

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-2848

(P2017-2848A)

(43) 公開日 平成29年1月5日(2017.1.5)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>FO2D 19/12 (2006.01)</b>	FO2D 19/12 A	3G092
<b>FO2D 19/02 (2006.01)</b>	FO2D 19/02 B	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2015-118677 (P2015-118677)  
 (22) 出願日 平成27年6月11日 (2015.6.11)

(71) 出願人 512167703  
 株式会社K S F  
 東京都千代田区麴町 3-5-19 にしかわビル4F  
 (74) 代理人 110001782  
 特許業務法人ライトハウス国際特許事務所  
 (72) 発明者 津田 訓範  
 東京都千代田区麴町 3-5-19 にしかわビル4階 株式会社K S F内  
 Fターム(参考) 3G092 AB09 AB17 DE14S FA13 HE03Z

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【要約】

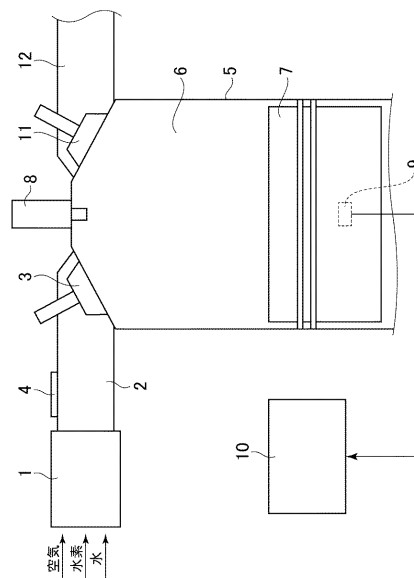
【課題】

従来よりも少ない量の水素で駆動することができ、N O Xの生成を低減させるために大量の水を必要とすることなく、燃焼室内の水素濃度が高くなり、エンジンを破損させるような大爆発を起こすといった危険性のない内燃機関および内燃機関の燃焼室への燃料供給方法を提供することを目的とする。

【解決手段】

水素を燃料とする内燃機関であって、内燃機関の燃焼室の上流に、水素と空気を混合する混合器と、混合器に水を供給する水供給手段とを備え、混合器から放出された混合気と水が、燃焼室に供給される、内燃機関を提供する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水素を燃料とする内燃機関であって、  
内燃機関の燃焼室の上流に、水素と空気を混合する混合器と、  
混合器に水を供給する水供給手段とを備え、  
混合器から放出された混合気と水が、燃焼室に供給される、内燃機関。

**【請求項 2】**

内燃機関のシリンダ内のピストンの位置を検出するセンサと、  
センサからピストンの位置情報を受信し、吸気サイクルにおいて、ピストンが所定の位置  
に到達するまでは、混合器に水素、空気、及び水を供給し、ピストンが所定の位置に到達  
した後は、混合器に空気のみを供給するように制御することが可能な制御装置と  
をさらに備える請求項 1 に記載の内燃機関。

10

**【請求項 3】**

混合器の下流であって燃焼室の上流に、パージ弁と  
をさらに備える請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関に関する。

**【背景技術】**

20

**【0002】**

従来より、内燃機関の燃料としては、主に軽油やガソリン等の化石燃料が利用されてきたが、化石燃料は、近い将来において枯渇するといわれている資源である。また、これらの化石燃料を燃焼させた際に発生するCO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>といった排気物質は、地球温暖化や大気汚染等の原因として問題となっている。

**【0003】**

そこで、近年では、上記のような化石燃料に代わるエネルギー源として、水素を用いることが提案されている。水素は、自然界に多量に存在する水から生成でき、また、燃焼した際に有害な排気物質を排出しないため、次世代のエネルギーとして期待を集めている。

