

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4490429号  
(P4490429)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2B 23/00 (2006.01)	FO2B 23/00	A
FO2B 33/06 (2006.01)	FO2B 33/06	
FO2B 33/44 (2006.01)	FO2B 33/44	H
FO2B 39/10 (2006.01)	FO2B 39/10	
FO2B 75/18 (2006.01)	FO2B 75/18	N
請求項の数 35 (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-530540 (P2006-530540)	(73) 特許権者	500061408
(86) (22) 出願日	平成16年5月28日(2004.5.28)		ロータス カーズ リミテッド
(65) 公表番号	特表2007-502389 (P2007-502389A)		イギリス ノーフォーク州 エヌ アール
(43) 公表日	平成19年2月8日(2007.2.8)		14 8 イー ゼット ノーウィッチ
(86) 国際出願番号	PCT/GB2004/002268		ヘセル
(87) 国際公開番号	W02004/106713	(74) 代理人	100075258
(87) 国際公開日	平成16年12月9日(2004.12.9)		弁理士 吉田 研二
審査請求日	平成19年5月25日(2007.5.25)	(74) 代理人	100096976
(31) 優先権主張番号	0312201.7		弁理士 石田 純
(32) 優先日	平成15年5月28日(2003.5.28)	(72) 発明者	ターナー ジェームズ ウイリアム グリ
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		フィス
			イギリス ノーフォーク ワイモンダム
			ハーブ ロバート グレード 11
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮空気による作動を含む複数の作動モードを有するエンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンであって、  
容積可変チャンバと、  
前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、  
前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、  
前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、第1の作動モードとして、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードを有し、

当該エンジンは、更に、  
前記容積可変チャンバに接続され、圧縮空気を貯蔵するリザーバと、  
前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、作動モードとして、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第3の作動モードと、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へ流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、前記排気弁手段が圧縮された給気を大気へと排出させる、第4の作動モードと、

前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の全てを閉鎖することにより給気または燃焼済みガスを前記容積可変チャンバ内に閉じ込め、閉じ込められた給気または燃焼済みガスを含む前記容積可変チャンバがガススプリングとして機能する、第5の作動モードと、

を少なくとも有する、エンジン。

【請求項2】

エンジンであって、

容積可変チャンバと、

前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、

前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、

前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、第1の作動モードとして、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードを有し、

当該エンジンは、更に、

前記容積可変チャンバに接続され、圧縮空気を貯蔵するリザーバと、

前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、作動モードとして、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第3の作動モードと、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へ流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、前記吸気弁手段が圧縮された給気を大気へと排出させる、第4の作動モードと、

前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の全てを閉鎖することにより給気または燃焼済みガスを前記容積可変チャンバ内に閉じ込め、閉じ込められた給気または燃焼済みガスを含む前記容積可変チャンバがガススプリングとして機能する、第5の作動モードと、

を少なくとも有する、エンジン。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のエンジンであって、前記膨張した空気が前記排気弁手段を介して大気へと排出される、エンジン。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載のエンジンであって、前記膨張した空気が前記吸気弁手段を介して大気へと排出される、エンジン。

【請求項 5】

上記の請求項のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、当該エンジンが前記第 5 の作動モードで作動中は前記燃料供給手段が作動されない、エンジン。

10

【請求項 6】

上記の請求項のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、当該エンジンが前記第 4 の作動モードで作動中は前記燃料供給手段が作動されない、エンジン。

【請求項 7】

エンジンであって、  
容積可変チャンバと、  
前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、  
前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、  
前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

20

当該エンジンは、第 1 の作動モードとして、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードを有し、

当該エンジンは、更に、

前記容積可変チャンバに接続された圧縮空気を貯蔵するリザーバと、  
前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するガス流制御弁手段と、  
を備え、

30

当該エンジンは、更に、作動モードとして、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第 2 の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出されることからなる第 3 の作動モードと、  
を有し、

40

当該エンジンは、前記第 3 の作動モードで作動中は、各下降ストロークにおいて前記ガス流制御弁が圧縮空気を前記容積可変チャンバ内へと流入させる 2 工程サイクルで作動することができ、

当該エンジンは、前記第 3 の作動モードで作動中は、吸気工程において前記吸気弁手段が新鮮な給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、圧縮工程において前記吸気弁手段を介して流入した給気が圧縮され、出力工程において前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記容積可変チャンバ内へと流入させることによって圧縮工程においてあらかじめ圧縮された空気を追加し、排気工程において膨張した空気が前記容積可変チャンバから排出され

50

る、4工程サイクルで作動することができる、  
エンジン。

【請求項8】

上記の請求項のいずれか1項に記載のエンジンであって、当該エンジンが前記第2の作動モードで作動中は前記燃料供給手段が作動されない、エンジン。

【請求項9】

上記の請求項のいずれか1項に記載のエンジンであって、当該エンジンが前記第3の作動モードで作動中は該燃料供給手段が作動されない、エンジン。

【請求項10】

上記の請求項のいずれか1項に記載のエンジンであって、当該エンジンの前記第2の作動モードにおいて前記容積可変チャンバ内で圧縮される空気は、10から20バールの範囲の圧力に圧縮される、エンジン。

10

【請求項11】

上記の請求項のいずれか1項に記載のエンジンであって、前記リザーバが軽量プラスチック製圧力容器を備える、エンジン。

【請求項12】

エンジンであって、  
容積可変チャンバと、  
前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、  
前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、  
前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

20

当該エンジンは、第1の作動モードとして、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードを有し、

30

当該エンジンは、更に、  
前記容積可変チャンバに接続された圧縮空気を貯蔵するリザーバと、  
前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するためのガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、作動モードとして、  
前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

40

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気とその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出されることからなる第3の作動モードと、  
を有し、

当該エンジンが、このエンジンを動力源とするポンプを更に備え、当該ポンプは、前記容積可変チャンバから排出された圧縮空気を受け入れ、圧縮空気が前記リザーバに供給される前にその空気を更に圧縮する、  
エンジン。

