(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 6 月 30 日(30.06.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/103856 A1

(51) 国際特許分類:
F02F 3/00 (2006.01) *F02F 3/14* (2006.01)
C03B 19/06 (2006.01) *F02F 3/26* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/078864

(22) 国際出願日: 2015 年 10 月 13 日(13.10.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-261720 2014 年 12 月 25 日(25.12.2014) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 佐々木　正登(SASAKI, Masato); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名四丁目７番１号　日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小林　博通, 外(KOBAYASHI, Hiromichi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町１番２９号 掖済会ビル　ＳＨＩＧＡ内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

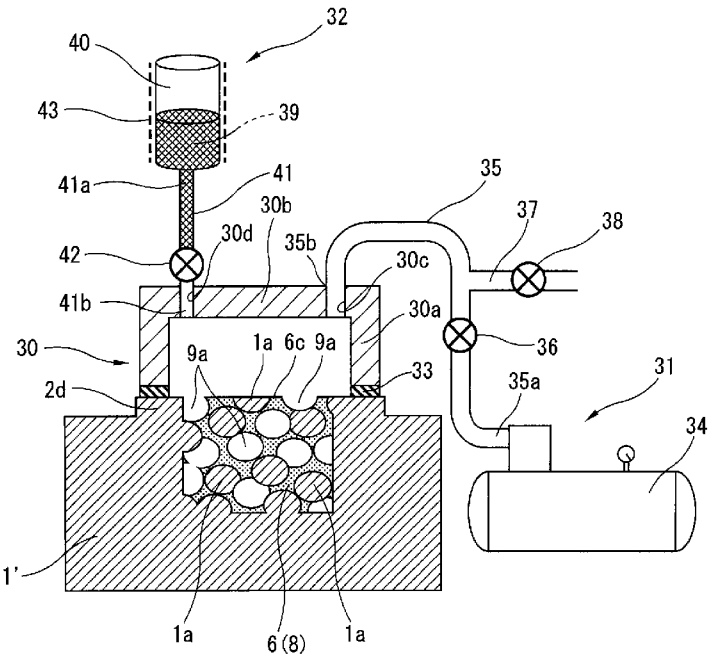
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: PISTON FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND PROCESS AND DEVICE FOR PRODUCING SAID PISTON

(54) 発明の名称 : 内燃機関用ピストンと、このピストンの製造方法及び製造装置



(57) **Abstract**: This piston includes a low-thermal-conductivity part 5 which comprises: a porous member 6 constituted of a borosilicate glass that has a lower thermal conductivity than the piston base 1' constituted of an aluminum alloy material; and an aluminum alloy material 1a that is the base 1' which has infiltrated into the porous member. A molded object obtained from a first powder 8, which is a powder of the glass, and a second powder 9, which is a sodium chloride powder, is put in warm water to dissolve away the second powder 9 and form pores 9a in the porous member. The aluminum alloy material 1a is infiltrated into these pores to unite the porous member to the piston base. Furthermore, a varnish 39 containing a polyimide or the like is applied to the upper surface of the porous member and infiltrated into the pores with a varnish infiltration device assisted by vacuuming and atmospheric pressure, thereby inhibiting the pores from remaining vacant. Due to this, deterioration in exhaust emission performance can be inhibited.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/103856 A1

低熱伝導率部５は、アルミニウム合金材からなるピストン母材１'よりも熱伝導率の低いホウ珪酸ガラスからなる多孔質部材６と、該多孔質部材の内部に含浸された母材１'のアルミニウム合金材１ａとを備え、前記ガラス粉末の第１粉体８と塩化ナトリウム粉末の第２粉体９の成形体を湯中に入れて第２粉体９を溶解して多孔質部材内に空孔９ａを形成し、この空孔内にアルミニウム合金材１ａを含浸させてピストン母材と一体化すると共に、多孔質部材上面にポリイミドなどを含むワニス３９を真空引きと大気圧を利用したワニス含浸装置によって空孔内に含浸させて残存を抑制した。これにより、排気エミッション性能の悪化を抑制することができる。

明　細　書

発明の名称 ：

内燃機関用ピストンと、このピストンの製造方法及び製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、鋳造によって形成される内燃機関用ピストンと、このピストンの製造方法及び製造装置に関する。

背景技術

[0002] 周知のように、火花点火式のガソリン内燃機関にあっては、リーンバーンによる燃費の向上や均質燃焼による出力の向上などを狙ったいわゆる直噴型（ＧＤＩ）内燃機関が提供されている。

[0003] これは特に、燃焼室を構成するアルミニウム合金製のピストンの冠面に、部分的に断熱材を設けることによって、噴射燃料の霧化促進効果があることが解っているが、アルミニウム合金母材に断熱材を強固に結合することが困難である。

[0004] そこで、本出願人が先に出願した以下の特許文献１に記載されたもののように、ピストンの冠面の所定位置に、アルミニウム合金母材よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部が設けられており、この低熱伝導率部は、アルミニウム合金母材よりも熱伝導率の低いガラス材からなる多孔質部材にピストン母材のアルミニウム合金材を含浸させる構造になっている。この構造によって、高い断熱性とピストン母材との結合強度の両方を満足するようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１４－２５４１８号公報

発明の概要

[0006] しかしながら、前記特許文献１に記載された従来の技術は、前記アルミニウム合金溶湯の粘性などに起因して、前記多孔質断熱材の各空孔の全体にア

ルミニウム合金溶湯が十分に含浸されずに、少なからず空孔が残存してしまう。

[0007] このため、内燃機関の駆動中において、残存した前記空孔内に未燃焼ガスが入り込んでそのまま排気ガスとして排出されてしまうことから排気エミッション性能が悪化してしまうおそれがある。

[0008] 本発明は、低熱伝導率部による高い断熱性とピストン母材との結合強度を確保しつつ封孔処理の向上によって多孔質部材の空孔の残存を抑制させて排気エミッション性能の悪化を抑制し得る内燃機関用ピストンを提供することを目的としている。

[0009] 請求項１に記載の発明は、とりわけ、低熱伝導率部は、ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材と、該多孔質部材の空孔内に含浸された含浸剤と、を有し、該含浸剤は、機関駆動中の前記ピストンの使用環境下において前記空孔内に保持されていることを特徴としている。

[0010] 本発明によれば、封孔処理の向上によって多孔質部材の空孔の残存を抑制して、排気エミッション性能の悪化を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]Ａは本発明に係る内燃機関のピストンの縦断面図、Ｂは図１Ａに示すＡ部拡大図である。

[図2]Ａは本実施形態に供される多孔質部材の縦断面図、Ｂは図２Ａに示すＢ部拡大図である。

[図3]本実施形態に供される多孔質部材における塩化ナトリウムの体積と体積率との関係から空孔（空隙率）と残留塩化ナトリウムを示す特性図である。

[図4]塩化ナトリウムの体積と熱伝導度との関係を示す特性図である。

[図5]本実施形態に供される鋳造金型装置を示す縦断面図である。

[図6]同鋳造金型装置によって鋳造された直後のピストン成形体を示す縦断面図である。

[図7]本実施形態に供されるワニス含浸装置を示す模式図である。

[図8]ワニス含浸装置によるワニス含浸工程の模式図であって、Ａは真空状態

にある真空容器内にワニスを供給している状態を示し、Ｂはワニスの供給が終了した状態を示し、Ｃはワニスが各空孔内に含浸された状態を示している。

[図9]第２実施形態に供されるワニス含浸装置の模式図を示し、Ａは真空容器に負圧導入機構とワニス供給機構が接続されていない状態を示し、Ｂは真空容器に前記両機構が接続されている状態を示している。

[図10]第３実施形態に供されるワニス含浸装置の模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明に係る内燃機関用ピストンと、このピストンの製造方法及び製造装置の実施形態を図面に基づいて詳述する。本実施形態に供されるピストンは、火花点火式の直噴型ガソリン機関に適用したものである。

[0013] 前記ピストン１は、全体が母材としてＡＣ８Ａ　Ａｌ－Ｓｉ系のアルミニウム合金によって一体に鋳造され、図１Ａに示すように、ほぼ円筒状に形成されて、冠面２ａによって燃焼室を画成する冠部２と、該冠部２の下端外周縁に一体に設けられた円弧状の一対のスラスト側スカート部３及び反スラスト側スカート部３と、該各スカート部３の円周方向の両側端に連結された一対のエプロン部４、４と、を備えている。なお、このエプロン部４には、図外のピストンピンの両端部を支持するピン孔４ｂ、４ｂが形成されたピンボス部４ａ、４ａが一体に設けられている。

[0014] 前記冠部２は、比較的肉厚に形成された円盤状を呈し、燃焼室を構成する冠面２ａが断面ほぼ凹凸状に形成されて一部に表面積の大きな平坦状の凹部２ｂが形成されていると共に、該凹部２ｂの上面所定位置にピストン母材１’よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部５が埋設されている。また、冠部２の外周には、３つのピストンリング溝２ｃが形成されている。

[0015] この低熱伝導率部５は、凹部２ｂでの埋設位置が図外のシリンダヘッドに設けられた燃料噴射弁であるインジェクターから燃料が直接噴射される位置であって、後述するピストン１の鋳造時に凹部２ｂ内に一体的に埋設されるようになっていると共に、図１Ｂに示すように、ピストン母材１’よりも熱

伝導率の低いガラス材からなる多孔質部材６の内部にピストン母材１’の一部のアルミニウム合金材１ａが含浸されている。

[0016] すなわち、この低熱伝導率部５は、ピストン１とは別途に後述する製造方法によって基本的に凸円盤状に形成されて前記ガラス材からなる多孔質部材６と、該多孔質部材６の予め充填される水溶性塩が溶解した後の空孔９ａ内に含浸されるピストン母材１’の一部であるアルミニウム合金材１ａと、前記空孔９ａ内に含浸される後述するワニス３９とから構成されている。

