(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
2025年6月26日(26.06.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/134682 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/041451

(22) 国際出願日： 2024年11月22日(22.11.2024)

(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 2023-214604 2023年12月20日(20.12.2023) 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 (JP).

(72) 発明者: 瀬尾 伸城(**SEO Nobushiro**); 〒4213203 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 (JP).
小泉 慎吾(**KOIZUMI Shingo**); 〒4213203 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 (JP).

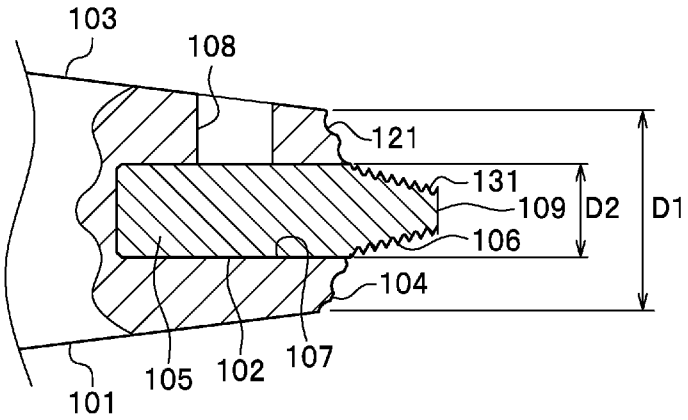
(74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所(**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1020082 東京都千代田区一番町２１ 一番町東急ビル (JP).

(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, 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, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,

(54) **Title:** ROTARY TOOL

(54) 発明の名称： 回転ツール



(57) **Abstract:** Provided is a rotary tool that does not readily cause excessive heat input and can suppress the occurrence of joining defects. A rotary tool (100) for friction stirring comprises: a base-end-side pin (104) in which a spiral first groove (121) is formed; and a distal-end-side pin (106) extending from the base-end-side pin (104), the distal-end-side pin (106) having a spiral second groove (131) formed therein. The taper angle of the base-end-side pin (104) is greater than the taper angle of the distal-end-side pin (106). The outside diameter (D1) of the base-end-side pin (104) and the outside diameter (D2) of the distal-end-side pin (106) satisfy the relationship "$1.5 \leq D1/D2 \leq 3.0$."

WO 2025/134682 A1

［続葉有］

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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：入熱過多になりにくく、接合欠陥の発生を抑制することができる回転ツールを提供する。摩擦攪拌用の回転ツール（１００）は、螺旋状の第１の溝（１２１）が形成されている基端側ピン（１０４）と、基端側ピン（１０４）から延出していて、螺旋状の第２の溝（１３１）が形成されている先端側ピン（１０６）と、を備え、基端側ピン（１０４）のテーパー角度は、先端側ピン（１０６）のテーパー角度よりも大きく、基端側ピン（１０４）の外径（Ｄ１）と先端側ピン（１０６）の外径（Ｄ２）とは、"１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０"という関係にある。

明　細　書

発明の名称 ： 回転ツール

技術分野

[0001]　本発明は、回転ツールに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、摩擦攪拌接合用の回転ツールについて開示されている。この回転ツールは、その肩部がテーパー状に傾斜していて、当該肩部に溝が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００３－３２０４６５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　接合を良好に行うためには、摩擦攪拌接合を行う際に回転ツールと被接合部材の間で発生する摩擦熱を制御することが重要である。

しかしながら、特許文献１のように回転ツールの肩部に螺旋状の溝を設けると、回転ツールによる攪拌力を向上させることができる一方で、被接合部材の表面に発生する摩擦熱が過多になり、接合欠陥が発生しやすくなるという問題がある。

[0005]　このような観点から、本発明は、回転ツールの肩部に螺旋状の溝を設けても、入熱過多になりにくく、接合欠陥の発生を抑制することができる回転ツール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

[0006]　前記課題を解決するために、本発明は、螺旋状の第１の溝が形成されている基端側ピンと、前記基端側ピンから延出していて、螺旋状の第２の溝が形成されている先端側ピンと、備えた摩擦攪拌用の回転ツールであって、前記基端側ピンのテーパー角度は、前記先端側ピンのテーパー角度よりも大きく

、前記基端側ピンの外径Ｄ１と前記先端側ピンの外径Ｄ２とは、１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０という関係にあることを特徴とする。

[0007] 前記第１の溝の溝幅Ｗは、１．０ｍｍ≦Ｗ≦２．８ｍｍであり、前記第１の溝の壁厚Ｌは、０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍであることが好ましい。

[0008] 前記第１の溝の溝深さＹは、０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍであることが好ましい。

[0009] 前記第１の溝の巻き数Ｎは、１≦Ｎ≦５．２であることが好ましい。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、回転ツールの肩部に螺旋状の溝を設けても、入熱過多になりにくく、接合欠陥の発生を抑制することができる回転ツールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第一実施形態に係る回転ツールの正面図である。

[図2]第一実施形態の係る回転ツールの先端部の断面図である。

[図3]第一実施形態に係る回転ツールの底面図である。

[図4]第一実施形態に係る回転ツールの先端側ピン部材の正面図である。

[図5]第一実施形態に係る回転ツールにおける第１の溝の拡大断面図である。

[図6]第一実施形態の係る回転ツールの先端部分の拡大正面図である。

[図7]第一実施形態に係る被接合部材となる液冷ジャケットの分解斜視図である。

[図8]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本接合工程を示す断面図である。

[図11]第二実施形態に係る回転ツールの正面図である。

[図12]第二実施形態の係る回転ツールの先端部の断面図である。

[図13]第二実施形態の係る回転ツールの先端部分の拡大正面図である。

[図14]第二実施形態に係る回転ツールの先端側ピン部材の正面図である。

[図15]第二実施形態に係る回転ツールにおける第１の溝の拡大断面図である。

[図16]第二実施形態の係る回転ツールの先端部分の拡大正面図である。

[図17]第一実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。

[図18]第二実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。

[図19]第三実施例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部の図面代用写真である。

[図20]第三実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。

[図21]第三実施例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部の図面代用写真である。

[図22]第四実施例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部（平面）の図面代用写真である。

[図23]第四実施例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部（断面）の図面代用写真である。

[図24]比較例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部（平面）の図面代用写真である。

[図25]比較例に係る回転ツールで接合した被接合部材の接合部（断面）の図面代用写真である。

発明を実施するための形態

[0012] 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、各実施形態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。

[0013] ［第一実施形態］

＜回転ツールの構成＞

まずは、第一実施形態に係る回転ツールの構成について図１～図６を参照して説明する。回転ツールは、摩擦攪拌に用いられるツールである。回転ツ

ール１００は、例えば工具鋼で形成されており、基端側ピン部材１０１と、先端側ピン部材１０２とで主に構成されている。

[0014] 基端側ピン部材１０１は、軸状の基軸部１０３と、基軸部１０３の先端側から延出している基端側ピン１０４とを備えている。基軸部１０３は、円錐台形状を呈し、摩擦攪拌装置の主軸（図示せず）に接続される部位である。基端側ピン１０４は、回転ツール１００のショルダ部をなす部位であり、テーパー形状に傾斜している。

先端側ピン部材１０２は、軸状の基軸部１０５と、基軸部１０５の先端側から延出している先端側ピン１０６とを備えている。基軸部１０５は、円柱状を呈していて、先端側ピン部材１０２の先端部に開口し、その内周面形状が基軸部１０５の外周面形状に合っている凹部である収納部１０７に収納される。収納部１０７に基軸部１０５を収納したときは、先端側ピン１０６のみが外部に露出した状態となる。先端側ピン１０６は、先細り形状をしていて、表面部がテーパー形状に傾斜している。

[0015] 基端側ピン部材１０１には、ねじ孔１０８が形成されていて、このねじ穴にねじを通して基端側ピン部材１０１に対して先端側ピン部材１０２がねじ留め固定されている（このねじについては図示省略）。なお、本第一実施形態で例示するのは、基端側ピン１０４と先端側ピン１０６とが別部材の場合であるが、基端側ピン１０４と先端側ピン１０６とを一体成形して回転ツール１００を製造してもよい。また、基端側ピン部材１０１と先端側ピン部材１０２は篏合等の方法で固定しても良く、固定の方法はねじ止めに限られるものではない。

