

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7514799号

(P7514799)

(45)発行日 令和6年7月11日(2024.7.11)

(24)登録日 令和6年7月3日(2024.7.3)

(51)国際特許分類

F I

B 2 2 D 19/08 (2006.01)

B 2 2 D

19/08

E

B 2 2 D 13/02 (2006.01)

B 2 2 D

13/02

5 0 2 T

B 2 2 D 13/10 (2006.01)

B 2 2 D

13/10

5 0 2 H

B 2 2 D 19/00 (2006.01)

B 2 2 D

19/00

G

F 0 2 F 1/00 (2006.01)

F 0 2 F

1/00

C

請求項の数 2 (全13頁)

(21)出願番号 特願2021-96477(P2021-96477)

(22)出願日 令和3年6月9日(2021.6.9)

(65)公開番号 特開2022-188445(P2022-188445

A)

(43)公開日 令和4年12月21日(2022.12.21)

審査請求日 令和4年6月17日(2022.6.17)

審査番号 不服2023-11505(P2023-11505/J

1)

審判請求日 令和5年7月7日(2023.7.7)

早期審査対象出願

(73)特許権者 000215785

T P R 株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目6番2号

(73)特許権者 591206120

T P R 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 100079108

弁理士 稲葉 良幸

(74)代理人 100109346

弁理士 大貫 敏史

(74)代理人 100117189

弁理士 江口 昭彦

(74)代理人 100134120

弁理士 内藤 和彦

(72)発明者 東海林 康智

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 シリンダライナ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基体と、該基体の外周面たる基底面に形成された複数の突起とを有する鋳包み用のシリンダライナであって、該シリンダライナの前記基体の外周面とシリンダブロックとの接合部分に生じる空隙を抑制し、下記の数式(5)で定義される抵抗係数CDが10~35%であり、

・当該シリンダライナを輪切りにした横断面における、前記突起が形成されている領域である円筒状突起領域の断面積 S_p と、該円筒状突起領域の外側に存在する円筒状外側領域の断面積 S_0 との和を仮想流路面積 S_1 とする。

$$S_p + S_0 = S_1 \quad \cdots (1)$$

・鋳包みされる際の流体である溶湯の動圧 P_1 を、 $\rho U^2 / 2$ (ただし、 ρ は溶湯密度、 U は可視化実験にて計測した前記円筒状外側領域における前記溶湯の流速)とする。

$$P_1 = \rho U^2 / 2 \quad \cdots (2)$$

・動圧 P_1 と仮想流路面積 S_1 の積を動圧力 P_D とする。

$$P_D = P_1 \times S_1 \quad \cdots (3)$$

・障害面積 S_B を求め、動圧 P_1 と障害面積 S_B の積を抗力 R_1 とする。

$$R_1 = P_1 \times S_B \quad \cdots (4)$$

・抗力 R_1 を動圧力 P_D で割って抵抗係数 CD とする。

$$CD = R_1 / P_D \quad \cdots (5)$$

なおかつ、前記障害面積 S_B が下記により規定されている、シリンダライナ。

10

20

- ・単位面積あたりの前記突起の数を N_A とする。
- ・前記突起の配置は一様であり、各突起間の中心間距離 p は同ピッチであり、各突起は前記基体の径方向に突出していると仮定する。
- ・突起の中心間距離 p と同じピッチで、前記基底面の同一円周上に前記突起が整列していると仮定する。
- ・前記基底面の直径 D_b と前記突起の中心間距離 p とから、周方向に沿って前記基底面上に配置される突起数 N_B を算出する。
- ・前記突起の平均高さ h_{av} と平均直径 d_{av} と突起数 N_B の積を前記障害面積 S_B とする。

$$N_B = \pi D_b / p \quad \cdots (6)$$

。

$$S_B = h_{av} \times d_{av} \times N_B \quad \cdots (7)$$

【請求項 2】

前記仮想流路面積 S_1 から、前記障害面積 S_B を差し引いた面積である実流路面積 S_2 へと流路面積が縮小することに伴い導出される流体の収縮抵抗から算出される損失係数が $0.03 \sim 0.14$ である、請求項 1 に記載のシリンダライナ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンダライナに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用エンジンに用いられるシリンダブロックにおいて、シリンダの内周側には、エンジンの内部を構成する重要機能部品の一つであるシリンダライナが配置される。シリンダライナが配置されたシリンダブロックを製造するための手法のひとつには、シリンダブロック用の鋳型内にあらかじめシリンダライナを配置し、鋳型内に鋳造材料を流し込んで、シリンダライナの外周を鋳造材料で鋳包むというものがある。

【0003】

このような、シリンダブロックの製造において鋳型内にあらかじめ配置されるシリンダライナとしては、シリンダブロックとの間の接合強度を向上させるため、シリンダライナの外周面に複数の突起を有するものが知られている（例えば特許文献 1, 2 参照）。また、シリンダライナ基体（シリンダライナのうち突起部分を除いた略円筒形状のシリンダライナ本体部をいう。以下、単に「基体」という場合がある）の外周面に突起を設け、さらにその突起の形状を括れたものとするこ

