(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第4677086号
(P4677086)
(45)発行日 平成23年4月27日(2011.4.27)　(24)登録日 平成23年2月4日(2011.2.4)

(51)Int.Cl.			F I		
F02C	7/18	(2006.01)	F02C	7/18	C
F23R	3/06	(2006.01)	F23R	3/06	
F23R	3/42	(2006.01)	F23R	3/42	A

請求項の数 10　外国語出願　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願2000-312783 (P2000-312783)
(22)出願日　平成12年10月13日 (2000.10.13)
(65)公開番号　特開2001-193484 (P2001-193484A)
(43)公開日　平成13年7月17日 (2001.7.17)
審査請求日　平成19年10月11日 (2007.10.11)
(31)優先権主張番号　09/418073
(32)優先日　平成11年10月14日 (1999.10.14)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC COMPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1番
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(72)発明者　スティーブン・ジョン・ホウェル
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ジョージタウン、ノース・ストリート、459番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フィルム冷却燃焼器ライナ及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

一端に第一冷却ナゲット（４８）が形成された第一環状パネルセクション（４２）、

第一冷却ナゲット（４８）に形成された第一列の冷却孔（５４）、一端に第二冷却ナゲット（５６）が形成された第二環状パネルセクション（４４）、

第二冷却ナゲット（５６）に形成された第二列の冷却孔（６２）であって、第一直径をもつ第一組の冷却孔（６８）と第一直径よりも小さい第二直径をもつ第二組の冷却孔（７０）とを整列してなる配列（６６）を複数含んでなる優先冷却パターンで配置された第二列の冷却孔（６２）、及び

第一環状パネルセクション（４２）に形成された１以上のイグナイタタワー（３２）であって、第二組の冷却孔（７０）と円周上で整列した１以上のイグナイタタワー（３２）を含んでなるガスタービン燃焼器ライナ（１２）。

【請求項２】

第一列の冷却孔（５４）の全ての冷却孔が同一直径をもつ、請求項１記載の燃焼器ライナ（１２）。

【請求項３】

第一列の冷却孔（５４）の全ての冷却孔が０．８９ｍｍの直径をもつ、請求項２記載の燃焼器ライナ（１２）。

【請求項４】

第一直径が０．７４ｍｍで、第二直径が０．６３ｍｍである、請求項１記載の燃焼器ラ

イナ（１２）。
【請求項５】
第一組の冷却孔（６８）が各々１０個の冷却孔からなり、第二組の冷却孔（７０）の各々が１６個の冷却孔からなる、請求項４記載の燃焼器ライナ（１２）。
【請求項６】
配列（６６）が１２組存在する、請求項５記載の燃焼器ライナ（１２）。
【請求項７】
第二パネルセクションに形成された追加の冷却孔（６４）の列であって、１以上のイグナイタタワー（３２）と円周上で整列した追加の冷却孔（６４）の列をさらに含んでなる、請求項１記載の燃焼器ライナ（１２）。
【請求項８】
追加の冷却孔（６４）が０．８１ｍｍの直径をもつ、請求項７記載の燃焼器ライナ（１２）。
【請求項９】
追加の冷却孔（６４）が１５個存在する、請求項７記載の燃焼器ライナ（１２）。
【請求項１０】
１端に第三冷却ナゲット（７２）が形成された第三環状パネルセクション（３６）、及び
第三冷却ナゲット（７２）に形成された第三列の冷却孔（７８）であって、第一直径をもつ第一組の第三冷却孔（８２）と、第二直径をもつ第二組の第三冷却孔（８４）と、第三直径をもつ第三組の第三冷却孔（８６）と、第四直径をもつ第四組の第三冷却孔（８８）とを整列してなる配列（８０）を複数含んでなる優先冷却パターで配置された第三列の冷却孔（７８）
をさらに含んでなる、請求項１記載の燃焼器ライナ（１２）。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は概してガスタービンエンジンに関するものであり、具体的にはガスタービンエンジンのフィルム冷却燃焼器ライナに関する。
【０００２】
【従来の技術】
ガスタービンエンジンには圧縮機が備わっており、加圧空気を燃焼器に供給し、そこで空気を燃料と混合・点火して高温燃焼ガスを発生する。高温燃焼ガスは下流に流れて１以上のタービンを通過し、タービンでエネルギーを抽出して圧縮機を駆動し、飛行中の航空機の駆動など有用な仕事を提供する。航空機に用いられる燃焼器は、通例、燃焼器と周囲のエンジン部品を燃焼過程で生ずる極度の高熱から保護するため内側及び外側燃焼器ライナを備えている。
【０００３】
ライナの冷却は一般に（比較的低温の）圧縮空気の一部を分岐してライナの外側表面に流すことによって行われる。加えて、冷却空気の流れをライナの円周方向に並んだ複数の列の冷却孔に導くことによって、冷却空気の薄い層をライナの燃焼側に供給する。フィルム冷却と呼ばれるこの技術は、冷却孔を流れる質量流量によってライナ表面に接する高温ガスが希釈されるとともに、孔を通る流れによってライナ壁に対流冷却が生じるので、ライナの全体的な熱負荷を減少させる。ある公知の構成では、フィルム冷却は、各パネルセクションの前端に隆起部つまりナゲットが形成された複数の一体成形パネルセクションでライナを構成することによって達成される。ナゲットには、パネルセクションの内側表面に沿って冷却空気の薄いフィルムが生じるように軸方向に向いた冷却孔を円周方向に並べた列が形成される。
【０００４】
燃焼器ライナのフィルム冷却は概して極めて効果的ではあるが、ガスタービン燃焼器内の

