

(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2020-16171

(P2020-16171A)

(43) 公開日 令和2年1月30日(2020.1.30)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
FO2M 61/14 (2006.01) FO2M 61/14 310U 3G066
 FO2M 61/14 310A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-138525 (P2018-138525)	(71) 出願人	000000099
(22) 出願日	平成30年7月24日 (2018.7.24)		株式会社 I H I
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号
		(74) 代理人	100161207
			弁理士 西澤 和純
		(74) 代理人	100175802
			弁理士 寺本 光生
		(74) 代理人	100169764
			弁理士 清水 雄一郎
		(74) 代理人	100167553
			弁理士 高橋 久典
		(72) 発明者	青柳 享秀
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内

最終頁に続く

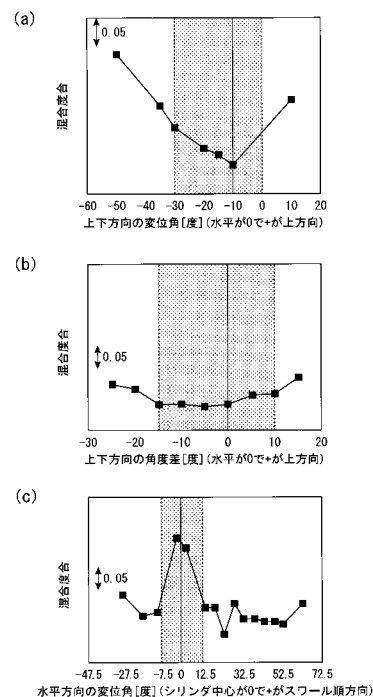
(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置及びエンジンシステム

(57) 【要約】

【課題】 燃焼室において燃料と空気とを均一に混合する。

【解決手段】 ピストンにより圧縮される2ストロークエンジンの燃焼室に向けて燃料を噴射する複数の燃料噴射ノズルを備える燃料噴射装置であって、少なくとも一対の上記燃料噴射ノズルは、それぞれ異なる噴射角で上記燃料を噴射する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ピストンにより圧縮される 2 ストロークエンジンの燃焼室に向けて燃料を噴射する複数の燃料噴射ノズルを備える燃料噴射装置であって、

少なくとも一対の前記燃料噴射ノズルは、それぞれ異なる噴射角で前記燃料を噴射することを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

少なくとも一対の前記燃料噴射ノズルは、前記ピストンの摺動方向から見て、それぞれ異なる噴射角で前記燃料を噴射することを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

少なくとも一対の前記燃料噴射ノズルは、前記ピストンの摺動方向と直交する方向から見て、それぞれ異なる噴射角で前記燃料を噴射することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

少なくとも一対の前記燃料噴射ノズルは、前記ピストンの摺動方向と直交する方向を 0 ° とし、前記ピストンの圧縮方向を正としたときに、前記噴射角が - 30 ° 以上 0 ° 以下であることを特徴とする請求項 3 記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

全ての前記燃料噴射ノズルは、前記ピストンの摺動方向と直交する方向を 0 ° とし、前記ピストンの圧縮方向を正としたときに、前記噴射角が 0 ° 以下であることを特徴とする請求項 3 記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記燃料噴射ノズルは、前記ピストンの摺動方向においてそれぞれ異なる位置に取り付けられることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項 7】

ピストンと前記ピストンが摺動されると共に燃焼室を有するシリンダとを有する 2 ストロークエンジンと、

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の燃料噴射装置とを備え、

前記燃焼室内では、旋回流が形成される

ことを特徴とするエンジンシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料噴射装置及びエンジンシステムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

例えば、特許文献 1 には、往復ピストン内燃機関（2 ストロークエンジン）へのガス供給システムが開示されている。特許文献 1 のガス供給システムでは、シリンダに設けられるガス入口ノズル（燃料噴射ノズル）より、燃料ガスをシリンダ内の燃焼空間に供給している。このような燃料噴射ノズルを複数設ける場合、等しい噴射角でそれぞれ対向するように設ける。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2016 - 89836 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、複数の燃料噴射ノズルより等しい噴射角で燃料を噴射する場合、複数の燃料噴射ノズルから等しい位置に向けて燃料が噴射され、燃焼室内において燃料が一部に

10

20

30

40

50

偏るため、燃焼室における燃料と空気との混合に不均一が生じる。燃焼室において燃料ガス濃度に濃淡が生じると、異常燃焼の原因となる可能性がある。

【0005】

本発明は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、燃焼室において燃料と空気とを均一に混合することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記課題を解決するための第1の手段として、ピストンにより圧縮される2ストロークエンジンの燃焼室に向けて燃料を噴射する複数の燃料噴射ノズルを備える燃料噴射装置であって、少なくとも一対の上記燃料噴射ノズルは、それぞれ異なる噴射角で上記燃料を噴射する、という構成を採用する。

10

【0007】

第2の手段として、上記第1の手段において、少なくとも一対の上記燃料噴射ノズルは、上記ピストンの摺動方向から見て、それぞれ異なる噴射角で上記燃料を噴射する、という構成を採用する。

【0008】

第3の手段として、上記第1または第2の手段において、少なくとも一対の上記燃料噴射ノズルは、上記ピストンの摺動方向と直交する方向から見て、それぞれ異なる噴射角で上記燃料を噴射する、という構成を採用する。