〔多孔質部材の製造方法〕

以下、前記多孔質部材６の製造方法の概略を説明すると、まず、水に溶けないガラスの粉末である第１粉体８と、水溶性の粉末（塩化ナトリウム粉末）としての第２粉体９を混合し、この混合粉を型に入れて所定圧で加圧成形した後、所定の焼結温度ＴＢによって焼結させる。なお、この焼結温度ＴＢは、第２粉体９の焼結温度ＴＡよりも低い。

[0017] その後、焼結された焼結体を、攪拌された水または湯に浸漬させて、焼結体内の第２粉体９を水または湯によって溶解して除去して多くの空孔９ａを形成することによって、図２に示す多孔質部材６を成形する。この多孔質部材６は、熱伝導率が溶湯金属である前記ピストン母材１’の熱伝導率よりも十分に小さい。

[0018] 前記第１粉体８は、前述したようにガラス粉末であって、昇温によりガラス転移現象を示す非結晶固体である珪酸塩、ホウ酸塩、リン酸塩を主成分とする硬く透明な物質である。化学的にはガラス状態になる主として珪酸化合物（珪酸塩鉱物）である。ガラスを構成する酸化物としては、ＳｉＯ２、Ａｌ２０３、Ｂ２０３、ＢａＯ、Ｂｉ２０３、Ｌｉ２０、ＭｇＯ、Ｐ２０５、ＰｂＯ、ＳｎＯ、ＴｉＯ２、ＺｎＯ、Ｒ２Ｏ（Ｒはアルカリ金属：Ｌｉ、Ｎａ、Ｋの略号）、ＲＯ（Ｒはアルカリ土類金属；Ｍｇ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｂａの略号）がある。

[0019] 前記第１粉体８は、軟化する温度（軟化点）が第２粉体９の融点より低く、融点７００℃以上になっている。

[0020] 前記ガラス転移点は、ガラス構造が変化する温度であって、粘性約１０１３．３ｐｏｉｓｅ。前記軟化点は、ガラスが自重で軟化変形する温度であって、粘性約１０７．６ｐｏｉｓｅである。

[0021] 一方、第２粉体９は、材料として塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化マグネシウム、塩化カルシウム、炭酸カルシウム、炭酸ナトリウム、硫酸ナトリウム、硫酸マグネシウム、硫酸カリウム、硝酸ナトリウム、硝酸カルシウム、硝酸マグネシウム、硝酸カリウム、四ホウ酸ナトリウムなど水溶性の塩類であるが、この中の一つもしくは二つ以上の塩の混合塩であってもよい。

[0022] 前記塩化ナトリウムと、塩化カリウム、塩化マグネシウム、塩化カルシウム、炭酸カルシウム、炭酸ナトリウム、硫酸ナトリウム、硫酸マグネシウム、硫酸カリウム、四ホウ酸ナトリウムのように融点が７００℃を超えかつ水溶性である塩が望ましい。本実施形態では前記塩化ナトリウムを用いている。

〔実施例〕

以下、多孔質部材６の具体的な製造方法について説明する。

[0023] まず、ホウ珪酸ガラス（旭硝子（株）製の粉末ガラス　ＡＳＦ１８９８）の第１粉体８に前記塩化ナトリウムである第２粉体９を攪拌混合する。

[0024] 第１粉体８と第２粉体９の混合割合は、第１粉体８が４０～２０体積％で、第２粉体９が６０～８０体積％に設定した。重量比の比率割合が５４：４６（重量比）となる混合粉を混合した（混合工程）。

[0025] 各粉末の粒径は、第１粉体８が平均粒径４．５μｍ、第２粉体９が７５～１８０μｍが７０％以上に設定した。

[0026] 次に、前記混合粉を型に入れて加圧成形し、６５０℃～７５０℃の温度で、２０～４０分間加熱して焼成するが、本実施例では、７００℃の温度で３０分間加熱して焼結成形体を得た（焼成工程）。

[0027] この焼結成形体を、攪拌された５５℃の湯中（液体）に浸漬して内部の第２粉体９（塩化ナトリウム）を溶解して成形体から抜き出して多くの空孔９ａを有する多孔質部材６を得た（溶解工程）。なお、この溶解工程は、第２

粉体９を５０℃～９５℃の湯中で３０分～３時間の範囲内で行うようになっている。

[0028] この多孔質部材６は、図２Ａに示すように、円盤状の基部６ａと、該基部６ａの上面に一体に設けられた小径円柱状の突起部６ｂとからなり、図２Ｂに示すように、第２粉体９が殆ど溶解されて消失して前記第１粉体８（ガラス）が残存する形になるので、第１粉体８の周囲には多くの空孔９ａが形成された状態になる。

[0029] そして、前述した混合工程と焼成工程において、第１粉体８（ガラス粉末）と第２粉体９（塩化ナトリウム）の混合粉の成形体を加熱すると、塩化ナトリウムの粒子の周りをガラス粉末が覆うことになり、第１粉体８と第２粉体９の混合割合によって多孔質部材６の出来方が異なる。

[0030] つまり、本願の発明者が、第１粉体８と第２粉体９の混合割合を種々変えた実験をしたところ、図３及び図４に示す結果になった。

[0031] すなわち、例えば、塩化ナトリウムの粉末が８０体積%以上で、ガラス粉末が２０体積%以下である場合には、加熱によってガラス粉末同士が溶融接合しないため、成形体を作ることができず、水または湯で溶解したときに成形体が崩れてしまう。

[0032] また、塩化ナトリウムの粉末が６０体積%より少なく、ガラス粉末が４０体積%より多いと、加熱によってガラス粉末同士が容易に溶融接合して、塩化ナトリウム粉末の周りを覆ってしまう。したがって、その後の水または湯で塩化ナトリウムの粉末が溶かし出す際に、塩化ナトリウム粉末に水や湯が接触することができず、前記多孔質部材６を成形することが出来なくなる。

[0033] 塩化ナトリウム粉末が６０～８０体積%で、ガラス粉末が４０～２０体積%のとき、オープンな空孔９ａ（表面から内部までつながっている空孔）が得られる。塩化ナトリウム粉末は全て溶け出すことはなく、その一部はガラス粉末に覆われてクローズな状態になっている。このクローズな状態の塩化ナトリウム粉末の量は、該塩化ナトリウム粉末（第２粉体９）とガラス粉末（第１粉体８）の混合割合で決定される。

[0034] そして、塩化ナトリウム（第２粉体９）が８０体積％のとき、溶解によって残留する塩化ナトリウムはなくなり、第２粉体９の体積％が減少していくと、残留塩化ナトリウムの体積％も上昇して第２粉体９が６０体積％のとき、残留する塩化ナトリウムの粉末は２５体積％となる。残留した塩化ナトリウム粉末は第１粉体８のガラス粉末に囲まれており、断熱材として機能する一方、得られた多孔質部材６に、後述するピストン鋳造合金（一部のアルミニウム合金材１ａ）を含浸させた後、含浸部分を切削加工して仕上げるが、その加工表面に残留した塩化ナトリウムが現れる。

[0035] 現れた塩化ナトリウム粉末を再び水または湯で溶解除去すると、加工表面は多孔質部材６であるガラスとピストン母材１’の鋳造合金の複合構造になって、塩化ナトリウム粉末が多くなるほど溶解量が多くなり、表面の凹凸が多くなって表面積が増大する。

[0036] そこで、本実施例では、第２粉体９の塩化ナトリウム粉末を６０～８０体積％とし、第１粉体８のガラス粉末を４０～２０体積％に設定したのである。

[0037] 次に、前記第２粉体９の殆どが除去されて、主として第１粉体８（ガラス）によって構成された多孔質部材６を、後述する減圧鋳造用の金型１０内に設置し、その後、該金型１０内にアルミニウム合金溶湯を注入してピストン１を鋳造すると共に、このピストン１の鋳造中に多孔質部材６の各空孔９ａ内にピストン母材１’の溶湯の一部を含浸させて冠面２ａの凹部２ｂに低熱伝導率部５を一体に埋設するようになっている（注入工程）。

[0038] 前記減圧鋳造用の金型１０は、前記従来技術として掲げた特開２０１４－２５４１８号公報に記載されたものと同一であるから簡単に説明すると、図５に示すように、モールド型１１内には、センターコア１２及び該センターコア１２の周囲に配置したフィリップコア１３やサイドコアなどの複数の分割コアを組み合せてなる中子１５を下部側に備えている。なお、金型１０の内部に冷却水を循環するための冷却路を形成した図外の左右一対のリストピンが対向して水平に設けられ、このリストピンの先端部が前記サイドコアに

形成した穴に係脱可能に係合されている。

[0039] さらに、前記減圧鋳造用金型１０は、上部側に前記モールド型１１に対して着脱可能なトップコア１９が設けられており、このトップコア１９は、吸引排出部２０の一例としての空間部を備えた外トップコア２１と、この外トップコア２１に一体的に設けた内トップコア２３とから構成されている。

[0040] 前記外トップコア２１は、上端部に前記吸引排出部２０を封止するアダプター２５が設けられ、このアダプター２５のほぼ中央にパイプ状の第１連通管２７が設けられている。この第１連通管２７は、前記吸引排出部２０に連通していると共に、例えば真空ポンプ（図示省略）などのような負圧発生手段に接続されている。したがって、前記負圧発生手段を作動することにより、前記吸引排出部２０内を減圧し負圧にすることができる。

[0041] 前記内トップコア２３は、中子１５及び前記モールド型１１との間にキャビティ２２を形成するものであると共に、多孔質材料により通気性金型（多孔質金型）によって構成されている。

[0042] 前記内トップコア２３の下面のキャビティ面２３Ａは、ピストン１の冠面２ａを転写するための転写面に形成されていると共に、放電加工により仕上げ面に形成されている。したがって、アルミニウム合金の溶湯に対する耐熱性、耐摩耗性に優れていると共に、かじりを生じることがない。

[0043] また、前記内トップコア２３のキャビティ面２３Ａにおいて、製品としてのピストン１における冠面２ａの冠面燃焼室の細い部分やエッジに対応した部分２３Ｂの肉厚は２ｍｍよりは厚く１２ｍｍ以下に形成してある。

