(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
2023年5月11日(11.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/079891 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/037101

(22) 国際出願日： 2022年10月4日(04.10.2022)

(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 2021-180854 2021年11月5日(05.11.2021) 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).

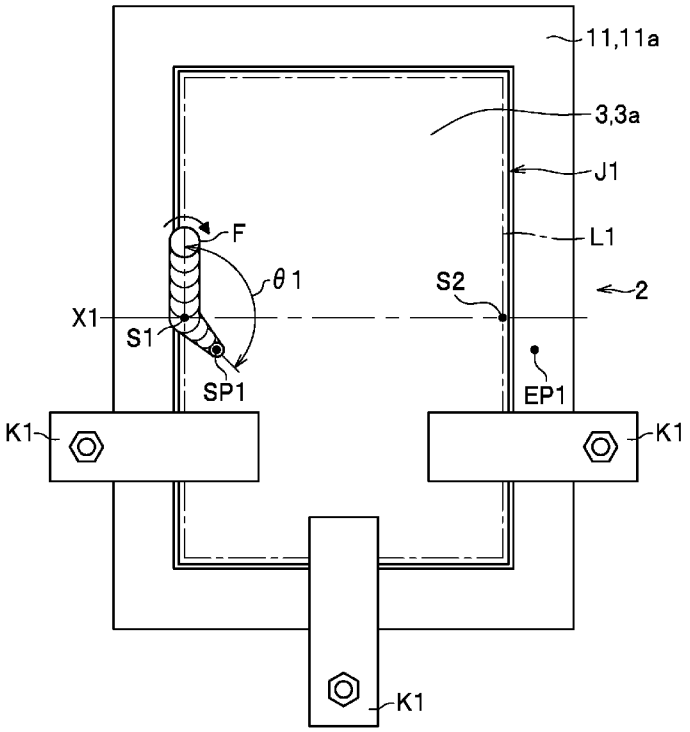
(72) 発明者: 瀬尾 伸城(**SEO Nobushiro**); 〒4213291 静岡県静岡市清水区蒲原１丁目３４番１号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP). 小泉 慎吾(**KOIZUMI Shingo**); 〒4213291 静岡県静岡市清水区蒲原１丁目３４番１号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所(**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1020082 東京都千代田区一番町２１ 一番町東急ビル 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,

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING JOINED BODY

(54) 発明の名称： 接合体の製造方法



(57) **Abstract:** A method for manufacturing a joined body in which a jacket body (first metal member) (2) and a seal body (second metal member) (3) are friction stir welded together, wherein: at a main joining step, there is a separation zone in which an end position (EP1) is set on the jacket body (2) as more outward than a set movement route (L1) and a first abutted section (J1) is friction stir welded, after which a rotating tool (F) is moved to the end position (EP1) and the rotating tool (F) is separated from the jacket body (2) at the end position (EP1); at the main joining step, a stir pin

WO 2023/079891 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(F2) is rotated at a prescribed rotation speed to friction stir weld the first abutted section (J1); and in the separation zone, the rotating tool (F) is moved toward the end position (EP1) while gradually lowering the rotation speed thereof from the prescribed rotation speed and the rotating tool (F) is separated from the jacket body (2).

(57) 要約:ジャケット本体(第一金属部材)(2)と封止体(第二金属部材)(3)とを摩擦攪拌で接合する接合体の製造方法であって、本接合工程において、設定移動ルート(Ｌ１)よりも外側のジャケット本体(2)に終了位置(ＥＰ１)を設定し、第一突合せ部(Ｊ１)に対する摩擦攪拌接合の後、回転ツール(Ｆ)を終了位置(ＥＰ１)に移動させつつ、終了位置(ＥＰ１)でジャケット本体(2)から回転ツール(Ｆ)を離脱させる離脱区間を有し、本接合工程は、所定の回転速度で攪拌ピン(Ｆ２)を回転させて第一突合せ部(Ｊ１)の摩擦攪拌接合を行い、離脱区間において、所定の回転速度よりも徐々に回転速度を下げながら回転ツール(Ｆ)を終了位置(ＥＰ１)に向けて移動させて、回転ツール(Ｆ)をジャケット本体(2)から離脱させる。

明　細　書

発明の名称 ： 接合体の製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、接合体の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　接合体の製造に摩擦攪拌接合が利用されている。特許文献１～３には、摩擦攪拌接合による接合体（液冷ジャケット）の製造方法について記載されている。特許文献１～３では、ジャケット本体をＡＤＣ１２等のアルミニウム合金鋳造材を用いて形成し、封止体をＡ１０５０等のアルミニウム合金展伸材を用いて形成しており、ジャケット本体の方が封止体よりも硬度が高くなる組み合わせとなっている。

[0003]　特許文献１～３では、ジャケット本体に封止体を載置して、ジャケット本体と封止体との突合せ部を摩擦攪拌接合している。このとき、突合せ部の接合を行った後の離脱区間では、封止体上に設定された終了位置に向けて、徐々に回転数を上げながら回転ツールＦの攪拌ピンを移動させて、封止体から回転ツールを離脱させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０２０－０１１２７１号公報

特許文献2：特開２０２０－１３１２６３号公報

特許文献3：特開２０２０－１７５３９６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　ここで、設計の自由度を高める観点又は製造コストを抑える観点から、ジャケット本体側から回転ツールを離脱させるという要求がある。例えば、接合後の封止体上に電子部品を設置しようとする場合には、回転ツールを離脱させた後の抜き穴が電子部品の設置の妨げとなるため、設置前に抜き穴を修

復するための前加工が必要となる。前加工無しで摩擦攪拌接合と電子部品の設置を行うためには、ジャケット本体側から回転ツールを離脱させることが求められる。あるいは、電子基板が設置された状態の封止体をジャケット本体に載置して、接合を行うこともある。この場合も、電子基板と回転ツールとの接触を避けるため、ジャケット本体側から回転ツールを離脱させることが求められる。

[0006] しかしながら、硬度の高いジャケット本体側から回転ツールを離脱させる場合、特許文献１～３に記載されるように、回転数を上げながらジャケット本体側から回転ツールを離脱させようとすると、ジャケット本体への入熱が過大となってしまう。この場合、ジャケット本体に割れが発生したり、バリが多量に発生するとともに減肉が生じて、ジャケット本体の表面の仕上がりが悪化したりすることがあった。また、ジャケット本体の硬度が高いため、回転ツールの摩耗が大きくなり、回転ツールの破損に繋がることがあった。

[0007] このような観点から、本発明は、接合体の表面の仕上がりを良好にすることができるとともに、回転ツールの破損を防ぐことができる接合体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] 前記課題を解決するために、本発明は、第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合する接合体の製造方法であって、前記第一金属部材は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第二金属部材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、攪拌ピンを備え、前記第一金属部材の側面と前記第二金属部材の側面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、回転する前記回転ツールの前記攪拌ピンを前記第二金属部材に挿入し、前記攪拌ピンの外周面を前記第一金属部材にわずかに接触させた状態で、前記第二金属部材の側面よりも内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突合せ部を摩擦攪拌接合する本接合工程と、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

も外側の前記第一金属部材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、前記終了位置で前記第一金属部材から前記回転ツールを離脱させる離脱区間を有し、前記本接合工程では、所定の回転速度で前記攪拌ピンを回転させて前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行い、前記離脱区間において、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を下げながら前記回転ツールを前記終了位置に向けて移動させて、前記回転ツールを第一金属部材から離脱させる、ことを特徴とする。

[0009] また、前記本接合工程において、前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行う際の回転速度を１００％とした場合、前記離脱区間における最終的な回転速度が１０％以上、５０％以下であることが好ましい。

[0010] また、前記本接合工程において、前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行う際の回転速度が５０００ｒｐｍ以上、２００００ｒｐｍ以下であり、前記離脱区間における最終的な回転速度が１０００ｒｐｍ以上、８０００ｒｐｍ以下であることが好ましい。

[0011] また、前記第一金属部材をダイキャストで形成する準備工程をさらに備えることが好ましい。

[0012] また、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、前記本接合工程において、前記終了位置で前記第一金属部材から前記回転ツールを離脱させる前に、前記攪拌ピンが前記開始位置を通過するように前記回転ツールを移動させて摩擦攪拌接合を行うことが好ましい。

[0013] また、前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも高い回

転速度から徐々に回転速度を下げながら、前記設定移動ルート上に設定された中間点に向けて前記回転ツールを移動させつつ下降させることが好ましい。

[0014] また、前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも内側の前記第二金属部材に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも高い回転速度から徐々に回転速度を下げながら前記回転ツールを移動させつつ下降させることが好ましい。

[0015] また、前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも外側の前記第一金属部材に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも低い回転速度から徐々に回転速度を上げながら前記回転ツールを移動させつつ下降させることが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明に係る接合体の製造方法によれば、接合体の表面の仕上がりを良好にすることができるとともに、回転ツールの破損を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係る接合体を示す分解斜視図である。

[図2]本実施形態に係る接合体の製造方法の突合せ工程を示す断面図である。

[図3]本実施形態に係る接合体の第一領域及び第二領域を示す平面図である。

[図4]本実施形態に係る接合体の設定移動ルートを示す平面図である。

[図5]本実施形態に係る接合体の製造方法の第一本接合工程の開始位置を示す平面図である。

[図6]本実施形態に係る接合体の製造方法の第一本接合工程において回転ツールの開始位置における挿入深さを示す模式図である。

[図7]本実施形態に係る接合体の製造方法の第一本接合工程を示す断面図であ

る。

[図8]本実施形態に係る接合体の製造方法の第一本接合工程の終了位置を示す平面図である。

[図9]本実施形態に係る接合体の製造方法の第一本接合工程において回転ツールの終了位置における挿入深さを示す模式図である。

[図10]本実施形態に係る接合体の製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

[図11]本実施形態に係る接合体の製造方法の第二本接合工程の終了位置を示す平面図である。

[図12]第一変形例に係る接合体の製造方法の第一本接合工程を示す平面図である。

[図13]第一変形例に係る接合体の製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

[図14]第二変形例に係る接合体の製造方法の第一本接合工程を示す平面図である。

[図15]第二変形例に係る接合体の製造方法の第二本接合工程を示す平面図である。

[図16]第三変形例に係る接合体の製造方法を示す平面図である。

[図17]第四変形例に係る接合体の製造方法を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 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。本発明は以下の実施形態のみに限定されるものではない。また、実施形態及び変形例における構成要素は、一部又は全部を適宜組み合わせることができる。

[0019] ［１．実施形態］

本実施形態に係る接合体（液冷ジャケット）１は、図１に示すように、ジャケット本体（第一金属部材）２と封止体（第二金属部材）３とで構成されている。接合体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。

[0020] ジャケット本体（第一金属部材）２は、底部１０及び周壁部１１で主に構成されている。ジャケット本体２は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、本実施形態では第一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。

[0021] 底部１０は、矩形を呈する板状部材である。周壁部１１は、底部１０の周縁部から矩形枠状に立ち上がる壁部である。底部１０及び周壁部１１で凹部１３が形成されている。周壁部１１の内周縁には周壁段差部１２が形成されている。周壁段差部１２は、段差底面１２ａと、段差底面１２ａから斜めに立ち上がる段差側面（側面）１２ｂとで構成されている。図２に示すように、段差側面１２ｂの傾斜角度βは、適宜設定すればよいが、例えば、本実施形態では図７に示す回転ツールＦの攪拌ピンＦ２の傾斜角度αと同一又は近似する角度になっている。

[0022] なお、段差側面１２ｂは、段差底面１２ａに対して垂直でもよい。また、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１１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。

[0023] 封止体（第二金属部材）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，Ａ１０７０，Ａ１１００，Ａ６０６３等のアルミニウム合金展伸材で形成されている。

[0024] 次に、本実施形態に係る接合体の製造方法について説明する。本実施形態に係る接合体の製造方法では、準備工程と、突合せ工程と、本接合工程とを行う。

[0025] 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。

[0026] 突合せ工程は、図２に示すように、ジャケット本体２に封止体３を載置して側面同士を突き合わせる工程である。突合せ工程によって、封止体３の側面３ｃと周壁段差部１２の段差側面（側面）１２ｂとが突き合わされて第一突合せ部Ｊ１が形成される。段差側面１２ｂは外側に傾斜しているため、第一突合せ部Ｊ１には断面Ｖ字状の隙間が形成される。第一突合せ部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。また、周壁段差部１２の段差底面１２ａと、封止体３の裏面３ｂとが突き合わされて第二突合せ部Ｊ２が形成される。封止体３の板厚は、適宜設定すればよいが、本実施形態では段差側面１２ｂの高さ寸法よりも大きくなっている。

[0027] 図３に示すように、第一突合せ部Ｊ１のうち封止体３上に設定された中間線Ｘ１よりも一方側（図３では上側）の領域を第一領域Ｒ１とする。また、第一突合せ部Ｊ１のうち中間線Ｘ１よりも他方側（図３では下側）の領域を第二領域Ｒ２とする。中間線Ｘ１は封止体３の長手方向の中間を通る線分である。

[0028] 図４に示すように、ジャケット本体２に封止体３を載置したら、３つのクランプＫ１で第二領域Ｒ２（図３参照）に係るジャケット本体２及び封止体３を移動不能にクランプする。また、第一突合せ部Ｊ１よりも内側に「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、第一突合せ部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。後記するように、本実施形態では回転ツールＦの攪拌ピンＦ２を段差側面１２ｂにわずかに接触させるため、設定移動ルートＬ１は、側面３ｃよりも内側において、平面視矩形状に設定する。

