

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4512001号

(P4512001)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int.Cl. F 1
F 0 2 F 1/00 (2006.01)
F 1 6 J 10/04 (2006.01)
 F 0 2 F 1/00 C
 F 0 2 F 1/00 K
 F 1 6 J 10/04

請求項の数 22 (全 28 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-201001 (P2005-201001) | (73) 特許権者 | 000003207 |
| (22) 出願日 | 平成17年7月8日(2005.7.8) | | トヨタ自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-16736 (P2007-16736A) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (43) 公開日 | 平成19年1月25日(2007.1.25) | (73) 特許権者 | 000215785 |
| 審査請求日 | 平成20年6月2日(2008.6.2) | | 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】 シリンダライナ、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、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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、

シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ上部側での前記密着性がシリンダライナ下部側での前記密着性よりも高く設定される

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項2】

請求項1に記載のシリンダライナにおいて、

前記密着性の違いは、シリンダライナ上部側の外周面のみに粗面化処理が施されることにより維持される

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項3】

請求項1に記載のシリンダライナにおいて、

前記密着性の違いは、シリンダライナ上部側の外周面にシリンダライナ下部側の外周面よりも強い度合の粗面化処理が施されることにより維持される

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項4】

10

20

請求項 2 または 3 に記載のシリンダライナにおいて、

前記粗面化処理としてショットブラスト加工又はウォータージェット加工が施されることを特徴とするシリンダライナ。

【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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、

シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ下部側での前記密着性がシリンダライナ上部側での前記密着性よりも低く設定されるものであって、

この密着性の違いは、外周面とシリンダブロック又は中間層との密着を阻害する物質について、これがシリンダライナ上部側の外周面よりもシリンダライナ下部側の外周面に多く堆積していることにより維持される

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 6】

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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、

シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ下部側での前記密着性がシリンダライナ上部側での前記密着性よりも低く設定されるものであって、

この密着性の違いは、外周面とシリンダブロック又は中間層との密着を阻害する物質について、これがシリンダライナ下部側の外周面のみに堆積していることにより維持されることを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載のシリンダライナにおいて、

前記密着を阻害する物質として溶射時に生じるヒュームが堆積している

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のシリンダライナにおいて、

前記密着を阻害する物質としてのヒューム上に前記中間層としての溶射層が形成されることを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のシリンダライナにおいて、

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 cm² 当たり 5 個 ～ 60 個の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のシリンダライナにおいて、

次の (c) 及び (d) の条件がさらに満たされる

(c) 「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 S1 としたとき、面積率 S1 が 10 % 以上の範囲にある」

(d) 「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 S2 としたとき、面積率 S2 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。

【請求項 11】

請求項 9 に記載のシリンダライナにおいて、

10

20

30

40

50

次の (c) 及び (d) の条件がさらに満たされる

(c) 「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) 「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。

【請求項 12】

請求項 10 または 11 に記載のシリンダライナにおいて、

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 $0.2\text{ mm}^2 \sim 3.0\text{ mm}^2$ の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載のシリンダライナにおいて、

シリンダライナ上部側及び下部側の外周面に前記中間層としての溶射層が形成される

ことを特徴とするシリンダライナ。

【請求項 14】

鋳造用金属としての軽合金材料によりシリンダライナを鋳ぐるむことにより、このシリンダライナと接合された態様で形成されるシリンダブロックにおいて、

前記シリンダライナとして請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載のシリンダライナが設けられ、このシリンダライナの外周面又は中間層と前記軽合金材料とが接合されてなる

ことを特徴とするシリンダブロック。

【請求項 15】

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るシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナについて、その上部側の外周面に対してのみ粗面化処理を行う粗面化処理工程と、

この粗面化処理工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材を溶射して溶射層を形成する上下溶射工程とを含む

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 16】

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るシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナについて、その上部側及び下部側の外周面に粗面化処理を行うとともに、上部側の外周面については下部側の外周面よりも粗面化処理の度合を強くする粗面化処理工程と、

この粗面化処理工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材を溶射して溶射層を形成する上下溶射工程とを含む

を実行することを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 17】

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るシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナに

10

20

30

40

50

ついて、その上部側の外周面に対して金属溶射材の溶融溶射粒子を衝突させ、これと同時に下部側の外周面には前記溶融溶射粒子の周辺部に生じるヒュームを衝突させ、これにより上部側の外周面に溶射層を形成するとともに下部側の外周面にヒューム堆積層を形成する分別溶射工程と、

この分別溶射工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材の溶融溶射粒子を衝突させて同外周面に溶射層を形成する上下溶射工程とを含む

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のシリンダライナの製造方法において、

前記分別溶射工程では、吸引装置によりシリンダライナの上部側から下部側に向けて気流を生じさせ、この状態のもとで前記溶射層及び前記ヒューム堆積層を形成する

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 19】

請求項 15 ~ 18 のいずれか一項に記載のシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、次の (a) 及び (b) の少なくとも一方の条件を満たすものを用いる

(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 ~ 60 個の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 20】

請求項 19 に記載のシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、次の (c) 及び (d) の条件をさらに満たすものを用いる

(c) 「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 S1 としたとき、面積率 S1 が 10 % 以上の範囲にある」

(d) 「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 S2 としたとき、面積率 S2 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の製造方法。

【請求項 21】

請求項 19 に記載のシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、次の (c) 及び (d) の条件をさらに満たすものを用いる

(c) 「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 S1 としたとき、面積率 S1 が 10 % ~ 50 % の範囲にある」

(d) 「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 S2 としたとき、面積率 S2 が 20 % ~ 55 % にある」

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

【請求項 22】

請求項 20 または 21 に記載のシリンダライナの製造方法において、

前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、次の (e) 及び (f) の条件をさらに満たすものを用いる

(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 0.2 mm² ~ 3.0 mm² の範囲にある」

ことを特徴とするシリンダライナの製造方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関のシリンダブロックの鑄造時に鑄造用金属に鑄ぐるまれることによりシリンダブロックに接合されてシリンダボアを形成するためのシリンダライナ、このシリンダライナにより形成されたシリンダブロック及びシリンダライナ製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シリンダブロック中にシリンダライナを配置するタイプの内燃機関において、機関運転時におけるシリンダボア壁の上部側と下部側との温度差を小さくして、排気損失や機械損失による燃費悪化やシリンダボアの真円度の低下などを防止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、シリンダライナの外壁下部側に断熱材をコーティングすることにより、シリンダライナの外壁に接触している冷却水による冷却速度を調節してシリンダボア壁の上部側と下部側との温度差が小さくなるようにしている。

【特許文献1】特開2001-200751号公報（第3頁、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし特許文献1のシリンダライナでは外周面のほとんどが冷却水に接触している面であり、シリンダブロックと接触している部分が少ない。したがってシリンダはブロック側の支持が十分でなくシリンダボアの真円度が良好な状態に維持し難い。

【0004】

シリンダブロックの支持を十分なものとしてシリンダボアの真円度を良好に維持するために、シリンダライナ外周面をシリンダブロックにて鑄ぐるむことでシリンダブロックとシリンダライナとを接合することが考えられる。

【0005】

特許文献1に示されたシリンダライナをシリンダブロックにて鑄ぐるむことを考えた場合、特に、断熱材がコーティングされている下部側では、断熱材の表面がセラミック材からなるためシリンダブロックを構成する金属との接合が不十分になりやすい。このため特許文献1のシリンダライナでは、特に下部側にては十分にシリンダブロックによる支持が困難となり、シリンダボアの真円度に悪影響を与えるおそれがある。

【0006】

このように特許文献1に示されたごとく、上下方向にて熱伝導状態に差を設けられるようにコントロールできるシリンダライナでは、シリンダボアの真円度の維持は十分ではなかった。

【0007】

本発明は、シリンダブロックに用いて、上下方向にて熱伝導状態に差を設けられると共に、シリンダライナ外周面がシリンダブロックに対して十分な接合力を有してシリンダボアの真円度を十分に高く維持できるシリンダライナの提供を目的とするものである。又、このようなシリンダライナを用いたシリンダブロックの提供、このようなシリンダライナの製造方法の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

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、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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ上部側での前記密着性がシリンダライナ下部側での前記密着性よりも高く設定されることをその要旨としている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

このようにシリンダライナの外周面は、シリンダブロック又は中間層との間で、シリンダライナの上下方向にて密着性に差が設けられている。このことによりシリンダライナに対して直接あるいは中間層を介して、鑄ぐるむことにより形成されたシリンダブロックにおいて、上下方向にてシリンダボアの熱伝導状態に差を設けられる。

すなわち、上下方向において、シリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性が高い位置ではシリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との境界部分において高熱伝導状態となり、逆に密着性が低い位置では前記境界部分において低熱伝導状態となる。

このようにシリンダライナ外周面における密着性を変更するのみで熱伝導状態に差を設けることができるので、例えば、シリンダライナの下部側の密着性を上部側よりも相対的に低くすることにより、シリンダボアの下部側の壁温を上げることができる。

そしてこのようにシリンダライナ外周面における密着性が部分的に低下したとしても、括れた形状の複数の突起が形成された外周面であるため、シリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との接合力は十分に大きい。したがって、本シリンダライナはシリンダブロックに対して十分な接合力を有することで真円度を十分に高く維持できる。

