

(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
2017 年 10 月 19 日(19.10.2017)



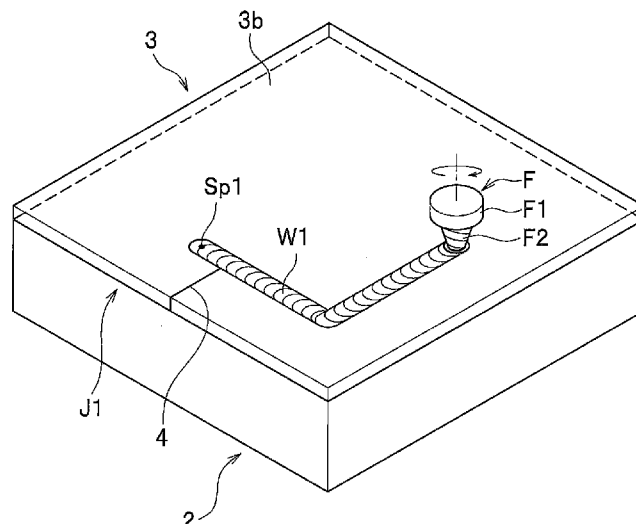
(10) 国際公開番号
WO 2017/179339 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008831
- (22) 国際出願日: 2017 年 3 月 6 日(06.03.2017)
- (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 2016-079078 2016 年 4 月 11 日(11.04.2016) JP
特願 2016-079079 2016 年 4 月 11 日(11.04.2016) JP
特願 2016-116027 2016 年 6 月 10 日(10.06.2016) 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 3 4 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 3 4 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, 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD, METHOD FOR MANUFACTURING HOLLOW CONTAINER, AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID COOLING JACKET

(54) 発明の名称: 接合方法、中空容器の製造方法及び液冷ジャケットの製造方法



(57) Abstract: The problem addressed by the present invention is to provide a joining method with a high degree of freedom of design. This method is characterized by including a disposition step for placing a front surface 2b of a first metal member 2 on a back surface 3c of a plate-shaped second metal member 3 and forming a part to be bonded J1 and a friction stirring step for friction stir welding the part to be bonded J1 by inserting a rotating tool F from the front surface 3b of the second metal member 3 and relatively moving the rotating tool F in a state wherein only a stirring pin F2 of the rotating tool F is in contact with both the first metal member 2 and the second metal member 3, and in that the welding conditions are set such that a burr V is formed on the outside of the second metal member 3 in the friction stirring step.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/179339 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

設計の自由度が高い接合方法を提供することを課題とする。第一金属部材 2 の表面 2 b と板状の第二金属部材 3 の裏面 3 c とを重ね合せて重合部 J 1 を形成する配置工程と、回転ツール F を第二金属部材 3 の表面 3 b から挿入し、回転ツール F の攪拌ピン F 2 のみを第一金属部材 2 及び第二金属部材 3 の両方に接触させた状態で回転ツール F を相対移動させて重合部 J 1 に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、摩擦攪拌工程では、バリ V が第二金属部材 3 の外側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。

明 細 書

発明の名称：

接合方法、中空容器の製造方法及び液冷ジャケットの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、接合方法、中空容器の製造方法及び液冷ジャケットの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、ジャケット本体と、当該ジャケット本体の凹部を覆う封止体とを備えた液冷ジャケットが開示されている。当該液冷ジャケットの製造方法は、樹脂性のジャケット本体と金属製の封止体とが重ね合わされた重合部に対して、封止体の表面で回転ツールを回転させ、当該回転ツールとジャケット本体との摩擦熱でジャケット本体の一部を溶融させて接合するというものである。

[0003] また、貫通孔を備えた壁部材と、前記貫通孔にフランジ部付きの筒状部材を挿入して両者を接合する接合方法が知られている（特許文献２）。当該接合方法は、壁部材の表面とフランジ部の表面とが重ね合わされた重合部を回転ツールで摩擦攪拌接合するというものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１０－１５８８８５号公報

特許文献２：特開平１０－１５６７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来技術では、封止体の板厚が大きくなると摩擦熱が重合部に到達せず、重合部を接合することができないという問題がある。回転ツールを大きくすれば、摩擦熱を大きくすることができるが、封止体の表面にバリが多く発生するとともに、塑性化領域の凹溝も大きくなる。さらには、摩擦攪拌装置へ

の負荷も大きくなる。すなわち、従来の液冷ジャケットの製造方法では設計の自由度が低いという問題がある。

[0006] また、従来の接合方法では、摩擦攪拌接合後にバリが発生するため、切削工具等を用いてバリを除去する作業が煩雑になるという問題がある。

[0007] このような観点から、本発明は、設計の自由度が高い接合方法、中空容器の製造方法及び液冷ジャケットの製造方法を提供することを課題とする。また、本発明は、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。

課題を解決するための手段

[0008] このような課題を解決するために本発明は、第一金属部材の表面と板状の第二金属部材の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記第二金属部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記第二金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材の両方に接触させた状態で前記回転ツールを閉ループとなるように相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、バリが前記第二金属部材の外側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。

[0009] また、本発明は、底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備える中空容器本体及び板状の封止体を形成する準備工程と、前記周縁部の端面と前記封止体の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、前記回転ツールを前記封止体の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記封止体のみ、又は、前記周壁部及び前記封止体の両方に接触させた状態で前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、前記摩擦攪拌工程では、バリが前記封止体の外側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。

[0010] また、本発明は、底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備えるジャケット本体を形成するとともに、基板と複数のフィンとを備えるヒートシンクを形成する準備工程と、前記周壁部の端面と前記基板の裏面とを重ね合

せて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記基板の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記基板のみ、又は、前記基板及び周壁部の両方に接触させた状態で前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、バリが前記ヒートシンクの外側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。

[0011] かかる方法によれば、回転ツールの攪拌ピンのみを接触させて摩擦攪拌工程を行うので、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに、深い位置まで摩擦攪拌接合を行うことができる。つまり、本発明によれば、第二金属部材、封止体又はヒートシンクの板厚が大きくても接合可能となるため、設計の自由度を高めることができる。また、摩擦攪拌接合によって発生するバリを第二金属部材、封止体又はヒートシンクの外側に形成させることができるため、バ리를容易に除去することができる。

[0012] また、前記摩擦攪拌工程において、塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記第二金属部材、封止体又はヒートシンクの外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、をさらに含むことが好ましい。かかる方法によれば、バ리를余剰片部ごと除去することができる。

[0013] また、本発明は、底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備えるジャケット本体を形成するとともに、基体部と前記基体部の表面とは一段下がった位置から側方に張り出すフランジ部とを備える封止体を形成する準備工程と、前記周壁部の端面と前記フランジ部の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記フランジ部の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は、前記周壁部及び前記フランジ部の両方に接触させた状態で前記フランジ部に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、バリが前記フランジ部の外側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。

[0014] かかる方法によれば、回転ツールの攪拌ピンのみを接触させて摩擦攪拌工

程を行うので、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに、深い位置まで摩擦攪拌接合を行うことができる。つまり、本発明によれば、封止体の板厚が大きくても接合可能となる。また、回転ツールのショルダ部を封止体に当接させる場合に比べて、塑性化領域の幅を小さくできるので、フランジ部の幅（張り出し長さ）を小さくすることができる。このように、本発明によれば、封止体の板厚及びフランジ部の幅の設計の自由度を高めることができる。また、摩擦攪拌接合によって発生するバリをフランジ部の外側に形成させることができるため、バリを容易に除去することができる。

[0015] また、前記摩擦攪拌工程において塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程をさらに含むことが好ましい。かかる方法によれば、バリを余剰片部ごと除去することができる。

[0016] また、前記摩擦攪拌工程では、ショルダ部と攪拌ピンとを備える回転ツールを使用し、前記ショルダ部の下端面を前記基体部の表面より低い位置に設定して摩擦攪拌接合を行うことが好ましい。

[0017] かかる方法によれば、ショルダ部の下端面と基体部の側面との間からバリが飛散するのを防ぐことができる。

[0018] また、前記準備工程では、前記ジャケット本体の前記底部から立ち上る支持部と、前記支持部から突出する突出部とを形成するとともに、前記封止体に前記突出部が挿入される孔部を形成し、前記配置工程では、前記周壁部の端面に前記封止体を配置するとともに、前記孔部に前記突出部を挿入し、前記摩擦攪拌工程では、前記突出部の端面と前記孔部の底面との突合せ部にも摩擦攪拌接合を行うことが好ましい。

[0019] かかる方法によれば、突合せ部に対しても摩擦攪拌接合を行うので、液冷ジャケットの接合強度を高めることができる。

[0020] また、本発明は、貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、前記貫通孔に前記筒状部材の他端側を挿入して前記フランジ部の表面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形

成する配置工程と、回転ツールを前記フランジ部の裏面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で、前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする。

また、本発明は、貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、前記貫通孔に前記筒状部材の他端側を挿入して前記フランジ部の表面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記壁部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で、前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする。

また、本発明は、貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、前記貫通孔と前記筒状部材の中空部とを連通させつつ、前記フランジ部の裏面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記フランジ部の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする。

また、本発明は、貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する

筒状部材を準備する準備工程と、前記貫通孔と前記筒状部材の中空部とを連通させつつ、前記フランジ部の裏面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、回転ツールを前記壁部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする。

[0021] かかる接合方法によれば、フランジ部の外側の余剰片部を凹溝を境に折り曲げるなどして、バリを余剰片部ごと容易に除去することができる。

[0022] また、前記接合工程では、前記フランジ部の外側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。

[0023] かかる接合方法によれば、余剰片部にバリを集約することができるため、除去工程をより容易に行うことができる。

発明の効果

[0024] 本発明に係る接合方法、中空容器の製造方法及び液冷ジャケットの製造方法によれば、設計の自由度を高めることができる。また、本発明に係る接合方法によれば、バリを容易に除去することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の第一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2]第一実施形態に係る配置工程を示す斜視図である。

[図3]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図4]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図5]第一実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図6]第一実施形態に係る除去工程を示す斜視図である。

[図7]第一実施形態に係る構造物を示す斜視図である。

[図8]第一実施形態の第一変形例を示す斜視図である。

[図9]第一実施形態の第二変形例を示す斜視図である。

[図10]本発明の第二実施形態に係る中空容器の製造方法を示す斜視図である。

[図11]第二実施形態に係る中空容器の製造方法の配置工程を示す斜視図である。

[図12]第二実施形態に係る中空容器の製造方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図13]第二実施形態に係る中空容器の製造方法の除去工程を示す断面図である。

[図14]本発明の第三実施形態に係る液冷ジャケットを示す斜視図である。

[図15]第三実施形態に係る液冷ジャケットを示す断面図である。

[図16]第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の準備工程を示す斜視図である。

[図17]第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の配置工程を示す斜視図である。

[図18]第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図19]第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の除去工程を示す断面図である。

[図20]本発明の第四実施形態に係る液冷ジャケットを示す図であって、（a）は斜視図であり、（b）は断面図である。

[図21]本発明の第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の準備工程を示す斜視図である。

[図22]第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法を示す断面図であって、（a）は配置工程を示し、（b）は摩擦攪拌工程を示す。

[図23]第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の摩擦攪拌工程を示す図であって、（a）は斜視図であり、（b）は断面図である。

[図24]本発明の第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の準備工程を

示す斜視図である。

[図25]第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法を示す断面図であって、（a）は配置工程を示し、（b）は摩擦攪拌工程を示す。

[図26]本発明の第六実施形態に係る接合方法の壁部材及び筒状部材を示す斜視図である。

[図27]第六実施形態に係る配置工程を示す断面図である。

[図28]第六実施形態に係る接合工程を示す斜視図である。

[図29]第六実施形態に係る接合工程を示す断面図である。

[図30]第六実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図31]第六実施形態に係る除去工程後を示す斜視図である。

[図32]第六実施形態に係る除去工程後を示す断面図である。

[図33]第六実施形態に係る変形例の接合工程を示す斜視図である。

[図34]第七実施形態に係る配置工程を示す断面図である。

[図35]第七実施形態に係る接合工程を示す斜視図である。

[図36]第七実施形態に係る接合工程を示す断面図である。

[図37]第七実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0026] [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、本実施形態に係る接合方法は、第一金属部材2と第二金属部材3とを接合して構造物1を形成するものである。

[0027] 本実施形態に係る接合方法は、準備工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。準備工程は、第一金属部材2及び第二金属部材3を形成する工程である。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。

[0028] 図1に示すように第一金属部材2は、板状の金属部材である。第一金属部材2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 2 は、本実施形態では板状としているが、他の形状であってもよい。

[0029] 第二金属部材 3 は、板状の部材である。第二金属部材 3 は、摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。第二金属部材 3 は、本実施形態では、第一金属部材 2 と同等の材料で形成されている。第二金属部材 3 は、第一金属部材 2 と同じ平面形状を呈するが、第一金属部材 2 よりも薄くなっている。第二金属部材 3 には、外縁から中央部に向けて延設されたスリット 4 が形成されている。

[0030] 配置工程は、図 2 に示すように、第一金属部材 2 に第二金属部材 3 を配置する工程である。配置工程では、第一金属部材 2 の表面 2 b と、第二金属部材 3 の裏面 3 c とを重ね合せて重合部 J 1 を形成する。第一金属部材 2 と第二金属部材 3 の各側面はそれぞれ面一になる。

[0031] 摩擦攪拌工程は、第一金属部材 2 と第二金属部材 3 とを回転ツール F を用いて摩擦攪拌接合する工程である。図 3 及び図 4 に示すように、回転ツール F は、連結部 F 1 と、攪拌ピン F 2 とで構成されている。回転ツール F は、例えば工具鋼で形成されている。連結部 F 1 は、摩擦攪拌装置の回転軸（図示省略）に連結される部位である。連結部 F 1 は円柱状を呈している。

[0032] 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 と同軸になっている。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設されている。本実施形態では、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。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

[0033] なお、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。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。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 2 及び第二金属部材 3）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。螺旋溝は省略してもよい。

[0034] 摩擦攪拌工程では、第二金属部材 3 の表面 3 b に設定した開始位置 S p 1 に、右回転する回転ツール F の攪拌ピン F 2 を挿入し、回転ツール F を相対移動させる。本実施形態では、回転ツール F を右回転させるため、攪拌ピン F 2 の螺旋溝は、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。回転ツール F の移動軌跡には塑性化領域 W 1 が形成される。摩擦攪拌工程では、塑性化領域 W 1 が閉ループとなるように回転ツール F を相対移動させる。回転ツール F はどちら周りに移動させてもよいが、本実施形態では、第二金属部材 3 に対して左回りとなるように設定するとともに、第二金属部材 3 の外縁に沿って平面視矩形状の閉ループの塑性化領域 W 1 が形成されるように移動させる。その際、スリット 4 の先端と、塑性化領域 W 1 とが接触するようにルートを設定することが好ましい。

[0035] 摩擦攪拌工程では、図 4 に示すように、連結部 F 1 を第二金属部材 3 に接触させない状態で、つまり、攪拌ピン F 2 の基端側を露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。回転ツール F 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 F 2 が第一金属部材 2 に達するように、つまり、第一金属部材 2 及び第二金属部材 3 と攪拌ピン F 2 とを接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。

[0036] なお、攪拌ピン F 2 が第一金属部材 2 に達しない場合、つまり、攪拌ピン F 2 を第二金属部材 3 のみと接触させる場合は、第二金属部材 3 と攪拌ピン F 2 との摩擦熱によって重合部 J 1 が塑性流動化して接合される。

[0037] 本実施形態では、回転ツール F のシア側（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）が第二金属部材 3 の内側となるように回転ツール F の移動方向と回転方向を設定している。回転ツール F の回転方向及び進行方向は前記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。

[0038] 例えば、回転ツール F の回転速度が遅い場合では、塑性化領域 W 1 のフロ

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）に比べてシア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内のシア側に凹溝が発生し、塑性化領域W1外のシア側にバリVが多く発生する傾向にある。一方、例えば、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W1内のフロー側に凹溝が発生し、塑性化領域W1外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。

[0039] 本実施形態では、回転ツールFの回転速度を速く設定しているため、図4及び図5に示すように、塑性化領域W1内のフロー側に凹溝Dが発生し、塑性化領域W1外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。凹溝Dは、塑性化領域W1のうち、より深くえぐれる部位である。また、回転ツールFの回転速度を速く設定することにより、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。

[0040] 摩擦攪拌工程の際に、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。当該接合条件とは、回転ツールFの回転速度、回転方向、移動方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピンF2の傾斜角度（テーパ角度）、第一金属部材2及び第二金属部材3の材質、第二金属部材3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。接合条件に応じて、バリVが発生する側又はバリVが多く発生する側が第二金属部材3の外縁側となるように設定すれば、塑性化領域W1内に形成される凹溝Dも第二金属部材3の外側に形成される傾向があるので、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。

[0041] 摩擦攪拌工程では、回転ツールFを一周させて、塑性化領域W1内で回転ツールFを離脱させる。摩擦攪拌工程では、塑性化領域W1の始端と後端が重複するようにする。

[0042] 除去工程は、図5及び図6に示すように、第二金属部材3の一部である余剰片部10を切除する工程である。余剰片部10とは、第二金属部材3にお

いて、塑性化領域W 1 を境にして切除される部位である。本実施形態では、第二金属部材 3 に形成されたの凹溝 D よりも外側の部位を余剰片部 1 0 としている。

[0043] 除去工程では、スリット 4（図 3 も参照）を起点として、余剰片部 1 0 の端部をめくり上げつつ、折り曲げるようにして除去する。除去工程では、装置を用いて余剰片部 1 0 を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。これにより、図 7 に示す構造物 1 が完成する。

[0044] 図 7 に示すように、第二金属部材 3 の表面 3 b は、第一金属部材 2 の表面 2 b よりも板厚分高くなっている。第二金属部材 3 の表面 3 b を例えば部品の取り付け部位として利用することができる。

[0045] 以上説明した液冷ジャケットの製造方法によれば、回転ツール F の攪拌ピン F 2 のみを接触させて摩擦攪拌工程を行うので、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに、深い位置まで摩擦攪拌接合を行うことができる。つまり、本実施形態によれば、第二金属部材 3 の板厚が大きくても接合可能となる。また、本実施形態のように、バリ V が第二金属部材 3 の外側に形成されるように接合条件を設定することにより、バリ V を容易に切除することができる。

[0046] また、図 4 及び図 5 に示すように、本実施形態によれば、凹溝 D は塑性化領域 W 1 内で、かつ、接合中心線 C の外側（第二金属部材 3 に対して外側）に形成される。また、バリ V は塑性化領域 W 1 外で、かつ、接合中心線 C の外側に形成されるので、余剰片部 1 0 とともにバリ V を効率よく切除することができる。これにより、切除する余剰片部 1 0 を小さくすることができるとともに、接合部（塑性化領域 W 1）を大きく残存させることができるため、接合強度を高めることができる。また、凹溝 D によって余剰片部 1 0 を容易に折り曲げることができるとともに、バリ除去作業を別途行わなくても接合部（塑性化領域 W 1）をきれいに仕上げることができる。

[0047] 図 8 は、第一実施形態の第一変形例を示す斜視図である。図 9 は、第一実施形態の第二変形例を示す斜視図である。図 8 に示すように、第一変形例の第二金属部材 3 A の平面形状は、第一金属部材 2 の平面形状よりも小さい点

で第一実施形態と相違する。また、図 9 に示すように、第二変形例の第二金属部材 3 B の平面形状は、第一金属部材 2 の平面形状よりも大きい点で第一実施形態と相違する。

[0048] 第一変形例及び第二変形例に係る接合方法も、準備工程、配置工程、摩擦攪拌工程、除去工程を行う。準備工程以外の工程は第一実施形態と同じであるため説明を省略する。第一実施形態に係る第一変形例及び第二変形例のように、第一金属部材 2 と第二金属部材 3 A, 3 B とが異なる大きさであっても第一実施形態と同じ効果を奏することができる。また、具体的な図示は省略するが、第一金属部材と第二金属部材とが異なる形状であってもよい。

[0049] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態に係る中空容器 1 A 及び中空容器の製造方法について説明する。図 10 に示すように、第二実施形態では、中空部を備えた中空容器 1 A を製造する点で第一実施形態と相違する。

[0050] 第二実施形態に係る中空容器の製造方法では、準備工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。準備工程は、図 10 に示すように、中空容器本体 20 と封止体 24 とを準備する工程である。中空容器本体 20 は、円形を呈する底部 21 と、底部 21 の外縁から立ち上る周壁部 22 とで構成されている。周壁部 22 は円筒状を呈する。底部 21 及び周壁部 22 とで凹部 23 が形成されている。中空容器本体 20 は、摩擦攪拌可能な金属で形成されている。

[0051] 封止体 24 は、薄い円板状の金属部材である。封止体 24 の材料は、中空容器本体 20 と同等である。封止体 24 には、外縁から中央部に向けて延設されたスリット 25 が形成されている。

[0052] 配置工程は、図 11 に示すように、中空容器本体 20 に封止体 24 を配置する工程である。配置工程では、周壁部 22 の端面 22 a と封止体 24 の裏面 24 c とを重ね合せて重合部 J2 を形成する。中空容器本体 20 の外周面と、封止体 24 の外周面とは面一になる。

[0053] 摩擦攪拌工程は、図 11 及び図 12 に示すように、回転ツール F を用いて

中空容器本体 20 と封止体 24 とを接合する工程である。摩擦攪拌工程では、図 11 に示す開始位置 Sp1 に右回転させた回転ツール F を挿入し、重合部 J2 に沿って、つまり、封止体 24 の外周縁に沿って回転ツール F を相対移動せる。回転ツール F は、封止体 24 に対して左回りとなるように設定する。図 12 に示すように、第一実施形態と同様に攪拌ピン F2 の基端側は露出させた状態で摩擦攪拌を行う。攪拌ピン F2 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 F2 を中空容器本体 20 及び封止体 24 に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。また、第一実施形態と同様に、図 13 に示すように、塑性化領域 W1 外においてフロー側（封止体 24 の外側）にバリ V が形成されるとともに、接合中心線 C の外側に凹溝 D が形成されるように接合条件を設定することが好ましい。