ことで、シリンダライナとシリンダブロックとの間の接合強度を向上させる試みがされている。（例えば特許文献 3 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2005 - 194983 号公報

【文献】特開 2009 - 264347 号公報

【文献】特許第 6340148 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、シリンダブロックを製造するにあたり、シリンダライナを配置したシリンダブロックの鋳型内に鋳造材料を流し込みシリンダライナの外周を鋳造材料で鋳包む際に、鋳造材料がシリンダライナ基体の外周面の突起間領域に十分に行き渡らないことがある。特に、砂型重力鋳造や低圧金型鋳造を用いる場合にこうした事象が起こりやすく、また、高圧金型鋳造を用いる場合においても、シリンダライナと隣り合うシリンダライナとの間など溶湯が回りにくい部位にてこうした事象が散見される。このようにしてシリンダライナ外周面とシリンダブロックとの接合部分に空隙が生じると、接合強度が十分に得られない

10

20

30

40

50

場合がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、シリンダライナ基体の外周面とシリンダブロックとの接合部分に生じる空隙を抑制することで、シリンダライナとシリンダブロックとの間の接合強度を向上させ得る鑄包み用のシリンダライナ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】

【 0 0 0 7 】

かかる課題を解決するべく、本発明者らは当該シリンダライナの特性を表現するための形態や数式などについて種々の検討をし、その結果、円筒状突起領域の断面積 S_p 、円筒状外側領域の断面積 S_0 、これらの和である仮想流路面積 S_1 、溶湯の動圧 P_1 、動圧力 P_D 、突起の投影面積 S_A 、障害面積 S_B といった各要素に着目した場合に、特性が極めて良好なシリンダライナを画定することが可能になるという知見を得るに至った。

【 0 0 0 8 】

かかる知見に基づく本発明の一態様は、基体と、該基体の外周面たる基底面に形成された複数の突起とを有する鑄包み用のシリンダライナであって、下記の数式 (5) で定義される抵抗係数 C_D が 1 0 ~ 3 5 % である、シリンダライナである。

・当該シリンダライナを輪切りにした横断面における、突起が形成されている領域である円筒状突起領域の断面積 S_p と、該円筒状突起領域の外側に存在する円筒状外側領域の断面積 S_0 との和を仮想流路面積 S_1 とする。

$$S_p + S_0 = S_1 \quad \cdots (1)$$

・鑄包みされる際の流体である溶湯の動圧 P_1 を、 $\rho U^2 / 2$ (ただし、 ρ は溶湯密度、 U は可視化実験にて計測した円筒状外側領域における溶湯の流速) とする。

$$P_1 = \rho U^2 / 2 \quad \cdots (2)$$

・動圧 P_1 と仮想流路面積 S_1 の積を動圧力 P_D とする。

$$P_D = P_1 \times S_1 \quad \cdots (3)$$

・突起の投影面積 S_A を換算して障害面積 S_B を求め、動圧 P_1 と障害面積 S_B の積を抗力 R_1 とする。

$$R_1 = P_1 \times S_B \quad \cdots (4)$$

・抗力 R_1 を動圧力 P_D で割って抵抗係数 C_D とする。

$$C_D = R_1 / P_D \quad \cdots (5)$$

【 0 0 0 9 】

上記のごとき態様は、突起が湯流れの抵抗となることに着目し、好適な突起分布を「抵抗係数」で定義するという着眼点から導出されている。突起密度から、注湯中の湯流れ (湯廻り) に際しての「抵抗係数」 (あるいは「抵抗指数」) を試算することで、その好適範囲が見いだされる。また、突起が存在しない領域から突起が存在する領域に溶湯が流れ込む際に生ずる流路面積縮小に伴う収縮抵抗から損失係数を算出することで、その好適範囲が見いだされる。また、溶湯が流れる際の動圧から動圧力を算出することで、それに対する抗力 (動圧 $\times$ 障害投影面積) の比率を規定することができる。これらをふまえた種々の可視化実験の結果、抵抗係数が大きいと湯流れが阻害され、小さいと湯温低下が早く湯流れを阻害するという知見が得られた。これらの結果から、好適には抵抗係数 C_D が 1 0 ~ 3 5 % の場合に、砂型重力鑄造や低圧鑄造時の湯廻り改善がより顕著となり、シリンダライナとシリンダブロックとの界面の空隙が低減して接合強度が向上することがわかった。言うまでもないが、高圧ダイキャストにおいても、同様な効果が得られる。

【 0 0 1 0 】

上記のごとき態様のシリンダライナにおいて、突起の投影面積 S_A は、円柱状と仮定した当該突起の、当該シリンダライナの中心軸に平行な軸方向投影面積であってもよいし、周方向の接線方向から見た周方向投影面積であってもよい。

