

(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
2020年9月24日(24.09.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/188858 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036042
- (22) 国際出願日: 2019年9月13日(13.09.2019)
- (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 2019-049657 2019年3月18日(18.03.2019) JP
特願 2019-049658 2019年3月18日(18.03.2019) JP
特願 2019-052546 2019年3月20日(20.03.2019) JP
- (71) 出願人: 日本軽金属株式会社(NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1050004 東京都港区新橋一丁目1番13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

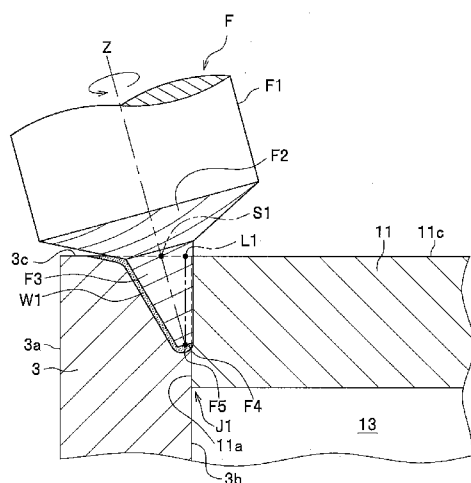
内 Shizuoka (JP). 瀬尾 伸城(SEO Nobushiro); 〒4213203 東京都静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Tokyo (JP). 山中 宏介(YAMANAKA Kosuke); 〒4213203 東京都静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Tokyo (JP).

(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, JO, KE, KG, KH,

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

(54) 発明の名称: 液冷ジャケットの製造方法



(57) Abstract: A method of manufacturing a liquid-cooled jacket, configured by a jacket body (2) having a bottom part and a peripheral wall portion (11) rising from a peripheral edge of the bottom part and a sealing body (3) that seals an opening part of the jacket body (2) and obtained by joining the jacket body (2) and the sealing body (3) through friction stirring, is characterized in that in the present joining step, after a rotating tip side pin (F3) is inserted into a start position (SP1) set on the surface (3a) side of the sealing body (3) further from a set movement route (L1), the tip side pin (F3) is gradually inserted until reaching a predetermined depth while a rotation center axis (Z) of a rotary tool (F) moves to a position overlapping the set movement route (L1).

(57) 要約: 底部及び底部の周縁から立ち上がる周壁部(11)を有するジャケット本体(2)と、ジャケット本体(2)の開口部を封止する封止体(3)とで構成され、ジャケット本体(2)と封止体(3)とを摩擦撹拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、本接合工程において、回転する先端側ピン(F3)を設定移動ルート(L1)よりもさらに封止体(3)の表面(3a)側に設定した開始位置(SP1)に挿入した後、回転ツール(F)の回転中心軸(Z)を設定移動ルート(L1)と重複する位置まで移動させつつ所定の深さとなるまで先端側ピン(F3)を徐々に押入することを特徴とする。

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：液冷ジャケットの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、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、液冷ジャケットの製造方法が開示されている。

図３４は、従来の液冷ジャケットの製造方法を示す断面図である。従来の液冷ジャケットの製造方法では、アルミニウム合金製のジャケット本体１０１の段差部に設けられた段差側面１０１ｃと、アルミニウム合金製の封止体１０２の側面１０２ｃとを突き合わせて形成された突合せ部Ｊ１０に対して摩擦攪拌接合を行うというものである。また、従来の液冷ジャケットの製造方法では、回転ツールＦ４０の連結部Ｆ４１を離間させて攪拌ピンＦ４２のみを突合せ部Ｊ１０に挿入して摩擦攪拌接合を行っている。また、従来の液冷ジャケットの製造方法では、回転ツールＦ４０の回転中心軸Ｚを突合せ部Ｊ１０に重ねて相対移動させるというものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１５－１３１３２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、ジャケット本体１０１は複雑な形状となりやすく、例えば、４０００系アルミニウム合金の鋳造材で形成し、封止体１０２のように比較的単純な形状のものは、１０００系アルミニウム合金の展伸材で形成するというような場合がある。このように、アルミニウム合金の材種の異なる部材同士を接合して、液冷ジャケットを製造する場合がある。このような場合は、ジャケット本体１０１の方が封止体１０２よりも硬度が高くなることが一般的であるため、図３４のように摩擦攪拌接合を行うと、攪拌ピンＦ４２が封止

体 1 0 2 側から受ける材料抵抗に比べて、ジャケット本体 1 0 1 側から受ける材料抵抗が大きくなる。そのため、回転ツール F 4 0 の攪拌ピン F 4 2 によって異なる材種をバランスよく攪拌することが困難となり、接合後の塑性化領域に空洞欠陥が発生し接合強度が低下するという問題がある。また、回転ツール F 4 0 で塑性流動材を押さええないため、接合表面にバリが多く発生するおそれがある。

[0005] また、図 3 4 に示すように、攪拌ピン F 4 2 を突合せ部 J 1 0 に挿入する際、所定の深さとなるまで鉛直方向に攪拌ピン F 4 2 を押入するため、摩擦攪拌の開始位置における摩擦熱が過大となる。これにより、当該開始位置において、ジャケット本体 1 0 1 側の金属が封止体 1 0 2 側に混入しやすくなり、接合不良の一因となるという問題がある。

また、図 3 4 に示すように、攪拌ピン F 4 2 を突合せ部 J 1 0 から離脱させる際、所定の深さとなるまで鉛直方向に攪拌ピン F 4 2 を離脱させるため、摩擦攪拌の終了位置における摩擦熱が過大となる。これにより、当該終了位置において、ジャケット本体 1 0 1 側の金属が封止体 1 0 2 側に混入しやすくなり、接合不良の一因となるという問題がある。

[0006] このような観点から、本発明は、材種の異なるアルミニウム合金を好適に接合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

[0007] 前記課題を解決するために、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピン

のテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、回転する前記先端側ピンを前記設定移動ルートよりもさらに前記封止体の表面側に設定した開始位置に挿入した後、前記回転ツールの回転中心軸を前記設定移動ルートと重複する位置まで移動させつつ前記所定の深さとなるまで前記先端側ピンを徐々に押入することを特徴とする。

[0008] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前

記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に設定した開始位置から前記先端側ピンを挿入し、進行方向に移動させつつ前記所定の深さとなるまで徐々に前記先端側ピンを押入することを特徴とする。

[0009] かかる製造方法によれば、封止体と先端側ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主として封止体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、先端側ピンの外周面をジャケット本体の周壁部にわずかに接触させるに留めるため、ジャケット本体から封止体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主として封止体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、回転ツールを移動させながら所定の深さとなるまで先端側ピンを徐々に押入することにより、局所的に摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。これにより、摩擦攪拌の開始位置において、ジャケット本体の第一アルミニウム合金が封止体側に混入するのを防ぐことができる。また、基端側ピンの外周面を封止体の側面に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、バリの発生を防ぐことができる。

[0010] また、前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜させることが好ましい。

[0011] かかる製造方法によれば、先端側ピンと周壁部とをバランスよく接触させることができる。

[0012] また、前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることが好ましい。

[0013] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌をより好適に行うことができる。

[0014] また、前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することが好ましい。

[0015] かかる製造方法によれば、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0016] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、回転する前記先端側ピンを前記設定移動ルートよりもさらに前記ジャケット本体の底面側に設定した開始位置に挿入した後、前記回転ツールの回転中心軸を前記設定移動ルートと重複する位置まで移動させつつ前記所定の深さとなるまで前記先端側ピンを徐々に押入することを特徴とする。

[0017] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケ

ットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に設定した開始位置から前記先端側ピンを挿入し、進行方向に移動させつつ前記所定の深さとなるまで徐々に前記先端側ピンを押入することを特徴とする。

- [0018] かかる製造方法によれば、ジャケット本体と先端側ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、先端側ピンの外周面を封止体にわずかに接触させるに留めるため、封止体からジャケット本体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、回転ツールを移動させながら所定の深さとなるまで先端側ピンを徐々に押入することにより、局所的に摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。これにより、摩擦攪拌の開始位置において、封止体の第一アルミニウム合金がジャケット本体側に混入するのを防ぐことができ

る。また、基端側ピンの外周面をジャケット本体の周壁部の側面に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、バリの発生を防ぐことができる。

[0019] また、前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることが好ましい。

[0020] かかる製造方法によれば、先端側ピンと封止体とをバランスよく接触させることができる。

[0021] また、前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることが好ましい。

[0022] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌をより好適に行うことができる。

[0023] また、前記載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することが好ましい。

[0024] かかる製造方法によれば、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0025] 前記課題を解決するために、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合

せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりもさらに前記封止体の表面側に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記封止体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする。

[0026] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終

了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記封止体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする。

[0027] かかる製造方法によれば、封止体と先端側ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主として封止体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、先端側ピンの外周面をジャケット本体の周壁部にわずかに接触させるに留めるため、ジャケット本体から封止体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主として封止体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、回転ツールを移動させながら先端側ピンを徐々に離脱させることにより、局所的に摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。これにより、摩擦攪拌の終了位置において、ジャケット本体の第一アルミニウム合金が封止体側に混入するのを防ぐことができる。また、基端側ピンの外周面を封止体の側面に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、バリの発生を防ぐことができる。

[0028] また、前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜させることが好ましい。

[0029] かかる製造方法によれば、先端側ピンと周壁部とをバランスよく接触させることができる。

[0030] また、前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移動させることが好ましい。

[0031] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌をより好適に行うことができる。

[0032] また、前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体と前記封止体とを形成することが好ましい。

[0033] かかる製造方法によれば、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0034] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも前記ジャケット本体の底面側に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記ジャケット本体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする。

[0035] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種で

あり、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記ジャケット本体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする。

- [0036] かかる製造方法によれば、ジャケット本体と先端側ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、先端側ピンの外周面を封止体にわずかに接触させるに留めるため、封止体からジャケット本体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、回転ツールを移動させながら先端側ピンを徐々に離脱させることにより、局所的に摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。これにより、摩擦攪拌の終了位置において、封止体の第一アルミニウム合金がジャケット本体側に混入するのを防ぐことができる。また、基端側ピンの外周面をジャケット本体の周壁部の側面に接触させた状態で摩擦攪拌を行うため、バリの発生を防ぐことができる。

- [0037] また、前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることが好ましい。
- [0038] かかる製造方法によれば、先端側ピンと封止体とをバランスよく接触させることができる。
- [0039] また、前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移動させることが好ましい。
- [0040] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌をより好適に行うことができる。
- [0041] また、前記載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することが好ましい。
- [0042] かかる製造方法によれば、接合部の金属不足を防ぐことができる。
- [0043] 前記課題を解決するために、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、前記周壁部の端面は前記ジャケット本体の側面に向かって下り勾配となる傾斜面となっており、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部に断面V字状の隙間を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピ

ンの外周面を前記周壁部の前記傾斜面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で、前記隙間に前記第二アルミニウム合金を流入させながら、前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含むことを特徴とする。

[0044] かかる製造方法によれば、封止体と攪拌ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主として封止体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、攪拌ピンの外周面をジャケット本体の周壁部にわずかに接触させるに留めるため、ジャケット本体から封止体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主として封止体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、基端側ピンの外周面を封止体に接触させて塑性流動材を押さえることにより、バリの発生を抑制することができる。また、周壁部の端面に傾斜面を設けることで、周壁部と回転ツールとの接触代を小さくすることができる。

[0045] また、前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することが好ましい。

[0046] かかる製造方法によれば、接合部が金属不足となるのを防ぐことができる。

[0047] また、前記回転ツールの回転方向及び進行方法を前記突合せ部側がアドバンス側となるように設定することが好ましい。

[0048] かかる製造方法によれば、突合せ部の摩擦攪拌が促進され、より好適に接合することができる。

[0049] また、本発明は、底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケ

ットの製造方法であって、前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、前記封止体の裏面の周縁部は前記封止体の側面に向かって板厚が小さくなるように傾斜面となっており、摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部に断面V字状の隙間を形成する載置工程と、回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記傾斜面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で、前記隙間に前記第二アルミニウム合金を流入させながら、前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含むことを特徴とする。

[0050] かかる製造方法によれば、ジャケット本体と攪拌ピンとの摩擦熱によって突合せ部の主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部において周壁部と封止体とを接合することができる。また、攪拌ピンの外周面を封止体にわずかに接触させるに留めるため、封止体からジャケット本体への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部においては主としてジャケット本体側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。また、基端側ピンの外周面をジャケット本体に接触させて塑性流動材を押さえることにより、バリの発生を抑制することができる。また、封止体の裏面に傾斜面を設けることで、封止体と回転ツールとの接触代を小さくすることができる。

[0051] また、載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体と前記封止体とを形成することが好ましい。

[0052] かかる製造方法によれば、接合部が金属不足となるのを防ぐことができる。

[0053] また、前記回転ツールの回転方向及び進行方法を前記突合せ部側がアドバンス側となるように設定することが好ましい。

[0054] かかる製造方法によれば、突合せ部の摩擦攪拌が促進され、より好適に接合することができる。

発明の効果

[0055] 本発明に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、材種の異なるアルミニウム合金を好適に接合することができる。

図面の簡単な説明

[0056] [図1]本発明の実施形態に係る回転ツールを示す側面図である。

[図2]回転ツールの拡大断面図である。

[図3]回転ツールの第一変形例を示す断面図である。

[図4]回転ツールの第二変形例を示す断面図である。

[図5]回転ツールの第三変形例を示す断面図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケットを示す分解斜視図である。

[図7]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程を示す断面図である。

[図8]第一実施形態に係る設定移動ルートを示す斜視図である。

[図9]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の本接合工程を示す斜視図である。

[図10]第一実施形態に係る本接合工程における開始位置を側方から見た断面図である。

[図11]第一実施形態に係る本接合工程における押入区間を側方から見た断面図である。

[図12]第一実施形態に係る本接合工程における中間点S 1 付近を進行方向後方から見た断面図である。

[図13]第一実施形態に係る本接合工程における終了後を示す斜視図である。

[図14]第一実施形態に係る本接合工程における離脱区間を側方から見た断面図である。

[図15]第一実施形態の変形例に係る本接合工程における中間点S 1 付近を進行方向後方から見た断面図である。

[図16]本発明の第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法において、本接合工程を示す斜視図である。

[図17]第二実施形態に係る本接合工程における押入区間を側方から見た断面図である。

[図18]第二実施形態に係る本接合工程における中間点S 1 付近を進行方向後方から見た断面図である。

[図19]第二実施形態に係る本接合工程における終了後を示す斜視図である。

[図20]第二実施形態に係る本接合工程における離脱区間を側方から見た断面図である。

[図21]本発明の第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法において、本接合工程を示す斜視図である。

[図22]第三実施形態に係る本接合工程を進行方向後方から見た断面図である。

[図23]第三実施形態に係る本接合工程の終了後を示す斜視図である。

[図24]第三実施形態の変形例に係る本接合工程を進行方向後方から見た断面図である。

[図25]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において、本接合工程を示す斜視図である。

[図26]第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法において、本接合工程の終了後を示す斜視図である。

[図27]本発明の第五実施形態に係る液冷ジャケットを示す分解斜視図である。

。

[図28]第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程を示す断面図である。

[図29]第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の本接合工程を示す斜視図である。

[図30]第五実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の本接合工程を示す断面図である。

[図31]本発明の第六実施形態に係る液冷ジャケットを示す分解斜視図である。

。

[図32]第六実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程を示す断面図である。

[図33]第六実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の本接合工程を示す断面図である。

[図34]従来の液冷ジャケットの製造方法を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0057] 本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら説明する。まずは、本実施形態に係る接合方法で用いる回転ツールについて説明する。回転ツールは、摩擦攪拌接合に用いられるツールである。図1に示すように、回転ツールFは、例えば工具鋼で形成されており、基軸部F1と、基端側ピンF2と、先端側ピンF3とで主に構成されている。基軸部F1は、円柱状を呈し、摩擦攪拌装置の主軸に接続される部位である。

[0058] 基端側ピンF2は、基軸部F1に連続し、先端に向けて先細りになっている。基端側ピンF2は、円錐台形状を呈する。基端側ピンF2のテーパ角度Aは適宜設定すればよいが、例えば、 $135^{\circ} \sim 160^{\circ}$ になっている。テーパ角度Aが 135° 未満であるか、又は、 160° を超えると摩擦攪拌後の接合表面粗さが大きくなる。テーパ角度Aは、後記する先端側ピンF3のテーパ角度Bよりも大きくなっている。図2に示すように、基端側ピンF2の外周面には、階段状のピン段差部F21が高さ方向の全体に亘って

形成されている。ピン段差部F 2 1は、右回り又は左回りで螺旋状に形成されている。つまり、ピン段差部F 2 1は、平面視して螺旋状であり、側面視すると階段状になっている。本第一実施形態では、回転ツールFを左回転させるため、ピン段差部F 2 1は基端側から先端側に向けて右回りに設定している。

[0059] なお、回転ツールFを右回転させる場合は、ピン段差部F 2 1を基端側から先端側に向けて左回りに設定することが好ましい。これにより、ピン段差部F 2 1によって塑性流動材が先端側に導かれるため、被接合金属部材の外部に溢れ出る金属を低減することができる。ピン段差部F 2 1は、段差底面F 2 1 aと、段差側面F 2 1 bとで構成されている。隣り合うピン段差部F 2 1の各頂点F 2 1 c、F 2 1 cの距離X 1（水平方向距離）は、後記する段差角度C及び段差側面F 2 1 bの高さY 1に応じて適宜設定される。

[0060] 段差側面F 2 1 bの高さY 1は適宜設定すればよいが、例えば、0.1～0.4 mmで設定されている。高さY 1が0.1 mm未満であると接合表面粗さが大きくなる。一方、高さY 1が0.4 mmを超えると接合表面粗さが大きくなる傾向があるとともに、有効段差部数（被接合金属部材と接触しているピン段差部F 2 1の数）も減少する。

[0061] 段差底面F 2 1 aと段差側面F 2 1 bとでなす段差角度Cは適宜設定すればよいが、例えば、85～120°で設定されている。段差底面F 2 1 aは、本実施形態では水平面と平行になっている。段差底面F 2 1 aは、ツールの回転軸から外周方向に向かって水平面に対して-5°～15°内の範囲で傾斜していてもよい（マイナスは水平面に対して下方、プラスは水平面に対して上方）。距離X 1、段差側面F 2 1 bの高さY 1、段差角度C及び水平面に対する段差底面F 2 1 aの角度は、摩擦攪拌を行う際に、塑性流動材がピン段差部F 2 1の内部に滞留して付着することなく外部に抜けるとともに、段差底面F 2 1 aで塑性流動材を押えて接合表面粗さを小さくすることができるように適宜設定する。

[0062] 図1に示すように、先端側ピンF 3は、基端側ピンF 2に連続して形成さ

れている。先端側ピンF 3は円錐台形状を呈する。先端側ピンF 3の先端は回転軸に対して垂直な平坦面F 4になっている。先端側ピンF 3のテーパ角度Bは、基端側ピンF 2のテーパ角度Aよりも小さくなっている。図2に示すように、先端側ピンF 3の外周面には、螺旋溝F 3 1が刻設されている。螺旋溝F 3 1は、右回り、左回りのどちらでもよいが、本第一実施形態では回転ツールFを左回転させるため、基端側から先端側に向けて右回りに刻設されている。

[0063] なお、回転ツールFを右回転させる場合は、螺旋溝F 3 1を基端側から先端側に向けて左回りに設定することが好ましい。これにより、螺旋溝F 3 1によって塑性流動材が先端側に導かれるため、被接合金属部材の外部に溢れ出る金属を低減することができる。螺旋溝F 3 1は、螺旋底面F 3 1 aと、螺旋側面F 3 1 bとで構成されている。隣り合う螺旋溝F 3 1の頂点F 3 1 c、F 3 1 cの距離（水平方向距離）を長さX 2とする。螺旋側面F 3 1 bの高さを高さY 2とする。螺旋底面F 3 1 aと、螺旋側面F 3 1 bとで構成される螺旋角度Dは例えば、 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ で形成されている。螺旋溝F 3 1は、被接合金属部材と接触することにより摩擦熱を上昇させるとともに、塑性流動材を先端側に導く役割を備えている。

[0064] 回転ツールFは、適宜設計変更が可能である。図3は、本発明の回転ツールの第一変形例を示す側面図である。図3に示すように、第一変形例に係る回転ツールF Aでは、ピン段差部F 2 1の段差底面F 2 1 aと段差側面F 2 1 bとのなす段差角度Cが 85° になっている。段差底面F 2 1 aは、水平面と平行である。このように、段差底面F 2 1 aは水平面と平行であるとともに、段差角度Cは、摩擦攪拌中にピン段差部F 2 1内に塑性流動材が滞留して付着することなく外部に抜ける範囲で鋭角としてもよい。

[0065] 図4は、本発明の回転ツールの第二変形例を示す側面図である。図4に示すように、第二変形例に係る回転ツールF Bでは、ピン段差部F 2 1の段差角度Cが 115° になっている。段差底面F 2 1 aは水平面と平行になっている。このように、段差底面F 2 1 aは水平面と平行であるとともに、ピン