[0029] 本接合工程は、図５及び図６に示すように、回転ツールＦを用いて第一突合せ部Ｊ１を摩擦攪拌接合する工程である。本実施形態では、第一突合せ部Ｊ１のうち第一領域Ｒ１（図３参照）を接合する第一本接合工程と、第一突合せ部Ｊ１のうち第二領域Ｒ２（図３参照）を接合する第二本接合工程と、

をそれぞれ行う。

[0030] 図７に示すように、回転ツールＦは、連結部Ｆ１と、攪拌ピンＦ２とで構成されている。回転ツールＦは、例えば工具鋼で形成されている。連結部Ｆ１は、摩擦攪拌装置（図示省略）の回転軸に連結される部位である。連結部Ｆ１は円柱状を呈し、ボルトが締結されるネジ孔（図示省略）が形成されている。

[0031] 攪拌ピンＦ２は、連結部Ｆ１から垂下しており、連結部Ｆ１と同軸になっている。攪拌ピンＦ２は連結部Ｆ１から離間するにつれて先細りになっている。攪拌ピンＦ２の先端には平坦な平坦面Ｆ３を備えている。

[0032] 攪拌ピンＦ２の外周面には螺旋溝が刻設されている。本実施形態では、回転ツールＦを右回転させるため、螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

[0033] なお、回転ツールＦを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンＦ２の先端側に導かれる。これにより、被接合金属部材（ジャケット本体２及び封止体３）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。

[0034] 図５に示すように、第一本接合工程では、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する。中間点Ｓ１，Ｓ２は、中間線Ｘ１と設定移動ルートＬ１とが交差する位置に設定されている。開始位置ＳＰ１は、封止体３の表面３ａにおいて、設定移動ルートＬ１よりも内側の位置に設定されている。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θ１が鈍角となる位置に設定している。角度θ１は鈍

角であれば特に限定されないが、好ましくは１２０°以上、より好ましくは１５０°以上、さらに好ましくは１７０°以上であり、好ましくは１８０°未満、より好ましくは１７５°以下である。角度θ１が上記下限値以上となることで、封止体３の表面において、開始位置ＳＰ１に設けられる挿入穴が封止体３の外周寄りに設けられることになる。これにより、封止体３の表面において、中央寄りに電子部品を設置しようとする場合に抜き穴が妨げになることを避けることができる。また、角度θ１が上記上限値を下回ることで、攪拌ピンＦ２を挿入する際に、攪拌ピンＦ２とジャケット本体２とが接触することを避けやすくなる

[0035] 第一本接合工程の押入区間では、図５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、右回転させた攪拌ピンＦ２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６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」に達するように攪拌ピンＦ２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。

[0036] 第一本接合工程の押入区間では、摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、押入区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間における回転ツールＦの回転速度よりも高い回転速度から、徐々に回転速度を下げながら回転ツールＦを中間点Ｓ１に移動させてもよい。このとき、攪拌ピンＦ２が中間点Ｓ１に到達した時点で、本区間における回転ツールＦの回転速度となるように、本区間における回転ツールＦの回転速度に向けて回転速度を変更することが好ましい。これにより、押入工程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。

[0037] 中間点Ｓ１に達したらそのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。図５及び図７に示すように、本区間では、攪拌ピンＦ２の回転軸Ｃと設定移動ルートＬ１とが重なるように回転ツールＦを移動させる。本実施形態では、図７

に示すように、ジャケット本体２の周壁部１１及び封止体３の表面３ａと、回転ツールＦの連結部Ｆ１とは離間させ、攪拌ピンＦ２のみをジャケット本体２及び封止体３に挿入するように設定する。また、本区間では、攪拌ピンＦ２の「所定の深さ」を、攪拌ピンＦ２の平坦面Ｆ３が段差底面１２ａにわずかに接触する程度に設定する。なお、攪拌ピンＦ２の「所定の深さ」は、適宜設定すればよく、例えば、段差底面１２ａに達しない位置に設定してもよい。ここで、段差底面１２ａに対する攪拌ピンＦ２の平坦面Ｆ３の接触代を挿入量Ｄ（図示省略）とする。本実施形態のように、攪拌ピンＦ２の平坦面Ｆ３が段差底面１２ａに接触する場合は、挿入量Ｄを、０＜Ｄ≦１．０ｍｍの間で設定し、好ましくは０＜Ｄ≦０．８５ｍｍの間で設定し、より好ましくは０＜Ｄ≦０．６５ｍｍの間で設定する。

[0038] 第一本接合工程の本区間では、図７に示すように、段差側面１２ｂに攪拌ピンＦ２の外周面がわずかに接触するように設定移動ルートＬ１を設定している。ここで、段差側面１２ｂに対する攪拌ピンＦ２の外周面の接触代をオフセット量Ｎとする。本実施形態のように、攪拌ピンＦ２の平坦面Ｆ３を周壁段差部１２の段差底面１２ａよりも深く挿入し、かつ、攪拌ピンＦ２の外周面を段差側面１２ｂに接触させる場合は、オフセット量Ｎを、０＜Ｎ≦１．０ｍｍの間で設定し、好ましくは０＜Ｎ≦０．８５ｍｍの間で設定し、より好ましくは０＜Ｎ≦０．６５ｍｍの間で設定する。

[0039] 攪拌ピンＦ２の外周面と段差側面１２ｂとが接触しないように設定すると、第一突合せ部Ｊ１の接合強度が低くなる。また、攪拌ピンＦ２の外周面と段差側面１２ｂとのオフセット量Ｎが１．０ｍｍ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。また、本区間において、第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、例えば、３０００ｒｐｍ以上、２５０００ｒｐｍ以下に設定することができる。第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度は、好ましくは５０００ｒｐｍ以上、より好ましくは７０００ｒｐｍ以上、さらに好ましくは

９０００ｒｐｍ以上であり、好ましくは２００００ｒｐｍ以下、より好ましくは１７０００ｒｐｍ以下、さらに好ましくは１５０００ｒｐｍ以下である。回転ツールＦの回転速度は、例えば、第一アルミニウム合金及び第二アルミニウム合金の材質、封止体３の厚さ、並びに攪拌ピンＦ２の挿入深さ、等に応じて設定することができる。

[0040] 図８に示すように、攪拌ピンＦ２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、図９に示すように、中間点Ｓ２から終了位置ＥＰ１に向かうまでの間に攪拌ピンＦ２を徐々に上方に移動させて、終了位置ＥＰ１で封止体３から攪拌ピンＦ２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ＥＰ１に移動させながら徐々に上昇させていく。この時、離脱区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間における回転ツールＦの回転速度よりも徐々に下げながら回転ツールＦを終了位置ＥＰ１に移動させる。例えば、本区間において第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度を１００％とした場合、離脱区間における回転速度を１０％以上、５０％以下に設定することができる。なお、離脱区間における回転速度とは、離脱区間において回転ツールＦの回転速度を徐々に下げながら移動させる際に、攪拌ピンＦ２が到達する最終的な回転速度をいう。特には、攪拌ピンＦ２が離脱する時点で到達する回転速度をいう。第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度に対する離脱区間における回転速度は、好ましくは１５％以上、より好ましくは２０％以、さらに好ましくは２５％以上であり、好ましくは４５％以下、より好ましくは４０％以下、さらに好ましくは３５％以下である。また、離脱区間において、回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、例えば、１０００ｒｐｍ以上、８０００ｒｐｍ以下に設定することができる。離脱区間における回転ツールＦの回転速度は、好ましくは２０００ｒｐｍ以上、より好ましくは３０００ｒｐｍ以上、さらに好ましくは４０００ｒｐｍ以上であり、好ましくは７０００ｒｐｍ以下、より好ましくは６０００ｒｐｍ以下、さらに好ましくは５０００ｒｐｍ以下であ

る。離脱区間における回転ツールＦの回転速度を上記下限値以上に設定することで、入熱が不足することを避けることができる。したがって、入熱不足に起因して生じる欠陥の発生を抑えることができる。また、離脱区間における回転ツールＦの回転速度を上記上限値以下に設定することで、入熱が過大となること避けることができる。したがって、入熱過大に起因して生じる割れの発生を防ぎ、バリの発生と減肉を押さえることで表面の仕上がりが良好となる。また、回転ツールＦの摩耗と破損を防ぎやすくなる。

[0041] また、終了位置ＥＰ１は、設定移動ルートＬ１の外側において、周壁部１１の周壁端面１１ａ上に設定する。終了位置ＥＰ１は、周壁部１１の周壁端面１１ａにおいて、終了位置ＥＰ１と中間点Ｓ２とが結ぶ線分と、設定移動ルートＬ１とでなす角度θ２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Ｗ１が形成される。

[0042] 第一本接合工程が終了したら、クランプＫ１を一旦解除し、図１０に示すように、第一領域Ｒ１（図３参照）に係るジャケット本体２及び封止体３を３つのクランプＫ１で移動不能にクランプする。

[0043] 第二本接合工程は、第二領域Ｒ２（図３参照）の第一突合せ部Ｊ１に対して摩擦攪拌接合を行う工程である。図１０に示すように、第二本接合工程では、開始位置ＳＰ２から中間点Ｓ３までの押入区間と、設定移動ルートＬ１上の中間点Ｓ３から中間点Ｓ４までの本区間と、中間点Ｓ４から終了位置ＥＰ２までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌する。開始位置ＳＰ２は、封止体３の表面３ａにおいて、設定移動ルートＬ１よりも内側の位置に設定されている。中間点Ｓ３は、設定移動ルートＬ１上において、中間点Ｓ２よりも第一領域Ｒ１（図３参照）側に設定されている。本実施形態では、開始位置ＳＰ２と中間点Ｓ３とを結ぶ線分と、設定移動ルートＬ１とのなす角度θ３が鈍角となる位置に設定している。

[0044] 第二本接合工程の押入区間では、図１０に示すように、開始位置ＳＰ２から中間点Ｓ３までの摩擦攪拌を行う。押入区間では、右回転させた攪拌ピンＦ２を開始位置ＳＰ２に挿入し、中間点Ｓ３まで移動させる。この際、少な

くとも中間点Ｓ３に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように攪拌ピンＦ２を徐々に押し入れていく。

[0045] 中間点Ｓ３に達したらそのまま本区間の摩擦攪拌接合に移行する。本区間では、攪拌ピンＦ２の回転軸Ｃと設定移動ルートＬ１とが重なるように回転ツールＦを移動させる。第二本接合工程の本区間では、第一本接合工程の本区間と同じ要領で摩擦攪拌を行う。

[0046] 図１１に示すように、攪拌ピンＦ２が中間点Ｓ４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Ｓ４から終了位置ＥＰ２に向かうまでの間に攪拌ピンＦ２を徐々に上方に移動させて、終了位置ＥＰ２で封止体３から攪拌ピンＦ２を離脱させる。この時、離脱区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間における回転ツールＦの回転速度よりも徐々に下げながら回転ツールＦを終了位置ＥＰ１に移動させる。第二本接合工程の離脱区間の条件は、第一本接合工程の離脱区間の条件と同じである。

[0047] 終了位置ＥＰ２は、設定移動ルートＬ１の外側において、周壁部１１の周壁端面１１ａ上に設定する。つまり、終了位置ＥＰ２は、周壁部１１の周壁端面１１ａにおいて、終了位置ＥＰ２と中間点Ｓ４とが結ぶ線分と設定移動ルートＬ１とでなす角度θ４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Ｗ２が形成される。以上の工程によって、接合体１が形成される。

[0048] 以上説明した本実施形態における接合体の製造方法によれば、硬度の高いジャケット本体（第一金属部材）２から回転ツールＦを離脱させる離脱区間において、本区間よりも回転速度を徐々に下げながら回転ツールＦを離脱させる。これにより、ジャケット本体２への入熱を低減することができ、ジャケット本体２の割れを防ぐとともに、バリの発生を抑制することができる。よって、ジャケット本体２の周壁端面１１ａの仕上がりを良好にすることができる。換言すると、接合体１の表面の仕上がりを良好にすることができる。また、回転ツールＦの回転速度を下げながら離脱させることで、硬度の高いジャケット本体２（第一金属部材）と回転ツールＦとの摩擦も抑制するこ

とができ、回転ツールＦの破損を防ぐことができる。また、本製造方法によれば、硬度の高いジャケット本体（第一金属部材）２から回転ツールＦを離脱させることが可能となり、抜き穴が第一金属部材側に形成されることになる。このため、硬度の低い封止体（第二金属部材）３から回転ツールＦを離脱させていた場合と比べると、抜き穴が第二金属部材側に形成されなくなるため、第二金属部材での抜き穴の修復が不要となり、摩擦攪拌後に抜き穴を修復する前加工を行うことなしに第二金属部材上への電子部品の設置を行うことが可能となる。したがって、第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合した接合体の設計の自由度を増すことができるとともに、生産性を向上させることができる。

[0049] また、回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、本区間において、第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌を行う際の回転速度を１００％とした場合、離脱区間における回転速度を１０％以上、５０％以下に設定することが好ましい。

また、離脱区間において、本区間よりも回転速度を徐々に下げることを前提としつつ、本区間において第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌を行う際の回転速度を５０００ｒｐｍ以上、２００００ｒｐｍ以下に設定し、離脱区間における回転速度を１０００ｒｐｍ以上、８０００ｒｐｍ以下に設定することが好ましい。

