

(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9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/152778 A1

- (51) 国際特許分類:
B22F 3/035 (2006.01) C10N 20/02 (2006.01)
B30B 11/00 (2006.01) C10N 30/06 (2006.01)
C10M 171/02 (2006.01) C10N 40/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058705
- (22) 国際出願日: 2016年3月18日(18.03.2016)
- (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 2015-057780 2015年3月20日(20.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日立化成株式会社(HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小野寺 哲 (ONODERA, Satoshi); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 上田 勝彦 (UEDA, Katsuhiko); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 小比田 智之 (KOHIDA, Tomoyuki); 〒1006606 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP). 市川 淳一 (ICHIKAWA, Junichi); 〒1006606 東京都千代田区

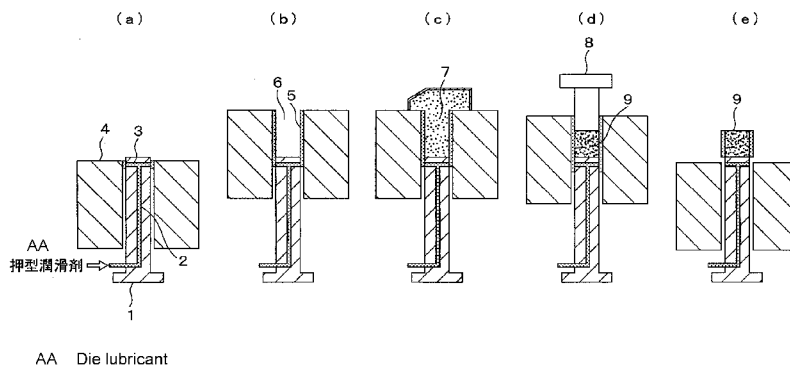
丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 末成 幹生(SUENARI, Mikio); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目6番13号 アサコ京橋ビル3階 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),

[続葉有]

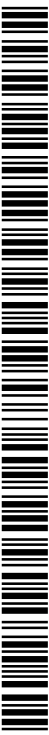
(54) Title: METHOD FOR FORMING MOLDED ARTICLE BY PRESS MOLDING

(54) 発明の名称: 押型法による成形体の成形方法



(57) Abstract: Provided is a method for forming a molded article by press molding that allows a good molded article having a high density with no cracks and no rough surface to be formed without occurrence of galling on the wall surface of a die. The method for forming a molded article by press molding involves: compression molding, between an upper punch and a lower punch, a base powder filled in a cavity formed by an outer die and the lower punch or by the outer die, the lower punch, and a core rod; and extruding the obtained molded article from the outer die by the lower punch. A lubricating coating of a die lubricant mainly containing an oil is formed over the inner surface of the outer die or over the inner surface of the outer die and at least part of the outer circumferential surface of the core rod, and the base powder is filled in the cavity, and compression molded in such a manner that the density ratio of the molded article is more than 93% or greater.

(57) 要約: 高密度であるとともに割れや製品の表面の荒れのない良好な成形体を、押型壁面のかじりが発生することなく成形することが可能な、押型法による成形体の成形方法を提供する。外型と下パンチ、または、外型と下パンチとコアロッドで形成するキャビティ内に充填した原料粉末を上パンチと下パンチの間に圧縮成形し、得られた成形体を下パンチで外型から押し出す押型法による成形体の成形方法において、外型内面、または、外型内面およびコアロッドの外周面のうちの少なくとも一部に油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成し、キャビティ内に原料粉末を充填し、成形体の密度比が93%以上となるように圧縮成形する。



WO 2016/152778 A1

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))

明 細 書

発明の名称： 押型法による成形体の成形方法

技術分野

[0001] 本発明は、粉末冶金法における成形体の成形方法に関し、特に、押型法による成形体の成形方法に関する。

背景技術

[0002] 粉末冶金法における成形方法は、押型法（プレス成形法）、射出成形法、押し出し成形法、湿式成形法等に大別される。これらの成形方法のうち、ニアネットシェイプに造形でき材料の歩留まりが高いこと、一度金型を作製すれば同じ形状の成形体を多量に成形できること、脱脂の時間が短いこと等の理由から、安価に焼結部品等を生産できる押型法が主に用いられている。

[0003] 押型法は、製品の外周形状を成形する外型の型孔と、型孔と摺動自在に嵌合し製品の下端面を成形する下パンチと、型孔と摺動自在に嵌合し製品の上端面を成形する上パンチを備えた金型装置を用い、型孔と下パンチにより形成されるキャビティに原料粉末を充填する充填工程、上パンチおよび下パンチによりキャビティに充填された原料粉末を圧縮成形して所望の形状に成形する成形工程、得られた成形体を外型の型孔から抜き出して取り出す抜き出し工程を順に経て行う成形方法である。このような押型法においては、上パンチおよび下パンチを複数用いて多段とすることにより複雑な形状の成形体を成形できる。また、コアロッドを配置することにより軸孔を有する製品を成形することもできる。

[0004] このような押型法では、成形工程において、成形時の成形圧力により成形体が、成形圧力に鉛直な方向に膨張する圧力を受けて、押型壁面（外型の型孔の内周面）に密着するため、抜き出し工程において、押型壁面と成形体との間で摩擦が生じる。この摩擦力が大きいと、押型壁面にかじり（成形体の凝着物）が発生したり、成形体の表面粗さが大きくなる。また、成形体と押型壁面との摩擦が増大すれば、その分大きな押出力が必要となり、これにと

もなって成形体内の残留応力が增大するので、抜き出し工程において成形体に過大な応力が加わり成形体に割れ（クラック）が発生しやすくなる。このため押型法においては、押型壁面と成形体との間で発生する摩擦を軽減するため、各種潤滑法が採用されている。