【請求項13】

請求項12に記載のエンジンであって、前記ポンプが圧縮空気の圧力を、初期圧力であ

50

る 10 から 20 バールの範囲から更に高圧の 100 から 200 バールに昇圧する、エンジン。

【請求項 14】

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、エンジンにより駆動される過給機を更に備え、この過給機は前記吸気弁手段を介して前記容積可変チャンバ内へと流入する給気を加圧する、エンジン。

【請求項 15】

エンジンであって、  
容積可変チャンバと、  
前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、  
前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、  
前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、第 1 の作動モードとして、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードを有し、

当該エンジンは、更に、  
前記容積可変チャンバに接続された圧縮空気を貯蔵するリザーバと、  
前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するためのガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、作動モードとして、  
前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第 2 の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気その後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第 3 の作動モードと、  
を有し、

当該エンジンが、電動のターボチャージャーを更に備え、当該ターボチャージャーは、前記吸気弁手段を介して前記容積可変チャンバ内へと流入する給気を加圧する、エンジン。

【請求項 16】

請求項 12 から 15 のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、前記リザーバがスチール製の圧力容器を備える、エンジン。

【請求項 17】

上記の請求項のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、前記容積可変チャンバが、ピストンと、このピストンを囲う気筒との間の空間として画定され、ピストンは気筒内を往復するとともに当該エンジンのクランクシャフトに接続されている、エンジン。

【請求項 18】

上記の請求項のいずれか 1 項に記載のエンジンであって、前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の各々が個々の液圧アクチュエータにより作動される弁を備え、全ての液圧アクチュエータは共通の電子制御装置によって制御され、前記エンジンの作動モードを切り替えるために、前記電子制御装置が複数のセンサから信号を受け取って前記液圧アクチュエータの作動を変化させ、それに従って、前記弁の作動が変化する

、エンジン。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のエンジンを備える車両であって、

前記複数のセンサが、車両の運動に関するパラメータを測定するセンサと、前記リザーバに貯蔵された空気の圧力を測定するセンサと、を含み、

前記電子制御装置は、リザーバの圧縮空気の蓄えが少ないときに車両が減速していることを検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を変化させて前記エンジンが前記第 2 の作動モードで作動するようにする、

車両。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の車両であって、ギア比可変の自動変速装置を有し、車両の減速時にエンジンの回転速度を増加させるためにギア比を下げるよう、前記電子制御装置が前記変速装置を制御する、車両。

【請求項 21】

請求項 19 または 20 に記載の車両であって、

前記電子制御装置は、前記リザーバの圧縮空気の蓄えが満杯のときに車両が減速していることを検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を変化させて前記エンジンが前記第 4 の作動モードで作動するようにする、

車両。

【請求項 22】

請求項 19 に記載のエンジンを備える車両であって、

前記複数のセンサが、車両の運動に関するパラメータと運転者の要件に関するパラメータとを測定するセンサを含み、

前記電子制御装置は、車両が静止状態にあり、運転者が当該車両を始動させたいと希望していることを検出すると、液圧アクチュエータの作動を制御してエンジンが初めは第 3 の作動モードで作動するようにし、その後、車両速度の増加に伴い、液圧アクチュエータの作動を変化させてエンジンを第 1 の作動モードに切り替える、

車両。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の車両であって、当該車両がクラッチの使用なしで発進する、車両。

【請求項 24】

エンジンであって、

複数の容積可変チャンバと、

前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、

前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、

前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、

を備え、

当該エンジンは、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも 1 つを複数の異なる作動モードで作動させることができ、

当該エンジンは各容積可変チャンバを、第 1 の作動モードである、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードで作動させることができ、

当該エンジンは、更に、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも 1 つに接続され、圧縮空気を貯蔵するリザーバと、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも 1 つと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの

10

20

30

40

50

間の空気の流れを制御するためのガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気その後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第3の作動モードと、  
で作動させることができ、

第1の前記容積可変チャンバを前記第1の作動モードに従って作動させると同時に、第2の前記容積可変チャンバを前記第2の作動モードに従って作動させることができ、これにより、前記第1の容積可変チャンバ内の燃焼済みガスの膨張によって得られた仕事の一部を、前記第2の容積可変チャンバ内の給気を圧縮するために使用できる、  
エンジン。

【請求項25】

請求項24に記載のエンジンであって、前記第3の作動モードにおいて、膨張した空気が前記排気弁手段を介して大気へと排出される、エンジン。

【請求項26】

請求項24に記載のエンジンであって、前記第3の作動モードにおいて、膨張した空気が前記吸気弁手段を介して大気へと排出される、エンジン。

【請求項27】

請求項24から26のいずれか1項に記載のエンジンであって、各容積可変チャンバが固定要素と可動要素との間の空間として画定され、全ての可動要素が共通の出力機構に接続されており、これにより、燃焼済みガスの膨張によって得られた仕事を当該エンジンから出力できると同時に前記可動要素間で移動させることができる、エンジン。

【請求項28】

請求項27に記載のエンジンであって、前記固定要素がシリンダブロック内のシリンダであり、前記可動要素が各シリンダ内を往復するピストンであって、前記出力機構が全てのピストンが接続されたクランクシャフトを備える、エンジン。

【請求項29】

請求項24から28のいずれか1項に記載のエンジンであって、前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の各々が個々の液圧アクチュエータにより作動される弁を備え、全ての液圧アクチュエータは共通の電子制御装置によって制御され、エンジンの各容積可変チャンバの前記作動モードを制御するために、前記電子制御装置が複数のセンサから信号を受け取って前記液圧アクチュエータの作動を変化させ、それによって、前記弁が作動を変化する、エンジン。

【請求項30】

請求項29に記載のエンジンであって、  
前記複数のセンサが、当該エンジンの負荷に関するパラメータを測定するセンサと、前記リザーバ内に貯蔵された空気の圧力を測定するセンサと、を含み、

前記電子制御装置は、当該エンジンが部分負荷状態にあり、且つ、前記リザーバの圧縮空気の蓄えが少ないことを検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を制御し、少なくとも第1の容積可変チャンバが前記第1の作動モードで作動され、前記エンジンからの出力を供給し、少なくとも第2の容積可変チャンバが、前記第2の作動モードで作動されて前記リザーバに供給する給気を圧縮する、  
エンジン。

