

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4491385号
(P4491385)

(45) 発行日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

(24) 登録日 平成22年4月9日 (2010. 4. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

F 0 2 F 1/00 (2006. 01)
B 2 2 D 19/00 (2006. 01)
B 2 2 D 19/08 (2006. 01)
F 0 2 F 1/18 (2006. 01)

F 0 2 F 1/00 G
 B 2 2 D 19/00 G
 B 2 2 D 19/00 J
 B 2 2 D 19/08 E
 F 0 2 F 1/18 F

請求項の数 20 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2005-201004 (P2005-201004)
 (22) 出願日 平成17年7月8日 (2005. 7. 8)
 (65) 公開番号 特開2007-16738 (P2007-16738A)
 (43) 公開日 平成19年1月25日 (2007. 1. 25)
 審査請求日 平成20年6月2日 (2008. 6. 2)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000215785
 帝国ピストンリング株式会社
 東京都千代田区丸の内1丁目8番1号
 (73) 特許権者 591206120
 テービ工業株式会社
 山形県寒河江市中央工業団地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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋳ぐるみ用部品、シリンダブロック及びシリンダライナ製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、同外周面が鋳造用金属により鋳ぐるまれる鋳ぐるみ用部品において、

コールドスプレーにより形成された高熱伝導性金属材料からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることを特徴とする鋳ぐるみ用部品。

【請求項 2】

括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、内燃機関のシリンダブロックの鋳造に際して同外周面が鋳造用金属により鋳ぐるまれ、これによりシリンダブロックに接合されるシリンダライナとしての鋳ぐるみ用部品において、

コールドスプレーにより形成された高熱伝導性金属材料からなる金属皮膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属皮膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることを特徴とする鋳ぐるみ用部品。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の鋳ぐるみ用部品において、

前記高熱伝導性金属材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金からなることを特徴とする鋳ぐるみ用部品。

【請求項 4】

括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、同外周面が鋳造用金属に

より鑄ぐるまれる鑄ぐるみ用部品において、

コールドスプレーにより形成された前記鑄造用金属よりも融点の低い低融点金属材料からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われる

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 5】

括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して同外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれ、これによりシリンダブロックに接合されるシリンダライナとしての鑄ぐるみ用部品において、

コールドスプレーにより形成された前記鑄造用金属よりも融点の低い低融点金属材料からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われる

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の鑄ぐるみ用部品において、

前記低融点金属材料は、亜鉛、亜鉛合金、錫、錫合金、鉛、鉛合金、アンチモン又はアンチモン合金からなる

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品において、

次の (a) 及び (b) の少なくとも一方の条件が満たされる

(a) 「前記突起の高さが 0 . 5 mm ～ 1 . 5 mm の範囲にある」

(b) 「前記突起の数が前記外周面上の 1 c m ² 当たり 5 個 ～ 6 0 個の範囲にある」

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の鑄ぐるみ用部品において、

次の (c) 及び (d) の条件がさらに満たされる

(c) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 1 としたとき、面積率 S 1 が 1 0 % 以上の範囲にある」

(d) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 2 としたとき、面積率 S 2 が 5 5 % 以下の範囲にある」

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の鑄ぐるみ用部品において、

次の (c) 及び (d) の条件がさらに満たされる

(c) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 1 としたとき、面積率 S 1 が 1 0 % ～ 5 0 % の範囲にある」

(d) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 2 としたとき、面積率 S 2 が 2 0 % ～ 5 5 % の範囲にある」

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 10】

請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品において、

次の (e) 及び (f) の条件がさらに満たされる

(e) 「前記等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域がそれぞれ独立している」

(f) 「前記等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域の面積が

10

20

30

40

50

0.2 mm² ~ 3.0 mm² の範囲にある」

ことを特徴とする鑄ぐるみ用部品。

【請求項 1 1】

鑄造用金属によってシリンダライナを鑄ぐるむことにより同シリンダライナの外周面と接合した態様で形成されるシリンダブロックにおいて、

前記鑄ぐるまれるシリンダライナとして、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品が設けられ、前記金属被膜層を介してこの鑄ぐるみ用部品の外周面と接合される

ことを特徴とするシリンダブロック。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載のシリンダブロックにおいて、

前記鑄造用金属は、アルミニウム又はアルミニウム合金である

ことを特徴とするシリンダブロック。

【請求項 1 3】

内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナの製造方法において、

括れた形状の突起が外周面上に複数存在するシリンダライナを形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程にて形成したシリンダライナの外周面に対してコールドスプレーにより高熱伝導性金属材料からなる金属被膜層を形成する第 2 の工程とを備える

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 2 の工程では、前記高熱伝導性金属材料としてのアルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金により前記金属被膜層を形成する

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 1 5】

内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナの製造方法において、

括れた形状の突起が外周面上に複数存在するシリンダライナを形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程にて形成したシリンダライナの外周面に対してコールドスプレーにより前記鑄造用金属よりも融点の低い低融点金属材料からなる金属被膜層を形成する第 2 の工程とを備える

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 2 の工程では、前記低融点金属材料としての亜鉛、亜鉛合金、錫、錫合金、鉛、鉛合金、アンチモン又はアンチモン合金により前記金属被膜層を形成する

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 3 ~ 1 6 のいずれか一項に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 1 の工程は、次の (a) 及び (b) の少なくとも一方の条件を満たす状態のシリンダライナを形成する

(a) 「前記突起の高さが 0.5 mm ~ 1.5 mm の範囲にある」

(b) 「前記突起の数が前記外周面上の 1 cm² 当たり 5 個 ~ 6 0 個の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 1 の工程では、次の (c) 及び (d) の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成する

(c) 「3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得ら

10

20

30

40

50

れる前記突起の等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S_1 としたとき、面積率 S_1 が 10 % 以上の範囲にある」

(d) 「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0.2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S_2 としたとき、面積率 S_2 が 55 % 以下の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 19】

請求項 17 に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 1 の工程では、次の (c) 及び (d) の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成する

10

(c) 「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S_1 としたとき、面積率 S_1 が 10 % ~ 50 % の範囲にある」

(d) 「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0.2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S_2 としたとき、面積率 S_2 が 20 % ~ 55 % の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【請求項 20】

請求項 17 ~ 19 のいずれか一項に記載のシリンダライナ製造方法において、

前記第 1 の工程では、次の (e) 及び (f) の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成する

20

(e) 「前記等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域がそれぞれ独立している」

(f) 「前記等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の面積が $0.2 \text{ mm}^2 \sim 3.0 \text{ mm}^2$ の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、外周面が鋳造用金属に鋳ぐるまれる鋳ぐるみ用部品及びこの鋳ぐるみ用部品をシリンダライナとして用いたシリンダブロックに関する。

30

【背景技術】

【0002】

鋳ぐるみ用部品、例えば鋳ぐるまれることでシリンダブロックに一体化されてシリンダボアを形成するシリンダライナは、シリンダボアの真円度を高く維持するために、鋳ぐるまれた外周面がシリンダブロックとの間で十分に大きな接合力を生じていることが重要である。

【0003】

このように十分に大きな接合力を生じさせるために、シリンダライナ外周面の性状を調節することは極めて重要であり、このためにシリンダライナ外周面を溶射層にて被覆して表層を形成する技術が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。この特許文献 1 ではシリンダライナ外周面に溶射により粒状金属を不規則に付着させて表面に凹凸を有する表層を形成させている。このことで鋳造時に溶湯が凹部に流れ込み、アンカー効果を生じさせて、大きい接合力が発生するというものである。

