。後述の部分を参照されたい。

## 【0107】

ベースプレート113は、完成した羽根車10A、10Bまたは10Cの背面を再現するように構成された内面113Aと、内面113Aとは実質的に反対側である外面113Bとを有している。上部リング115は、羽根車の正面を再現するように構成された内面115Aと、内面115Aと実質的に反対側である外面115Bとを有している。

## 【0108】

内部コア要素21は、環状挿入物110の下に関連づけられ、第1の面21A（図2、図3および図9も参照されたい）、反対側の第2の面21Bおよび軸方向穴21Cを示している。第1の面21Aは、ベルに類似する側板形態かまたは、予備成形品110の回面に一致するように構成されたトゥリパン（tullipan）を有しており、反対側の第2の面21Bは、完成した羽根車の背面を実質的に再現するように構成され、軸方向穴21Cには、完成した羽根車を取り付けることができる機械のシャフトRに関連づけることができる。

## 【0109】

この図面において、コア要素21は、第5の繊維要素5、第6の繊維要素6および第7の繊維要素7によって包囲されている。後述の部分を参照されたい。

## 【0110】

これらの図面において、コア要素21の形状は、シャフトと予備成形品110との間の空間を完全に充填するように示されており、応力および同時に完成した羽根車の重量を低減するためにこの空間を部分的に充填するコア要素21を具現化することを排除しないことが留意されなければならない。

## 【0111】

別の有利な実施形態では、コア要素21が金属材料によって作製される場合、これらのさらなるファブリック要素5、6または7を設けることはできない。

## 【0112】

さらに、金属材料によって作製されかつファブリック要素の一部が挿入されたコア要素21に、成形空洞または穴を設けることにより、これらの要素をその上により安定して取り付けることができる。

## 【0113】

さらに、図2には、閉鎖システム119が（この有利な実施形態では）ベースプレート113の内面113Aの縁に固定された複数の閉鎖ピン119Aを備え、上部リング115の内面115Aの縁に、対応する閉鎖穴119Bが作製されており、各空気力学的ベーン挿入物200の特定の位置に挿入穴119Cが設けられていることが示されている。後述の説明を参照されたい。

## 【0114】

本明細書では、閉鎖システム119を具現化の一例として説明しており、このシステムは、特定の実施形態に応じて大きく変化する可能性があることが明らかである。

## 【0115】

図2には、特定の材料、最終的には予備成形品110および/または挿入物200と同じ材料で作製された、完成された羽根車の軸方向穴21Cを形成する軸方向挿入物121

10

20

30

40

50

がさらに示されている。

【0116】

図2は、複数の第1のファブリック要素1Aも示し、それらの各々は、それぞれの空気力学的ベーン挿入物200の外面に関連づけられていることも留意されなければならない、金型100は、図1Bおよび図1Cそれぞれにおいて概略的に示す完成した羽根車を具現化するように、第2のファブリック要素1Bおよび第3のファブリック要素1C（簡単のために図2には示さない）それぞれもさらに備えることができることが明らかである。

【0117】

図3は、図2のものと類似する金型の組立分解かつ側面図を示し、そこでは、挿入物200は合わせて関連づけられて環状挿入物110を形成している。この図では、簡単のために、第1のファブリック要素1Aも第2のファブリック要素1Bも第3のファブリック要素1Cも示されていない。

【0118】

さらに、この図面には、本発明の有利な実施形態で完成した羽根車を形成するように金型100内に設けることができる、第4のファブリック要素4、第5のファブリック要素5および第6のファブリック要素6が示されている。

【0119】

特に、第4のファブリック要素4は、環状挿入物110と上部リング115との間に関連づけられるように構成され、第5のファブリック要素5は、コア21とベースプレート113の内面113Aとの間に関連づけられるように構成され、第6のファブリック要素6は、環状挿入物110とコア21との間に関連づけられるように構成され、第7のファブリック要素7は、コア21の軸方向穴21C内部に関連づけられるように構成されている。これらのファブリック要素4、5、6、7に、製造プロセス中に第1の充填剤Mを含浸させることができる。

【0120】

さらに、図3には、部分的に断面で、かつ完成した羽根車の空気力学的特性が維持されるように完成した羽根車の複数の空気力学的ベーンの環状アセンブリを再現するように構成された環状挿入物110もまた示されている。