**【0004】**

30

しかし、水素は発熱量が小さいため、水素だけを燃料として内燃機関を駆動させるには、多量の水素を必要とする。一方、多量の水素を供給し、総発熱量を大きくした場合には、NO<sub>x</sub>の生成量が増大するなどの問題が生じる。このような中、例えば、特許文献 1 には、空気を燃焼室内に供給する給気弁と、水素と水を燃焼室内に供給する燃料噴射弁を有し、燃焼室直後の排気路に水を噴射することで、NO<sub>x</sub>の生成を低減することのできる内燃機関が提案されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2011 - 226355 号公報

40

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、特許文献 1 に記載されているような内燃機関では、NO<sub>x</sub>の生成を低減させるために、燃焼室内および排気路に水を噴射しているので、大量の水が必要となってしまう、また、燃料として多量の水素が必要となる問題が解決されていない。さらに、燃焼室内に水素と空気を別々に供給しているため、万が一、何らかの原因で空気の供給が止まった場合、燃焼室内の水素濃度が高くなり、エンジンを破損させるような大爆発を起こすといった危険性がある。

**【0007】**

50

本発明は、上記のような課題を鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の課題は、従来よりも少ない量の水素で駆動することができ、 $\text{NO}_x$ の生成を低減させるために大量の水を必要とすることなく、燃焼室内の水素濃度が高くなり、エンジンを破損させるような大爆発を起こすといった危険性のない内燃機関を提供することである。また、従来よりも少ない量の水素で内燃機関を駆動することができ、 $\text{NO}_x$ の生成を低減させるために大量の水を必要とすることなく、燃焼室内の水素濃度が高くなり、エンジンを破損させるような大爆発を起こすといった危険性のない、内燃機関の燃焼室への燃料供給方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、水素を燃料とする内燃機関であって、内燃機関の燃焼室の上流に、水素と空気を混合する混合器と、混合器に水を供給する水供給手段とを備え、混合器から放出された混合気と水が、燃焼室に供給される、内燃機関に関する。

【0009】

本発明では、さらに、内燃機関のシリンダ内のピストンの位置を検出するセンサと、センサからピストンの位置情報を受信し、吸気サイクルにおいて、ピストンが所定の位置に到達するまでは、混合器に水素、空気、及び水を供給し、ピストンが所定の位置に到達した後は、混合器に空気のみを供給するように制御することが可能な制御装置とを備えることが好ましい。

【0010】

本発明では、さらに、混合器の下流であって燃焼室の上流に、パージ弁を備えることが好ましい。

【発明の効果】

【0011】

本発明においては、水素を内燃機関の駆動源として直接使用するのではなく、水素の燃焼熱で水を熱膨張させ過熱水蒸気とするために使用し、その過熱水蒸気の圧力で内燃機関を駆動させているため、燃料として用いる水素の量を、従来よりも少なくすることができる。また、燃料として用いる水素の量が少ないため、燃焼室内の燃焼温度を下げることができ、その結果として、燃焼室内および排気口内などに大量の水を噴射することなく、 $\text{NO}_x$ の生成を抑制することができる。さらに、予め、水素と空気を適切な比率で混合し、その混合気を燃焼室に供給しているため、燃焼室内の水素濃度が高くなり、エンジンを破損させるような大爆発を起こすといった危険性がない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明にかかる内燃機関の構成の一例を示す図である。

【図2】本発明にかかる内燃機関の吸気サイクルにおける状態の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明するが、本発明は図面及び実施形態に限定されるものではない。

【0014】

本発明の内燃機関は、2サイクル方式及び4サイクル方式のいずれのエンジンにも適用することができる。本実施形態では、内燃機関は、水素を燃料とし、吸気サイクル 圧縮サイクル 点火サイクル 排気サイクルの順で各サイクルを繰り返す、4サイクル方式の発電機用エンジンについて説明をする。

【0015】

本実施形態の発電機用エンジンは、混合器1、水供給手段、空気流路、水素流路、吸気口2、吸気バルブ3、パージ弁4、シリンダ5、燃焼室6、ピストン7、点火プラグ8、センサ9、制御装置10、排気バルブ11、及び排気口12を備える。

