

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6675281号
(P6675281)

(45) 発行日 令和2年4月1日(2020. 4. 1)

(24) 登録日 令和2年3月12日(2020. 3. 12)

(51) Int.Cl.	F 1
FO2F 1/00 (2006.01)	FO2F 1/00 G
FO2D 19/08 (2006.01)	FO2D 19/08 B
FO2F 1/24 (2006.01)	FO2F 1/24 M
FO2F 3/10 (2006.01)	FO2F 3/10 B
FO2B 31/00 (2006.01)	FO2B 31/00 500Z
請求項の数 5 (全 15 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2016-139574 (P2016-139574)
 (22) 出願日 平成28年7月14日(2016. 7. 14)
 (65) 公開番号 特開2018-9530 (P2018-9530A)
 (43) 公開日 平成30年1月18日(2018. 1. 18)
 審査請求日 平成30年12月19日(2018. 12. 19)

(73) 特許権者 000006781
 ヤンマー株式会社
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
 (74) 代理人 110000947
 特許業務法人あーく特許事務所
 (72) 発明者 朝井 豪
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン
 マー株式会社内

審査官 首藤 崇聡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関において、

前記燃料改質気筒の容積が変化する反応室を構成する面の少なくとも一部が、高断熱材とされている、ことを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

請求項1に記載の内燃機関において、

前記反応室を構成する面は、シリンダブロックにおいて前記燃料改質気筒の内周面と、前記燃料改質気筒内に収容されるピストンの頂面と、シリンダヘッドにおいて前記燃料改質気筒を覆う爆面とを含み、

これらの面のうちの少なくとも1つが、前記高断熱材とされている、ことを特徴とする内燃機関。

【請求項3】

請求項1または2に記載の内燃機関において、

前記反応室でのスワール流、タンブル流、スキッシュによる攪拌流の流速を、前記出力気筒の燃焼室でのそれに比べて低下させるように構成されている、ことを特徴とする内燃機関。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか1項に記載の内燃機関において、

10

20

前記反応室の外側には、容積が一定の外部反応室が前記反応室に連絡通路を介して連通するように設けられ、

この外部反応室に前記改質対象となる燃料が供給される、ことを特徴とする内燃機関。

【請求項5】

請求項4に記載の内燃機関において、

前記外部反応室の内面が、高断熱材とされる、ことを特徴とする内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関に関する。 10

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献1には、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを有する内燃機関が記載されている。

【0003】

具体的には、燃料改質気筒に軽油や重油等の燃料を供給し、この燃料改質気筒内において当量比の高い混合気を断熱圧縮する。これにより、高温高圧の環境下で燃料が改質し、水素、一酸化炭素、メタン等のアンチノック性の高い改質燃料（高オクタン価燃料）が生成される。そして、この改質燃料を空気と共に出力気筒に供給し、この出力気筒内において希薄混合気の燃焼（均一希薄燃焼）が行われることにより機関出力が得られる。 20

【0004】

この種の内燃機関によれば、出力気筒内において均一希薄燃焼が行われるため、NO_x排出量の低減およびスート排出量の低減を図ることができる。また、アンチノック性の高い燃料の燃焼が行われるため、ノッキングが抑制されると共にディーゼルマイクロパイロット着火により最適な時期での燃焼が実現できるため、燃焼効率の向上を図ることもできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献1】特開2014-136978号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本願発明者は、燃料改質気筒において燃料を改質する際に、反応ガスの温度が高くなるにつれて改質ガス中の軽質ガス濃度が比例して高くなるという関係（図8参照）を知見した。つまり、反応ガスの温度が高いほど燃料の改質効率が高くなるということを知見したので、この知見に基づき本発明を提案するに至った。

【0007】

40

本発明は、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関において、燃料の改質効率を可及的に向上させることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関において、前記燃料改質気筒の容積が変化する反応室を構成する面の少なくとも一部が、高断熱材とされている、ことを特徴としている。

【0009】

50

この構成では、前記反応室において燃料を改質する際に当該反応室から外側への放熱、つまり当該反応室からの熱損失を低下させることが可能になる。

【0010】

これにより、前記反応室における燃料の改質反応時の温度を、前記高断熱材を採用しない場合に比べて高く保つことができるので、燃料の改質効率が、前記高断熱材を採用しない場合に比べて向上する結果となる。

【0011】

また、前記反応室を構成する面は、シリンダブロックにおいて前記燃料改質気筒の内周面と、前記燃料改質気筒内に収容されるピストンの頂面と、シリンダヘッドにおいて前記燃料改質気筒を覆う爆面とを含み、これらの面のうちの少なくとも1つが、前記高断熱材とされている、ことが好ましい。

10

【0012】

ここでは、前記反応室を構成する面が、別々の複数の部材に存在していることを特定していると同時に、前記高断熱材とする面を特定している。

【0013】

詳しくは、前記反応室を構成する面の全てを高断熱材とする形態、前記シリンダブロックにおいて前記燃料改質気筒の内周面と前記ピストンの頂面と前記シリンダヘッドの爆面とのうちのいずれか1つを高断熱材とする形態、ならびに前記シリンダブロックにおいて前記燃料改質気筒の内周面と、前記燃料改質気筒内に収容されるピストンの頂面と、シリンダヘッドにおいて前記燃料改質気筒を覆う爆面とのうちのいずれか2つを高断熱材とする形態が、本発明に含まれる。

