

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5072853号
(P5072853)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.		F 1
B 6 4 C 21/08	(2006.01)	B 6 4 C 21/08
F 1 5 D 1/10	(2006.01)	F 1 5 D 1/10

請求項の数 11 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-540010 (P2008-540010)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成18年7月26日 (2006.7.26)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2009-505907 (P2009-505907A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成21年2月12日 (2009.2.12)		アメリカ合衆国、60606-1596
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/029118		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02008/048217	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成20年4月24日 (2008.4.24)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成21年7月21日 (2009.7.21)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	11/201,387		弁理士 小林 義教
(32) 優先日	平成17年8月11日 (2005.8.11)	(72) 発明者	パウエル, アーサー・ジ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国、92683 カリフォルニア州、ウェストミンスター、ウィンドジャマー・レーン、14134

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動羽根アクチュエータ装置および流れの能動制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体を移動させるための手段(16)と、

前記移動手段(16)を少なくとも部分的に包囲し、第2側面と第1側面を有する室を備えた包囲手段(18)と、

前記包囲手段の前記第1側面に到達するための第1到達手段(20)であって、空気力学的表面に配置されて前記空気力学的表面上を通過する流体の流れ(32)に流体連通し、前記移動手段が前記包囲手段の前記第1側面に向かって移動すると、流体が放出され、前記移動手段(16)が前記包囲手段の前記第2側面に向かって移動すると、流体が引き込まれる、第1到達手段と、を備える、空気力学的表面(24)付近における流れ特性を変えるために流体を移動させるためのアクチュエータ。

【請求項 2】

前記第1到達手段により流体を前記包囲手段内へおよび前記包囲手段外へ搬送するための第1手段をさらに備え、前記第1搬送手段が空気力学的表面(24)に近接する流体の流れ(32)に開口するための反対側の第1手段(22)を有する、請求項1に記載のアクチュエータ。

【請求項 3】

前記第1の開口手段(22)が、放出された流体を主に流体の流れ(32)の方向に向かわせるよう構成される、請求項2に記載のアクチュエータ。

10

20

【請求項 4】

流体を前記第 1 搬送手段内へ搬送するためであり、前記第 1 開口部の上流の流体の流れに垂直に開口する手段を有する取り入れ手段（64）と、

前記垂直開口手段を通り流体が流出することを回避し、前記垂直開口手段内へ流体を流れさせ、前記取り入れ手段を通り前記第 1 搬送手段へ流すために、前記取り入れ手段（64）内に設置される一方向流れ制御手段（70）と、
をさらに備える、請求項 2 に記載のアクチュエータ。

【請求項 5】

前記移動手段（16）および前記包囲手段が、前記移動手段の周囲と前記包囲手段の内壁との間に実質的に流体密封的な隙間を有するようさらに構成される、請求項 1 に記載の
10
アクチュエータ。

【請求項 6】

前記移動手段（16）に作動可能に連結される駆動手段（54）であって、前記羽根が振動運動をするように前記羽根を作動させるため動力を伝達するよう構成される駆動手段と、

前記駆動手段（54）に連結され、前記駆動手段を回転させるよう構成される作動のための回転手段（50）と、
をさらに備える、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 7】

回転手段（34）をさらに備え、前記包囲手段が内側のくさび形の室を画定し、前記旋
20
回手段が前記包囲手段に連結され、前記移動手段（16）が前記回転手段に連結され、これにより前記移動手段が前記室内で前記移動手段の長手方向軸を中心に弧を描いて回転可能である、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 8】

前記包囲手段が第 1 端部と第 2 端部とを有し、

前記包囲手段の前記第 1 端部を貫通するための湾曲手段と、

前記移動手段に作動可能に連結される駆動手段であって、前記羽根が振動運動をするように前記羽根を作動させるため動力を伝達するよう構成される駆動手段と、

前記駆動手段に連結され、前記駆動手段を回転させるよう構成される作動用の回転手段
30
と、

前記駆動手段の中心軸から径方向距離を置いて前記駆動手段に回転可能に連結され、前記回転手段からオフセット距離で前記貫通手段を通して前記移動手段と回転可能に連結される接続手段（52）であって、前記駆動手段が前記接続手段により前記移動手段を作動させるために動力を伝達する、接続手段と、

前記貫通手段に摺動可能に連結され、流体が前記貫通手段を通り前記包囲手段内へまたは前記包囲手段外へ進むことを実質的に回避し、前記連接棒を前記駆動軸に連結可能にする、摺動可能である密封手段と、
をさらに備える、請求項 7 に記載のアクチュエータ。

【請求項 9】

近接する流体の流れが空気力学的表面に対して相対的な速度で流れることを可能にする
40
空気力学的表面手段をさらに備え、

前記空気力学的表面手段（24）が、空気力学的揚力を生成するための手段を少なくとも部分的に備える、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 10】

