

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7550741号  
(P7550741)

(45)発行日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(24)登録日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(51)国際特許分類

F I

F 0 2 F	1/36 (2006.01)	F 0 2 F	1/36	C
F 0 2 M	21/02 (2006.01)	F 0 2 M	21/02	G
F 0 2 M	31/20 (2006.01)	F 0 2 M	31/20	J
F 0 1 P	3/02 (2006.01)	F 0 2 M	21/02	U
F 0 2 D	19/12 (2006.01)	F 0 1 P	3/02	G

請求項の数 11 (全40頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-182440(P2021-182440)  
 (22)出願日 令和3年11月9日(2021.11.9)  
 (65)公開番号 特開2023-70338(P2023-70338A)  
 (43)公開日 令和5年5月19日(2023.5.19)  
 審査請求日 令和6年2月20日(2024.2.20)

(73)特許権者 720001060  
 ヤンマーホールディングス株式会社  
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号  
 (74)代理人 100167302  
 弁理士 種村 一幸  
 (74)代理人 100135817  
 弁理士 華山 浩伸  
 (74)代理人 100167830  
 弁理士 仲石 晴樹  
 (72)発明者 松浦 芳充  
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤ  
 ンマーパワーテクノロジー株式会社内  
 (72)発明者 福井 義典  
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤ  
 ンマーパワーテクノロジー株式会社内  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エンジンシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃烧室に空気を供給する給気ポートと、  
 前記給気ポートの内部空間に気体燃料を供給する燃料供給装置と、を備え、  
 前記燃料供給装置は、前記気体燃料を噴射する噴射部を有し、  
 少なくとも前記給気ポートの内周面のうち前記噴射部からの前記気体燃料の噴射領域の  
 中心軸との交点には、冷却部が配置されている、  
 エンジンシステム。

【請求項2】

前記給気ポートが形成されたシリンダヘッドを更に備え、  
 前記シリンダヘッドは、冷媒が通る冷媒通路を有し、  
 前記冷却部は、少なくとも前記冷媒通路と前記給気ポートとを物理的に隔てる隔壁部に  
 配置されている、  
 請求項1に記載のエンジンシステム。

【請求項3】

前記隔壁部は、前記冷媒通路と前記給気ポートとの間の厚みが基準厚みよりも小さい薄  
 肉部と、前記冷媒通路と前記給気ポートとの間の厚みが前記基準厚みよりも大きい厚肉部  
 と、を含み、  
 前記薄肉部と前記厚肉部とのうちの前記薄肉部のみに前記冷却部が設けられている、  
 請求項2に記載のエンジンシステム。

10

20

**【請求項 4】**

前記給気ポートの内周面の一部に付着冷媒を付着させる冷媒供給部を更に備え、  
前記冷却部は、少なくとも前記付着冷媒が付着する部位に配置されている、  
請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

**【請求項 5】**

前記給気ポートは、前記空気の気流に直交する断面積が部分的に縮小された絞り部を有し、

前記冷却部は、前記給気ポートの内周面のうち、前記給気ポートにおける前記絞り部の断面から前記気流の下流側に向けて垂直に延びる仮想線との交点を含む、

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

10

**【請求項 6】**

前記冷却部は、前記給気ポートにおいて前記噴射部よりも前記空気の気流の下流側に配置されている、

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

**【請求項 7】**

前記給気ポートは、断面形状が一方向に向けて凸となる湾曲部を有しており、

前記冷却部は、前記給気ポートの内周面のうち前記湾曲部の前記一方向側の面に配置されている、

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

**【請求項 8】**

前記給気ポートにおける前記燃焼室側の端部には、給気弁が着座するバルブシート部が設けられており、

前記冷却部は、前記バルブシート部に配置されている、

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

20

**【請求項 9】**

前記燃料供給装置は、排気弁が閉じることを含む供給開始条件を満足した後、冷却期間が経過すると、前記給気ポートの内部空間への前記気体燃料の供給を開始する、

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

**【請求項 10】**

前記冷却期間の終了時点は、給気弁の開度が最大となる時点以降に設定される、

請求項 9 に記載のエンジンシステム。

30

**【請求項 11】**

前記給気ポートに前記空気を送り込む過給機を更に備える、

請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載のエンジンシステム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本開示は、給気ポートの内部空間に気体燃料を供給する燃料供給装置を備えるエンジンシステムに関する。

**【背景技術】**

40

**【0002】**

関連技術として、筒内噴射用インジェクタと給気通路噴射用インジェクタとを備えるデュアル噴射型のエンジンシステム（内燃機関）が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。関連技術に係るエンジンシステムでは、燃料噴射量の調整（補正）により、燃料蒸発ガスのパージ処理実行の際におけるバックファイアの発生を抑制する。具体的に、筒内噴射用インジェクタ及び給気通路噴射用インジェクタの分担率が所定の範囲内にあるときの燃料蒸発ガスのパージ処理実行の際、導入されるパージ燃料量に対応する燃料噴射量補正を、給気通路噴射用インジェクタからの燃料噴射量のみを変えて行なう。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

50

【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 0 6 - 1 9 4 1 9 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ただし、例えば、水素等の気体燃料を用いるエンジンシステムにおいては、より燃料に着火しやすくなる場合がある。そのため、万一バックファイアが発生した場合に、給気ポート内に供給される燃料に着火し、バックファイアが連鎖することまで見越して、より一層のバックファイア対策を施すことが望まれる。

【 0 0 0 5 】

本開示の目的は、より一層のバックファイア対策を可能とするエンジンシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本開示の一態様に係るエンジンシステムは、給気ポートと、燃料供給装置と、を備える。前記給気ポートは、燃焼室に空気を供給する。前記燃料供給装置は、前記給気ポートの内部空間に気体燃料を供給する。前記燃料供給装置は、前記気体燃料を噴射する噴射部を有する。少なくとも前記給気ポートの内周面のうち前記噴射部からの前記気体燃料の噴射領域の中心軸との交点には、冷却部が配置されている。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本開示によれば、より一層のバックファイア対策を可能とするエンジンシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】図 1 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの概略構成を示すシステム図である。

【図 2】図 2 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムを搭載した船舶の概略構成を示す説明図である。

【図 3】図 3 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略斜視図である。

【図 4】図 4 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略左側面図である。

【図 5】図 5 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略平面図である。

【図 6】図 6 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略正面図である。

【図 7】図 7 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の一部破断した要部の概略図である。

【図 8】図 8 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムにおけるブローバイガスの流れを示す概略説明図である。

【図 9】図 9 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの換気通路の構成を示す概略図である。

【図 1 0】図 1 0 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略左側面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのシリンダブロックにおける気筒、クランク室及びカム室の位置関係を模式的に表す概略図である。

【図 1 2】図 1 2 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのシリンダブロックにおける気筒、クランク室、カム室及び給気マニホールドの位置関係を模式的に表す概略図である。

【図 1 3】図 1 3 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの換気口と気体導入口との位置関係、及び気流形成部に関する変形例を示す概略図である。

【図 1 4】図 1 4 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのピストン周辺を拡大した概略断面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのピストン周辺を拡大した概略

10

20

30

40

50

断面図である。

【図 16】図 16 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの別例の気筒周辺を拡大した概略断面図である。

【図 17】図 17 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのエンジン本体の一部破断した要部の概略図である。

【図 18】図 18 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのシリンダヘッドの内部構成を示す概略斜視図である。

【図 19】図 19 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムのシリンダヘッドの内部構成を示す概略平面図である。

【図 20】図 20 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの給気ポート周辺の構成を示す概略断面図である。

10

【図 21】図 21 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの給気ポート周辺の構成を示す概略断面図である。

【図 22】図 22 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの制御動作の一例を示すタイミングチャートである。

【図 23】図 23 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの制御動作の一例を示すフローチャートである。

【図 24】図 24 は、実施形態 1 に係るエンジンシステムの制御動作の一例を示すフローチャートである。

【図 25】図 25 は、実施形態 1 の変形例に係るエンジンシステムにおける気筒、クランク室及びカム室の位置関係を模式的に表す概略図である。

20

【図 26】図 26 は、実施形態 2 に係るエンジンシステムのエンジン本体の一部破断した要部の概略図である。

【図 27】図 27 は、実施形態 2 に係るエンジンシステムにおけるブローバイガスの流れを示す概略説明図である。

【図 28】図 28 は、実施形態 3 に係るエンジンシステムのエンジン本体の概略左側面図である。

【図 29】図 29 は、実施形態 4 に係るエンジンシステムの給気ポート周辺の構成を示す概略断面図である。

【図 30】図 30 は、実施形態 4 の変形例に係るエンジンシステムの給気ポート周辺の構成を示す概略断面図である。

30

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0009】

以下、添付図面を参照しながら、本開示の実施形態について説明する。以下の実施形態は、本開示を具体化した一例であって、本開示の技術的範囲を限定する趣旨ではない。本開示で参照する図面は、いずれも模式的な図であり、図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

##### 【0010】

(実施形態 1)

##### [1] 全体構成

まず、本実施形態に係るエンジンシステム 1 の全体構成について、図 1 ~ 図 6 を参照して説明する。図 1 においては、エンジンシステム 1 の各部の構成を模式的に示し、かつ電気的な接続関係については(電気信号の流れる方向に向けた)一点鎖線の矢印にて示している。

40

##### 【0011】

本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、図 1 に示すように、エンジンシステム 1 の主構成となるエンジン本体 2 を備える。ここでいう「エンジン」は、燃料を燃焼させて機械的エネルギー(動力)を生じさせる熱機関であって、燃料の燃焼が機関の内部で行われ、燃焼ガスを動作ガスとして熱エネルギーを機械的エネルギーに変える原動機である内燃機関を含む。つまり、エンジン本体 2 は、供給される燃料を用いて動力(機械的エネルギー

50

)を発生させる。

【0012】

本実施形態に係るエンジン本体2は、ピストン21(図1参照)の往復運動を回転運動に変換し動力として回転力を出力するレシプロエンジン(reciprocating engine)である。特に本実施形態では、少なくとも水素を燃料として用いる水素燃料エンジン(Hydrogen fueled internal combustion engine)、つまり水素燃料レシプロエンジンを、エンジン本体2の例として説明する。

【0013】

本実施形態では一例として、図1に示すように、船舶10に用いられるエンジンシステム1について説明する。このエンジンシステム1は、船舶10の船体100に搭載される。つまり、本実施形態に係る船舶10は、エンジンシステム1と、船体100と、を備えている。エンジンシステム1は、船体100を推進させる推進力を発生させるための駆動源として用いられる。本実施形態ではさらに、エンジンシステム1は、船体100で使用される電気エネルギー(電力)を生成する発電機101(図1参照)を駆動させるための駆動源としても利用可能である。つまり、エンジンシステム1は、船体100の推進力発生用、又は発電機101駆動用の駆動源として用いられる。発電機101で生成される電気エネルギーは、蓄電装置に蓄えられてもよい。

10

【0014】

船舶10は、海、湖又は河川等の水上を航行(航走)する移動体である。本実施形態では一例として、船舶10は、主として海においてスポーツ又はレクリエーション等に用いられる小型船舶である「プレジャーボート」である。船舶10の船体100は、図2に示すように、プロペラ103及びプロペラシャフト104を有している。プロペラ103は、プロペラシャフト104によってエンジンシステム1のエンジン本体2と連結されている。船舶10は、エンジン本体2で発生する動力を受けてプロペラシャフト104を中心にプロペラ103を回転させることにより、船体100を前進又は後進させるための推進力を生じさせる。

20

【0015】

エンジン本体2は、例えば、船体100の機関室の内底板上にベース台を介して据え付けられる。ここで、エンジン本体2は、図2に示すように、船体100が水上に停泊している状態において、水平面に対して船体100の進行方向の一方に、傾斜角度1だけ傾斜した姿勢で配置される。具体的には、エンジン本体2は、クランクシャフト22(図1参照)の回転軸Ax1(図3参照)を船体100の進行方向に沿わせつつ、船体100の進行方向の前進側(前進時に進む側)ほど高くなるように傾斜した「前上がり」の姿勢で配置されている。

30

【0016】

また、本実施形態では、船舶10は、人(操縦者)の操作(遠隔操作を含む)に応じて動作する構成であって、特に、操縦者である人が搭乗可能な有人タイプであることとする。そのため、船舶10は、操縦者の操作を受け付ける操作盤102(図1参照)を船体100に有しており、操作盤102に対する操作に応じて、エンジンシステム1のエンジン制御部20がエンジン本体2を駆動させる。これにより、船舶10は、操縦者の操作に応じてエンジン本体2を駆動し、プロペラ103を回転させることによって船体100を前進又は後進させることが可能となる。また、船体100は、舵機構、表示装置、通信装置、及び照明設備等を含む種々の船内設備を更に備えている。また、エンジンシステム1が発電機101の駆動に用いられる場合には、発電機101の制御状態(発電機負荷)又は人(操縦者)の操作(遠隔操作を含む)等に応じて、エンジン制御部20がエンジン本体2を駆動させる。

40

【0017】

本実施形態に係るエンジンシステム1は、気体燃料を空気と混合させてから燃焼室50に流入させる予混合燃焼方式と、液体燃料を燃焼室50内に噴射して燃焼する拡散燃焼方式と、のいずれにも対応可能な、いわゆるデュアルフューエルエンジン(DFエンジン)

50

である。ここで、気体燃料は一例として水素であって、液体燃料は一例として化石燃料（軽油又はガソリン等）であることとする。より詳細には、液体燃料として軽油を用いることで、エンジンシステム 1 は、燃料に水素を用いるガスモードと、燃料に軽油を用いるディーゼルモードと、のいずれにも対応可能である。ここで、ガスモードにおいては着火用燃料として少量の液体燃料（軽油等）が更に用いられてもよい。

【0018】

また、本実施形態では、説明の便宜上、図 3 に示すように、クランクシャフト 22 の回転軸  $A \times 1$  に沿う方向を出力軸方向  $D 1$  と定義する。さらに、図 3 に示すように、出力軸方向  $D 1$  と直交しかつエンジン本体 2 が使用可能な状態での鉛直方向に沿った方向を上下方向  $D 2$  と定義し、出力軸方向  $D 1$  と上下方向  $D 2$  との両方に直交する方向を幅方向  $D 3$  と定義する。ここで、出力軸方向  $D 1$  の一方を「前方」、他方を「後方」と定義し、クランクシャフト 22 においてプロペラシャフト 104 と連結される側（フライホイールが配置される側）を後方とする。同様に、幅方向  $D 3$  の一方を「左方」、他方を「右方」と定義する。さらに、上下方向  $D 2$  のうち、後述するクランク室 52（図 1 参照）から見て気筒 51（図 1 参照）が位置する側を「上方」、反対側を「下方」と定義する。

10

【0019】

言い換えれば、本実施形態で用いられる各方向は、いずれもクランクシャフト 22 の回転軸  $A \times 1$  を基準として規定される方向である。ここで、エンジン本体 2 は、上述したように、クランクシャフト 22 の回転軸  $A \times 1$  を船体 100 の進行方向に沿わせつつ、傾斜角度  $\theta 1$  だけ水平面に対して傾斜する「前上がり」の姿勢で配置される。そのため、上下方向  $D 2$  に延びる仮想直線は、船体 100 にエンジン本体 2 が搭載された状態での鉛直方向に対して、傾斜角度  $\theta 1$  だけ（後進側に）傾斜することになる。ただし、これらの方向は、いずれもエンジン本体 2 の使用方向（使用時の方向）を限定する趣旨ではない。

20

【0020】

エンジン本体 2 の後端部からは、エンジン出力軸としてのクランクシャフト 22 が後方に向かって突出する。クランクシャフト 22 には、減速機を介してプロペラシャフト 104 が連結される。エンジン本体 2 が駆動され、クランクシャフト 22 が回転軸  $A \times 1$  を中心に回転すると、プロペラシャフト 104 につながるプロペラ 103 が回転して船体 100 の推進力が発生する。エンジンシステム 1 が、発電機 101 の駆動に用いられる場合には、クランクシャフト 22 には、発電機 101 が連結される。この場合、エンジン本体 2 が駆動され、クランクシャフト 22 が回転軸  $A \times 1$  を中心に回転すると、発電機 101 が駆動されて電気エネルギーが生成される。

30

【0021】

本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、上述したようにデュアルフューエルエンジンである。そのため、エンジンシステム 1 は、気体燃料（水素）を空気に混合させて燃焼させる予混合燃焼方式（ガスモード）と、液体燃料（軽油）を拡散させて燃焼させる拡散燃焼方式（ディーゼルモード）と、のいずれかを選択して、エンジン本体 2 を駆動させることができる。そのため、エンジン本体 2 には、気体燃料（ここでは水素）と液体燃料（ここでは軽油）との 2 種類の燃料を、エンジン本体 2 の外部から供給可能に構成されている。

【0022】

すなわち、エンジンシステム 1 は、図 1 に示すように、気体燃料を供給するための燃料供給装置 3 と、液体燃料を供給するための液体燃料供給装置 4 と、を備えている。

40

【0023】

燃料供給装置 3 は、噴射部 31 と、液化水素タンク 32 と、燃料供給路 33 と、気化器 34 と、調圧バルブ 35 と、ガスアドミッションバルブ 36 と、を有している。液化水素タンク 32 は、液化された気体燃料（ここでは水素）を貯留する燃料タンクであって、燃料供給路 33 を通してガスアドミッションバルブ 36 に接続されている。気化器 34 及び調圧バルブ 35 は、燃料供給路 33 に、上流側から気化器 34、調圧バルブ 35 の順で挿入されている。気化器 34 は、液化水素を気化する。調圧バルブ 35 は、エンジン本体 2 への気体燃料の供給量を調整するガスバルブユニットである。ガスアドミッションバルブ

50

36は、燃料供給路33を通して供給される気体燃料を、ノズル状(筒状)の噴射部31から、エンジン本体2内に噴射する。

【0024】

液体燃料供給装置4は、液体燃料噴射部41を有している。液体燃料供給装置4は、液体燃料供給路を介して、液体燃料タンクに接続されている。液体燃料供給装置4は、液体燃料供給路を通して供給される液体燃料を、ノズル状(筒状)の液体燃料噴射部41から、エンジン本体2内に噴射する。

【0025】

ここで、気体燃料を噴射する噴射部31は、燃焼室50につながる給気ポート61の内部に臨む位置に配置され、液体燃料を噴射する液体燃料噴射部41は、燃焼室50に臨む位置に配置されている。これにより、噴射部31は、気体燃料を給気ポート61内に噴射し、気体燃料を空気と混合させてから燃焼室50に流入させる。一方、液体燃料噴射部41は、液体燃料を燃焼室50内に直接的に噴射する。つまり、燃料供給方式として、気体燃料についてはポート噴射方式が採用され、液体燃料については直噴方式が採用される。

【0026】

エンジン本体2は、図3及び図4に示すように、シリンダブロック5の上にシリンダヘッド6を組み付けて構成される。シリンダブロック5は、気筒51(シリンダ)及びクランク室52を有している。シリンダヘッド6は、給気ポート61及び排気ポート62を有している。図3に示すように、シリンダブロック5の下部には、クランクシャフト22が、回転軸Ax1を出力軸方向D1に向けた状態で回転可能に支持されている。

【0027】

シリンダブロック5には、図5に示すように、複数(本実施形態では6つ)の気筒51がクランクシャフト22の回転軸Ax1に沿うように一列(直列)に並べて形成される。つまり、本実施形態では、エンジン本体2は、気筒51が複数直列に並べて配置された直列多気筒エンジン(直列6気筒エンジン)である。クランクシャフト22の回転軸Ax1に沿った出力軸方向D1と、複数の気筒51の並び方向とは一致している。各気筒51には、図1に示すように、ピストン21が上下方向D2にスライド可能、つまり往復移動可能に収容されている。ピストン21は、コネクティングロッド24を介してクランクシャフト22に連結される。

【0028】

シリンダヘッド6は、複数(本実施形態では6つ)の気筒51に一対一で対応するように複数設けられている。複数(本実施形態では6つ)のシリンダヘッド6は、それぞれ気筒51を上方から覆うように、1つのシリンダブロック5の上方に固定されている。つまり、複数のシリンダヘッド6は、出力軸方向D1に一列に並べて配置されている。図1に示すように、各気筒51の内部空間のうち、ピストン21の上面とシリンダヘッド6の下面とで囲まれた空間が、燃焼室50として機能する。つまり、ピストン21が上下方向D2に往復移動することで、燃焼室50は膨張と収縮とを交互に繰り返すことになる。