【0009】

第4の手段として、上記第3の手段において、少なくとも一対の上記燃料噴射ノズルは、上記ピストンの摺動方向と直交する方向を 0° とし、上記ピストンの圧縮方向を正としたときに、上記噴射角が -30° 以上 0° 以下である、という構成を採用する。

20

【0010】

第5の手段として、上記第3の手段において、全ての上記燃料噴射ノズルは、上記ピストンの摺動方向と直交する方向を 0° とし、上記ピストンの圧縮方向を正としたときに、上記噴射角が 0° 以下である、という構成を採用する。

【0011】

第6の手段として、上記第1～5のいずれかの手段において、上記燃料噴射ノズルは、上記ピストンの摺動方向においてそれぞれ異なる位置に取り付けられる、という構成を採用する。

30

【0012】

第7の手段として、ピストンと上記ピストンが摺動されると共に燃焼室を有するシリンダとを有する2ストロークエンジンと、第1～6のいずれかの手段の燃料噴射装置とを備え、上記燃焼室内では、旋回流が形成される、という構成を採用する。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、少なくとも一対の燃料噴射ノズルが、異なる噴射角で燃料を噴射する。これにより、燃焼室内のガスの流れに対して、各燃料噴射ノズルが異なる位置に向けて燃料を噴射することができ、燃焼室内において噴射された燃料が空気と混合しやすくなる。したがって、燃焼室において燃料と空気とを均一に混合することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムの断面図である。

【図2】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの模式断面図であり、(a)がピストン摺動方向から見た図であり、(b)がピストン摺動方向と直交する方向から見た図である。

【図3】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムの燃料の混合度合を示すグラフである。

【図4】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例

50

を示す模式断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 6】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 7】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 8】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 9】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

10

【図 10】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 11】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 12】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 13】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

【図 14】本発明の一実施形態におけるエンジンシステムが備えるシリンダライナの変形例を示す模式断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明におけるエンジンシステム 100 の一実施形態について説明する。なお、以下の図面において、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0016】

[第 1 実施形態]

本実施形態のエンジンシステム 100 は、例えば大型タンカなど船舶に搭載され、図 1 に示すように、エンジン 1 と、燃料噴射装置 15 と、過給機 200 と、制御部 300 と、とを有している。なお、本実施形態においては、過給機 200 を補機として捉え、エンジン 1 (主機) と別体として説明する。但し、過給機 200 をエンジン 1 の一部として構成することも可能である。

30

【0017】

エンジン 1 は、多気筒のユニフロー掃気ディーゼルエンジン (2 ストロークエンジン) とされ、天然ガス等の気体燃料を重油などの液体燃料と共に燃焼させるガス運転モードと、重油などの液体燃料を燃焼させるディーゼル運転モードとを有している。なお、ガス運転モードでは、気体燃料のみを燃焼させても良い。このようなエンジン 1 は、架構 2 と、シリンダ部 3 と、ピストン 4 と、排気弁ユニット 5 と、ピストンロッド 6 と、クロスヘッド 7 と、接続棒 9 と、クランク角センサ 10 と、クランク軸 11 と、掃気溜 12 と、排気溜 13 と、空気冷却器 14 とを有している。また、シリンダ部 3、ピストン 4、排気弁ユニット 5 及びピストンロッド 6 により、気筒が構成されている。

40

【0018】

架構 2 は、エンジン 1 の全体を支持する強度部材であり、クロスヘッド 7 及び接続棒 9 が収容されている。また、架構 2 は、内部において、クロスヘッド 7 の後述するクロスヘッドピン 7a が往復動可能とされている。

【0019】

シリンダ部 3 は、シリンダライナ 3a と、シリンダヘッド 3b とシリンダジャケット 3c とを有している。シリンダライナ 3a は、円筒状の部材であり、ピストン 4 との摺動面が内側に形成されている。このようなシリンダライナ 3a の内周面とピストン 4 とにより

50

囲まれた空間が燃焼室 R 1 とされている。燃焼室 R 1 内は、略円柱状の空間であり、内部のガスが燃焼室 R 1 の中心の周りを一定の方向に旋回する流れが形成されている。なお、以下の説明においては、燃焼室 R 1 におけるガスの旋回方向をスワール方向として説明している。また、シリンダライナ 3 a の下部には、複数の掃気ポート S が形成されている。掃気ポート S は、シリンダライナ 3 a の周面に沿って配列された開口であり、シリンダジャケット 3 c 内部の掃気室 R 2 とシリンダライナ 3 a の内側とを連通している。シリンダヘッド 3 b は、シリンダライナ 3 a の上端部に設けられた蓋部材である。シリンダヘッド 3 b は、平面視において中央部に排気ポート H が形成され、排気溜 1 3 と接続されている。また、シリンダヘッド 3 b には、不図示の燃料噴射弁が設けられている。シリンダジャケット 3 c は、架構 2 とシリンダライナ 3 a との間に設けられ、シリンダライナ 3 a の下端部が挿入された円筒状の部材であり、内部に掃気室 R 2 が形成されている。また、シリンダジャケット 3 c の掃気室 R 2 は、掃気溜 1 2 と接続されている。

