

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6022941号  
(P6022941)

(45) 発行日 平成28年11月9日(2016.11.9)

(24) 登録日 平成28年10月14日(2016.10.14)

(51) Int.Cl.

F04D 29/38 (2006.01)

F 1

F 04 D 29/38

A

F 04 D 29/38

E

請求項の数 13 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-542424 (P2012-542424)  
 (86) (22) 出願日 平成22年11月8日 (2010.11.8)  
 (65) 公表番号 特表2013-513062 (P2013-513062A)  
 (43) 公表日 平成25年4月18日 (2013.4.18)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2010/067007  
 (87) 國際公開番号 WO2011/069762  
 (87) 國際公開日 平成23年6月16日 (2011.6.16)  
 審査請求日 平成25年11月8日 (2013.11.8)  
 (31) 優先権主張番号 0905893  
 (32) 優先日 平成21年12月7日 (2009.12.7)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 510337414  
 ヴァレオ システム テルミク  
 フランス国 エフ-78320 ル メス  
 ニル サン ドゥニ ラ ヴェリエール  
 リュ ルイ ロルマン 8  
 (74) 代理人 100060759  
 弁理士 竹沢 荘一  
 (74) 代理人 100087893  
 弁理士 中馬 典嗣  
 (74) 代理人 100086726  
 弁理士 森 浩之  
 (72) 発明者 マニュエル エンネル  
 フランス国 エフ-78310 オウファ  
 ルジ アリー デ コント ドゥ モンフ  
 オール 10

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】自動車等のファン用プロペラ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ハブ(12)と、前記ハブ(12)から外側に向けて放射状に延びる複数のブレード(14)とを備えるファン用プロペラであって、前記ブレード(14)の各々は、中立軸(32)と、前記ブレード(14)の前縁(28)及び後縁(30)の間を延びるスパン(36)とを有する断面輪郭を備えるファン用プロペラにおいて、

前記ブレード(14)は、その長さの少なくとも一部において、扁平化されたS字型形状に形成された断面輪郭を備え、これにより、前記中立軸(32)は、反曲点(34)を有することができ、かつ前記前縁(28)及び前記反曲点(34)の間の凸状湾曲(C<sub>1</sub>)と、前記反曲点(34)及び前記後縁(30)の間の凹状湾曲(C<sub>2</sub>)との2つの反対向きの湾曲を備えており、

前記ブレード(14)は、前記ハブ(12)の近傍領域における前記断面輪郭から、前記ブレード(14)の外側端部領域における航空機の翼型の断面輪郭であって、その中立軸が反曲点を有さない断面輪郭まで、延在方向において変化している断面輪郭を有していることを特徴とするファン用プロペラ。

## 【請求項 2】

前記反曲点(34)は、前記前縁(28)から測って、前記スパン(36)の長さの20%~80%の範囲内に位置していることを特徴とする請求項1に記載のファン用プロペラ。

## 【請求項 3】

前記反曲点(34)は、前記前縁(28)よりも前記後縁(30)の近くに位置していることを特徴とする請求項1又は2に記載のファン用プロペラ。

【請求項4】

前記反曲点(34)における前記中立軸(32)に対する接線(T)は、前記スパン(36)と交差して、少なくとも4度の角度(A)をなしていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のファン用プロペラ。

【請求項5】

前記断面輪郭の凸状湾曲(C<sub>1</sub>)は、少なくとも2%の矢高を有しており、前記矢高は、前記スパン(36)に対する前記中立軸(32)の高さ(H<sub>1</sub>)と、前記スパン(36)の長さ(L)との比であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のファン用プロペラ。10

【請求項6】

前記断面輪郭の前記凹状湾曲(C<sub>2</sub>)は、少なくとも2%の矢高を有し、前記矢高は、前記スパン(36)に対する前記中立軸(32)の高さ(H<sub>2</sub>)と、前記スパン(36)の長さ(L)との比であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のファン用プロペラ。

【請求項7】

ハブ(12)と、前記ハブ(12)から外側に向けて放射状に延びる複数のブレード(14)とを備えるファン用プロペラであって、前記ブレード(14)の各々は、中立軸(32)と、前記ブレード(14)の前縁(28)及び後縁(30)の間を延びるスパン(36)とを有する断面輪郭を備えたファン用プロペラにおいて、20

