

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5068885号
(P5068885)

(45) 発行日 平成24年11月7日(2012.11.7)

(24) 登録日 平成24年8月24日(2012.8.24)

(51) Int.Cl.	F I
F O 2 B 75/02 (2006.01)	F O 2 B 75/02 Z
F O 2 B 75/18 (2006.01)	F O 2 B 75/18 C
F O 2 B 33/22 (2006.01)	F O 2 B 75/18 P
	F O 2 B 33/22

請求項の数 39 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-521390 (P2011-521390)	(73) 特許権者	504023903
(86) (22) 出願日	平成22年3月31日 (2010. 3. 31)		スクデリ グループ リミテッド ライア
(65) 公表番号	特表2011-529158 (P2011-529158A)		ビリティ カンパニー
(43) 公表日	平成23年12月1日 (2011. 12. 1)		アメリカ合衆国 01089 マサチュー
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/029304		セッツ州 ウェスト スプリングフィール
(87) 国際公開番号	W02010/120499		ド エルム ストリート 1111 スイ
(87) 国際公開日	平成22年10月21日 (2010. 10. 21)		ート 33
審査請求日	平成23年1月26日 (2011. 1. 26)	(74) 代理人	110001243
(31) 優先権主張番号	61/170, 452		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(32) 優先日	平成21年4月17日 (2009. 4. 17)	(72) 発明者	ステファン スクデリ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 01085 マサチュー
			セッツ州 ウェストフィールド シェイカ
			ー ロード 1023
		審査官	稲葉 大紀
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分割サイクルエンジンの部分負荷制御装置

(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作用できるように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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を備え、

圧縮シリンダーは、空気充填物を吸気し、かつ前記充填物をクランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つに圧縮導入するように部分負荷時に作用可能であり、及び

当該部分負荷時においては、クロスオーバー通路の利用される容積がクロスオーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用されることを特徴とするエンジン。

【請求項 2】

10

20

膨張シリンダーは、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つから流体を受け入れるように部分負荷時に作用可能であ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】

少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターをさらに備え、

クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えるべく部分負荷時に作用可能なことを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

10

【請求項4】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項1に記載のエンジン。

【請求項5】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成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6】

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作用できるようにクランクシャフトに作用的に連結された圧縮ピストン、

20

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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を備え、

膨張シリンダーは、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つから流体を受け入れるように部分負荷時に作用可能であり、及び

30

当該部分負荷時において、クロスオーバー通路の利用される容積がクロスオーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用されることを特徴とするエンジン。

【請求項7】

圧縮シリンダーは、空気充填物を吸気し、かつ前記充填物をクランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つに圧縮導入するように部分負荷時に作用可能であることを特徴とする請求項6に記載のエンジン。

40

【請求項8】

少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターをさらに備え、

クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えるべく部分負荷時に作用可能なことを特徴とする請求項6に記載のエンジン。

【請求項9】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路の第2のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項6に

50

記載のエンジン。

【請求項 10】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載のエンジン。

【請求項 11】

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作用できるように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作用できるようにクランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、

圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結する少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、及び

少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターを備え、

クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えるべく部分負荷時に作用可能であり、及び

当該部分負荷時において、クロスオーバー通路の利用される容積がクロスオーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用されることを特徴とするエンジン。

【請求項 12】

圧縮シリンダーは、空気充填物を吸気し、かつ前記充填物をクランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つに圧縮導入するように部分負荷時に作用可能であることを特徴とする請求項 11 に記載のエンジン。

【請求項 13】

膨張シリンダーは、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つから流体を受け入れるように部分負荷時に作用可能であることを特徴とする請求項 11 に記載のエンジン。

【請求項 14】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項 11 に記載のエンジン。

【請求項 15】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項 11 に記載のエンジン。

【請求項 16】

エンジンを部分負荷で制御する方法であって、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作用できるように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作用できるようにクラン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

10

20

30

40

50

ー及び膨張シリンダーを相互に連結する少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を含み、部分負荷時において、クロスオーバー通路の利用される容積がクロスオーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用され、

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることを備えることを特徴とする方法。

【請求項17】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項18】

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー膨張(XovrE)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることをさらに備えることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項19】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項18に記載の方法。

【請求項20】

当該エンジンは、少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターをさらに備え、

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー通路の全てより少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えることをさらに備えることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項21】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、燃料を加えるのにいずれの燃料インジェクターを用いるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項22】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項23】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項24】