【請求項31】

請求項29に記載のエンジンであって、

前記複数のセンサが、当該エンジンの負荷に関するパラメータを測定するセンサと、前記リザーバ内に貯蔵された空気の圧力を測定するセンサと、を含み、

前記電子制御装置は、当該エンジンが部分負荷状態にあり、且つ、前記リザーバの圧縮空気の蓄えが満杯であることが検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を制御し、第1の容積可変チャンバが前記第1の作動モードで作動され、前記エンジンからの出力を供給し、少なくとも第2の容積可変チャンバが、当該第2の容積可変チャンバに対して設けられた前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段を閉鎖することにより作動しない状態とされて、または燃焼済みガスが前記第2の容積可変チャンバに閉じ込められるようにして、前記第2の容積可変チャンバをガススプリングとして機能させる、エンジン。

10

【請求項32】

請求項24から26のいずれか1項に記載のエンジンであって、前記複数の容積可変チャンバが管路手段によって相互接続されており、前記エンジンが前記第2の作動モードで作動中には、前記容積可変チャンバに流入を許可され当該容積可変チャンバ内で圧縮された給気は、前記ガス流制御弁手段により当該チャンバからの流出が許可されると、少なくとも第2の容積可変チャンバに流れ、当該第2の容積可変チャンバ内で空気は更に圧縮された後、前記リザーバへと流れてその中に貯蔵される、エンジン。

【請求項33】

エンジンであって、

複数の容積可変チャンバと、

前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、

前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、

前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御する排気弁手段と、  
を備え、

20

当該エンジンは、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを複数の異なる作動モードで作動させることができ、

当該エンジンは、各容積可変チャンバを、第1の作動モードである、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させて、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、作動モードで作動させることができ、

30

当該エンジンは、更に、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つに接続され、圧縮空気を貯蔵するリザーバと、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するためのガス流制御弁手段と、

を備え、

当該エンジンは、更に、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを、

40

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第3の作動モードと、

で作動させることができ、

前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の各々が個々の液圧アクチュエータにより作動される弁を備え、全ての液圧アクチュエータは共通の電子制御装置

50



によって制御され、エンジンの各容積可変チャンバの前記作動モードを制御するために、前記電子制御装置が複数のセンサから信号を受け取って前記液圧アクチュエータの作動を変化させ、それに従って、前記弁の作動を変化させるエンジンであって、

前記複数のセンサが、当該エンジンの負荷に関するパラメータを測定するセンサと、前記リザーバ内に貯蔵された空気の圧力を測定するセンサと、を含み、

前記電子制御装置が、当該エンジンが部分負荷状態にあり、且つ、前記リザーバの圧縮空気の蓄えが満杯であることを検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を制御し、第1の容積可変チャンバが前記第1の作動モードで作動され、当該エンジンからの出力を供給し、少なくとも第2の容積可変チャンバが、当該第2の容積可変チャンバに対して設けられた前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段を閉鎖することにより作動しない状態とされて、給気または燃焼済みガスが前記第2の容積可変チャンバに閉じ込められるようにして、前記第2の容積可変チャンバをガススプリングとして機能させる、  
エンジン。

#### 【請求項34】

請求項33に記載のエンジンであって、前記複数の容積可変チャンバが管路手段によって相互接続されており、前記エンジンが前記第2の作動モードで作動中において、前記容積可変チャンバに流入を許可され当該容積可変チャンバ内で圧縮された給気は、前記ガス流制御弁手段により当該チャンバからの流出が許可されると、少なくとも第2の容積可変チャンバに流れ、当該第2の容積可変チャンバ内で空気は更に圧縮された後、前記リザーバへと流れてその中に貯蔵される、エンジン。

#### 【請求項35】

エンジンであって、  
複数の容積可変チャンバと、  
前記容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、  
前記容積可変チャンバへ流入した給気と混合される燃料を供給する燃料供給手段と、  
前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの当該容積可変チャンバから大気への排出を制御するための排気弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを複数の異なる作動モードで作動させることができ、

当該エンジンは、各容積可変チャンバを、第1の作動モードである、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させ、流入した給気と混合される燃料を前記燃料供給手段が供給し、燃料と給気の混合気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮され、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼して燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出される、第1の作動モードで作動させることができ、

当該エンジンが、更に、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つに接続され、圧縮空気を貯蔵するリザーバと、

前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つと圧縮空気を貯蔵する前記リザーバとの間の空気の流れを制御するためのガス流制御弁手段と、  
を備え、

当該エンジンは、更に、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを、

前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が前記容積可変チャンバの容積の減少により圧縮されて、前記ガス流制御弁手段が圧縮された給気を前記リザーバ内に貯蔵するために前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させて前記リザーバ内に貯蔵する、第2の作動モードと、

前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させ、圧縮空気が膨張し前記容積可変チャンバの容積を増加させ、膨張した空気がその後の

10

20

30

40

50

容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出される、第3の作動モードと、  
で作動させることができ、

前記複数の容積可変チャンバが管路手段によって相互接続されており、前記エンジンが前記第3の作動モードで作動中には、前記容積可変チャンバ内で膨張した給気が前記排気弁手段を介して少なくとも第2の容積可変チャンバへと排出されて、当該第2の容積可変チャンバ内で給気は更に膨張された後、大気へと排出される、エンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関として動作可能であるとともに、圧縮空気を発生させる圧縮機としても動作可能で、且つ、あらかじめ発生されて貯蔵された圧縮空気をを用いて動力を発生することができるエンジンに関する。