【0121】

本明細書に記載する好ましい実施形態では、環状挿入物110は、ベーン環状アセンブリの上面によって作成され、かつ実質的に、ベルまたはトゥリバンに類似する形態を有し、第4のファブリック要素4に適合されることが可能な、第1の面110Aを備えている。第2の面110Bは、第1の面110Aの実質的に反対側であり、ベーン環状アセンブリの下面によって作成され、各ベーン13のブレード15を実質的に再現するように、複数の成形スロット137が設けられ、軸方向穴21Cをターボ機械のロータRに関連づけることができる。

【0122】

この環状挿入物110を、複数の前記空気力学的ベーン挿入物200（これらの図に示すように）を互いに接合することにより、または上述したように単一部片として作製することができる。

【0123】

図4には、完成した羽根車のアセンブリ全体の剛性を増大させ、充填材に対する優先的な流路をなくし、硬化中に亀裂が開始する可能性がある繊維のない充填材料のみを含む領域を回避するように、前記成形スロット137のコーナにおいて空間内部に取り付けることができる、セグメント化されたファブリック要素37（図1Aも参照されたい）が概略的に示されている。

【0124】

好ましい実施形態では、ファブリック要素1～7および37のすべてが、軟性または（半）剛性の特徴を示すファブリック材料によって作製され、そのため、それらを、別個に作製して金型組立中に合わせて関連づけることができる。しかしながら、ファブリック材

10

20

30

40

50

料を、完成した羽根車の使用の種々の実施形態または必要に従って他のタイプによって作製することができる。さらに、これらのファブリック要素を、種々の実施形態に従って種々のタイプの繊維材料で作製することができる。後述の部分を参照されたい。

【0125】

図5および図6には、本発明の有利な実施形態による空気力学的ベーン挿入物200が示されており、そこでは、それは、完成した羽根車のベーン13を再現するように構成された中心領域200Aと、環状挿入物110を具現化する環状アセンブリを配置するように、隣接するベーン挿入物200の成形端部領域200Bおよび200Cそれぞれに関連づけられるように構成された、反対側の成形端部領域200B、200Cとを備えている。特に、端部領域200B、200Cは、側面200Dおよび200Eをそれぞれ備え、それらは、隣接するベーン挿入物200の側面200Dおよび200Eそれぞれと係合することができる。

10

【0126】

有利には、反対側の成形端部領域200B、200Cは、ベーン13のそれぞれ入口小穴および出口小穴を再現する。

【0127】

さらに、この特定の実施形態では、端部領域200B、200Cは、隣接する挿入物200の端部領域と適合するために、同時にベーン挿入物200を金型100内で操作し位置決めするように成形されている。

【0128】

これらの端部領域200B、200Cの形態および形状を、本発明の特定の実施形態に従って変更することができることは明らかである。

20

【0129】

本明細書に示すベーン挿入物200は3次元ベーンを表していることが留意されなければならないが、この挿入物200を、他の異なるタイプ、たとえば2次元ベーン等に従って作製することができることは明らかである。

【0130】

図7に、本発明の有利な実施形態による上述した成形要素19が概略的に示されており、それは、完成した羽根車のベーン13の浸食プロセスが高い部分、たとえばその底部分のみを覆うことができる(図1Aを参照されたい)。

30

【0131】

特に、この成形要素19は、ベーン13の下位壁13Iの形状を再現することができかつそれに関連づけられることが可能な第1の面S1によって(図1Aも参照されたい)、かつベーン13の内側のブレード15の側壁の形状を部分的に再現しかつそれに関連づけられる側縁S2およびS3によって具現化される。有利には、この成形要素19を、ベーン挿入物200の中心領域200Aに関連づけることができ、第1のファブリック要素1A、第2のファブリック要素1Bまたは第3のファブリック要素1Cによって封止することができる。図5および図6も参照されたい。

【0132】

図8には、図7に対して異なる実施形態が示されており、そこでは、成形構成部品20は、ベーン13の壁を完全にコーティングするかまたは覆うことができ、言い換えれば、この成形構成部品20は、作動流体が流れるベーン13を完全に再現することができる閉鎖流路を実質的に形成する。