[0044] また、内トップコア２３の所定位置には、図５に示すように、該内トップコア２３と前記吸引排出部２０及びアダプター２５を上下方向から貫通した金属パイプ状の第２連通管２８が設けられていると共に、該第２連通管２８の下端部に前記多孔質部材６を保持する保持溝２３ｃが形成されている。つまり、前記多孔質部材６は、予め内トップコア２３のキャビティ面２３Ａの所定位置に保持されており、前記突起部６ｂが第２連通管２８の下端部内に圧入によって嵌合保持されていると共に、基部６ａが保持溝２３ｃの周面に

当接保持されている。

[0045] 前記第２連通管２８は、上端部に前記第１連通管２７と同じく例えば真空ポンプ（図示省略）などのような負圧発生手段に接続されている。したがって、前記負圧発生手段を作動することにより、前記保持溝２３ｃに予め保持された前記多孔質部材６の内部を減圧し負圧にして、後述するアルミニウム合金１ａの溶湯を多くの空孔９ａに含浸させるようになっている。

[0046] したがって、前記吸引排出部２０を負圧にすると、前記キャビティ２２内の気体は内トップコア２３を介して吸引排出部２０に吸引されて外部へ排出され、前記キャビティ２２に注入されたアルミ合金の溶湯は、前記内トップコア２３のキャビティ面２３Ａ（転写面）に吸引されて直接接触し、前記キャビティ面２３Ａの形状がそのまま転写されることになる。

[0047] また、前記吸引排出部２０を負圧にしてキャビティ２２の気体を吸引排出すると共に、キャビティ２２内の溶湯を吸引して内トップコア２３のキャビティ面２３Ａに直接密着するとき、製品の細い部分やエッジに対応した部分の吸引が効果的に行われることとなり、製品の細い部分やエッジの部分であっても内トップコア２３のキャビティ面２３Ａの形状を正確に転写することができる。

[0048] さらに、前記モールド型１１には、前記キャビティ２２に対して溶湯を給湯するための湯道２９が設けてあり、この湯道２９は前記キャビティ２２の下部側に連通している。

〔ピストンの鋳造方法〕

したがって、前記金型１０を用いてピストン１を鋳造するには、モールド型１１の前記湯道２９から前記キャビティ２２内へアルミ合金の溶湯を注入する（注入工程）と共に、吸引排出部２０内を負圧にする。この際、前記キャビティ２２に対する溶湯の供給は、キャビティ２２の下部側に行われ、前記吸引排出部２０を減圧し負圧にすることにより、前記キャビティ２２内の気体は、前記内トップコア２３を透過して外部へ排出されるものである。

[0049] また、同時に前記真空ポンプによって第２連通管２８を介して多孔質部材

６内を減圧して負圧にすることから、前記キャビティ２２内に供給された溶湯は、前記吸引排出部２０の負圧により、内トップコア２３のキャビティ面２３Ａ（転写面）に直接吸引接触されて密着する。

[0050] すなわち、キャビティ２２に対してアルミニウム合金溶湯を湯道２９から給湯し、湯口が溶湯によって閉塞されると、図外の減圧用のモータが駆動されて吸引排出部２０内の空気が排出され、吸引排出部２０が減圧される。この減圧によって吸引排出部２０とキャビティ２２との間に差圧が生じると、キャビティ２２内の気体は通気性金型（多孔質金型）である内トップコア２３の空孔を透過して外部へ排出される。

[0051] そして、キャビティ２２内の溶湯が次第に上昇して前記内トップコア２３のキャビティ面２３Ａに接触すると、吸引排出部２０が減圧されていることにより、前記溶湯はキャビティ面２３Ａに吸引密着される態様となる。この際、ピストン１を成形する場合には、前記キャビティ面２３Ａの凹凸がピストンの冠面に転写されるものであり、ピストン冠面の凸部に相当するキャビティ面２３Ａの凹部２３Ｃの部分２３Ｂは、他の部分よりも薄く形成してあるので、この部分の溶湯の吸引密着がより効果的に行われ、ピストン冠面２ａの形状の出にくい部分であっても高精度に成形することができる。

[0052] また、前記多孔質部材６内も負圧になっていることから、キャビティ２２内のアルミニウム溶湯の一部は前記多孔質部材６内に吸引されて、塩化ナトリウムが溶解された多数の空孔９ａ内に浸透して含浸される。これにより、図６に示すように、内部にピストン母材１’と同じアルミニウム合金材１ａが含浸された低熱伝達率部５がピストン母材１’に対して一体的に埋設固定される。なお、前記各空孔９ａにアルミニウム合金材１ａが含浸されるが、僅かに前記第２粉体９（塩化ナトリウム）が残存している。

[0053] その後、冷却された減圧鋳造用金型１０から前記低熱伝導率部５が一体となったピストン母材１’を取り出す。なお、このピストン母材１’の前記凹部２ｂ上面には、前記低熱伝導率部５の外周側に円筒部２ｄが一体に形成されており、この円筒部２ｄの高さは前記低熱伝導率部５の高さとほぼ同一に

形成されている。

[0054] その後、前記ピストン母材１’の低熱伝導率部５（多孔質部材６）の上面の空孔９ａ内に、ワニス含浸装置によってワニス３９を含浸させる。

[0055] すなわち、前記多孔質部材６の特に上面６ｃには多くの空孔９ａ（全空孔率１～１０％）が発生していることから、前述のように、多くの空孔９ａ内に燃料ガスが発生して排気エミッション性能が低下するおそれがある。このため、封孔処理が行われており、一般の封孔処理は、空孔９ａに有機質系の封孔剤を用いて浸透、含浸させる。主な封孔剤の種類としては、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ビニール樹脂、ブチラール樹脂、有機アミンの誘導体などがある。封止材（含浸剤）としては、空孔内に容易に含浸することが可能な低粘度のものがよく、刷毛塗り、浸漬塗り、スプレー塗装などの手段が考えられる。

[0056] しかし、これらの封止材は、耐熱温度が低く、ピストン１の冠面２ａの温度が３５０℃となる温度環境に耐えられない。各空孔９ａへの含浸においても、前記刷毛塗りなどでは空孔９ａへの十分な含浸は期待できない。そこで、いわゆる真空含浸法の適用により、数μｍの隙間にも含浸させることができるが、一般的な真空含浸法では部品全体を浸漬させるものであり、処理後、含浸以外の部分を洗浄する必要があり、作業性が悪かった。

[0057] そこで、本実施形態では、以下の真空アシストによるワニス含浸装置によってワニス３９の各空孔９ａ内への含浸性を向上させるようにしたものである。

[0058] 前記ワニス３９は、封止剤として硬化後に噴射燃料の燃焼熱に耐えられるものでなくてはならないものであり、本実施形態では、ガラス転移温度が３５０℃以上であるポリイミド前駆体またはポリアミドイミド前駆体であって、これらがＤＭＡ、ＤＭＦあるいはＧＢＬを主体とした溶媒によって溶解されており、これは本願発明者による実験の結果に基づく以下の表１，２から選択されたものである。なお、前記ワニス３９は、前駆体ではなく、すでにイミド化したポリイミド溶掖を使用することも可能である。

[0059] この実験では、ワニス３９としてポリイミド系（ＰＩ）のものを２種類（１）（２）、ポリアミドイミド系（ＰＡＩ）のものを２種類（１）（２）をそれぞれ用意し、これらに前記溶媒を加えて溶解した状態のものを、前述した装置で多孔質部材６の各空孔９ａに供給した状態で実験を行った。

[0060] まず、表１ではワニスの溶媒を揮発させるために、１００～２００℃の温度で３０分と６０分間大気加熱した。ワニスの表面が硬化して溶媒が揮発せず膨れてしまったものを×、表面に変化がないものを○とした。

[0061] 次に、表２では、前記○となったものを続けて３００℃の温度で３０分間大気加熱して残留溶媒が揮発して膨れが発生するとか、熱分解して炭化したものを×とし、体積変化が小さく、固形物として存在したものを○とした。

[0062] [表1]

溶媒揮発

		min	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
PI	(1)	30	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
	(2)	60	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
PAI	(1)	30	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
	(2)	60	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×

[0063] [表2]

大気加熱 300℃x30min

		min	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
PI	(1)	30	×	×	○	○	○	○					
	(2)	60	×	○	○	○	○	○					
PAI	(1)	30	×	×	×	×	○	○					
	(2)	60	×	×	×	○	○	○					

[0064] 表１からすると、ＰＩ，ＰＡＩの（１）（２）いずれも３０～６０分の間加熱で１００℃～１５０℃まではワニス表面に変化がなく○となったが、１５０℃以上ではワニスの表面が硬化して溶媒が揮発せずに膨れた状態となり×となった。

[0065] その後、前記表１で○となったワニスを、３００℃の温度で３０分間大気加熱した場合は、表２に示すように、ＰＩの（１）（２）では前記１００～１１０℃の低温で加熱したもの、ＰＡＩの（１）のものは１００～１３０℃

で加熱したものと、（２）では１００～１２０℃の低温で加熱したものが、３００℃の大気加熱によって残留溶媒による膨れが発生してしまい使用することができない。

[0066] 一方、表１で１３０～１５０℃の比較的高い温度で加熱したものは、３００℃の加熱を受けても各空孔９ａに含浸したワニス３９が大きな変化をすることなく十分な含浸効果が得られることが分かった。

[0067] したがって、この実験結果からすると、前記ワニス３９は、溶媒を揮発させるために、特に１３０～１５０℃で３０～６０分間加熱したものが好適であることが明らかとなった。つまり、前記の温度条件と加熱時間の条件で得られたワニス３９は、耐熱性や耐久性に優れたものである。

