(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4572042号
(P4572042)

(45)発行日　平成22年10月27日(2010.10.27)　(24)登録日　平成22年8月20日(2010.8.20)

(51)Int.Cl.		F I		
F01D 11/08	(2006.01)	F01D	11/08	
F01D 25/24	(2006.01)	F01D	25/24	T
F02C 7/28	(2006.01)	F02C	7/28	A
F04D 29/08	(2006.01)	F04D	29/08	E
F04D 29/52	(2006.01)	F04D	29/52	B

請求項の数 8　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願2001-131882(P2001-131882)
(22)出願日　平成13年4月27日(2001.4.27)
(65)公開番号　特開2002-4806(P2002-4806A)
(43)公開日　平成14年1月9日(2002.1.9)
審査請求日　平成19年9月21日(2007.9.21)
(31)優先権主張番号　10020673.5
(32)優先日　平成12年4月27日(2000.4.27)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　391028384
エムテーウー・アエロ・エンジンズ・ゲー　エムベーハー
ドイツ連邦共和国　８０９９５　ミュンヘン，ダッハウアー・シュトラーセ　６６５
DACHAUER STRASSE 665, 80995 MUENCHEN, GERMANY
(74)代理人　100097250
弁理士　石戸　久子
(74)代理人　100101856
弁理士　赤澤　日出夫
(74)代理人　100103573
弁理士　山口　栄一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】金属製ケーシング構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

軸流圧縮機段ないし軸流タービン段の、動翼に対向する部分の金属製ケーシング構造であって、機械的安定性を備えた切れ目なく連続した略々円環形状の外壁部と、複数の伸縮吸収用間隙部によって周方向に分割されることで複数のセグメントに分割されており動翼の先端との間に小さな間隙を画成して延在している内壁部と、前記内壁部と前記外壁部との間を連結しており少なくとも径方向に荷重を伝達する連結構造材とを備えた金属製ケーシング構造において、

前記連結構造材が、多数の中空の小室の集合体として構成された中空小室集合構造材（１０、１１、１２、１３、１４）で形成されており、該中空小室集合構造材は、前記内壁部（５、６）及び前記外壁部（３、４）の互いに対向している夫々の表面領域の少なくとも大部分に亘って延在しており、該中空小室集合構造材は、前記内壁部（５、６）及び前記外壁部（３、４）から立ち上がるように延在する多数の薄板部（１５、１６、１７、１８）で構成されており、それら多数の薄板部は、互いに角度を成して交わり少なくともそれらの大部分が相互に接続しており、更に、前記中空小室集合構造材（１０、１１、１２、１３、１４）が前記内壁部（５、６）と前記外壁部（３、４）を、ロウ付けによって一体に接合することを特徴とする金属製ケーシング構造。

【請求項２】

複数のセグメントに分割されている前記内壁部（５）の、動翼に対向する側の表面に、始動時防護ライナ（９）が貼着されており、該始動時防護ライナ（９）は、動翼の先端が

接触したときに、容易に変形ないし摩耗する材料で形成されていることを特徴とする請求項１記載のケーシング構造。

【請求項３】

複数のセグメントに分割されている前記内壁部（６）の、その断面の全体が、始動時防護ライナ（９）として形成されていることを特徴とする請求項１記載のケーシング構造。

【請求項４】

前記内壁部（６）の材料は、多孔質金属材料のみから成る材料、または、母材としての多孔質金属材料に異種材料を分散させた材料であることを特徴とする請求項３記載のケーシング構造。

【請求項５】

複数のセグメントに分割されている前記内壁部（６）が、略々軸心方向に延在している前記伸縮吸収用間隙部（７）とは別に、周方向に分布した所定形状の複数の開口部（８）を備えており、前記中空小室集合構造材（１１）の、それら複数の開口部（８）の各々に対応した箇所に、凹部ないし空洞部（１９）が形成されていることを特徴とする請求項１乃至４の何れか１項記載のケーシング構造。

【請求項６】

前記中空小室集合構造材（１２）が、中空小室の断面形状を蜂の巣状としたハニカム構造材として形成されていることを特徴とする請求項１乃至５の何れか１項記載のケーシング構造。

