

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-532606
(P2009-532606A)

(43) 公表日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 27/08 (2006.01)	FO2M 27/08 B	3G023
FO2M 53/00 (2006.01)	FO2M 53/00 J	3G092
FO2M 53/02 (2006.01)	FO2M 53/02	3G384
FO2M 53/04 (2006.01)	FO2M 53/04 J	
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 364K	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-503024 (P2009-503024)
 (86) (22) 出願日 平成19年3月28日 (2007. 3. 28)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年12月1日 (2008. 12. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/007894
 (87) 国際公開番号 W02007/123669
 (87) 国際公開日 平成19年11月1日 (2007. 11. 1)
 (31) 優先権主張番号 60/787, 964
 (32) 優先日 平成18年3月31日 (2006. 3. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 11/692, 105
 (32) 優先日 平成19年3月27日 (2007. 3. 27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

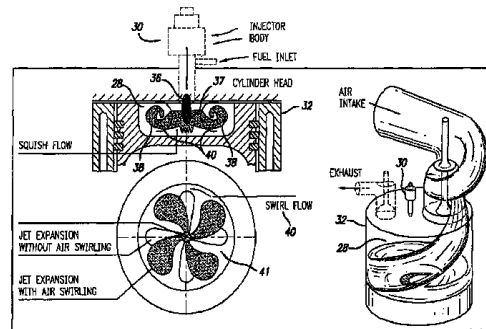
(71) 出願人 508291397
 トランソニック コンバッション、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 93012 カリフォルニア、カマリロ、カジェ サン パブロ 513
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100087217
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関用の噴射-点火式噴射器

(57) 【要約】

本発明は、内燃機関の事実上動力行程時のみに燃料を分与する加熱触媒燃料噴射器を提供する。その場合、点火が、急速燃焼域で高密度の燃料に行われるため、燃料の前面が数ミリ秒以内に完全燃焼する。作動時、燃料噴射器は、予め定めたクランク角度で即時着火する燃料を精密計量し、最適動力行程が得られる。特に、燃料は計量して燃料噴射器内へ送られ、燃料噴射器は、その燃料を加熱し、気化し、圧縮して穏やかに酸化させてから、比較的低压のガス柱としてエンジン燃焼室内へ分与する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の燃焼室内へ燃料を分与するための燃料噴射器において、該燃料噴射器が、エンジンの事実上動力行程時のみに燃料を分与する加熱触媒燃料噴射器を含み、しかも、酸素還元触媒の使用により、燃料が気相又は超臨界相でのみ触媒される、内燃機関の燃焼室内へ燃料を分与するための燃料噴射器。

【請求項 2】

着火が、高い燃料密度の急速燃焼域で行われ、それにより燃料前面が、数ミリ秒以内に事実上完全燃焼する、請求項 1 に記載された燃料噴射器。

【請求項 3】

前記燃料噴射器が、予め決められたクランク角度で事実上即時着火する燃料を精密計量することで、最適動力行程を作り出す、請求項 1 に記載された燃料噴射器。

【請求項 4】

前記燃料が、燃料噴射器内へ計量送入されることで、燃料噴射器が、燃料を加熱し、蒸気化し、圧縮し、穏やかに酸化させた後、比較的低下のガス柱としてエンジン燃焼室内へ分与する、請求項 1 に記載された燃料噴射器。

【請求項 5】

前記エンジンが燃焼室を含み、かつまた前記燃料噴射器が、燃焼室のシリンダヘッドのほぼ中心に取付けられる、請求項 1 に記載された燃料噴射器。

【請求項 6】

高温ガスの燃料柱が燃焼室内へ噴射されることにより、燃料柱の前面が自己爆轟し、燃料柱が半径方向に分与され渦状になる、請求項 5 に記載された燃料噴射器。

【請求項 7】

前記燃焼室が希薄空燃比燃焼環境を含み、しかも、燃料の、1% - 5% が、高温及び高圧を使用することで燃料噴射器内で前酸化される、請求項 5 に記載された燃料噴射器。

【請求項 8】

燃料噴射器内での前酸化が、噴射器壁に配置された表面触媒と、MTBE、エタノール、その他のオクタン及びセタンのブスター、その他の燃料酸素化剤から成る群の中から選択された酸素化剤を含む酸素源との使用を含む、請求項 7 に記載された燃料噴射器。

【請求項 9】

前記前酸化に、更に、少量の酸素が追加される、請求項 8 に記載された燃料噴射器。

【請求項 10】

前記追加酸素が、空気又は再循環排ガスから取り込まれる、請求項 9 に記載された燃料噴射器。

【請求項 11】

前記燃料が、分与燃料柱内部に比較的低温の自己着火部位が得られるように酸化されることで、表面の自己爆轟の開始が助けられ、次いで従来の自動車エンジン構造材料と適合する温度及び圧力範囲内の希薄空燃比燃焼が助けられる、請求項 4 に記載された燃料噴射器。

【請求項 12】

前記分与された燃料柱が、1% - 5% の予燃焼遊離基を $RO_2 \cdot$ 及び $ROOH \cdot$ の形式で含有し、該遊離基が、初期燃料に由来する高反応性の、部分酸化され分解された炭化水素鎖である、請求項 記載の燃料噴射器。

【請求項 13】

前記燃料噴射器が、16:1 - 25:1 の高圧縮比で作動する自動車のディーゼル・エンジンに、従来のディーゼル直接噴射器の代わりに搭載される、請求項 1 に記載された燃料噴射器。

【請求項 14】

前記エンジンが、高圧縮比による圧縮加熱を採用している、請求項 13 に記載された燃料噴射器。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記燃料が、ガソリン、ディーゼル燃料、ハイセタン燃料、ハイオクタン燃料、ヘプタン、エタノール、植物油、バイオディーゼル燃料、アルコール類、植物抽出物類、これらの組み合わせから成る群の中から選択される、請求項 13 に記載された燃料噴射器。

【請求項 16】

多燃料車両の可変サイクル・エンジン燃焼室内へ燃料を分与する燃料噴射器において、該燃料噴射器が、

可変サイクル・エンジンの事実上動力行程時のみに燃焼室内へ燃料を分与する加熱触媒燃料噴射器を含む、多燃料車両の可変サイクル・エンジン燃焼室内へ燃料を分与する燃料噴射器。

10

【請求項 17】

前記可変サイクル・エンジンが、空気、水、蒸気、その他膨張可能な媒質を噴射するための混合熱エネルギー回収システムを含む、請求項 16 に記載された燃料噴射器。

【請求項 18】

前記可変サイクル・エンジンが、ガソリン、ディーゼル燃料、ハイセタン燃料、ハイオクタン燃料、ヘプタン、エタノール、植物油、バイオディーゼル燃料、アルコール類、植物抽出物類、これらの組み合わせを包含する広範囲の燃料で作動するようにされている、請求項 16 に記載された燃料噴射器。

【請求項 19】

前記可変サイクル・エンジンが、燃料充填スタンドの供給ポンプと通信する ECU を備えたスマート燃料供給システムを含む、請求項 16 に記載された燃料噴射器。

20

【請求項 20】

前記 ECU が、前記ポンプとの無線通信用無線直列通信リンクを含む、請求項 16 に記載された燃料噴射器。

【請求項 21】

前記 ECU が、燃料ポンプへ燃料混合物の精密な量とタンク内の燃料量とを送信し、それに応答して、燃料ポンプが、タンク内の残留燃料及び車両の作動能力に適合する適切な補給燃料混合物を計算する、請求項 20 に記載された燃料噴射器。

【請求項 22】

前記スマート燃料供給システムが、多燃料車両への燃料補給用の 1 つ以上の最適化された燃料混合物を使用者に提供するために使用される、請求項 19 に記載された燃料噴射器。

30

【請求項 23】

前記 ECU が、負荷測定によるエンジン性能、負荷センサ、ノック・センサを利用して、燃焼時の実際の燃料性能を検出する、請求項 19 に記載された燃料噴射器。

【請求項 24】

前記 ECU が、精密な燃料混合物量、タンクへのポンプ給送量、燃料消費量、観察性能、時間順の気候条件を含むすべての燃料負荷の記録を保持するように構成されている、請求項 19 に記載された燃料噴射器。

【請求項 25】

前記車両が、ECU の制御下で種々の燃料混合物に動的に適合可能である、請求項 19 に記載された燃料噴射器。

40

【請求項 26】

バイオ再生可能なフレックス燃料で作動する噴射器エンジンの燃焼室内へ燃料を分与する燃料噴射器において、該燃料噴射器が、

可変サイクル・エンジンの事実上動力行程時のみに燃焼室内へバイオ再生可能なフレックス燃料を分与する加熱触媒燃料噴射器を含んでいる、バイオ再生可能なフレックス燃料で作動する噴射器エンジンの燃焼室内へ燃料を分与する燃料噴射器。

【請求項 27】

前記フレックス燃料が、植物抽出油と少量のガソリン及び / 又はエタノールとの混合物

50

を包含する、請求項 26 に記載された燃料噴射器。

【請求項 28】

前記植物抽出油が、大豆油、キャノーラ油、ヒマワリの種油、藻及びプランクトンの抽出物のうちの 1 つ以上を包含する、請求項 27 に記載された燃料噴射器。

【請求項 29】

前記混合物が、ゼロネット炭素フレックス燃料を包含する、請求項 17 に記載された燃料噴射器。

【請求項 30】

前記混合物が、重量で約 25% のガソリンと約 10% のエタノールとに混合された約 65% の植物油を含有する、請求項 27 に記載された燃料噴射器。

10

【請求項 31】

前記噴射器エンジンが、高圧縮エンジンである、請求項 27 に記載された燃料噴射器。

【請求項 32】

前記バイオ再生可能なフレックス燃料が、酸素還元触媒の使用により、気相又は超臨界相でのみ触媒される請求項 26 に記載された燃料噴射器。

【請求項 33】

前記燃料噴射器が、燃料を高温区域で加熱した後、加熱され触媒された燃料を高圧ノズル分散システムを用いて 100 パール以上で噴射する、請求項 32 に記載された燃料噴射器。

【請求項 34】

前記車両が、予め定めた比率でハイオクタン燃料とハイセタン燃料とを混合するためのタンクを含む、請求項 26 に記載された燃料噴射器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料噴射装置に関わり、より詳しく言えば、内燃機関用の噴射 - 点火式噴射器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

世界のエネルギーの多くは、基本として内燃機関を備えた車両への動力供給に消費されている。大抵のガソリン車及びディーゼル車のエンジン効率は僅か 20% - 30% であるため、炭化水素燃料の大部分が無駄に消費され、地球の資源が激減する一方、過剰な量の汚染物質や温室効果ガスが発生している。図 1 (先行技術) に示すように、従来型のエンジンが使用するエネルギーの約 3 分の 1 は冷却システム内の廃熱として現われ (冷却液負荷 4)、他方、エネルギーの他の約 3 分の 1 は後尾管から排出され (排気エンタルピー 2)、残る 3 分の 1 以下が有効利用されている (制動力 6)。内部レベルでのこれらの非効率率は、従来式の火花点火式ガソリン・エンジン又は圧縮点火式ディーゼル・エンジンの内部での従来の燃焼過程が、ピストン及びクランクの回転動力学 (すなわちエンジンの動力行程) に比較して、遥に長くかかるためである。