段差部 F 2 1 として機能する範囲で段差角度 C が鈍角となってもよい。

[0066] 図 5 は、本発明の回転ツールの第三変形例を示す側面図である。図 5 に示すように、第三変形例に係る回転ツール F C では、段差底面 F 2 1 a がツールの回転軸から外周方向に向かって水平面に対して 10° 上方に傾斜している。段差側面 F 2 1 b は、鉛直面と平行になっている。このように、摩擦攪拌中に塑性流動材を押さえることができる範囲で、段差底面 F 2 1 a がツールの回転軸から外周方向に向かって水平面よりも上方に傾斜するように形成されていてもよい。上記の回転ツールの第一～第三変形例によっても、下記の実施形態と同等の効果を奏することができる。

[0067] [第一実施形態]

本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら説明する。第一実施形態に係る液冷ジャケット 1 は、図 6 に示すように、ジャケット本体 2 と封止体 3 とで構成されている。液冷ジャケット 1 は、内部に流体を流通させて、配置される発熱体を冷却する機器である。ジャケット本体 2 と封止体 3 とは摩擦攪拌接合で一体化される。以下の説明における「表面」とは、「裏面」の反対側の面を意味する。

[0068] ジャケット本体 2 は、底部 1 0 及び周壁部 1 1 で主に構成されている。ジャケット本体 2 は、本実施形態では第一アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第一アルミニウム合金は、例えば、J I S H 5 3 0 2 A D C 1 2 (A l - S i - C u 系) 等のアルミニウム合金鑄造材を用いている。

[0069] 底部 1 0 は、矩形を呈する板状部材である。周壁部 1 1 は、底部 1 0 の周縁部から矩形枠状に立ち上がる壁部である。周壁部 1 1 の角は直角でもよいが、本実施形態では丸面取り加工が施されている。底部 1 0 及び周壁部 1 1 で凹部 1 3 が形成されている。なお、本実施形態のジャケット本体 2 は一体形成されているが、例えば、周壁部 1 1 を分割構成としてシール部材で接合して一体化してもよい。

[0070] 封止体 3 は、ジャケット本体 2 の開口部を封止する板状部材である。封止体 3 の角は直角でもよいが、本実施形態では丸面取り加工が施されている。

封止体 3 は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、本実施形態では第二アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第二アルミニウム合金は、第一アルミニウム合金よりも硬度の低い材料である。第二アルミニウム合金は、例えば、JIS A1050, A1100, A6063等のアルミニウム合金展伸材で形成されている。

[0071] 次に、本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。本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法では、準備工程と、載置工程と、本接合工程とを行う。

[0072] 準備工程は、ジャケット本体 2 及び封止体 3 を準備する工程である。ジャケット本体 2 及び封止体 3 は、製造方法については特に制限されないが、ジャケット本体 2 は、例えば、ダイキャストで成形する。封止体 3 は、例えば押出成形により成形する。

[0073] 載置工程は、図 7 に示すように、ジャケット本体 2 に封止体 3 を載置する工程である。載置工程によって、周壁部 11 の端面 11a と、封止体 3 の裏面 3b とが突き合わされて突合せ部 J1 が形成される。突合せ部 J1 は、封止体 3 の周囲に沿って平面視矩形状に形成される。周壁部 11 の側面 11c と、封止体 3 の側面 3c とは面一になる。なお、ジャケット本体 2 と封止体 3 とは溶接又は摩擦攪拌等により仮接合してもよい。

[0074] 本接合工程は、図 8 及び図 9 に示すように、回転ツール F を用いて突合せ部 J1 を摩擦攪拌接合する工程である。まず、突合せ部 J1 よりも封止体 3 の表面 3a 側に「設定移動ルート L1」（一点鎖線）を設定する。設定移動ルート L1 は、後記する本接合工程において、突合せ部 J1 を接合するために必要な回転ツール F の移動ルートである。設定移動ルート L1 については追って詳述する。

[0075] 図 9 に示すように、本接合工程では、開始位置 SP1 から中間点 S1 までの押入区間と、設定移動ルート L1 上の中間点 S1 から一周廻って中間点 S2 までの本区間と、中間点 S2 から終了位置 EP1 までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌接合する。中間点 S1, S2 は、設定移動ルート L

1上に設定されている。開始位置SP1は、封止体3の側面3cにおいて、設定移動ルートL1よりも封止体3の表面3a側に設定されている。本実施形態では、開始位置SP1と中間点S1とを結ぶ線分と、設定移動ルートL1とのなす角度が鈍角となる位置に設定している。

[0076] 本接合工程の押入区間では、図10及び図11に示すように、開始位置SP1から中間点S1までの摩擦攪拌を行う。押入区間では、封止体3の側面3cに対して回転中心軸Zを垂直にしつつ、左回転させた先端側ピンF3を開始位置SP1に挿入し、中間点S1まで移動させる。この際、図11に示すように、少なくとも中間点S1に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように先端側ピンF3を徐々に押し入れていく。つまり、回転ツールFを一ヶ所に留まらせることなく、回転ツールFを設定移動ルートL1に移動させながら徐々に下降させていく。

[0077] また、押入区間においては、回転ツールFを移動させつつ、進行方向後方から見た場合（図12参照）に回転ツールFの回転中心軸Zを封止体3側に徐々に傾斜させ、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と周壁部11の端面11aとが平行となるように設定する。また、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と周壁部11の端面11aとがわずかに接触するように設定する。さらに、基端側ピンF2の外周面と封止体3の側面3cとが接触するように設定する。そして、回転ツールFの傾斜角度を維持した状態で、そのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。

[0078] 先端側ピンF3の外周面と周壁部11の端面11aとの接触代（オフセット量）Nは、例えば、 $0 < N \leq 1.0 \text{ mm}$ の間で設定し、好ましくは $0 < N \leq 0.85 \text{ mm}$ の間で設定し、より好ましくは $0 < N \leq 0.65 \text{ mm}$ の間で設定する。

[0079] 設定移動ルートL1は、図12に示すように、先端側ピンF3の平坦面F4の中心F5が通過する軌跡を示している。つまり、設定移動ルートL1は、突合せ部J1の周方向において、周壁部11の端面11aと先端側ピンF3の外周面とを平行にしつつ両者がわずかに接触するように設定されている。

。本区間においては、上方から見た場合（側面 1 1 c 側から見た場合）に、平坦面 F 4 の中心 F 5 が、設定移動ルート L 1 と重なるように回転ツール F を移動させる。なお、先端側ピン F 3 の「所定の深さ」は、適宜設定すればよく、例えば、塑性流動材が凹部 1 3 の内部に流入しない範囲で設定する。

[0080] 先端側ピン F 3 の外周面と周壁部 1 1 の端面 1 1 a とが接触しないように設定すると、突合せ部 J 1 の接合強度が低くなる。一方、先端側ピン F 3 の外周面と周壁部 1 1 の端面 1 1 a との接触代 N が 1.0 mm を超えるとジャケット本体 2 の第一アルミニウム合金が、封止体 3 側に大量に混入して接合不良となるおそれがある。

[0081] 本区間では、図 1 2 のように回転ツール F の傾斜状態を維持し、設定移動ルート L 1 に沿って一周させる。図 1 3 に示すように、回転ツール F を一周させて先端側ピン F 3 が中間点 S 2 に到達したら、そのまま離脱区間に移行する。離脱区間では、図 1 4 に示すように、中間点 S 2 から終了位置 E P 1 に向かうまでの間に先端側ピン F 3 を徐々に上方に移動させて、終了位置 E P 1 で封止体 3 から先端側ピン F 3 を離脱させる。つまり、回転ツール F を一ヶ所に留まらせることなく、回転ツール F を終了位置 E P 1 に移動させながら封止体 3 から離間する方向に徐々に引抜いていく。また、回転ツール F の回転中心軸 Z の傾斜を徐々に元に戻し、終了位置 E P 1 では回転中心軸 Z と封止体 3 の側面 3 c とが垂直となるようにする。終了位置 E P 1 は、終了位置 E P 1 と中間点 S 2 とが結ぶ線分と設定移動ルート L 1 とでなす角度が鈍角となる位置に設定する。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。

[0082] 以上説明した本実施形態における液冷ジャケットの製造方法によれば、封止体 3 と先端側ピン F 3 との摩擦熱によって突合せ部 J 1 の主として封止体 3 側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化され、突合せ部 J 1 において封止体 3 の裏面 3 b と周壁部 1 1 の端面 1 1 a とを接合することができる。

[0083] また、先端側ピン F 3 の先端側ピン F 3 の外周面を周壁部 1 1 の端面 1 1

aにわずかに接触させるに留めるため、ジャケット本体2から封止体3への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部J1においては主として封止体3側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。つまり、本接合工程では、先端側ピンF3の回転中心軸Zに対して一方側と他方側で、先端側ピンF3が受ける材料抵抗の不均衡を極力少なくすることができる。これにより、塑性流動材がバランス良く摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。

[0084] また、本接合工程において、回転ツールFを傾けなくてもよいが、本実施形態のように周壁部11の端面11aに対して傾斜させることにより、周壁部11と回転ツールFとが過度に接触するのを防ぐことができる。また、本接合工程において、先端側ピンF3の外周面と周壁部11の端面11aとが平行となるように、回転ツールFの回転中心軸Zを封止体3側に傾斜させることで、先端側ピンF3と周壁部11とをバランスよく接触させることができる。

[0085] また、本実施形態では、本接合工程において、基端側ピンF2の外周面と封止体3の側面3cとを接触させ、塑性流動材を押さえながら摩擦攪拌を行うため、バリの発生を抑制することができる。また、基端側ピンF2の外周面で塑性流動材を押えることができるため、接合表面（封止体3の側面3c）に形成される段差凹溝を小さくできるとともに、段差凹溝の脇に形成される膨出部を無くすか若しくは小さくすることができる。また、基端側ピンF2の階段状のピン段差部F21は浅く、かつ、出口が広いため、塑性流動材を段差底面F21aで押えつつ塑性流動材がピン段差部F21の外部に抜けやすくなっている。そのため、基端側ピンF2で塑性流動材を押えても基端側ピンF2の外周面に塑性流動材が付着し難い。よって、接合表面粗さを小さくできるとともに、接合品質を好適に安定させることができる。

[0086] また、本接合工程の押入区間では、開始位置SP1から設定移動ルートL

1と重複する位置まで回転ツールFを移動させつつ所定の深さとなるまで先端側ピンF3を徐々に押入することにより、設定移動ルートL1上で回転ツールFが停止して摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。

同様に、本接合工程の離脱区間では、設定移動ルートL1から終了位置EP1まで回転ツールFを移動させつつ所定の深さから先端側ピンF3を徐々に上昇させて離脱させることにより、設定移動ルートL1上で回転ツールFが停止して摩擦熱が過大になるのを防ぐことができる。

[0087] これらにより、設定移動ルートL1上で摩擦熱が過大となり、ジャケット本体2から封止体3へ第一アルミニウム合金が過剰に混入して接合不良となるのを防ぐことができる。

[0088] また、本接合工程において、開始位置SP1及び終了位置EP1の位置は適宜設定すればよいが、開始位置SP1と設定移動ルートL1とのなす角度、終了位置EP1と設定移動ルートL1とのなす角度が鈍角となるように設定することにより、中間点S1、S2で回転ツールFの移動速度が低下することなくスムーズに本区間又は離脱区間に移行することができる。これにより、設定移動ルートL1上で回転ツールFが停止又は移動速度が低下することにより、摩擦熱が過大となることを防ぐことができる。なお、上方から見て回転ツールFの軌跡が円弧を描くように開始位置SP1から設定移動ルートL1に回転ツールFを移動させてもよい。同様に、上方から見て回転ツールFの軌跡が円弧を描くように設定移動ルートL1から終了位置EP1に回転ツールFを移動させてもよい。

[0089] また、本実施形態の本接合工程では、回転ツールFの回転方向及び進行方向は適宜設定すればよいが、回転ツールFの移動軌跡に形成される塑性化領域W1のうち、ジャケット本体2側（突合せ部J1側）がシアー側となり、封止体3側がフロー側となるように回転ツールFの回転方向及び進行方向を設定した。ジャケット本体2側がシアー側となるように設定することで、突合せ部J1の周囲における先端側ピンF3による攪拌作用が高まり、突合せ部J1における温度上昇が期待でき、突合せ部J1において封止体3と周壁

部 1 1 とをより確実に接合することができる。

[0090] なお、シア側 (Advancing side) とは、被接合部に対する回転ツールの外周の相対速度が、回転ツールの外周における接線速度の大きさに移動速度の大きさを加算した値となる側を意味する。一方、フロー側 (Retreating side) とは、回転ツールの移動方向の反対方向に回転ツールが回転することで、被接合部に対する回転ツールの相対速度が低速になる側を言う。

[0091] また、ジャケット本体 2 の第一アルミニウム合金は、封止体 3 の第二アルミニウム合金よりも硬度の高い材料になっている。これにより、液冷ジャケット 1 の耐久性を高めることができる。また、ジャケット本体 2 の第一アルミニウム合金をアルミニウム合金鋳造材とし、封止体 3 の第二アルミニウム合金をアルミニウム合金展伸材とすることが好ましい。第一アルミニウム合金を例えば、J I S H 5 3 0 2 A D C 1 2 等の A l - S i - C u 系アルミニウム合金鋳造材とすることにより、ジャケット本体 2 の鋳造性、強度、被削性等を高めることができる。また、第二アルミニウム合金を例えば、J I S A 1 0 0 0 系又は A 6 0 0 0 系とすることにより、加工性、熱伝導性を高めることができる。

[0092] また、本接合工程においては、突合せ部 J 1 の全周を摩擦攪拌接合できるため、液冷ジャケットの気密性及び水密性を高めることができる。また、本接合工程の終端部分において、回転ツール F が中間点 S 1 を完全に通過してから終了位置 E P 1 に向かうようにする。つまり、本接合工程によって形成された塑性化領域 W 1 の各端部同士をオーバーラップさせることにより、より気密性及び水密性を高めることができる。

[0093] なお、本接合工程では、回転ツール F の回転速度を一定としてもよいが、可変させてもよい。本接合工程の押入区間において、開始位置 S P 1 における回転ツール F の回転速度を V 1 とし、本区間における回転ツール F の回転速度を V 2 とすると、 $V 1 > V 2$ としてもよい。回転速度の V 2 は、設定移動ルート L 1 における予め設定された一定の回転速度である。つまり、開始位置 S P 1 では、回転速度を高く設定しておき、押入区間内で徐々に回転速

度を低減させながら本区間に移行してもよい。

[0094] また、本接合工程の離脱区間において、本区間における回転ツールFの回転速度をV2、終了位置EP1において離脱させるときの回転ツールFの回転速度をV3とすると、 $V3 > V2$ としてもよい。つまり、離脱区間に移行したら、終了位置EP1に向けて徐々に回転速度を上げながら封止体3から回転ツールFを離脱させてもよい。回転ツールFを封止体3に押し入れる際又は封止体3から離脱させる際に、前記のように設定することで、押入区間又は離脱区間時における少ない押圧力を、回転速度で補うことができるため、摩擦攪拌を好適に行うことができる。

[0095] [第一実施形態の変形例]

次に、第一実施形態の変形例について説明する。図15は、第一実施形態の変形例に係る本接合工程における中間点S1付近を進行方向後方から見た断面図である。図15に示すように、当該変形例では、封止体3Aの側面3cが、周壁部11の側面11cよりも外側に位置している点で第一実施形態と相違する。

[0096] 封止体3Aは、ジャケット本体2よりも一回り大きく形成されている。これにより、ジャケット本体2に封止体3Aを載置すると、封止体3の側面3cが周壁部11の側面11cよりも外側に位置する。つまり、図15に示すように、回転ツールFの進行方向後方側から見ると、封止体3の側面3cは、周壁部11の側面11cよりも上方に位置する。当該変形例によれば、周壁部11の側面11cよりも封止体3Aの側面3cの方が外側となるように設定することで、本接合工程の際に、接合部が金属不足となるのを防ぐことができる。

[0097] [第二実施形態]

次に、本発明の第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。第二実施形態では、図16～19に示すように、本接合工程における開始位置SP1及び終了位置EP1の位置をいずれも設定移動ルートL1上に設定する点で第一実施形態と相違する。第二実施形態では、第一実施形

態と相違する部分を中心に説明する。

- [0098] 第二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、載置工程と、本接合工程とを行う。準備工程及び載置工程は、第一実施形態と同一である。
- [0099] 本接合工程では、図 16 に示すように、開始位置 S P 1 を設定移動ルート L 1 上に設定する。本接合工程では、開始位置 S P 1 から中間点 S 1 までの押入区間と、設定移動ルート L 1 上の中間点 S 1 から一周廻って中間点 S 2 までの本区間と、中間点 S 2 から終了位置 E P 1（図 13 参照）までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌する。
- [0100] 押入区間では、図 16 及び図 17 に示すように、開始位置 S P 1 から中間点 S 1 までの摩擦攪拌を行う。押入区間では、封止体 3 の側面 3 c に対して回転中心軸 Z を垂直となるようにしつつ、左回転させた先端側ピン F 3 を開始位置 S P 1 に挿入し、中間点 S 1 まで移動させる。この際、少なくとも中間点 S 1 に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように先端側ピン F 3 を徐々に押し入れていく。つまり、回転ツール F を一ヶ所に留まらせることなく、回転ツール F を設定移動ルート L 1 に移動させながら徐々に下降させていく。
- [0101] また、押入区間においては、回転ツール F を移動させつつ、進行方向後方から見た場合（図 18 参照）に回転ツール F の回転中心軸 Z を封止体 3 側に徐々に傾斜させ、中間点 S 1 に達した際に、先端側ピン F 3 の外周面と周壁部 11 の端面 11 a とが平行となるように設定する。また、中間点 S 1 に達した際に、先端側ピン F 3 の外周面と周壁部 11 の端面 11 a とがわずかに接触するように設定する。さらに、基端側ピン F 2 の外周面と封止体 3 の側面 3 c とが接触するように設定する。そして、回転ツール F の傾斜角度を維持した状態で、そのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。先端側ピン F 3 の外周面と周壁部 11 の端面 11 a との接触代（オフセット量）N 及び設定移動ルート L 1 の設定は第一実施形態と同一である。
- [0102] 本区間では、図 18 のように回転ツール F の傾斜状態を維持し、設定移動

ルートL 1に沿って一周させる。図19に示すように、回転ツールFを一周させて先端側ピンF 3が中間点S 2に到達したら、そのまま離脱区間に移行する。離脱区間では、図20に示すように、中間点S 2から終了位置E P 1に向かうまでの間に先端側ピンF 3を徐々に上方に移動させて、終了位置E P 1で封止体3から先端側ピンF 3を離脱させる。つまり、回転ツールFを一ヶ所に留まらせることなく、回転ツールFを終了位置E P 1に移動させながら徐々に引抜いていく。終了位置E P 1は、設定移動ルートL 1上に設定されている。回転ツールFの回転中心軸Zの傾斜を徐々に元に戻し、終了位置E P 1では回転中心軸Zと封止体3の側面3 cとが垂直となるようにする。

[0103] 以上説明した第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によっても第一実施形態と略同等の効果を奏することができる。第二実施形態のように本接合工程における開始位置S P 1及び終了位置E P 1は、設定移動ルートL 1上に設定してもよい。

[0104] [第三実施形態]

次に、本発明の第三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。第三実施形態では、ジャケット本体2を第二アルミニウム合金で形成し、封止体3を第二アルミニウム合金よりも硬度の高い第一アルミニウム合金で形成する点で主に第一実施形態と相違する。本実施形態では、第一実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0105] 図21に示すように、第三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、載置工程と、本接合工程とを行う。準備工程及び載置工程は、ジャケット本体2及び封止体3の金属の材種を除いて第一実施形態と同一である。本接合工程では、右回転させた回転ツールFを開始位置S P 2に挿入し、突合せ部J 1に対して摩擦攪拌接合を行う。

[0106] 図21に示すように、本接合工程では、開始位置S P 2から中間点S 1までの押入区間と、設定移動ルートL 1上の中間点S 1から周壁部1 1の廻りを一周して中間点S 2までの本区間と、中間点S 2から終了位置E P 2（図

23参照)までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌する。

[0107] 設定移動ルートL1は、突合せ部J1よりも底部10側に設定されている。開始位置SP2は、周壁部11の側面11cにおいて、設定移動ルートL1よりもさらに底部10側に設定されている。中間点S1, S2は、設定移動ルートL1上に設定されている。本実施形態では、開始位置SP2と中間点S1とを結ぶ線分と、設定移動ルートL1とのなす角度が鈍角となるように設定している。

[0108] 押入区間では、開始位置SP2から中間点S1までの摩擦攪拌を行う。押入区間では、周壁部11の側面11cに対して垂直となるように回転中心軸Zを設定しつつ、右回転させた先端側ピンF3を開始位置SP2に挿入し、中間点S1まで移動させる。この際、少なくとも中間点S1に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように先端側ピンF3を徐々に押し入れていく。つまり、回転ツールFを一ヶ所に留まらせることなく、回転ツールFを設定移動ルートL1に移動させながら徐々に下降させていく。

[0109] また、押入区間においては、回転ツールFを移動させつつ、進行方向後方から見た場合(図22参照)に回転ツールFの回転中心軸Zをジャケット本体2の底部10側に徐々に傾斜させ、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bとが平行となるように設定する。また、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bがわずかに接触するように設定する。さらに、基端側ピンF2の外周面と周壁部11の側面11cとが接触するように設定する。そして、その傾斜角度を維持した状態で、そのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bとの接触代(オフセット量)N及び設定移動ルートL1の設定は第一実施形態と同一である。