少なくとも部分的に羽根を包囲するよう構成されるケーシング内の前記羽根を用いて流体移動させることと、

前記羽根が前記ケーシングの第 1 側面に向かって移動すると、流体を前記ケーシングの第 1 側面外へ搬送し、流体を表面に近接する流体の流れに放出することと、

前記羽根が前記ケーシングの第 2 側面に向かって移動すると、流体を前記流体の流れから引き出し、流体を前記ケーシングの前記第 1 側面へ搬送することと、
50

を備える、表面付近の流れの特性を変更するために流体を移動するための方法。

【請求項 1 1】

前記羽根が前記ケーシングの前記第 2 側面に向かって移動すると、流体を前記ケーシングの前記第 2 側面外へ搬送し、流体を前記流体の流れへ放出することと、

前記羽根が前記ケーシングの前記第 1 側面に向かって移動すると、流体を前記流体流れから引き出し、流体を前記ケーシングの前記第 2 側面内へ搬送することと、

をさらに備える、請求項 1 0 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0002】

発明の分野

本発明は全体として、流れ制御の作動に関する。より詳細には、本発明は表面における流れの能動制御を行うための作動装置および方法に関する。

【背景技術】

【0003】

発明の背景

現在の航空機に関しては数多くの問題があり、本発明はこうした問題を解決することを目的とする。こうした問題のいくつかについて以下の段落で述べる。流体の流れの分離は、圧縮性または非圧縮性の流体が、ある面、特に凸状に湾曲した面、たとえば流体管の内面、または流体内に浸された物体の外表面を流れる際に生じることが可能である。流れの分離は、境界層の流体の流れ特性および面の形状に応じて、層流または乱流の条件のもとで発生することが可能である。形状抵抗を低減するため、または揚力を向上させるために、流れの分離は抑制することが望ましいことが多い。一般に、分離する前に流体が移動する曲面が長ければ長いほど、結果として生じる形状抵抗および揚力が向上する。

【0004】

空気力学的表面に関しては、特定の面、たとえば航空機の羽根、ロータブレード、タービンまたはコンプレッサのブレード、風車、ファンまたはプロペラブレードのような翼の空力性能または効率は、翼により生じる揚力によって大きく影響される。したがって、空気力学的表面における流体の流れの分離を抑制または遅延させることによって翼の揚力を向上させるために、流れの能動制御 (AFC) 技術が利用されてきた。

【0005】

流れの能動制御技術は、翼の表面にポートまたは開口部を設けることと、ポートまたは開口部内へ、またはポートまたは開口部から安定的な空気流を提供、またはポートまたは開口部内へ、またはここからの不規則な (たとえば交互に変わる) 流体の流れを提供することを含む。流れの能動制御技術は、翼の揚力係数を増加し、抗力係数を低減させる、または両方に関して効果的であることが実証されており、したがって翼の空力性能または効率を向上させる。

【0006】

流れの能動制御技術は、空気力学的表面において大きく流れの分離が生じる条件において特に有利である。こうした条件は、高揚力が発生する時期における前縁スラットおよび後縁フラップにおいて一般的である。

【0007】

前縁スラットまたは後縁フラップのような高揚力の補助面は、主に比較的低速の飛行中に、または離陸および着陸時に必要とされる。通常、潜在的な揚力性能は達成されず、局所的な流れの分離領域が発生するため、前縁スラットまたは後縁フラップの展開時に抵抗が生じてしまう。こうした流れの分離の領域の大きさは、自由流迎え角、空気力学的表面に対する流体の流れの相対流速、翼の翼弦線、前縁スラットまたは後縁フラップの形状および偏向角のような要因に応じて異なる。

【0008】

流れの分離を低減または抑制することにより、これに対応して揚力の増加および抵抗の

10

20

30

40

50

低減が達成可能である。流れの能動制御方法は、たとえば流体の流れの境界層の運動エネルギーを増大させるために、空気力学的表面の真上に比較的高速の流量を流体の流れに取り入れ、その際面に沿ってさらに境界層の接続を維持することにより、流れの分離を低減または抑制することが可能である。同様に、空気力学的表面に近接した流れから比較的低速の流量を除去することも、流れの境界層の運動エネルギーの実質的な増加につながり、流れの分離を低減または抑制するのに役立つ。しかしながら、既存の能動的流れ制御方法および装置のいくつかは、きわめて壊れやすい、または重量が大きく、限られた電力容量しかないことがある。

【 0 0 0 9 】

したがって、流れの能動制御を行うとともに、物理的ダメージに対して堅牢であり、軽量であり、かつ比較的大きな電力容量を有する方法および装置を提供することが望ましい。

【 発明の開示 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

発明の概要

本解決策により上述の問題の大部分が満たされる。その一態様は、物理的ダメージに影響を受けにくい堅牢な振動羽根を用いて不規則な流れの能動制御をある実施形態では行い、比較的軽量であり、既存の流れ能動制御アクチュエータと比較すると電力容量が高い。

