(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
2021年12月2日(02.12.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/241674 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/020157

(22) 国際出願日： 2021年5月27日(27.05.2021)

(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 2020-094145 2020年5月29日(29.05.2020) JP

(71) 出願人： 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

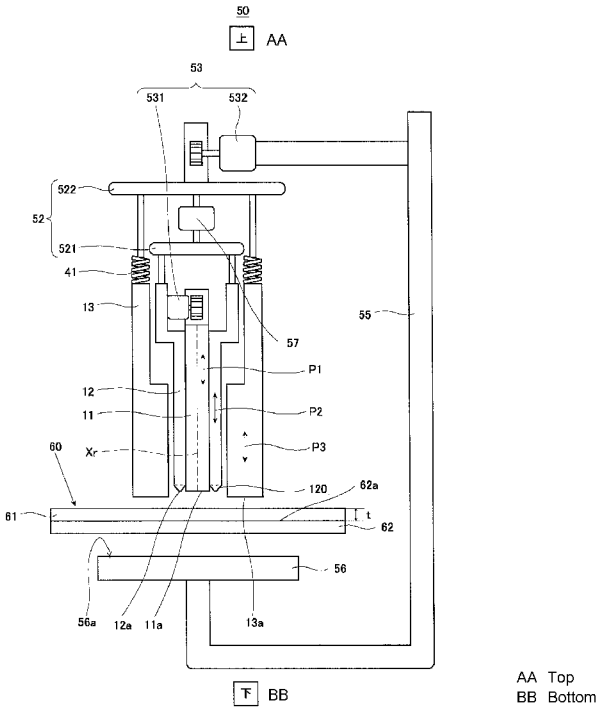
(72) 発明者: 村松 良崇 (**MURAMATSU, Yoshitaka**). 三宅 将弘 (**MIYAKE, Masahiro**). 大橋 良司 (**OHASHI, Ryoji**). 武岡 正樹 (**TAKEOKA, Naoki**).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**ARCO PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒6510088 兵庫県神戸市中央区小野柄通７丁目１番１号 日本生命三宮駅前ビル５階 Hyogo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) **Title:** FRICTION-STIR SPOT-WELDING DEVICE AND JOINT STRUCTURE

(54) 発明の名称： 摩擦攪拌点接合装置及び継手構造



(57) **Abstract:** A friction-stir spot-welding device according to the present invention is provided with a pin member (11) formed in a columnar shape, a shoulder member (12) formed in a cylindrical shape and into which the pin member (11) is inserted, a rotary driver (57) for causing the pin member (11) and the shoulder member (12) to rotate around an axis (Xr) coinciding with the axial center of the pin member (11), and a forward-backward driver (53) for moving the pin member (11) and the shoulder member (12) forward and backward along the axis (Xr), a distal-end portion (120) of the shoulder

WO 2021/241674 A1

[続葉有]

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

member (12) being formed in a tapered shape.

(57) 要約:本発明に係る摩擦攪拌点接合装置は、円柱状に形成されているピン部材(１１)と、円筒状に形成され、ピン部材(１１)が内部に挿通されているショルダ部材(１２)と、ピン部材(１１)及びショルダ部材(１２)を、ピン部材(１１)の軸心に一致する軸線(Ｘｒ)周りに回転させる回転駆動器(５７)と、ピン部材(１１)及びショルダ部材(１２)を、それぞれ、軸線(Ｘｒ)に沿って進退移動させる進退駆動器(５３)と、を備え、ショルダ部材(１２)の先端部(１２０)は、テーパー状に形成されている。

明　細　書

発明の名称 ： 摩擦攪拌点接合装置及び継手構造

技術分野

[0001] 本発明は、摩擦攪拌点接合装置及び継手構造に関する。

背景技術

[0002] 自動車、鉄道車両、航空機等の輸送機器においては、金属材料を連結するときには、抵抗スポット溶接又はリベット接合が用いられていた。しかしながら、近年では、摩擦熱を利用して金属材料を接合する方法（摩擦攪拌点接合方法）が注目されている（例えば、特許文献１参照）。

[0003] 特許文献１に開示されている摩擦攪拌点接合方法では、略円柱状のピン部材と、該ピン部材を内挿するための中空を有する略円筒状のショルダ部材と、が、被接合物を接合するために用いられていて、以下に示すように、ピン部材とショルダ部材（ツール）を作動（駆動）させる工具駆動部を制御している。

[0004] すなわち、ピン部材の先端面の断面積をＡｐ、ショルダ部材の先端面の断面積をＡｓ、ピン部材が被接合物の表面から圧入したときの圧入深さをＰｐ、ショルダ部材が被接合物の表面から圧入したときの圧入深さをＰｓとしたときに、Ａｐ・Ｐｐ＋Ａｓ・Ｐｓ＝Ｔｘで定義されるツール平均位置Ｔｘの絶対値を小さくするように、工具駆動部を制御している。

[0005] これにより、接合条件に応じて好適な精度で良好な接合品質を実現し得るとともに、内部空洞欠陥の発生を防止または抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１２－１９６６８２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、本発明者等は、上記特許文献１に開示されている摩擦攪拌点接

合方法では、被接合物の表面が平滑化されるため、接合終了後の被接合物の表面からはツールの摩耗状況が判断できない。このため、定期的にツールを装置から外して、ツールの摩耗状況を検査する必要があった。

[0008] 本発明は、ツールの摩耗状況を被接合物の接合打点（被接合部の表面）から判断することができる、摩擦攪拌点接合装置及び継手構造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

[0009] 上記課題を解決するために、本発明に係る摩擦攪拌点接合装置は、被接合物を摩擦熱で軟化させることにより接合する摩擦攪拌点接合装置であって、前記摩擦攪拌点接合装置は、円柱状に形成されているピン部材と、円筒状に形成され、前記ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、前記ピン部材及び前記ショルダ部材を、前記ピン部材の軸心に一致する軸線周りに回転させる回転駆動器と、前記ピン部材及び前記ショルダ部材を、それぞれ、前記軸線に沿って進退移動させる進退駆動器と、を備え、前記ショルダ部材の先端部は、テーパー状に形成されている。

[0010] これにより、ショルダ部材の先端部に摩耗が生じていない場合には、被接合物を摩擦攪拌点接合すると、被接合部の表面に先端部の形状が印される（転写される）。一方、ショルダ部材の先端部に摩耗が生じている場合には、被接合部の表面に先端部の形状が印されず、表面が平坦状になる。

[0011] このため、摩擦攪拌点接合の終了後に、被接合部の表面を検査（視認）することにより、ショルダ部材の先端部が摩耗しているか否かを判断することができる。

[0012] また、本発明に係る継手構造は、第１部材及び第２部材を備える被接合物が、被接合部で摩擦攪拌点接合されることにより形成される、継手構造であって、前記第１部材は、前記第２部材よりも融点の低い材料で構成されていて、前記第１部材及び前記第２部材は、この順となるように配置されていて、前記被接合部の表面には、円環状の凹部が形成されていて、前記凹部の底面が、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されている。

[0013] これにより、摩擦攪拌点接合の終了後に、被接合部の表面を検査（視認）することにより、ショルダ部材の先端部が摩耗しているか否かを判断することができる。

[0014] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施形態の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0015] 本発明に係る摩擦攪拌点接合装置及び継手構造によれば、ツールの摩耗状況を被接合物の接合打点（被接合部の表面）から判断することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図１は、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置の概略構成を示す模式図である。

[図2]図２は、図１に示す摩擦攪拌点接合装置の要部を拡大した模式図である。

[図3]図３は、図１に示す摩擦攪拌点接合装置の制御構成を模式的に示すブロック図である。

[図4]図４は、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図5A]図５Ａは、図１に示す摩擦攪拌点接合装置による摩擦攪拌点接合の各工程の一例を模式的に示す工程図である。

[図5B]図５Ｂは、図１に示す摩擦攪拌点接合装置による摩擦攪拌点接合の各工程の一例を模式的に示す工程図である。

[図6]図６は、本実施の形態１における変形例１の摩擦攪拌点接合装置の要部拡大した模式図である。

[図7]図７は、本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置の要部の概略構成を示す模式図である。

[図8A]図８Ａは、摩擦攪拌点接合装置のピン部材、ショルダ部材、クランプ部材の先端部の概略構成を示す模式図である。

[図8B]図８Ｂは、被接合物の転写部に働くせん断力を分解した図である。

[図9]図９は、本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置の要部の概略構成を示す模式図である。

[図10]図１０は、試験例１、２及び比較例の摩擦攪拌点接合装置を用いて、上記接合条件で摩擦攪拌点接合した被接合物の引張せん断試験と十字引張試験の結果を示すグラフである。

[図11]図１１は、試験例１の摩擦攪拌点接合装置を用いて、摩擦攪拌点接合した被接合物の断面写真である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。また、全ての図面において、本発明を説明するために必要となる構成要素を抜粋して図示しており、その他の構成要素については図示を省略している場合がある。さらに、本発明は以下の実施の形態に限定されない。

[0018] （実施の形態１）

以下、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0019] ［摩擦攪拌点接合装置の構成］

図１は、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置の概略構成を示す模式図である。なお、図１においては、図における上下方向を摩擦攪拌点接合装置における上下方向として表している。

[0020] 図１に示すように、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０は、ピン部材１１、ショルダ部材１２、工具固定器５２、進退駆動器５３、クランプ部材１３、裏当て支持部５５、裏当て部材５６、及び回転駆動器５７を備えている。

[0021] ピン部材１１、ショルダ部材１２、工具固定器５２、進退駆動器５３、クランプ部材１３、及び回転駆動器５７は、Ｃ型ガン（Ｃ型フレーム）で構成される裏当て支持部５５の上端に設けられている。また、裏当て支持部５５

の下端には、裏当て部材５６が設けられている。ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３と、裏当て部材５６と、は互いに対向する位置で裏当て支持部５５に取り付けられている。なお、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３と、裏当て部材５６と、の間には、被接合物６０が配置される。

[0022] ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３は、回転工具固定器５２１及びクランプ固定器５２２から構成される工具固定器５２に固定されている。具体的には、ピン部材１１及びショルダ部材１２は、回転工具固定器５２１に固定されていて、クランプ部材１３は、クランプ駆動器４１を介して、クランプ固定器５２２に固定されている。そして、回転工具固定器５２１は、回転駆動器５７を介して、クランプ固定器５２２に支持されている。なお、クランプ駆動器４１は、スプリングにより構成されている。

[0023] また、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３は、ピン駆動器５３１及びショルダ駆動器５３２から構成される進退駆動器５３によって、上下方向に進退駆動される。

[0024] ピン部材１１は、円柱状に形成されていて、図１には、詳細に図示されないが、回転工具固定器５２１により支持されている。また、ピン部材１１は、回転駆動器５７により、ピン部材１１の軸心に一致する軸線Ｘｒ（回転軸）周りに回転し、ピン駆動器５３１により、矢印Ｐ１方向、すなわち軸線Ｘｒ方向（図１では上下方向）に沿って、進退移動可能に構成されている。

[0025] なお、ピン駆動器５３１としては、例えば、直動アクチュエータで構成されていてもよい。直動アクチュエータとしては、例えば、サーボモータとラックアンドピニオン、サーボモータとボールネジ、又はエアシリンダー等で構成されていてもよい。

[0026] ショルダ部材１２は、中空を有する円筒状に形成されていて、回転工具固定器５２１により支持されている。ショルダ部材１２の中空内には、ピン部材１１が内挿されている。換言すると、ショルダ部材１２は、ピン部材１１の外周面を囲むように配置されている。

[0027] また、ショルダ部材１２は、回転駆動器５７により、ピン部材１１と同一の軸線Ｘｒ周りに回転し、ショルダ駆動器５３２により、矢印Ｐ２方向、すなわち軸線Ｘｒ方向に沿って進退移動可能に構成されている。

[0028] なお、ショルダ駆動器５３２としては、例えば、直動アクチュエータで構成されていてもよい。直動アクチュエータとしては、例えば、サーボモータとラックアンドピニオン、サーボモータとボールネジ、又はエアシリンダー等で構成されていてもよい。

[0029] このように、ピン部材１１及びショルダ部材１２（回転工具）は、本実施の形態ではいずれも同一の回転工具固定器５２１によって支持され、いずれも回転駆動器５７により軸線Ｘｒ周りに一体的に回転する。さらに、ピン部材１１及びショルダ部材１２は、ピン駆動器５３１及びショルダ駆動器５３２により、それぞれ軸線Ｘｒ方向に沿って進退移動可能に構成されている。

[0030] なお、本実施の形態１においては、ピン部材１１は単独で進退移動可能であるとともに、ショルダ部材１２の進退移動に伴っても進退移動可能となっているが、ピン部材１１及びショルダ部材１２がそれぞれ独立して進退移動可能に構成されてもよい。

[0031] クランプ部材１３は、ショルダ部材１２と同様に、中空を有する円筒状に形成されていて、その軸心が軸線Ｘｒと一致するように設けられている。クランプ部材１３の中空内には、ショルダ部材１２が内挿されている。

[0032] すなわち、ピン部材１１の外周面を囲むように、円筒状のショルダ部材１２が配置されていて、ショルダ部材１２の外周面を囲むように円筒状のクランプ部材１３が配置されている。換言すれば、クランプ部材１３、ショルダ部材１２及びピン部材１１が、それぞれ同軸心状の入れ子構造となっている。

[0033] また、クランプ部材１３は、被接合物６０を一方の面（表面）から押圧するように構成されている。クランプ部材１３は、上述したように、本実施の形態１においては、クランプ駆動器４１を介してクランプ固定器５２２に支持されている。クランプ駆動器４１は、クランプ部材１３を裏当て部材５６

側に付勢するように構成されている。そして、クランプ部材１３（クランプ駆動器４１及びクランプ固定器５２２を含む）は、ショルダ駆動器５３２によって、矢印Ｐ３方向（矢印Ｐ１及び矢印Ｐ２と同方向）に進退可能に構成されている。