40

【0004】

又、シリンダライナ外周面に低融点材料の被膜をショットピーニングやプラズマ溶射などにより冶金的に接合したことにより、表面に酸化膜を生じさせないようにしてシリンダブロックとの間で密着性を高める技術（例えば特許文献 2 参照）が提案されている。

【0005】

この他、シリンダライナ外周面の内で上死点領域と下死点領域とに表層としてアルミニ

50

ウム合金による活性化層を形成してクランクケースと金属結合する技術（例えば特許文献3参照）が提案されている。

【特許文献1】実開昭53-163405号公報（第3-4頁、第5図）

【特許文献2】特開2003-53508号公報（第4-5頁、図1）

【特許文献3】特開2003-120414号公報（第3頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

シリンダライナを鑄ぐるむことにより形成されるシリンダブロックにおいては、最近の内燃機関の軽量化に伴う狭ボア間設計や高出力化のために、シリンダライナとシリンダブロックとの密着性を高めることで冷却性能を向上させることが要求されている。

【0007】

しかし特許文献1, 3では、シリンダライナ外周面にある溶射層は、一旦高温で溶融された金属粒子がシリンダライナに衝突することにより形成されている。このため、溶射層表面には酸化膜が、又、溶射層中には酸化物層が生じている。このため熱伝導性は元の溶射材料よりも低くなり、冷却性能の向上のためには十分ではない。

【0008】

特許文献2では、シリンダライナ外周面に低融点の被膜を形成して、鑄造時、溶湯に接触した場合に熱効果により融合して良好な金属結合ができるとしている。しかし特許文献1, 3と同様に溶射その他の高温化溶融状態で被膜形成するので、表面に酸化膜及び内部に酸化物層が形成されるのを防止できない。したがって、この場合も冷却性能の向上のためには十分ではない。尚、特許文献2ではショットピーニングによる手法が用いられているが、ショットピーニングは表面処理方法であり、完全な被膜の形成には不十分である。

【0009】

本発明は、シリンダライナのごとく、外周面が鑄造用金属に鑄ぐるまれる鑄ぐるみ用部品において、外周面に形成した金属層と、鑄造後において鑄ぐるんだ金属との間で、高い熱伝導性を生じさせることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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。

（1）請求項1に記載の発明は、括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、同外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれる鑄ぐるみ用部品において、コールドスプレーにより形成された高熱伝導性金属からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることをその要旨としている。

（2）請求項2に記載の発明は、括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して同外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれ、これによりシリンダブロックに接合されるシリンダライナとしての鑄ぐるみ用部品において、コールドスプレーにより形成された高熱伝導性金属材料からなる金属皮膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属皮膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることをその要旨としている。

【0011】

コールドスプレーは、材料を溶融又はガス化させることなく、不活性ガスと共に超音速流で固相状態のまま基材に衝突させて塑性変形にて被膜を形成する被膜形成手法である。このように非溶融状態でかつ酸素を遮断した状態でシリンダライナ上に金属被覆層が形成されることから、形成された被膜の表面及び内部において、酸化膜や酸化物層がほとんど存在しない。このコールドスプレーにより金属被覆層が形成された鑄ぐるみ用部品を鑄ぐるむと、鑄ぐるんだ金属が十分に密着し、かつ金属被覆層自体も十分な熱伝導性を生じるので、鑄ぐるんだ金属との間で高い熱伝導性を生じさせることができる。

また、当該鑄ぐるみ用部品を、内燃機関のシリンダブロックに用いられるシリンダライ

10

20

30

40

50

ナとした場合、このシリンダライナを用いて形成されるシリンダブロックは、シリンダボア側からシリンダブロック側への熱伝導性が極めて高くなり、シリンダボア壁温を十分好適な状態に維持することが可能となる。

また、鑄ぐるみ用部品の外周面に上記突起を設けることにより、鑄ぐるみ用部品の外周面と金属被覆層との間の接合力をより強力なものにすることができる。また、当該鑄ぐるみ用部品がシリンダライナである場合には、金属被覆層を介してシリンダライナとシリンダブロックとの間の総合的な接合力も十分に大きなものにすることができる。このようなシリンダライナがシリンダブロックに対して十分な接合力を有することによりシリンダボアの真円度を十分に高く維持できるようになる。

【 0 0 1 2 】

(3) 請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の鑄ぐるみ用部品において、前記高熱伝導性金属材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金からなることをその要旨としている。

(4) 請求項 4 に記載の発明は、括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、同外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれる鑄ぐるみ用部品において、コールドスプレーにより形成された前記鑄造用金属よりも融点の低い低融点金属材料からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることをその要旨としている。

(5) 請求項 5 に記載の発明は、括れた形状の突起が外周面上に複数形成されるものであって、内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して同外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれ、これによりシリンダブロックに接合されるシリンダライナとしての鑄ぐるみ用部品において、コールドスプレーにより形成された前記鑄造用金属よりも融点の低い低融点金属材料からなる金属被膜層が前記外周面に設けられるとともに、この金属被膜層により前記括れた形状の複数の突起が覆われることをその要旨としている。

(6) 請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 または 5 に記載の鑄ぐるみ用部品において、前記低融点金属材料は、亜鉛、亜鉛合金、錫、錫合金、鉛、鉛合金、アンチモン又はアンチモン合金からなることをその要旨としている。

(7) 請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品において、次の (a) 及び (b) の少なくとも一方の条件が満たされる (a) 「前記突起の高さが 0 . 5 mm ~ 1 . 5 mm の範囲にある」 (b) 「前記突起の数が前記外周面上の 1 c m ² 当たり 5 個 ~ 6 0 個の範囲にある」ことをその要旨としている。

(8) 請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の鑄ぐるみ用部品において、 (c) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 1 としたとき、面積率 S 1 が 1 0 % 以上の範囲にある」及び (d) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 2 としたとき、面積率 S 2 が 5 5 % 以下の範囲にある」の条件がさらに満たされることをその要旨としている。

【 0 0 1 3 】

更に上記突起に関しては、 (c) 及び (d) の条件を加えた突起として形成されていることにより、当該鑄ぐるみ用部品が例えばシリンダライナである場合には、このシリンダライナとシリンダブロックとの間の総合的な接合力も、より大きなものとできる。このことによりシリンダボアの真円度を十分に高く維持できる。

【 0 0 1 4 】

(9) 請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 に記載の鑄ぐるみ用部品において、 (c) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0 . 4 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S 1 としたとき、面積率 S 1 が 1 0 % ~ 5 0 % の範囲にある」及び (d) 「 3 次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測

10

20

30

40

50

定して得られる前記突起の等高線図において、高さ 0.2 mm の等高線により囲まれる領域の面積率を S_2 としたとき、面積率 S_2 が 20% ~ 55% の範囲にある」の条件がさらに満たされることをその要旨としている。

【0015】

更に上記突起に関しては、このような (c) 及び (d) の条件を加えた突起として形成されていても良く、このことにより、当該鑄ぐるみ用部品が例えばシリンダライナである場合には、このシリンダライナとシリンダブロックとの間の総合的な接合力も、より大きなものとできる。このことによりシリンダボアの真円度を十分に高く維持できる。

【0016】

(10) 請求項 10 に記載の発明は、請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品において、(e) 「前記等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域がそれぞれ独立している」及び (f) 「前記等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の面積が $0.2 \text{ mm}^2 \sim 3.0 \text{ mm}^2$ の範囲にある」の条件がさらに満たされることをその要旨としている。

10

【0017】

更に上記突起に関しては、(e) 及び (f) の条件を加えた突起として形成されていることにより、当該鑄ぐるみ用部品が例えばシリンダライナである場合には、このシリンダライナとシリンダブロックとの間の総合的な接合力も、一層大きなものとできる。このことによりシリンダボアの真円度を更に強固に維持できる。更にシリンダライナ本体やシリンダライナの製造工程での突起の破損を防止できる。

