

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5508528号
(P5508528)

(45) 発行日 平成26年6月4日(2014.6.4)

(24) 登録日 平成26年3月28日(2014.3.28)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2B 33/22 (2006.01)	F O 2 B 33/22 Z
FO2B 75/18 (2006.01)	F O 2 B 75/18 P
FO2B 29/02 (2006.01)	F O 2 B 29/02 E
	F O 2 B 75/18 C

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-520844 (P2012-520844)	(73) 特許権者	513077427
(86) (22) 出願日	平成23年3月14日 (2011. 3. 14)		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2012-533030 (P2012-533030A)		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24年12月20日 (2012. 12. 20)	(74) 代理人	110001243
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/028281		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(87) 国際公開番号	W02011/115870	(72) 発明者	リカルド メルドレン
(87) 国際公開日	平成23年9月22日 (2011. 9. 22)		イギリス ビーエヌ43 6アールビー
審査請求日	平成24年1月11日 (2012. 1. 11)		ウェスト サセックス ショアハムーパイ
(31) 優先権主張番号	61/363, 825		-シー ニュー ロード 55
(32) 優先日	平成22年7月13日 (2010. 7. 13)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/365, 343		
(32) 優先日	平成22年7月18日 (2010. 7. 18)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮機不活動化付き分割サイクル空気ハイブリッドエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフト、
当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された圧縮ピストン、

圧縮シリンダーへの空気の流れを選択的に制御する吸入バルブ、

当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された膨張ピストン、

圧縮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、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含むクロスオーバー通路、

当該クロスオーバー通路に作用可能に連結され、圧縮シリンダーからの圧縮空気を蓄え、及び圧縮空気を膨張シリンダーに配送すべく選択的に作動可能である空気貯留器、及び当該空気貯留器への、及びそれからの空気の流れを選択的に制御する空気貯留器バルブ、を備える分割サイクル空気ハイブリッドエンジンであって、

当該エンジンは、空気膨張機(AE)モードと空気膨張機及び点火燃焼(AEF)モードとの少なくとも1つで運転可能であり、当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、当該XovrCバルブは当該クランクシャフトの全回転中において閉じられて保たれ、及

び当該吸入バルブは当該クランクシャフトの前記全回転の少なくとも240CA度の間、開かれて保たれ、そして当該AE及びAEFモードの少なくとも1つにおいて、当該吸入バルブの閉じ位置と吸入バルブの開き位置とが、圧縮ピストンの上死点位置に関して対称でプラス又はマイナス10CA度内であることを特徴とする分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項2】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、当該吸入バルブが当該クランクシャフトの前記全回転の少なくとも240CA度の間、開かれて保たれることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項3】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、当該吸入バルブが当該クランクシャフトの前記全回転の少なくとも300CA度の間、開かれて保たれることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項4】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、吸入バルブの閉じる位置における残りの圧縮比が20対1以下であることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項5】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、吸入バルブの閉じる位置における残りの圧縮比が10対1以下であることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項6】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、当該吸入バルブの閉じる位置及び吸入バルブの開く位置は、圧縮ピストンの上死点位置に関して対称でプラス又はマイナス5CA度内であることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項7】

当該AE及びAEFモードでは、当該吸入バルブの閉じる位置及び吸入バルブの開く位置は、圧縮ピストンの上死点位置に関して対称でプラス又はマイナス2CA度内であることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項8】

空気膨張機(AE)モードで運転可能であり、当該AEモードでは、当該空気貯留器バルブが開かれ、そして当該空気貯留器からの圧縮空気が膨張ストロークの始まりにおいて膨張シリンダーに導入され、当該空気が膨張ピストンの同じ膨張ストロークで膨張され、クランクシャフトに動力を伝達し、そして当該空気は排気ストロークにおいて排出されることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項9】

空気膨張機及び点火燃焼(AEF)モードで運転可能であり、当該AEFモードでは、当該空気貯留器バルブが開かれ、そして当該空気貯留器からの圧縮空気が燃料と共に膨張ストロークの始まりにおいて膨張シリンダーに導入され、それが膨張ピストンの同じ膨張ストロークで着火され、燃焼され、かつ膨張され、クランクシャフトに動力を伝達し、そして燃焼生成物は排気ストロークにおいて排出されることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項10】

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、当該吸入バルブが、圧縮シリンダー内の圧力が吸入ポート内の圧力にほぼ等しい位置で開かれることを特徴とする請求項1に記載の分割サイクル空気ハイブリッドエンジン。

【請求項11】

クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフト、

当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往

10

20

30

40

50

復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された圧縮ピストン、

圧縮シリンダーへの空気の流れを選択的に制御する吸入バルブ、

当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された膨張ピストン、

圧縮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、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含むクロスオーバー通路、

当該クロスオーバー通路に作用可能に連結され、圧縮シリンダーからの圧縮空気を蓄え、及び圧縮空気を膨張シリンダーに配送すべく選択的に作動可能である空気貯留器、及び当該空気貯留器への、及びそれからの空気の流れを選択的に制御する空気貯留器バルブ、を備える分割サイクル空気ハイブリッドエンジンであって、

当該エンジンは、空気膨張機(AE)モードと空気膨張機及び点火燃焼(AEF)モードとの少なくとも1つで運転可能である分割サイクル空気ハイブリッドエンジンを作動させる方法であって、

当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、

クランクシャフトの全回転中においてXovrCバルブを閉じて保つステップ、

当該クランクシャフトの前記全回転の少なくとも240CA度の間、吸入バルブを開いて保つステップ、及び

当該吸入バルブの閉じ位置と吸入バルブの開き位置とを、圧縮ピストンの上死点位置に関して対称でプラス又はマイナス10CA度内に保つステップ、を含み、

それによって、吸入空気に圧縮ピストンによって遂行されるポンプ仕事を低減すべく、当該圧縮シリンダーが不活動にされることを特徴とする方法。

【請求項12】

当該エンジンは、AEモードとAEFモードとの少なくとも1つで運転可能であり、当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、さらに吸入バルブの閉じる位置及び吸入バルブの開く位置を圧縮ピストンの上死点位置に関して対称で、プラス又はマイナス5CA度内に保つステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項13】

