

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5421369号
(P5421369)

(45) 発行日 平成26年2月19日 (2014. 2. 19)

(24) 登録日 平成25年11月29日 (2013. 11. 29)

(51) Int. Cl.	F 1
F O 2 B 75/18 (2006. 01)	F O 2 B 75/18 P
F O 2 B 75/00 (2006. 01)	F O 2 B 75/00 Z
F O 2 B 75/32 (2006. 01)	F O 2 B 75/32 C

請求項の数 23 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2011-522309 (P2011-522309)	(73) 特許権者	513077427
(86) (22) 出願日	平成22年4月27日 (2010. 4. 27)		スクデリ グループ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2011-530667 (P2011-530667A)		アメリカ合衆国 01089 マサチューセッツ州 ウェスト スプリングフィールド エルム ストリート 1111 スイート 33
(43) 公表日	平成23年12月22日 (2011. 12. 22)	(74) 代理人	110001243
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/032472		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(87) 国際公開番号	W02010/126849	(74) 復代理人	100088915
(87) 国際公開日	平成22年11月4日 (2010. 11. 4)		弁理士 阿部 和夫
審査請求日	平成23年2月7日 (2011. 2. 7)	(72) 発明者	フォード フィリップス
審査番号	不服2012-25191 (P2012-25191/J1)		アメリカ合衆国 78254 テキサス州 サン アントニオ ストロング ボックス ウェイ 9303
審査請求日	平成24年12月19日 (2012. 12. 19)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	61/215, 146		
(32) 優先日	平成21年5月1日 (2009. 5. 1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 双数の噴霧目標燃料噴射を備える分割サイクルエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフト軸線の回りを回転可能なクランクシャフト、
膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、及びクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ピストンが膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能に連結された膨張ピストン、

壁を含むクロスオーバー通路であって、高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続しているクロスオーバー通路、

クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能なクロスオーバー膨張(XovrE)バルブであって、XovrEバルブヘッドと該XovrEバルブヘッドから延びるXovrEバルブシステムとを含み外方に開くバルブであるXovrEバルブ、及び

クロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能な燃料インジェクター、を備え、

該燃料インジェクターは、燃料インジェクターのノズル端部に配置された複数の噴霧孔であって、かつ該複数の噴霧孔から放出する燃料が噴霧パターン中心線を有する少なくとも1つの噴霧パターンを形成すべく向けられる少なくとも1つの目標に向けられている複数の噴霧孔を含み、

そこで、該噴霧パターン中心線が向けられる該少なくとも1つの目標は、外方に開くXovrEバルブヘッドの着座位置の上方で、かつクロスオーバー通路の壁とXovrEバルブシステムとの間に位置され、

該複数の噴霧孔は、各々がそれぞれの噴霧パターン中心線を有する複数の噴霧パターン

を形成すべく複数の噴霧目標に向けられ、該複数の噴霧目標の各々は、噴霧パターンのそれぞれの噴霧パターン中心線がXovrEバルブのXovrEバルブシステムを左右に跨ぐように位置されていることを特徴とするエンジン。

【請求項 2】

噴霧孔の各々はそれを貫通して延びる中心線を有し、該複数の噴霧孔は、噴霧孔の中心線が噴霧孔から放出する燃料が向けられる少なくとも1つの目標を通過するように、方向付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン。

【請求項 3】

該少なくとも1つの目標の1つは、XovrEバルブがその着座位置の上方に所定の目標リフト距離だけ持ち上げられたときに、噴霧パターンの中心線がXovrEバルブヘッドの最大外側直径に交差する、1つの噴霧パターンの中心線上の一点に位置される外側直径目標であることを特徴とする請求項 2 に記載のエンジン。

10

【請求項 4】

該目標リフト距離は、最大のXovrEバルブリフトの10から60パーセントの範囲内であることを特徴とする請求項 3 に記載のエンジン。

【請求項 5】

該噴霧孔の中心線は、独立して方向付けられていることを特徴とする請求項 2 に記載のエンジン。

【請求項 6】

該噴霧パターンの数は、噴霧目標の数に等しいことを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン。

20

【請求項 7】

該クロスオーバー通路は、XovrEバルブを覆って配置されたヘリカル端部区分を含むヘリカルクロスオーバー通路であり、少なくとも1つの目標が、該ヘリカル端部区分内に位置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン。

【請求項 8】

該ヘリカル端部区分は時計回り又は反時計回り方向の1つに渦巻いていることを特徴とする請求項 7 に記載のエンジン。

【請求項 9】

高圧ガスの源は、摺動可能に収容された圧縮ピストンを含んでいる圧縮シリンダーであり、該圧縮シリンダーは、圧縮ピストンがクランクシャフトの単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動すべく作用するように、クランクシャフトに作動可能に連結されており、かつクロスオーバー通路は、膨張及び圧縮シリンダーを相互に連結していることを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン。

30

【請求項 10】

クランクシャフト軸線の回りを回転可能なクランクシャフト、
膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、及びクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ピストンが膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能に連結された膨張ピストン、

高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続しているクロスオーバー通路、

40

クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能なクロスオーバー膨張(XovrE)バルブであって、XovrEバルブシステムを含み外方に開くバルブであるXovrEバルブ、及び

クロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能な燃料インジェクター、を備え、
該燃料インジェクターは、燃料インジェクターのノズル端部に配置された複数の噴霧孔を含み、該複数の噴霧孔は噴霧孔から放出する燃料が噴霧パターン中心線を有する少なくとも2つの燃料噴霧を形成すべく向けられる2つ以上の目標に向けられており、

そこで、該少なくとも2つの燃料噴霧のそれぞれの噴霧パターン中心線が向けられる噴霧目標の各々は、XovrEバルブのXovrEバルブシステムを左右に跨ぐように配置されていることを特徴とするエンジン。

50

【請求項 1 1】

噴霧孔の各々はそれを貫通して延びる中心線を有し、該複数の噴霧孔は、噴霧孔の中心線が、燃料が向けられた 1 つの前記目標を通過するように、方向付けられていることを特徴とする請求項 1 0 に記載のエンジン。

【請求項 1 2】

1 つの前記噴霧パターンを形成する噴霧孔の中心線は、もう 1 つの前記噴霧パターンを形成する噴霧孔の中心線が方向付けられている目標から区別できる目標に方向付けられていることを特徴とする請求項 1 1 に記載のエンジン。

【請求項 1 3】

XovrEバルブは、XovrEバルブシステムの一端に配置されたXovrEバルブヘッドを含み、及び

10

該目標の 1 つは、XovrEバルブがその着座位置の上方に所定の目標リフト距離だけ持ち上げられたとき、

前記噴霧パターンの前記中心線がXovrEバルブヘッドの最大外側直径に交差する、少なくとも 1 つの前記噴霧パターンの中心線上の一点に位置される外側直径目標であることを特徴とする請求項 1 1 に記載のエンジン。

【請求項 1 4】

該目標リフト距離は、最大のXovrEバルブリフトの 1 0 から 6 0 パーセントの範囲内であることを特徴とする請求項 1 3 に記載のエンジン。

【請求項 1 5】

20

該クロスオーバー通路は、XovrEバルブを覆って配置されたヘリカル端部区分を含むヘリカルクロスオーバー通路であり、2 つ以上の目標が、該ヘリカル端部区分内に位置されていることを特徴とする請求項 1 3 に記載のエンジン。

【請求項 1 6】

該ヘリカル端部区分は時計回り又は反時計回り方向の 1 つに渦巻いていることを特徴とする請求項 1 5 に記載のエンジン。

【請求項 1 7】

高圧ガスの源は、摺動可能に収容された圧縮ピストンを含んでいる圧縮シリンダーであり、該圧縮シリンダーは、圧縮ピストンがクランクシャフトの単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動すべく作用するように、クランクシャフトに作動可能に連結されており、かつクロスオーバー通路は、膨張及び圧縮シリンダーを相互に連結していることを特徴とする請求項 1 0 に記載のエンジン。

30

【請求項 1 8】

エンジンに燃料を噴射する方法であって、

該エンジンは、クランクシャフト軸線の回りを回転可能なクランクシャフト、膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、及びクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ピストンが膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能に連結されている膨張ピストン、壁を含みかつ高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続しているクロスオーバー通路、クロスオーバー通路の出口端部に配置され、クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能であるクロスオーバー膨張 (XovrE)バルブであって、XovrEバルブヘッドと該XovrEバルブヘッドから延びるXovrEバルブシステムとを含み外方に開くバルブであるXovrEバルブ、及びクロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能である燃料インジェクターであって、燃料インジェクターのノズル端部に配置された複数の噴霧孔を含んでいる燃料インジェクターを含み、該方法は、

40

噴霧孔の各々を、噴霧孔から放出する燃料が噴霧パターン中心線を有する 2 つの噴霧パターンを形成すべく向けられる 2 つの目標の 1 つに向け、ここで、該 2 つの目標は、XovrEバルブヘッドの着座位置の上方で、かつ噴霧パターンのそれぞれの噴霧パターン中心線がXovrEバルブシステムを左右に跨ぐようにクロスオーバー通路の壁とXovrEバルブシステムとの間に位置されており、

