

(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2005-291085

(P2005-291085A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.⁷

F 0 1 L 1/14

F I

F 0 1 L 1/14

F 0 1 L 1/14

G

B

テーマコード(参考)

3 G 0 1 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号

特願2004-107170 (P2004-107170)

(22) 出願日

平成16年3月31日(2004.3.31)

(71) 出願人

000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(74) 代理人

100071870

弁理士 落合 健

(74) 代理人

100097618

弁理士 仁木 一明

(72) 発明者

堀村 弘幸

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者

土居 航介

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3G016 AA06 AA19 BA47 BB04 BB06

EA08 EA24 FA15 FA19 FA21

GA01 GA02

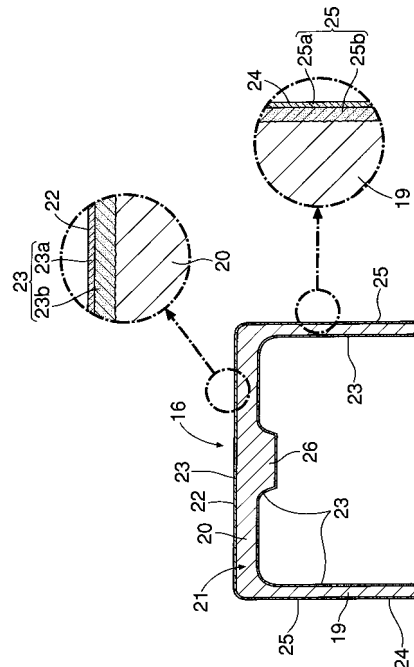
(54) 【発明の名称】 エンジン用チタン合金製バルブリフタおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 軽量で、且つ高強度であり、その上、優れた摺動特性を有するエンジン用チタン合金製バルブリフタを提供する。

【解決手段】 バルブリフタ16は、筒状部19および端壁状部20を持ち、且つチタン合金よりなるバルブリフタ本体21と、動弁カムと摺動する摺動面を形成すべく、端壁状部20外面に形成された第1の硬化層23と、エンジン本体のガイド孔を摺動する摺動面を形成すべく、筒状部19外周面に形成された第2の硬化層25とを有する。第1の硬化層23のピッカース硬さ H_1 が $500HV0.1 < H_1 \leq 800HV0.1$ であり、第2の硬化層25のピッカース硬さ H_2 が $300HV0.1 \leq H_2 \leq 500HV0.1$ である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒状部(19)およびその筒状部(19)の一端を閉鎖する端壁状部(20)を持ち、且つチタン合金よりなるバルブリフタ本体(21)と、動弁カム(17)と摺動する摺動面を形成すべく、前記端壁状部(20)外面に形成された第1の硬化層(23)と、エンジン本体(2)のガイド孔(18)を摺動する摺動面を形成すべく、前記筒状部(19)外周面に形成された第2の硬化層(25)とを有し、前記第1の硬化層(23)のビッカース硬さ H_1 が $500\text{HV}0.1 < H_1 < 800\text{HV}0.1$ であり、前記第2の硬化層(25)のビッカース硬さ H_2 が $300\text{HV}0.1 < H_2 < 500\text{HV}0.1$ であることを特徴とするエンジン用チタン合金製バルブリフタ。

10

【請求項 2】

前記チタン合金は、 $0.30\text{wt}\% \text{ Fe} - 1.50\text{wt}\% \text{ O} - 0.70\text{wt}\%$ および不可避不純物を含む残部Tiよりなる、請求項1記載のエンジン用チタン合金製バルブリフタ。

【請求項 3】

エンジン本体(2)のガイド孔(18)内に挿入される筒部(29)およびその筒部(29)の一端を閉鎖して動弁カム(17)と対向する端壁部(30)を持つチタン合金製バルブリフタ本体用素材(28)に、大気中にて1次酸化処理を施して、前記バルブリフタ本体用素材(28)全面に1次酸化処理後の硬化層(35)を形成された第1の中間体(31)を得る工程と、前記筒部(29)外周面に機械加工を施して第2中間体(32)を得る工程と、前記第2中間体(32)に、大気中にて2次酸化処理を施して、前記端壁部(30)外面に第1の硬化層(23)を形成し、前記筒部(29)外周面に第2の硬化層(25)を形成する工程とを用いて、前記第1の硬化層(23)のビッカース硬さ H_1 が $500\text{HV}0.1 < H_1 < 800\text{HV}0.1$ であり、前記第2の硬化層(25)のビッカース硬さ H_2 が $300\text{HV}0.1 < H_2 < 500\text{HV}0.1$ であるチタン合金製バルブリフタを得ることを特徴とする、エンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法。

20

【請求項 4】

1次酸化処理を施す際の加熱温度 T_1 を $T_1 < 650$ に設定し、2次酸化処理を施す際の加熱温度 T_2 を $400 < T_2 < 650$ に設定する、請求項3記載のエンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法。

30

【請求項 5】

前記チタン合金は、 $0.30\text{wt}\% \text{ Fe} - 1.50\text{wt}\% \text{ O} - 0.70\text{wt}\%$ および不可避不純物を含む残部Tiよりなる、請求項3または4記載のエンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はエンジン用チタン合金製バルブリフタおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車等のエンジンにおいて、そのバルブリフタをチタン合金より構成すれば、その軽量化と高強度化を達成することができるのであるが、耐摩耗性については問題が残る。

