

(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2005-291089

(P2005-291089A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.⁷

F 0 2 F 7/00

F 0 2 B 75/18

F 0 2 F 1/00

F I

F 0 2 F 7/00

F 0 2 F 7/00

F 0 2 B 75/18

F 0 2 F 1/00

3 O 1 F

3 O 1 C

P

N

テーマコード (参考)

3 G 0 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-107224 (P2004-107224)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74) 代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(72) 発明者 竹中 一成

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

(72) 発明者 大村 清治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

Fターム(参考) 3G024 AA29 AA33 AA45 AA50 BA24
CA01 DA18 FA01

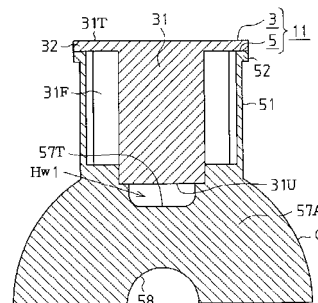
(54) 【発明の名称】 エンジンのシリンダブロック

(57) 【要約】

【課題】 クランクケースへの不要な連通路の形成を回避することのできる構造と、クランク室の圧力変動をより効率的に低減することのできる構造とをあわせて備えるシリンダブロックを提供する。

【解決手段】 このエンジンのシリンダブロックは、複数のシリンダ31を含めて形成されたシリンダ構造体3と、シリンダ31を収容する外壁部51、クランクシャフトを収容するクランクケースC及びクランク室を区画する隔壁57Aを含めて一体形成されたブロック本体5との組み合わせにより構成される。こうした構成のシリンダブロック11において、ブロック本体5の隔壁57Aに、隣接したクランク室を連通する隔壁連通部Hw1をシリンダ31側へ開口させて形成した。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンのシリンダブロックであって、

複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、

前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、

前記隔壁に、隣接したクランク室を連通する隔壁連通部を前記シリンダ側へ開口させて形成した

10

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 2】

エンジンのシリンダブロックであって、

複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、

前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、

前記シリンダに、隣接したシリンダの内部空間を連通するシリンダ連通部を前記ブロック本体側へ開口させて形成した

20

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 3】

エンジンのシリンダブロックであって、

複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、

前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、

前記隔壁に、隣接したクランク室を連通する隔壁連通部を前記シリンダ側へ開口させて形成し、

30

前記シリンダに、隣接したシリンダの内部空間を連通するシリンダ連通部を前記ブロック本体側へ開口させて形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 4】

請求項 1 または 3 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

前記隔壁連通部を前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上で前記シリンダの中心軸を中心線とする軸対称の形状に形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 5】

請求項 1 または 3 または 4 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

40

ピストンのストローク位置がそれぞれ異なる位置に設定されており、且つ隣接して配設されている 2 つのシリンダについて、これらシリンダの各々に対応するクランク室の間に設けられた隔壁のみに前記隔壁連通部を形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 6】

請求項 2 または 3 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

前記シリンダ連通部を前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上で前記シリンダの中心軸を中心線とする軸対称の形状に形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 7】

50

請求項 2 または 3 または 6 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

ピストンのストローク位置がそれぞれ異なる位置に設定されており、且つ隣接して配設されている 2 つのシリンダについて、これらシリンダの間のみに前記シリンダ連通部を形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 8】

請求項 1 または 3 または 4 または 5 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上の前記隔壁連通部について、前記シリンダの軸方向と直交する方向の長さを隔壁連通部幅、前記シリンダの軸方向の長さを隔壁連通部高さとしたときに、前記隔壁連通部幅を前記隔壁連通部高さよりも大きく設定して前記隔壁連通部を形成した

10

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【請求項 9】

請求項 2 または 3 または 6 または 7 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、

前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上の前記シリンダ連通部について、前記シリンダの軸方向と直交する方向の長さをシリンダ連通部幅、前記シリンダの軸方向の長さをシリンダ連通部高さとしたときに、前記シリンダ連通部幅を前記シリンダ連通部高さよりも大きく設定して前記シリンダ連通部を形成した

ことを特徴とするエンジンのシリンダブロック。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、クランク室の圧力変動の抑制を通じてポンピングロスを低減することのできる構造を備えたエンジンのシリンダブロックに関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンにおいては、その運転中、ピストンの往復運動にともなうクランク室（クランク室と連続したシリンダの内部空間を含む）の圧力変動により、ポンピングロスが生じる。

【0003】

30

従来、ポンピングロスの低減を図るための技術として、クランクケース内において隣接したクランク室同士を連通する技術が提案されている。

こうした技術を示した特許文献としては、例えば以下の特許文献 1～特許文献 4 が知られている。

【0004】

（1）特許文献 1 には、隔壁に連通孔を形成するとともに、各隔壁の連通孔の中心を偏心させるシリンダブロックが提案されている。

（2）特許文献 2 には、隔壁に連通孔を形成して隣接するシリンダ間を連通するとともに、連通孔をシリンダ軸線に対して偏倚させて形成する技術が記載されている。

【0005】

40

（3）特許文献 3 には、クランクシャフトの軸線と平行な軸線を有するとともにその一部がシリンダボアの内周に開口した連通孔を形成する技術が記載されている。

（4）特許文献 4 には、シリンダブロックの車体進行方向後壁内部において、シリンダ配列方向へ連通孔を延設するとともに、この連通孔をクランク室へ連通する技術が記載されている。

【0006】

隣接するクランク室を連通したシリンダブロックにおいては、ピストンの移動にともなってクランク室側へ押圧される空気が隣接するクランク室へ流出するようになるため、クランク室の圧力変動ひいてはポンピングロスが低減されるようになる。

【特許文献 1】特開 2000-136752 号公報

50

【特許文献２】特開２００２－１８０９００号公報

【特許文献３】特開２００３－７４４０８号公報

【特許文献４】特開２００１－２４１３５６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

ところで、上記隣接するクランク室を連通したシリンダブロックとして、上記特許文献１～３のシリンダブロックを含めた従来のシリンダブロックにおいては、その構造上の制約によりクランクケースの外部から連通孔を形成せざるをえないため、隔壁への連通孔の形成に際して、ポンピングロスの低減に寄与しない不要な連通孔がクランクケースの外壁に形成されるようになる。