【 0 0 1 1 】

上記のごとき態様のシリンダライナにおいて、仮想流路面積 S_1 から実流路面積 S_2 へと流路面積が縮小することに伴い導出される流体の収縮抵抗から算出される損失係数が 0

． 0 3 ～ 0 ． 1 4 であることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

上記のごとき態様のシリンダライナにおいて、障害面積 S_B が下記により規定されていてもよい。

・単位面積あたりの突起の数を N_A とする。

・突起の配置は一様であり、各突起間の中心間距離 p は同ピッチであり、各突起は基体の径方向に突出していると仮定する。

・突起の中心間距離 p と同じピッチで、基底面の同一円周上に突起が整列していると仮定する。

・基底面の直径 D_b と突起の中心間距離 p とから、周方向に沿って基底面上に配置される突起数 N_B を算出する。

$$N_B = \pi D_b / p \quad \cdots (6)$$

・突起の平均高さ h_{av} と平均直径 d_{av} と突起数 N_B の積を障害面積 S_B とする。

$$S_B = h_{av} \times d_{av} \times N_B \quad \cdots (7)$$

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、シリンダライナ基体の外周面とシリンダブロックとの接合部分に生じる空隙を抑制することで、シリンダライナとシリンダブロックとの間の接合強度を向上させ得る鑄包み用のシリンダライナを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】シリンダライナとシリンダブロックとの接合部を模式的に示す軸方向に垂直な断面図である。

【図 2】本発明の一実施形態におけるシリンダライナの本体部、突起領域、円筒状外側領域などについて模式的に説明する横断面図である。

【図 3】仮想流路面積 S_1 から、障害（面積 S_B ）を差し引いた実流路面積 S_2 へ溶湯が流れる際の流路面積の変化を模式的に表した図である。

【図 4】障害面積 S_B を算出する際の単位面積あたりの突起数、突起の配置、突起の整列などの考え方について説明する図である。

【図 5】本発明の実施例 1 ～ 6、比較例 1 ～ 2 に係るシリンダライナに関する各数値と接合強度判定の結果を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の構成を図面に示す実施の形態の一例に基づいて詳細に説明する（図 1 ～ 図 4 参照）。

【 0 0 1 6 】

図 1 にシリンダライナとシリンダブロックとの接合部を模式的に表す断面図を示す。図中の下部がシリンダライナ 10、上部がシリンダブロック 20 である。シリンダライナ 10 は、シリンダライナ基体 12 と複数の突起 14 とを含む（図 1 参照）。また、図 2 にシリンダライナとシリンダブロックの横断面図（輪切りにした図）を示す。

【 0 0 1 7 】

シリンダライナ基体 12 は、シリンダライナ 10 のうち突起 14 を除いた略円筒形状のシリンダライナ本体部を構成する部分である。本実施形態では、シリンダライナ基体 12 の外周面を基底面 12S と呼び、その直径を D_b として以下の説明をする（図 2 参照）。

【 0 0 1 8 】

基底面 12S には、複数の突起 14 が形成されている。突起 14 の多くは括れた形状であり、これら複数の括れた突起 14 間にシリンダブロック 20 を構成する鑄造材料が入り込む（鑄込まれる）ことで、シリンダライナ 10 の基底面 12S に存在する括れた突起 14 の頂部（括れ部分から先端までの部分）とシリンダブロック 20 とがアンカー効果により、強固な接合を実現する。なお、図 2 では、突起 14 の高さを h としたうえで、複数の

10

20

30

40

50

突起 14 が存在する円筒状の領域を「円筒状突起領域」とし、符号 A 1 で示している。円筒状突起領域 A 1 の外径 D_p は、基底面 12 S の直径 D_b に、突起高さ h の 2 倍の値を足した大きさ ($D_p = D_b + 2h$) となる。なお、突起 14 の高さ h の平均 (突起の平均高さ h_{av} 、mm) は特に限定されないが、通常 0.3 以上であり、0.4 以上であってもよく、また通常 0.9 以下であり、0.7 以下であってもよい。突起の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t 、突起の平均直径 d_{av} 、および突起の平均高さ h_{av} は、三次元測定機などにより測定することができる。円筒状突起領域 A 1 の外径 D_p は、例えばノギス等を用いて測定することができる。その際、突起の先端部で測定するようにする。