40

【0003】

そこで、バルブリフタとして、筒状部およびその筒状部の一端を閉鎖する端壁状部を持ち、且つチタン合金よりなるバルブリフタ本体と、動弁カムと摺動する摺動面を形成すべく、端壁状部外面に取付けられた、炭素鋼、ステンレス鋼等の硬質金属よりなるアジャスティングシムとを有し、またエンジン本体のガイド孔を摺動する摺動面を形成すべく、筒状部外周面を酸化膜により覆ったものが開発されている(特許文献1参照)。

【特許文献1】特開平7-139314号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、前記のように硬質金属、例えば鋼よりなるアジャスティングシムを用いると、バルブリフタの軽量化の目的が損なわれるだけでなく、そのバルブリフタの製造工数および製造コストの上昇を来す、という問題を生じた。

【0005】

本発明は、軽量で、且つ高強度であり、その上、優れた摺動特性を有する、つまり良好な耐摩耗性を持つと共に相手材である動弁カムおよびガイド孔の孔壁に対する攻撃性の低い前記バルブリフタおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため第1発明によれば、筒状部およびその筒状部の一端を閉鎖する端壁状部を持ち、且つチタン合金よりなるバルブリフタ本体と、動弁カムと摺動する摺動面を形成すべく、前記端壁状部外面に形成された第1の硬化層と、エンジン本体のガイド孔を摺動する摺動面を形成すべく、前記筒部外周面に形成された第2の硬化層とを有し、前記第1の硬化層のビッカース硬さ H_1 が $500HV0.1 < H_1 \leq 800HV0.1$ であり、前記第2の硬化層のビッカース硬さ H_2 が $300HV0.1 \leq H_2 \leq 500HV0.1$ であるエンジン用チタン合金製バルブリフタが提供される。

【0007】

また第2発明によれば、前記チタン合金は、 $0.30wt\% \leq Fe \leq 1.50wt\%$ 、 $0.20wt\% \leq O \leq 0.70wt\%$ および不可避不純物を含む残部Tiよりなる、エンジン用チタン合金製バルブリフタが提供される。

【0008】

さらに第3発明によれば、エンジン本体のガイド孔内に挿入される筒部およびその筒部の一端を閉鎖して動弁カムと対向する端壁部を持つチタン合金製バルブリフタ本体用素材に、大気中にて1次酸化処理を施して、前記バルブリフタ本体用素材全面に1次酸化処理後の硬化層を形成された第1の中間体を得る工程と、前記筒部外周面に機械加工を施して第2中間体を得る工程と、前記第2中間体に、大気中にて2次酸化処理を施して、前記端壁部外面に第1の硬化層を形成し、前記筒部外周面に第2の硬化層を形成する工程とを用いて、前記第1の硬化層のビッカース硬さ H_1 が $500HV0.1 < H_1 \leq 800HV0.1$ であり、前記第2の硬化層のビッカース硬さ H_2 が $300HV0.1 \leq H_2 \leq 500HV0.1$ であるチタン合金製バルブリフタを得る、エンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法が提供される。

【0009】

さらにまた第4発明によれば、1次酸化処理を施す際の加熱温度 T_1 を $T_1 \leq 650$ に設定し、2次酸化処理を施す際の加熱温度 T_2 を $400 < T_2 < 650$ に設定する、エンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法が提供される。

【0010】

また第5発明によれば、前記チタン合金は、 $0.30wt\% \leq Fe \leq 1.50wt\%$ 、 $0.20wt\% \leq O \leq 0.70wt\%$ および不可避不純物を含む残部Tiよりなる、エンジン用チタン合金製バルブリフタの製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0011】

バルブリフタにおいて、動弁カムとの摺動面に要求される摺動条件はガイド孔との摺動面に要求される摺動条件よりも厳しい。

【0012】

第1発明においては、動弁カムに対応する第1の硬化層のビッカース硬さ H_1 を、ガイド孔に対応する第2の硬化層のビッカース硬さ H_2 よりも高く設定し、また両ビッカース硬さ H_1 、 H_2 を前記のように特定したので、良好な耐摩耗性を持つと共に相手材である動弁カムおよびガイド孔の孔壁に対する攻撃性が低い、つまり優れた摺動特性を有する、

10

20

30

40

50

軽量で、且つ高強度なエンジン用チタン合金製バルブリフタを提供することができる。

【0013】

このチタン合金製バルブリフタの重量は量産スチール製バルブリフタの60%に低減される。

【0014】

ただし、第1の硬化層のビッカース硬さ H_1 が $H_1 = 500 \text{HV}0.1$ ではその硬化層、つまり動弁カムとの摺動面が摩耗し易くなり、一方、 $H_1 > 800 \text{HV}0.1$ では第1の硬化層が剥離し易くなる。また第2の硬化層のビッカース硬さ H_2 が $H_2 < 300 \text{HV}0.1$ ではその硬化層、つまりガイド孔との摺動面が摩耗し易くなり、一方、 $H_2 > 500 \text{HV}0.1$ ではガイド孔の孔壁が摩耗し易くなる。

10

【0015】

第3発明において、前記のように特定された手段を採用すると、前記構成のバルブリフタを容易に製造することができる。また1次および2次酸化処理を大気中にて行うので、処理コストが安価であって、バルブリフタの製造コストを低減する上で有効である。