当該エンジンは、AEモードとAEFモードとの少なくとも1つで運転可能であり、当該AE及びAEFモードの少なくとも1つでは、さらに吸入バルブの閉じる位置における残りの圧縮比が2.0対1以下となるように、当該吸入バルブを閉じるステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項14】

当該エンジンは、AEモードで運転可能であり、

当該AEモードでは、空気貯留器バルブを開くステップ、及び

膨張ストロークの始まりにおいて、空気貯留器からの圧縮空気を膨張シリンダーに導入し、膨張ピストンの同じ膨張ストロークで当該空気を膨張させ、クランクシャフトに動力を伝達し、及び当該空気を排気ストロークで排出させることによって、当該エンジンをAEモードで運転させるステップ、

をさらに含むことを特徴とする請求項11に記載の方法。

【請求項15】

当該エンジンは、AEFモードで運転可能であり、

当該AEFモードでは、空気貯留器バルブを開くステップ、及び

膨張ストロークの始まりにおいて、空気貯留器からの圧縮空気を燃料と共に膨張シリンダーに導入し、膨張ピストンの同じ膨張ストロークでそれは着火され、燃焼され、そして膨張されて、クランクシャフトに動力を伝達し、及び当該空気を排気ストロークで排出させることによって、当該エンジンをAEFモードで運転させるステップ、をさらに含むことを特徴とする請求項11に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

当該 A E 及び A E F モードの少なくとも 1 つでは、当該吸入バルブを、圧縮シリンダー内の圧力が吸入ポート内の圧力にほぼ等しい位置で、開くステップをさらに含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、分割サイクルエンジン、より詳しくは、空気ハイブリッドシステムを組み入れたかかるエンジンに関する。

【背景技術】

10

【0002】

明瞭化の目的のために、本出願に用いられている用語「従来のエンジン」は、周知のオットーサイクルの 4 つのストロークの全て(すなわち、吸入(又は入口)、圧縮、膨張(又は動力)及び排気のストローク)がエンジンの各ピストン/シリンダーの組合せ内に包含されている内燃機関を意味する。各ストロークはクランクシャフトの半回転(180 度クランク角(CA))を要し、そして、従来のエンジンの各シリンダー内で全体のオットーサイクルを完了するためには、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、明瞭化の目的のために、先行技術に開示されたエンジンに適用され得、かつ本出願で言及されるように、用語「分割サイクルエンジン」について、次の定義が提供される

20

【0004】

ここに言及される分割サイクルエンジンは、クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフト、当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された圧縮ピストン、当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された膨張(動力)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(ポート)であって、内部に配置された少なくともクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含み、より好ましくは、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含むクロスオーバー通路、を備えている。

30

【0005】

2003 年 4 月 8 日に Scuderia に許可された特許文献 1 (United States Patent No. 6,543,225) 及び 2005 年 10 月 11 日に Branyon et al に許可された特許文献 2 (United States Patent No. 6,952,923) の両者は、参照によってここに組み入れられるが、分割サイクル及び類似のタイプのエンジンの広範囲に亘る議論を包含している。加えて、これらの特許は、本開示がさらなる展開を詳述する、エンジンの先行バージョンの詳細を開示している。

40

【0006】

分割サイクル空気ハイブリッドエンジンは、分割サイクルエンジンと空気貯留器及び種々の制御装置を組み合わせている。この組合せは、分割サイクル空気ハイブリッドエンジンが圧縮空気の形で空気貯留器内にエネルギーを蓄えることを可能にしている。空気貯留器内の圧縮空気は、後で、クランクシャフトに動力を与えるべく膨張シリンダーで用いられる。

【0007】

ここに言及される分割サイクル空気ハイブリッドエンジンは、クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフト、

50

当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された圧縮ピストン、

当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結された膨張(動力)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クロスオーバー通路(ポート)であって、内部に配置された少なくともクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含み、より好ましくは、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含むクロスオーバー通路、及び

クロスオーバー通路に作用可能に連結され、圧縮シリンダーからの圧縮空気を蓄え、及び圧縮空気を膨張シリンダーに配送すべく選択的に作動可能である空気貯留器、を備えている。

【0008】

2008年4月8日に Scuderi その他に許可された特許文献3 (United States Patent No. 7,353,786) は、参照によってここに組み入れられるが、分割サイクル空気ハイブリッド及び類似のタイプのエンジンの広範囲に亘る議論を包含している。加えて、この特許は本開示がさらなる展開を詳述する先行するハイブリッドシステムの詳細を開示している。

【0009】

分割サイクル空気ハイブリッドエンジンは、通常の運転すなわち点火燃焼(NF)モード(一般に、エンジン点火燃焼(EF)モードとも呼ばれている)及び4つの基本的な空気ハイブリッドモードで走行され得る。EFモードでは、エンジンは空気貯留器の使用を伴わずに作動する非空気ハイブリッド分割サイクルエンジンとして機能する。EFモードでは、クロスオーバー通路を空気貯留器に作用可能に連結するタンクバルブが、基本の分割サイクルエンジンから空気貯留器を隔離すべく閉じられたままである。

【0010】

分割サイクル空気ハイブリッドエンジンは、その空気貯留器の使用と共に4つのハイブリッドモードで作動する。当該4つのハイブリッドモードは、

- 1) 燃焼を伴わずに空気貯留器からの圧縮空気エネルギーを用いる空気膨張機(AE)モード、
- 2) 燃焼を伴わずに空気貯留器に圧縮空気エネルギーを蓄える空気圧縮機(AC)モード、
- 3) 燃焼を伴って空気貯留器からの圧縮空気エネルギーを用いる空気膨張機及び点火燃焼(AEF)モード、及び
- 4) 燃焼を伴って空気貯留器に圧縮空気エネルギーを蓄える点火燃焼及び充填(FC)モードである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【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