[0050] 回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、上記のように設定することで、上記した効果をより的確に奏することができる。

[0051] また、封止体３と攪拌ピンＦ２との摩擦熱によって第一突合せ部Ｊ１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、第一突合せ部Ｊ１において段差側面１２ｂと封止体３の側面３ｃとを接合することができる。また、攪拌ピンＦ２の外周面をジャケット本体２の段差側面１２ｂ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、第一突合せ部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、攪拌ピンＦ２の回転軸Ｃに対して一方側と他方側で、攪拌ピンＦ２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。また、封止体３の板厚を大きくすることにより、接合部の金属不足を防止することができる。

[0052] また、第一本接合工程及び第二本接合工程の押入区間では、開始位置ＳＰ１，ＳＰ２から設定移動ルートＬ１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攪拌ピンＦ２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、第一本接合工程及び第二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，ＥＰ２まで回転ツールＦを移動させつつ所定の深さから攪拌ピンＦ２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。

[0053] 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。

[0054] また、攪拌ピンＦ２を段差側面１２ｂ及び段差底面１２ａの両方にわずかに接触させた状態で摩擦攪拌接合を行うことにより、第一突合せ部Ｊ１及び第二突合せ部Ｊ２を確実に接合することができる。また、段差側面１２ｂと攪拌ピンＦ２とをわずかに接触させるとともに、段差底面１２ａと攪拌ピンＦ２とを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防ぐことができる。

[0055] また、本接合工程において、開始位置ＳＰ１，ＳＰ２の位置は適宜設定すればよいが、開始位置ＳＰ１，ＳＰ２と設定移動ルートＬ１とのなす角度θ１，θ３が鈍角となるように設定することにより、中間点Ｓ１，Ｓ３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に移行する。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。

[0056] また、本接合工程において、終了位置ＥＰ１，ＥＰ２の位置は適宜設定すればよいが、終了位置ＥＰ１，ＥＰ２と設定移動ルートＬ１とのなす角度θ２，θ４が鈍角となるように設定することにより、中間点Ｓ２，Ｓ４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離脱区間に移行する。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。

[0057] 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、第一突合せ部Ｊ１の周囲における攪拌ピンＦ２による攪拌作用が高まり、第一突合せ部Ｊ１における温度上昇が期待でき、第一突合せ部Ｊ１において段差側面１２ｂと封止体３の側面３ｃとをより確実に接合することができる。

[0058] なお、シアー側（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動することで、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。

[0059] 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、接合体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、ＪＩＳＨ５３０２　ＡＤＣ１２等のＡｌ－Ｓｉ－Ｃｕ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、ＪＩＳ　Ａ１０００系又はＡ６０００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。

[0060] また、本実施形態のように、本接合工程の設定移動ルートＬ１が閉ルートとなっている場合、本接合工程を行う際に回転ツールＦとクランプＫ１とが干渉してしまい、作業が煩雑になるという問題がある。しかし、本実施形態によれば、第一本接合工程、第二本接合工程でクランプする位置と摩擦攪拌接合する位置を分けて行うことで、効率良く摩擦攪拌作業を行うことができる。

[0061] また、本接合工程においては、第一本接合工程及び第二本接合工程で第一突合せ部Ｊ１の全周を摩擦攪拌接合できるため、接合体の気密性及び水密性を高めることができる。また、第一本接合工程によって形成された塑性化領域Ｗ１及び第二本接合工程によって形成された塑性化領域Ｗ２の設定移動ルートＬ１上の各端部同士をオーバーラップさせているため、より確実に気密性及び水密性を高めることができる。

[0062] また、攪拌ピンＦ２の傾斜角度αと段差側面１２ｂの傾斜角度βとを同一（平行）に設定することにより、段差側面１２ｂの高さ方向の全体に亘って均一に攪拌ピンＦ２を接触させることができる。これにより、バランス良く摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0063] また、本接合工程では、回転ツールＦの攪拌ピンＦ２の基端側を露出した状態で摩擦攪拌を行うため、摩擦攪拌装置に作用する負荷を軽減することができる。

[0064] ［２．第一変形例］

第一変形例では、図１２、図１３に示すように、本接合工程における開始位置ＳＰ１，ＳＰ２の位置が実施形態と相違する。第一変形例では、実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0065] 第一変形例において、本接合工程では、図１２、図１３に示すように、開

始位置ＳＰ１１，ＳＰ１２を、設定移動ルートＬ１上に設定する。第二本接合工程の中間点Ｓ４は、設定移動ルートＬ１上において、開始位置ＳＰ１１よりも第一領域Ｒ１（図３参照）側に設定されている。

[0066] 第一変形例において、第一本接合工程では、開始位置ＳＰ１１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する。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ１１が形成される。また、第一変形例において、第二本接合工程では、開始位置ＳＰ１２から中間点Ｓ３までの押入区間と、設定移動ルートＬ１上の中間点Ｓ３から中間点Ｓ４までの本区間と、中間点Ｓ４から終了位置ＥＰ２までの離脱区間の三つの区間に連続して摩擦攪拌する。第二本接合工程の本区間では、攪拌ピンＦ２が開始位置ＳＰ１１を通過するように、回転ツールＦを中間点Ｓ１から中間点Ｓ４まで移動させる。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ１２が形成される。このようにして、第二本接合工程の本区間では、開始位置ＳＰ１１に形成された挿入穴を塑性化領域Ｗ１２によって埋めることができる。

[0067] 第一変形例において、第一本接合工程の押入区間では、摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、押入区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間における回転ツールＦの回転速度よりも高い回転速度から、徐々に回転速度を下げながら回転ツールを中間点Ｓ１，Ｓ３に移動させてもよい。このとき、攪拌ピンＦ２が中間点Ｓ２，Ｓ４に到達した時点で、本区間における回転ツールＦの回転速度となるように、本区間における回転ツールＦの回転速度に向けて回転速度を変更することが好ましい。

[0068] 本変形例によれば、設定移動ルートＬ１上の開始位置ＳＰ１１に設けられた挿入穴を埋めることができる。したがって、ジャケット本体（第一金属部材）２及び封止体（第二金属部材）３に挿入穴が残らなくなるため、挿入穴の修復が不要となり、摩擦攪拌後に挿入穴を修復する前加工を行うことなし

に第二金属部材上への電子部品の設置を行うことが可能となる。また、実施形態と比べて、第二金属部材上に形成される塑性化領域を小さくすることができる。よって、第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合した接合体の設計の自由度をより増すことができるとともに、生産性をより向上させることができる。

[0069] ［３．第二変形例］

第二変形例では、図１４、図１５に示すように、本接合工程における開始位置ＳＰ２１，ＳＰ２２の位置が実施形態と相違する。第二変形例では、実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0070] 第二変形例において、本接合工程では、図１４、図１５に示すように、開始位置ＳＰ２１，ＳＰ２２を、周壁部１１の周壁端面１１ａ上に設定する。開始位置ＳＰ２１，ＳＰ２２は、周壁部１１の周壁端面１１ａにおいて、設定移動ルートＬ１よりも外側の位置に設定されている。第二変形例では、開始位置ＳＰ２１，ＳＰ２２と中間点Ｓ１，Ｓ２とを結ぶ線分と、設定移動ルートＬ１とのなす角度θ２１，θ２２が鈍角となる位置に設定している。

[0071] 第二変形例において、第一本接合工程では、開始位置ＳＰ２１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する。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ２１が形成される。また、第二変形例において、第二本接合工程では、開始位置ＳＰ２２から中間点Ｓ３までの押入区間と、設定移動ルートＬ１上の中間点Ｓ３から中間点Ｓ４までの本区間と、中間点Ｓ４から終了位置ＥＰ２までの離脱区間の三つの区間に連続して摩擦攪拌する。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ２２が形成される。

[0072] 第二変形例において、本接合工程の押入区間では、開始位置ＳＰ２１，ＳＰ２２から、少なくとも中間点Ｓ１，Ｓ２に到達するまでに予め設定された「所定の深さ」に達するように攪拌ピンＦ２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。この時、押入区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間の回転速度よりも低い回転速度から、徐々に回転速度を上げながら回転ツールを中間点Ｓ１に移動させてもよい。例えば、本区間において第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度を１００％とした場合、押入区間における回転速度を１０％以上、５０％以下に設定することができる。第一突合せ部Ｊ１の摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度に対する押入区間における回転速度は、好ましくは１５％以上、より好ましくは２０％以、さらに好ましくは２５％以上であり、好ましくは４５％以下、より好ましくは４０％以下、さらに好ましくは３５％以下である。また、押入区間において、回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、例えば、１０００ｒｐｍ以上、８０００ｒｐｍ以下に設定することができる。押入区間における回転ツールＦの回転速度は、好ましくは２０００ｒｐｍ以上、より好ましくは３０００ｒｐｍ以上、さらに好ましくは４０００ｒｐｍ以上であり、好ましくは７０００ｒｐｍ以下、より好ましくは６０００ｒｐｍ以下、さらに好ましくは５０００ｒｐｍ以下である。

[0073] 本変形例によれば、挿入穴をジャケット本体２（第一金属部材）側に形成することができ、挿入穴が封止体（第二金属部材）３側に形成されなくなるため、第二金属部材での挿入穴の修復が不要となり、摩擦攪拌後に挿入穴を修復する前加工を行うことなしに第二金属部材上への電子部品の設置を行うことが可能となる。また、実施形態と比べて、封止体３上に形成される塑性化領域を小さくすることができる。したがって、第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合した接合体の設計の自由度をより増すことができるとともに、生産性をより向上させることができる。

[0074] ［４．第三変形例］

本実施形態では、二回に分けてクランプしつつ摩擦攪拌を行ったが、一回で行ってもよいし、三回以上に分けてクランプしつつ摩擦攪拌を行ってもよい。第三変形例では、図１６に示すように、二回に分けずに一回で本接合工

程を行う点で実施形態と相違する。第三変形例では、実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0075] 第三変形例において、本接合工程では、図１６に示すように、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から封止体３の廻りを一周して中間点Ｓ４までの本区間と、中間点Ｓ４から終了位置ＥＰ２までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌する。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ３１が形成される。この場合、ジャケット本体２及び封止体３の複数個所をクランプしながら摩擦攪拌を行い、回転ツールＦが接近する箇所のクランプを一旦解除し、回転ツールＦが通過し終えたら再びクランプする。

[0076] 本変形例によれば、一度の工程で摩擦攪拌接合を行うことができるため作業効率を高めることができる。

[0077] ［５．第四変形例］

第四変形例では、図１７に示すように、本接合工程における開始位置ＳＰ１１の位置が実施形態と相違するとともに、一回で本接合工程を行う点で実施形態と相違する。第四変形例では、実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0078] 第四変形例において、本接合工程では、図１７に示すように、開始位置ＳＰ１１を、設定移動ルートＬ１上に設定する。第本接合工程の中間点Ｓ４は、設定移動ルートＬ１上において、開始位置ＳＰ１１よりも第一領域Ｒ１（図３参照）側に設定されている。

[0079] 第四変形例において、本接合工程では、図１７に示すように、開始位置ＳＰ１１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から封止体３の廻りを一周して中間点Ｓ４までの本区間と、中間点Ｓ４から終了位置ＥＰ２までの離脱区間の三つの区間を連続して摩擦攪拌する。第四本接合工程の本区間では、攪拌ピンＦ２が開始位置ＳＰ１１を通過するように、回転ツールＦを中間点Ｓ１から中間点Ｓ４まで移動させる。回転ツールＦの移動軌跡には、塑性化領域Ｗ４１が形成される。これにより、第四変

形例において、本接合工程では、開始位置ＳＰ１１に形成された挿入穴を塑性化領域Ｗ４１によって埋めることができる。この場合、ジャケット本体２及び封止体３の複数個所をクランプしながら摩擦攪拌を行い、回転ツールＦが接近する箇所のクランプを一旦解除し、回転ツールＦが通過し終えたら再びクランプする。

[0080] 第四変形例において、本接合工程の押入区間では、摩擦攪拌接合を行う際の回転ツールＦの回転速度は適宜設定すればよいが、押入区間における回転ツールＦの回転速度を、本区間における回転ツールＦの回転速度よりも高い回転速度から、徐々に回転速度を下げながら回転ツールＦを中間点Ｓ１に移動させてもよい。このとき、攪拌ピンＦ２が中間点Ｓ１に到達した時点で、本区間における回転ツールＦの回転速度となるように、本区間における回転ツールＦの回転速度に向けて回転速度を変更することが好ましい。

[0081] 本変形例によれば、一度の工程で摩擦攪拌接合を行うことができるため作業効率を高めることができる。また、本変形例によれば、設定移動ルートＬ１上の開始位置ＳＰ１１に設けられた挿入穴を埋めることができる。したがって、封止体（第二金属部材）３側に残らなくなるため、第二金属部材での挿入穴の修復が不要となり、摩擦攪拌後に挿入穴を修復する前加工を行うことなしに第二金属部材上への電子部品の設置を行うことが可能となる。また、実施形態と比べて、封止体３上に形成される塑性化領域を小さくすることができる。よって、第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合した接合体の設計の自由度をより増すことができるとともに、生産性をより向上させることができる。