[0005] 押型法における潤滑法は、押型潤滑法と混入潤滑法に大別される。押型潤滑法は、押型の内面やコアロッドの表面などの押型の成形面に潤滑剤を予め塗布した後、原料粉末を充填し成形を行う方法であり、押型の成形面に塗布された潤滑剤が、押型の成形面と成形体の間に介在することで、抜き出し工程における摩擦を軽減する方法である。また、混入潤滑法は、粉末状の潤滑剤を添加・混合した原料粉末を用いて充填、成形を行う方法であり、抜き出し工程において摩擦熱で溶融した潤滑剤が押型の成形面と成形体の間に滲み出すことで、押型の成形面と成形体の間の摩擦を軽減する方法である。なお、粉末冶金用語に関する日本工業規格（JIS Z 2500-1960）では、押型に塗布する潤滑剤を押型潤滑剤、原料粉末に混合する潤滑剤を粉末潤滑剤と呼んでいるが、潤滑剤として用いる材料自体に差異はなく、ステアリン酸およびその金属塩等の金属石鹼や、ワックス類等が一般的に用いられている。

[0006] 近年、粉末冶金法により製造される焼結部品等においては、高強度化の要望が強まっている。焼結部品の高強度化は、材料のグレードを高くすることで達成できるが、材料コストが増加することとなるため、安価に製造できるという押型法の利点が損なわれることとなる。ところで、押型法においては、原料粉末間の隙間が成形後の成形体に残留し、この隙間が焼結後に気孔として焼結部品中に分散することとなる。一般の鉄系焼結部品として、密度比（多孔質体の密度とそれと同一組成の材料の気孔のない状態における密度との比）が83～90%（残部は気孔）のものが製造されている。この気孔が機械部品の強度低下の要因となっている。そこで、成形体を高密度に成形すれば、材料のグレードを高くすることなく高強度な焼結部品とすることができることから、高密度の成形体を成形する方法について検討が行われている

。

[0007] 押型法における潤滑法は、実施が容易で量産に適する点から、混入潤滑法が一般的に適用されている。しかしながら、混入潤滑法は、粉末状の潤滑剤の添加によって原料粉末の流動性、成形体の強度、圧粉密度が低下するという問題がある。このため、高密度の成形体を得ようとする場合に、押型潤滑法が用いられることがある。

[0008] 押型潤滑法においては、摩擦帯電させた粉末状の潤滑剤を押型に静電的に付着させて押型壁面に固体状の潤滑被膜を形成する方法が検討（特許文献1等）されている。

[0009] また、押型潤滑法においては、粉末の潤滑剤を有機溶剤等の溶媒に分散して押型壁面に塗布した後、乾燥して溶媒を除去し押型壁面に固体状の潤滑被膜を形成する方法（特許文献2，3等）が行われている。粉末の潤滑剤を有機溶剤に分散した押型潤滑剤を押型の成形面に塗布する方法としては、スプレーや刷毛により塗布することが行われるが（特許文献2等）、スプレーや刷毛では押型において成形体と摺接する面に均一に押型潤滑剤を塗布することが難しい。そこで、押型の成形面に均一に押型潤滑剤を塗布するための手法として、粉末成形金型自体を押型潤滑剤の塗布手段として利用し、引火性を有しない液媒に固体潤滑剤からなる粒子を分散させた分散剤である押型潤滑剤を塗布する方法（特許文献3等）が開発されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平8-100203号公報

特許文献2：特開平9-272901号公報

特許文献3：特開2012-234871号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら特許文献1に示されるような方法は、型孔が深い場合、また

は製品形状が複雑な場合、型孔の奥まで、または押型壁面の各部分で均一に潤滑被膜を形成することが難しい。また、特許文献2、3のような粉末の潤滑剤を有機溶剤等の溶媒に分散して押型壁面に塗布した後、乾燥して溶媒を除去し押型壁面に固体状の潤滑被膜を形成する方法においては、有機溶剤の取り扱いにともなう環境衛生上の問題や、有機溶剤を乾燥させるための時間を要することにもなう生産速度の低下の問題等が生じる。

[0012] さらに、上記した押型潤滑法で用いる潤滑剤は、いずれもステアリン酸およびその金属塩等の金属石鹼や、ワックス類等の固体潤滑剤を主成分とするものである。固体潤滑剤の潤滑被膜は、外型との摩擦抵抗を克服して成形体を動き出させる静止摩擦の領域では優れた潤滑効果を示すものの、成形体が動き出した後の動摩擦の領域では潤滑効果が高くなく、近年求められている高密度の成形体を成形する際には、十分な潤滑効果が得られない場合があった。

[0013] 上記実情に鑑み、本発明は、押型法により成形体を成形するにあたり、割れ、表面の荒れ、押型壁面のかじり等を生じることなく高密度な成形体を成形することが可能な、成形体の成形方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、押型潤滑法に着目するとともに、液状の潤滑剤の適用について検討を行った。金属の塑性加工用の潤滑剤として油が一般的に用いられるが、押型内での金属粉末の圧縮成形における押型潤滑法においては、油を用いると、原料粉末間あるいは成形体中へ油が浸透することにより押型と成形体との間の潤滑剤量が足りなくなり、潤滑が不十分になる等の問題が生じることが懸念される。このため、上記の押型潤滑法における潤滑剤においては、ステアリン酸およびその金属塩等の金属石鹼や、ワックス類等の固体潤滑剤を主成分とするものが一般的に用いられている。しかしながら、押型潤滑法において液状の潤滑剤を用い、高密度に成形すると、粉末間に毛細管力により一部吸収された液状の潤滑剤が成形圧力により粉末間から成形体と押型壁面の間に押し出されて、抜き出し時に良好な潤滑効果を発揮することを

見出した。

[0015] 本発明の押型法による成形体の成形方法は、この知見によるものであり、外型内面、または、外型内面およびコアロッドの外周面、下側が多段形状の成形体を圧縮成形する場合には下側が多段形状の成形体を形成する複数の下パンチの側面、上側が多段形状の成形体を圧縮成形する場合には上側が多段形状の成形体を形成する複数の上パンチの側面の、少なくとも一部に、油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成し、キャビティ内に原料粉末を充填し、成形体の密度比が93%以上となるように圧縮成形するものである。

[0016] 本発明の押型法による成形体の成形方法においては、前記潤滑被膜の厚さは5～40 μm であることが好ましく、前記押型潤滑剤は、25 $^{\circ}\text{C}$ における粘度が10～100000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ であることが好ましい。また、前記押型潤滑剤は、固体潤滑剤を含有するものとしてもよい。