【請求項７】

前記中空小室集合構造材（１４）が、前記内壁部（５、６）または前記外壁部（３、４）の一体の構成部分として形成されていることを特徴とする請求項１乃至６の何れか１項記載のケーシング構造。

【請求項８】

前記中空小室集合構造材（１４）が、フライス加工、ドリル穿孔加工、または電解型彫り加工の切削加工によって形成されていることを特徴とする請求項７記載のケーシング構造。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、請求項１の前提部分に記載した種類の、軸流圧縮機段ないし軸流タービン段の動翼に対向する部分の金属製ケーシング構造に関する。

【０００２】

【従来の技術】

圧縮機段ないしタービン段の流体力学的特性を良好なものにするためには、動翼の先端とケーシング構造の内面との間の径方向の間隙をできるだけ小さく、且つ、できるだけ一様に保持することが重要である。そのためには、なによりも、ケーシング構造の寸法及び形状の安定性が十分に高く、しかも、その寸法及び形状の精度が良好でなければならない。また、その寸法及び形状に対する熱及び荷重の影響ができるだけ小さくなるようにしなければならない。更に、そのケーシング構造のうち、一般的に非常に高温の作動気体にさらされる部分が、略々そのケーシング構造の内面だけに限定されるようにすることも重要であり、そのケーシング構造の漏れ損失を小さく抑えることも重要である。運転状態が定常状態に落着くまでの間は、特に熱の影響によって発生するケーシング構造の寸法的変化と、動翼を備えたロータの寸法的変化とが、時間的に並行して揃って変化するようにすることで、かなり良好な結果が得られる。しかしながら、その場合でも、負荷の大きさ次第では、動翼の先端とケーシング構造の内面とが実際に接触してしまうのを完全に防止することは殆ど不可能であり、そのため、ケーシング構造の内面の、少なくとも動翼の先端に対向している部分は、容易に塑性変形ないし弾性変形するか、或いは、容易に摩耗するようにしておくのがよい。

【０００３】

ヨーロッパ特許公報ＥＰ－Ｂ－０７２８２５８号は、タービンのシュラウド壁を構成するセグメントに関するものであり、実質的に同一構造の複数のセグメントを組合せて、シュラウド壁構造体の内壁部と、そのシュラウド壁構造体の外壁部に連結する連結構造体の一部とを構成するようにしている。タービンの運転中はセグメントの外側が冷却されているため、セグメントの内側と外側との間に温度差が生じており、また、セグメントは一般的に本体材料の片面にライナを貼着して形成するが、本体材料とライナ材料とでは材料特性が異なる。これらの、セグメントの両側の温度差と、異種材料間の材料特性の差違とによって、タービンの運転中に、セグメントの曲率が変化する傾向がある。そのため、セグメントの変形によって、その一部が動翼の先端の軌跡にかかってしまうことがないようにするために、セグメントの前端縁及び後端縁に独特の形状の係合部を形成し、セグメントの一部をケーシング構造体の外壁部に係合させることで、セグメントが部分的に径方向外方へ移動できるようにしている。しかしながら、この方式では、シュラウドの内面の断面形状が、しばしば、円形からずれて多角形に近い形状になる傾向があり、そのため、動翼の先端との間の径方向の間隙を一様な寸法にすることが困難であった。また、間隙や遊びの大きさが一様でない状態で、セグメントどうしの間を封止しなければならないため、そのことによって製作コストがかさんでいた。

