

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5647682号  
(P5647682)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月14日(2014.11.14)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 N 27/90 (2006.01)** GO 1 N 27/90  
**GO 1 N 29/26 (2006.01)** GO 1 N 29/26  
**GO 1 N 29/04 (2006.01)** GO 1 N 29/10 5 O 1  
**GO 1 N 21/95 (2006.01)** GO 1 N 21/95 Z

請求項の数 12 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-519036 (P2012-519036)	(73) 特許権者	505277691
(86) (22) 出願日	平成22年7月1日(2010.7.1)		スネクマ
(65) 公表番号	特表2012-533057 (P2012-533057A)		フランス国、75015・パリ、ブルーバール・ドユ・ジエネラル・マルシイアル・バラン、2
(43) 公表日	平成24年12月20日(2012.12.20)	(74) 代理人	110001173
(86) 国際出願番号	PCT/FR2010/051383		特許業務法人川口国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02011/004101	(72) 発明者	ゲスノン、パトリック
(87) 国際公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)		フランス国、77550・モワシー・クラマイエル・セデツクス、レオーロン・ポワン・ルネ・ラボー、スネクマ・ペ・イ (ア・ジ・イ) 気付
審査請求日	平成25年6月10日(2013.6.10)		
(31) 優先権主張番号	09/03400		
(32) 優先日	平成21年7月9日(2009.7.9)		
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タービンエンジンの検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タービンエンジンの部品の非破壊現場検査のための装置(10)であって、長手方向スティック(12)と、スティック(12)の遠位端に枢着された長手方向フィンガ(14)とを備え、フィンガ(14)が、当該フィンガの第1の端部に、検査プローブ(18)を支持するための支持手段(16)を担持する一方、第2の端部に、エンジンの要素を捕捉するための、検査プローブ(18)に対してフィンガ(14)に平行な方向(30)に移動可能である捕捉手段(20)を担持することを特徴とする、装置。

【請求項 2】

支持手段が、フィンガに実質的に平行に延在する折り畳み位置とフィンガに実質的に直角に延在する展開位置との間を枢動するように、フィンガ(14)の第1の端部にその端部のうちの1つを介して枢着された細長形状のブレード(16)を備えることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

ブレード(16)が、曲げ時に弾性変形可能であることを特徴とする、請求項2に記載の装置。

【請求項 4】

検査プローブ(18)が、ブレード(16)の自由端に固締されることを特徴とする、請求項2または3に記載の装置。

【請求項 5】

ブレード(16)をその折り畳み位置またはその展開位置に向かって付勢する弾性戻り手段を含むことを特徴とする、請求項2から4のいずれか一項に記載の装置。

【請求項6】

ブレードの展開位置からその折り畳み位置へ、かつ/またはその折り畳み位置からその展開位置へのブレード(16)の枢動を制御するための少なくとも1つのコントロールケーブルを含み、コントロールケーブルが、スティック(12)に沿って延在することを特徴とする、請求項2から5のいずれか一項に記載の装置。

【請求項7】

フィンガ(14)が、スティックに実質的に平行に延在する折り畳み位置とスティックに実質的に直角に延在する展開位置との間を枢動するように、その中間部分においてスティック(12)の遠位端に枢着されることを特徴とする、請求項1から6のいずれかに記載の装置。

10

【請求項8】

フィンガ(14)をその折り畳み位置またはその展開位置に付勢する弾性戻り手段を含むことを特徴とする、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

フィンガの展開位置からその折り畳み位置へ、かつ/またはその折り畳み位置からその展開位置へのフィンガ(14)の枢動を制御するための少なくとも1つのコントロールケーブルを含み、コントロールケーブルが、スティック(12)に沿って延在することを特徴とする、請求項7または8に記載の装置。

20

【請求項10】

捕捉手段が、フィンガ(14)の第2の端部において対応する軸線方向凹部に摺動可能に取り付けられ、かつその自由端においてロッドに実質的に直角に延在するスキッド(20)を担持するロッド(28)を備えることを特徴とする、請求項1から9のいずれかに記載の装置。

【請求項11】

捕捉手段(20)の移動が、スティック(12)に沿って延在し、かつその遠位端においてベアリングタブと反対側のロッドの端部に接続される少なくとも1つのケーブルによって制御されることを特徴とする、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

検査プローブ(18)が、渦電流センサまたは超音波センサまたはカメラであることを特徴とする、請求項1から11のいずれかに記載の装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン、特にタービンエンジンの部品の非破壊現場検査のための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

