

(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2004-36511

(P2004-36511A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F02F 1/00

B24B 33/02

F I

F02F 1/00

B24B 33/02

テーマコード (参考)

3C058

3G024

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2002-195448 (P2002-195448)

(22) 出願日

平成14年7月4日(2002.7.4)

(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

(72) 発明者 柴田 隆二

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) 3C058 AA01 CA01 CB01

3G024 AA22 DA18 FA15 GA12 GA21

(54) 【発明の名称】 内燃機関のシリンダブロック及びその加工方法

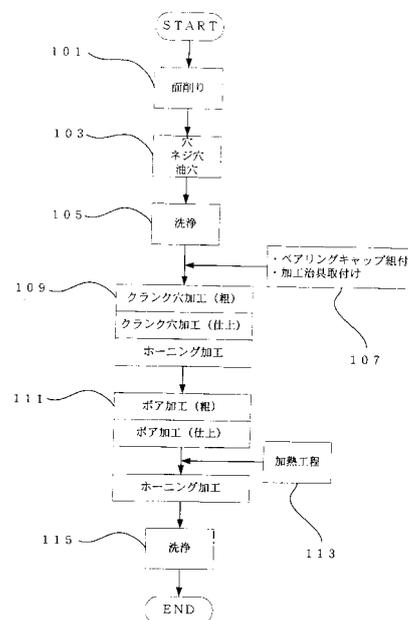
(57) 【要約】

【課題】内燃機関の稼動時においても、内燃機関のシリンダボアの真円度の低下を抑制するようなシリンダボアを製造することを課題とする。

【解決手段】内燃機関のシリンダブロックの加工方法において、シリンダブロックを所定温度まで加熱した後にシリンダボアのホーニング加工を行うことを特徴とする内燃機関のシリンダブロックの加工方法である。

シリンダブロックが熱膨張した状態でシリンダボアの真円度が確保されるため、実際に内燃機関の稼動時におけるシリンダボアの真円度が格段に向上する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内燃機関のシリンダブロックの加工方法において、シリンダブロックを所定温度まで加熱した後にシリンダボアのホーニング加工を行うことを特徴とする内燃機関のシリンダブロックの加工方法。

**【請求項 2】**

前項における所定温度は、温度に対するシリンダボアの長辺と短辺の比の変化率が小さくなり始める温度であることを特徴とする前 2 項の内燃機関のシリンダブロックの加工方法。

**【請求項 3】**

前 2 項の加工方法を用いて製造されたシリンダブロック。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、内燃機関の製造方法であって、シリンダブロックにシリンダボアを形成するために用いられる加工方法に関するものである。

**【0002】****【従来技術】**

内燃機関のシリンダブロックには、ピストンが挿入され摺動するためのシリンダボア（気筒）が形成されている。このシリンダボアに挿入されるピストンの大きな役割は爆発圧力を受け、その力をコネクティングロッドを介してクランクシャフトに伝えることである。斯かる役割を効果的に果たすため、ピストンにはシリンダボア内壁とピストン側面の間から前記爆発圧力が逃げないようにシールするためのピストンリングが装着されている。

**【0003】**

そしてピストン及びピストンリングは真円に近い形状で形成されるので、ピストンリングとシリンダボアのシール機能を満足するためにはシリンダボアの形状についても真円であることが要求される。

**【0004】**

しかし、仮に、シリンダボアを真円に加工しても、加工後に、シリンダブロックとシリンダヘッドをヘッドボルトで組付けた場合、ヘッドボルトの締付荷重によってシリンダヘッドやシリンダブロックに変形が起こり、シリンダボアの真円度が悪化することになり、前記シール機能を満足させることができない。

**【0005】**

そこで、従来は、シリンダブロックのシリンダボアを加工する際には、シリンダブロックのデッキ面にダミーのシリンダヘッドをヘッドボルトで組付けて加工を行っていた（特開平 06 - 339852）。