[0054] 除去工程は、図 13 に示すように、封止体 24 の一部である余剰片部 26 を切除する工程である。余剰片部 26 とは、封止体 24 において、塑性化領域 W1 を境にして切除されう部位である。本実施形態では、封止体 24 に形成された凹溝 D よりも外側の部位を余剰片部 26 としている。

[0055] 除去工程では、スリット 25（図 11 参照）を起点として、余剰片部 26 の端部をめくり上げつつ、折り曲げるようにして除去する。除去工程では、装置を用いて余剰片部 26 を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。これにより、内部に中空部を備えた中空容器 1A が形成される。

[0056] 以上説明した第二実施形態に係る中空容器の製造方法によっても、第一実施形態と同様の効果を奏することができる。また、第二実施形態によれば、内部に中空部を備えた中空容器を容易に形成することができる。

[0057] [第三実施形態]

次に、第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットについて説明する。図 14 に示すように、第三実施形態に係る液冷ジャケット 1B は、ジャケット本体 31 と、ヒートシンク 41 とで構成されている。ジャケット本体 31 とヒートシンク 41 とは摩擦攪拌接合により一体化され

ている。液冷ジャケット 1 B は、内部の中空部に例えば水などの流体を流通させることにより、ヒートシンク 4 1 に設置された発熱体（図示省略）と熱交換を行うための器具である。

[0058] 図 1 5 に示すように、ジャケット本体 3 1 は、底部 3 2 と、周壁部 3 3 とで構成されている。底部 3 2 は平面視矩形を呈する。周壁部 3 3 は、底部 3 2 の周縁から立ち上り、平面視矩形枠状を呈する。ジャケット本体 3 1 の材料は、摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。

[0059] ヒートシンク 4 1 は、基板 4 2 と、基部 4 3 と、複数のフィン 4 4 とで構成されている。基板 4 2 は、平面視矩形の板状を呈する。基部 4 3 は、基板 4 2 と一体形成されており、平面視矩形を呈する。基部 4 3 は、基板 4 2 よりも一回り小さく形成されている。フィン 4 4 は、基部 4 3 から延設されており、所定の間隔をあけて並設されている。基板 4 2 の外周縁と周壁部 3 3 の端面 3 3 a には塑性化領域 W 1 が形成されている。

[0060] 液冷ジャケットの製造方法は、準備工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。準備工程は、ジャケット本体 3 1 を形成するジャケット本体形成工程と、ヒートシンク 4 1 を形成するヒートシンク形成工程を行う。図 1 6 に示すように、ヒートシンク形成工程では、マルチカッター M を用いて被切削部材 5 1 を切削する。

[0061] マルチカッター M は、部材を切削する回転工具である。マルチカッター M は、軸部 M 1 と、軸部 M 1 に間をあけて並設された複数の円盤カッター M 2 とで構成されている。円盤カッター M 2 の外周縁には切削刃（図示省略）が形成されている。円盤カッター M 2 の板厚及び間隔を調節することにより、フィン 4 4 の間隔及び板厚を適宜設定することができる。

[0062] 被切削部材 5 1 は、矩形板状の基板 4 2 と、直方体の被切削ブロック 5 2 とで構成されている。被切削部材 5 1 は、摩擦攪拌可能な金属で形成されている。基板 4 2 と被切削ブロック 5 2 とは一体形成されている。被切削ブロック 5 2 の平面形状は、基板 4 2 の平面形状よりも一回り小さくなっている。被切削ブロック 5 2 は、基板 4 2 の中央に形成されている。

- [0063] ヒートシンク形成工程では、マルチカッターMを用いて被切削ブロック52の一部を切削してフィン44（図17参照）を形成する。ヒートシンク形成工程では、被切削ブロック52の辺部52aとマルチカッターMの軸部M1とが平行となるように配置して、回転させたマルチカッターMの円盤カッターM2を被切削ブロック52に挿入する。円盤カッターM2が所定の深さに達したら、辺部52aと対向する他方の辺部52bまでマルチカッターMを平行移動させる。軸部M1が辺部52bに達したらマルチカッターMを被切削ブロック52から離間する方向に相対移動させる。
- [0064] マルチカッターMの挿入深さは、適宜設定すればよいが、本実施形態では、円盤カッターM2が基板42に達しないように、つまり、被切削ブロック52に未切削領域が形成されるように調節する。これにより、図17に示すように、基板42とフィン44との間に基部43が形成される。また、ヒートシンク形成工程では、基板42の外縁から中央部に延設するスリット45を形成する。
- [0065] 図17に示すように、ジャケット本体形成工程では、底部32と周壁部33とを有するジャケット本体31を形成する。ジャケット本体31の内部には、底部32と周壁部33とで構成される凹部34が形成される。凹部34の平面形状は、被切削ブロック52よりも一回り大きくなっている。また、凹部34の深さは、被切削ブロック52の高さよりも大きくなっている。
- [0066] 配置工程は、ジャケット本体31にヒートシンク41を配置する工程である。配置工程では、図17に示すように、周壁部33の端面33aに基板42の裏面42cを重ね合わせる。これにより、図18に示すように重合部J3が形成される。重合部J3は凹部34の周囲に形成され、矩形枠状を呈する。
- [0067] 摩擦攪拌工程は、回転ツールFを用いてジャケット本体31とヒートシンク41とを接合する工程である。摩擦攪拌工程では、基板42の表面42bに右回転させた回転ツールFを挿入し、基板42の外周縁に沿わせつつ凹部34に対して左回りとなるように回転ツールFを相対移動せる。

- [0068] 図18に示すように、第一実施形態と同様に攪拌ピンF2の基端側は露出させた状態で摩擦攪拌を行う。攪拌ピンF2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F2をジャケット本体31及びヒートシンク41に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。図19に示すように、第一実施形態と同様に、塑性化領域W1外においてフロー側（基板42の外側）にバリVが形成されるとともに、接合中心線Cの外側に凹溝Dが形成されるように接合条件を設定することが好ましい。
- [0069] 除去工程は、図19に示すように、基板42の一部である余剰片部50を切除する工程である。余剰片部50とは、基板42において、塑性化領域W1を境にして切除される部位である。本実施形態では、基板42に形成された凹溝Dよりも外側の部位を余剰片部50としている。
- [0070] 除去工程では、スリット45（図17参照）を起点として、余剰片部50の端部をめくり上げつつ、折り曲げるようにして除去する。除去工程では、装置を用いて余剰片部50を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。これにより、図14, 15に示す液冷ジャケット1Bが形成される。
- [0071] 以上説明した液冷ジャケットの製造方法によれば、回転ツールFの攪拌ピンF2のみを接触させて摩擦攪拌工程を行うので、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに、深い位置まで摩擦攪拌接合を行うことができる。つまり、本実施形態によれば、ヒートシンク41の基板42の板厚が大きくても接合可能となる。また、本実施形態によれば、回転ツールのショルダ部を基板42に当接させる場合に比べて、塑性化領域W1の幅を小さくすることができるため、周壁部33の幅（重合部J3の重ね代）を小さくすることができる。このように、本実施形態によれば、設計の自由度を高めることができる。また、本実施形態のように、バリVが基板42の外側に形成されるように接合条件を設定することにより、バリVを容易に切除することができる。
- [0072] また、図19に示すように、本実施形態によれば、凹溝Dは塑性化領域W1内で、かつ、接合中心線Cの外側（基板42の先端側）に形成される。ま

た、バリVは塑性化領域W1外で、かつ、接合中心線Cの外側に形成されるので、余剰片部50とともにバリVを効率よく切除することができる。また、これにより、切除する余剰片部50を小さくすることができるとともに、接合部（塑性化領域W1）を大きく残存させることができるため、接合強度を高めることができる。また、除去工程では、凹溝Dによって余剰片部50を容易に折り曲げることができるとともに、バリ除去作業を別途行わなくても接合部（塑性化領域W1）をきれいに仕上げるすることができる。

[0073] また、本実施形態の摩擦攪拌工程では、回転ツールFを重合部J3に沿って一周させ、塑性化領域W1の始端と終端とを重複させることにより、水密性及び機密性を高めることができる。また、ヒートシンク41の基部43は設けなくてもよいが、基部43を設けることによりヒートシンク41の強度を高めることができる。

[0074] 以上本発明の各製造方法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、本実施形態の摩擦攪拌工程では、回転ツールFのシアー側が第二金属部材3、封止体24又はヒートシンク41の中央部側となるように回転ツールFの進行方向及び回転方向を設定したが、フロー側が当該中央部側となるように設定してもよい。

[0075] また、本実施形態では、回転ツールFを用いたが、ショルダ部及び攪拌ピンを備えた回転ツール（図示省略）を用いて摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0076] [第四実施形態]

本発明の第四実施形態に係る液冷ジャケット及び液冷ジャケットの製造方法について図面を参照して詳細に説明する。図20に示すように、液冷ジャケット101は、中空部を有する金属製の容器である。

[0077] 液冷ジャケット101は、ジャケット本体102と、封止体103とで構成されている。ジャケット本体102と封止体103とは摩擦攪拌接合によって一体化されている。例えば、液冷ジャケット101の一方面（基体部121の表面121a）には、発熱体（図示省略）が設置される。液冷ジャケット101は、例えば、水等の流体を内部に流通させて、発熱体を冷却する

ことができる。

[0078] 第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法は、準備工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。準備工程は、ジャケット本体 102 及び封止体 103 を形成する工程である。

[0079] 図 21 に示すように、ジャケット本体 102 は、上方が開放された箱状部材である。ジャケット本体 102 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。ジャケット本体 102 は、板状を呈する底部 111 と、底部 111 の周縁から立ち上る周壁部 112 とで構成されている。周壁部 112 は、平面視矩形枠状を呈する。底部 111 と周壁部 112 とによって凹部 113 が形成されている。

[0080] 封止体 103 は、ジャケット本体 102 の開口部を封止する部材である。封止体 103 は、摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。封止体 103 は、本実施形態では、ジャケット本体 102 と同等の材料で形成されている。封止体 103 は、基体部 121 と、フランジ部 122 とで構成されている。基体部 121 は、直方体を呈する。基体部 121 の外周縁は、周壁部 112 の内周縁と同じ大きさになっている。

[0081] フランジ部 122 は、基体部 121 の表面 121a とは一段下がった位置から側方に向けて張り出している。フランジ部 122 は、基体部 121 の全周に亘って形成されている。フランジ部 122 の板厚は、一定になっている。フランジ部 122 の裏面 122b と、基体部 121 の裏面 121b とは面一になっている（図 22（a）参照）。

[0082] 配置工程は、図 22 の（a）に示すように、ジャケット本体 102 に封止体 103 を配置する工程である。配置工程では、周壁部 112 の端面 112a と、封止体 103 のフランジ部 122 の裏面 122b とを重ね合せて重合部 J11 を形成する。周壁部 112 の側面 112c とフランジ部 122 の側面 122c とは面一になる。

[0083] 摩擦攪拌工程は、図 22 の（b）に示すように、ジャケット本体 102 と

封止体 103 とを回転ツール G を用いて摩擦攪拌接合する工程である。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 とで構成されている。ショルダ部 G1 は、円柱状を呈する。攪拌ピン G2 は、先細りになっており、外周面に螺旋溝が形成されている。

[0084] 摩擦攪拌工程では、図 23 の (a) に示すように、フランジ部 122 の表面 122a に設定された開始位置 Sp に、左回転する回転ツール G の攪拌ピン G2 を挿入し、重合部 J11 に沿って、つまり、フランジ部 122 に沿って回転ツール G を相対移動させる。図 22 の (b) に示すように、本実施形態では、回転ツール G を左回転させるため、攪拌ピン G2 の螺旋溝は、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。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。

[0085] なお、回転ツール G を右回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて左回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。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 G2 の先端側に導かれる。これにより、封止体 103 の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0086] 摩擦攪拌工程では、ショルダ部 G1 をフランジ部 122 に接触させない状態で、つまり、攪拌ピン G2 の基端側を露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。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 がジャケット本体 102 に達するように、つまり、ジャケット本体 102 及び封止体 103 と攪拌ピン G2 とを接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。回転ツール G の移動軌跡には塑性化領域 W11 が形成される。また、本実施形態では、ショルダ部 G1 の下端面 G1a を、基体部 121 の表面 121a よりも低い位置に設定している。また、ショルダ部 G1 の外周面を基体部 121 の側面 121c に近接させている。フランジ部 122 の表面 122a、基体部 121 の側面 121c 及びショルダ部 G1 の下端面 G1

aで狭い空間が形成される。

[0087] なお、攪拌ピンG2がジャケット本体102に達しない場合、つまり、攪拌ピンG2をフランジ部122のみと接触させる場合は、フランジ部122と攪拌ピンG2との摩擦熱によって重合部J11が塑性流動化して接合される。

[0088] 本実施形態では、回転ツールGのシアー側（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）が基体部121側となるように回転ツールGの移動方向と回転方向を設定している。回転ツールGの回転方向及び進行方向は前記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。

[0089] 例えば、回転ツールGの回転速度が遅い場合では、塑性化領域W11のフロー側（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W11内のシアー側に凹溝が発生し、塑性化領域W11外のシアー側にバリVが多く発生する傾向にある。凹溝とは塑性化領域W11のうちより深くえぐられている部位である。一方、例えば、回転ツールG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W11内のフロー側に凹溝が発生し、塑性化領域W11外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。

[0090] 本実施形態では、回転ツールGの回転速度を速く設定しているため、図23の（b）に示すように、塑性化領域W11内のフロー側に凹溝Dが発生し、塑性化領域W11外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。また、回転ツールGの回転速度を速く設定することにより、回転ツールG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。

[0091] 摩擦攪拌工程の際に、回転ツールG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。当該接合条件とは、回転ツールGの回転

速度、回転方向、移動方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピンG 2の傾斜角度（テーパ角度）、ジャケット本体102及び封止体103の材質、フランジ部122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。接合条件に応じて、バリVが発生する側又はバリVが多く発生する側がフランジ部122の外側（先端側）となるように設定すれば、塑性化領域W11内に形成される凹溝Dもフランジ部122の外側に形成される傾向があるので、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。

[0092] 図23の（a）に示すように、摩擦攪拌工程では、回転ツールGをフランジ部122に沿って一周させて、塑性化領域W11内で回転ツールGを離脱させる。摩擦攪拌工程では、塑性化領域W11の始端と後端が重複するようにする。

[0093] 除去工程は、図23の（b）に示すように、フランジ部122の一部である余剰片部130を切除する工程である。余剰片部130とは、フランジ部122において、塑性化領域W11を境にして切除される部位である。本実施形態では、フランジ部122の凹溝Dよりも外側の部位を余剰片部130としている。除去工程では、装置を用いて余剰片部130を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。これにより、図20に示す液冷ジャケット101が完成する。

[0094] 以上説明した液冷ジャケットの製造方法によれば、回転ツールGの攪拌ピンG2のみを接触させて摩擦攪拌工程を行うので、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに、深い位置まで摩擦攪拌接合を行うことができる。つまり、本実施形態によれば、封止体103のフランジ部122の板厚が大きくても接合可能となる。また、本実施形態によれば、回転ツールGのショルダ部G1を封止体103に当接させる場合に比べて、塑性化領域W11の幅を小さくすることができるため、フランジ部122の幅（張り出し長さ）を小さくすることができる。このように、本実施形態によれば、封止体103（フランジ部122）の板厚及びフランジ部122の幅の設計の自由度を高めることができる。また、本実施形態のように、バリVがフランジ部122の外側に

形成されるように接合条件を設定することにより、バリVを容易に切除することができる。

[0095] また、本実施形態によれば、フランジ部122の表面122aと、基体部121の側面121cと、ショルダ部G1の下端面G1aとで形成される狭い閉空間で摩擦攪拌接合を行うため、ショルダ部G1の下端面G1aと基体部121の側面121cとの間からバリVが飛散するのを防ぐことができる。

[0096] また、図23の(b)に示すように、本実施形態によれば、凹溝Dは塑性化領域W11内で、かつ、接合中心線Cの外側（フランジ部122の先端側）に形成される。また、バリVは塑性化領域W11外で、かつ、接合中心線Cの外側に形成されるので、余剰片部130とともにバリVを効率よく切除することができる。また、これにより、切除する余剰片部130を小さくすることができるとともに、接合部（塑性化領域W11）を大きく残存させることができるため、接合強度を高めることができる。また、除去工程では、凹溝Dによって余剰片部130を容易に折り曲げることができるとともに、バリ除去作業を別途行わなくても接合部（塑性化領域W11）をきれいに仕上げることができる。

[0097] また、本実施形態の液冷ジャケット101は、フランジ部122上で摩擦攪拌接合を行うため、基体部121の表面121aに塑性化領域W11が形成されない。基体部121の表面121aは、発熱体（図示省略）が設置される設置面として機能するか、又は、構造物への取付面として機能する。これらの設置面又は取付面に塑性化領域が形成されないため、設置面又は取付面の性質を均一にすることができる。また、設置面又は取付面に対する表面処理工程を省略することができる。

[0098] また、本実施形態の摩擦攪拌工程では、回転ツールGを重合部J11に沿って一周させ、塑性化領域W11の始端と終端とを重複させることにより、水密性及び機密性を高めることができる。

[0099] [第五実施形態]

次に、本発明の第五実施形態に係る液冷ジャケット１０１Ａ及び液冷ジャケットの製造方法について説明する。図２４に示すように、第五実施形態では、ジャケット本体１０２Ａに支持部１１４が形成されている点で第四実施形態と相違する。なお、第四実施形態と共通する部分については、共通の符号を付して説明を省略する。

[0100] 第五実施形態の液冷ジャケット１０１Ａは、ジャケット本体１０２Ａと、封止体１０３Ａとで構成されている。ジャケット本体１０２Ａは、底部１１１と、周壁部１１２と、支持部１１４と、突出部１１５、１１５とを備えている。支持部１１４は、底部１１１から立ち上る板状部である。支持部１１４は、周壁部１１２の一の壁部に連続して形成されている。支持部１１４の端面１１４ａは、周壁部１１２の端面１１２ａと面一になっている。なお、支持部１１４は、周壁部１１２と離間してもよい。

[0101] 突出部１１５は、支持部１１４の端面１１４ａから突出する部位である。突出部１１５の形状は特に制限されないが、本実施形態では円柱状を呈する。突出部１１５の高さ寸法は、封止体１０３Ａの板厚よりも小さくなっている。

[0102] 基体部１２１の中央には、裏面１２１ｂ側（図２５の（ａ）参照）に開口する孔部１２３、１２３が形成されている。孔部１２３は、突出部１１５、１１５に対応する位置に形成されている。孔部１２３の中空部は、円筒状を呈する側壁と底面とで形成されている。孔部１２３は、突出部１１５が挿入される部位である。孔部１２３の大きさは、突出部１１５が隙間なく挿入されるように形成されている。

[0103] 第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法では、準備工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。準備工程では、ジャケット本体１０２Ａと、封止体１０３Ａとを形成する。

[0104] 配置工程は、図２５の（ａ）に示すように、ジャケット本体１０２Ａに封止体１０３Ａを配置しつつ、孔部１２３に突出部１１５を挿入する工程である。配置工程では、周壁部１１２の端面１１２ａとフランジ部１２２の裏面

1 2 2 bとによって重合部 J 1 1 が形成されるとともに、突出部 1 1 5 の端面と孔部 1 2 3 の底面とが突き合わされて突合せ部 J 1 2 が形成される。突合せ部 J 1 2 は平面視円形状を呈する。なお、本実施形態では支持部 1 1 4 の端面 1 1 4 a と基体部 1 2 1 の裏面 1 2 1 b も重ね合わされる。

[0105] 摩擦攪拌工程は、図 2 5 の (b) に示すように、ジャケット本体 1 0 2 A と封止体 1 0 3 A とを回転ツール G を用いて摩擦攪拌接合する工程である。本実施形態では、重合部 J 1 及び突合せ部 J 1 2 に対して摩擦攪拌接合を行う。重合部 J 1 1 については、第四実施形態と同等であるため、説明を省略する。

[0106] 摩擦攪拌工程では、回転させた回転ツール G の攪拌ピン G 2 を基体部 1 2 1 の表面 1 2 1 a に設定された開始位置 S p に挿入し、突合せ部 J 1 2, J 1 2 を通るように直線状に回転ツール G を相対移動させる。摩擦攪拌工程では、攪拌ピン G 2 が突出部 1 1 5 に達する程度に回転ツール G の挿入深さを設定する。回転ツール G の移動軌跡には塑性化領域 W 1 2 が形成される。回転ツール G が終了位置 E p に達したら、基体部 1 2 1 から回転ツール G を離脱させる。

[0107] なお、摩擦攪拌工程では、重合部 J 1 1 及び突合せ部 J 1 2 のどちらを先に摩擦攪拌接合を行ってもよい。また、摩擦攪拌工程では、ショルダ部 G 1 を基体部 1 2 1 に押し込みながら摩擦攪拌接合を行ってもよい。また、突合せ部 J 1 2 の摩擦攪拌接合の際には、攪拌ピン G 2 が支持部 1 1 4 に達するように攪拌ピン G 2 の挿入深さを設定してもよい。

[0108] 除去工程では、塑性化領域 W 1 1 内に形成された凹溝 D を境にしてフランジ部 1 2 2 の外側の余剰片部 1 3 0 をバリ V とともに切除する。以上により、液冷ジャケット 1 0 1 A が完成する。

