

(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2008-190472

(P2008-190472A)

(43) 公開日 平成20年8月21日(2008.8.21)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 0 2 F</b> 1/10 (2006.01)	F 0 2 F 1/10 A	3 G 0 2 4
<b>F 1 6 J</b> 10/00 (2006.01)	F 1 6 J 10/00 Z	3 J 0 4 4

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-27308 (P2007-27308)  
 (22) 出願日 平成19年2月6日(2007.2.6)

(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 100080621  
 弁理士 矢野 寿一郎  
 (72) 発明者 原田 高宏  
 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 AA26 CA01 DA18 FA15 GA26  
 3J044 AA10 BA02 BA04 CC10 CC17  
 DA09 EA01

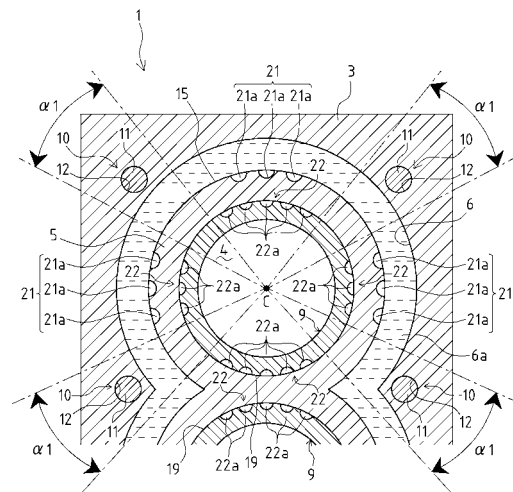
(54) 【発明の名称】 シリンダブロックおよびシリンダライナ

(57) 【要約】

【課題】シリンダブロックのシリンダボアに対するホーニング加工等の仕上げ加工に際して工程の増加をとまなく、エンジン実働時に生じるボア変形を抑制することができ、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の悪化を防止することができるシリンダブロックを提供すること。

【解決手段】ヘッドボルト11によってシリンダヘッドが固定されるヘッド取付面3に開口するシリンダボア4と、シリンダボア4を囲む壁状部分であるシリンダ部5を介してシリンダボア4を取り囲むように形成されるウォータージャケット6とを有するシリンダブロック1であって、ウォータージャケット6による冷却作用を受けるシリンダ部外周面15およびライナ外周面19のうち、シリンダボア4の円周形状におけるボルト締結部10に対応する位相(角度範囲 1)以外の位相の部分に、少なくともウォータージャケット6の高さ範囲で、凹状部21・22を設けた。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口しピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を含むボア形成部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形成されるウォータジャケットとを有するシリンダブロックであって、

前記ウォータジャケットによる冷却作用を受ける前記ボア形成部の面のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、

少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、凹状部を設けたことを特徴とするシリンダブロック。

**【請求項 2】**

前記シリンダボアは、円筒状のシリンダライナにより形成され、

前記冷却作用を受ける前記ボア形成部の面に、前記シリンダライナの外周面を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のシリンダブロック。

**【請求項 3】**

円筒状のシリンダライナにより形成され締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形成されるウォータジャケットとを有するシリンダブロックであって、

前記シリンダライナの、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相の部分に、

少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、空気層を設けたことを特徴とするシリンダブロック。

**【請求項 4】**

前記空気層は、

前記シリンダライナに鑄込まれ該シリンダライナを構成する材料よりも線膨張係数の小さい材料により構成される空間形成部材が、前記シリンダライナに鑄込まれることにより、前記シリンダライナを構成する材料の部分と前記空間形成部材との冷却収縮の差によって生じる空間により構成されることを特徴とする請求項 3 に記載のシリンダブロック。

**【請求項 5】**

締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口しピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形成されるウォータジャケットとを有するシリンダブロックであって、

前記シリンダ部のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、

少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、シリンダブロックの本体を構成する材料よりも熱伝導率の高い材料により構成されるフィンを設けたことを特徴とするシリンダブロック。

**【請求項 6】**

シリンダブロックにて締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口するシリンダボアを形成する円筒状のシリンダライナであって、

外周面のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、

少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、凹状部を設けたことを特徴とするシリンダライナ。

**【請求項 7】**

シリンダブロックにて締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口するシリンダボアを形成する円筒状のシリンダライナであって、

10

20

30

40

50

前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相の部分に、

少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、空気層を設けたことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 8】

前記空気層は、

前記シリンダライナに鑄込まれ該シリンダライナを構成する材料よりも線膨張係数の小さい材料により構成される空間形成部材が、前記シリンダライナに鑄込まれることにより、前記シリンダライナを構成する材料の部分と前記空間形成部材との冷却収縮の差によって生じる空間により構成されることを特徴とする請求項 7 に記載のシリンダライナ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば自動車エンジン等の内燃機関を構成するシリンダブロック、およびシリンダブロックにおいてシリンダボアを形成するためのシリンダボアに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば自動車エンジン等の内燃機関を構成するシリンダブロックにおいては、その一般的な構成として、ピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、このシリンダボアが開口する面であってシリンダヘッドが組み付けられるシリンダヘッド取付面（以下単に「ヘッド取付面」という。）とが備えられる。そして、ヘッド取付面に対するシリンダヘッドの組付けに際しては、ボルト等の締結具（ヘッドボルト）が用いられる。つまり、ヘッドボルトが、シリンダヘッドを貫通するとともにシリンダブロックに設けられる雌ねじ部分となるボルト穴に螺挿されることにより、シリンダヘッドがシリンダブロックに対して締結固定される。

20

このシリンダヘッドのシリンダブロックに対する固定に際してヘッドボルトが螺挿されるボルト穴は、ヘッド取付面においてシリンダボアの周囲に設けられる。具体的には、シリンダボアの周囲において略等間隔で 4 個設けられる構成がある。つまりこの場合、例えば、自動車等に搭載される直列 4 気筒エンジンにおいては、一列に並んだ状態となる 4 個のシリンダボアに対し、隣り合うシリンダボア間において 2 個のボルト穴が共用されることにより、計 10 個のボルト穴が設けられることとなる。

30

【0003】

このような構成においては、シリンダブロックに対するシリンダヘッドの組付け時、およびシリンダブロックが用いられて構成されるエンジンの実働時に、シリンダボアの変形（ボア変形）が生じ、シリンダボアの真円度が悪化することが問題となっている。これらのボア変形について、図 13 を用いて具体的に説明する。図 13 はシリンダボアに対するボルト締結部の配置および従来のボア変形を示す模式図であり、（a）は単品状態（非組付状態）を示す図、（b）は組付け時のボア変形を示す図、（c）はエンジン実働時のボア変形を示す図である。

【0004】

40

図 13 に示すように、シリンダヘッドをシリンダブロックに固定するためのボルト締結部のシリンダボアに対する配置例として、一つのシリンダボア 104 に対し、ボルト締結部 110 がシリンダボア 104 の周囲において略等間隔で 4 ヶ所設けられる構成がある。各ボルト締結部 110 においては、シリンダブロックに形成されるボルト穴 112 にヘッドボルト 111 が螺挿された状態となる。

図 13（a）に示すように、ボルト穴 112 に螺挿されるヘッドボルト 111 の締付けによるシリンダヘッドの固定が行われてない単品状態では、ヘッドボルト 111 による締付け力（締結力）がシリンダブロックに対して加わっていないため、その締付け力が作用することによるシリンダブロックの変形が生じることはなく、シリンダボア 104 は変形をともしない状態となる。

50

## 【 0 0 0 5 】

図 1 3 ( b ) に示すように、ヘッドボルト 1 1 1 が締め付けられることによりシリンダヘッドがシリンダブロックに対して締結固定された状態である組付け時には、ヘッドボルト 1 1 1 による締め付け力がシリンダブロックに作用し、この締め付け力がシリンダブロックに変形を生じさせ、ボア変形が生じる。このシリンダヘッドの組付け時に発生するボア変形（以下「組付け変形」という。）は、ヘッドボルト 1 1 1 の締め付けによってボア上面（ヘッド取付面におけるシリンダボア 1 0 4 の周縁部）が強く押し付けられることにより生じる。

したがって、特に強く押し付けられることとなるボルト周りで変形が大きくなり、本例のようにボルト締結部 1 1 0 がシリンダボア 1 0 4 の周囲において略等間隔で 4 ヶ所設けられる構成においては、シリンダボア 1 0 4 において、ボルト締結部 1 1 0 に対応する位相（以下「ボルト位相」という。）の部分が内側に窄むような（相対的に内側に膨出するような）変形が生じる。結果として、組付け変形は、図 1 3 ( b ) に示すように、平面視において円形であったシリンダボア 1 0 4 が、十字形となるような変形となる（いわゆる 4 次変形）。

