

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年8月8日(08.08.2019)



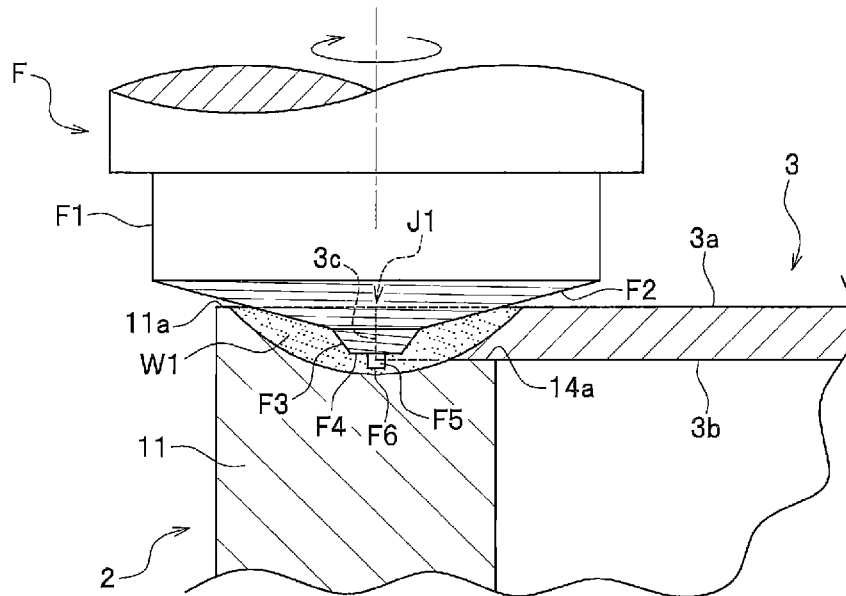
(10) 国際公開番号

WO 2019/150620 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/030412
- (22) 国際出願日: 2018年8月16日(16.08.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-016554 2018年2月1日(01.02.2018) 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). 山中 宏介(YAMANAKA Kosuke); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所(ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID COOLING JACKET

(54) 発明の名称: 液冷ジャケットの製造方法



(57) Abstract: The present invention is characterized in that: a main joining rotary tool (F) is provided with a base end-side pin (F2) and a tip-side pin (F3); the taper angle of the base end-side pin (F2) is larger than the taper angle of the tip-side pin (F3); a stair-like pin stepped part is formed on the outer circumferential surface of the base end-side pin (F2); the tip-side pin (F3) is provided with a flat surface (F4), which is perpendicular to the rotation axis of the main joining rotary tool (F), and a protruding part (F5), which protrudes from the flat surface (F4); and in a first main joining step and a second main joining step, friction stirring is performed in a state in which the flat surface (F4) of the tip-side pin (F3) and the base end-side pin (F2) are brought into contact with a jacket main body (2) and a seal body (3), and a tip surface (F6) of the protruding part (F5) is brought into contact with only the jacket main body (2).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 本接合用回転ツール (F) は、基端側ピン (F 2) と、先端側ピン (F 3) とを備え、基端側ピン (F 2) のテーパ角度は、先端側ピン (F 3) のテーパ角度よりも大きくなっており、基端側ピン (F 2) の外周面には階段状のピン段差部が形成されており、先端側ピン (F 3) は、本接合用回転ツール (F) の回転軸に対して垂直な平坦面 (F 4) を備えるとともに、平坦面 (F 4) から突出する突起部 (F 5) を備え、第一本接合工程及び第二本接合工程では、ジャケット本体 (2) 及び封止体 (3) に先端側ピン (F 3) の平坦面 (F 4) 及び基端側ピン (F 2) を接触させるとともに、突起部 (F 5) の先端面 (F 6) をジャケット本体 (2) のみに接触させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする。

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] 摩擦攪拌接合に用いられる回転ツールとして、ショルダ部と、ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを備えたものが知られている。当該回転ツールは、ジャケット本体と封止体とで構成される液冷ジャケットの製造にも使用される。回転ツールは、ショルダ部の下端面を金属部材に押し込んだ状態で摩擦攪拌接合を行うというものである。ショルダ部を金属部材に押し込むことにより塑性流動材を押えてバリの発生を抑制することができる。しかし、接合の高さ位置が変化すると欠陥が発生しやすく、凹溝が大きくなるとともにバリが多く発生するという問題がある。

[0003] 一方、攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて二つの金属部材を接合する摩擦攪拌接合方法であって、金属部材同士の突合部に回転した攪拌ピンを挿入し、攪拌ピンのみを金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う本接合工程を含むことを特徴とする摩擦攪拌接合方法が知られている（特許文献1）。当該従来技術によれば、攪拌ピンの外周面には螺旋溝が刻設されており、攪拌ピンのみを被接合部材に接触させつつ基端部を露出させた状態で摩擦攪拌接合を行うため、接合の高さ位置が変化しても欠陥の発生を抑制することができるとともに、摩擦攪拌装置への負荷も軽減することができる。しかし、ショルダ部で塑性流動材を押えないため、金属部材の表面の凹溝が大きくなるとともに、接合表面粗さが大きくなるという問題がある。また、凹溝の脇に膨出部（接合前に比べて金属部材の表面が膨らむ部位）が形成されるという問題がある。

[0004] 他方、特許文献2には、ショルダ部と、ショルダ部から垂下する攪拌ピンとを備えた回転ツールが記載されている。ショルダ部及び攪拌ピンの外周面

にはそれぞれテーパ一面が形成されている。ショルダ部のテーパ一面には、平面視渦巻き状の溝が形成されている。当該溝の断面形状は半円状になっている。テーパ一面を設けることにより、金属部材の厚さや接合の高さ位置が変化しても安定して接合することができる。また、当該溝に塑性流動材が入り込むことにより、塑性流動材の流れを制御して好適な塑性化領域を形成できるというものである。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2013-39613号公報
特許文献2：特許第4210148号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかし、特許文献2の従来技術であると、塑性流動材がテーパ一面の溝の内部に入り込んでしまうため、溝が機能しなくなるという問題がある。また、当該溝に塑性流動材が入り込むと、塑性流動材が溝に付着した状態で摩擦攪拌されるため、被接合金属部材と付着物が擦れ合って接合品質が低下するという問題がある。さらに、被接合金属部材の表面が粗くなり、バリが多くなるとともに、金属部材の表面の凹溝も大きくなるという問題がある。
- [0007] このような観点から、本発明は、金属部材の表面の凹溝を小さくすることができるとともに、接合表面粗さを小さく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

- [0008] このような課題を解決するために本発明は、底部、前記底部の周縁から立ち上がる周壁部及び前記底部から立ち上がる支柱を有するジャケット本体と、前記支柱の先端が挿入される孔部を備えるとともに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、前記周壁部の内

周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する周壁段差部を形成し、且つ前記支柱の支柱端面を前記周壁部の周壁端面と同一の高さ位置に形成するとともに、前記支柱の先端の外周に段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する支柱段差部を形成する準備工程と、前記ジャケット本体に前記封止体を載置する載置工程と、前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わされた第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第一本接合工程と、前記支柱段差部の段差側面と前記孔部の孔壁とが突き合わされた第二突合せ部に沿って前記回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第二本接合工程と、を含み、前記回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備える摩擦攪拌用の本接合用回転ツールであって、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、前記先端側ピンは、前記回転ツールの回転軸に対して垂直な平坦面を備えるとともに、前記平坦面から突出する突起部を備え、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを接触させるとともに、前記突起部の先端面を前記ジャケット本体のみに接触させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする。

[0009] また、本発明は、底部、前記底部の周縁から立ち上がる周壁部及び前記底部から立ち上がる支柱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、前記周壁部の内周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する周壁段差部を形成するとともに、前記支柱の支柱端面を前記周壁段差部の段差底面と同一の高さ位置に形成する準備工程と、前記ジャケット本体に前記封止体を載置する載置工程と、前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わされた第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第一本接合工程と、前記支柱の支柱端面と前記封止体の裏面とが重ね合

わされた重合部に対して前記回転ツールを移動させて摩擦攪拌を行う第二本接合工程と、を含み、前記回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備える摩擦攪拌用の本接合用回転ツールであって、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、前記先端側ピンは、前記回転ツールの回転軸に対して垂直な平坦面を備えるとともに、前記平坦面から突出する突起部を備え、前記第一本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを接触させるとともに、前記突起部の先端面を前記ジャケット本体のみに接触させた状態で摩擦攪拌を行い、前記第二本接合工程では、前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを接触させるとともに、前記ジャケット本体に前記突起部の先端面を接触させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする。

[0010] かかる接合方法によれば、テーパ角度の大きい基端側ピンの外周面で封止体を押えることができるため、接合表面の凹溝を小さくすることができるとともに、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。階段状の段差部は浅く、かつ、出口が広いため、基端側ピンで封止体を押えても基端側ピンの外周面に塑性流動材が付着し難い。このため、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。また、先端側ピンを備えることにより深い位置まで容易に挿入することができる。また、回転ツールが突起部を備えることにより、第一突合せ部、第二突合せ部、重合部の接合強度をより高めることができる。

[0011] また、前記準備工程では、前記ジャケット本体をダイキャストで形成するとともに前記底部が表面側に凸となるように形成し、かつ、前記封止体が表面側に凸となるように形成することが好ましい。

[0012] 摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域に熱収縮が発生し、液冷ジャケットの封止体側が凹となるように変形するおそれがあるが、かかる製造方法に

よれば、ジャケット本体及び封止体を予め凸にしておき、熱収縮を利用することで液冷ジャケットを平坦にすることができる。

[0013] また、前記ジャケット本体の変形量を予め計測しておき、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程において、前記回転ツールの挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

[0014] かかる製造方法によれば、ジャケット本体及び封止体を凸状に湾曲させて摩擦攪拌接合を行った場合でも、液冷ジャケットに形成される塑性化領域の長さ及び幅を一定にすることができる。

[0015] また、本願第一発明において、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程に先だって、前記第一突合せ部及び前記第二突合せ部の少なくともいずれかを仮接合する仮接合工程を含むことが好ましい。

また、本願第二発明において、前記第一本接合工程に先だって、前記第一突合せ部を仮接合する仮接合工程を含むことが好ましい。

[0016] かかる製造方法によれば、仮接合を行うことで第一本接合工程、第二本接合工程の際の各突合せ部の目開きを防ぐことができる。

[0017] また、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、冷却媒体が流れる冷却板を前記底部の裏面側に設置し、前記冷却板で前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

[0018] かかる製造方法によれば、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮による液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。

[0019] また、前記冷却板の表面と前記底部の裏面とを面接触させることが好ましい。かかる製造方法によれば、冷却効率を高めることができる。

[0020] また、前記冷却板は、前記冷却媒体が流れる冷却流路を有し、前記冷却流路は、前記第一本接合工程における前記回転ツールの移動軌跡に沿う平面形状を備えることが好ましい。

[0021] かかる製造方法によれば、摩擦攪拌される部分を集中的に冷却できるため、冷却効率をより高めることができる。

[0022] また、前記冷却媒体が流れる冷却流路は、前記冷却板に埋設された冷却管

によって構成されていることが好ましい。かかる製造方法によれば、冷却媒体の管理を容易に行うことができる。

[0023] また、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体と前記封止体とで構成される中空部に冷却媒体を流し、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行うことが好ましい。

[0024] かかる製造方法によれば、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮による液冷ジャケットの変形を小さくすることができる。また、冷却板等を用いずに、ジャケット本体自体を利用して冷却することができる。

発明の効果

[0025] 本発明に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、金属部材の表面の凹溝を小さくすることができるとともに、接合表面粗さを小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施形態に係る本接合用回転ツールを示す側面図である。

[図2]本接合用回転ツールの接合形態を示す模式断面図である。

[図3]本接合用回転ツールの拡大断面図である。

[図4]本発明の実施形態に係る仮接合用回転ツールを示す側面図である。

[図5]仮接合用回転ツールの接合形態を示す模式断面図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケットの斜視図である。

[図7]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8]図6のI-I断面図である。

[図9]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程前を示す断面図である。

[図10]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後を示す断面図である。

[図11]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の仮接合工程を示す平面図である。

[図12]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示

す平面図である。

[図13]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示す断面図である。

[図14]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

[図15]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す図14の| | - | |断面図である。

[図16]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の穿設工程を示す断面図である。

[図17]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の装着工程を示す断面図である。

[図18]従来の回転ツールを示す概念図である。

[図19]従来の回転ツールを示す概念図である。

[図20]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一変形例を示す斜視図である。

[図21]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二変形例のテーブルを示す斜視図である。

[図22]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二変形例のジャケット本体及び封止体をテーブルに固定した状態を示す斜視図である。

[図23]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第三変形例を示す分解斜視図である。

[図24]第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第三変形例のジャケット本体及び封止体をテーブルに固定する状態を示す斜視図である。

[図25]第二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26]第二実施形態に係る液冷ジャケットを示す断面図である。

[図27]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程前を示す断面図である。

[図28]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の載置工程後を示す断

面図である。

[図29]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の仮接合工程を示す平面図である。

[図30]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示す平面図である。

[図31]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第一本接合工程を示す図30の断面図である。

[図32]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

[図33]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の第二本接合工程を示す図32の|||—|||断面図である。

[図34]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の穿設工程を示す断面図である。

[図35]第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法の装着工程を示す断面図である。

[図36]本接合用回転ツールの第一変形例を示す断面図である。

[図37]本接合用回転ツールの第二変形例を示す断面図である。

[図38]本接合用回転ツールの第三変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0027]〔第一実施形態〕

本発明の第一実施形態に係る液冷ジャケット及び液冷ジャケットの製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。まずは、本実施形態で用いる本接合用回転ツール及び仮接合用回転ツールについて説明する。

[0028] 図1に示すように、本接合用回転ツールFは、摩擦攪拌接合に用いられるツールである。本接合用回転ツールFは、例えば工具鋼で形成されている。本接合用回転ツールFは、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。先端側ピンF3の先端には突起部F5が形成されている。

- [0029] 基軸部 F 1 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。本接合用回転ツール F の回転軸は、鉛直方向に対して傾けてもよいが、本実施形態では鉛直方向と一致している。また、鉛直方向に垂長な面を水平面と定義する。
- [0030] 基端側ピン F 2 は、基軸部 F 1 に連続し、先端に向けて先細りになっている。基端側ピン F 2 は、円錐台形状を呈する。基端側ピン F 2 のテーパ角度 A 1 は適宜設定すればよいが、例えば、 $135 \sim 160^\circ$ になっている。テーパ角度 A 1 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 1 は、後記する先端側ピン F 3 のテーパ角度 A 2 よりも大きくなっている。図 3 に示すように、基端側ピン F 2 の外周面には、階段状のピン段差部 30 が高さ方向の全体に亘って形成されている。ピン段差部 30 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 30 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。本実施形態では、回転ツールを右回転させるため、ピン段差部 30 は基端側から先端側に向けて左回りに設定している。
- [0031] なお、本接合用回転ツール F を左回転させる場合は、ピン段差部 30 を基端側から先端側に向けて右回りに設定することが好ましい。これにより、ピン段差部 30 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 30 は、段差底面 30 a と、段差側面 30 b とで構成されている。隣り合うピン段差部 30 の各頂点 30 c、30 c の距離 Z 1（水平方向距離）は、後記する段差角度 C 1 及び段差側面 30 b の高さ Y 1 に応じて適宜設定される。
- [0032] 段差側面 30 b の高さ Y 1 は適宜設定すればよいが、例えば、 $0.1 \sim 0.4$ 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 30 の数）も減少する。
- [0033] 段差底面 30 a と段差側面 30 b とでなす段差角度 C 1 は適宜設定すれば

よいが、例えば、 $85 \sim 120^\circ$ で設定されている。段差底面 30 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 30 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 $-5^\circ \sim 15^\circ$ 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 Z 1、段差側面 30 b の高さ Y 1、段差角度 C 1 及び水平面に対する段差底面 30 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 30 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 30 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。

[0034] 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 の先端は平坦な平坦面 F 4 になっている。先端側ピン F 3 のテーパ角度 A 2 は、基端側ピン F 2 のテーパ角度 A 1 よりも小さくなっている。先端側ピン F 3 の外周面には、螺旋溝 31 が刻設されている。螺旋溝 31 は、右回り、左回りのどちらでもよいが、本実施形態では本接合用回転ツール F を右回転させるため、基端側から先端側に向けて左回りに刻設されている。

[0035] なお、本接合用回転ツール F を左回転させる場合は、螺旋溝 31 を基端側から先端側に向けて右回りに設定することが好ましい。これにより、螺旋溝 31 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 31 は、螺旋底面 31 a と、螺旋側面 31 b とで構成されている。隣り合う螺旋溝 31 の頂点 31 c、31 c の距離（水平方向距離）を距離 Z 2 とする。螺旋側面 31 b の高さを高さ Y 2 とする。螺旋底面 31 a と、螺旋側面 31 b とで構成される螺旋角度 C 2 は例えば、 $45 \sim 90^\circ$ で形成されている。螺旋溝 31 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。

[0036] 図 2 に示すように、本接合用回転ツール F を用いて摩擦攪拌接合をする際には、本接合用回転ツール F の基端側ピン F 2 の外周面で被接合金属部材（

後記するジャケット本体2や封止体3)の表面を押えながら摩擦攪拌接合を行う。本接合用回転ツールFの挿入深さは、少なくとも基端側ピンF2の一部が被接合金属部材の表面と接触するように設定する。本接合用回転ツール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(又は塑性化領域W2)が形成される。

[0037] 平坦面F4は、回転中心軸に対して垂直な平坦面である。突起部F5は、平坦面F4の中央に形成されている。突起部F5の形状は特に制限されないが、本実施形態では円柱状を呈する。

[0038] 仮接合用回転ツールGは、図4に示すように、ショルダ部G1と、攪拌ピンG2とで構成されている。仮接合用回転ツールGは、例えば工具鋼で形成されている。ショルダ部G1は、図5に示すように、摩擦攪拌装置の主軸に接続される部位であるとともに、塑性流動化した金属を押える部位である。ショルダ部G1は円柱状を呈する。ショルダ部G1の下端面は、流動化した金属が外部へ流出するのを防ぐために凹状になっている。

[0039] 攪拌ピンG2は、ショルダ部G1から垂下しており、ショルダ部G1と同軸になっている。攪拌ピンG2はショルダ部G1から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンG2の外周面には螺旋溝G3が刻設されている。

[0040] 図5に示すように、仮接合用回転ツールGを用いて摩擦攪拌接合をする際には、回転した攪拌ピンG2とショルダ部G1の下端面を被接合金属部材に挿入しつつ移動させる。仮接合用回転ツールG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Wが形成される。

[0041] 次に、本実施形態の液冷ジャケットについて説明する。図6に示すように、本実施形態に係る液冷ジャケット1は、ジャケット本体2と、封止体3とで構成されており、直方体を呈する。ジャケット本体2と封止体3とは摩擦攪拌接合によって一体化されている。液冷ジャケット1は、内部に中空部が形成されており、当該中空部に、例えば水等の熱輸送流体が流れるようになっている。液冷ジャケット1は、中空部に熱輸送流体を流通させて、例えば、液冷ジャケット1に装着された発熱体を冷却することができる。

- [0042] 図7に示すように、ジャケット本体2は、上方が開口された箱状体である。ジャケット本体2は、底部10と、周壁部11と、複数の支柱12とを含んで構成されている。ジャケット本体2は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。ジャケット本体2は、本実施形態では、封止体3と同じ材種のアルミニウム合金で形成されているが、アルミニウム合金鑄造材（例えば、JIS AC4C, ADC12等）を用いてもよい。
- [0043] 底部10は、平面視矩形の板状を呈する。周壁部11は、底部10の周縁に立設されており、平面視矩形枠状を呈する。周壁部11は、同じ板厚からなる壁部11A, 11B, 11C, 11Dで構成されている。壁部11A, 11Bは短辺部となっており、互いに対向している。また、壁部11C, 11Dは長辺部となっており、互いに対向している。底部10及び周壁部11の内部には凹部13が形成されている。
- [0044] 周壁部11の端面となる周壁端面11aには、ジャケット本体2の周壁部11の内周縁に沿って周壁段差部14が形成されている。周壁段差部14は、段差底面14aと、段差底面14aから立ち上がる段差側面14bとで構成されている。段差底面14aは、周壁端面11aから一段下がった位置に形成されている。
- [0045] 支柱12は、底部10に立設されており、柱状を呈する。支柱12の本数は1以上であれば何本でもよいが、本実施形態では4本形成されている。支柱12の形状は、それぞれ同等になっている。支柱12は、大径部15と、大径部15の先端に突設された小径部16とで構成されている。大径部15及び小径部16は、いずれも円柱状を呈する。大径部15と小径部16との段差で支柱段差部17が形成されている。
- [0046] 支柱段差部17は、段差底面17aと、段差底面17aから立ち上がる段差側面17bとで構成されている。小径部16の端面には、支柱端面16aが形成されている。段差底面17aは、周壁段差部14の段差底面14aと

同じ高さ位置に形成されている。また、支柱端面16aは、周壁端面11aと同じ高さ位置に形成されている。

[0047] 封止体3は、ジャケット本体2の開口部を封止する平面視矩形の板状部材である。封止体3の材料は、本実施形態では、ジャケット本体2と同じ材種のアリミニウム合金で形成されているが、アリミニウム合金展伸材（例えば、JIS A1050, A1100, A6063等）を用いてもよい。封止体3は、周壁段差部14にほぼ隙間なく載置される大きさに形成されている。封止体3の板厚寸法は、段差側面14bの高さ寸法と略同等になっている。封止体3には、支柱12に対応する4つの孔部19が形成されている。孔部19は、平面視円形を呈し、小径部16が挿入される。

