

(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 10 月 20 日(20.10.2016)



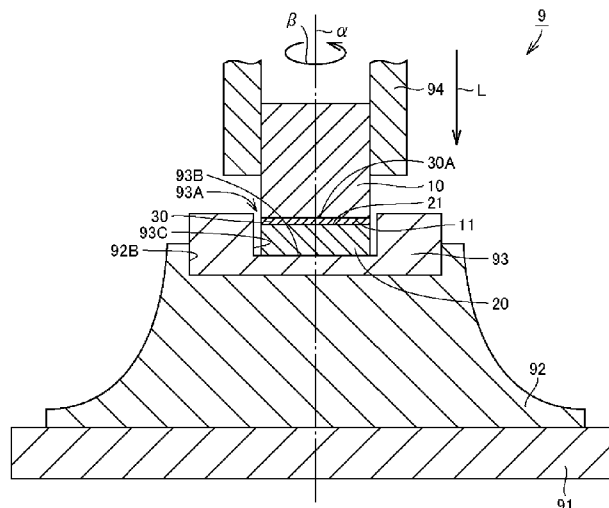
(10) 国際公開番号

WO 2016/166842 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/00 (2006.01) *B23K 20/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/061592
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 15 日(15.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社小松製作所(KOMATSU LTD.)
[JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂二丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松山 敏和(MATSUYAMA, Toshikazu); 〒5731011 大阪府枚方市上野三丁目 1 番 1 号 株式会社小松製作所大阪工場内 Osaka (JP). 天野昌春(AMANO, Masaharu); 〒5731011 大阪府枚方市上野三丁目 1 番 1 号 株式会社小松製作所大阪工場内 Osaka (JP). 柴田 良貴(SHIBATA, Yoshitaka); 〒5731011 大阪府枚方市上野三丁目 1 番 1 号 株式会社小松製作所大阪工場内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 北野 修平(KITANO, Shuhei); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目 1 番 1 4 号 北浜一丁目平和ビル 9 F K & T 特許商標事務所 Osaka (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: METHOD FOR PRODUCING METAL MEMBER

(54) 発明の名称: 金属部材の製造方法



(57) Abstract: This method for producing a metal member includes: a step for preparing a first member (10) comprising a first metal, a second member (20) comprising a second metal, and a third member (30) comprising a third metal; and a step for joining the first member (10) and the second member (20) via the third member (30). The step for joining the first member (10) and the second member (20) includes: a step for stacking the first member (10), the third member (30) and the second member (20), in that order, pressing the first member (10) against the third member (30), and relatively rotating said members around the axis of rotation without changing the relative positional relationship with respect to the second member (20) and the third member (30), thereby heating the first member (10), the second member (20) and the third member (30); and a step for cooling the heated first member (10), second member (20) and third member (30) in a stacked state. Thus, a metal member having a structure in which the members comprising different metals are joined to each other via the joining layer is obtained.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/166842 A1



金属部材の製造方法は、第1金属からなる第1部材（10）、第2金属からなる第2部材（20）および第3金属からなる第3部材（30）を準備する工程と、第1部材（10）と第2部材（20）とを第3部材（30）を介して接合する工程と、を備える。第1部材（10）と第2部材（20）とを接合する工程は、第1部材（10）、第3部材（30）および第2部材（20）をこの順で積み重ね、第1部材（10）を第3部材（30）に押し付け、第2部材（20）および第3部材（30）に対する相対的な位置関係を変えことなく回転軸周りに相対的に回転させることにより、第1部材（10）、第2部材（20）および第3部材（30）を加熱する工程と、加熱された第1部材（10）、第2部材（20）および第3部材（30）を積み重ねた状態で冷却する工程と、を含むことで、異なる金属からなる部材同士が接合層を介して互いに接合された構造を有する金属部材を得る。

明 細 書

発明の名称： 金属部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は金属部材の製造方法に関し、より特定的には、互いに異なる金属からなる部材が接合された構造を有する金属部材の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 異なる金属からなる部材同士が互いに固定された構造を有する金属部材が、機械部品として採用される場合がある。たとえば、油圧ポンプや油圧モータのピストンシュウとして、鋼からなるベース部に、銅合金からなる摺動部を固定したものが知られている。この種のピストンシュウでは、摺動部をベース部に対してかしめ固定したものが用いられる場合がある。

[0003] 摺動部をベース部に対してかしめ固定するためには、摺動部をベース部に取り付ける前に、摺動部を予めかしめ固定可能な形状に加工しておく必要がある。そのため、摺動部の加工費用に起因して摺動部品の製造コストが高くなるという問題がある。これに対し、摺動部をベース部に押し付けて変形させ、摺動部をベース部に係合させることにより、摺動部をベース部に固定したピストンシュウが提案されている（たとえば、特開平１０－８９２４１号公報（特許文献１）参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開平１０－８９２４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献１に記載のピストンシュウの構造では、摺動部はベース部に対して係合して固定されているに過ぎない。そのため、ピストンシュウに衝撃が加わった場合、摺動部のベース部への固定状態が不安定となるおそれがある。

ある。

[0006] 本発明は、異なる金属からなる部材同士が接合層を介して互いに接合された構造を有する金属部材の製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に従った金属部材の製造方法は、第1金属からなる第1部材、第2金属からなる第2部材および第3金属からなる第3部材を準備する工程と、第1部材と第2部材とを第3部材を介して接合する工程と、を備える。第1部材と第2部材とを接合する工程は、第1部材、第3部材および第2部材をこの順で積み重ね、第1部材を第3部材に押し付け、第2部材および第3部材に対する相対的な位置関係を変えることなく回転軸周りに相対的に回転させることにより、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程と、加熱された第1部材、第2部材および第3部材を積み重ねた状態で冷却する工程と、を含む。

[0008] 本発明の金属部材の製造方法においては、第1部材、第3部材および第2部材をこの順で積み重ね、第1部材を第3部材に押し付け、第2部材および第3部材に対する相対的な位置関係を変えることなく回転軸周りに相対的に回転させて第1部材、第2部材および第3部材を加熱する。そして、加熱された第1部材、第2部材および第3部材を積み重ねた状態で冷却することにより、第1部材と第2部材とが第3部材を介して接合される。

[0009] このように、本発明の金属部材の製造方法によれば、異なる金属からなる部材同士が接合層（中間層）である第3部材を介して互いに接合された構造を有する金属部材を製造することができる。

[0010] 上記金属部材の製造方法において、第2金属および第3金属は第1金属よりも変形抵抗が小さくてもよい。第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、金型のキャビティ内に第2部材および第3部材が配置されてもよい。

[0011] 第2金属および第3金属の変形抵抗を第1金属の変形抵抗よりも小さく設定することで、金型のキャビティ内において第2部材および第3部材が変形

してキャビティを規定する壁面と接触する。これにより、第2部材および第3部材が第1部材とともに回転することが抑制されるとともに、さらなる変形も抑制される。そのため、第1部材と第3部材との摩擦によって発生した熱がキャビティ内から放出されることが抑制される。その結果、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程を効率よく実施することができる。

[0012] 上記金属部材の製造方法において、金型は、キャビティを規定するキャビティ底壁と、キャビティを規定し、キャビティ底壁に交差する方向に延在するキャビティ側壁と、を含んでいてもよい。このようにすることにより、上記金属部材の製造方法を容易に実施することができる。

[0013] 上記金属部材の製造方法において、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、第3部材において第1部材に接触する面である第3接触面が、キャビティ側壁に取り囲まれてもよい。このようにすることにより、第2部材および第3部材の変形をキャビティ側壁により制限することができる。

[0014] 上記金属部材の製造方法において、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、金型を固定し、第1部材を回転させてもよい。このようにすることにより、上記金属部材の製造方法を容易に実施することができる。

[0015] 上記金属部材の製造方法において、第2金属および第3金属は第1金属よりも変形抵抗が小さくてもよい。第1部材には凹部が形成されていてもよい。第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、凹部内に第3部材を配置し、第2部材を、少なくとも一部が凹部に進入する状態で第3部材に相対的に押し付けつつ回転させることにより、第1部材、第2部材および第3部材を加熱してもよい。

[0016] 第2金属および第3金属の変形抵抗を第1金属の変形抵抗よりも小さく設定することで、第1部材の凹部内において第2部材および第3部材が変形して凹部を規定する壁面と接触する。第2部材および第3部材の変形は第1部材の凹部を規定する壁面により制限される。そのため、第1部材と第3部材

との摩擦によって発生した熱が凹部内から放出されることが抑制される。その結果、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程を効率よく実施することができる。