発明の効果

[0017] 本発明の押型法による成形体の成形方法によれば、密度比93%以上の高密度であるとともに割れや表面の荒れのない良好な成形体を、押型壁面のかじりが発生することなく成形して外型から押し出すことが可能な、成形体の成形方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明に係る成形体の成形方法の一実施形態の工程を示す模式図である。

[図2]本発明に係る成形体の成形方法の他の実施形態に用いる押型の構造を示す模式断面図である。

[図3]本発明に係る成形体の成形方法の他の実施形態に用いる押型の構造を示す模式断面図である。

[図4]潤滑被膜の厚さと気孔分布および表層密度の関係を示す図である。

符号の説明

[0019] 1…下パンチ、11…下第1パンチ、12…下第2パンチ、2…油路、3…押型潤滑剤保持溝、4…外型、5…潤滑被膜、6…キャビティ、7…原料

粉末、8…上パンチ、81…上第1パンチ、82…上第2パンチ、9…成形体、10…コアロッド。

発明を実施するための最良の形態

[0020] 本発明の成形体の成形方法は、外型と下パンチ、または、外型と下パンチとコアロッドで形成するキャビティ内に充填した原料粉末を上下のパンチ間に圧縮成形し、得られた成形体を下パンチで外型から押し出す、いわゆる押型法による成形体の成形方法において、粉末成形金型（押型）の外型内面に、油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成することを第1の技術的特徴とし、成形体の密度比が93%以上となるように成形することを第2の技術的特徴とする。

[0021] 外型内面に油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成することにより、密度比が93%以上となるような高密度の成形体を成形して外型から押し出す場合においても、優れた潤滑効果が得られ、割れや製品の表面の荒れのない良好な成形体を、押型壁面のかじりが発生することなく成形できるとともに外型から押し出すことができる。

[0022] なお、押型潤滑剤は、キャビティを形成する部分の外型内面、または外型内面およびコアロッド外周面、下側が多段形状の成形体を圧縮成形する場合には下側が多段形状の成形体を形成する複数の下パンチの側面、上側が多段形状の成形体を圧縮成形する場合には上側が多段形状の成形体を形成する複数の上パンチの側面の少なくとも一部、好ましくは圧密された成形体の側面が押し付けられる位置、に塗布されていれば、押型と摺動しながら成形体が押し出される際に、十分な潤滑効果が得られる。

[0023] 本実施形態において、押型潤滑剤の主成分として用いる油としては特に限定されないが、パラフィン系、ナフテン系等の鉱物油、炭化水素油系、ポリエーテル系、エステル系、リン化合物系、ケイ素化合物系、ハロゲン化合物系等の合成油などのうち少なくとも一種を用いることができる。なお、本明細書において「主成分」とは、全組成に対して50質量%以上含まれるものを示す。

[0024] 本実施形態において、押型潤滑剤は、主成分の油中に固体潤滑剤を含有するものであってもよい。油中に固体潤滑剤を含有することにより、潤滑効果がさらに高くなり、特に動摩擦領域での潤滑効果に優れるとともに、静止摩擦領域における潤滑効果にも優れる。固体潤滑剤としては、黒鉛、二硫化モリブデン等の金属硫化物、金属石鹸、ワックス類等を特に制限なく用いることができる。中でも、安定性、環境面等の点で黒鉛を用いることが好ましい。そのような黒鉛としては、平均粒径が1～50 μm のものをを用いることが好ましい。固体潤滑剤の含有量は、押型潤滑剤の総量に対し、1～20質量％程度であることが好ましい。

[0025] 本実施形態において、押型潤滑剤は、劣化の防止や潤滑性能の調整を目的として、酸化防止剤、粘度指数向上剤、流動点降下剤、極圧剤等の添加剤をさらに含んでもよい。酸化防止剤としては、特に制限されないが、脂肪族サルファイド等の有機硫黄化合物、ジアルキルジチオリン酸亜鉛等の含硫黄金属錯体、フェノール類、芳香族アミン類などを単独または複数組み合わせ用いることができる。粘度指数向上剤としては、特に制限されないが、ポリメタクリレート、エチレン-プロピレン共重合体等のポリマーを単独または複数組み合わせ用いることができる。流動点降下剤としては、ポリメタクリレート系、アルキル芳香族化合物等を特に制限なく用いることができる。極圧剤としては、特に制限されないが、硫黄系化合物、リン系化合物、ハロゲン系化合物等の摩擦面に吸着膜あるいはトライボ化学反応膜や付着膜を形成する化合物を単独または複数組み合わせ用いることができる。

[0026] 本実施形態において、押型潤滑剤は、25℃における粘度が10～100000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ であるものであることが好ましい。25℃における粘度が10 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以上であると潤滑被膜の被膜切れが生じにくく、100000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下であると流動性が充分であり、ポンプ等により押型潤滑剤を容易に供給できる。なお、本明細書において、押型潤滑剤の粘度は、25℃において、東京計器株式会社製粘度計（商品名：BL2）にて、No. 2ローターを用い、回転数60 min^{-1} の条件で測定したものである。