[0082] また、本変形例では、終了位置ＥＰ２でジャケット本体（第一金属部材）２から回転ツールＦを離脱させる前に、攪拌ピンＦ２が開始位置ＳＰ１１を通過するように回転ツールＦを移動させる。これにより、本変形例では、設定移動ルートＬ１に沿って摩擦攪拌接合を行うにあたって、開始位置ＳＰ１１に唯一設けられた挿入穴を埋めることができる。したがって、設定移動ルートＬ１上に挿入穴が一切残らなくなるため、設計の自由度をいっそう増す

ことができるとともに、生産性をいっそう向上させることができる。

[0083] ［６．その他］

以上本発明の実施形態及び変形例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、開始位置ＳＰ１，ＳＰ２では、回転ツールＦを移動させながら徐々に押し込んだが、開始位置ＳＰ１，ＳＰ２で所定の位置まで押し込んだ後、回転ツールＦを移動させてもよい。また、終了位置ＥＰ１，ＥＰ２では、回転ツールＦを移動させながら徐々に上昇させた（離脱させた）が、所定の深さ（一定の深さ）で終了位置ＥＰ１，ＥＰ２まで回転ツールＦを移動させた後、終了位置ＥＰ１，ＥＰ２で鉛直方向に回転ツールＦを上昇させて離脱させてもよい。

[0084] また、本接合工程を行う前に、ジャケット本体２と封止体３とを仮接合する仮接合工程を行ってもよい。これにより、本接合工程時におけるジャケット本体２と封止体３との目開きを防ぐことができる。仮接合工程では、仮接合用回転ツールを用いて摩擦攪拌で行ってもよいし、溶接で行ってもよい。また、押入区間及び離脱区間においては、回転ツールＦの移動軌跡が平面視して曲線（例えば、円弧）を描くように移動ルートを設定してもよい。これにより、押入区間から本区間、又は、本区間から離脱区間への移行をスムーズに行うことができる。

[0085] また、本実施形態では、回転ツールＦを用いて、攪拌ピンＦ２のみをジャケット本体２及び封止体３に挿入して摩擦攪拌接合を行う場合を例示して説明した。回転ツール及び摩擦攪拌接合の態様はこれに限定されず、例えば、ショルダと、ショルダから垂下する攪拌ピンとを備える回転ツールを用いて、攪拌ピンをジャケット本体２及び封止体３に挿入するとともに、ショルダをジャケット本体２の周壁部１１及び封止体３の表面３ａに接触させた状態で摩擦攪拌接合を行うようにしてもよい。

符号の説明

[0086] １ 接合体

２	ジャケット本体（第一金属部材）
３	封止体（第二金属部材）
Ｆ	回転ツール
Ｆ２	攪拌ピン
Ｆ３	平坦面
Ｊ１	第一突合せ部
Ｊ２	第二突合せ部
ＥＰ１	終了位置
ＥＰ２	終了位置
Ｗ	塑性化領域

請求の範囲

[請求項1] 第一金属部材と第二金属部材とを摩擦攪拌で接合する接合体の製造方法であって、

前記第一金属部材は第一アルミニウム合金で形成されており、前記第二金属部材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、攪拌ピンを備え、

前記第一金属部材の側面と前記第二金属部材の側面とを突き合わせて突合せ部を形成する突合せ工程と、

回転する前記回転ツールの前記攪拌ピンを前記第二金属部材に挿入し、前記攪拌ピンの外周面を前記第一金属部材にわずかに接触させた状態で、前記第二金属部材の側面よりも内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突合せ部を摩擦攪拌接合する本接合工程と、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外側の前記第一金属部材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、前記終了位置で前記第一金属部材から前記回転ツールを離脱させる離脱区間を有し、

前記本接合工程では、所定の回転速度で前記攪拌ピンを回転させて前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行い、

前記離脱区間において、前記所定の回転速度よりも徐々に回転速度を下げながら前記回転ツールを前記終了位置に向けて移動させて、前記回転ツールを第一金属部材から離脱させる、

ことを特徴とする接合体の製造方法。

[請求項2] 前記本接合工程において、前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行う際の回転速度を１００％とした場合、前記離脱区間における最終的な回転

速度が１０％以上、５０％以下である、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項3] 前記本接合工程において、前記突合せ部の摩擦攪拌接合を行う際の回転速度が５０００ｒｐｍ以上、２００００ｒｐｍ以下であり、

前記離脱区間における最終的な回転速度が１０００ｒｐｍ以上、８０００ｒｐｍ以下である、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項4] 前記第一金属部材をダイキャストで形成する準備工程をさらに備える、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項5] 前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、

前記本接合工程において、前記終了位置で前記第一金属部材から前記回転ツールを離脱させる前に、前記攪拌ピンが前記開始位置を通過するように前記回転ツールを移動させて摩擦攪拌接合を行う、請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項6] 前記本接合工程において、前記設定移動ルート上に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、

前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも高い回転速度から徐々に回転速度を下げながら、前記設定移動ルート上に設定された中間点に向けて前記回転ツールを移動させつつ下降させる、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項7] 前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも内側の前記第二金属部材に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合

の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、

前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも高い回転速度から徐々に回転速度を下げながら前記回転ツールを移動させつつ下降させる、

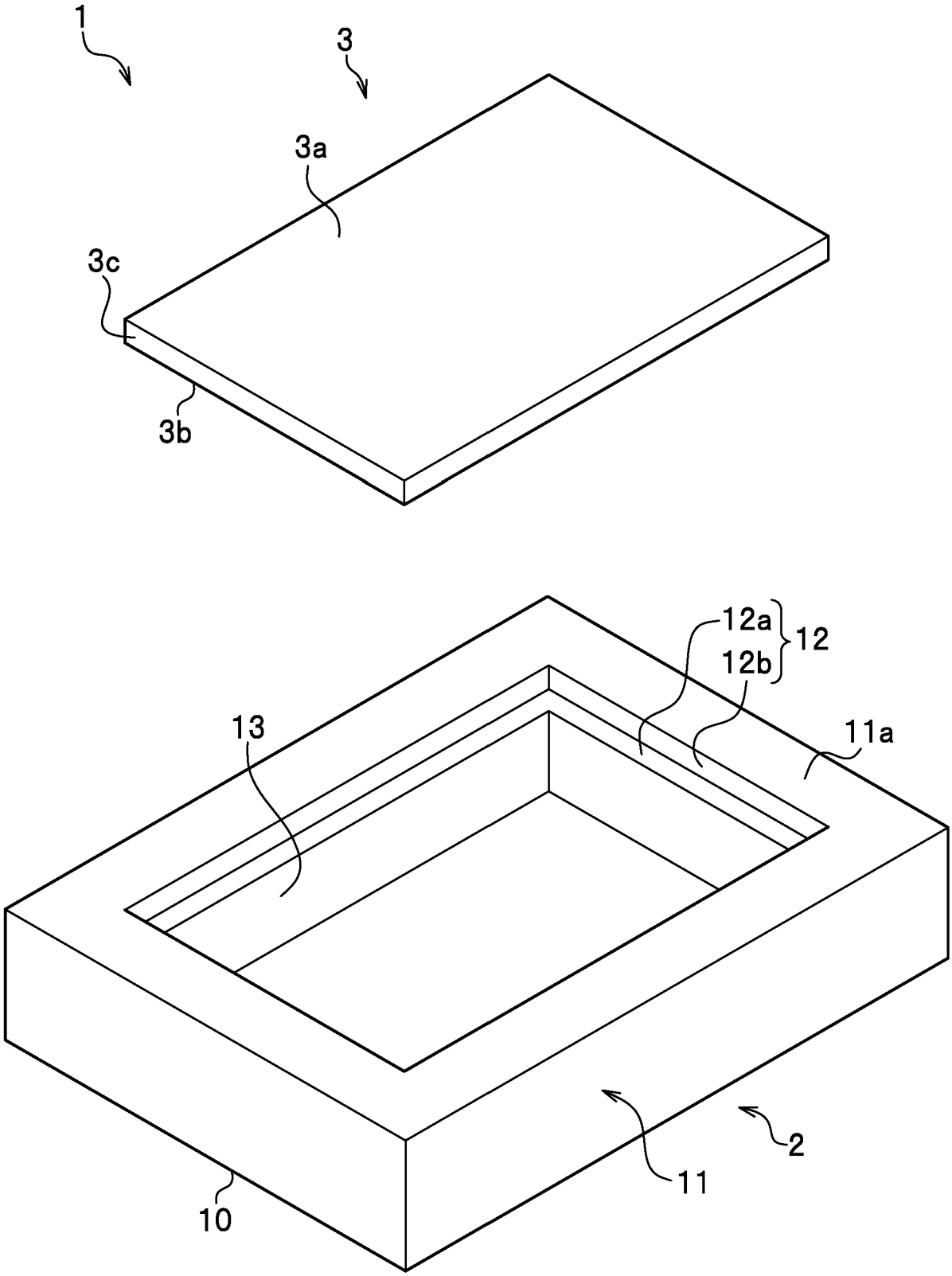
請求項１に記載の接合体の製造方法。

[請求項8] 前記本接合工程において、前記設定移動ルートよりも外側の前記第一金属部材に開始位置を設定し、前記突合せ部に対する摩擦攪拌接合の前に、前記攪拌ピンを前記開始位置に挿入して、前記回転ツールを前記開始位置から移動させつつ下降させる押入区間を有し、

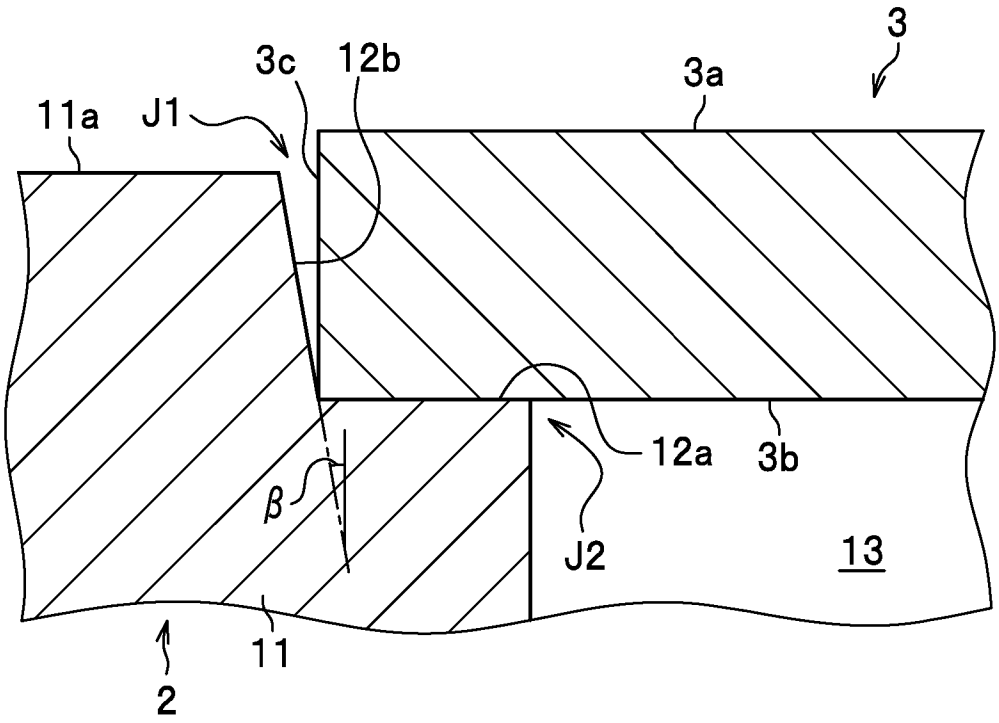
前記押入区間において、前記所定の回転速度よりも低い回転速度から徐々に回転速度を上げながら前記回転ツールを移動させつつ下降させる、

請求項１に記載の接合体の製造方法。

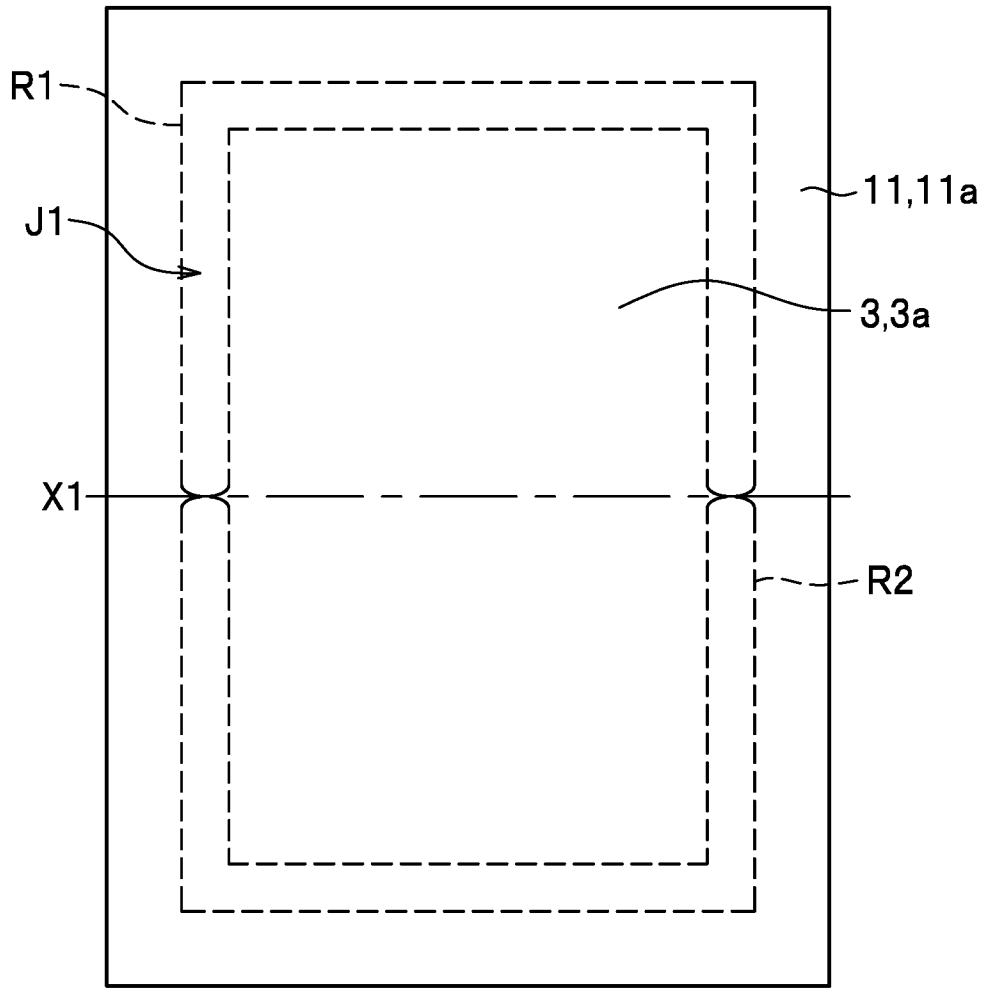
[図1]