【０００８】

連通孔の周りには、クランクシャフトへ作用する燃焼圧により応力集中が生じるため、上述のような不要な連通孔は極力形成されないことが望ましいが、従来のシリンダブロックにおいては、そうした連通孔については何ら対策がなされていない。

【０００９】

一方で、近年、エンジンに対してはさらなる高出力化や高燃費化が要求されているため、上述の圧力変動（ポンピングロス）をより効率的に低減するのできる連通構造の提案が望まれる。

【００１０】

しかし、特許文献４のシリンダブロックでは、シリンダの周壁外側に形成された連通孔を連通路によりクランク室へ連通するといった構造を採用しているため、ピストンの往復運動にともなって押圧されたクランク室側の空気が速やかに隣接するクランク室へ押し出されないことも考えられる。この場合、圧力変動の低減効果が十分に得られないようになる。

【００１１】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、クランクケースへの不要な連通孔の形成を回避することのできる構造と、クランク室の圧力変動をより効率的に低減することのできる構造とをあわせて備えたシリンダブロックを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

<請求項１>

請求項１に記載の発明は、エンジンのシリンダブロックであって、複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、前記隔壁に、隣接したクランク室を連通する隔壁連通部を前記シリンダ側へ開口させて形成したことを要旨としている。

【００１３】

こうした構成においては、成形型に予め隔壁連通部を設定してブロック本体の成形を行うことが可能となるため、従来のシリンダブロックのように、不要な連通孔が形成されるといった事態を回避することができるようになる。

【００１４】

また、隔壁連通部をシリンダ側へ開口させて、即ち隔壁上においても最もシリンダと近くなる位置に隔壁連通部を形成するようにしているため、ピストンを通じてクランク室側（同クランク室と連続したシリンダの内部空間を含む）の空気が押圧されるとき、隣接するクランク室へそうした空気を早期に押し出すことが可能となる。従って、クランク室の圧力変動にともなうポンピングロスをより効率的に低減することができるようになる。

【 0 0 1 5 】

このように、上記請求項 1 に記載の構造を採用することにより、クランクケースへの不要な連通孔の形成を回避することのできる構造と、クランク室の圧力変動より効率的に低減することのできる構造とをあわせて備えたシリンダブロックを実現することができるようになる。

【 0 0 1 6 】

< 請求項 2 >

請求項 2 に記載の発明は、エンジンのシリンダブロックであって、複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、前記シリンダに、隣接したシリンダの内部空間を連通するシリンダ連通部を前記ブロック本体側へ開口させて形成したことを要旨としている。

10

【 0 0 1 7 】

こうした構成を採用することによっても、上記請求項 1 に記載の発明と同様の効果を奏することができるようになる。なお、シリンダ連通部は、燃焼室が最大容積の状態のときにピストンリングと干渉しない大きさに設定される。

【 0 0 1 8 】

< 請求項 3 >

請求項 3 に記載の発明は、エンジンのシリンダブロックであって、複数のシリンダを含めて形成されたシリンダ構造体と、前記シリンダを収容する外壁部、前記エンジンのクランクシャフトを収容するクランクケース及び前記クランクケースの内部空間を前記シリンダの数に応じた複数のクランク室に区画する隔壁を含めて一体形成されたブロック本体との組み合わせにより構成するとともに、前記隔壁に、隣接したクランク室を連通する隔壁連通部を前記シリンダ側へ開口させて形成し、前記シリンダに、隣接したシリンダの内部空間を連通するシリンダ連通部を前記ブロック本体側へ開口させて形成したことを要旨としている。

20

【 0 0 1 9 】

こうした構成を採用することによっても、上記請求項 1 に記載の発明と同様の効果を奏することができるようになる。なお、シリンダ連通部は、燃焼室が最大容積の状態のときにピストンリングと干渉しない大きさに設定される。

30

【 0 0 2 0 】

< 請求項 4 >

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または 3 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、前記隔壁連通部を前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上で前記シリンダの中心軸を中心線とする軸対称の形状に形成したことを要旨としている。

【 0 0 2 1 】

こうした構成を採用することにより、ピストンによりクランク室側の空気が隣接したクランク室へ押し出されるとき、空気の流れの均一化が図られるため、より効率的にポンピングロスを低減することができるようになる。

40

【 0 0 2 2 】

< 請求項 5 >

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 または 3 または 4 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、ピストンのストローク位置がそれぞれ異なる位置に設定されており、且つ隣接して配設されている 2 つのシリンダについて、これらシリンダの各々に対応するクランク室の間に設けられた隔壁のみに前記隔壁連通部を形成したことを要旨としている。

【 0 0 2 3 】

シリンダブロックにおいて、隣接したクランク室を連通することはポンピングロスの低減を図るうえで有効な対策となるが、これらクランク室に対応するシリンダについて、ピ

50

ストンのストローク位置が同じに設定されている場合は、上記クランク室の間の隔壁に連通部を形成してもその連通部を通じて圧力変動の低減が図られるようにはならない。即ち、同連通部は、ポンピングロスの低減に寄与しない不要なものとなる。

【 0 0 2 4 】

この点、上記構成を採用することにより、不要な連通部が形成されなくなるため、シリンダブロックの剛性の低下を回避することができるようになる。

< 請求項 6 >

請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、前記シリンダ連通部を前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上で前記シリンダの中心軸を中心線とする軸対称の形状に形成したことを要旨としている。

10

【 0 0 2 5 】

こうした構成を採用することにより、ピストンによりクランク室側の空気が隣接したクランク室へ押し出されるとき、空気の流れの均一化が図られるため、より効率的にポンピングロスを低減することができるようになる。