このように密着性に差を設けることで、シリンダライナの上部側におけるシリンダブロック側への熱伝導性を下部側よりも高くすることが容易に実現できる。このことによりシリンダボア内部の温度を上部側と下部側とで近づけて、共に適切な温度範囲に設定することができ、かつシリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との接合力は上部側

も下部側も十分に大きいので真円度を十分に高く維持できる。
(2) 請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のシリンダライナにおいて、前記密着性の違いは、シリンダライナ上部側の外周面のみに粗面化処理が施されることにより維持されることを要旨としている。

このようにシリンダライナの上部側のみに粗面化処理を実施し、下部側には実施しないようにして、シリンダライナの上部側の密着性を下部側よりも高めることができる。

(3) 請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のシリンダライナにおいて、前記密着性の違いは、シリンダライナ上部側の外周面にシリンダライナ下部側の外周面よりも強い度合の粗面化処理が施されることにより維持されることを要旨としている。

シリンダライナは、成形された状態では表面に酸化物等の表層が存在し、シリンダブロックの鑄造時や中間層の形成時に、鑄造用金属や中間層に対する密着性が低いものとなる。この表層は粗面化処理により取り除くことができるが、シリンダライナの外周面上部側については下部側に比較して強い粗面化処理を実行しておくことにより、シリンダライナ外周面は上部側を下部側に比較して密着性を高くした構成に容易に設定することができる。

(4) 請求項 4 に記載の発明は、請求項 2 または 3 に記載のシリンダライナにおいて、前記粗面化処理としてショットブラスト加工又はウォータージェット加工が施されることを要旨としている。

より具体的には粗面化処理は、ショットブラスト加工又はウォータージェット加工により容易に実現できる。

(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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ下部側での前記密着性がシリンダライナ上部側での前記密着性よりも低く設定されるものであって、この密着性の違いは、外周面とシリンダブロック又は中間層との密着を阻害する物質について、これがシリンダライナ上部側の外周面よりもシリンダライナ下部側の外周面に多く堆積していることにより維持されることをその要旨としている。

このようにシリンダライナの外周面の上部側よりも下部側に密着を阻害する物質が多く堆積した構成とすることによって、シリンダライナ外周面は下部側を上部側に比較して密

10

20

30

40

50

着性を低くした構成に容易に設定することができる。したがってシリンダボア内部の温度を上部側と下部側とで適切な温度範囲に設定できると共に、前記突起の存在によりシリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との接合力は上部側も下部側も十分に大きいので真円度を十分に高く維持できる。

(6) 請求項6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直接又は中間層を介して鑄造用金属により鑄ぐるまれるシリンダライナにおいて、シリンダライナ上下方向にて外周面とシリンダブロック又は中間層との密着性に差が設けられ、且つシリンダライナ下部側での前記密着性がシリンダライナ上部側での前記密着性よりも低く設定されるものであって、この密着性の違いは、外周面とシリンダブロック又は中間層との密着を阻害する物質について、これがシリンダライナ下部側の外周面のみに堆積していることにより維持されることを要旨としている。

10

このようにして下部側のみ、密着を阻害する物質を堆積させていることにより容易に上部側と下部側との密着性に差を設けることができる。したがってシリンダボア内部の温度を上部側と下部側とで適切な温度範囲に設定できると共に、前記突起の存在によりシリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との接合力は上部側も下部側も十分に大きいので真円度を十分に高く維持できる。

(7) 請求項7に記載の発明は、請求項5または6に記載のシリンダライナにおいて、前記密着を阻害する物質として溶射時に生じるヒュームが堆積していることを要旨としている。

20

このようにヒュームを密着を阻害する物質として利用できる。このことにより溶射処理時に上部側と下部側とで差を設けてシリンダライナ外周面に堆積させることで、容易に密着性に差を生じさせることができる。

(8) 請求項8に記載の発明は、請求項7に記載のシリンダライナにおいて、前記密着を阻害する物質としてのヒューム上に前記中間層としての溶射層が形成されることを要旨としている。

このようにヒューム堆積層の上から溶射層を中間層として形成しても良い。このことにより、中間層によりヒューム堆積層が保護されて、シリンダライナの運搬移動時にヒューム堆積層が剥がれることがない。

そして中間層においてシリンダライナ外周面の上部側と下部側とで密着性の差が生じているので、この中間層に対して接合したシリンダブロックは、中間層を介してシリンダライナとの間で上下方向において熱伝導状態に差が生じることになる。しかも下部側において中間層とシリンダライナとの間で密着性が低下していても、前記突起により、シリンダライナと中間層との間の接合力、及びシリンダライナとシリンダブロックとの間の接合力は十分に大きい。

30

(9) 請求項9に記載の発明は、請求項1～8のいずれか一項に記載のシリンダライナにおいて、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0.5mm～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」ことを要旨としている。

このように括れた形状の複数の突起は、(a)及び(b)の条件の少なくとも一方を満たしているため、シリンダライナ外周面とシリンダブロック又は中間層との接合力の大きさを更に確実なものとする。

40

【0010】

(10) 請求項10に記載の発明は、請求項9に記載のシリンダライナにおいて、(c)「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0.4mm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)「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0.2mm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」の条件がさらに満たされることをその要旨としている。

50

【 0 0 1 1 】

更に (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、種々の密着性に対応してシリンダブロックに対して十分な接合力を生じさせて真円度を十分に高く維持できる。

【 0 0 1 2 】

(1 1) 請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 9 に記載のシリンダライナにおいて、(c) 「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」及び (d) 「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」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

【 0 0 1 3 】

更にこのような (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、種々の密着性に対応してシリンダブロックに対して十分な接合力を生じさせて真円度を十分に高く維持できる。

【 0 0 1 4 】

(1 2) 請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 0 または 1 1 に記載のシリンダライナにおいて、(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」の条件をさらに満たすことをその要旨としている。

20

更に (e) 、 (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、シリンダブロックに対して、一層大きい接合力を生じて真円度を十分に高く維持できる。

(1 3) 請求項 1 3 に記載の発明は、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載のシリンダライナにおいて、シリンダライナ上部側及び下部側の外周面に前記中間層としての溶射層が形成されることをその要旨としている。

【 0 0 1 5 】

溶射により中間層を形成したシリンダライナとして構成することができる。この中間層は、シリンダライナ外周面との密着性において上下方向にて差を設けてあるので、この中間層に対して接合したシリンダブロックは、中間層を介してシリンダライナとの間で上下方向において熱伝導状態に差が生じることになる。しかも中間層とシリンダライナとの間で密着性が低下した部分が生じて、前記突起により、シリンダライナと中間層との間の接合力、及びシリンダライナとシリンダブロックとの間の接合力は十分に大きい。したがって前記請求項 1 に説明したごとくの作用効果を生じる。

30

【 0 0 3 4 】

(1 4) 請求項 1 4 に記載の発明は、鑄造用金属としての軽合金材料によりシリンダライナを鑄ぐるむことにより、このシリンダライナと接合された態様で形成されるシリンダブロックにおいて、前記シリンダライナとして請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載のシリンダライナが設けられ、このシリンダライナの外周面又は中間層と前記軽合金材料とが接合されてなることを要旨としている。

40

【 0 0 3 5 】

このように前述した各請求項のいずれかのシリンダライナを、軽合金材料にて鑄ぐるむことにより形成されたシリンダブロックは、上下方向にてシリンダボアの熱伝導状態に差を設けられる。しかも前記突起の存在によりシリンダブロックとシリンダライナとの間の接合力は十分であるのでシリンダボアの真円度を十分に高く維持できるシリンダブロックを実現することができる。

【 0 0 3 8 】

(1 5) 請求項 1 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

50

ぐるまれるシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナについて、その上部側の外周面に対してのみ粗面化処理を行う粗面化処理工程と、この粗面化処理工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材を溶射して溶射層を形成する上下溶射工程とを含むことをその要旨としている。

【 0 0 3 9 】

このように粗面化処理工程と上下溶射工程とを実行することにより、溶射層として形成された中間層は、シリンダライナの外周面に対して上部側では密着性が高く下部側では密着性が低くなるように設定できる。したがって上部側の熱伝導状態は下部側よりも高くなり、シリンダボア内部の温度を、上部側と下部側とで近づけて、共に適切な温度範囲に設定できるようになる。そしてシリンダライナ外周面の下部側で密着性が低下しても、括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成されているため、シリンダライナと溶射層との接合力及びシリンダライナとシリンダブロックとの接合力は十分に大きいので、真円度を十分に高く維持できる。

【 0 0 4 0 】

(1 6) 請求項 1 6 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るシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナについて、その上部側及び下部側の外周面に粗面化処理を行うとともに、上部側の外周面については下部側の外周面よりも粗面化処理の度合を強くする粗面化処理工程と、この粗面化処理工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材を溶射して溶射層を形成する上下溶射工程とを含むことをその要旨としている。

