

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5826189号
(P5826189)

(45) 発行日 平成27年12月2日(2015.12.2)

(24) 登録日 平成27年10月23日(2015.10.23)

(51) Int.Cl.

F 1

F02B 23/06	(2006.01)	F 02 B	23/06	W
F02F 3/26	(2006.01)	F 02 B	23/06	S
F02B 23/10	(2006.01)	F 02 B	23/06	R
		F 02 F	3/26	C
		F 02 B	23/10	E

請求項の数 2 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-550506 (P2012-550506)
(86) (22) 出願日	平成23年3月31日 (2011.3.31)
(65) 公表番号	特表2013-527360 (P2013-527360A)
(43) 公表日	平成25年6月27日 (2013.6.27)
(86) 國際出願番号	PCT/GB2011/000095
(87) 國際公開番号	W02011/092459
(87) 國際公開日	平成23年8月4日 (2011.8.4)
審査請求日	平成26年2月18日 (2014.2.18)

(73) 特許権者	504189391 リカルド ユーケー リミテッド イギリス国、ビーエヌ43・5エフジー、 ウェスト・サセックス、ショアham-バイ シー、オールド・ショアham・ロード、 ショアham・テクニカル・センター (番地 なし)
(74) 代理人	100085198 弁理士 小林 久夫
(74) 代理人	100098604 弁理士 安島 清
(74) 代理人	100087620 弁理士 高梨 範夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】直噴ディーゼルエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリンドラヘッドによって閉じられ、ピストンを往復運動可能に受け入れる少なくとも1つのシリンドラを定めているシリンドラブロックを備えた直噴ディーゼルエンジンであって、

前記シリンドラは、前記シリンドラヘッドの2つの吸気バルブおよび2つの排気バルブに連絡しており、

前記吸気バルブは、前記シリンドラにおいて、流入する空気に該シリンドラの軸をほぼ中心とする渦を生じさせるように構成された吸気バルブであり、

前記ピストンは、

該ピストンの頂部に形成された凹所を含む燃焼室を定めており、

前記凹所は、縦断面において該ピストンの軸を中心にして回転対称であり、底部と側壁とによって定められており、ほぼ円すい形または円すい台形の突起が前記底部から立ち上がりておる、

前記凹所が、該ピストンの頂部から最も遠い下部環状体部分と、該ピストン頂部に最も近く、該ピストンの頂部に向かって直径が徐々に増加している上部とを含んでおり、

前記上部および下部が、縦断面においてアーチ形であつて前記凹所へと突き出している環状のリップによって隔てられているピストンであり、

前記円すい形または円すい台形の突起の挿角が、104°～108°の間であり、前記底部から該ピストンの頂部の平面までの前記凹所の最大深さが、該ピストンの直径の13～22%の間であり、前記円すい形または円すい台形の突起が、該ピストンの直径の38

10

20

~4.4%の間の直径を有する円形の線に沿って前記底部と融合し、前記リップの直径が、該ピストンの直径の54~59%の間であり、前記リップの最小径の前記線が、該ピストンの頂部の平面から該ピストンの直径の5~10%の間の距離だけ離れた位置にあり、前記凹所の前記上部の直径が、前記リップの最小径の前記線における該ピストンの直径の54~59%から、前記凹所の側壁が該ピストンの頂部の平面と交わる前記線における該ピストンの直径の72~76%へと増加しており、

さらに前記シリンダヘッドが、複数の燃料噴射オリフィスを備える燃料インジェクタをほぼ前記シリンダの軸に位置させて保持しており、

前記オリフィスが、該オリフィスを通過する燃料ジェットが前記突起の表面から15~19°で離れる角度に延びて、前記凹所の前記下部の前記アーチ形の側壁に最初に衝突するように配置されている、