50

燃料の噴射を、燃料インジェクターからクロスオーバー通路の出口端部に向けて開始し、
 XovrEバルブを開き、そして
 燃料の噴射を、開かれたXovrEバルブが閉じる前に終了することを備えることを特徴とする方法。

【請求項 19】

燃料の噴射は、XovrEバルブが開く前に開始されることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

燃料の噴射は、XovrEバルブが開いた後に開始されることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

10

【請求項 21】

開いたXovrEバルブを通してのクロスオーバー通路から膨張シリンダーへ空気流を確立するステップ、

単一の結合噴霧を概して形成すべく、噴霧パターンの1つがXovrEバルブステムを超え、かつ横切って引かれ、他の噴霧パターンに併合されるように、2つの噴霧パターンを空気流に吹き寄せる (sweeping) ステップ、
 を含むことを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】

該結合噴霧をクロスオーバー通路出口端部の縁部に向って引き、それにより、該結合噴霧がXovrEバルブを通過してクロスオーバー通路を出るステップを含むことを特徴とする請求項 21 に記載の方法。

20

【請求項 23】

燃料噴射の開始から燃料噴射の終了までの噴射事象の継続時間は、凡そ45度のクランク角以下であることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関に関する。より詳しくは、本発明は双数の噴霧パターンを生じさせる燃料インジェクターを有する分割サイクルエンジンに関する。

30

【背景技術】

【0002】

明確化の目的のために、本出願で用いられるとき、用語「従来のエンジン」とは、周知のオットーサイクルの全ての4つのストローク(すなわち、吸気、圧縮、膨張及び排気のストローク)が、エンジンのピストン/シリンダーの組み合わせの各々に包含されている内燃機関を意味している。各ストロークはクランクシャフトの半回転(180度のクランク角(CA))を要し、そして、従来のエンジンの各シリンダーで全オットーサイクルを完遂するにはクランクシャフトの完全な2回転(720度CA)が必要である。

【0003】

また、明確化の目的のために、先行技術に開示されたエンジンに適用され、及び本出願に言及されるように、用語「分割サイクルエンジン」について、以下の定義が提供される。

40

【0004】

分割サイクルエンジンは、
 クランクシャフト軸線の回りに回転可能なクランクシャフト、
 圧縮シリンダー内に摺動可能に収容された圧縮ピストンであって、クランクシャフトの単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動すべくクランクシャフトに作用的に連結された圧縮ピストン、

膨張シリンダー内に摺動可能に収容された膨張(動力)ピストンであって、クランクシャフトの単一の回転の間に膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべくクラン

50

クシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、及び

圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結するクロスオーバー通路であって、間に圧力チャンバーを画成するクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ及びクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを含むクロスオーバー通路、を含んでいる。

【0005】

2003年4月8日にCarmel J. Scuderiに許可された特許文献1(Scuderi特許)及び2005年10月11日にDavid P. Branyon他に許可された特許文献2(Branyon特許)は、それぞれ、分割サイクル及び同様なタイプのエンジンの広範囲に亘る議論を含んでいる。加えて、特許文献1及び2は、さらなる開発から成る本発明のエンジンの先行バージョンの詳細を開示している。これらの全体は参照によってここに組み入れられている。

10

【0006】

図1を参照するに、特許文献1及び特許文献2に記載されたのと同じ形式の先行技術の分割サイクルエンジンが、概して、符号8によって示されている。分割サイクルエンジン8は、従来のエンジンの2つの隣接するシリンダーを1つの圧縮シリンダー12及び1つの膨張シリンダー14の組み合わせに置き換えている。シリンダーヘッド33が、これらシリンダーを覆いシールすべく、膨張及び圧縮シリンダー12、14の開口端部上に一般に配置されている。

【0007】

オットーサイクルの4つのストロークは、圧縮シリンダー12がその関連する圧縮ピストン20と共に、吸気及び圧縮ストロークを遂行し、膨張シリンダー14がその関連する膨張ピストン30と共に、膨張及び排気ストロークを遂行するように、2つのシリンダー12及び14に亘って「分割」されている。したがって、オットーサイクルは、クランクシャフト16のクランクシャフト軸線17回りの1回転(360度CA)に1回、これらの2つのシリンダー12、14によって完成される。

20

【0008】

吸気ストロークの間、吸入空気はシリンダーヘッド33に配置された吸気ポート19を介して圧縮シリンダー12に吸込まれる。内開き(シリンダー内方に向けて開く)のポペット型吸気バルブ18が吸気ポート19と圧縮シリンダー12との間の流体の連通を制御する。

30

【0009】

圧縮ストロークの間、圧縮ピストン20は充填空気を加圧し、そして、該充填空気を典型的にはシリンダーヘッド33に配置されているクロスオーバー通路(又はポート)22に押し出す。このことは、圧縮シリンダー12及び圧縮ピストン20はクロスオーバー通路22に対する高圧ガス源であり、クロスオーバー通路22は膨張シリンダー14のための吸気通路として作用することを意味する。ある実施形態では、2つ以上のクロスオーバー通路22が、圧縮シリンダー12と膨張シリンダー14とを相互に接続する。

【0010】

分割サイクルエンジン8(及び分割サイクルエンジン一般について)の圧縮シリンダー12の容積測定の前圧縮比が、ここで、分割サイクルエンジンの「圧縮比」と称される。分割サイクルエンジン8(及び分割サイクルエンジン一般について)の膨張シリンダー14の容積測定の前圧縮比が、ここで、分割サイクルエンジンの「膨張比」と称される。シリンダーの容積測定の前圧縮比は、シリンダー内を往復するピストンがその上死点(TDC)位置にあるときにシリンダー内に囲繞される容積(すなわち、クリアランス容積)に対し、前記ピストンがその下死点(BDC)位置にあるときにシリンダー(全ての凹部を含む)内に囲繞(捕捉)される容積の比として、この技術分野では周知である。特に分割サイクルエンジンのためにここに定義されるように、圧縮シリンダーの前圧縮比は、XovrCバルブが閉じられているときに決定される。同じく、特に分割サイクルエンジンのためにここに定義されるように、膨張シリンダーの前膨張比はXovrEバルブが閉じられているときに決定される。

40

50

【 0 0 1 1 】

極めて高い圧縮比(例えば、20対1、30対1、40対1、又はそれ以上)の故に、圧縮シリンダー12からクロスオーバー通路22への流れを制御するために、外開き(シリンダーから外方に離れて開く)ポペット型クロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ24がクロスオーバー通路の入口25に用いられている。極めて高い膨張比(例えば、20対1、30対1、40対1、又はそれ以上)の故に、クロスオーバー通路22から膨張シリンダー14への流れを制御するために、外開きのポペット型クロスオーバー膨張(XovrE)バルブ26がクロスオーバー通路22の出口27に用いられている。より詳細に論じられるように、XovrCバルブ24とXovrEバルブ26の作動の割合及び位相は、ottoサイクルの4つのストロークの全ての間クロスオーバー通路22内の圧力を高い最小圧力(典型的には全負荷運転中20 bar (= 10⁵ Pa)以上の絶対圧)に維持するべく、タイミング付けられている。

10

【 0 0 1 2 】

少なくとも1つの燃料インジェクター28が、膨張ピストン30がその上死点位置に到達する少し前に起こるXovrEバルブ26の開きに合わせて、クロスオーバー通路22の出口端部において加圧された空気に燃料を噴射する。空気/燃料の充填は、ある運転状態の下ではTDCの僅か前に入ろうとし始めるけれども、通常、膨張ピストン30がその上死点(TDC)位置に到達した少し後に膨張シリンダー14に入る。ピストン30がその上死点位置からその下降を開始したとき、かつ、XovrEバルブ26がまだ開いている間に、シリンダー14内に突出している点火栓先端39を含む点火栓32が点火栓先端39の周りの領域で燃焼を開始すべく点火される。燃焼は、膨張ピストンがその上死点(TDC)位置を過ぎて1ないし30度CAの間で開始され得る。より好ましくは、燃焼は膨張ピストンがその上死点(TDC)位置を過ぎて、5ないし25度CAの間で開始されてもよい。さらに、より好ましくは、燃焼は膨張ピストンがその上死点(TDC)位置を過ぎて10ないし25度CAの間で開始されてもよい。最も好ましくは、燃焼は膨張ピストンがその上死点(TDC)位置を過ぎて10ないし20度CAの間で開始されてもよい。加えて、燃焼は、グロープラグ、マイクロ波着火装置又は他の圧縮着火方法によるような、他の着火装置及び/又は方法によって開始され得る。

20

【 0 0 1 3 】

XovrEバルブ26は、燃焼が開始された後で、結果としての燃焼事象がクロスオーバー通路22に入ることができる前に閉じられる。燃焼事象は、動力ストロークにおいて膨張ピストン30を下方に押し下げる。

30

【 0 0 1 4 】

排気ストロークの間、排気ガスは、シリンダーヘッド33に配置された排気ポート35を介して膨張シリンダー14外に排出される。排気ポート35の入口31に配置されている内開きのポペット型排気バルブ34が、膨張シリンダー14と排気ポート35の間の流体の連通を制御する。