[0016] 基端側ピン１０４は、円錐台形状を呈する。基端側ピン１０４のテーパー角度Ａ（図６参照）は適宜設定すればよいが、テーパー角度Ａは、先端側ピン１０６のテーパー角度Ｂよりも大きくなっている。基端側ピン１０４の外周面（ショルダ部）には、第１の溝１２１が全体に亘って形成されている。第１の溝１２１は、右回り又は左回りの螺旋状（平面視して右回り又は左回りの渦巻状）に形成されている。本第一実施形態では、回転ツール１００を

右回転させるため、第１の溝１２１は基端側から先端側に向けて左回りに設定している。

[0017] なお、回転ツール１００を左回転させる場合は、第１の溝１２１を基端側ピン１０４の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、第１の溝１２１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。

[0018] 先端側ピン１０６は円錐台形状を呈する。先端側ピン１０６の先端は回転中心軸線に対して垂直な平坦面１０９になっている。先端側ピン１０６のテーパー角度Ｂ（図６参照）は、基端側ピン１０４のテーパー角度Ａよりも小さくなっている。先端側ピン１０６の外周面には、螺旋状の第２の溝１３１が刻設されている。第２の溝１３１は、右回り又は左回りの螺旋状（平面視して右回り又は左回りの渦巻状）に形成されている。第２の溝１３１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１００を右回転させるため、先端側ピン１０６の基端側から先端側に向けて左回りに刻設されている。

[0019] 図２に示すように、基端側ピン１０４の外径Ｄ１（基端側ピン１０４の基端部の外径）と、先端側ピン１０６の外径Ｄ２（先端側ピン１０６の基端部の外径）とは、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”という関係にある。なお、好ましくは“１．７≦Ｄ１／Ｄ２≦２．７”、より好ましくは“１．９≦Ｄ１／Ｄ２≦２．３”である。

[0020] 図５に示すように、第１の溝１２１の溝幅Wは、“１．０ｍｍ≦W≦２．８ｍｍ”であり、第１の溝１２１の壁厚Ｌは、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”である。なお、好ましくは、“１．１ｍｍ≦W≦１．６ｍｍ”且つ“０．２ｍｍ≦Ｌ≦０．５ｍｍ”、より好ましくは、“１．２ｍｍ≦W≦１．５ｍｍ”且つ“０．３ｍｍ≦Ｌ≦０．４ｍｍ”である。

[0021] 図５に示すように、第１の溝１２１の溝深さＹは、“０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍ”である。なお、好ましくは“０．２ｍｍ≦Ｙ≦０．８ｍｍ”、より好ましくは“０．３ｍｍ≦Ｙ≦０．５ｍｍ”である。

[0022] また、螺旋状の第１の溝１２１の巻き数Ｎは、“１≦Ｎ≦５．２”である。なお、好ましくは“１．４≦Ｎ≦４．４”、より好ましくは“１．７≦Ｎ≦３．７”である。

[0023] ＜摩擦攪拌接合工程＞

次に、回転ツール１００を用いて行う摩擦攪拌接合工程について説明する。以下の例で、摩擦攪拌接合により製造するのは液冷ジャケットであり、図７以下に示すように、ジャケット本体２と封止体３とを被接合部材として、ジャケット本体２と封止体３とを摩擦攪拌接合により接合して液冷ジャケット１を製造しようとする例である。なお、以下の例は、回転ツール１００による摩擦攪拌接合工程の一例を示すに過ぎず、回転ツール１００による接合の対象となる被接合部材は様々な製品とすることができ、以下の例は本発明を限定するものではない。

[0024] 液冷ジャケット１は、図７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。

ジャケット本体２は、摩擦攪拌可能な金属（アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム、マグネシウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金等）であればよいが、本第一実施形態の例ではアルミニウム合金で形成されている。

[0025] 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には、支柱１２が立ち上がっている。支柱１２の本数は特に制限されないが、本実施形態では２本になっている。底部１０及び周壁部１１で凹部１３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。また、支柱１２は省略してもよい。

[0026] 周壁部１１の端面となる端面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とで構成される。段差底面１４ａは、端面１１ａから一段下がった位置に形成されている。段差底面１４ａは、支柱１２の端面１２ａと同じ高さになっている。

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の側面３ｃの厚さは、段差側面１４ｂの高さと同一寸法でもよいし、段差側面１４ｂよりも大きくしてもよい。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、本実施形態ではアルミニウム合金で形成されている。

[0027] 次に、本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する。本第一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、第一本接合工程と、第二本接合工程と、を行う。

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。

[0028] 載置工程は、図８に示すように、ジャケット本体２に形成される周壁段差部１４に、封止体３を載置する工程である。周壁段差部１４の段差側面１４ｂと、封止体３の側面３ｃとが突き合わされて第一突合せ部Ｊ１が形成される。さらに、周壁段差部１４の段差底面１４ａと、封止体３の裏面３ｂとが重ね合わされて第二突合せ部Ｊ２が形成される。また、支柱１２の端面１２ａと、封止体３の裏面３ｂとが重ね合わされて重ね部Ｊ３が形成される。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。

[0029] 第一本接合工程は、図９に示すように、回転ツール１００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。回転ツール１００の回転中心軸線Ｚと周壁部１１の端面１１ａ及び封止体３の表面３ａとが垂直となるよう

にしつつ、「所定の深さ」を維持した状態で、回転ツール１００を第一突合せ部Ｊ１に沿って相対移動させてジャケット本体２及び封止体３の廻りを一周させる。回転ツール１００の所定の深さについては、適宜設定すればよい。第一本接合工程において、回転ツール１００の移動軌跡には塑性化領域Ｕ１が形成される。

[0030] 本実施形態では、基端側ピン部材１０１の基軸部１０３はジャケット本体２及び封止体３に接触させず、かつ、基端側ピン１０４及び先端側ピン１０６の全体がジャケット本体２及び封止体３に接触するように所定の深さを設定している。また、周壁部１１の端面１１ａ及び封止体３の表面３ａと基端側ピン１０４の高さ方向の真ん中あたりが接触するように所定の深さを設定してもよい。

[0031] 第二本接合工程は、図１０に示すように、回転ツール１００を用いて封止体３と支柱１２とを摩擦攪拌接合する工程である。第二本接合工程では、回転ツール１００を封止体３の表面３ａから垂直に挿入し、重ね部Ｊ３に沿って一周以上相対移動させた後、封止体３から回転ツール１００を離脱させる。第二本接合工程において、回転ツール１００の移動軌跡には塑性化領域Ｕ２が形成される。第二本接合工程の回転ツール１００の所定の深さについては、第一本接合工程と同様に適宜設定すればよい。なお、第二本接合工程は省略してもよい。

[0032] ＜作用効果＞

以上説明した第一実施形態に係る回転ツール１００によれば、次のような作用効果を奏することができる。

前記のとおり、回転ツール１００は、基端側ピン１０４の外径Ｄ１と、先端側ピン１０６の外径Ｄ２とは、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”という関係にある。ここで、Ｄ１／Ｄ２が１．５未満であると、外径Ｄ２に対してＤ１が小さすぎるため、塑性流動材を押し込む力が弱く、接合欠陥が発生するおそれがある。一方、Ｄ１／Ｄ２が３．０を超えると基端側ピン１０４と被接合部材との接触面積が大きくなるため、発生する摩擦熱が過大なものとな

る。

これに対し、本実施形態のように基端側ピン１０４（ショルダ部）に第１の溝１２１を備え、かつ、基端側ピン１０４の外径Ｄ１と先端側ピン１０６の外径Ｄ２を、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”の関係とすることで、回転ツール１００の被接合部材への押込み量が増大しても摩擦熱の発生を抑制できる。そして、これにより、被接合部材の接合部の接合欠陥の発生を抑制することができる。