【特許文献3】米国特許第7,353,786号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、これらのモード、EF、AE、AC、AEF、及びFCのさらなる最適化が、効率及びエミッションの低減を増進するために望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

10

20

30

40

50

本発明は、空気膨張機（A E）モード，及び空気膨張機及び点火燃焼（A E F）モードの使用が、改善された効率のために、如何なる駆動サイクルにおいても潜在的に全ての車両に対して最適化される分割サイクル空気ハイブリッドエンジンを提供する。

【0014】

より詳しくは、本発明に従う分割サイクル空気ハイブリッドエンジンの模範的实施形態は、クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフトを含む。圧縮ピストンは、当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結されている。吸入バルブが圧縮シリンダー内への空気の流れを選択的に制御する。膨張ピストンは、当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結されている。クロスオーバー通路が圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結している。当該クロスオーバー通路は、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含んでいる。空気貯留器が当該クロスオーバー通路に作用可能に連結され、圧縮シリンダーからの圧縮空気を蓄え、そして圧縮空気を膨張シリンダーに配送するために選択的に作動可能である。空気貯留器バルブが当該空気貯留器への及びそれからの空気流れを選択的に制御する。当該エンジンは、空気膨張機（A E）モード，及び空気膨張機及び点火燃焼（A E F）モードで運転可能である。当該A E及びA E Fモードでは、XovrCバルブがクランクシャフトの全回転中に閉じられて保たれ、そして吸入バルブは当該クランクシャフトの同じ回転の少なくとも240CA度の間、開かれて保たれる。

【0015】

分割サイクル空気ハイブリッドエンジンを運転する方法もまた、開示されている。分割サイクル空気ハイブリッドエンジンは、クランクシャフト軸回りに回転可能なクランクシャフトを含む。圧縮ピストンは、当該クランクシャフトの単一の回転中の吸入ストローク及び圧縮ストロークを通して往復するように圧縮シリンダー内に摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結されている。吸入バルブが圧縮シリンダー内への空気の流れを選択的に制御する。膨張ピストンは、当該クランクシャフトの単一の回転中の膨張ストローク及び排気ストロークを通して往復するように膨張シリンダーに摺動可能に収容されると共に、当該クランクシャフトに作用可能に連結されている。クロスオーバー通路が圧縮シリンダー及び膨張シリンダーを相互に連結している。当該クロスオーバー通路は、両者間に圧力室を画成するクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)及びクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)を含んでいる。空気貯留器が当該クロスオーバー通路に作用可能に連結され、そして圧縮シリンダーからの圧縮空気を蓄えるために選択的に作動可能である。空気貯留器バルブは、当該空気貯留器への、及びそれからの空気流れを選択的に制御する。当該エンジンは空気膨張機（A E）モード，及び空気膨張機及び点火燃焼（A E F）モードで運転可能である。本発明に従う方法は、以下のステップを含んでいる。すなわち、XovrCバルブをクランクシャフトの全回転中に閉じて保ち、そして吸入バルブを当該クランクシャフトの同じ回転の少なくとも240CA度の間、開いて保ち、それにより空気を吸入する際に圧縮ピストンで遂行されるポンプ仕事を低減すべく、圧縮シリンダーが不活動化される。

【0016】

本発明のこれらの及び他の特徴及び有利な点は、添付図面をもと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よう。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明による模範的な分割サイクル空気ハイブリッドエンジンの側断面図である。

。

【図2】本発明によるエンジン速度に対するポンプ仕事（負のIMEPに関して）のグラフ図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下の頭辞語の用語解説及びここに用いられる用語の定義が参照用に提供される。

【0019】

一般

他に特に規定のない限り、全てのバルブの開及び閉のタイミングは膨張ピストンの上死点後(A T D C e)のクランク角度で測定されている。

他に特に規定のない限り、全てのバルブの期間はクランク角度(C A)である。

【0020】

空気タンク(又は空気貯留タンク): 圧縮空気の貯留タンクである。

10

【0021】

A T D C c: 圧縮ピストンの上死点後である。

【0022】

A T D C e: 膨張ピストンの上死点後である。

【0023】

Bar: 圧力の単位であり、 $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$ である。

【0024】

B M E P: ブレーキ平均有効圧力である。用語「ブレーキ」は、摩擦損失(F M E P)が考慮された後のクランクシャフト(すなわち、出力シャフト)にもたらされる出力を意味する。ブレーキ平均有効圧力(B M E P)は、平均有効圧力(M E P)値に関して表現されるエンジンのブレーキトルク出力である。B M E Pはエンジン排気量で除したブレーキトルクに等しい。これは摩擦による損失後に取られる性能パラメーターである。従って、 $B M E P = I M E P - \text{摩擦}$ である。この場合、摩擦はまた、通常、摩擦平均有効圧力(すなわち、F M E P)として知られているM E P値に関して表現されている。

20

【0025】

圧縮機: 分割サイクルエンジンの圧縮シリンダー及びその関連する圧縮ピストンである。

【0026】

膨張機: 分割サイクルエンジンの膨張シリンダー及びその関連する膨張ピストンである。

【0027】

F M E P: 摩擦平均有効圧力である。

30

【0028】

I M E P: 図示平均有効圧力である。用語「図示」は、摩擦損失(F M E P)が考慮される前にピストンの頂面にもたらされる出力を意味する。

【0029】

入口(又は吸入): 入口バルブである。また、一般に、吸入バルブと称される。

【0030】

入口空気(又は吸入空気): 吸入(又は、入口)ストロークに圧縮シリンダーに吸い込まれる空気である。

【0031】

入口バルブ(又は吸入バルブ): 圧縮シリンダーへのガスの吸入を制御するバルブである。

40

【0032】

ポンプ仕事(又はポンプ損失): ここでの目的のために、ポンプ仕事(しばしば負のI M E Pとして表現される)は、エンジン内への燃料及び空気充填物の誘導及び燃焼ガスの排出に費やされるエンジン動力のその部分に関連する。

