

(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7月13日(13.07.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/119232 A1

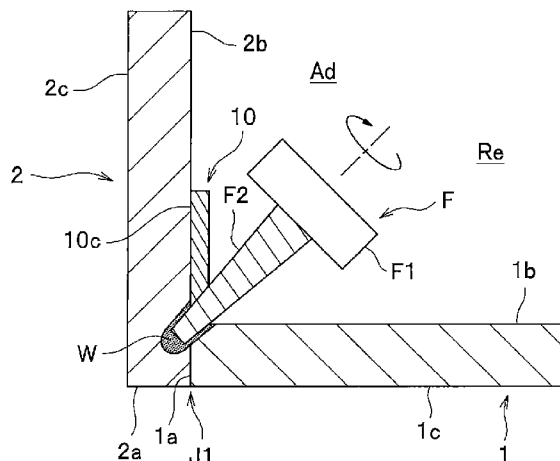
- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01) *B23K 101/14* (2006.01)
F28D 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/086583
- (22) 国際出願日: 2016年12月8日(08.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-000935 2016年1月6日(06.01.2016) JP
特願 2016-048275 2016年3月11日(11.03.2016) JP
特願 2016-048276 2016年3月11日(11.03.2016) JP
特願 2016-073865 2016年4月1日(01.04.2016) 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD AND METHOD OF MANUFACTURING LIQUID-COOLED JACKET

(54) 発明の名称: 接合方法及び液冷ジャケットの製造方法

[図2]



(57) Abstract: A joining method for joining a first metal member (1) and a second metal member (2) using a rotating tool for joining (F) provided with a stirring pin (F2) is characterized by including: an abutting step of causing the first metal member (1) and the second metal member (2) to abut against one another in substantially an L-shape or T-shape as seen in a cross section, to form an abutting portion (J1); a disposing step of disposing an auxiliary member (10) in an inner corner between the first metal member (1) and the second metal member (2), in such a way as to come into surface contact with the first metal member (1) or the second metal member (2); and a friction stirring step of inserting the rotating stirring pin (F2) into the inner corner, and with only the stirring pin (F2) in contact with the first metal member (1), the second metal member (2) and the auxiliary member (10), causing the rotating tool for joining (F) to move in a relative manner along the inner corner to join the first metal member (1), the second metal member (2) and the auxiliary member (10) to one another.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/119232 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

攪拌ピン（F 2）を備えた接合用回転ツール（F）を用いて第一金属部材（1）と第二金属部材（2）とを接合する接合方法であって、第一金属部材（1）と第二金属部材（2）とを断面略 L 字状又は略 T 字状に突き合わせて突合せ部（J 1）を形成する突合せ工程と、第一金属部材（1）と第二金属部材（2）との内隅において、第一金属部材（1）又は第二金属部材（2）に面接触するように補助部材（10）を配置する配置工程と、回転する攪拌ピン（F 2）を内隅に挿入し、攪拌ピン（F 2）のみを第一金属部材（1）、第二金属部材（2）及び補助部材（10）に接触させた状態で内隅に沿って接合用回転ツール（F）を相対移動させて第一金属部材（1）、第二金属部材（2）及び補助部材（10）を接合する摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：接合方法及び液冷ジャケットの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属部材同士を摩擦攪拌で接合する接合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] 例えば、特許文献１には、第一金属部材と第二金属部材とを断面Ｌ字状に突き合わせて突合せ部を形成した後、内隅に回転ツールを挿入して突合せ部を摩擦攪拌接合する接合方法が記載されている。当該摩擦攪拌接合では、攪拌ピンのみを第一金属部材及び第二金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌を行うというものである。

[0003] また、例えば、特許文献２には、大きさが異なる第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌接合する接合方法が開示されている。当該接合方法では、第一金属部材と第二金属部材とを突き合わせる突合せ工程と、第一金属部材と第二金属部材との内隅に三角柱状の補助部材を配置する工程と、補助部材の上から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、攪拌ピンのみを第一金属部材、第二金属部材及び補助部材に接触させた状態で突合せ部に対して摩擦攪拌を行うというものである。

[0004] また、パーソナルコンピュータに代表される電子機器は、その性能が向上するにつれて、搭載されるＣＰＵ（発熱体）の発熱量が増大しており、ＣＰＵの冷却が重要になっている。従来、ＣＰＵを冷却するために、空冷ファン方式のヒートシンクが使用されてきたが、ファン騒音や、空冷方式での冷却限界といった問題がクローズアップされるようになり、次世代冷却方式として、液冷ジャケットが注目されている。

[0005] このような液冷ジャケットの製造方法として、金属製の構成部材同士を摩擦攪拌接合によって接合する技術が特許文献３で開示されている。従来の液冷ジャケットは、上方が開放された箱状のジャケット本体と、ジャケット本

体の開口部を封止する板状の封止体とで構成されている。

[0006] 従来の液冷ジャケットの製造方法では、ジャケット本体の段差部に板厚の封止体を載置し、ジャケット本体と封止体とで構成された内隅から回転ツールの攪拌ピンを挿入し、回転ツールを封止体の周囲に一周させるというものである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2013-49072号公報

特許文献2：特開2015-223607号公報

特許文献3：特開2016-2558号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1の接合方法であると、塑性流動化した金属をショルダ部で押さえられないため、塑性流動化した金属が外部に溢れ出し接合部が金属不足になるという問題がある。

[0009] また、特許文献2の接合方法であると、内隅に補助部材を配置し、攪拌ピンを第一金属部材、第二金属部材及び補助部材に接触させた状態で突合せ部に対して摩擦攪拌を行うため、接合部（内隅）が金属不足になるのを防ぐことができる。しかし、摩擦攪拌工程後に内隅にバリが多く発生するため、バリを除去する作業が煩雑になるという問題がある。

[0010] また、特許文献3の液冷ジャケットの製造方法では、攪拌ピンのみを内隅に挿入した状態で摩擦攪拌を行うため、塑性流動材が外部に溢れ出し、接合部が金属不足になるおそれがある。また、回転ツールのショルダ部で金属を押さえられないためバリが多く発生し、バリを除去する工程が煩雑になるという問題がある。

[0011] そこで、本発明は、接合部の金属不足を防ぐ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、接合部が金属不足になるのを防ぐ

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。さらに、本発明は、接合部の金属不足を防ぐとともにバリを容易に除去することができる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。

課題を解決するための手段

[0012] 前記課題を解決するために、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、前記第一金属部材と前記第二金属部材とを断面略L字状又は略T字状に突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材と前記第二金属部材との内隅において、前記第一金属部材又は前記第二金属部材に面接触するように補助部材を配置する配置工程と、回転する前記攪拌ピンを前記内隅に挿入し、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内隅に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材を接合する摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

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、前記第一金属部材と前記第二金属部材とを断面略L字状又は略T字状に突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、前記第一金属部材と前記第二金属部材との内隅において、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に面接触するように断面略L字状の補助部材を配置する配置工程と、回転する前記攪拌ピンを前記補助部材の内隅に挿入し、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内隅に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材を接合する摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする。

[0013] かかる接合方法によれば、第一金属部材と第二金属部材とが接合されるとともに、第一金属部材及び第二金属部材に加え、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。

- [0014] 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又は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。また、前記摩擦攪拌工程によって分断されるとともに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と、を含むことが好ましい。
- [0015] かかる接合方法によれば、バリが形成された補助部材ごと除去できるのでバ리를容易に除去することができる。
- [0016] また、前記摩擦攪拌工程では、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。
- [0017] かかる接合方法によれば、バ리를補助部材に集約できるので、バ리를除去する作業をより容易に行うことができる。
- [0018] また、前記課題を解決するために、本発明は、攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて、突き合わされる面の形状が互いに異なる二つの金属部材を接合する接合方法であって、一方の前記金属部材と他方の前記金属部材とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、他方の前記金属部材の周方向に亘って、前記金属部材同士の内隅に補助部材を配置する配置工程と、回転した前記攪拌ピンを前記内隅に挿入し、前記攪拌ピンのみを前記金属部材同士及び前記補助部材に接触させた状態で、他方の前記金属部材の周方向に亘って前記突合せ部の摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、前記補助部材を一方の前記金属部材及び他方の前記金属部材の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含むことを特徴とする。
- [0019] かかる接合方法によれば、金属部材同士に加え、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、除去工程によって、補助部材ごとバ리를除去することができるため、バ리를容易に除去することができる。
- [0020] また、前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌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。かかる接合方法によれば、バリが補助部材に集約されるため、バ리를より容易に除去すること

ができる。

[0021] また、前記金属部材は、いずれも板状を呈し、前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の前記金属部材の裏面とを突き合わせることが好ましい。

また、一方の前記金属部材は、板状を呈し、他方の前記金属部材は、円柱状を呈し、前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることが好ましい。

また、一方の前記金属部材は、板状を呈し、他方の前記金属部材は、筒状を呈し、前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることが好ましい。

また、一方の前記金属部材は、板状を呈し、他方の前記金属部材は、円筒状を呈し、前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることが好ましい。

また、一方の前記金属部材に貫通孔が形成されており、前記突合せ工程では、前記貫通孔を他方の前記金属部材で覆うことが好ましい。

また、一方の前記金属部材に貫通孔が形成されており、前記突合せ工程では、前記貫通孔と他方の前記金属部材の中空部とを連通させることが好ましい。

[0022] かかる接合方法によれば、様々な形状の金属部材同士を接合することができる。

[0023] 前記課題を解決するために、本発明は、熱輸送流体が流れる凹部を有するジャケット本体と、前記凹部の開口部を封止する封止体とで構成される液冷ジャケットの製造方法であって、前記封止体を準備するとともに、底部と前記底部の周縁から立ち上る枠状の周壁部とを有し、前記周壁部の端面よりも一段下がった位置に形成された段差底面と、前記段差底面から立ち上る段差側面とを備えた前記ジャケット本体を準備する準備工程と、前記段差側面の高さ寸法よりも大きい厚さ寸法の前記封止体を前記段差底面に載置して、前記段差側面と前記封止体の側面とが突き合わされた突合せ部を形成する突合

せ工程と、前記周壁部の端面と前記封止体の側面とで構成された内隅に補助部材を配置する配置工程と、前記内隅に攪拌ピンを備えた回転ツールを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記ジャケット本体、前記封止体及び前記補助部材に接触させた状態で前記突合せ部に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、バリが形成された前記補助部材を前記ジャケット本体及び前記封止体の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、前記内隅に沿って前記回転ツールを前記封止体の回りに一周させて前記突合せ部を接合することを特徴とする。

[0024] かかる製造方法によれば、内隅に補助部材を配置して、ジャケット本体と封止体に加え補助部材も同時に摩擦攪拌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、除去工程によって、バリを補助部材ごと除去す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。

[0025] また、前記摩擦攪拌工程では、前記バリが前記補助部材に発生するように接合条件を設定することが好ましい。かかる製造方法によれば、バリをより容易に除去することができる。

[0026] また、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸を外側に傾斜させた状態で摩擦攪拌を行うことが好ましい。かかる製造方法によれば、回転ツールを内隅に容易に挿入することができる。

[0027] また、前記準備工程では、前記底部に前記段差底面と面一の端面を備えた支持部及び前記支持部から突出する突出部を形成するとともに、前記封止体の裏面に凹溝を形成し、前記突合せ工程では、前記凹溝に前記突出部を挿入しつつ前記封止体を載置し、前記摩擦攪拌工程では、前記突出部と前記凹溝とが嵌め合わされた嵌合部に対して前記回転ツールの攪拌ピンのみを、前記封止体のみ、又は、前記突出部及び前記封止体に接触させた状態で摩擦攪拌を行うことが好ましい。

[0028] かかる製造方法によれば、封止体を支持部で支持するとともに、支持部と封止体も摩擦攪拌接合するため、液冷ジャケットの強度を高めることができる。また、凹溝に突出部を挿入することにより封止体の位置決め作業を容易

に行うことができる。

[0029] また、前記支持部は、前記周壁部から延設されており、前記摩擦攪拌工程では、前記嵌合部の摩擦攪拌を行った後、そのまま前記周壁部まで移動させ、前記周壁部の上で前記回転ツールを離脱させることが好ましい。

[0030] かかる製造方法によれば、ジャケット本体の凹部から離れた位置に攪拌ピンの抜き穴が形成されることになるため、液冷ジャケットの水密性及び気密性を高めることができる。

[0031] 前記課題を解決するために、本発明は、熱輸送流体が流れる凹部を有するジャケット本体と、前記凹部の開口部を封止する封止体とで構成される液冷ジャケットの製造方法であって、底部及び前記底部の周縁から立ち上る枠状の周壁部を有する前記ジャケット本体と、前記封止体とを準備する準備工程と、前記周壁部の端面と前記封止体の裏面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、前記周壁部の端面と前記封止体の側面とで構成された内隅に補助部材を配置する配置工程と、前記内隅に攪拌ピンを備えた回転ツールを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記ジャケット本体、前記封止体及び前記補助部材に接触させた状態で前記重合部に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、バリが形成された前記補助部材を前記ジャケット本体及び前記封止体の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含み、前記摩擦攪拌工程では、前記内隅に沿って前記回転ツールを前記封止体の回りに一周させて前記重合部を接合することを特徴とする。

[0032] かかる製造方法によれば、内隅に補助部材を配置して、ジャケット本体と封止体に加え補助部材も同時に摩擦攪拌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、除去工程によって、補助部材ごとバリを除去す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。

[0033] また、前記摩擦攪拌工程では、前記バリが前記補助部材に発生するように接合条件を設定することが好ましい。かかる製造方法によれば、バリをより容易に除去することができる。

[0034] また、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸を外側に傾斜

させた状態で摩擦攪拌を行うことが好ましい。かかる製造方法によれば、回転ツールを内隅に容易に挿入することができる。

[0035] また、前記準備工程では、前記底部に、前記周壁部の端面と面一の端面を備えた支持部を立設するとともに、当該支持部の端面に突出部を形成し、前記封止体の裏面に凹溝を形成し、前記重合工程では、前記凹溝に前記突出部を挿入しつつ、前記周壁部の端面及び前記支持部の端面を覆うように前記封止体を載置し、前記摩擦攪拌工程では、前記凹溝と前記突出部とが嵌め合わされた嵌合部に対して、前記回転ツールを前記封止体のみ、又は、前記封止体及び前記突出部に接触させた状態で摩擦攪拌することが好ましい。

[0036] かかる製造方法によれば、封止体を支持部で支持するとともに、支持部と封止体も摩擦攪拌接合するため、液冷ジャケットの強度を高めることができる。また、凹溝に突出部を挿入することにより封止体の位置決め作業を容易に行うことができる。

[0037] また、前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの攪拌ピンを前記突出部に沿って一周以上相対移動させた後、前記回転ツールを前記封止体から離脱させることが好ましい。

[0038] かかる製造方法によれば、接合強度を高めるとともに、水密性及び気密性を高めることができる。

発明の効果

[0039] 本発明に係る接合方法によれば、接合部の金属不足を防ぐことができる。また、本発明に係る接合方法によれば、接合部が金属不足になるのを防ぐとともに、バリを容易に除去することができる。また、本発明に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、接合部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。

図面の簡単な説明

[0040] [図1]本発明の第一実施形態の突合せ工程及び配置工程を示す断面図である。

[図2]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3]第一実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図4]第一実施形態に係る除去工程後を示す断面図である。

[図5]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程の変形例を示す断面図である。

[図6]第二実施形態に係る突合せ工程及び配置工程を示す断面図である。

[図7]第二実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図8]第二実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図9]第三実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図10]第四実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図11]本発明の第五実施形態に係る接合方法の準備工程及び突合せ工程を示す斜視図である。

[図12]第五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13]第五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14]第五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15]第五実施形態に係る接合方法の摩擦攪拌工程の終了位置を示す斜視図である。

[図16]第五実施形態に係る接合方法の除去工程を示す斜視図である。

[図17]第五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18]本発明の第六実施形態に係る接合方法の準備工程及び突合せ工程を示す斜視図である。

[図19]第六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20]第六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21]第六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22]第六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23]第七実施形態に係る接合方法の準備工程及び突合せ工程を示す斜視図である。

[図24]第七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25]第八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26]第八実施形態に係る接合方法の配置工程を示す断面図である。

[図27]本発明の第九実施形態に係る液冷ジャケットの分解斜視図である。

[図28]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の突合せ工程を示す斜視図である。

[図29]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の突合せ工程を示す断面図である。

[図30]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の補助部材を示す斜視図である。

[図31]第九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32]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図33]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一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液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図35]第九実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図36]第九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斜視図である。

[図37]第九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38]第十実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の補助部材を示す斜視図である。

[図39]第十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40]第十実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一摩擦攪拌工程及び第二摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図41]第十実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図42]第十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43]本発明の第十一実施形態に係る液冷ジャケットの分解斜視図である。

[図44]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の重合工程を示す斜視図である。

[図45]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の重合工程を示す断面図である。

[図46]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の補助部材を示す斜視図である。

[図47]第十一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48]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図49]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図50]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図51]第十一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図52]第十一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斜視図である。

[図53]第十一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54]第十二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の補助部材を示す斜視図である。

[図55]第十二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56]第十二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一摩擦攪拌工程

及び第二摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図57]第十二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図58]第十二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。

発明を実施するための形態

[0041] [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。本実施形態に係る接合方法では、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、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。

[0042] 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とを断面略L字状に突き合わせる工程である。第一金属部材1及び第二金属部材2は、金属製の板状部材である。第一金属部材1及び第二金属部材2の材料は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、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から適宜選択すればよい。第一金属部材1及び第二金属部材2の板厚は同等になっている。第一金属部材1及び第二金属部材2の板厚は適宜設定すればよい。

[0043] 突合せ工程では、第一金属部材1の端面1aと、第二金属部材2の側面2bとを突き合わせて突合せ部J1を形成する。第二金属部材2の端面2aと第一金属部材1の側面1cとは面一にする。なお、突合せ工程では、第一金属部材1の側面1bと第二金属部材2の端面2aとを突き合わせてもよい。

[0044] 配置工程は、第一金属部材1と第二金属部材2とで構成される内隅に補助部材10を配置する工程である。補助部材10は金属製の板状部材である。補助部材10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10の板厚は、後記する摩擦攪拌工程後の塑性化領域Wが金属不足になら

ないように適宜設定する。

[0045] 配置工程では、補助部材 10 の端面 10a と第一金属部材 1 の側面 1b とを当接させるとともに、補助部材 10 の側面 10c と第二金属部材 2 の側面 2b とを面接触させる。これにより、補助部材 10 を安定して配置することができる。また、第一金属部材 1、第二金属部材 2 及び補助部材 10 を治具（図示省略）を用いて移動不能に拘束する。なお、補助部材 10 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。

[0046] 摩擦攪拌工程は、図 2 に示すように、接合用回転ツール F を用いて第一金属部材 1 と第二金属部材 2 との突合せ部 J1 を摩擦攪拌によって接合する工程である。接合用回転ツール F は、連結部 F1 と、攪拌ピン F2 とで構成されている。接合用回転ツール F は、特許請求の範囲の「回転ツール」に相当する。接合用回転ツール F は、例えば工具鋼で形成されている。連結部 F1 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 F1 は円柱状を呈している。

[0047] 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、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。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。

[0048] 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。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 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）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。

[0049] 接合用回転ツール F は、マシニングセンタ等の摩擦攪拌装置に取り付けて

もよいが、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てもよい。アームロボットに接合用回転ツールFを取り付けることにより接合用回転ツールFの回転中心軸の挿入角度を容易に変更することができる。

[0050] 摩擦攪拌工程では、内隅に右回転させた攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部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。そして、第一金属部材1、第二金属部材2及び補助部材10と攪拌ピンF2のみとを接触させた状態で内隅に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。本実施形態では、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材10が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。接合用回転ツール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。例えば、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材10を配置しつつ、接合用回転ツールFを左回転させてもよい。接合用回転ツールFの回転方向等の条件と補助部材10の好ましい位置関係については後記する。

[0051] 攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2と突合せ部J1とを接触させつつ、第一金属部材1及び第二金属部材2の板厚等に応じて適宜設定すればよい。これにより突合せ部J1が摩擦攪拌接合される。接合用回転ツールFの移動軌跡には塑性化領域Wが形成される。

[0052] 摩擦攪拌工程における攪拌ピンF2の挿入角度は適宜設定すればよいが、本実施形態では第一金属部材1と接合用回転ツールFの回転中心軸との角度が約45°となるように設定している。なお、本実施形態の場合は、攪拌ピンF2の挿入角度が45～75°となるように設定してもよい。これにより、突合せ部J1の深い位置まで摩擦攪拌接合することができる。摩擦攪拌工程後は、図3に示すように、第一金属部材1の側面1bと補助部材10の端部にバリV、Vがそれぞれ形成される。

[0053] 除去工程は、補助部材10を第二金属部材2から除去する工程である。除去工程では、補助部材10を第二金属部材2から離間する方向に折り曲げて

第二金属部材 2 から除去する。また、第一金属部材 1 の側面 1 b に形成されたバリ V を切削装置等を用いて除去する。これにより、図 4 に示すように第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とが断面略 L 字状に接合される。

[0054] 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 と第二金属部材 2 とが断面略 L 字状に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、補助部材 10 も同時に摩擦攪拌接合することにより、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、本実施形態によれば、第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の両側ではなく、片側のみに補助部材 10 を配置するだけで金属不足を防ぐことができる。

[0055] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって補助部材 10 にバリ V が形成されるが、除去工程において補助部材 10 ごとに取り除くことができる。これにより、バリを除去する作業を容易に行うことができる。図 3 に示すように、摩擦攪拌工程後は補助部材 10 の端面が内隅に向かうにつれて板厚が薄くなるように傾斜している。補助部材 10 は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材 10 を取り除くことができる。

[0056] ここで、本実施形態に係る摩擦攪拌工程では進行方向左側に補助部材 10 を配置するとともに接合用回転ツール F を右回転させるため、補助部材 10 側が A d 側となる。A d 側（シア側）とは、接合用回転ツール F の外周における接線速度の大きさから送り速度の大きさが加算される側である。一方、A d 側の反対側が R e 側となる。R e 側（フロー側）とは、接合用回転ツール F の外周における接線速度の大きさから送り速度の大きさが減算される側である。

[0057] 本実施形態では塑性化領域 W の R e 側に比べて A d 側の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、A d 側にバリ V が多く発生する傾向にある。本実施形態ではバリ V が補助部材 10 側に多く形成されるように接合用回転ツール F の回転方向及び進行方向を設定している。これにより、補助部材 10 に形成されたバリ V は、補助部材 10 ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。

[0058] なお、例えば、接合用回転ツールFの回転速度を速く設定した場合、A d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、R e側にバリVが発生する傾向にある。このような場合は、補助部材10をR e側（第一金属部材1側）に配置して摩擦攪拌工程を行ってもよい。摩擦攪拌工程の際に、接合用回転ツール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、接合用回転ツールFの回転速度、回転方向、進行方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピンF2の傾斜角度（テーパー角度）、第一金属部材1、第二金属部材2及び補助部材10の材質、補助部材10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、補助部材10側となるように設定すれば、除去工程を容易に行うことができるため好ましい。

[0059] [第一実施形態の変形例]

図5は、第一実施形態の変形例に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。当該変形例では、補助部材10の端面10aと第二金属部材2の側面2bとを当接させつつ、第一金属部材1の側面1bと補助部材10の側面10bとが面接触するように補助部材10を配置している。

[0060] 当該変形例に係る摩擦攪拌工程では、接合用回転ツールFを左回転させつつ接合用回転ツールFの進行方向右側に補助部材10が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。これにより、当該変形例では補助部材10側がA d側となる。当該変形例によっても第一実施形態に係る接合方法と略同等の効果を奏することができる。

なお、この場合も、接合用回転ツールFの回転速度を速く設定した場合、A d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、R e側にバリVが発生する傾向にある。このような場合は、補助部材10をR e側（第二金属部材2側）に配置して摩擦攪拌工程を行ってもよい。

[0061] [第二実施形態]

次に、第二実施形態に係る接合方法について説明する。第二実施形態に係

る接合方法は、図6に示すように、断面L字状の補助部材20を用いる点で第一実施形態と相違する。第二実施形態に係る接合方法では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0062] 本実施形態に係る接合方法は、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。突合せ工程は、第一実施形態と同じであるため説明を省略する。配置工程は、補助部材20を第一金属部材1と第二金属部材2の内隅に配置する工程である。

[0063] 配置工程は、図6に示すように、第一金属部材1と第二金属部材2とで構成される内隅に補助部材20を配置する工程である。補助部材20は金属製の断面L字状の部材である。補助部材20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20の板厚は、後記する摩擦攪拌工程後の塑性化領域Wが金属不足にならないように適宜設定する。

[0064] 配置工程では、補助部材20の外面20c、20cと第一金属部材1の側面1b、第二金属部材2の側面2bとをそれぞれ面接触させる。また、第一金属部材1、第二金属部材2及び補助部材20を治具（図示省略）を用いて移動不能に拘束する。

[0065] 摩擦攪拌工程は、図7に示すように、接合用回転ツールFを用いて第一金属部材1と第二金属部材2との突合せ部J1を摩擦攪拌によって接合する工程である。摩擦攪拌工程では、右回転させた攪拌ピンF2を補助部材20の内隅（内面20b、20bの角部）から挿入し、突合せ部J1に達するように攪拌ピンF2の挿入深さを設定する。摩擦攪拌工程では、内隅に右回転させた攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部F1とは離間させつつ移動させる。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。そして、第一金属部材1、第二金属部材2及び補助部材20と攪拌ピンF2とを接触させた状態で内隅に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。これにより突合せ部J1が摩擦攪拌接合される。接合用回転ツールFの移動軌跡には塑性化領域Wが形成される。

[0066] 除去工程は、図 8 に示すように、摩擦攪拌工程によって分断された補助部材 20, 20 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、補助部材 20, 20 を第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 から離間する方向にそれぞれ折り曲げて除去する。

[0067] 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 と第二金属部材 2 とが断面略 L 字状に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、補助部材 20 も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部（塑性化領域 W）の金属不足を防ぐことができる。

[0068] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって分断された補助部材 20, 20 にそれぞれバリ V, V が形成されるが、除去工程において補助部材 20 ごとに取り除くことができる。これにより、バリを除去する作業を容易に行うことができる。また、第二実施形態では分断された補助部材 20, 20 が内隅の両側に形成されるため、バリを除去する作業がより容易となる。図 8 に示すように、摩擦攪拌工程後は補助部材 20 の端面が内隅に向かうにつれて板厚が薄くなるように傾斜している。補助部材 20 は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材 20 を取り除くことができる。

[0069] [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説明する。図 9 に示すように、第三実施形態に係る接合方法は、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とを断面 T 字状に突き合わせる点で第一実施形態と相違する。第三実施形態に係る接合方法では、第一実施形態と相違する点を中心に説明する。第三実施形態に係る接合方法は、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。

[0070] 突合せ工程は、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とを断面 T 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 の側面 1b と第二金属部材 2 の端面 2a とを突き合わせて突合せ部 J2 を形成する。

[0071] 配置工程は、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とで構成され、第二金属部

材 2 を挟んで両側に形成される内隅に補助部材 10, 10 をそれぞれ配置する工程である。一方側の内隅では、補助部材 10 の側面 10 c と第二金属部材 2 の側面 2 b とを面接触させる。他方側の内隅では、補助部材 10 の側面 10 c と第一金属部材 1 の側面 1 b とを面接触させる。また、第一金属部材 1、第二金属部材 2 及び補助部材 10 を治具（図示省略）を用いて移動不能に拘束する。

[0072] 摩擦攪拌工程は、図 9 に示すように、接合用回転ツール F を用いて第一金属部材 1 と第二金属部材 2 との突合せ部 J 2 を摩擦攪拌によって接合する工程である。摩擦攪拌工程は、第二金属部材 2 の両側に形成された内隅に対して第一実施形態に係る摩擦攪拌工程と同じ要領で摩擦攪拌を行う。これにより、突合せ部 J 2 に沿って塑性化領域 W, W が形成される。

[0073] 除去工程は、補助部材 10, 10 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、補助部材 10 を第一金属部材 1 又は第二金属部材 2 からそれぞれ離間する方向に折り曲げて第二金属部材 2 から除去する。また、第一金属部材 1 の側面 1 b 又は第二金属部材 2 の側面 2 c に形成されたバリ V を切削装置等を用いて除去する。以上により、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とが断面略 T 字状に接合される。

[0074] 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 と第二金属部材 2 とが断面略 T 字状に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、補助部材 10 も同時に摩擦攪拌接合することにより、各接合部（塑性化領域 W）の金属不足を防ぐことができる。なお、摩擦攪拌工程においては、隣り合う塑性化領域 W, W が重複するように接合用回転ツール F の挿入深さ及び挿入角度を設定してもよい。塑性化領域 W, W が重複することにより、気密性及び水密性を高めることができる。