タービンエンジンの部品の非破壊検査(NDI)は、これらを損傷することなくこのような部品の状態を検証する働きをする。ある環境下では、このような検査は、検査手段によってアクセスすることが困難である部品を検査するために、エンジンを取り外し、かつ部分的に分解することを必要とする場合がある。

40

【0003】

知られている検査装置は、その遠位端で検査プローブやセンサを担持する剛性のあるスティックを備えている。タービンエンジンには内視鏡オリフィスが備え付けられている場合、スティックは、タービンエンジンの部品の現場検査を行うために、これらのオリフィスのうちの1つを通してタービンエンジンの中に挿入され、それによってエンジンを取り外し、またはエンジンを分解するいかなる必要も回避している。

【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

それにもかかわらず、スティックにアクセス可能なゾーンは、非常に限定され、一般に、内視鏡オリフィスと位置を合わせて、かつそれから短い距離のところに位置する。さらに、スティックによって担持されるプローブが、部品に使用される必要がある場合、プローブは、ある量の圧力でかつ決定された期間の間、前記部品の表面に押し付けられることが必要であり、このことは、上述の装置では必ずしも可能であるとは限らない。

**【0005】**

たとえば、タービンエンジンのラビリンスシールの場合、タービンエンジンのロータによって担持される外部環状ワイパは、タービンエンジンのステータベーンの内側環状ブラットフォームによって担持されるアブレイダブル材料のブロックと協働する。したがって、ラビリンスシールのワイパにアクセスするために、約1ミリメートル(mm)の幅または軸線方向寸法を有することができ、かつ上述のスティックによって可能でない非常に狭い空間の中に検査プローブを通過させることが必要である。

10

**【0006】**

結果として、タービンエンジンのあるゾーンは、小さなサイズのオリフィスまたは通路、および一直線に並んでいない複数の連続するオリフィスおよび/または通路を通過するように設計されていないので、知られている非破壊検査装置にアクセスすることは依然として困難である。

**【0007】**

さらに、部品を検査しながら、プローブは、通常、エンジンに対して静止の状態に保持される必要がある、このことは、上述の先行技術のスティックでは困難である。

20

**【0008】**

本発明は、簡単な、効果的な、かつ費用のかからない、先行技術の問題の解決策を提案する。

**【0009】**

本発明の特定の目的は、タービンエンジン内で部品の位置および部品のアクセス可能性にかかわらず、部品を検査することができ、かつ検査ステップを行いながら検査センサやプローブを静止の状態に保持することができる非破壊検査装置を提供することである。

**【課題を解決するための手段】**

30

**【0010】**

このために、本発明は、エンジン、特にタービンエンジンの部品の非破壊現場検査のための装置であり、その遠位端に取り付けられる検査プローブを有する長手方向スティックを備える装置であって、スティックの遠位端に枢着された長手方向フィンガを備え、フィンガが、第1の端部で検査プローブを支持するための支持手段と、第2の端部でエンジンの要素に向かって捕捉するための捕捉手段とを担持し、これらの捕捉手段が、フィンガに平行な方向に移動可能であることを特徴とする装置を提供する。

**【0011】**

フィンガに平行な方向に本発明の装置の捕捉手段を移動させることにより、これらは、検査のためのエンジン部品の特定の周囲の状況に応じて検査プローブ支持手段から遠ざかるように、または検査プローブ支持手段に向かって移動され得るようになる。捕捉手段は、これが部品を検査していながら装置を安定させるように、エンジンの要素に当接するように設計される。例示として、エンジンの要素は、検査動作を行いながら装置を静止の状態に保持するために、本発明の装置の支持手段と捕捉手段との間で締め付けられ得る。プローブの支持手段は、アクセスすることが困難であるエンジンの所定位置に検査プローブを配置するように、非常に狭い空間に挿入されるように設計される。

40

**【0012】**

本発明の他の特徴によれば、支持手段は、フィンガに実質的に平行に延在する折り畳み位置とフィンガに実質的に直角に延在する展開位置との間を枢動するように、フィンガの第1の端部にその端部のうちの1つを介して枢着された細長形状のブレードを備えている