種々異なる条件のため、ライナの特定の領域でフィルム冷却効率が下がることがある。例えば、燃焼器内部で普通に起こる諸現象のため、ライナでの熱負荷の分布は一様でない。そのため燃焼器に特定の領域ができて、追加冷却を必要とする。フィルム冷却の流れを増せばこの問題は解決するが、追加冷却を必要としない領域にも過剰の冷却空気を送ることになり、エンジン性能が下がる。そこで、必要な箇所にだけ追加冷却が提供されるように燃焼器全体に種々異なる冷却孔直径を用いるという優先冷却孔パターンが開発されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

冷却フィルム効率を低下しかねない具体的条件の一つは、燃焼器内での燃焼を開始させるイグナイタを保持するイグナイタタワーが燃焼器ライナに存在することである。イグナイタタワーは燃焼器ライナを流れる冷却空気の流れを乱し、その下流の冷却フィルム効率を低下させてしまう。そこで、イグナイタタワーの直ぐ下流の領域は冷却フィルム効率が落ちる傾向がある。この状態に対処すべく、ナゲットの軸方向に向いた冷却孔の幾つかの直径を大きくするとともに、イグナイタタワーの直ぐ下流のナゲットに半径方向に向いた冷却孔の組を加えることが行われている。しかし、種々異なる多数の冷却孔寸法及びパターンが用いられるため、数組の工具をセットアップする必要がある。そのためライナ生産にかかる時間とコストが上昇する。

【０００６】

そこで、工具セットアップの必要性を最小限に止めながら、冷却フィルム効率を最適化する冷却構造を有する燃焼器ライナに対するニーズが存在する。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記ニーズを満たす本発明は、一端に第一冷却ナゲットが形成された第一環状パネルセクションと一端に第二冷却ナゲットが形成された第二環状パネルセクションとを含むガスタービンの燃焼器ライナを提供する。第一冷却ナゲットには第一列の冷却孔が形成され、第二冷却ナゲットには第二列の冷却孔が形成される。第二列の冷却孔は複数の配列を含んだ優先冷却パターンで配置されるが、各々の配列は第一直径をもつ第一組の冷却孔と第一直径よりも小さい第二直径をもつ第二組の冷却孔とを整列してなる。第一環状パネルセクションには１以上のイグナイタタワーが形成され、第二組の冷却孔の一つと円周上で整列している。

【０００８】

本発明並びに従来の技術との比較におけるその利点は、添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明及び特許請求の範囲を読むことで明らかとなろう。