【0016】

10

20

30

40

50

混合器 1 には、空気流路および水素流路が接続されており、空気流路及び水素流路を介して、混合器内に空気および水素が供給され、空気と水素が燃焼に適切な混合比で混合される。空気と水素の混合比（水素の質量 / 空気の質量）は、エネルギー効率および安全性の観点から、7% ~ 40% であることが好ましく、10% ~ 25% であることがより好ましい。

**【0017】**

燃焼室に空気と水素を別々に供給するような形態のエンジンでは、何らかの原因により、燃焼室への空気の供給量が減少した場合、燃焼室内の水素濃度が高まり、エンジンを破損させるような大爆発を起こす危険がある。また、何らかの原因により、燃焼室への水素の供給量が減少した場合、燃焼室内の水素濃度が低くなり、水素が燃焼できなくなるといった問題が生じてしまう。本実施形態の発電機用エンジンは、混合器 1 によって、空気と水素を予め燃焼に適切な混合比で混合してから、その混合気を燃焼室 6 に供給することにより、上記のような問題を回避することができ、エネルギー効率および安全性に優れている。

10

**【0018】**

空気流路への空気の供給方法としては、特に限定されず、例えば、外部から取り込んだ大気を用いることなどが挙げられる。また、水素流路への水素の供給方法としては、特に限定されず、例えば、水素ガスポンペ、水素吸蔵合金、または水素発生装置などを用いることが挙げられる。

**【0019】**

ところで、金属や鉱物などを溶錬させるための炉を洗浄する際に苛性ソーダが用いられることがあるが、洗浄用の苛性ソーダを現地で製造する際に、大量の水素が発生する。このように、本実施形態の発電機用エンジンをを用いる工場などにて、副次的に大量の水素を得ることができる場合などは、その水素を封入した水素ガスポンペを水素流路への水素供給源として用いることで、コストを削減することができる。

20

**【0020】**

また、水供給手段が混合器 1 に接続されており、混合器 1 に水を供給することができる。水供給手段としては、特に限定されないが、霧状の水を供給できるものであることが好ましく、例えば、エンジンの回転速度や温度に応じて、供給量や供給タイミングを制御することが可能な電子制御式のインジェクタを備えたものなどが挙げられる。また、該インジェクタは、混合器内部に設けられていても良い。

30

**【0021】**

水は、燃焼室 6 において、水素の燃焼熱によって過熱水蒸気となり、ピストン 7 を動かすための駆動力となる。水を霧状にして燃焼室 6 に供給することで、水から過熱水蒸気への変換を効率的にすることが可能となる。また、水素の燃焼熱を効率的に用いるためには、混合器 1 に供給される水の量を制御することも重要である。水の供給量または混合比が十分でない場合には、エンジンから十分な出力を得ることができなくなったり、駆動自体が行えなくなる場合がある。また、水の供給量が多すぎると、シリンダ内部の圧力が上がりすぎてエンジンの故障を招くか、シリンダ内部に水滴が溜まってしまう可能性が出てくる。

40

**【0022】**

吸気口 2 は、混合器 1 の下流に位置し、吸気バルブ 3 を介してシリンダ 5 に接続されている。混合器 1 から吸気口 2 に放出された混合気および水は、吸気サイクル時に吸気バルブ 3 が開くことにより、シリンダ 5 の内部に形成された燃焼室 6 に供給される。なお、吸気バルブ 3 の開閉は、エンジンの回転速度などにあわせて、電子制御されている。

**【0023】**

パーズ弁 4 は、吸気口 2 を形成する管の上部に設けられている。何らかの原因によりエンジンが緊急停止した場合など、エンジンの異常が検知された際は、パーズ弁 4 を開くことによって、吸気口 2 に溜まった水素（混合気）を安全に排気することができる。排気された水素（混合気）は、外気と混ざることによって、空気との混合比が限りなく低くなり

50

、発火することができない状態になるため、本実施形態の発電機用エンジンは、エンジンが緊急停止するような不測の事態においても、安全性が担保されている。パージ弁 4 の開閉は、電子制御されていることが好ましい。