[0017] 上記金属部材の製造方法において、第1部材は、凹部を規定する凹部底面と、凹部を規定し、凹部底面に交差する方向に延びる凹部側面と、を含んでもよい。第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、第1部材の凹部底面に接触して配置された第3部材に第2部材が相対的に押し付けられつつ回転してもよい。このようにすることにより、上記金属部材の製造方法を容易に実施することができる。

[0018] 上記金属部材の製造方法において、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、第2部材が変形することにより凹部側面に接触してもよい。このように凹部側面が第2部材の変形を制限することにより、上記金属部材の製造方法を容易に実施することができる。

[0019] 上記金属部材の製造方法は、第1部材と第2部材とが接合した状態で凹部側面が除去されるように第1部材が加工される工程をさらに備えていてもよい。このようにすることにより、第1部材が凹部底面において第3部材を介して第2部材と接合されて形成される金属部材を得ることができる。

[0020] 上記金属部材の製造方法において、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程では、第1部材を固定し、第2部材を回転させてもよい。このようにすることにより、上記金属部材の製造方法を容易に実施することができる。

[0021] 上記金属部材の製造方法は、第1部材と第2部材とが接合した状態で、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程において第2部材が変形して形成されたバリを除去する工程をさらに備えていてもよい。このようにすることにより、第1部材と第2部材との接合に際して形成されるバリが除去された金属部材を得ることができる。

[0022] 上記金属部材の製造方法において、第3部材は、第1部材と第2部材とが接合された状態において第1部材と第2部材との間に生じる応力を緩和する

ものであってもよい。このようにすることにより、第1部材と第2部材との間に生じる応力に起因する亀裂の発生等を抑制することができる。

[0023] 上記金属部材の製造方法において、第1部材、第2部材および第3部材を加熱する工程において、温度が上昇した状態における第2金属および第3金属の変形抵抗は第1金属の変形抵抗に比べて10%以上小さくてもよい。このようにすることにより、第3部材を介した第1部材と第2部材との接合が容易となる。

発明の効果

[0024] 以上の説明から明らかなように、本発明の金属部材の製造方法によれば、異なる金属からなる部材同士が接合層を介して互いに接合された構造を有する金属部材を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]実施の形態1の金属部材の構造を示す概略断面図である。
[図2]金属部材の製造方法の概略を示すフローチャートである。
[図3]金属部材の製造装置の構造を示す概略図である。
[図4]実施の形態1の金属部材の製造装置の動作を示す概略断面図である。
[図5]金型の構造を示す概略平面図である。
[図6]実施の形態2の金属部材の構造を示す概略断面図である。
[図7]実施の形態2の金属部材の製造装置の動作を示す概略断面図である。
[図8]実施の形態3の金属部材の構造を示す概略断面図である。
[図9]実施の形態3の金属部材の製造装置の構造を示す概略図である。
[図10]実施の形態3の金属部材の製造装置の動作を示す概略断面図である。
[図11]実施の形態3の金属部材の製造方法を説明するための概略断面図である。
[図12]実施の形態3の金属部材の製造方法を説明するための概略断面図である。
[図13]接合部付近の状態を示す光学顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。

[0027] (実施の形態 1)

図 1 は、本実施の形態の金属部材の製造方法により製造可能な金属部材（機械部品）の構造を示す概略断面図である。図 1 を参照して、金属部材 1 は、第 1 金属からなる第 1 部材 10 と第 2 金属からなる第 2 部材 20 とが第 3 金属からなる第 3 部材 30 を介して接合された構造を有している。

[0028] 第 1 部材 10 は、円筒状の形状を有している。第 1 部材 10 の一方の端面 11 が接合面となっている。第 2 部材 20 は円筒状（円盤状）の形状を有している。第 2 部材 20 の一方の端面 21 が接合面となっている。第 3 部材 30 は円盤状の形状を有している。第 3 部材 30 は、第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に介在する接合層（中間層）である。

[0029] 第 2 部材 20 の一方の端面 21 上に端面 30B において接触するように第 3 部材 30 が配置されている。第 3 部材 30 の端面 30A 上に一方の端面 11 において接触するように第 1 部材 10 が配置されている。

[0030] 第 2 部材 20 を構成する第 2 金属および第 3 部材 30 を構成する第 3 金属は、第 1 部材 10 を構成する第 1 金属に比べて変形抵抗が小さい。本実施の形態において、第 1 金属としては、たとえば調質された（焼入処理および焼戻処理された）鋼（たとえば JIS 規格 SCM440 などの機械構造用合金鋼または機械構造用炭素鋼）が採用される。第 2 金属としては、銅合金（たとえば高力黄銅）が採用される。第 3 金属としては、銅が採用される。第 3 部材 30 は、第 1 部材 10 と第 2 部材 20 とが接合された状態において第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に生じる応力を緩和する。

[0031] このような金属部材 1 は、以下のような本実施の形態における金属部材の製造方法により製造することができる。

[0032] 図 2 は、金属部材の製造方法の概略を示すフローチャートである。図 3 は、金属部材の製造装置の構造を示す概略図である。図 4 は、金属部材の製造

装置の動作を示す概略断面図である。図5は、金属部材の製造装置に含まれる金型の構造を示す概略平面図である。

[0033] 図2を参照して、本実施の形態における金属部材1の製造方法では、まず工程(S10)として成形部材準備工程が実施される。この工程(S10)では、図1を参照して、たとえば調質処理された機械構造用合金鋼からなる円筒形状の第1部材10と、高力黄銅からなる円盤形状の第2部材20と、銅からなる円盤形状または箔状の第3部材30とが準備される。第1部材10の一方の端面11は、接合面となるべき平坦面である第1部材接触面となっている。第2部材20の一方の端面21は、接合面となるべき平坦面である第2部材接触面となっている。

[0034] 次に、工程(S20)として洗浄工程が実施される。この工程(S20)では、工程(S10)において準備された第1部材10、第2部材20および第3部材30が洗浄される。第1部材10、第2部材20および第3部材30が、メタノール、エタノール、アセトンなどの液体を用いて洗浄される。これにより、第1部材10、第2部材20および第3部材30を準備するための切断、加工などのプロセスにおいて第1部材10、第2部材20および第3部材30に付着した異物等が除去される。なお、本実施の形態の金属部材1の製造方法では、第2部材20および第3部材30の端面に対する精密な仕上げ加工は省略することが可能である。第2部材20および第3部材30の端面は切断のままの状態であってもよい。

[0035] 次に、図2を参照して、閉塞摩擦接合工程が実施される。閉塞摩擦接合工程は、接合準備工程、摩擦工程および冷却工程を含んでいる。ここで、閉塞摩擦接合を実施することで金属部材1を製造する金属部材の製造装置について説明する。

[0036] 図3を参照して、金属部材の製造装置である閉塞摩擦接合装置9は、軸 α 周りに回転可能な主軸95と、主軸95に対して軸 α 方向に間隔を置いて配置された基台部98と、主軸95を軸 α 方向に駆動することにより主軸95と基台部98との間隔を調整する駆動部97と、主軸95および基台部98

を支持するフレーム 90 とを備えている。

[0037] 図 3 を参照して、フレーム 90 内には、軸 α に対して平行に延在するシャフト 90A が設置されている。シャフト 90A は、主軸 95 を支持する主軸支持部 90C をシャフト 90A の延在方向に沿って移動可能に支持している。さらに、シャフト 90A には、シャフト 90A を駆動する主軸移動モータ 90B が接続されている。シャフト 90A が主軸移動モータ 90B によって駆動されることにより、主軸支持部 90C により支持される主軸 95 が軸 α 方向に移動する。これにより、主軸 95 と基台部 98 との間隔を調整することができる。シャフト 90A、主軸支持部 90C および主軸移動モータ 90B は、駆動部 97 を構成する。

[0038] 駆動部 97 により主軸 95 と基台部 98 との間隔を調整して第 1 部材 10 と第 3 部材 30 とを接触させた状態（図 4 の状態）において、キャビティ 93A を規定するキャビティ側壁 93C が、第 3 部材 30 において第 1 部材 10 に接触する面である第 3 接触面としての一方の端面 30A の外周を取り囲むように、回転側チャック 94 および金型 93 が配置されている。図 4 を参照して、軸 α 方向におけるキャビティ側壁 93C の高さは、第 2 部材 20 と第 3 部材 30 の厚みの合計値よりも大きい。