**【0006】**

つまり、実際にシリンダヘッドを組付けた後のシリンダブロックに懸かる荷重と略同一にした状態で真円加工することによって、実際のシリンダヘッドの組付け後においてもシリンダボアの真円度を保つようにしていた。

**【0007】****【発明が解決しようとする課題】**

ところで、シリンダボアの真円度が要求されるときは、シリンダヘッドの組付け直後ではなく、実際に内燃機関が稼動しているときである。

**【0008】**

この内燃機関の稼動時には、シリンダヘッド、シリンダブロックに囲まれた燃焼室で燃焼が行なわれるため、組付け時よりシリンダブロック等の温度が大幅に上昇している。

**【0009】**

シリンダブロックやシリンダヘッドは、この温度上昇によって熱膨張が起こり、真円度が低下する場合がある。

10

20

30

40

50

## 【0010】

そこで、本発明は内燃機関の稼動時においても、シリンダボアの真円度の低下を抑制するようなシリンダボアを製造することを課題とする。

## 【0011】

## 【解決手段】

上記課題を解決するための手段として、請求項1に係る発明は、内燃機関のシリンダブロックの加工方法において、シリンダブロックを所定温度まで加熱した後にシリンダボアのホーニング加工を行うことを特徴とする内燃機関のシリンダブロックの加工方法である。

## 【0012】

請求項1に係る発明によれば、シリンダブロックが熱膨張した状態でシリンダボアの真円度が確保されるため、実際に内燃機関の稼動時におけるシリンダボアの真円度が格段に向上する。 10

## 【0013】

請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明の所定温度が、温度に対するシリンダボアの長辺と短辺の比の変化率が小さくなり始める温度であることを特徴とする前2項の内燃機関のシリンダブロックの加工方法である。

## 【0014】

熱膨張量が温度に比例するという金属の特性を考慮すると、シリンダブロックをある程度まで加熱すれば、シリンダボアの変形態様は、上昇温度に対して略相似することになる。よって、熱膨張によるシリンダボア変形後の長辺と短辺の比の上昇温度に対する変化率が小さくなり始めるときに、ホーニング加工を行い真円度を確保すれば、それ以上温度が上昇しても真円度が確保できる。 20

## 【0015】

したがって、請求項2に係る発明によれば、必要最小限の加熱温度でシリンダボアの真円度が確保できる。

## 【0016】

## 【実施例】

図1は、直列4気筒エンジンのシリンダブロック1を斜視により示した図である。シリンダブロック1は、アルミ合金鋳物からなり、鋳型から取出されたシリンダブロック1は、シリンダヘッド(図示しない)の取付け面(シリンダデッキ)2、オイルパン(図示しない)の取付け面3、チェーンカバー(図示しない)等を取付ける前後面4、ヘッドボルトや補機取付けボルト用のネジ穴、潤滑油通路5、クランクシャフト(図示しない)を支持するクランク穴6等が加工される。 30

## 【0017】

図2に加工工程のフローチャートを示す。ステップ101では、まず、シリンダデッキ2、オイルパン取付け面3、前後面4などの面削りが行なわれる。斯かる面削りは主にフライス加工によって行なわれる。ステップ101が終了すると、ステップ103の加工工程に進む。

## 【0018】

ステップ103では、穴あけ、ネジ立て、油穴あけ加工が行われる。油穴としては、クランクシャフトの軸受部15やシリンダヘッドの動弁系へ供給される潤滑油通路5がある。 40

## 【0019】

ステップ103が終了すると、ステップ105に進み、シリンダブロック1は切粉除去などを行うために洗浄される。

## 【0020】

ステップ105の洗浄工程が終了した後は、ステップ109へ進みクランク穴6の加工が行われる。ステップ105から109へ進む間に、ステップ107でベアリングキャップ7(図3)や加工治具が組付けられる。このステップ107の説明については後述する。