【 0 0 2 6 】

< 請求項 7 >

請求項 7 に記載の発明は、請求項 2 または 3 または 6 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、ピストンのストローク位置がそれぞれ異なる位置に設定されており、且つ隣接して配設されている 2 つのシリンダについて、これらシリンダの間のみに前記シリンダ連通部を形成したことを要旨としている。

20

【 0 0 2 7 】

上記構成においては、連通部が必要箇所のみに設けられるため、不要な連通部が形成されることによるシリンダブロックの剛性の低下を好適に回避することができるようになる。

【 0 0 2 8 】

< 請求項 8 >

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 または 3 または 4 または 5 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上の前記隔壁連通部について、前記シリンダの軸方向と直交する方向の長さを隔壁連通部幅、前記シリンダの軸方向の長さを隔壁連通部高さとしたときに、前記隔壁連通部幅を前記隔壁連通部高さよりも大きく設定して前記隔壁連通部を形成したことを要旨としている。

30

【 0 0 2 9 】

こうした構成によれば、シリンダ側へ開口させて隔壁連通部を形成する場合において、連通部幅を連通部高さ以下に設定したときと比べて、隣接するクランク室へより早期に空気が押し出されるようになる。このため、ポンピングロスの低減効果が高められるようになる。

【 0 0 3 0 】

また、隔壁上の限られたスペースを有効に利用して、ポンピングロスの低減により適した連通構造を実現することができるようになる。

< 請求項 9 >

40

請求項 9 に記載の発明は、請求項 2 または 3 または 6 または 7 に記載のエンジンのシリンダブロックにおいて、前記クランクシャフトの中心軸と直交する断面上の前記シリンダ連通部について、前記シリンダの軸方向と直交する方向の長さをシリンダ連通部幅、前記シリンダの軸方向の長さをシリンダ連通部高さとしたときに、前記シリンダ連通部幅を前記シリンダ連通部高さよりも大きく設定して前記シリンダ連通部を形成したことを要旨としている。

【 0 0 3 1 】

こうした構成によれば、ブロック本体側へ開口させてシリンダ連通部を形成する場合において、連通部幅を連通部高さ以下に設定したときと比べて、隣接するクランク室へより早期に空気が押し出されるようになる。このため、ポンピングロスの低減効果が高められ

50

るようになる。

【0032】

また、シリンダ上の限られたスペースを有効に利用して、ポンピングロスの低減により適した連通構造を実現することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について、図1～図12を参照して説明する。なお、図4、図6、図9、図10、図11及び図12は、クランクシャフトの中心軸と直交する断面を示している。

10

【0034】

本実施形態では、本発明にかかるシリンダブロックを直列4気筒型エンジンのシリンダブロックとして具体化した場合を想定している。

<エンジンの構造>

図1に、本発明のシリンダブロックを含めて構成したエンジンの斜視構造を示す。

【0035】

エンジン1は、大きくはシリンダブロック11、シリンダヘッド12、オイルパン13及びクランクシャフト14を備えて構成される。

シリンダヘッド12は、シリンダブロック11の頂部に組み付けられる。

20

【0036】

オイルパン13は、シリンダブロック11の底部に組み付けられる。

クランクシャフト14は、シリンダブロック11のクランクケースCとオイルパン13との内部に形成された空間に配設される。

【0037】

<シリンダブロックの構造>

図2にシリンダブロック11の斜視構造を示す。

シリンダブロック11は、シリンダを含めて成形されたシリンダ構造体3と、クランクケースC及び外壁部51を含めて成形されたブロック本体5とを備えて構成される。

【0038】

シリンダ構造体3は、ブロック本体5の外壁部51に形成された本体フランジ部52への載置を通じてブロック本体5へ組み付けられる。

30

<シリンダ構造体の構造>

図3に、シリンダ構造体3の斜視構造を示す。

【0039】

図4に、図3のD3-D3線に沿ったシリンダ構造体3の断面構造を示す。

シリンダ構造体3は、エンジンのピストンを収容するシリンダ31(第1シリンダ31A、第2シリンダ31B、第3シリンダ31C、第4シリンダ31D)と、同シリンダ31の外周面(シリンダ外周面31F)の上端部を取り囲むように形成されたシリンダフランジ部32とを含めて構成される。なお、シリンダ構造体3は、鋳造により一体成形される。

40

【0040】

本実施形態のエンジン1では、混合気の点火順序が「第1シリンダ31A 第3シリンダ31C 第4シリンダ31D 第2シリンダ31B」の順に設定されている。

クランクシャフト14においては、この点火順序に応じて、各シリンダのピストンのストローク位置(シリンダ内におけるピストンの位置)が次のように設定されている。即ち、第1シリンダ31Aと第4シリンダ31Dとにおいて、ピストンのストローク位置が同じ位置に設定されている。また、第2シリンダ31Bと第3シリンダ31Cとにおいて、ピストンのストローク位置が同じ位置に設定されている。

【0041】

シリンダ構造体3において、シリンダフランジ部32側の端面(シリンダデッキ面31 50

T)には、エンジン1のシリンダヘッド12が載置される。なお、シリンダデッキ面31Tと反対側の端面をシリンダ底面31Uとする。

【0042】

シリンダフランジ部32には、ボルトを挿入するためのボルト孔33がシリンダ31の軸線方向に設けられている。

<ブロック本体の構造>

図5に、ブロック本体5の斜視構造を示す。

【0043】

図6に、図5のD5-D5線に沿ったブロック本体5の断面構造を示す。

ブロック本体5は、シリンダ31を収容するための外壁部51とクランクシャフト14を収容するためのクランクケースCとを含めて構成される。なお、ブロック本体5は、鑄造により一体成形される。

【0044】

外壁部51の内周面(外壁部内周面51R)は、シリンダ構造体3のシリンダ外周面31Fと対応した形状に形成されている。

ブロック本体5へシリンダ構造体3を組み付けた状態において、外壁部内周面51Rとシリンダ外周面31Fとは所定の間隔を有して対向する。なお、シリンダブロック11においては、外壁部内周面51Rとシリンダ外周面31Fとの間に形成される空間がウォータージャケットとなる。

