

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3781537号
(P3781537)

(45) 発行日 平成18年5月31日(2006.5.31)

(24) 登録日 平成18年3月17日(2006.3.17)

(51) Int.C1.

F 1

F02B 23/10 (2006.01)
F02F 3/26 (2006.01)
F02M 61/14 (2006.01)

F02B 23/10
F02B 23/10
F02B 23/10
F02B 23/10
F02B 23/10

D
M
V
N
Y

請求項の数 2 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-347660

(22) 出願日

平成9年12月17日(1997.12.17)

(65) 公開番号

特開平11-182248

(43) 公開日

平成11年7月6日(1999.7.6)

審査請求日

平成16年9月30日(2004.9.30)

(73) 特許権者 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(74) 代理人 100100354

弁理士 江藤 聰明

(72) 発明者 山内 豊誠

東京都三鷹市大沢三丁目9番6号 株式会
社スバル研究所内

(72) 発明者 森川 弘二

東京都三鷹市大沢三丁目9番6号 株式会
社スバル研究所内

審査官 久島 弘太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】筒内噴射式エンジンの燃焼室構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ペントルーフ型に形成された燃焼室天井部を有するシリンダヘッドと、

前記燃焼室天井部のほぼ中央位置からシリンダ軸方向ピストン上面に向かって所定タイミングで燃料を噴射するインジェクタと、

前記ピストン上面の周縁領域が前記シリンダ軸と直交する平面状に形成され、前記ピストン上面の中央領域が前記周縁領域からピストン中心に移行するにしたがって前記燃焼室天井部側に突出するように突設されかつそのほぼ中央に所定深さを有するキャビティが凹設された略カルデラ火山形状に形成されたピストンヘッドを有するピストンと、

前記燃焼室天井部の吸気側から前記燃焼室内へ前記シリンダ軸方向に対して斜め方向に突出して設けられ、前記ピストンが略上死点位置にある際に前記キャビティの内方上部位置でかつ前記キャビティの中心から吸気側へ偏位した位置に着火部を有する点火プラグと、を備え、

前記キャビティは、該キャビティの凹形状が前記インジェクタの噴射中心軸よりも点火プラグ側にオフセットした位置でかつ前記キャビティの上方位置を中心点とする複合曲線からなる略円弧形状をなし、前記キャビティ内でかつ前記インジェクタの噴射中心軸を間に介して前記点火プラグと対向する側にて前記点火プラグ側に傾斜した傾斜面部を有することを特徴とする筒内噴射式エンジンの燃焼室構造。

【請求項 2】

前記キャビティの開口形状は、前記燃焼室天井部の吸・排気側と直交する方向に亘って配

10

20

置されるピストンピンのピストンピン方向を短軸とし、該ピストンピン方向と直交する方向である吸・排気側を長軸とする略橢円形状をなし、前記ピストンが上死点近傍位置にある際に前記キャビティの内方上部位置でかつ前記キャビティの中心から吸気側へ偏位した位置に前記点火プラグの着火部が配置される形状を有することを特徴とする請求項1に記載の筒内噴射式エンジンの燃焼室構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料をシリンダ内に直接噴射する筒内噴射式エンジンの燃焼室構造に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

従来より、エンジンの燃費を向上させる手法として、理論熱効率の向上、ポンピングロスの低減、フリクションの低減などが提唱されている。そのうち理論熱効率の向上やポンピングロスの低減を図るために、燃焼室内の圧縮比または膨張比を上昇させる方法の他に、希薄燃焼制御や高 EGR (exhaust gas recirculation) 燃焼制御等を行う方法がある。これら希薄燃焼制御や高 EGR 制御においては、シリンダ内にタンブル、スワール、スキッシュなどのガス流動を発生させて、燃焼室における混合気の燃焼性の向上を図っている。

【0003】

20

そして、このようなエンジンは、吸気行程において燃焼室内に均一な混合気を形成することを基本としていたが、一方では燃料の噴射方向や噴射時期を調整することにより燃焼室内における混合気の空燃比を局所的に変えることも意図的に行われていた。

