(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
2018年11月29日(29.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/216248 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/043254

(22) 国際出願日： 2017年12月1日(01.12.2017)

(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 2017-104164 2017年5月26日(26.05.2017) JP
特願 2017-118653 2017年6月16日(16.06.2017) JP
特願 2017-118667 2017年6月16日(16.06.2017) JP
特願 2017-119789 2017年6月19日(19.06.2017) JP

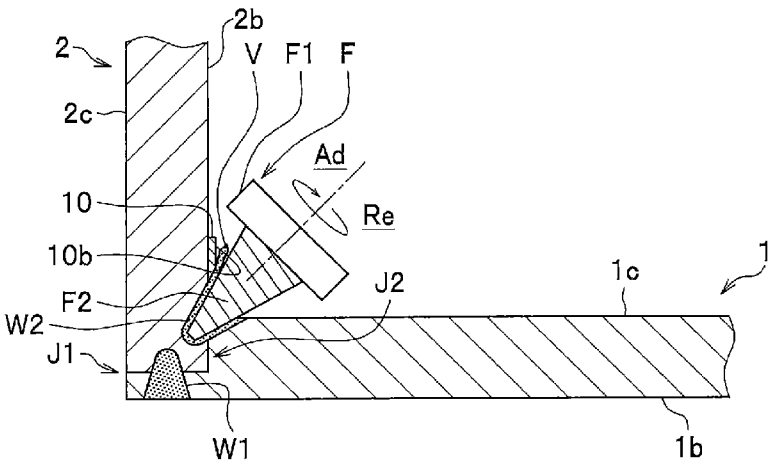
(71) 出願人: 日本軽金属株式会社(**NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.**) [JP/JP]; 〒1408628 東京都品川区東品川二丁目２番２０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 堀 久司(**HORI Hisashi**); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目３４番１号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP). 瀬尾 伸城(**SEO Nobushiro**); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目３４番１号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所(**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目１番１８号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(54) **Title:** WELDING METHOD

(54) 発明の名称： 接合方法



(57) **Abstract:** This welding method is characterized by comprising: an auxiliary member arranging step of arranging an auxiliary member (10) in an inner corner formed by a back surface (1c) of a first metal member (1) and a first side surface (2b) of a second metal member (2); an inner corner friction stirring step of inserting a stirring pin (F2) of a rotary tool (F) from the inner corner, and friction-stir welding a second butting portion (J2) by relatively moving the rotary tool (F); a first butting portion friction stirring step of inserting the stirring pin (F2) of the rotary tool (F) from a surface (1b) side of the first metal member (1), and friction-stir welding a first butting portion (J1) by relatively moving the rotary tool (F) along a step portion; and a removing step of removing the auxiliary member (10) having a burr formed thereon from the first metal member (1) or the second metal member (2).

WO 2018/216248 A1

[続葉有]

(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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：第一金属部材（１）の裏面（１ｃ）と第二金属部材（２）の第一側面（２ｂ）とで形成された内隅に補助部材（１０）を配置する補助部材配置工程と、内隅から回転ツール（Ｆ）の攪拌ピン（Ｆ２）を挿入し、回転ツール（Ｆ）を相対移動させて、第二突合せ部（Ｊ２）を摩擦攪拌接合する内隅摩擦攪拌工程と、第一金属部材（１）の表面（１ｂ）側から回転ツール（Ｆ）の攪拌ピン（Ｆ２）を挿入し、回転ツール（Ｆ）を段差部に沿って相対移動させて、第一突合せ部（Ｊ１）を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、バリが形成された補助部材（１０）を第一金属部材（１）又は第二金属部材（２）から除去する除去工程と、を含むことを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 接合方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属部材同士を摩擦攪拌接合する接合方法に関する。

背景技術

[0002] 金属部材同士を接合する方法として、摩擦攪拌接合（ＦＳＷ＝Friction Stir Welding）が知られている。摩擦攪拌接合とは、回転ツールを回転させつつ金属部材同士の突合せ部に沿って移動させ、回転ツールと金属部材との摩擦熱により突合せ部の金属を塑性流動させることで、金属部材同士を固相接合させるものである。

[0003] 例えば、特許文献１には、垂直に突き合わされた金属部材同士の内隅に回転ツールの攪拌ピンのみを挿入して突合せ部の摩擦攪拌接合を行う技術が開示されている。内隅に補助部材を配置した状態で摩擦攪拌接合を行うことで、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0004] また、例えば、特許文献２に係る接合方法は、断面Ｌ字状に突き合わされた金属部材同士の内隅に肉盛溶接を行った後、金属部材同士の外隅から摩擦攪拌接合を行うというものである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１５－１３９７９９号公報

特許文献2：特開２０１０－２８４７０４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、従来の摩擦攪拌接合方法であると、内隅にバリが多く残存するため、バリ除去工程が煩雑になるという問題がある。

[0007] また、従来の摩擦攪拌接合方法であると、金属部材同士の内隅に肉盛溶接を行うため、当該内隅にコンタミネーションが発生するという問題がある。

[0008] このような観点から、本発明は、金属部材同士の内隅を摩擦攪拌接合する場合に、内隅の金属不足を防ぐことができるとともにバリを容易に除去することができる接合方法を提供することを課題とする。

また、本発明は、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐとともに、水密性及び気密性を高めることができる接合方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] このような課題を解決するために本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の裏面と前記第二金属部材の第一側面とで形成された内隅に補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記内隅から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記内隅に沿って相対移動させて、前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合する内隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から前記回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材又は前記第二金属部材から除去する除去工程と、を含み、前記内隅摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合し、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0010] かかる接合方法によれば、内隅に補助部材を配置し、補助部材を介して内隅の摩擦攪拌接合を行うため、内隅の金属不足を防ぐことができる。また、第一金属部材に段差部を設けることにより、突合せ工程において、第一金属

部材と第二金属部材の位置決めを容易に行うことができる。また、内隅に発生したバリを補助部材ごと容易に除去することができる。また、内隅摩擦攪拌工程では、攪拌ピンのみを内隅に挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0011] また、本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の裏面と前記第二金属部材の第一側面とで形成された内隅に補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記内隅から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールを前記内隅に沿って相対移動させて、前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合する内隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側からショルダ部と攪拌ピンとを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材又は前記第二金属部材から除去する除去工程と、を含み、前記内隅摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合し、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0012] かかる接合方法によれば、内隅に補助部材を配置し、補助部材を介して内隅の摩擦攪拌接合を行うため、内隅の金属不足を防ぐことができる。また、第一金属部材に段差部を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材と第二金属部材の位置決めを容易に行うことができる。また、内隅に発

生したバリを補助部材ごと容易に除去することができる。また、内隅摩擦攪拌工程では、攪拌ピンのみを内隅に挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。また、第一突合せ部摩擦攪拌工程では、ショルダ部で塑性流動材を抑えることができるためバリの発生を低減することができる。

[0013] また、前記内隅摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定することが好ましい。

[0014] かかる接合方法によれば、バリをより容易に除去することができる。

[0015] また、本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0016] かかる接合方法によれば、金属部材同士の内隅に溶接を行わないためコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。また、第一突合せ部に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。また、攪拌ピンのみを挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0017] また、本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を

用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0018] また、本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールを挿入し、前記第二回転ツールのショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に

接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0019] かかる接合方法によれば、金属部材同士の内隅に溶接を行わないためコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。また、第一突合せ部に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。また、攪拌ピンのみを挿入する場合には、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。また、ショルダ部を接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う場合には、バリの発生を抑制することができる。

[0020] また、本発明は、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から前記第二回転ツールのショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0021] かかる接合方法によれば、金属部材同士の内隅に溶接を行わないためコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。また、第一突合せ部に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。また、外隅摩擦攪拌工程及び第一突合せ部摩擦攪拌工程では、シ

ョルダ部を接触させた状態で摩擦攪拌接合を行うことにより、バリの発生を抑制することができる。

[0022] また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程をさらに含むことが好ましい。

また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工程をさらに含むことが好ましい。

[0023] かかる接合方法によれば、第一金属部材及び第二金属部材を仮止めできるため、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び外隅摩擦攪拌工程での目開きを防ぐことができる。

[0024] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一突合せ部に沿って、前記第一金属部材の表面に面接触するように補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から前記攪拌ピンのみを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記補助部材、又は前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌

接合することを特徴とする。

[0025] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一突合せ部に沿って、前記第一金属部材の表面に面接触するように補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記補助部材、又は前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする。

[0026] かかる接合方法によれば、金属部材同士の内隅に溶接を行わないためコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。

また、第一突合せ部に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。

また、段差部を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材と第二金属部材との位置ずれを防ぐことができる。

また、第一金属部材と第二金属部材とを接合するとともに、第一金属部材及び第二金属部材に加えて、補助部材も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部の金属不足を防ぐことができる。

また、攪拌ピンのみを挿入する場合には、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。また、ショルダ部を接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う場合には、バリの発生を抑制することができる。

[0027] また、バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材から除去する除去工程を含むことが好ましい。

かかる接合方法によれば、摩擦攪拌接合で発生するバリを補助部材ごと金属部材から除去することができるため、バリを除去する工程が容易となる。

[0028] また、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程において、前記補助部材の中央部に前記攪拌ピンを挿入した場合、又は、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程において、前記補助部材の中央部に前記第一回転ツールの前記攪拌ピンを挿入した場合には、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

[0029] また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定してもよい。

また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定してもよい。

このようにすると、バリを除去する作業をより容易に行うことができる。

[0030] また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定してもよい。

また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記第一回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記第一回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定してもよい。

このようにすると、バリを除去する作業をより容易に行うことができるとともに、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

[0031] また、前記外隅摩擦攪拌工程において、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合した場合には、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0032] また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の前記第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程をさらに含むことが好ましい。

また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の前記第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工程をさらに含むことが好ましい。

かかる接合方法によれば、第一金属部材及び第二金属部材を仮止めできるため、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び外隅摩擦攪拌工程での目開きを防ぐことができる。

[0033] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成

する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部を覆うように補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から前記攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0034] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部に沿って補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側から前記攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0035] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成

する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部を覆うように補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールの前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0036] また、本発明は、接合方法であって、端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部に沿って補助部材を配置する補助部材配置工程と、前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールの前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0037] かかる接合方法によれば、金属部材同士の内隅に溶接を行わないためコン

タミネーションが発生するのを防ぐことができる。

また、第一突合せ部に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。

また、段差部を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材と第二金属部材との位置ずれを防ぐことができる。

また、第一金属部材と第二金属部材とを接合するとともに、第一金属部材及び第二金属部材に加えて、補助部材も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部の金属不足を防ぐことができる。

また、攪拌ピンのみを挿入する場合には、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。また、ショルダ部を接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う場合には、バリの発生を抑制することができる。

[0038] また、バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材及び前記第二金属部材から除去する除去工程を含むことが好ましい。

かかる接合方法によれば、摩擦攪拌接合で発生するバリを補助部材ごと金属部材から除去することができるため、バリを除去する工程が容易となる。

[0039] また、前記外隅摩擦攪拌工程において、前記補助部材の中央部に前記攪拌ピンを挿入した場合、又は、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程において、前記補助部材の中央部に前記第一回転ツールの前記攪拌ピンを挿入した場合には、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

[0040] また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定してもよい。

また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形

成されるように接合条件を設定してもよい。

このようにすると、バリを除去する作業をより容易に行うことができる。

[0041] また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定してもよい。

また、前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記第一回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記第一回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定してもよい。

このようにすると、バリを除去する作業をより容易に行うことができるとともに、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

[0042] また、前記第一突合せ部摩擦攪拌工程において、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合した場合には、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0043] また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の前記第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程をさらに含むことが好ましい。

また、前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の前記第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工

程をさらに含むことが好ましい。

かかる接合方法によれば、第一金属部材及び第二金属部材を仮止めできるため、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び外隅摩擦攪拌工程での目開きを防ぐことができる。

発明の効果

[0044] 本発明に係る接合方法によれば、金属部材同士の内隅を摩擦攪拌接合する場合に、内隅の金属不足を防ぐことができるとともにバリを容易に除去することができる。

また、本発明に係る接合方法によれば、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐとともに、水密性及び気密性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1]第一実施形態に係る準備工程及び突合せ工程を示す断面図である。

[図2]第一実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図3]第一実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図4]第一実施形態に係る補助部材配置工程を示す斜視図である。

[図5]第一実施形態に係る内隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図6]第一実施形態に係る内隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図7]第二実施形態に係る内隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図8]第二実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図9]第二実施形態の変形例に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図10]第三実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図11]第三実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図12]第三実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図13]第三実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図14]第四実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図15]第四実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図16]第五実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図17]第五実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図18]外隅仮接合工程を示す斜視図である。

[図19]内隅仮接合工程を示す斜視図である。

[図20]第六実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図21]第六実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図22]第六実施形態に係る補助部材配置工程を示す斜視図である。

[図23]第六実施形態に係る補助部材配置工程を示す断面図である。

[図24]第六実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図25]第六実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図26]第六実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図27]第六実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図28]第七実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図29]第七実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図30]第八実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図31]第八実施形態の変形例に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図32]第九実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程前を示す断面図である。

[図33]第九実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図34]第九実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図35]第十実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程前を示す断面図である。

[図36]第十実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図37]第十実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図38]第十一実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である

。

[図39]第十二実施形態に係る補助部材配置工程を示す斜視図である。

[図40]第十二実施形態に係る補助部材配置工程を示す断面図である。

[図41]第十二実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図42]第十二実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図43]第十二実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図44]第十二実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図45]第十二実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である

。

[図46]第十二実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である

。

[図47]第十三実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である

。

[図48]第十三実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図49]第十四実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す斜視図である

。

[図50]第十四実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である

。

[図51]第十五実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程前を示す断面図である。

[図52]第十五実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図53]第十五実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図54]第十六実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程前を示す断面図である。

[図55]第十六実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図56]第十六実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0046] ［第一実施形態］

本発明の第一実施形態に係る接合方法について図面を参照して詳細に説明する。図１に示すように、第一実施形態に係る接合方法では、第一金属部材

１と第二金属部材２とをＬ字状に突き合わせて接合する。第一実施形態に係る接合方法は、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、補助部材配置工程と、内隅摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。なお、説明における「表面」とは、「裏面」に対する反対側の面という意味である。

[0047] 準備工程は、図１に示すように、第一金属部材１及び第二金属部材２を用意する工程である。第一金属部材１及び第二金属部材２は、板状の金属部材である。第一金属部材１及び第二金属部材２の材料は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。第一金属部材１のの端部の裏面１ｃには、段差部１１が形成されている。段差部１１は、段差底面１１ａと、段差底面１１ａから垂直に立ち上がる段差側面１１ｂとで構成されている。段差底面１１ａの幅寸法は、第二金属部材２の板厚寸法と同一になっている。

[0048] 突合せ工程は、図１に示すように、第一金属部材１と第二金属部材２とをＬ字状に突き合わせる工程である。突合せ工程では、第一金属部材１の段差底面１１ａに第二金属部材２の端面２ａを突き合わせて第一突合せ部Ｊ１を形成するとともに、段差側面１１ｂに第二金属部材２の第一側面２ｂを突き合わせて第二突合せ部Ｊ２を形成する。第一金属部材１の端面１ａと第二金属部材２の第二側面２ｃとは面一になる。

[0049] タブ材配置工程は、図２に示すように、内隅の両端にタブ材Ｔ，Ｔを配置する工程である（図２では一つのみ描画）。タブ材Ｔは、第一金属部材１と同じ材料からなる板状の金属部材である。タブ材Ｔの板厚寸法は、第一金属部材１の板厚寸法と同じである。タブ材配置工程では、タブ材Ｔの側面を第一金属部材１の側面１ｄに突き合わせて当該突合せ部を溶接で接合する。タブ材Ｔの表面Ｔａと、第一金属部材１の表面１ｂとを面一にするとともに、タブ材Ｔの裏面Ｔｂと第一金属部材１の裏面１ｃとを面一にする。

[0050] 第一突合せ部摩擦攪拌工程は、図２に示すように、第一回転ツール（回転

ツール）Ｆを第一金属部材１の表面１ｂから挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。第一回転ツールＦは、連結部Ｆ１と、攪拌ピンＦ２とで構成されており、例えば工具鋼で形成されている。連結部Ｆ１は、図示しない摩擦攪拌装置に取り付けられる部位であって、円柱状を呈する。攪拌ピンＦ２は、連結部Ｆ１から垂下しており、連結部Ｆ１と同軸になっている。攪拌ピンＦ２は連結部Ｆ１から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンＦ２の外周面には螺旋溝が刻設されている。本実施形態では、第一回転ツールＦを右回転させるため、螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。

[0051] なお、第一回転ツールＦを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンＦ２の先端側に導かれる。これにより、被接合金属部材（第一金属部材１、第二金属部材２及び補助部材１０）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0052] 第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図２に示すように、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、段差部１１（第二金属部材２）に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。図３に示すように、第一回転ツールＦの挿入深さは、本実施形態では、攪拌ピンＦ２が第一金属部材１及び第二金属部材２に接触するように設定している。第一回転ツールＦの移動軌跡には塑性化領域Ｗ１が形成されている。なお、攪拌ピンＦ２は、第一金属部材１のみと接触するように挿入深さを設定してもよい。この場合は、攪拌ピンＦ２と第一金属部材１との摩擦熱によって第一突合せ部Ｊ１周りが塑性流動化して接合される。

[0053] なお、第一回転ツールＦは、先端にスピンドルユニット等の駆動手段を備えたロボットアームに取り付けることが好ましい。これにより、後記する内隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一回転ツールＦの回転中心軸を容易に傾斜させることができる。

[0054] 補助部材配置工程は、図４に示すように、内隅に補助部材１０を配置する工程である。補助部材１０は板状の金属部材であって、本実施形態では、第一金属部材１及び第二金属部材２と同じ材料で形成されている。補助部材配置工程では、補助部材１０の裏面１０ｃを第二金属部材２の第一側面２ｂに面接触させるとともに、端面１０ｄを第一金属部材１の裏面１ｃに当接させる。補助部材１０の板厚寸法は、後記する内隅摩擦攪拌工程後に、接合部に金属不足が発生しないように適宜設定する。

[0055] 内隅摩擦攪拌工程は、図５に示すように、内隅から攪拌ピンＦ２を挿入して第二突合せ部Ｊ２を摩擦攪拌接合する工程である。内隅摩擦攪拌工程では、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図５の手前側から奥側に向けて第二突合せ部Ｊ２に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。本実施形態では、第一回転ツールＦの回転速度を低速に設置している。第一回転ツールＦの挿入深さや挿入角度は適宜設定すればよい。第一回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ２が形成される。

[0056] 内隅摩擦攪拌工程では、補助部材１０側にバリＶが発生するように接合条件を設定するのが好ましい。バリＶが発生する位置は、接合条件によって異なる。当該接合条件とは、第一回転ツールＦの回転速度、回転方向、移動速度（送り速度）、進行方向、攪拌ピンＦ２の傾斜角度（テーパー角度）、被接合金属部材（第一金属部材１、第二金属部材２及び補助部材１０）の材質、被接合金属部材の厚さ等の各要素とこれらの要素の組合せで決定される。

[0057] 例えば、第一回転ツールＦの回転速度が遅い場合では、フロー側（retreating side（Ｒｅ側）：第一回転ツールＦの外周における接線速度から第一回転ツールの移動速度が減算される側）に比べてシアー側（advancing side（Ａｄ側）：第一回転ツールＦの外周における接線速度に第一回転ツールＦの移動速度が加算される側）の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、塑性化領域外のシアー側にバリが多く発生する傾向にある。一方、例えば、第一回転ツールＦの回転速度が速い場合、シアー側の方が塑性流動材の温

度が上昇するものの、回転速度が速い分、塑性化領域外のフロー側にバリＶが多く発生する傾向にある。

[0058] 本実施形態では、第一回転ツールＦの回転速度を遅く設定しつつ、進行方向左側に補助部材１０が位置するように設定しているため、図６に示すように、塑性化領域Ｗ２外のシアー側である補助部材１０にバリＶが多く発生する傾向にある。なお、第一回転ツールＦの接合条件及び補助部材１０の配置位置は、ここで説明したものに限定されるものではなく適宜設定すればよい。

[0059] このようにして、バリＶが発生する側又はバリＶが多く発生する側が補助部材１０側となるように接合条件を設定すれば、図６に示すように、補助部材１０の表面１０ｂにバリＶを集約することができる。そのため、後記する除去工程を容易に行うことができるため好ましい。

[0060] 除去工程は、図６に示すように、補助部材１０を第二金属部材２から除去する工程である。具体的な図示は省略するが、本実施形態では、補助部材１０の先端を折り曲げるようにして第二金属部材２から除去する。また、タブ材Ｔ，Ｔを第一金属部材１から除去する。

[0061] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、内隅に補助部材１０を配置し、補助部材１０を介して内隅の摩擦攪拌接合を行うため、内隅に形成される塑性化領域Ｗ２の金属不足を防ぐことができる。これにより、内隅の水密性及び気密性を高めることができる。

[0062] また、第一金属部材１に段差部１１を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材１と第二金属部材２の位置決めを容易に行うことができる。また、段差部１１を設けることで、第一金属部材１の表面１ｂから第一突合せ部Ｊ１までの距離を短くすることができるため、攪拌ピンＦ２を第一突合せ部Ｊ１まで容易に挿入することができる。また、本実施形態によれば、内隅に発生したバリＶを補助部材１０ごと容易に除去することができる。また、内隅摩擦攪拌工程では、攪拌ピンＦ２のみを内隅に挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0063] また、本実施形態では、第一突合せ部攪拌工程においても、攪拌ピンＦ２のみを挿入して摩擦攪拌を行うため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0064] ［第二実施形態］

次に、本発明の第二実施形態に係る接合方法について説明する。本実施形態に係る接合方法では、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、補助部材配置工程と、内隅摩擦攪拌工程と、除去工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を行う。第二実施形態は、内隅摩擦攪拌工程を行ってから第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う点で第一実施形態と相違する。第二実施形態では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0065] 準備工程、突合せ工程及びタブ材配置工程は、第一実施形態と共通である。補助部材配置工程では、図７に示すように、補助部材１０の裏面１０ｃを第一金属部材１の裏面１ｃに面接触させる。

[0066] 内隅摩擦攪拌工程では、図７に示すように、タブ材Ｔの裏面Ｔｂに設定した開始位置Ｓｐに低速で右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図７の手前側から奥側に向けて第二突合せ部Ｊ２に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。これにより、第二突合せ部Ｊ２が摩擦攪拌接合される。内隅摩擦攪拌工程によって、補助部材１０の表面１０ｂにバリＶ（図示省略）が形成される。

[0067] 除去工程では、図７に示すように、第一金属部材１から補助部材１０を除去する。除去工程では、補助部材１０の端部を折り曲げるようにして第一金属部材１から切除する。

[0068] 第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図８に示すように、第一実施形態と同じ要領で、第一回転ツールＦを第一金属部材１の表面１ｂから挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

[0069] 以上説明した第二実施形態によっても第一実施形態と同等の効果を奏することができる。ここで、図９は、第二実施形態の変形例に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程を示す断面図である。第一実施形態及び第二実施形態とも、図

９に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、第一回転ツール（回転ツール）Ｆに代えて、第二回転ツール（回転ツール）Ｇを用いてもよい。第二回転ツールＧは、ショルダ部Ｇ１と、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａから垂下する攪拌ピンＧ２とを有する。当該変形例の第一突合せ部摩擦攪拌工程では、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａを第一金属部材１の表面１ｂに接触させるか又は数ミリ程度押し込みながら第一突合せ部Ｊ１に沿って摩擦攪拌接合を行う。当該変形例によれば、ショルダ部Ｇ１で塑性流動材を抑えることができるため、バリの発生を少なくすることができる。第一突合せ部摩擦攪拌工程では、第二回転ツールＧの攪拌ピンＧ２を第一金属部材１のみ、又は、第一金属部材１及び第二金属部材２に接触させた状態で第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