30

【0003】

図 2 (先行技術) には、高効率直接噴射ユーロ (Euro) - ディーゼル・サイクル内での典型的な発熱分布 7 が示されている。このサイクルには、着火遅れ時期 8、前混合燃焼段階 10、混合制御燃焼段階 12、後期燃焼段階 14 が含まれている。サイクル回転の約 180° 前 (上死点) での燃焼の結果、廃熱負荷が増す一方、後期燃焼段階 14 (約 200° 後) での燃焼エネルギーの大部分は排気熱として無駄になる。言い換えれば、ピストンがその行程の頂点にあるスタート時と約 20 度下降回転した時期 (180° から 200°) の発熱が、有効な作動の最高パーセンテージを示している。上死点より前の発熱は、回転に対し押し戻しを生じさせ、これが、最終的には、冷却ジャケットの廃熱として現れる。ガソリン・エンジンやディーゼル・エンジンの場合、点火は早期にスタートせねばならない。なぜなら、点火が完全に行われるには、エンジンの回転時期に比較してかなり

40

50

の時間を要するからである。後期燃焼段階 14 では、燃料が動力行程の有効限度を過ぎて燃焼し続けることで、排気システム内へ廃熱が無駄に廃棄される。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、内燃機関の主として又は事実上もっぱら動力行程中に燃料を分与する加熱触媒燃料噴射器を提供するものである。この噴射器は、燃料を、電気加熱器又はその他の装置により外部から加熱することにより超臨界蒸気相で容易に酸化させる。この噴射器は、またガソリン、ディーゼル燃料、種々のバイオ燃料を含む広範囲の液体燃料に使用できる。加えて、この噴射器は、室圧で発火でき、内燃機関の実際上の圧縮限度まで達することができる。この噴射器は、火花点火又は圧縮点火とは無関係に作業できるので、ここでは「噴射 - 点火」式と呼ぶことにする。

10

【0005】

本発明によれば、燃料は、酸素還元触媒を用いることで、蒸気相又は超臨界相でのみ触媒される。この噴射器により、エンジン内部でのフロントエンド、バックエンド双方の熱損失が大幅に低減される。点火は、燃料が高密度の急速燃焼域で行われる結果、燃料の前面が数マイクロ秒以内に完全燃焼する。作動時、燃料噴射器は、予め定めたクランク角度で即時着火する燃料を精密計量することで、最適動力行程を造出する。より詳しく言えば、燃料は計量されて燃料噴射器内へ送られるので、噴射器は、燃料を加熱し、蒸気化し、圧縮し、穏やかに酸化させてから、比較的低压（例えば 100 パール）ガス柱としてエンジン燃焼室内へ分与する。

20

内燃機関は、エンジン制御ユニット（ECU）の命令で作動し、該制御ユニットは、エンジン操作の様々な面、例えば、（i）エンジン周期毎に各シリンダ内へ噴射する燃料量、（ii）点火時期、（iii）可変カム・タイミング（VCT）、（iv）種々の周辺機器、（v）内燃機関操作のその他の面を制御できる。ECUは、燃料量、点火時期、その他のパラメータを、MAPセンサ、スロットル位置センサ、空気温度センサ、エンジン冷却液温度センサ、その他のセンサを含むセンサによりエンジンをモニタすることによって検出する。

【0006】

噴射 - 点火式噴射器を有する内燃機関の燃焼室では、燃料噴射器が、燃焼室のシリンダヘッドの事実上中心に取付けられる。作動時、高温ガスの燃料柱は、燃焼室内へ噴射されて、燃料柱の前面が自己爆轟し、吸気と混合する渦パターン内へ半径方向に流入する。燃焼室には、希薄空燃比燃焼環境が生じるが、その場合、燃料の 1% - 5% が、燃料噴射器内で高温及び高压を利用して前酸化される。燃料噴射器内での前酸化では、噴射器壁に配置された表面触媒が利用され、酸素源には、標準的な酸素化薬剤、例えばメチル第三級ブチル・エーテル（MTBE）、エタノール、その他のオクタン及びセタンのブースター、その他燃料酸素化薬剤が使用される。前酸化には、更に、空気又は再循環排ガスから得られる少量の酸素が加えられる。噴射 - 点火式噴射器は大気圧で発火するが、本発明の好適実施例では噴射器は高压で発火する。

30

【0007】

この噴射 - 点火式噴射器システムは、液体燃料を、その室圧沸点以上に十分に加熱する。しかし、水同様、大抵の炭化水素燃料及びアルコール類は、圧力上昇につれて沸点が高くなるため、液体が圧力下で加熱される場合、大気圧での沸点を超えても十分に液体状態にとどまり、低压で蒸発させてから急速に加圧すると、再凝縮して液相となる。しかし、液相の維持又は液相への再加圧がもはや不可能な圧力点及び温度点が存在する。この点は、通常、臨界点と呼ばれ、臨界温度、臨界圧力が含まれる。臨界温度、臨界圧力を超えると、もはや液体には成り得ないので、分子は、対応する液体密度を超えて圧縮されても、気相で相互作用する。CRCハンドブック（87版）によれば、ヘプタン（ガソリンの主成分）の臨界温度は約 266 °C（512 °F）であり、臨界圧力は 27.9 kg/cm²（397 psi）である。

40

50

【0008】

本発明の噴射 - 点火システムで利用される酸素還元触媒は、主として蒸気相又は超臨界液相で働く。この触媒は、. 1重量% - 5重量%の利用可能な酸素を、燃料混合物内部の1つ以上の成分と結合させることで、高反応性の、部分酸化された遊離基を生成し、該遊離基が、主燃焼室内の遥に酸素の豊富な環境に曝されると、急速に酸化が継続される。極めて急速な燃焼(100ミリ秒以下の範囲)に要するこれらの活性遊離基の実際数は、極めて少数であり、分子の平均自由パス(path)と、主燃焼室反応域内での反応波面の伝搬遅れとに大幅に依存する。例えば、大気圧で、適当な温度及び酸素濃度の条件下では、燃焼波面は、ほぼ音速で移動し、この速度は、通常の場合では、約30.48cm(1ft)毎ミリ秒である。したがって、10マイクロ秒の主燃焼室の燃焼遅れを目標にすると、これらの遊離基は、2.54mm(.1インチ)程度離れて又は接近して分散させる必要があり、これにより、立法インチ当り極めて多数の分子が存在することに基き、これらの遊離基の極めて小さい密度が要求される。

10

【0009】

同じように、燃料噴射器内で生成される各遊離基は、燃料からの化学結合エネルギーを利用する結果、その量だけ主燃焼室内の化学結合エネルギーが減少する。したがって、極めて高速の点火を保証するには十分な高レベルだが、噴射された燃料のエネルギー量を低下を最小化するには十分な低レベルに生成される遊離基の数を最小化することが、極めて好ましい。加えて、大部分の酸素還元触媒は、特に約538°C(1,000°F)を超える高温まで加熱された場合、熱分解(cracking)触媒としても働く。噴射器内の燃料の熱分解は極めて望ましくない。なぜなら、始めに触媒表面を汚すような炭素を発生させ、それを続けさせておくようだと、噴射器を通る燃料の流れを実際に阻害するからである。加えて、短鎖の分解成分は、通常、オクタン及びヘプタンより高い自己着火温度と、より高い気化熱とを有している結果、普通生じる実験室条件下では、噴射器を過剰に加熱することにより、既述のような理想的状況以上に実際には点火遅れが増大し、急速に炭素が生成されることにもなる。

20

【0010】

前述の点から言って、ここで説明した噴射 - 点火式噴射器では、著しく分散した(すなわち低濃度の)酸素還元触媒が最適利用され、この触媒は、複数燃料成分の大部分が超臨界相にある複数温度及び複数圧力で穏やかな作用を有している。ニッケルは、この種の触媒の一つであることが分かっており、100バールで316 - 399°C(600 - 750°F)の範囲にて作用する。

30

本発明の諸原則によれば、燃料への所要熱の投入は、外部熱源を、燃料流量と燃料触媒接触表面積と関連して注意深く制御することで最小化され、それにより適当数の遊離基が生成され、触媒酸化過程による反応域への著しい熱エネルギー供与を見込まなくてよい。この付加的な熱エネルギーは、急速に放熱され、恐らくすべての利用可能な酸素を消費し、それにより燃料のエネルギー内容を著しく低下させ、炭素生成を助長するだろう。この点が特に懸念されるのは、市販の燃料は1% - 19%の酸素化原因物質を含有しているからである。

40

【0011】

本発明によれば、燃料は、噴射器内で前酸化され、分与された燃料柱内で比較的低温の自己着火部位を与えられ、それによって表面の自己爆燃の開始が助成され、続いて、従来の自動車エンジン構造材料と適合する温度及び圧力の範囲内での希薄空燃比燃焼が助けられる。分与される燃料柱は、 $RO_2 \cdot$ 及び $ROOH \cdot$ の形態で、1% - 5%の前燃焼遊離基を含有でき、これらは、初期燃料から生じる高反応性の、部分酸化され分解された炭化水素鎖である。例えば、この燃料噴射器は、16:1 - 25:1の高い圧縮比で作動する従来型自動車用ディーゼル・エンジンの直接噴射式噴射器の代わりに搭載できる。エンジンは、高圧縮比による圧縮加熱を使用でき、燃料は、ガソリン、ディーゼル燃料、ハイセタン燃料、ハイオクタン燃料、ヘプタン、エタノール、植物油、バイオディーゼル燃料、アルコール、植物抽出物、これらの組み合わせを含むことができる。

50

【0012】

本発明の更に別の実施例によれば、燃料噴射器は、可変サイクル・エンジンを有する多燃料車両に用いられる加熱触媒燃料噴射器を含み、その場合、燃料は、可変サイクル・エンジンの事実上動力行程時のみに分与される。この種の可変サイクル・エンジンは、火花点火式及び/又は圧縮点火式を使用でき、空気スロットル形式及び/又は開放スロットル形式で作動できる。加えて、可変サイクル・エンジンは、空気、水、蒸気、その他の膨張可能な媒質を噴射するための混合熱エネルギー回収システムを含むことができる。可変サイクル・エンジンは、また、従来のガソリン、ディーゼル燃料、バイオディーゼル燃料、アルコール、植物抽出物、これらの燃料の混合物を含む広範囲の燃料で作動するようにされている。

10

【0013】

噴射 - 点火式エンジンは、燃料ポンプとの無線通信用の無線直列通信リンクを有するECUを備えたスマート燃料供給システムを含むことができる。

特に、ECUは、燃料ポンプに正確な燃料混合物とタンク内の燃料量とを通信し、これに回答して、燃料ポンプが、タンク内に残る燃料と車両の作動能力とに合致する適当な補給燃料混合物量を計算する。このスマート燃料供給システムは、多燃料車に燃料補給するための1種類以上の最適化された燃料混合物を消費者に提供するのに使用できる。ECUは、負荷測定中のエンジン性能、負荷センサ、ノック・センサを利用して燃焼時の実際の燃料性能を検出する。加えて、ECUは、精密な燃料混合物、タンクへのポンプ供給量、燃料消費量、観察性能、時間順の気候条件を含むあらゆる燃料負荷の記録(log)を保全するように構成できる。車両は、ECUの制御下で種々の燃料混合物に動的(dynamically)に適応できる。