20

【0014】

また、前記反応室でのスワール流、タンブル流、スキッシュによる攪拌流の流速を、前記出力気筒の燃焼室でのそれに比べて低下させるように構成されている、ことが好ましい。

【0015】

ちなみに、前記スワール流、タンブル流の流速を低下させる手段としては、前記反応室に対する吸気ポートの接続位置と傾斜角度との少なくともいずれか一方を規定する形態が挙げられる。具体的に、前記手段としては、平面視において前記反応室の中心に対する前記吸気ポートの中心軸線の径方向でのオフセット量を小さくする形態と、側面視において前記反応室の中心軸線に対する前記吸気ポートの傾斜角度を小さくする形態と、前記吸気ポートの通路面積を大きくし、その変化量を抑制する形態との少なくともいずれか一方が挙げられる。

30

【0016】

また、前記スキッシュによる攪拌流の流速を低下させる手段としては、燃料改質用のピストンの頂面の凹凸を可及的に小さくする形態、好ましくは前記ピストンの頂面を平坦にする形態が挙げられる他、トップクリアランス（上死点に位置するピストン22とシリンダヘッド1bの爆面1fとの対向距離）を大きくする形態が挙げられる。

【0017】

この構成では、前記反応室において燃料を改質する際に当該反応室を構成する面から外側への放熱、つまり当該反応室からの熱損失を低下させることが可能になる。

40

【0018】

また、前記反応室の外側には、容積が一定の外部反応室が前記反応室に連絡通路を介して連通するように設けられ、この外部反応室に前記改質対象となる燃料が供給される、ことが好ましい。

【0019】

この構成では、前記外部反応室に前記改質対象となる燃料が直接的に供給されるようになる一方で、前記反応室に前記改質対象となる燃料が直接的に供給されなくなる。

【0020】

これにより、前記燃料が前記反応室を構成する面に付着しにくくなるので、前記ピスト

50

ンの往復動によって前記付着燃料が掻き落とされるリスクを低減できるようになる。

【0021】

一方、前記外部反応室の内面には、供給される燃料が付着する可能性があるものの、この付着燃料は、前記ピストンの上昇に伴う圧力上昇ならびに温度上昇によって蒸発されることになる。

【0022】

また、前記外部反応室の内面が、高断熱材とされる、ことが好ましい。

【0023】

この構成では、前記外部反応室において燃料を改質する際に当該外部反応室の内面から外側への放熱、つまり当該外部反応室からの熱損失を低下させることが可能になる。

10

【0024】

これにより、前記外部反応室に供給される燃料の改質反応時の温度を、前記高断熱材を採用しない場合に比べて高く保つことができるので、燃料の改質効率が、前記高断熱材を採用しない場合に比べて向上する結果となる。

【発明の効果】

【0025】

本発明は、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関において、燃料の改質効率を可及的に向上させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

20

【0026】

【図1】図3の燃料改質気筒のみを示す図である。

【図2】図1の要部を拡大して示す図である。

【図3】本発明に係る内燃機関の一実施形態の概略構成を示す図である。

【図4】図2における高断熱材の他の実施形態を示す図である。

【図5】図1の燃料改質気筒の他の実施形態を示す図である。

【図6】図1の燃料改質気筒のさらに他の実施形態を示す図である。

【図7】図1の燃料改質気筒のさらに他の実施形態を示す図である。

【図8】燃料を改質する際において反応ガスの温度と改質ガス中の軽質ガス濃度との関係を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明を実施するための最良の実施形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

【0028】

図1から図3に、本発明の一実施形態を示している。本発明の特徴説明に先立ち、図3を参照して本発明の内燃機関の一実施形態の概略構成を説明する。

【0029】

ー内燃機関のシステム構成ー

本実施形態に係る内燃機関1は、燃料改質気筒2および出力気筒3を備えている。また、この内燃機関1は、前記燃料改質気筒2や前記出力気筒3に対し、ガスの供給（導入）またはガスの排出（導出）を行うための配管系として、吸気系4、改質燃料供給系5、排気系6、EGR系7、および、出力気筒バイパス系8を備えている。

40

【0030】

（燃料改質気筒および出力気筒）

燃料改質気筒2および出力気筒3は、共にレシプロ型で構成されている。具体的に、各気筒2、3は、シリンダブロック（図示省略）に形成されたシリンダボア21、31内にピストン22、32が往復動自在に収容されて構成されている。

【0031】

燃料改質気筒2では、シリンダボア21、ピストン22、シリンダヘッド1bによって

50

反応室（燃料改質室とも言う）２３が形成されている。出力気筒３では、シリンダボア３１、ピストン３２、シリンダヘッド１ｂによって燃焼室３３が形成されている。

【００３２】

本実施形態に係る内燃機関１は、シリンダブロックに４つの気筒が備えられ、そのうちの１つの気筒が燃料改質気筒２として構成されており、他の３つの気筒が出力気筒３として構成されている。各気筒２，３の数はこれに限定されるものではない。例えば、シリンダブロックに６つの気筒が備えられ、そのうちの２つの気筒が燃料改質気筒２として構成されており、他の４つの気筒が出力気筒３として構成されていてもよい。

【００３３】

各気筒２，３のピストン２２，３２はそれぞれコネクティングロッド２４，３４を介してクランクシャフト１１に連結されている。これにより、ピストン２２，３２の往復運動とクランクシャフト１１の回転運動との間で運動が変換されるようになっている。