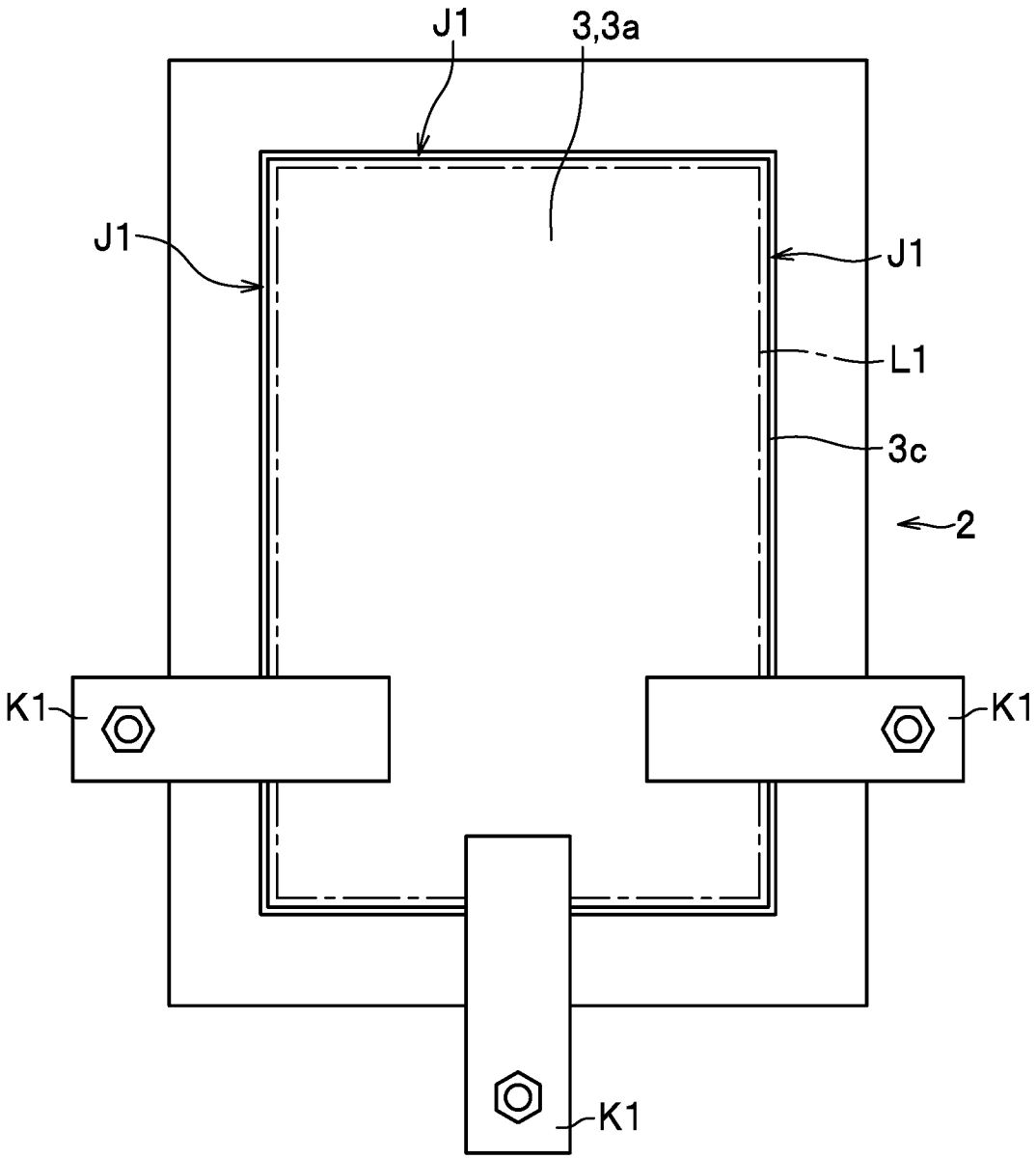
[図2]



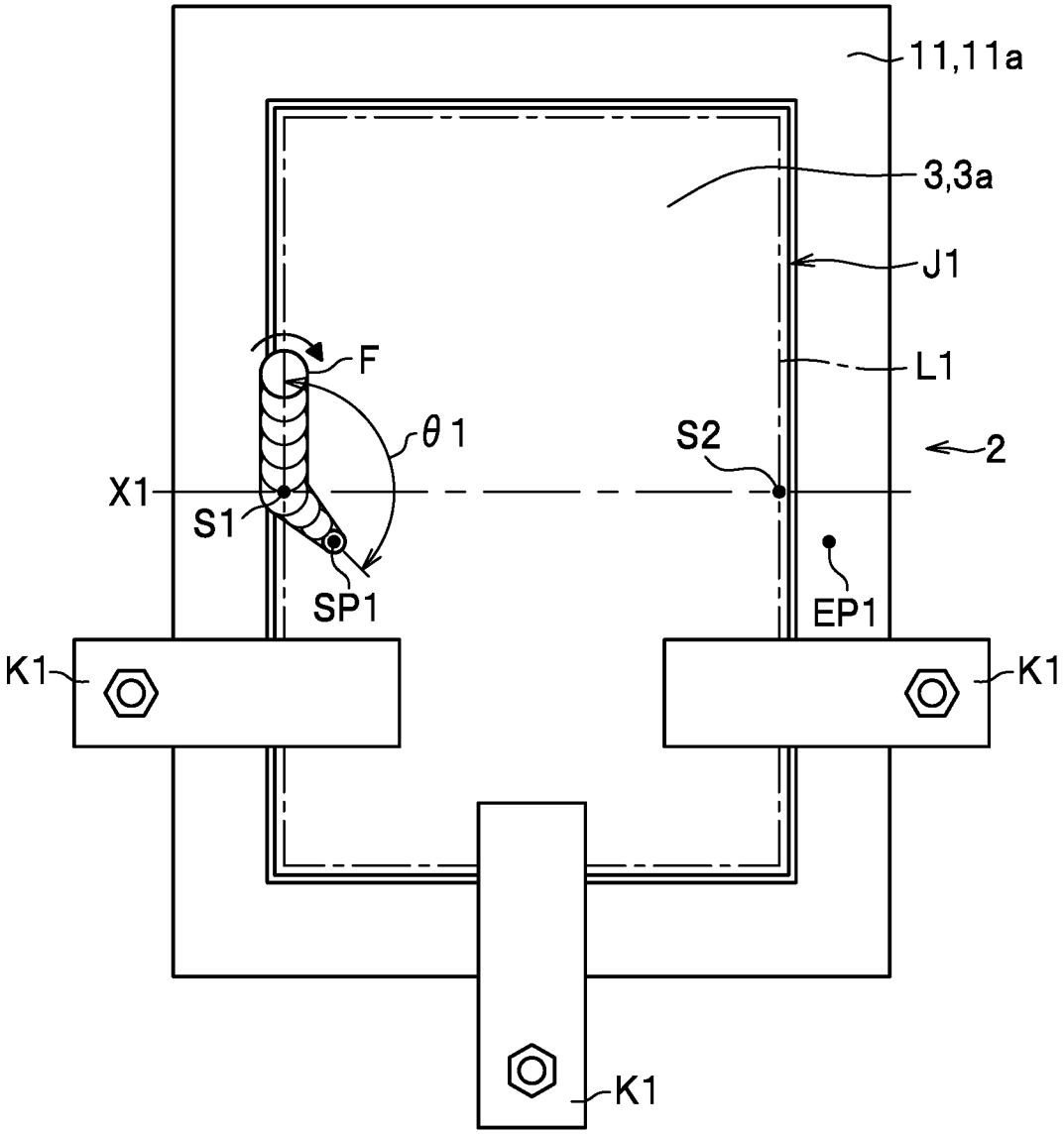
[図3]



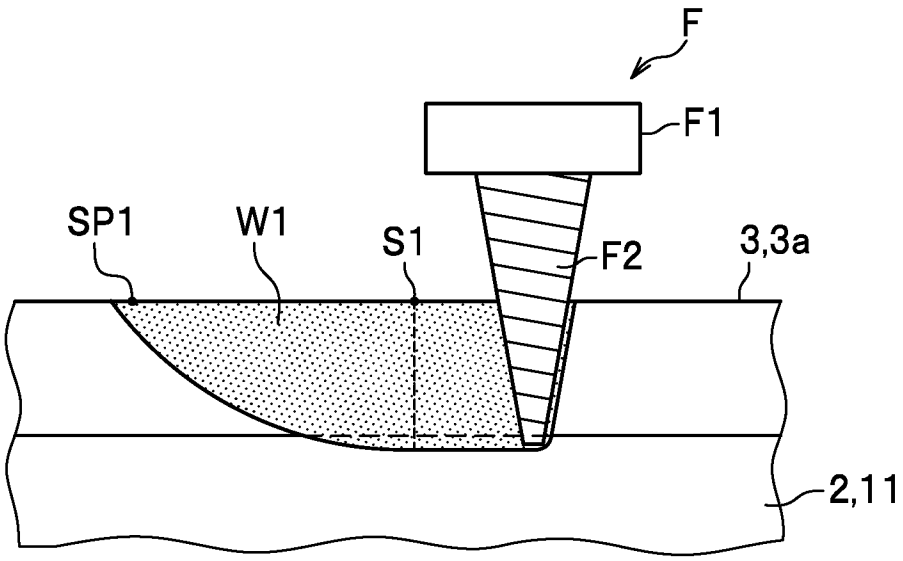
[図4]



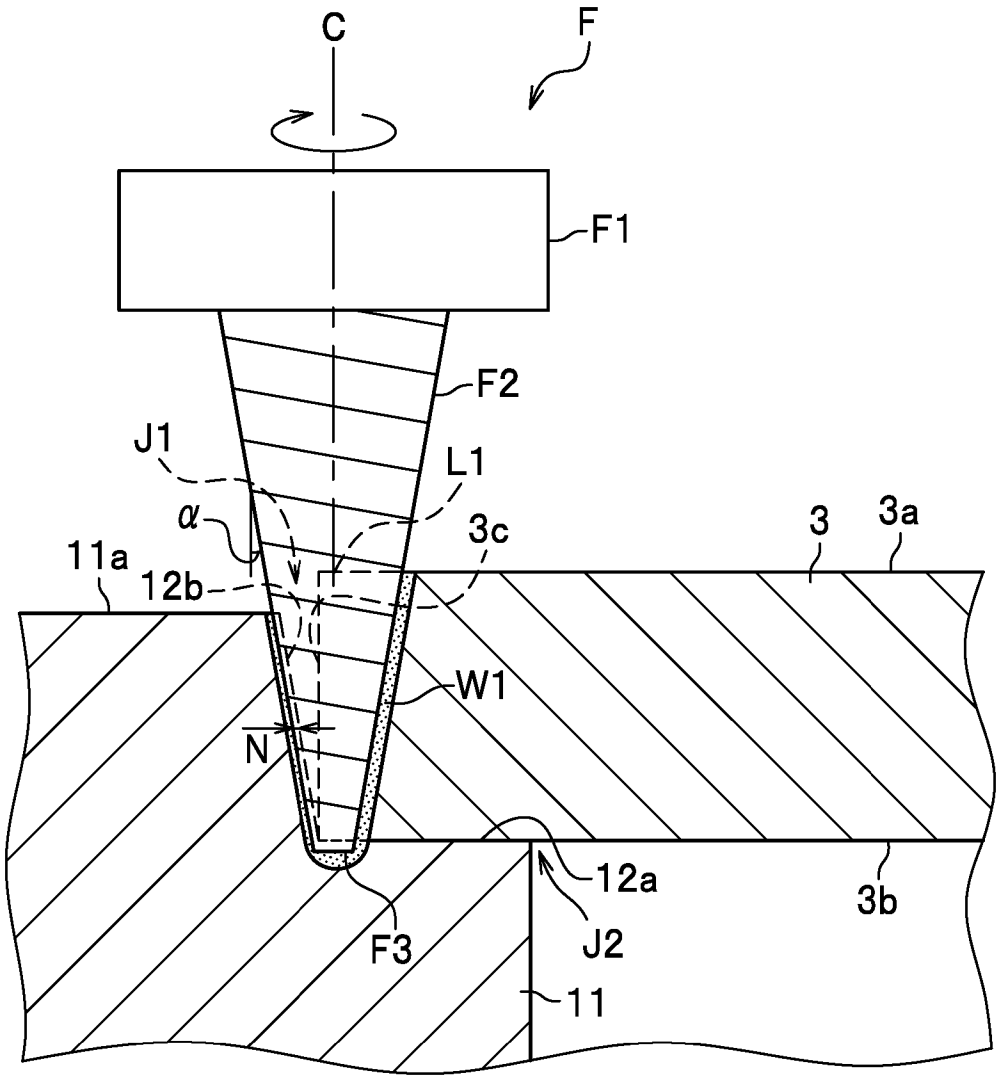
[図5]