[0034] なお、クランプ駆動器４１は、本実施の形態１においては、スプリングで構成したが、これに限定されるものではない。クランプ駆動器４１は、クランプ部材１３に付勢を与えたり加圧力を与えたりする構成であればよく、例えば、ガス圧、油圧、サーボモータ等を用いた機構も好適に用いることができる。

[0035] ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３は、それぞれ、先端面１１ａ、先端面１２ａ、及び先端面１３ａを備えている。また、ピン部材１１の先端面１１ａとショルダ部材１２の先端面１２ａは、水平方向から見て、一致するように構成されている。

[0036] また、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３は、進退駆動器５３により進退移動することで、先端面１１ａ、先端面１２ａ、及び先端面１３ａは、それぞれ、被接合物６０の表面（被接合物６０の被接合部）に当接し、被接合物６０を押圧する。

[0037] また、ショルダ部材１２の先端部１２０は、テーパー状に形成されている。ここで、図２を参照しながら、ショルダ部材１２の先端部１２０の形状について、詳細に説明する。

[0038] 図２は、図１に示す摩擦攪拌点接合装置の要部を拡大した模式図である。

[0039] 図２に示すように、本実施の形態１においては、先端部１２０は、ショルダ部材１２の外周面１２ｂと内周面１２ｃが、軸線Ｘｒに対して、傾斜するように形成されている。換言すれば、先端部１２０は、水平方向から見て、軸線Ｘｒ方向の断面形状が、略Ｖ字状（略Ｕ字状）に形成されている。

[0040] また、先端部１２０は、ショルダ部材１２の先端面１２ａから所定の高さｈまでの部分（領域）をいう。高さｈは、被接合物６０の表面に先端部１２０の形状を印させる（転写させる）観点から、例えば、０．０５ｍｍ以上で

あってもよく、第１部材６１の厚み寸法の５％以上であってもよい。また、高さｈは、ショルダ部材１２の先端部１２０の破損を抑制する観点から、例えば、０．５ｍｍ以下であってもよく、第１部材６１の厚み寸法の５０％以下であってもよい。

[0041] なお、先端部１２０は、先端に向かうにつれて、径方向の断面積が小さくなるように形成されていてもよい。また、先端部１２０は、当該先端部１２０の先端１２ｄ（先端面１２ａ）の面積が、先端部１２０の基端１２ｅの径方向の断面積よりも小さければ、先端部１２０の外周面１２ｂと内周面１２ｃの形状は、どのような態様であってもよい。

[0042] 図１に示すように、裏当て部材５６は、本実施の形態１においては、平板状の被接合物６０の裏面を当接するように平坦な面（支持面５６ａ）により、支持するように構成されている。裏当て部材５６は、摩擦攪拌接合を実施できるように被接合物６０を適切に支持することができるものであれば、その構成は特に限定されない。裏当て部材５６は、例えば、複数の種類の形状を有する裏当て部材５６が別途準備され、被接合物６０の種類に応じて、裏当て支持部５５から外して交換できるように構成されてもよい。

[0043] 被接合物６０は、２枚の板状の第１部材６１及び第２部材６２を有する。第１部材６１は、ピン部材１１及びショルダ部材１２と対向するように配置され、かつ、第２部材６２よりも融点の低い材料で構成されている。

[0044] なお、被接合物６０は、第１部材６１と第２部材６２の間に、第３部材が配置されていてもよい。第３部材としては、例えば、金属材料（例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム合金等）であってもよく、シーラント材であってもよい。シーラント材としては、シーリング材であってもよく、接着剤であってもよい。シーラント材としては、例えば、ポリサルファイド系合成ゴム、天然ゴム、シリコーンゴム、フッ素ゴム等の合成ゴム、四フッ化エチレンゴム樹脂等の合成樹脂等を用いることができる。

[0045] 第１部材６１としては、金属材料（例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム合金等）、熱可塑性プラスチック（例えば、ポリアミド

等）、及び繊維強化プラスチック（例えば、炭素繊維強化プラスチック等）のうち、少なくとも１つの材料を用いてもよい。アルミニウム合金としては、各種のアルミニウム合金を用いることができ、例えば、Ａｌ－Ｍｇ－Ｓｉ系合金（Ａ６０６１）を用いてもよく、Ａｌ－Ｓｉ－Ｍｇ系合金（ＡＣ４Ｃ）を用いてもよい。

[0046] また、第２部材６２としては、金属材料（例えば、鋼、チタン等）を用いてもよい。鋼としては、各種の鋼をもちいることができ、軟鋼、又は高張力鋼を用いてもよい。また、鋼の表面に酸化膜が形成されていてもよく、メッキ層（例えば、亜鉛メッキ）が形成されていてもよい。亜鉛メッキが形成されている鋼板としては、溶融亜鉛メッキ鋼板（ＧＩ鋼板）であってもよく、合金化溶融亜鉛メッキ鋼板（ＧＡ鋼板）であってもよく、ガルバリウム鋼板（登録商標）であってもよく、アルミニウムシリコンメッキホットスタンプ鋼板であってもよい。さらに、メッキ層の厚みとしては、２μｍ～５０μｍであってもよい。

[0047] なお、本実施の形態１においては、被接合物６０を板状の第１部材６１と板状の第２部材６２で構成されている形態を採用したが、これに限定されず、被接合物６０（第１部材６１及び第２部材６２）の形状は任意であり、例えば、直方体状であってもよく、円弧状に形成されていてもよい。また、第３部材の形状も任意であり、例えば、板状であってもよく、直方体状であってもよく、円弧状に形成されていてもよい。

[0048] また、本実施の形態１におけるピン部材１１、ショルダ部材１２、工具固定器５２、進退駆動器５３、クランプ部材１３、裏当て支持部５５、及び回転駆動器５７の具体的な構成は、前述した構成に限定されず、広く摩擦攪拌接合の分野で公知の構成を好適に用いることができる。例えば、ピン駆動器５３１及びショルダ駆動器５３２は、摩擦攪拌接合の分野で公知のモータ及びギア機構等で構成されていてもよい。

[0049] また、裏当て支持部５５は、本実施の形態１においては、Ｃ型ガンで構成されているが、これに限定されない。裏当て支持部５５は、ピン部材１１、

ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３を進退移動可能に支持するとともに、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３に対向する位置に裏当て部材５６を支持することができれば、どのように構成されていてもよい。

[0050] また、本実施の形態１においては、クランプ部材１３を備える構成を採用したが、これに限定されず、クランプ部材１３を備えていない構成を採用してもよい。この場合、例えば、クランプ部材１３は、必要に応じて裏当て支持部５５から着脱可能に構成されていてもよい。

[0051] さらに、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０は、摩擦攪拌点接合用ロボット装置（図示せず）に配設される形態を採用している。具体的には、裏当て支持部５５が、ロボット装置のアームの先端に取り付けられている。

[0052] このため、裏当て支持部５５も摩擦攪拌点接合用ロボット装置に含まれるとみなすことができる。裏当て支持部５５及びアームを含めて、摩擦攪拌点接合用ロボット装置の具体的な構成は特に限定されず、多関節ロボット等、摩擦攪拌接合の分野で公知の構成を好適に用いることができる。

[0053] なお、摩擦攪拌点接合装置５０（裏当て支持部５５を含む）は、摩擦攪拌点接合用ロボット装置に適用される場合に限定されるものではなく、例えば、ＮＣ工作機械、大型のＣフレーム、及びオートリベッター等の公知の加工用機器にも好適に適用することができる。

[0054] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０は、二対以上のロボットが、摩擦攪拌点接合装置５０における裏当て部材５６以外の部分と、裏当て部材５６と、を正対させるように構成されていてもよい。さらに、摩擦攪拌点接合装置５０は、被接合物６０に対して安定して摩擦攪拌点接合を行うことが可能であれば、被接合物６０を手持ち型にする形態を採用してもよく、ロボットを被接合物６０のポジショナーとして用いる形態を採用してもよい。

[0055] ［摩擦攪拌点接合装置の制御構成］

次に、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０の制御構成について、図３を参照しながら、具体的に説明する。

[0056] 図３は、図１に示す摩擦攪拌点接合装置の制御構成を模式的に示すブロック図である。

[0057] 図３に示すように、摩擦攪拌点接合装置５０は、制御器５１、記憶器３１、入力器３２、及び位置検出器３３を備えている。

[0058] 制御器５１は、マイクロプロセッサ、ＣＰＵ等で構成されていて、摩擦攪拌点接合装置５０を構成する各部材（各機器）を制御するように構成されている。具体的には、制御器５１は、記憶器に記憶された基本プログラム等のソフトウェアを読み出して実行することにより、進退駆動器５３を構成するピン駆動器５３１及びショルダ駆動器５３２と、回転駆動器５７と、を制御する。

[0059] これにより、ピン部材１１及びショルダ部材１２の進出移動又は後退移動の切り替え、進退移動時のピン部材１１及びショルダ部材１２における、先端位置の制御、移動速度、及び移動方向等を制御することができる。また、ピン部材１１、ショルダ部材１２及びクランプ部材１３の被接合物６０を押圧する押圧力を制御することができる。さらに、ピン部材１１及びショルダ部材１２の回転数を制御することができる。

[0060] なお、制御器５１は、集中制御する単独の制御器５１によって構成されていてもよいし、互いに協働して分散制御する複数の制御器５１によって構成されていてもよい。また、制御器５１は、マイクロコンピュータで構成されていてもよく、ＭＰＵ、ＰＬＣ(Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ)、論理回路等によって構成されていてもよい。

[0061] 記憶器３１は、基本プログラム、各種データを読み出し可能に記憶するものであり、記憶器３１としては、公知のメモリ、ハードディスク等の記憶装置等で構成される。記憶器３１は、単一である必要はなく、複数の記憶装置（例えば、ランダムアクセスメモリ及びハードディスクドライブ）として構成されてもよい。制御器５１等がマイクロコンピュータで構成されている場

合には、記憶器３１の少なくとも一部がマイクロコンピュータの内部メモリとして構成されてもよいし、独立したメモリとして構成されてもよい。

[0062] なお、記憶器３１には、データが記憶され、制御器５１以外からデータの読み出しが可能となっていてもよいし、制御器５１等からデータの書き込みが可能になっていてもよいことはいうまでもない。

[0063] 入力器３２は、制御器５１に対して、摩擦攪拌点接合の制御に関する各種パラメータ、あるいはその他のデータ等を入力可能とするものであり、キーボード、タッチパネル、ボタンスイッチ群等の公知の入力装置で構成されている。本実施の形態１では、少なくとも、被接合物６０の接合条件、例えば、被接合物６０の厚み、材質等のデータが入力器３２により入力可能となっている。

[0064] 位置検出器３３は、ショルダ部材１２の先端（先端面１２ａ）の位置情報を検出して、検出した位置情報を制御器５１に出力するように構成されている。位置検出器３３としては、例えば、変位センサ、ＬＶＤＴ、エンコーダー等を用いてもよい。

[0065] ［摩擦攪拌点接合装置の動作（運転方法）］

次に、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０の動作について、図４、図５Ａ、及び図５Ｂを参照して具体的に説明する。なお、図５Ａ及び図５Ｂにおいては、被接合物６０として、第１部材６１及び第２部材６２を用い、これらを重ねて点接合にて連結する場合を例に挙げている。

[0066] 図４は、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置の動作の一例を示すフローチャートである。図５Ａ及び図５Ｂは、図１に示す摩擦攪拌点接合装置による摩擦攪拌点接合の各工程の一例を模式的に示す工程図である。

[0067] なお、図５Ａ及び図５Ｂにおいては、摩擦攪拌点接合装置の一部を省略し、矢印ｒは、ピン部材１１及びショルダ部材１２の回転方向を示し、ブロック矢印Ｆは、第１部材６１及び第２部材６２に加えられる力の方向を示す。また、裏当て部材５６からも第１部材６１及び第２部材６２に対して力が加えられているが、説明の便宜上、図５Ａ及び図５Ｂには図示していない。さ

らに、ショルダ部材１２には、ピン部材１１及びクランプ部材１３との区別を明確とするために、網掛けのハッチングを施している。

[0068] まず、作業者（操作者）が、裏当て部材５６の支持面５６ａに被接合物６０を載置する。ついで、作業者が入力器３２を操作して、制御器５１に被接合物６０の接合実行を入力する。なお、ロボットが、裏当て部材５６の支持面５６ａに被接合物６０を載置してもよい。

[0069] すると、図４に示すように、制御器５１は、回転駆動器５７を駆動させて、ピン部材１１及びショルダ部材１２を予め設定されている所定の第１回転数（例えば、２００～３０００ｒｐｍ）で回転させる（ステップＳ１０１；図５Ａの工程（１）参照）。

[0070] 次に、制御器５１は、進退駆動器５３（ショルダ駆動器５３２）を駆動させて、ピン部材１１及びショルダ部材１２を回転させた状態で、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３を被接合物６０に接近させ、ピン部材１１の先端面１１ａ、ショルダ部材１２の先端面１２ａ、及びクランプ部材１３の先端面１３ａ（図５Ａ及び図５Ｂには図示せず）を被接合物６０の表面６０ｃ（被接合物６０の被接合部Ｗａ）に当接させる（ステップＳ１０２；図５Ａの工程（２）参照）。

[0071] このとき、制御器５１は、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３が予め設定された所定の押圧力（例えば、３ｋＮ～１５ｋＮの範囲に含まれる所定値）で被接合物６０を押圧するように、進退駆動器５３（ショルダ駆動器５３２）を制御する。

[0072] これにより、クランプ部材１３と裏当て部材５６とで第１部材６１及び第２部材６２が挟み込まれ、クランプ駆動器４１の収縮により、クランプ部材１３が被接合物６０の表面６０ｃ側に付勢され、クランプ力が発生する。