前記ブレード(14)は、その長さの少なくとも一部において、前記中立軸(32)が、前記前縁(28)及び前記中間点(38)の間の凸状湾曲(C<sub>1</sub>)と、前記中間点(38)及び前記後縁(30)の間の略平坦部(P)とを有するように形作られた断面輪郭を備えており、

前記中間点(38)は、前記中立軸(32)に対する接線(T)と前記スパン(36)がなす角度が最大となる点に位置しており、

前記ブレード(14)は、前記ハブ(12)の近傍領域における前記断面輪郭から、前記ブレード(14)の外側端部領域における航空機の翼型の断面輪郭であって、その中立軸が前記中間点(38)と実質的に一致している反曲点を有さない断面輪郭まで、延在方向において変化している断面輪郭を有していることを特徴とするファン用プロペラ。30

【請求項8】

前記中立軸(32)に対する接線(T)は、前記スパン(36)と交差して、少なくとも4度の角度(B)をなしており、かつ前記角度(B)は、前記中立軸(32)に対する接線(T)と前記スパン(36)がなす角度が最大となる位置における角度であることを特徴とする請求項7に記載のファン用プロペラ。

【請求項9】

前記角度(B)は、8度～12度の間にあることを特徴とする請求項8に記載のファン用プロペラ。

【請求項10】

前記略平坦部(P)は、前記スパン(36)の長さの20%～60%の長さ(1)を有していることを特徴とする請求項7～9のいずれか1項に記載のファン用プロペラ。

【請求項11】

少なくとも0.5の剛率を有し、この剛率は、所定の半径の位置におけるブレード(14)のスパン(36)の長さ(L)に、ブレードの個数を乗じ、その半径における円の周長で割った比であることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載のファン用プロペラ。

【請求項12】

前記剛率は、前記ハブ(12)の近傍の前記ブレード(14)の基部から前記ブレード(14)の端部に向けて減少していることを特徴とする請求項11に記載のファン用プロ40

ペラ。

【請求項 1 3】

前記剛率は、前記ブレード(14)の基部から前記ブレード(14)の端部に至るまでに、約0.9から約0.5まで変化していることを特徴とする請求項12に記載のファン用プロペラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ファン用プロペラに関する。

より詳細には、本発明は、ハブと、ハブから外側に向けて放射状に延びるブレードとを備えるファン用プロペラに関する。各ブレードは、前縁及び後縁と、中立軸と、前縁と後縁の間のスパンとを有し、全体として、航空機の翼型の断面形を有している。

【背景技術】

【0002】

この種のプロペラは、主として自動車に用いられるものであり、例えば、自動車のエンジンの冷却ラジエーターを含む少なくとも1つの熱交換器を備える冷却モジュールを通る空気の流れを加速するためのエンジン用ファン装置において用いられている。

【0003】

この場合、プロペラは、回転駆動されるために、電動モータのシャフトに固定されている。

【0004】

プロペラのブレードは、ハブから延びており、プロペラの外側端は、自由端となっているか、又は、「ガイド」とも呼ばれているリングによって連結されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

自動車のエンジン用ファン装置を利用する場合、プロペラは、広い範囲の条件の下で作動しなければならず、極めて小さなエネルギーで、大きな流速の空気流を作り出さなければならない。

【0006】

これらの条件を満たすため、プロペラは、従来、ファンのトルクを低減するように、少数(典型的には5枚から9枚)のブレードを備え、各ブレードは、限られた長さのスパンを有するものとなっている。

【0007】

そのため、自動車において用いられるファンの多くは、プロペラの中心から一定の半径内において、小さな割合の幾何学的広がりを有するものとなっている。この割合は、「剛率」としても知られているもので、ブレードの数を乗じ、関連する半径上における周囲長で割ったスパンの長さとして定義される。よって、この割合は、プロペラが有するブレードの数が多くなり、またブレードのスパンが大きくなるほど、高くなる。

【0008】

剛率の小さなファン用プロペラは、作動状況や、他の機械的構成との近接や、ブレードの端部における空気の再循環現象の影響を受けやすいという問題点を有している。

【0009】

状況が好ましくない場合には、全体的な効率が低下し、冷却状況が低下するか、又は/及びファンを十分な回転速度で駆動するためのエネルギーの必要量が増大することとなる。

【0010】

さらに、このような公知のファンにおいては、プロペラのブレードは、通常、従来の航空機の翼型断面を有しており、この断面においては、その中立軸は、一定方向に湾曲している。

