

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5010318号
(P5010318)

(45) 発行日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(24) 登録日 平成24年6月8日(2012.6.8)

(51) Int.Cl.		F I	
FO2K	1/34	(2006.01)	FO2K 1/34
G1OK	11/16	(2006.01)	G1OK 11/16
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C 7/00
FO1D	25/30	(2006.01)	FO1D 25/30
FO2C	7/24	(2006.01)	FO2C 7/24

請求項の数 6 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-76442 (P2007-76442)
(22) 出願日 平成19年3月23日(2007.3.23)
(65) 公開番号 特開2007-292064 (P2007-292064A)
(43) 公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)
審査請求日 平成21年11月25日(2009.11.25)
(31) 優先権主張番号 0602580
(32) 優先日 平成18年3月24日(2006.3.24)
(33) 優先権主張国 フランス (FR)

前置審査

(73) 特許権者 505277691
スネクマ
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
(74) 代理人 100062007
弁理士 川口 義雄
(74) 代理人 100103920
弁理士 大崎 勝真
(72) 発明者 エリック・ジヤーンルイ・ブテイ
フランス国、77550・モワシー・クラ
メール、リュ・ドユ・レゼルボワール、2
4

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボジェットノズルの中心体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空洞を形成する壁部を備えたターボジェットノズルの中心体であって、該壁部の少なくとも1つの上流部にわたって穿孔された複数のオリフィスと、ヘルムホルツ共鳴器を形成する単一の共振空洞とを備えており、さらに、空洞を形成する壁部の内側に、前記単一の共振空洞を形成する外側空洞と内側空洞との境界を画定する穿孔されていない内壁を備えており、前記内側空洞が、脱気器を備えたターボジェットのために蒸気逃がしストリームを導く作用を果たすように配置されており、膨張差を吸収するためシールが内壁と空洞を形成する壁部との間に設けられている、前記中心体。

【請求項 2】

空洞を形成する壁部が回転体形状の壁である、請求項 1 に記載の中心体。

【請求項 3】

中心体の機械的強度の改善を可能にする少なくとも1つの補強手段を備える、請求項 1 および 2 のうち一項に記載の中心体。

【請求項 4】

空洞を形成する壁部が金属壁である、請求項 1 から 3 のうち一項に記載の中心体。

【請求項 5】

金属壁の厚さが一定である、請求項 4 に記載の中心体。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のうち一項に記載の中心体を有するノズルを備える、ターボジェット。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ターボジェット機の排気口における騒音低減の分野に関する。

【背景技術】

【0002】

ターボジェット機は、ガス流の方向の上流から下流に向かって、ファンと、1以上のコンプレッサ段と、燃焼室と、1以上のタービン段と、排気ノズルとを備える。これらはターボジェットの一次ストリームのガス、すなわちタービン段からの排気口における、燃焼室から生じて排気ノズルを経由して排出されるガストリームである。

10

【0003】

ノズルは通常、排気ストリームのガスジェットの外側包絡線の境界を画定する外側ノズルケーシングと、排気ストリームのガスジェットの内側包絡線の境界を画定する内側ノズルケーシングとを備え、その流れを助ける。内側ノズルケーシングはノズルの中心体を形成しており、回転体表面を有するその壁部の形状は円筒状、円錐状、またはより一般的にはストリームに適合した空力形状、すなわちターボジェットの軸に関して軸対称であってもよい。当業者は通例、この中心ノズル体を「プラグ」と呼称する。以下では、中心ノズル体または中心体と呼称する。

【0004】

中心ノズル体の壁部は、ガスジェットの騒音低減または赤外線放射 (signature) 低減のため軸対称でなくてもよいことに留意されたい。この場合、中心体は例えば波形、矩形または楕円形の断面を有してもよい。本発明は、民生用途でよくあるように軸対称の壁部を備えた中心体に特に好適に適用されるが、軸対称でない中心体にも適用される。