## 【0021】

クランク穴6はクランクシャフトが装着される部位であるため、高度の加工精度が要求さ 50

れる。そのため、粗削りと仕上げ加工に分けられて加工工程が進む。

【0022】

また、クランク穴6はシリンダ間に形成された隔壁10に形成され、夫々のクランク穴6にクランクシャフトが装着・支持されるため、穴の精度だけでなく、各クランク穴6の同軸性が要求される。そのため、クランク穴加工は、各クランク穴6を同時に加工するラインボーリング加工が行われる場合がある。

【0023】

クランク穴6にクランクシャフトを支持する軸受が装着されない場合には、クランク穴6にホーニング加工を行い、クランク穴6に軸受の機能を与える場合もある。ホーニング加工については、後に説明する。

10

【0024】

ステップ109が終了すると、ステップ111に進み、シリンダボア9の加工が行われる。シリンダボア9内は図示しないピストンが往復摺動するため、クランク穴6と同様に高度の穴精度が要求される。そのためクランク穴加工と同様に、シリンダボア9の加工も粗削り加工と仕上げ加工を別に行うのが一般的である。

【0025】

ステップ111が終了するとステップ115に進み、シリンダボア9のホーニング加工が行なわれる。このステップ111からステップ115の間にシリンダブロック1を加熱する加熱工程(ステップ113)が存在する。この加熱工程については後で詳述する。

【0026】

このホーニング加工は、シリンダボア9の表面に潤滑油保持用の微少な溝(クロスハッチ)を加工するために行なわれる。このクロスハッチによってピストン側面とシリンダボア9内面との間に潤滑層が形成され、ピストンの滑らかな往復摺動を可能にしている。

20

【0027】

かかるホーニング加工は、外周面に砥石11が取付けられた砥石ホルダ12に回転運動、上下運動を与えることによってシリンダボア9内壁を加工する(図3)。

【0028】

ステップ115のホーニング加工が終了すると、ステップ117に進み、再び、シリンダブロック1を洗浄して、一連の加工工程が終了する。

【0029】

このように、シリンダボア9の加工が他の加工工程より後に行なわれるのは、シリンダボア9を先に加工して、後から他の加工工程を行うと、他の加工工程中にシリンダブロック1に加工歪みが発生し、シリンダボア9の真円度が悪化するためである。

30

【0030】

次に加工治具の取付け工程について説明する。ここでの加工治具とは、ダミーのシリンダヘッド(以下ダミーヘッドという。)をいう。図3にダミーヘッド13をシリンダヘッド1に組付けた状態を示している。このダミーヘッド13は、最終的にシリンダブロック1とシリンダヘッドを組付けた際の荷重状態を想定して加工を行うための治具である。かかる治具を用いれば、最終的にシリンダヘッドを組付けた際に、その組付け荷重によって変形したシリンダブロック1のシリンダボア9が真円となる。

40

【0031】

このダミーヘッド13とシリンダブロック1の間には、最終的に組付けられる図示しないシリンダガスケットか、またはそれに類似するダミーのガスケットが介挿される。これは、シリンダガスケットはシリンダブロック1やシリンダヘッドに応じたビード形状や、ストッパーが設計され、これらの形状によってもシリンダブロック1に加わる荷重状態が変化するので、前記シリンダガスケットを装着してなるべく実機に近い荷重状態を再現するためである。

【0032】

ダミーヘッド13の取付け工程は、ベアリングキャップ7の取付け時と同時期(ステップ107)に取付けるのが望ましい。なぜなら、クランク穴6についても高度の穴精度が要

50

求されているため、クランク穴 6 加工時にダミーヘッド 1 3 が取付けられていれば、シリンダヘッドの組付け後にクランク穴 6 精度の悪化を抑止することができるからである。

【 0 0 3 3 】

次に加熱工程について説明する。シリンダブロック 1 を加熱する目的は、シリンダブロック 1 を加熱して加工することにより、エンジンが熱膨張しても、シリンダボア 9 の真円度をある程度確保するためである。

