(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2017-205780
(P2017-205780A)
(43)公開日　平成29年11月24日(2017.11.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B22D 19/00	(2006.01)	B22D	19/00	G	3GO24
F02F 1/10	(2006.01)	F02F	1/10	A	3JO44
F02F 1/00	(2006.01)	F02F	1/00	F	
F16J 10/00	(2006.01)	F16J	10/00	Z	
B22D 19/08	(2006.01)	B22D	19/08	E	

審査請求 有　請求項の数 14　ＯＬ　（全 28 頁）　最終頁に続く

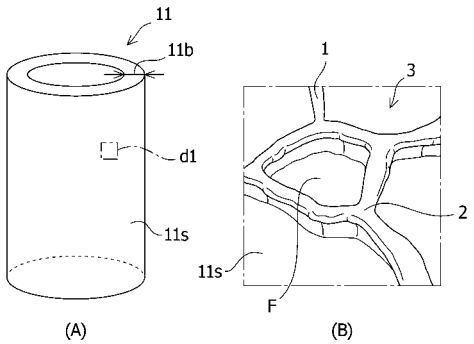
(21)出願番号　特願2016-98883(P2016-98883)
(22)出願日　平成28年5月17日(2016.5.17)

(71)出願人　000002082
スズキ株式会社
静岡県浜松市南区高塚町３００番地
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100114591
弁理士　河村　英文
(74)代理人　100125380
弁理士　中村　綾子
(74)代理人　100142996
弁理士　森本　聡二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】鋳包み用部材及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】鋳包み鋳造において、溶湯した金属との有効断面積がより大きく、且つ、成型体の軽量化を改善させる鋳包み用部材を提供する。
【解決手段】鋳包まれる面１１Ｓ上に網目状の凸部３を有する鋳包み用部材１１であって、前記網目状の凸部３が、線状部分１と、少なくとも２つの線状部分が合流している集合部分２とを備える、鋳包み用部材１１、並びに鋳型の溶湯を流し込もうとする面に塗型剤を塗布する工程と、前記塗布した塗型剤を乾燥させて、表面にひび割れの形状を有する塗型層を形成する工程と、前記塗型層上から溶湯を流しこみ、前記鋳型を回転させながら鋳造する工程とを少なくとも含む、鋳包み用部材の製造方法。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
鋳包まれる面上に網目状の凸部を有する鋳包み用部材であって、
前記網目状の凸部が、線状部分と、少なくとも２つの線状部分が合流している集合部分とを備える、鋳包み用部材。
【請求項２】
前記凸部が括れを有する形状、さらに／または、前記凸部の縦壁が平坦面に対する垂直線に対し傾きを有する形状を含む、請求項１に記載の鋳包み用部材。
【請求項３】
前記網目状の凸部が、少なくとも２つの前記集合部分を備える、請求項１または２に記載の鋳包み用部材。
【請求項４】
前記少なくとも２つの集合部分において、前記合流している線状部分の本数が異なっており、前記線状部分がランダムな方向で合流している、請求項３に記載の鋳包み用部材。
【請求項５】
前記網目状の凸部を平面上に投影した場合において、前記凸部の投影面積が、全投影面積に対して、５％以上７０％以下である、請求項１～４のいずれか１項に記載の鋳包み用部材。
【請求項６】
前記線状部分によって囲まれて成る平坦部分において、前記平坦部分の輪郭に接する内接円の直径が、０．５ｍｍ以上３０ｍｍ以下である、請求項１～５のいずれか１項に記載の鋳包み用部材。
【請求項７】
前記網目状の凸部において、底面から頂部の上面までの高さが、０．１ｍｍ以上５．０ｍｍ以下である、請求項１～６のいずれか１項に記載の鋳包み用部材。
【請求項８】
前記線状部分の幅方向の長さが、０．１ｍｍ以上８．０ｍｍ以下である、請求項１～７のいずれか１項に記載の鋳包み用部材。
【請求項９】
前記鋳包み用部材が、エンジンシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブである、請求項１～８のいずれか１項に記載の鋳包み用部材。
【請求項１０】
鋳型の溶湯を流し込もうとする面に塗型剤を塗布する工程と、
前記塗布した塗型剤を乾燥させて、表面にひび割れの形状を有する塗型層を形成する工程と、
前記塗型層上から溶湯を流しこみ、前記鋳型を回転させながら鋳造する工程と
を少なくとも含む、鋳包み用部材の製造方法。
【請求項１１】
前記ひび割れが、前記塗型層の表面から前記鋳型表面に達する複数の空隙により構成され、該空隙の幅が、該塗型層の表面から前記鋳型表面に向かって狭まっており、及び／又は、該空隙が、前記鋳型表面に沿って延びている、請求項１０に記載の鋳包み用部材の製造方法。
【請求項１２】
前記ひび割れが、網目状の形状を有する、請求項１０又は１１に記載の鋳包み用部材の製造方法。
【請求項１３】
前記塗型剤が、耐火材と粘結材と溶媒を少なくとも含む、請求項１０～１２のいずれか１項に記載の鋳包み用部材の製造方法。
【請求項１４】
前記塗型層を形成する工程が、該塗型剤を、前記溶媒の蒸発温度以上であって該蒸発温

度から１１０℃高い温度以下の温度で加熱して、該溶媒を蒸発させて、前記ひび割れの形状を有する塗型層を形成する、請求項１３に記載の鋳包み用部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、鋳包み用部材及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ダイカスト鋳造技術などの発展に伴い、先に鋳造しておいた部材を鋳型にセットし、該部品と鋳型との間に溶かしたアルミニウム等の金属を流し込んで、該部品に接着又は密着させる鋳包み鋳造と呼ばれる手法が用いられるようになってきた。この手法により鋳込まれる部材は、鋳包み用部材（鋳ぐるみ用部材ともいう）と呼ばれる。

【０００３】

鋳包み用部材としては、例えば、内燃機関のシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブ(シリンダライナ又はスリーブともいう)や、ダイカストホイールハブのボスやドラム、さらにはシリンダブロックやロアケース等の軸受部、その他、ミッションケース内軸受部に鋳込まれる軸受け部材などがある。特に上記の用途に用いられる場合、鋳包み用部材に熱負荷や大きな外力が作用することが多く、鋳包み用部材とこの部材を鋳包む金属との密着性を向上させて放熱性や伝熱性や、さらには剛性を改善することが求められている。

【０００４】

特許文献１及び２は、鋳包み用シリンダライナに関し、鋳包まれる外周面に括れた形状の突起を複数有することで、シリンダブロック材との密着性及び接合強度が向上することを開示している。

【０００５】

特許文献３及び４は、鋳ぐるみ部材に関し、鋳造時に他の金属の溶湯と接触する鋳ぐるみ面に、外方に向かって拡開する略円錐状のアンダーカット部を有する複数の突起を設けることで、他の金属との密着性を向上させるとともに、所望のクランプ位置決めの精度を維持できることを開示している。

【０００６】

鋳包まれる面に、針状の突起を複数設ける技術も知られている。この場合、例えば溶湯を流し込もうとする鋳型の表面に塗型剤を塗布し、乾燥させた際に塗布膜から蒸気が抜け出す時に生じた抜け穴が無数の微細な窪みとなり、この窪みに溶湯を侵入させることで製造される。

【０００７】

また、特許文献５は、ピストンを摺動可能に挿入するスリーブを鋳包んだシリンダブロックにおいて、スリーブの、シリンダブロックのクランクケース側の面からシリンダブロックのほぼ中央までの部位を他より厚い厚肉部とし、シリンダブロックのほぼ中央から延びてシリンダヘッド側の面に開口するU断面のウォータジャケットを、スリーブを囲うように形成したシリンダブロックのスリーブ構造を開示している。特許文献５は、この構造によって、シリンダブロックの冷却性を維持しつつ、スリーブの変形を抑えることができることを記載している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００５－１９４９８３号公報
【特許文献２】特開２００７－１５００５号公報
【特許文献３】特開２００３－３２６３５３号公報
【特許文献４】特開２００３－３２６３４６号公報
【特許文献５】特開２００１－２２１０９８号公報

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
エンジンの中枢部品であるアルミ製シリンダブロックの成形には、生産性の高いダイカスト法が用いられており、この方法によれば、ピストンが摺動するスリーブも同時にアルミに鋳包まれる。近年、エンジンの軽量化や、ボア間ピッチの短縮化によるエンジンのダウンサイジング化が求められており、スリーブを薄肉化、つまり、鋳包み用部材の有効肉厚(全肉厚から突起の高さを引いた厚み)を薄肉化することが試みられている。
【００１０】
しかしながら、スリーブの肉厚を薄くすると、スリーブの剛性が低下するおそれがあった。スリーブは、ダイカスト成形の際に、アルミ溶湯の高い射出圧力に晒されて応力が残留する。また、シリンダブロックに鋳包まれた後もシリンダヘッドとの締結時にボルト軸力によって高い圧縮荷重が付与される。さらに、運転時においても高い筒内燃焼圧力が断続的に径方向へ作用する。このことから、剛性の低いスリーブでは、径方向や軸方向にひずみが生じやすくなり、スリーブのボア真円度が大きく低下しまうことがあった。このため、メカロスが発生し、また、ブローバイガスが増加し、燃費低下を招くことがあった。また、シリンダブロック自体の剛性が低下し、ＮＶ特性も低下してしまうことがあった。
【００１１】
特許文献５に記載される構造は、鋳造時の型割り部分の影響で、周方向において形状の差異が発生し、非対称性な形状となり、径方向又は軸方向での剛性が不均一となる場合があった。さらに、スリーブの外径が軸方向で非対称となる、例えばシリンダブロックのほぼ中央から下方が厚肉となるため、多気筒エンジンに採用しようとすると、自ずとボア間ピッチに制約が生じ、エンジンの小型化、軽量化が難しくなる場合があった。また、凸状部にアンダーカット形状を設けてないため、鋳包むアルミと鋳包まれる鋳鉄製のスリーブとの線膨張の違いからエンジン稼働又は停止の繰り返しによってスリーブとアルミ間に大きな隙間が生じやすくなり、隙間が断熱材の役割を果たすため、効率的な冷却性が得られなくなることがあった。このように、シリンダスリーブの安定した剛性を確保し、且つ、エンジンの冷却性を向上させるには、更なる改良が必要であった。
【課題を解決するための手段】
【００１２】
本発明者らは、鋭意研究を行った結果、鋳包まれる面上に、従来技術の針状突起ではなく、連続した線状の突起を形成することで、鋳包み用部材の、鋳包む金属との密着に用いられる有効面積を増加させ、且つ、軽量化を可能とし、上記課題を解決するに至った。
【００１３】
すなわち、本発明の一態様によれば、鋳包まれる面上に網目状の凸部を有する鋳包み用部材であって、前記網目状の凸部が、線状部分と、少なくとも２つの線状部分が合流している集合部分とを備える、鋳包み用部材を提供する。
前記凸部が括れを有する形状、さらに／または、前記凸部の縦壁が平坦面に対する垂直線に対し傾きを有する形状を含むことが好ましい。
前記網目状の凸部は、少なくとも２つの前記集合部分を備えることが好ましい。
前記少なくとも２つの集合部分において、前記合流している線状部分の本数は異なっており、前記線状部分はランダムな方向で合流していることが好ましい。
前記網目状の凸部を平面上に投影した場合において、前記凸部の投影面積は、全投影面積に対して、５％以上７０％以下であることが好ましい。
前記線状部分によって囲まれて成る平坦部分において、前記平坦部分の輪郭に接する内接円の直径は、０．５ｍｍ以上３０ｍｍ以下であることが好ましい。
前記網目状の凸部において、底面から頂部の上面までの高さは、０．１ｍｍ以上５．０ｍｍ以下であることが好ましい。
前記線状部分の頂部の幅方向の長さは、０．１ｍｍ以上８．０ｍｍ以下であることが好ましい。