【 0 0 4 1 】

このように粗面化処理工程についてはシリンダライナの上部側と下部側とで実行するが、下部側よりも上部側で強くなされるように差を設けても良い。このことによっても密着性の差が生じてシリンダボア内部の温度を上部側も下部側も適切な温度範囲に設定でき、更に、シリンダライナ外周面は括れた形状の複数の突起の存在により、溶射層及びシリンダブロックへの接合力も十分に大きいので、真円度を十分に高く維持できる。

【 0 0 4 2 】

(1 7) 請求項 1 7 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るシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナについて、その上部側の外周面に対して金属溶射材の溶融溶射粒子を衝突させ、これと同時に下部側の外周面には前記溶融溶射粒子の周辺部に生じるヒュームを衝突させ、これにより上部側の外周面に溶射層を形成するとともに下部側の外周面にヒューム堆積層を形成する分別溶射工程と、この分別溶射工程をした後に上部側及び下部側の外周面に金属溶射材の溶融溶射粒子を衝突させて同外周面に溶射層を形成する上下溶射工程とを含むことをその要旨としている。

【 0 0 4 3 】

このように分別溶射工程と上下溶射工程とを実行することにより、ヒューム堆積層の上から溶射層を中間層として形成できる。このことにより上下方向においてシリンダライナと溶射層との密着性の差が生じてシリンダボア内部の温度を上部側も下部側も適切な温度範囲に設定でき、シリンダライナ外周面は括れた形状の複数の突起の存在により、溶射層及びシリンダブロックへの接合力も十分に大きいので、真円度を十分に高く維持できる。

しかも、溶射層によりヒューム堆積層が保護されているので、溶射層形成後のシリンダライナを運搬するために移動してもヒューム堆積層が剥がれることがない。

【 0 0 4 4 】

(1 8) 請求項 1 8 に記載の発明は、請求項 1 7 に記載のシリンダライナの製造方法において、前記分別溶射工程では、吸引装置によりシリンダライナの上部側から下部側に向

10

20

30

40

50

けて気流を生じさせ、この状態のもとで前記溶射層及び前記ヒューム堆積層を形成することをその要旨としている。

【0045】

分別溶射工程において、上述のごとく吸引装置を起動させることにより、シリンダライナの外周面の下部側に、より均一にかつ確実にヒュームを衝突させることができる。したがって下部側に、より確実にヒューム層を堆積させることができ、熱伝導状態の差も、より高精度に調節できる。

【0046】

(19)請求項19に記載の発明は、請求項15～18のいずれか一項に記載のシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、(a)「前記突起の高さが0.5mm～1.5mmの範囲にある」及び(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」の少なくとも一方の条件を満たすものを用いることをその要旨としている。

10

【0047】

このような突起が外周面に形成されたシリンダライナを用いることにより、シリンダライナと溶射層との間に密着性の低い場所が存在していても、より確実にシリンダライナと溶射層との接合力、及びシリンダライナとシリンダブロックとの接合力を大きくでき、シリンダポアの真円度を十分に高く維持できる。

【0048】

(20)請求項20に記載の発明は、請求項19に記載のシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、(c)「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0.4mm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)「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0.2mm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ものを用いることをその要旨としている。

20

【0049】

更に(c)、(d)の条件を加えた突起が外周面に形成されたシリンダライナを用いることにより、シリンダライナの各種の密着性においても、溶射層及びシリンダブロックに対して十分な接合力を有して真円度を十分に高く維持できる。

30

【0050】

(21)請求項21に記載の発明は、請求項19に記載のシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、(c)「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0.4mm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)「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0.2mm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%にある」の条件をさらに満たすものを用いることをその要旨としている。

40

【0051】

このような(c)、(d)の条件を加えた突起が外周面に形成されたシリンダライナを用いても良い。このことにより、シリンダライナの各種の密着性においても、溶射層及びシリンダブロックに対して十分な接合力を有して真円度を十分に高く維持できる。

【0052】

(22)請求項22に記載の発明は、請求項20または21に記載のシリンダライナの製造方法において、前記括れた形状の複数の突起が外周面から突出して形成された状態のシリンダライナとして、(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

50

条件をさらに満たすものを用いることをその要旨としている。

【 0 0 5 3 】

更に (e)、(f) の条件を加えた突起が外周面に形成されたシリンダライナを用いることにより、シリンダライナの種々の密着性においても、溶射層及びシリンダブロックに対して一層十分な接合力を有して真円度を十分に高く維持できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 5 4 】

[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)、(C) を示し、図 2 はこのシリンダライナ 2 を用い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。

10

【 0 0 5 5 】

< シリンダライナ 2 の構成 >

まず、ここで図 1 に示したシリンダライナ 2 の本体 2 a は鋳鉄製であり、このシリンダライナ本体 2 a の外周面 (以下「ライナ外周面」と称する) 6 には、括れた形状の突起 8 が複数形成されている。この突起 8 は、次の態様にて形成されている。

【 0 0 5 6 】

(1) 基端部 8 a と先端部 8 b との中間に最も細い部位 (括れ部 8 c) を有する。

(2) 括れ部 8 c から基端部 8 a 及び先端部 8 b へかけて拡径している。

(3) 先端部 8 b に略平坦状の頂面 8 d (シリンダライナ 2 の径方向において最も外周側の面) を有する。

20

【 0 0 5 7 】

(4) 突起 8 の間には略平滑な面 (基底面 8 e) が形成されている。

尚、図 1 の (A) では基底面 8 e より外周側の突起 8 及び溶射層 1 0 をまとめて層状に示している。

【 0 0 5 8 】

ライナ外周面 6 は、上下方向 (軸 L 方向) において上部側領域 6 a と下部側領域 6 b とでは表面状態が異なる。すなわち上部側領域 6 a では下部側領域 6 b に比較してライナ外周面 6 上に形成される溶射層 1 0 との密着性が高い表面状態とされている。この密着性の差は、上部側領域 6 a 側にのみ粗面化処理がなされることにより、図 1 の (B) に示すごとく鋳鉄上に形成されている鉄酸化物を主成分とする黒皮 1 1 がほとんど又は完全に除去されている。下部側領域 6 b については黒皮 1 1 は全く除去されていない。

30

【 0 0 5 9 】

そしてこのライナ外周面 6 上にはシリンダブロック 4 側と鋳造時に機械的あるいは冶金的に接合させるための溶射層 1 0 が形成されている。したがって図 1 の (B) 及び (C) に示したごとく、上部側領域 6 a は粗面化されているので溶射層 1 0 はライナ外周面 6 に対する密着性が高いが、下部側領域 6 b は全く粗面化されていないので溶射層 1 0 はライナ外周面 6 に対する密着性が低くなっている。

【 0 0 6 0 】

< シリンダライナ 2 の製造工程 >

40

図 3 にシリンダライナ 2 の製造工程の概要を示す。

シリンダライナ 2 の製造では、図 3 に示した [工程 A] ~ [工程 H] が実行される。

【 0 0 6 1 】

ここで図 4 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。

[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 6 2 】

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

50

に設定している。

【 0 0 6 3 】

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

[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 6 4 】

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。 10

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 3 1 (鋳型) の内周面 3 1 F 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 3 1 F 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。

【 0 0 6 5 】

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 20

図 5 に塗型層 C 7 における括れた形状の凹穴の形成態様を示す。

【 0 0 6 6 】

図 5 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 3 1 の内周面 3 1 F 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。

【 0 0 6 7 】

[工程 D]

塗型層 C 7 が乾燥した後、回転状態にある金型 3 1 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 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 2 a へ転写されることにより、シリンダライナ本体 2 a の外周面に括れた形状の突起 8 (図 1) が形成される。 30

【 0 0 6 8 】

[工程 E]

溶湯 C I が硬化してシリンダライナ本体 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 2 a を金型 3 1 から取り出す。

【 0 0 6 9 】

[工程 F]

ブラスト処理装置 3 2 により塗型層 C 7 をシリンダライナ本体 2 a の外周から除去する。

【 0 0 7 0 】

[工程 G] (粗面化処理工程に相当)

粗面化装置 (上記ブラスト処理装置 3 2 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、ライナ外周面 6 の内で上部側領域 6 a (例えば上部約 5 0 m m の範囲) のみ粗面化処理する。

【 0 0 7 1 】

[工程 H] (上下溶射工程に相当)

溶射装置 3 3 により、金属溶射材として、アルミニウム又はアルミニウム合金製のアルミ溶射材を用いてライナ外周面 6 全域に溶射 (ワイヤ溶射、あるいはプラズマ、HVOF 等の粉末溶射) を実行して溶射層 1 0 を形成する。

【 0 0 7 2 】

< 突起面積率 >

本実施の形態においては、工程 F 終了後において、シリンダライナ本体 2 a の第 1 突起面積率 S 1 及び第 2 突起面積率 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 7 3 】

第 1 突起面積率 S 1 : 1 0 % 以上

第 2 突起面積率 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 7 4 】

第 1 突起面積率 S 1 : 1 0 % ~ 5 0 %

第 2 突起面積率 S 2 : 2 0 % ~ 5 5 %

第 1 突起面積率 S 1 は、基底面 8 e から高さ 0 . 4 mm (基底面 8 e を基準とした突起 8 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 8 の断面積に相当する。