[0109] 以上説明した第五実施形態によれば、第四実施形態と略同等の効果を奏することができる。また、重合部 J 1 1 に加えて、突合せ部 J 1 2 を摩擦攪拌接合することにより、液冷ジャケット 1 0 1 A の接合強度を高めることができる。また、突出部 1 1 5 を孔部 1 2 3 に挿入することにより、摩擦攪拌工

程の際にジャケット本体１０２Ａと封止体１０３Ａとの位置ずれを防ぐことができる。

[0110] 以上本発明の液冷ジャケット１０１，１０１Ａ及び液冷ジャケットの製造方法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、本実施形態の摩擦攪拌工程では、回転ツールＧのシア側が基体部１２１側となるように回転ツールＧの進行方向及び回転方向を設定したが、フロー側が基体部１２１側となるように設定してもよい。また、ショルダ部Ｇ１の下端面Ｇ１ａは、基体部１２１の表面１２１ａよりも上方に位置させてもよい。

[0111] また、本実施形態では、回転ツールＧを用いたが、ショルダ部Ｇ１を備えていないショルダレス回転ツール（図示省略）を用いて摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0112] [第六実施形態]

本発明の第六実施形態に係る接合方法を図面を参照して説明する。図２６に示すように、本実施形態に係る接合方法は、壁部材２１０と筒状部材２２０とを摩擦攪拌で接合するものである。本実施形態に係る接合方法では、準備工程と、配置工程と、接合工程と、除去工程とを行う。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。

[0113] 準備工程は、壁部材２１０及び筒状部材２２０を用意する工程である。壁部材２１０は、平面視円形の貫通孔２１１を備えた板状部材である。壁部材２１０は、本実施形態ではアルミニウム合金で形成されている。壁部材２１０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。

[0114] 筒状部材２２０は、筒部２２１と、フランジ部２２２とで構成されている。筒状部材２２０は、摩擦攪拌可能な金属であればよいが、本実施形態では壁部材２１０と同じ金属で形成されている。筒部２２１は、円筒状を呈する。筒部２２１の外径は、貫通孔２１１の内径と略同等になっている。フラン

ジ部２２２は、筒部２２１の端部において筒部２２１から垂直に外側に張り出しており、板状を呈する。

[0115] 配置工程は、図２７に示すように、壁部材２１０に筒状部材２２０を配置する工程である。配置工程では、壁部材２１０の貫通孔２１１に筒状部材２２０の筒部２２１を挿入するとともに、壁部材２１０の表面２１０aと、フランジ部２２２の表面２２２aとを重ね合わせて重合部Ｊ２１を形成する。重合部Ｊ２１は、貫通孔２１１の周囲にリング状に形成される。

[0116] 接合工程は、図２８及び図２９に示すように回転ツールＦを用いて重合部Ｊ２１を摩擦攪拌接合する工程である。回転ツールＦは、連結部Ｆ１と、攪拌ピンＦ２とで構成されている。本実施形態では、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。

[0117] なお、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（壁部材２１０及び筒状部材２２０）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0118] 接合工程では、右回転させた回転ツールＦをフランジ部２２２の裏面２２２bに挿入し、重合部Ｊ２１に沿って（フランジ部２２２の外周縁に沿って）一周させて重合部Ｊ２１を接合する。図２９に示すように、接合工程では、連結部Ｆ１をフランジ部２２２に接触させない状態で、つまり、攪拌ピンＦ２の基端側を露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。即ち、回転ツールＦの挿入深さは、本実施形態では、壁部材２１０及びフランジ部２２２の両方に攪拌ピンＦ２が接触するように設定する。なお、接合工程では、攪拌ピンＦ２が壁部材２１０に達しない程度に、つまり、攪拌ピンＦ２のみをフランジ部２２２のみと接触させた状態で接合してもよい。この場合は、攪拌ピンＦ２とフランジ部２２２との摩擦熱によって重合部Ｊ２１が塑性流動化して接合される。

- [0119] 回転ツールFの移動軌跡には塑性化領域W21が形成される。接合工程では、塑性化領域W21が平面視円形の閉ループとなるように回転ツールFを相対移動させる。回転ツールFはどちら周りに移動させてもよいが、本実施形態では、中心軸Xに対して左回りとなるように回転ツールFを移動させている。
- [0120] 本実施形態では、回転ツールFのシアー側（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）がフランジ部222の内側となるように回転ツールFの移動方向と回転方向を設定している。回転ツールFの回転方向及び進行方向は前記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。
- [0121] 例えば、回転ツールFの回転速度が遅い場合では、フランジ部222のフロー側（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W21内のシアー側に凹溝が発生し、塑性化領域W21外のシアー側にバリVが多く発生する傾向にある。一方、例えば、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W21内のフロー側に凹溝が発生し、塑性化領域W21外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。
- [0122] 本実施形態では、回転ツールFの回転速度を速く設定しているため、図30に示すように、塑性化領域W21内のフロー側に凹溝Dが発生し、塑性化領域W21外のフロー側にバリVが多く発生する傾向にある。凹溝Dは、塑性化領域W21のうち、より深くえぐれる部位である。また、回転ツールFの回転速度を速く設定することにより、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。
- [0123] 接合工程の際に、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。当該接合条件とは、回転ツールFの回転速度

、回転方向、移動方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピンF 2の傾斜角度（テーパー角度）、壁部材210及び筒状部材220の材質、壁部材210及びフランジ部222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。接合条件に応じて、バリVが発生する側又はバリVが多く発生する側がフランジ部222の外縁側となるように設定すれば、塑性化領域W21内に形成される凹溝Dもフランジ部222の外側に形成される傾向があるので、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。

[0124] 接合工程では、回転ツールFを一周させて、塑性化領域W21内で回転ツールFを離脱させる。接合工程では、塑性化領域W21の始端と後端が重複するようにする。

[0125] 除去工程は、図30に示すように、フランジ部222の一部である余剰片部223を切除する工程である。余剰片部223とは、フランジ部222において、塑性化領域W21を境にして切除される部位である。本実施形態では、フランジ部222に形成された凹溝Dよりも外側の部位を余剰片部223としている。

[0126] 除去工程では、余剰片部223の端部をめくり上げつつ、折り曲げるようにして除去する。これにより、図31及び図32に示すように、フランジ部222の外周縁は塑性化領域W21で縁どりされる。除去工程では、装置を用いて余剰片部223を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。以上により、壁部材210と筒状部材220とが接合される。

[0127] 以上説明した接合方法によれば、フランジ部222の外側の余剰片部223を折り曲げるなどして、バリVを余剰片部223ごと容易に除去することができる。また、図31及び図32に示すように、フランジ部222の外周縁が塑性化領域W21で縁取りされるため、切削工具等を用いて別途バリを除去する工程を行わなくてもきれいに仕上げることができる。

[0128] また、図30に示すように、本実施形態によれば、凹溝Dは塑性化領域W21内で、かつ、接合中心線Cの外側（フランジ部222に対して外側）に

形成される。また、バリVは塑性化領域W21外で、かつ、接合中心線Cの外側に形成されるので、余剰片部223とともにバリVを効率よく切除することができる。これにより、切除する余剰片部223を小さくすることができるとともに、接合部（塑性化領域W21）を大きく残存させることができるため、接合強度を高めることができる。

[0129] また、接合工程では、攪拌ピンF2のみを壁部材210及びフランジ部222に接触させた状態で重合部J21に沿って相対移動させて摩擦攪拌接合するか、又はフランジ部222のみに接触させた状態で重合部J21に沿って相対移動させて摩擦攪拌接合するため、摩擦攪拌装置に大きな負荷をかけずに深い位置にある重合部J21を接合することができる。

[0130] また、接合工程では、攪拌ピンF2のみを壁部材210及びフランジ部222に接触させた状態で摩擦攪拌接合するか、又はフランジ部222のみに接触させた状態で摩擦攪拌接合するため、ショルダ部を壁部材210及びフランジ部222に押し込む場合に比べて塑性化領域W21の幅を小さくすることができる。これにより、フランジ部222の幅（張り出し長さ）を大きくしなくても接合代を確保することができる。これにより、筒状部材220（フランジ部222）の設計の自由度を高めることができる。

[0131] 図33は、第六実施形態に係る変形例の接合工程を示す斜視図である。図33に示すように、変形例の接合工程では、回転ツールFの開始位置Spを壁部材210の表面210aに設定している。当該接合工程では、開始位置Spに右回転させた回転ツールFを挿入した後、フランジ部222に突入させ、重合部J21に沿って回転ツールFを相対移動させる。

[0132] また、フランジ部222の縁部にスリット225を形成してもよい。スリット225は、フランジ部222の縁部から中心方向に向けて延設されている。接合工程を行う際には、塑性化領域W21の一部がスリット225に接触するように、回転ツールFの移動ルートを設定する。除去工程を行う際には、スリット225を起点にめくるようにして折り曲げることで、除去工程をより容易に行うことができる。なお、変形例では、他の工程は第六実施形

態と同等であるため共通する部分の説明は省略する。

[0133] [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。第七実施形態に係る接合方法では、準備工程と、配置工程と、接合工程と、除去工程を行う。第七実施形態に係る接合方法では、主に配置工程が第六実施形態と相違する。

[0134] 配置工程は、図34に示すように、壁部材210に筒状部材220を配置する工程である。配置工程では、壁部材210の貫通孔211と筒状部材220の筒部221の中空部とを連通させつつ、壁部材210の表面210aに、フランジ部222の裏面222bを重ね合わせる。壁部材210の表面210aとフランジ部222の裏面222bとが重ね合わされて重合部J22が形成される。

[0135] 接合工程は、図35及び図36に示すように、回転ツールFを用いて重合部J22を摩擦攪拌接合する工程である。接合工程では、図35に示すように、壁部材210の表面210aに設定された開始位置Spに左回転させた回転ツールFを挿入した後、フランジ部222に突入させて重合部J22に沿って筒部221周りに一周させる。本実施形態では、回転ツールFを左回転させるため、筒部221に対して左回りとなるように回転ツールFを相対移動させる。回転ツールFの移動軌跡には塑性化領域W22が形成される。また、本実施形態では、回転ツールFを左回転させるため、攪拌ピンF2の螺旋溝は基端側から先端側に向けて右回りとなるように形成されている。

[0136] 図36に示すように、接合工程では、連結部F1をフランジ部222に接触させない状態で、つまり、攪拌ピンF2の基端側を露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。即ち、回転ツールFの挿入深さは、本実施形態では、壁部材210及びフランジ部222の両方に攪拌ピンF2が接触するように設定する。なお、接合工程では、攪拌ピンF2が壁部材210に達しない程度に、つまり、攪拌ピンF2のみをフランジ部222のみと接触させた状態で接合してもよい。この場合は、攪拌ピンF2とフランジ部222との摩擦熱に

よって重合部 J 2 2 が塑性流動化して接合される。

- [0137] 除去工程は、図 3 7 に示すように、フランジ部 2 2 2 の一部である余剰片部 2 2 3 を切除する工程である。余剰片部 2 2 3 とは、フランジ部 2 2 2 において、塑性化領域 W 2 2 を境にして切除される部位である。本実施形態では、フランジ部 2 2 2 に形成された凹溝 D よりも外側の部位を余剰片部 2 2 3 としている。
- [0138] 除去工程では、余剰片部 2 2 3 の端部をめくり上げつつ、折り曲げるようにして除去する。これにより、フランジ部 2 2 2 の外周縁は塑性化領域 W 2 2 で縁どりされる。除去工程では、装置を用いて余剰片部 2 2 3 を折り曲げてよいが、本実施形態では、手作業で折り曲げて切除している。以上により、壁部材 2 1 0 と筒状部材 2 2 0 とが接合される。なお、前記した変形例のように、フランジ部 2 2 2 にスリットを設け、当該スリットを起点に余剰片部 2 2 3 をめくり上げるようにして余剰片部 2 2 3 を除去してもよい。
- [0139] 以上説明した第七実施形態に係る接合方法でも、第六実施形態と同じ効果を奏することができる。なお、第七実施形態の接合工程では、フランジ部 2 2 2 の表面 2 2 2 a に直接回転ツール F を挿入してもよい。
- [0140] 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、接合工程に先だって、重合部 J 2 1 に仮接合を行う仮接合工程を含むようにしてもよい。仮接合工程は、溶接でもよいし、回転ツールを用いて摩擦攪拌で行ってもよい。これにより、接合工程の際の重合部 J 2 1, J 2 2 の目開きを防ぐことができる。
- [0141] また、本実施形態では、筒部 2 2 1 を円筒にしたが、断面楕円形状又は断面多角形状の筒状としてもよい。その際は、筒部 2 2 1 の形状に合わせて貫通孔 2 1 1 も変更する。また、接合工程は、回転ツール F の回転中心軸を外側（中心軸 X に対して外側）に傾斜させた状態で行ってもよい。これにより、連結部 F 1 及び摩擦攪拌装置と筒部 2 2 1 との接触を回避することができるとともに、フランジ部 2 2 2 の幅も小さくすることができる。この際、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アームロボ

ットに取り付けることが好ましい。これにより、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。

符号の説明

[0142]	1	構造物
	2	第一金属部材
	3	第二金属部材
	4	スリット
	10	余剰片部
	101	液冷ジャケット
	102	ジャケット本体
	103	封止体
	111	底部
	112	周壁部
	113	凹部
	114	支持部
	115	突出部
	121	基体部
	122	フランジ部
	123	孔部
	130	余剰片部
	210	壁部材
	211	貫通孔
	220	筒状部材
	221	筒部
	222	フランジ部
	223	余剰片部
	D	凹溝
	F	回転ツール

F 2	攪拌ピン
G	回転ツール
G 1	ショルダ部
G 2	攪拌ピン
V	バリ
W	塑性化領域

請求の範囲

- [請求項1] 第一金属部材の表面と板状の第二金属部材の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、
- 回転ツールを前記第二金属部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記第二金属部材のみ、又は、前記第一金属部材及び前記第二金属部材の両方に接触させた状態で前記回転ツールを閉ループとなるように相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、
- 前記摩擦攪拌工程では、バリが前記第二金属部材の外側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接合方法。
- [請求項2] 前記摩擦攪拌工程において、塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記第二金属部材の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備える中空容器本体及び板状の封止体を形成する準備工程と、
- 前記周壁部の端面と前記封止体の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、
- 回転ツールを前記封止体の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記封止体のみ、又は、前記周壁部及び前記封止体の両方に接触させた状態で前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、
- 前記摩擦攪拌工程では、バリが前記封止体の外側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中空容器の製造方法。
- [請求項4] 前記摩擦攪拌工程において、塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記封止体の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、をさらに含むことを特徴とする請求項3に記載の中空容器の製造方法。

[請求項5] 底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備えるジャケット本体を形成するとともに、基板と複数のフィンとを備えるヒートシンクを形成する準備工程と、

前記周壁部の端面と前記基板の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、

回転ツールを前記基板の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記基板のみ、又は、前記基板及び周壁部の両方に接触させた状態で前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、

前記摩擦攪拌工程では、バリが前記ヒートシンクの外側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液冷ジャケットの製造方法。

[請求項6] 前記摩擦攪拌工程において、塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記ヒートシンクの外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、をさらに含むことを特徴とする請求項5に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項7] 底部と前記底部の周縁から立ち上る周壁部とを備えるジャケット本体を形成するとともに、基体部と前記基体部の表面とは一段下がった位置から側方に張り出すフランジ部とを備える封止体を形成する準備工程と、

前記周壁部の端面と前記フランジ部の裏面とを重ね合せて重合部を形成する配置工程と、

回転ツールを前記フランジ部の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は、前記周壁部及び前記フランジ部の両方に接触させた状態で前記フランジ部に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、を含み、

前記摩擦攪拌工程では、バリが前記フランジ部の外側に形成される

ように接合条件を設定することを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項8] 前記摩擦攪拌工程において塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程をさらに含むことを特徴とする請求項7に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項9] 前記摩擦攪拌工程では、ショルダ部と攪拌ピンとを備える回転ツールを使用し、前記ショルダ部の下端面を前記基体部の表面より低い位置に設定して摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする請求項7又は請求項8に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項10] 前記準備工程では、前記ジャケット本体の前記底部から立ち上る支持部と、前記支持部から突出する突出部とを形成するとともに、前記封止体に前記突出部が挿入される孔部を形成し、

前記配置工程では、前記周壁部の端面に前記封止体を配置するとともに、前記孔部に前記突出部を挿入し、

前記摩擦攪拌工程では、前記突出部の端面と前記孔部の底面との突合せ部にも摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする請求項7に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項11] 貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、

前記貫通孔に前記筒状部材の他端側を挿入して前記フランジ部の表面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、

回転ツールを前記フランジ部の裏面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で、前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、

前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項12]

貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、

前記貫通孔に前記筒状部材の他端側を挿入して前記フランジ部の表面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、

回転ツールを前記壁部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で、前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、

前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項13]

貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、

前記貫通孔と前記筒状部材の中空部とを連通させつつ、前記フランジ部の裏面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、

回転ツールを前記フランジ部の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、

前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含む

むことを特徴とする接合方法。

[請求項14] 貫通孔を有する壁部材と、一端側にフランジ部を有する筒状部材を準備する準備工程と、

前記貫通孔と前記筒状部材の中空部とを連通させつつ、前記フランジ部の裏面と前記壁部材の表面とを重ね合わせて重合部を形成する配置工程と、

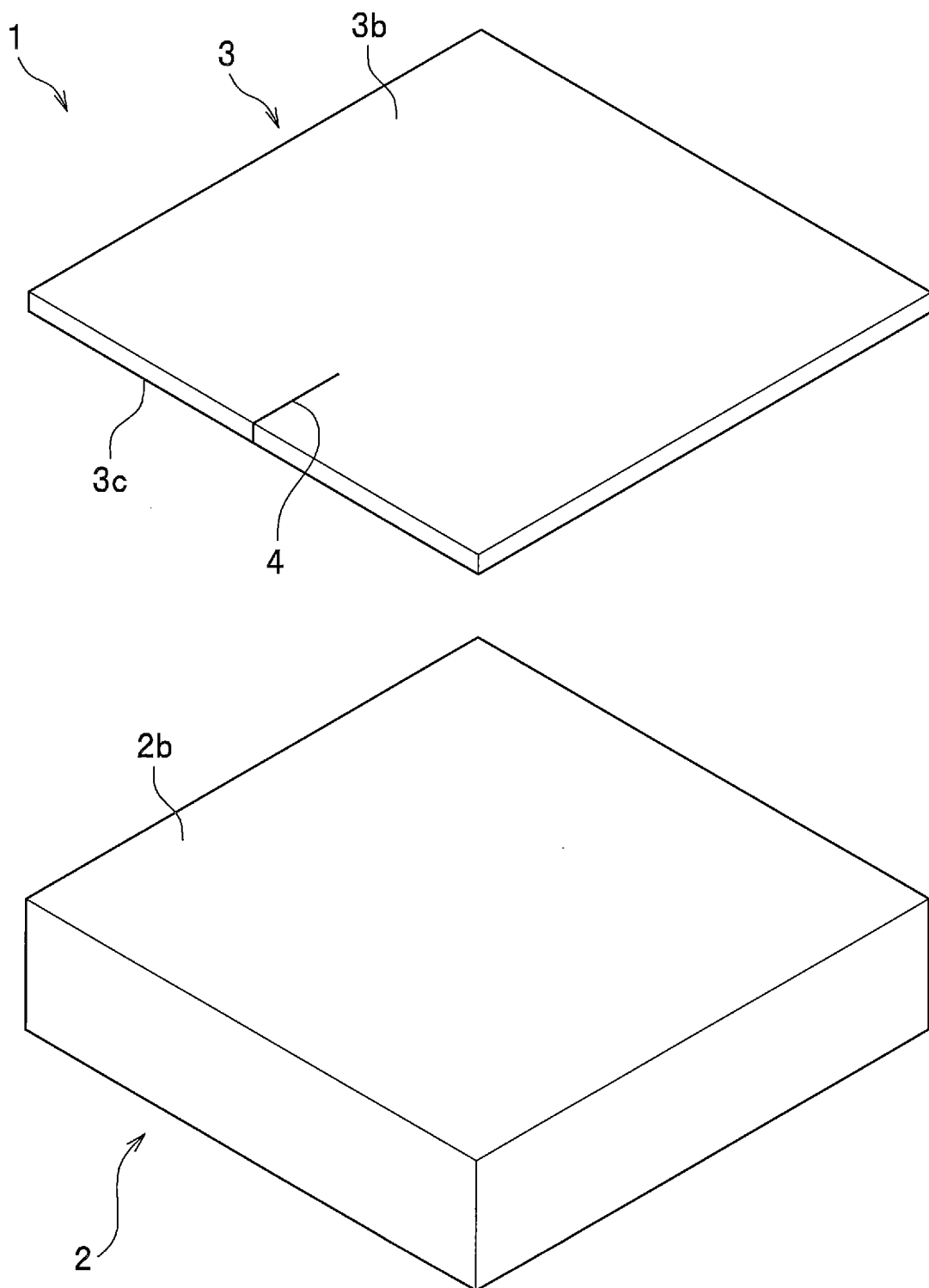
回転ツールを前記壁部材の表面から挿入し、前記回転ツールの攪拌ピンのみを前記フランジ部のみ、又は前記フランジ部及び前記壁部材の両方に接触させた状態で前記フランジ部の周縁に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記重合部に対して摩擦攪拌接合を行う接合工程と、

前記接合工程で塑性化領域内に形成された凹溝を境にして、前記フランジ部の外側の余剰片部をバリとともに切除する除去工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