11,11a
3,3a
J1
L1
F
θ1
S2
2
X1
S1
SP1
EP1
K1
K1
K1

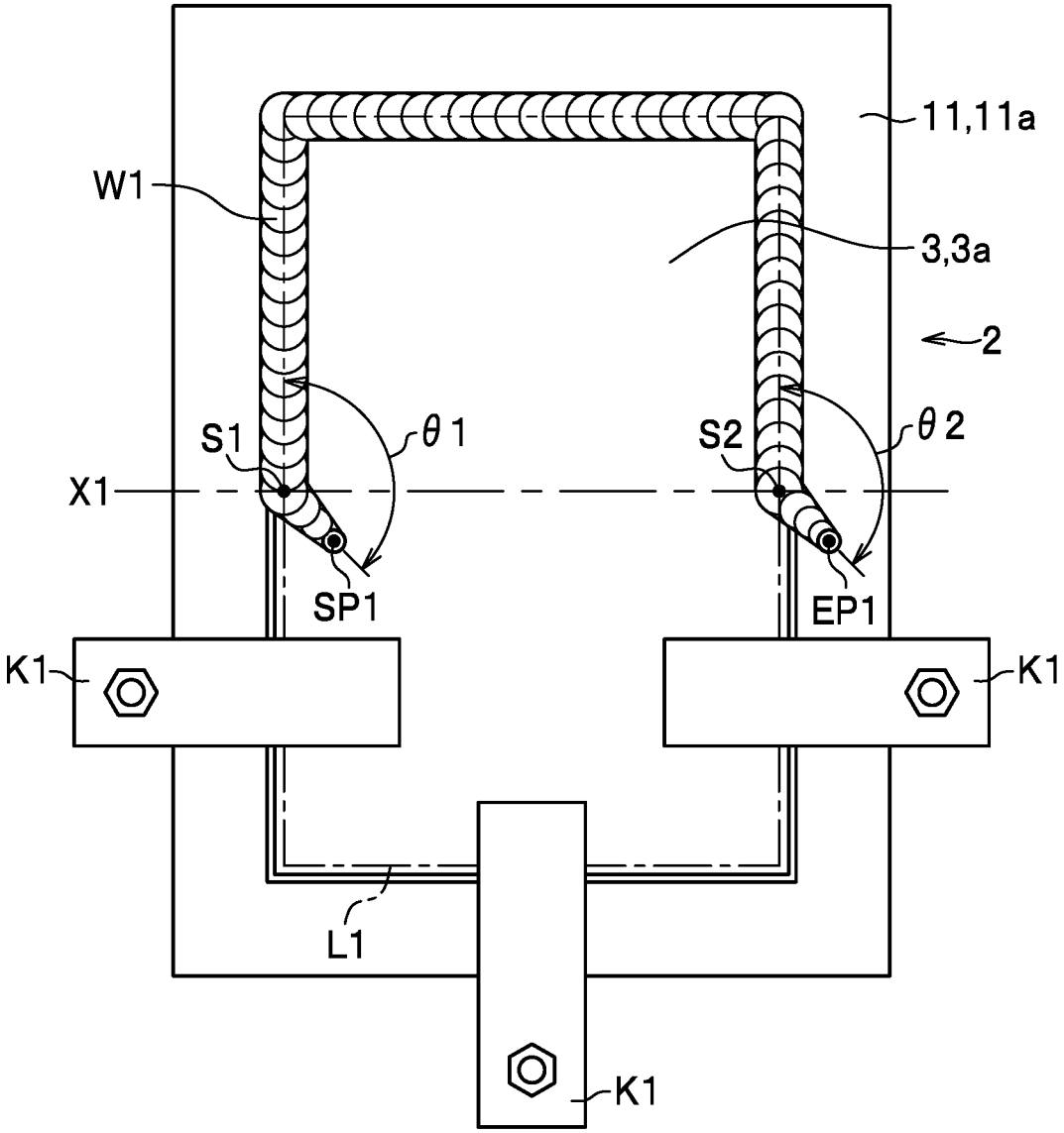
[図6]


F
F1
SP1
W1
S1
F2
3,3a
2,11

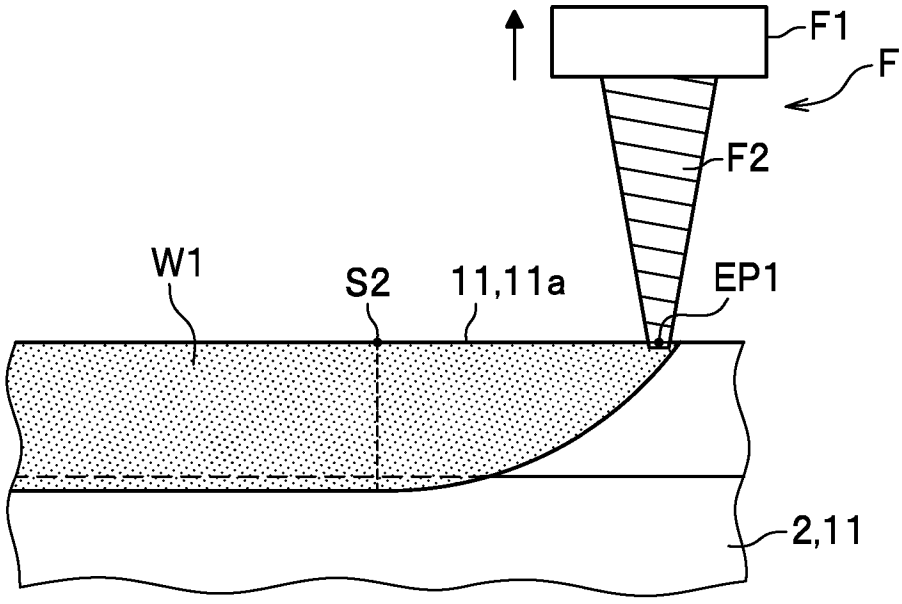
[図7]



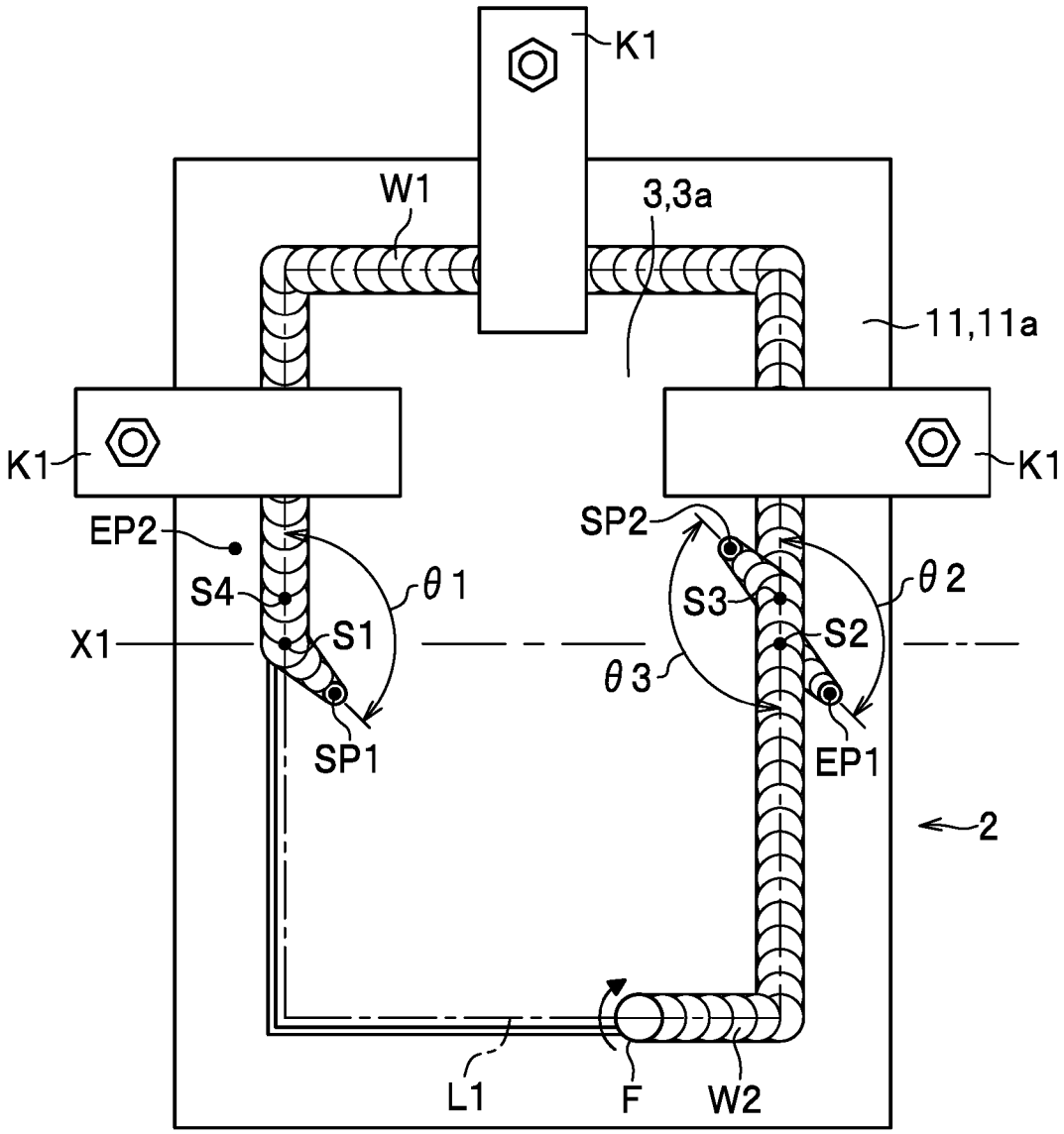
[図8]


11,11a
W1
3,3a
2
S1
θ1
S2
θ2
X1
SP1
EP1
K1
K1
L1
K1

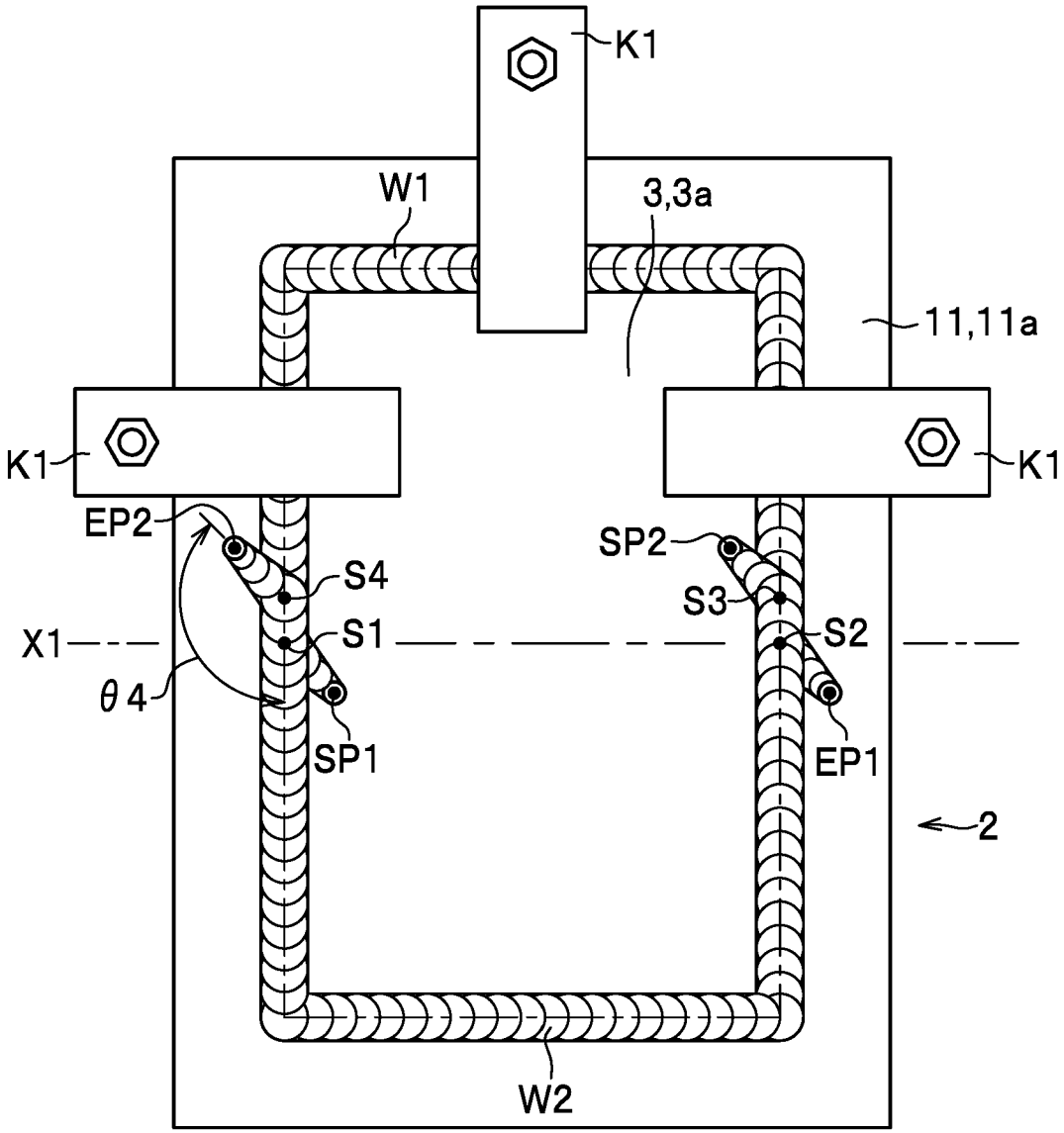
[図9]


