

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5508529号
(P5508529)

(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)	FO2B 33/22 Z
FO2B 75/18 (2006.01)	FO2B 75/18 P
FO2B 29/02 (2006.01)	FO2B 29/02 E
	FO2B 75/18 C

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-520845 (P2012-520845)	(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2012-533031 (P2012-533031A)		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/US2011/028284		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(87) 国際公開番号	W02011/115872	(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12日 (2012.1.12)		ウェスト サセックス ショアハムーパイパー ニュー ロード 55
(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)		
(31) 優先権主張番号	61/363,825		
(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)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 膨張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、

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、

膨張シリンダーからの空気の流れを選択的に制御する排気バルブ、

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、空気圧縮機(AC)モードで運転可能であり、

当該ACモードでは、当該XovrEバルブが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、及び当該排気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 240 C A 度の間、開かれて保たれ、且つ、

当該 A C モードでは、当該排気バルブの閉成位置及び当該排気バルブの開成位置が膨張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 10 C A 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 A C モードにおいて、排気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 270 C A 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 A C モードにおいて、排気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 300 C A 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 A C モードにおいて、当該排気バルブの閉成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 A C モードにおいて、当該排気バルブの閉成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 A C モードにおいて、排気バルブの閉成位置及び排気バルブの開成位置は 膨張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 5 C A 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 A C モードにおいて、排気バルブの閉成位置及び排気バルブの開成位置は 膨張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 2 C A 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】

当該 A C モードにおいて、当該圧縮ピストンは当該空気貯留器に蓄えられる吸入空気を引き込み、そして圧縮す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】

当該 A C モードにおいて、空気貯留器バルブはクロスオーバー通路内の空気圧力が空気貯留器内の空気圧力よりも高いときに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 10】

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ピストン、

膨張シリンダーから及び排気ポートへの空気の流れを選択的に制御する排気バルブ、

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、

10

20

30

40

50

当該エンジンは、空気圧縮機（ＡＣ）モードで運転可能であり、当該ＡＣモードでは、当該XovrEバルブが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、及び当該排気バルブは膨張シリンダー内の圧力が排気ポート内の圧力におよそ等しい位置で開かれ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 1 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、

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、

膨張シリンダーから及び排気ポートへの空気の流れを選択的に制御する排気バルブ、

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、を含む分割サイクル空気ハイブリッドエンジンであって、

当該エンジンが空気圧縮機（ＡＣ）モードで運転可能である、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ＡＣモードでは、

当該クランクシャフトの全回転中に当該XovrE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 2 4 0 C A 度の間、当該排気バルブを開いて保つステップ、及び

当該排気バルブの閉成位置及び当該排気バルブの開成位置を、当該膨張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 1 0 C A 度内に保つステップを含み、

これにより、当該膨張シリンダー内の空気に当該膨張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膨張シリンダーが不活動化されることを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

当該ＡＣモードでは、排気バルブの閉成位置及び排気バルブの開成位置を、膨張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 5 C A 度内に保つことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

当該ＡＣモードでは、圧縮シリンダー内に吸入空気を引き込み、当該吸入空気を圧縮し、そして圧縮空気を空気貯留器内に蓄えるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

当該ＡＣモードでは、クロスオーバー通路内の空気圧力が当該空気貯留器内の空気圧力よりも高いとき、空気貯留器バルブを開くステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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】

【0 0 0 2】

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

10

20

30

40

50

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otto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。

【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。

【0005】

2003年4月8日にScuderi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。

【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、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

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 0 8 】

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。

【 0 0 0 9 】

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。

10

【 0 0 1 0 】

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。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 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

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 2 】

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 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、空気圧縮機 (AC) 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。

40

【 0 0 1 4 】

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。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。排気バルブが膨張シリンダー外への空気の流れを選択的に制御する。クロスオーバー通路が圧縮シリンダー及び

50

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、空気圧縮機(AC)モードで運転可能である。当該ACモードでは、XovrE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、そして排気バルブが当該クランクシャフトの同じ回転の少なくとも240CA度の期間は開けられて保たれる。

【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。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。排気バルブが膨張シリンダー外への空気の流れを選択的に制御する。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、かつ圧縮空気を膨張シリンダーに配送するあ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圧縮機(AC)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、XovrEバルブをクランクシャフトの全回転中に閉じて保ち、そして排気バルブをクランクシャフトの同じ回転の少なくとも240CA度の期間は開けて保ち、これにより膨張シリンダーで膨張ピストンにより空気に対し遂行されるポンプ仕事を低減すべく、当該膨張シリンダーが不活動化されるのである。

【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負荷(負のIMEPに関して)のグラフ図である。

【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(ATD Ce)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(CA)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。