【0029】

複数のヘッドカバー71は、複数(本実施形態では6つ)の気筒51に一対一で対応するように、出力軸方向D1に一列に並べて、シリンダヘッド6上に配置されている。各ヘッドカバー71の内部には、給気弁72及び排気弁73を動作させるためのプッシュロッド及びロッカーアーム等を含む動弁機構が収容されている。給気弁72は、シリンダヘッド6に形成された給気ポート61のうち、燃焼室50につながる開口を開閉する。排気弁73は、シリンダヘッド6に形成された排気ポート62のうち、燃焼室50につながる開口を開閉する。これにより、給気弁72が開いた状態では、燃焼室50に給気ポート61からの空気(吸入空気)を取り込むことができる。排気弁73が開いた状態では、燃焼室50からの排気を排気ポート62に排出することができる。

【0030】

給気弁72及び排気弁73の開閉駆動は、カムシャフト23(図1参照)にて行われる。カムシャフト23は、図1及び図6に示すように、シリンダブロック5における気筒5

10

20

30

40

50

1の左方に配置されたカム室53に收容されている。カム室53は、気筒51及びクランク室52等と一体に、シリンダブロック5に形成されている。カム室53は、出力軸方向D1に延びており、同じく出力軸方向D1に延びたカムシャフト23を回転可能に收容する。カムシャフト23は、クランクシャフト22の回転に連動して出力軸方向D1に沿った回転軸を中心に回転し、給気弁72及び排気弁73の各々を開閉駆動する。

【0031】

また、シリンダブロック5の上方であって、かつシリンダヘッド6の左方に当たる部位には、サイドカバー74が取り付けられている。つまり、エンジン本体2の左側面の上部には段差が形成されており、この段差部分を覆うように、サイドカバー74が取り付けられる。サイドカバー74で覆われた空間には、液体燃料供給用レール配管、メイン燃料噴射ポンプ及びパイロット燃料供給用レール配管等が配置されている。液体燃料供給用レール配管は、出力軸方向D1に延びるように配置され、拡散燃焼方式での燃焼時に各気筒51の燃焼室50に液体燃料を分配して供給する。液体燃料供給用レール配管に供給された液体燃料は、各気筒51に対応して設けられたメイン燃料噴射ポンプに分配され、メイン燃料噴射ポンプから供給された液体燃料は液体燃料噴射部41から燃焼室50内に噴射される。パイロット燃料供給用レール配管は、予混合燃焼方式での燃焼時に気体燃料着火を目的として、各気筒51の燃焼室50にパイロット燃料を分配して供給する。

10

【0032】

また、図1及び図6に示すように、シリンダブロック5における気筒51の右方には、エンジン本体2の外部からの空気(給気)を各気筒51の燃焼室50に分配して供給するための給気マニホールド54が配置されている。給気マニホールド54は、気筒51及びクランク室52等と一体に、シリンダブロック5に形成されている。給気マニホールド54は、出力軸方向D1に延びており、複数のシリンダヘッド6に形成された複数の給気ポート61につながっている。これにより、複数の給気ポート61には給気マニホールド54から空気が分配される。つまり、給気マニホールド54は、給気ポート61を通して、各気筒51の燃焼室50に通じることになる。

20

【0033】

図6に示すように、シリンダヘッド6の右上方には、各気筒51の燃焼室50での燃焼により発生した排気を集めてエンジン本体2の外部に排出するための排気マニホールド75が配置されている。排気マニホールド75は、出力軸方向D1に延びており、複数のシリンダヘッド6に形成された複数の排気ポート62につながっている。これにより、複数の排気ポート62からの排気は排気マニホールド75に集約される。つまり、排気マニホールド75は、排気ポート62を通して、各気筒51の燃焼室50に通じることになる。

30

【0034】

ここで、シリンダブロック5、シリンダヘッド6及びピストン21等の、エンジン本体2を構成する主要部品は、例えば、アルミ合金及び鋳鉄等の金属材料にて構成されている。これらの主要部品は、所望の耐久性(剛性及び耐摩耗性等を含む)を有し、かつ比較的優れた熱伝導性を有している。

【0035】

上記構成によれば、拡散燃焼方式でのエンジン本体2の駆動時には、給気マニホールド54から各気筒51に供給された空気がピストン21のスライドにより圧縮された適宜のタイミングで、液体燃料噴射部41から燃焼室50内に液体燃料が噴射される。液体燃料が燃焼室50内に噴射されることにより、ピストン21は、燃焼室50で生じる爆発から得られる推進力によって気筒51内を往復運動し、ピストン21の往復運動がコネクティングロッド24を介してクランクシャフト22の回転運動に変換される。これにより、エンジン本体2は、クランクシャフト22の回転力を動力(機械的エネルギー)として出力する。

40

【0036】

一方、予混合燃焼方式でのエンジン本体2の駆動時には、液化水素タンク32から燃料供給路33を通して供給された気体燃料が、噴射部31から給気ポート61内に噴射され

50

る。これにより、給気マニホールド54から給気ポート61に供給される空気と、気体燃料とが給気ポート61内で混合される。そのため、各気筒51には、給気ポート61から空気と気体燃料との混合気が導入され、当該混合気がピストン21のスライドにより圧縮された適宜のタイミングで、燃焼室50内に少量のパイロット燃料が噴射されることにより、気体燃料に着火される。ピストン21は、燃焼室50で生じる爆発から得られる推進力によって気筒51内を往復運動し、ピストン21の往復運動がコネクティングロッド24を介してクランクシャフト22の回転運動に変換される。これにより、エンジン本体2は、クランクシャフト22の回転力を動力（機械的エネルギー）として出力する。

#### 【0037】

拡散燃焼方式及び予混合燃焼方式のいずれであっても、燃焼室50での燃焼（爆発）により生じる排気は、ピストン21の運動により気筒51から押し出され、排気ポート62を通して排気マニホールド75に集められた後、エンジン本体2の外部に排出される。

#### 【0038】

また、本実施形態に係るエンジンシステム1は、エンジン本体2に加えて、過給機8（図1参照）を備える過給機付きエンジンである。過給機8は、図3及び図4に示すように、エンジン本体2の前部の上方に配置されている。

#### 【0039】

過給機8は、図1に示すように、給気側タービン81と、排気側タービン82と、を有している。給気側タービン81は、空気を給気マニホールド54に取り込むための給気通路83上に配置されている。排気側タービン82は、排気マニホールド75につながる排気通路84上に配置されている。排気側タービン82は給気側タービン81に連結されており、排気通路84を通して排出される空気（排気）の流れによって排気側タービン82が回転すると、給気側タービン81が回転する。給気側タービン81が回転することで、給気通路83から取り込まれる空気（吸入空気）は、圧縮され、インタークーラ85を通して給気マニホールド54に送られる。インタークーラ85は、図6に示すように、エンジン本体2の前端面に沿って配置されており、過給機8で圧縮された空気（吸入空気）を冷却する。図1における太線矢印は、空気（吸入空気及び排気を含む）の流れ（気流）を表している。

#### 【0040】

ところで、本実施形態に係るエンジンシステム1は、上述した構成のエンジン本体2（及び過給機8）に加えて、図1に示すように、エンジン制御部20、筒内圧センサ76及び回転数センサ77等を更に備えている。

#### 【0041】

エンジン制御部20は、CPU（Central Processing Unit）等の1以上のプロセッサと、ROM（Read Only Memory）及びRAM（Random Access Memory）等の1以上のメモリとを有するコンピュータシステムを主構成とし、種々の処理（情報処理）を実行する。エンジン制御部20における1以上のメモリには、1以上のプロセッサにエンジン制御方法を実行させるためのプログラム（エンジン制御プログラム）が記録されている。エンジン制御部20は、調圧バルブ35、ガスアドミッションバルブ36及び液体燃料噴射部41等に制御信号（電気信号）を出力し、調圧バルブ35、ガスアドミッションバルブ36及び液体燃料噴射部41等を制御する。これにより、エンジン制御部20では、エンジン本体2の出力（主として回転数）を、任意の値に調節するようにエンジン本体2を制御することが可能である。

#### 【0042】

筒内圧センサ76は、各気筒51の燃焼室50に臨む位置に配置され、燃焼室50内の圧力を計測し、計測値（圧力）に応じた電気信号をエンジン制御部20に出力する。回転数センサ77は、クランクシャフト22の回転数（及び回転角）を計測し、計測値（回転数）に応じた電気信号をエンジン制御部20に出力する。

#### 【0043】

[2] 定義

10

20

30

40

50

本開示でいう「ブローバイガス」は、エンジン本体 2 の圧縮工程又は燃焼行程で高圧となった燃焼ガス（排気）及び未燃焼ガス等のうち、気筒 5 1 の内周面とピストン 2 1 の外周面との隙間を通して気筒 5 1（燃焼室 5 0）からクランク室 5 2 に漏れ出したガスを意味する。言い換えれば、「ブローバイガス」は、圧縮行程で高圧となった燃焼室 5 0 内の混合気がクランク室 5 2 に漏れ出してなる「圧縮漏れガス」を含む。つまり、燃焼室 5 0 内の未燃焼ガス等が、気筒 5 1 とピストン 2 1 との間の気密を確保するためのピストンリング（コンプレッションリング）のシール能力を超えると、燃焼室 5 0 内の未燃焼ガス等が、ブローバイガスとしてクランク室 5 2 に漏れ出すことがある。

#### 【 0 0 4 4 】

本開示でいう「比重」は、ある物質の密度と、基準物質の密度との比を意味し、気体に関する比重は、当該気体と同温度かつ同圧力における基準物質としての空気との密度の比で表される。そのため、気体であるブローバイガスの比重が「1」より小さければ、ブローバイガスと同温度かつ同圧力における（ブローバイガスと）同体積の空気に比べて、ブローバイガスの質量は小さく（つまり軽く）なる。反対に、気体であるブローバイガスの比重が「1」より大きければ、ブローバイガスと同温度かつ同圧力における（ブローバイガスと）同体積の空気に比べて、ブローバイガスの質量は大きく（つまり重く）なる。一例として、水素の比重は「0.06952」であって「1」よりも十分に小さいため、ブローバイガスの主成分が水素である場合には、ブローバイガスの比重は「1」よりも小さくなり、ブローバイガスは同温度かつ同圧力で同体積の空気よりも軽くなる。あるいは、気体の比重は、標準状態（0、1気圧）の基準物質としての空気との密度の比で表されてもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

本開示でいう「バックファイア」は、例えば給気行程において、燃焼室 5 0 又は給気ポート 6 1 等において、意図せず着火し、その火炎が燃焼室 5 0 又は給気ポート 6 1 等の内部に存在することを意味する。したがって、（給気弁 7 2 が開いている）給気行程において、バックファイアが発生すると、給気ポート 6 1 が火炎に晒される可能性がある。

#### 【 0 0 4 6 】

本開示でいう「平行」とは、一平面上の二直線であればどこまで延長しても交わらない場合、つまり二者間の角度が厳密に 0 度（又は 180 度）である場合に加えて、二者間の角度が 0 度に対して数度（例えば 10 度未満）程度の誤差範囲に収まる関係にあることをいう。同様に、本開示でいう「直角」とは、二者間の角度が厳密に 90 度で交わる場合に加えて、二者間の角度が 90 度に対して数度（例えば 10 度未満）程度の誤差範囲に収まる関係にあることをいう。

#### 【 0 0 4 7 】

##### [ 3 ] シリンダブロックの構成

次に、エンジン本体 2 のうちのシリンダブロック 5（及びその周辺構造）の構成について、図 7～図 16 を参照してより詳細に説明する。図 7 は、出力軸方向 D 1 の一方側である後側（クランクシャフト 2 2 が突出する側）からエンジン本体 2 を見た、シリンダブロック 5 の一部を破断しつつ主要な断面部分に斜線（ハッチング）を付した概略図である。図 7 では、サイドカバー 7 4 等の図示を適宜省略している。

#### 【 0 0 4 8 】

本実施形態では、シリンダブロック 5 には、上述したように、気筒 5 1 及びクランク室 5 2 に加えて、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 が形成されている。気筒 5 1、クランク室 5 2、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 は、いずれもシリンダブロック 5 の内部において互いに区切られた区画（室）からなり、それぞれ内部空間を有している。そのため、これら気筒 5 1、クランク室 5 2、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 の内周面は、いずれもシリンダブロック 5 の内周面 5 0 1 に含まれる。具体的に、クランク室 5 2 がシリンダブロック 5 の下部に配置され、クランク室 5 2 の上方に、気筒 5 1、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 が配置されている。気筒 5 1、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 のうち、気筒 5 1 が幅方向 D 3 の中央に配置され、気筒 5 1 の左方にカム室 5 3

が配置され、気筒 5 1 の右方に給気マニホールド 5 4 が配置されている。このように、シリンダブロック 5 は、上下方向 D 2 に並ぶ気筒 5 1 とクランク室 5 2 とを含み、気筒 5 1 の下方にクランク室 5 2 が位置する。

**【 0 0 4 9 】**

ここで、図 7 では、気筒 5 1、クランク室 5 2、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 は、1 つずつ示しているが、実際には、気筒 5 1 は、出力軸方向 D 1 ( 図 7 の紙面に直交する方向 ) に複数 ( 本実施形態では 6 つ ) 並べて配置されている。一方、クランク室 5 2 については、隣接する気筒 5 1 間に位置する仕切壁 5 2 1 によって、出力軸方向 D 1 において一応仕切られているものの、仕切壁 5 2 1 の下部に形成された連通孔 5 2 2 によって一体に連続する。つまり、クランク室 5 2 は、出力軸方向 D 1 につながる一つの区画 ( 室 ) からなる。また、カム室 5 3 の下面には開口部 5 3 1 が形成されており、カム室 5 3 の内部空間は開口部 5 3 1 を通してクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 と連続する。給気マニホールド 5 4 は、出力軸方向 D 1 に延びる一つの区画 ( 室 ) からなる。

10

**【 0 0 5 0 】**

気筒 5 1 は、上下方向 D 2 に延びる円筒状に形成されており、内部にピストン 2 1 を上下方向 D 2 に沿って往復移動可能に収容する。気筒 5 1 の上下方向 D 2 の両端面は開放されている。ピストン 2 1 は、気筒 5 1 の内径に対応する外径を有する円柱状の部材であって、ピストン 2 1 によって気筒 5 1 の内部空間は上下方向 D 2 に二分される。そして、気筒 5 1 の内部空間のうち、ピストン 2 1 の上方の空間、つまりピストン 2 1 の上面とシリンダヘッド 6 の下面とで囲まれた空間が、燃焼室 5 0 となる。一方、気筒 5 1 の内部空間のうち、ピストン 2 1 の下方の空間は、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に連続する。

20

**【 0 0 5 1 】**

本実施形態では、ピストン 2 1 は、下面 ( クランク室 5 2 に臨む面 ) が開放された中空部材からなる。つまり、ピストン 2 1 は、円筒部 2 1 1 と、隔離壁 2 1 2 と、を有している。円筒部 2 1 1 は、上下方向 D 2 の両端面が開放された円筒状の部位であって、隔離壁 2 1 2 は、円筒部 2 1 1 の上面を覆う部位である。ここでは、円筒部 2 1 1 と隔離壁 2 1 2 とは一体に形成されており、ピストン 2 1 は、全体として有底筒状に形成されている。そのため、厳密には、気筒 5 1 の内部空間のうち、燃焼室 5 0 と、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に連続する空間とは、隔離壁 2 1 2 にて分離されている。言い換えれば、隔離壁 2 1 2 の上方の空間が燃焼室 5 0 となり、隔離壁 2 1 2 の下方の空間は、円筒部 2 1 1 の内部空間も含めて、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に連続する。コネクティングロッド 2 4 は、その上端部がピストン 2 1 内に挿入された状態でピストン 2 1 に支持されている。

30

**【 0 0 5 2 】**

また、本実施形態では、気筒 5 1 は、ピストン 2 1 を案内するシリンダライナ 5 1 1 にて構成されている。シリンダライナ 5 1 1 は、円筒状の部品であって、その内周面に対してピストン 2 1 を摺動することにより、ピストン 2 1 の移動方向 ( 上下方向 D 2 ) を規制する。シリンダライナ 5 1 1 は、シリンダブロック 5 のライナ支持壁 5 5 にて支持されている。ライナ支持壁 5 5 は、シリンダライナ 5 1 1 よりも一回り大きな内径を有する円筒状の部位であって、シリンダライナ 5 1 1 は、ライナ支持壁 5 5 に嵌め込まれることによりシリンダブロック 5 に固定される。ここで、シリンダライナ 5 1 1 の上下方向 D 2 の寸法は、ライナ支持壁 5 5 の上下方向 D 2 の寸法よりも大きく、シリンダライナ 5 1 1 の下端部はライナ支持壁 5 5 の下面から下方 ( クランクシャフト 2 2 側 ) に突出する。要するに、本実施形態では、シリンダブロック 5 は、気筒 5 1 を構成するシリンダライナ 5 1 1 を支持するライナ支持壁 5 5 を有する。シリンダライナ 5 1 1 の下端は、ライナ支持壁 5 5 の下端から下方に突出する。

40

**【 0 0 5 3 】**

クランク室 5 2 は、上述したように気筒 5 1 の下方に位置する。クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 には、クランクシャフト 2 2 が回転軸 A x 1 を中心に回転可能に収容されている。クランクシャフト 2 2 は、仕切壁 5 2 1 にて回転可能に支持されており、コネクティ

50

ングロッド 24 を介して連結されたピストン 21 の往復運動に連動して回転する。ここで、クランク室 52 は、気筒 51 の内部空間のうちのピストン 21 の上方の燃焼室 50 とは、ピストン 21 により隔離されている。ただし、例えば、燃焼室 50 内が高圧となる圧縮行程等においては、上述したように気筒 51 とピストン 21 との隙間を通して、未燃焼ガス等のブローバイガスが、燃焼室 50 からクランク室 52 に漏れ出すことがある。

【0054】

ところで、関連技術として、燃焼室 50 からクランク室 52 に漏れ出したブローバイガスへの対策を講じたエンジンシステムが知られている。関連技術に係るエンジンシステムでは、クランク室 52 の内面部には、クランク室 52 からブローバイガスを取り入れる取入口が設けられる。取入口は、取入通路によってブローバイガス通路につながっており、エンジンシステムは、ブローバイガス通路にて、給気系を介してブローバイガスを燃焼室 50 に還流させるように構成されている。ここで、取入口（ブローバイガス取入部）は、クランクジャーナルよりも下側の位置に配置されることで、ブローバイガス取入部とクランクシャフト 22 のクランクジャーナルとの干渉が回避される。

10

【0055】

しかしながら、例えば、水素等の比重が 1 より小さい気体燃料を用いるエンジンシステム 1 においては、クランク室 52 に漏れ出したブローバイガスがクランク室 52 の上方に滞留しやすい。そのため、上記関連技術のように、取入口がクランクジャーナルよりも下側の位置に配置されていると、クランク室 52 からブローバイガスを効率的に排出できない可能性がある。

20

【0056】

そこで、本実施形態では、以下に説明する構成を採用することにより、クランク室 52 からブローバイガスを効率的に排出しやすいエンジンシステム 1 を提供可能とする。

【0057】

すなわち、本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、空気を基準とする比重が 1 より小さいブローバイガスが生じ得るエンジンシステム 1 である。このようなエンジンシステム 1 において、シリンダブロック 5 の内周面 501 には、換気口 502 が開口している。換気口 502 は、クランク室 52 の内部空間 5p1 とシリンダブロック 5 の外部空間とをつなぐ換気通路 503 につながる口（孔）である。換気口 502 は、クランク室 52 における上下方向 D2 の中心 C1 よりも上方側に配置されている。

30

【0058】

要するに、例えば、水素等の比重が 1 より小さい気体燃料を用いることで、（空気を基準とする）比重が 1 より小さいブローバイガスが生じ得るエンジンシステム 1 において、上記構成を採用することで、ブローバイガスを効率的に排出しやすくなる。この種のエンジンシステム 1 においては、クランク室 52 に漏れ出したブローバイガスは、クランク室 52 の上方に滞留しやすい。本実施形態に係るエンジンシステム 1 では、換気口 502 は、クランク室 52 のうち中心 C1 よりも上方側に配置されているため、クランク室 52 の上方に滞留するブローバイガスを、換気口 502 から効率的に排出することが可能である。つまり、ブローバイガスが滞留するクランク室 52 の上方部位に、ブローバイガスの出口となる換気口 502 が形成されているので、クランク室 52 の内部空間 5p1 からブローバイガスが換気口 502（及び換気通路 503）経由で効率的に排出される。よって、クランク室 52 からブローバイガスを効率的に排出しやすいエンジンシステム 1 を提供できる。

