

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4771650号  
(P4771650)

(45) 発行日 平成23年9月14日 (2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日 (2011.7.1)

(51) Int.Cl.	F I
FO2C 7/042 (2006.01)	FO2C 7/042
FO4D 29/56 (2006.01)	FO4D 29/56 C
FO1D 17/16 (2006.01)	FO1D 17/16 D

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-282332 (P2003-282332)  
(22) 出願日 平成15年7月30日 (2003.7.30)  
(65) 公開番号 特開2004-68818 (P2004-68818A)  
(43) 公開日 平成16年3月4日 (2004.3.4)  
審査請求日 平成18年7月28日 (2006.7.28)  
(31) 優先権主張番号 10/209,244  
(32) 優先日 平成14年7月31日 (2002.7.31)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
クタディ、リバーロード、1番  
(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  
(72) 発明者 マイケル・チャールズ・ハロルド  
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ニ  
ューベリーポート、ブロード・ストリート  
、38番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジンにおける静翼アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジン軸線 (45) を有するガスタービンエンジン (202) における静翼角度を調節するための装置であって、

(a) 前記エンジン軸線 (45) と平行なチューブ軸線 (73) を有する回転可能なトルクチューブ (71) と、

(b) 前記トルクチューブ (71) の回転に応じて静翼角度の変化を生じさせるための手段と、

(c) ロッド (102) を直線運動で動かす、前記チューブ軸線 (73) と平行な油圧アクチュエータ (200) と、

(d) 前記ロッド (102) の前記直線運動を前記トルクチューブ (71) の回転運動に変換する変換器 (210) と、

を含み、

前記変換器 (210) が、カム (230) 及びフォロア (235) を含み、

前記カム (230) は、シャフト (233) 及び該シャフトに設けられた螺旋状スロット (230) からなり、

前記フォロア (235) が前記螺旋状スロットと係合する歯状突起 (237) を備えることを特徴とする装置。

【請求項 2】

(a) 軸線 (73) の周りで回転可能なトルクチューブ (71) と、

(b) ロッド(102)を前記軸線(73)と平行に動かす線形油圧アクチュエータ(200)と、

(c) 前記ロッド(102)を前記トルクチューブ(71)に接続して、該ロッド(102)の動きにより前記トルクチューブ(71)を回転させる第1のリンク機構(210)と、

(d) ガスタービンエンジン(202)の静翼(24)を作動させるそれぞれのリング(39)に各々が接続されている、前記トルクチューブ(71)に連結された1つ又はそれ以上の第2のリンク機構(51)と、  
を含み、

前記第1のリンク機構(210)が、カム(230)及びフォロア(235)を含む変換器(210)であり、

前記カム(230)は、シャフト(233)及び該シャフトに設けられた螺旋状スロット(230)からなり、

前記フォロア(235)が前記螺旋状スロットと係合する歯状突起(237)を備えることを特徴とする装置。

#### 【請求項3】

(a) 回転軸線(45)を有する軸流ガスタービンエンジン(202)と、

(b) 前記回転軸線(45)と平行である運動軸線(205)を有する線形アクチュエータ(200)と、

(c) 前記回転軸線(45)及び前記運動軸線(205)の両方と平行であるチューブ軸線(73)を有するトルクチューブ(71)と、

(d) 前記トルクチューブ(71)に取付けられた複数のクレビス(76)と、

(e) 静翼(24)の組を回転させるそれぞれのリング(39)に各クレビス(76)を連結するリンク(51)と、

(f) 前記線形アクチュエータ(200)の直線運動を前記トルクチューブの回転運動に変換し、それによって前記リングを回転させるための手段(210)と、  
を含み、

前記リングを回転させるための前記手段(210)が、カム(230)及びフォロア(235)を含む変換器(210)であり、

前記カム(230)は、シャフト(233)及び該シャフトに設けられた螺旋状スロット(230)からなり、

前記フォロア(235)が前記螺旋状スロットと係合する歯状突起(237)を備えることを特徴とするシステム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、ガスタービンエンジンにおける静翼を回転させる作動システムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

最新の軸流ガスタービンエンジンにおける圧縮機は、一般的に可変静翼を装備している。図1及び図2は、静翼の機能を示す。これらの図は、ブレードの先端において外部から回転軸線の方に、透明の壁面を有する圧縮機を見た図である。

#### 【0003】

これらの図は、一定の尺度に応じて描かれていないし、また細部において空気力学的に正確でもない。これらの図は、静翼を用いて該静翼の下流に設置された圧縮機段に流入する空気流の迎え角を変える原理を単に示す目的で表されている。

#### 【0004】

図1は、圧縮機の2つの段3及び6を示す。ベクトル9の方向に移動する流入空気は、第1段3により加圧される。ベクトル9は、紙面上で水平方向のものと描かれている。しかしながら、第1段3において実際に見られる空気の方向は、(1)ベクトル9と(

10

20

30

40

50

２）段３の速度とのベクトル和である。ベクトル１２は速度を表し、またベクトル１５はベクトル和を表す。

【０００５】

ベクトル１５は、第１段３が流入空気９に出会う特定の迎え角を表す。第１段３は、空気を加圧した後に、該空気をベクトル１８で表される異なる方向に吐出する。ベクトル１８がベクトル９と異なる方向にあるだけでなく、加圧過程のためにその速度もより大きなものとなる。ベクトル１８は、必ずしも第２段６に対する最適の迎え角を示すものではない。