【0045】

外壁部51には、シリンダ構造体3のシリンダフランジ部32を載置するための本体フランジ部52が形成されている。

ブロック本体5の頂面(本体デッキ面51T)は、シリンダ構造体3のシリンダフランジ部32と当接される。

【0046】

外壁部51には、シリンダ構造体3のボルト孔33と対応した位置にボルト孔53が形成されている。なお、シリンダヘッド12には、これらボルト孔33, 53と対応するボルト孔が設けられている。そして、これら各ボルト孔へボルトを挿通させることにより、シリンダブロック11へシリンダヘッド12を組み付けることができる。

【0047】

ブロック本体5の外壁部51には、ウォータージャケットに対する冷却水の流入/流出に際して用いられる冷却水口54が設けられている。

ブロック本体5の内側において、外壁部51とクランクケースCとの境界には、シリンダ構造体3を載置するためのシリンダ支持部55が形成されている。このシリンダ支持部55は、ブロック本体5の内側の全周にわたって形成されている。

【0048】

<ブロック本体の内部構造>

図7に、頂面側(図6の矢印VA方向)から見たブロック本体5の平面構造を示す。

図8に、底面側(図6の矢印VB方向)から見たブロック本体5の平面構造を示す。

【0049】

クランクケースCにおいて、側壁56Aと側壁56Bとの間には複数の隔壁(第1隔壁57A、第2隔壁57B、第3隔壁57C)が設けられている。

側壁56A, 56B及び隔壁57A, 57B, 57Cには、クランクシャフト14の軸受部58が形成されている。なお、クランクシャフト14は、そのジャーナルが軸受部58の内周面と対向する方向からクランクキャップを通じて支持されることにより、ブロック本体5に組み付けられる。

【0050】

クランクケースCの内部に形成されたクランク室Rは、これら隔壁57A, 57B, 57Cにより第1クランク室R1、第2クランク室R2、第3クランク室R3、第4クランク室R4に区画されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

第 1 クランク室 R 1 は、クランクケース C の側壁 5 6 A と第 1 隔壁 5 7 A とに囲まれて区画形成されている。なお、第 1 クランク室 R 1 は、第 1 シリンダ 3 1 A と対応している。

【 0 0 5 2 】

第 2 クランク室 R 2 は、第 1 隔壁 5 7 A と第 2 隔壁 5 7 B とに囲まれて区画形成されている。なお、第 2 クランク室 R 2 は、第 2 シリンダ 3 1 B と対応している。

第 3 クランク室 R 3 は、第 2 隔壁 5 7 B と第 3 隔壁 5 7 C とに囲まれて区画形成されている。なお、第 3 クランク室 R 3 は、第 3 シリンダ 3 1 C と対応している。

【 0 0 5 3 】

第 4 クランク室 R 4 は、クランクケース C の側壁 5 6 B と第 3 隔壁 5 7 C とに囲まれて区画形成されている。なお、第 4 クランク室 R 4 は、第 4 シリンダ 3 1 D と対応している。

【 0 0 5 4 】

第 1 クランク室 R 1 と第 2 クランク室 R 2 とは、第 1 隔壁連通部 H w 1 により連通されている。この第 1 隔壁連通部 H w 1 により、第 1 クランク室 R 1 から第 2 クランク室 R 2 へあるいは第 2 クランク室 R 2 から第 1 クランク室 R 1 への空気の移動が許容される。

【 0 0 5 5 】

第 3 クランク室 R 3 と第 4 クランク室 R 4 とは、第 2 隔壁連通部 H w 2 により連通されている。この第 2 隔壁連通部 H w 2 により、第 3 クランク室 R 3 から第 4 クランク室 R 4 へあるいは第 4 クランク室 R 4 から第 3 クランク室 R 3 への空気の移動が許容される。

【 0 0 5 6 】

< 連通部が形成されている隔壁 >

図 9 に、図 8 の D 8 1 - D 8 1 線に沿ったブロック本体 5 の断面構造を示す。

図 10 に、図 1 の D 1 1 - D 1 1 線に沿ったシリンダブロック 1 1 の断面構造を示す。

【 0 0 5 7 】

第 1 隔壁連通部 H w 1 は、第 1 隔壁 5 7 A の頂部において、凹状をなすように形成されている。即ち、第 1 隔壁連通部 H w 1 は、本体デッキ面 5 1 T 側へ開口した凹部として第 1 隔壁 5 7 A に形成されている。

【 0 0 5 8 】

これにより、ブロック本体 5 ヘシリンダ構造体 3 を組み付けた状態において（図 10）、第 1 隔壁連通部 H w 1 はシリンダ 3 1 側へ開口した状態となる。また、シリンダ底面 3 1 U と第 1 隔壁 5 7 A の頂面（隔壁頂面 5 7 T）とが、所定の間隔を有して対向した状態となる。

【 0 0 5 9 】

第 1 隔壁連通部 H w 1 は、クランクシャフト 1 4 の回転中心と直交する断面において、シリンダ 3 1 の中心軸 L c を中心線とする軸対称の形状に形成されている。

第 1 隔壁連通部 H w 1 の幅 L w 1（シリンダ 3 1 の中心軸 L c と直交する方向の長さ）は、第 1 隔壁連通部 H w 1 の高さ L w 2（シリンダ 3 1 の軸方向における窪みの深さ）よりも大きく設定されている。即ち、第 1 隔壁連通部 H w 1 は、シリンダ 3 1 の中心軸 L c と直交する方向を長手方向とした形状に形成されている。なお、第 1 隔壁連通部 H w 1 は、「 $L w 1 > L w 2$ 」の条件が満たされる範囲において、ブロック本体 5 に設けられる油路やボルト孔等との干渉を回避できるように最適化された形状に設定される。

