

(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2020-143579

(P2020-143579A)

(43) 公開日 令和2年9月10日(2020.9.10)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
FO2F 1/10 (2006.01)	FO2F 1/10 D	3G024
FO2F 1/00 (2006.01)	FO2F 1/00 S	
FO1P 3/02 (2006.01)	FO2F 1/00 C	
	FO1P 3/02 E	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2019-38294 (P2019-38294)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成31年3月4日 (2019.3.4)		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	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(72) 発明者	砂田 洋尚
			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 AA21 AA27 BA02 CA01 CA05
			CA11 DA01 DA03 DA08 DA17
			DA18 EA01 FA03 GA01 GA04
			GA06 HA02 HA07

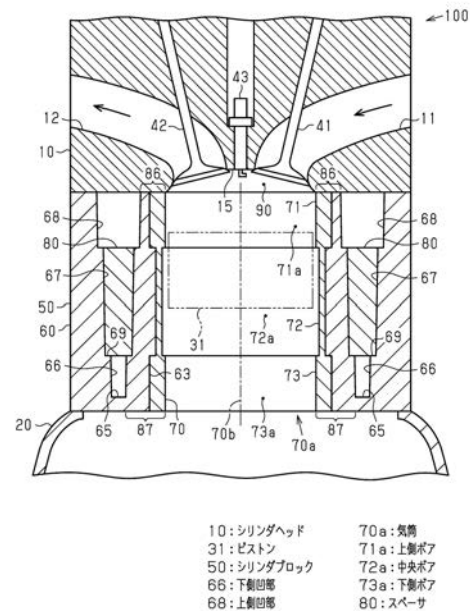
(54) 【発明の名称】 シリンダブロック

(57) 【要約】

【課題】 気筒における上側ボア、中央ボア、及び下側ボアの内径の大小関係が変化することを抑制する。

【解決手段】 シリンダブロック50には、ピストン31が往復動する気筒70aが区画されている。気筒70aは、当該気筒70aの軸線方向において、シリンダヘッド10が固定される側から順に、上側ボア71a、中央ボア72a、下側ボア73aに大別できる。中央ボア72aの内径は、上側ボア71a及び下側ボア73aの内径よりも大きくなっている。また、シリンダブロック50には、上側ボア71aを取り囲む上側ウォータジャケットとして機能する上側凹部68が区画されている。さらに、シリンダブロック50には、下側ボア73aを取り囲む下側ウォータジャケットとして機能する下側凹部66が区画されている。上側凹部68及び下側凹部66は、スペーサ80を挟んで離間して区画されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストンが往復動する気筒、及び冷却水が流通するウォータジャケットが区画されたシリンダブロックであって、

前記気筒は、前記気筒の軸線方向において、シリンダヘッドが固定される側から順に、上側ボアと、前記上側ボアに接続されるとともに前記上側ボアよりも内径が大きい中央ボアと、前記中央ボアに接続されるとともに前記中央ボアよりも内径が小さい下側ボアとを備え、

前記ウォータジャケットは、

前記上側ボアを前記気筒の径方向外側から取り囲む上側ウォータジャケットと、前記下側ボアを前記気筒の径方向外側から取り囲む下側ウォータジャケットとを備えており、

前記上側ウォータジャケット及び前記下側ウォータジャケットは、前記気筒の軸線方向において前記ウォータジャケットが形成されていない非形成領域を挟んで離間して配置されている

