

(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4月28日(28.04.2016)



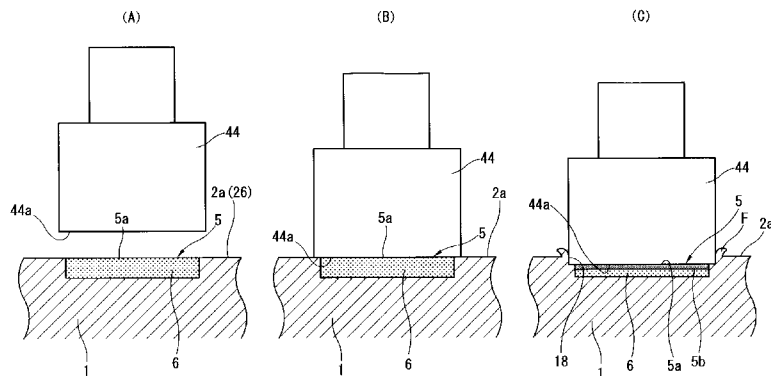
(10) 国際公開番号

WO 2016/063754 A1

- (51) 国際特許分類:
F02F 3/00 (2006.01) B23K 20/12 (2006.01)
F02F 3/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/078863
- (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 2014-214113 2014年10月21日(21.10.2014) 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 S H I G A 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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: METHOD FOR MANUFACTURING PISTON FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND FRICTIONAL HOLE SEALING DEVICE FOR PISTON FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関のピストン製造方法および内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置



(57) Abstract: Provided is a method for manufacturing a piston with which the holes on the upper surface of a low thermal conductivity member (a porous member) provided on the crest surface of a piston can be sealed effectively. The flat tip-end surface 44a of a rotary tool 44 of a frictional hole sealing device is brought into contact with an upper surface 5a of a low thermal conductivity member 5 cast on a crest surface 2a of an aluminum alloy piston 1, and is pressed against the upper surface, thereby applying a load on the low thermal conductivity member side while rotating this rotary tool by means of an electric motor or a speed reduction mechanism. Thus, a plastic flow layer 5d is formed on the upper surface of the low thermal conductivity member by means of frictional heat between the upper surface and the tip-end surface of the rotary tool, thereby sealing the apertures of the holes 9a in the upper surface of the porous member 6.

(57) 要約: ピストンの冠面に設けられた低熱伝導率部材 (多孔質部材) 上面の各空孔を効果的に封止することができるピストン製造方法を提供する。アルミニウム合金製のピストン1の冠面2aに鋳込まれた低熱伝導率部材5の上面5aに、摩擦封孔装置の回転工具44の平坦な先端面44aを当接させ、この回転工具を電動モーターや減速機構を介して回転させながら低熱伝導率部材側に荷重をかけて押し付ける。これによって、低熱伝導率部材の上面と回転工具の先端面との間の摩擦熱によって前記上面に塑性流動層5dを形成することにより、多孔質部材6上面の各空孔9aの開口部を封止する。

WO 2016/063754 A1

明 細 書

発明の名称：

内燃機関のピストン製造方法および内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置

技術分野

[0001] 本発明は、ピストンの冠面に多孔質の低熱伝導率部材が設けられた内燃機関のピストン製造方法と内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置に関する。

背景技術

[0002] 従来の内燃機関のピストンとしては、例えば本出願人が先に出願した以下の特許文献 1 に記載されたものが知られている。

[0003] このピストンは、燃料噴射弁からピストンの冠面に向けて燃料を噴射して点火燃焼させる筒内噴射型火花点火式の内燃機関に適用されたものであって、ピストンの冠面に、該ピストンのアルミニウム合金母材よりも熱伝導率の低いホウ珪酸ガラスからなる多孔質の低熱伝導率部材が減圧鑄造法によって設けられている。

[0004] すなわち、減圧鑄造金型内の所定位置に多孔質部材を予め配置保持し、その後、前記金型内にアルミ合金溶湯を注入してピストンを鑄造する際に、前記多孔質部材の空孔内に前記アルミ合金溶湯が含浸されて低熱伝導率部材が形成され、この低熱伝導率部材がピストンの冠面に一体的に固定されている。

[0005] この低熱伝導率部材は、上面に前記燃料噴射弁から燃料が直接噴射されて霧化を促進して燃焼性を向上させるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 4 - 2 5 4 1 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、前記特許文献 1 に記載されたピストンは、多孔質部材の内

部ばかりか表面にも多くの空孔が開口形成されていることから、前記噴射された燃料が表面の各空孔内に入り込んでしまう。

[0008] この結果、特に機関始動時において前記各空孔内の燃料がそのまま排出されてHCなどの排気エミッション性能が悪化するおそれがある。

[0009] そこで、前記各空孔を封止する方法として、低熱伝導率部材（多孔質部材）の外面に陽極酸化被膜を施すことも考えられているが、この方法では、表面の凹凸に沿って被膜が形成されることから、表面に開口している前記空孔が比較的大きい場合には封止することができないおそれがある。

[0010] 本発明は、前記従来 of 技術的課題に鑑みて案出されたもので、多孔質部材を機械的に加圧して、この摩擦熱によって表面に塑性流動層を形成して封孔処理することにより、空孔の開口面積の大小に拘わらず、空孔を封止できるピストン製造方法、製造装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、ピストンの冠面に、前記ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材を用いた低熱伝導率部材が設けられた内燃機関のピストンの製造方法であって、

成形金型の内部所定位置に前記多孔質部材を配置した後に、前記金型内に溶湯を注入して前記多孔質部材の各空孔内に含浸させて前記低熱伝導率部材を固定するピストンを成形するピストン成形工程と、

前記ピストンを冷却した後に、前記金型内から取り出された前記ピストンの低熱伝導率部材の表面に、回転工具を押し当てて前記多孔質部材表面の空孔を摩擦熱により封孔処理を行う摩擦封孔工程と、

を備えたことを特徴としている。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ピストン母材に対する低熱伝導率部材の接合強度が高くなると共に、多孔質部材表面の各空孔を効果的に封止することができる。この結果、内燃機関の排気エミッション性能などの向上が図れる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明に係る内燃機関のピストン製造方法の第1実施形態に供されるピストンの一部を断面して示す俯瞰図である。

[図2]図1に示すA部拡大図である。

[図3](A)は本実施形態に供される多孔質部材(低熱伝導率部材)の縦断面図、(B)は図3Aに示すB部拡大図である。

[図4]Aは本実施形態に供されるピストン製造装置を示す断面図、Bは同ピストン製造装置の一部を示す断面図である。

[図5]前記ピストン製造装置から取り出されたピストン母材の断面図である。

[図6]本実施形態に供される摩擦封孔装置の概略説明図である。

[図7]図6の要部の詳細を示す図であって、(A)は正面説明図、(B)は同図(A)の平面説明図である。

[図8]本実施形態の摩擦封孔装置による摩擦封孔工程を示し、(A)は低熱伝導率部材の上方から回転工具が下降する状態、(B)は低熱伝導率部材の上面に回転工具の先端面が当接した状態、(C)は回転工具によって低熱伝導率部材の上面に封孔処理を施した状態をそれぞれ示す説明図である。

[図9]本発明の第2実施形態における摩擦封孔装置による摩擦封孔工程を示し、(A)は第1回転工具の先端面を低熱伝導率部材の上面に当接させた状態、(B)は第1回転工具で低熱伝導率部材の上面に封孔処理を行っている状態、(C)は低熱伝導率部材に封孔処理が行われた状態、(D)は第2回転工具の先端面を低熱伝導率部材の中央部の上面に当接させた状態、(E)は第2回転工具で低熱伝導率部材の中央部に封孔処理を行っている状態をそれぞれ示している。

[図10]本発明の第3実施形態における摩擦封孔装置による摩擦封孔処理状態を行っている状態を示す説明図である。

[図11]本実施形態に供される回転工具の移動軌跡を示す説明図である。

[図12]本発明の第4実施形態における摩擦封孔装置による摩擦封孔工程を示し、(A)は1回目の回転工具のスタンピング位置を示し、(B)は封孔処理が行われた低熱伝導率部材の封孔部と未封孔部を示し、(C)は2回目の

回転工具のスタンピング位置を示し、（D）は回転工具による外周側のスタンピング軌跡を示す説明図である。

[図13]本発明の第5実施形態における摩擦封孔工程を示し、（A）は低熱伝導率部材の上面が露出したピストン母材の円形溝とこの上方位置に回転工具が待機した状態を示し、（B）は円形溝内にアルミニウム合金粉末を充填すると共に、この上方位置に回転工具が待機した状態を示し、（C）は回転工具によってアルミニウム合金粉末を回転工具で摩擦封孔している状態をそれぞれ示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明に係る内燃機関のピストン製造方法と、このピストンの摩擦封孔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、筒内火花点火式のいわゆる直噴型ガソリン機関に適用したものである。

[0015] 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1に示すように、ほぼ円筒状に形成されて、冠面2a上に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对のスラスト側スカート部3a及び反スラスト側スカート3bと、該各スカート部3a、3bの円周方向の両側端に各連結部位を介して連結された一对のエプロン部4a、4bと、を備えている。なお、このエプロン部4a、4aには、図外のピストンピンの両端部を支持するピンボス部4b、4bが一体に形成されている。

[0016] 前記冠部2は、比較的肉厚に形成された円盤状を呈し、燃焼室を画成する冠面2aは外周部が凸状に形成されていると共に、中央部が表面積の大きな平坦状の凹部2bが形成されている。この凹部2bの上面所定位置には、前記ピストン母材1'よりも熱伝導率の低い低熱伝導率部材5が鋳込み固定されている。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。

[0017] 前記低熱伝導率部材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の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 の製造時（鋳造時）に凹部 2 b 内に一体的に鋳込まれて固定されていると共に、図 2 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' の一部が前記鋳込み時に含浸されている。

[0018] すなわち、この低熱伝導率部材 5 は、ガラス材からなる多孔質部材 6 と、該多孔質部材 6 の空孔内に予め充填される水溶性塩が溶解した後の多くの空孔 9 a に含浸される母材 1' の一部であるアルミニウム合金材 1 a とから構成されている。