〔ワニス含浸装置〕

前記ワニス含浸装置は、図７に示すように、ピストン母材１’の凹部２ｂに形成された前記円筒部２ｄの上端面に載置保持された有蓋円筒状のカップ状部材である真空容器３０と、該真空容器３０の内部を負圧状態にする負圧導入機構３１と、前記低熱伝導率部５の外面にワニスを供給するワニス供給機構３２と、から構成されている。

[0068] 前記真空容器３０は、比較的肉厚で剛性の高いステンレス系の金属材によって一体に形成されて、前記低熱伝導率部５の上面を覆うように配置されており、前記円筒部２ｄの上面に載置された円筒壁３０ａと、該円筒壁３０ａの上端部に一体に形成された円盤状の上壁部３０ｂと、から主として構成されている。

[0069] 前記円筒壁３０ａは、外径が前記円筒部２ｄの外径よりも僅かに小さく形成されていると共に、内径が円筒部２ｄの内径よりも大きく形成されて、円筒部２ｄの上面に載置保持されている。また、円筒部２ｄは、下面全体に前記円筒部２ｄの上面との間をシールする円環状のシール部材３３が一体的に設けられている。

[0070] 前記上壁部３０ｂは、外周側の所定位置に前記負圧導入機構３１の真空パイプ３５が挿通固定される第１固定用孔３０ｃが貫通形成されていると共に

、該固定用孔３０ｃと径方向反対側の位置には、前記ワニス供給機構３２のワニス供給パイプ４１が挿入固定される第２固定用孔３０ｄが貫通形成されている。

[0071] 前記負圧導入機構３１は、負圧を発生させる負圧発生機である真空ポンプ３４と、一端部３５ａが該真空ポンプ３４に接続され、他端部３５ｂが前記第１固定用孔３０ｃを介して真空容器３０に接続されたに負圧導入通路である真空パイプ３５と、該真空パイプ３５の途中に設けられて該真空パイプ３５の内部を連通、あるいは連通を遮断する第１開閉弁３６と、該第１開閉弁３６の下流側から分岐して大気に連通した大気圧導入パイプ３７に設けられた第３開閉弁３８とから主として構成されている。

[0072] 前記真空ポンプ３４は、オイルなどを用いた一般的なものであって、前記真空容器３０内を所定の吸引圧で吸引して真空状態にするようになっている。

[0073] 前記第１開閉弁３６は、以下のワニス含浸作業中に開閉作動され、前記真空ポンプ３４の作動中は開弁され、この作動が停止されると閉作動する。また、この閉作動後に前記第３開閉弁３８が開作動するようになっている。

[0074] 前記ワニス供給機構３２は、内部に含浸剤であるワニス３９が貯留された有底円筒状の貯留タンク４０と、一端部４１ａが前記貯留タンク４０に接続され、他端部４１ｂが前記真空容器３０の第２固定用孔３０ｄに接続された含浸剤導入通路であるワニス供給パイプ４１と、該ワニス供給パイプ４１の途中に設けられた第２開閉弁４２と、から主として構成されている。

[0075] 前記貯留タンク４０は、外周全体にヒータ４３が設けられており、このヒータ４３は、内部のワニス３９の粘度を安定させるためにワニス３９の温度を一定に保持するようになっている。

[0076] 前記第２開閉弁４２は、以下のワニス充填（供給）作業中に前記ワニス供給パイプ４１を開閉するもので、前記真空ポンプ３４によって真空容器３０内が所定圧まで減圧された際に開作動して、ワニス供給パイプ４１を介して前記貯留タンク４０内のワニス３９を前記多孔質部材６の上面６ｃ側に供給

するものである。

[0077] なお、前記負圧導入機構３１とワニス供給機構３２は、前記真空容器３０に予め接続された状態になっている。

[0078] 以下、前記ワニス３９を多孔質部材６の各空孔９ａに含浸させる作業工程について説明する。

[0079] まず、図７に示すように、前述した製造工程によって成形されたピストン母材１’の冠部２上に有する前記円筒部２ｄの上面に前記シール部材３３を介して前記真空容器３０を載置固定する。

[0080] その後、前記真空ポンプ３４の真空パイプ３５の他端部３５ｂを第１固定用孔３０ｃに接続固定すると共に、前記貯留タンク４０が取り付けられたワニス供給パイプ４１の下端部を第２固定用孔３０ｄに接続する。

[0081] この時点では、前記第１、第２、第３開閉弁３６、４２、３８の全てが閉作動状態になっていて、真空パイプ３５や、ワニス供給パイプ４１のそれぞれの上下流の連通が遮断されていると共に、真空パイプ３５内と大気との連通も遮断されている。

[0082] 次に、前記貯留タンク４０の内部に所定量のワニス３９を入れると共に、前記ヒータ４３のスイッチをオンさせて貯留タンク４０内のワニス３９を所定温度まで加熱して内部のワニス３９の粘度の安定化を図っている。

[0083] その後、前記第１開閉弁３６を開くと共に、真空ポンプ３４を作動させ、真空容器３０内の圧力が０．０１ＭＰａ以下の真空度になったところで前記第１開閉弁３６を閉じる。

[0084] その後、図８Ａ、Ｂに示すように、第２開閉弁４２を開いてワニス供給パイプ４１を連通させてワニス３９を真空容器３０内に供給して多孔質部材６の上面６ｃ全体をワニス３９で覆う状態にする。その後、ワニス３９の供給量が適量になった後に第２開閉弁４２を閉じる。これによって、前記多孔質部材６の上面６ｃ全体にワニス３９が覆われた状態になる。

[0085] 続いて、図８Ｃに示すように、前記第１開閉弁３６が閉じた状態のまま、第３開閉弁３８を開作動させることにより、大気圧が大気圧導入パイプ３７

から真空パイプ３５の下流側を通って真空容器３０内に供給される。これによって、前記ワニス３９は、真空状態にあった各空孔９ａ内に大気圧によって強く吸引された状態で含浸される。

[0086] 多孔質部材６の各空孔９ａ内へのワニス３９の含浸が完了した後は、前記ピストン母材１’から真空容器３０や負圧導入機構３１及びワニス供給機構３２を取り外す。

[0087] その後、前記多孔質部材６の各空孔９ａ内に含浸されたワニス３９が硬化した後に、前記ピストン母材１’の外周面に形成された鋳バリなどや各ピストンリング溝２ｃなどを切削加工すると共に、前記冠面２ａや前記円筒部２ｄ及び凸状になった前記低伝導率部５（多孔質部材６）の突起部６ｂを切削加工して凹部２ｂの上面と同一面に形成した（切削加工）。これら一連の成形加工によってピストン１の成形作業が完了する。

[0088] 以上のように、本実施形態では、ピストン１の冠面２ａの燃料が直接噴射される部位に低熱伝導率部５が設けられ、この低熱伝達率部５は、主たる構造がアルミニウム合金材よりも熱伝導率の低いホウ珪酸ガラス製の多孔質部材６によって形成されていることから、高い断熱性が得られる。したがって、燃料の霧化が十分に促進されて燃焼性能が向上すると共に、燃費が向上する。

[0089] ここで、前記低熱伝達率部５の熱伝導率について考察すると、前記多孔質部材６の空孔９ａによる空隙率が小さいほどこの空孔９ａへのピストン１のアルミニウム合金材１ａの含浸量が少なくなるため、第１粉体８（ガラス粉末）と残留した塩化ナトリウム粉末の合計体積率が大きくなることから熱伝導率が低下する。

[0090] 表面に現れた残留塩化ナトリウムを水や湯で溶解除去すると、除去前の第１粉体８と残留した塩化ナトリウムの表面積が除去後に第１粉体８のガラス成分だけになって凹凸が形成されるので、その表面積が増大する。

[0091] そして、前述のように、低熱伝導率部５の熱伝導率が低下すると、該低熱伝導率部５の熱の蓄積が増大し、蓄積された熱量は、燃料の霧化に寄与させ

るが、その際、表面積の大きい方が燃料に熱を伝え易くなって、燃料の霧化が促進される。

[0092] しかも、前記低熱伝導率部５は、多くの空孔９ａを介してピストン母材１’と同じアルミニウム合金材１ａが含浸されていることから、該アルミニウム合金材１ａとピストン母材１’との融着性が高くなって結合強度が向上する。

[0093] この結果、ピストン母材１’と低熱伝導率部５との間の高い断熱性と結合強度の両方を満足することができる。

[0094] 特に、前記多孔質部材６の多くの空孔９ａ内にピストン１のアルミニウム合金材１ａが含浸されるので、ピストン１の鋳造合金と多孔質部材６との界面強度が大きくなる。

[0095] また、本実施形態では、前述したような、真空アシストによるワニス含浸装置を用いて多孔質部材６に形成された各空孔９ａにワニス３９を含浸させるようにしたため、ワニス３９の前記各空孔９ａ内への含浸性を向上させることができる。特に、ワニス３９を多孔質部材６の上面６ｃに直接供給して、真空引きと大気圧によって各空孔９ａ内へ含浸させるため、ワニス３９の含浸効果が大きくなる。

[0096] この結果、封孔処理の向上によって多孔質部材６の特に上面６ａ側の空孔９ａの残存を十分に抑制できるので、排気エミッション性能の悪化を十分に抑制することができる。

〔第２実施形態〕

図９は第２実施形態を示し、真空容器３０の上壁部３０ｂに形成された第１固定用孔３０ｃに、予めパイプ接続用のコネクタ４４を取り付けられている。一方、前記第２固定用孔３０ｄの孔縁の上部には、円筒状の支持部材４５ａと該支持部材４５ａの上端面に載置固定されて中央に前記ワニス供給パイプ４１の下端部が挿通支持される支持孔を有する支持片４５ｂが設けられている。また、前記支持部材４５ａと支持片４５ｂは真空容器３０に対して所定のシール部材によって液密的に当接していると共に、前記支持孔の孔縁