20

【0014】

本発明の更に別の実施例によれば、燃料噴射器は、融通性のあるバイオ再生可能な燃料で作動する噴射エンジンを備えた車両に用いられた加熱触媒燃料噴射器を含むことができ、その場合、該燃料は、可変サイクル・エンジンの事実上動力行程時のみに分与される。車両は、ハイオクタン燃料及びハイセタン燃料を予め定めた割合で混合するタンクを含むのが好ましい。特に、フレックス燃料は、植物抽出油と少量のガソリン及び/又はエタノールとの混合物を含むことができる。例えば、植物抽出油には、大豆油、キャノーラ油、セイヨウアブラナ油、ヒマワリの種油、藻類及びプランクトンの抽出物等がある。幾つかの実施例の場合、混合物には、ゼロネット炭素フレックス燃料が含まれる。

30

【0015】

一実施例によれば、植物抽出物と少量のガソリン及び/又はエタノールとの混合物は、約25重量%のガソリン及び約10重量%のエタノールと混合された約65重量%の植物油を含有している。燃料噴射器は、燃料を高温区域で加熱した後、加熱された触媒燃料を、高圧ノズル分散システムを用いて100バール以上の圧力で噴射するように構成されている。加熱燃料噴射器は、植物油の比較的高い粘性に直接に適応させてあり、低温環境内でも始動が容易である。バイオ再生可能なフレックス燃料は、酸素還元触媒により気相又は超臨界相でのみ触媒されるのが好ましい。加えて、噴射 - 点火式エンジンは高圧縮エンジンを含むのが好ましい。

40

【0016】

以下のパラグラフでは、本発明を添付図面の実施例を参照して詳細に説明する。この説明全体を通じて、好適実施例及び実例は、本発明を限定するものとしてではなく、見本と考えられたい。ここで用いられているように、「本発明」とは、ここで説明する本発明の複数実施例のいずれか1つ及び何らかの等価の対象をいう。更に、本明細書を通して「本発明」の種々の特徴について言及されるが、そのことは、請求されたどの実施例又は方法も言及された特徴を有していなければならないという意味ではない。

本発明の諸原理によれば、加熱触媒された燃料の噴射器は、内燃機関の事実上動力行程時にのみ燃料を分与するものであり、その場合、燃料は、酸素還元触媒を使用することで気相又は超臨界相でのみ触媒される。

50

【0017】

爆轟 (detonation) は燃焼の別形式であり、この燃焼形式の場合、極端に急速な燃焼が生じ、通常は、不調の車両エンジンでよく見られるノックとして現れる。従来式の内燃機関では、点火前に全燃料負荷がシリンダにかけられる。爆轟時には、全燃料負荷のかなりの部分が数マイクロ秒で着火し、往々にしてエンジン各部材が損傷する過剰な圧力上昇が生じる。そうした状態は、通常、不調のエンジンに制御不能な状態で生じ、動力行程の発生には不適当な時に燃料を爆轟させることがある。加えて、この種の爆轟は、点火遅れに左右され、供給空気を圧縮し、燃料を蒸発させる。

【0018】

図3の線図には、従来のガソリン・エンジンの低速燃焼と、本発明の諸原理による加熱触媒燃料噴射器を有する内燃機関内の爆轟を含む急速燃焼との相違が示されている。特に、従来のガソリン・エンジンでは、点火が、事実上、燃料低密度の低速燃焼域20で生じている。これに対し、ここで説明している加熱触媒燃料噴射器を有する内燃機関では、点火が、事実上、燃料高密度の急速燃焼域22で行われている。急速燃焼域22では、充填燃料の前面が、ほぼ数マイクロ秒以内に完全燃焼する。図面では、曲線の区間Iが強爆轟を示し、区間IIが弱爆轟を、区間IIIが弱爆燃 (deflagration) を、区間IVが強爆燃を示している。加えて、符号Aは、フゴニオ曲線 (Hugoniot Curve) の起点を示している。

10

【0019】

図4の線図には、本発明の諸原理による燃料噴射器を有する内燃機関の場合の発熱分布26が示されている。特に、発熱分布26は、図2に示した直接噴射ユーロ・ディーゼル・エンジンサイクルの典型的な発熱分布7に重ねて示されているが、発熱分布7は、点火遅れ時間8、前混合燃焼段階10、混合制御された燃焼段階12、後期燃焼段階14を含んでいる。直接噴射ユーロ・ディーゼル・エンジンと異なり、ここに開示されている燃料噴射器 (発熱分布26) では、最適動力行程を得るための適切なクランク角度で即時点火燃料が精密に計量される。特に、この燃料噴射器は、即時燃焼燃料を精密な形式で事実上動力行程時にのみ分与し、それにより、エンジン内部での、前端 (冷却負荷) と後端 (排気エンタルピー) 双方の熱損失が著しく低減される。本発明の幾つかの実施例では、従来の低オクタン・ポンプ・ガソリンが計量されて燃料噴射器へ送入されるが、その場合、燃料噴射器が、充填燃料を加熱し、気化させ、圧縮し、穏やかに酸化させてから、比較的

20

30

【0020】

図5Aに示した内燃機関の燃焼室28は、従来式のディーゼル自動車の高渦高圧縮燃焼室を含んでいる。特に、燃焼室28は、事実上シリンダヘッド32の中心に取付けられた本発明による好適な加熱触媒燃料噴射器30を含んでいる。高温ガスの燃料柱36は、燃焼室28内へ噴射されると、その前面37が自己爆轟し、それにより燃料柱36が半径方向に分配され、矢印40の方向に渦38のパターンを生じる。前面37は爆轟界面をなし、他方、渦38は、高速希薄空燃比燃焼を惹起する分散ガス及び空気を表している。このような燃焼室構成により、明らかに従来の希薄空燃比燃焼環境が与えられ、燃料の1% - 5%が、高温、高圧を利用することで燃料噴射器30内で前酸化される。図5に示すファン状の要素41は、回転運動により半径方向に拡大する充填燃料を示し、この充填燃料が燃焼室28内で渦運動する。充填燃料は、対称的に拡大するか、又は1つ以上のずらされた噴流列を含むことができ、各列が複数噴流列 (例えば4噴流) を含んでいる。当業者には理解されようが、本発明の範囲を逸脱することなしに、噴流の数は幾つにすることもできる。

40

【0021】

更に図5Aを参照すると、加熱触媒燃料噴射器30内での前酸化には、噴射器チャンバ壁の表面触媒と、標準的な酸化薬剤、例えばMTBE、エタノール、その他のオクタン及びセタン・ブースター、その他の燃料酸素化薬剤を包含する酸素源とが関係している。任意だが、前酸化には、更に、例えば空気又は最終着火から得られる少量の酸素が、排ガス

50

弁を介して再循環する排ガス形式で関係する。この僅かに酸化された燃料は、 RO_2 ・及び $ROOH$ ・の形態の遊離基を含有するが、これらの遊離基は、初期燃料由来の、反応性が高い、部分的に酸化され分解された炭化水素鎖である。噴射燃料は、分与される燃料柱36内部に比較的低温の自己着火部位を設け、この燃料柱により、従来の自動車エンジン構成材料に適合する温度及び圧力範囲内で表面の自己爆轟と、それに続く希薄空燃比燃焼とが助成される。

【0022】

図5Bには、燃料噴射及び他のエンジン作動を制御する代表的なECU45が示されている。特に、このECU45は、噴射器の発火時点を決定する噴射時期ルーチン47と、噴射器下位システムの機械式作動を順序付ける噴射着火ルーチン49と、噴射器加熱駆動装置を制御する温度制御装置51と、他のエンジン及び車両出力を制御する他のECUルーチン53とを含んでいる。作動時、噴射時期ルーチン47は、クランク位置・RPMセンサ、噴射器ピン位置センサ、エンジンロック・センサからの入力信号を受取る。噴射時期ルーチン47は、噴射着火ルーチン49へ時期ルーチンを出し、噴射着火ルーチンが、噴射器入口（各シリンダに1）、噴射器高圧ポンプ駆動装置（幾種類かの構成で各シリンダに1）、噴射器ピン駆動装置（各シリンダに1）を制御する。

10

【0023】

噴射着火ルーチン49は、更に、ECUエンジン・スロットル・ルーチン及びその他現在のガソリン・エンジンやディーゼル・エンジンに通常見出せるような種々のエンジン・センサ・ルーチンからの入力信号を受取り、温度、圧力、湿度、エンジン負荷、燃料品質、エンジン摩耗度、その他の可変要因の変化を調節する。ECU45の温度制御装置51は、噴射器の温度センサから入力信号を受取り、噴射器加熱駆動装置を制御する。種々の他のECUルーチン53は、種々の他のエンジン及び車両センサから入力信号を受取り、それによって、ECUルーチン53が、種々の付加的なエンジン及び車両の出力を制御する。

20

【0024】

本発明の幾つかの実施例では、加熱触媒噴射器30が、ハイブリッド車、又は空気、水、蒸気、その他膨張可能な媒質の噴射を介した混合熱エネルギーの回収を特徴とする可変サイクル・エンジンを有する多燃料車に使用することができる。この熱回収技術によって、このような加熱噴射器は、著しく冷えたエンジン内へ点火する場合、極めて効果的である。進歩した可変サイクル・エンジンは、従来のガソリン、ディーゼル燃料、エタノール、メタノール、バイオディーゼル燃料、任意に水を混入した植物抽出物を包含する広範囲の燃料で作動するようにされているが、それらの燃料に限定はされない。

30

【0025】

図5Cに示した本発明の別の実施例は、多燃料車用のスマート燃料供給システム55が特徴であり、該多燃料車は、進んだ可変サイクル・エンジンと、従来式燃料スタンドの燃料供給ポンプ57に直列無線通信リンク59, 61を介して通信可能なECU（例えば図5BのECU）とを有しており、リンク59, 61は、各々、ECU45、燃料供給ポンプ57と一緒に配置されている。燃料供給システム55は、消費者に、多燃料車の燃料再充填用の1種類以上の最適化された燃料混合物を提供するために使用される。この情報は、ECU45に接続されたダッシュ・ディスプレイ63と、燃料スタンドのポンプ57の販売ディスプレイ83とに表示される。使用者は、ボタン又はタッチセンサ又はディスプレイ83上のその他の従来式入力手段により燃料を選択でき、ダッシュ・ディスプレイ63にも、任意に、これらの手段のいずれかを設けることができる。

40

【0026】

ECU45と燃料供給ポンプ57との間のデータ交換は、従来式の無線通信技術、例えば磁気誘導、光通信、低電力RFにより可能である。作動時、ECU45は、燃料供給ポンプに対し、精密な燃料混合物量と、燃料タンク・センサ65により検出される車両タンク81内の燃料量とを送信する。これに応じて、燃料ポンプ制御装置67は、タンク残留燃料量及び車両作動能力に合致する適切な再充填混合物量を計算し、使用者に対し、販売