【０００４】

ヨーロッパ特許公報ＥＰ－Ｂ－０７８１３７１に、ガスタービンの動翼の先端の遊びを動的制御するための構成が記載されている。それによれば、ケーシング構造の内壁部は、円弧形に湾曲した複数のセグメントで形成されている。それらセグメントは径方向外方へ移動可能に取付けられており、セグメントどうしは周方向には部分的に重なり合っている。一方、それらセグメントの、径方向内方への移動は一定の移動限度までに規制されており、即ち、セグメントの片面の前端縁及び後端縁に鉤形の係合部を形成してあり、それら係合部がケーシング構造体の周縁部の係合部に係合することで、径方向内方への移動が規制されるようにしてある。また、セグメントに対しては、バネ部材またはガス圧によって、径方向内方へ向かう予荷重を印加するようにしてあり、この予荷重によって、セグメントはケーシング構造体の係合部へ押付けられている。一方、動翼の先端には、くさび作用面が形成されており、ロータが高速回転しているときには、このくさび作用面によって動圧ガスクッションが形成される。そして、この動圧ガスクッションの圧力によって、ケーシング構造体の内壁部を形成しているセグメントは、動翼の先端から一定の小さな距離を保った位置に保持される。この状態を得るためには、セグメントの内側から作用するガス圧と、セグメントの外側からバネ部材等によって印加されている予荷重とが等しくなって、セグメントがバランス状態に維持されるようにしなければならない。しかしながら、このような方式は、非常に故障しやすく、設計時の計算が困難であり、また、振動も発生しやすいと考えられる。更に、セグメントを保持するための保持構造は、作動気体にさらされるため、大きな熱応力を受けるおそれがあり、ケーシング構造体の外壁部へ伝達される熱の伝達量も大きい。

【０００５】

ヨーロッパ特許公報ＥＰ－Ｂ－０６１６１１３は、ガスタービンと、ガスタービンにシール部材を装着する方法とに関するものである。同特許公報の明細書には、特に、金属製ハニカム材を、ラビリンス形シール部材の始動時防護ライナとして用いることが開示されている。金属製ハニカム材は、その片側の側面が、担持部材である金属板にロウ付けされており、この担持部材は、切れ目なく連続した略々円環形状に形成されている。ハニカム材は、その多数の小室の開口部が、シール部材の円環形状のエッジ部に対向している。このハニカム材を構成している多数の薄板部は、担持部材から立ち上がっており、容易に塑性変形するものであるため、ガスタービンの始動時にハニカム材が変形しなければならない状況になったならば、速やかに変形することによって、シール部材のエッジ部が損傷しないように保護する。また、ハニカム材の多数の小室が、シール部材に対向して開口しているため、ガスの流れが好適に乱されて渦が発生し、これによってシール作用が増強される。航空機の機体や船舶の船体を製作する材料として、例えばハニカム材のように、空隙率

が大きく軽量でしかも厚いコア材の両面に、大きな強度を有する薄い表面材を貼着して構成したサンドイッチ形の軽量構造材が好んで使用されている。このような軽量構造材が撓む際に、両側の表面材に作用する荷重は、主としてそれら表面材の平面内に作用する引張荷重ないし圧縮荷重であり、また、そのコア材は、一方の表面材から他方の表面材へ荷重を伝達するが、このとき伝達される荷重は主として剪断荷重である。表面材としては、繊維強化材料を使用することが好ましく、それをコア材に接合する。また、両側の表面材は、通常、それらの厚さや機械的特性が互いに大きく異なることはない。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、以上の従来の技術に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、軸流圧縮機段ないし軸流タービン段の、動翼に対向する部分の金属製ケーシング構造であって、運転条件や温度が変化しても、その寸法及び形状の精度が極めて良好に保持され、大きな荷重に耐えることができ、良好な断熱性能を有し、ケーシング構造からの作動流体の漏れ量が極めて少なく、動翼の先端との間の間隙を特に小さく、しかも殆どばらつきを生じることなく一様に維持することができ、圧縮機段ないしタービン段の効率及び負荷容量を高めることのできる、金属製ケーシング構造を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、請求項１の前提部分に記載した構成要件と、特徴部分に記載した構成要件との組合せによって達成される。従って、本発明の要点は、複数のセグメントに分割された内壁部と、切れ目なく連続した形状の荷重を担う外壁部との間に、連結構造材を配設し、それらを材料的に一体に接合したことにある。連結構造材は、例えばハニカム材のように、軽量の、薄板部を組合せて構成した中空小室集合構造材であり、内壁部と外壁部との間の空間の大部分を占めており、内壁部及び外壁部の一方または両方との接合がロウ付けによってなされている。これによって、内壁部と外壁部とが連結されて、全体があたかも「１枚の板」のような構造となっているため、いかなる運転状態においても良好に維持される荷重を担う外壁部の寸法及び形状の精度が、そのまま、セグメントに分割されている内壁部の寸法及び形状の精度を良好に維持する結果をもたらしている。従って、ケーシング構造の内面の断面形状がゆがんで「多角形化」するのを防止することができる。また、その全体をあたかも「１枚の板」のように構成することによって、ロウ付けによって接合する構造を、強度及び耐久性に関して理想的な構造とすることができ、ロウ付けが材料組織に悪影響を及ぼさずに済むようになる。また更に、薄板部を組合せて構成した連結構造材は、内壁部のセグメントが熱の影響を受けて周方向に伸縮する際に、大きな拘束力を発生することなくその収縮を許容する十分な弾性を有する。また、この連結構造材は、優れた断熱性を備えており、この断熱性は、この連結構造材が大きな空隙率を有することによって得られるものであるが、ただし、その断熱性の程度は、この連結構造材の材料としていかなる材料を選択するかによって多少は異なる。この断熱性のために、内壁部が作動気体にさらされて高温になっても、外壁部の温度はそれよりかなり低い温度に維持することができ、このことが、外壁部の機械的特性を良好に維持するのに役立っている。また、この断熱性によって、当然のことながら、タービンエンジンの熱効率も向上する。また、多数の薄板部から成るこの連結構造材は、周方向や軸心方向へのガスの流れを実質的に阻止するため、そのような流れを封止するための余分なシール手段を装備する必要もない。尚、内壁部に設けた数本の細い伸縮吸収用間隙部は、それらを通ってガスが漏出するが、この漏出による漏れ量は軽微であって問題にならない。また、従属請求項は、このケーシング構造の好適な実施の形態にかかる特徴を記載したものである。