10

## 【 0 0 0 6 】

また、前記のとおりヘッドボルト 1 1 1 によってシリンダヘッドが組み付けられたシリンダブロックが用いられ構成されるエンジンの実働時には、前述のような組付け変形に加え、エンジンの実働時における熱膨張や熱歪み等の熱負荷（熱応力）によって生じるボア変形（以下「熱変形」という。）がある。

20

図 1 3 ( c ) に示すように、エンジンの実働時に生じる熱変形は、組付け変形した状態のシリンダボアにおいて、その十字形が強調される変形となる。これは次のような理由による。すなわち、エンジンの実働時には、シリンダブロックは温度上昇し、シリンダボアは周方向に膨張する。この際、ボルト位相の部分の変形は、ヘッドボルトの締結によるボルト軸力によって抑制される。このため、図 1 3 ( c ) において矢印で示すように、シリンダボア 1 0 4 においてボルト位相以外の位相の部分がボルト位相の部分に比べて大きく膨張することとなり、ボア変形について十字形が強調される変形となる。

## 【 0 0 0 7 】

こうしたボア変形は、シリンダボアの真円度を悪化させることとなる。そして、組付け変形を含むエンジン実働時の熱変形によるシリンダボアの真円度の悪化は、シリンダボアにおけるピストンの摺動にともなうフリクション（摺動抵抗）の増大を招く。フリクションの増大は、内燃機関の出力の制限や燃費の悪化等の原因となる、

30

すなわち、ピストンにはシリンダボアに対して摺接するピストンリングが装着されるころ、シリンダボアの真円度が悪化すると、シリンダボアにおいて真円から大径に変形する部分（拡径する部分）ではピストンリングによるシール性が低下し、浸出によるエンジンオイル消費やブローパイガスが増大する。こうした状況は、ピストンリングの張力（拡がるうとする力）を大きくし（高張力化し）、シリンダボアの大径に変化する部分でもピストンリングによる最低限の押し付け力が確保できるようにすることで避けることができる。しかし、ピストンリングの高張力化は、シリンダボアにおける全体的なフリクションの増大を招く。

40

## 【 0 0 0 8 】

そこで、前述のような問題を引き起こす原因となる、ボア変形によるシリンダボアの真円度の悪化を抑制するための技術として、例えば特許文献 1 に記載されている技術がある。

本文献には、シリンダブロックのシリンダボアについて所定の真円度を得るための仕上げ加工（ホーニング加工）が行われるに際し、シリンダブロックが所定の温度まで加熱される方法が開示されている。

つまり、シリンダブロックが所定の温度まで加熱されることにより、シリンダブロックがエンジン実働時のような温度状態とされた後、シリンダボアに対するホーニング加工が行われる。これにより、シリンダブロックが熱膨張した状態（熱変形した状態）でシリン

50

ダボアの真円度が確保されるため、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度が向上するという効果が得られる。

【0009】

しかし、特許文献1に開示されている内容の技術では、シリンダブロックにおけるシリンダボアについて所定の真円度を得るための加工に際し、シリンダブロックを加熱するための工程が別途必要となる。加工工程が増加することは、量産性の向上を図るうえで好ましくない。

【特許文献1】特開2004-36511号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

本発明は、上記のような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、シリンダブロックのシリンダボアに対するホーニング加工等の仕上げ加工に際して工程の増加をとまなうことなく、エンジン実働時に生じるボア変形を抑制することができ、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の悪化を防止することができるシリンダブロックおよびシリンダライナを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

20

【0012】

すなわち、請求項1においては、締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口しピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を含むボア形成部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形成されるウォータジャケットとを有するシリンダブロックであって、前記ウォータジャケットによる冷却作用を受ける前記ボア形成部の面のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、凹状部を設けたものである。

【0013】

30

請求項2においては、前記シリンダボアは、円筒状のシリンダライナにより形成され、前記冷却作用を受ける前記ボア形成部の面に、前記シリンダライナの外周面を含むものである。

【0014】

請求項3においては、円筒状のシリンダライナにより形成され締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形成されるウォータジャケットとを有するシリンダブロックであって、前記シリンダライナの、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相の部分に、少なくとも前記ウォータジャケットの高さ範囲で、空気層を設けたものである。

40

【0015】

請求項4においては、前記空気層は、前記シリンダライナに鑄込まれ該シリンダライナを構成する材料よりも線膨張係数の小さい材料により構成される空間形成部材が、前記シリンダライナに鑄込まれることにより、前記シリンダライナを構成する材料の部分と前記空間形成部材との冷却収縮の差によって生じる空間により構成されるものである。

【0016】

請求項5においては、締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口しピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、該シリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を介して前記シリンダボアを取り囲むように形

50

成されるウォータージャケットとを有するシリンダブロックであって、前記シリンダ部のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、少なくとも前記ウォータージャケットの高さ範囲で、シリンダブロックの本体を構成する材料よりも熱伝導率の高い材料により構成されるフィンを設けたものである。

【0017】

請求項6においては、シリンダブロックにて締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口するシリンダボアを形成する円筒状のシリンダライナであって、外周面のうち、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相以外の位相の部分に、少なくとも前記ウォータージャケットの高さ範囲で、凹状部を設けたものである。

10

【0018】

請求項7においては、シリンダブロックにて締結部材によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口するシリンダボアを形成する円筒状のシリンダライナであって、前記シリンダボアの円周形状における前記締結部材による締結部に対応する位相の部分に、少なくとも前記ウォータージャケットの高さ範囲で、空気層を設けたものである。

【0019】

請求項8においては、前記空気層は、前記シリンダライナに鑄込まれ該シリンダライナを構成する材料よりも線膨張係数の小さい材料により構成される空間形成部材が、前記シリンダライナに鑄込まれることにより、前記シリンダライナを構成する材料の部分と前記空間形成部材との冷却収縮の差によって生じる空間により構成されるものである。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明の効果として、以下に示すような効果を奏する。

すなわち、本発明によれば、シリンダブロックのシリンダボアに対するホーニング加工等の仕上げ加工に際して工程の増加をとまなうことなく、エンジン実働時に生じるボア変形を抑制することができ、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の悪化を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0021】

次に、発明の実施の形態を説明する。

本発明に係るシリンダブロックは、例えば自動車エンジン等の内燃機関を構成するものであり、締結部材（ヘッドボルト）によってシリンダヘッドが固定されるシリンダヘッド取付面に開口しピストンを摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボアと、このシリンダボアを囲む壁状部分であるシリンダ部を介してシリンダボアを取り囲むように形成されるウォータージャケットとを有する。

そして、本発明は、エンジン実働時に、前記シリンダ部を含むシリンダボアの周縁部分において、ヘッドボルトによる締結部に対応する位相（ボルト位相）の部分の温度を、他の位相の部分に対して相対的に高くすることで、ボルト位相の部分の熱膨張を大きくし、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の悪化を防止するものである。

40

【0022】

すなわち、エンジン実働時に生じるボア変形（熱変形）に際しては、ボルト位相の部分の変形は、ヘッドボルトの締結によるボルト軸力によって抑制される。このため、ボルト位相以外の位相の部分がボルト位相の部分に比べて大きく膨張することとなり、真円度が悪化する。そこで、前記のとおりボルト位相の部分について、その温度を他の位相の部分に対して相対的に高くし、熱膨張を大きくすることで、ボア変形（ボア膨張）が均一化し、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の向上が図れる。

以下、ボルト位相の部分の温度を他の位相の部分に対して相対的に高くするための構成を備える、本発明に係るシリンダブロックの各実施形態について説明する。

50

## 【0023】

本発明に係るシリンダブロックの第一実施形態について、図1～図4を用いて説明する。図1は本発明の第一実施形態に係るシリンダブロックの構成を示す断面図、図2は図1におけるA-A断面図、図3は本発明の第一実施形態に係るシリンダライナを示す図、図4は図3におけるB-B断面図である。

## 【0024】

図1および図2に示すように、本実施形態に係るシリンダブロック1は、その本体がアルミニウムを材料として構成され、締結部材としてのヘッドボルト11(図2)によってシリンダヘッド2が固定されるシリンダヘッド取付面(以下「ヘッド取付面」という。)3と、このヘッド取付面3に開口しピストン7を摺動可能に内装する円柱状の孔部であるシリンダボア4と、このシリンダボア4を囲む壁状部分であるシリンダ部5を含むボア形成部14を介してシリンダボア4を取り囲むように形成されるウォータジャケット6とを有する。

10

なお、本実施形態に係るシリンダブロック1は、例えば直列4気筒エンジン等のような多気筒エンジンを構成するものであり、シリンダボア4を複数(4気筒の場合は4個)備え、これらは中心軸方向が平行となるように隣り合う状態で一列に配設される(図2等参照)。