[0075] [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。図 10 に示すように、第四実施形態に係る接合方法は、断面 L 字状の補助部材 20, 20 を用いる点で第三実施形態と相違する。第四実施形態に係る接合方法で

は、第三実施形態と相違する点を中心に説明する。第四実施形態に係る接合方法は、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。

突合せ工程は、第三実施形態と同じであるため説明を省略する。

[0076] 配置工程は、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とで構成され、第二金属部材 2 を挟んで両側に形成される内隅に補助部材 20, 20 をそれぞれ配置する工程である。補助部材 20 は、金属製であって断面 L 字状を呈する。配置工程では、補助部材 20 の外面 20c, 20c を第一金属部材 1 の側面 1b 及び第二金属部材 2 の側面 2b, 2c にそれぞれ面接触させる。また、第一金属部材 1、第二金属部材 2 及び補助部材 20, 20 を治具（図示省略）を用いて移動不能に拘束する。

[0077] 摩擦攪拌工程は、図 10 に示すように、接合用回転ツール F を用いて第一金属部材 1 と第二金属部材 2 との突合せ部 J2 を摩擦攪拌によって接合する工程である。摩擦攪拌工程は、第二金属部材 2 の両側に形成された内隅に対して第二実施形態に係る摩擦攪拌工程と同じ要領で摩擦攪拌を行う。これにより、突合せ部 J2 に沿って塑性化領域 W, W が形成される。

[0078] 除去工程は、摩擦攪拌工程で分断された補助部材 20, 20 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、分断された補助部材 20, 20 を第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 からそれぞれ離間する方向に折り曲げて除去する。

[0079] 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 と第二金属部材 2 とが断面略 T 字状に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、補助部材 20 も同時に摩擦攪拌接合することにより、各接合部（塑性化領域 W）の金属不足を防ぐことができる。なお、摩擦攪拌工程においては、隣り合う塑性化領域 W, W が重複するように接合用回転ツール F の挿入深さ及び挿入角度を設定してもよい。

[0080] 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、本実施形態では除去工程を行ったが、補助部材 10, 20 を除去せずに、第一金属部材 1 又は第二金属部

材 2 にそのまま存置してもよい。

[0081] また、突合せ工程では、第一金属部材 1 の端面 1 a と第二金属部材 2 の端面 2 a とを斜めにカットして両部材を突き合わせてもよい。

[0082] [第五実施形態]

本発明の第五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。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、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。

[0083] 準備工程は、図 1 1 に示すように、第一金属部材 1 0 1、第二金属部材 1 0 2 及び補助部材 1 1 0 を用意する工程である。第一金属部材 1 0 1 及び第二金属部材 1 0 2 はいずれも直方体（板状）を呈する。第一金属部材 1 0 1 は、第二金属部材 1 0 2 よりも大きくなっている。特許請求の範囲の「突き合わされる面の形状が互いに異なる二つの金属部材」とは、金属部材同士の突き合わされる面の形状が異なる場合と、本実施形態のように第一金属部材 1 0 1 の表面 1 0 1 b と、第二金属部材 1 0 2 の裏面 1 0 2 c のように突き合わされる面の大きさが異なる場合（相似の場合）も含む意味である。

[0084] 第一金属部材 1 0 1 及び第二金属部材 1 0 2 の材料は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、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から適宜選択すればよい。

[0085] 補助部材 1 1 0 は、中央に矩形の中空部 1 1 1 を備えた金属製の薄板の枠状部材である。補助部材 1 1 0 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 0 1 及び第二金属部材 1 0 2 と同じ材料になっている。補助部材 1 1 0 の一部には幅方向に亘って連続するスリット 1 1 0 d が形成されている。

[0086] 突合せ工程は、第一金属部材 1 0 1 と第二金属部材 1 0 2 を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 0 1 の表面 1 0 1 b の中央部と、第二金属部材 1 0 2 の裏面 1 0 2 c とを突き合わせる。これにより、突合せ部 J 1 1 が形成される。また、第一金属部材 1 0 1 の表面 1 0 1 b と第

二金属部材１０２の４つの側面１０２ｄとで内隅が形成される。さらに、第一金属部材１０１の表面１０１ｂには、第二金属部材１０２で覆われない枠状の露出部が形成される。

[0087] 配置工程は、図１２に示すように、内隅に補助部材１１０を配置する工程である。配置工程では、補助部材１１０の中空部１１１に第二金属部材１０２を挿通させ、第一金属部材１０１の表面１０１ｂに補助部材１１０を配置する。補助部材１１０の平面形状は、第一金属部材１０１の露出部と同じ形状になっている。つまり、第二金属部材１０２に補助部材１１０の中空部１１１を通すと第一金属部材１０１の表面１０１ｂの露出部に隙間なく配置される。補助部材１１０の内周縁は、第二金属部材１０２の側面１０２ｄに接触するか、若しくは側面１０２ｄと微細な隙間をあけて対向する。補助部材１１０の板厚は、後記する摩擦攪拌工程後の塑性化領域Ｗが金属不足にならない程度に適宜設定する。また、第一金属部材１０１、第二金属部材１０２及び補助部材１１０を治具（図示省略）を用いて架台に移動不能に拘束する。

[0088] 摩擦攪拌工程は、図１３及び図１４に示すように、接合用回転ツールＦを用いて第一金属部材１０１と第二金属部材１０２との突合せ部Ｊ１１を摩擦攪拌によって接合する工程である。接合用回転ツールＦは、連結部Ｆ１と、攪拌ピンＦ２とで構成されている。

[0089] 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。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。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１０１、第二金属部材１０２及び補助部材１１０）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。

[0090] 接合用回転ツールＦは、マシニングセンタ等の摩擦攪拌装置に取り付けて

もよいが、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てもよい。アームロボットに接合用回転ツールFを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Fcの傾斜角度を容易に変更することができる。

[0091] 摩擦攪拌工程では、図13に示すように、まず、補助部材110の表面110bに設定した開始位置Spに右回転させた接合用回転ツールFの攪拌ピンF2を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。そして、攪拌ピンF2が内隅に達したら図14に示すように、接合用回転ツールFの回転中心軸Fcを第二金属部材102に対して外側に傾斜させる。そして、傾斜させた状態で接合用回転ツールFを第二金属部材102の周囲に亘って相対移動させて突合せ部J1を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツールFの移動軌跡には、塑性化領域Wが形成される。

[0092] 摩擦攪拌工程では、突合せ部J11に右回転させた攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部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。そして、第一金属部材101、第二金属部材102及び補助部材110と攪拌ピンF2とを接触させた状態で突合せ部J11に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。

[0093] 本実施形態では、接合用回転ツールFの進行方向右側に補助部材110が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。接合用回転ツール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。例えば、接合用回転ツールFの進行方向右側に補助部材110を配置しつつ、接合用回転ツールFを左回転させてもよい。もしくは、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材110を配置し、接合用回転ツールFを左右いずれかに回転させてもよい。接合用回転ツールFの回転方向等の条件と補助部材110との好ましい位置関係については後記する。

[0094] 攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2と突合せ部J11とが接触するように設定すればよい。図15に示すように、接合用回転ツールFを第二金

属部材 102 の周囲に一周させて、塑性化領域 W をオーバーラップさせたら、補助部材 110 の表面 110b に設定された終了位置 E_p で接合用回転ツール F を離脱させる。なお、この際に、接合用回転ツール F の抜き穴が形成されるが、当該抜き穴に肉盛溶接を行って補修してもよい。もしくは、抜き穴が形成されないように接合用回転ツール F を相対移動させながら徐々に引き抜いてもよい。

[0095] 除去工程は、図 16 に示すように、補助部材 10 を第一金属部材 1 から除去する工程である。補助部材 110 は、スリット 110d（図 15 参照）を境にして補助部材 110 の端部をめくり上げるとともに、図 17 に示すように、第一金属部材 101 の表面 101b から離間する方向に補助部材 110 を折り曲げて、第一金属部材 101 から補助部材 110 を除去する。

[0096] 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 101 と第二金属部材 102 とが接合されるとともに、第一金属部材 101 及び第二金属部材 102 に加え、補助部材 110 も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部（塑性化領域 W）の金属不足を防ぐことができる。

[0097] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって補助部材 110 にバリ V が形成されるが、除去工程において補助部材 110 ごとに取り除くことができる。これにより、バリ V を除去する作業を容易に行うことができる。補助部材 110 は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材 110 を取り除くことができる。また、本実施形態では、攪拌ピン F2 のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作用する負荷を低減することができる。

[0098] また、接合用回転ツール F の攪拌ピン F2 のみを第一金属部材 101、第二金属部材 102 及び補助部材 110 に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、突合せ部 J11 の深い位置まで攪拌ピンを挿入することができる。これにより、第一金属部材 101 と第二金属部材 102 とを好適に接合することができる。

[0099] また、図 1 4 に示すように、本実施形態に係る摩擦攪拌工程では進行方向右側に補助部材 1 1 0 を配置するとともに接合用回転ツール F を右回転させるため、補助部材 1 1 0 側が R e 側となる。

[0100] 例えば、接合用回転ツール F の回転速度が遅い場合では、塑性化領域 W の R e 側に比べて A d 側の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、A d 側にバリ V 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、A d 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、R e 側にバリ V が発生する傾向にある。

[0101] 本実施形態では、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、R e 側即ち補助部材 1 1 0 側にバリ V が発生する。つまり、本実施形態ではバリ V が補助部材 1 1 0 側に多く形成されるように接合用回転ツール F の回転速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材 1 1 0 に形成されたバリ V は、補助部材 1 1 0 ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。

[0102] 上記したように、摩擦攪拌工程の際に、接合用回転ツール 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、接合用回転ツール F の回転速度、回転方向、進行方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピン F 2 の傾斜角度（テーパ角度）、第一金属部材 1 0 1、第二金属部材 1 0 2 及び補助部材 1 1 0 の材料、各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。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 1 1 0 を配置するようにすれば、バリ除去工程を容易に行うことができるため好ましい。

[0103] また、補助部材 1 1 0 にスリット 1 1 0 d を設けているため、除去工程の際に、スリット 1 1 0 d を起点に補助部材 1 1 0 を容易に除去することができる。また、摩擦攪拌工程において、塑性化領域 W の始端と終端とをオーバ

ーラップさせることにより接合強度を高めることができる。

[0104] [第六実施形態]

次に、第六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、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。第六実施形態では、図18に示すように、補助部材120を第二金属部材102側に沿って配置する点で第五実施形態と主に相違する。本実施形態に係る説明では、第五実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0105] 準備工程は、図18に示すように、第一金属部材101と第二金属部材102と4つの補助部材120とを用意する工程である。補助部材120は、第一金属部材101及び第二金属部材102と同じ材料からなる板状部材である。補助部材120の板厚は、後記する摩擦攪拌工程の後の塑性化領域Wが金属不足にならない程度に適宜設定する。補助部材120の高さは、第二金属部材102の側面102dの高さと略同等になっている。また、補助部材120の長さは、側面102dの長さと略同等になっている。なお、補助部材120は、本実施形態では4つの板状部材で構成しているが、一体形成された枠状部材としてもよい。

[0106] 突合せ工程は、第五実施形態と同等であるため説明を省略する。配置工程は、内隅に補助部材20を配置する工程である。図18及び図19に示すように、配置工程では、第二金属部材102の4つの側面102dに、4つの補助部材120をそれぞれ配置する。つまり、配置工程では、第二金属部材102の側面102dと補助部材120の側面120bとを面接触させ、第二金属部材102の外側周面を補助部材120で覆う。補助部材120の端面は、第一金属部材101の表面101bに当接させる。

[0107] 摩擦攪拌工程は、図20及び図21に示すように、接合用回転ツールFを用いて第一金属部材101と第二金属部材102との突合せ部J1を摩擦攪拌によって接合する工程である。まず、第一金属部材101の表面101bに設定した開始位置Spに左回転させた接合用回転ツールFの攪拌ピンF2

を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。そして、攪拌ピンF 2が内隅に達したら図21に示すように、接合用回転ツールFの回転中心軸Fcを外側に傾斜させる。そして、傾斜させた状態で接合用回転ツールFを第二金属部材2の周囲に亘って相対移動させて突合せ部J1を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツールFの移動軌跡には、塑性化領域Wが形成される。

[0108] 摩擦攪拌工程では、突合せ部J1に左回転させた攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部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。そして、第一金属部材101、第二金属部材102及び補助部材120と攪拌ピンF2とを接触させた状態で突合せ部J1に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。

[0109] 本実施形態では、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材120が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。また、接合用回転ツールFの回転速度は、Re側にバリVが発生する程度に高速回転させる。攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2と突合せ部J1とが接触するように設定すればよい。図20に示すように、接合用回転ツールFを第二金属部材102の周囲に一周させて、塑性化領域Wをオーバーラップさせたら、第一金属部材101の表面101bに設定された終了位置Epで接合用回転ツールFを離脱させる。

[0110] 除去工程は、図22に示すように、4つの補助部材120を第二金属部材102から除去する工程である。除去工程では、第二金属部材102の側面102dから離間する方向に補助部材120を折り曲げて、第二金属部材102から補助部材120をそれぞれ除去する。

[0111] 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101と第二金属部材102とが接合されるとともに、第一金属部材101及び第二金属部材102に加え、補助部材120も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部（塑性化領域W）の金属不足を防ぐことができる。

[0112] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって補助部材120にバリ

Vが形成されるが、除去工程において補助部材120ごとに取り除くことができる。これにより、バリVを除去する作業を容易に行うことができる。補助部材120は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材120を取り除くことができる。また、本実施形態では、攪拌ピンF2のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作用する負荷を低減することができる。

[0113] また、図21に示すように、本実施形態に係る摩擦攪拌工程では接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材120を配置するとともに、接合用回転ツールFを左回転させるため、補助部材120側がRe側となる。本実施形態では、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、Re側即ち補助部材120側にバリVが発生する。つまり、本実施形態ではバリVが補助部材20側に多く形成されるように接合用回転ツールFの回転速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材120に形成されたバリVは、補助部材120ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。また、本実施形態の配置工程のように、第二金属部材102の側面102dに沿うようにして、内隅に補助部材120を配置してもよい。

[0114] [第七実施形態]

次に、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では、準備工程と、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。第七実施形態では、図23に示すように、第二金属部材103が円柱状を呈する点で第六実施形態と主に相違する。

[0115] 準備工程は、図23に示すように、第一金属部材201と第二金属部材203と補助部材230とを用意する工程である。第二金属部材203は、円柱状を呈する金属部材である。第二金属部材203の材料は、第一金属部材

201と同等である。

[0116] 補助部材230は、薄板状を呈し、かつ、円筒状を呈する金属部材である。補助部材230の材料は、第一金属部材201と同等である。補助部材230の内径は、第二金属部材203の外径と略同等になっている。補助部材230の板厚は、後記する摩擦攪拌工程の際に、塑性化領域Wが金属不足にならない程度に適宜設定する。補助部材230の一部には、高さ方向に連続するスリット230dが形成されている。

[0117] 突合せ工程は、第一金属部材201の表面201bと第二金属部材203の端面203cとを突き合わせる工程である。第一金属部材201の表面201bと第二金属部材203の端面203cとを突き合わせるにより、突合せ部J12が形成される。突合せ部J12の平面形状は円形となる。突合せ工程によって、第一金属部材201の表面201bと、第二金属部材203の外周面203dとで内隅が形成される。

[0118] 配置工程は、図24に示すように、内隅に補助部材230を配置する工程である。配置工程では、補助部材230の端面を第一金属部材201の表面201bに当接させつつ、補助部材230の側面230bを第二金属部材203の外周面203dに面接触させる。

[0119] 摩擦攪拌工程は、具体的な図示は省略するが、接合用回転ツールFを用いて第一金属部材201と第二金属部材203との突合せ部J12を摩擦攪拌によって接合する工程である。摩擦攪拌工程の接合条件は、第六実施形態と同じ要領で、補助部材230にバリが発生するように設定する。摩擦攪拌工程については、第六実施形態の摩擦攪拌工程と略同等であるため、詳細な説明は省略する。

[0120] 除去工程は、具体的な図示は省略するが、補助部材230を第二金属部材203から除去する工程である。除去工程では、補助部材230の上端部を第二金属部材203から離間する方向に折り曲げて、第二金属部材203から補助部材230を除去する。また、除去工程では、スリット230dの部分を起点としてめくるようにすると補助部材230を除去しやすい。

[0121] 以上説明した第七実施形態に係る接合方法によれば、第六実施形態に係る接合方法と略同等の効果をを得ることができる。また、本実施形態に係る接合方法によれば、板状を呈する第一金属部材201と円柱状を呈する第二金属部材203とを接合することができる。また、第一金属部材201及び第二金属部材203に加え、補助部材230を同時に摩擦攪拌することにより接合部（塑性化領域W）の金属不足を防ぐことができる。また、本実施形態に係る除去工程によれば、スリット230dを起点として、補助部材230を容易に除去することができる。

[0122] なお、第七実施形態にかかる接合方法では、例えば、第二金属部材を断面多角形からなる柱状部材としてもよい。また、第一金属部材201の高さ方向に貫通する貫通孔を設けてもよい。この場合の突合せ工程では、第一金属部材201の貫通孔を第二金属部材で覆うように突き合わせる。

[0123] [第八実施形態]

次に、第八実施形態に係る接合方法について説明する。第八実施形態に係る接合方法では、準備工程と、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。第八実施形態では、図25に示すように、第二金属部材204が円筒状を呈する点で第七実施形態と相違する。

[0124] 準備工程は、図25に示すように、第一金属部材201と第二金属部材204と補助部材240とを用意する工程である。第一金属部材201の中央には、高さ方向に貫通する貫通孔201eが形成されている。第二金属部材204は、円筒状を呈する金属部材である。補助部材240の材料は、第一金属部材と同等である。第二金属部材204の中空部は、貫通孔201eと連通するようになっている。

[0125] 補助部材240は、中空部241を備えた板状の金属部材である。補助部材240の材料は、第一金属部材201と同等である。中空部241の内径は、第二金属部材204の外径と略同等になっている。補助部材240の板厚は、後記する摩擦攪拌工程の際に、塑性化領域Wが金属不足にならない程度に適宜設定する。補助部材240には、幅方向に連続するスリット240

dが形成されている。

[0126] 突合せ工程は、図25に示すように、第一金属部材201の表面201bと、第二金属部材204の端面204cとを突き合わせる工程である。第一金属部材201の表面201bと、第二金属部材204の端面204cとを突き合わせるにより、突合せ部J13が形成される。突合せ部J13の平面形状はリング状になる。突合せ工程によって、第一金属部材1の表面201bと、第二金属部材204の外周面204dとで内隅が形成される。

[0127] 配置工程は、図26に示すように、内隅に補助部材240を配置する工程である。配置工程では、補助部材240の裏面240cを第一金属部材201の表面201bに面接触させる。

[0128] 摩擦攪拌工程は、具体的な図示は省略するが、接合用回転ツールFを用いて第一金属部材201と第二金属部材204との突合せ部J13を摩擦攪拌によって接合する工程である。摩擦攪拌工程の接合条件は、第七実施形態と同じ要領で、補助部材240にバリが発生するように設定する。摩擦攪拌工程については、第七実施形態の摩擦攪拌工程と略同等であるため、詳細な説明は省略する。

[0129] 除去工程は、具体的な図示は省略するが、補助部材240を第一金属部材201から除去する工程である。除去工程では、補助部材240を第一金属部材201から離間する方向に折り曲げて、第一金属部材201から補助部材240を除去する。また、除去工程では、スリット240dの部分を起点にめくるようにすると除去しやすい。

[0130] 以上説明した第八実施形態に係る接合方法によれば、第七実施形態に係る接合方法と略同等の効果を得ることができる。また、本実施形態に係る接合方法によれば、板状を呈する第一金属部材201と円筒状を呈する第二金属部材204とを接合することができる。また、第一金属部材201及び第二金属部材204に加え、補助部材240を同時に摩擦攪拌することにより接合部（塑性化領域W）の金属不足を防ぐことができる。また、本実施形態に係る除去工程によれば、スリット240dを起点として、補助部材240を

容易に除去することができる。

[0131] なお、第八実施形態にかかる接合方法では、第二金属部材 204 を円筒状としたが、例えば、他の断面を呈する筒状部材としてもよい。また、第一金属部材 201 の貫通孔 201e を設けないようにしてもよい。

[0132] また、上記の実施形態では、接合用回転ツール F に対して片側にのみ補助部材を配置したが、接合用回転ツール F の両側に補助部材を配置してもよい。この場合の除去工程では、接合用回転ツール F の両側に配置された補助部材を除去する。つまり、本発明の除去工程では、第一金属部材 201 及び第二金属部材 203 の少なくとも一方から補助部材を除去すればよい。また、第七実施形態及び第八実施形態の配置工程では、第二金属部材 203 の外周面 203d の全周又は第一金属部材 201 の表面 201b（露出部）の全部を補助部材 230、240 でそれぞれ覆うようにしているが、少なくとも一部を覆うようにしてもよい。

[0133] [第九実施形態]

本発明の第九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、図面を参照して詳細に説明する。本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法では、図 27 に示すように、準備工程と、突合せ工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。

[0134] 準備工程は、ジャケット本体 302 と封止体 303 とを用意する工程である。ジャケット本体 302 は、底部 310 と、周壁部 311 と、支持部 312 とから構成されている。ジャケット本体 302 の材料は、摩擦攪拌可能な金属であればよいが、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摩擦攪拌可能な金属で形成されている。ジャケット本体 302 は、上方が開口した箱状部材である。底部 310 は、平面視矩形を呈する。周壁部 311 は、底部 310 の周縁から立ち上っており、矩形枠状を呈する。

[0135] 周壁部 311 は、壁部 311A、311B、311C、311D で構成されている。壁部 311A、311B は互いに対向しており短辺部となってい

る。壁部 311C, 311D は、互いに対向しており長辺部となっている。ジャケット本体 302 の内部には凹部 313 が形成されている。周壁部 311 の端面 311a の内周縁には、段差部 315 が形成されている。段差部 315 は、端面 311a よりも一段下がった位置に形成された段差底面 315a と、段差底面 315a から立ち上る段差側面 315b とで構成されている。

[0136] 支持部 312 は、底部 310 から立ち上るとともに、周壁部 311 の壁部 311B から延設されている。支持部 312 は、周壁部 311 から離間して形成されていてもよいし、省略してもよい。支持部 312 の端面 312a は、段差底面 315a と面一になっている。支持部 312 の端面 312a には、突出部 312b が形成されている。突出部 312b は、本実施形態では円柱状を呈する。突出部 312b は、封止体 303 と嵌め合わされる部位である。

[0137] 封止体 303 は、ジャケット本体 302 の開口部を覆う金属部材である。封止体 303 の材料は特に制限されないが、本実施形態では、ジャケット本体 302 と同じ材料で形成されている。封止体 303 は、本体部 321 と、複数のフィン 322 とで構成されている。

[0138] 本体部 321 は、平面視矩形状を呈する板状部材である。本体部 321 は、段差部 315 に載置される部位である。本体部 321 の板厚寸法は、段差側面 315b の高さ寸法よりも大きくなっている。本実施形態では、本体部 321 の板厚寸法は、段差側面 315b の高さ寸法の 2 倍程度になっている。フィン 322 は、本体部 321 の裏面 321b に形成される板状部材である。フィン 322 は、所定の間隔をあけて複数枚形成されている。

[0139] 本体部 321 の裏面 321b には、凹溝 323 が 3 つ形成されている。凹溝 323 は、突出部 312b に対応する位置において、突出部 312b が挿入されるように形成されている。凹溝 323 の中空部の形状は、本実施形態では円柱状を呈するが、突出部 312b が挿入可能な形状であればよい。

[0140] 突合せ工程は、図 28 に示すように、ジャケット本体 302 と封止体 30

3とを突き合わせる工程である。図29に示すように、突合せ工程では、ジャケット本体302の段差部315に封止体303を載置する。本体部321の側面321cと段差側面315bとが突き合わされて突合せ部J31が形成される。また、本体部321の裏面321bと段差底面315aとが重ね合わされる。突合せ部J31は、封止体303の全周に亘って形成される。また、周壁部311の端面311aと、本体部321の4つの側面321cとで内隅が形成される。また、突合せ工程では、支持部312の突出部312bに、封止体303の凹溝323を嵌め合わせる。これにより、嵌合部J32が形成される。

[0141] 配置工程は、図30に示すように、ジャケット本体302に補助部材330を配置する工程である。補助部材330は、平面視矩形の中空部331が形成された板状部材である。補助部材330の板厚寸法は、後記する第二摩擦攪拌工程において接合部に金属不足が起こらない程度に適宜設定する。中空部331は、封止体303の平面形状と同じ形状になっている。補助部材330の材料は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、本実施形態ではジャケット本体302及び封止体303と同じ材料になっている。補助部材330の一部には、幅方向に連続するスリット332が形成されている。

[0142] 配置工程では、図31に示すように、周壁部311の端面311aに補助部材330を配置する。これにより、端面311aは、補助部材330によって覆われる。補助部材330の内周縁は、本体部321の側面321cに面接触するか、若しくは微細な隙間をあけて配置される。なお、本実施形態では端面311aの全体を補助部材330で覆っているが、端面311aの一部が覆われるように補助部材330の大きさを調節してもよい。

[0143] 摩擦攪拌工程は、ジャケット本体302と封止体303とを接合用回転ツールFを用いて摩擦攪拌接合する工程である。接合用回転ツールFは、図32及び図33に示すように、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、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。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（ジャケット本体302、封止体303及び補助部材330）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0144] 本実施形態の摩擦攪拌工程では、第一摩擦攪拌工程と、第二摩擦攪拌工程とを行う。第一摩擦攪拌工程は、支持部312と封止体303とを接合する工程である。図32に示すように、第一摩擦攪拌工程では、封止体303の表面321aに設定した開始位置Sp1に、右回転させた接合用回転ツールFの攪拌ピンF2を挿入し、壁部311B上の補助部材330に設定された終了位置Ep1に向けて相対移動させる。図33に示すように、第一摩擦攪拌工程では、攪拌ピンF2が突出部312bに達するか、若しくは攪拌ピンF2を封止体303のみに接触させた状態で突出部312bと凹溝323との嵌合部J32を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツールFの移動軌跡には、塑性化領域W1が形成される。接合用回転ツールFが終了位置Ep1に達したら、一旦接合用回転ツールFを離脱させる。なお、この際に、接合用回転ツールFの抜き穴が形成されるが、当該抜き穴に肉盛溶接を行ってもよい。もしくは、抜き穴が形成されないように接合用回転ツールFを相対移動させながら徐々に引き抜いてもよい。

[0145] 第二摩擦攪拌工程は、周壁部311と封止体303とを接合する工程である。図34に示すように、まず、補助部材330に設定した開始位置Sp2に右回転させた接合用回転ツールFの攪拌ピンF2を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。攪拌ピンF2が内隅に達したら図35に示すように、接合用回転ツールFの回転中心軸Fcを外側に傾斜させる。そして、傾斜させた状態で接合用回転ツールFを封止体303の周囲に亘って相対移動させて突合せ部J31を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツールFの移動軌跡には、塑性化領域W2が形成される。

[0146] 第二摩擦攪拌工程では、突合せ部J31に右回転させた攪拌ピンF2のみ

を挿入し、被接合金属部材と連結部 F 1 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 F 2 の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。そして、ジャケット本体 3 0 2、封止体 3 0 3 及び補助部材 3 3 0 と攪拌ピン F 2 とを接触させた状態で突合せ部 J 3 1 に沿って接合用回転ツール F を相対移動させる。

[0147] 本実施形態では、接合用回転ツール F の進行方向右側に補助部材 3 3 0 が位置するように接合用回転ツール F の進行方向を設定する。接合用回転ツール 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。例えば、接合用回転ツール F の進行方向右側に補助部材 3 3 0 を配置しつつ、接合用回転ツール F を左回転させてもよい。もしくは、接合用回転ツール F の進行方向左側に補助部材 3 3 0 を配置し、接合用回転ツール F を左右いずれかに回転させてもよい。接合用回転ツール F の回転方向等の条件と補助部材 3 3 0 との好ましい位置関係については後記する。

[0148] 攪拌ピン F 2 の挿入深さは、攪拌ピン F 2 と突合せ部 J 3 1 とが接触するように設定すればよい。図 3 4 に示すように、接合用回転ツール F を封止体 3 0 3 の周囲に一周させて、塑性化領域 W 2 をオーバーラップさせたら、補助部材 3 3 0 に設定された終了位置 E p 2 で接合用回転ツール F を離脱させる。

[0149] 除去工程は、図 3 6 に示すように、補助部材 3 3 0 をジャケット本体 3 0 2 から除去する工程である。補助部材 3 3 0 は、スリット 3 3 2（図 3 4 参照）を境にして補助部材 3 3 0 の端部をめくり上げるとともに、図 3 7 に示すように、周壁部 3 1 1 の端面 3 1 1 a から離間する方向に補助部材 3 3 0 を折り曲げて、周壁部 3 1 1 から補助部材 3 3 0 を除去する。以上の製造方法によって液冷ジャケット 3 0 1 が形成される。