20

【0005】

ある種のターボジェット機では、中心体はターボジェットの蒸気逃がしストリームを導く別の機能を果たす。具体的には、ある種のターボジェットの中心軸の下流端部には、油蒸気、ある種の冷却ガス等の様々な流体を逃がす蒸気逃がしオリフィスが設けられている。これは通常、脱気器と呼ばれる。この場合、蒸気逃がしストリームを導く管が流路として蒸気逃がしストリームを導くため中心体内においてその端部まで延びているか、管が設けられず中心体はその内表面を介して蒸気逃がしストリームを導くかのいずれかである。蒸気逃がしは通常、吸引により行なわれ、管または中心体内の圧力はターボジェットエンジン内の圧力より小さいものである。

30

【0006】

エンジン製造に関する不変の問題は、騒音低減、特に乗客、および航空機が上空を飛行する地域の住民の快適性に関するものである。そのため、低周波における燃焼室の騒音、すなわち燃焼騒音と、より高い周波における高圧および低圧のタービンに関する騒音、すなわちタービン騒音とからなる騒音、特にノズル内の騒音を低減することが望まれる。従来の受動的音響コーティング、すなわち外形が固定されている装置では、外側ノズルケーシングにより低周波燃焼騒音は低減できないが、これはこの箇所における容積が不足しているためである。したがって、外側ノズルケーシング上に例えば薄い材料層をハニカム状に形成することにより対処可能なのはより高周波のタービン騒音である。よって提起される問題は、低周波燃焼騒音の低減に関するものである。

40

【0007】

米国特許第5,592,813号明細書には、間に相当の厚さでハニカムが設けられている2つの同心面を備える燃焼騒音低減中心体の使用が開示されている。また欧州特許第1,391,597号明細書には、騒音低減のための2つの錐状体から形成される中心体の使用が開示されており、そのうち外側の錐状体は穿孔され、穿孔の下方の2つの錐状体の間には空洞が設けられている。これらの空洞は一種の大寸法ハニカムを形成しており、低周波騒音をより良好にフィルタリングすることができる。空洞と複数の孔との各アセン

50

ブリは、当業者に知られているヘルムホルツ共鳴器を形成する。同じことが、より小さな規模であるが大きな厚みにわたって八二カムにも当てはまる。

【特許文献1】米国特許第5,592,813号明細書

【特許文献2】欧州特許第1,391,597号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

提示された2つの解決手段は良好な騒音低減結果をもたらすものである。しかしこれらは価格および重量的に非常に設置のコストが大きい。八二カム状に形成された金属シートを折ることはほとんど不可能であり、したがって高価である一方、より大きな空洞を設置することは不適切であり負担がかかるものである。

10

【0009】

本発明の目的は、エンジンの低周波騒音を低減するためのより低コストで軽量の装置を提示することにある。低周波とは代表的に、ほぼ500Hzから1000Hzの間の周波数を意味する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このため、本発明は空洞を形成する壁部を備えるターボジェットノズルの中心体に関し、中心体は、その壁部の少なくとも1つの上流部にわたって穿孔した複数のオリフィスとヘルムホルツ共鳴器を形成する単一の共振空洞とを備える。

20

【0011】

そのような中心体により、低周波騒音を低減することが可能になる。中心体は、複数のオリフィスと、全てのオリフィスに共通の単一の空洞とを備えたヘルムホルツ共鳴器を形成する。したがって本発明は、ヘルムホルツ共鳴器を形成する複数の空洞を備えた中心体を、単一のヘルムホルツ共鳴器を形成する、複数のオリフィスに共通の単一の空洞を備えた中心体と置き換えるものである。そのような共鳴器の音響性能は上記で説明した従来技術の装置より劣り、低減性能の30%低下も推算可能であるが、そのような中心体のコストおよび重量は顕著に低下する。したがって本発明は、一方の音響低減性能と、他方の音響低減装置のコストおよび重量との間の折衷案を提示する装置に存する。オリフィスが穿孔する上流部の長さ範囲は、空洞内の静圧の法則に基づく計算により決定されることが好ましく、この部分の下流側境界は排気ガストリートの空洞内における再循環による最大許容空力損失に従って決定される。大きな損失が許容される場合、上流壁部が中心体の壁部全体を意味する可能性があることに留意されたい。

30

【0012】

ある特定の実施形態では、中心体は空洞を形成する壁部の内側に、上記単一の共振空洞を形成する外側空洞と内側空洞との境界を画定する穿孔されていない内壁を備える。

【0013】

そのような壁部により、共鳴器の容積を調整し、低減が望ましい周波数に適合させることができる。さらに、脱気器を備えるターボジェットの場合、必要に応じて、この壁部により中心体の空洞を2つの空洞、すなわち共振空洞と蒸気逃がしストリームを導くための空洞とに分割することができる。