## 【0025】

ヘッド取付面3は、シリンダブロック1の一侧において平面として形成されるシール面であり、このヘッド取付面3に、ガスケットを介する等してシリンダヘッド2が組み付けられる。図2に示すように、ヘッド取付面3に対するシリンダヘッド2の組付けに際しては、前記のとおりヘッドボルト11が用いられる。つまり、ヘッドボルト11が、シリンダヘッド2を貫通するとともにシリンダブロック1に設けられる雌ねじ部分となるボルト穴12に螺挿されることにより、シリンダヘッド2がシリンダブロック1に対して締結固定される。

20

このシリンダヘッド2のシリンダブロック1に対する固定に用いられる締結部としてのボルト締結部10、つまりヘッドボルト11が螺挿されるボルト穴12は、ヘッド取付面3においてシリンダボア4の周囲に設けられる。本実施形態では、図2に示すように、シリンダボア4の周囲において略等間隔で4個設けられる。また、隣り合うシリンダボア4間においては2個のボルト穴12が共用される。つまりこの場合、例えば、直列4気筒エンジンを構成するシリンダブロックにおいては、一列に並んだ状態となる4個のシリンダボアに対し、計10個のボルト穴12が設けられることとなる。

30

また、シリンダブロック1におけるヘッド取付面3と反対側には、図示せぬオイルパンが取り付けられる。以下、シリンダブロック1において、シリンダヘッド2が組み付けられる側を「上」とし、その反対側を「下」とする。

## 【0026】

図1に示すように、シリンダボア4は、その中心軸方向を上下方向とし、前記のとおり複数配設される。シリンダボア4に内装されるピストン7には、ピストンリング8が装着される。ピストン7は、ピストンリング8を介してシリンダボア4内を上下方向に往復摺動する。

40

各シリンダボア4におけるピストン7よりも上側の空間は、燃料および空気の混合気を燃焼するための燃焼室の一部を構成する。シリンダボア4は、前記混合気や燃焼によって生じたガスの機密を保つため、ホーニング加工等の仕上げ加工により、所定の真円度を有する円筒面に形成される。すなわち、シリンダブロック1が用いられて製造されるエンジンの実動時には、前記燃焼室における混合気の爆発・燃焼によりピストン7が往復摺動し、これにより、ピストン7とコンロッド(接続棒)を介して連結されるクランク軸(出力軸)が回転する。

## 【0027】

シリンダボア4は、シリンダブロック1において各シリンダボア4に対応するように略筒状に形成されるシリンダ部5の内周面側に、鋳鉄を材料として円筒状に構成されるシリ

50

シリンダライナ 9 が、鑄ぐるみや圧入等によって内装されることで形成される。つまり、シリンダライナ 9 の内周面が、シリンダボア 4 を形成し、ピストン 7 の摺動面となる。このように、シリンダライナ 9 が用いられてシリンダボア 4 が形成される本実施形態においては、ボア形成部 1 4 に、シリンダ部 5 とシリンダライナ 9 とが含まれる。

なお、本実施形態では、シリンダボア 4 は、シリンダライナ 9 が用いられて形成される構成であるが、例えばシリンダブロックが鑄鉄等の鉄系材料で構成される場合など、シリンダボアがシリンダブロックの構造体に対して直接形成される構成であってもよい。

#### 【0028】

ウォータジャケット 6 は、冷却水 6 a の通路であり、シリンダブロック 1 の鑄造に際して複数のシリンダボア 4 を取り囲むように形成される。ウォータジャケット 6 は、シリンダボア 4 に対してシリンダ部 5 を介して設けられる。

シリンダ部 5 は、シリンダボア 4 の周囲、つまりシリンダライナ 9 の周囲においてシリンダボア 4 を取り囲むように形成される円筒状の壁状部分であり、図 2 に示すように、隣り合うシリンダボア 4 に対しては円筒状の部分が繋がった状態となる。

すなわち、ウォータジャケット 6 は、シリンダ部 5 の外周面と、これに対向するように形成される外周壁面とにより、ヘッド取付面 3 側に開口するように形成される。つまり、本実施形態のシリンダブロック 1 は、ウォータジャケット 6 がヘッド取付面 3 側に開放されているオープンデッキ型の構造となっている。このウォータジャケット 6 により、シリンダ部 5 を介してシリンダボア 4 等が冷却される。

#### 【0029】

以上のような構成を備える本実施形態のシリンダブロック 1 は、ボルト位相の部分の温度を他の位相の部分に対して相対的に高くするための構成として、ボルト位相以外の位相の部分の温度を下げるための構成を備える。かかる構成として、本実施形態のシリンダブロック 1 においては、ウォータジャケット 6 による冷却作用を受けるボア形成部 1 4 の面のうち、シリンダボア 4 の円周形状におけるヘッドボルト 1 1 によるボルト締結部 1 0 に対応する位相以外の位相の部分に、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で、凹状部 2 1・2 2 が設けられている。

#### 【0030】

本実施形態においては、ウォータジャケット 6 による冷却作用を受けるボア形成部 1 4 の面として、ウォータジャケット 6 を形成し冷却水 6 a に直接接触することとなるシリンダ部 5 の外周面（以下「シリンダ部外周面」とする。）1 5 と、シリンダ部 5 を介してウォータジャケット 6 からの冷却作用を受けることとなるシリンダライナ 9 の外周面（以下「ライナ外周面」とする。）1 9 とが含まれる。そして、シリンダ部外周面 1 5 およびライナ外周面 1 9 のそれぞれに前記凹状部 2 1・2 2 が設けられている。

したがって、前述したように、シリンダライナ 9 が用いられることなく、シリンダボア 4 がシリンダブロック 1 の構造体に対して直接形成される構成の場合は、前記凹状部はシリンダ部外周面 1 5 のみに設けられることとなる。

#### 【0031】

また、シリンダボア 4 の円周形状における（円周形状に対する）「位相」とは、次のとおりである。すなわち、円柱状の孔部であるシリンダボア 4 は、その中心軸方向視で円周形状となる。このシリンダボア 4 の円周形状においては（円周形状に対しては）、中心軸の位置を中心とした円周上における角度が定まる。この角度（角度範囲）が、シリンダボア 4 の円周形状における「位相」となる。

したがって、シリンダボア 4 の円周形状におけるヘッドボルト 1 1 によるボルト締結部 1 0 に対応する位相とは、図 2 に示すように、シリンダボア 4 が円周形状となるその中心軸方向視において、中心軸の位置 C を中心とする円周上における角度について、中心（位置 C）からボルト締結部 1 0 およびその近傍部分を含む方向の所定の角度範囲 1 となる。本実施形態のように、ボルト締結部 1 0 がシリンダボア 4 の周囲において略等間隔で 4 個設けられる構成においては、前記のようなボルト締結部 1 0 に対応する位相（角度範囲 1）が、各シリンダボア 4 において 4 ケ所存在することとなる。そして、このようなボ

10

20

30

40

50



ルト締結部 10 に対応する位相以外の位相の部分に、前記凹状部 21・22 が設けられる。

以下では、シリンダボア 4 の円周形状におけるヘッドボルト 11 によるボルト締結部 10 に対応する位相を「ボルト位相」とし、それ以外の位相（他の位相）を「非ボルト位相」とする。

#### 【0032】

本実施形態において、シリンダ部外周面 15 およびライナ外周面 19 それぞれにおける非ボルト位相の部分に設けられる凹状部 21・22 は、上下方向に形成される複数の溝部が設けられることにより構成される。すなわち、シリンダ部外周面 15 に設けられる凹状部 21 は、上下方向に延設される複数の溝部 21a により構成され、ライナ外周面 19 に設けられる凹状部 22 は、同じく上下方向に延設される複数の溝部 22a により構成される。

シリンダ部外周面 15 に設けられる溝部 21a は、シリンダブロック 1 の鋳造の際や、シリンダブロック 1 の鋳造後に切削等の加工を施すこと等により形成することができる。また、ライナ外周面 19 に設けられる溝部 22a は、シリンダブロック 1 に対して鋳ぐるみ等によって内装される前のシリンダライナ 9 の単品状態で形成される。つまり、溝部 22a は、シリンダライナ 9 が鋳造品である場合はその鋳造の際や、鋳造等によってシリンダライナ 9 を構成した後に切削等の加工を施すこと等により形成することができる。

#### 【0033】

また、シリンダ部外周面 15 およびライナ外周面 19 それぞれに設けられる凹状部 21・22 は、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で設けられる。すなわち、本実施形態のように、それぞれ上下方向に形成される複数の溝部 21a・22a として構成される各凹状部 21・22 においては、各溝部 21a・22a の高さ、つまり上下方向の長さが、少なくともウォータジャケット 6 の高さ、つまり上下方向の長さ（ヘッド取付面 3 に対する深さ）と略同じとなるように、各凹状部 21・22 が構成される。