【0033】

圧縮シリンダーの不活動化中の残りの圧縮比: (b)圧縮ピストンが丁度その上死点位置に到達したときに圧縮シリンダー内に捕捉される容積(すなわち、クリアランス容積)に対する(a)吸入バルブが丁度閉じたときの位置において圧縮シリンダー内に捕捉される容積の比(a/b)である。

【0034】

50

R P M: 1 分間当りの回転数である。

【 0 0 3 5 】

タンクバルブ: Xovr 通路を圧縮空気貯留タンクに連結しているバルブである。

【 0 0 3 6 】

V V A: 可変バルブ作動である。バルブのリフト曲線の形状又はタイミングを変更すべく作動可能な機構又は方法である。

【 0 0 3 7 】

Xovr (又は Xover) バルブ、通路又はポート: 圧縮及び膨張シリンダーを連結し、圧縮シリンダーから膨張シリンダーへガスを流すクロスオーバーバルブ、通路、及びノ又はポートである。

10

【 0 0 3 8 】

XovrC (又は XoverC) バルブ: Xovr 通路の圧縮機端部におけるバルブである。

【 0 0 3 9 】

XovrC-clsd-Int-clsd: 完全に閉じられた XovrC バルブ及び完全に閉じられた吸入バルブである。

【 0 0 4 0 】

XovrC-clsd-Int-open: 完全に閉じられた XovrC バルブ及び完全に開いた吸入バルブである。

。

【 0 0 4 1 】

XovrC-clsd-Int-std: 完全に閉じられた XovrC バルブ及び標準タイミングを有する吸入バルブである。

20

【 0 0 4 2 】

XovrC-open-Int-clsd: 完全に開いた XovrC バルブ及び完全に閉じられた吸入バルブである。

。

【 0 0 4 3 】

XovrC-std-Int-std:

標準タイミングを有する XovrC バルブ及び標準タイミングを有する吸入バルブである。

【 0 0 4 4 】

図 1 を参照するに、模範的分割サイクル空気ハイブリッドエンジンが概略的に符号 1 0 で示されている。当該分割サイクル空気ハイブリッドエンジン 1 0 は、従来のエンジンの 2 つの隣り合うシリンダーを 1 つの圧縮シリンダー 1 2 及び 1 つの膨張シリンダー 1 4 の組合せに置き換えている。シリンダーヘッド 3 3 が、シリンダーを覆いそしてシールすべく膨張シリンダー 1 2 及び圧縮シリンダー 1 4 の開口端上に典型的に配置されている。

30

【 0 0 4 5 】

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 1 2 がその関連する圧縮ピストン 2 0 と共に吸入及び圧縮ストロークを実行し、そして膨張シリンダー 1 4 がその関連する膨張ピストン 3 0 と共に膨張及び排気ストロークを実行するように、2 つのシリンダー 1 2 及び 1 4 に亘って「分割」されている。それ故に、オットーサイクルは、クランクシャフト軸 1 7 の回りにクランクシャフト 1 6 が 1 回転 (3 6 0 度 C A) すると、これらの 2 つのシリンダー 1 2、1 4 内で完成される。

40

【 0 0 4 6 】

吸入ストローク中に、吸入空気はシリンダーヘッド 3 3 に配置されている吸入ポート 1 9 を介して圧縮シリンダー 1 2 内に吸い込まれる。内開きの (シリンダーの内方にピストンに向かって開く) ポケット吸入バルブ 1 8 が、吸入ポート 1 9 と圧縮シリンダー 1 2 との間の流体の連通を制御する。

【 0 0 4 7 】

圧縮ストローク中に、圧縮ピストン 2 0 は空気充填物を圧縮し、そして該空気充填物を典型的にはシリンダーヘッド 3 3 に配置されているクロスオーバー通路 (又はポート) 2 2 に押し出す。このことは、圧縮シリンダー 1 2 及び圧縮ピストン 2 0 が膨張シリンダー 1 4 に対して吸入通路として作用するクロスオーバー通路 2 2 への高圧ガス源であることを

50

意味する。ある実施形態においては、2つ以上のクロスオーバー通路22が圧縮シリンダー12及び膨張シリンダー14を互いに連結している。

【0048】

分割サイクルエンジン10(及び一般に分割サイクルエンジン)の圧縮シリンダー12の幾何学的な(すなわち、容積的な)圧縮比は、ここで一般に、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10(及び一般に分割サイクルエンジン)の膨張シリンダー14の幾何学的な(すなわち、容積的な)圧縮比は、ここで一般に、分割サイクルエンジンの「膨張比」と称される。シリンダーの当該幾何学的な圧縮比は、前記ピストンがその上死点(TDC)位置のときにシリンダー内に囲われる容積(すなわち、クリアランス容積)に対する、シリンダー内で往復するピストンがその下死点(BDC)位置のときに(全てのリセスを含んで)シリンダー内に囲われる(すなわち、捕捉される)容積の比として、この技術分野において周知である。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、圧縮シリンダーの圧縮比は当該XovrCバルブが閉じられるときに決定される。また、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、膨張シリンダーの膨張比は当該XovrEバルブが閉じられるときに決定される。

10

【0049】

圧縮シリンダー12内での極めて高い圧縮比(例えば、20対1、30対1、40対1又はそれ以上)のせいで、クロスオーバー通路入口25において、外開きの(シリンダー及びピストンから離れて外方に開く)ポペットのクロスオーバー圧縮バルブ(XovrC)24が、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用いられている。膨張シリンダー14内での極めて高い膨張比(例えば、20対1、30対1、40対1又はそれ以上)のせいで、クロスオーバー通路22の出口27において、外開きのポペットのクロスオーバー膨張バルブ(XovrE)26が、クロスオーバー通路22から膨張シリンダー14への流れを制御している。XovrC及びXovrEバルブ24、26の作動速度及び位相付けは、オートサイクルの4つのストロークの全ての間クロスオーバー通路22の圧力を高い最小圧力(典型的には全負荷時に20bar以上)に維持するようにタイミング付けられている。

