

(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
2019年5月23日(23.05.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/097771 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/028849

(22) 国際出願日: 2018年8月1日(01.08.2018)

(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 2017-220218 2017年11月15日(15.11.2017) 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).

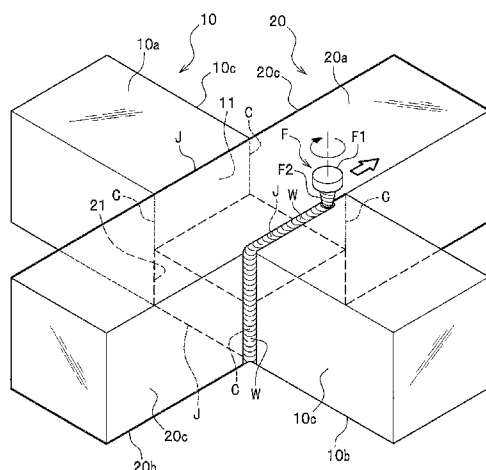
(72) 発明者: 堀 久司(HORI Hisashi); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP). 瀬尾 伸城(SEO Nobushiro); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).

(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).

(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,

(54) Title: JOINING METHOD

(54) 発明の名称: 接合方法



(57) **Abstract:** This joining method for joining a first metal member (10) and a second metal member (20) using a rotary tool (F) provided with a stirring pin (F2) includes: a preparation step in which an interlocking cutout portion (11, 21) is provided in the first metal member (10) and/or the second metal member (20), and the first metal member (10) and the second metal member (20) are combined into an interlocked state at the cutout portions (11, 21); and a friction stirring step in which friction stirring is performed on inner corners (C) and/or butted portions (J) of the first metal member (10) and the second metal member (20), while only the rotating stirring pin (F2) is in contact with the first metal member (10) and the second metal member (20). As a result of this method, the load exerted on a friction stirring device can be reduced.

(57) 要約: 攪拌ピン(F2)を備えた回転ツール(F)を用いて第一金属部材(10)と第二金属部材(20)とを接合する接合方法であって、第一金属部材(10)及び第二金属部材(20)の少なくとも一方に、嵌合用の切り欠き部(11, 21)を設け、切り欠き部(11, 21)において第一金属部材(10)と第二金属部材(20)とを嵌合状態に組み合わせる準備工程と、回転する攪拌ピン(F2)のみを第一金属部材(10)及び第二金属部材(20)に接触させた状態で、第一金属部材(10)と第二金属部材(20)との突合せ部(J)又は内隅(C)に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を含んでいる。この構成では、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減することができる。

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

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] 特許文献1には、金属部材同士を嵌合状態に組み合わせ、その金属部材同士の突合せ部及び内隅に対して回転ツールで摩擦攪拌を行う接合方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平09-323179号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 前記した接合方法では、回転ツールのショルダ部を数ミリ程度金属部材に押し込んで接合しているため、摩擦攪拌装置に作用する負荷が大きくなるという問題がある。

[0005] そこで、本発明は、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減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。

課題を解決するための手段

[0006] 前記課題を解決するため、本発明は、攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、前記第一金属部材及び前記第二金属部材の少なくとも一方に、嵌合用の切り欠き部を設け、前記切り欠き部において前記第一金属部材と前記第二金属部材とを嵌合状態に組み合わせる準備工程と、回転する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、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合せ部又は内隅に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0007] また、本発明は、攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、前記第一金属部材及び前記第二金属部材の少なくとも一方に、嵌合用の切り欠き部を設け、前記切り欠き部において前記第一金属部材と前記第二金属部材とを嵌合状態に組み合わせる準備工程と、回転する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、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合せ部及び内隅に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0008] 本発明によれば、突合せ部や内隅を接合する場合において、回転ツールの攪拌ピンのみを金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行うことにより、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減することができる。

[0009] 前記の接合方法において、前記突合せ部又は前記内隅に補助部材を配置する配置工程を含み、前記摩擦攪拌工程では、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摩擦攪拌を行うことが好ましい。

前記の接合方法において、前記突合せ部及び前記内隅に補助部材を配置する配置工程を含み、前記摩擦攪拌工程では、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摩擦攪拌を行うことが好ましい。

前記の接合方法によれば、補助部材を配置して摩擦攪拌するので、金属部材同士の接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0010] 前記の接合方法において、前記摩擦攪拌工程では、前記補助部材にバリが発生するように接合条件を設定することが好ましい。

前記の接合方法によれば、補助部材にバリを集約できるので、バリを補助部材ごと除去することができる。

[0011] 前記の接合方法において、前記摩擦攪拌工程の前に、前記突合せ部又は前記内隅にMIG溶接、TIG溶接、又はレーザ溶接によって溶接を行う仮接合工程を含むことが好ましい。

前記の接合方法において、前記摩擦攪拌工程の前に、前記突合せ部及び前

記内隅にM I G溶接、T I G溶接、又はレーザ溶接によって溶接を行う仮接合工程を含むことが好ましい。

前記の接合方法によれば、予め突合せ部や内隅を溶接してから摩擦攪拌工程を行うので、摩擦攪拌工程での第一金属部材、第二金属部材の位置ずれを防ぐことができる。

[0012] 前記の接合方法において、前記摩擦攪拌工程では、前記突合せ部及び前記内隅に対して全周に亘って摩擦攪拌を行うことが好ましい。

前記の接合方法によれば、接合後の両金属部材の外面に露出する突合せ部や内隅に対して全周に亘って摩擦攪拌接合するので、水密性、気密性が高い金属部材同士の接合方法を提供することができる。

[0013] 前記の接合方法において、前記摩擦攪拌工程では、前記突合せ部及び前記内隅に対して前記回転ツールを連続的に相対移動させて摩擦攪拌を行うことが好ましい。

前記の接合方法によれば、回転ツールを、摩擦攪拌を行う位置に連続的に相対移動させるので、一連の摩擦攪拌工程を効率良く行うことができる。

発明の効果

[0014] 本発明に係る接合方法では、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第一実施形態に係る接合方法の準備工程前を示す斜視図である。

[図2]第一実施形態に係る接合方法の準備工程後を上から見た斜視図である。

[図3]第一実施形態に係る接合方法の準備工程後を下から見た斜視図である。

[図4]第一実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図5]第一実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図6]第一実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程の変形例を示す斜視図である。

[図7]第二実施形態に係る接合方法の配置工程を示す斜視図である。

[図8]第二実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図9]第二実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図10]第二実施形態に係る接合方法の除去工程を示す断面図である。

[図11]第三実施形態に係る接合方法の準備工程を示す斜視図である。

[図12]第三実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図13]第四実施形態に係る接合方法の準備工程を示す斜視図である。

[図14]第四実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] 〔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1～図6を参照して詳細に説明する。第一実施形態では、図4に示すように、二つの金属部材（第一金属部材10と第二金属部材20）を接合する。

図1に示すように、第一金属部材10は表面10aに第一切り欠き部11を有しており、表面10aの高さが変化している。第二金属部材20は裏面20bに第二切り欠き部21を有しており、裏面20bの高さが変化している。

第一実施形態に係る接合方法では、準備工程と、仮接合工程と、摩擦攪拌工程とを行う。なお、以下の説明における「表面」とは、「裏面」の反対側の面という意味である。

[0017] 準備工程は、図2に示すように、第一金属部材10と第二金属部材20とを嵌合状態に組み合わせる工程である。

第一金属部材10及び第二金属部材20は、図1に示すように、アルミニウム合金製の板状部材からなる。第一金属部材10及び第二金属部材20の材料は、例えば、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。

[0018] 第一金属部材10は、直方体を呈している。第一金属部材10の表面10a（上面）には嵌合用の第一切り欠き部11が形成されている。第一切り欠き部11は、第一金属部材10の長手方向の中央に形成された凹部である。

第一切り欠き部 11 は、矩形状に窪んでおり、第一金属部材 10 の両側面 10c, 10c に露出している。第一切り欠き部 11 は、第一金属部材 10 の表面 10a から高さ方向の中央まで窪んでおり、第一切り欠き部 11 の底面 11a は、第一金属部材 10 の高さ方向の中央に配置されている。

第一切り欠き部 11 において、第一金属部材 10 の長手方向の幅は、第二金属部材 20 の長手方向に直交する方向の幅と同一に設定されている。

[0019] 第二金属部材 20 は、第一金属部材 10 を上下方向にひっくり返した形状である。つまり、第二金属部材 20 は、第一金属部材 10 と同じ形状の部材である。第二金属部材 20 の裏面 20b (下面) には、第一切り欠き部 11 と同様に、嵌合用の第二切り欠き部 21 が形成されている。

[0020] 準備工程では、第一金属部材 10 の長手方向と、第二金属部材 20 の長手方向とを直交させ、第一金属部材 10 の表側 (上側) に第二金属部材 20 を配置する。

そして、図 2 及び図 3 に示すように、第二金属部材 20 の長手方向の中央部を第一金属部材 10 の第一切り欠き部 11 に嵌め合わせるとともに、第一金属部材 10 の長手方向の中央部を第二金属部材 20 の第二切り欠き部 21 に嵌め合わせる。つまり、第二金属部材 20 の第二切り欠き部 21 と第一金属部材 10 の第一切り欠き部 11 とを嵌め合わせる。これにより、第一切り欠き部 11 の底面 11a と、第二切り欠き部 21 の底面 21a とが突き合わされる。

[0021] このように、第一切り欠き部 11 及び第二切り欠き部 21 において、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを嵌合状態に組み合わせることにより、第一金属部材 10 と第二金属部材とが十字形状に組み合わせる。

第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを組み合わせると、第一金属部材 10 の表面 10a と、第二金属部材 20 の表面 20a とが面一になるとともに、第一金属部材 10 の裏面 10b と、第二金属部材 20 の裏面 20b とが面一になる。