10

【 0 0 2 0 】

ピストン 4 は、略円柱状とされ、後述するピストンロッド 6 と接続されてシリンダライナ 3 a の内側に配置されている。また、ピストン 4 の外周面には不図示のピストンリングが設けられ、ピストンリングにより、ピストン 4 とシリンダライナ 3 a との間隙を封止している。ピストン 4 は、燃焼室 R 1 における圧力の変動により、ピストンロッド 6 を伴ってシリンダライナ 3 a 内を摺動する。

【 0 0 2 1 】

排気弁ユニット 5 は、排気弁 5 a と、排気弁筐 5 b と、排気弁駆動部 5 c とを有している。排気弁 5 a は、シリンダヘッド 3 b の内側に設けられ、排気弁駆動部 5 c により、シリンダ部 3 内の排気ポート H を閉塞する。排気弁筐 5 b は、排気弁 5 a の端部を収容する円筒形の筐体である。排気弁駆動部 5 c は、排気弁 5 a をピストン 4 のストローク方向に沿う方向に移動させるアクチュエータである。

20

【 0 0 2 2 】

ピストンロッド 6 は、一端がピストン 4 と接続され、他端がクロスヘッドピン 7 a と連結された長尺状部材である。ピストンロッド 6 の端部は、クロスヘッドピン 7 a に固定され、接続棒 9 が回転可能となるように連結されている。

【 0 0 2 3 】

クロスヘッド 7 は、クロスヘッドピン 7 a と、ガイドシュー 7 b と、を有している。クロスヘッドピン 7 a は、ピストンロッド 6 と接続棒 9 とを移動可能に連結する円柱状部材である。

30

【 0 0 2 4 】

ガイドシュー 7 b は、クロスヘッドピン 7 a を回動可能に支持する部材であり、クロスヘッドピン 7 a に伴ってピストン 4 のストローク方向に沿って不図示のガイドレール上を移動する。ガイドシュー 7 b がガイドレールに沿って移動することにより、クロスヘッドピン 7 a は、回転運動と、ピストン 4 のストローク方向に沿う直線方向以外への移動が規制される。このようなクロスヘッド 7 は、ピストン 4 の直線運動を接続棒 9 へと伝達している。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、接続棒 9 は、クロスヘッドピン 7 a と連結されると共にクランク軸 1 1 と連結されている長尺状部材である。接続棒 9 は、クロスヘッドピン 7 a に伝えられたピストン 4 の直線運動を回転運動に変換している。クランク角センサ 1 0 は、クランク軸 1 1 のクランク角を計測するためのセンサであり、制御部 3 0 0 へとクランク角を算出するためのクランクパルス信号を送信している。

40

【 0 0 2 6 】

クランク軸 1 1 は、気筒に設けられる接続棒 9 に接続された長尺状の部材であり、それぞれの接続棒 9 により伝えられる回転運動により回転されることで、例えばスクリー等に動力を伝える。掃気溜 1 2 は、シリンダジャケット 3 c と過給機 2 0 0 との間に設けられ、過給機 2 0 0 により加圧された空気が流入する。また、掃気溜 1 2 には、空気冷却器

50

１４が内部に設けられている。排気溜１３は、各気筒の排気ポートＨと接続されると共に過給機２００と接続される管状部材である。排気ポートＨより排出されるガスは、排気溜１３に一時的に貯留されることにより、脈動を抑制した状態で過給機２００へと供給される。空気冷却器１４は、掃気溜１２内部の空気を冷却する装置である。

【００２７】

燃料噴射装置１５は、不図示の燃料タンクに接続されると共に、図２（ａ）に示すように、シリンダライナ３ａの内周面より、燃焼室Ｒ１に向けて燃料を噴射する装置である。本実施形態においては、燃料噴射装置１５は、第１ノズル１５ａ及び第２ノズル１５ｂの２本（一対）のノズルを燃料噴射ノズルとして備えている。

【００２８】

第１ノズル１５ａ及び第２ノズル１５ｂは、不図示の燃料ポンプと接続され、シリンダライナ３ａの内側に向けて燃料を噴射する。第１ノズル１５ａ及び第２ノズル１５ｂは、シリンダライナ３ａの中心を挟んで対向する位置より突出して設けられている。

第１ノズル１５ａは、ピストン４の摺動方向（上下方向）から見て、図２（ａ）に示すように、シリンダライナ３ａの中心に対して、 θ_1 °傾いた方向に向けて燃料を噴射する。また、第２ノズル１５ｂは、上下方向から見て、図２（ａ）に示すように、シリンダライナ３ａの中心に対して、噴射角が θ_2 °（ $\theta_2 < \theta_1$ ）傾いた方向に向けて燃料を噴射する。さらに、第１ノズル１５ａは、図２（ｂ）に示すように、上下方向から直交する方向（水平方向）から見て、水平方向に対して噴射角が α_1 °傾いた方向に向けて燃料を噴射する。また、第２ノズル１５ｂは、図２（ｂ）に示すように、ピストン４の摺動方向と直交する方向（水平方向）から見て、水平方向に対して α_2 °（ $\alpha_2 < \alpha_1$ ）傾いた方向に向けて燃料を噴射する。

