



SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明細書

シリンダブロックおよびその製造方法

技術分野

[0001]

本発明は、エンジンやコンプレッサ等に用いられるシリンダブロックおよびその製造方法に関するものである。

技術背景

[0002]

従来、ピストンが嵌入されるシリンダの内壁摺動面であるシリンダライナは、単一材質のものが多かった。例えば、エンジンのシリンダライナは、アルミニウム合金（A1合金）製のシリンダブロック本体に圧入された黒鉛鋳鉄製のスリーブから形成されていた。また、コンプレッサ等であれば、潤滑性を有する作動流体を使用していることもあり、A1合金製のシリンダブロック本体にそのままシリンダライナも形成されていた。

[0003]

もっとも、軽量化を図りつつも強度向上、耐久性向上または摺動特性向上を目的として、部分的に複合材料としたり、部分的に異種材料部材を鋳込んだりすることもある。例えば、下記の特許文献1には、シリンダライナを構成する部分に鉄系多孔質焼結体をA1合金で鋳込んだシリンダブロックが開示されている。これにより、軽量化と共に強度や耐久性の向上が図られている。

特許文献1：特許3800510号公報

発明の開示

[0004]

[解決課題]

ところで、シリンダライナの表面には、数 μ m程度の深さを有するクロスハッ

チ条痕が一定方向に規則正しく形成されている。このクロスハッチ条痕により、摺動するピストンとの間の潤滑油切れが防止されたり、潤滑油の消費が抑制されたりする。

[0005]

このようなクロスハッチ条痕の形成はホーニング加工によるのが一般的である。ここで、前述したような鋳鉄製のスリーブからなるエンジンのシリンダライナであれば、ホーニング加工面が鋳鉄のみであるから、良好な面性状のクロスハッチ条痕を形成するための加工条件の設定は比較的容易である。

[0006]

しかし、上記特許文献1にあるようなシリンダブロックを用いた場合、そのシリンダライナは、概して、鉄粉末が焼結した鉄部分と含浸したA1合金部分の2相構造からなる。そしてA1合金の研削は基本的に難しいため、そのような2相構造のシリンダライナにおいて、良好な面性状のクロスハッチ条痕を形成することは困難であった。例えば、従来の加工条件でホーニングを行うと、クロスハッチ条痕の縁部にバリやカエリが発生し得る。このようなバリやカエリは、せっかく形成した条痕の油溜りを塞いだり、そのバリ等が原因で摺動するピストンリングやピストン等をシリンダライナに焼付かせたりし得る。いずれにしても、シリンダライナの面性状が悪いと、好ましくない結果を生じうる。

[0007]

本発明は、このような事情に鑑みて為されたものである。つまり、鉄系多孔質焼結体にA1合金を含浸させてなるシリンダライナであっても、良好な面性状のクロスハッチ条痕を形成できるシリンダブロックの製造方法を提供することを目的とする。併せて、それにより製造されたシリンダブロックを提供することを目的とする。

[0008]

[解決手段]

本発明者はこの課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、良好な面性状のクロスハッチ条痕が得られるホーニング加工条件を新たに発見し、本発明を完成するに至った。

〈シリンダブロックの製造方法〉

(1) すなわち、本発明のシリンダブロックの製造方法は、シリンダブロックに設けられたシリンダ内に嵌入されたピストンが摺接し得る該シリンダの内筒面であるシリンダライナにクロスハッチ条痕を形成するホーニング工程を有するシリンダブロックの製造方法であって、

前記シリンダライナは、鉄を主成分とする鉄粉末を加圧成形した粉末成形体を加熱して焼結させた筒状の鉄系多孔質焼結体と該鉄系多孔質焼結体の外周側から含浸させたA1合金とにより形成され、前記ホーニング工程は、第1粗さのダイヤモンド砥粒を固化させた第1砥石を回転させつつ前記シリンダライナの軸方向へ上下動させる第1研削工程と、該第1粗さよりも細かい立方晶窒化ホウ素(CBN)砥粒を固化させた第2砥石を回転させつつ該シリンダライナの軸方向へ上下動させる第2研削工程とからなり、クロスハッチ条痕を有するシリンダライナが得られることを特徴とする。

[0009]

(2) 本発明の製造方法によれば、シリンダライナが鉄系多孔質焼結体とその隙間に含浸したA1合金とからなる場合であっても、面性状の良好なクロスハッチ条痕を有するシリンダライナが得られる。具体的には、ホーニング加工を行ったシリンダライナを観察すると、クロスハッチ状の各条痕の周囲にバリやカエリが無く、従来の黒鉛鑄鉄からなるスリーブをホーニング加工した場合等と同等程度の良好な面性状が得られた。