F1
F
F2
W1
S2
11,11a
EP1
2,11

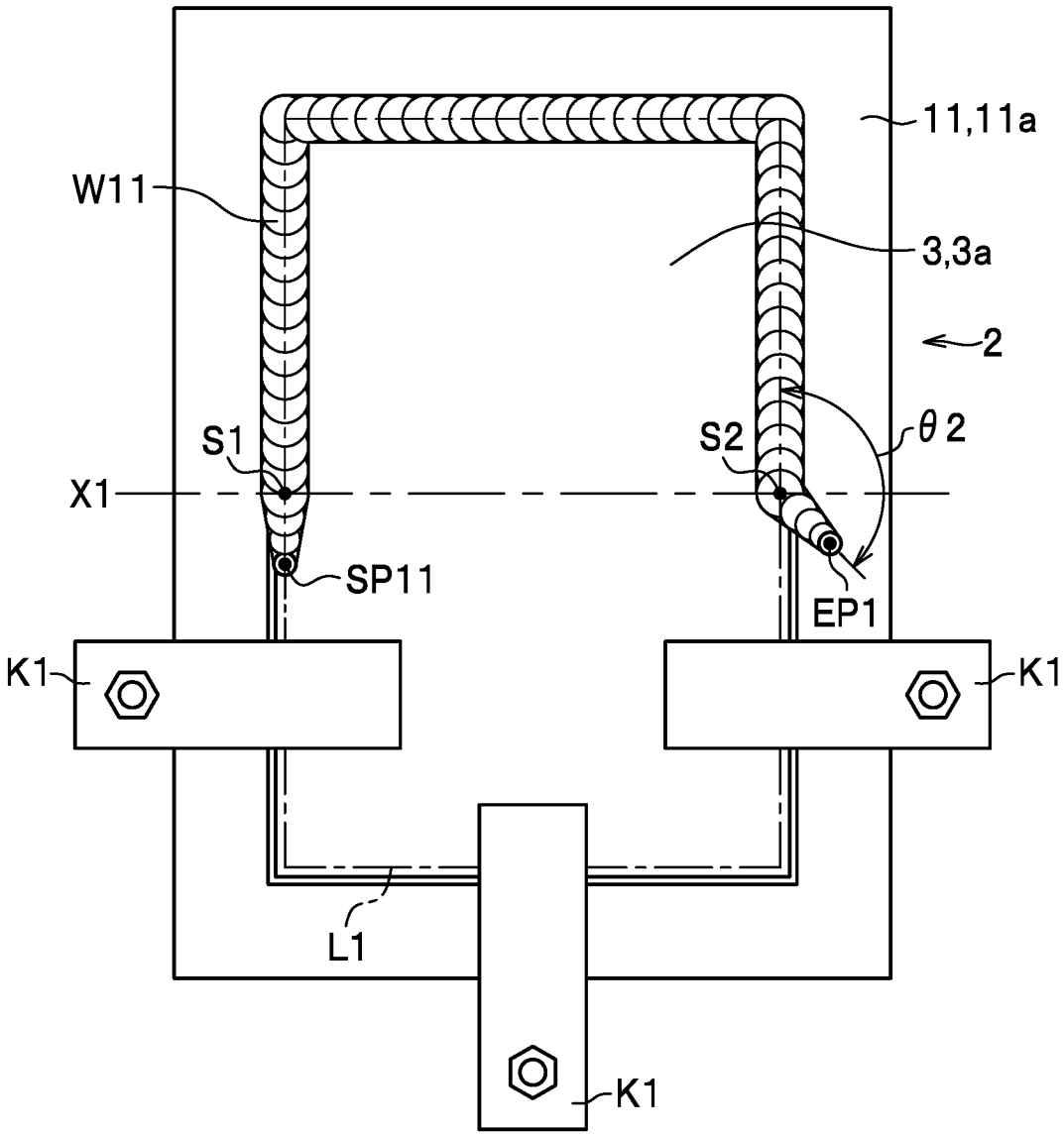
[図10]


K1
W1
3,3a
11,11a
K1
K1
EP2
SP2
S4
θ1
S3
θ2
X1
S1
S2
θ3
SP1
EP1
2
L1
F
W2

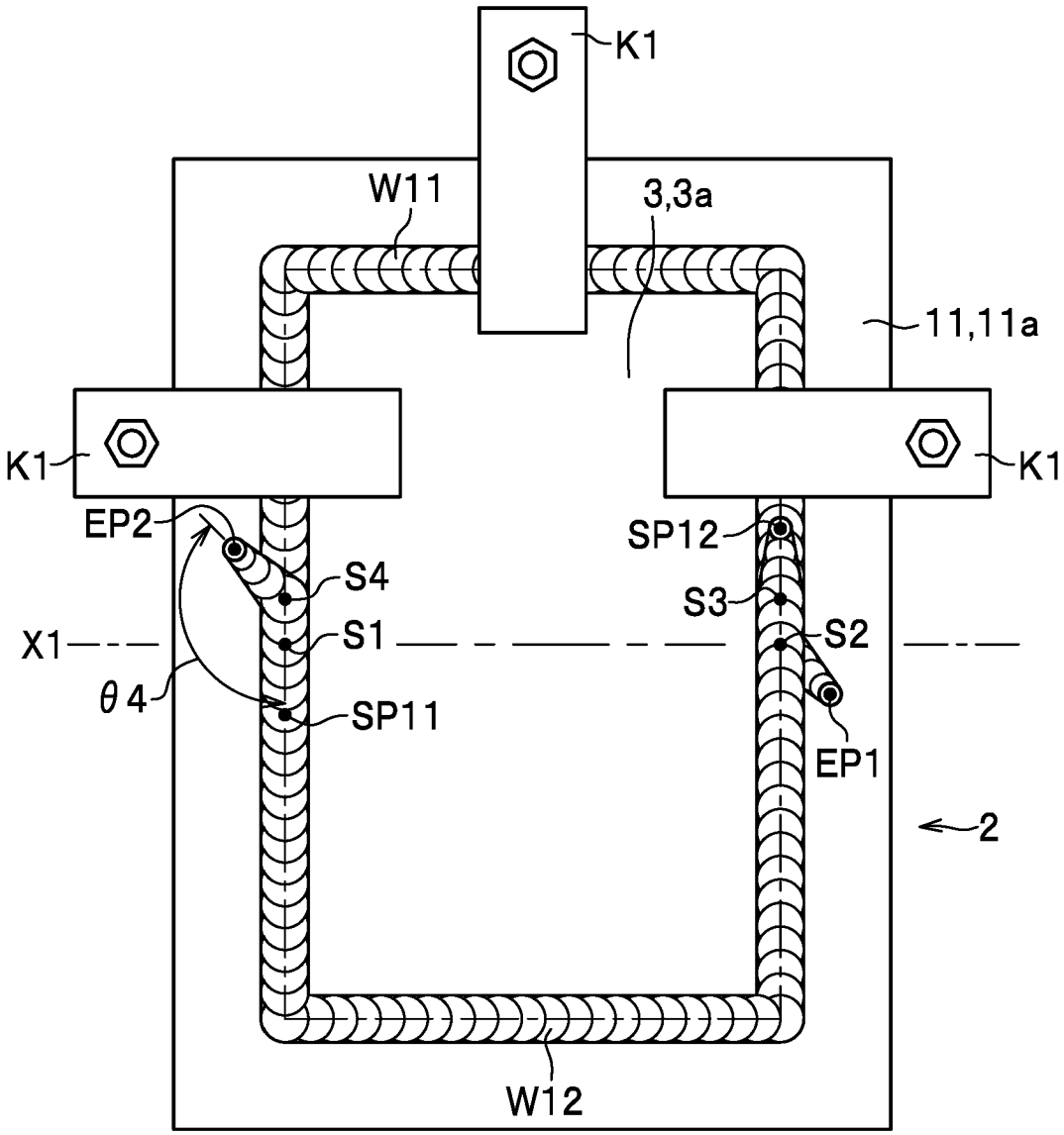
[図11]



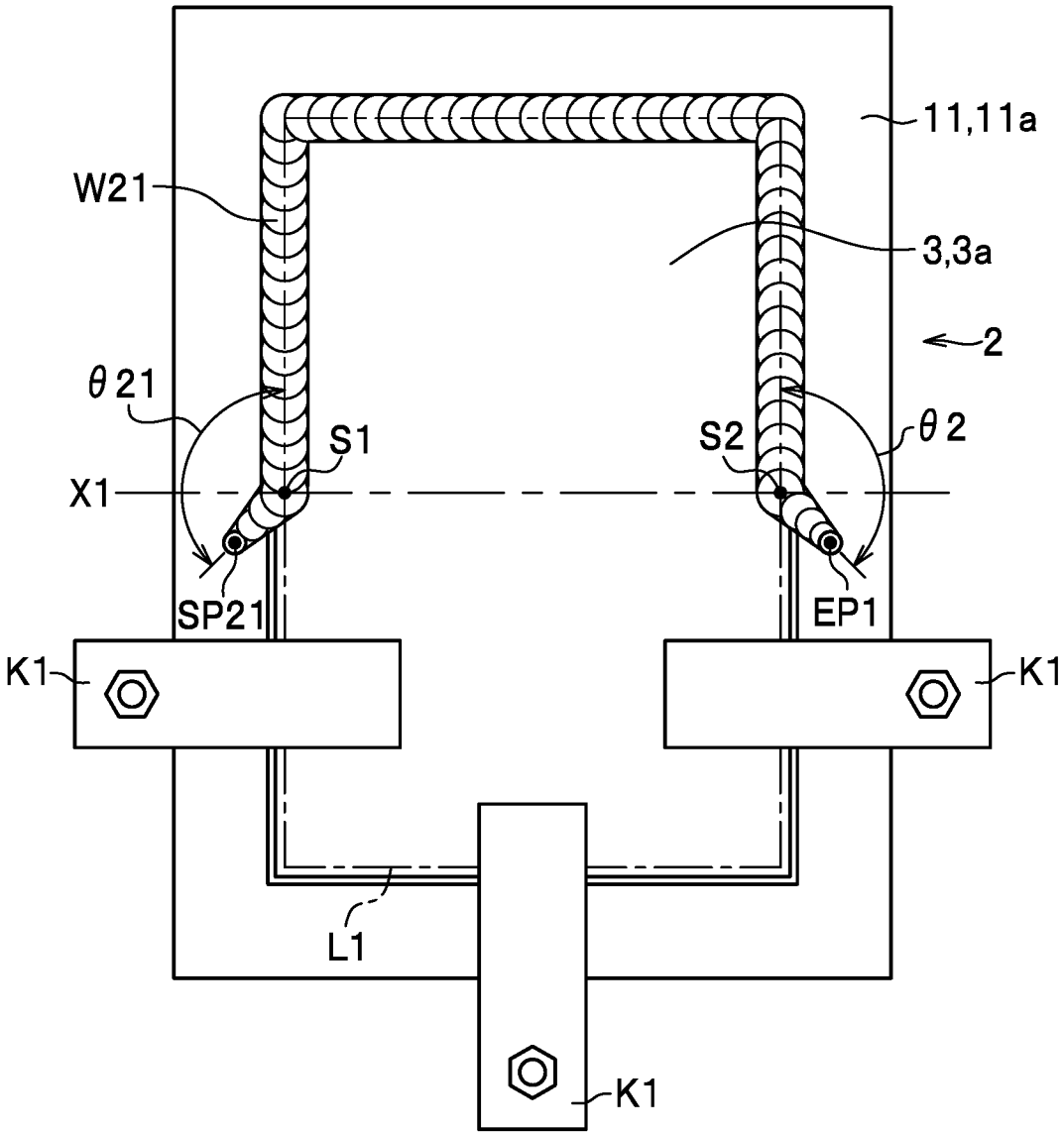
[図12]