【0004】

すなわち、燃焼室内において局所的に空燃比をリッチとし、あるいは局所的な部分にだけ混合気を形成する等により、燃焼室内全体ではトータルとしてリーンな空燃比で燃焼させる成層燃焼方式などが提案されていた。

【0005】

しかしながら、従来の成層燃焼方式では、このような燃焼室内における局所的な混合気の形成は十分なものではなく、混合気形成の自由度の大幅な向上が望まれていた。そこで、その対策としてシリンダ内に燃料を直接噴射する種々の筒内噴射式エンジンが提案されている。

30

【0006】

例えば、特開平5-1544号公報には、吸気バルブ周りの一部に吸気ポートを通過する吸入空気の流れを方向付けるマスク壁を設け、シリンダ内において強制的に逆タンブル流を発生させ、圧縮行程時に吸気ポートの下側に設けられた噴射手段（インジェクタ）からシリンダ軸方向に対して斜めに噴射される燃料を逆タンブル流に乗せ、混合気を燃焼室頭頂部に設けられた点火プラグの方向に導くようにした構成例が示されている。

【0007】

また、特開平6-146886号公報には、噴射手段を、上記特開平5-1544号公報の技術と同様に吸気ポートの下側位置に取り付け、吸気ポートの断面形状をその一方側半分が拡幅された構成としている。そして、吸気流中心を偏心させて逆タンブル流の生成を促進し、燃料をシリンダ軸方向に対して斜めに噴射して逆タンブル流に乗せ、混合気を燃焼室頭頂部に設けられた点火プラグの方向に導くようにした構成例が示されている。

40

【0008】

更に、特開平6-42352号公報では、噴射手段を燃焼室の頭頂部中心位置にてシリンダ軸方向に向けて取り付け、点火プラグを2つの吸気ポートの間から燃焼室内に突出させて着火を行うようにした構成例が示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

50

しかしながら、上記特開平5-1544号公報に開示された筒内噴射式内燃機関では、マスク壁により強制的に逆タンブル流を発生させる吸気ポートを採用しているので、高速高負荷領域において吸入抵抗が過大となるおそれがある。これにより、吸入空気量の不十分状態が生じ、出力性能に影響が出るおそれがある。

【0010】

次に、特開平6-146886号公報に開示された技術では、上述のように吸気ポートの断面形状の調整による逆タンブル流の生成を行い、ピストン上面の湾曲部によりこの逆タンブル流の生成を促進するようにしている。しかし、湾曲部内のみが燃焼室空間を形成する構成をとっているので圧縮比が過剰に高くなるおそれがある。これにより、通常のエンジンで用いられる燃料、いわゆるレギュラーガソリンに適合する圧縮比を設定するのが困難である。10

【0011】

また、燃料噴射弁の噴射口と点火プラグの電極との間に距離があるために、電極付近の局部空燃比を詳細に制御することが難しく、燃焼の安定性や着火性が低い。

【0012】

更に、上述の2つの公報には、噴射手段がシリンダ軸方向に対して斜めに燃料噴射を行う旨の技術が開示されている。しかし、燃料を斜め方向に噴射した場合、燃料がシリンダ内周壁面上の潤滑油を洗い流すことにより、潤滑性が低下し、シリンダ内周面の偏摩耗やこれに起因した圧縮漏れ等の機能障害が発生するという不具合を有する。20

【0013】

次に、特開平6-42352号公報の内燃機関の燃焼室構造では、点火プラグは燃焼室頭頂部のほぼ中央で真下に向けて設置され、この点火プラグの着火部分は、噴射手段の噴射領域内に配置されている。しかし、この従来例は、ピストンの上面に当って反射した燃料に対して点火するよりも、噴射した燃料の後端側に着火し、着火後の濃混合気が燃焼室中央に向かい、燃焼室中央位置にて燃焼を行うようにすることを主眼としている。

【0014】

しかし、この方法では、低噴射量領域においては良好な成層燃焼を得ることができるが、噴射量が増大していく場合には、スモークの発生を抑制することが困難となる。

【0015】

本発明は、上記種々の従来技術における課題を解決するためになされたものであり、その目的はエンジンの種々の動作状態においてピストン上面での燃料の反射を利用して、常に良好な成層燃焼を確保することのできる簡単な構成の筒内噴射式エンジンを提供することにある。30