[0070] 以上本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、第一突合せ部Ｊ１に対して仮接合を行ってもよい。また、内隅摩擦攪拌工程を行う前に、第二突合せ部Ｊ２に対して仮接合を行ってもよい。仮接合は、摩擦攪拌で行ってもよいし、溶接で行ってもよい。仮接合は、スポットで行ってもよいし、連続的に行ってもよい。

[0071] また、補助部材を断面Ｌ字状とし、内隅を覆うように配置してもよい。除去工程においては、第一金属部材１及び第二金属部材２から当該補助部材を除去する。

[0072] ［第三実施形態］

本発明の第三実施形態に係る接合方法について図面を参照して詳細に説明する。図１０に示すように、第三実施形態に係る接合方法では、第一金属部材１と第二金属部材２とをＬ字状に突き合わせて接合する。第三実施形態に係る接合方法は、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、外隅摩擦攪拌工程と、を行う。準備工程、突合せ工程及びタブ材配置工程は第一実施形態と共通である。

[0073] 第一突合せ部摩擦攪拌工程は、図１０及び図１１に示すように、第一回転

ツールＦを第一金属部材１の表面１ｂから挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。

[0074] 第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図１０に示すように、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、段差部１１（第二金属部材２）に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。図１１に示すように、第一回転ツールＦの挿入深さは、本実施形態では、攪拌ピンＦ２が第一金属部材１及び第二金属部材２に接触するように設定している。第一回転ツールＦの移動軌跡には塑性化領域Ｗ１が形成されている。なお、攪拌ピンＦ２は、第一金属部材１のみと接触するように挿入深さを設定してもよい。この場合は、攪拌ピンＦ２と第一金属部材１との摩擦熱によって第一突合せ部Ｊ１周りが塑性流動化して接合される。

[0075] なお、第一回転ツールＦは、先端にスピンドルユニット等の駆動手段を備えたロボットアームに取り付けることが好ましい。これにより、後記する外隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一回転ツールＦの回転中心軸を容易に傾斜させることができる。

[0076] 外隅摩擦攪拌工程は、図１２に示すように、外隅から攪拌ピンＦ２を挿入して第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。外隅とは、内隅の反対側を意味し、本実施形態では、第一金属部材１の表面１ｂ、端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃとで構成されている。外隅摩擦攪拌工程では、タブ材Ｔの側面Ｔｃに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図１２の手前側から奥側に向けて第一突合せ部Ｊ１に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。第一回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ２が形成される。図１３に示すように、攪拌ピンＦ２の挿入深さは、適宜設定すればよいが、例えば、塑性化領域Ｗ１と塑性化領域Ｗ２とが重なるように設定してもよい。外隅摩擦攪拌工程が終了したらタブ材Ｔを切除する。

[0077] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、第一金属部材１及び第二金属部材２の内隅からは溶接を行わず、外隅から摩擦攪拌接合を行うため

、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。また、第一突合せ部Ｊ１に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。

[0078] また、攪拌ピンＦ２のみを被接合金属部材に挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。また、段差部１１を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材１と第二金属部材２との位置ずれを防ぐことができる。なお、本実施形態では、第一突合せ部攪拌工程の後に、外隅摩擦攪拌工程を行ったが、外隅摩擦攪拌工程の後に、第一突合せ部攪拌工程を行ってもよい。

[0079] ［第四実施形態］

次に、本発明の第四実施形態に係る接合方法について説明する。第四実施形態に係る接合方法では、第一回転ツールＦと、図１４に示す第二回転ツールＧを用いる点で第三実施形態と相違する。第四実施形態では、第三実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0080] 第四実施形態に係る接合方法では、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、外隅摩擦攪拌工程と、を行う。準備工程、突合せ工程及びタブ材配置工程は、第三実施形態と同じであるため説明を省略する。

[0081] 第一突合せ部摩擦攪拌工程は、第二回転ツールＧを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。第二回転ツールＧは、図１４及び図１５に示すように、円柱状のショルダ部Ｇ１と、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａから垂下する攪拌ピンＧ２とを備えて構成されている。第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図１４に示すように、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定した開始位置Ｓｐから右回転させた第二回転ツールＧを挿入し、第一突合せ部Ｊ１（第二金属部材２）に沿ってショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａを第一金属部材１の表面１ｂに接触させながら相対移動させる。

[0082] 第二回転ツールＧの挿入深さは、適宜設定すればよいが、本実施形態では、攪拌ピンＧ２が第一金属部材１及び第二金属部材２に接触するように設定

する。なお、攪拌ピンＧ２が、第一金属部材１のみと接触するように挿入深さを設定してもよい。この場合は、攪拌ピンＧ２と第一金属部材１との摩擦熱によって、第一突合せ部Ｊ１周りの金属が塑性流動化して接合される。外隅摩擦攪拌工程は、第三実施形態と同様に、第一回転ツールＦを第一金属部材の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃから挿入して、第一突合せ部Ｊ１に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。

[0083] 以上説明した第四実施形態に係る接合方法によっても第三実施形態と略同様の効果を得ることができる。また、第二回転ツールＧのショルダ部Ｇ１を第一金属部材１の表面１ｂに接触させることにより、バリの発生を抑制することができる。なお、本実施形態では、第一突合せ部攪拌工程の後に外隅摩擦攪拌工程を行ったが、外隅摩擦攪拌工程の後に第一突合せ部攪拌工程を行ってもよい。

[0084] ［第五実施形態］

次に、本発明の第五実施形態に係る接合方法について説明する。第五実施形態に係る接合方法では、用いる回転ツールが第四実施形態と相違する。第五実施形態では、第四施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0085] 第五実施形態に係る接合方法では、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、外隅摩擦攪拌工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を行う。準備工程、突合せ工程及びタブ材配置工程は、第三実施形態と同じであるため説明を省略する。

[0086] 外隅摩擦攪拌工程では、第二回転ツールＧを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。外隅摩擦攪拌工程では、図１６及び図１７に示すように、右回転させた第二回転ツールＧをタブ材Ｔの側面Ｔｃに設定された開始位置Ｓｐに挿入し、第一突合せ部Ｊ１に沿ってショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａを第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃに接触させながら相対移動させる。第二回転ツールＧの移動軌跡には塑性化領域Ｗ１が形成される。第一突合せ部摩擦攪拌工程は、第三実施形態と同様に、第一回転ツールＦを第一金属部材１の表面１ｂから挿入して、第一突合せ

部Ｊ１に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。

[0087] 以上説明した第五実施形態に係る接合方法によっても第四実施形態と同様の効果を得ることができる。また、外隅摩擦攪拌工程において、第二回転ツールＧのショルダ部Ｇ１を第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃに接触させることにより、バリの発生を抑制することができる。なお、本実施形態では、外隅摩擦攪拌工程の後に第一突合せ部攪拌工程を行ったが、第一突合せ部攪拌工程の後に外隅摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0088] 以上本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、図１８に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程又は外隅摩擦攪拌工程の前に、外隅仮接合工程を行ってもよい。外隅仮接合工程では、第一回転ツールＦ（第二回転ツールＧでも可能）を第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃから挿入し、攪拌ピンＦ２を浅く挿入して第一突合せ部Ｊ１にスポットで仮接合を行う。第一突合せ部Ｊ１には点状の塑性化領域Ｗ０が形成される。

[0089] また、例えば、図１９に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程又は外隅摩擦攪拌工程の前に、内隅仮接合工程を行ってもよい。内隅仮接合工程では、第一回転ツールＦを第一金属部材１の裏面１ｃと第二金属部材２の第一側面２ｂとで形成される内隅から挿入し、攪拌ピンＦ２を浅く挿入して第二突合せ部Ｊ２にスポットで仮接合を行う。第二突合せ部（内隅）には点状の塑性化領域Ｗ０が形成される。

[0090] 外隅仮接合工程及び内隅仮接合工程によれば、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び外隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一金属部材１と第二金属部材２の目開きを防ぐことができる。また、スポットで仮接合を行うことで接合サイクルを短くすることができる。なお、外隅仮接合工程は、ＭＩＧ溶接、ＴＩＧ溶接又はレーザー溶接等の溶接で行ってもよい。また、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び外隅摩擦攪拌工程に加えて、第一回転ツールＦを第一金属部材１の裏面１ｃと第二金属部材２の第一側面２ｂとで形成される内隅から挿入し、攪拌ピンＦ２を深く挿入して第二突合せ部Ｊ２に連続して摩擦攪拌接合を行

う内隅接合工程を行ってもよい。

[0091] ［第六実施形態］

本発明の第六実施形態に係る接合方法について、図面を参照して詳細に説明する。第六実施形態に係る接合方法では、第一金属部材１と第二金属部材２とをＬ字状に突き合わせて接合する。第六実施形態に係る接合方法は、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、外隅摩擦攪拌工程と、補助部材配置工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。なお、準備工程、突合せ工程及びタブ材配置工程は第一実施形態と共通なので説明を省略する。

[0092] 外隅摩擦攪拌工程は、図２０及び図２１に示すように、外隅から第一回転ツールＦを挿入して第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。外隅摩擦攪拌工程では、図２０に示すように、タブ材Ｔの側面Ｔｃに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図２０の手前側から奥側に向けて第一突合せ部Ｊ１に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。第一回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ２が形成される。図２１に示すように、攪拌ピンＦ２の挿入深さは、適宜設定すればよい。

[0093] なお、第一回転ツールＦは、先端にスピンドルユニット等の駆動手段を備えたロボットアームに取り付けることが好ましい。これにより、外隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一回転ツールＦの回転中心軸を容易に傾斜させることができる。

[0094] 補助部材配置工程は、図２２及び図２３に示すように、第一金属部材１に補助部材４を重ね合わせて配置する工程である。

補助部材４は、平面形状の板状部材である。補助部材４は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、第六実施形態では第一金属部材１及び第二金属部材２と同じ材料になっている。

補助部材４の板厚は、後記する第一突合せ部摩擦攪拌工程後の塑性化領域Ｗ１（図２６参照）が金属不足にならないように適宜設定する。また、補助部材４の平面形状は、第二金属部材２の端面２ａと同じ形状である。

[0095] 補助部材配置工程では、第一金属部材１の表面１ｂに補助部材４の裏面４ｂが面接触するように、第一金属部材１の表面１ｂに補助部材４を重ね合わせる。また、補助部材４を第一突合せ部Ｊ１に沿って配置する。また、補助部材４の側縁部を第一金属部材１の表面１ｂの側縁部に合わせて配置する。これにより、第二金属部材２の端面２ａの直上に補助部材４が配置される。

[0096] 第一突合せ部摩擦攪拌工程は、図２４及び図２５に示すように、第一回転ツールＦを補助部材４の表面４ａから挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。

第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図２４に示すように、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図２４の手前側から奥側に向けて第二金属部材２に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。

[0097] 本実施形態では、図２５に示すように、第一回転ツールＦの挿入深さは、攪拌ピンＦ２が補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２に接触するように設定している。つまり、補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２に攪拌ピンＦ２のみを挿入し、補助部材４の表面４ａと連結部Ｆ１とは離間させつつ相対移動させる。言い換えると、攪拌ピンＦ２の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。

なお、攪拌ピンＦ２は、第一金属部材１のみと接触するように挿入深さを設定してもよい。この場合は、攪拌ピンＦ２と第一金属部材１との摩擦熱によって第一突合せ部Ｊ１周りが塑性流動化して接合される。

[0098] そして、補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２と攪拌ピンＦ２とを接触させた状態で、第一突合せ部Ｊ１に沿って第一回転ツールＦを相対移動させると、補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２が摩擦攪拌接合される。本実施形態では、補助部材４の表面４ａ及び第二金属部材２の端面２ａの中央部（左右方向の中央部）に攪拌ピンＦ２が挿入されている。

第一回転ツールＦの移動軌跡には塑性化領域Ｗ１が形成される。本実施形態では、塑性化領域Ｗ１と塑性化領域Ｗ２とが重なるように設定しているが

、塑性化領域Ｗ１と塑性化領域Ｗ２とが離れていてもよい。

[0099] 第一突合せ部摩擦攪拌工程後には、図２６に示すように、補助部材４が塑性化領域Ｗ１によって分断される。また、分断された補助部材４，４の端部にはバリＶ，Ｖが形成されている。

除去工程は、図２７に示すように、分断された補助部材４，４を第一金属部材１から除去する工程である。除去工程では、例えば手作業により、分断された補助部材４，４を第一金属部材１の表面１ｂから離間する方向に折り曲げて、補助部材４を第一金属部材１から除去する。また、除去工程が終了したらタブ材Ｔ（図２４参照）を切除する。

[0100] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、図２５に示すように、第一金属部材１及び第二金属部材２の内隅からは溶接を行わず、外隅から摩擦攪拌接合を行うため、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、図２６に示すように、第一突合せ部Ｊ１に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、段差部１１を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材１と第二金属部材２との位置ずれを防ぐことができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、攪拌ピンＦ２のみを挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0101] なお、本実施形態では、外隅摩擦攪拌工程を行う第一回転ツールＦと、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う第一回転ツールＦとが同一の回転ツールである。外隅摩擦攪拌工程と第一突合せ部摩擦攪拌工程とにおいて異なる回転ツールを用いてもよいが、同一の回転ツールを用いた場合には、各工程で回転ツールの交換を行う必要が無いため作業効率を高めることができる。

[0102] また、本実施形態に係る接合方法では、図２５に示すように、第一金属部材１と第二金属部材２とが接合されるとともに、第一金属部材１及び第二金

属部材２に加えて、補助部材４も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部の金属不足を防ぐことができる。さらに、補助部材４の中央部に攪拌ピンＦ２を挿入することで、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、図２７に示すように、除去工程において、バリＶを補助部材４ごと第一金属部材１から除去することができるため、バリＶを除去する工程が容易となる。

[0103] 以上、本発明の本実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、図２０に示す外隅摩擦攪拌工程において、第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃに補助部材を配置し、補助部材の表面から攪拌ピンＦ２を挿入してもよい。

[0104] また、外隅摩擦攪拌工程の前に、外隅仮接合工程を行ってもよい。また、外隅摩擦攪拌工程の前に、内隅仮接合工程を行ってもよい。

[0105] 外隅仮接合工程及び内隅仮接合工程によれば、外隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一金属部材１と第二金属部材２の目開きを防ぐことができる。また、スポットで仮接合を行うことで接合サイクルを短くすることができる。なお、外隅仮接合工程は、ＭＩＧ溶接、ＴＩＧ溶接又はレーザー溶接等の溶接で行ってもよい。

[0106] また、外隅摩擦攪拌工程に加えて、第一回転ツールＦを第一金属部材１の裏面１ｃと第二金属部材２の第一側面２ｂとで形成される内隅から挿入し、攪拌ピンＦ２を深く挿入して第二突合せ部Ｊ２に連続して摩擦攪拌接合を行う内隅接合工程を行ってもよい。

[0107] ［第七実施形態］

次に、本発明の第七実施形態に係る接合方法について説明する。

本実施形態に係る接合方法は、図２９に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に外隅摩擦攪拌工程を行っている点で第六実施形態と相違する。第七実施形態に係る接合方法では、第六実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0108] 本実施形態に係る接合方法では、図２８に示すように、タブ材配置工程に続いて、補助部材配置工程及び第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っている。第一突合せ部摩擦攪拌工程では、第一回転ツールＦを補助部材４から挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

[0109] 本実施形態に係る接合方法では、図２９に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び除去工程に続いて、外隅摩擦攪拌工程を行っている。外隅摩擦攪拌工程では、外隅から第一回転ツールＦを挿入して第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

本実施形態に係る接合方法によれば、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐとともに、水密性及び気密性を高めることができる。

[0110] 以上、本発明の本実施形態について説明したが、第六実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、第一突合せ部摩擦攪拌工程の前に外隅仮接合工程や内隅仮接合工程を行ってもよい。

[0111] ［第八実施形態］

次に、本発明の第八実施形態に係る接合方法について、図３０及び図３１を参照して説明する。本実施形態に係る接合方法では、外隅摩擦攪拌工程において、図３０に示す第二回転ツールＧを用いる点で第六実施形態と相違する。本実施形態では、第六実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0112] 本実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程では、図３０に示すように、第二回転ツールＧを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

第二回転ツールＧは、円柱状のショルダ部Ｇ１と、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａから垂下する攪拌ピンＧ２とを備えて構成されている。

そして、第二回転ツールＧを第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃから第一突合せ部Ｊ１に挿入し、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａを第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃに接触させながら相対移動させる。このようにして、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪

拌接合する。

以上のように、第二回転ツールＧのショルダ部Ｇ１を金属部材に接触させた状態で第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合した場合には、バリの発生を抑制することができる。

[0113] 以上、本発明の第八実施形態について説明したが、第六実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、第六実施形態では、外隅摩擦攪拌工程の後に、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っているが、図３１に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に、外隅摩擦攪拌工程を行ってもよい。この構成では、第一突合せ部摩擦攪拌工程及び除去工程を行って塑性化領域Ｗ１を形成した後に、外隅摩擦攪拌工程において、第二回転ツールＧを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

[0114] ［第九実施形態］

次に、本発明の第九実施形態に係る接合方法について、詳細に説明する。

本実施形態に係る接合方法は、図３３に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、攪拌ピンＦ２を補助部材４の端部に挿入する点で第六実施形態と相違する。第九実施形態に係る接合方法では、第六実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0115] 第九実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図３２に示すように、補助部材４の端面４ｃを通り第一金属部材１の表面１ｂに直交する基準線Ｘと、第一回転ツールＦの回転中心軸とが重なるように配置している。また、本実施形態では、図３３の手前側から奥側に向けて第一回転ツールＦを移動させる。つまり、第一回転ツールＦの回転中心軸よりも進行方向の右側に補助部材４が配置されている。そして、補助部材４の端部に攪拌ピンＦ２を挿入している。

[0116] 本実施形態の第一回転ツールＦは、螺旋溝が攪拌ピンＦ２の基端から先端に向かうにつれて右回りに形成されている。本実施形態では、第一回転ツールＦを左回転させているため、第一回転ツールＦの進行方向の左側は、フロ

一側（retreating side：回転ツールの外周における接線速度から回転ツールの移動速度が減算される側）である。一方、第一回転ツールＦの進行方向の右側は、シアー側（advancing side：回転ツールの外周における接線速度に回転ツールの移動速度が加算される側）である。

[0117] 第一回転ツールＦの回転速度が遅い場合には、フロー側に比べてシアー側の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、塑性化領域Ｗ１外のシアー側（第一回転ツールＦの進行方向の右側）にバリＶが多く発生する傾向にある。

一方、第一回転ツールＦの回転速度が速い場合は、フロー側に比べてシアー側の方が塑性流動材の温度が上昇するものの、回転速度が速い分、塑性化領域Ｗ１外のフロー側（第一回転ツールＦの進行方向の左側）にバリＶが多く発生する傾向にある。

[0118] 本実施形態では、第一回転ツールＦのシアー側が補助部材４側（第一回転ツールＦの進行方向の右側）となるように第一回転ツールＦの移動方向と回転方向を設定している。第一回転ツールＦの回転方向及び進行方向は限定されるものではなく適宜設定すればよい。

[0119] 本実施形態では、第一回転ツールＦの回転速度を遅く設定しているため、塑性化領域Ｗ１外のシアー側にバリＶが多く発生する傾向にある。つまり、補助部材４側にバリＶを集約させることができる（図３４参照）。接合条件に応じて、バリＶが発生する側又はバリＶが多く発生する側に補助部材４を配置するようにすれば、バリＶを除去する工程を容易に行うことができる。

[0120] 以上、本実施形態について説明したが、第六実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、第九実施形態では、外隅摩擦攪拌工程の後に、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っているが、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に、外隅摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0121] ［第十実施形態］

次に、本発明の第十実施形態に係る接合方法について、詳細に説明する。

本実施形態に係る接合方法は、図３６に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、攪拌ピンＦ２を補助部材４の端部よりもわずかに中央側に挿入する点で第九実施形態と相違する。第十実施形態に係る接合方法では、第九実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0122] 本実施形態の第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図３５及び図３６に示すように、摩擦攪拌を行った後に、第一回転ツールＦの片側のみに補助部材４が残存する程度に、第一回転ツールＦの回転中心軸を基準線Ｘよりもわずかに補助部材４の中央側（右側）に偏移させている。また、本実施形態では、第一回転ツールＦの回転速度を遅く設定しつつ、図３６の手前側から奥側に向けて第一回転ツールＦを移動させる。つまり、第一回転ツールＦの回転中心軸よりも進行方向の右側に補助部材４の９割程度を配置し、第一回転ツールＦの回転中心軸よりも進行方向の左側に補助部材４の残りの１割程度を配置している。そして、補助部材４の端部に攪拌ピンＦ２を挿入している。

[0123] 本実施形態の第一回転ツールＦは、螺旋溝が攪拌ピンＦ２の基端から先端に向かうにつれて右回りに形成されている。また、第一回転ツールＦを左回転させている。したがって、第一回転ツールＦの進行方向の左側がフロー側で、第一回転ツールＦの進行方向の右側がシアー側である。

[0124] 本実施形態では、第一回転ツールＦのシアー側が補助部材４側となるように第一回転ツールＦの移動方向と回転方向を設定している。したがって、図３７に示すように、残存する補助部材４側にバリＶを集約させることができるため、バリＶを除去する工程を容易に行うことができる。

[0125] 以上、本発明の第十実施形態について説明したが、第九実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

[0126] ［第十一実施形態］

次に、本発明の第十一実施形態に係る接合方法について、図３８を参照して詳細に説明する。

第十一実施形態に係る接合方法は、図３８に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、攪拌ピンＦ２を第二金属部材２の端面２ａの中央部よ

りも第一側面２ｂ側に挿入する点で第九実施形態と相違する。第十一実施形態に係る接合方法では、第九実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0127] 本実施形態の第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図３８に示すように、第一回転ツールＦの回転中心軸が第二金属部材２の端面２ａの中央部（左右方向の中央部）よりも第一側面２ｂ側（右側）に偏移している。また、第一回転ツールＦの回転中心軸は第二突合せ部Ｊ２を通っている。さらに、攪拌ピンＦ２が第二突合せ部Ｊ２に達するように、第一回転ツールＦの挿入深さが設定されている。

本実施形態の第一突合せ部摩擦攪拌工程では、第一突合せ部Ｊ１及び第二突合せ部Ｊ２を摩擦攪拌接合することができるため、接合部の水密性及び気密性を高めることができる。

[0128] 以上、本発明の十一実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、第十一実施形態では、第一回転ツールＦの回転中心軸が第二突合せ部Ｊ２を通っているが、第一回転ツールＦの回転中心軸を第二突合せ部Ｊ２よりも第二側面２ｃ側（左側）に配置してもよい。

[0129] ［第十二実施形態］

本発明の第十二実施形態に係る接合方法について、詳細に説明する。第十二実施形態に係る接合方法は、準備工程と、突合せ工程と、タブ材配置工程と、補助部材配置工程と、外隅摩擦攪拌工程と、除去工程と、第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を行う。準備工程と、突合せ工程と及びタブ材配置工程は他の実施形態と共通なので説明を省略する。

[0130] 補助部材配置工程は、図３９及び図４０に示すように、第一金属部材１及び第二金属部材２に補助部材４を重ね合わせて配置する工程である。

補助部材４は、平面形状の板状部材である。補助部材４は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、本実施形態では第一金属部材１及び第二金属部材２と同じ材料になっている。

補助部材４の板厚は、後記する外隅摩擦攪拌工程後の塑性化領域Ｗ２（図４３参照）が金属不足にならないように適宜設定する。補助部材４は、第一金属部材１の端面１ａに沿って直線状に延びている。

[0131] 補助部材配置工程では、第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃの間に現れた第一突合せ部Ｊ１を覆うように補助部材４を配置する。つまり、第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃに面接触するように、第一金属部材１及び第二金属部材２に補助部材４を重ね合わせる。