【 0 0 1 1 】

本発明の一解決策に係り、流れの特性を面の付近で変えるために流体を移動させるためのアクチュエータは、流体を移動させるよう構成され、第1面と第2面とを有する羽根を含むことが可能である。アクチュエータは、少なくとも部分的に羽根を囲むよう構成されるとともに、羽根の第1面に向かう第1側面と羽根の第2面に向かう第2側面とを有するケーシングを含むことが可能である。さらにアクチュエータは、ケーシングの第1側面からケーシング内へ開口する第1オリフィスを含むことが可能である。作動時には、羽根がケーシングの第1側面に向かい移動する際に流体は第1オリフィスから放出され、羽根がケーシングの第2側面に向かい移動する際には流体は第1オリフィス内へ引き込まれる。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の解決策に係り、アクチュエータは、ケーシングの第2側面からケーシング内へ開口する第2オリフィスを含むことも可能である。この構成では、羽根がケーシングの第1側面へ向かって移動する際に流体は第1オリフィスから放出されて第2オリフィスへ引き込まれ、羽根がケーシングの第2側面へ向かって移動する際は第1オリフィスへ引き込まれ第2オリフィスから放出される。

【 0 0 1 3 】

本発明のさらに別の解決策に係り、表面の付近において流れ特性を変えるために流体を移動させるためのアクチュエータは、流体を移動させるための手段と、移動手段を少なくとも部分的に包囲するための手段とを含むことが可能であり、包囲手段は第1側面と第2側面とを有する。さらに、アクチュエータは包囲手段の第1側面に到達するための第1手段を含むことが可能である。作動時には、移動手段が包囲手段の第1側面に向かって移動する際に流体は第1到達手段から放出され、移動手段が包囲手段の第2側面に向かって移動する際には流体は第1到達手段内へ引き込まれる。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらにまた別の解決策に係り、表面の付近において流れ特性を変えるために流体を移動させるための方法は、少なくとも部分的に羽根を包囲するよう構成されるケーシング内の羽根を利用して流体を移動させることを含むことが可能である。この方法はさらに、羽根がケーシングの第1側面に向かって移動する際に流体をケーシングの第1側面から外へ搬送し、面に近接する流体の流れに流体を放出し、羽根がケーシングの第2側面に向かって移動する際には流体の流れから流体を引き込み、ケーシングの第1側面内へ流体を搬送することを含むことが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

以下の詳細な説明がより良く理解されるために、また当該技術に対する本発明の貢献をより明確にするために本発明の特定の実施形態を簡単に概説した。当然、本発明にはさらなる実施形態があり、これらは以下において説明され、添付の請求項の主題を構成する。

【 0 0 1 6 】

その点において、本発明の少なくとも1つの実施形態を詳細に説明する前に、本発明の応用においては、以下の説明または図面に示される構成要素の構成および配列に限定されないことを述べておく。本発明は、説明された実施形態以外にも様々な形態で実施されることが可能である。また、本明細書また要約において用いられる表現および用語は、説明のためのものであり限定的なものとしてみなされないものとする。

10

【 0 0 1 7 】

当業者であれば、本開示の基本となる構想は、本発明の複数の目的を実行するためのその他の構造、方法およびシステムを設計するための基礎として利用されることが可能であることが自明であろう。したがって、請求項は、本発明の精神および範囲から逸脱しない限り、同等の構成も含むとみなされることが重要である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

発明の詳細な説明

本発明に係る実施形態は、平坦であるか、湾曲している、または曲線的であることが可能である空気力学的表面を流れる流体の能動制御を実施可能である振動羽根アクチュエータを提供する。振動羽根アクチュエータは、羽根と、羽根を包囲するくさび形の室と、面に近接する開口部を有する第1通路と、面に近接する別の開口部を有する第2通路と、回転軸と、接続棒とを含むことが可能である。開口部は、空気力学的表面に対して相対的な速度で流れる流体の流れへ向かって開口する。回転軸は、くさび形の室内の旋回軸を中心に弧を描いて前後に羽根を動かすために接続棒により推進力を提供する。

20

【 0 0 1 9 】

羽根が一方方向に移動すると、流体は、くさび形の室の一方の側の第1通路を通り室外へ出され、くさび形の室の反対側の第2通路を通り室内へ引き込まれる。羽根が反対の方向へ移動すると、流体は第2通路から室外へ出され、第1通路から室内へ引き込まれる。