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る筒内噴射式エンジンの燃焼室構造は、ペントルーフ型に形成された燃焼室天井部を有するシリンダヘッドと、燃焼室天井部のほぼ中央位置からシリンダ軸方向ピストン上面に向かって所定タイミングで燃料を噴射するインジェクタと、ピストン上面の周縁領域がシリンダ軸と直交する平面状に形成され、ピストン上面の中央領域が周縁領域からピストン中心に移行するにしたがって燃焼室天井部側に突出するように突設されそのほぼ中央に所定深さを有するキャビティが凹設された略カルデラ火山形状に形成されたピストンヘッドを備えたピストンとを具備する。40

【0017】

そして、点火プラグは、燃焼室天井部の吸気側から燃焼室内へシリンダ軸方向に対して斜め方向に突出して設けられ、ピストンが略上死点位置にある際にキャビティの内方上部位置でかつキャビティの中心から吸気側へ偏位した位置に着火部を有する。そして、キャビティは、キャビティの凹形状がインジェクタの噴射中心軸よりも点火プラグ側にオフセットした位置でかつキャビティの上方位置を中心点とする複合曲線からなる略円弧形状をなし、キャビティ内でかつインジェクタの噴射中心軸を間に介して点火プラグと対向する側にて点火プラグ側に傾斜した傾斜面部を有する。

【0018】

上記構成によれば、エンジン圧縮行程においてシリンダヘッド側に上昇してきたピストンが上死点の手前所定位置に到達した際に、インジェクタから燃料が噴射され、噴射された燃料（以下、単に「噴射燃料」という）は、キャビティに向かって広がっていき、キャビティ内で受け止められ、反射、這い回り、跳ね上がりにより拡散する。

【0019】

拡散した燃料は、ピストンヘッドの形状によりピストン上面周縁領域への拡散を阻まれ、その一部は燃焼室天井部に衝突しながらキャビティ内に留まる。その際、キャビティ内の傾斜面部に衝突した燃料は、点火プラグ側に反射され、着火部の周辺領域にて拡散される。したがって、成層混合気の一部が確実に着火部にかかり、結果として点火プラグの着火部周辺に着火可能な成層混合気を導くことができ、安定した着火性を得ることができる。10

【0020】

また、ピストンヘッドの形状、すなわちカルデラ火山形状により燃料の拡散する方向及び広がりが適切に制御されることで、火炎伝播が不可能となる混合気のちぎれや、オーバーリーン領域の発生が無く、急速な燃焼が得られ、パーシャルバーン発生を防止することができる。このように、広い運転領域で良好な着火性及び燃焼安定性を得ることができ、その結果、良好な運転性、HCの低減、燃費の向上を図ることができる。そして、キャビティ以外にも燃焼室空間を有していることから、圧縮比は高くならず、レギュラーガソリンを使用することができる。

【0021】

また、燃料をシリンダ軸方向にピストンに向かって噴射するので、噴射燃料の一部が直接シリンダの内周壁面に衝突することによって生じる冷却作用に起因するエンジン燃焼の悪化やプラグのくすぶり、シリンダとピストンとの間の潤滑性の悪化を防止することができる。20

【0022】

請求項2にかかる筒内噴射式エンジンの燃焼室構造は、キャビティの開口形状が燃焼室天井部の吸・排気側と直交する方向に亘って配置されるピストンピンのピストンピン方向を短軸とし、ピストンピン方向と直交する方向である吸・排気側を長軸とする略楕円形状をなし、ピストンが上死点近傍位置にある際にキャビティの内方上部位置でかつキャビティの中心から吸気側へ偏位した位置に点火プラグの着火部が配置される形状を有することを特徴とする。これにより、燃焼室内における混合気のピストンピン方向の広がりを抑えることができ、低負荷で燃料噴射量が少ないときの着火性を確保することができる。また、高負荷においては、混合気の拡散できる空間（以下、単に「混合気拡散体積」という）を大きく確保することができ、希薄燃焼を行うことができる。したがって、広い運転領域で良好な成層燃焼を得ることができる。30

【0027】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態における筒内噴射式エンジン10を概略的に説明する断面説明図であり、図2は、図1のピストン18の説明図である。また、図2中、(A)はピストン18の上面説明図、(B)は(A)のX-X線断面説明図である。40