[0048] 図8に示すように、液冷ジャケット1は、ジャケット本体2と封止体3とが摩擦攪拌で接合されて一体化されている。液冷ジャケット1は、周壁段差部14の段差側面14bと封止体3の外周側面3cとが突き合わされた第一突合せ部J1及び支柱段差部17の段差側面17bと孔部19の孔壁19aとが突き合わされた4つの第二突合せ部J2が摩擦攪拌によってそれぞれ接合されている。第一突合せ部J1には、塑性化領域W1が形成され、第二突合せ部J2には、塑性化領域W2が形成されている。液冷ジャケット1の内部には、熱を外部に輸送する熱輸送流体が流れる中空部が形成されている。

[0049] 次に、第一実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法（発熱体付液冷ジャケットの製造方法）について説明する。液冷ジャケットの製造方法では、準備工程と、載置工程と、固定工程と、仮接合工程と、第一本接合工程と、第二本接合工程と、穿設工程と、バリ切除工程と、装着工程とを行う。

[0050] 準備工程は、図7に示すように、ジャケット本体2及び封止体3を形成する工程である。ジャケット本体2は、例えば、ダイキャストで形成する。

[0051] 載置工程は、図9及び図10に示すように、支柱12の小径部16に封止体3の孔部19を挿通させつつジャケット本体2に封止体3を載置する工程である。封止体3の裏面3bは、周壁段差部14の段差底面14a及び支柱段差部17の段差底面17aにそれぞれ面接触する。載置工程により、周壁

段差部 1 4 の段差側面 1 4 b と、封止体 3 の外周側面 3 c とが突き合わされて第一突合せ部 J 1 が形成される。第一突合せ部 J 1 は平面視矩形状を呈する。また、載置工程により、支柱段差部 1 7 の段差側面 1 7 b と孔部 1 9 の孔壁 1 9 a とが突き合わされて第二突合せ部 J 2 が形成される。第二突合せ部 J 2 は、平面視円形状を呈する。

[0052] 固定工程では、ジャケット本体 2 及び封止体 3 をテーブル（図示省略）に固定する。ジャケット本体 2 及び封止体 3 は、クランプ等の固定治具によってテーブルに移動不能に拘束される。

[0053] 仮接合工程は、図 1 1 に示すように、ジャケット本体 2 と封止体 3 とを仮接合する工程である。仮接合工程では、仮接合用回転ツール G を用いて第一突合せ部 J 1 に対して摩擦攪拌接合を行う。仮接合用回転ツール G の移動軌跡には、塑性化領域 W が形成される。仮接合は連続的に行ってもよいし、図 1 1 に示すように断続的に行ってもよい。仮接合用回転ツール G は小型であるため、当該仮接合におけるジャケット本体 2 及び封止体 3 の熱変形は小さくなっている。

[0054] 第一本接合工程は、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、本接合用回転ツール F を用いて第一突合せ部 J 1 に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。第一本接合工程では、右回転させた本接合用回転ツール F を第一突合せ部 J 1 上の任意の開始位置 s 1 に挿入し、本接合用回転ツール F を第一突合せ部 J 1 に沿って右回りに移動させる。つまり、本接合用回転ツール F を封止体 3 の周縁に沿って右回りに一周させる。本接合用回転ツール F の移動軌跡には塑性化領域 W 1 が形成される。

[0055] 第一本接合工程では、図 1 3 に示すように、ジャケット本体 2 の周壁部 1 1 及び封止体 3 に先端側ピン F 3 及び基端側ピン F 2 を接触させた状態で摩擦攪拌を行う。第一本接合工程では、本接合用回転ツール F の基端側ピン F 2 の外周面で周壁部 1 1 の周壁端面 1 1 a 及び封止体 3 の表面 3 a を押えながら摩擦攪拌接合を行う。本接合用回転ツール F の挿入深さは、少なくとも塑性化領域 W 1 が段差底面 1 4 a に達するように設定するとともに、少なく

とも基端側ピンF 2の一部が周壁部1 1の周壁端面1 1 a及び封止体3の表面3 aと接触するように設定する。本実施形態では、先端側ピンF 3が封止体3及び周壁部1 1に接触し、かつ、突起部F 5の先端面F 6が周壁部1 1のみと接触するように挿入深さを設定している。つまり、突起部F 5の側面が段差底面1 4 aに位置するように挿入深さを設定している。そして、本接合用回転ツールFを一定の高さ位置を保った状態で第一突合せ部J 1をなぞるようにして移動させる。

[0056] 本実施形態のように、本接合用回転ツールFを封止体3の周りを右回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを右回転させることが好ましい。一方、本接合用回転ツールFを封止体3の周りに左回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを左回転させることが好ましい。

[0057] 本接合用回転ツールFを右回転させると進行方向左側、左回転させると進行方向右側に接合欠陥が発生する可能性があり、板厚の薄い封止体3に当該接合欠陥が形成されると水密性及び気密性が低下するおそれがある。しかし、本接合用回転ツールFの進行方向及び回転方向を前記したように設定することで、仮に摩擦攪拌接合に伴う接合欠陥が形成されたとしても、比較的厚さの大きいジャケット本体2側に形成されるとともに、液冷ジャケット1の中空部から遠い位置に形成されるため、水密性及び気密性の低下を抑制することができる。

[0058] 図1 2に示すように、本接合用回転ツールFを第一突合せ部J 1に沿って一周させた後、開始位置s 1を通過させる。そして、本接合用回転ツールFが終了位置e 1に達したら、本接合用回転ツールFを上方に移動させて壁部1 1 Aから本接合用回転ツールFを離脱させる。

[0059] 本接合用回転ツールFを壁部1 1 Aから離脱させた後に、壁部1 1 Aの周壁端面1 1 a及び封止体3の表面3 aに引抜跡が残存する場合は、当該引抜跡を補修する補修工程を行ってもよい。補修工程は、例えば、肉盛溶接を行って当該引抜跡に溶接金属を埋めて補修することができる。これにより、周壁端面1 1 a及び封止体3の表面3 aを平坦にすることができる。

- [0060] なお、本接合用回転ツールFを周壁部11から離脱させる場合は、例えば、本接合用回転ツールFを周壁部11の周壁端面11a上で移動させつつ、本接合用回転ツールFを徐々に上方に移動させて、本接合用回転ツールFの挿入深さが徐々に浅くなるようにしてもよい。このようにすることで、周壁端面11a及び封止体3の表面3aに第一本接合工程後の引抜跡が残存しないか、もしくは引抜跡を小さくすることができる。
- [0061] 第二本接合工程は、図14及び図15に示すように、本接合用回転ツールFを用いて各第二突合せ部J2に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。第二本接合工程では、右回転させた本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2の任意の開始位置s2に挿入し、本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2に沿って左回りに移動させる。第二本接合工程によって、第二突合せ部J2には、塑性化領域W2が形成される。
- [0062] 第二本接合工程では、図15に示すように、ジャケット本体2の支柱12及び封止体3に先端側ピンF3及び基端側ピンF2を接触させた状態で摩擦攪拌を行う。第二本接合工程では、本接合用回転ツールFの基端側ピンF2の外周面で支柱12の支柱端面16a及び封止体3の表面3aを押えながら摩擦攪拌接合を行う。本実施形態では、基端側ピンF2の外周面の高さ方向の中央部あたりが支柱12の支柱端面16a及び封止体3の表面3aと接触するように挿入深さを設定している。また、本接合用回転ツールFの挿入深さは、先端側ピンF3を支柱12と封止体3の両方に接触させ、かつ、突起部F5の先端面F6を支柱12のみに接触させる。言い換えると、突起部F5の側面が段差底面17aに位置するように挿入深さを設定する。そして、本接合用回転ツールFを一定の高さ位置を保った状態で第二突合せ部J2をなぞるようにして移動させる。
- [0063] なお、本接合用回転ツールFの挿入深さは、必ずしも一定でなくてもよい。例えば、第一本接合工程と第二本接合工程とで挿入深さを変えてもよい。
- [0064] 第二本接合工程では、本実施形態のように本接合用回転ツールFを支柱12に対して左回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを右回転させ

ることが好ましい。一方、本接合用回転ツールFを支柱12に対して右回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを左回転させることが好ましい。本接合用回転ツールFの進行方向及び回転方向を前記したように設定することで、仮に摩擦攪拌接合に伴う接合欠陥が形成されたとしても、比較的厚さの大きい支柱12側に形成されるとともに、液冷ジャケット1の中空部から遠い位置に形成されるため、水密性及び気密性の低下を抑制することができる。

[0065] 図14に示すように、本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2に沿って一周させた後、そのまま開始位置s2を通過させる。そして、第二突合せ部J2上に設定された終了位置e2まで本接合用回転ツールFを移動させ、終了位置e2に達したら、本接合用回転ツールFを上方に移動させて第二突合せ部J2から本接合用回転ツールFを離脱させる。

[0066] 本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2から離脱させた後に、第二突合せ部J2に引抜跡が残存する場合は、当該引抜跡を補修する補修工程を行ってもよい。補修工程は、例えば、肉盛溶接を行って当該引抜跡に溶接金属を埋めて補修することができる。これにより、封止体3の表面3a及び支柱12の支柱端面16aを平坦にすることができる。

[0067] なお、本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2から離脱させる場合は、本接合用回転ツールFを支柱12の中心方向に偏移させて支柱12上で離脱させてもよい。また、本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2から離脱させる場合は、例えば、本接合用回転ツールFを第二突合せ部J2上又は支柱端面16a上で移動させつつ、本接合用回転ツールFを徐々に上方に移動させて、本接合用回転ツールFの挿入深さが徐々に浅くなるようにしてもよい。このようにすることで、封止体3の表面3a及び支柱12の支柱端面16aに第二本接合工程後の引抜跡が残存しないか、もしくは引抜跡を小さくすることができる。

[0068] 穿設工程は、図16に示すように、各支柱12に発熱体Hを装着するための固定孔Xを形成する工程である。固定孔Xは、塑性化領域W2の一部を貫

いて支柱12に達するように形成する。

[0069] バリ切除工程では、第一本接合工程、第二本接合工程及び穿設工程によってジャケット本体2及び封止体3の表面に露出するバリを切除する。これにより、ジャケット本体2及び封止体3の表面をきれいに仕上げることができる。

[0070] 装着工程は、図17に示すように、取付部材Mを介して発熱体Hを装着する工程である。発熱体Hを装着する場合は、発熱体HのフランジH1に形成された貫通孔と固定孔Xとを連通させつつ、ネジ等の取付部材Mで固定する。取付部材Mは、支柱12に達する位置まで挿入する。

[0071] なお、本実施形態では封止体3側に固定孔Xを形成し、封止体3側に発熱体Hを装着したが、底部10に支柱12に達する固定孔Xを形成し、底部10側に発熱体Hを装着してもよい。発熱体Hは、封止体3及び底部10の少なくともいずれか一方に装着されればよい。また、本実施形態では、固定孔Xを形成したが、固定孔Xを形成せず取付部材Mで発熱体Hを固定してもよい。

[0072] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。

図18に示すように、従来の本接合用回転ツール100であると、ショルダ部で被接合金属部材110の表面を押えないため凹溝（被接合金属部材の表面と塑性化領域の表面とで構成される凹溝）が大きくなるとともに、接合表面粗さが大きくなるという問題がある。また、凹溝の脇に膨出部（接合前に比べて被接合金属部材の表面が膨らむ部位）が形成されるという問題がある。一方、図19の従来の本接合用回転ツール101のように、本接合用回転ツール101のテーパ角度 β を本接合用回転ツール100のテーパ角度 α よりも大きくすると、本接合用回転ツール100に比べて被接合金属部材110の表面を押えることはできるため、凹溝は小さくなり、膨出部も小さくなる。しかし、下向きの塑性流動が強くなるため、塑性化領域の下部にキッシングボンドが形成されやすくなる。

[0073] これに対し、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、本接

合用回転ツールFは、基端側ピンF 2と、基端側ピンF 2のテーパ角度A 1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、ジャケット本体2及び封止体3に本接合用回転ツール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A 2が小さいため、ジャケット本体2及び封止体3の深い位置まで本接合用回転ツールFを容易に挿入することができる。また、先端側ピンF 3のテーパ角度A 2が小さいため、本接合用回転ツール101に比べて下向きの塑性流動を抑えることができる。このため、塑性化領域W1、W2の下部にキッシングボンドが形成されるのを防ぐことができる。一方、基端側ピンF 2のテーパ角度A 1は大きいため、従来の回転ツールに比べ、ジャケット本体2及び封止体3の厚さや接合の高さ位置が変化しても安定して接合することができる。

[0074] 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、接合表面に形成される凹溝を小さくすることができるとともに、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、階段状のピン段差部30は浅く、かつ、出口が広いので、塑性流動材を段差底面30aで押さえつつ塑性流動材がピン段差部30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。

[0075] また、封止体3が支柱12で支持されるとともに、封止体3と支柱12とが摩擦攪拌接合されるため液冷ジャケット1の耐変形性を高めることができる。また、本実施形態によれば、支柱12が液冷ジャケット1内の中空部内に配置されるため、支柱12の外周面にも熱輸送流体が接触するようになる。したがって、取付部材Mを介して発熱体Hから支柱12に伝達される熱を効率よく排出することができる。つまり、発熱体Hを液冷ジャケット1に固定する取付部材Mを介しての熱リークを防ぐことができる。また、発熱体Hが固定される支柱12がジャケット本体2の内部に配置されるため、液冷ジャケット1の小型化を図ることができる。

- [0076] また、第一本接合工程では、先端側ピンF 3の平坦面F 4は周壁部1 1と封止体3の両方に接触するとともに、突起部F 5の先端面F 6は周壁部1 1のみに接触するように本接合用回転ツールFの挿入深さを設定する。突起部F 5周りの金属は突起部F 5によって上方に巻き上げられるとともに平坦面F 4で押さえられる。これにより、突起部F 5周りをより確実に摩擦攪拌できるとともに、第一突合せ部J 1及び段差底面1 4 aと封止体3の裏面3 bとの重合面の酸化皮膜を確実に分断することができる。よって、第一突合せ部J 1の接合強度をより高めることができる。
- [0077] また、第二本接合工程では、先端側ピンF 3の平坦面F 4は支柱1 2と封止体3の両方に接触するとともに、突起部F 5の先端面F 6は支柱1 2のみに接触するように本接合用回転ツールFの挿入深さを設定する。突起部F 5周りの金属は突起部F 5によって上方に巻き上げられるとともに平坦面F 4で押さえられる。これにより、突起部F 5周りをより確実に摩擦攪拌できるとともに、第二突合せ部J 2及び段差底面1 7 aと封止体3の裏面3 bとの重合面の酸化皮膜を確実に分断することができる。よって、第二突合せ部J 2の接合強度をより高めることができる。
- [0078] また、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、先端側ピンF 3及び基端側ピンF 2のみをジャケット本体2及び封止体3に挿入するため、回転ツールのショルダ部を押し込む場合に比べて摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるとともに、本接合用回転ツールFの操作性も良好となる。また、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるため、摩擦攪拌装置に大きな負荷がかからない状態で、第一突合せ部J 1及び第二突合せ部J 2の深い位置を接合することができる。
- [0079] また、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、第一本接合工程の前に仮接合工程を行うことで、第一本接合工程及び第二本接合工程を行う際に、第一突合せ部J 1及び第二突合せ部J 2の各目開きを防ぐことができる。
- [0080] また、本実施形態では、封止体3の表面3 aに支柱1 2（支柱端面1 6 a

)が露出しているため、固定孔Xを穿設する穿設工程及び発熱体Hを装着する装着工程を容易に行うことができる。また、支柱12と発熱体Hとを直接接触させることができるため、冷却効率をより高めることができる。

[0081] 以上、本発明の第一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、第一突合せ部J1、第二突合せ部J2の順番で本接合工程を行ったが、先に第二突合せ部J2を摩擦攪拌接合してもよい。また、第一本接合工程及び第二本接合工程において、ジャケット本体2の内部に冷却媒体を流してジャケット本体2及び封止体3を冷却しながら摩擦攪拌接合を行ってもよい。これにより、摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケット1の変形を小さくすることができる。また、かかる方法によれば、別途冷却板、冷却手段等を用いずに、ジャケット本体2及び封止体3自体を利用して冷却することができる。

[0082] また、支柱12の平断面形状は本実施形態では円形としたが、楕円形又は他の多角形であってもよい。

[0083] また、第一実施形態では仮接合用回転ツールGを用いて仮接合を行ったが、本接合用回転ツールFを用いて仮接合を行ってもよい。これにより、回転ツールを交換する手間を省略することができる。また、仮接合工程は、第一突合せ部J1及び第二突合せ部J2の少なくとも一方に行えばよい。また、仮接合工程は、溶接によって行ってもよい。

[0084] [第一変形例]

次に、第一実施形態の第一変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図20に示すように、第一変形例では、冷却板を用いて仮接合工程、第一本接合工程及び第二本接合工程を行う点で第一実施形態と相違する。第一変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0085] 図20に示すように、第一変形例では、固定工程を行う際に、ジャケット本体2をテーブルKに固定する。テーブルKは、直方体を呈する基板K1と、基板K1の四隅に形成されたクランプK3と、基板K1の内部に配設され

た冷却管WPによって構成されている。テーブルKは、ジャケット本体2を移動不能に拘束するとともに、特許請求の範囲の「冷却板」として機能する部材である。

[0086] 冷却管WPは、基板K1の内部に埋設される管状部材である。冷却管WPの内部には、基板K1を冷却する冷却媒体が流通する。冷却管WPの配設位置、つまり、冷却媒体が流れる冷却流路の形状は特に制限されないが、第一変形例では第一本接合工程における本接合用回転ツールFの移動軌跡に沿う平面形状になっている。即ち、平面視した際に、冷却管WPと第一突合せ部J1とが略重なるように冷却管WPが配設されている。

[0087] 第一変形例の仮接合工程、第一本接合工程及び第二本接合工程では、ジャケット本体2をテーブルKに固定した後、冷却管WPに冷却媒体を流しながら摩擦攪拌接合を行う。これにより、摩擦攪拌の際の摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケット1の変形を小さくすることができる。また、第一変形例では、平面視した場合に、冷却流路と第一突合せ部J1（仮接合用回転ツールG及び本接合用回転ツールFの移動軌跡）とが重なるようになっているため、摩擦熱が発生する部分を集中的に冷却できる。これにより、冷却効率を高めることができる。また、冷却管WPを配設して冷却媒体を流通させるため、冷却媒体の管理が容易となる。また、テーブルK（冷却板）とジャケット本体2とが面接触するため、冷却効率を高めることができる。

[0088] なお、テーブルK（冷却板）を用いてジャケット本体2及び封止体3を冷却するとともに、ジャケット本体2の内部にも冷却媒体を流しつつ摩擦攪拌接合を行ってもよい。

[0089] [第二変形例]

次に、第一実施形態の第二変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図21及び図22に示すように、第二変形例では、ジャケット本体2の表面側及び封止体3の表面3aが凸状となるように湾曲させた状態で第一本接合工程及び第二本接合工程を行う点で第一実施形態と相違する。

第二変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0090] 図21に示すように、第二変形例では、テーブルKAを用いる。テーブルKAは、直方体を呈する基板KA1と、基板KA1の中央に形成されたスペーサKA2と、基板KA1の四隅に形成されたクランプKA3とで構成されている。スペーサKA2は、基板KA1と一体でも別体でもよい。

[0091] 第二変形例の固定工程では、仮接合工程を行って一体化したジャケット本体2及び封止体3をクランプKA3によってテーブルKAに固定する。図22に示すように、ジャケット本体2及び封止体3をテーブルKAに固定すると、ジャケット本体2の底部10、周壁端面11a及び封止体3の表面3aが上方に凸状となるように湾曲する。より詳しくは、ジャケット本体2の壁部11Aの第一辺部21、壁部11Bの第二辺部22、壁部11Cの第三辺部23及び壁部11Dの第四辺部24が曲線となるように湾曲する。

[0092] 第二変形例の第一本接合工程及び第二本接合工程では、本接合用回転ツールFを用いて摩擦攪拌接合を行う。第一本接合工程及び第二本接合工程では、ジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方の変形量を計測しておき、本接合用回転ツールFの先端側ピンF3の挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌接合を行う。つまり、ジャケット本体2の周壁端面11a及び封止体3の表面3aの曲面に沿って本接合用回転ツールFの移動軌跡が曲線となるように移動させる。このようにすることで、塑性化領域W1、W2の深さ及び幅を一定にすることができる。

[0093] 摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域W1、W2に熱収縮が発生し、液冷ジャケット1の封止体3側が凹状に変形するおそれがあるが、第二変形例の第一本接合工程及び第二本接合工程によれば、周壁端面11a及び表面3aに引張応力が作用するようにジャケット本体2及び封止体3を予め凸状に固定しているため、摩擦攪拌接合後の熱収縮を利用することで液冷ジャケット1を平坦にすることができる。また、従来の回転ツールで本接合工程を行う場合、ジャケット本体2及び封止体3が凸状に反っていると回転ツールのショルダ部が、ジャケット本体2及び封止体3に接触し、操作性が悪いとい

う問題がある。しかし、第二変形例によれば、本接合用回転ツールFには、ショルダ部が存在しないため、ジャケット本体2及び封止体3が凸状に反っている場合でも、本接合用回転ツールFの操作性が良好となる。

[0094] なお、ジャケット本体2及び封止体3の変形量の計測については、公知の高さ検知装置を用いればよい。また、例えば、テーブルKAからジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方までの高さを検知する検知装置が装備された摩擦攪拌装置を用いて、ジャケット本体2又は封止体3の変形量を検知しながら第一本接合工程及び第二本接合工程を行ってもよい。