エンジンを部分負荷で制御する方法であって、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作用できるように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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を含み、部分負荷時において、クロスオーバー通路の利用される容積がクロス

10

20

30

40

50

オーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用され、該方法は、

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー膨張(XovrE)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることを備えることを特徴とする方法。

【請求項25】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項26】

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることをさらに備えることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項27】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項28】

当該エンジンは、少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターをさらに備え、

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー通路の全てより少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えることをさらに備えることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項29】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、燃料を加えるのにいずれの燃料インジェクターを用いるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項28に記載の方法。

【請求項30】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項24に記載

【請求項31】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項32】

エンジンを部分負荷で制御する方法であって、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作用できるように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作用できるようにクランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結する少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、及び少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターを備え、部分負荷時において、クロスオーバー通路の利用される容積がクロスオーバー通路の全容積よりも少なくなるように、全数より少ないクロスオーバー通路が利用され、該方法は、

10

20

30

40

50

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー通路の全てより少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えることを備えることを特徴とする方法。

【請求項33】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、燃料を加えるのにいずれの燃料インジェクターを用いるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項34】

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることをさらに備えることを特徴とする請求項32に記載の方法。

10

【請求項35】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】

クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー膨張(XovrE)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることをさらに備えることを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項37】

エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを作動させるかを決定することをさらに備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

20

【請求項38】

少なくとも2つのクロスオーバー通路の1つの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路のもう1つの容積の40から60%の間であることを特徴とする請求項32に記載の方法。

【請求項39】

圧縮シリンダー内の充填物の圧力は、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていることを特徴とする請求項32に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、部分負荷状態で作動している分割サイクルエンジンの効率を制御かつ最大にすることに関する。

【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又はディーゼルサイクルの全ての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。

40

【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。

【0004】

分割サイクルエンジンは、一般に、

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、

50

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作用できるように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作用できるようにクラン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。

10

【0005】

分割サイクルエンジンは、従来のエンジンの隣接する2つのシリンダーを1つの圧縮シリンダー及び1つの膨張シリンダーの組み合わせに置き換えている。オットー又はディーゼルサイクルの4つのストロークは、圧縮シリンダーが吸気及び圧縮ストロークをもたらし、かつ、膨張シリンダーが膨張及び排気ストロークをもたらすように、2つシリンダーによって「分割」されている。したがって、オットー又はディーゼルサイクルは、クランクシャフトの1回転(360度CA)で1度、これらの2つのシリンダーによって完了される。

【0006】

2003年4月8日にCarmelo 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。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【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 分割サイクルエンジンは、典型的に、オットー又はディーゼルサイクルの全4つのストローク中にクロスオーバー通路内で高い最小圧力(典型的には、20bar (= 105Pa)以上)に圧力を維持することに依存している。クロスオーバー通路内で最大の圧力レベルに維持することは、一般に、最高の効率レベルに帰することになる。

30

【0008】

また、火花点火(すなわち、オットー)分割サイクルエンジンは、膨張シリンダー内に火花点火の前に妥当な空気及び燃料の混合気を維持するのが好ましい。化学量論の空気/燃料混合気(燃料に対して凡そ14.7倍の空気質量)が理想てきである。リッチ混合気(燃料に対して凡そ14.7倍の空気質量より少ない)は、過剰の燃料を残し、効率を低下させる。リーン混合気(燃料に対して凡そ14.7倍の空気質量より多い)は、触媒コンバーター(不図示)が処理するのに多くの窒素酸化物(NOx)を発生し、受け入れられないレベルのNOx
エミッションを生じさせる。

40

【0009】

先行技術の分割サイクルエンジンでは、1つ以上のクロスオーバー通路の各々のXovrCバルブ、XovrEバルブ、及び燃料インジェクターが同調して作動する。換言すると、複数のクロスオーバー通路が存すれば、XovrCバルブは凡そ同時期に開閉し、XovrEバルブは凡そ同時期に開閉し、及び燃料インジェクターは、そのそれぞれのクロスオーバー通路に凡そ同じ量の燃料を凡そ同時期に噴射する。