40

【0133】

特に、この成形要素20は、ベーン13の下位壁13Iの形状を再現しかつそれに関連づけられることが可能な第1の下位面L1により、ベーン13の内側のブレード15の側壁の形状を再現しかつそれに関連づけられる側縁L2およびL3により、かつベーン13の上位壁13Sの形状を再現しかつそれに関連づけられる第2の上位面L4によって具現化される。

【0134】

50



同時に、この成形要素 20 を、挿入物 200 の中心領域 200 A に関連づけ、第 1 のファブリック要素 1 A、第 2 のファブリック要素 1 B または第 3 のファブリック要素 1 C によって封止することができる。

【0135】

これらの成形用度 19、20 を、浸食または腐食に対して耐性のある材料（たとえば金属またはセラミックまたはポリマー等）によって作製することができ、それを用いて、完成した羽根車の機械的耐性をさらに向上させることができる。

【0136】

成形要素 19、20 がベーンの形状を再現しなければならず、そのため、それらを、それらが関連づけられなければならない特定のベーンの形状に従って 3 次元タイプもしくは 2 次元タイプまたは他のタイプとすることができ、それが明らかである。

10

【0137】

成形要素 19、20 を、充填材 M により、またその成形品によって単純かつ有用な方法で、ベーン 13 内側に固定することができ、それが留意されなければならない。

【0138】

図 9 A は、ベーン 13 の形状をおよそ再現する形状を示す第 1 のファイバ要素 1 A（図 1 A もまた参照されたい）を示す。この場合、この要素 1 A を、いかなるタイプの繊維（上述したように）によって作製することも可能であり、有利には、挿入物 200 の端部領域 200 B または 200 C を通過するようにかつその後中心領域 200 A の周囲を閉鎖するように拡大するように、半弾性とするかまたは柔軟性があるようにすることができ、さらなる実施形態では、挿入物 200 は、端部領域 200 B、200 C を含むことができないことが明らかである。別の実施形態では、要素 1 A を、挿入物 200 の上に直接編み組むかまたは他の方法で製作することができ、それによりファブリックの変形が不要となる。

20

【0139】

図 9 B は第 2 の繊維要素 1 B（図 1 B も参照されたい）を示し、それは、ベーン 13 の上位壁 13 S とそれらの間のそれぞれのブレード 15 に沿った隣接するベーン 13 の下位壁 13 I とを交互に包囲するように構成された形状を示している。特に、この第 2 の要素 1 B は、ベーン挿入物 200 および隣接するベーン挿入物 200 を金型 100 の組立中にその表面において対向するように配置して、環状アセンブリのすべてのベーン 13 を連続的に形成するように成形された側板によって実質的に作製される。

30

【0140】

図 9 C は第 3 の繊維要素 1 C（図 1 C も参照されたい）を示し、それは、環状プレートにより上位壁 13 S または下位壁 13 I を形成するように実質的に作製され、ブレード面がこのプレートから広がって完成した羽根車のブレード 15 を形成する構成を示しており、この第 3 のファブリック要素 1 C を、金型 100 の組立中に、実質的に環状挿入物 110 の上に（図 9 C に示すように）、または環状挿入物 110 の下に（図 1 C に示すように）配置することができる。

【0141】

図 10 には、図 2 および図 3 の金型 100 の断面が概略的に示されており、そこでは、特に、ベーン挿入物 200 と、内部に上述したファブリック要素 1 ~ 7 が収容されかつ充填材 M が充填されている空の空間とが示されている。

40

【0142】

特に有利な実施形態では、隣接するファブリック要素が厳密に互いに接触するように内側に配置されたファブリック要素 1 ~ 7 を突き合わせるかまたは互いに押し付けるように、空の空間が作成される。

【0143】

このように、可能な限り 2 つの隣接する繊維要素 1 ~ 7 の間の空の空間を低減することが可能であり、充填材 M は、高くかつ制御された繊維体積分率を提供するために同じ繊維要素 1 ~ 7 の繊維間の空間を充填することができ（上述した部分を参照）、特に、閉鎖し

50

た金型を用いて、高くかつ制御された繊維体積分率を提供するようにこれらの空間を制御することが可能である。

【0144】

充填材Mを、ベースプレート113にかつ／または上部リング115に作成された複数の注入穴123から注入することができる。

【0145】

図11A～図11Lには、本発明の種々の実施形態による繊維要素1A、1B、1C、4、5、6、7または37を作製するために使用することができる複数の繊維が示されている。