20

【0022】

(11) 請求項 11 に記載の発明は、鑄造用金属によってシリンダライナを鑄ぐるむことにより同シリンダライナの外周面と接合した態様で形成されるシリンダブロックにおいて、前記鑄ぐるまれるシリンダライナとして、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の鑄ぐるみ用部品が設けられ、前記金属被膜層を介してこの鑄ぐるみ用部品の外周面と接合されることをその要旨としている。

このようにシリンダブロックが形成されていることにより、シリンダボア側からシリンダブロック側への熱伝導性が極めて高くなり、シリンダボア壁温を十分好適な状態に維持することが可能となる。更に、シリンダライナ本体に突起が存在する場合には、シリンダボアの真円度を十分に高く維持できるようになる。

30

【0023】

(12) 請求項 12 に記載の発明は、請求項 11 に記載のシリンダブロックにおいて、前記鑄造用金属は、アルミニウム又はアルミニウム合金であることをその要旨としている。

このようにアルミニウム又はアルミニウム合金を用いることで、前述した密着性の高さと共にシリンダボアの冷却能力が高まり、シリンダボア壁温を十分好適な状態に維持することができる。

【0024】

(13) 請求項 13 に記載の発明は、内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナの製造方法において、括れた形状の突起が外周面上に複数存在するシリンダライナを形成する第 1 の工程と、前記第 1 の工程にて形成したシリンダライナの外周面に対してコールドスプレーにより高熱伝導性金属材料からなる金属被膜層を形成する第 2 の工程とを備えることをその要旨としている。

40

【0025】

このようにして形成された金属被覆層には、表面及び内部において、酸化膜や酸化物層がほとんど存在しない。このシリンダライナをブロック材にて鑄ぐるむとシリンダブロック側に十分に密着し、かつ金属被覆層自体も十分な熱伝導性を生じるので、鑄造後においてシリンダライナとシリンダブロック側との間で高い熱伝導性を生じさせることができる。したがってシリンダボア壁温を十分好適な状態に維持することができる。

【0026】

50

(14) 請求項14に記載の発明は、請求項13に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第2の工程では、前記高熱伝導金属材料としてのアルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金により前記金属被膜層を形成することをその要旨としている。

(15) 請求項15に記載の発明は、内燃機関のシリンダブロックの鑄造に際して外周面が鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナの製造方法において、括れた形状の突起が外周面上に複数存在するシリンダライナを形成する第1の工程と、前記第1の工程にて形成したシリンダライナの外周面に対してコールドスプレーにより前記鑄造用金属よりも融点に低い低融点金属材料からなる前記鑄造用金属被膜層を形成する第2の工程とを備えることをその要旨としている。

(16) 請求項16に記載の発明は、請求項15に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第2の工程では前記低融点金属材料としての亜鉛、亜鉛合金、錫、錫合金、鉛、鉛合金、アンチモン又はアンチモン合金により前記金属被膜層を形成することをその要旨としている。

(17) 請求項17に記載の発明は、請求項13～16のいずれか一項に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第1の工程は、次の(a)及び(b)の少なくとも一方の条件を満たす状態のシリンダライナを形成する(a)「前記突起の高さが0.5mm～1.5mmの範囲にある」(b)「前記突起の数が前記外周面上の1cm²当たり5個～60個の範囲にある」ことをその要旨としている。

(18) 請求項18に記載の発明は、請求項17に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第1の工程では、(c)「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ0.4mmの等高線により囲まれる領域の面積率をS1としたとき、面積率S1が10%以上の範囲にある」及び(d)「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ0.2mmの等高線により囲まれる領域の面積率をS2としたとき、面積率S2が55%以下の範囲にある」の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成することをその要旨としている。

【0027】

(19) 請求項19に記載の発明は、請求項17に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第1の工程では、(c)「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ0.4mmの等高線により囲まれる領域の面積率をS1としたとき、面積率S1が10%～50%の範囲にある」及び(d)「3次元レーザ測定器により前記突起の高さ方向から前記シリンダライナ本体の外周面を測定して得られる前記突起の等高線図において、高さ0.2mmの等高線により囲まれる領域の面積率をS2としたとき、面積率S2が20%～55%の範囲にある」の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成することをその要旨としている。

【0028】

(20) 請求項20に記載の発明は、請求項17～19のいずれか一項に記載のシリンダライナ製造方法において、前記第1の工程では、(e)「前記等高線図において、高さ0.4mmの等高線により囲まれる領域がそれぞれ独立している」及び(f)「前記等高線図において、高さ0.4mmの等高線により囲まれる領域の面積が0.2mm²～3.0mm²の範囲にある」の条件をさらに満たす状態のシリンダライナを形成することをその要旨としている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

[実施の形態1]

本実施の形態を図1、2に示す。図1は本発明のシリンダライナ2の斜視図(A)及び部分拡大横断面図(B)を示し、図2はこのシリンダライナ2を鑄ぐるんで形成したシリンダブロック4の部分斜視図(A)及び部分縦断面図(B)を示している。尚、シリンダブロック

10

20

30

40

50

4 に鑄込まれているシリンダライナ 2 の周りにはウォータージャケット 4 a が形成されている。

【 0 0 3 2 】

< シリンダライナ 2 の構成 >

図 1 に示したシリンダライナ 2 の本体 2 a は鑄鉄製の円筒体であり、このシリンダライナ本体 2 a の外周面（以下「ライナ本体外周面」と称する）6 の上には、鑄造時にシリンダブロック 4 側と冶金的に接合させるための金属被覆層 8 が形成されて、シリンダライナ 2 として構成されている。

【 0 0 3 3 】

尚、鑄鉄の組成は、耐摩耗性、耐焼き付き性、及び加工性を考慮して、例えば以下のよう

10

T . C : 2 . 9 質量 % ~ 3 . 7 質量 %

S i : 1 . 6 質量 % ~ 2 . 8 質量 %

M n : 0 . 5 質量 % ~ 1 . 0 質量 %

P : 0 . 0 5 質量 % ~ 0 . 4 質量 %

また、必要に応じて以下の組成物を添加することもできる。

【 0 0 3 4 】

C r : 0 . 0 5 質量 % ~ 0 . 4 質量 %

B : 0 . 0 3 質量 % ~ 0 . 0 8 質量 %

C u : 0 . 3 質量 % ~ 0 . 5 質量 %

20

< 金属被覆層 8 の構成 >

金属被覆層 8 を形成している金属材料としては、高熱伝導性金属材料が用いられており、アルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金からなるものである。

【 0 0 3 5 】

< 金属被覆層 8 の形成 >

ライナ本体外周面 6 に金属被覆層 8 を形成するに当たって、予めライナ本体外周面 6 に対して粗面化装置（ここではブラスト処理装置又はウォータージェット装置）を用いて粗面化処理がなされている。

【 0 0 3 6 】

この粗面化処理後のライナ本体外周面 6 に対して、コールドスプレー装置により、高熱伝導性金属材料を粉末材料として不活性ガスと共に超音速流で固相状態のまま衝突させる。このことにより高熱伝導性金属材料の粒子がライナ本体外周面 6 上で塑性変形して金属被覆層 8 が形成される。

30

【 0 0 3 7 】

尚、シリンダブロック 4 を鑄造するための鑄造用金属、すなわちブロック材がアルミニウム又はアルミニウム合金であれば、ブロック材と同じ金属材料を粉末材料としてコールドスプレーを行っても良い。