前記鋳包み用部材は、主にエンジンシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブであることが好ましい。

本発明の別の態様によれば、鋳型の溶湯を流し込もうとする面に塗型剤を塗布する工程と、前記塗布した塗型剤を乾燥させて、表面にひび割れの形状を有する塗型層を形成する工程と、前記塗型層上から溶湯を流しこみ、前記鋳型を回転させながら鋳造する工程とを少なくとも含む、鋳包み用部材の製造方法を提供することができる。

前記ひび割れは、前記塗型層の表面から前記鋳型表面に達する複数の空隙により構成され、該空隙の幅が、該塗型層の表面から前記鋳型表面に向かって狭まっており、及び／又は、該空隙が、前記鋳型表面に沿って延びていることが好ましい。

前記ひび割れは、網目状の形状を有することが好ましい。

前記塗型剤は、耐火材と粘結材と溶媒を少なくとも含むことが好ましい。

前記塗型層を形成する工程が、該塗型剤を、前記溶媒の蒸発温度以上であって該蒸発温度から１１０℃高い温度以下の温度で加熱して、該溶媒を蒸発させて、前記ひび割れの形状を有する塗型層を形成することが好ましい。

【発明の効果】

【００１４】

本発明によれば、鋳包み用部材の鋳包まれる面に所定の形状を有し、突起がアンダーカット形状であることも相まって、鋳包み用部材と鋳包むアルミとの密着強度を向上させ、エンジン稼働時や停止直後に線膨張率の異なるアルミとの界面で隙間を生じにくくさせる。また、上記所定の形状は、突起が針状ではなく、連続した線状の形態であるため、鋳包むアルミとの接触面積を増加させ、鋳包み用部材からアルミへの熱伝達や熱拡散性に関与する熱伝導率を向上させることが可能となる。さらに、本発明にかかる線状部分が互いに合流する集合部分を有する網状構造を成すため補強リブ効果を発現し、従来の同一有効肉厚の鋳包み用部材と比べて、比剛性又は比弾性率（ここでは、ばね定数／比重）等を向上させることが可能である。そして、この鋳包み用部材をアルミで鋳包んで鋳包み部材とした場合にも軽量化及び剛性の向上を達成し得る。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】（Ａ）はシリンダスリーブの斜視図を示し、（Ｂ）は（Ａ）の四角で囲んだ領域ｄ１の模式的な拡大図を示す。

【図２】シリンダブロックの断面図を示す。

【図３】図１（Ｂ）の平面図を示す。

【図４】線状部分の断面の模式的な拡大図を示す。

【図５】線状部分の断面の模式的な拡大図を示し、略Ｔ型の断面を有する線状部分の一例を（Ａ）に示し、別の例を（Ｂ）、さらに別の例を（Ｃ）に示す。

【図６】線状部分の断面の模式的な拡大図を示し、略Γ型の断面を有する線状部分の一例を（Ａ）に示し、別の例を（Ｂ）に示す。

【図７】線状部分の断面の模式的な拡大図を示し、（Ａ）は縦壁の側面に凹凸を有する一例を示し、（Ｂ）は縦壁が斜め方向に延びている一例を示す。

【図８】塗型層の形成メカニズムの概略図を示す。

【図９】発明の一態様の鋳包み用部材の製造方法の概略図を示す。

【図１０】実施例１８の鋳型上に形成された塗型層の写真を示す。

【図１１】実施例１の鋳包み用部材の写真を示し、（Ａ）は鋳包み用部材の外形を示し、（Ｂ）は（Ａ）の四角で囲んだ領域の拡大図ｄ２を示す。

【図１２】実施例２１の鋳包み用部材の写真を示し、（Ａ）は鋳包み用部材の外形を示し、（Ｂ）は（Ａ）の四角で囲んだ領域の拡大図ｄ３を示す。

【図１３】実施例１６の鋳包み用部材の写真を示し、（Ａ）は鋳包み用部材の外形を示し、（Ｂ）は（Ａ）の四角で囲んだ領域の拡大図ｄ４を示す。

【図１４】実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる面を走査型電子顕微鏡で観察した写真（倍率：１７倍）を示す。

【図１５】実施例２１の鋳包み用部材の鋳包まれる面を走査型電子顕微鏡で観察した写真（倍率：１６倍）を示す。
【図１６】実施例５の鋳包み用部材の鋳包まれる面を走査型電子顕微鏡で観察した写真（倍率：１４倍）を示す。
【図１７】比較例１の鋳包み用部材の鋳包まれる面の、走査型電子顕微鏡による観察に基づく、倍率２５倍程度の概略図を示す。
【図１８】実施例２５の鋳型上に形成された塗型層をマクロ撮影した写真を示す。
【図１９】実施例２の鋳包み用部材の鋳包まれる面の２値化処理した画像を示す。
【図２０】実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる面において内接円を測定した際の写真を示す。
【図２１】実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる面において凸部の高さを測定した際の写真を示す。
【図２２】（Ａ）は実施例５の試験片の外形を示し、（Ｂ）は（Ａ）に示す鋳包み用部材の径方向の圧縮試験の実施直前の写真を示す。
【図２３】実施例５、７、９、１１、１３、２１、２２、２３及び比較例１の鋳包み用部材の質量とばね定数の関係を示す。
【図２４】実施例３３の試験片の断面を示す。
【図２５】（Ａ）は実施例２８の試験片の外形を示し、（Ｂ）は（Ａ）に示す試験片の軸方向の圧縮試験の実施直前を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、本発明を実施するための形態を詳細に説明するが、本発明の範囲は、この形態に限定されるものではない。
【００１７】
本発明は、一態様によれば、鋳包まれる面上に網目状の凸部を有する鋳包み用部材に関する。鋳包み用部材の素材としては、鋳鉄、銅合金、錫又は亜鉛合金などの比重が大きく自己摺動性を有する金属が挙げられる。鋳鉄は、一般的に鉄と炭素とケイ素を含む三元合金であり、用途によって他の元素を含んでいてもよい。例えば、鋳鉄は、Ｆｅ以外に、鋳鉄全体の質量に対して、３．１～３．８質量％のＴ．Ｃ（Ｔｏｔａｌ　Ｃａｒｂｏｎ）、１．９～２．５質量％のＳｉ、０．５～１．０質量％のＭｎ、０．０１～０．５質量％のＰ、０．０２～０．１質量％のＳを含んでいてもよい。鋳包み用部材の粗材の肉厚が大きい場合や溶湯の鋳込み量が多い場合は、最適な硬さや金属組織を得るために、場合によって、０．０１～１．０質量％のＣｕ、０．０１～０．１０質量％のＳｎ、０．０１～０．４質量％のＣｒ、０．１５質量％以下のＭｏ、及び、０．５質量％以下のＮｉのうち少なくとも１つ以上含んでいてもよく、さらに他の不可避不純物を含んでいてもよい。
【００１８】
鋳包み用部材本体の形状は、特に限定されるものではなく、用途に合わせて適宜選定することが可能である。例えば筒状、半円筒状、断面がコの字状や⊥の字状となる形状、曲面又は略平面の板状等の形状が挙げられる。鋳包み用部材の例としては、エンジンシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブ、電気自動車等の回生ブレーキにおけるアルミ製のドラムブレーキに鋳込まれるブレーキシューと接する摺動部材やブレーキシューのバックプレート、二輪車及び特殊機械用のダイカストホイールハブのボス、さらにはシリンダブロックやロアケースのクランクジャーナル部、ミッションケース等のハウジングの軸受部などの何らかのダイカスト部品に鋳込まれるものが挙げられる。以下、筒状のシリンダスリーブを例示して本発明を説明するが、本発明は特定の形状の鋳包み用部材や特定の製品に限定されるものではない。
【００１９】
図１（Ａ）は、鋳包み用部材の一例であるシリンダスリーブ１１の斜視図である。シリンダスリーブの形状としては、筒状形状が挙げられる。シリンダスリーブ１１は、外側の表面１１ｓが鋳包まれる面である。図１（Ｂ）に、図１（Ａ）のｄ１で表す領域の模式的

な拡大図を示す。シリンダスリーブは、鋳包まれる面１１ｓに、網目状の凸部３を有する。網目状の凸部３は、シリンダスリーブを構成する略平坦な面Ｆから突出した部分であり、鋳包まれる面の全体にわたって存在している。網目状の凸部３は、線状部分１と、該線状部分が複数合流して形成される集合部分２を備える。また、シリンダスリーブについて簡単に説明する。図２は、シリンダスリーブを構成要素とするシリンダブロックの一例を示す概念図である。シリンダブロック１０は、シリンダスリーブ１１の外周面をアルミ１２で鋳包むことで鋳造される。

【００２０】

図３は、図１（Ｂ）の平面図である。線状部分１は、鋳包み用部材の鋳包まれる面を当該面の鉛直方向から平面視した場合に、凸部が、幅をもった線状又は帯状の形態で確認できる部分をいう。線状部分は、直線であっても曲線であってもよく、幅や長さ、高さが不均一であっても不定形であってもよい。線状部分の長手方向Ｌａの長さは、特に限定されるものではない。線状部分の短手方向の長さ、つまり、線状部分の頂部の幅方向の長さＬｂは、好ましくは０．１ｍｍ以上８．０ｍｍ以下、より好ましくは０．１ｍｍ～５．０ｍｍ、さらにより好ましくは０．２ｍｍ～３．０ｍｍである。線状部分の短手方向の長さは、平面に投影した場合の幅にあたる。０．１ｍｍ未満では、鋳包むアルミに対するアンカー効果が不十分となる場合がある。８．０ｍｍを超えると、軽量化が十分ではない場合がある。線状部分の頂部の幅方向の長さを上記の範囲とすることにより、線状部分が合流する集合部分となるハブ部位をより多く確保することができる。なお、線状部分の頂部の上面の幅方向の長さは、例えばデジタルマイクロスコープを用いて測定することができ、例えば1～５０点測定し、その平均値又は最小値と最大値に基づいてその測定値が含まれる範囲、好ましくはその測定値全てが含まれる範囲として求めてもよい。

【００２１】

集合部分２ａは、３つの線状部分１ａ、１ｂ、１ｃが合流して形成される。集合部分に合流している線状部分の本数は、特に限定されるものではなく、少なくとも２つであり、好ましくは２つ以上６つ以下である。網目状の凸部は、少なくとも２つの集合部分を備えることが好ましい。網目状の凸部に集合部分が２つ以上ある場合、各々の集合部分で合流している線状部分の本数は、同じであっても異なっていてもよい。外周面に形成した網目状の凸部は、鋳包み用部材の剛性を向上させる補強リブの効果をもたらす。かつ、集合部分は、鋳包まれた際に外力により発生する応力を分散させる点から、線状部分が互いにランダムな方向で合流していることが好ましい。線状部分が互いにランダムな方向で合流しているとは、例えば２つの線状部分が平行ではなく異なる向きで集合部分に合流していることである。