【0010】

火花点火(すなわち、オットー)分割サイクルエンジンは、圧縮シリンダーに入る空気質量を変えることにより負荷を制御することができる。これは、絞り弁が用いられてもよい

50

が、吸気バルブの可変バルブ作動を利用することによって行ってもよい。部分負荷状態では、圧縮シリンダーの吸気バルブは、圧縮ピストンがその下向きのストロークのとき(すなわち、圧縮ピストンがシリンダーヘッドから離れて動いているとき)、典型的には、閉じている。結果として、圧縮シリンダーは空気の全充填量を吸気しないことになる。換言すると、部分負荷状態の下では、圧縮ピストンがその下死点位置にあるとき、圧縮シリンダー内の圧力は、一般に、1気圧より低い。

【0011】

圧縮シリンダーに入る空気の質量を変えて負荷を制御することは、火花点火(すなわち、オットー)分割サイクルエンジンが維持する妥当な空気及び燃料の混合気を膨張シリンダー内に維持するのを可能にする。しかしながら、このような方法で負荷を制御するのは、悪影響を有する。先行技術の分割サイクルエンジンでは、圧縮シリンダー内で全充填量より少ない空気を圧縮することは1つ以上のクロスオーバー通路内の圧力を低下させることになる。というも、全負荷において移動/圧縮されるのと同じ量の空気質量は1つ以上のクロスオーバー通路に移動/圧縮されないからである。もちろん、これはクロスオーバー通路内で所望の最大圧力レベルを維持せず、かつ、分割サイクルエンジンの高い最小圧力要求(典型的には、20 bar (= 10⁵ Pa)以上)より低く圧力を下げることになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

したがって、分割サイクルエンジン1つ以上のクロスオーバー通路の高い最小圧力要求を部分負荷状態で満たすことが必要である。より詳しくは、部分負荷で作動している火花点火分割サイクルエンジンの1つ以上のクロスオーバー通路内の圧力を最大化する必要性が存する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、部分負荷で作動している分割サイクルエンジンについての上述のクロスオーバー通路の圧力問題への解決法を提供する。詳しくは、本発明は、概して、複数のクロスオーバー通路を設け、そして部分負荷時に、クロスオーバー通路の全てを必要とせず選ばれたクロスオーバー通路のみを利用することによって、これらの問題を解決する。

【0014】

これらの及び他の有利な点は、本発明の例示的な実施形態におけるエンジンを提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を備え、圧縮シリンダーは、空気充填物を吸気し、かつ前記充填物をクランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つに圧縮導入するように作用可能であることを特徴とする。

【0015】

これらの及び他の有利な点は、本発明のさらなる例示的な実施形態におけるエンジンを提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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

10

20

30

40

50

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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を備え、膨張シリンダーは、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つから流体を受け入れるように作用可能であることを特徴とする。

【0016】

これらの及び他の有利な点は、本発明のさらなる例示的な実施形態におけるエンジンを提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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作用できるようにクランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結する少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、及び少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターを備え、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えるべく作用可能なことを特徴とする。

【0017】

選択肢として、これらの3つの実施形態において、膨張シリンダーは、クランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つから流体を受け入れるように作用可能であってもよい。圧縮シリンダーは、空気充填物を吸気し、かつ該充填物をクランクシャフトの単一の回転の間に少なくとも2つのクロスオーバー通路の全てよりも少ないが少なくとも1つに圧縮導入するように作用可能であってもよい。少なくとも2つのクロスオーバー通路の第1のものの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路の第2のものの容積の40から60%の間であってもよい。該エンジンは、圧縮シリンダー内の充填物の圧力が、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていてもよい。

【0018】

これらの及び他の有利な点は、本発明のさらなる例示的な実施形態における部分負荷でエンジンを制御する方法を提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を含み、該方法は、クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブの全てよりも少ないが少なくとも1つを作動させることを備

10

20

30

40

50

えることを特徴とする。

【0019】

これらの及び他の有利な点は、本発明のさらなる例示的な実施形態における部分負荷でエンジンを制御する方法を提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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作用できるようにクラン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少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、を含み、該方法は、クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー膨張(XovrE)バルブの全てより少ないが少なくとも1つを作動させることを備えることを特徴とする。

10

【0020】

これらの及び他の有利な点は、本発明のさらなる例示的な実施形態における部分負荷でエンジンを制御する方法を提供することによって、達成され得、該エンジンは、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作用できるように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作用できるようにクランクシャフトに作用的に連結された膨張ピストン、圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結する少なくとも2つのクロスオーバー通路であって、該少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々が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)バルブを含んでいるクロスオーバー通路、及び少なくとも2つの燃料インジェクターであって、各々が少なくとも2つのクロスオーバー通路の各々に対応し、かつ対応するクロスオーバー通路の出口端部に燃料を加えるべく作用可能な燃料インジェクターを備え、該方法は、クランクシャフトの単一の回転の間にクロスオーバー通路の全てより少ないが少なくとも1つの出口端部に燃料を加えることを備えることを特徴とする。