【0019】

また、円筒状突起領域 A 1 の周囲に、円筒状外側領域 A 2 を想定し、その外周の直径を D_0 とする (図 2 参照)。円筒状外側領域 A 2 は、複数の突起 14 が存在する円筒状の領域の外 (周) 側に位置する。図 3 は、仮想流路 (面積 $S_1 (= S_p + S_0)$) から、障害 (面積 S_B) を差し引いた実流路 (面積 S_2) ヘシリンダブロック 20 の溶湯が流れる様子を模式的に示した図である。ここでの考え方を示すと以下のとおりである。まず、円筒状外側領域 A 2 の流路幅 (突起 14 の先端からの大きさ) を α (一例として、本実施形態では 0.5 mm) とした場合、円筒状外側領域 A 2 の外径 D_0 の大きさは、 $D_0 = D_p + 2\alpha$ となる (図 2 参照)。このとき仮想流路面積は、直径 D_p なる円の面積 - 直径 D_b なる円の面積と、直径 D_0 なる円の面積 - 直径 D_p なる円の面積との和である。一方、実流路面積は、仮想流路面積から障害面積 S_B を引いた面積となる (別言すれば、突起が存在するぶん、流路面積が縮小したとみなす)。この際、仮想流路面積と実流路面積をそれぞれ同面積の「管」に見立てるとするならばそのイメージは図 3 に示すようになる。

【0020】

さて、シリンダライナ 10 とシリンダブロック 20 との接合は、鋳型内に配置したシリンダライナ 10 の外周面に溶湯を流し込むことで実現される。この際に、シリンダライナ基体 12 の基底面 12 S に存在する複数の括れた突起 14 の形成状況によっては、溶湯が突起 14 間に行き渡らない場合が生じ得る。この点に関し、本実施形態では下記のごとき指標を導入し、それらのうちの抵抗係数 C_D が所定範囲内、好適には 10 ~ 35 % となるようにすることで、とくに低圧鋳造時の湯廻りが改善されて接合強度を向上させることが可能なシリンダライナ 10 を実現する。抵抗係数 C_D などは、下記のようにして定められる。

【0021】

まず、シリンダライナ 10 を輪切りにした横断面において (図 2 参照)、突起 14 が形成されている領域である円筒状突起領域 A 1 の断面積 S_p と、該円筒状突起領域 A 1 の外側に存在する円筒状外側領域 A 2 の断面積 S_0 との和を仮想流路面積 S_1 とする (数式 (1))。

$$S_p + S_0 = S_1 \quad \cdots (1)$$

【0022】

また、鋳包みされる際の流体である溶湯の動圧 P_1 を、 $\rho U^2 / 2$ (ただし、 ρ は溶湯密度、 U は可視化実験にて計測した円筒状外側領域 A 2 における溶湯の流速) とする (数式 (2))。なお、本実施形態では流速を 1 m/s としたが、流速自体は鋳造方法で変わる。溶湯の密度 ρ は、たとえばアルミニウム合金の場合であればおよそ 2500 kg/m³ である。

$$P_1 = \rho U^2 / 2 \quad \cdots (2)$$

【0023】

動圧 P_1 と仮想流路面積 S_1 の積を動圧力 P_D とする (数式 (3))。

$$P_D = P_1 \times S_1 \quad \cdots (3)$$

【0024】

突起 14 の投影面積 S_A を換算して障害面積 S_B を求め、動圧 P_1 と障害面積 S_B の積を抗力 R_1 とする (数式 (4))。

$$R_1 = P_1 \times S_B \quad \cdots (4)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

上記の抗力 R_1 を動圧力 $P D$ で割って抵抗係数 $C D$ とする（数式（ 5 ））。

$$C D = R_1 / P D \quad \cdots (5)$$

【 0 0 2 6 】

ここで、突起 1 4 の投影面積 $S A$ の求め方（考え方）の例を挙げると以下のとおりである。すなわち、突起 1 4 を円柱状と仮定し、その場合における当該突起 1 4 の、シリンダライナ 1 0 の中心軸 X （図 2 参照）に平行な軸方向または周方向（図 2 と図 4 において符号 W で示す）の接線方向に沿って投影した際の面積とすることができる。測定は、例えばマイクロ스코プを用いて行うことができる。このとき突起 1 4 の幅は、括れた突起 1 4 においては頂部付近の最も幅が広い箇所の寸法とし、括れていない突起 1 4 においては突起高さの中央付近の寸法とする。あるいは、突起 1 4 の投影面積 $S A$ として「三次元測定機で測定した突起 1 4 の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t から演算した突起 1 4 の直径 d 」×「三次元測定機で測定した突起 1 4 の高さ h 」から算出した値とすることができる。なお、三次元測定機で測定した突起 1 4 の断面積や直径は任意の位置で測ることができる。例えば、「0.3 mm 位置」を測定する場合は「しきい値」を調整して「表示レンジ中心 + しきい値 = 0.3 mm」となるようにすればよい。突起 1 4 の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t （%）は、シリンダライナ 1 0 の外周側から突起 1 4 の高さ方向に見た突起 1 4 の投影面積率に相当する。括れのある突起 1 4 においては、突起先端付近の径極大部に相当する箇所の面積率とすることができる。三次元測定機としては、キーエンス製 $V R - 3 0 0 0$ を用いることができる。