【０００８】

【発明の実施の形態】

以下に図面を参照しつつ、本発明について更に詳細に説明して行く。尚、図面は簡略化した模式図であり、正確な縮尺図ではない。

【０００９】

図１に示したケーシング構造は、軸流圧縮機段のケーシング構造であり、この軸流圧縮機段は、図中の左側から右側へガスが流動するように設計されている。
図には、案内翼２１及び動翼２０（この動翼はシュラウドレス形である）の径方向外端の部分が示されている。このケーシング構造の外壁部３は、案内翼２１に対向する部分と、動翼２０に対向する部分との、両方の領域に亘って延在しており、案内翼２１の支持構造としては、一般的な、接合による完全固定式の支持構造が採用されている。本発明にかかるケーシング構造１は、図の右側の部分、即ち、動翼２０に対向する部分に採用されている。このケーシング構造１は、内壁部５と、多数の中空の小室の集合体として構成された中空小室集合構造材(Hohlkammerstruktur)１０と、外壁部３のうちの内壁部５に対向している部分、即ち、図の中央から右側のフランジに至るまでの部分とで構成されている。内壁部５には、その動翼２０に対向する側の表面に、始動時防護ライナ９が貼着されており、この始動時防護ライナ９は、動翼２０の先端がこすったときに、動翼２０の先端が破損しないように防護するためのものである。内壁部５は、始動時防護ライナ９共々、複数のセグメントに分割されている。より詳しくは、内壁部５には、複数の伸縮吸収用間隙部（切れ目部）７が形成されており、それら伸縮吸収用間隙部７は、各々が略々軸心方向に延在しており、互いに周方向に間隔を空けて設けられている（図２参照）。ケーシング構造１は、その構成部品３、５、及び１０の材料を互いに一体に接合することによって一体構造としてある。また、図示例では、中空小室集合構造材１０を、外壁部３と内壁部５の両方にロウ付けによって接合してある。ただし、外壁部と内壁部の一方に中空小室集合構造材を一体に製作したものに、それら外壁部と内壁部の他方をロウ付けするようにしてもよい。

【００１０】

図２は、本発明にかかる２種類のケーシング構造１及び２を示した断面部分図である。図の中心の一点鎖線の縦線より右側に第１のケーシング構造１を示し、左側に第２のケーシング構造２を示した。右側のケーシング構造１は、図１のケーシング構造に対応したものであり、内壁部５及び始動時防護ライナ９を分割している伸縮吸収用間隙部７が示されている。