30

【 0 0 2 0 】

以下で図面を参照して本発明を説明する。図面では類似の符号は全体を通して類似の部品を示している。図1に1つの実施形態が示され、これは航空機の主翼のような翼14の前縁スラット12内に配置されるデュアルポート振動羽根アクチュエータ10を示す。(図1では固体として示されているが、スラット12および翼14はあらゆる適切な内部構造を有することが可能である。)振動羽根アクチュエータ10は、くさび形の室18内で前後に動く羽根16を含むことが可能である。アクチュエータ10は、室18から空気力学的表面24に近接する第1開口部22またはポートへつながる第1通路20も含むことが可能である。アクチュエータ10はさらに、室18の反対側から空気力学的表面24に近接する第2開口部28へつながる第2通路26を含むことが可能である。さまざまな実施形態では、第1および第2開口部22、28は、空気力学的表面により形成されるか、または個別に、しかし空気力学的表面24に近接して形成されることが可能である。

40

【 0 0 2 1 】

本発明の別の実施形態が図2に示される。これは、航空機翼のような翼14の後縁フラップ30内に配置されるデュアルポート振動羽根アクチュエータ10を示す(再度述べるが、図2では固体として示されているが、翼14およびフラップ30はあらゆる適切な内部構造を有することが可能である。)この実施形態でも、アクチュエータ10は室18内に羽根16を含むことが可能である。アクチュエータ10はさらに、室18から、フラップ30の空気力学的表面24に近接する開口部22へつながる第1通路20も含むことが可能である。同様に、アクチュエータ10は、室18から、空気力学的表面24に近接す

50

る第2開口部28につながる第2通路26を含むことが可能である。

【0022】

振動羽根アクチュエータ10のさらなる実施形態は、たとえばダクトまたは通路の湾曲した内面、水中用車両の外表面、航空機およびその他の飛行体等の胴体の表面のような、流体が流れるあらゆる面における流れの分離を低減または制限するために使用されることが可能である。

【0023】

図1および図2に示される両実施形態では、作動時には、振動羽根アクチュエータ10は、空気力学的表面24に対して相対的な速度で流れる流体の流れ32の流れの分離を低減または制限するために不規則な流れの能動制御を提供可能である。羽根16が、図1または図2の矢印により示されるように左側へ向かって移動すると、流体は第1通路20を通り室18から出され、第1開口部22から流体の流れ32へ入り空気力学的表面24へ移行し、流体は同時に第2開口部28および第2通路26により室18へ引き込まれる。同様に、羽根16が、図1および図2に示されるように右側へ向かって移動すると、流体は第2通路26を通り室18から外へ出され、第2開口部28から流体の流れ32へ入り、空気力学的表面24へ移行し、同時に流体は第1開口部22および第1通路20により室18内へ引き込まれる。

【0024】

さまざまな実施形態において、開口部22、28は、あらゆる形状の断面、たとえば円形の開口部、楕円形の開口部、正方形の開口部または細長い溝の形状の断面を含むことが可能である。本発明の好適な実施形態は、翼の幅に沿った方向(図1のページへ垂直方向)に対して長く、空気力学的表面24の翼弦に沿った方向に対して薄い2つの細長い開口部22、28を含む。特定の用途では、第1および第2開口部22、28の長さおよび寸法は、翼またはその他の空気力学的表面24の構造に応じて決定されることが可能である。

【0025】

さらに、第1開口部22および第2開口部28はいずれも、図1および図2に示されるように、空気力学的表面24に対して流れ32が動く方向へ向けられることが可能である。したがって、空気が第1開口部22または第2開口部28から出されると、室18から放出される増大された空気流は流れ32に取り入れられ、空気力学的表面24に直接接近している流れ32の境界層よりも空気力学的表面24に対して高い相対速度で流れ32の方向へ移動する。

【0026】

さらに、好適な実施形態では第1および第2開口部22、28は、流れ32に隣接する境界層の速度プロファイルを向上させるために、空気力学的表面の翼弦に沿った潜在的な流れ分離の点の付近に配置されることが可能である。たとえば、図1および図2に示される振動羽根アクチュエータ10が、図1のスラット12の前縁および図2のフラップ30の付近に配置されても、別の実施形態では振動羽根アクチュエータ10、より詳細には第1および第2開口部22、28は、流れの分離が発生可能である空気力学的表面24の任意の場所、たとえば前縁から翼弦の長さの3分の2の位置のような場所に移転可能である。

【0027】

図3は、デュアルポート動羽根アクチュエータ10の実施形態のより詳細な図を示す。アクチュエータ10は、第1面33と、第2面35とを有する羽根16を含むことが可能であり、羽根16は、羽根16の先端36から羽根16の後端38までの半径(または長さ)と、羽根16の先端36から羽根16の後端38へテーパ状であるかまたは一定であることが可能である厚さと、特定の用途に対する必要性に応じて、ならびに翼またはその他の空気力学的表面24の構造を収容するために必要な条件に応じて変更可能である幅(図3のページ)とを有する。