【０００９】

【発明の実施の形態】

本発明の主題は本明細書の冒頭で具体的に述べるとともに、請求項に明確に記載されている。ただし、添付の図面とともに以下の説明を参酌することによって本発明の理解を深めることができよう。

【００１０】

図面を参照すると、各図を通して同一符号は同一構成要素を示す。図１は、ガスタービンエンジンに用いるのに適したタイプの燃焼器１０を示す。燃焼器１０は外側燃焼器ケーシング１６と内側燃焼器ケーシング１８の間に外側ライナ１２と内側ライナ１４を備えている。外側ライナ１２及び内側ライナ１４は互いに半径方向に離隔して燃焼室２０を画成する。外側ライナ１２と外側ケーシング１６はその間に外側通路２２を形成し、内側ライナ１４と内側ケーシング１８はその間に内側通路２４を形成する。当技術分野で周知の通り、加圧空気は燃焼器１０の上流に位置する圧縮機（図示せず）から供給される。加圧空気は主として燃焼を保つため燃焼器１０内に流れ、部分的に外側通路２２及び内側通路２４へと流れてライナ１２，１４を冷却するとともにさらに下流のターボ機器を冷却する。

【００１１】

外側ライナ１２及び内側ライナ１４の上流端には、円周方向に離隔した複数のスワーラアセンブリ２８（図１ではその１つだけを示す）が装着される。各スワーラアセンブリ２８は、圧縮機からの加圧空気と燃料管３０からの燃料を受け取る。空気と燃料はスワーラアセンブリ２８で旋回・混合され、生じた燃料／空気混合気は燃焼室２０内部に排出される。燃料／空気混合気は外側ライナ１２の円周に配置された複数のイグナイタタワー３２（図１ではその１つだけを示す）に取付けられた１以上のイグナイタで点火される。図１では単一アニュラー型燃焼器の好ましい実施形態を示したが、本発明は、フィルム冷却を用いるものであれば二重アニュラー型燃焼器を始めとするどんなタイプの燃焼器にも等しく適用し得る。

【００１２】

外側ライナ１２及び内側ライナ１４は、各々、概して環状で軸方向に延びる形状の単壁金属シェルからなる。各シェルは複数の一体成形パネルセクションを含んでおり、パネルセクションの前端には冷却ナゲットが形成されている。外側ライナ１２は、燃焼室２０内の高温燃焼ガスに面した高温側３４と外側通路２２の比較的低温の空気に接する低温側３６とを有する。同様に、内側ライナ１４は燃焼室２０内の高温燃焼ガスに面した高温側３８と内側通路２４内の比較的低温の空気に接する低温側４０とを有する。

【００１３】

次に図２を参照すると、外側ライナ１２の冷却構造がさらに詳しく示してある。外側ライナ１２には、第一パネルセクション４２、第二パネルセクション４４及び第三パネルセクション４６が含まれている。これらのパネルセクション４２，４４，４６は好ましくは一体をなし、各セクションは実質的に環状形状を有する。第一パネルセクション４２の前端には冷却ナゲット４８が形成される。第一冷却ナゲット４８には環状リップ５０が半径方向内側に離隔して設けられ、冷却スロット５２を画成する。第一冷却ナゲット４８には実質的に軸方向に向いた冷却孔５４の列が形成され、冷却空気を第一冷却スロット５２に供給する。第一冷却スロット５２は、冷却空気を下流に向けて第一パネルセクション４２の燃焼側に薄い冷却フィルムを形成するように、実質的に軸方向に向いている。第一冷却孔５４は冷却ナゲット４８の円周全体に配設され、好ましくは等間隔で配設される。ある好ましい実施形態では、第一冷却ナゲット４８は３２４個の冷却孔５４を有しており、全て公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３５インチ（０．８９ｍｍ）の同一直径を有する。第一冷却孔５４の全てについて同一直径を用いることで、機械加工作業は（通例、放電加工作業である）追加のセットアップを行わずに連続的に実施できる。