[0039] 図 3 を参照して、主軸 95 には、基台部 98 に対向するように第 1 部材 10 を保持する第 1 保持部としての回転側チャック 94 が設けられている。また、主軸 95 には、主軸 95 を軸 α 周りに回転駆動する主軸モータ 95B が接続されている。さらに、主軸 95 には、第 1 部材 10 と第 3 部材 30 との接触荷重を検知する荷重センサ 96 が設置されている。この荷重センサ 96 は、回転側チャック 94 に加わる第 1 部材 10 と第 3 部材 30 との接触の反力の大きさから、第 1 部材 10 と第 3 部材 30 との接触荷重を検知する。荷重センサ 96 は、閉塞摩擦接合装置 9 において必須の構成ではないが、これを設置することにより、第 1 部材 10 と第 3 部材 30 との接触荷重を適切な範囲に調整することが容易となる。

[0040] 基台部 98 には、回転側チャックに対向するように第 2 部材 20 を保持す

る第2保持部としての金型93が配置されている。図3および図4を参照して、基台部98は、ベース体91と、金型ホルダ92と、金型93とを含んでいる。ベース体91は、フレーム90上に設置されている。金型ホルダ92は、ベース体91上に固定されている。金型93は、金型ホルダ92に形成された凹部である金型保持部に嵌め込まれ、径方向チャック面92Bにより固定されている。金型93は、図5に示すように、2つの部品99, 99に分離することができる。

[0041] 図4および図5を参照して、金型93は、円形の平面であるキャビティ底壁93Bと、キャビティ底壁93Bからキャビティ底壁93Bに交差する方向（垂直な方向）に延在するキャビティ側壁93Cとを含む。キャビティ底壁93Bおよびキャビティ側壁93Cは、キャビティ93Aを規定する。キャビティ側壁93Cは、円形の形状を有するキャビティ底壁93Bの外周に接続され、キャビティ底壁93Bと同じ直径を有する円筒面形状を有している。

[0042] 次に、閉塞摩擦接合工程の具体的な手順を説明する。図3および図4を参照して、工程（S30）として実施される接合準備工程では、第1部材10が外周面において回転側チャック94に保持される。第2部材20および第3部材30が金型93のキャビティ93A内にセットされる。

[0043] キャビティ93Aを規定するキャビティ底壁93Bに端面において接触するように第2部材20が配置される。第2部材20の一方の端面21に一方の端面において接触するように第3部材30が積み重ねられて配置される。第1部材10の一方の端面11と第3部材30の一方の端面30Aとが対向し、かつ第1部材10、第2部材20および第3部材30の中心軸が回転側チャックの回転軸 α に一致するように、第1部材10、第2部材20および第3部材30は配置される。

[0044] キャビティ93A内には、離型剤が導入される。これにより、後述の工程（S40）においてキャビティ93A内に離型剤が存在する状態で第1部材10、第2部材20および第3部材30が加熱される。この離型剤の導入は

必須の手順ではないが、離型剤を導入することにより、後述の工程（S50）において第1部材10と第2部材20とが第3部材30を介して接合されて構成される構造体を金型93から取り外すことが容易となる。離型剤は、液体状であってもよいし粉体状であってもよい。

[0045] 次に、工程（S40）として摩擦工程が実施される。この工程（S40）では、主軸95が主軸モータ95Bにより駆動されて軸 α 周りに回転するとともに、主軸移動モータ90Bにより駆動されて基台部98に近づく。これにより、回転側チャック94が軸 α 周りに回転しつつ、金型93に近づく。

[0046] 第1部材10が第3部材30に接触すると、第1部材10、第3部材30および第2部材20がこの順で積み重ねられた状態となる。そして、第1部材10は、第3部材30に押し付けられつつ、第2部材20および第3部材30に対する相対的な位置関係を変えことなく回転軸周りに相対的に回転する。第1部材10と第3部材30との接触部の温度が摩擦熱により上昇する。この摩擦熱により、第1部材10、第2部材20および第3部材30が加熱される。第2部材20の温度は、たとえば第2部材20を構成する第2金属の軟化点以上の温度であって融点未満の温度にまで上昇する。第3部材30の温度は、たとえば第3部材30を構成する第3金属の軟化点以上の温度であって融点未満の温度にまで上昇する。

[0047] 上述のように、第2部材20および第3部材30の変形抵抗は第1部材10の変形抵抗に比べて小さい。加熱された第2部材20および第3部材30は軟化して変形し、金型93のキャビティ側壁93Cに接触する。これにより、第2部材20および第3部材30が第1部材10とともに回転することが抑制されるとともに、さらなる変形も抑制される。そのため、第1部材10と第3部材30との摩擦によってさらなる熱が発生し、発生した熱がキャビティ93A内から放出されることが抑制される。

[0048] 次に、工程（S50）として冷却工程が実施される。この工程（S50）では、まず主軸95の回転数を低下させ、停止させる。その後、荷重センサ96により検知される押し付け荷重を低下させる。この間、第1部材10と

第2部材20とは第3部材30を挟んで互いに押し付け合う状態を維持しつつ、第1部材10、第2部材20および第3部材30は冷却される。第1部材10、第2部材20および第3部材30は積み重ねられた状態で冷却される。これにより、第1部材10と第2部材20とが第3部材30を介して接合される。

[0049] 押し付け荷重が0とされた後、第1部材10と第2部材20とが第3部材30を介して接合されて構成される構造体である金属部材1が閉塞摩擦接合装置9から取り出される。以上の手順により、閉塞摩擦接合工程が完了する。

[0050] 次に、工程(S60)として、機械加工工程が実施される。この工程(S60)では、工程(S50)において得られた金属部材1に対して機械加工が実施される。工程(S60)では、たとえば工程(S40)において第2部材20が変形して形成されるバリが除去される。

[0051] 次に、工程(S70)としてガス軟窒化工程が実施される。この工程(S70)では、工程(S60)において機械加工が実施されて得られた金属部材1に対してガス軟窒化処理が実施される。具体的には、アンモニアガスを含む雰囲気中で第1部材10を構成する鋼の A_1 変態点未満の温度に加熱されることにより、第1部材10の表層部に窒化層が形成される。その後、必要に応じて仕上げ処理が実施され、本実施の形態の金属部材1が完成する。

[0052] このように、本実施の形態における閉塞摩擦接合装置9を用いた金属部材1の製造方法によれば、第1金属からなる第1部材10と、第1金属よりも変形抵抗が小さい第2金属からなる第2部材20とが第1金属よりも変形抵抗が小さい第3金属からなる第3部材30を介して接合された構造を有する金属部材1を製造することができる。異なる金属からなる第1部材10と第2部材20とが接合層である第3部材30を介して互いに接合された構造を有する金属部材1を製造することができる。第1部材10、第2部材20および第3部材30を同時に接合することができる。

[0053] また、第3部材30を構成する第3金属である銅の熱膨張係数は、第1部

材 1 0 を構成する第 1 金属である鋼の熱膨張係数よりも大きく、第 2 部材 2 0 を構成する第 2 金属である黄銅の熱膨張係数よりも小さい。そのため、第 3 部材 3 0 は、工程（S 7 0）において実施される熱処理によって熱膨張係数の違いに起因して発生する第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との間の応力を緩和することができる。第 3 部材 3 0 を第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との間に介在させることにより、熱膨張係数の違いに起因して発生する上記応力によって亀裂が発生することを抑制することができる。

[0054] （実施の形態 2）

次に、本発明の他の実施の形態である実施の形態 2 について説明する。実施の形態 2 において製造される金属部材は、基本的には実施の形態 1 の場合と同様の構造を有する。しかし、実施の形態 2 の金属部材 1 は、第 3 部材 3 0 が環状の形状を有している点において実施の形態 1 の場合とは異なっている。

[0055] 図 6 を参照して、実施の形態 2 における第 3 部材 3 0 は環状の形状を有する。第 3 部材 3 0 は、中心軸を含む領域に貫通穴が形成された円環状の形状を有している。第 3 部材 3 0 の貫通穴に対応する領域において、第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 とは直接接合されている。

[0056] このような金属部材 1 は、以下のような実施の形態 2 における金属部材の製造方法により製造することができる。実施の形態 2 における金属部材の製造方法は、基本的には実施の形態 1 の場合と同様に実施され、同様の効果を奏する。しかし、実施の形態 2 における金属部材の製造方法では、円環状の第 3 部材 3 0 が用いられる点において実施の形態 1 の場合とは異なっている。

[0057] 図 2 および図 7 を参照して、実施の形態 2 の工程（S 1 0）（成形部材準備工程）においては、円環状の第 3 部材 3 0 が準備される。そして、円環状の第 3 部材 3 0 を用いて閉塞摩擦接合工程が実施されることにより、軟化した第 2 部材 2 0 が第 3 部材 3 0 の貫通穴内に侵入し、本実施の形態の金属部材 1 が得られる。