40

【0059】

具体的には、図 7 に示すように、クランク室 52 における上下方向 D2 の中心 C1 は、クランク室 52 の上下方向 D2 の寸法（高さ寸法）L1 を二等分する位置に設定される。つまり、クランク室 52 の上端と下端との両方から等距離となる位置に中心 C1 が設定される。この中心 C1 から見て、上下方向 D2 における上方側、つまり気筒 51 側に位置するように、換気口 502 が配置される。換気口 502 は、平面視において、例えば、ブローバイガスを通過させるのに十分な大きさの円形状（真円）に開口している。ただし、換

50

気口 5 0 2 は、円形状に限らず、例えば、楕円形状、四角形状又は多角形状に開口していてもよい。

【 0 0 6 0 】

より詳細には、換気口 5 0 2 は、気筒 5 1 の下端よりも上方側に配置されている。つまり、換気口 5 0 2 は、上下方向 D 2 において、クランク室 5 2 の中心 C 1 よりも上方側であって、かつ気筒 5 1 の下端よりも上方側に配置されている。ここでいう気筒 5 1 の下端は、気筒 5 1 のうち、最も下方に位置する部位であって、クランク室 5 2 に臨む部位である。本実施形態では、上述したように気筒 5 1 を構成するシリンダライナ 5 1 1 が、ライナ支持壁 5 5 の下端から下方に突出するので、シリンダライナ 5 1 1 の下端（下面）が気筒 5 1 の下端となる。気筒 5 1 の下端（シリンダライナ 5 1 1 の下端）は、図 7 に示すように、クランク室 5 2 における上下方向 D 2 の中心 C 1 よりも上方側に位置し、当該気筒 5 1 の下端よりも更に上方側に、換気口 5 0 2 が配置される。

10

【 0 0 6 1 】

これにより、比重が 1 より小さいブローバイガスは、気筒 5 1 の下端からクランク室 5 2 に漏れ出した後、気筒 5 1 の下端よりも上方側に位置する換気口 5 0 2 側に誘導されやすくなる。結果的に、クランク室 5 2 からブローバイガスをより効率的に排出しやすくなり、ブローバイガスの排出性能の向上を図ることができる。

【 0 0 6 2 】

また、換気口 5 0 2 は、下方に向けて開口する。ここで、上下方向 D 2 において、気筒 5 1 から見てクランク室 5 2 側が「下方」であるところ、換気口 5 0 2 は、気筒 5 1 から見てクランク室 5 2 側に向かって開口することになる。換気口 5 0 2 は、シリンダブロック 5 の内周面 5 0 1 に開口しているので、内周面 5 0 1 のうち下方を向いた部位、つまり天面となる部位に換気口 5 0 2 が形成されることにより、下方に向けて開口する換気口 5 0 2 が実現される。換気口 5 0 2 は、下方に向けて開口していればよく、厳密に真下に向けて開口する構成だけでなく、斜め下方に向けて開口する構成も含む。つまり、換気口 5 0 2 の開口面の法線は、上下方向 D 2 に平行であってもよいし、上下方向 D 2 に対して傾斜していてもよい。

20

【 0 0 6 3 】

これにより、比重が 1 より小さいブローバイガスは、気筒 5 1 の下端からクランク室 5 2 に漏れ出した後、上方に向かって流れる際に換気口 5 0 2 から排出されやすくなる。結果的に、クランク室 5 2 からブローバイガスをより効率的に排出しやすくなり、ブローバイガスの排出性能の向上を図ることができる。

30

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、上述したようにシリンダブロック 5 は、クランク室 5 2 とつながっており、カムシャフト 2 3 を収容するカム室 5 3 を更に含んでいる。ここで、換気口 5 0 2 は、カム室 5 3 に形成されている。要するに、換気口 5 0 2 は、図 7 に示すように、気筒 5 1、クランク室 5 2 及びカム室 5 3 等を含むシリンダブロック 5 のうち、カム室 5 3 に配置されている。ここでは一例として、カム室 5 3 におけるカムシャフト 2 3 の上方となる位置、つまりカム室 5 3 の上壁部 5 3 2 に、換気口 5 0 2 が形成されている。ここで、換気口 5 0 2 は、上壁部 5 3 2 を上下方向 D 2 に貫通する。カム室 5 3 の内部空間は開口部 5 3 1 を通してクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 と連続するので、クランク室 5 2 に漏れ出したブローバイガスは、開口部 5 3 1 を通してカム室 5 3 内に導入されることになる。

40

【 0 0 6 5 】

これにより、カムシャフト 2 3 を収容するための空間を利用することで、換気口 5 0 2 を形成するための空間を新設することなく、クランク室 5 2 からブローバイガスを効率的に排出することができる。しかも、カム室 5 3 は、クランク室 5 2 の上方に位置するので、比重が 1 より小さいブローバイガスは、クランク室 5 2 に漏れ出した後、換気口 5 0 2 が形成されたカム室 5 3 に集まりやすくなり、ブローバイガスの排出性能の向上を図ることができる。

50

## 【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では一例として、換気通路 5 0 3 は、図 7 に示すように、換気口 5 0 2 から上下方向 D 2 に沿って真っすぐ延びる円筒状のパイプ（管）である。換気通路 5 0 3 は、換気口 5 0 2 に結合されており、換気口 5 0 2 から排出されるブローパイガスの通路として機能する。換気通路 5 0 3 の先端（換気口 5 0 2 とは反対側の端部）は、シリンダブロック 5 の外部空間の適宜の位置に配置される。一例として、換気通路 5 0 3 の先端は、サイドカバー 7 4 の内側に位置してもよいし、サイドカバー 7 4 の外側に位置してもよい。さらに、換気通路 5 0 3 の先端は、エンジン本体 2 が搭載されている船体 1 0 0 の外部に位置してもよいし、船体 1 0 0 の機関室に設けられた換気装置に接続されてもよい。

## 【 0 0 6 7 】

ただし、換気通路 5 0 3 は、この構成に限らず、例えば、角筒状等、円筒状以外の形状であってもよいし、チューブ又はホース等であってもよい。さらに、換気通路 5 0 3 は、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 とシリンダブロック 5 の外部空間との間におけるブローパイガスの通路となり得る構成であればよく、筒状の部材であることすら必須ではない。つまり、換気口 5 0 2 が、換気通路 5 0 3 を通して最終的にシリンダブロック 5 の外部空間に通じていればよく、例えば、サイドカバー 7 4 の内部空間が換気通路 5 0 3 として機能してもよい。

## 【 0 0 6 8 】

以上説明した構成によれば、図 8 に示すように、ブローパイガスは、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 から換気口 5 0 2（及び換気通路 5 0 3）経由で効率的に排出されることになる。図 8 では、ブローパイガスの流れを太線矢印で示している。すなわち、気筒 5 1 とピストン 2 1 との隙間を通して、未燃焼ガス等が、燃焼室 5 0 からクランク室 5 2 に漏れ出すことでブローパイガスが発生する。本実施形態では、比重が 1 より小さい気体燃料（水素）を用いることで、ブローパイガスについても比重が 1 より小さくなるため、クランク室 5 2 に漏れ出したブローパイガスはクランク室 5 2 の上方へと移動する。クランク室 5 2 の上方には、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 と開口部 5 3 1 にてつながるカム室 5 3 が設けられているため、上方に移動するブローパイガスは、開口部 5 3 1 を通してカム室 5 3 へと流入する。その結果、ブローパイガスは、カム室 5 3 の換気口 5 0 2 から排出され、換気通路 5 0 3 を通してシリンダブロック 5 の外部空間へと排出される。

## 【 0 0 6 9 】

また、本実施形態では、図 9 に示すように、換気通路 5 0 3 は、気体と液体とを分離する気液分離部 5 0 4 を有する。気液分離部 5 0 4 は、一例として、換気通路 5 0 3 の内側に設けられた突出壁からなる。気液分離部 5 0 4 としての突出壁は、換気通路 5 0 3 の内周面から、換気通路 5 0 3 の中心軸に向けて突出する。本実施形態では、換気通路 5 0 3 の内周面のうち幅方向 D 3 の一方（左方）側から突出する突出壁と、幅方向 D 3 の他方（右方）側から突出する突出壁とが、上下方向 D 2 において交互に並ぶように、気液分離部 5 0 4 としての突出壁が複数設けられている。幅方向 D 3 の一方（左方）側から突出する突出壁と、幅方向 D 3 の他方（右方）側から突出する突出壁とは、その先端部同士が上下方向 D 2 において重複する。

## 【 0 0 7 0 】

このような気液分離部 5 0 4 が設けられることにより、換気通路 5 0 3 内部はラビリンス構造となり、換気口 5 0 2 から換気通路 5 0 3 に導入されたブローパイガスは、気液分離部 5 0 4 としての突出壁の間を縫うように蛇行しながら換気通路 5 0 3 内を流れる。そして、ブローパイガスが気液分離部 5 0 4 としての突出壁に接触した際、ブローパイガスと共に排出されたオイル又は水分等の液体が気液分離部 5 0 4 としての突出壁に付着する。これにより、ブローパイガスと共に排出された液体（オイル又は水分等）が、気液分離部 5 0 4 にて捕獲され、ブローパイガスに含まれている気体と分離される。結果的に、ブローパイガスは、オイル等の液体成分が少なくとも一部除去された状態で、換気通路 5 0 3 から排気されることになり、ブローパイガスの排気に伴うオイル消費等の抑制につながる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 1 】

気液分離部 5 0 4 は、上述したような突出壁に限らず、換気口 5 0 2 より排出されるブローパイガスから液体を分離する機能があればよい。気液分離部 5 0 4 は、例えば、換気通路 5 0 3 内に配置されるフィルタ等であってもよいし、突出壁とフィルタとの組み合わせであってもよい。

## 【 0 0 7 2 】

ところで、本実施形態に係るエンジン本体 2 は、上述したように、気筒 5 1 が複数（本実施形態では 6 つ）直列に並べて配置された直列多気筒エンジン（直列 6 気筒エンジン）である。この種のエンジンでは、複数の気筒 5 1 の各々についてブローパイガスが生じ得るところ、本実施形態では、ブローパイガス排出用の換気口 5 0 2 は、複数の気筒 5 1 に対して 1 つのみ設けられている。言い換えれば、換気口 5 0 2 は、複数の気筒 5 1 において共用されている。すなわち、本実施形態では、上述したように、クランク室 5 2 は、出力軸方向 D 1 につながる一つの区画（室）からなる。そのため、複数の気筒 5 1 のいずれでブローパイガスが生じたとしても、結局は、同一のクランク室 5 2 にブローパイガスが漏れ出すことになる。してみれば、ブローパイガス排出用の換気口 5 0 2 においても、複数の気筒 5 1 に対して 1 箇所があれば足りることになる。

## 【 0 0 7 3 】

具体的には、図 1 0 に示すように、気筒 5 1 は、出力軸方向 D 1 に並ぶように複数設けられており、複数の気筒 5 1 は、出力軸方向 D 1 の両側に位置する一端側気筒 5 1 A 及び他端側気筒 5 1 B を含む。ここで、換気口 5 0 2 は、一端側気筒 5 1 A に対応する位置に配置される。要するに、出力軸方向 D 1 に並ぶ 6 つの気筒 5 1 のうち、出力軸方向 D 1 の一端（本実施形態では前端）側にある気筒 5 1 を「一端側気筒 5 1 A」、出力軸方向 D 1 の他端（本実施形態では後端）側にある気筒 5 1 を「他端側気筒 5 1 B」と定義する。この場合に、換気口 5 0 2 は、カム室 5 3 のうち、一端側気筒 5 1 A に対応する位置、つまり前端部に形成される。換気通路 5 0 3 は、この換気口 5 0 2 から上方に延びるように設けられる。

## 【 0 0 7 4 】

このように、換気口 5 0 2 は、複数の気筒 5 1 に対して 1 箇所があればよく、結果的に、ブローパイガスの排出のための構造を簡略化することができる。特に、本実施形態では、エンジン本体 2 は「前上がり」の姿勢で配置されている（図 2 参照）ので、クランク室 5 2 に漏れ出したブローパイガスは、相対的に上方に位置する前端部側に集約されやすくなる。そのため、シリンダブロック 5（におけるカム室 5 3）の前端部に換気口 5 0 2 が配置された構成では、船体 1 0 0 に設けた排気管 1 0 5（図 2 参照）から、より効率的にブローパイガスを排出することが可能となる。

## 【 0 0 7 5 】

また、本実施形態では、換気口 5 0 2 からのブローパイガスの排気をよりスムーズに行うために、図 1 1 に示すように、シリンダブロック 5 の内周面 5 0 1 には、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 とシリンダブロック 5 の外部空間とをつなぐ気体導入口 5 0 5 が開口している。図 1 1 は、気筒 5 1、クランク室 5 2 及びカム室 5 3 の位置関係を模式的に表すシリンダブロック 5 の概略図である。

## 【 0 0 7 6 】

このような気体導入口 5 0 5 が、換気口 5 0 2 とは別に設けられることによって、換気口 5 0 2 からのブローパイガスの排気時に、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に新鮮な空気を取り込むことが可能である。その結果、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 の換気（ブローパイガスの排気）をよりスムーズに行うことが可能である。気体導入口 5 0 5 は、平面視において、例えば、空気を通わせるのに十分な大きさの円形状（真円）に開口している。ただし、気体導入口 5 0 5 は、円形状に限らず、例えば、楕円形状、四角形状又は多角形状に開口していてもよい。

## 【 0 0 7 7 】

気体導入口 5 0 5 は、図 1 1 に示すように、クランク室 5 2 に配置されるクランクシャ

10

20

30

40

50

フト 2 2 の回転軸 A x 1 に沿う出力軸方向 D 1 において、換気口 5 0 2 と気体導入口 5 0 5 とは互いに異なる位置に配置されている。つまり、換気口 5 0 2 と気体導入口 5 0 5 とは、出力軸方向 D 1 において互いにオフセットしている。図 1 1 の例では、気体導入口 5 0 5 は、出力軸方向 D 1 の他端側にある他端側気筒 5 1 B に対応する位置、つまりシリンダブロック 5 の後端部に配置されている。要するに、換気口 5 0 2 は、出力軸方向 D 1 の一端（本実施形態では前端）側に配置されているのに対し、気体導入口 5 0 5 は、出力軸方向 D 1 の他端（本実施形態では後端）側に配置されている。

【 0 0 7 8 】

この構成によれば、気体導入口 5 0 5 から導入される気体（空気）は、換気口 5 0 2 に向けて流れることで、出力軸方向 D 1 に沿った気流を形成するので、気流を出力軸方向 D 1 の広範囲にわたって作用させることができる。したがって、気流によるブローパイガスの排出性能の更なる向上を図ることができる。

10

【 0 0 7 9 】

特に、本実施形態では、換気口 5 0 2 は、一端側気筒 5 1 A に対応する位置（前端部）に配置されているのに対し、気体導入口 5 0 5 は、他端側気筒 5 1 B に対応する位置（後端部）に配置されている。このように、換気口 5 0 2 と気体導入口 5 0 5 とが、出力軸方向 D 1 におけるシリンダブロック 5 の両端部に配置されることで、気流をクランク室 5 2 における出力軸方向 D 1 の略全域にわたって作用させることができる。したがって、気流によるブローパイガスの排出性能の更なる向上を図ることができる。

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態では、換気口 5 0 2 と気体導入口 5 0 5 とは、平面視において、クランク室 5 2 に配置されるクランクシャフト 2 2 の回転軸 A x 1 を挟んで反対側に配置されている。つまり、平面視において、換気口 5 0 2 は回転軸 A x 1 から見て幅方向 D 3 の一方側（本実施形態では左方側）に位置するのに対し、気体導入口 5 0 5 は回転軸 A x 1 から見て幅方向 D 3 の他方側（本実施形態では右方側）に位置する。気体導入口 5 0 5 は、一例として、クランク室 5 2 の右側壁を貫通するように、クランク室 5 2 の右側壁に形成されている。このように、換気口 5 0 2 と気体導入口 5 0 5 とが回転軸 A x 1 を挟んで反対側に配置されることで、気流をクランク室 5 2 における幅方向 D 3 の広範囲にわたって作用させることができる。したがって、気流によるブローパイガスの排出性能の更なる向上を図ることができる。

20

【 0 0 8 1 】

さらに、本実施形態では、気体導入口 5 0 5 は、クランク室 5 2 における上下方向 D 2 の中心 C 1（図 7 参照）よりも下方側に配置されている。これにより、気体導入口 5 0 5 から導入される気体（空気）による気流は、斜め上方の換気口 5 0 2 に向けて流れることで、上下方向 D 2 に沿った気流を形成するので、クランク室 5 2 の全体にわたって気流を作用させることができる。したがって、気流によるブローパイガスの排出性能の更なる向上を図ることができる。

30

【 0 0 8 2 】

ここで、本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、図 1 2 に示すように、気流形成部 5 0 6 を更に備える。気流形成部 5 0 6 は、気体導入口 5 0 5 から換気口 5 0 2 に向かう気流を形成する。図 1 2 は、気筒 5 1、クランク室 5 2、カム室 5 3 及び給気マニホールド 5 4 の位置関係を模式的に表すシリンダブロック 5 の概略図である。本実施形態では一例として、過給機 8 を気流形成部 5 0 6 に利用する。具体的には、気流形成部 5 0 6 は、給気マニホールド 5 4 と気体導入口 5 0 5 との間をつなぐバイパス管を含む。気流形成部 5 0 6 としてのバイパス管は、例えば、給気マニホールド 5 4 における気流の下流側の端部（本実施形態では後端部）から気体導入口 5 0 5 への空気の通り道を形成する。これにより、過給機 8 で圧縮された空気（吸入空気）は、インタークーラ 8 5 を通して給気マニホールド 5 4 に送られ、さらに気流形成部 5 0 6 としてのバイパス管を通して気体導入口 5 0 5 に送られる。その結果、気体導入口 5 0 5 は、圧縮空気によってクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に対して正圧の状態となり、クランク室 5 2 内においては換気口 5 0 2 から

40

50

気体（ブローバイガス）を押し出す向きの気流が発生する。

【0083】

このように、気流形成部506が設けられることにより、クランク室52の内部空間Sp1に強制的に気流を形成することができ、クランク室52内にブローバイガスが停滞しにくくなる。つまり、気流形成部506によって、換気口502からのブローバイガスの排出が促進され、ブローバイガスの排出性能の更なる向上を図ることができる。しかも、本実施形態では、過給機8を気流形成部506に利用するので、気流を形成するための装置を新設する必要がない。

【0084】

図13は、換気口502と気体導入口505との位置関係、及び気流形成部506に関する変形例を示す。図13の「A」に示す変形例では、換気口502は、シリンダブロック5の出力軸方向D1の中央部に配置され、気体導入口505は、シリンダブロック5の出力軸方向D1の両端部にそれぞれ配置されている。この例では、2箇所に形成された気体導入口505から導入される気体（空気）が、1箇所の換気口502に向けて流れることで、出力軸方向D1に沿った気流を形成する。

10

【0085】

図13の「B」に示す変形例では、気流形成部506は、船体100に搭載されているエアタンクを含み、エアタンクから気体導入口505に空気を送り込む。図13の「C」に示す変形例では、気流形成部506は、電動ファンを含み、電動ファンから気体導入口505に空気を送り込む。図13の「B」及び「C」のいずれの例であっても、気体導入口505は、クランク室52の内部空間Sp1に対して正圧の状態となり、クランク室52内においては換気口502から気体（ブローバイガス）を押し出す向きの気流が発生する。

20

【0086】

一方、図13の「D」に示す変形例では、気流形成部506は、電動ファンを含み、電動ファンにて換気口502からブローバイガスを引き込む。この例では、換気口502の下流側（換気通路503側）がクランク室52の内部空間Sp1に対して負圧の状態となり、クランク室52内においては気体導入口505から換気口502に気体（ブローバイガス）が引き込まれる向きの気流が発生する。このように、気流形成部506は、正圧及び負圧のいずれを発生することにより気流を形成してもよく、又は、正圧と負圧との両方を発生する構成であってもよい。図13の「C」又は「D」の変形例において、電動ファンに代えて、例えば、ポンプが用いられてもよい。