【００３４】

クランクシャフト１１は、クラッチ機構（図示省略）を介して船舶のスクリーュー軸に連結可能となっている。

【００３５】

燃料改質気筒２のピストン２２と出力気筒３のピストン３２とは前記コネクティングロッド２４，３４およびクランクシャフト１１を介して互いに連結されている。このため、これら気筒２，３間での動力伝達や、これら気筒２，３から出力された動力のスクリーュー軸への伝達等が可能となっている。

【００３６】

燃料改質気筒２には、反応室２３に改質前の燃料として例えば軽油等の燃料を供給するインジェクタ２５が備えられている。この反応室２３では、インジェクタ２５から燃料が供給されることにより、当量比の高い混合気が断熱圧縮される。これにより、高温高圧の環境下で燃料が改質し、水素、一酸化炭素、メタン等のアンチノック性の高い改質燃料が生成される。

【００３７】

出力気筒３には、燃焼室３３に例えば軽油等の燃料を供給するインジェクタ３５が備えられている。この燃焼室３３では、前記燃料改質気筒２で生成された改質燃料が空気と共に供給され、この燃焼室３３で希薄予混合燃焼もしくはインジェクタ３５から噴射される微量の燃料の着火を点火源とした伝播火炎燃焼が行われる。これにより、ピストン３２の往復動に伴ってクランクシャフト１１が回転し、機関出力が得られる。

【００３８】

（吸気系）

吸気系４は、燃料改質気筒２の反応室２３および出力気筒３の燃焼室３３それぞれに空気（新気）を導入するものである。

【００３９】

この吸気系４は、メイン吸気通路４１、このメイン吸気通路４１が２系統に分岐されて成る燃料改質気筒吸気通路４２および出力気筒吸気通路４３を備えている。メイン吸気通路４１には、ターボチャージャ１２のコンプレッサホイール１２ａが備えられている。

【００４０】

燃料改質気筒吸気通路４２は燃料改質気筒２の吸気ポートに連通している。この吸気ポートと燃料改質気筒２の反応室２３との間には吸気バルブ２６が開閉可能に配設されている。また、この燃料改質気筒吸気通路４２には開度調整可能な吸気量調整弁４５が備えられている。

【００４１】

出力気筒吸気通路４３は出力気筒３の吸気ポートに連通している。この吸気ポートと出力気筒３の燃焼室３３との間には吸気バルブ３６が開閉可能に配設されている。また、この出力気筒吸気通路４３には吸気冷却器（インタクーラ）４４が備えられている。

【００４２】

(改質燃料供給系)

改質燃料供給系 5 は、前記燃料改質気筒 2 で生成された改質燃料を出力気筒 3 の燃焼室 3 3 に向けて供給するものである。

【0043】

この改質燃料供給系 5 は改質燃料供給通路 5 1 を備えている。この改質燃料供給通路 5 1 には改質燃料冷却器 5 2 が備えられている。改質燃料供給通路 5 1 の上流端は燃料改質気筒 2 の排気ポートに連通している。この排気ポートと燃料改質気筒 2 の反応室 2 3 との間には排気バルブ 2 7 が開閉可能に配設されている。また、改質燃料供給通路 5 1 の下流端は出力気筒吸気通路 4 3 に連通している。

【0044】

この改質燃料供給通路 5 1 と出力気筒吸気通路 4 3 との連通部分にはミキサ 5 3 が設けられている。このため、燃料改質気筒 2 で生成された改質燃料は、ミキサ 5 3 において出力気筒吸気通路 4 3 を流れる空気と混合されて出力気筒 3 の燃焼室 3 3 に供給されることになる。

【0045】

(排気系)

排気系 6 は、前記出力気筒 3 で発生した排気ガスを排出するものである。この排気系 6 は排気通路 6 1 を備えている。この排気通路 6 1 には、ターボチャージャ 1 2 のタービンホイール 1 2 b が備えられている。排気通路 6 1 は出力気筒 3 の排気ポートに連通している。この排気ポートと出力気筒 3 の燃焼室 3 3 との間には排気バルブ 3 7 が開閉可能に配設されている。

【0046】

(EGR系)

EGR系 7 は、燃料改質気筒 EGR系 7 A と出力気筒 EGR系 7 B とを備えている。

【0047】

燃料改質気筒 EGR系 7 A は、前記排気通路 6 1 を流れる排気ガスの一部を燃料改質気筒 2 の反応室 2 3 に向けて供給するものである。

【0048】

この燃料改質気筒 EGR系 7 A は燃料改質気筒 EGR通路 7 1 を備えている。この燃料改質気筒 EGR通路 7 1 は、上流端が排気通路 6 1 に、下流端が燃料改質気筒吸気通路 4 2 における吸気量調整弁 4 5 の下流側にそれぞれ連通されている。燃料改質気筒 EGR通路 7 1 には EGR ガス冷却器 7 2 が備えられている。また、燃料改質気筒 EGR通路 7 1 における EGR ガス冷却器 7 2 よりも下流側（燃料改質気筒吸気通路 4 2 側）には EGR ガス量調整弁 7 3 が備えられている。

【0049】

また、燃料改質気筒 EGR系 7 A には、EGR ガス冷却器 7 2 をバイパスして EGR ガスを流すためのクーラバイパス通路 7 4 が設けられている。このクーラバイパス通路 7 4 にはバイパス量調整弁 7 5 が備えられている。