【 0 0 3 8 】

< シリンダブロック 4 の構成・鑄造 >

シリンダブロック 4 は、図 2 に示したごとく金属被覆層 8 が存在するシリンダライナ 2 の外周面 2 c をブロック材にて鑄ぐるむようにして鑄造により形成されている。ブロック材として用いる鑄造用金属としては軽合金材料が用いられる。特に、ブロック材としては、軽量化と共にコストを考慮して、アルミニウムまたはアルミニウム合金を用いる。アルミニウム合金としては、例えば「J I S A D C 1 0（関連規格米国 A S T M A 3 8 0 . 0）」あるいは「J I S A D C 1 2（関連規格米国 A S T M A 3 8 3 . 0）」等を用いることができる。

40

【 0 0 3 9 】

図 1 に示したシリンダライナ 2 を鑄型内に配置して、アルミニウムまたはアルミニウム合金の溶湯を鑄込む。このことにより図 2 に示したごとく金属被覆層 8 の外周全域がアルミニウムまたはアルミニウム合金にて鑄ぐるまれたシリンダブロック 4 が形成される。

50

【 0 0 4 0 】

図3のごとく、鑄造時において溶湯10は、ライナ本体外周面6上にある金属被覆層8に接触して加熱する。金属被覆層8は、前述したごとくコールドスプレーにより形成されているため、金属被覆層8の表面、すなわちシリンダライナ2の外周面2cには酸化物層はほとんど存在せず、溶湯10は金属被覆層8とは十分に密着した状態で凝固する。こうしてシリンダブロック4の鑄造が完了する。

【 0 0 4 1 】

以上説明した本実施の形態1によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．シリンダブロック4を鑄造する際に溶湯10が接触して凝固する金属被覆層8は、コールドスプレーにより形成されている。コールドスプレーは前述したごとくの手法により、非溶融状態でかつ酸素を遮断した状態でシリンダライナ本体2a上に金属被覆層8が形成できることから、形成された金属被覆層8の表面及び内部においても酸化膜や酸化物層がほとんど存在しない。

10

【 0 0 4 2 】

したがってシリンダライナ2がブロック材に鑄ぐるまれると、金属被覆層8の表面であるシリンダライナ2の外周面2cとブロック材との密着性が極めて高いシリンダブロック4となる。このため金属被覆層8の界面からシリンダブロック4への熱伝導性は高くなる。更に、金属被覆層8内部においても酸化物層がほとんど存在しないので、金属被覆層8自体も熱伝導性は高い。

20

【 0 0 4 3 】

したがって金属被覆層8からシリンダブロック4側への熱伝導性は十分に高くなる。

このことによりシリンダライナ2からシリンダブロック4への熱伝導性も十分に向上し、ウォータージャケット4aによるシリンダポア2bの冷却を十分適切に行うことができる。

【 0 0 4 4 】

(ロ)．金属被覆層8は材質として前述したごとくの高熱伝導性金属材料を用いている。そして、上述のごとく内部に酸化物層がほとんど存在しないことから、材料としての高熱伝導性が十分に発揮される。このことにより(イ)に述べた効果が一層顕著となる。

【 0 0 4 5 】

[実施の形態2]

30

< シリンダライナ12の構成 >

図4に本実施の形態のシリンダライナ12の部分拡大横断面図を示す。ここでシリンダライナ12の本体12aは前記実施の形態1の場合と同じ組成の鑄鉄製であるが、ライナ本体外周面16には、複数の括れた形状の突起17が一体に形成されている。この突起17は、次の態様にて形成されている。

【 0 0 4 6 】

(1)基端部17aと先端部17bとの中間に最も細い部位(括れ部17c)を有する。

(2)括れ部17cから基端部17a及び先端部17bへかけて拡径している。

(3)先端部17bに略平坦状の頂面17d(シリンダライナ本体12aの径方向において最も外周側の面)を有する。

40

【 0 0 4 7 】

(4)突起17の間には略平滑な面(基底面17e)が形成されている。

そしてこのライナ本体外周面16は粗面化された後、ライナ本体外周面16上には鑄造時に冶金的にブロック材と接合させるための金属被覆層18が形成されている。この金属被覆層18は、前記実施の形態1の金属被覆層と同じであり、高熱伝導性金属材料が用いられており、アルミニウム、アルミニウム合金、銅又は銅合金からなるものである。

【 0 0 4 8 】

< シリンダライナ12の製造工程 >

シリンダライナ12の製造では、図5に示す[工程A]～[工程H]が実行される。

ここで図6に示す製造工程内容概略図を参照して、各工程の詳細について説明する。

50

【 0 0 4 9 】

[工程 A]

耐火基材 C 1、粘結剤 C 2、及び水 C 3 を所定の割合で配合して懸濁液 C 4 を作成する。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態においては、耐火基材 C 1、粘結剤 C 2、及び水 C 3 の配合量として選択可能な範囲、並びに耐火基材 C 1 の平均粒径として選択可能な範囲をそれぞれ以下のように設定している。

【 0 0 5 1 】

耐火基材 C 1 の配合量 : 8 質量 % ~ 3 0 質量 %
 粘結剤 C 2 の配合量 : 2 質量 % ~ 1 0 質量 %
 水 C 3 の配合量 : 6 0 質量 % ~ 9 0 質量 %
 耐火基材 C 1 の平均粒径 : 0 . 0 2 m m ~ 0 . 1 m m

10

[工程 B]

懸濁液 C 4 に所定量の界面活性剤 C 5 を添加して塗型材 C 6 を作成する。

【 0 0 5 2 】

本実施の形態においては、界面活性剤 C 5 の添加量として選択可能な範囲を以下のように設定している。

界面活性剤 C 5 の添加量 : 0 . 0 0 5 質量 % < X 0 . 1 質量 % (X は添加量)

[工程 C]

規定の温度に加熱されて回転状態にある金型 P (鋳型) の内周面 P i に塗型材 C 6 を噴霧塗布する。このとき、塗型材 C 6 の層 (塗型層 C 7) が内周面 P i 全周にわたって略均一の厚さに形成されるように塗型材 C 6 の塗布が行われる。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態においては、塗型層 C 7 の厚さとして選択可能な範囲を以下のように設定している。

塗型層 C 7 の厚さ : 0 . 5 m m ~ 1 . 5 m m

図 7 に塗型層 C 7 における括れた形状の凹穴の形成態様の一例を示す。

【 0 0 5 4 】

図 7 に示すように、塗型層 C 7 内の気泡 D 1 に対して界面活性剤 C 5 が作用することにより塗型層 C 7 の内周側に凹穴 D 2 が形成される。そして、凹穴 D 2 が金型 P の内周面 P i に突き当たることにより、塗型層 C 7 に括れた形状の凹穴 D 3 が形成される。

30

【 0 0 5 5 】

[工程 D]

塗型層 C 7 が乾燥した後、回転状態にある金型 P 内へ鋳鉄の溶湯 C I を鋳込むことによりシリンダライナ本体 1 2 a を鋳造する。このとき、塗型層 C 7 の凹穴 D 3 の形状に対応した形状の突起がシリンダライナ本体 1 2 a へ転写されることにより、ライナ本体外周面 1 6 に括れた形状の突起 1 7 (前記図 4) が形成される。

【 0 0 5 6 】

[工程 E]

溶湯 C I が凝固してシリンダライナ本体 1 2 a が形成された後、塗型層 C 7 とともにシリンダライナ本体 1 2 a を金型 P から取り出す。

40

【 0 0 5 7 】

[工程 F]

ブラスト処理装置 M a により塗型層 C 7 をライナ本体外周面 1 6 から除去する。

[工程 G]

粗面化装置 (上記ブラスト処理装置 M a あるいは他のブラスト処理装置、又はウォータージェット装置) を用いて、ライナ本体外周面 1 6 を粗面化処理する。

【 0 0 5 8 】

[工程 H]