[0095] また、第二変形例では、第一辺部21～第四辺部24の全てが曲線となるようにジャケット本体2及び封止体3を湾曲させたがこれに限定されるものではない。例えば、第一辺部21及び第二辺部22が直線となり、第三辺部23及び第四辺部24が曲線となるように湾曲させてもよい。また、例えば、第一辺部21及び第二辺部22が曲線となり、第三辺部23及び第四辺部24が直線となるように湾曲させてもよい。

[0096] また、第二変形例ではジャケット本体2又は封止体3の変形量に応じて本接合用回転ツールFの先端側ピンF3の高さ位置を変更したが、テーブルKAに対する本接合用回転ツールFの先端側ピンF3の高さを一定にして本接合工程を行ってもよい。

[0097] また、スペーサKA2は、ジャケット本体2及び封止体3の表面側が凸状となるように固定することができればどのような形状であってもよい。また、ジャケット本体2及び封止体3の表面側が凸状となるように固定することができればスペーサKA2は省略してもよい。また、本接合用回転ツールFは、例えば、先端にスピンドルユニット等を備えたロボットアームに取り付けられていてもよい。かかる構成によれば、本接合用回転ツールFの回転中心軸を様々な角度に容易に変更することができる。

[0098] [第三変形例]

次に、第一実施形態の第三変形例に係る液冷ジャケットの製造方法について説明する。図23に示すように、第三変形例では、準備工程において、ジ

ジャケット本体 2 及び封止体 3 を予め表面側に凸状に湾曲するように形成する点で第一実施形態と相違する。第三変形例では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0099] 第三変形例に係る準備工程では、ジャケット本体 2 及び封止体 3 の表面側が凸状に湾曲するようにダイキャストで形成する。これにより、ジャケット本体 2 は、底部 10、周壁部 11 がそれぞれ表面側に凸状となるように形成される。また、封止体 3 の表面 3 a が凸状となるように形成される。

[0100] 図 24 に示すように、第三変形例では、固定工程を行う際に、仮接合されたジャケット本体 2 及び封止体 3 をテーブル K B に固定する。テーブル K B は、直方体を呈する基板 K B 1 と、基板 K B 1 の中央に配設されたスペーサ K B 2 と、基板 K B 1 の四隅に形成されたクランプ K B 3 と、基板 K B 1 の内部に埋設された冷却管 W P とで構成されている。テーブル K B は、ジャケット本体 2 を移動不能に拘束するとともに、特許請求の範囲の「冷却板」として機能する部材である。

[0101] スペーサ K B 2 は、上方に凸状となるように湾曲した曲面 K B 2 a と、曲面 K B 2 a の両端に形成され基板 K B 1 から立ち上がる立面 K B 2 b、K B 2 b とで構成されている。スペーサ K B 2 の第一辺部 K a 及び第二辺部 K b は曲線になっており、第三辺部 K c 及び第四辺部 K d は直線になっている。

[0102] 冷却管 W P は、基板 K B 1 の内部に埋設される管状部材である。冷却管 W P の内部には、基板 K B 1 を冷却する冷却媒体が流通する。冷却管 W P の配設位置、つまり、冷却媒体が流れる冷却流路の形状は特に制限されないが、第三変形例では第一本接合工程における本接合用回転ツール F の移動軌跡に沿う平面形状になっている。即ち、平面視した際に、冷却管 W P と第一突合せ部 J 1 とが略重なるように冷却管 W P が配設されている。

[0103] 第三変形例の固定工程では、仮接合を行って一体化したジャケット本体 2 及び封止体 3 をクランプ K B 3 によってテーブル K B に固定する。より詳しくは、ジャケット本体 2 の底部 10 の裏面が曲面 K B 2 a と面接触するようにテーブル K B に固定する。ジャケット本体 2 をテーブル K B に固定すると

、ジャケット本体2の壁部11Aの第一辺部21、壁部11Bの第二辺部22が曲線となり、壁部11Cの第三辺部23及び壁部11Dの第四辺部24が直線となるように湾曲する。

[0104] 第三変形例の第一本接合工程及び第二本接合工程では、本接合用回転ツールFを用いて第一突合せ部J1及び第二突合せ部J2に対してそれぞれ摩擦攪拌接合を行う。第一本接合工程及び第二本接合工程では、ジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方の変形量を計測しておき、本接合用回転ツールFの先端側ピンF3の挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌接合を行う。つまり、ジャケット本体2の周壁端面11a及び封止体3の表面3aに沿って本接合用回転ツールFの移動軌跡が曲線又は直線となるように移動させる。このようにすることで、塑性化領域W1の深さ及び幅を一定にすることができる。

[0105] 摩擦攪拌接合の入熱によって塑性化領域W1、W2に熱収縮が発生し、液冷ジャケット1の封止体3側が凹状に変形するおそれがあるが、第三変形例の第一本接合工程及び第二本接合工程によれば、ジャケット本体2及び封止体3を予め凸状に形成しているため、摩擦攪拌接合後の熱収縮を利用することで液冷ジャケット1を平坦にすることができる。

[0106] また、第三変形例では、ジャケット本体2の底部10の凹状となっている裏面に、スペーサKB2の曲面KB2aを面接触させている。これにより、ジャケット本体2及び封止体3をより効果的に冷却しながら摩擦攪拌接合を行うことができる。摩擦攪拌接合における摩擦熱を低く抑えることができるため、熱収縮に起因する液冷ジャケット1の変形を小さくすることができる。これにより、準備工程において、ジャケット本体2及び封止体3を凸状に形成する際に、ジャケット本体2及び封止体3の曲率を小さくすることができる。

[0107] なお、ジャケット本体2及び封止体3の変形量の計測については、公知の高さ検知装置を用いればよい。また、例えば、テーブルKBからジャケット本体2及び封止体3の少なくともいずれか一方までの高さを検知する検知装

置が装備された摩擦攪拌装置を用いて、ジャケット本体 2 又は封止体 3 の変形量を検知しながら本接合工程を行ってもよい。

[0108] また、第三変形例では、第一辺部 2 1 及び第二辺部 2 2 が曲線となるようにジャケット本体 2 及び封止体 3 を湾曲させたがこれに限定されるものではない。例えば、球面を具備するスペーサ K B 2 を形成し、当該球面にジャケット本体 2 の底部 1 0 の裏面が面接触するようにしてもよい。この場合は、テーブル K B にジャケット本体 2 を固定すると、第一辺部 2 1 ~ 第四辺部 2 4 のすべてが曲線となる。

[0109] また、第三変形例ではジャケット本体 2 又は封止体 3 の変形量に応じて本接合用回転ツール F の先端側ピン F 3 の高さ位置を変更したが、テーブル K B に対する本接合用回転ツール F の先端側ピン F 3 の高さを一定にして本接合工程を行ってもよい。

[0110] [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。図 2 5 に示すように、第二実施形態では、支柱 1 2 に支柱段差部が形成されていない点で第一実施形態と相違する。第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法では、第一実施形態と相違する点を中心に説明する。

[0111] 第二実施形態に係る液冷ジャケット 1 A は、ジャケット本体 2 A と封止体 3 A とで構成されている。ジャケット本体 2 A は、上方が開放された箱状体である。ジャケット本体 2 A は、底部 1 0 と、周壁部 1 1 と、複数の支柱 1 2 とを含んで構成されている。ジャケット本体 2 A は、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等の摩擦攪拌可能な金属から適宜選択される。ジャケット本体 2 A は、本実施形態では、封止体 3 A と同じ材種のアルミニウム合金で形成されているが、アルミニウム合金鑄造材（例えば、J I S A C 4 C, A D C 1 2 等）を用いてもよい。底部 1 0 は、平面視矩形を呈する。周壁部 1 1 は、同じ板厚からなる壁部 1 1 A, 1 1 B, 1 1 C, 1 1 D で構成されている。

[0112] 周壁部 1 1 の周壁端面 1 1 a には、ジャケット本体 2 A の開口部の周縁に

沿って周壁段差部14が形成されている。周壁段差部14は、段差底面14aと、段差底面14aから立ち上がる段差側面14bとで構成されている。段差底面14aは、周壁端面11aから一段下がった位置に形成されている。

[0113] 支柱12は、底部10に立設されており、円柱状を呈する。支柱12の本数は1以上であれば何本でもよいが、本実施形態では4本形成されている。支柱12の形状はそれぞれ同等になっている。支柱12の端面である支柱端面12aは、周壁段差部14の段差底面14aと同じ高さ位置に形成されている。

[0114] 封止体3Aは、平面視矩形を呈する板状部材である。封止体3Aの材料は、本実施形態では、ジャケット本体2Aと同じ材種のアルミニウム合金で形成されているが、アルミニウム合金展伸材（例えば、JIS A1050, A1100, A6063等）を用いてもよい。封止体3Aは、周壁段差部14にほぼ隙間なく載置される大きさと形成されている。封止体3Aの板厚寸法は、段差側面14bの高さ寸法と略同等になっている。

[0115] 図26に示すように、液冷ジャケット1Aは、ジャケット本体2Aと封止体3Aとが摩擦攪拌によって接合されて一体化されている。液冷ジャケット1Aは、周壁段差部14の段差側面14b（図25参照）と封止体3Aの外周側面3cとが突き合わされた第一突合せ部J1及び封止体3Aの裏面3bと支柱12の支柱端面12aとが重ね合わされた4つの重合部J3とが摩擦攪拌によってそれぞれ接合されている。第一突合せ部J1には、塑性化領域W1が形成され、重合部J3には塑性化領域W2が形成されている。液冷ジャケット1Aの内部には、熱を外部に輸送する熱輸送流体が流れる中空部が形成されている。

[0116] 次に、第二実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法（発熱体付液冷ジャケットの製造方法）について説明する。液冷ジャケットの製造方法では、準備工程と、載置工程と、固定工程と、仮接合工程と、第一本接合工程と、第二本接合工程と、穿設工程と、バリ切除工程と、装着工程とを行う。

- [0117] 準備工程は、図25に示すように、ジャケット本体2Aと、封止体3Aとを形成する工程である。ジャケット本体2Aは、例えば、ダイキャストで形成する。
- [0118] 載置工程は、図27及び図28に示すように、ジャケット本体2Aに封止体3Aを載置する工程である。封止体3Aの裏面3bは、周壁段差部14の段差底面14a及び支柱12の支柱端面12aにそれぞれ面接触する。載置工程により、周壁段差部14の段差側面14bと、封止体3Aの外周側面3cとが突き合わされて第一突合せ部J1が形成される。第一突合せ部J1は平面視矩形状を呈する。また、載置工程により、封止体3Aの裏面3bと支柱12の支柱端面12aとが重ね合わされて重合部J3が形成される。重合部J3は、平面視円形状を呈する。
- [0119] 固定工程では、ジャケット本体2Aをテーブル（図示省略）に固定する。ジャケット本体2Aは、クランプ等の固定治具によってテーブルに移動不能に拘束される。
- [0120] 仮接合工程は、図29に示すように、ジャケット本体2Aと封止体3Aとを仮接合する工程である。仮接合工程は、第一実施形態と同等であるため説明を省略する。
- [0121] 第一本接合工程は、図30及び図31に示すように、本接合用回転ツールFを用いて第一突合せ部J1に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。第一本接合工程は、第一実施形態と同等であるため、説明を省略する。
- [0122] 第二本接合工程は、図32及び図33に示すように、本接合用回転ツールFを用いて各重合部J3に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。第二本接合工程では、右回転させた本接合用回転ツールFを封止体3Aの表面3aから開始位置s2に挿入し、本接合用回転ツールFを支柱12の外周縁に沿って左回りに相対移動させる。第二本接合工程によって、重合部J3には、塑性化領域W2が形成される。
- [0123] 第二本接合工程では、図33に示すように、封止体3Aに先端側ピンF3を接触させた状態で摩擦攪拌を行うとともに、封止体3Aに基端側ピンF2

を接触させた状態で摩擦攪拌を行う。第二本接合工程では、本接合用回転ツールFの基端側ピンF2の外周面で封止体3Aの表面3aを押えながら摩擦攪拌接合を行う。また、先端側ピンF3の平坦面F4が封止体3のみに接触するとともに、突起部F5の先端面F6が支柱12に接触するように本接合用回転ツールFの挿入深さを設定する。突起部F5周りの金属は突起部F5によって上方に巻き上げられるとともに平坦面F4で押さえられる。これにより、突起部F5周りをより確実に摩擦攪拌できるとともに、重合部J3の酸化皮膜を確実に分断することができる。よって、重合部J3の接合強度をより高めることができる。

[0124] なお、本接合用回転ツールFの挿入深さは、必ずしも一定でなくてもよい。例えば、第一本接合工程と第二本接合工程とで挿入深さを変えてもよい。

[0125] 第二本接合工程では、本実施形態のように本接合用回転ツールFを支柱12に対して左回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを右回転させることが好ましい。一方、本接合用回転ツールFを支柱12に対して右回りに移動させる場合は、本接合用回転ツールFを左回転することが好ましい。本接合用回転ツールFの移動方向及び回転方向を前記したように設定することで、仮に摩擦攪拌接合に伴う接合欠陥が形成されたとしても、比較的厚さの大きい支柱12側に形成されるとともに、液冷ジャケット1Aの中空部から遠い位置に形成されるため、水密性及び気密性の低下を抑制することができる。

[0126] 図32に示すように、本接合用回転ツールFを重合部J3に沿って一周させた後、開始位置s2を通過させる。そして、封止体3A上に設定された終了位置e2まで本接合用回転ツールFを移動させ、終了位置e2に達したら本接合用回転ツールFを上方に移動させて封止体3Aから本接合用回転ツールFを離脱させる。

[0127] 本接合用回転ツールFを重合部J3から離脱させた後に、封止体3Aに引抜跡が残存する場合は、当該引抜跡を補修する補修工程を行ってもよい。補修工程は、例えば、肉盛溶接を行って当該引抜跡に溶接金属を埋めて補修す

ることができる。これにより、封止体 3 A の表面 3 a を平坦にすることができる。

[0128] なお、本接合用回転ツール F を封止体 3 A から離脱させる場合は、本接合用回転ツール F を支柱 1 2 の中心方向に偏移させて封止体 3 A 上で離脱させてもよい。また、本接合用回転ツール F を封止体 3 A から離脱させる場合は、例えば、本接合用回転ツール F を封止体 3 A 上で移動させつつ、本接合用回転ツール F を徐々に上方に移動させて、本接合用回転ツール F の挿入深さが徐々に浅くなるようにしてもよい。このようにすることで、封止体 3 A に第二本接合工程後の引抜跡が残存しないか、もしくは引抜跡を小さくすることができる。

[0129] 穿設工程は、図 3 4 に示すように、封止体 3 A と支柱 1 2 とに連通し、発熱体 H を固定するための固定孔 X を形成する工程である。固定孔 X は、塑性化領域 W 2 の一部を貫いて支柱 1 2 に達するように形成する。

[0130] バリ切除工程は、第一本接合工程、第二本接合工程及び穿設工程によってジャケット本体 2 A 及び封止体 3 A の表面に露出するバリを切除する。これにより、ジャケット本体 2 A 及び封止体 3 A の表面をきれいに仕上げることができる。

[0131] 装着工程は、図 3 5 に示すように、取付部材 M を介して発熱体 H を装着する工程である。発熱体 H を装着する場合は、発熱体 H のフランジ H 1 に形成された貫通孔と固定孔 X とを連通させつつ、ネジ等の取付部材 M で固定する。取付部材 M は、支柱 1 2 に達する位置まで挿入する。

[0132] なお、本実施形態では封止体 3 A 側に固定孔 X を形成し、封止体 3 A に発熱体 H を固定したが、底部 1 0 に底部 1 0 及び支柱 1 2 に連通する固定孔を形成し、底部 1 0 に発熱体 H を固定してもよい。発熱体 H は、封止体 3 A 及び底部 1 0 の少なくともいずれか一方に装着されればよい。また、本実施形態では、固定孔 X を形成したが、固定孔 X を形成せず取付部材 M で発熱体 H を固定してもよい。

[0133] 以上説明した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。第一実施形態では第二突合せ部 J 2（図 1 2 参照）が封止体 3 に露出していたが、第二実施形態では突合せ部が露出しない形態となっている。しかし、第二実施形態のように重合部 J 3 を封止体 3 A の上から摩擦攪拌することで、封止体 3 と支柱 1 2 とを接合することができる。また、第二実施形態では、封止体 3 A に孔部を設けず、また支柱 1 2 に支柱段差部も形成しないため、容易に製造することができる。

[0134] また、本実施形態に係る液冷ジャケットの製造方法によれば、基端側ピン F 2 及び先端側ピン F 3 を封止体 3 A に挿入するため、回転ツールのショルダ部を押し込む場合に比べて摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるとともに、本接合用回転ツール F の操作性も良好となる。また、摩擦攪拌装置にかかる負荷を軽減することができるため、摩擦攪拌装置に大きな負荷がかからない状態で、第一突合せ部 J 1 の深い位置を接合することができるとともに、深い位置にある重合部 J 3 を接合することができる。

[0135] また、第二本接合工程では、本実施形態のように支柱 1 2 の外周縁の内側を一周以上摩擦攪拌することで、水密性及び気密性を高めることができる。なお、第二本接合工程の本接合用回転ツール F の移動ルートは、支柱 1 2 に対して本接合用回転ツール F を必ずしも一周以上させる必要はなく、塑性流動材が液冷ジャケット 1 A の内部に流出しないように設定するとともに、少なくとも重合部 J 3 の一部が摩擦攪拌接合されるように設定してもよい。

[0136] 以上本発明の第二実施形態について説明したが、本発明の趣旨に反しない範囲において適宜設計変更が可能である。例えば、第二実施形態において、前記した第一変形例～第三変形例の製造方法を採用して液冷ジャケット 1 A を製造してもよい。

[0137] 以上本発明の実施形態及び変形例について説明したが、適宜設計変更が可能である。例えば、ジャケット本体及び封止体の少なくともいずれかにフィンを形成してもよい。また、第一本接合工程では、第一突合せ部 J 1 に沿って本接合用回転ツール F を二周させてもよい。また、第一本接合工程と第二本接合工程で用いる回転ツールは、異なるものを用いてもよい。また、各実

施形態では、発熱体Hを具備する液冷ジャケットの製造方法に本発明を適用したが、発熱体Hを具備しない液冷ジャケットの製造方法に対しても本発明を適用することができる。この場合には、穿設工程や装着工程を省略することができる。

[0138] 本発明の本接合用回転ツールFは、適宜設計変更が可能である。図36は、本発明の本接合用回転ツールの第一変形例を示す側面図である。図36に示すように、第一変形例に係る本接合用回転ツールF aでは、ピン段差部30の段差底面30 aと段差側面30 bとのなす段差角度C 1が85°になっている。段差底面30 aは、水平面と平行である。このように、段差底面30 aは水平面と平行であるとともに、段差角度C 1は、摩擦攪拌中にピン段差部30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。

[0139] 図37は、本発明の本接合用回転ツールの第二変形例を示す側面図である。図37に示すように、第二変形例に係る本接合用回転ツールF bでは、ピン段差部30の段差角度C 1が115°になっている。段差底面30 aは水平面と平行になっている。このように、段差底面30 aは水平面と平行であるとともに、ピン段差部30として機能する範囲で段差角度C 1が鈍角となってもよい。

[0140] 図38は、本発明の本接合用回転ツールの第三変形例を示す側面図である。図38に示すように、第三変形例に係る本接合用回転ツールF cでは、段差底面30 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30 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30 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。上記の本接合用回転ツールの第一～第三変形例によっても、本実施形態と同等の効果を奏することができる。

符号の説明

[0141] 1 液冷ジャケット

1 A	液冷ジャケット
2	ジャケット本体
2 A	ジャケット本体
3	封止体
3 A	封止体
3 a	表面
3 b	裏面
3 c	外周側面
1 0	底部
1 1	周壁部
1 1 A	壁部
1 1 B	壁部
1 1 C	壁部
1 1 D	壁部
1 1 a	周壁端面
1 2	支柱
1 2 a	支柱端面
1 3	凹部
1 4	周壁段差部
1 4 a	段差底面
1 4 b	段差側面
1 6 a	支柱端面
1 7	支柱段差部
1 7 a	段差底面
1 7 b	段差側面
F	本接合用回転ツール（回転ツール）
F a	本接合用回転ツール
F b	本接合用回転ツール

F c	本接合用回転ツール
F 1	基軸部
F 2	基端側ピン
F 3	先端側ピン
3 0	ピン段差部
3 0 a	段差底面
3 0 b	段差側面
3 1	螺旋溝
A 1	テーパ角度（基端側ピンの）
A 2	テーパ角度
C 1	段差角度
C 2	螺旋角度
Z 1	距離（基端側ピンの）
Z 2	距離
Y 1	高さ（段差側面の）
Y 2	高さ
G	仮接合用回転ツール
J 1	第一突合せ部
J 2	第二突合せ部
J 3	重合部
K	テーブル（冷却板）
M	取付部材
W 1	塑性化領域
W 2	塑性化領域
W P	冷却管

請求の範囲

[請求項1]

底部、前記底部の周縁から立ち上がる周壁部及び前記底部から立ち上がる支柱を有するジャケット本体と、前記支柱の先端が挿入される孔部を備えるとともに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、

前記周壁部の内周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する周壁段差部を形成し、且つ前記支柱の支柱端面を前記周壁部の周壁端面と同一の高さ位置に形成するとともに、前記支柱の先端の外周に段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する支柱段差部を形成する準備工程と、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置する載置工程と、

前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わされた第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第一本接合工程と、

前記支柱段差部の段差側面と前記孔部の孔壁とが突き合わされた第二突合せ部に沿って前記回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第二本接合工程と、を含み、

前記回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備える摩擦攪拌用の本接合用回転ツールであって、

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、

前記先端側ピンは、前記回転ツールの回転軸に対して垂直な平坦面を備えるとともに、前記平坦面から突出する突起部を備え、

前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを

接触させるとともに、前記突起部の先端面を前記ジャケット本体のみに接触させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項2]