【 0 0 7 5 】

第 2 突起面積率 S 2 は、基底面 8 e から高さ 0 . 2 mm (基底面 8 e を基準とした突起 8 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 8 の断面積に相当する。

【 0 0 7 6 】

これら突起面積率 S 1 , S 2 は 3 次元レーザ測定器により得られた突起 8 の等高線図 (後述する図 1 7 , 1 8) に基づいて得られている。尚、測定は 3 次元レーザ測定器に限らず他の測定器でも良い。他の実施の形態においても同じである。

【 0 0 7 7 】

尚、突起 8 の高さ分布密度とは、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 8 の高さが 0 . 5 mm ~ 1 . 5 mm であり、突起 8 の分布密度として、突起 8 の数がライナ外周面 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) 当たりに 5 個 ~ 6 0 個となるように塗型層 C 7 が形成されている。

【 0 0 7 8 】

< 鋳鉄の組成 >

本実施の形態において工程 D で溶湯 C I として用いられる鋳鉄の組成は、耐摩耗生、耐焼き付き性、及び加工性を考慮して、例えば以下のように設定することが好ましい。

【 0 0 7 9 】

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 8 0 】

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 %

< シリンダブロック 4 の構成・製造 >

シリンダブロック 4 は、シリンダライナ 2 に対してライナ外周面 6 に形成されている溶射層 1 0 を鑄ぐるむ状態で、鑄造により形成されている。シリンダブロック 4 を形成するための鑄造用金属としては軽合金材料が用いられる。特に、鑄造用金属としては、軽量化と共にコストを考慮して、アルミ材 (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。

【 0 0 8 1 】

図 1 に示したシリンダライナ 2 を鋳型内に配置してアルミ材の溶湯を鋳込む。このことにより図 2 に示したごとく溶射層 10 の外周全域がアルミ材にて鋳ぐるまれたシリンダブロック 4 が形成される。

【 0 0 8 2 】

< 密着性の測定 >

前述した工程 G にてライナ外周面 6 の内で上部側領域 6 a のみ粗面化処理したことにより、その後の工程 H で形成された溶射層 10 との密着性に上部側領域 6 a と下部側領域 6 b とで差が生じていることを次のごとく測定した。

【 0 0 8 3 】

まず F C 2 3 0 相当の鋳鉄にて凹穴 D 3 (図 5) を形成していない金型を用いて複数の密着強度測定用シリンダライナ本体を遠心鋳造により製造した。

これらの密着強度測定用シリンダライナ本体に対して、次のごとく 3 種類 (A ~ C) の処理により溶射層を形成した。

【 0 0 8 4 】

A . 密着強度測定用シリンダライナ本体の外周面に、粗面化処理を実施した後、溶射 (A 1 - 1 2 S i ワイヤーク溶射) により溶射層を形成。 : [粗面化処理は、ここではショットブラスト加工による処理であるがウォータージェット加工でも良い]

B . 粗面化処理無しで、密着強度測定用シリンダライナ本体を加熱した状態で、溶射 (A 1 - 1 2 S i ワイヤーク溶射) により溶射層を形成。 : [鋳造により突起 8 (図 1) 先端が高温となっている状態での溶射をシミュレートするため]

C . 加熱も粗面化処理も無い状態で、溶射 (A 1 - 1 2 S i ワイヤーク溶射) により溶射層を形成。

【 0 0 8 5 】

そして、 3 種類 A ~ C の処理により形成された密着強度測定用シリンダライナにおいて、密着強度測定用シリンダライナ本体と溶射層との間の密着強度 (M P a) を引っ張り試験により測定した。この結果を、図 6 のグラフに示す。

【 0 0 8 6 】

このグラフから判るように、粗面化処理がなされないと密着性が大きく低下することが判る。このため、図 1 に示した本実施の形態のシリンダライナ 2 においては、上部側領域 6 a ではシリンダライナ本体 2 a と溶射層 10 との間で密着性は高いが、これに比較して下部側領域 6 b では密着性が十分に低くなることになる。

【 0 0 8 7 】

このため、シリンダブロック 4 の製造のために、シリンダライナ 2 を鋳型内に配置してアルミ材の溶湯を鋳込むと、鋳込み時の高温化とその後の冷却による熱収縮により、下部側領域 6 b ではシリンダライナ本体 2 a と溶射層 10 との間で剥離して隙間が生じる。上部側領域 6 a ではこの隙間が小さいかあるいは全く隙間が生じない。

【 0 0 8 8 】

上述したごとくの低い密着性により隙間が生じて、突起 8 の存在により、溶射層 10 とシリンダライナ本体 2 a とは強固に接合されており、溶射層 10 を介したシリンダライナ 2 とシリンダブロック 4 との間の接合力は十分に大きい。したがってシリンダブロック 4 内でのシリンダライナ 2 の固定やシリンダブロック 4 の支持によるシリンダボア 2 b の真円度も十分に高く維持される。

【 0 0 8 9 】

そして、上記密着性の差により、シリンダライナ 2 の上部側領域 6 a では鋳ぐるんでいるシリンダブロック 4 側へシリンダボア 2 b 側の熱が伝達し易く、これに比較して下部側領域 6 b ではシリンダブロック 4 側へシリンダボア 2 b 側の熱が伝達し難くなっている。このことから高温化しやすい上部側領域 6 a は冷却効率が高く、高温化しにくい下部側領域 6 b は冷却効率は十分に低く設定できる。

【 0 0 9 0 】

ここでシリンダライナ本体 2 a 、シリンダブロック 4 及び溶射層 10 を形成している各

10

20

30

40

50

材料の熱伝導率 (W / m K) は表 1 のごとくである。

【 0 0 9 1 】

【 表 1 】

| 構成 | 材料 | 熱伝導率 (W/mK) |
|----------|---------|-------------|
| シリンダライナ | FC230 | 41.7 |
| シリンダブロック | ADC12 | 127 |
| 溶射層 | Al-12Si | 41.5 |
| 溶射層 | 純Al | 66.7 |

10

このように本実施の形態においては、境界部分で密着性に差が生じているシリンダライナ本体 2 a と溶射層 1 0 とにおいては、シリンダブロック 4 に比較して、共に熱伝導率が十分に小さい材料である。このため特に密着性の低下がシリンダライナ本体 2 a と溶射層 1 0 との間の熱伝導速度の低下に顕著に表れる。尚、シリンダライナ本体 2 a と溶射層 1 0 との間の熱移動形態は、実際には熱伝導ばかりでなく、熱輻射等の他の熱移動形態も存在するが、本明細書ではこれらの全ての熱移動形態を「熱伝導」で代表して表現している。

20

【 0 0 9 2 】

< ボア壁温の測定 >

下に示すライナ外周面の状態のみ異なるシリンダライナ (a ~ d) を、図 2 に示したごとく鑄ぐるむことにより 1 6 0 0 c c - 4 気筒内燃機関用のシリンダブロックを形成する。そして内燃機関運転時でのボア壁温を実測した。

【 0 0 9 3 】

a . 比較例 1 : 工程 A ~ F にて形成された状態のシリンダライナ (粗面化処理及び溶射層形成は無し)

30

b . 比較例 2 : 工程 A ~ H にて形成されているが、工程 G にては上部側領域 6 a のみでなく下部側領域 6 b も含めたライナ外周面の全面に均一な粗面化処理して工程 H にて溶射層を形成したシリンダライナ

c . 実施例 1 : 工程 A ~ H にて形成されていると共に、工程 G にては上部側領域 6 a のみをショットブラスト加工にて粗面化処理したシリンダライナ

d . 実施例 2 : 工程 A ~ H にて形成されていると共に、工程 G にては上部側領域 6 a のみをウォータージェット加工にて粗面化処理したシリンダライナ

そして、この 4 種類 a ~ d のシリンダライナを鑄ぐるんでいるシリンダブロックにおいて、シリンダブロック上面 (ヘッド面) から 1 0 m m 位置 (上部側領域) と 9 0 m m 位置 (下部側領域) とで各シリンダライナのボア壁温を測定した。この結果を、図 7 のグラフに示す。

40

【 0 0 9 4 】

グラフから判るように、比較例 1 , 2 のシリンダライナ「 a 」, 「 b 」を鑄ぐるんでいるシリンダブロックは、いずれも 1 0 m m 位置と 9 0 m m 位置とでの温度差が大きい。実施例 1 , 2 の各シリンダライナ「 c 」, 「 d 」を鑄ぐるんでいるシリンダブロックは、1 0 m m 位置と 9 0 m m 位置とでの温度差が比較例 1 , 2 に比較して、ほぼ半分である。

【 0 0 9 5 】

このため、図 8 で実線で示すごとく、上記 c , d のシリンダライナ 2 では、上部側領域 6 a と下部側領域 6 b との壁温が近づき、シリンダボア 2 b 全域の壁温を適切な温度範囲に設定することができるようになる。尚、図 8 の破線は、上部側領域 6 a と下部側領域 6