[0010]

このような優れた本発明の効果は、単に、第1研削工程と第2研削工程の二段加工としただけでは得られず、また、第1研削工程よりも第2研削工程で砥粒の細かい砥石を用いただけでは得られない。

[0011]

砥粒の材質には、炭化珪素(SiC)や酸化アルミニウム(Al_2O_3)などのセラミックス材料が一般的ではあるが、本発明ではそれらを使用してはいない。すなわち、ダイヤモンドおよびCBNを選択し、それらを用いて、ダイヤモンド砥石→CBN砥石の順でホーニング加工を行っている。CBNを仕上げで使用し

ているのは、ダイヤモンドに比べて砥粒が丸いため、荒く削りすぎるのを防止するためである。

[0012]

このように本発明の効果は、砥粒の材質や粗さの相違によって非常に多種にわたる砥石の中から、材質および粗さの異なる第1砥石と第2砥石を選択し、ホーニング加工を二段階で行うものであって、それら各構成要素が相乗して初めて得られたものであるといえる。

[0013]

(3) さらにいえば、特に、本発明のホーニング工程を行う場合、前記第1研削工程で用いるダイヤモンド砥粒の粗さ(第1粗さ)は#270~400(JIS規格、以下同様)であり、前記第2研削工程で用いるCBN砥粒の粗さ(第2粗さ)は#800~1200であると好ましい。これらの上下限は、それぞれの数値範囲内で任意に選択され得る。特に、第1粗さは、#270、#325、#400から任意に選択した数値を上下限にすると好ましい。また第2粗さは、#800、#1000、#1200から任意に選択した数値を上下限にすると好ましい。第1砥粒の粒度が上記範囲の中央値である#325付近であり、第2砥粒の粒度が上記範囲の中央値である#1000付近であると、一層好適である。

なお、本発明では、砥粒の粗さを、JIS B4310に規定された「ダイヤモンド/CBN工具—ダイヤモンド又はCBN砥粒の粒度」(JIS超砥粒粒度)に沿って、「#」の番数で示した。したがって、#270は砥粒の平均粒径が60 μ m以下を示し、#400は砥粒の平均粒径が37 μ m以下を示す。また、#800は砥粒の平均粒径が20 μ m以下を示し、#1200は砥粒の平均粒径が12 μ m以下を示す。

[0014]

〈シリンダブロック〉

本発明は、シリンダブロックの製造方法としてのみならず、シリンダブロック自体としても把握できる。

すなわち、本発明は、Al合金製のブロック本体と、該ブロック本体に設けられたシリンダ内に嵌入されたピストンが摺接し得る該シリンダの内筒面であり、

鉄を主成分とする鉄粉末を加圧成形した粉末成形体を加熱して焼結させた筒状の鉄系多孔質焼結体と該鉄系多孔質焼結体の外周側から含浸させたA1合金とにより形成されたシリンダライナとからなるシリンダブロックであって、前記シリンダライナに前述した本発明のホーニング工程によりクロスハッチ条痕が形成されていることを特徴とするシリンダブロックとしても把握できる。

図面の簡単な説明

[0015]

第1図は、本発明に係るシリンダブロックの一例を示す図である。

第2図は、本発明に係るシリンダおよびシリンダライナの様子を示す図である。

第3図は、本発明に係るシリンダライナのホーニング加工の様子を示す図である。

第4A図は、試験片No. 1のシリンダライナの表面を観察したSEM写真である。

第4B図は、試験片No. 2のシリンダライナの表面を観察したSEM写真である。

第5A図は、試験片No. 1のシリンダライナの表面を観察した光学顕微鏡写真（倍率：400倍）である。

第5B図は、試験片No. 2のシリンダライナの表面を観察した光学顕微鏡写真（倍率：400倍）である。

発明を実施のするための最良の形態

[0016]

[実施形態]

発明の実施形態を挙げて本発明をより詳しく説明する。なお、以下の実施形態を含め、本明細書で説明する内容は、本発明に係るシリンダブロックの製造方法のみならず、そのシリンダブロック自体にも、適宜適用できるものであることを断っておく。また、いずれの実施形態が最良であるか否かは、対象、要求性能等によって異なることを断っておく。