[0110] 図22及び図23に示すように、本区間では、上方から見た場合(側面11c側から見た場合)に、平坦面F4の中心F5が、設定移動ルートL1と重なるように回転ツールFを移動させる。本実施形態の本接合工程では、回転ツールFを右回転させ、進行方向左側に封止体3が位置するようにする。

つまり、本接合工程では、突合せ部 J 1 側がシア側となるように回転ツール F の回転方向及び進行方向を設定する。

[0111] 図 2 3 に示すように、回転ツール F を周壁部 1 1 の廻りに一周させて、先端側ピン F 3 が中間点 S 1 を通過して中間点 S 2 に到達したら、そのまま離脱区間に移行する。離脱区間では、中間点 S 2 から終了位置 E P 2 に向かうまでの間に先端側ピン F 3 を徐々に上方に移動させて、終了位置 E P 2 で封止体 3 から先端側ピン F 3 を離脱させる。また、回転ツール F の回転中心軸 Z の傾斜を徐々に元に戻し、終了位置 E P 2 では回転中心軸 Z と周壁部 1 1 の側面 1 1 c とが垂直となるようにする。終了位置 E P 2 は、終了位置 E P 2 と中間点 S 2 とが結ぶ線分と設定移動ルート L 1 とでなす角度が鈍角となる位置に設定する。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。

[0112] 以上説明した第三実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法においても、第一実施形態と略同等の効果を奏することができる。また、第三実施形態のように、ジャケット本体 2 を第二アルミニウム合金で形成し、封止体 3 を第二アルミニウム合金よりも硬度の高い第一アルミニウム合金で形成してもよい。

[0113] [第三実施形態の変形例]

次に、第三実施形態の変形例について説明する。図 2 4 は、第三実施形態の変形例に係る本接合工程を進行方向後方から見た断面図である。図 2 4 に示すように、当該変形例では、ジャケット本体 2 A の周壁部 1 1 の側面 1 1 c が、封止体 3 の側面 3 c よりも外側に位置している点で第三実施形態と相違する。

[0114] ジャケット本体 2 A は、封止体 3 よりも一回り大きく形成されている。これにより、ジャケット本体 2 A に封止体 3 を載置すると、周壁部 1 1 の側面 1 1 c が封止体 3 の側面 3 c よりも外側に位置する。つまり、図 2 4 に示すように、回転ツール F の進行方向後方側から見ると、周壁部 1 1 の側面 1 1 c は、封止体 3 の側面 3 c よりも上方に位置する。当該変形例によれば、封

止体 3 の側面 3 c よりも、周壁部 1 1 の側面 1 1 c の方が外側となるように設定することで、本接合工程の際に、接合部が金属不足となるのを防ぐことができる。

[0115] [第四実施形態]

次に、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について説明する。第四実施形態では、図 2 5, 2 6 に示すように、本接合工程における開始位置 S P 2 及び終了位置 E P 2 の位置をいずれも設定移動ルート L 1 上に設定する点で第三実施形態と相違する。第四実施形態では、第三実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0116] 第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造では、準備工程と、載置工程と、本接合工程とを行う。準備工程及び載置工程は、ジャケット本体 2 及び封止体 3 の金属の材種を除いて第一実施形態と同一である。第四実施形態では、第三実施形態と同様に、ジャケット本体 2 を第二アルミニウム合金で形成し、封止体 3 を第二アルミニウム合金よりも硬度の高い第一アルミニウム合金で形成する。設定移動ルート L 1 は、第三実施形態と同様に突合せ部 J 1 よりも底部 1 0 側に設定する。

[0117] 本接合工程では、図 2 5 及び図 2 6 に示すように、開始位置 S P 2 を設定移動ルート L 1 上に設定する。本接合工程では、開始位置 S P 2 から中間点 S 1 までの押入区間と、設定移動ルート L 1 上の中間点 S 1 から一周廻って中間点 S 2 までの本区間と、中間点 S 2 から終了位置 E P 2 (図 2 6 参照) までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌接合する。

[0118] 押入区間では、開始位置 S P 2 から中間点 S 1 までの摩擦攪拌を行う。押入区間では、周壁部 1 1 の側面 1 1 c に対して回転中心軸 Z を垂直となるようにしつつ、右回転させた先端側ピン F 3 を開始位置 S P 2 に挿入し、中間点 S 1 まで移動させる。この際、少なくとも中間点 S 1 に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように先端側ピン F 3 を徐々に押し入れていく。

[0119] また、押入区間においては、回転ツール F を移動させつつ、進行方向後方

から見た場合に回転ツールFの回転中心軸Zを周壁部11側に徐々に傾斜させ、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bとが平行となるように設定する。また、中間点S1に達した際に、先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bとがわずかに接触するように設定する。先端側ピンF3の外周面と封止体3の裏面3bとの接触代（オフセット量）N及び設定移動ルートL1の設定は第三実施形態と同一である。さらに、基端側ピンF2の外周面を周壁部11の側面11cに接触させる。そして、その傾斜角度を維持した状態で、そのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。

[0120] 図26に示すように、回転ツールFを一周させて先端側ピンF3が中間点S2に到達したら、そのまま離脱区間に移行する。離脱区間では、中間点S2から終了位置EP2に向かうまでの間に先端側ピンF3を徐々に上方に移動させて、設定移動ルートL1上に設定された終了位置EP2で周壁部11から先端側ピンF3を離脱させる。また、回転ツールFの回転中心軸Zの傾斜を徐々に元に戻し、終了位置EP2では回転中心軸Zと周壁部11の側面11cとが垂直となるようにする。

[0121] 以上説明した第四実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によっても第三実施形態と略同等の効果を奏することができる。第四実施形態のように本接合工程における開始位置SP2及び終了位置EP2は、設定移動ルートL1上に設定してもよい。

[0122] [第五実施形態]

次に、本発明の第五実施形態に係る接合方法について図面を参照して説明する。図27に示すように、本実施形態の液冷ジャケットの製造方法は、ジャケット本体202と封止体203とを摩擦攪拌接合して液冷ジャケット201を製造するというものである。液冷ジャケット201は、封止体203の上に発熱体（図示省略）を設置するとともに、内部に流体を流して発熱体と熱交換を行う部材である。

[0123] 本実施形態に係る接合方法は、準備工程と、載置工程と、本接合工程と、

を行う。準備工程は、ジャケット本体202と封止体203とを準備する工程である。ジャケット本体202は、底部210と、周壁部211とで主に構成されている。ジャケット本体202は、第一アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第一アルミニウム合金は、例えば、JISH5302 ADC12 (Al-Si-Cu系) 等のアルミニウム合金鋳造材を用いている。

[0124] 図27に示すように、底部210は平面視矩形を呈する板状部材である。周壁部211は、底部210の周縁部から矩形枠状に立ち上がる壁部である。周壁部211の4つの角部は丸面取り加工が施されている。周壁部211の端面211aには、外側に向かうにつれて下方（底部210側）に傾斜する傾斜面211bが形成されている。傾斜面211bは、周方向全体に亘って設けられている。底部210及び周壁部211で凹部213が形成されている。

[0125] 封止体203は、ジャケット本体202の開口部を封止する板状部材である。封止体203は、ジャケット本体202よりも一回り大きくなるように形成されている。封止体203の角部は丸面取り加工が施されている。封止体203は、第二アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第二アルミニウム合金は、第一アルミニウム合金よりも硬度の低い材料である。第二アルミニウム合金は、例えば、JIS A1050, A1100, A6063等のアルミニウム合金展伸材で形成されている。

[0126] 載置工程は、図28に示すように、ジャケット本体202に封止体203を載置する工程である。載置工程では、周壁部211の端面211aに封止体203の裏面203bを載置する。周壁部211の端面211aと封止体203の裏面203b、及び、傾斜面211bと封止体203の裏面203bとが突き合わされて突合せ部J21が形成される。突合せ部J21は、端面211aと封止体203の裏面203bのように対向する面同士が接触する場合と、傾斜面211bと封止体203の裏面203bのように断面略V字状の隙間をあけて突き合わされる場合も含み得る。

[0127] 本接合工程は、図29及び図30に示すように、回転ツールFを用いて突合せ部J21を摩擦攪拌接合する工程である。本接合工程では、封止体203の側面203cに設定した設定移動ルートL1上の開始位置SP1に左回転させた先端側ピンF3を挿入する。回転ツールFの回転中心軸Zと封止体203の側面203cとは垂直となるようにする。設定移動ルートL1は、封止体203の側面203cから見た場合に、回転ツールFの平坦面F4の中心F5（図30参照）が通るルートである。設定移動ルートL1は、本実施形態では、封止体203の裏面203bよりも表面203a側に設定する。

[0128] 本接合工程では、基端側ピンF2の外周面を封止体203の側面203cに接触させつつ、先端側ピンF3の外周面を周壁部211の傾斜面211b及び端面211aにわずかに接触させた状態とする。この状態で、突合せ部J21に沿って回転ツールFを移動させる際に封止体203の第二アルミニウム合金を突合せ部J21の隙間に流入させながら摩擦攪拌を行う。回転ツールFは、進行方向左側に封止体203が位置するようにし、突合せ部J21に沿って一周させる。回転ツールFの移動軌跡には摩擦攪拌された金属が硬化することにより塑性化領域W1が形成される。

[0129] ここで、周壁部211の傾斜面211bに対する先端側ピンF3の外周面の接触代をオフセット量N1とする。本実施形態のように、先端側ピンF3の外周面を傾斜面211bにわずかに接触させる場合は、オフセット量N1を、例えば、 $0 < N1 \leq 0.5 \text{ mm}$ の間で設定し、好ましくは $0 < N1 \leq 0.25 \text{ mm}$ の間で設定する。設定移動ルートL1は、先端側ピンF3と傾斜面211bとの接触代が前記の範囲となるように封止体203の側面203c上に設定する。

[0130] 回転ツールFを突合せ部J1の廻りに一周させたら、塑性化領域W1の始端と終端とを重複させる。回転ツールFを引き抜く場合は、封止体203の側面203cにおいて、回転ツールFを移動させながら徐々に上昇させて引き抜くようにしてもよい。

- [0131] なお、本実施形態に係る本接合工程では、基端側ピンF 2の外周面と封止体203の側面203cとを接触させつつ、平坦面F 4と周壁部211の端面211aとが接触するように回転ツールFの挿入深さを設定したが、基端側ピンF 2の外周面と封止体203の側面203cとを接触させつつ、平坦面F 4が周壁部211の端面211aと接触せず傾斜面211bのみと接触するように挿入深さを設定してもよい。
- [0132] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、封止体203と基端側ピンF 2及び先端側ピンF 3との摩擦熱によって突合せ部J 21の主として封止体203側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化される。そのため、突合せ部J 21において周壁部211と封止体203とを接合することができる。また、先端側ピンF 3の外周面を周壁部211の傾斜面211bにわずかに接触させるに留めるため、ジャケット本体202から封止体203への第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部J 21においては主として封止体3側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。
- [0133] 仮に、傾斜面211bを設けずに、周壁部211の端面211aの全体と封止体203の裏面203bとを面接触させると、先端側ピンF 3と周壁部211との接触代が大きくなってしまい、ジャケット本体202から封止体203への第一アルミニウム合金の混入が多くなってしまうという問題がある。しかし、本実施形態によれば、周壁部211の端面211aに傾斜面211bを設けているため、傾斜面211bと先端側ピンF 3との接触代が大きくなるのを容易に回避することができる。
- [0134] また、先端側ピンF 3の傾斜角度 α （図1参照）及び傾斜面211bの傾斜角度 β （図28参照）は適宜設定すればよいが、本実施形態では、傾斜面211bの傾斜角度 β と、先端側ピンF 3の傾斜角度 α とを同一（傾斜面211bと先端側ピンF 3の外周面とを平行）にしているため、先端側ピンF 3と傾斜面211bとをバランスよく接触させることができる。
- [0135] また、本実施形態の回転ツールFは、基端側ピンF 2と、基端側ピンF 2

のテーパ角度Aよりもテーパ角度が小さい先端側ピンF 3を備えた構成になっている。これにより、封止体203の側面203cに回転ツールFを挿入しやすくなる。また、先端側ピンF 3のテーパ角度Bが小さいため、封止体203の深い位置まで回転ツールFを容易に挿入することができる。

[0136] また、基端側ピンF 2の外周面を封止体203の側面203cに接触させて塑性流動材を押さえることにより、バリの発生を抑制することができる。また、基端側ピンF 2の外周面で塑性流動材を押えることができるため、接合表面（封止体203の側面203c）に形成される段差凹溝を小さくすることができるとともに、段差凹溝の脇に形成される膨出部を無くすか若しくは小さくすることができる。また、基端側ピンF 2の階段状のピン段差部F 21は浅く、かつ、出口が広いため、塑性流動材を段差底面F 21aで押えつつ塑性流動材がピン段差部F 21の外部に抜けやすくなっている。そのため、基端側ピンF 2で塑性流動材を押えても基端側ピンF 2の外周面に塑性流動材が付着し難い。よって、接合表面粗さを小さくすることができるとともに、接合品質を好適に安定させることができる。

[0137] また、本接合工程では、回転ツールFの回転方向及び進行方向は適宜設定すればよいが、回転ツールFの移動軌跡に形成される塑性化領域W 1のうち、周壁部211側がシアー側となり、封止体203側がフロー側となるように回転ツールFの回転方向及び進行方向を設定した。周壁部211（突合せ部J 21）側がシアー側となるように設定することで、突合せ部J 21の周囲における先端側ピンF 3による攪拌作用が高まり、突合せ部J 21における温度上昇が期待でき、突合せ部J 21において周壁部211と封止体203とをより確実に接合することができる。

[0138] また、封止体203側から見た場合に、封止体203の寸法を周壁部211の寸法よりも大きくなるように設定している。換言すると、図30に示すように、回転ツールFの進行方向後方から見た場合に、封止体203の側面203cが、周壁部211の側面211cよりも高い位置となるように設定している。これにより、突合せ部J 21にV字状の隙間が形成されていても

、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0139] [第六実施形態]

次に、第六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。第六実施形態では、ジャケット本体 2 A を第二アルミニウム合金で形成し、封止体 3 A を第一アルミニウム合金で形成する点で第五実施形態と相違する。第六実施形態では、第五実施形態と相違する点を中心に説明する。

[0140] 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、載置工程と、本接合工程とを行う。図 3 1 に示すように、準備工程では、ジャケット本体 2 0 2 A 及び封止体 2 0 3 A を用意する工程である。ジャケット本体 2 0 2 A は、第二アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第二アルミニウム合金は、第一アルミニウム合金よりも硬度の低い材料である。第二アルミニウム合金は、例えば、J I S A 1 0 5 0, A 1 1 0 0, A 6 0 6 3 等のアルミニウム合金展伸材で形成されている。

[0141] ジャケット本体 2 0 2 A は、平面視矩形を呈する底部 2 1 0 と、底部 2 1 0 の周縁部から矩形枠状に立ち上がる周壁部 2 1 1 とで構成されている。周壁部 2 1 1 の端面 2 1 1 a は平坦面になっている。

[0142] 封止体 2 0 3 A は、ジャケット本体 2 0 2 A の開口部を覆う平面視矩形の板状部材である。封止体 2 0 3 A は、第一アルミニウム合金を主に含んで形成されている。第一アルミニウム合金は、例えば、J I S H 5 3 0 2 A D C 1 2 (A l - S i - C u 系) 等のアルミニウム合金鋳造材を用いている。図 3 2 に示すように、封止体 2 0 3 A は、ジャケット本体 2 0 2 A よりも一周り小さくなるように形成されている。封止体 2 0 3 A の裏面 2 0 3 b の周縁部には、全周に亘って傾斜面 2 0 3 d が形成されている。傾斜面 2 0 3 d は、側面 2 0 3 c に向けて封止体 2 0 3 の板厚が小さくなるように傾斜している。

[0143] 載置工程では、図 3 2 に示すように、ジャケット本体 2 0 2 A に封止体 2 0 3 A を載置する工程である。載置工程では、周壁部 2 1 1 の端面 2 1 1 a に封止体 2 0 3 A の裏面 2 0 3 b を載置する。周壁部 2 1 1 の端面 2 1 1 a

と封止体203Aの裏面203b、及び、周壁部211の端面211aと封止体203Aの傾斜面203dとが突き合わされて突合せ部J22が形成される。突合せ部J22は、周壁部211の端面211aと封止体203Aの裏面203bのように対向する面同士が接触する場合と、封止体203Aの傾斜面203dと周壁部211の端面211aのように断面略V字状の隙間をあけて突き合わされる場合も含み得る。

[0144] 本接合工程は、図33に示すように、回転ツールFを用いて突合せ部J22を摩擦攪拌接合する工程である。本接合工程では、周壁部211の側面211cに設定した設定移動ルートL1上に右回転させた先端側ピンF3を挿入する。回転ツールFの回転中心軸Zと周壁部211の側面211cとは垂直となるようにする。設定移動ルートL1は、周壁部211の側面211cから見た場合に、回転ツールFの平坦面F4の中心F5が通るルートである。設定移動ルートL1は、本実施形態では、周壁部211の端面211aよりも底部210側に設定する。

[0145] 本接合工程では、基端側ピンF2の外周面を周壁部211の側面211cに接触させつつ、先端側ピンF3の外周面を封止体203Aの傾斜面203d及び裏面203bにわずかに接触させた状態とする。この状態で、突合せ部J22に沿って回転ツールFを移動させる際に周壁部211の第二アルミニウム合金を突合せ部J22の隙間に流入させながら摩擦攪拌を行う。回転ツールFは、進行方向左側に封止体203Aが位置するようにし、突合せ部J22に沿って一周させる。回転ツールFの移動軌跡には摩擦攪拌された金属が硬化することにより塑性化領域W1が形成される。

[0146] ここで、封止体203Aの傾斜面203dに対する先端側ピンF3の外周面の接触代をオフセット量N1とする。本実施形態のように、先端側ピンF3の外周面を傾斜面203dにわずかに接触させる場合は、オフセット量N1を、例えば、 $0 < N1 \leq 0.5 \text{ mm}$ の間で設定し、好ましくは $0 < N1 \leq 0.25 \text{ mm}$ の間で設定する。設定移動ルートL1は、先端側ピンF3と傾斜面203dとの接触代が前記の範囲となるように周壁部211の側面21

1 c 上に設定する。

[0147] 回転ツールFを突合せ部J 2 2の廻りに一周させたら、塑性化領域W 1の始端と終端とを重複させる。回転ツールFを引き抜く場合は、周壁部2 1 1の側面2 1 1 cにおいて、回転ツールFを移動させながら徐々に上昇させて引き抜くようにしてもよい。

[0148] なお、本実施形態に係る本接合工程では、基端側ピンF 2の外周面と周壁部2 1 1の側面2 1 1 cとを接触させつつ、平坦面F 4と封止体2 0 3の裏面2 0 3 bとが接触するように回転ツールFの挿入深さを設定したが、基端側ピンF 2の外周面と封止体2 0 3の側面2 0 3 cとを接触させつつ、平坦面F 4が封止体2 0 3の裏面2 0 3 bと接触せず、傾斜面2 0 3 dのみと接触するように挿入深さを設定してもよい。

[0149] 以上説明した本実施形態に係る接合方法によれば、ジャケット本体2 0 2 Aの周壁部2 1 1と先端側ピンF 3との摩擦熱によって突合せ部J 2 2の主としてジャケット本体2 0 2 A側の第二アルミニウム合金が攪拌されて塑性流動化される。そのため、突合せ部J 2 2において周壁部2 1 1と封止体2 0 3 Aとを接合することができる。また、先端側ピンF 3の外周面を封止体3 Aの傾斜面2 0 3 dにわずかに接触させるに留めるため、封止体2 0 3 Aからジャケット本体2 0 2 Aへの第一アルミニウム合金の混入を極力少なくすることができる。これにより、突合せ部J 2 2においては主としてジャケット本体2 0 2 A側の第二アルミニウム合金が摩擦攪拌されるため、接合強度の低下を抑制することができる。

[0150] 仮に、傾斜面2 0 3 dを設けずに、周壁部2 1 1の端面2 1 1 aと封止体2 0 3 Aの裏面2 0 3 bとを面接触させると、先端側ピンF 3と封止体2 0 3 Aとの接触代が大きくなってしまい、封止体2 0 3 Aからジャケット本体2 0 2 Aへの第一アルミニウム合金の混入が多くなってしまうという問題がある。しかし、本実施形態によれば、封止体2 0 3の裏面2 0 3 bに傾斜面2 0 3 dを設けているため、傾斜面2 0 3 dと先端側ピンF 3との接触代が大きくなってしまふのを容易に回避することができる。