[0150] 液冷ジャケット 3 0 1 は、中空部を備えた金属製の中空部材である。液冷ジャケット 3 0 1 の中空部に熱輸送流体（例えば、水）を流通させることにより、ジャケット本体 3 0 2 又は封止体 3 0 3 に設置された発熱体（図示省略）と熱交換を行うことができる。また、本実施形態に係る液冷ジャケット

３０１は、複数のフィン３２２が形成されているため、熱交換効率を高めることができる。

[0151] 以上説明した液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットによれば、内隅に補助部材３３０を配置して、ジャケット本体３０２と封止体３０３に加え補助部材３３０も同時に摩擦攪拌することにより接合部（塑性化領域Ｗ２）の金属不足を防ぐことができる。また、除去工程によって、補助部材３３０ごとバリＶを除去することができるため、バリＶを容易に除去することができる。

[0152] また、第二摩擦攪拌工程では、接合用回転ツールＦの回転中心軸Ｆｃを封止体３０３の外側に傾斜させた状態で摩擦攪拌を行うことにより、接合用回転ツールＦを内隅に容易に挿入することができる。また、支持部３１２は省略してもよいが、本実施形態のように支持部３１２を設け、支持部３１２（突出部３１２ｂ）と封止体３０３とを接合することで、液冷ジャケット３０１の強度を高めることができる。また、突合せ工程において、支持部３１２の突出部３１２ｂを封止体３０３の凹溝３２３に嵌め合わせるようにしたため、封止体３０３の位置決め作業を容易に行うことができる。また、第一摩擦攪拌工程において封止体３０３の位置ずれを防ぐことができる。

[0153] また、第一摩擦攪拌工程では、接合用回転ツールＦの終了位置（離脱位置）Ｅｐ１を周壁部３１１の上に設定することで、凹部３１３から離れた位置に攪拌ピンＦ２の抜き穴が形成されることになるため、液冷ジャケット３０１の水密性及び気密性を高めることができる。

[0154] また、本実施形態によれば、第二摩擦攪拌工程によって補助部材３３０にバリＶが形成されるが、除去工程において補助部材３３０ごと取り除くことができる。これにより、バリＶを除去する作業を容易に行うことができる。補助部材３３０は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材３３０を取り除くことができる。

[0155] また、本実施形態では、攪拌ピンＦ２のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作

用する負荷を低減することができる。また、接合用回転ツールFの攪拌ピンF2のみをジャケット本体302及び封止体303に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、突合せ部J31の深い位置まで攪拌ピンF2を挿入することができる。これにより、ジャケット本体302と封止体303とを好適に接合することができる。

[0156] また、図35に示すように、本実施形態に係る第二摩擦攪拌工程では進行方向右側に補助部材330を配置するとともに接合用回転ツールFを右回転させるため、補助部材330側がRe側となる。一方、Re側の反対側がAd側となる。

[0157] 例えば、接合用回転ツールFの回転速度が遅い場合では、塑性化領域W2のRe側に比べてAd側の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、Ad側にバリV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、Ad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、Re側にバリVが多く発生する傾向にある。

[0158] 本実施形態では、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、Re側即ち補助部材330側にバリVが発生する。つまり、本実施形態ではバリVが補助部材330側に多く形成されるように接合用回転ツールFの回転速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材330に形成されたバリVは、補助部材330ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。

[0159] 上記したように、摩擦攪拌工程の際に、接合用回転ツール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、接合用回転ツールFの回転速度、回転方向、進行方向、移動速度（送り速度）、攪拌ピンF2の傾斜角度（テーパ角度）、ジャケット本体302、封止体303及び補助部材330の材料、各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。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330を配置するようにすれば、バリ除去工程を容易に行うことができるため好ましい。

[0160] また、補助部材330にスリット332を設けているため、除去工程の際に、スリット332を起点に補助部材330を容易に除去することができる。

[0161] また、本実施形態に係る液冷ジャケット301によれば、厚さ寸法の大きい封止体303を用いるため、摩擦熱によって封止体303が変形するのを防ぐことができる。また、本実施形態の第二摩擦攪拌工程のように、塑性化領域W2の始端と終端側とを重複（オーバーラップ）させることで、液冷ジャケット301の水密性及び気密性をより高めることができる。

[0162] [第十実施形態]

次に、第十実施形態に係る液冷ジャケットの製造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、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。第十実施形態では、図38に示すように、補助部材440を封止体403の側面421cに面接触させる点で、第九実施形態と主に相違する。本実施形態に係る説明では、第九実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0163] 準備工程は、第九実施形態と同等であるため説明を省略する。突合せ工程は、第九実施形態と同じ要領でジャケット本体402と封止体403とを突き合わせて突合せ部J41を形成する工程である。図38に示すように、周壁部411の端面411aと、封止体403の側面421cとで内隅が形成される。

[0164] 配置工程は、補助部材440を内隅に配置する工程である。補助部材440は、平面視矩形の中空部441を備えた枠状部材である。補助部材440の板厚は、後記する第二摩擦攪拌接合の際に、接合部が金属不足にならないように適宜設定される。中空部441は、本体部421の平面形状と同じ形状になっている。配置工程では、図39に示すように、補助部材440の端

面を周壁部 4 1 1 の端面 4 1 1 a に当接させるとともに、補助部材 4 4 0 の内周面を本体部 4 2 1 の 4 つの側面 4 2 1 c に面接触させる。

[0165] 補助部材 4 4 0 の高さ寸法は、本体部 4 2 1 の側面 4 2 1 c のうち、外部に露出する部位の高さ寸法と同じになっている。本実施形態では、側面 4 2 1 c の全部が補助部材 4 4 0 で覆われるようになっているが、一部が覆われるようにしてもよい。

[0166] 摩擦攪拌工程は、図 4 0 及び図 4 1 に示すように、接合用回転ツール F を用いてジャケット本体 4 0 2 と封止体 4 0 3 とを摩擦攪拌接合する工程である。本実施形態に係る摩擦攪拌工程では、第一摩擦攪拌工程と、第二摩擦攪拌工程とを行う。第一摩擦攪拌工程は、第九実施形態と同等であるため詳細な説明は省略する。

[0167] 第二摩擦攪拌工程は、ジャケット本体 4 0 2 の周壁部 4 1 1 と封止体 4 0 3 とを接合用回転ツール F を用いて摩擦攪拌接合する工程である。まず、周壁部 4 1 1 の端面 4 1 1 a に設定した開始位置 S p 2 に左回転させた接合用回転ツール F の攪拌ピン F 2 を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。そして、攪拌ピン F 2 が内隅に達したら図 4 1 に示すように、接合用回転ツール F の回転中心軸 F c を外側に傾斜させる。そして、傾斜させた状態で接合用回転ツール F を封止体 4 0 3 の周囲に亘って相対移動させて突合せ部 J 4 1 を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツール F の移動軌跡には、塑性化領域 W 2 が形成される。

[0168] 第二摩擦攪拌工程では、突合せ部 J 4 1 に左回転させた攪拌ピン F 2 のみを挿入し、被接合金属部材と連結部 F 1 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 F 2 の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。そして、ジャケット本体 4 0 2、封止体 4 0 3 及び補助部材 4 4 0 と攪拌ピン F 2 とを接触させた状態で突合せ部 J 4 1 に沿って接合用回転ツール F を相対移動させる。

[0169] 本実施形態では、接合用回転ツール F の進行方向左側に補助部材 4 4 0 が位置するように接合用回転ツール F の進行方向を設定する。また、接合用回

転ツールFの回転速度は、R e側にバリVが発生する程度に高速回転させる。攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2と突合せ部J41とが接触するように設定すればよい。図40に示すように、接合用回転ツールFを封止体403の周囲に一周させて、塑性化領域W2をオーバーラップさせたら、周壁部411の端面411aに設定された終了位置E p2で接合用回転ツールFを離脱させる。

[0170] 除去工程は、図42に示すように、補助部材440を封止体403から除去する工程である。除去工程では、封止体403の側面421cから離間する方向に補助部材440を折り曲げて、封止体403から補助部材440を除去する。以上の工程によって液冷ジャケット401が形成される。

[0171] 本実施形態に係る接合方法によれば、ジャケット本体402と封止体403とが接合されるとともに、ジャケット本体402と封止体403に加え、補助部材440も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部（塑性化領域W2）の金属不足を防ぐことができる。

[0172] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって補助部材440にバリVが形成されるが、除去工程において補助部材440ごとに取り除くことができる。これにより、バリVを除去する作業を容易に行うことができる。補助部材440は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材440を取り除くことができる。また、本実施形態では、攪拌ピンF2のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作用する負荷を低減することができる。

[0173] また、図41に示すように、本実施形態に係る第二摩擦攪拌工程では接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材440を配置するとともに、接合用回転ツールFを左回転させるため、補助部材440側がR e側となる。本実施形態では、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、R e側即ち補助部材440側にバリVが発生する。つまり、本実施形態ではバリVが補助部材440側に多く形成されるように接合用回転ツールFの回転

速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材 440 に形成されたバリ V は、補助部材 440 ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。また、本実施形態の配置工程のように、封止体 403 の側面 421 c に沿うようにして、内隅に補助部材 440 を配置してもよい。

[0174] 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、前記した実施形態では、内隅の片側に補助部材を配置したが、内隅の両側に補助部材を配置してもよい。この場合の除去工程では、塑性化領域を挟だ両側において、バリが形成された補助部材をそれぞれ除去する。つまり、本発明に係る除去工程では、ジャケット本体 402 及び封止体 403 の少なくとも一方から補助部材を除去すればよい。

[0175] また、本実施形態では、支持部 412 に突出部 412 b を設けたが、突出部 412 b を省略して、支持部 412 と封止体 403 とを接合してもよい。また、本実施形態では、第一摩擦攪拌工程と、第二摩擦攪拌工程を不連続に行ったが、第一摩擦攪拌工程が終わったら、接合用回転ツール F を離脱せずに、そのまま第二摩擦攪拌工程を行ってもよい。これにより、接合サイクルをより高めることができる。

[0176] また、本実施形態では、液冷ジャケット 401 を外観視直方体としたが、例えば、外観視円柱状、他の断面多角形の柱状体としてもよい。

[0177] [第十一実施形態]

本発明の第十一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、図面を参照して詳細に説明する。本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、重合工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程とを行う。

[0178] 準備工程は、図 43 に示すように、ジャケット本体 502 と封止体 503

とを用意する工程である。ジャケット本体502は、底部510と、周壁部511と、支持部512とから構成されている。ジャケット本体502の材料は、摩擦攪拌可能な金属であればよいが、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摩擦攪拌可能な金属で形成されている。ジャケット本体502は、上方が開口した箱状部材である。底部510は、平面視矩形を呈する。周壁部511は、底部510の周縁から立ち上っており、矩形枠状を呈する。

[0179] 周壁部511は、壁部511A、511B、511C、511Dで構成されている。壁部511A、511Bは互いに対向しており短辺部となっている。壁部511C、511Dは、互いに対向しており長辺部となっている。ジャケット本体502の内部には凹部513が形成されている。

[0180] 支持部512は、底部510から立ち上るとともに、周壁部511の壁部511Bから延設されている。支持部512は、周壁部511から離間して形成されていてもよいし、省略してもよい。支持部512の端面512aは、周壁部511の端面511aと面一になっている。支持部512の端面512aには、突出部512bが形成されている。突出部512bは、本実施形態では円柱状を呈する。突出部512bは、封止体503に嵌め合わされる部位である。

[0181] 封止体503は、ジャケット本体502の開口部を覆う金属部材である。封止体503の材料は特に制限されないが、本実施形態では、ジャケット本体502と同じ材料で形成されている。封止体503は、平面視矩形状を呈する板状部材である。封止体503の裏面503bには、凹溝504が3つ形成されている。凹溝504は、突出部512bに対応する位置において、突出部512bが挿入されるように形成されている。凹溝504の中空部の形状は、本実施形態では円柱状を呈するが、突出部512bが挿入可能な形状であればよい。

[0182] 重合工程は、図44に示すように、ジャケット本体502と封止体503とを重ね合わせる工程である。図45に示すように、重合工程では、周壁部

511の端面511aに封止体503を載置する。周壁部511の端面511aと封止体503の裏面503bとが重ね合わされて重合部J51が形成される。重合部J51は、封止体503の全周に亘って形成される。また、周壁部511の端面511aと、封止体503の4つの側面503cとで内隅が形成される。また、重合工程では、支持部512の突出部512bに、封止体503の凹溝504を嵌め合わせる。これにより、嵌合部J52が形成される。

[0183] 配置工程は、図46に示すように、ジャケット本体502に補助部材530を配置する工程である。補助部材530は、平面視矩形の中空部531が形成された板状部材である。補助部材530の板厚寸法は、後記する第二摩擦攪拌工程において接合部に金属不足が起こらない程度に適宜設定する。中空部531は、封止体503の平面形状と同じ形状になっている。補助部材530の材料は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、本実施形態ではジャケット本体502及び封止体503と同じ材料になっている。補助部材530の一部には、幅方向に連続するスリット532が形成されている。

[0184] 配置工程では、図47に示すように、周壁部511の端面511aに補助部材530を配置する。これにより、端面511aは、補助部材530によって覆われる。補助部材530の内周縁は、封止体503の側面503cに面接触するか、若しくは微細な隙間をあけて配置される。なお、本実施形態では端面511aの全体を補助部材530で覆っているが、端面511aの一部が覆われるように補助部材530の大きさを調節してもよい。

[0185] 摩擦攪拌工程は、ジャケット本体502と封止体503とを接合用回転ツールFを用いて摩擦攪拌接合する工程である。接合用回転ツールFは、図48及び図49に示すように、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、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。これにより、被接合金属部材（ジャケット本体502、封止体503及び補助部材530）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。

[0186] 本実施形態の摩擦攪拌工程では、第一摩擦攪拌工程と、第二摩擦攪拌工程とを行う。第一摩擦攪拌工程は、支持部 5 1 2 と封止体 5 0 3 とを接合する工程である。図 4 8 に示すように、第一摩擦攪拌工程では、封止体 5 0 3 の表面 5 0 3 a に設定した開始位置 S p 1 に、右回転させた接合用回転ツール F の攪拌ピン F 2 を挿入する。開始位置 S p 1 は突出部 5 1 2 b の外縁に対応する位置に設定する。

[0187] 図 4 9 に示すように、第一摩擦攪拌工程では、攪拌ピン F 2 が突出部 5 1 2 b に達するか、若しくは攪拌ピン F 2 を封止体 5 0 3 のみに接触させた状態で突出部 5 1 2 b と凹溝 5 0 4 との嵌合部 J 5 2 を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツール F の移動軌跡には、塑性化領域 W 1 が形成される。接合用回転ツール F を突出部 5 1 2 b 回りに一周以上させたら、接合用回転ツール F を離脱させる。同様の工程を各突出部 5 1 2 b（嵌合部 J 5 2）ごとに行う。なお、この際に、封止体 5 0 3 の表面 5 0 3 a に接合用回転ツール F の抜き穴が形成されるが、当該抜き穴に肉盛溶接を行って補修してもよい。もしくは、抜き穴が形成されないように接合用回転ツール F を相対移動させながら徐々に引き抜いてもよい。

[0188] 第二摩擦攪拌工程は、周壁部 5 1 1 と封止体 5 0 3 とを接合する工程である。図 5 0 に示すように、まず、補助部材 5 3 0 に設定した開始位置 S p 2 に右回転させた接合用回転ツール F の攪拌ピン F 2 を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。攪拌ピン F 2 が内隅に達したら図 5 1 に示すように、接合用回転ツール F の回転中心軸 F c を封止体 5 0 3 に対して外側に傾斜させる。そして、接合用回転ツール F を傾斜させた状態で封止体 5 0 3 の周囲に亘って相対移動させて重合部 J 5 1 を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツール F の移動軌跡には、塑性化領域 W 2 が形成される。

[0189] 第二摩擦攪拌工程では、重合部 J 5 1 に右回転させた攪拌ピン F 2 のみを挿入し、被接合金属部材と連結部 F 1 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F 2の基端部は露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。そして、ジャケット本体5 0 2、封止体5 0 3及び補助部材5 3 0と攪拌ピンF 2とを接触させた状態で重合部J 5 1に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。

[0190] 本実施形態では、接合用回転ツールFの進行方向右側に補助部材5 3 0が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。接合用回転ツール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。例えば、接合用回転ツールFの進行方向右側に補助部材5 3 0を配置しつつ、接合用回転ツールFを左回転させてもよい。もしくは、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材5 3 0を配置し、接合用回転ツールFを左右いずれかに回転させてもよい。接合用回転ツールFの回転方向等の条件と補助部材5 3 0との好ましい位置関係については後記する。

[0191] 攪拌ピンF 2の挿入深さは、攪拌ピンF 2と重合部J 5 1とが接触するように設定すればよい。図5 0に示すように、接合用回転ツールFを封止体5 0 3の周囲に一周させて、塑性化領域W 2をオーバーラップさせたら、補助部材5 3 0に設定された終了位置E p 2で接合用回転ツールFを離脱させる。

[0192] 除去工程は、図5 2に示すように、補助部材5 3 0をジャケット本体5 0 2から除去する工程である。補助部材5 3 0は、スリット5 3 2（図5 0参照）を境にして補助部材5 3 0の端部をめくり上げるとともに、図5 3に示すように、周壁部5 1 1の端面5 1 1 aから離間する方向に補助部材5 3 0を折り曲げて、周壁部5 1 1から補助部材5 3 0を除去する。以上の製造方法によって液冷ジャケット5 0 1が形成される。

[0193] 液冷ジャケット5 0 1は、中空部を備えた金属製の中空部材である。液冷ジャケット5 0 1の中空部に熱輸送流体（例えば、水）を流通させることにより、ジャケット本体5 0 2又は封止体5 0 3に設置された発熱体（図示省略）と熱交換を行うことができる。

[0194] 以上説明した液冷ジャケットの製造方法及び液冷ジャケットによれば、内

隅に補助部材 530 を配置して、ジャケット本体 502 と封止体 503 に加え補助部材 530 も同時に摩擦攪拌することにより接合部（塑性化領域 W2）の金属不足を防ぐことができる。また、除去工程によって、補助部材 530 ごとバリ V を除去することができるため、バリ V を容易に除去することができる。

[0195] また、第二摩擦攪拌工程では、接合用回転ツール F の回転中心軸 Fc を外側に傾斜させた状態で摩擦攪拌を行うことにより、接合用回転ツール F を内隅に容易に挿入することができる。また、支持部 512 は省略してもよいが、本実施形態のように支持部 512 を設け、支持部 512（突出部 512b）と封止体 503 とを接合することで、液冷ジャケット 501 の強度を高めることができる。また、重合工程において、支持部 512 の突出部 512b を封止体 503 の凹溝 504 に嵌め合わせるようにしたため、封止体 503 の位置決め作業を容易に行うことができる。また、第一摩擦攪拌工程において封止体 503 の位置ずれを防ぐことができる。

[0196] また、本実施形態によれば、第二摩擦攪拌工程によって補助部材 530 にバリ V が形成されるが、除去工程において補助部材 530 ごと取り除くことができる。補助部材 530 は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材 530 を取り除くことができる。

[0197] また、本実施形態では、攪拌ピン F2 のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作用する負荷を低減することができる。また、接合用回転ツール F の攪拌ピン F2 のみをジャケット本体 502 及び封止体 503 に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、重合部 J51 の深い位置まで攪拌ピン F2 を挿入することができる。これにより、ジャケット本体 502 と封止体 503 とを好適に接合することができる。

[0198] また、図 51 に示すように、本実施形態に係る第二摩擦攪拌工程では進行方向右側に補助部材 530 を配置するとともに接合用回転ツール F を右回転させるため、補助部材 530 側が Re 側となる。一方、Re 側の反対側が A

d側となる。例えば、接合用回転ツールFの回転速度が遅い場合では、塑性化領域W2のR側側に比べてA側の方が塑性流動材の温度が上昇しやすくなるため、A側側にバリV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、A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、R側側にバリVが多く発生する傾向にある。

[0199] 本実施形態では、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、R側側即ち補助部材530側にバリVが発生する。つまり、本実施形態ではバリVが補助部材530側に多く形成されるように接合用回転ツールFの回転速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材530に形成されたバリVは、補助部材530ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。

[0200] 上記したように、摩擦攪拌工程の際に、接合用回転ツール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、接合用回転ツールFの回転速度、回転方向、進行方向移動速度（送り速度）、攪拌ピンF2の傾斜角度（テーパ角度）、ジャケット本体502、封止体503及び補助部材530の材料、各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。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530を配置するようにすれば、バリ除去工程を容易に行うことができるため好ましい。

[0201] また、補助部材530にスリット532を設けているため、除去工程の際に、スリット532を起点に補助部材530を容易に除去することができる。また、本実施形態の第二摩擦攪拌工程のように、塑性化領域W2の始端と終端側とを重複（オーバーラップ）させることで、液冷ジャケット501の水密性及び気密性をより高めることができる。

[0202] [第十二実施形態]

次に、第十二実施形態に係る液冷ジャケットの製造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、重合工程と、配置工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。第十二実施形態では、図54に示すように、補助部材540を封止体503の側面503cに面接触させる点で、第十一実施形態と主に相違する。本実施形態に係る説明では、第十一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0203] 準備工程は、第十一実施形態と同等であるため説明を省略する。重合工程は、第十一実施形態と同じ要領でジャケット本体502と封止体503とを突き合わせて重合部J51を形成する工程である。図54に示すように、周壁部511の端面511aと、封止体503の側面503cとで内隅が形成される。

[0204] 配置工程は、補助部材540を内隅に配置する工程である。補助部材540は、平面視矩形の中空部541を備えた枠状部材である。補助部材540には、高さ方向に連続するスリット542が形成されている。補助部材540の板厚は、後記する第二摩擦攪拌接合の際に、接合部が金属不足にならないように適宜設定される。中空部541は、封止体503の平面形状と同じ形状になっている。配置工程では、図55に示すように、補助部材540の端面を周壁部511の端面511aに当接させるとともに、補助部材540の内周面を封止体503の4つの側面503cに面接触させる。

[0205] 補助部材540の高さ寸法は、封止体503の側面503cの高さ寸法と同じになっている。本実施形態では、側面503cの全部が補助部材540で覆われるようになっているが、一部が覆われるようにしてもよい。

[0206] 摩擦攪拌工程は、図56及び図57に示すように、接合用回転ツールFを用いてジャケット本体502と封止体503とを摩擦攪拌接合する工程である。本実施形態に係る摩擦攪拌工程では、第一摩擦攪拌工程と、第二摩擦攪拌工程とを行う。第一摩擦攪拌工程は、第十一実施形態と同等であるため詳細な説明は省略する。

- [0207] 第二摩擦攪拌工程は、ジャケット本体502の周壁部511と封止体503とを接合用回転ツールFを用いて摩擦攪拌接合する工程である。まず、周壁部511の端面511aに設定した開始位置Sp2に左回転させた接合用回転ツールFの攪拌ピンF2を挿入し、内隅に向けて相対移動させる。そして、攪拌ピンF2が内隅に達したら図57に示すように、接合用回転ツールFの回転中心軸Fcを外側に傾斜させる。そして、傾斜させた状態で接合用回転ツールFを封止体503の周囲に亘って相対移動させて重合部J51を摩擦攪拌接合する。接合用回転ツールFの移動軌跡には、塑性化領域W2が形成される。
- [0208] 第二摩擦攪拌工程では、重合部J51に左回転させた攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部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。そして、ジャケット本体502、封止体503及び補助部材540と攪拌ピンF2とを接触させた状態で重合部J51に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。
- [0209] 本実施形態では、接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材540が位置するように接合用回転ツールFの進行方向を設定する。また、接合用回転ツールFの回転速度は、Re側にバリVが発生する程度に高速回転させる。攪拌ピンF2の挿入深さは、攪拌ピンF2と重合部J51とが接触するように設定すればよい。図56に示すように、接合用回転ツールFを封止体503の周囲に一周させて、塑性化領域W2をオーバーラップさせたら、周壁部511の端面511aに設定された終了位置Ep2で接合用回転ツールFを離脱させる。
- [0210] 除去工程は、図58に示すように、補助部材540を封止体503から除去する工程である。除去工程では、封止体503の側面503cから離間する方向に補助部材540を折り曲げて、封止体503から補助部材540を除去する。以上の工程によって液冷ジャケット501が形成される。
- [0211] 本実施形態に係る接合方法によれば、ジャケット本体502と封止体50

3とが接合されるとともに、ジャケット本体502と封止体503に加え、補助部材540も同時に摩擦攪拌接合することにより、接合部（塑性化領域W2）の金属不足を防ぐことができる。

[0212] また、本実施形態によれば、摩擦攪拌工程によって補助部材540にバリVが形成されるが、除去工程において補助部材540ごとに取り除くことができる。これにより、バリVを除去する作業を容易に行うことができる。補助部材540は除去装置等を用いてもよいが、本実施形態では手作業で容易に補助部材540を取り除くことができる。また、本実施形態では、攪拌ピンF2のみを被接合金属部材に接触させるため、回転ツールのショルダ部を接触させる場合に比べて摩擦攪拌装置に作用する負荷を低減することができる。

[0213] また、図57に示すように、本実施形態に係る第二摩擦攪拌工程では接合用回転ツールFの進行方向左側に補助部材540を配置するとともに、接合用回転ツールFを左回転させるため、補助部材540側がRe側となる。本実施形態では、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、Re側即ち補助部材540側にバリVが発生する。つまり、本実施形態ではバリVが補助部材540側に多く形成されるように接合用回転ツールFの回転速度、回転方向及び進行方向等を設定している。これにより、補助部材540に形成されたバリVは、補助部材540ごと除去されるため、バリ除去工程をより容易に行うことができる。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。また、本実施形態の配置工程のように、封止体503の側面503cに沿うようにして、内隅に補助部材540を配置してもよい。

[0214] 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、前記した実施形態では、内隅の片側に補助部材を配置したが、内隅の両側に補助部材を配置してもよい。この場合の除去工程では、塑性化領域を挟だ両側において、バリが形成された

補助部材をそれぞれ除去する。つまり、本発明に係る除去工程では、ジャケット本体 5 0 2 及び封止体 5 0 3 の少なくとも一方から補助部材を除去すればよい。

- [0215] また、本実施形態では、支持部 5 1 2 に突出部 5 1 2 b を設けたが、突出部 5 1 2 b を省略して、支持部 5 1 2 と封止体 5 0 3 とを接合してもよい。また、本実施形態では、液冷ジャケット 5 0 1 を外観視直方体としたが、例えば、外観視円柱状、他の断面多角形の柱状体としてもよい。また、封止体 5 0 3 の裏面に複数のフィンを設けてもよい。フィンが形成されることで、熱交換効率を高めることができる。

符号の説明

- [0216]
- | | |
|-----|-----------------|
| 1 | 第一金属部材 |
| 2 | 第二金属部材 |
| 1 0 | 補助部材 |
| 2 0 | 補助部材 |
| F | 接合用回転ツール（回転ツール） |
| F 1 | 連結部 |
| F 2 | 攪拌ピン |
| J 1 | 突合せ部 |
| J 2 | 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、
- 前記第一金属部材と前記第二金属部材とを断面略L字状又は略T字状に突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、
- 前記第一金属部材と前記第二金属部材との内隅において、前記第一金属部材又は前記第二金属部材に面接触するように補助部材を配置する配置工程と、
- 回転する前記攪拌ピンを前記内隅に挿入し、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内隅に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材を接合する摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。
- [請求項2] 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を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] 前記摩擦攪拌工程では、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2に記載の接合方法。
- [請求項4] 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、
- 前記第一金属部材と前記第二金属部材とを断面略L字状又は略T字状に突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、
- 前記第一金属部材と前記第二金属部材との内隅において、前記第一金属部材及び前記第二金属部材に面接触するように断面略L字状の補助部材を配置する配置工程と、
- 回転する前記攪拌ピンを前記補助部材の内隅に挿入し、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内隅に沿って前記回転ツールを相対移動させて前記第一金属部材、前記第二金属部材及び前記補助部材を接合する摩擦攪拌工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項5] 前記摩擦攪拌工程によって分断されるとともに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と、を含むことを特徴とする請求項4に記載の接合方法。

[請求項6] 攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて、突き合わされる面の形状が互いに異なる二つの金属部材を接合する接合方法であって、

一方の前記金属部材と他方の前記金属部材とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、

他方の前記金属部材の周方向に亘って、前記金属部材同士の内隅に補助部材を配置する配置工程と、

回転した前記攪拌ピンを前記内隅に挿入し、前記攪拌ピンのみを前記金属部材同士及び前記補助部材に接触させた状態で、他方の前記金属部材の周方向に亘って前記突合せ部の摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、