50

されている種々の燃料（又は燃料混合物）に基づき1つ以上の再充填選択肢を提供する。購入時、適切な燃料又は燃料混合物は、ポンプ弁77を介して（燃料ポンプ73により）供給され、燃料供給ポンプ・ノズル79からタンク81内へ注入される。

【0027】

更に図5Cを参照すると、再充填選択肢は、費用と性能とを含む選択可能なパラメータに基づくことができ、その場合、燃料スタンドの燃料供給ポンプ57は、消費者の選択に基づいて燃料を混合し、分与する。図示の実施例では、燃料スタンドの燃料供給ポンプ57は、販売ディスプレイ83と使用者の入力用関連手段とを含んでいる。ECU45は、負荷時のエンジン性能（RPM）、負荷センサ、ノック・センサを使用して燃焼時の実燃料性能を検出する。加えて、ECU45は、精密な燃料混合物量、タンク内へポンプ供給された燃料量、燃料消費量、観察された性能、時間的な気候条件、例えば温度、気圧、標高、湿度を含むあらゆる燃料負荷の記録（log）を保持するように構成できる。

10

【0028】

進んだ可変サイクル・エンジンは、従来のガソリン、ディーゼル燃料、エタノール、メタノール、その他のアルコール類、バイオディーゼル燃料、任意に水を混合した植物抽出物を含む広範囲の燃料で作動するようにされているが、これらの燃料に限定はされない。車両には、単一の燃料タンクか、又は不適合な混合燃料に適応するように複数燃料タンクを備えることができる。ポンプのところで購入決定は、種々の要因、例えば最も費用効果のある利用可能な燃料供給、燃料タンクに残留する燃料混合物量、天候や標高を含む予想運転条件などに基づいて行うことができる。車両は、ECUの制御下で種々の燃料混合物に動的に適合可能である。

20

【0029】

本発明の別の実施例によれば、加熱触媒燃料噴射器30は、バイオ再生可能のフレックス燃料で作動する噴射・点火エンジンに使用できる。例えば、フレックス燃料には、少量のガソリン及び/又はエタノールと混合された植物抽出油（例えば大豆油、キャノーラ油、藻及びプランクトン抽出物）を包含される。この混合燃料には、加熱触媒直接噴射器を備えた超高圧縮エンジンに使用するのに適したネット炭素ゼロのバイオ再生可能なフレックス燃料が包含される。このようなネット炭素ゼロの燃料は、燃焼時に、地球の生物圏内でネット炭素を生じさせない。植物材料内にある炭素は、正常な光合成過程の一部として地球環境内の捕獲二酸化炭素から得られたものだからである。

30

【0030】

植物抽出油は、全体量に比して多量の抽出油のとれる植物から得られる。適当な植物油には、ヒマワリの種油、大豆油、菜種（キャノーラ）油、種々の形態の藻及び海中プランクトンに見られる単細胞有機体が包含されるが、これらに限定はされない。これらの植物抽出油は、簡単な加圧操作で植物から抽出できる。また、これらの油は、ディーゼル燃料に似たエネルギー内容を有しはするが、実用面で種々の制限、例えば曇り点（凝固点）が高いこと、バクテリアに侵されやすい（通常の燃料取り扱い条件下で腐敗すること等のために使用されてこなかった。

エタノールが、水の凝固点を従来車両での使用に適する温度まで引下げることが周知である。エタノールは、植物から得られるが、通常、普通の植物油とは混和しない。本発明では、粗植物油を少量の従来のガソリン（又はC5 - C10の他の線状炭化水素混合物）と一緒にしてエタノールと混合できる。例えば、該混合物は、ガソリン25%、エタノール10%と混合された植物油65%（重量）を含有する。該混合物は、安定的で、通常の取り扱い条件下では種々の成分に分離しない。加えて、該混合物は凝固点が約17.8°C（0°F）以下で、生物学的に耐腐敗性を有する。

40

【0031】

前述の燃料混合物は、比較的高オクタン炭化水素（ヘプタン）及びエタノール同様、ディーゼル・エンジンの高圧縮下で良好に着火するハイセタン植物油から成っている。該炭化水素及びエタノールは、低圧縮火花点火エンジンでは良好に働くが、通常、圧縮点火エンジンでは良好に働かない。例えば、加熱され、かつ酸素還元触媒を含む噴射器を備え

50

た高圧縮（例えば20：1）エンジンは、前記燃料混合物で極めて効果的に作動する。直接加熱は、比較的粘性の高い植物油に適合し、寒冷の環境での始動をも容易にする。加えて、エタノールに結合されている酸素が、加熱と酸素還元触媒との組み合わせによる作用を受けることで、燃料混合物は、容易に酸化され、その成分のオクタン及びセタンの定格とは無関係に燃焼室内で極めて急速に燃焼する。

【0032】

前述のバイオ再生可能なフレックス燃料は、好ましくは、気相又は超臨界相（液相とは異なる）でのみ触媒される。加えて、触媒され燻る燃料は、燃焼室間の比較的遅い不効率のガス分散又は低圧吸気マニホールド・ポート弁に依存する従来の予燃焼室システムとは異なり、高圧ノズル分散システムを用いて100バール以上で噴射されるのが好ましい。

本発明の原理により、燃焼室28内部の燃焼過程のシリンダ内動態（dynamics）を、以下で噴射器設計の細部とは無関係に説明する。具体的に言えば、燃焼過程は、自己着火温度を十分上回る温度（例えば約399°C）（750°F）に加熱された比較的低下（例えば100バール）のガス柱36の噴射に始まる。ガス柱36は、初期燃料由来の高反応性の部分酸化され分解された炭化水素鎖である RO_2 ・及び $ROOH$ ・の形態の約1% - 5%の予燃焼遊離基を含有できる。ガス注36は、燃焼室28内で自己着火温度を超える加熱供給空気に曝されると、空気 - 燃料の界面で自発的に自己爆轟する。爆轟衝撃の前面は、動作中の小出し駆動装置と連携して、進入する残りの燃料を広い幾何容積にわたって分散させる。

【0033】

進入する残りの燃料を燃焼室内28で広い幾何容積にわたって分散させることで、空燃比が大幅に減少するため、より緩速の連続燃焼が容易になる。加えて、それにより、従来の希薄空燃比燃焼より、はるかに高い燃焼速度が得られるが、これは、(i)燃料の初期前酸化と(ii)初期爆轟前面の残余とにより、励起着火源が高濃度となるためである。このシステムは、大気圧から往復動エンジンの実際の圧縮限度まで作動でき、その場合、最適の熱力学効率を得るには20：1の圧縮比が好ましい。爆轟を誘発する燃料分散は、従来の軽自動車ディーゼル燃料で普通に実施されているような高い渦燃焼幾何形状（例えば図5に示すような）を組み込むことで大幅に強化される。本発明の加熱触媒燃料噴射器と一緒に使用される燃料システムは、何らかの適当な比でハイオクタンとハイセタンの燃料混合用のタンクを含むことができる。

【0034】

本発明によれば、ここで説明する技術に基づく加熱触媒燃料噴射器30は、小型の自動車用ディーゼル・エンジンに、従来の直接ディーゼル噴射器の代わりに取付けることができる。改装されたディーゼル・エンジンは、ガソリンで作動でき、16：1 - 25：1の範囲の高圧縮比で操作できる。この高圧縮比を達成するには、従来の火花点火方式より、むしろ圧縮加熱方式を採用するのが好ましい。当業者には理解されようが、本発明の燃料噴射器は、他の燃料も、例えば、ディーゼル燃料及びハイセタン複数燃料の混合物、ハイオクタン燃料、ヘプタン、エタノール、植物油、バイオディーゼル燃料、アルコール類、植物抽出物等も、本発明の範囲を逸脱することなしに使用できる。しかし、ディーゼル燃料全般にわたる多くの用途では、はるかに短い炭化水素長さのガソリンを用いて作動させるのが好ましい。なぜなら、炭素の微粒子が事実上生じないからである。

【0035】

図6に示した本発明の好適噴射 - 点火式加熱触媒燃料噴射器30は、燃料入口44、送入燃料計量システム46、電気コネクタ48、ノズル・ピン弁駆動装置50、加圧ラム駆動装置52、任意の吸気ピンホール54、取付けフランジ56、高温区域/加圧ラム58、噴射器ノズル60を有する加熱触媒噴射 - 点火式噴射器を含んでいる。噴射 - 点火式燃料噴射器30は、実世界の保守不要の環境内で燃料の蒸発、加圧、活性化、分与を助成する。本発明の噴射 - 点火式燃料噴射器30の場合、特徴的な作動圧は、圧縮比20：1のエンジン（20バール）内へ分与する約100バールの圧力であり、燃料負荷により40バールのピーク値が生じる。一好適実施例の場合、燃料噴射器30は、温度約399°C

(750°F)での噴射器操作で活性化する内部ニッケル・モリブデン触媒を特徴としている。もちろん、当業者には理解されようが、他の触媒及び噴射器作業温度も、本発明の範囲を逸脱することなしに採用できる。

【0036】

図7を参照して、以下で、本発明の加熱触媒噴射 - 点火式燃料噴射器30の送入燃料計量システム46を説明する。具体的に言えば、送入燃料計量システム46は、インライン燃料フィルタ66、計量ソレノイド68、液体燃料ニードル弁70を含んでいる。液体燃料ニードル弁70は、好ましくは、電磁式又は圧電式に起動されるニードル弁を含み、このニードル弁が、エンジン制御ユニット(ECU)内の予見コンピュータ制御アルゴリズムに回答して加圧チャンバ72内へ次の充填燃料を分与する。液体燃料ニードル弁70は、標準ガソリン燃料ポンプ又は普通の半径方向分配システムから燃料を受け取ることができる。

10

【0037】

更に図7を参照すると、燃料噴射器30の噴射器ノズル60は、加圧チャンバ72と車両の燃焼室28との間に配置されている。送入燃料計量システム46により分与される充填燃料は、加圧チャンバ72を囲む燃料噴射器30の高温区域58により加圧チャンバ72内で加熱される。より詳しく言えば、充填燃料は、加圧チャンバ72内で圧力を受け、触媒されて加熱され、触媒は、燃料を分解し始め、内部酸素源と反応させる。噴射器ノズル60は、噴射器ノズル・ピン弁74、コリメーター75、ピン弁アクチュエータ71を含んでいる。詳しく言えば、ノズル・ピン弁74は、ほぼ上死点(サイクル回転の180°)で開き、高温加圧ガスを燃焼室28内へ送入できる。ピン弁アクチュエータ71はピン弁ソレノイドを含むことができ、該ソレノイドが、噴射器ノズル・ピン弁74を介して次の充填燃料を噴射するため、ピン弁駆動軸118を操作する。