【0021】

ATD Ce: 膨張ピストンの上死点後である。

【0022】

10

20

30

40

50

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

【0023】

BMEP: ブレーキ平均有効圧力である。用語「ブレーキ」は、摩擦損失(FMEP)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(BMEP)は、平均有効圧力(MEP)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。BMEP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り除かれる性能パラメータである。従って、 $BMEP = IMEP - \text{摩擦}$ 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、FMEP)として知られているMEP値に関して表現されている。

【0024】

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。

【0025】

排気(又はEXH)バルブ: 膨張シリンダーからのガスの出口を制御するバルブである。

【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】

FMEP: 摩擦平均有効圧力である。

【0028】

IMEP: 図示平均有効圧力である。用語「図示」は、摩擦損失(FMEP)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。

【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IMEP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】

RPM: 1分間当りの回転数である。

【0035】

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。

【0036】

VVA: 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。

【0037】

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/又はポートである。

【0038】

Xovr E(又はXover E)バルブ: Xovr通路の膨張機端部におけるバルブである。

【0039】

10

20

30

40

50

XovrE-clsd- E X H -open: 完全に閉じられたXovrEバルブ及び完全に開いた排気バルブである。

【 0 0 4 0 】

XovrE-clsd- E X H -std: 完全に閉じられたXovrEバルブ及び標準タイミングを有する排気バルブである。

【 0 0 4 1 】

XovrE-open- E X H -clsd: 完全に開いたXovrEバルブ及び完全に閉じられた排気バルブである。

【 0 0 4 2 】

XovrE-open- E X H -std: 完全に開いたXovrEバルブ及び標準タイミングを有する排気バルブである。

【 0 0 4 3 】

XovrE-std- E X H -std: 標準タイミングを有するXovrEバルブ及び標準タイミングを有する排気バルブである。

【 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。

【 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。

【 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)ポペット吸入バルブ 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 2 2 が圧縮シリンダー 1 2 及び膨張シリンダー 1 4 を互いに連結している。

【 0 0 4 8 】

分割サイクルエンジン 1 0 (及び一般に分割サイクルエンジン)の圧縮シリンダー 1 2 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 1 0 (及び一般に分割サイクルエンジン)の膨張シリンダー 1 4 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(T D C)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(B D C)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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 4 9 】

圧縮シリンダー 1 2 内での極めて高い圧縮比(例えば、2 0 対 1、3 0 対 1、4 0 対 1 又はそれ以上)のせいで、クロスオーバー通路入口 2 5 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) 2 4 が、圧縮シリンダー 1 2 からクロスオーバー通路 2 2 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 1 4 内での極めて高い膨張比(例えば、2 0 対 1、3 0 対 1、4 0 対 1 又はそれ以上)のせいで、クロスオーバー通路 2 2 の出口 2 7 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) 2 6 が、クロスオーバー通路 2 2 から膨張シリンダー 1 4 への流れを制御している。XovrC及びXovrEバルブ 2 4、2 6 の作動速度及び位相付けは、オットーサイクルの 4 つのストロークの全ての間クロスオーバー通路 2 2 の圧力を高い最小圧力(典型的には全負荷時に 2 0 bar 以上)に維持するようにタイミング付けられている。

10

【 0 0 5 0 】

少なくとも 1 つの燃料噴射器 2 8 が、クロスオーバー通路 2 2 の出口端において、膨張ピストン 3 0 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 2 6 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 3 0 がその上死点位置に近付いたとき、膨張シリンダー 1 4 に入る。ピストン 3 0 がその上死点位置から下降し始め、当該XovrEバルブ 2 6 がまだ開いている間に、シリンダー 1 4 内に突出している点火栓先端 3 9 を含んでいる点火栓 3 2 が点火され、点火栓先端 3 9 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 1 及び 3 0 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 2 5 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 1 0 及び 2 0 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。

20

【 0 0 5 1 】

排気ストロークの間に、排気ガスはシリンダーヘッド 3 3 に配置されている排気ポート 3 5 を介して膨張シリンダー 1 4 の外に送出される。排気ポート 3 5 の入口 3 1 に配置されている内開きのポペット排気バルブ 3 4 は、膨張シリンダー 1 4 と排気ポート 3 5 との間の流体の連通を制御する。排気バルブ 3 4 及び排気ポート 3 5 はクロスオーバー通路 2 2 から分離されている。すなわち、排気バルブ 3 4 及び排気ポート 3 5 はクロスオーバー通路 2 2 に接触せず、すなわち、クロスオーバー通路 2 2 内に配置されていない。

30

【 0 0 5 2 】

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 1 2 及び膨張シリンダー 1 4 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 1 2 及び膨張シリンダー 1 4 についてのクランクスロー 3 6、3 8 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 3 0 の上死点(TDC)が圧縮ピストン 2 0 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 1 0 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。