前記補助部材を一方の前記金属部材及び他方の前記金属部材の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含むことを特徴とする接合方法。

[請求項7] 前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌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6に記載の接合方法。

[請求項8] 前記金属部材は、いずれも板状を呈し、

前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の前記金属部材の裏面とを突き合わせることを特徴とする請求項6又は請求項7に記載の接合方法。

[請求項9] 一方の前記金属部材は、板状を呈し、

他方の前記金属部材は、円柱状を呈し、

前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の接合方法。

[請求項10] 一方の前記金属部材は、板状を呈し、
 他方の前記金属部材は、筒状を呈し、
 前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の接合方法。

[請求項11] 一方の前記金属部材は、板状を呈し、
 他方の前記金属部材は、円筒状を呈し、
 前記突合せ工程では、一方の前記金属部材の表面と他方の金属部材の端面とを突き合わせることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の接合方法。

[請求項12] 一方の前記金属部材に貫通孔が形成されており、
 前記突合せ工程では、前記貫通孔を他方の前記金属部材で覆うことを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の接合方法。

[請求項13] 一方の前記金属部材に貫通孔が形成されており、
 前記突合せ工程では、前記貫通孔と他方の前記金属部材の中空部とを連通させることを特徴とする請求項 10 に記載の接合方法。

[請求項14] 一方の前記金属部材に貫通孔が形成されており、
 前記突合せ工程では、前記貫通孔と他方の前記金属部材の中空部とを連通させ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] 熱輸送流体が流れる凹部を有するジャケット本体と、前記凹部の開口部を封止する封止体とで構成される液冷ジャケットの製造方法であって、

 前記封止体を準備するとともに、底部と前記底部の周縁から立ち上る枠状の周壁部とを有し、前記周壁部の端面よりも一段下がった位置に形成された段差底面と、前記段差底面から立ち上る段差側面とを備

えた前記ジャケット本体を準備する準備工程と、

前記段差側面の高さ寸法よりも大きい厚さ寸法の前記封止体を前記段差底面に載置して、前記段差側面と前記封止体の側面とが突き合わされた突合せ部を形成する突合せ工程と、

前記周壁部の端面と前記封止体の側面とで構成された内隅に補助部材を配置する配置工程と、

前記内隅に攪拌ピンを備えた回転ツールを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記ジャケット本体、前記封止体及び前記補助部材に接触させた状態で前記突合せ部に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、

バリが形成された前記補助部材を前記ジャケット本体及び前記封止体の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含み、

前記摩擦攪拌工程では、前記内隅に沿って前記回転ツールを前記封止体の回りに一周させて前記突合せ部を接合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16] 前記摩擦攪拌工程では、前記バリが前記補助部材に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15に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項17] 前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸を外側に傾斜させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項15又は請求項16に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項18] 前記準備工程では、前記底部に前記段差底面と面一の端面を備えた支持部及び前記支持部から突出する突出部を形成するとともに、前記封止体の裏面に凹溝を形成し、

前記突合せ工程では、前記凹溝に前記突出部を挿入しつつ前記封止体を載置し、

前記摩擦攪拌工程では、前記突出部と前記凹溝とが嵌め合わされた嵌合部に対して前記回転ツールの攪拌ピンのみを、前記封止体のみ、又は、前記突出部及び前記封止体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 15 に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項19]

前記支持部は、前記周壁部から延設されており、

前記摩擦攪拌工程では、前記嵌合部の摩擦攪拌を行った後、そのまま前記周壁部まで移動させ、前記周壁部の上で前記回転ツールを離脱させることを特徴とする請求項 18 に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項20]

熱輸送流体が流れる凹部を有するジャケット本体と、前記凹部の開口部を封止する封止体とで構成される液冷ジャケットの製造方法であって、

底部及び前記底部の周縁から立ち上る枠状の周壁部を有する前記ジャケット本体と、前記封止体とを準備する準備工程と、

前記周壁部の端面と前記封止体の裏面とを重ね合わせて重合部を形成する重合工程と、

前記周壁部の端面と前記封止体の側面とで構成された内隅に補助部材を配置する配置工程と、

前記内隅に攪拌ピンを備えた回転ツールを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記ジャケット本体、前記封止体及び前記補助部材に接触させた状態で前記重合部に摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、

バリが形成された前記補助部材を前記ジャケット本体及び前記封止体の少なくとも一方から除去する除去工程と、を含み、

前記摩擦攪拌工程では、前記内隅に沿って前記回転ツールを前記封止体の回りに一周させて前記重合部を接合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21]

前記摩擦攪拌工程では、前記バリが前記補助部材に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 20 に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項22]

前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの回転中心軸を外側に傾斜させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項 20 又は請求項

21に記載の液冷ジャケットの製造方法。

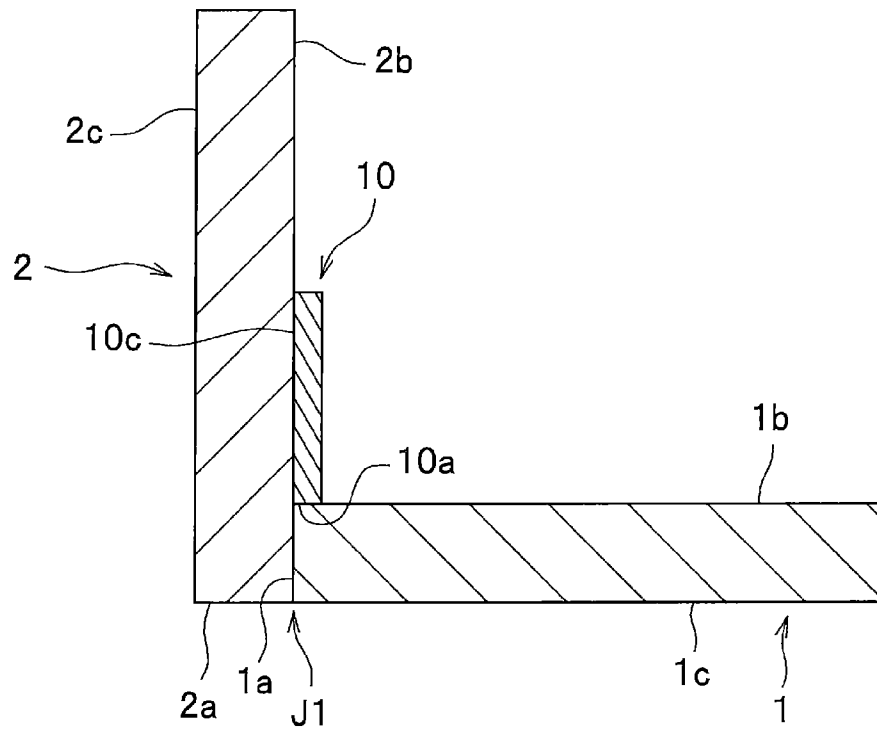
[請求項23] 前記準備工程では、前記底部に、前記周壁部の端面と面一の端面を備えた支持部を立設するとともに、当該支持部の端面に突出部を形成し、前記封止体の裏面に凹溝を形成し、

前記重合工程では、前記凹溝に前記突出部を挿入しつつ、前記周壁部の端面及び前記支持部の端面を覆うように前記封止体を載置し、

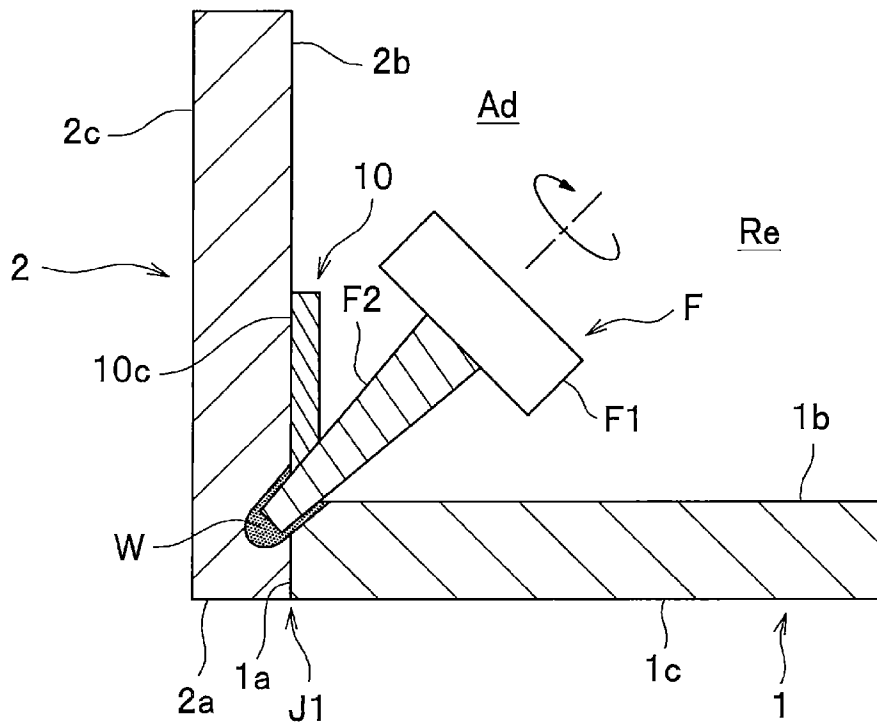
前記摩擦攪拌工程では、前記凹溝と前記突出部とが嵌め合わされた嵌合部に対して、前記回転ツールを前記封止体のみ、又は、前記封止体及び前記突出部に接触させた状態で摩擦攪拌することを特徴とする請求項20に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項24] 前記摩擦攪拌工程では、前記回転ツールの攪拌ピンを前記突出部に沿って一周以上相対移動させた後、前記回転ツールを前記封止体から離脱させることを特徴とする請求項23に記載の液冷ジャケットの製造方法。

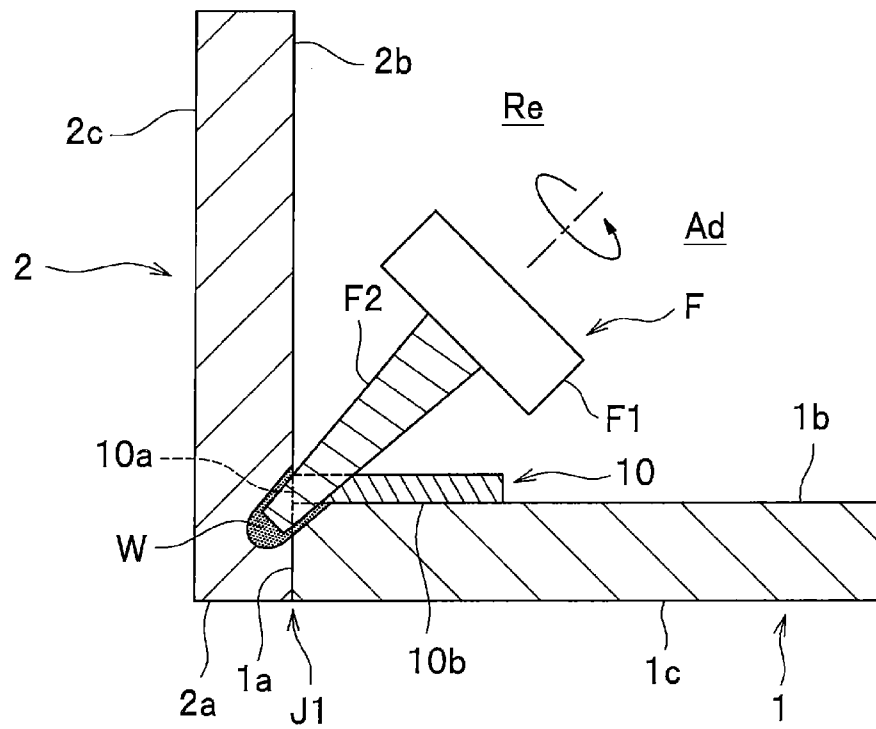
[図1]



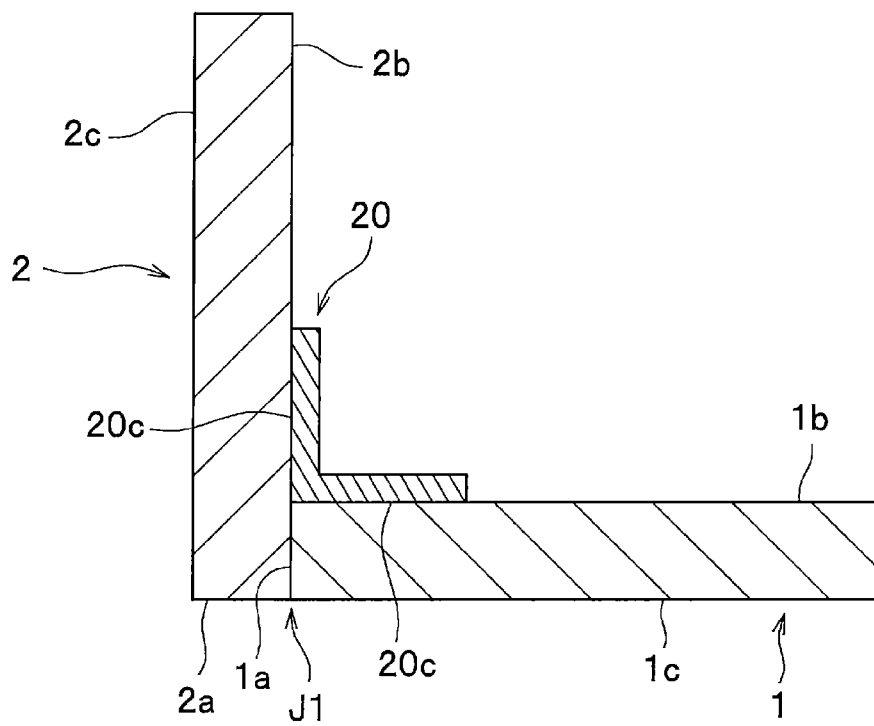
[図2]



[図5]

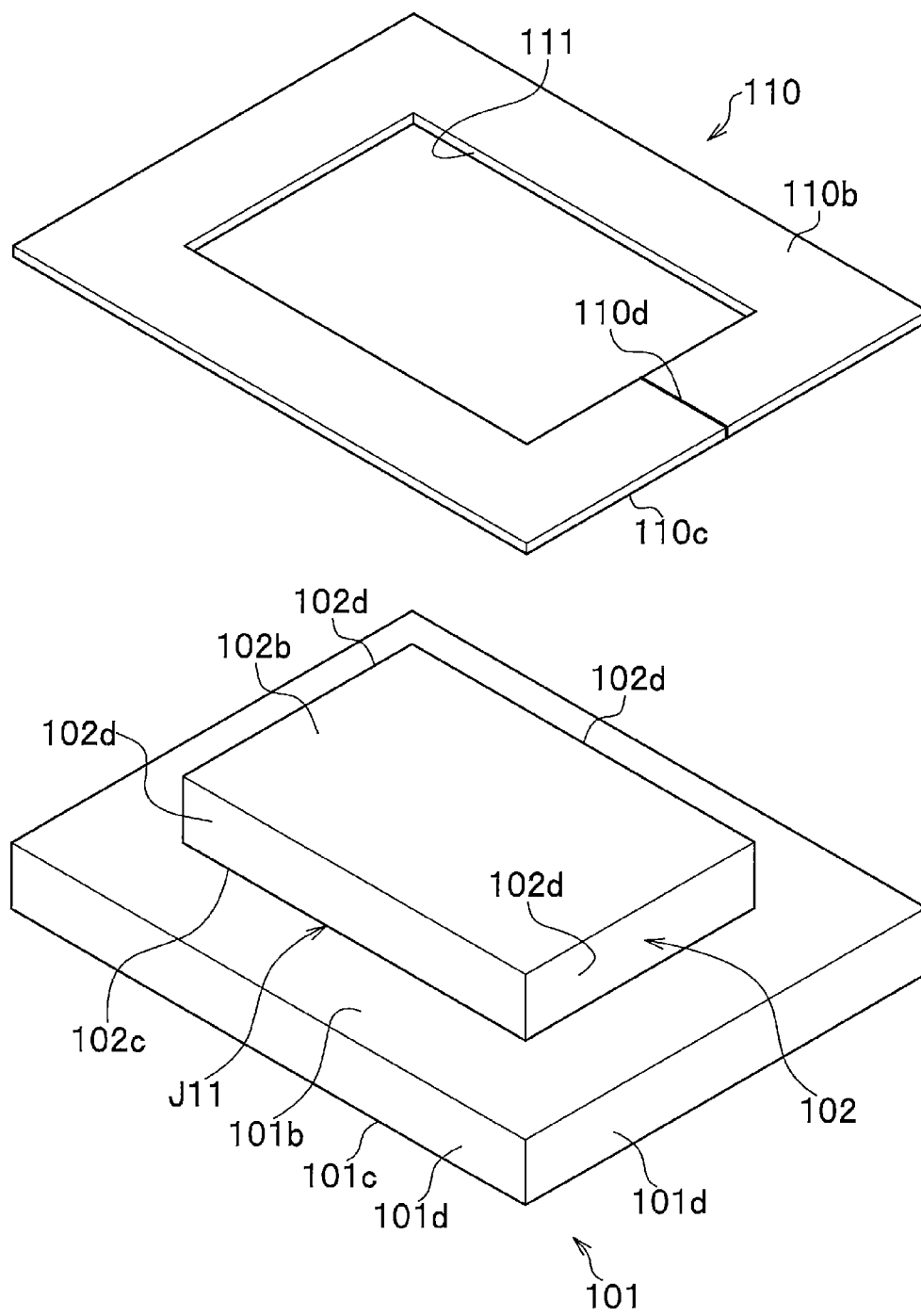


[図6]

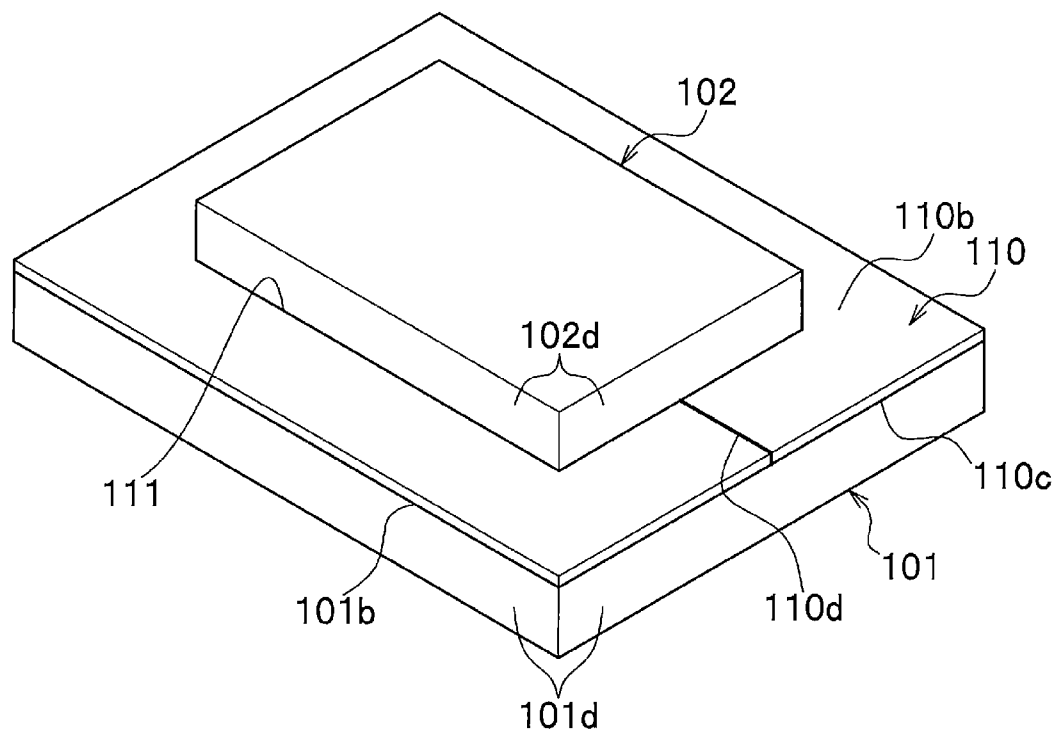


[illegible]

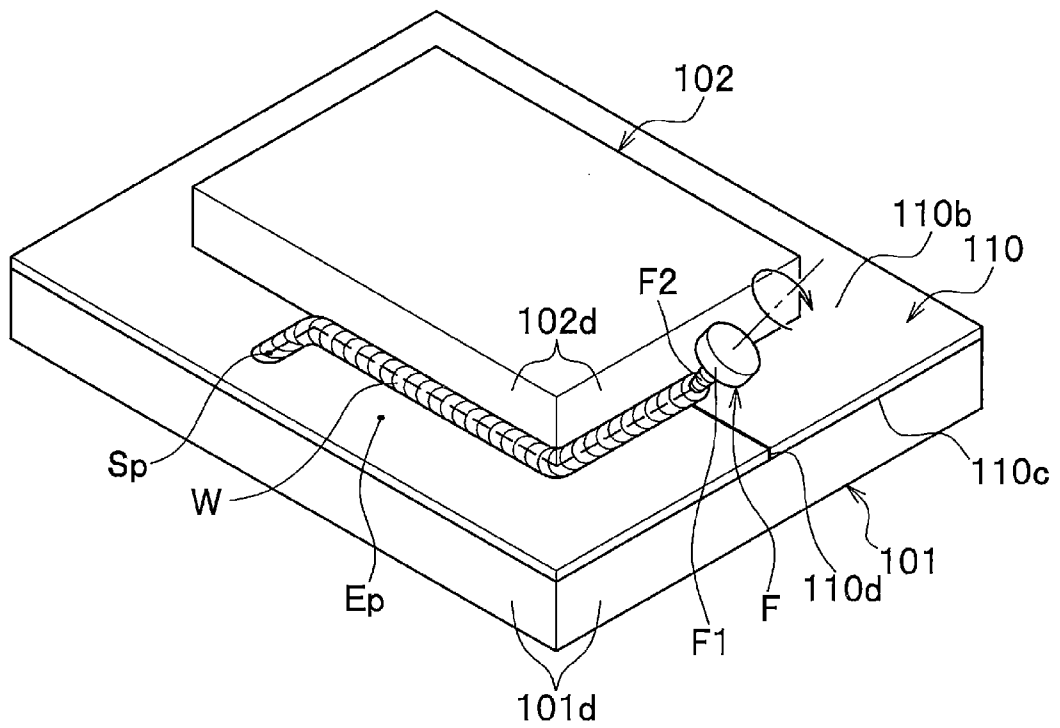
[図11]



[図12]

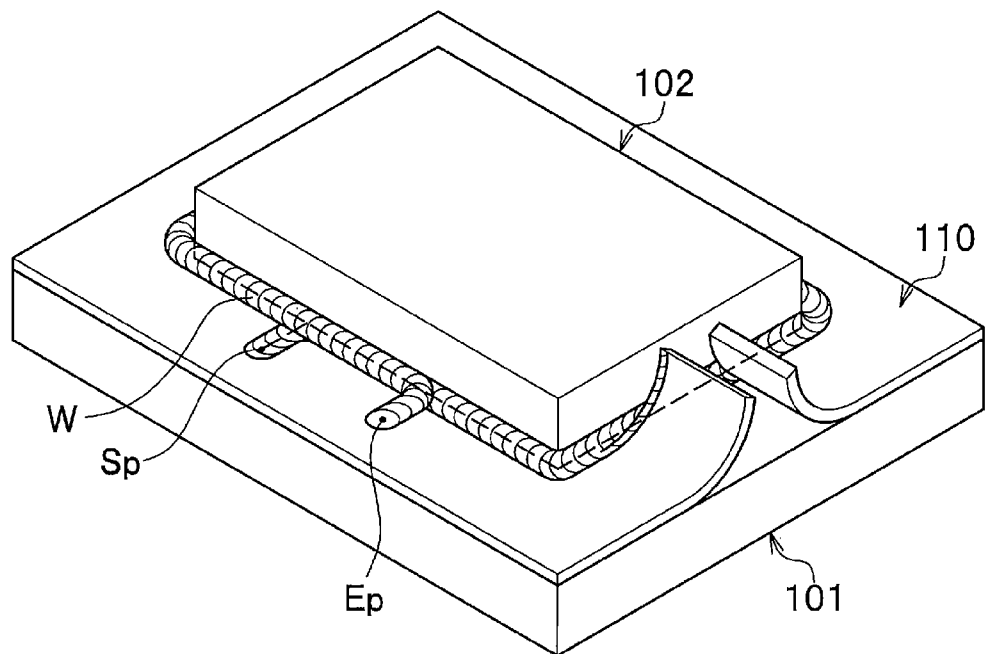


[図13]

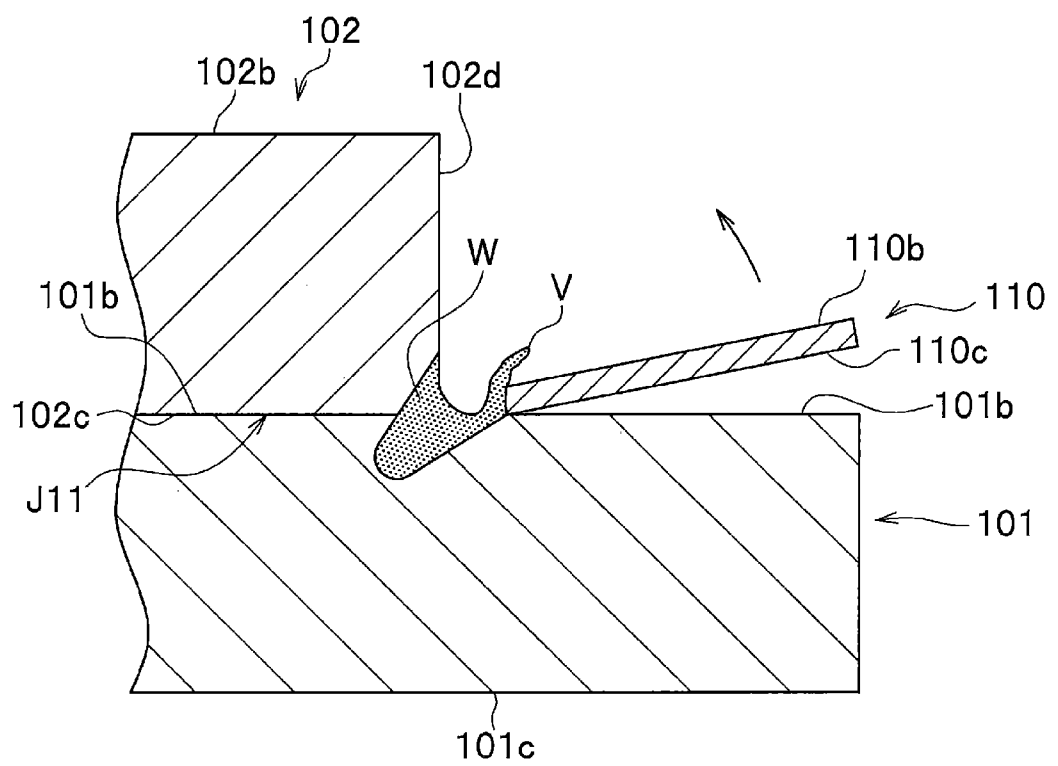


[illegible]