【 0 0 2 4 】

シリンダ 5 は、その上方中央から下方両側に傾斜する傾斜面が形成され、その傾斜面には、吸気バルブ 3 と排気バルブ 1 1 が対向するように形成されている。シリンダ 5 内には、ピストン 7 が上下に往復動可能に配設され、ピストン 7 の内部には、ピストン 7 の位置を検出するセンサ 9 が配設されている。また、シリンダ 5 内の上方中央には、点火プラグ 8 が配設され、シリンダ 5 とピストン 7 の間には、燃焼室 6 が形成されている。

【 0 0 2 5 】

本実施形態において、発電機用エンジンは、吸気サイクル、圧縮サイクル、点火サイクル及び排気サイクルを有する 4 サイクル機関である。

図 2 ( a ) は、吸気サイクルの開始直後の内燃機関の状態を表す図である。吸気サイクルの開始直後は、ピストン 7 は、略上死点の近くに位置しており、吸気バルブ 3 が下側への移動を開始することで燃焼室 6 が開放され、混合器 1 から吸気口 2 を介して、燃焼室 6 に混合気および水が供給される。吸気サイクルが開始されると、ピストン 7 はシリンダ内を下方へ移動し、また、それと併せて、吸気バルブ 3 も下側に移動し、より大きく燃焼室 6 が開放されることになる。

図 2 ( b ) は、吸気サイクルが開始してから終了するまでの約半分の時間が経過した際の内燃機関の状態を表す図である。ピストン 7 は、シリンダ 5 内におけるピストン 7 の可動域の略中央に位置している。吸気バルブ 3 は、吸気バルブ 3 の可動域の中で最も下側にまで移動している。

図 2 ( c ) は、吸気サイクルの終了直前の内燃機関の状態を表す図である。ピストン 7 は、略下死点の近くに位置しており、吸気バルブ 3 が吸気サイクル開始前の位置まで戻りかけている。また、図 2 ( c ) においては、制御装置 1 0 の制御により、混合器 1 への水素および水の供給が遮断され、混合器 1 へは空気のみが供給されている。混合器 1 へ空気のみを供給することで、混合器 1 および吸気口 2 に残存している水素を、空気とともに燃焼室 6 に送ることが可能となる。

【 0 0 2 6 】

センサ 9 は、シリンダ 5 内のピストン 7 の位置を検出し、そのピストン 7 の位置情報を、制御装置 1 0 に送信する。なお、本実施形態においては、センサ 9 は、ピストン 7 の内部に配設されているが、ピストン 7 の位置を検出できるならばどこに設置されていても構わず、例えば、ピストン 7 の底部に設置されていても良い。また、本実施形態においては、センサ 9 は、ピストンの位置を直接検出するものであるが、例えば、クランク軸またはカム軸の位置を検出することによって、ピストンの位置を算出するものであっても良い。

【 0 0 2 7 】

制御装置 1 0 は、センサ 9 から受信したピストン 7 の位置情報に応じて、混合器 1 への水素および水の供給の遮断および再開を、電子的に制御している。例えば、制御装置 1 0 は、混合器 1 への水素および水の供給を遮断することで、燃焼室 6 に供給される空気、水素及び水の供給量を制御することができる。空気、水素及び水の供給量は、ピストンが所定の位置に到達する前後において、連続的に変化させてもよく、段階的に変化させるものであってもよい。また、ピストン 7 が所定の位置に到達したことを境に、瞬時に、水と水素を遮断するようにすることもできる。

【 0 0 2 8 】

例えば、吸気サイクルにおいて、混合器 1 への水、水素及び空気の供給から、空気のみ供給へ完全に切り替えられる瞬間における、ピストン 7 の位置を所定の位置と定義した場合に、所定の位置は、燃焼室 6 に十分な量の混合気および水を供給し、かつ、混合器 1 および吸気口 2 に残存している水素を全て燃焼室 6 に送るという観点から、吸気上死点後 9 0 度 ~ 1 8 0 度の範囲にあることが好ましく、吸気上死点後 9 0 度 ~ 1 7 0 度の範囲にあることがより好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