【0016】

さらに筒部に機械加工を行った後、その筒部に2次酸化処理を施し、しかもその加熱温度を前記のように1次酸化処理のそれよりも低く設定したので、筒状部に生じるひずみを極力抑制しつつ第2の硬化層を形成して、寸法精度の高いバルブリフタを得ることができる。

【0017】

このように第2発明によれば、軽量で、且つ高強度であり、その上、優れた摺動特性を有する、つまり良好な耐摩耗性を持つと共に相手材である動弁カムおよびガイド孔の孔壁に対する攻撃性の低いバルブリフタを量産することができる。このバルブリフタの製造コストは、レース用チタン合金製バルブリフタの製造コストの10分の1以下、また量産スチール製バルブリフタのその2~3倍以内に抑えられ、よって、このバルブリフタは低燃費車やスポーツモデルに十分適用可能である。

20

【0018】

この第3発明の実施において、第4発明のような温度管理を行うことは極めて有効である。

【0019】

第2、第5発明において、このチタン合金は、合金元素としてAlを含まないので、特に2次酸化処理において、その加熱温度 T_2 を前記のように低く設定しても高い耐摩耗性と、優れた耐剥離性を有する第2の硬化層を形成することができ、また良好な温間鍛造性を有する。

30

【0020】

チタン合金において、Feは粒界で相を形成し、相結晶粒の粗大化を防ぐと共に、相自体の変形が容易であることから鍛造性を改善するといった作用をなす。ただし、Fe含有量が $Fe < 0.30 \text{wt}\%$ では温間鍛造性が低下して鍛造割れが発生し易くなり、一方、 $Fe > 1.50 \text{wt}\%$ では温間鍛造中における変形抵抗が急増するため、素材の変形量が制約を受け、また金型への負荷が大となってその寿命が短くなる。OはTiに固溶して合金の強度を上げるだけでなく、素材と酸化膜の酸素量の差が小さくなるため、硬化層の剥離を抑制することで、耐摩耗性を向上させるといった作用をなす。ただし、O含有量が $O < 0.20 \text{wt}\%$ では前記耐摩耗性が低下する。一方、 $O > 0.70 \text{wt}\%$ では温間鍛造中における変形抵抗が急増するため、素材の変形量が制約を受け、また金型への負荷が大となってその寿命が短くなる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は、エンジンとしてのDOHC型エンジン1の排気側を示しており、そのエンジン本体2はシリンダブロック3と、そのシリンダブロック3に結合されたシリンダヘッド4とよりなる。シリンダブロック3にピストン5が摺動可能に嵌合され、ピストン5とシリ

50

ンダヘッド 4 との間に燃焼室 6 が形成される。シリンダヘッド 4 には、燃焼室 6 の天井面に開口する排気弁口 7 と、その排気弁口 7 に通じる排気ポート 8 が設けられている。排気弁口 7 は排気弁 9 により開閉され、そのステム 10 は、シリンダヘッド 4 に圧入されたガイド筒 11 に摺動自在に嵌合される。

【0022】

ガイド筒 11 から突出したステム 10 の端部に、二つ割りコッタ 12 を介してスプリングリテーナ 13 が固定されており、このスプリングリテーナ 13 と、それと対向するようにシリンダヘッド 4 に支持されたばね受部材 14 との間に、ステム 10 を圍繞するコイル状ばね 15 が圧縮状態で設けられている。これにより排気弁 9 が常時閉弁方向に付勢される。

10

【0023】

バルブリフタ 16 は、ばね 15 の上部、スプリングリテーナ 13 およびステム 10 の上部をインナーシム a を介して覆うと共に動弁カム 17 およびシリンダヘッド 4 のガイド孔 18 とそれぞれ摺動関係にある。この場合、動弁カム 17 はねずみ鋳鉄、合金鋳鉄、鋼（炭素鋼、Cr 鋼、Cr-Mo 鋼）等より構成され、またシリンダヘッド 4、つまりガイド孔 18 の孔壁は Al 合金より構成される。以上のように排気側についてのみ説明したが、上記構成は吸気側についても同様である。

【0024】

図 2 に明示するように、バルブリフタ 16 は、シリンダヘッド 4 のガイド孔 17 内に挿入される筒状部（実施例では円筒形）19 およびその筒状部 19 の一端を閉鎖する端壁状部 20 を持ち、且つチタン合金よりなる。バルブリフタ 16 が動弁カム 17 と摺動する摺動面、つまりカム摺動面 22 には、端壁状部 20 外表面に形成された第 1 の酸化膜 23 a と、第 1 の酸化膜と素材間に形成される第 1 の拡散層 23 b とにより構成される第 1 の硬化層が形成される。バルブリフタ 16 がシリンダヘッド 4 のガイド孔 18 と摺動する摺動面、つまり孔壁摺動面 24 には、筒状部 19 外周面に形成された第 2 の酸化膜 25 a と、第 2 の酸化膜と素材間に形成される第 2 の拡散層 25 b とにより構成される第 2 の硬化層が形成される。実施例ではバルブリフタ 16 の内面全体が第 1 の硬化層 23 に形成されており、端壁状部 20 内面に在る中央突起 26 の端面が第 1 の硬化層 23 を介してインナーシム a に当接する。