30

【0087】

以下、本実施形態に係るエンジンシステム1のピストン21の構成について、図14及び図15を参照して、より詳細に説明する。図14及び図15は、ピストン21周辺を拡大した概略断面図である。

【0088】

気筒51内を上下方向D2に沿って往復移動するピストン21の内側に形成されるピストン内空間210には、図14に示すように、ピストン21の移動に伴って上下方向D2に沿って往復移動する攪拌部213が配置されている。本実施形態では、ピストン21の円筒部211の内周面から、ピストン21の中心軸に向けて突出する羽根状の突起が攪拌部213を構成する。ピストン内空間210は、ピストン21の円筒部211で囲まれた円柱状の空間であって、ピストン21の隔離壁212にて燃焼室50と分離された空間である。コネクティングロッド24は、その上端部がピストン内空間210に挿入された状態でピストン21に支持されている。攪拌部213は、円筒部211の周方向の全周に形成されており、かつ上下方向D2において離間して複数（ここでは2つ）設けられている。

40

【0089】

要するに、クランク室52の内部空間Sp1に連続するピストン内空間210には、ピストン21の移動に伴って往復移動する攪拌部213が設けられている。このような攪拌部213が設けられることにより、ピストン21が往復運動するとピストン内空間210

50

で攪拌部 2 1 3 が往復移動し、ピストン内空間 2 1 0 の気体が攪拌される。そのため、気筒 5 1 とピストン 2 1 との隙間を通して、未燃焼ガス等のブローバイガスが、燃焼室 5 0 からピストン内空間 2 1 0 に漏れ出したとしても、ピストン内空間 2 1 0 のブローバイガスを積極的に流動させ、クランク室 5 2 に移動させやすくなる。よって、ピストン内空間 2 1 0 にブローバイガスが滞留することを抑制しやすくなり、ブローバイパスの排出性能の更なる向上が期待できる。

#### 【 0 0 9 0 】

また、攪拌部 2 1 3 は、ピストン内空間 2 1 0 に設けられ、ピストン 2 1 の移動に伴って往復移動する構成であればよく、ピストン 2 1 の円筒部 2 1 1 から突出する突起に限らず、例えば、コネクティングロッド 2 4 の上端部から突出する突起であってもよい。つまり、コネクティングロッド 2 4 のうち、ピストン 2 1 の下端よりも上方側に設けられた突起であれば、上述した攪拌部 2 1 3 と同様に、ピストン 2 1 の往復移動に伴ってピストン内空間 2 1 0 の気体を攪拌できる。攪拌部 2 1 3 は、ピストン 2 1 とコネクティングロッド 2 4 との両方に設けられていてもよい。

10

#### 【 0 0 9 1 】

また、図 1 5 に示すように、気筒 5 1 内を上下方向 D 2 に沿って往復移動するピストン 2 1 のうち気筒 5 1 の内部空間を上下方向 D 2 に隔てる隔離壁 2 1 2 は、内部に空洞部 2 1 4 を有することが好ましい。具体的には、隔離壁 2 1 2 の下面（燃焼室 5 0 とは反対側の面）にプレート 2 1 5 が溶着等の適宜の方法で固定されることにより、隔離壁 2 1 2 を二重構造とする。これにより、プレート 2 1 5 の上方側（燃焼室 5 0 側）には、断熱層としての空洞部 2 1 4 が形成される。

20

#### 【 0 0 9 2 】

要するに、気筒 5 1 の内部空間のうち、燃焼室 5 0 と、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 に連続する空間とは、隔離壁 2 1 2 にて分離されるので、隔離壁 2 1 2 の上面は燃焼室 5 0 に晒されることになる。そのため、図 1 4 のように、空洞部 2 1 4 が設けられていない構成では、隔離壁 2 1 2 の上面の熱が隔離壁 2 1 2 の裏面（下面）側に伝わりやすく、例えば、水素等を主成分とするブローバイガスが加熱される可能性がある。これに対して、断熱層としての空洞部 2 1 4 が形成された図 1 5 の構成によれば、空洞部 2 1 4 にてプレート 2 1 5 の下面側には熱が伝わりにくくなる。したがって、燃焼室 5 0 の熱によって、例えば、水素等を主成分とするブローバイガスが加熱されることを抑制できる。

30

#### 【 0 0 9 3 】

また、ピストン内空間 2 1 0 のブローバイガスを積極的に流動させるための構成として、攪拌部 2 1 3 に加えて又は代えて、図 1 6 に示すように、攪拌ノズル 2 1 6 が設けられていてもよい。攪拌ノズル 2 1 6 は、その先端部を気筒 5 1 の下面から気筒 5 1 の内部空間に臨ませる位置に、各気筒 5 1 に設けられている。攪拌ノズル 2 1 6 は、気筒 5 1 の内部に向けて、気体（例えば空気）又は液体（例えばオイル）を、間欠的又は連続的に噴射する。これにより、気筒 5 1 の内部に噴射された気体又は液体によって、ピストン内空間 2 1 0 の気体が攪拌される。そのため、気筒 5 1 とピストン 2 1 との隙間を通して、未燃焼ガス等のブローバイガスが、燃焼室 5 0 からピストン内空間 2 1 0 に漏れ出したとしても、ピストン内空間 2 1 0 のブローバイガスを積極的に流動させ、クランク室 5 2 に移動させやすくなる。よって、ピストン内空間 2 1 0 にブローバイガスが滞留することを抑制しやすくなり、ブローバイパスの排出性能の更なる向上が期待できる。

40

#### 【 0 0 9 4 】

ところで、上述したピストン 2 1 に関する構成については、ブローバイガスの排気対策の構成（換気口 5 0 2）等とは切り離して、それ単独で採用し得る。すなわち、一態様に係るエンジンシステム 1 は、気筒 5 1 とクランク室 5 2 とを含むシリンダブロック 5 を備え、気筒 5 1 内を往復移動するピストン 2 1 の内側に形成されるピストン内空間 2 1 0 には、ピストン 2 1 の移動に伴って往復移動する攪拌部 2 1 3 が配置されている。また、別の態様に係るエンジンシステム 1 は、気筒 5 1 とクランク室 5 2 とを含むシリンダブロック 5 を備え、気筒 5 1 内を往復移動するピストン 2 1 のうち気筒 5 1 の内部空間を（ピ

50

ストン 2 1 が往復移動する方向に ) 隔てる隔離壁 2 1 2 は、内部に空洞部 2 1 4 を有する。  
【 0 0 9 5 】

#### [ 4 ] シリンダヘッドの構成

次に、エンジン本体 2 のうちのシリンダヘッド 6 ( 及びその周辺構造 ) の構成について、図 1 7 ~ 図 2 1 を参照してより詳細に説明する。図 1 7 は、出力軸方向 D 1 の一方側である後側 ( クランクシャフト 2 2 が突出する側 ) からエンジン本体 2 を見た、シリンダブロック 5 及びシリンダヘッド 6 一部を破断しつつ主要な断面部分に斜線 ( ハッチング ) を付した概略図である。図 1 7 では、サイドカバー 7 4 等の図示を適宜省略している。

#### 【 0 0 9 6 】

本実施形態では、シリンダヘッド 6 には、上述したように、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 が形成されている。給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 は、いずれもシリンダヘッド 6 の内部において互いに区切られた区画 ( 室 ) からなり、それぞれ内部空間を有している。シリンダヘッド 6 は複数 ( 本実施形態では 6 つ ) 設けられているが、複数のシリンダヘッド 6 は共通の構成を採用している。そこで、以下では、特に断りがない限り、1 つのシリンダヘッド 6 に着目して説明する。

10

#### 【 0 0 9 7 】

本実施形態では一例として、図 1 8 及び図 1 9 に示すように、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 は、シリンダヘッド 6 に 2 つずつ設けられている。つまり、1 つのシリンダヘッド 6 に対して、2 つの給気ポート 6 1、及び 2 つの排気ポート 6 2 が形成されている。ただし、2 つの給気ポート 6 1 は基本的には共通の構成を採用し、2 つの排気ポート 6 2 は基本的には共通の構成を採用している。そこで、以下では、特に断りがない限り、1 つの給気ポート 6 1 又は 1 つの排気ポート 6 2 に着目して説明する。図 1 8 は、シリンダヘッド 6 及び気筒 5 1 の概略外形を想像線 ( 二点鎖線 ) で示し、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 を強調表示した概略斜視図である。また、図 1 9 は、後述する冷媒通路 6 3 を想像線 ( 二点鎖線 ) で示し、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 を強調表示した概略平面図である。

20

#### 【 0 0 9 8 】

シリンダヘッド 6 は、図 1 7 及び図 1 8 に示すように、気筒 5 1 の上方に配置されている。これにより、気筒 5 1 の内部空間のうち、ピストン 2 1 の上面とシリンダヘッド 6 の下面とで囲まれた空間が、燃焼室 5 0 として機能する。シリンダヘッド 6 に形成された給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 のいずれも、燃焼室 5 0 につながる開口を有している。

30

#### 【 0 0 9 9 】

給気ポート 6 1 は、シリンダブロック 5 に形成された給気マニホールド 5 4 と、燃焼室 5 0 と、の間をつなぐ気体 ( 吸入空気 ) の通り道である。そして、給気ポート 6 1 のうち、燃焼室 5 0 側の開口、つまり気流の下流側となる開口には、給気弁 7 2 が設けられている。そのため、給気マニホールド 5 4 から分配される空気は、給気弁 7 2 が開いた状態で、給気ポート 6 1 を介して燃焼室 5 0 に供給される。

#### 【 0 1 0 0 】

さらに、本実施形態では、気体燃料については燃料供給方式としてポート噴射方式が採用されているので、燃料供給装置 3 は、給気ポート 6 1 の内部空間に気体燃料 ( 本実施形態では水素 ) を供給する。つまり、気体燃料を噴射する燃料供給装置 3 の噴射部 3 1 は、給気ポート 6 1 の内部に臨む位置に配置されており、給気ポート 6 1 内に気体燃料を噴射する。燃料供給装置 3 が気体燃料を噴射するタイミングについて詳しくは「 [ 5 ] エンジンシステムの制御動作」の欄で説明する。

40

#### 【 0 1 0 1 】

一方、排気ポート 6 2 は、排気マニホールド 7 5 と、燃焼室 5 0 と、の間をつなぐ気体 ( 排気 ) の通り道である。そして、排気ポート 6 2 のうち、燃焼室 5 0 側の開口、つまり気流の上流側となる開口には、排気弁 7 3 が設けられている。そのため、燃焼室 5 0 から排出される気体は、排気弁 7 3 が開いた状態で、排気ポート 6 2 を介して排気マニホールド 7 5 に排出 ( 集約 ) される。

50

## 【 0 1 0 2 】

また、図 1 7 及び図 1 9 に示すように、シリンダヘッド 6 には、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 に加えて、冷媒通路 6 3 が形成されている。冷媒通路 6 3 は、冷媒が通るための通路である。ここでいう「冷媒」は、冷却サイクルにおいて熱を移動させるために用いられる熱媒体を意味し、例えば、水（冷却水）若しくはオイル等の液体、又は冷却ガスのような気体等の流体である。つまり、冷媒通路 6 3 を流体である冷媒が流れることによって、冷媒通路 6 3 の周囲から熱を奪うことができ、冷媒通路 6 3 の周囲を冷却することが可能である。本実施形態では一例として、冷媒通路 6 3 は冷媒としての冷却水を通すためのウォータジャケットである。

## 【 0 1 0 3 】

冷媒通路 6 3 は、図 1 9 に示すように、平面視において、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 のうちの燃焼室 5 0 側の開口を囲む環状に形成されている。具体的に、図 1 7 に示すように、冷媒通路 6 3 は、給気ポート 6 1 における燃焼室 5 0 側の開口に隣接する位置に配置されている。そして、冷媒通路 6 3 には、シリンダヘッド 6 の外部で冷却された冷媒（冷却水）が循環するように供給される。これにより、冷媒通路 6 3 を流れる冷媒によって、給気ポート 6 1 及び排気ポート 6 2 のうち、主として燃焼室 5 0 側の開口周辺が冷却されることになる。

## 【 0 1 0 4 】

ところで、関連技術として、筒内噴射用インジェクタと給気通路噴射用インジェクタとを備えるデュアル噴射型のエンジンシステムが知られている。関連技術に係るエンジンシステムでは、燃料噴射量の調整（補正）により、燃料蒸発ガスのパージ処理実行の際におけるバックファイアの発生を抑制する。具体的に、筒内噴射用インジェクタ及び給気通路噴射用インジェクタの分担率が所定の範囲内にあるときの燃料蒸発ガスのパージ処理実行の際、導入されるパージ燃料量に対応する燃料噴射量補正を、給気通路噴射用インジェクタからの燃料噴射量のみを変えて行なう。

## 【 0 1 0 5 】

ただし、例えば、水素等の気体燃料を用いるエンジンシステム 1 においては、より燃料（気体燃料）に着火しやすくなる場合がある。そのため、万一バックファイアが発生した場合に、給気ポート 6 1 内に供給される燃料（気体燃料）に着火し、バックファイアが連鎖することまで見越して、より一層のバックファイア対策を施すことが望まれる。

## 【 0 1 0 6 】

そこで、本実施形態では、以下に説明する構成を採用することにより、より一層のバックファイア対策を可能とするエンジンシステム 1 を提供可能とする。

## 【 0 1 0 7 】

すなわち、本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、燃焼室 5 0 に空気を供給する給気ポート 6 1 と、給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2（図 2 0 参照）に気体燃料を供給する燃料供給装置 3 と、を備えている。燃料供給装置 3 は、気体燃料を噴射する噴射部 3 1 を有する。ここで、図 2 0 に示すように、少なくとも給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち噴射部 3 1 からの気体燃料の噴射領域 R 1 の中心軸 A x 2 との交点には、冷却部 6 1 2 が配置されている。言い換えれば、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 と噴射部 3 1 からの気体燃料の噴射領域 R 1 の中心軸 A x 2 との交点は、冷却部 6 1 2 に含まれる。

## 【 0 1 0 8 】

本開示でいう「冷却部」は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち冷却されることによって相対的に低温となる部位を意味する。つまり、給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 に臨む内周面 6 1 1 の温度は均一ではなく、部位によって温度差が生じ得るところ、他の部位に比べて相対的に低温となる部位が冷却部 6 1 2 を構成する。一例として、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち、基準温度（例えば、内周面 6 1 1 の温度の平均値又は中央値等）未満の部位が冷却部 6 1 2 となる。

## 【 0 1 0 9 】

要するに、例えば、水素等の気体燃料が給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 に噴射される

10

20

30

40

50

ポート噴射方式を採用したエンジンシステム 1 において、上記構成を採用することで、より一層のバックファイア対策が可能となる。この種のエンジンシステム 1 においては、例えば、バックファイアにより給気ポート 6 1 が火炎に晒されるような状況で、給気ポート 6 1 内に噴射される気体燃料（水素等）に着火すると、バックファイアが連鎖する可能性がある。本実施形態に係るエンジンシステム 1 では、気体燃料の噴射領域 R 1 の中心軸 A x 2 を冷却部 6 1 2 に向けることで、気体燃料の熱引けが良好となり、バックファイアの発生直後であっても、気体燃料が加熱されることによる気体燃料の着火を抑制できる。このように、給気ポート 6 1 内での気体燃料の冷却性能を向上させたことで、バックファイアの連鎖を抑制でき、より一層のバックファイア対策が可能なエンジンシステム 1 を提供できる。

10

**【 0 1 1 0 】**

より詳細には、図 2 0 に示すように、給気ポート 6 1 は、断面形状が一方向に向けて凸となる湾曲部 6 0 0 を有している。本実施形態では一例として、湾曲部 6 0 0 は、給気ポート 6 1 の中間部分に設けられており、断面形状が上方に向けて凸となるように湾曲することで、給気ポート 6 1 は全体として逆 U 字状の断面形状を有する。そのため、給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 における空気（吸入空気）の流れ（気流）は、湾曲部 6 0 0 に沿って一方向（ここでは上方）に向けて凸となる弧を描く経路をとる。図 2 0 では、吸入空気の流れを太線矢印で示している。

**【 0 1 1 1 】**

本実施形態では、冷却部 6 1 2 は、このような給気ポート 6 1 において、その内周面 6 1 1 のうちの湾曲部 6 0 0 の他方向（ここでは下方）側の面、つまり湾曲部 6 0 0 の内周側面 6 0 2 に配置されている。つまり、内周面 6 1 1 は、湾曲部 6 0 0 の一方向（ここでは上方）側の面となる外周側面 6 0 1 と、湾曲部 6 0 0 の他方向（ここでは下方）側の面となる内周側面 6 0 2 と、を含むところ、内周側面 6 0 2 に冷却部 6 1 2 が配置される。

20

**【 0 1 1 2 】**

そして、ノズル状（筒状）の噴射部 3 1 は、その先端部が外周側面 6 0 1 から給気ポート 6 1 内に突出する形で配置されており、噴射部 3 1 から冷却部 6 1 2 に向けて気体燃料が噴射される。つまり、噴射部 3 1 の先端部は、少なくとも内周側面 6 0 2 に設けられた冷却部 6 1 2 に向けられている。ここで、噴射領域 R 1 の中心軸 A x 2 は、噴射部 3 1 の先端を頂点として略円錐状に広がる噴射領域 R 1 の中心軸であって、ノズル状（筒状）の噴射部 3 1 の中心軸と略一致する。

30

**【 0 1 1 3 】**

また、冷却部 6 1 2 は、給気ポート 6 1 において噴射部 3 1 よりも空気の気流の下流側に配置されている。図 2 0 の例では、給気ポート 6 1 において、右方から左方に向かう空気の気流が生じるため、燃料供給装置 3 の噴射部 3 1 の先端に対して、下流側となる左方に冷却部 6 1 2 が配置されている。

**【 0 1 1 4 】**

このように、冷却部 6 1 2 が噴射部 3 1 よりも下流側に配置されていることで、噴射部 3 1 から噴射された気体燃料が、空気の気流によって下流側に流された場合でも、冷却部 6 1 2 に到達しやすくなる。そのため、冷却部 6 1 2 による気体燃料の冷却効果を十分に発揮することが可能である。

40

**【 0 1 1 5 】**

ところで、冷却部 6 1 2 の具体的態様としては、例えば、以下に説明する第 1 態様、第 2 態様及び第 3 態様がある。第 1 態様は、冷媒通路 6 3 を用いた冷媒冷却方式、第 2 態様は、付着冷媒を用いた気化潜熱方式、第 3 態様は、空冷方式である。すなわち、第 1 態様、第 2 態様若しくは第 3 態様、又はこれらの組み合わせによって、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の冷却部 6 1 2 が実現可能である。

**【 0 1 1 6 】**

まず、第 1 態様（冷媒冷却方式）では、図 2 0 に示すように、冷媒通路 6 3 の近傍部位が冷却部 6 1 2 となる。具体的には、冷媒通路 6 3 と給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 と

50

は、隔壁部 6 4 によって物理的に隔離されており、当該隔壁部 6 4 における冷媒通路 6 3 とは反対側の面（給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1）が、冷却部 6 1 2 を構成する。すなわち、エンジンシステム 1 は、給気ポート 6 1 が形成されたシリンダヘッド 6 を備え、シリンダヘッド 6 は、冷媒が通る冷媒通路 6 3 を有している。ここで、冷却部 6 1 2 は、少なくとも冷媒通路 6 3 と給気ポート 6 1 とを物理的に隔てる隔壁部 6 4 に配置されている。

【0117】

この構成によれば、シリンダヘッド 6 に設けられた冷媒通路 6 3 を流れる冷媒により、冷却部 6 1 2 を効率的に冷却することが可能である。さらに、冷媒の流量等によって、冷却部 6 1 2 の温度を調整することも可能であるため、より確実に気体燃料を冷却することが可能である。よって、気体燃料が加熱されることによる気体燃料の着火をより一層抑制できる。