【0028】

10

20

30

40

50

羽根 16 が室 18 内で前後へ（図 3 では左右に）動くことが可能であるように、羽根 16 は、内側のくさび形室 18 を画定するケーシング 17 によって少なくとも部分的に包囲されることが可能である。室 18 は、ケーシング 17 の内壁 40 の輪郭により画定され、これは羽根 16 の径に合うように湾曲可能である遠心壁 41 を含む。羽根 16 の先端は、図 3 に示されるように丸みを帯びることが可能であり、羽根 16 の後端はケーシング 17 の対応する内壁 40 に合うように湾曲されることが可能である。好適な実施形態では、羽根の振動の際に、ケーシング 17 および羽根 16 は、羽根 16 がその先端 36 および後端 38 でケーシング 17 の内壁 40 に対して最小の隙間を有するように設計されることが可能である。同様に、図 3 のページから内側および外側に向かう羽根 16 の縁部 43 は、羽根の振動の際に、ケーシング 17 の対応する端部 45 と最少の隙間を有することが可能である。（図 3 では、内側を向く縁部 43 はこの図では見えず、また近接端部 43 は図 3 の断面図では切り取られているため、2 つの縁部 43 のうちの 1 つ、および 2 つの端部 45 のうち 1 つしか示されていない。）したがって、羽根 16 の先端 36、後端 38 および縁部 45 の周囲の周辺長さは、ケーシング 17 の内壁 40 と実質的に流体密封の隙間を有することが可能である。したがって、羽根 16 の周囲の流体漏れは、アクチュエータ 10 の効率に関してはわずかな影響しか及ぼさず、羽根 16 には潤滑が不要である。

10

【 0 0 2 9 】

さらに羽根 16 は、たとえば図 3 に示されるように羽根 16 の後端 36 の付近の位置で、回転軸 34 に任意の適切な手段により連結されることが可能である。回転軸 34 はケーシング 17 に固定的に取り付けられることが可能であり、羽根 16 は回転軸 34 に回転可能に取り付けられることが可能である。あるいは、羽根 16 は回転軸 34 に固定的に取り付けられ、回転軸 34 は、室 18 を画定するケーシング 17 に固定的に取り付けられることが可能である。いずれの場合にも、回転軸 34 はケーシング 17 の一方のまたは両方の端部 45 で、またはケーシング 17 の壁部 40 に沿った 1 つまたは複数の中間点に取り付けられることが可能である。

20

【 0 0 3 0 】

さらにアクチュエータ 10 は、室 18 の第 1 側面 42 から、空気力学的表面 24 に近接する第 1 開口部 22 またはポートにつながる第 1 通路 20 を含むことが可能である。アクチュエータ 10 はさらに、室 18 の第 2 側面 44 から、空気力学的表面 24 に近接する第 2 開口部 28 またはポートにつながる第 2 通路 26 を含むことが可能である。本発明の好適な実施形態では、第 1 通路 20 および第 2 通路 26 は、室端部 46、48 またはオリフィスから、対応する開口部 22、28 に向かってテーパ状であることが可能であり、これにより第 1 通路 20 または第 2 通路 26 を通り室 18 から出る流体の速度が、室 18 から空気力学的表面 24 に近接する各開口部 22、28 へ移動する際に増大することが可能である。この場合、第 1 開口部 22 または第 2 開口部 28 を通り引き込まれる流体は、それぞれ第 1 通路 20 および第 2 通路 26 を通り移動する際に拡散することが可能である。

30

【 0 0 3 1 】

羽根 16 における慣性負荷および応力は、羽根 16 の振動運動の周波数または周期に伴い増大する。羽根 16 の径（または長さ）、くさび形の室 18 の角度および羽根 16 の振動の周波数は、特定の用途の要件に応じて決定されることが可能である。したがって振動羽根アクチュエータ 10 の好適な実施形態は、たとえば約 3 から 6 インチの径（または長さ）の羽根 16 と、側面と側面との角度が約 60 度の室とを含み、たとえば 20 ヘルツ以下の周波数で作動されることが可能である。羽根 16 の後端 38 とケーシングの後壁 40 との間の隙間、羽根 16 の先端 36 とケーシング 17 の対応する壁部 40 との間の隙間、または羽根 16 とケーシングの端部 45 との間の隙間は最少、たとえば約 0.001 インチと 0.025 インチとの間であることが可能である。

40

【 0 0 3 2 】

さらに、好適な実施形態は、室から第 1 および第 2 通路 20、26 の開口部 20、28 へたとえば約 6 度であるテーパの通路を含むことが可能である。たとえば、第 1 および第 2 通路 20、26 の室端部 46、48 またはオリフィスは、約 0.5 インチの径（または

50

厚さ)を有することが可能であり、開口部22、28は、通路20、26の長さに応じて約0.25インチまたはそれ以下の径(または厚さ)を有することが可能である。さらに、開口部22、28は、空気力学的表面24と約20度の角度を形成することが可能である。しかしながら、第1および第2通路20、26の形状は、振動羽根アクチュエータ10の特定の用途の設計要件に応じて変更可能である。当業者であれば理解されるように、羽根16、ケーシング17、通路20、26および開口部22、28の特定の大きさおよび形状に関する設計要因は、振動羽根アクチュエータ10の特定の用途に応じて変えることが可能である。