【0146】

特に、図11Aには、充填材Mを備えた複合材料が示されており、その内部には、完成した羽根車の使用中に繊維要素に対する最適な強度分布を有するために、優先的な方向に配向され得る複数の連続繊維R2が封止されている。

【0147】

図11Bおよび図11Cには、その内部には、複数の粒子繊維R3およびそれぞれの不連続繊維R4が封止されている充填材Mから構成された複合材料が示されている。

【0148】

図11D～図11Lには、それぞれ、二軸メッシュR5、縫合メッシュR6、三軸メッシュR7、多層歪みメッシュR8、3次元撚糸メッシュR9、円筒状3次元メッシュR10および3次元織合せメッシュR11からなるそれぞれの繊維が示されている。これらのタイプすべての繊維またはメッシュを、繊維要素に対する最適な強度分布を有するために異なるように配向させることができる。

【0149】

長年、特定の実施形態によって使用することができる特定の用途に対して特定の特性を示す、多くのタイプの合成繊維が開発されたことが留意されなければならない。

【0150】

たとえば、会社「High Performance Fibers b.v. Corporation」のDyneema（登録商標）（「Gel Spun Polyethylene」またはHDPEとしても知られる）は、牽引用のケーブルの製造に適している合成繊維であり、それは、カイトサーフィン、登山、魚釣り等のスポーツおよび甲冑の製造等に使用され、Dyneemaに類似する別の繊維は、米国企業によって特許が取得されたSpectra（登録商標）であり、市販の別の繊維は、Nomex（登録商標）、すなわちDuPontにより60年代初頭に作製されたメタアラミド物質である。

【0151】

開示した例示的な実施形態は、革新的な特徴を備えた羽根車を具現化する目的物および方法を提供する。この説明は本発明を限定するようには意図されていないことが理解されるべきである。反対に、例示的な実施形態は、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の趣旨および範囲に含まれる、代替形態、変更形態および均等物をカバーするように意図されている。さらに、例示的な実施形態の詳細な説明では、請求項に記載の発明が完全に理解されるために多数の特定の詳細を示している。しかしながら、当業者は、こうした特定の詳細なしにさまざまな実施形態を実施することができることを理解するであろう。

【0152】

本例示的な実施形態の特徴および要素を、実施形態では特定の組合せで説明しているが、各特徴または要素を、実施形態の他の特徴および要素なしに単独で、または本明細書に開示した他の特徴および要素があってもなくてもさまざまな組合せで 사용할ことができる。

【0153】

この記載されている説明は、例を用いて、最良の形態を含む発明を開示するとともに、あらゆる当業者が、任意の装置またはシステムを作成し使用しかつ任意の組み込まれた方

10

20

30

40

50

法を実行することを含む、本発明を実施することができるようにする。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者には思いつく他の例も含むことができる。こうした他の例は、請求項の文字通りの言語とは異なる構造的要素を有する場合、または請求項の文字通りの言語とはごくわずかに相違する等価な構造的要素を含む場合、請求項の範囲内にあるように意図されている。