【００２２】

ある実施形態において、凸部３は、括れを有する形状、及び／又は、凸部３の縦壁が平坦面に対する垂直線に対し傾きを有する形状を含んでもよい。このような形態について説明する。図４は、線状部分の断面の模式的な拡大図である。この断面は、線状部分の、鋳包み用部材の表面に対して垂直方向の断面である。一例によれば、凸部３は、頂部４と、平坦面６から略垂直に立ち上がって頂部４まで延びた部分である縦壁７とで構成される。凸部３は、頂部４の高さｈ４と縦壁７の高さｈ７の和の高さｈ３を有する。凸部の高さｈ３は、好ましくは０．１ｍｍ以上５．０ｍｍ以下、より好ましくは０．１ｍｍ～３ｍｍ、さらにより好ましくは０．５～１．５ｍｍである。０．１ｍｍ未満では、鋳包むアルミに対するアンカー効果が不十分となる場合があり、また、剛性を向上させる補強リブの効果を低下させる場合がある。さらに、熱を拡散させるために必要なアルミとの接触面積も不足する場合がある。５．０ｍｍを超えると、遠心鋳造による形成は困難となる場合がある。凸部の高さを上記の範囲とすることで、鋳包む金属と接触する有効面積が増加し、熱放散性を向上させ得る。なお、凸部の底面から頂部の上面までの高さは、例えばデジタルマイクロスコープの計測機能と画像解析ソフトＷｉｎＲＯＯＦ２０１３を用いて、鋳包み用部材の任意の表面をライン分析して平均値で求めてもよい。または、デジタルマイクロスコープにて断面観察し、任意の計測エリア内において、平坦面６からの各凸部の最小高さ

と最大高さに基づいてその測定値が含まれる範囲、好ましくはその測定値全てが含まれる範囲として求めてもよい。

【００２３】

図４に示すように、縦壁部分の幅Ｌ７と比較して凸部の頂部の幅Ｌ４が大きい形状を、括れを有する形状ということができる。この頂部の幅Ｌ４は、図３を参照して説明した線状部分の幅Ｌｂに該当する。鋳包み用部材の表面に上述した形状の構造を備えることで、鋳包み用部材が鋳込まれた際に、例えば括れを有する形状に溶湯が回りこみ、アンカー効果を向上させることができ得る。

【００２４】

線状部分を長手方向に対して垂直に切断した際の断面形状は、略Ｔ型や略Γ型が挙げられる。これらの断面形状は、例えば、鋳包まれた際に、鋳包む金属との密着強さや熱伝導性を向上させる観点から好ましい。略Ｔ型は、Ｔ字のような形状をしたものである。図５（Ａ）、（Ｂ）及び（Ｃ）は、略Ｔ型の断面を有する線状部分の一例である。図５（Ａ）において、縦壁は、凸部の頂部を等分するような位置で接している。一方、図５（Ｂ）及び（Ｃ）においては、頂部を等分としない位置で接している。略Γ型は、Ｌ字を逆さまにしたような形状をしたものである。図６（Ａ）及び（Ｂ）は、略Γ型の断面を有する線状部分の一例である。図６（Ａ）において、凸部の頂部は端部になるにつれて細くなっており、図６（Ｂ）においては、凸部の頂部は端部まで一定の厚みを有する。

【００２５】

図７は、線状部分の断面の模式的な拡大図である。縦壁は、図７（Ａ）のように、その側面２２に凹凸を有していてもよい。また、図７（Ｂ）のように、縦壁は、平坦面に対する垂直線２０に対し、ある程度の角度θで傾斜２１して延びていてもよい。図７に示す形状を、凸部３の縦壁が平坦面に対する垂直線に対し傾きを有する形状ということができる。

【００２６】

１つの鋳包み用部材に、上記図５（Ａ）、（Ｂ）及び（Ｃ）の略Ｔ型の形状、上記図６（Ａ）及び（Ｂ）の略Γ型の形状、及び、上記図７の（Ａ）及び（Ｂ）の形状のうち少なくとも１つの形状を含んでいてもよい。例えば、略Ｔ型や略Γ型の断面形状を有する又は有していない凸部の縦壁が、平坦面に対する垂直線に対し傾きを有していてもよく、また、側面に凹凸を有していてもよい。なお、略Ｔ型や略Γ型の断面形状を有していない凸部の縦壁は、縦壁部分の幅Ｌ７と比較して凸部の頂部の幅Ｌ４が同等もしくは小さいことをいう。

【００２７】

図３に示すように、線状部分１ａ、１ｂ、１ｄ、１ｅと集合部分２ａ、２ｂ、２ｃ、２ｄによって囲まれた平坦面Ｆに、内接円Ｉｃを描くことができる。この内接円の直径は、好ましくは０．５ｍｍ以上３０ｍｍ以下、より好ましくは１．０～１５ｍｍ、さらにより好ましくは１．５ｍｍ～５．０ｍｍである。０．５ｍｍ未満では、鋳包み時のアルミと接する有効面積が不十分であり、鋳包むアルミに対する有効なアンカー効果を保ちにくく、また、熱伝導性も不十分となる場合がある。３０ｍｍを超えると、鋳包み後にアルミと接する有効面積が不足する場合があり、さらに外力により発生する応力の分散に寄与する有効な網状構造とならない場合がある。内接円の直径を上記範囲とすることにより、鋳包み時のアルミと接する有効面積が十分となり、鋳包み部材として使用された際に熱伝導性が良好となり、また、網状構造が応力を分散し得る。なお、内接円の直径は、例えば鋳包み用部材が筒状の形状である場合、例えばデジタルマイクロスコープを用いて曲面上の凸部の撮影画像を平面上に補正した画像に基づいて、その平坦面に内接円を作成し、例えば１～５０点の内接円から平均値で求めてもよいし、又は、最小径と最大径に基づいてその測定値が含まれる範囲、好ましくはその測定値全てが含まれる範囲として求めてもよい。なお、本発明は、全ての平坦部分が線状部分に周囲全体を囲まれている態様には限定されない。この場合は、いくつかの線状部分に沿った内接円を描き、その直径を上記同様に取り扱うことができる。

【００２８】
また、鋳包み用部材の鋳包まれる面を平面上に投影した場合に、網目状の凸部を平面上に投影した投影面積は、全投影面積に対して、好ましくは５％以上７０％以下、より好ましくは１０％以上６０％以下、さらにより好ましくは１６％以上４３％以下である。５％未満だと、鋳包み時のアルミと接する有効面積が不十分となる場合があり、また、外力によって発生する応力を低減する補強リブとしての効果が低下する場合がある。７０％を超えると、軽量化効果が活かされない場合がある。網目状の凸部の投影面積は、凸部の頂部の上方より凸部を投影した面積である。当該網目状の凸部の投影面積を、全投影面積に対して上記の範囲とすることで、鋳包んだ際に鋳包む金属との密着強さや熱伝達性、熱放散性、剛性を向上させることが可能となり、鋳包んだ後の鋳包み部材としての熱伝導率や比弾性率を向上させることも可能となり得る。なお、投影面積は、例えばマイクロスコープを用いて撮影し、平面補正した画像に基づいて２値化処理を行って算出してもよく、例えば１～５０点の測定結果から平均の凸部投影面積率で求めてもよいし、又は、当該面積率の最小値と最大値に基づいてその測定値が含まれる範囲、好ましくはその測定値全てが含まれる範囲として求めてもよい。

【００２９】
網目状の凸部は、鋳包み用部材の表面において、連続的に形成されている。「連続的に」は、全ての線状部分が繋がっている態様に限定されるものではなく、一部の線状部分のみが繋がっている態様も含む。

【００３０】
鋳包み用部材の全体的な外形は、図１１～１３に示すように、マスクメロンの表面模様のような網目状の形状を有する。鋳包み用部材の肉厚１１ｂは、好ましくは２～２０ｍｍの厚みを有する。鋳包み用部材の肉厚は、例えば図４では、鋳包み用部材の内周面から外周面の平坦面までの厚みｈ９と、網目状の凸部の高さｈ３の和であり、凸部の高さｈ３は、鋳包み用部材の肉厚の好ましくは１～７０％、より好ましくは１０～５０％を有していてもよい。

【００３１】
このように、鋳包み用部材は、その鋳包まれる表面に、線状部分と集合部分とを備える凸部を有するので、鋳包む金属と接触する面積を従来よりも増大し、熱伝達性、放熱性を効率的に向上させることができる。また、鋳包み用部材は、凸部の底面から頂部の間で括れた形状や凸部の縦壁が平坦面に対する垂直線に対し傾きを有する形状を有するので、この部分に鋳包む金属が食い込んで、密着強さを向上させ鋳包む金属との間に隙間を生じにくくさせ、鋳包む金属への熱伝導性を向上させることができる。さらに、凸部が例えば等方性の網状構造である場合、凸部が補強リブとしての効果をもたらし、様々な方向からの外力により生じる応力の分散と軽減に寄与することが可能となる。例えば鋳包み用部材がシリンダスリーブであれば、ボア径方向又は軸方向の比弾性率を向上させることができ、強いては鋳包み部材の変形を防止し得る。このため、同一の剛性を維持しつつシリンダスリーブを薄肉化や軽量化することが可能となる。

【００３２】
鋳包み用部材は、アルミニウム（アルミともいう）、アルミニウム合金、又は、その他の非鉄合金によって鋳包まれる。ここで、鋳包み用部材をこれらの金属又は合金によって鋳包んで得られる鋳包み部材は、上述したように鋳包み用部材と鋳包むアルミニウム等の金属又は合金との密着性が良好であり、鋳包み部材としての熱伝導性も良好となる。なお、熱伝導率は、レーザーフラッシュ法によって測定することができる。

【００３３】
例えば、鋳包み用部材がエンジンシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブである場合、シリンダスリーブは、周囲のアルミ製のシリンダバレルに熱を均一に放散すること、及び、燃焼圧力やシリンダヘッド締結時の圧縮荷重がかかりやすいため剛性が高いことが求められる。本発明をシリンダスリーブに適用し、そのシリンダスリーブを例えばアルミで鋳包むことで、熱伝導率や熱拡散性に優れたエンジンシリンダブロックとすること

ができる。また、エンジンの圧縮比を上げても効率よくシリンダスリーブからアルミのシリンダバレルへと放熱することができ、高圧縮化に伴う燃焼温度の上昇を抑制し得る。さらに、シリンダスリーブの比弾性率を向上し得るため、同一の重量であれば上記の運転時や締結時に、鋳包んだシリンダスリーブのボア変形、つまり真円度の変化を防止でき、エンジンのメカニカルロスやブローバイガスを低減し得る。同一の剛性のシリンダスリーブであれば、スリーブ自体を薄肉化及び軽量化することができ、強いてはエンジンの軽量化を可能とし得る。

【００３４】

本発明は、また、別の一態様によれば、鋳包み用部材の製造方法に関する。本発明の方法は、鋳型の溶湯を流し込もうとする面に塗型剤を塗布する工程と、前記塗布した塗型剤を乾燥させて、表面にひび割れの形状を有する塗型層を形成する工程と、前記塗型層上から溶湯を流しこみ、前記鋳型を回転させながら鋳造する工程とを少なくとも含む。

【００３５】

鋳包み用部材を成形するための鋳型の材質や形状は、特に限定されるものではなく、対象の鋳包み用部材の粗材や用途に合わせて選定してもよい。例えば、鋳包み用部材としてエンジンシリンダブロックに鋳込まれるシリンダスリーブを成形する場合は、鋳型は、金属製の金型であることが好ましく、筒状の形状であることが好ましい。この場合、遠心力を利用した遠心鋳造法によって成形することが好ましい。なお、鋳包み用部材を成形する鋳型の表面は、例えば機械加工のままの略平滑面であってもよい。