10

【0118】

さらに、図 2 0 に示すように、隔壁部 6 4 は、薄肉部 6 4 1 と、厚肉部 6 4 2 と、を含んでいる。薄肉部 6 4 1 は、冷媒通路 6 3 と給気ポート 6 1 との間の厚み  $T_h 1$  が基準厚みよりも小さい。厚肉部 6 4 2 は、冷媒通路 6 3 と給気ポート 6 1 との間の厚み  $T_h 2$  が基準厚みよりも大きい。薄肉部 6 4 1 と厚肉部 6 4 2 とのうちの薄肉部 6 4 1 のみに冷却部 6 1 2 が設けられている。ここでいう「基準厚み」は、隔壁部 6 4 の基準となる厚みであって、一例として、隔壁部 6 4 の厚みの平均値又は中央値等である。つまり、隔壁部 6 4 の厚みは均一ではなく、部位によって異なる。そして、冷却部 6 1 2 は、隔壁部 6 4 のうち相対的に薄肉である薄肉部 6 4 1 に設けられ、厚肉部 6 4 2 には設けられていない。

20

【0119】

この構成によれば、冷媒通路 6 3 を流れる冷媒にて、冷却部 6 1 2 をより効率的に冷却することが可能である。すなわち、隔壁部 6 4 の内周面 6 1 1 のうち、相対的に冷媒通路 6 3 までの距離が近く、冷媒通路 6 3 を流れる冷媒に熱が伝わりやすい薄肉部 6 4 1 に冷却部 6 1 2 が配置されるので、より確実に気体燃料を冷却することが可能である。よって、気体燃料が加熱されることによる気体燃料の着火をより一層抑制できる。

【0120】

第 2 態様（気化潜熱方式）では、図 2 1 に示すように、エンジンシステム 1 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の一部に付着冷媒 6 5 1 を付着させる冷媒供給部 6 5 を更に備える。冷却部 6 1 2 は、少なくとも付着冷媒 6 5 1 が付着する部位に配置されている。ここでいう「付着冷媒」は、主として気化潜熱に用いられる熱媒体を意味し、例えば、水（冷却水）若しくはオイル等の液体である。すなわち、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の一部に付着冷媒 6 5 1 が付着することで、付着冷媒 6 5 1 が気化する際に内周面 6 1 1 の熱を奪うことによって、内周面 6 1 1 の冷却が行われる。そこで、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち付着冷媒 6 5 1 が付着する部位を冷却部 6 1 2 とすることで、冷却部 6 1 2 の冷却が実現される。付着冷媒 6 5 1 を「付着」させる態様としては、例えば、付着冷媒 6 5 1 の噴霧、吐出、結露又は塗布等がある。

30

【0121】

具体的に、図 2 1 の「A」に示す例では、付着冷媒 6 5 1 を噴射するノズル状（筒状）の冷媒供給部 6 5 が用いられている。この冷媒供給部 6 5 は、その先端部が外周側面 6 0 1 から給気ポート 6 1 内に突出する形で配置されており、噴射部 3 1 から冷却部 6 1 2 に向けて気体燃料が噴射される。つまり、冷媒供給部 6 5 の先端部は、少なくとも内周側面 6 0 2 に設けられた冷却部 6 1 2 に向けられている。これにより、冷媒供給部 6 5 から噴射される付着冷媒 6 5 1 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1（内周側面 6 0 2）の冷却部 6 1 2 に付着し、冷却部 6 1 2 を冷却する。

40

【0122】

また、図 2 1 の「B」に示す例では、給気ポート 6 1 に導入される空気を冷却する冷媒供給部 6 5 が用いられている。この冷媒供給部 6 5 は、コイル状の冷却器からなり、給気ポート 6 1 における給気マニホールド 5 4 側の開口付近に配置されている。冷媒供給部 6 5 に冷媒が供給されることで、冷媒供給部 6 5 を通過する空気が冷却され、空気中の水蒸

50

気量が飽和水蒸気量を超えると、結露により付着冷媒 6 5 1 としての水が発生する。付着冷媒 6 5 1 は、空気の気流によって運ばれ、少なくとも内周側面 6 0 2 に設けられた冷却部 6 1 2 に付着する。これにより、付着冷媒 6 5 1 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 (内周側面 6 0 2) の冷却部 6 1 2 に付着し、冷却部 6 1 2 を冷却する。冷媒供給部 6 5 に供給される冷媒は、例えば、液化水素タンク 3 2 との熱交換により低温に維持されることが好ましい。

#### 【 0 1 2 3 】

図 2 1 の例では、冷媒供給部 6 5 に加えて、冷媒通路 6 3 により第 1 態様の冷媒冷却方式も併用されているが、第 2 態様 (気化潜熱方式) と第 1 態様とを組み合わせることは必須ではない。つまり、第 2 態様 (気化潜熱方式) を採用する場合には、冷媒通路 6 3 が省略されてもよく、この場合でも付着冷媒 6 5 1 によって冷却部 6 1 2 は実現可能である。

10

#### 【 0 1 2 4 】

第 3 態様 (空冷方式) では、給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 における空気の流れ (気流) を利用して、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の一部に冷却部 6 1 2 を形成する。すなわち、例えば、ファン等を用いて空気の流速を高め、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の一部に空気を当てることにより、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち空気が当たる部位を、気流にて冷却して冷却部 6 1 2 とする。この構成によれば、別途、冷媒を用いることなく、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 の一部を冷却して冷却部 6 1 2 を構成することが可能である。

#### 【 0 1 2 5 】

その他、本実施形態に係るエンジンシステム 1 においては、バックファイア対策として、下記の構成を採用することが更に有用である。

20

#### 【 0 1 2 6 】

一つ目の構成として、燃料供給装置 3 の噴射部 3 1 を冷却するノズル冷却構造を設け、噴射部 3 1 から噴射される気体燃料自体を冷却する。ノズル冷却構造は、一例として、噴射部 3 1 の周囲に配置される冷媒の通路によって実現可能である。これにより、噴射部 3 1 が冷媒にて冷却され、シリンダヘッド 6 から噴射部 3 1 への入熱が抑制されるため、気体燃料の温度上昇を抑制することが可能である。冷媒の通路は、例えば、シリンダヘッド 6 から幅方向 D 3 に延びてもよいし、あるいはシリンダヘッド 6 から上方に延びてもよい。

#### 【 0 1 2 7 】

二つ目の構成として、燃料供給装置 3 の噴射部 3 1 を覆う断熱材を設け、噴射部 3 1 から噴射される気体燃料への入熱を抑制する。これにより、シリンダヘッド 6 から噴射部 3 1 への入熱が抑制されるため、気体燃料の温度上昇を抑制することが可能である。

30

#### 【 0 1 2 8 】

#### [ 5 ] エンジンシステムの制御動作

次に、本実施形態に係るエンジンシステム 1 の制御動作について、図 2 2、図 2 3 及び図 2 4 を参照して説明する。本実施形態では、上述したようにエンジンシステム 1 の制御はエンジン制御部 2 0 が行うので、以下に説明するエンジンシステム 1 の制御動作は、エンジン制御部 2 0 によって実行される処理を含む。

#### 【 0 1 2 9 】

本実施形態では、エンジン制御部 2 0 は、図 2 2 に示すようなタイミングで、燃料供給装置 3 を制御し給気ポート 6 1 への気体燃料の噴射を実行する。図 2 2 では、横軸をクランク角とし、排気弁 7 3 の開度 G 1 及び給気弁 7 2 の開度 G 2 (「弁開度」と表記)、給気ポート 6 1 内の給気空気の流速 (「流速」と表記)、及び給気ポート 6 1 内における燃焼室 5 0 付近の内周面 6 1 1 (壁面) の温度 (「温度」と表記) を示す。ここで、クランク角は、時間経過に応じて、ピストン 2 1 が下死点 (B D C : Bottom Dead Center) と上死点 (T D C : Top Dead Center) との間を往復移動するのに伴って連続的に変化する。そのため、クランク角を示す横軸は、時間軸に相当する。

40

#### 【 0 1 3 0 】

図 2 2 において、時点  $t_0$  でピストン 2 1 が下死点にあり、時点  $t_2$  でピストン 2 1 が

50

上死点であり、時点  $t_7$  でピストン 21 が下死点にあつて、時点  $t_1$  にてバックファイアが発生したと仮定する。ここで、時点  $t_1$  は、時点  $t_0$  と時点  $t_2$  との間にあつて、給気弁 72 が開弁を開始した直後のタイミングである。この場合において、時点  $t_2$  後の時点  $t_3$  において、排気弁 73 が閉弁（開度  $G_1$  が 0）すると、その後、冷却期間  $T_1$  が経過して初めて、気体燃料の噴射が可能な噴射許可期間  $T_2$  が開始する。ここで、気体燃料の噴射が分割噴射（間欠噴射）である場合、最初の噴射開始から最後の噴射終了までが噴射許可期間  $T_2$  内に実行される。

#### 【0131】

すなわち、本実施形態では、燃料供給装置 3 は、排気弁 73 が閉じることを含む供給開始条件を満足した後、冷却期間  $T_1$  が経過すると、給気ポート 61 の内部空間  $S_p2$  への気体燃料の供給を開始する。ここで、冷却期間  $T_1$  は、冷却部 612 を冷却するための期間であつて、気体燃料の噴射が禁止される期間である。具体的には、供給開始条件は、排気弁 73 が閉じる（開度  $G_1$  が 0）ことに加え、給気弁 72 が開く（開度  $G_2$  が 0 より大きい）ことを含む。図 22 の例において、時点  $t_3$  では、排気弁 73 が閉弁し、かつ（その前の時点  $t_1$  で）給気弁 72 が開弁しているため、供給開始条件を満たすことになる。そのため、時点  $t_3$  から時点  $t_5$  までの冷却期間  $T_1$  が経過し、噴射許可期間  $T_2$  に入ると、燃料供給装置 3 は、気体燃料の噴射（供給）を開始することが可能となる。

10

#### 【0132】

この構成によれば、気体燃料の供給（噴射）が開始される前に、冷却期間  $T_1$  が設定されるので、冷却部 612 を確実に冷却した後に、給気ポート 61 の内部空間  $S_p2$  への気体燃料の供給を開始することができる。したがって、バックファイアが発生した場合であっても、冷却部 612 による気体燃料の冷却が行われ、バックファイアの連鎖を抑制しやすくなる。

20

#### 【0133】

また、冷却期間  $T_1$  の終了時点は、給気弁 72 の開度  $G_2$  が最大となる時点以降に設定される。つまり、冷却期間  $T_1$  の終了時点である時点  $t_5$  は、給気弁 72 の開度  $G_2$  が最大（開度  $G_2$  のピーク）となる時点  $t_4$  から見て、クランク角の遅角側に設定される。

#### 【0134】

この構成によれば、給気ポート 61 内の給気空気の流速が最大となるタイミング以降で気体燃料の供給が開始されることになり、気体燃料をより効率的に冷却可能となる。すなわち、給気弁 72 の開度  $G_2$  が最大となる時に給気ポート 61 内の給気空気の流速が最大となるところ、このタイミング（図 22 では時点  $t_4$ ）以降に、気体燃料の供給を開始することで、気体燃料の冷却性能が向上する。したがって、バックファイアの連鎖をより一層抑制しやすくなる。

30

#### 【0135】

また、本実施形態に係るエンジンシステム 1 は、給気ポート 61 に空気を送り込む過給機 8 を備えている。これにより、冷却期間  $T_1$  を設けることによって気体燃料の供給開始のタイミングが遅れても、気体燃料を燃焼室 50 に送り込みやすくなる。つまり、過給機 8 によって空気の流速が加速されることで、給気ポート 61 内に噴射された気体燃料が燃焼室 50 に流入しやすくなる。

40

#### 【0136】

ここで、図 22 に示すように、噴射許可期間  $T_2$  は、給気弁 72 の閉弁直前に挿入される猶予期間  $T_3$  を考慮して設定されている。猶予期間  $T_3$  は、冷却期間  $T_1$  と同様に、気体燃料の噴射が禁止される期間である。すなわち、噴射許可期間  $T_2$  が終了する時点  $t_6$  から、給気弁 72 が閉弁（開度  $G_2$  が 0）する時点  $t_7$  までの間は、猶予期間  $T_3$  として、気体燃料の噴射は禁止される。言い換えれば、冷却期間  $T_1$  の終了時点は、給気弁 72 が閉弁する時点  $t_7$  から、猶予期間  $T_3$  と噴射許可期間  $T_2$  との合計時間だけ遡った時点（図 22 では時点  $t_5$ ）に設定される。

#### 【0137】

この構成によれば、噴射許可期間  $T_2$  が終了する時点  $t_6$  で給気弁 72 が閉弁されるこ

50

とによる給気ポート61への気体燃料の残留が抑制される。つまり、噴射許可期間T2が終了する時点t6で給気ポート61内に気体燃料が残留していても、当該残留分の気体燃料は猶予期間T3中に燃焼室50へと排出可能である。

#### 【0138】

さらに、猶予期間T3の長さは、噴射部31（の先端）と給気ポート61における燃焼室50側の開口との間の距離に基づいて設定されることが好ましい。ここでいう距離は、給気ポート61内における空気の流路上の距離である。具体的には、噴射部31（の先端）と給気ポート61における燃焼室50側の開口との間の距離が長いほど、猶予期間T3は長く設定される。これにより、噴射部31から噴射される気体燃料が燃焼室50に排出されるのに要する時間を考慮して、猶予期間T3が設定されるため、給気ポート61内に気体燃料が残留しにくくなる。

10

#### 【0139】

ところで、上述した燃料供給装置3の制御に関する構成については、ブローバイガスの排気対策の構成（換気口502）、及び冷却部612等とは切り離して、それ単独で採用し得る。すなわち、一態様に係るエンジンシステム1は、燃焼室50に空気を供給する給気ポート61と、給気ポート61の内部空間Sp2に気体燃料を供給する燃料供給装置3と、を備えている。燃料供給装置3は、排気弁73が閉じることを含む供給開始条件を満足した後、冷却期間T1が経過すると、給気ポート61の内部空間Sp2への気体燃料の供給を開始する。

#### 【0140】

図23は、エンジンシステム1を発電機101の駆動、又は船体100の推進に使用する場合における、気体燃料の噴射に係るエンジン制御部20の動作（処理）の一例を示すフローチャートである。

20

#### 【0141】

すなわち、エンジン制御部20は、まずはエンジンシステム1を発電機101の駆動に使用するか否かを判断する（S1）。エンジンシステム1を発電機101の駆動に用いる場合（S1：Yes）、エンジン制御部20は、発電モードにあると判断し、処理をステップS2に移行させる。一方、エンジンシステム1を船体100の推進に用いる場合（S1：No）、エンジン制御部20は、発電モードにないと判断し、処理をステップS6に移行させる。

30

#### 【0142】

ステップS2では、エンジン制御部20は、発電機101の負荷、及びエンジン本体2の回転数（実回転数）を取得する。そして、エンジン制御部20は、発電機101の負荷とエンジン回転数との相関関係を示す「負荷 - 回転数マップ」に照らして、気体燃料の噴射時期、つまり気体燃料の噴射を開始するタイミングを決定する（S3）。そして、エンジン制御部20は、気体燃料の噴射量を演算し（S4）、気体燃料の噴射時期が到来すると気体燃料を噴射させるように燃料供給装置3を制御する（S5）。

#### 【0143】

ステップS6では、エンジン制御部20は、操作盤102（のスロットルレバー）の操作量、及びエンジン本体2の回転数（実回転数）を取得する。ここで、エンジン制御部20は、エンジン本体2の目標回転数を設定し（S7）、目標回転数と実回転数との差分を演算する（S8）。さらに、エンジン制御部20は、直前サイクルの気体燃料の噴射量に対して不足する気体燃料の噴射量（不足噴射量）を演算する。そして、エンジン制御部20は、気体燃料の噴射量と気体燃料の噴射時間との相関関係を示す「噴射量 - 噴射時間マップ」に照らして、気体燃料の噴射時間を決定する（S10）。また、エンジン制御部20は、気体燃料の噴射量と冷却期間T1との相関関係を示す「噴射量 - 冷却期間マップ」に照らして、気体燃料の噴射時期、つまり気体燃料の噴射を開始するタイミングを決定する（S11）。そして、エンジン制御部20は、気体燃料の噴射時期が到来すると気体燃料を噴射させるように燃料供給装置3を制御する（S12）。

40

#### 【0144】

50

エンジン制御部 20 は、上記ステップ S 1 ~ S 12 の処理を繰り返し実行する。ただし、図 23 に示すフローチャートは一例に過ぎず、処理が適宜追加又は省略されてもよいし、処理の順番が適宜入れ替わってもよい。

【0145】

図 24 は、エンジンシステム 1 を発電機 101 の駆動に使用する場合において、バックファイアが発生した際にのみ冷却期間 T 1 を設けるようにした、エンジン制御部 20 の動作（処理）の一例を示すフローチャートである。

【0146】

すなわち、エンジン制御部 20 は、まずは発電機 101 の負荷、エンジン本体 2 の回転数（実回転数）、及び燃焼室 50 内の圧力（筒内圧）を取得する（S 21）。ここで、筒内圧は筒内圧センサ 76 から取得され、バックファイアの発生の有無に関する情報である。それから、エンジン制御部 20 は、例えば筒内圧に基づいて、バックファイアが発生しているか否かを判断する（S 22）。筒内圧の波形等からバックファイアの発生が検知された場合（S 22：Yes）、エンジン制御部 20 は、処理をステップ S 23 に移行させる。一方、筒内圧の波形等からバックファイアの発生が検知されなかった場合（S 22：No）、エンジン制御部 20 は、処理をステップ S 24 に移行させる。

【0147】

ステップ S 23 では、エンジン制御部 20 は、発電機 101 の負荷とエンジン回転数との相関関係を示す「負荷 - 回転数第 1 マップ」に照らして、気体燃料の噴射時期、つまり気体燃料の噴射を開始するタイミングを決定する。「負荷 - 回転数第 1 マップ」は、バックファイア発生時用に用意されているマップであって、冷却期間 T 1 を考慮して気体燃料の噴射時期を設定するためのマップである。

【0148】

ステップ S 24 では、エンジン制御部 20 は、発電機 101 の負荷とエンジン回転数との相関関係を示す「負荷 - 回転数第 2 マップ」に照らして、気体燃料の噴射時期、つまり気体燃料の噴射を開始するタイミングを決定する。「負荷 - 回転数第 2 マップ」は、バックファイアが発生していない定常時用に用意されているマップであって、冷却期間 T 1 を考慮せずに気体燃料の噴射時期を設定するためのマップである。

【0149】

そして、エンジン制御部 20 は、気体燃料の噴射量を演算し（S 25）、気体燃料の噴射時期が到来すると気体燃料を噴射させるように燃料供給装置 3 を制御する（S 26）。

【0150】

エンジン制御部 20 は、上記ステップ S 21 ~ S 26 の処理を繰り返し実行する。ただし、図 24 に示すフローチャートは一例に過ぎず、処理が適宜追加又は省略されてもよいし、処理の順番が適宜入れ替わってもよい。

【0151】

[6] 変形例

以下、実施形態 1 の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせで適用可能である。

【0152】

本開示におけるエンジンシステム 1 は、エンジン制御部 20 としてのコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしての 1 以上のプロセッサ及び 1 以上のメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示におけるエンジン制御部 20 としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。また、エンジン制御部 20 に含まれる一部又は全部の機能部は電子回路で構成されていてもよい。

【0153】

10

20

30

40

50

また、エンジンシステム 1 の少なくとも一部の機能が、1 つの筐体内に集約されていることはエンジンシステム 1 に必須の構成ではなく、エンジンシステム 1 の構成要素は、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。反対に、実施形態 1 において、複数の装置（例えば、エンジン本体 2 及び発電機 101）に分散されている機能が、1 つの筐体内に集約されていてもよい。

**【0154】**

さらに、エンジンシステム 1 の少なくとも一部は、船体 100 に搭載されることに限らず、船体 100 とは別に設けられてもよい。一例として、エンジン制御部 20 が、船体 100 とは別に設けられたサーバ装置によって具現化される場合、サーバ装置と船体 100（の通信装置）との間の通信により、エンジン制御部 20 によるエンジンシステム 1 の制御が可能となる。エンジン制御部 20 の少なくとも一部の機能がクラウド（クラウドコンピューティング）等によって実現されてもよい。

10

**【0155】**

また、船舶 10 は、プレジャーボートに限らず、貨物船及び貨客船等を含む商船、タグボート及びサルベージ船等を含む作業船、気象観測船及び練習船等を含む特殊船、漁船、並びに艦艇等であってもよい。さらに、船舶 10 は、操縦者が搭乗する有人タイプに限らず、人（操縦者）が遠隔操作可能であるか、又は自律運航可能な無人タイプの船舶であってもよい。また、船舶 10 は、船体 100 にエンジン本体 2 に加えて、モータ（電動機）等の 1 以上の動力源を備えていてもよい。エンジンシステム 1 は、船舶 10 以外に用いられてもよい。