上述のように、第１ノズル１５ａと第２ノズル１５ｂとは、燃焼室Ｒ１の中心から偏心した方向であって、互いに異なる噴射角で燃料を噴射可能とされている。

【００２９】

過給機２００は、排気ポートＨより排出されたガスにより回転されるタービンにより、不図示の吸気ポートから吸入した空気を加圧して燃焼室Ｒ１に供給する装置である。

【００３０】

制御部３００は、船舶の操縦者による操作等に基づいて、燃料の供給量等を制御するコンピュータである。

【００３１】

このようなエンジンシステム１００は、不図示の燃料噴射弁より燃焼室Ｒ１に噴射された燃料を着火、爆発させることによりピストン４をシリンダライナ３ａ内で摺動させ、クランク軸１１を回転させる装置である。詳述すると、燃焼室Ｒ１に供給された燃料は、掃気ポートＳより流入した空気と混合された後、ピストン４が上死点方向に向けて移動することにより圧縮されて温度が上昇し、自然着火する。また、液体燃料の場合には、燃焼室Ｒ１において温度上昇することにより気化し、自然着火する。

【００３２】

そして、燃焼室Ｒ１内の燃料が自然着火することで急激に膨張し、ピストン４には下死点方向に向けた圧力がかかる。これにより、ピストン４が下死点方向に移動し、ピストン４に伴ってピストンロッド６が移動され、接続棒９を介してクランク軸１１が回転される。さらに、ピストン４が下死点に移動されることで、掃気ポートＳより燃焼室Ｒ１へと加圧空気が流入する。排気弁ユニット５が駆動することで排気ポートＨが開き、燃焼室Ｒ１内の排気ガスが、加圧空気により排気溜１３へと押し出される。

【００３３】

図３は、本実施形態におけるエンジンシステムの燃料の混合度合を示すグラフである。図３のグラフにおいて、混合度合は、グラフの下側に向かう程良好であるものとする。（ａ）は、上下方向における噴射角の変位（変位角 θ ， θ_1 ）を変えた際の混合度合を示している。なお、変位角は、水平方向を０とし、上方向（圧縮方向）を＋としている。また、（ｂ）は、上下方向における第１ノズル１５ａ及び第２ノズル１５ｂの角度差（ $\theta_1 - \theta_2$ ）

10

20

30

40

50

を変えた際の混合度合を示している。変位角が -30° , 0° の範囲において、特に混合度合が良好であることがわかる。同様に、角度差が -15° - 10° の範囲において特に混合度合が良好であることがわかる。

【0034】

また、(c)は、水平方向における噴射角の変位(変位角 ,)を変えた際の混合度合を示している。なお、変位角は、中心軸方向を0とし、スワール方向を+としている。特に、変位角が , -7.5° 及び 12.5° , の範囲において、混合度合が良好であることがわかる。

【0035】

また、本実施形態によれば、第1ノズル15a及び第2ノズル15bは、水平方向から見て異なる噴射角で燃料を噴射する。これにより、第1ノズル15a及び第2ノズル15bは、それぞれ上下方向において異なる位置に向けて燃料を噴射する。このため、各燃料噴射ノズルから噴射された燃料がそれぞれ異なる位置で周囲の空気と混合され、燃焼室R1において、燃料と空気とが均一に混合される。

10

【0036】

また、本実施形態によれば、第1ノズル15a及び第2ノズル15bは、上下方向から見て、異なる噴射角で燃料を噴射する。これにより、第1ノズル15a及び第2ノズル15bは、それぞれ水平方向において異なる位置に向けて燃料を噴射する。このため、噴射された燃料がそれぞれ異なる位置で周囲の空気と混合され、燃焼室R1において、燃料と空気とが均一に混合される。

20

【0037】

また、本実施形態によれば、燃焼室R1において旋回流が形成されているため、燃料と空気とがより均一に混合されやすくなる。

【0038】

以上、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【0039】

図4~14は、上記実施形態の変形例である。図4~14における実線、一点鎖線、二点鎖線及び破線の矢印は燃料噴射ノズルの噴射方向を示しており、太い矢印はスワール方向を示す。図4(b)に示すように、2本の燃料噴射ノズルを上下方向において互いに異なる位置に設けることも可能である。この場合、2本の燃料噴射ノズルは、さらに互いに離れた位置に向けて燃料を噴射するため、燃料をより均一とすることができる。

30

また、図4(c)、(d)に示すように、2本の燃料噴射ノズルは、上下方向から見て、中心を挟んで互に対向しない位置に設けられるものとしてもよい。すなわち、複数の燃料噴射ノズルを設ける際に、各燃料噴射ノズルは、シリンダライナ3aの周方向においてそれぞれ不均等な間隔で設けられるものとしてもよい。

【0040】

図4に示すように、2本の燃料噴射ノズルがスワール方向に向けて傾斜した噴射角で燃料を噴射してもよく、また、図5、6に示すように、2本の燃料噴射ノズルのうち少なくとも1本がスワール方向と反対の方向に向けて傾斜した噴射角で燃料を噴射するものとしてもよい。

40

【0041】

なお、燃料噴射ノズルをスワール方向に向けて傾斜させて噴射させる場合、シリンダライナ3aの内壁面近傍に燃料を案内することができ、従来の燃料噴射方法と比較して、燃焼室R1内の燃料の混合性を向上させることができる。

また、燃料噴射ノズルをスワール方向と反対の方向に傾斜させて噴射させる場合、燃焼室R1内の流れに速度差を生じさせ、乱流を発生させることができる。これにより、燃焼室R1内において燃料ガスが拡散され、混合性を向上させることができる。