【0050】

一方、出力気筒 EGR系 7 B は、前記排気通路 6 1 を流れる排気ガスの一部を出力気筒 3 の燃焼室 3 3 に戻すものである。この出力気筒 EGR系 7 B は出力気筒 EGR通路 7 6 を備えている。

【0051】

この出力気筒 EGR通路 7 6 は、上流端が排気通路 6 1 に、下流端が出力気筒吸気通路 4 3 におけるミキサ 5 3 の下流側にそれぞれ連通されている。出力気筒 EGR通路 7 6 には EGR ガス冷却器 7 7 が備えられている。また、出力気筒 EGR通路 7 6 における EGR ガス冷却器 7 7 よりも下流側（出力気筒吸気通路 4 3 側）には EGR ガス量調整弁 7 8 が備えられている。

【0052】

(出力気筒バイパス系)

出力気筒バイパス系 8 は、前記燃料改質気筒 2 から排出されたガスを出力気筒 3 に供給することなく（出力気筒 3 をバイパスさせて）、前記排気通路 6 1 に導入するためのものである。

【0053】

この出力気筒バイパス系 8 は出力気筒バイパス通路 8 1 を備えている。この出力気筒バイパス通路 8 1 は、上流端が改質燃料供給通路 5 1 における改質燃料冷却器 5 2 の上流側に、下流端が出力気筒 EGR 通路 7 6 における EGR ガス冷却器 7 7 の上流側（排気通路 6 1 側）にそれぞれ連通されている。また、この出力気筒バイパス通路 8 1 にはバイパス量調整弁 8 2 が備えられている。

【0054】

なお、前述した各系に備えられている冷却器 4 4, 5 2, 7 2, 7 7 は、ガスを冷却するための冷熱源として、エンジン冷却水または海水等が使用される。また、これら冷却器 4 4, 5 2, 7 2, 7 7 は空冷式のものであってもよい。

【0055】

－内燃機関の基本動作－

次に、前述の如く構成された内燃機関 1 の基本動作について説明する。

【0056】

メイン吸気通路 4 1 に導入される空気は、ターボチャージャ 1 2 のコンプレッサホイール 1 2 a によって加圧される。

【0057】

そして、この空気は、燃料改質気筒吸気通路 4 2 および出力気筒吸気通路 4 3 に分流される。この際、燃料改質気筒吸気通路 4 2 を流れる吸気量は吸気量調整弁 4 5 によって調整される。

【0058】

また、燃料改質気筒吸気通路 4 2 には、燃料改質気筒 EGR 系 7 A を流れた EGR ガスが導入される。この際、燃料改質気筒吸気通路 4 2 に導入される EGR ガス量は EGR ガス量調整弁 7 3 によって調整される。

【0059】

また、燃料改質気筒吸気通路 4 2 に導入される EGR ガスの温度はバイパス量調整弁 7 5 の開度に応じて EGR ガス冷却器 7 2 をバイパスする EGR ガス量によって調整される。これにより、燃料改質気筒 2 の反応室 2 3 には、空気および EGR ガスが導入されることになる。この際、EGR ガス量調整弁 7 3 の開度によって調整される EGR ガスの流量、および、バイパス量調整弁 7 5 の開度によって調整される EGR ガスの温度は、反応室 2 3 での当量比を高く設定し、また、燃料の改質を良好に行うことができる反応室 2 3 のガス温度が確保できるように調整される。

【0060】

このようにして燃料改質気筒 2 の反応室 2 3 に、空気および EGR ガスが導入された状態で、インジェクタ 2 5 から反応室 2 3 に燃料が供給される。

【0061】

このインジェクタ 2 5 からの燃料供給量は、基本的には機関要求出力に応じて設定される。具体的には、インジェクタ 2 5 に供給されている燃料圧力に応じ、目標とする燃料供給量が得られるように、インジェクタ 2 5 の開弁期間が設定される。

【0062】

また、この際のインジェクタ 2 5 の開弁タイミングは、燃料改質気筒 2 の吸気行程が終了するまでの間に前記目標とする燃料供給量の噴射が完了するように設定されることが望ましいが、ピストン 2 2 が圧縮上死点付近に到達する前に混合気が均一に混合可能である場合には、圧縮行程途中まで燃料噴射期間が継続されてもよい。これにより、ピストン 2 2 が圧縮上死点に達するまでに、反応室 2 3 において均質な混合気（当量比の高い混合気）が生成されることになる。

【0063】

ピストン 2 2 が圧縮上死点に向かって移動する間に、反応室 2 3 の圧力および温度が上昇し、この反応室 2 3 では、当量比の高い混合気（例えば 4.0 以上の当量比の混合気）が断熱圧縮される。これにより、高温高圧の環境下で、燃料の脱水素反応、部分酸化反応、水蒸気改質反応、熱解離反応が行われて、燃料が改質され、水素、一酸化炭素、メタン等のアンチノック性の高い改質燃料が生成される。

【0064】

反応室 2 3 から排出された改質燃料は、改質燃料供給通路 5 1 を流れる際に改質燃料冷却器 5 2 において冷却される。この冷却により、出力気筒吸気通路 4 3 や燃焼室 3 3 での改質燃料の過早着火が抑制される。

【0065】

10

そして、この冷却された改質燃料は、出力気筒吸気通路 4 3 を流れる空気とミキサ 5 3 において混合され、出力気筒 3 の燃焼室 3 3 に供給される。また、必要に応じて、EGR ガス量調整弁 7 8 が開放され、出力気筒 EGR 通路 7 6 を経て EGR ガスが出力気筒 3 の燃焼室 3 3 に導入される。