[0022] そして、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との嵌合部には、図 2 に示

すように、第一金属部材 10 の第一切り欠き部 11 の内面と、第二金属部材 20 の両側面 20c, 20c とが面接触して、二つの表側の突合せ部 J, J が形成される。

また、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との嵌合部には、図 3 に示すように、第二金属部材 20 の第二切り欠き部 21 の内面と、第一金属部材 10 の両側面 10c, 10c とが面接触して、二つの裏側の突合せ部 J, J が形成される。

また、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との嵌合部には、第一金属部材 10 の両側面 10c, 10c と、第二金属部材 20 の両側面 20c, 20c とによって四つの内隅 C が形成される。

突合せ部 J は、横方向に延びており、突合せ部 J の両端部にそれぞれ内隅 C が連続している。内隅 C は、突合せ部 J に対して直角に延びている。各突合せ部 J 及び各内隅 C は、環状に連続している。

[0023] 仮接合工程は、具体的な図示は省略するが、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との位置関係が後記する摩擦攪拌工程でも維持できるように、両者を仮接合する工程である。

具体的には、突合せ部 J 及び内隅 C に対して、MIG 溶接 (Metal Inert Gas welding)、TIG 溶接 (Tungsten Inert Gas welding)、又はレーザ溶接などの手段によりスポット溶接を行って、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを仮接合するものである。第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを接着その他の手段により仮接合してもよい。

[0024] 摩擦攪拌工程は、図 4 に示すように、接合用回転ツール F (回転ツール) によって各突合せ部 J 及び各内隅 C を摩擦攪拌接合する工程である。つまり、摩擦攪拌工程では、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との嵌合部の全周に亘って摩擦攪拌接合を行うというものである。

[0025] 接合用回転ツール F は、図 5 に示すように、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、円柱状をしている。

攪拌ピンF 2は、連結部F 1から垂下しており、連結部F 1と同軸である。攪拌ピンF 2は連結部F 1から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンF 2の外周面には螺旋溝が刻まれている。本実施形態では、接合用回転ツール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。

[0026] なお、接合用回転ツール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F 2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10及び第二金属部材20）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

接合用回転ツールFは、例えば、先端にスピンドルユニット等の回転駆動手段を備えたアームロボットに取り付けられる。アームロボットに取り付けることにより、接合用回転ツールFの回転中心軸の傾斜角度を容易に変更することができる。

[0027] 突合せ部Jの摩擦攪拌接合では、図4に示すように、突合せ部Jに右回転させた攪拌ピンF 2を挿入し、突合せ部Jに沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。つまり、攪拌ピンF 2の基端側は露出させた状態で、攪拌ピンF 2のみを第一金属部材10及び第二金属部材20に接触させて摩擦攪拌を行う。

これにより、接合用回転ツールFの移動軌跡には線状の塑性化領域Wが形成される。

[0028] 内隅Cの摩擦攪拌接合では、図5に示すように、内隅Cに右回転させた攪拌ピンF 2を挿入し、内隅Cに沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。つまり、攪拌ピンF 2の基端側は露出させた状態で、攪拌ピンF 2のみを第一金属部材10及び第二金属部材20に接触させて摩擦攪拌を行う。なお、図5は内隅Cを裏側（下側）から見た断面図である。接合用回転ツールFは、図5の手前側から奥側に向けて移動する。

これにより、接合用回転ツールFの移動軌跡には線状の塑性化領域Wが形成される（図4参照）。

[0029] 内隅Cの摩擦攪拌工程では、連結部F1が第一金属部材10の側面10c及び第二金属部材20の側面20cに干渉しないように、接合用回転ツールFを第一金属部材10の側面10c及び第二金属部材20の側面20cに対して傾斜させた状態で、摩擦攪拌接合を行う。

[0030] 摩擦攪拌工程において、攪拌ピンF2の挿入角度や挿入深さは、第一金属部材10と第二金属部材20とを接合できるように適宜設定すればよい。なお、第一実施形態では、接合用回転ツールFの回転中心軸を側面10c、20cに対して45°傾けている。

[0031] 第一実施形態の摩擦攪拌工程では、図4に示すように、各突合せ部J及び各内隅Cに対して、接合用回転ツールFを連続的に相対移動させる。第一実施形態の摩擦攪拌工程では、内隅C、表側の突合せ部J、内隅C、裏側の突合せ部J、内隅C、表側の突合せ部J、内隅C、裏側の突合せ部Jの順に摩擦攪拌接合し、塑性化領域Wの始点に終点をオーバーラップさせる。このようにして、第一金属部材10と第二金属部材20との嵌合部の全周に亘って摩擦攪拌接合を行う。

[0032] 以上説明した第一実施形態に係る接合方法によれば、各突合せ部J及び各内隅Cの全周に亘って第一金属部材10と第二金属部材20とが接合されるため、第一金属部材10と第二金属部材20との嵌合部の周囲が全て封止され、水密性、気密性が高い金属部材同士の接合方法を提供することができる。

また、接合用回転ツールFを各突合せ部J及び各内隅Cに対して連続的に相対移動させることにより、一連の摩擦攪拌工程を効率良く行うことができる。

[0033] また、第一実施形態に係る接合方法によれば、突合せ部J及び内隅Cを接合する場合に、接合用回転ツールFの攪拌ピンF2のみを金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行うため、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減す

ることができる。

[0034] 以上本発明の第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。

第一実施形態の第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とは、同じ形状の部材の向きを変えたものであるが、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とは、異なる形状の部材を用いてもよい。

[0035] また、図 6 に示すように、第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 を中空な角筒状の金属部材によって構成してもよい。この場合には、第一金属部材 10 の中央には、第一切り欠き部 11 によって開口部が形成されるとともに、第二金属部材 20 の中央には、第二切り欠き部 21 によって開口部が形成される。そして、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを嵌合状態に組み合わせることで開口部が塞がれている。

[0036] 第一実施形態では、図 4 に示すように、各突合せ部 J 及び各内隅 C の全周に亘って連続的に摩擦攪拌接合を行う例を示しているが、各突合せ部 J 及び各内隅 C の一部に連続的に摩擦攪拌接合を行ってもよい。このように、各突合せ部 J 及び各内隅 C に不連続に摩擦攪拌接合を行うようにしてもよい。また、突合せ部 J 及び内隅 C のいずれか一方のみに摩擦攪拌接合を行うようにしてもよい。

[0037] [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、図 7 ～図 10 を参照して詳細に説明する。第二実施形態では、突合せ部及び内隅に補助部材を配置している。

第二実施形態に係る接合方法では、準備工程と、仮接合工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。これらの各工程の内容は第一実施形態に準じるが、以下では、特に異なっている点を中心に説明する。

[0038] 第二実施形態が第一実施形態と異なるのは、図 8 に示すように、突合せ部 J 及び内隅 C に補助部材 30 を配置し、攪拌ピン F2 を補助部材 30、第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 に接触させて摩擦攪拌を行う点である。

[0039] 配置工程は、図7に示すように、第一金属部材10及び第二金属部材20の各突合せ部J及び各内隅Cに沿って補助部材30を配置する工程である。

補助部材30は板状の金属部材であり、例えば、第一金属部材10及び第二金属部材20と同様の材料で形成されている。補助部材30の板厚は、摩擦攪拌工程で金属不足が発生しない程度の厚さに設定する。なお、第二実施形態では、補助部材30は板状としているが、他の形状であってもよい。

[0040] 配置工程では、仮接合工程の後に、複数の補助部材30を突合せ部J及び内隅Cに沿って配置している。このとき、補助部材30の裏面を第一金属部材10の外面に面接触させている。

表側の二つの突合せ部J及び裏側の二つの突合せ部Jでは、第一金属部材10のみに補助部材30が配置されている。また、各内隅Cでは、第一金属部材10のみに補助部材30が配置されている。

なお、補助部材30は、第一金属部材10及び第二金属部材20から脱落しないように仮接合又は仮接着をしてもよい。

[0041] 摩擦攪拌工程では、図9に示すように、補助部材30にバリが発生するように接合条件を設定するのが望ましい。接合用回転ツールFは、図9の手前側から奥側に向けて移動している。

バリが発生する位置は、接合条件によって異なる。当該接合条件とは、接合用回転ツール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（テーパ角度）、被接合金属部材（第一金属部材10、第二金属部材20、補助部材30）の材質、被接合金属部材の厚さ等の各要素と、これらの要素の組み合わせで決定される。

[0042] 例えば、接合用回転ツールFの回転速度が遅い場合は、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）に比べてシアー側（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）の方が、塑性流動材の温度が上昇し易くなるため、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、接合用回転ツールFの回転速度が速い場合、

シア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が多く発生する傾向がある。

[0043] 第二実施形態の摩擦攪拌接合では、接合用回転ツールFの回転速度を速く設定しているため、塑性化領域W外のフロー側である補助部材30にバリVが多く発生する傾向にある。なお、接合用回転ツールFの接合条件及び補助部材30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。

[0044] このようにして、バリVが発生する側が補助部材30となるように接合条件を設定すれば、補助部材30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。また、接合用回転ツールFの回転速度を速く設定することにより、接合用回転ツールFの移動速度（送り速度）を高めることができる。これにより接合サイクルを短くすることができる。

[0045] 除去工程は、第一金属部材10及び第二金属部材20から補助部材30を除去する工程である。図10では、第一金属部材10から補助部材30を除去する場合を説明する。

第二実施形態の除去工程では、補助部材30の端部を第一金属部材10から離間する方向にめくり上げて、塑性化領域Wとの境界部分を折り曲げるようにして切除する。除去工程は、切削工具等を用いてもよいが、本実施例では手作業で除去している。