もワニス供給パイプ４１の下端部との間がシールされている。

[0097] したがって、前記真空容器３０に前記負圧導入機構３１とワニス供給機構３２を接続するには、図９Ｂに示すように、第１固定用孔３０ｃに予め取り付けられている前記コネクタ４４に前記真空パイプ３５の他端部３５ｂを接続すると共に、前記第２固定用孔３０ｄの上部に、支持片４５ｂが固定された前記支持部４５ａを載置固定して、前記ワニス供給パイプ４１の下端部を前記支持片４５ｂの支持孔に挿通しつつ先端部を真空容器３０内に臨ませる。これによって、真空容器３０に対する前記両機構３１，３２の接続が完了する。

[0098] よって、この接続状態で、前述したワニスの充填、含浸工程と同じ工程によって、多孔質部材６の各空孔９ａに前記ワニス３９を充填（含浸）することから、第１実施形態と同様な作用効果が得られる。

[0099] また、前記ワニス３９の含浸作業の完了後は、真空容器３０から前記負圧導入機構３１やワニス供給機構３２を取り外し、その後、真空容器３０を円筒部２ｄ上から取り外す。このように、ワニス含浸完了後は、真空容器３０から各機構３１、３２を取り外すようになっていることから、ワニス３９が周辺に流れ出すことがない。

〔第３実施形態〕

図１０は第３実施形態を示し、前記第１、第２実施形態では、個々のピストン母材１’にワニス含浸装置を接続するようになっているが、この実施形態では、並行に並べられた４個のピストン母材１’の各円筒部２ｄの上面に、予め一体に結合された４つの真空容器３０…を同時に載置固定し、該各真空容器３０…の第１固定用孔３０ｃ…に、一つの真空導入機構３１の４つに分岐形成された真空パイプ３５の他端部３５ｂ…を接続する共に、一つのワニス供給機構３２の４つに分岐形成されたワニス導入パイプ４１の下端部４１ｂ…を接続したものである。

[0100] したがって、この実施形態によれば、基本構成は第１、第２実施形態と同様であるから、同様な作用効果が得られると共に、特に、４個のピストン母

材１’の各多孔質部材６に同時に真空引きとワニス３９の供給などを行うことができるため、封孔処理作業効率の向上が図れる。

[0101] 本発明は、前記各実施形態の構成に限定されるものではなく、例えば、多くのピストン母材１’を製造ライン上に連続して配置して、各ピストン母材１’の円筒部２ｄ上に真空容器３０を次々と載置固定して連続的に封孔処理を行うことも可能である。

[0102] さらに、本実施形態では、封止剤（含浸剤）として有機質系の樹脂系材料であるポリイミドまたはポリアミドイミドを含む材料としたが、前記ピストン１の冠面２ａの温度環境下に耐えうるものであれば良く、例えば、無機質系の材料である珪酸ナトリウム、アルキルシリケート、オルガノシロキサン、重クロム酸塩などを用いても良い。

請求の範囲

[請求項1] 冠面の所定位置に、ピストン母材よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部が設けられている内燃機関用ピストンであって、

前記低熱伝導率部は、前記ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材と、該多孔質部材の空孔内に含浸された含浸剤と、を有し、

該含浸剤は、機関駆動中の前記ピストンの使用環境下において前記空孔内に保持されていることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項2] 請求項１に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記含浸剤は、樹脂系材料によって形成されていることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項3] 請求項２に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記樹脂系材料は、ガラス転移温度が３５０℃以上であることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項4] 請求項３に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記樹脂系材料は、ポリイミドまたはポリアミドイミドを含む材料であることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項5] 請求項１に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記多孔質部材は、ベースの材料がガラス材によって形成され、内部に前記ピストン母材の一部が含浸されていると共に、前記ガラス材とピストン母材との間に、水溶性でかつ前記ガラス材よりも融点が高い材料を溶解して形成された前記空孔内に前記含浸剤が含浸されていることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項6] 請求項５に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記多孔質部材は、ホウ珪酸ガラスであることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項7] 請求項５に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記ピストン母材は、アルミニウム合金材であることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項8] 請求項５に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記ガラス材とピストン母材との間に、水溶性でかつ前記ガラス材よりも融点が高い材料は、塩化ナトリウムであることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項9] 請求項１に記載の内燃機関用ピストンにおいて、

前記含浸剤は、無機質系材料であることを特徴とする内燃機関用ピストン。

[請求項10] 冠面の所定位置に、ピストン母材よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部が設けられている内燃機関用ピストンの製造方法であって、

前記ピストン母材の冠面に前記低熱伝導率部を一体に成形した後に、前記ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材の表面を含む所定領域を減圧させる第１工程と、

前記第１工程の減圧中に、前記多孔質部材の複数の空孔に含浸剤を含浸させる第２工程と、

前記第２工程後に、前記所定領域を大気開放しこの大気圧によって前記複数の空孔内に含浸された含浸剤を充填させる第３工程と、

を備えたことを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項11] 請求項１０に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記含浸剤は、ポリイミドまたはポリアミドイミドを含むワニスであることを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項12] 請求項１１に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記第３工程後に、前記所定領域を加熱して溶媒を蒸発させて固形成分にする第４工程と、を有することを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項13] 請求項１２に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記第４工程における加熱処理温度は、１００～１５０℃の温度であることを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項14] 請求項１３に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記加熱処理の時間は３０～６０分であることを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項15] 請求項１４に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記加熱処理は、１３０℃の温度で３０分間行うことを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項16] 請求項１０に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記第１工程の前工程として、

前記ピストン母材よりも熱伝導率が低く、かつ熱によって軟化する第１粉体と、水溶性で、かつ前記第１粉体よりも融点温度が高い第２粉体とを攪拌混合することによって混合粉を生成する混合工程と、

前記混合粉体を加圧成形した後に焼成する焼成工程と、

該焼成工程後に、前記第２粉体を液体で溶解させて前記多孔質部材を形成する溶解工程と、

前記多孔質部材を金型内に設置した後に、前記多孔質部材を吸引または溶湯を加圧しながら前記金型内に注入してピストンを成形する共に前記多孔質部材の複数の空孔内にピストン母材を含浸させる注入工程と、

冷却された後に前記金型から取り出されたピストンの冠面を切削加工する切削工程と、

を有することを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項17] 請求項１６に記載の内燃機関用ピストンの製造方法において、

前記第１粉体は、ホウ珪酸ガラスである一方、前記第２粉体は、塩化ナトリウムであることを特徴とする内燃機関用ピストンの製造方法。

[請求項18] 冠面の所定部位に、ピストン母材よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部が設けられている内燃機関用ピストンの製造装置であって、

前記冠面の低伝導率部を形成する多孔質部材の表面を含む領域を覆うカップ状部材と、

一端部が前記カップ状部材に接続された負圧導入通路と、該負圧導入通路に設けられて、前記負圧導入通路を開閉する第１開閉弁と、前記負圧導入通路の他端部に設けられた負圧発生機と、を備えた負圧導入機構と、

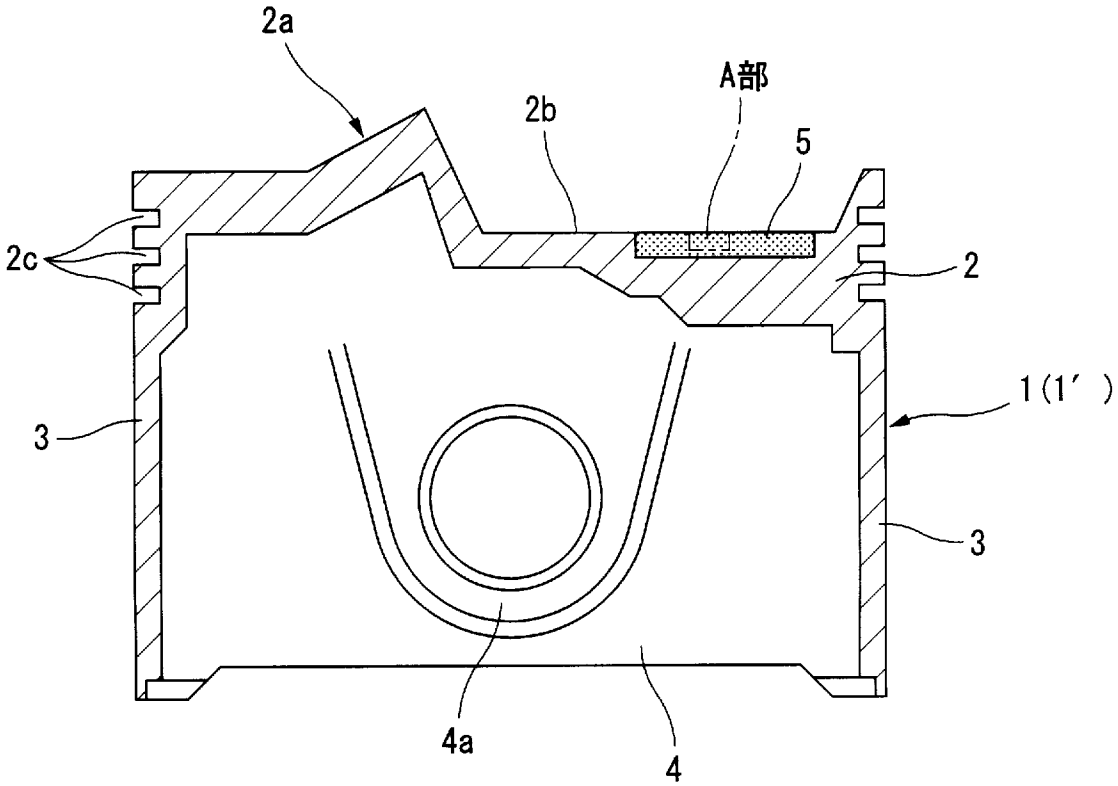
一端部が前記カップ状部材に接続された含浸剤導入通路と、該含浸剤導入通路に設けられて、前記含浸剤導入通路を開閉する第２開閉弁と、前記含浸剤導入通路の他端部に設けられて、内部に含浸剤が貯留された貯留タンクと、を備えた含浸剤供給機構と、