【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

1 A ファブリック要素

1 B ファブリック要素

1 C ファブリック要素

4 ファブリック要素

5 ファブリック要素

6 ファブリック要素

7 ファブリック要素

1 0 A 羽根車

1 0 B 羽根車

1 3 ベーン

1 3 I 下位壁

1 3 S 上位壁

1 5 ブレード

1 9 成形構成部品

2 0 空気力学的ベーン挿入物

2 1 内部コア要素

2 1 C 軸方向穴

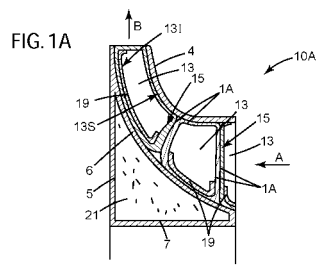
3 7 ファブリック要素

1 1 5 成形スロット

10

20

【図 1 A】



【図 1 B】

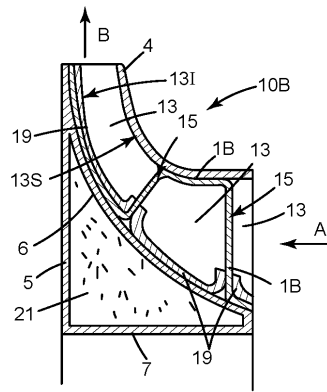
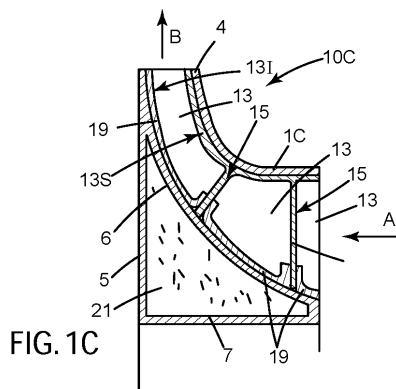
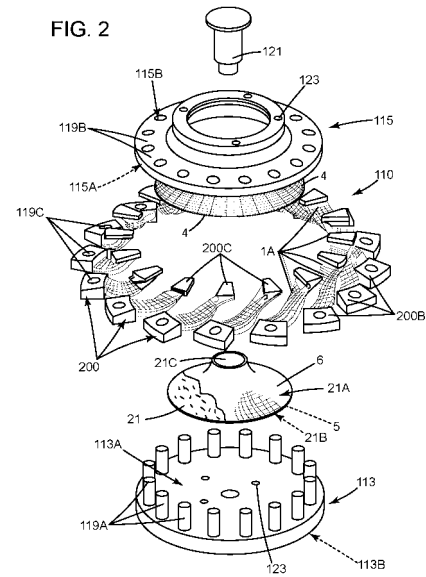