20

30

【0021】

選択肢として、これらの3つの実施形態において、該方法は、エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、燃料を加えるのにいずれの燃料インジェクターを用いるかを決定するステップをさらに含んでもよい。該方法は、エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー膨張(XovrE)バルブを作動させるかを決定するステップをさらに含んでもよい。該方法は、エンジンの負荷及び速度の少なくとも1つに基づいて、いずれのクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブを作動させるかを決定するステップをさらに含んでもよい。該少なくとも2つのクロスオーバー通路の第1のものの容積は、少なくとも2つのクロスオーバー通路の第2のものの容積の40から60%の間であってもよい。該エンジンは、圧縮シリンダー内の充填物の圧力が、圧縮ピストンがその下死点位置にあるときに、1気圧より小さくなるように構成されていてもよい。

40

【0022】

本発明のこれらの及び他の特徴及び有利な点は、添付図面と共になされる以下の詳細な説明からさらに十分に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明による分割サイクルエンジンの断面図である。

50

【図2】図1の3-3線に沿って取った分割サイクルエンジンの上断面図である。
 【図3】図1の3-3線に沿って取った分割サイクルエンジンの上断面図である。
 【図4】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図5】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図6】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図7】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図8】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図9】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【図10】本発明による分割サイクルエンジンの第2の実施形態の上断面図である。
 【発明を実施するための形態】

10

【0024】

図1を参照するに、番号50は、概して、本発明による分割サイクルエンジンを指示している。分割サイクルエンジン50はクランクシャフト軸線54の回りを回転可能なクランクシャフト52を含んでいる。圧縮ピストン72は圧縮シリンダー66内に摺動可能に受け入れられ、及びクランクシャフトの単一の回転の間に、圧縮ピストンが吸気ストローク及び圧縮ストロークを通して往復作用可能なように、クランクシャフト52に作動可能に連結されている。膨張(動力)ピストン74は膨張シリンダー68内に摺動可能に受け入れられ、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作用可能なように、クランクシャフト52に作動可能に連結されている。少なくとも2つのクロスオーバー通路78が圧縮シリンダー66及び膨張シリンダー68を相互に接続している。クロスオーバー通路の各々は、間に圧力室81を画成するべく作用するクロスオーバー圧縮(XovrC)バルブ84及びクロスオーバー膨張(XovrE)バルブ86を含んでいる。

20

【0025】

吸気ストロークの間に、吸入空気が吸気通路76から内開きの(シリンダー内方に開く)ポペット型吸気バルブ82を介して圧縮シリンダー66内に吸込まれる。圧縮ストロークの間に、圧縮ピストン72は充填空気を加圧し、及び該充填空気を膨張シリンダー68のための吸気通路として働くクロスオーバー通路78を介して押し出す。

【0026】

分割サイクルエンジン50の圧縮シリンダーの容積測定の圧縮比が、ここでは、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の膨張シリンダーの容積測定の圧縮比は、ここでは、分割サイクルエンジンの「膨張比」と称される。圧縮シリンダー66での極めて高い圧縮比(例えば、40対1、80対1又はそれ以上)のせいで、1つ以上のクロスオーバー通路78の各々の入口において、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84が、圧縮シリンダー66から1つ以上のクロスオーバー通路78への流れを制御するのに用いられている。膨張シリンダー68での極めて高い膨張比(例えば、40対1、80対1又はそれ以上)のせいで、口において、外開きのポペット型クロスオーバー膨張(XovrE)バルブ86が、1つ以上のクロスオーバー通路78から膨張シリンダー68への流れを制御するのに用いられている。概して、XovrCバルブ84及びXovrEバルブ86の作動割合及び位相は、オットー又はディーゼルサイクルの4つのストロークの全ての間に、1つ以上のクロスオーバー通路78における圧力を高い最小圧力(典型的には、20bar (= 10⁵ Pa)以上)に維持するべくタイミング付けられ得る。