50

bとの両方に粗面化処理を均一に実行したシリンダライナ（上記b）の温度分布の一例を示している。

【0096】

尚、粗面化処理後のシリンダライナ本体2aは請求項1, 2, 3に記載のシリンダライナに相当する。

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。

【0097】

（イ）シリンダライナ本体2aの外周面であるライナ外周面6は、上下方向にて、中間層に相当する溶射層10との間で密着性に差が設けられている。上部側領域6aでは密着性が高く、下部側領域6bでは密着性が低い。本実施の形態では、前述した工程Gにて上部側領域6aのみに粗面化処理することにより、このような密着性の差を容易に実現している。

10

【0098】

内燃機関運転時においてシリンダボア2b内に発生した燃焼熱はシリンダライナ本体2aから溶射層10を介して鑄ぐるみ状態のアルミ材製シリンダブロック4側へと伝達される。この熱伝導において上部側領域6aと下部側領域6bとで上記密着性の差によりシリンダライナ本体2aから溶射層10への熱伝導状態が上部側領域6aが高く下部側領域6bが低くなる。このことによりシリンダボア2b内部からの受熱量が大きい上部側領域6aの熱がシリンダブロック4側へ排出され易くなり、これに比較してシリンダボア2b内部からの受熱量が小さい下部側領域6bの熱はシリンダブロック4側へ排出され難くなる。

20

【0099】

したがってシリンダボア2bの上部側と下部側とでシリンダボア2bの壁温が近づき、シリンダボア2b内全域の壁温を適切な温度範囲に設定できるようになる。

そしてライナ外周面6における密着性が低下しても、前述した括れた形状の突起8がライナ外周面6全域に前述した分布状態で形成されているため、シリンダライナ本体2aと溶射層10との接合力、及び溶射層10を介してのシリンダライナ本体2aとシリンダブロック4との接合力は十分に大きい。このことによりシリンダボア2bの真円度を十分に高く維持できる。

【0100】

30

このシリンダライナ2をアルミ材にて鑄ぐるみで形成されたシリンダブロック4は、上部側領域6aでは、図9の(A)に示すごとく、シリンダボア2bの壁温低下によるエンジンオイル消費が向上することから、シリンダボア2b内に配置するピストンのリング張力を低下することができる。又、(B)に示すごとく下部側領域6bではシリンダボア2bの壁温上昇によるシリンダボア2bにおける油膜粘性低下を生じる。

【0101】

これらのことから内燃機関の機械損失が低下し、更に上述したごとくシリンダボア2bの真円度が維持されることから排気損失や機械損失による燃費悪化を防止して、良好な燃費状態を実現できる。

【0102】

40

[実施の形態2]

本実施の形態では、前記実施の形態1の工程A～Hの内の工程G, Hの代わりに、図10～13にて示す工程I, Jを実行する。

【0103】

[工程I]

前記実施の形態1と同じ工程A～Fにて形成されたシリンダライナ本体102aを、図10に示すごとく、粗面化装置（前記プラスト処理装置32あるいは他のプラスト処理装置、又はウォータージェット装置）132を用いて、ライナ外周面106の全領域を均一に粗面化処理する。

【0104】

50

〔工程 J〕

上記工程 I にて粗面化処理されたシリンダライナ本体 102a に対して、図 11, 12 に示すごとく、部分工程 J - 1, J - 2 にて、ライナ外周面 106 全域に、溶射装置から溶射（ワイヤー溶射、あるいはプラズマ、HVOF 等の粉末溶射）を実行して溶射層 116（図 13）を形成する。尚、溶射材としては、アルミニウム又はアルミニウム合金製のアルミ溶射材を用いている。

【0105】

溶射層 116 の形成手順である部分工程 J - 1, J - 2 について説明する。

〔部分工程 J - 1〕（分別溶射工程に相当）

図 11 に実線矢印にて示すごとく、溶射ガン 133a を、溶射スタート位置 St から、上部側領域 106a 全域に溶融溶射粒子 133b が衝突する位置 M まで、回転しているシリンダライナ本体 102a の軸 L に沿って、1 パスで目標溶射層厚が形成される速度で移動させる。そして一時的に位置 M にて溶射ガン 133a から溶射を継続したまま移動を停止する。

【0106】

この時、同時に、ヒューム（微小酸化物、微細凝固粒子などからなり、密着を阻害する物質に相当）133c が溶融溶射粒子 133b の周囲（溶融溶射粒子周辺部に相当）に噴射される。しかし、下部側領域 106b にはヒューム 133c の衝突を防止するマスキングはなされておらず、直接、ヒューム 133c が下部側領域 106b に衝突して堆積する。

【0107】

この停止状態での溶射期間は、下部側領域 106b に堆積するヒューム 133c により目的とする密着性低下が生じれば良く、予め実験にて決定されている。このことにより図 13 の (a1) に示すごとく上部側領域 106a には部分溶射層 112 が、図 13 の (b1) に示すごとく下部側領域 106b にはヒューム堆積層 114 が形成される。

【0108】

〔部分工程 J - 2〕（上下溶射工程に相当）

部分工程 J - 1 において位置 M で停止した状態での溶射期間が終了した後に、図 12 に示すごとく、溶射ガン 133a を軸 L に沿って複数パスで移動させて、上部側領域 106a 及び下部側領域 106b（主として下部側領域 106b）に対して溶射し、その後、溶射を終了する。図 12 では実線矢印で示すごとく 5 パスで溶射を終了している。

【0109】

この複数パスの溶射により、上部側領域 106a の一部も含めてライナ外周面 106 の全域にほぼ均一に目標溶射層厚の溶射層 116 が形成される。このことにより図 13 の (a2)、(b2) に示すごとくライナ外周面 106 全域に最上位層として溶射層 116 が形成される。これと共に下部側領域 106b については溶射層 116 の下に、部分工程 J - 1 にて形成されたヒューム堆積層 114 が存在する状態となる。こうして本実施の形態のシリンダライナが完成する。

【0110】

尚、部分工程 J - 2 においてもヒューム 133c がライナ外周面 106 に衝突するが、シリンダライナ本体 102a 上に直接衝突しておらず、塗り重ねられる溶融溶射粒子 133b により溶射層 116 内に分散されるので、密着性には影響しない。

【0111】

< 密着性の測定 >

ヒューム堆積層 114 の有無による溶射層 116 の密着性を調べるために、突起 8（図 1）の存在しないシリンダライナを 2 つ準備した。そして 1 つのシリンダライナ J a には、部分工程 J - 1, J - 2 にて上部側領域 106a に対して実行した溶射処理により、図 13 の (a2) のごとくの溶射層 116 を形成した。他のシリンダライナ J b には下部側領域 106b に対して実行した溶射処理により、図 13 の (b2) のごとくのヒューム堆積層 114 と溶射層 116 とを形成した。

【 0 1 1 2 】

これらのシリンダライナ J a , J b において形成された溶射層 1 1 6 の引っ張り強度 (M P a) を測定した結果を図 1 4 に示す。図示するごとく、ヒューム堆積層 1 1 4 が溶射層 1 1 6 の下、すなわちライナ外周面 1 0 6 と溶射層 1 1 6 との間に存在することにより、ライナ外周面 1 0 6 と溶射層 1 1 6 との密着性が大きく低下していることが判る。尚、本実施の形態のシリンダライナを鑄込んだシリンダブロックにおいては、ヒューム堆積層 1 1 4 と溶射層 1 1 6 とを介して接続される下部側領域 1 0 6 b においても、シリンダライナとシリンダブロックとは、突起 8 の存在により十分に接合されていた。

【 0 1 1 3 】

尚、部分工程 J - 1 後のシリンダライナ本体 1 0 2 a は請求項 1 , 2 , 3 に記載のシリンダライナに相当する。

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。

【 0 1 1 4 】

(イ) . ライナ外周面 1 0 6 は、上部側領域 1 0 6 a では密着性が高く、下部側領域 1 0 6 b では密着性が低くされている。本実施の形態では、工程 I にてライナ外周面 1 0 6 の全領域を均一に粗面化処理しているが、工程 J にて下部側領域 1 0 6 b のみに、溶射層 1 1 6 とライナ外周面 1 0 6 との間にヒューム堆積層 1 1 4 を形成している。このことにより上部側領域 1 0 6 a と下部側領域 1 0 6 b とで密着性の差を容易に実現している。

【 0 1 1 5 】

前記実施の形態 1 にても述べたごとく上部側領域 1 0 6 a と下部側領域 1 0 6 b とで上記密着性の差により、シリンダライナ本体 1 0 2 a から溶射層 1 1 6 への熱伝導性が上部側領域 1 0 6 a では高いが、下部側領域 1 0 6 b で低くなる。このことにより、シリンダボア 1 0 2 b の上部側領域と下部側領域とでシリンダボア 1 0 2 b の壁温を近づけて、シリンダボア 1 0 2 b 内全域の壁温を適切な温度範囲に設定できるようになる。

【 0 1 1 6 】

そして下部側領域 1 0 6 b においてヒューム堆積層 1 1 4 により溶射層 1 1 6 の密着性が低下しても、前述したごとくの形状の突起 8 がライナ外周面 1 0 6 全域に前述したごとくの分布状態で形成されている。このためシリンダライナ本体 1 0 2 a と溶射層 1 1 6 との接合力、及び溶射層 1 1 6 を介してのシリンダライナ本体 1 0 2 a とシリンダブロックとの接合力は十分に大きい。このことによりシリンダボア 1 0 2 b の真円度を十分に高く維持できる。