50

## 【0013】

静止時には、検査プローブを支持する支持ブレードは、形状が細長く、その長軸を中心に僅かに湾曲されることが好ましい。本発明のブレードは、曲げ時に弾性変形可能であることが有利であり、それにより、前記プローブが検査している部品に押し当たる必要があるときは必ず、ある量の圧力で検査のための部品の表面にプローブを特に押し付ける（ブレードを曲げることに対応する）ことができる。また、ブレードは、フィンガに沿ってかつその傍に延在する折り畳み位置とフィンガに実質的に直角に延在する展開位置との間を枢動する際に移動可能である。ブレードは、周囲の部品に対して起こり得る衝撃に抗してプローブを保護するように、スティックがタービンエンジンの中に挿入される前に、折り畳み位置に持ってこられる。ブレードは、たとえば「ピアノ線」タイプのケーブルによって枢動されることができ、このケーブルは、スティックに沿って延在し、その遠位端でブレードに接続される。装置は、ブレードをその折り畳み位置またはその展開位置に付勢する弾性戻り手段を含むことができる。

10

## 【0014】

検査プローブは、たとえば接着剤によってブレードの自由端に固締され得る。例示として、検査プローブは、渦電流センサまたは超音波センサまたはミニカメラであることができる。

## 【0015】

フィンガは、スティックに実質的に平行に延在する折り畳み位置とスティックに実質的に直角に延在する展開位置との間を枢動するように、その中間部分においてスティックの遠位端に枢着されることが有利である。これにより、本発明の装置によってアクセスされ得るゾーンをさらに増加させることができる。フィンガの枢動は、たとえば「ピアノ線」タイプのケーブルによって制御されることができ、このケーブルは、スティックに沿って延在し、その遠位端でフィンガまたはブレードに接続される。

20

## 【0016】

上述のケーブルは、スティックの内部に収容されることができ、スティックの近位端に設置されている適切な制御手段に接続され得る。

## 【0017】

また、装置は、フィンガをその折り畳み位置またはその展開位置に付勢する弾性戻り手段を含むこともできる。

30

## 【0018】

本発明の装置の捕捉手段は、フィンガの第2の端部において対応する軸線方向凹部に摺動可能に取り付けられるロッドを備え、ロッドは、その自由端においてロッドに実質的に直角に延在するベアリングタブを担持することができる。

## 【0019】

捕捉手段の移動は、スティックに沿って延在し、かつその遠位端においてベアリングタブと反対側のロッドの端部に接続される少なくとも1つのケーブルによって制御され得る。

## 【0020】

非限定的な例として、かつ添付の図面を参照して行われる次の説明を読むと、本発明はよりよく理解されることができ、本発明の他の詳細、特徴、および利点がより明確に現れる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】折り畳みまたは収容位置で示される本発明の検査装置の部分概略図である。

【図2】展開位置で示される、図1の装置の斜視部分概略図である。

【図3】展開位置における図1の装置の概略軸線方向断面図である。

【図4】図1の装置の軸線方向断面図に関する他の高度に概略的な図であり、装置の制御手段を示す図である。

50

【図5】図1から図4の装置が部品の現場検査のために挿入されるタービンエンジンの一部の概略斜視図であり、エンジンの内部に装置を配置する際の一ステップを示す図である。

【図6】図1から図4の装置が部品の現場検査のために挿入されるタービンエンジンの一部の概略斜視図であり、エンジンの内部に装置を配置する際の一ステップを示す図である。

【図7】図1から図4の装置が部品の現場検査のために挿入されるタービンエンジンの一部の概略斜視図であり、エンジンの内部に装置を配置する際の一ステップを示す図である。

【図8】図1から図4の装置が部品の現場検査のために挿入されるタービンエンジンの一部の概略斜視図であり、エンジンの内部に装置を配置する際の一ステップを示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0022】

タービンエンジンの部品の非破壊検査のための本発明の装置10を示す図1から図4まで初めに参照され、エンジンは、図5から図8までを参照して下記で一部分説明される。

【0023】

装置10は、その遠位端において枢着されたフィンガ14を有する（破線で示される）長手方向スティック12を備え、フィンガは、その端部のうちの1つにおいて検査プローブ18を支持するためのブレード16と、その反対側の端部においてエンジンの要素に当接しかつ/またはエンジンの要素に向かって捕捉するためのスキッド20とを担持する。

20

【0024】

スティック12は、平行であり、かつ間隔を置いて配置される2つの長手方向タブ22をその遠位端において担持し、フィンガ14は、その中間位置を介してタブ22の自由端の間で延在するピン24に枢着される。

【0025】

フィンガ14は、タブの間で、かつスティックの長手方向軸線Aに平行に延在する図1に示されるような折り畳み位置と、前記軸線Aに直角に延在する図2から図4に示されるような展開位置との間で枢動可能である（矢印25）。