したがって、ウォータジャケット 6 を形成するシリンダ部外周面 15 に設けられる凹状部 21 については、その溝部 21a は、シリンダ部外周面 15 の上下方向の略全範囲で設けられることとなる。また、ライナ外周面 19 に設けられる凹状部 22 については、その溝部 22a は、ウォータジャケット 6 の高さ範囲を含む範囲で設けられることとなる。

#### 【0034】

このように、本実施形態におけるシリンダライナ 9 は、鋳鉄を材料として構成され、シリンダブロック 1 にてシリンダボア 4 を形成する円筒状の部材であり、外周面（ライナ外周面 19）のうち、非ボルト位相の部分に、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で、凹状部 22 が設けられている。

すなわち、図 3 および図 4 に示すように、本実施形態に係るシリンダライナ 9 においては、シリンダブロック 1 に鋳ぐるみ等によって内装された状態で非ボルト位相に対応する部分に、凹状部 21 が設けられる。そして、各凹状部 21 は、前述したように上下方向に形成される複数の溝部 21a により構成され、溝部 21a は、その上下方向の長さが少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲となるように形成される。

#### 【0035】

このように、ウォータジャケット 6 による冷却作用を受けるボア形成部 14 の面であって、非ボルト位相の部分に、凹状部 21・22 を設けることにより、シリンダブロック 1 のシリンダボア 4 に対するホーニング加工等の仕上げ加工に際して工程の増加をとまなうことなく、エンジン実働時に生じるボア変形を抑制することができ、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の真円度の悪化を防止することができる。

#### 【0036】

すなわち、シリンダ部外周面 15 およびライナ外周面 19 において、凹状部 21・22 が設けられる非ボルト位相の部分は、ボルト位相の部分に対し、単位位相当たりの表面積が拡大し、ウォータジャケット 6 内を流れる冷却水 6a によるボア冷却において冷却効率が向上するため、相対的に強く冷却される。これにより、エンジン実働時において、ボル

10

20

30

40

50

ト位相の部分の温度は非ボルト位相の部分に対して相対的に上がることとなり、非ボルト位相の部分の温度は凹状部 2 1・2 2 が設けられない場合と比べて低くなる。したがって、ボルト位相の部分の熱膨張が非ボルト位相の部分に対して相対的に大きくなり、非ボルト位相の部分の熱膨張は凹状部 2 1・2 2 が設けられない場合と比べて小さくなる。結果として、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の真円度の悪化が防止される。

ここで、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の真円度の悪化が防止されることについて、図 5 を用いて説明する。図 5 はシリンダボア 4 に対するボルト締結部 1 0 の配置およびボア変形を示す模式図である。

#### 【 0 0 3 7 】

シリンダブロック 1 に対してシリンダヘッド 2 が組み付けられることにより、ヘッドボルト 1 1 による締付け力がシリンダブロック 1 に作用してシリンダボア 4 について組付け変形が生じる。この組付け変形は、本実施形態のようにボルト締結部 1 0 がシリンダボア 4 の周囲において略等間隔で 4 ケ所設けられる構成においては、図 5 において組付け変形した状態のシリンダボア 4 の形状を表す点線 B 1 で示すように、十字形となるような変形（4 次変形）となる（図 1 3（b）参照）。

そして、エンジン実働時においては、シリンダブロック 1 は温度上昇し、シリンダボア 4 は周方向に膨張する。この際、ボルト位相の部分の変形は、ヘッドボルト 1 1 の締結によるボルト軸力によって抑制されるため、従来においては、非ボルト位相の部分がボルト位相の部分に比べて大きく膨張することとなり、組付け変形による十字形が強調され、シリンダボア 4 の真円度が悪化することとなる（図 1 3（c）参照）。

#### 【 0 0 3 8 】

そこで、前述したように、非ボルト位相の部分に凹状部 2 1・2 2 を設けることにより、図 5 に示すように、ボルト締結部 1 0 がシリンダボア 4 の周囲において略等間隔で 4 ケ所設けられる構成において、シリンダボア 4 の中心軸の位置 C を中心とする所定の角度範囲 1 となるボルト位相の部分（点線 B 1 上の実線部分参照）の温度を  $T_b$  とし、非ボルト位相の部分の温度を  $T_0$  とすると、 $T_b > T_0$  の関係が成り立つ。また、非ボルト位相の部分の温度  $T_0$  は、凹状部 2 1・2 2 が設けられない場合と比べて低くなる。

これらのことから、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の変形（熱変形）について、非ボルト位相の部分に対するボルト位相の部分の相対的な膨張量が大きくなり、非ボルト位相の部分の膨張量は小さくなり、図 5 において熱変形した状態のシリンダボア 4 の形状を表す実線 B 2 で示すように、シリンダボア 4 の周方向についての全体的な膨張が均一化される。結果として、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の真円度の悪化が防止され、真円度が向上することとなる。

#### 【 0 0 3 9 】

したがって、ボルト位相について前記所定の角度範囲 1 については、その角度の大きさは特に限定されるものではないが、エンジン実働時の熱変形に際し、ヘッドボルト 1 1 の締結によるボルト軸力によって変形（膨張）が抑制される部分に対応する角度範囲として設定される。

#### 【 0 0 4 0 】

また、非ボルト位相の部分に設けられる凹状部 2 1・2 2 について、その溝部 2 1 a・2 2 a の本数や大きさ（幅・深さ等）や形状等は特に限定されるものではない。このような溝部 2 1 a・2 2 a の本数等は、シリンダブロック 1 の形状や複数のシリンダボア 4 の相対的な位置等が考慮されて適宜設定される。言い換えると、溝部 2 1 a・2 2 a の本数等を調整することで、複数のシリンダボア 4 間の相対的な関係や、ボルト位相の部分と非ボルト位相の部分との相対的な関係に応じて、ウォータジャケット 6 による冷却度合いを調整することができる。

具体的には、シリンダブロック 1 において、隣り合うシリンダボア 4 の間の部分（ボア間）の部分は、シリンダボア 4 周縁部の他の部分に対して比較的高温部分となる。このため、例えば、シリンダライナ 9 においてライナ外周面 1 9 に設けられる凹状部 2 2 の溝部 2 2 a について、ボア間の部分に面することとなる非ボルト位相の部分には、他の非ボルト

10

20

30

40

50

ト位相の部分と比べて溝部 2 2 a の本数を多くするという具合である。図示においては、ライナ外周面 1 9 に設けられる凹状部 2 2 の溝部 2 2 a の本数について、ボア間に面する部分を含む一对の対向する非ボルト位相の部分は 5 本であるのに対し、他非ボルト位相の部分は 3 本となっている。

さらに、少なくともウォータジャケット 6 の高さ（上下方向の長さ）範囲で設けられる凹状部 2 1 ・ 2 2 について、例えば比較的高温となるシリンダ部 5 やシリンダライナ 9 の上側部分の凹状部 2 1 ・ 2 2 の幅を広げて構成する等、上下方向の位置によって凹状部 2 1 ・ 2 2 の本数や大きさや形状等を変化させてもよい。

【 0 0 4 1 】

また、本実施形態では、非ボルト位相の部分に設けられる凹状部 2 1 ・ 2 2 は、上下方向に形成される複数の溝部 2 1 a ・ 2 2 a が設けられることにより構成されているが、表面積が拡大する形状であればその構成は特に限定されない。

すなわち、非ボルト位相の部分に設けられる凹状部が複数の溝部により構成される場合であってもその延設方向は特に限定されず、また、溝部のほか、複数の窪み状や穴状の部分等によって凹状部が構成されてもよい。

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態では、シリンダボア 4 が、シリンダライナ 9 が用いられて形成される構成において、ウォータジャケット 6 による冷却作用を受けるボア形成部 1 4 の面に含まれるシリンダ部外周面 1 5 およびライナ外周面 1 9 の両方に凹状部 2 1 ・ 2 2 が設けられているが、いずれか一方のみに設けられる構成であってもよい。

この際、本実施形態のように、シリンダ部外周面 1 5 およびライナ外周面 1 9 の両方に凹状部 2 1 ・ 2 2 を設けることにより、シリンダボアの形成にシリンダライナが用いられる構成において、エンジン実働時におけるシリンダボアの真円度の悪化を効果的に防止することができる。

【 0 0 4 3 】

本発明に係るシリンダブロックの第二実施形態について、図 6 ~ 図 1 0 を用いて説明する。図 6 は本発明の第二実施形態に係るシリンダブロックの図 1 における A - A 断面に相当する断面図、図 7 は本発明の第二実施形態に係るシリンダライナを示す斜視図、図 8 は同じく側面図、図 9 は図 8 における C - C 断面図、図 1 0 は空気層の形成原理を示す部分拡大説明図である。なお、前述した第一実施形態と共通する部分については、同一の符号を用いる等して適宜その説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