ことを特徴とする直噴ディーゼルエンジン。

【請求項2】

前記ピストンの前記側壁の前記凹所の前記上部を定めている部位が、縦断面において凹状である、請求項1に記載の直噴ディーゼルエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダごとに4つのバルブ、すなわち2つの吸気バルブおよび2つの排気バルブを備えている形式の直噴ディーゼルエンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンを設計するときの最も重要な考慮事項の1つは、排出物（特に、燃え残りの炭化水素、窒素酸化物（NO_x）、およびすす状の粒子状物質）のレベルであり、ますます厳しくなる排出物の規制が、エンジンの排出物を可能な限り最も費用対効果に優れたやり方で削減するためのさらなる努力へと、エンジンの開発者を駆り立てている。この点に関し、一般的には、触媒および過システムなどの排気ガス事後処理システムに関する初期コストおよびランニングコストの両方を回避するために、エンジンそのものに基づく手段に注力することが好ましい。

【0003】

ディーゼルエンジンにおいては、燃焼室の形状およびその燃料噴射システムとの相互作用が、排出物の削減において決定的に重要である。直噴ディーゼルエンジンの燃焼室は、一般に、ピストンの頂部に位置している。シリンダごとに2つのバルブ（すなわち、1つの吸気バルブおよび1つの排気バルブ）を有するエンジンにおいては、必然的に、燃料インジェクタがシリンダおよびピストンの軸からオフセットされ、シリンダおよびピストンの軸に対して傾けられており、このことは、ピストンの頂部の燃焼室も、燃料インジェクタのおおむね下方に位置するように同様にオフセットされなければならないことを意味している。そのようなオフセットされた燃焼室は、燃焼室における燃料／空気混合物の渦運動がシリンダの軸を中心にして一様でなく、燃料インジェクタの種々の噴射オリフィスからの燃料の噴霧経路の長さがあおむね等しくないという事実ゆえに、エンジンの排出物および燃料経済性の両方について悪影響を有する。この理由で、シリンダごとに4つのバルブを有する直噴ディーゼルエンジンが、一般的には好ましい。なぜならば、燃焼室を同軸に配置することができ、燃料インジェクタも同軸に配置し、同軸に向けることができるからである。

【0004】

4バルブの直噴ディーゼルエンジンの燃焼室について、多数のさまざまな形状が知られているが、その一部は、縦断面においておおむねの形状であり、これが本発明の関係する燃焼室の形状である。より具体的には、本発明は、燃焼室を構成する凹所が、縦断面においてピストンの軸を中心にして回転対称であり、底部と側壁とによって定められており、実質的に円すい形または円すい台形の突起が底部から立ち上がっており、この凹所が、

10

20

30

40

50

ピストン頂部から最も遠い下部環状体部分と、ピストン頂部に最も近く、ピストン頂部に向かって直径が徐々に増加している上部とを含んでおり、これらの上部および下部が、縦断面においてアーチ形であって前記凹所へと突き出している環状のリップによって隔てられている形式のピストンに関する。

【0005】

この一般的形式のピストンが、Dong Feng の中国特許出願第 201074556 7 号に開示されている。しかしながら、このピストンは、2 バルブの直噴エンジンにおける使用が意図されており、したがって燃焼室がピストン頂部において偏心して位置しており、これは、いずれにせよ、上述した理由で不都合である。しかしながら、この文献に開示されている燃焼室を、ピストン頂部において中心に配置することで、ピストンを本質的に 10 4 バルブのディーゼルエンジンにおける使用に適するようにもしても、燃料および空気の混合が充分には完了せず、排出物（例えば、燃え残りの炭化水素、NO_x、およびすす状の粒子状物質）のレベルが容認できない高さになると考えられる。

【0006】

おおむね同様の形式のさらなるピストンが、米国特許第 7210448 号明細書および米国特許第 6732703 号明細書に開示されているが、これらの特許のどちらにおいても、環状のリップが存在せず、したがって凹所の上部と下部との間の識別可能な分割が存在していない。これらの燃焼室においても、空気および燃料の混合が最適にはならないと考えられ、汚染物質の排出のレベルが、やはり望まれるほどには下がらないと考えられる。さらに、燃料 / 空気混合物がかなりの程度までシリンダの壁面に接触し、結果としてシリンダの壁面の潤滑油が燃料によって希釈されることで、エンジンの寿命が短くなることが明らかになっている。