- [0151] また、先端側ピンF 3の傾斜角度 α （図1参照）及び傾斜面203dの傾斜角度 γ （図32参照）は適宜設定すればよいが、本実施形態では、傾斜面203dの傾斜角度 γ と、先端側ピンF 3の傾斜角度 α とを同一（傾斜面203dと先端側ピンF 3の外周面とを平行）にしているため、先端側ピンF 3と傾斜面203dとをバランスよく接触させることができる。
- [0152] また、本実施形態の回転ツールFは、基端側ピンF 2と、基端側ピンF 2のテーパ角度Aよりもテーパ角度が小さい先端側ピンF 3を備えた構成になっている。これにより、周壁部211の側面211cに回転ツールFを挿入しやすくなる。また、先端側ピンF 3のテーパ角度Bが小さいため、周壁部211の深い位置まで回転ツールFを容易に挿入することができる。
- [0153] また、基端側ピンF 2の外周面を周壁部211の側面211cに接触させて塑性流動材を押さえることにより、バリの発生を抑制することができる。また、基端側ピンF 2の外周面で塑性流動材を押えることができるため、接合表面（周壁部211の側面211c）に形成される段差凹溝を小さくすることができるとともに、段差凹溝の脇に形成される膨出部を無くすか若しくは小さくすることができる。また、基端側ピンF 2の階段状のピン段差部F 21は浅く、かつ、出口が広いため、塑性流動材を段差底面F 21aで押えつつ塑性流動材がピン段差部F 21の外部に抜けやすくなっている。そのため、基端側ピンF 2で塑性流動材を押えても基端側ピンF 2の外周面に塑性流動材が付着し難い。よって、接合表面粗さを小さくすることができるとともに、接合品質を好適に安定させることができる。
- [0154] また、本接合工程では、回転ツールFの回転方向及び進行方向は適宜設定すればよいが、回転ツールFの移動軌跡に形成される塑性化領域W1のうち、封止体203A側がシアー側となり、ジャケット本体202A側がフロー側となるように回転ツールFの回転方向及び進行方向を設定した。封止体203A（突合せ部J 22）側がシアー側となるように設定することで、突合せ部J 22の周囲における先端側ピンF 3による攪拌作用が高まり、突合せ部J 22における温度上昇が期待でき、突合せ部J 22において周壁部21

1と封止体203Aとをより確実に接合することができる。

[0155] また、封止体203A側から見た場合に、ジャケット本体202Aの寸法が封止体203Aの寸法よりも大きくなるように設定している。換言すると、図33に示すように、回転ツールFの進行方向後方から見た場合に、周壁部211の側面211cが、封止体203Aの側面203cよりも高い位置となるように設定している。これにより、突合せ部J22にV字状の隙間が形成されていても、接合部の金属不足を防ぐことができる。

[0156] 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、前記の実施形態では、ジャケット本体202、202A及び封止体203、203Aのうち、第二アルミニウム合金を用いる一方側の寸法を、他方側よりも一周り大きく設定したが、両者を同一の大きさに形成してもよい。

符号の説明

[0157]	1	液冷ジャケット
	2	ジャケット本体
	3	封止体
	3d	傾斜面
	F	回転ツール
	F2	基端側ピン
	F3	先端側ピン
	F4	平坦面
	J1	突合せ部
	SP1	開始位置
	SP2	開始位置
	EP1	終了位置
	EP2	終了位置
	W1	塑性化領域

請求の範囲

[請求項1]

底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、回転する前記先端側ピンを前記設定移動ルートよりもさらに前記封止体の表面側に設定した開始位置に挿入した後、前記回転ツールの回転中心軸を前記設定移動ルートと重複する位置まで移動させつつ前記所定の深さとなるまで前記先端側ピンを徐々に押入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2] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜させることを特徴とする請求項1に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項3] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項4] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿

入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に設定した開始位置から前記先端側ピンを挿入し、進行方向に移動させつつ前記所定の深さとなるまで徐々に前記先端側ピンを押入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5] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜させることを特徴とする請求項4に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項6] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項7] 前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することを特徴とする請求項1又は請求項4に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項8] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、回転する前記先端側ピンを前記設定移動ルートよりもさらに前記ジャケット本体の底面側に設定した開始位置に挿入した後、前記回転ツールの回転中心軸を前記設定移動ルートと重複する位置まで移動させつつ前記所定の深さとなるまで前記先端側ピンを徐々に押入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9]

前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることを特徴とする請求項8に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項10] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることを特徴とする請求項8又は請求項9に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項11] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の

側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、
を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に設定した開始位置から前記先端側ピンを挿入し、進行方向に移動させつつ前記所定の深さとなるまで徐々に前記先端側ピンを押入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12] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることを特徴とする請求項11に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項13] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを挿入するとき、前記所定の回転速度よりも高い速度で前記先端側ピンを回転させた状態で挿入し、徐々に回転速度を下げながら前記設定移動ルートまで移動させることを特徴とする請求項11又は請求項12に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項14] 前記載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することを特徴とする請求項8又は請求項11に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項15] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり

、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりもさらに前記封止体の表面側に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記封止体から前記回転ツールを離脱させ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] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜させ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] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移

動させる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]

底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記端面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記封止体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする液

冷ジャケットの製造方法。

[請求項19] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記周壁部の前記端面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸を封止体側に傾斜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] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移動させることを特徴とする請求項18又は請求項19に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項21] 前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体と前記封止体とを形成することを特徴とする請求項15又は請求項18に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項22] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状のピン段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも前記ジャケット本体の底面側に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記ジャケット本体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項23] 前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることを特徴とする請求項22に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項24] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移動させることを特徴とする請求項22又は請求項23に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項25] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャ

ケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、

前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記裏面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含み、

前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に終了位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の後、前記回転ツールを前記終了位置に移動させつつ前記先端側ピンを徐々に上昇させ前記終了位置で前記ジャケット本体から前記回転ツールを離脱させることを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項26]

前記本接合工程において、前記先端側ピンの外周面と前記封止体の前記裏面とが平行となるように、前記回転ツールの回転中心軸をジャケット本体側に傾斜させることを特徴とする請求項25に記載の液冷

ジャケットの製造方法。

[請求項27] 前記本接合工程では、所定の回転速度で前記回転ツールを回転させて摩擦攪拌を行い、

前記本接合工程において前記先端側ピンを離脱させるとき、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を上げながら前記終了位置まで移動させることを特徴とする請求項25又は請求項26に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項28] 前記載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することを特徴とする請求項22又は請求項25に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項29] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、前記周壁部の端面は前記ジャケット本体の側面に向かって下り勾配となる傾斜面となっており、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより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突合せ部に断面V字状の隙間を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記封止体の側面に挿

入し、前記先端側ピンの外周面を前記周壁部の前記傾斜面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記封止体の側面に接触させた状態で、前記隙間に前記第二アルミニウム合金を流入させながら、前記突合せ部よりも封止体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記封止体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含むことを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項30] 前記載置工程では、前記ジャケット本体の側面よりも前記封止体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体及び前記封止体を形成することを特徴とする請求項29に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項31] 前記回転ツールの回転方向及び進行方法を前記突合せ部側がアドバンス側となるように設定することを特徴とする請求項29又は請求項30に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項32] 底部及び前記底部の周縁から立ち上がる周壁部を有するジャケット本体と、前記ジャケット本体の開口部を封止する封止体とで構成され、前記ジャケット本体と前記封止体とを摩擦攪拌で接合する液冷ジャケットの製造方法であって、

前記ジャケット本体は第二アルミニウム合金で形成されており、前記封止体は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第一アルミニウム合金は前記第二アルミニウム合金よりも硬度が高い材種であり、前記封止体の裏面の周縁部は前記封止体の側面に向かって板厚が小さくなるように傾斜面となっており、

摩擦攪拌で用いる回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備え、前記基端側ピンのテーパ角度は、前記先端側ピンのテーパ角度よりも大きくなっており、前記基端側ピンの外周面には階段状の段差部が形成されており、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置することにより前記周壁部

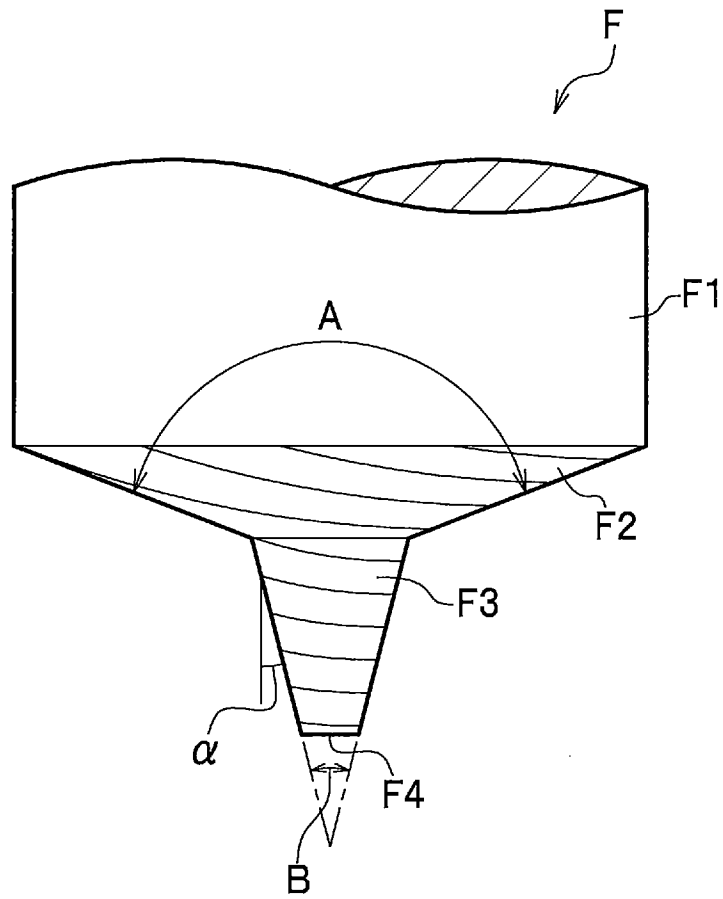
の端面と前記封止体の裏面とを重ね合わせて突合せ部に断面V字状の隙間を形成する載置工程と、

回転する前記回転ツールの前記先端側ピンを前記ジャケット本体の側面に挿入し、前記先端側ピンの外周面を前記封止体の前記傾斜面にわずかに接触させつつ、前記基端側ピンの外周面を前記ジャケット本体の側面に接触させた状態で、前記隙間に前記第二アルミニウム合金を流入させながら、前記突合せ部よりもジャケット本体側に設定された設定移動ルートに沿って所定の深さで前記ジャケット本体の側面の廻りに一周させて前記突合せ部を摩擦攪拌する本接合工程と、を含むことを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

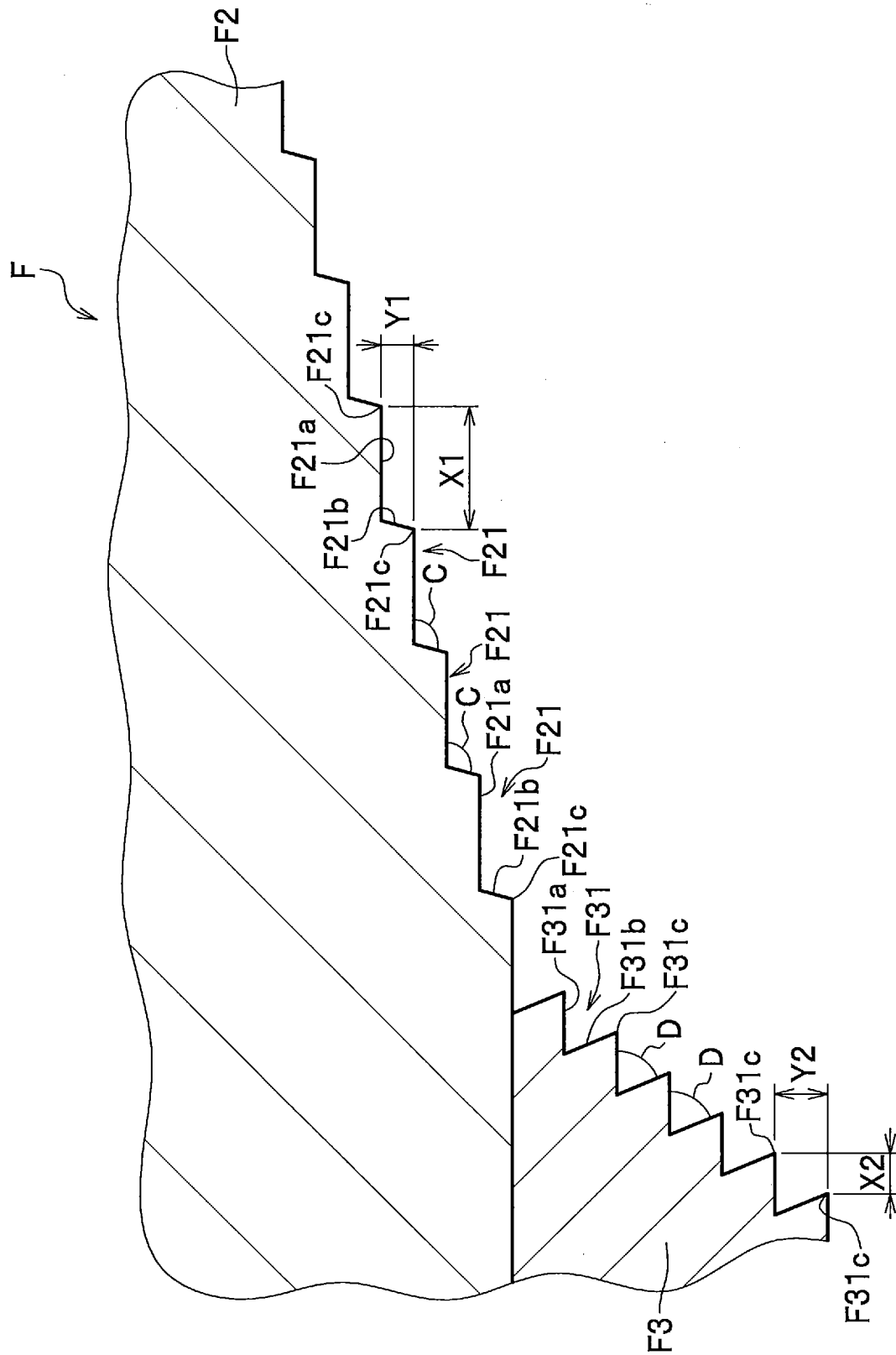
[請求項33] 載置工程では、前記封止体の側面よりも前記ジャケット本体の側面の方が外側となるように、前記ジャケット本体と前記封止体とを形成することを特徴とする請求項32に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項34] 前記回転ツールの回転方向及び進行方法を前記突合せ部側がアドバンス側となるように設定することを特徴とする請求項32又は請求項33に記載の液冷ジャケットの製造方法。

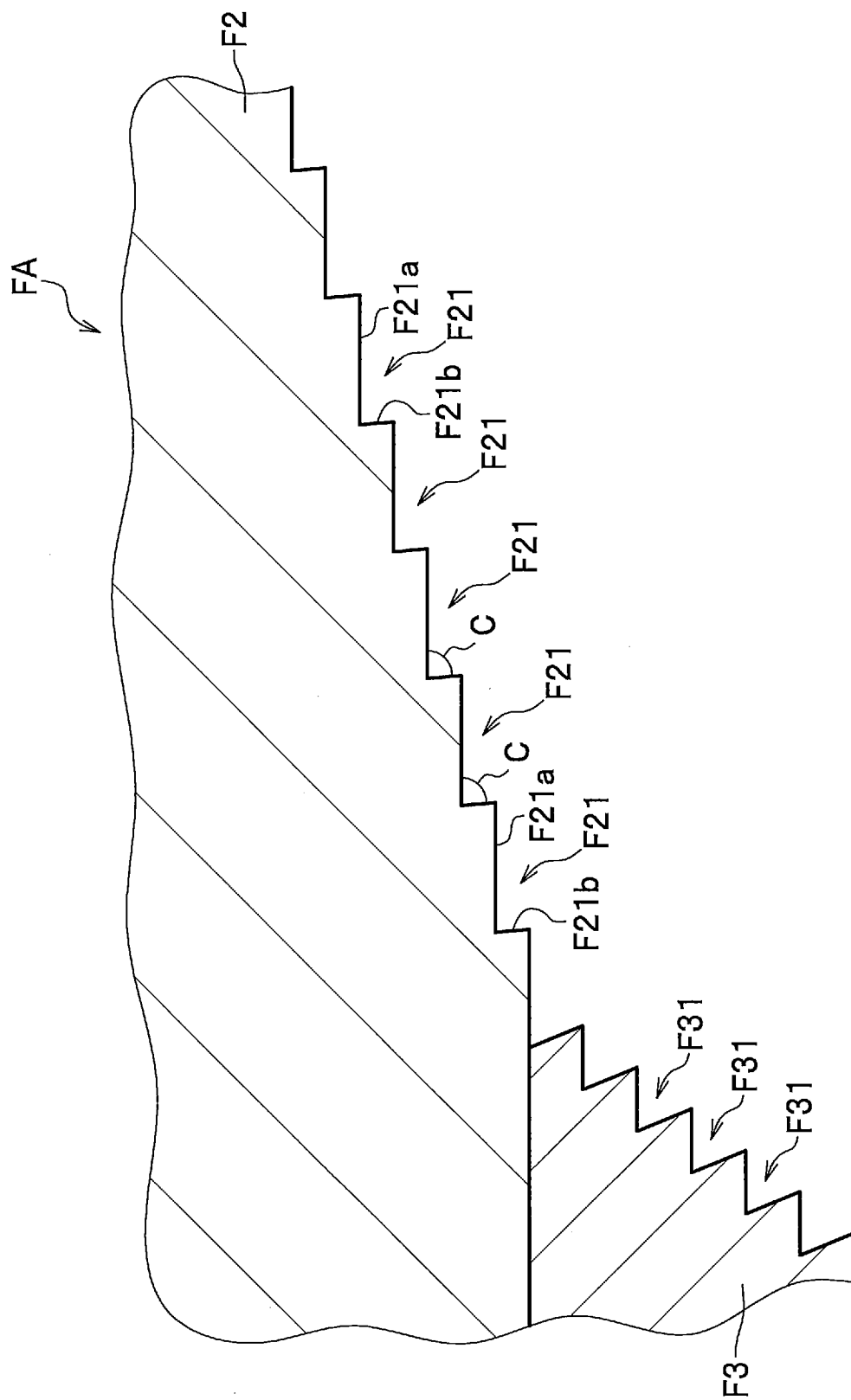
[図1]



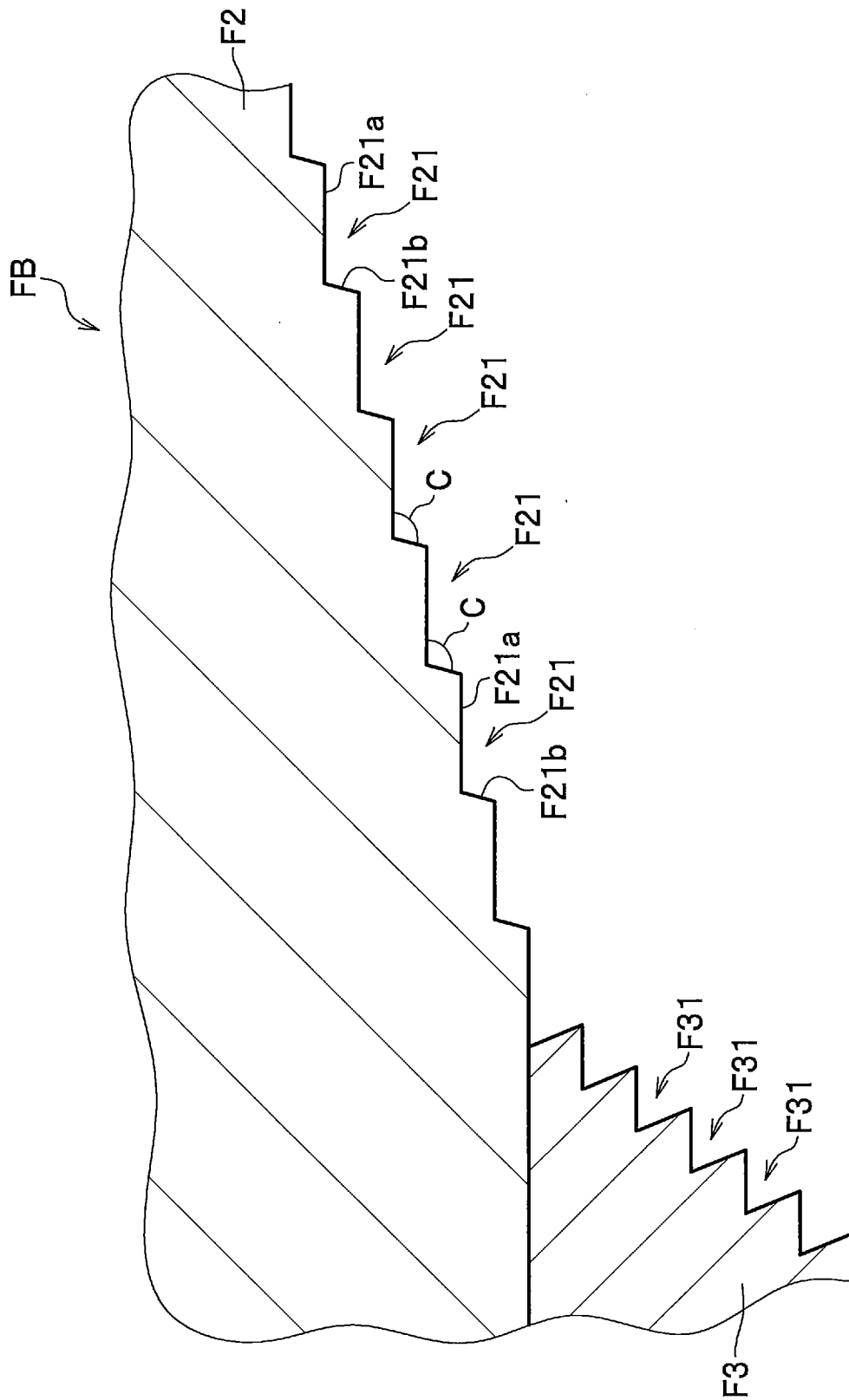
[図2]