20

**【0156】**

また、エンジンシステム 1 は、複数の気筒 51 が直列に並べて配置された直列多気筒エンジンに限らず、例えば、複数の気筒 51 がクランクシャフト 22 の回転軸 A x 1 を頂点とする V 字状に配置された V 型エンジン又は水平対向エンジン等であってもよい。V 型エンジンの場合には、例えば、図 25 に示すように、両側の気筒 51 間のバンク角内に、クランク室 52 の内部空間 Sp 1 とつながるカム室 53 が配置される。この構成であっても、例えば、カム室 53 に換気口 502 が形成されることにより、クランク室 52 からのブローバイガスの排出を効率的に行うことが可能である。

**【0157】**

また、エンジンシステム 1 は、気筒 51 を 1 つのみ備える単気筒エンジンであってもよい。エンジンシステム 1 は、デュアルフューエルエンジンに限らず、例えば、燃料として気体燃料（例えば水素）のみを用いるエンジン（例えば水素専焼エンジン）であってもよい。また、エンジンシステム 1 は、過給機付きエンジンに限らず、過給機 8 を備えない自然給気エンジンであってもよい。

30

**【0158】**

また、気体燃料の燃料供給方式は、燃料を給気ポート 61 内に噴射するポート噴射方式に限らず、燃料を燃焼室 50 内に直接的に噴射する直噴方式であってもよい。この場合、気体燃料を噴射する噴射部 31 は、燃焼室 50 に臨む位置に配置される。

**【0159】**

また、換気口 502 は、常時開いていることは必須ではなく、例えば、弁装置等により開閉可能に構成されていてもよい。この場合、換気口 502 が開いている期間に、換気口 502 からのブローバイガスの排出が行われ、換気口 502 が閉じている期間には、換気口 502 からのブローバイガスの排出が行われない。

40

**【0160】**

（実施形態 2）

本実施形態に係るエンジンシステム 1A は、図 26 及び図 27 に示すように、換気口 502 の位置が、実施形態 1 に係るエンジンシステム 1 と相違する。以下、実施形態 1 と同様の構成については、共通の符号を付して適宜説明を省略する。図 27 では、ブローバイガスの流れを太線矢印で示している。

**【0161】**

50

すなわち、本実施形態では、図 26 に示すように、シリンダブロック 5 は、気筒 5 1 を構成するシリンダライナ 5 1 1 を支持するライナ支持壁 5 5 を有する。シリンダライナ 5 1 1 の下端は、ライナ支持壁 5 5 の下端から下方に突出する。ここで、換気口 5 0 2 は、ライナ支持壁 5 5 の下端に配置されている。具体的には、シリンダライナ 5 1 1 を囲む円筒状のライナ支持壁 5 5 の下面における周方向の一部に、換気口 5 0 2 が形成されている。図 26 の例では、ライナ支持壁 5 5 の下面のうち、シリンダライナ 5 1 1 の左方となる位置に換気口 5 0 2 が形成されている。ここで、本実施形態では、図 26 に想像線（二点鎖線）で示すように、カム室 5 3 の開口部 5 3 1 には、カム室 5 3 の内部空間とクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 とを区切るカム室壁 5 3 3 が設けられていることとする。カム室壁 5 3 3 は、カム室 5 3 の内部空間とクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 とを完全に分離してもよいし、カム室 5 3 の内部空間とクランク室 5 2 の内部空間 S p 1 とを一部隔ててもよい。

10

#### 【0162】

換気口 5 0 2 につながる換気通路 5 0 3 は、換気口 5 0 2 から上下方向 D 2 に沿って真っすぐ上方に延びる縦通路 5 0 3 A と、縦通路 5 0 3 A の上端部から幅方向 D 3 に沿って左方に延びる横通路 5 0 3 B と、を有している。縦通路 5 0 3 A は、換気口 5 0 2 から上下方向 D 2 に沿って上方に延びていけばよく、例えば、換気口 5 0 2 から斜め上方に延びていてもよいし、換気口 5 0 2 から蛇行しながら上方に延びていてもよい。この換気通路 5 0 3 は、ライナ支持壁 5 5 の内部に形成された壁内通路である。このように、換気通路 5 0 3 は、延長方向が異なる縦通路 5 0 3 A 及び横通路 5 0 3 B を含むことで、縦通路 5 0 3 A と横通路 5 0 3 B との接続部位に、変曲部 5 0 3 C（図 27 参照）を有している。つまり、縦通路 5 0 3 A と横通路 5 0 3 B との接続部位が変曲部 5 0 3 C を構成する。

20

#### 【0163】

以上説明した構成によれば、図 27 に示すように、ブローバイガスは、クランク室 5 2 の内部空間 S p 1 から換気口 5 0 2（及び換気通路 5 0 3）経由で効率的に排出されることになる。すなわち、気筒 5 1 とピストン 2 1 との隙間を通して、未燃焼ガス等が、燃焼室 5 0 からクランク室 5 2 に漏れ出すことでブローバイガスが発生する。本実施形態では、比重が 1 より小さい気体燃料（水素）を用いることで、ブローバイガスについても比重が 1 より小さくなるため、クランク室 5 2 に漏れ出したブローバイガスはクランク室 5 2 の上方へと移動する。シリンダライナ 5 1 1 の下端は、ライナ支持壁 5 5 の下端から下方に突出しているため、シリンダライナ 5 1 1 の下端からクランク室 5 2 に漏れ出したブローバイガスは、シリンダライナ 5 1 1 の下端で折り返すようにして、上方に窪んだライナ支持壁 5 5 の下面に向かって移動する。その結果、ブローバイガスは、ライナ支持壁 5 5 の下端（下面）の換気口 5 0 2 から排出され、換気通路 5 0 3 を通してシリンダブロック 5 の外部空間へと排出される。

30

#### 【0164】

ここで、ライナ支持壁 5 5 の下端（下面）は、気筒 5 1 の中心軸に対して垂直ではなく傾斜している。つまり、図 27 に示すように、ライナ支持壁 5 5 の下面には、換気口 5 0 2 が設けられた端部（左端部）側ほど上方に位置するように、「左上がり」の勾配が付されている。そのため、ライナ支持壁 5 5 の下端に滞留するブローバイガスは、ライナ支持壁 5 5 の下面の勾配によってシリンダライナ 5 1 1 の周囲を迂回するようにして左端側に集められる。よって、ブローバイガスは、ライナ支持壁 5 5 の下端の左端部に設けられた換気口 5 0 2 から効率的に排出されることになる。

40

#### 【0165】

また、本実施形態では、換気通路 5 0 3 のうちの変曲部 5 0 3 C が、気液分離部 5 0 4 として機能する。要するに、このような変曲部 5 0 3 C（気液分離部 5 0 4）が設けられることにより、換気口 5 0 2 から換気通路 5 0 3 に導入されたブローバイガスは、気液分離部 5 0 4 としての変曲部 5 0 3 C を通過する際に縦通路 5 0 3 A の突き当り面に衝突するように換気通路 5 0 3 内を流れる。そして、ブローバイガスが気液分離部 5 0 4 としての変曲部 5 0 3 C の内周面に接触した際、ブローバイガスと共に排出されたオイル又は水

50

分等の液体が気液分離部 5 0 4 としての変曲部 5 0 3 C の内周面に付着する。これにより、ブローパイガスと共に排出された液体（オイル又は水分等）が、気液分離部 5 0 4 にて捕獲され、ブローパイガスに含まれている気体と分離される。

【 0 1 6 6 】

このように、本実施形態では、換気通路 5 0 3 は、ガスの流通方向が変化する変曲部 5 0 3 C を有している。気液分離部 5 0 4 は変曲部 5 0 3 C を含んでいる。結果的に、ブローパイガスは、オイル等の液体成分が少なくとも一部除去された状態で、換気通路 5 0 3 から排気されることになり、ブローパイガスの排気に伴うオイル消費等の抑制につながる。

【 0 1 6 7 】

カム室壁 5 3 3 は、必須の構成ではなく、適宜省略されてもよい。実施形態 2 に係る構成（変形例を含む）は、実施形態 1 で説明した種々の構成（変形例を含む）と適宜組み合わせることで採用可能である。

10

【 0 1 6 8 】

（実施形態 3）

本実施形態に係るエンジンシステム 1 B は、図 2 8 に示すように、複数の気筒 5 1 に対応するように複数の換気口 5 0 2 が設けられている点で、実施形態 1 に係るエンジンシステム 1 と相違する。以下、実施形態 1 と同様の構成については、共通の符号を付して適宜説明を省略する。

【 0 1 6 9 】

すなわち、本実施形態では、気筒 5 1 は、出力軸方向 D 1 に並ぶように複数（6 つ）設けられている。ここで、換気口 5 0 2 は、カム室 5 3 のうち、複数の気筒 5 1 の全てに対応するように、出力軸方向 D 1 における 6 箇所形成されている。換気通路 5 0 3 は、これら複数（本実施形態では 6 つ）の換気口 5 0 2 からそれぞれ上方に延びるように、複数設けられる。

20

【 0 1 7 0 】

ここで、複数の換気通路 5 0 3 の先端部（上端部）は、1 本の共通排気管 5 0 7 につながっている。共通排気管 5 0 7 は、出力軸方向 D 1 に沿って延びており、その先端（本実施形態では後端）が、エンジン本体 2 の外部空間に位置する。これにより、複数の気筒 5 1 の各々で発生したブローパイガスは、それぞれ換気口 5 0 2 及び換気通路 5 0 3 を通して共通排気管 5 0 7 に集約され、共通排気管 5 0 7 を通してエンジン本体 2 の外部空間に排出される。

30

【 0 1 7 1 】

本実施形態では、共通排気管 5 0 7 は、クランクシャフト 2 2 の回転軸 A x 1 に対して平行ではなく傾斜している。つまり、図 2 8 に示すように、共通排気管 5 0 7 は、出力軸方向 D 1 の一端（本実施形態では後端）側ほど上方に位置するように、「後上がり」の勾配が付されている。そのため、共通排気管 5 0 7 に集約されたブローパイガスは、共通排気管 5 0 7 の勾配によって共通排気管 5 0 7 の先端側（後端側）に集められる。よって、ブローパイガスは、共通排気管 5 0 7 から効率的に排出されることになる。

【 0 1 7 2 】

実施形態 3 に係る構成は、実施形態 1 又は実施形態 2 で説明した種々の構成（変形例を含む）と適宜組み合わせることで採用可能である。

40

【 0 1 7 3 】

（実施形態 4）

本実施形態に係るエンジンシステム 1 C は、図 2 9 に示すように、冷却部 6 1 2 が外周側面 6 0 1 に配置されている点で、実施形態 1 に係るエンジンシステム 1 と相違する。以下、実施形態 1 と同様の構成については、共通の符号を付して適宜説明を省略する。

【 0 1 7 4 】

すなわち、本実施形態では、給気ポート 6 1 は、断面形状が一方向に向けて凸となる湾曲部 6 0 0 を有している。冷却部 6 1 2 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち湾曲部 6 0 0 の一方向（ここでは上方）側の面、つまり外周側面 6 0 1 に配置されている。つま

50

り、内周面 6 1 1 は、湾曲部 6 0 0 の一方向（ここでは上方）側の面となる外周側面 6 0 1 と、湾曲部 6 0 0 の他方向（ここでは下方）側の面となる内周側面 6 0 2 と、を含むところ、外周側面 6 0 1 に冷却部 6 1 2 が配置される。

【 0 1 7 5 】

このように、冷却部 6 1 2 が外周側面 6 0 1 に配置されていることで、噴射部 3 1 から噴射された気体燃料が、空気の気流によって流された場合でも、冷却部 6 1 2 に到達しやすくなる。要するに、湾曲部 6 0 0 における空気の気流は、主として外周側面 6 0 1 寄りを通るため、外周側面 6 0 1 に冷却部 6 1 2 があることで、気体燃料が冷却部 6 1 2 にて冷却されやすくなる。そのため、冷却部 6 1 2 による気体燃料の冷却効果を十分に発揮することが可能である。

10

【 0 1 7 6 】

ここで、本実施形態では、噴射部 3 1 のノズル長が比較的長く設定されることで、噴射部 3 1 から噴射される気体燃料の指向性が高められている。つまり、噴射部 3 1 が長くなるほど、噴射部 3 1 から噴射される気体燃料の指向性が向上し、気体燃料が冷却部 6 1 2 により一層到達しやすくなる。

【 0 1 7 7 】

ところで、本実施形態では一例として、外周側面 6 0 1 に配置される冷却部 6 1 2 を実現するために、図 2 9 に示すように、バルブシート部 6 6 を利用している。すなわち、給気ポート 6 1 における燃焼室 5 0 側の端部には、給気弁 7 2 が着座するバルブシート部 6 6 が設けられている。冷却部 6 1 2 は、バルブシート部 6 6 に配置されている。具体的には、バルブシート部 6 6 における給気ポート 6 1 の内部空間 S p 2 とは反対側の面には、冷媒を通すための冷媒通路 6 6 1 が形成されている。この冷媒通路 6 6 1 に冷媒が流れることにより、バルブシート部 6 6 が冷却され、バルブシート部 6 6 に設けられた冷却部 6 1 2 が冷却される。つまり、冷却部 6 1 2 の具体的な態様としては、第 1 態様（冷媒冷却方式）が採用されている。

20

【 0 1 7 8 】

この構成によれば、給気ポート 6 1 のうち燃焼室 5 0 に最も近いバルブシート部 6 6 にて、気体燃料を冷却することができる。そのため、バックファイアにより燃焼室 5 0 から火炎（又は熱せられた気体）が給気ポート 6 1 に流れ込んでも、給気ポート 6 1 の入口（バルブシート部 6 6）に設けられた冷却部 6 1 2 にて冷却を図ることができ、バックファイアの連鎖をより一層抑制できる。

30

【 0 1 7 9 】

また、実施形態 4 の変形例として、外周側面 6 0 1 に配置される冷却部 6 1 2 を実現するために、図 3 0 に示すように、絞り部 6 7 が利用されてもよい。絞り部 6 7 は、給気ポート 6 1 のうち、空気の気流に直交する断面積、つまり流路断面積が局所的に縮小された部位である。つまり、給気ポート 6 1 の流路断面積は均一ではなく、少なくとも絞り部 6 7 において、絞り部 6 7 の上流側及び下流側よりも小さく（狭く）なっている。このような絞り部 6 7 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 に形成されたリップ等によって具現化される。図 3 0 の例では、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 から後方（図 3 0 の紙面手前側）に突出するリップにて、給気ポート 6 1 の流路断面積が局所的に狭められた絞り部 6 7 が構成されている。

40

【 0 1 8 0 】

このような絞り部 6 7 が設けられることにより、絞り部 6 7 を通過する際に流速が高められた空気は略直進することで、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1（ここでは外周側面 6 0 1）に衝突する。これにより、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち空気が当たる部位を、気流にて冷却して冷却部 6 1 2 とすることができる。要するに、図 3 0 の例では、給気ポート 6 1 は、空気の気流に直交する断面積が部分的に縮小された絞り部 6 7 を有している。冷却部 6 1 2 は、給気ポート 6 1 の内周面 6 1 1 のうち、給気ポート 6 1 における絞り部 6 7 の断面から気流の下流側に向けて垂直に延びる仮想線 V L 1 との交点を含む。このように、絞り部 6 7 を利用して実現される冷却部 6 1 2 は、第 3 態様（空冷方式）の一

50

種である。

【 0 1 8 1 】

この構成によれば、絞り部 6 7 を設けるだけで、空気の流速を高めるためのファン等の装置を用いることなく、空冷方式による冷却部 6 1 2 を実現することができる。したがって、冷却部 6 1 2 を実現するための構成の簡略化を図ることが可能である。図 3 0 の例では、バルブシート部 6 6 の冷媒通路 6 6 1 は省略可能である。

【 0 1 8 2 】

また、本実施形態では、冷媒通路 6 3 は適宜省略可能である。実施形態 4 に係る構成（変形例を含む）は、実施形態 1、実施形態 2 又は実施形態 3 で説明した種々の構成（変形例を含む）と適宜組み合わせることで採用可能である。