[0033] また、第１の溝１２１の溝幅Wは、“１．０ｍｍ≦W≦２．８ｍｍ”であり、第１の溝１２１の壁厚Ｌは、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”である。これにより、第１の溝１２１の溝幅Wと壁厚Ｌをそれぞれ適正なサイズに設定することができる。すなわち、溝幅Wが２．８ｍｍを超えると、第１の溝１２１の凹部が過大なサイズとなり摩擦熱も大きくなることで接合欠陥が発生するおそれがある。一方、溝幅Wが１．０ｍｍ未満であると摩擦熱が小さくなり摩擦攪拌の精度が低くなるおそれがある。第１の溝１２１のようなスクロール溝の溝幅Wの寸法を上記の範囲で形成することで、溢れ出そうとする攪拌された材料を回転中心軸線Ｚ方向に向かって流動させ、基端側ピン１０４に溜め込む効果がある。そのため、溝幅Wが小さくなると溜め込む効果が減少して、表面欠陥ができやすくなるおそれがある。

また、壁厚Ｌが１．８ｍｍを超えると、隣り合う第１の溝１２１，１２１間が大きくなり過ぎて摩擦攪拌の機能が低下する。つまり、壁厚Ｌが大きくなり過ぎると、第１の溝１２１，１２１の間の距離が広がることにより、上記のような溝の効果(溢れる材料を溜め込む効果)が減ることで表面欠陥が発生しやすくなる。第１の溝１２１の壁厚Ｌが、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”であると良好な摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0034] また、第１の溝１２１の溝深さＹは、“０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍ”である。第１の溝１２１の溝深さＹが０．２ｍｍ未満であると溝としての機能を果たさなくなる。つまり、溝深さＹが小さ過ぎると、溝の効果（溢れる材料を溜め込む効果）が減ることで表面欠陥が発生しやすくなる。一方、溝深

さＹが１．０ｍｍを超えると溝が深くなりすぎて、溝内に塑性流動材が滞留しやすくなり、溝内に滞留した塑性流動材で被接合部材が損傷するおそれがある。本実施形態の回転ツール１００は、溝深さＹを上記の範囲に設定することによって良好に摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0035] また、螺旋状の第１の溝１２１の巻き数Ｎは、“１≦Ｎ≦５．２”である。これにより、回転ツール１００によって良好な摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0036] ［第二実施形態］

＜回転ツールの構成＞

まずは、第二実施形態に係る回転ツールの構成について図１１～図１６を参照して説明する。回転ツールは、摩擦攪拌に用いられるツールである。回転ツール２００は、例えば工具鋼で形成されており、基端側ピン部材２０１と、先端側ピン部材２０２とで主に構成されている。

[0037] 基端側ピン部材２０１は、軸状の基軸部２０３と、基軸部２０３の先端側から延出している基端側ピン２０４とを備えている。基軸部２０３は、円柱状を呈し、摩擦攪拌装置の主軸（図示せず）に接続される部位である。基端側ピン２０４は、回転ツール２００のショルダ部をなす部位であり、テーパー形状に傾斜している。

先端側ピン部材２０２は、軸状の基軸部２０５と、基軸部２０５の先端側から延出している先端側ピン２０６とを備えている。基軸部２０５は、円柱状を呈していて、先端側ピン部材２０２の先端部に開口し、その内周面形状が基軸部２０５の外周面形状に合っている凹部である収納部２０７に収納される。収納部２０７に基軸部２０５を収納したときは、先端側ピン２０６のみが外部に露出した状態となる。先端側ピン２０６は、先細り形状をしていて、表面部がテーパー形状に傾斜している。

[0038] 基端側ピン部材２０１には、ねじ孔２０８が形成されていて、このねじ穴にねじを通して基端側ピン部材２０１に対して先端側ピン部材２０２がねじ留め固定されている（このねじについては図示省略）。なお、本第二実施形

態で例示するのは、基端側ピン２０４と先端側ピン２０６とが別部材の場合であるが、基端側ピン２０４と先端側ピン２０６とを一体成形して回転ツール２００を製造してもよい。

[0039] 基端側ピン２０４は、円錐台形状を呈する。基端側ピン２０４のテーパー角度Ａ（図１６）は適宜設定すればよいが、テーパー角度Ａは、先端側ピン１０６のテーパー角度Ｂよりも大きくなっている。基端側ピン２０４の外周面（ショルダ部）には、第１の溝２２１が全体に亘って形成されている。第１の溝２２１は、右回り又は左回りの螺旋状（平面視して右回り又は左回りの渦巻状）に形成されている。本第二実施形態では、回転ツール２００を右回転させるため、第１の溝２２１は基端側から先端側に向けて左回りに設定している。

[0040] なお、回転ツール２００を左回転させる場合は、第１の溝２２１を基端側ピン２０４の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、第１の溝２２１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。

先端側ピン２０６は円錐台形状を呈する。先端側ピン２０６の先端は回転中心軸線に対して垂直な平坦面２０９になっている。平坦面２０９に溝を形成してもよい。先端側ピン２０６のテーパー角度Ｂ（図１６）は、基端側ピン２０４のテーパー角度Ａ（図１６）よりも小さくなっている。先端側ピン２０６の外周面には、螺旋状の第２の溝２３１が刻設されている。第２の溝２３１は、右回り又は左回りの螺旋状（平面視して右回り又は左回りの渦巻状）に形成されている。

[0041] 図１２に示すように、基端側ピン２０４の外径Ｄ１（基端側ピン２０４の基端部の外径）と、先端側ピン２０６の外径Ｄ２（先端側ピン２０６の基端部の外径）とは、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”という関係にある。なお、好ましくは“１．７≦Ｄ１／Ｄ２≦２．７”、より好ましくは“１．９≦Ｄ１／Ｄ２≦２．３”である。

[0042] 図１５に示すように、第１の溝２２１の溝幅Ｗは、“１．０ｍｍ≦Ｗ≦２

．８ｍｍ”であり、第１の溝２２１の壁厚Ｌは、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”である。なお、好ましくは、“１．１ｍｍ≦Ｗ≦１．６ｍｍ”且つ“０．２ｍｍ≦Ｌ≦０．５ｍｍ”、より好ましくは、“１．２ｍｍ≦Ｗ≦１．５ｍｍ”且つ“０．３ｍｍ≦Ｌ≦０．４ｍｍ”である。

[0043] 図１５に示すように、第１の溝２２１の溝深さＹは、“０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍ”である。なお、好ましくは“０．４ｍｍ≦Ｙ≦０．９ｍｍ”、より好ましくは“０．５ｍｍ≦Ｙ≦０．８ｍｍ”である。

[0044] また、螺旋状の第１の溝２２１の巻き数Ｎは、“１≦Ｎ≦５．２”である。なお、好ましくは“１．５≦Ｎ≦４．５”、より好ましくは“２．０≦Ｎ≦４．５”である。

[0045] 第一実施形態の回転ツール１００と、本第二実施形態の回転ツール２００との構成上の相違は、両実施形態の図面を比較すれば明らかなように、主に各部のサイズの違いにあり、本発明に特徴的な技術事項は両者ほぼ共通である。

[0046] ＜摩擦攪拌接合工程＞

本第二実施形態の摩擦攪拌接合工程は、前記した第一実施形態の場合と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0047] ＜作用効果＞

以上説明した第二実施形態に係る回転ツール２００によれば、次のような作用効果を奏することができる。

前記のとおり、回転ツール２００は、基端側ピン２０４の外径Ｄ１と、先端側ピン２０６の外径Ｄ２とは、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”という関係にある。ここで、Ｄ１／Ｄ２が１．５未満であると、外径Ｄ２に対してＤ１が小さすぎるため、塑性流動材を押し込む力が弱く、接合欠陥が発生するおそれがある。一方、Ｄ１／Ｄ２が３．０を超えると基端側ピン１０４と被接合部材との接触面積が大きくなるため、発生する摩擦熱が過大なものとなる。

これに対し、本実施形態のように基端側ピン２０４（ショルダ部）に第１

の溝２２１を備え、かつ、基端側ピン２０４の外径Ｄ１と先端側ピン１０６の外径Ｄ２を、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”の関係とすることで、回転ツール２００の被接合部材への押込み量が増大しても摩擦熱の発生を抑制できる。そして、これにより、被接合部材の接合部の接合欠陥の発生を抑制することができる。