【0007】

上述のように、すす状粒子の発生のレベルが、上述のすべての先行文献の燃焼室においては、容認できないほどに高くなると考えられる。これは、燃料の不完全な燃焼を呈し、したがって非効率を呈し、さらには大気へのすす粒子の排出を、ろ過などの高価な事後処理によらなければ、容認できるレベルまたは法的に許されるレベルへと下げることができない。すすまたは部分的に燃焼した炭化水素粒子は、驚くほど硬く、したがって摩耗を引き起こし、実際に、先行文献の燃焼システムにおいて、容認できないほどに高い割合のすす粒子がシリンダの壁面に接触し、この壁面に存在する油の層に捕らえられ、あるいは混入することが明らかになっている。油および混入した粒子は、その後にエンジンの主たる油回路へと戻り、そこで粒子が長期にわたり摩耗によって油ポンプおよび油の供給先の他の部品に大きな損傷を引き起こし、エンジンの保守コストを上昇させ、さらには／あるいはエンジンの寿命を短くする。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、本発明の目的は、4 バルブの直噴ディーゼルエンジンおよびそのようなエンジンのためのピストンであって、燃料 / 空気混合物がこれまでよりも強くかつ徹底的に混合されることで、排出物の削減およびエンジンの効率の向上がもたらされるエンジンおよびピストンを提供することにある。本発明のさらなる目的は、生成されるすす状の粒子状物質の量を少なくするだけでなく、それらの粒子状物質がシリンダの壁面の油の層に混入する割合も少なくすることで、エンジンの保守のコストを下げ、寿命を改善することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によれば、4 バルブの直噴ディーゼルエンジンのための上述の形式のピストンが、円すい形または円すい台形の突起の挿角が、104° ~ 108° の間であり、底部からピストンの頂部の平面までの凹所の最大深さが、ピストンの直径の 13 ~ 22 % の間（好みしくは、18 ~ 22 % の間）であり、円すい形または円すい台形の突起が、ピストンの

10

20

30

40

50

直径の38～44%の間（好ましくは、38～42%の間）の直径を有する円形の線に沿って底部と融合し、リップの直径が、ピストンの直径の54～59%の間であり、リップの最小径の線が、ピストンの頂部の平面からピストンの直径の5～10%の間の距離だけ離れた位置にあり、凹所の上部の直径が、リップの最小径の線におけるピストンの直径の54～59%から、凹所の側壁がピストンの頂部の平面と交わる線におけるピストンの直径の72～76%へと増加していることを特徴とする。

【0010】

燃焼室の多数の寸法パラメータのいずれもが、空気および燃料の混合の強さおよび徹底度に影響を有しており、すなわちエンジンの効率および排出物に影響を有しているため、すべてのパラメータを互いに対しても最適化することが必要であり、徹底的な試験を行うことによって、上述の寸法の範囲が最適の範囲を呈し、生じる排出物が大幅に少なく、より高い効率が達成されることを明らかにした。上述の公知の燃焼室に対する最も大きな相違は、環状のリップが大幅に大きく、すなわち燃焼室へとさらに突き出してあり、燃焼室の上部および下部へのより顕著な分離をもたらしている点にある。4バルブの直噴ディーゼルエンジンの吸気バルブは、一般に、燃焼室において実質的にシリンダの軸を中心とする流入空気の渦を生じさせるように構成および配置された形式であり、環状のリップがより大きいことで、渦を巻く空気および燃料がリップの下方の燃焼室の下部により長く滞留し、したがって空気および燃料が、燃焼室の上部へと上方に移動し、次いでピストンが上死点位置から遠ざかるように移動した後のシリンダの上部へと移動する前に、より徹底的に混合されると考えられる。また、より大きな環状のリップは、燃焼室の下部から流出する空気／燃料混合物に半径方向内側への運動成分を与え、これはすなわち、比較的低温なシリンダ壁面に衝突する燃焼中の混合物の割合が少なくなることを意味する。これにより、燃料／空気混合物のシリンダ壁面への接触の程度が少くなり、結果としてシリンダ壁面の潤滑油の燃料による希釈が少なくなる。さらに、より大きな環状のリップは、シリンダ壁面との接觸によって消火または急冷される燃焼中の混合物の割合を少なくし、結果としてNO_xの発生が少なくなる。空気および燃料のより徹底的な混合が、より完全な燃焼をもたらし、したがって燃え残りの炭化水素（特に、すす状の粒子状物質）の排出を少なくする。このように、生じるすす状の粒子状物質が少なくなるだけでなく、主としてより大きな環状リップの結果として、シリンダ壁面の表面の油の層に混入するすす状の粒子状物質の割合も少なくなる。