補助部材30にはバリVが形成されているので、補助部材30と共にバリVも一緒に除去される。

[0046] 以上説明した第二実施形態に係る接合方法によれば、図8に示すように、摩擦攪拌接合を行う位置に補助部材30を配置して摩擦攪拌するので、接合部（塑性化領域W）の金属不足を防ぐことができる。また、摩擦攪拌工程では、図10に示すように、補助部材30にバリVが発生するように接合条件を設定しているので、補助部材30と共にバリVを除去することができ、バリVの除去が容易となる。

[0047] 以上本発明の第二実施形態について説明したが、第一実施形態と同様に、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、第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 を中空な角筒状の金属部材によって構成してもよい。

[0048] また、第二実施形態の配置工程では、図 8 に示すように、突合せ部 J では、第一金属部材 10 のみに補助部材 30 を配置しているが、突合せ部 J を覆うように補助部材 30 を第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 に配置してもよい。このとき、摩擦攪拌工程後に、第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 の一方のみに補助部材 30 が残るように、突合せ部 J に対して補助部材 30 を配置することが望ましい。

[0049] [第三実施形態]

次に、本発明の第三実施形態に係る接合方法について、図 11～図 12 を参照して詳細に説明する。第三実施形態では、図 11 に示すように、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 との嵌合部の構成が第二実施形態と異なっている。

[0050] 第三実施形態の第一切り欠き部 11 は、第一金属部材 10 の長手方向の中央において、表面 10a と一方の側面 10c との角部に形成されている。第三実施形態の第一切り欠き部 11 は、第一金属部材 10 の表面 10a 及び一方の側面 10c に露出している。

第三実施形態の第二切り欠き部 21 は、第二金属部材 20 の一方の端面 20d と裏面 20b との角部に形成されている。第三実施形態の第二切り欠き部 21 は、第二金属部材 20 の一方の端面 20d、裏面 20b 及び両側面 20c、20c に露出している。

[0051] 第三実施形態の準備工程では、図 12 に示すように、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを直交させ、第一切り欠き部 11 及び第二切り欠き部 21 において、第一金属部材 10 と第二金属部材 20 とを嵌合状態に組み合わせる。このように、第一金属部材 10 と第二金属部材とを T 字形状に組み合わせると、第一金属部材 10 及び第二金属部材 20 の表側には C 形状に屈曲

した突合せ部 J 1 が形成される。

[0052] 第三実施形態の配置工程では、裏側の突合せ部 J 及び各内隅 C に沿って直線状の補助部材 3 0 を配置するとともに、表側の突合せ部 J 1 に沿って C 形状に屈曲した補助部材 3 1 を配置する。

そして、第三実施形態の摩擦攪拌工程では、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C に対して、接合用回転ツール F を連続的に相対移動させることで、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 との嵌合部の全周に亘って摩擦攪拌接合を行う。なお、摩擦攪拌工程では、バリ V が発生する側が補助部材 3 0, 3 1 となるように接合条件を設定することが好ましい。

[0053] 以上本発明の第三実施形態について説明したが、第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、第一金属部材 1 0 及び第二金属部材 2 0 を中空な角筒状の金属部材によって構成してもよい。

[0054] また、第三実施形態では、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C に沿って補助部材 3 0, 3 1 を配置しているが、補助部材 3 0, 3 1 を配置することなく、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C を摩擦攪拌接合してもよい。

[0055] [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、図 1 3 ~ 図 1 4 を参照して詳細に説明する。第四実施形態では、図 1 3 に示すように、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 との嵌合部の構成が第二実施形態と異なっている。

[0056] 第四実施形態の第一金属部材 1 0 では、一方の側面 1 0 c に凹状の第一切り欠き部 1 1 が形成されている。第一切り欠き部 1 1 は、矩形状に窪んでおり、両端部が表面 1 0 a 及び裏面 1 0 b に露出している。また、第四実施形態では、第二金属部材 2 0 に切り欠き部が形成されていない。

[0057] 第四実施形態の準備工程では、図 1 4 に示すように、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 とを直交させ、第二金属部材 2 0 の一方の端部を第一金属部材 1 0 の第一切り欠き部 1 1 に嵌め合わせる。このように、第一切り欠き

部 1 1 において、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 とを嵌合させ、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 とを T 字形状に組み合わせる。これにより、第一金属部材 1 0 及び第二金属部材 2 0 の表側及び裏側には、C 形状に屈曲した突合せ部 J 1, J 1 が形成される。

[0058] 第四実施形態の配置工程では、各内隅 C に沿って直線状の補助部材 3 0 を配置するとともに、表側及び裏側の突合せ部 J 1, J 1 に沿って C 形状に屈曲した補助部材 3 1 を配置する。

そして、第四実施形態の摩擦攪拌工程では、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C に対して、接合用回転ツール F を連続的に相対移動させることで、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 との嵌合部の全周に亘って摩擦攪拌接合を行う。

[0059] 以上本発明の第四実施形態について説明したが、第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、第一金属部材 1 0 及び第二金属部材 2 0 を中空な角筒状の金属部材によって構成してもよい。

[0060] また、第四実施形態では、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C に沿って補助部材 3 0, 3 1 を配置しているが、補助部材 3 0, 3 1 を配置することなく、各突合せ部 J, J 1 及び各内隅 C を摩擦攪拌接合してもよい。

[0061] また、第二金属部材 2 0 に切り欠き部を形成し、第一金属部材 1 0 に切り欠き部を形成しなくてもよい。この場合には、第一金属部材 1 0 の端部を第二金属部材 2 0 の切り欠き部に嵌め合わせることで、第一金属部材 1 0 と第二金属部材 2 0 とを嵌合状態に組み合わせる。

符号の説明

[0062] 1 0 第一金属部材
1 0 a 表面
1 0 b 裏面
1 0 c 側面
1 1 第一切り欠き部

1 1 a	底面
2 0	第二金属部材
2 0 a	表面
2 0 b	裏面
2 0 c	側面
2 0 d	端面
2 1	第二切り欠き部
2 1 a	底面
3 0	補助部材
3 1	補助部材
C	内隅
F	接合用回転ツール
F 1	連結部
F 2	攪拌ピン
J	突合せ部
J 1	突合せ部
V	バリ
W	塑性化領域

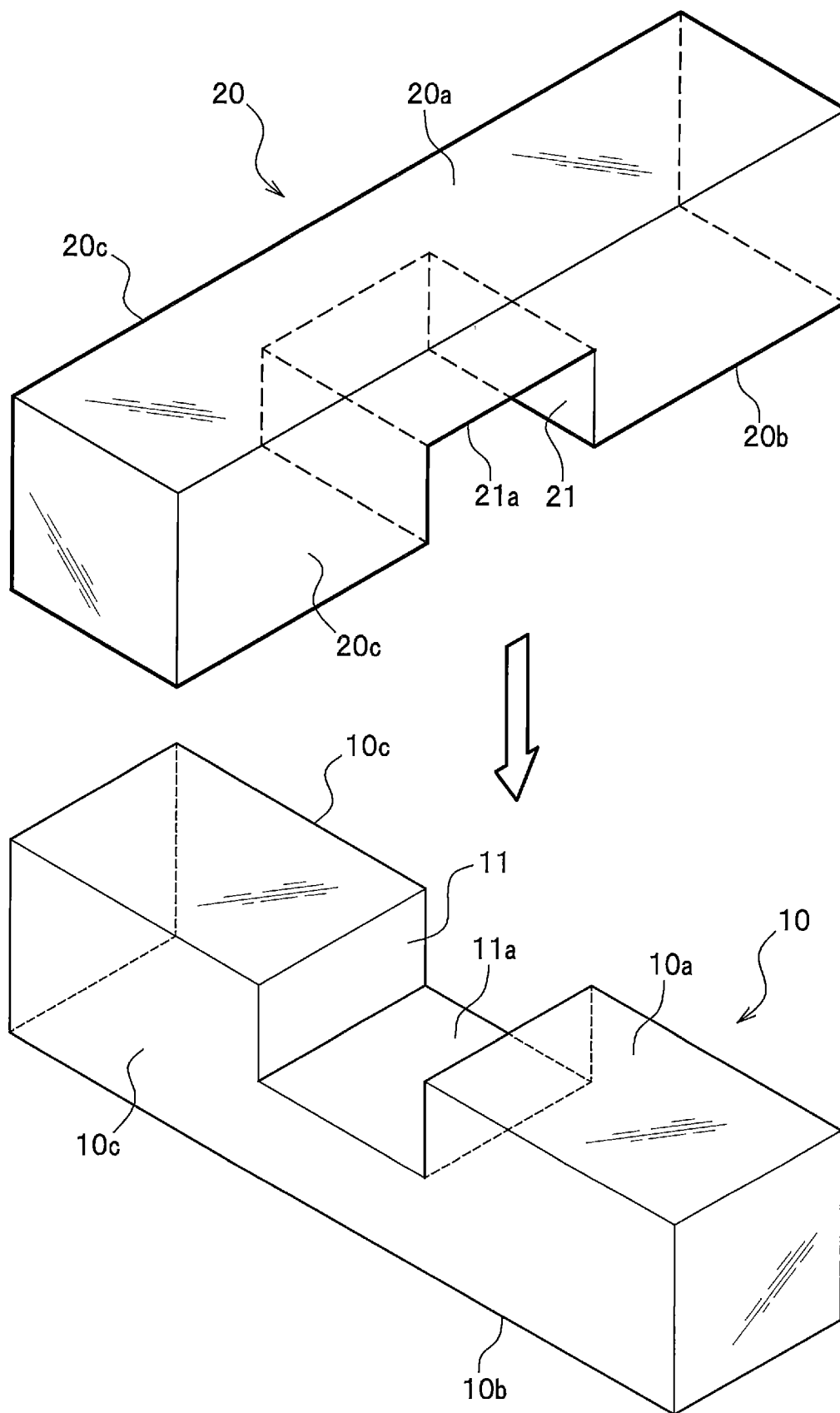
請求の範囲

- [請求項1] 攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、
- 前記第一金属部材及び前記第二金属部材の少なくとも一方に、嵌合用の切り欠き部を設け、前記切り欠き部において前記第一金属部材と前記第二金属部材とを嵌合状態に組み合わせる準備工程と、
- 回転する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、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合せ部又は内隅に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。
- [請求項2] 前記突合せ部又は前記内隅に補助部材を配置する配置工程を含み、
- 前記摩擦攪拌工程では、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摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 前記摩擦攪拌工程では、前記補助部材にバリが発生するように接合条件を設定することを特徴とする請求項2に記載の接合方法。
- [請求項4] 前記摩擦攪拌工程の前に、前記突合せ部又は前記内隅にM I G溶接、T I G溶接、又はレーザ溶接によって溶接を行う仮接合工程を含むことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の接合方法。
- [請求項5] 攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、
- 前記第一金属部材及び前記第二金属部材の少なくとも一方に、嵌合用の切り欠き部を設け、前記切り欠き部において前記第一金属部材と前記第二金属部材とを嵌合状態に組み合わせる準備工程と、
- 回転する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、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合せ部及び内隅に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴

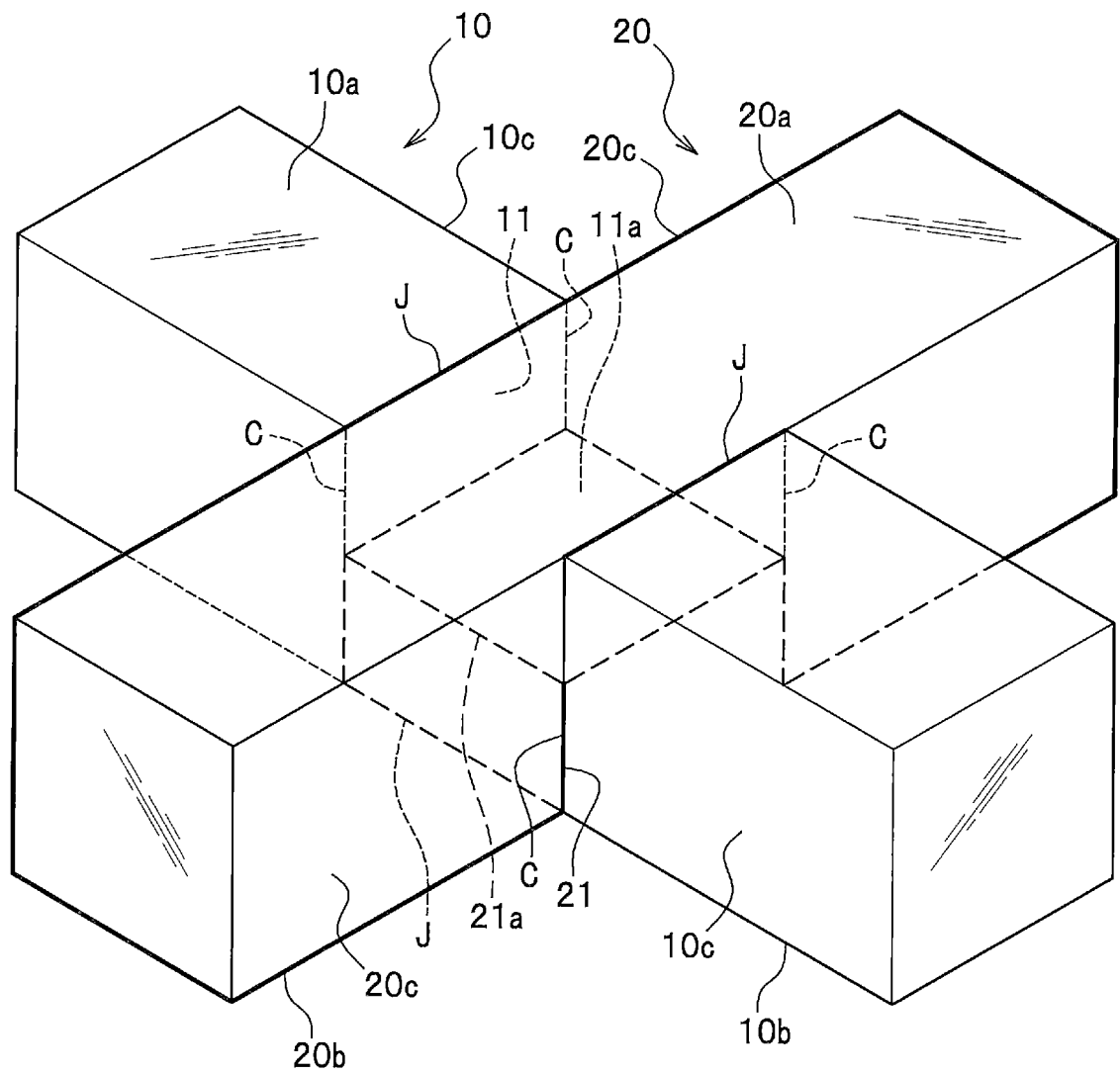
とする接合方法。

- [請求項6] 前記突合せ部及び前記内隅に補助部材を配置する配置工程を含み、
前記摩擦攪拌工程では、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摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項5に記載の接合方法。
- [請求項7] 前記摩擦攪拌工程では、前記補助部材にバリが発生するように接合条件を設定することを特徴とする請求項6に記載の接合方法。
- [請求項8] 前記摩擦攪拌工程では、前記突合せ部及び前記内隅に対して全周に亘って摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項5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] 前記摩擦攪拌工程では、前記突合せ部及び前記内隅に対して前記回転ツールを連続的に相対移動させて摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項8に記載の接合方法。
- [請求項10] 前記摩擦攪拌工程の前に、前記突合せ部及び前記内隅にM I G溶接、T I G溶接、又はレーザ溶接によって溶接を行う仮接合工程を含むことを特徴とする請求項5乃至請求項7のいずれか一項に記載の接合方法。

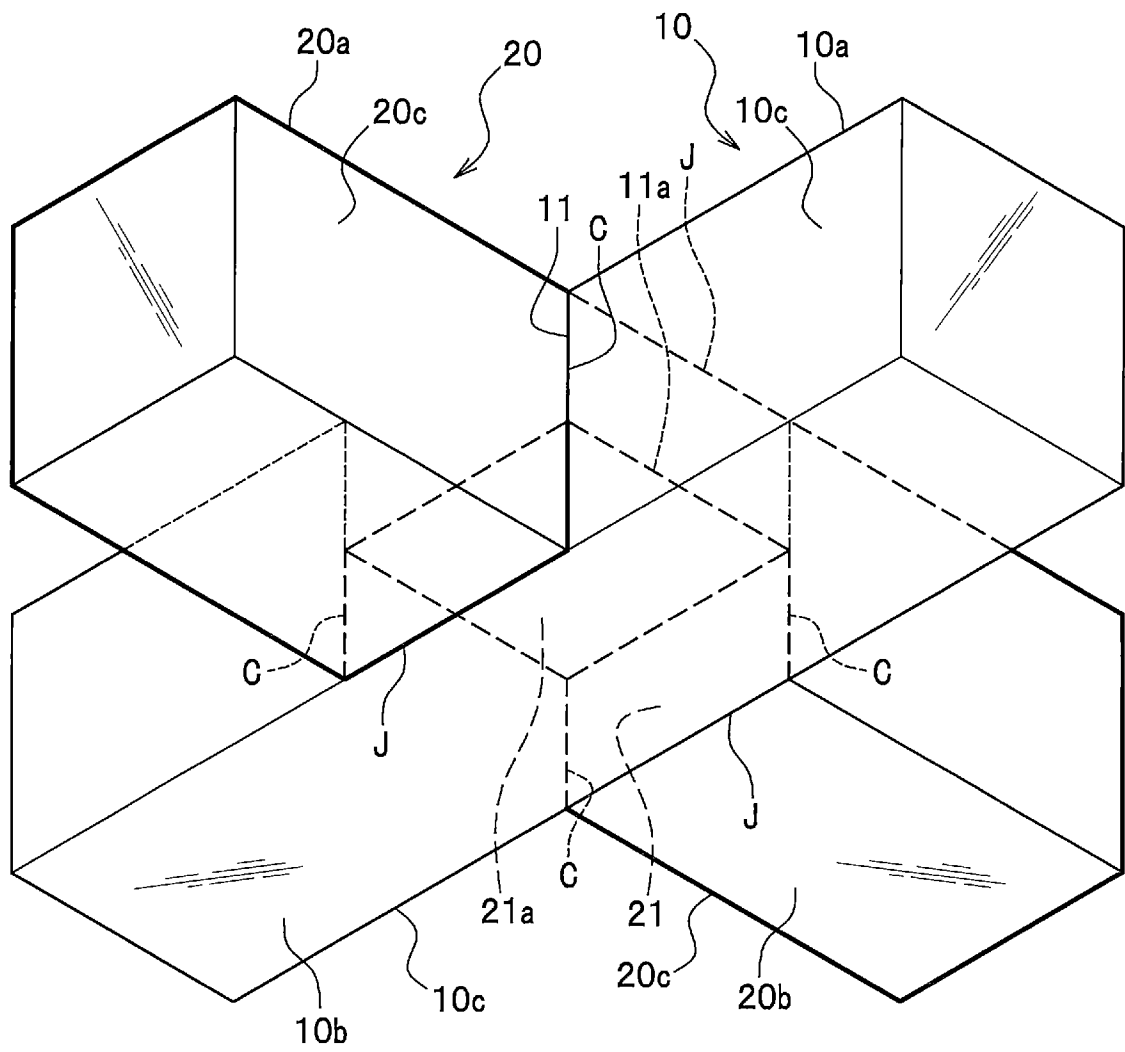
[図1]