【０００６】

可変静翼が解決策を提供する。可変案内静翼２４が設けられる場合、図２に示すように、図１のベクトル１８は、正確な迎え角を有する図２のベクトル１８Ａに変更されることができる。静翼２４は、段３及び段６と共に回転するものではないことを発明者は指摘しておく。それらの翼は、今から説明するように、個々の翼は駆動することができるが、静止している。

【０００７】

多くの形式の静翼は、該静翼により吐出空気を供給される圧縮機段における迎え角を調節するために、調節可能になっている。例えば、それら静翼は、矢印２７で示すように、軸線２６の周りで駆動することができる。

【０００８】

図３は、静翼を調節するための１つの機構を示し、また図４は、図３の多くの構成部品を簡略化した略図形式で示す。図３及び図４の軸線２６、すなわち静翼２４がその周りで駆動する軸線は、図２の軸線２６に対応する。レバー３６が、各静翼に接続される。任意の段における静翼の全てのレバーは、図３のリング３９及び４２のような可動リングに接続される。図４はリング３９を示す。

【０００９】

各リングは、軸線４５の周りで回転し、それによってその段の静翼を回転させる。ベルクランク４８のようなベルクランクが、各リングを回転させる。例えば、ベルクランク４８が図４の軸線４９の周りで回転すると、リンク５１が、リング３９を軸線４５の周りで回転させる。従って、クランク３６は、軸線２６の周りで回転し、それによって静翼２４を回転させる。

【００１０】

全てのベルクランクは、アーム５４に接続することによって、一斉に強制的に動かされる。後述するアクチュエータ６０が、図５の矢印６３で表されるリンク機構により一斉にベルクランクを動かす。

【特許文献１】米国特許３４８７９９２号明細書

【特許文献２】米国特許３６１４２５３号明細書

【特許文献３】米国特許４２９５７８４号明細書

【特許文献４】米国特許４４０９７８８号明細書

【特許文献５】米国特許３８７３２３０号明細書

【特許文献６】米国特許４７２０２３７号明細書

【特許文献７】米国特許４７５５１０４号明細書

【特許文献８】米国特許５５４９４４８号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

発明者は、この形式の構造を改良したものである。

【００１２】

本発明の１つの形態では、ガスタービンエンジンにおける調節可能な静翼の位置を調節する機械式アクチュエータは、従来技術と比較してエンジンの周囲において占める区域の寸法が縮小される。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0013】

発明者が上述のシステムにおいて確認した1つの問題点が、図6に示される。油圧アクチュエータ60が図5に示す接線方向の位置に配置される場合、望ましくない幾つかの現象が起こる可能性がある。その1つは、累積した公差が位置決めにおける誤差を生じ、この誤差を取付け後の調節によって除去しなければならないことである。

## 【0014】

例えば、アクチュエータ60の取付けプレートにおける図6のボルト穴64は、それらが対をなすボルト穴66の場合と同様に、特定の位置に設置されるように設計される。しかしながら、不可避免的な製作公差のために、両方の組の穴は僅かに誤った位置に設置されることになる。更に、軸線49の位置もまた、同様な理由から僅かに誤った位置に設置されることになる。その上に、リンク機構63を構成する構成部品もまた、僅かな寸法誤差を免れないであろう。

## 【0015】

その結果、可変静翼は、それらの意図した設計位置から僅かにずれることになる。具体的な実施例として、アクチュエータ60が油圧ピストンである場合、システムは、ピストン60がその最も離れた位置に後退しているときに、静翼が特定の角度をとるように設計されることになる。実際には、ピストンがこの状態にある時のその角度には、僅かに誤差があることになる。

## 【0016】

従って、アクチュエータ60の取付け後に、様々な調節がなされなければならない。これらの調節は、取付け技術者の時間を消費する。

## 【0017】

更に、アクチュエータ60の取付けブラットホーム68は、ベルクランク48を支持する取付け部材(図示せず)とは全く異なる構成部品に接続される場合がある。これら2つの構成部品を相互接続することもまた、直ぐ上に述べた累積することの問題を免れない可能性がある。

## 【0018】

直ぐ上に述べた累積の問題に加えて、図6の構成は、別の特性を有する。作動において、取付けブラットホーム68を支持するケーシング70は、温度変化のために寸法が変化することになる。この変化は、アクチュエータ60とベルクランク48との間の距離を変化させ、少なくとも2つ変化を引き起こす。1つは、ケーシング70の直径の変化により生じる。もう1つは、軸方向長さの変化、つまり、図4における軸線45に沿った距離の変化により生じる。これらの変化は、システムの伝達関数すなわちゲインを変化させる。

## 【0019】

本発明は、図7に示し、また図9に簡略斜視図で示す装置を用いることによりこれらの特性の多くを緩和するか又は除去する。図7は、トルクチューブ71を含み、このトルクチューブ71は軸線73の周りで回転する。4つのクレビス76が、トルクチューブ71に固定される。クレビスは、図4におけるリンク51のようなリンクに接続される。各リンクは、図4に示すリング39のようなリングに接続される。

## 【0020】

トルクチューブ71は、基板85に支持された軸受79及び82により支持される。クランク88が、トルクチューブ71に取付けられ、かつリンク93によりベルクランク91の1つのアーム90に接続される。ターンバックル96により、リンク93の長さの調節が可能になる。