30

40

【0027】

1つ以上の燃料インジェクター90(1つがクロスオーバー通路78の各々のため)は、1つ以上のクロスオーバー通路78の出口端部において、膨張ピストン74がその上死点位置に到達する少し前に起こる、XovrEバルブ86の開きに合わせて、加圧された空気に対し燃料を噴射する。燃料-空気の充填物は膨張ピストン74がその上死点位置に到達した少し後に、膨張シリンダー68内に完全に入る。膨張ピストン74がその上死点位置から下降を開始するとき、かつ、XovrEバルブ86がまだ開いている間(典型的には、膨張ピ

50

ストン 7 4 の上死点の後、10 から 20 度 C A の間)に、点火栓 9 2 が燃焼を開始すべく点火される。XovrEバルブ 8 6 はその後、結果としての燃焼事象が 1 つ以上のクロスオーバー通路 7 8 に入り得る前に閉じられる。燃焼事象は、動力ストロークにおいて膨張ピストン 7 4 を下向きに押し下げる。排気ガスは、排気ストロークの間に、膨張シリンダー 6 8 から排気通路 8 0 に内開きのポペット型排気バルブ 8 8 を介して排出される。

【 0 0 2 8 】

分割サイクルエンジンのコンセプトによれば、圧縮及び膨張シリンダー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、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 6 6 及び膨張シリンダー 6 8 のためのクランクロー 5 6、5 8 は、それぞれ、異なる半径を有してもよく、及び膨張ピストン 7 4 の上死点(TDC)が圧縮ピストン 7 2 のTDCの前に起こる状態で、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及びより大きなトルクを潜在的に達成させることができる。

10

【 0 0 2 9 】

第 1 の例示的实施形態

さて、次に図 2 及び 3 を検討するに、本発明による第 1 の実施形態は、凡そ同じ容積の 2 つのクロスオーバー通路 7 8 を設けている。特定のエンジン速度でクランクシャフト 5 2 の単一の回転の間に処理すべく各クロスオーバー通路 7 8 が設計されている最大空気質量(すなわち、XovrC 8 4 を経て入り、又はXovrE 8 6 を経て出る)は、凡そ同じである。

20

【 0 0 3 0 】

全負荷では、両方のクロスオーバー通路 7 8 が用いられる。これは、クランクシャフトの単一の回転の間に、両方のクロスオーバー通路 7 8 に対応するXovrCバルブ 8 4 が作動され(すなわち、開かれ、及び閉じられ)、両方の燃料インジェクター 9 0 がそれらのそれぞれのクロスオーバー通路 7 8 の出口端部に燃料を噴射し、及び両方のクロスオーバー通路 7 8 に対応するXovrEバルブ 8 6 が開かれ、及び閉じられることを意味する。かかる両方のクロスオーバー通路 7 8 の利用は、両方の燃料インジェクター 9 0 がそれぞれのクロスオーバー通路 7 8 の出口端部に燃料を噴霧していることによって、図 3 に描写されている。

【 0 0 3 1 】

30

部分負荷では、エンジン 5 0 の電子制御ユニット(E C U)(不図示)が、利用すべきクロスオーバー通路 7 8 の少なくとも 1 つを選択する。例えば、1/2 負荷では、圧縮シリンダーがある空気質量を吸入する(すなわち、受け入れる)。1/2 負荷では、この空気質量が、クロスオーバー通路 7 8 のいずれか一方がクランクシャフト 5 2 の 1 回転の間に処理すべく設計されている最大の空気質量に凡そ匹敵し得る。

【 0 0 3 2 】

したがって、E C U は 2 つのクロスオーバー通路 7 8 の 1 つを用いるために選択する。クロスオーバー通路 7 8 の 1 つのみを用いることは、図 2 において、燃料インジェクター 9 0 の先端から外方にXovrEバルブ 8 6 に向けて扇形に広がる破線によって指示されているただ 1 つの燃料噴霧によって示されている。用いられていないクロスオーバー通路 7 8 (図 2 に、燃料噴霧を放出していないその対応する燃料インジェクター 9 0 により示されている)は、クロスオーバー通路のXovrCバルブ 8 4 及びXovrEバルブ 8 6 の両者を作動させないことによって、作動停止されている。この実施形態において、所与のクロスオーバー通路 7 8 が凡そ同じ大きさを有しているとした場合、上述の選択は、エンジン 5 0 の前のサイクルがエンジンにどのような影響を与えたかのような要因に基づいてもよい。例えば、エンジン 5 0 が、この実施形態の場合のように凡そ同じ大きさの 2 つクロスオーバー通路 7 8 のみを備えているなら、2 つのクロスオーバー通路の各々の利用を交互に行うのが有利であろう。というも、そのようにすると、膨張シリンダー 6 8 のシリンダー壁を濡らすのに有益であるからである。