〔0017〕

〈シリンダブロック〉

(1) シリンダブロックの形状や気筒数は問わない。例えば、エンジンのシリンダブロックであれば、単気筒でも、直列4気筒、直列6気筒、V型6気筒、V型8気筒さらにはV型12気筒等でも良い。また、例えば、自動車エアコン用のコンプレッサ等のシリンダブロックであれば、環状または対向して配設された4気筒、6気筒等でも良い。

〔0018〕

(2) シリンダブロックの材質はA1合金である。A1合金の種類は、JIS H 5202にあるAC系でも、JIS H 5302にあるADC系でも、さらにそれらを改良した鋳造用またはダイキャスト用の専用A1合金でも良い。代表的なA1合金は、AC2B、AC4DまたはADC12などである。

〔0019〕

(3) 本発明のシリンダブロックの用途は、前述のようにエンジン用でもコンプレッサ用でもその他にあっても良い。エンジンはレシプロエンジンであれば、ガソリンエンジンやエタノールエンジン等の火花点火機関に限らず、ディーゼルエンジン等の自然着火機関でも良い。勿論、エンジンは自動車用に限らず、二輪車用、船舶用、飛行機用、汎用原動機等なんでも良い。

〔0020〕

〈シリンダライナ〉

(1) シリンダライナは、鉄系多孔質焼結体と、A1合金からなる。A1合金は、その鉄系多孔質焼結体の外周壁側から鉄系多孔質焼結体の空孔（隙間）へ含浸してその内周壁側まで出現したものであるからシリンダライナの表面のA1合金とシリンダブロック本体のA1合金とは同一である。もともと、シリンダブロックに要求される強度、耐熱性、耐食性等は部位によって異なり、各部位に応じて材質を変更する場合も考えられる。そのようなシリンダブロックの場合は、シリンダライナの表面に表れるA1合金と、シリンダブロック本体の材質とが必ずしも一致しなくても良い。

〔0021〕

(2) 鉄系多孔質焼結体は、鉄を主成分とする鉄粉末を加圧成形した粉末成形体を加熱して焼結させたものである。鉄粉末は、Feが主成分であれば、純鉄粉末でも合金粉末でもそれらの混合粉末でもよい。また、鉄粉末は、金属粉末以外に、炭素(C)、ホウ素(B)等の金属以外の各種合金元素粉末を含んでいても良い。鉄粉末の粒状等は問わないが、クロスハッチ条痕の形成やAl合金の含浸性等を考慮して、鉄粉末の粒径は40~180 μ mであると好ましい。

この鉄粉末を加圧成形した粉末成形体は、ステアリン酸やその塩等の粉末冶金用潤滑剤等からなるバインダと前述の鉄粉末とその他添加剤等の混合粉末を適切な成形圧力で加圧成形したものである。

[0022]

シリンダライナ表面へのAl合金の含浸性やクロスハッチ条痕の面性状等を考慮すると、鉄系多孔質焼結体の気孔率または鉄粉末占有体積率(Vf)が重要となる。そこで、鉄系多孔質焼結体の全体を100体積%としたときに、焼結した鉄粉末の占める鉄粉末占有体積率(Vf)が45~80体積%(以下単に「%」)という)であると好適である。このVfが45~80%であると、Al合金の含浸性、クロスハッチ条痕の面性状等が好ましい。逆にいえば、鉄系多孔質焼結体のVfが45~80%となるように、焼結時に焼失するバインダ量や成形圧力を調整して、粉末成形体のVfを適宜設定するのが良い。Vfの下限は50%、55%、60%、65%さらには70%であるとより好ましく、Vfの上限は75%であるとより好ましい。なお、本明細書でいう体積%とは、鉄粉末の真密度に対する鉄系多孔質焼結体または粉末成形体の嵩密度の割合である。

[0023]

ちなみに、シリンダライナの上部は、点火直後の高圧の爆発圧力が直接またはトッピングを介して間接に作用するため、シリンダライナの下部よりも強度が必要となる。この上部の必要強度に合わせて鉄系多孔質焼結体全体を構成しても良いが、高強度の要求される上部とそれよりも下部とで材質や形状を変更して鉄系多孔質焼結体を形成しても良い。例えば、上部は炭素(C)、クロム(Cr)、バナジウム(V)またはマンガン(Mn)等を含む合金粉末(単種粉末または混合粉末)を主に使用して製造し、下部は純鉄等の安価な粉末を使用して製造して、

いわゆる材質的に2相構造の鉄系多孔質焼結体としても良い。また、材質を変更しなくても、上部を厚く、下部を薄くする等の形状的に2相構造の鉄系多孔質焼結体としても良い。