40

【0014】

内壁が設けられる場合、共振空洞はオリフィスが穿孔した外壁と内壁とを備え、中心体に適合するのはこれら外側および内側空洞のうちのいずれか一方である。

【0015】

この場合好ましくは、シールが外壁と内壁との間に設けられ膨張差を吸収する。

【0016】

空洞を形成する壁部は回転体壁であると有利である。これは民生用ターボジェットの中心体において一般的なことであるが、コストおよび重量の問題はこの用途において特に顕著であるため本発明は特にこの用途に向けられたものである。これに応じて中心体の構造

50

は簡素化されている。

【0017】

また、中心体はその機械的強度の改善を可能にする少なくとも1つの補強手段を備える
と有利である。

【0018】

中心体を形成する壁部は、好ましくは厚さが一定の金属壁であるとさらに有利である。

【0019】

また本発明は、上記中心体を有するノズルを備えるターボジェットに関する。

【0020】

本発明は、断面に垂直かつターボジェットの軸を通る対称面に沿って2つの部分に分割
され、上部が本発明の中心体の第1実施形態を、下部が本発明の中心体の第2実施形態を
表わしている本発明の中心体を備えたターボジェットの略断面図を表わす単一の添付図面
を参照し、本発明の2つの好ましい実施形態に関する以下の説明を用いればより良く理解
されるであろう。

10

【0021】

この図面は、断面に垂直かつターボジェットの軸Aを通る面に関して対称的に、その上
部においては第1実施形態を示し、下部においては第2実施形態を示す。これら2つの実
施形態に共通の要素は同じ参照符号により示される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図示のターボジェット1はツインスプールターボファンターボジェットである。これは
ガスの流動方向の上流から下流に向かって、ファンと、低圧コンプレッサと、高圧コンプ
レッサと、燃焼室と、高圧タービンと、低圧タービン2と、排気ノズル3とを備える。ガ
スはファンを経てターボジェットに入り、ファンの下流において、さらにターボジェット
全体に沿い、一次ガスストリーム4と二次ガスストリームとに分けられる。一次ガススト
リーム4はコンプレッサ、燃焼室、およびタービン内を通過し、ノズル3を介して排出さ
れる。二次ガスストリーム5はファンから直接発するとともにターボジェットエンクロ
ージャから引き出された少量のガスを加えたものであり、ターボジェットナセルによりファ
ンから導かれ、後者の上流のノズル周縁において排出される。この種のエンジンでは、エ
ンジン推力を主として与えるのは二次ガスストリーム5である。

20

30

【0023】

ノズル3は、当業者に知られている状態で、内表面がノズル3内の一次ストリームのジ
ェットの外側包絡線の境界を画定する外側ノズルケーシング6と、外表面がノズル3内の
一次ストリームのジェットの内側包絡線の境界を画定する内側ノズルケーシング7と、す
なわち中心体7とを備える。したがって一次空気ストリーム4は矢印4'で概略的に示す
ようにノズル3の内側ケーシング7と外側ケーシング6との間を導かれる。

【0024】

低圧ロータは特に低圧コンプレッサと低圧タービンとを備えるものであり、軸8を備え
る。ここで記述されるターボジェットにおいて、低圧ロータの軸8の下流端部には脱気器
9が設けられている。矢印10で図式化されているように、油蒸気、様々な冷却ガス等が
以下で明らかとなるように吸込み現象により脱気器を介して逃がされる。これが蒸気逃が
しストリーム10である。

40

【0025】

図の上部を参照すると中心体7は、ここでは金属壁であり好ましくは厚さが一定の外壁
11を備える。この外壁11はここでは回転体壁、すなわちターボジェットの軸Aに関し
て軸対称である。ここで外壁11は従来技術の中心体と類似の形状、すなわち一次ガスス
トリーム4を案内するように配置された空力形状を有する。この例では、上流から下流に
向かって、外壁11は連続的に円筒形状、直径が下流方向に向かって小さくなる円錐台形
状、そして直径が上流部よりも小さい再度の円筒形状を有する。これらの形状は連続的か
つ曲線的な状態で続いている。外壁11は、低圧タービン2から発する一次ガスストリー