底部、前記底部の周縁から立ち上がる周壁部及び前記底部から立ち上がる支柱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、

前記周壁部の内周縁に、段差底面と当該段差底面から立ち上がる段差側面とを有する周壁段差部を形成するとともに、前記支柱の支柱端面を前記周壁段差部の段差底面と同一の高さ位置に形成する準備工程と、

前記ジャケット本体に前記封止体を載置する載置工程と、

前記周壁段差部の段差側面と前記封止体の外周側面とが突き合わされた第一突合せ部に沿って回転ツールを一周させて摩擦攪拌を行う第一本接合工程と、

前記支柱の支柱端面と前記封止体の裏面とが重ね合わされた重合部に対して前記回転ツールを移動させて摩擦攪拌を行う第二本接合工程と、を含み、

前記回転ツールは、基端側ピンと、先端側ピンとを備える摩擦攪拌用の本接合用回転ツールであって、

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、

前記先端側ピンは、前記回転ツールの回転軸に対して垂直な平坦面を備えるとともに、前記平坦面から突出する突起部を備え、

前記第一本接合工程では、前記ジャケット本体及び前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを接触させるとともに、前

記突起部の先端面を前記ジャケット本体のみに接触させた状態で摩擦攪拌を行い、

前記第二本接合工程では、前記封止体に前記先端側ピンの平坦面及び前記基端側ピンを接触させるとともに、前記ジャケット本体に前記突起部の先端面を接触させた状態で摩擦攪拌を行うことを特徴とする液冷ジャケットの製造方法。

[請求項3] 前記準備工程では、前記ジャケット本体をダイキャストで形成するとともに前記底部が表面側に凸となるように形成し、かつ、前記封止体が表面側に凸となるように形成す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] 前記ジャケット本体の変形量を予め計測しておき、前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程において、前記回転ツールの挿入深さを前記変形量に合わせて調節しながら摩擦攪拌を行うことを特徴とする請求項3に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項5] 前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程に先だって、前記第一突合せ部及び前記第二突合せ部の少なくともいずれかを仮接合する仮接合工程を含む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6] 前記第一本接合工程に先だって、前記第一突合せ部を仮接合する仮接合工程を含むことを特徴とする請求項2に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項7] 前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、冷却媒体が流れる冷却板を前記底部の裏面側に設置し、前記冷却板で前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行う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8] 前記冷却板の表面と前記底部の裏面とを面接触させることを特徴とする請求項7に記載の液冷ジャケットの製造方法。

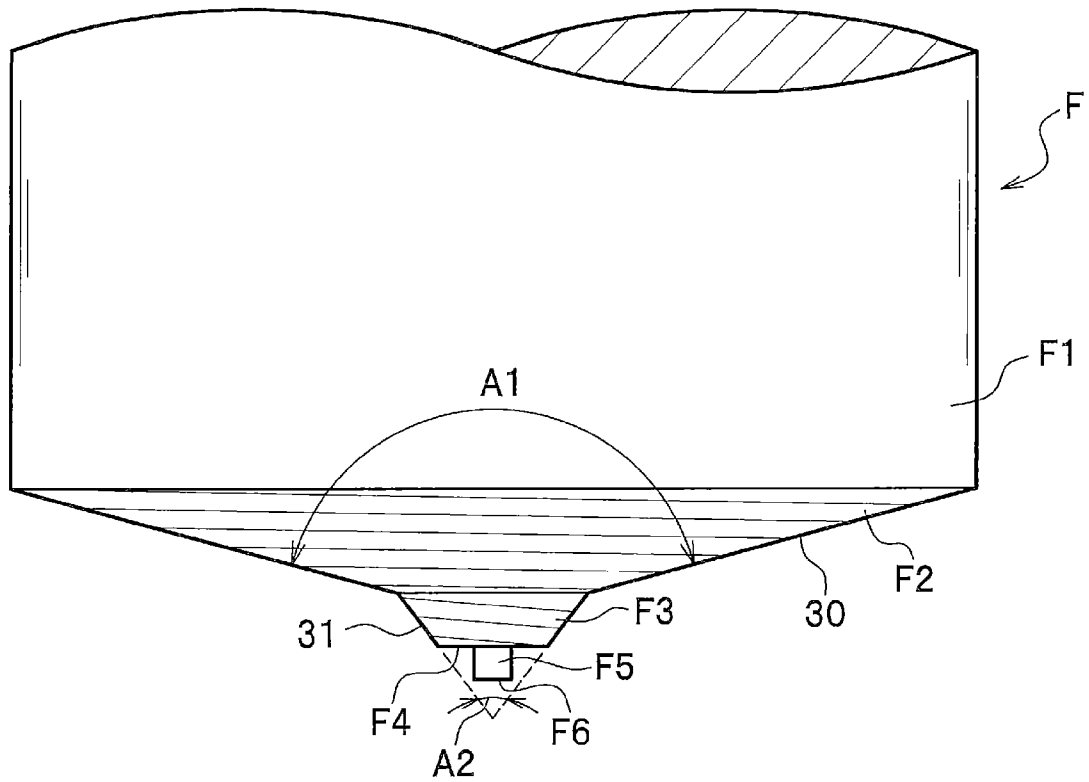
[請求項9] 前記冷却板は、前記冷却媒体が流れる冷却流路を有し、

前記冷却流路は、前記第一本接合工程における前記回転ツールの移動軌跡に沿う平面形状を備えることを特徴とする請求項 7 に記載の液冷ジャケットの製造方法。

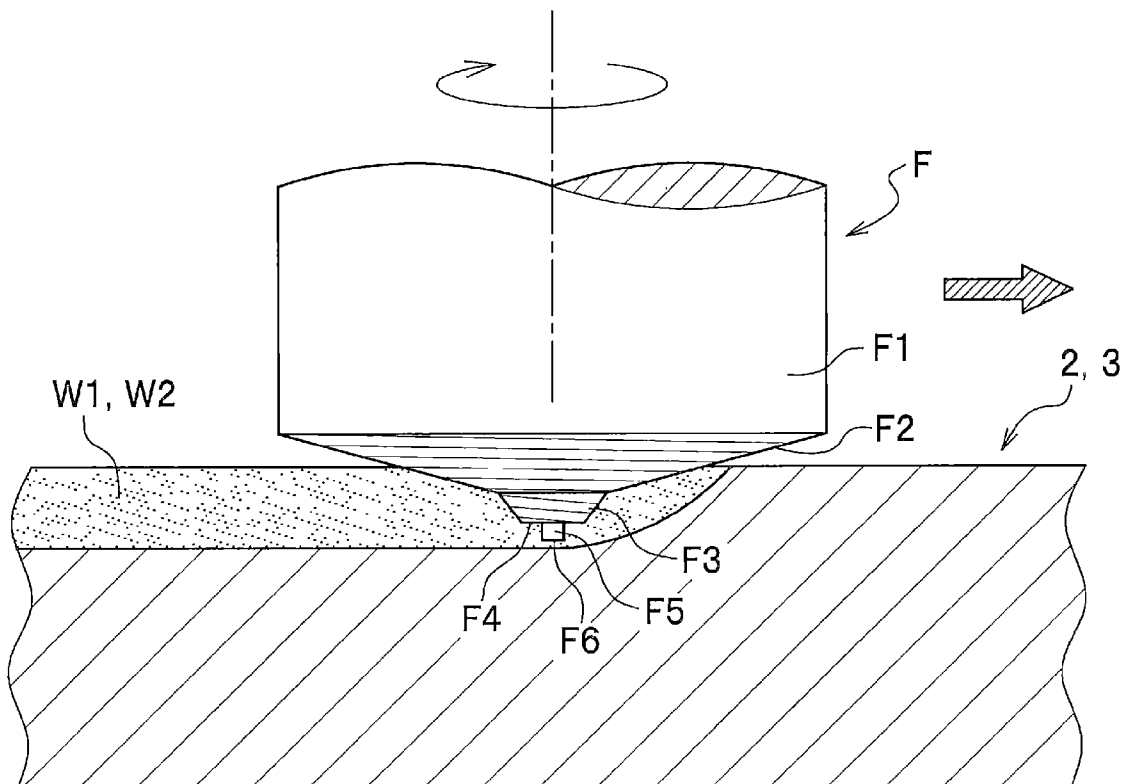
[請求項10] 前記冷却媒体が流れる冷却流路は、前記冷却板に埋設された冷却管によって構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の液冷ジャケットの製造方法。

[請求項11] 前記第一本接合工程及び前記第二本接合工程では、前記ジャケット本体と前記封止体とで構成される中空部に冷却媒体を流し、前記ジャケット本体及び前記封止体を冷却しながら摩擦攪拌を行う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。

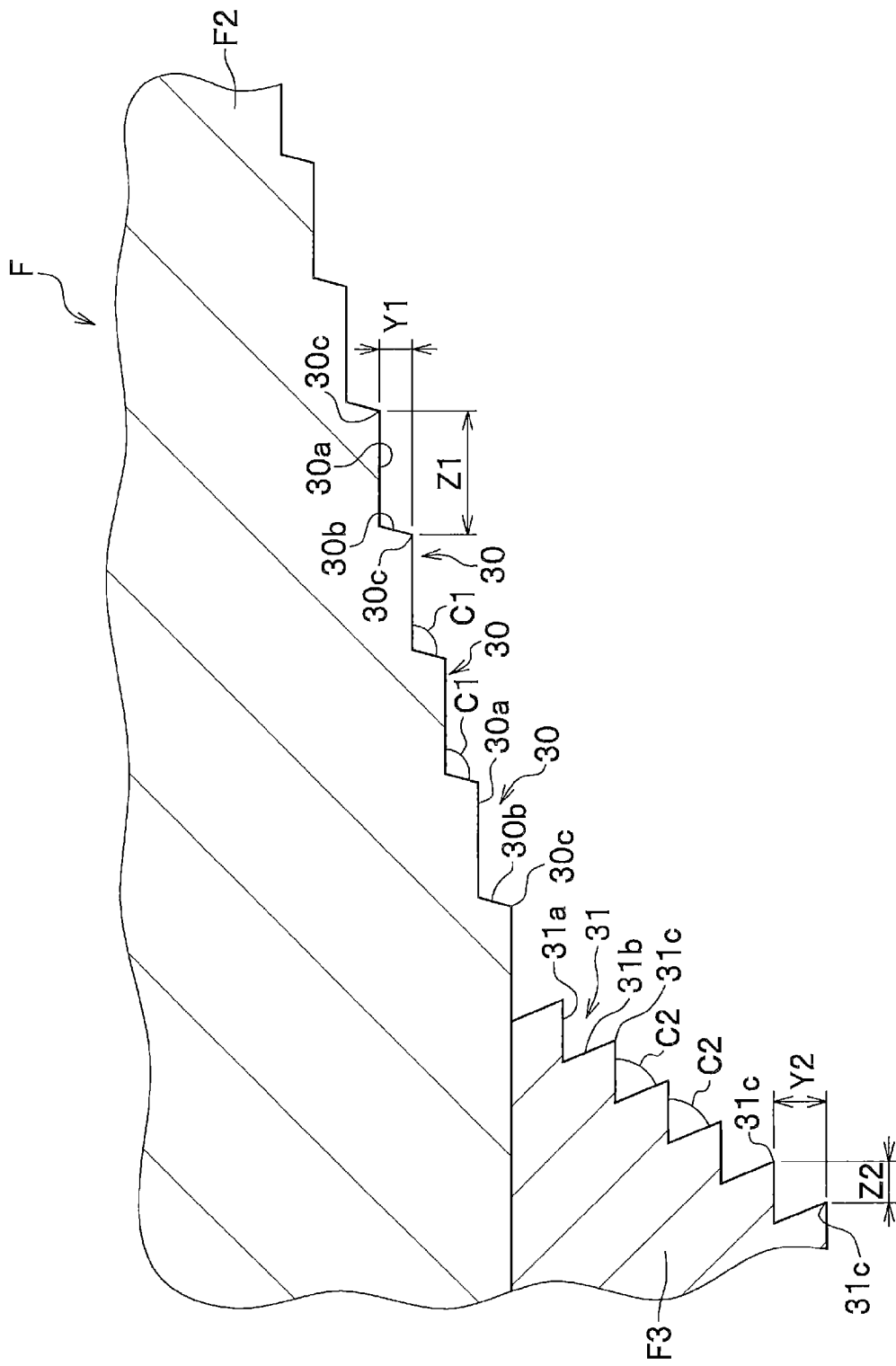
[図1]



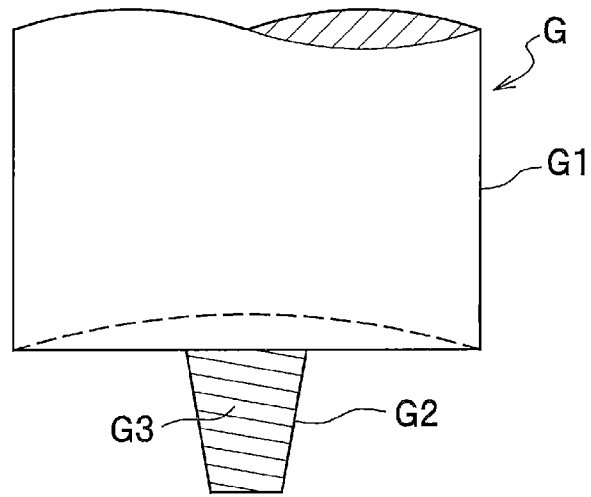
[図2]



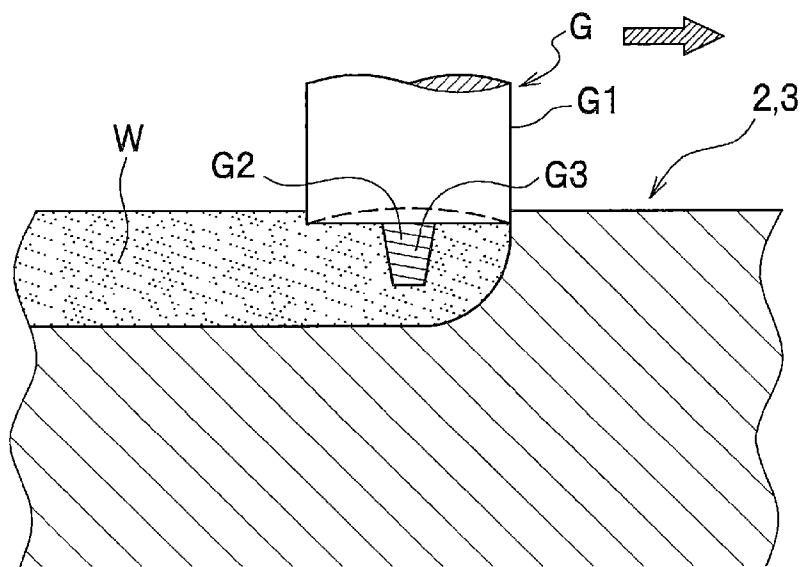
[図3]



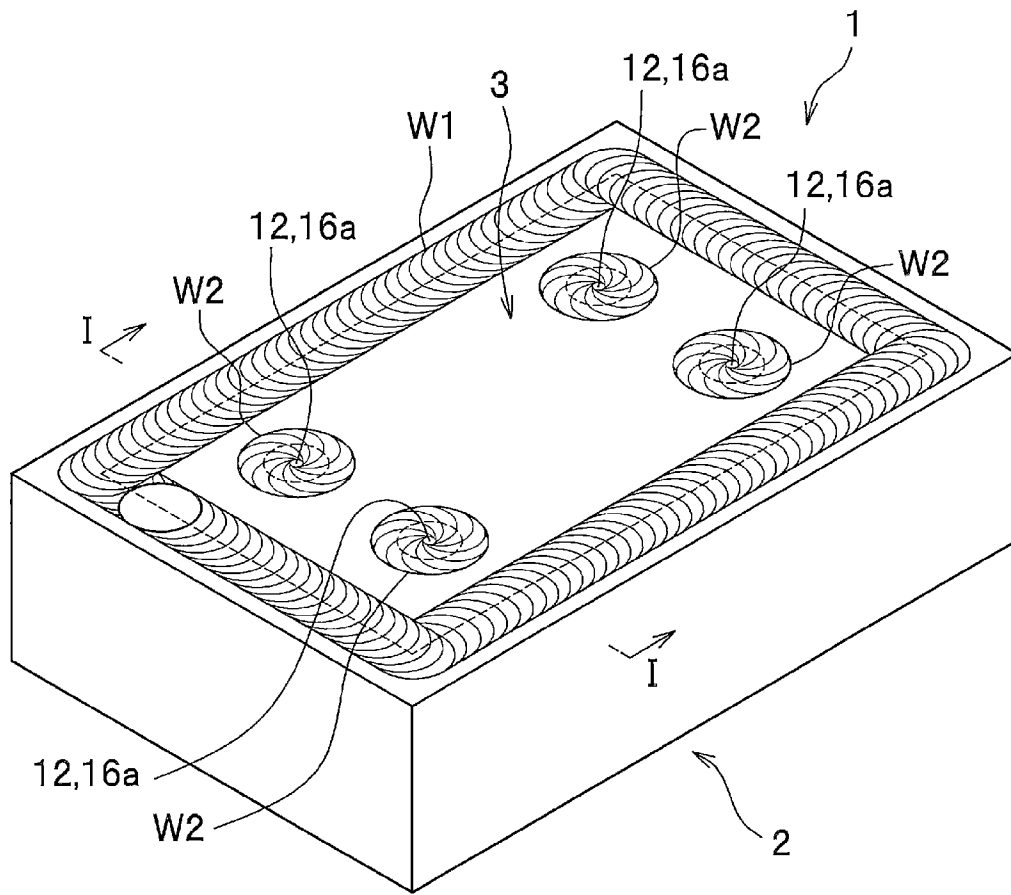
[図4]



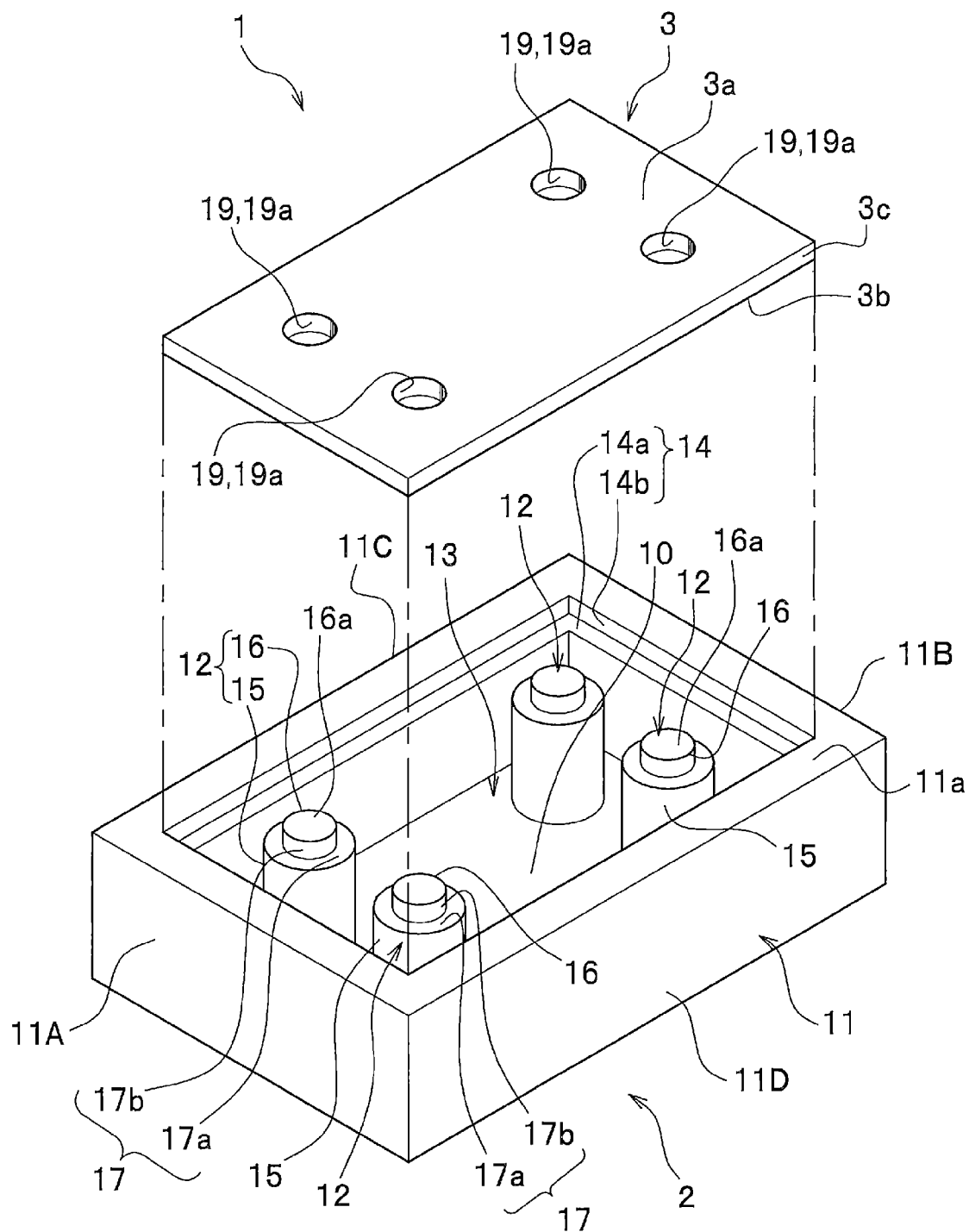
[図5]