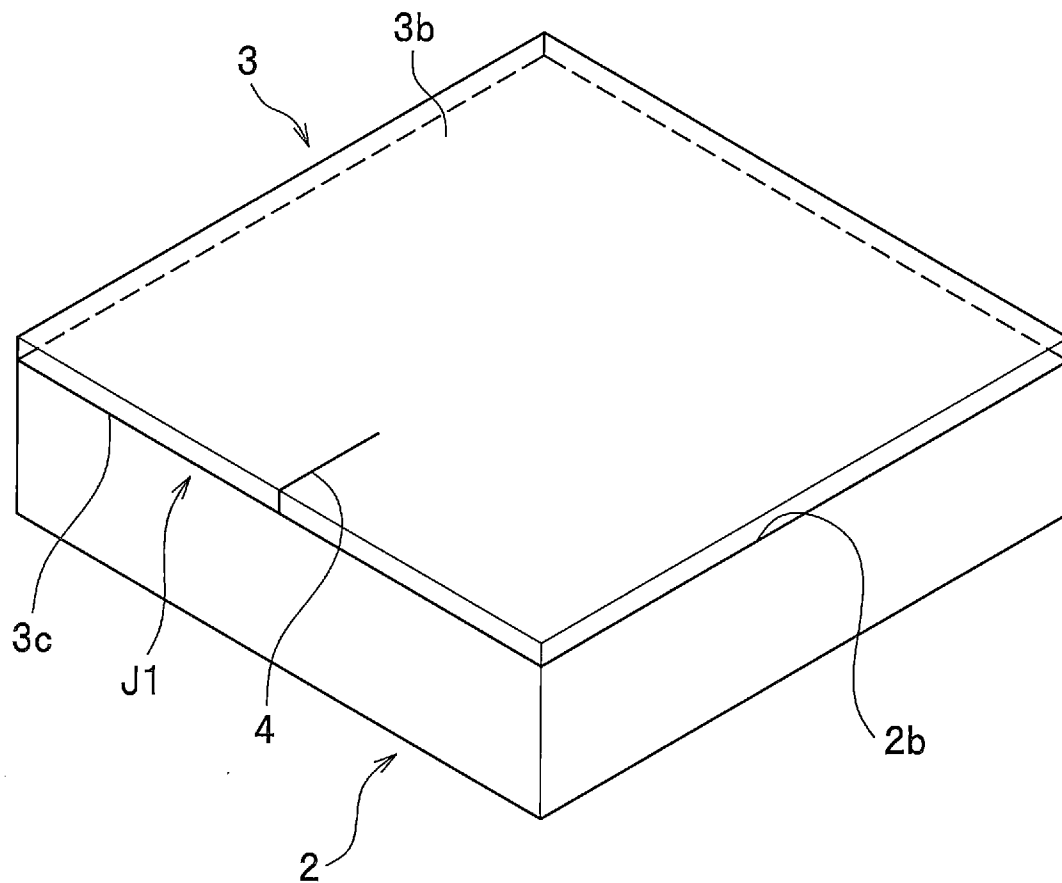
[請求項15] 前記接合工程では、前記フランジ部の外側にバリが発生するように接合条件を設定することを特徴とする請求項11乃至請求項14のいずれか一項に記載の接合方法。

[請求項16] 前記貫通孔は円形を呈し、前記筒状部材の筒部が円筒を呈することを特徴とする請求項11乃至請求項14のいずれか一項に記載の接合方法。

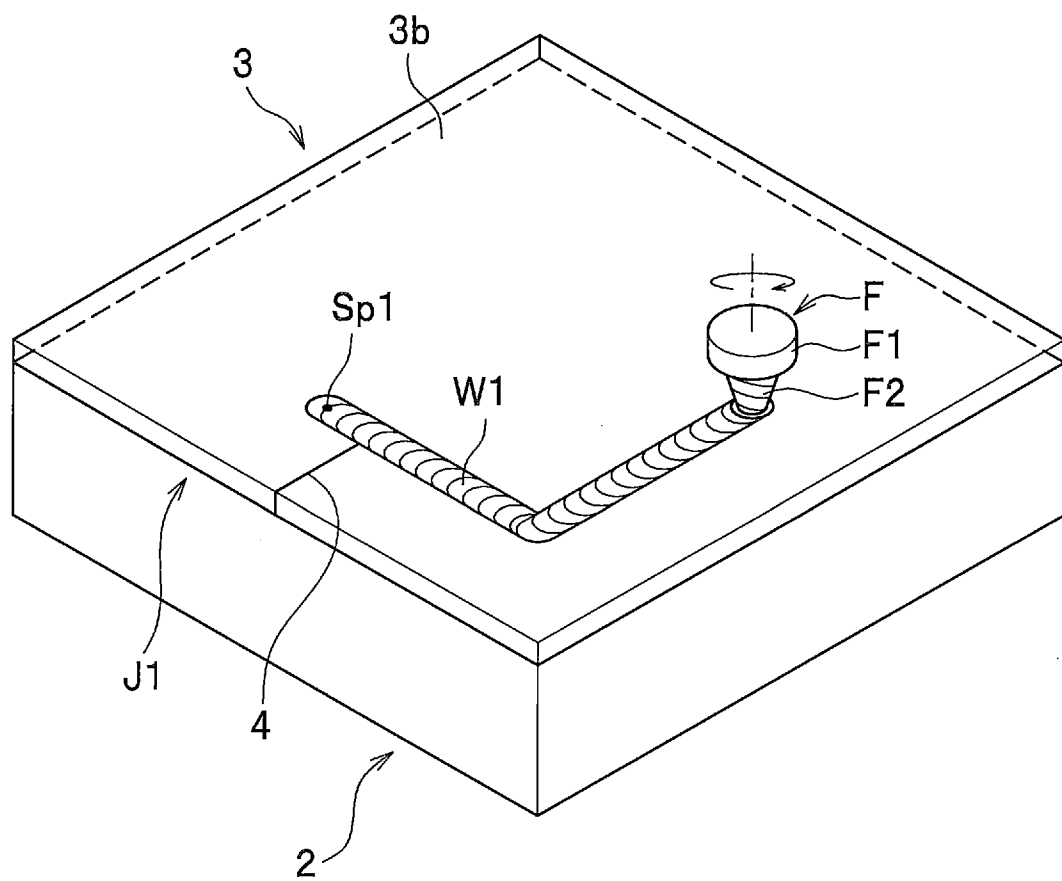
[図1]



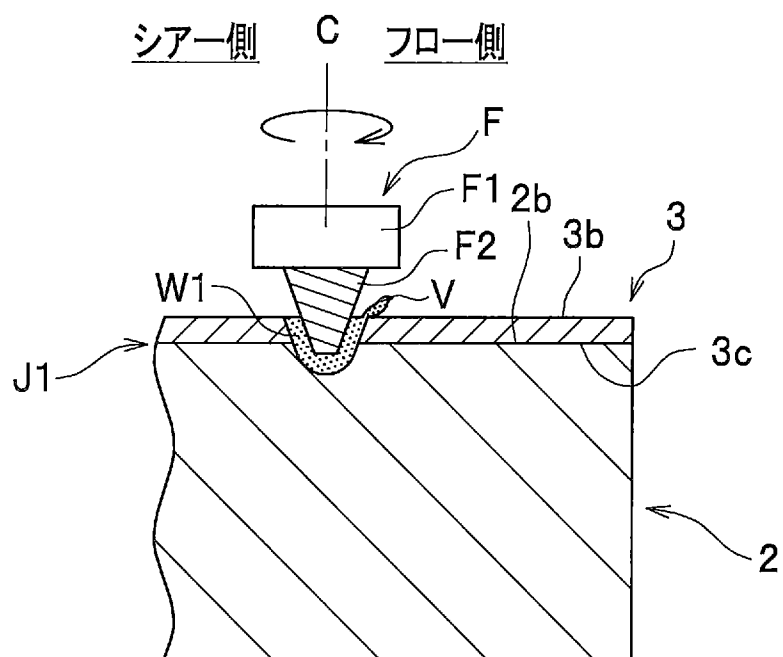
[図2]



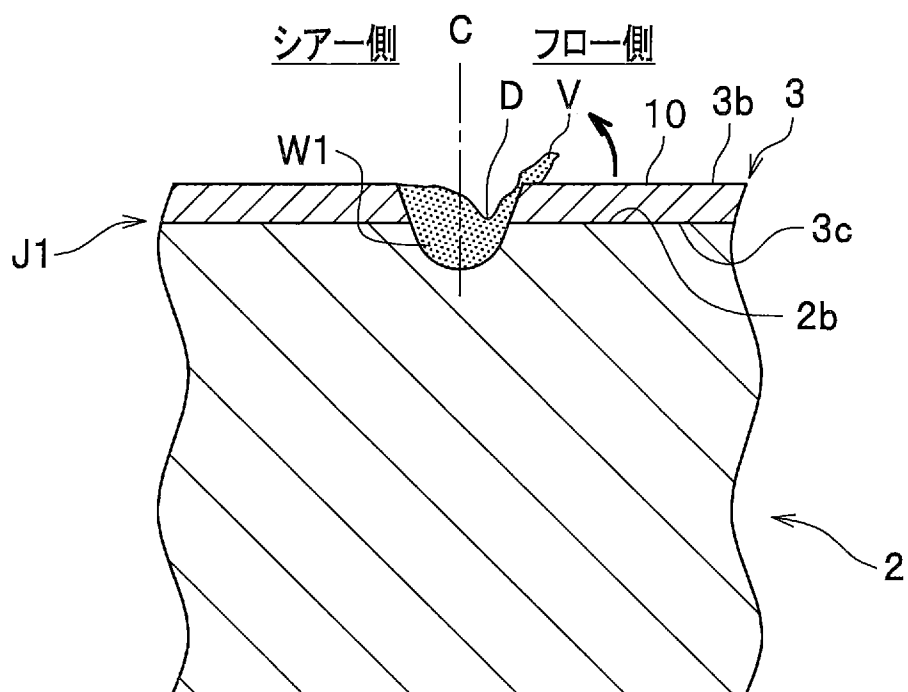
[図3]



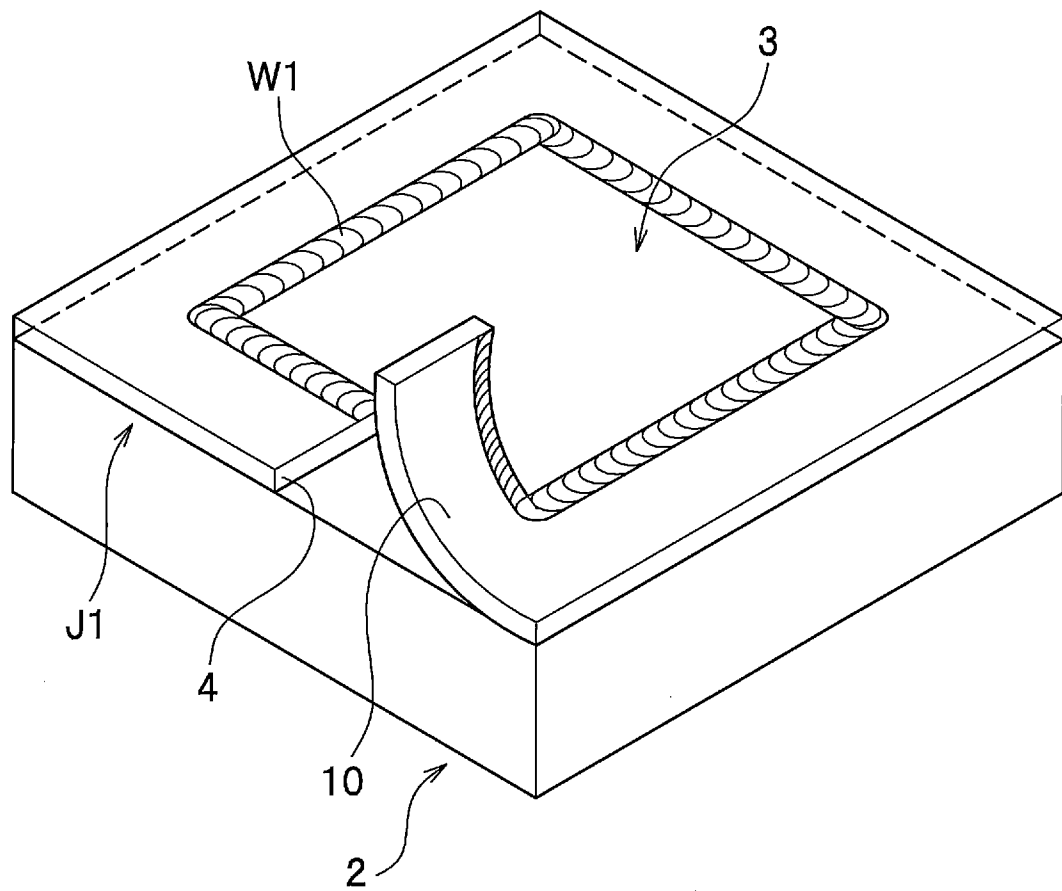
[図4]



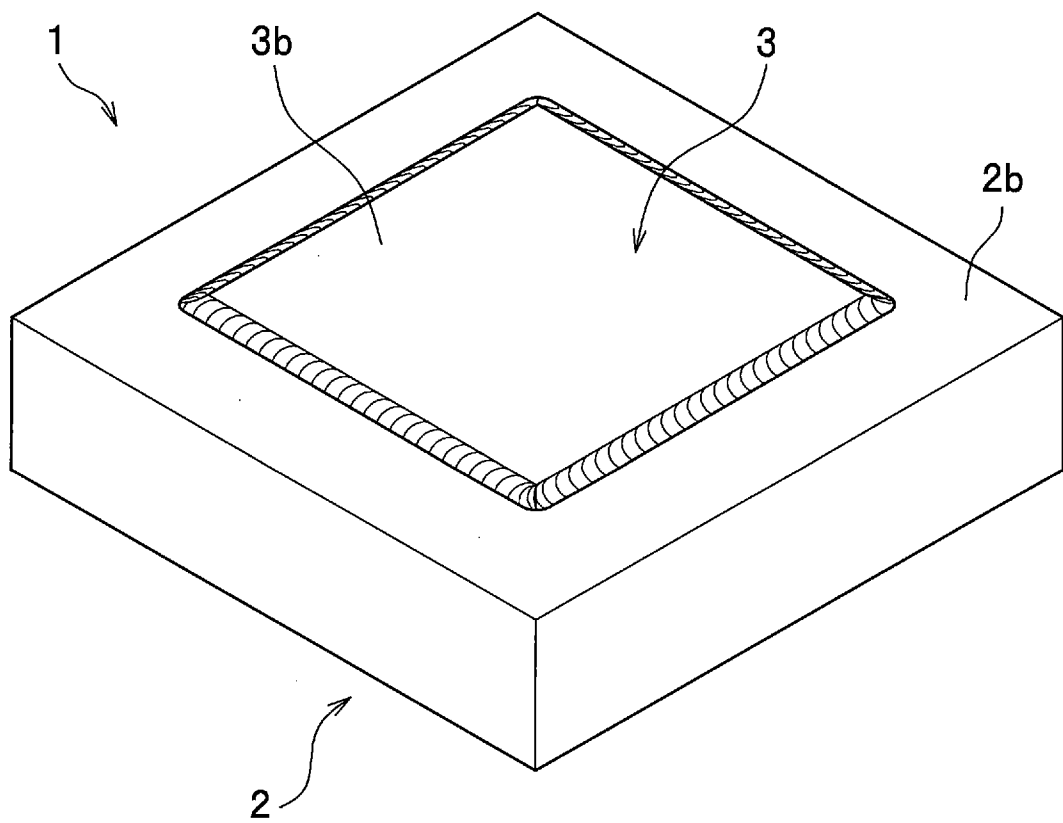
[図5]



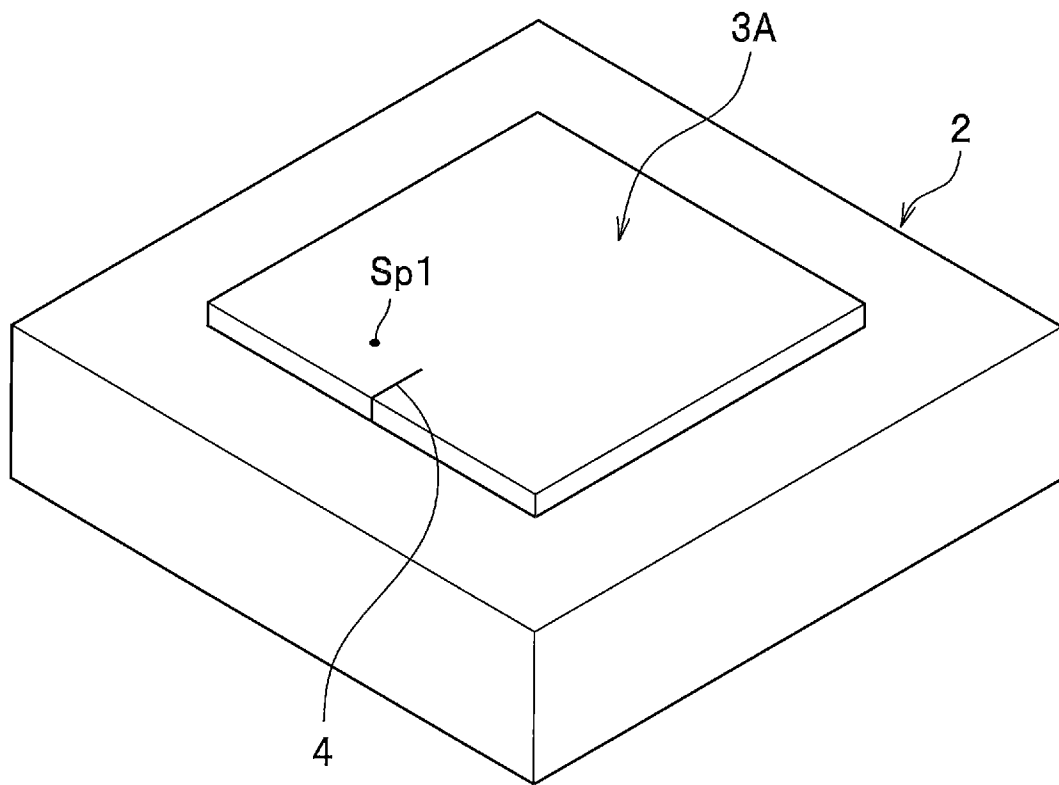
[図6]



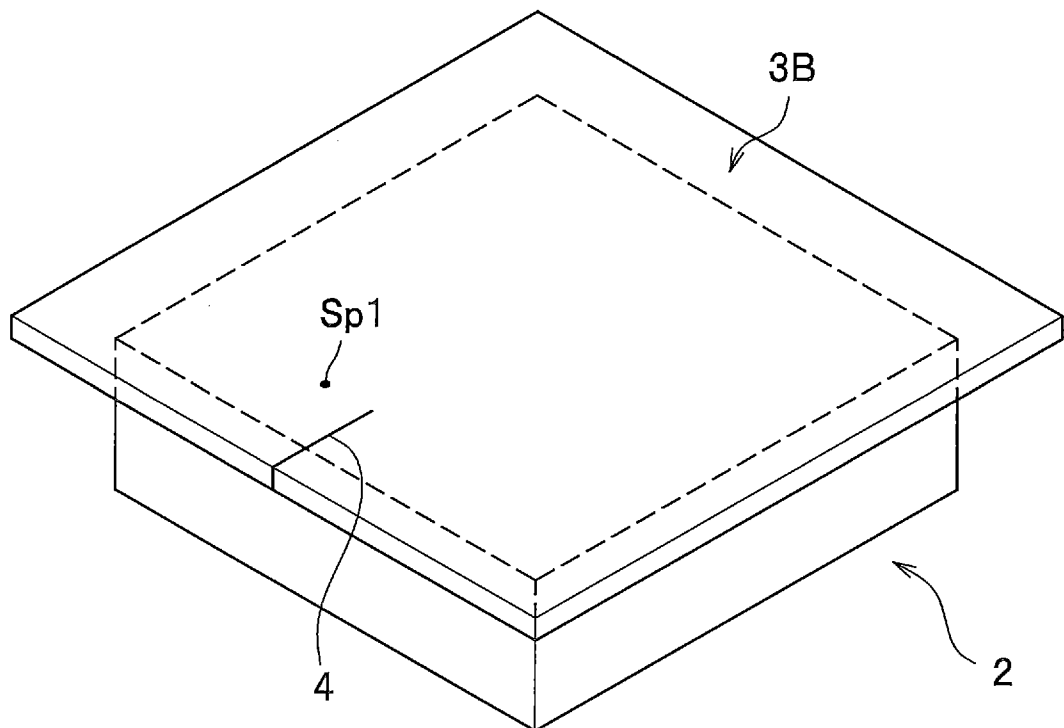
[図7]