[0058] 熱膨張係数の違いに起因して発生する応力は、金属部材 1 の外周面に近づくにしたがって大きくなる。金属部材 1 の外周面を含む領域において第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に第 3 部材 30 が介在することにより、応力の大きい領域において当該応力を有効に緩和することができる。

[0059] (実施の形態 3)

次に、本発明のさらに他の実施の形態である実施の形態 3 について説明する。図 8 は、実施の形態 3 の金属部材の製造方法により製造可能な金属部材（機械部品）の構造を示す概略断面図である。図 8 を参照して、金属部材 1 は、第 1 金属からなる第 1 部材 10 と第 2 金属からなる第 2 部材 20 とが第 3 金属からなる第 3 部材 30 を介して接合された構造を有している。

[0060] 第 1 部材 10 は、円筒状（円盤状）の形状を有している。第 1 部材 10 の一方の端面 11 が接合面となっている。第 2 部材 20 は円筒状の形状を有している。第 2 部材 20 の一方の端面 21 が接合面となっている。第 3 部材 30 は円盤状の形状を有している。第 3 部材 30 は、第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に介在する接合層（中間層）である。第 1 金属、第 2 金属および第 3 金属としては、実施の形態 1 の場合と同様の金属が採用される。

[0061] 第 2 部材 20 の一方の端面 21 上に一方の端面 30A において接触するように第 3 部材 30 が配置されている。第 3 部材 30 の他方の端面 30B 上に一方の端面 11 において接触するように第 1 部材 10 が配置されている。第 3 部材 30 は、第 1 部材 10 と第 2 部材 20 とが接合された状態において第 1 部材 10 と第 2 部材 20 との間に生じる応力を緩和する。

[0062] このような金属部材 1 は、以下のような本実施の形態における金属部材の製造方法により製造することができる。

[0063] 図 2 は、金属部材の製造方法の概略を示すフローチャートである。図 9 は、金属部材の製造装置の構造を示す概略図である。図 10 は、金属部材の製造装置の動作を示す概略断面図である。図 11 および図 12 は、金属部材の製造方法を説明するための概略断面図である。

[0064] 図 2 を参照して、本実施の形態における金属部材 1 の製造方法では、まず

工程（Ｓ１０）として成形部材準備工程が実施される。この工程（Ｓ１０）では、図１０を参照して、たとえば調質処理された機械構造用合金鋼からなる第１部材１０と、高力黄銅からなる第２部材２０と、銅からなる第３部材３０が準備される。第２部材２０は、円筒状の形状を有している。第３部材３０は円盤状の形状または箔状の形状を有している。

[0065] 第１部材１０は円筒形状（円盤形状）を有している。第１部材１０は、凹部１０Ａを有している。凹部１０Ａは、第１部材１０の中心軸を含むように形成される。凹部１０Ａは、円筒状の形状を有している。第１部材１０の中心軸と凹部１０Ａの中心軸とは一致する。第１部材１０は、凹部１０Ａを規定する凹部底面１１と、凹部１０Ａを規定し、凹部底面１１に交差する方向に延びる凹部側面１２とを含む。

[0066] 第１部材１０の凹部底面１１は、第３部材３０を介して第２部材２０に接合されるべき平坦面である第１部材接触面となっている。第２部材２０の一方の端面２１は、第３部材３０を介して第１部材１０に接合されるべき平坦面である第２部材接触面となっている。

[0067] 次に、工程（Ｓ２０）として洗浄工程が実施される。この工程（Ｓ２０）は、上記実施の形態１と同様に実施される。なお、本実施の形態の金属部材１の製造方法では、第２部材２０の一方の端面２１に対する精密な仕上げ加工は省略することが可能である。第２部材２０の一方の端面２１は切断のままの状態であってもよい。

[0068] 次に、図２を参照して、閉塞摩擦接合工程が実施される。閉塞摩擦接合工程は、接合準備工程、摩擦工程および冷却工程を含んでいる。ここで、閉塞摩擦接合を実施することで金属部材１を製造する金属部材の製造装置について説明する。

[0069] 図９を参照して、実施の形態３における金属部材の製造装置である閉塞摩擦接合装置９は、基本的には実施の形態１の場合と同様の構造を有し、同様に動作する。以下、実施の形態１の場合と異なる点について説明する。

[0070] 主軸９５には、基台部９８に対向するように第２部材２０を保持する回転

側チャック 94 が設けられている。基台部 98 には、回転側チャック 94 に対向するように第 1 部材 10 を保持する固定側チャック 92 が配置されている。図 9 および図 10 を参照して、基台部 98 は、ベース体 91 と、固定側チャック 92 とを含んでいる。固定側チャック 92 は、ベース体 91 上に固定されている。固定側チャック 92 は、第 1 部材 10 を軸方向に保持する底面 92A と、第 1 部材 10 を径方向に保持する径方向チャック面 92B とを含んでいる。

[0071] 次に、閉塞摩擦接合工程の具体的な手順を説明する。図 9 を参照して、工程 (S30) として実施される接合準備工程では、第 2 部材 20 が外周面において回転側チャック 94 に保持される。また、第 1 部材 10 が外周面において固定側チャック 92 に保持される。第 3 部材 30 は、第 1 部材 10 の凹部 10A 内に配置される。凹部底面 11 と第 3 部材 30 の端面とが接触する。

[0072] 第 1 部材 10 の凹部底面 11 上に配置された第 3 部材 30 の一方の端面 30A と第 2 部材 20 の一方の端面 21 とが対向し、かつ第 1 部材 10、第 2 部材 20 および第 3 部材 30 の中心軸が回転側チャック 94 の回転軸 α に一致するように、第 1 部材 10、第 2 部材 20 および第 3 部材 30 は配置される。

[0073] 次に、工程 (S40) として摩擦工程が実施される。この工程 (S40) では、主軸 95 が主軸モータ 95B により駆動されて軸 α 周りに回転するとともに、主軸移動モータ 90B により駆動されて基台部 98 に近づく。これにより、回転側チャック 94 が軸 α 周りに回転しつつ、固定側チャック 92 に近づく。

[0074] そして、図 10 に示すように、第 2 部材 20 は、少なくとも一部（一方の端面 21 を含む領域）が凹部 10A に進入する状態で第 1 部材 10 および第 3 部材 30 に対する相対的な位置を変えことなく、第 3 部材 30 に対して所定の荷重にて押し付けられつつ相対的に回転する。第 3 部材 30 の一方の端面 30A に対して第 2 部材 20 が相対的に押し付けられつつ回転する。こ

れにより、第１部材１０、第２部材２０および第３部材３０の温度が摩擦熱により上昇する。

[0075] 回転の開始時点において、第２部材２０の外周面２２と第１部材１０の凹部側面１２との間には隙間が形成される。回転の開始時点において、第２部材２０の外周面２２と第１部材１０の凹部側面１２とは接触しない。

[0076] 上述のように、第２部材２０の変形抵抗は第１部材１０の変形抵抗に比べて小さい。図１１を参照して、加熱された第２部材２０は軟化して変形し、凹部側面１２に接触する。第２部材２０の変形は第１部材１０の凹部１０Ａを規定する壁面（凹部底面１１および凹部側面１２）により制限される。そのため、摩擦によって発生した熱が凹部１０Ａ内から放出されることが抑制される。凹部１０Ａは、軟化した第２部材２０および第３部材３０により充填される。第２部材２０が変形することにより、バリ２９が形成される。第２部材２０の温度は、たとえば第２部材２０を構成する第２金属の軟化点以上の温度であって融点未満の温度にまで上昇する。第３部材３０の温度は、たとえば第３部材３０を構成する第３金属の軟化点以上の温度であって融点未満の温度にまで上昇する。

[0077] 次に、工程（Ｓ５０）として冷却工程が実施される。この工程（Ｓ５０）では、まず主軸９５の回転数を低下させ、停止させる。その後、荷重センサ９６により検知される押し付け荷重を低下させる。この間、第１部材１０と第２部材２０とは第３部材３０を挟んで互いに押し付け合う状態を維持しつつ、第１部材１０、第２部材２０および第３部材３０は冷却される。第１部材１０、第２部材２０および第３部材３０は積み重ねられた状態で冷却される。これにより、第１部材１０と第２部材２０とが第３部材３０を介して接合される。

[0078] 押し付け荷重が０とされた後、第１部材１０と第２部材２０とが第３部材３０を介して接合されて構成される構造体である金属部材１が閉塞摩擦接合装置９から取り出される（図１２参照）。以上の手順により、閉塞摩擦接合工程が完了する。