【0028】

筒内噴射式エンジン10は、図1に示したように、ペントルーフ状に形成された燃焼室天井部（以下、単に「天井部」という）12を有するシリンダヘッド14と、所定の形状に形成されたピストンヘッド16を有するピストン18と、ピストン18が往復動可能に嵌挿されるシリンダ20を有するシリンダ部22とを基本的な構成要素としている。

【0029】

天井部12は、図1に示したように、頂部より離反して漸次拡開する2つの斜面部12a、12bを有しており、全体的には切妻屋根に似た形状をなしている。斜面部12aには、シリンダヘッド14に設けられた吸気ポート（図示せず）と燃焼室24との間を連通・50

遮断する吸気バルブ（図示せず）が2個設けられている。また、斜面部12bには、排気ポート（図示せず）と燃焼室24との間を連通・遮断する排気バルブ（図示せず）が2個設けられている。以下、説明の便宜上、吸気バルブ側を吸気IN側、排気バルブ側を排気EX側という。

【0030】

点火プラグ30は、図1に示したように、シリンダヘッド14の吸気IN側にてシリンダ20の軸方向に対して傾斜して設けられ、燃焼室24側に突出した一方端部に着火部である電極部32を有している。

【0031】

更に、天井部12のほぼ中心上方位置には、インジェクタ34が設けられている。インジェクタ34は、燃料fをシリンダ20の軸方向ピストンヘッド16側に向けて噴射し、噴射中心軸35は、シリンダ20の中心軸線21よりも排気EX側に所定距離だけオフセットした位置となるように設定されている。そして、インジェクタ34による燃料の噴射形状は噴射中心軸35を中心として次第に広がる略円すい中空形状を形成する。10

【0032】

噴射燃料の略円すい中空形状は、例えば噴射の広がり角を40度～80度程度とする噴射角に設定し、燃料fに対し回転成分を与えることにより容易に形成することが可能である。具体的には、スワールノズルを用いたインジェクタ34によるホローコーン噴霧により形成することができる。

【0033】

そして、吸気バルブを介して燃焼室24と連通・遮断される吸気ポート（図示せず）の形状により、燃焼室24内には正方向の弱タンブルガス流動が生じるように構成されている。タンブル比はおよそ0.5～2程度となるよう設定されている。20

【0034】

ピストン18は、図1に示したように、ピストンピン42が吸・排気側と直交する方向に亘って伸長するように配置されている。そして、ピストンヘッド16は、図1及び図2に示したように、シリンダ中心軸21と直交する平面をなす周縁部38と、燃焼室天井部12と対応する凸形状を基本とした中央部41とにより、いわゆるカルデラ火山形状に形成されている。

【0035】

中央部41は、周縁部38からピストンヘッド16の中心へ移行するにしたがい、漸次周縁部38に対する傾斜角度が増大して縦断面形状が2次曲線形状をなす凸部36と、ピストンヘッド16のほぼ中央にて開口形状がピストンピン42と直交する方向に伸長した略橢円形状をなすように所定深さで凹窩形成されたキャビティ37とを備えている。30

【0036】

キャビティ37の凹形状は、図1に示したように、比較的大きな半径の曲線若しくは複合曲線からなる略円弧形状をなしており、複合曲線の中心点は、インジェクタ34の軸心位置より点火プラグ30側に所定分オフセットした上方に配置されている。そして、キャビティ37の排気EX側には、点火プラグ30の電極部32側に傾斜した傾斜面部40が設けられている。40

【0037】

また、傾斜面部40は、図2(B)に示したように、縦断面形状が周縁部38と平行に形成されており、両端側はピストン上方に向かって滑らかに立ち上がるよう形成されている。キャビティ37の開口径は、シリンダ20の径Dに対して30～70%程度の大きさに設定され、キャビティ37のピストンヘッド周縁部38からの深さは、最深部でシリンダ20の径Dの15%程度までを限度として設定されている。

【0038】

点火プラグ30の電極部32は、ピストン18が上死点近傍位置の際に、キャビティ37内上方でかつピストン18の中心から吸気IN側へオフセットした位置となるようにセッティングされており、インジェクタ34からの噴霧に極力直接さらされないよう配置され50