【００３６】

図９に、本発明の一態様の鋳包み用部材の製造方法の概略図を示す。図９（ａ）は、容器３６中で調製した塗型剤３２１である。塗型剤は、耐火材と粘結材と溶媒とを少なくとも含んでいてもよい。場合によって、骨材も含んでいてもよい。

【００３７】

耐火材としては、鋳型表面の保護に加え、特に、溶湯の白銑化防止や十分な離型性を確保する点から、珪藻土粉体が好ましい。耐火材の配合量の下限値は、塗型剤全体の質量に対して、好ましくは２質量％以上、より好ましくは８質量％以上であり、上限値は、好ましくは４０質量％以下、より好ましくは２７質量％以下、さらにより好ましくは１５質量％以下である。

【００３８】

粘結材としては、ベントナイト、モンモリロナイト、カオリナイト、セピオライト、アタパルジャイト、耐火粘土などが挙げられる。特に、耐火材や骨材と共に溶媒に混合した際、分離を抑制し、塗型剤を鋳型の表面に貼り付けることができる粘度とし得る点から、溶媒を吸収して膨潤しゲル化するベントナイトが好ましい。粘結材の配合量の下限値は、塗型剤全体の質量に対して、好ましくは２質量％以上、より好ましくは５質量％以上、さらに好ましくは８質量％以上であり、上限値は、好ましくは２０質量％以下、より好ましくは１２質量％以下、さらに好ましくは１０質量％以下である。２質量％未満では、耐火材との分離が発生しやすく、また塗型層の強度が不十分となる場合があり、２０質量％を超えると、塗型剤のスラリー粘度が高くなり過ぎてコーティングが困難となる場合がある。

【００３９】

溶媒としては、水を用いてもよい。溶媒の配合量の下限値は、塗型剤全体の質量に対して、好ましくは６０質量％以上であり、上限値は、好ましくは８５質量％以下である。塗型剤は、上述した材料の他に、例えばブタノールなどの水より沸点の高い有機溶剤を含んでいてもよく、この場合、水と混和して用いてもよい。

【００４０】

塗型剤は、また、上述した材料の他に骨材を含んでいてもよい。骨材としては、ムライトやセラビーズのような酸化アルミニウムと二酸化ケイ素からなる鉱物粉体又は人工セラミックス砂、また、ジルコン砂、クロマイト砂、けい砂、オリビン砂、スピネル砂などの鋳造砂を用いてもよい。特に、耐火材や粘結材との分離を防ぐために比重が小さく、さら

に溶媒を吸収せず、乾燥固化時に塗型層の収縮量を促進させて、塗型層のひび割れを増加させる点から、ムライトやセラビーズが好ましい。骨材の配合量の下限値は、塗型剤全体の質量に対して、好ましくは１．０質量％以上、より好ましくは１．５質量％以上、さらにより好ましくは３．０質量％以上であり、上限値は、特に限定されるものではないが、好ましくは２５質量％以下であり、より好ましくは１０質量％以下である。

【００４１】

耐火材と粘結材と溶媒とを少なくとも混合し、場合によって骨材も混合して、スラリー状の塗型剤としてもよい。

【００４２】

図９（ｂ）に、鋳型３１の溶湯を流し込もうとする面３１ｓに塗型剤３２ｌを塗布する工程の概念図を示す。本実施形態においては、流し込もうとする面（以下、溶湯接触面ともいう）は鋳型の内周面であり、塗型層を形成する前のその表面は、略平坦であることが好ましい。塗布する工程では、筒状の鋳型３１を一定の向き４０に回転させながら、ノズル４１を用いて鋳型の内周面３１ｓに塗型剤３２ｌを塗布する。ノズル４１は、鋳型の内周面３１ｓから一定の距離を保ちながら、一定の速度で筒の長手方向４２に移動させて、筒の内周面全体に均一に塗布することが好ましい。円筒状の鋳型を用いる場合、例えば、筒を横にして転がすような状態で、鋳型を回転させることが好ましい。回転時の鋳型の遠心加速度は、４Ｇ以上４０Ｇ以下に設定することが好ましい。

【００４３】

鋳型に塗型剤を塗布する際の鋳型の内周面３１ｓは、塗型剤が急騰しない温度に加熱されていることが好ましい。加熱温度としては、好ましくは１１０～２１０℃、より好ましくは１２０～１８０℃である。

【００４４】

図９（ｃ）に、塗布した塗型剤を乾燥させて、ひび割れの形状を有する塗型層３２ｓを形成する工程の概念図を示す。塗型剤を乾燥させるまでの間、鋳型３１を一定の向き４０に回転させることが好ましい。

【００４５】

塗型剤の乾燥は、塗布後にそのまま鋳型を回転させたまま行うことができる。加熱したまま又はさらに加熱した鋳型の熱によって塗型剤を乾燥・固化させてもよい。回転保持時間は、０．２５～３分間であることが好ましい。または、鋳型の回転を停止させた後に、必要に応じて鋳型の内側または外側から鋳型を加熱し、乾燥固化時間の短縮を図ってもよい。

【００４６】

塗布後にさらに加熱することで乾燥させる場合、好ましくは、溶媒の蒸発温度以上であって蒸発温度から１１０℃高い温度以下の温度で加熱する。これにより、塗型剤の内部から溶媒が急騰するのを抑制し、また、気泡(水蒸気)の過度な発生を抑制した状態で、ひび割れの形状を有する塗型層を形成することができる。加熱温度の下限値は、好ましくは溶媒の蒸発温度以上であり、より好ましくは溶媒の蒸発温度より１０℃高い温度以上であり、さらに好ましくは溶媒の蒸発温度より２０℃高い温度である。加熱温度の上限値は、好ましくは溶媒の蒸発温度より１１０℃高い温度以下であり、より好ましくは溶媒の蒸発温度より８０℃高い温度以下であり、さらに好ましくは溶媒の蒸発温度より４０℃高い温度である。塗布後にさらに加熱することで乾燥させる場合、加熱時間は、０．２５～３分間であることが好ましい。

【００４７】

塗型層の乾燥後の厚みは、特に限定されるものではないが、好ましくは０．１ｍｍ～５．０ｍｍ、より好ましくは０．５ｍｍ～２．０ｍｍの平均厚さを有していることが好ましい。

【００４８】

図８に、塗型層の形成メカニズムの概略図を示す。図８（ａ）に示すように、加熱した鋳型３１に塗布された塗型剤３２ｌからは、揮発成分３３の一部が蒸発する。図８（ｂ）

は、塗型層３２ｓの乾燥固化時の初期の状態を示す。この段階では、塗型層３２ｓから揮発成分３３が大量に蒸発し、塗型層３２ｓの表面においてランダムな間隔で収縮３４が生じ始め、ひび割れ３５ｉが発生する。図８（ｃ）は、乾燥固化時の中期の状態を示す。塗型層３２ｓの収縮３４がさらに進行し、塗型層３２ｓの表面から、鋳型３１の表面に向かって拡大したひび割れ３５ｍが生じ、塗型層の厚み方向における空隙の断面が楔形状となる。場合によって、このようなひび割れの状態で完全に乾燥固化してもよい。図８（ｄ）は、乾燥固化時の末期の状態を示す。塗型層を貫通したひび割れ３５ｆが生じ、幾つかのブロックの分かれた塗型層３２ｓとなる。さらに、ひび割れは、塗型層の収縮により、ひび割れ３５ｆに対して略垂直に、鋳型表面に沿ってさらに広がる。このようにして得られた塗型層は、その表面が網目状の形状を有するひび割れを備えていてもよい。

【００４９】

図９（ｄ）に、塗型層３２ｓの上から鋳型３１に鋳鉄溶湯４３を流しこみ、鋳型３１を一定の向き４０に回転させながら遠心鋳造する工程の概念図を示す。図９（ｂ）と同様に、鋳型を回転させながら、ノズル等の溶湯供給手段を用いて筒の内側に溶湯を流し込むことができる。鋳型を回転させる場合、鋳型の遠心加速度は、１００Ｇ以上１２０Ｇ以下に設定することが好ましい。鋳型を回転させることにより、遠心力によって溶湯が塗型層のひび割れの内にも流れ込み、鋳包み用部材の表面に所望の線状突部を形成することができる。溶湯の温度は、使用する鋳鉄、金属又は合金等が溶融する温度であれば特に限定されるものではないが、鋳鉄であれば１３８０～１４５０℃であることが好ましい。また、溶湯を鋳型に投入する際の、鋳型の温度は、１００～３００℃であることが好ましい。

【００５０】

図９（ｅ）に、鋳鉄溶湯を凝固させる工程の概念図を示す。鋳鉄溶湯４３を鋳型３１の外側から冷却して凝固させることで、鋳包み用部材型の成型体４４を得る。鋳型に溶湯を流し込んで鋳造した後、例えば０．２５～１分間保持して自然冷却し凝固させてもよいし、例えば成形体の温度が共晶凝固終了温度から共晶凝固終了温度より１００℃低い温度となる温度まで自然冷却し、溶湯を凝固させてもよい。溶湯を凝固させた後に、鋳型の回転を停止させることが好ましい。成形体４４を構成する金属組織内にフェライトが析出するのを防ぐため、鋳包み用部材の質量又は肉厚によっては、共析変態（Ａｒ１変態）の終了温度、例えば約７３０℃までの温度で、鋳型を回転させながら、鋳型の外側を例えば水冷してもよい。このようにして溶湯を凝固、冷却させることで、鋳包み用部材型の成型体が得られる。

【００５１】

図９（ｆ）に、鋳包み用部材型の成型体４４を鋳型３１から取り出す工程の概念図を示す。鋳型から成型体を取り出す方法としては、特に限定されるものではなく、鋳型の形状に合わせて手法を選定する。例えば、筒型の鋳型の場合、成型体４４の内径端部に外側に開口する爪を有するチャックを取り付け、チャックの他端側を油圧シリンダなどを用いて図中の矢印方向４５へ引き抜くようにして、鋳型３１から取り出すことができる。

【００５２】

図９（ｇ）に、鋳型３１から取り出した成型体４４から塗型層３２ｓを取り除く工程の概念図を示す。鋳型から取り出した成型体には、その表面に塗型層が付着している場合がある。成型体から塗型層を取り除く方法として、特に限定されるものではないが、ショットブラスト又はウォータージェット、ドライアイス研掃等が挙げられる。例えば成型体４４を矢印方向４６へ移動させ、成型体４４の表面の塗型層３２ｓにブラスト４７を投射し、成型体４４から塗型層３２ｓを除去することができる。ショットブラストの場合、投射メディアとして、粒度が#２４０～#８０００、平均粒径が０．５～６０μｍのセラミックス粉末を用いてもよく、投射圧力は、０．１～０．４ＭＰａであることが好ましい。ウォータージェットの場合、投射圧力は、０．１～０．４ＭＰａであることが好ましい。