【 0 0 3 4 】

この加熱工程は、シリンダボア 9 のホーニング加工直前（ステップ 1 1 3）に行われる。つまり、ホーニング加工によってシリンダボア 9 の熱膨張後の真円度を決定付けることになる。シリンダブロック 1 の熱膨張や、ヘッドボルト 1 4 の締付荷重によってシリンダボア 9 の長径と短径の差は数十ミクロン程度になるが、かかる程度の差であればホーニング加工で修正は可能である。

【 0 0 3 5 】

また、ボーリング加工時にシリンダブロック 1 を加熱して加工しても、ホーニング加工時に温度が低下していれば、結局、低温度の状態ではシリンダボア 9 の真円度が確保されることになり、内燃機関が稼動して温度が上昇した状態のシリンダボア 9 の真円度が確保されなくなる。ボーリング工時とホーニング加工時の両方で加熱することも考えられるが、加工時の温度が上昇すると、シリンダブロック 1 の硬度が低下し、加工性が悪化したり、刃具の寿命が短縮したりする問題も生じてくる。したがって、本実施例のようにシリンダブロック 1 を加熱して加工を行う工程はなるべく限定する方がよい。

【 0 0 3 6 】

ただし、加工性や刃具寿命の問題が解決されるのであれば、シリンダブロックを加熱して中ぐり加工行っても特に問題はない。

【 0 0 3 7 】

図 4 ( a ) は、エンジン稼動時のシリンダボア 9 周辺の温度分布をシリンダデッキ側から見た図である。図 4 ( a ) 中の破線が温度分布を示し、シリンダボア 9 の中心から破線までの距離長いほど温度が高くなっていることを表わしている。

【 0 0 3 8 】

図 4 ( a ) から判るように、シリンダボア 9 の配列方向に温度が高くなっている。これはシリンダボア間 1 9 はシリンダボア 9 A、9 B に挟まれる位置関係にあり、シリンダボア 9 A 内での爆発による熱とシリンダボア 9 B 内での爆発による熱を交互に受けるためである。一方、部位 1 8 はシリンダボア 9 B 内での爆発による熱については受熱しやすい位置にあるが、シリンダボア 9 A 内での爆発による熱は受熱し難い位置にあるため、シリンダボア間 1 9 より温度が低くなっている。

【 0 0 3 9 】

また、図 4 ( b ) はシリンダボア 9 の軸方向の温度分布を示す。図 4 ( b ) から判るようにクランク室側よりデッキ側の温度が高く、クランク室側に向かって温度が低くなっている。したがって、加熱部位としては、シリンダボア間の部分を中心に、デッキ近傍を加熱すればよい。図 4 ( a ) 中 1 6 は、シリンダブロック 1 を加熱するヒータを示し、上記の通り、シリンダボア間を効率良く加熱できる位置に配置される。

【 0 0 4 0 】

図 5 ( a ) は従来の加工方法によって加工されたシリンダブロックにダミーヘッドを取付け加熱した場合のシリンダボアの長径  $r_1$  と短径  $r_2$  の比  $(r_1 / r_2)$  の温度に対する変化量を示したグラフである。

【 0 0 4 1 】

図 5 ( b ) は、従来の加工方法によって加工されたシリンダブロックを加熱した際のボアの変形状態を示したものであり、前記長辺  $r_1$  と前記短辺  $r_2$  が示されている。

【 0 0 4 2 】

金属の熱膨張量は、金属の上昇温度に比例するため、ある程度熱膨張が進むとそれ以上シリンダブロック 1 を加熱しても、シリンダボア 9 の長径  $r_1$  と短径  $r_2$  の比  $r_1 / r_2$  に