図 6 に示すように、本実施形態のシリンダブロック 3 1 は、その本体がアルミニウムを材料として構成され、シリンダボア 4 が、鋳鉄を材料として構成されるシリンダライナ 2 9 により形成される構成となっている。

本実施形態のシリンダブロック 3 1 は、ボルト位相の部分の温度を他の位相（非ボルト位相）の部分に対して相対的に高くするための構成として、ボルト位相の部分の温度を上げるための構成を備える。かかる構成として、本実施形態のシリンダブロック 3 1 においては、シリンダライナ 2 9 の、ボルト位相の部分に、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で、空気層 3 0 が設けられている。

【 0 0 4 5 】

空気層 3 0 は、シリンダライナ 2 9 を構成する円筒状の壁部に形成される空間により構成される。空気層 3 0 を構成する空間としては、シリンダライナ 2 9 の一側端面（シリンダライナ 2 9 が鑄ぐるみ等によりシリンダブロック 3 1 に内装された状態でヘッド取付面 3 側となる面）に開口する穴部として形成されたり、シリンダライナ 2 9 の外部に開口することのない中空部として形成されたりする。

また、空気層 3 0 を構成する空間としては、各ボルト位相の部分に対してその部分を全体的に占める一つの空間部分であったり、各ボルト位相の部分において分布する複数の空間であったりする。

【 0 0 4 6 】

空気層 30 は、シリンダライナ 29 が鋳造品である場合はその鋳造に際して鋳抜きや崩壊性の中子を用いること等により形成することができる。また、鋳造等によってシリンダライナ 29 を構成した後に機械加工を施すこと等によっても空気層 30 を形成することができる。

このように、シリンダライナ 29 においてその壁部のうちボルト位相の部分に設けられる空間によって構成される空気層 30 が、少なくともウォータジャケット 6 の高さ（上下方向の長さ）範囲で設けられる。つまり、シリンダライナ 29 に設けられる空気層 30 は、各ボルト位相の部分においてウォータジャケット 6 の高さ範囲を含む範囲で設けられることとなる。

【0047】

このように、本実施形態におけるシリンダライナ 29 は、鋳鉄を材料として構成され、シリンダブロック 31 にてヘッドボルト 11 によってシリンダヘッド 2 が固定されるヘッド取付面 3 に開口するシリンダポア 4 を形成する円筒状の部材であり、ボルト位相の部分に、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で、空気層 30 が設けられている。

すなわち、本実施形態に係るシリンダライナ 29 においては、シリンダブロック 31 に鋳ぐるみ等によって内装された状態でボルト位相に対応する部分に、空気層 30 が設けられる。そして、空気層 30 は、その上下方向の長さ（範囲）が少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲となるように形成される。

【0048】

このように、シリンダライナ 29 におけるボルト位相の部分に、空気層 30 を設けることにより、第一実施形態と同様の効果を得ることができる。

すなわち、シリンダライナ 29 において、空気層 30 が断熱層として機能することから、空気層 30 が設けられるボルト位相の部分は、非ボルト位相の部分に対し、ウォータジャケット 6 内を流れる冷却水 6a によるポア冷却において断熱により冷却効率が低下するため、相対的に弱く冷却される。これにより、エンジン実働時において、ボルト位相の部分の温度は非ボルト位相の部分に対して相対的に上がることとなる。したがって、ボルト位相の部分の熱膨張が非ボルト位相の部分に対して相対的に大きくなる。結果として、エンジン実働時におけるシリンダポア 4 の真円度の悪化が防止される。

【0049】

具体的には、本実施形態のシリンダブロック 31 においては、次のようにしてエンジン実働時におけるシリンダポア 4 の真円度の悪化が防止される。

前述したように、エンジン実働時においては、シリンダポア 4 が周方向に膨張するに際し、ボルト位相の部分の変形がヘッドボルト 11 の締結によるボルト軸力によって抑制されるため、従来においては、非ボルト位相の部分がボルト位相の部分に比べて大きく膨張することとなり、組付け変形による十字形が強調され、シリンダポア 4 の真円度が悪化することとなる（図 13（c）参照）。

【0050】

そこで、シリンダライナ 29 におけるボルト位相の部分に空気層 30 を設けることにより、第一実施形態と同様に、図 5 に示すように、ボルト締結部 10 がシリンダポア 4 の周囲において略等間隔で 4ヶ所設けられる構成において、ボルト位相（角度範囲 1）の部分（点線 B1 上の実線部分参照）の温度を  $T_b$  とし、非ボルト位相の部分の温度を  $T_0$  とすると、 $T_b > T_0$  の関係が成り立つ。

これにより、エンジン実働時におけるシリンダポア 4 の変形（熱変形）について、非ボルト位相の部分に対するボルト位相の部分の相対的な膨張量が大きくなり、シリンダポア 4 の周方向についての全体的な膨張が均一化される。結果として、エンジン実働時におけるシリンダポア 4 の真円度の悪化が防止され、真円度が向上することとなる。

【0051】

なお、シリンダライナ 29 における各ボルト位相の部分に設けられる空気層 30 について、その数や大きさ（広さ・厚さ等）や形状等は特に限定されるものではない。このような空気層 30 の数等は、シリンダブロック 31 の形状や複数のシリンダポア 4 の相対的な

10

20

30

40

50

位置等が考慮されて適宜設定される。

【 0 0 5 2 】

続いて、本実施形態における空気層 3 0 の具体的な構成について説明する。

本構成に係る空気層 3 0 は、シリンダライナ 2 9 に鑄込まれ該シリンダライナ 2 9 を構成する材料（以下「ライナ材料」とする。）よりも線膨張係数（熱膨張率）の小さい材料により構成される空間形成部材 4 0 が、シリンダライナ 2 9 に鑄込まれることにより、ライナ材料の部分と空間形成部材 4 0 との冷却収縮の差によって生じる空間により構成される。

【 0 0 5 3 】

すなわち、本構成においては、シリンダライナ 2 9 は鑄造品であり、このシリンダライナ 2 9 の鑄造の際に、空間形成部材 4 0 が鑄込まれる。

図 7 ~ 図 9 に示すように、空間形成部材 4 0 は、シリンダライナ 2 9 の外周面（ライナ外周面 3 9）側に鑄込まれ、その鑄込まれた状態で、円筒面であるライナ外周面 3 9 の一部を形成する。つまり、空間形成部材 4 0 を鑄込んだ状態のシリンダライナ 2 9 においては、その本来有する円筒状の形状が維持される。

【 0 0 5 4 】

図 7 ~ 図 9 に示すように、空間形成部材 4 0 は、複数の板状部 4 2 から構成される空間形成部 4 1 を有する。

空間形成部 4 1 を構成する板状部 4 2 は、その外側面がライナ外周面 3 9 の一部を形成するようにシリンダライナ 2 9 の円筒形状に沿う板状部分であり、シリンダライナ 2 9 が鑄ぐるみ等によりシリンダブロック 3 1 に内装された状態で、ボルト位相の部分に対応するように配設される。本実施形態のようにボルト締結部 1 0 がシリンダボア 4 の周囲において略等間隔で 4 ケ所設けられる構成においては、各ボルト締結部 1 0 に対応するボルト位相の部分に、板状部 4 2 が配設される。つまり、本実施形態では、シリンダライナ 2 9 において 1 ケ所のボルト位相の部分に対応する空気層 3 0 が、一枚の板状部 4 2 が用いられて構成される。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態の空間形成部材 4 0 は、前述のように空間形成部 4 1 を構成する複数の板状部 4 2 を連結するための連結部 4 3 を有する。

連結部 4 3 は、環状（円筒状）に構成される部分であり、複数の板状部 4 2 を、それらの下端部（図 8 において右端部）において連結し、シリンダライナ 2 9 の下端側に配される。つまり、連結部 4 3 の外側面は、シリンダライナ 2 9 の下端側（空間形成部 4 1 の下方）において、板状部 4 2 の外側面とともにライナ外周面 3 9 の一部を形成する。

このように、本実施形態の空間形成部材 4 0 は、連結部 4 3 によって、空間形成部 4 1 を構成する複数の板状部 4 2 が連結され、空間形成部材 4 0 が全体として一体的に構成されている。

【 0 0 5 6 】

このような構成を有する空間形成部材 4 0 が、シリンダライナ 2 9 の鑄造に際して鑄込まれる。つまり、シリンダライナ 2 9 の鑄造装置において、空間形成部 4 1 の各板状部 4 2 および連結部 4 3 が、シリンダライナ 2 9 に対して所定の位置となるように空間形成部材 4 0 がセットされた状態で鑄造が行われる。この鑄造装置に対する空間形成部材 4 0 のセットに際しては、空間形成部材 4 0 が連結部 4 3 により一体的に構成されているため、良好な作業性・生産性が得られる。