[0048] また、第１の溝２２１の溝幅Wは、“１．０ｍｍ≦W≦２．８ｍｍ”であり、第１の溝２２１の壁厚Ｌは、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”である。これにより、第１の溝２２１の溝幅Wと壁厚Ｌをそれぞれ適正なサイズに設定することができる。すなわち、溝幅Wが２．８ｍｍを超えると、第１の溝２２１の凹部が過大なサイズとなり摩擦熱も大きくなるおそれがある。一方、溝幅Wが１．０ｍｍ未満であると摩擦熱が小さくなり摩擦攪拌の精度が低くなるおそれがある。第１の溝２２１のようなスクロール溝の溝幅Wの寸法を上記の範囲で形成することで、溢れ出そうとする攪拌された材料を回転中心軸線Ｚ方向に向かって流動させ、基端側ピン２０４に溜め込む効果がある。そのため、溝幅Wが小さくなると溜め込む効果が減少して、表面欠陥ができやすくなるおそれがある。

また、壁厚Ｌが１．８ｍｍを超えると、隣り合う第１の溝２２１，２２１間が大きくなり過ぎて摩擦攪拌の機能が低下する。つまり、壁厚Ｌが大きくなり過ぎると、第１の溝２２１，２２１の間の距離が広がることにより、上記のような溝の効果(溢れる材料を溜め込む効果)が減ることで表面欠陥が発生しやすくなる。第１の溝２２１の壁厚Ｌが、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”であると良好な摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0049] また、第１の溝２２１の溝深さＹは、“０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍ”である。第１の溝２２１の溝深さＹが０．２ｍｍ未満であると溝としての機能を果たさなくなる。つまり、溝深さＹが小さ過ぎると、溝の効果（溢れる材料を溜め込む効果）が減ることで表面欠陥が発生しやすくなる。一方、溝深さＹが１．０ｍｍを超えると溝が深くなりすぎて、溝内に塑性流動材が滞留しやすくなり、溝内に滞留した塑性流動材で被接合部材が損傷するおそれが

ある。本実施形態の回転ツール２００は、溝深さＹを上記の範囲に設定することによって良好に摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0050] また、螺旋状の第１の溝２２１の巻き数Ｎは、“１≦Ｎ≦５．２”である。これにより、回転ツール２００によって良好な摩擦攪拌接合を行うことができる。

実施例

[0051] 以下に、本発明に係る実施例を複数例と、それに対する比較例を複数例示す。本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0052] ［第一実施例］

図１７は、本発明の第一実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。ここでは、実施例ａ１～ａ５，ｂ１～ｂ５の合計１０例の実施例を示している。実施例ａ１～ａ５は、前記回転ツール１００の実施例である。実施例ｂ１～ｂ５は、前記回転ツール２００の実施例である。図２０では、これらの各実施例において、大別して回転ツールの「外径」と、「第１の溝」（前記第１の溝１２１，２２１）とについて各種パラメータを示している。

[0053] 「外径」のパラメータとしては、前記した基端側ピン１０４，２０４の外径Ｄ１（基端側ピン１０４，２０４の基端部の外径）である「Ｄ１」（ｍｍ）と、前記した先端側ピン１０６，２０６の外径Ｄ２（先端側ピン１０６，２０６の基端部の外径）である「Ｄ２」（ｍｍ）と、これらの比率である前記した「Ｄ１／Ｄ２」とを示している。

「第１の溝」のパラメータとしては、第１の溝１２１，２２１に関して、そのピッチである「ピッチ」（ｍｍ）、前記した溝幅Ｗである「溝幅」（ｍｍ）、前記した巻き数Ｎである「巻き数」、前記した壁厚Ｌである「壁厚」（ｍｍ）、前記した溝深さＹである「溝深さ」（ｍｍ）、溝の曲率半径である「Ｒ」（ｍｍ）を示している。

[0054] 実施例ａ１は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが１．２ｍｍ、溝幅が１．０ｍｍ、巻き数が１．８、壁厚が０．３ｍ

m、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

実施例ａ２は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が３ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．８、ピッチが１．２ｍｍ、溝幅が１．０ｍｍ、巻き数が２．３、壁厚が０．３ｍｍ、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

[0055] 実施例ａ３は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が５ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が１．７、ピッチが１．２ｍｍ、溝幅が１．０ｍｍ、巻き数が１．４、壁厚が０．３ｍｍ、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

実施例ａ４は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが１．０ｍｍ、溝幅が１．０ｍｍ、巻き数が２．２、壁厚が０．１ｍｍ、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

[0056] 実施例ａ５は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが１．５ｍｍ、溝幅が１．０ｍｍ、巻き数が１．０、壁厚が０．６ｍｍ、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

実施例ｂ１は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが２．０ｍｍ、溝幅が１．４ｍｍ、巻き数が４．１、壁厚が０．７ｍｍ、溝深さが０．５ｍｍ、Ｒが０．７５ｍｍ、であった。

[0057] 実施例ｂ２は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１０ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が３．０、ピッチが２．０ｍｍ、溝幅が１．４ｍｍ、巻き数が５．２、壁厚が０．７ｍｍ、溝深さが０．５ｍｍ、Ｒが０．７５ｍｍ、であった。

実施例ｂ３は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１８ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が１．７、ピッチが２．０ｍｍ、溝幅が１．４ｍｍ、巻き数が３．０、壁厚が０．７ｍｍ、溝深さが０．５ｍｍ、Ｒが０．７５ｍｍ、であった。

[0058] 実施例ｂ４は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが３．０ｍｍ、溝幅が１．４ｍｍ、巻き数は２．８、壁厚が１．８ｍｍ、溝深さが０．５ｍｍ、Ｒが０．７５ｍｍ、であった。

実施例ｂ５は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが３．５ｍｍ、溝幅が２．８ｍｍ、巻き数が２．２，壁厚が０．９ｍｍ、溝深さが１．０ｍｍ、Ｒが１．５ｍｍ、であった。

実施例ａ１～ａ５では、上記の各実施例の回転ツールを用いて、Ａ５０５２（アルミニウム合金）と、ＡＤＣ１２（アルミニウム合金）を摩擦攪拌接合した。

また、実施例ｂ１～ｂ５では、上記の各実施例の回転ツールを用いて、Ａ１０５０（アルミニウム合金）と、Ｃ１０２０（銅合金）を摩擦攪拌接合した。各実施例について、その接合部分を観察し、接合欠陥を生じていないかを注意深く判断した。

[0059] その結果、実施例ａ１～ａ５，ｂ１～ｂ５の全てにおいて、接合欠陥は観察されず、接合状態も良好であった。また、接合部分にバリがほぼ無かったことに鑑みると、摩擦攪拌時の摩擦熱も抑えられたと推察できる。

[0060] ［第二実施例］

図１８は、本発明の第二実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。本第二実施例（実施例ｃ１）では、被接合部材としてＡ５０５２（アルミニウム合金）と、ＡＤＣ１２（アルミニウム合金）とを用いた。用いたのは回転ツール１００で、その回転数は２０００ｒｐｍ、接合速度は７５０ｍｍ／ｍｉｎである。

実施例ｃ１は、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが１．２ｍｍ、溝幅が１．２ｍｍ、巻き数は１．８、壁厚が０．１６ｍｍ、溝深さが０．３ｍｍ、Ｒが０．６ｍｍ、であった。

[0061] 図１９は、この実施例ｃ１により接合された被接合部材の接合部材の拡大切断断面を示す図面代用写真である。符号Ｕは塑性化領域を示している。同写真に明らかなように、Ａ５０５２（符号３０１）と、ＡＤＣ１２（符号３０２）との接合部には接合欠陥などは観察されず、接合状態も良好であった。また、接合部分にバリがほぼ無かったことに鑑みると、摩擦攪拌時の摩擦熱も抑えられたと推察できる。

[0062] ［第三実施例］

図２０は、本発明の第三実施例に係る回転ツールの各種パラメータを示す図である。本第三実施例（実施例ｄ１）では、被接合部材としてＡ１０５０

（アルミニウム合金）と、Ｃ１０２０（銅合金）とを用いた。用いたのは回転ツール２００で、その回転数は７００ｒｐｍ、接合速度１００ｍｍ／ｍｉｎである。

実施例ｄ１は、Ｄ１が３０ｍｍ、Ｄ２が１４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、ピッチが２．０ｍｍ、溝幅が１．５ｍｍ、巻き数は４．１、壁厚が０．５ｍｍ、溝深さが０．５ｍｍ、Ｒが０．７５ｍｍ、であった。