シリンダブロック。

【請求項 2】

前記気筒の中心軸線を含む断面での断面視において、前記上側ウォータジャケットの流路断面積は、前記下側ウォータジャケットの流路断面積よりも大きくなっており、

前記上側ウォータジャケットと前記気筒とを隔てる上側隔壁部の平均厚みは、前記下側ウォータジャケットと前記気筒とを隔てる下側隔壁部の平均厚みよりも小さい

請求項 1 に記載のシリンダブロック。

【請求項 3】

前記シリンダヘッドが固定される側の端面においては、凹部が窪んでおり、

前記凹部は、前記上側ボア、前記中央ボア、及び前記下側ボアを、前記気筒の径方向外側から取り囲んでおり、

前記凹部には、前記非形成領域を構成するスペーサが配置されており、

前記スペーサは、前記凹部の内部空間を、前記上側ウォータジャケット及び前記下側ウォータジャケットに区画している

請求項 1 又は請求項 2 に記載のシリンダブロック。

【請求項 4】

前記凹部は、前記シリンダヘッドが固定される側の端面から前記気筒の中心軸線に沿って窪むように延びており、

前記凹部の溝幅は、前記シリンダヘッドが固定される側に向かうほど大きくなっている

請求項 3 に記載のシリンダブロック。

【請求項 5】

前記凹部は、

前記下側ボアを取り囲む第 1 凹部と、前記第 1 凹部から前記シリンダヘッドが固定される側の端面にまで延びる第 2 凹部とを備え、

前記第 2 凹部における前記第 1 凹部側の端部の溝幅は、前記第 1 凹部における前記第 2 凹部側の端部の溝幅よりも大きくなっており、

前記スペーサは、前記第 1 凹部と前記第 2 凹部との間の段差に当接している

請求項 3 又は請求項 4 に記載のシリンダブロック。

【請求項 6】

円柱状の貫通孔が貫通しているブロック本体と、前記貫通孔の内周面に固定されて前記気筒の内壁面を構成する円筒形状のライナとを備えており、

前記ライナの材質は、前記ブロック本体の材質よりも線膨張係数が小さくなっており、

前記ライナにおいて前記上側ボアの内壁面を構成する部分の厚み及び前記ライナにおいて前記下側ボアの内壁面を構成する部分の厚みは、前記ライナにおいて前記中央ボアの内壁面を構成する部分の厚みよりも大きい

請求項 1 ～請求項 5 のいずれか一項に記載のシリンダブロック。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダブロックに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1の内燃機関におけるシリンダブロックには、ピストンが往復動する気筒が区画されている。この気筒は、当該気筒の軸線方向において、上側ボア、中央ボア、及び下側ボアに大別できる。中央ボアの内径は、上側ボア及び下側ボアの内径よりも大きくなっている。また、シリンダブロックの上面には、気筒の上側を覆うシリンダヘッドが固定されている。特許文献1の内燃機関では、シリンダブロックにおける気筒の内壁面、ピストンの上面、及びシリンダヘッドの下面で区画された燃焼室で燃料が燃焼する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2017-198174号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の内燃機関では、燃料が燃焼する内燃機関の実働時においてシリンダブロックの温度が箇所毎に不均一になる。そのため、シリンダブロックにおける気筒においても、当該気筒の箇所毎の膨張量にばらつきが生じ、当該気筒における上側ボア、中央ボア、及び下側ボアの内径の大小関係が変化してしまうおそれがある。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するためのシリンダブロックは、ピストンが往復動する気筒、及び冷却水が流通するウォータジャケットが区画されたシリンダブロックであって、前記気筒は、前記気筒の軸線方向において、シリンダヘッドが固定される側から順に、上側ボアと、前記上側ボアに接続されるとともに前記上側ボアよりも内径が大きい中央ボアと、前記中央ボアに接続されるとともに前記中央ボアよりも内径が小さい下側ボアとを備え、前記ウォータジャケットは、前記上側ボアを前記気筒の径方向外側から取り囲む上側ウォータジャケットと、前記下側ボアを前記気筒の径方向外側から取り囲む下側ウォータジャケットとを備えており、前記上側ウォータジャケット及び前記下側ウォータジャケットは、前記気筒の軸線方向において前記ウォータジャケットが形成されていない非形成領域を挟んで離間して配置されている。

30

【0006】

上記構成では、上側ウォータジャケットと下側ウォータジャケットとの間にウォータジャケットが形成されていない非形成領域が存在するため、その非形成領域に隣り合う中央ボアが冷却されにくい。したがって、内燃機関の実働時において中央ボアが膨張することで当該中央ボアの内径が大きくなりやすい。一方、上側ボア及び下側ボアは、ウォータジャケットを流通する冷却水によって冷却されやすい。そのため、内燃機関の実働時において上側ボア及び下側ボアが膨張しにくく、上側ボア及び下側ボアの内径が大きくなりにくい。これにより、上側ボア、中央ボア、及び下側ボアの内径の大小関係が変化することを抑制できる。

40

【0007】

上記構成において、前記気筒の中心軸線を含む断面での断面視において、前記上側ウォータジャケットの流路断面積は、前記下側ウォータジャケットの流路断面積よりも大きくなっており、前記上側ウォータジャケットと前記気筒とを隔てる上側隔壁部の平均厚みは、前記下側ウォータジャケットと前記気筒とを隔てる下側隔壁部の平均厚みよりも小さくなっていてもよい。

50

【0008】

上記構成によれば、上側ウォータジャケットが気筒に近い位置に配置されている上、当該上側ウォータジャケットの流路断面積が大きくて多くの冷却水が流通する。したがって、下側ボアに比べて高温になりやすい上側ボアを、より効率的に冷却できる。

【0009】

上記構成において、前記シリンダヘッドが固定される側の端面においては、凹部が窪んでおり、前記凹部は、前記上側ボア、前記中央ボア、及び前記下側ボアを、前記気筒の径方向外側から取り囲んでおり、前記凹部には、前記非形成領域を構成するスペーサが配置されており、前記スペーサは、前記凹部の内部空間を、前記上側ウォータジャケット及び前記下側ウォータジャケットに区画していてもよい。