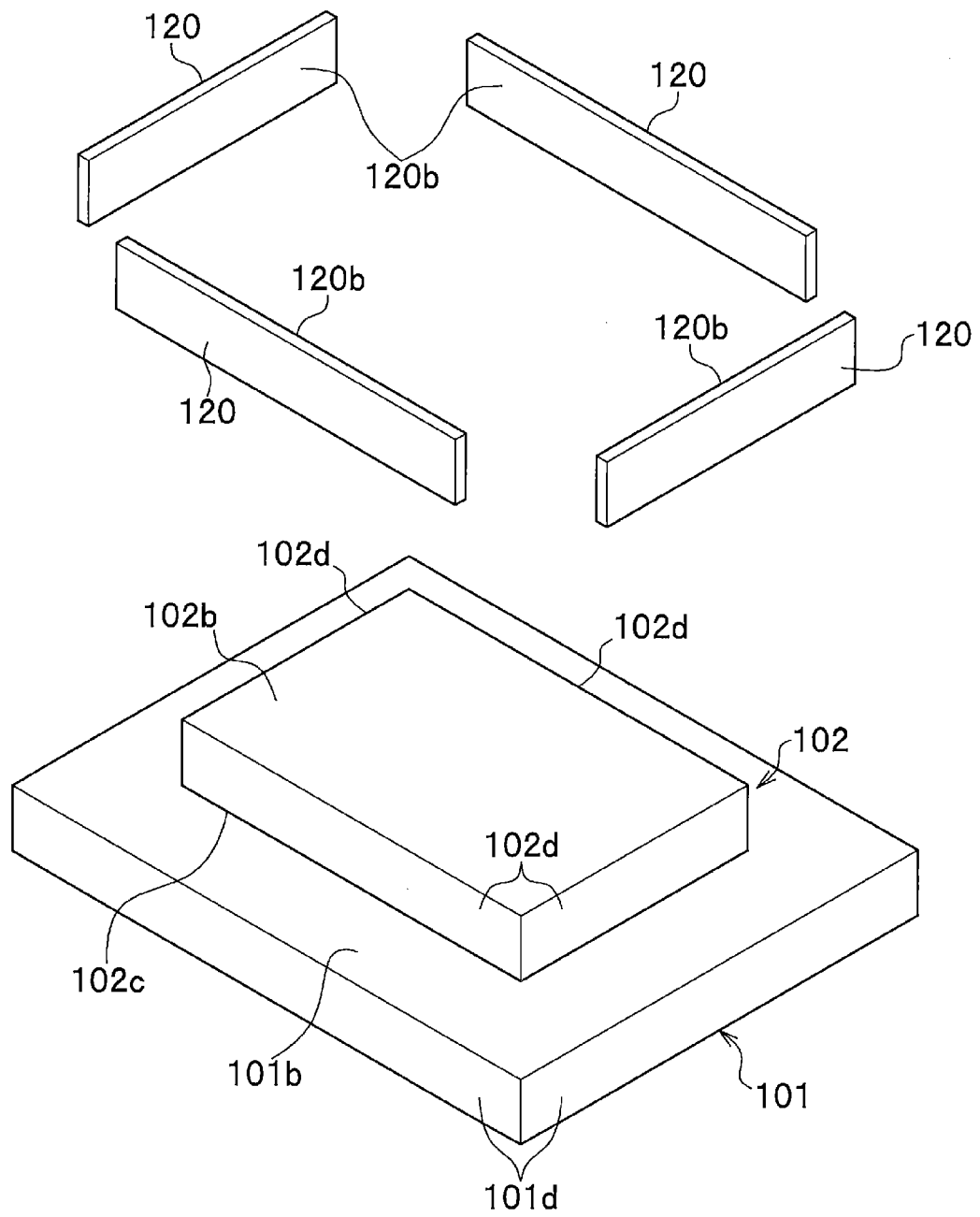
[図16]



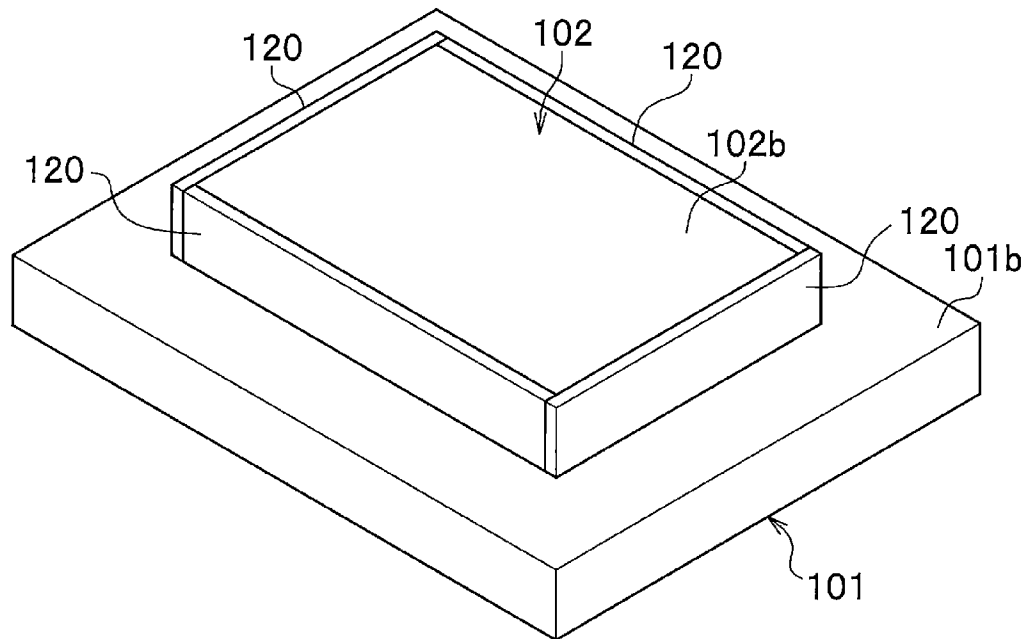
[図17]



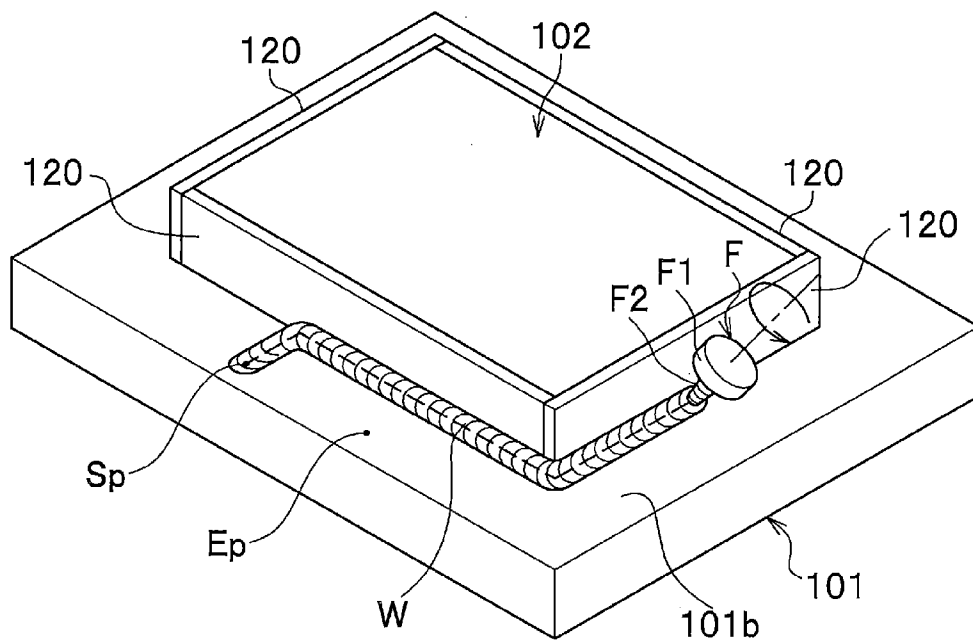
[図18]



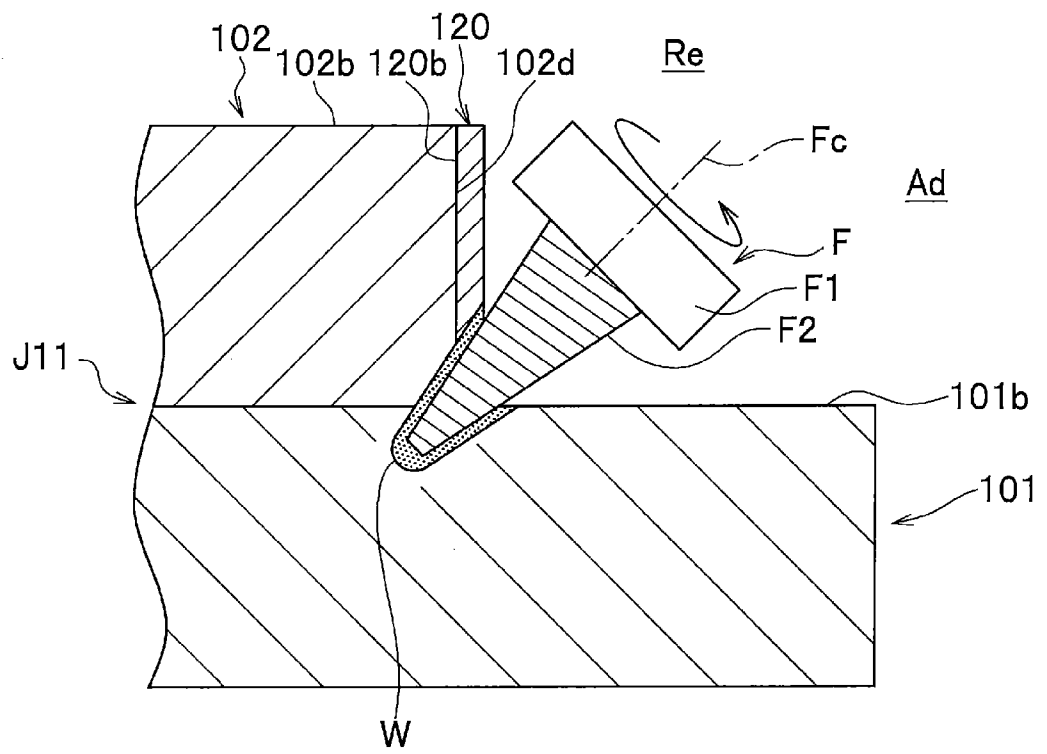
[図19]



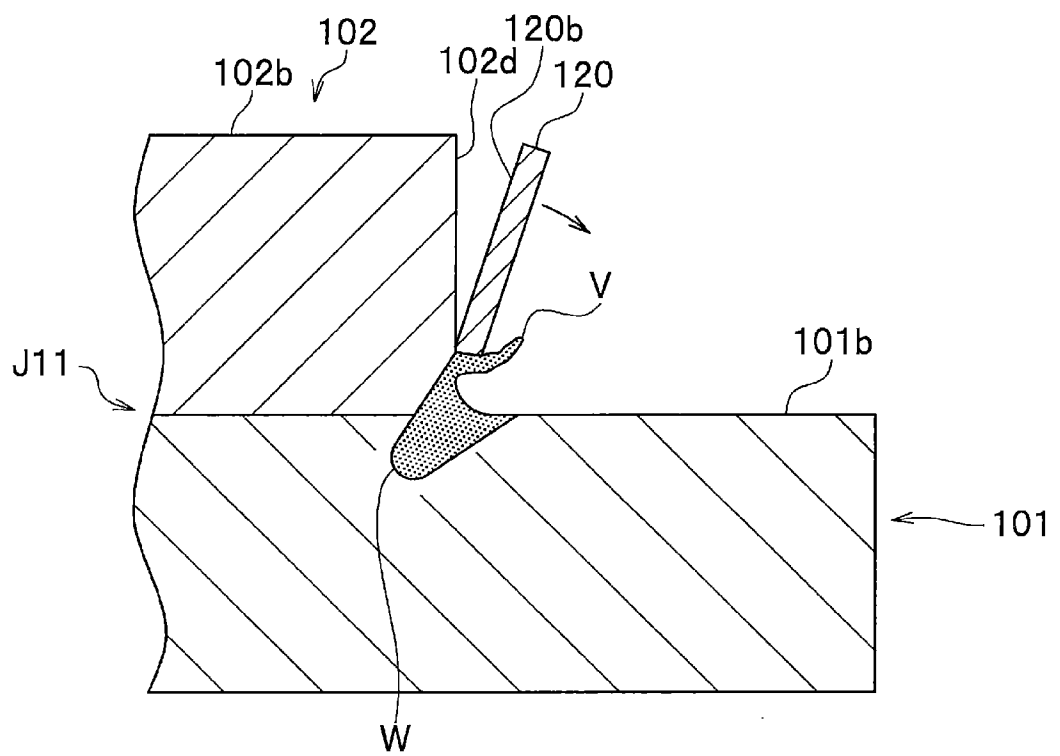
[図20]



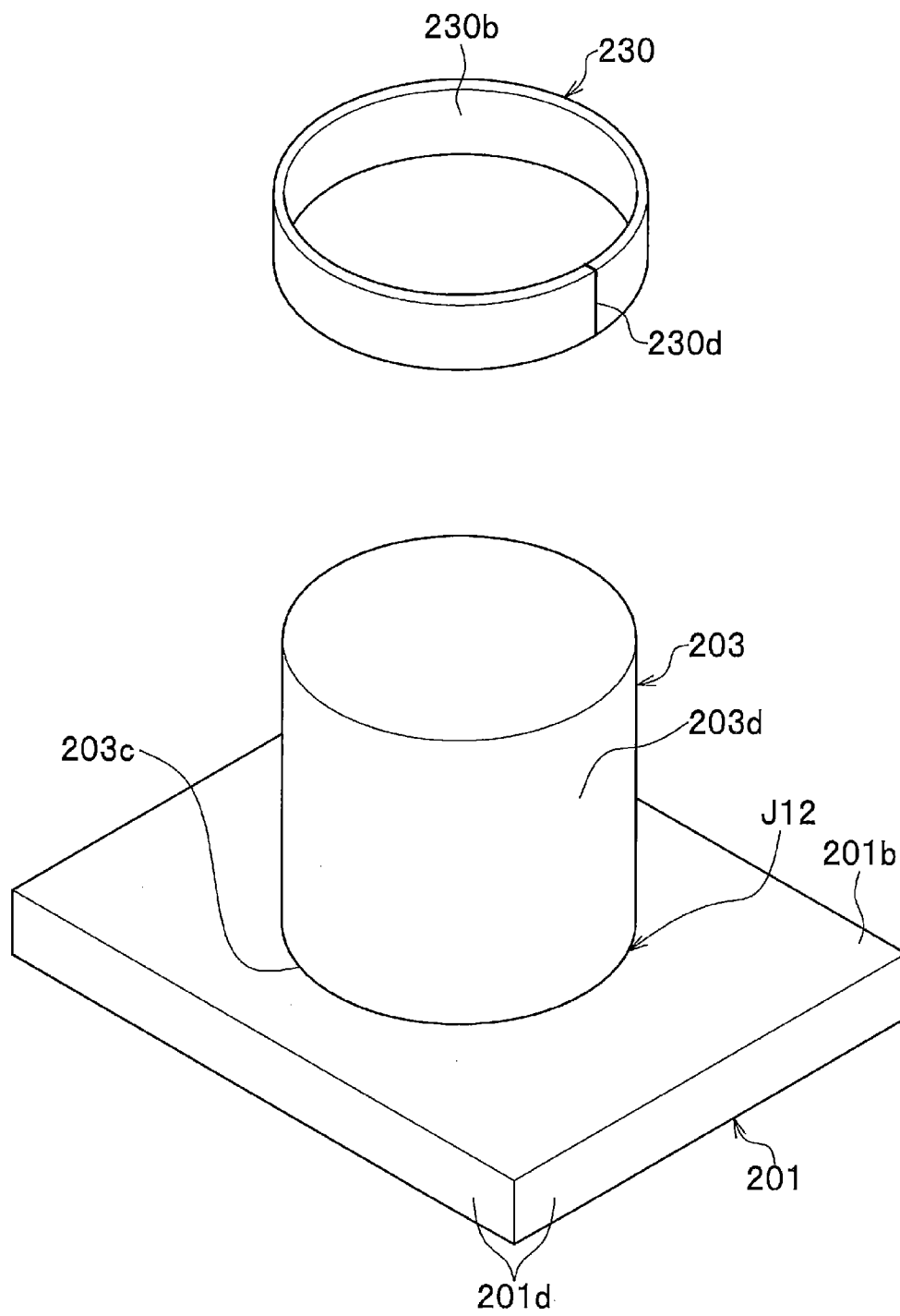
[図21]



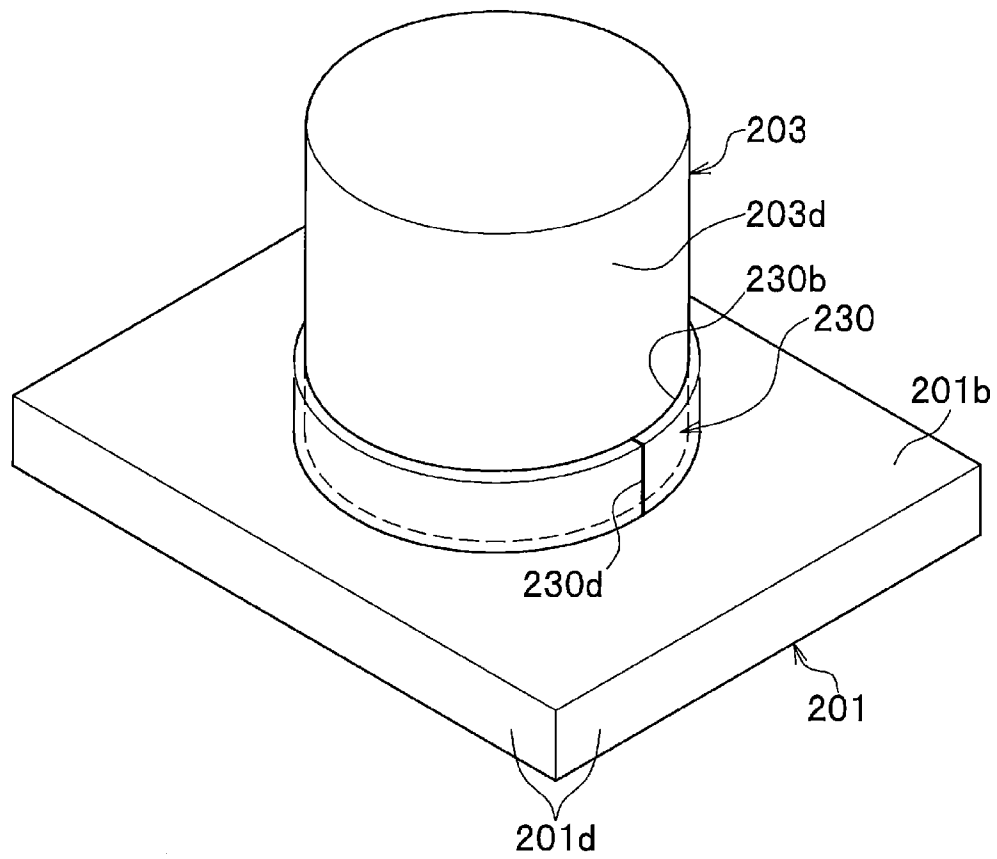
[図22]



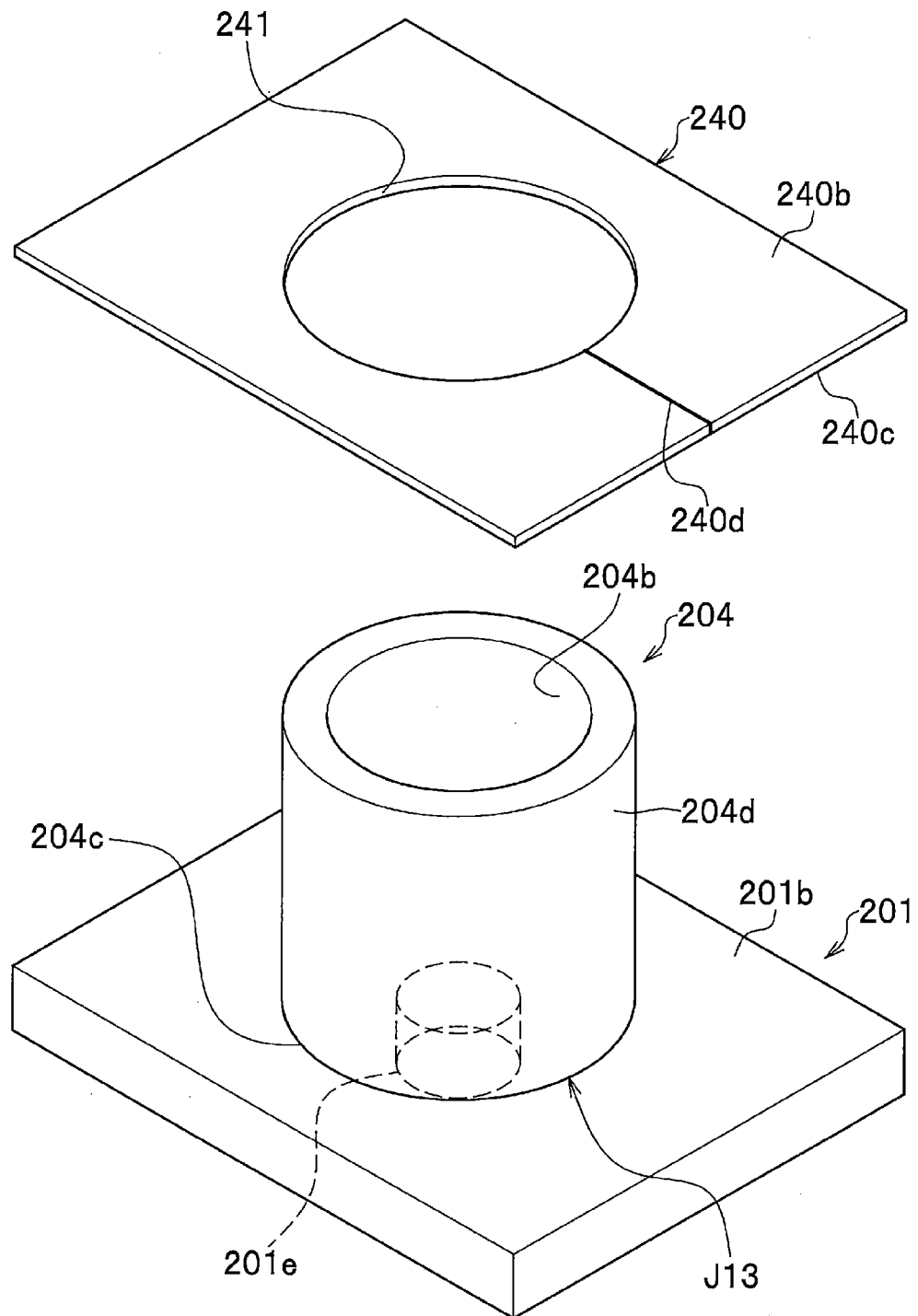
[図23]



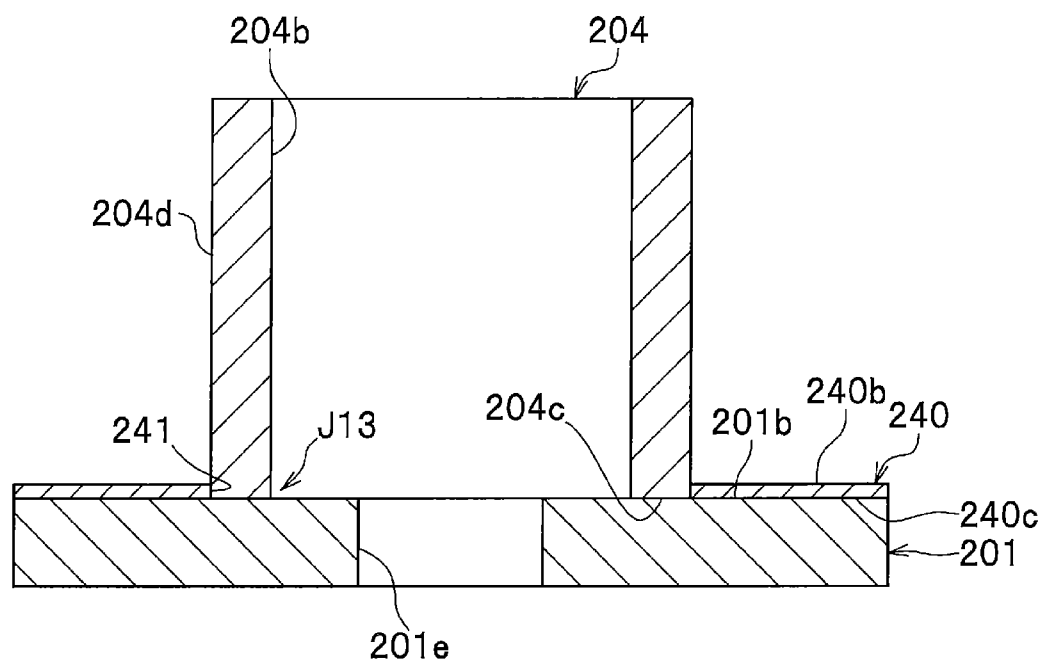
[図24]



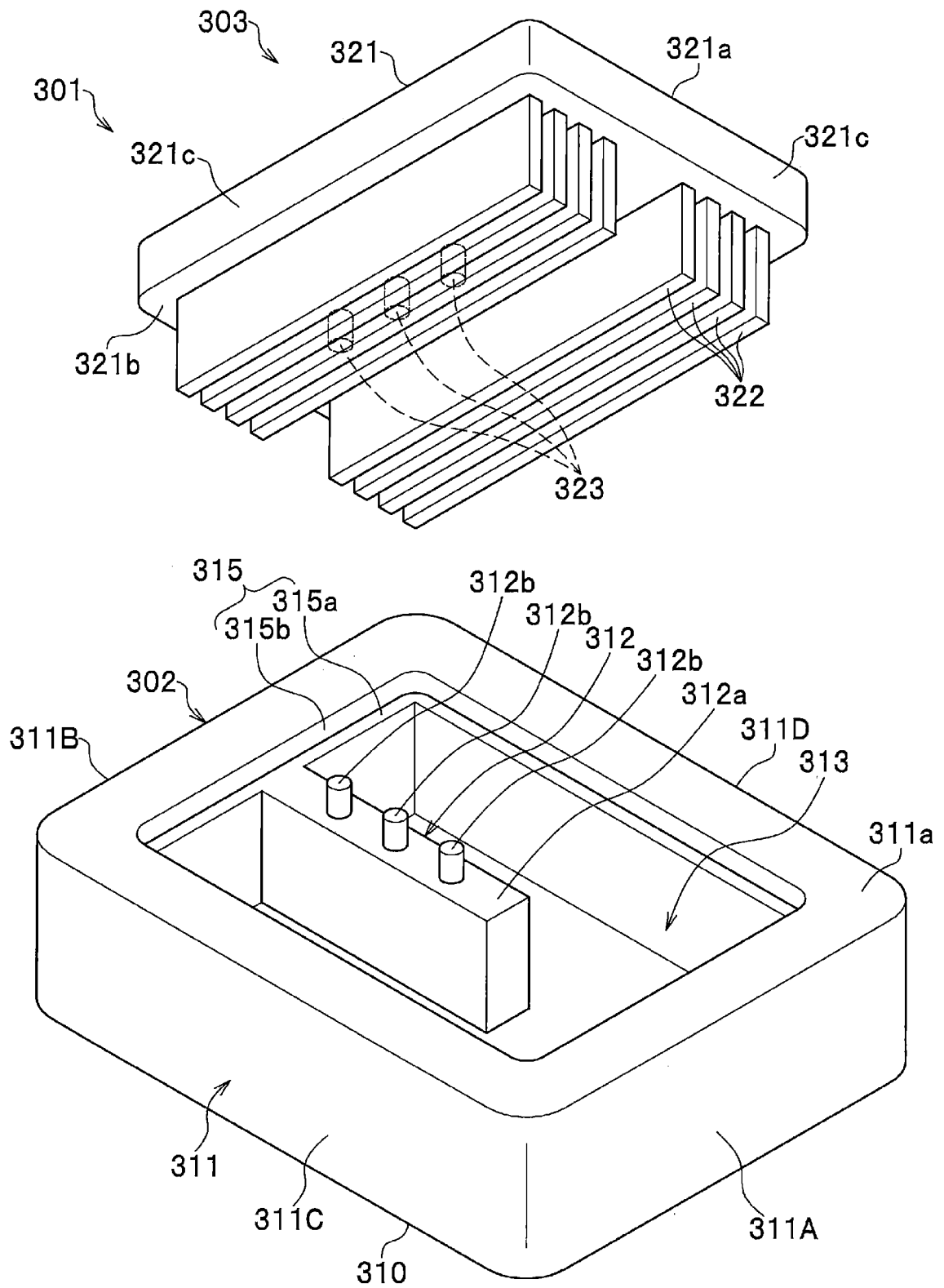
[図25]