10

20

30

40

50

大きな変化が見られなくなる場合がある。したがって、斯かる変化が見られない場合には、シリンダブロック1の温度に対する $r_1 / r_2$ の変化率が小さくなり始める温度で真円を確保すれば、それ以上温度が上昇しても、 $r_1 / r_2$ が大きく変化しないため、シリンダボア9の真円度が確保されることになる。

**【0043】**

よって、シリンダブロック1の加熱温度は、予め図5(a)のような温度に対する $r_1 / r_2$ のグラフを得て、温度に対するシリンダボアの $r_1 / r_2$ の変化率が小さくなり始める温度を把握して、その温度まで加熱すればよい。

**【0044】**

このように、シリンダボアの $r_1 / r_2$ の温度に対する変化率から加熱温度を決定すれば、加熱温度を抑制することができ、加工時の加工性の悪化を防ぎ、また、砥石11などの刃具の寿命を延ばすことができる。

10

**【0045】**

更に、加熱時間を短縮することができることに加え、加熱エネルギーを最小限に抑えることができる。

**【0046】**

例えば、図5(a)中のX度が内燃機関の稼動温度であるとする。しかし、加熱工程ではX度まで加熱しなくても、Y度まで加熱すれば、X度での真円度もある程度確保されることが $r_1 / r_2$ の変化率から判る。

**【0047】**

また、内燃機関の稼動時の温度を測定して、該温度までシリンダブロックを加熱して加工することも可能である。この場合、自動車の内燃機関であれば、内燃機関の回転数が2000rpmから3000rpmの範囲にあるときの温度に加熱することが望ましい。内燃機関はかかる回転数範囲で使用される場合が最も多いからである。

20

**【0048】**

一般に、シリンダブロックは、各加工工程を自動搬送装置によって搬送されるので、加熱装置はホーニング加工前に設けられる。

**【0049】**

加熱装置に搬送されたシリンダブロック1は、図4(a)に示すようにシリンダボア9内にヒータ16が挿入され所定温度になるまで加熱される。シリンダブロックがオープンデッキタイプのウォータージャケット(W/J)17構造であれば、ヒータ16をW/J17に挿入することもできる(図3)。

30

**【0050】**

このオープンデッキタイプのW/J17構造であれば、ダミーシリンダヘッドにヒータ16を組み込んで、ヒータ16がシリンダブロックのW/J17に挿入される構造を採用することもできる。このような加熱構造を採用すると、ホーニング加工時においてもシリンダブロック1の加熱が可能であるため、より真円度の高いシリンダボア9を形成することができる。

**【0051】**

以上の実施例は、シリンダボア9をシリンダブロック1に直接加工した場合の例であるが、ライナを鑄込んだシリンダブロックであっても、ライナを圧入したシリンダブロックでも適用できる。この場合、試験などによって、加熱温度や加熱箇所などを新たに調べる必要がある。

40

**【0052】**

また、鉄系のシリンダライナを用いれば、ヒータとしてIHヒータを用いることができる。つまり、電磁誘導加熱も可能である。

**【0053】**

また、上記実施例のほか、全ての工程においてシリンダブロックを稼動状態時の温度まで加熱してもよい。この場合、全ての加工穴、加工面の精度が向上する。このほか、精度が要求される加工工程において、シリンダブロックを加熱することも可能である。

50

【 0 0 5 4 】

【 発明の効果 】

請求項 1 に係る発明によれば、シリンダブロックが熱膨張した状態でシリンダボアの真円度が確保されるため、実際に内燃機関の稼動時におけるシリンダボアの真円度が向上する。

【 0 0 5 5 】

また、請求項 2 に係る発明によれば、請求項 1 に係る発明の効果に加え、必要最小限の加熱温度でシリンダボアの真円度が確保できる。これにより、シリンダボアの加工性が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 図 1 】シリンダブロックの斜視図である。