【0066】

このようにして、出力気筒 3 の燃焼室 3 3 には、空気、改質燃料、EGR ガスがそれぞれ導入され、この燃焼室 3 3 内の当量比が 0.1 ~ 0.8 程度に調整される。

【0067】

出力気筒 3 では、圧縮行程において、希薄混合ガスの断熱圧縮が行われ、ピストン 2 2 が圧縮上死点に達した時点で、インジェクタ 3 5 から微量の燃料噴射が行われる。これにより、燃焼室 3 3 内の混合気が自着火し、希薄予混合燃焼が行われる。なお、インジェクタ 3 5 からの燃料噴射を行わなくても燃焼室 3 3 の混合気が自着火（予混合圧縮自着火）する場合には、このインジェクタ 3 5 からの燃料噴射は必ずしも必要ない。

20

【0068】

前記燃焼によって、ピストン 3 2 が往復動し、クランクシャフト 1 1 が回転することで機関出力が得られる。この機関出力は前記スクルー軸に伝達される。また、この機関出力の一部は、燃料改質気筒 2 におけるピストン 2 2 の往復動の駆動源として使用される。

【0069】

ここで、燃料改質気筒 2 は、図 2 に示すように、そのシリンダブロック 1 a のシリンダホール（符号省略）にシリンダライナ 2 1 a を嵌合した構成になっている。この場合、シリンダライナ 2 1 a の内面がシリンダボア 2 1 となる。なお、図 2 において、1 c はシリンダブロック 1 a のウォータジャケット、1 d はヘッドガasket である。

30

【0070】

このシリンダライナ 2 1 a の内周面と、シリンダライナ 2 1 a 内に收容されるピストン 2 2 の頂面 2 2 a と、シリンダヘッド 1 b においてシリンダライナ 2 1 a のトップ側（シリンダヘッド 1 b 寄り）開口を覆う面（以下、爆面と言う）1 f とにより囲まれる空間が、反応室 2 3 とされる。なお、前記爆面 1 f は、燃料改質気筒 2 に配置される吸気バルブ 2 6 および排気バルブ 2 7 の各傘部の内面（反応室 2 3 に露呈する面）を含んでいるものとする。

【0071】

40

このような構成の反応室 2 3 であるから、その容積がピストン 2 2 の往復動によって変化することが明らかになる。

【0072】

そして、図 1 および図 2 に示すように、シリンダライナ 2 1 a の内周面には、円筒形状の高断熱材 1 0 が嵌合装着されている。

【0073】

この高断熱材 1 0 は、シリンダライナ 2 1 a の内周面においてトップ側の端縁からボトム側所定位置までの所定領域に配置されている。

【0074】

具体的に、シリンダライナ 2 1 a の内周面においてトップ側の端縁からボトム側所定

50

置までの所定領域には、内径寸法を拡張する拡張部 2 1 b が設けられている。この拡張部 2 1 b に円筒形状の高断熱材 1 0 が嵌合装着されているが、当該嵌合状態においては、高断熱材 1 0 がシリンダライナ 2 1 a の内周面から径方向内向きに張り出した状態になっている。

【0075】

そこで、高断熱材 1 0 がピストン 2 2 に干渉することを回避させるために、ピストン 2 2 の外周面において頂面 2 2 a 寄りの端縁からボトム側所定位置までの所定領域には、外径寸法を縮径する縮径部 2 2 b が設けられている。

【0076】

また、高断熱材 1 0 の軸方向寸法 B（図 2 参照）は、反応室 2 3 において燃料の改質反応時に高温に保ちたい領域に応じて適宜設定される。具体的に、前記高温に保ちたい領域とは、シリンダライナ 2 1 a のトップ側の端縁から上死点に配置されたピストン 2 2 の頂面 2 2 a までの軸方向長さ範囲のことである。このため、前記軸方向寸法 B は、前記軸方向長さ範囲と同じか、あるいはそれよりも大きく設定することが好ましい。

【0077】

そして、高断熱材 1 0 としては、例えば一般に知られるいろいろな組成のセラミックス、鉄系金属、あるいは適宜の基材表面に高断熱性の樹脂をコーティングしたものなどが挙げられる。

【0078】

以上説明したように本発明を適用した実施形態では、シリンダライナ 2 1 a の内周面に高断熱材 1 0 を装着することにより、反応室 2 3 において燃料を改質する際に反応室 2 3 から外側への放熱、つまり反応室 2 3 からの熱損失を低下させることが可能になる。

【0079】

これにより、反応室 2 3 における燃料の改質反応時の温度を、高断熱材 1 0 を採用しない場合に比べて高く保つことができるので、燃料の改質効率が、高断熱材 1 0 を採用しない場合に比べて向上する結果となる。

【0080】

なお、本発明は、上記実施形態のみに限定されるものではなく、特許請求の範囲内および当該範囲と均等の範囲内で適宜に変更することが可能である。

【0081】

（1）上記実施形態の高断熱材 1 0 は、例えば図 4 に示すように、その外径側の軸方向途中領域に、径方向外向きに開放する環状溝 1 0 a を設けた構成とすることが可能である。