20

【0050】

少なくとも1つの燃料噴射器28が、クロスオーバー通路22の出口端において、膨張ピストン30がその上死点位置に到達する直前に起こる当該XovrEバルブ26の開きに対応させて、加圧された空気内に燃料を噴射する。空気/燃料の充填物は、膨張ピストン30がその上死点位置に近付いたとき、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下降し始め、当該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を含んでいる点火栓32が点火され、点火栓先端39の周りの領域で燃焼を開始する。燃焼は、膨張ピストンがその上死点(TDC)位置通過後の1及び30度CAの間にある間に開始されてもよい。より好ましくは、燃焼は膨張ピストンがその上死点(TDC)位置通過後の5及び25度CAの間にある間に開始されてもよい。最も好ましくは、燃焼は膨張ピストンがその上死点(TDC)位置通過後の10及び20度CAの間にある間に開始されてもよい。加えて、燃焼は、他の点火装置及び/又は方法によって、例えば、グロープラグ、マイクロ波点火装置、又は圧縮着火方法によって開始されてもよい。

30

40

【0051】

排気ストロークの間に、排気ガスはシリンダーヘッド33に配置されている排気ポート35を介して膨張シリンダー14の外に送出される。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排気バルブ34は、膨張シリンダー14と排気ポート35との間の流体の連通を制御する。排気バルブ34及び排気ポート35はクロスオーバー通路22から分離されている。すなわち、排気バルブ34及び排気ポート35はクロスオーバー通路22に接触せず、すなわち、クロスオーバー通路22内に配置されていない。

【0052】

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

50

14の幾何学的なエンジンパラメータ(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、その他)は概ね互いから独立である。例えば、圧縮シリンダー12及び膨張シリンダー14についてのクランクスロー36、38は、それぞれ、異なる半径を有してもよく、そして膨張ピストン30の上死点(TDC)が圧縮ピストン20のTDCの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10が一般の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すること可能にしている。

【0053】

分割サイクルエンジン10におけるエンジンパラメータの幾何学的な独立性はまた、前に述べたように、クロスオーバー通路22内に圧力が維持され得る主な理由の一つである。詳しくは、膨張ピストン30はその上死点位置に、圧縮ピストンがその上死点位置に到達する僅かな位相角(典型的には10ないし30の間のクランク角度)だけ前に到達する。この位相角は、XovrCバルブ24及びXovrEバルブ26の適切なタイミングと伴って、分割サイクルエンジン10がその圧力/容積サイクルの全4つのストロークの間にクロスオーバー通路22内を高い最小圧力(典型的には、全負荷運転中に絶対圧で20bar以上)に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10は、XovrC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位置に降下し、そして圧縮ピストン20が同時にそのBDC位置からそのTDC位置に向けて上昇する間のかかなりの期間(すなわち、クランクシャフトの回転期間)開くように、XovrCバルブ24及びXovrEバルブ26をタイミング付けて作動可能である。クロスオーバーバルブ24、26の両者が開いている期間(すなわち、クランクシャフトの回転)中、(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へほぼ等しい空気質量(マス)が移送される。従って、この期間中、クロスオーバー通路内の圧力は所定の最小圧力(典型的には、全負荷運転中に絶対圧で20、30又は40bar)より低く低下するのが防がれる。さらに、エンジンサイクルの実質的な部分(典型的には、全エンジンサイクルの80%以上)の間、XovrCバルブ24及びXovrEバルブ26の両者は、クロスオーバー通路22内に捕捉されているガスの質量(マス)をほぼ一定のレベルに維持するために、閉じられている。結果として、クロスオーバー通路22内の圧力は、エンジンの圧力/容積サイクルの全4つのストロークの間、所定の最小圧力に維持される。

【0054】

ここでの目的のため、ほぼ等しいガスの質量(マス)をクロスオーバー通路22へ、又はそれから同時に移送させるために、膨張ピストン30がTDCから降下し、そして圧縮ピストン20がTDCに向けて上昇している間にXovrCバルブ24及びXovrEバルブ26を開く方法が、ここでガス移送のプッシュプル方法と称される。分割サイクルエンジン10のクロスオーバー通路22内の圧力が、エンジンが全負荷で運転しているとき、エンジンのサイクルの全4つのストロークの間に典型的には、20bar以上に維持されるのを可能にしているのがプッシュプル方法である。

【0055】

前に述べたように、排気バルブ34は、クロスオーバー通路22から別けられてシリンダーヘッド33の排気ポート35内に配置されている。排気バルブ34がクロスオーバー通路22内に配置されていない、そしてそれ故に、排気ポート35がクロスオーバー通路22と共通部分を共有していないという排気バルブ34の構造的配列は、排気ストロークの間にクロスオーバー通路22内に捕捉されているガスの質量(マス)を維持するためには好ましい。従って、クロスオーバー通路内の圧力を所定の最小圧力以下に低下させるかもしれない大きな周期的な圧力低下が防止される。

【0056】

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直前に開く。このとき、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内の圧力の圧力比は、クロスオーバー通路内の最小圧力が典型的には絶対圧で20bar以上であり、膨張シリン

ダー内の圧力は排気ストロークの間に絶対圧で約 1 ないし 2 bar であるという事実の理由で、高い。換言すると、XovrEバルブ 2 6 が開くとき、クロスオーバー通路 2 2 内の圧力は実質的に膨張シリンダー 1 4 内の圧力よりも(典型的には、2 0 対 1 のオーダーで)高い。この高い圧力比は、空気及び/又は燃料充填物の初期流れが高速度で膨張シリンダー 1 4 内に流れるのを生じさせる。これらの高速流れは音速に到達し、音速流と称される。この音速流は分割サイクルエンジン 1 0 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 3 0 がその上死点位置から降下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 1 0 が高い燃焼圧力を維持することを可能にする急速燃焼事象を生じさせるからである。