前記カップ状部材に接続された大気導入通路に設けられて、前記カップ状部材内に大気圧を導入するかあるいは導入を遮断する第３開閉弁と、

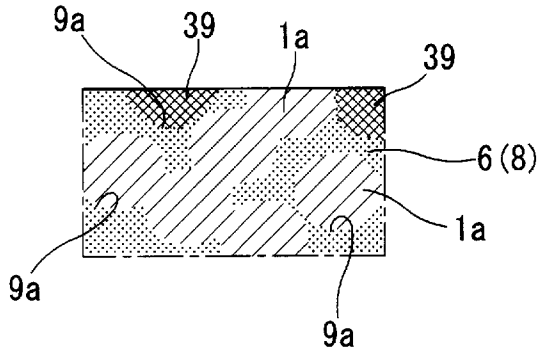
を有することを特徴とする内燃機関用ピストンの製造装置。

[図1]

(A)

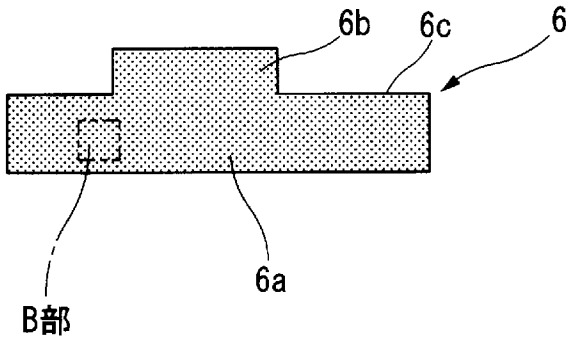


(B)

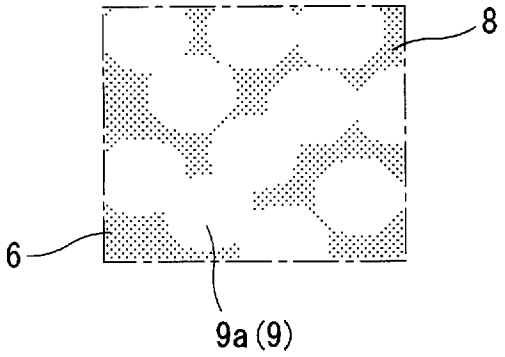


[図2]

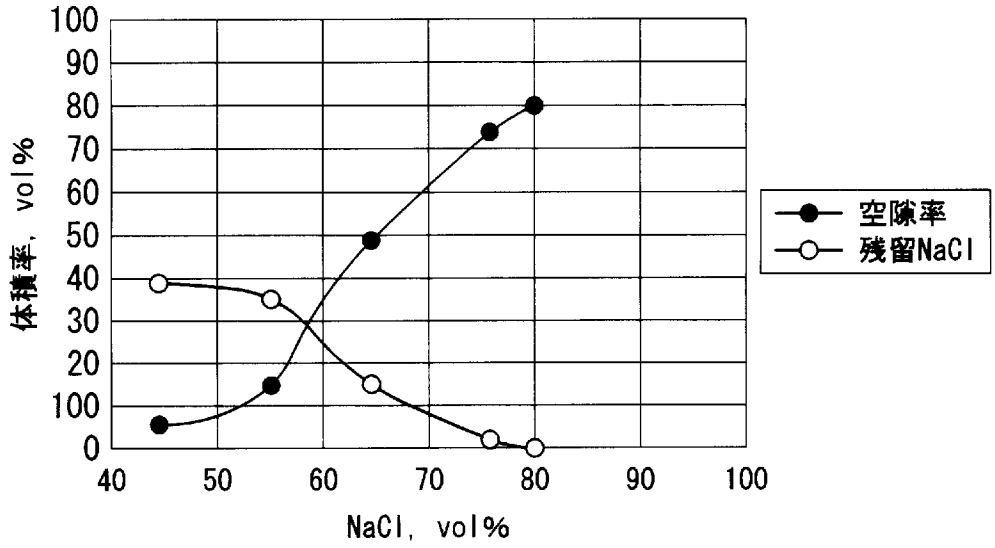
(A)


6b
6c
6
6a
B部

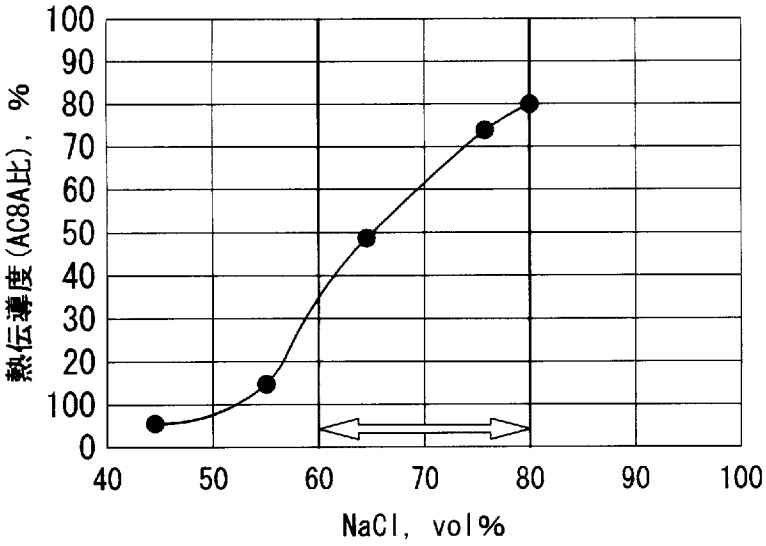
(B)


8
6
9a (9)

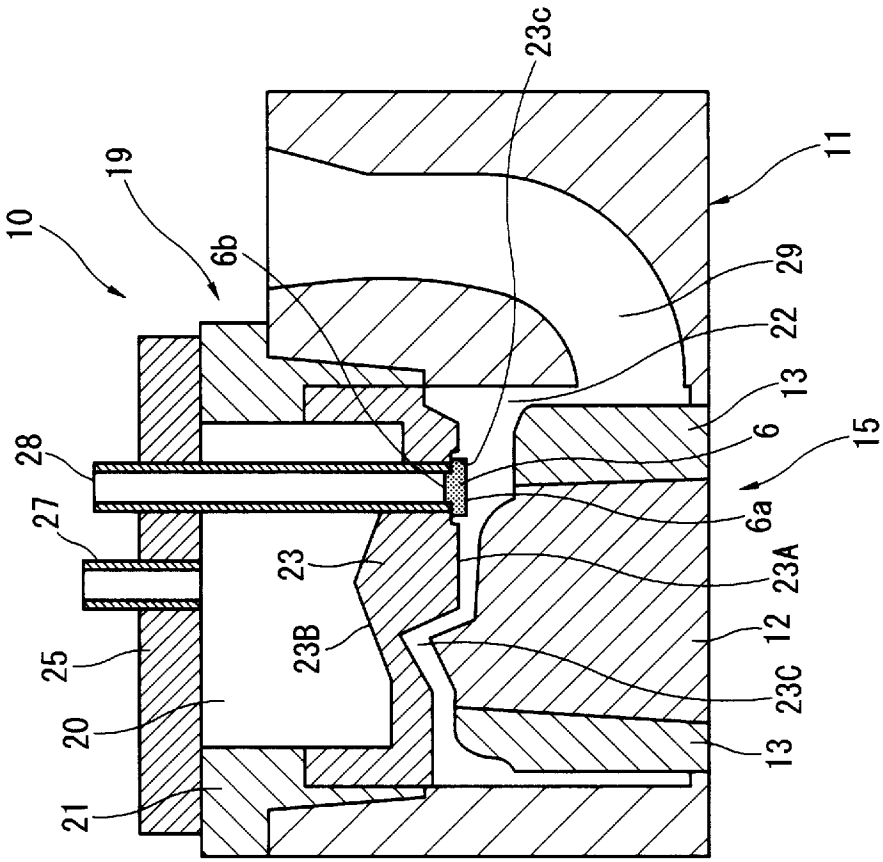
[図3]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
100
0
体積率, vol%
40
50
60
70
80
90
100
NaCl, vol%
空隙率
残留NaCl

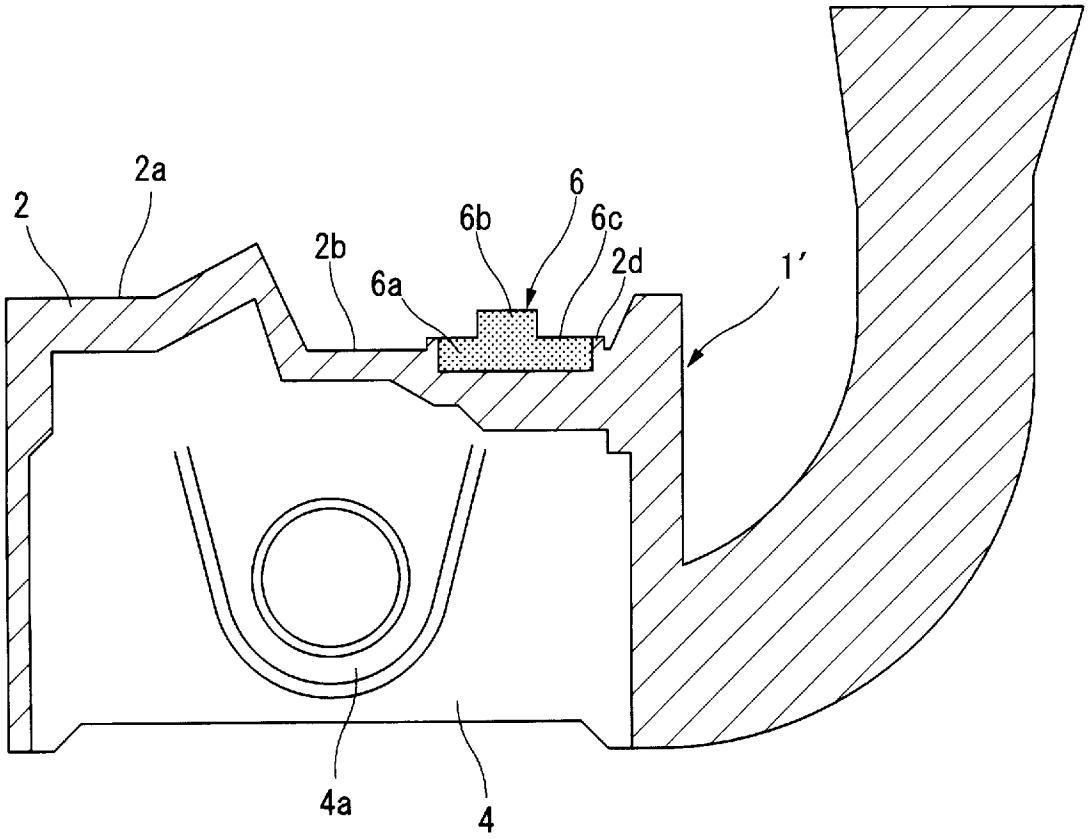
[図4]