ている。

【0039】

インジェクタ34の噴射広がり角の設定は、ピストン18が往復動作時における所定タイミング（略上死点近傍位置）においてキャビティ37内に噴射範囲が収まるように設定されている。

【0040】

以下に、上記構成を有する筒内噴射エンジン10の動作について述べる。尚、本実施の形態における筒内噴射エンジン10は、低・中負荷運転時において成層燃焼を行い、高負荷運転時には均一燃焼を行うように、燃料噴射量、噴射タイミング、点火時期が制御される。そして、高負荷運転時に行われる均一燃焼は、燃料を燃焼室24内に吸気行程時に噴射するもので、吸気行程時に吸気ポート内に燃料を噴射する従来のエンジンとほぼ同様の動作である。したがって、その詳細な説明は省略し、ここでは、本発明の特徴である低・中負荷運転時における成層燃焼についてのみ説明する。

【0041】

まず最初に、圧縮行程においてピストン18が上死点近傍の所定位置まで上昇した時点でインジェクタ34から燃料fがホローコーン形状に所定噴射量だけシリンダ軸21方向ピストンヘッド16に向かって噴射される。そして、燃料fは、更に上昇を続けるピストン18のピストンヘッド16ほぼ中央に設けられたキャビティ37にて受け止められ、キャビティ37内で反射、這い回り、跳ね上がりなどにより拡散する。

【0042】

拡散した燃料は、キャビティ37及び凸部36の形状により周縁部38への拡散を阻まれ、その一部は、天井部12に衝突してキャビティ内に留まる。そして、特に、傾斜面部40と衝突した燃料は、点火プラグ側に反射され、着火部の周辺領域にて拡散される。そして、噴射終了後、適当なタイミングで点火を行い、成層混合気を着火燃焼させる。したがって、成層混合気の一部が確実に着火部にかかる成層混合気を形成することができる。

【0043】

また、ピストンピン42方向に短軸を有する略橿円形状を有するキャビティ37の開口形状により、成層混合気のピストンピン42方向への広がりが押さえられ、かつ混合気が拡散する混合気拡散体積が大きく確保される。

【0044】

したがって、低負荷で噴射量が少ない場合の着火性の向上と、高負荷での拡散体積を有效地に使った希薄燃焼の達成が両立可能で、広い運転領域で良好な燃焼を得ることができる。この結果、良好な運転性、HCの低減、NO_xの低減更に燃費の向上も達成することができる。また、燃焼室24はキャビティ37以外にも燃焼空間を有していることから、圧縮比は高くならず、通常の燃料、いわゆるレギュラーガソリンを使用することができる。

【0045】

更に、燃焼室内に存する弱タンブル流に乗った噴射燃料は、点火プラグ30側に流されるが、このとき、キャビティ37の表面は滑らかな曲線で形成されているので、タンブル流を徒に乱すことがなく、キャビティ37内にて次第に均質で成層燃焼に適した成層混合気を形成することができる。これにより、火炎伝播が不可能な混合気のちぎれやオーバーリーン領域の発生を防ぐことができ、全体としてリーンな空燃比で適切かつ急速な燃焼が得られ、パーシャルバーンの発生を防止することができる。

【0046】

また、噴射燃料は、その噴射方向、中央部41の作用によってシリンダ20側には拡散しにくいために燃料fのシリンダ20への付着を防止でき、シリンダ20の潤滑性低下や、ピストン動作における機能障害の発生も有効に防止することができる。更に、燃料fをシリンダ軸方向にピストン18に向け噴射するので、噴射燃料の一部が直接シリンダの内周壁面に衝突することにより生じる冷却作用が引き起こす燃焼状態の悪化や点火プラグ30のくすぶりを防止することができる。

【0047】

10

20

30

40

50

尚、本発明は、上述の各実施の形態の構成に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内で種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では弱タンブル流によるガス流動が存する場合について説明したが、弱スワール流を加えても良い。