【 0 0 5 7 】

当該分割サイクル空気ハイブリッドエンジン 1 0 はまた、空気貯留器(タンク)バルブ 4 2 によってクロスオーバー通路 2 2 に作用可能に連結されている空気貯留器(タンク) 4 0 を含んでいる。2 つ以上のクロスオーバー通路 2 2 を備える実施形態は、クロスオーバー通路 2 2 の各々に共通の空気貯留器 4 0 に連結させるタンクバルブ 4 2 を含んでもよく、又は代わりに、各クロスオーバー通路 2 2 が別々の空気貯留器 4 0 に作用可能に連結してもよい。

【 0 0 5 8 】

タンクバルブ 4 2 は、典型的には、クロスオーバー通路 2 2 から空気タンク 4 0 まで延在する空気貯留器(タンク)ポート 4 4 に配置されている。当該空気タンクポート 4 4 は、第 1 の空気貯留器(タンク)ポート区分 4 6 及び第 2 の空気貯留器(タンク)ポート区分 4 8 に分けられている。第 1 の空気タンクポート区分 4 6 は空気タンクバルブ 4 2 をクロスオーバー通路 2 2 に連結し、そして第 2 の空気タンクポート区分 4 8 は空気タンクバルブ 4 2 を空気タンク 4 0 に連結している。第 1 の空気タンクポート区分 4 6 の容積は、タンクバルブ 4 2 が閉じられているとき、タンクバルブ 4 2 をクロスオーバー通路 2 2 に連結する追加のポート及びリセスの全ての容積を含む。

【 0 0 5 9 】

当該タンクバルブ 4 2 は、適切なバルブ装置又はシステムであってもよい。例えば、当該タンクバルブ 4 2 は、種々のバルブ作動装置(例えば、空圧、液圧、カム、電気式など)によって動作される能動バルブであってもよい。加えて、当該タンクバルブ 4 2 は、2 つ以上の作動装置でもって動作される 2 つ以上のバルブを備えるタンクバルブシステムを備えてもよい。

【 0 0 6 0 】

空気タンク 4 0 は、前述の特許文献 3 に記載されたように、圧縮空気の形でエネルギーを蓄え、そしてクランクシャフト 1 6 に動力を与えるためにその圧縮空気を後で用いるべく利用されている。この潜在的なエネルギーを蓄える機械式的手段は、現在の技術水準に対して多数の潜在的有利性を提供している。例えば、当該分割サイクルエンジン 1 0 は、ディーゼルエンジン及び電気ハイブリッドシステムのような市場における他の技術に対して、比較的低い製造及び廃棄物処理コストで、燃料効率利得及び NOx エミッション低減での多くの有利性を潜在的に提供することができる。

【 0 0 6 1 】

空気タンクバルブ 4 2 の開成及び/又は閉成の選択的な制御、そしてそれによる空気タンク 4 0 とクロスオーバー通路 2 2 との連通の制御によって、当該分割サイクル空気ハイブリッドエンジン 1 0 は、エンジン点火燃焼(EF)モード、空気膨張機(AE)モード、空気圧縮機(AC)モード、空気膨張機及び点火燃焼(AEF)モード、及び点火燃焼及び充填(FC)モードにおいて作動可能である。当該 EF モードは、上述のように空気タンク 4 0 の使用無しでエンジンが作動する非ハイブリッドモードである。当該 AC 及び FC モードは、エネルギー貯蔵モードである。当該 AC モードは、制動中のエンジンを含み、車両の運動学的エネルギーを利用することによるような、膨張シリンダー 1 4 内で起こる燃焼を伴わずに(すなわち、燃料の費消無く)圧縮空気が空気タンク 4 0 に蓄えられる空気ハイブリッド運転モードである。当該 FC モードは、エンジン全負荷より小さい(例え

10

20

30

40

50

ば、エンジンのアイドル、定速度での車両の惰航)のときのような、燃焼のためには必要でない余剰の圧縮空気が空気タンク40に蓄えられる空気ハイブリッド運転モードである。当該FCモードでは、圧縮空気の貯蔵がエネルギーのコスト(ペナルティ)を有している。それ故に、その後になって圧縮空気が用いられるときに正味の利得を有するのが望ましい。当該AE及びAEFモードは、貯蔵されたエネルギーの使用モードである。当該AEモードは、膨張シリンダー14内で起こる燃焼を伴わずに(すなわち、燃料の費消無く)、空気タンク40に貯蔵された圧縮空気が膨張ピストン30を駆動するために用いられる空気ハイブリッド運転モードである。当該AEFモードは、空気タンク40に貯蔵された圧縮空気が膨張シリンダー14内の燃焼のために利用される空気ハイブリッド運転モードである。

10

【0062】

当該AE及びAEFモードにおいて、圧縮シリンダー12は、空気の吸入で圧縮ピストン20により遂行される(負のIMEPに関する)ポンプ仕事を最小にするか又は実質的に低減するために、好ましくは、不活動化される。ここにさらに詳細に陳べられるように、圧縮シリンダー12を不活動化させる最も有効な方法は、クランクシャフト16の全回転に亘りXovrCバルブ24を閉じて保つこと、及び理想的には、クランクシャフトの全回転に亘り吸入バルブ18を開いて保つことである。

【0063】

吸入バルブが外方に開くエンジンの実施形態においては、当該吸入バルブはクランクシャフトの全回転に亘り開いて保たれ得る。しかしながら、この模範的な実施形態は、吸入バルブ18が内方に開くより典型的な構成を図解している。したがって、圧縮ピストンのストロークの頂部で圧縮ピストン20が吸入バルブ18に接触するのを避けるためには、上昇しているピストン20が内方に開いているバルブ18に接触する前に、吸入バルブ18が閉じられねばならない。