10

【0010】

上記構成によれば、凹部内にスペーサを配置させるという簡便な構造で、互いに離間して配置される上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを区画できる。したがって、上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットをそれぞれ独立して区画形成するのに比較して、簡便な工程で製造できる。

【0011】

上記構成において、前記凹部は、前記シリンダヘッドが固定される側の端面から前記気筒の中心軸線に沿って窪むように延びており、前記凹部の溝幅は、前記シリンダヘッドが固定される側に向かうほど大きくなっていてもよい。

【0012】

上記の構成によれば、凹部に対応する形状の金型を使用して凹部を備えたシリンダブロックを成形する際、金型が凹部の内壁に干渉することなく当該金型を離型させることができる。すなわち、上記構成のシリンダブロックは、金型を利用して簡便に製造が可能である。

20

【0013】

上記構成において、前記凹部は、前記下側ボアを取り囲む第1凹部と、前記第1凹部から前記シリンダヘッドが固定される側の端面にまで延びる第2凹部とを備え、前記第2凹部における前記第1凹部側の端部の溝幅は、前記第1凹部における前記第2凹部側の端部の溝幅よりも大きくなっており、前記スペーサは、前記第1凹部と前記第2凹部との間の段差に当接していてもよい。

30

【0014】

上記構成では、第1凹部と第2凹部との段差に当接することで、スペーサが凹部の内部で位置決めされている。これにより、凹部の内部でスペーサの位置が気筒の軸線方向にずれることに起因して、上側ウォータジャケットの形状や下側ウォータジャケットの形状が意図せず変化することを抑制できる。

【0015】

上記構成において、円柱状の貫通孔が貫通しているブロック本体と、前記貫通孔の内周面に固定されて前記気筒の内壁面を構成する円筒形状のライナとを備えており、前記ライナの材質は、前記ブロック本体の材質よりも線膨張係数が小さくなっており、前記ライナにおいて前記上側ボアの内壁面を構成する部分の厚み及び前記ライナにおいて前記下側ボアの内壁面を構成する部分の厚みは、前記ライナにおいて前記中央ボアの内壁面を構成する部分の厚みよりも大きくなっていてもよい。

40

【0016】

上記構成によれば、ライナにおける上側ボア及び下側ボアの内壁面を構成する部分の厚みが大きいこと、上側ボア及び下側ボアの熱膨張は中央ボアに比べて、線膨張係数の小さいライナの影響を受けやすい。すなわち、上側ボア及び下側ボアは、熱膨張しにくいライナの材質を反映して熱膨張しにくくなっている。したがって、上側ボア及び下側ボアが膨張して、中央ボアに対する内径の大小関係が変わってしまうことは抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

【図 1】内燃機関の断面図。

【図 2】シリンダブロックの上面図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、実施形態を図 1 及び図 2 にしたがって説明する。本実施形態では、内燃機関 100 が車両に搭載されているものとし、車両の上下方向を内燃機関 100 の上下方向として説明する。

【0019】

先ず、内燃機関 100 の全体構成について説明する。

図 1 に示すように、内燃機関 100 は、全体として直方体形状のシリンダブロック 50 を備えている。シリンダブロック 50 の内部には、略円柱形状の気筒 70a が区画されている。気筒 70a は、シリンダブロック 50 の上面から下面まで貫通している。図 2 に示すように、シリンダブロック 50 には、気筒 70a が 3 つ区画されている。3 つの気筒は、図示しないクランクシャフトの軸線方向に沿うように並列配置されている。

【0020】

図 1 に示すように、各気筒 70a には、全体として円柱形状のピストン 31 が収容されている。ピストン 31 は、気筒 70a の内部を、当該気筒 70a の軸線方向に往復運動する。ピストン 31 は、図示しないコネクティングロッドを介してクランクシャフトに連結されている。なお、図 1 では、ピストン 31 を二点鎖線で図示している。

【0021】

シリンダブロック 50 の上面には、全体として直方体形状のシリンダヘッド 10 が固定されている。シリンダヘッド 10 の下面においては、上側に向かって下面凹部 15 が窪んでいる。下面凹部 15 は、気筒 70a の軸線方向から見たときに、略円形になっている。下面凹部 15 は、気筒 70a に向かい合うように配置されている。下面凹部 15 の内壁面、気筒 70a の内壁面、及びピストン 31 の上面によって、燃焼室 90 が区画されている。