- [0027] 本実施形態において用いる原料粉末としては、鉄、銅、アルミニウム、チタン等の金属粉末およびそれらの合金粉末を単独または所定割合で混合したもの、さらに黒鉛等の副原料を添加混合したものをを用いることができる。特に、焼結機械部品用や圧粉磁心用として一般的に用いられる鉄基粉末の高密度成形に好適に用いることができる。
- [0028] 本実施形態の成形体の成形方法は、成形体の密度比が93%以上となるように原料粉末の成形を行う。成形体の密度比が93%以上となるように原料粉末を成形すると、成形体中の粉末間の隙間が少なくなり、圧縮成形過程で原料中に浸入した押型潤滑剤が成形体の外に絞り出されて、外型と成形体の間に充分な量の押型潤滑剤が保持されることとなる。この効果によって、成形体の密度が低い場合よりも成形体が外型内面に押し付けられる力が大きくなるにも関わらず、外型から押し出し時の潤滑性が良好になる。なお、鉄基粉末を用いて成形体の密度比が93%以上となるように圧縮成形することは、例えば鉄粉末に0.3質量%の黒鉛粉末を添加した原料粉末を用いて、成形体密度が約 7.3 Mg/m^3 以上となるように成形することに相当する。
- [0029] 本実施形態において、潤滑被膜の厚さは5~40 μm であることが好ましい。潤滑被膜の厚さが5 μm 未満であると押型壁面のかじりが生じやすくなる傾向があり、40 μm を超えると成形体表層に潤滑剤が巻き込まれることによる表層密度の低下が起こりやすくなる傾向がある。なお、潤滑被膜の厚さは、フーリエ変換型赤外分光法（FT-IR法）により測定することができる。
- [0030] 本発明の成形体の成形方法の一実施形態につき図1を用いて説明する。図1(a)に示すように、下パンチ1の内部に油路2が設けられるとともに、下パンチ1の上端近くに押型潤滑剤保持溝3が設けられている。油路2は、一端がポンプ（図示しない）に接続され、他端が押型潤滑剤保持溝3に接続されている。押型潤滑剤は、ポンプにより油路2を通じて押型潤滑剤保持溝3に供給され、さらに外型4と下パンチ1の隙間に供給される。次いで、図1(b)に示すように、下パンチ1に対して外型4が上方に移動して、原料

粉末を充填するためのキャビティ 6 を形成する。このとき、押型潤滑剤を、油路 2 および押型潤滑剤保持溝 3 を通じて外型 4 と下パンチ 1 の隙間に供給しながら、外型 4 を上方に移動させることにより、外型 4 の内周面に濡れた状態に塗布された押型潤滑剤が、外型 4 の内周面に潤滑被膜 5 を形成する。

[0031] この後、内面に潤滑被膜 5 を形成した外型 4 と下パンチ 1 で形成するキャビティ 6 内に原料粉末 7 を充填し（図 1（c）参照）、充填した原料粉末 7 を上パンチ 8 と下パンチ 1 の間に圧縮成形して密度比 93% 以上の成形体 9 とする（図 1（d）参照）。充填時において、押型潤滑剤の潤滑被膜 5 の一部は、毛細管力により原料粉末間の隙間に吸収されるが、吸収された押型潤滑剤は、圧縮成形時に原料粉末間の隙間から、外型 4 の内壁と成形体 9 の間に押し出され押型潤滑剤の潤滑被膜 5 が保持される。

[0032] 最後に、得られた成形体 9 を下パンチ 1 で外型 4 から押し出す（図 1（e）参照）。このとき、外型 4 の内壁と成形体 9 の間に押型潤滑剤の潤滑被膜 5 が存在することにより、外型 4 の内壁と成形体 9 の間の摩擦が軽減され、成形体 9 を外型 4 から良好に抜き出すことができる。

[0033] 上記の方法は、押型潤滑剤を塗布するためにスプレー等の塗布手段を別途設ける必要がなく、粉末を成形するための動作が、押型潤滑剤を塗布するための動作を兼ねているため、圧粉成形の作業性に優れている。また、上記の工程において、押型潤滑剤を塗布する際、押型潤滑剤を塗布する面積と潤滑被膜の厚さから算出される液量を定量供給すると、潤滑被膜 5 を適切な厚さに制御することができ、好ましい。定量供給には、ダイヤフラムポンプ、シリンジポンプ等の任意の手段を用いることができる。

[0034] 図 2 は、本発明の成形体の成形方法の別の実施形態に用いる成形金型への押型潤滑剤の塗布方法を示す模式断面図である。本実施形態は、コアロッド 10 が配置されるとともに、下パンチが下第 1 パンチ 11 および下第 2 パンチ 12 の 2 段で構成された場合の例である。本実施形態においては、図 2（a）に示すように、下第 1 パンチ 11 および下第 2 パンチ 12 の内部に油路 2 が設けられるとともに、下第 1 パンチ 11 および下第 2 パンチ 12 の上端

近くに押型潤滑剤保持溝 3 が設けられる。押型潤滑剤は、下第 1 パンチ 1 1 および下第 2 パンチ 1 2 に設けた油路 2 を通じてポンプ（図示しない）を用いて供給され、下第 1 パンチ 1 1 および下第 2 パンチ 1 2 の上端近くに設けた押型潤滑剤保持溝 3 に保持され、さらに、外型 4 と下第 1 パンチ 1 1 の隙間、下第 1 パンチ 1 1 と下第 2 パンチ 1 2 の隙間および下第 2 パンチ 1 2 とコアロッド 1 0 の隙間に押型潤滑剤が供給される。

[0035] 次いで、図 2（b）に示すように、押型潤滑剤を油路 2 および押型潤滑剤保持溝 3 を経て上第 1 パンチ 1 1 と上第 2 パンチの隙間に供給しながら、外型 4、下第 1 パンチ 1 1、下第 2 パンチ 1 2 およびコアロッド 1 0 を相対的に移動させることにより、外型 4 の内面、下第 1 パンチ 1 1 の内側面およびコアロッド 1 0 の外周面に押型潤滑剤が塗布され、潤滑被膜 5 が形成される。上記のような方法を用いることにより、成形体と摺接し得る面である、下側に多段形状を有する成形体の該多段形状を形成する複数の下パンチの側面や、円筒状等の成形体の上下方向の貫通孔部を形成するコアロッドの外周面に押型潤滑剤を塗布して、潤滑被膜を形成することができる。

[0036] 図 3 は、本発明の成形体の成形方法のさらに別の実施形態に用いる成形金型への押型潤滑剤の塗布方法を示す模式断面図である。本実施形態は、上パンチが上第 1 パンチ 8 1 と上第 2 パンチ 8 2 の 2 段で構成された場合の例である。本実施形態においては、図 3（a）に示すように、上第 2 パンチ 8 2 の内部に油路 2 が設けられ、上第 2 パンチ 8 2 の下端近くに押型潤滑剤保持溝 3 が設けられる。油路 2 は、一端がポンプ（図示しない）に接続され、他端が押型潤滑剤保持溝 3 に接続されている。押型潤滑剤は、ポンプにより油路 2 を通じて押型潤滑剤保持溝 3 に供給され、さらに上第 1 パンチ 8 1 と上第 2 パンチの隙間に供給される。