FIG. 1B

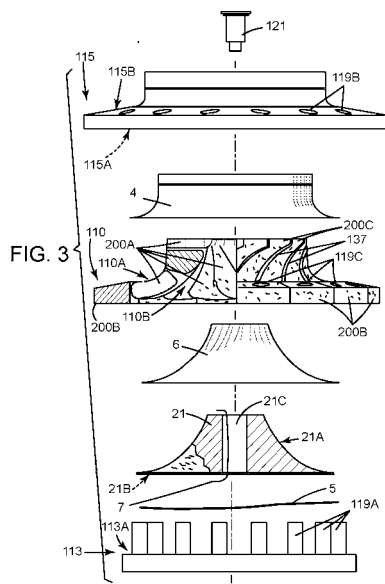
【図 1 C】



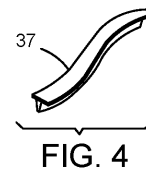
【図 2】



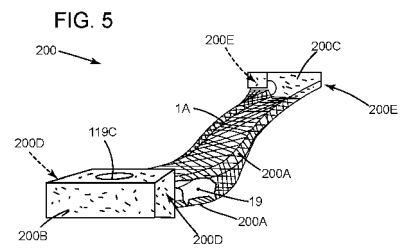
【 図 3 】



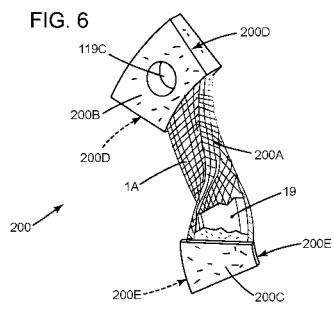
【 図 4 】



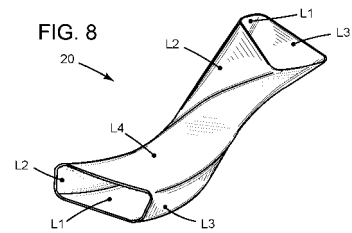
【 図 5 】



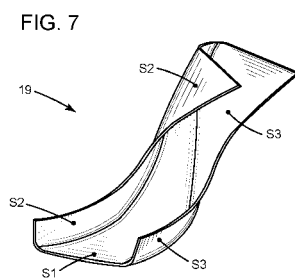
【 図 6 】



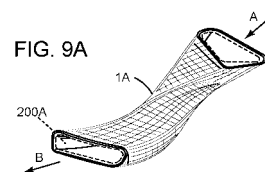
【 図 8 】



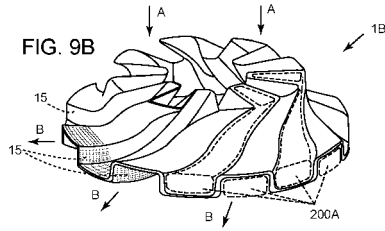
【 図 7 】



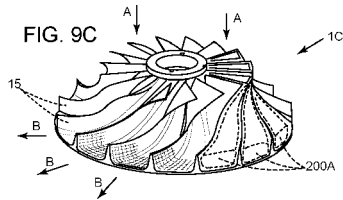
【 図 9 A 】



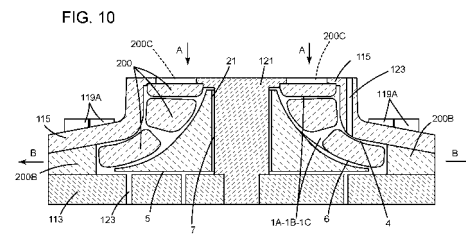
【図 9 B】



【図 9 C】

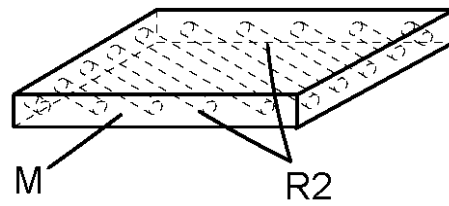


【図 1 0】



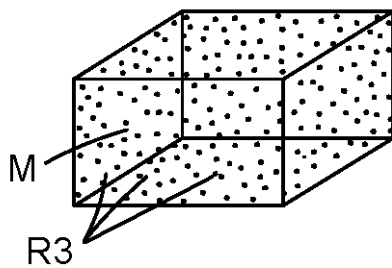
【図 1 1 A】

FIG. 11A



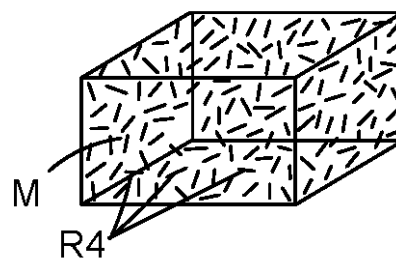
【図 1 1 B】

FIG. 11B

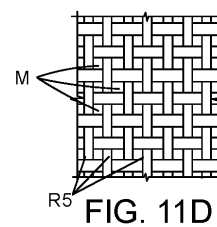


【図 1 1 C】

FIG. 11C



【図 1 1 D】



【図 1 1 E】

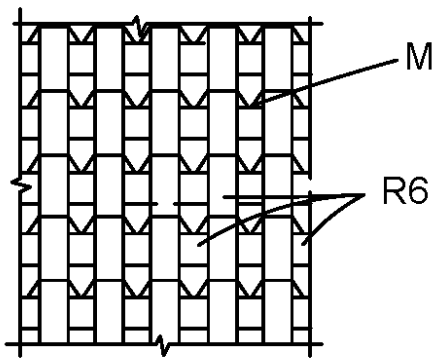


FIG. 11E

【図 1 1 G】

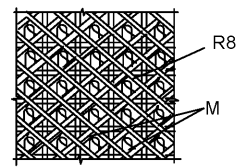


FIG. 11G

【図 1 1 F】

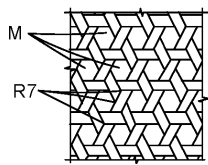


FIG. 11F

【図 1 1 H】

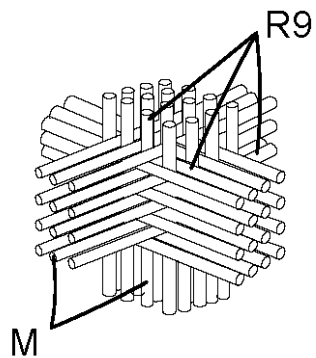


FIG. 11H

【図 1 1 I】

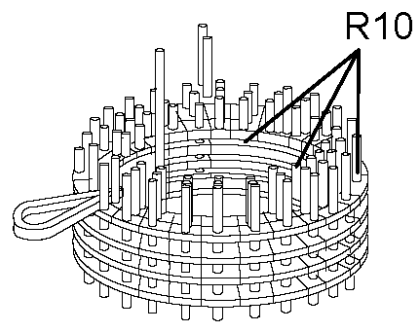


FIG. 11I

【図 11 L】

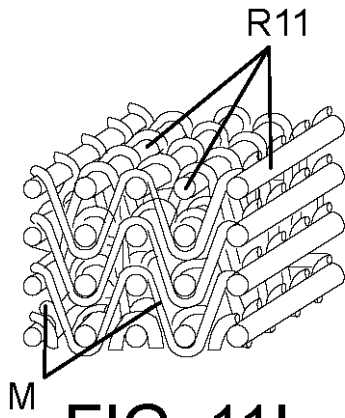


FIG. 11L



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2010/057623

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04D29/02 F04D29/22 F04D29/28  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F04D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 39 293 A1 (INST VERBUNDWERKSTOFFE GMBH [DE]) 3 June 1993 (1993-06-03) columns 1-2; figures 1-4 -----	1-10
X	US 5 800 128 A (BODMER URS [CH] ET AL) 1 September 1998 (1998-09-01) columns 1-4; figures 1-3 -----	1-10
X	US 4 676 722 A (MARCHAL PHILIPPE [FR] ET AL) 30 June 1987 (1987-06-30) cited in the application columns 1-4; figures 1-7 -----	1-10
X	DE 101 04 170 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 1 August 2002 (2002-08-01) columns 1-3; figures 1-5 -----	1-10
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2011

Date of mailing of the international search report