【0022】

シリンダヘッド 10 の内部には、燃焼室 90 に吸気を導入するための吸気ポート 11 が区画されている。吸気ポート 11 は、気筒 70a の並び方向及び上下方向のいずれに対しても直交する方向の一方側（図 1 における右側）に配置されている。吸気ポート 11 は、気筒 70a の数に対応して 3 つ配置されている。また、シリンダヘッド 10 には、吸気ポート 11 における燃焼室 90 側の開口を開閉する吸気バルブ 41 が取り付けられている。吸気バルブ 41 は、図示しない動弁機構によって動作され、クランクシャフトの回転と連動して吸気ポート 11 における開口を開閉する。

【0023】

シリンダヘッド 10 の内部には、燃焼室 90 から排気を排出するための排気ポート 12 が区画されている。排気ポート 12 は、気筒 70a の中心軸線 70b を挟んで吸気ポート 11 とは反対側（図 1 における左側）に配置されている。排気ポート 12 は、気筒 70a の数に対応して 3 つ配置されている。また、シリンダヘッド 10 には、排気ポート 12 における燃焼室 90 側の開口を開閉する排気バルブ 42 が取り付けられている。排気バルブ 42 は、図示しない動弁機構によって動作され、クランクシャフトの回転と連動して排気ポート 12 における開口を開閉する。

【0024】

シリンダヘッド 10 における吸気ポート 11 と排気ポート 12 との間には、燃料を点火するための点火プラグ 43 が取り付けられている。点火プラグ 43 は、気筒 70a 毎に取り付けられている。

【0025】

シリンダヘッド 10 における吸気ポート 11 内には、図示しない燃料噴射弁から燃料が噴射される。噴射された燃料は、吸気と混ぜ合わされて燃焼室 90 に導入される。燃焼室 90 内に導入された燃料と吸気との混合気は、点火プラグ 43 によって点火され、燃焼さ

10

20

30

40

50

れる。燃焼室 90 内で燃焼した混合気は、排気として排気ポート 12 へ排出される。

【0026】

また、シリンダブロック 50 の下面には、全体として箱形状のクランクケース 20 が固定されている。クランクケース 20 には、クランクシャフトが回転可能に支持されている。なお、クランクケース 20 の下側には、オイルを貯留するためのオイルパンが固定されている。

【0027】

次に、シリンダブロック 50 の構成を具体的に説明する。

図 1 に示すように、シリンダブロック 50 におけるブロック本体 60 は、全体として直方体形状になっている。ブロック本体 60 には、上下方向に略円柱形状の貫通孔 63 が貫通している。貫通孔 63 は、ブロック本体 60 の上面から下面にまで至っている。貫通孔 63 の中心軸線は、気筒 70 a の中心軸線 70 b と同軸になっている。貫通孔 63 は、気筒 70 a の数に対応して 3 つ貫通している。本実施形態において、ブロック本体 60 の材質は、アルミニウム合金である。

【0028】

ブロック本体 60 における貫通孔 63 の内周面には、略円筒形状のライナ 70 が固定されている。ライナ 70 の中心軸線は、気筒 70 a の中心軸線 70 b と同軸になっている。ライナ 70 の軸線方向の長さは、気筒 70 a の軸線方向の長さと同じになっている。本実施形態では、ライナ 70 によって、気筒 70 a の内壁面が構成されている。また、本実施形態において、ライナ 70 の材質は鋳鉄である。したがって、ライナ 70 の材質の線膨張係数は、ブロック本体 60 の材質の線膨張係数よりも小さくなっている。

【0029】

ライナ 70 は、気筒 70 a の軸線方向において、上側から順に、上側壁 71、中央壁 72、及び下側壁 73 に大別できる。中央壁 72 の内径は、上側壁 71 及び下側壁 73 の内径よりも僅かに大きくなっている。また、中央壁 72 の外径は、上側壁 71 及び下側壁 73 の外径よりも小さくなっている。したがって、中央壁 72 の厚みは、上側壁 71 及び下側壁 73 の厚みよりも小さくなっている。本実施形態において、上側壁 71 及び下側壁 73 の内径は同じになっている。また、上側壁 71 及び下側壁 73 の外径は同じになっている。

【0030】

上側壁 71、中央壁 72、及び下側壁 73 は、気筒 70 a における上側ボア 71 a、中央ボア 72 a、及び下側ボア 73 a の内壁面を構成している。したがって、中央ボア 72 a の内径は、上側ボア 71 a 及び下側ボア 73 a の内径よりも大きくなっている。なお、図 1 では、中央ボア 72 a の内径と、上側ボア 71 a 及び下側ボア 73 a の内径との差を、誇張して図示している。