[0132] 外隅摩擦攪拌工程は、図４１及び図４２に示すように、外隅の補助部材４の表面４ａから第一回転ツールＦを挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。

[0133] 外隅摩擦攪拌工程では、図４１に示すように、タブ材Ｔの側面Ｔｃに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図４１の手前側から奥側に向けて第一突合せ部Ｊ１に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。

外隅摩擦攪拌工程では、図４２に示すように、補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２に攪拌ピンＦ２のみを接触させている。つまり、第一金属部材１及び第二金属部材２に攪拌ピンＦ２のみを挿入し、補助部材４の表面４ａと連結部Ｆ１とは離間させつつ相対移動させる。言い換えると、攪拌ピンＦ２の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。

[0134] そして、第一突合せ部Ｊ１に沿って第一回転ツールＦを相対移動させると、補助部材４、第一金属部材１及び第二金属部材２が摩擦攪拌接合される。本実施形態では、補助部材４の表面４ａの中央部（上下方向の中央部）に攪拌ピンＦ２が挿入されている。

第一回転ツールＦの移動軌跡には塑性化領域Ｗ２が形成される。攪拌ピンＦ２の挿入深さは、適宜設定すればよい。

[0135] なお、第一回転ツールＦは、先端にスピンドルユニット等の駆動手段を備えたロボットアームに取り付けることが好ましい。これにより、外隅摩擦攪

拌工程を行う際に、第一回転ツールＦの回転中心軸を容易に傾斜させることができる。

[0136] 外隅摩擦攪拌工程後には、図４３に示すように、補助部材４が塑性化領域Ｗ２によって分断される。また、分断された補助部材４，４の端部にはバリＶ，Ｖが形成されている。

除去工程は、図４４に示すように、分断された補助部材４，４を第一金属部材１及び第二金属部材２から除去する工程である。除去工程では、例えば手作業により、分断された補助部材４，４を第一金属部材１の端面１ａ及び第二金属部材２の第二側面２ｃから離間する方向に折り曲げて、補助部材４を第一金属部材１及び第二金属部材２から除去する。また、除去工程が終了したらタブ材Ｔ（図４１参照）を切除する。

[0137] 第一突合せ部摩擦攪拌工程は、図４５及び図４６に示すように、第一回転ツールＦを第一金属部材１の表面１ｂから挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。

第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図４５に示すように、タブ材Ｔの表面Ｔａに設定された開始位置Ｓｐに右回転させた第一回転ツールＦを挿入し、図４５の手前側から奥側に向けて第二金属部材２に沿って第一回転ツールＦを相対移動させる。

[0138] 本実施形態では、図４６に示すように、第一回転ツールＦの挿入深さは、攪拌ピンＦ２が第一金属部材１及び第二金属部材２に接触するように設定している。つまり、第一金属部材１及び第二金属部材２に攪拌ピンＦ２のみを挿入し、補助部材４の表面４ａと連結部Ｆ１とは離間させつつ相対移動させる。言い換えると、攪拌ピンＦ２の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。

なお、攪拌ピンＦ２は、第一金属部材１のみと接触するように挿入深さを設定してもよい。この場合は、攪拌ピンＦ２と第一金属部材１との摩擦熱によって第一突合せ部Ｊ１周りが塑性流動化して接合される。

[0139] 第一回転ツールＦの移動軌跡には塑性化領域Ｗ１が形成される。本実施形

態では、塑性化領域Ｗ１と塑性化領域Ｗ２とが重なるように設定しているが、塑性化領域Ｗ１と塑性化領域Ｗ２とが離れていてもよい。

[0140] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、図４６に示すように、第一金属部材１及び第二金属部材２の内隅からは溶接を行わず、外隅から摩擦攪拌接合を行うため、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐことができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、第一突合せ部Ｊ１に対して、二方向から摩擦攪拌接合を行うため、水密性及び気密性を高めることができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、段差部１１を設けることにより、突合せ工程において、第一金属部材１と第二金属部材２との位置ずれを防ぐことができる。

また、第一実施形態に係る接合方法では、図４２及び図４６に示すように、攪拌ピンＦ２のみを挿入するため、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができる。

[0141] なお、本実施形態では、外隅摩擦攪拌工程を行う第一回転ツールＦと、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う第一回転ツールＦとが同一の回転ツールである。外隅摩擦攪拌工程と第一突合せ部摩擦攪拌工程とにおいて異なる回転ツールを用いてもよいが、同一の回転ツールを用いた場合には、各工程で回転ツールの交換を行う必要が無いため作業効率を高めることができる。

[0142] また、本実施形態に係る接合方法では、図４２に示すように、第一金属部材１と第二金属部材２とが接合されるとともに、第一金属部材１及び第二金属部材２に加えて、補助部材４も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部の金属不足を防ぐことができる。さらに、補助部材４の中央部に攪拌ピンＦ２を挿入することで、接合部の金属不足をより確実に防ぐことができる。

また、本実施形態に係る接合方法では、図４４に示すように、除去工程において、バリＶを補助部材４ごと第一金属部材１及び第二金属部材２から除去することができるため、バリＶを除去する工程が容易となる。

[0143] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範

囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、図４５に示す第一突合せ部摩擦攪拌工程において、第一金属部材１の表面１ｂに補助部材を配置し、補助部材の表面から攪拌ピンＦ２を挿入してもよい。

[0144] また、外隅摩擦攪拌工程の前に、外隅仮接合工程を行ってもよい。また、外隅摩擦攪拌工程の前に、内隅仮接合工程を行ってもよい。

[0145] 外隅仮接合工程及び内隅仮接合工程によれば、外隅摩擦攪拌工程を行う際に、第一金属部材１と第二金属部材２の目開きを防ぐことができる。また、スポットで仮接合を行うことで接合サイクルを短くすることができる。なお、外隅仮接合工程は、ＭＩＧ溶接、ＴＩＧ溶接又はレーザー溶接等の溶接で行ってもよい。

[0146] また、外隅摩擦攪拌工程に加えて、第一回転ツールＦを第一金属部材１の裏面１ｃと第二金属部材２の第一側面２ｂとで形成される内隅から挿入し、攪拌ピンＦ２を深く挿入して第二突合せ部Ｊ２に連続して摩擦攪拌接合を行う内隅接合工程を行ってもよい。

また、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、第一回転ツールＦの回転中心軸が第二突合せ部Ｊ２を通るように配置し、攪拌ピンＦ２が第二突合せ部Ｊ２に達するように、第一回転ツールＦの挿入深さを設定することで、第一突合せ部Ｊ１及び第二突合せ部Ｊ２を摩擦攪拌接合してもよい。

[0147] ［第十三実施形態］

次に、本発明の第十三実施形態に係る接合方法について説明する。

本実施形態に係る接合方法は、図４８に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に外隅摩擦攪拌工程を行っている点で第十二実施形態と相違する。第十三実施形態に係る接合方法では、第十二実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0148] 第十三実施形態に係る接合方法では、図４７に示すように、タブ材配置工程に続いて、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っている。第一突合せ部摩擦攪拌工程では、第一回転ツールＦを第一金属部材１の表面１ｂから挿入し、第

一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

[0149] 第十三実施形態に係る接合方法では、図４８に示すように、第一突合せ部摩擦攪拌工程に続いて、補助部材配置工程及び外隅摩擦攪拌工程を行っている。外隅摩擦攪拌工程では、補助部材４から第一回転ツールＦを挿入し、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

第十三実施形態に係る接合方法によれば、金属部材同士の内隅にコンタミネーションが発生するのを防ぐとともに、水密性及び気密性を高めることができる。

[0150] 以上、本発明の第十三実施形態について説明したが、第十二実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、第一突合せ部摩擦攪拌工程の前に外隅仮接合工程や内隅仮接合工程を行ってもよい。

[0151] ［第十四実施形態］

次に、本発明の第十四実施形態に係る接合方法について、図４９及び図５０を参照して説明する。第十四実施形態に係る接合方法では、第一突合せ部摩擦攪拌工程において、図４９に示す第二回転ツールＧを用いる点で第十二実施形態と相違する。第十四実施形態では、第十二実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0152] 本実施形態に係る第一突合せ部摩擦攪拌工程では、図４９に示すように、第二回転ツールＧを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

第二回転ツールＧは、図５０に示すように、円柱状のショルダ部Ｇ１と、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａから垂下する攪拌ピンＧ２とを備えて構成されている。

そして、第二回転ツールＧを第一金属部材の表面１ｂから第一突合せ部Ｊ１に挿入し、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａを第一金属部材１の表面１ｂに接触させながら相対移動させる。このようにして、第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する。

以上のように、第二回転ツールＧのショルダ部Ｇ１を金属部材に接触させ

た状態で第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合した場合には、バリの発生を抑制することができる。

[0153] 以上、本発明の第十四実施形態について説明したが、第十二実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、第十四実施形態では、外隅摩擦攪拌工程の後に、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っているが、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に、外隅摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0154] ［第十五実施形態］

次に、本発明の第十五実施形態に係る接合方法について詳細に説明する。

第十五実施形態に係る接合方法は、図５２に示すように、外隅摩擦攪拌工程において、攪拌ピンＦ２を補助部材４の端部に挿入する点で第十二実施形態と相違する。第十五実施形態に係る接合方法では、第十二実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0155] 本実施形態に係る補助部材配置工程では、図５１に示すように、補助部材４の端面４ｃと、第一突合せ部Ｊ１とが重なるように、第一金属部材１の端面１ａに補助部材４を配置している。

本実施形態に係る外隅摩擦攪拌工程では、図５１に示すように、補助部材４の端面４ｃを通り第一金属部材１の端面１ａに直交する基準線Ｘと、第一回転ツールＦの回転中心軸とが重なるように、第一回転ツールＦの移動ルートを設定している。また、本実施形態では、図５１の手前側から奥側に向けて第一回転ツールＦを移動させる。つまり、第一回転ツールＦの進行方向の上側に補助部材４が配置されている。そして、補助部材４の端部に攪拌ピンＦ２を挿入している。

[0156] 本実施形態の第一回転ツールＦは、螺旋溝が攪拌ピンＦ２の基端から先端に向かうにつれて右回りに形成されている。本実施形態では、第一回転ツールＦを左回転させているため、第一回転ツールＦの進行方向の左側（図５２では下側）は、フロー側（retreating side：回転ツールの外周における接線速度から回転ツールの移動速度が減算される側）である。一方、第一回転ツ

ールの進行方向の右側（図５２では上側）は、シアー側（advancing side：回転ツールの外周における接線速度に回転ツールの移動速度が加算される側）である。

[0157] 本実施形態では、第一回転ツールＦのシアー側が補助部材４側（第一回転ツールＦの進行方向の右側）となるように第一回転ツールＦの移動方向と回転方向を設定している。第一回転ツールＦの回転方向及び進行方向は限定されるものではなく適宜設定すればよい。

[0158] 本実施形態では、第一回転ツールＦの回転速度を遅く設定しているため、塑性化領域Ｗ１外のシアー側にバリＶが多く発生する傾向にある。つまり、補助部材４側にバリＶを集約させることができる（図５３参照）。

前記したように、外隅摩擦攪拌工程の際に、第一回転ツールＦの進行方向のどちら側にバリＶが発生するかは接合条件によって異なる。

接合条件に応じて、バリＶが発生する側又はバリＶが多く発生する側に補助部材４を配置するようにすれば、バリＶを除去する工程を容易に行うことができる。

[0159] 以上、本発明の第十五実施形態について説明したが、第十二実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

例えば、第十五実施形態では、外隅摩擦攪拌工程の後に、第一突合せ部摩擦攪拌工程を行っているが、第一突合せ部摩擦攪拌工程の後に、外隅摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0160] ［第十六実施形態］

次に、本発明の第十六実施形態に係る接合方法について詳細に説明する。

本実施形態に係る接合方法は、図５５に示すように、外隅摩擦攪拌工程において、攪拌ピンＦ２を補助部材４の端部よりもわずかに中央側に挿入する点で第十五実施形態と相違する。第十六実施形態に係る接合方法では、第十五実施形態の接合方法と相違する点を中心に説明する。

[0161] 本実施形態の外隅摩擦攪拌工程では、図５４及び図５５に示すように、摩擦攪拌を行った後に、第一回転ツールＦの片側のみに補助部材４が残存する

程度に、第一回転ツールＦの回転中心軸を基準線Ｘよりもわずかに補助部材４の中央側（上側）に偏移させている。また、本実施形態では、図５５の手前側から奥側に向けて第一回転ツールＦを移動させる。つまり、第一回転ツールＦの回転中心軸よりも進行方向の上側に補助部材４の９割程度を配置し、第一回転ツールＦの回転中心軸よりも進行方向の下側に補助部材４の残りの１割程度を配置している。そして、図５５に示すように、補助部材４の端部に攪拌ピンＦ２を挿入している。

[0162] 本実施形態の第一回転ツールＦは、螺旋溝が攪拌ピンＦ２の基端から先端に向かうにつれて右回りに形成されている。また、第一回転ツールＦを左回転させている。したがって、第一回転ツールＦの進行方向の左側がフロー側で、第一回転ツールＦの進行方向の右側がシアー側である。

[0163] 本実施形態では、第一回転ツールＦのシアー側が補助部材４側となるように第一回転ツールＦの移動方向と回転方向を設定している。したがって、図５６に示すように、補助部材４側にバリＶを集約させることができ、摩擦攪拌接合後に第二金属部材２側に補助部材４が残存しないため、バリＶを除去する工程を容易に行うことができる。

また、補助部材４を第二突合せ部Ｊ２よりも下側に突出させることで、バランス良く摩擦攪拌接合することができる。

[0164] 以上、本発明の第十六実施形態について説明したが、第十五実施形態と同様に、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。

符号の説明

[0165]

１	第一金属部材
１ｂ	表面
１ｃ	裏面
２	第二金属部材
２ｂ	第一側面
２ｃ	第二側面
Ｊ１	第一突合せ部

Ｊ２　第二突合せ部

Ｆ　第一回転ツール（回転ツール）

Ｆ１　連結部

Ｆ２　攪拌ピン

Ｇ　第二回転ツール（回転ツール）

Ｇ１　ショルダ部

Ｇ２　攪拌ピン

Ｗ１　塑性化領域

Ｗ２　塑性化領域

請求の範囲

[請求項1] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の裏面と前記第二金属部材の第一側面とで形成された内隅に補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記内隅から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記内隅に沿って相対移動させて、前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合する内隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、

バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材又は前記第二金属部材から除去する除去工程と、を含み、

前記内隅摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合し、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項2] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部

の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の裏面と前記第二金属部材の第一側面とで形成された内隅に補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記内隅から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールを前記内隅に沿って相対移動させて、前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合する内隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側からショルダ部と攪拌ピンとを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、

バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材又は前記第二金属部材から除去する除去工程と、を含み、

前記内隅摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で前記第二突合せ部を摩擦攪拌接合し、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項3] 前記内隅摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項１又は請求項２に記載の接合方法。

[請求項4] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突

合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項5] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項6] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールを挿入し、前記第二回転ツールのショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンのみを挿入し、前記第一回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項7] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突

合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記第二回転ツールのショルダ部を前記第一金属部材の表面に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記段差部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第二回転ツールの攪拌ピンを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項8] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程をさらに含むことを特徴とする請求項４乃至請求項７のいずれか一項に記載の接合方法。

[請求項9] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工程をさらに含むことを特徴とする請求項４乃至請求項７のいずれか一項に記載の接合方法。

[請求項10] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部

の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一突合せ部に沿って、前記第一金属部材の表面に面接触するように補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から前記攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記補助部材、又は前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項11] バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材から除去する除去工程を含むことを特徴とする請求項１０に記載の接合方法。

[請求項12] 前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記補助部材の中央部に前記攪拌ピンを挿入することを特徴とする請求項１１に記載の接合方法。

[請求項13] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項１１に記載の接合方法。

[請求項14] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項１１に記載の接合方法。

[請求項15] 前記外隅摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする請求項１０項に記載の接合方法。

[請求項16] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一突合せ部に沿って、前記第一金属部材の表面に面接触するように補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含み、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの前記攪

拌ピンのみを前記第一金属部材及び前記補助部材、又は前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする接合方法。

[請求項17] バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材から除去する除去工程を含むことを特徴とする請求項１６に記載の接合方法。

[請求項18] 前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記補助部材の中央部に前記第一回転ツールの前記攪拌ピンを挿入することを特徴とする請求項１７に記載の接合方法。

[請求項19] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項１７に記載の接合方法。

[請求項20] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の表面に直交する線を基準線とした場合に、

前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記第一回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記第一回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項１７に記載の接合方法。

[請求項21] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の前記第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程を含むことを特徴とする請求項１０項又は１６項に記載の接合方法。

[請求項22] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前

に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の前記第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工程を含むことを特徴とする請求項１０項又は１６項に記載の接合方法。

[請求項23] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部を覆うように補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項24] バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材及び前記第二金属部材から除去する除去工程を含むことを特徴とする請求項２３に記載の接合方法。

[請求項25] 前記外隅摩擦攪拌工程では、前記補助部材の中央部に前記攪拌ピンを挿入することを特徴とする請求項２４に記載の接合方法。

[請求項26] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意すると

ともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部に沿って補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側から前記攪拌ピンを挿入し、前記回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項27] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、

前記外隅摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項２６に記載の接合方法。

[請求項28] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、

前記外隅摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移さ

せて、前記回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項２６に記載の接合方法。

[請求項29] 前記第一突合せ部摩擦攪拌工程では、前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材のみ、又は前記第一金属部材及び前記第二金属部材に接触させた状態で、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合することを特徴とする請求項２３項又は２６項に記載の接合方法。

[請求項30] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部を覆うように補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールの前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項31] バリが形成された前記補助部材を前記第一金属部材及び前記第二金属部材から除去する除去工程を含むことを特徴とする請求項３０に記

載の接合方法。

[請求項32] 前記外隅摩擦攪拌工程では、前記補助部材の中央部に前記第一回転ツールの前記攪拌ピンを挿入することを特徴とする請求項３１に記載の接合方法。

[請求項33] 端部の裏面に段差部が形成された板状の第一金属部材を用意するとともに、板状の第二金属部材を用意する準備工程と、

前記第一金属部材の前記段差部の段差底面と、前記第二金属部材の端面とを突き合わせて第一突合せ部を形成するとともに、前記段差部の段差側面と、前記第二金属部材の第一側面とを突き合わせて第二突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の第二側面の間に現れた前記第一突合せ部に沿って補助部材を配置する補助部材配置工程と、

前記補助部材の表面側から第一回転ツールの攪拌ピンを挿入し、前記第一回転ツールの前記攪拌ピンのみを前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材に接触させた状態で、前記第一回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する外隅摩擦攪拌工程と、

前記第一金属部材の表面側からショルダ部及び攪拌ピンを備えた第二回転ツールの前記攪拌ピンを挿入し、前記ショルダ部を前記第一金属部材に接触させた状態で、前記第二回転ツールを前記第一突合せ部に沿って相対移動させて、前記第一突合せ部を摩擦攪拌接合する第一突合せ部摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項34] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、

前記外隅摩擦攪拌工程では、前記第一回転ツールの回転中心軸と前記基準線とが重なるように、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記補助部材に形成されるよ

うに接合条件を設定することを特徴とする請求項３３に記載の接合方法。

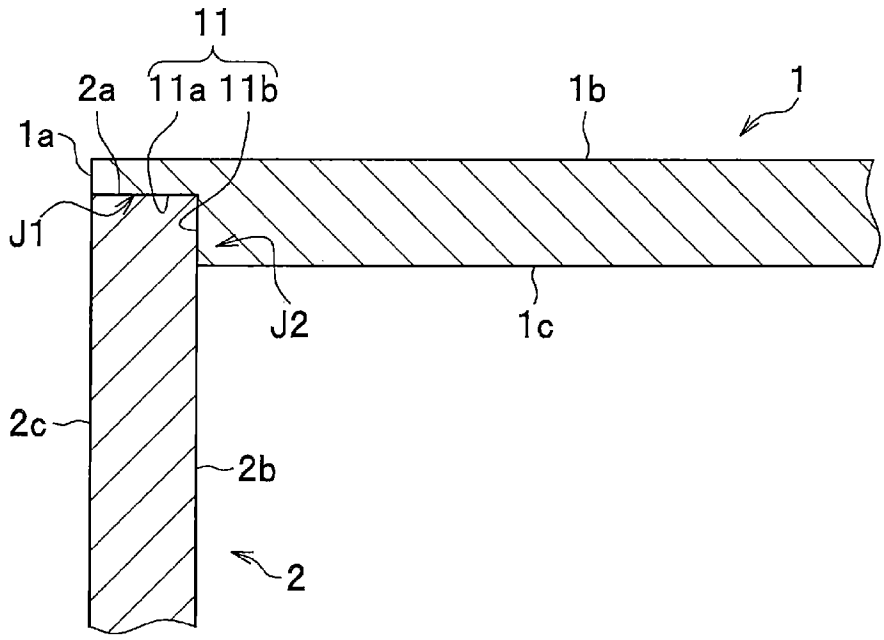
[請求項35] 前記補助部材の端面を通り、前記第一金属部材の端面に直交する線を基準線とした場合に、

前記外隅摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌を行った後に、前記第一回転ツールの片側のみに前記補助部材が残存する程度に、前記第一回転ツールの回転中心軸を前記基準線よりもわずかに前記補助部材の中央側に偏移させて、前記第一回転ツールを相対移動させるとともに、残存する前記補助部材にバリが形成されるように接合条件を設定することを特徴とする請求項３３に記載の接合方法。

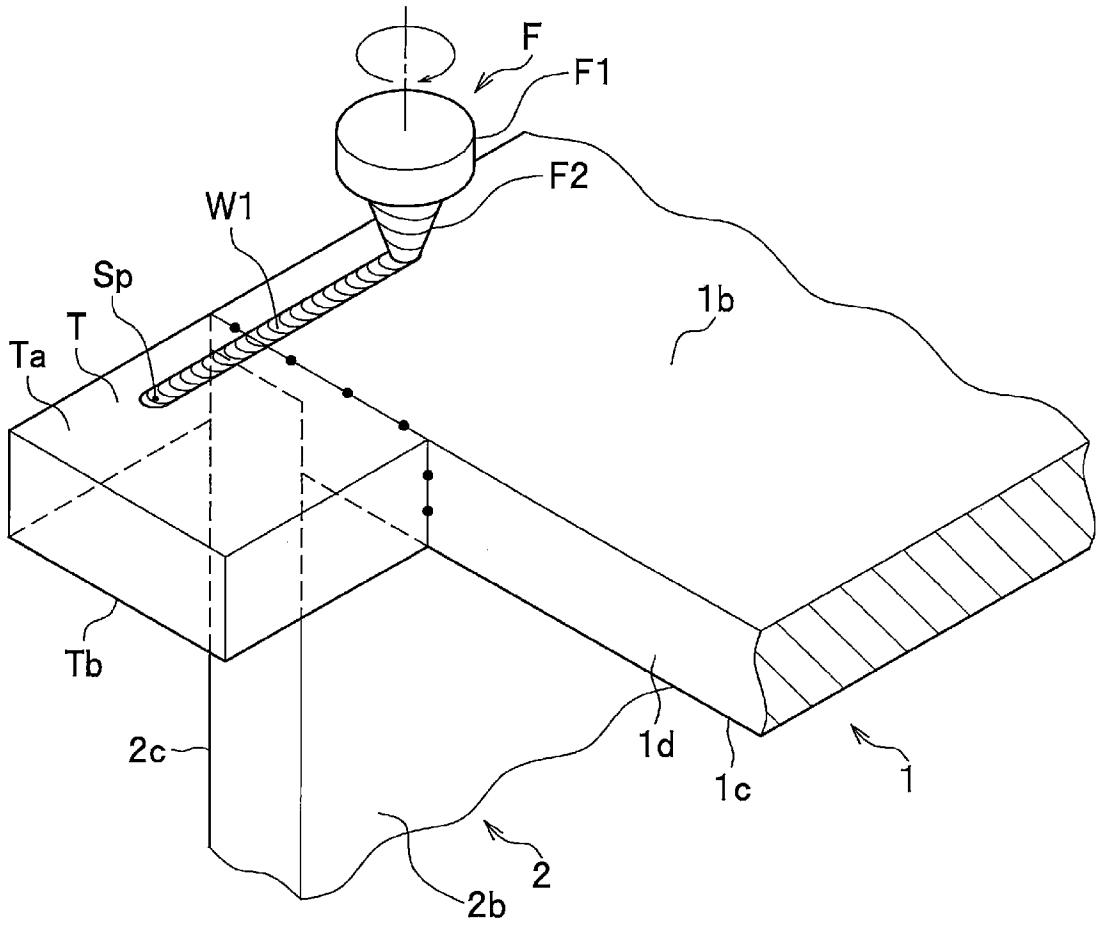
[請求項36] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の端面及び前記第二金属部材の前記第二側面側から前記第一突合せ部に対してスポット仮付けを行う外隅仮接合工程を含むことを特徴とする請求項２３項、２６項、３０項又は３３項に記載の接合方法。