10

【背景技術】

【0002】

これまで、例えば、市街地における交通条件といった特定の作動条件において排出ガスがゼロとなるようなエンジンを有する車両の開発のためにかなりの研究が行われてきた。それらの研究の多くは、内燃機関と電気モータとを組み合わせることに重点を置いており、市街地以外では内燃機関を使用して電力を発生させてその電力を蓄えて、後に、車両の市街地走行において電気モータを作動させるために使用するというものであった。電気モータが単独で動作している場合は、排出ガスがゼロとなる。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、異なった方法によって排出ガスがゼロとなるように作動するエンジンを提供するという課題に取り組む。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第1の基本態様は、エンジンであって、容積可変チャンバと、当該容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、前記容積可変チャンバへ流入した給気と燃料とを混合させるために燃料を供給するための燃料供給手段と、前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの前記容積可変チャンバから大気への排出を制御するための排気弁手段とを備え、当該エンジンが、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させて、流入した給気と混合させるために前記燃料供給手段が燃料を供給し、燃料と給気の混合気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼し、燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させて、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出されることからなる第1の作動モードを有し、当該エンジンが更に、前記容積可変チャンバに接続された圧縮空気を貯蔵するためのリザーバと、前記容積可変チャンバと圧縮空気を貯蔵するための前記リザーバとの間の空気の流量を制御するためのガス流制御弁手段とを備えることを特徴とし、当該エンジンが更に少なくとも2つの作動モード、すなわち、前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバ内に貯蔵するために前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させることからなる第2の作動モードと、前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させた後、膨張させて前記容積可変チャンバの容積を増加させて、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出されることからなる第3の作動モードとを有する。

30

40

本発明の第1の態様のエンジンは、上記第1の基本態様に、更に、前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へ流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変

50

チャンバにより圧縮されて、前記排気弁手段が圧縮された給気を大気へと排出させる、第4の作動モードと、前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の全てを閉鎖することにより給気または燃焼済みガスを前記容積可変チャンバ内に閉じ込め、閉じ込められた給気または燃焼済みガスを含む前記容積可変チャンバがガススプリングとして機能する、第5の作動モードと、を少なくとも有する。

本発明の第2の態様のエンジンは、上記第1の基本態様に、更に、前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へ流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、前記吸気弁手段が圧縮された給気を大気へと排出させる、第4の作動モードと、前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の全てを閉鎖することにより給気または燃焼済みガスを前記容積可変チャンバ内に閉じ込め、閉じ込められた給気または燃焼済みガスを含む前記容積可変チャンバがガススプリングとして機能する、第5の作動モードと、を少なくとも有する。

本発明の第3の態様のエンジンは、上記第1の基本態様のエンジンにおいて、前記第3の作動モードで作動中は、各下降ストロークにおいて前記ガス流制御弁が圧縮空気を前記容積可変チャンバ内へと流入させる2工程サイクルで作動することができ、前記第3の作動モードで作動中は、吸気工程において前記吸気弁手段が新鮮な給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、圧縮工程において前記吸気弁手段を介して流入した給気が圧縮され、出力工程において前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記容積可変チャンバ内へと流入させることによって圧縮工程においてあらかじめ圧縮された空気を追加し、排気工程において膨張した空気が前記容積可変チャンバから排出される、4工程サイクルで作動することができる。

本発明の第4の態様のエンジンは、上記第1の基本態様のエンジンにおいて、このエンジンを動力源とするポンプを更に備え、当該ポンプは、前記容積可変チャンバから排出された圧縮空気を受け入れ、圧縮空気が前記リザーバに供給される前にその空気を更に圧縮する。

本発明の第5の態様のエンジンは、上記第1の基本態様のエンジンにおいて、電動のターボチャージャーを更に備え、当該ターボチャージャーは、前記吸気弁手段を介して前記容積可変チャンバ内へと流入する給気を加圧する。

#### 【0005】

本発明の第2の基本態様は、エンジンであって、複数の容積可変チャンバと、当該容積可変チャンバ内への給気の流入を制御する吸気弁手段と、前記容積可変チャンバへ流入した給気と燃料とを混合させるために燃料を供給するための燃料供給手段と、前記容積可変チャンバ内における燃料と流入した給気との燃焼により生じる燃焼済みガスの前記容積可変チャンバから大気への排出を制御するための排気弁手段とを備え、当該エンジンは、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを複数の異なる作動モードで作動させることができ、当該エンジンは各容積可変チャンバを、前記吸気弁手段が前記容積可変チャンバ内へと給気を流入させて、流入した給気と混合させるために前記燃料供給手段が燃料を供給し、燃料と給気の混合気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、圧縮された燃料と給気の混合気が燃焼し、燃焼済みガスが膨張して前記容積可変チャンバの容積を増加させて、膨張した燃焼済みガスが前記排気弁手段を介して前記容積可変チャンバから大気へと排出されることからなる第1の作動モードで作動させることができ、当該エンジンが更に、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つに接続された圧縮空気を貯蔵するためのリザーバと、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つと圧縮空気を貯蔵するための前記リザーバとの間の空気の流量を制御するためのガス流制御弁手段とを備えることを特徴とし、該エンジンが更に、前記複数の容積可変チャンバの少なくとも1つを少なくとも2つの作動モード、すなわち、前記吸気弁手段が給気を前記容積可変チャンバ内へと流入させ、流入した給気が容積の減少する前記容積可変チャンバにより圧縮されて、前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバ内に貯蔵するために前記容積可変チャンバから前記リザーバへと流出させることからなる第2の作動モードと、前記ガス流制御弁手段が圧縮空気を前記リザーバから前記容積可変チャンバへと流出させた後、膨張

させて前記容積可変チャンバの容積を増加させて、膨張した空気がその後の容積可変チャンバの容積の減少により大気へと排出されることからなる第3の作動モードとで作動させることができる。

本発明の第6の態様のエンジンは、上記第2の基本態様のエンジンにおいて、第1の前記容積可変チャンバを前記第1の作動モードに従って作動させると同時に、第2の前記容積可変チャンバを前記第2の作動モードに従って作動させることができ、これにより、前記第1の容積可変チャンバ内の燃焼済みガスの膨張によって得られた仕事の一部を、前記第2の容積可変チャンバ内の給気を圧縮するために使用できる。