【0048】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る筒内噴射エンジンの燃焼室構造によれば、インジェクタより噴射され、キャビティ内の傾斜面部に衝突した噴射燃料は、点火プラグ側に反射され、拡散する。したがって、容易に点火プラグの着火部周辺に着火可能な成層混合気を導くことができ、安定した着火性を得ることができる。

【0049】

また、キャビティの開口形状が、ピストンピン方向に短軸を有する略橢円形状に形成されていることによって、成層混合気のピストンピン方向への広がりを押さえ、かつ混合気が拡散する混合気拡散体積を大きく確保することができ、低負荷で噴射量が少ない場合の着火性の向上と、高負荷での拡散体積を有效地に使った希薄燃焼の達成が両立でき、広い運転領域で良好な燃焼を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

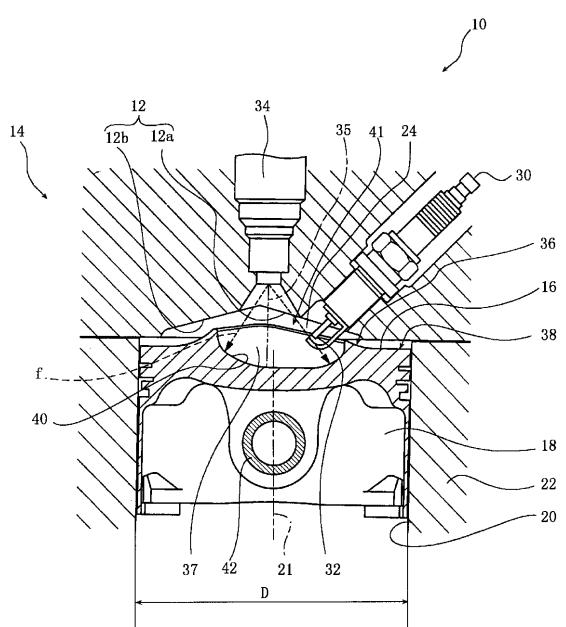
【図1】本発明の実施の形態における筒内噴射式エンジンを概略的に説明する断面説明図である。

【図2】図1のピストンの説明図である。

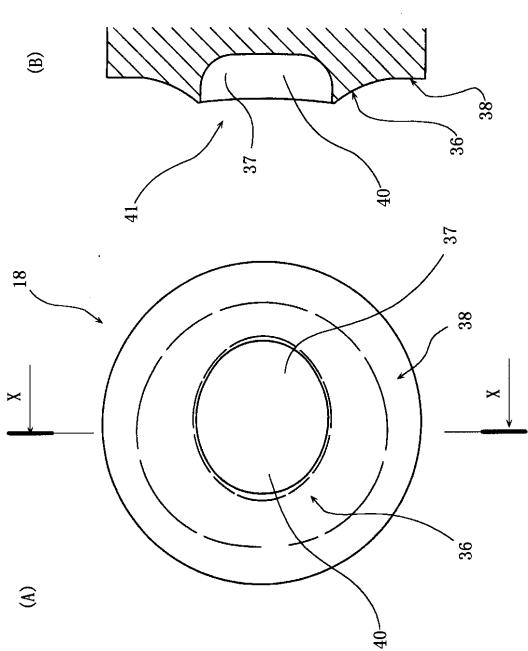
【符号の説明】

1 2	燃焼室天井部	20
1 4	シリンダヘッド	
1 6	ピストンヘッド	
1 8	ピストン	
2 0	シリンダ	
2 2	シリンダ部	
2 4	燃焼室	
3 0	点火プラグ	
3 2	電極部(着火部)	
3 4	インジェクタ	30
3 6	凸部	
3 7	キャビティ	
3 8	周縁部	
4 0	傾斜面部	
f	燃料	

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I
F 02F 3/26 A
F 02M 61/14 310D
F 02M 61/14 310S

(56)参考文献 特開平09-041976(JP, A)
特開昭60-011626(JP, A)
特開平05-231154(JP, A)
国際公開第96/036808(WO, A1)
特開平09-209762(JP, A)
特開平09-144544(JP, A)
特開平03-033449(JP, A)
特開平06-010674(JP, A)
特開平05-141243(JP, A)
実開平01-058719(JP, U)
特開平09-324634(JP, A)
特開平09-280055(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 23/10

F02F 3/26

F02M 61/14