## 【0021】

ベルクランクの他のアーム99は、ロッド102に接続され、このロッド102が油圧アクチュエータ105により動かされる。油圧アクチュエータ105は、軸線108の周りで枢動する。

## 【0022】

10

20

30

40

50

図に示す全ての構成部品は、基板 8 5 により直接又は間接的に支持される。図 7 の装置における幾つかの顕著な特徴を、図 8 から図 1 1 までを参照して以下に説明する。

【 0 0 2 3 】

幾何学平面 1 1 0 が、図 1 0 において重ねられる。ベルクランク 9 1 は、平面 1 1 0 内に含まれる矢印 1 1 3 で示すように、平面 1 1 0 内で回転する。つまり、ベルクランク 9 1 の軸線 1 1 6 は、平面 1 1 0 に対して垂直である。平面 1 1 0 は、角度 1 2 1 で示すように、基板 8 5 の領域 1 1 8 に対して傾斜している。角度 1 2 1 の大きさは、基板 8 5 が取付けられるエンジンの大きさに応じて決まることになるが、ここでは便宜上約 3 0 度の角度であると仮定することにする。

【 0 0 2 4 】

油圧アクチュエータ 1 0 5 もまた、矢印 1 2 4 で示すように、平面 1 1 0 内で動く。つまり、作動中に、アクチュエータ 1 0 5 は、その取付けクレビス 1 3 0 の軸線 1 2 7 の周りで枢動する。ロッド 1 0 2 上のあらゆる点が矢印 1 2 4 で表される弧を描いて動く。弧は、平面 1 1 0 内に位置する。軸線 1 2 7 は、平面 1 1 0 に対して垂直でありかつ軸線 1 1 6 と平行である。

【 0 0 2 5 】

従って、作動中に、3つの構成部品は、平面 1 1 0 内に維持される。油圧アクチュエータ 1 0 5 は、軸線 1 2 7 の周りで揺動する。ロッド 1 0 2 は、矢印 1 4 0 の方向に動くが、平面 1 1 0 と同一の平面内に維持される。ベルクランク 9 1 は、矢印 1 1 3 で示すように回転し、平面 1 1 0 内に維持される。

【 0 0 2 6 】

他の構成部品は、異なる平面内で動く。図 1 1 は、トルクチューブ 7 1 の軸線 7 3 に対して垂直である平面 1 5 0 を示す。クランク 8 8 は、この平面 1 5 0 内で回転する。しかしながら、クランク 8 8 をベルクランク 9 1 に連結するリンク 9 3 は、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、この平面 1 5 0 内に維持されない。

【 0 0 2 7 】

リンク 9 6 の端部 9 6 A は、図 1 0 における平面 1 1 0 内に維持されるか又は該平面 1 1 0 と平行に移動することが分かる。リンク 9 6 の他端部 9 6 B は、図 1 1 における平面 1 5 0 内に維持される。しかしながら、リンク 9 6 の本体は、複雑な種類の動きに沿って動き、単一の平面内に維持されないか又は単一軸線に沿って動かない。

【 0 0 2 8 】

換言すれば、端部 9 6 A は、図 1 0 における平面 1 1 0 内で弧を描く。端部 9 6 B は、図 1 1 における平面 1 5 0 内で弧を描く。平面 1 1 0 及び平面 1 5 0 は、互いに垂直である。

【 0 0 2 9 】

一部の状況では、空間を節約するために、アクチュエータ 1 0 5 を、図 1 1 における円筒部 1 7 5 によりほぼ示される位置に移動させることが望ましい場合がある。

【 0 0 3 0 】

第 2 の特徴は、図 7 におけるターンバックル 9 6 がいったん調節されると、図 7 の組立体全体を、エンジンに取付けることができることである。図 5 におけるリンク 5 1 の調節が必要とされる場合があるが、その組立体内ではどの連結機構に対してもそれ以上の調節は必要とされない。

【 0 0 3 1 】

第 3 の特徴は、図 6 におけるケーシング 7 0 の寸法の熱的变化が、( 1 ) 図 7 におけるロッド 1 0 2 の軸方向位置と ( 2 ) トルクチューブ 7 1 の角位置との間での伝達関数又はゲインへ実質的に全く影響しないことである。主な理由は、いかなるそのような膨張も図 7 における基板 8 5 を単に移動させるだけであることによる。しかしながら、その膨張により、基板 8 5 上に支持されたロッド 1 0 2 及びトルクチューブ 7 1 のような個々の構成部品間の相対的な寸法が変化することはない。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

図 1 4 は、本発明の 1 つの実施形態を示す。線形油圧アクチュエータ 2 0 0 が、楕円 2 0 2 により表されるガスタービンエンジン上に配置される。アクチュエータ 2 0 0 の運動軸線 2 0 5 は、エンジン 2 0 2 の回転軸線 4 5 と平行である。

【 0 0 3 3 】

回転軸線 7 3 を有するトルクチューブ 7 1 は、該軸線 7 3 が軸線 2 0 5 と平行になるように配置される。トルクチューブ 7 1 は、リンクを動かすクレビス 7 6 を含み、そのうちの 1 つ 5 1 のみが示されている。各リンク 5 1 は、そのうちの 1 つ 3 9 のみが示されているリングを制御し、そのリングの動きにより、図示されていないクランク系を介して静翼角度が変えられる。