本発明の第7の態様のエンジンは、上記第2の基本態様のエンジンにおいて、前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段の各々が個々の液圧アクチュエータにより作動される弁を備え、全ての液圧アクチュエータは共通の電子制御装置によって制御され、エンジンの各容積可変チャンバの前記作動モードを制御するために、前記電子制御装置が複数のセンサから信号を受け取って前記液圧アクチュエータの作動を変化させ、それに従って、前記弁の作動を変化させるエンジンであって、前記複数のセンサが、当該エンジンの負荷に関するパラメータを測定するセンサと、前記リザーバ内に貯蔵された空気の圧力を測定するセンサと、を含み、前記電子制御装置が、当該エンジンが部分負荷状態にあり、且つ、前記リザーバの圧縮空気の蓄えが満杯であることを検出すると、前記液圧アクチュエータの作動を制御し、第1の容積可変チャンバが前記第1の作動モードで作動され、当該エンジンからの出力を供給し、少なくとも第2の容積可変チャンバが、当該第2の容積可変チャンバに対して設けられた前記吸気弁手段、前記排気弁手段および前記ガス流制御弁手段を閉鎖することにより作動しない状態とされて、給気または燃焼済みガスが前記第2の容積可変チャンバに閉じ込められるようにして、前記第2の容積可変チャンバをガススプリングとして機能させる。

本発明の第8の態様のエンジンは、上記第2の基本態様のエンジンにおいて、前記複数の容積可変チャンバが管路手段によって相互接続されており、前記エンジンが前記第3の作動モードで作動中には、前記容積可変チャンバ内で膨張した給気が前記排気弁手段を介して少なくとも第2の容積可変チャンバへと排出されて、当該第2の容積可変チャンバ内で給気は更に膨張された後、大気へと排出される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

次に、本発明の好適な実施の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。

【0009】

図1には、気筒11内を往復し、容積可変燃焼チャンバ12を気筒11とともに画定するピストン10が図示されている。2つの吸気弁13および14が、燃焼チャンバ12への吸気の流量を制御する。ガス流制御弁15が、後述のとおり、圧力容器16への加圧空気の流入および圧力容器16からの流出を制御する。排気弁17は、燃焼チャンバからの燃焼済みガスの流出を制御し、ここから排出されたガスは排気流路18を通過して大気に放出される。インジェクタ33は、燃料を燃焼チャンバ内へと供給すると共に、点火プラグを含む。

【0010】

4つの弁13、14、15、17は、各々4つの液圧アクチュエータ19、20、21、22に接続されており、このアクチュエータ19、20、21、22が、これらのアクチュエータの一つに対し一つ結合された4つの電気作動式制御弁23、24、25、26の制御の下、弁13、14、15、17を開閉する。各制御弁23、24、25、26は、加圧された作動流体の発生源27（例えばポンプ）と排出先（例えば、ポンプによって作動流体がくみ上げられる液だめ）の両方に接続されている。制御弁23、24、25、26は全て、電子制御装置29が生成する電気信号によって制御される。電子制御装置29が生成する制御信号は、複数のエンジン作動パラメータ（複数の図示されないセンサによって検出される）に関連すると共に、気筒11内のピストン10の位置に関連する。このピストンの位置は、ピストン10に接続されたコネクティングロッド32に駆動されて

回転するクランクシャフト 31 に接続された回転センサ 30 によって検出される。

【0011】

制御弁 23 などの各制御弁は、それぞれに対応したアクチュエータ 19 などのアクチュエータの上部チャンバを、ポンプ 27 から加圧流体を受け入れるように接続し、同時に、アクチュエータの下部チャンバを液だめ 28 に流体を戻すように接続することができる。これにより、関連する弁、例えば弁 13 が駆動されて開弁する。これに対し、制御弁 23 などの各制御弁は、それぞれに対応したアクチュエータ 19 などのアクチュエータの下部チャンバを、ポンプ 27 から加圧流体を受け入れるように接続し、同時に、アクチュエータの上部チャンバを液だめ 28 に流体を戻すようにも接続することができる。これにより、関連する弁、例えば弁 13 が駆動されて閉弁する。

10

【0012】

ピストン 10 および気筒 11 が位置するエンジンは、例えば、更に 3 つの気筒とその中で往復する 3 つのピストンを有する。それらのピストンは全て、共通のクランクシャフト 31 に接続されており、その各々が上記のような液圧作動式弁を有し、全ての弁が共通の電子制御装置 29 に制御される。

【0013】

次に、上記エンジンの自動車における使用について説明する。

【0014】

通常の作動条件では、エンジンの各気筒は標準的な 4 工程サイクルに従い作動する。吸気工程では、給気を燃焼チャンバへ流入させるために吸気弁 13 および 14 が開かれ、インジェクタ 33 が給気中に燃料を噴射する。吸気行程に続く圧縮行程において、燃料と空気の混合気が圧縮された後、点火プラグ 33 によって点火される。次に、点火された気体は膨脹工程で膨張し、続く排気工程においては、燃焼済みガスを燃焼チャンバから排出するために排気弁 17 が開弁される。4 工程運転を通じて、制御装置 29 によりガス制御弁 15 は閉弁状態に保持される。

20

【0015】

部分負荷または低負荷条件では、4 つの気筒のうち 2 つしか、上記の標準的な 4 工程サイクルの作動をしない。気筒 11 と同じ、他の 2 つの気筒は、次に説明するとおり、圧縮機となる。まず第一に、制御装置 29 が受け取る様々な信号によって、適切な部分負荷条件であるかが検出される。次に、制御装置 29 は、ピストン 10 の各下降ストロークにおいて吸気弁 13 および 14 が開弁して、燃焼チャンバ 12 内に空気を吸い込むことができるよう、アクチュエータ 19、20、21、22 を制御する。各上昇ストロークにおいて、インジェクタ 33 が作動しない状態にして、ピストン 10 が燃焼チャンバ 12 内の吸入空気のみを給気を加圧する。制御装置 29 はまた、上昇ストロークにおいてガス制御弁 15 を開弁して、燃焼チャンバ 12 内の加圧された空気が加圧空気を貯蔵するリザーバ 16 に排出されるようにする。

30

【0016】

2 つの気筒が空気の圧縮を行うようにエンジンが作動する場合、4 工程サイクルに従って作動する残りの各気筒は、空気の圧縮を行っている気筒に対して仕事をする。燃焼を行う気筒の仕事の負荷を上げることで、全ての気筒が部分負荷状態で通常の 4 工程サイクルで作動する場合と比較して、NOx および炭化水素の排出が改善される。制御装置 29 は、一定の作動条件に対してエンジンからどれだけの出力が必要かを評価して、全気筒数より少ない数の気筒を作動させて所要の出力が得られるか否かを決定する。