【００１４】

イグナイタタワー３２は第一パネルセクション４２に位置している。図２にはかかるイグナイタタワーの１つしか示しされていないが、外側ライナ１２の円周上の他の位置に他のイグナイタタワーが位置し得ることに留意されたい。第二パネルセクション４４はその前端で第一パネルセクション４２の後端につながっている。第二冷却ナゲット５６はイグナイタタワー３２の下流の第二パネルセクション４４の前端に形成される。第二冷却ナゲット５６には環状リップ５８が半径方向内側に離隔して設けられ、冷却スロット６０を画成する。第二冷却ナゲット５６には実質的に軸方向に向いた冷却孔６２の列が形成され、冷却空気を第二冷却スロット６０に供給する。さらに、第二冷却ナゲット５６には、半径方向に向いた冷却孔６４の列が軸方向冷却孔６２の若干下流に形成され、追加冷却空気を第二冷却スロット６０に供給する。半径方向冷却孔６４はさらにインピンジメント冷却をもたらして、リップ５８の温度をさらに下げる。第二冷却スロット６０は、冷却空気を下流に向けて第二パネルセクション４４の燃焼側に薄い冷却フィルムを形成するように、実質的に軸方向に向いている。

【００１５】

軸方向冷却孔６２は第二冷却ナゲット５６の円周全体に配設され、好ましくは等間隔で配設される。半径方向冷却孔６４も円周上に配設されるが、第二冷却ナゲット５６のうちイグナイタタワー３２と円周上で整列する部分だけに配置される。こうして追加の空気がこれらの領域に供給され、冷却空気の流れを乱すイグナイタタワー３２の影響を補う。さら

に、軸方向冷却孔６２は、第二冷却ナゲット５６の異なる領域で異なる孔直径を用いた優先冷却孔パターンで配置される。

【００１６】

図３に、２６個の軸方向冷却孔６２の配列６６の１２組からなる優先冷却パターンで軸方向冷却孔６２を配置した好ましい実施形態を示す。好ましくは、各配列６６は複数の燃料管３０のうちの１つ及び１２のスワーラアセンブリ２８の１つと整列している。各配列６６は、公差約０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０２９インチ（０．７４ｍｍ）の直径をもつ１０個の軸方向冷却孔６２からなる第一組６８と、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０２５インチ（０．６３ｍｍ）の直径をもつ１６個の軸方向冷却孔６２からなる第二組７０とを含む。軸方向冷却孔の配列６６は、第二冷却ナゲット５６の円周に沿って１２回繰り返され、合計３１２個の軸方向冷却孔６２を与える。軸方向冷却孔配列６６は、イグナイタタワー３２が第二組７０の１つと円周上で整列するように配置される。どんなに追加のイグナイタタワーがあっても、いずれかの第二組と円周上で整列する。半径方向冷却孔６４は、１５個の半径方向冷却孔６４からなる組が各イグナイタタワー３２と円周上で整列したパターンで配置される。各々の半径方向冷却孔６４は、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３２インチ（０．８１ｍｍ）の直径をもつ。

【００１７】

軸方向冷却孔６２は放電加工（ＥＤＭ）法で形成することができ、各軸方向冷却孔配列６６の２６個の軸方向冷却孔６２にマッチした複数の電極を有するＥＤＭ工具を用いればよい。すなわち、ＥＤＭ工具は、第一組６８の１０個の孔を加工するためのサイズの１０個の電極と、第二組７０の１６個の孔を加工するためのサイズの１６個の電極を有する。かくして、軸方向孔の機械加工作業は、それ以上のセットアップ作業を要することなく、連続的に実施できる。半径方向冷却孔６４はさらに一回のセットアップ作業を要する。

【００１８】

再び図２を参照すると、第三パネルセクション４６はその前端で第二パネルセクション４４の後端とつながっている。第三冷却ナゲット７２は第三パネルセクション４６の前端に形成される。第三冷却ナゲット７２には環状リップ７４が半径方向内側に離隔して設けられ、冷却スロット７６を画定する。第三冷却ナゲット７２には実質的に軸方向に向いた冷却孔７８の列が形成され、冷却空気を第三冷却スロット７６に供給する。第三冷却スロット７６は、冷却空気を下流に向けて第三パネルセクション４６の燃焼側に薄い冷却フィルムを形成するように、実質的に軸方向に向いている。第三冷却孔７８は第三冷却ナゲット７２の円周全体に配設され、好ましくは等間隔で配設される。さらに、第３冷却孔７８は、第三冷却ナゲット７２の異なる領域で異なる孔直径を用いた優先冷却孔パターンで配置される。