【００５３】

図９（ｈ）に、成型体から塗型層を取り除いた後の、鋳包み用部材４８を示す。成型体から塗型層を取り除くことで、その表面４８ｓに網目状の凸部を有する鋳包み用部材４８

が得られる。
【００５４】
本発明によれば、鋳包み用部材の鋳包まれる表面上に、従来の製造方法では成し得なかった高さを有する所定の形状の凸部を形成することができる。このため、鋳包むアルミと高い密着強さを有し得る。また、本発明の鋳包み用部材は、高剛性で、熱伝達性、熱放散性や熱伝導性に優れた摺動部品以外の部材、例えば、アルミブレーキドラムや二輪車用アルミダイカスト製ホィールハブ、パワートレーン系の軸受ジャーナル部など回転トルクが作用する部位の鋳包み部材にも適用できる。
【００５５】
鋳包み用部材の鋳包まれる表面にアンダーカット構造を形成するためには、上記した製法が好ましい。鋳包み用部材の鋳包まれる表面の一部にアンダーカット構造を有さない部位を必要とする場合は、その部位を研削又は切削してもよい。または、例えば、その部位以外の鋳包まれる表面をマスキングして鋳包み用部材を回転させながら該表面に金属溶射を施すことで、アンダーカット構造を有さない部位を持つ鋳包み用部材を成形することも可能である。
【００５６】
得られた鋳包み用部材を、例えば、ダイカスト法によって鋳包んでもよい。射出条件は、特に限定されるものではないが、例えばＡＤＣ１２やＡＤＣ１０、ＡＤＣ３を用いて、６２０～６７０℃で注湯し、射出圧力５０～１００ＭＰａ、射出速度１．５～４．０ｍ／秒で行ってもよい。このようにして鋳包み部材を得ることができる。
【実施例】
【００５７】
（鋳包み用部材の作製）
＜実施例１＞
塗型剤は、珪藻土、ムライト、ベントナイト及び水を混合し、パワーミキサー装置（リョービ株式会社製）で攪拌して作製した。各成分の配合比は、塗型剤全体の質量に対して、珪藻土９質量％、ムライト６質量％、ベントナイト１０質量％及び水７５質量％とした。
【００５８】
鋳包み用部材の鋳型として、内径約７９ｍｍの円筒状の金型を用い、筒の内周面の温度を１６０℃とした。この温度は、接触温度計又は放射温度計によって測定できる。鋳型は、筒状の部分（筒の長手方向）を横にし、４～１０Ｇの遠心加速度で回転させながら、鋳型の内周面にノズルを用いて塗型剤を塗布し、塗型層を形成した。塗布後、約１分間、鋳型の回転を保持し、鋳型の内周面上に塗型層を形成した。塗型層を形成した後の鋳型の内周面の写真を、図１０に示す。得られた塗型層は、その表面にひび割れの形状を形成しており、層の平均厚みは約１ｍｍであった。層の厚みは、電磁式膜厚計（（株）サンコウ電子研究所製、型番ＳＷＴ－８０００ＩＩ）に測定プローブ(Ｆｅ－２．５ＬｗＡ)を接続して塗型層の表面を１０箇所測定し、それらの測定値から平均を算出した。
【００５９】
次に、内周面上に塗型層を形成した鋳型に溶湯を流し込み、鋳包み用部材を鋳造した。溶湯として、１４２０℃で溶融させた鋳鉄を用いた。溶湯を鋳型に注湯する際、鋳型の内周面の温度を１６０℃とし、１２０Ｇの遠心加速度で回転させながら行った。鋳型に溶湯を注湯した後、鋳型を回転させたまま０．５分間保持し、その後、鋳型を回転させたまま鋳型の外周面から冷水を用いて７３０℃以下となるまで冷却し、溶湯を凝固、冷却させて、鋳包み用部材の成型体を得た。
【００６０】
溶湯を凝固、冷却させた後、鋳型の回転を停止させ、成型体の内径端部に外側に開口する爪チャックを取り付け、チャックの他端を油圧シリンダにつないで鋳型と逆方向に移動させて成形体を鋳型から引き抜いた。引き抜いた成型体の外周面にブラストを投射して、成型体から塗型層を除去した。投射したブラストは、平均粒径２３μｍのセラミックス粉

末であり、投射圧力は、０．３ＭＰａであった。このようにして、塗型層を除去し、内径６４ｍｍ、厚さ７．５ｍｍの鋳包み用部材の長筒状粗材を得た。さらに、この鋳包み用部材の粗材を必要な長さに切断し、さらに外径を基準とする旋盤加工によって内周面に機械加工を施して、長さ１２４ｍｍ、厚さ４．５ｍｍの鋳包み用部材を得た。表１に、鋳包み用部材を得るための塗型剤の配合比、金型温度、塗型層の厚さ、鋳包み用部材の厚さ、及び、鋳包み用部材の外周面の突起構造タイプを示す。上記鋳包み用部材の粗材及び鋳包み用部材の厚さは、筒の肉厚のことであり、ノギスによって両端面の厚さを５箇所測定し、それらの平均値を算出した。

【００６１】

【表１Ａ】

	塗型剤の配合比／質量%					金型温度／℃	塗型層の厚さ／mm	鋳包み用部材の厚さ／mm	鋳込み用部材の突起構造タイプ
	珪藻土	ムライト	セラビーズ	ベントナイト	水				
実施例１	9	6	0	10	75	160	1.0	4.5	網状型 Ⅰ
実施例２	9	6	0	10	75	160	1.0	4.5	網状型 Ⅰ
実施例３	12	3	0	9.3	75.7	140	1.5	4.5	網状型 Ⅱ
実施例４	12	3	0	9.3	75.7	130	1.0	4.5	網状型 Ⅰ
実施例５	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例６	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例７	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例８	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例９	12	3	0	9.3	75.7	140	2.0	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１０	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１１	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１２	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例１３	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例１４	12	3	0	9.3	75.7	130	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例１５	9	6	0	9.3	75.7	140	1.5	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１６	9	6	0	9.3	75.7	140	2.0	4.5	網状型 Ⅲ
実施例１７	9	6	0	9.3	75.7	140	1.5	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１８	13.5	1.5	0	9.3	75.7	140	1.5	4.5	網状型 Ⅱ
実施例１９	13.5	1.5	0	9.3	75.7	140	1.0	4.5	網状型 Ⅰ
実施例２０	13.5	1.5	0	9.3	75.7	140	1.5	4.5	網状型 Ⅰ

【表１Ｂ】

実施例21	13.5	1.5	0	9.3	75.7	135	1.5	4.5	網状型 II
実施例22	13.5	1.5	0	9.3	75.7	135	1.0	4.5	網状型 I
実施例23	13.5	1.5	0	9.3	75.7	135	1.5	4.5	網状型 II
実施例24	9	0	0	9.3	81.7	130	1.5	4.5	網状型 II
実施例25	2	0	25	10	63	130	2.0	—	—
実施例26	15	0	0	12	73	210	1.3	4.5	網状型I
比較例1	—							4.5	針状型

【００６２】
＜実施例２～２４、２６＞
塗型剤の配合比、金型温度、塗型層の厚さ及び鋳包み用部材の厚さを表１となるようにした以外は、実施例１と同様にして行い、鋳包み用部材を得た。
【００６３】
＜実施例２５＞
骨材としてムライトの代わりにセラビーズを用いて、塗型剤の配合比、金型温度、塗型層の厚さを表１となるようにした。鋳型として内側がタテ１５０ｍｍ、ヨコ１５０ｍｍ、厚さ１０ｍｍの平板状の金型を用い、金型を回転させずに予熱した金型表面に塗型剤を流し込み、塗型剤を乾燥・固化させて、塗型層を形成した。図１８に、実施例２５の塗型層の表面の写真を示す。この写真から、骨材にセラビーズを用い、平板の鋳型で形成しても、表面にひび割れの形状が形成できたことを確認した。このことにより、遠心力が作用する円筒金型で本条件を実施しても、実施例１～２４、２６のような網状型突起が形成できることを確認した。
【００６４】
＜比較例１＞
従来よりアルミダイカストの鋳包み用部材として使用されてきた円筒本体を、比較例１の鋳包み用部材として用いた。
【００６５】
［鋳包み用部材の鋳包まれる外周面の観察］
図１１（Ａ）に、実施例１の鋳包み用部材の写真を示し、図１１（Ｂ）に、図１１（Ａ）の四角で囲んだ領域ｄ２の拡大図を示す。図１２（Ａ）に、実施例２１の鋳包み用部材の写真を示し、図１２（Ｂ）に、図１２（Ａ）の四角で囲んだ領域ｄ３の拡大図を示す。図１３（Ａ）に、実施例１６の鋳包み用部材の写真を示し、図１３（Ｂ）に、図１３（Ａ）の四角で囲んだ領域ｄ４の拡大図を示す。拡大図は、鋳包み用部材の外周面を、接写カメラでマクロ撮影したものである。図１１（Ａ）、図１２（Ａ）、図１３（Ａ）から、実施例１、２１、１６の鋳包み用部材の外周面に、凸部が網目状に存在することを確認した。図１２（Ｂ）及び図１３（Ｂ）は、図１１（Ｂ）よりも鮮明な凸部が観察され、これは凸部の高さによるものと考えられる。また、図１３（Ｂ）は、図１２（Ｂ）よりも線状部分の幅が広い傾向であり、これは塗型層に発生したひび割れが広く開口していたためと考えられる。このような構造の違いに基づいて、実施例１のタイプを網状型Ｉ、実施例２１のタイプを網状型ＩＩ、実施例１６のタイプを網状型ＩＩＩと設定した。また、他の実施例の鋳包み用部材についても外周面の表面構造を確認し、選別した結果を表１に示す。
【００６６】
図１４、１５、１６に、実施例１、２１、５の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を走査

型電子顕微鏡（ＳＥＭ）で観察した写真を示す。また、図１７に比較例１の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面の約２５倍の概略図を示す。図１４、１５、１６の図中、破線の円で囲んだ部分は、線状部分が合流した集合部分であり、円中の数字は、集合部分で合流している線状部分の本数を示す。図１４、１５、１６から、網目状の凸部は、複数の線状部分と、幾つかの線状部分が合流している複数の集合部分とで形成されていること、集合部分において、合流している線状部分の本数は異なっていること、また、合流している線状部分が互いにランダムな方向であることがわかった。一方、図１７は、複数の括れた針状突起が観察されたが、連続的な線状の突起構造はみられなかった。

【００６７】

［網目状凸部の投影面積評価］

実施例２の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００（キーエンス社製）を用いて観察し、画像ソフトＱｕｉｃｋＧｒａｉｎＰｒｏ（イノテック社製）を用いて２値化処理を行い、観察した領域の全面積に対する、凸部の投影面積の比率を算出した。同じようにして３箇所で評価を行って平均値を算出し、結果を表２に示す。また、実施例６、８、１５～２０及び２４の鋳包み用部材についても同様にして評価し、結果を表２に示す。

【００６８】

【表２】

	塗型層の厚さ／mm	突起構造タイプ	網目状凸部の投影面積率（平均値）／%
実施例2	1.0	網状型 Ⅰ	26.5
実施例6	2.0	網状型 Ⅲ	59.5
実施例8	2.0	網状型 Ⅲ	43.7
実施例15	1.5	網状型 Ⅱ	42.1
実施例16	2.0	網状型 Ⅲ	42.4
実施例17	1.5	網状型 Ⅱ	42.4
実施例18	1.5	網状型 Ⅱ	18.7
実施例19	1.0	網状型 Ⅰ	16.9
実施例20	1.5	網状型 Ⅰ	32.9
実施例24	1.5	網状型 Ⅱ	23.1

【００６９】

図１９に、実施例２の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００を用いて２．５倍の倍率で撮影し、２値化処理した画像を示す。図中、鋳包まれる面は、凸部の頂部の上方より凸部を投影した部分Ｕと、凸部に囲まれた平坦部分Ｆとに分けられ、それらの和の全面積対比での、当該凸部の投影部分Ｕの比率を、凸部の投影面積率とした。表２に示すように、上述した網目構造のタイプによって、投影面積率が異なる傾向であり、網目状Ｉのタイプは１１％～３３％、網目状ＩＩのタイプは１８％～４２％、網目状ＩＩＩのタイプは４２％～６０％であった。