- [0079] 次に、工程（S 6 0）として、機械加工工程が実施される。この工程（S 6 0）では、工程（S 5 0）において得られた金属部材 1 に対して切削等の機械加工が実施される。図 1 2 を参照して、工程（S 6 0）では、第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 とが接合された状態で工程（S 4 0）において第 2 部材 2 0 が変形して形成されたバリ 2 9 が除去される。
- [0080] 図 1 2 を参照して、工程（S 6 0）では、さらに第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 とが第 3 部材 3 0 を介して接合された状態で凹部側面 1 2 が除去されるように第 1 部材 1 0 が加工される。破線 A に沿って第 1 部材 1 0 および第 2 部材 2 0 が切削加工されることにより、凹部側面 1 2 を含む外周領域およびバリ 2 9 が除去される。以上の手順により、図 8 に示す第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との接合体である金属部材 1 が得られる。凹部側面 1 2 を含む外周領域の除去とバリ 2 9 の除去とは連続的に一工程として実施されてもよいし、別工程として時間をおいて実施されてもよい。その後、実施の形態 1 の場合と同様に工程（S 7 0）としてガス軟窒化工程が実施される。さらに、必要に応じて仕上げ加工等が実施されて金属部材 1 が完成する。
- [0081] このように、本実施の形態における閉塞摩擦接合装置 9 を用いた金属部材 1 の製造方法によれば、第 1 金属からなる第 1 部材 1 0 と、第 1 金属よりも変形抵抗が小さい第 2 金属からなる第 2 部材 2 0 とが第 1 金属よりも変形抵抗が小さい第 3 金属からなる第 3 部材 3 0 を介して接合された構造を有する金属部材 1 を製造することができる。異なる金属からなる第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 とが接合層である第 3 部材 3 0 を介して互いに接合された構造を有する金属部材 1 を製造することができる。第 1 部材 1 0、第 2 部材 2 0 および第 3 部材 3 0 を同時に接合することができる。
- [0082] また、第 3 部材 3 0 を構成する第 3 金属である銅の熱膨張係数は、第 1 部材 1 0 を構成する第 1 金属である鋼の熱膨張係数よりも大きく、第 2 部材 2 0 を構成する第 2 金属である黄銅の熱膨張係数よりも小さい。そのため、第 3 部材 3 0 は、工程（S 7 0）において実施される熱処理によって熱膨張係数の違いに起因して発生する第 1 部材 1 0 と第 2 部材 2 0 との間の応力を緩

和することができる。第3部材30を第1部材10と第2部材20との間に介在させることにより、熱膨張係数の違いに起因して発生する上記応力によって亀裂が発生することを抑制することができる。

[0083] なお、上記実施の形態1～3の工程(S40)において、温度が上昇した状態における第2部材20(第2金属)および第3部材30(第3金属)の変形抵抗は第1部材10(第1金属)の変形抵抗に比べて10%以上小さいことが好ましく、50%以上小さいことがより好ましく、80%以上小さいことがさらに好ましい。上述のように、第1部材10(第1金属)に比べて第2部材20(第2金属)および第3部材30(第3金属)の変形抵抗が小さい場合、本実施の形態のように第1部材10と第2部材20とを第3部材30を介して接合することができる。しかし、第1部材10の変形抵抗と第2部材20および第3部材30の変形抵抗との差が小さい場合、工程(S40)において第2部材20および第3部材30だけでなく第1部材10も変形するおそれがある。

[0084] このような場合、第1部材10と第2部材20とを、第3部材30を介して良好に接合することが難しくなる。工程(S40)において第1部材10、第2部材20および第3部材30の温度を厳密に管理する必要が生じる。工程(S40)において、温度が上昇した状態における第2金属および第3金属の変形抵抗を第1金属の変形抵抗に比べて10%以上小さく設定することにより、良好な接合を達成することが容易となり、50%以上小さく設定すること、さらには80%以上小さく設定することにより、良好な接合を達成することが一層容易となる。

実施例

[0085] 上記実施の形態1と同様の手順により第1部材10と第2部材20とを第3部材30を介して接合して金属部材1のサンプルを作製する実験を行った。第1部材10を構成する金属(第1金属)としては、鋼(機械構造用合金鋼)であるJIS規格SCM440(焼入および焼戻処理済み)を採用した。第2部材20を構成する金属(第2金属)としては、高力黄銅を採用した。

。第3部材30を構成する金属（第3金属）としては、銅を採用した。得られたサンプルを接合面に垂直な断面で切断した断面の写真を図13に示す。

[0086] 図13を参照して、第1部材10と第2部材20とが第3部材30を介して良好に接合されていることが分かる。この実験結果から、本発明の金属部材の製造方法によれば、異なる金属からなる部材同士が接合層を介して互いに接合された構造を有する金属部材を製造できることが確認される。

[0087] なお、上記実施の形態および実施例においては、第1部材を構成する金属（第1金属）として鋼を採用し、第2部材を構成する金属（第2金属）として黄銅を採用し、第3部材を構成する金属（第3金属）として銅を採用する場合について例示したが、本発明において採用可能な金属はこれらに限られない。採用可能な金属の組み合わせの一例を表1に示す。

[0088] [表1]

第1部材	第2部材	第3部材
鋼	黄銅	銅
鋼	アルミニウム合金	銅
鋼	ニッケル基合金	アルミニウム合金
超硬合金	鋼	アルミニウム合金

表1に示すように、本発明の金属部材の製造方法においては、第1金属からなる第1部材、第1金属に比べて変形抵抗の小さい第2金属からなる第2部材、および第1金属に比べて変形抵抗の小さい第3金属からなる第3部材の種々の組み合わせを採用可能である。

[0089] また、上記実施の形態においては、第3金属の熱膨張係数が、第1金属の熱膨張係数よりも大きく、第2金属である黄銅の熱膨張係数よりも小さいことにより、第1部材10と第2部材20との間の応力を緩和する場合について説明したが、たとえば第3金属のヤング率が小さいことにより上記応力が緩和されてもよい。

[0090] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって、制限的なものではないと理解されるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、請求の範囲によって示された範囲、ならびに請求の範囲と均等な

意味および範囲内でのすべての変更、改良が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0091] 本発明の金属部材の製造方法は、異なる金属からなる部材同士が接合層を介して互いに接合された構造を有する金属部材の製造に、特に有利に適用され得る。

符号の説明

[0092] 1 金属部材、9 閉塞摩擦接合装置、10 第1部材、10A 凹部、11 端面（凹部底面）、12 凹部側面、20 第2部材、21 端面、22 外周面、29 バリ、30 第3部材、30A 端面、90 フレーム、90A シャフト、90B 主軸移動モータ、90C 主軸支持部、91 ベース体、92 金型ホルダ（固定側チャック）、92A 底面、92B 径方向チャック面、93 金型、93A キャビティ、93B キャビティ底壁、93C キャビティ側壁、94 回転側チャック、95 主軸、95B 主軸モータ、96 荷重センサ、97 駆動部、98 基台部、99 部品。

請求の範囲

- [請求項1] 第1金属からなる第1部材、第2金属からなる第2部材および第3金属からなる第3部材を準備する工程と、
- 前記第1部材と前記第2部材とを前記第3部材を介して接合する工程と、を備え、
- 前記第1部材と前記第2部材とを接合する工程は、
- 前記第1部材、前記第3部材および前記第2部材をこの順で積み重ね、前記第1部材を前記第3部材に押し付け、前記第2部材および前記第3部材に対する相対的な位置関係を変えことなく回転軸周りに相対的に回転させることにより、前記第1部材、前記第2部材および前記第3部材を加熱する工程と、
- 加熱された前記第1部材、前記第2部材および前記第3部材を積み重ねた状態で冷却する工程と、を含む、金属部材の製造方法。
- [請求項2] 前記第2金属および前記第3金属は前記第1金属よりも変形抵抗が小さく、
- 前記第1部材、前記第2部材および前記第3部材を加熱する工程では、金型のキャビティ内に前記第2部材および前記第3部材が配置される、請求項1に記載の金属部材の製造方法。
- [請求項3] 前記金型は、
- 前記キャビティを規定するキャビティ底壁と、
- 前記キャビティを規定し、前記キャビティ底壁に交差する方向に延在するキャビティ側壁と、を含む、請求項2に記載の金属部材の製造方法。
- [請求項4] 前記第1部材、前記第2部材および前記第3部材を加熱する工程では、前記第3部材において前記第1部材に接触する面である第3接触面が、前記キャビティ側壁に取り囲まれる、請求項3に記載の金属部材の製造方法。
- [請求項5] 前記第1部材、前記第2部材および前記第3部材を加熱する工程で