[0073] また、この状態では、ピン部材１１及びショルダ部材１２共に進退移動しないので、被接合物６０の表面６０ｃを「予備加熱」することになる。これにより、第１部材６１の当接領域における構成材料が摩擦により発熱することで軟化し、被接合物６０の表面６０ｃ近傍に塑性流動部６０ａが生じる。

[0074] 次に、制御器５１は、ピン部材１１の先端面１１ａがショルダ部材１２の先端面１２ａに対して没入するように、進退駆動器５３を駆動する（ステップＳ１０３）。このとき、制御器５１は、ピン部材１１が被接合物６０から離れるように、進退駆動器５３（ピン駆動器５３１）を駆動してもよい。また、制御器５１は、ショルダ部材１２が被接合物６０内に圧入されるように、進退駆動器５３（ショルダ駆動器５３２）を駆動してもよい。

[0075] これにより、ショルダ部材１２の先端部が、回転した状態で、被接合物６０の被接合部内に圧入される。

[0076] 次に、制御器５１は、位置検出器３３から、ショルダ部材１２の先端面１２ａ（先端）の位置情報を取得する（ステップＳ１０４）。ついで、制御器５１は、ステップＳ１０４で取得したショルダ部材１２の先端の位置情報が、予め設定されている所定の第１位置まで到達したか否かを判定する（ステップＳ１０５）。

[0077] ここで、第１位置は、予め実験等により設定することができ、第２部材６２内の任意の位置である。より詳細には、第１位置は、第２部材６２の第１部材６１との当接面６２ａ（第２部材６２のショルダ部材１２の先端面１２ａと対向する面）から０．３ｍｍ以下の間における任意の位置である。

[0078] また、第１位置は、第２部材６２に形成されているメッキ層（メッキ膜）又は酸化膜を除去して、新生面を形成させる観点から、当接面６２ａから０．００８ｍｍ以上の位置であってもよく、当接面６２ａから０．０１ｍｍ以上の位置であってもよい。また、第１位置は、ショルダ部材１２の摩耗（損傷）を抑制する観点から、当接面６２ａから０．２５ｍｍ以下の位置であってもよく、当接面６２ａから０．２０ｍｍ以下の位置であってもよく、当接面６２ａから０．１０ｍｍ以下の位置であってもよい。

[0079] さらに、第１位置は、第２部材６２に形成されているメッキ層（メッキ膜）又は酸化膜を除去して、新生面を形成させる観点から、第２部材６２に形成されているメッキ層（メッキ膜）又は酸化膜から０．２０ｍｍ以下の位置であってもよく、第２部材６２に形成されているメッキ層（メッキ膜）又は

酸化膜から０．１０ｍｍ以下の位置であってもよい。

[0080] これにより、ショルダ部材１２の先端面１２ａが、第２部材６２の当接面６２ａから０．３ｍｍ以下における任意の位置（すなわち、第１位置）にまで到達する。そして、第２部材６２におけるショルダ部材１２と当接している部分、及び／又は第２部材６２における塑性流動部６０ａと当接している部分に、新生面が形成される。

[0081] なお、塑性流動部６０ａの軟化した材料はショルダ部材１２により押し退けられ、ショルダ部材１２の直下からピン部材１１の直下に流動するので、ピン部材１１は後退し、ショルダ部材１２に対して浮き上がる（図５Ａの工程（３）参照）。

[0082] 制御器５１は、ステップＳ１０４で取得したショルダ部材１２の先端面１２ａの位置情報が、第１位置まで到達していないと判定した場合（ステップＳ１０５でＮｏ）には、ステップＳ１０４に戻り、ステップＳ１０４で取得したショルダ部材１２の先端面１２ａの位置情報が、第１位置まで到達したと判定するまで、ステップＳ１０４及びステップＳ１０５の処理を繰り返す。

[0083] 一方、制御器５１は、ステップＳ１０４で取得したショルダ部材１２の先端面１２ａの位置情報が、第１位置まで到達したと判定した場合（ステップＳ１０５でＹｅｓ）には、ステップＳ１０６の処理を実行する。

[0084] なお、制御器５１は、ショルダ部材１２の先端面１２ａが、第１位置に到達すると、先端面１２ａが第１位置に位置するように、進退駆動器５３（ショルダ駆動器５３２）を駆動させる。具体的には、制御器５１は、ショルダ部材１２の進行を停止させるように、進退駆動器５３を駆動させる。

[0085] ステップＳ１０６では、制御器５１は、ショルダ部材１２の先端面１２ａが、第１位置まで到達したと判定してからの時間ｔを計測する。ついで、制御器５１は、ステップＳ１０６で計測した時間ｔが、予め設定されている所定の第１時間を経過したか否かを判定する（ステップＳ１０７）。

[0086] ここで、第１時間は、予め実験等により設定することができる。第１時間

は、被接合物６０の被接合部の接合強度を十分に高くする観点から、例えば、０秒より長い時間であってもよく、０．５秒以上であってもよい。また、第１時間は、被接合物６０の接合時間を短縮する観点から、２秒未満であってもよい。

[0087] 制御器５１は、ステップＳ１０６で計測した時間ｔが、第１時間を経過していないと判定した場合（ステップＳ１０７でＮｏ）には、ステップＳ１０６で計測した時間ｔが、第１時間を経過したと判定するまで、ステップＳ１０６とステップＳ１０７の処理を実行する。

[0088] 一方、制御器５１は、ステップＳ１０６で計測した時間ｔが、第１時間を経過したと判定した場合（ステップＳ１０７でＹｅｓ）には、ステップＳ１０８の処理を実行する。

[0089] ステップＳ１０８では、制御器５１は、ピン部材１１が被接合物６０に向かって進むように、進退駆動器５３（ピン駆動器５３１）を駆動する、及び／又は、制御器５１は、ショルダ部材１２が被接合物６０から離れるように、進退駆動器５３（ピン駆動器５３１）を駆動する。

[0090] 具体的には、制御器５１は、進退駆動器５３を制御して、ピン部材１１の先端面１１ａ及びショルダ部材１２の先端面１２ａを、互いに段差がほとんど生じない程度に合わせる（面一とする）。

[0091] このとき、被接合物６０の表面（上面）６０ｃに、先端部１２０の形状を転写させる観点から、制御器５１は、ピン部材１１の先端面１１ａ及びショルダ部材１２の先端面１２ａが、被接合物６０の第１部材６１内における予め設定されている所定の第２位置に位置するように、進退駆動器５３を制御してもよい。

[0092] また、制御器５１は、ピン部材１１の先端面１１ａは、被接合物６０の表面６０ｃに位置させ、ショルダ部材１２の先端面１２ａが、被接合物６０の第１部材６１内における第２位置に位置するように、進退駆動器５３を制御してもよい。

[0093] ここで、第２位置は、予め実験等により設定することができる。第２位置

は、被接合物６０の表面（上面）６０ｃに、先端部１２０の形状を転写させる観点から、例えば、被接合物６０の表面６０ｃから先端部１２０の高さｈ寸法分、下方（内方）の位置であってもよい。また、第２位置は、被接合物６０の表面６０ｃの凹凸の高さを低減させる観点から、例えば、被接合物６０の表面６０ｃから先端部１２０の高さｈの１／２寸法分、下方（内方）の位置であってもよい。

[0094] さらに、制御器５１は、回転した状態のショルダ部材１２の先端が第２位置に到達した状態で、予め設定されている所定の第２時間滞留させてもよい。ここで、第２時間は、予め実験で設定することができる。第２時間は、被接合物６０の表面（上面）６０ｃに、先端部１２０の形状を転写させる観点から、例えば、０秒より長い時間であってもよく、０．５秒以上であってもよい。また、第２時間は、被接合物６０の接合時間を短縮する観点から、２秒未満であってもよい。

[0095] これにより、ピン部材１１が徐々に第１部材６１に向かって進み、ショルダ部材１２が第１部材６１から後退する。このとき、塑性流動部６０ａの軟化した部分は、ピン部材１１の直下からショルダ部材１２の直下（ショルダ部材１２の圧入により生じた凹部）に流動する。

[0096] そして、ピン部材１１の先端面１１ａとショルダ部材１２の先端面１２ａが、被接合物６０の表面６０ｃ近傍まで移動する。これにより、被接合物６０の表面６０ｃに先端部１２０の形状が印される（転写される）（図５Ｂの工程（４）参照）。

[0097] なお、制御器５１は、ステップＳ１０３及び／又はステップＳ１０８の処理において、ピン部材１１の先端面の面積をＡｐ、ショルダ部材１２の先端面の面積をＡｓとし、ピン部材１１の圧入深さをＰｐ、ショルダ部材１２の圧入深さをＰｓとしたときに、次の式（Ｉ）

$$Ap \cdot Pp + As \cdot Ps = Tx \quad \cdots \quad (I)$$

で定義されるツール平均位置Ｔｘの絶対値を小さくするように、進退駆動器５３を制御することが好ましく、ツール平均位置Ｔｘ＝０となるように、進

退駆動器５３を制御することがより好ましい。なお、ツール平均位置Ｔｘの絶対値を小さくする具体的な制御については、特開２０１２－１９６６８２号公報に詳細に開示されているため、ここでは、その説明を省略する。

[0098] また、制御器５１は、ステップＳ１０８の処理において、ピン部材１１の先端面１１ａが、第１位置に位置するように、進退駆動器５３を制御してもよい。この場合、制御器５１は、ピン部材１１の先端面１１ａが、第１位置に位置した後に、ピン部材１１の先端面１１ａ及びショルダ部材１２の先端面１２ａが、面一となるように、進退駆動器５３を制御してもよい。

[0099] 次に、制御器５１は、ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３を被接合物６０から離間するように、進退駆動器５３を駆動させる（ステップＳ１０９）。ついで、制御器５１は、回転駆動器５７を制御して、ピン部材１１及びショルダ部材１２の回転を停止させ（ステップＳ１１０；図５Ｂの工程（５）参照）、本プログラム（被接合物６０の接合工程）を終了する。

[0100] これにより、ピン部材１１及びショルダ部材１２の当接による回転（及び押圧）は第１部材６１及び第２部材６２に加えられなくなるので、塑性流動部６０ａでは塑性流動が停止し、塑性流動部６０ａと第２部材６２の新生面とが接合する。

[0101] なお、本実施の形態１に係る摩擦攪拌接合装置５０により、形成された被接合物６０の被接合部Ｗａが、本実施の形態１に係る継手構造の一例となる。具体的には、被接合物６０の被接合部Ｗａには、円環状の凹部６０ｂが形成される。

[0102] また、本実施の形態１においては、ショルダ部材１２の先端部１２０における外周面１２ｂと内周面１２ｃが傾斜しているので、凹部６０ｂの内壁は、屈曲するように形成される（図５Ｂの工程（５）参照）。すなわち、ショルダ部材１２の先端部１２０の形状が、凹部６０ｂに印される（転写される）。

[0103] このため、ショルダ部材１２の先端部１２０の形状により、凹部６０ｂの

内壁を傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成させることができる。

[0104] このように構成されている、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、ショルダ部材１２の先端部１２０が、テーパー状に形成されている。

[0105] これにより、ショルダ部材１２の先端部１２０に摩耗が生じていない場合には、被接合物６０を摩擦攪拌点接合すると、被接合物６０（被接合部）の表面６０ｃに先端部１２０の形状が印される（転写される）。一方、ショルダ部材１２の先端部１２０に摩耗が生じている場合には、被接合物６０の表面に先端部１２０の形状が印されず、表面６０ｃが平坦状になる。

[0106] このため、摩擦攪拌点接合の終了後に、被接合物６０の表面を検査（視認）することにより、ショルダ部材１２の先端部１２０が摩耗しているか否かを判断することができる。したがって、定期的にツール（ピン部材１１、ショルダ部材１２、及びクランプ部材１３）を摩擦攪拌点接合装置５０から外して、ツールの摩耗状況を検査する必要がなくなる。

[0107] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、先端部１２０がテーパー状に形成されているため、テーパー形状を有していない従来のショルダ部材１２に比して、ショルダ部材１２の先端面１２ａの面積が小さくなり、面圧を大きくすることができる。

[0108] このため、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、従来の摩擦攪拌点接合装置に比して、ショルダ部材１２の先端面１２ａが第１位置に到達するまでの時間を短縮することができる。

[0109] ところで、被接合物６０の第２部材６２が、合金化溶融亜鉛メッキ鋼板等のメッキ層を有している場合、表面に酸化被膜が形成されている場合、又は表面にシーラント材が配置されている場合等には、被接合物６０を接合するためには、メッキ層（メッキ膜）又は酸化膜を形成する不純物（例えば、亜鉛等）を除去して、新生面を形成させる必要がある。

[0110] 本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、先端部１２０がテーパー状に形成されているため、ショルダ部材１２の先端部１２０の外周面１

２ｂ及び／又は内周面１２ｃに沿って、不純物の流動を促進させることができる。

[0111] このため、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、従来の摩擦攪拌点接合装置に比して、被接合物６０を十分な接合強度にまで接合するために、ショルダ部材１２の先端面１２ａを第１位置に滞留させる時間を２秒以下にすることができる。

[0112] したがって、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、従来の摩擦攪拌点接合装置に比して、被接合物６０の接合時間を短縮することができる。

[0113] 本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置は、被接合物を摩擦熱で軟化させることにより接合する摩擦攪拌点接合装置であって、摩擦攪拌点接合装置は、円柱状に形成されているピン部材と、円筒状に形成され、ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、ピン部材及びショルダ部材を、ピン部材の軸心に一致する軸線周りに回転させる回転駆動器と、ピン部材及びショルダ部材を、それぞれ、軸線に沿って進退移動させる進退駆動器と、を備え、ショルダ部材の先端部は、テーパー状に形成されている。

[0114] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、ショルダ部材の先端面とピン部材の先端面が、水平方向から見て、一致するように構成されていてもよい。

[0115] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、ショルダ部材の先端部の外周面は、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように構成されていてもよい。