【００１１】

左側のケーシング構造２が右側のケーシング構造１と異なる点は、なによりも先ず、左側のケーシング構造２では、内壁部６の厚さの全体が、動翼の先端が接触したときに容易に塑性変形する材料、または容易に摩耗する材料で形成されていることにある。この材料には、例えば、多孔質金属材料のみから成る材料、または、母材としての多孔質金属材料に合成樹脂または黒鉛などの異種材料を分散させた材料などを使用することができ、これらの材料は、例えば、焼結によって形成することができる。一方、左側のケーシング構造２の外壁部４及び中空小室集合構造材１１は、右側のケーシング構造１の外壁部３及び中空小室集合構造材１０と大きく異なるものではないが、ただし、一般的に「ケーシング・トリートメント」と呼ばれている特別の構造を備えている。この構造は、圧縮機段の空力学的性能を向上させることによって、その動作効率や圧縮限度を改善する効果をもたらすものである。かかる効果を得るために、内壁部６には、一定の間隔で周方向に分布した所定形状の複数の開口部８が形成されている。また、中空小室集合構造材１１には、それら複数の開口部８の各々に対応した箇所に、凹部ないし空洞部１９が形成されている。それら開口部８と空洞部１９とによって、この圧縮機段の中のガスの流れのうち、動翼の先端近傍のガスの流れの一部を再循環させるための、再循環チャンバが画成されている。開口部８及び空洞部１９は、軸心方向、即ち流れの方向に延在しており、それらの上流側の端部は、動翼の前縁より更に前方（上流側）に達しており、下流側の端部は、動翼の軸心方向の中心より後方（下流側）で、動翼の後縁より前方（上流側）に位置している。かかる再循環チャンバの構成は、当業者には周知のものであるため、図には特に示さない。また、中空小室集合構造材１１に形成する空洞部１９は、外壁部３に達するまで径方向に延在させる（深さをもたせる）必要は必ずしもない。また、空洞部１９の深さを中空小室集合構造材１１の厚さの途中まででとどめる場合には、充填材を使用して、その空洞部１９が滑

らかな壁部をもつようにして、ガスが滑らかに流れるようにするのがよい。また、開口部８及び空洞部１９の長手方向中心面は、径方向に一致させるよりも、やや周方向へ傾斜させる方が好ましいことがある。これらのことは全て、当業者には自明のことであるため、これ以上の詳細な説明は省略する。

【００１２】

図３に、具体例として、３種類の中空小室集合構造材１２、１３及び１４を、ケーシング構造体の内壁部及び外壁部に平行な平面で切断した断面図で示した。

図３の（ａ）に示した中空小室集合構造材１２は、中空小室の断面形状を蜂の巣のように正六角形にしたハニカム材であり、相互に接続している多数の薄板部１５は、互いに同一寸法であって、互いに１２０度の角度で交わっている。

【００１３】

図３の（ｂ）に示した中空小室集合構造材１３は、中空小室の断面形状を四角形にしたものであり、この四角形の中空小室は、短い薄板部１６と長い薄板部１７とが互いに直角に交わることで画成されている。

【００１４】

図３の（ｃ）に示した中空小室集合構造材１４は、（ａ）に示した中空小室集合構造材１２と類似しているが、ただし、（ｃ）の中空小室集合構造材１４では、中空小室の断面形状を六角形ではなく円形にしてある。そのため、薄板部１８は、位置によって厚さが変化している。この中空小室集合構造材１４を製作するには、例えば、むくの厚板材に、ドリル穿孔加工や電解型彫り加工などによって、穴を形成するという製作方法を用いればよい。また、この製作法を用いる場合には、内壁部及び外壁部の一方と中空小室集合構造材とを一体に製作したものに、それら内壁部及び外壁部の他方をロウ付けによって一体に接合するという方法で、本発明にかかるケーシング構造を製作することができる。一方、中空小室集合構造材１２及び１３を製作する際には、内壁部及び外壁部のいずれとも別体のものとして、帯板等の薄い金属板から製作する方法を用いる方が、製作が容易である。

【００１５】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、運転条件や温度が変化しても、その寸法及び形状の精度が極めて良好に保持され、大きな荷重に耐えることができ、良好な断熱性能を有し、ケーシング構造からの作動流体の漏れ量が極めて少なく、動翼の先端との間の間隙を特に小さく、しかも殆どばらつきを生じることなく一様に維持することができ、圧縮機段ないしタービン段の効率及び負荷容量を高めることのできる、金属製ケーシング構造を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】案内翼及び動翼の周縁部分を示した圧縮機段の部分縦断面図である。