40

【 0 0 5 3 】

分割サイクルエンジン 1 0 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 2 2 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 3 0 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 1 0 ないし 3 0 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 2 4 及びXovrEバルブ 2 6 の適切なタイミングと伴って、分割

50

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 20 bar 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 40 bar)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。

10

【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、20 bar 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。

20

【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。

30

【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 20 bar 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 26 が開くとき、クロスオーバー通路 22 内の圧力は実質的に膨張シリンダー 14 内の圧力よりも(典型的には、20 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 14 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 10 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 10 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。

40

【0057】

当該分割サイクル空気ハイブリッドエンジン 10 はまた、空気貯留器(タンク)バルブ 42 によってクロスオーバー通路 22 に作用可能に連結されている空気貯留器(タンク)40 を含んでいる。2 つ以上のクロスオーバー通路 22 を備える実施形態は、クロスオーバー

50

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。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。

10

【 0 0 5 9 】

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。

20

【 0 0 6 0 】

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 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 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)、空気タンク 4 0 に貯蔵された圧縮空気が膨張ピストン 3 0 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 4 0 に貯蔵された圧縮空気が膨張シリンダー 1 4 内で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。

30

40

【 0 0 6 1 】

当該 AC モードにおいては、膨張シリンダー 1 4 が、好ましくは、当該膨張シリンダーにおいて膨張ピストン 3 0 により遂行されるポンプ仕事(負の IMEP の観点から)を最小にする又は実質的に低減すべく不活動化される。ここにさらに詳細に説明されるように、当該膨張シリンダー 1 4 を不活動化する最も効率的な方法は、クランクシャフト 1 6 の全

50

回転に亘ってXovrEバルブ26を閉じて保ち、そして理想的には、当該クランクシャフトの全回転に亘って排気バルブ34を開いて保つことである。

【0062】

排気バルブが外方に開くエンジンの実施形態においては、当該排気バルブはクランクシャフトの全回転に亘って開いて保たれ得る。しかしながら、この模範的実施形態は、排気バルブ34が内開きであるより典型的な構成を図解している。それ故に、当該膨張ピストンのストロークの頂部での膨張ピストン30の排気バルブ34との接触を避けるためには、排気バルブ34は、上昇するピストン30が内開きのバルブ34に接触する前に閉じられねばならない。

【0063】

加えて、過剰な温度及び圧力の蓄積を避けるために、排気バルブの閉じる角度から膨張ピストンの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、排気バルブ34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、膨張ピストン30のTDC前の約60CA度の排気バルブ34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。排気バルブの閉じがTDC前60CA度であるときは、排気バルブの開きは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。

【0064】

したがって、空気の温度及び圧力の過剰な蓄積無しで膨張シリンダー14を不活動化するためには、排気バルブ34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、排気バルブ34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、排気バルブ34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。

【0065】

膨張ピストン30のバルブ34への接触を避けるのに応じて排気バルブ34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30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、膨張シリンダー14内の圧力が排気ポート35内の圧力に等しいとき(すなわち、膨張シリンダー14と排気ポート35との間の圧力差が実質的にゼロのとき)のタイミングで排気バルブ34を再び開くことである。理想的なシステムにおいて、排気バルブ34の開きタイミングは膨張ピストン30の上死点に関して排気バルブ34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、膨張ピストン30の膨張ストローク中に排気バルブ34が閉じた後に、膨張シリンダー14内の圧力及び温度は上昇し始める。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、膨張シリンダー14及び排気ポート35内の圧力は、膨張ピストン30の膨張ストロークよりも排気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、排気ポート35における波動効果及び排気バルブ34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排気バルブ34の最適な閉じ及び開きタイミングの結果をもたらす。

【0066】

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34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30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10CA度内)に保つことが重要である。例えば、仮に、排気バルブ34が膨張ピストン30に衝突されるのを避けるべく膨張ピストン30のTDC前の実質的に25CA度で閉じられるとすると、その後、バルブ34はピストン30のTDC後の実質的に25CA度を開くべきである。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30がTDCから離れて降下すると

10

20

30

40

50

き空気が膨張しかつ膨張ピストン30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。

【0067】

したがって、膨張ピストン30のバルブ34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34の閉じ及び開き位置(タイミング)が膨張ピストン30のTDCに関して対称であり、プラス又はマイナス10CA度内である(例えば、仮に、排気バルブ34がTDC前25CA度で閉じるなら、その後、それはピストン30のTDC後の25プラス又はマイナス10CA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34の閉じ及び開き位置がピストン30のTDCに関して対称でプラス又はマイナス5CA度内であることがより好ましく、そしてバルブ34の閉じ及び開き位置がピストン30のTDCに関して対称でプラス又はマイナス2CA度内であることが最も好ましい。