50

コールドスプレー装置 M b により、前記実施の形態 1 と同じく高熱伝導性金属材料の粉末を用いてライナ本体外周面 1 6 を被覆する。このことにより金属被覆層 1 8 が、突起 1 7 を覆ってライナ本体外周面 1 6 上に形成される。

【 0 0 5 9 】

このことにより図 4 に示したシリンダライナ 1 2 が完成する。

< 突起 1 7 の面積率 >

本実施の形態では、工程 F 終了後において、シリンダライナ本体 1 2 a の突起 1 7 の第 1 面積率 S 1 及び第 2 面積率 S 2 として選択可能な範囲を以下のように設定している。

【 0 0 6 0 】

第 1 面積率 S 1 : 1 0 % 以上

10

第 2 面積率 S 2 : 5 5 % 以下

また、以下のように設定することもできる。

【 0 0 6 1 】

第 1 面積率 S 1 : 1 0 % ~ 5 0 %

第 2 面積率 S 2 : 2 0 % ~ 5 5 %

第 1 面積率 S 1 は、基底面 1 7 e から高さ 0 . 4 mm (基底面 1 7 e を基準とした突起 1 7 の高さ方向の距離) の平面において、単位面積あたりに占める突起 1 7 の断面積に相当する。

【 0 0 6 2 】

第 2 面積率 S 2 は、基底面 1 7 e から高さ 0 . 2 mm (基底面 1 7 e を基準とした突起 1 7 の高さ方向の距離) の平面において、単位面積あたりに占める突起 1 7 の断面積に相当する。

20

【 0 0 6 3 】

これら面積率 S 1 , S 2 は 3 次元レーザ測定器により得られた突起 1 7 の等高線図 (後述する図 1 1 , 1 2) に基づいて得られている。

尚、突起 1 7 の高さと分布密度とは、工程 C にて形成された塗型層 C 7 の凹穴 D 3 の深さと分布密度とにより決定される。ここでは突起 1 7 の高さが 0 . 5 mm ~ 1 . 5 mm であり、突起 1 7 の分布密度として、突起 1 7 の数がライナ本体外周面 1 6 上の 1 c m² (「平方センチメートル」に相当、請求項についても同じ) あたりに 5 個 ~ 6 0 個となるように塗型層 C 7 が形成されている。

30

【 0 0 6 4 】

< シリンダブロックの製造 >

シリンダブロックは、図 4 に示したシリンダライナ 1 2 を鋳型内に配置して、図 8 に示すごとくライナ本体外周面 1 6 をブロック材の溶湯 2 0 にて鋳ぐるむようにして鋳造により形成されている。このブロック材としては前記実施の形態 1 に述べたごとくであり、同じ軽合金材料が用いられる。

【 0 0 6 5 】

このようにして製造されたシリンダブロックにおいても、前記実施の形態 1 にて説明したメカニズムにより、溶湯 2 0 は金属被覆層 1 8 とは十分に密着した状態で凝固している。

40

【 0 0 6 6 】

以上説明した本実施の形態 2 によれば、以下の効果が得られる。

(イ) . 前記実施の形態 1 の効果を生じると共に、シリンダライナ 1 2 は、金属被覆層 1 8 とシリンダライナ本体 1 2 a との間が、コールドスプレーによる接合に加えて、更に上述のごとくに括れた形状の突起 1 7 によっても接合されている。このためシリンダライナ本体 1 2 a と金属被覆層 1 8 との間の接合力、及び金属被覆層 1 8 を介してのシリンダライナ本体 1 2 a とシリンダブロック側との接合力も一層高くすることができる。このことによりシリンダボア 1 2 b も、より高い真円度に維持できる。

【 0 0 6 7 】

更に、括れた形状の突起 1 7 の存在によりシリンダライナ本体 1 2 a からシリンダブロ

50

ック側への熱伝導性も更に高まり、シリンダボア 1 2 b の冷却性能もより高くなる。

【実施の形態 3】

本実施の形態では、図 9 に示すごとく前記実施の形態 1 に用いられているシリンダライナ本体と同じシリンダライナ本体 2 2 a に対して、低融点金属材料の粉末材料を用いてコールドスプレー装置で金属被覆層 2 8 を形成してシリンダライナ 2 2 としている。

【0068】

ここで低融点金属材料としては、亜鉛、亜鉛合金、錫、錫合金、鉛、鉛合金、アンチモン又はアンチモン合金が用いられている。

このようにコールドスプレーにて形成された金属被覆層 2 8 は、前記実施の形態 1 の金属被覆層と同様に、表面及び内部においても酸化膜や酸化物層がほとんど存在しない。

10

【0069】

そして図 10 に示すごとくシリンダライナ 2 2 を前記実施の形態 1 と同様にブロック材の溶湯 3 0 にて鑄ぐるむことにより、シリンダブロックが鑄造される。この鑄造時には、溶湯 3 0 を構成しているブロック材（アルミニウム又アルミニウム合金）よりも金属被覆層 2 8 の方が融点が高いので、溶湯 3 0 により金属被覆層 2 8 の表面が融解し溶湯 3 0 と融合して図示すごとく融合金属層 2 8 a となる。そして溶湯 3 0 及び融合金属層 2 8 a の凝固によりシリンダブロックの鑄造が完成した時には、融合金属層 2 8 a はシリンダブロック側に対しても、金属被覆層 2 8 に対しても共に強固に接合しかつ密着した状態となる。

【0070】

20

以上説明した本実施の形態 3 によれば、以下の効果が得られる。

（イ）．金属被覆層 2 8 として低融点金属材料を用いていることにより、酸化膜のほとんど無い金属被覆層 2 8 の表面は、溶湯 3 0 との接触により容易に溶解し、かつ溶湯 3 0 と容易に融合する。このことにより、金属被覆層 2 8 は鑄造後においてシリンダブロック側との間でより高い熱伝導性を生じさせることができ、前記実施の形態 1 の（イ）の効果がより顕著となる。

【0071】

（ロ）．コールドスプレーであれば、溶融させないので、低融点金属材料を用いても、過溶融による装置の詰まりがなく被膜形成作業性を低下させにくい。更に金属によっては昇華も防止でき、被膜形成効率を高めることができる。

30

【0072】

【実施の形態 4】

本実施の形態のシリンダライナは、前記実施の形態 2 にて用いた突起 1 7 がライナ本体外周面 1 6 に形成されているシリンダライナ本体 1 2 a と同じシリンダライナ本体を用い、金属被覆層は前記実施の形態 3 の金属被覆層 2 8 と同じく低融点金属材料にて形成したものである。

【0073】

この実施の形態 2 のシリンダライナ本体 1 2 a と実施の形態 3 の金属被覆層 2 8 の組み合わせにより形成したシリンダライナを、ブロック材（アルミニウム又アルミニウム合金）の溶湯により鑄ぐるんでシリンダブロックの鑄造が完成する。

40

【0074】

以上説明した本実施の形態 4 によれば、以下の効果が得られる。

（イ）．前記実施の形態 2 と前記実施の形態 3 との両方の効果を生じる。

【突起の等高線図の説明】

ここで、前記実施の形態 2 において、3 次元レーザ測定器にて得られた突起 1 7 の等高線図について説明する。

【0075】

<突起 1 7 の等高線図>

図 1 1 を参照して、前記実施の形態 2 の図 4 に示した突起 1 7 の等高線の測定態様について説明する。本等高線図の作成に当たっては、まず等高線測定用のテストピースを、基