10

20

【 0 0 2 7 】

また、障害面積 $S B$ の求め方の具体例は以下のとおりである。まず、単位面積あたり（一例として、10 mm × 10 mm）の突起 1 4 の数を N_A とする。ここでは、突起 1 4 の配置は 6 配位のように一様であり、各突起 1 4 どうしの間の中心間距離 p は同ピッチであり、各突起 1 4 はシリンダライナ基体 1 2 の径方向に突出していると仮定する（図 4 参照）。また、突起 1 4 の中心間距離 p と同じピッチで、基底面 1 2 S の周方向 W に沿って突起 1 4 が整列していると仮定し（図 4 中で矩形の枠で示す部分を参照）、並行にならぶ一並び分の突起 1 4 のみを考慮することとする。なお、中心間距離 p は、たとえば $\sqrt{(200 / (\sqrt{3} \times N_A))}$ により算出することができる。そうしたら、基底面 1 2 S の直径 D_b と突起 1 4 の中心間距離 p とから、周方向 W に沿って基底面 1 2 S 上に配置される突起 1 4 の数（突起数） N_B を算出する（数式（ 6 ））。突起の平均高さ h_{av} と平均直径 d_{av} と突起数 N_B の積を求め、障害面積 $S B$ とする（数式（ 7 ））。なお、突起数 N_A と突起数 N_B は計算で求めるので、整数でなくても良い。

30

$$N_B = \pi D_b / p \quad \cdots (6)$$

$$S B = h_{av} \times d_{av} \times N_B \quad \cdots (7)$$

【 0 0 2 8 】

なお、上記の単位面積あたりの突起の数 N_A を、視野内に存在する突起数（境界部に掛かる突起を含む）÷ 視野の境界部に掛かる突起数 × 1 / 2 個として求めた突起数を視野面積で除することにより算出することとしてもよい。

【 0 0 2 9 】

40

また、上記のごとき求め方を導入するにあたっては、以下を考慮に含めてもよい。

・ 仮想流路、実流路はそれぞれ管状に置き換え、その直径を試算する（ D_1 、 D_2 ）。

・ 収縮係数 $C_c = 0.582 + 0.0418 / (1.1 - D_2 / D_1)$

・ 損失係数 $\zeta = (1 / C_c - 1)^2$

（損失係数 ζ の好適範囲は 0.03 ~ 0.14、より好ましくは 0.05 ~ 0.13）

【 0 0 3 0 】

上記のごときシリンダライナ 1 0 の製造方法の一例を以下に説明する。

【 0 0 3 1 】

シリンダライナ 1 0 の素材となる鋳鉄の組成は、特に限定されるものではなく、典型的には、耐摩耗性、耐焼き付き性及び加工性を考慮した $J I S \quad F C 2 5 0$ 相当の片状黒鉛

50

鑄鉄の組成として、以下に示す組成を例示できる。

C : 3 . 0 ~ 3 . 7 質量%

Si : 2 . 0 ~ 2 . 8 質量%

Mn : 0 . 5 ~ 1 . 0 質量%

P : 0 . 2 5 質量%以下

S : 0 . 1 5 質量%以下

Cr : 0 . 5 質量%以下

残部 : Fe 及び不可避免の不純物

【 0 0 3 2 】

シリンダライナ 1 0 の製造方法は特段限定されず、重力鑄造法であっても遠心鑄造法であってもよいが、遠心鑄造法によることが好ましく、典型的には以下の工程 A ~ E を含む。

10

【 0 0 3 3 】

< 工程 A : 懸濁液調製工程 >

工程 A は、耐火基材、粘結剤、及び水を所定の比率で配合して懸濁液を作成する工程である。耐火基材としては、典型的には珪藻土が用いられるが、これに限られない。懸濁液中の珪藻土の含有量は、通常 1 5 質量%以上、3 5 質量%以下であり、珪藻土の平均粒径は通常 0 . 0 1 5 mm 以上、0 . 0 3 5 mm 以下である。粘結剤としては、典型的にベントナイトが用いられるが、これに限られない。懸濁液中のベントナイトの含有量は、通常 3 質量%以上、9 質量%以下である。懸濁液中の水の含有量は、通常 6 2 質量%以上、8 0 質量%以下である。

20

【 0 0 3 4 】

< 工程 B : 塗型剤調製工程 >

工程 B は、工程 A で調製した懸濁液に所定量の界面活性剤を添加して、塗型剤を作成する工程である。界面活性剤の種類は特に限定されず、カチオン界面活性剤、アニオン界面活性剤、ノニオン界面活性剤、両性界面活性剤等の既知の界面活性剤を 1 種、又は 2 種以上を組み合わせ用いられる。界面活性剤の配合量は、通常 0 . 0 0 3 質量%以上、0 . 0 4 質量%以下である。

【 0 0 3 5 】

< 工程 C : 塗型剤塗布工程 >

工程 C は、鑄型となる円筒状金型の内周面に塗型剤を塗布する工程である。塗布方法は特段限定されないが、典型的には噴霧塗布が用いられる。塗型剤の塗布時には、塗型剤の層が金型の内周面全周に渡って略均一の厚さに形成されるように塗型剤が塗布されることが好ましい。また、塗型剤を塗布し、塗型剤層を形成する際に、円筒状金型を回転させることで、適度な遠心力を付与することが好ましい。このとき、界面活性剤が作用することにより、塗型剤層に括れた突起を形成するための凹穴が形成される。