[0019] 〔多孔質部材の製造方法〕

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と、基本的に粉末ガラスである第 1 粉体 8 と、塩化合物である第 2 粉体を混合して焼結させることによって成形する。

[0020] すなわち、前記第 1 粉体 8 は、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、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 BaO 、 Bi_2O_3 、 Li_2O 、 MgO 、 P_2O_5 、 PbO 、 SnO 、 TiO_2 、 ZnO 、 R_2O （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。

[0021] 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°C 以上になっている。

[0022] 前記転移点は、ガラス構造が変化する温度であって、粘性約 10^{13} poise。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 10^7 poise である。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] この実施例では、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を混合する。

[0026] 第1粉体8と第2粉体9の混合割合は、第2粉体9が60～80体積%で、第1粉体が40～20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）。

[0027] 各粉末の粒径は、第1粉体8が平均粒径4.5 μm 、第2粉体9が850～1300 μm の範囲に設定されており、この第2粉末9は、前記850～1300 μm の粒径の含有割合が50～80%の範囲に設定されている。

[0028] 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）。

[0029] この焼結成形体を、攪拌された55℃の湯中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。

[0030] この多孔質部材6は、図3A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、前記基部6aの上端外周縁がテーパ面6cに形成されている。また、この多孔質部材6は、図3B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の周囲には多数の

空孔 9 a が形成された状態になる。

[0031] 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。

[0032] 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、以下のような結果になった。

[0033] 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。

[0034] また、塩化ナトリウムの粉末が 50 体積%より少なく、ガラス粉末が 50 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。

[0035] 塩化ナトリウム粉末が 50～80 体積%で、ガラス粉末が 50～20 体積%のとき、オープンな空孔 9 a（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されることはなく、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。

[0036] 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、後述するピストン鑄造合金（アルミニウム

合金 1 a) 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。

[0037] 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' の鑄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。

[0038] なお、残留する塩化ナトリウムは、該塩化ナトリウムの体積率が少なくなるほど多くなる。

[0039] 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、ピストン 1 を成形する減圧鑄造用金型 10 内に配置して、ピストン 1 の鑄造中に多孔質部材 6 の空孔 9 a 内に母材 1' の一部を含浸させて冠面 2 a 内に低熱伝導率部材 5 を一体に埋設するようになっている。

〔ピストンの鑄造金型装置〕

前記減圧鑄造用金型 10 は、前記特開 2014-25418 号公報に記載されたものと同じであるから、図 4 A、B に基づいて簡単に説明する。

[0040] すなわち、前記金型 10 は、モールド型 11 を備え、このモールド型 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 14 などの複数の分割コアを組み合わせる中子 15 を下部側に備えている。

[0041] 前記金型 10 には、内部に冷却水を循環するための冷却路を形成した左右一対のリストピン 16 が対向して水平に備えられている。

[0042] 前記金型 10 は、前記リストピン 16 を支持するモールドブッシュ 17 を有し、上部側には、前記モールド型 11 に対して着脱可能なトップコア 19 が設けられている。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。

[0043] 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が設けられていると共に、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。

[0044] 前記内トップコア２３は、前記中子１５と対向して設けられると共に、該中子１５及び前記モールド型１１との間にキャビティ２９を形成するものである。また、この内トップコア２３は、例えばＳＵＳ材等の鉄系金属粉末を焼結してなる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。

[0045] また、前記内トップコア２３の前記中子１５と対向したキャビティ面２３Ａは、前記キャビティ２９にアルミニウム合金の溶湯を給湯（注湯）して製品としてのピストン１を成形するときに、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。このキャビティ面２３Ａは、放電加工により仕上げ面に形成されている。

[0046] したがって、内トップコア２３のキャビティ面２３Ａは、切削加工や研磨加工によることなく放電加工によって製品仕上げ面に加工されているので、金属粉末粒子が潰れて粒子間の空孔を塞ぐようなことがなく、粉末粒子間の空孔の通気性が良好に保持されているものである。

[0047] また、内トップコア２３の前記冠面２ａの凹部２ｂが形成される部位に対応する位置には、図４（Ａ）に示すように、この内トップコア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３０が設けられていると共に、この第２連通管３０の下端部に位置する部位に、前記多孔質部材６を保持するほぼ円錐状の保持溝３１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いる。

[0048] 前記第２連通管３０は、上端部に前記第１連通管２７と同じく真空ポンプ（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３１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溶湯を多くの空孔 9 a に含浸させるようになっている。

[0049] 前述したように、前記内トップコア 23 が多孔質型に構成されていることによって、前記吸引排出部 20 を負圧にすると、前記キャビティ 29 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ることになる。また、前記キャビティ 29 に注湯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 23 A（転写面）に吸引されて直接接触し、前記キャビティ面 23 A の形状がそのまま転写されることになる。

[0050] 前記モールド型 11 には、前記キャビティ 29 に対して溶湯を給湯するための湯道 32 が設けてあり、この湯道 32 は前記キャビティ 29 の下部側に連通している。

[0051] 〔ピストンの鑄造方法〕

したがって、前記金型 10 を用いてピストン 1 を鑄造するには、前記モールド型 11 の湯道 32 からキャビティ 29 内へアルミ合金の溶湯を注入すると共に、吸引排出部 20 内を負圧にする。したがって、キャビティ 29 内の気体の排出を効果的に行うことができるものである。

[0052] また、同時に前記真空ポンプによって第 2 連通管 30 を介して多孔質部材 6 内を減圧して負圧にする。

[0053] これにより、前記キャビティ 29 内に供給された溶湯は、前記吸引排出部 20 が負圧であることにより、内トップコア 23 のキャビティ面 23 A（転写面）に直接吸引接触されて密着する。

[0054] すなわち、キャビティ 29 に対してアルミニウム合金溶湯を湯道 32 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 29 との間に差圧が生じると、キャビティ 29 内の気体は通気性金型（多孔質金型）23 の空孔を透過して外部へ排出される。

[0055] そして、キャビティ 29 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。

[0056] 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 29 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 内に浸透して充填される。

[0057] これにより、図 5 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 が充填されるが、僅かに前記第 2 粉体 9（塩化ナトリウム）が残存している。

[0058] その後、冷却された減圧鑄造用金型 10 から前記低熱伝導率部材 5 が一体となったピストン母材 1' を取り出し、図 1 に示すように、ピストン母材 1' の外周面に形成された鑄バリ等やピストンリング溝 2c を切削加工すると共に、前記低熱伝導率部材 5（多孔質部材 6）の突起部 6b や基部 6a 上面を切削加工して冠面 2a と同一面に形成する一次機械加工を行う（切削工程）。

〔低伝導率部材上面の封孔処理〕

そして、前記一次機械加工が終了した後に、図 6～図 8 に示す摩擦封孔装置によって前記低熱伝導率部材 5 の表面に存在する空孔 9a の封孔処理を行う（摩擦封孔工程）。

[0059] すなわち、図 6 は前記低熱伝導率部材 5 の表面の空孔 9a を摩擦によって封止するための摩擦封孔装置の概略構造を示している。この摩擦封孔装置は、公知の摩擦撈拌接合のための設備を流用したもので、ベッド 40 上にワークとしてのピストン 1 が位置決めされるようになっているとともに、このベ

ッド４０と対向するクロスヘッド４１が門型の架台４２に昇降可能に支持されている。前記クロスヘッド４２には、工具ホルダ４３を介して摩擦封孔のための中実円筒状の回転工具（ツールまたはプローブ）４４が下向きに装着されている。この回転工具４４は、クロスヘッド４２上の電動モータ４５と減速機構４６を介して回転駆動され、これら電動モータ４５と減速機構４６が回転機構を構成している。同時に、回転工具４４を含むクロスヘッド４２全体が移動機構である油圧シリンダ４７により昇降駆動されることになる。なお、摩擦封孔装置には、周知のように油圧源４８のほか制御盤４９が設けられている。

[0060] ここで、前記回転工具４４は、先端面４４ａが低熱伝導率部材５の直径よりも一回り大きな円形の平坦面となっている。

[0061] 図７は図６に示した摩擦封孔装置におけるベッド４０上でのピストン１の位置決めを司る機構の詳細を示していて、（Ａ）は正面説明図を、（Ｂ）は同図（Ａ）の平面説明図をそれぞれ示している。図６の（Ａ），（Ｂ）に示すように、ベッド４０上でのピストン１の位置決めクランプに際しては、ベッド４０上にあるセンタ治具５０にピストン１をかぶせて凹凸嵌合させて冠面２ａを裏側から支えると共に、ピストン１側のピン穴に挿入可能な突起部５１ａを有する半割り状の左右一対のサイド治具５１を図示外の油圧シリンダにて前進動作させて、その左右一対のサイド治具５１にてピストン１を両側から加圧拘束して位置決めクランプするものとする。なお、ピストン１の変形を防止する上では、冠面２ａを裏側から支えるにあたって、全面接触で支えることが望ましい。前記左右のサイド治具５１及び油圧シリンダによって保持機構が構成されている（保持工程）。

[0062] この状態で、回転工具４４を回転させながらその先端面４４ａを低熱伝導率部材５の上面５ａ全体に押し当てて、該上面５ａ全体を塞ぐ形にする。前述したように、回転工具４４の円形の先端面４４ａが低熱伝導率部材５の上面５ａよりも一回り大きく形成されているのは、このためである。ただし、回転工具４４の先端面４４ａが上面５ａから外れることがなければ、回転工

具 4 4 はその軸心までもが移動するような回転形態であっても良い。

[0063] さらに、回転している回転工具 4 4 に荷重を負荷して押し込み、規定の荷重（例えば 5 トン）や、押し込み量および摩擦トルクに達した時点で除荷して回転工具 4 4 を引き上げてその回転を止める。

[0064] そうすると、回転工具 4 4 の先端面 4 4 a と低熱伝導率部材 5 の上面 5 a との間の摩擦熱によって低熱伝導率部材 5 の上面 5 a 全体に塑性流動層 5 b が形成される。これによって、前記上面 5 a に形成されていた各空孔 9 a の開口部が封止される。