熱伝導度(AC8A比), %
100
90
80
70
60
50
40
30
20
100
0
40
50
60
70
80
90
100
NaCl, vol%

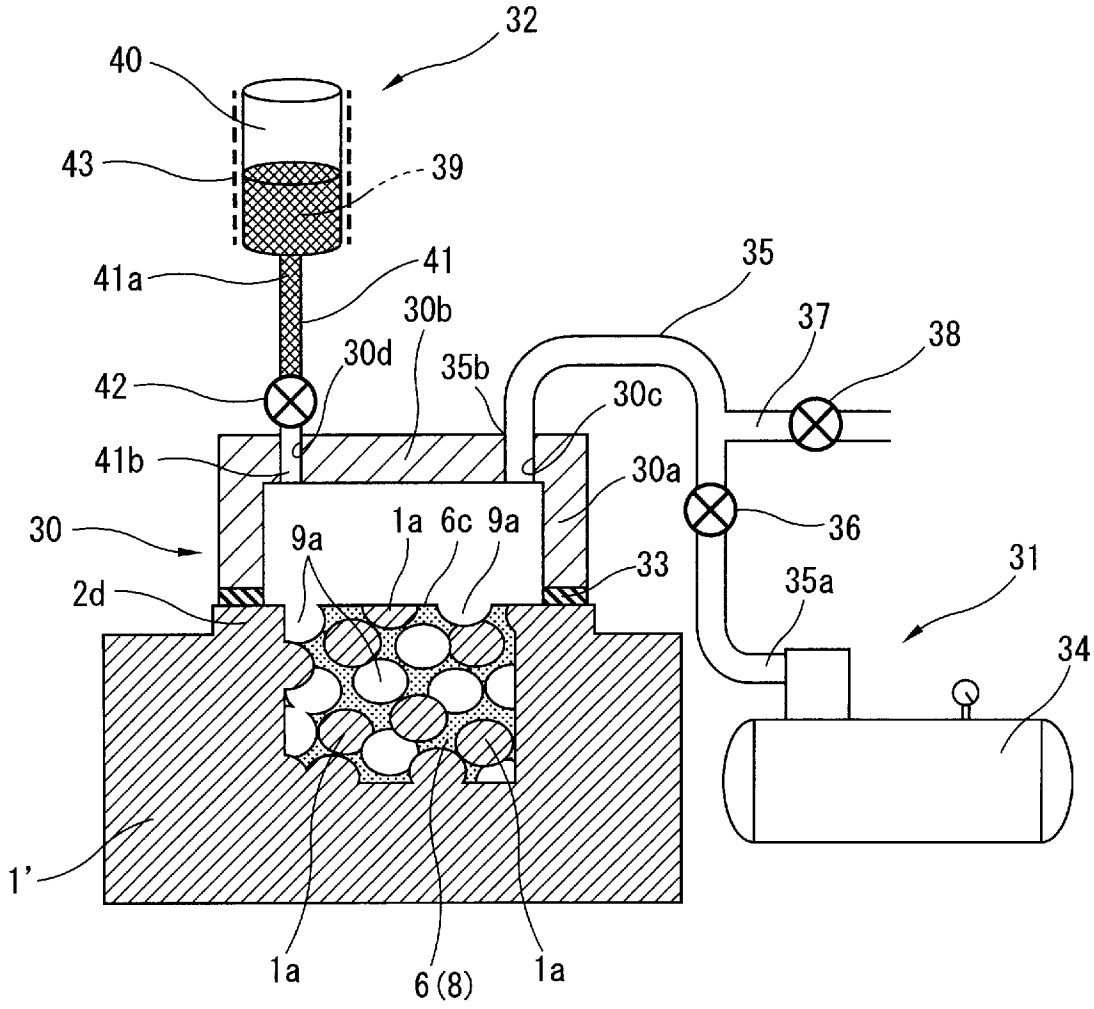
[図5]


23c
11
19
10
6b
29
22
13
6
15
28
6a
27
23
23A
12
25
23B
23C
20
13
21

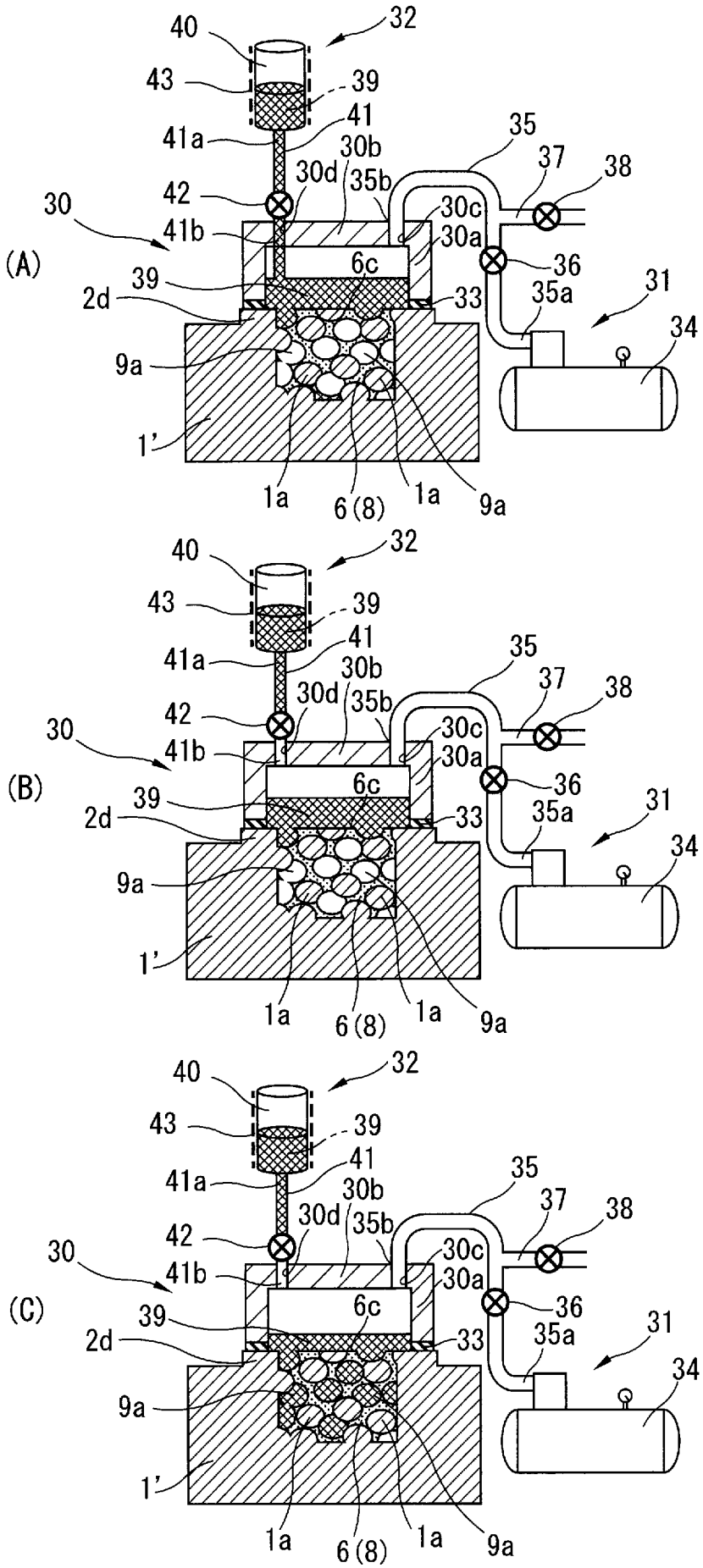
[図6]



[図7]

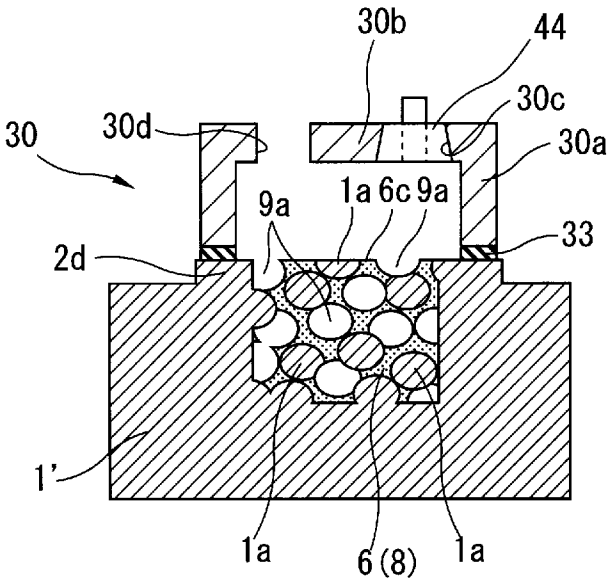

32
40
43
39
41a
41
30b
30d
35b
35
37
38
42
30c
41b
30a
36
30
9a
1a
6c
9a
33
31
2d
35a
34
1'
1a
6(8)
1a

[図8]