[0024]

〈ホーニング工程〉

(1) 本発明のホーニング工程は第1研削工程と第2研削工程とからなる。第1研削工程と第2研削工程とでは砥粒の材質と粗さが異なる。このため、同一のホーニングマシンを使用する場合を考えると、ホーニングヘッドまたは砥石の交換が必要となる。しかし、量産段階では、各工程毎に専用のホーニングマシンを用意すれば効率的なホーニング加工ができる。

[0025]

ところで、本発明で使用するホーニングマシンは、前述の砥粒の材質と粗さ以外は特に限定されない。例えば、ホーニングヘッドの軸方向に延在させつつ取付ける砥石の個数は3つでも4つでも6つでも良い。

砥石の形状もシリンダライナの長さやホーニングマシンまたはホーニングヘッドの形態に応じて定めれば足りる。

[0026]

砥石は砥粒を結合剤で結合、保持してなる。この結合剤には、メタルボンド、レジンボンド、メタル系複合ボンドなどがある。本発明で用いたダイヤモンド砥粒やCBN砥粒にはメタルボンドが好適である。そして結合剤が砥粒を保持する強さである結合度は、使用する結合剤の種類と同体積中の結合剤の割合によって決定される。この結合度は砥石の摩耗性に大きく影響する因子に過ぎないため、本発明では結合度までは拘らない。

また、砥石の三要素として、砥粒、結合剤の他に、砥粒と結合剤の間にある空隙である気孔があり、また、この気孔の割合によって、砥石の五因子の一つである組織が決定される。この空隙は切削の逃げなどに影響する。本発明では、クロスハッチ条痕の溝深さの厳密な精度についてまでは問題としていない。従って、砥石の気孔や組織についても本発明では拘らない。

[0027]

(2) シリンダブロックに設けられたシリンダへ挿入されるホーニングヘッドは、回転と軸方向の上下動（送りと戻り）とを繰返し行う。ホーニングヘッドの回転方向は、軸方向の送りと戻り側で、一定でも逆転しても良い。逆転させることでバリ等の発生を抑制できる場合も多い。もっとも、この点に関して本発明では拘らない。

[0028]

クロスハッチ条痕の様子は、ホーニングヘッドに取付けられた砥石とシリンダライナの接触部分における、水平速度と垂直速度との合成速度によって基本的に定まる。すなわち、その接触部分における回転速度と軸方向の移動速度の合成速度によって、シリンダライナに形成されるクロスハッチ条痕の角度が基本的に決定される。水平から軸方向に $\pm 30^\circ$ または $\pm 45^\circ$ 傾斜したクロスハッチ条痕が一般的であるが、本発明のクロスハッチ条痕はそれらの角度に限定されるものではない。

[0029]

さらに、クロスハッチ条痕は、一般的にシリンダライナの全面を通じて単調な凹凸形状であるが、いわゆるプラトーホーニングのような形態の条痕であっても良い。プラトーホーニングは、シリンダライナの断表面が、浅い条痕を有するほぼ平坦部とその平坦部間に形成される比較的深い谷部とが連続した形状（連続した台形状）となるホーニング方法である。このプラトーホーニングをした場合、ピストンやピストンリング等はその平坦部で多く摺接するため摺動抵抗が少なくなり、しかも谷部は十分な油溜りであるため潤滑油切れもなく、性能向上と耐久性の両立が図れる。本発明では、第1研削工程で粗い砥粒からなる砥石でホーニングを行い、その後、第2で細かい砥粒からなる砥石でホーニングを行っているため、このようなプラトーホーニングを行うことも容易である。

[0030]

[実施例]

実施例を挙げて本発明をより具体的に説明する。

〈シリンダブロック〉

本発明に係る一実施例である自動車エンジン用の4気筒のシリンダブロック1

を図1に示す。また、このシリンダブロック1の4つのシリンダ10から任意に選択した一つのシリンダ10の断面図を図2に示した。

[0031]

図2から解るように、各シリンダ10には鉄系多孔質焼結体12が、A1合金製のシリンダブロック本体11に鑄込まれてなる。そして、この鉄系多孔質焼結体12とその円筒内壁面に含浸したA1合金とによってシリンダライナ121が形成される。なお、図2にはシリンダ10の周囲を圍繞するウォータジャケット13も併せて示した。

[0032]