[0116] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、ショルダ部材の先端部の外周面が、傾斜するように構成されていて、ショルダ部材の先端部は、水平方向から見て、ショルダ部材の先端面とショルダ部材の傾斜面とのなす角度が、６°以上、かつ、４５°未満となるように構成されていてもよい。

[0117] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、ショルダ部材の先

端部の内周面は、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように構成されていてもよい。

[0118] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、ショルダ部材の先端部の内周面が、傾斜するように構成されていて、ショルダ部材の先端部は、水平方向から見て、ショルダ部材の先端面とショルダ部材の傾斜面とのなす角度が、６°以上、かつ、４５°未満となるように構成されていてもよい。

[0119] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、被接合物は、第１部材と第２部材を備え、第１部材は、ピン部材及びショルダ部材と対向するように配置され、かつ、第２部材よりも融点の低い材料で構成されていて、摩擦攪拌点接合装置は、制御器をさらに備え、制御器は、ピン部材及びショルダ部材が、回転した状態で、被接合物の被接合部を押圧するように、回転駆動器及び進退駆動器を動作させる（Ａ）と、回転した状態のショルダ部材の先端を第２部材内における予め設定されている所定の第１位置まで到達させ、かつ、回転した状態のピン部材を被接合物の被接合部から後退するように、進退駆動器及び回転駆動器を動作させる（Ｂ）と、（Ｂ）の後に、回転した状態のショルダ部材の先端が第１位置に到達した状態で、予め設定されている所定の第１時間滞留させる（Ｃ）と、（Ｃ）の後に、回転した状態のショルダ部材を被接合物の被接合部から引き抜くように、かつ、回転した状態のピン部材を被接合物の被接合部に向かって進出するように、回転駆動器及び進退駆動器を動作させる（Ｄ）と、を実行するように構成されていてもよい。

[0120] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、制御器は、（Ｄ）を実行するときに、ショルダ部材の先端が、第１部材内における予め設定されている所定の第２位置に到達するように、回転駆動器及び進退駆動器を動作させてもよい。

[0121] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、制御器は、（Ｄ）において、回転した状態のショルダ部材の先端が第２位置に到達した状態で

、予め設定されている所定の第２時間滞留させてもよい。

[0122] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、制御器は、（Ｄ）の後に、回転した状態のピン部材及び回転した状態のショルダ部材を被接合物の被接合部から引き抜くように、回転駆動器及び進退駆動器を動作させる（Ｅ）を実行させてもよい。

[0123] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、被接合部は、第１部材と第２部材の間に配置される第３部材をさらに備えてもよい。

[0124] また、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、第１時間は、第１時間は、０秒以上、２秒未満の時間であってもよい。

[0125] さらに、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置では、第１位置は、第２部材のショルダ部材の先端面と対向している側の主面から０．３ｍｍ以下の位置であってもよい。

[0126] また、本実施の形態１に係る継手構造は、第１部材及び第２部材を備える被接合物が、摩擦攪拌点接合装置により、被接合部で摩擦攪拌点接合されることにより形成される、継手構造であって、第１部材は、第２部材よりも融点の低い材料で構成されていて、第１部材及び第２部材は、この順となるように配置されていて、被接合部の表面には、円環状の凹部が形成されていて、凹部の底面が、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されている。

[0127] さらに、本実施の形態１に係る継手構造では、摩擦攪拌点接合装置が、円柱状に形成されているピン部材と、円筒状に形成され、ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、を備え、継手構造は、回転した状態のショルダ部材の先端を第２部材内における予め設定されている所定の第１位置まで到達させた状態で、予め設定されている所定の第１時間滞留させることで形成されてもよい。

[0128] ［変形例１］

次に、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０の変形例について、説明する。

[0129] 図６は、本実施の形態１における変形例１の摩擦攪拌点接合装置の要部拡大した模式図である。図６の（Ａ）～（Ｄ）は、ショルダ部材の先端部の外周面が、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されている態様を示す。また、図６の（Ｅ）～（Ｈ）は、ショルダ部材の先端部の内周面が、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されている態様を示す。

[0130] 図６の（Ａ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の外周面１２ｂが、傾斜するように形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の外周面１２ｂの断面（軸線Ｘｒに沿った断面）形状が、水平方向から見て、軸線Ｘｒに対して、傾斜するように形成されていてもよい。

[0131] また、図６の（Ｂ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の外周面１２ｂが、屈曲するように形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の外周面１２ｂの断面形状が、水平方向から見て、屈曲するように形成されていてもよい。なお、図６の（Ｂ）においては、屈曲点が、１つの態様を示しているが、屈曲点が複数ある態様であってもよい。

[0132] また、図６の（Ｃ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の外周面１２ｂが、湾曲するように（円弧上に）形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の外周面１２ｂの断面形状が、水平方向から見て、湾曲するように形成されていてもよい。

[0133] さらに、図６の（Ｄ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の外周面１２ｂが、曲線状に形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の外周面１２ｂの断面形状が、水平方向から見て、曲線状に形成されていてもよい。ここで、曲線状の曲線とは、二次関数、三次関数等の高次関数、指数関数、又は対数関数等で示される関数の曲線である。

[0134] また、図６の（Ｅ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は

、ショルダ部材１２における先端部１２０の内周面１２ｃが、傾斜するように形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の内周面１２ｃの断面（軸線Ｘｒに沿った断面）形状が、水平方向から見て、軸線Ｘｒに対して、傾斜するように形成されていてもよい。

[0135] また、図６の（Ｆ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の内周面１２ｃが、屈曲するように形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の内周面１２ｃの断面形状が、水平方向から見て、屈曲するように形成されていてもよい。なお、図６の（Ｆ）においては、屈曲点が、１つの態様を示しているが、屈曲点が複数ある態様であってもよい。

[0136] また、図６の（Ｇ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の内周面１２ｃが、湾曲するように（円弧上に）形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の内周面１２ｃの断面形状が、水平方向から見て、湾曲するように形成されていてもよい。

[0137] さらに、図６の（Ｈ）に示すように、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０は、ショルダ部材１２における先端部１２０の内周面１２ｃが、曲線状に形成されていてもよい。より詳細には、先端部１２０の内周面１２ｃの断面形状が、水平方向から見て、曲線状に形成されていてもよい。ここで、曲線状の曲線とは、二次関数、三次関数等の高次関数、指数関数、又は対数関数等で示される関数の曲線である。

[0138] このように構成されている、変形例１の摩擦攪拌点接合装置５０であっても、実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０と同様の作用効果を奏する。

[0139] （実施の形態２）

本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置は、実施の形態１（変形例を含む）に係る摩擦攪拌点接合装置において、ショルダ部材の先端面が、水平方向から見て、ピン部材の先端面よりも突出するように構成されている。

[0140] 以下、本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0141] ［摩擦攪拌点接合装置の構成］

図７は、本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置の要部の概略構成を示す模式図である。

[0142] 図７に示すように、本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置５０は、実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０と基本的構成は同じであるが、ショルダ部材１２の先端面１２ａが、水平方向から見て、ピン部材１１の先端面１１ａよりも突出するように構成されている点が異なる。

[0143] なお、図７においては、ショルダ部材１２の先端部１２０における外周面１２ｂと内周面１２ｃは、水平方向から見て、傾斜するように形成されている。

[0144] また、ショルダ部材１２の先端部１２０における外周面１２ｂと内周面１２ｃは、水平方向から見て、同じ傾斜角度で形成されていてもよい。また、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αが、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βよりも大きくてもよい。さらに、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αが、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βよりも小さくてもよい。

[0145] ここで、図８Ａ及び図８Ｂを参照しながら、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度α及び先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βについて、説明する。

[0146] 図８Ａは、摩擦攪拌点接合装置のピン部材、ショルダ部材、クランプ部材の先端部の概略構成を示す模式図である。図８Ｂは、被接合物の転写部に働くせん断力を分解した図である。

[0147] 図８Ａに示すように、被接合物６０の被接合部Ｗａにショルダ部材１２の先端部１２０の外周面１２ｂの形状が転写された部分を転写部６０１とする。また、ショルダ部材１２の先端部１２０の内周面１２ｃとピン部材１１の先端部により、被接合物６０の被接合部Ｗａに形成された突状の部分を転写

部６０２とする。

[0148] なお、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αは、軸線Ｘｒに対して垂直な線である、仮想線Ｃと、外周面１２ｂが傾斜する基端側（上端側）端部Ａ１と先端側（下端部側）端部Ａ２とをつないだ線と、の角度をいう。

[0149] 同様に、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βは、仮想線Ｃと、内周面１２ｃが傾斜する基端側（上端側）端部Ｂ１と先端側（下端部側）端部Ｂ２とをつないだ線と、の角度をいう。

[0150] このため、先端部１２０の外周面１２ｂ及び内周面１２ｃは、実施の形態１の変形例で示したように、湾曲等している場合には、湾曲等の基端型端部と先端側端部をつないだ線と、仮想線Ｃとが、それぞれ、傾斜角度α及び傾斜角度βとなる。

[0151] 図８Ａの一点鎖線で示すように、外周面１２ｂの傾斜角度αが大きくなると、転写部６０１の斜面の角度θ１も大きくなる。転写部６０１の斜面の角度θ１が大きくなると、転写部６０１の底辺（底面の面積）が小さくなり、転写部６０１が欠損する（むしれが発生する）おそれがある。

[0152] 同様に、内周面１２ｃの傾斜角度βが大きくなると、転写部６０２の斜面の角度θ２も大きくなる。転写部６０２の斜面の角度θ２が大きくなると、転写部６０２の底辺（底面の面積）が小さくなり、転写部６０２が欠損する（むしれが発生する）おそれがある。

[0153] また、ピン部材１１の先端部及びショルダ部材１２の先端部を被接合物６０から離間させるときに、転写部６０１の斜面（外周面１２ｂとの接触面）及び転写部６０２の斜面（内周面１２ｃとの接触面）には、それぞれ、せん断力Ｆ１、Ｆ２が働く。

[0154] 図８Ｂ（１）に示すように、Ｆ１ｓｉｎθ１が、転写部６０１をむしり取る力として作用する。同様に、Ｆ２ｓｉｎθ２が、転写部６０２をむしり取る力として作用する（図（Ｂ（２）参照）。ここで、θ１＝４５°のとき、Ｆ１ｓｉｎθ１＝Ｆ１ｃｏｓθ１となる。同様に、θ２＝４５°のとき、Ｆ２ｓｉｎθ２＝Ｆ２ｃｏｓθ２となる。また、θ１＝傾斜角度αであり、θ

２＝傾斜角度βである。

[0155] このため、θ１＜４５°のとき、すなわち、傾斜角度α＜４５°のとき、転写部６０１のむしれの発生を抑制することができる。同様に、θ２＜４５°のとき、すなわち、傾斜角度β＜４５°のとき、転写部６０２のむしれの発生を抑制することができる。

[0156] したがって、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αは、４５°未満であることが好ましく、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βは、４５°未満であることが好ましい。

[0157] また、後述する試験例１及び試験例２の結果から、傾斜角度αは、３２°以下であってもよく、１７°以下であってもよく、１２°以下であってもよく、６°以下であってもよい。同様に、傾斜角度βは、３２°以下であってもよく、１７°以下であってもよく、１２°以下であってもよく、６°以下であってもよい。

[0158] このように構成されている、本実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置５０であっても、実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０と同様の作用効果を奏する。

（実施の形態３）

本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置は、被接合物を摩擦熱で軟化させることにより接合する摩擦攪拌点接合装置であって、摩擦攪拌点接合装置は、円柱状に形成されているピン部材と、円筒状に形成され、ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、ピン部材及びショルダ部材を、ピン部材の軸心に一致する軸線周りに回転させる回転駆動器と、ピン部材及びショルダ部材を、それぞれ、軸線に沿って進退移動させる進退駆動器と、を備え、ショルダ部材の先端面には、周方向に沿って延びる凹部が形成されている。

[0159] 以下、本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置の一例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0160] ［摩擦攪拌点接合装置の構成］

図９は、本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置の要部の概略構成を示す模式図である。

[0161] 図９に示すように、本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置５０は、実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０と基本的構成は同じであるが、ショルダ部材１２の先端面１２ａに周方向に沿って延びる（環状の）凹部２０が形成されている点が異なる。

[0162] 凹部２０は、開口部２０Ａの面積が、底面２０Ｂの面積よりも大きくなるように形成されていてもよい。また、凹部２０の内周面２０Ｃ及び外周面２０Ｄのうち、少なくとも一方の周面は、軸線Ｘｒと平行となるように形成されていてもよい。さらに、凹部２０の内周面２０Ｃ及び外周面２０Ｄのうち、少なくとも一方の周面は、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されていてもよい。

[0163] また、凹部２０の深さｄは、被接合物６０の表面に先端部１２０の形状を印させる（転写させる）観点から、例えば、０．０５ｍｍ以上であってもよく、第１部材６１の厚み寸法の５％以上であってもよい。また、深さｄは、ショルダ部材１２の先端部１２０の破損を抑制する観点から、例えば、０．５ｍｍ以下であってもよく、第１部材６１の厚み寸法の５０％以下であってもよい。

[0164] このように構成されている、本実施の形態３に係る摩擦攪拌点接合装置５０であっても、実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０と同様の作用効果を奏する。

[0165] なお、本実施の形態３においては、ショルダ部材１２の先端面１２ａに凹部２０を形成する態様を採用したが、これに限定されない。ピン部材１１の先端面１１ａに環状の凹部２０を形成する態様を採用してもよい。

[0166] ［試験例］

次に、実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置５０及び上記特許文献１に開示されている摩擦攪拌点接合方法による、被接合物６０の接合試験について説明する。

[0167] （試験例１）

実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置５０を用いて、被接合物６０の接合試験を実行した。なお、試験例１では、先端部１２０の高さを０．２ｍｍとした。また、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αを１２°とし、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βを３２°とした。

[0168] （試験例２）

実施の形態２に係る摩擦攪拌点接合装置５０を用いて、被接合物６０の接合試験を実行した。なお、試験例２では、先端部１２０の高さを０．１ｍｍとした。また、先端部１２０の外周面１２ｂの傾斜角度αを６°とし、先端部１２０の内周面１２ｃの傾斜角度βを１７°とした。