50

【 0 0 4 2 】

燃料噴射ノズルは、3本以上設けられるものとしてもよい。一例として図7～14に示すように、燃料噴射ノズルは、4本設けられるものとしてもよい。この場合、図7～9に示すように、燃料噴射ノズルは、2本ずつ等しい噴射角で燃料を噴射するものとしてもよい。また、図10～14に示すように、4本の燃料噴射ノズルは、それぞれシリンダライナ3aの内周面の1つの位置に2本ずつ設けられ、4本それぞれが異なる噴射角で燃料を噴射するものとしてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、本発明は、燃焼室R1内において旋回流を形成しない構成についても適用可能である。

10

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

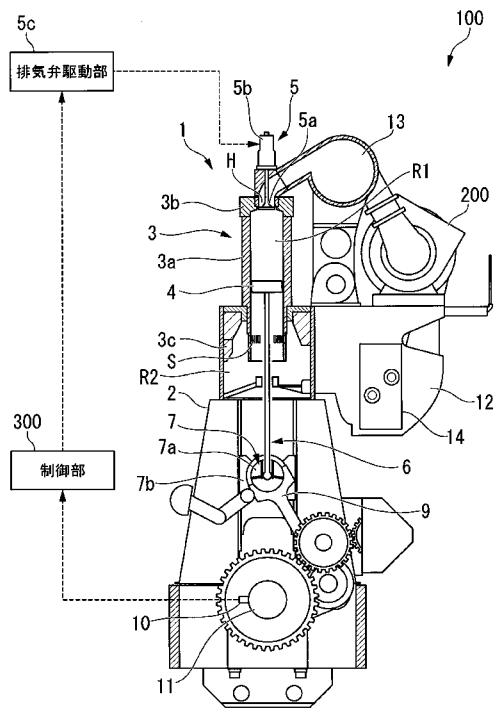
- 1 エンジン
- 2 架構
- 3 シリンダ部
- 3 a シリンダライナ
- 3 b シリンダヘッド
- 3 c シリンダジャケット
- 4 ピストン
- 5 排気弁ユニット
- 5 a 排気弁
- 5 b 排気弁筐
- 5 c 排気弁駆動部
- 6 ピストンロッド
- 7 クロスヘッド
- 7 a クロスヘッドピン
- 7 b ガイドシュー
- 9 連接棒
- 10 クランク角センサ
- 11 クランク軸
- 12 掃気溜
- 13 排気溜
- 14 空気冷却器
- 15 燃料噴射装置
- 15 a 第1ノズル
- 15 b 第2ノズル
- 100 エンジンシステム
- 200 過給機
- 300 制御部
- H 排気ポート
- O 出口孔
- R1 燃焼室
- R2 掃気室
- S 掃気ポート