[請求項37] 前記外隅摩擦攪拌工程又は前記第一突合せ部摩擦攪拌工程を行う前に、前記第一金属部材の裏面及び前記第二金属部材の前記第一側面で形成される内隅から前記第二突合せ部に対してスポット仮付けを行う内隅仮接合工程を含むことを特徴とする請求項２３項、２６項、３０項又は３３項に記載の接合方法。

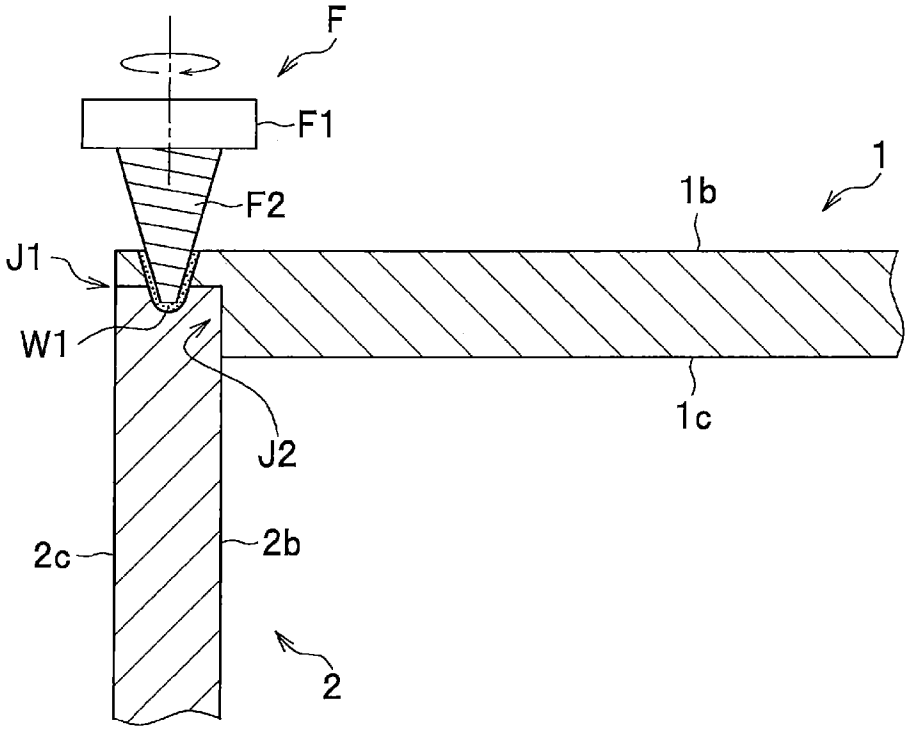
[図1]


11
2a
11a
11b
1b
1
1a
J1
J2
1c
2c
2b
2

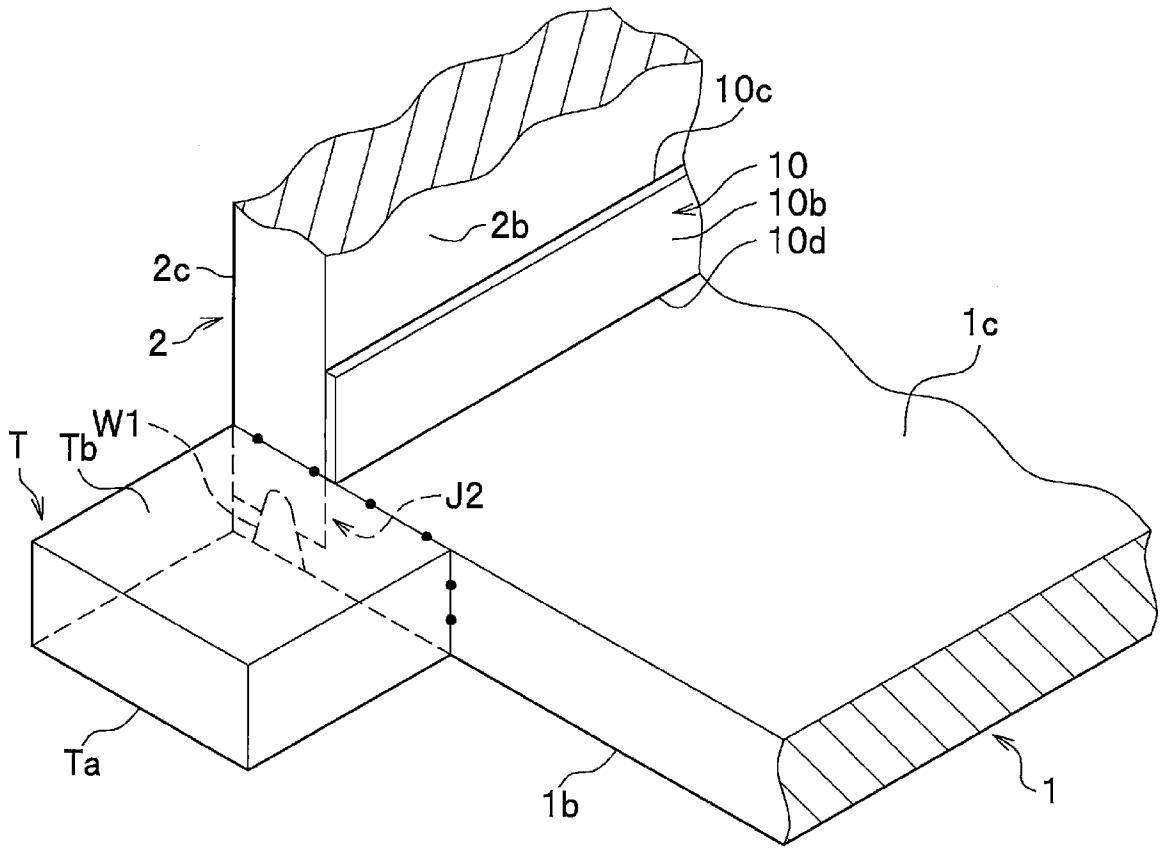
[図2]


F
F1
F2
W1
Sp
T
Ta
1b
Tb
2c
1d
1c
1
2
2b

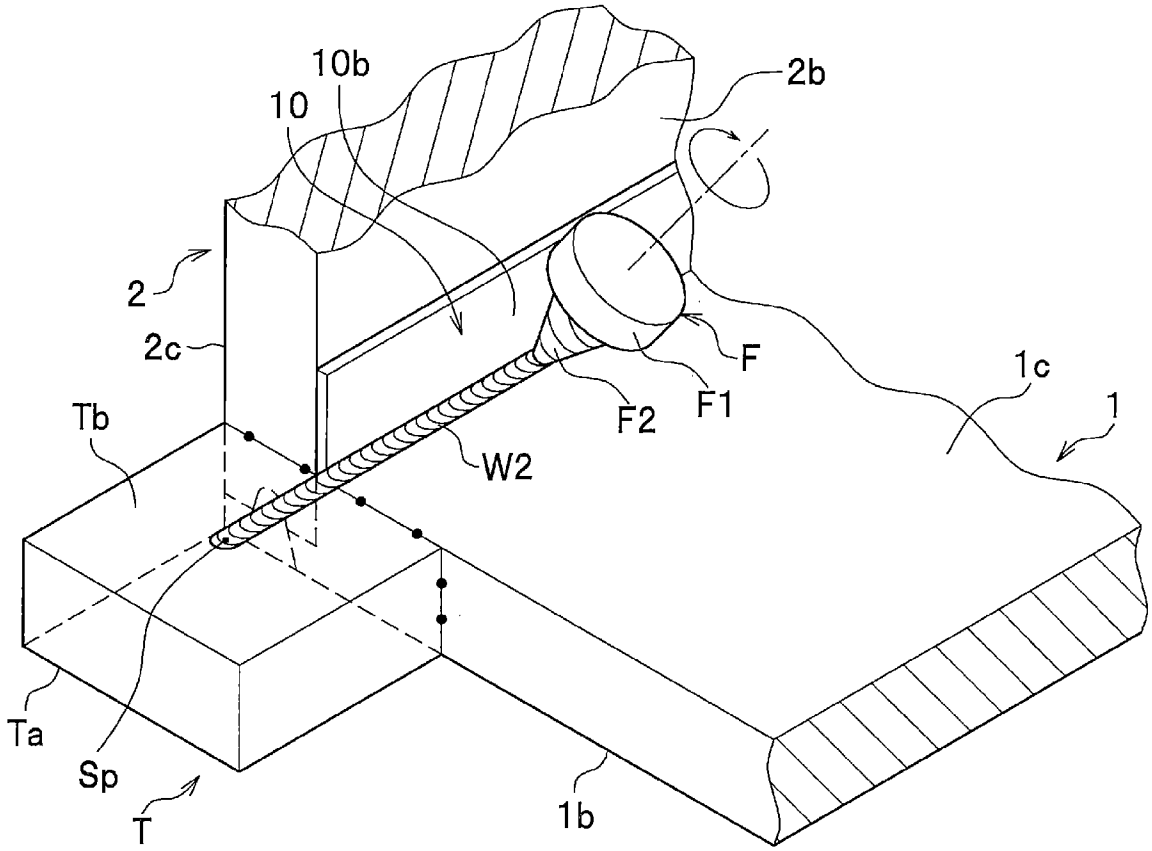
[図3]


F
F1
F2
1
1b
J1
W1
J2
1c
2c
2b
2

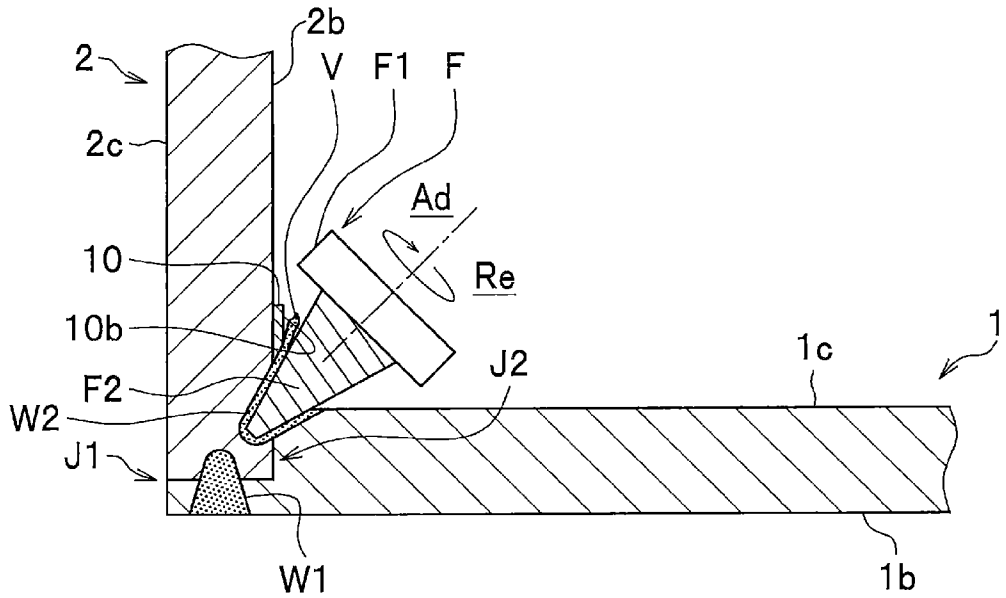
[図4]


10c
10
10b
10d
2b
2c
2
1c
T
Tb
W1
J2
Ta
1b
1

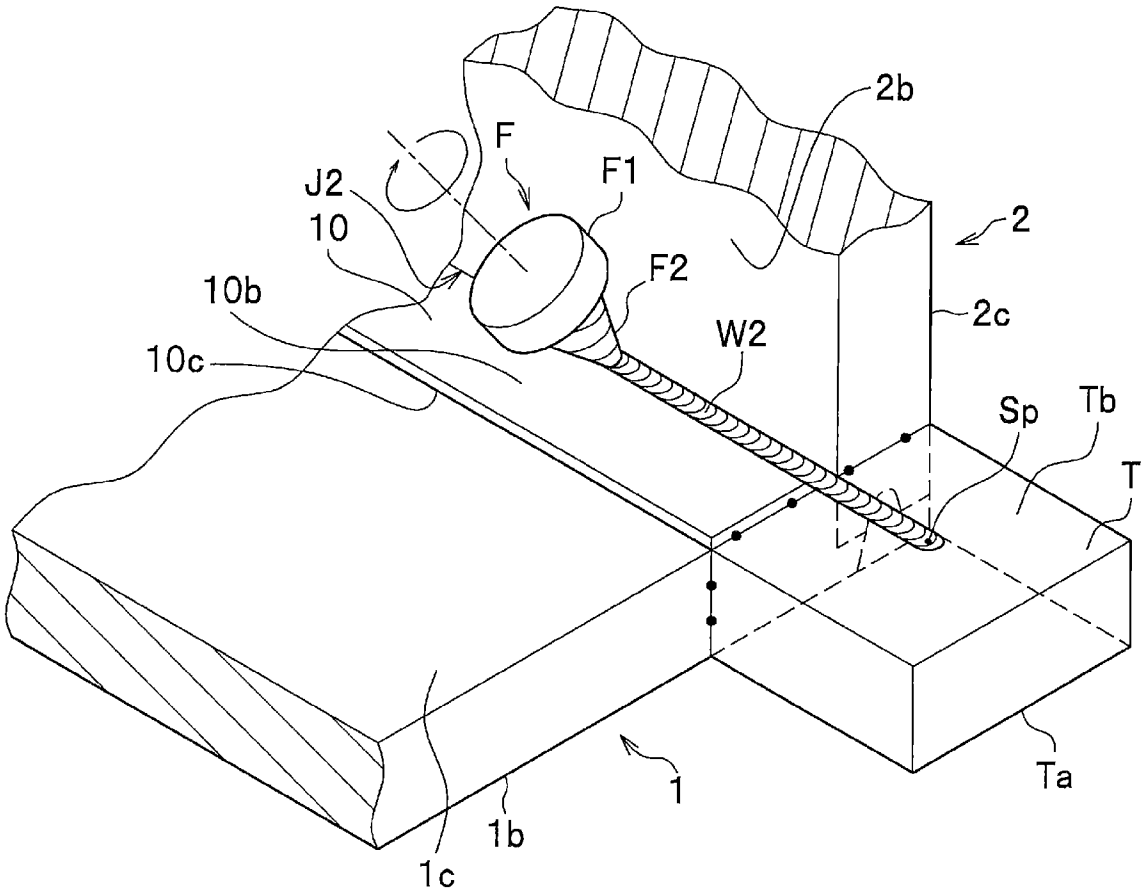
[図5]


10b
10
2b
2
2c
F
1c
1
Tb
F2
F1
W2
Ta
Sp
T
1b

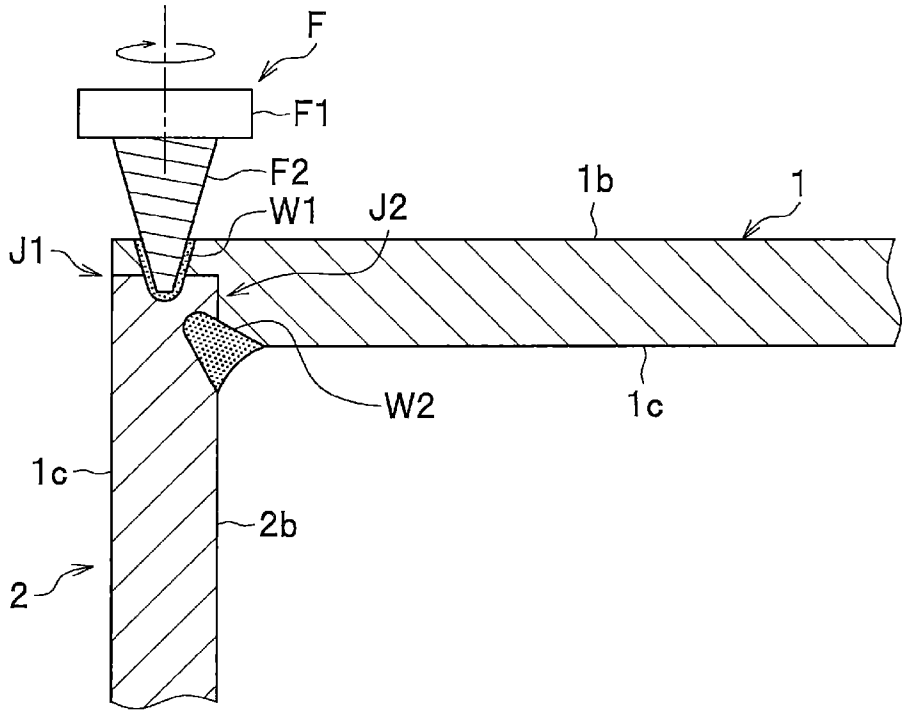
[図6]


2b
2
V
F1
F
2c
Ad
Re
10
10b
1c
1
J2
F2
W2
J1
W1
1b

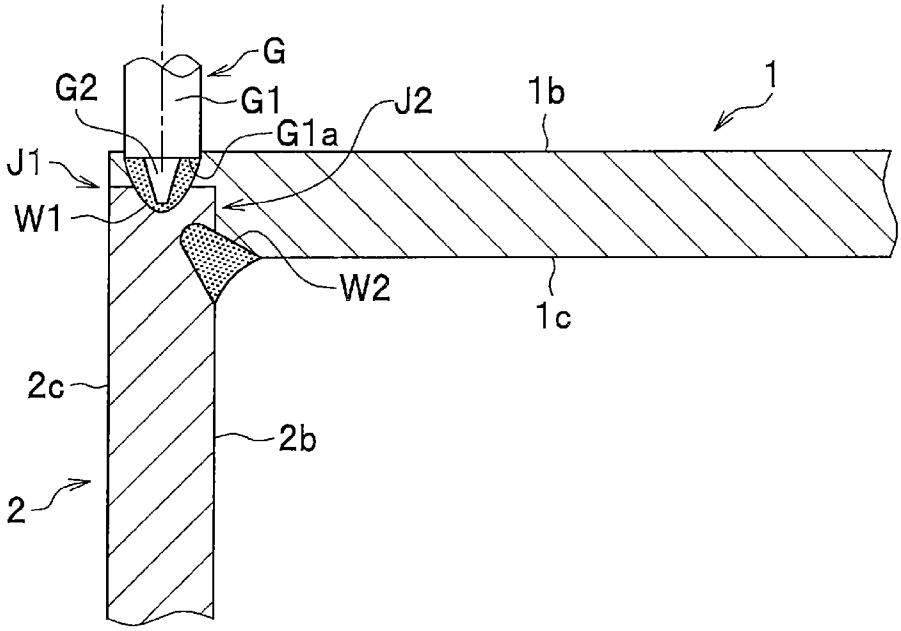
[図7]


2b
F
F1
J2
10
2
F2
10b
2c
W2
10c
Sp
Tb
T
1
Ta
1b
1c

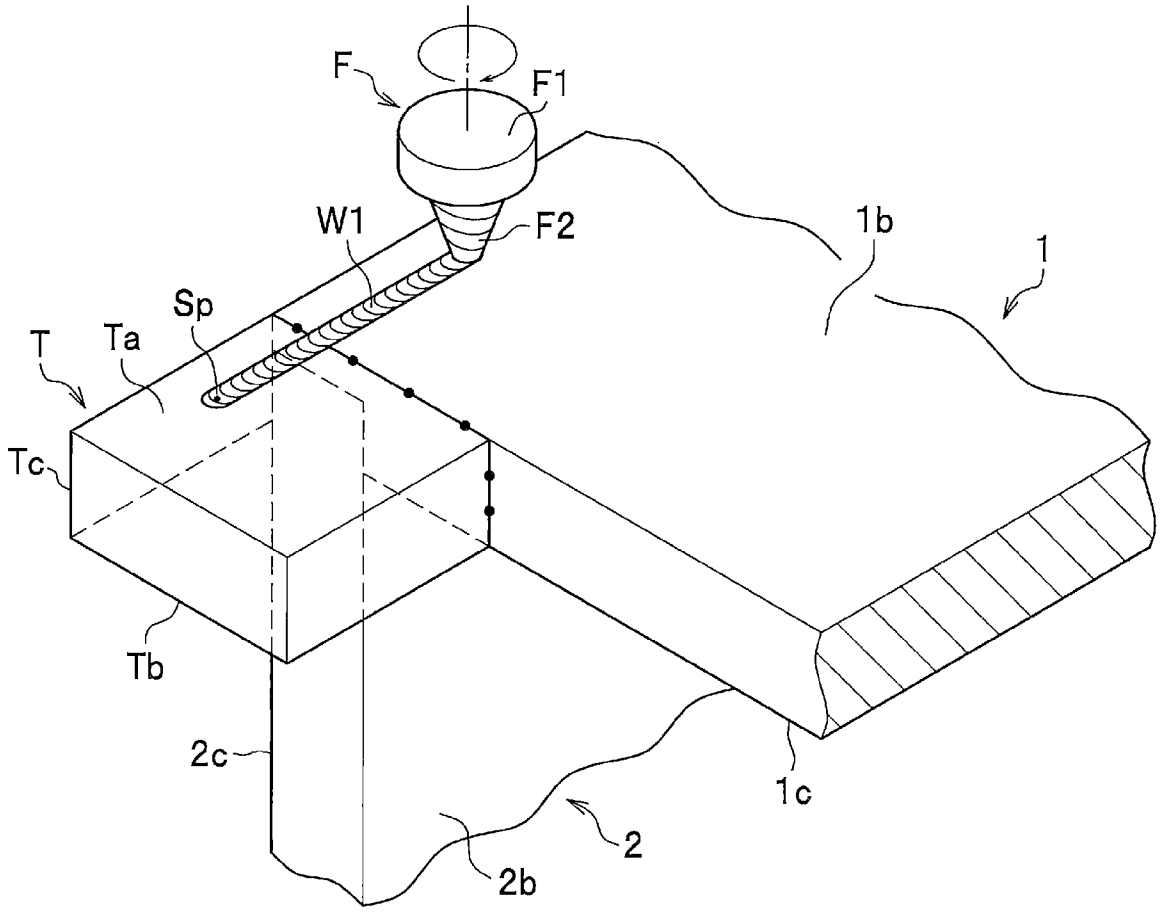
[図8]