【００１９】

図４に、３２個の冷却孔７８の配列８０の１２組からなる優先冷却パターンで第三冷却孔７８を配置した好ましい実施形態を示す。各配列８０は、１３個の冷却孔７８からなる第一組８２と、４個の冷却孔７８からなる第二組８４と、１０個の冷却孔７８からなる第三組８６と、５個の冷却孔７８からなる第四組８８とを含む。第一組８２の冷却孔７８の各々は、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３２インチ（０．８１ｍｍ）の直径をもつ。第二組８４の冷却孔７８の各々は、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３７インチ（０．９４ｍｍ）の直径をもつ。第三組８６の冷却孔７８の各々は、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３２インチ（０．８１ｍｍ）の直径をもつ。最後に第四組８８の冷却孔７８の各々は、公差約±０．００２インチ（０．０５ｍｍ）で約０．０３７インチ（０．９４ｍｍ）の直径をもつ。第三冷却孔配列８０は、第三冷却ナゲット７２の円周に沿って１２回繰り返され、合計３８４個の軸方向冷却孔７８を与える。

【００２０】

上記と同様、軸方向冷却孔７８は、各第三冷却孔配列８０の３２個の軸方向冷却孔７８に

マッチした複数の電極を有するＥＤＭ工具を用いて形成することができる。つまり、ＥＤＭ工具は、第一組８２の１３個の孔を加工するためのサイズの１３個の電極と、第二組８４の４個の孔を加工するためのサイズの４個の電極と、第三組８６の１０個の孔を加工するためのサイズの１０個の電極と、第四組８８の５個の孔を加工するためのサイズの５個の電極を有する。かくして、機械加工は、それ以上のセットアップ作業を要することなく、連続的に実施できる。

【００２１】

以上、過度の工具セットアップを必要とせずに冷却フィルム効率を最適化する冷却構造を有する燃焼器ライナについて説明してきた。本発明の特定の実施形態を説明してきたが、特許請求の範囲に記載した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種々の変更が可能であることは当業者には自明である。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の燃焼器ライナを有するガスタービンの縦方向断面図。