20

【0025】

第 1 の硬化層 23 のビッカース硬さ H_1 と第 2 の硬化層 25 のビッカース硬さ H_2 との間には $H_1 > H_2$ の関係を成立させてある。即ち、第 1 の硬化層 23 のビッカース硬さ H_1 は $500 \text{HV}0.1 < H_1 < 800 \text{HV}0.1$ であり、一方、第 2 の硬化層 25 のビッカース硬さ H_2 は $300 \text{HV}0.1 < H_2 < 500 \text{HV}0.1$ に設定される。

30

【0026】

バルブリフタ 16 において、動弁カム 17 と摺動するカム摺動面 22 に要求される摺動条件はガイド孔 18 と摺動する孔壁摺動面 24 に要求される摺動条件よりも厳しい。そこで、動弁カム 17 に対応する第 1 の硬化層 23 のビッカース硬さ H_1 を、ガイド孔 18 に対応する第 2 の硬化層 25 のビッカース硬さ H_2 よりも高く設定し、また両ビッカース硬さ H_1 、 H_2 を前記のように特定したものであり、これにより良好な耐摩耗性を持つと共に相手材である動弁カム 17 およびガイド孔 18 の孔壁に対する攻撃性が低い、つまり優れた摺動特性を有する、軽量で、且つ高強度なチタン合金製バルブリフタ 16 を提供することができる。

40

【0027】

このようなバルブリフタ 16 は、図 3、図 4 に示す各工程を経て製造される。

【0028】

(a) 工程

図 3 (a) に示すように、チタン合金よりなる丸棒から円盤形ビレット 27 を切出し、次いでそのビレット 27 に潤滑処理を施す。

【0029】

50

(b) 工程

ピレット 27 を鍛造温度 T_f に加熱し、次いでそのピレット 27 に温間鍛造を施して、図 3 (b) に示すバルブリフタ本体用素材 28 を得る。その素材 28 は、シリンダヘッド 4 のガイド孔 18 内に挿入される筒部 29 およびその筒部 29 の一端を閉鎖して動弁カム 17 と対向する端壁部 30 を持つ。この場合、鍛造温度 T_f は $300 < T_f < 600$ に設定される。鍛造温度 T_f が $T_f < 300$ では変形抵抗が高く、金型の負荷が大きい。一方、 $T_f > 600$ では加熱中に表面に酸化膜が生じ、鍛造時にこの酸化膜に発生する亀裂を起点に割れが生じやすくなる。

【0030】

(c) 工程

バルブリフタ本体用素材 28 の筒部 29 外周面、端壁部 30 外面および筒部 29 の環状端面に機械加工を施して、図 3 (c) に示すように 1 次酸化処理にて生じる歪みを除去するのに十分な削り代を形成すべく、バルブリフタ完成寸法より外径を大きく設定した所定寸法に仕上げられたバルブリフタ本体用素材 28 を製作し、次いでそのバルブリフタ本体用素材 28 に洗浄処理を施す。

【0031】

(d) 工程

バルブリフタ本体用素材 28 を大気雰囲気下の加熱炉内に設置して、その素材 28 に、大気中にて加熱温度 T_1 を $T_1 = 650$ に設定した 1 次酸化処理を施し、図 4 (d) に示すように、バルブリフタ素材 28 全面に 1 次酸化処理後の硬化層 35 を形成された第 1 中間体 31 を得る。この場合、1 次酸化処理後の硬化層 35 は素材 28 の全面に形成された酸化膜 35 a と、酸化膜 35 a と素材 28 間に形成された拡散層 35 b とにより構成される。

【0032】

(e) 工程

第 1 中間体 31 をセンタレス研削装置に設置し、次いでその装置を作動させ、図 4 (e) に示すように、筒部 29 外周面側に存する削り代分だけ研削して第 2 中間体 32 を製作し、その後第 2 中間体 32 に洗浄処理を施す。

【0033】

(f) 工程

第 2 中間体 32 を前記の大気雰囲気下の加熱炉内に設置して、その第 2 中間体 32 に、大気中にて、加熱温度 T_2 を $400 < T_2 < 650$ に設定した 2 次酸化処理を施し、図 4 (f) に示すように、カム摺動面 22 およびバルブリフタ 16 の内面全体に第 1 の硬化層 23 を形成し、筒部 29 外周面に第 2 の硬化層 25 を形成する。第 1 の硬化層 23 は、1 次酸化処理および 2 次酸化処理により形成された第 1 の酸化膜 23 a と、第 1 の酸化膜と素材間に形成される第 1 の拡散層 23 b とにより構成される。また、第 2 の硬化層 25 は 2 次酸化処理により形成された第 2 の酸化膜 25 a と、第 2 の酸化膜と素材間に形成される第 2 の拡散層 25 b とにより構成される。

【0034】

前記チタン合金としては、 $0.30 \text{ wt} \% \text{ Fe}$ 、 $1.50 \text{ wt} \% \text{ O}$ 、 $0.20 \text{ wt} \% \text{ Ti}$ および不可避不純物を含む残部 Ti よりなるものが好適である。

【0035】

以下、具体例について説明する。

【0036】

〔A〕バルブリフタ 16 の製造

(a) ~ (c) 工程: $0.96 \text{ wt} \% \text{ Fe}$ 、 $0.28 \text{ wt} \% \text{ O}$ および不可避不純物を含む残部 Ti よりなるチタン合金より構成された外径 $D_a = 26 \text{ mm}$ 、高さ $H_c = 21 \text{ mm}$ のバルブリフタ素材 28 を製作。

(d) 工程... 1 次酸化処理; 加熱温度 $T_1 = 650$ 。

(e) 工程... センタレス研削条件: 筒部 29 外周面側に存する削り代分だけ研削。

10

20

30

40

50

(f) 工程... 2次酸化処理：加熱温度 T_2 $400 < T_2 < 650$.