【 0 0 1 5 】

分割サイクルエンジンのコンセプトによれば、圧縮シリンダー12及び膨張シリンダー14の幾何学的エンジンパラメーター(すなわち、ボア、ストローク、コネクティングロッド長さ、容積測定の前圧縮比等)は、一般に、互いから独立している。例えば、圧縮シリンダー12及び膨張シリンダー14のためのクランクスロー36、38は、それぞれ、異なる半径を有し、膨張ピストン30の上死点(TDC)が圧縮ピストン20のTDCより前に起こるように、互いから離れて位相付けられてもよい。この独立性は、分割サイクルエンジン8が典型的な4ストロークエンジンよりも、より高い効率レベルと、より大きなトルクとを潜在的に達成することを可能にしている。

40

【 0 0 1 6 】

分割サイクルエンジン8におけるエンジンパラメーターの幾何学的独立性はまた、前に論じたように、何故に圧力がクロスオーバー通路22内に維持され得るのかの主な理由の1つである。具体的には、膨張ピストン30は、控えめな位相角(典型的には、10ない

50

し30度CA)によって、圧縮ピストンがその上死点位置に到達する前に、その上死点位置に到達する。この位相角は、XovrCバルブ24とXovrEバルブ26の適切なタイミングに伴って、分割サイクルエンジン8がその圧力/容積サイクルの4つのストロークの全ての間、クロスオーバー通路22内に高い最小圧力(全負荷運転中に、典型的には20bar (= 10^5 Pa)以上の絶対圧)の圧力を維持することを可能にしている。すなわち、分割サイクルエンジン8は、XovrCバルブ及びXovrEバルブの両者が、膨張ピストン30がそのTDC位置からそのBDC位置に向かって下降し、そして、圧縮ピストン20が同時にそのBDC位置からそのTDC位置に向かって上昇している間の実質的な期間(すなわち、クランクシャフトの回転期間)に亘り開くように、XovrCバルブ24とXovrEバルブ26とをタイミング付けるべく作動可能である。クロスオーバーバルブ24及び26の両者が開いているこの期間(すなわち、クランクシャフトの回転)の間、(1)圧縮シリンダー12からクロスオーバー通路22へ、及び(2)クロスオーバー通路22から膨張シリンダー14へ、ほぼ等しいガス質量が移送される。したがって、この期間の間、クロスオーバー通路内の圧力は所定の最小圧力(全負荷運転の間、典型的には20、30、又は40bar (= 10^5 Pa)の絶対圧)以下に低下するのが防止される。さらに、吸気ストローク及び排気ストロークの実質的な部分(典型的には、吸気ストローク及び排気ストローク全体の90%以上)の間には、XovrCバルブ24及びXovrEバルブ26は両者とも、クロスオーバー通路22内に捕捉されているガスの質量を実質的に一定のレベルに維持すべく閉じられている。結果として、クロスオーバー通路22の圧力は、エンジンの圧力/容積サイクルの4つのストロークの全ての間、に所定の最小圧力に維持される。

【0017】

XovrEバルブ26は、膨張ピストン30がその上死点位置に到達する少し前に開く。この時点では、クロスオーバー通路内の最小圧力が、典型的には、20bar (= 10^5 Pa)以上の絶対圧であり、排気ストローク中の膨張シリンダー内の圧力は、典型的には、約1から2bar (= 10^5 Pa)の絶対圧であるという事実の故に、膨張シリンダー14内の圧力に対するクロスオーバー通路22内の圧力の比は高い。換言すると、XovrEバルブ26が開くとき、クロスオーバー通路22内の圧力は膨張シリンダー14内の圧力よりも実質的に高い(典型的には、20対1より大きなオーダーである)。この高い圧力比が、空気及び/又は燃料充填の膨張シリンダー14への高速での流れの初期流れを生じさせる。これらの高い流れ速度は、音速流と称される音の速度に達することができる。この音速流は、分割サイクルエンジン8にとって特に有利である。というのも、それは、膨張ピストン30がその上死点位置から下降している間に着火が開始されたとしても、分割サイクルエンジン8が高い燃焼圧力を維持することを可能にする、急速な燃焼事象を生じさせるからである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】米国特許第6、543、225号明細書

【特許文献2】米国特許第6、952、923号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

燃料インジェクター28は、燃料インジェクター28のノズル端部に配置された複数の噴霧孔を有し、それらは1つ以上の概ね円錐状噴霧パターンを生成するように目標付けられている。しかしながら、燃料インジェクター28及び目標付けている噴霧孔の種々のパラメータは、膨張シリンダーへの適切な燃料配分を保証するためにも重大である。ここでは、これらのパラメータの変動が最適な燃料配分より劣る結果に帰することになる。これらのパラメータのいくつかは、限定はされないが、噴霧孔の数及び大きさ(すなわち、直径)、噴霧孔の噴霧孔目標の数及び位置、インジェクターの作動圧及び温度、噴霧孔により生成される燃料の液滴大きさ、及びインジェクターのタイミングを含む。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は、エンジンの燃料インジェクターの噴霧孔がエンジン性能を高める燃料噴霧を生成するためにある目標に向けられている、エンジンに燃料を噴射する装置及び方法を提供する。

【0021】

より詳しくは、本発明によるエンジンの例示的实施形態は、クランクシャフト軸線の回りを回転可能なクランクシャフトを含む。膨張ピストンは、膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、及びクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ピストンが膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能に連結されている。壁を含むクロスオーバー通路が高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続している。クロスオーバー膨張バルブ(XovrE)は、クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能である。XovrEバルブは、バルブヘッドと該バルブヘッドから延びるバルブステムとを含む。燃料インジェクターはクロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能である。該燃料インジェクターは、燃料インジェクターのノズル端部に配置され、かつ噴霧孔から放出する燃料が少なくとも1つの噴霧パターンを形成すべく向けられる少なくとも1つの目標に向けられている複数の噴霧孔を含んでいる。該少なくとも1つの目標は、XovrEバルブヘッドの着座位置の上方で、かつクロスオーバー通路の壁とXovrEバルブステムとの間に位置されている。

10

【0022】

XovrEバルブは、外方に開くバルブであってもよい。該噴霧孔は、複数の噴霧パターンを形成すべく複数の噴霧目標に向けられてもよく、該目標は、噴霧パターンがXovrEバルブのバルブステムを跨ぐように位置されている。噴霧孔の各々は、それを貫通して延びる中心線を有し、複数の噴霧孔は、噴霧孔の中心線が噴霧孔から放出する燃料が向けられる少なくとも1つ目標を通過するように方向付けられている。少なくとも1つの目標の1つは、XovrEバルブがその着座位置の上方に所定の目標リフト距離だけ持ち上げられたとき、中心線がXovrEバルブヘッドの最大外側直径に交差する複数の噴霧孔の1つの噴霧孔の中心線上の一点に位置される外側直径目標であってもよい。目標リフト距離は、最大のXovrEバルブリフトの10から60パーセントの範囲内、好ましくは最大のXovrEバルブリフトの15から40パーセントの範囲内、より好ましくは最大のXovrEバルブリフトの20

20

30

【0023】

噴霧孔の中心線は、実質的に独立して方向付けられてもよい。噴霧パターンの数は、噴霧目標の数に等しくてよい。

【0024】

クロスオーバー通路は、XovrEバルブを覆って配置されたヘリカル端部区分を含むヘリカルクロスオーバー通路であってもよい。少なくとも1つの目標が、該ヘリカル端部区分内に位置されてもよい。該ヘリカル端部区分は時計回り又は反時計回り方向の1つに渦巻いてもよい。

【0025】

高圧ガスの源は、摺動可能に収容された圧縮ピストンを含んでいる圧縮シリンダーであってもよく、該圧縮シリンダーは、圧縮ピストンがクランクシャフトの単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動すべく作用するように、クランクシャフトに作動可能に連結されている。クロスオーバー通路は、膨張及び圧縮シリンダーを相互に連結している。

40

【0026】

もう1つの例示的实施形態において、本発明によるエンジンは、クランクシャフト軸線の回りに回転可能なクランクシャフトを含んでいる。膨張ピストンは膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、膨張ピストンがクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能

50

に連結されている。クロスオーバー通路は高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続している。クロスオーバー膨張バルブ(XovrE)は、クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能である。XovrEバルブはバルブシステムを含んでいる。燃料インジェクターはクロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能である。該燃料インジェクターは、燃料インジェクターのノズル端部に配置された複数の噴霧孔を含んでいる。該複数の噴霧孔は噴霧孔から放出する燃料が少なくとも2つの燃料噴霧を形成すべく向けられる2つ以上の目標に向けられている。該少なくとも2つの燃料噴霧はXovrEバルブのバルブシステムを跨いでいる。

【0027】

噴霧孔の各々はそれを貫通して延びる中心線を有している。該複数の噴霧孔は、噴霧孔の中心線の各々が、燃料が向けられた1つの前記目標を通過するように、方向付けられていてもよい。1つの噴霧パターンを形成する噴霧孔の中心線は、もう1つの噴霧パターンを形成する噴霧孔の中心線が方向付けられている目標から区別できる目標に方向付けられていてもよい。