20

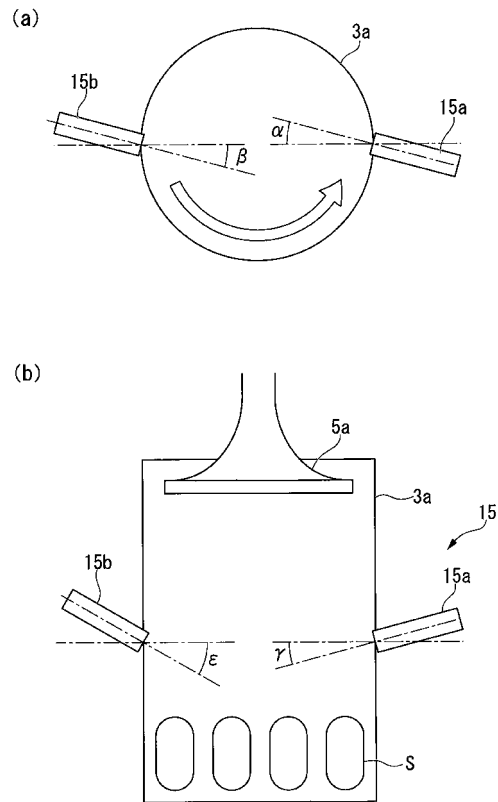
30

40

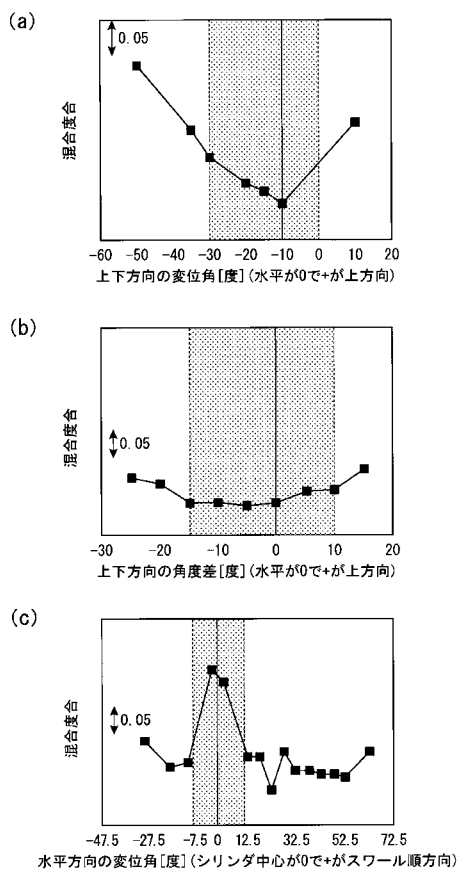
【図 1】



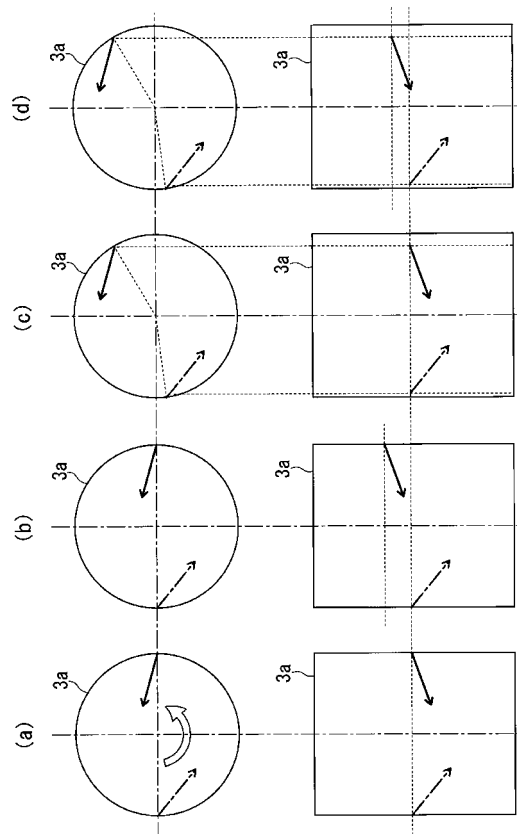
【図 2】



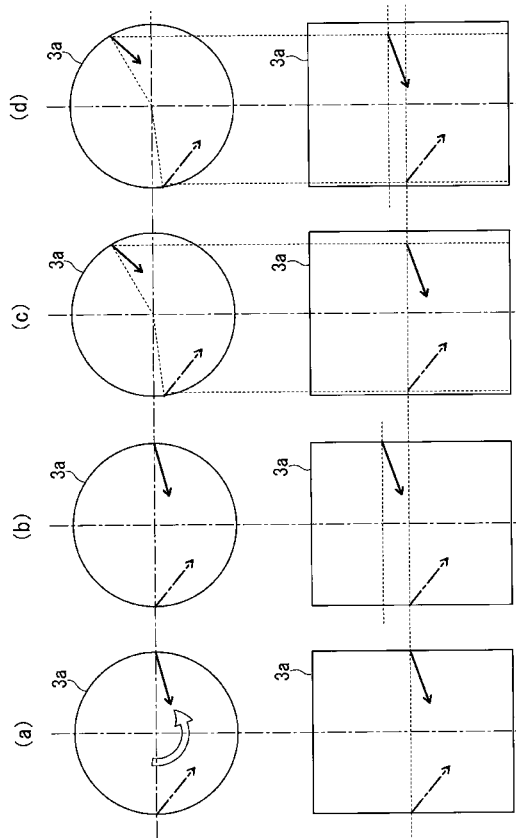
【図 3】



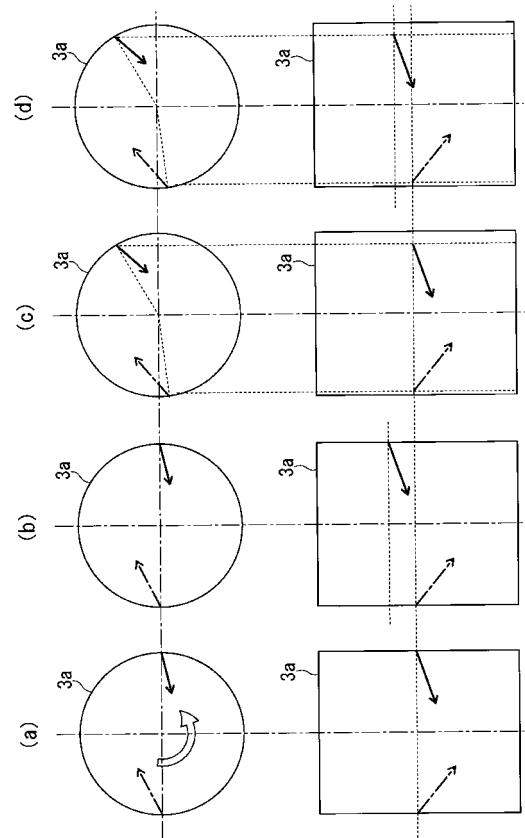
【図 4】



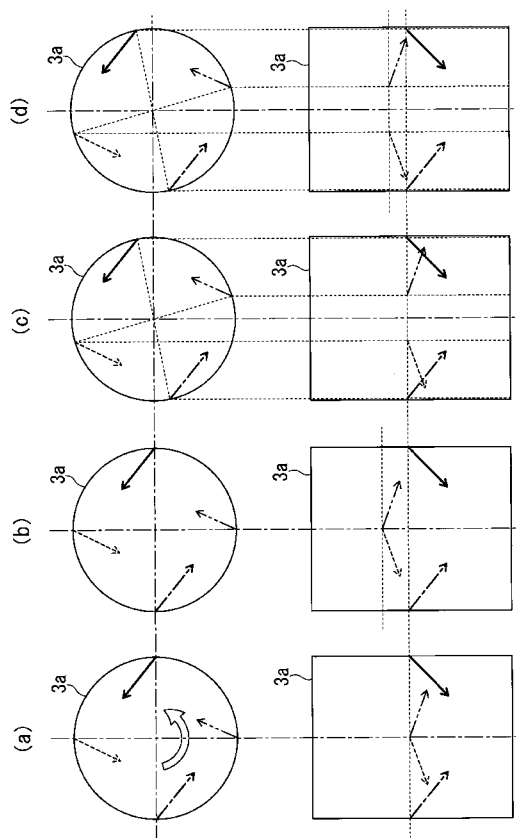
【図 5】



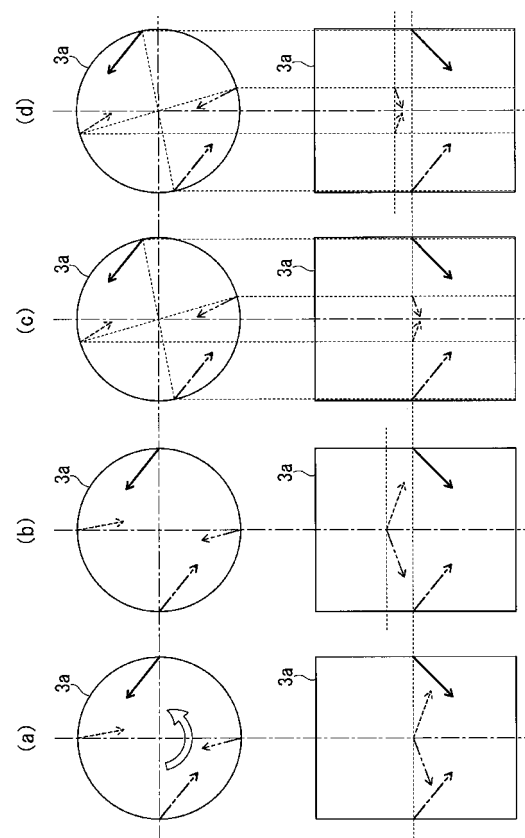