10

20

30

40

50

**【0011】**

本発明の目的は、上記問題点を克服することである。

**【0012】**

本発明の目的は、高い流速を提供することができ、またエネルギー必要量が小さく、広い範囲の作動条件で作動し得るファン用プロペラを提供することである。

**【課題を解決するための手段】****【0013】**

この目的のため、本発明の第1の実施形態では、ブレードは、少なくともその長さの一部において、扁平化されたS字形の断面を有し、従って、中立軸は、反曲点を有し、2つの反対向きの湾曲、すなわち、前縁と反曲点の間における凸状湾曲と、反曲点と後縁の間における凹状湾曲とを有している。

**【0014】**

したがって、各ブレードは、その長さ方向の少なくとも一部において、著しい抗力の増大や、それに伴うファンのトルクの増大を果たすことなく、適切な値の剛率を保持することができる特有の断面形状を有していることを特徴としている。

**【0015】**

この特有の空気力学的断面形は、その中立軸が、反曲点を有し、この反曲点は、それが反対向きの湾曲を有する2つの連続した曲線状のものであるという事実から引きだされたものである。

**【0016】**

この特有の断面形により、改善された性能を発揮し、効率が低下することなく作動しうるプロペラを提供することが可能となっている。

**【0017】**

反曲点は、前縁から、スパンの20~80%のところに位置していると有利である。

しかしながら、反曲点は、前縁よりも後縁の近くに位置していることが望ましい。

**【0018】**

本発明の他の特徴によれば、反曲点のレベルにおける中立軸に対する接線は、スパンと交差し、最小で4度、望ましくは10~20度傾いている。

**【0019】**

断面輪郭の凸状湾曲は、少なくとも2%の矢高を有し、断面輪郭の凹状湾曲は、少なくとも2%の矢高を有すると有利である。なお、矢高とは、スパンに対する中立軸の高さと、スパンの長さの比のことである。

**【0020】**

本発明の第2の実施形態においては、ブレードは、その長さの少なくとも一部において、中立軸が、前縁と中間点の間の凸状湾曲と、中間点と後縁の間の略平坦な部分を有するように形成された断面輪郭を有している。

**【0021】**

特に中間点の領域における中立軸の接線は、スパンと交差し、少なくとも4度の角度をなしている。この角度は、中立軸に対する接線とスパンのなす角度が最大となる位置において考慮される。

**【0022】**

本発明の他の特徴によれば、中間点は、中立軸の反曲点と実質的に一致している。

**【0023】**

平坦な部分は、スパンの20~60%の長さを有しているのが好ましい。

**【0024】**

本発明の第1又は第2の実施形態にしたがって形成された断面輪郭は、必ずしも、ハブのレベルにあるルートから外側端部に至るブレードの全長にわたって設けられなくてもよい。

**【0025】**

望ましい実施形態によれば、ブレードは、ハブのレベルにあるルートの領域における断

10

20

30

40

50

面形状から始まって、中立軸の反曲点なしで、ブレードの端部領域における航空機の翼型の断面形状で終わる進展型の断面輪郭を有している。

【0026】

本発明の他の特徴によれば、ファン用プロペラは、少なくとも0.5の剛率を有している。有利には、剛率は、ハブのレベルにあるブレードのルートからブレードの端部領域に向けて減少する。

【0027】

例えば、剛率は、ブレードのルートからブレードの端部に至るまでに、約0.9から約0.5に変化する。

【0028】

以下、添付図面を参照して、単なる例について説明する。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明によるファン用プロペラの斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態によるブレードの横断面を示す図である。

【図3】前縁の領域において、図2のブレードの詳細を拡大して示す図である。

【図4】後縁の領域において、図2のブレードの詳細を拡大して示す図である。

【図5】本発明の第1の実施形態による他のブレードの扁平化された断面図であり、断面における凸状湾曲及び凹状湾曲のそれぞれの矢高を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施形態によるブレードの進展型の横断面を示す図である。