は、前記金型を固定し、前記第 1 部材を回転させる、請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

[請求項6] 前記第 2 金属および前記第 3 金属は前記第 1 金属よりも変形抵抗が小さく、

前記第 1 部材には凹部が形成されており、

前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程では、前記凹部内に前記第 3 部材を配置し、前記第 2 部材を、少なくとも一部が前記凹部に進入する状態で前記第 3 部材に相対的に押し付けつつ回転させることにより、前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する、請求項 1 に記載の金属部材の製造方法。

[請求項7] 前記第 1 部材は、

前記凹部を規定する凹部底面と、

前記凹部を規定し、前記凹部底面に交差する方向に延びる凹部側面と、を含み、

前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程では、前記第 1 部材の前記凹部底面に接触して配置された前記第 3 部材に前記第 2 部材が相対的に押し付けられつつ回転する、請求項 6 に記載の金属部材の製造方法。

[請求項8] 前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程では、前記第 2 部材が変形することにより前記凹部側面に接触する、請求項 6 または 7 に記載の金属部材の製造方法。

[請求項9] 前記第 1 部材と前記第 2 部材とが接合した状態で前記凹部側面が除去されるように前記第 1 部材が加工される工程をさらに備える、請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

[請求項10] 前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程では、前記第 1 部材を固定し、前記第 2 部材を回転させる、請求項 6 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

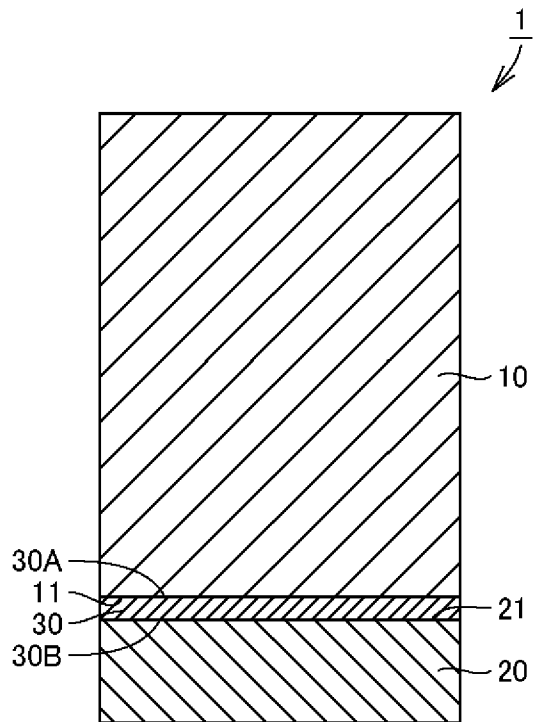
[請求項11] 前記第 1 部材と前記第 2 部材とが接合した状態で、前記第 1 部材、

前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程において前記第 2 部材が変形して形成されたバリを除去する工程をさらに備える、請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

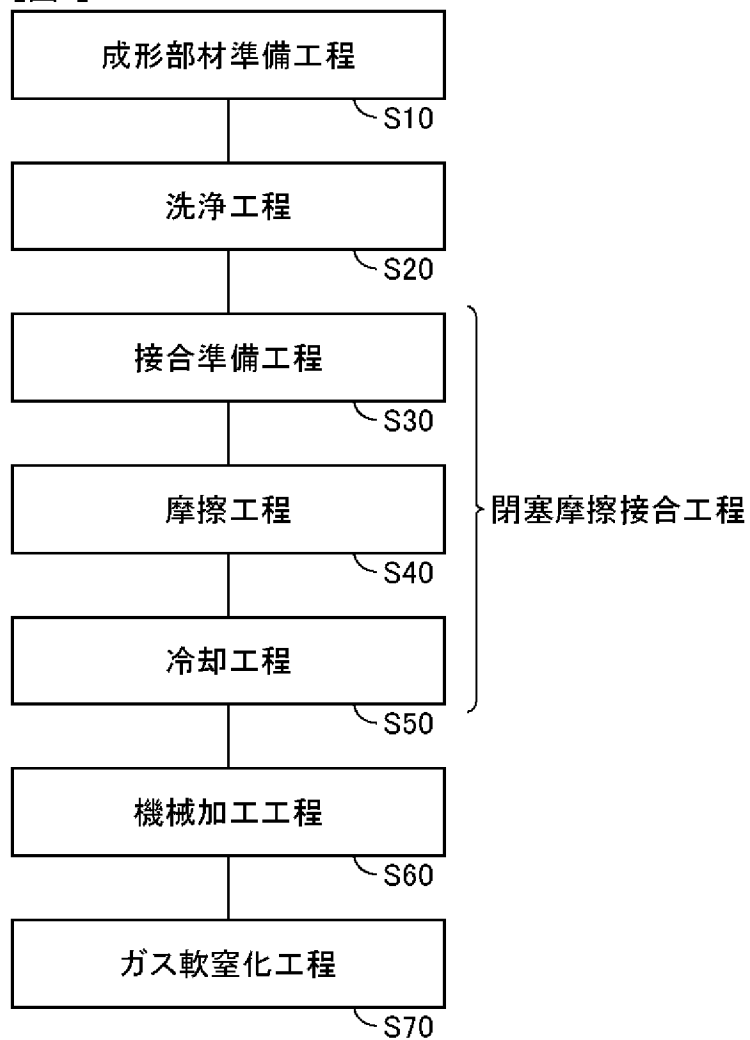
[請求項 12] 前記第 3 部材は、前記第 1 部材と前記第 2 部材とが接合された状態において前記第 1 部材と前記第 2 部材との間に生じる応力を緩和する、請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

[請求項 13] 前記第 1 部材、前記第 2 部材および前記第 3 部材を加熱する工程において、温度が上昇した状態における前記第 2 金属および前記第 3 金属の変形抵抗は前記第 1 金属の変形抵抗に比べて 1 0 % 以上小さい、請求項 1 ～ 1 2 のいずれか 1 項に記載の金属部材の製造方法。

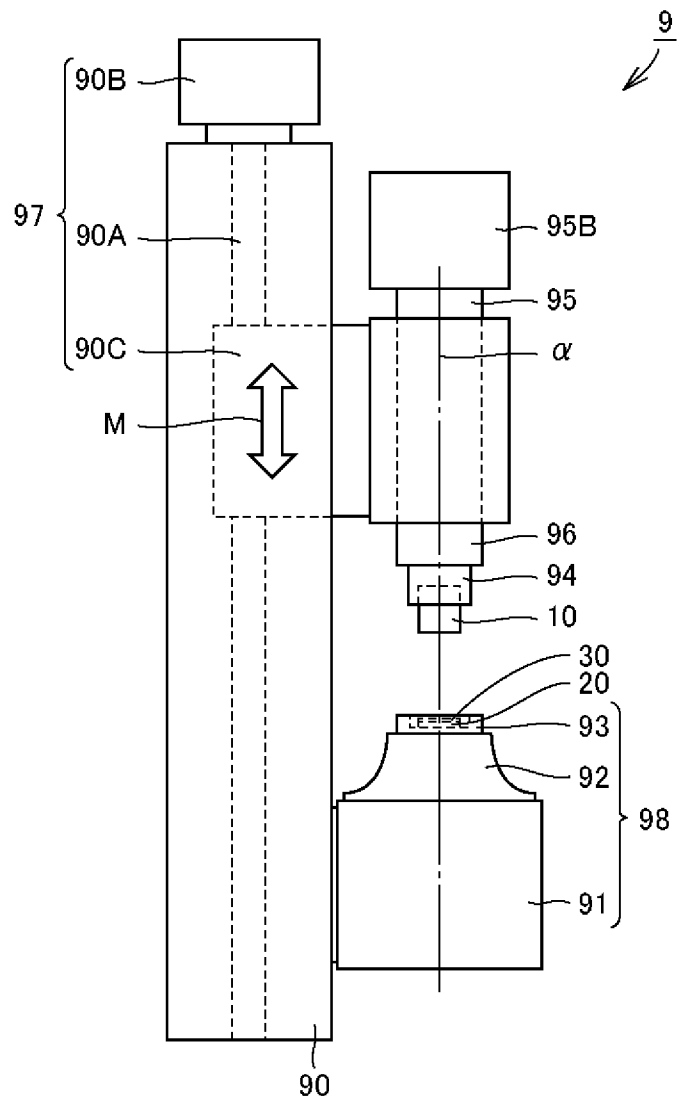
[図1]