30

【 0 0 3 6 】

塗型剤層の厚みは、突起 1 4 の高さの 1 . 3 ~ 1 . 8 倍の範囲内で選択することが好ましいが、これに限られない。塗型剤層をこの厚みとする場合には、鑄型の温度を 3 0 0 以下とすることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

40

< 工程 D : 鑄鉄鑄込み工程 >

工程 D は、乾燥した塗型剤層を有する回転状態にある鑄型内へ、鑄鉄を鑄込む工程である。この際に、前工程で説明した塗型剤層の括れた形状を有する凹穴に溶湯が充填されることで、シリンダライナ 1 0 の表面に括れた突起 1 4 が形成される。なお、この際にも適度な遠心力を付与することが好ましい。

【 0 0 3 8 】

< 工程 E : 取り出し、仕上げ工程 >

工程 E は、製造したシリンダライナ 1 0 を鑄型から取り出し、シリンダライナ表面の塗型剤層を例えばブラスト処理によりシリンダライナ 1 0 から除去することである。

【 0 0 3 9 】

50

上記工程を経てシリンダライナ 10 が完成する。

【0040】

本実施形態のシリンダライナ 10 は、シリンダライナ基体 12 の基底面 12S に形成された複数の突起の中心間距離及び突起面積率が適切な範囲となるため、これを用いてシリンダブロック 20 との複合体を砂型重力鑄造や低圧金型鑄造により製造することで、シリンダブロック 20 の溶湯が、シリンダライナ 10 の突起 14 の間に行き渡る。そのため、シリンダライナ 10 とシリンダブロック 20 との界面の空隙が低減され、シリンダライナ 10 とシリンダブロック 20 との接合力が改善する。

【0041】

なお、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。

10

【実施例】

【0042】

以下、実施例により本発明をより具体的に説明するが、以下の実施例により本発明の範囲が限定されないことはいうまでもない。たとえば、本実施形態では、突起 14 は括れた形状であるとの説明をしたがこれは好適な一例にすぎない。実際、複数の突起 14 の一部または全部に括れがない場合があり得るが、そのことは本発明の適用を妨げない。

【0043】

本実施例で用いたシリンダライナ 10 の各種物性の測定方法は以下のとおりである。

【0044】

20

< 突起の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t 、突起の平均直径 d_{av} >

1) 三次元測定機キーエンス製 VR-3000 により、倍率 25 倍で、測定視野 (12 mm × 9 mm) 中の突起 14 を計測した。

2) 計測したデータを付属の解析ソフトで開き、曲率補正を行った。補正条件は、二次曲面補正とした。

3) 基準面を設定した。基準面は、領域指定により装置側で自動的に設定されるようにした。基準面を設定すると表示レンジ中心が決定される。表示レンジ中心は測定するシリンダライナ 10 の性状に応じ自動的に決まる値である。

4) しきい値を設定した。しきい値の目安は突起高さの 1/2 から 1/4 程度とし、例えば 0.1 mm から 0.3 mm の値を設定する。今回は、表示レンジ中心 + しきい値が 0.3 となるようしきい値を設定した。

30

5) 計測結果を閲覧した。表示レンジ中心 + しきい値を超える高さ、すなわち基底表面から 0.3 mm を超える領域が突起 14 と見なされ、その数量から突起数量を計測することができる。このとき、突起数量は視野内に存在する突起数 (境界部に掛かる突起を含む) - 視野の境界部に掛かる突起数 × 1/2 個とした。

6) 計測した三次元データより、各突起 14 の表示レンジ中心 + しきい値における突起の横断面積 (本例でいう「横断面積」とは、この例でいえば上記の 0.3 mm 位置での断面積が相当する) を算出する。なお、突起 14 の軸方向投影面積は長方形と仮定するのに対し、ここでは径方向投影面積 (略円形) に相当したものが導出され、これらを合計した突起の横断面積の合計を計測面積で除することにより、突起の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t を算出し、突起の横断面積の合計を突起数量で除することにより、突起 1 つあたりの平均面積を算出し、そこから突起の平均直径 d_{av} を求めた。

40

【0045】

< 突起の平均高さ h_{av} >

1) 各突起高さ h は、表示レンジ中心 + しきい値 + 計測された最大高さの合計値である。その視野における各突起高さ h の平均値を突起の平均高さ h_{av} とした。なお、表示レンジ中心は測定するシリンダライナ 10 の性状に応じ自動的に決まる値であり、突起 14 のシリンダライナ基体 12 の基底表面から基準面までの高さを表し、基底表面を基底面 12S とみなす。しきい値は基準面からの高さを表し、最大高さは表示レンジ中心 + しきい値から突起 14 の先端までの高さを表している。