10

20

30

【0011】

側壁の、凹所の上部を定めている部位は、縦断面において凹状であることが好ましい。この凹状は、燃焼中の燃料／空気混合物について、おおむね軸方向であってシリンダの壁面に接觸しない移動（接觸すると、シリンダ壁面の比較的低い温度によって局的に消火される可能性がある）をさらに促進し、これがシリンダ壁面上の油の層に混入するすす粒子の割合をさらに少なくすることが明らかになっている。

【0012】

さらに本発明は、シリンダヘッドによって閉じられ、上述の形式のそれぞれのピストンを往復運動可能に受け入れる少なくとも1つのシリンダを定めているシリンダブロックを備えており、シリンダが、シリンダヘッドの2つの吸気バルブおよび2つの排気バルブに連絡しており、吸気バルブは、シリンダにおいて、流入する空気にシリンダの軸を実質的に中心とする渦を生じさせるように構成された種類の吸気バルブであり、さらにシリンダヘッドが、複数の燃料噴射オリフィスを備える燃料インジェクタを実質的にシリンダの軸に位置させて保持しており、オリフィスが、オリフィスを通過する燃料ジェットが前記突起の表面から15～19°で離れる角度に延びて、前記凹所の下部のアーチ形の側壁に最初に衝突するように配置されている直噴ディーゼルエンジンを包含する。

40

【0013】

インジェクタのオリフィスを、インジェクタのオリフィスによって放射される燃料ジェットが隣接する突起の斜面から離れるように向けることで、エンジンの効率がさらに向上し、汚染物質の排出およびシリンダ壁面の油へのすす状の粒子状物質の混入がさらに少な

50

くなることが、明らかになっている。本発明は、なぜこのようになるのかについての、いかなる特定の理由にも限定されないが、理由は以下のとおりであると考えられる。

【0014】

この種のエンジンにおいては、燃料インジェクタのオリフィスを、燃料ジェットが突起の円すい面に最初に衝突するように向けることが通常である。ジェットが円すい面で跳ね返り、燃焼室の外へと直接移動し、あるいはより一般的には、燃焼室の下部環状体部分のアーチ形の側壁の下部に接触する。次いでジェットは、本質的に上方へとそらされ、すなわちピストンの頂部の方へとそらされ、少なくとも大部分が燃焼室からシリンダへと流出する。このように、燃料は、燃焼室において、シリンダの軸に実質的に垂直に接線方向に延びる軸を中心にして短時間渦を巻く。この渦運動が、吸気ポートによって引き起こされるシリンダの軸を中心とする渦運動に重なることが理解できる。したがって、燃焼室における燃料の滞留時間は、比較的短い。しかしながら、本発明によるエンジンにおいては、燃料ジェットの方向が $20\sim40^\circ$ 程度回転させられ、燃料ジェットの方向が、隣接する突起の表面から離れる。これは、燃料ジェットが、本質的に凹所の下部環状体部分の湾曲した側壁の上部に最初に衝突し、この曲率が、本質的に燃料ジェットを下方へとそらし、すなわちピストン頂部から遠ざかってピストン頂部へと向かうことがないようにそらすことを意味する。これは、シリンダの軸に垂直な軸を中心とする燃料の第2の渦運動が、公知のエンジンにおける向きとは反対向きであることを意味する。この結果として、本質的に、第2の渦運動における燃料の移動距離が長くなり、したがって燃焼室の下部における燃料の滞留時間も長くなる。これが、本質的に、燃料の混合および気化の改善をもたらすこと、汚染物質およびすす粒子の発生を少なくする。さらに、上述のように、すす粒子（上述のとおり少なくなっている）が環状のリップによってシリンダの壁面から離れるように導かれるため、エンジンオイルに混入するすす粒子の割合も少なくなる。