10

【符号の説明】

【 0 1 8 3 】

1 , 1 A ~ 1 C エンジンシステム

3 燃料供給装置

6 シリンダヘッド

8 過給機

3 1 噴射部

5 0 燃焼室

6 1 給気ポート

6 3 冷媒通路

6 4 隔壁部

6 5 冷媒供給部

6 6 バルブシート部

6 7 絞り部

7 2 給気弁

6 0 0 湾曲部

6 0 1 外周側面（一方向側の面）

6 1 1 （給気ポートの）内周面

6 1 2 冷却部

6 4 1 薄肉部

6 4 2 厚肉部

6 5 1 付着冷媒

A x 2 中心軸

G 2 （給気弁の）開度

R 1 噴射領域

S p 2 （給気ポートの）内部空間

T 1 冷却期間

V L 1 仮想線

20

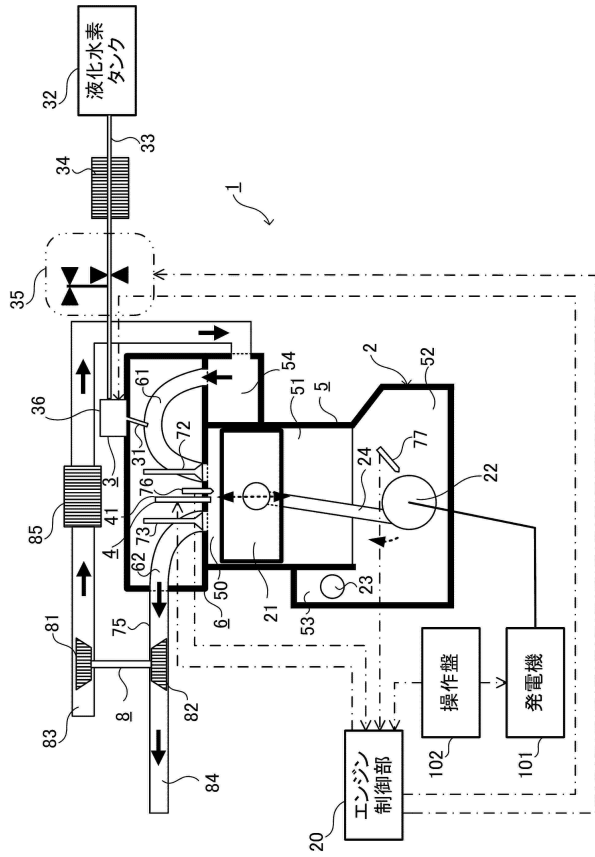
30

40

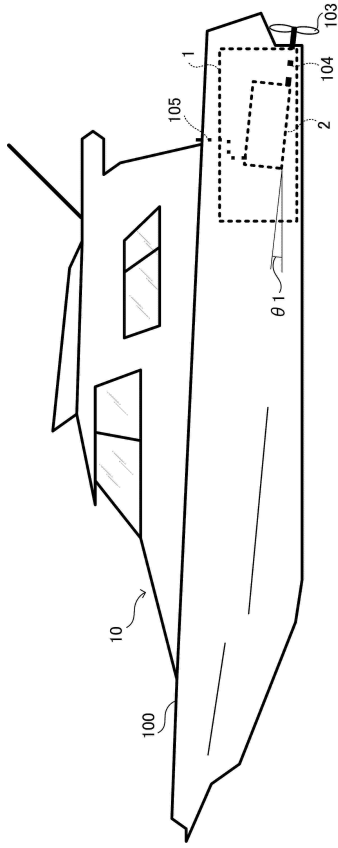
50

【図面】

【図 1】



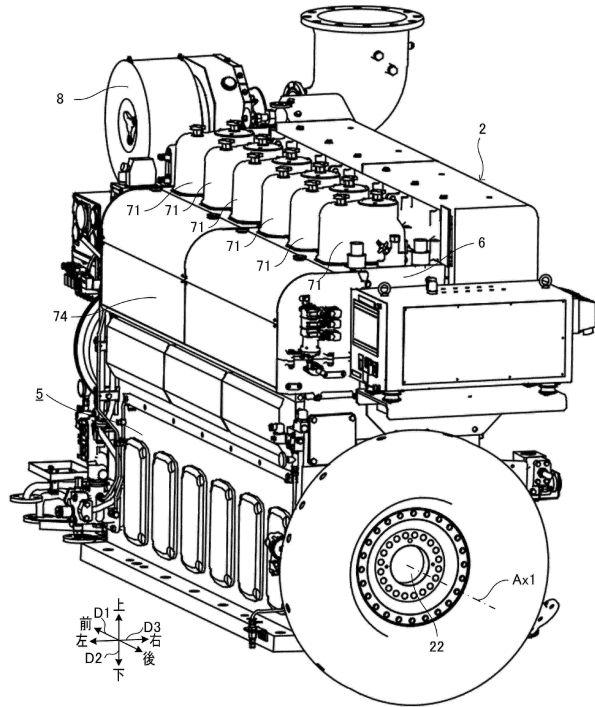
【図 2】



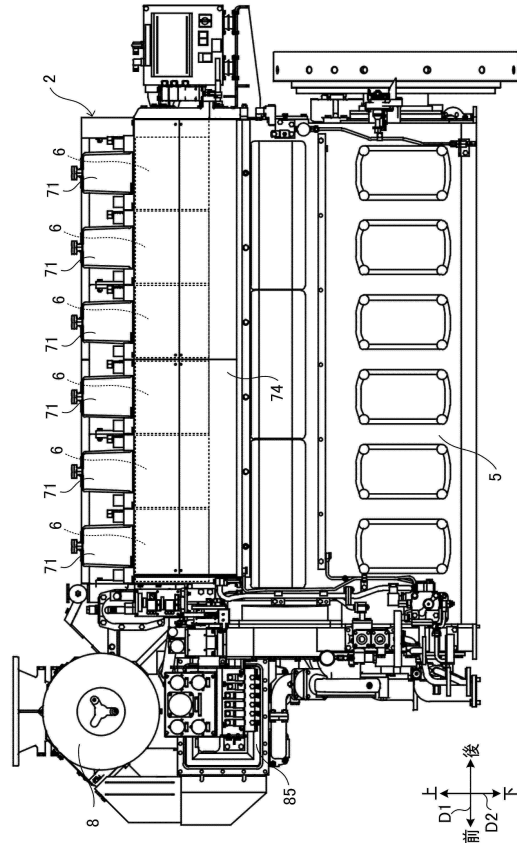
10

20

【図 3】



【図 4】

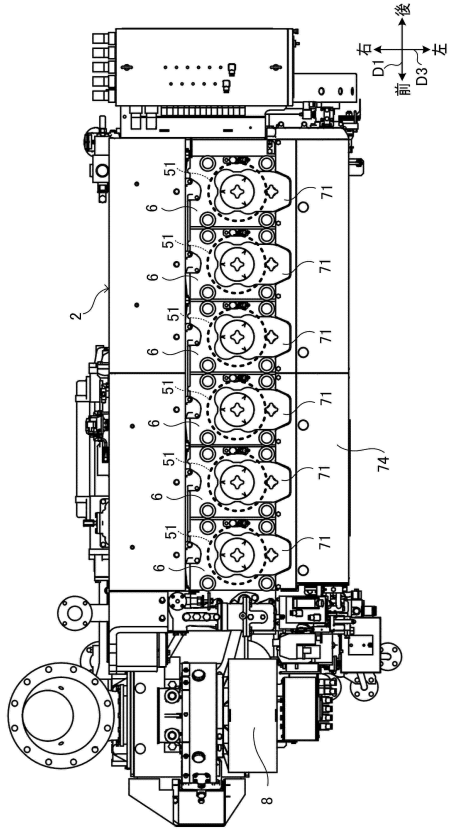


30

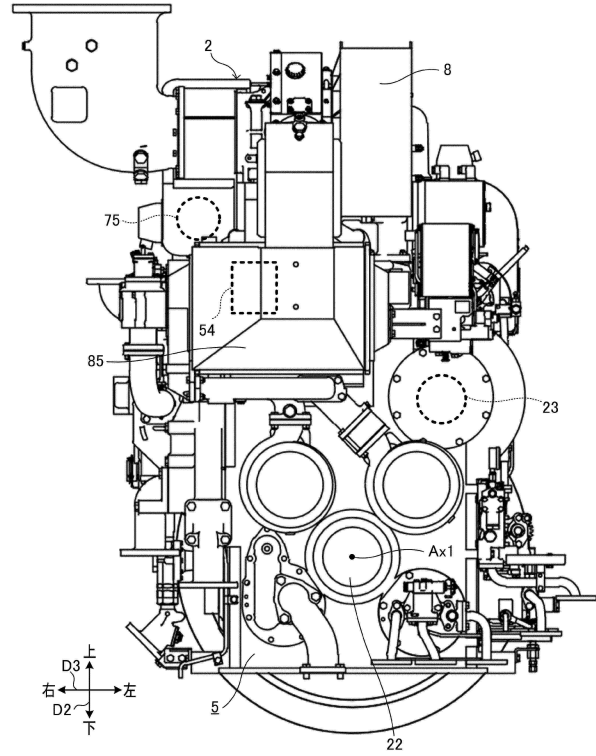
40

50

【図 5】



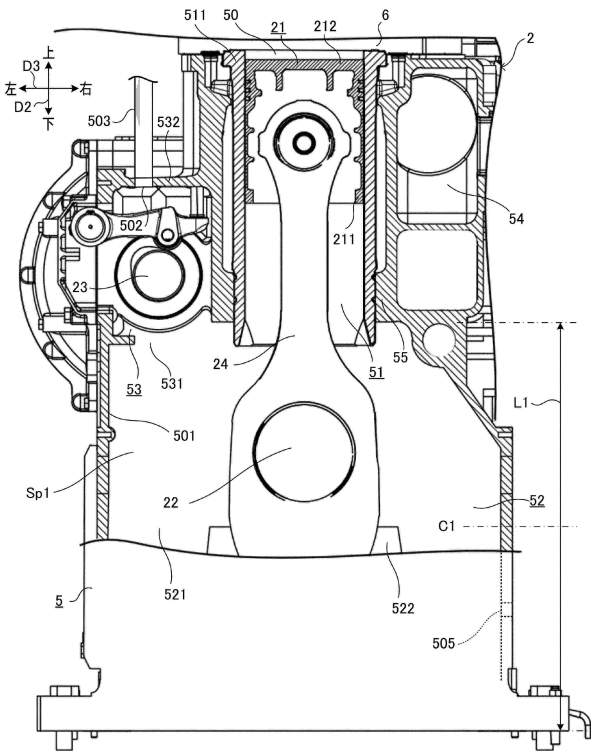
【図 6】



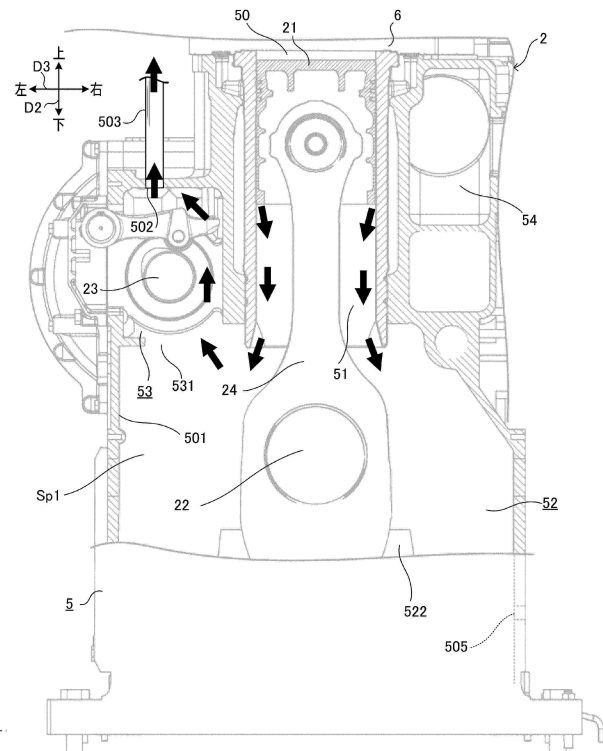
10

20

【図 7】



【図 8】

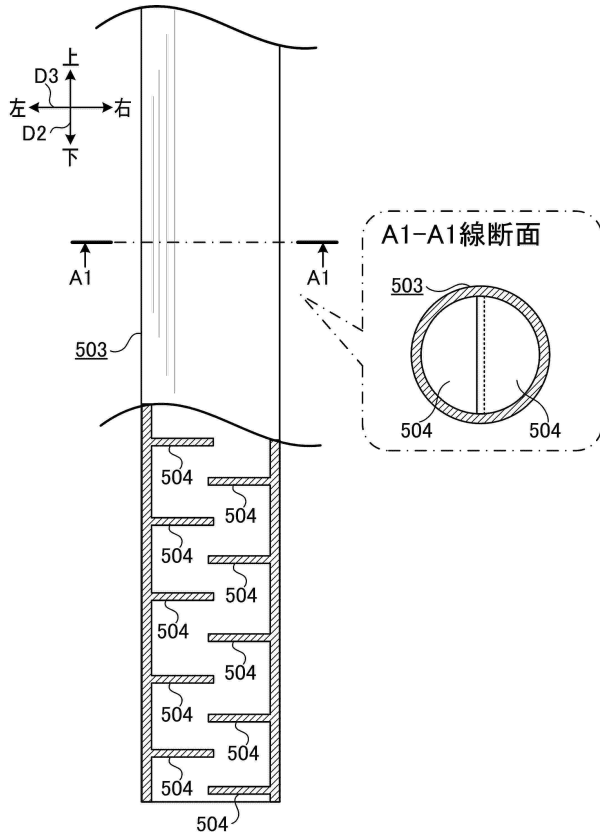


30

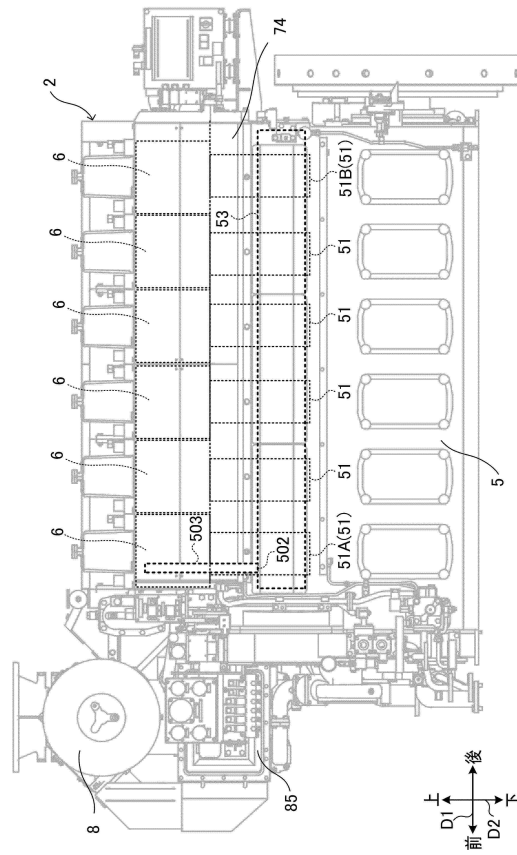
40

50

【図 9】



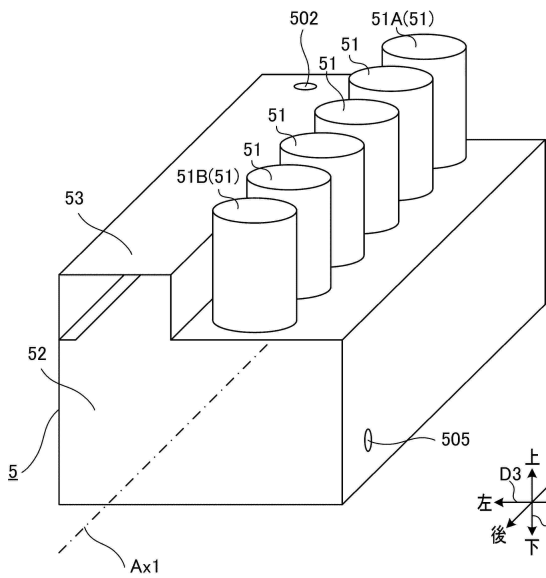
【図 10】



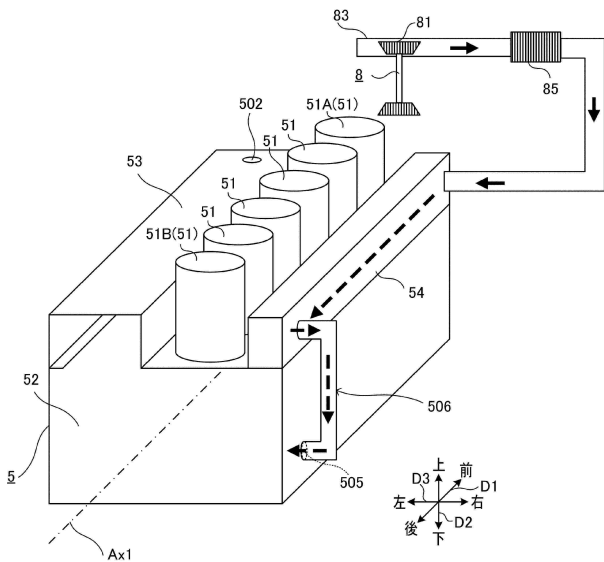
10

20

【図 11】



【図 12】

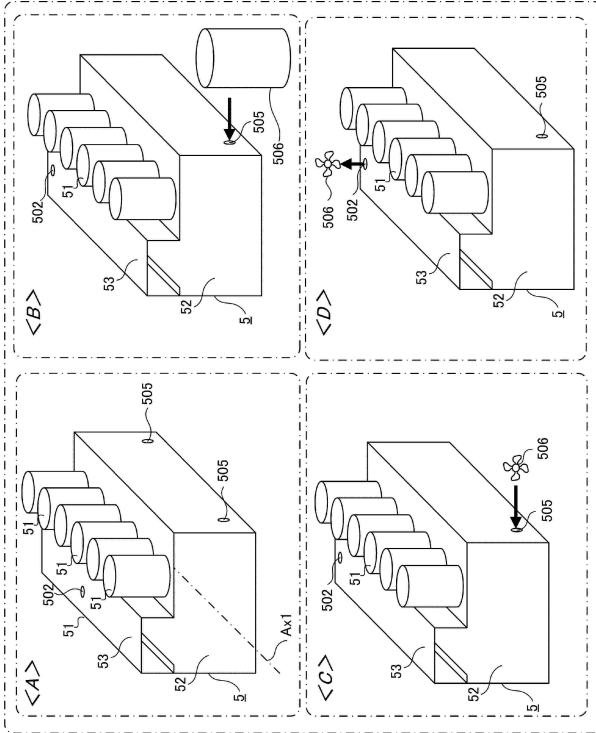


30

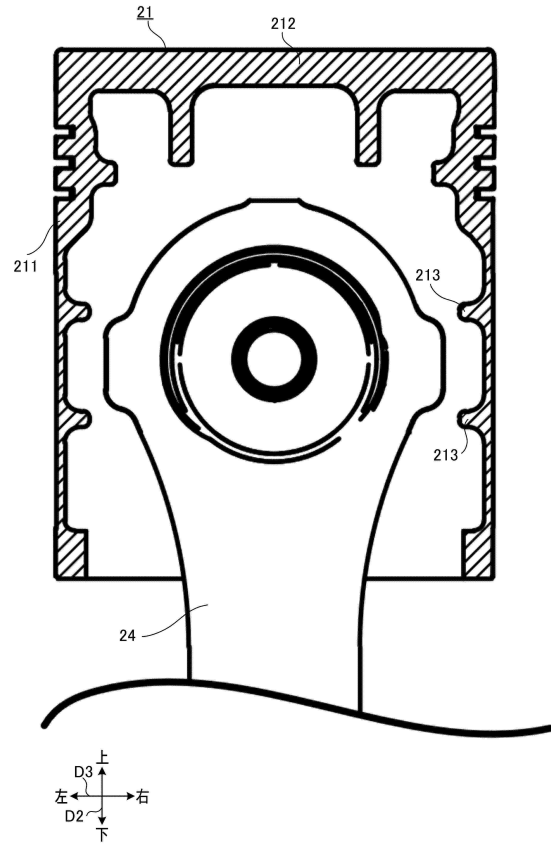
40

50

【 1 3 】



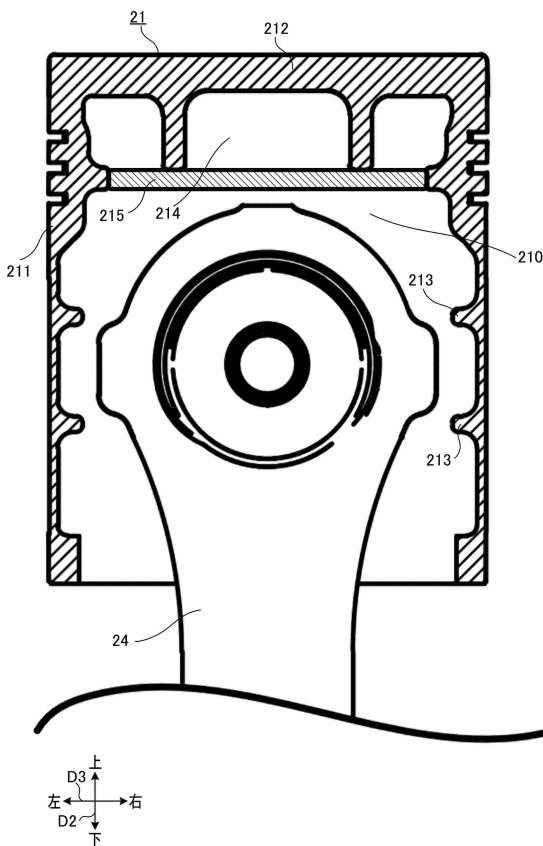
【 1 4 】



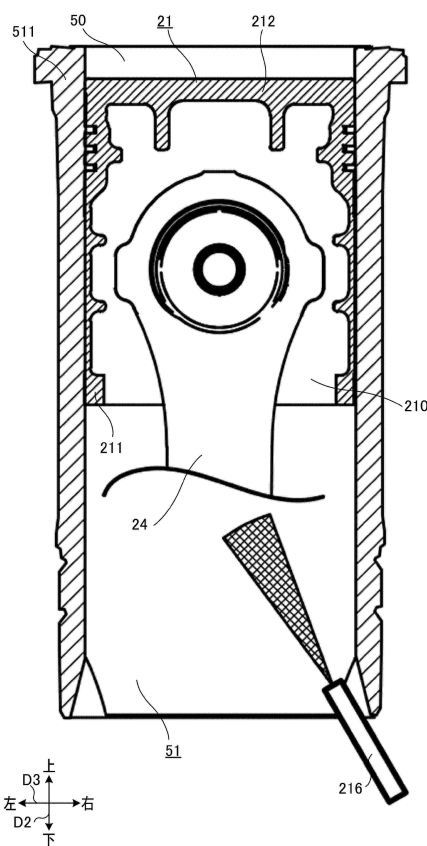
10

20

【 1 5 】



【 1 6 】

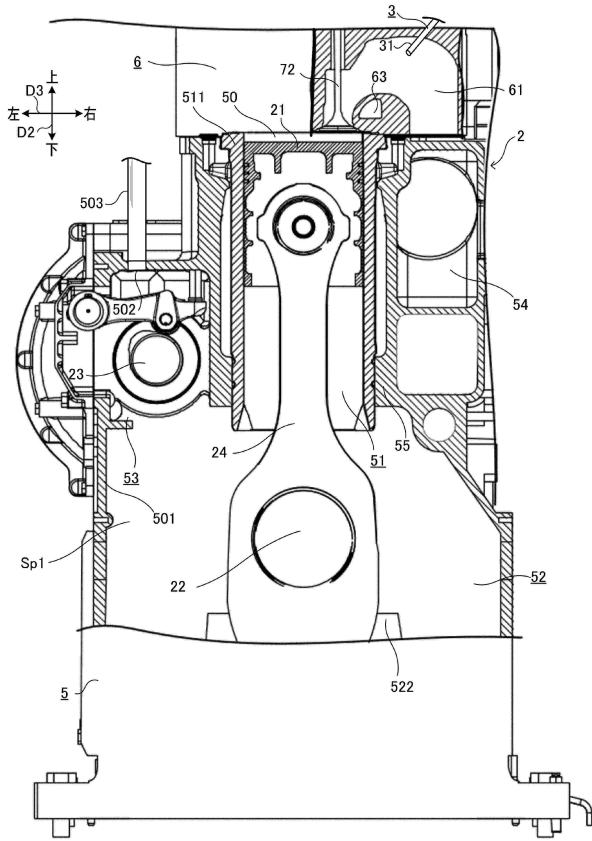


30

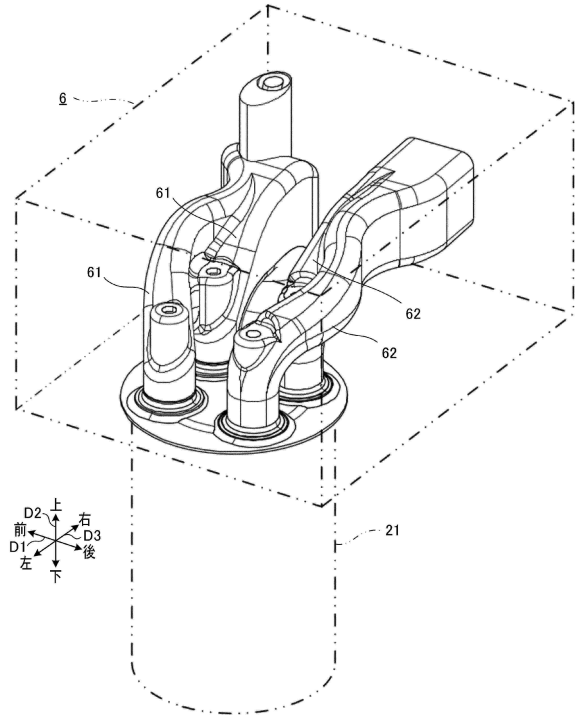
40

50

【図 17】



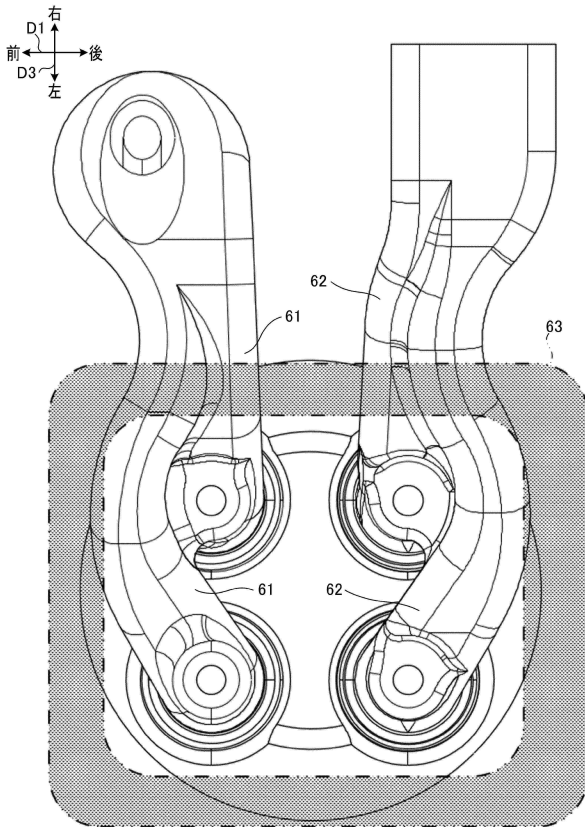
【図 18】



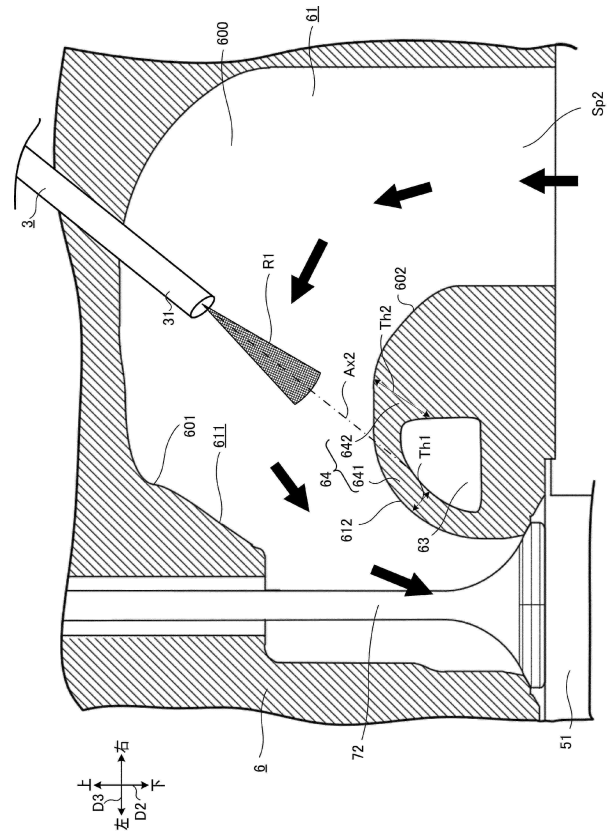
10

20

【図 19】



【図 20】