50

【 0 0 4 6 】

なお、突起 1 4 の高さ方向に垂直な断面の面積率 S_t 、平均直径 d_{av} 、平均高さ h_{av} は、1 本のシリンダライナ 1 0 につき 4 カ所（4 視野）測定した平均値とした。4 カ所とは、シリンダライナ 1 0 の両端部から約 2 0 mm 位置において対向する位置にてそれぞれ 2 カ所ずつとし、両端部においては互いに約 9 0 ° ずらした位置とすることが好ましいが、これに限定はされない。

【 0 0 4 7 】

実験：

・塗型剤の調製

以下に示す原料を用い、塗型剤を調製した。

10

【 0 0 4 8 】

耐火材：珪藻土 1 7 ~ 2 5 質量%

珪藻土平均粒径：0 . 0 1 8 ~ 0 . 0 3 4 mm

粘結剤：ベントナイト 4 ~ 7 質量%

界面活性剤：0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 2 質量%

水：6 8 ~ 7 9 質量%

【 0 0 4 9 】

・シリンダライナの作製

以下の組成の溶湯を用いて遠心鑄造により各実施例及び比較例のシリンダライナを作製した。鑄造されたシリンダライナの組成は、

20

C : 3 . 4 質量%、

S i : 2 . 4 質量%、

M n : 0 . 7 質量%、

P : 0 . 1 2 質量%、

S : 0 . 0 3 5 質量%、

C r : 0 . 2 5 質量%、

残部 F e 及び不可避免の不純物（J I S F C 2 5 0 相当）であった。

【 0 0 5 0 】

図 5 中の表に示す実施例 1 ~ 6、並びに比較例 1 ~ 2 に係るシリンダライナを作製した。なお、いずれの実施例においても、工程 C における円筒状金型の温度は 2 2 0 ~ 2 8 0 の範囲で適宜変更し、且つ G n o（ライニング）を 4 0 ~ 7 0 G として塗型剤層を形成した。但し、塗型剤層の厚みについては、0 . 6 ~ 1 . 0 mm の範囲で適宜変更することで、適宜突起の高さを変更させた。また、工程 D 以降については、G n o（鑄込み）を 1 0 0 ~ 1 3 0 G、金型温度を 2 0 0 ~ 2 6 0 として鑄鉄の鑄込みを行った。その後得られた鑄鉄製円筒部材を切断し、内周面を切削加工して、肉厚を調整した。

30

このようにして得られた鑄鉄製円筒部材の寸法は、外径 D_p （突起の高さを含む外径）8 5 mm、内径 7 7 mm、全長 1 3 0 mm であった。

なお、表中の「接合強度判定」は、シリンダライナとシリンダブロックの上死点付近の界面から、シリンダ周方向に沿って略 8 等分した箇所から、略 1 0 × 1 0 mm のテストピースをそれぞれ切り出した際の、シリンダライナとシリンダブロックの界面における剥離有無で判定した。シリンダライナとシリンダブロックの界面に空隙が多い場合、接合強度が不足し剥離が発生する。ここで、判定 A：剥離したテストピースの数は 2 個以下、判定 B：剥離したテストピースの数は 3 個 ~ 6 個、判定 C：剥離したテストピースの数は 7 個以上をそれぞれ示す。

40

【 0 0 5 1 】

上記のごとき実施例とその結果物は、突起が湯流れの抵抗となることに着目し、好適な突起分布を「抵抗係数」で定義するという着眼点から導出されたものである。突起密度から、注湯中の湯流れ（湯廻り）に際しての「抵抗係数」を試算することで、その好適範囲が見いだされた。また、突起が存在しない領域から突起が存在する領域に溶湯が流れ込む際に生ずる流路面積縮小に伴う収縮抵抗から損失係数を算出することで、その好適範囲が

50

見いだされた。また、溶湯が流れる際の動圧から動圧力を算出することで、それに対する抗力（動圧×障害投影面積）の比率を規定することができた。これらをふまえた種々の可視化実験の結果、抵抗係数が大きいと湯流れが阻害され、小さいと湯温低下が早く湯流れを阻害するという知見が得られた。これらの結果から、抵抗係数 CD が $10 \sim 35\%$ の場合、好適には $14 \sim 31\%$ の場合、重力鑄造などの低圧鑄造時の湯廻り改善がより顕著となり、シリンダライナとシリンダブロックとの界面の空隙が低減して接合強度が向上することがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明は、シリンダライナに適用して好適なものである。