この空間形成部材 4 0 を鑄込むシリンダライナ 2 9 の鑄造には、溶湯の自重で鑄型内に溶湯を供給する重力鑄造が好適に用いられる。ただし、シリンダライナ 2 9 の鑄造方法は特に限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

このように、空間形成部材 4 0 の鑄込みをともなって鑄造されたシリンダライナ 2 9 においては、前記のとおり空間形成部材 4 0 はライナ材料よりも線膨張係数が小さい材料により構成されるため、冷却過程でシリンダライナ 2 9 のライナ材料の部分と空間形成部材

10

20

30

40

50

40との冷却収縮（冷却による熱収縮）に差が生じる。この冷却収縮の差は、空間形成部材40の空間形成部41を構成する各板状部42において、ライナ材料の部分との間に空間を形成する。この空間が、シリンダライナ29におけるボルト位相の部分に設けられる空気層30を構成する（図6および図9参照）。

【0058】

すなわち、図10(a)に示すように、空間形成部材40を鑄込んだシリンダライナ29の、離型された後の高温状態においては、板状部42の、ライナ外周面39の一部を形成する外側面42a以外の部分にライナ材料が接触した状態となる。言い換えると、シリンダライナ29の前記高温状態においては、空間形成部材40の板状部42は、シリンダライナ29を構成する円筒状の壁部の外周側に存在する凹部29aに対して隙間なく嵌合した格好となる。

10

【0059】

そして、図10(b)に示すように、シリンダライナ29の前記高温状態からの冷却過程で、空間形成部材40の板状部42において、シリンダライナ29におけるライナ材料の部分が板状部42よりも大きく（多く）収縮する（図中矢印参照）。

これにより、凹部29aの底面29bと、板状部42の内側面42bとの間に空間が形成されることとなる。この空間が、空気層30を構成するものとして用いられる。したがって、板状部42の上下方向の長さが、空気層30の上下方向の長さとなり、この長さが少なくともウォータジャケット6の高さ範囲となるように板状部42が形成される。

20

【0060】

空間形成部材40は、シリンダライナ29に対して鑄込まれる部材であるため、空間形成部材40を構成する材料としては、ライナ材料に対して鑄込み可能な材料、つまりライナ材料よりも十分に高い融点のものが用いられる。

したがって、空間形成部材40を構成する材料としては、ライナ材料よりも線膨張係数が小さく、かつライナ材料に対して鑄込み可能な程度に融点の高い材料が用いられる。

具体的には、本実施形態のようにライナ材料が鑄鉄であるのに対して、空間形成部材40を構成する材料例としては、タングステン(W)やチタン(Ti)やモリブデン(Mo)等を挙げることができる。つまり、鑄鉄を材料として構成されるシリンダライナ29に対し、空間形成部材40の板状部42が、タングステン等を材料とする低膨張金属板として構成される。

30

【0061】

また、空間形成部材40を構成する材料については、ライナ材料に対する熱伝導率の高低を考慮することが好ましく、これにより、シリンダライナ29において空気層30が設けられるボルト位相の部分における断熱効果を調節することができる。すなわち、例えば、空間形成部材40を構成する材料として、ライナ材料よりも熱伝導率の低い材料を用いることで、空気層30が設けられるシリンダライナ29のボルト位相の部分における断熱効果を高めることができる。前記材料例のうち、ライナ材料よりも熱伝導率の低い材料にはチタンが該当する。

【0062】

このように、シリンダライナ29においてボルト位相の部分に設けられる空気層30を、ライナ材料よりも線膨張係数が小さい材料により構成される空間形成部材40を鑄込み、ライナ材料の部分と空間形成部材40（板状部42）との冷却収縮の差によって生じる空間により構成するという方法を用いることにより、鑄造品であるシリンダライナ29に対して別途機械的な加工等を施すことなく、空気層30を容易に設けることができる。

40

【0063】

なお、本実施形態では、シリンダライナ29の各ボルト位相の部分において、一枚の板状部42が用いられて空気層30が形成されているが、これに限定されず、各ボルト位相の部分に対応する板状部42が複数部分（複数の板状部分等）によって構成されてもよい。

また、少なくともウォータジャケット6の高さ（上下方向の長さ）範囲で設けられる空

50

気層 30 について、例えば比較的高温となるシリンダライナ 29 の上側部分の空気層 30 を薄く構成する等、上下方向の位置によって空気層 30 の厚さや大きさ等を変化させてもよい。つまり、板状部 42 の大きさや形状等は特に限定されるものではない。

【0064】

本発明に係るシリンダブロックの第三実施形態について、図 11 および図 12 を用いて説明する。図 11 は本発明の第三実施形態に係るシリンダブロックの構成を示す断面図、図 12 は図 11 における D - D 断面図である。なお、前述した第一実施形態と共通する部分については、同一の符号を用いる等して適宜その説明を省略する。

【0065】

図 11 および図 12 に示すように、本実施形態のシリンダブロック 51 は、その本体がアルミニウムを材料として構成され、シリンダポア 4 が、鋳鉄を材料として構成されるシリンダライナ 49 により形成される構成となっている。

本実施形態のシリンダブロック 51 は、ボルト位相の部分の温度を他の位相（非ボルト位相）の部分に対して相対的に高くするための構成として、非ボルト位相の部分の温度を下げるための構成を備える。かかる構成として、本実施形態のシリンダブロック 51 においては、シリンダ部 5 のうち、非ボルト位相の部分に、少なくともウォータジャケット 6 の高さ範囲で、シリンダブロック 51 の本体を構成する材料（以下「ブロック材料」とする。）よりも熱伝導率の高い材料により構成されるフィン 61 が設けられている。

【0066】

図 11 および図 12 に示すように、フィン 61 は、シリンダ部 5 を構成する円筒状の壁状部分において、シリンダポア 4 の中心軸方向に対する垂直方向（以下「水平方向」という。）の面に平行な板状部として構成され、シリンダ部 5 の円筒状に沿う形状を有する。つまり、フィン 61 は、シリンダポア 4 の中心軸方向視で略扇形形状を有する板状部となる（図 12 参照）。また、フィン 61 は、シリンダブロック 51 のシリンダ部 5 に対して内装された状態、あるいはその一部がシリンダ部 5 から露出した状態で設けられる。

本実施形態では、図 12 に示すシリンダポア 4 の中心軸方向視において、略扇形形状のフィン 61 が、シリンダ部 5 における各非ボルト位相の部分の略全体を占めるように設けられる。したがって、図 11 に示すように、フィン 61 の外側面がウォータジャケット 6 側に露出した状態となっている。また、同じく図 11 に示すように、フィン 61 の設けられる高さ位置（上下方向の位置）によっては、フィン 61 の上面がヘッド取付面 3 側に露出した状態となる。

【0067】

図 12 に示すように、本実施形態では、一つのシリンダポア 4 に対して 4ヶ所となる各非ボルト位相の部分に設けられるフィン 61 は、上下方向に対して同じ高さ位置に設けられる。つまり、シリンダ部 5 における非ボルト位相の部分に対して 4つのフィン 61 が水平方向に設けられる。また、図 11 に示すように、前記のとおり同じ高さ位置に設けられるフィン 61 は、シリンダ部 5 において上下方向に適宜間隔を隔てて複数段設けられている。

そして、これら水平方向および上下方向に複数設けられるフィン 61 が、少なくともウォータジャケット 6 の高さ（上下方向の長さ）範囲で設けられる。つまり、シリンダ部 5 に設けられる複数のフィン 61 は、各非ボルト位相の部分においてウォータジャケット 6 の高さ範囲を含む範囲で配設されることとなる。

【0068】

このように、一つのシリンダポア 4 の周囲に形成されるシリンダ部 5 において、水平方向および上下方向に複数設けられるフィン 61 は、シリンダライナ 49 に外嵌可能な円筒状の基部 62 に周設された状態となる。

つまり、複数のフィン 61 が円筒状の基部 62 の外周面から突出形成された状態となり、複数のフィン 61 と基部 62 とが一体のフィン部材 60 として構成される。

【0069】

そして、基部 62 の周囲に所定の状態で配設されたフィン 61 を有するフィン部材 60

10

20

30

40

50

が、シリンダブロック 5 1 の鑄造に際してシリンダライナ 4 9 とともに鑄ぐるまれる。すなわち、本実施形態のシリンダブロック 5 1 においては、シリンダボア 4 はシリンダ部 5 の内周面側にシリンダライナ 4 9 が鑄ぐるみによって内装されることで形成される。このシリンダブロック 5 1 に鑄ぐるまれるシリンダライナ 4 9 に、フィン部材 6 0 が外嵌された状態となる。