【００７０】

［網目状凸部の網目における内接円測定評価］
実施例１の鋳包み用部材の外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００（キーエンス社製）を用いて観察し、観察した領域において、線状部分で囲まれた部分の輪郭に接する内接円を作成し、その直径を測定した。観察した領域において確認できる内接円の直径を無作為に１０箇所測定し、その平均値を算出し、結果を表３に示す。実施例５、７、９、１１、２１、２２の鋳包み用部材についても同様にして評価し、結果を表３に示す。

【００７１】
【表３】

	塗型層の厚さ／mm	突起構造タイプ	内接円の直径（平均値）／mm	線状部分の幅方向の長さ（平均値）／mm
実施例1	1.0	網状型 Ⅰ	1.8	0.40
実施例5	2.0	網状型 Ⅲ	3.6	0.89
実施例7	2.0	網状型 Ⅲ	3.5	1.01
実施例9	2.0	網状型 Ⅱ	2.7	0.87
実施例11	2.0	網状型 Ⅱ	2.0	0.65
実施例21	1.5	網状型 Ⅱ	2.3	0.90
実施例22	1.0	網状型 Ⅰ	2.5	0.27

【００７２】
図２０に、実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００を用いて７倍で撮影した写真を示す。図中の破線の円は、網目状の凸部で囲まれた部分に内接する円を示す。表３に示すように、上述した網目構造のタイプによって、内接円の直径の大きさが異なる傾向であり、網目状Ｉのタイプは１．８～４．１ｍｍ、網目状ＩＩのタイプは１．２～５．０ｍｍ、網目状ＩＩＩのタイプは１．７～５．０ｍｍであった。

【００７３】
［網目状凸部の線状部分の上面の幅方向の長さ評価］
実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００（キーエンス社製）を用いて観察し、網目状凸部の頂部の、線状部分の上面の幅方向の長さを測定した。観察した領域において１０箇所評価して平均値を算出し、結果を表３に示す。実施例５、７、９、１１、２１、２２の鋳包み用部材についても同様にして評価し、結果を表３に示す。表３に示すように、上述した網目構造のタイプによって、線状部分の幅方向の長さが異なる傾向であり、網目状Ｉのタイプは０．１～１．２ｍｍ、網目状ＩＩのタイプは０．２～２．７ｍｍ、網目状ＩＩＩのタイプは０．２～２．９ｍｍであった。

【００７４】
［網目状凸部の底面から頂部の上面までの高さ評価］
実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００（キーエンス社製）を用いて観察し、網目状凸部の、凸部の底面（平坦面）から凸部の頂部の上面までの高さを測定した。３視野において、１視野あたり６～１０箇所測定し、これらの平均値を算出した結果を表４に示す。実施例５、７、９、１１、１３、１４

、２１、２２、２３、２４及び比較例１の鋳包み用部材についても同様にして評価し、結果を表４に示す。

【００７５】

【表４】

	塗型層の厚さ／mm	突起構造タイプ	網目状凸部の高さ（平均値）／mm
実施例1	1.0	網状型 Ⅰ	0.79
実施例5	2.0	網状型 Ⅲ	0.90
実施例7	2.0	網状型 Ⅲ	1.03
実施例9	2.0	網状型 Ⅱ	0.80
実施例11	2.0	網状型 Ⅱ	1.00
実施例13	2.0	網状型 Ⅲ	1.44
実施例14	2.0	網状型 Ⅲ	1.43
実施例21	1.5	網状型 Ⅱ	0.90
実施例22	1.0	網状型 Ⅰ	0.69
実施例23	1.5	網状型 Ⅱ	1.13
実施例24	1.5	網状型 Ⅱ	0.70
比較例1	—	針状型	0.75

【００７６】

図２１に、実施例１の鋳包み用部材の鋳包まれる外周面を、デジタルマイクロスコープＶＨＸ－５０００を用いて６倍の倍率で撮影した写真を示す。図中の線４９は、測定対象の凸部ｃ１のない表面（凸部の底面）の位置を示す。表４に示すように、上述した網目構造のタイプによって、網目状凸部の、凸部のない表面から凸部の頂部の上面までの高さの範囲が異なる傾向であり、網目状Ｉのタイプは０．６～０．８ｍｍ、網目状ＩＩのタイプは０．８～１．１ｍｍ、網目状ＩＩＩのタイプは０．９～１．５ｍｍであった。

【００７７】

［鋳包み用部材の剛性評価（径方向）］

実施例５の鋳包み用部材の粗材を必要な長さに切断し、さらに外径を基準とする旋盤加工によって内周面に機械加工を施して、鋳包み用部材とし、これを剛性評価用試験片とした。図２２（Ａ）は試験片の外形を示す写真である。図２２（Ａ）に示す通り、試験片の内径βは、７３ｍｍ、長さγは、３０ｍｍ、厚さは、３ｍｍとした。精密万能試験機（島津製作所製、ＡＧ－１００ｋＮ Ｘｐｌｕｓ）を用いて、この試験片の弾性率を評価した。図２２（Ｂ）は、試験直前の試験機及び試験片の状態を示す写真である。この試験機は、圧縮端子（圧縮パンチ）５２が上から下の方向５３に向かって移動して試験片５１を径方向に圧縮する。試験片５１が圧縮変形する際の荷重に対する変位を測定して荷重－変位線図を作製し、これより比例限度内での変位に対する圧縮荷重の傾き、すなわち、ばね定数を算出して、鋳包み用部材の剛性比較に用いた。試験片５１の外周面が圧縮端子と接す

るように、試験片５１を配置した。また、試験片５１が試験中動かないように、Ｖ字ブロック５０を用いて固定した。圧縮端子の落下速度は、１ｍｍ／ｍｉｎとした。結果を表５と図２３に示す。また、実施例７、９、１１、１３、２１、２２、２３及び比較例１の鋳包み用部材についても同様にして評価し、結果を表５と図２３に示す。

【００７８】

【表５】

	塗型層の厚さ／mm	突起構造タイプ	鋳包み用部材の質量／g	ばね定数／（N／mm）
実施例5	2.0	網状型 III	99.84	409
実施例7	2.0	網状型 III	91.82	292
実施例9	2.0	網状型 II	94.67	315
実施例11	2.0	網状型 II	81.00	180
実施例13	2.0	網状型 III	70.34	108
実施例21	1.5	網状型 II	80.27	178
実施例22	1.0	網状型 I	84.30	205
実施例23	1.5	網状型 II	61.59	78
比較例1	—	針状型	106.48	457

【００７９】

表５の結果に基づいて、鋳包み用部材の重量に対するばね定数のグラフを図２３として作成し、実施例５、７、９、１１、１３、２１、２２及び２３の結果で近似線を作成した結果、$y=5.28576e^{0.0435x}$という関係式を導き出した。この式に基づいて、比較例１と同じばね定数となる重量を確認したところ、約１０２ｇであり、比較例１の鋳包み用部材よりも４％軽量化できることがわかった。

【００８０】

（鋳包み部材の作製）

＜実施例２７＞

実施例２の鋳包み用部材をダイカスト法により、その外周面をアルミで鋳包んだ略円筒形状の鋳包み部材を作製した。アルミはＡＤＣ１２を用い、６５０℃で注湯し、射出圧力６５ＭＰａ、射出速度２．０ｍ／秒で鋳造した。得られた鋳包み部材を、その内周面を基準にして外周面のアルミを外径８１ｍｍとなるまで旋盤加工し、その後、外周面を基準として鋳包み部材の内周面を内径７３ｍｍとなるよう旋盤加工して鋳包み部材の厚みが４ｍｍとなるようにした。さらに、鋳包み部材の筒の長手方向の長さが３０ｍｍとなるようにして切断して、鋳包み部材のボア径方向及び軸方向の剛性評価用試験片をそれぞれ作製した。

【００８１】

＜実施例２８～３０、比較例２＞

実施例３、４、７及び比較例１の鋳包み用部材を各々用いた以外は実施例２７と同様にして行い、鋳包み部材の剛性評価用試験片を作製した。但し、実施例３０の試験片は、軸方向の剛性評価のみに使用した。

【００８２】
＜実施例３１＞
実施例２の鋳包み用部材をダイカスト法により、その外周面をアルミで鋳包んだ略円筒形状の鋳包み部材を作製した。アルミはＡＤＣ１２を用い、６５０℃で注湯し、射出圧力６５ＭＰａ、射出速度２．０ｍ／秒で鋳造し、外径８９ｍｍ、内径７０ｍｍ、長さ約１２８ｍｍの略円筒形の鋳包み部材を作製した。後述するように、この鋳包み部材から、熱伝導率測定用試験片及びアルミと鋳包み用部材間の密着強さを測定するための試験片を作製した。
【００８３】
＜実施例３２～３４、比較例３、４＞
実施例１０、１２、１４及び比較例１の鋳包み用部材を各々用いた以外は実施例３１と同様にして行い、鋳包み部材を作製した。また、比較例３と４は、比較例１をそれぞれ別々にダイカストして得た鋳包み部材であり、比較例４は、比較例３の再現性確認を目的として使用した。
【００８４】
［鋳包み部材の断面観察］
実施例３３の鋳包み部材の断面を光学顕微鏡（オリンパス社製、型番：ＧＸ５１）で観察した結果を図２４に示す。鋳包み用部材７１のアルミ７２と接する界面において、略Ｔ型Ｔ１や略Γ型Ｔ２の断面形状を有する凸部がみられた。
【００８５】
［鋳包み部材の剛性評価（ボア径方向）］
実施例２７の試験片の径方向のばね定数を、精密万能試験機（島津製作所製、ＡＧ－１００ｋＮ Ｘｐｌｕｓ）を用いて評価した。測定方法は、上記鋳包み用部材の剛性評価と同じである。結果を表６に示す。また、実施例２８、２９及び比較例２の試験片についても同様にして評価し、結果を表６に示す。バネ定数は、４００～１０００Ｎ負荷時の荷重―変位曲線から算出した。剛性評価の目安となる比重に対するばね定数の比率を「比弾性率」と仮定して算出した。比重は、試験片の嵩密度を用いた。試験片の嵩密度は、試験片の測定重量を試験片の寸法より算出した体積で除して測定した。結果から、実施例２７～２９は、試験片の径方向における比弾性率について、比較例２よりも高くなることを確認した。
【００８６】
【表６】

	突起構造タイプ	試験片の質量／g	嵩密度／（g／cm^3）	ばね定数／（N／mm）	比弾性率／（N／mm）
実施例27	網状型 Ⅰ	123.57	4.26	2,003	470
実施例28	網状型 Ⅱ	107.26	3.70	1,841	498
実施例29	網状型 Ⅰ	120.83	4.16	1,850	444
比較例2	針状型	141.00	4.86	1,858	382

【００８７】
［鋳包み部材の剛性評価（軸方向）］
実施例２７の試験片の軸方向の弾性率を、精密万能試験機（島津製作所製、ＡＧ－１００ｋＮ Ｘｐｌｕｓ）を用いて評価した。図２５（Ａ）に試験片の外形を示し、図２５（Ｂ）に試験直前の状態を示す。試験片は、上述したとおり、外径αは８１ｍｍ、内径βは７３ｍｍ、長さγは３０ｍｍである。試験機の圧縮端子が上から下の方向６３に向かって