【0031】

ブロック本体 60 の上面においては、凹部 65 が窪んでいる。図 1 に示すように、ブロック本体 60 を気筒 70 a の中心軸線 70 b を含む断面で断面視した場合に、凹部 65 は、ブロック本体 60 の上面から気筒 70 a の中心軸線 70 b に沿って下側に向かって窪んでいる。凹部 65 の底面は、ブロック本体 60 の下端面近傍に位置している。換言すると、凹部 65 は、気筒 70 a の軸線方向においてブロック本体 60 の略全体に亘って窪んでいるが、ブロック本体 60 を貫通してはいない。図 2 に示すように、凹部 65 は、3 つの気筒 70 a 全体を外側から取り囲むように、略一定の溝幅で延びている。

【0032】

図 1 に示すように、凹部 65 は、当該凹部 65 の底側から順に、下側凹部 66、中央凹部 67、及び上側凹部 68 に大別できる。下側凹部 66 は、気筒 70 a の軸線方向において、凹部 65 の底面から下側ボア 73 a の上端と同じ高さ位置にまで至っている。下側凹部 66 は、気筒 70 a の径方向外側から下側ボア 73 a を取り囲んでいる。下側凹部 66 の溝幅は、下側から上側に向かうほど大きくなっている。本実施形態では、下側凹部 66 が第 1 凹部である。

【0033】

下側凹部66の上端からは、中央凹部67が上側に向かって延びている。中央凹部67は、気筒70aの軸線方向において、中央ボア72aの下端から中央ボア72aの上端と同じ高さ位置にまで至っている。中央凹部67は、気筒70aの径方向外側から中央ボア72aを取り囲んでいる。中央凹部67の溝幅は、下側から上側に向かうほど大きくなっている。また、中央凹部67における下端部の溝幅は、下側凹部66における上端部の溝幅よりも大きくなっている。したがって、下側凹部66の上端部と中央凹部67の下端部との間には、段差69が生じている。

【0034】

中央凹部67の上端からは、上側凹部68が上側に向かって延びている。上側凹部68は、気筒70aの軸線方向において、上側ボア71aの下端からブロック本体60の上面にまで至っている。上側凹部68は、気筒70aの径方向外側から上側ボア71aを取り囲んでいる。上側凹部68の溝幅は、下側から上側に向かうほど大きくなっている。また、上側凹部68における下端部の溝幅は、中央凹部67における上端部の溝幅よりも大きくなっている。さらに、図1に示すように、気筒70aの中心軸線70bを含む断面での断面視で、上側凹部68の断面積は、下側凹部66の断面積よりも大きくなっている。本実施形態では、中央凹部67及び上側凹部68が第2凹部である。

【0035】

中央凹部67には、当該中央凹部67の内部空間を埋めるためのスペーサ80が配置されている。スペーサ80は、中央凹部67の空間形状に対応した形状になっている。スペーサ80の下端部は、凹部65における段差69に当接している。したがって、凹部65の内部空間は、スペーサ80によって、上側凹部68及び下側凹部66に区画されている。本実施形態において、上側凹部68は、冷却水を流通させるための上側ウォータジャケットとして機能する。また、下側凹部66は、冷却水を流通させるための下側ウォータジャケットとして機能する。なお、上側凹部68及び下側凹部66を流通する冷却水は、図示しない導入水路を介して当該上側凹部68及び下側凹部66に導入される。また、上側凹部68及び下側凹部66を流通した冷却水は、図示しない排水水路を介して当該上側凹部68及び下側凹部66から排出される。

【0036】

上述したように、気筒70aの中心軸線70bを含む断面において、上側凹部68の断面積は、下側凹部66の断面積よりも大きくなっている。したがって、気筒70aの中心軸線70bを含む断面において、上側ウォータジャケットの流路断面積は、下側ウォータジャケットの流路断面積よりも大きくなっている。また、本実施形態において、上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットは、気筒70aの軸線方向において、ウォータジャケットが形成されていない非形成領域を構成するスペーサ80を挟んで離間している。

【0037】

上述したように、上側凹部68の溝幅は、下側凹部66の溝幅よりも大きくなっている。したがって、上側ウォータジャケットと気筒70aの上側ボア71aとを隔てる上側隔壁部86の平均厚みは、下側ウォータジャケットと気筒70aの下側ボア73aとを隔てる下側隔壁部87の平均厚みよりも小さくなっている。ここで、平均厚みとは、上側隔壁部86や下側隔壁部87が存在する全領域における厚みの平均値である。

【0038】

次に、シリンダブロック50の製造方法について説明する。

シリンダブロック50のブロック本体60は、鑄造方法の一種であるダイカストによって製造される。この鑄造工程においては、ブロック本体60の上側に配置される第1金型と、ブロック本体60の下側に配置される第2金型とを用いる。第1金型には、ブロック本体60の上側形状に対応した形状になっている。具体的には、第1金型には、凹部65の形状に対応した凸部が形成されている。また、第2金型には、ブロック本体60の下側形状に対応した形状になっている。そして、第1金型及び第2金型の間の空間における所