[0169] （比較例）

比較例として、特許文献１に開示されている摩擦攪拌点接合方法による、被接合物６０の接合試験を実行した。具体的には、比較例の摩擦攪拌点接合装置として、先端部１２０における内周面と外周面が、軸線Ｘｒに対して平行となるように形成されているショルダ部材１２を用いて、被接合物６０の接合試験を実行した。

[0170] （接合条件）

第１部材６１として、１ｍｍのアルミニウム板（Ａ６０６１）を用い、第２部材６２として、１．２ｍｍの９８０ＭＰａ級合金化溶融亜鉛メッキ鋼板（ＧＡ）を用いた。

[0171] なお、試験例１では、ショルダ部材１２の目標到達位置である、第１位置を第２部材６２における第１部材６１との当接面（上面）から下方０．３ｍｍの位置に設定した。また、試験例２では、第２部材６２における第１部材６１との当接面（上面）から下方０．２ｍｍの位置に設定した。さらに、比較例では、ショルダ部材１２の目標到達位置である、第１位置を第２部材６２における第１部材６１との当接面（上面）から下方０．１ｍｍの位置に設定した。

[0172] また、ショルダ部材１２の先端面１２ａが第１位置に到達してから、先端

面１２ａを第１位置に滞留させる時間（第１時間）を０、１、２、又は３秒と変更させて、被接合物６０を接合させた。また、ピン部材１１及びショルダ部材１２の回転数である、第１回転数を２０００ｒｐｍとした。

[0173] そして、試験例１、２及び比較例の摩擦攪拌点接合装置により、接合した被接合物６０をそれぞれ、引張せん断試験（ＪＩＳ　Ｚ　３１３６）と、十字引張試験（ＪＩＳ　Ｚ　３１３７）と、を実行した。

[0174] （試験結果）

図１０は、試験例１、２及び比較例の摩擦攪拌点接合装置を用いて、上記接合条件で摩擦攪拌点接合した被接合物の引張せん断試験と十字引張試験の結果を示すグラフである。また、図１１は、試験例１の摩擦攪拌点接合装置を用いて、摩擦攪拌点接合した被接合物の断面写真である。

[0175] 図１０に示すように、比較例の摩擦攪拌点接合装置を用いて、摩擦攪拌点接合した場合、第１時間が０秒のときには、十分な接合強度を得ることができなかった。また、比較例の摩擦攪拌点接合装置では、引張せん断試験（ＴＳＳ）では、第１時間を１秒にすると、十分な接合強度が得られたが、十字引張試験（ＣＴＳ）では、２秒以上にしなければ、十分な接合強度が得られなかった。

[0176] 一方、試験例１、２の摩擦攪拌点接合装置を用いて、摩擦攪拌点接合した場合には、第１時間が０秒であっても、十分な接合強度が得られた。

[0177] これらの結果から、本実施の形態１に係る摩擦攪拌点接合装置５０では、第１時間を０秒以上、２秒未満に設定すれば、被接合物６０を十分な接合強度で接合できることが示された。

[0178] また、図１１に示すように、試験例１の摩擦攪拌点接合装置を用いて、摩擦攪拌点接合すると、ショルダ部材１２の先端部１２０に摩耗が生じていない場合には、被接合物６０（被接合部）の表面６０ｃに先端部１２０の形状（テーパー状の形状；転写部）が印される（転写される）ことが示された。

[0179] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良又は他の実施形態が明らかである。したがって、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべき

であり、本発明を実行する最良の形態を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組合せにより種々の発明を形成できる。

産業上の利用可能性

[0180] 本発明の摩擦攪拌点接合装置は、ツールの摩耗状況を被接合物の接合打点（被接合部の表面）から判断することができるため、有用である。

符号の説明

[0181] １１　ピン部材

１１ａ　先端面

１２　ショルダ部材

１２ａ　先端面

１２ｂ　外周面

１２ｃ　内周面

１２ｄ　先端

１２ｅ　基端

１３　クランプ部材

１３ａ　先端面

２０　凹部

２０Ａ　開口部

２０Ｂ　底面

２０Ｃ　内周面

２０Ｄ　外周面

３１　記憶器

３２　入力器

３３　位置検出器

４１　クランプ駆動器

５０　摩擦攪拌点接合装置

５１　制御器

５２　工具固定器

５３　進退駆動器

５５　裏当て支持部

５６　裏当て部材

５６ａ　支持面

５７　回転駆動器

６０　被接合物

６０ａ　塑性流動部

６０ｂ　凹部

６０ｃ　表面

６１　第１部材

６２　第２部材

６２ａ　当接面

１２０　先端部

５２１　回転工具固定器

５２２　クランプ固定器

５３１　ピン駆動器

５３２　ショルダ駆動器

６０１　転写部

６０２　転写部

ｄ　深さ

ｈ　高さ

Ｘｒ　軸線

Ｗａ　被接合部

α　傾斜角度

β　傾斜角度

$\theta 1$　角度

θ２　角度

請求の範囲

[請求項1] 被接合物を摩擦熱で軟化させることにより接合する摩擦攪拌点接合装置であって、

前記摩擦攪拌点接合装置は、

円柱状に形成されているピン部材と、

円筒状に形成され、前記ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、

前記ピン部材及び前記ショルダ部材を、前記ピン部材の軸心に一致する軸線周りに回転させる回転駆動器と、

前記ピン部材及び前記ショルダ部材を、それぞれ、前記軸線に沿って進退移動させる進退駆動器と、を備え、

前記ショルダ部材の先端部は、テーパー状に形成されている、摩擦攪拌点接合装置。

[請求項2] 前記ショルダ部材の先端面と前記ピン部材の先端面が、水平方向から見て、一致するように構成されている、請求項１に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項3] 前記ショルダ部材の先端面が、水平方向から見て、前記ピン部材の先端面よりも突出するように構成されている、請求項１に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項4] 前記ショルダ部材の先端部の外周面は、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように構成されている、請求項１～３のいずれか１項に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項5] 前記ショルダ部材の先端部の外周面が、傾斜するように構成されていて、

前記ショルダ部材の先端部は、水平方向から見て、前記ショルダ部材の先端面と前記ショルダ部材の傾斜面とのなす角度が、４５°未満となるように構成されている、請求項４に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項6] 前記ショルダ部材の先端部の内周面は、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように構成されている、請求項１～５のいずれか１項に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項7] 前記ショルダ部材の先端部の内周面が、傾斜するように構成されていて、

前記ショルダ部材の先端部は、水平方向から見て、前記ショルダ部材の先端面と前記ショルダ部材の傾斜面とのなす角度が、４５°未満となるように構成されている、請求項６に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項8] 前記被接合物は、第１部材と第２部材を備え、

前記第１部材は、前記ピン部材及び前記ショルダ部材と対向するように配置され、かつ、前記第２部材よりも融点の低い材料で構成されていて、

前記摩擦攪拌点接合装置は、制御器をさらに備え、

前記制御器は、前記ピン部材及び前記ショルダ部材が、回転した状態で、前記被接合物の被接合部を押圧するように、前記回転駆動器及び前記進退駆動器を動作させる（Ａ）と、

回転した状態の前記ショルダ部材の先端を前記第２部材内における予め設定されている所定の第１位置まで到達させ、かつ、回転した状態の前記ピン部材を前記被接合物の被接合部から後退するように、前記進退駆動器及び前記回転駆動器を動作させる（Ｂ）と、

前記（Ｂ）の後に、回転した状態の前記ショルダ部材の先端が前記第１位置に到達した状態で、予め設定されている所定の第１時間滞留させる（Ｃ）と、

前記（Ｃ）の後に、回転した状態の前記ショルダ部材を前記被接合物の被接合部から引き抜くように、かつ、回転した状態の前記ピン部材を前記被接合物の被接合部に向かって進出するように、前記回転駆動器及び前記進退駆動器を動作させる（Ｄ）と、を実行するように構

成されている、請求項１～７のいずれか１項に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項9] 前記第１時間は、０秒より長く、２秒未満の時間である、請求項８に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項10] 前記第１位置は、前記第２部材の前記第１部材との当接面から０．３ｍｍ以下の位置である、請求項８又は９に記載の摩擦攪拌点接合装置。

[請求項11] 第１部材及び第２部材を備える被接合物が、摩擦攪拌点接合装置により、被接合部で摩擦攪拌点接合されることにより形成される、継手構造であって、

前記第１部材は、前記第２部材よりも融点の低い材料で構成されていて、

前記第１部材及び前記第２部材は、この順となるように配置されていて、

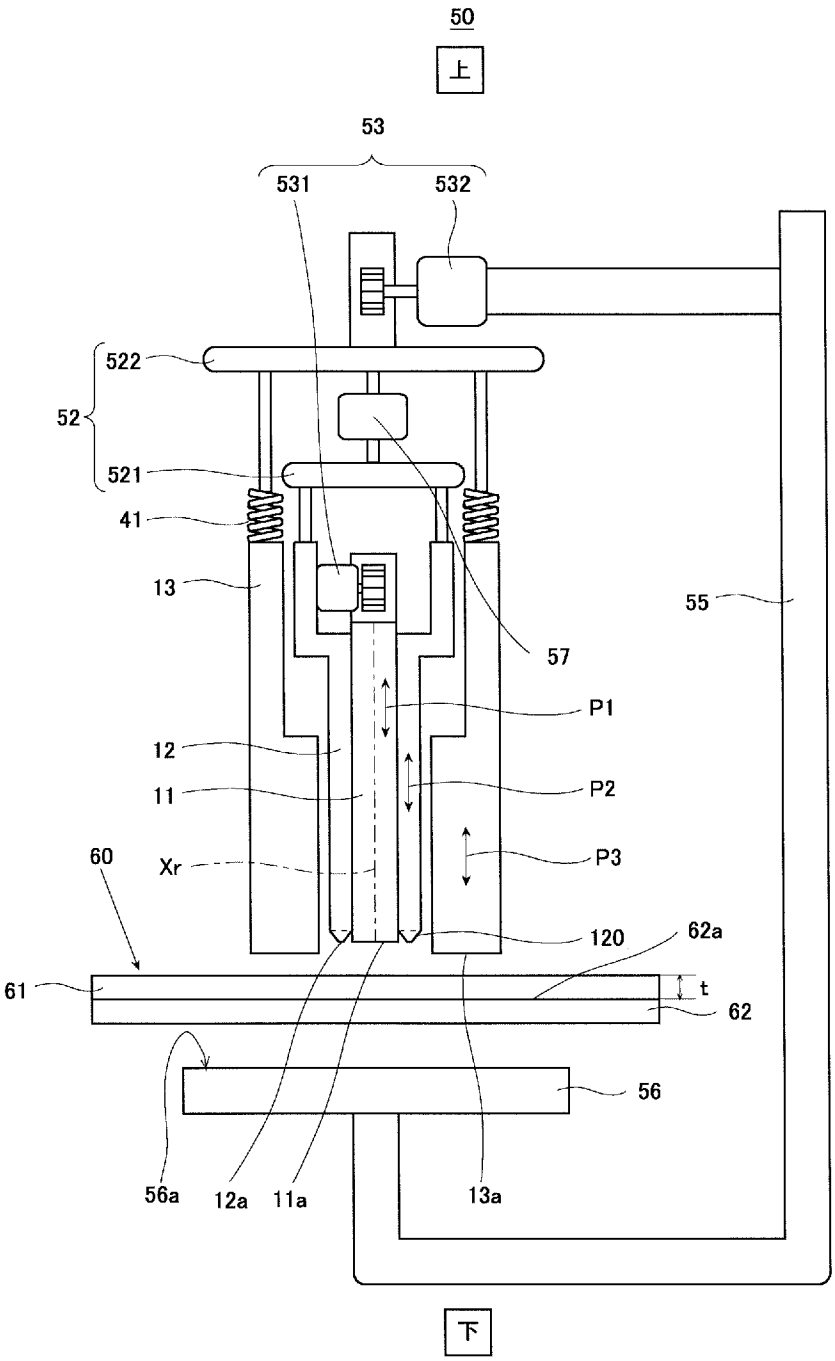
前記被接合部の表面には、円環状の凹部が形成されていて、

前記凹部の底面が、傾斜、湾曲、曲線状、又は屈曲するように形成されている、継手構造。

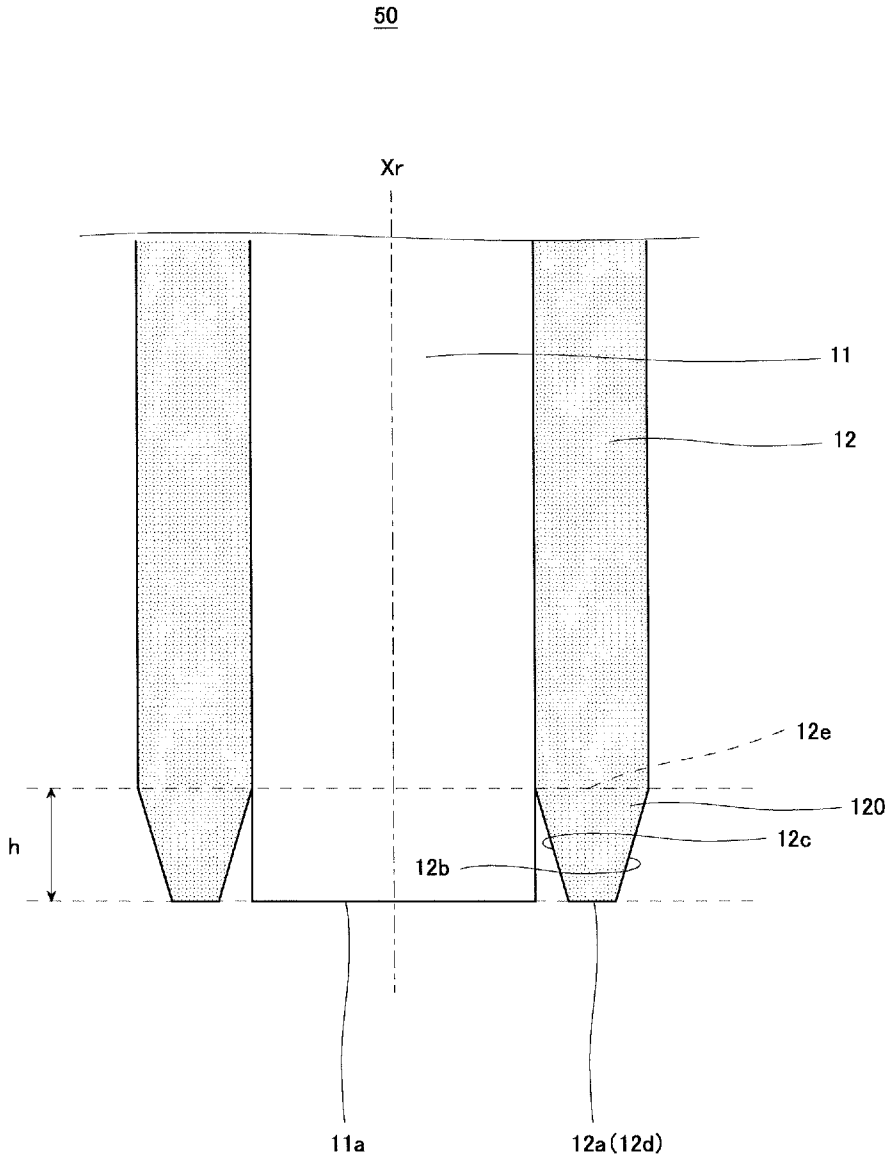
[請求項12] 前記摩擦攪拌点接合装置は、円柱状に形成されているピン部材と、円筒状に形成され、前記ピン部材が内部に挿通されているショルダ部材と、を備え、