【図 6】



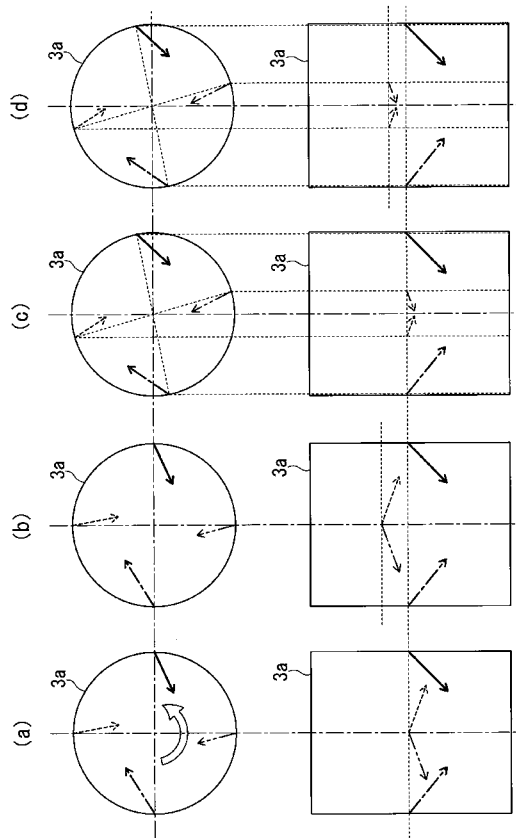
【図 7】



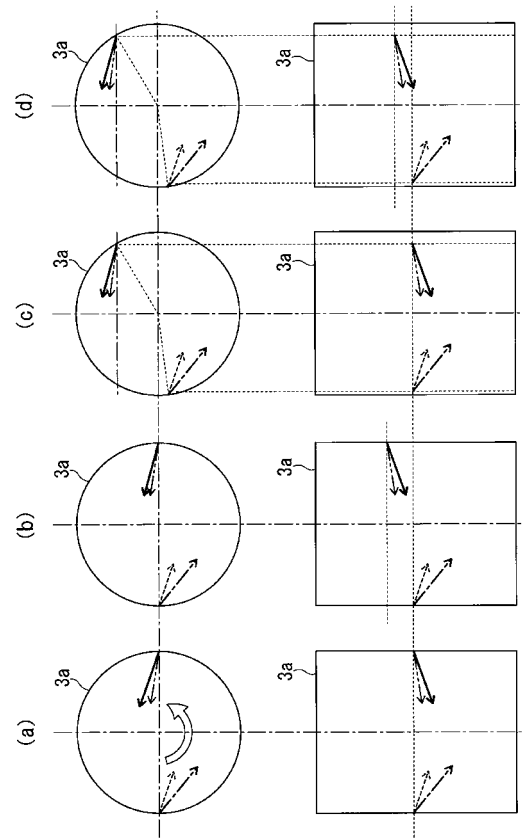
【図 8】



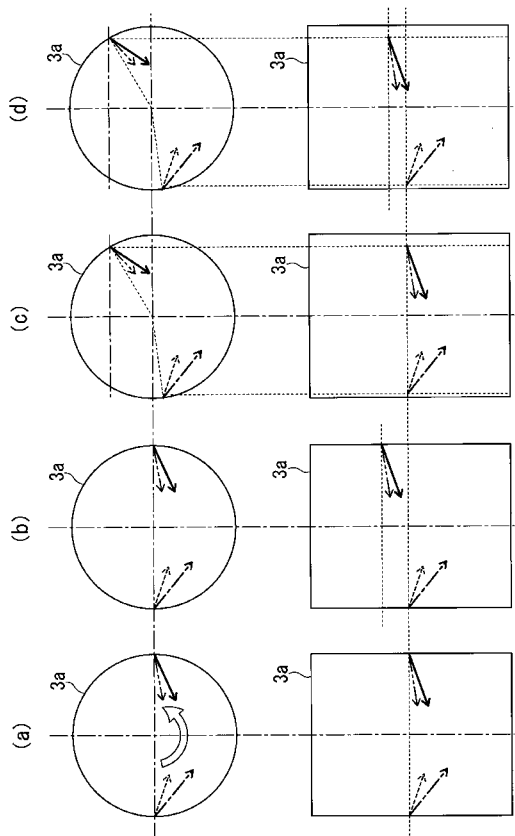
【図 9】



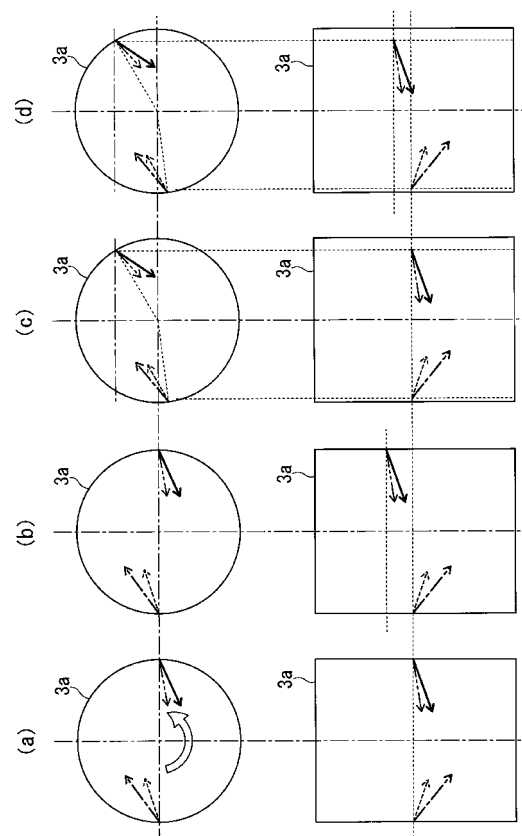
【図 10】



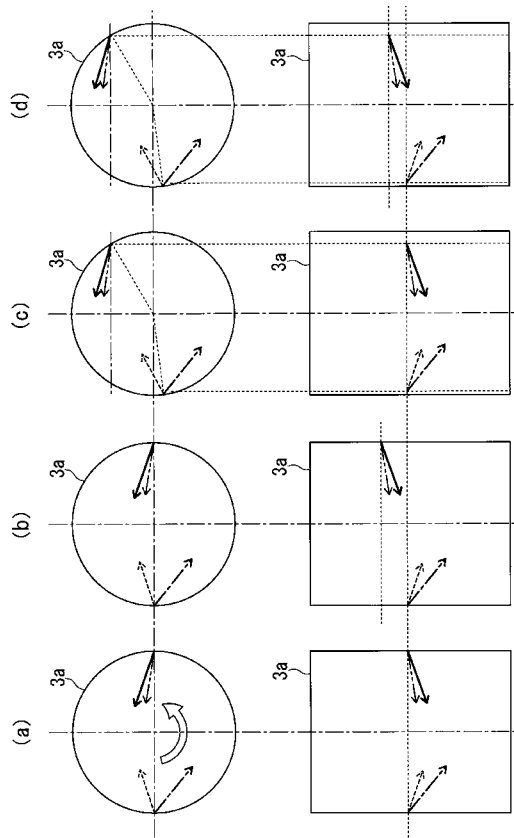
【図 11】



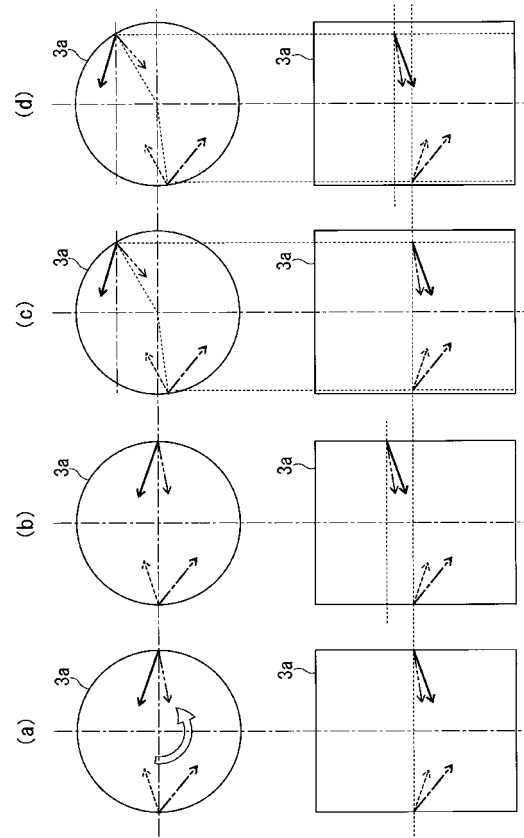
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 廣瀬 孝行
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 山田 敬之
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 久下 喬弘
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 増田 裕
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

Fターム(参考) 3G066 AA07 AA08 AA16 AB02 AB05 AD02 AD08 AD12 BA02 CC31