〈鉄系多孔質焼結体の製造〉

ところで、上記鉄系多孔質焼結体12は次のように製造される。

原料として、鉄粉末である還元鉄粉（純鉄：川崎製鉄製KIP240M、平均粒径75 μ m）と、グラファイト（C）と、バインダであるステアリン酸（融点：60 $^{\circ}$ C）からなる粉末冶金用潤滑剤（大日化学ダイワックスW-02）とを用意した。これらをFe：96.5質量%、C：0.5質量%、ステアリン酸：3質量%の割合で混合した（混合工程）。この混合は、ミリング装置を用いて0.5時間行った。

[0033]

次に、これを円筒形状のキャビティを有する成形型（金型）に自然充填した（充填工程）。このとき、成形型は予めオーブンで、バインダの融点以上である80 $^{\circ}$ Cに加熱しておいた。従って、混合粉末中のバインダは、充填後直ちに軟化を開始した（加熱工程）。

[0034]

次に、成形型に充填した混合粉末を、油圧プレスで上下方向から加圧した（加圧工程）。このときの加圧力は50MPaとした。

こうして得られた粉末成形体を成形型から取出した（取出工程）。得られた粉末成形体は、外径86mm \times 高さ130mm \times 板厚3mmである。この粉末成形体は、素手で十分に取扱える強度を有しており、多少の振動等で崩壊することはなかった。この粉末成形体の鉄粉末占有体積率を調べたところ、約55体積%で

あった。

[0035]

次に、前記粉末成形体を真空炉の中に入れて、真空または窒素ガスの雰囲気中で1050℃×0.5時間加熱して焼結させた（焼結工程）。こうして、前記した粉末成形体と同形状で気孔率が約55体積%の多孔質焼結体を得られた。

[0036]

〈シリンダブロックの鋳造〉

上記の多孔質焼結体12を、Al合金（JIS ADC12）に鋳込んでエンジンのシリンダブロック1を製作した。このブロック本体11は、ダイカストにより製造した。ダイカストの条件は、熔融温度680℃、金型温度250℃、加圧力100MPaとした。

ちなみに、このエンジンプロック1のシリンダ10の内壁面を観察したところ、ブロック本体11のAl合金が鉄系多孔質焼結体12中へ十分に含浸していることが確認された。

[0037]

〈シリンダブロックのホーニング〉

ホーニングマシン2（日進製作所製：CMH-300-N-S）を用いてシリンダブロック1のシリンダ10をホーニングする様子を図3に示す。次に説明する第1研削工程および第2研削工程では、このホーニングマシン2を共通して用い、治具形式もユニバーサル式で共通とした。

また、ホーニングヘッド21も取付ける砥石が第1研削工程と第2研削工程とで異なるだけであり、基本的には共通であるので、以下では同一の符号を使用する。

[0038]

（1）第1研削工程

ホーニングヘッド21の外周面には、軸方向に延びる#325（第1粗さ）のダイヤモンド砥粒（第1砥粒）からなるダイヤモンド砥石（第1砥石）Dを60度間隔で6つ取付けた。このダイヤモンド砥石Dは市販品でSD325-I20-MBA2である。

このホーニングヘッド21をシリンダ10に挿入して回転数130rpmで往復動させた。このときの取り代は20 μ mとした。なお、研削加工中は、油性の切削油を常時供給しつつ行った。

[0039]

(2) 第2研削工程

第1研削工程後のシリンダに対して、軸方向に延びる#1000(第2粗さ)のCBN砥粒(第2砥粒)からなるCBN砥石(第2砥石)Cを60度間隔で6つ外周面に取付けたホーニングヘッド21を用いて、研削加工を行った。

このCBN砥石Cは市販品でCB1000-I20-MBA2である。

これ以降の工程や加工条件は第1研削工程の場合と同様である。このときの取り代は8 μ mとした。

[0040]

〈評価〉

(1) 前述したシリンダブロック1と同様のものを複数用意して、上述した条件でホーニング工程を行った場合(実施例)と、そのいずれかの条件を変更してホーニング工程を行った場合との結果を表1にまとめた。なお、表1中の「x」は測定を行っていないことを示す。

また、表1中の試験片No. 1(実施例)と試験片No. 2(比較例)に示すシリンダライナの一部分を走査型電子顕微鏡(SEM)で撮影した写真を図4Aおよび図4Bに対比して示す。

また、さらにその試験片No. 1と試験片No. 2とを拡大した光学顕微鏡写真を図5Aおよび図5Bに対比して示す。

[0041]