F
F1
F2
1b
1
W1
J2
J1
W2
1c
1c
2b
2

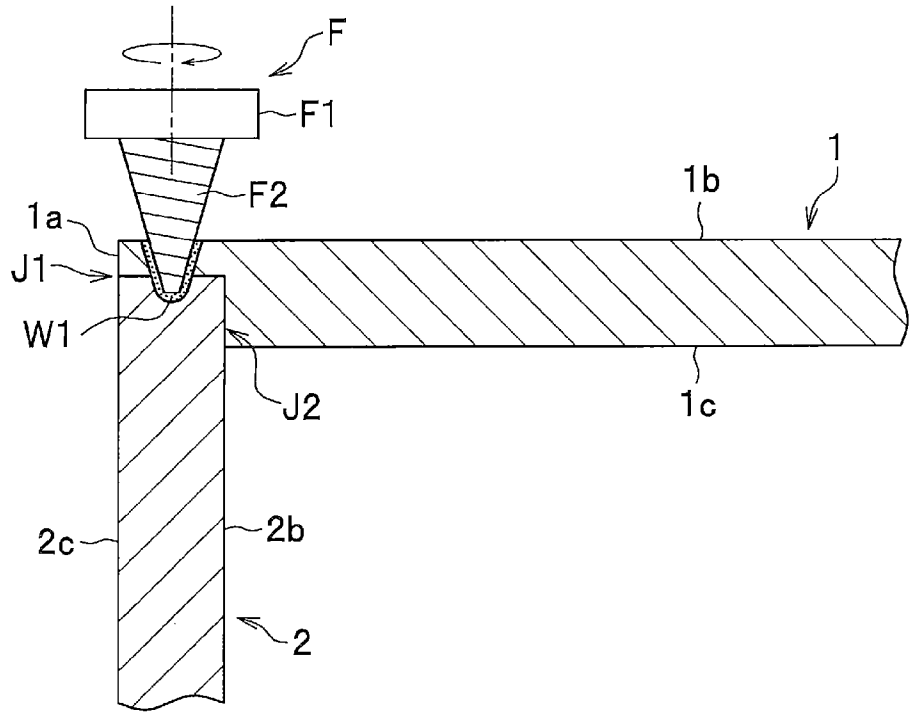
[図9]



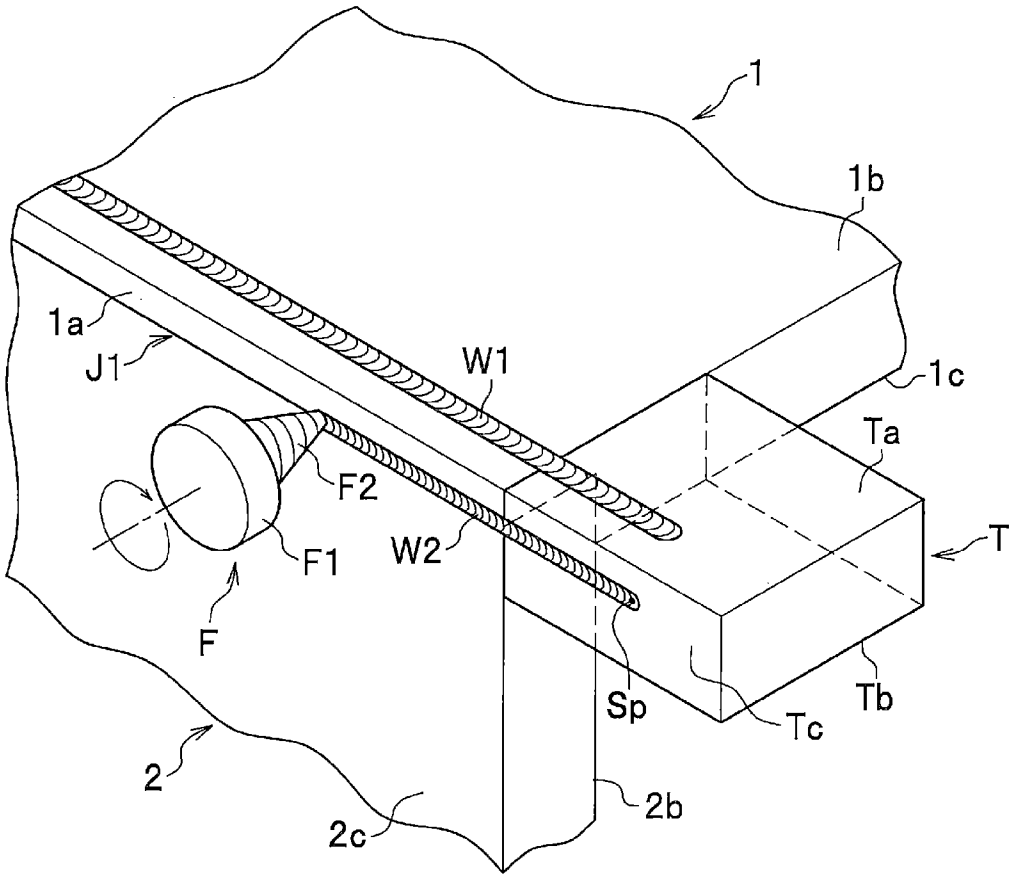
[図10]



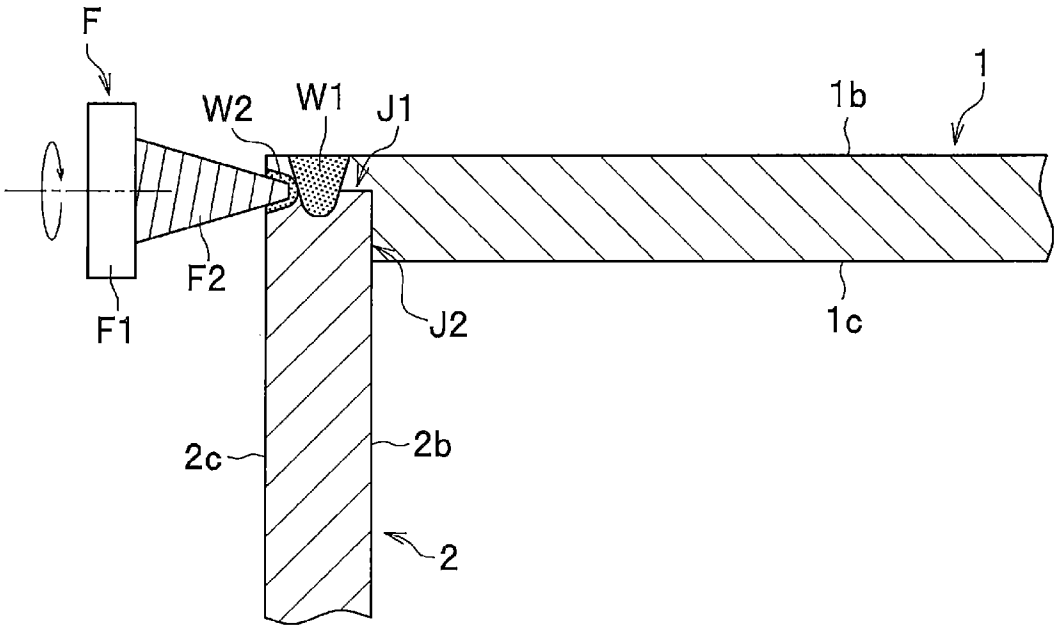
[図11]



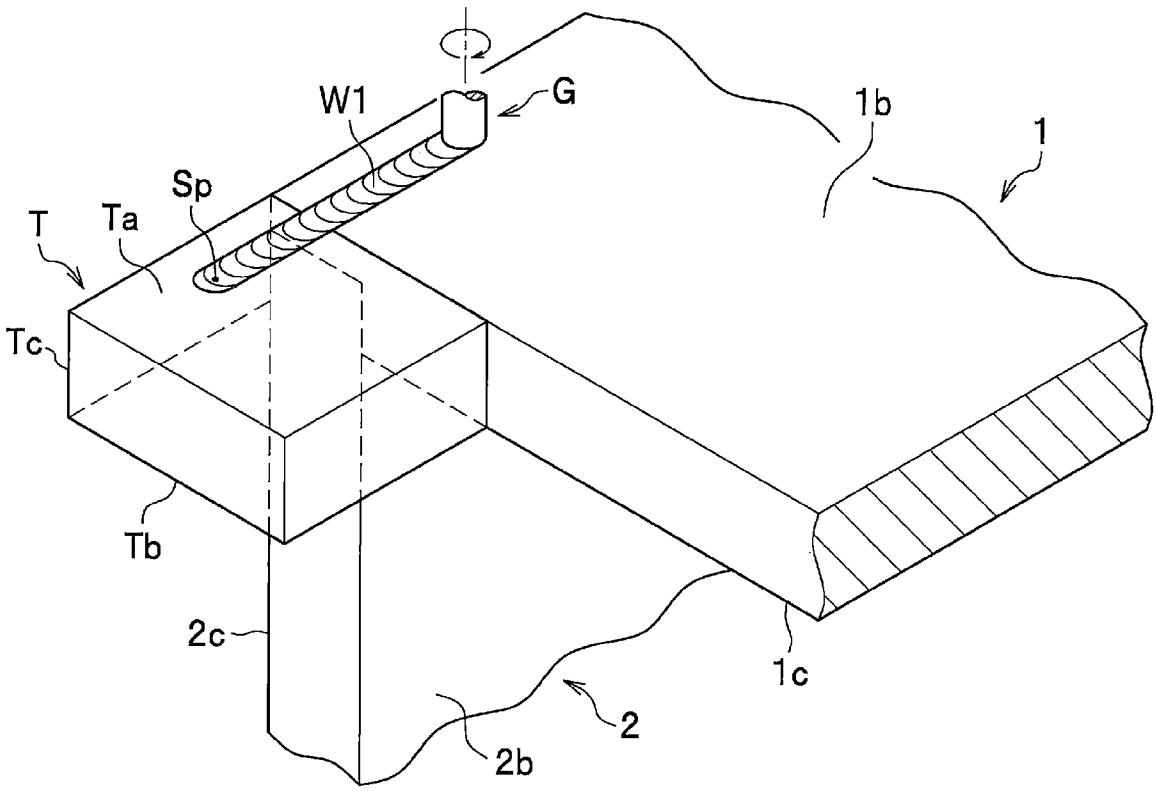
[図12]


1
1b
1a
J1
W1
1c
Ta
F2
T
F1
W2
F
Sp
Tc
Tb
2
2b
2c

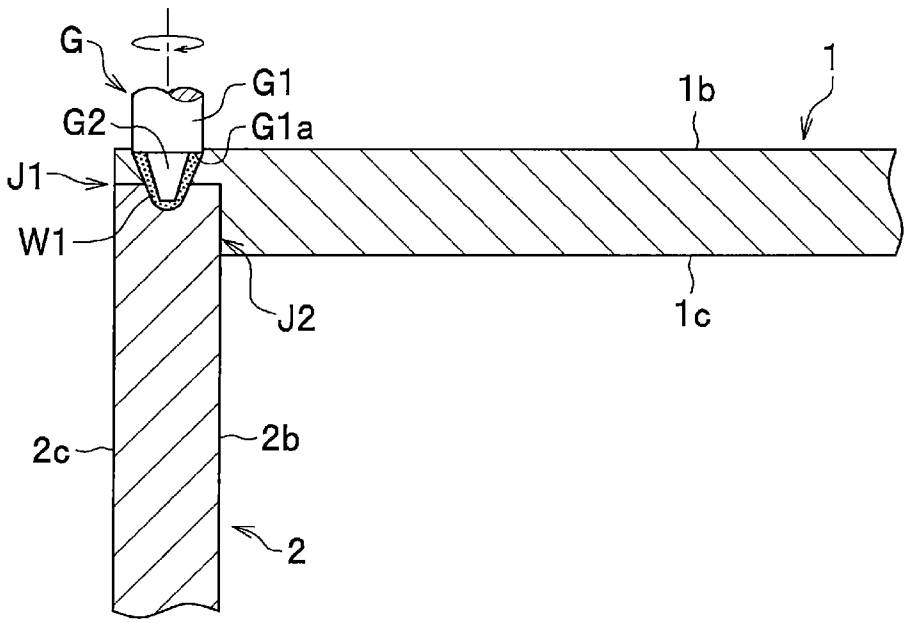
[図13]


F
W2
W1
J1
1b
1
F2
F1
J2
1c
2c
2b
2

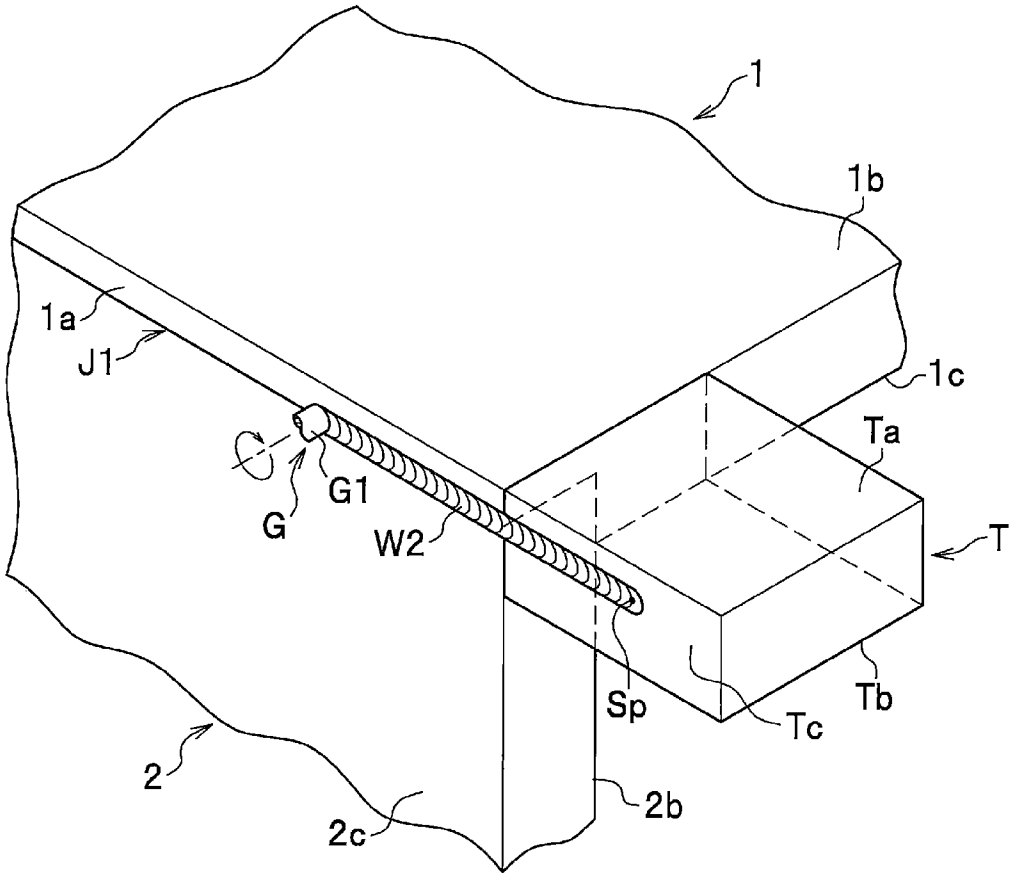
[図14]



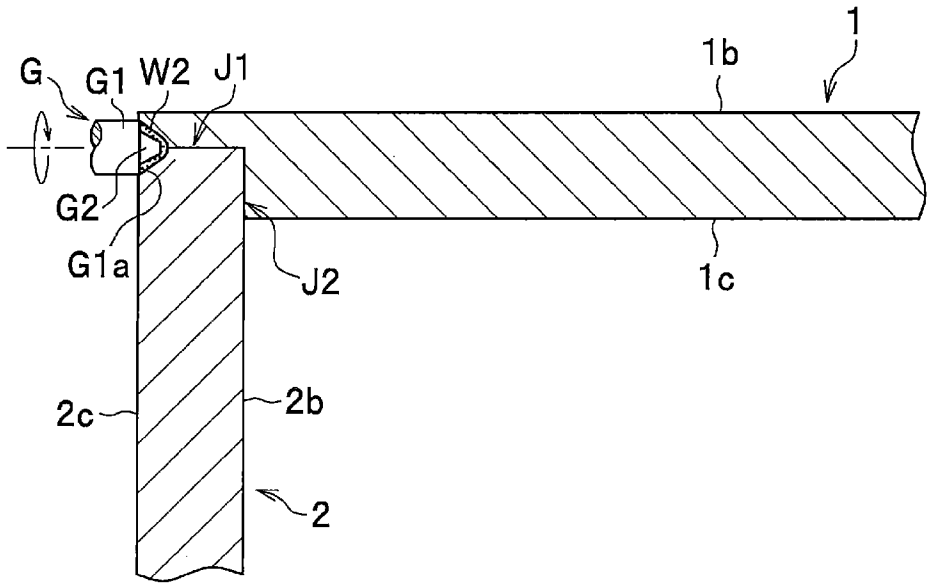
[図15]



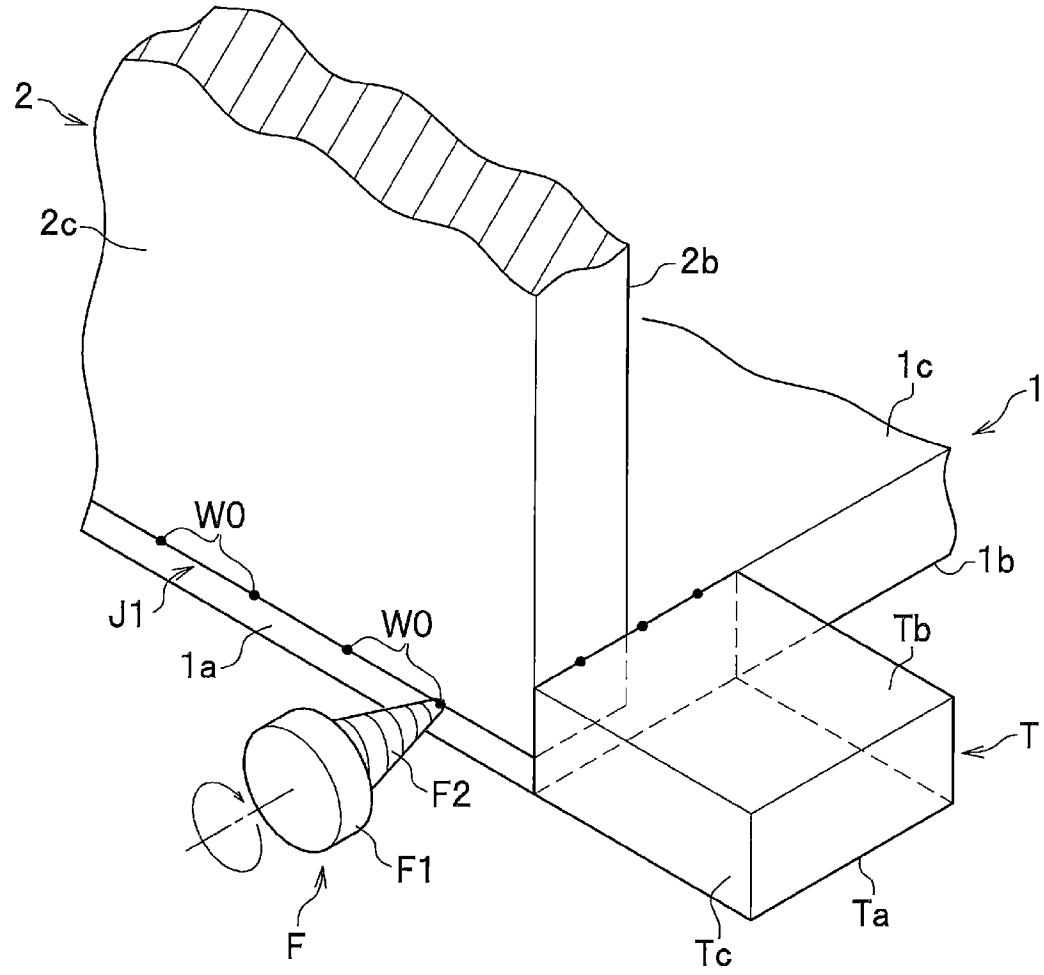
[図16]


1
1b
1a
J1
1c
Ta
G
G1
W2
T
Sp
Tc
Tb
2
2b
2c

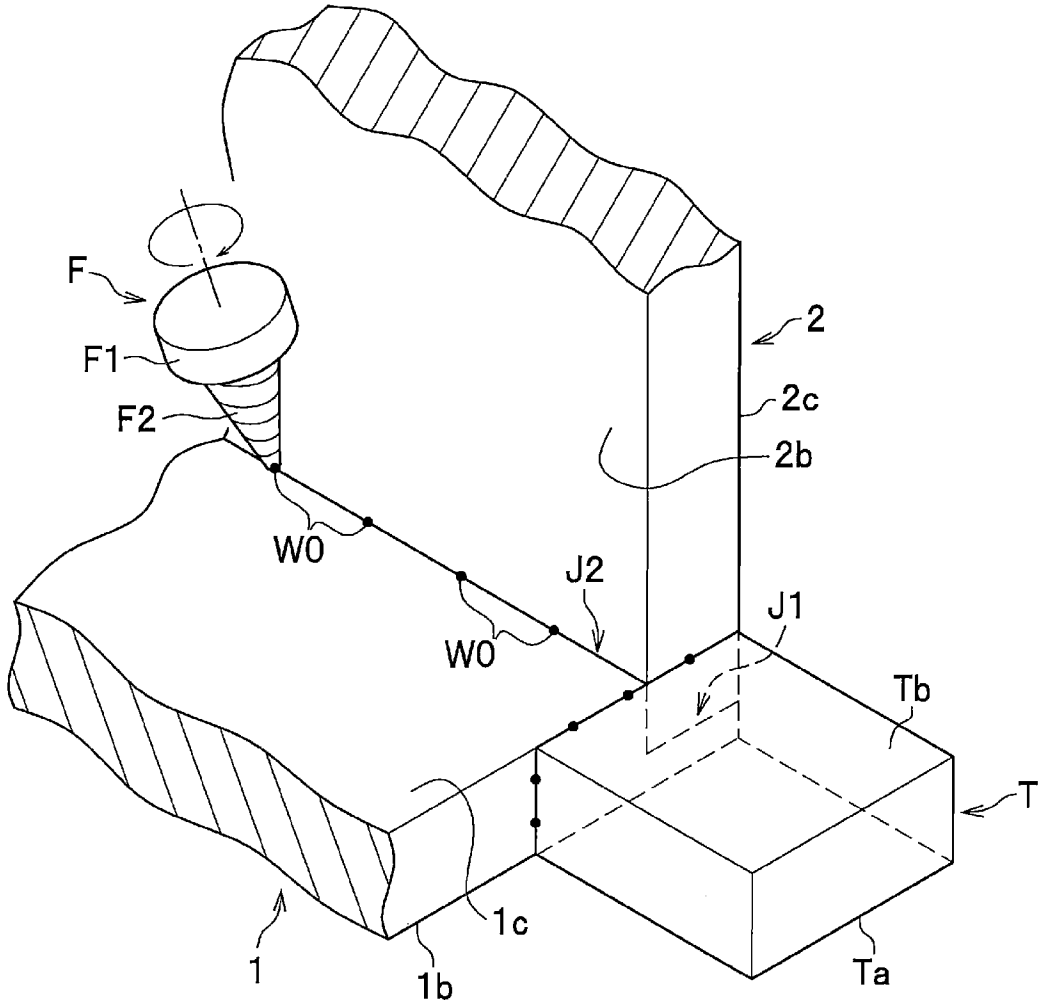
[図17]