50

底面 17e が非接触式の 3 次元レーザ測定器と対向するように試験台へセットする。そして基底面 17e に対して略直行するようにレーザ光を照射して測定する。この測定結果を画像処理装置に取り込み、図 11 の (a) に示すごとく突起 17 の等高線図とした。

【0076】

図 11 の (b) は基底面 17e と等高線 h ($h_0 \sim h_{10}$) との関係を示す。図示するごとく等高線 h は、基底面 17e から突起 17 の高さ方向 (矢印 Y 方向) における所定距離毎に等高線図上へ表示される。以降では、基底面 17e を基準とした矢印 Y 方向への距離を「測定高さ」とする。

【0077】

尚、図 11 においては、等高線 h を 0.2 mm 間隔毎に表示した等高線図を示しているが、等高線 h の間隔は適宜の値に設定することができる。

10

〔a〕突起 17 の第 1 面積率 S_1

図 12 の (a) に測定高さ 0.4 mm 未満の等高線 h を非表示にしたときの等高線図 (第 1 等高線図) を示す。ここでは、図示した等高線図の面積 ($W_1 \times W_2$) を、第 1 面積率 S_1 の測定に際しての単位面積としている。

【0078】

第 1 等高線図において、等高線 h_4 に囲まれた領域 R_4 の面積 (図中の斜線ハッチング部分の面積 S_{R4}) は、測定高さ 0.4 mm の平面に属する 1 つの突起の断面積 (突起 17 の第 1 断面積) に相当する。又、第 1 等高線図における領域 R_4 の数 (領域数 N_4) は、第 1 等高線図内に存在している突起 17 の数 (突起数 N_1) に相当する。

20

【0079】

第 1 面積率 S_1 は、等高線図の面積 ($W_1 \times W_2$) に占める領域 R_4 の合計面積 ($S_{R4} \times N_4$) の割合として算出される。即ち、第 1 面積率 S_1 は、測定高さ 0.4 mm の平面において、単位面積当たりに占める突起 17 の第 1 断面積の合計面積に相当する。

【0080】

第 1 面積率 S_1 は、下記計算式

$$S_1 = (S_{R4} \times N_4) / (W_1 \times W_2) \times 100 \quad [\%]$$

により示すことができる。

【0081】

〔b〕突起 17 の第 2 面積率 S_2

30

図 12 の (b) に測定高さ 0.2 mm 未満の等高線 h を非表示にしたときの等高線図 (第 2 等高線図) を示す。ここでは、等高線図の面積 ($W_1 \times W_2$) を、第 2 面積率 S_2 の測定に際しての単位面積としている。

【0082】

第 2 等高線図において、等高線 h_2 に囲まれた領域 R_2 の面積 (図中の斜線ハッチング部分の面積 S_{R2}) は、測定高さ 0.2 mm の平面に属する 1 つの突起の断面積 (突起 17 の第 2 断面積) に相当する。又、第 2 等高線図における領域 R_2 の数 (領域数 N_2) は、第 2 等高線図内に存在している突起 17 の数に相当する。ここでは第 2 等高線図の面積は第 1 等高線図の面積と同じであるので、突起 17 の数 = 突起数 N_1 である。

【0083】

40

第 2 面積率 S_2 は、等高線図の面積 ($W_1 \times W_2$) に占める領域 R_2 の合計面積 ($S_{R2} \times N_2$) の割合として算出される。即ち、第 2 面積率 S_2 は、測定高さ 0.2 mm の平面において、単位面積当たりに占める突起 17 の第 2 断面積の合計面積に相当する。

【0084】

第 2 面積率 S_2 は、下記計算式

$$S_2 = (S_{R2} \times N_2) / (W_1 \times W_2) \times 100 \quad [\%]$$

により示すことができる。

【0085】

〔c〕第 1, 2 突起断面積

突起 17 の第 1 断面積は測定高さ 0.4 mm の平面に属する 1 つの突起の断面積として

50

、突起 17 の第 2 断面積は測定高さ 0.2 mm の平面に属する 1 つの突起の断面積として、それぞれ等高線図から算出される。例えば、等高線図の画像処理を通じて、第 1 等高線図 [図 12 の (a)] の領域 R4 の面積を算出することで突起 17 の第 1 断面積を把握することができ、第 2 等高線図 [図 12 の (b)] の領域 R2 の面積を算出することで突起 17 の第 2 断面積を把握することができる。

【 0086 】

〔 d 〕突起数

突起数 N1 は、シリンダライナのライナ本体外周面 16 の単位面積 (1 cm²) 当たり形成されている突起 17 の数として、等高線図から算出される。例えば、等高線図の画像処理を通じて、第 1 等高線図 [図 12 (a)] の領域 R4 の数 (領域数 N4) を算出することで突起数 N1 を把握することができる。

10

【 0087 】

尚、第 1 面積率 S1 が 10 % 以上のシリンダライナを適用したシリンダブロックと、第 1 面積率 S1 が 10 % 未満のシリンダライナを適用したシリンダブロックとにおけるポアの変形量を比較したところ、後者の変形量は前者の変形量の 3 倍以上となる場合があることが確認された。

【 0088 】

第 2 面積率 S2 が 55 % よりも大きいシリンダライナでは、空隙率が急激に上昇する。ここで空隙率とは、シリンダライナとシリンダブロックとの境界に形成されている空隙の面積が境界断面に占める割合である。

20

【 0089 】

これらの結果から、第 1 面積率 S1 が 10 % 以上、且つ第 2 面積率 S2 が 55 % 以下のシリンダライナをシリンダブロックへ適用することにより、ブロック材とシリンダライナとの接合強度及び密着性の向上を好適に実現することができるようになる。

【 0090 】

なお、第 1 面積率 S1 の上限を 50 % とすることにより、第 2 面積率 S2 を 55 % 以下にすることができる。第 2 面積率 S2 の下限を 20 % とすることにより、第 1 面積率 S1 を 10 % 以上にすることができる。

【 0091 】

〔 その他の実施の形態 〕

30

(1) . 前記実施の形態 2 , 4 ではライナ本体外周面を粗面化していたが、括れた形状の前記突起によりシリンダライナ本体は、金属被覆層及びシリンダブロックに対する接合力は十分あるので、特に粗面化しなくても良い。

【 0092 】

(2) . 前記実施の形態 2 , 4 における突起は、

(a) 突起の高さが 0.5 mm ~ 1.5 mm

(b) 突起の数がライナ本体外周面上の 1 cm² 当たり 5 個 ~ 60 個

(c) 3 次元レーザ測定器により突起の高さ方向からライナ本体外周面を測定して得られる突起の等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の第 1 面積率 S1 が 10 % 以上

40

(d) 3 次元レーザ測定器により突起の高さ方向からライナ本体外周面を測定して得られる突起の等高線図において、高さ 0.2 mm の等高線により囲まれる領域の第 2 面積率 S2 が 55 % 以下

上記 (a) ~ (d) の全ての条件を満たしていた。

【 0093 】

あるいは、

(a) 突起の高さが 0.5 mm ~ 1.5 mm

(b) 突起の数がライナ本体外周面上の 1 cm² 当たり 5 個 ~ 60 個

(c') 3 次元レーザ測定器により突起の高さ方向からライナ本体外周面を測定して得られる突起の等高線図において、高さ 0.4 mm の等高線により囲まれる領域の第 1 面

50

積率 S_1 が 10% ~ 50%

(d') 3 次元レーザ測定器により突起の高さ方向からライナ本体外周面を測定して得られる突起の等高線図において、高さ 0.2 mm の等高線により囲まれる領域の第 2 面積率 S_2 が 20% ~ 55%