【 0 0 6 0 】

なお、図 8 の D 8 3 - D 8 3 線に沿ったブロック本体 5 の断面構造は、図 9 の断面構造と同様となっている。即ち、第 2 隔壁連通部 H w 2 は、第 1 隔壁連通部 H w 1 と同様の態様で第 3 隔壁 5 7 C に形成されている。

【 0 0 6 1 】

< 連通部が形成されていない隔壁 >

図 11 に、図 8 の D 8 2 - D 8 2 線に沿ったブロック本体 5 の断面構造を示す。

10

20

30

40

50

図 12 に、図 1 の D 12 - D 12 線に沿ったシリンダブロック 11 の断面構造を示す。

【0062】

第 2 隔壁 57B の頂面（隔壁頂面 57T）は、略平滑に形成されている。即ち、第 1 隔壁 57A 及び第 3 隔壁 57C とは異なり、隣接するクランク室間を連通するための凹部（連通部）が形成されていない。これにより、ブロック本体 5 ヘシリンダ構造体 3 を組み付けた状態において（図 12）、シリンダ底面 31U と第 1 隔壁 57A の頂面（隔壁頂面 57T）とが接触した状態となる。

【0063】

なお、図 8 の D 8A - D 8A 線及び D 8B - D 8B 線に沿ったブロック本体 5 の断面構造は、図 11 の断面構造と同様となっている。即ち、各側壁 56A, 56B は、第 2 隔壁 57B と同様に、隣接するクランク室間を連通するための凹部（連通部）が形成されていない構造を有する。

10

【0064】

<実施形態の効果>

以上詳述したように、この第 1 実施形態にかかるシリンダブロックによれば、以下に列記するような効果が得られるようになる。

【0065】

（1）本実施形態では、各別に形成されたシリンダ構造体 3 とブロック本体 5 との組み合わせを通じてシリンダブロック 11 を構成するとともに、隔壁連通部 Hw1, Hw2 をシリンダ側へ開口させて形成するようにしている。

20

【0066】

これにより、成型型に予め隔壁連通部 Hw1, Hw2 を設定してブロック本体 5 の成形を行うことが可能となるため、従来のシリンダブロックのように、不要な連通孔が形成されといった事態を回避することができるようになる。

【0067】

また、隔壁連通部 Hw1, Hw2 をシリンダ側へ開口させて、即ち隔壁上においてシリンダと最も近くなる位置に隔壁連通部 Hw1, Hw2 を形成するようにしているため、ピストンを通じてクランク室側（同クランク室と連続したシリンダの内部空間を含む）の空気が押圧されるとき、隣接するクランク室へそうした空気が早期に押し出されるようになる。

30

【0068】

これにより、クランク室の圧力変動にともなうポンピングロスをより効率的に低減することができるようになる。

このように、上記構造を採用することにより、クランクケース C への不要な連通孔の形成を回避することのできる構造と、クランク室 R の圧力変動をより効率的に低減することのできる構造とをあわせて備えたシリンダブロック 11 を実現することができるようになる。

【0069】

（2）シリンダブロックにおいて、隣接したクランク室を連通することはポンピングロスの低減を図るうえで有効な対策となるが、これらクランク室に対応するシリンダについて、ピストンのストローク位置が同じに設定されている場合は、上記クランク室の間の隔壁に連通部を形成してもその連通部を通じて圧力変動の低減が図られるようにはならない。

40

【0070】

そこで、本実施形態では、ピストンのストローク位置が同じとなる第 2 クランク室 R2 と第 3 クランク室 R3 とを連通しないようにしている。これにより、不要に連通部が形成されることによるシリンダブロック 11 の剛性の低下を回避することができるようになる。

【0071】

（3）本実施形態では、連通部 Hw1, Hw2 を隔壁 57A, 57C の最上部（シリン

50

ダ 3 1 に最も接近した位置)に形成するようにしている。

これにより、ピストンの移動にともなってクランク室側の空気が押圧されたとき、慣性がより大きくなる前にそうした空気が隣接するクランク室へ導入されるようになるため、より効率的にポンピングロスを低減することができるようになる。

【0072】

(4) 隔壁に連通孔が形成されたシリンダブロックにおいては、クランクシャフトへ燃焼圧が作用することにより、連通孔周囲に応力集中が生じるようになる。そして、この応力集中が過度に大きくなることにより、隔壁の破損をまねくことが懸念されている。

【0073】

この点、本実施形態では、連通孔に代えて連通部 H w 1 , H w 2 を隔壁 5 7 A , 5 7 C の最上部に形成するようにしている。これにより、連通部 H w 1 , H w 2 とクランクジャーナルとの距離が長くなるため、連通部 H w 1 , H w 2 への応力集中を極力低減することができるようになる。

【0074】

(5) 本実施形態では、各連通部 H w 1 , H w 2 について、連通部の幅 L w 1 を連通部の高さ L w 2 よりも大きく設定するようにしている。

こうした構成によれば、シリンダ 3 1 側へ開口させて連通部 H w 1 , H w 2 を形成する場合において、幅 L w 1 を高さ L w 2 以下に設定したときと比べて、隣接するクランク室へより早期に空気が押し出されるようになる。このため、ポンピングロスの低減効果が高められるようになる。

【0075】

このように、上記構成を採用することで、隔壁上の限られたスペースを有効に利用して、ポンピングロスの低減により適した連通構造を実現することができるようになる。

(6) 本実施形態では、クランクシャフト 1 4 の回転中心と直交する断面において、第 1 隔壁連通部 H w 1 をシリンダ 3 1 の中心軸 L c を中心線とする軸対称の形状として形成している。

【0076】

これにより、ピストンによりクランク室側の空気が隣接したクランク室へ押し出されるとき、空気の流れの均一化が図られるため、より効率的にポンピングロスを低減することができるようになる。