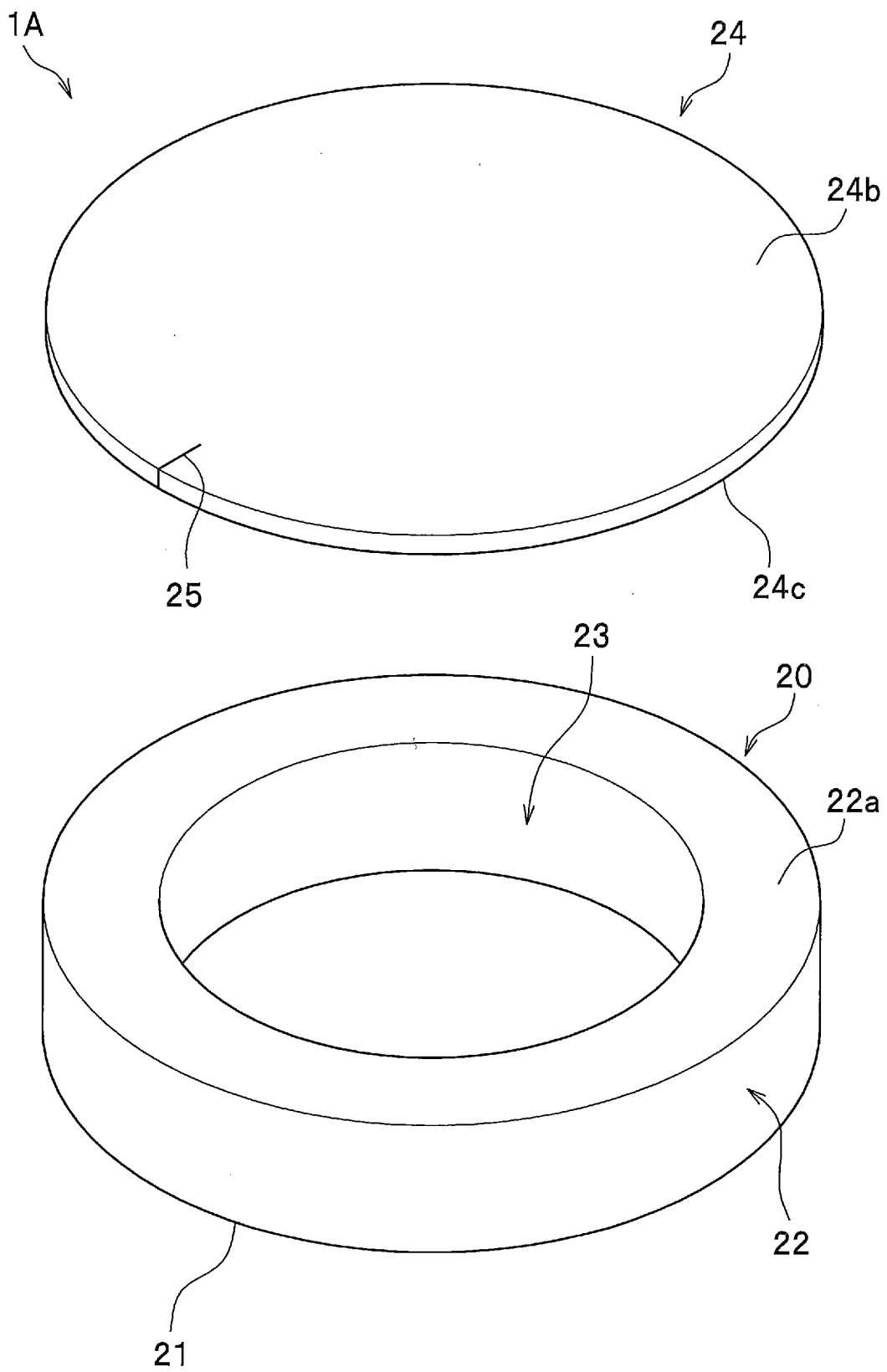
[図8]



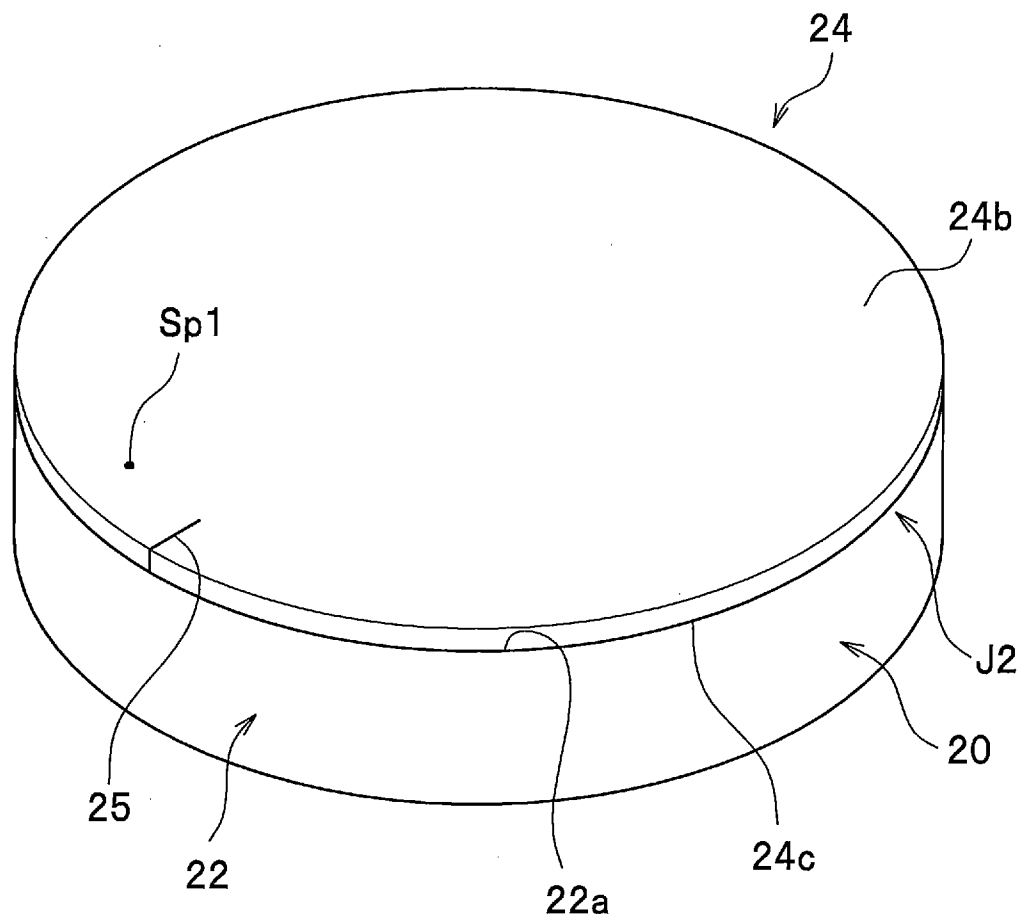
[図9]



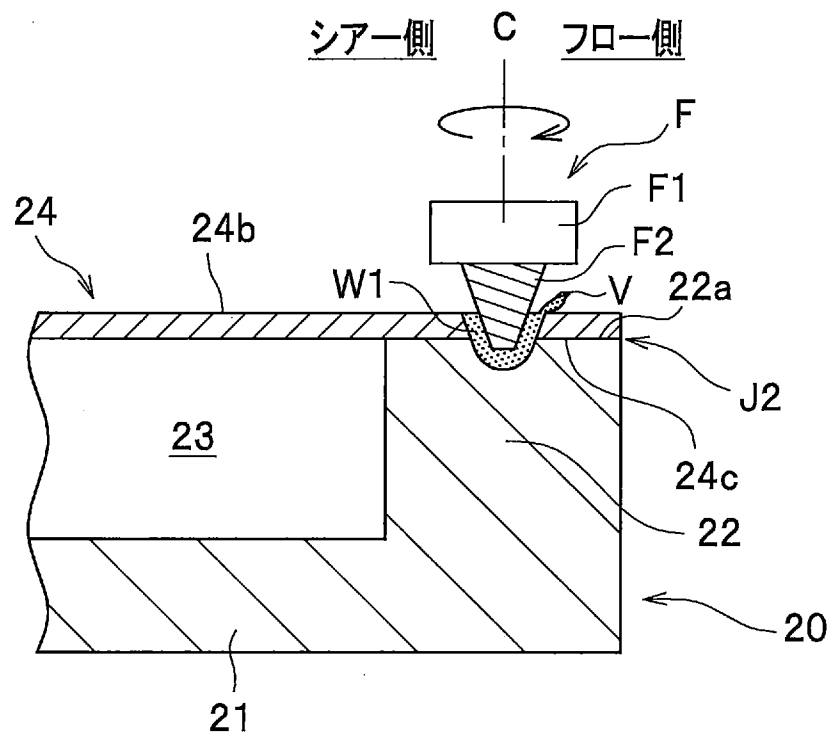
[図10]



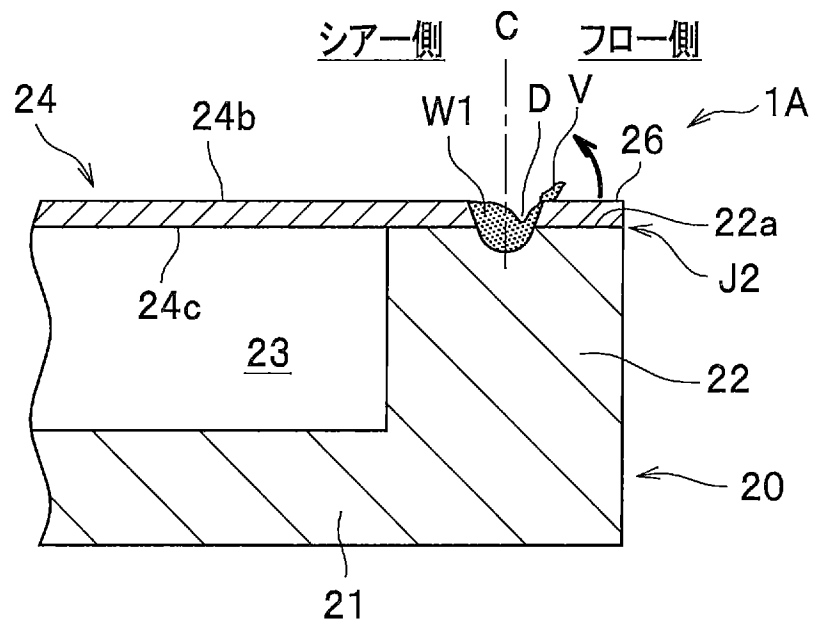
[図11]



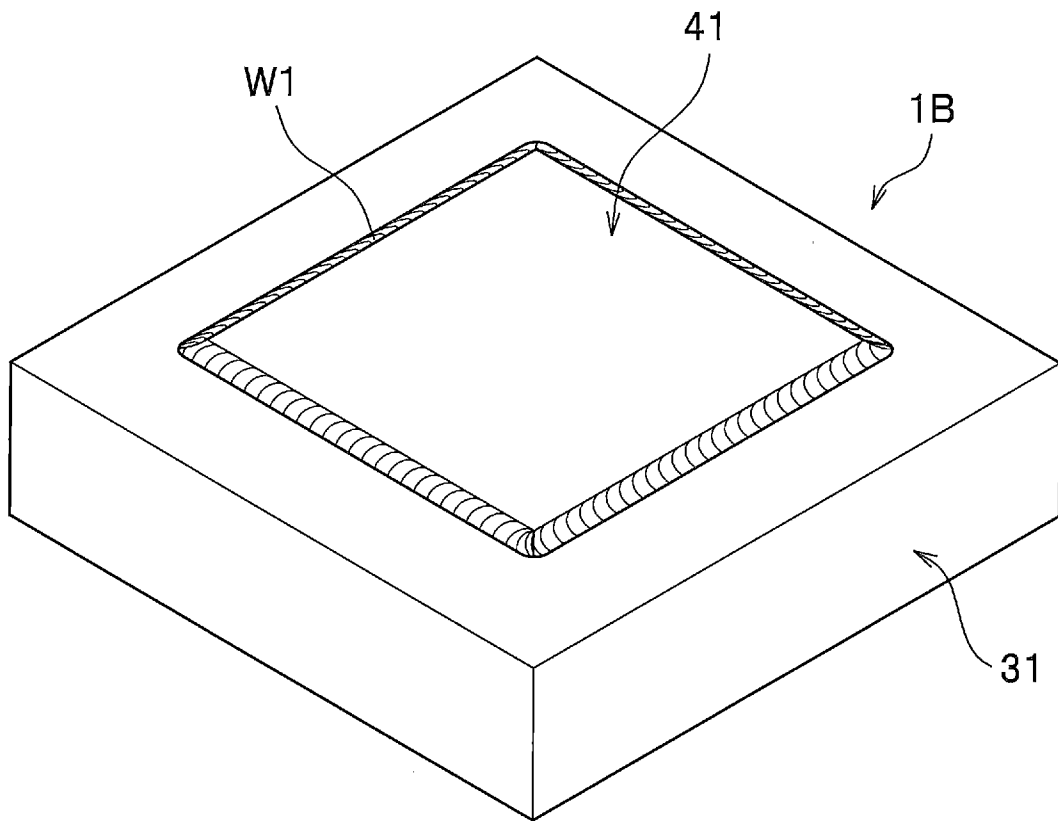
[図12]



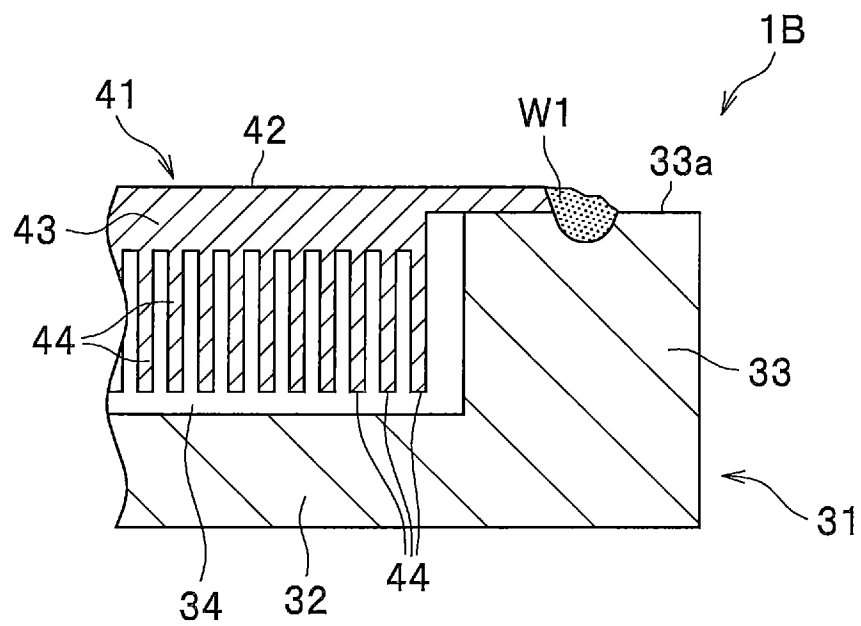
[図13]



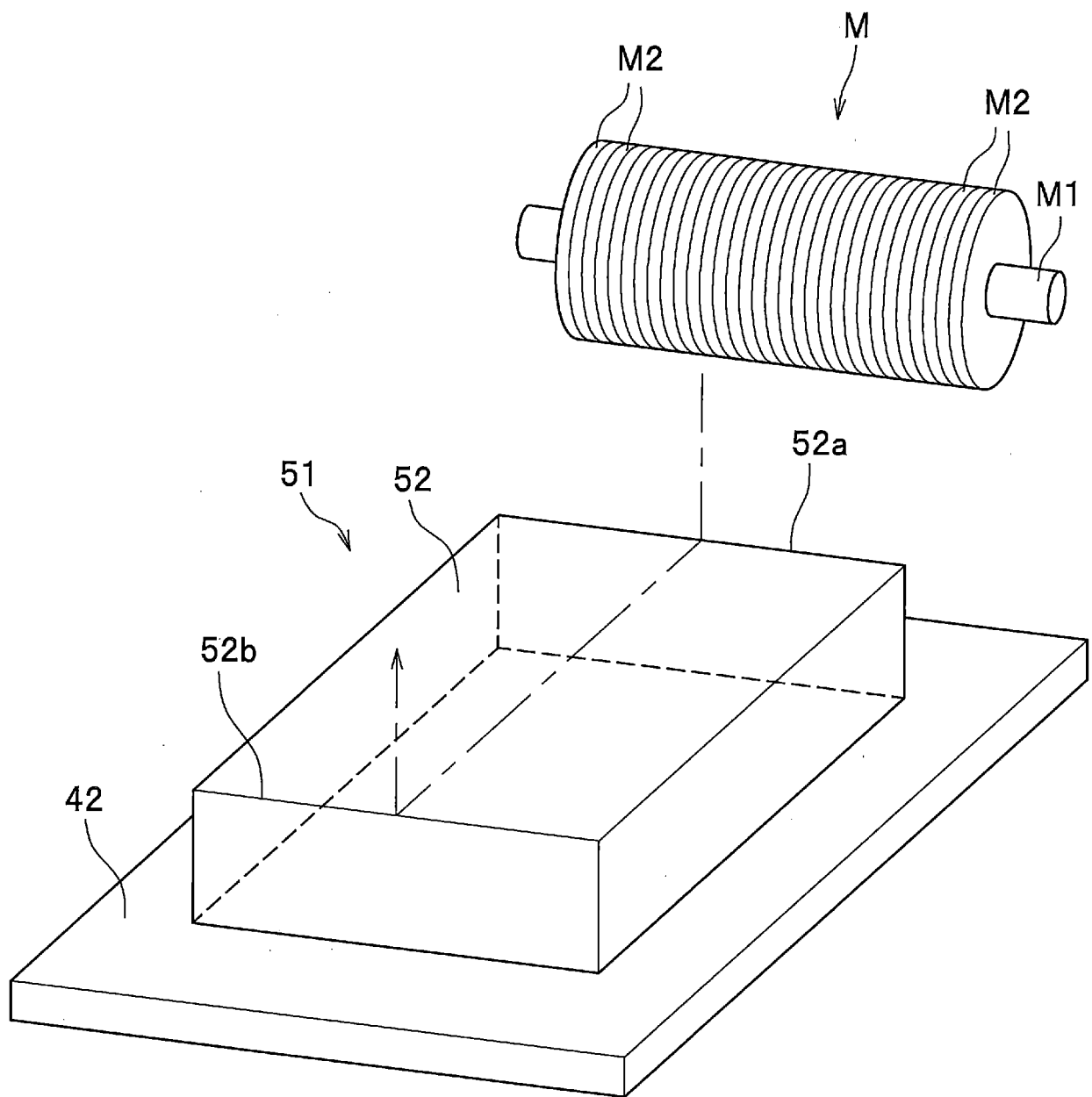
[図14]



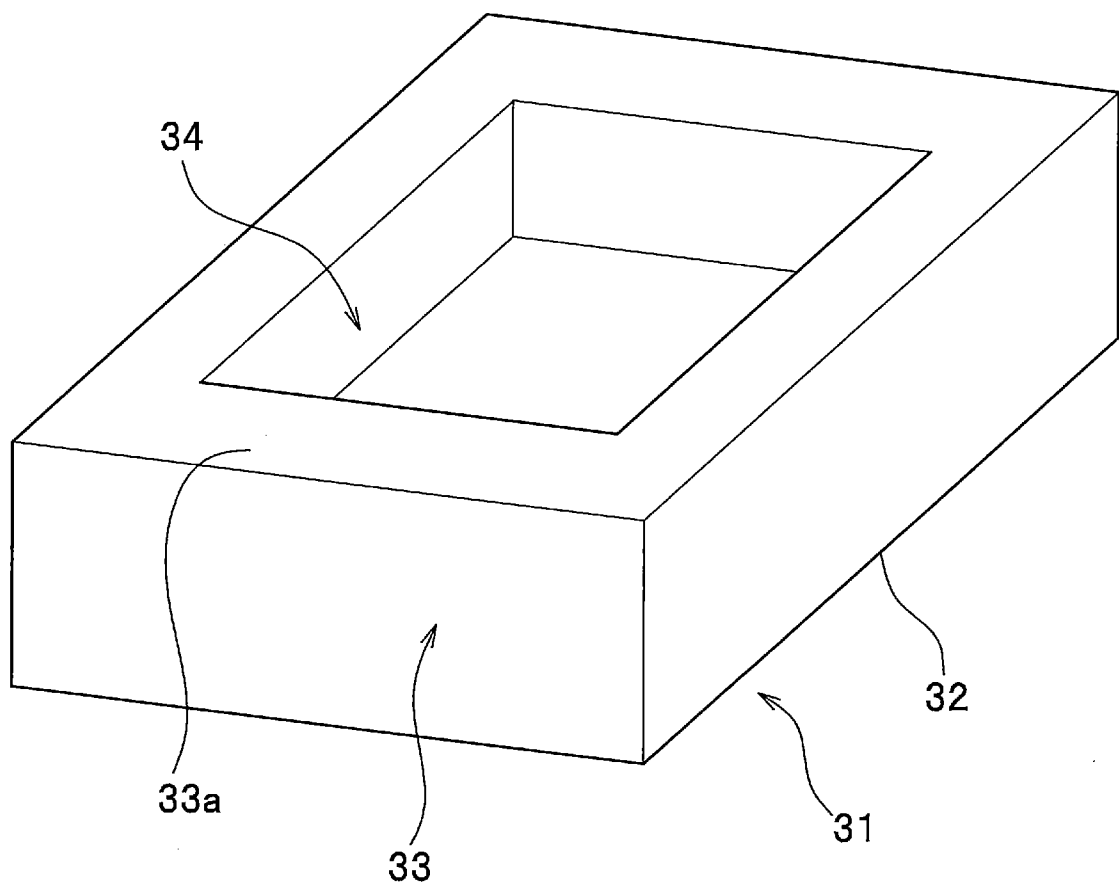
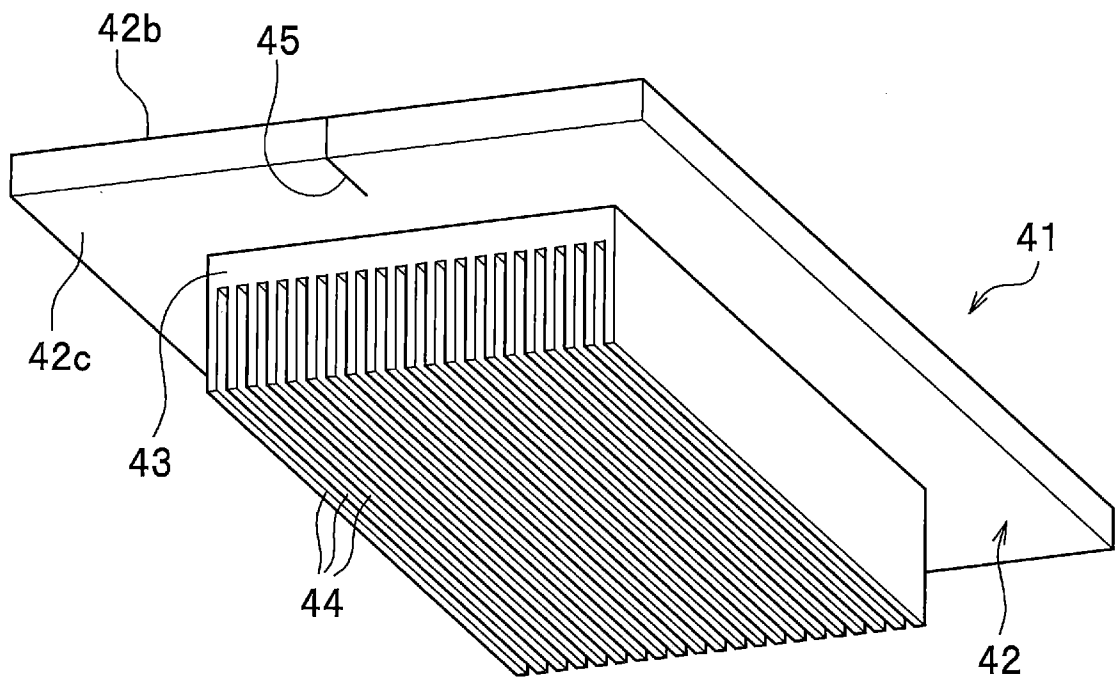
[図15]