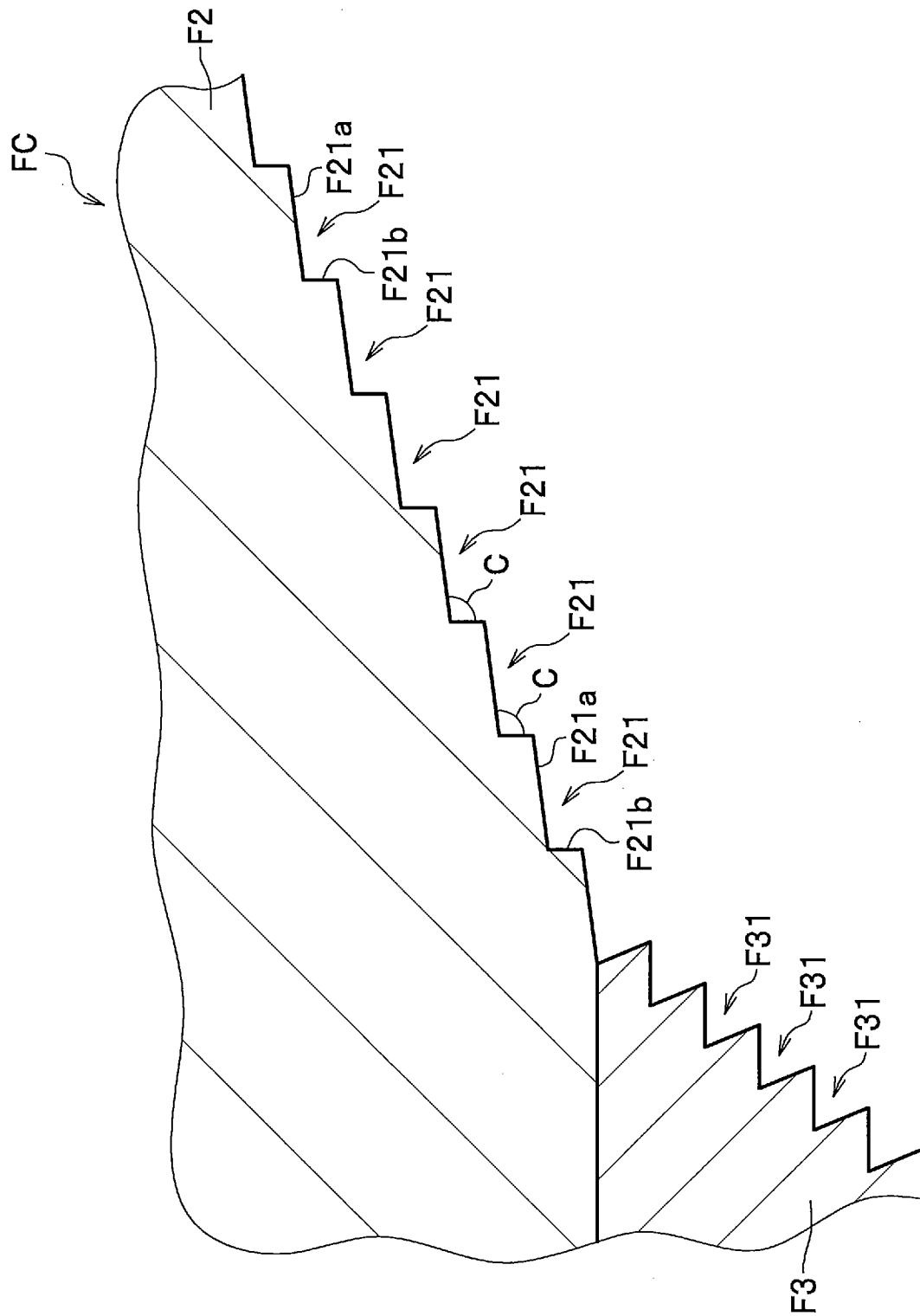
[図3]



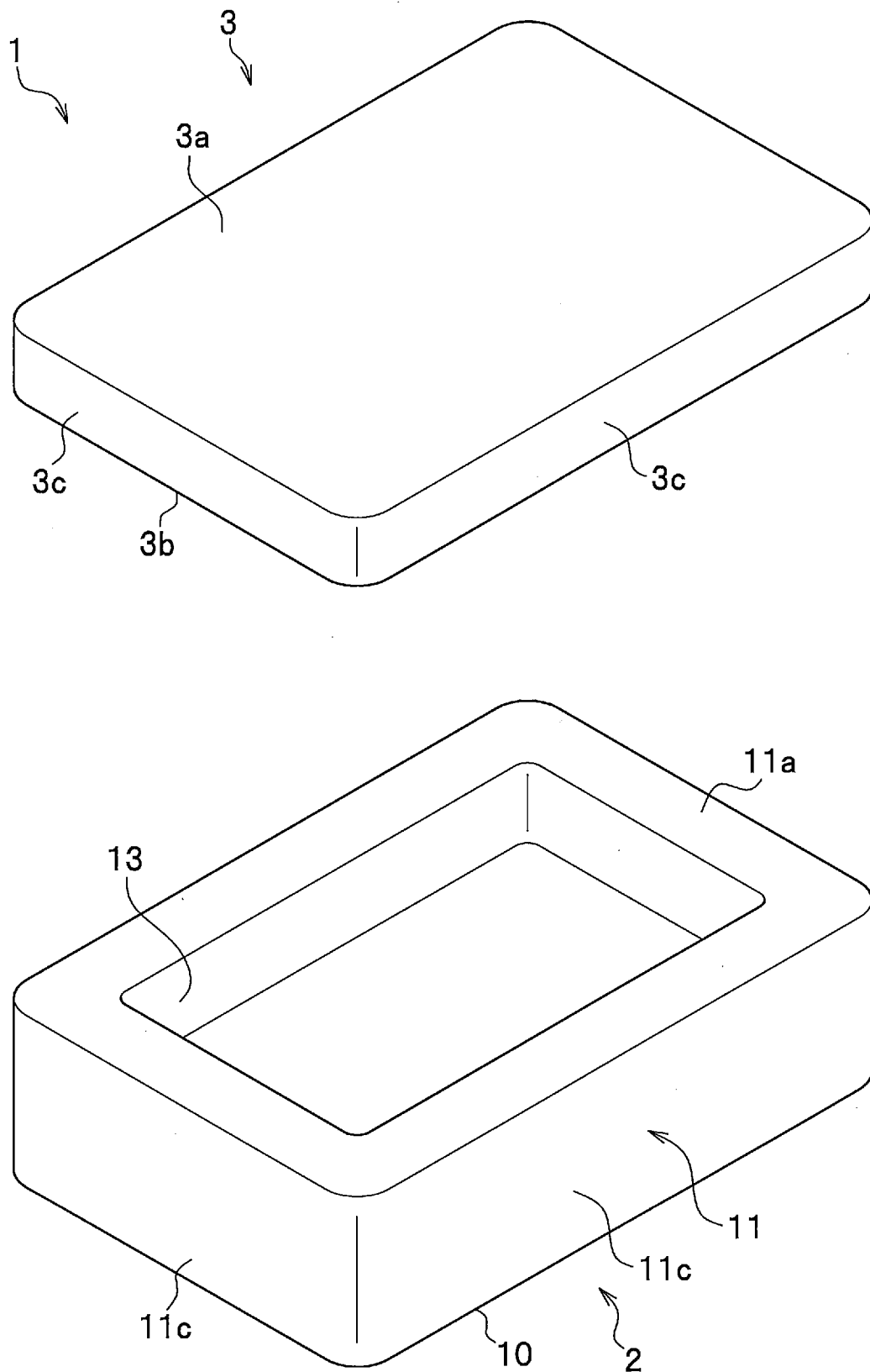
[図4]



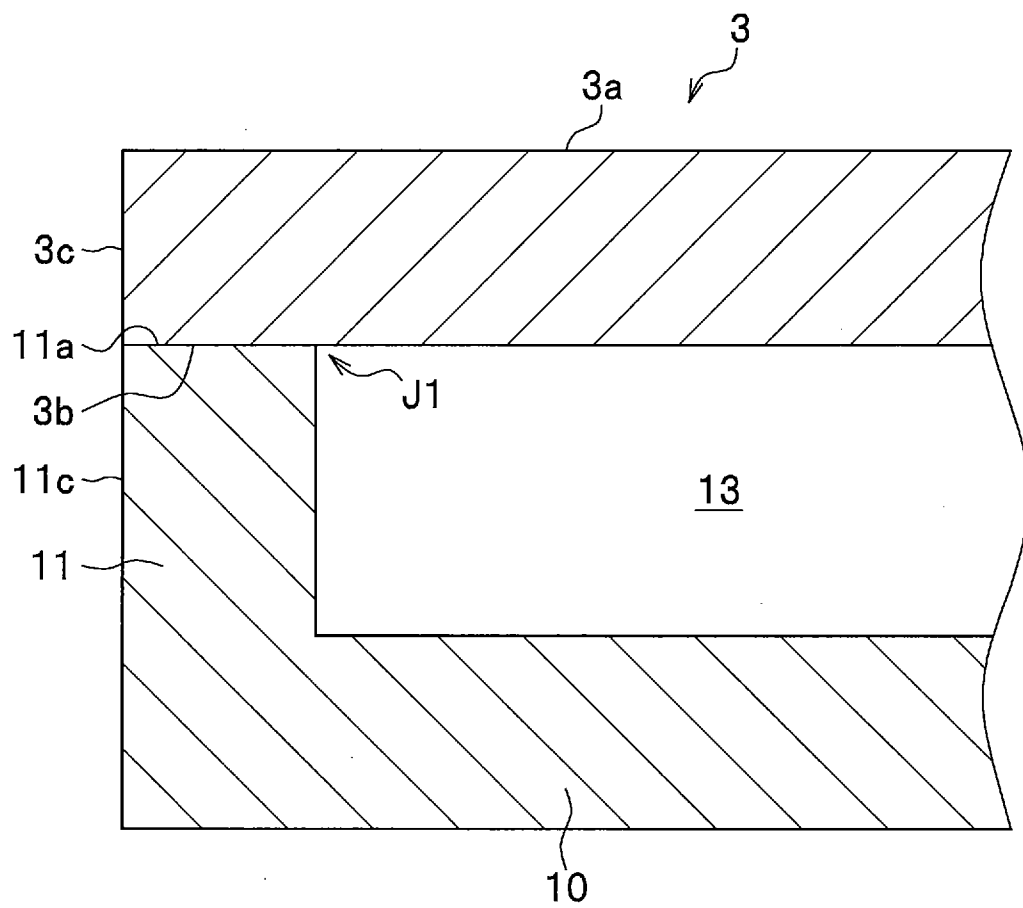
[図5]



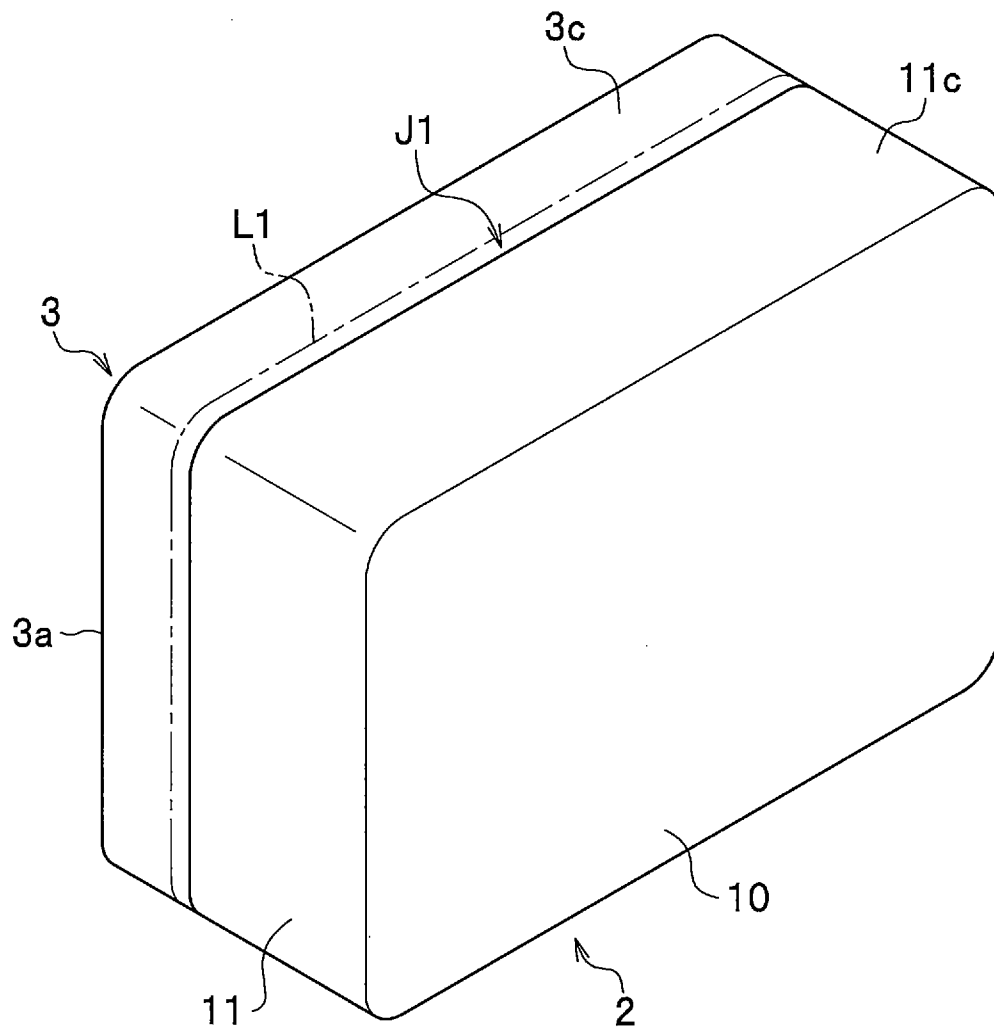
[図6]



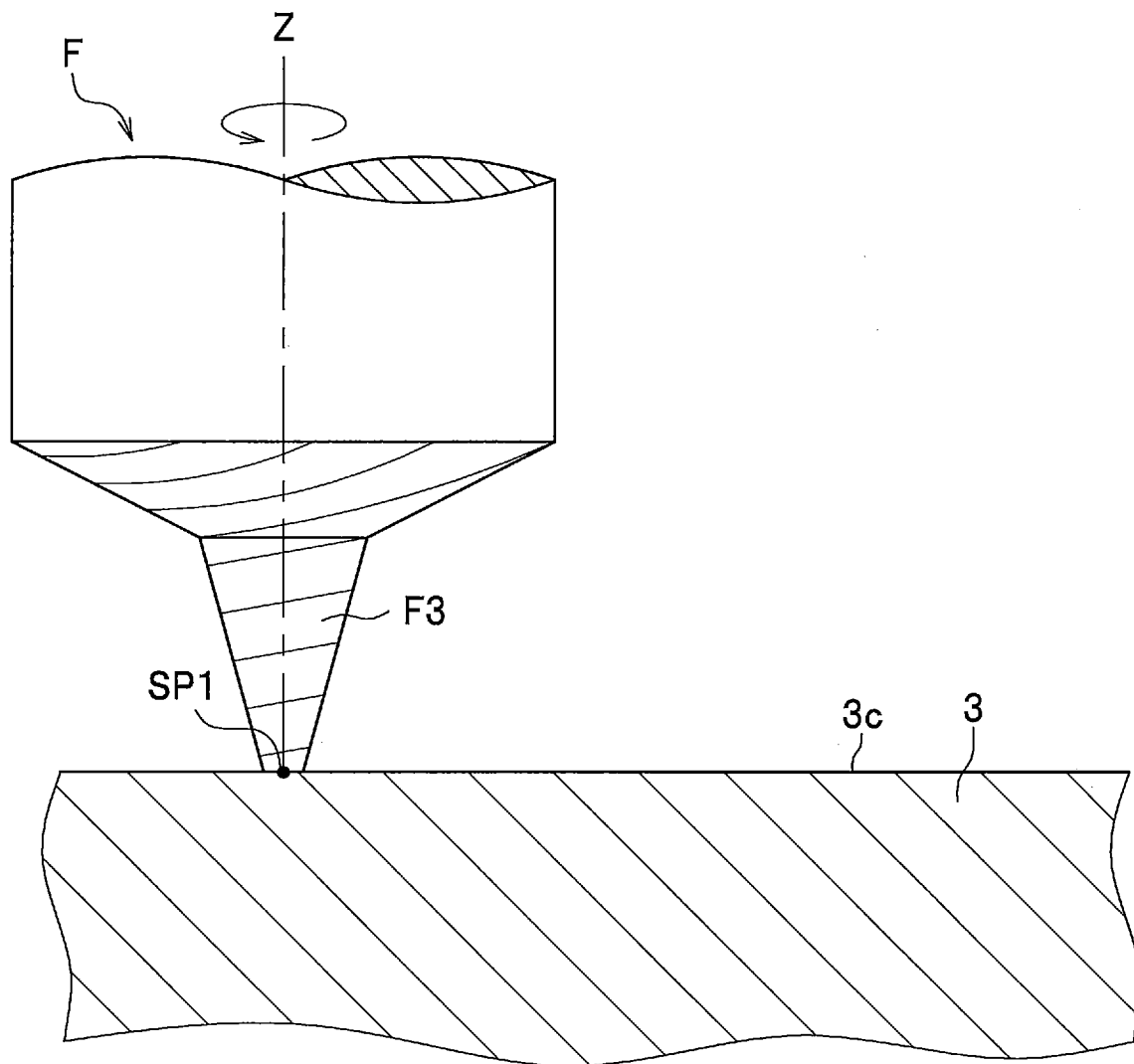
[図7]



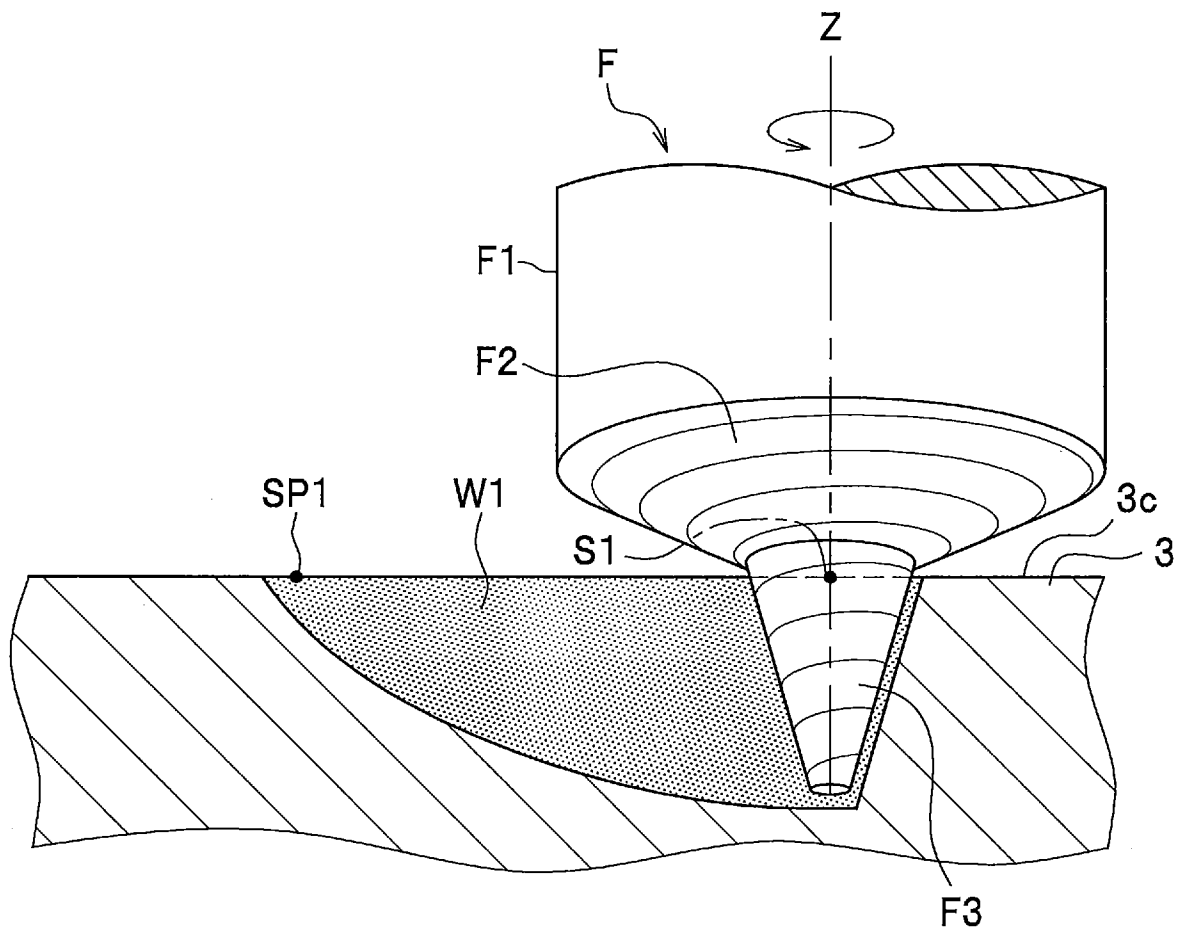
[図8]