[0037] 次いで、図 3（b）に示すように、押型潤滑剤を油路 2 および押型潤滑剤保持溝 3 を経て上第 1 パンチ 8 1 と上第 2 パンチの隙間に供給しながら、上第 1 パンチ 8 1 および上第 2 パンチ 8 2 を相対的に移動させることにより、上第 1 パンチ 8 1 の内周面に押型潤滑剤が塗布され、潤滑被膜 5 が形成され

る。上記のような方法を用いることにより、成形体と摺接し得る面である、上側に多段形状を有する成形体の該多段形状を形成する複数の上パンチの側面に押型潤滑剤を塗布して、潤滑被膜を形成することができる。

実施例

[0038] [第1実施例]

電解銅粉末（福田金属箔粉工業株式会社製、商品名：CE-15）、黒鉛粉末（Asbery Carbon社製、商品名：SW1651）、および鉄粉末（ヘガネスジャパン株式会社製、商品名：ABC100.30）を用意し、鉄粉末100質量部に電解銅粉末を1.5質量部、黒鉛粉末を0.8質量部添加し混合して原料粉末とした。

[0039] 押型潤滑剤として、鉱物油に、固体潤滑剤として黒鉛（平均粒径10 μ m）を10質量%、極圧添加剤として有機モリブデン（モーリアルキルジチオフォスフェート）を15質量%添加したもの（粘度300mPa \cdot s）を用意した。

[0040] 図1に示す構造の押型を用い、外型内面に上記押型潤滑剤を塗布して厚さ20 μ mの潤滑被膜を形成し、上記原料粉末を充填し、表1に示す密度になるように、外径20mm、高さ20mmの円柱状の成形体（試料番号1~4）を成形し、外型から押し出す、といった工程を、それぞれの試料番号につき連続20回繰り返した。そして各試料につき、押型壁面へのかじりの有無、外型からの押し出し時の異音発生の有無を観察した。結果を表1に示す。

[0041] [表1]

試料番号	圧粉体密度 (Mg/m ³)	圧粉体密度比	かじり	押し出し時の異音
1	7.0	91%	なし	あり
2	7.2	93%	なし	なし
3	7.3	94%	なし	なし
4	7.4	96%	なし	なし

[0042] 表1に示すように、いずれの試料についても押型壁面へのかじりが発生す

ることなく連続成形することができたが、外型からの押し出し時に、圧粉体の密度比が91%である試料番号1では異音の発生が認められた。密度比が低い試料番号1では、圧縮成形過程で原料中に浸入した押型潤滑剤が圧粉体の外に十分に絞り出されず、油膜切れが生じたためと考えられる。それに対し、圧粉体の密度比が93%以上である試料番号2～4では異音が発生することはなく、圧粉体の密度比を93%以上とすることにより、外型からの押し出し時の潤滑性が良好になることが確認された。

[0043] [第2実施例]

第1実施例で用いた原料と押型潤滑剤を用い、歯車形状を成形する外型内面およびコアロッド外周面に押型潤滑剤を塗布して表2に示す厚さの潤滑被膜を形成し、原料粉末を充填し、密度 7.4 Mg/m^3 となるようにモジュール2、歯数23の歯車形状の圧粉体を成形し、外型から押し出す、といった工程を、それぞれの試料番号につき連続20回繰り返した。なお、潤滑被膜の厚さは、株式会社島津製作所製のフーリエ変換赤外分光光度計を用いて測定した。また、比較として、ステアリン酸亜鉛をエタノールに分散して外型内面およびコアロッド外周面に塗布・乾燥して潤滑被膜を形成して原料粉末を充填し、密度 7.4 Mg/m^3 となるように上記の歯車形状の圧粉体を成形し、外型から押し出した。これら試料につき、押型壁面へのかじりの有無を観察した。結果を表2に示す。

[0044] また、得られた圧粉体試料を非酸化性雰囲気中 1130°C で焼結し、得られた焼結体試料の歯部の気孔分布を光学顕微鏡で観察し、三谷商事株式会社製、商品名：WinROOFを用いた画像解析により表層密度を算出した。図4に、各試料の歯部の気孔分布写真、および潤滑被膜厚さと表層密度との関係を示す。

[0045]

[表2]

試料番号	潤滑被膜厚さ(μm)	圧粉体密度 (Mg/m^3)	圧粉体密度比	かじり
5	3	7.4	96%	10回目で発生
6	5			なし
7	20			なし
8	40			なし
9	60			なし
10	— (ステアリン酸亜鉛(固体))			1回目で発生

[0046] 表2に示すように、ステアリン酸亜鉛の固体潤滑被膜を形成した試料番号10では、1回目の成形にてかじりの発生が認められ、連続成形が困難であったのに対し、潤滑被膜の厚さが $5\mu\text{m}$ 以上である試料番号6～9では、押型壁面へのかじりが発生することなく連続成形することができた。潤滑被膜の厚さが $3\mu\text{m}$ である試料番号5でも、連続成形の当初はかじりが発生することなく成形できた。ただし、20回の連続成形は可能であったが、試料番号5では10回目以降において押型壁面へのかじりの発生が認められた。これは、試料番号5では潤滑被膜の厚さが小さかったために潤滑被膜の被膜切れが生じたためと考えられ、連続成形作業の安定性の観点からは、潤滑被膜の厚さは $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましいことが確認された。

[0047] また、図4に示すように、潤滑被膜の厚さが大きくなるにしたがって、焼結体の表層部の気孔率が高く（密度が低く）なっていた。これは、原料中に浸入した押型潤滑剤の量が多くなり、圧縮成形過程で成形体の外に絞り出されきれずに押型潤滑剤が成形体中に巻き込まれて残留するためであると考えられ、強度等の製品特性の観点からは、潤滑被膜の厚さは $40\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいことが確認された。

[0048] [第3実施例]