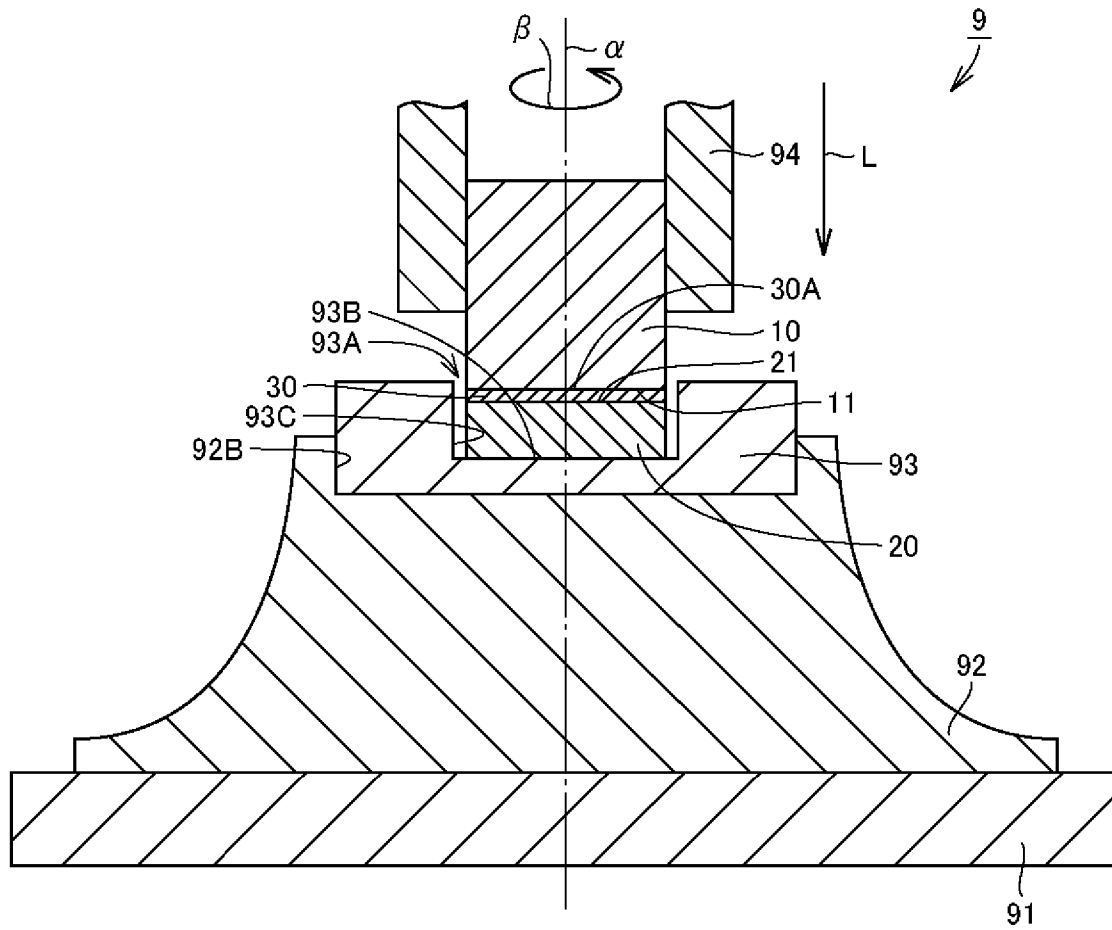
[図2]



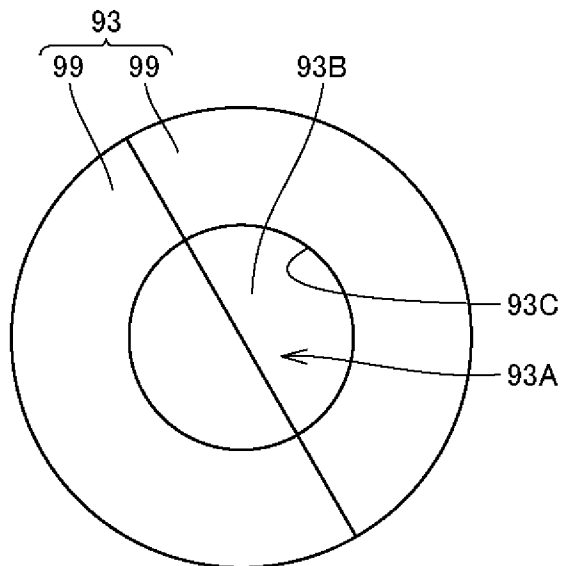
[図3]



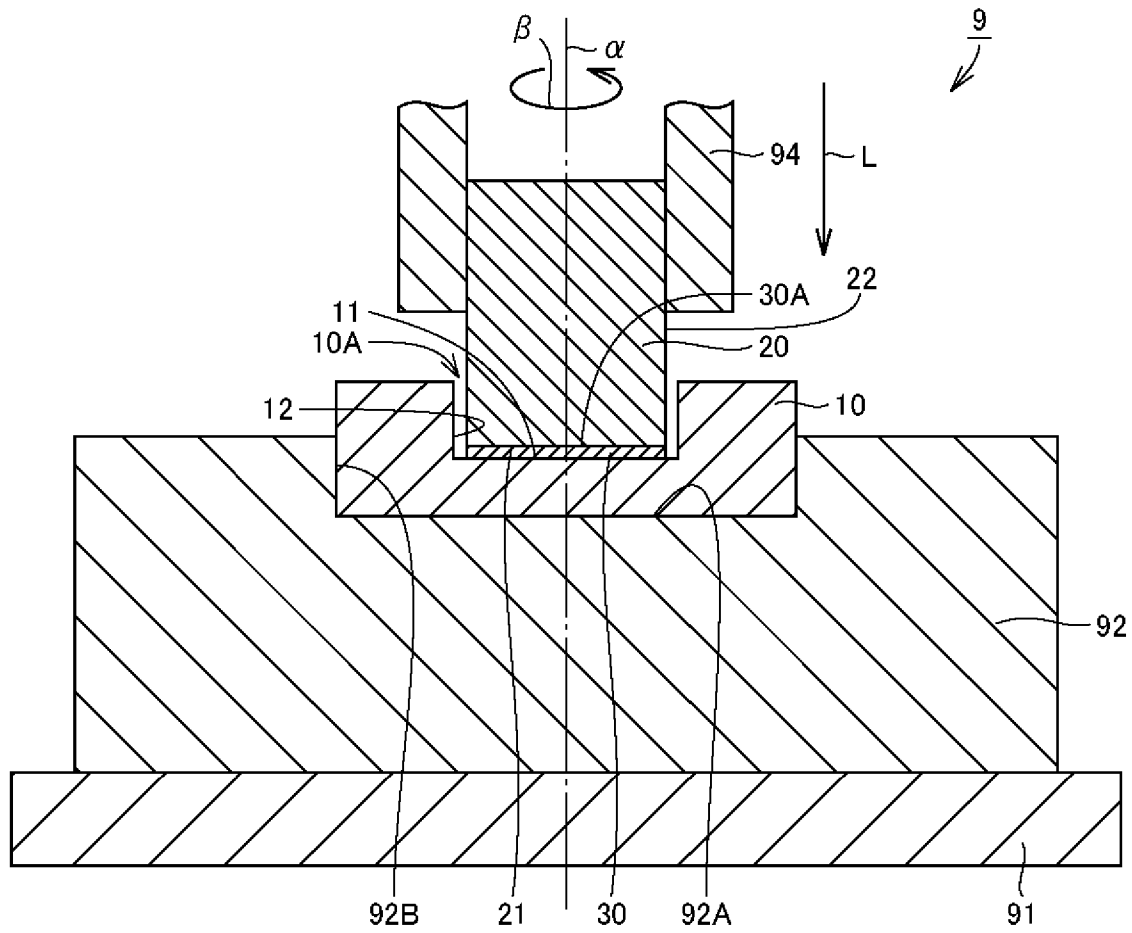
[図4]