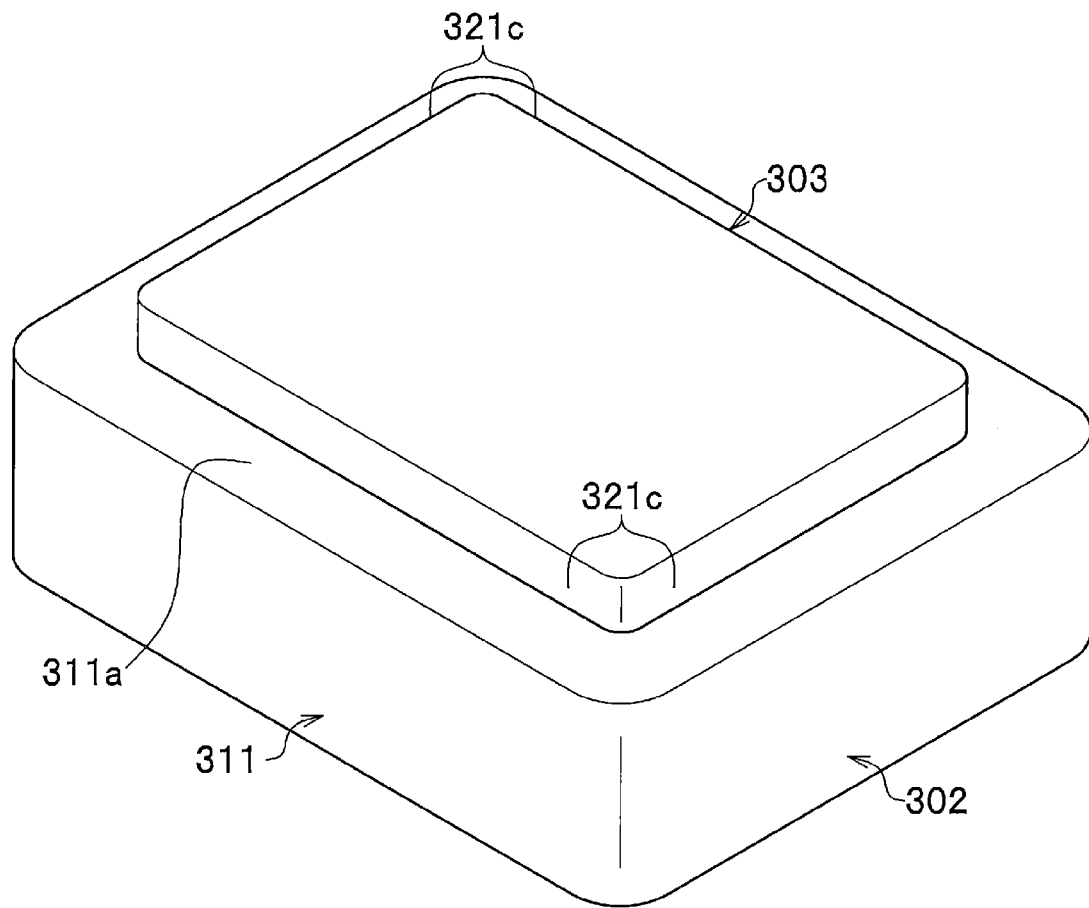
[図26]



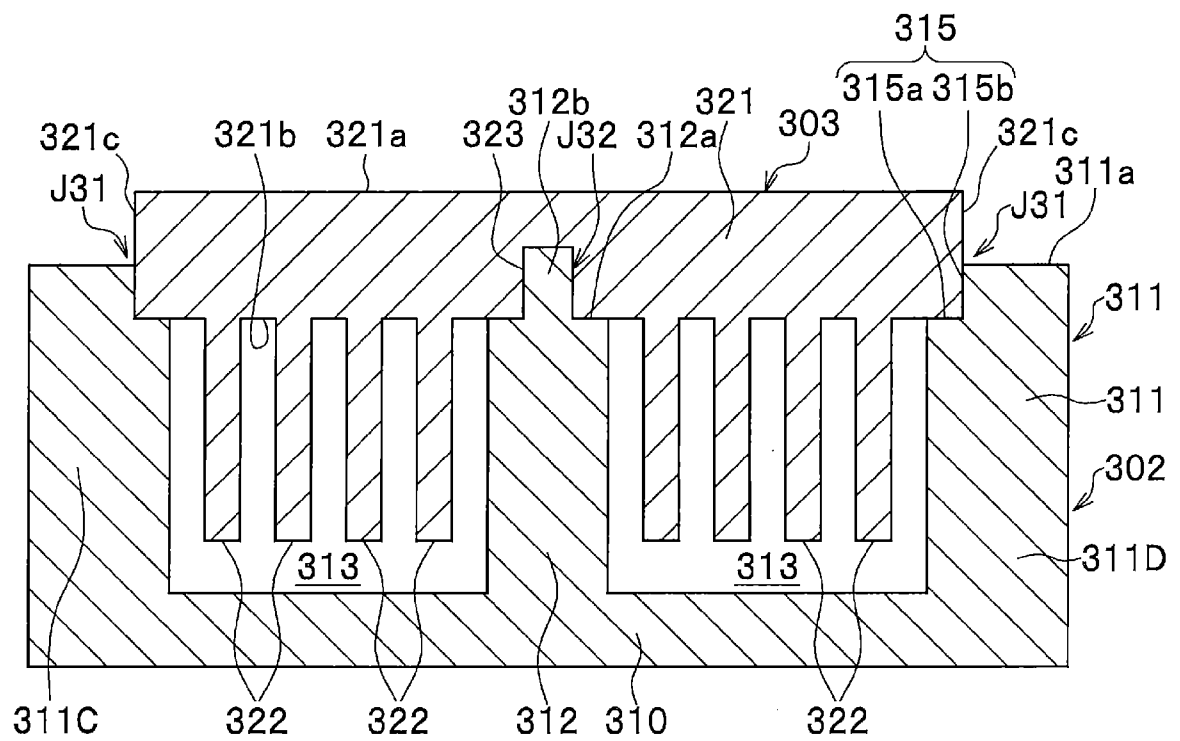
[図27]



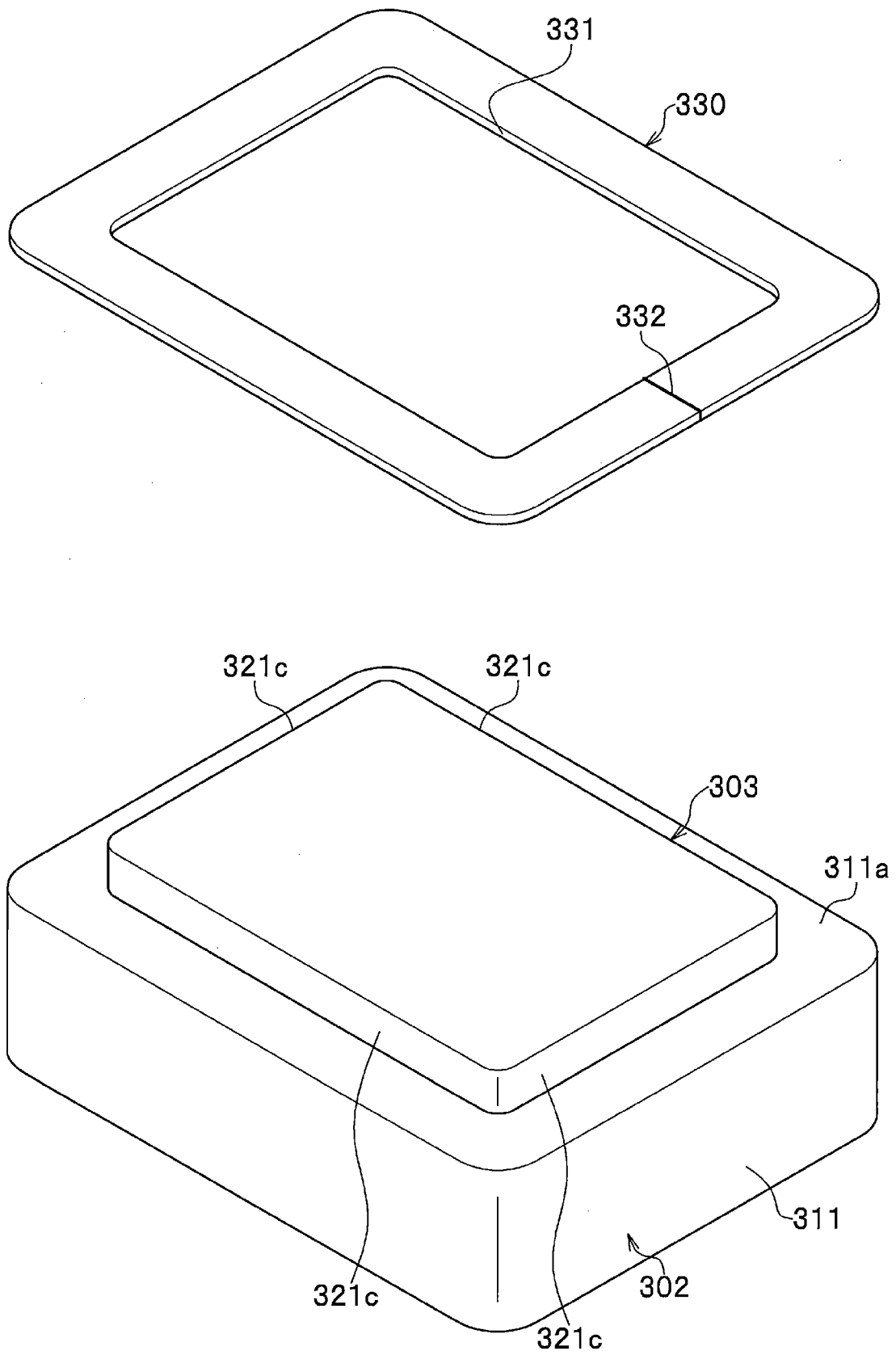
[図28]



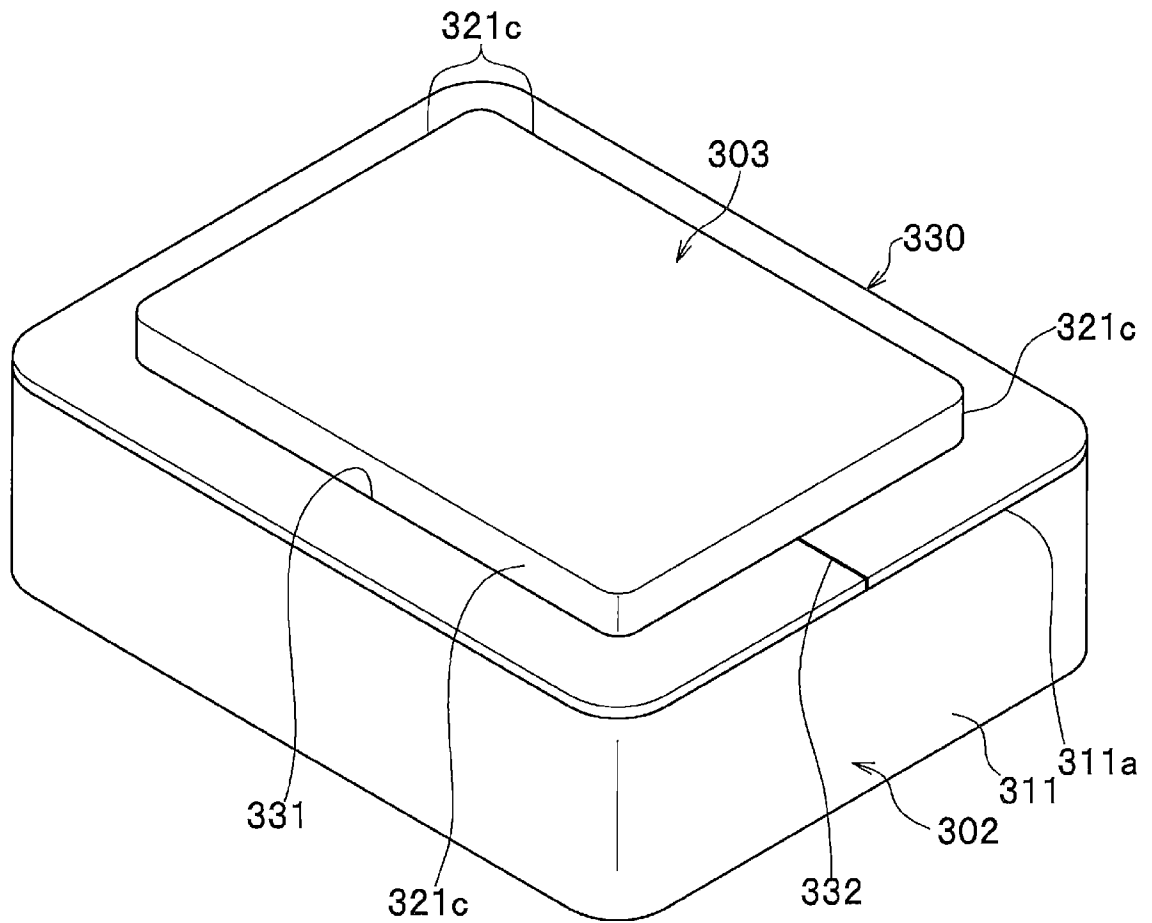
[図29]



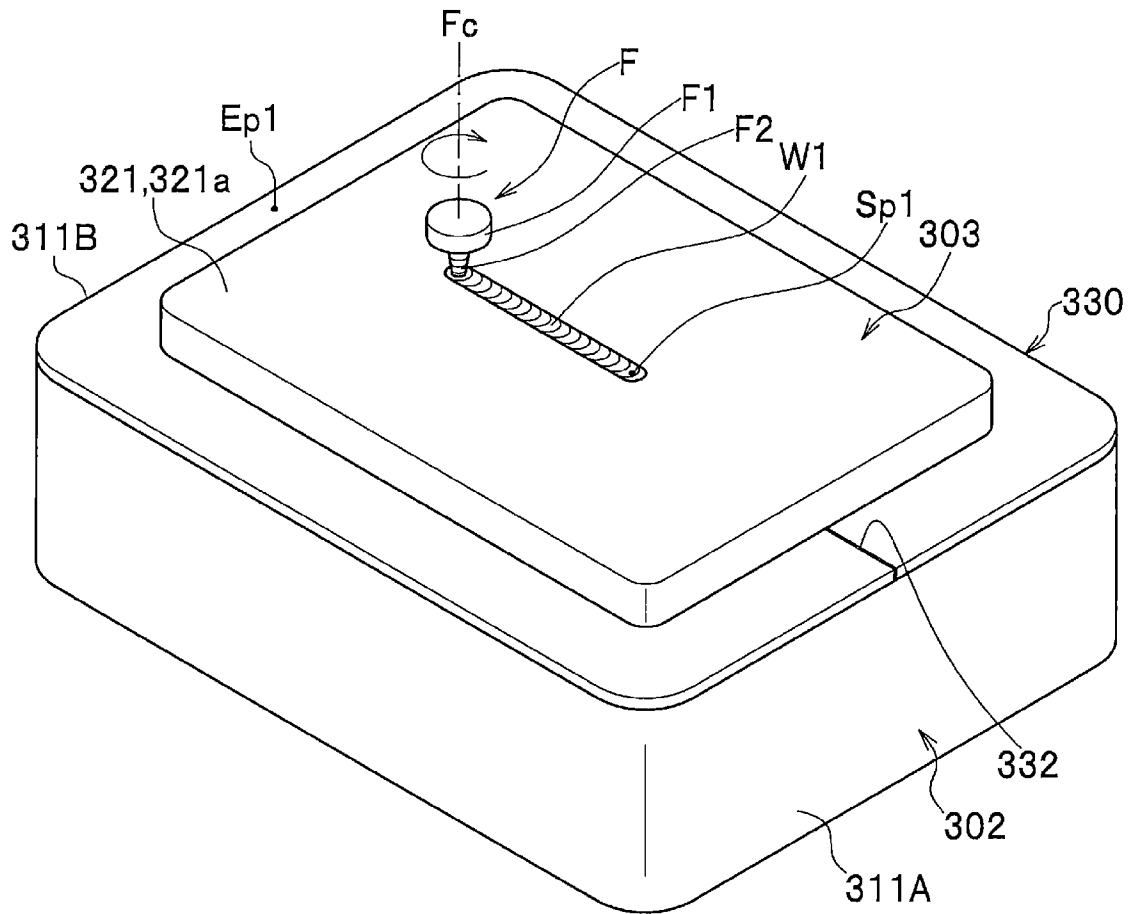
[図30]



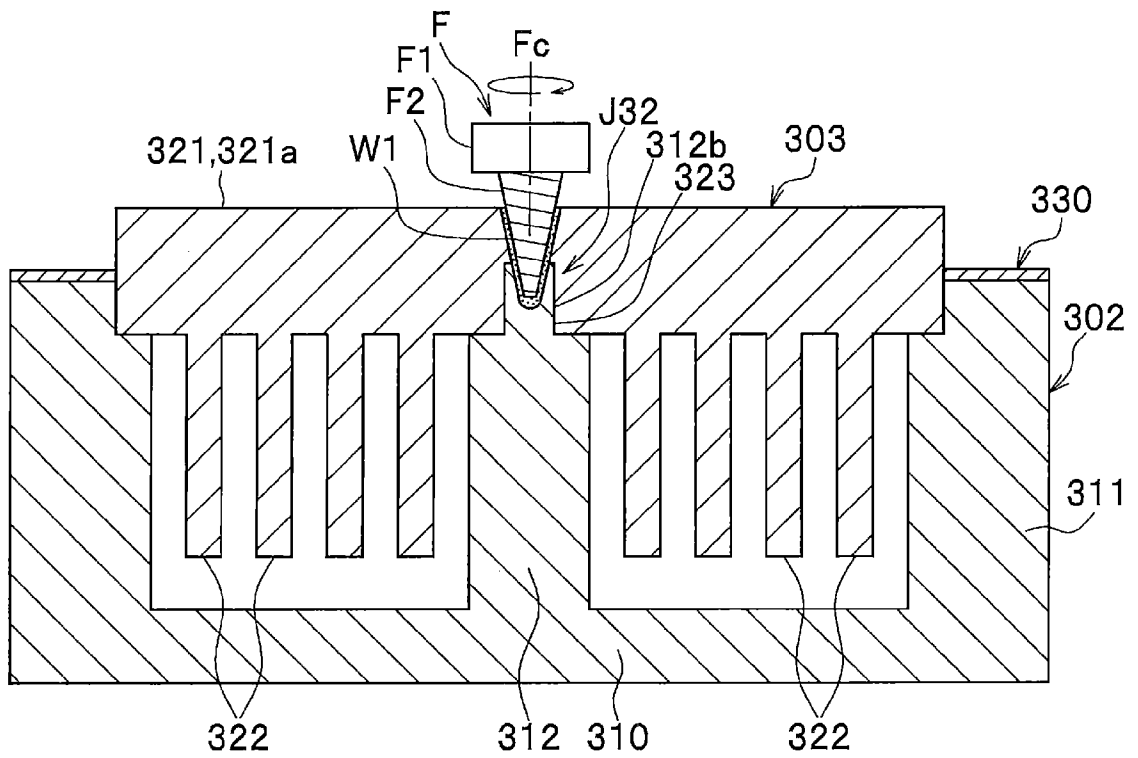
[図31]



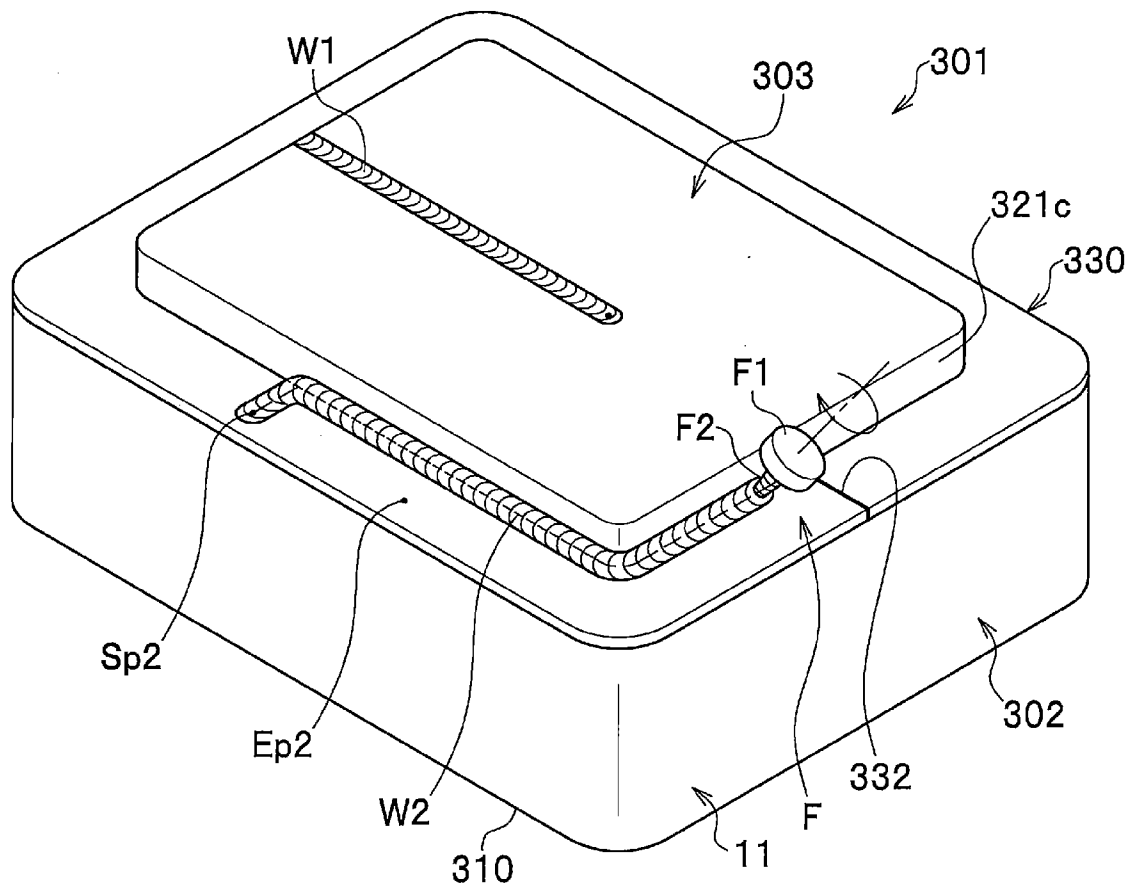
[図32]



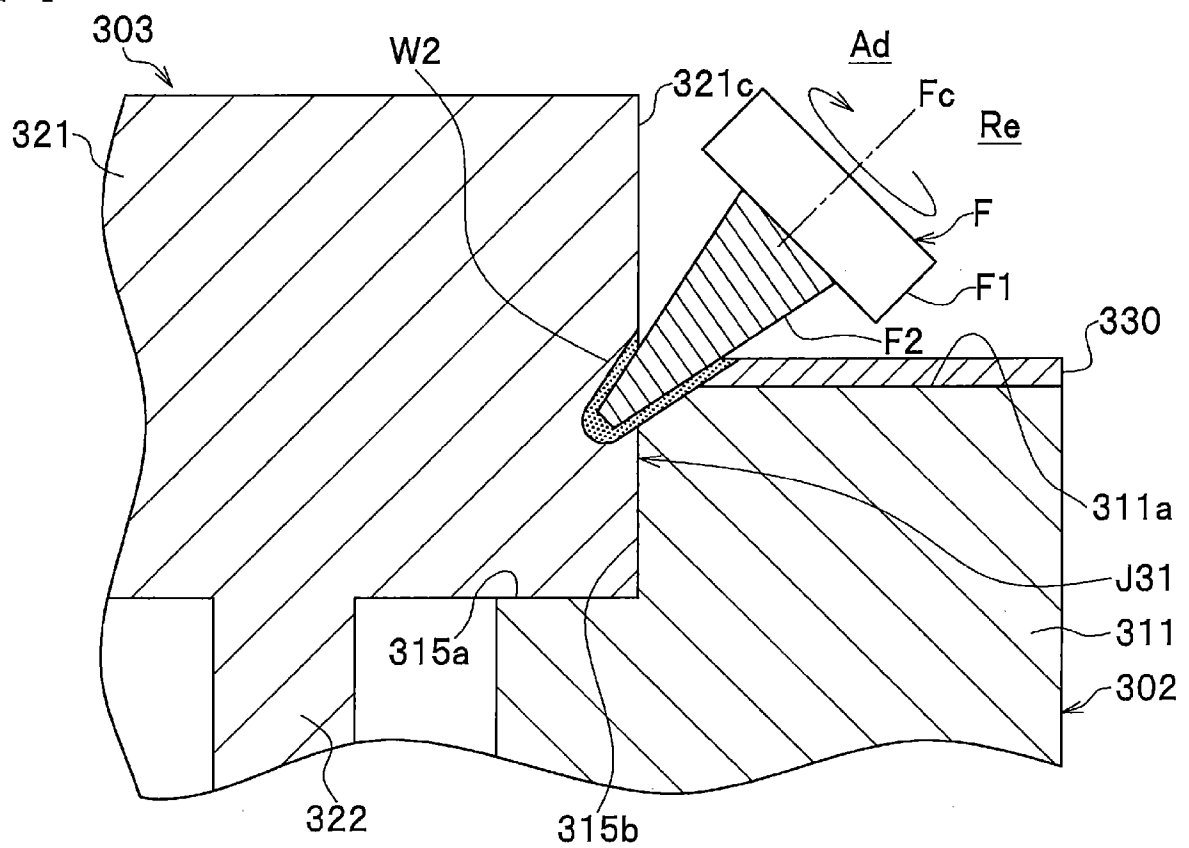
[図33]



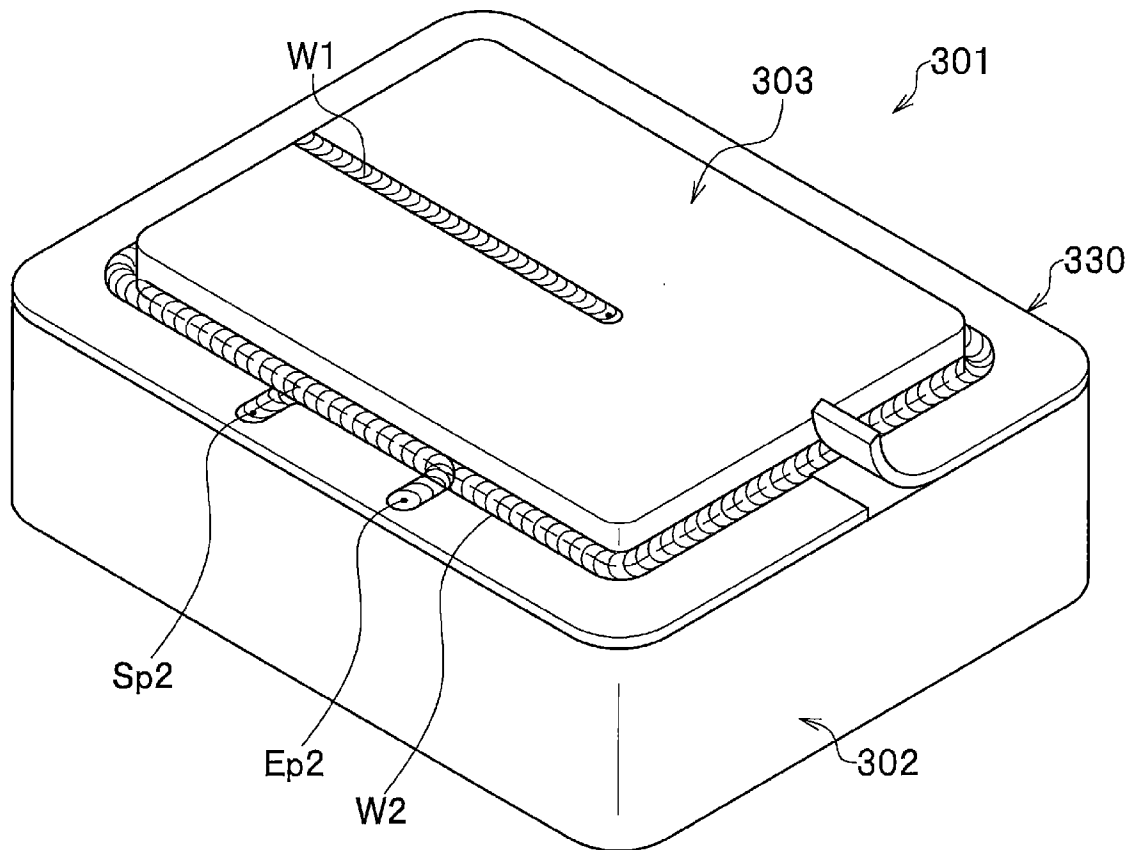
[図34]