【 0 1 1 7 】

こうして前記実施の形態 1 と同様に排気損失や機械損失による燃費悪化を防止して、良好な燃費状態を実現できる。

(ロ) . 特に溶射処理時に溶射層 1 1 6 の一部 (部分溶射層 1 1 2) の形成と同時にヒューム堆積層 1 1 4 が形成できるので、効率的に上部側領域 1 0 6 a と下部側領域 1 0 6 b とで密着性に差を設ける処理ができる。

【 0 1 1 8 】

又、ヒューム堆積層 1 1 4 上には溶射層 1 1 6 が形成されてシリンダライナとして完成することから、剥がれやすいヒューム堆積層 1 1 4 が溶射層 1 1 6 により保護されている。したがってシリンダライナの運搬移動時においてもヒューム堆積層 1 1 4 が剥がれることが無く、シリンダライナの製造後からシリンダブロックに鑄込むまでの期間において密着性の差に変化が生じることを防止できる。

【 0 1 1 9 】

[実施の形態 3]

本実施の形態では、前記実施の形態 2 の部分工程 J - 1 にて、図 1 5 に示すごとく、排気ダクト 1 1 8 (吸引装置に相当) によりシリンダライナ本体 1 0 2 a 周辺の空気を、上部側領域 1 0 6 a 側から下部側領域 1 0 6 b 側へと吸引している状態で、部分溶射層 1 1 2 とヒューム堆積層 1 1 4 とを形成する。このことにより下部側領域 1 0 6 b に、より均一にかつ確実にヒューム 1 3 3 c を衝突させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 0 】

他の工程は前記実施の形態 2 と同じである。

< 密着性の測定 >

本実施の形態の手法により形成されたヒューム堆積層 1 1 4 の有無による溶射層 1 1 6 の密着性を調べるために、突起 8 の存在しないシリンダライナ J c を準備した。このシリンダライナ J c に対して、図 1 5 に示した部分工程 J - 1 と、前記実施の形態 2 の図 1 2 に示した部分工程 J - 2 により、下部側領域 1 0 6 b に実行する溶射処理と同じ処理を行い、ヒューム堆積層 1 1 4 と溶射層 1 1 6 とを形成した。

【 0 1 2 1 】

このシリンダライナ J c に形成された溶射層 1 1 6 の引っ張り強度 (M P a) を測定した結果を前記実施の形態 2 のシリンダライナ J a , J b のデータと共に図 1 6 に示す。図示するごとく、シリンダライナ J c の場合は、前記実施の形態 2 のシリンダライナ J b に比較してもヒューム堆積層 1 1 4 が、より十分に下部側領域 1 0 6 b 全域に渡って形成されているので、シリンダライナ J b よりも更に密着性が大きく低下していることが判る。

10

【 0 1 2 2 】

そして本実施の形態のシリンダライナを鑄込んだシリンダブロックにおいては、下部側領域 1 0 6 b において大きく密着性が低下していても、シリンダライナとシリンダブロックとは、突起 8 の存在により十分に接合されていた。

【 0 1 2 3 】

尚、部分工程 J - 1 後のシリンダライナ本体 1 0 2 a は請求項 1 , 2 , 3 に記載のシリンダライナに相当する。

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。

【 0 1 2 4 】

(イ) . 前記実施の形態 2 の効果を生じると共に、下部側領域 1 0 6 b におけるヒューム堆積層 1 1 4 の形成を確実なものとできる。又、排気ダクト 1 1 8 の吸引力の調節によりヒューム堆積層 1 1 4 の厚さをコントロールできるので、密着性及びこれによる熱伝導状態の差も、更に高精度に調節することが可能となる。

【 0 1 2 5 】

[突起の等高線図の説明]

ここで、3次元レーザ測定器にて得られた突起 8 の等高線図について説明する。

30

< 突起 8 の等高線図 >

図 1 7 を参照して、突起 8 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、基底面 8 e (ライナ外周面 6 , 1 0 6) 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。そしてライナ外周面 6 , 1 0 6 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 1 7 の (a) に示すごとく突起 8 の等高線図とした。

【 0 1 2 6 】

図 1 7 の (b) はライナ外周面 6 , 1 0 6 と等高線 h との関係を示す。図示するごとく等高線 h はライナ外周面 6 , 1 0 6 から突起 8 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、ライナ外周面 6 , 1 0 6 を基準とした矢印 Y 方向への距離を「測定高さ」とする。

40

【 0 1 2 7 】

尚、図 1 7 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。

[a] 第 1 突起面積率 S 1

図 1 8 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 × W 2) を、第 1 突起面積率 S 1 の測定に際しての単位面積としている。

【 0 1 2 8 】

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

50

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 (第 1 突起断面積) に相当する。また、第 1 等高線図における領域 $R4$ の数 (領域数 $N4$) は、第 1 等高線図内に存在している突起 8 の数 (突起数 $N1$) に相当する。

【 0 1 2 9 】

第 1 突起面積率 $S1$ は、等高線図の面積 ($W1 \times W2$) に占める領域 $R4$ の合計面積 ($S_{R4} \times N4$) の割合として算出される。即ち、第 1 突起面積率 $S1$ は、測定高さ 0.4 mm の平面において、単位面積あたりに占める第 1 突起断面積の合計面積に相当する。

【 0 1 3 0 】

第 1 突起面積率 $S1$ は、下記計算式

$$S1 = (S_{R4} \times N4) / (W1 \times W2) \times 100 \quad [\%]$$

10

により示すことができる。

【 0 1 3 1 】

〔 b 〕第 2 突起面積率 $S2$

図 18 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 ($W1 \times W2$) を第 2 突起面積率 $S2$ の測定に際しての単位面積としている。

【 0 1 3 2 】

第 2 等高線図において、等高線 $h2$ に囲まれた領域 $R2$ 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 (第 2 突起断面積) に相当する。また、第 2 等高線図における領域 $R2$ の数 (領域数 $N2$) は、第 2 等高線図内に存在している突起 8 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 8 の数 = 突起数 $N1$ である。

20

【 0 1 3 3 】

第 2 突起面積率 $S2$ は、等高線図の面積 ($W1 \times W2$) に占める領域 $R2$ の合計面積 ($S_{R2} \times N2$) の割合として算出される。即ち、第 2 突起面積率 $S2$ は、測定高さ 0.2 mm の平面において、単位面積あたりに占める第 2 突起断面積の合計面積に相当する。

【 0 1 3 4 】

第 2 突起面積率 $S2$ は、下記計算式

$$S2 = (S_{R2} \times N2) / (W1 \times W2) \times 100 \quad [\%]$$

により示すことができる。

30

【 0 1 3 5 】

〔 c 〕第 1 , 2 突起断面積

第 1 突起断面積は測定高さ 0.4 mm の平面に属する 1 つの突起の断面積として、第 2 突起断面積は測定高さ 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 18 の (a)) の領域 $R4$ の面積を算出することで第 1 突起断面積を把握することができ、第 2 等高線図 (図 18 の (b)) の領域 $R2$ の面積を算出することで第 2 突起断面積を把握することができる。

【 0 1 3 6 】

〔 d 〕突起数

40

突起数 $N1$ は、シリンダライナのライナ外周面 $6,106$ の単位面積 (1 cm^2) あたりに形成されている突起 8 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 18 (a)) の領域 $R4$ の数 (領域数 $N4$) 算出することで突起数 $N1$ を把握することができる。

【 0 1 3 7 】

第 1 突起面積率 $S1$ 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 突起面積率 $S1$ 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ボ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。

【 0 1 3 8 】

50

第2突起面積率 S_2 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。

【0139】

これらの結果から、第1突起面積率 S_1 が10%以上、且つ第2突起面積率 S_2 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。

【0140】

なお、第1突起面積率 S_1 の上限を50%とすることにより、第2突起面積率 S_2 を55%以下にすることができる。第2突起面積率 S_2 の下限を20%とすることにより、第1突起面積率 S_1 を10%以上にすることができる。

10

【0141】

〔その他の実施の形態〕

(1)．図17、18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8を形成(測定高さ0.4mmの位置において突起8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。

【0142】

更に、測定高さ0.4mmの位置において、突起8の1つ当たりの面積を0.2mm²～3.0mm²(「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8の破損と接合力低下とを抑制することができる。

20

【0143】

(2)．前記実施の形態1において、粗面化処理工程において、上部側領域6aのみ粗面化処理がなされていたが、上部側領域6aを強い粗面化処理とし、これよりも弱い粗面化処理を下部側領域6bに実行しても良い。このことによって上部側領域6aと下部側領域6bとにおいて密着性及び熱伝導性の差を調節しても良い。

【0144】

(3)．前記実施の形態2、3において下部側領域106bのみにヒューム堆積層114を形成していたが、上部側領域106aに下部側領域106bよりも薄いヒューム堆積層を設けても良い。このことによって上部側領域106aと下部側領域106bとにおいて密着性及び熱伝導性の差を調節しても良い。