【0082】

その場合には、高断熱材 1 0 をシリンダライナ 2 1 a に嵌合装着した状態において当該シリンダライナ 2 1 a と環状溝 1 0 a とで囲む環状空間 1 0 b が空気層となるので、反応室 2 3 の断熱作用を可及的に高めることが可能になる。これにより、反応室 2 3 からの熱損失をさらに低下させることが可能になる。

【0083】

（2）上記実施形態では、シリンダライナ 2 1 a の内周面に円筒形状の高断熱材 1 0 を嵌合装着する場合を例示しているが、本発明はこれのみに限定されるものではない。

【0084】

例えば図示していないが、シリンダライナ 2 1 a の内周面の所定領域に高断熱材料を溶射または塗布によりコーティングする形態とすることが可能である。

【0085】

その場合、シリンダライナ 2 1 a に拡張部 2 1 b を設けたり、ピストン 2 2 に縮径部 2 2 b を設けたりする必要がなくなるので、コスト低減に貢献できるようになる。

【0086】

（3）本発明は、上記実施形態の他に、例えば図示していないが、前記反応室 2 3 を構成する面（シリンダライナ 2 1 a の内周面、ピストン 2 2 の頂面 2 2 a、ならびにシリン

10

20

30

40

50

ダヘッド1bの爆面1f)の全てを高断熱材10とする形態、ピストン22の頂面22aおよびシリンダヘッド1bの爆面1fとのいずれか一方を高断熱材10とする形態、あるいはシリンダライナ21aの内周面、ピストン22の頂面22a、ならびにシリンダヘッド1bの爆面1fのうちのいずれか2つを高断熱材10とする形態が含まれる。

【0087】

なお、前記ピストン22の頂面22aおよびシリンダヘッド1bの爆面1fを高断熱材10とする場合にあっては、高断熱材10を装着するのではなく、高断熱材料を溶射または塗布によりコーティングすることが好ましい。

【0088】

また、前記ピストン22の頂面22aを高断熱材10とする場合にあっては、ピストン22そのものを高断熱材となりうる鉄系金属で形成することが可能である。

10

【0089】

(4) 上記実施形態において、燃料改質気筒2での発熱量が出力気筒3での発熱量に比べて低いことを考慮し、図1に示すように、シリンダヘッド1bにおいて燃料改質気筒2の近傍に設けられているウォータジャケット1eの底部から爆面1fまでの直線距離Aを、シリンダヘッド1bにおいて出力気筒3側での前記直線距離Aに対応する直線距離(図示省略)よりも大きく設定したり、あるいは前記ウォータジャケット1eを無くしたりすることが可能となる。

【0090】

(5) 上記実施形態において、反応室23でのスワール流、タンブル流、スキッシュによる攪拌流の流速を、出力気筒3の燃焼室33でのそれに比べて低下させるように構成することが好ましい。

20

【0091】

例えば前記スワール流、タンブル流の流速を低下させる手段としては、反応室23に対する吸気ポート(符号省略)の接続位置と傾斜角度との少なくともいずれか一方を規定する形態が挙げられる。具体的に、前記手段としては、平面視において反応室23の中心に対する前記吸気ポートの中心軸線の径方向でのオフセット量を小さくする形態と、側面視において反応室23の中心軸線に対する前記吸気ポートの傾斜角度を小さくする形態と、前記吸気ポートの通路面積を大きくし、その変化量を抑制する形態との少なくともいずれか一方が挙げられる。

30

【0092】

また、前記スキッシュによる攪拌流の流速を低下させる手段としては、燃料改質用のピストン22の頂面22aの凹凸を可及的に小さくする形態、好ましくは頂面22aを平坦にする形態が挙げられる他、トップクリアランス(上死点に位置するピストン22とシリンダヘッド1bの爆面1fとの対向距離)を大きくする形態が挙げられる。

【0093】

この構成では、反応室23において燃料を改質する際に反応室23を構成する面(シリンダライナ21aの内周面、ピストン22の頂面22a、ならびにシリンダヘッド1bの爆面1f)から外側への放熱、つまり反応室23からの熱損失を低下させることが可能になる。

40

【0094】

これにより、反応室23に供給される燃料が当該反応室23を構成する面に付着しにくくなるので、ピストン22の往復動によって前記付着燃料が掻き落とされるリスクを低減できるようになる。

【0095】

(6) 図5から図7に本発明の他の実施形態を示しているので、以下において詳細に説明する。図5から図7に示す実施形態では、燃料改質気筒2の反応室23の外側に、外部反応室20を設けている。

【0096】

具体的に、図5に示す実施形態では、外部反応室20をシリンダヘッド1bにおいて反

50

応室 23 の近傍に設けている。図 6 に示す実施形態では、外部反応室 20 を燃料改質用のピストン 22 に設けている。図 7 に示す実施形態では、外部反応室 20 をシリンダブロック 1 a において反応室 23 の近傍に設けている。

【0097】

そして、外部反応室 20 は、例えば略球形に形成されていて、その容積が一定に設定されている。但し、外部反応室 20 は、前記形状の他にも楕円形などに形成することが可能である。この外部反応室 20 は、連絡通路 20 a を介して反応室 23 に連通されていて、インジェクタ 25 から燃料が直接的に供給されるようになっている。

【0098】

連絡通路 20 a は、その軸線が外部反応室 20 の中心を通過しないように構成されている。インジェクタ 25 は、噴射した燃料が連絡通路 20 a を通じて反応室 23 に到達しないように設置されている。