【 図 2 】シリンダブロックの加工工程のフローチャートを示す図である。

【 図 3 】図 1 の A - A 断面を示す図である。

【 図 4 】シリンダブロックの温度分布を示す図である。

【 図 5 】シリンダボアの温度に対する変形度合いを示す図である。

【 符号の説明 】

20

1 ... シリンダブロック

2 ... シリンダデッキ

6 ... クランク穴

7 ... ベアリングキャップ

9 ... シリンダボア

1 1 ... 砥石

1 2 ... ホルダ

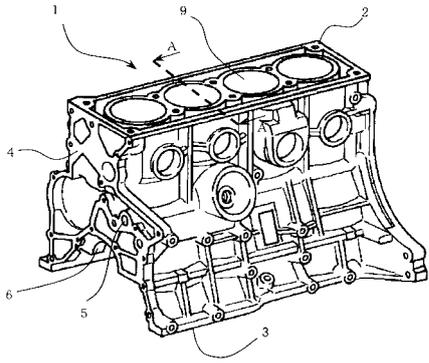
1 3 ... ダミーヘッド

1 4 ... ヘッドボルト

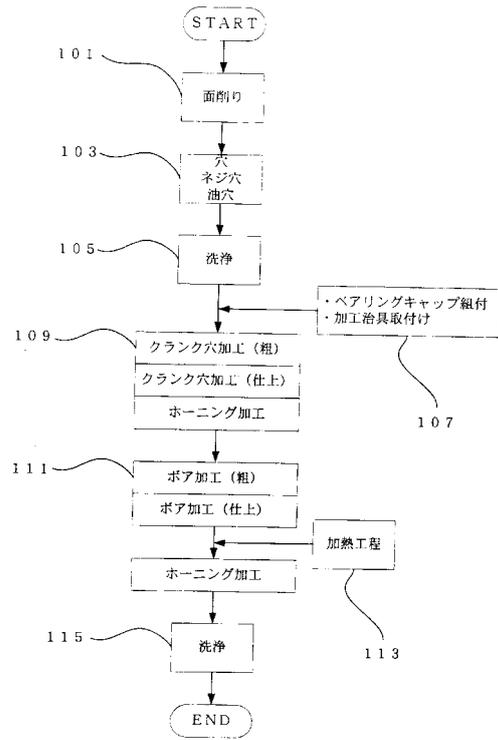
1 6 ... ヒータ

1 7 ... ウォータジャケット

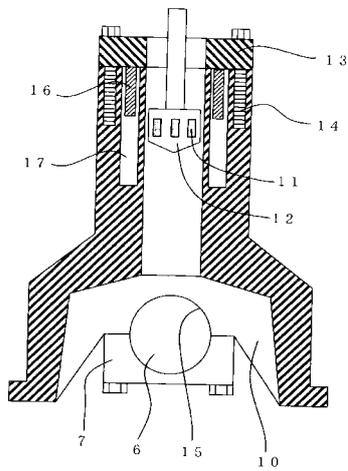
【図1】



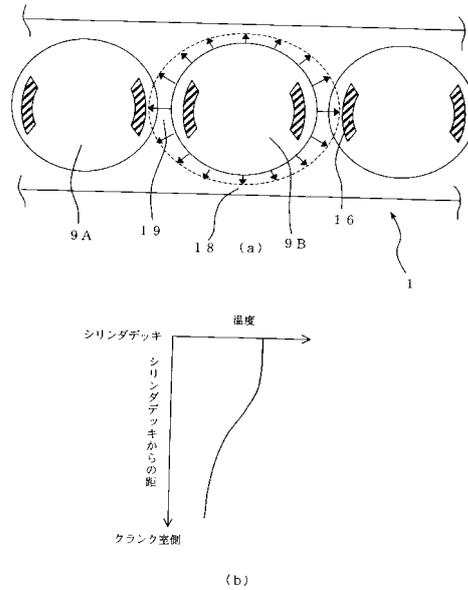
【図2】



【図3】



【図4】



【 図 5 】