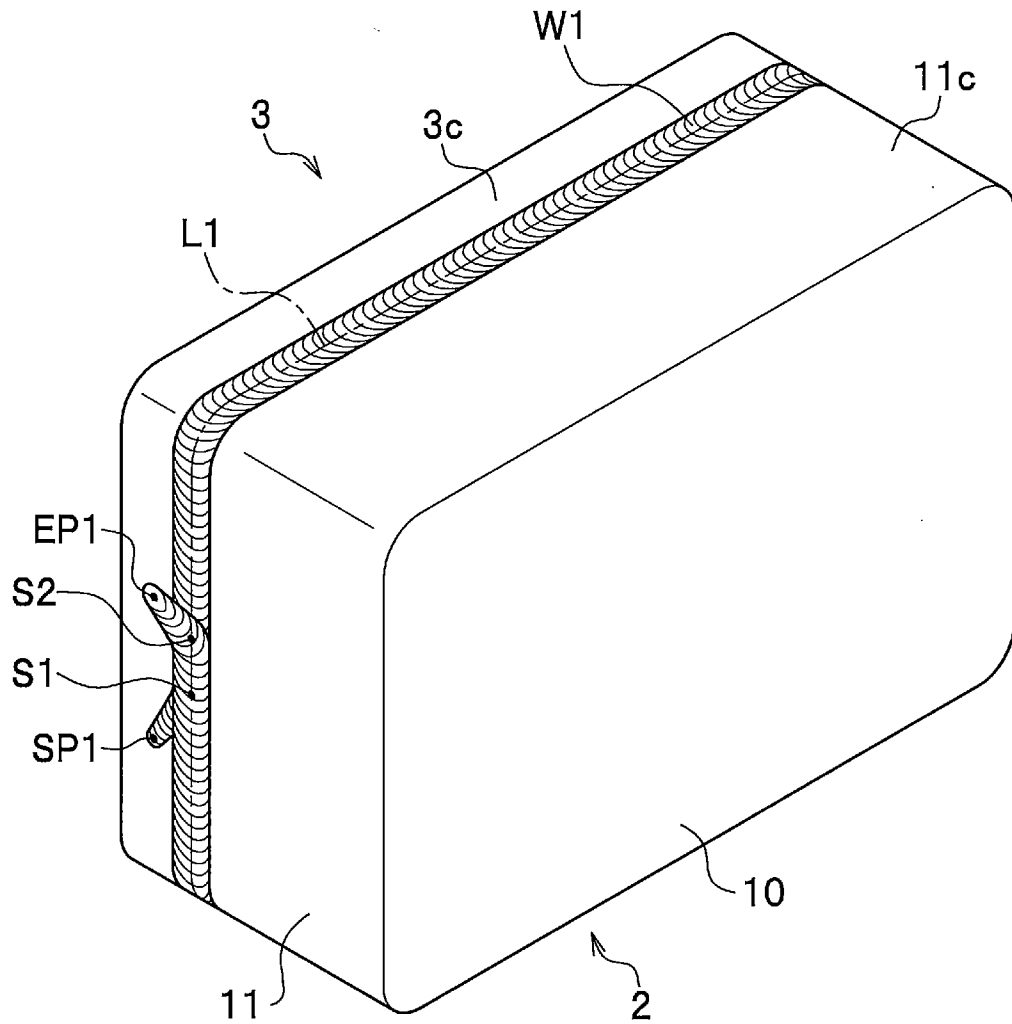
[図10]



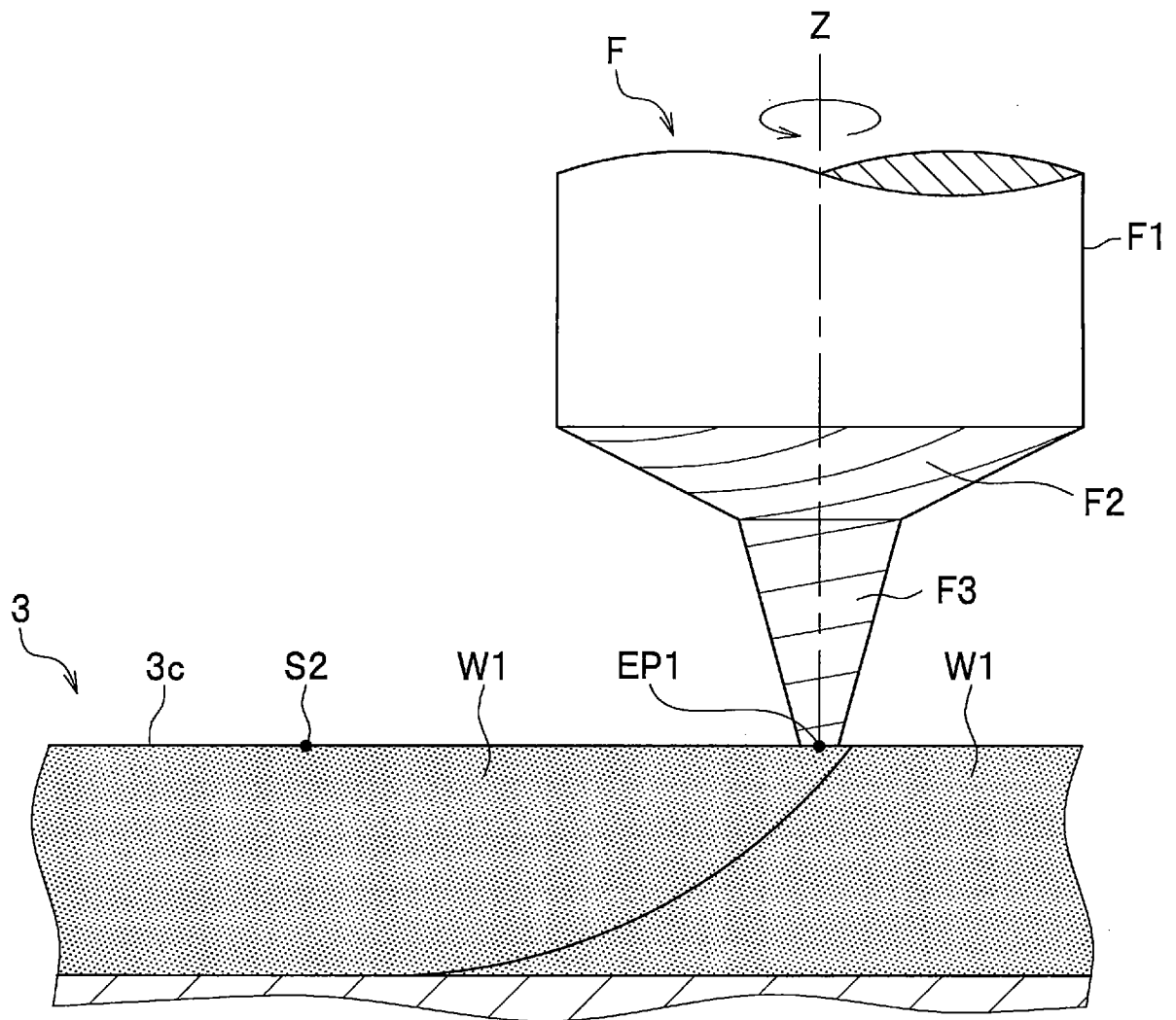
[図11]



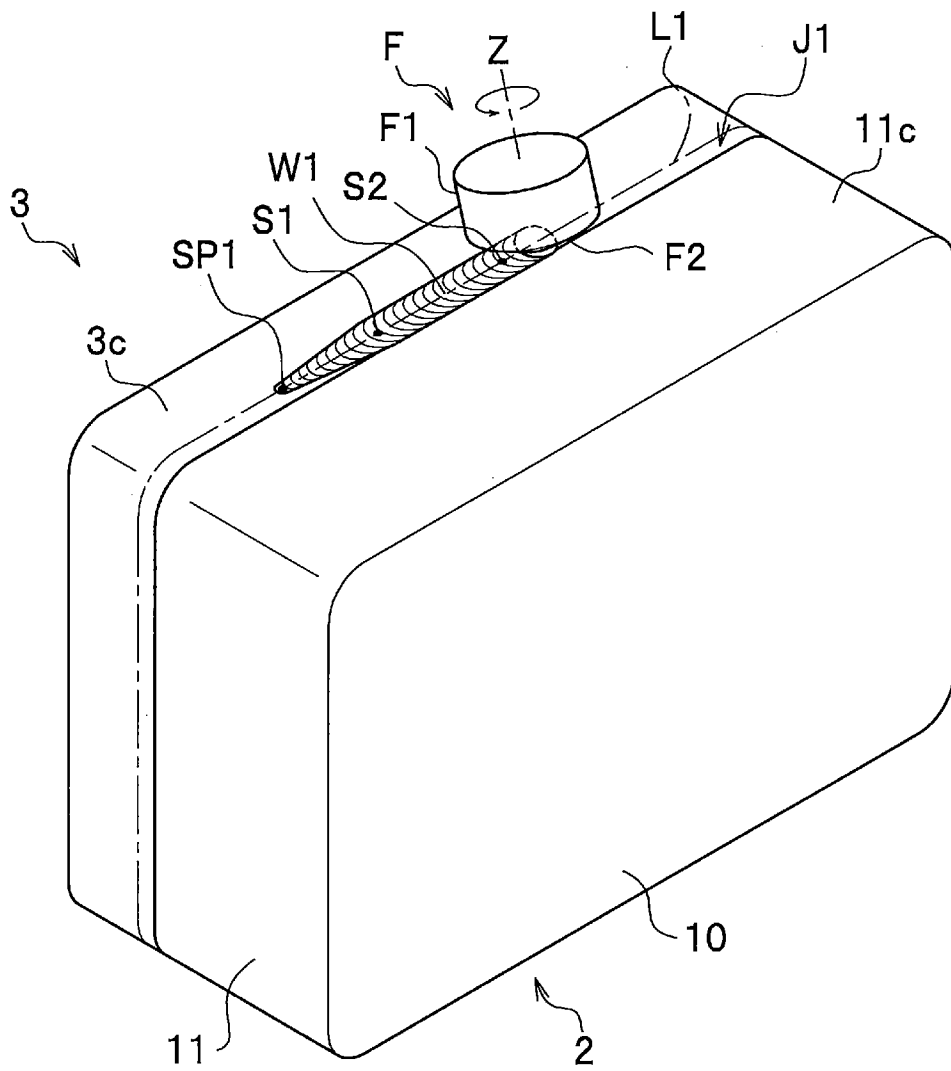
[図13]



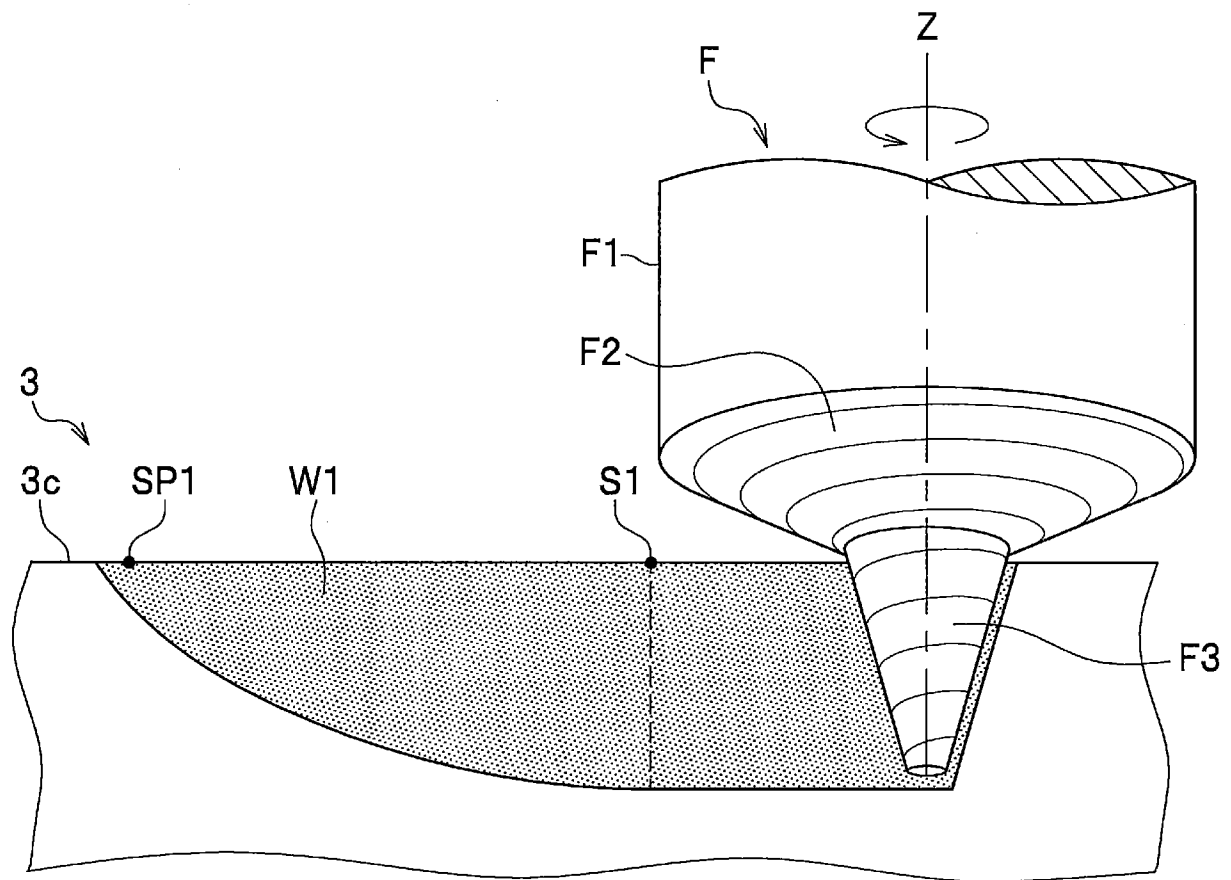
[図14]



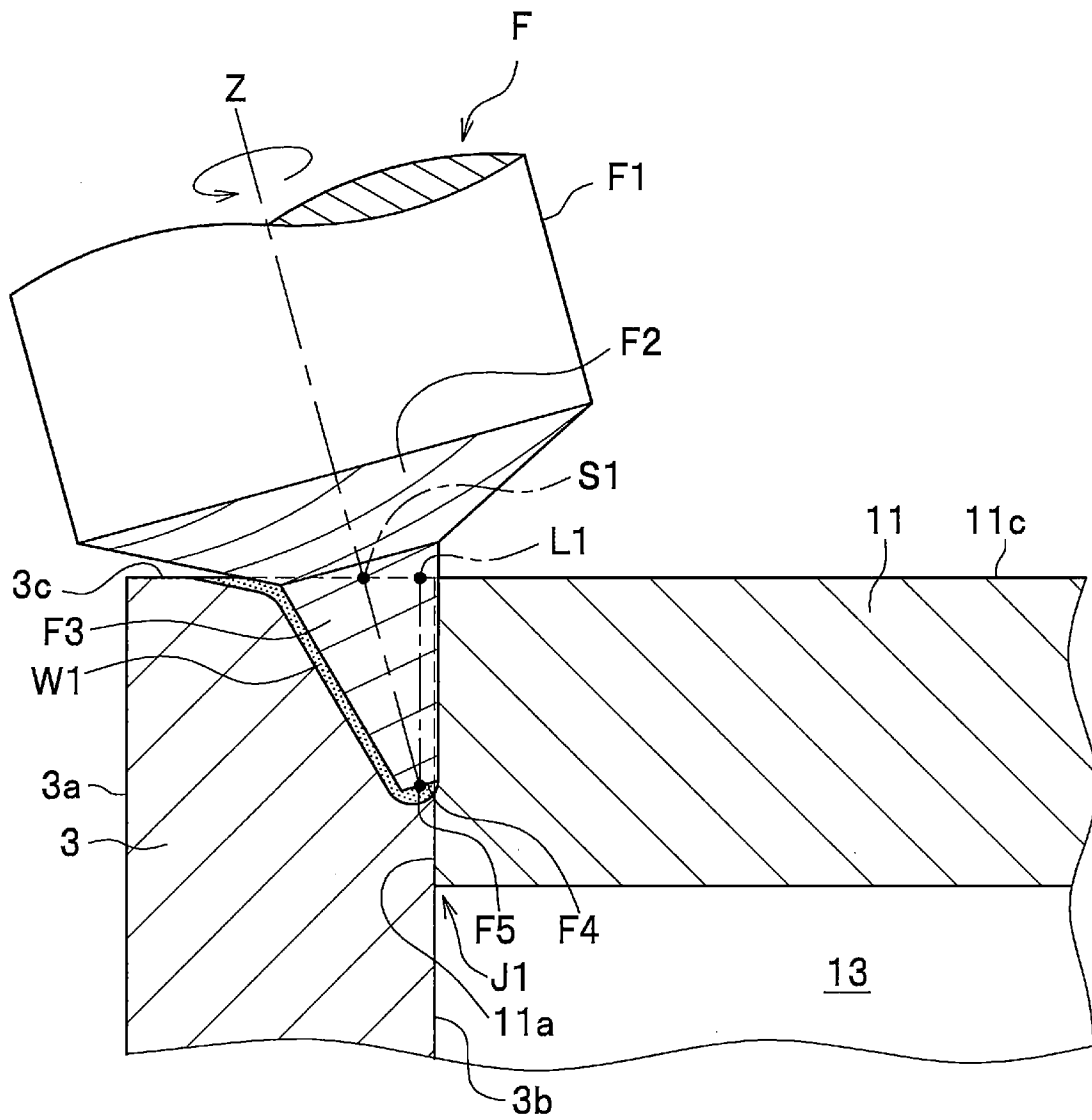
[図16]



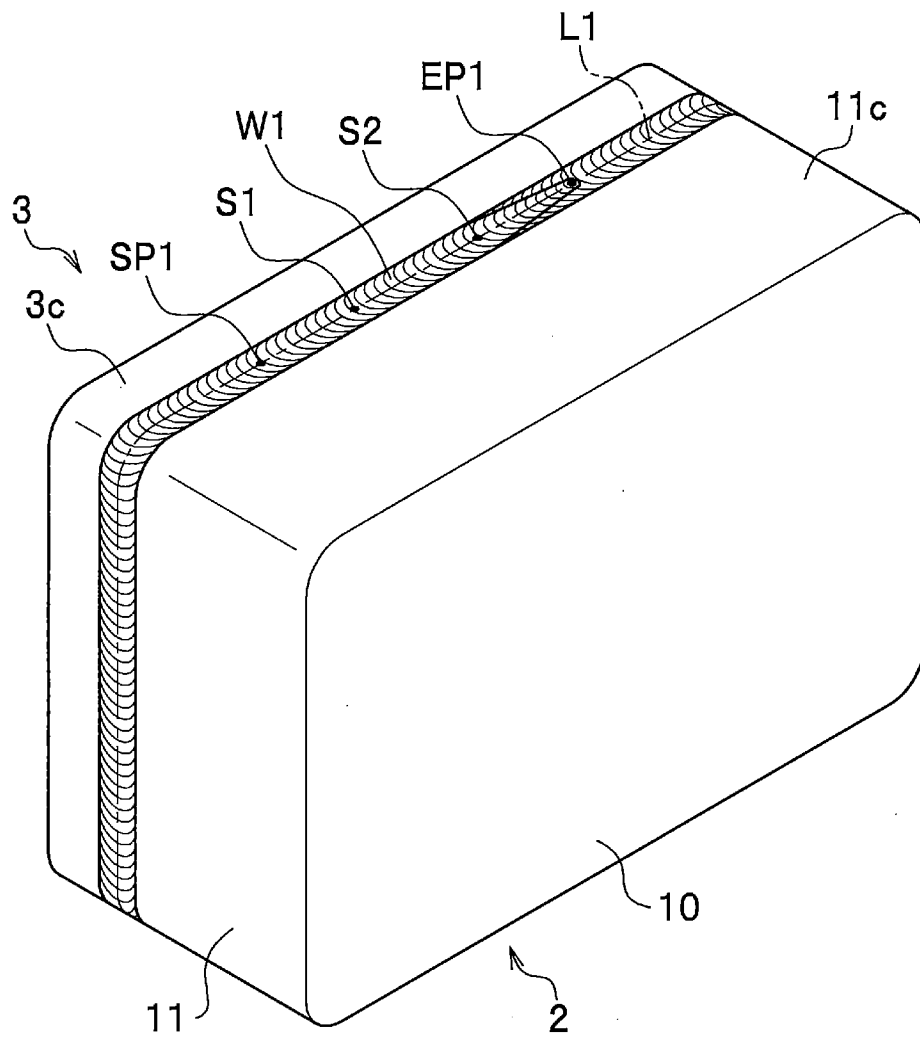
[図17]