[0065] なお、回転工具 4 4 の回転速度や摩擦トルクなどの諸条件は、低熱伝導率部材 5（多孔質部材 6）の上面 5 a のガラスである珪酸化合物や、ピストン 1 の母材 1' であるアルミ合金材を摩擦熱によって軟化させて前記塑性流動層 5 b が形成されるように設定されている。

[0066] 図 8 は前記摩擦封孔処理の過程の詳細図であり、同図（A）は予め所定位置に保持されたピストン 1 の低熱伝導率部材 5 の上面 5 a に対して回転工具 4 4 の先端面 4 4 a が接触していない状態を示し、同図（B）は低熱伝導率部材 5 の上面 5 a 全体及びその周囲に回転工具 4 4 の先端面 4 4 a が接触した状態を示している。さらに、同図（C）は低熱伝導率部材 5 の上面 5 a に対して回転工具 4 4 が規定量まで押し込まれて低熱伝導率部材 5 の上面 5 a に塑性流動層 5 b が形成されて各空孔 9 a が封孔された状態を示している。

[0067] 図 8（C）に示すように、回転工具 4 4 の押し込み回転に伴い、その回転工具 4 4 の先端形状が転写されるかたちで、低熱伝導率部材 5 の周囲にはこれよりも一回り大きな別の凹部 1 8 が形成されることになる。同時に、回転工具 4 4 の押し込みに伴い、ピストン 1 の母材 1' が押しのけられることで低熱伝導率部材 5 の周囲には「かえり」F が発生するが、この「かえり」F は二次機械加工の際に切削除去される。

[0068] すなわち、二次機械加工の際には、回転工具 4 4 の押し込みよりできた低熱伝導率部材 5 周囲の凹部を消失させるべく、低熱伝導率部材 5 の表面がピストン 1 の母材 1' と面一状態となるように切削加工を施すことになるので

、その際に「かえり」Fまでも同時に切削除去されることになる。

[0069] 低熱伝導率部材5の上面5aの直径と回転工具44の先端面44aの直径との関係は、回転工具44の先端面44aの直径が上面5aの直径を超えるものであれば良く、好ましくは回転工具44の直径が低熱伝導率部材5の直径よりも1mm程度大きいことが望ましい。また、低熱伝導率部材5の形状は必ずしも円形である必要はないが、回転工具44が円形のものである場合には低熱伝導率部材5も円形であることが望ましい。

[0070] 以上のように、本実施形態では、前述した荷重や回転トルク、回転速度など諸条件下において前記回転工具44を回転させることにより、低熱伝導率部材5の上面5aに円形状の塑性流動層5bが形成されて、前記各空孔9aの開口面積の大小に拘わらず、ほぼ全ての空孔9aの開口を効果的に封止させることができる。

[0071] これによって、前記低熱伝導率部材5の上面5a側の封止された各空孔9aには、噴射燃料が入り込まなくなることから、内燃機関の排気エミッション性能などの低下を抑制することができる。

〔第2実施形態〕

図9A～図9Eは第2実施形態を示し、回転工具を2つの種類のものを用意し、前記低熱伝導率部材5の上面5aに対して2段階に分けて封孔処理を行うようにしたものである。

[0072] すなわち、まず、第1段階として、図9A、Bに示すように、第1回転工具54として、第1実施形態のものと同じく横断面積が前記低熱伝導率部材5の外径よりも僅かに大きく形成されているが、先端部が内部中空状の円筒状に形成されて該先端部の先端面54aが円環状に形成されているものを用いる。

[0073] 第2段階として、図9D、Eに示すように、第2回転工具55として、先端部の先端面55aの外径が前記第1回転工具54の先端部の外径や低熱伝導率部材5の後述する中央部5cの外径よりも僅かに小さな円柱状のものをを用いて、封孔処理を行う。

[0074] そして、最初に、図9 A、Bに示すように、第1回転工具54を用いて円環状の先端面54aを低熱伝導率部材5の上面5aに所定荷重と回転トルクなどの前記諸条件下で押しつけて摩擦熱により軟化させて円環状の塑性流動層5bを形成する。したがって、図9 Cに示すように、低熱伝導率部材5の上面5a外周側の円環状の領域に位置する各空孔9aの開口部が封孔処理される。このとき、図示のように、未だ封孔処理が行われていない低熱伝導率部材5の中央部5cが、円柱状に盛り上がった形になっている。

[0075] 次に、第1回転工具54を第2回転工具55に取り替えて、図9 D、Eに示すように、前記第2回転工具55の先端面55aを前記低熱伝導率部材5の盛り上がった中央部5cの上面に該中央部5cから僅かに径方向外側へ偏心した位置で上方から押し付けて回転させ、そのまま第2回転工具55を、中央部5cと外周側の既に塑性流動層5bが形成された部位を跨いだ状態で円を描くように旋回移動させる。これにより、前記中央部5cの上面に、摩擦熱により外周側の塑性流動層5bと同じ塑性流動層5bが形成される。

[0076] このように、第1回転工具54から第2回転工具55に取り替えて2段階に封孔処理を行う理由は、第1実施形態のように、一つの回転工具44を用いた場合は、回転工具44の周速度の大きな外周側に最初に塑性流動層5bが形成されて封孔処理が進むが、その荷重や回転速度によって回転工具44が変形してしまう場合には、単に回転工具44を回転させるだけでは、この回転速度と荷重の両方が大きくなるほど低熱伝導率部材5の中心部の速度が遅くなって未塑性流動層が発生してしまい、十分な封孔効果が得られないおそれがある。

[0077] そこで、本実施形態のように、低熱伝導率部材5の内外周側で2段階に封孔処理を行えば、低熱伝導率部材5の上面5a全体に塑性流動層5bを形成することができるので、効果的な封孔処理が行えるのである。

[0078] また、本実施形態によれば、低熱伝導率部材5の上面5a全体を平らにすることができるので、その後の仕上げ加工で落とす肉が少なくなることから後処理が容易になる。

〔第3実施形態〕

図10及び図11は第3実施形態を示し、この実施形態では、前記回転機構の他に、図外の移動機構を用いて一つの回転工具56を、低熱伝導率部材5の上面5aで回転させながら渦巻き状に移動させるようにしたものである。

[0079] すなわち、前記回転工具56は、先端面56aの外径が前記低熱伝導率部材5の外径よりも十分に小さく形成され、前記移動機構によって先端面56aを低熱伝導率部材5の上面5a上を外周側から中央部側へ渦巻き状に移動させるようになっている。

[0080] また、図11に示すように、前記渦巻き状の移動軌跡Mは、回転工具56の先端面56aが内外で一部が重なるように外周側から内周側（中央側）へ渦巻き状となるように設定されていると共に、低熱伝導率部材5の上面5aの外周部側では外周縁全体を覆った状態で移動するようになっている。

[0081] したがって、この実施形態によれば、一つの回転工具56を低熱伝導率部材5の上面5aで外周側から中央側へ渦巻き状に移動させることによって、上面5a全体に均一な塑性流動層5cを形成することができる。つまり、低熱伝導率部材5の上面5aよりも小さな面積の回転工具56の先端面56aで塑性流動化を行いながら移動させて全体に広げるようにしたので、全体に均一な塑性流動層5cを形成することができる。

[0082] しかも、回転工具56の押し付け面積が小さいことから、小さな荷重で行うことが可能になり装置の小型化が図れる。

[0083] また、一つの回転工具56で渦巻き移動を連続して行うことから、封孔処理作業能率の向上も図れる。

[0084] なお、前記回転工具56を、前記移動機構によって低熱伝導率部材5の中央部側から外周側へ渦巻き状に移動させることも可能である。

〔第4実施形態〕

図12は第4実施形態を示し、この実施形態では回転工具57を低熱伝導率部材5の上面5aに対してスタンピング状に上下移動させると共に、スタ

ンピング運動を繰り返しながら円を描くように外周側から内周側（中心側）へ移動するように構成したものである。

[0085] 前記回転工具 57 は、第 3 実施形態のものと同じく外径が前記低熱伝導率部材 5 の上面 5 a のそれよりも十分小さく形成されていると共に、図外の移動機構であるスタンピング機構によって先端面 40 a で低熱伝導率部材 5 の上面 5 a を回転しながら一度押し付け、その後、一旦、上昇して前記押し付けた部位の中央部 5 d が重なるように円周方向へ移動し、ここでさらに下降して押し付け作業を行い、これら円周方向へのスタンピング運動と円周方向の移動を繰り返しながら順次小円形状の塑性流動化を行って、低熱伝導率部材 5 の上面 5 a 全体に塑性流動層 5 b を形成するようになっている。

[0086] 具体的には、図 12 A、B に示すように、まず、回転工具 57 を低熱伝導率部材 5 の外周側に冠面 2 a と跨った状態で回転しながら一度押し付けて、この部分で円形状の塑性流動層 5 b を形成する。その後、一旦、回転工具 57 を上昇させて円周方向へ所定量移動させ、図 12 C に示すように、塑性流動層 5 b の中央部（白抜き部）5 d を覆う位置で位置決めして、そのまま下降させて上面 5 a を押し付けながら回転させる。これによって、次の円形状の塑性流動層 5 b を形成する。

[0087] その後、図 12 D に示すように、前述したスタンピング運動と円周方向の移動を順次繰り返しながら低熱伝導率部材 5 の外周部全体の円形状の塑性流動層 5 b を形成する。

[0088] 前記外周部全体に塑性流動層 5 b が形成された後は、回転工具 57 を、前記外周部の円環状の塑性流動層 5 b の一部が覆われる位置に内側へ移動させて、ここから、再び前述と同じスタンピング運動と円周方向の移動を繰り返して円環状の塑性流動層 5 b を形成し、その後、これら一連のスタンピング運動と円周方向の移動をさらに内周側で繰り返して行う。そして、最後の低熱伝導率部材 5 の中央部では、塑性流動層 5 b の中央部 5 d を覆った位置で回転工具 57 によって非塑性流動層がなくなるように処理する。