[0063] 図２１は、この実施例ｄ１により接合された被接合部材の接合部材の拡大切断断面を示す図面代用写真である。同写真に明らかなように、Ａ１０５０（符号３１１）と、Ｃ１０２０（符号３１２）との接合部には接合欠陥などは観察されず、接合状態も良好であった。また、接合部分にバリがほぼ無かったことに鑑みると、摩擦攪拌時の摩擦熱も抑えられたと推察できる。

[0064] ［第四実施例］

図２２、図２３は、本第四実施例に係る接合部材を拡大した図面代用写真である。本第四実施例（実施例ｅ）では、被接合部材としてＡ５０５２（アルミニウム合金）と、ＡＤＣ１２（アルミニウム合金）とを用いた。用いたのは回転ツール１００で、その回転数は４０００ｒｐｍ、接合速度は５００ｍｍ／ｍｉｎである。

実施例ｅは、Ｄ１が８．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が２．１、テーパー角度Ａが１３０°、であった。

[0065] 図２２は、接合後の被接合部材の表面を示している。符号Ｕは塑性化領域を示している。被接合部材は同図面代用写真に示すように、接合欠陥などは観察されなかった。図２３は、接合後の被接合部材の断面を示している。被接合部材は同図面代用写真に示すように、バリはやや発生したが、Ａ５０５２（符号３２１）と、ＡＤＣ１２（符号３２２）との接合部には接合欠陥などは観察されず、接合状態も良好であった。また、バリの排出量が少なかったことに鑑みると、摩擦攪拌時の摩擦熱も抑えられたと推察できる。

[0066] ［比較例］

図２４、図２５は、前記各実施例（特に、前記第四実施例）に対する比較

例に係る接合部材を拡大した図面代用写真である。本比較例では、被接合部材としてＡ５０５２（アルミニウム合金）と、ＡＤＣ１２（アルミニウム合金）とを用いた。用いたのは回転ツール１００で、その回転数は４０００ｒｐｍ、接合速度は５００ｍｍ／ｍｉｎである。

本比較例は、Ｄ１が１２．５ｍｍ、Ｄ２が４ｍｍ、Ｄ１／Ｄ２が３．１、テーパー角度Ａが１３０°、であった。

[0067] 図２４は、接合後の被接合部材の表面を示している。符号Ｕは塑性化領域を示している。被接合部材は同図面代用写真に示すように、表面に欠陥が発生しているのがわかる（図２４参照）。図２５は、接合後の被接合部材の断面を示している。被接合部材は同図面代用写真に示すように、Ａ５０５２（符号４０１）と、ＡＤＣ１２（符号４０２）との接合部には接合欠陥が発生している。また、バリの排出量も多いことがわかる（図２５参照）。

[0068] ［考察］

前記の各実施例と、比較例とを比較することで、次のように考察することができる。

回転ツール１００，２００は、基端側ピン１０４，２０４の外径Ｄ１と、先端側ピン１０６，２０６の外径Ｄ２とは、“１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”という関係にあれば、被接合部材への入熱量を適正な値として、被接合部材の接合欠陥の発生を抑制できることがわかった。また、“２．０≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０”であれば、確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。 さらに、“２．３≦Ｄ１／Ｄ２≦２．７”であれば、より確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。

[0069] 第１の溝１２１，２２１の溝幅Wは、“１．０ｍｍ≦W≦２．８ｍｍ”であり、且つ、第１の溝２２１の壁厚Ｌは、“０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍ”であるという関係にあれば、摩擦攪拌の際の被接合部材への入熱量を適正な値にして、被接合部材の接合欠陥の発生を抑制できることがわかった。また、“１．１ｍｍ≦W≦１．６ｍｍ”且つ“０．２ｍｍ≦Ｌ≦０．５ｍｍ”であれば、確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。さらに、

“１．２ｍｍ≦W≦１．５ｍｍ”且つ“０．３ｍｍ≦Ｌ≦０．４ｍｍ”であれば、より確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。

[0070] 第１の溝１２１，２２１の溝深さＹは、“０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍ”であれば、被接合部材への入熱量を適正な値として、被接合部材の接合欠陥の発生を抑制できることがわかった。また、“０．４ｍｍ≦Ｄ≦０．９ｍｍ”であれば、確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。さらに、“０．５ｍｍ≦Ｄ≦０．８ｍｍ”であれば、より確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。

[0071] また、螺旋状の第１の溝２２１の巻き数Ｎは、“１≦Ｎ≦５．２”であれば、被接合部材への入熱量を適正な値として、被接合部材の接合欠陥の発生を抑制できることがわかった。また、“１．５≦Ｎ≦４．５”であれば、確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。さらに、“２．０≦Ｎ≦４．０”であれば、より確実に被接合部材の接合欠陥を抑制できると考えられる。