【0028】

XovrEバルブは、バルブシステム的一端に配置されたバルブヘッドを含んでもよい。XovrEバルブはまた、外方に開くバルブであってもよい。目標の1つは、XovrEバルブがその着座位置の上方に所定の目標リフト距離だけ持ち上げられたとき、中心線がXovrEバルブヘッドの最大外側直径に交差する少なくとも1つの噴霧孔の中心線上の一点に位置される外側直径目標であってもよい。該目標リフト距離は、最大のXovrEバルブリフトの10から60パーセントの範囲内、好ましくは最大のXovrEバルブリフトの15から40パーセントの範囲内、より好ましくは最大のXovrEバルブリフトの20から30パーセントの範囲内であってもよい。

【0029】

クロスオーバー通路は、XovrEバルブを覆って配置されたヘリカル端部区分を含むヘリカルクロスオーバー通路であってもよい。2つ以上の目標が、該ヘリカル端部区分内に位置されてもよい。該ヘリカル端部区分は時計回り又は反時計回り方向の1つに渦巻いていてもよい。

【0030】

高圧ガスの源は、摺動可能に収容された圧縮ピストンを含んでいる圧縮シリンダーであってもよく、該圧縮シリンダーは、圧縮ピストンがクランクシャフトの単一の回転の間に吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復動すべく作用するように、クランクシャフトに作動可能に連結されている。クロスオーバー通路は、膨張及び圧縮シリンダーを相互に連結している。

【0031】

もう1つの例示的实施形態では、エンジンに燃料を噴射する方法が開示されている。エンジンは、クランクシャフト軸線の回りを回転可能なクランクシャフトを含む。膨張ピストンは、膨張シリンダー内に摺動可能に収容され、及びクランクシャフトの単一の回転の間に膨張ピストンが膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復動すべく作用するようにクランクシャフトに作動可能に連結されている。壁を含むクロスオーバー通路が高圧ガスの源を膨張シリンダーに接続している。クロスオーバー膨張バルブ(XovrE)がクロスオーバー通路の出口端部に配置され、クロスオーバー通路と膨張シリンダーとの間の流体の連通を制御すべく作動可能である。XovrEバルブは、バルブヘッドと該バルブヘッドから延びるバルブシステムとを含む。燃料インジェクターはクロスオーバー通路内に燃料を噴射すべく作動可能である。該燃料インジェクターは、燃料インジェクターのノズル端部に配置された複数の噴霧孔を含んでいる。噴霧孔の各々は、噴霧孔から放出する燃料が2つの噴霧パターンを形成すべく向けられる2つの目標の1つに向けられている。該2つの目標は、XovrEバルブヘッドの着座位置の上方で、かつ噴霧パターンがXovrEバルブシステムを跨ぐようにクロスオーバー通路の壁とXovrEバルブシステムとの間に位置されている。燃料の噴射は、燃料インジェクターから出口端部クロスオーバー通路の出口端部に向けて開

10

20

30

40

50

始される。XovrEバルブが開かれる。燃料の噴射は開かれたXovrEバルブが閉じる前に終了される。

【0032】

XovrEバルブは、膨張シリンダーに対して外方に開かれてもよい。燃料の噴射は、XovrEバルブが開く前、又はXovrEバルブが開いた後に開始されてもよい。方法はさらに、開いたXovrEバルブを通してのクロスオーバー通路から膨張シリンダーへ空気流を確立すること、単一の結合噴霧を概して形成すべく、噴霧パターンの1つがXovrEバルブステムを超え、かつ横切って引かれ、他の噴霧パターンに併合されるように、2つの噴霧パターンを空気流に吹き寄せること、及び該結合噴霧をクロスオーバー通路出口端部の縁部に向って引き、それにより、該結合噴霧がXovrEバルブを通過してクロスオーバー通路を出るステップを含んでもよい。燃料噴射の開始から燃料噴射の終了までの噴射事象の継続時間は、凡そ45度のクランク角以下、好ましくは40度のクランク角以下、及びより好ましくは35度のクランク角以下であってもよい。

10

【0033】

本発明のこれらの、及び他の特徴、及び有利な点は、添付の図面と共になされる以下の本発明の詳細な説明から、より十分に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】従来の分割サイクルエンジンの断面図である。

【図2】入口マニホールドをエンジンシリンダーヘッドの入口バルブへ繋ぐヘリカル通路の斜視図である。

20

【図3】通路ヘリカル通路の他の斜視図である。

【図4】図5の4-4線で採った、本発明による分割サイクルエンジンの例示的实施形態の断面図である。

【図5】図4の分割サイクルエンジンの平面図である。

【図6】シリンダーヘッドの内部及びエンジンの通路を図解する、分割サイクルエンジンの一部の斜視図である。

【図7】分割サイクルエンジンの燃料インジェクターの斜視図である。

【図8】図7の8-8線から見たときの燃料インジェクターの前面図である。

【図9】図の8の9-9線に沿って採った燃料インジェクターの断面図である。

30

【図10】噴霧インジェクターの噴霧孔を通して燃料を噴出することで形成された燃料噴霧パターンを図解する、燃料インジェクターの斜視図である。

【図11】エンジン通路内への燃料の噴射を図解する、分割サイクルエンジンの一部の斜視図である。

【図12】エンジンの膨張シリンダー上に重ね合わされた三次元デカルト座標系のY-X平面を図解する斜視図である。

【図13】図12の13-13線に沿って採った、デカルト座標系のY-Z平面を図解する断面図である。

【図14】図12の14-14線に沿って採った断面図である。

【図15】外側直径(OD)目標及び火炎デッキ目標のデカルト座標を図解する噴霧目標配置プロットの例示的实施形態である。

40

【図16】膨張シリンダーの内部及びエンジンの関連する通路を図解する分割サイクルエンジンの一部の平面図である。

【図17】エンジンクロスオーバー通路のヘリカル端部区分への燃料噴霧の噴射開始を概略的に図解する、図16のエンジンの平面図である。

【図18】通路内の空気流が燃料噴霧の軌跡に影響し始めるように、通路内のエンジンバルブの開きを概略的に図解する平面図である。

【図19】燃料噴霧が空気流内に吹かれたときの燃料噴霧軌跡のゆがみを概略的に図解する平面図である。

【図20】バルブステムを横切って引かれ、かつ他の燃料噴霧と合併し始めている燃料噴

50

霧を概略的に図解する平面図である。

【図 2 1】ヘリカル端部区分の遠端縁部に引かれている合併された燃料噴霧を概略的に図解する平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

図 2 及び 3 を参照するに、明瞭化の目的のために、(ここで述べられる)ヘリカル通路 38 は、典型的には、従来のエンジンのシリンダーヘッドの入口バルブに入口マニホールドを繋いでいる接続通路(ポート)である。ヘリカル通路 38 の下流部分は、入口バルブ 41 を覆って配置されているヘリカル端部区分 40 に一体に接続されている、概ね直ぐなランナー区分 39 を含んでいる。入口バルブ 41 は、ステム 42 及びヘッド 43 を含み、該ヘッド 43 はシリンダー(不図示)に開く。ヘリカル端部区分 40 内の流れ領域は、端部区分 40 のボア 46 内に担持されたバルブステム 42 の周りの、円周及び下向きのファンネル(じょうご状のもの) 44 内に配置されている。ファンネル 44 は、バルブステム 42 の回りで少なくとも 1/3 周、好ましくは、1/2 周と 3/4 周との間で渦巻き、その結果、入ってくる空気がシリンダーに入る前にバルブステム 42 の回りで旋回することが強制される。ファンネル 44 のルーフ 47 は、ファンネル 44 がバルブステム 42 の回りに渦巻くにつれ高さを減じている。

【0036】

ランナー区分 39 は、選択肢として、シリンダーに対して接線方向又は半径方向に向けられてもよく、このような方向は燃料/空気の充填物がシリンダー内に入るときに、その大きな流れ方向を決定する。また、選択肢として、ヘリカル端部区分 40 の各々は、時計回り又は反時計回り方向に渦巻いていてもよく、かかる旋回方向は、燃料/空気の充填物がシリンダー内に入るときに、それが有するであろう回転又はスピンの方向を決定する。

【0037】

図 4 及び 5 を参照するに、符号 50 は、本発明による分割サイクルエンジンの例示的实施形態を概ね指示し、双数の接線型ヘリカルクロスオーバー通路 78 を有し、その各々のクロスオーバー通路 78 の下流部分に燃料インジェクター 90 が配置されている。分割サイクルエンジン 50 は、図 1 に図解かつ説明されたような先行技術の分割サイクルエンジン 8 に機能的及び構造的にも類似している。

【0038】

エンジン 50 は図に示されるように、クランクシャフト軸線 54 の回りに時計回り方向に回転可能なクランクシャフト 52 を含んでいる。クランクシャフト 52 は、隣り合い、角度的に変位された主従のクランクスロー 56、58 を含み、そのそれぞれはコネクティングロッド 60、62 に連結されている。

【0039】

エンジン 50 は、隣接するシリンダーの対を規定するシリンダーブロック 64 をさらに含んでいる。詳しくは、エンジン 50 は、クランクシャフト 52 と反対側のシリンダーの上端部で、シリンダーヘッド 70 で閉じられている圧縮シリンダー 66 及び膨張シリンダー 68 を含んでいる。