10

【0015】

本発明のさらなる特徴および詳細は、添付の概略図を参照しつつあくまでも例として提示される本発明による1つの具体的な4バルブの直噴ディーゼルエンジンについての以下の説明から、明らかになる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明によるピストンの上部の縦断面図である。

30

【図2】4バルブの直噴多気筒ディーゼルエンジンの一部分の断面図であり、1つのシリンダおよびシリンダ内で上死点の位置にあるピストンの上部ならびに該当のシリンダヘッドの一部が示されている。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1に示されているピストンは、おおむね従来からの形状であり、実質的に平坦な上面または頂部2を有している。ピストン頂部2には、ピストンの軸4に関して回転対称であって燃焼室を構成する凹所が形成されている。凹所は、縦断面において、底部6と、後述されるように2つの部位に分割されている側壁と、底部から直立する同軸な実質的に円すい形の突起5とによって定められている。凹所は、おおむねA形であり、ピストン頂部2から最も遠い下部環状体部分8と、ピストン頂部に最も近い上部10とを備えており、上部10の直径が、ピストン頂部に向かって次第に増加している。上部および下部6および10は、断面においてアーチ形の外形であって燃焼室へと突き出している環状のリップ12によって隔てられている。リップのアーチ形の形状は、凹所の上部10を定めている側壁の上部14へと滑らかに融合するとともに、凹所の下部環状体部分8を定めている側壁のアーチ形の下部13にも滑らかに融合している。ピストンの直径Dは、この特定の実施の形態においては 103 mm である。頂部2に融合する円形の線における凹所の上部10の最大径Aは、 $0.72\sim0.76\text{ D}$ の間であり、この特定の実施の形態においては、 76 mm である。アーチ形の環状のリップ12の最小径B、すなわちリップ12の頂点または先端における直径は、 $0.54\sim0.58\text{ D}$ の間であり、この特定の実施の形態におい

40

50

ては、58mmである。突起5の外面は、断面において直線状であり、直径Cが0.38～0.42Dの間である円形の線において底部6と融合している。凹所の最大深さH、すなわち頂部2の平面と凹所の最も深い地点との間の距離は、0.18～0.22Dの間であり、この特定の実施の形態においては、19.6mmである。凹所の上部10の深さh、すなわち頂部2の平面とアーチ形の凹所12の頂点との間の距離は、0.06～0.10Dの間であり、この特定の実施の形態においては、6.63mmである。円すい形の突起5の挾角は、104～108°の間である。凹所の上部10を定めている凹所の側壁の部位14は、縦断面において凹状である。

【0018】

図2は、図1に概略的に示したピストンを、多気筒直噴ディーゼルエンジンの1つのシリンダ内的位置に示している。エンジンは、いずれもシリンダヘッド22によって閉じられるシリンダを定めているシリンダブロック20を備えている。シリンダヘッド22は、吸気バルブ26によって通常のやり方で制御される2つの吸気路24（その一方だけを見て取ることができる）を定めている。吸気ダクト24および吸気バルブ26は、シリンダおよびピストン頂部の凹所によって構成される燃焼室において、吸気ダクト24および吸気バルブ26を通って進入する吸気に実質的にピストンおよびシリンダの軸4を中心とする渦を生じさせるように、公知の様相で構成されている。さらにシリンダヘッドは、排気バルブ30によって従来からのやり方で制御される2つの排気路28（その一方だけを見て取ることができます）を定めている。さらにシリンダヘッド22には、シリンダの軸4に平行かつ同軸に配置された燃料インジェクタ34が収容されている。燃料インジェクタ32は、図2に示されるように、シリンダヘッドの下面の平面よりもきわめてわずかに下方に位置し、すなわちピストンが上死点の位置にあるときにピストンの凹所へとわずかに突き出す先端34を終端としている。燃料インジェクタの先端34には、複数の燃料噴射オリフィスが形成され、これらの燃料噴射オリフィスが、円すい形の突起5の表面に対して15～19°の間の角度だけ傾けられた角度で燃料の個々のジェットを放出するように配置されている。