移動し、試験片６１を圧縮していき、試験片６１が圧縮荷重の比例限度を超えるまでの荷重－変位曲線を求め、軸方向の弾性率を測定した。試験片の軸方向の剛性を評価するため、試験片の外周面ではない両端面が圧縮端子と試験台に接するように配置した。圧縮端子の落下速度は１ｍｍ／ｍｉｎとした。結果を表７に示す。また、実施例２８～３０及び比較例２の試験片についても同様にして評価し、結果を表７に示す。弾性率は、３０～７０ｋＮ負荷時の荷重－変位曲線から算出した。比弾性率は、試験片の嵩密度を比重として算出した。試験片の嵩密度は、試験片の測定重量を試験片の寸法より算出した体積で除して測定した。結果から、実施例２７～３０の試験片の軸方向における比弾性率は、比較例２よりも高くなることを確認した。

【００８８】

【表７】

	突起構造タイプ	試験片の寸法／mm			試験片の質量／g	弾性率／(N／mm^2)	比弾性率／(N／mm^2)
		外径	内径	厚み			
実施例27	網状型 Ⅰ	81	73	30	123.57	6128.15	1,439
実施例28	網状型 Ⅱ	81	73	30	107.26	6052.84	1,637
実施例29	網状型 Ⅰ	81	73	30	120.83	6013.31	1,444
実施例30	網状型 Ⅲ	81	73	30	117.77	5596.38	1,379
比較例2	針状型	81	73	30	141.63	6251.29	1,280

【００８９】

［鋳包み部材の熱伝導性評価］

実施例３１の鋳包み部材から試験装置に適合できる直径の円形板を削り出して試験片とした。試験片は、鋳包み用部材とそれを鋳包むアルミの界面を中心として双方が同じ肉厚となるようにした。なお、アルミで鋳包む際の射出ゲートのゲート近傍部分（ゲート側）と、ゲートから最も遠い部分（反ゲート側）から、上記円形板の試験片を削り出した。熱伝導性試験として、熱定数測定装置（アルバック理工社製、ＴＣ－７０００）を用いて、レーザーフラッシュ法（ＬＦ法）により、室温（２５℃）、大気中において、試験片の鋳鉄面にレーザー照射を行い、比熱と熱拡散率を測定し、以下の式（１）から熱伝導率を算出した。

$$\lambda = Cp \times \alpha \times \rho \qquad (1)$$

式中、λは熱伝導率、Ｃｐは比熱、αは熱拡散率、ρは室温における密度である。室温における密度は、室温（２５℃）、大気中で測定した試験片の寸法と重量を用いて算出した。また、実施例３２～３４及び比較例３、４についても同様に試験片を削り出し、熱伝導性を評価した。結果を表８に示す。結果から、実施例３１～３４は、試験片の採取位置がゲート側でも反ゲート側でも、比較例３及び４よりも熱伝導率が高くなることを確認した。

【００９０】

【表８】

	突起構造タイプ	試験片の採取位置	試験片の室温での密度／(g/cm^3)	熱伝導性評価		
				比熱／(J/(g×K))	熱拡散率／($\times10^{-6}$ m^2/s)	熱伝導率／(W/(m×K))
実施例31	網状型 Ⅰ	ゲート側	5.6	0.547	10.7	32.8
		反ゲート側	5.01	0.588	10.5	30.9
実施例32	網状型 Ⅱ	ゲート側	4.78	0.608	6.06	17.6
		反ゲート側	4.79	0.614	10.1	29.7
実施例33	網状型 Ⅲ	ゲート側	4.99	0.58	8.94	25.9
		反ゲート側	4.87	0.603	10.8	31.7
実施例34	網状型 Ⅲ	ゲート側	5.45	0.553	11.2	33.8
		反ゲート側	4.42	0.64	11.4	32.2
比較例3	針状型	ゲート側	4.76	0.545	5.8	15.1
		反ゲート側	4.82	0.566	6.1	16.6
比較例4	針状型	ゲート側	4.37	0.530	6.8	15.8
		反ゲート側	4.76	0.536	7.5	19.2

【００９１】

［鋳包み部材の密着強さ評価］

実施例３１の鋳包み部材から３００～５００mm^2の密着面積を有する四角形の試験片を７個削り出した。試験片のアルミ側の面と鋳鉄側の表面に、熱硬化性エポキシ系接着剤で引張治具をそれぞれ固定し、精密万能試験機（島津製作所製、ＡＧ－１００ｋＮ Ｘｐｌｕｓ）を用いて、垂直剥離試験を行った。鋳包み用部材とアルミが剥離した時の最大荷重を試験前の試験片の密着面積で除した値を密着強さとした。また、実施例３１～３４及び比較例３、４についても同様に試験片を削り出して評価した。試験片の測定値と平均値を表９に示す。実施例３３のＮｏ．７の試験片、実施例３４のＮｏ．２及びＮｏ．７の試験片は、引張治具に固定した接着剤の部分で剥離（破断）したが、密着強さの平均値には含めるものとした。結果から、実施例３１～３４は、比較例３及び４よりも鋳包み用部材とアルミの密着強さが高くなることを確認した。

【００９２】

【表９】

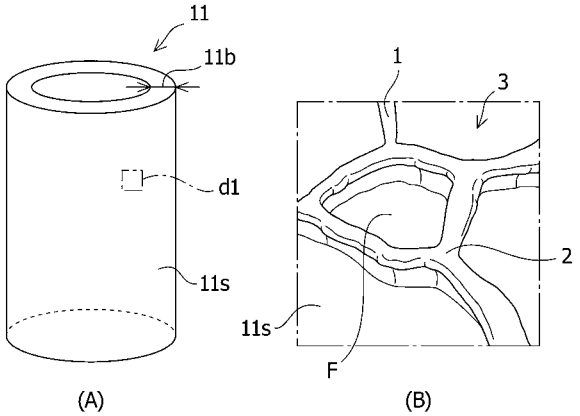
	突起構造タイプ	密着強さ／MPa							
		試験片Ｎｏ.							平均値
		1	2	3	4	5	6	7	
実施例31	網状型 Ⅰ	23.0	15.0	16.0	15.5	25.8	21.0	21.6	19.7
実施例32	網状型 Ⅱ	26.0	20.5	17.1	24.2	15.0	18.8	19.4	20.1
実施例33	網状型 Ⅲ	27.6	29.1	32.2	32.5	27.8	37.0	42.8	32.7
実施例34	網状型 Ⅲ	41.7	36.2	37.2	34.7	35.1	35.6	40.7	37.3
比較例3	針状型	20.0	15.7	20.0	20.5	21.8	8.1	15.0	17.3
比較例4	針状型	23.8	12.4	24.6	17.2	18.1	20.1	21.0	19.6

【符号の説明】

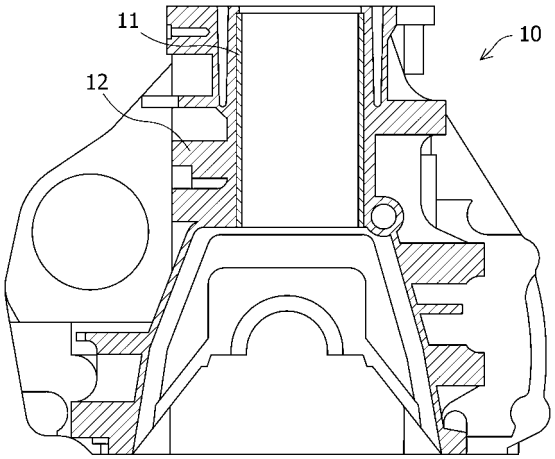
【００９３】

１　：線状部分
１ａ、１ｂ、１ｃ、１ｄ、１ｅ：線状部分
２　：集合部分
２ａ、２ｂ、２ｃ、２ｄ　：集合部分
３　：網目状の凸部
４　：凸部の頂部
５　：凸部の頂部の上面
６　：凸部の底面（平坦面）
７　：凸部の底面から頂部までの部分（縦壁）
８　：凸部の高さ
Ｌａ　：線状部分の長手方向の長さ
Ｌｂ　：線状部分の短手方向の長さ（幅）
Ｌ４　：凸部の頂部の幅
Ｌ７　：縦壁の幅
ｈ３　：凸部の高さ
ｈ４　：凸部の頂部の高さ（厚み）
ｈ７　：縦壁の高さ
ｈ９　：鋳包み部材の平坦面までの厚み
Ｆ　：平坦面
Ｉｃ　：内接円