20

【図7】図1のファン用プロペラと類似するファン用プロペラの斜視図であり、ハブに近接した領域における断面と、中間領域における断面と、プロペラのリングに近接した領域における断面との、ブレードの3つの円筒断面を示す図である。

【図8A】図7のハブに近接した領域における断面に対応するブレード断面輪郭の扁平化された横断面図である。

【図8B】図7の中間領域における断面に対応するブレード断面輪郭の扁平化された横断面図である。

【図8C】図7のプロペラのリングに近接した領域における断面に対応するブレード断面輪郭の扁平化された横断面図である。

【図9】従来技術におけるプロペラの2つのブレード間の空気流を概略的に示す図である。

30

【図10】本発明によるプロペラの2つのブレード間の空気流を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

まず、本発明によるプロペラ10を示す図1を参照する。プロペラ10は、例えば、自動車のエンジン用ファン装置の一部を構成するものである。このプロペラは、有利には、例えば繊維又はガラス玉が充填されたポリアミド等の適当な樹脂材料を、一体成形して製造されるものである。プロペラ10は、「ボウル」とも呼ばれるハブ12を備えている。ハブ12は、所要の回転方向に軸XXの周りに回転駆動されるように、電気モータの駆動シャフト(図示せず)にキー止めしうるようになっている。

40

【0031】

例えば7枚のブレードである複数のブレード14が、ハブ12から放射状に延びている。これらのブレードは、ハブ12に取り付けられた内側端部16(「ルート」又は「足部」としても知られている)と、外側端部18とを備えている。本実施形態では、外側端部18は、外側リング20(「ガイド」としても知られている)に接続されている。しかしながら、図示しない変形例として、ブレードの外側端部18を、自由端とすることもある。中間領域22は、端部16と18の間に延びている。

【0032】

次に図2は、ブレード14の扁平化された横断図、すなわち、プロペラの軸XXの周りの回転の円柱表面によりブレードを横断し、この円柱表面を扁平化することにより得られ

50

る閉曲線を示している。ブレード 14 は、扁平化された S 字型の断面輪郭形状を有している。この断面輪郭は、曲線形の内側面 24 と、曲線形の外側面 26 により画成されている。これら 2 つの面は、前縁 28 と後縁 30 で接続されている。

#### 【0033】

本実施形態における断面形状は、反曲点 34 を持つ中立軸 32 を有する特徴的な形状を有している。中立軸は、1 次近似において、断面を形成する内側面 24 と外側面 26 の中間に位置する中央線と一致するものである。中立軸 32 は、反曲した曲率又は湾曲を有している。このため、中立軸 32 は、反対向きの 2 つの湾曲、すなわち、前縁 28 と反曲点 34 の間との凸状湾曲  $C_1$  と、反曲点 34 と後縁 30 との間の凹状湾曲  $C_2$  を備えている。従って、中立軸 32 は、前縁 28 と後縁 30 を結ぶスパン 36 の両側から延びている。

10

#### 【0034】

図 2 から分かるように、反曲点 34 は、前縁から測って、スパンの長さ  $L$  の 20 ~ 80 % の地点に位置している。図 2 に示すように、反曲点 34 が位置する領域 D は、矢高を有する区間の形状を有している。一般に、反曲点 34 は、図 2 のように、前縁 28 よりも後縁 30 の近くに位置していることが望ましい。

#### 【0035】

反曲点のレベルにおいて、中立軸に対する接線 T は、スパン 36 と交差し、少なくとも 4 度の角度 A をなしている。この角度 A は、10 ~ 20 度であることが望ましい。この角度が、これより大きくなると、湾曲  $C_1$  及び / 又は  $C_2$  が強くなり過ぎてしまう。

20

#### 【0036】

断面における凸状湾曲  $C_1$  は、少なくとも 2 % の矢高を有している。ここで、矢高とは、スパン 36 に対する中立軸 32 の高さ  $H_1$  と、スパン 36 の長さ  $L$  の比のことである(図 3 参照)。矢高は、例えば、4 ~ 8 % である。

#### 【0037】

同様に、断面における凹状湾曲  $C_2$  は、少なくとも 2 % の矢高を有している。ここで、矢高とは、スパン 36 に対する中立軸 32 の高さ  $H_2$  と、スパンの長さ  $L$  の比のことである(図 4 参照)。矢高は、例えば、4 ~ 8 % である。