G
G1
W2
J1
1b
1
G2
G1a
J2
1c
2c
2b
2

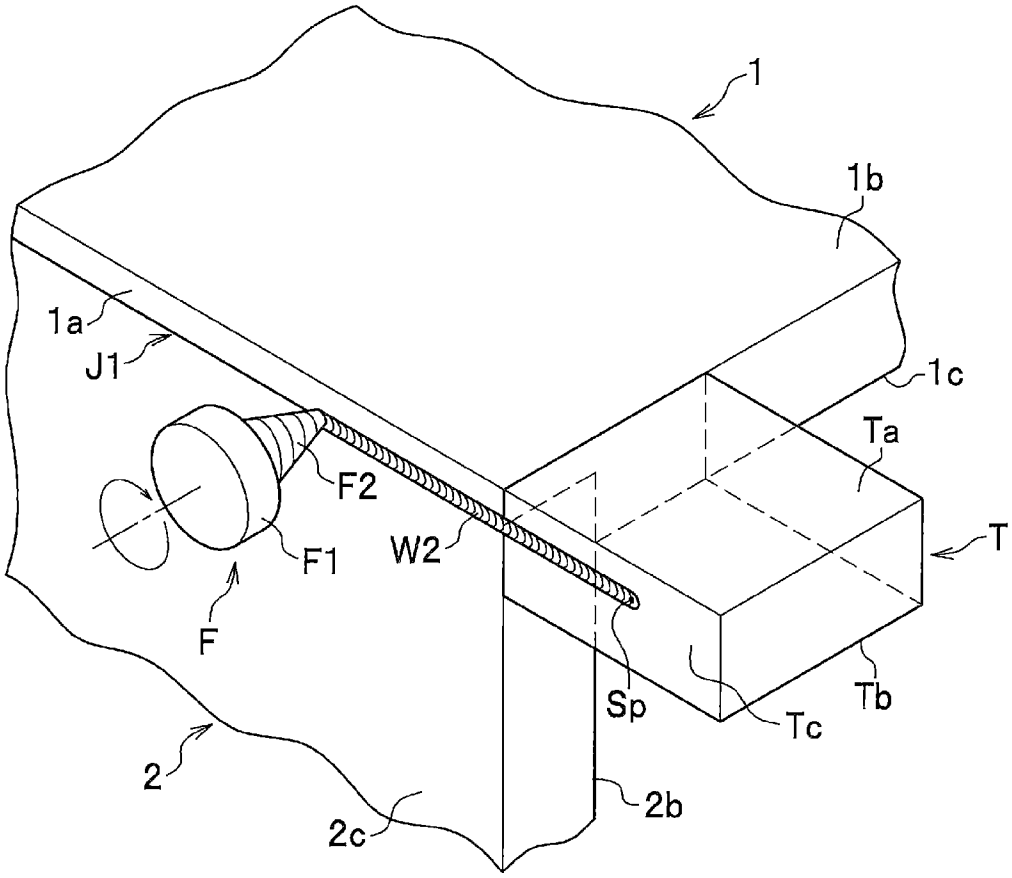
[図18]



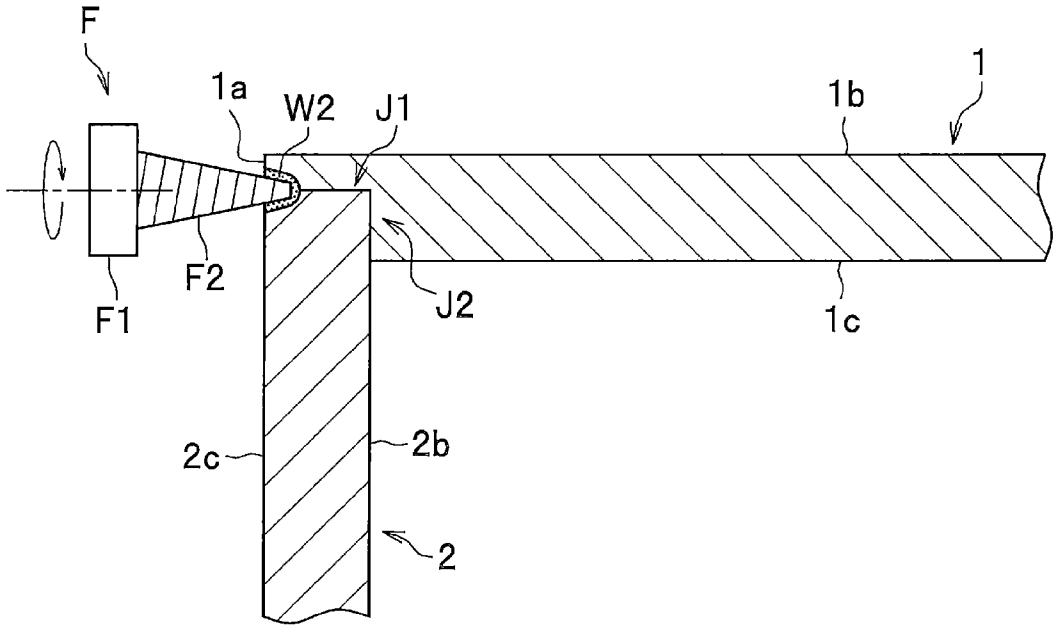
[図19]



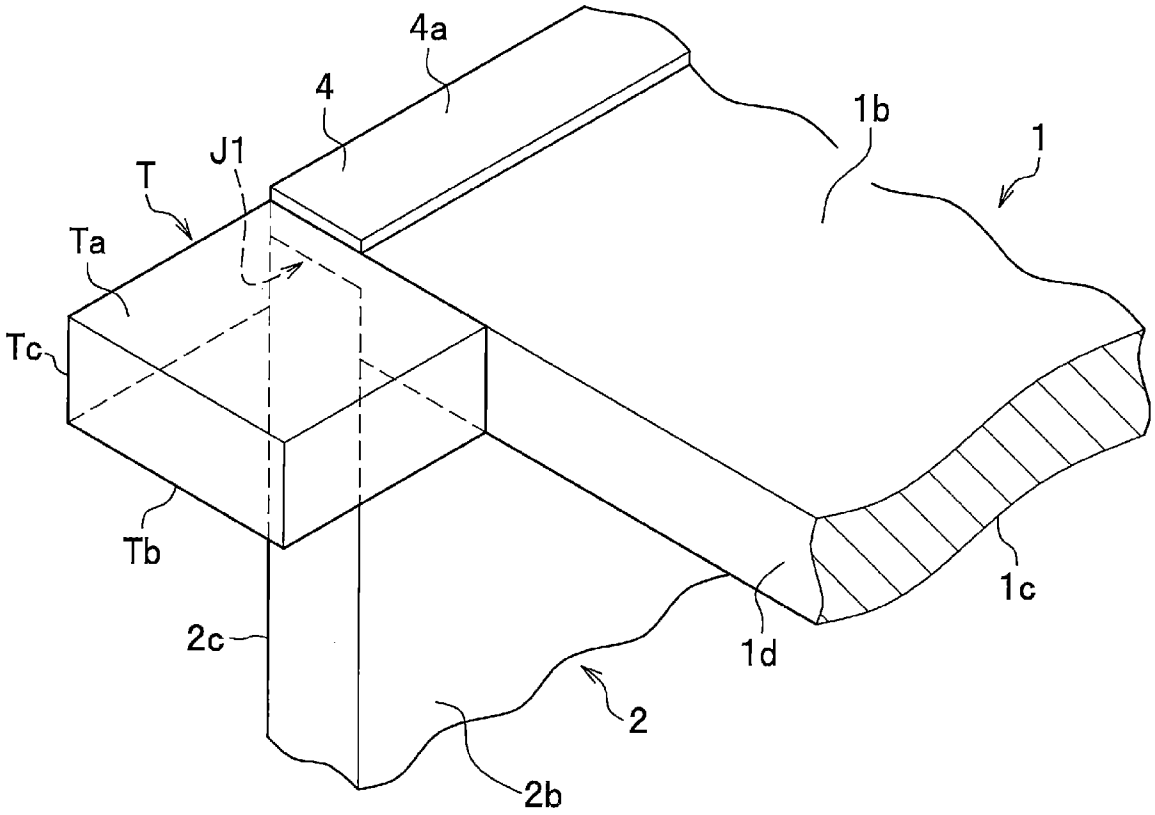
[図20]


1
1b
1a
J1
1c
Ta
F2
T
W2
F1
F
Sp
Tc
Tb
2
2b
2c

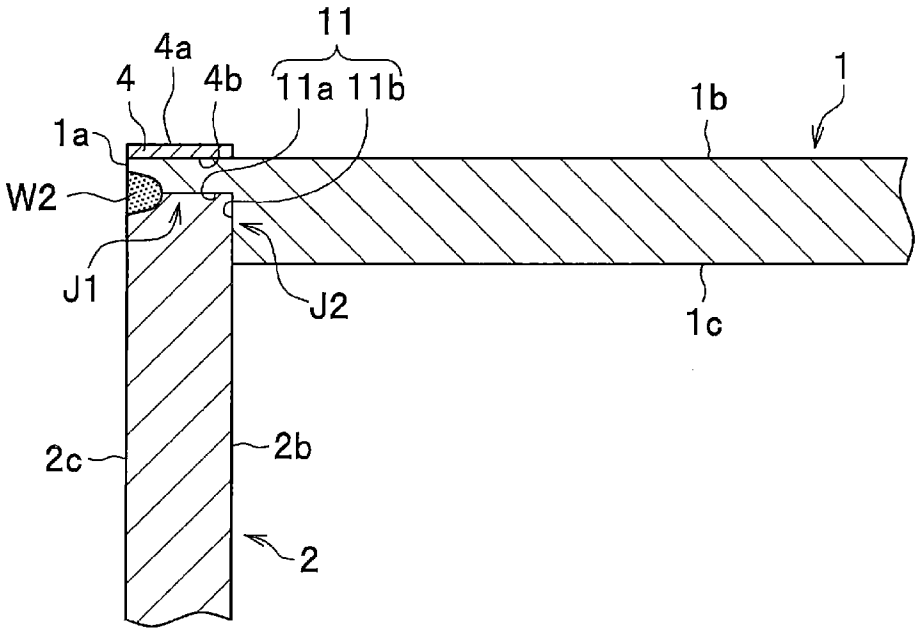
[図21]


F
1a
W2
J1
1b
1
F2
F1
J2
1c
2c
2b
2

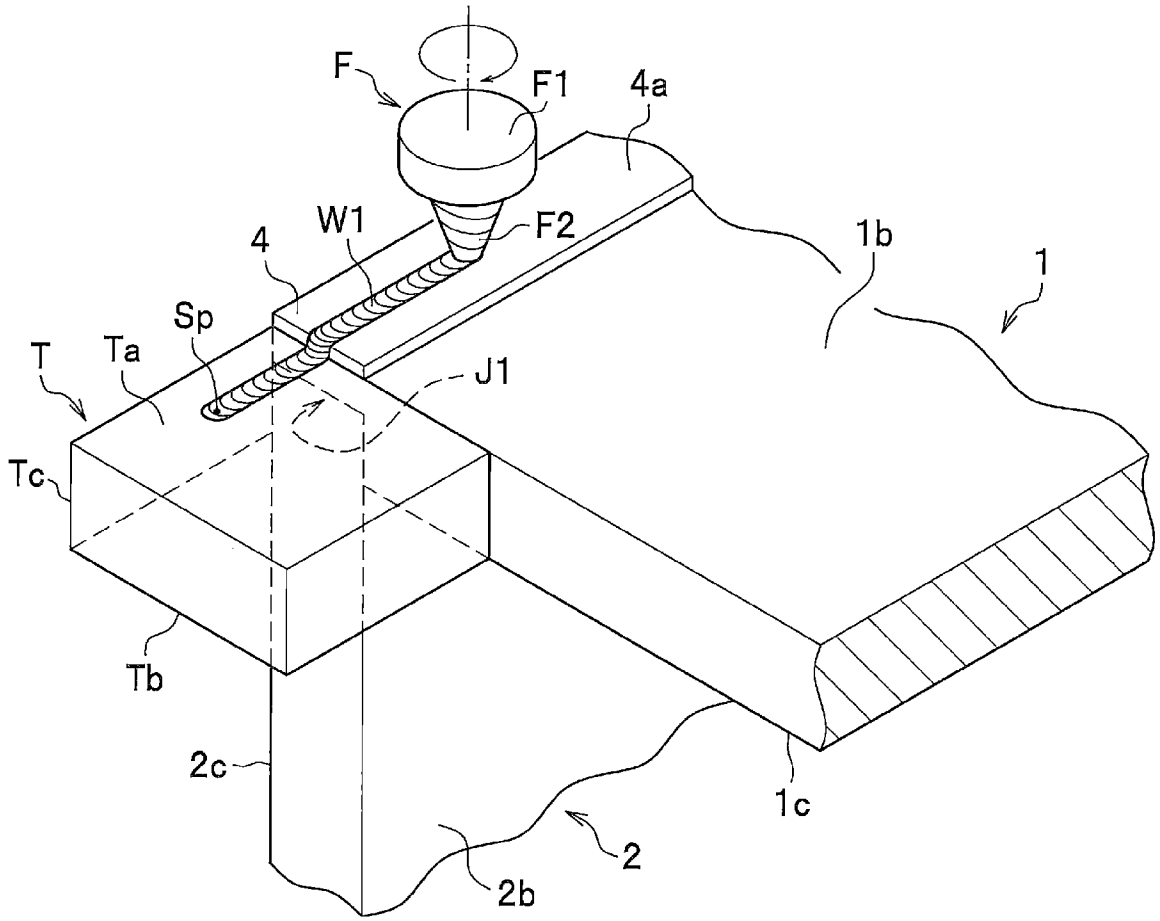
[図22]


4a
4
1b
1
J1
T
Ta
Tc
Tb
1c
2c
1d
2
2b

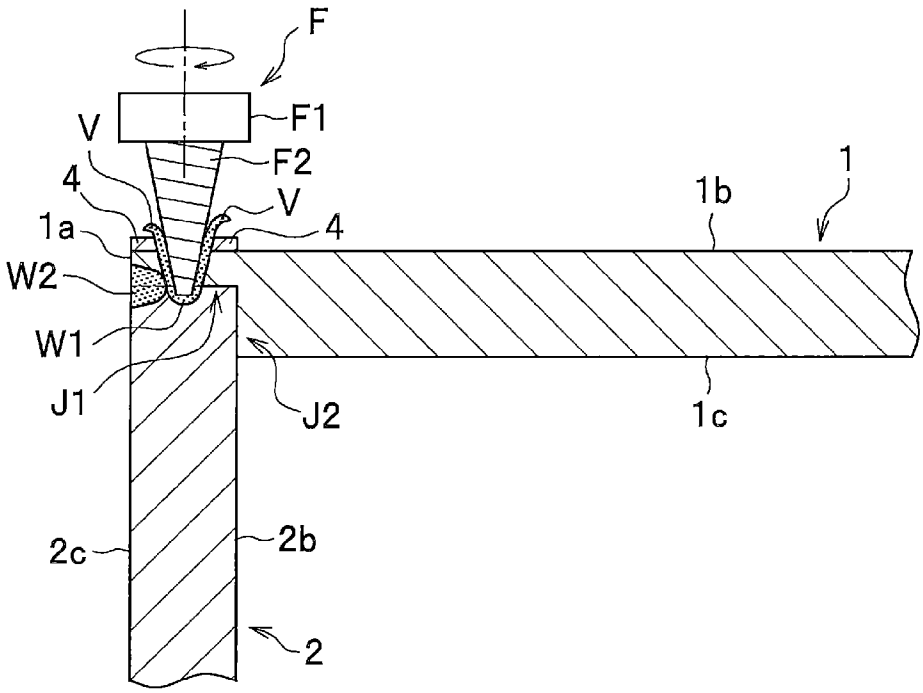
[図23]


11
4a
4
4b
11a 11b
1b
1
1a
W2
J1
J2
1c
2c
2b
2

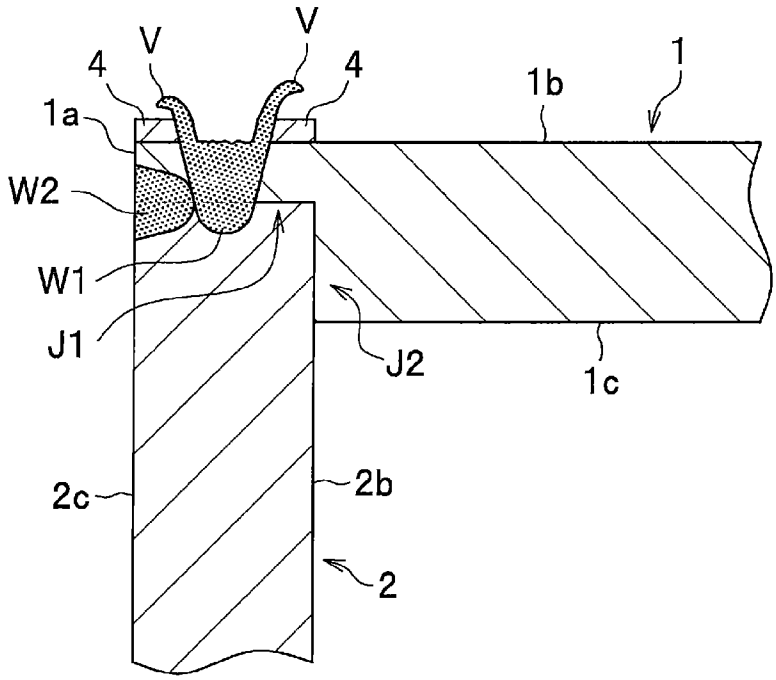
[図24]


F
F1
4a
W1
F2
4
1b
1
Sp
T
Ta
J1
Tc
Tb
2c
1c
2
2b

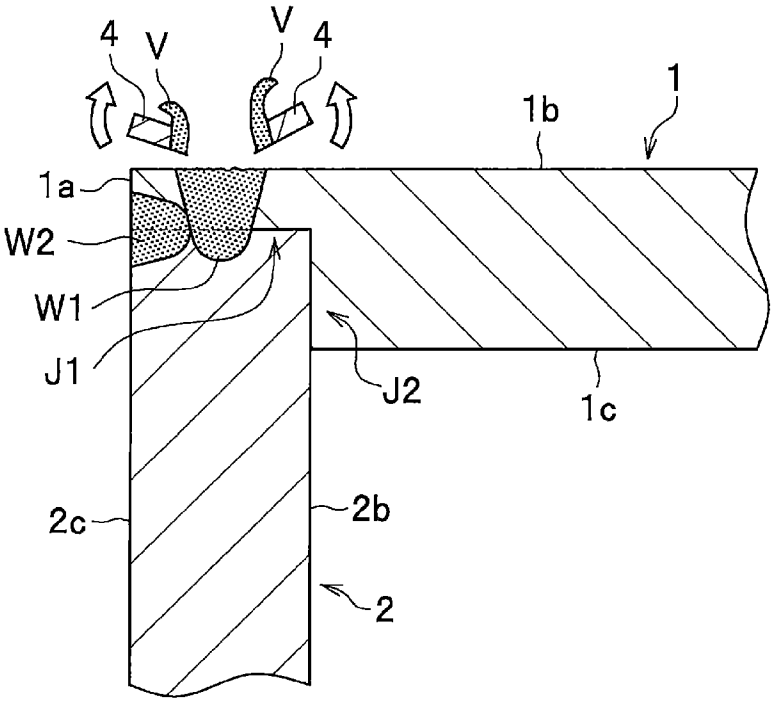
[図25]


F
V
F1
F2
4
V
1b
1
1a
4
W2
W1
J1
J2
1c
2c
2b
2

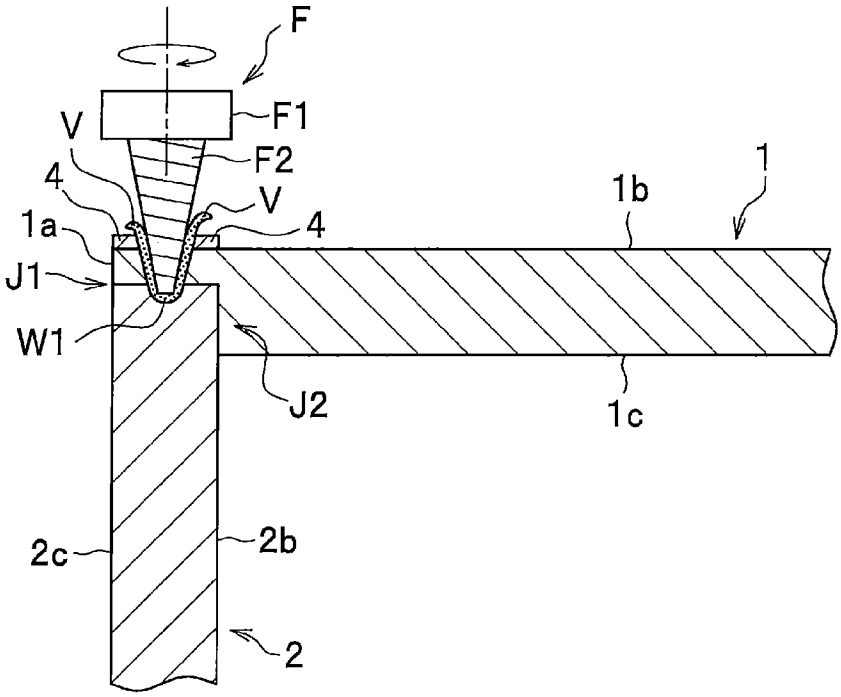
[図26]



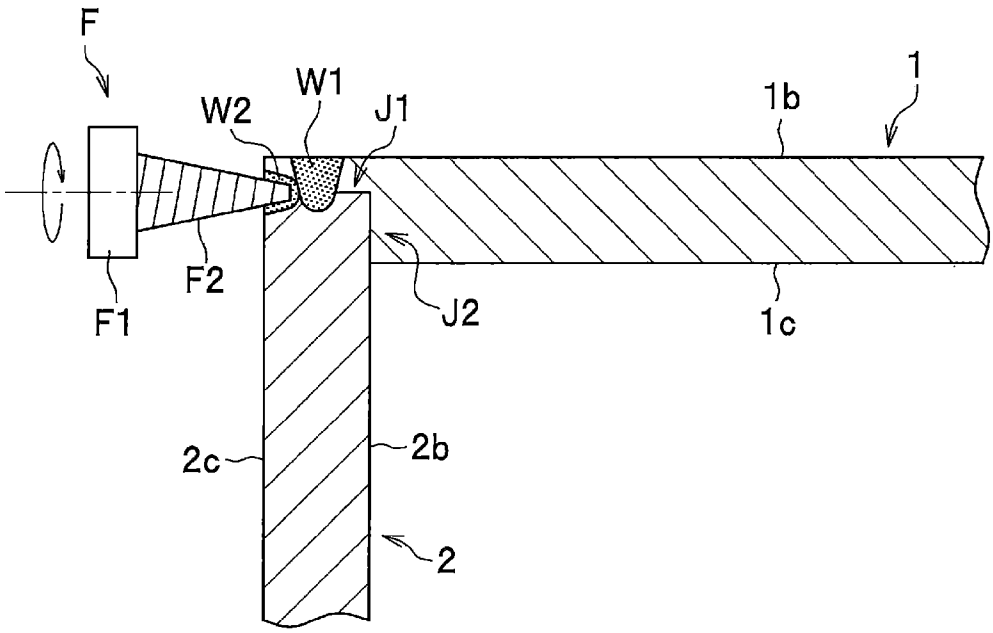
[図27]



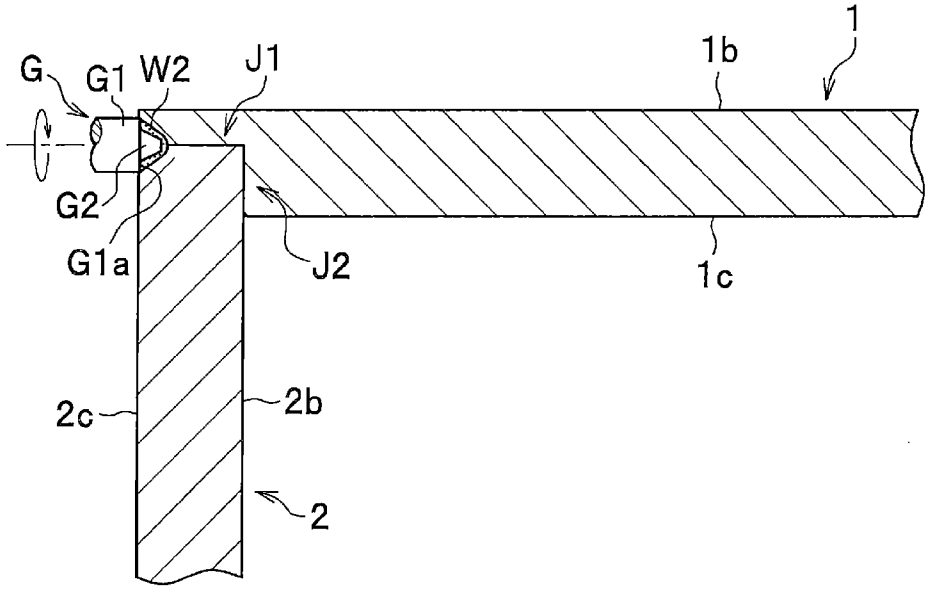
[図28]