上記 (a) ~ (d') の全ての条件を満たしていた。

【0094】

これ以外に、

(a) 突起の高さが 0.5 mm ~ 1.5 mm

(b) 突起の数がライナ本体外周面上の 1 cm² 当たり 5 個 ~ 60 個

これら (a) 及び (b) の条件の少なくとも一方を満たした突起でも良く、シリンダライナとシリンダブロックとの接合力を十分に生じさせることができ、密着性も高まる。

【0095】

又、(a) 及び (b) の条件の少なくとも一方と、前記 (c) 及び (d) の条件、あるいは前記 (c') 及び (d') の条件を組み合わせた突起でも良く、シリンダライナとシリンダブロックとの接合力を十分に生じさせることができ、密着性も高まる。

【0096】

(3) . 図 11, 12 に示した等高線図において等高線 h_4 に囲まれた領域 R_4 がそれぞれ独立するように突起 17 を形成 (測定高さ 0.4 mm の位置において突起 17 同士がそれぞれ独立するようにシリンダライナを形成) しても良い。このようにすると、シリンダブロックとシリンダライナとの接合力を更に向上させることができる。

【0097】

更に、測定高さ 0.4 mm の位置において、突起 17 の 1 つ当たりの面積を 0.2 mm² ~ 3.0 mm² (「平方ミリメートル」に相当、請求項についても同じ) に設定すると、製造工程での突起 17 の破損と接合力低下とを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0098】

【図 1】実施の形態 1 のシリンダライナの構成説明図。

【図 2】実施の形態 1 のシリンダブロックの構成説明図。

【図 3】実施の形態 1 のシリンダブロック鑄造時の構成説明図。

【図 4】実施の形態 2 のシリンダライナの構成説明図。

【図 5】実施の形態 2 のシリンダライナ製造工程説明図。

【図 6】実施の形態 2 のシリンダライナ製造工程内容概略図。

【図 7】実施の形態 2 の鑄型における括れた凹穴形成過程説明図。

【図 8】実施の形態 2 のシリンダブロック鑄造時の構成説明図。

【図 9】実施の形態 3 のシリンダライナの構成説明図。

【図 10】実施の形態 3 のシリンダブロック鑄造時の構成説明図。

【図 11】実施の形態 2, 4 におけるライナ外周面に形成されている突起の形状説明図。

【図 12】実施の形態 2, 4 におけるライナ外周面に形成されている突起の等高線による形状説明図。

【符号の説明】

【0099】

2 ... シリンダライナ、2 a ... シリンダライナ本体、2 b ... シリンダボア、2 c ... 外周面、4 ... シリンダブロック、4 a ... ウォータージャケット、6 ... ライナ本体外周面、8 ... 金属被覆層、10 ... 溶湯、12 ... シリンダライナ、12 a ... シリンダライナ本体、12 b ... シリンダボア、16 ... ライナ本体外周面、17 ... 突起、17 a ... 基端部、17 b ... 先端部、17 c ... 括れ部、17 d ... 頂面、17 e ... 基底面、18 ... 金属被覆層、20 ... 溶湯、22 ... シリンダライナ、22 a ... シリンダライナ本体、28 ... 金属被覆層、28 a ... 融合金属層、30 ... 溶湯、C1 ... 耐火基材、C2 ... 粘結剤、C3 ... 水、C4 ... 懸濁液、C5 ... 界面活性剤、C6 ... 塗型材、C7 ... 塗型層、CI ... 溶湯、D1 ... 気泡、D2, D3 ... 凹穴、Ma ... ブラスト処理装置、Mb ... コールドスプレー装置、P ... 金型、Pi ... 内周面、R2