(2) 試験片No. 2は第1研削工程の砥粒粗さを#120、試験片No. 3は第1研削工程の砥粒粗さを#170としたが、両者とも面粗度が10 μ m以上と悪いため、本評価では、真円度、真直度、プラトー率、クロスハッチ角度は評価していない。試験片No. 4は第2研削工程の加工代を4 μ m(試験片No. 1は2 μ m)としたが、面粗度やプラトー率が小さすぎて、顕微鏡でバリやカエリが観察されなくても、油保持の効果が小さいといえる。

[0042]

(3) 以上のことから、本発明で示した範囲の加工条件でホーニング工程を行った場合の試験片No. 1のシリンダライナは、クロスハッチ条痕が所望範囲内にあり、その表面には目立ったカエリやバリ等がなく、極めて良好な面性状であることが明らかとなった。

[0043]

[表 1]

試験片 No.	ホーニング工程の条件				測定結果						顕微鏡観察 面性状の優劣 (目立つバリ・カエリ の有無で判断)	
	第1研削工程		第2研削工程		真円度 (μm)	面粗度 (μm)	真直度 (μm)	プラトー率		クロスハッチ 角度 ($^{\circ}$)		
	砥粒 粗さ	砥粒 材質	砥粒 粗さ	砥粒 材質				Hp(40-1)	Hp(80-1)			
1	#325	ダイヤモンド	#1000	CBN	2	0.5~0.8	2.01~2.24	1.15	0.37~0.51	0.88~0.91	29~30	優
2	#120	ダイヤモンド	#1000	CBN	2	x	10以上	x	x	x	x	劣
3	#170	ダイヤモンド	#1000	CBN	2	x	10以上	x	x	x	x	劣
4	#325	ダイヤモンド	#1000	CBN	4	0.55~1.4	1.33~1.84	2.85	0.09~0.15	0.26~0.41	29~30	優 (粗度が細かすぎて、 油保持が期待できないので、 製品としては好ましくない)

請求の範囲

1. シリンダブロックに設けられたシリンダ内に嵌入されたピストンが摺接し得る該シリンダの内筒面であるシリンダライナにクロスハッチ条痕を形成するホーニング工程を有するシリンダブロックの製造方法であって、

前記シリンダライナは、鉄を主成分とする鉄粉末を加圧成形した粉末成形体を加熱して焼結させた筒状の鉄系多孔質焼結体と該鉄系多孔質焼結体の外周側から含浸させたアルミニウム合金とにより形成され、

前記ホーニング工程は、第1粗さのダイヤモンド砥粒を固化させた第1砥石を回転させつつ前記シリンダライナの軸方向へ上下動させる第1研削工程と、

該第1粗さよりも細かい立方晶窒化ホウ素（CBN）砥粒を固化させた第2砥石を回転させつつ該シリンダライナの軸方向へ上下動させる第2研削工程とからなり、

クロスハッチ条痕を有するシリンダライナが得られることを特徴とするシリンダブロックの製造方法。

2. 前記第1粗さは#270～400（JIS規格、以下同様）であり、

前記第2粗さは#800～1200である第1項に記載のシリンダブロックの製造方法。

3. 該鉄系多孔質焼結体は、全体を100体積%としたときに焼結した前記鉄粉末の占める鉄粉末占有体積率（ V_f ）が45～80体積%である第1項に記載の粉末成形体の製造方法。