[0089] このように、本実施形態では、回転工具 57 を、低熱伝導率部材 5 の上面

5 a上を摺動させるのではなく、スタンピング方式で移動させるようにしたことから、低熱伝導率部材5の上面5 a全体に塑性流動層5 bを効果的に形成することができる。

[0090] 本実施形態によれば、回転工具5 7を小さく設定できるため、小さな荷重で行うことができ、摩擦攪拌部分の攪拌条件を同じにできる。また、スタンピング運動のため、回転工具5 7を押し付けた範囲の周囲に発生するバリの影響を受けないため、確実性が向上する。

[0091] 他の構成は、前記各実施形態と同様であるから同一の作用効果が得られる。

〔第5実施形態〕

図1 3は第5実施形態を示し、前記冠面2 aの内部に埋設された低熱伝導率部材5の上面側に、該低熱伝導率部材5の外径よりも大きな凹部である円形溝2 dを形成し、該円形溝2 dの内部に、例えばピストン母材1' 同一材質のアルミニウム合金粉末5 9を充填し、その後、このアルミニウム合金粉末5 9を回転工具5 8の平坦な円形状の先端面5 8 aで押し付け回転させて低熱伝導率部材5の上面5 aに摩擦接合させるようにしたものである。

[0092] すなわち、まず、前記ピストン1の鑄造時に、冠面2 aの内部に前述した低熱伝導率部5を一体的に埋設しておき、その後、この低熱伝導率部材5の上面5 a側に前記円形溝2 dを例えば機械加工によって形成する。この円形溝2 dの底面側に、前記低熱伝導率部材5の上面5 a全体が露出した状態になっている。なお、前記円形溝2 dは、ピストン鑄造時に円形状の中子を用いて低熱伝導率部材5（多孔質部材6）の固定と一緒に成形することも可能である。

[0093] ピストン1の鑄造後に、図1 3 Bに示すように、前記円形溝2 dの内部にアルミニウム合金粉末5 9を充填させ、その後、同図Cに示すように、アルミニウム合金粉末5 9の上方から前記回転工具5 8の平坦な先端面5 8 aを押し付けて回転させることによって該アルミニウム合金粉末5 9が前記低熱伝導率部材5の上面5 aに摩擦接合して蓋状のアルミニウム合金表面層6 0

がされ、この表面層 6 0 によって前記各空孔 9 a のそれぞれの開口を封止することができる。

[0094] 特に、本実施形態では、前記低熱伝導率部材 5 の上面 5 a に、アルミニウム合金粉末 5 9 を直接的に摩擦接合させることによって、前記アルミニウム合金粉末 5 9 が各空孔 9 a 内に入り込むことから、より効果的に各空孔 9 a を封孔することができる。

[0095] この実施形態では、前記円形溝 2 d 内に、アルミニウム合金粉末 5 9 を充填するようになっているが、これに代えて、例えば予め円盤板状に形成されたアルミニウム合金材を収容配置することも可能である。

[0096] 本発明は、前記実施形態の構成に限定されるものではなく、例えば、前記第 1 粉末 8 や第 2 粉末 9 の成分を、ピストン 1 の材料成分などに応じて任意に変更することが可能である。

[0097] また、回転工具 4 4, 5 4, 5 5, 5 6, 5 7 の先端面 4 4 a、5 4 a、5 5 a、5 6 a、5 7 a の形状は、平坦状に限定されるものではなく、曲面状であってもよい。

請求の範囲

- [請求項1] ピストンの冠面に、前記ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材を用いた低熱伝導率部材が設けられた内燃機関のピストンの製造方法であって、
- 前記多孔質部材の空孔内に溶湯を含浸させてなる前記低熱伝導率部材が前記冠面に設けられた状態で前記ピストンを保持する工程と、
- 前記ピストンが保持された状態で前記低熱伝導率部材の表面に、回転工具を押し当てて前記多孔質部材表面の空孔を摩擦熱により封孔処理を行う摩擦封孔工程と、
- を備えたことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
- 前記摩擦封孔工程では、前記回転工具を前記多孔質材の表面に対して押し当てる位置を移動させながら封孔処理を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3] 請求項2に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
- 前記摩擦封孔工程は、前記回転工具を前記低熱伝導率部材の表面に対してスタンピング状に移動させながら押し当てて封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項4] 請求項3に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
- 前記回転工具をスタンピング状に移動させる際には、前記回転工具の先端面外周部を、先に封孔処理された部位の中央部にかかるように移動させたことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項5] 請求項4に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
- 前記摩擦封孔工程は、前記低熱伝導率部材の表面全体を封孔処理することを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項6] 請求項5に記載の内燃機関用ピストンの製造方法であって、
- 前記摩擦封孔工程は、前記低熱伝導率部材の表面を中央から外側に渦巻き状に移動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7] 請求項2の記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
前記摩擦封孔工程は、前記回転工具の先端面を前記低熱伝導率部材の表面に押付けながら連続的に摺動移動させて封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項8] 請求項7に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
前記摩擦封孔工程は、前記回転工具の先端面を前記低熱伝導率部材の表面全体を連続的に摺動移動させて封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項9] 請求項8に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
前記摩擦封孔工程は、前記回転工具の先端面を前記低熱伝導率部材の表面の中央側から外側へ、あるいは外側から中央側に渦巻き状に摺動移動させて封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項10] 請求項1に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
摩擦封孔工程は、最初に、前記回転工具の円環状に形成された先端面によって前記低熱伝導率部材の表面の外周部を封孔処理し、
その後、前記回転工具の先端面よりも小径な円形状の先端面を有する別の回転工具で、前記低熱伝導率部材の表面の残りの中央部に封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項11] 請求項1に記載の内燃機関のピストン製造方法において、
前記摩擦封孔工程の後に、前記低熱伝導率部材の表面を切削加工する切削工程を有することを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項12] 請求項1に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、
前記多孔質部材は、ピストン母材と同じ金属粉末材と該金属粉末材よりも熱伝導率の低いガラス粉末材とを融合させた金属成形体によって構成されていることを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。
- [請求項13] 請求項1に記載の内燃機関のピストン製造方法であって、

前記摩擦封孔工程は、前記回転工具の先端面で前記低熱伝導率部材の表面全体を覆った状態で回転させて封孔処理を行うことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。

[請求項14] 請求項1に記載の内燃機関用ピストンの製造方法であって、
前記回転工具は、先端面が平面状に形成されてい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1に記載の内燃機関用ピストンの製造方法であって、
前記低熱伝導部材は、成形金型の内部所定位置に前記多孔質部材を配置した後に、前記金型内に溶湯を注入して前記多孔質部材の各空孔内に含浸させて前記低熱伝導率部材を固定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16] ピストンの冠面付近の内部に、該ピストンの母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材の各空孔内にピストン母材の溶湯を含浸させて低熱伝導率部材を固定するピストン成形工程と、

前記ピストン冠面の前記低熱伝導率部材が位置する部位に、該低熱伝導率部材の上面全体が露出するように凹部を形成する凹部形成工程と、

前記凹部内の低熱伝導率部材の上面にピストン母材とほぼ同材質の封止材を配置する封止材配置工程と、

前記封止材の上面に回転工具を押し当てて前記封止材を摩擦熱によって軟化させることにより前記低熱伝導率部材の表面の空孔を封止する摩擦封止工程と、

を備えたことを特徴とする内燃機関のピストン製造方法。

[請求項17] ピストンの冠面に、前記ピストン母材よりも熱伝導率の低い多孔質部材を用いた低熱伝導率部材が設けられた内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置であって、

前記冠面に前記低熱伝導率部材が設けられたピストンを保持する保持機構と、

先端面を前記低熱伝導率部材の表面に押し当てながら回転することによって摩擦熱を発生させて封孔処理を行う回転機構と、

前記回転機構の回転工具、または前記ピストン自体を前記空孔の封止処理可能な所定の位置に移動させる移動機構と、

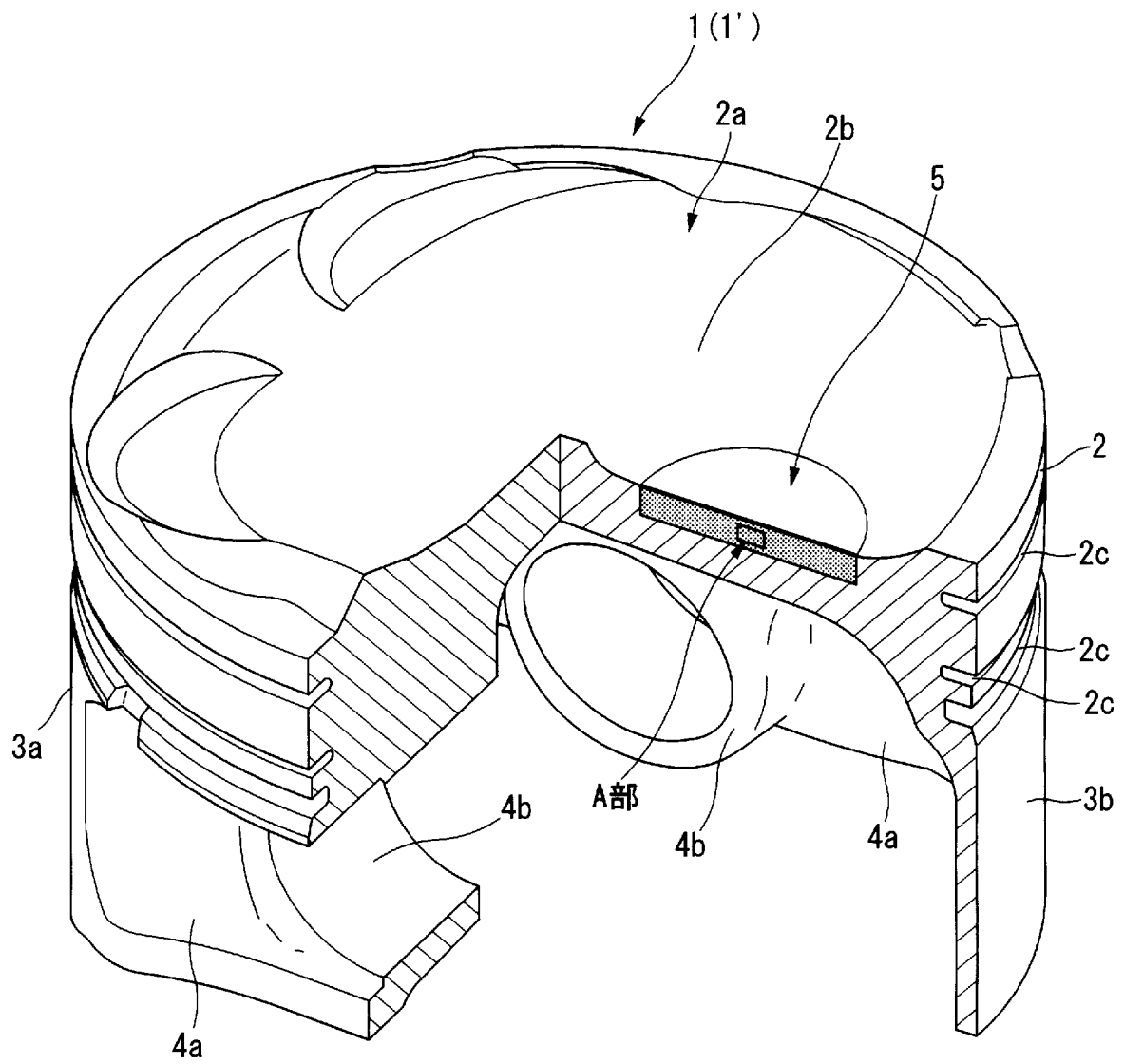
を備えたことを特徴とする内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置。