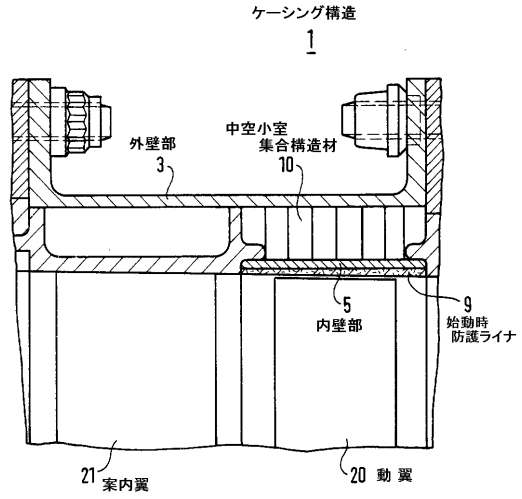
【図２】２種類のケーシング構造体の部分横断面図を左右に並べて示した図である。

【図３】（ａ）～（ｃ）は、３種類の中空小室集合構造材の部分断面図を示した図である。

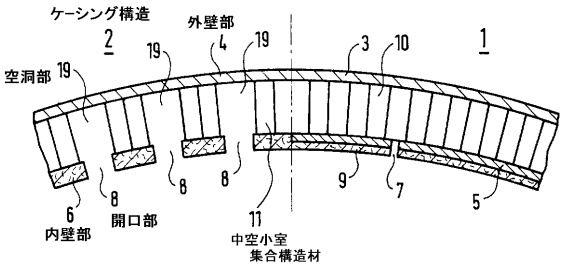
【符号の説明】

１、２　ケーシング構造体
３、４　外壁部
５、６　内壁部
７　伸縮吸収用間隙部
８　開口部
９　始動時防護ライナ
１０、１１、１２、１３、１４　中空小室集合構造材
１５、１６、１７、１８　薄板部
１９　凹部ないし空洞部

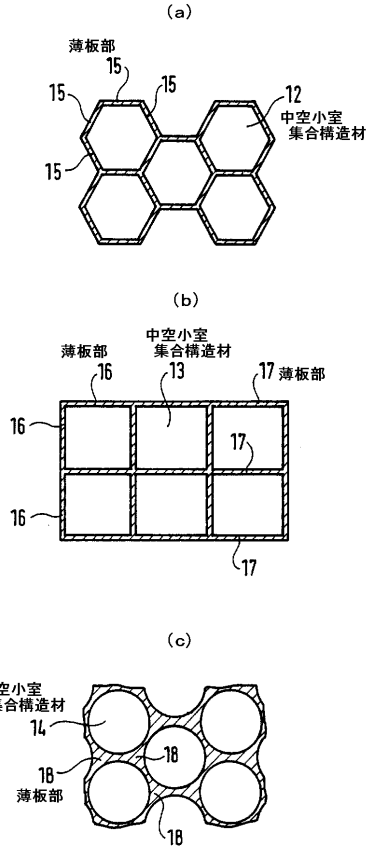
【図１】


ケーシング構造
1
外壁部
3
中空小室
集合構造材
10
5
内壁部
9
始動時
防護ライナ
21
案内翼
20
動翼

【図２】


ケーシング構造
2
外壁部
4
19
3
10
1
空洞部
19
6
内壁部
8
開口部
8
8
11
中空小室
集合構造材
9
7
5

【図３】


(a)
薄板部
15
15
15
15
12
中空小室
集合構造材
(b)
薄板部
16
中空小室
集合構造材
13
17
薄板部
16
17
16
17
(c)
中空小室
集合構造材
14
18
18
薄板部
18

フロントページの続き

(72)発明者　ウェルナー・ハンハウザー
ドイツ連邦共和国　８５３６８　モーズベルグ，ドクトルーシェルスーシュトラッセ　１３

審査官　粟倉　裕二

(56)参考文献　特開平１１－０１３４０４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０１０９２６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F01D 11/08
F01D 25/24
F02C 7/28
F04D 29/08
F04D 29/52