50

ム 4 のジェットの内側包絡線の境界を画定する壁部の延長部において、ターボジェット 1 の固定構造 1 2 の上流側に装着される。

【 0 0 2 6 】

壁部 1 1 は、中心体 7 の外壁 1 1 により境界が画定される全体容積に対応しているため全体空洞 1 3 と以下に呼ぶ空洞 1 3 を画定する。この空洞 1 3 は中空、すなわち従来技術におけるような騒音低減のための八二カム層、またはその他の複数の共振空洞を備えていない。

【 0 0 2 7 】

好ましくは、中心体 7 の機械的強度に關与する補強手段 1 4 が設けられる。これらの補強手段 1 4 はここでは、中心体 7 の外壁 1 1 の内表面上に作製された円周状リブの形状を有する。ここではそれらの数は 3 つである。

【 0 0 2 8 】

中心体 7 の外壁 1 1 は、その表面の上流部における複数のオリフィスにより、それらの微小さのため図面では明らかでない状態で穿孔されている。したがって他方でこれらのオリフィスは、ターボジェット 1 の一次ガストリームに連通する一方で、中心体 7 の空洞 1 3 にも連通している。この例では、オリフィスは、第 2 補強手段 1 4 まで延びる壁部 1 1 の上流部にわたって規則的に穿孔している。これらのオリフィスはここでは全て、同一の直径を有するとともに均一に分布している。代表的には、円筒状上流部の直径が 6 0 から 7 0 c m 程度の中心体 7 に関して、オリフィスは 0 . 5 から 1 . 5 m m の直径を有する。

【 0 0 2 9 】

中心体 7 はさらに、全体空洞 1 3 の境界を画定する回転体外壁 1 1 の内側に延びる内壁 1 5 を備える。この内壁 1 5 は中空、すなわちオリフィスが穿孔していない。ここで内壁 1 5 は金属製であり、好ましくは厚さが一定である。内壁 1 5 は、ターボジェット 1 の固定構造 1 2 の上流において、本例では外壁 1 1 と同じ締付手段により同じ箇所かつ必要な箇所に装着される。この装着領域から、内壁 1 5 は、直径が非常に急激かつ下流方向に向かって小さくなる円錐台部分と、さらに円筒状部分とを備える。この円筒状部分の下流端部は中心体 7 の外壁 1 1 の内表面、本例ではこの表面から突出するフランジに装着される。好ましくは、この装着は外壁 1 1 と内壁 1 5 との間に存在する膨張差を補償するように適切な形状の形状を有するシール 1 6 を介して行なわれるが、これは外壁 1 1 が一次ガストリームに直接露出されるため非常に急速に加熱されるのに対し、内壁 1 5 は露出がより小さく加熱も緩慢なためである。装着する要素に移動の自由を与える適切なシールであれば、どのような種類のものを着想してもよい。内壁 1 5 は、オリフィスが穿孔した外壁 1 1 の上流部の下流側境界より下流に位置する領域において外壁 1 1 に連結される。

【 0 0 3 0 】

その結果、内壁 1 5 は外壁 1 1 と内壁 1 5 との間に延びる外側空洞 1 7 の境界と、中心体 7 の外壁 1 1 により境界画定される全体空洞 1 3 の残りに相当する内側空洞 1 8 の境界とを画定する。

【 0 0 3 1 】

外側空洞 1 7 は共振空洞 1 7 を形成するが、その機能は、中心体 7 の外壁 1 1 を穿孔し一方でこの共振空洞 1 7 と連通し、他方で一次ガストリームと連通するオリフィスと協働してノズル内の低周波騒音、特に燃焼騒音を低減することにある。共振空洞 1 7 とともにオリフィスは、全てのオリフィスに共通の単一の共振空洞 1 7 を備えたヘルムホルツ共鳴器を形成する。