40

【0017】

エンジンが減速中でエンジンプレーキを必要とする際、電子制御装置 29 は、全ての気筒が上記のように圧縮機として作動するモードへと切り替えることができる。各ピストンは、各下降ストロークで空気を取り込み、それに続く上昇ストロークで空気を加圧し、加圧された空気はリザーバ 16 に排出される。車両の慣性が、空気の圧縮を行うためのエネルギーを供給する。空気の圧縮が車両の運動エネルギーを吸収し、それにより車両を非常に効率良く減速させる。

50

## 【 0 0 1 8 】

圧力センサ 3 4 は、燃焼チャンバ 1 2 内の気体の圧力を測定する。圧力センサ 3 5 は、リザーバ 1 6 内に貯蔵された圧縮空気の圧力を測定する。圧力センサ 3 4 および 3 5 は、測定された信号を電子制御装置 2 9 に伝達し、制御装置 2 9 は、容積可変チャンバ（例えば 1 2）内の圧縮空気の圧力がリザーバ 1 6 内の圧力よりも大きいときのみ、各ガス制御弁（例えば 1 5）を開く。リザーバ 1 6 が完全に加圧されているとき、電子制御装置 2 9 はガス制御弁（例えば 1 5）を閉弁状態に保持した上で、特定の気筒の全ての吸気および排気弁も閉弁状態に保持し、空気を閉じ込めた状態にして容積可変チャンバをガススプリングのように機能させるか（これは、例えば、2 つの気筒が稼働していて 2 つの気筒が稼働していないような部分負荷条件において望ましい）、あるいは、制御装置 2 9 は、空気を圧縮し、その後、圧縮空気を排出するために吸気および排気弁を開弁するように作動する（これは車両の減速条件において望ましい）。更に、この圧縮空気は清浄な空気であるため、吸気弁（例えば 1 3、1 4）を制御して、吸気系を介して大気に排出することができる。これには、冷気がエンジンの排気系内にある触媒コンバータを通過し、触媒コンバータの温度を作動温度以下に下げたのを回避するという利点がある。

10

## 【 0 0 1 9 】

本エンジンが作動している車両は、自動変速装置を有することが望ましい。エンジンの回転速度を上げて空気を圧縮するために費やされる仕事量を増加させ、それによって回生制動効果を増加させるために、車両制動中に変速機は自動的に低速側または最低速ギア比に変更される。車速に合わせて連続的にギア比を変えられるので、無段変速機を採用するのが理想的である。電気制御による変速機を使用可能であるが、どのような自動変速装置であっても十分である。

20

## 【 0 0 2 0 】

四輪駆動の変速装置の場合、エネルギー伝達の割合が、1 つの車軸の車輪がロックしてしまう力を上回るときは、制動エネルギーを他の車軸でも受け持つことができ、エンジンは圧縮機として機能する。また、無段変速機は、ブレーキがかけられた際により多くの回生制動力を伝達するように、（電子管理システムの制御の下）ギア比を変化させるよう構成することができる。

## 【 0 0 2 1 】

制動時にエンジンが圧縮機として機能している際は、2 工程サイクルが使用される。気筒内のピストンの各下降ストロークとともに各稼働気筒内に空気が引き込まれ、気筒内のピストンの各上昇ストロークとともに圧縮空気が排出される。

30

## 【 0 0 2 2 】

一旦、リザーバ 1 6 内に圧縮空気が蓄積されると、圧縮空気を、エンジンに動力を供給するために使用することができる。車両が始動する際、もしくは車両が周囲の流れに合わせてのろのろ運転している際にこれを行うことも可能である。係る作動モードにおいてエンジンは、圧縮空気エンジンとして作動する。制御装置 2 9 は、各気筒の吸気弁（例えば 1 3、1 4）を閉弁状態に保持した後、ガス流制御弁 1 5 および排気弁 1 7 の開閉を制御して、圧縮空気がチャンバ 1 2 内にリザーバ 1 6 から流入してピストン 1 0 を下方へ押し下げるようにする。それに続く上昇ストロークにおいて、膨張した空気がチャンバ 1 2 から排気路 1 8 へと排出される。または、清浄な膨張した空気を、吸気弁（例えば 1 3、1 4）の制御の下、吸気系を介して大気へと排出することもできる。

40

## 【 0 0 2 3 】

圧縮空気の貯蔵エネルギーは永久的に利用可能であるため、車両を始動させるために圧縮空気を使用してエンジンを始動させることが理想的である。通常、エンジンの始動時の排ガス性能は悪いので、これは排ガス性能の改善に役立つ。更に、貯蔵された圧縮空気により、車両をクラッチレスで始動させることも可能である。一般の車両を駆動するためには、内燃機関自身まず点火され、回転しなければならないのに対して、このエンジンにおいては、圧縮空気を使用して駆動すると、始動時にそのピストンを駆動軸に接続した状態とすることができ、クラッチを使用した操作が不要となる。

50

## 【 0 0 2 4 】

車両が静止状態から動き出す際、エンジンを圧縮空気モードで始動し、その後、2つの気筒が空気圧で作動していて他の2つの気筒が内燃機関の4工程サイクルで作動している部分負荷条件に移行し、車両の速度が増加するのに伴い全ての気筒を内燃機関の4工程サイクルで作動させることが考えられる。

## 【 0 0 2 5 】

本発明のエンジンを使用すれば、エンジンアイドリングの必要性を排除することができる。車両が停止すれば、エンジンも停止できる。車両を再始動する必要があるときは、上記のとおり、エンジンをまず圧縮空気モードで作動させることができる。これにより、エンジンのアイドリングを排除することができ、全体として非常に燃料効率が良くなる。

10

## 【 0 0 2 6 】

電子制御装置29はリザーバ16内の貯蔵ガスのレベルを連続的に監視し、貯蔵量が減少したと認められた場合には、エンジンの作動を変更して圧縮ガスをリザーバに供給する。

## 【 0 0 2 7 】

リザーバ16は、10 - 20バール(1 - 2 MPa)の範囲の加圧空気を収容できる軽量プラスチック製圧力容器とすることが考えられる。容器は、3から5マイル(5から8 km程度)の範囲の車両航続距離に対して十分な圧縮ガスを貯蔵できる大きさに作られる。典型的なリザーバは、140リットルの圧縮空気を貯蔵する。