【0040】

圧縮ピストン 72 は圧縮シリンダー 66 内に受け入れられ、ピストン 72 の上死点(TDC)及び下死点(BDC)位置の間での往復動のために、従のコネクティングロッド 62 に連結されている。膨張ピストン 74 は、膨張シリンダー 68 内に受け入れられ、同様な TDC/BDC の往復動のために、主のコネクティングロッド 60 に連結されている。

【0041】

シリンダーヘッド 70 は、シリンダー 66、68 への、からの、及び両者間のガスの流れのための構造を提供している。ガスの流れの順において、シリンダーヘッド 70 は、吸入空気が圧縮シリンダー 66 に引き込まれる吸気通路 76、圧縮シリンダー 66 から膨張シリンダー 68 へ圧縮された空気が移送される一対の接線型ヘリカルクロスオーバー(Xover)通路 78、及び膨張シリンダー 68 から費やされたガスが排出される排気通路 80 を含

10

20

30

40

50

んでいる。

【 0 0 4 2 】

圧縮シリンダー 66 へのガスの流れは、内方に開くポペット型吸気バルブ 82 によって制御される。ヘリカルクロスオーバー通路 78 の各々への、及びその各々からのガスの流れは、一対の外方に開くポペットバルブ、すなわち、ヘリカルクロスオーバー通路の入口端部におけるクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ 84、及びヘリカルクロスオーバー通路の出口端部におけるクロスオーバー膨張バルブ(XovrE) 86 によって制御され得る。クロスオーバーバルブ 84、86 の各対は、それらのそれぞれのクロスオーバー通路内でそれらの間に圧力チャンバー 87 を画成している。排気通路 80 の外への排気ガスの流れは、内方に開くポペット型排気バルブ 88 によって制御される。これらのバルブ 82、84、86、及び 88 は、機械的駆動カム、可変バルブ作動技術などのような適切な方法で作動され得る。

10

【 0 0 4 3 】

ヘリカルクロスオーバー通路 78 の各々は、そこに配置された少なくとも 1 つの高圧燃料インジェクター 90 を有している。燃料インジェクター 90 は、ヘリカルクロスオーバー通路 78 の圧力チャンバー 87 内の圧縮された空気充填物へ燃料を噴射すべく作動する。

【 0 0 4 4 】

エンジン 50 はまた、1 つ以上の点火栓 92 又は他の着火装置を含んでいる。点火栓 92 は膨張シリンダー 68 の端部の適当な位置に配置され、そこで膨張ストロークの間に混合された燃料及び空気充填物が着火されて燃焼する。

20

【 0 0 4 5 】

図 6 を参照するに、シリンダーヘッド 70 及び排気通路 80 及び双数の接線型ヘリカルクロスオーバー通路 78 の下流部分を含む通路の内部拡大図が示されている。燃料インジェクター 90 がクロスオーバー通路 78 の下流部分の各々に配置され、XovrEバルブ 86 が作動されるとき、空気流に燃料を噴射する。ここにより詳細に論じられるように、インジェクター 90 からの燃料噴霧(不図示)は、膨張シリンダー 68 内への燃料/空気の充填物の流れ及び分配を最適化するために目標付けられている。

【 0 0 4 6 】

前に論じたように、燃料/空気の充填物はクロスオーバー通路 78 から膨張シリンダー 68 へ流れねばならず、ここで、膨張ストロークの間に燃焼され、且つ最終的に燃焼の生成物が排気ストロークの間に排気通路 80 を介して排出される。燃焼の前に、燃料/空気の充填物は急激に混合され、かつ膨張シリンダー 68 内に十分に分散されねばならない。

30

【 0 0 4 7 】

両方のクロスオーバー通路 78 は、ポペット型クロスオーバー膨張バルブ 86 を覆って配置された時計回りのヘリカル端部区分 102 に一体に連結されている、概ね真直ぐな接線型ランナー区分 100 を備えて構成されている。

【 0 0 4 8 】

図 6 の実施形態では、時計回りのヘリカル端部区分 102 の各々は、外方に開くクロスオーバー膨張バルブ 86 の各々のバルブステムが延在している、渦巻き状のボア 108 に支持されたバルブステム 106 の回りで時計回り方向に渦巻いているファンネル 104 を含んでいる。渦巻き状のファンネル 104 は、入っている空気が膨張シリンダー 68 に入る前に、バルブステム 106 の回りを旋回するように強いる。バルブステムは、外方に開くバルブヘッド 109 を支持しており、これはバルブが着座されているときに、部分的に圧力チャンバー 87 の圧力によって閉保持されている。

40

【 0 0 4 9 】

ランナー区分 100 の各々は、膨張シリンダー 68 の周辺に接線方向である。すなわち、ランナー区分 100 の各々は、膨張シリンダー 68 の周辺のバルブステムに最も近い点を通して延びる接線に対して凡そ平行(すなわち、好ましくは、+/- 20 度、より好ましくは、+/- 10 度、及び最も好ましくは、+/- 5 度)である流れ経路内で、ファン

50

ネル 104 に空気流を向ける。バルブシステム 106 は、外方に開くバルブヘッド 109 を支持しており、これはバルブが着座されているときに、部分的に圧力チャンバー 87 の圧力によって閉保持されている。この両方のヘリカル端部区分 102 が同じ方向に渦巻いている双数の接線型ヘリカルクロスオーバー通路 78 の組合せは、分割サイクルエンジン 50 において、急速な空気 / 燃料の混合を大いに促進させるということが判明した。この実施形態は、両方のヘリカル端部区分 102 が時計回り方向に渦巻いているのを示したが、しかしながら、代替の実施形態において、両方のヘリカル端部区分 102 が反時計回り方向に渦巻いているのが好ましいかもしれない。

【0050】

図 7、8 及び 9 を参照するに、インジェクター 90 の斜視図が図 7 に示され、インジェクター 90 の関連するインジェクター先端 120 の拡大前面図が図 8 (図 7 の 8-8 線から見たとき) に示され、及び図 8 の 9-9 線に沿って採った断面である、先端 120 の拡大側面が図 9 に示されている。この例示的实施形態において、インジェクター先端 120 は、インジェクター先端中心 124 (図 8 に最もよく見られる) の周りに周方向に配置された、複数の 6 つのインジェクター噴霧孔 122 を有している。この実施形態においては、6 つのインジェクター孔が図解されているが、インジェクター先端 120 には合理的な数の孔が配置されてもよい(例えば、1 ないし 8 以上)。インジェクター噴霧孔 122 の各々は、直径及び / 又は長さにおいて変わってもよく、かつ孔 122 の各々がそれを通して延びる噴霧孔中心線 126 を有している(図 9 に最もよく見られる)。

【0051】

孔 122 の噴霧孔中心線 126 の各々は、エンジン 50 のジオメトリー内で、燃料を別の個々の目標又は複数の共通の目標に向わせるべく、実質的に独立して方向付けられ(狙われ)てもよいことに留意することが重要である。すなわち、燃料インジェクター 90 がエンジン 50 に取付けられたとき、各々の孔 122 の延長された中心線 126 がエンジン 50 のジオメトリー内で、孔 122 から放出する燃料が向けられるであろう特定の目標を概ね通過するように、孔 122 は向けられてもよい。孔 122 と同じだけの目標、又は全ての孔 122 が向けられる唯一でしかない目標、又はそれらの間の種々の孔の群が向けられる数の目標が存在し得る。図 10 を参照し、かつ図 8 及び 9 を再度参照するに、インジェクター 90 の噴霧孔 122 の各々は、燃料が噴霧孔 122 から離れて縦走(トラバース)するとき、燃料噴霧に作用する外力(例えば、強い空気流)が存しないことを条件に、概して円錐形の燃料噴霧パターン(又は、燃料噴霧)に扇形に広がるであろう燃料を放出する。円錐状噴霧パターンの数は、孔 122 が向けられている目標の数に等しい。この例示的实施形態では、2 つの目標(不図示)が存し、第 1 のグループの 3 つの孔は 2 つの目標の第 1 のものに向けられ、及び第 2 のグループの 3 つの孔は 2 つの目標の第 2 のものに向けられている。その結果、孔の 2 つのグループの各々からの噴霧は、2 つの区別できる概して円錐形の噴霧パターン 128 及び 130 を形成するように結合する。噴霧パターン 128、130 の各々は、それぞれ、各々の目標に向けられた噴霧パターン中心線 132、134 を有している。すなわち、中心線 132、134 は、概して、各々のインジェクター先端 120 のインジェクター先端中心 124 から目標に向けて、且つ、目標を通して延在している。さらに、噴霧孔 122 の中心からインジェクター先端中心 124 までの小さな距離を除けば、円錐状噴霧パターン 128、130 の各々の中心線 132、134 は、同じ目標に向けられた噴霧孔 122 の各々の中心線 126 の各々にほぼ整列されている。

【0052】

当業者は、複数の噴霧孔 122 (及びそれらの中心線 126) が狙いを向けられた目標は、共に近接していてもよいので、複数の孔 122 の各々からの燃料噴霧が、単一の区別できる概して円錐状噴霧パターンを形成すべく結合するであろうことを認識するであろう。ここでの目的のために、噴霧が単一の噴霧パターンを形成すべく結合するときは、孔 122 は同じ目標に狙いを向けられているとみなされる。