定の位置には、予め成形されたライナ70を配置する。次に、第1金型及び第2金型の間の空間に溶融したアルミニウム合金を高圧力で流し込む。その後、第1金型及び第2金型間の空間で固まった金属から第1金型及び第2金型を離型させて、固まった金属を取り出す。なお、この鑄造工程によって、ライナ70は、ブロック本体60と一体的に構成される。

【0039】

本実施形態の作用及び効果について説明する。

(1) 本実施形態では、中央凹部67にスペーサ80が配置されており、中央凹部67がウォータジャケットとして機能しない。そのため、スペーサ80に隣り合っている気筒70aの中央ボア72aの内壁面は冷却されにくい。したがって、内燃機関100の実働時においては、中央ボア72aの温度が高くなって、当該中央ボア72aの内径の膨張量が比較的に大きくなる。

10

【0040】

一方、上側凹部68及び下側凹部66は、冷却水を流通させるための上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットとして機能する。そのため、上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットに隣り合っている上側ボア71a及び下側ボア73aの内壁面は、上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを流通する冷却水との熱交換によって冷却されやすい。したがって、内燃機関100の実働時においては、上側ボア71a及び下側ボア73aの内壁面の温度が、中央ボア72aの内壁面の温度ほどには高くなりにくい。その結果、当該上側ボア71a及び下側ボア73aの内径の膨張量も、中央ボア72aの内径の膨張量に比較して小さくなる。つまり、中央ボア72aの内径の膨張量はそれほど強く抑制されない一方で、上側ボア71a及び下側ボア73aの内径の膨張量は効果的に抑制される。これにより、内燃機関100の実働時においても、中央ボア72aの内径が、上側ボア71a及び下側ボア73aの内径よりも大きいという大小関係が変化することを抑制できる。

20

【0041】

(2) 内燃機関100の実働時においては、燃料の燃焼熱が、概ねシリンダブロック50の上側から下側に伝達される。そのため、上側ボア71aの内壁面の温度は、下側ボア73aの内壁面の温度に比べて高くなりやすい。

【0042】

本実施形態では、気筒70aの中心軸線70bを含む断面において、上側ウォータジャケットの断面積は、下側ウォータジャケットの断面積よりも大きくなっている。そのため、上側ウォータジャケットを流通する冷却水量は、下側ウォータジャケットを流通する冷却水量よりも大きくなる。さらに、上側ウォータジャケットと気筒70aの上側ボア71aとを隔てる上側隔壁部86の平均厚みは、下側ウォータジャケットと気筒70aの下側ボア73aとを隔てる下側隔壁部87の平均厚みよりも小さくなっている。つまり、本実施形態では、全体として、上側ウォータジャケットの方が下側ウォータジャケットよりも気筒70aの近くに位置している。そのため、本実施形態では、燃料の燃焼熱によって温度が高くなりやすい上側ボア71aの内壁面を、より効率的に冷却できる。

30

【0043】

(3) 本実施形態では、上側凹部68は、気筒70aの軸線方向において、上側ボア71aの下端からブロック本体60の上面にまで至っている。すなわち、気筒70aの上側ボア71aは、当該上側ボア71aの軸線方向全域において、冷却水が流通する上側ウォータジャケットによって取り囲まれている。そのため、上側ボア71aの軸線方向全域において、当該上側ボア71aの内壁面は、上側ウォータジャケットを流通する冷却水によって冷却される。これにより、上側ボア71aの軸線方向全域において、当該上側ボア71aの内径の膨張を抑制できる。

40

【0044】

(4) 本実施形態において、アルミニウム合金製のブロック本体60には、鑄鉄製のライナ70が固定されている。そのため、気筒70aにおける上側ボア71a、中央ボア7

50

2 a、及び下側ボア 7 3 a の内径の熱膨張量は、アルミニウム合金製のブロック本体 6 0 だけでなく、鑄鉄製のライナ 7 0 の影響を受ける。本実施形態では、ライナ 7 0 における上側壁 7 1 及び下側壁 7 3 の厚みは、ライナ 7 0 における中央壁 7 2 の厚みよりも大きくなっている。そのため、気筒 7 0 a における上側ボア 7 1 a 及び下側ボア 7 3 a の内径の膨張量は、気筒 7 0 a における中央ボア 7 2 a に比べて、鑄鉄製のライナ 7 0 の影響を受けやすい。すなわち、気筒 7 0 a における上側ボア 7 1 a 及び下側ボア 7 3 a の内径は、線膨張係数が小さい鑄鉄製のライナ 7 0 を反映して膨張しにくくなっている。一方、気筒 7 0 a における中央ボア 7 2 a の内径の膨張量は、気筒 7 0 a における上側ボア 7 1 a 及び下側ボア 7 3 a に比べて、アルミニウム合金製のブロック本体 6 0 の影響を受けやすい。すなわち、気筒 7 0 a における中央ボア 7 2 a の内径は、線膨張係数が大きいアルミニウム合金製のブロック本体 6 0 を反映して膨張しやすくなっている。これにより、気筒 7 0 a における上側ボア 7 1 a 及び下側ボア 7 3 a の内径の膨張量は、気筒 7 0 a における中央ボア 7 2 a の内径の膨張量に比べて小さくなりやすい。