【0099】

次に、このような実施形態での燃料改質に関する動作について説明する。

【0100】

まず、燃料改質気筒 2 の吸気行程では、ピストン 22 が上死点から下死点に移動するとともに、吸気バルブ 26 が開弁されることに伴い、反応室 23 の容積が増大することになって、反応室 23 の内部圧力が低下し、燃料改質に適した酸素濃度の給気（外気および EGR ガスを含む）が吸引される。

【0101】

その後、燃料改質気筒 2 の圧縮行程では、ピストン 22 が下死点から上死点に移動することに伴い、反応室 23 の容積が減少することになって、反応室 23 の内部圧力が増大するので、反応室 23 内の給気が断熱圧縮される。この断熱圧縮された反応室 23 内の給気は連絡通路 20 a を経て外部反応室 20 に高速で流入されるので、その際、外部反応室 20 内で高速の渦流を形成する。これにより、反応室 23 および外部反応室 20 の内部が高温、高圧の状態とされる。

【0102】

この圧縮行程では、前記高温、高圧の外部反応室 20 内にインジェクタ 25 から燃料改質に適した当量比の燃料が噴射されるので、当該燃料が前記給気と急速に混合（予混合）され、蒸発する。この混合気は、ピストン 22 が上死点付近に到達した際、改質反応が開始される。この際、外部反応室 20 の内部圧力は、改質反応が進行することにより反応室 23 の内部圧力よりも低くなるため、前記混合気が反応室 23 に流入することがない。

【0103】

そして、燃料改質気筒 2 の膨張行程では、ピストン 22 が上死点から下死点に移動することに伴い、反応室 23 の容積が増大して内部圧力が減少するので、外部反応室 20 内の改質燃料が反応室 23 に移動し、断熱膨張される。この改質燃料は前記断熱膨張により冷却され、圧力が低下した状態になることで、改質反応が停止する。

【0104】

引き続き燃料改質気筒 2 の排出行程では、ピストン 22 が下死点から上死点に移動するとともに、排気バルブ 27 が開弁されることに伴い、改質燃料が出力気筒バイパス通路 81 および EGR ガス冷却器 77 を介して出力気筒吸気通路 43 に導入される。

【0105】

以上説明したように、図 5 から図 7 に示す実施形態では、外部反応室 20 に前記改質対象となる燃料が直接的に供給されるようになる一方で、反応室 23 に前記改質対象となる燃料が直接的に供給されなくなる。

【0106】

つまり、反応室 23 内で燃料の改質反応が行われなくなるので、外部反応室 20 に供給される燃料が反応室 23 を構成する面（シリンダヘッド 1 b、シリンダブロック 1 a、ピストン 22）に付着しにくくなる。そのため、ピストン 22 の往復動によって前記付着燃料が掻き落とされるリスクを低減できるようになる。

10

20

30

40

50

【0107】

一方、外部反応室20に供給される燃料は、ピストン22の上昇に伴う圧力上昇ならびに温度上昇と高速の渦流の発生との相乗作用によって給気と混合されながら蒸発されるようになるので、外部反応室20の内面に燃料が付着しにくくなる。

【0108】

なお、図5から図7に示す実施形態においても、図示していないが、本発明の趣旨に基づき反応室23を構成する面の少なくとも一部（シリンダライナ21aの内周面と、ピストン22の頂面22aと、シリンダヘッド1bの爆面1fとのうちの少なくともいずれか1つ）に、上述した高断熱材10が装着、あるいは高断熱材料が溶射または塗布によりコーティングされるものとする。

10

【0109】

また、外部反応室20の内面に対しても、図示していないが、上述した高断熱材10を装着、あるいは高断熱材料を溶射または塗布によりコーティングすることができる。

【0110】

このような実施形態では、外部反応室20において燃料を改質する際に外部反応室20から外側への放熱、つまり外部反応室20からの熱損失を低下させることが可能になる。

【0111】

これにより、外部反応室20に供給される燃料の改質反応時の温度を、高断熱材10を採用しない場合に比べて高く保つことができるので、燃料の改質効率が、高断熱材10を採用しない場合に比べて向上する結果となる。

20

【産業上の利用可能性】

【0112】

本発明は、燃料を改質するための燃料改質気筒と、燃料または改質燃料を燃焼することによって機関出力を得るための出力気筒とを備える内燃機関に好適に利用することが可能である。

【符号の説明】

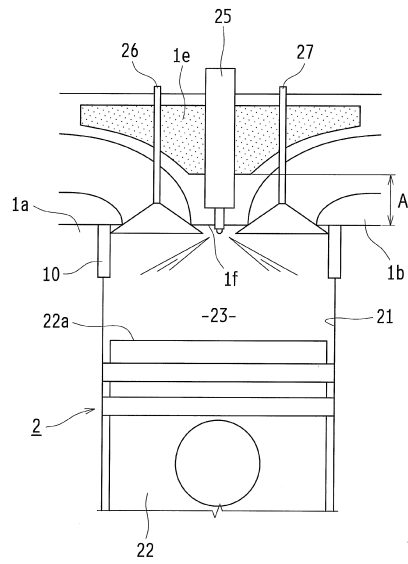
【0113】

- 1 内燃機関
 - 1 a シリンダブロック
 - 1 b シリンダヘッド
 - 1 f 爆面
- 2 燃料改質気筒
 - 2 1 シリンダボア
 - 2 1 a シリンダライナ
 - 2 1 b 拡張部
 - 2 2 ピストン
 - 2 2 a 頂面
 - 2 2 b 縮径部
 - 2 3 反応室
- 3 出力気筒
- 10 高断熱材
 - 10 a 環状溝
- 20 外部反応室
 - 20 a 連絡通路