表3に示す押型潤滑剤A、B、C、E、Fを用いたこと以外は（押型潤滑

剤Dは第1実施例で用いたもの)、第1実施例の試料番号4と同様にして、密度 7.4 Mg/m^3 の圧粉体の成形と、外型からの圧粉体の押し出しをそれぞれ連続20回繰り返し、押型壁面へのかじりの有無を観察した。結果を表4に示す。

[0049] [表3]

押型 潤滑剤	組成(質量%)				粘度 (mPa·s)
	鉱物油	合成油	黒鉛	有機Mo	
A	—	100	—	—	5
B	100	—	—	—	10
C	—	100	—	—	50
D	75	—	10	15	300
E	65	—	15	25	700
F	45	—	20	35	22000

[0050] [表4]

試料 番号	押型 潤滑剤	粘度 (mPa·s)	圧粉体密度 (Mg/m ³)	かじり
11	A	5	7.4	15回目で発生
12	B	10		なし
13	C			
4	D	300		なし
14	E	700		なし
15	E	22000		なし

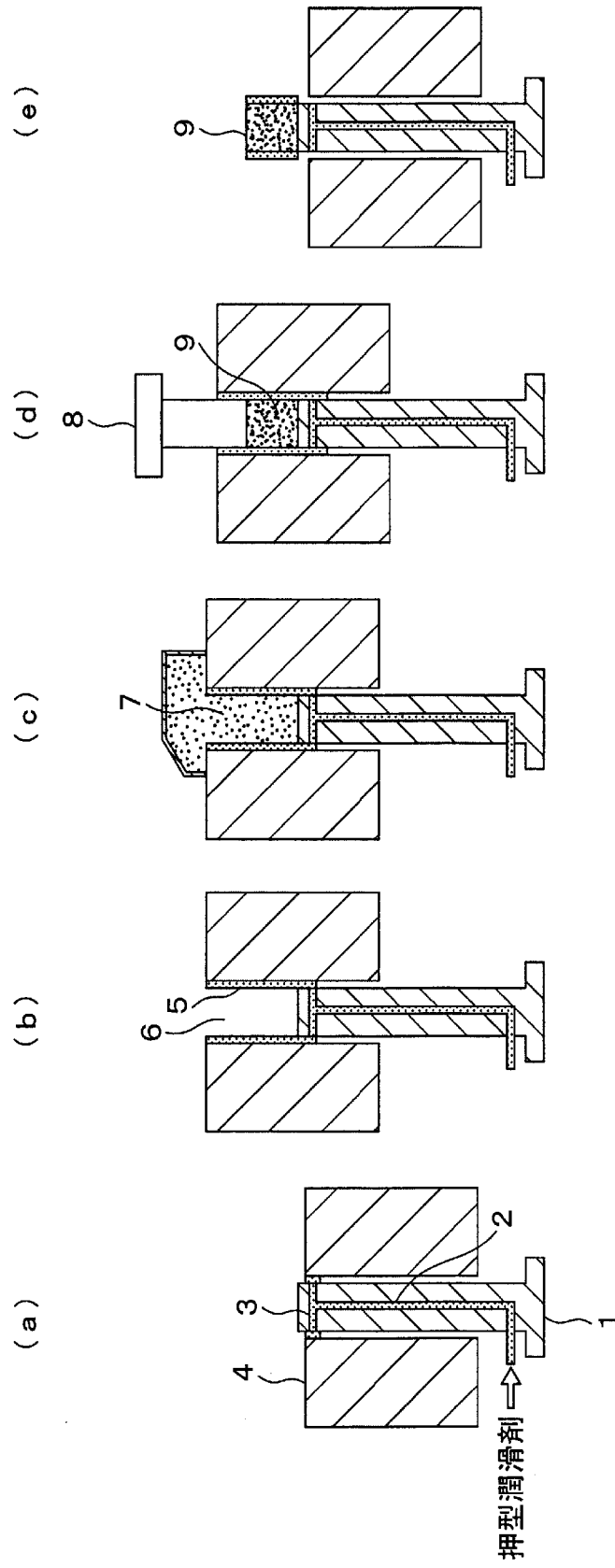
[0051] 表4に示すように、粘度が $10 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上である押型潤滑剤を用いた試料番号4および12~15では、押型壁面へのかじりが発生することなく連続成形することができた。一方、粘度が $5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ である押型潤滑剤を用いた試料番号11でも、連続成形の当初はかじりが発生することなく成形できた。ただし、20回の連続成形は可能であったが、試料番号11では15回目以降において押型壁面へのかじりの発生が認められた。これは、試料

番号 1 1 では粘度が低い押型潤滑剤を用いたことにより潤滑被膜の被膜切れが生じたためと考えられ、連続成形作業の安定性の観点からは、押型潤滑剤の粘度は $10 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上であることが好ましいことが確認された。