[請求項18]

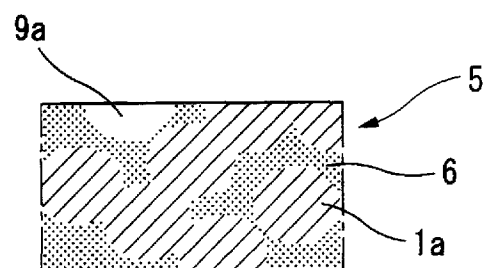
請求項17に記載の内燃機関用ピストンの摩擦封孔装置において、

前記移動機構は、前記回転工具の先端面によって前記低熱伝導率部材表面の空孔に封孔処理を行った後に、前記回転工具を前記表面から一旦に離間させて再度別の位置にスタンピング状に移動させながら封孔処理を行うことを特徴とするピストンの摩擦封孔装置。

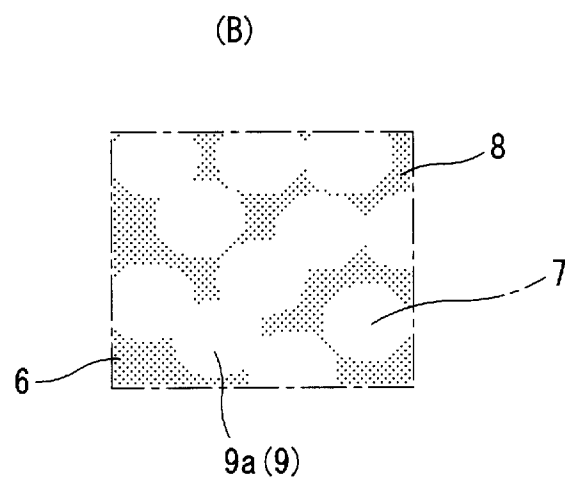
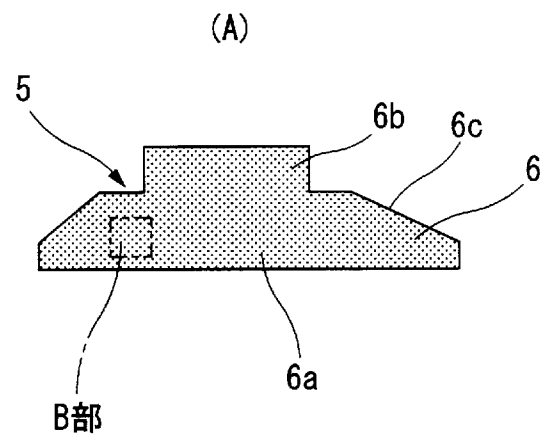
[図1]



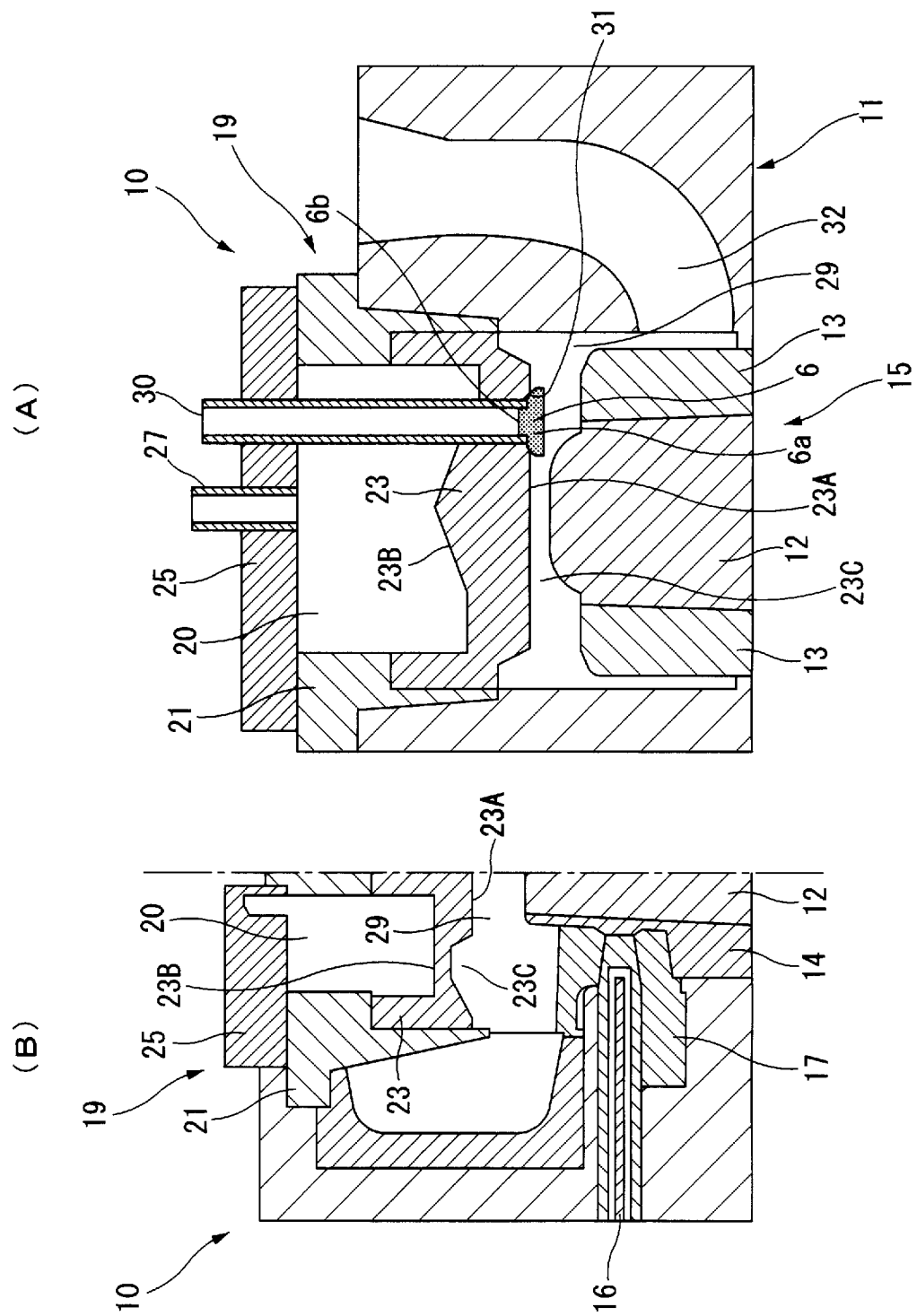
[図2]



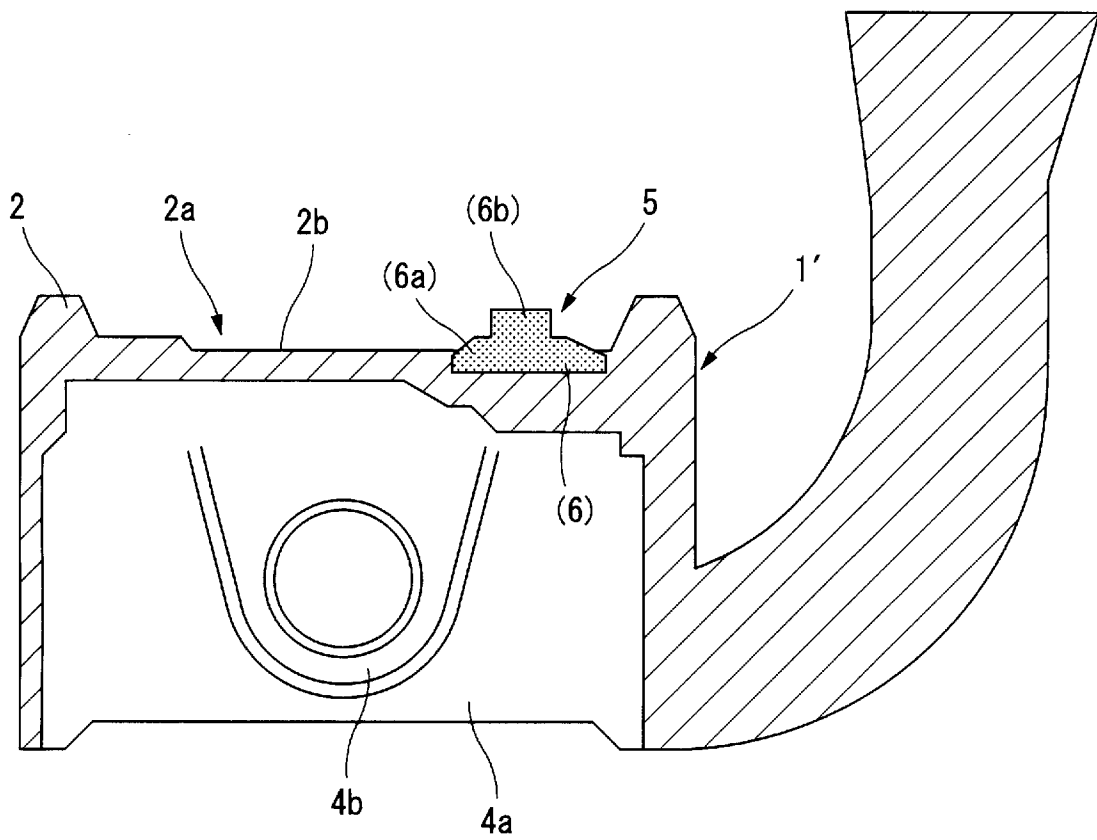
[図3]