【図２】　図１に示す燃焼器ライナの一部の断面図。

【図３】　図２に示す燃焼器ライナの一部の半径方向図。

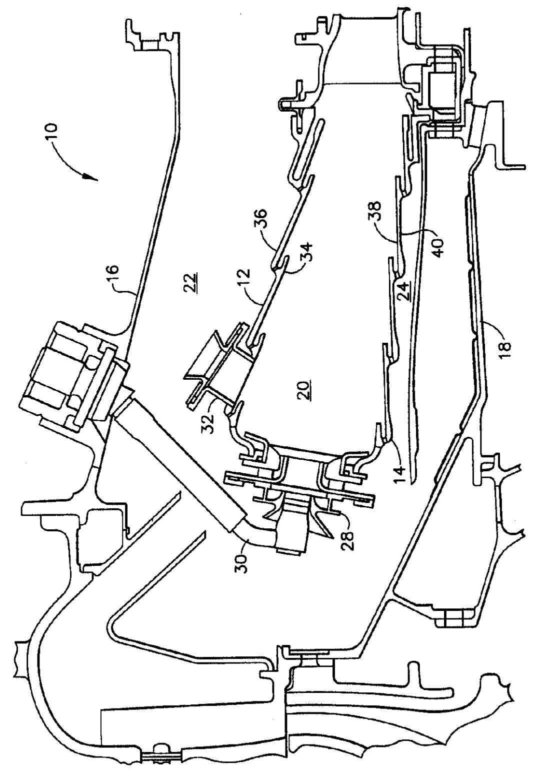
【図４】　図２に示す燃焼器ライナの一部の軸方向破断断面図。

【符号の説明】

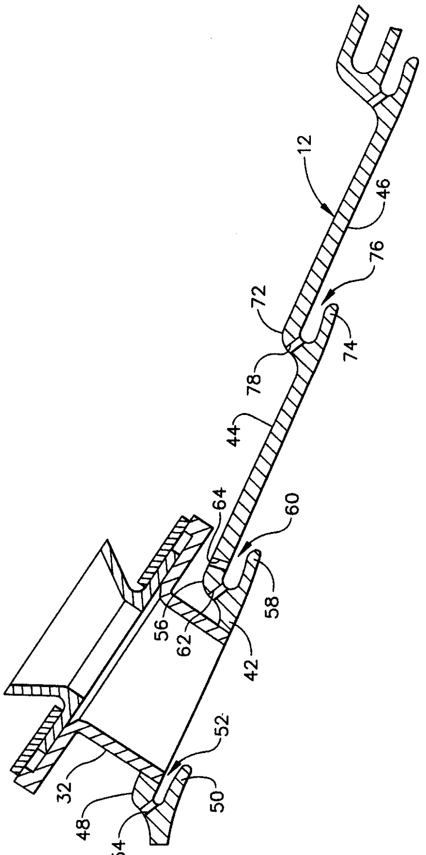
１０　燃焼器
１２　外側ライナ
１４　内側ライナ
１６　外側燃焼器ケーシング
１８　内側燃焼器ケーシング
２０　燃焼室
２２　外側通路
２４　内側通路
２８　スワーラアセンブリ
３０　燃料管
３２　イグナイタタワー
４２　第一パネルセクション
４４　第二パネルセクション
４６　第三パネルセクション
４８　第一冷却ナゲット
５０　環状リップ
５２　第一冷却スロット
５４　第一冷却孔
５６　第二冷却ナゲット
５８　環状リップ
６０　第二冷却スロット
６２　軸方向冷却孔
６４　半径方向冷却孔
６６　軸方向冷却孔６２の配列
６８　第一組の軸方向冷却孔
７０　第二組の軸方向冷却孔
７２　第三冷却ナゲット
７４　環状リップ
７６　冷却スロット
７８　第３冷却孔
８０　冷却孔７８の配列
８２　第一組の冷却孔
８４　第二組の冷却孔

８６　第三組の冷却孔
８８　第四組の冷却孔

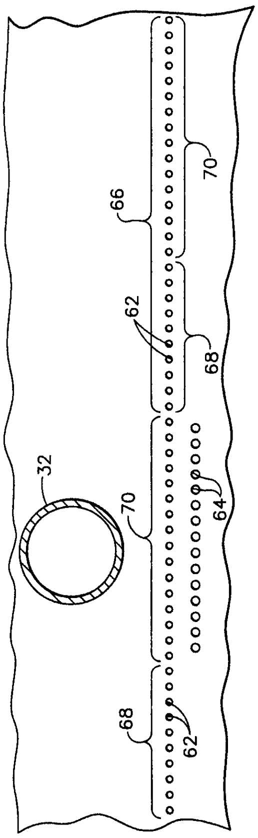
【図１】



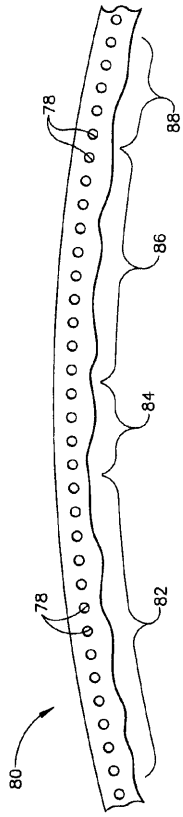
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　ジェニファー・ワスロ
アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、マーブルヘッド、ウエストミンスター・ロード、３番

審査官　藤原　弘

(56)参考文献　英国特許出願公開第０１４４２１８４（ＧＢ，Ａ）
仏国特許出願公開第０１２７３２９６（ＦＲ，Ａ１）
米国特許第０４８７５３３９（ＵＳ，Ａ）
実開昭６２－０１８５６９（ＪＰ，Ｕ）
英国特許出願公開第００９６４３９５（ＧＢ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F02C　7/18
F23R　3/06
F23R　3/42