20

【0064】

加えて、過剰な温度及び圧力の蓄積を避けるために、吸入バルブの閉じる角度から圧縮ピストンのTDCまでに捕捉された空気が過剰に圧縮されないことを確実にすることも重要である。一般に、これは、吸入バルブ18が閉じる点での残りの圧縮比が20対1以下、より好ましくは、10対1以下であることを意味する。模範的なエンジン10においては、圧縮ピストン20のTDC前約60CA度の吸入バルブ18の閉じ角度(位置)において、残りの圧縮比は約20対1である。吸入バルブの閉じがTDC前60CA度であるときは、吸入バルブの開きがTDC後60CA度であることが(ここでより詳しく説明されるように)極めて望ましい。

30

【0065】

したがって、空気の温度及び圧力の過剰な蓄積無しで圧縮シリンダー12を不活動化するためには、吸入バルブ18がクランクシャフト16の少なくとも240CA度の回転に亘り開いて保たれることが好ましい。さらに、吸入バルブ18がクランクシャフト16の少なくとも270CA度の回転に亘り開いて保たれることがより好ましく、吸入バルブ18がクランクシャフト16の少なくとも300CA度の回転に亘り開いて保たれることが最も好ましい。

40

【0066】

圧縮ピストン20のバルブ18への接触を避けるのに応じて吸入バルブ18が単独で閉じられるとき、空気の圧縮(したがって、負の仕事)が、ピストン20がその上死点位置(TDC)に向かって上昇するにつれて生じるであろう。効率を最大にするために、主要な狙いはそれ故に、圧縮シリンダー12内の圧力が吸入ポート19内の圧力に等しいとき(すなわち、圧縮シリンダー12と吸入ポート19との間の圧力差が実質的にゼロのとき)のタイミングで吸入バルブ18を再び開くことである。理想的なシステムにおいて、吸入バルブ18の開きタイミングは圧縮ピストン20の上死点に関して吸入バルブ18の閉じタイミングと対称であろう。しかしながら、実際には、圧縮ピストン20の圧縮ストローク中に吸入バルブ18が閉じた後に、圧縮シリンダー12内の圧力及び温度は上昇し始め

50

る。発生された熱のいくらかは、シリンダー壁、ピストン冠面、及びシリンダーヘッドのようなシリンダー構成部品へと失われる。したがって、圧縮シリンダー 12 及び吸入ポート 19 内の圧力は、圧縮ピストン 20 の圧縮ストロークよりも吸入ストロークにおいて (上死点に対して) 僅かに早いタイミングで等しくされる。加えて、吸入ポート 19 における波動効果及び吸入バルブ 18 の (流れが低バルブリフトでまさに制限されるという事実のような) 流量特性が、上死点に関して真の対称であることから僅かに外れる吸入バルブ 18 の最適な閉じ及び開きタイミングの結果をもたらす。

【 0 0 6 7 】

したがって、出来るだけ多くの圧縮仕事をクランクシャフト 16 に戻すためには、バルブ 18 の閉じ位置 (タイミング) 及び開き位置 (タイミング) をピストン 20 の TDC に関して実質的に対称 (すなわち、プラス又はマイナス 10 CA 度内) に保つことが重要である。例えば、仮に、吸入バルブ 18 が圧縮ピストン 20 に衝突されるのを避けるべく圧縮ピストン 20 の TDC 前の実質的に 25 CA 度で閉じられるとすると、その後、バルブ 18 はピストン 20 の TDC 後の実質的に 25 CA 度に関し開くべきである。このようにして、当該圧縮空気は空気ばねとして作用し、そして、ピストン 20 が TDC から離れて降下するとき空気が膨張しかつ圧縮ピストン 20 を押し下げるので、圧縮仕事の大半をクランクシャフト 16 に戻すことになる。

【 0 0 6 8 】

したがって、圧縮ピストン 20 のバルブ 18 への接触を避け、そして出来るだけ多くの圧縮仕事を復すためには、バルブ 18 の閉じ及び開き位置 (タイミング) が圧縮ピストン 20 の TDC に関して対称であり、プラス又はマイナス 10 CA 度内である (例えば、仮に、吸入バルブ 18 が TDC 前 25 CA 度で閉じるなら、その後、それはピストン 20 の TDC 後の 25 プラス又はマイナス 10 CA 度で開かねばならない) ことが好ましい。しかしながら、バルブ 18 の閉じ及び開き位置がピストン 20 の TDC に関して対称でプラス又はマイナス 5 CA 度内であることがより好ましく、そしてバルブ 18 の閉じ及び開き位置がピストン 20 の TDC に関して対称でプラス又はマイナス 2 CA 度内であることが最も好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、AE 及び AEF モードにおいて、空気タンクバルブ 42 は、好ましくは、クランクシャフト 16 の全回転に亘って開かれて保たれている (すなわち、空気タンクバルブ 42 は膨張ピストンの少なくとも全膨張ストローク及び排気ストロークに亘り開かれて保たれている)。空気タンク 40 内に蓄えられた圧縮空気は、膨張シリンダー 14 のための充填空気を提供すべく、空気タンク 40 からクロスオーバー通路 22 内に解放される。当該 AE モードにおいて、空気タンク 40 からの圧縮空気は、膨張ストロークの始めに膨張シリンダー 14 に導入される。当該空気は膨張ピストン 30 の同じ膨張ストロークで膨張され、クランクシャフト 16 に動力を伝達する。その後、当該空気は排気ストロークで排出される。AEF モードにおいて、空気タンク 40 からの圧縮空気は膨張ストロークの始めに燃料と共に膨張シリンダー 14 に導入される。当該空気/燃料混合気は、膨張ピストン 30 の同じ膨張ストロークで着火され、燃焼され、そして膨張され、クランクシャフト 16 へ動力を伝達する。燃焼生成物はその後排気ストロークで排出される。