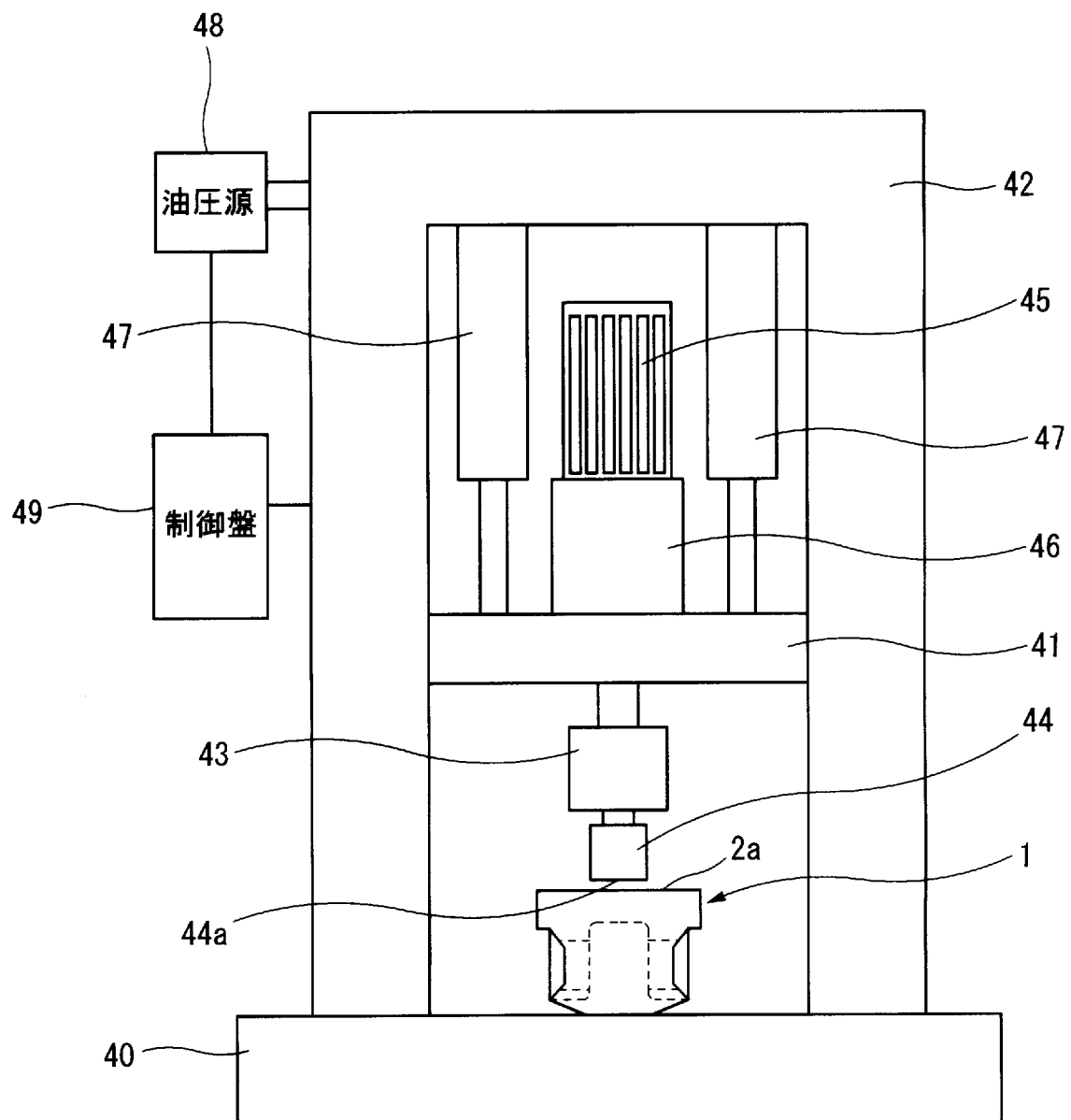
[図4]



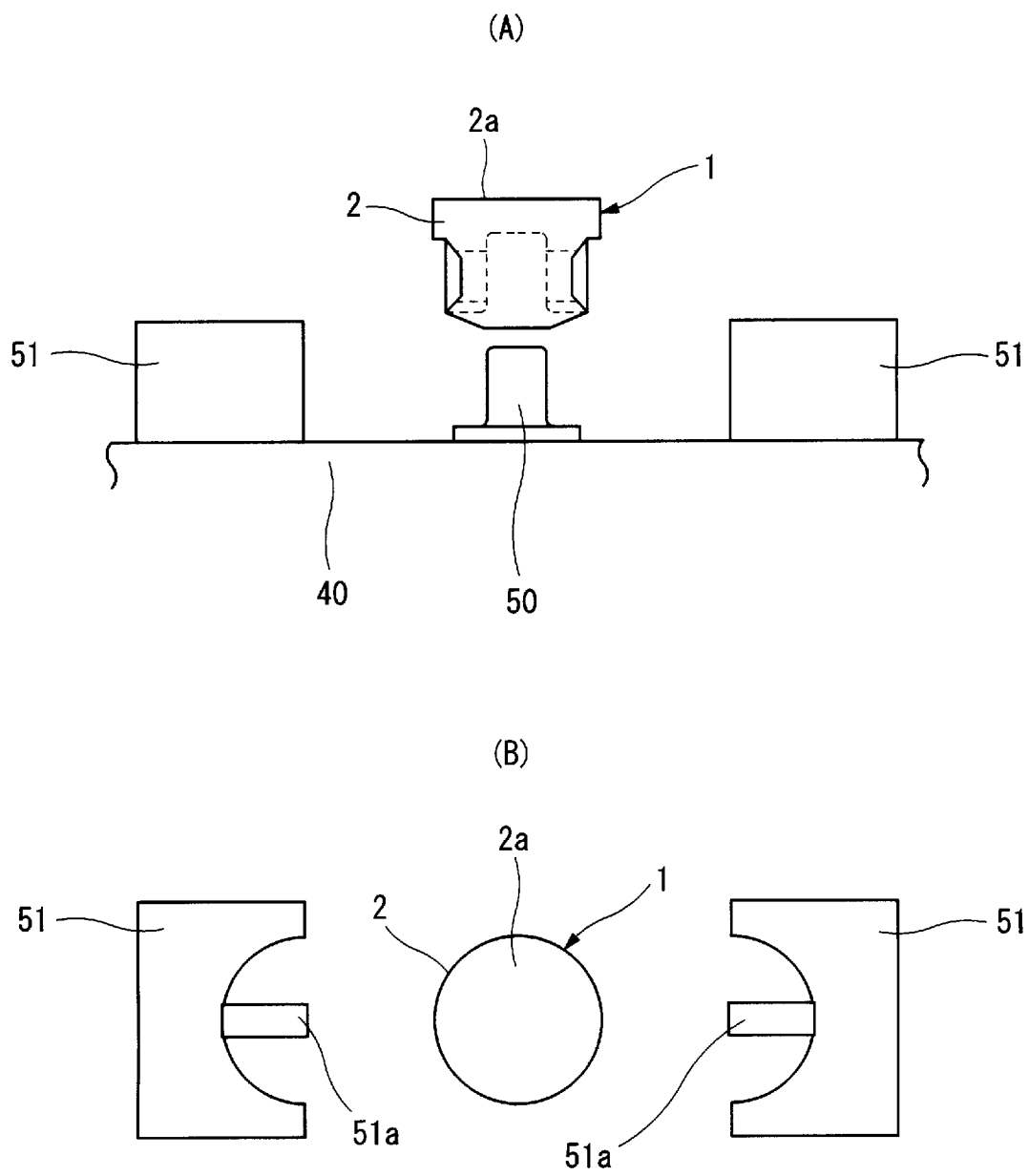
[図5]