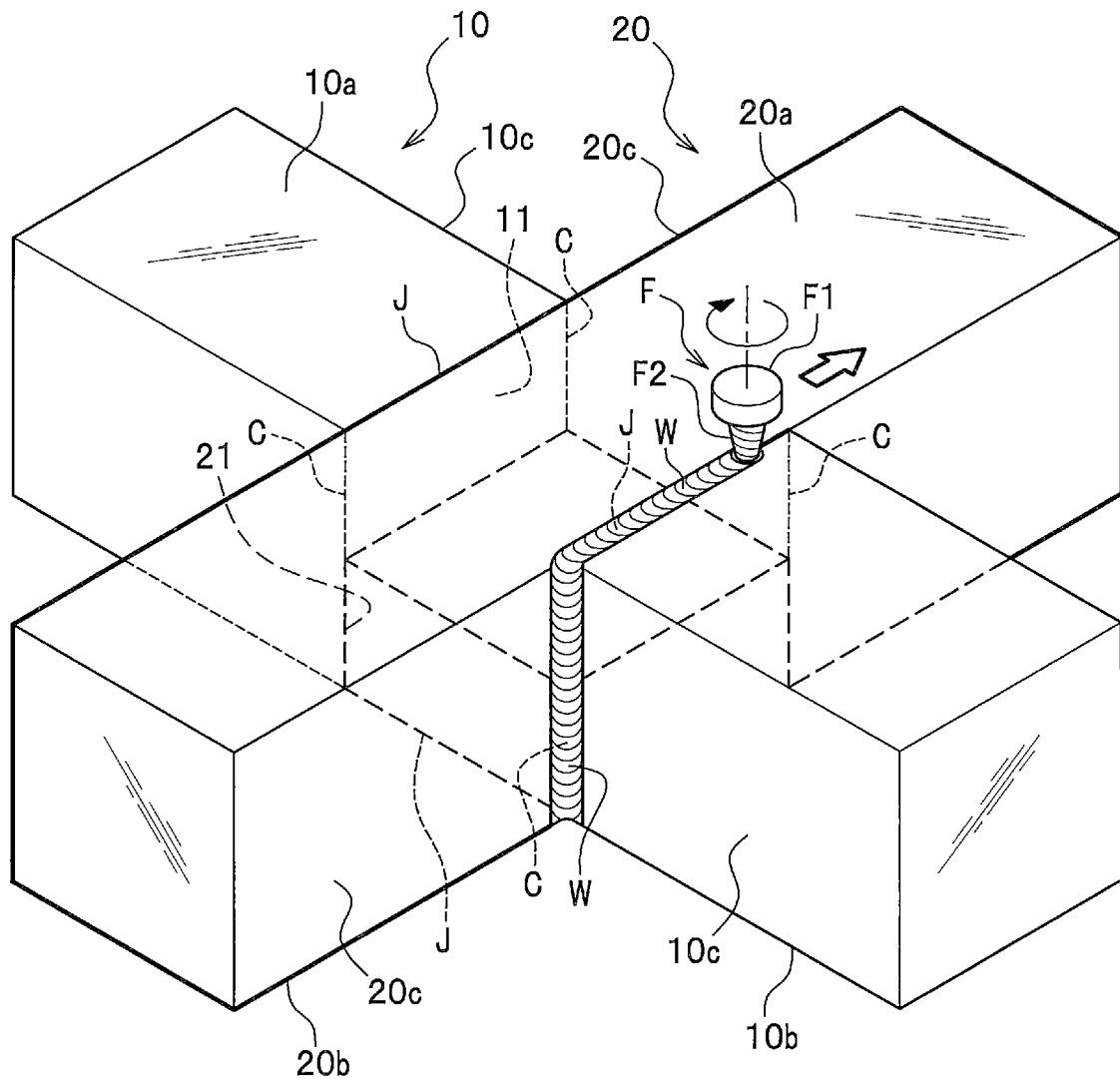
[図2]



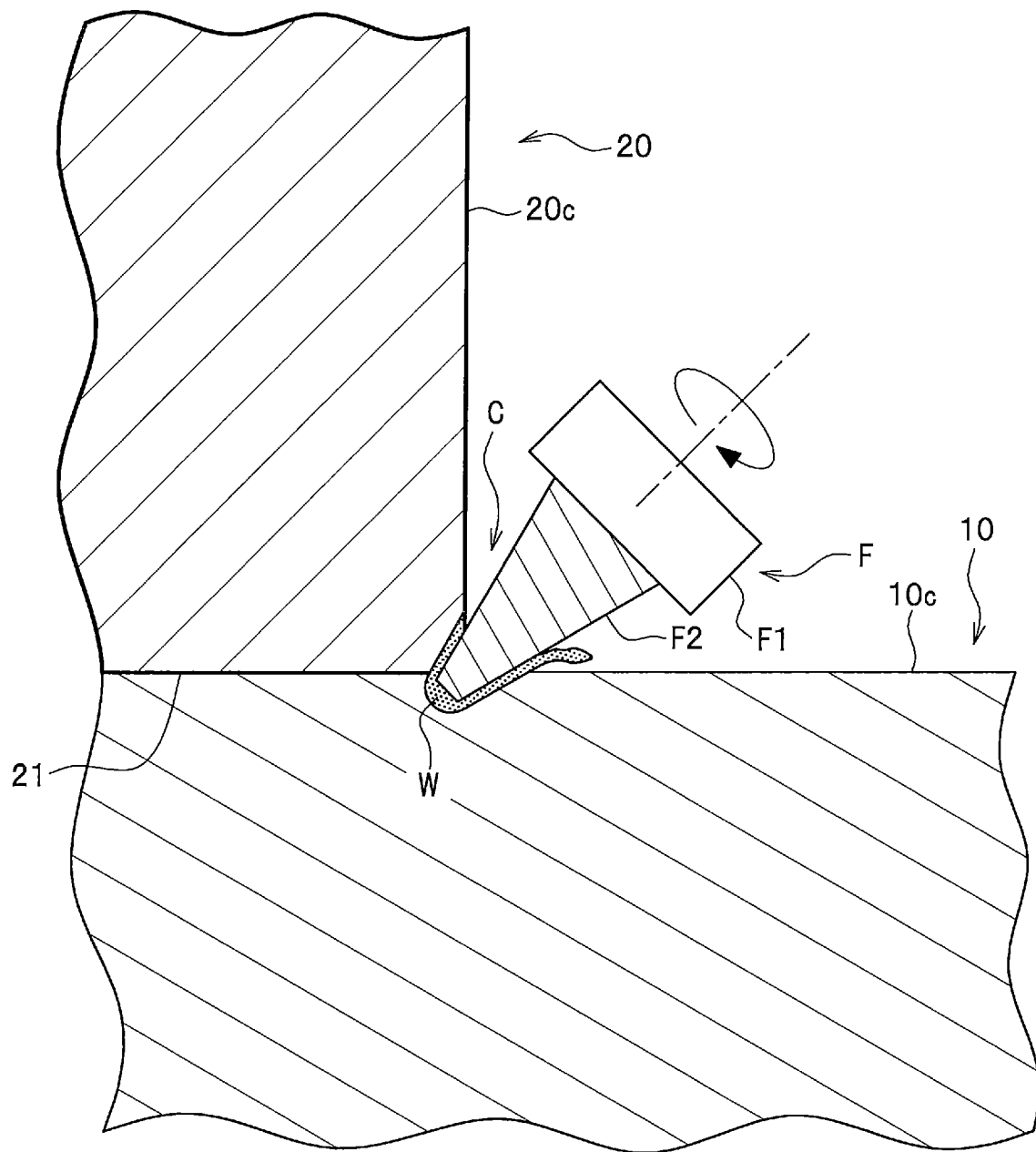
[図3]



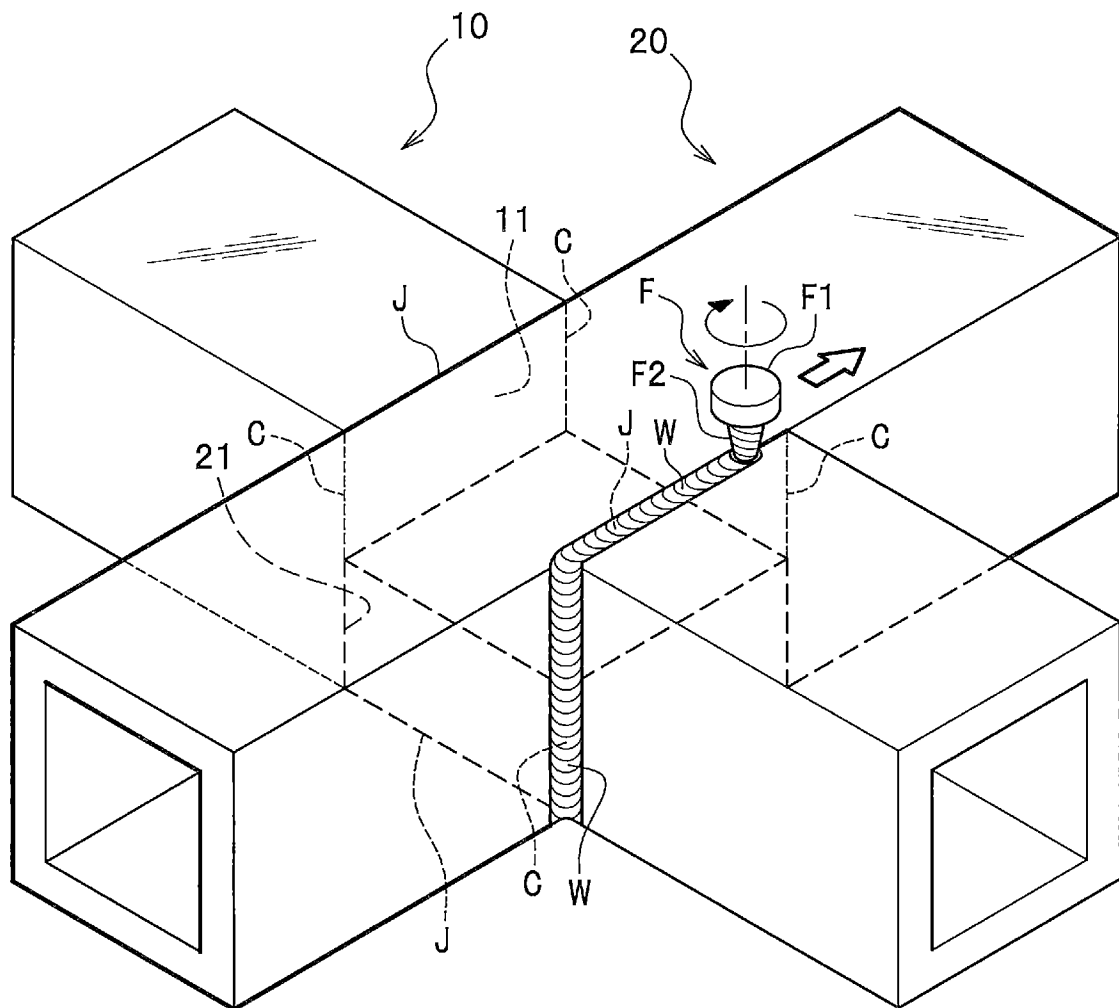
[図4]