20

【0038】

図示の燃料噴射器実施例では、ピン弁駆動軸118が、加圧ラム92内を同軸的にスライドできるように、加圧ラム92の孔内に配置されている。しかし、ピン弁駆動軸118は、加圧ラム92とは無関係に動作する。加圧ラム92の頂部に配置されたOリング・シール119は、これら2軸間の漏れ経路を密封する。噴射器ノズル60の幾何形状は、噴射器ノズル60が、ピン弁74とコリメーター75とを含む点で、通常の液体燃料噴射器ノズルとは事実上異なる。該コリメーターは、加熱された燃料を平行化し、かつ平行化した比較的低下の充填高温ガスをシリンダ内へ分与する。特に、燃料噴射器30の噴射器ノズル60は、例えば噴射器ノズル60に沿って配置された従来のニクロム加熱素子114を用いて電気加熱される。

30

【0039】

噴射器ノズル60のピン弁アクチュエータ71は、迅速に回答する電磁式駆動装置又は圧電駆動装置を含むことができる。極めて簡単な形式の噴射器ノズル・ピン弁74は、加圧ラム92が全高温ガス柱を加圧チャンバ72から燃焼室28内へ押し出して、噴射器容積を完全に排出するにつれて、100%まで開弁する。当業者には理解されるように、本発明の範囲を逸脱することなしに、ピン弁とラム駆動装置の調節の多くの組み合わせを、アナログ駆動信号及び/又はデジタル・パルス信号と共に使用することで、異なるスロットル及び負荷の状況下で種々の発熱分布を生じさせることができる。

40

図8A及び図8Bに示した、オールインワン型噴射 - 点火式燃料噴射器30の別の構成部品は、加圧ラム92を有する加圧ラム・システムと、加圧ラム駆動装置52と、噴射前に加圧チャンバ72内の次の充填燃料を加熱するための燃料噴射器30の高温区域58とを含んでいる。具体的には、図8Aには、加圧ラム・システムの第1位置が示され、この場合、加圧ラム92が完全排出位置で示されている。

【0040】

図8Bには、加圧ラム・システムの第2位置が示され、この場合には、加圧ラム92が、加圧チャンバ72内へ液体燃料が流入できるように完全に引込められている。加圧ラム92は、燃料が液体からガスへ移行するさい、臨界点を越えるまで燃料を圧縮し、燃料を

50

極めて高密度の蒸気にする。加圧ラム 9 2 は、事実上加圧ラム駆動装置 5 2 内に配置された磁気作用部分 9 6 と、断熱部分 9 7 と、加圧ラム 9 2 が完全排出位置にある時、事実上高温区域 5 8 内に位置させられる、高温区域に適応する部分 9 8 とを含んでいる。加圧ラム 9 2 の休止位置は、図 8 A に示すように完全排出である。加圧ラム 9 2 は、更に、流体漏れ防止用の 1 個以上の O リング・シール 1 0 0 を含んでいる。

【 0 0 4 1 】

引き続き図 8 B を参照すると、加圧ラム 9 2 が引込められる場合、加圧チャンバ 7 2 内に部分真空又は減圧が生じるので、送入燃料計量システム 4 6 は、次の充填燃料を比較的低温の液体として噴射できる。加圧ラム 9 2 は、比較的長い行程を有し、送入燃料計量システム 4 6 を高温区域 5 8 近くの高温から保護するために遮熱区域を有している。加圧ラム駆動装置 5 2 内に配置された多巻きソレノイドコイル・システム 1 0 6 , 1 0 8 は、引込みソレノイド 1 0 6 と加圧ソレノイド 1 0 8 とを含んでいる。この多巻きソレノイドコイル・システム 1 0 6 , 1 0 8 は、加圧ラム 9 2 の駆動に使用される線形ステップ・モータに代えてもよい。

本発明の燃料噴射器 3 0 は、自己着火温度を超えた温度で 1 回の燃料着火を要するだけなので、本来的に安全であり、(通常、燃焼が行われる)エンジン・シリンダに直接結合された頑丈な金属ハウジング内に収納できる。この形式では、燃料噴射器 3 0 の高温区域 5 8 は、現行のエンジン燃焼室 2 8 の単なる延長部と考えることができる。例として、燃料噴射器 3 0 の高温区域 5 8 は、該区域に沿って配置された従来式ニクロム加熱素子 1 1 6 で電気加熱することができる。

【 0 0 4 2 】

E C U の電子制御下で十分な磁場を印加することによって、燃料負荷が、オペレーターのスロットル位置が明示するように、次の着火に相応する予め決められたレベルまで加圧される。充填燃料は、加圧チャンバ 7 2 内で加圧され触媒の存在下で加熱され(高温区域 5 8 を介して)、触媒は、燃料を分解し始め、内部酸素源と反応させる。この内部酸素源は、従来のポンプ・ガス内に、それに含まれるアンチノック剤や冬期用酸素化剤、例えば M T B E 及びノ又はエタノールとして存在している。ディーゼル燃料も、普通、セタン・ブスターの形式で酸素源を含有している。本発明によれば、高温区域の触媒は、制限なしに(1)ニッケル、(2)ニッケル-モリブデン、(3)アルファ・アルミナ、(4)二酸化ケイ素アルミニウム、(5)他の空気電極酸素還元触媒(例えば、燃料電池陰極及び金属空気電池陰極に使用されているもの)、(6)炭化水素のクラッキングに使用されるその他の触媒を含むことができる。

【 0 0 4 3 】

一好適実施例によれば、高温区域 5 8 の作業温度は約 3 9 9 ° C (約 7 5 0 ° F)であり、該温度は、普通の構造材料、例えば 3 1 6 ステンレス鋼及び油焼入れ工具鋼の腐食及び熱に関連する強度損を事実上最小化する。これに対し、通常の圧縮点火作業温度は約 5 3 8 ° C (1 0 0 0 ° F)を超える。高温区域 5 8 は、更に、加熱ニクロム線を含んでいる。追加実施例によれば、酸素は、燃料噴射器 3 0 の高温区域 5 8 内へポンプ供給できる。

【 0 0 4 4 】

図 7 に戻ると、噴射 - 点火式燃料噴射器 3 0 は、エンジンの排気サイクル時に、噴射器ノズル・ピン弁 7 4 の開弁と加圧ラム 9 2 の引込みとにより高温排ガス内を移動する。通常の場合では、高温排ガスは未反応の酸素を有しており、該酸素が、任意に燃料内の酸素化剤と一緒に使用され、燃料を迅速に酸素化する。加えて、燃料噴射器 3 0 は、加圧チャンバ 7 2 と連通する吸気ピンホール 5 4 を含むことで、加圧ラム 9 2 が完全引込み位置に移動した時、新気形態の追加酸素を高温区域 5 8 に追加できる。吸気ピンホール 5 4 は、一方弁、例えばボール弁(図示せず)を備えることで、加圧行程時に燃料蒸気の漏れを防止できる。加えて、その他種々の空気形態が、例えば排ガスが使用できる。

【 0 0 4 5 】

本発明の幾つかの実施例によれば、加熱触媒燃料噴射器 3 0 は、本来的に自己清掃作用

10

20

30

40

50

及び自己浄化作用を有している。特に、加圧ラム 9 2 とノズル・ピン弁駆動軸 1 1 8 とが、エンジン始動時に反復的に運動することで、(i) 始動時に長期エンジン・スタンドから空気及び湿気を一掃でき、(i i) 発生する炭素を比較的大型の噴射器ノズル 6 0 から洗い流すことができる。従来の燃料噴射器と異なり、加圧ラム 9 2 は、比較的長い行程距離 (6 . 3 5 mm 以上) (. 2 5 i n 以上) 以上にわたって移動し、ラムの完全伸長位置では、ノズル区域 7 4 の空容積は完全に排除できる。

【 0 0 4 6 】

本発明の一好適実施例では、ECU が本発明の 1 つ以上の加熱触媒噴射 - 点火式燃料噴射器 3 0 を、噴射 - 点火操作の 1 回着火サイクル予見アルゴリズムを使用することで制御できる。噴射 - 点火時期を制御するこの予見アルゴリズムは ECU に存在するコンピュータ・ソフトウェア・プログラムを使用して実現でき、このソフトウェア・プログラムは、燃料噴射を制御する機械読取可能又は解釈可能な指令を含んでいる。この予見アルゴリズムによれば、最後のエンジン着火の完了時に直ちに次のエンジン着火の準備が開始される。この時点で、燃料噴射器 3 0 には燃料が事実上空であり、加圧ラム 9 2 は完全排除位置にあり、噴射器ノズル・ピン弁 7 4 は閉じられ、高温区域 5 8 は事実上作業温度になる。制御の最も簡単な形式は、ECU が、スロットル・インプットを、前のセッティング、例えば最後のスロットル・インプット、エンジン負荷、RPM、空気入口温度、その他のセッティング及び電子燃料制御と比較することである。

10

【 0 0 4 7 】

次の点火サイクルを適当な遅れ後に開始することで、高温区域 5 8 内での燃料保持時間が最小化され、燃料の過剰なクラッキングも最小化される。次の着火サイクルは、始めに、加圧ラム 9 2 が引込められ、これにより送入燃料計量システム 4 6 が高温区域 5 8 内へ液体燃料のエーロゾルを分与できる。次いで、加圧ラム 9 2 が 2 段階サイクルで燃料を加圧し、このサイクルには (i) 燃料が加熱され、蒸発する間、送入液体燃料噴射器 3 0 を保護する段階と、(i i) 燃料を目標噴射圧及び目標噴射温度まで高める段階とが含まれる。この第 2 段階では、燃料が蒸発して、目標噴射圧及び目標噴射温度に達する。

20

【 0 0 4 8 】

予め決められた保持時間後に、噴射器ノズル・ピン弁 7 4 が開弁し、加圧ラム 9 2 は燃料蒸気柱を燃焼室内 2 8 へ押し込み、これにより加圧ラム 9 2 は、図 8 A に示す完全排出位置に到達する。幾つかの実施例では、予め定めた保持時間は、上死点イベントから逆算できる。次いで、噴射器ノズル・ピン弁 7 4 が閉じられ、加熱触媒燃料噴射器 3 0 は次の点火命令に備えられる。燃料噴射器のサイクルについての極めて様々な変化形式 (例えば、加圧ラム 9 2 及び噴射器ノズル・ピン弁 7 4 を相互作用させて特定発熱分布に適合させる) が、本発明の範囲を逸脱することなしに可能である。動力行程の主要部分は、720° の 4 行程サイクルのうち 30° の回転に過ぎないので、実噴射は、利用可能な作業時間の約 4 % に過ぎない。

30

【 0 0 4 9 】

図 7 を参照すると、噴射器ノズル 6 0 の作動に要するエネルギーは、理論的には、駆動燃料のエネルギー含有量の 2 パーセント程度の僅かなものだが、例えば高い断熱性に対する寸法面の制約等、実際のエンジン設計上の考慮から、電気システムの動力のみで駆動される場合、加熱要求値が軸出力の数パーセントまで高められることがある。燃料噴射器 3 0 は、作動時、1 つ以上のエンジン排気ポートの直近にあるので、極めて効率的な廃熱源を容易に利用可能である。本発明の加熱触媒燃料噴射器 3 0 は、排気弁を通る流れが選択的に制御される多弁エンジンの排気ポート内に直接収容されている。加えて、排気区域から熱を導入する種々の能動的及び / 又は受動的加熱管幾何形状が、加熱器への電気入力を低減するのに利用される。