40

【 0 0 3 3 】

50

第 2 の例示的实施形態

さて、図 4 ないし 10 に移るに、本発明による第 2 の実施形態は、それぞれ容積の異なる 3 つのクロスオーバー通路 94、96、98 を設けている。この図面に示された実施形態では、特定のエンジン速度でクランクシャフト 52 の単一の回転の間に処理する(すなわち、XovrC84 を経由して入り、及び / 又は XovrE86 を経由して出る)べく最大のクロスオーバー通路 94 が設計されている最大の空気質量は、凡そ変数 X の 4 倍(すなわち、4X)であってもよい。特定のエンジン速度でクランクシャフト 52 の単一の回転の間に処理する(すなわち、XovrC84 を経由して入り、及び / 又は XovrE86 を経由して出る)べく第 2 番目に小さい(又は第 2 番目に大きい)クロスオーバー通路 96 が設計されている最大の空気質量は、変数 X の凡そ 2 倍(すなわち、2X)であってもよい。特定のエンジン速度でクランクシャフト 52 の単一の回転の間に処理する(すなわち、XovrC84 を経由して入り、及び / 又は XovrE86 を経由して出る)べく最小のクロスオーバー通路 98 が設計されている最大の空気質量は、凡そ変数 X (すなわち、X)であってもよい。

10

【0034】

第 2 の実施形態において、クロスオーバー通路 94、96、及び 98 の容積は、クロスオーバー通路 94、96、及び 98 の異なる組合せを選択するとき、最大の質量の組み合わせの数を最大にするために、2 進法配列で設計されている。この第 2 の実施形態では、クロスオーバー通路 94、96、及び 98 の 7 つの独特な組み合わせがあり、それらの組み合わせは、下の表 1 に示されるように、クランクシャフト 52 の単一の回転の間にその組み合わせが処理できる独特な最大の空気質量を有している。

20

【0035】

【表 1】

	クロスオーバー通路 94	クロスオーバー通路 96	クロスオーバー通路 98	クランクシャフト一回転当り処理可能な最大質量
図 4	0	0	1	1 X
図 5	0	1	0	2 X
図 6	0	1	1	3 X
図 7	1	0	0	4 X
図 8	1	0	1	5 X
図 9	1	1	0	6 X
図 10	1	1	1	7 X

30

【0036】

0 = クロスオーバー通路が選択されていない。

1 = クロスオーバー通路が選択されている。

【0037】

図 4 ないし 10 は、表 1 の左手欄に指示されているように、クロスオーバー通路の各組み合わせを示している。例えば、図 4 においては、(クロスオーバー通路 98 の唯一の燃料噴霧で指示されるように)クロスオーバー通路 98 のみが用いられている。図 5 ないし 10 は、用いられ得る他の種々のクロスオーバー通路 94、96、及び 98 の(各々が図において燃料噴霧で指示されている)組合せを示している。

40

【0038】

第 1 及び第 2 の実施形態のためのクロスオーバー通路の選択

エンジン 50 の電子制御ユニット (ECU) は、第 1 の実施形態の複数のクロスオーバー通路 78 のいずれか、又は第 2 の実施形態の複数のクロスオーバー通路 94、96、98 のいずれを、クランクシャフト 52 の各回転毎に用いる(例えば、空気を圧縮する、燃料を噴射する、及び膨張シリンダー 68 を動力付ける)かを決定するために、エンジン負荷及びエンジン速度を用いている。理想的には、エンジン 10 が全負荷運転のときのクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 内の圧力に比べて、クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 内での圧力低下がないように、妥当なクロスオーバー通路 78、又

50

は 94、96、98 (クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 の必ずしも全てではない) が選択されるべきである。理想的な状況は常には可能ではなく、すなわち、実際的ではないが、しかし、本発明は、クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 内の圧力低下が最小化されるように、妥当なクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 (これは、クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 の全てより少なくともよい) を用いることを狙っている。