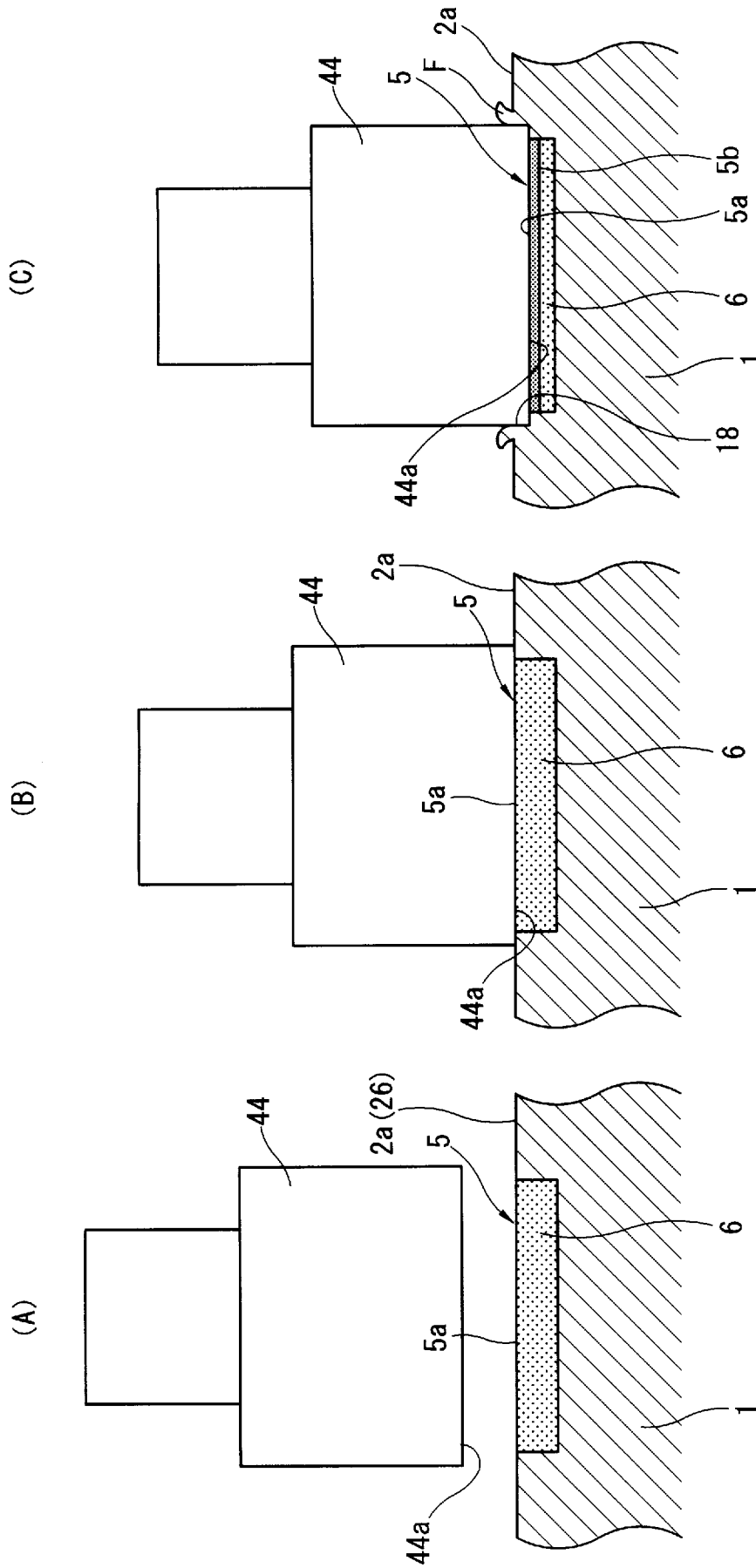
[図6]



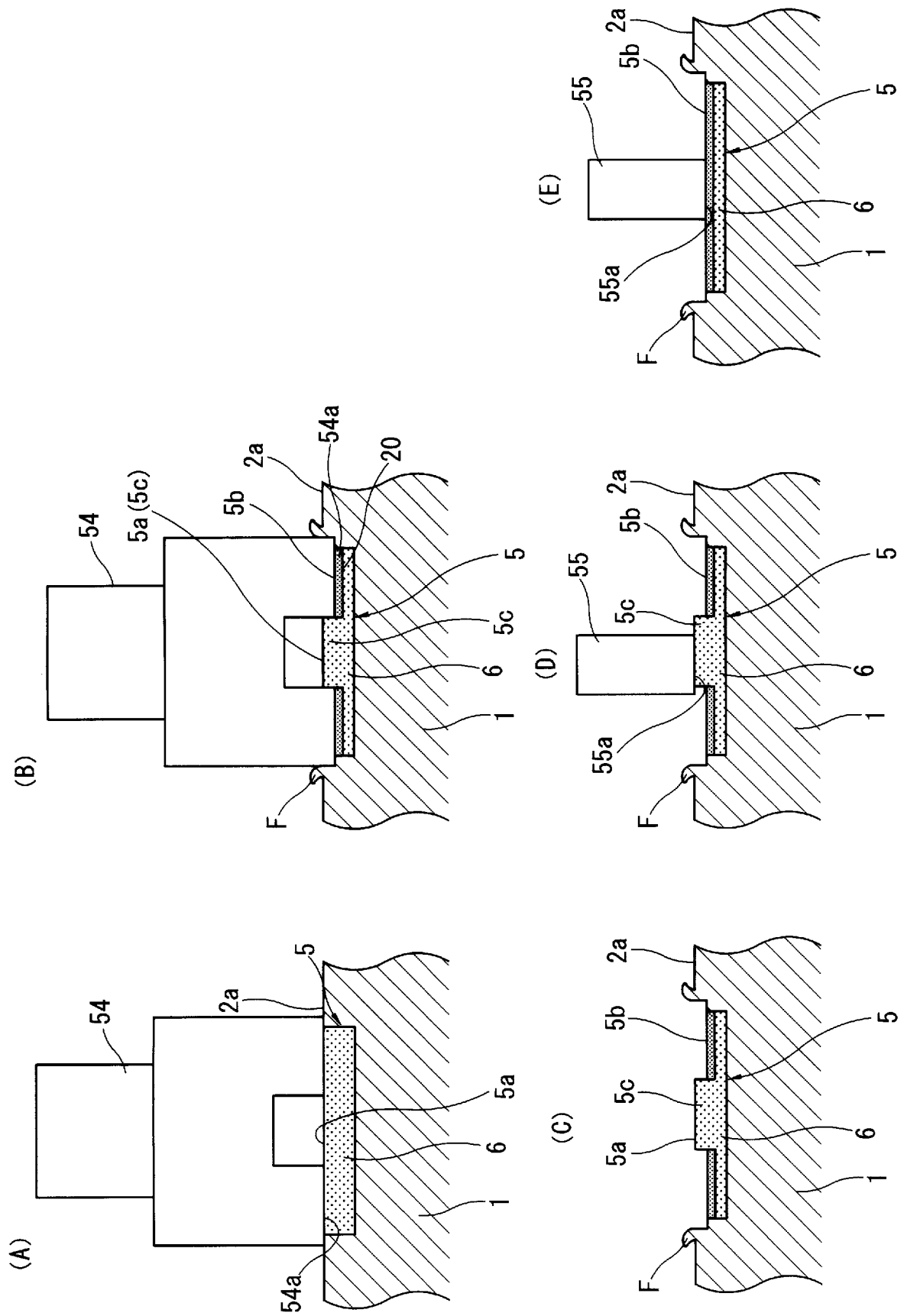
[図7]



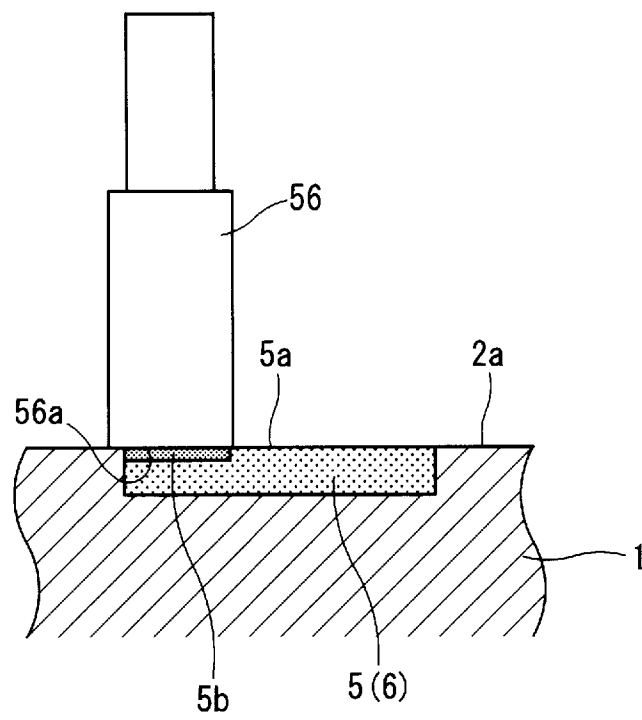
[図8]



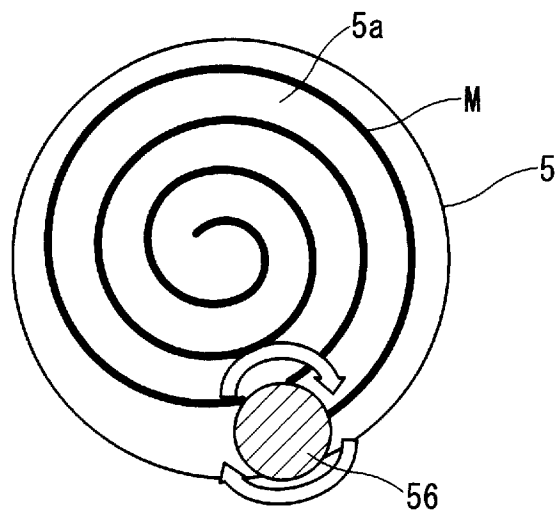
[図9]