30

【0026】

ブレード16は、形状が細長く、フィンガに沿って延在する図1に示されるような折り畳み位置と、フィンガの軸線Bに直角に延在する図2から図4に示されるような展開位置との間を枢動するように、フィンガ14の端部のうちの1つによって担持されるピン26を中心としてその端部のうちの1つを介して枢着される（矢印27）。ブレードは、たとえば万一ブレードもしくはプローブが摩耗する場合に、またはプローブのタイプを変更するために、他のブレードによって取り替えられ得るように、フィンガに着脱自在に固締されることが好ましい。

【0027】

ブレード16は、比較的薄肉であり、曲げ時に弾性変形可能である。検査プローブ18、たとえば渦電流プローブや超音波プローブが、接着剤によってブレードの自由端に固締される。変形例では、またはこれに加えて、小型カメラが、ブレードの自由端に固締され得る。

40

【0028】

スキッド20は、フィンガの対応する軸線方向ハウジングに摺動可能に取り付けられるロッド28の一端に固締され、ハウジングは、ブレード16と反対の側のフィンガの端部において開いている。スキッド20は、ブレードがその展開位置にあるときに、ブレード16に実質的に平行に、かつブレード16と同じ方向に延在する（図2から図4）。

【0029】

スキッド20は、フィンガのハウジング内で摺動するロッド28によって、フィンガ1

50

4の軸線Bに平行な方向に並進可能である。スキッドの移動(矢印30)は、スキッドとプローブ-支持ブレード16との間の距離Lを変える働きをする(図2)。

【0030】

コイルばねなどの弾性戻り手段34は、ロッド28を中心に取り付けられ、スキッド20をブレード16から最も遠くにその位置に向かって付勢する(図4)。

【0031】

フィンガ14は、フィンガに対してスキッド20の移動ストロークを限定するようにロッド28と協働するアバットメント32を担持する。

【0032】

図4は、スキッド20の移動およびフィンガ14とブレード16の駆動を制御するための制御手段のダイヤグラムである。これらの制御手段は、たとえば「ピアノ線」タイプのケーブル36、38、および40を備え、そのケーブルは、スティック12に沿って延在し、スティックの近位端に設置されている適切な制御手段にそれらの近位端において接続される。例示として、これらのケーブルは鋼で作られ、これらは、約0.5mmの直径を有する。

10

【0033】

ケーブル36の遠位端は、フィンガの軸線Bに沿ってスキッドの並進移動を制御する目的でスキッド20と反対側のロッド28の端部に接続される。引張力がケーブル36に加えられると、スキッドは、プローブ支持ブレード16に向かって移動する。

【0034】

ケーブル38の遠位端は、このケーブルへの引張力が、ブレードおよびフィンガの駆動をそれらの折り畳み位置からそれぞれの展開位置の方へ同時に生じさせるように、プローブ18から遠いブレード16の端部に接続される。

20

【0035】

ケーブル40の遠位端は、このケーブルへの引張力が、ブレードおよびフィンガの駆動をそれらの展開位置からそれぞれの折り畳み位置の方へ同時に生じさせるように、プローブから反対側にあるブレードの端部に接続される。

【0036】

フィンガ14は、ケーブルによって移動されるために部品に加えられる力が所与の方向に方向付けられることを確実にするように、上述のケーブルを案内するためのガイド手段42および44を担持する。図示された例では、スキッド20の移動を制御できるようにケーブル36を案内するための第1のガイド手段42は、スティック12の軸線に平行な引張力をフィンガの軸線Bに平行な引張力に変換する。フィンガおよびブレードの駆動を制御できるようにケーブル38を案内するための第2のガイド手段44は、スティックの軸線Aに平行な引張力をフィンガの軸線Bに実質的に平行な引張力に変換する。

30

【0037】

また、本発明の装置10は、フィンガおよび/またはブレードをそれらのそれぞれの展開または折り畳み位置に付勢する弾性戻り手段を含むことができる。

【0038】

図5から図8を下記にて参照し、これらの図は、上述したような装置を用いた、タービンエンジンの部品の現場検査の方法のステップを示している。

40

【0039】

図8は、タービンエンジンのタービン段または圧縮機段の斜視部分概略図である。この段は、ディスク52によって担持されるロータブレード50の環状列と、ロータブレード50から上流側に配置され、かつ内側環状プラットフォーム56と外側環状プラットフォーム57との間に半径方向に延在するステータベーン54の環状列とを備えている(図5から図8)。内側プラットフォーム56は、実質的に円筒形であるロータ壁58を取り囲み、ロータディスク52を、ステータベーン54から上流側に設置されている他のロータディスク53に接続する。