40

【 0 0 5 0 】

種々の自動車は、それらの直接噴射ガソリン動力プラントに 3 種以上の噴射器を使用でき、これらの噴射器には、(1) アイドリング用のスロットル体噴射器、(2) 低速運転用の共同噴射方式の吸気口噴射器、(3) 高速運転用の直接噴射器が含まれる。同じよう

50

に、ここで説明する燃料噴射器30は、単独でも、スロットル体や共同噴射方式の噴射器と種々に組合わせても使用でき、選択的に操作される火花点火源は備えていても備えていなくともよい。加えて、加熱触媒燃料噴射器30は、純蒸気モードで作動できるが、蒸気と液体の混合物を分与することもできる。高いRPM及び高い負荷が稀な用途の場合（例えば通常のエコノミー・カー）、比較的低い加熱能力を有する燃料噴射器の使用が望ましく、その結果、純蒸気での作動は、例えば約3600RPM以下での巡行速度に制限される。このような燃料噴射器は、予め定めたスロットル負荷設定を上回る液体が漸増通過する結果、作動効率は次第に低下するが、純蒸気の設計点より遥に高い動力レベルが生じる。

【0051】

図9を参照すると、本発明の別の実施例により、既述のオールインワン型燃料噴射器の幾何形状が、加熱触媒燃料噴射器30'として示され、該噴射器30'は、液体燃料計量システム46'、噴射器ノズル60'、ピン弁駆動ソレノイド71'、ノズル・ピン弁駆動軸118'、高温区域58'を含んでいる。この燃料噴射器構成により、加圧ラム92'内に配置されるピン弁駆動軸118'の同軸配置のかなり複雑かつ精密な要求が簡単化される。言い換えると、ピン弁駆動軸118'は、加圧ラム92'内に配置されず、ピン弁駆動軸118'内を同軸的にスライドしない。

【0052】

その代わりに、加圧ラム92'は、図9に示すように、ピン弁駆動軸118'に対し或る角度で配置される。しかし、留意すべき点は、この線形構成により、オールインワン型の幾何形状の自己清掃及び自己浄化効果が低下する点であり、これは、加圧ラム92'が一方の側に配置され、もはや噴射器ノズル60'周囲の空容積を清掃し浄化することができないためである。この構成でも、図7及び図8に示したオールインワン型噴射器と等しいECUタイミングが利用される。作動時、送入燃料計量システム46'により分与される充填燃料は、圧力及び触媒の存在下で高温区域58'を介して加熱され、触媒は、燃料を分解し始め、内部酸素源と反応させる。ほぼ上死点で、ピン弁駆動軸118'は、噴射器ノズル60'を介して高温加圧ガスを燃焼室内へ噴射する。

【0053】

オールインワン型噴射器30と線形噴射器30'は、双方とも、比較的高RPMと比較的小寸法で作業でき、中程度の圧力と中程度の温度とを供給する装置を備えた液体を基本とする送入燃料計量システムに取って代わることができる。このシステムは、エンジンのあらゆる噴射器が共有できるもので、中圧ポンプ（例えば35.15kg・cm²5の域）（500PSI）と十分に低温（例えば204°C）（400°F）で燃料を気相に維持するための予熱コイルとを利用して、炭化水素のクラッキング及び劣化を最小化できる。作動時、予熱され、前気化された充填燃料が、駆動ラムの入口点で前記いずれの構成の噴射器内へ導入され、それにより、ラムの所要変位、寸法、入熱が低減され、したがって、より高速の作動が可能になる。

【0054】

本発明の追加実施例によれば、前記中圧ポンプは、一方弁を介して予熱コイルへ供給する外部高圧液体供給ポンプで代えることができる。高温区域の容積を低減するために、小直径毛管及び取付け具を使用することができる。システムは、停止時に清掃され、過剰分解燃料による炭素生成を最小化できる。前述のポンプの実施例の構成部品は、種々異なる組合わせが可能である。例えば、ポンプ動作段階の数やポンプの配置は、エンジン寸法、シリンダ数、燃料回収システムの幾何形状、その他の要因に応じて大幅に変更できる。

【0055】

燃焼過程の例として、実験室規模の10ミリグラムのヘプタン充填量を、従来の自動車用共同噴射式燃料噴射器によって約399°C（750°F）で高温チャンバ内へ分与した。この場合、高温チャンバは、低パーセンテージのニッケル及びモリブデンで内張りされている。高温チャンバは、燃料重量の5パーセント未満の残留酸素を有している。ラムが、燃料蒸発につれて、漸次、充填燃料を約100バールまで圧縮した後、燃料が、平均

10

20

30

40

50

海面で大気開放されている直径7.62cm(3")、深さ5.08cm(2")のカップの中心部に分与される。該カップに対し接線方向で、コンピュータ制御のヒートガンが、約399°C(750°F)の空気を約30回転毎秒の渦パターンで供給する。噴射時、直径0.25cm(.10")のコリメーターに開いている直径0.10cm(.040")のノズルにより形成されるガス柱が、ノズル先端の2.54cm(1")以内で自己爆轟し、残留充填燃料を横方向に渦内へ分散させることで、封じ込めカップを希薄空燃比燃焼で充填させる。封じ込めカップは、2リッター、4シリンダの自動車の高渦ディーゼル・エンジンに見出せるような典型的な500ccシリンダを有している。

【0056】

赤外センサと可聴衝撃波による発熱分析が示しているのは、前記燃焼過程では、同じ圧力及び空気温度でヘプタンを従来式にエーロゾル噴射した場合の実験燃焼爆発データより、燃焼速度が、少なくとも100倍速いことである。1気圧での自己着火は、この燃焼図式が、従来の空気スロットル式(火花点火)エンジンに、シリンダのピーク圧が約1気圧に過ぎないアイドル時に使用可能であることを示している。標準的な実験燃焼爆発データは、圧縮比が20:1に増大すると、燃焼タイミングが約100倍速くなり、それによって、開放スロットル式(ディーゼル・サイクル)エンジンでの使用に適する以上の燃焼速度が生じることを示している。このことは、前述の燃焼図式が、往復動ピストンの内燃機関には最小点火遅れで、複数モードで使用できることを示し、これらのモードには、(1)空気スロットル可変燃焼圧(火花点火サイクル)モード、(2)開放スロットル固定燃焼圧(ディーゼル・サイクル)モード、(3)混合サイクル・モードが含まれている。

【0057】

燃焼過程の別の例では、市販の単シリンダ直接噴射ディーゼル・エンジン(ヤンマーL48V)に、本明細書で開示した原理による電子制御式の加熱触媒燃料噴射器を装備させた。このエンジンは、約23:1のピーク圧縮時に220立方センチメートルの容積を排除する。噴射器ノズルは、等しい寸法及び配向の半径方向4ジェットを有するノズルを備えた普通のディーゼル燃料噴射器に匹敵するので、実験噴射器は、室温での噴射器操作では、普通のディーゼル燃料噴射器に似ている。使用した燃料は、体積で約60%の実験セタン、30%のヘプタン、10%のエタノールから成るものだった。噴射圧は、約100バール、エンジン作動は、上死点光学センサと、デルフィ自動車圧電ノック・センサと、排気温度センサを基本とする熱電対とによりモニタされた。エンジンは、電氣的に1200RPMで作動させた後、1800RPMまで加速した。4回の試作動を行い(事例I-IV)、好適電子タイミングを、上死点に対する充填燃料噴射の各例で検出した。

【0058】

事例Iでは、市販の単シリンダ直接噴射ディーゼル機関(本発明の電子制御燃料噴射器を装備)を、室温での噴射器操作で試験した(すなわち、加熱条件下ではない)。燃焼点火を惹起するために、電子タイミングは、上死点前(180°のサイクル回転)少なくとも4ミリ秒(ms)に早めねばならない。加えて、市販のディーゼル・エンジンに通常見られるように、エンジンは不規則に始動され、著しい煤煙を出しながら徐々に加速された。好適電子タイミングは、約3.5ms早めるように決定された。言い換えると、充填燃料の噴射は上死点前約3.5msに行うようにした。

【0059】

事例IIでは、約399°C(750°F)で噴射器本体を操作することで、燃料噴射器内部のニッケル・モリブデン触媒を活性化させた。作動時、エンジンは、即時着火し、広範囲のタイミング条件にわたって迅速に加速された。好適な電子タイミングが、上死点の約0.7ms前に決められ、この好適タイミングは、エンジンのウォームアップには不感だった。加えて、排ガス温度は、事例1で判明した温度よりかなり低く、エンジン効率が、より高いことを示している。

【0060】

事例III及び事例IVでは、燃料混合物を、体積で約30%の実験用セタン、60%のヘプタン、10%のエタノールに変更した。事例IIIでは(事例I同様)、本発明の

10

20

30

40

50

燃料噴射器を装備させたディーゼル・エンジンを、室温で噴射器を作動させ、試験した（すなわち、加熱条件下ではない）。室温の場合、この燃料混合物では、エンジンは作動しないように思われる。

事例ⅠⅤでは（事例ⅠⅠ同様）、温度約399°C（750°F）で噴射器本体を操作することで、燃料噴射器内部のニッケル・モリブデン触媒を活性化した。エンジンは、即時着火し、広範囲のタイミング条件にわたって迅速に加速された。好適な電子式タイミングは、上死点の約0.7ms前に決められ（事例ⅠⅠ同様）、この好適タイミングも、またエンジンのウォームアップには不感だった。加えて、排ガスは、事例ⅠⅠで判明した温度より、かなり低く、エンジン効率が、より高いことを示した。

【0061】

以上、見られるように、内燃機関用の噴射・点火方式が提供される。当業者には理解されるだろうが、本発明は、本明細書に説明目的で提示された種々の実施例及び好適実施例とは異なる実施例で実現することも可能であり、本発明は、提示した実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載以外には制限されない。本明細書で説明された特定実施例の等価形式は、同様に本発明を実現するものである。

【0062】

本発明の種々の実施例を以上に説明したが、それらは例として挙げたものに過ぎず、本発明を制限するものではないことを理解されたい。同じように、種々の線図も、本発明の構造又はその他の構成の一例を示したもので、本発明に含まれる特徴及び機能を理解させる目的のものである、本発明は、図示の例の構造又は構成に限定されるものではなく、所望の特徴は、さまざまな別の構造及び構成を利用して実現することができる。実際、当業者には、機能的、論理的、物理的な部分及び構成を、どのように実施して本発明の所望の特徴を実現できるか明らかだろう。また、本明細書に示した名称とは異なる名称の多くの異なる構成要素モジュールも、種々の部分に適用できる。加えて、流れ図、操作説明、方法の請求について見れば、ここに複数段階が示された順序は、状況が別のことを要求しない限り、詳説した機能を同じ順序で発揮するように種々の実施例を実施することを命じるものではない。