前記継手構造は、回転した状態の前記ショルダ部材の先端を前記第２部材内における予め設定されている所定の第１位置まで到達させた状態で、予め設定されている所定の第１時間滞留させることで形成される、請求項１１に記載の継手構造。

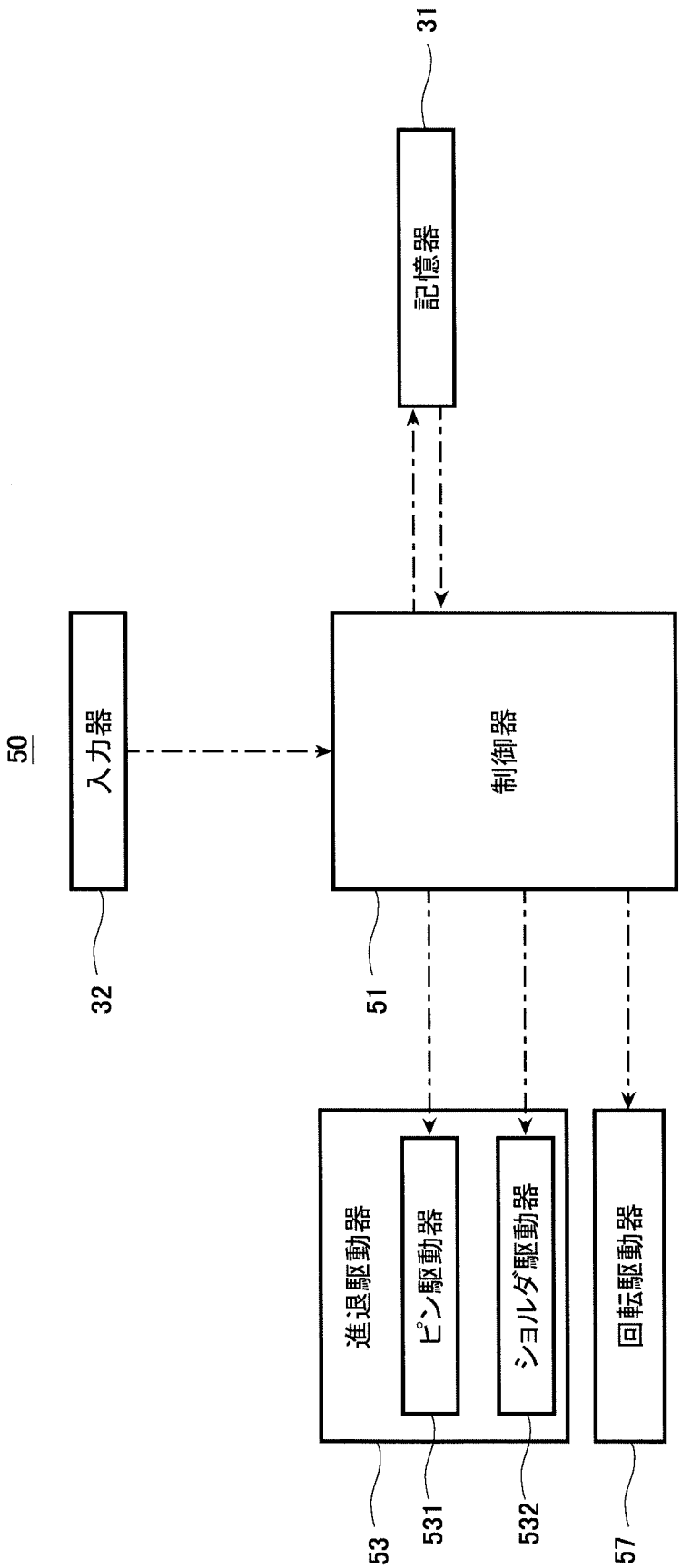
[図1]


50
上
53
531
532
522
52
521
41
13
55
57
P1
12
11
P2
60
Xr
P3
120
62a
61
t
62
56
56a
12a
11a
13a
下

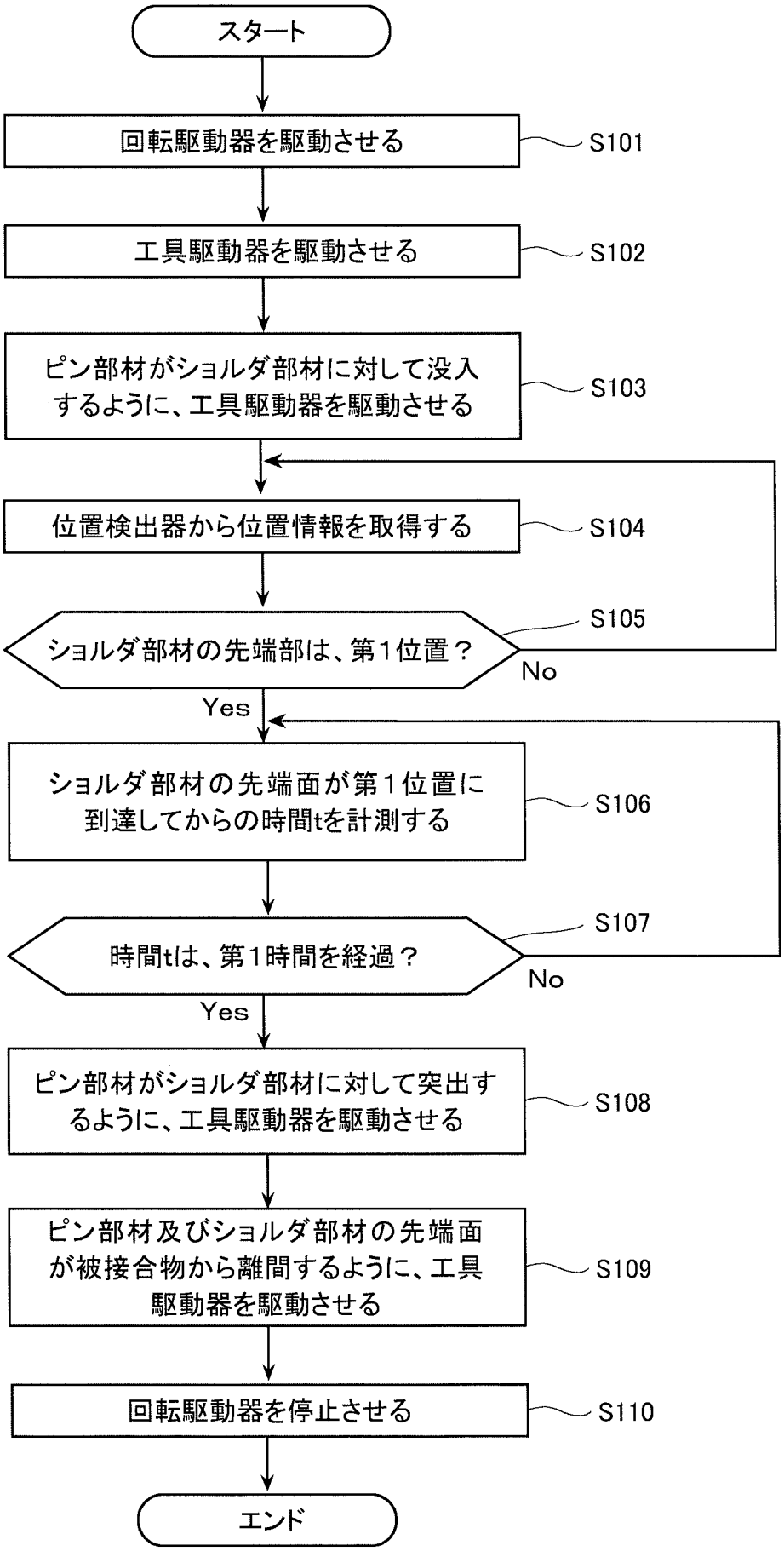
[図2]



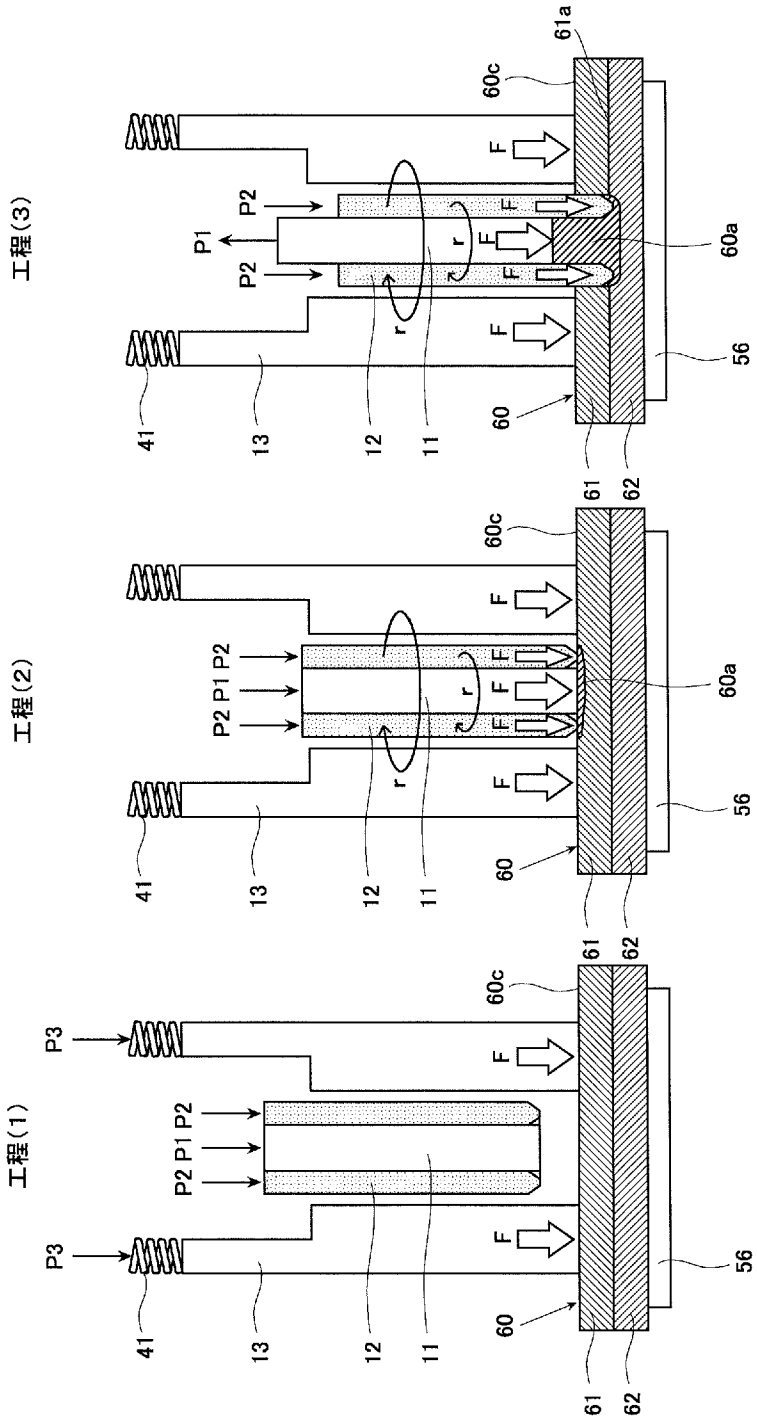
[図3]