【0040】

50

ラビリンスタイプのシールが、ロータ壁 5 8 と内側プラットフォーム 5 6 との間に取り付けられ、ロータ壁 5 8 から半径方向外側に延在しかつプラットフォーム 5 6 の内側カップリングに固締されるアブレイダブル材料のブロック 6 2 と協働する環状ワイパ 6 0 を含む。

【 0 0 4 1 】

外側プラットフォーム 5 7 は、ロータの壁 5 8 および環状ワイパ 6 0 などの、アクセスすることが困難な部品を検査するために、上述したように装置 1 0 を通過させるための実質的に半径方向のオリフィスを含んでいる。

【 0 0 4 2 】

ロータ壁 5 8 およびワイパ 6 0 は、次の通り本発明の装置 1 0 を使って検査される。フィンガ 1 4 およびブレード 1 6 は、フィンガ 1 4 をスティック 1 2 の軸線 A と一直線に並べ、ブレード 1 6 をフィンガに沿って延在して、図 1 に示されるようにそれらの折り畳み位置に持ってこられる。装置 1 0 は、フィンガ 1 4 が 2 つのプラットフォーム 5 6 とプラットフォーム 5 7 との間に ( 図 5 )、すなわち圧縮機またはタービンのガス流路に設置されるまで、外側プラットフォーム 5 7 のオリフィスのうちの 1 つを通して外側から係合される。引張力は、フィンガ 1 4 がピン 2 4 を中心に枢動し、ブレード 1 6 がピン 2 6 を中心に枢動するようにケーブル 3 8 に加えられ ( 図 6 )、その結果、それぞれが図 2 から図 4 までに示されるようにその折り畳み位置からそれぞれの展開位置まで進む。この枢動は、装置の上述の弾性戻り手段によってより容易に行われ得る。また、ベアリングスキッド 2 0 は、上述の弾性手段 3 4 によってブレード 1 6 から最も遠くに離れているその位置に付勢される。次いで、ブレード 1 6 の自由端がステータベン 5 4 の内側プラットフォーム 5 6 の下流側環状端縁とディスク 5 3 の上流側環状端縁との間で軸方向に延在する環状空間 6 4 と同じ高さになるように、スティック 1 2 は、その軸線 A を中心に回転される。装置は、フィンガ 1 4 が前記プラットフォームの近くに設置され、ブレード 1 6 が上述の空間 6 4 に係合されるまで、内側プラットフォーム 5 6 に向かってスティックの軸線 A に沿って並進移動される。フィンガ 1 4 は、スキッド 2 0 およびブレード 1 6 が内側プラットフォーム 5 6 の上流側および下流側環状端縁にそれぞれ当接するように、スティック 1 2 の軸線 A を中心に再び回転され得る ( 図 7 の矢印 6 6 )。次いで、引張力は、スキッドがブレードの方へ移動し、プラットフォーム 5 6 の上流側環状端縁に対して静止の状態に保持されるように、ケーブル 3 6 に加えられる。次いで、プラットフォーム 5 6 は、スキッド 2 0 とブレード 1 6 との間に締め付けられ、装置は、ワイパ 6 0 を検査するためにプラットフォームに静止の状態に保持される ( 図 8 )。この位置では、検査プローブ 1 8 は、環状ワイパ 6 0 を担持するロータ壁 5 8 の外側表面に当接している ( 図 8 )。これにより、弾性戻り力が壁 5 8 に抗してプローブを保持するように、ブレードが曲げ時に少し弾性変形することになる。次いで、プローブ 1 8 を使って壁 5 8 の検査を開始することができる。ロータ壁 5 8 は、プローブを使って前記壁の ( 3 6 0 ° にわたる ) 環状ゾーン全体を検査するように、その軸線を中心に回転移動される。