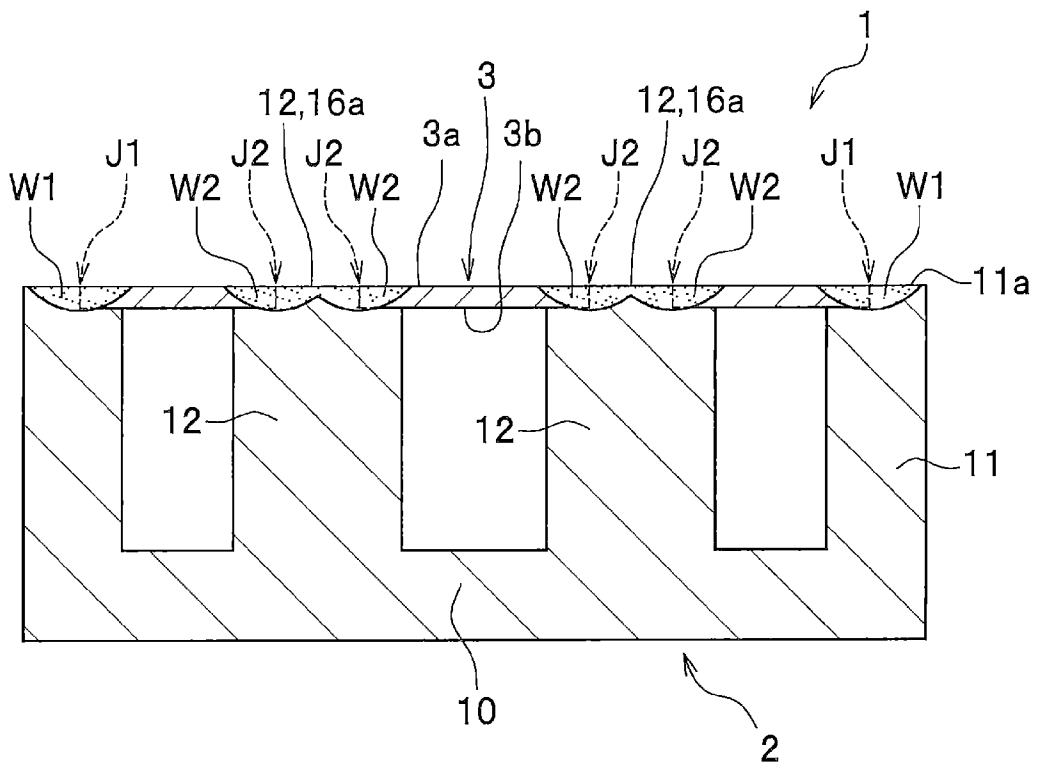
[図6]



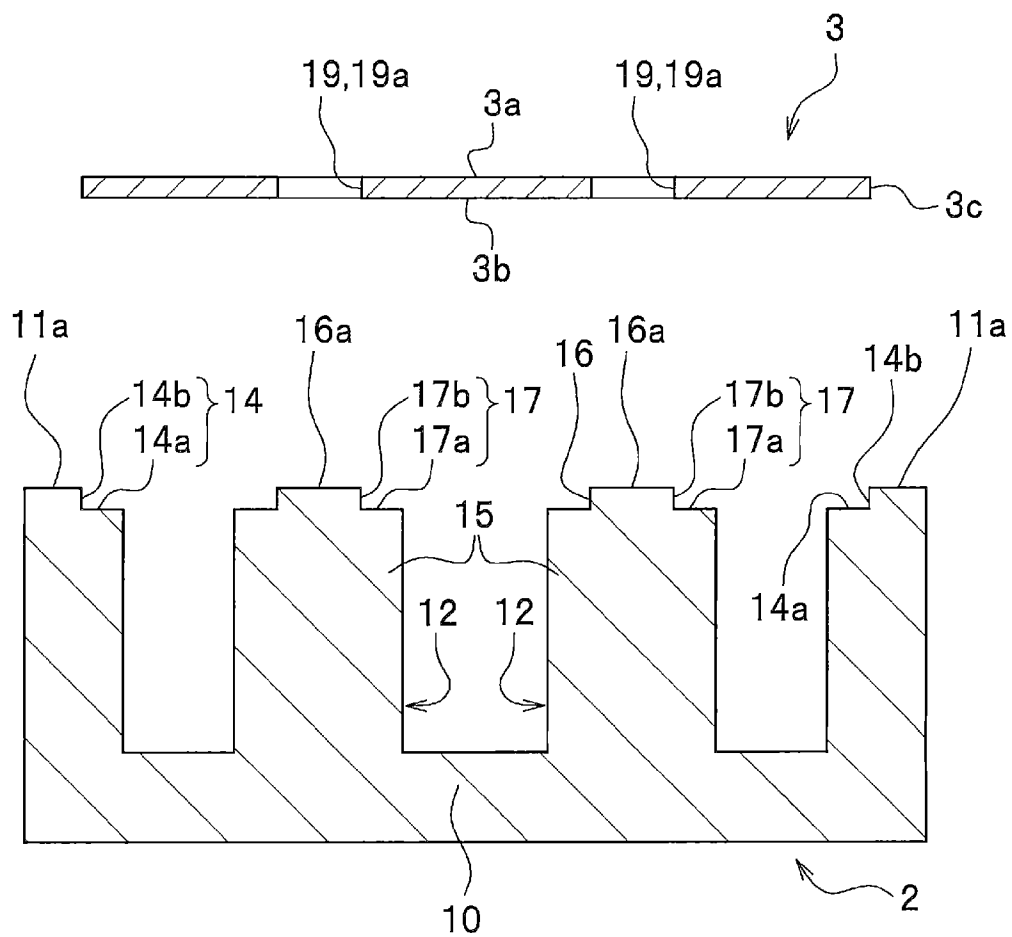
[図7]



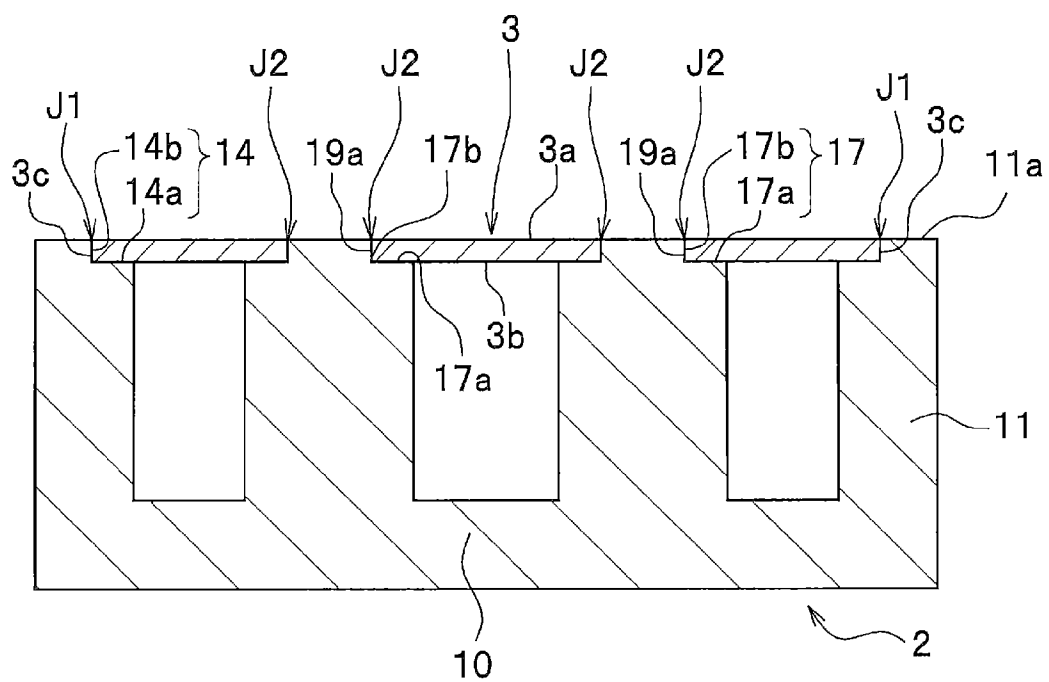
[図8]



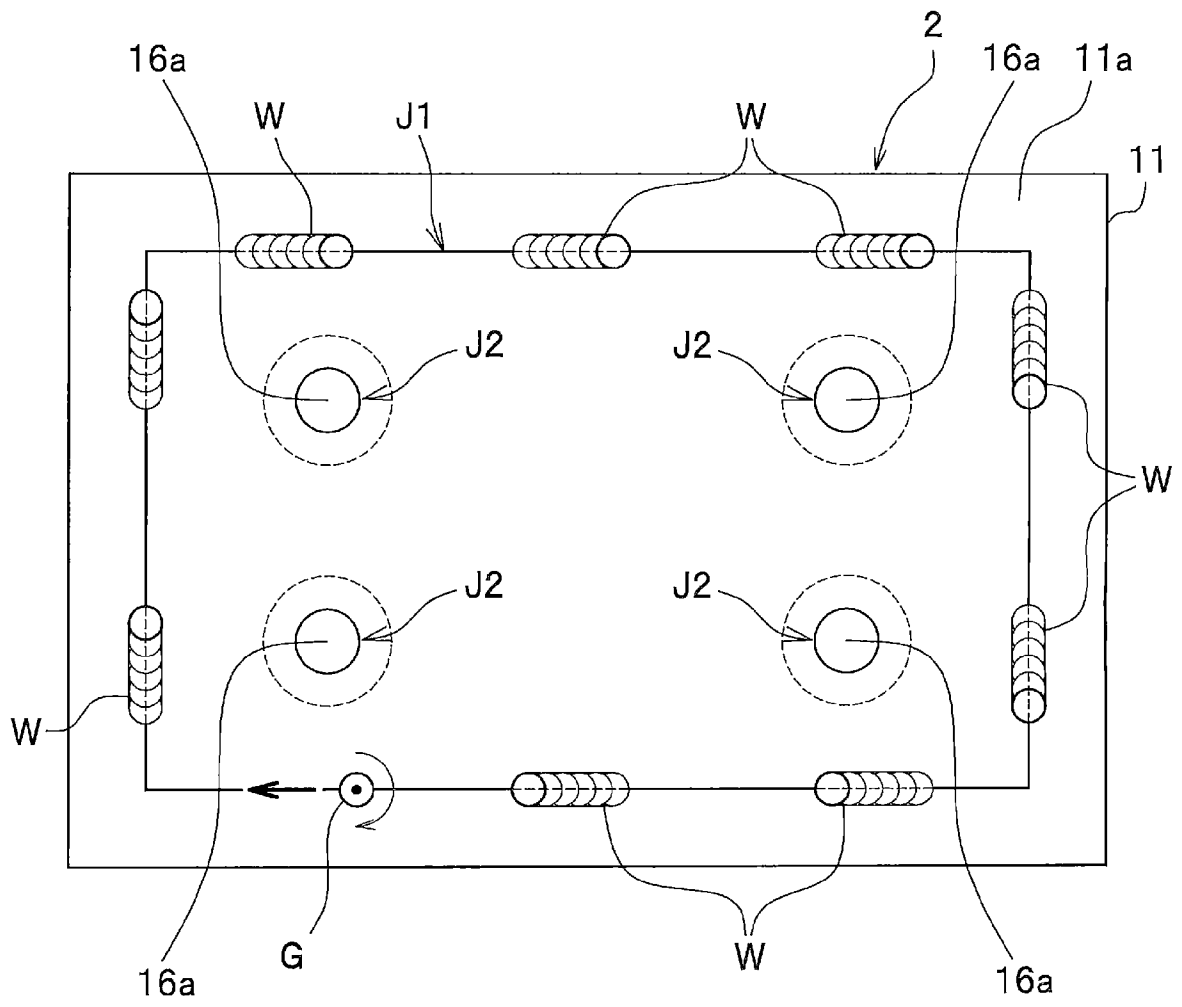
[図9]



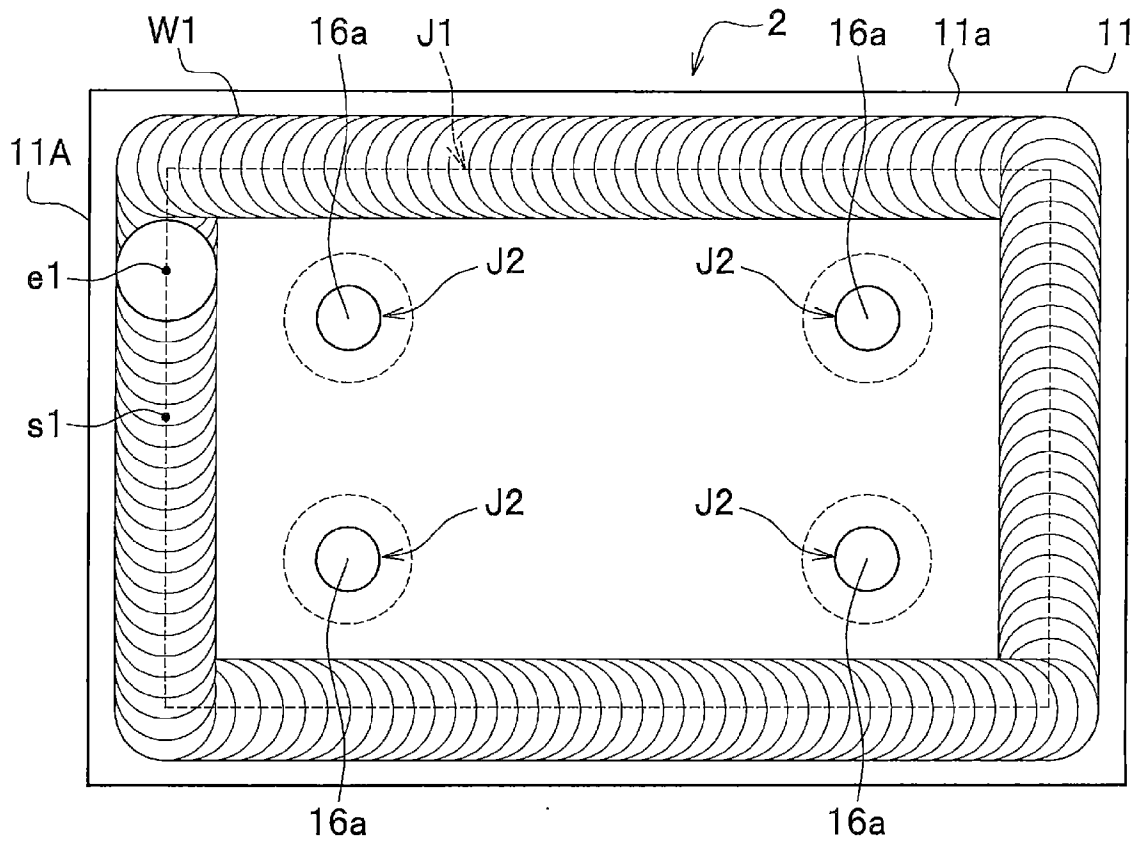
[図10]



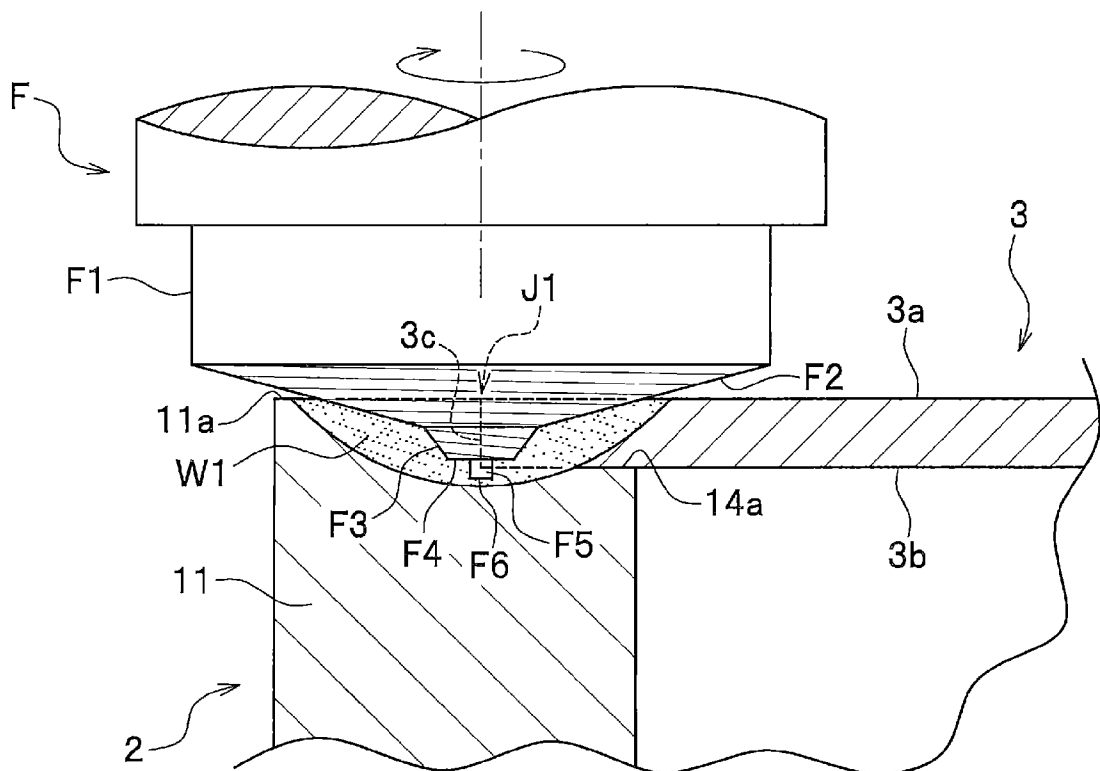
[図11]



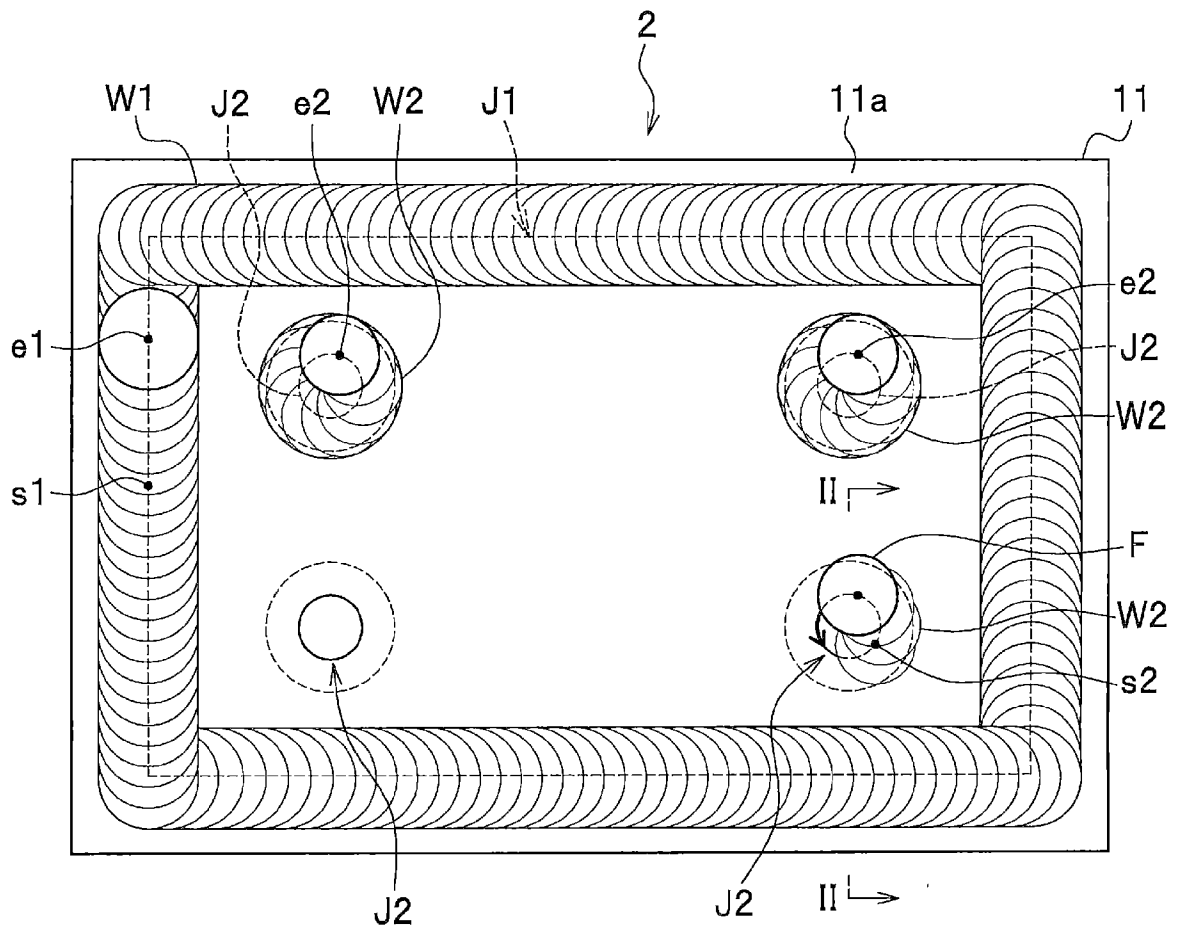
[図12]