【 0 0 3 2 】

そのような複数のオリフィスに関して単一の共振空洞 1 7 を備えたヘルムホルツ共鳴器の有効性は、各オリフィスに対して個別の空洞を備えた複数のヘルムホルツ共鳴器よりも低い。これら 2 種類の共鳴器間の低減有効性の低下は 3 0 % と推計され得る。しかし、本発明の中心体 7 は設置が簡単なためコストが低く、かつ重量が小さい。したがってこれは一方の騒音低減に関して許容可能な有効性と、他方の適正なコストおよび重量との間の折

10

20

30

40

50

裏案である。

【0033】

共振空洞17の内壁を形成する内壁15が存在することにより、低減が望まれる周波数に応じて共振空洞17の容積を調整することが可能である。

【0034】

さらに、この内壁15は脱気器9を発生した蒸気逃がしストリームをその内面によって案内する機能を果たす。この内壁にはオリフィスは穿孔していないので、蒸気逃がしストリームを案内するための内側空洞18内において、ターボジェット1のエンクロージャ内の圧力より低い圧力を維持することが可能であり、これにより蒸気逃がしストリームを内側空洞18内に吸引することができる。具体的には、オリフィスを通過する一次ストリームのガスは少量であるため、共振空洞17内の圧力は内側空洞18内の圧力よりも大きくなる。

10

【0035】

オリフィスが穿孔する外壁11の上流部の長さ範囲は、共振空洞17内の静圧の法則に基づく計算により決定される。具体的には、一次ガストリームは共振空洞17内を再循環しやすく、換言すれば、上流オリフィスを經由して進入し、下流オリフィスを經由して流出する。オリフィスが穿孔する壁の部分が延びる長さが小さいほど、この現象が顕著でなくなる。中心体7の壁部11上においてオリフィスが存在しなくなる長手方向の横座標は、このガス再循環に関して当業者が設定する許容閾値により決定される。ちなみにこの許容閾値が過酷すぎるものでなければ、この上流部を、内壁15と一致する、換言すれば共振空洞17の内壁を形成する外壁11の部分全体とすることもできる。図示の例では、その境界はおおむね補強手段14を形成する第2リブに設定されている。これらの計算は要求される精度の程度に応じて2次元または3次元で行なってもよく、それらの計算により断面および一次ガストリーム4におけるマッハ数の変化による壁部内の静圧の分布(法則)を計算することができる。

20

【0036】

図面の下部を参照すると、本明細書で提示する第2実施形態において、中心体7'は上記のように壁部11'を有する。相違点は、この壁部11'がその下流部において上記の通り外壁11に対応しており、共振空洞の境界を画定するその上流部において第1実施形態の中心体の内壁15に対応しているということである。中心体7'はまた外壁15'を備え、これは内壁15と一致、すなわち共振空洞17の外壁を形成する第1実施形態の外壁11の上流部の形状を有する共振空洞の外壁を形成している。

30

【0037】

言い換えれば、第2実施形態の中心体7'は、上記のように第1実施形態と同じ形状および容積を有する共振空洞17'と内側空洞18'とに分割される全体空洞13'を画定する。相違点は、第1実施形態において、外壁11が単体であるとともに、従来技術の中心体に対応する中心体7'の全ての外壁とさらにオリフィスとを画定し、内壁15が共振空洞17を形成するように装着されるのに対し、第2実施形態では、このように上流部で共振空洞17'の内壁を画定し、下流部で中心体7'の対応する下流部の形状を画定する中心体の壁部11'に装着されるのは共振空洞17'の外壁15'である。したがって、どの部分が中心体7、7'の下流端部まで単体であるかという問題である。

40

【0038】

その結果この第2実施形態では、中心体の全体空洞13'を画定する回転体壁は外壁15'と、上流部が共振空洞17'の内壁を画定する単体壁11'の下流部とからなる。しかし中心体7'の全体空洞13'と、一次ガストリームに通じるオリフィスと連通する単一の共振空洞17'と、脱気器9を発生した蒸気逃がしストリームを案内するための内側空洞であって共振空洞17'とは連通しない内側空洞とが存在する。

【0039】

上記のように、共振空洞17'を形成する壁部11'、15'は膨張差を吸収するためシール16'により連結され、リブ形態の補強手段14'が中心体7'の機械的強度のた

50

めに設けられている。一次ガストリームに通じるとともに共振空洞 17' と連通するオリフィスを備え、それらのオリフィスに共通の単一の共振空洞 17' を備えたヘルムホルツ共鳴器を形成するのは装着された外壁 15' である。第 1 実施形態に関してなされた様々な説明は必要な変更を加えて適用される。