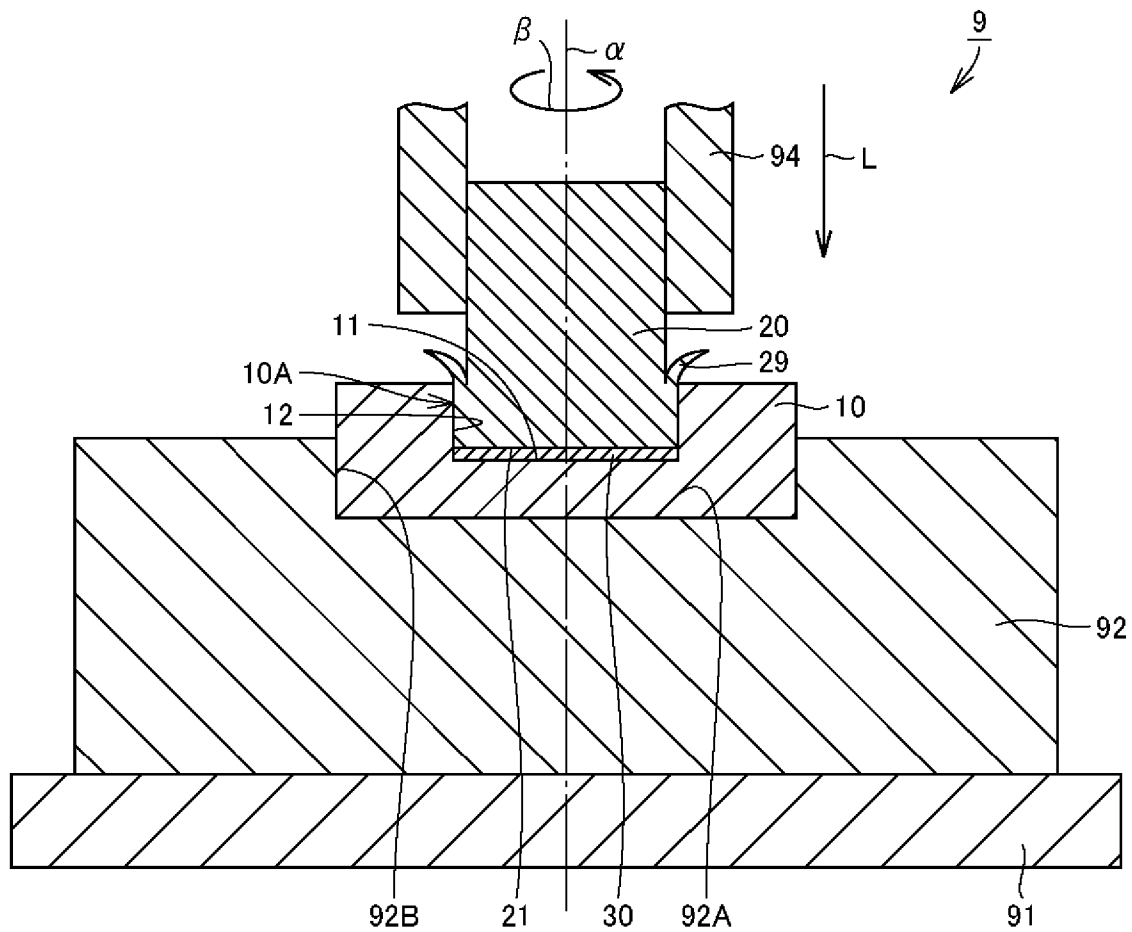
[図5]



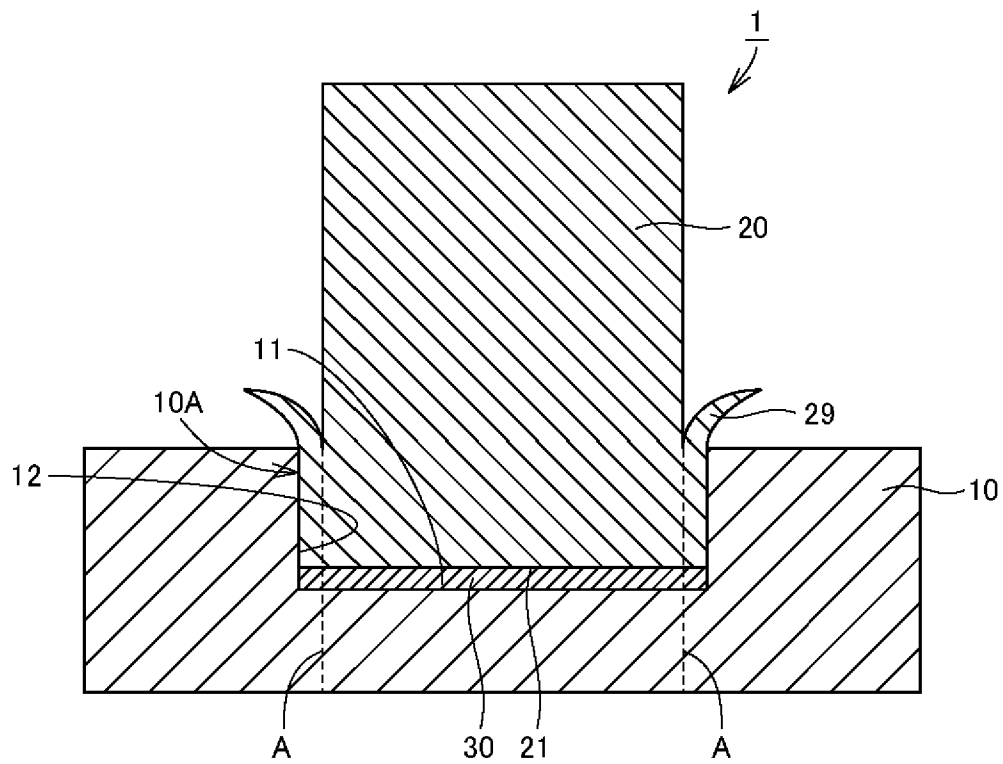
[図10]



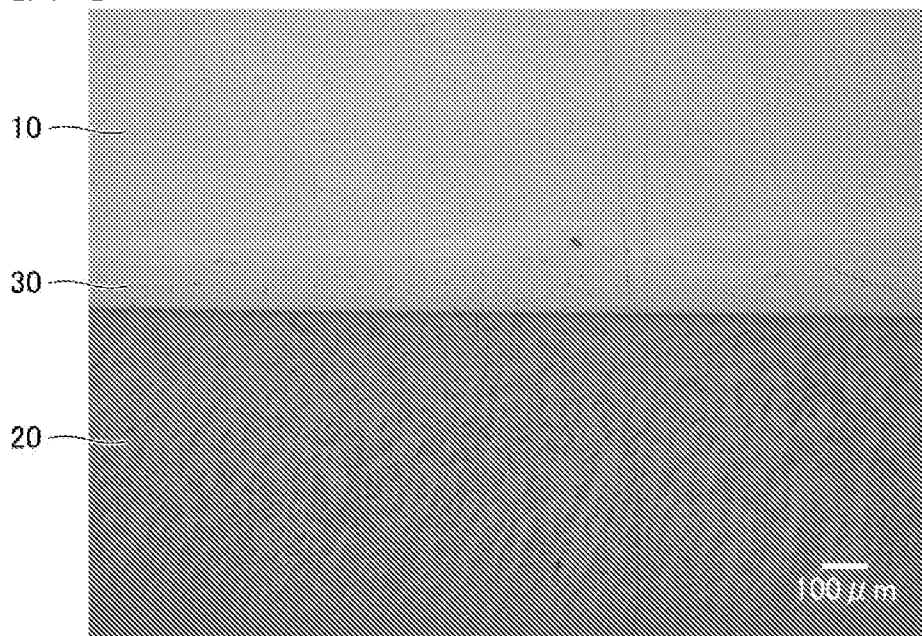
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/061592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/00(2006.01)i, B23K20/12(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)

B23K20/00, 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.
A	JP 2012-125803 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraphs [0027] to [0044]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-13
A	JP 10-89241 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 07 April 1998 (07.04.1998), paragraphs [0041] to [0050]; fig. 2 to 9 (Family: none)	1-13
A	US 2007/0272728 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH), 29 November 2007 (29.11.2007), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1 & WO 2005/087424 A1 & EP 1722916 A & DE 102004011615 A	1-13

☐ 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
06 July 2015 (06.07.15)

Date of mailing of the international search report
14 July 2015 (14.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K20/00(2006.01)i, B23K20/12(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（I P C））

Int.Cl. B23K20/00, 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
A	JP 2012-125803 A（日産自動車株式会社）2012.07.05, 段落 【0027】－【0044】、【図1】－【図3】（ファミリーなし）	1－13
A	JP 10-89241 A（日立建機株式会社）1998.04.07, 段落【0041】 －【0050】、【図2】－【図9】（ファミリーなし）	1－13
A	US 2007/0272728 A1（MTU AERO ENGINES GMBH）2007.11.29, 段落 【0020】－【0022】、【Fig.1】 & WO 2005/087424 A1 & EP 1722916 A & DE 102004011615 A	1－13

☐ 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 6 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 7 . 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）

青木 正博

3 P

3 9 3 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3364