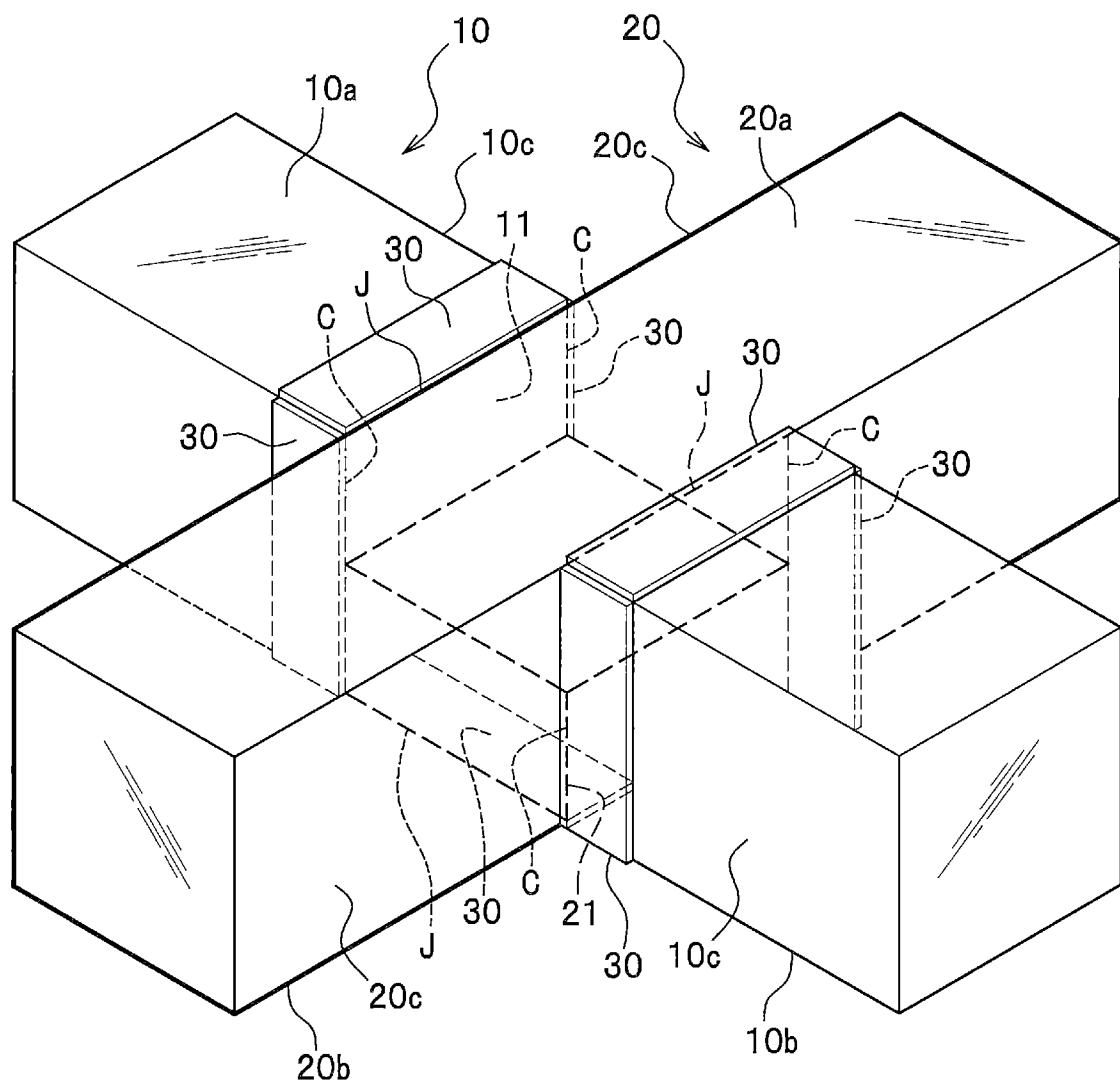
[図5]



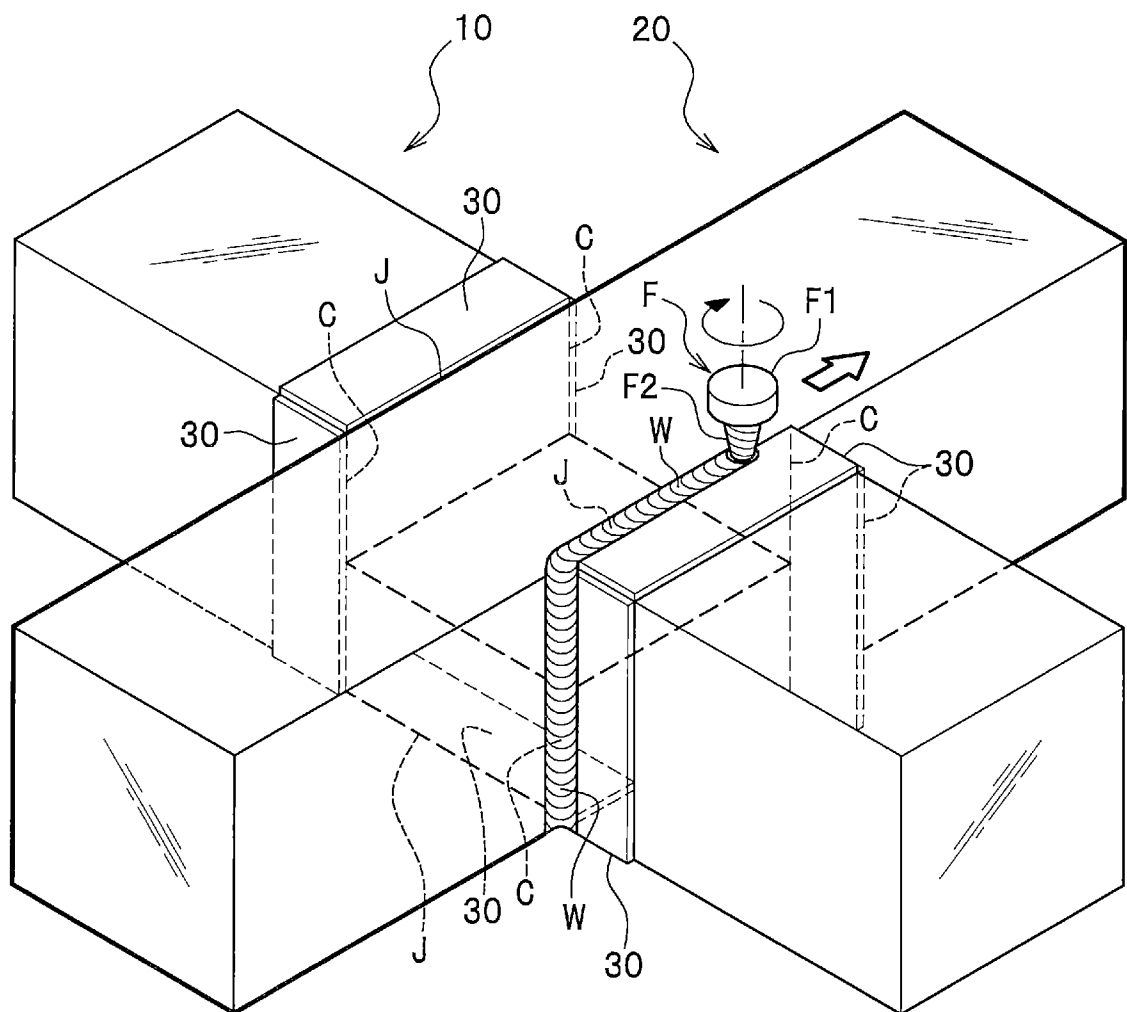
[図6]