【0053】

図 11 を参照するに、シリンダーヘッド 70 及び通路の内部が示された図 6 に類似する

10

20

30

40

50

斜視図は、排気通路 80、及び双数の接線型ヘリカルクロスオーバー通路 78 の下流部分を含んでいる。燃料インジェクター 90 はクロスオーバー通路 78 の下流部分に配置されている。燃料インジェクター 90 は、クロスオーバー通路 78 のヘリカル端部区分 102 を横切る双数の燃料噴霧 128、130 を放出するように作動される。双数の燃料噴霧 128、130 は、XovrEバルブ 86 のバルブステム 106 を跨ぐように向けられている。該インジェクターは、典型的には、高圧(例えば、20 から 200 bar (= 10⁵ Pa)) のガソリン用に設計されている。このように、それらはクロスオーバーポート 78 の高圧及び高温環境下で作動するように設計されている。

【0054】

膨張シリンダー 68 への最適な燃料/空気の流れ及び分配のために、インジェクターからの燃料噴霧を目標付けるときには、幾つかのファクターが考慮されねばならない。概して、燃料噴霧 128、130 は、冷たい表面にはわずかに衝突するように目標付けられ、及び最大の空気流の領域にできるだけ多く向けられるべきである。エンジン 50 の場合には、避けるべき相対的に冷たい表面は、クロスオーバー通路 78 (ヘリカル端部区分 102 を含む)の壁部、及びXovrEバルブ 86 のバルブステム 106 である。XovrEバルブのヘッド 109 は、相対的に熱い表面を有している。しかしながら、XovrEバルブのヘッド 109 が着座されたときには、それらは、概して、ヘリカル区分 102 内で渦巻いている空気の主な流れ経路から離れて位置されるので、回避されるべきである。したがって、燃料噴霧 128、130 は、バルブヘッド 109 の着座位置の上方で、及びヘリカル端部区分 102 の壁とバルブステム 106 との間に位置された目標に向けられている。

【0055】

加えて、燃料液滴の大きさは燃料/空気の流れを最適化する際の、他の重要なファクターである。概して、大きな燃料液滴は、より大きな運動量を有するが、小さな燃料液滴よりも、よりゆっくりと蒸発する。燃料液滴が過剰に大きいと、それらは主な空気流経路内に達するが、十分に迅速には蒸発せず、ヘリカル端部区分 102 の冷たい壁に衝突する。そこでは、それらは液体燃料として集塊し、適切に燃焼しない。燃料液滴が過剰に小さいと、それらは迅速に蒸発するが、主な空気流経路内に達して、膨張シリンダー 68 に入るのに十分な運動量を有していない。また、概して、所与の燃料充填量(質量)のための、噴霧パターンの数が多くなればなるほど、噴霧孔 122 の直径は小さく、及び液滴の大きさも小さくなる。

【0056】

分割サイクルエンジン 50 の例示的实施形態において、液滴大きさを最適化することに関して、2つの区別できる目標を有する双数の燃料噴霧パターン 128、130 は最もよく機能した。すなわち、単一の噴霧パターンは過剰に大きく、ヘリカル端部区分 102 の冷表面に過剰に衝突する液滴を生成するであろう。代わりに、3つ以上の噴霧パターンは、過剰に小さく、ヘリカル端部区分 102 を横切って達し、及び膨張シリンダー 68 に入る主な空気流経路と混合するに十分な運動量を有していないであろう。

【0057】

図 12 及び 13 を参照するに、三次元デカルト座標系(X, Y 及び Z 座標を有している)がエンジン 50 に、より詳しくは、膨張シリンダー 68 に重ね合わされている。図 12 は、座標系の Y - X 平面(すなわち、ここでは Z = 0)を図解している。図 13 は図 12 の線 13-13 に沿って採った断面図であり、及び図 13 は、座標系の Y - Z 平面(すなわち、ここでは X = 0)を図解している。この Y - Z 平面は、膨張シリンダー 68 の中心線 138 のみならず排気バルブ 88 の中心線 139 をも通り抜けている。座標系の原点 136 (すなわち、X, Y 及び Z 座標が 0 に等しい点)は、膨張シリンダー 68 の中心線 138 (図 13 に最もよく見られる)とシリンダーヘッド 70 (同じく、図 13 に最もよく見られる)の底表面 140 (一般に、火炎デッキ又は炎面として知られている)との交差点に位置されている。

【0058】

図 12 を参照するに、インジェクター 90 から放出される噴霧パターン 128 及び 13

0のそれぞれの中心線132及び134は、XovrEバルブシステム106とヘリカル端部区分102の壁部との間に位置された目標に向けられていることが分かる。これは、ヘリカル端部区分102の壁部及びXovrEバルブ86のバルブシステム106は相対的に冷表面を有し、インジェクター90から放出された燃料の蒸発の速さを阻害するからである。また、噴霧パターン128及び130のそれぞれの中心線132及び134がXovrEバルブシステム106及びヘリカル端部区分102の壁部の間に狙いを向けられているなら、関連する噴霧パターン128及び130の各々を形成するために結合する噴霧孔122の中心線126もまたそうであることに留意されたい。

【0059】

図12の線14-14に沿って採った断面図である図14を参照するに、簡明化の目的のために、インジェクター90から放出される2つ噴霧パターン128及び130のうちの、単一の噴霧パターン130のみが示されている。前に論じたように、噴霧パターン130はインジェクター先端120の中心124から始まり、エンジン50のジオメトリー内に位置された目標に狙いを向けられた(すなわち、通過する)関連する中心線134を有している。また、前に論じたように、噴霧パターン128及び130を形成するために結合する噴霧孔122の中心線126は同じ目標に狙いを向けられていることに留意されたい。

【0060】

この実施形態においては、2つの代替的な形式の目標が用いられている。第1の目標の形式はここで、外側直径(OD)目標142と称され、及び第2の目標の形式はここで火炎デッキ目標144と称される。OD目標142及び火炎デッキ目標144の両者は、延長された中心線134が通過するであろう点に位置されている。

【0061】

両目標142、144は、バルブヘッド109がその着座位置にあるときの、XovrEバルブヘッド109の上方の中心線134を狙う。すなわち、両目標142、144は、ヘッド109の最大の外側直径が当該狙われた中心線134に交差する前に、バルブ86が所定の目標リフト距離146だけその着座位置の上方に上昇されるべきことを要求している。XovrEバルブのヘッド109の着座位置の上方に噴霧中心線134を狙う目標を選択する主な理由の1つは、空気/燃料の混合及び分配を促進するために、最大空気流に近い領域内に噴霧パターン130を噴射するためである。

【0062】

OD目標142の場合、当該目標142の位置は、XovrEバルブ86がその目標リフト距離146に到達したときの、XovrEバルブヘッド109の最大の外側直径と狙われた中心線134との間で、ほぼ実際に交差する点である。火炎デッキ目標144の場合には、当該目標144の位置は、OD目標142に交差した後に狙われた中心線134が通過するであろうシリンダーヘッド70の実質的に火炎デッキ140上の点である。

【0063】

目標リフト距離146は、好ましくは、XovrEバルブ86の最大リフトのあるパーセンテージの範囲内に位置される。目標リフト距離146は、XovrEバルブ86の最大リフトの10から60パーセントの範囲内であることが好ましい。目標リフト距離146は、XovrEバルブ86の最大リフトの15から40パーセントの範囲内であることがより好ましい。目標リフト距離146は、XovrEバルブ86の最大リフトの20から30パーセントの範囲内であることが最も好ましい。

【0064】

例として、XovrEバルブ86の最大リフト(すなわち、XovrEバルブ86がその着座位置から最も遠くに離れた点)は3.0及び3.6ミリメートル(mm)の間であり、及び目標リフト距離146が0.9mmに設定されているとすれば、リフト距離146はXovrEバルブ86の最大リフトの25から30パーセントの望ましい範囲内に設定されている。これは、噴霧パターン130を、バルブ86が開いたときにクロスオーバー通路78の下流部分に生ずる強い空気流によって吹き寄せられる良好な位置に置くであろう。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

図 1 5 を参照するに、噴霧目標位置プロットの例示の実施形態が提示され、エンジン 5 0 のジオメトリー内の OD 目標 1 4 2、1 4 8、1 5 0 及び 1 5 2 の各々と、火炎デッキ目標 1 4 4、1 5 4、1 5 6 及び 1 5 8 の各々のデカルト座標 (X、Y、Z) を示している。加えて、インジェクター噴霧の原点 (すなわち、インジェクター先端中心 1 2 4) についての座標もまた示されている。この例示の実施形態については、目標リフト距離 1 4 6 が外方へ開くバルブ 8 6 の着座面の上方 0.9 mm に設定されている。