〔B〕ピッカース硬さおよびひずみの測定

バルブリフタ16の各例について、第1および第2の硬化層23, 25, つまりカム摺動面22および孔壁摺動面24のピッカース硬さ(HV0.1, 試験荷重: 0.9807 N) H_1, H_2 をそれぞれ測定し、また第2の硬化層25を有する筒状部19のひずみ(第2の硬化層25外周面の真円度) r を測定した。

【0037】

〔C〕モータリングテスト

バルブリフタ16の各例を、図1のDOHC型エンジン1と同様の構造を有する、1000cc, 4気筒エンジンに組込んで、低粘度の劣化エンジンオイルを用いて摩耗評価モードでモータリングテストを行い、バルブリフタ16のカム摺動面22および孔壁摺動面24における摩耗の有無ならびに相手部材である動弁カム17およびガイド孔18孔壁における摩耗の有無を調べた。この場合、動弁カム17はカム山部を鋳造時に冷し金により硬化させた鋳鉄(JIS FC300)より構成され、またシリンダヘッド4, つまりガイド孔18の孔壁はAl合金(JIS AC2B相当)より構成された。

10

【0038】

〔D-1〕バルブリフタの例(1)~(6)について

表1は、1次酸化処理条件とセンタレス研削前の筒部29のひずみ r を示す。

【0039】

【表1】

20

例	1次酸化処理		筒部のひずみ Δr (μm)
	加熱温度 T_1 ($^{\circ}C$)	加熱時間 t_1 (h)	
(1)	700	3	11.4
(2)	720	3	10.8
(3)	730	3	12.3
(4)	740	3	11.9
(5)	750	3	14.3
(6)	800	3	25.2

30

【0040】

この〔D-1〕においては、1次酸化処理の加熱温度 T_1 を例(1)~(6)について変化させる一方、加熱時間 t_1 を例(1)~(6)について一定とした。

40

【0041】

表2は、2次酸化処理条件と2次酸化処理後の筒状部19のひずみ r を示す。

【0042】

【表 2】

例	2次酸化処理		筒状部のひずみ Δr (μm)
	加熱温度 T_2 ($^{\circ}C$)	加熱時間 t_2 (h)	
(1)	620	5	1.9
(2)	620	5	3.0
(3)	620	5	3.4
(4)	620	5	3.4
(5)	620	5	2.9
(6)	620	5	3.3

10

【0043】

この〔D-1〕においては、例(1)～(6)について2次酸化処理の加熱温度 T_2 および加熱時間 t_2 をそれぞれ一定とした。この2次酸化処理後の筒状部19のひずみ r は $r = 10 \mu m$ であれば実用上問題は無い。

20

【0044】

表3は、カム摺動面22および孔壁摺動面24のビッカース硬さ H_1 、 H_2 と、モータリングテストにおけるカム摺動面22および孔壁摺動面24ならびに相手部材である動弁カム17およびガイド孔18孔壁の摩耗の有無を示す。

【0045】

【表 3】

例	ビッカース硬さ		摩耗の有無			
	カム摺動面〔H ₁ 〕 〔第1の酸化膜〕 (HV0.1)	孔壁摺動面〔H ₂ 〕 〔第2の酸化膜〕 (HV0.1)	バルブリフタ		相手部材	
			カム摺動面	孔壁摺動面	動弁カム	ガイド孔壁
(1)	542	401	無	無	無	無
(2)	615	405	無	無	無	無
(3)	660	408	無	無	無	無
(4)	675	405	無	無	無	無
(5)	772	406	無	無	無	無
(6)	805	405	剥離	無	—	無

10

20

30

【0046】

表3から明らかなように、1次酸化処理において、加熱時間 t_1 を一定にすると共に加熱温度 T_1 を漸次上昇させると、第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 を漸次高くすることができる。また例(1)~(5)のごとく、第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 を $500\text{HV}0.1 < H_1 < 800\text{HV}0.1$ に、一方、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を $300\text{HV}0.1 < H_2 < 500\text{HV}0.1$ にそれぞれ設定すると、カム摺動面22および孔壁摺動面24の耐摩耗性を向上させると共に動弁カム17およびガイド孔18孔壁に対する攻撃性を低減することができる。

40

【0047】

例(6)においては第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 が $H_1 > 800\text{HV}0.1$ であることから、その硬化層23がモータリングテスト中に剥離した。この場合、動弁カム17の摩耗量は測定しなかった。

50

【 0 0 4 8 】

〔 D - 2 〕 バルブリフタの例 (7) ~ (1 4) について

表 4 は , 1 次および 2 次酸化処理条件と 2 次酸化処理後の筒状部 1 9 のひずみ r を示す。

【 0 0 4 9 】

【 表 4 】

例	1 次酸化処理		2 次酸化処理		筒状部のひずみ Δr (μm)
	加熱温度 T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_1 (h)	加熱温度 T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_2 (h)	
(7)	6 3 0	5	6 3 0	5	6. 2
(8)	7 0 0	5	6 3 0	5	5. 9
(9)	7 1 0	5	6 3 0	5	6. 2
(1 0)	7 2 0	5	6 3 0	5	6. 0
(1 1)	7 3 0	5	6 3 0	5	5. 8
(1 2)	7 4 0	5	6 3 0	5	5. 8
(1 3)	7 5 0	5	6 3 0	5	5. 0
(1 4)	8 0 0	5	6 3 0	5	5. 0