10

【符号の説明】

【0053】

10 ... シリンダライナ

12 ... シリンダライナ基体（シリンダライナの基体または本体部）

12S ... 基底面（シリンダライナ基体の外周面）

14 ... 突起

20 ... シリンダブロック

A1 ... 円筒状突起領域

A2 ... 円筒状外側領域

CD ... 抵抗係数

20

D_0 ... 円筒状外側領域の外径または外周の直径

D_b ... 基底面の直径

D_p ... 円筒状突起領域の外径

h ... 突起の高さ

h_{av} ... 突起の平均高さ

d ... 突起の直径

d_{av} ... 突起の平均直径

N_A ... 単位面積当たりの突起数

N_B ... 周方向に沿って基底面上に配置される突起数

P_1 ... 溶湯の動圧

30

P_D ... 動圧力

p ... 各突起の中心間距離

R_1 ... 抗力

S_1 ... 仮想流路面積

S_2 ... 実流路面積

S_A ... 突起の投影面積

S_B ... 障害面積

S_0 ... 円筒状外側領域の断面積

S_p ... 円筒状突起領域の断面積

S_t ... 突起の高さ方向に垂直な断面の面積率（径方向 $0 \sim 3\text{ mm}$ 位置の投影面積率）

40

U ... 可視化実験にて計測した円筒状外側領域における溶湯の流速

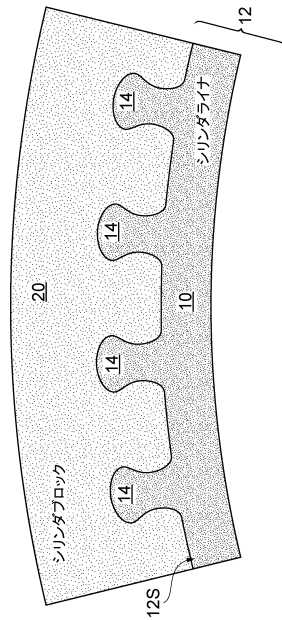
W ... シリンダライナの周方向

X ... 中心軸

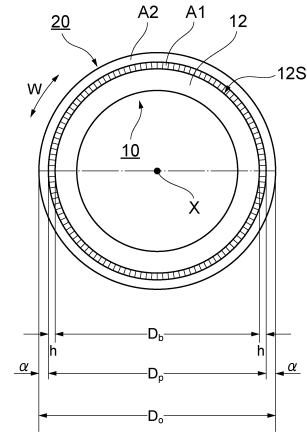
ρ ... 溶湯密度

【図面】

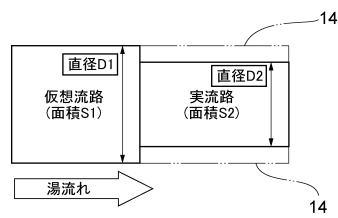
【 図 1 】



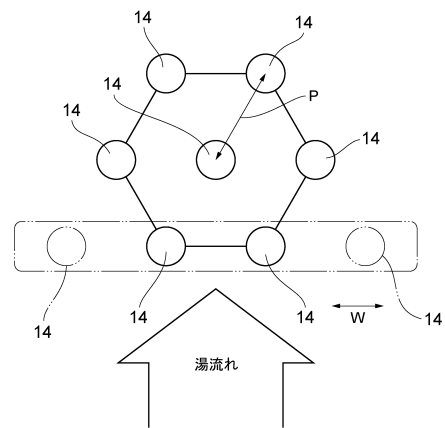
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



	円筒状 突起領域 の断面積 S_e (mm ²)	円筒状 外側領域 の断面積 S_o (mm ²)	仮想流路 面積 S_1 (mm ²)	溶液の 動圧 P_1 (Pa)	動圧力 PD (N)	投影面積 SA (mm ²)	磨耗面積 SB (mm ²)	抗力 R_1 (N)	抵抗係数 CD (%)	損失 係数	総合強度 判定
実施例1	135.5	134.4	270.0	1250	0.337	0.3	27.8	0.035	10.3	0.03	B
実施例2	130.2	134.4	264.7	1250	0.331	0.3	38.2	0.048	14.5	0.05	A
実施例3	140.8	134.4	275.3	1250	0.344	0.4	52.5	0.066	19.1	0.07	A
実施例4	138.2	134.4	272.6	1250	0.341	0.5	77.4	0.097	28.4	0.12	A
実施例5	185.6	134.4	320.1	1250	0.400	0.7	98.5	0.123	30.8	0.13	A
実施例6	175.1	134.4	308.5	1250	0.387	0.6	106.8	0.134	34.5	0.14	B
比較例1	130.2	134.4	264.7	1250	0.331	0.3	23.4	0.029	8.9	0.02	C
比較例2	172.5	134.4	306.9	1250	0.384	0.7	116.5	0.146	38.0	0.16	C

10

20

30

40

50

フロントページの続き

山形県寒河江市中央工業団地 1 番地 T P R 工業株式会社内
(72)発明者 川合 清行
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 2 号 T P R 株式会社内
合議体
審判長 河端 賢
審判官 倉橋 紀夫
審判官 北村 亮
(56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 2 4 3 3 8 6 (J P , A)
特許第 6 7 8 0 1 5 6 (J P , B 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F02F 1/00 - 1/42
F02F 7/00