30

【0145】

(4)．前記各実施の形態では、シリンダライナ本体2a、102aのライナ外周面6、106には溶射層10、116が存在することにより、シリンダライナとして形成されていたが、溶射層10、116を設けずにシリンダライナとして用いても良い。

【0146】

すなわち、前記実施の形態1の場合は、シリンダライナ本体2aに対して工程Gにて上部側領域6aのみを粗面化処理したものをシリンダライナとしてシリンダブロックに鑄込んでも良い。前記実施の形態2、3の場合には、部分工程J-1にて下部側領域106bにヒューム堆積層114を形成したものをシリンダライナとしてシリンダブロックに鑄込んでも良い。

40

【0147】

このことによって、シリンダライナの上部側領域106aと下部側領域106bとで、シリンダブロックに対する密着性の差から、熱伝導状態の差が生じると共に、突起8によりシリンダブロックとの接合力は十分に大きいので、各実施の形態と同様な効果を生じさせることができる。

【0148】

(5)．前記実施の形態1の粗面化の程度は上下方向で2段に分けられていたが、3段以上の複数段に分けても良い。例えば、上部側、中間部側、下部側と3段の領域に分けて、上中下と次第に粗面化の程度を低下しても良く、この場合、下部側領域では全く粗面化

50

しなくても良い。

【0149】

又、前記実施の形態2、3のヒューム堆積の程度についても、上下方向で2段に分けられていたが、3段以上の複数段に分けても良い。例えば、上部側、中間部側、下部側と3段の領域に分けて、上中下と次第にヒューム堆積層の厚さを厚く、すなわちヒュームを多く堆積させても良く、この場合、上部側領域では全くヒュームを堆積させなくても良い。

【0150】

(6) . 各実施の形態における突起は、

(a) 突起の高さが0.5mm～1.5mm

(b) 突起の数がライナ外周面上の1cm²あたりに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0.4mm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

(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0.2mm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

上記(a)～(d)の全ての条件を満たしていた。

【0151】

あるいは、

(a) 突起の高さが0.5mm～1.5mm

(b) 突起の数がライナ外周面上の1cm²あたりに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0.4mm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%

(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0.2mm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%

上記(a)～(d)の全ての条件を満たしていた。

【0152】

これ以外に、

(a) 突起の高さが0.5mm～1.5mm

(b) 突起の数がライナ外周面上の1cm²あたりに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、シリンダライナの上下方向のいずれの位置にても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る。

【0153】

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る。

【0154】

又、上記各条件を満たしていなくても括れた形状の複数の突起が外周面から突出していれば、シリンダブロックとの接合力を従来よりも十分に生じさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0155】

【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のシリンダライナ製造工程説明図。

【図4】実施の形態1のシリンダライナ製造工程内容概略図。

【図5】実施の形態1の鋳型における括れた凹穴形成過程説明図。

【図6】実施の形態1のシリンダライナ本体と溶射層との間の密着強度を示すグラフ。

10

20

30

40

50

【図 7】実施の形態 1 のシリンダライナの上部側領域と下部側領域とにおけるボア壁温の差を示すグラフ。

【図 8】実施の形態 1 のシリンダライナのボア壁温分布の説明図。

【図 9】実施の形態 1 の効果を示すグラフ。

【図 10】実施の形態 2 のシリンダライナ本体に対する粗面化処理の説明図。

【図 11】実施の形態 2 のシリンダライナ本体に対する分別溶射工程の説明図。

【図 12】実施の形態 2 のシリンダライナ本体に対する上下溶射工程の説明図。

【図 13】実施の形態 2 のライナ外周面に形成される層の説明図。

【図 14】実施の形態 2 のシリンダライナ本体と溶射層との間の密着強度を示すグラフ。

【図 15】実施の形態 3 のシリンダライナ本体に対する分別溶射工程の説明図。

【図 16】実施の形態 3 のシリンダライナ本体と溶射層との間の密着強度を示すグラフ。

【図 17】各実施の形態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 18】各実施の形態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】

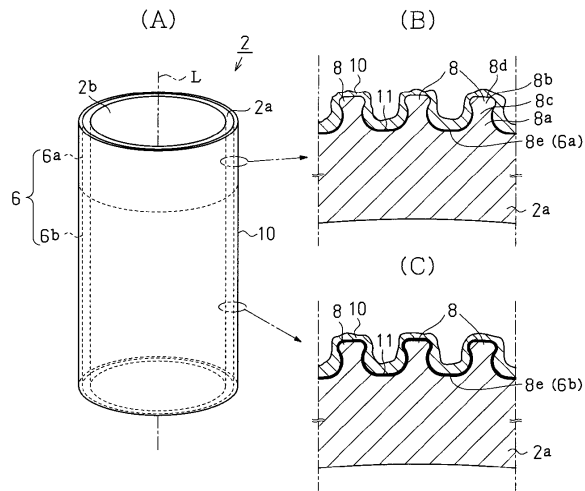
【 0 1 5 6 】

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、4 ...シリンダブロック、6 ...ライナ外周面、6 a ...上部側領域、6 b ...下部側領域、8 ...突起、8 a ...基端部、8 b ...先端部、8 c ...括れ部、8 d ...頂面、8 e ...基底面、10 ...溶射層、11 ...黒皮、31 ...金型、31 F ...内周面、32 ...ブラスト処理装置、33 ...溶射装置、102 a ...シリンダライナ本体、102 b ...シリンダボア、106 ...ライナ外周面、106 a ...上部側領域、106 b ...下部側領域、112 ...部分溶射層、114 ...ヒューム堆積層、116 ...溶射層、118 ...排気ダクト、132 ...粗面化装置、133 a ...溶射ガン、133 b ...溶融溶射粒子、133 c ...ヒューム、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、Ja , Jb , Jc ...シリンダライナ、L ...軸。