【0077】

(7) 従来のシリンダブロックにおいては、切削加工により連通孔を形成するため、残留応力によりシリンダブロックの破損をまねくことが考えられる。

この点、本実施形態では、シリンダ構造体 3 とブロック本体 5 との組み合わせを通じてシリンダブロック 1 1 を構成するとともに、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 を含めてブロック本体 5 の成形を行うようにしている。これにより、切削加工による連通構造の形成が不要となるため、シリンダブロックへの残留応力の発生を回避することができるようになる。

【0078】

(第 2 実施形態)

本発明の第 2 実施形態について、図 1 3 及び図 1 4 を参照して説明する。なお、図 1 3 及び図 1 4 は、クランクシャフトの中心軸と直交する断面を示している。

【0079】

本実施形態のシリンダブロックは、前記第 1 実施形態のシリンダブロックに次のような変更を加えた構造を有する。即ち、シリンダ構造体 3 において、隣接するシリンダ 3 1 の内部空間を連通する連通部をシリンダ底面 3 1 U 側へ開口させて形成している。

【0080】

< 連通部の形成態様 >

図 1 3 に、図 3 の D 3 A - D 3 A 線に沿った断面構造に相当するシリンダ構造体 3 の断面構造を示す。

【0081】

10

20

30

40

50

図 1 4 に、図 1 の D 1 1 - D 1 1 線に沿った断面構造に相当するシリンダブロック 1 1 の断面構造を示す。

シリンダ構造体 3 において、第 1 シリンダ 3 1 A の周壁と第 2 シリンダ 3 1 B の周壁とがつながった箇所には、第 1 シリンダ 3 1 A の内部空間と第 2 シリンダ 3 1 B の内部空間とを連通するシリンダ連通部 H s が形成されている。

【 0 0 8 2 】

シリンダ連通部 H s は、第 1 シリンダ 3 1 A 及び第 2 シリンダ 3 1 B の底面において、凹状をなすように形成されている。即ち、シリンダ連通部 H s は、シリンダ底面 3 1 U 側へ開口して形成されている。

【 0 0 8 3 】

これにより、ブロック本体 5 へシリンダ構造体 3 を組み付けた状態において（図 1 4 ）、シリンダ連通部 H s はブロック本体 5 側へ開口した状態となる。また、シリンダ底面 3 1 U と隔壁頂面 5 7 T とが、所定の間隔を有して対向した状態となる。

【 0 0 8 4 】

シリンダ連通部 H s は、クランクシャフト 1 4 の回転中心と直交する断面において、シリンダ 3 1 の中心軸 L c を中心とする軸対称の形状に形成されている。

シリンダ連通部 H s の幅 L s 1（シリンダ 3 1 の中心軸 L c と直交する方向の長さ）は、シリンダ連通部 H s の高さ L s 2（シリンダ 3 1 の軸方向における窪みの高さ）よりも大きく設定されている。即ち、シリンダ連通部 H s は、シリンダ 3 1 の中心軸 L c と直交する方向を長手方向とした形状に形成されている。

【 0 0 8 5 】

シリンダ連通部 H s の高さ L s 2 は、燃焼室の容積が最も大きい状態において、シリンダ連通部 H s とピストンリングとが干渉しないように設定される。

なお、図 3 の D 3 B - D 3 B 線に沿った断面構造に相当する本実施形態のシリンダ構造体 3 の断面構造は、図 1 3 の断面構造と同様となっている。即ち、第 3 シリンダ 3 1 C の周壁と第 4 シリンダ 3 1 D の周壁とがつながった箇所にも、第 1 シリンダ 3 1 A 及び第 2 シリンダ 3 1 B と同様の態様でシリンダ連通部 H s に形成されている。

【 0 0 8 6 】

< 作用効果 >

以上詳述したように、この第 2 実施形態にかかるシリンダブロックによれば、先の第 1 実施形態による前記（ 1 ）～（ 7 ）の効果に加えて、以下に示すような効果が得られるようになる。

【 0 0 8 7 】

（ 8 ）本実施形態では、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 に加えて、シリンダ 3 1 にシリンダ連通部 H s を形成するようにしている。これにより、ピストンにより隣接したクランク室へ押し出される空気量が増量されるため、より効率的にポンピングロスを低減することができるようになる。

【 0 0 8 8 】

< 変更例 >

なお、上記第 2 実施形態は、これを適宜変更した、例えば次のような形態として実施することもできる。

【 0 0 8 9 】

・上記第 2 実施形態では、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 及びシリンダ連通部 H s をそれぞれ形成する構成としたが、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 を形成せずにシリンダ連通部 H s のみを通じてポンピングロスの低減を図ることもできる。

【 0 0 9 0 】

・上記第 2 実施形態では、クランクシャフト 1 4 の回転中心と直交する断面において、シリンダ連通部 H s を略長方形に形成する構成としたが、シリンダ連通部 H s をその他の形状に変更することもできる。要するに、シリンダ連通部 H s の幅 L s 1 がシリンダ連通部 H s の高さ L s 2 よりも大きく設定されている形状であれば、シリンダ連通部 H s の

10

20

30

40

50

形状は適宜変更可能である。

【 0 0 9 1 】

(その他の実施形態)

その他、上記各実施形態に共通して変更することができる要素を以下に列挙する。

・上記各実施形態では、クランクシャフト 1 4 の回転中心と直交する断面において、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 を略長形状に形成する構成としたが、これら隔壁連通部 H w 1 , H w 2 をその他の形状に変更することもできる。要するに、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 の幅 L w 1 が隔壁連通部 H w 1 , H w 2 の高さ L w 2 よりも大きく設定されている形状であれば、隔壁連通部 H w 1 , H w 2 の形状は適宜変更可能である。

【 0 0 9 2 】

・上記各実施形態では、直列 4 気筒型エンジンのシリンダブロックとして本発明を具体化した場合を想定したが、本発明の適用対象となるシリンダブロックは直列 4 気筒型エンジンのシリンダブロックに限られるものではない。要するに、複数のシリンダを有するエンジンのシリンダブロックであれば、いずれのシリンダブロックに対しても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 3 】