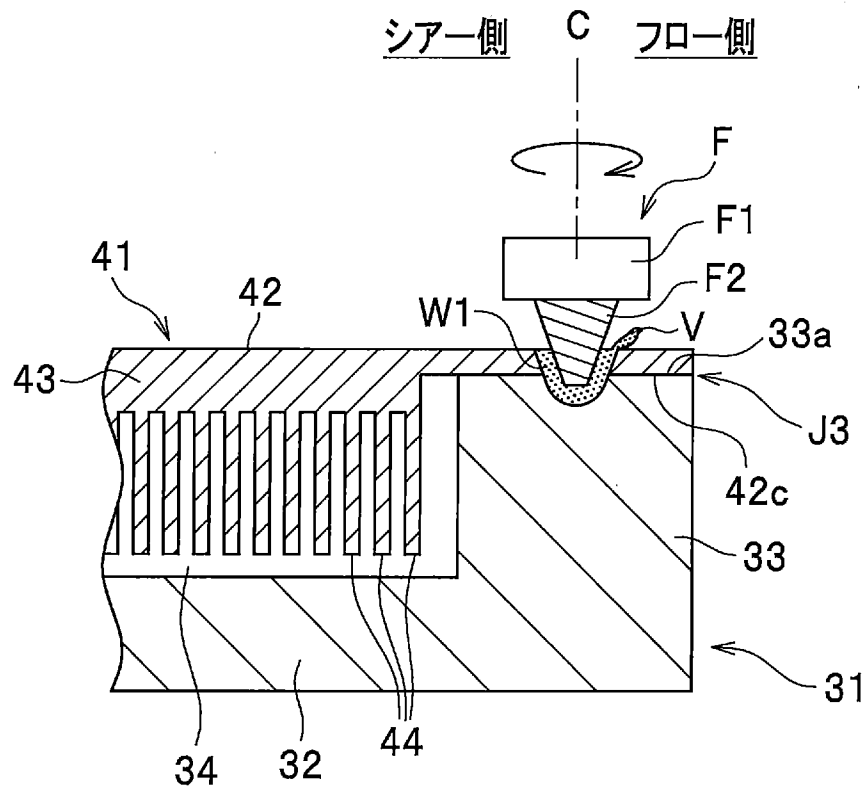
[図16]



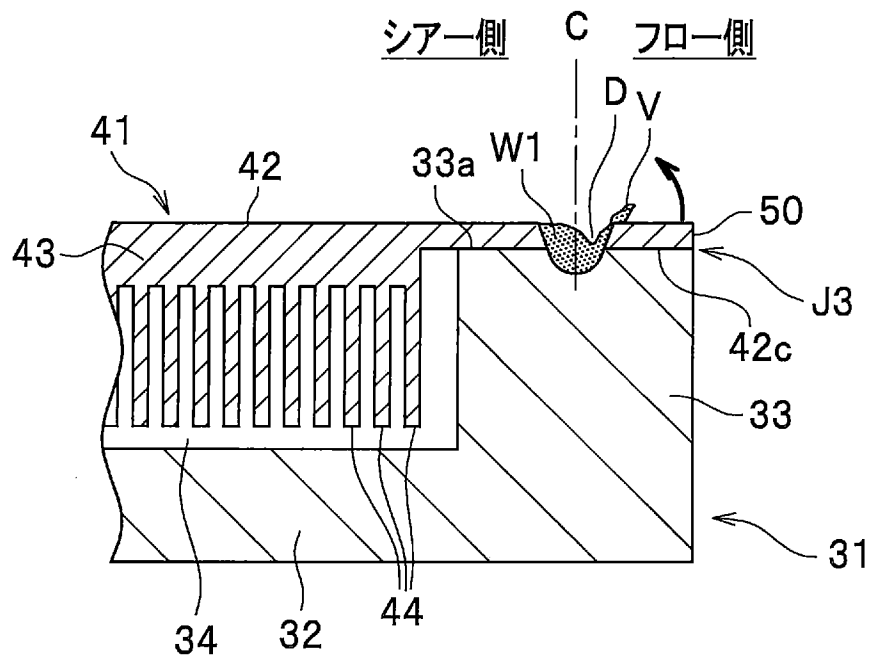
[図17]



[図18]

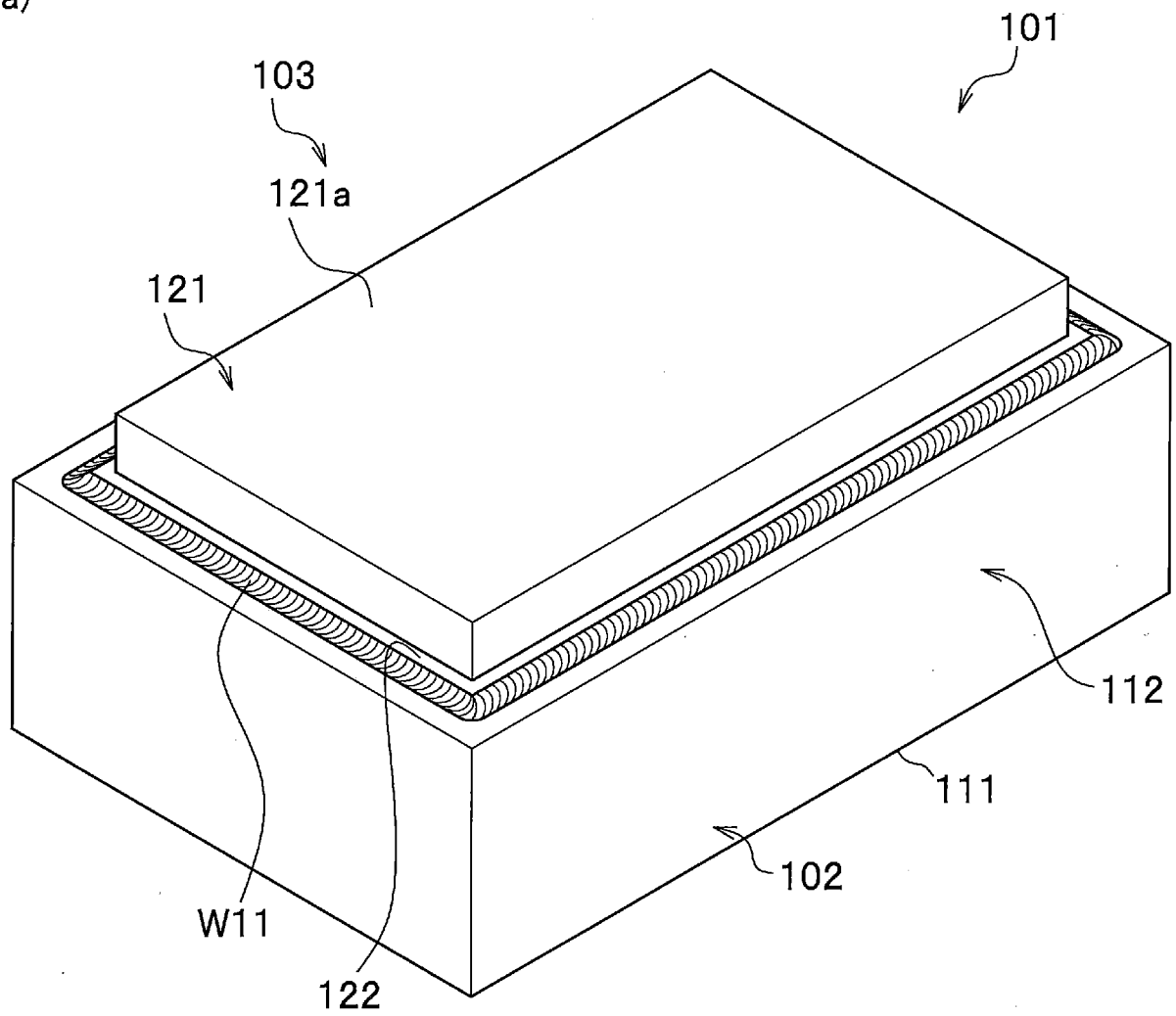


[図19]

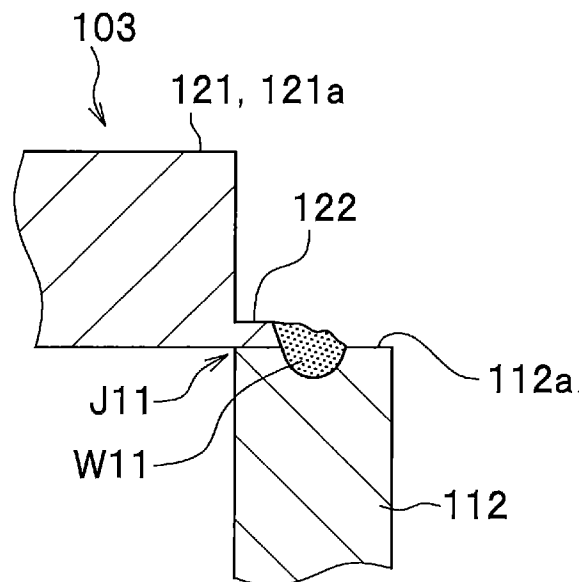


[図20]

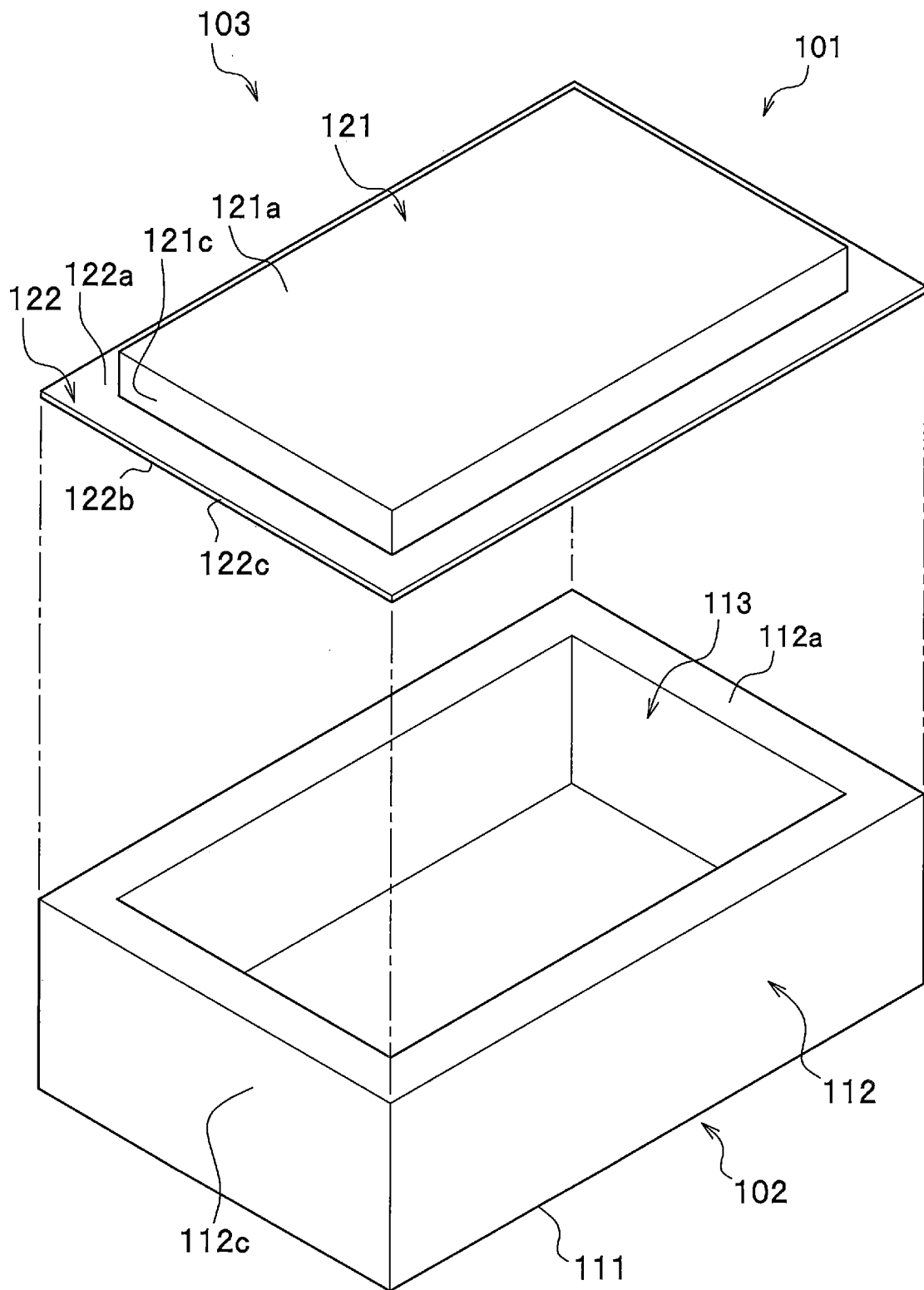
(a)



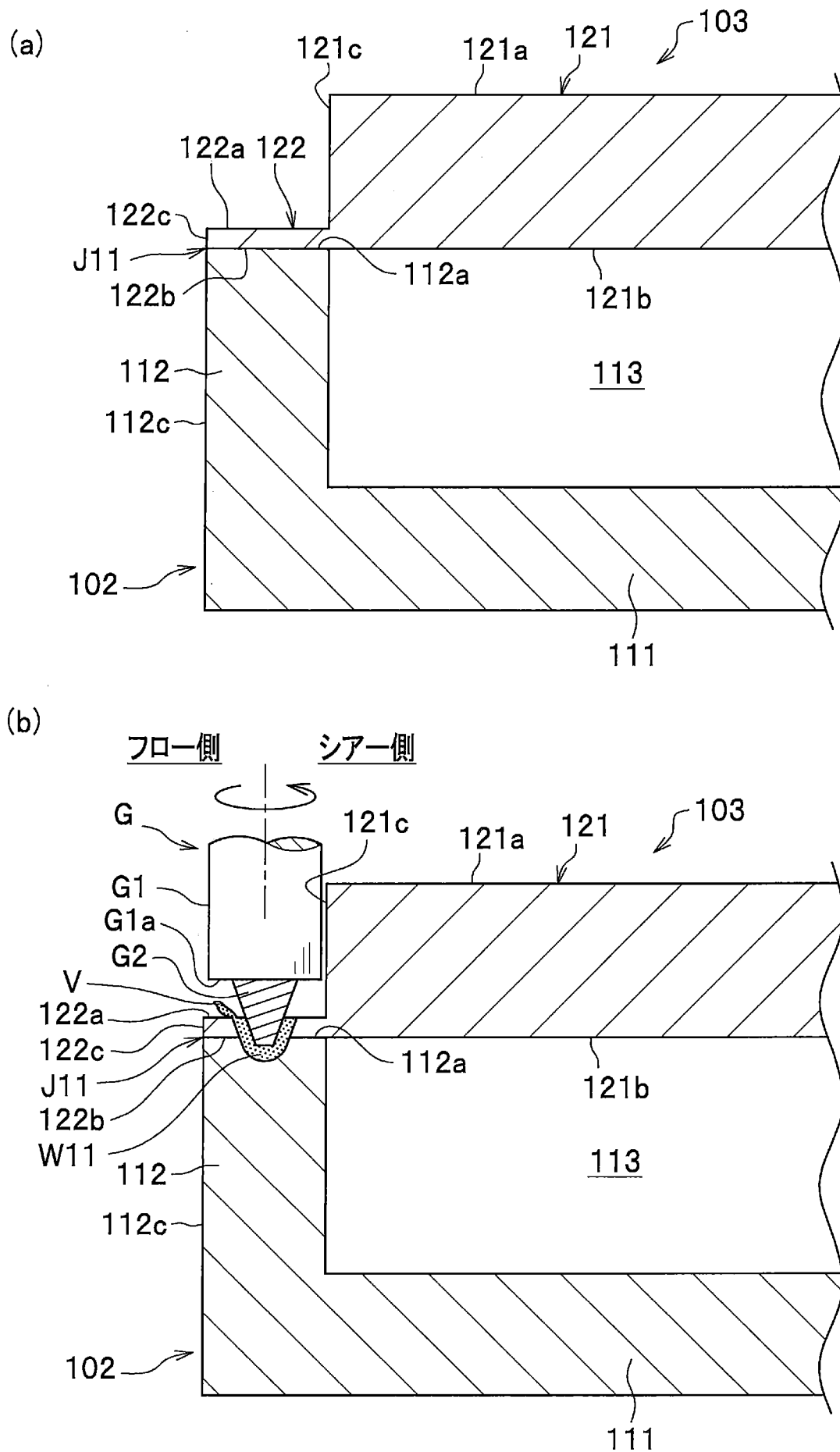
(b)