## 【 0 0 2 8 】

上記のシステムの変形では、二次的なポンプを使用することにより圧縮ガスの圧力を、圧縮空気モードで作動しているエンジンから供給される20バール(2 MPa)から、200バール(20 MPa)に増圧することができる。しかしながらこのためには、より重い貯蔵容器(例えば、スチール製)が必要になったり、エンジンで駆動される別体の圧縮機が必要になるなど、更なる複雑さを伴う。

20

## 【 0 0 2 9 】

空気が気筒から送出された後に空気圧を上げるために二次的なポンプを使用する代わりに、エンジン駆動過給機(もしくは電動過給機)を使用してエンジンの気筒内で空気が圧縮される前に空気を圧縮することもできる。

## 【 0 0 3 0 】

上記の圧縮空気により作動するエンジンの説明において各作動気筒は、作動気筒内のピストンの各下降ストロークで圧縮空気が膨張し、膨張した空気が作動気筒内のピストンの各上昇ストロークで排出される、2工程サイクルで作動するものとして説明してきた。しかしながら、各作動気筒の各吸気工程において吸気弁が開き、吸気弁を介して導入された給気が圧縮工程において圧縮され、加圧された空気が膨張工程において作動気筒内に導入されて膨張する、4工程サイクルも利用可能である。最終的には、膨張した空気は排気工程において作動気筒から排出され、排気弁を介して排気管へと行くか、吸気弁を介して吸気系へと行く。4工程サイクルを使用することにより、エンジン効率を高めることができる。

30

## 【 0 0 3 1 】

燃料が作動気筒内に直接供給されて気筒内の空気と混合される燃料直噴システムが使用されることを前提として、リザーバ内に貯蔵された加圧空気を気筒内において膨張させるのではなく、気筒内において燃焼に利用することも可能である。これには、本発明のエンジンによって作動する車両の静止状態からの始動の性能を向上させる可能性がある。また、エンジンがターボチャージャー付の場合、リザーバからの加圧空気を使用することにより、ターボチャージャー付エンジン特有のラグを低減することができる。この可能性を可能にするためにエンジンは、各吸気工程において給気が気筒内にガス制御弁を介して加圧空気のリザーバから導入される4工程サイクルで作動可能でなくてはならない。給気の全てをリザーバから供給することも可能であるが、吸気工程の開始時に吸気弁を開いた後、吸気工程の後半でガス制御弁が開くのに伴って吸気弁を閉じることにより、加圧された空気

40

50

を導入することも可能である。吸気弁とガス制御弁は、同時には開弁しない。充填空気の全てが加圧空気のリザーバから供給される場合、吸気弁は各吸気工程の全工程を通して閉弁状態に保持される。

【0032】

多気筒エンジンを使用すれば、2回または3回の多段の圧縮または膨張を行うことができる可能性がある。複数の気筒がその外側の流路によって適切な方法で接続されている場合、第1の気筒内で第1のレベルまで空気を圧縮し、第2の気筒内で第2のより高いレベルまで圧縮し、第3の気筒内で更に高いレベルまで圧縮することができる。同様に、リザーバからの圧縮空気は、1つの気筒内で第1の程度まで膨張させた後排出させ、排出された空気を再度他の気筒内で第2のより高い程度まで膨張させて、最終的には、2度排出された空気を再度、更に別の気筒内で更に高い第3の程度まで膨張させることができる。これは、作動中のピストンの位相が特定の方法で設定されたエンジンでのみ可能であるが、可能な場合は効率を上げる。

10

【0033】

上記において本発明は、ピストンエンジンにおける実施例について説明したが、本発明は、例えばロータリーエンジン（ヴァンケルエンジンなど）などのいずれの回転装置にも使用できる他、容積可変チャンバを有する他のエンジンであっても、燃焼チャンバまたは圧縮室として使用することができる。したがって、説明および請求項における「ストローク」への言及は、例えばロータリーエンジンなどの気筒内で摺動するピストンを有さないエンジンにおいては、チャンバの容積増加の増加期間と容積減少の期間を含むものとして理解されるべきである。「下降ストローク」は、ピストンを有さないエンジンにおいては、容積可変チャンバの容積増加期間を含むものとして理解されるべきである。「上昇ストローク」は、ピストンを有さないエンジンにおいては、容積減少期間を含むものとして理解されるべきである。

20

【0034】

本発明に係るエンジンによって駆動される車両と、内燃機関と電気モータとの組み合わせで駆動される車両を比較してみると、本発明には単純さという利点がある。発電機や、電気モータ、バッテリーストレージが不要である。これらのアイテムはかなり高額でもあるため、本発明には、低コストという利点もある。

【0035】

図3は、上記の内燃機関内での使用に好適な弁機構であり、容積可変燃焼チャンバ（例えば12）から圧力容器16への加圧ガスの流量を制御するためのものである。

30

【0036】

バルブヘッド115aの背面に働く空気圧に対抗してポペット弁（図3における115）を閉弁状態に保持するためのばね荷重をあまり高くする必要なく、加圧ガスの流量を制御するための弁機構を提供することが課題である。

【0037】

弁機構は、バルブステム115と共に動くようにバルブステム上に取り付けられたバランスピストン116を含む。バランスピストン116は、シリンダヘッド118内に備えられたバルブステムチャンバ117内を摺動可能である。ばね119がバルブステムチャンバ117内に備えられており、このばね119は、チャンバ117の下面とバランスピストン116の間で作用することにより、ポペット弁115を移送ポートを閉じる位置に付勢する。この位置は、ポペット弁115が、空気がチャンバ112と空気リザーバ（図3に図示せず）との間を流れるのを防止するための位置である。

40

【0038】

図3にはまた、液圧アクチュエータのアクチュエータピストン120が図示されており、このピストン120は、バルブステム115bの端部に突き当たることができ、ポペット弁115を開いて燃焼チャンバ112と空気リザーバとの間に移送路121に沿って空気が流れるのを可能にする。図示されているシール122は、空気がバルブステムチャンバ117からバランスピストン116を越えて流出するのを防止する。