10

20

30

40

【 0 0 5 0 】

この〔 D - 2 〕においては , 1 次酸化処理の加熱温度 T_1 を例 (7) ~ (1 4) について変化させる一方 , 加熱時間 t_1 を例 (7) ~ (1 4) について一定とし , 且つ〔 D - 1 〕の場合よりも長くした。 2 次酸化処理の加熱温度 T_2 および加熱時間 t_2 はそれぞれ一定とした。ただし , 加熱温度 T_2 は〔 D - 1 〕の場合よりも高い。

50

【 0 0 5 1 】

表 5 は、カム摺動面 2 2 および孔壁摺動面 2 4 のビッカース硬さ H_1 , H_2 と、モータリングテストにおけるカム摺動面 2 2 および孔壁摺動面 2 4 ならびに相手部材である動弁カム 1 7 およびガイド孔 1 8 孔壁の摩耗の有無を示す。

【 0 0 5 2 】

【表 5】

例	ビッカース硬さ		摩耗の有無			
	カム摺動面 [H_1] 〔第 1 の酸化膜〕 (HV0.1)	孔壁摺動面 [H_2] 〔第 2 の酸化膜〕 (HV0.1)	バルブリフト	カム摺動面	動弁カム	ガイド孔壁
	(7)	4 3 2	4 4 0	有	無	—
(8)	6 0 5	4 3 4	無	無	無	無
(9)	6 1 7	4 4 1	無	無	無	無
(10)	6 4 0	4 4 0	無	無	無	無
(11)	6 8 8	4 3 3	無	無	無	無
(12)	7 4 3	4 3 8	無	無	無	無
(13)	7 8 8	4 3 8	無	無	無	無
(14)	8 1 3	4 4 0	剥離	無	—	無

10

20

30

40

【 0 0 5 3 】

表 5 から明らかなように、1 次加熱処理の加熱時間 t_1 を〔D - 1〕の場合よりも長くすると、同一加熱温度 T_1 において第 1 の硬化層 2 3 のビッカース硬さ H_1 を高くすることができる。また 2 次加熱処理の加熱温度 T_2 を〔D - 1〕の場合よりも高くすると、同一加熱時間 t_2 において第 2 の硬化層 2 5 のビッカース硬さ H_2 を高くすることができる

50

。さらに、例(8)～(13)のごとく、第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 を $500\text{HV}0.1 < H_1 < 800\text{HV}0.1$ に、一方、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を $300\text{HV}0.1 < H_2 < 500\text{HV}0.1$ にそれぞれ設定すると、カム摺動面22および孔壁摺動面24の耐摩耗性を向上させると共に動弁カム17およびガイド孔18孔壁に対する攻撃性を低減することができる。

【0054】

例(7)においては第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 が $H_1 < 500\text{HV}0.1$ であることから、その硬化層23がモータリングテスト中に摩耗した。この場合、動弁カム17の摩耗量は測定しなかった。また例(14)においては第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 が $H_1 > 800\text{HV}0.1$ であることから、その硬化層23がモータリング

10

【0055】

〔D-3〕バルブリフタの例(15)～(20)について

表6は、1次および2次酸化処理条件と2次酸化処理後の筒状部19のひずみ r を示す。〔D-3〕には例(5)に関するデータも掲載されている。

【0056】

【表 6】

例	1次酸化処理		2次酸化処理		筒状部のひずみ Δr (μm)
	加熱温度 T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_1 (h)	加熱温度 T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_2 (h)	
(15)	750	3	400	5	0.8
(16)	750	3	600	5	1.9
(5)	750	3	620	5	2.9
(17)	750	3	640	5	4.0
(18)	750	3	660	5	11.0
(19)	750	3	680	5	10.5
(20)	750	3	700	5	12.1

10

20

30

40

【0057】

この〔D-3〕においては、例(15)～(20)について1次酸化処理の加熱温度 T_1 および加熱時間 t_1 をそれぞれ一定とした。それら温度 T_1 および時間 t_1 は例(5)の場合と同じである。2次酸化処理の加熱温度 T_2 は例(15)～(20)について変化させる一方、加熱時間 t_2 は例(15)～(20)について一定とした。その時間 t_2 は例(5)の場合と同じである。

【0058】

表7は、カム摺動面22および孔壁摺動面24のビッカース硬さ H_1 、 H_2 と、モータリングテストにおけるカム摺動面22および孔壁摺動面24ならびに相手部材である動弁カム17およびガイド孔18孔壁の摩耗の有無を示す。

50

【 0 0 5 9 】

【 表 7 】

例	ビッカース硬さ		摩耗の有無			
	カム摺動面〔 H_1 〕 〔第1の酸化膜〕 (HV0.1)	孔壁摺動面〔 H_2 〕 〔第2の酸化膜〕 (HV0.1)	カム摺動面	孔壁摺動面	動弁カム	ガイド孔壁
	(15)	770	292	無	有	無
(16)	766	340	無	無	無	無
(5)	772	406	無	無	無	無
(17)	769	440	無	無	無	無
(18)	769	511	無	無	無	有
(19)	772	520	無	無	無	有
(20)	772	603	無	無	無	有