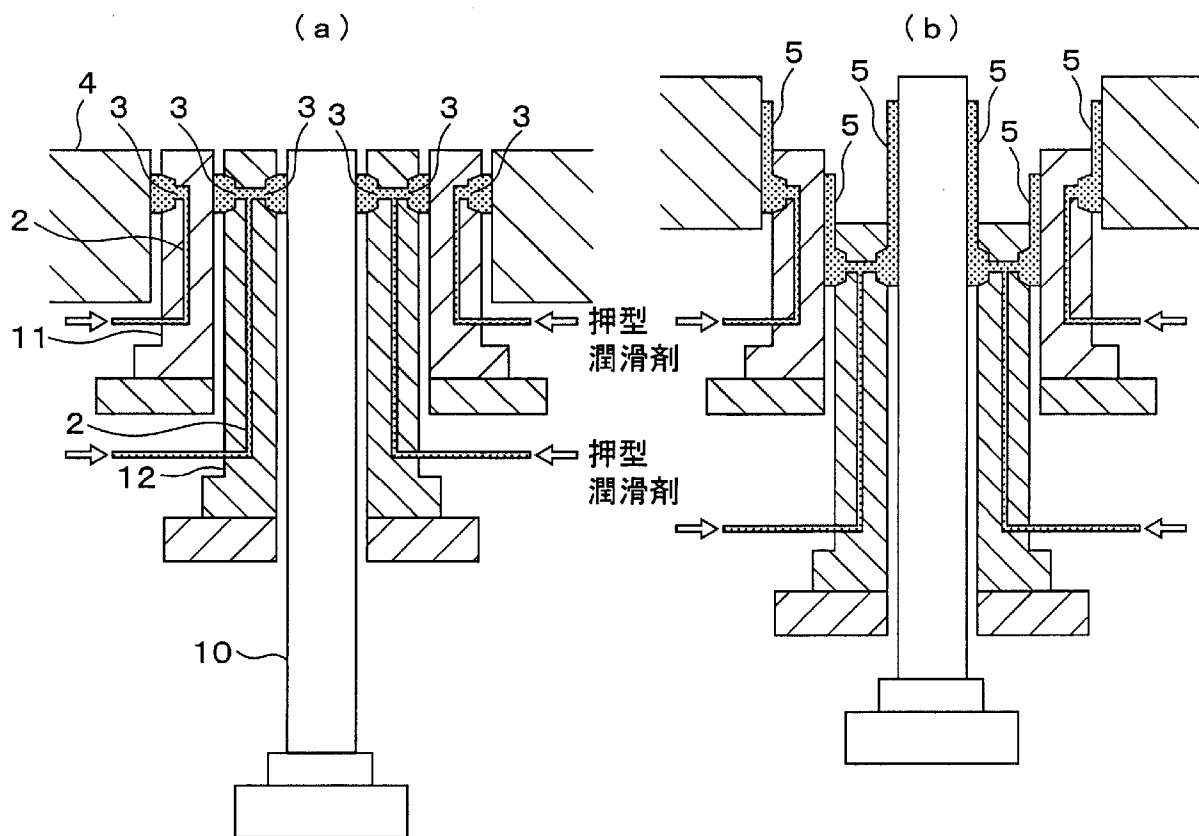
請求の範囲

- [請求項1] 外型と下パンチ、または、外型と下パンチとコアロッドで形成するキャビティ内に充填した原料粉末を上パンチと下パンチの間に圧縮成形し、得られた成形体を下パンチで外型から押し出す成形体の成形方法において、
- 外型内面、または、外型内面およびコアロッドの外周面のうちの少なくとも一部に油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成し、キャビティ内に原料粉末を充填し、成形体の密度比が93%以上となるように圧縮成形する押型法による成形体の成形方法。
- [請求項2] 前記下パンチが複数の下パンチで構成されるとともに、
- 側面が成形体の外周の一部を形成する下パンチのうちの少なくとも一つの下パンチの前記側面の一部に油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成する請求項1に記載の押型法による成形体の成形方法。
- [請求項3] 前記上パンチが複数の上パンチで構成されるとともに、
- 側面が成形体の外周の一部を形成する上パンチのうちの少なくとも一つの上パンチの前記側面の一部に油を主成分とする押型潤滑剤の潤滑被膜を形成する請求項1または2に記載の押型法による成形体の成形方法。
- [請求項4] 潤滑被膜の厚さが5～40 μm である請求項1～3のいずれかに記載の押型法による成形体の成形方法。
- [請求項5] 押型潤滑剤の25 $^{\circ}\text{C}$ における粘度が10～1000000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ である請求項1～4のいずれかに記載の押型法による成形体の成形方法。
- [請求項6] 押型潤滑剤が固体潤滑剤を含有する請求項1～5のいずれかに記載の押型法による成形体の成形方法。

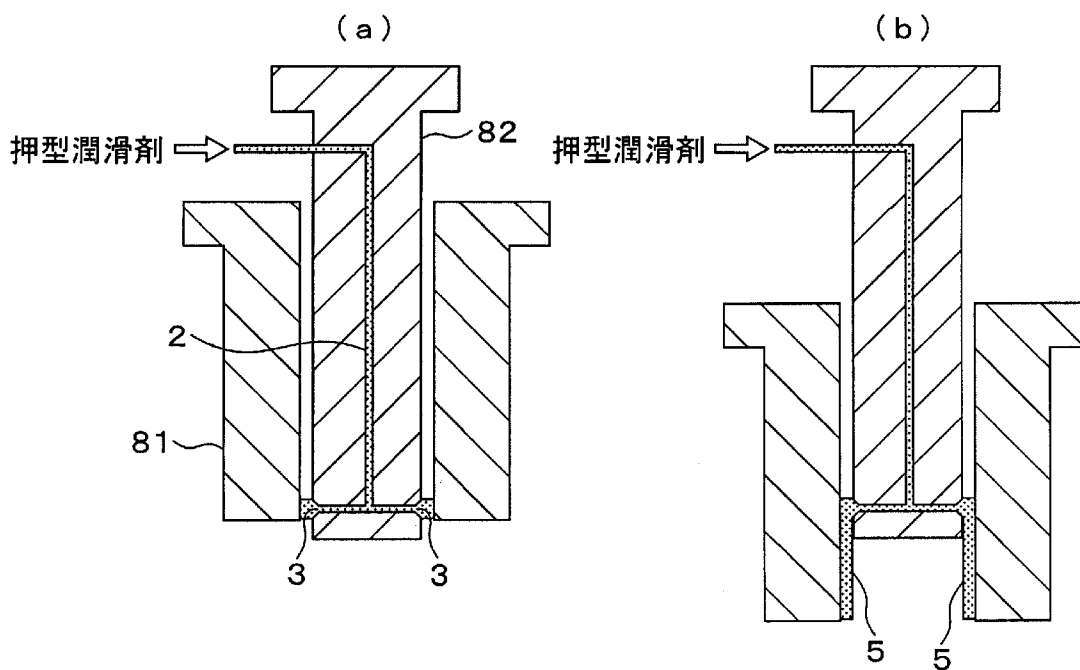
[図1]