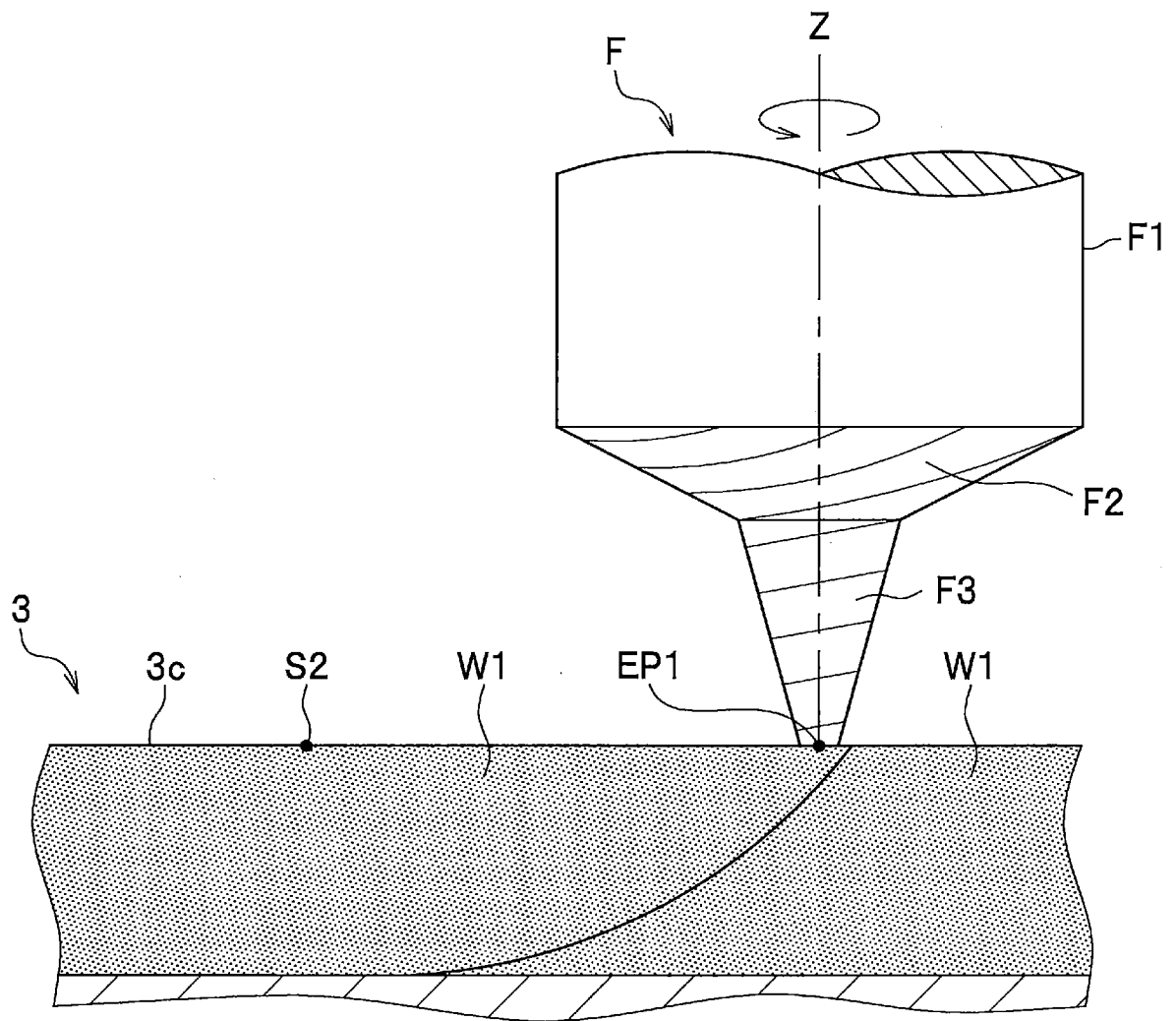
[図18]



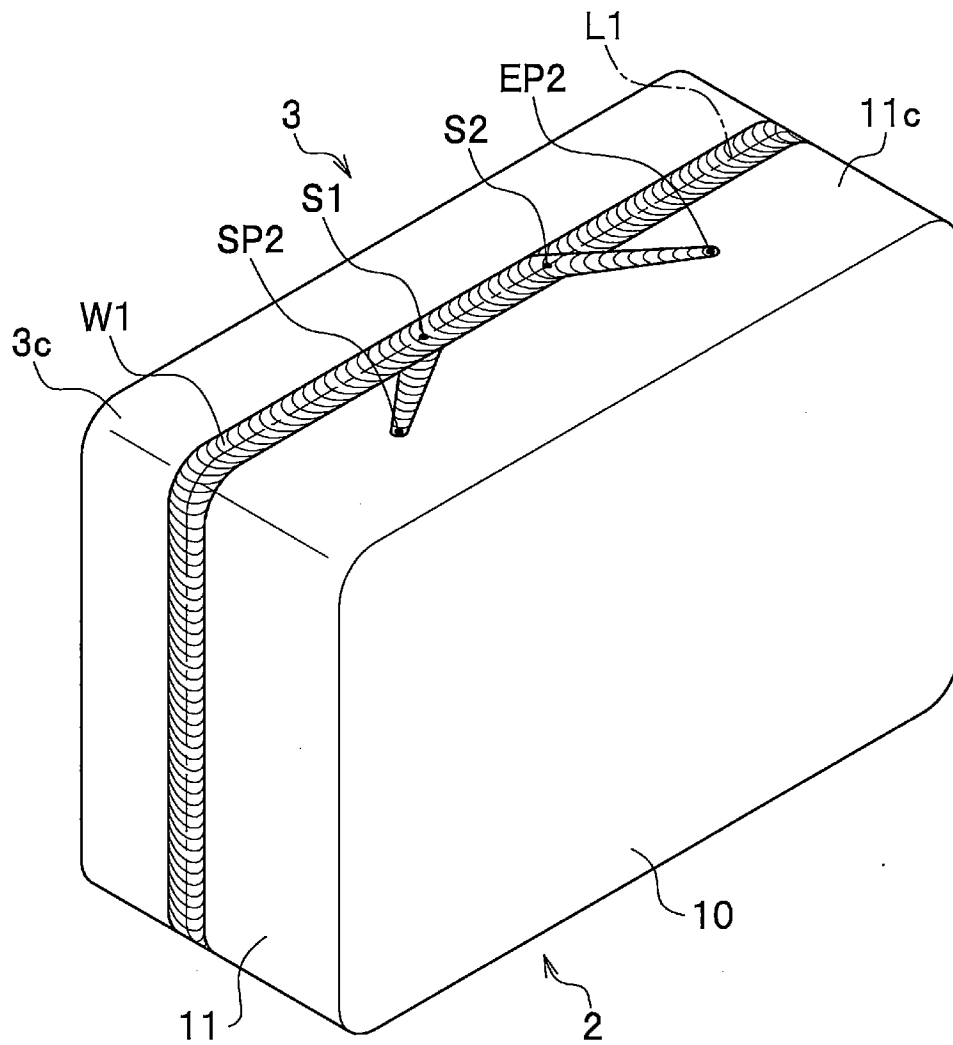
[図19]



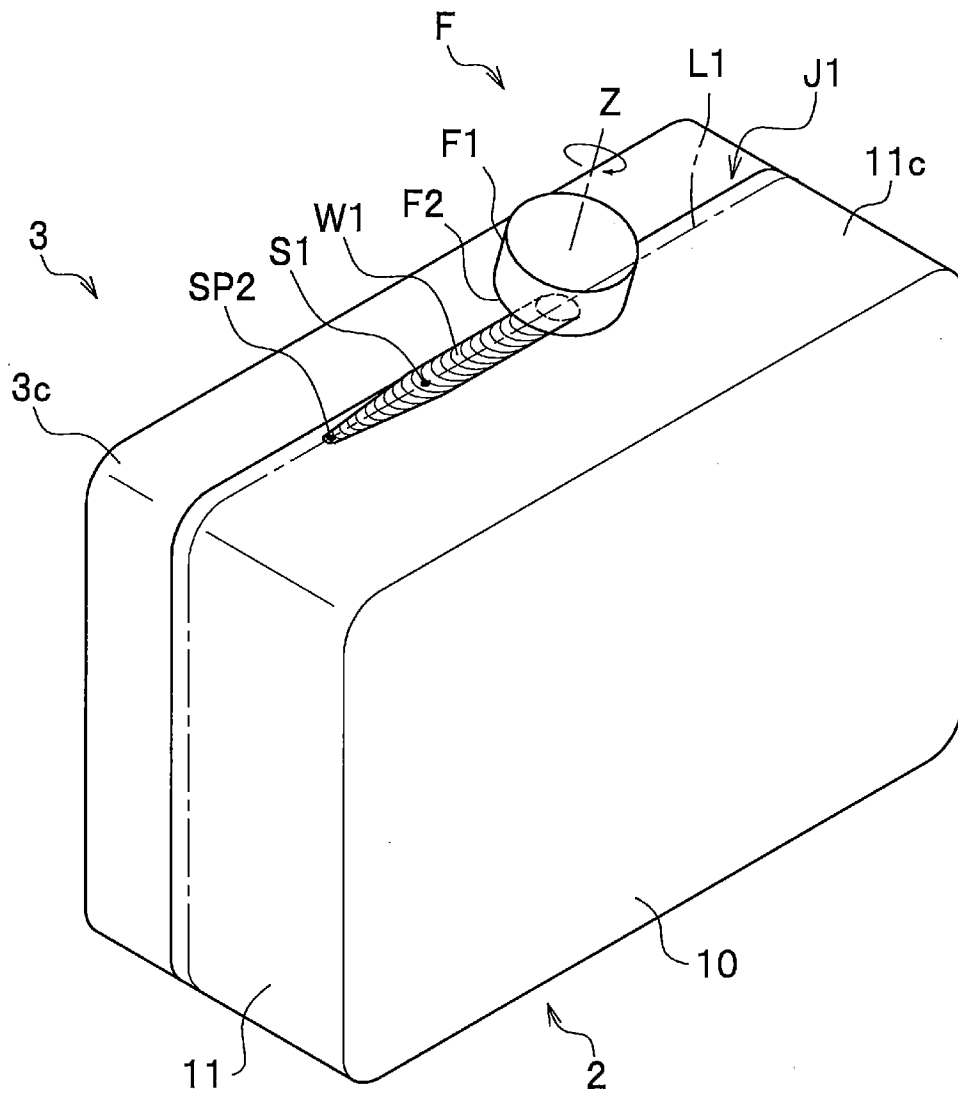
[図20]



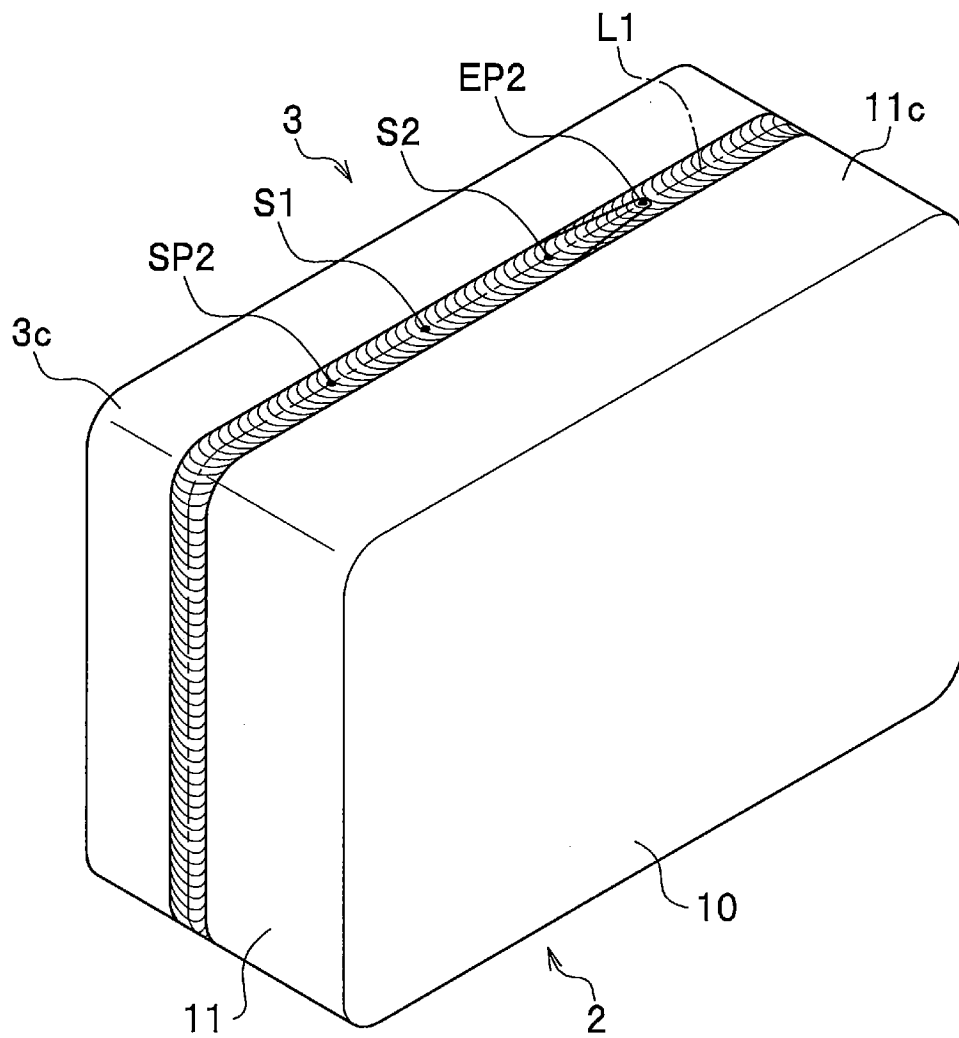
[図23]



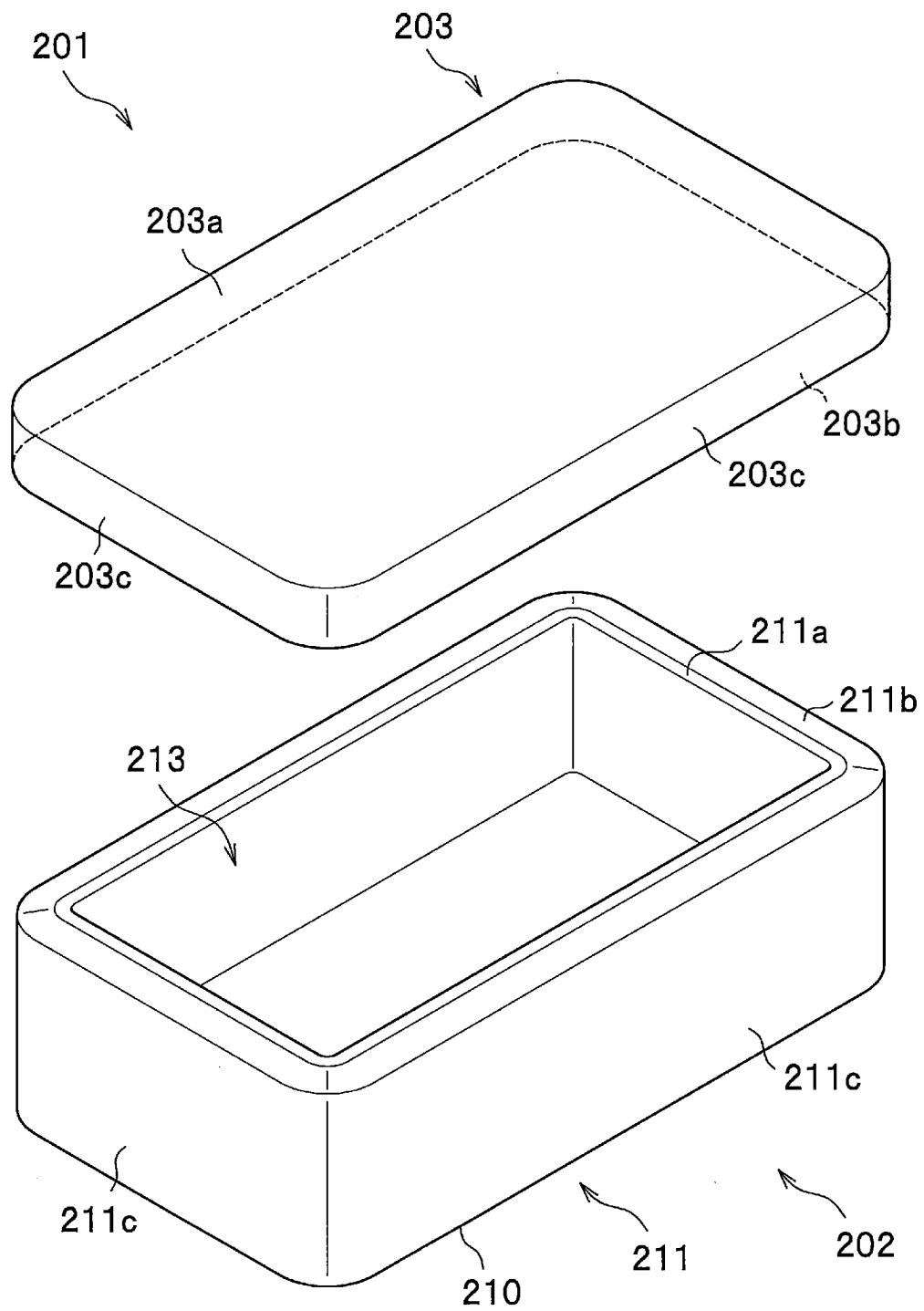
[図25]



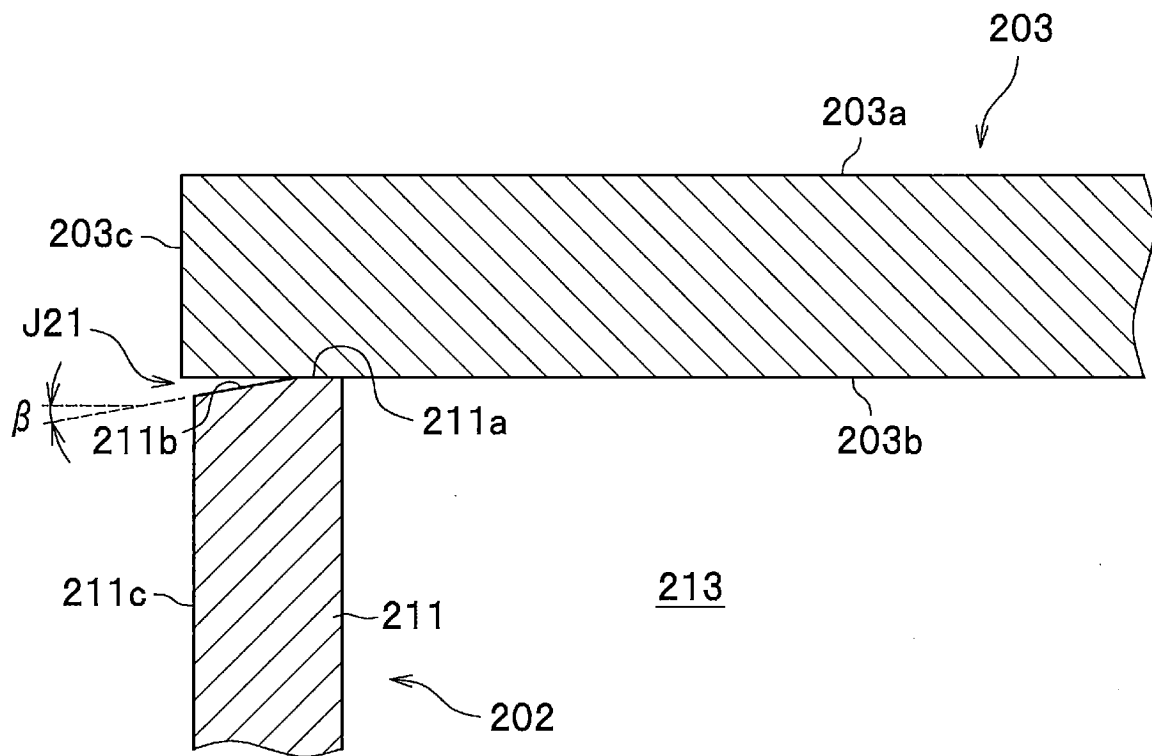
[図26]