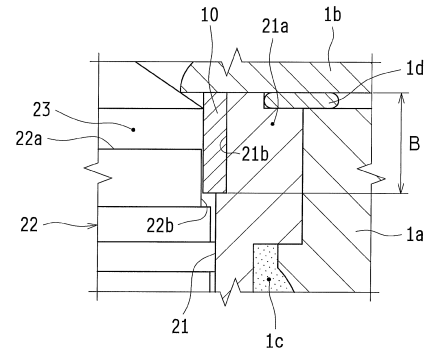
30

40

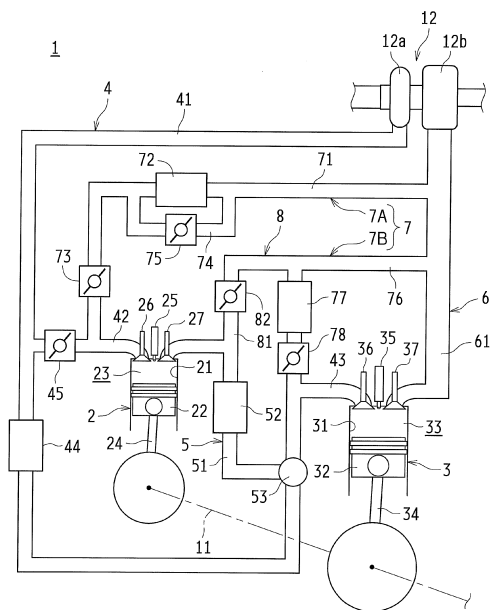
【図 1】



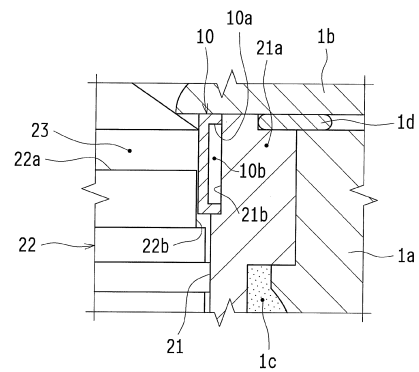
【図 2】



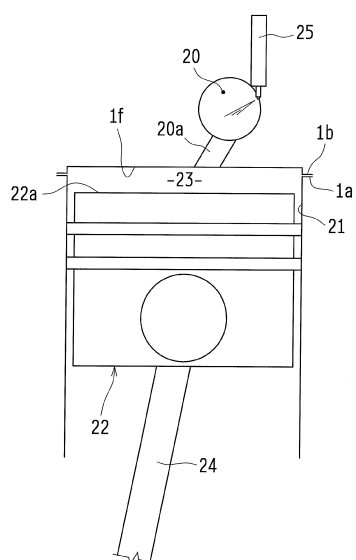
【図 3】



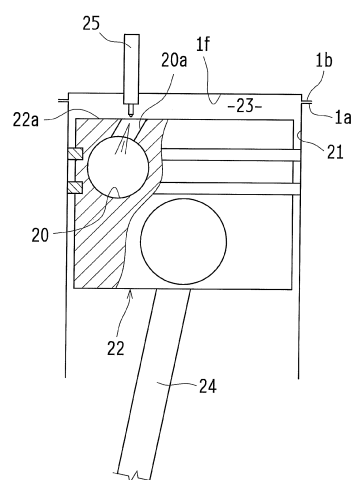
【図 4】



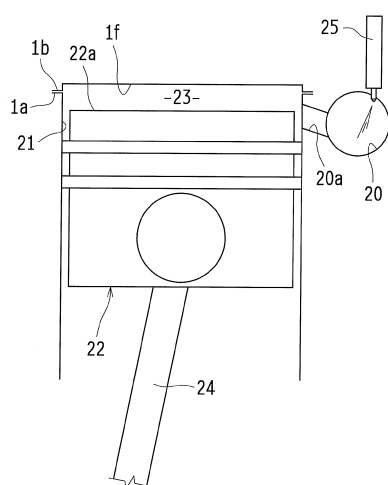
【図 5】



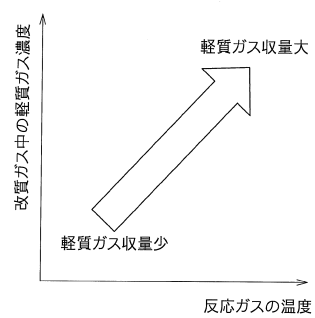
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 0 2 B</i>	<i>31/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 B</i>	<i>31/02</i>	<i>A</i>
<i>F 0 2 F</i>	<i>1/42</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 F</i>	<i>1/42</i>	<i>F</i>

(56)参考文献 特開2016-094930 (JP, A)
特開昭55-007954 (JP, A)
特開2016-056704 (JP, A)
特開2000-178004 (JP, A)
特開2007-192062 (JP, A)
特開2008-127996 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

<i>F 0 2 F</i>	<i>1/00</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>19/08</i>
<i>F 0 2 F</i>	<i>1/24</i>
<i>F 0 2 F</i>	<i>3/10</i>
<i>F 0 2 B</i>	<i>31/02</i>
<i>F 0 2 F</i>	<i>1/42</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>33/00</i>