符号の説明

[0072] １００，２００ 回転ツール

１０４，２０４ 基端側ピン（ショルダ部）

１０６，２０６ 先端側ピン

１２１，２２１ 第１の溝

１３１，２３１ 第２の溝

Ａ テーパー角度

Ｂ テーパー角度

Ｄ１ 外径

Ｄ２ 外径

Ｗ 溝幅

Ｌ 壁厚

Ｙ 溝深さ

Ｎ 巻き数

請求の範囲

[請求項1] 螺旋状の第１の溝が形成されている基端側ピンと、

前記基端側ピンから延出していて、螺旋状の第２の溝が形成されている先端側ピンと、

を備えた摩擦攪拌用の回転ツールであって、

前記基端側ピンのテーパー角度は、前記先端側ピンのテーパー角度よりも大きく、

前記基端側ピンの外径Ｄ１と前記先端側ピンの外径Ｄ２とは、１．５≦Ｄ１／Ｄ２≦３．０という関係にあること、を特徴とする回転ツール。

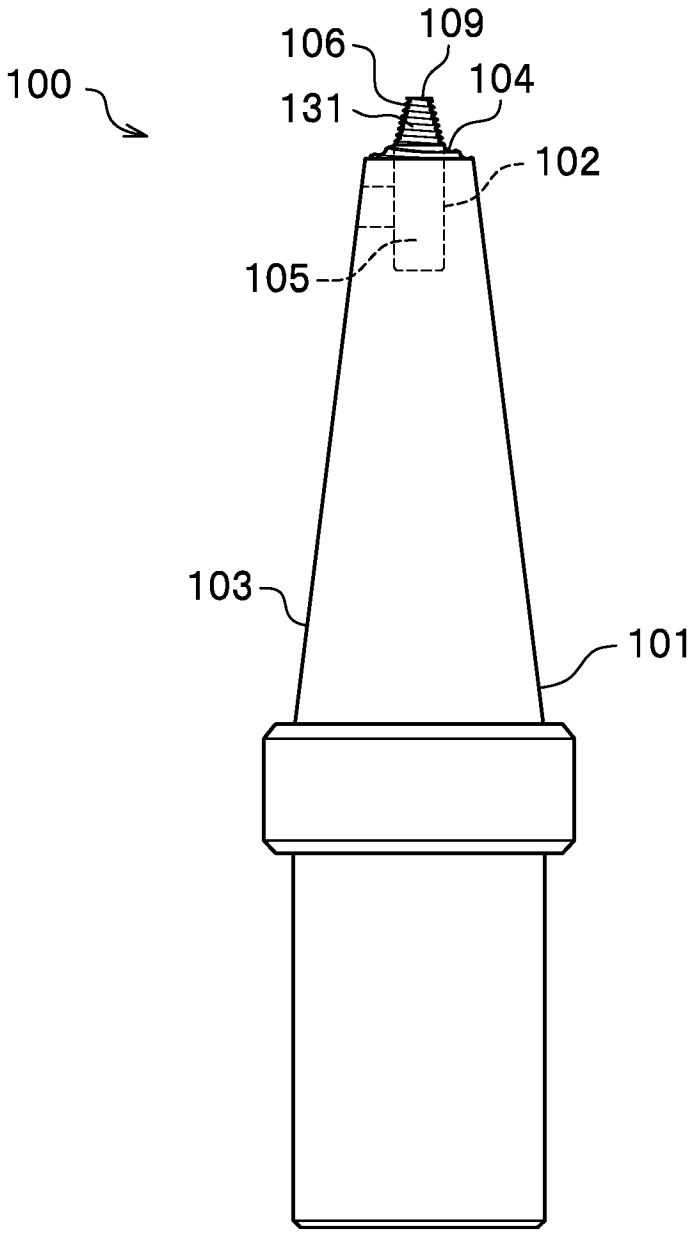
[請求項2] 前記第１の溝の溝幅Wは、１．０ｍｍ≦W≦２．８ｍｍであり、

前記第１の溝の壁厚Ｌは、０．１ｍｍ≦Ｌ≦１．８ｍｍである、ことを特徴とする請求項１に記載の回転ツール。

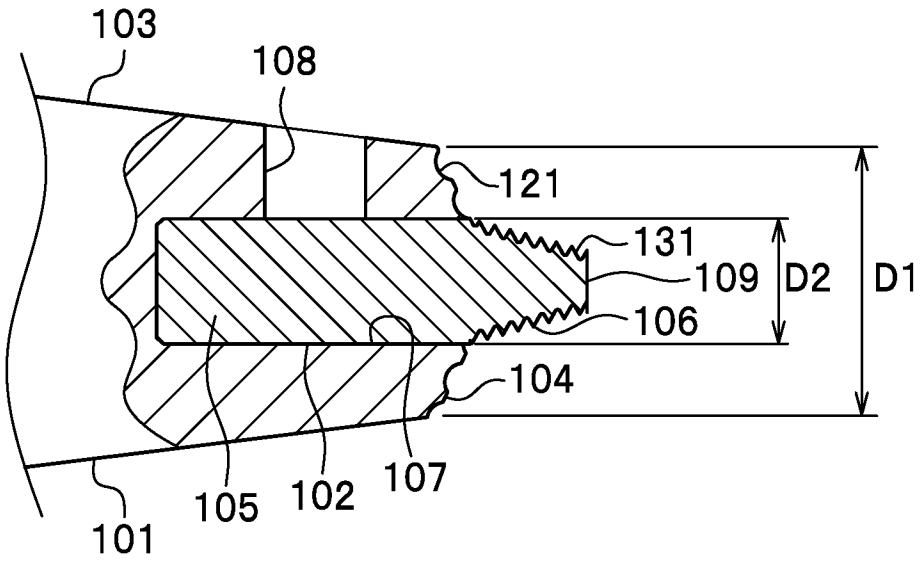
[請求項3] 前記第１の溝の溝深さＹは、０．２ｍｍ≦Ｙ≦１．０ｍｍである、ことを特徴とする請求項１に記載の回転ツール。

[請求項4] 前記第１の溝の巻き数Ｎは、１≦Ｎ≦５．２である、ことを特徴とする請求項１に記載の回転ツール。

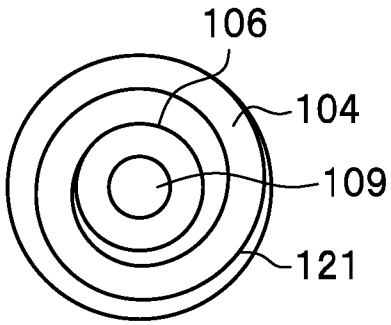
[図1]



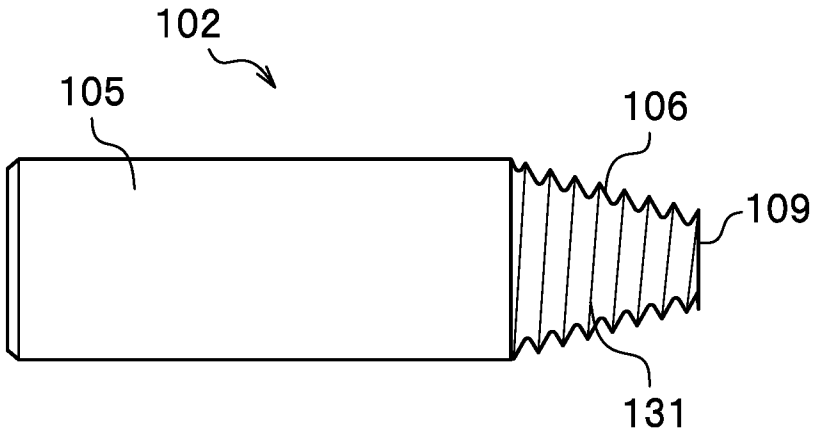
[図2]


103
108
121
131
109
D2
D1
106
104
101
105
102
107

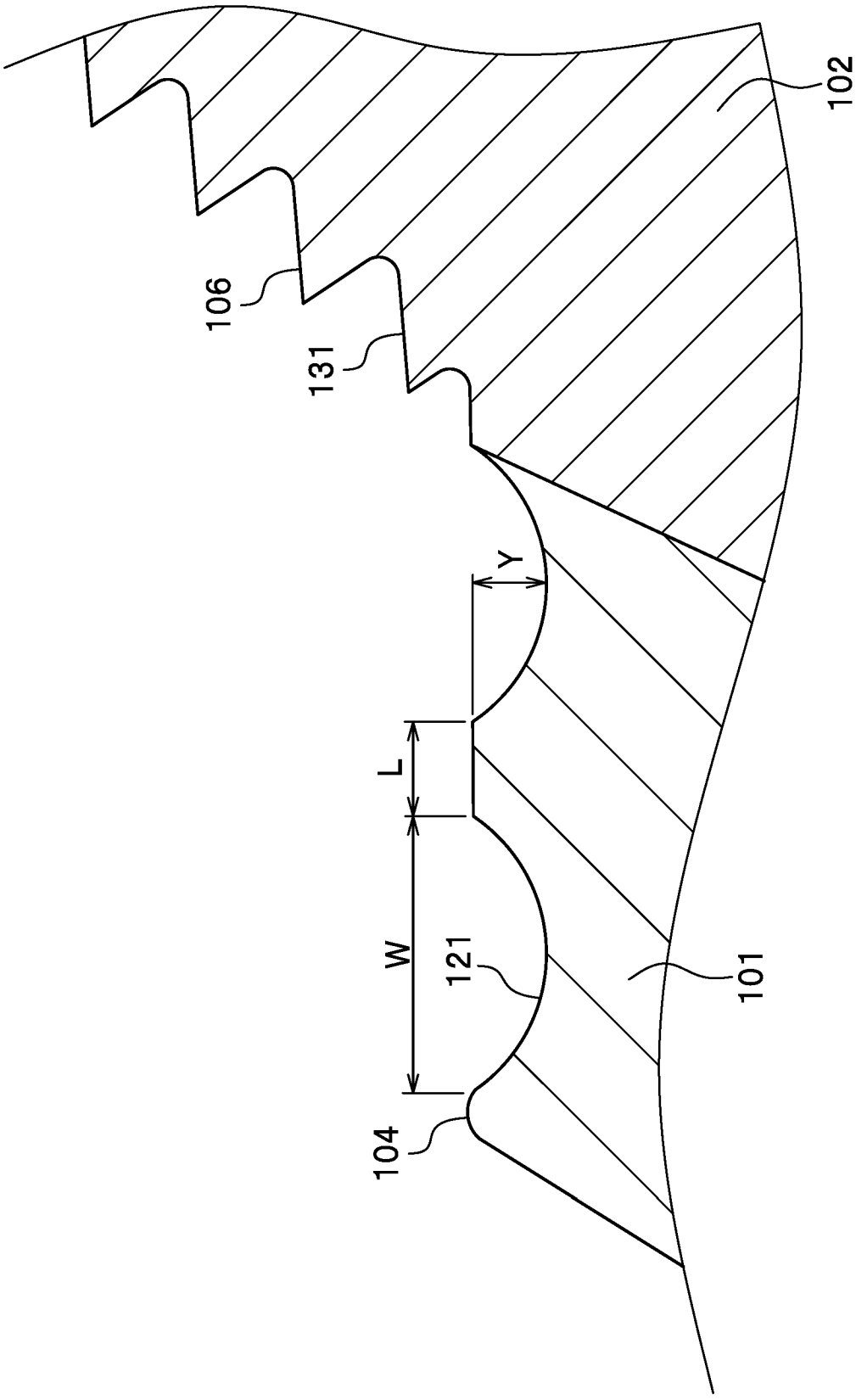
[図3]