#### 【0038】

図示の実施形態では、 $H_1$  は  $H_2$  よりも大きく、そのため、凸状湾曲  $C_1$  の矢高は、凹状湾曲  $C_2$  の矢高よりも大きくなっている。

30

#### 【0039】

図 5 は、図 2 に示したブレードの断面と類似する他のブレードの断面を示す。また、高さ  $H_1$  及び  $H_2$  と角度 A が明示されている。

#### 【0040】

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態によるブレード 14 の扁平化された断面図であり、上述の第 1 の実施形態におけるブレードの断面と類似するブレードの断面を示している。この実施形態では、ブレード 14 の中立軸 32 は、その長さの少なくとも一部において、前縁 28 と中間点 38 の間の凸状湾曲  $C_1$  と、中間点 38 と後縁 30 の間のほぼ平坦な部分 P とを有する断面とされている。

40

#### 【0041】

特徴的な形態では、中間点 38 の領域における中立軸に対する接線 T は、スパン 36 と交差し、少なくとも 4 度の角度 B をなしている。この角度 B は、中立軸に対する接線とスパンのなす角度が最大となる位置におけるものである。この角度 B は、望ましくは 10 ~ 20 度であり、例えば 8 度及び 12 度である。

#### 【0042】

中間点 38 は、凸状湾曲  $C_1$  と平坦部 P の接合点に位置する中立軸 32 の反曲点と実質的に一致している。

#### 【0043】

平坦部 P は、スパン 36 の長さ  $L$  の 10 ~ 80 %、特に 20 ~ 60 % の長さを有している。この長さは、図 6 の実施例では、スパン 36 の長さ  $L$  のほぼ 3 分の 1 である。従って

50

この例では、中間点 3 8 は、前縁 2 8 よりも後縁 3 0 の近くにある。

【0044】

本発明の第1及び第2の実施形態における断面輪郭は、ブレード14の全長にわたって、又はこの全長の一部にのみ設けることができる。この実施形態では、ブレード14は、ハブのレベルにあるブレードのルートの領域から始まって、ブレードの端部領域に至るまで続く断面形を有している。

【0045】

次に、本発明の第1の実施形態における進展する断面形の例を説明するために、図7と、図8A、図8B及び図8Cを参照する。図7は、プロペラの一部を示す図であり、ブレードの1つは、ハブに近いルートの領域と、中間領域と、リングに近い外側端部に近い領域において、それぞれ円筒断面VIIIA、VIIIB及びVIIICの3つの位置で切断されている。

【0046】

図8A、図8B及び図8Cは、対応する横断面図である。これらは、内側端部領域16(ルート)から、中間領域22(図8B)を経て、外側端部領域18に至る断面の変化を示している。図から分かるように、断面は、ルート領域(図8A)において、外側領域(図8C)におけるよりも大きく湾曲しており、移行部(図8B)を備えている。

【0047】

(本実施形態では扁平化されたSの形状を有する)断面形状を、ブレードの長さの少なくとも一部に設けた他のブレード形状とすることも可能である。この断面形は、本発明の第1又は第2の実施形態における特定の形状から進んで、湾曲の反転を有さず、反曲点を有しない航空機の翼型の従来形状に近くなっている。

【0048】

第1の実施形態においては、凸状湾曲は、凹状湾曲によって延長されているが、第2の実施形態においては、凸状湾曲は、ほぼ平坦な部分によって延長されている。どちらの場合においても、凸状湾曲は、後縁に至る延長部(凹状湾曲又は略平坦な部分)を備えており、プロペラによって動かされる流体の流れに影響を与えるものである。

【0049】

次に、本発明によるプロペラの作用を、従来技術によるプロペラと比較して説明する。

【0050】

図9は、従来のプロペラにおける空気流線を示している。従来のプロペラは、ブレードが航空機の翼型の断面形を有しており、(上述したように)ソリディティ、すなわち充実比は小さい。

【0051】

オイラーの理論が示すように、タービン機関において、圧力の増加は、ブレードのスパンに沿った流れの偏向に依存する。多数の空気力学的断面形が、この種の偏向を得るために用いられてきた。高い剛率、すなわち、互いに近くに配置されたブレードにより、より良い案内が得られる。