10

20

30

【 図 1 】

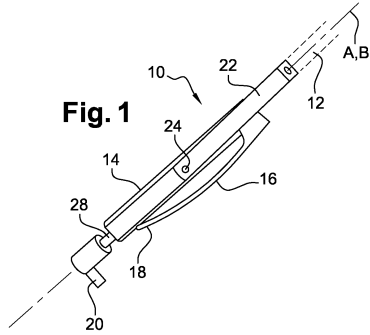


Fig. 1

【 図 3 】

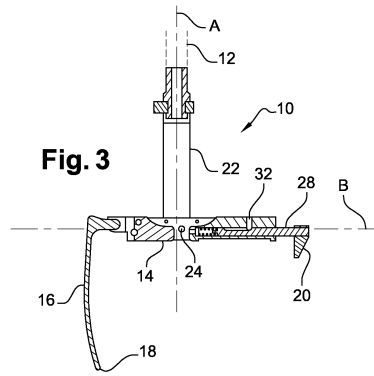


Fig. 3

【 図 2 】

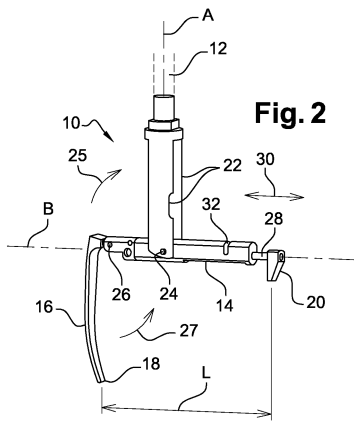


Fig. 2

【 図 4 】

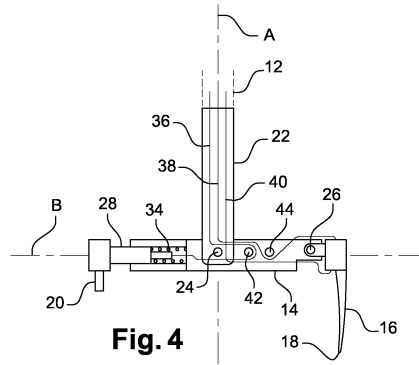


Fig. 4

【 図 5 】

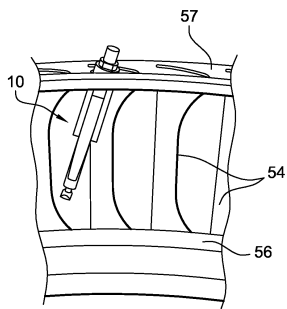


Fig. 5

【 図 7 】

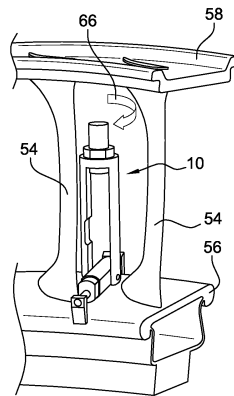


Fig. 7

【 図 6 】

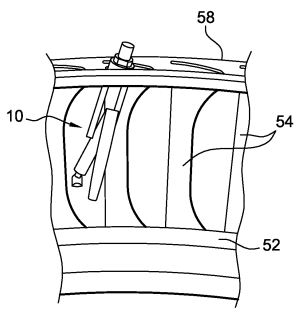


Fig. 6

【 図 8 】

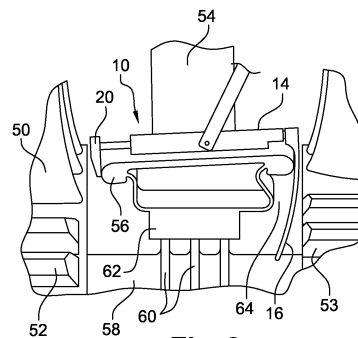


Fig. 8



## フロントページの続き

- (72)発明者 ミストラル, カンタン  
フランス国、77550・モワシー・クラマイエル・セデツクス、レオ・ロン・ポワン・ルネ・ラ  
ポー、スネクマ・ペ・イ(ア・ジ・イ) 気付
- (72)発明者 モーゼル, シルビ  
フランス国、77550・モワシー・クラマイエル・セデツクス、レオ・ロン・ポワン・ルネ・ラ  
ポー、スネクマ・ペ・イ(ア・ジ・イ) 気付
- (72)発明者 サマク, ニコラ  
フランス国、77550・モワシー・クラマイエル・セデツクス、レオ・ロン・ポワン・ルネ・ラ  
ポー、スネクマ・ペ・イ(ア・ジ・イ) 気付

審査官 蔵田 真彦

- (56)参考文献 特開平11-160286(JP,A)  
特開2009-075106(JP,A)  
特開昭57-013350(JP,A)  
特表2008-541036(JP,A)  
特開平09-189689(JP,A)  
米国特許第04139822(US,A)  
特開昭56-060843(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958  
G01N 27/72 - 27/90  
G01N 29/00 - 29/44