【 0 0 3 4 】

アクチュエータ 2 0 0 の直線運動は、変換器 2 1 0 によりトルクチューブの回転運動に変換される。数多くの形式の変換器 2 1 0 が可能である。図 7 はベルクランクを示す。スコッチヨークを用いることができる。歯車及びプーリが利用できる。

【 0 0 3 5 】

図 1 5 から図 1 7 までは、直線 - 回転変換器の別の形式を示す。図 1 5 には、シャフト 2 3 3 内における螺旋状スロット 2 3 0 の形態をとるカム 2 2 5 が、示されている。図 1 6 に示すように歯状突起 2 3 7 がスロット 2 3 0 に係合している、カムフォロア 2 3 5 が示されている。カム 2 2 5 は、回転を抑制されている。

【 0 0 3 6 】

アクチュエータ 1 0 5 が、フォロア 2 3 5 内にまた該フォロア 2 3 5 から外にカム 2 2 5 を動かし、それによってフォロア 2 3 5 を回転させる。フォロア 2 3 5 は、図 1 7 において矢印 2 4 0 で示すように、いずれも図示されていないが、リンク、歯車、クランク、又は類似のものによりトルクチューブ（図示せず）に接続される。1 つの実施形態では、図 1 7 のアクチュエータ 1 0 5 は、図 1 1 における位置 2 5 0 に配置される。カム 2 2 5 及びフォロア 2 3 5 は、トルクチューブ 7 1 の内部に配置される。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 における角度 1 2 1 は、リンク 9 3 の作用線をクランク 8 8 の端部と整合させるために存在する。つまり、角度 1 2 1 がゼロであれば、リンク 9 3 の作用線はトルクチューブ 7 1 の軸線 7 3 と交差することになる。トルクチューブ 7 1 を回転させるためのモーメントアームが、全く存在しないことになる。

【 0 0 3 8 】

リンク 9 3 の作用線のためのモーメントアームを得るには、他の解決方法も可能である。図 1 8 では、延長部分 2 5 0 が、ベルクランク 9 1 に付加される。図 1 9 では、ベルクランク 9 1 は、先端 2 5 6 を上昇させるために、矢印 2 5 5 で示すようにロッド 1 0 2 （図示せず）の軸線 1 0 3 の周りで回転される。つまり、それによって先端 2 5 6 は、軸線 7 3 及び軸線 1 0 3 を含む平面から外に動かされる。

【 0 0 3 9 】

図 2 0 では、軸線 1 0 3 は、矢印 2 6 0 で示すように回転される。この回転は、図 8 における眼 2 6 5 により見た図である図 2 1 において、おそらくより明確に分かる。図 2 1 では、軸線 1 0 3 は、反時計回りに回転され、それによってベルクランク 9 1 を上昇させる。

【 0 0 4 0 】

クレビス 7 6 は、トルクチューブ 7 1 上の角度位置に関して調節可能であり、また高さが調節可能である。例えば、図 2 2 におけるクレビス 7 6 A は、破線 2 7 0 又は破線 2 7 5 により示すように、設置されることができる。異なるクレビスをトルクチューブ 7 1 上の異なる角度位置に設置することで、図 3 におけるリング 3 9 のようなリング間のそれらが作動する相対位相角の調節が可能になる。

【 0 0 4 1 】

高さの調節は、シム 2 8 0 を加えることにより達せられる。シム当たり 1 0 ミルの範囲の極めて僅かな調節が考えられる。シムは、クレビスの移動の曲率半径を増大させ、それ

10

20

30

40

50

によって図 3 及び図 4 におけるリンク 5 1 に類似したリンクの揺動の振幅を増大させる。

【 0 0 4 2 】

セクタ 3 0 5 に含まれる図 8 の装置は、図 3 及び図 4 におけるリンク 5 1 を調節するのに必要とされる全てのものを含む。図 3 から図 6 までの従来技術の装置では、リンク 5 1 を調節するのに必要とされる装置は、ベルクランク 4 8 と同期バー 5 4 とを含む。

【 0 0 4 3 】

本発明の技術思想及び技術的範囲から逸脱することなく、数多くの置き換え及び変更を行うことができる。なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 4 4 】