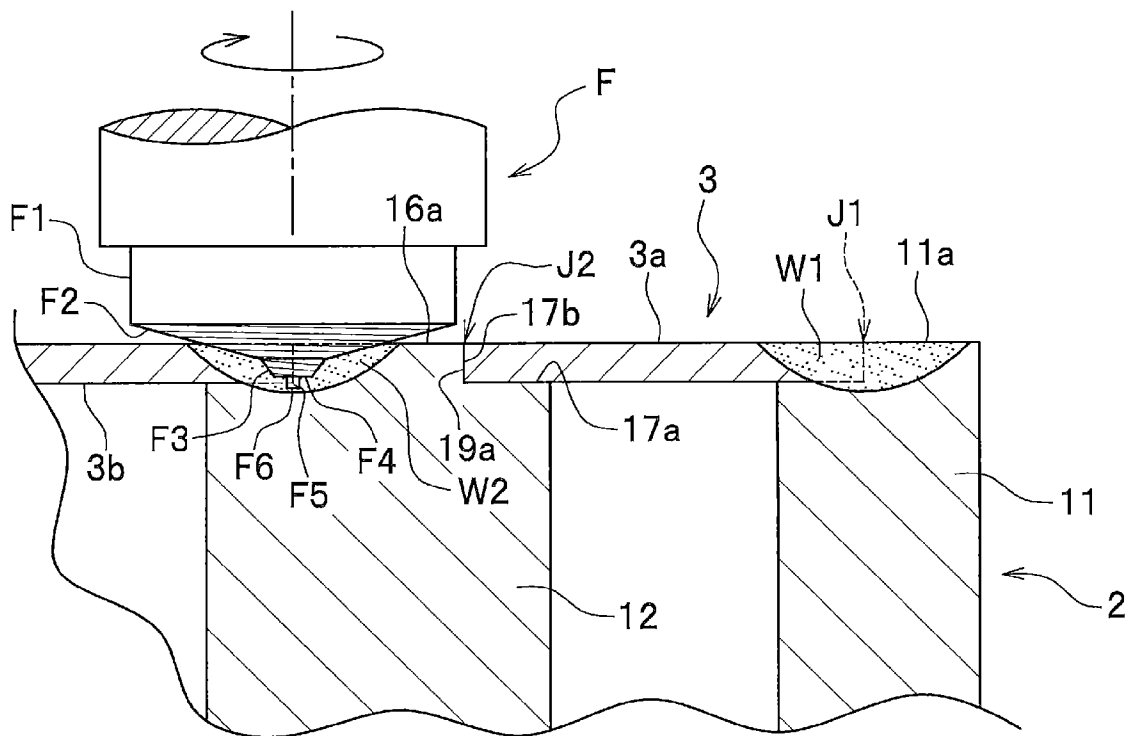
[図13]



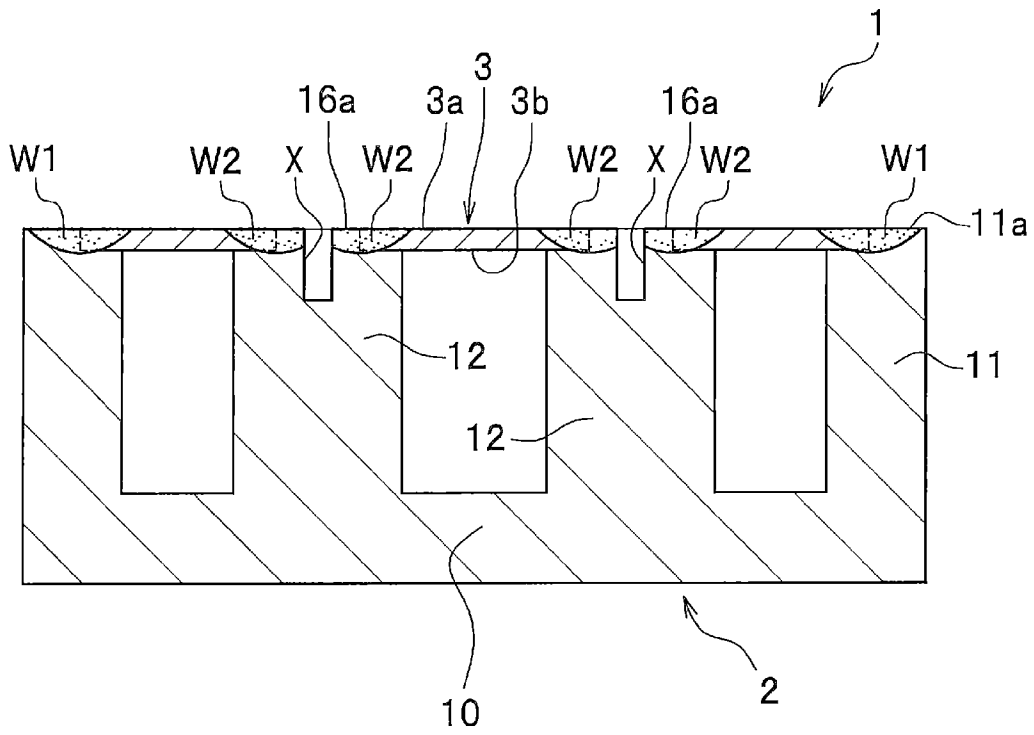
[図14]



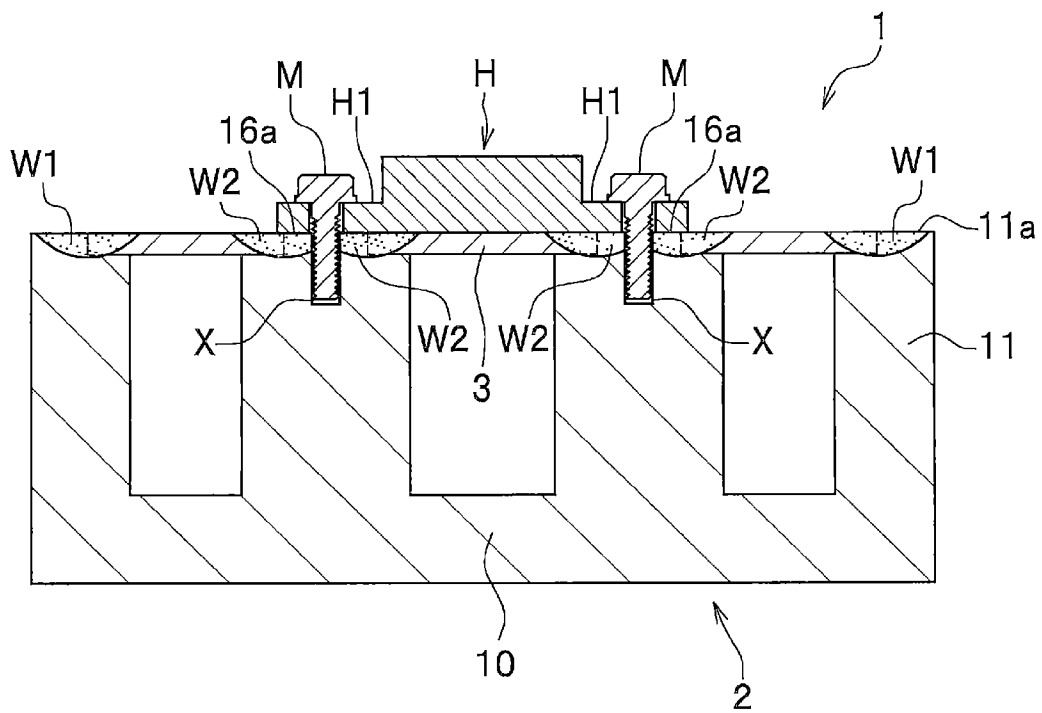
[図15]



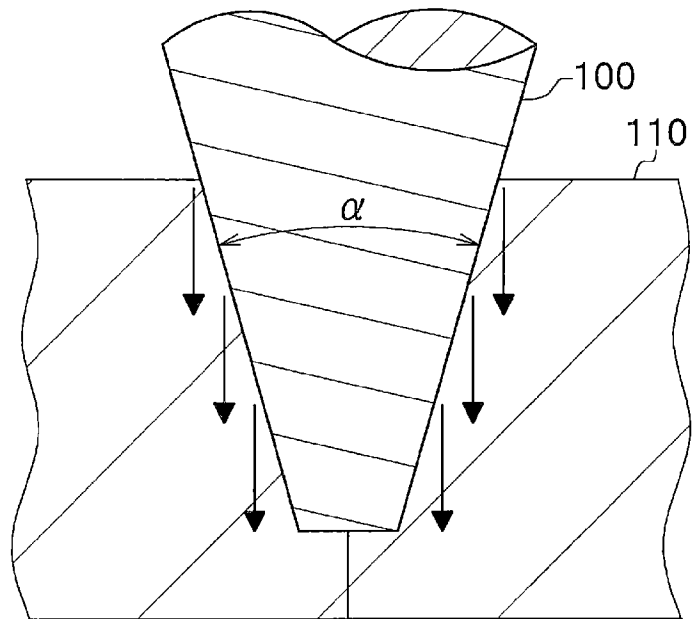
[図16]



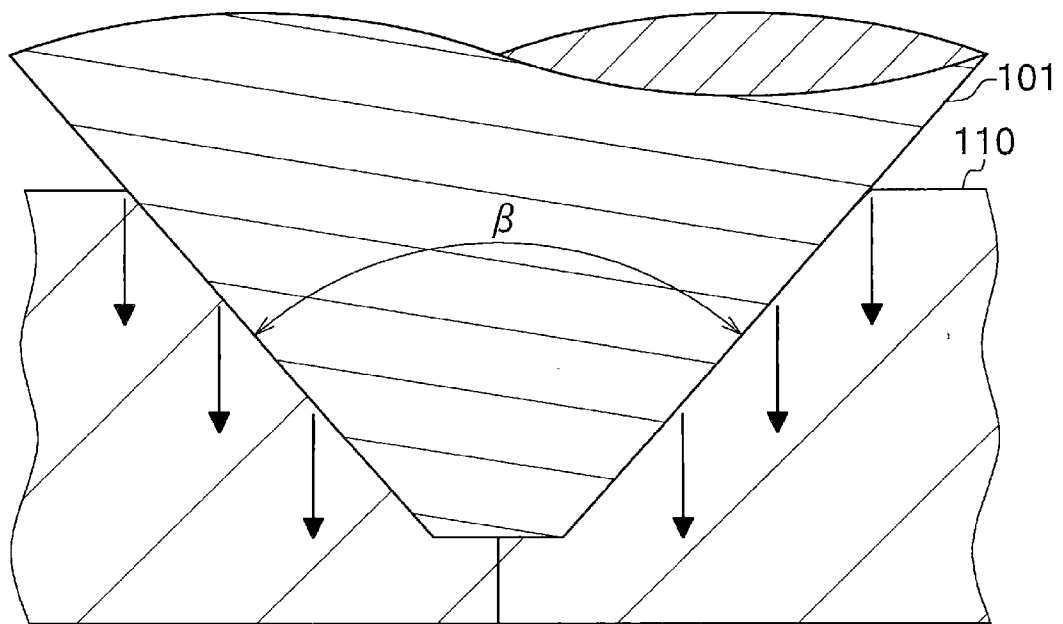
[図17]



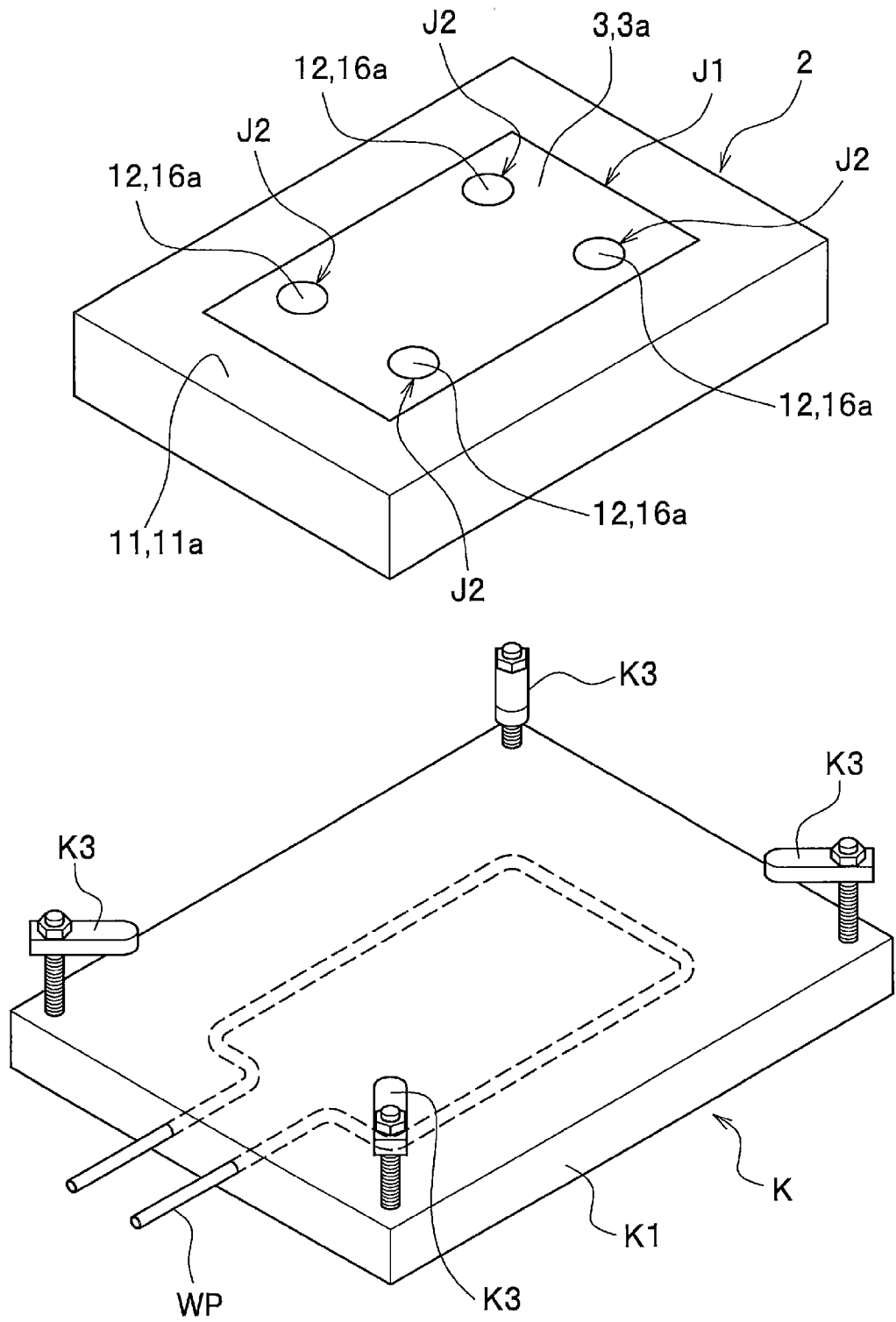
[図18]



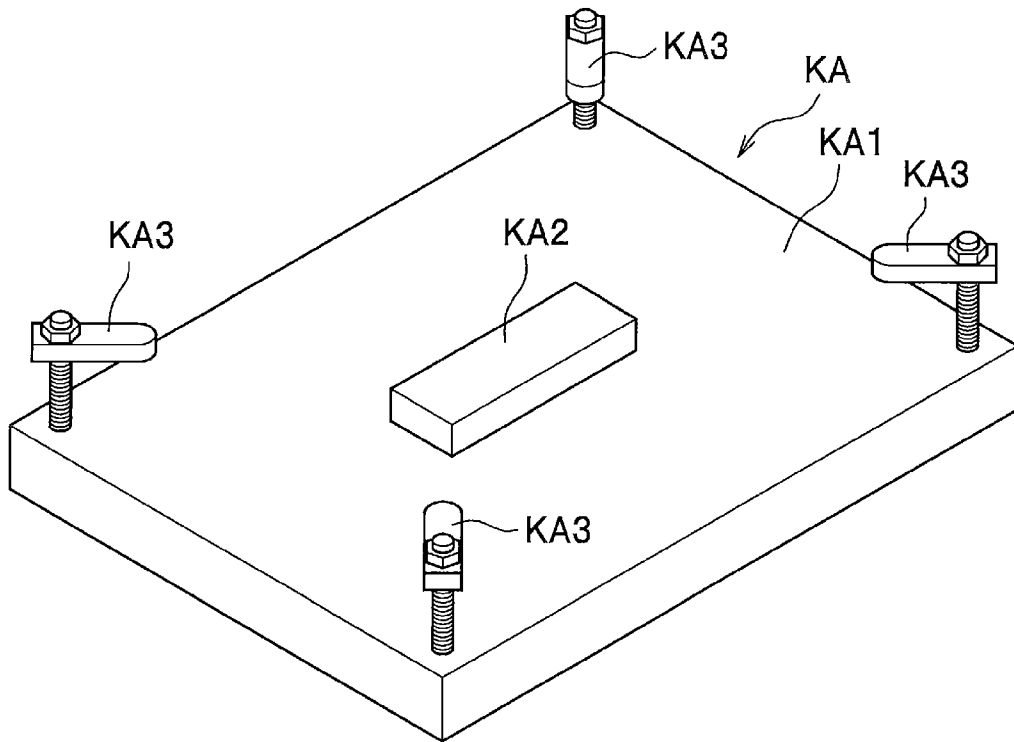
[図19]



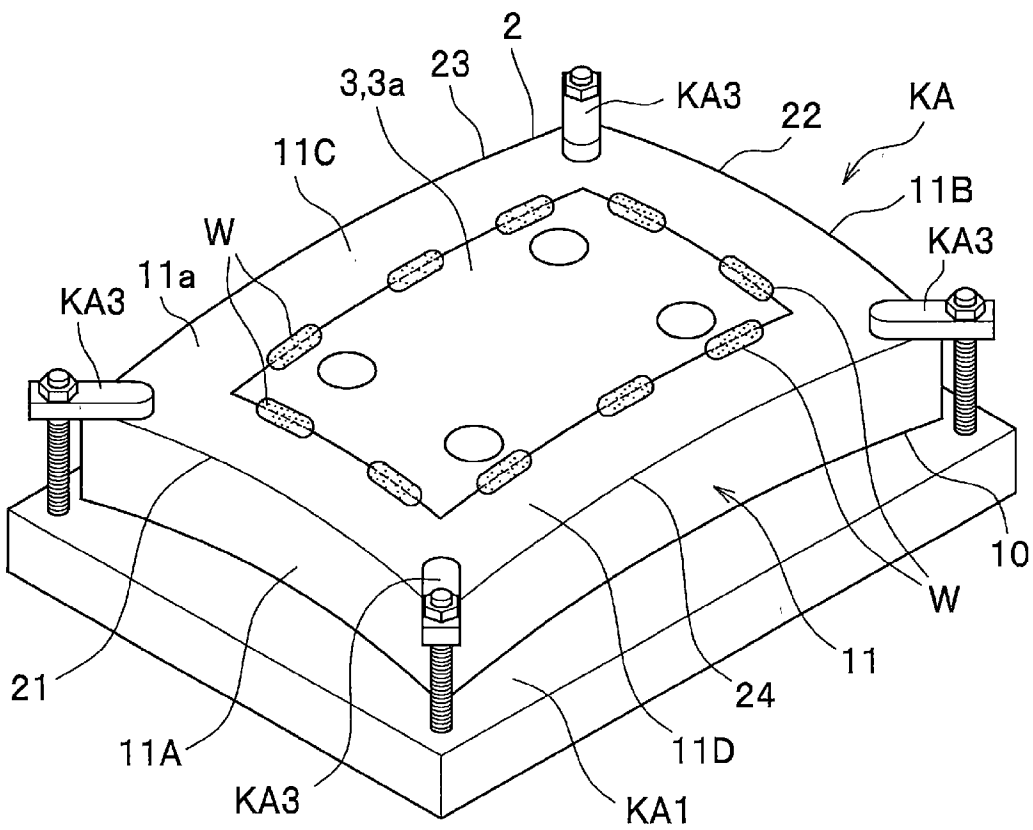
[図20]



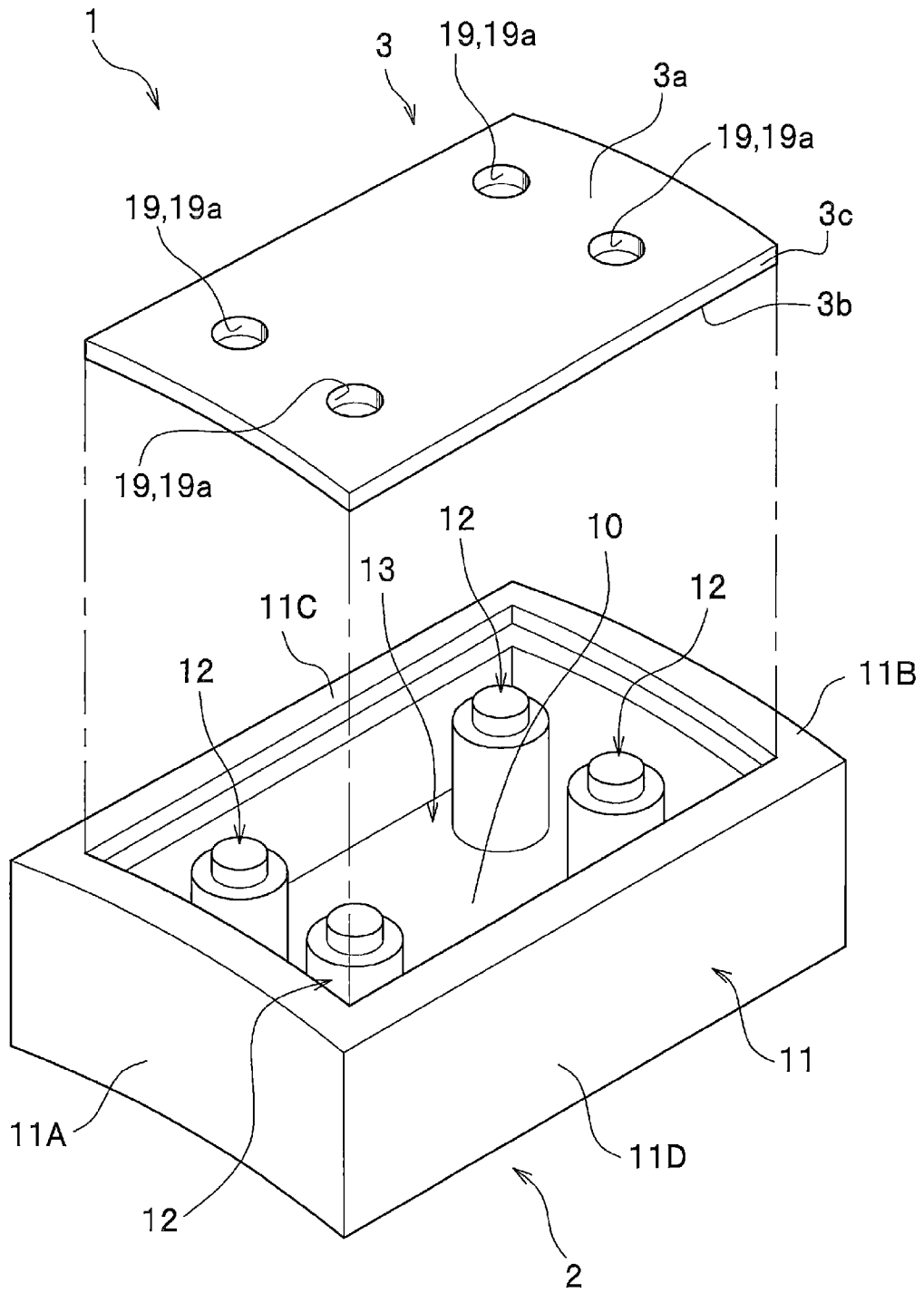
[図21]