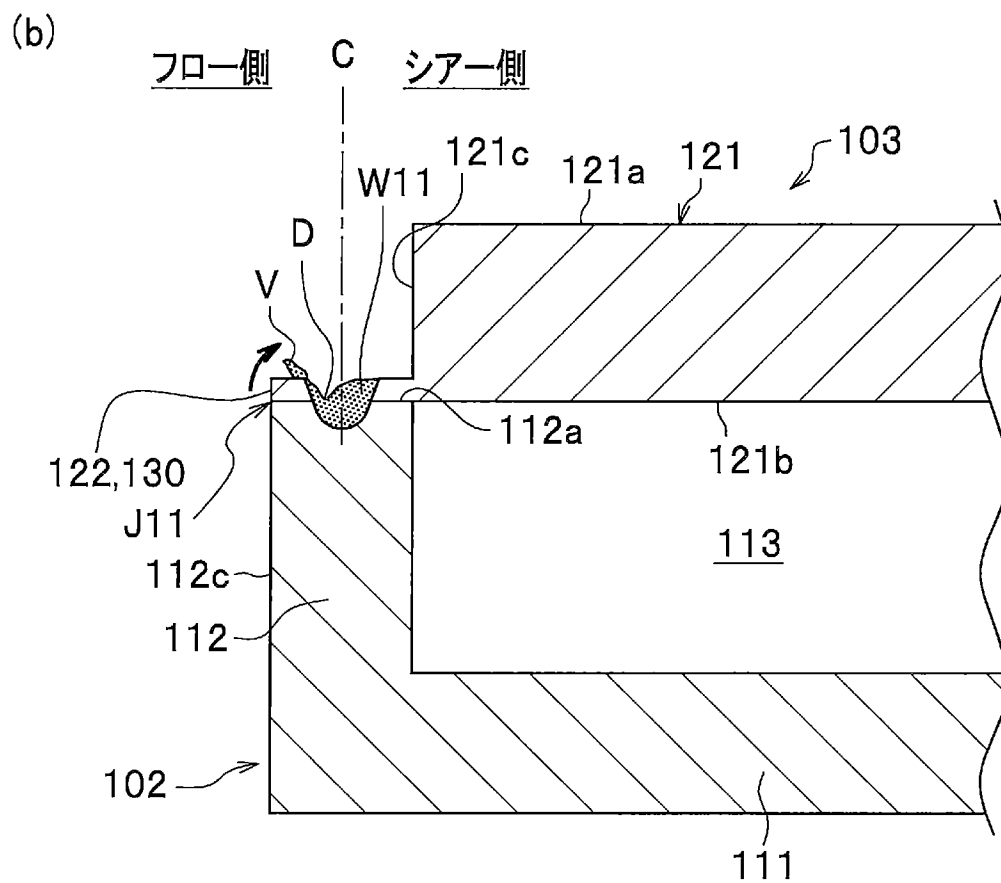
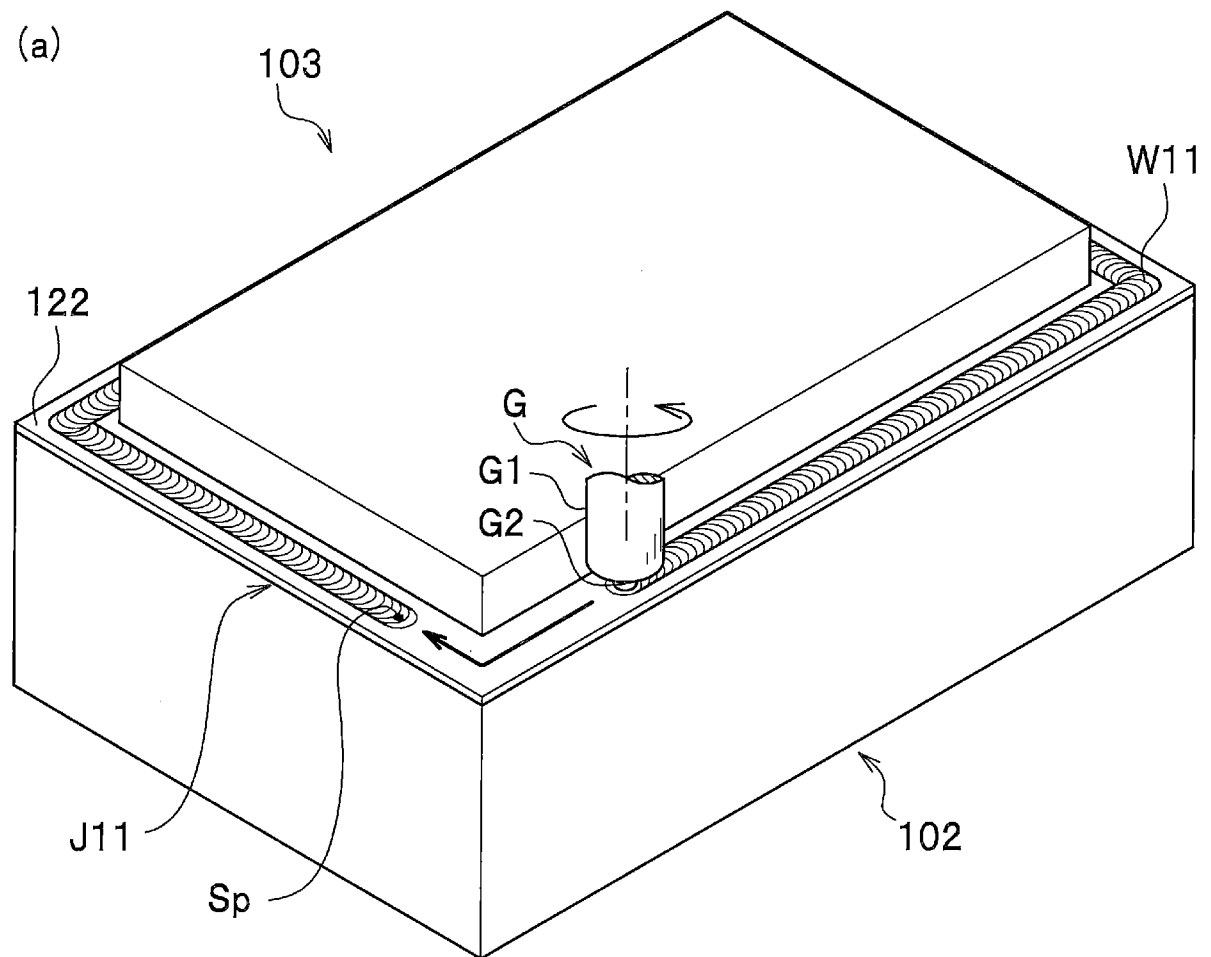
[図21]



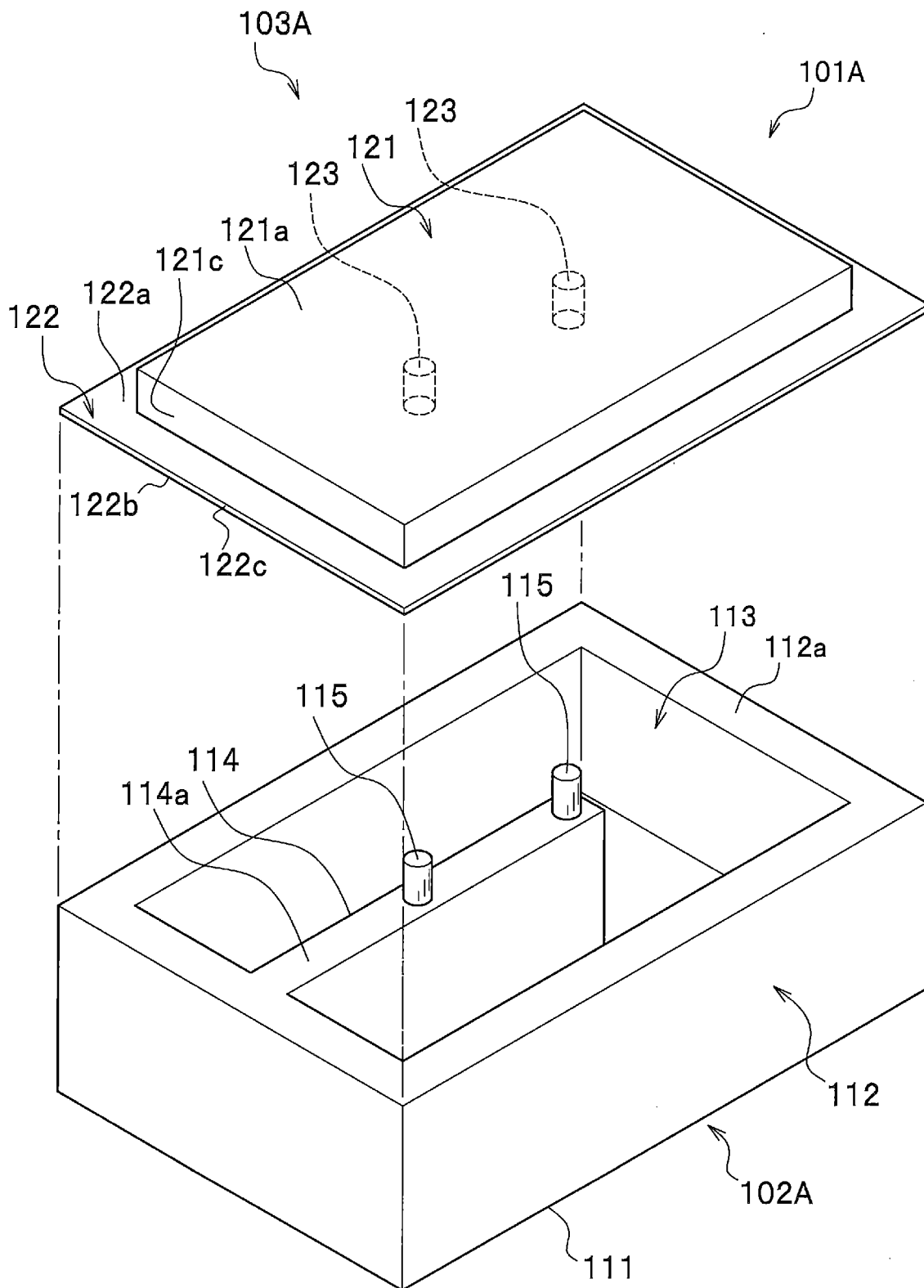
[図22]



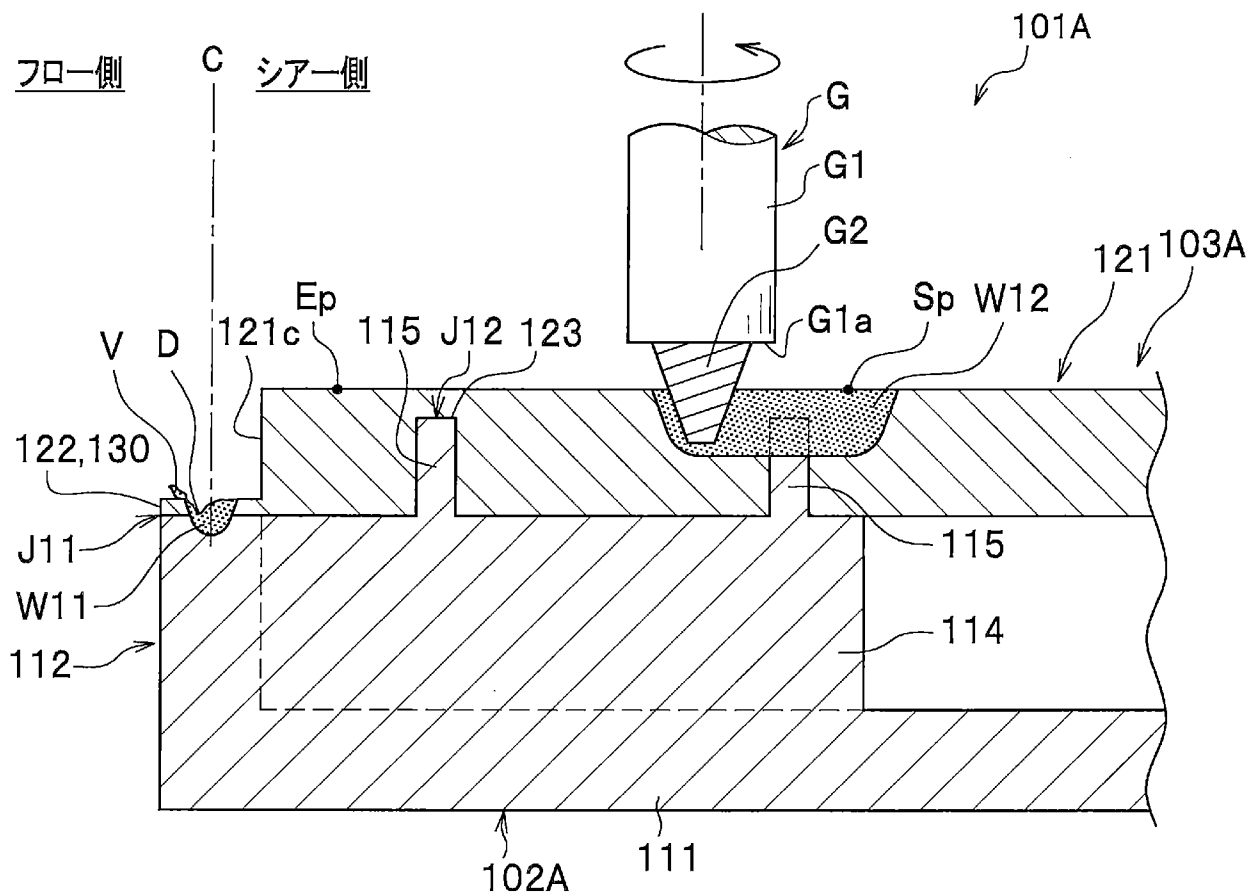
[図23]



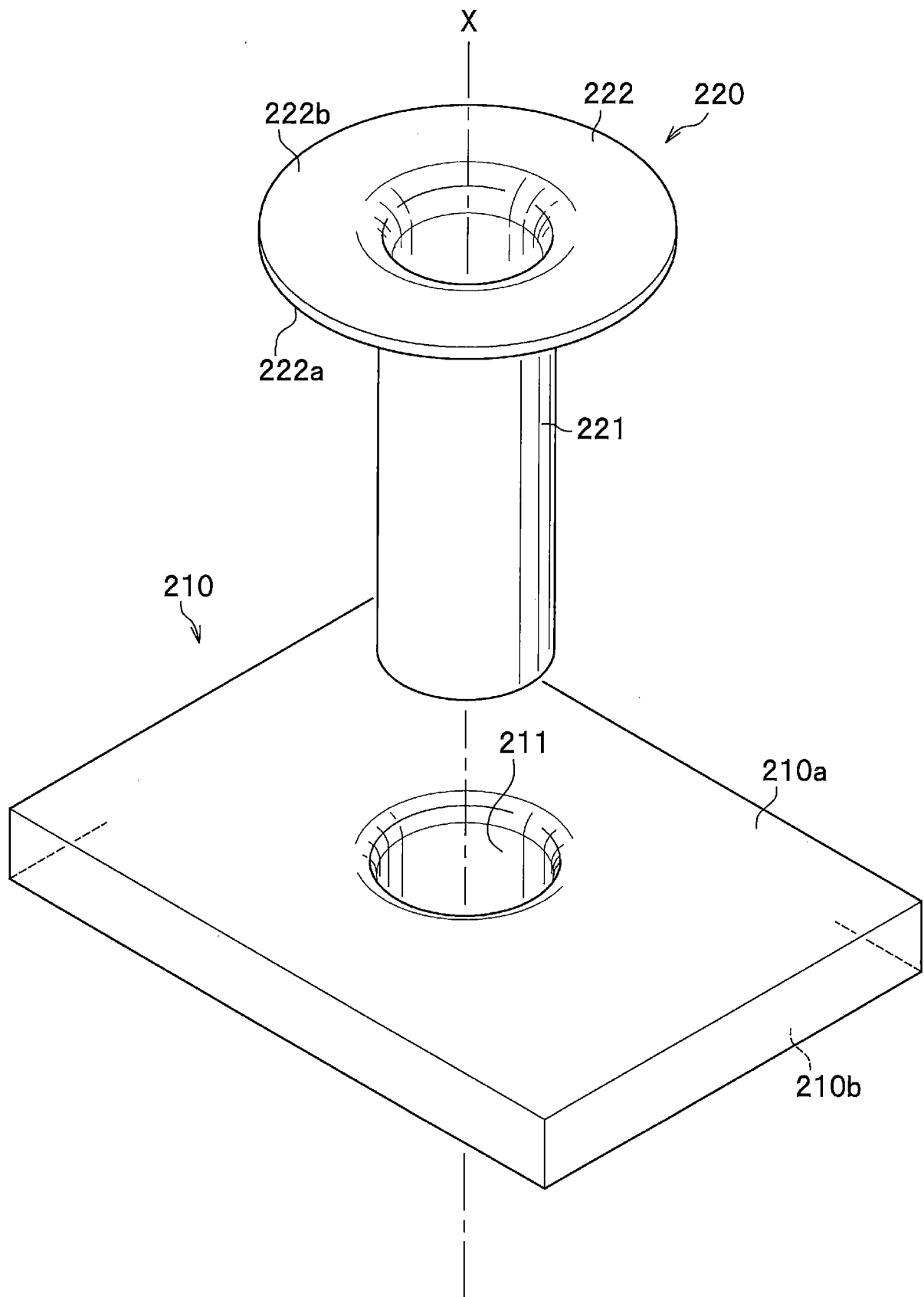
[図24]



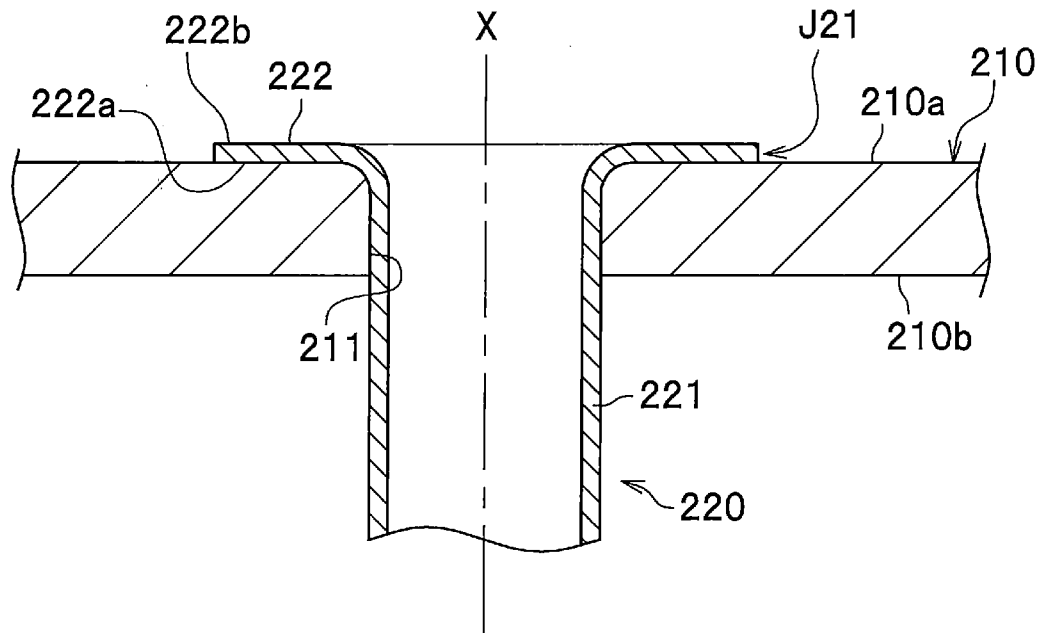
(a)



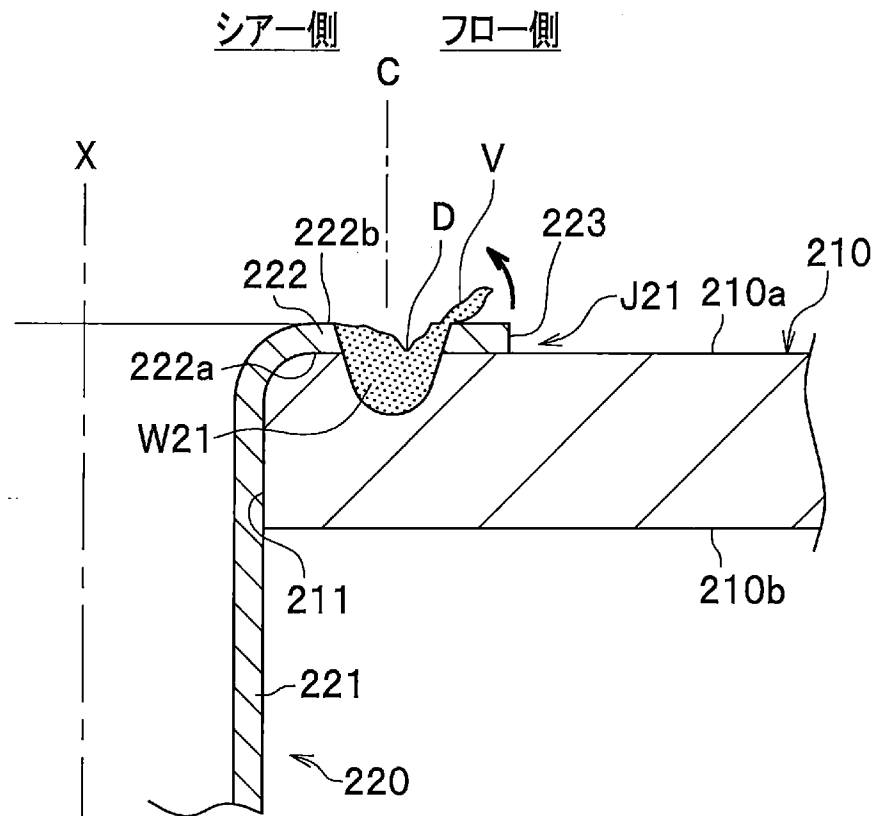
[図26]



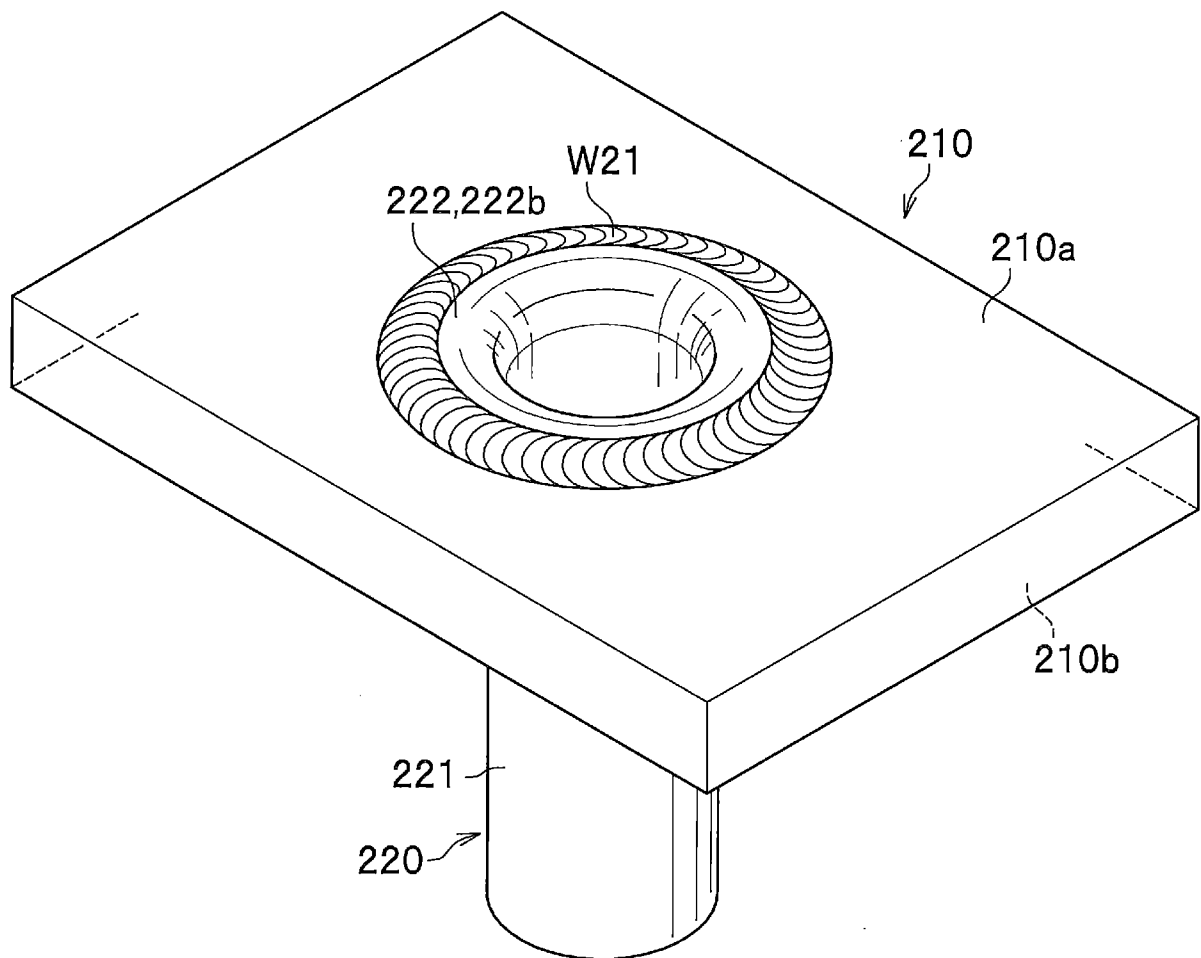
[図27]