【図 1】ガスタービンエンジンの軸流圧縮機における回転ブレードを示す図。

【図 2】静翼が圧縮機ブレード 6 の段に入る空気の迎え角を調節することができる方法を示す図。

【図 3】可変静翼の配列の簡略斜視図。

【図 4】図 3 に示す装置の 1 部の簡略図。

【図 5】従来技術に見られる接線方向に取付けられたアクチュエータ 6 0 を示す図。

【図 6】従来技術に見られる接線方向に取付けられたアクチュエータ 6 0 を示す図。

【図 7】本発明の 1 つの形態を示す図。

【図 8】図 7 の矢印 8 - 8 に沿って取られた、図 7 の装置を示す図。

20

【図 9】様々な特徴を強調して示した、図 7 の装置の簡略斜視図。

【図 1 0】様々な特徴を強調して示した、図 7 の装置の簡略斜視図。

【図 1 1】様々な特徴を強調して示した、図 7 の装置の簡略斜視図。

【図 1 2】本発明の幾つかの構成部品が受ける運動特性の一部を示す図。

【図 1 3】本発明の幾つかの構成部品が受ける運動特性の一部を示す図。

【図 1 4】本発明の 1 つの形態を示す図。

【図 1 5】図 7 のベルクランク 9 1 と置き換えることができる機構を示す図。

【図 1 6】図 7 のベルクランク 9 1 と置き換えることができる機構を示す図。