燃焼室 6 に供給された混合気と水は、圧縮サイクルにおいて圧縮される。その後、点火サイクルにおいて、混合気が点火プラグ 8 によって点火され、混合気中の水素が燃焼する。そして、この水素の燃焼熱によって、燃焼室 6 内の水は、過熱水蒸気になるとともに、その体積が、例えば、約 1 6 6 0 倍にも膨張する。本実施形態の内燃機関は、この過熱水蒸気の圧力によってピストン 7 を動かすものであるため、燃料として用いる水素の量を、従来よりも少なくすることができる。

## 【 0 0 3 0 】

ところで、水素は燃焼させても水となるだけであり、水素自体は有害な排気物質を生成しないが、水素を燃焼させた場合、その燃焼熱によって、空気中の窒素が酸化され、 $\text{NO}_x$  が発生する。 $\text{NO}_x$  の生成量は、燃焼室内の燃焼温度の上昇に依存して増大していくが、本実施形態の発電機用エンジンは、燃料として用いる水素の量が少ないため、従来よりも燃焼室 6 内の燃焼温度を下げることができ、その結果として、燃焼室内および排気口内などに大量の水を噴射することなく、 $\text{NO}_x$  の生成を抑制することができる。

10

## 【 0 0 3 1 】

排気口 1 2 は、燃焼室 6 の下流に位置し、排気バルブ 1 1 を介してシリンダ 5 と接続されている。排気サイクル時に排気バルブ 1 1 が開くことにより、シリンダ 5 の内部に形成された燃焼室 6 内の排気ガスは、排気口 1 2 へ排気される。なお、排気バルブ 1 1 の開閉は、エンジンの回転速度などにあわせて、電子制御されている。

## 【 0 0 3 2 】

何らかの原因によりエンジンが緊急停止した場合など、エンジンの異常が検知された際は、排気バルブ 1 1 を開くことによって、燃焼室 6 に溜まった水素（混合気）を安全に排気することができる。排気された水素（混合気）は、外気と混ざることによって、空気との混合比が限りなく低くなり、発火することができない状態になるため、本実施形態の発電機用エンジンは、エンジンが緊急停止するような不測の事態においても、安全性が担保されている。エンジンの異常が検知された際における排気バルブ 1 1 の開閉は、電子制御されていることが好ましい。

20

## 【 符号の説明 】

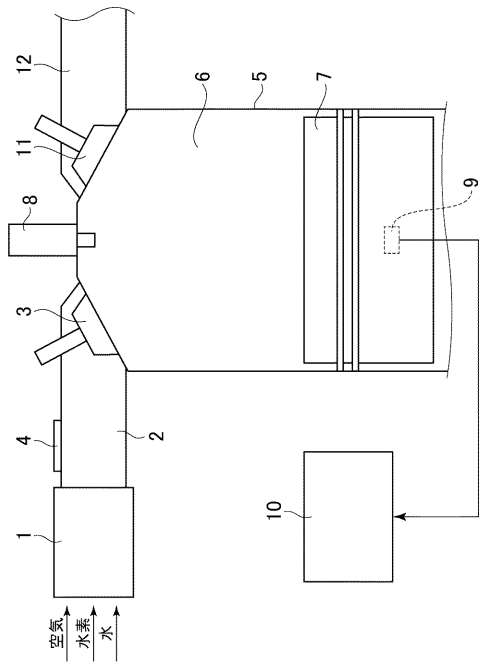
## 【 0 0 3 3 】

- 1 混合器
- 2 吸気口
- 3 吸気バルブ
- 4 パージ弁
- 5 シリンダ
- 6 燃焼室
- 7 ピストン
- 8 点火プラグ
- 9 センサ
- 1 0 制御装置
- 1 1 排気バルブ
- 1 2 排気口

30

40

【 図 1 】



【 図 2 】