【 0 0 6 6 】

目標位置に加えて、XovrEバルブ 8 6 のヘッド 1 0 9 の最大の外側直径 (OD) 及びステム 1 0 6 が、膨張シリンダー 6 8 に関するそれらの位置に対して示されている。加えて、噴霧パターン 1 2 8 及び 1 3 0 のそれぞれの中心線 1 3 2 及び 1 3 4 が示され、インジェクター先端中心 1 2 4 (すなわち、インジェクター噴霧原点) から延び、かつそれらの関連する OD 目標 1 4 2、1 4 8、1 5 0 及び 1 5 2 と火炎デッキ目標 1 4 4、1 5 4、1 5 6 及び 1 5 8 を通過している。

10

【 0 0 6 7 】

この座標系では、Z = 0 の平面が火炎デッキ (すなわち、火炎面) 1 4 0 (図 1 3 に最もよく見られる) の位置である。したがって、火炎デッキ目標 1 4 4、1 5 4、1 5 6 及び 1 5 8 は全てゼロの Z 座標を有している。

【 0 0 6 8 】

また、この実施形態については、XovrEバルブ 8 6 が着座されたとき、ヘッド 1 0 9 の最大の OD は火炎デッキ 1 4 0 の 2.6 mm 上方に位置される。そのようなものとして、ヘッド 1 0 9 の最大の OD が 0.9 mm の目標リフト距離だけ持ち上げられたとき、最大の OD は火炎デッキ 1 4 0 より 3.5 mm 上方に位置される。かくて、OD 目標 1 4 2、1 4 8、1 5 0、及び 1 5 2 は全て 3.5 mm の Z 座標を有している。

20

【 0 0 6 9 】

OD 目標 1 4 8 はその関連するヘッド 1 0 9 の周辺上に、直接には位置していないことに留意されたい。これは、この特有なヘッドを囲んでいるヘリカル端部区分 1 0 2 内の幾何学的な障害物の故である。したがって、中心線 1 3 2 はヘリカル端部区分 1 0 2 のより冷たい壁表面から離れ、かつより熱いステム 1 0 6 により近づいて向きを変えねばならなかった。技術的には、これは、投射された中心線 1 3 2 がヘッド 1 0 9 の最大の OD と所望の 0.9 mm の目標リフト距離よりも僅かに小さい点において交差することを意味する。しかしながら、目標リフト距離 1 4 6 における犠牲は小さく、バルブ 8 6 の最大リフトの 1 0 から 6 0 パーセントの間という好ましい良好な範囲内にある。

30

【 0 0 7 0 】

図 1 6 ないし 2 1 を参照するに、クランク角回転の角度ごとの燃料配送事象が詳しく示されている。各々の図の右上における数字は、膨張ピストン 7 4 の上死点後 (A T D C e) における膨張ピストン 7 4 のクランク角回転の角度である。

【 0 0 7 1 】

インジェクター 9 0 はヘリカル端部区分 1 0 2 の外側に取付けられているが、しかし、噴霧がヘリカル端部区分 1 0 2 を横切り、かつ回る空気流によって、ヘリカル端部区分 1 0 2 の内側に向かって運ばれるように、目標付けられている。そのようにして、空気-燃料混合気は多くが XovrEバルブ 8 6 の開口を通り膨張シリンダー 6 8 の中心に向かって抜け出て、そしてシリンダー 6 8 を横切って運ばれる。

40

【 0 0 7 2 】

図 1 6 を参照するに、- 1 4.5 度 A T D C e においては、噴射事象はまだ開始されていない。加えて、XovrEバルブ 8 6 は未だに着座位置にある。

【 0 0 7 3 】

図 1 7 を参照するに、- 1 0.5 度 A T D C e において、噴射事象は、燃料噴霧 1 2 8、1 3 0 が、バルブ 8 6 が開く前にヘリカル端部区分 1 0 2 を横切って移動するための時間が存するように、XovrEバルブ 8 6 が開く前に開始する。噴射事象は、典型的には、XovrE

50

バルブ 86 が開く前に開始する(すなわち、燃料噴射のクロスオーバー通路 78 への開始)けれども、XovrEバルブ 86 が開くのを開始した後に、噴射事象が始まってよいという運転条件もある。

【0074】

図 18 を参照するに、-6.5 度 ATDCe において、XovrEバルブ 86 は十分にリフトし、その結果、実質的量の空気の流れが確立され、そして噴霧 128 及び 130 の軌跡に影響し始める。2つの噴霧 128 及び 130 は、まだバルブステム 106 を実質的に跨いでいる。

【0075】

図 19 を参照するに、-2.5 度 ATDCe において、2つの噴霧 128 及び 130 は、ヘリカル端部区分 102 をほぼ完全に横切って到達し、かつまだステム 106 を跨いでいる。しかしながら、それらがヘリカル端部区分 102 の周りに渦巻いている空気流内に吹き寄せられているとき、噴霧 128 及び 130 の軌跡にかすかな量のゆがみが存している。

10

【0076】

図 20 を参照するに、+1.5 度 ATDCe において、左側のインジェクターの噴霧パターン 128 は、空気流によってその関連するバルブステム 106 に丁度交差する点にまで引かれている。右側のインジェクターの噴霧パターン 128 は、その関連するステム 106 を完全に横切って引かれ、その関連する噴霧パターン 130 と合併し始めている。

【0077】

図 21 を参照するに、+5.5 度 ATDCe において、両方のインジェクター 90 からの噴霧 128 及び 130 は渦巻いている空気流によってヘリカル端部区分 102 の遠端縁に引かれ、共に併合している。結合した燃料噴霧 128 及び 130 は、XovrEバルブ 86 の開口を通過して膨張シリンダー 68 の中心に向かって抜け出し、かつシリンダー 68 を横切って運ばれている。

20

【0078】

噴射事象は、残りの空気流がXovrEバルブ 86 を通して噴射された燃料の大部分を運びきるように、XovrEバルブ 86 が閉じる前に終了する。典型的には、噴射事象の継続時間は、45 度以下のクランク角、好ましくは 40 度以下のクランク角、及びより好ましくは 35 度以下のクランク角である。これはまた、燃料がクロスオーバー通路 78 内で部分的に燃焼する可能性を最小にするのを助ける。

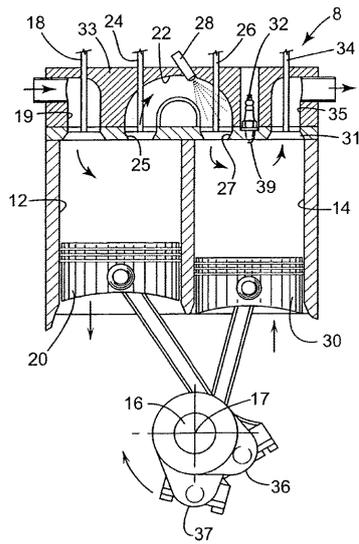
30

【0079】

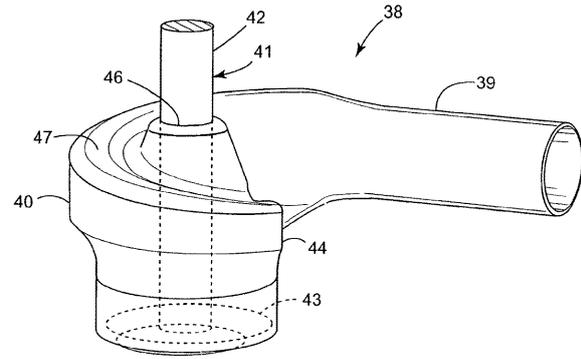
本発明が特定の実施形態を参照することにより説明されたが、多数の変更が説明された本発明のコンセプトの趣旨及び範囲内でなされ得ることが理解されるべきである。したがって、本発明は説明された実施形態に限定されず、続く特許請求の範囲の文言によって定義される十分な範囲を有することが意図されている。