【図 1 7】図 7 のベルクランク 9 1 と置き換えることができる機構を示す図。

【図 1 8】図 7 の装置の変更形態を示す図。

30

【図 1 9】図 7 の装置の変更形態を示す図。

【図 2 0】図 7 の装置の変更形態を示す図。

【図 2 1】図 7 の装置の変更形態を示す図。

【図 2 2】様々な特徴を強調して示した、図 7 の装置の簡略斜視図。

【符号の説明】

【 0 0 4 5 】

7 1 トルクチューブ

7 3 トルクチューブの軸線

7 6 クレビス

7 9、8 2 軸受

40

8 5 基板

8 8 クランク

9 0 ベルクランクの第 1 のアーム

9 1 ベルクランク

9 3 リンク

9 6 ターンバックル

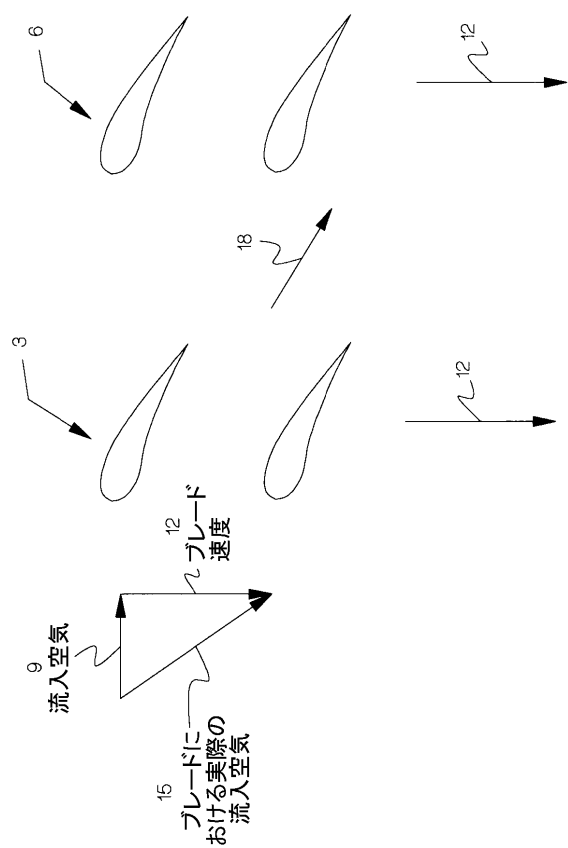
9 9 ベルクランクの第 2 のアーム

1 0 2 ロッド

1 0 5 油圧アクチュエータ

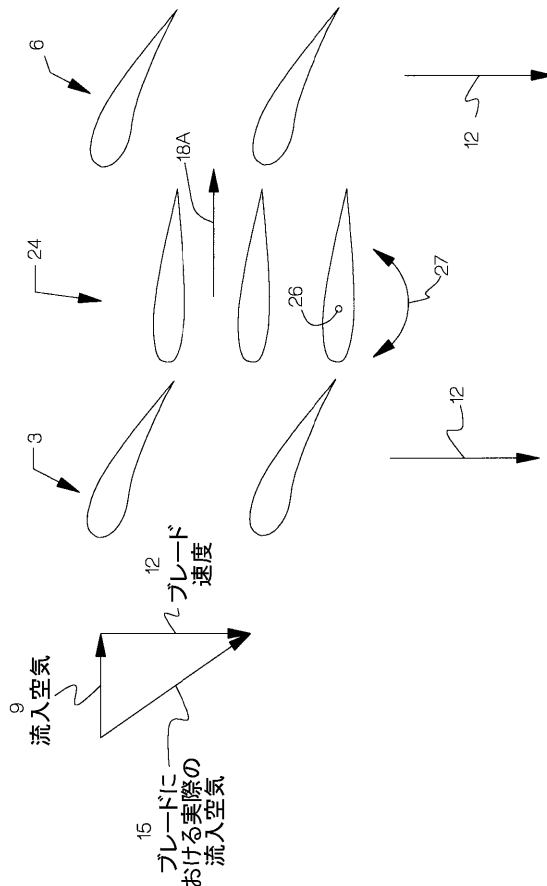
【図 1】

従来技術



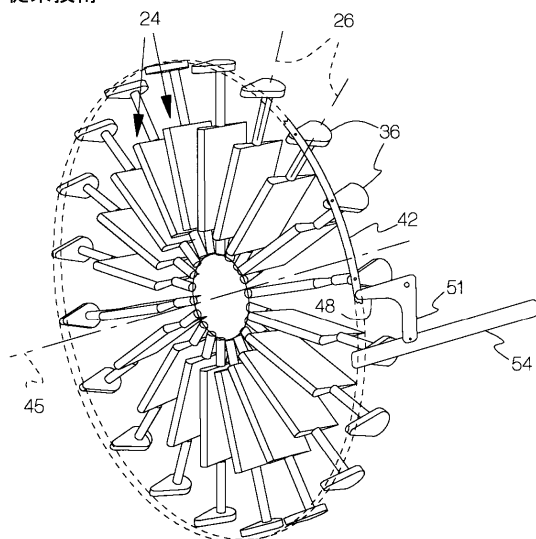
【図 2】

従来技術



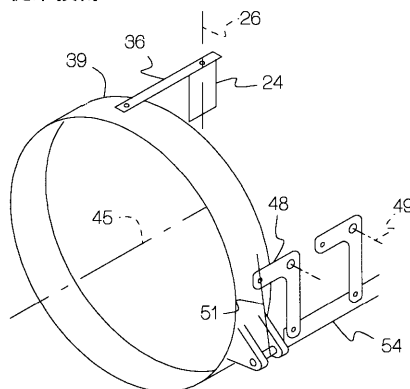
【図 3】