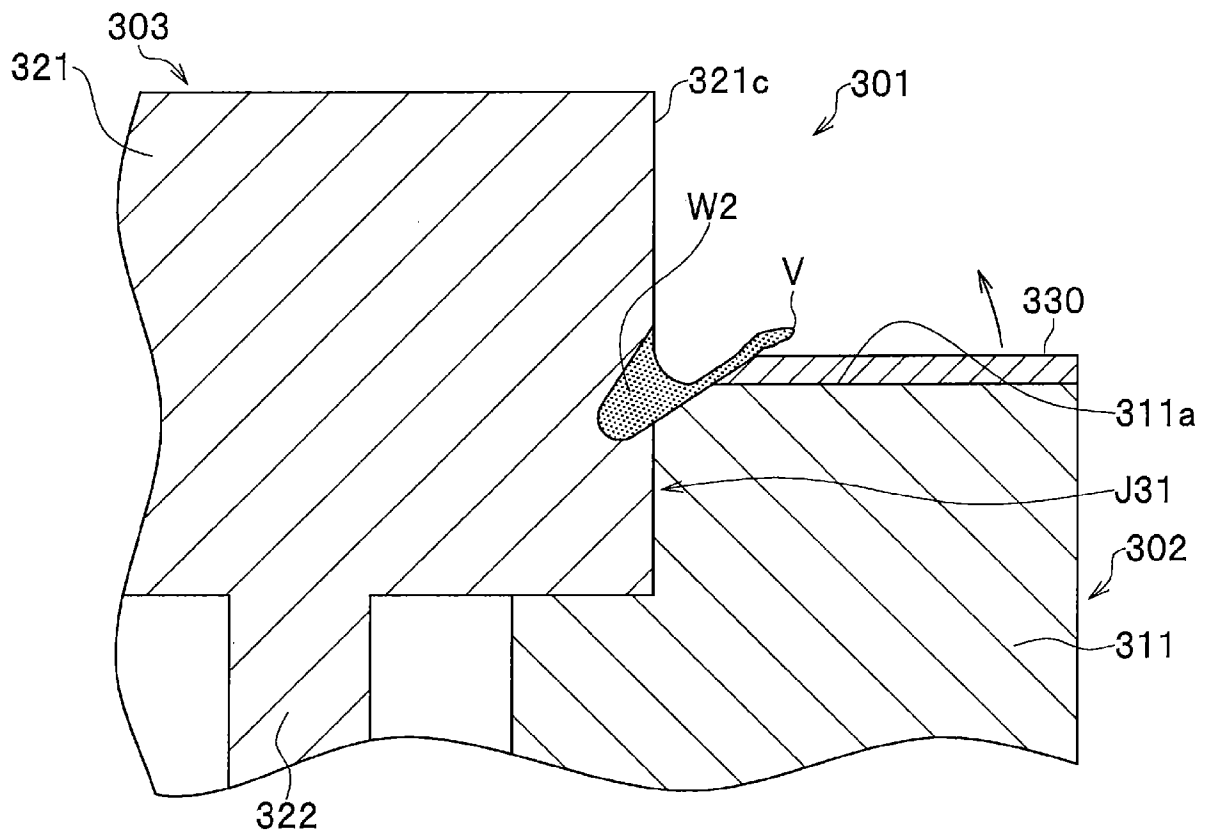
[図35]



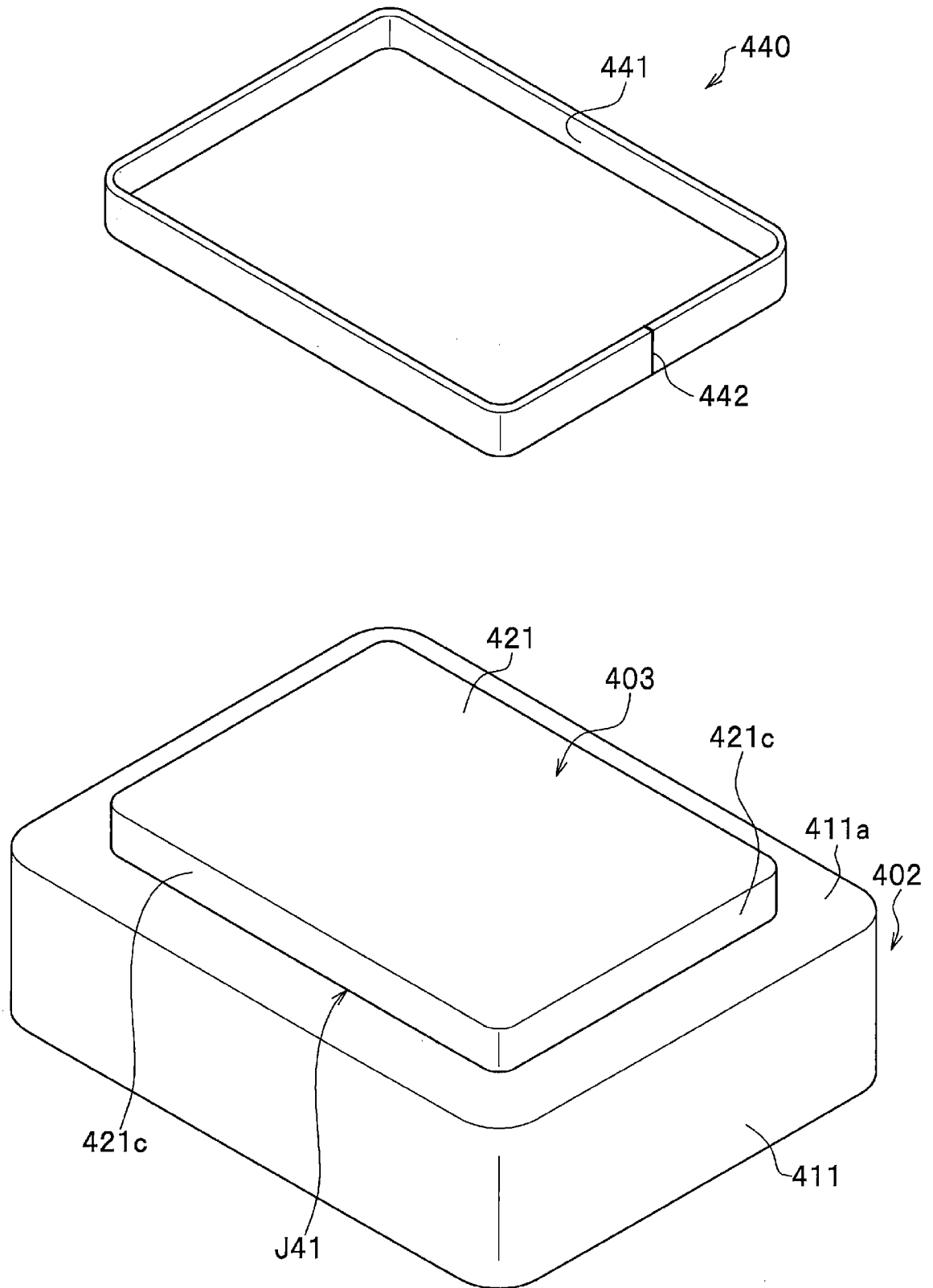
[図36]



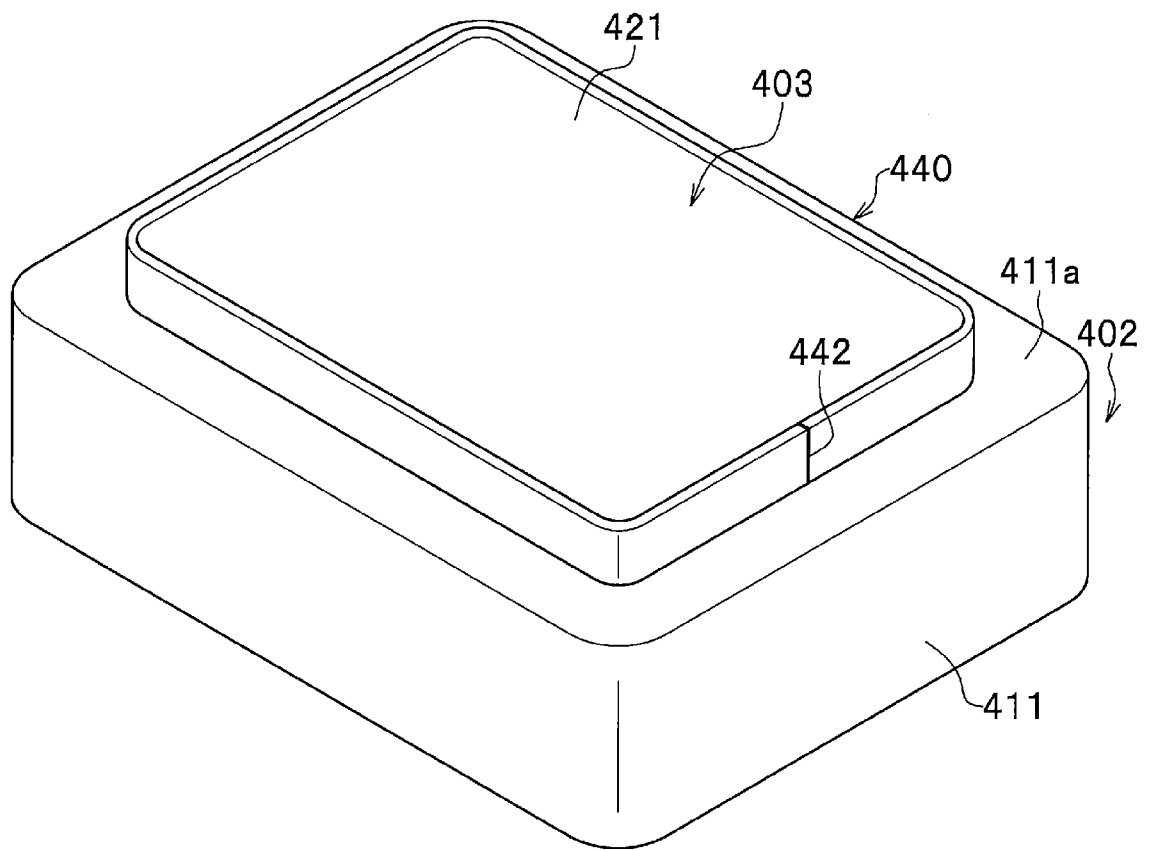
[図37]



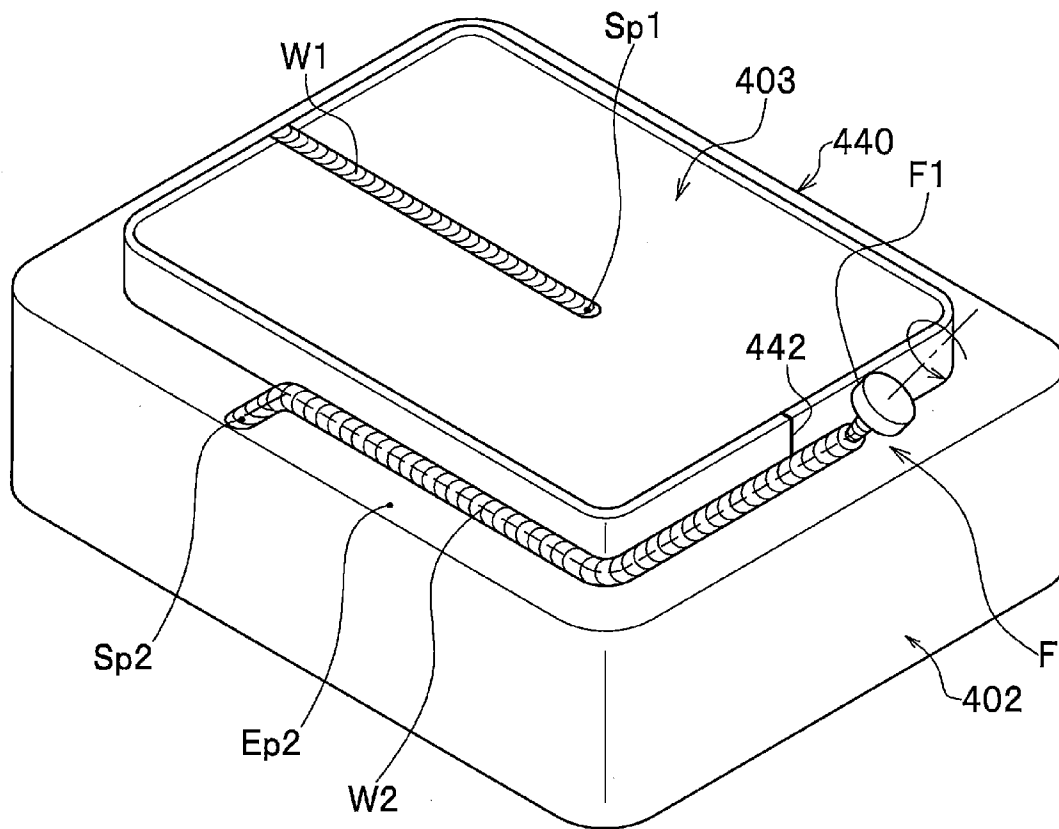
[図38]



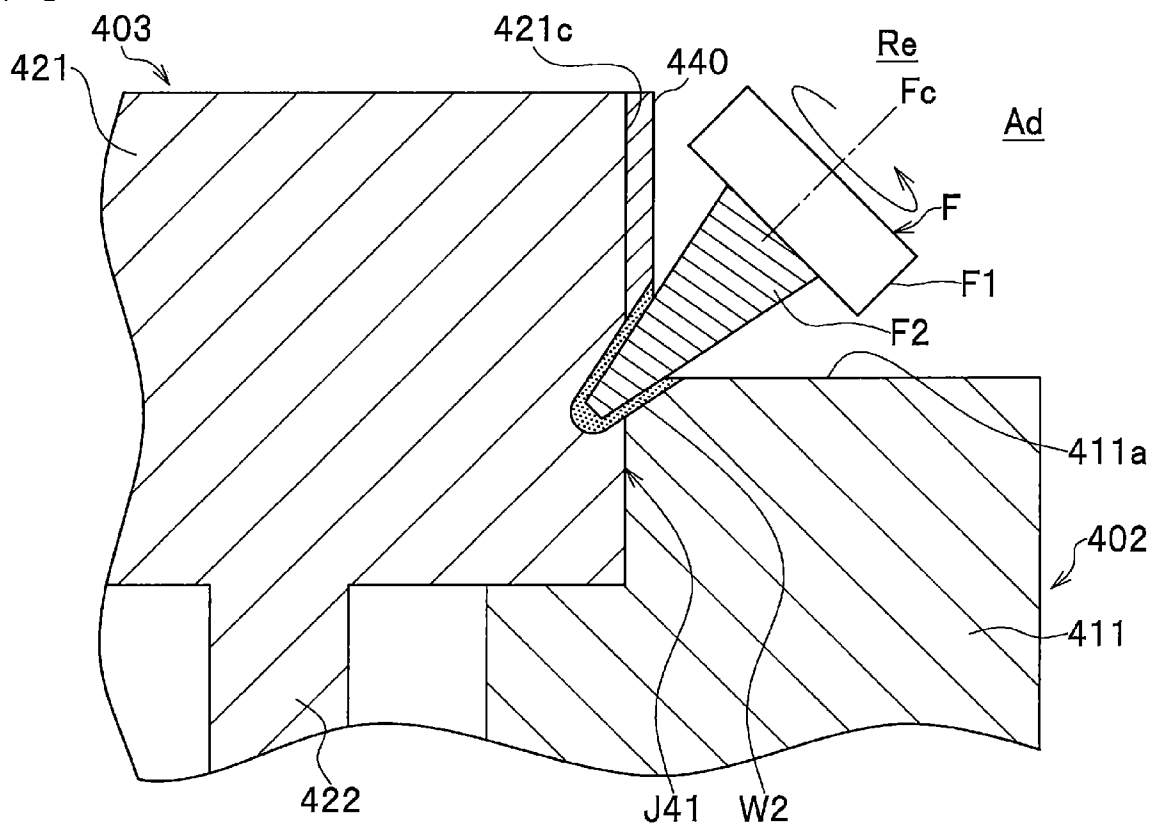
[図39]



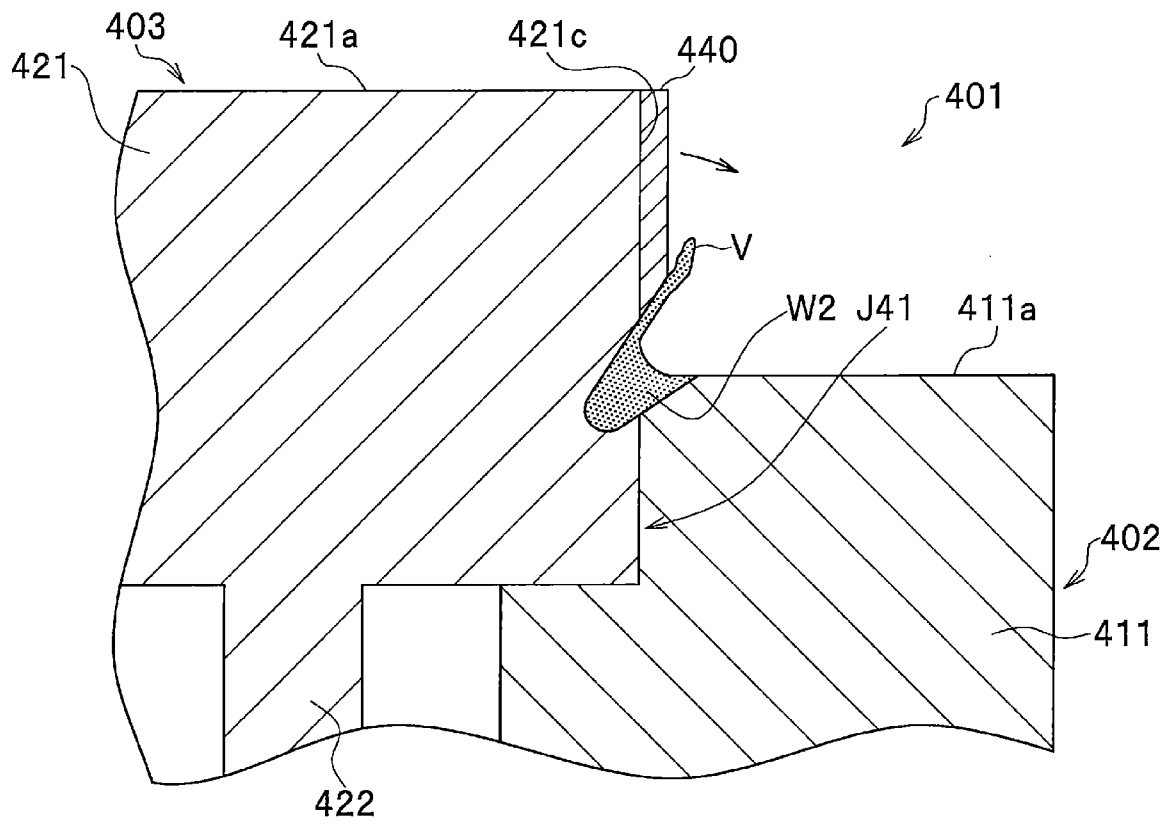
[図40]



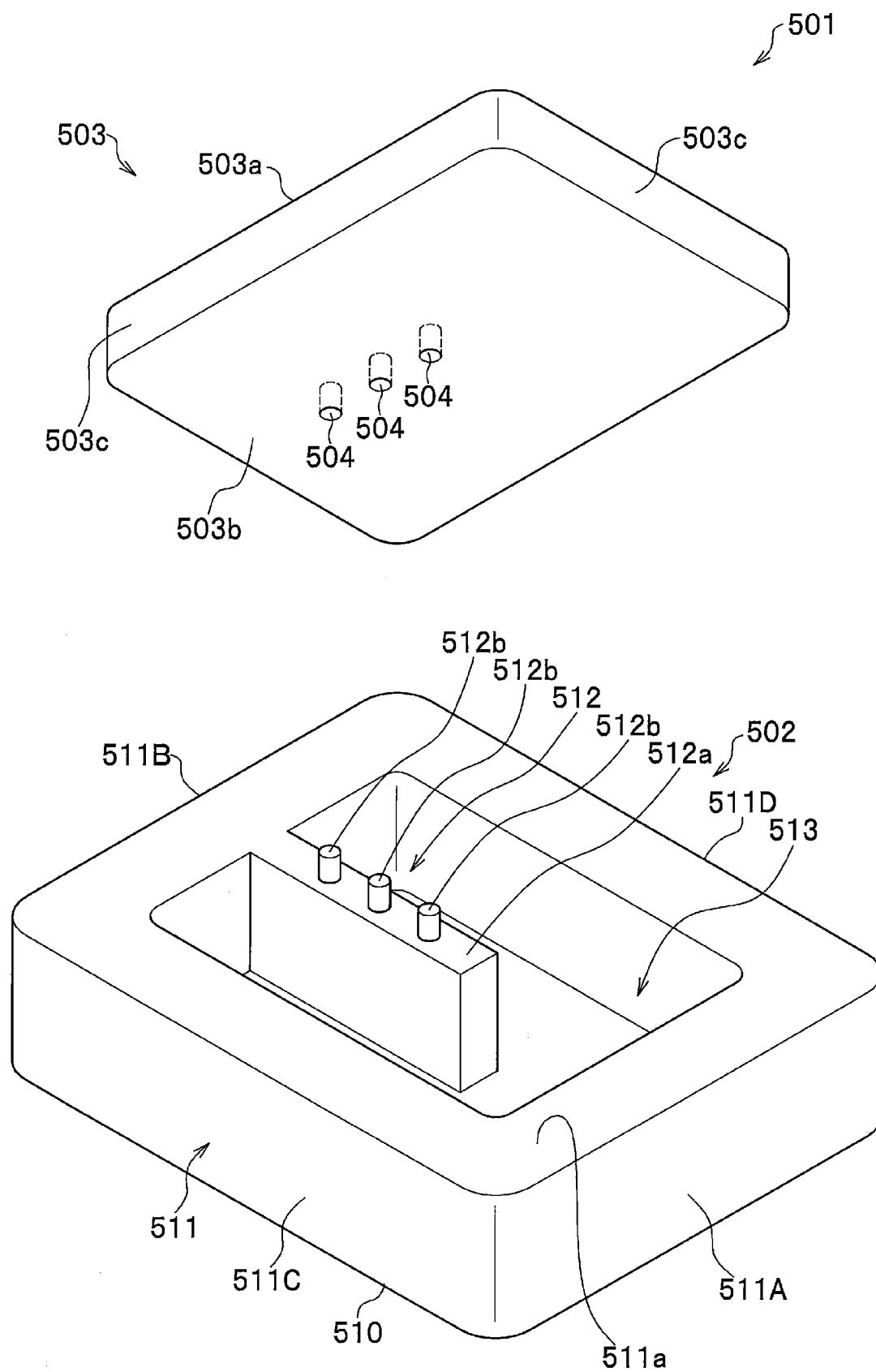
[図41]



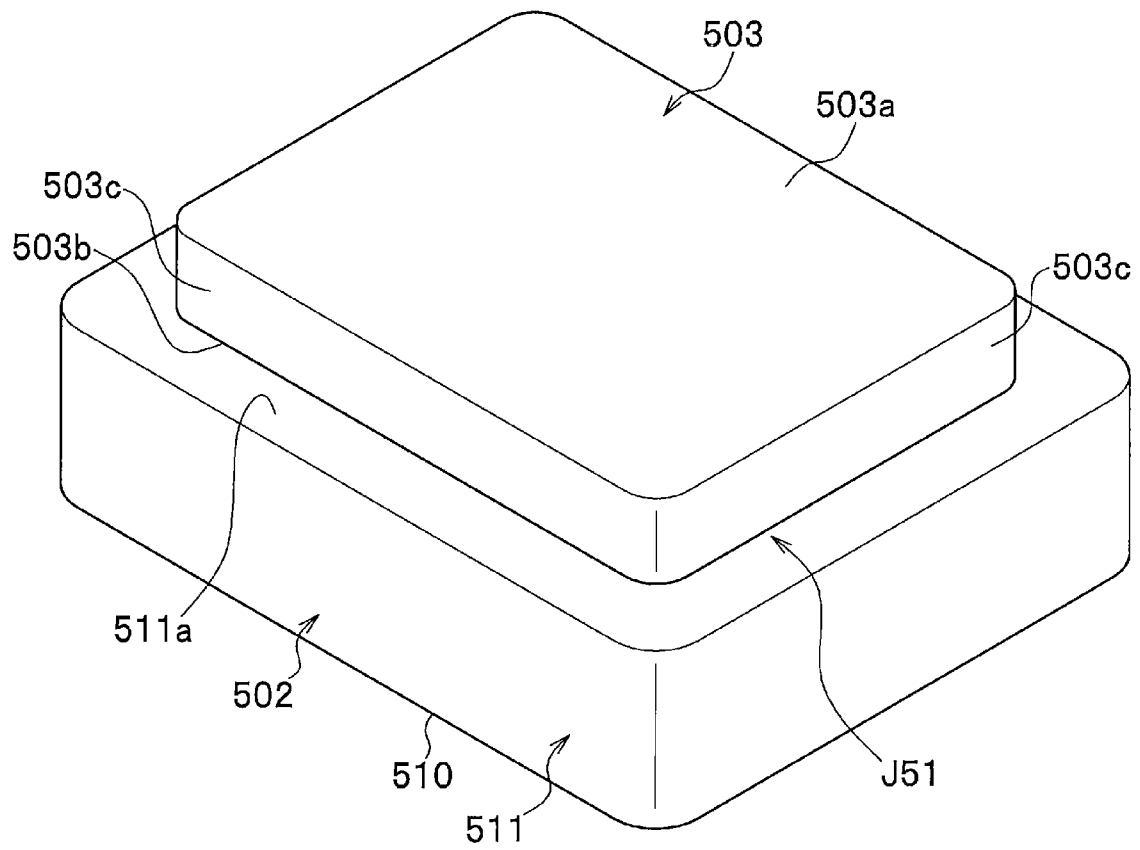
[図42]



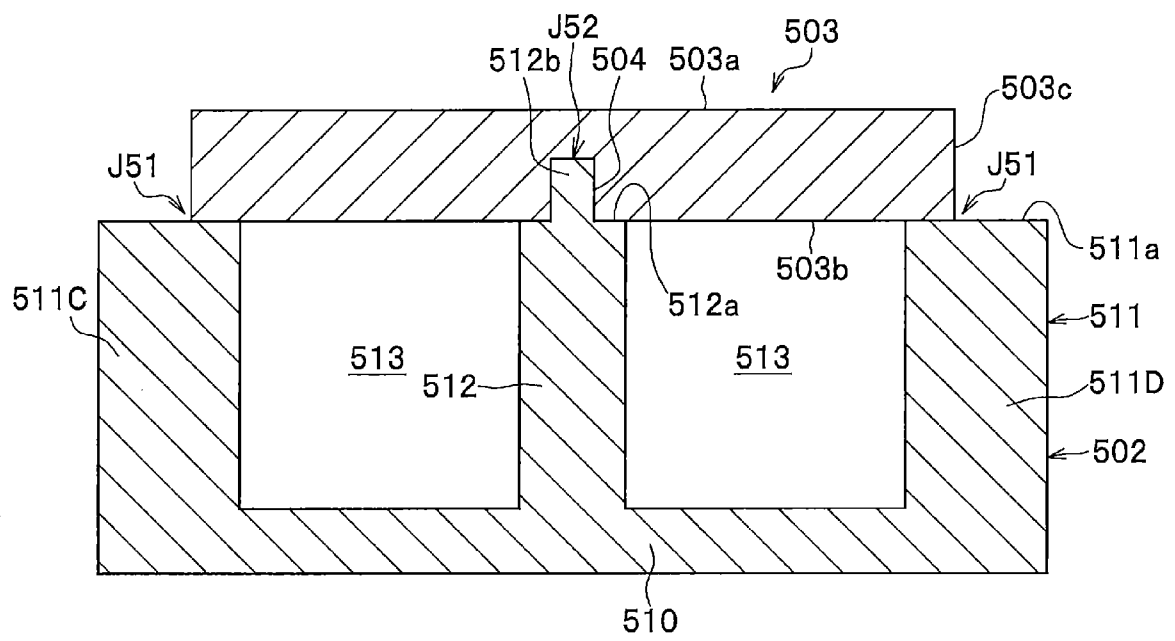
[図43]