【図1】

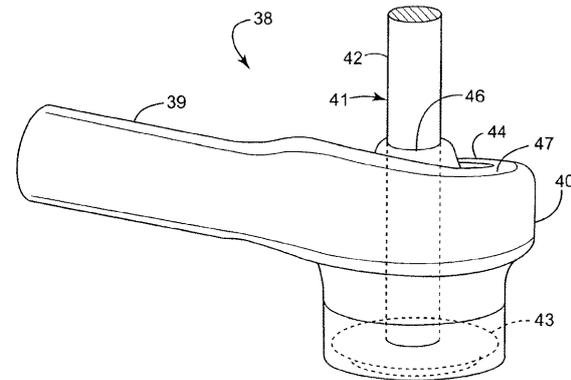
先行技術



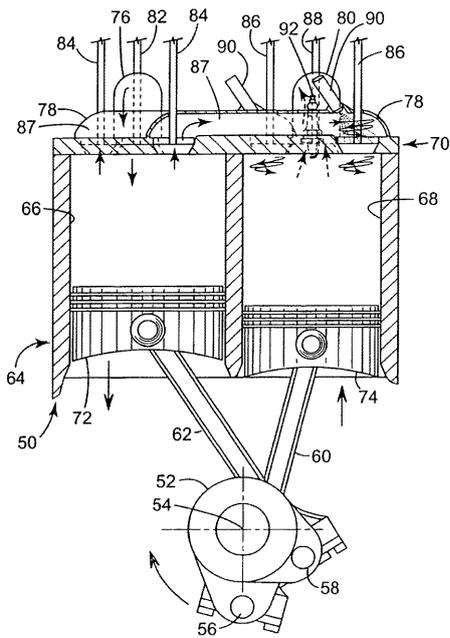
【図2】



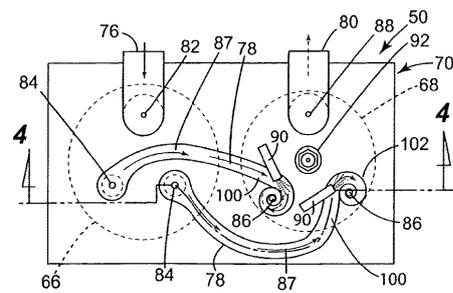
【図3】



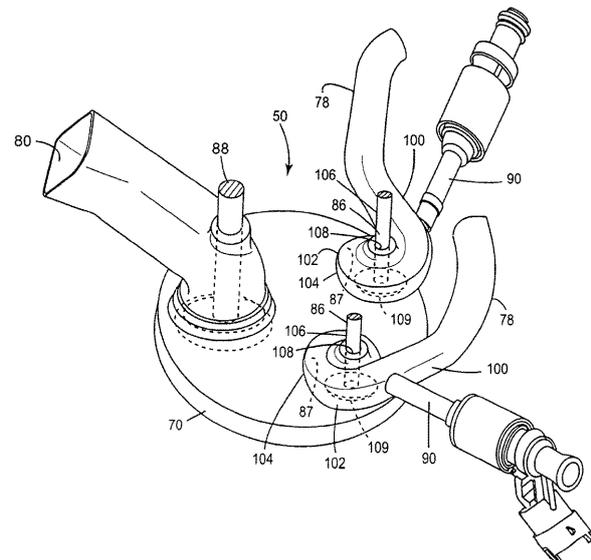
【図4】



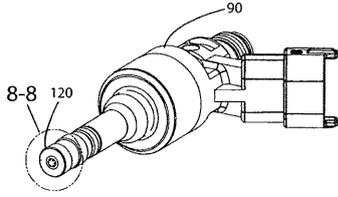
【図5】



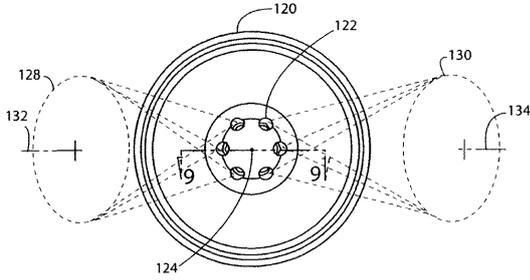
【図6】



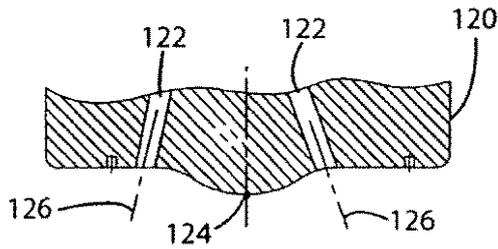
【 図 7 】



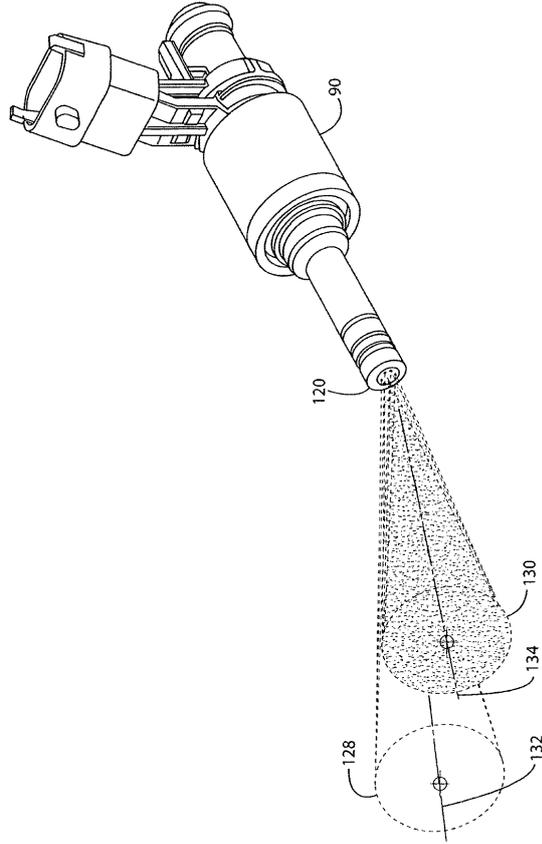
【 図 8 】



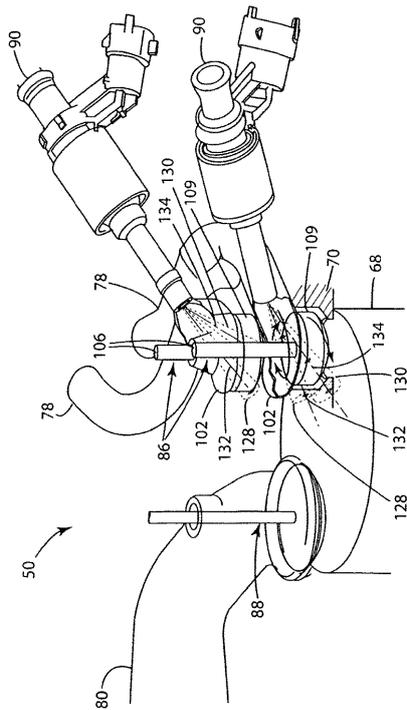
【 図 9 】



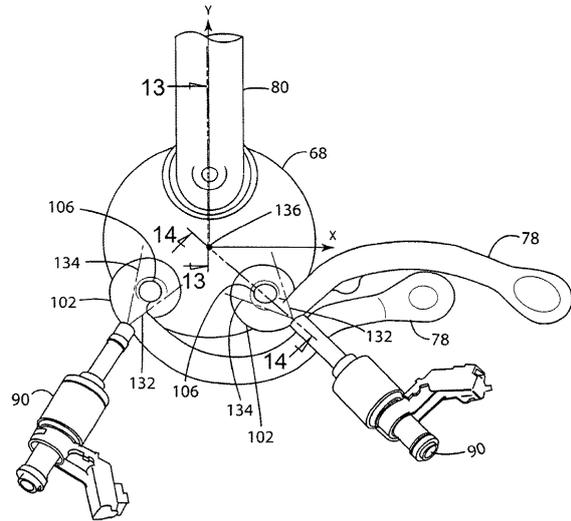
【 図 10 】



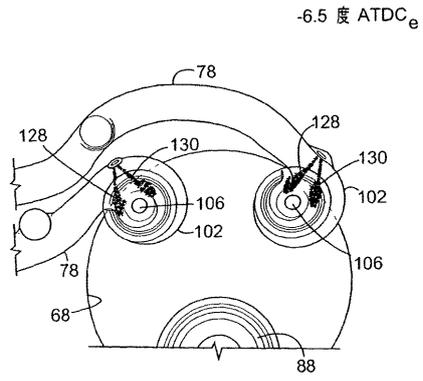
【 図 11 】



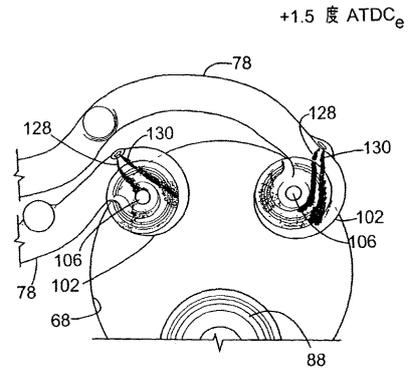
【 図 12 】



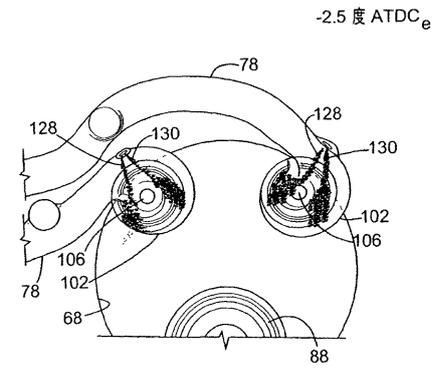
【 図 1 8 】



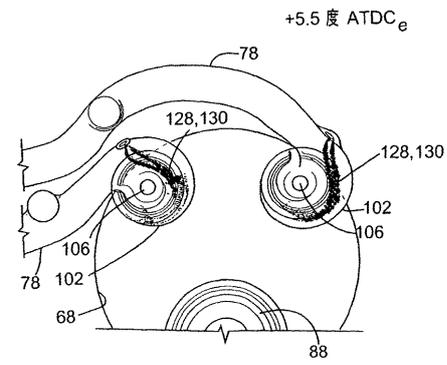
【 図 2 0 】



【 図 1 9 】



【 図 2 1 】



フロントページの続き

合議体

審判長 中村 達之

審判官 加藤 友也

審判官 中川 隆司

(56)参考文献 国際公開第2009/20491(WO, A1)

特開2005-307904(JP, A)

特開平6-257432(JP, A)

実公平4-55258(JP, Y2)

特開平6-249108(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B75/00-75/32