【0019】

使用時、燃料インジェクタは、ピストンが上死点位置または上死点位置のきわめて近くに位置するときに、燃料噴射オリフィスを通ってピストン頂部の凹所へと燃料を噴射するように動作する。吸気路24を通って進入する空気は、燃焼室において軸4を中心とする渦を急激に形成し、燃焼室へと噴射される燃料のジェット36は、突起5の表面から離れる角度で噴射される。したがって、これらのジェットは、突起5の表面に直接衝突する代わりに、凹所の下部環状体部分8を定めている凹所の側壁のアーチ形の部分に衝突する。側壁のこの部分の曲率および側壁のこの部分への燃料ジェットの入射の角度は、燃料ジェットが下方へとそらされ、すなわち凹所の底部に向かってそらされるような曲率および角度であり、したがって燃料は、図1および2の右側について見たときに時計方向に渦を巻くと同時に、当然ながらさらに軸4を中心としても渦を巻く。したがって、燃料は、図2の右側の矢印によって概略的に示されるように、凹所の側壁の下部に沿って下方へと、次いで凹所の底部に沿っておおむね水平に内側へと渦を巻き、その後に上方へと移動するよう向きを変える。したがって、燃料の燃焼室における滞留時間が長くなり、この事実が燃焼室の寸法パラメータの最適化と組み合わざって、きわめて効率的な燃料および空気の混合をもたらし、結果として燃焼が実質的に完全になり、したがってきわめて効率的になり、燃え残りの炭化水素の量が最小になり、すす粒子の発生も最小になる。次いで、燃焼中の燃料および空気混合物が、燃焼室を離れ、シリンダの上部（今や、ピストンが図2に示されている上死点位置から離れて下方へと移動したためアクセス可能である）に進入する。しかしながら、環状のリップ12の燃焼室への突き出しが、側壁の部位14の凹状の形状と相俟って、燃焼室を出る燃焼中の燃料／空気混合物が、シリンダの側壁にほんのわずかに接触する実質的に垂直方向に延びる柱にて燃焼室を出ることを意味するため、燃焼中の燃料／空気混合物のシリンダ壁面における局所的な急冷が最小限になり、結果としてNO_xの発生が最小限になる。さらに、燃焼中の燃料／空気混合物がシリンダの壁面にほ

10

20

30

40

50

とんど接触しないという事実は、発生するすす粒子（発生量自体が減っている）について、シリンダ壁面を覆う油の層に混入する割合が少ないことも意味する。

【図1】

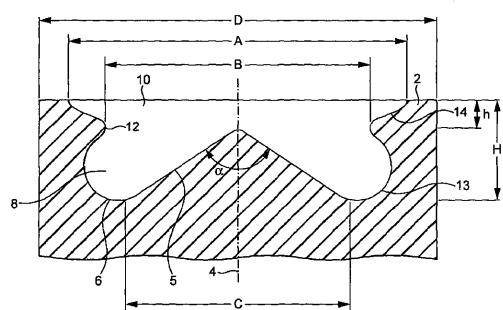


FIG. 1

【図2】

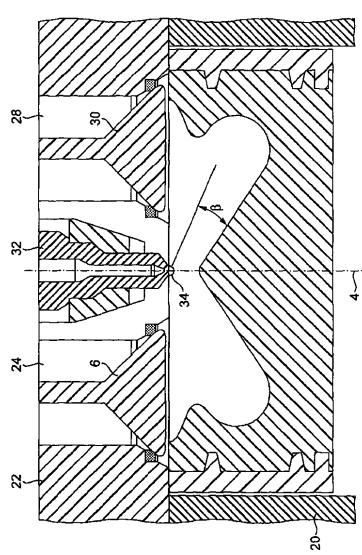


FIG. 2

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 02B 23/10

G

(72)発明者 コーンウェル リチャード

イギリス、ビーエヌ5 9アールエス ウエスト サセックス、ヘンフィールド、ヘンフィールド
コモン サウス、ザ ホワイト ハウス

(72)発明者 コニセラ ファブリッヂ

イギリス、ビーエヌ3 2エヌエー イースト サセックス、ホーヴ、グランド アヴェニュー、
フラット 22

審査官 今関 雅子

(56)参考文献 特開2009-150361(JP, A)

特開2010-048260(JP, A)

米国特許出願公開第2004/0123832(US, A1)

中国実用新案第201074556(CN, Y)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02B 23/06

F 02F 3/26