10

20

30

40

【 0 0 6 0 】

表7から明らかのように、2次酸化処理において、加熱時間 t_2 を一定にすると共に加熱温度 T_2 を漸次上昇させると、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を漸次高くすることができる。また例(5)、(16)、(17)のごとく、第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 を $500\text{HV}0.1 < H_1 < 800\text{HV}0.1$ に、一方、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を $300\text{HV}0.1 < H_2 < 500\text{HV}0.1$ にそれぞれ設定すると、カム摺動面22および孔壁摺動面24の耐摩耗性を向上させると共に動弁カム17およびガイド孔18孔壁に対する攻撃性を低減することができる。

【 0 0 6 1 】

例(15)においては第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 が $H_2 < 300\text{HV}0.1$

50

1であることから，その硬化層25がモータリングテスト中に摩耗した。この場合，ガイド孔18孔壁の摩耗量は測定しなかった。また例(18)，(19)，(20)においては第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 が $H_2 > 500 HV0.1$ であると共に筒状部19のひずみ r が $r > 10 \mu$ であることから，孔壁摺動面24は摩耗しなかったが，ガイド孔18孔壁が摩耗した。

【0062】

〔D-4〕バルブリフタの例(21)～(24)について

表8は，1次および2次酸化処理条件と2次酸化処理後の筒状部19のひずみ r を示す。この〔D-4〕には例(16)に関するデータも掲載されている。

【0063】

【表 8】

例	1次酸化処理		2次酸化処理		筒状部のひずみ Δr (μm)
	加熱温度 T_1 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_1 (h)	加熱温度 T_2 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱時間 t_2 (h)	
(21)	750	3	400	20	1.1
(16)	750	3	600	5	1.9
(22)	750	3	600	10	1.8
(23)	750	3	600	20	2.0
(24)	750	3	600	24	1.8

10

20

30

40

【0064】

この〔D-4〕においては、例(21)～(24)について1次酸化処理の加熱温度 T_1 および加熱時間 t_1 をそれぞれ一定とした。それら温度 T_1 および時間 t_1 は例(16)の場合と同じである。2次酸化処理の加熱温度 T_2 を例(22)～(24)について一定にする一方、加熱時間 t_2 を例(22)～(24)について変化させた。その温度 T_2 は例(16)の場合と同じである。例(21)の場合は、加熱温度 T_2 が例(22)等と比べて低く、加熱時間 t_2 は長く、例(23)と同じである。

【0065】

表9は、カム摺動面22および孔壁摺動面24のビッカース硬さと、モータリングテス

50

トにおけるカム摺動面 2 2 および孔壁摺動面 2 4 ならびに相手部材である動弁カム 1 7 およびガイド孔 1 8 孔壁の摩耗の有無を示す。

【 0 0 6 6 】

【 表 9 】

例	ビッカース硬さ		摩耗の有無			
	カム摺動面〔 H_1 〕 〔第1の酸化膜〕 (HV0.1)	孔壁摺動面〔 H_2 〕 〔第2の酸化膜〕 (HV0.1)	バルブリリフタ		相手部材	
			カム摺動面	孔壁摺動面	動弁カム	ガイド孔壁
(21)	767	294	無	有	無	—
(16)	766	340	無	無	無	無
(22)	770	380	無	無	無	無
(23)	770	440	無	無	無	無
(24)	770	485	無	無	無	無

10

20

30

40

【 0 0 6 7 】

表9から明らかなように、例(16)、(22)~(24)のごとく、第2酸化処理における加熱温度 T_2 を一定にすると共に加熱時間 t_2 を漸次長くすると、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を漸次高くすることができる。例(21)の場合は、加熱温度 T_2 が低いので、加熱時間 t_2 を長くしても第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 は高くない。また例(16)、(22)~(24)のごとく、第1の硬化層23のビッカース硬さ H_1 を $500HV0.1 < H_1 < 800HV0.1$ に、一方、第2の硬化層25のビッカース硬さ H_2 を $300HV0.1 < H_2 < 500HV0.1$ にそれぞれ設定すると

50

、カム摺動面 2 2 および孔壁摺動面 2 4 の耐摩耗性を向上させると共に動弁カム 1 7 およびガイド孔 1 8 孔壁に対する攻撃性を低減することができる。

【 0 0 6 8 】

例 (2 1) においては第 2 の硬化層 2 5 のビッカース硬さ H_2 が $H_2 < 300 HV 0.1$ であることから、その硬化層 2 5 がモータリングテスト中に摩耗した。この場合、ガイド孔 1 8 孔壁の摩耗量は測定しなかった。

【 0 0 6 9 】

次に、ピレット 2 7 の材質、つまりチタン合金の組成と、温間鍛造性およびカム摺動面の耐摩耗性との関係等を調べるため、各種材質のピレット 2 7 を用いて前記同様の方法で各種バルブリフタ 1 6 を製造した。ただし、1 次酸化処理の加熱温度 T_1 は 7 5 0 に、また加熱時間 t_1 は 3 時間にそれぞれ設定され、一方、2 次酸化処理の加熱温度 T_2 は 6 0 0 に、また加熱時間 t_2 は 1 8 時間にそれぞれ設定された。