【0033】

また、アクチュエータ10は、接続棒54にクランク52が接続される回転軸50を含むことが可能であり、これもまた、たとえば軸56により回転軸34からオフセットした距離で羽根16に接続されることが可能である。クランク52と軸56との接続は、ローラベアリング、ボールベアリングまたは同種のもののような軸受け表面を摩擦低減または潤滑のために含むことが可能である。さらに、接続棒54のクランク52および軸56への接続部、回転軸34のケーシング17への接続部、または羽根16の回転軸34への接続部には密封ベアリングが使用可能であり、これにより振動アクチュエータ10全体に対して保守整備のための潤滑は不要になる。クランク52は、回転軸50の中心軸58からオフセットしていることが可能であり、これにより回転軸50が回転すると、室18内部で羽根16は振動運動で前後へ(図3では左右に)作動される。

【0034】

この構成では、くさび形の室18を画定するケーシング17の端部45(図3の断面図では切断されている)は、接続棒54と連結するために軸56のような接続機構が通ることが可能である溝60(図3では点線により示されている)を含むことが可能である。溝60は、図3に示されるように、軸56の移動経路に対応するために湾曲していることが可能である。さらに、湾曲した溝60は、たとえばスライドシールまたはその他の適切な密封手段を用いて流体密封状に密封されることが可能である。

【0035】

したがって、羽根16が室18の第1側面42に向かう方向(図3では左へ)へ移動すると、流体は、第1通路20を通り室18の第1側面42から、空気力学的表面24に近接する第1開口部22を通り外に出るよう移動可能である。同様に、羽根16が反対の方向、室18の第2側面44に向かって(図3では右へ)移動すると、流体は、第2通路26を通り室18の第2側面44から、空気力学的表面24に隣接する第2開口部28を通り外に出るよう移動可能である。同時に羽根16が室18の第1側面42に向かう方向(図3では左へ)へ移動すると、流体は第2開口部28および第2通路26を通り室18の第2側面内へ引き込まれる。同様に、羽根16が反対方向、室18の反対側44に向かう方向(図3では右へ)へ移動すると、流体は、空気力学的表面24に近接する第1開口部22を通り、第1通路20を通り、室18の第1側面42内へ引き込まれる。

【0036】

このようにして、振動羽根アクチュエータ10の作動のいかなる時にも、流体は、第1開口部22または第2開口部28のいずれかを通り外へ出され、また同時に空気力学的表面24に近接する第1開口部22および第2開口部28の他方に引き込まれることが可能であり、その際に空気力学的表面24に近接して流れる流体の流れの境界層の不規則的な空気流の制御を行う。

【0037】

別の実施形態では、接続棒54は、室18の外部にある回転軸34の延長部に連結される連結アーム66(図5に示される)に接続されることが可能である。別の実施形態では、くさび形の室18内で羽根16を振動させるように駆動するための回転推進力を直接加えるために、回転軸50は回転軸34に直接接続されることが可能である。この後者の実施形態では、接続棒54および軸56はなくてもよく、ケーシング17の端部45の湾曲溝60は不要である。

【 0 0 3 8 】

様々な実施形態において、回転軸 5 0 は、たとえば電気モータ、サーボモータ、油圧または空気圧アクチュエータ、または多くの適切な回転アクチュエータのいずれかのものように、あらゆる回転動力源により駆動可能である。また、回転軸 5 0、および回転アクチュエータと関連するあらゆる機構は、羽根 1 6 の連続作動を補助するために慣性推進力を提供することが可能である。

【 0 0 3 9 】

本発明の別の実施形態が図 4 に示される。これはシングルポート振動羽根アクチュエータ 1 0 を示す。この実施形態でも、振動羽根アクチュエータ 1 0 は、羽根 1 6 がケーシング 1 7 内のくさび形の室 1 8 内で前後に移動可能であるように、羽根 1 6 の先端 3 6 付近の回転軸 3 4 に連結される羽根 1 6 を含むことが可能である。アクチュエータ 1 0 は、室 1 8 から空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 またはポートへつながる第 1 通路 2 0 を含むことが可能である。先の実施形態と同様に、第 1 通路 2 0 は、第 1 開口部 2 2 付近の空気力学的表面 2 4 と角度をなし、室端部 4 6 から第 1 開口部 2 2 へ向かってテーパ状であることが可能である。しかしこの実施形態では、第 1 通路 2 0 の反対側のケーシング 1 7 の第 2 側面 4 4 は、図 4 に示されるように大気に開放されていることが可能である。さらに、接続棒 5 4 は、羽根 1 6 の第 2 面 3 5 に取り付け可能である突起部 6 8 に連結されることが可能である。あるいは、接続棒 5 4 は先の実施形態において説明されたように羽根に連結されることが可能である。