F
F1
V
F2
4
V
1a
4
1b
1
J1
W1
J2
1c
2c
2b
2

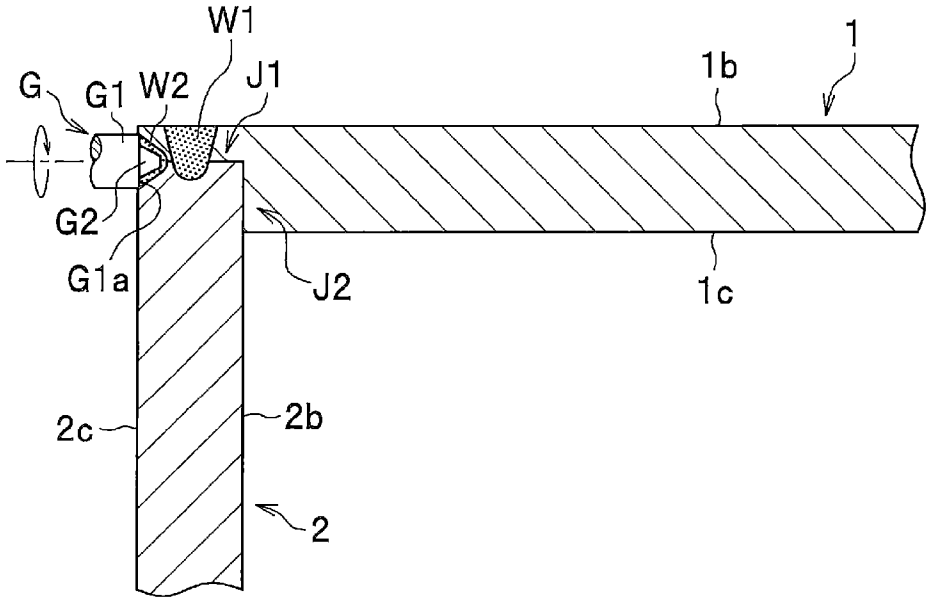
[図29]


F
W1
W2
J1
1b
1
F2
F1
J2
1c
2c
2b
2

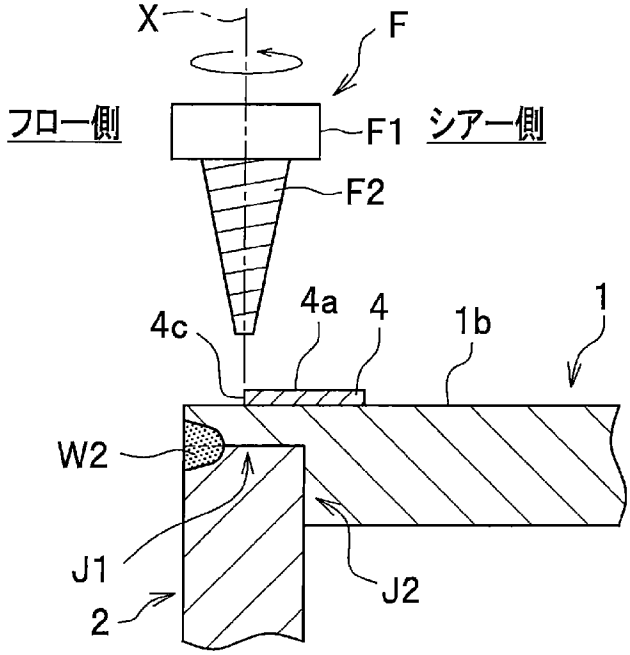
[図30]


G
G1
W2
J1
1b
1
G2
G1a
J2
1c
2c
2b
2

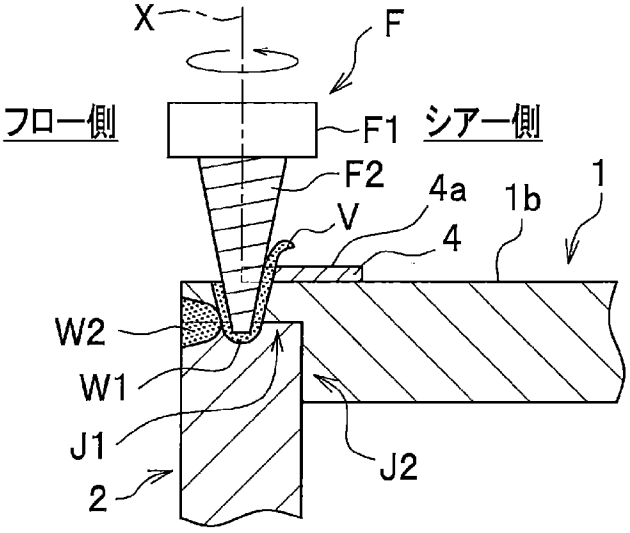
[図31]


W1
G
G1
W2
J1
1b
1
G2
G1a
J2
1c
2c
2b
2

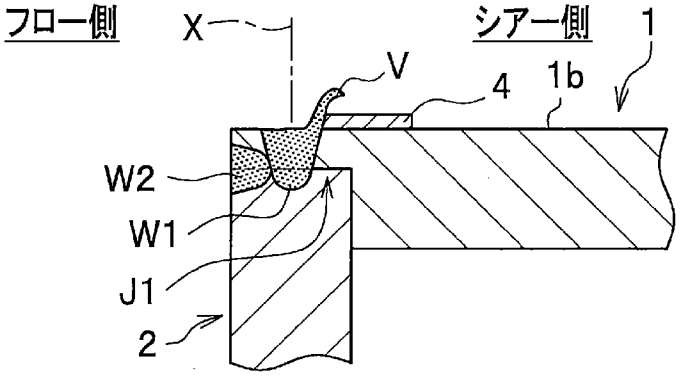
[図32]


X
F
フロー側
F1
シアー側
F2
4c
4a
4
1b
1
W2
J1
J2
2

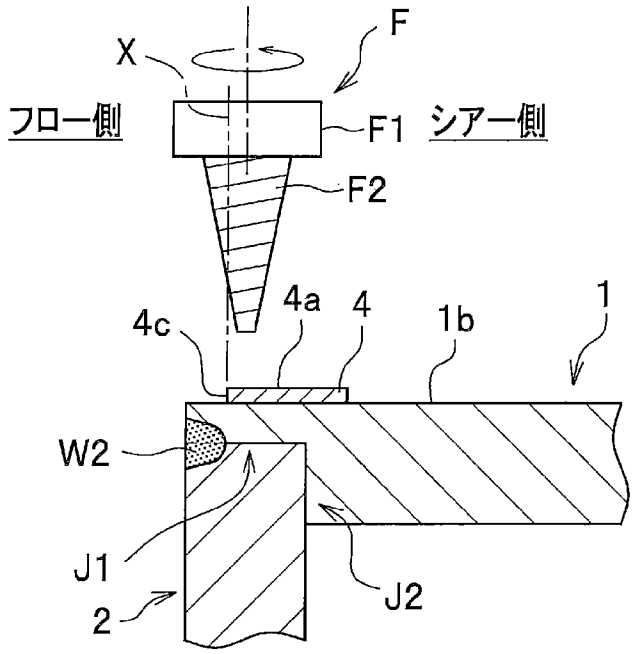
[図33]


X
F
フロー側
F1
シアー側
F2
V
4a
4
1b
1
W2
W1
J1
J2
2

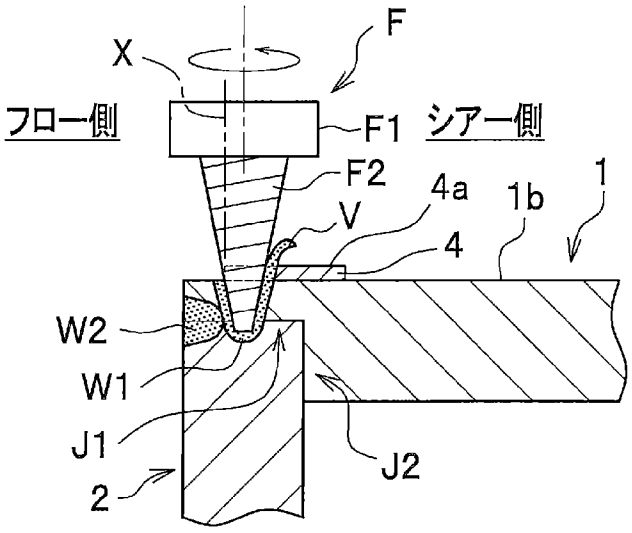
[図34]


フロー側
X
シアー側
1
V
4
1b
W2
W1
J1
2

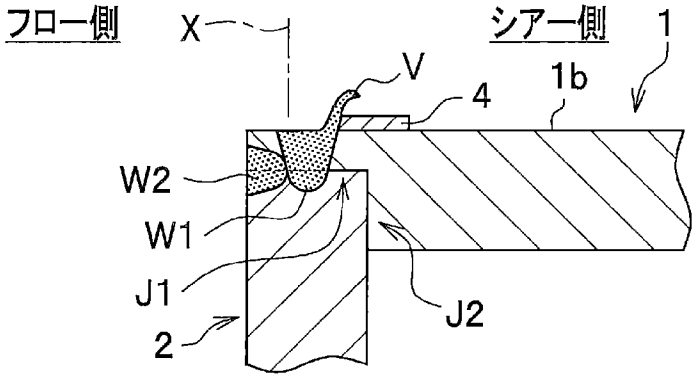
[図35]


X
F
フロー側
F1
シアー側
F2
4a
4
1b
1
4c
W2
J1
J2
2

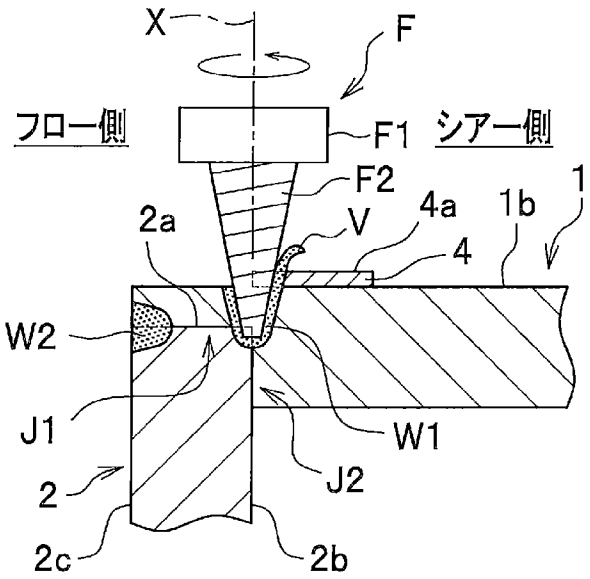
[図36]


X
F
フロー側
F1
シアー側
F2
4a
1b
1
V
4
W2
W1
J1
J2
2

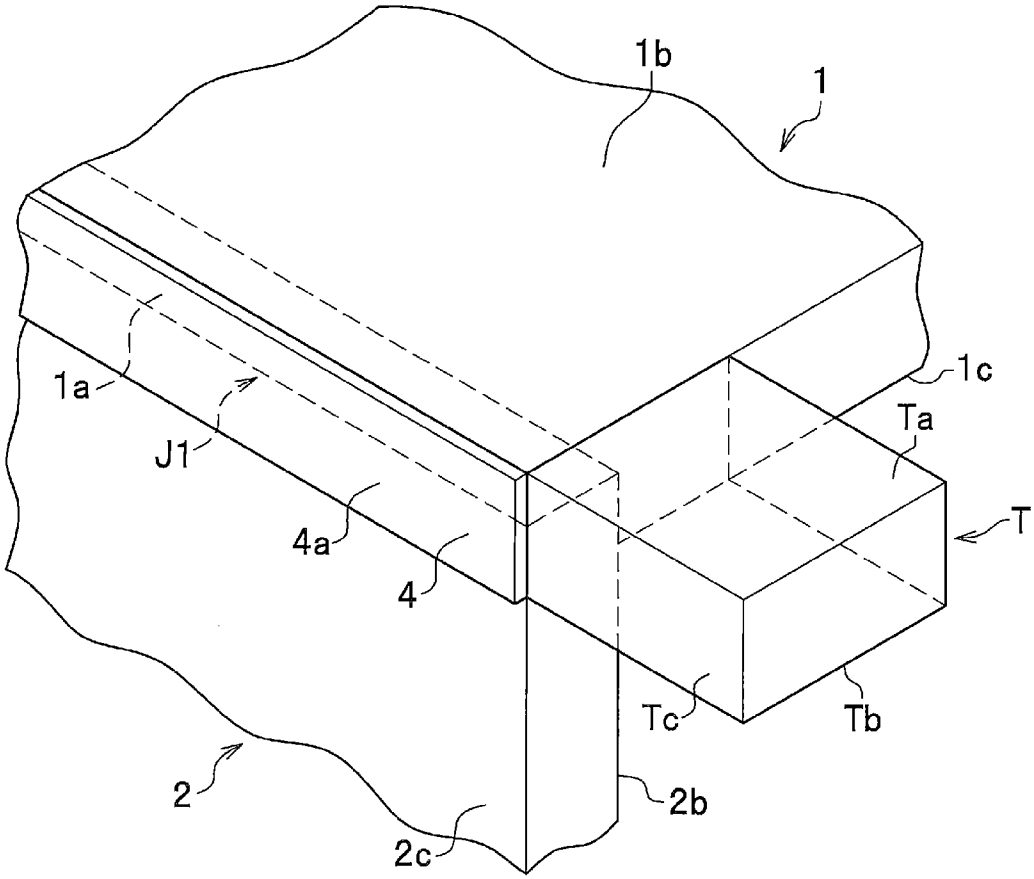
[図37]


フロー側
X
シアー側
1
V
4
1b
W2
W1
J1
J2
2

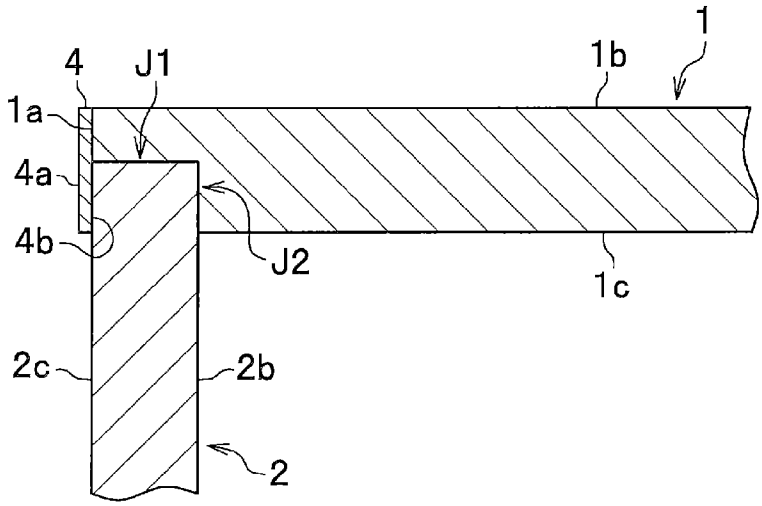
[図38]



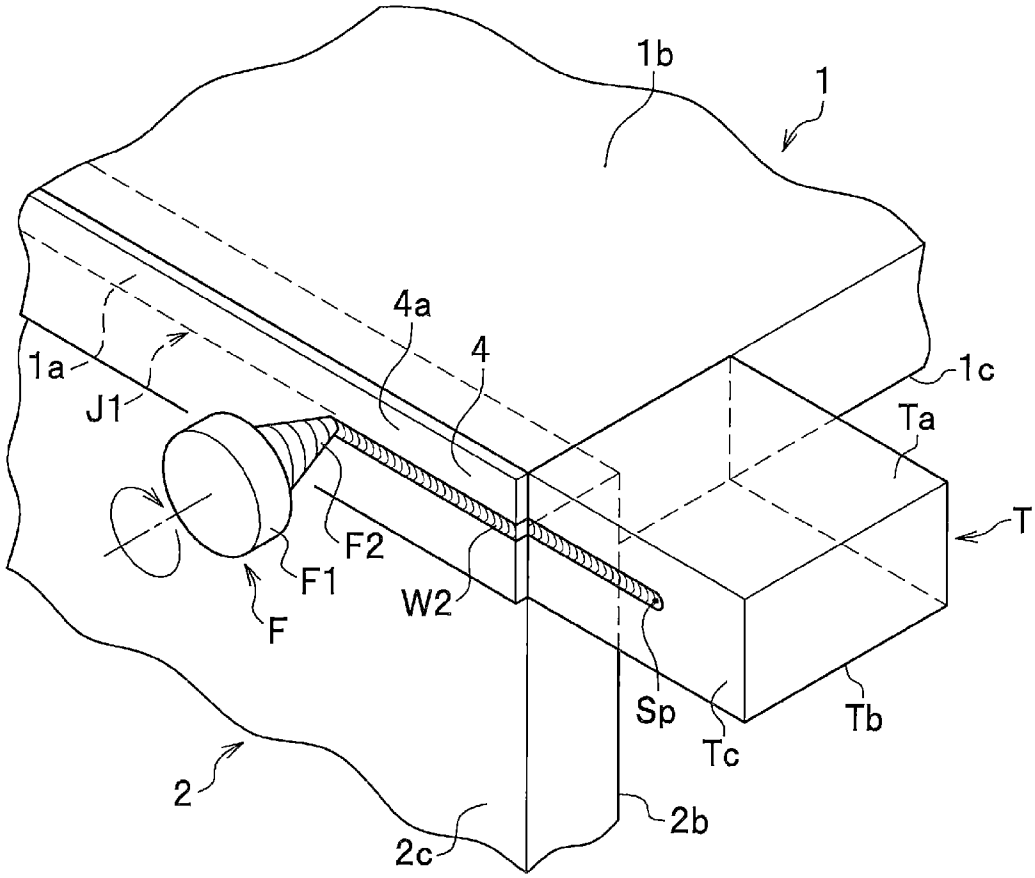
[図39]



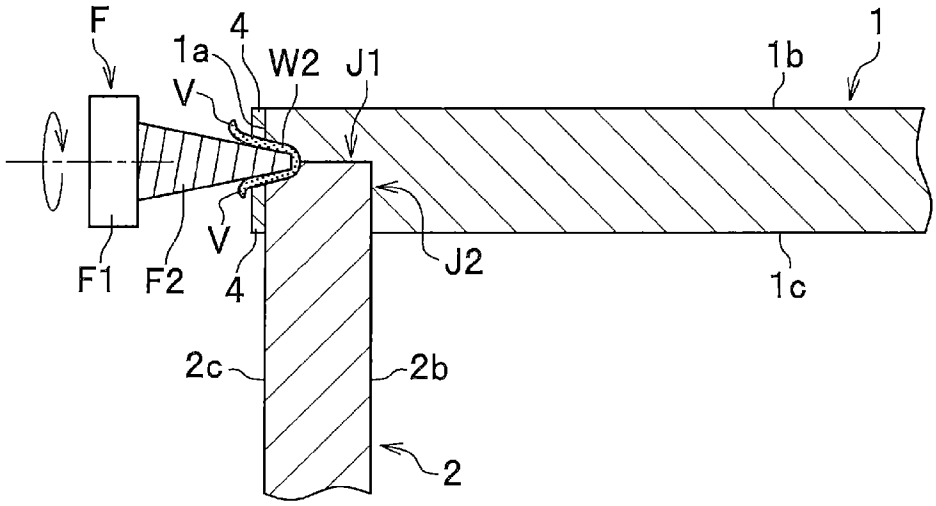
[図40]



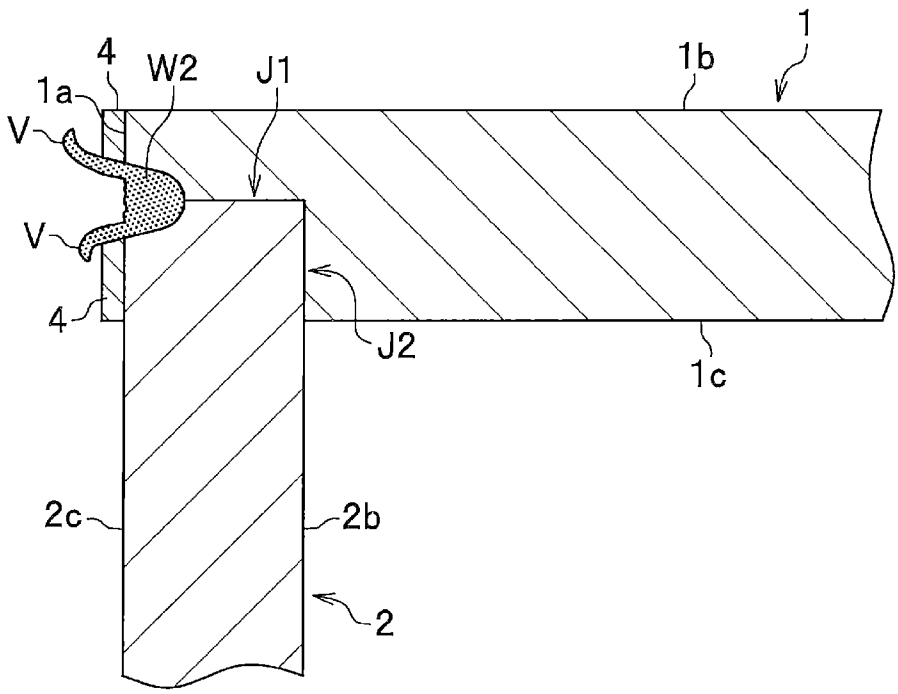
[図41]


1b
1
4a
4
1a
J1
1c
Ta
T
F2
F1
W2
F
Sp
Tc
Tb
2
2b
2c

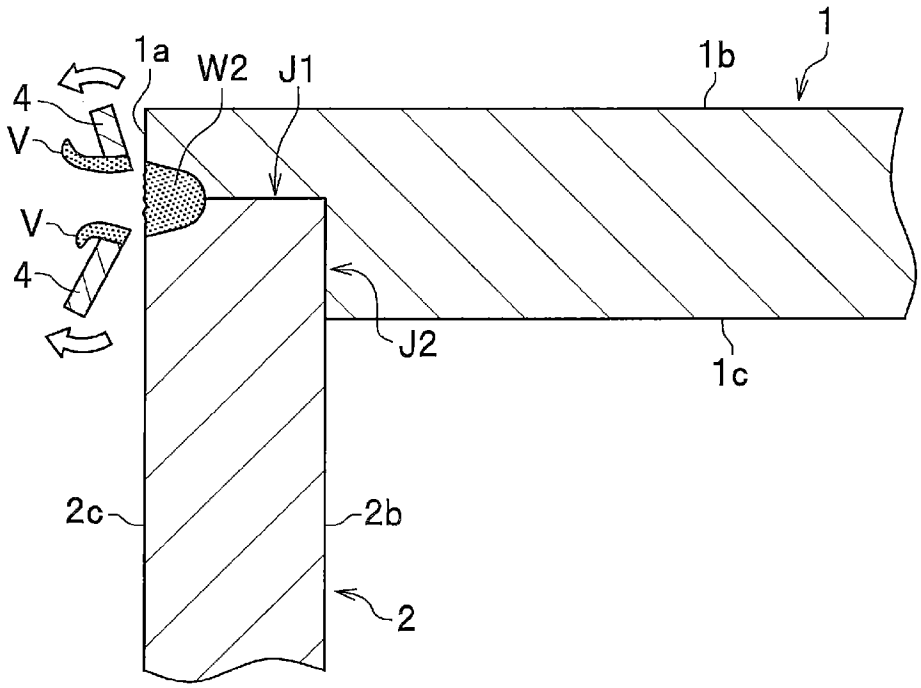
[図42]