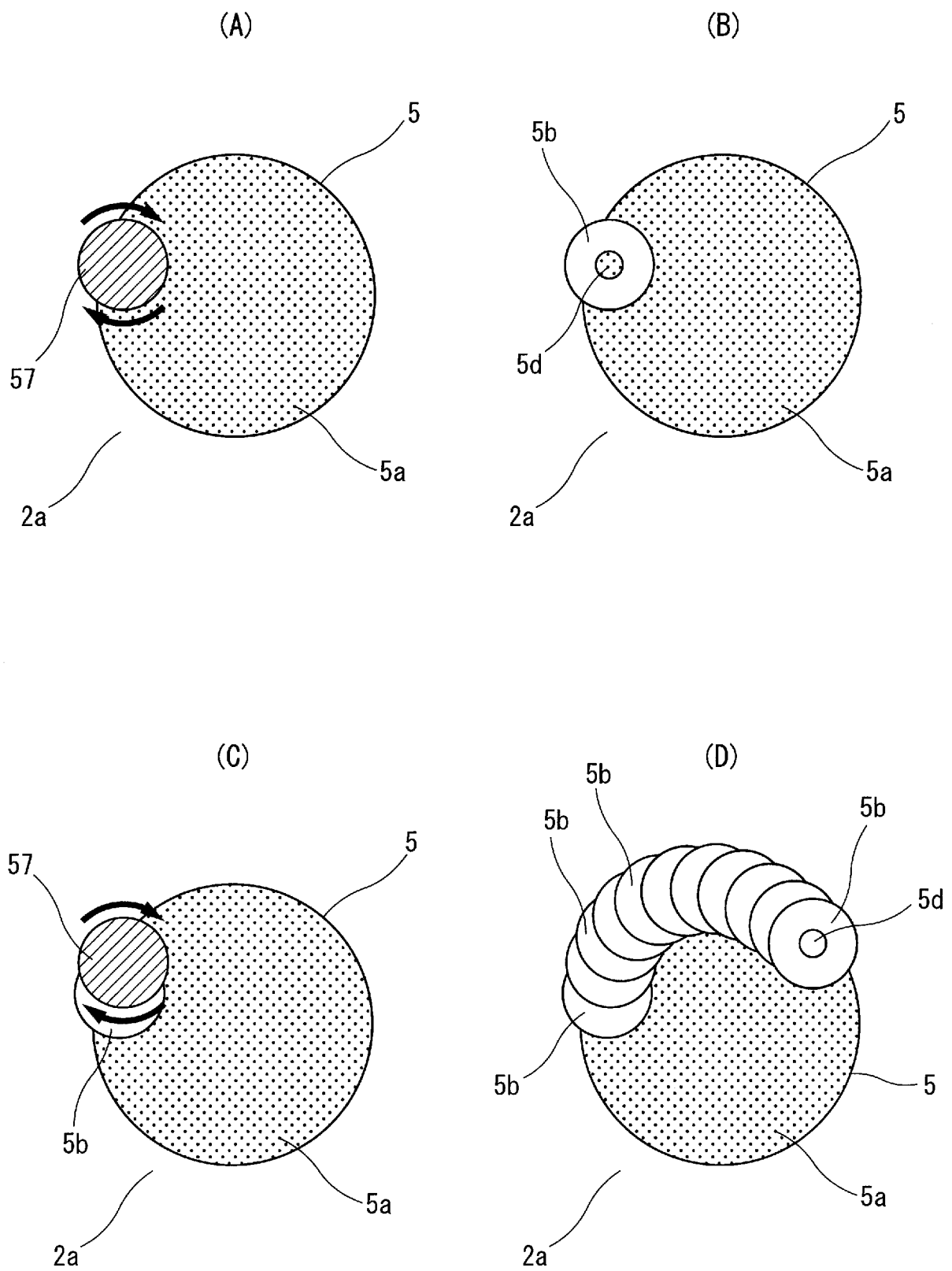
[図10]



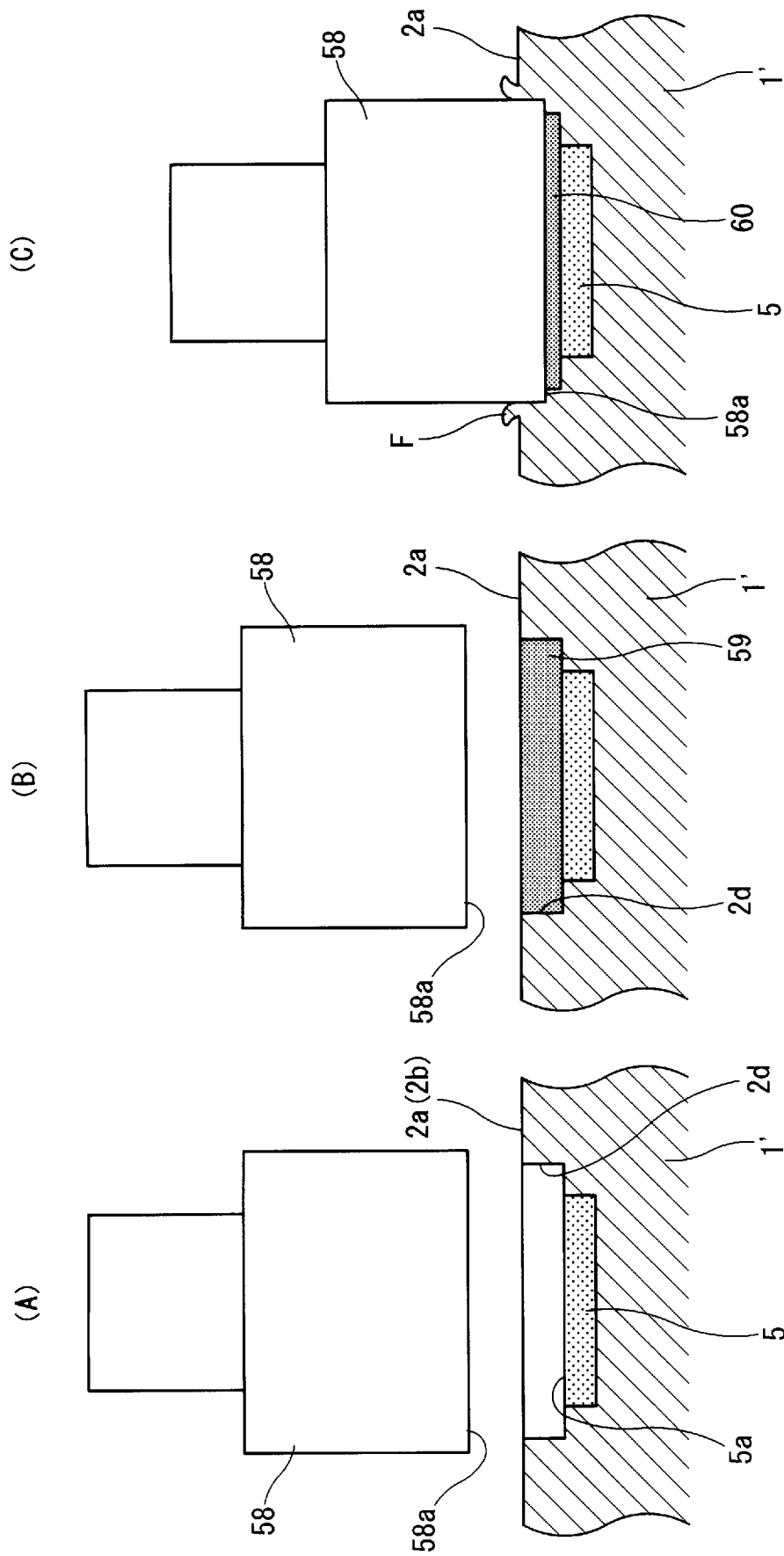
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02F3/00(2006.01)i, F02F3/14(2006.01)i, B23K20/12(2006.01)n

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)

F02F3/00-3/28, B23K20/12

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	JP 11-193721 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 21 July 1999 (21.07.1999), paragraphs [0015] to [0032]; fig. 1, 3, 12 (Family: none)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y A	JP 2002-96158 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 02 April 2002 (02.04.2002), claims 1 to 2; paragraphs [0001], [0007] to [0009], [0015] to [0019], [0022] to [0024], [0039]; fig. 1 to 4 & WO 2002/024382 A1	1-9, 11-15, 17-18 10, 16

☒ 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
09 December 2015 (09.12.15)

Date of mailing of the international search report
22 December 2015 (22.12.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/078863

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 2005-324240 A (Ryobi Ltd.), 24 November 2005 (24.11.2005), paragraphs [0010] to [0012], [0015] to [0036]; all drawings (Family: none)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y A	JP 10-183316 A (Showa Aluminum Corp.), 14 July 1998 (14.07.1998), claim 1; paragraphs [0004], [0009] to [0012] (Family: none)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y	JP 2003-48064 A (Mazda Motor Corp.), 18 February 2003 (18.02.2003), paragraphs [0014] to [0018], [0043], [0061]; fig. 1, 15 (Family: none)	17-18
A	JP 2009-264236 A (Toyota Motor Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), claims 5 to 6; paragraphs [0009], [0017] to [0024]; all drawings & US 2009/0266331 A1 claims 8 to 9; paragraphs [0019], [0034] to [0041]; all drawings	1-18
E, A	JP 2015-218608 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 December 2015 (07.12.2015), claims 5 to 7; paragraphs [0011] to [0013], [0022] to [0025]; all drawings (Family: none)	1
P, A	WO 2015/016122 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 05 February 2015 (05.02.2015), abstract; all drawings (Family: none)	16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02F3/00(2006.01)i, F02F3/14(2006.01)i, B23K20/12(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. F02F3/00-3/28, B23K20/12

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 A	JP 11-193721 A（株式会社豊田中央研究所）1999.07.21, [0015]－[0032], 図1, 3, 12 (ファミリーなし)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y A	JP 2002-96158 A（日本軽金属株式会社）2002.04.02, 請求項1－2, [0001], [0007]－[0009], [0015]－[0019], [0022]－[0024], [0039], 図1－4 & WO 2002/024382 A1	1-9, 11-15, 17-18 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

0 9 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

今関 雅子

3 G

9 5 2 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

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
Y A	JP 2005-324240 A (リョービ株式会社) 2005. 11. 24, [0010]－[0012], [0015]－[0036], 全図 (ファミリーなし)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y A	JP 10-183316 A (昭和アルミニウム株式会社) 1998. 07. 14, 請求項 1, [0004], [0009]－[0012] (ファミリーなし)	1-9, 11-15, 17-18 10, 16
Y	JP 2003-48064 A (マツダ株式会社) 2003. 02. 18, [0014]－[0018], [0043], [0061], 図 1, 15 (ファミリーなし)	17-18
A	JP 2009-264236 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 11. 12, 請求項 5－6, [0009], [0017]－[0024], 全図 & US 2009/0266331 A1, 請求項 8－9, [0019], [0034]－[0041], 全図	1-18
E, A	JP 2015-218608 A (日産自動車株式会社) 2015. 12. 07, 請求項 5－7, [0011]－[0013], [0022]－[0025], 全図 (ファミリーなし)	1
P, A	WO 2015/016122 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015. 02. 05, 要約, 全図 (ファミリーなし)	16