【 0 0 4 0 】

したがって、羽根 1 6 が室 1 8 の第 1 側面 4 2 に向かう方向（図 4 では右へ）へ移動すると、流体は、第 1 通路 2 0 を通り室 1 8 の第 1 側面 4 2 から、空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 を通り外に出るよう移動可能である。羽根 1 6 が反対の方向、室 1 8 の第 2 側面 4 4 に向かう方向（図 4 では左へ）へ移動すると、流体は、空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 を通り、第 1 通路 2 0 を通り室 1 8 の第 1 側面 4 2 内に引き込まれることが可能である。

【 0 0 4 1 】

さらに、アクチュエータ 1 0 は選択的に、第 1 通路 2 0 から分岐し、空気力学的表面 2 4 に近接する取り入れ口 6 4 につながる取り入れ通路 6 2 を含むことが可能である。空気力学的表面 2 4 に近接する流体の流入を容易にするために、取り入れ通路 6 2 は取り入れ口 6 4 の付近において空気力学的表面 2 4 に対しておおよそ垂直であることが可能である。好適な実施形態では取り入れ口 6 4 は、第 1 開口部 2 2 の上流に、第 1 開口部 2 2 と比較すると比較的低い圧力環境で配置可能である。したがって、羽根 1 6 が室 1 8 の第 1 側面 4 2 に向かう方向（図 4 では右へ）へ移動すると、流体は室 1 8 の第 1 側面 4 2 から第 1 通路 2 0 を通り、空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 を通り主に外へ出るよう移動可能である。取り入れ通路 6 2 および取り入れ口 6 4 を通り流体が外へ流れることを回避または最小限にとどめるために、リードバルブのような一方向バルブ 7 0 は取り入れ通路 6 2 に設置されることが可能である。一方向バルブ 7 0 は、取り入れ口への流れを可能にするが、取り入れ口 6 4 から出る流れを回避または最小限に抑えることが可能である。

【 0 0 4 2 】

したがって、アクチュエータ 1 0 が選択的な取り入れ通路 6 4 を備えると、羽根 1 6 が反対方向、室 1 8 の第 2 側面 4 4 に向かって（図 4 では左へ）移動する際に、流体は主に取り入れ口 6 4 から引き込まれ、その後取り入れ通路 6 2 および第 1 通路 2 0 の一部を通り、室 1 8 の第 1 側面 4 2 に達することが可能である。さらに、流体の一部は同時に空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 を通り、第 1 通路 2 0 を通り、室 1 8 の第 2 側面 4 4 内へ引き込まれることが可能である。

【 0 0 4 3 】

図 5 には、たとえば航空機の翼のような翼 1 4 に設置されたシングルポート振動羽根アクチュエータ 1 0 の斜視図が示される。上述のように、振動羽根アクチュエータ 1 0 は旋

10

20

30

40

50

回軸 3 4 に連結される羽根 1 6 を含むことが可能であり、これにより羽根 1 6 がケーシング 1 7 内のくさび形の室 1 8 内で前後に移動可能である。図 5 では、羽根 1 6 を見せるためにケーシング 1 7 は部分的に切断されて示されている。アクチュエータ 1 0 は室端部 4 6 またはオリフィスを有する第 1 通路 2 0 と、翼 1 4 の空気力学的表面 2 4 に近接する第 1 開口部 2 2 とを含むことが可能である。図 5 の実施形態では、第 1 開口部 2 2 は細長い長方形の溝として示されている。しかしながら、他の実施形態では第 1 開口部 2 2 は特定の用途の要件に応じてあらゆる適切な形状を有することが可能である。さらに、アクチュエータは、接続棒 5 4 に接続されるクランク 5 2 を備える回転軸 5 0 を含むことが可能である。図 5 では接続棒は、旋回軸 3 4 に固定的に連結されている連結アーム 6 6 に接続されて示されているが、その他の実施形態では接続棒 5 4 は、たとえば羽根 1 6 の縁部に沿ってオフセットされた軸のようなあらゆる適切な連結部または結合部により羽根 1 6 に接続されることが可能である。または接続棒 5 4 が不要な場合もある。

10

【 0 0 4 4 】

本発明の多くの特徴および長所が詳細な説明から明らかになる。したがって、添付の請求項は本発明の精神および範囲に含まれるすべての特徴および長所を含むものとする。さらに、当業者であれば多数の修正および変形例が思い当たるため、本発明は図示および説明した構造および作動のみに限定されず、本発明の範囲に含まれるすべての変更および同等物が含まれる。

【 図面の簡単な説明 】**【 0 0 4 5 】**

20

【 図 1 】 翼の前縁スラットにおける流体の流れにおいて流れの分離を低減するための流れの能動制御を提供可能である、本発明の好適な実施形態に係る振動羽根アクチュエータの断面図である。