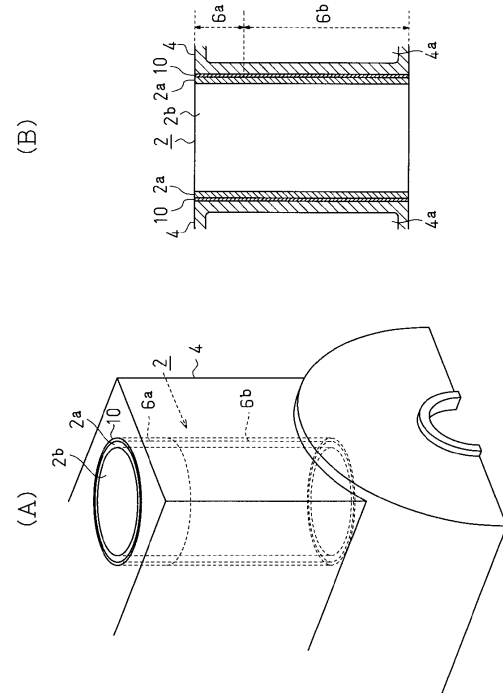
10

20

【図 1】

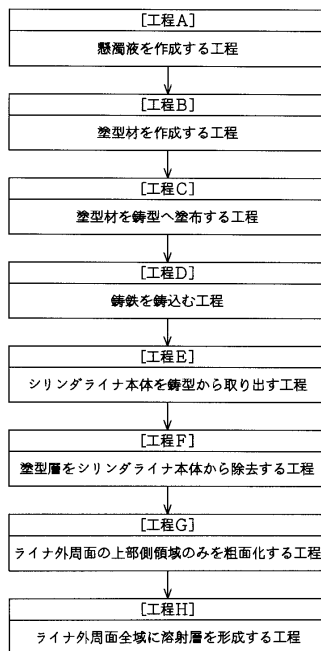


【図 2】



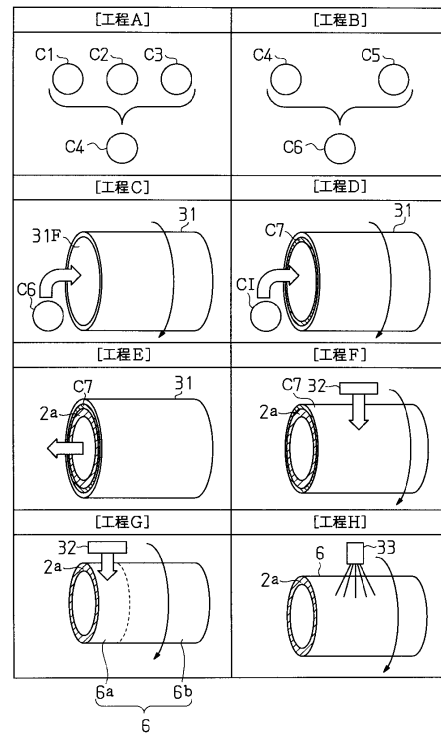
【図 3】

シリンダライナの製造工程

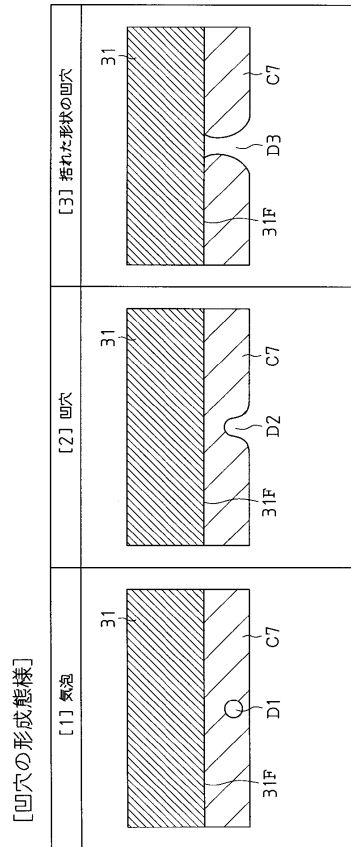


【図 4】

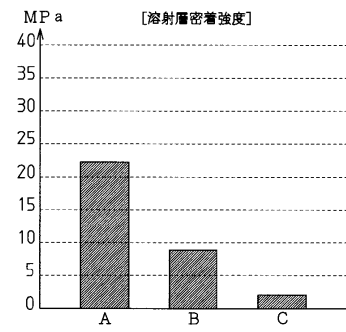
シリンダライナの製造工程



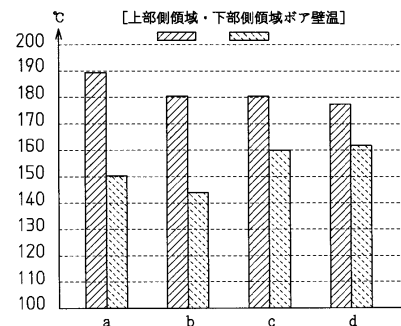
【図 5】



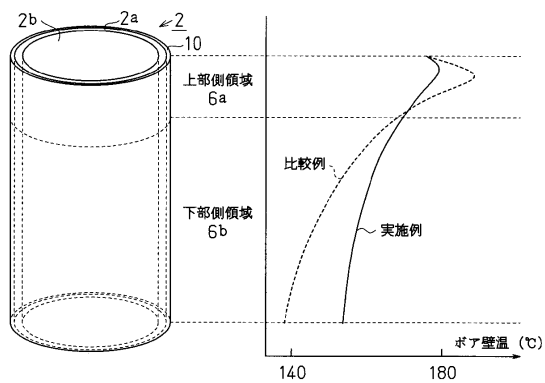
【図 6】



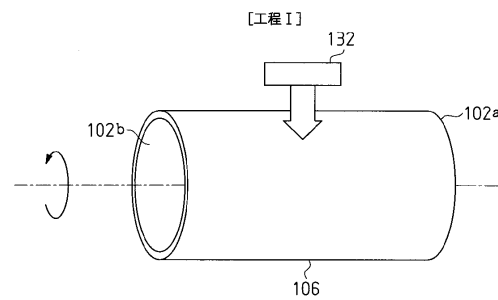
【図 7】



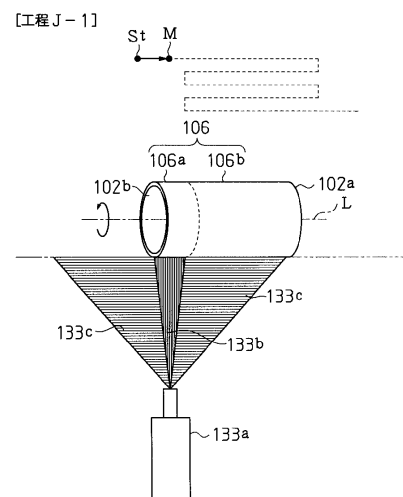
【図 8】



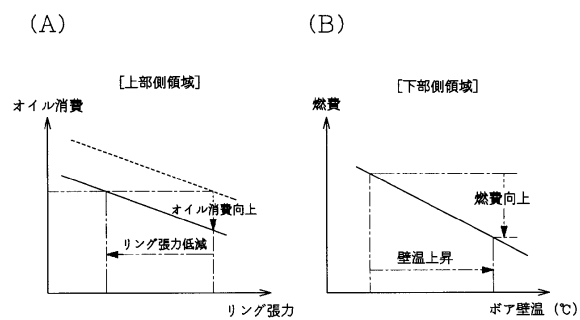
【図 10】



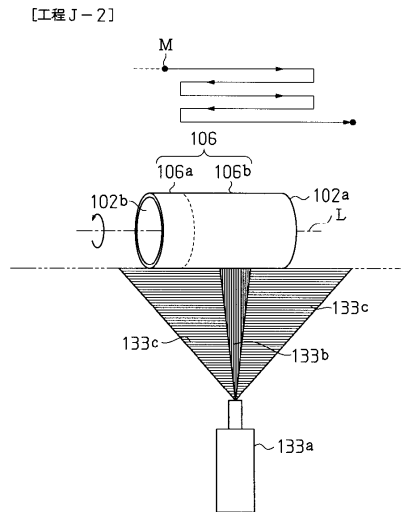
【図 11】



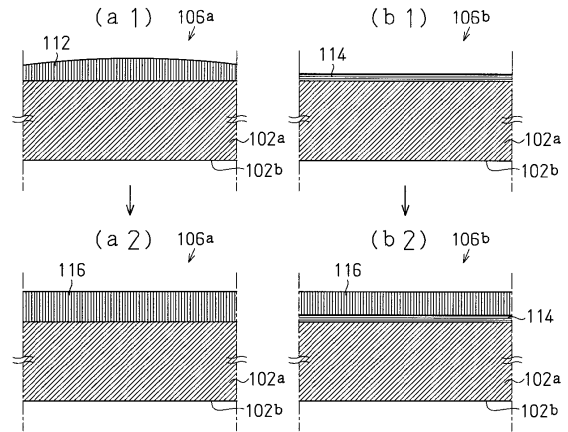
【図 9】



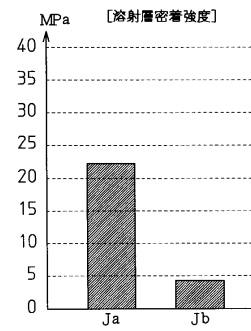
【図 12】



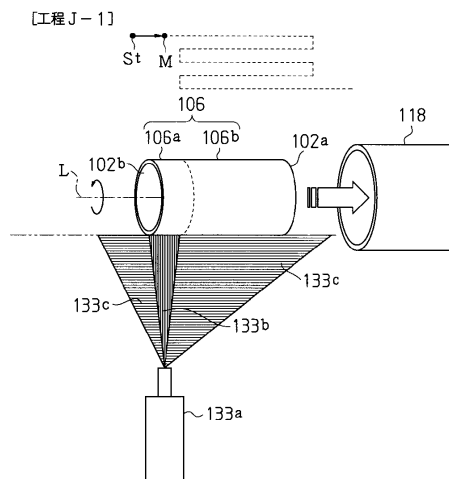
【図 13】



【図 14】



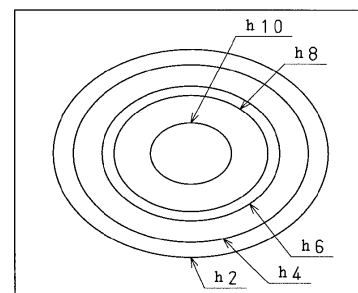
【図 15】



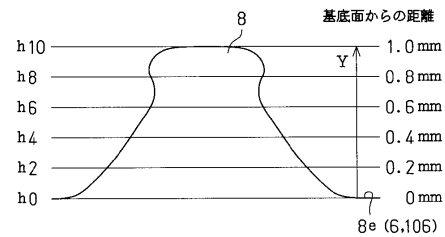
【図 17】

(a)

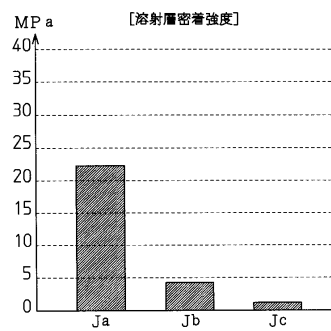
等高線図



(b)



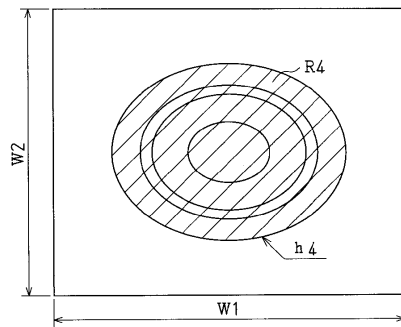
【図 16】



【図 18】

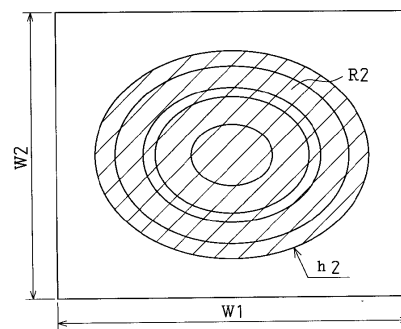
(a)

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 亀田 貴志

- (56)参考文献 国際公開第01/058621(WO, A1)
特開2002-219563(JP, A)
特開2002-339794(JP, A)
特開2003-326353(JP, A)
特開2004-308625(JP, A)
特開2006-194168(JP, A)
国際公開第2005/038073(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|------|-------|---|------|
| F02F | 1/00 | - | 1/18 |
| F16J | 10/04 | | |