従来技術



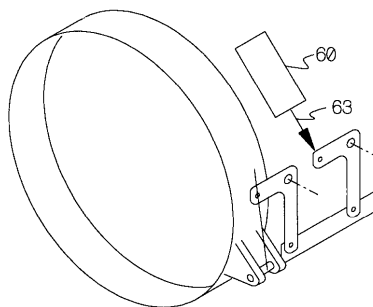
【図 4】

従来技術



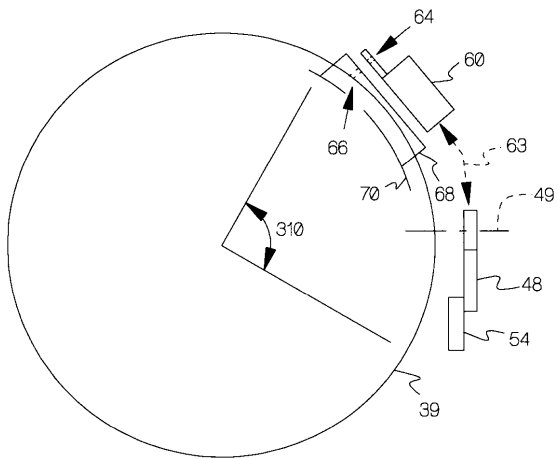
【図 5】

従来技術

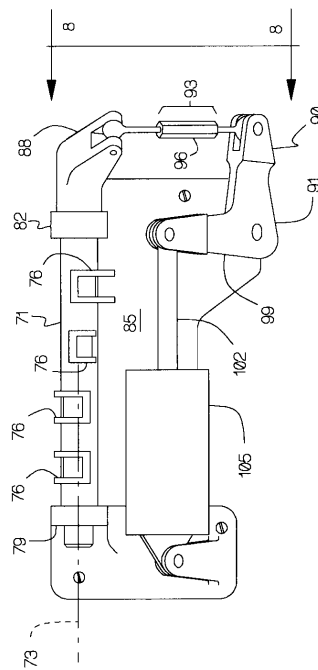




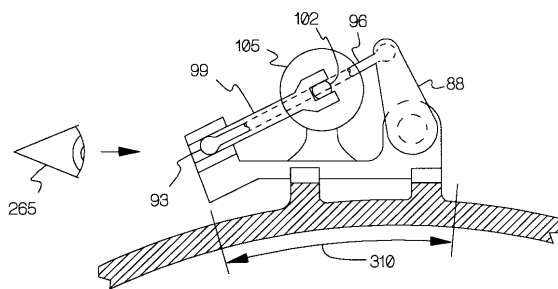
【図 6】



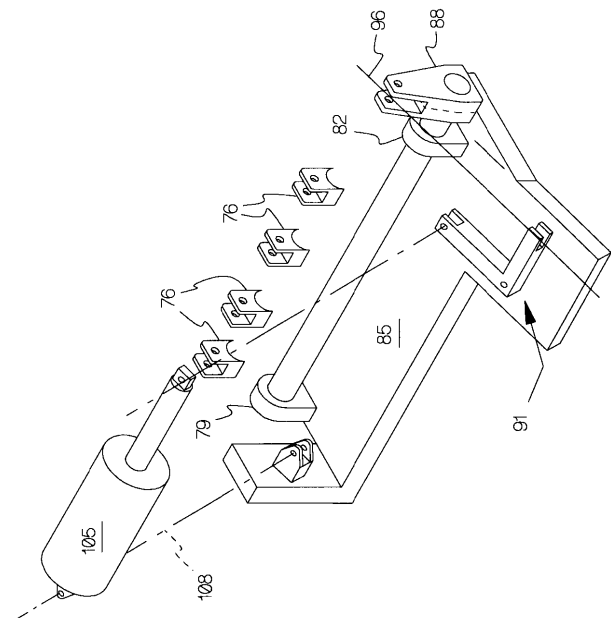
【図 7】



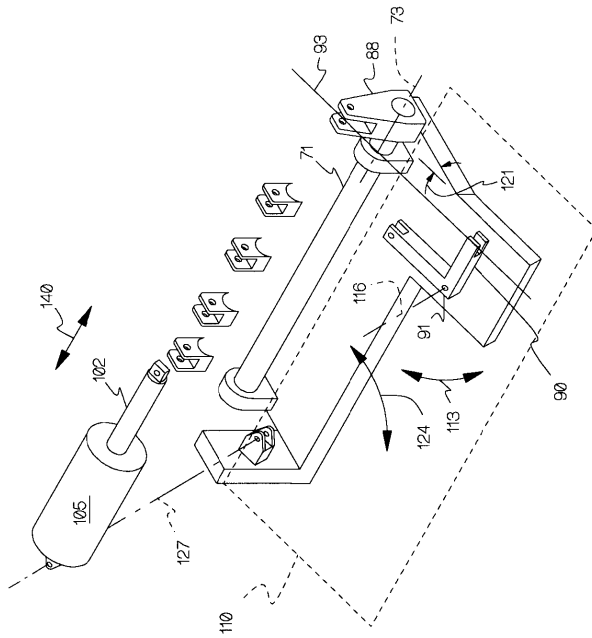
【図 8】



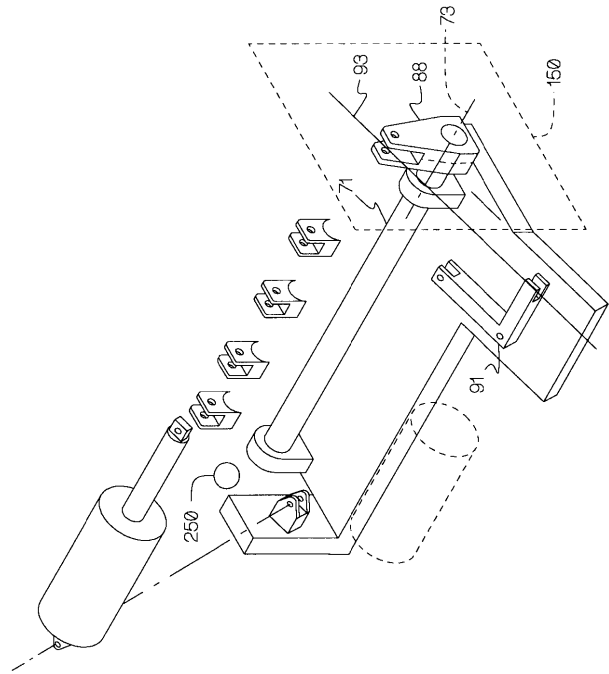
【図 9】



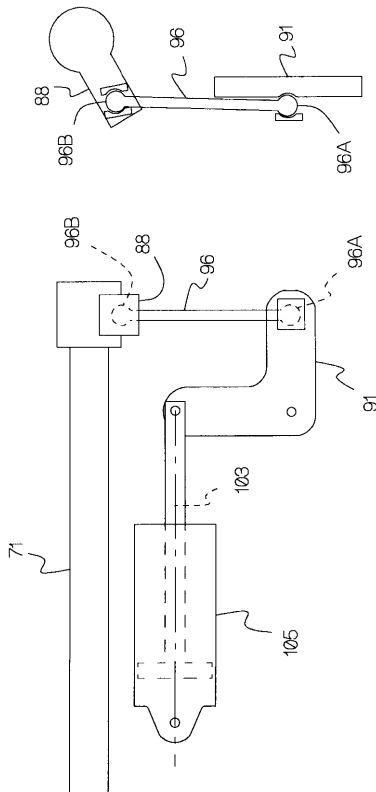
【図 10】



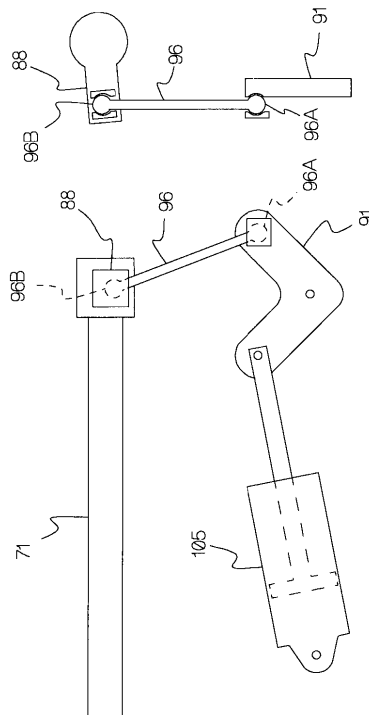
【図 11】



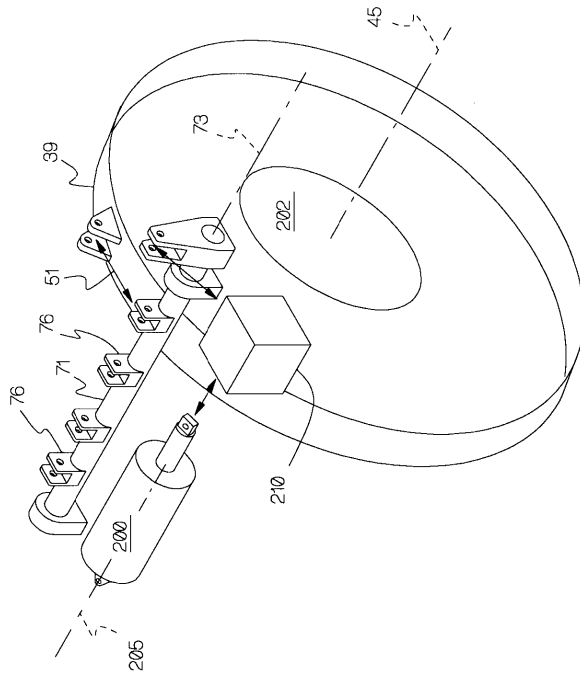
【図 12】



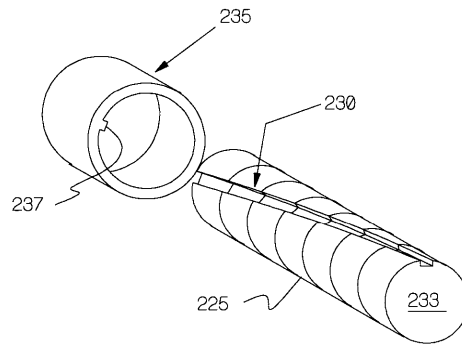
【図 13】



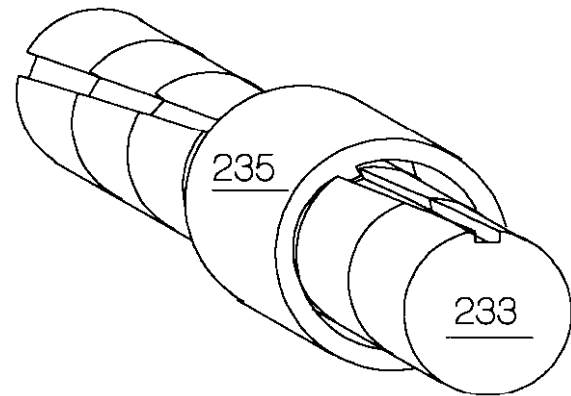