【 図 2 】 翼の後縁フラップにおける流体の流れにおいて流れの分離を低減するための流れの能動制御を提供可能である、本発明の別の好適な実施形態に係る振動羽根アクチュエータの断面図である。

【 図 3 】 図 1 および図 2 の実施形態に使用可能であるデュアルポート振動羽根アクチュエータの詳細な断面図である。

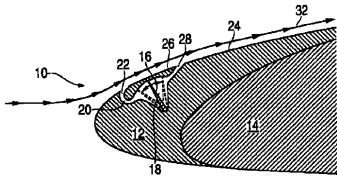
【 図 4 】 図 1 および図 2 の実施形態に使用可能であるシングルポート振動羽根アクチュエータの詳細な断面図である。

30

【 図 5 】 翼に設置されたシングルポート振動羽根アクチュエータの部分的な断面斜視図である。

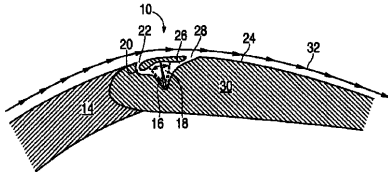
【 図 1 】

FIG. 1



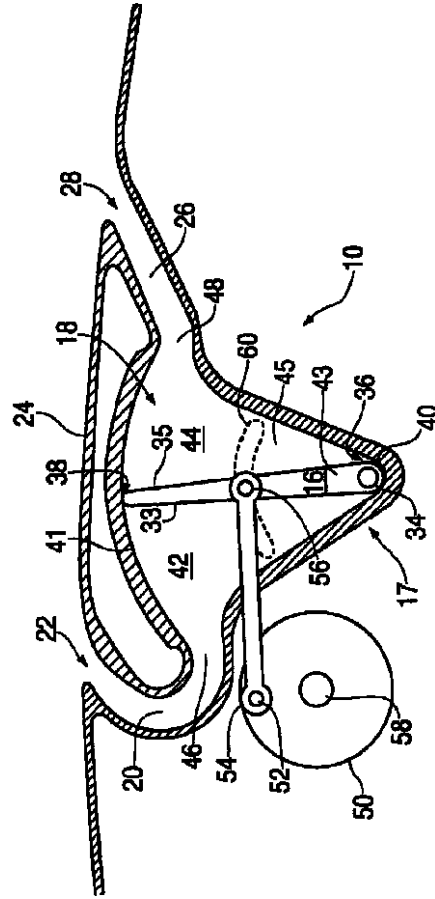
【 図 2 】

FIG. 2



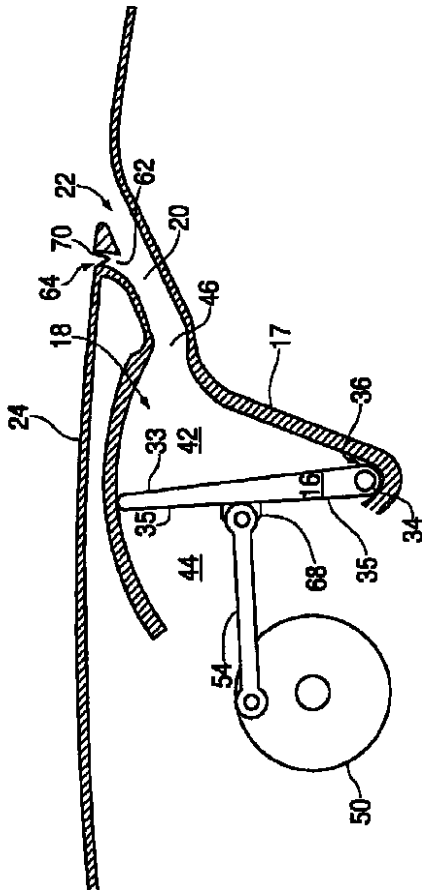
【 図 3 】

FIG. 3



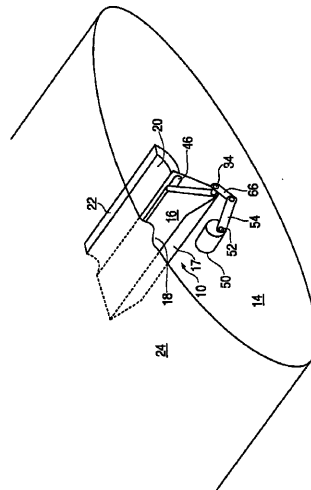
【 図 4 】

FIG. 4



【 図 5 】

FIG. 5



フロントページの続き

審査官 三澤 哲也

- (56)参考文献 独国特許発明第00692130(DE, C2)
米国特許出願公開第2005/0127245(US, A1)
米国特許第02078854(US, A)
特開2005-121209(JP, A)
特開平10-281115(JP, A)
米国特許出願公開第2005/0040293(US, A1)
米国特許第4907456(US, A)
米国特許第5099699(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 21/08

F15D 1/10