【0052】

一方、ソリディティ(充実比)が低いと、流れの案内は非効率的であり、図9に示すように、前縁側において流れの分離が発生する。この図から分かるように、空気の流れは分離され、下側面Iではうまく案内されるが(矢印F<sub>1</sub>)、上側面Eでは乱流を生じ易い(矢印F<sub>2</sub>)。

【0053】

この乱流の発生を避けるための従来の解決策は、スパンを断面形状の長いものとするか、より多くのブレードを用いることによって、剛率を向上させることである。しかしこれは、ファンのトルクを増大させることになる。従って、この種の解決は、自動車のエンジン用ファンに用いられる直流モータにおける技術的制約に、必ずしも合致しないものである。

【0054】

10

20

30

40

50

本発明によれば、上述のような断面を採用したことにより、この種の不都合を回避することができる。

【0055】

図10は、本発明によって形作られた（本例では扁平化されたS字形を有している）断面輪郭形状により、空気流線F<sub>1</sub>が、図9の場合のような分離又は乱流を形成することなく、互いに一緒に続いている様子を示す。これらの線は、ブレー14の間で案内され、絞られている。同様のことが、本発明の第2の実施形態によって形成された断面輪郭によっても得られる。

【0056】

本発明において、剛率は、少なくとも0.5であると有利であり、ブレードのルートからブレードの端部に至るまで、約0.9から約0.5まで変化し得る。従来のブレードと比較すると、従来のブレードの剛率は、ルートにおける約0.7から、端部における0.3まで変化する。このように、高い剛率により、本発明の第1又は第2の実施形態による断面によれば、乱流の発生その他の攪乱を生じることなく、また大きなトルクを必要とすることなく、より良い効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【0057】