具体的には、いずれも円筒形状となる、シリンダライナ 4 9 の外周面（ライナ外周面 5 9）とフィン部材 6 0 の基部 6 2 の内周面 6 3 とは略同じ径を有し、シリンダライナ 4 9 に対してフィン部材 6 0 が圧入等によって外嵌される。この外嵌によりフィン部材 6 0 と一体化した状態のシリンダライナ 4 9 が、シリンダブロック 5 1 の鑄造に際して鑄ぐるまれる。これにより、複数のフィン 6 1 が、シリンダブロック 5 1 におけるシリンダ部 5 に配設された状態となる。

10

#### 【 0 0 7 0 】

フィン 6 1 を構成するフィン部材 6 0 は、シリンダブロック 5 1 に対して鑄ぐるまれる部材であるため、フィン部材 6 0 を構成する材料としては、ブロック材料に対して鑄ぐるみ可能な材料、つまりブロック材料よりも十分に高い融点のものが用いられる。

したがって、フィン部材 6 0（フィン 6 1）を構成する材料としては、ブロック材料よりも熱伝導率が高く、かつブロック材料に対して鑄ぐるみ可能な程度に融点の高い材料が用いられる。

具体的には、本実施形態のようにブロック材料がアルミニウムであるのに対して、フィン部材 6 0 を構成する材料例としては、銅（Cu）等を挙げることができる。

20

#### 【 0 0 7 1 】

このように、シリンダ部 5 における非ボルト位相の部分に、フィン 6 1 を設けることにより、第一実施形態と同様の効果を得ることができる。

すなわち、シリンダ部 5 において、フィン 6 1 が設けられる非ボルト位相の部分は、ボルト位相の部分に対し、熱伝導率が高くなり、ウォータジャケット 6 内を流れる冷却水 6 a によるボア冷却において冷却効率が向上するため、相対的に強く冷却される。これにより、エンジン実働時において、ボルト位相の部分の温度は非ボルト位相の部分に対して相対的に上がることとなり、非ボルト位相の部分の温度はフィン 6 1 が設けられない場合と比べて低くなる。したがって、ボルト位相の部分の熱膨張が非ボルト位相の部分に対して相対的に大きくなり、非ボルト位相の部分の熱膨張はフィン 6 1 が設けられない場合と比べて小さくなる。結果として、エンジン実働時におけるシリンダボア 4 の真円度の悪化が防止される。

30

#### 【 0 0 7 2 】

なお、シリンダ部 5 における非ボルト位相の部分に設けられるフィン 6 1 について、一つの非ボルト位相の部分において同じ高さ位置で設ける数（本実施形態では一つ）や大きさ（厚さ・水平方向の面積等）や形状等は特に限定されるものではない。このようなフィン 6 1 の数等は、シリンダブロック 5 1 の形状や複数のシリンダボア 4 の相対的な位置等が考慮されて適宜設定される。

また、少なくともウォータジャケット 6 の高さ（上下方向の長さ）範囲で適宜間隔を隔てて複数段設けられるフィン 6 1 について、例えば比較的高温となるシリンダ部 5 の上側部分の上下方向のフィン 6 1 同士の間隔を狭く構成する等、上下方向の位置によってフィン 6 1 の上下方向の間隔や大きさ等を変化させてもよい。図 1 1 に示すように、図示ではフィン 6 1 の上下方向の間隔が、シリンダ部 5 の上側となるにつれて徐々に狭くなっている。さらに、フィン 6 1 を上下方向に複数段とすることなく一段（上下方向について一体）とする構成であってもよい。

40

#### 【 0 0 7 3 】

また、図 1 2 に示すように、多気筒エンジンにおいて、隣り合うシリンダボア 4 に対して設けられるシリンダ部 5 については、そのボア間では円筒状の壁状部分が繋がった状態となる。このシリンダ部 5 のボア間部分となる非ボルト位相の部分に設けられるフィン 6 1 については、隣り合うシリンダ部 5 に対して設けられるフィン 6 1 同士が、異なる高さ

50



位置で配される構成や、同じ高さ位置で互いに干渉しない形状となる構成等が適宜用いられ、フィン61同士の干渉が避けられる。

また、同じく多気筒エンジンにおいては、各シリンダボア4を形成するシリンダライナ49に対して外嵌される各フィン部材60を一体として構成することで、シリンダ部5のボア間部分におけるフィン61同士の干渉を避けることができるとともに、シリンダブロック51の生産性を向上することができると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本発明の第一実施形態に係るシリンダブロックの構成を示す断面図。

【図2】図1におけるA-A断面図。

10

【図3】本発明の第一実施形態に係るシリンダライナを示す図。

【図4】図3におけるB-B断面図。

【図5】シリンダボアに対するボルト締結部の配置およびボア変形を示す模式図。

【図6】本発明の第二実施形態に係るシリンダブロックの図1におけるA-A断面に相当する断面図。

【図7】本発明の第二実施形態に係るシリンダライナを示す斜視図。

【図8】同じく側面図。

【図9】図8におけるC-C断面図。

【図10】空気層の形成原理を示す部分拡大説明図。

【図11】本発明の第三実施形態に係るシリンダブロックの構成を示す断面図。

20

【図12】図11におけるD-D断面図。

【図13】シリンダボアに対するボルト締結部の配置および従来のボア変形を示す模式図。

【符号の説明】

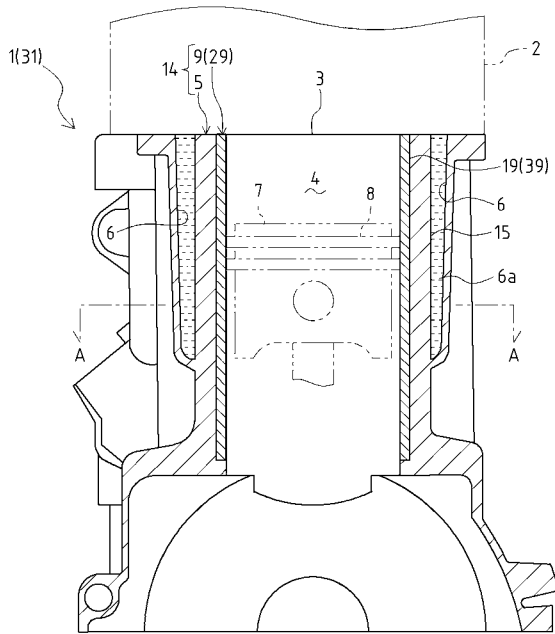
【0075】

- 1 シリンダブロック
- 2 シリンダヘッド
- 3 ヘッド取付面（シリンダヘッド取付面）
- 4 シリンダボア
- 5 シリンダ部
- 6 ウォータジャケット
- 7 ピストン
- 9 シリンダライナ
- 10 ボルト締結部（締結部）
- 11 ヘッドボルト（締結部材）
- 14 ボア形成部
- 15 シリンダ部外周面
- 19 ライナ外周面
- 21 凹状部
- 22 凹状部
- 29 シリンダライナ
- 30 空気層
- 31 シリンダブロック
- 40 空間形成部材
- 42 板状部
- 51 シリンダブロック
- 61 フィン