【図 14】



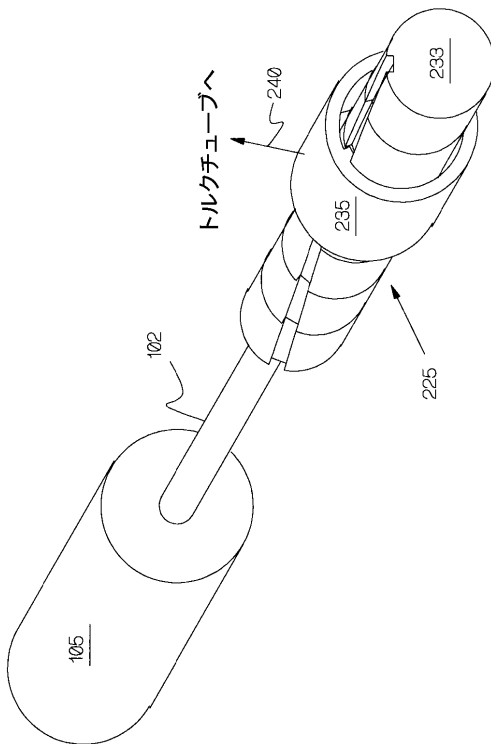
【図 15】



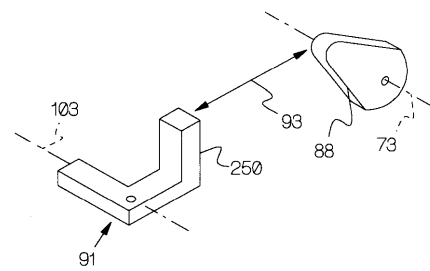
【図 16】



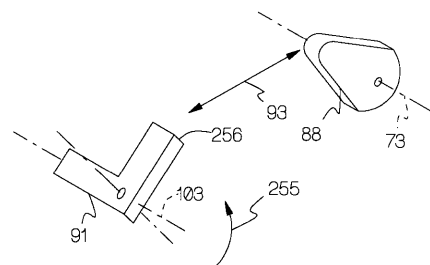
【図 17】



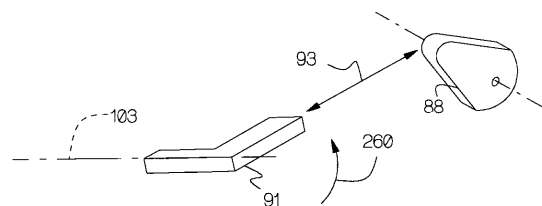
【図 18】



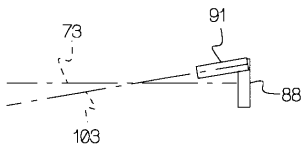
【図 19】



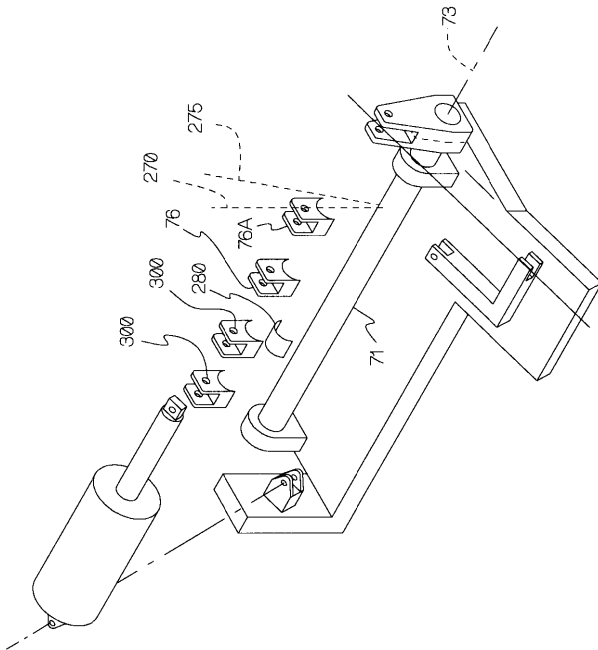
【図 20】



【 図 2 1 】



【 ㊦ 2 2 】



---

フロントページの続き

審査官 出口 昌哉

(56)参考文献 米国特許第03779665(US,A)  
特開昭55-054637(JP,A)  
特開平01-222837(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/042, 9/22

F01D 17/16

F04D 1/00-13/16, 17/00-19/02,  
21/00-25/16, 29/00-35/00