【0039】

クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 の各々は、特定のエンジン速度においてのクランクシャフト 52 の単一の回転の間に、その XovrC バルブ 84 を経由しての特定の最大空気質量を入力(すなわち、受け入れ)、かつ、その XovrE バルブ 86 を経由して特定の最大空気質量を出力するように設計されている。クロスオーバー通路の各々のためのこれらの 2 つの最大質量は、典型的には、第 1 の実施形態において同一の値である。換言すると、クロスオーバー通路 78 の各々は、特定のエンジン速度でのクランクシャフト 52 の単一の回転の間に、同じ空気質量を入力(すなわち、受け入れ)、かつ、出力するべく概して設計されている。第 2 の実施形態においては、クロスオーバー通路 94、96、98 の各々は、特定のエンジン速度でのクランクシャフト 52 の単一の回転の間に複数倍の空気質量 X を入力(すなわち、受け入れ)、かつ、出力するべく概して設計されている。

ECU は、エンジン 50 の全ての所与の吸気ストロークの間に圧縮シリンダー 66 が吸気する(すなわち受け入れる)空気質量を決定する。ECU は、その後、クランクシャフト 52 の単一の回転の間にクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 が処理できる最大の質量を、エンジンの速度及び負荷に基づいて決定する。全ての個々のクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 がクランクシャフトの単一の回転の間に処理できる最大の質量は、ECU に予めプログラムされているか、又は代替的に、ECU がエンジン 50 の運転中にこれらの値を計算してもよい。如何なる場合にも、ECU は、所与の吸気ストロークで圧縮シリンダー 66 が吸気する(すなわち受け入れる)空気質量とクランクシャフト 52 の単一の回転の間にクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 の種々の異なる組合せが処理できる最大の質量とを比較する。

【0040】

表 1 は、本発明の第 2 の実施形態によるクロスオーバー通路 94、96、98 の組合せの例示的リストと、最大の質量とを示している。ECU は、好ましくは、かかるリスト内で、エンジン 50 の吸気ストロークの間に圧縮シリンダー 66 が吸気(すなわち受け入れる)空気質量を超える最小の値を選択する。例えば、変数 X の 4.5 倍(すなわち、4.5 X)の空気質量について、ECU は、図 8 に示されるように、クロスオーバー通路 94 及び 98 を選択するであろう。何故なら、クロスオーバー通路 94 及び 98 は、同時に、クランクシャフト 52 の単一の回転の間に 5 X の最大質量を処理できるからである。5 X の最大質量は、4.5 X を超えるクロスオーバー通路 94、96、及び 98 の全ての組合せの最大の処理可能な空気質量の最小値である。

【0041】

分割サイクルエンジン 50 は、クロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 が選択されたエンジン 50 の吸気ストロークに直ぐ続くエンジン 50 の圧縮及び動力ストロークの間に、この選択されたクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 (例えば、上記実施例のクロスオーバー通路 94、98)のみを利用する。このことは、クランクシャフト 52 の引き続く回転の間に、圧縮ピストン 72 により圧縮される空気が選択されたクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 のみに圧縮導入されるように、選択されたクロスオーバー通路 78 に対応する XovrC バルブ 84 のみが作動される(例えば、開かれ、及び/又は閉じられる)ことを意味する。この選択されたクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 に配置された燃料インジェクター 90 のみが、クランクシャフト 52 の引き続く回転の間にこの選択されたクロスオーバー通路 78、又は 94、96、98 のみの出口端部に燃料を噴射するために用いられる。そして、選択されたクロスオーバー通路 7

8に対応するXovrEバルブ86のみが、選択されたクロスオーバー通路78、又は94、96、98のみから膨張シリンダー68内への空気/燃料の流れを許容するために、クランクシャフト52の引き続く回転の間に作動される(例えば、開かれ、及び/又は閉じられる)。選択されていないクロスオーバー通路は、選択されていないクロスオーバー通路に対応するXovrCバルブ及びXovrEバルブの両者を作動させないことにより不作動とされる。

【0042】

上述のシステムは、(1)クロスオーバー通路78、又は94、96、98内の圧力損失を最小化する、及び(2)クロスオーバー通路78、又は94、96、98内の圧力を最大化する分割サイクルエンジン50の引き続く圧縮及び動力ストロークにおいて利用するために、分割サイクルエンジン50の所与の吸気ストロークの間に圧縮シリンダー66によって受け入れられる空気質量をクロスオーバー通路78、又は94、96、98の組(Xの整数倍)に限定している。このことは、分割サイクルエンジンがそのクロスオーバー通路78、又は94、96、98内に高い最小圧力を維持しながら部分負荷状態で作動するのを可能にしている。