10

【0045】

(5) 例えば、ブロック本体 6 0 に独立した上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを鑄造によって形成する場合には、上側ウォータジャケットや下側ウォータジャケットを形成するために砂製の中子を成形する工程が増えたり、中子を配置するために鑄造工程が複雑化したりすることもある。

【0046】

本実施形態では、凹部 6 5 における中央凹部 6 7 にスペーサ 8 0 を配置するという簡便な構造によって、凹部 6 5 の内部空間を、冷却水を流通させるための上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットに区画している。そのため、ブロック本体 6 0 に独立した上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを形成するに際して、ブロック本体 6 0 を製造するための工程が増えたり、ブロック本体 6 0 を製造するための工程が複雑化したりすることを抑制できる。したがって、本実施形態では、ブロック本体 6 0 に独立した上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを形成する場合に比べて、簡便な工程でシリンダブロック 5 0 を製造できる。

20

【0047】

(6) 本実施形態では、スペーサ 8 0 が、段差 6 9 に当接した状態で凹部 6 5 における中央凹部 6 7 に配置されている。つまり、スペーサ 8 0 は、段差 6 9 に当接することで、中央凹部 6 7 の内部において気筒 7 0 a の軸線方向の位置が決められている。そのため、シリンダブロック 5 0 の製造するときには、中央凹部 6 7 の内部の所定の位置にスペーサ 8 0 が確実に配置される。その結果、本実施形態では、スペーサ 8 0 が中央凹部 6 7 の内部の意図した位置に配置されないことに起因して、冷却水を流通させるための上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットの形状や断面積が変化することを抑制できる。

30

【0048】

(7) ブロック本体 6 0 の鑄造工程において、第 1 金型及び第 2 金型の間の空間で固まった金属から第 1 金型を離型させるときには、ブロック本体 6 0 の凹部 6 5 から第 1 金型の凸部を取り出す。ここで、本実施形態では、凹部 6 5 における下側凹部 6 6、中央凹部 6 7、及び上側凹部 6 8 の溝幅が、下側から上側に向かうほど大きくなっている。そのため、ブロック本体 6 0 から第 1 金型を離型させるときには、気筒 7 0 a の中心軸線 7 0 b に沿って第 1 金型を離型させることで、ブロック本体 6 0 における凹部 6 5 の内壁面と第 1 金型の凸部の外壁面とが干渉しにくい。すなわち、シリンダブロック 5 0 は、金型を利用して簡便な製造が可能である。

40

【0049】

本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

・上記実施形態において、凹部 6 5 の形状は変更できる。例えば、気筒 7 0 a の中心軸線 7 0 b を含む断面において、上側凹部 6 8 の断面積は、下側凹部 6 6 の断面積と同じになっていたり、下側凹部 6 6 の断面積よりも小さくなっていたりしてもよい。

50

【0050】

・また、例えば、気筒70aの軸線方向において、上側凹部68の下端は、上側ボア71aの下端よりも下側に位置していたり、上側ボア71aの下端よりも上側に位置していたりしてもよい。この場合にも、気筒70aの軸線方向において、冷却水が流通する上側凹部68及び下側凹部66が離間していれば、中央ボア72aは上側ボア71aよりも冷却されにくいので、中央ボア72aの内径は膨張しやすい。同様に、下側凹部66の上端は、下側ボア73aの上端よりも上側に位置していたり、下側ボア73aの上端よりも下側に位置していたりしてもよい。

【0051】

・さらに、例えば、上側凹部68の溝幅は、気筒70aの軸線方向において、一定の幅になっていてもよい。同様に、中央凹部67、及び下側凹部66の溝幅は、気筒70aの軸線方向において、一定の幅になっていてもよい。

【0052】

・また、例えば、中央凹部67における下端部の溝幅は、下側凹部66における上端部の溝幅と同じになっていてもよい。すなわち、下側凹部66の上端部と中央凹部67の下端部との間に段差69が生じていなくてもよい。