10

【0068】

また、当該ACモードにおいては、空気タンクバルブ42は、好ましくは、クロスオーバー通路22内の空気圧力が空気タンク40内の空気圧力よりも高いときに、開かれる。これは、圧縮空気が空気タンク40内に蓄積用に流れること、及び圧縮空気が空気タンクから外に漏れるのが実質的に防止されることを保証する。当該圧縮ピストン20は吸入空気を圧縮シリンダー12内に引き込み、及び吸入空気を圧縮する。圧縮空気はその後空気タンク40内に蓄えられる。

【0069】

20

XoverE_open_EXH_clsdとラベル付けられた図2のグラフに示されるように、最大のポンプ損失(負のIMEPの観点から)は、仮に、当該XovrEバルブが開いて保たれ、そして排気バルブが閉じて保たれるなら、当該ACモードにおいて起こる。この配列における当該ポンプ仕事はまた、一般に、エンジン速度と共に増大する。

【0070】

XoverE_std_EXH_std、XoverE_clsd_EXH_std、及びXoverE_open_EXH_stdとラベル付けられた図2のグラフを参照するに、仮に、(i)XovrEバルブ及び排気バルブが標準のタイミング(例えば、EFモードのために用いられるタイミング)で運転されるか、(ii)XovrEバルブが閉じて保たれ、そして排気バルブが標準のタイミングで運転されるか、又は(iii)XovrEバルブが開いて保たれ、そして排気バルブが標準のタイミングで運転されるかのいずれかであるなら、当該ポンプ損失はXoverE_open_EXH_clsd配列からほとんど等しい量に低減される。

30

【0071】

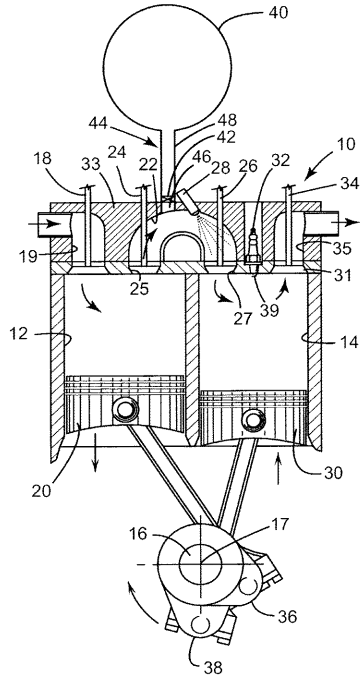
XoverE_clsd_EXH_openとラベル付けられた図2のグラフを参照するに、前に述べたように、仮に、当該XovrEバルブを閉じ、かつ排気バルブを開いて保つことにより当該膨張シリンダーが不活動化されるなら、当該ポンプ損失はさらにもっと(低いエンジン速度ではほとんどゼロまで)低減される。この配列では、膨張ピストンはその動力ストローク中に排気ポートから排気空気を引き込み、そしてその排気ストローク中に排気ポート内に空気を押し戻す。排気バルブ34は膨張ピストン30との接触を避ける対応でのみ閉じられているので、最小量の圧縮仕事が行われる。加えて、圧縮仕事の大半は、排気バルブ34の開及び閉のタイミングが膨張ピストン30のTDCに対して実質的に対称であるときは可逆的である。従って、膨張シリンダーの不活動化は、ACモードにおいて当該膨張ピストンにより遂行されるポンプ仕事を最小にし、及び実質的に低減することは明らかである。

40

【0072】

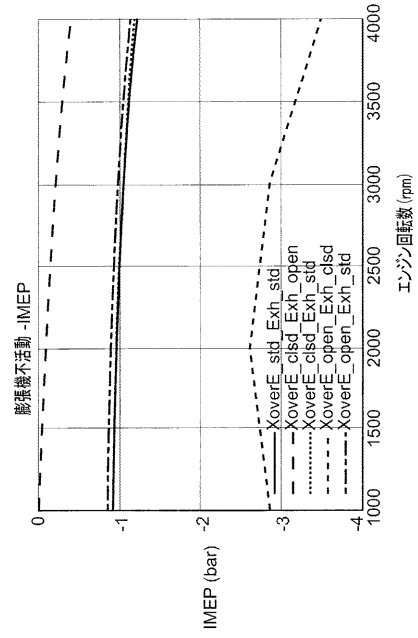
本発明が特定の実施形態を参照して説明されたが、説明された発明のコンセプトの趣旨及び範囲内で多数の変更がなされ得ることが理解されるべきである。従って、本発明は説明された実施形態に限定されず、それは以下の請求項の語句によって定められる全部の範囲を有することが意図されている。

【図1】



【図2】

膨張機シリンダー不活動化



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2010/0051003(US,A1)

米国特許第7607503(US,B1)

米国特許第4696158(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 33/22

F02B 75/18