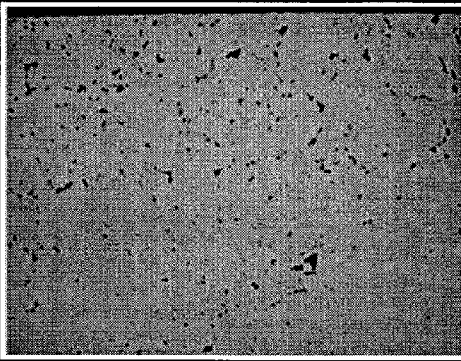
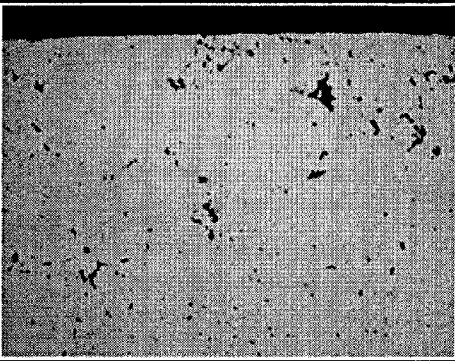
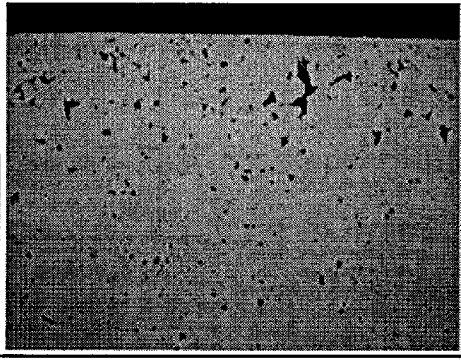
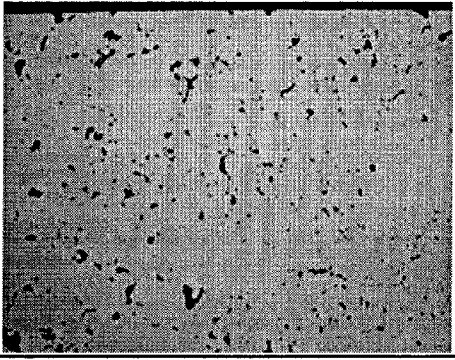
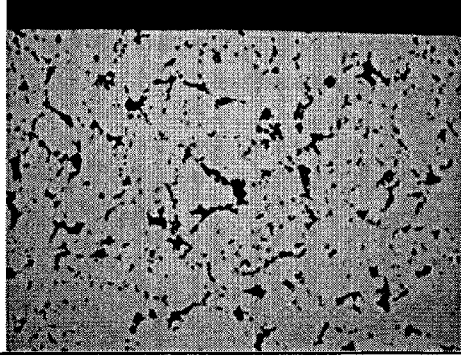
[図2]



[図3]



[図4]

潤滑被膜の厚さ	3 μm	5 μm
気孔分布 100 μm		
表層密度	7.45 Mg/m^3	7.43 Mg/m^3
潤滑被膜の厚さ	20 μm	40 μm
気孔分布 100 μm		
表層密度	7.42 Mg/m^3	7.40 Mg/m^3
潤滑被膜の厚さ	60 μm	
気孔分布 100 μm		
表層密度	7.32 Mg/m^3	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/058705

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B22F3/035(2006.01)i, B30B11/00(2006.01)i, C10M171/02(2006.01)i, C10N20/02(2006.01)n, C10N30/06(2006.01)n, C10N40/24(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)
 B22F1/00-8/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 49-46506 A (Samuel Stokeheim), 04 May 1974 (04.05.1974), claims; page 3, lower left column, line 13 to lower right column, line 17; page 4, upper right column, line 5 to lower left column, line 1 (Family: none)	1, 4-6 2-3
Y	JP 56-158246 A (Toyo Kogyo Co., Ltd.), 05 December 1981 (05.12.1981), page 1, lower left column, line 20 to lower right column, line 10; fig. 1 (Family: none)	2-3

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 23 May 2016 (23.05.16)	Date of mailing of the international search report 31 May 2016 (31.05.16)
---	--

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/JP2016/058705

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-53001 A (Seiko Electronic Components Ltd.), 07 March 1991 (07.03.1991), page 2, lower right column, line 15 to lower left column, line 5 (Family: none)	1-6
A	JP 2010-202933 A (Mitsubishi Materials Corp., Diamet Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), (Family: none)	1-6
A	JP 2003-171701 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 20 June 2003 (20.06.2003), (Family: none)	1-6
A	JP 2002-100523 A (Daido Steel Co., Ltd.), 05 April 2002 (05.04.2002), (Family: none)	1-6
P,X P,A	WO 2015/046282 A1 (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 02 April 2015 (02.04.2015), paragraphs [0067] to [0088]; claims 1 to 24 (Family: none)	1, 4-6 2-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22F3/035(2006.01)i, B30B11/00(2006.01)i, C10M171/02(2006.01)i, C10N20/02(2006.01)n, C10N30/06(2006.01)n, C10N40/24(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 (IPC))

Int.Cl. B22F1/00-8/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 49-46506 A (サミュエル・ストークハイム) 1974.05.04, 特許請求の範囲、第3頁左下欄13行-右下欄17行、第4頁右上欄5行-左下欄1行 (ファミリーなし)	1, 4-6 2-3
Y	JP 56-158246 A (東洋工業株式会社) 1981.12.05, 第1頁左下欄20行-右下欄10行、第1図 (ファミリーなし)	2-3
A	JP 3-53001 A (セイコー電子部品株式会社) 1991.03.07, 第2頁右下欄15行-左下欄5行 (ファミリーなし)	1-6

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 23.05.2016	国際調査報告の発送日 31.05.2016
--------------------------	--------------------------

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) 静野 朋季 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	4K	5276
---	--	----	------

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
A	JP 2010-202933 A (三菱マテリアル株式会社、株式会社ダイヤモンド) 2010.09.16 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2003-171701 A (信越化学工業株式会社) 2003.06.20 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-100523 A (大同特殊鋼株式会社) 2002.04.05 (ファミリーなし)	1-6
P, X P, A	WO 2015/046282 A1 (日立化成株式会社) 2015.04.02, [0067] - [0088]、[請求項1] - [請求項24] (ファミリーなし)	1, 4-6 2-3