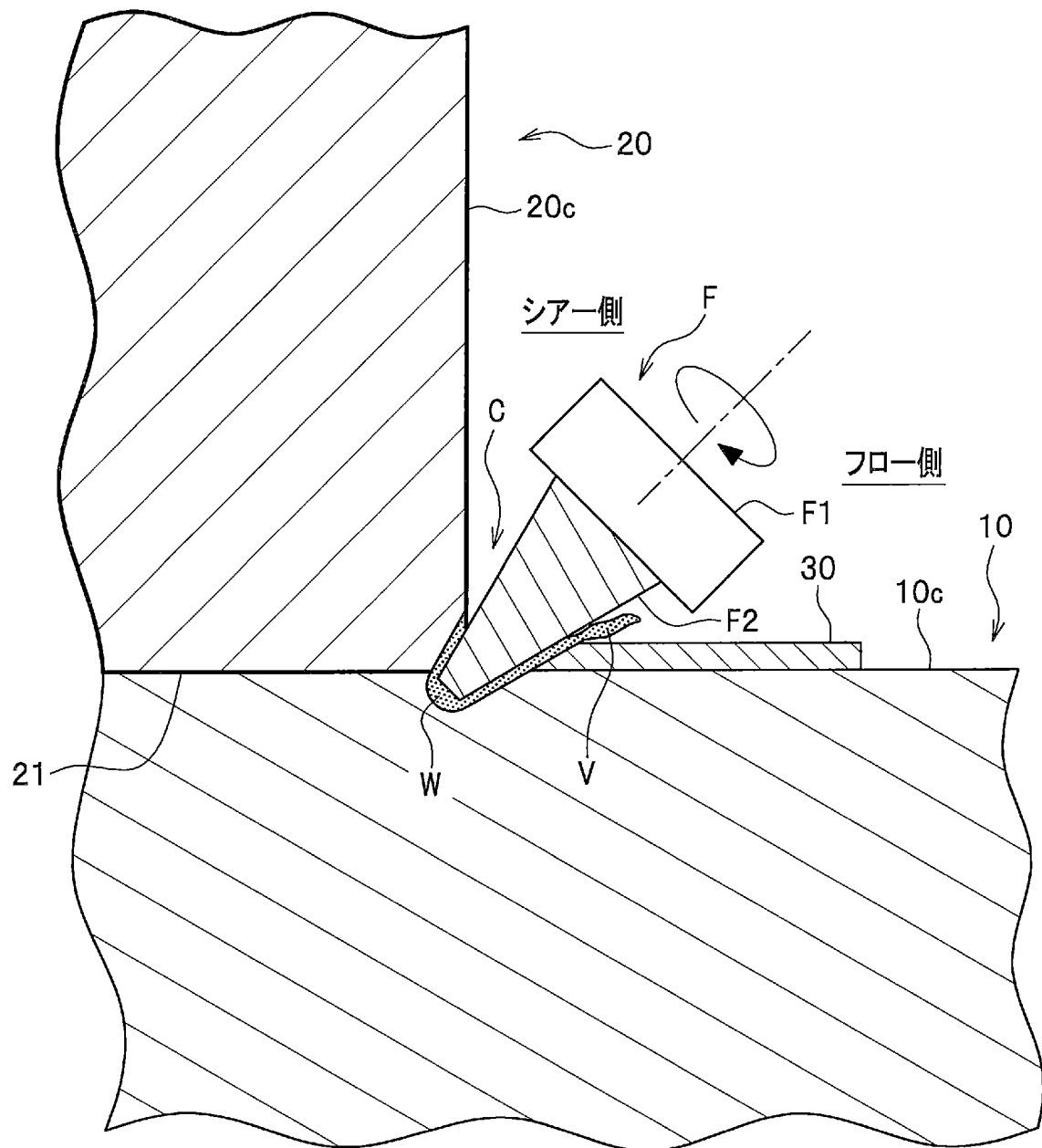
[図7]



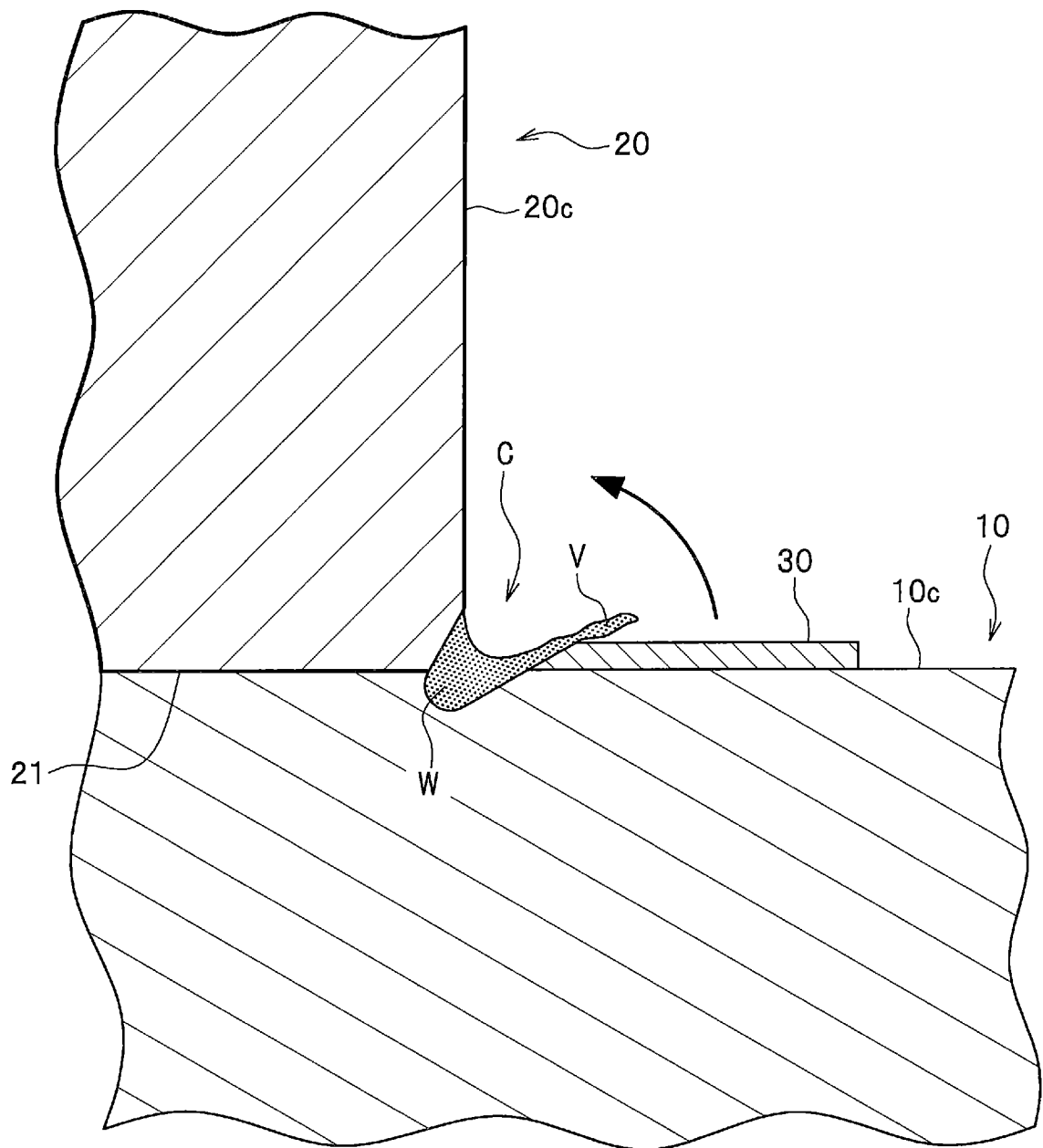
[図8]



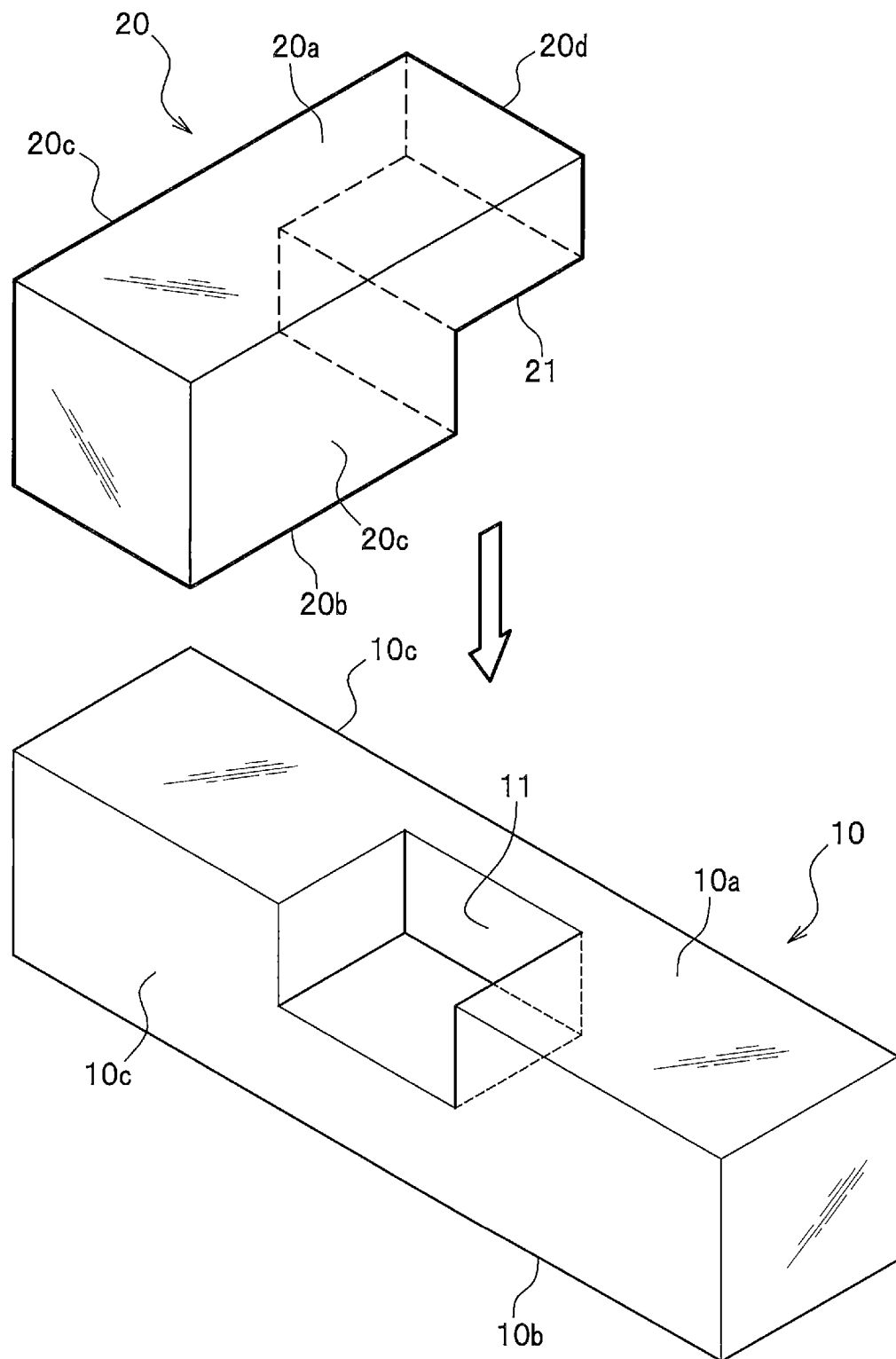
[図9]