【0063】

本発明を、以上、種々の実施例及び実現形式で説明したが、個々の実施例の1つ以上で説明された異なる特徴、態様、機能性は、その特定の実施例にだけ適用されるものではなく、単独又は組み合わせで、本発明の他の1つ以上の実施例にも適用可能であり、その実施例が説明されているかいないか、その特徴が該実施例の一部として提示されているかいないかは、問わない。したがって、本発明の幅及び範囲は、既述の実施例にいずれかによって制限されるものではない。

【0064】

本明細書に使用された用語及びその変化形は、他に断りがなければ、変更可能かつ制限のないものと解釈されたい。前述のことの例として：「含む」の語は「制限なしに含む」意味又は同様の意味と読むのがよく、「例」の語は、論じられている品目の実例を示すのに用いられるもので、その品目を遺漏のなく又は限定的に示すリストを示すものではない。「1つの」（a又はan）は、「少なくとも1つの」又は「1つ以上」等の意味と読むのがよく、「従来の」、「伝統的な」、「通常の」、「標準的」、「周知の」等の形容詞及び類似の意味の用語は、記載の品目を所定期間に限定したり、又は所定期間から利用可能な品目に限定するものと解すべきではなく、従来の、伝統的な、通常の、標準的な、現在又はいつか将来に利用可能又は周知となるであろう技術を含むものと読まれたい。同じように、本明細書で、当業者には明らかな又は周知の技術と呼ぶ場合、その技術には、現在又はいつか将来、当業者に明らかに又は周知となる技術が含まれる。

【0065】

「及び」という接続詞でつながれた品目群は、それらの品目の各々が群の中に存在することを要求されるということではなく、他に断りが無い限り、むしろ「及び/又は」と読むのがよい。同じように、「又は」と云う接続詞でつながれた品目群は、その群の中で

10

20

30

40

50

相互に排除せねばならないことを意味せず、他に断りがない場合は、むしろ「及び／又は」の意味と解されたい。更に、本発明の品目、部材、構成要素は、単数で説明され、請求されてはいるが、単数に限定されていない限り、複数も本発明の範囲内にあると考えられる。

【0066】

幾つかの例の場合、「1つ以上」、「少なくとも」、「しかし、...には限定されない」等々の範囲拡張を意味する語句は、そうした範囲拡張的な語句が無い場合、より狭い範囲の場合を意図又は要求しているという意味に解すべきではない。「モジュール」の語の使用は、モジュールの一部として説明又は請求された構成部品又は機能性が、すべて1つの共通のパッケージ内に配置されていることを含意しない。実際には、モジュールの種々の構成要素のいずれか又はすべては、制御論理か、その他の構成要素かを問わず、単一パッケージにまとめられるか又は別個に維持されるかし、更に、多数の箇所にわたって分配されることもある。

10

加えて、ここで開示した種々の実施例は、ブロック図、流れ図、その他の図で説明されている。本明細書を読んで、当業者には明らかとなるだろうが、説明した実施例及び種々の別形式は、説明した例に限定されることなく実現できる。例えば、ブロック図とその説明は、特定の構造又は構成を命じるものと解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】火花点火ガソリン・エンジン又は圧縮点火ディーゼル・エンジン内の従来の燃焼過程に見られる非効率を示す略示線図（先行技術）。

20

【図2】高効率の直接噴射ユーロ・ディーゼル（Euro-diesel）・エンジン・サイクルでの典型的な発熱分布を示す略示線図（先行技術）。

【図3】従来式ガソリン・エンジンでの点火と、本発明の原理による燃料噴射器を有する内燃機関での点火との相違を示す略示線図。

【図4】本発明の原理による燃料噴射器を有する内燃機関の発熱分布を示す略示線図。

【図5A】シリンダヘッドの事実上中心に取付けられた燃料噴射器を含む本発明の内燃機関の燃焼室を示す図。

【図5B】本発明の原理による燃料噴射を制御する典型的なECUを示す略示ブロック図。

30

【図5C】図5BのECUと従来式ガソリン・ポンプ燃料ノズルとの間の無線通信を示す略示図。

【図6】本発明の原理により構成された好適噴射・点火式燃料噴射器を示す図。

【図7】図6の好適噴射・点火式燃料噴射器の断面図で、燃料の入口及び出口のサブシステムを示す図。

【図8A】図8Aは、図6の好適噴射・点火式燃料噴射器の断面図で、ラムが完全排除位置にある状態を示す。

【図8B】図8Bは、図6の好適噴射・点火式燃料噴射器の断面図で、加圧チャンバに液体燃料が流入できるように、ラムが完全引込み位置にある状態を示している。

【図9】線形噴射器を有する本発明の別の燃料噴射器の断面図。

40

【符号の説明】

【0068】

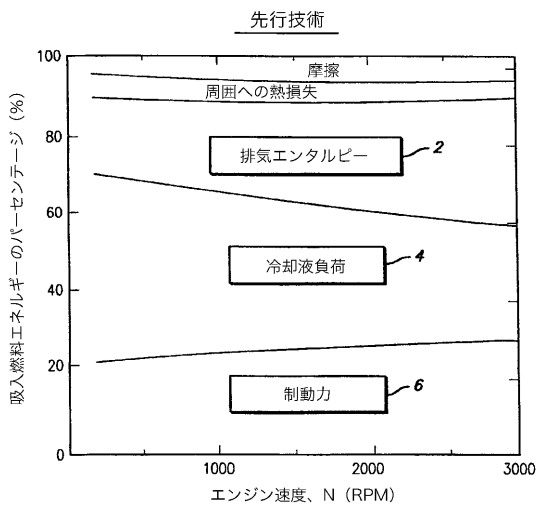
- 7 直接噴射ユーロ・ディーゼルエンジン・サイクルの発熱分布
- 8 点火遅れ時間
- 10 前混合された燃焼段階
- 12 混合制御燃焼段階
- 14 後期の燃焼段階
- 20 緩速燃焼域
- 22 急速燃焼域
- 26 発熱分布

50

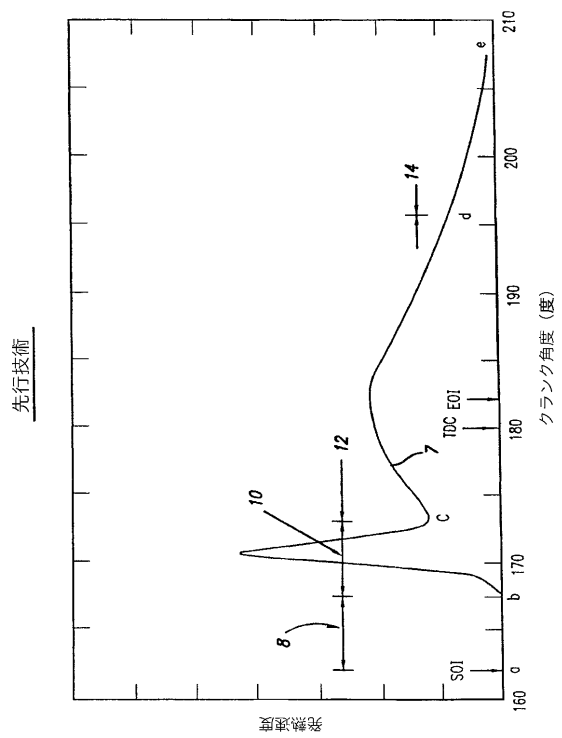
2 8	燃 焼 室	
3 0	加 熱 触 媒 燃 料 噴 射 器	
3 2	シ リ ン ダ ヘ ッ ド	
3 6	燃 料 柱	
3 7	前 面	
3 8	渦	
4 0	矢 印	
4 1	フ ァ ン 形 状 の ジ ェ ッ ト	
4 4	燃 料 入 口	
4 5	エ ン ジ ン 制 御 ユ ニ ッ ト (E C U)	10
4 6	送 入 燃 料 計 量 シ ス テ ム	
4 7	噴 射 器 タイ ミ ン グ ・ ル ー チ ン	
4 8	電 気 コ ネ ク タ	
4 9	噴 射 着 火 ル ー チ ン	
5 0	ノ ズ ル ・ ピ ン 弁 駆 動 装 置	
5 1	温 度 制 御 装 置	
5 2	加 圧 ラ ム 駆 動 装 置	
5 3	E C U ル ー チ ン	
5 4	空 気 入 口 ピ ン ホ ー ル	
5 5	ス マ ー ト 燃 料 供 給 シ ス テ ム	20
5 6	取 付 け フ ラ ン ジ	
5 7	従 来 の 燃 料 ス タ ン ド の 燃 料 供 給 ポ ン プ	
5 8	高 温 区 域 / 加 圧 ラ ム	
5 9	6 1 直 列 無 線 通 信 リ ン ク	
6 0	噴 射 ノ ズ ル	
6 3	デ ィ ス プ レ ー	
6 5	燃 料 タ ン ク ・ セ ン サ	
6 6	イ ン ラ イ ン 燃 料 フ ィ ル タ	
6 7	燃 料 供 給 ポ ン プ	
6 8	計 量 ソ レ ノ イ ド	30
6 9	種 々 の 燃 料	
7 0	液 体 燃 料 ニ ー ド ル 弁	
7 1	ピ ン 弁 ア ク チ ュ エ ー タ	
7 2	加 圧 チ ャ ン バ	
7 3	燃 料 ポ ン プ	
7 4	噴 射 器 ノ ズ ル ・ ピ ン 弁	
7 5	コ リ メ ー タ ー	
7 7	ポ ン プ 弁	
7 9	ポ ン プ ・ ノ ズ ル	
8 1	燃 料 タ ン ク	40
8 3	販 売 用 デ ィ ス プ レ ー	
9 2	加 圧 ラ ム	
9 6	磁 気 作 用 部	
9 7	断 熱 部	
1 0 0	オ リ ン グ ・ シ ー ル	
1 0 6	1 0 8 多 巻 き ソ レ ノ イ ド コ イ ル ・ シ ス テ ム	
1 1 4	ニ ク ロ ム 加 熱 素 子	
1 1 8	ピ ン 弁 駆 動 軸	
1 1 9	オ リ ン グ ・ シ ー ル	
3 0	加 熱 触 媒 燃 料 噴 射 器	50

- 46 液体燃料計量システム
- 58 高温区域
- 60 噴射器ノズル
- 71 ピン弁駆動ソレノイド
- 92 加圧ラム
- 106 引込みソレノイド
- 108 加圧ソレノイド
- 118 ノズル・ピン弁駆動軸