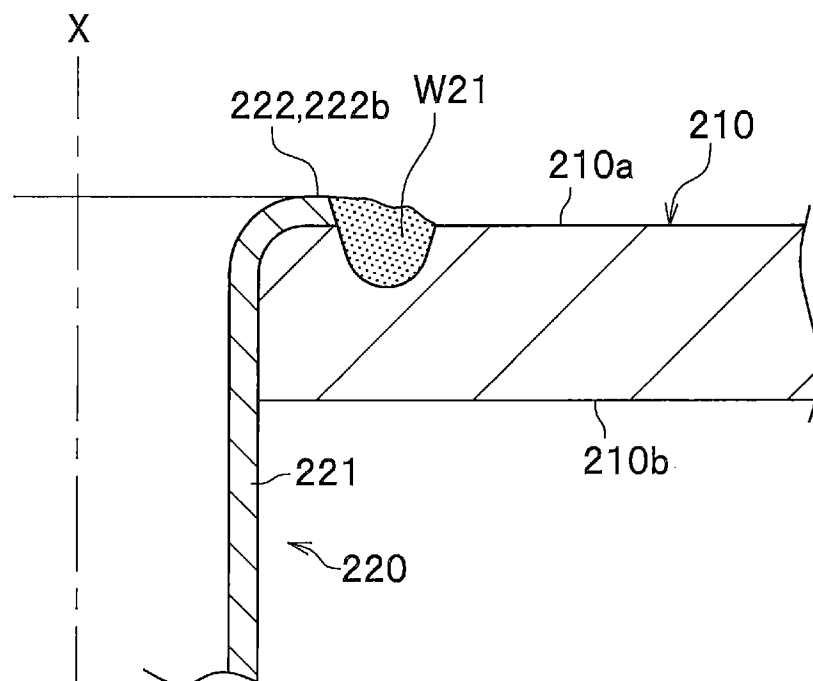
[図30]



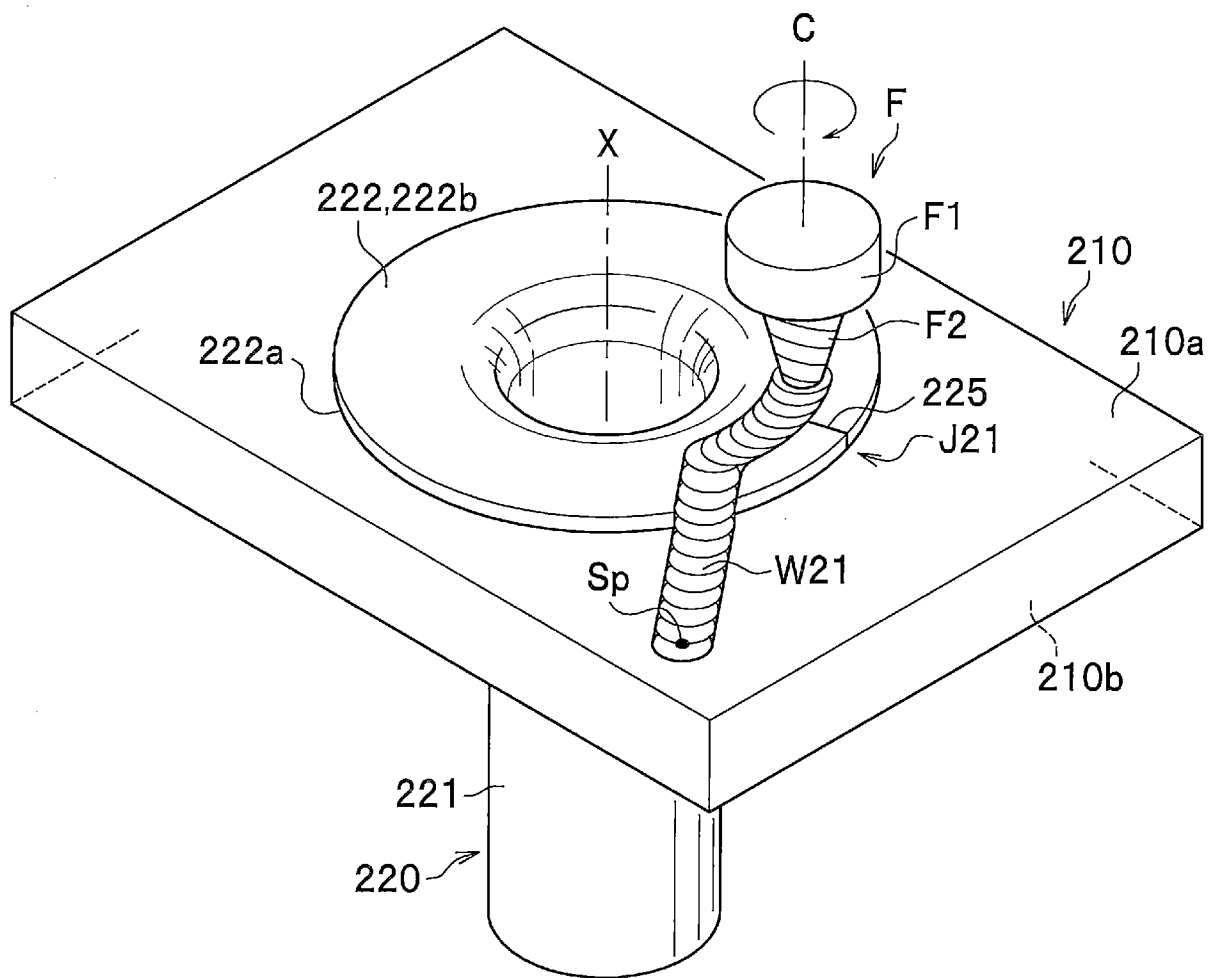
[図31]



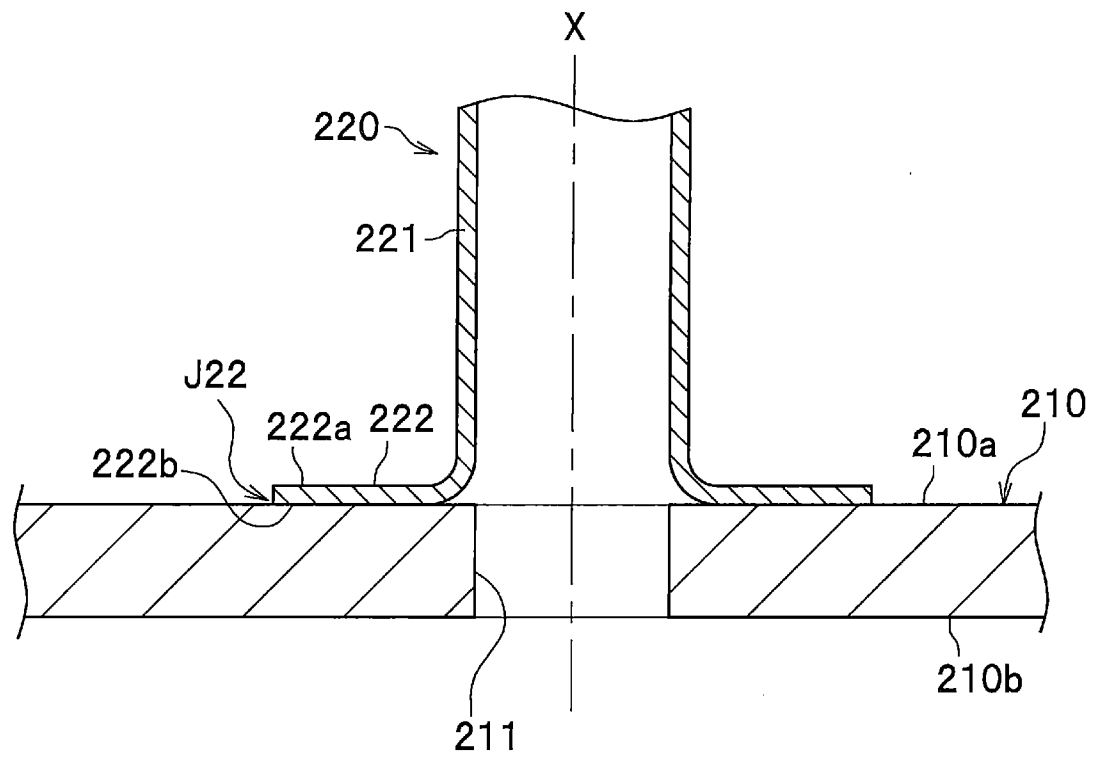
[図32]



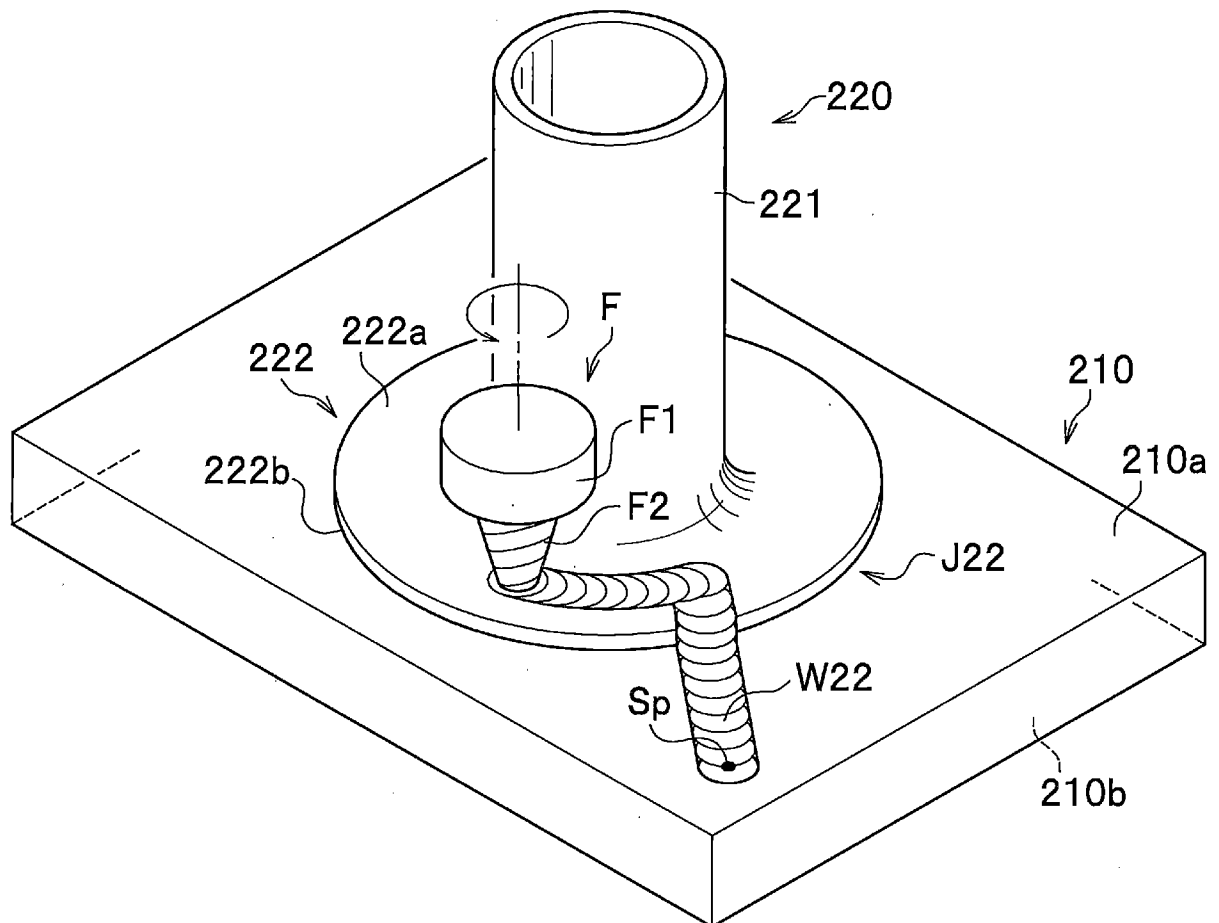
[図33]



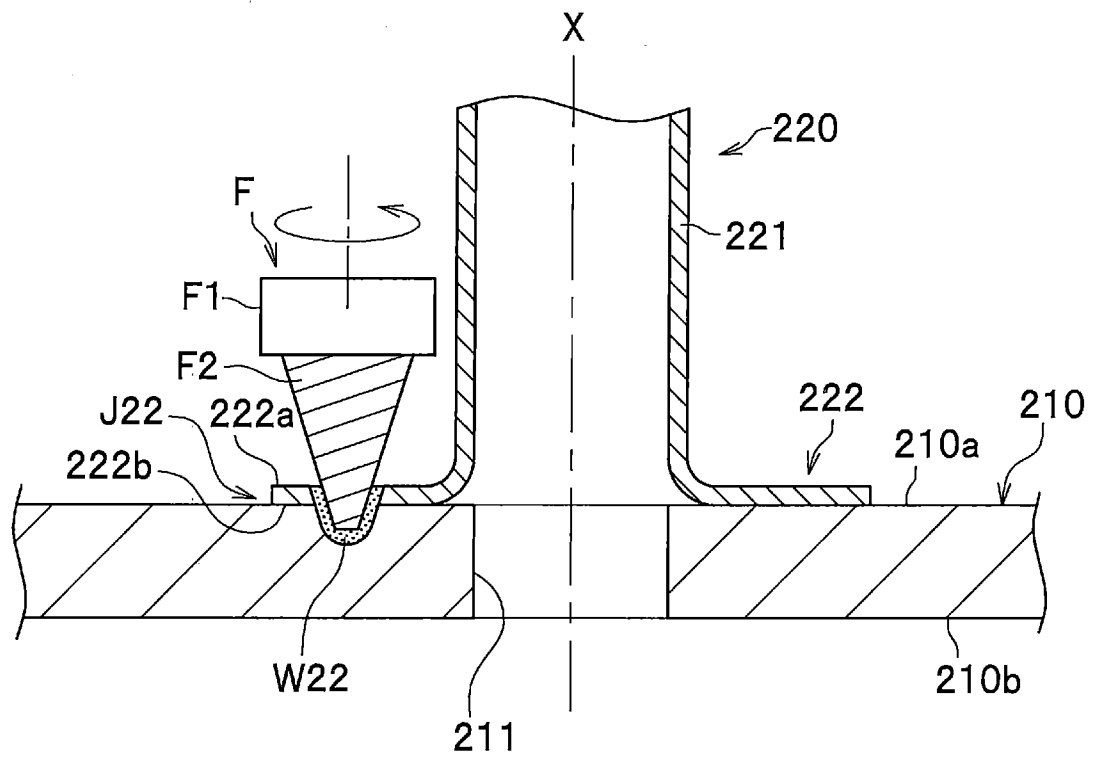
[図34]



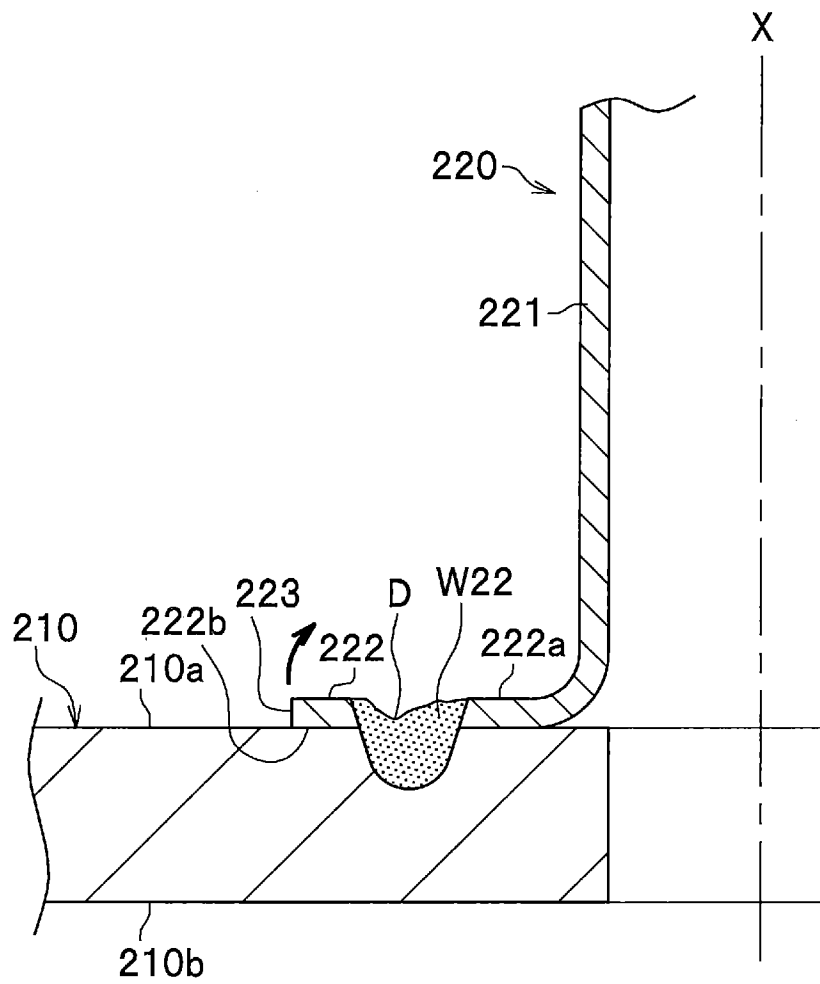
[図35]



[図36]



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/12(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K20/12

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2015-131323 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 23 July 2015 (23.07.2015), paragraphs [0049] to [0087], [0120] to [0121]; fig. 1 to 3, 14 to 15 & US 2016/0325374 A1 paragraphs [0117] to [0159], [0192] to [0193]; fig. 1 to 4, 15 to 16 & WO 2015/107716 A1 & TW 201527020 A & CN 105899321 A	1-16
Y	JP 2007-167902 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraphs [0042] to [0059]; fig. 3 to 6 (Family: none)	1-16

☒ 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
24 March 2017 (24.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/008831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-73499 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0015] to [0048]; fig. 1 to 6 & CN 103706942 A	7-10
Y	JP 2015-171732 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 01 October 2015 (01.10.2015), paragraphs [0022] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	10
Y	JP 2012-107746 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0084] to [0085]; fig. 10 to 11 & US 2012/0103734 A1 paragraphs [0100] to [0101]; fig. 10 to 11 & DE 102011083306 A & KR 10-2012-0046014 A & CN 102537146 A	10
Y	JP 2000-311932 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 07 November 2000 (07.11.2000), paragraphs [0045] to [0049]; fig. 14 (Family: none)	10
Y	JP 10-15674 A (Showa Aluminum Corp.), 20 January 1998 (20.01.1998), paragraphs [0015] to [0020]; fig. 1 to 4 (Family: none)	11-16
A	US 2011/0180587 A1 (EDISON WELDING INSTITUTE, INC.), 28 July 2011 (28.07.2011), paragraphs [0052] to [0077]; fig. 1 to 21 & US 2006/0086775 A1 paragraphs [0053] to [0073]; fig. 1 to 22 & WO 2011/127057 A1	1-16

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2015-131323 A (日本軽金属株式会社) 2015.07.23, 段落 [0049] - [0087], [0120] - [0121], [図1] - [図3], [図14] - [図15] & US 2016/0325374 A1 (段落 [0117] - [0159], [0192] - [0193], [FIG. 1] - [FIG. 4], [FIG. 15] - [FIG. 16]) & WO 2015/107716 A1 & TW 201527020 A & CN 105899321 A	1-16
Y	JP 2007-167902 A (富士重工業株式会社) 2007.07.05, 段落 [0042] - [0059], [図3] - [図6] (ファミリーなし)	1-16

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

24.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

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)

青木 正博

3 P

3935

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-73499 A (日本軽金属株式会社) 2014.04.24, 段落 [0015] – [0048], [図1] – [図6] & CN 103706942 A	7-10
Y	JP 2015-171732 A (日本軽金属株式会社) 2015.10.01, 段落 [0022] – [0025], [図1] (ファミリーなし)	10
Y	JP 2012-107746 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2012.06.07, 段落 [0084] – [0085], [図10] – [図11] & US 2012/0103734 A1 (段落 [0100] – [0101], [Fig.10] – [Fig.11]) & DE 102011083306 A & KR 10-2012-0046014 A & CN 102537146 A	10
Y	JP 2000-311932 A (古河電気工業株式会社) 2000.11.07, 段落 [0045] – [0049], [図14] (ファミリーなし)	10
Y	JP 10-15674 A (昭和アルミニウム株式会社) 1998.01.20, 段落 [0015] – [0020], [図1] – [図4] (ファミリーなし)	11-16
A	US 2011/0180587 A1 (EDISON WELDING INSTITUTE, INC.) 2011.07.28, 段落 [0052] – [0077], [FIG.1] – [FIG.21] & US 2006/0086775 A1 (段落 [0053] – [0073], [FIG.1] – [FIG.22]) & WO 2011/127057 A1	1-16