4. アルミニウム合金製のブロック本体と、

該ブロック本体に設けられたシリンダ内に嵌入されたピストンが摺接し得る該シリンダの内筒面であり、鉄を主成分とする鉄粉末を加圧成形した粉末成形体を

ンダブロックであって、

前記シリンダライナは、第1～3項のいずれかに記載したホーニング工程によりクロスハッチ条痕が形成されていることを特徴とするシリンダブロック。

図 1

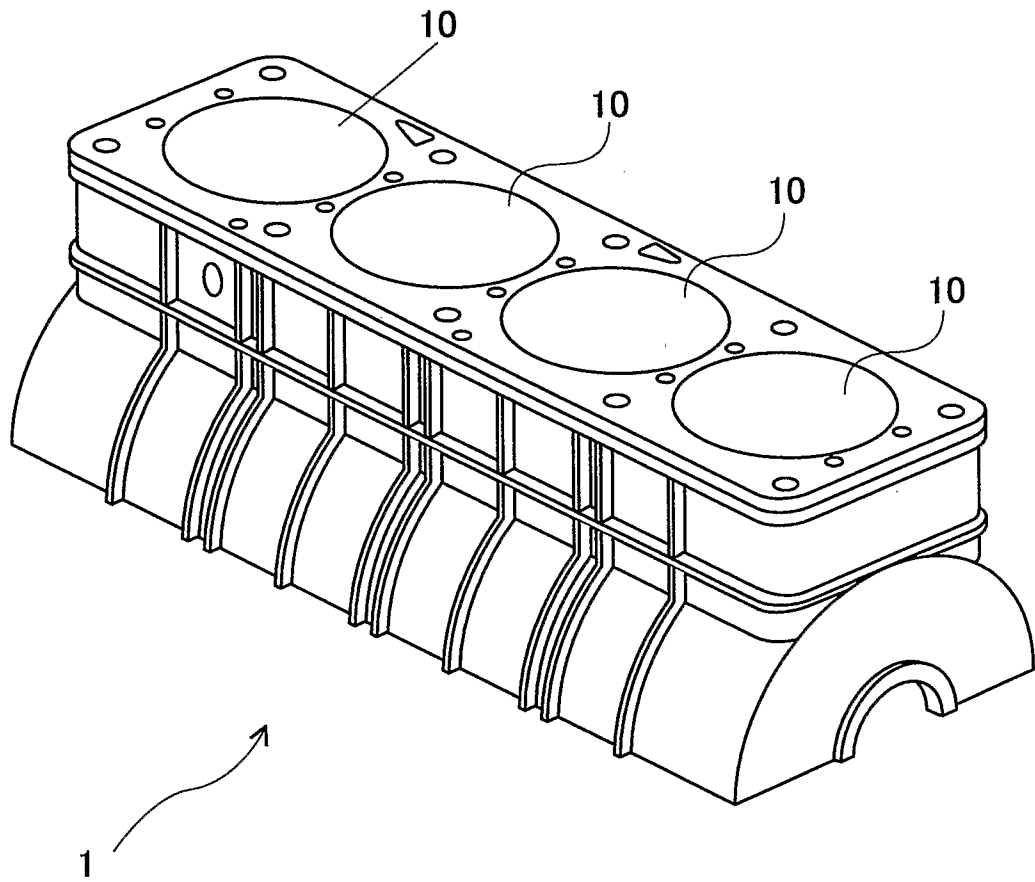


図 2

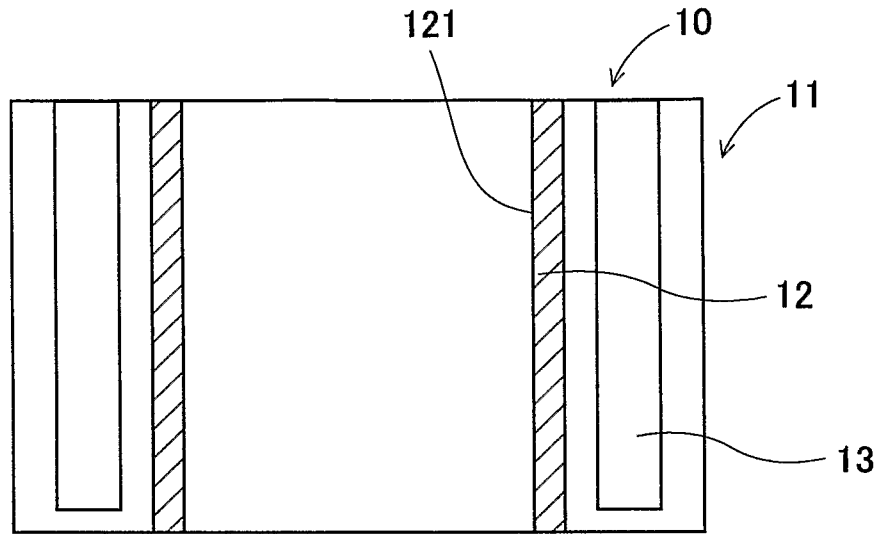


図 3

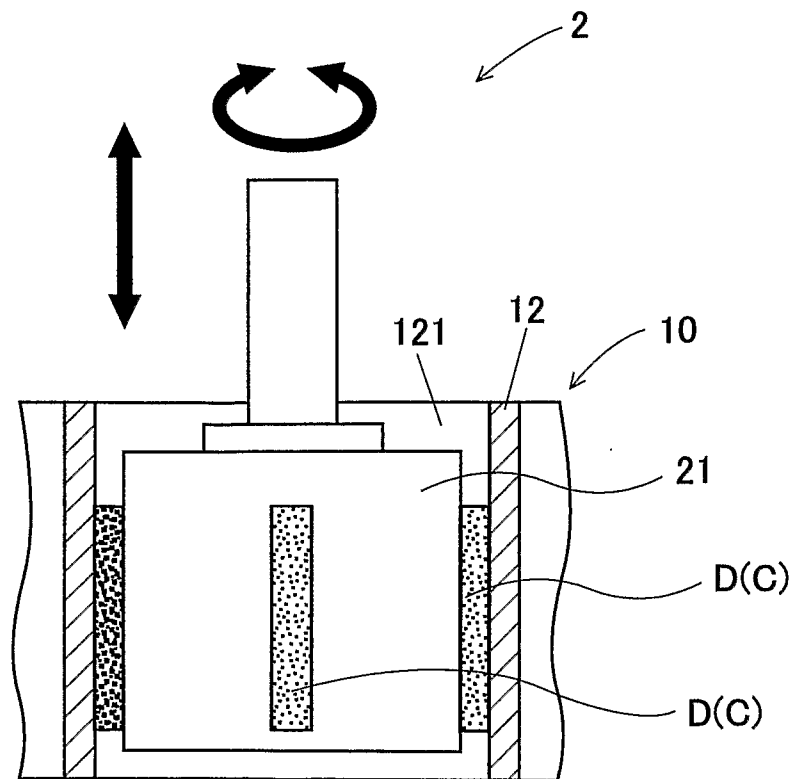
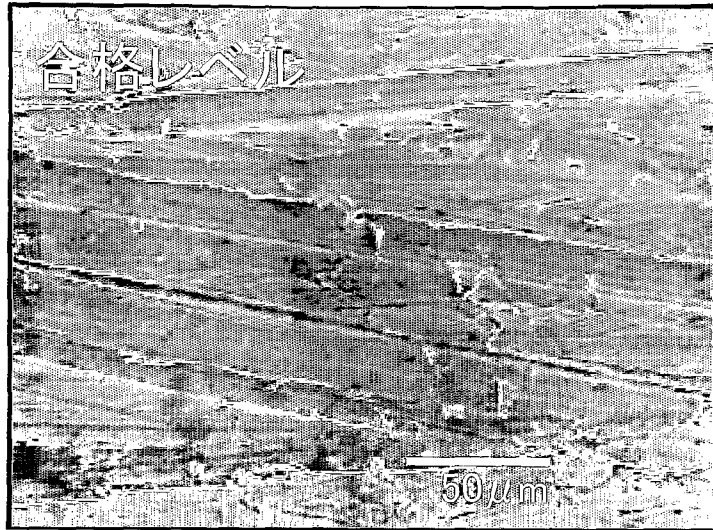


図4A



試験片 No.1

図4B



試験片 No.2

図5A



図5B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/063084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16J10/04(2006.01)i, B22D19/00(2006.01)i, B22D19/08(2006.01)i, B24B33/02(2006.01)i, F02F1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16J10/04, B22D19/00, B22D19/08, B24B33/02, F02F1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 3800510 B1 (Toyota Industries Corp.), 26 July, 2006 (26.07.06), Par. Nos. [0027] to [0034] (Family: none)	1, 3-4
Y	JP 4-189465 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 July, 1992 (07.07.92), Page 1, right column, line 9 to page 2, upper left column, line 13 (Family: none)	1, 3-4
Y	JP 2004-116707 A (Nippon Piston Ring Co., Ltd.), 15 April, 2004 (15.04.04), Par. No. [0040] (Family: none)	1, 3-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 October, 2008 (07.10.08)

Date of mailing of the international search report
14 October, 2008 (14.10.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16J10/04(2006.01)i, B22D19/00(2006.01)i, B22D19/08(2006.01)i, B24B33/02(2006.01)i, F02F1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16J10/04, B22D19/00, B22D19/08, B24B33/02, F02F1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 3800510 B1 (株式会社豊田自動織機) 2006.07.26, 段落【0027】 -【0034】 (ファミリーなし)	1, 3-4
Y	JP 4-189465 A (日産自動車株式会社) 1992.07.07, 第1ページ右欄 第9行-第2ページ左上欄第13行 (ファミリーなし)	1, 3-4
Y	JP 2004-116707 A (日本ピストンリング株式会社) 2004.04.15, 段 落【0040】 (ファミリーなし)	1, 3-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.10.2008

国際調査報告の発送日

14.10.2008

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

林 道広

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

3W

3525