【0053】

・上記実施形態において、スペーサ80の形状は変更できる。例えば、スペーサは、中央凹部67の空間形状に対応した形状の本体部と、本体部の下面から下側に突出した脚部とを備えていてもよい。そして、スペーサの脚部が下側凹部66の底面に当接していれば、スペーサの本体部を凹部65の中央凹部67に配置させることができる。なお、スペーサの脚部の大きさが下側凹部66の溝幅よりも小さくなっていれば、下側凹部66が下側ウォータージャケットとして機能する。

【0054】

・上記実施形態において、気筒70aと凹部65とを隔てる壁部の厚みは変更できる。例えば、上側隔壁部86の平均厚みは、下側隔壁部87の平均厚みと同じになっていたり、下側隔壁部87の平均厚みよりも大きくなっていたりしてもよい。

【0055】

・上記実施形態において、ライナ70の形状は変更できる。例えば、中央壁72の外径は、上側壁71及び下側壁73の外径と同じになっていたり、上側壁71及び下側壁73の外径よりも大きくなっていたりしてもよい。また、例えば、中央壁72の厚みは、上側壁71及び下側壁73の厚みと同じになっていたり、上側壁71及び下側壁73の厚みよりも大きくなっていたりしてもよい。

【0056】

・さらに、例えば、上側壁71の内径は、下側壁73の内径よりも大きくなっていたり、下側壁73の内径よりも小さくなっていたりしてもよい。また、例えば、上側壁71の外径は、下側壁73の外径よりも大きくなっていたり、下側壁73の外径よりも小さくなっていたりしてもよい。

【0057】

・上記実施形態において、ブロック本体60及びライナ70の材質は変更できる。例えば、ブロック本体60の材質が鋳鉄であったり、ライナ70の材質がアルミニウム合金であったりしてもよい。つまり、ライナ70の材質の線膨張係数は、ブロック本体60の材質の線膨張係数と同じであったり、ブロック本体60の材質の線膨張係数よりも大きくなっていたりしてもよい。また、ブロック本体60及びライナ70が同じ材質であってもよい。

【0058】

・上記実施形態において、シリンダブロック50における気筒70aの数は変更できる。シリンダブロック50の内部には、2つ以下の気筒70aが区画されてもよいし、4つ以上の気筒70aが区画されていてもよい。

【0059】

・上記実施形態において、シリンダブロック50の製造方法は変更できる。例えば、製造方法の一種である砂型鑄造によってシリンダブロック50を製造してもよい。

・上記実施形態において、ブロック本体60における上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットは、それぞれ独立して形成されていてもよい。例えば、ブロック本体60を鑄造するとき、予め成形された砂製の中子を、第1金型及び第2金型の間の空間に配置することで、独立した上側ウォータジャケット及び下側ウォータジャケットを形成してもよい。

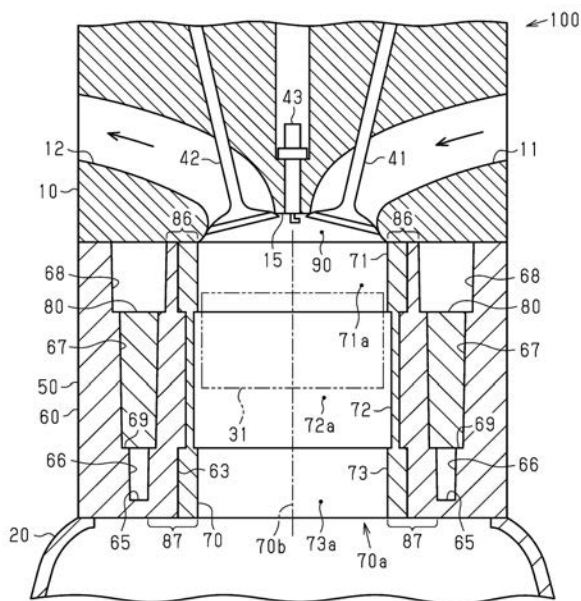
【符号の説明】

【0060】

10…シリンダヘッド、11…吸気ポート、12…排気ポート、15…下面凹部、20…クランクケース、31…ピストン、41…吸気バルブ、42…排気バルブ、43…点火プラグ、50…シリンダブロック、60…ブロック本体、63…貫通孔、65…凹部、66…下側凹部、67…中央凹部、68…上側凹部、69…段差、70…ライナ、70a…気筒、70b…中心軸線、71…上側壁、71a…上側ボア、72…中央壁、72a…中央ボア、73…下側壁、73a…下側ボア、80…スペーサ、86…上側隔壁部、87…下側隔壁部、90…燃焼室、100…内燃機関。

10

【図1】



10: シリンダヘッド	70a: 気筒
31: ピストン	71a: 上側ボア
50: シリンダブロック	72a: 中央ボア
66: 下側凹部	73a: 下側ボア
68: 上側凹部	80: スペーサ

【図2】