50



## 【0039】

バルブシステムチャンバ117は、連絡路123を介して移送路121に接続されており、連絡路123内には電子制御装置（図示せず）によって作動が制御される遮断弁124が位置する。

## 【0040】

バルブヘッド115の背面にかかる力は、 $P \times (V S \text{ 付加圧力})$ とポペットバルブ115の背面の面積、すなわち $A v$ との積に等しい。この力は、バランスシステム116に付加される平衡力によって機構内で相殺される。この平衡力は、供給圧力 $P \times$ とバランスピストンの面積 $A p$ との積である。したがって、バランスピストンの面積 $A p$ は、面積 $A v$ と等しい、または概ね等しくなるように選択される。したがって、バランスピストン116にかかる力が、ポペット弁115の背面にかかる力を相殺、または概ね相殺する。

10

## 【0041】

弁機構内で力が平衡となるようにされているため非常に低いばね力が使用でき、したがって、ポペット弁115を作動させるために液圧アクチュエータから要する仕事は少なく済む。

## 【0042】

図3にはまた、遮断弁124が図示されている。この弁は、バルブシステムチャンバ117内の空気圧を保持するために使用できる。遮断弁124を使用して、バルブヘッド115aの背面に加えられる開放力とバランスピストン116の下面に作用する閉弁力の平衡を修正することができる。しかしながら、この遮断弁は選択肢の1つであって、管路123がバルブシステムチャンバ117と移送路121との間の接続を永久的に保持してもよく、その結果、バルブヘッド115Aの背面とバランスピストン116とは常に同一の圧力が働く。

20

## 【0043】

上記のとおり、2つの空気シール122が必要である。一方のシールは、バランスピストン116と周囲のチャンバ内径との接触面上を摺動する。他方のシールは、ポペット弁115、コレット125、およびバランスピストン116のアッセンブリ内に固定されている。

## 【0044】

図3の機構の主な利点は、液圧アクチュエータ120がばね119の予荷重に対抗して弁を開弁するために、より低い液圧（したがって、少ない力）で済むということである。したがって、（例えば制動中に）より多くのエネルギーを液圧アクチュエータシステム内で無駄にすることなく回収できる。

30

## 【0045】

上記のとおり、理想的には、ポペット弁115は気筒112内の圧力 $P p$ が移送路121の空気圧 $P \times$ と等しいときに開弁され、スロットリング（したがって、ポンピング）による損失を最小限に抑えるとともに、エネルギー回収を最大化する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0046】

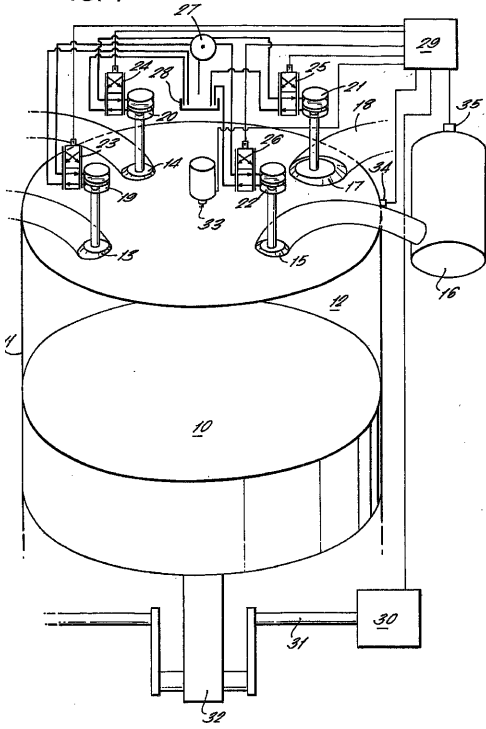
【図1】本発明に係る多気筒の内燃機関の、1つの気筒の概略図である。

40

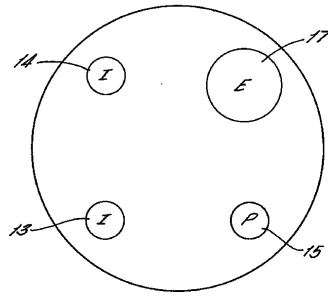
【図2】図1に示した内燃チャンバの上面の概略図である。

【図3】図1または図2に示した内燃機関内での使用に好適な弁機構である。

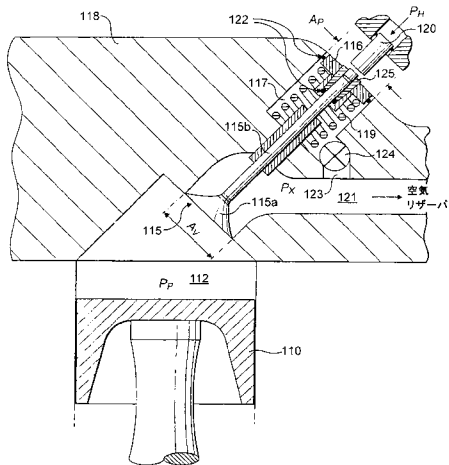
【図1】  
FIG. 1



【図2】  
FIG. 2



【図3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 1 B</i>	<i>1/01</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 B 1/01</i>	
<i>F 0 1 B</i>	<i>23/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 B 23/08</i>	
<i>F 0 2 D</i>	<i>15/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D 15/04</i>	G
<i>F 0 2 D</i>	<i>17/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D 17/02</i>	

(72)発明者 アレン ジェフリー  
イギリス ノーフォーク アトルボロ シェパード ウェイ 4

審査官 山中 なお

(56)参考文献 特開平08-270471(JP,A)  
特開2002-285851(JP,A)  
特開昭50-125125(JP,A)  
実開平02-141629(JP,U)  
特許第3379177(JP,B2)  
特公昭52-045842(JP,B1)  
特公昭59-000687(JP,B1)  
特許第3133434(JP,B2)  
実開昭58-122738(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 23/00  
F01B 1/01  
F01B 23/08  
F02B 33/06  
F02B 33/44  
F02B 39/10  
F02B 75/18  
F02D 15/04  
F02D 17/02