31/03/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Homan, Peter

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2010/057623

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 845 398 A (MAUMUS JEAN-PIERRE [FR] ET AL) 8 December 1998 (1998-12-08) columns 3-6; figures 1-4 -----	1-10
X	DE 85 19 005 U1 (KLIFA - FAHRZEUGTEILE GMBH & CO [DE]) 27 February 1986 (1986-02-27) pages 4-5; figures 1-3 -----	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2010/057623

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4139293	A1	03-06-1993	NONE
US 5800128	A	01-09-1998	DE 19525829 A1 16-01-1997 EP 0754863 A1 22-01-1997
US 4676722	A	30-06-1987	BR 8400282 A 28-08-1984 DE 3461115 D1 04-12-1986 EP 0115451 A2 08-08-1984 ES 8500395 A1 01-01-1985 FR 2539824 A1 27-07-1984 IN 159386 A1 09-05-1987 JP 59150997 A 29-08-1984
DE 10104170	A1	01-08-2002	NONE
US 5845398	A	08-12-1998	CA 2184522 A1 01-03-1997 CN 1148673 A 30-04-1997 DE 69616460 D1 06-12-2001 DE 69616460 T2 18-07-2002 EP 0761978 A1 12-03-1997 ES 2165964 T3 01-04-2002 FR 2738304 A1 07-03-1997 JP 9105304 A 22-04-1997 RU 2135779 C1 27-08-1999
DE 8519005	U1	27-02-1986	NONE

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 4 D 29/30	G
	F 0 4 D 29/30	A

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, IL, IN, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ガイノッチ, マッシモ

イタリア、アイ - 5 0 1 2 7・フィレンツェ、2、ヴィア・フェリーチェ・マテウッチ

(72)発明者 ジョヴァネッティ, イアコボ

イタリア、フィレンツェ、アイ - 5 0 1 2 7・フィレンツェ、2、ヴィア・フェリーチェ・マテウッチ

(72)発明者 マッシーニ, アンドレア

イタリア、アイ - 5 0 1 2 7・フィレンツェ、2、ヴィア・フェリーチェ・マテウッチ

(72)発明者 アクセル, ビューレント

アメリカ合衆国、テキサス州・7 7 0 8 6 - 3 2 1 6、ヒューストン、ノース・ヒューストン・ロスリン・ロード、1 2 2 2 1番

(72)発明者 ラナウド, クリストフ

ドイツ、デーケイ - 8 5 7 4 8・ガルヒング・バー・ミュンヘン、フライジンガー・ラントストラッセ、5 0 番

(72)発明者 オフリン, ジュリアン

ドイツ、デーケイ - 8 5 7 4 8・ガルヒング・バー・ミュンヘン、フライジンガー・ラントストラッセ、5 0 番

(72)発明者 フィン, スコット

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・1 2 3 0 9 - 1 0 2 7、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル

Fターム(参考) 3H130 AA02 AA12 AB22 AB27 AB46 AB47 AC01 BA22C BA23C BA24C  
BA98C CB01 CB05 CB19 EA01C EC03C EC05C EC17C