【図 1】本発明にかかるエンジンのシリンダブロックを具体化した第 1 実施形態について、同シリンダブロックを含めて構成したエンジンの斜視構造を示す斜視図。

【図 2】同実施形態のシリンダブロックについて、その斜視構造を示す斜視図。

【図 3】同実施形態のシリンダブロックを構成するシリンダ構造体について、その斜視構造を示す斜視図。

【図 4】同実施形態のシリンダ構造体について、図 3 の D 3 - D 3 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 5】同実施形態のシリンダブロックを構成するブロック本体について、その斜視構造を示す斜視図。

【図 6】同実施形態のブロック本体について、図 5 の D 5 - D 5 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 7】同実施形態のブロック本体について、図 6 の矢印 V A 方向から見た平面構造を示す平面図。

【図 8】同実施形態のブロック本体について、図 6 の矢印 V B 方向から見た平面構造を示す平面図。

【図 9】同実施形態のブロック本体について、図 8 の D 8 1 - D 8 1 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 1 0】同実施形態のシリンダブロックについて、図 1 の D 1 1 - D 1 1 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 1 1】同実施形態のブロック本体について、図 8 の D 8 2 - D 8 2 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 1 2】同実施形態のシリンダブロックについて、図 1 の D 1 2 - D 1 2 線に沿った断面構造を示す断面図。

【図 1 3】本発明にかかるエンジンのシリンダブロックを具体化した第 2 実施形態について、図 3 の D 3 A - D 3 A 線に沿った断面構造に相当するシリンダ構造体の断面構造を示す断面図。

【図 1 4】同実施形態のシリンダブロックについて、図 1 の D 1 1 - D 1 1 線に沿った断面構造に相当する断面構造を示す断面図。

【符号の説明】

【 0 0 9 4 】

1 ... エンジン、 1 1 ... シリンダブロック、 1 2 ... シリンダヘッド、 1 3 ... オイルパン、 1 4 ... クランクシャフト、 C ... クランクケース、 3 ... シリンダ構造体、 3 1 ... シリンダ、 3 1 A ... 第 1 シリンダ、 3 1 B ... 第 2 シリンダ、 3 1 C ... 第 3 シリンダ、 3 1 D ... 第 4 シ

10

20

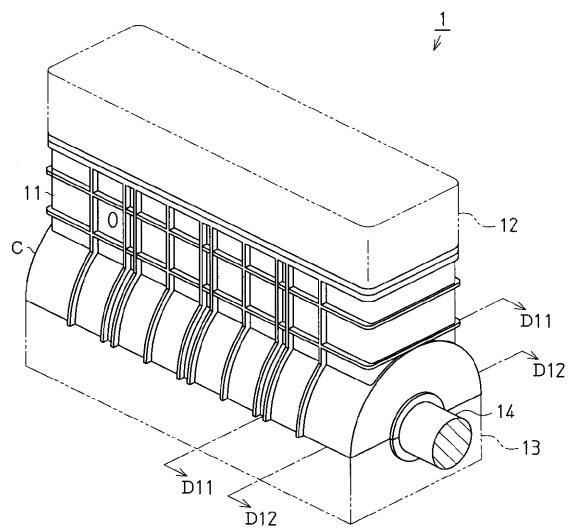
30

40

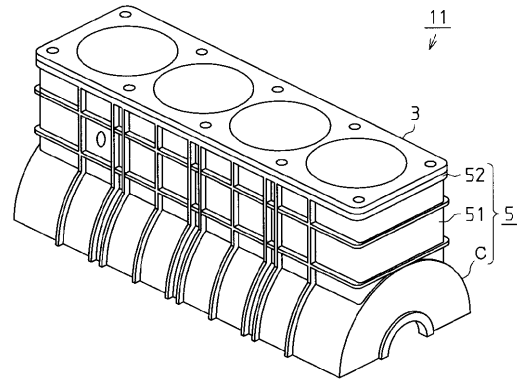
50

リンダ、3 1 F ... シリンダ外周面、3 1 T ... シリンダデッキ面、3 1 U ... シリンダ底面、
 3 2 ... シリンダフランジ部、3 3 ... ボルト孔、5 ... ブロック本体、5 1 ... 外壁部、5 1 R
 ... 外壁部内周面、5 1 T ... 本体デッキ面、5 2 ... 本体フランジ部、5 3 ... ボルト孔、5 4
 ... 冷却水口、5 5 ... シリンダ支持部、5 5 R ... シリンダ支持部内周面、5 6 A ... 側壁、5
 6 B ... 側壁、5 7 A ... 第 1 隔壁、5 7 B ... 第 2 隔壁、5 7 C ... 第 3 隔壁、5 7 T ... 隔壁頂
 面、5 8 ... 軸受部、R ... クランク室、R 1 ... 第 1 クランク室、R 2 ... 第 2 クランク室、R
 3 ... 第 3 クランク室、R 4 ... 第 4 クランク室、H w 1 ... 第 1 隔壁連通部、H w 2 ... 第 2 隔
 壁連通部、H s ... シリンダ連通部。