本発明の優先的な利用分野は、自動車のエンジン用ファン装置である。

【符号の説明】

【0058】

10 プロペラ

10

12 ハブ

14 ブレード

16 内側端部

18 外側端部

20 外側リング

24 内側面

26 外側面

28 前縁

30 後縁

30

32 中立軸

34 反曲点

36 スパン

38 中間点

B 角度

C<sub>1</sub> 凸状湾曲

C<sub>2</sub> 凹状湾曲

E 上側面

H 中立軸の高さ

I 下側面

L スパンの長さ

P 平坦部

T 接線

40

【図1】

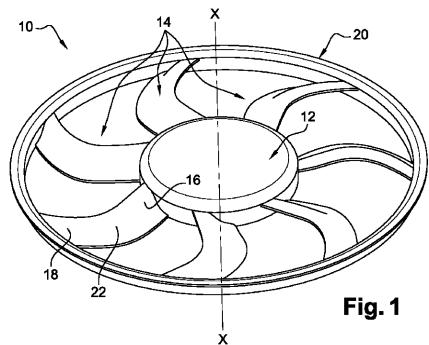


Fig. 1

【図2】

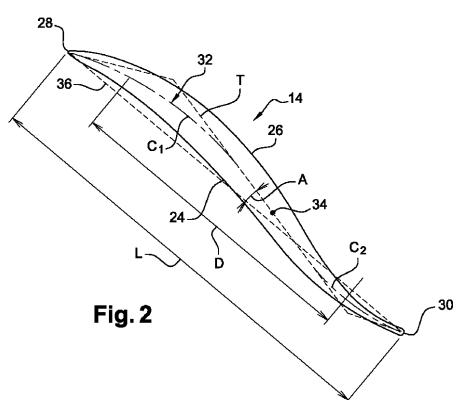


Fig. 2

【図3】

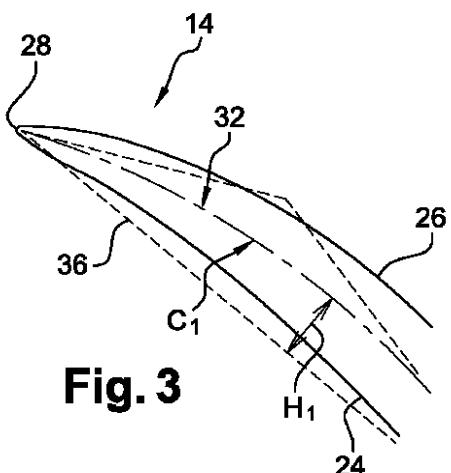


Fig. 3

【図4】

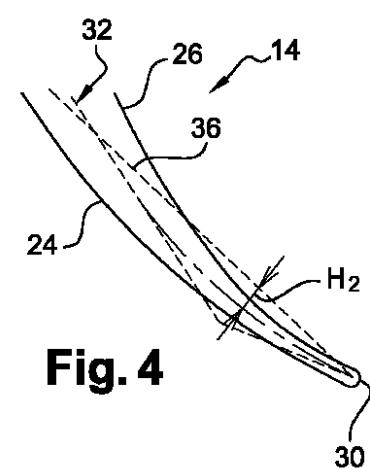


Fig. 4

【図6】

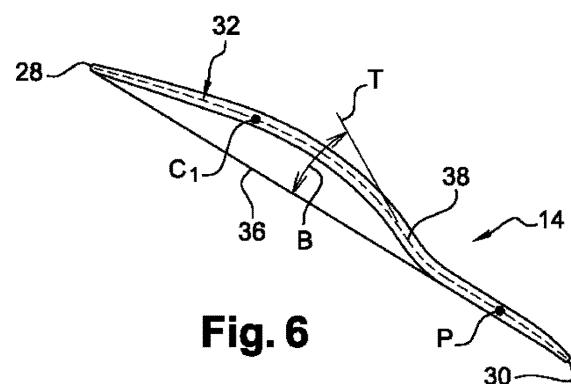


Fig. 6

【図5】

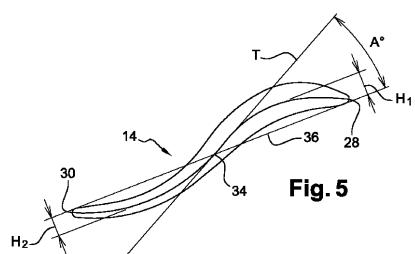


Fig. 5

【図7】

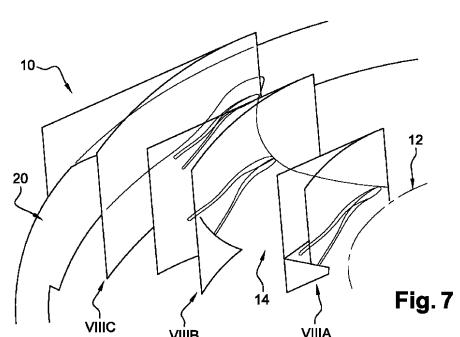


Fig. 7

【図 8 A】

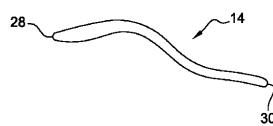


Fig. 8A

【図 8 B】

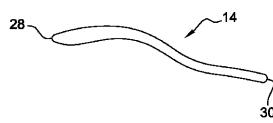


Fig. 8B

【図 8 C】

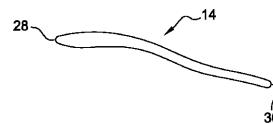


Fig. 8C

【図 10】

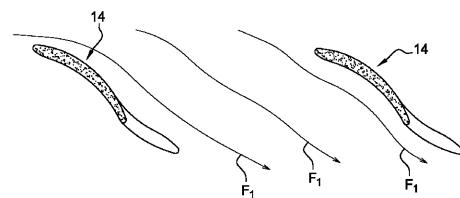
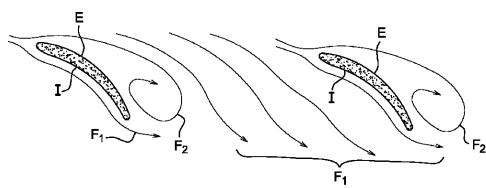


Fig. 10

【図 9】

Fig. 9  
(ART ANTERIEUR)

---

フロントページの続き

(72)発明者 ブリュノ ドウモリ  
フランス国 エフ 95640 マリン アレ デ キャトル アルパン 10

審査官 松浦 久夫

(56)参考文献 実開昭52-081538 (JP, U)  
実開平02-085898 (JP, U)  
米国特許第06116856 (US, A)  
特表平04-503391 (JP, A)  
特開平07-077198 (JP, A)  
英国特許出願公告第00513863 (GB, A)  
米国特許第01506937 (US, A)  
米国特許出願公開第2004/0227035 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 29/38