106
104
109
121

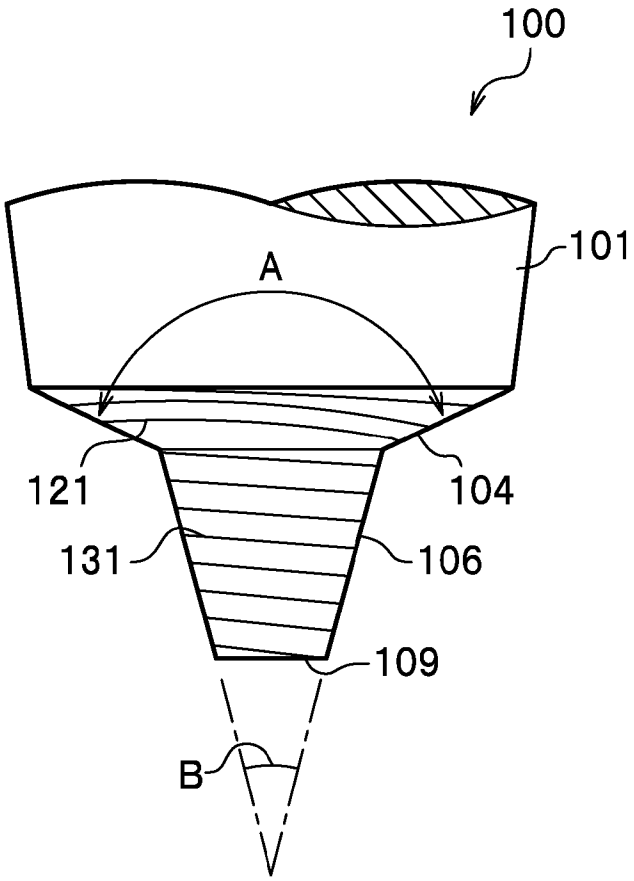
[図4]


102
105
106
109
131

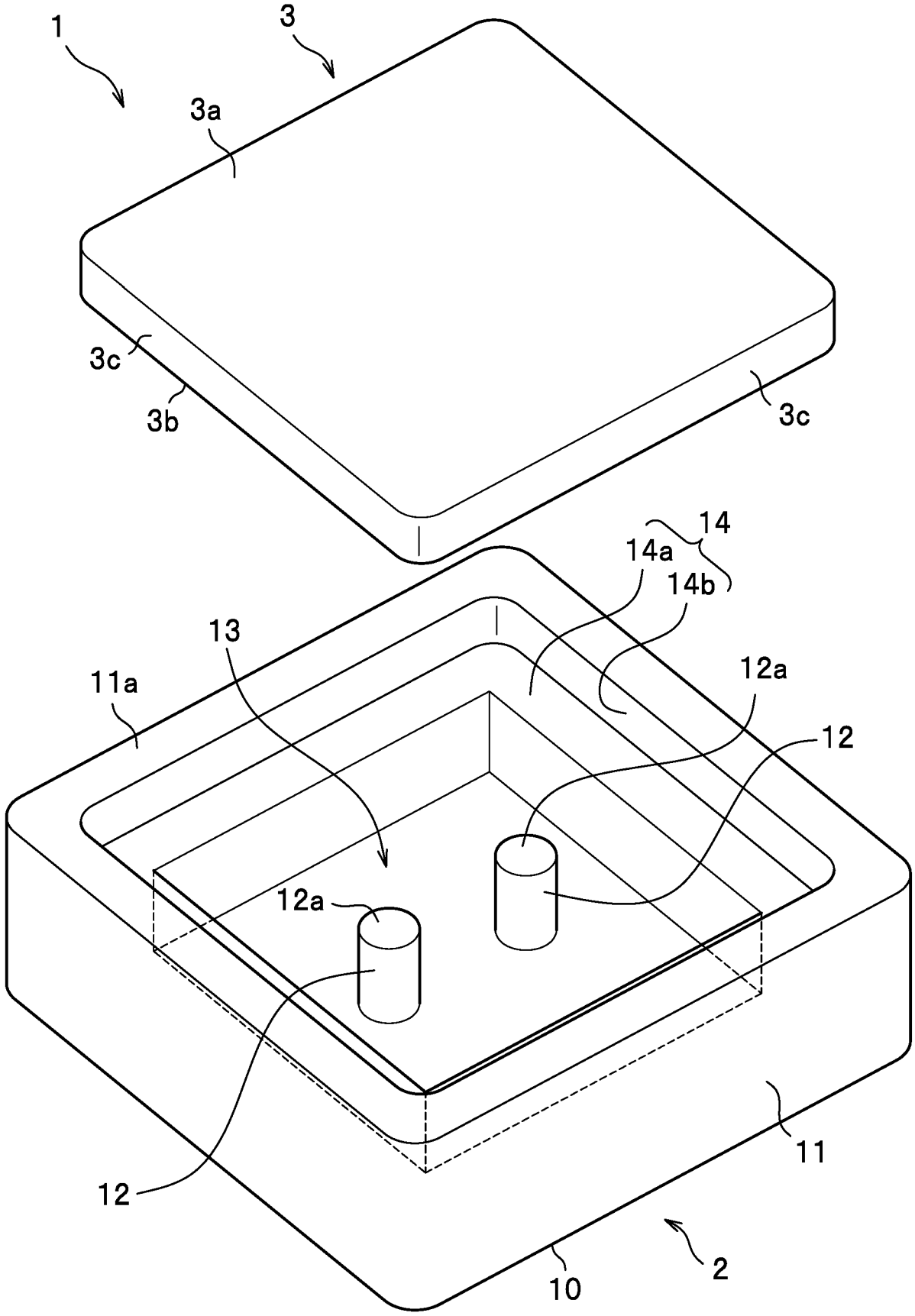
[図5]



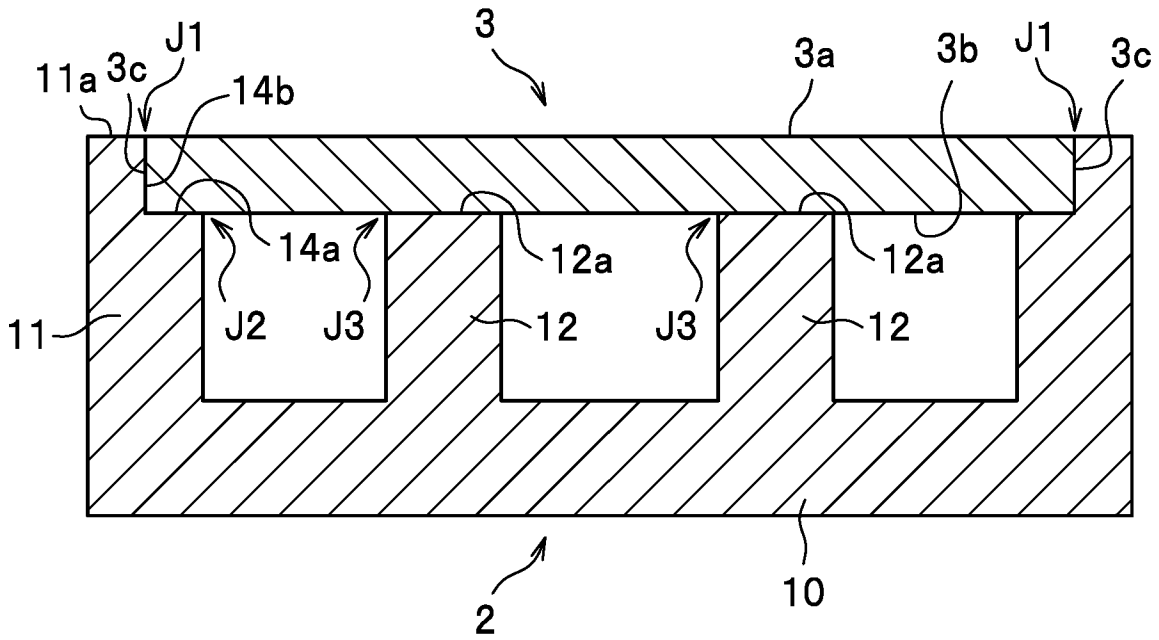
[図6]