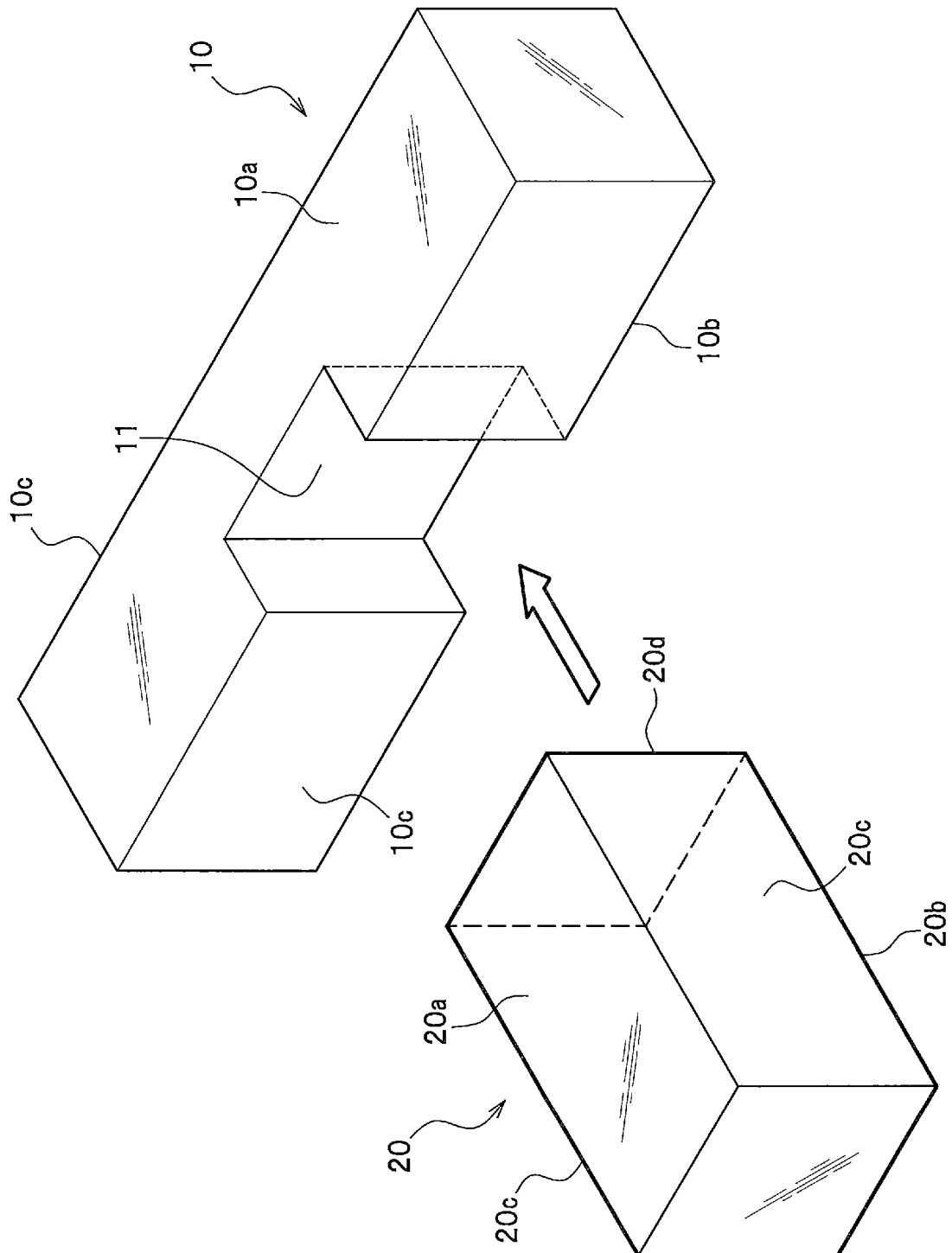
[図10]



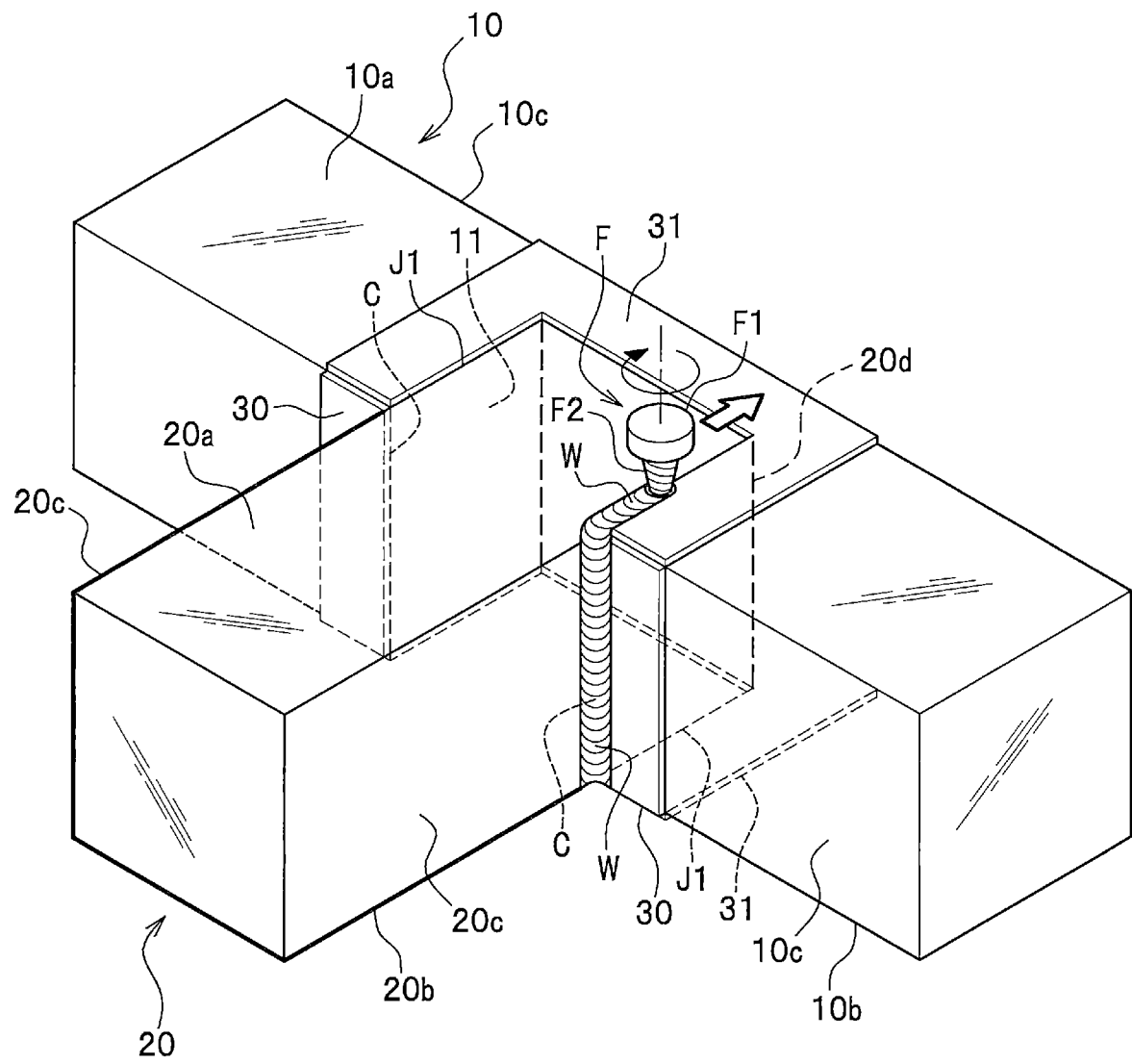
[図11]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028849

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.
Y	JP 9-323179 A (SHOWA ALUMINUM CORP.) 16 December 1997, paragraphs [0014]-[0022], fig. 1, 2 (Family: none)	1-10
Y	JP 2015-213928 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 03 December 2015, paragraphs [0037]-[0102], fig. 1-10 (Family: none)	1-10

☐ 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
12.10.2018

Date of mailing of the international search report
23.10.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

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
Y	JP 9-323179 A（昭和アルミニウム株式会社） 1997.12.16, 段落[0014]-[0022], 図1-2 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2015-213928 A（日本軽金属株式会社） 2015.12.03, 段落[0037]-[0102], 図1-10 (ファミリーなし)	1-10

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

12.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 和志

3 P

2926

電話番号 03-3581-1101 内線 3363