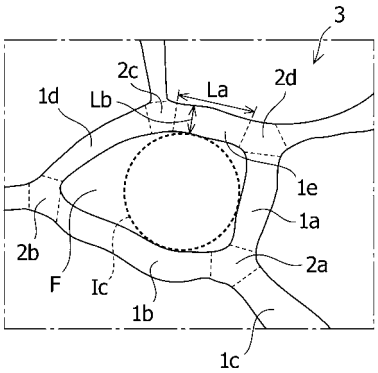
【図１】



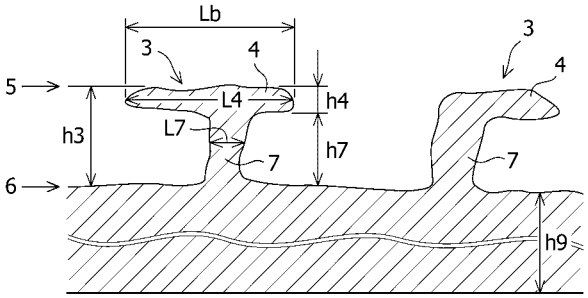
【図２】



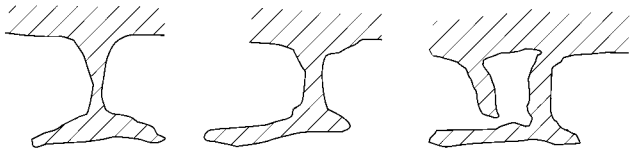
【図３】



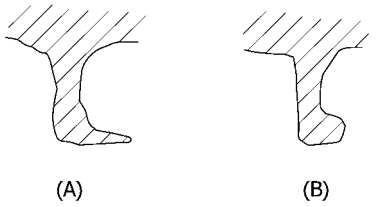
【図４】



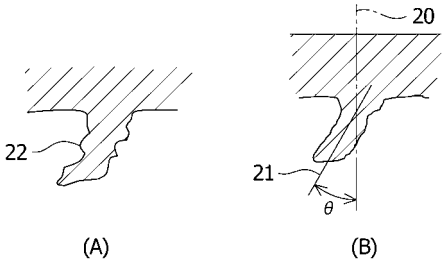
【図５】



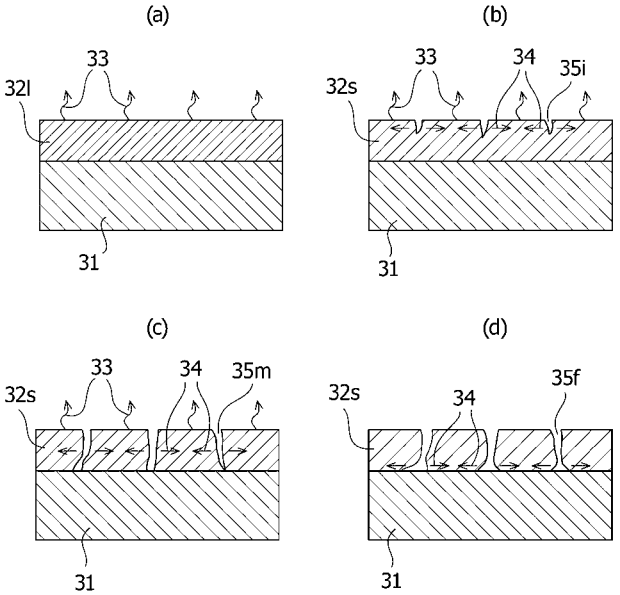
【図６】



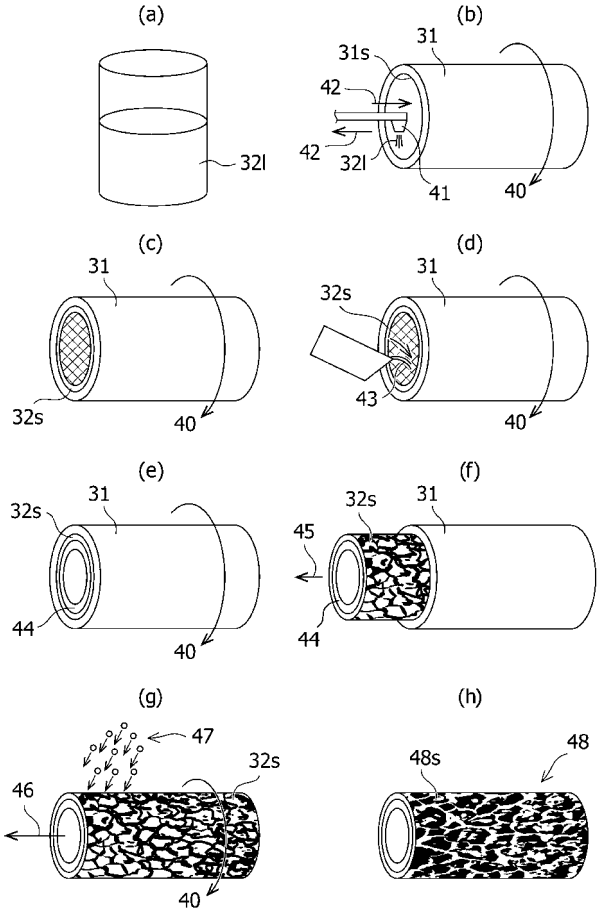
【図７】



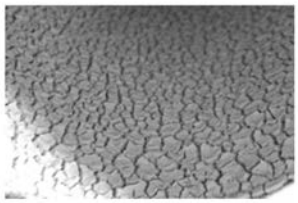
【図８】



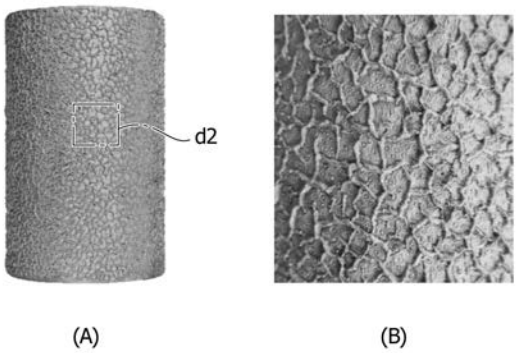
【図９】



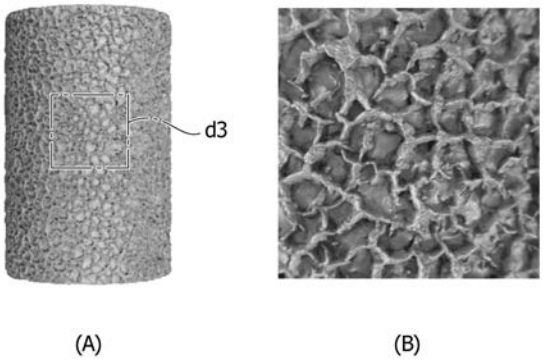
【図１０】



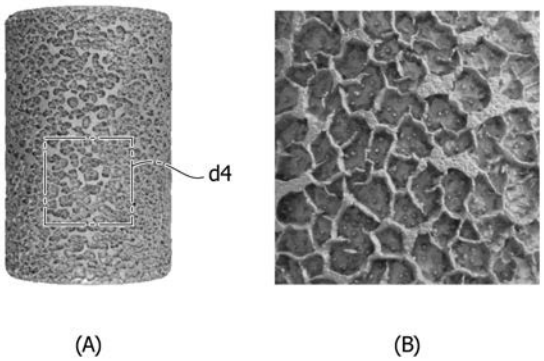
【図１１】



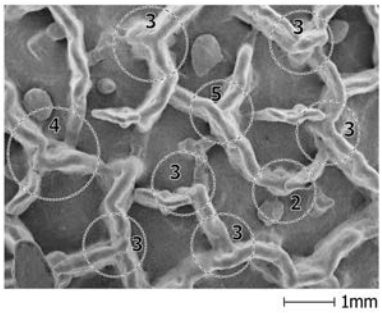
【図１２】



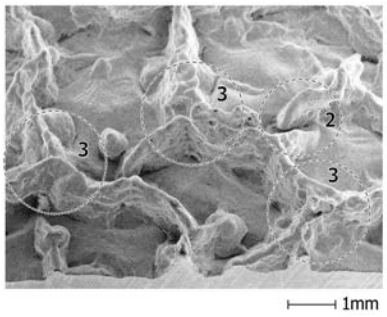
【図１３】



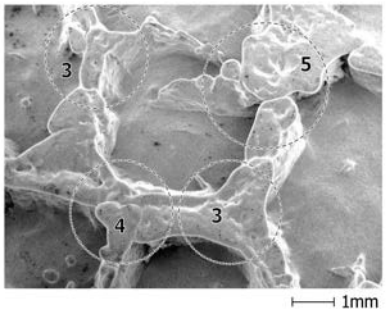
【図１４】



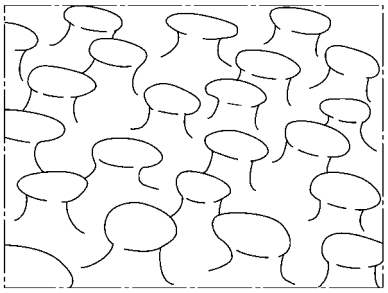
【図１５】



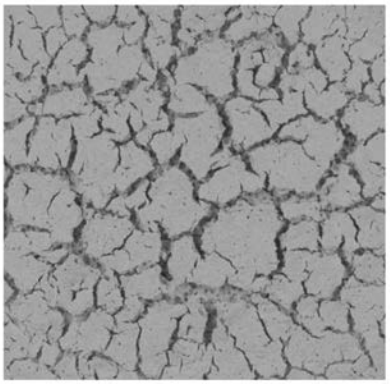
【図１６】



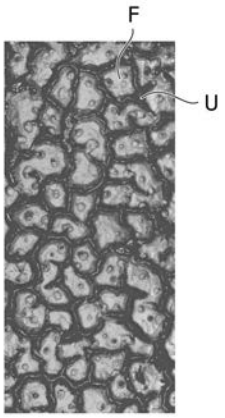
【図１７】



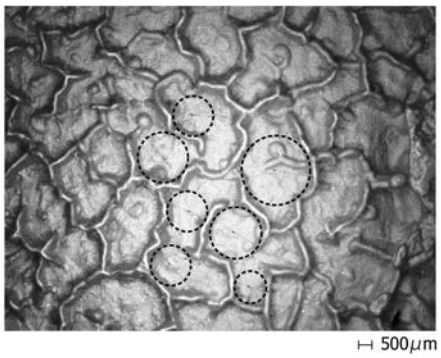
【図１８】



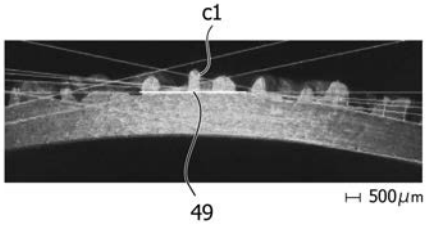
【図１９】



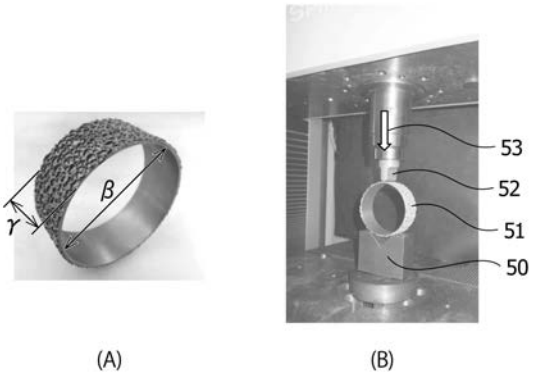
【図２０】



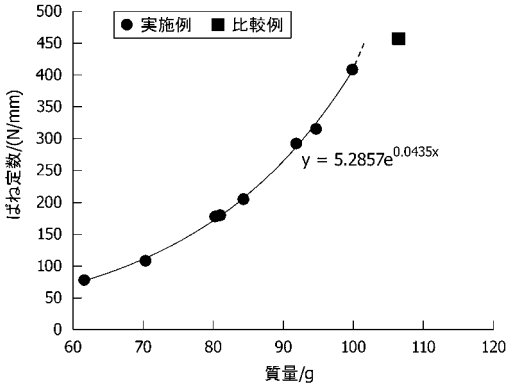
【図２１】



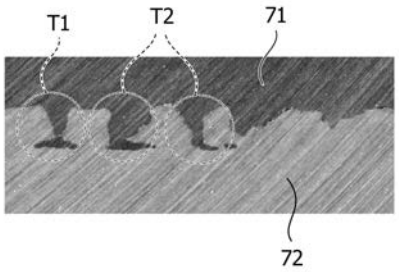
【図２２】



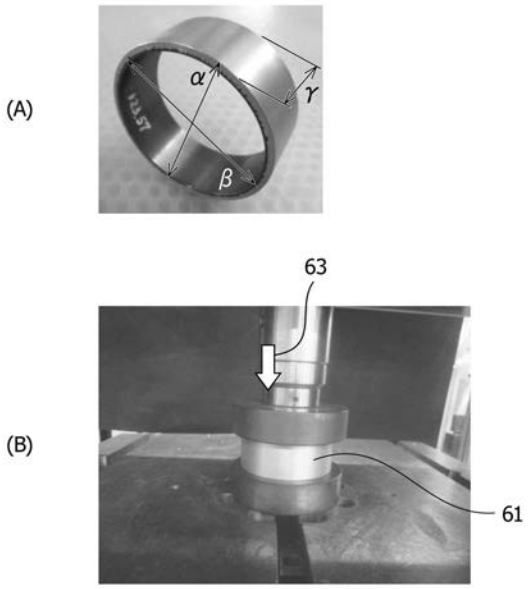
【図２３】



【図２４】



【図２５】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
Ｂ２２Ｃ　9/02　(2006.01)	Ｂ２２Ｃ　9/02　１０１Ｃ	

(74)代理人　100166268
弁理士　田中　祐
(74)代理人　100170379
弁理士　徳本　浩一
(72)発明者　鈴木　延明
静岡県浜松市南区高塚町３００番地　スズキ株式会社内
(72)発明者　久岡　未来
静岡県浜松市南区高塚町３００番地　スズキ株式会社内
(72)発明者　長澤　諒
静岡県浜松市南区高塚町３００番地　スズキ株式会社内
(72)発明者　山元　昭人
静岡県浜松市南区高塚町３００番地　スズキ株式会社内
(72)発明者　水村　雄一
静岡県浜松市南区高塚町３００番地　スズキ株式会社内

Ｆターム(参考)　3G024 AA26　GA02　GA16
3J044 AA06　BA02　BA04　CC17　DA09　EA01