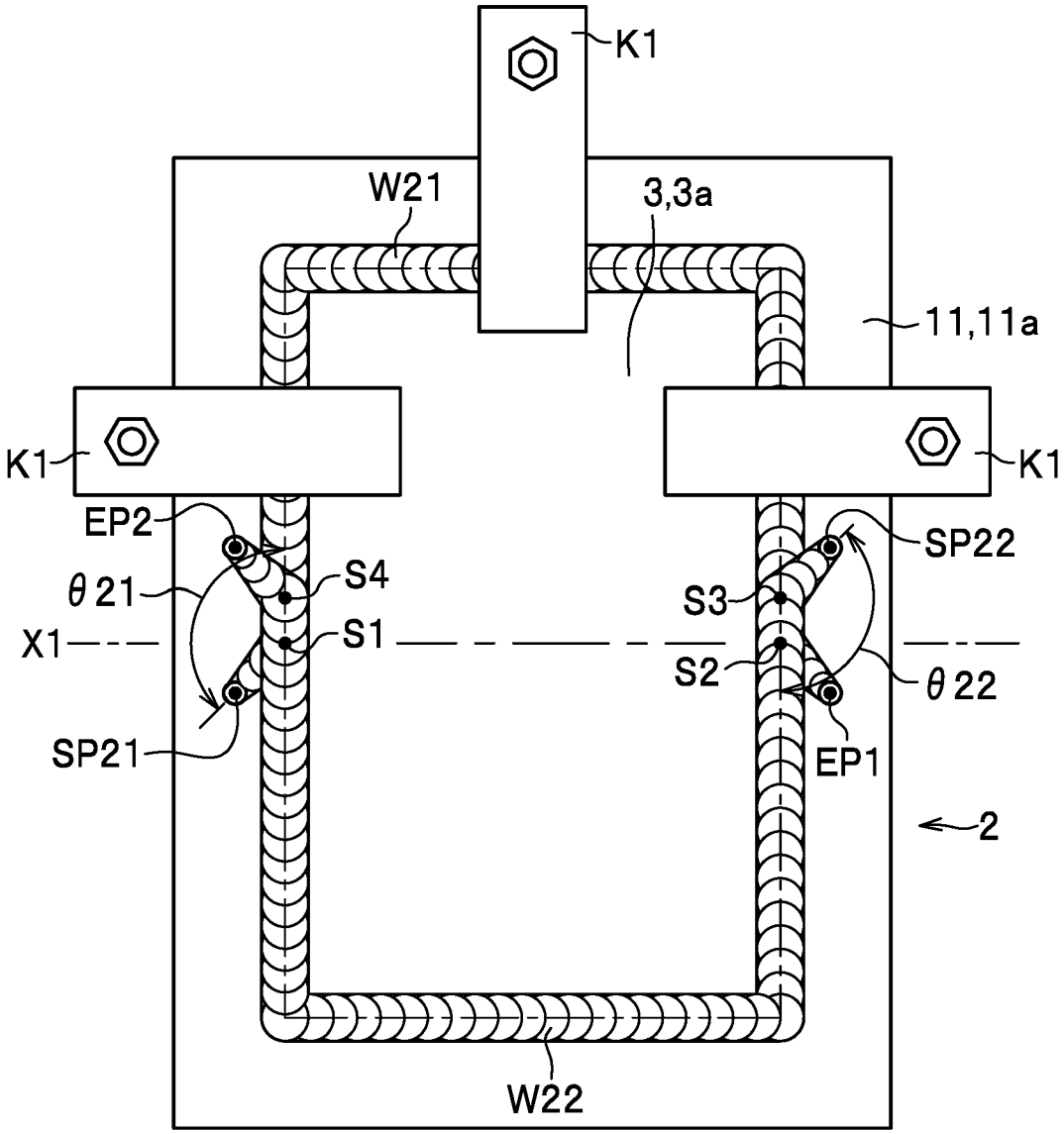
[図13]



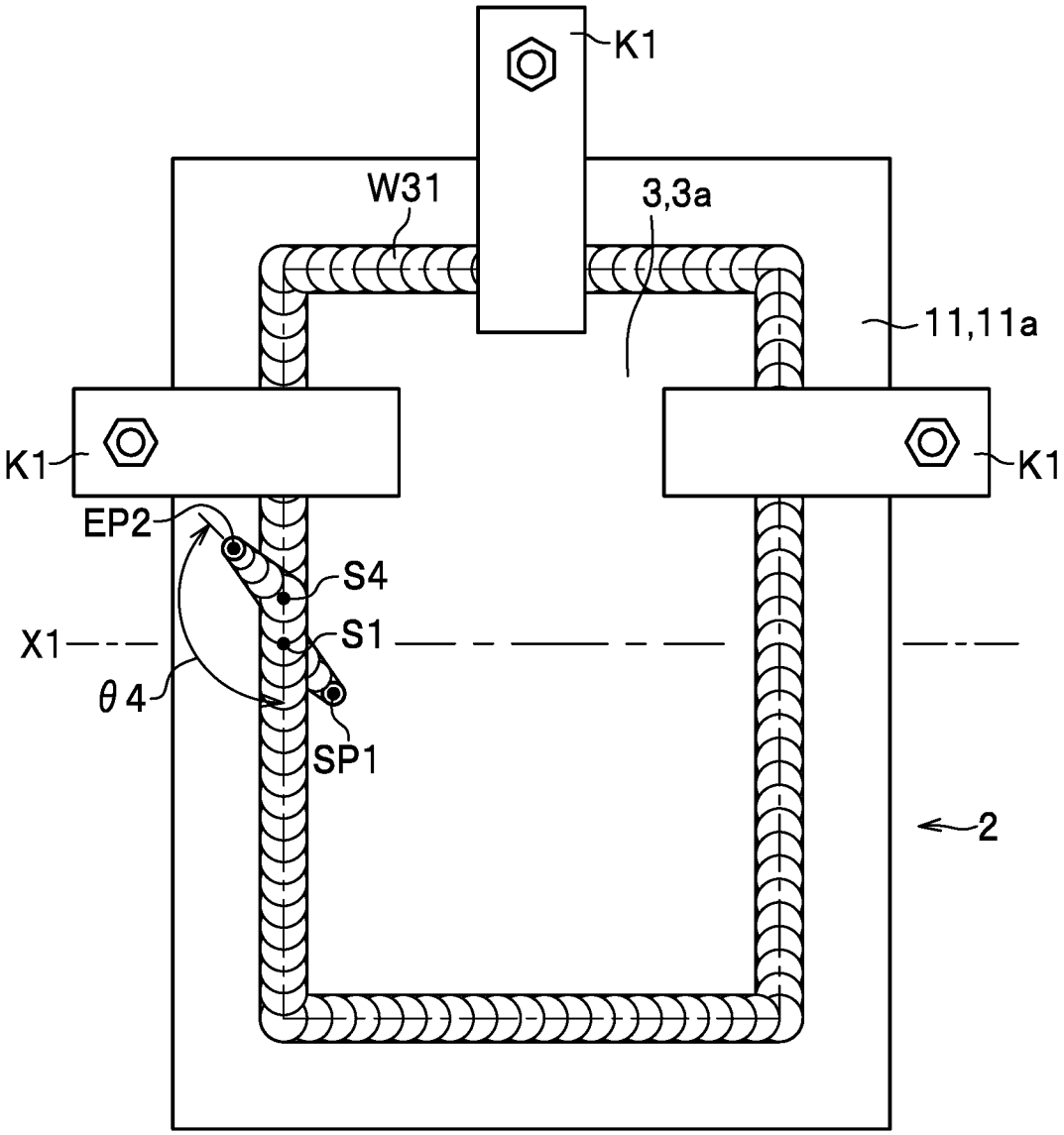
[図14]



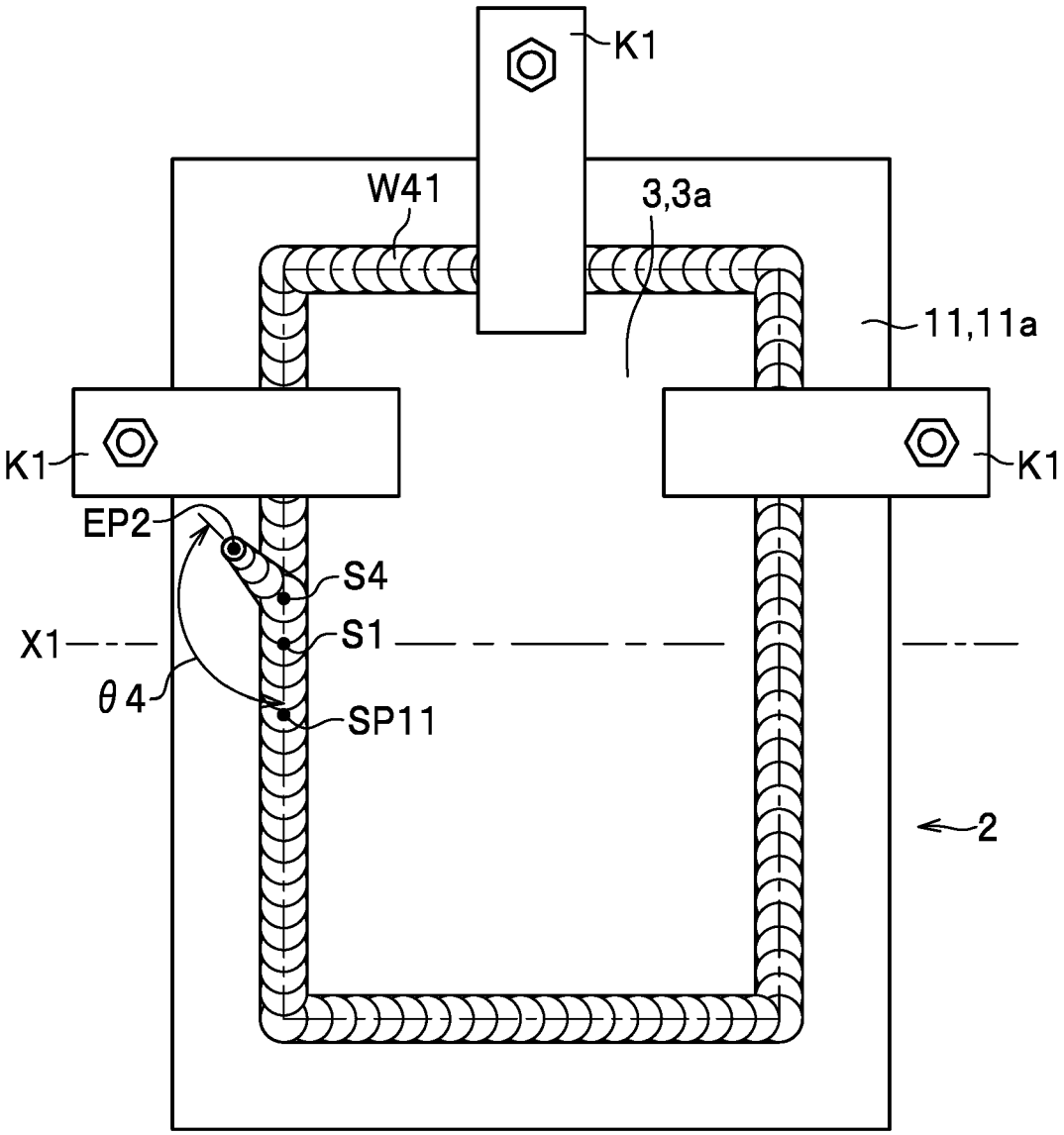
[図15]


K1
W21
3,3a
11,11a
K1
K1
EP2
SP22
S4
θ21
S3
X1
S1
S2
θ22
SP21
EP1
2
W22

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/037101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 20/12(2006.01)i
FI: B23K20/12 310; B23K20/12 360

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K20/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2020-11271 A (NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.) 23 January 2020 (2020-01-23) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2021-112757 A (NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.) 05 August 2021 (2021-08-05) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2001-321966 A (HITACHI, LTD.) 20 November 2001 (2001-11-20) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2003-48082 A (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 18 February 2003 (2003-02-18) entire text, all drawings	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
22 November 2022	**06 December 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/037101

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-11271 A	23 January 2020	US 2021/0268599 A1 entire text, all drawings CN 112041111 A	
JP 2021-112757 A	05 August 2021	(Family: none)	
JP 2001-321966 A	20 November 2001	US 2001/0019073 A1 entire text, all drawings KR 10-2001-0087185 A CN 1312141 A	
JP 2003-48082 A	18 February 2003	US 2003/0029903 A1 entire text, all drawings	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/037101

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 20/12(2006.01)i
FI: B23K20/12 310; B23K20/12 360

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））

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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 2020-11271 A (日本軽金属株式会社) 23.01.2020 (2020-01-23) 全文、全図	1-8
A	JP 2021-112757 A (日本軽金属株式会社) 05.08.2021 (2021-08-05) 全文、全図	1-8
A	JP 2001-321966 A (株式会社日立製作所) 20.11.2001 (2001-11-20) 全文、全図	1-8
A	JP 2003-48082 A (川崎重工業株式会社) 18.02.2003 (2003-02-18) 全文、全図	1-8

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
22.11.2022	06.12.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
柏原　郁昭 3P 1958

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/037101

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-11271 A	23.01.2020	US 2021/0268599 A1 全文、全図 CN 112041111 A	
JP 2021-112757 A	05.08.2021	（ファミリーなし）	
JP 2001-321966 A	20.11.2001	US 2001/0019073 A1 全文、全図 KR 10-2001-0087185 A CN 1312141 A	
JP 2003-48082 A	18.02.2003	US 2003/0029903 A1 全文、全図	