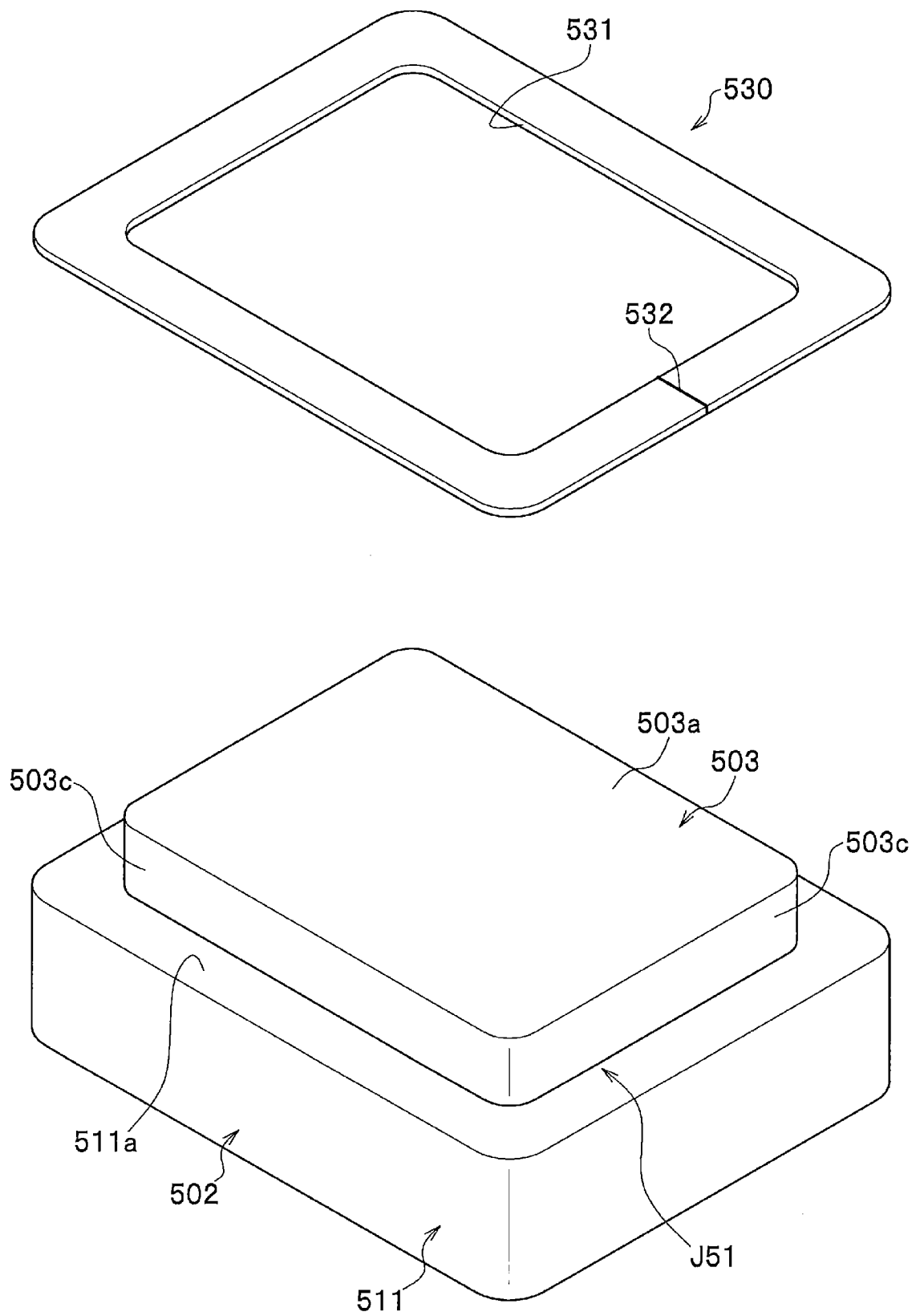
[図44]



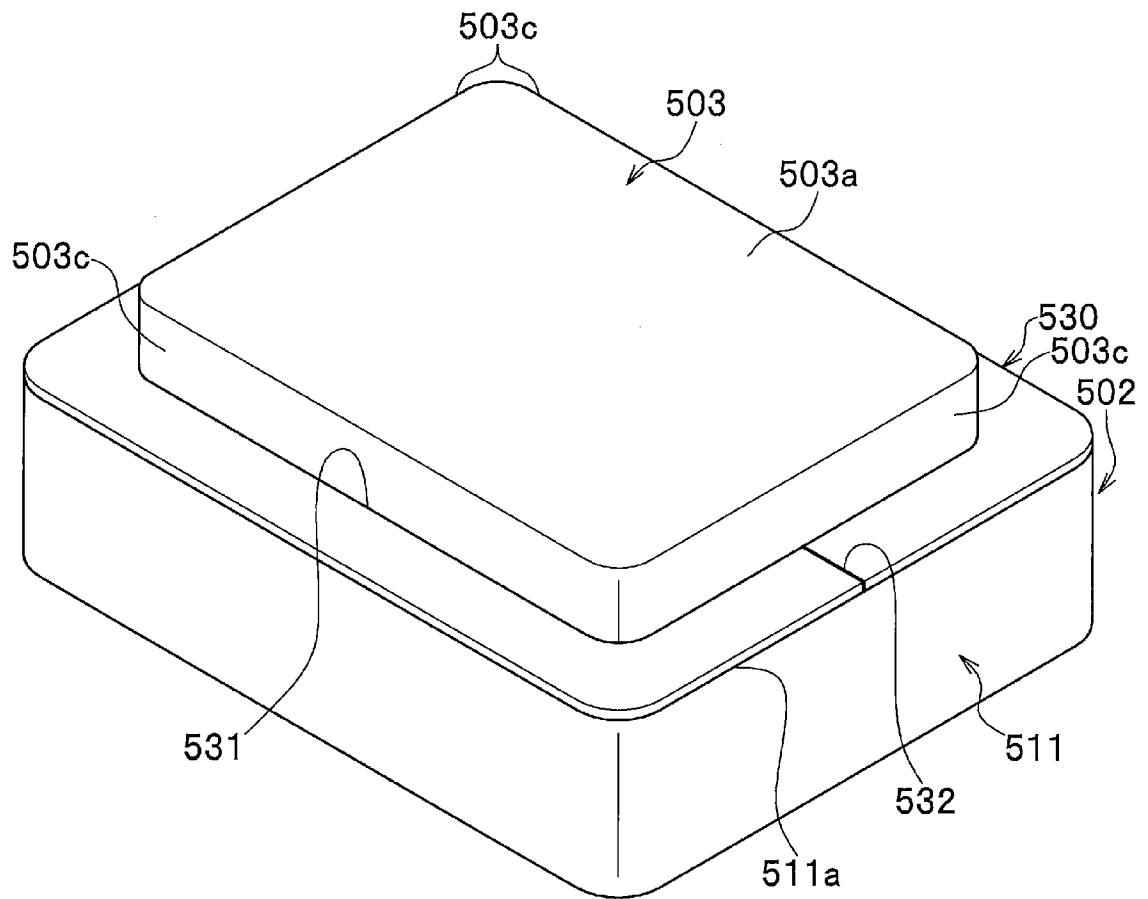
[図45]



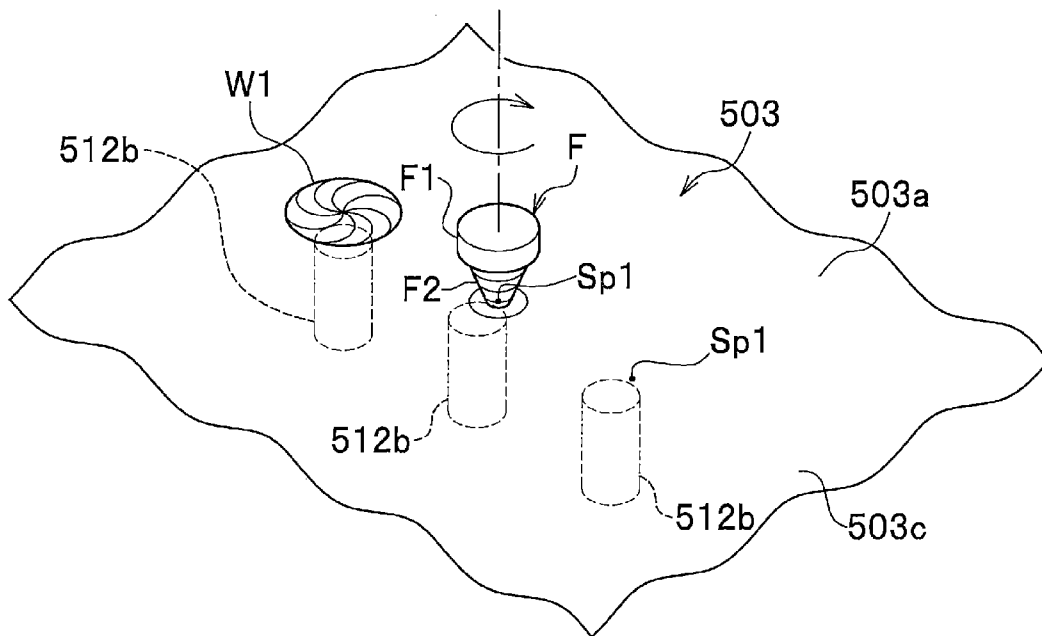
[図46]



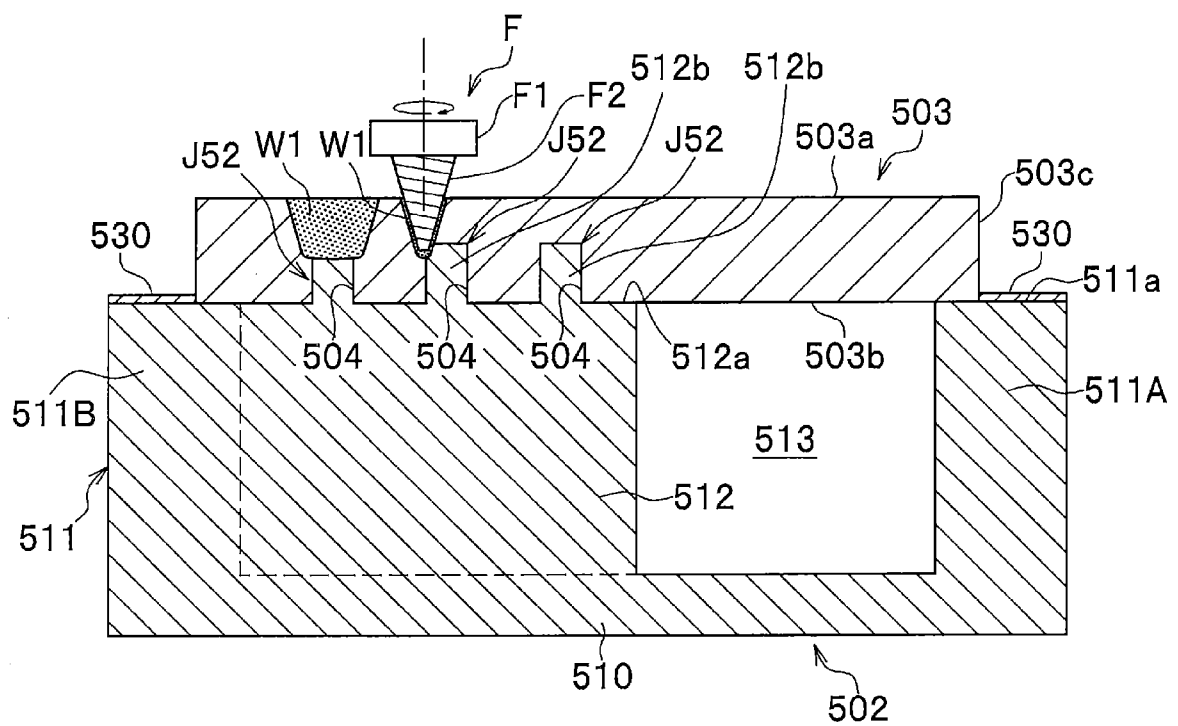
[図47]



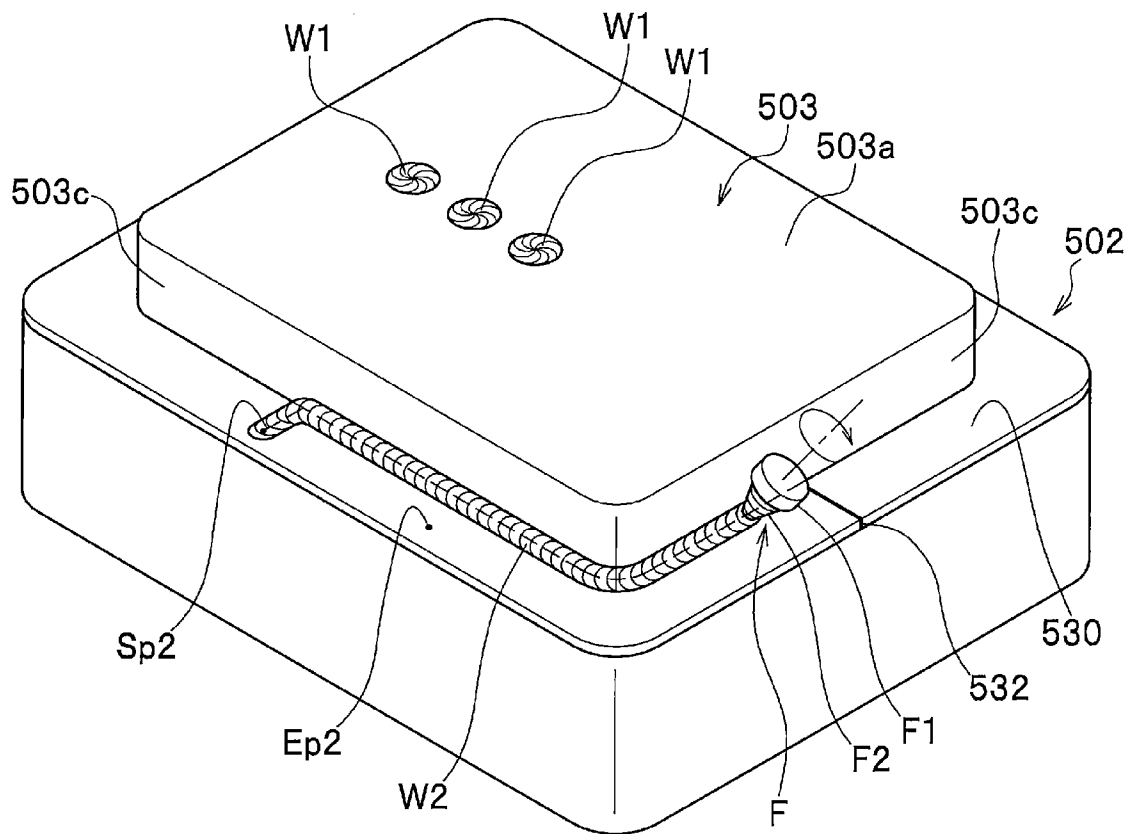
[図48]



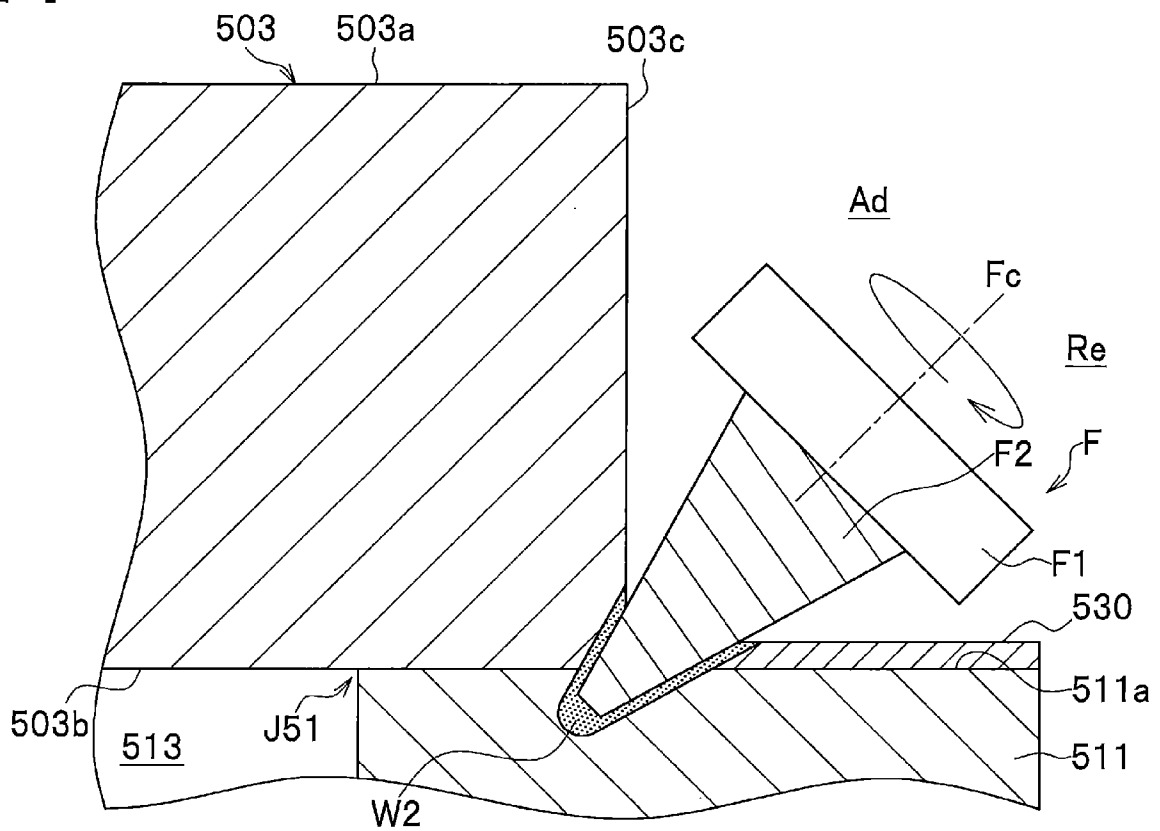
[図49]



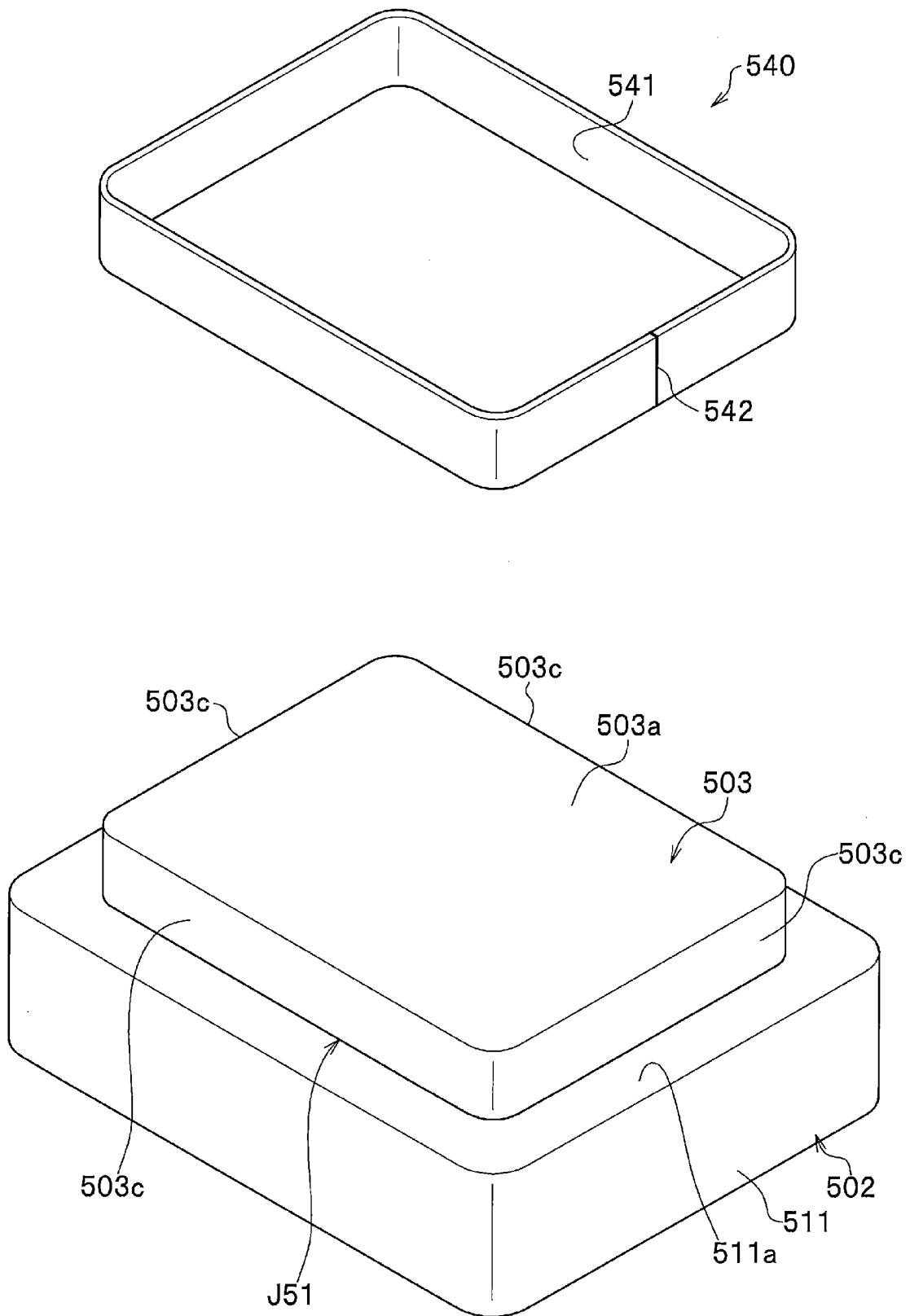
[図50]



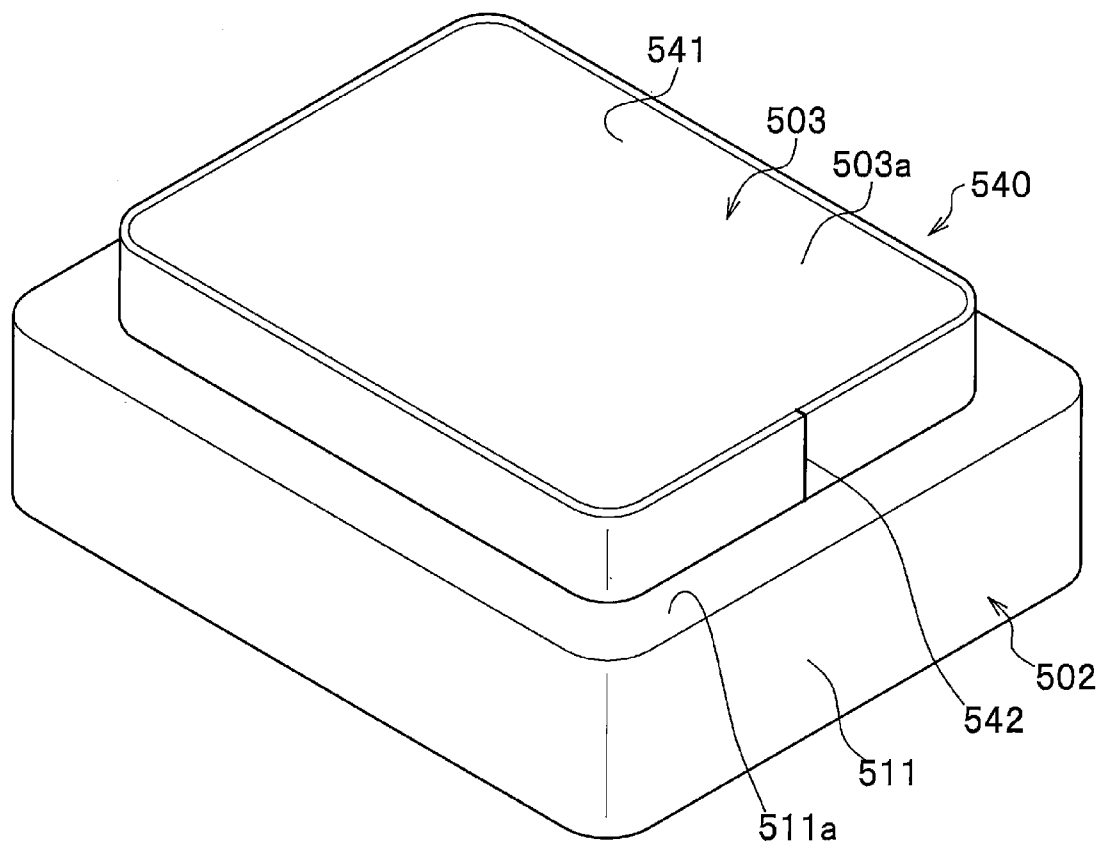
[図51]



[図54]

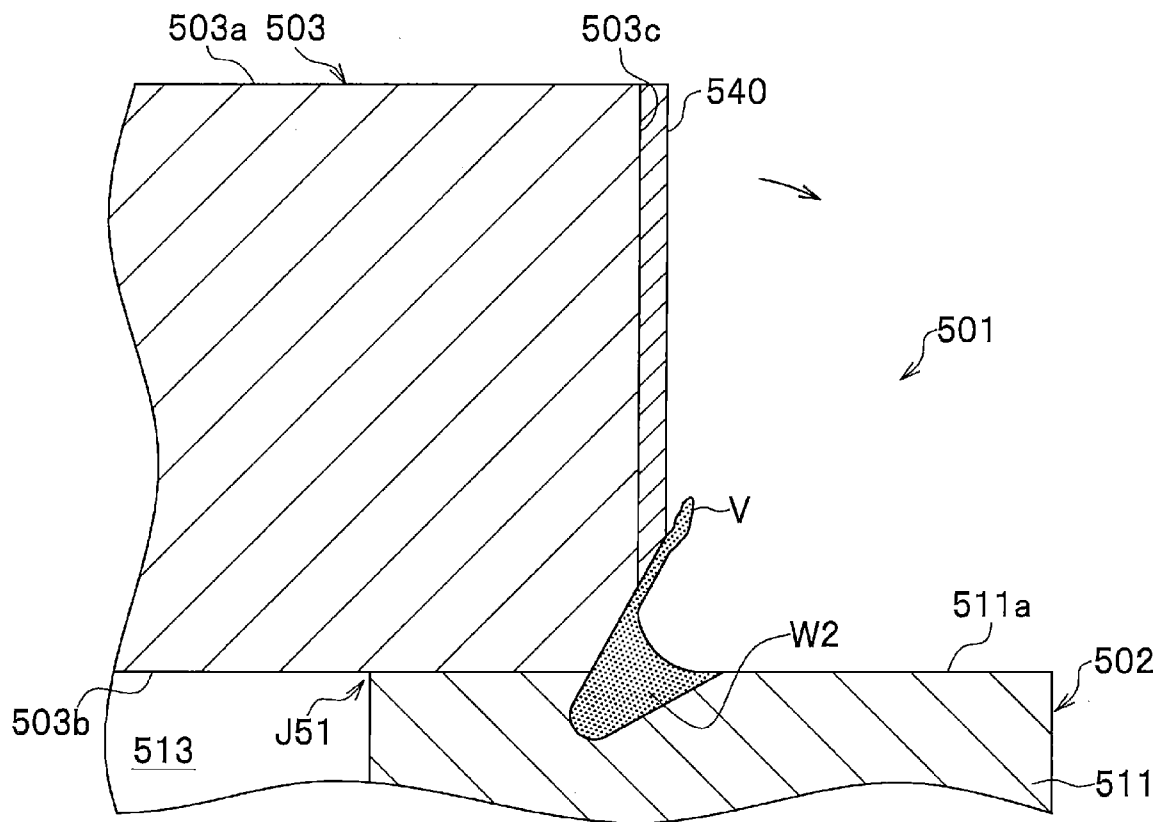


[図55]



A detailed cross-sectional diagram of a mechanical assembly. On the left, a large hatched block represents a substrate or base, with labels 503, 503a, and 503b indicating different regions. To its right, a thin vertical layer is labeled 540. Below the main hatched block, there is a horizontal section labeled 513, which contains a small rectangular feature labeled J51. Further down, a wavy boundary line is labeled W2. On the far right, another hatched block is labeled 502. In the center-right area, a tilted rectangular component labeled 511 is shown. Its top surface is labeled 511a. A dashed line passes through the center of this component, with a circular arrow around it labeled F_c . Another label $\underline{Ad}$ points to the side of the component. Two arrows, labeled F1 and F2, point towards the bottom edge of the tilted component. A curved arrow labeled $\underline{Re}$ indicates a rotational motion around the central axis.

[図58]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/12(2006.01)i, F28D1/06(2006.01)i, B23K101/14(2006.01)n

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, F28D1/06, B23K101/14

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)

WPI [auxiliary member, burr]

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2015/114975 A1 (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 06 August 2015 (06.08.2015), paragraphs [0105] to [0149], [0162] to [0179]; fig. 13(a) to 22(b), 25 to 29 & JP 2015-139799 A & JP 2015-223607 A & JP 2015-223609 A & EP 3100817 A1 paragraphs [0110] to [0154], [0167] to [0184]; fig. 13A to 22B, 25 to 29 & CN 105358285 A & TW 201532719 A	4 1-3, 5-24
A	JP 2001-321965 A (Nissho Iwai Hitetsu Hanbai Kabusahiki Kaisha), 20 November 2001 (20.11.2001), paragraphs [0016] to [0030]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-24

☒ 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
27 January 2017 (27.01.17)

Date of mailing of the international search report
07 February 2017 (07.02.17)

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/JP2016/086583

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2016-002558 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 12 January 2016 (12.01.2016), entire text; all drawings (Family: none)	15-24

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, F28D1/06(2006.01)i, B23K101/14(2006.01)n

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, F28D1/06, B23K101/14

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)

WPI [auxiliary member, burrr]

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 A	WO 2015/114975 A1 (日本軽金属株式会社) 2015.08.06, 段落 0105-0149, 0162-0179, 図 13(a)-22(b), 25-29 & JP 2015-139799 A & JP 2015-223607 A & JP 2015-223609 A & EP 3100817 A1, 段落 0110-0154, 0167-0184, 図 13A-22B, 25-29 & CN 105358285 A & TW 201532719 A	4 1-3, 5-24
A	JP 2001-321965 A (日商岩井非鉄販売株式会社) 2001.11.20, 段落 0016-0030, 図 1-4 (ファミリーなし)	1-24

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

27.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

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)

篠原 将之

3 P

3226

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
P, A	JP 2016-002558 A (日本軽金属株式会社) 2016. 01. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	15-24