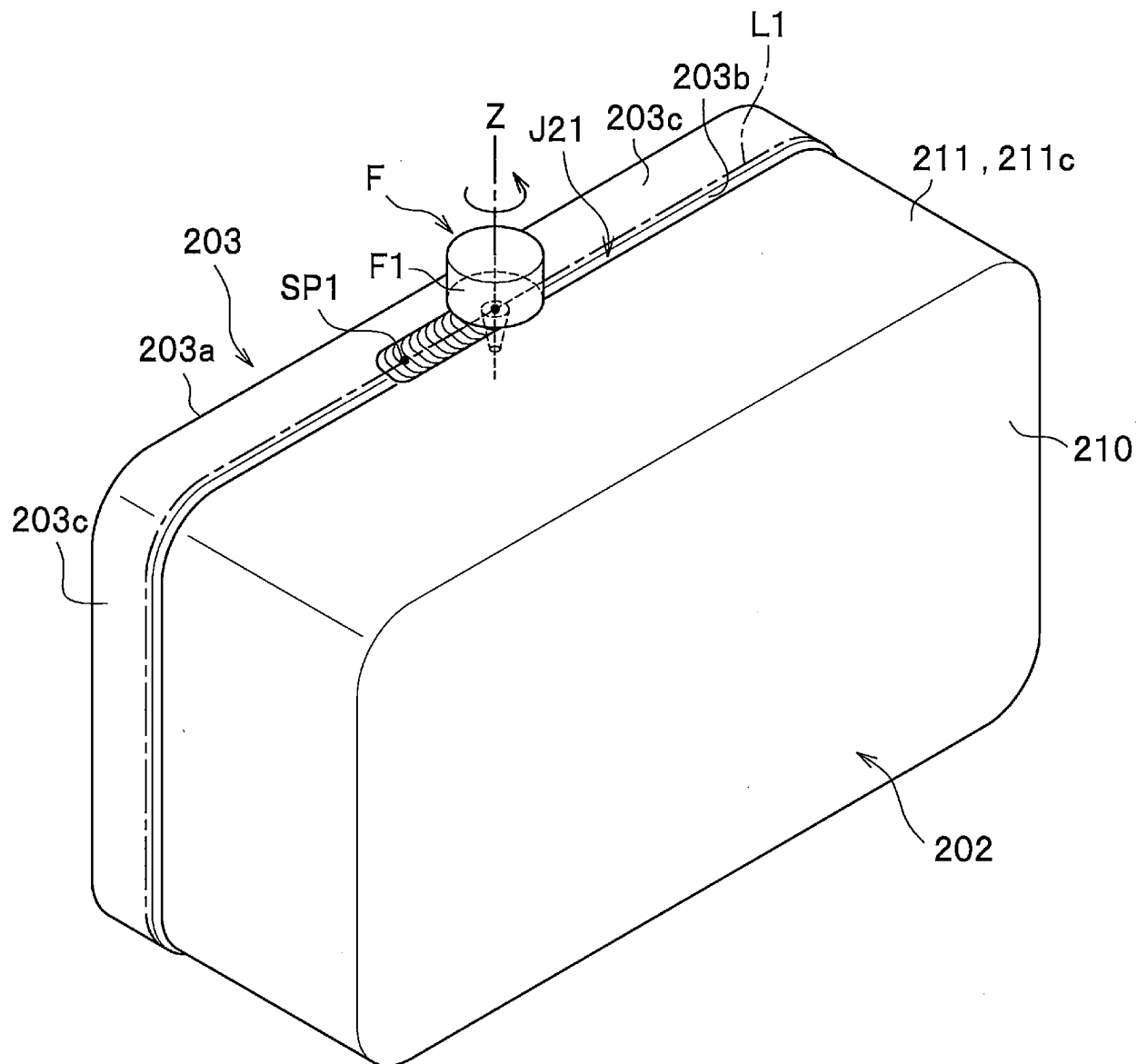
[図27]



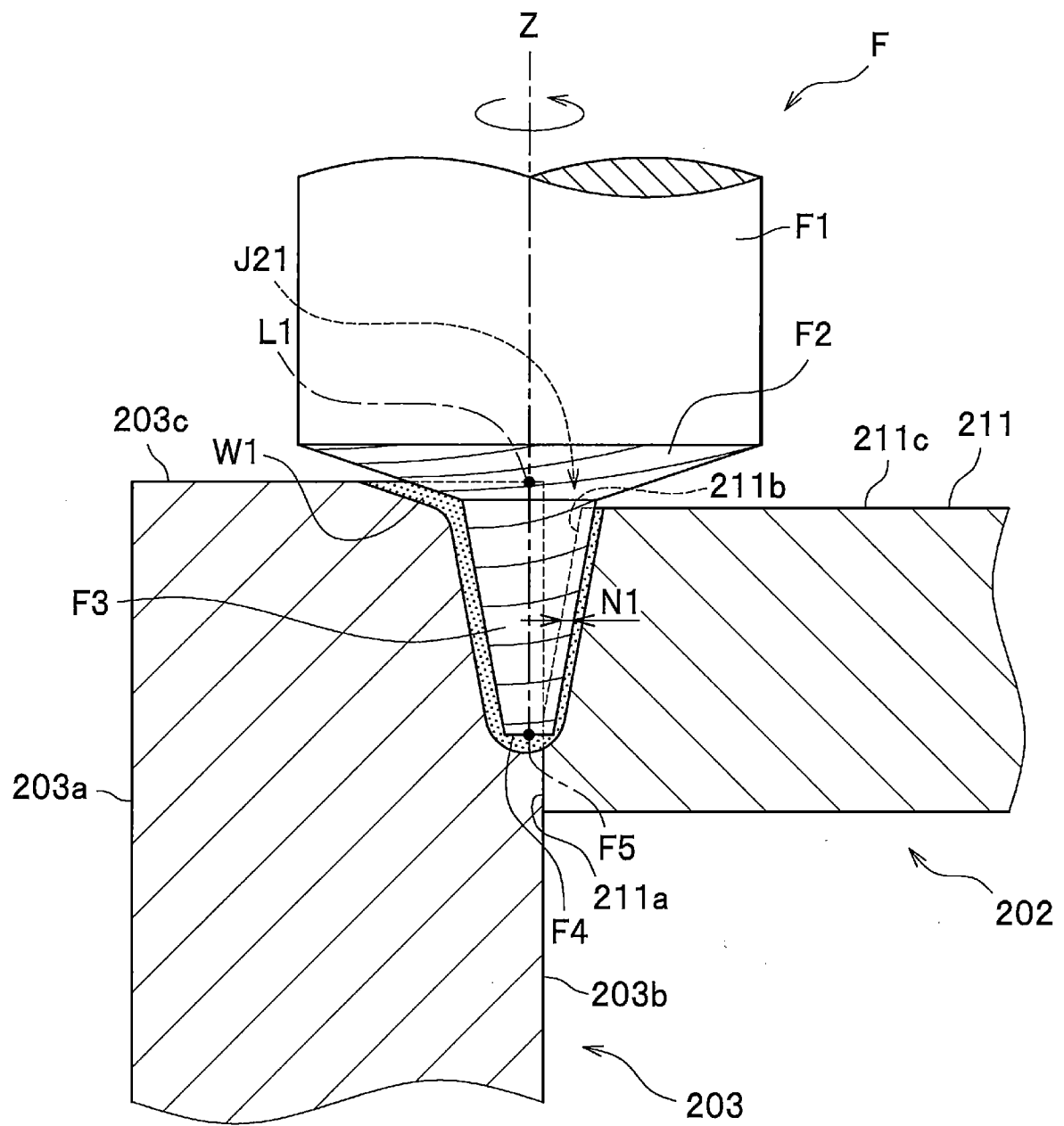
[図28]



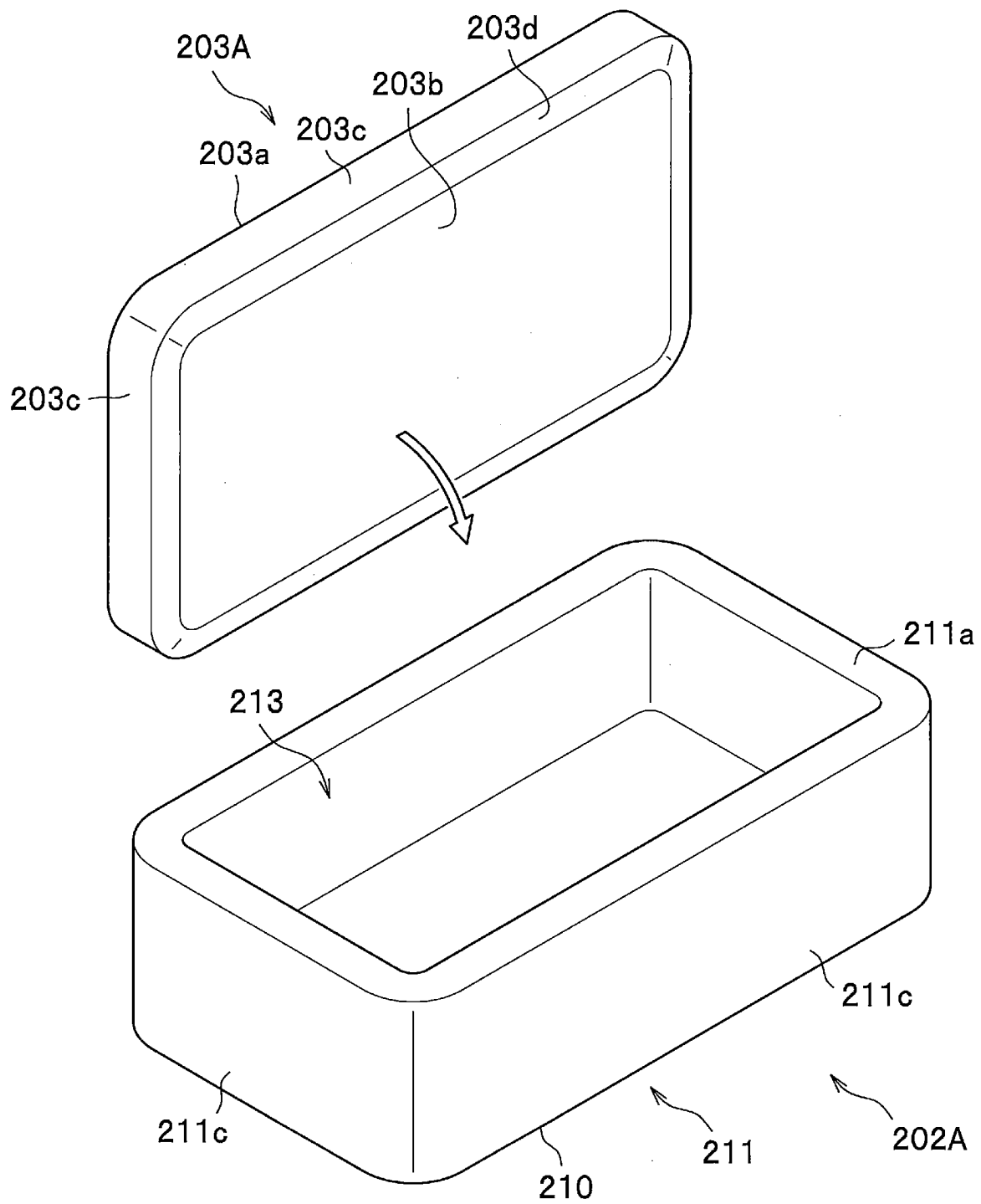
[図29]



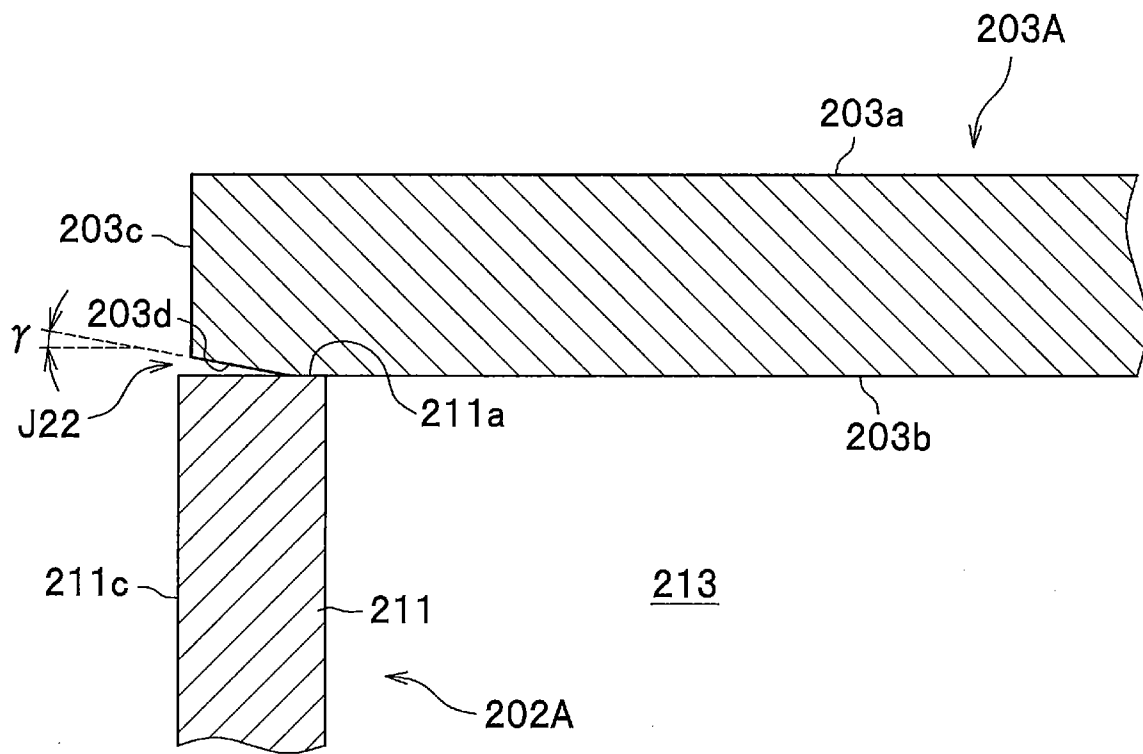
[図30]



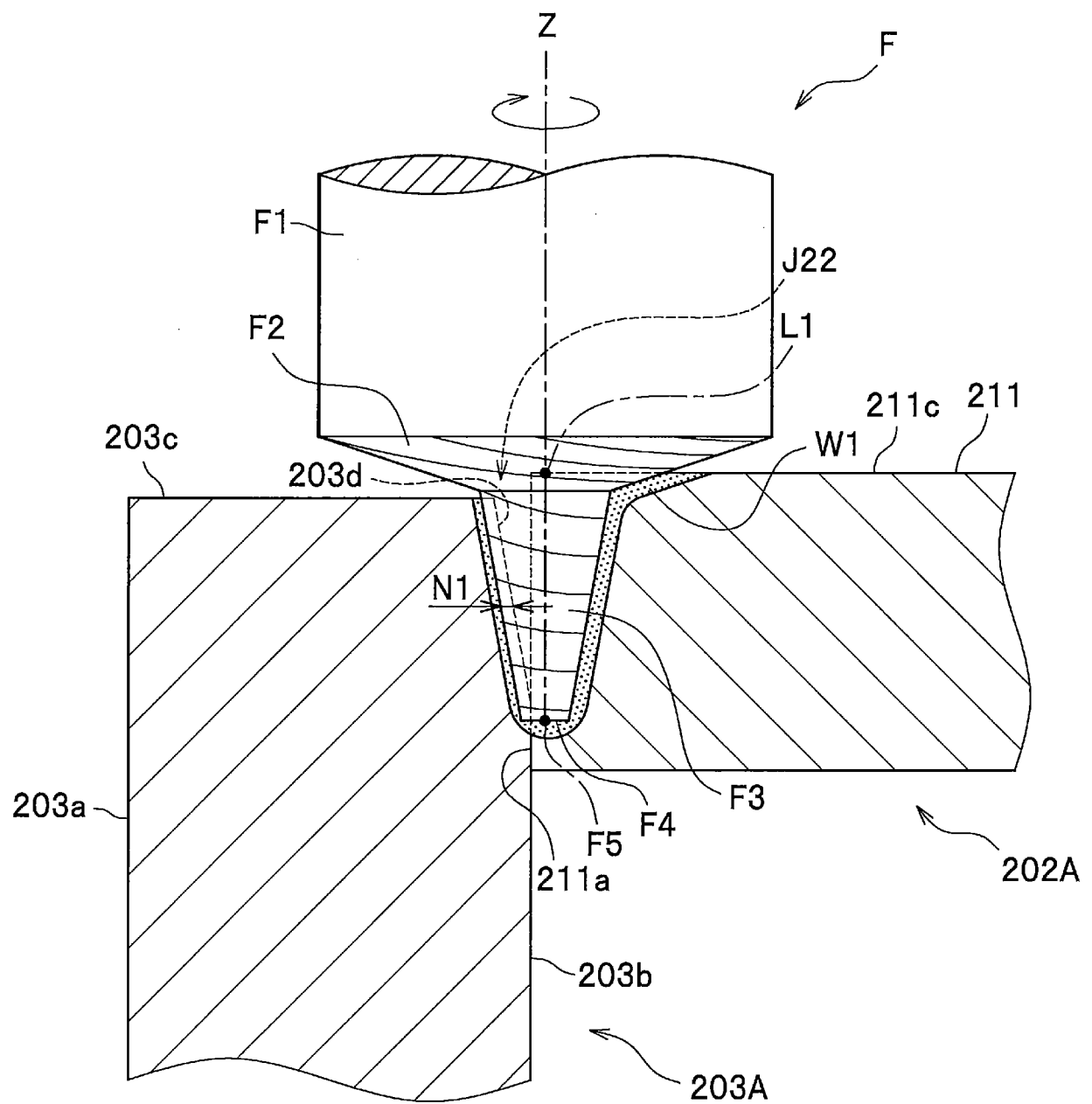
[図31]



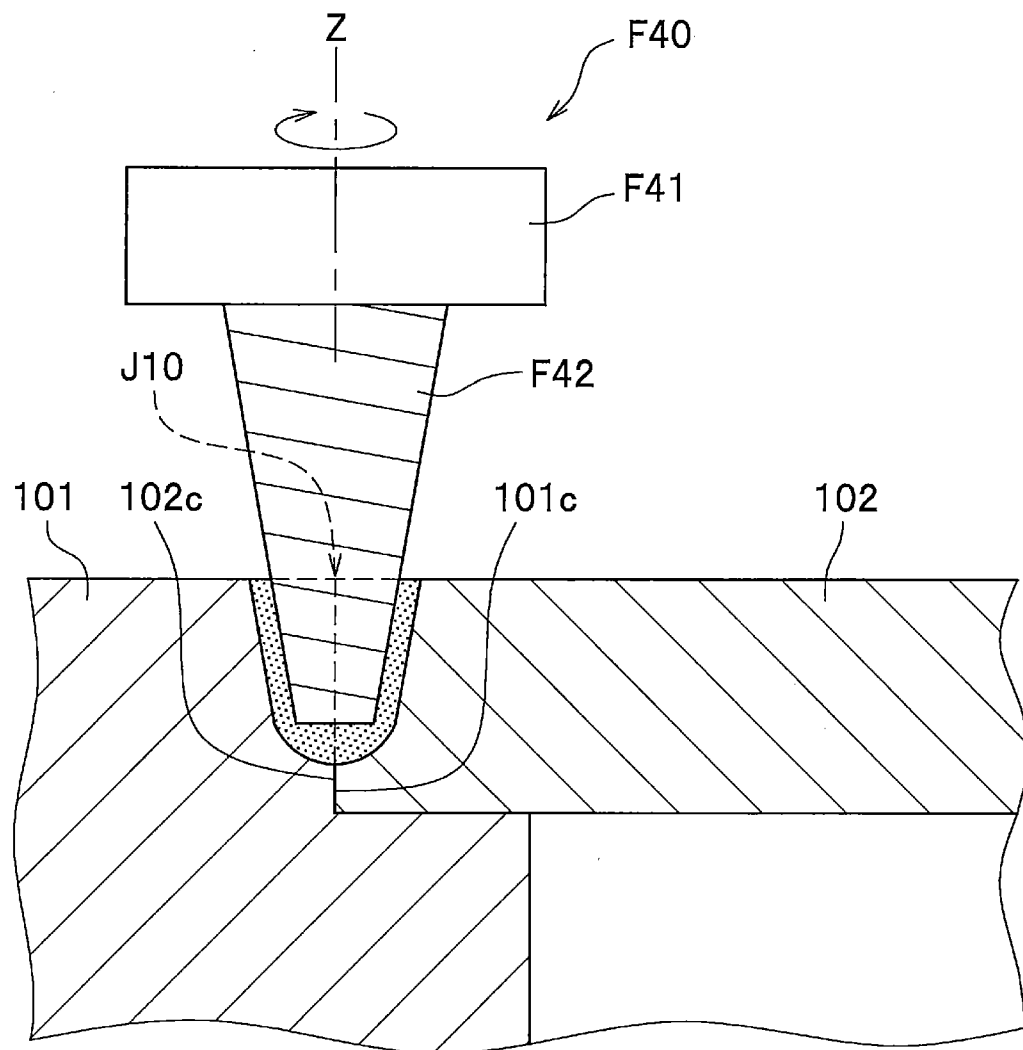
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B23K20/12 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B23K20/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
A	WO 2018/193639 A1 (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 25 October 2018, paragraphs [0035], [0055], fig. 1, 8 (Family: none)	1-34
A	JP 2016-87650 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 23 May 2016, paragraphs [0051], [0147], fig. 3, 7 & US 2018/0272479 A1, paragraphs [0224], [0320], fig. 27, 31 & WO 2016/072211 A1 & TW 201628750 A & CN 107000114 A	1-34
A	JP 2016-215264 A (TOSHIBA CORP.) 22 December 2016, fig. 1, 2 (Family: none)	1-34
A	JP 2010-279958 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 16 December 2010, fig. 1-3 (Family: none)	1-34



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
19.11.2019

Date of mailing of the international search report
26.11.2019

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/JP2019/036042

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-11239 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 20 January 2011, fig. 7, 8 (Family: none)	1-34

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
A	WO 2018/193639 A1 (日本軽金属株式会社) 2018.10.25, 段落 0035, 0055 及び図 1, 8 (ファミリーなし)	1-34
A	JP 2016-87650 A (日本軽金属株式会社) 2016.05.23, 段落 0051, 0147 及び図 3, 7 & US 2018/0272479 A1, 段落 0224, 0320 及び図 27, 31 & WO 2016/072211 A1 & TW 201628750 A & CN 107000114 A	1-34

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

19.11.2019

国際調査報告の発送日

26.11.2019

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)

奥隅 隆

3 P

4016

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
A	JP 2016-215264 A (株式会社東芝) 2016. 12. 22, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-34
A	JP 2010-279958 A (日本軽金属株式会社) 2010. 12. 16, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-34
A	JP 2011-11239 A (日本軽金属株式会社) 2011. 01. 20, 図 7-8 (ファミリーなし)	1-34