F
4
1a
W2
J1
1b
1
V
V
J2
F1
F2
4
1c
2c
2b
2

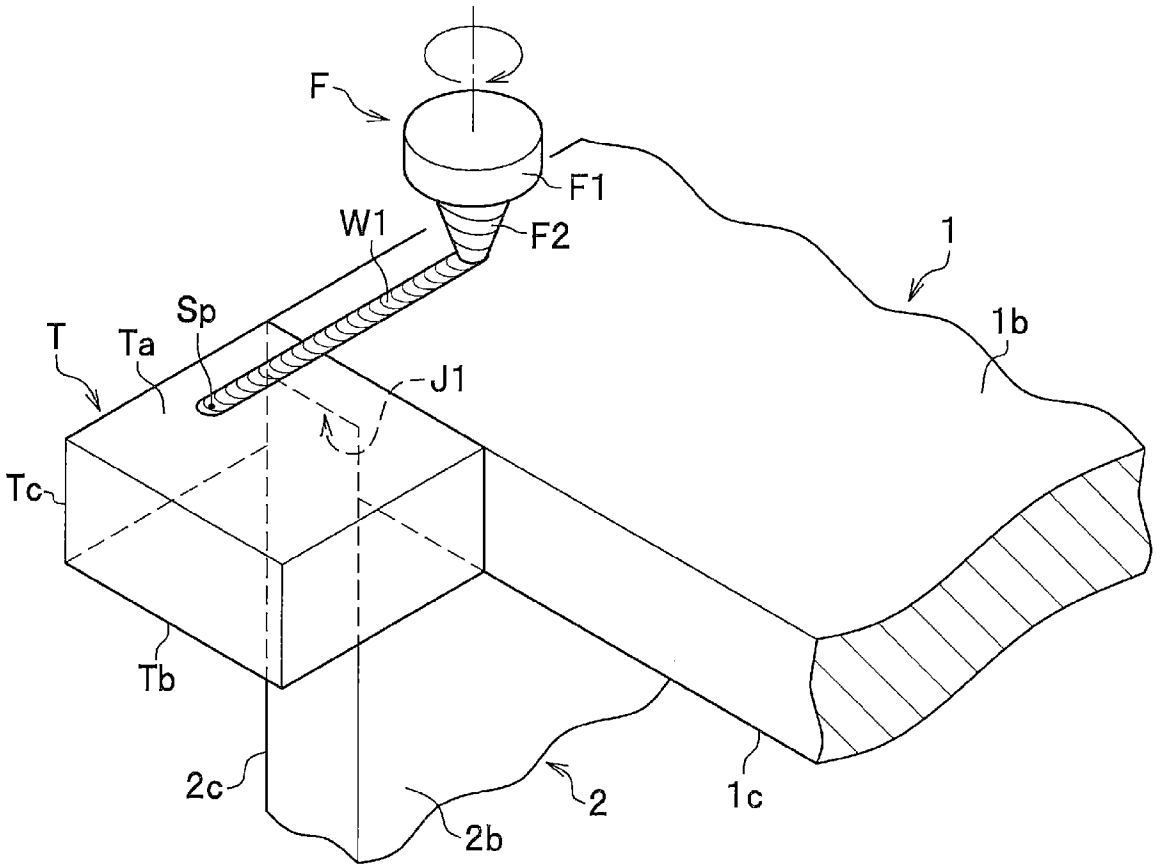
[図43]



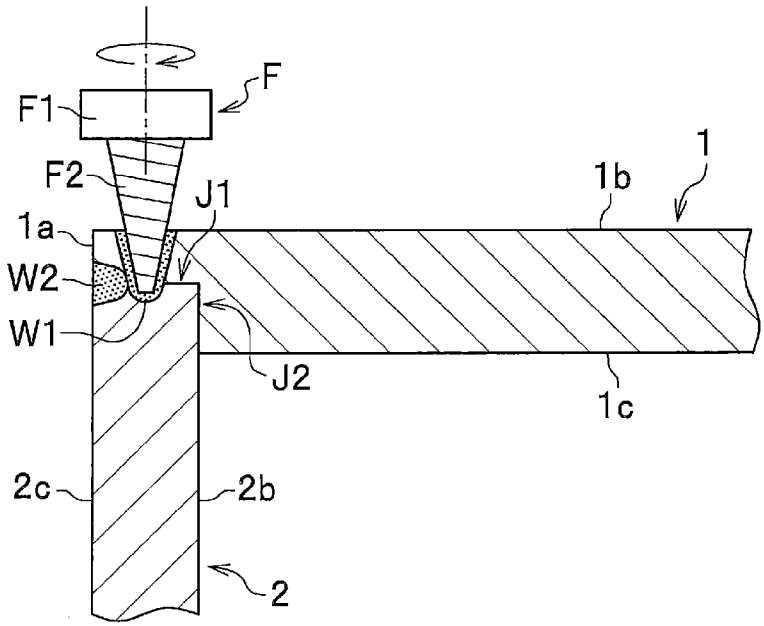
[図44]



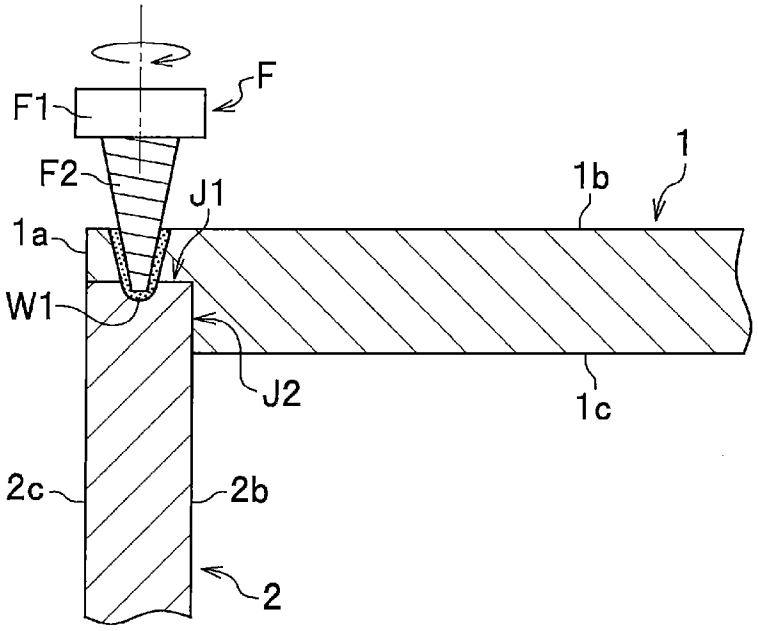
[図45]


F
F1
W1
F2
1
Sp
T
Ta
1b
J1
Tc
Tb
2c
2
1c
2b

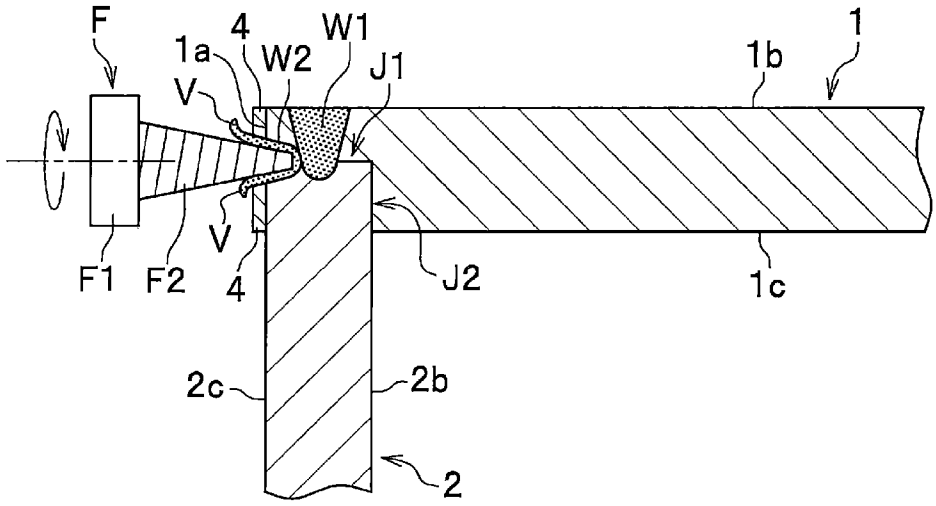
[図46]


F
F1
1
F2
1b
J1
1a
W2
W1
J2
1c
2c
2b
2

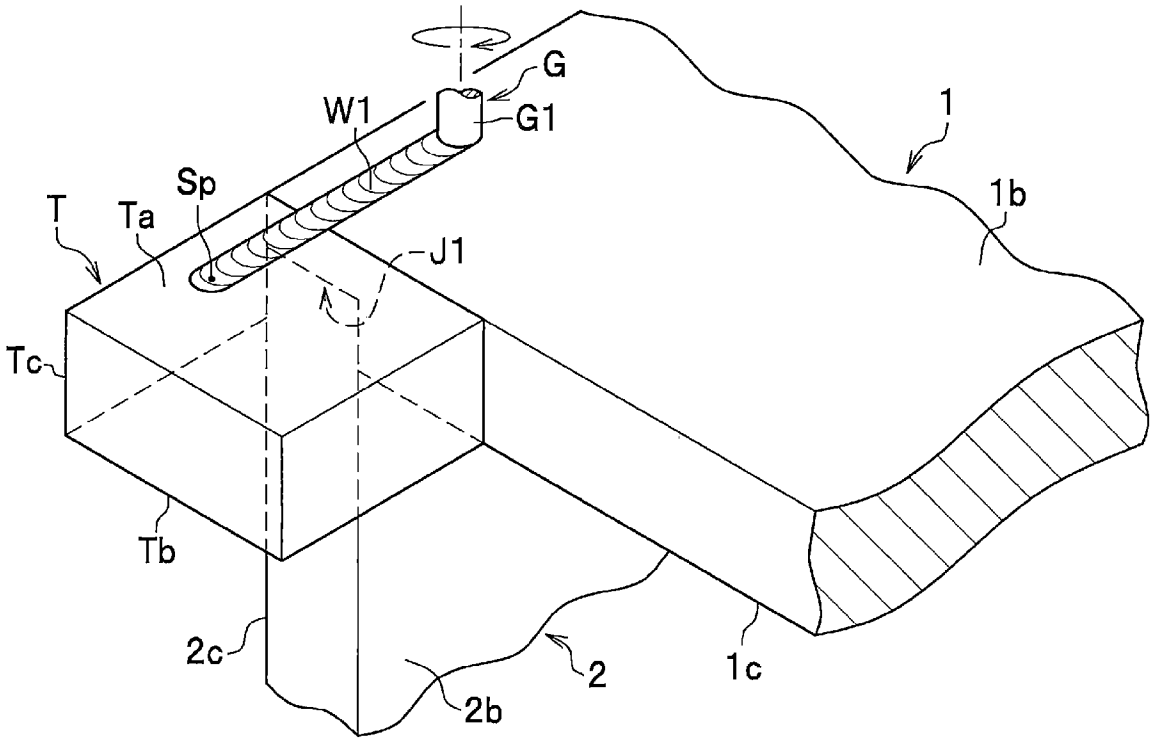
[図47]


F
F1
F2
J1
1
1b
1a
W1
J2
1c
2c
2b
2

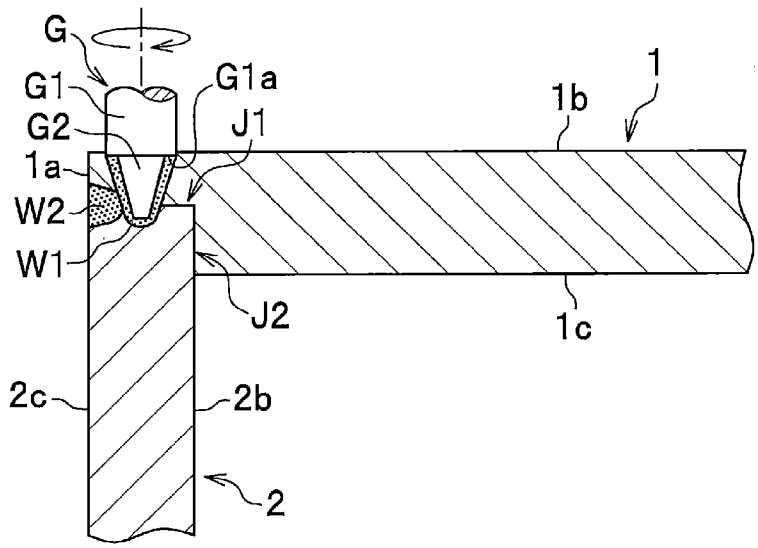
[図48]


F
4
W1
1a
W2
J1
1
1b
V
V
F1
F2
4
J2
1c
2c
2b
2

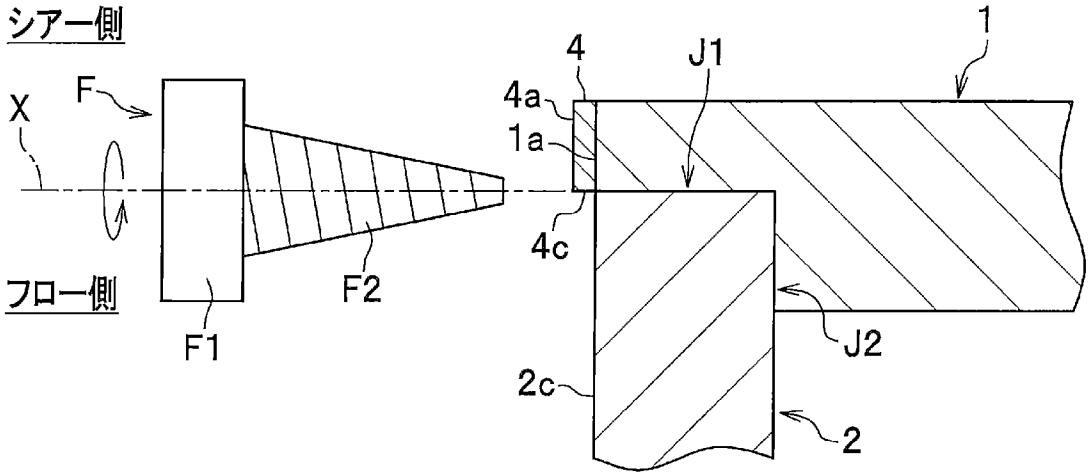
[図49]


G
G1
W1
Sp
T
Ta
J1
1
1b
Tc
Tb
2c
2
2b
1c

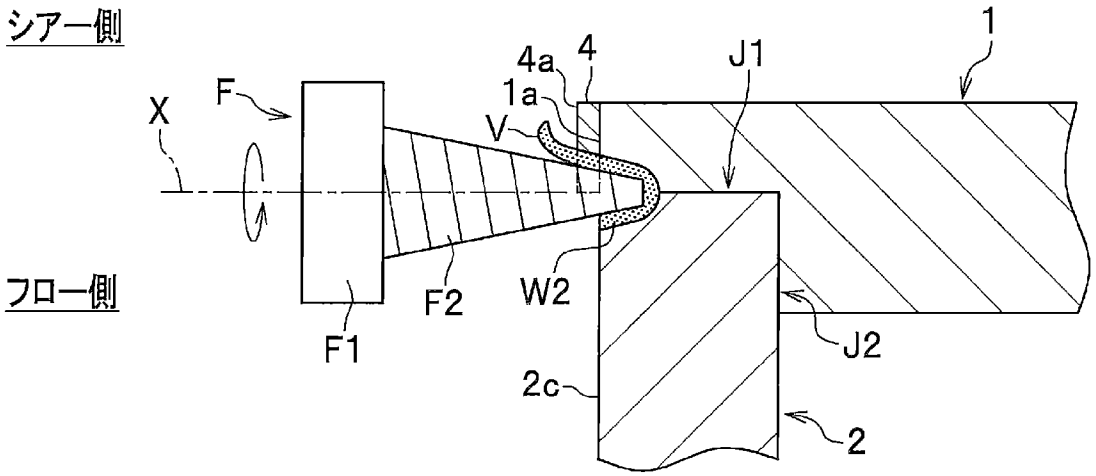
[図50]


G
G1
G1a
G2
J1
1
1b
1a
W2
W1
J2
1c
2c
2b
2

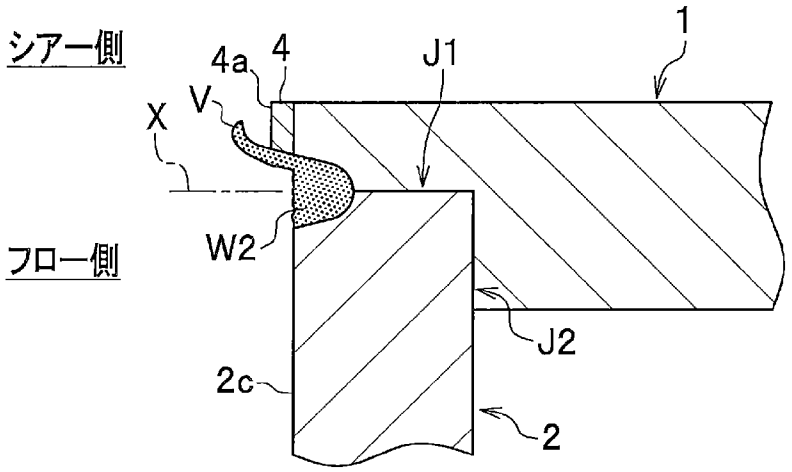
[図51]


シアー側
X
F
フロー側
F1
F2
4
4a
1a
4c
J1
1
J2
2c
2

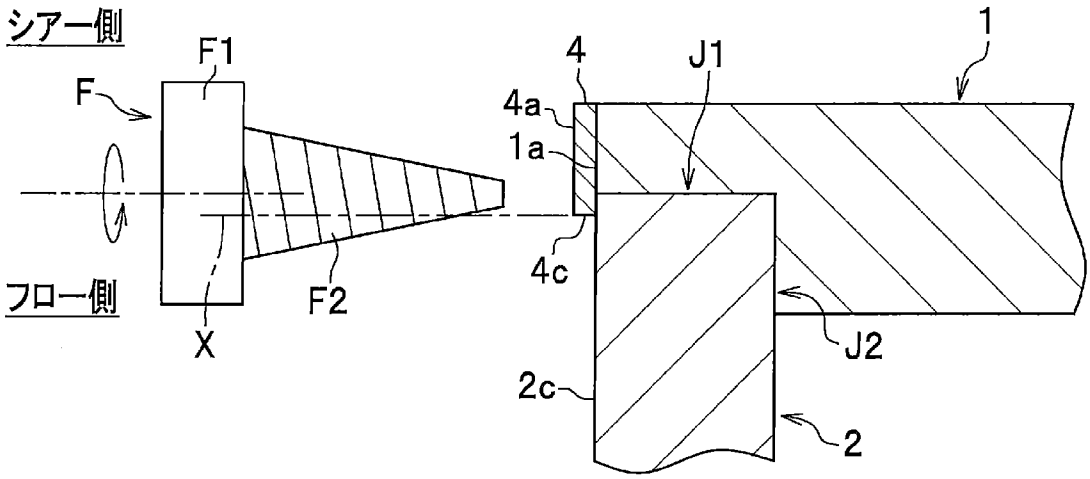
[図52]


シアー側
X
F
フロー側
F1
F2
4a
4
1a
V
W2
J1
1
J2
2c
2

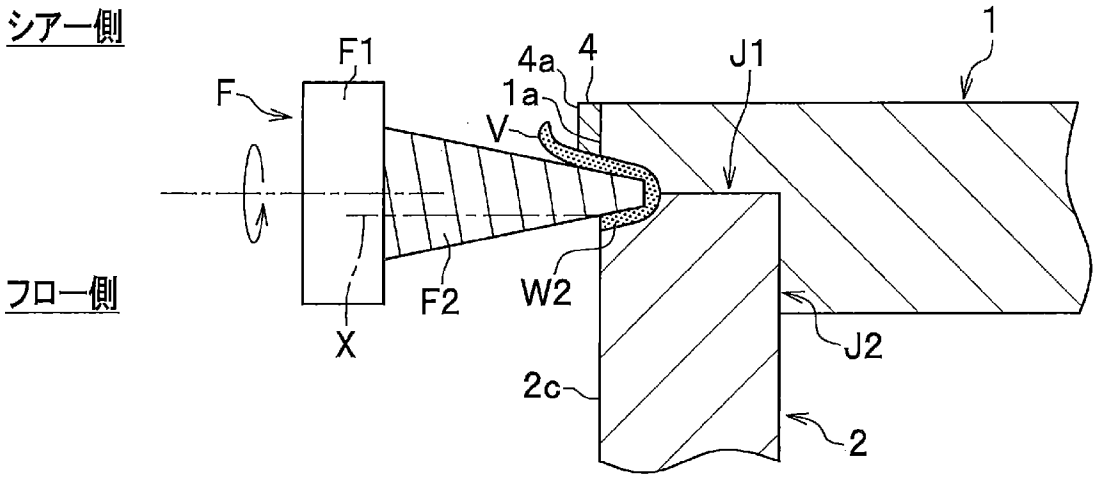
[図53]


シアー側
X
V
フロー側
W2
4a
4
J1
1
J2
2c
2

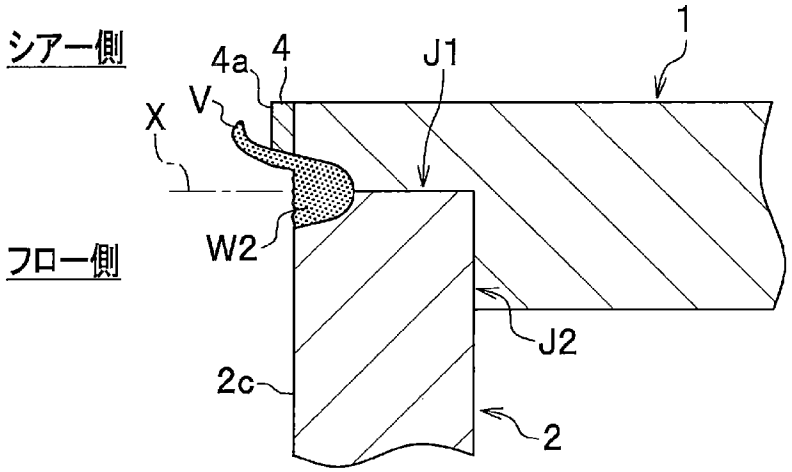
[図54]


シアー側
F1
F
4
J1
1
4a
1a
4c
フロー側
F2
X
J2
2c
2

[図55]


シアー側
F1
F
4a
4
J1
1
1a
V
フロー側
F2
W2
X
J2
2c
2

[図56]


シアー側
4a
4
J1
1
V
X
W2
フロー側
J2
2c
2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/043254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. 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)
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 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 2010-284704 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 24 December 2010, paragraphs [0066]-[0072], fig. 7 (Family: none)	7 4-6 1-3, 8-37
Y A	JP 2015-120204 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 02 July 2015, paragraphs [0015], [0018] (Family: none)	4-6 1-3, 8-37
A	JP 2010-284706 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 24 December 2010, paragraph [0130], fig. 18 (Family: none)	1-37

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24.01.2018	06.02.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４３２５４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８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 A	JP 2010-284704 A（日本軽金属株式会社）2010.12.24, 段落[0066]-[0072],図７（ファミリーなし）	7 4-6 1-3,8-37
Y A	JP 2015-120204 A（日本軽金属株式会社）2015.07.02, 段落[0015],[0018]（ファミリーなし）	4-6 1-3,8-37
A	JP 2010-284706 A（日本軽金属株式会社）2010.12.24, 段落[0130],図18（ファミリーなし）	1-37

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．０１．２０１８	０６．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｐ　６１０１
岩見　勤
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３