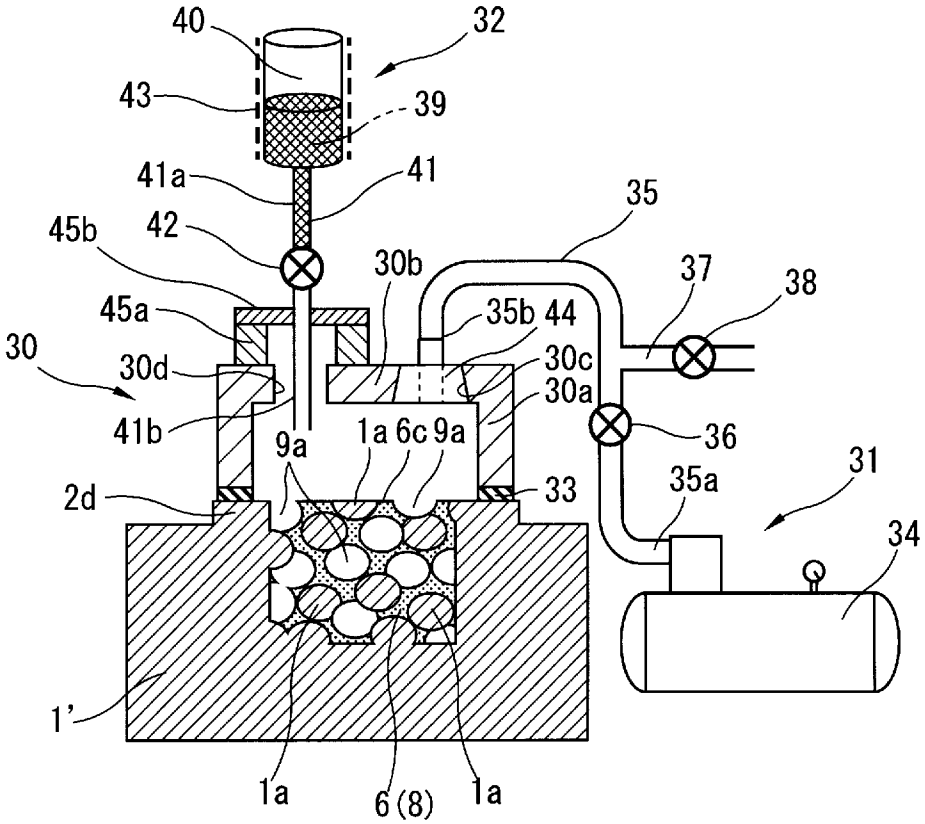

(A)
(B)
(C)
40
32
43
39
41
41a
30b
30d
35b
35
37
38
42
30
41b
30c
30a
36
6c
39
2d
33
35a
31
34
9a
1'
1a
6(8)
1a
9a

[図9]

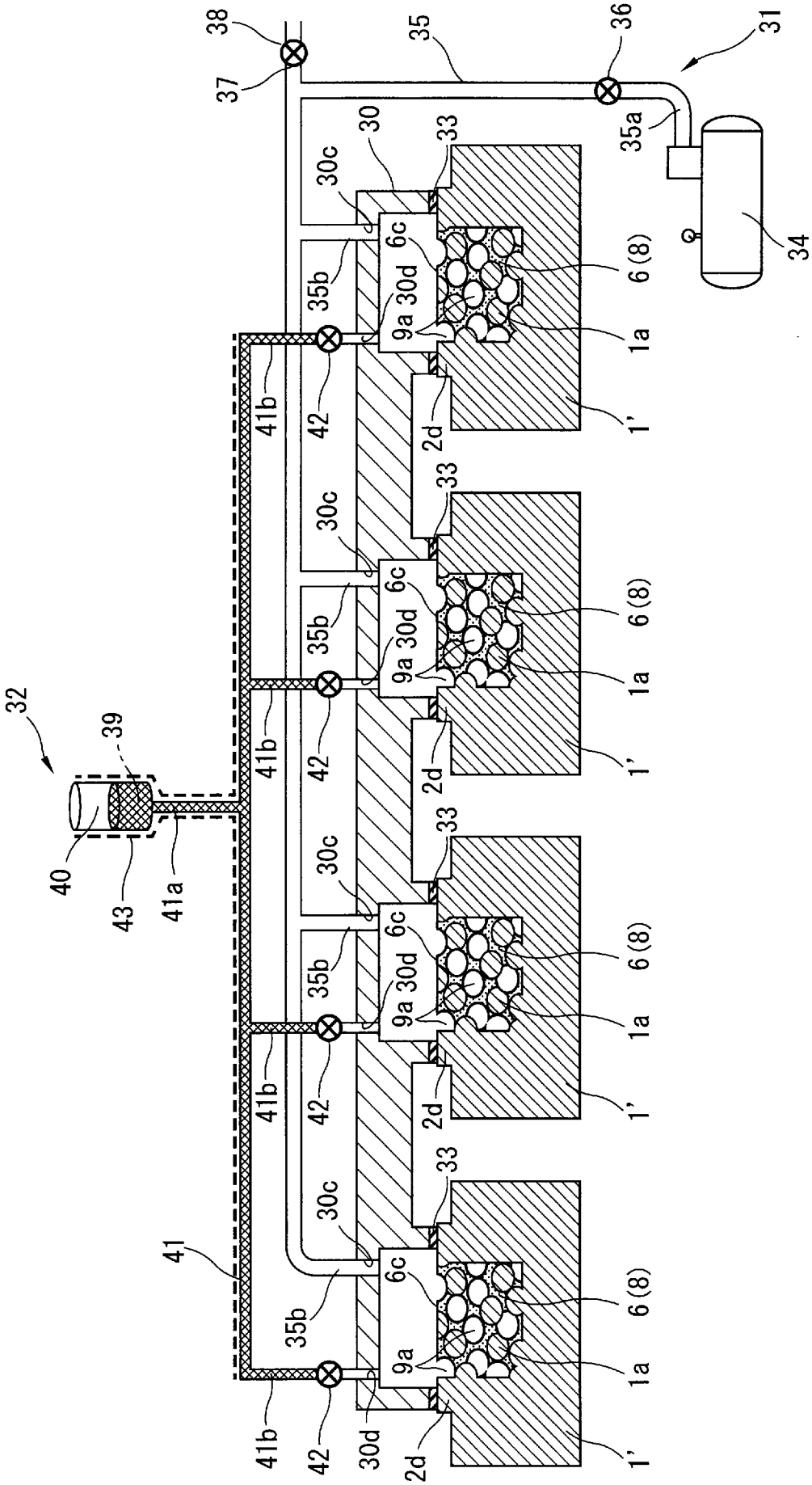
(A)


30b
44
30c
30
30d
30a
9a
1a 6c 9a
33
2d
1'
1a
6 (8)
1a

(B)


40
32
43
39
41a
41
35
45b
42
30b
37
38
45a
35b 44
30
30d
30c
30a
41b
36
9a
1a 6c 9a
31
35a
2d
33
34
1'
1a
6 (8)
1a

[図10]


38
37
35
36
31
35a
34
30
33
30c
6c
30d
9a
6(8)
1a
1'
2d
35b
41b
42
32
39
40
43
41a
41

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/078864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02F3/00(2006.01)i, *C03B19/06*(2006.01)i, *F02F3/14*(2006.01)i, *F02F3/26*(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)
F02F3/00, C03B19/06, F02F3/14, F02F3/26

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	WO 2014/017586 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 30 January 2014 (30.01.2014), claims 1 to 3, 5 to 8; paragraphs [0012] to [0063]; fig. 1 to 7 & JP 2014-25418 A & US 2015/0204268 A1 claims 21 to 23, 25 to 28; paragraphs [0018] to [0071]; fig. 1 to 7 & CN 104350265 A	1-2,5-10,16-18 3-4,11-15
Y A	JP 11-193721 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 21 July 1999 (21.07.1999), paragraphs [0020] to [0022], [0031]; fig. 12 (Family: none)	1-2,5-10,16-18 3-4,11-15

☒ 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	Date of mailing of the international search report
02 December 2015 (02.12.15)	15 December 2015 (15.12.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/078864

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 60-182341 A (Isuzu Motors Ltd.), 17 September 1985 (17.09.1985), page 1, lower right column, line 20 to page 2, upper left column, line 15; fig. 2 (Family: none)	1-2,5-10, 16-18 3-4,11-15
Y A	JP 2000-203970 A (Placeram Co., Ltd.), 25 July 2000 (25.07.2000), claims 1, 6; paragraphs [0001] to [0002], [0004], [0012], [0029], [0049] to [0051] (Family: none)	1-2,5-10, 16-18 3-4,11-15

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７８８６４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02F3/00(2006.01)i, C03B19/06(2006.01)i, F02F3/14(2006.01)i, F02F3/26(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.　F02F3/00, C03B19/06, F02F3/14, F02F3/26

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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	関連する請求項の番号
Y	WO 2014/017586 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2014.01.30, 請求項 1-3,5-8,[0012]-[0063],図 1-7 & JP 2014-25418 A & US 2015/0204268 A1, 請求項 21-23,25-28, [0018]-[0071], 図 1-7 & CN 104350265 A	1-2,5-10,16-18
A		3-4,11-15
Y	JP 11-193721 A (株式会社豊田中央研究所) 1999.07.21, [0020]-[0022],[0031], 図 12 (ファミリーなし)	1-2,5-10,16-18
A		3-4,11-15
Y	JP 60-182341 A (いすゞ自動車株式会社) 1985.09.17, 1ページ右下	1-2,5-10,16-

☑　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	国際調査報告の発送日
０２．１２．２０１５	１５．１２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｇ　３４３１
山本　健晴
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

C（続き）．　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	関連する請求項の番号
	欄第20行－2ページ左上欄第15行，図2（ファミリーなし）	18
A		3-4,11-15
Y	JP 2000-203970 A（株式会社プラセラム）2000.07.25，請求項1,6，[0001]-[0002],[0004],[0012],[0029],[0049]-[0051]（ファミリーなし）	1-2,5-10,16-18
A		3-4,11-15