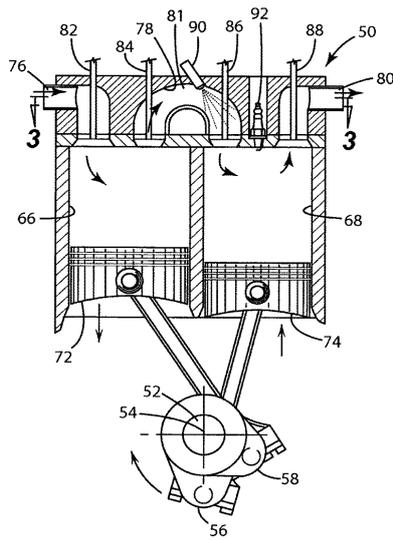
【0043】

本発明が特定の実施形態を参照することによって説明されたが、記述された発明概念の趣旨及び範囲内で種々の変形がなされ得ることは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、以下の請求項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。

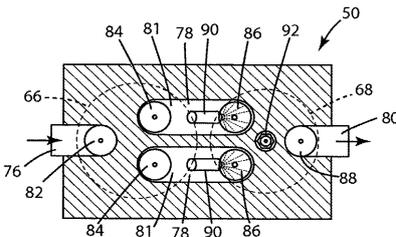
10

20

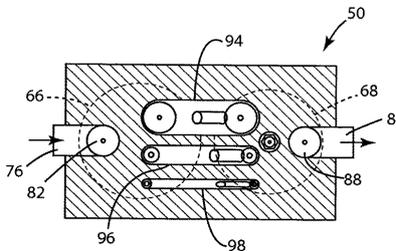
【図1】



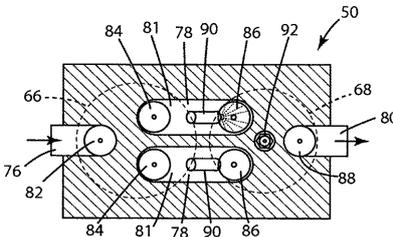
【図3】



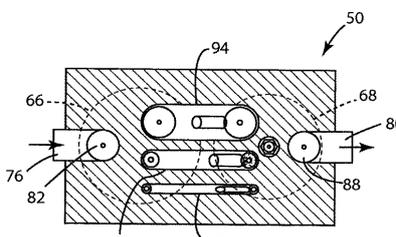
【図4】



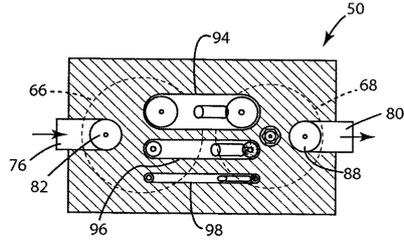
【図2】



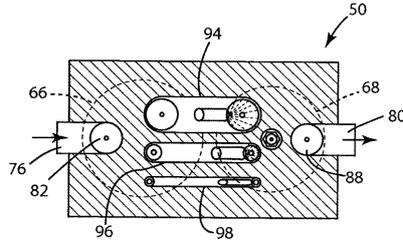
【図5】



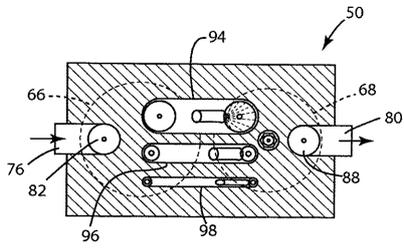
【図 6】



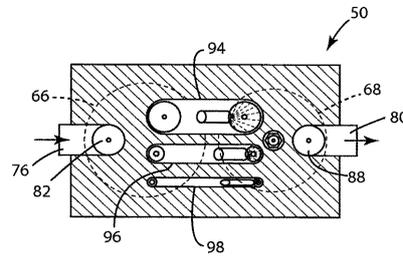
【図 9】



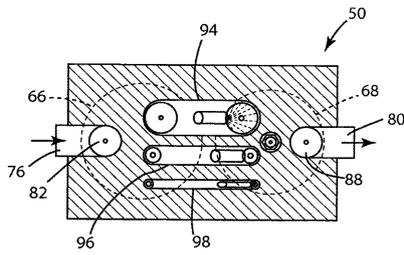
【図 7】



【図 10】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2009/020488(WO, A1)
国際公開第2007/081445(WO, A2)
特表平10-500751(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 75/18
F02B 33/22
F02B 3/00