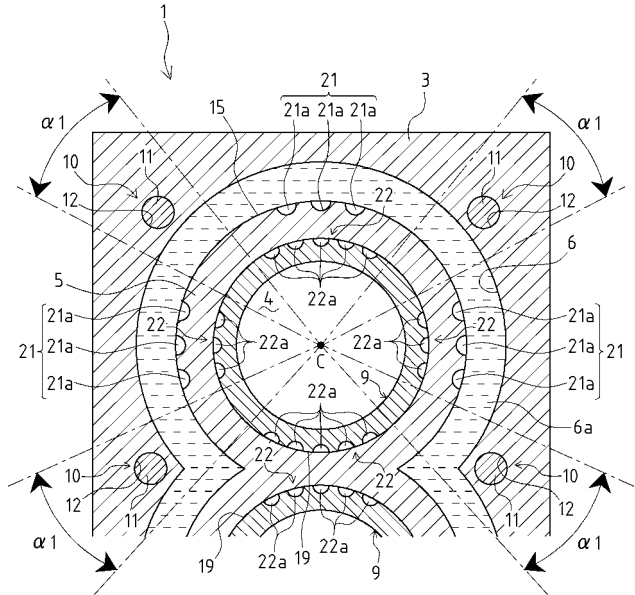
30

40

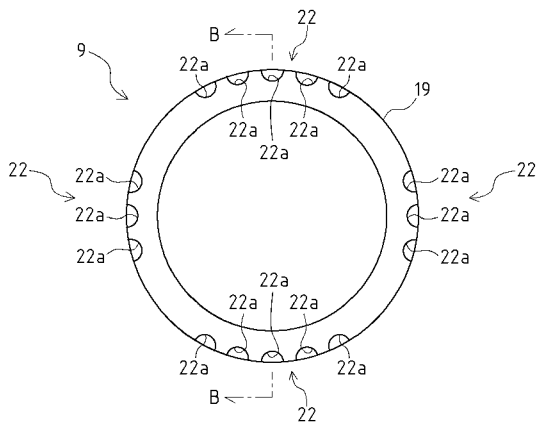
【 図 1 】



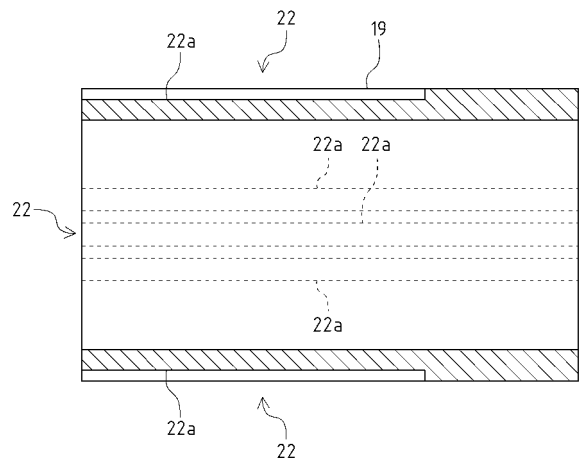
【 図 2 】



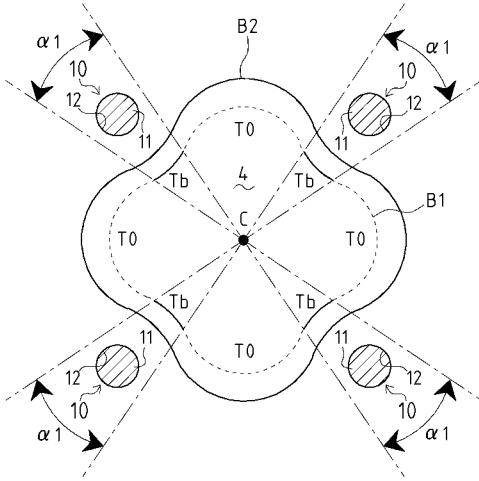
【 図 3 】



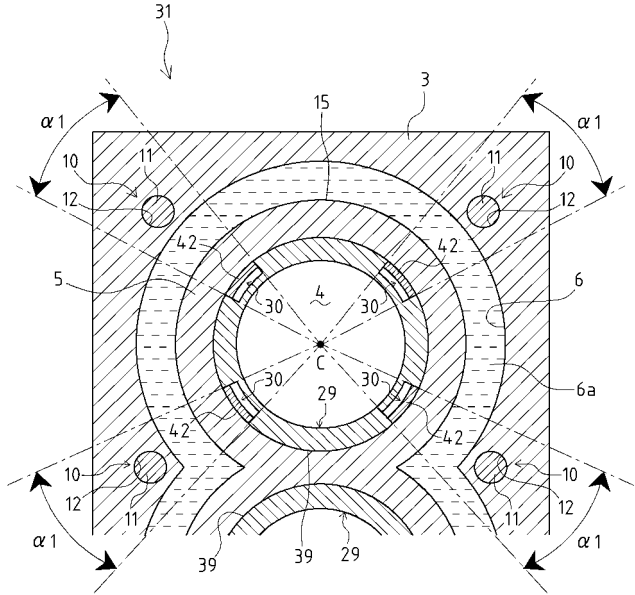
【 図 4 】



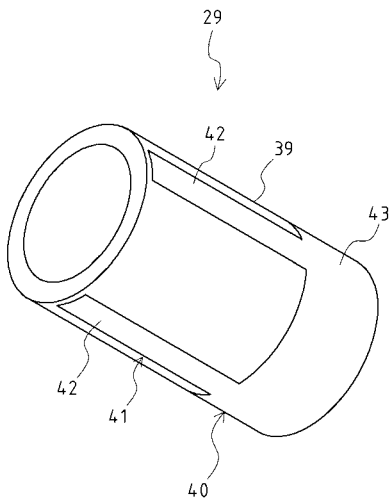
【 図 5 】



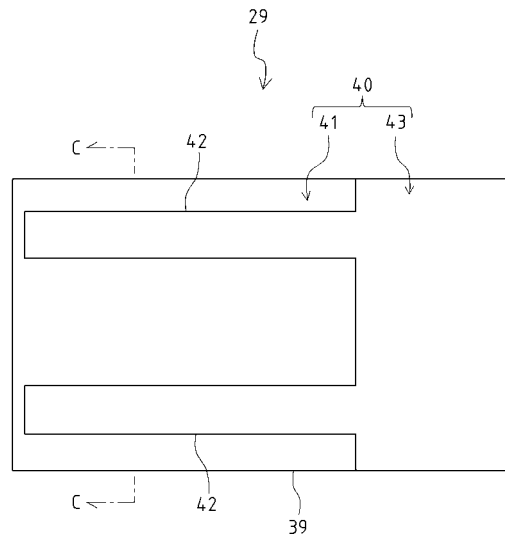
【 図 6 】



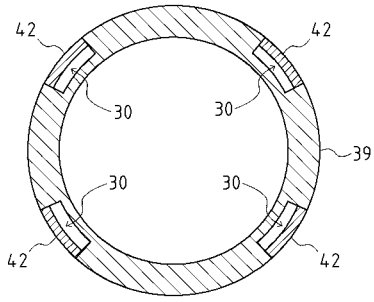
【 図 7 】



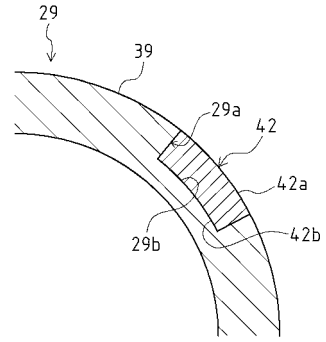
【 図 8 】



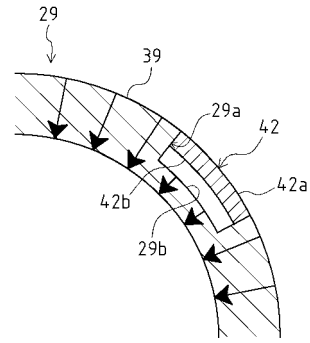
【 図 9 】



【 図 1 0 】

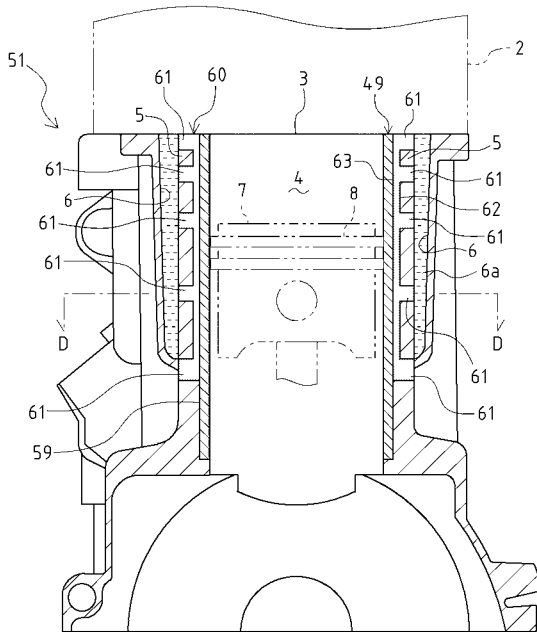


(a)

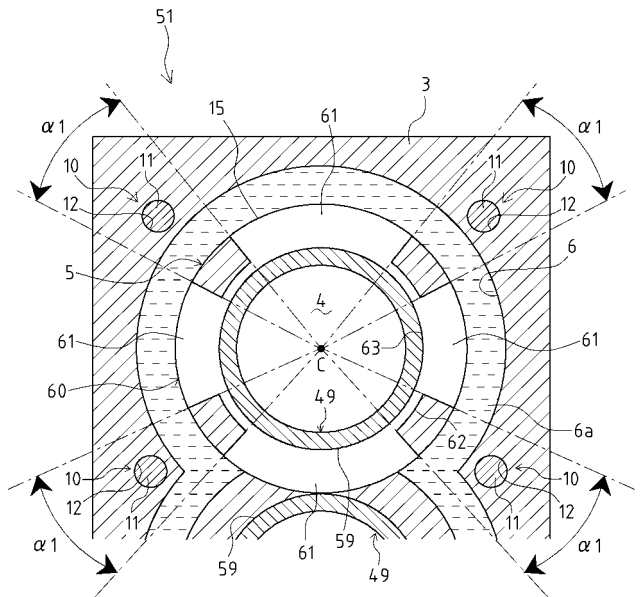


(b)

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