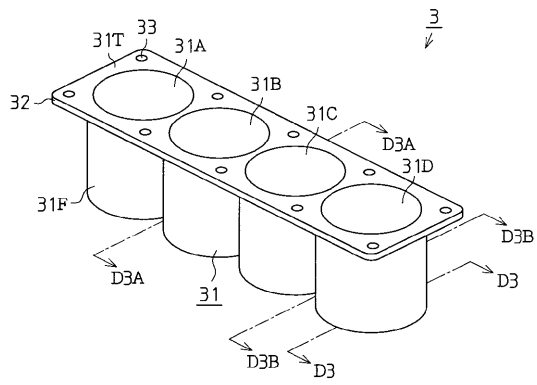
【図 1】



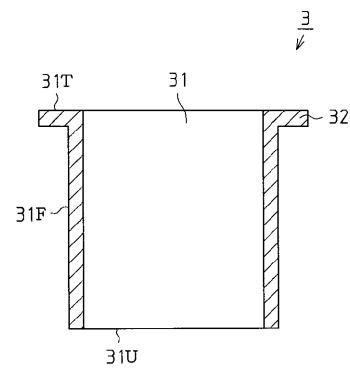
【図 2】



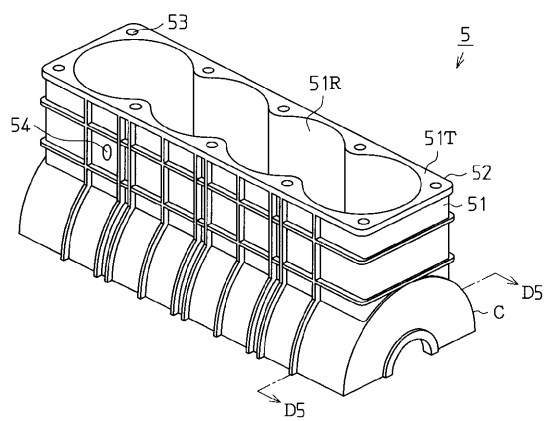
【図 3】



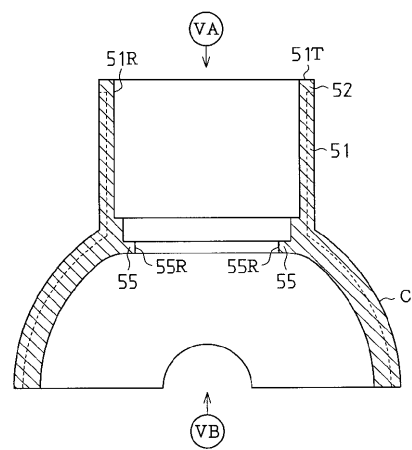
【図 4】



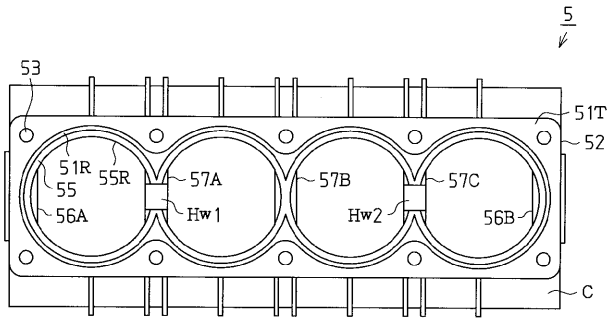
【図 5】



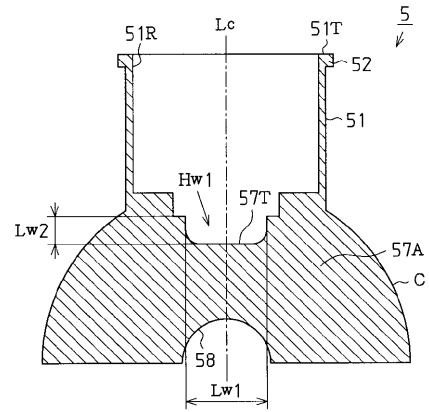
【図 6】



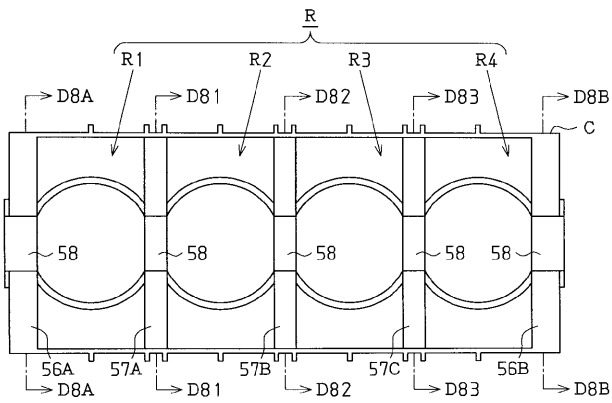
【図 7】



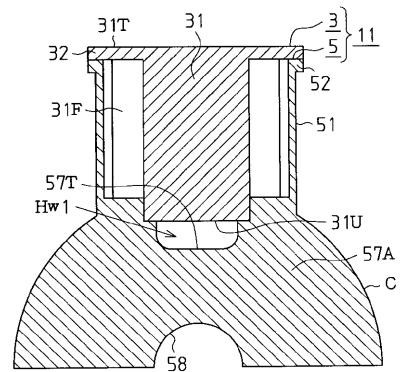
【図 9】



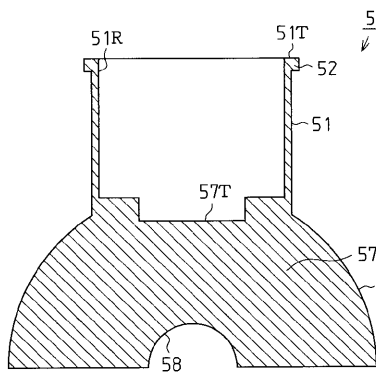
【図 8】



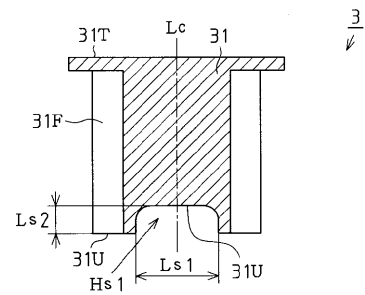
【図 10】



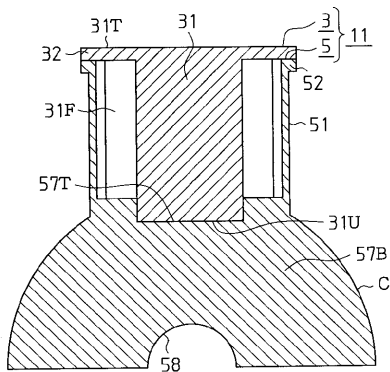
【図 11】



【図 13】



【図 12】



【図 14】