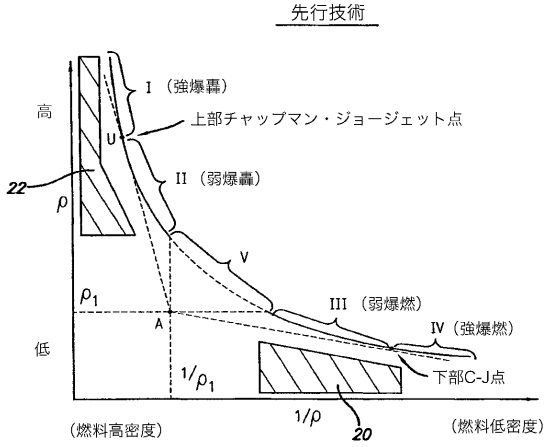
【 図 1 】



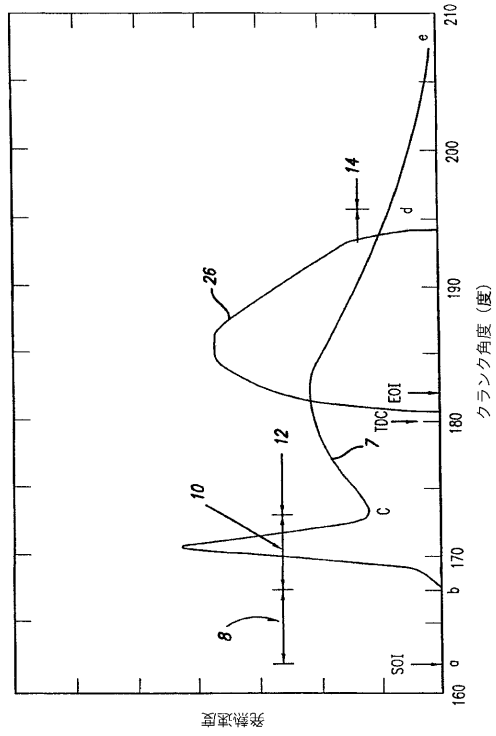
【 図 2 】



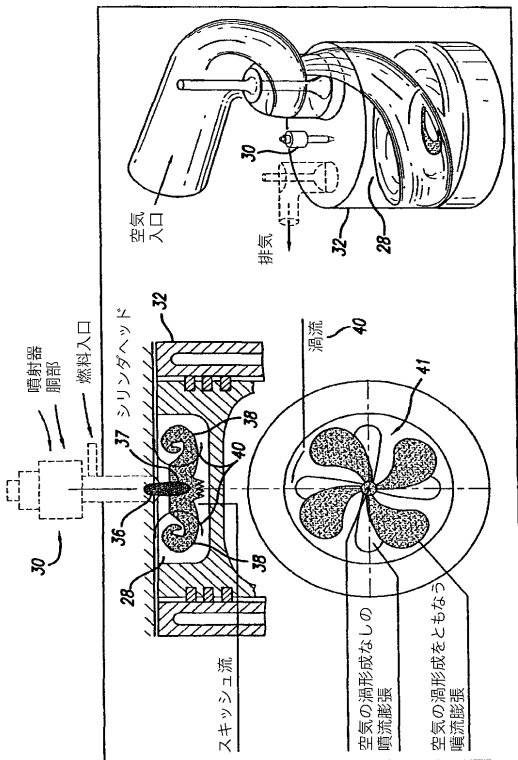
【図3】



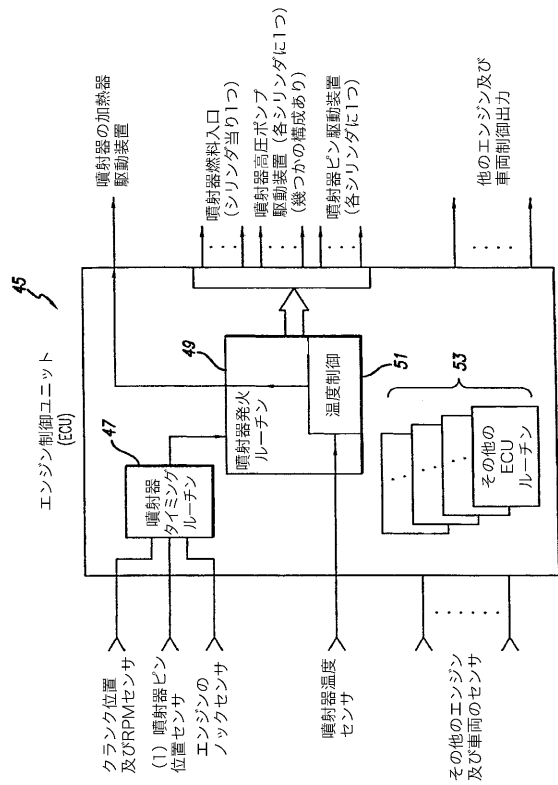
【図4】



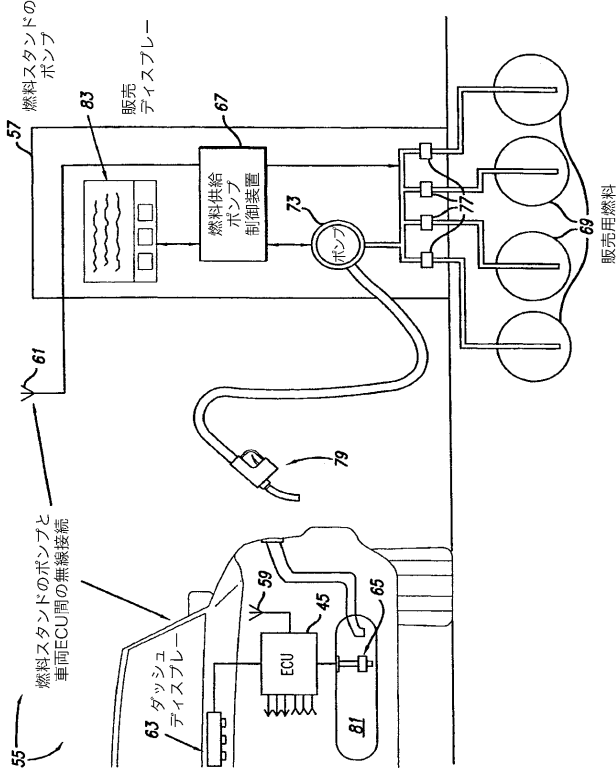
【図5A】



【図5B】



【 図 5 C 】



【 図 6 】

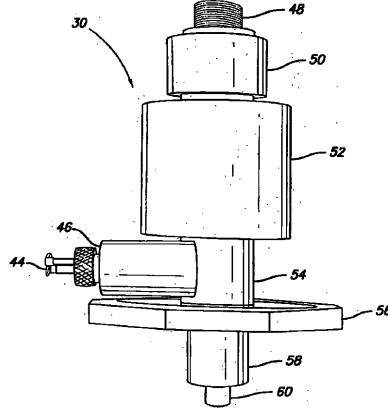
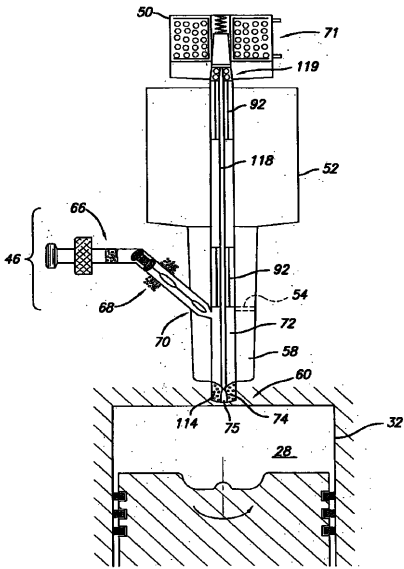


FIG. 6

【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 A 】

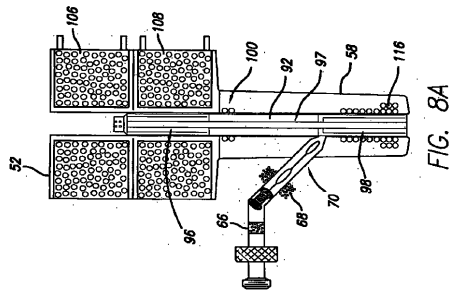


FIG. 8A

【 図 8 B 】

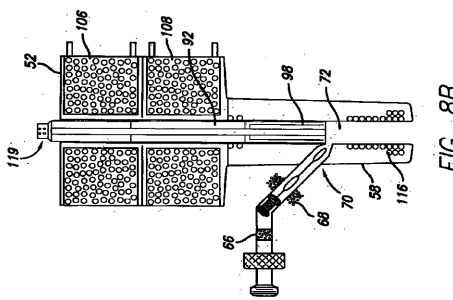
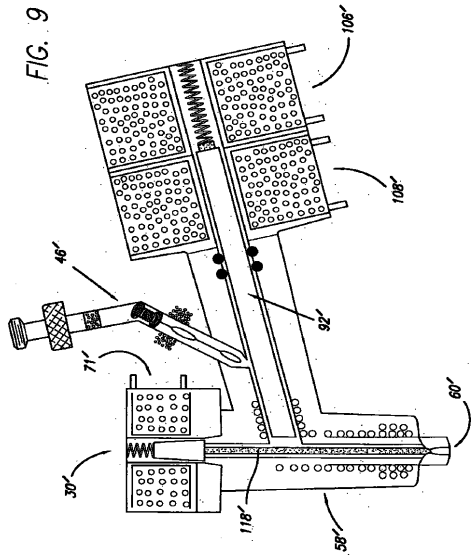


FIG. 8B

【 図 9 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US07/07894
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: F02B 51/02(2006.01);F02M 27/02(2006.01);31/14(2006.01);51/00(2006.01);B05B 1/24(2006.01) USPC: 123/304,557;239/135;701/123 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 123/304,557; 239/135; 701/123; 123/297,549,670 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched NONE Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) NONE		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y A A A	US 6,698,412 B2 (DALLA BETTA) 02 March 2004 (02.03.2004), column 4, lines 42-55, column 10, lines 1-25 and Figure 5. US 6,691,025 B2 (REIMER) 10 February 2004 (10.02.2004). US 5,609,297 A (GLADIGOW et al) 11 March 1997 (11.03.1997).	1, 5, 13-15 ----- 16, 18, 26, 32 2-4, 6-12, 17, 19-25, 27-31, 33, 34 19-25 1-34
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents:		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 24 March 2008 (24.03.2008)		Date of mailing of the international search report 04 APR 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer T. M. Argenbright <i>Argenbright</i> Telephone No. 571-272-3700 <i>Scan</i>

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 B 23/00 (2006.01)	F 0 2 D 45/00	3 7 6 H
F 0 2 B 23/06 (2006.01)	F 0 2 B 23/00	G
F 0 2 B 3/06 (2006.01)	F 0 2 B 23/06	L
F 0 2 D 19/12 (2006.01)	F 0 2 B 23/00	K
F 0 2 M 53/06 (2006.01)	F 0 2 B 3/06	B
F 0 2 M 27/02 (2006.01)	F 0 2 D 19/12	A
	F 0 2 M 53/06	
	F 0 2 M 27/02	A

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74) 代理人 100072822

弁理士 森 徹

(74) 代理人 100123180

弁理士 白江 克則

(74) 代理人 100128886

弁理士 横田 裕弘

(74) 代理人 100089897

弁理士 田中 正

(74) 代理人 100137475

弁理士 金井 建

(72) 発明者 チェイキー、マイケル、シー。

アメリカ合衆国、カリフォルニア、サウザンド オークス、 ボルデロ レイン 3 3 0 2

F ターム (参考) 3G023 AA02 AA06 AB05 AC04 AC06 AC08 AC09 AD02 AD06 AD12

AE05 AG02

3G092 AB11 AB16 AB17 DE03S DE15S DE17S HB04Z HB05Z HB09Z HC05Z

3G384 AA05 AA16 BA15 BA37 EG06 FA15Z FA17Z FA21Z