【 0 0 7 0 】

表 1 0 はピレット 2 7 の材質と、温間鍛造性およびカム摺動面の耐摩耗性との関係を示す。

【 0 0 7 1 】

【 表 1 0 】

ピレット の例	化学成分 (w t %)			温間鍛 造性	耐摩耗 性
	F e	O	T i		
(1)	0. 2 0	0. 7 6	残	×	—
(2)	0. 2 3	0. 1 7	残	×	×
(3)	0. 3 2	0. 2 2	残	○	○
(4)	0. 3 4	0. 5 2	残	○	○
(5)	0. 4 9	0. 3 5	残	○	○
(6)	0. 5 0	0. 6 8	残	○	○
(7)	0. 5 1	0. 5 8	残	○	○
(8)	0. 9 8	0. 6 0	残	○	○
(9)	1. 0 3	0. 3 0	残	○	○
(1 0)	1. 4 6	0. 6 5	残	○	○
(1 1)	1. 6 1	0. 8 0	残	×	—
(1 2)	1. 6 4	0. 1 6	残	○	×

【 0 0 7 2 】

表 1 0 から明らかなように、ピレット 2 7 の例 (3) ~ (1 0) のごとく、F e 含有量を 0 . 3 0 w t % F e 1 . 5 0 w t % に、また O 含有量を 0 . 2 0 w t % 0 . 7 0 w t % に設定すると、良好な温間鍛造性および耐摩耗性が得られる。ピレットの例 (1 2) は O 含有量が $0 < 0.20 w t %$ であることから耐摩耗性が低下する。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

【 図 1 】 DOHC 型エンジンの要部断面図である。

【 図 2 】 バルブリフタの断面図である。

【 図 3 】 バルブリフタの製造工程前半の説明図である。

【 図 4 】 バルブリフタの製造工程後半の説明図である。

【 符号の説明 】

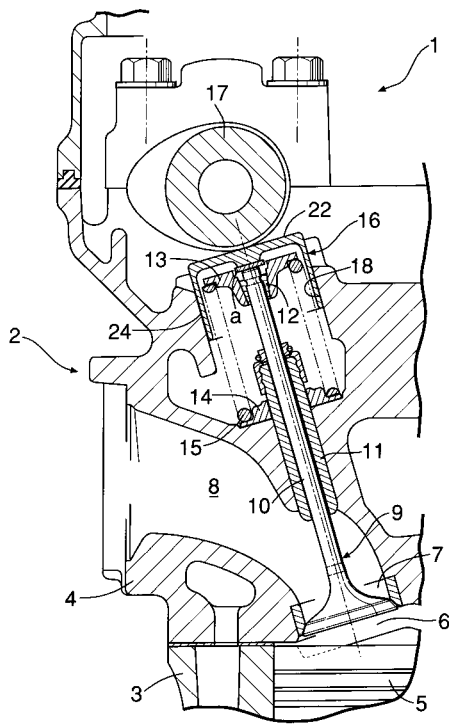
【 0 0 7 4 】

- 2 エンジン本体
- 1 6 バルブリフタ
- 1 7 動弁カム
- 1 8 ガイド孔
- 1 9 筒状部
- 2 0 端壁状部
- 2 2 カム摺動面
- 2 3 第 1 の硬化層
- 2 4 孔壁摺動面
- 2 5 第 2 の硬化層
- 2 8 バルブリフタ素材
- 2 9 筒部
- 3 0 端壁部
- 3 1 第 1 中間体
- 3 2 第 2 中間体

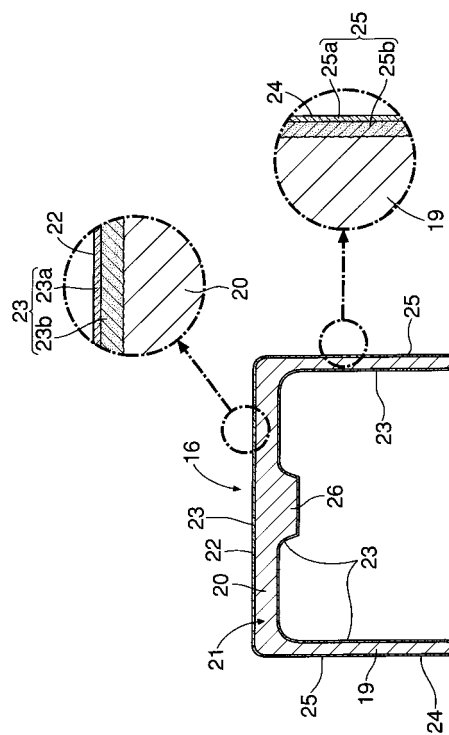
10

20

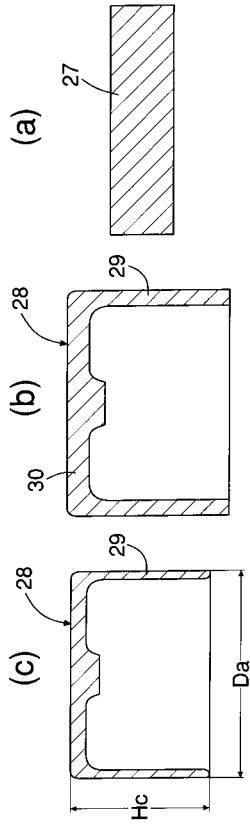
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