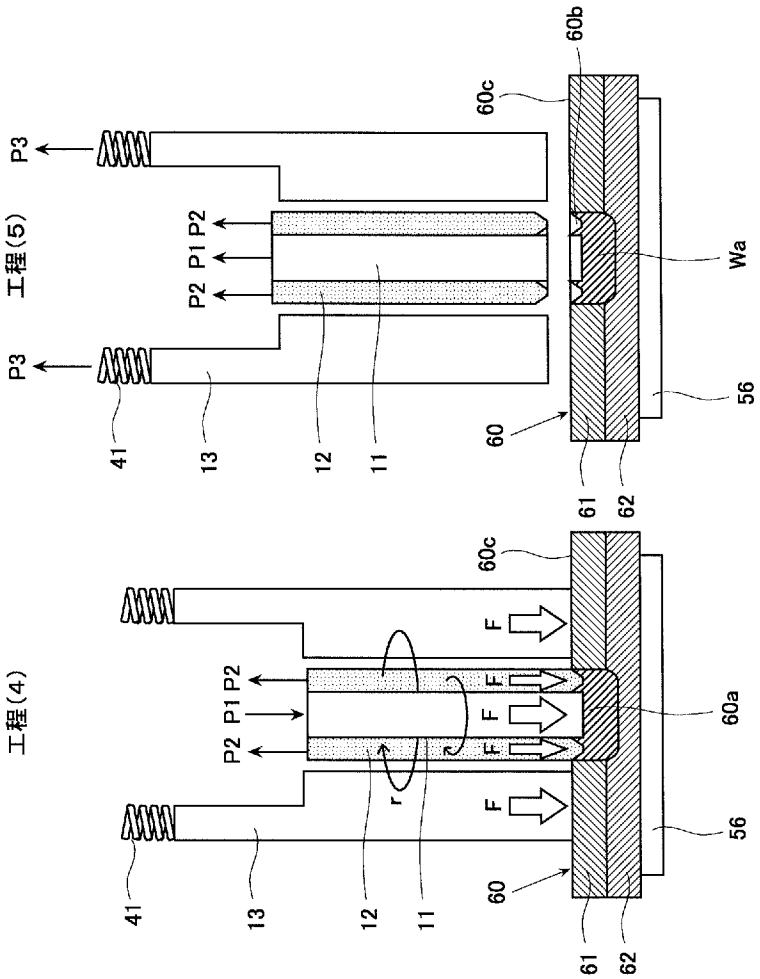
[図4]


スタート
回転駆動器を駆動させる
S101
工具駆動器を駆動させる
S102
ピン部材がショルダ部材に対して没入するように、工具駆動器を駆動させる
S103
位置検出器から位置情報を取得する
S104
ショルダ部材の先端部は、第1位置？
S105
No
Yes
ショルダ部材の先端面が第1位置に到達してからの時間tを計測する
S106
時間tは、第1時間を経過？
S107
No
Yes
ピン部材がショルダ部材に対して突出するように、工具駆動器を駆動させる
S108
ピン部材及びショルダ部材の先端面が被接合物から離間するように、工具駆動器を駆動させる
S109
回転駆動器を停止させる
S110
エンド

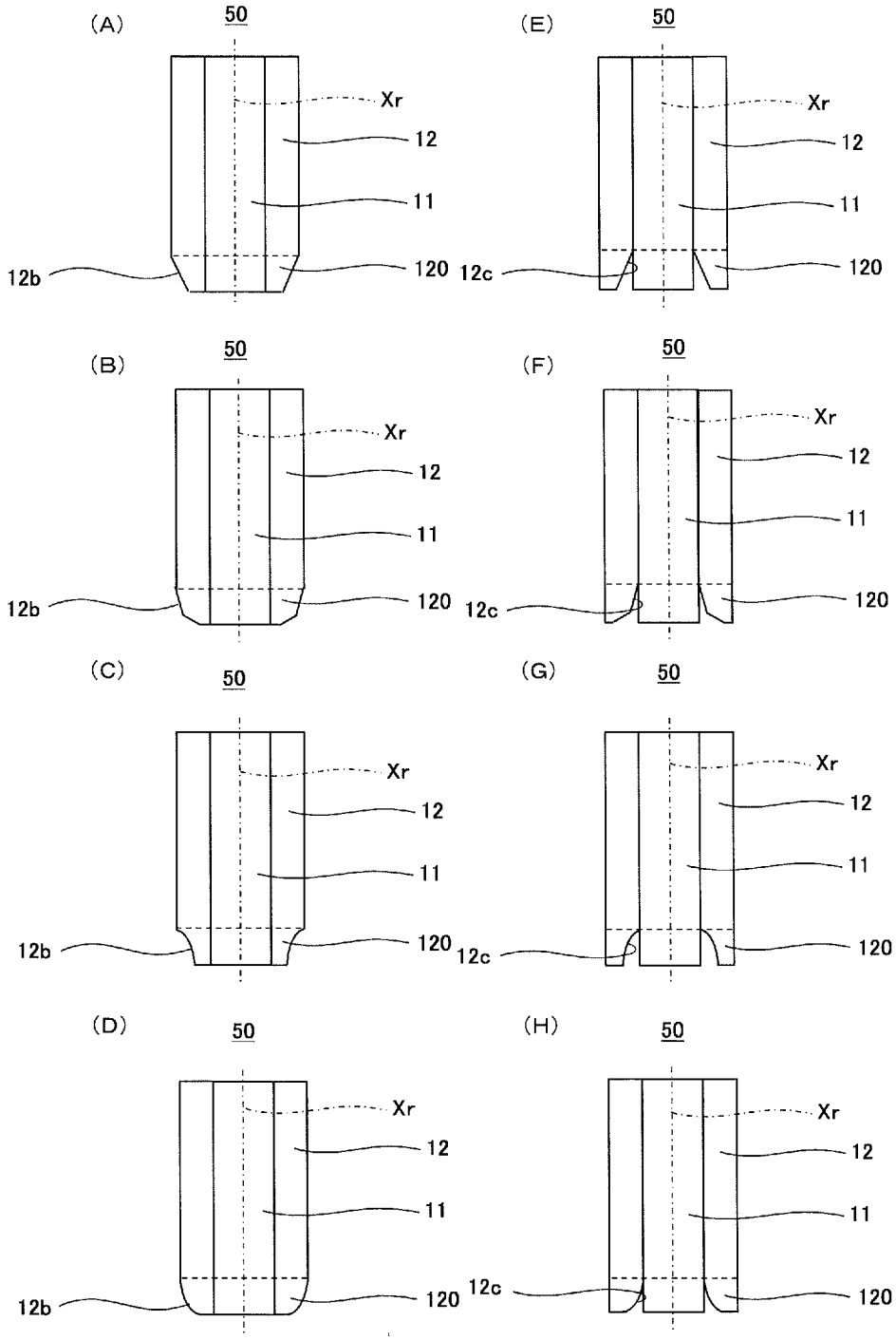
[図5A]



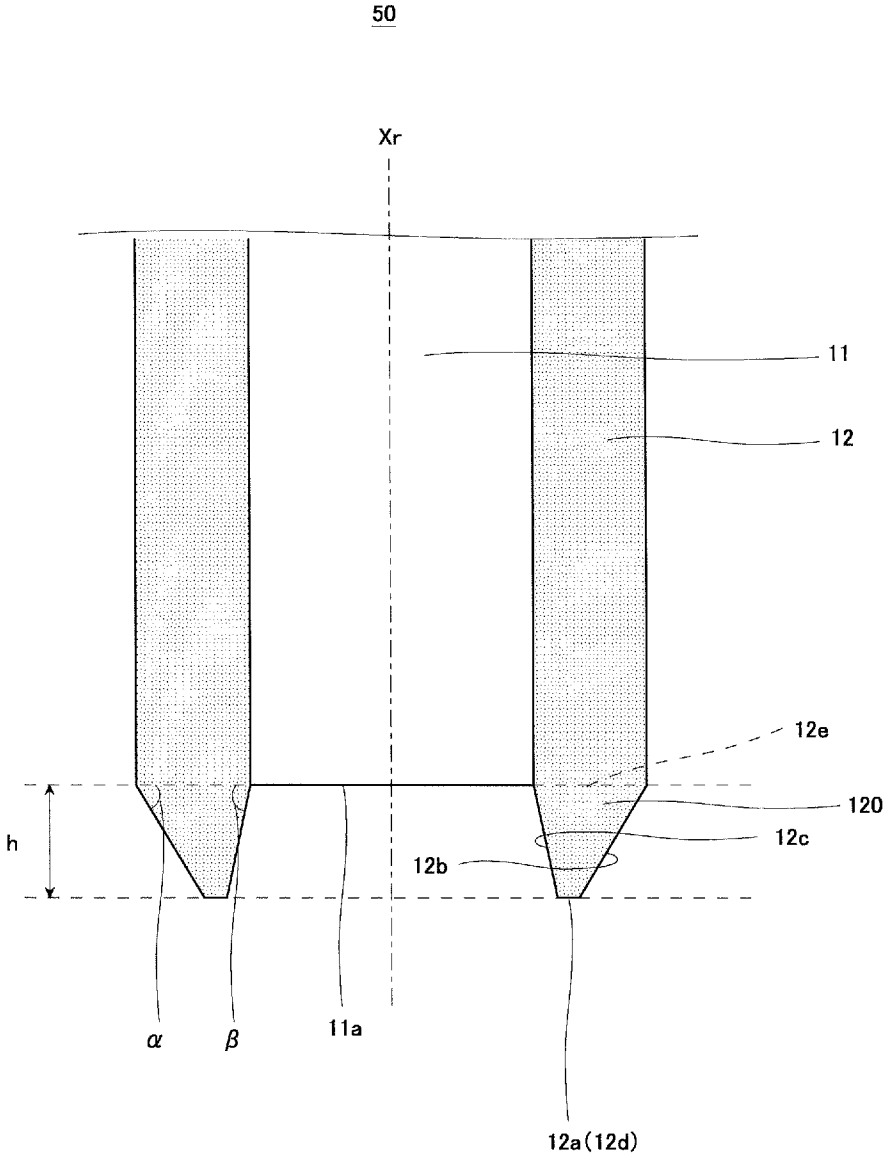
[図5B]


工程(5)
P3
P2 P1 P2
P3
41
13
12
11
60
60b
60c
Wa
56
61
62
工程(4)
P2 P1 P2
F
r
60a

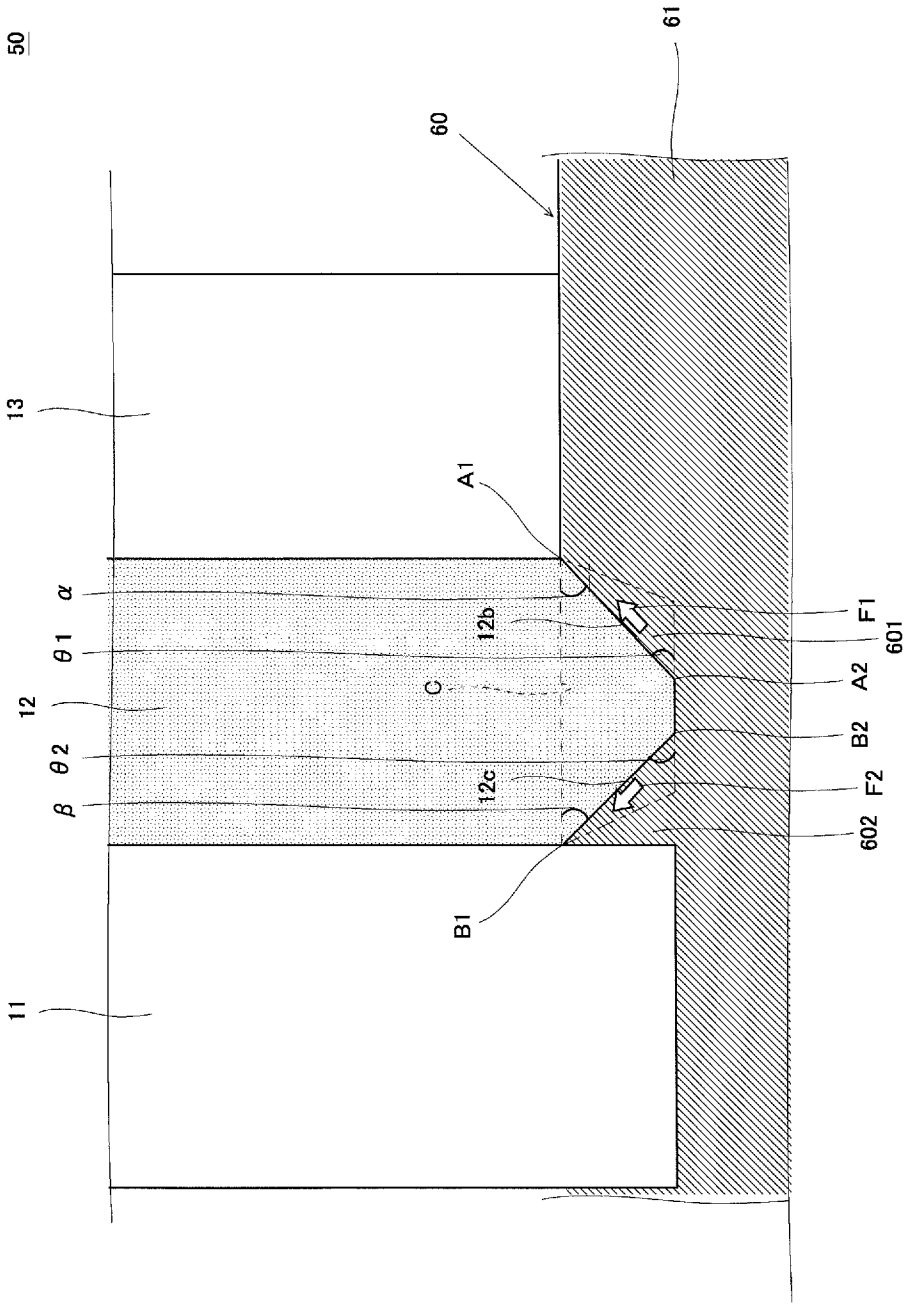
[図6]


(A)
50
Xr
12
11
12b
120
(E)
50
Xr
12
11
12c
120
(B)
50
Xr
12
11
12b
120
(F)
50
Xr
12
11
12c
120
(C)
50
Xr
12
11
12b
120
(G)
50
Xr
12
11
12c
120
(D)
50
Xr
12
11
12b
120
(H)
50
Xr
12
11
12c
120