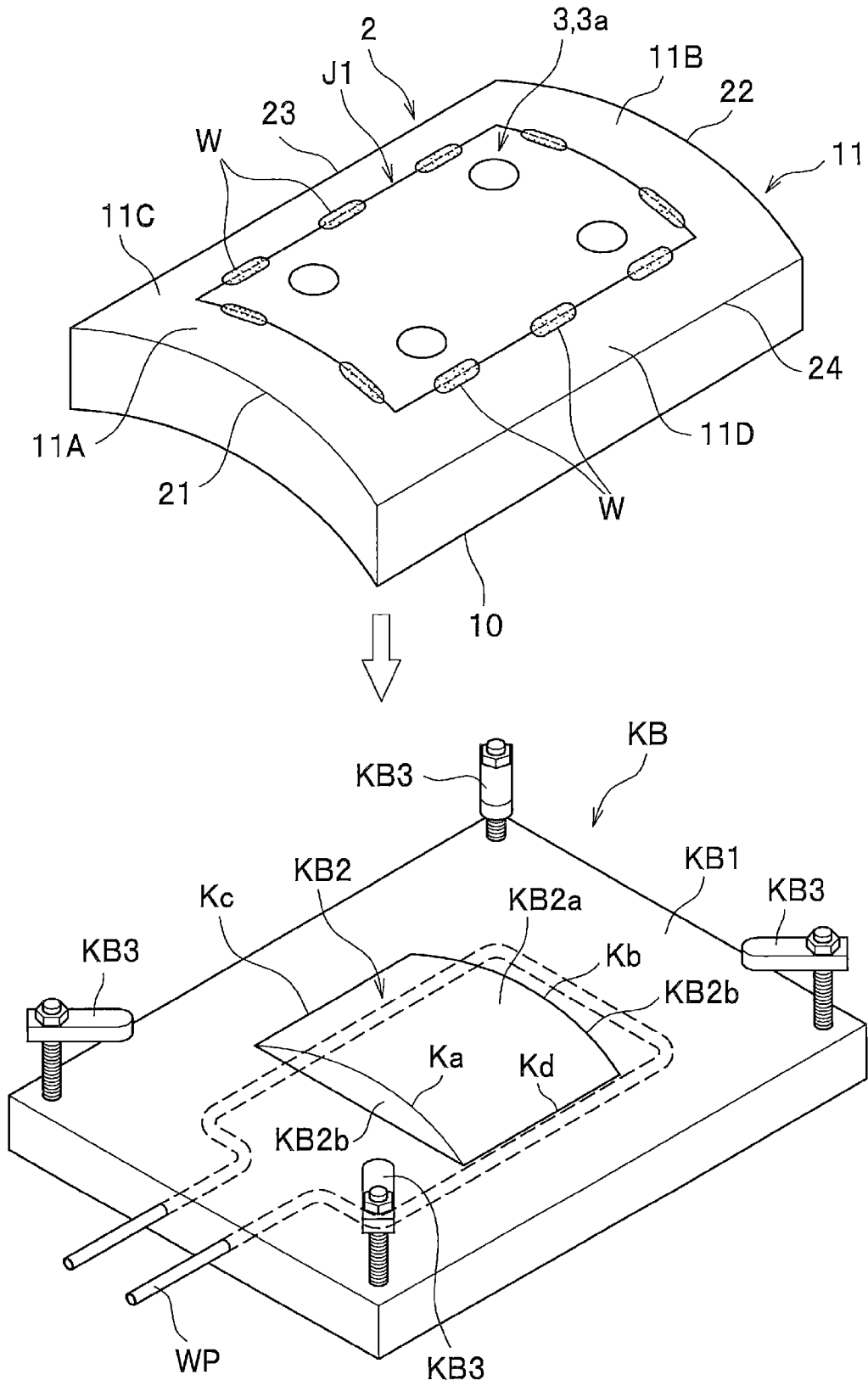
[図22]



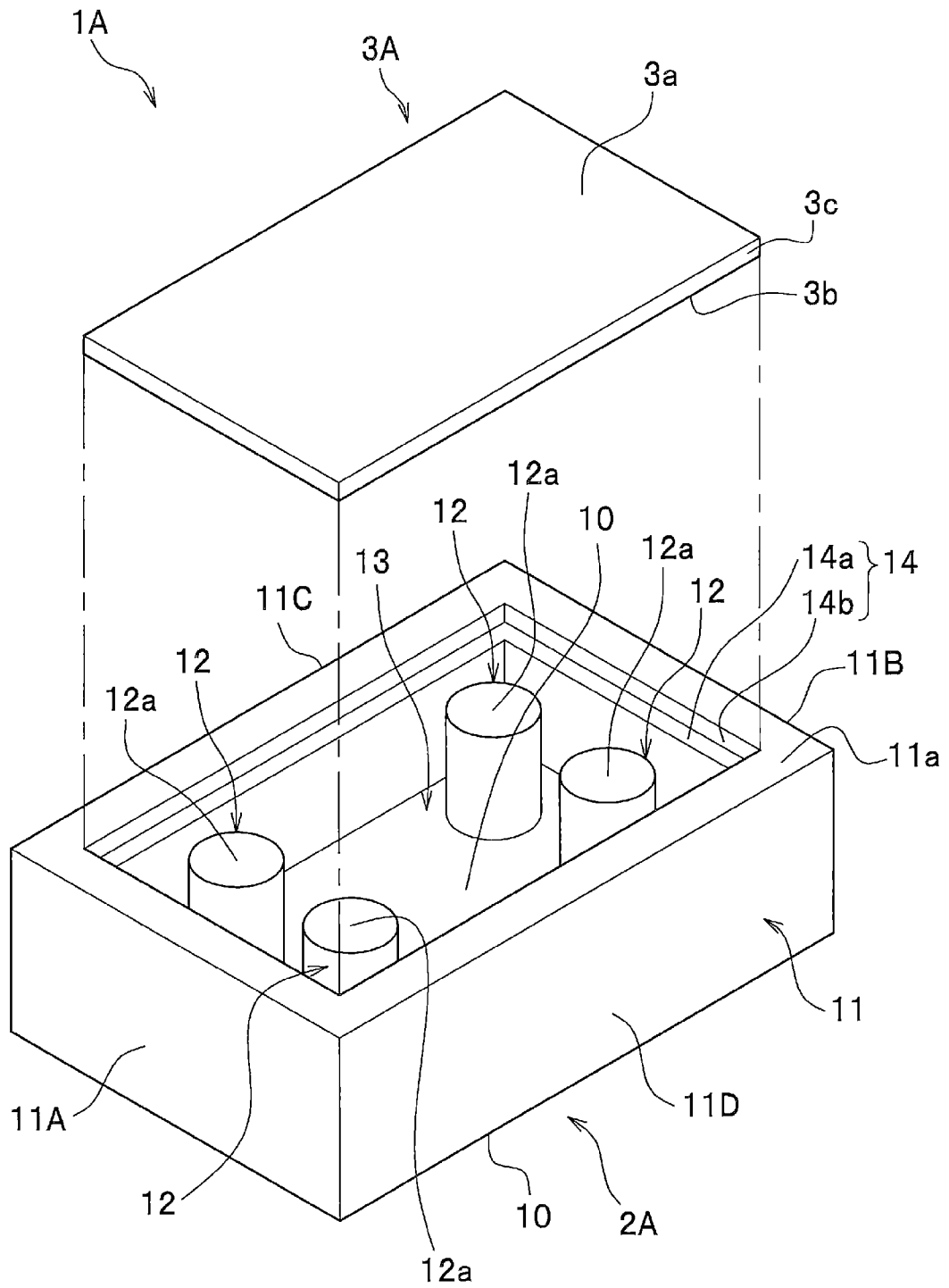
[図23]



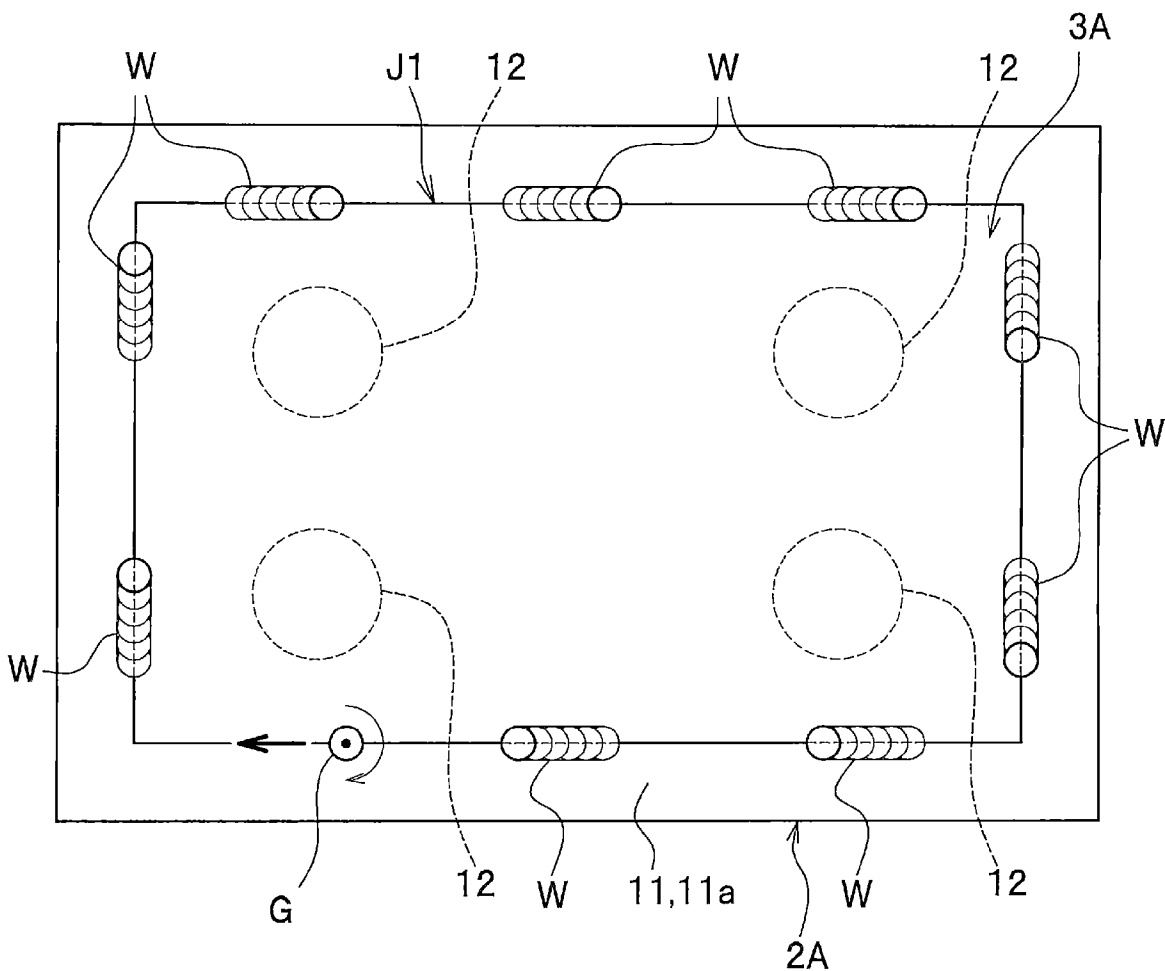
[図24]



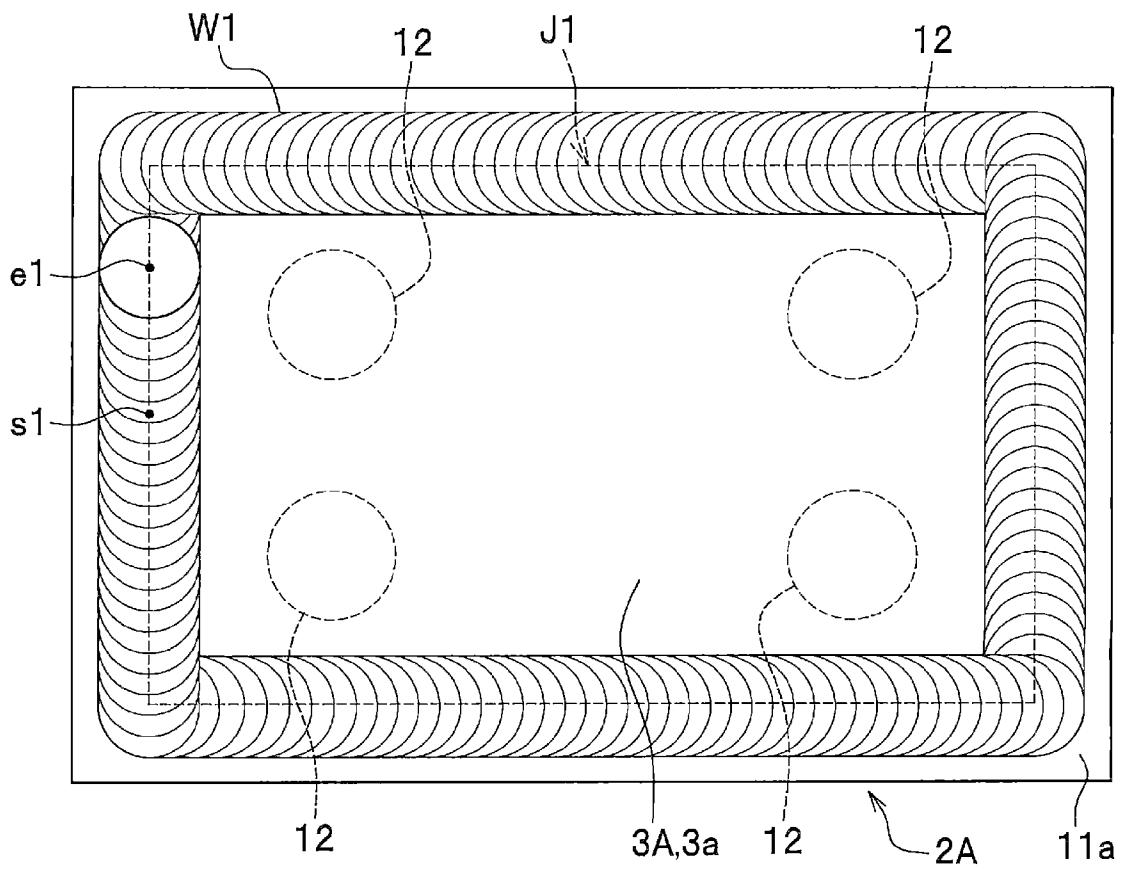
[図25]



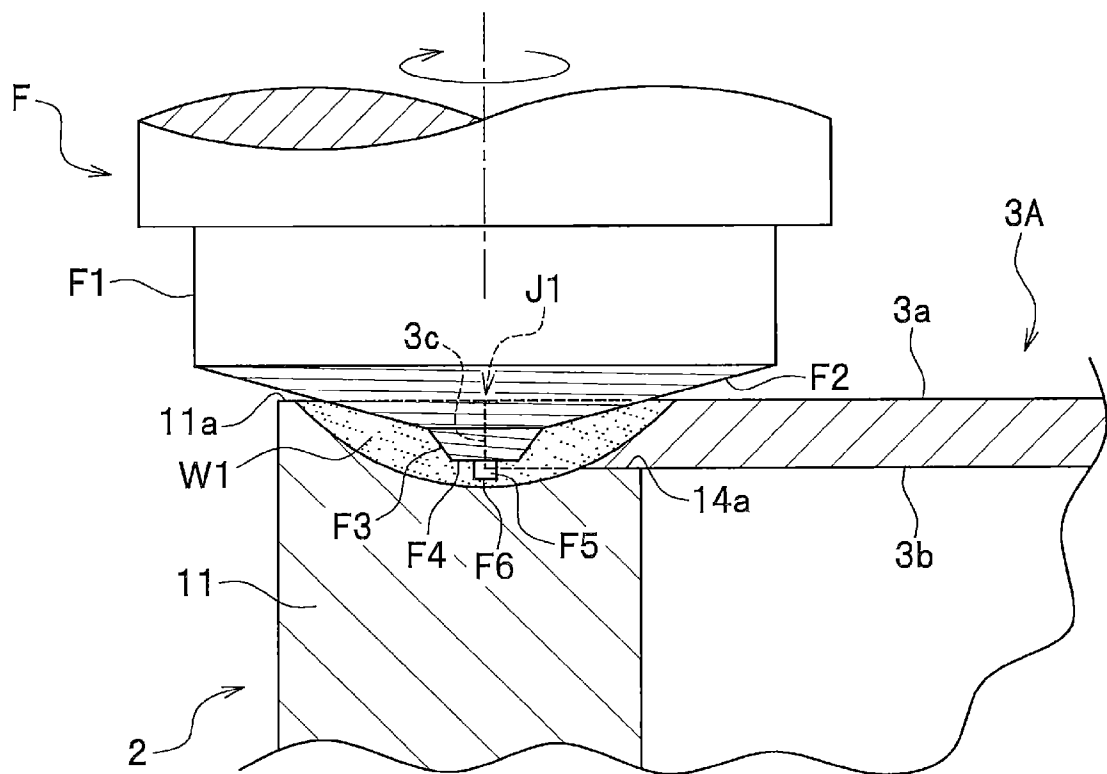
[図29]



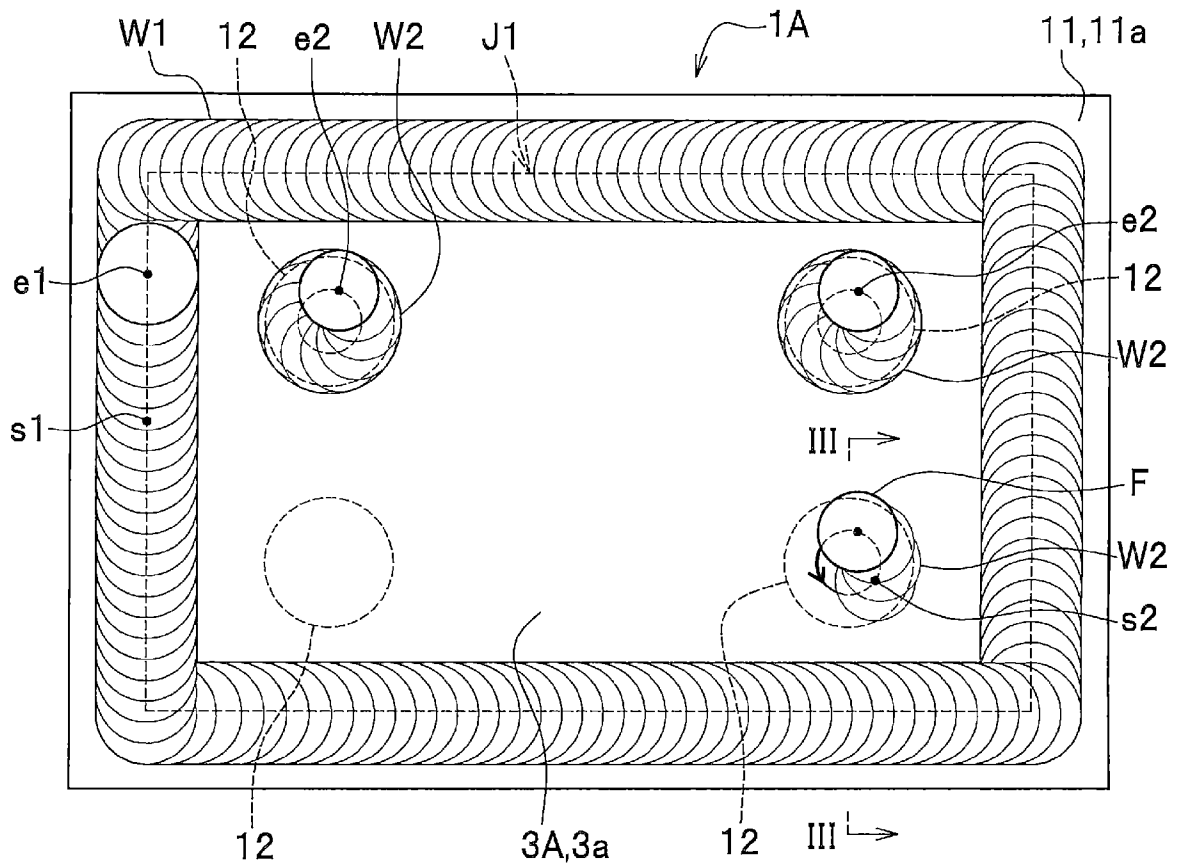
[図30]