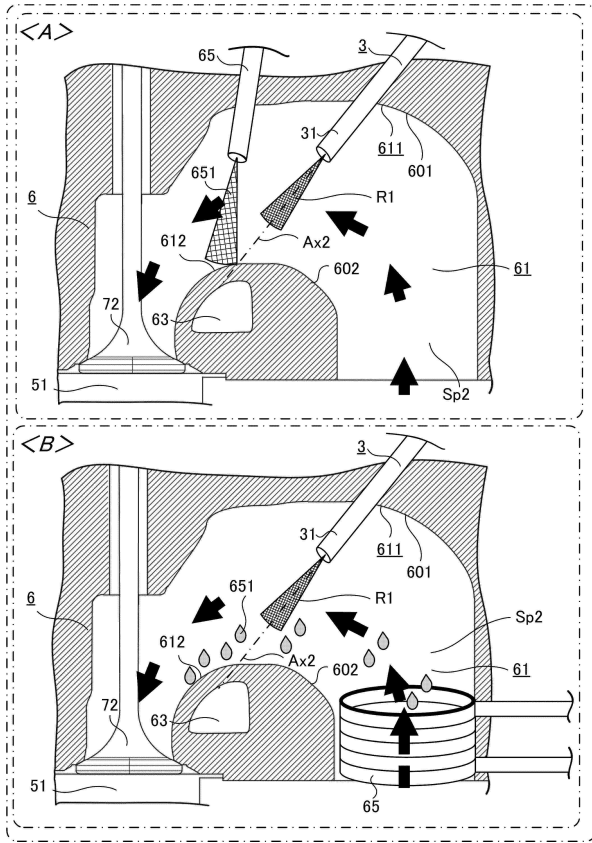


30

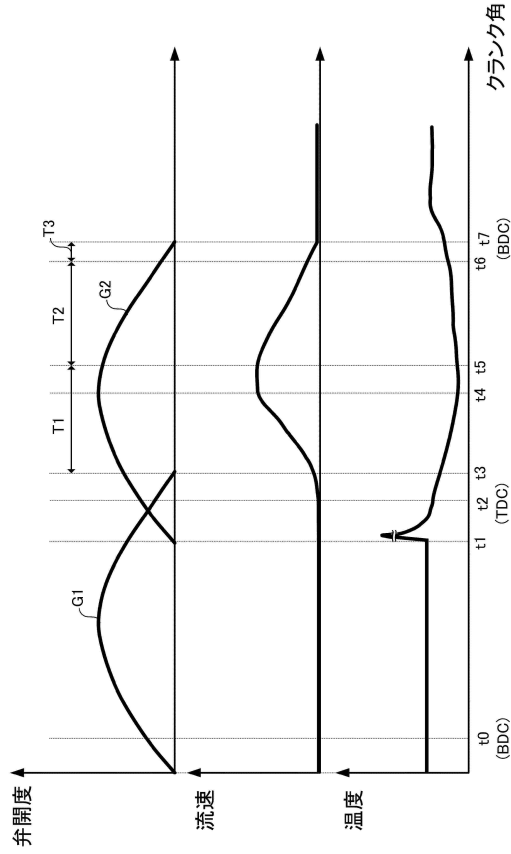
40

50

【図 2 1】



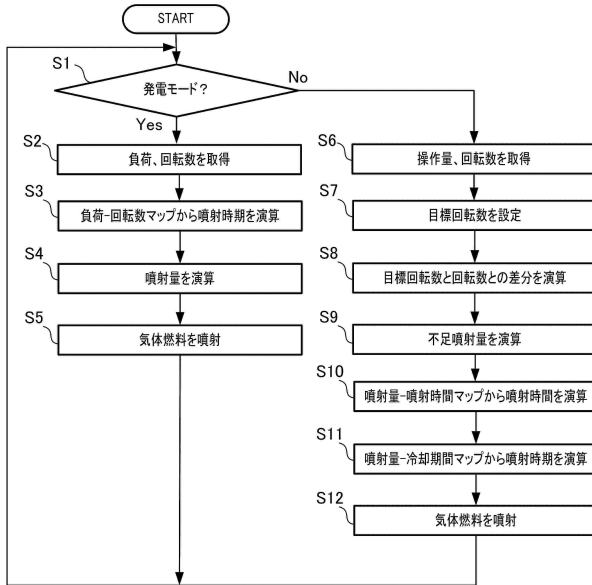
【図 2 2】



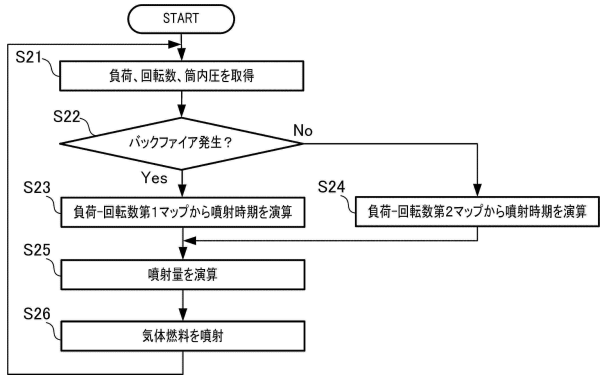
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

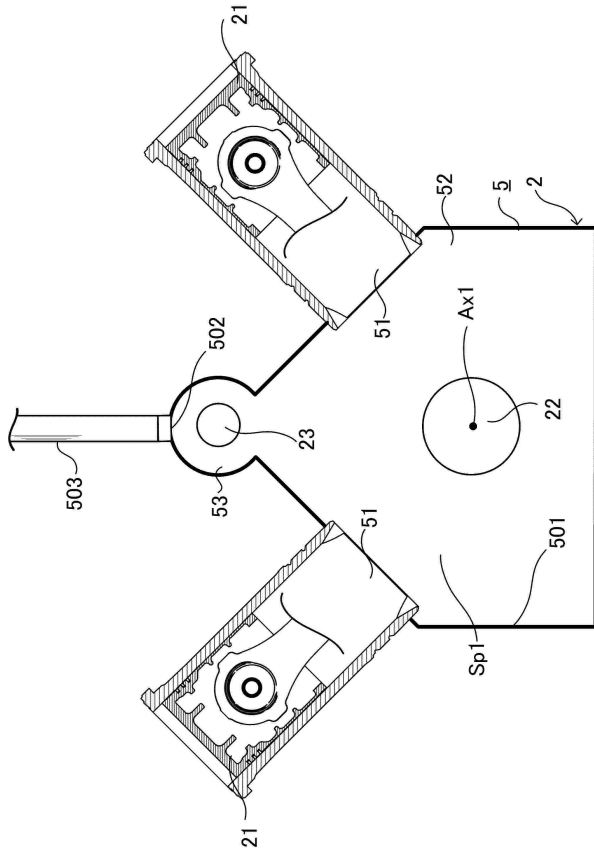


30

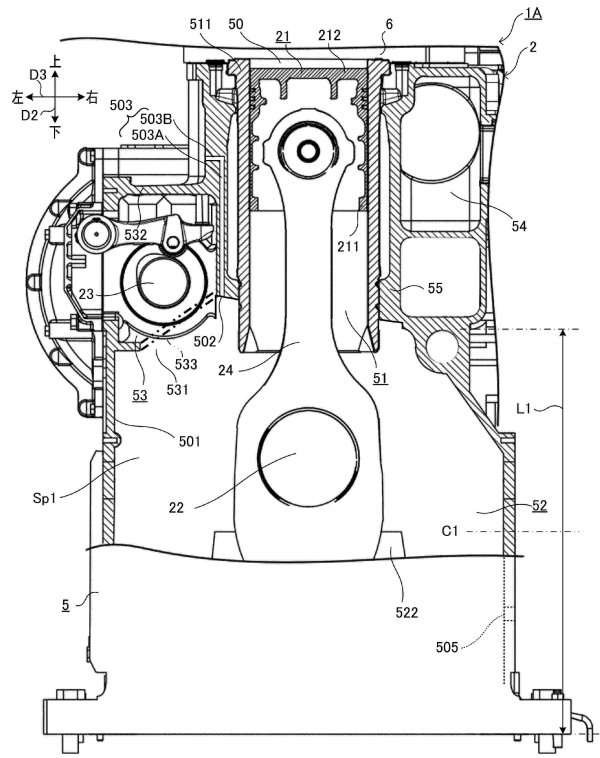
40

50

【図 25】



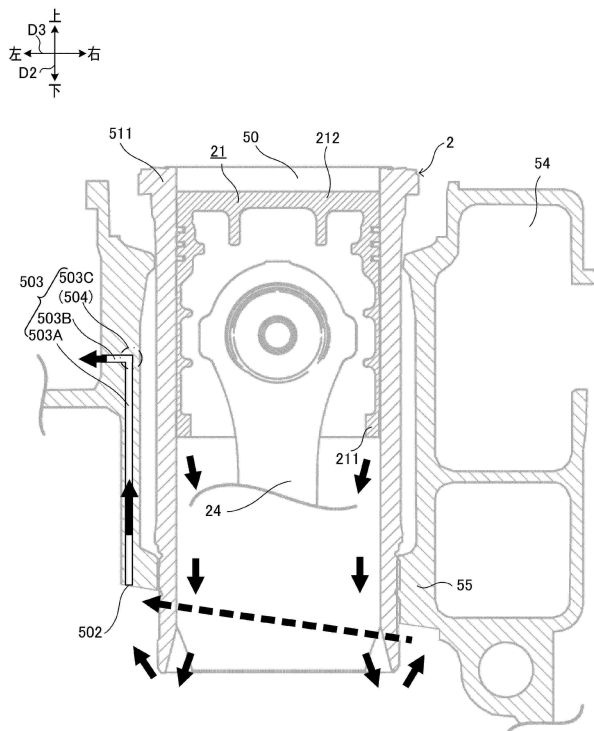
【図 26】



10

20

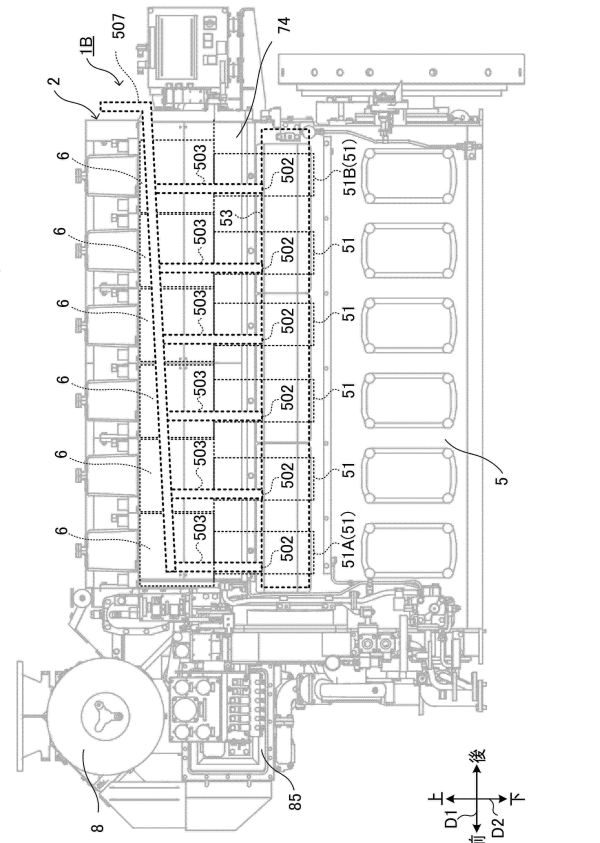
【図 27】



30

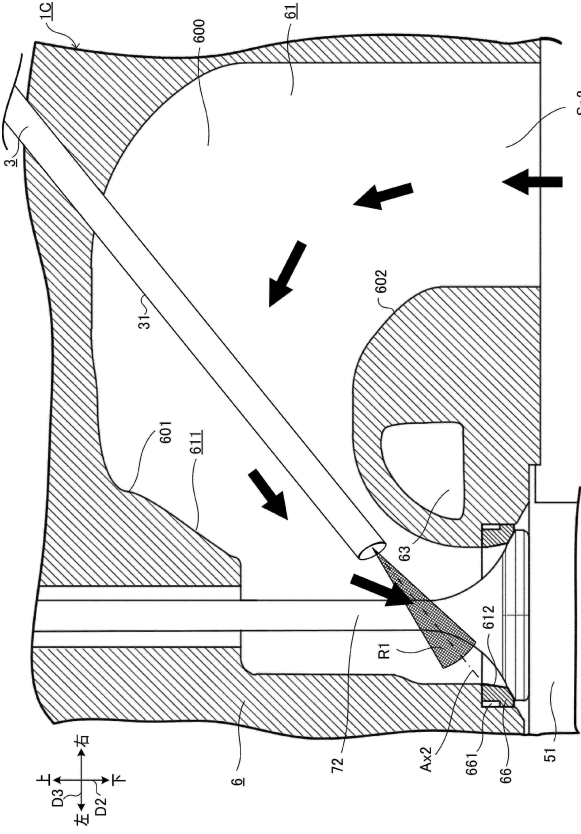
40

【図 28】

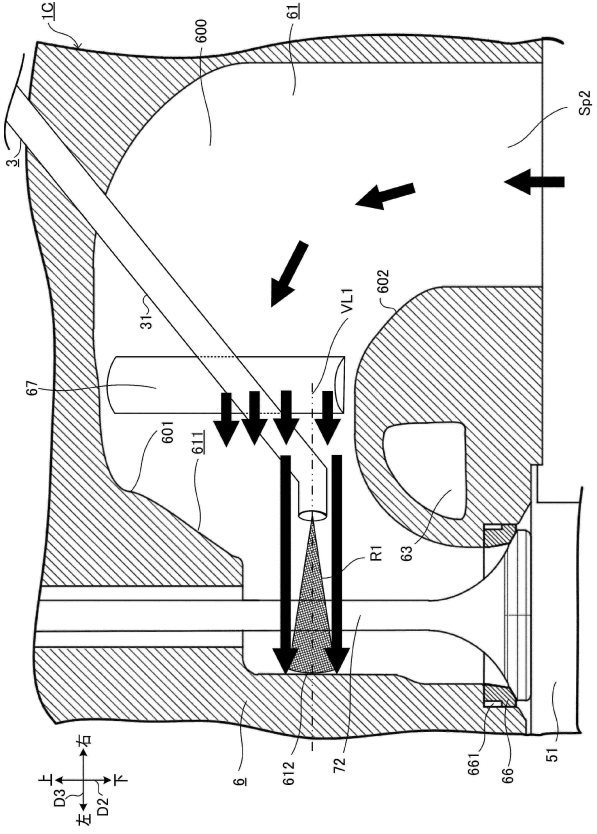


50

【図 29】



【図 30】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

**F 0 2 D 41/30 (2006.01)**

F I

F 0 2 D 19/12

A

F 0 2 D 41/30

(72)発明者 山口 永人

大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社内

(72)発明者 小林 悠樹

大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社内

(72)発明者 宮 崎 進之介

大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社内

審査官 吉村 俊厚

## (56)参考文献

特開 2 0 1 9 - 1 9 7 0 7 ( J P , A )

特開 2 0 1 6 - 2 1 7 1 9 1 ( J P , A )

特開 2 0 2 0 - 1 3 9 4 4 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 5 - 1 5 5 5 2 8 ( J P , A )

米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 1 5 1 6 9 8 ( U S , A 1 )

特開 2 0 0 7 - 1 8 2 8 5 5 ( J P , A )

独国特許出願公開第 1 0 2 0 2 2 1 1 5 4 0 4 ( D E , A 1 )

## (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 0 2 F 1 / 3 6

F 0 2 M 2 1 / 0 2

F 0 2 M 3 1 / 2 0

F 0 1 P 3 / 0 2

F 0 2 D 1 9 / 1 2

F 0 2 D 4 1 / 3 0