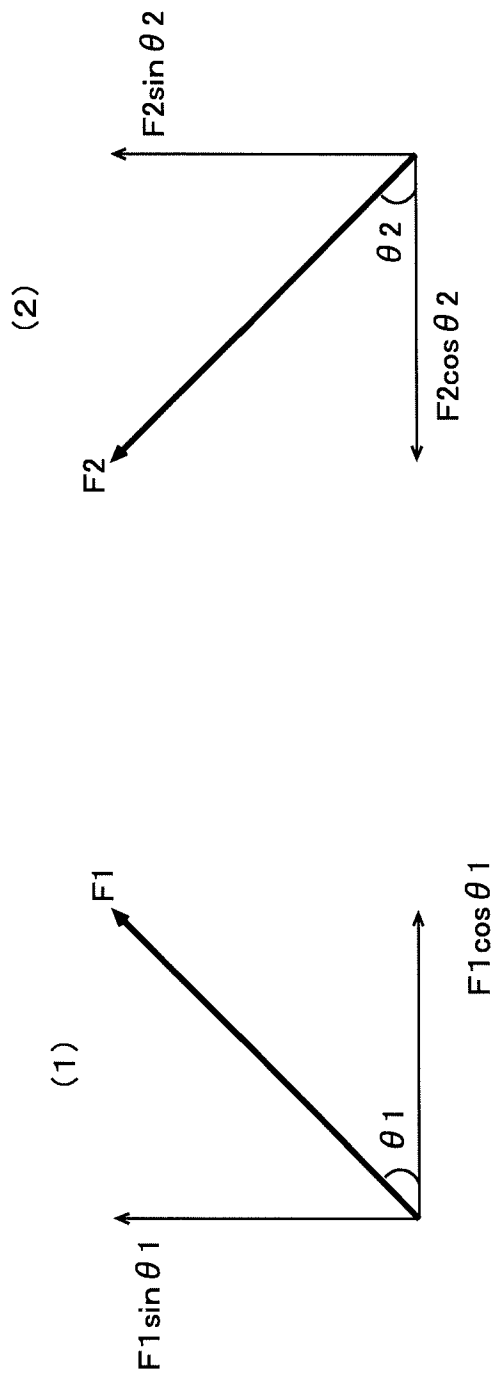
[図7]



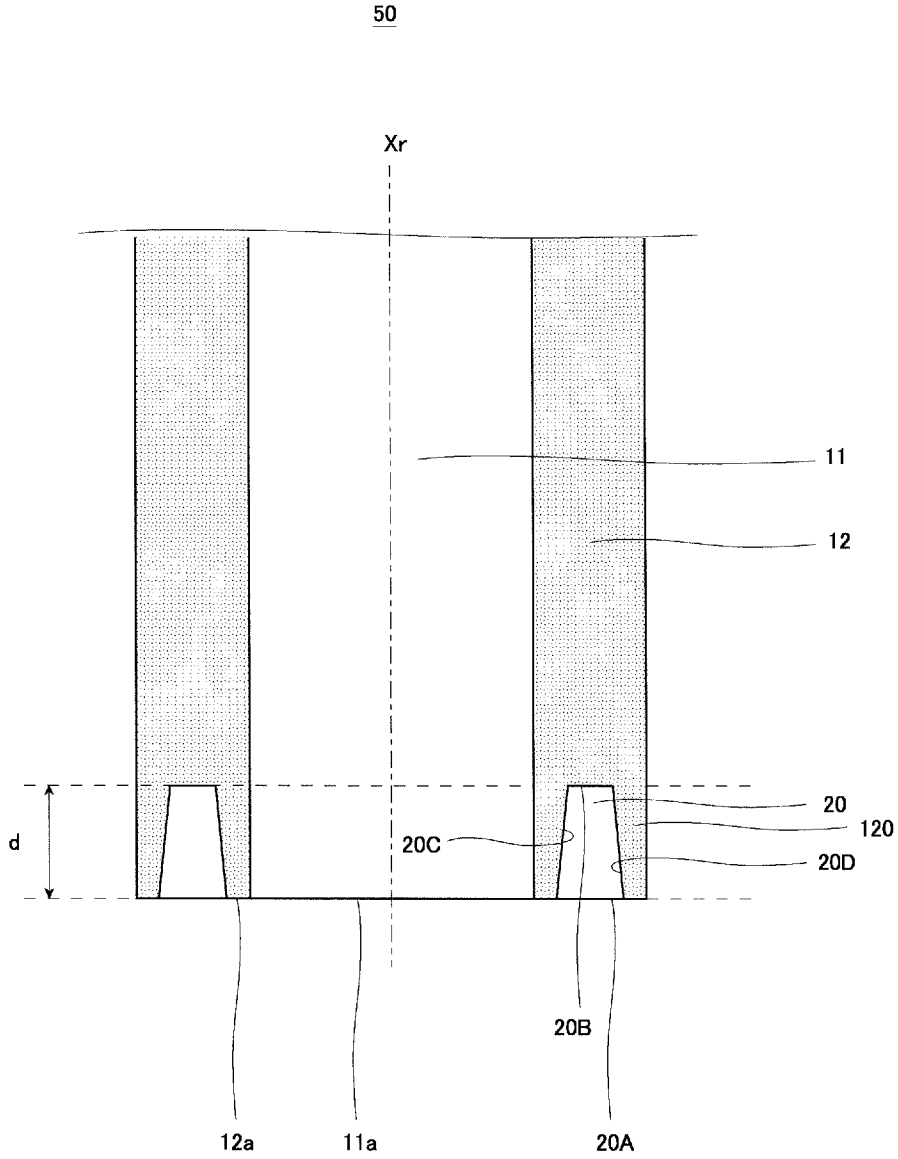
[図8A]



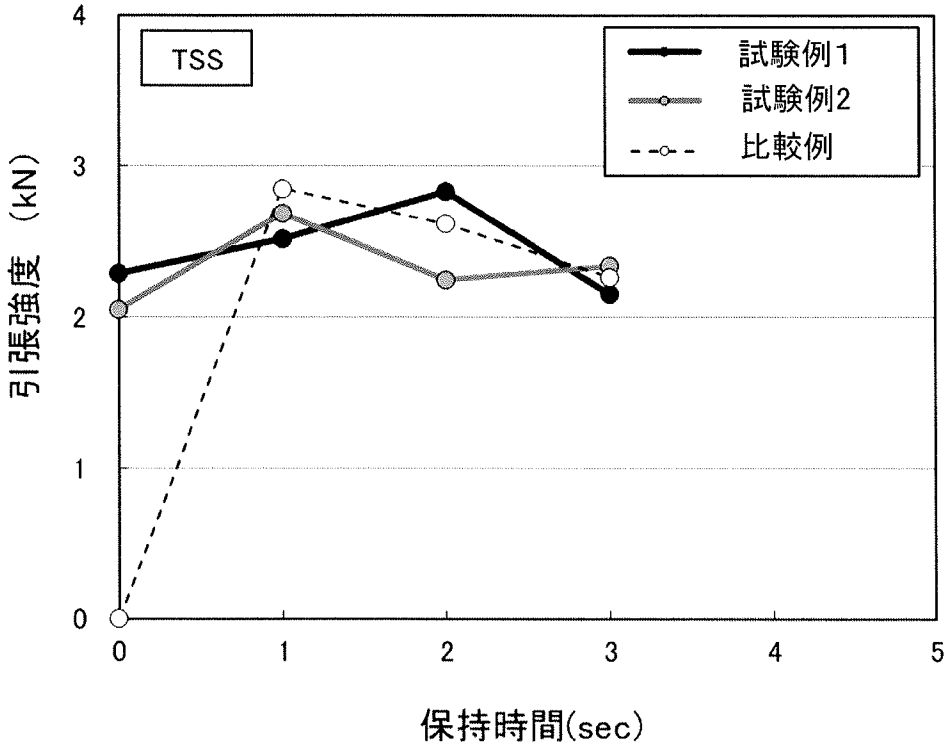
[図8B]

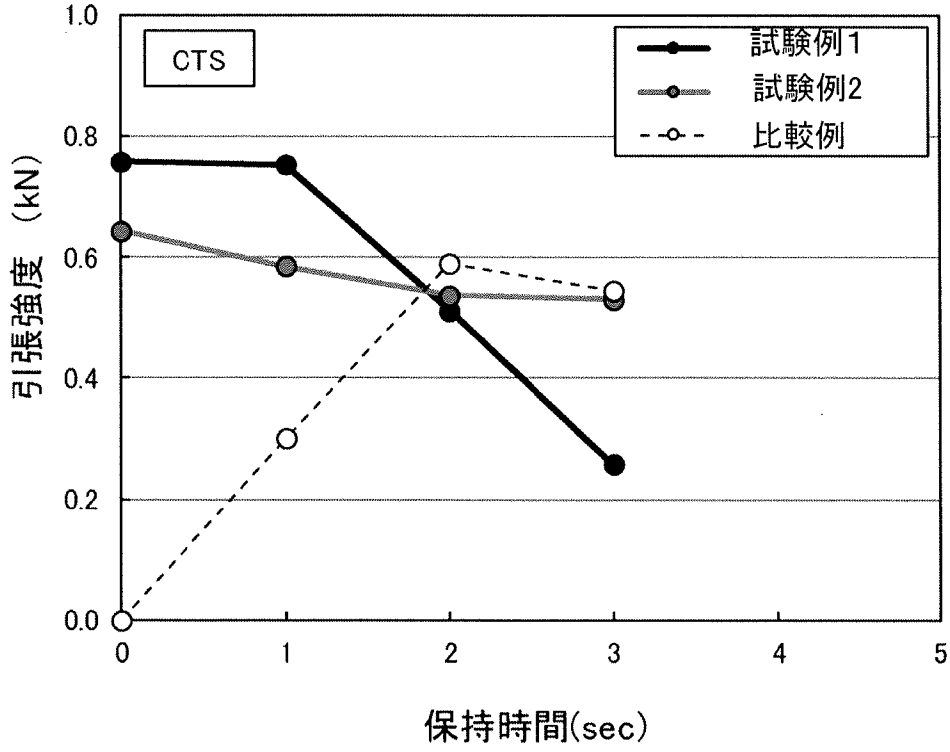


[図9]

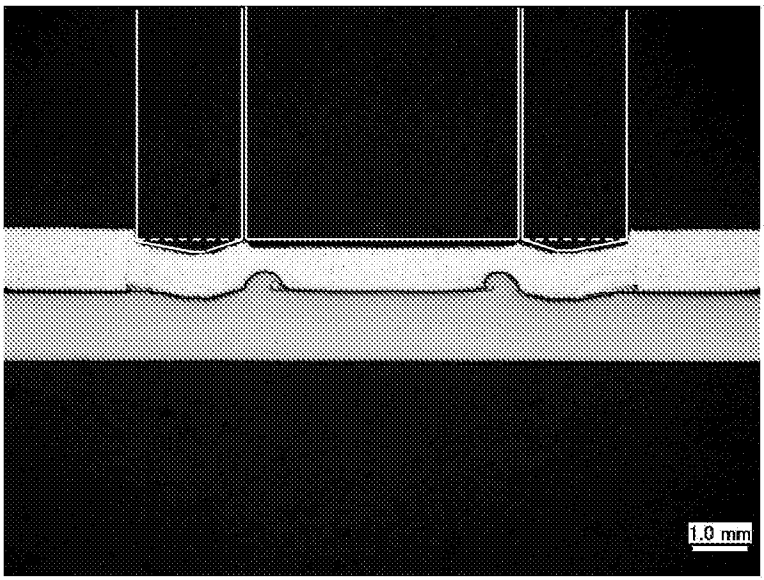


[図10]


TSS
試験例1
試験例2
比較例
引張強度 (kN)
保持時間(sec)
0
1
2
3
4
5


CTS
試験例1
試験例2
比較例
引張強度 (kN)
保持時間(sec)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
0
1
2
3
4
5

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/020157

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i
FI: B23K20/12344, B23K20/12340, B23K20/12342

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)
Int.Cl. B23K20/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 A	JP 2006-61921 A (MAZDA MOTOR CORP.) 09 March 2006 (2006-03-09), paragraphs [0027]-[0062], fig. 1-7	1-3, 6-7, 11 4-5 8-10, 12
Y	JP 2003-320465 A (CONCURRENT TECHNOLOGIES CORP.) 11 November 2003 (2003-11-11), paragraphs [0024], [0028], fig. 2	4-5
A	WO 2019/050002 A1 (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 14 March 2019 (2019-03-14), entire text, all drawings	1-12

☐ 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 30 July 2021	Date of mailing of the international search report 17 August 2021
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/020157

JP 2006-61921 A	09 March 2006	(Family: none)
JP 2003-320465 A	11 November 2003	US 2003/0209588 A1 paragraphs [0032], [0036], fig. 2 EP 1361014 A2
WO 2019/050002 A1	14 March 2019	US 2020/0206838 A1 entire text, all drawings EP 3680055 A1

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/020157

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 20/12(2006.01)i
FI: B23K20/12 344; B23K20/12 340; B23K20/12 342

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））

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	JP 2006-61921 A (マツダ株式会社) 09.03.2006 (2006-03-09) 段落0027-0062,図1-7	1-3,6-7,11
Y	段落0027-0062,図1-7	4-5
A	段落0027-0062,図1-7	8-10,12
Y	JP 2003-320465 A (コンカレント・テクノロジーズ・コーポレイション) 11.11.2003 (2003-11-11) 段落0024,0028,図2	4-5
A	WO 2019/050002 A1 (川崎重工業株式会社) 14.03.2019 (2019-03-14) 全文、全図	1-12

☐ 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抵触するものではなく、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
30.07.2021	17.08.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
正木　裕也 3P 4859
電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/020157

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-61921 A	09.03.2006	（ファミリーなし）	
JP 2003-320465 A	11.11.2003	US 2003/0209588 A1 段落0032,0036,図2 EP 1361014 A2	
WO 2019/050002 A1	14.03.2019	US 2020/0206838 A1 全文、全図 EP 3680055 A1	