【0040】

様々な実施形態の構造および配置は当業者により改変可能であることは言うまでもない。

【0041】

特に脱気器 9 が存在しない場合、当業者は、中心体 7 の全体空洞 13 内に内壁 15 を設けないように決定してもよい。この場合、オリフィスが連通し一次ガストリームとも連通する共振空洞 13 を形成するのは回転体壁 11 により形成される空洞 13 の全体である。ガス再循環に関する許容閾値が過酷すぎるものでない場合、オリフィスを穿孔して設けることができるのは中心体 7 の壁部全体である。

10

【0042】

さらに、脱気器 9 が存在しない場合でも、低減すべき騒音の周波数に応じて共振空洞 17 の容積を必要な大きさにするため、当業者は全体空洞 13、13' より容積が小さい共振空洞 17、17' を形成する内壁 15 または外壁 15' を設けてもよい。

【0043】

さらに、空洞に関しては様々な形状および容積が利用可能である。内壁 15 は曲線的な形状とすることができ、さもなければ蒸気逃がしストリームを案内する手段としてのみ作用する、直径が小さい直線状管からなることもできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】断面に垂直かつターボジェットのアックス A を通る平面に関して対称的に、その上部では第 1 実施形態を、その下部では第 2 実施形態を示す。

【符号の説明】

【0045】

- 1 ターボジェット
- 2 低圧タービン
- 3 排気ノズル
- 4 一次ガストリーム
- 5 二次ガストリーム
- 6 外側ノズルケーシング
- 7 中心体
- 8 軸
- 9 脱気器
- 10 蒸気逃がしストリーム
- 11 壁部
- 12 固定構造
- 13 全体空洞
- 14 補強手段
- 15 内壁
- 16 シール
- 17 共振空洞
- 18 内側空洞

30

40

【 図 1 】

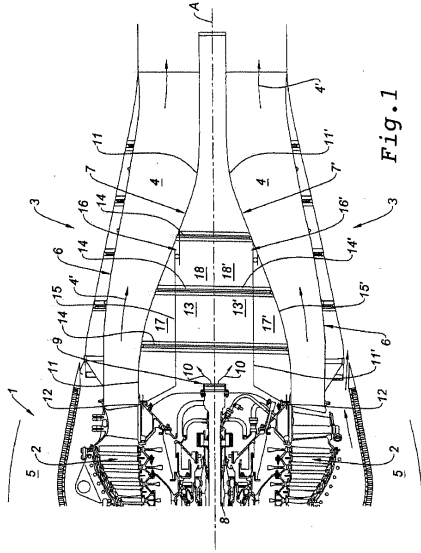


Fig. 1

フロントページの続き

- (72)発明者 アラン・ドラベ
フランス国、13170・レ・ペンヌ・ミラボー、シテ・オート・アン・プロバンス、91
- (72)発明者 テイエリー・ジャック・アルベール・ル・ドクト
フランス国、76700・ゲンヌビル、ルート・ドゥ・シャトー、9
- (72)発明者 ジョルジュ・ジャン・グザビエ・リウ
フランス国、77000・ムラン、ルート・ドゥ・コルベイユ、31
- (72)発明者 トーマス・アラン・クリスチヤン・パンサン
フランス国、91190・ジフ・シユール・イベツトウ、リュ・ラウル・ドートリ、6、パティマン・エフ

審査官 石黒 雄一

- (56)参考文献 国際公開第2005/091272(WO, A1)
実開昭61-147345(JP, U)
特開2003-307467(JP, A)
特開平11-173213(JP, A)
特開昭55-091744(JP, A)
米国特許第04240519(US, A)
米国特許第04064961(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02K	1/00 - 99/00
F02C	1/00 - 9/58
F23R	3/00 - 7/00
F01D	13/00 - 15/12
F01D	23/00 - 25/36
F01D	1/00 - 11/24
B64B	1/00 - 1/70
B64C	1/00 - 99/00
B64D	1/00 - 47/08
B64F	1/00 - 5/00
B64G	1/00 - 99/00
G10K	11/16