10

20

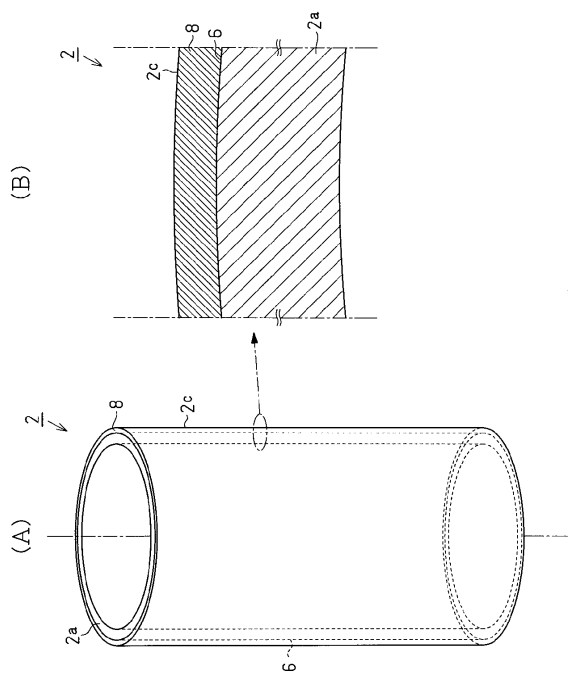
30

40

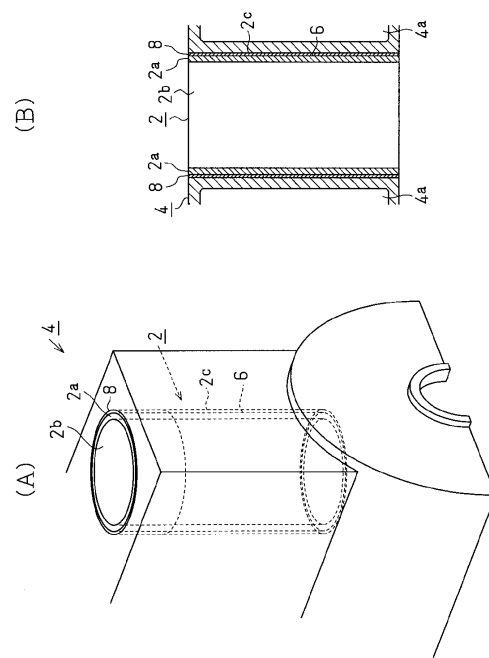
50

, R 4 ... 領域。

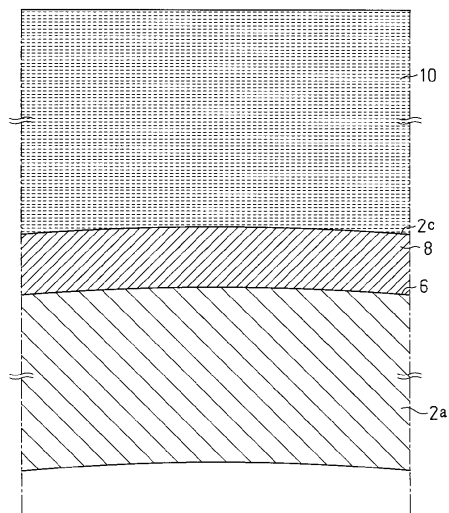
【 図 1 】



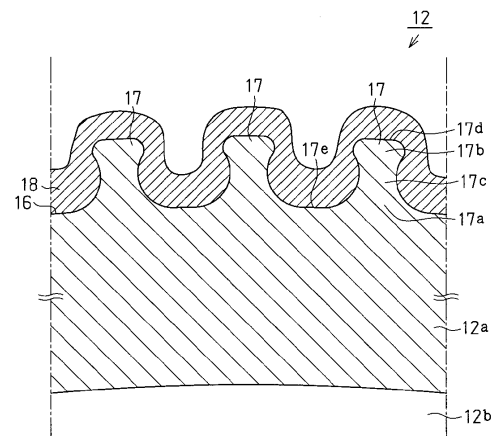
【 図 2 】



【図 3】

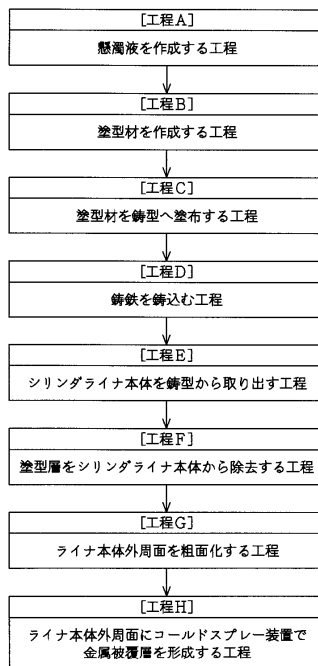


【図 4】



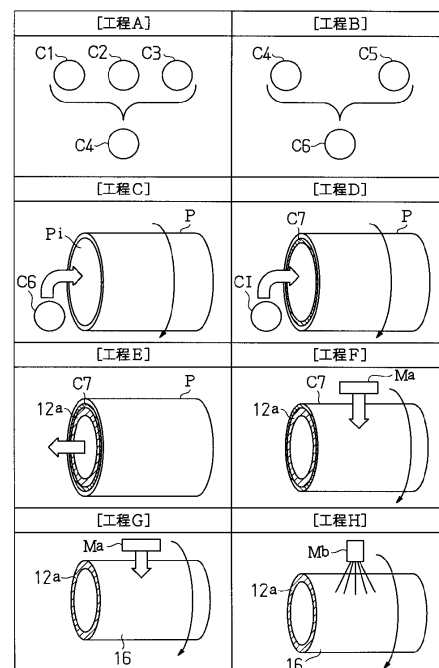
【図 5】

シリンダライナの製造工程

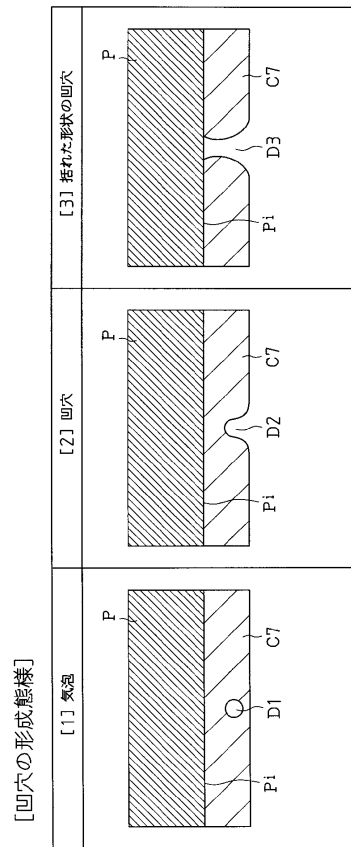


【図 6】

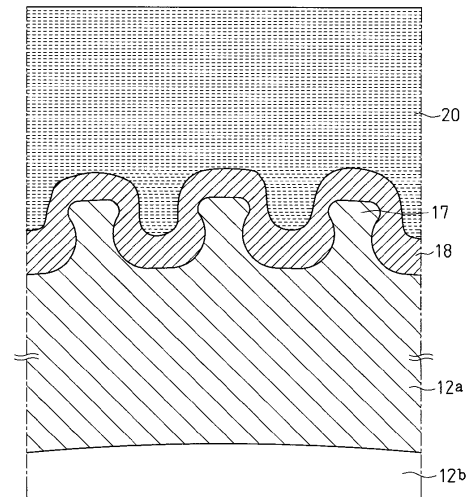
シリンダライナの製造工程



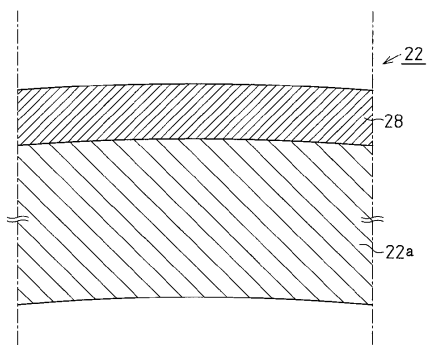
【図 7】



【図 8】



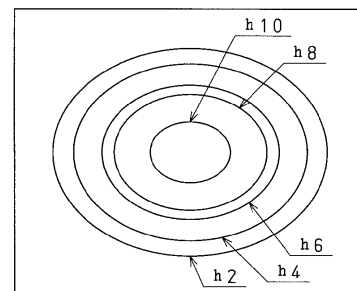
【図 9】



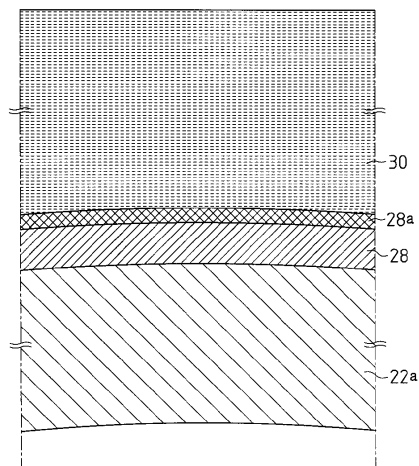
【図 11】

(a)

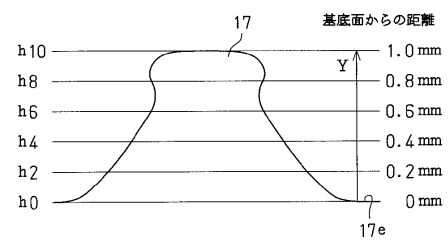
等高線図



【図 10】



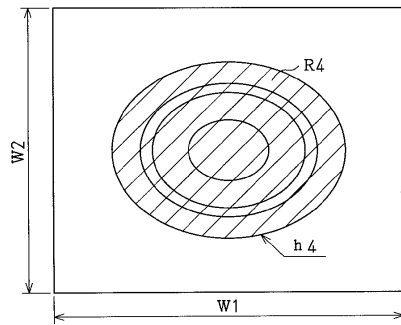
(b)



【図 12】

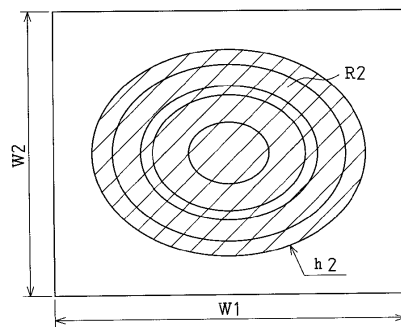
(a)

第1等高線図



(b)

第2等高線図



 フロントページの続き

- (72)発明者 宮本 典孝
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 平野 雅揮
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 高見 俊裕
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 柴田 幸兵
愛知県豊田市西町3-26 サクライビル2F 株式会社 ニッソーサービス 内
- (72)発明者 山下 信行
東京都千代田区丸の内1丁目8番1号 帝国ピストンリング 株式会社 内
- (72)発明者 三原 敏宏
東京都千代田区丸の内1丁目8番1号 帝国ピストンリング 株式会社 内
- (72)発明者 斎藤 儀一郎
山形県寒河江市中央工業団地1番地 テービ工業 株式会社 内
- (72)発明者 堀米 正巳
山形県寒河江市中央工業団地1番地 テービ工業 株式会社 内
- (72)発明者 佐藤 喬
山形県寒河江市中央工業団地1番地 テービ工業 株式会社 内

審査官 山中 なお

- (56)参考文献 特開2003-326353(JP, A)
特開平01-287236(JP, A)
特開昭61-169153(JP, A)
特開2003-326346(JP, A)
国際公開第2005/038073(WO, A1)
国際公開第01/058621(WO, A1)
独国特許出願公開第10002440(DE, A1)
特許第2832032(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02F 1/00
F02F 1/18
B22D 19/00
B22D 19/08