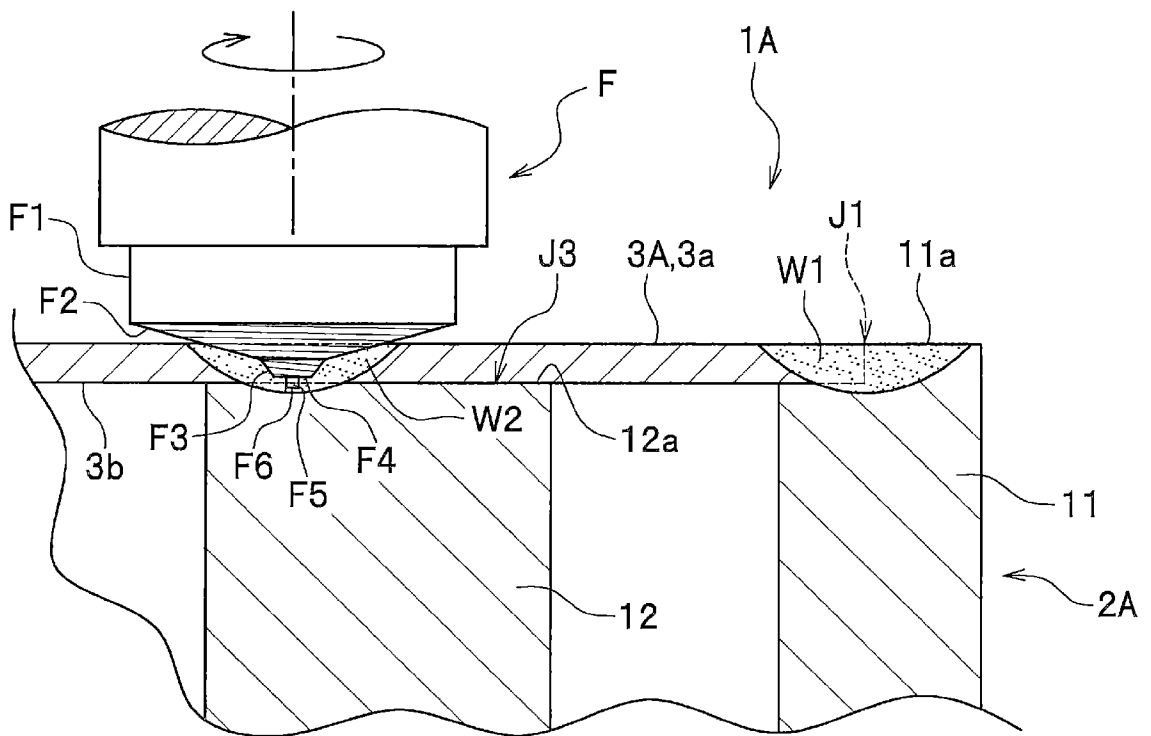
[図31]



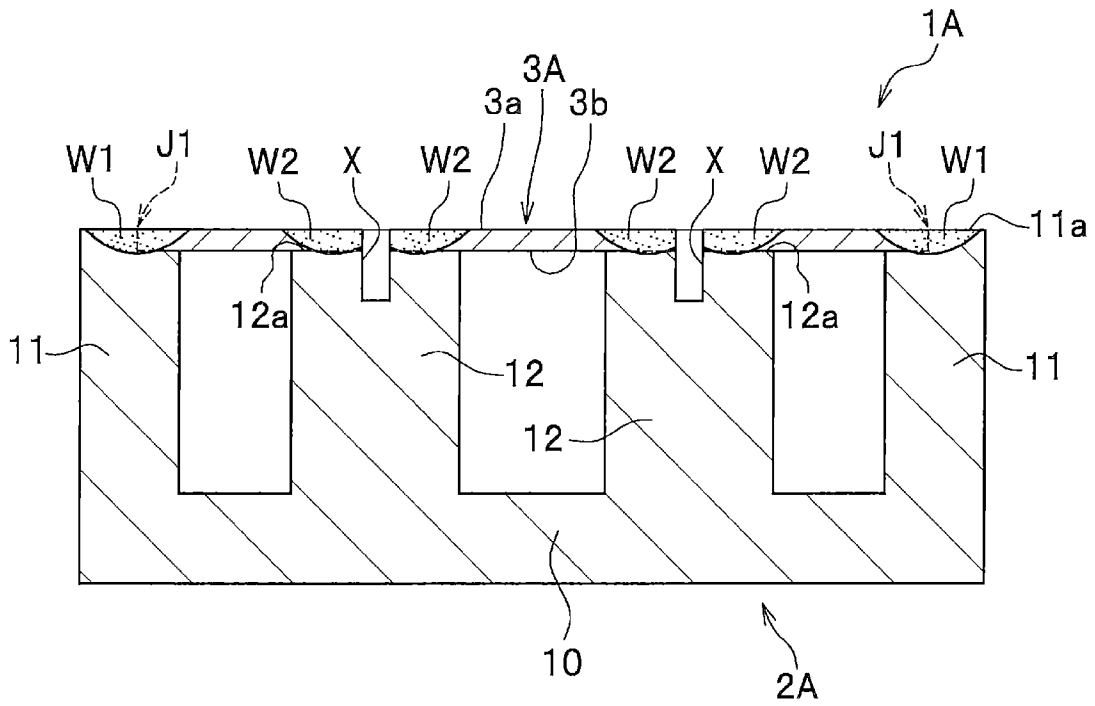
[図32]



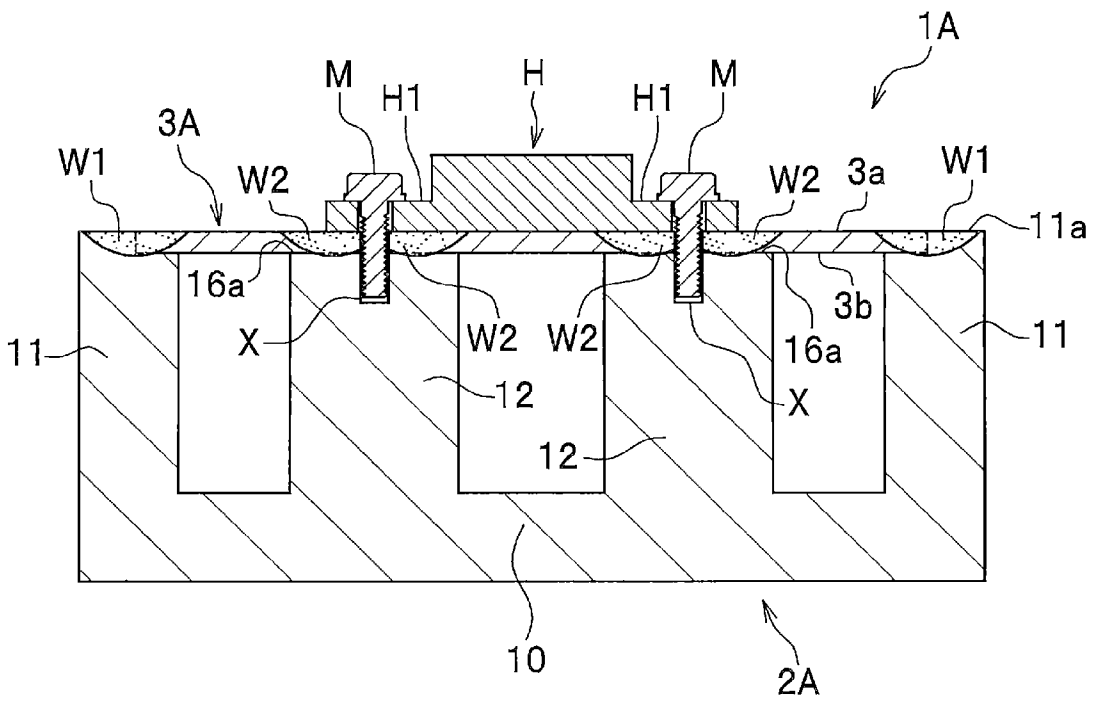
[図33]



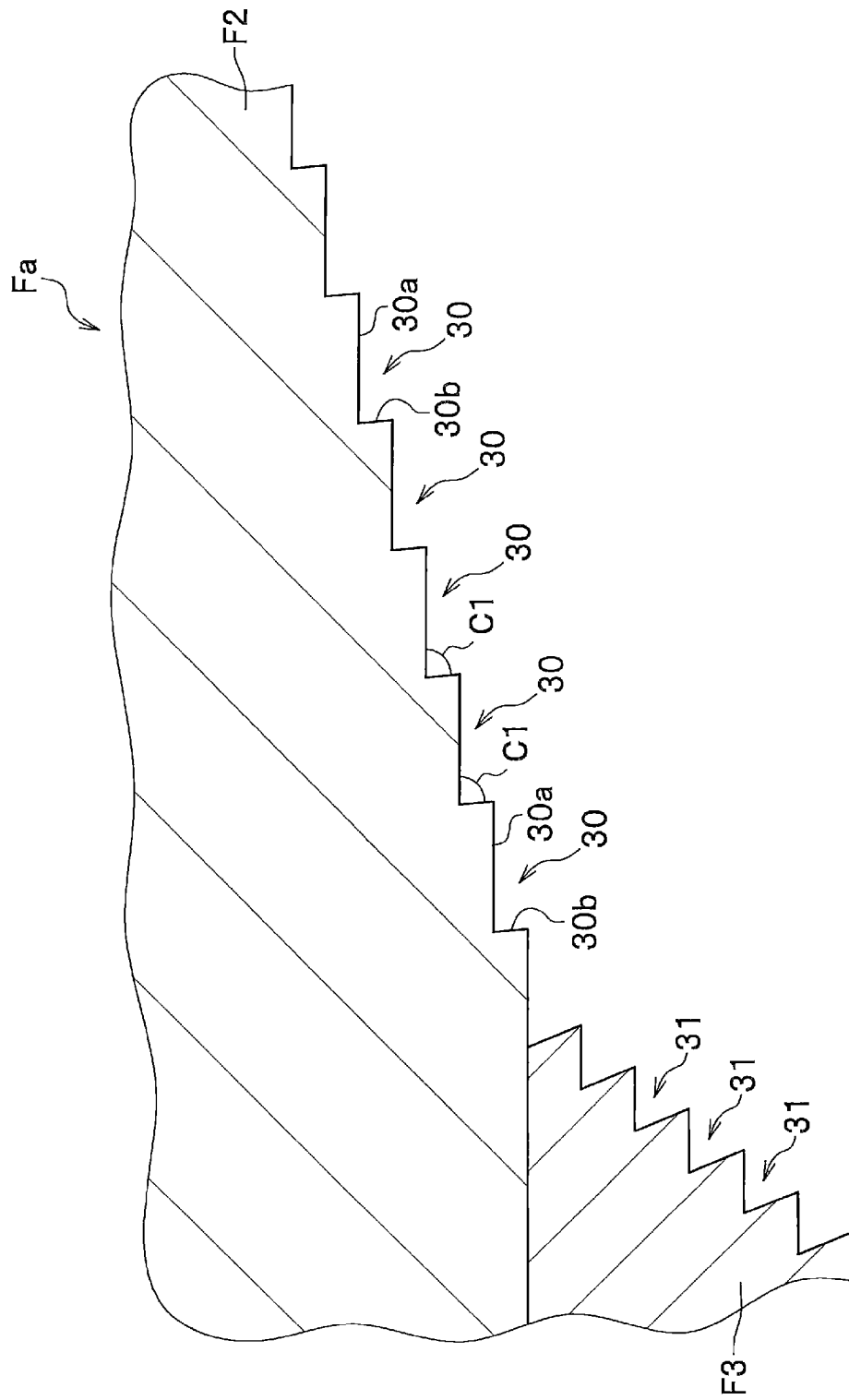
[図34]



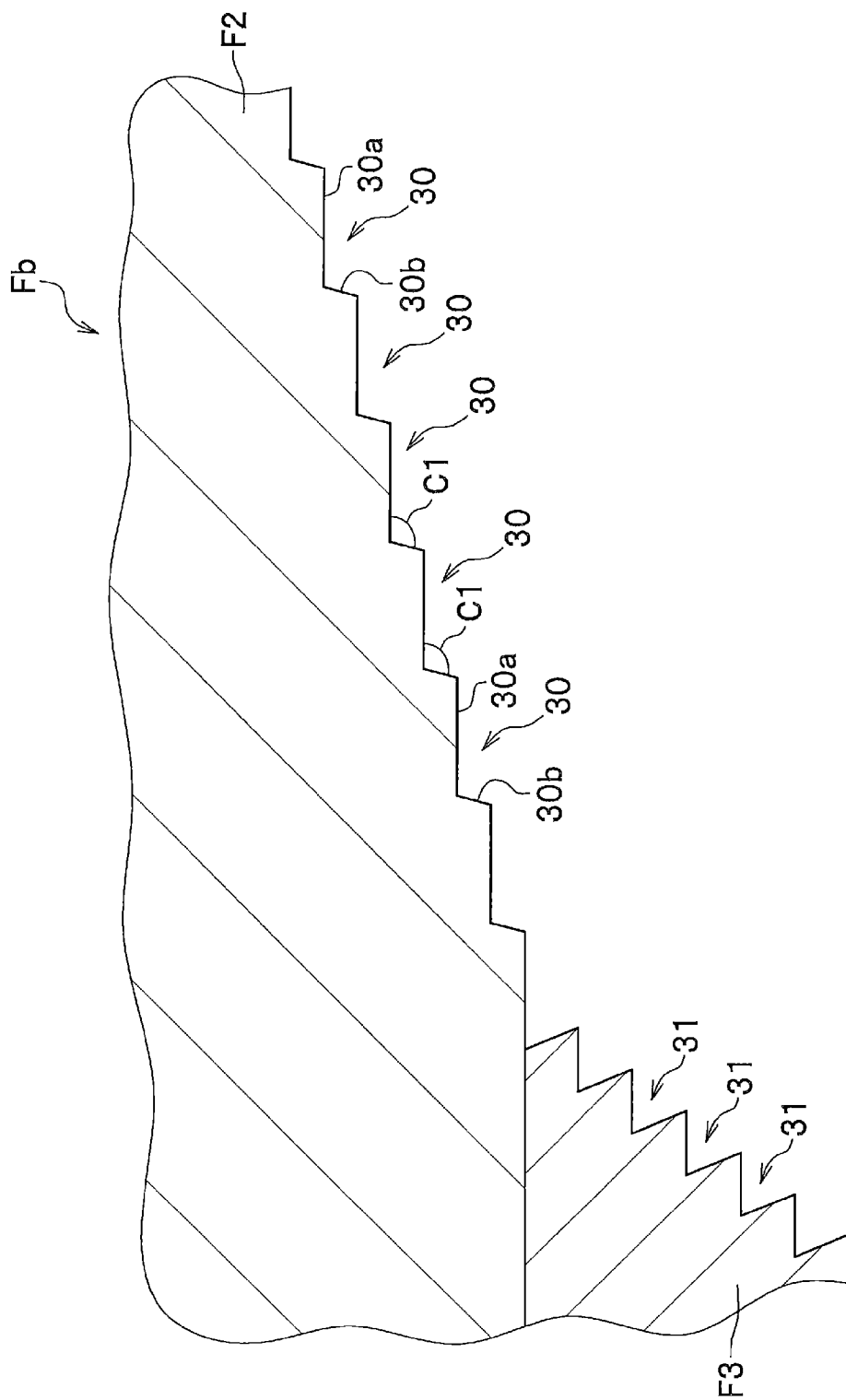
[図35]



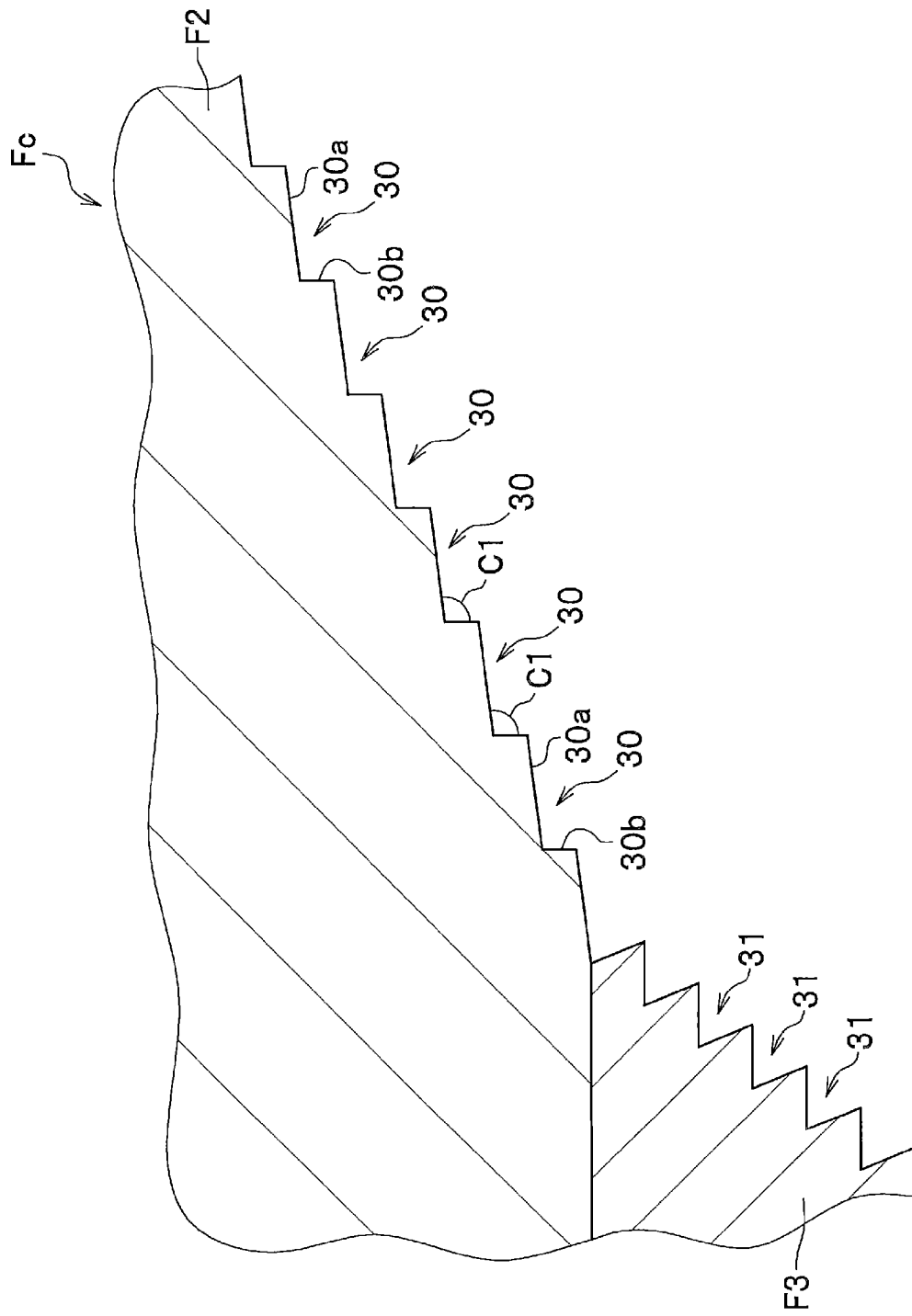
[図36]



[図37]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030412

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K20/12 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B23K20/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2016-87649 A (NIPPON LIGHT METAL CO., LTD.) 23 May 2016, entire text, all drawings	1-11
A	JP 2016-215264 A (TOSHIBA CORPORATION) 22 December 2016, entire text, all drawings	1-11
A	JP 2006-212651 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD.) 17 August 2006, entire text, all drawings	1-11
A	JP 2007-160370 A (HINO MOTORS LTD.) 28 June 2007, entire text, all drawings	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 25.09.2018	Date of mailing of the international search report 02.10.2018
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/030412

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/119343 A1 (SHOWA DENKO KK) 25 October 2007, entire text, all drawings	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2018/030412

JP 2016-87649 A	23 May 2016	WO 2016/072211 A1	12 May 2016
		TW 201628750 A	16 August 2016
		CN 107000114 A	01 August 2017
JP 2016-215264 A	22 December 2016	Family: none	
JP 2006-212651 A	17 August 2006	Family: none	
JP 2007-160370 A	28 June 2007	Family: none	
WO 2007/119343 A1	25 October 2007	US 2009/0072007 A1	19 March 2009
		US 2010/0282822 A1	11 November 2010

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-87649 A（日本軽金属株式会社）2016.05.23, 全文及び全図	1-11
A	JP 2016-215264 A（株式会社東芝）2016.12.22, 全文及び全図	1-11
A	JP 2006-212651 A（住友軽金属工業株式会社）2006.08.17, 全文及び全図	1-11
A	JP 2007-160370 A（日野自動車株式会社）2007.06.28, 全文及び全図	1-11

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	の日の後に公表された文献
「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 25.09.2018	国際調査報告の発送日 02.10.2018
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 奥隅 隆 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	WO 2007/119343 A1 (昭和電工株式会社) 2007.10.25, 全文及び全図	1-11

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-87649 A	2016. 05. 23	WO 2016/072211 A1 TW 201628750 A CN 107000114 A	2016. 05. 12 2016. 08. 16 2017. 08. 01
JP 2016-215264 A	2016. 12. 22	ファミリーなし	
JP 2006-212651 A	2006. 08. 17	ファミリーなし	
JP 2007-160370 A	2007. 06. 28	ファミリーなし	
WO 2007/119343 A1	2007. 10. 25	US 2009/0072007 A1 US 2010/0282822 A1	2009. 03. 19 2010. 11. 11