【 0 0 7 0 】

図 2 の XovrC_std_Int_std とラベル付けられたグラフに示されるように、仮に、XovrC バルブ及び吸入バルブの標準のタイミング (例えば、EF モードのために用いられるタイミング) でもって運転されるなら、(負の IMEP の観点から) 最大のポンプ損失が AE 及び AEF モードにおいて起こる。この配列におけるポンプ損失はまた、エンジン速度と共に増大する。したがって、圧縮ピストンにより遂行されるポンプ仕事を最小にする、又は実質的に低減するために、圧縮シリンダー不活動化が必要であることは明らかである。

【 0 0 7 1 】

XovrC_open_Int_clsd とラベル付けられた図 2 のグラフを参照するに、仮に、XovrC バルブは開いて保たれ、吸入バルブが閉じて保たれるなら、当該ポンプ損失は低減される。こ

10

20

30

40

50

の配列では、圧縮ピストンが吸入ストローク中にクロスオーバー通路から圧縮空気を引き込み、そして圧縮ストローク中にこの空気をクロスオーバー通路内に押し戻す。大気の吸入空気は圧縮シリンダー内には入らない。

【 0 0 7 2 】

XovrC_clsd_Int_clsdとラベル付けられた図2のグラフを参照するに、仮に、XovrCバルブ及び吸入バルブの両者が共に閉じられて保たれるなら、当該ポンプ損失はさらに低減される。この配列では、圧縮シリンダー内に存する空気が大型の空気ばねの形態で圧縮ピストンによって循環的に圧縮及び減圧される。しかしながら、圧縮シリンダー12およびピストン20の幾何学的な圧縮比は非常に高い(例えば、40対1を超える)。したがって、圧縮仕事の多くは過剰な圧縮熱へと失われる。

10

【 0 0 7 3 】

XovrC_clsd_Int_stdとラベル付けられた図2のグラフを参照するに、仮に、吸入バルブが標準のタイミングで運転される一方、XovrCバルブが閉じて保たれるなら、当該ポンプ損失はさらにもっと低減される。この配列では、圧縮シリンダーは圧縮ピストンの吸入ストローク中に吸入ポートに流体連通し、そして圧縮シリンダー内に存する空気が圧縮ピストンの圧縮ストローク中に圧縮される。

【 0 0 7 4 】

XovrC_clsd_Int_openとラベル付けられた図2のグラフを参照するに、仮に、XovrCバルブが閉じられて保たれ、そして吸入バルブは開かれて保たれるなら、前に述べたように、当該ポンプ損失は最も低い。この配列では、圧縮ピストンがその吸入ストローク中に吸入ポートから吸入空気を引き込み、そのその圧縮ストローク中に当該空気を吸入ポート内に押し戻す。吸入バルブ18は圧縮ピストン20との接触を避けるのに対応するのみで閉じられるので、最小の量の圧縮仕事となされる。加えて、その圧縮仕事の大半は、吸入バルブ18の開き及び閉じタイミングが圧縮ピストン20のTDCに対して実質的に対称であるとき、元に戻される。

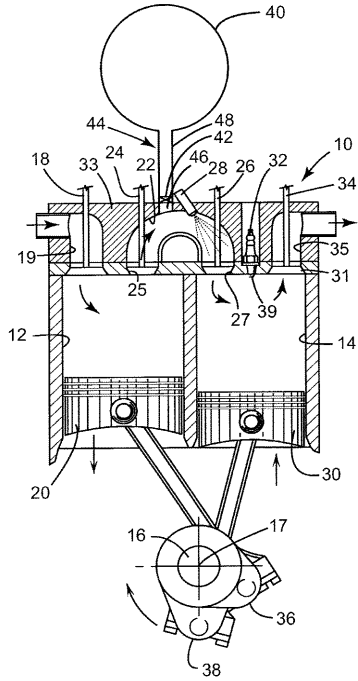
20

【 0 0 7 5 】

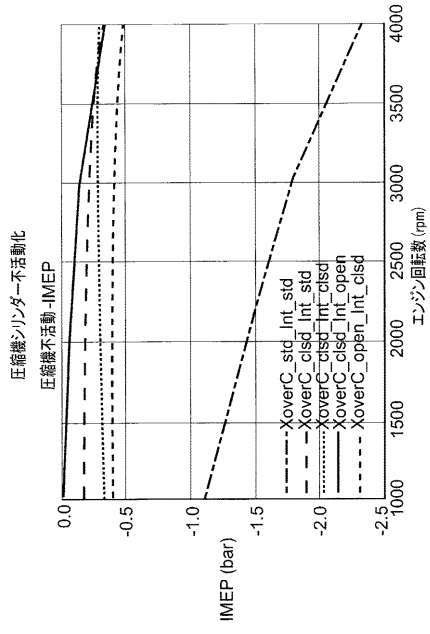
本発明が特定の実施形態を参照して説明されたが、説明された発明のコンセプトの趣旨及び範囲内で多数の変更がなされ得ることが理解されるべきである。従って、本発明は説明された実施形態に限定されず、それは以下の請求項の語句によって定められる全部の範囲を有することが意図されている。

30

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/313,831

(32)優先日 平成22年3月15日(2010.3.15)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ニコラス バダイン

イギリス ビーエヌ43 6ダブリュエル ウェスト サセックス ショアハム - パイ - シー ロ
ズリン ロード 37

(72)発明者 イアン ギルバート

イギリス ビーエヌ43 5ワイイー ウェスト サセックス ショアハム - パイ - シー ビーチ
グリーン 67

審査官 安井 寿儀

(56)参考文献 特表2009-522502(JP, A)

特表2010-529354(JP, A)

特表2010-529355(JP, A)

特表2006-517638(JP, A)

米国特許出願公開第2009/0301086(US, A1)

米国特許出願公開第2007/0017203(US, A1)

米国特許出願公開第2004/0139934(US, A1)

米国特許第4630447(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 33/22

F02B 75/18