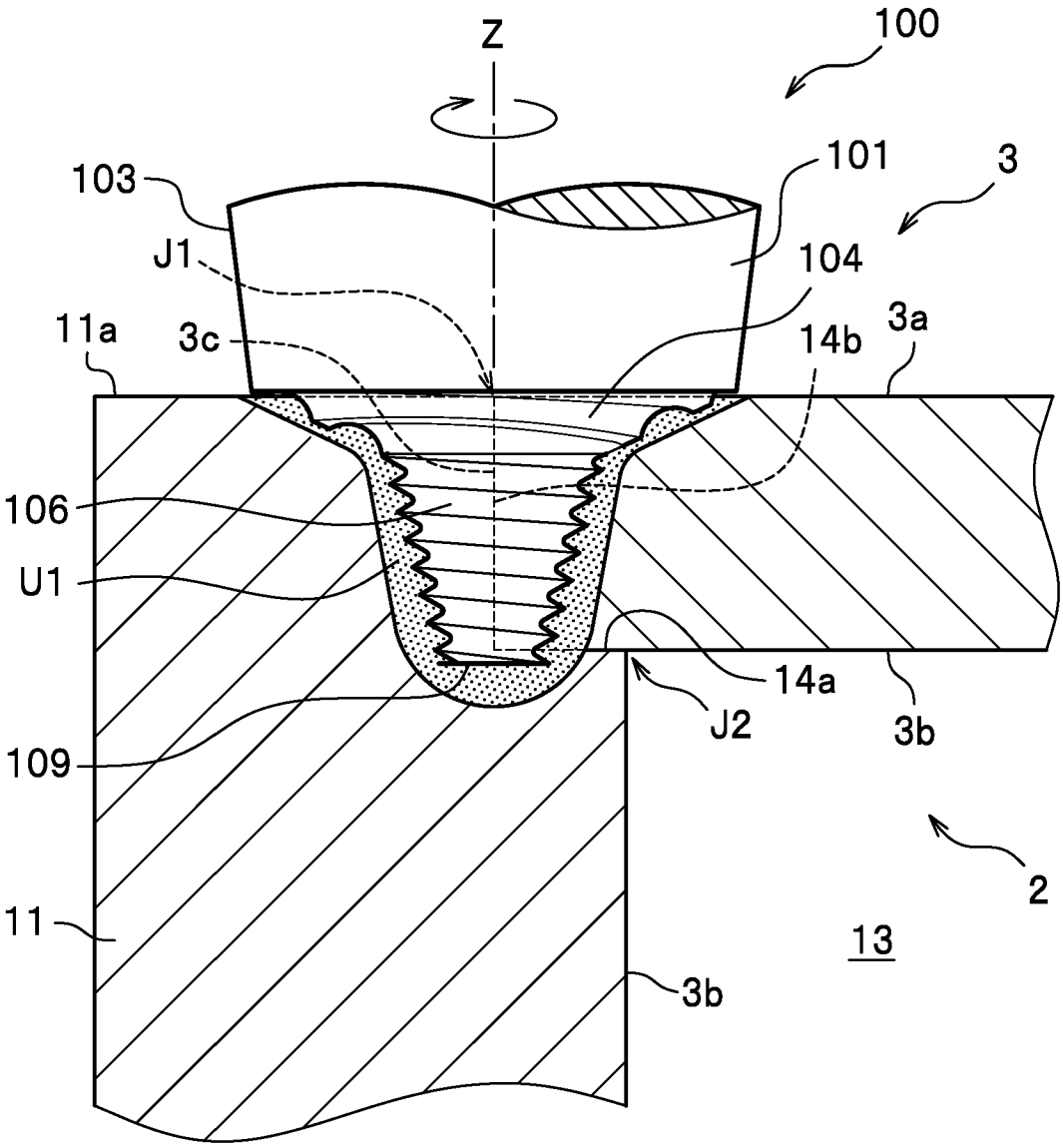
[図7]



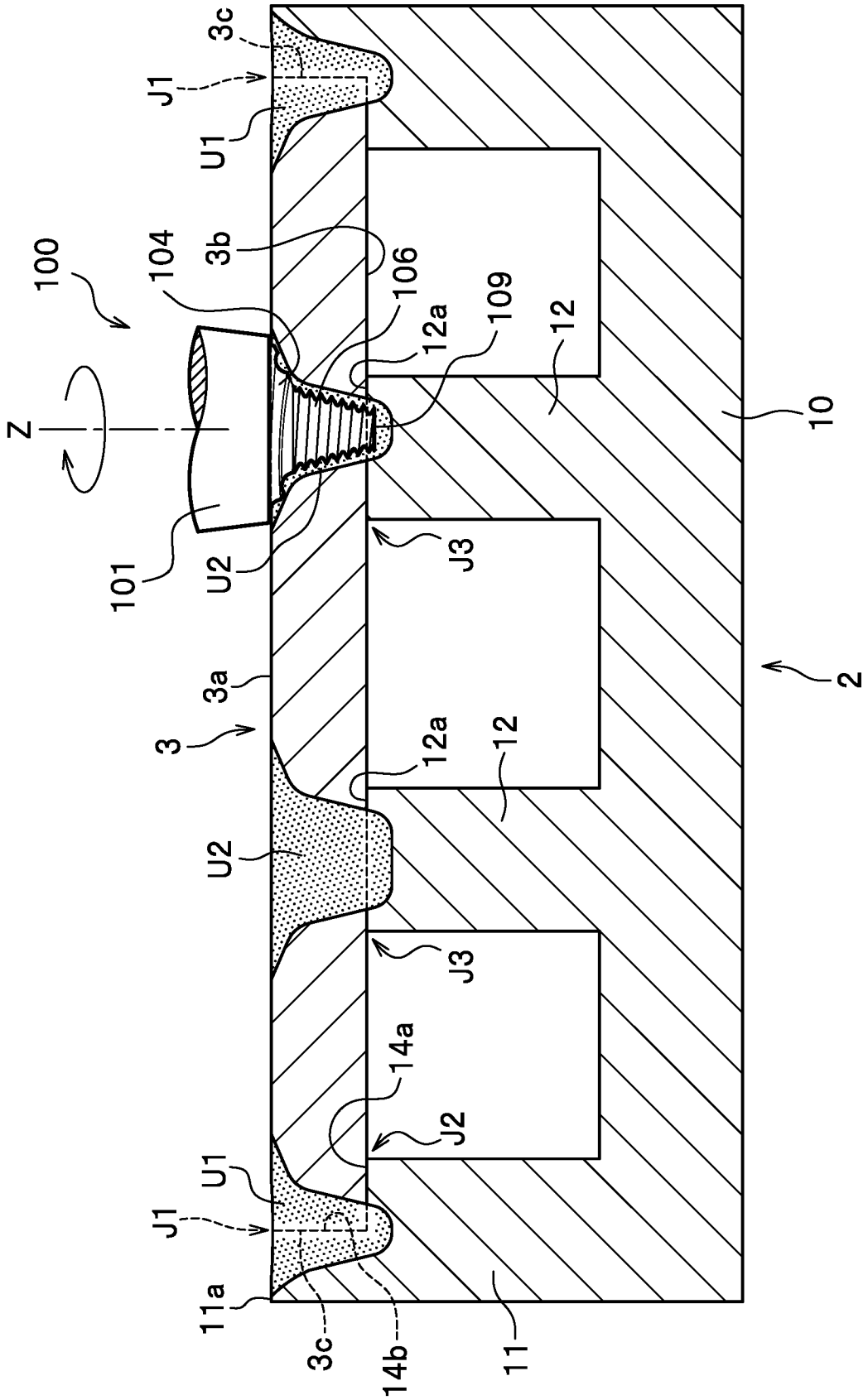
[図8]



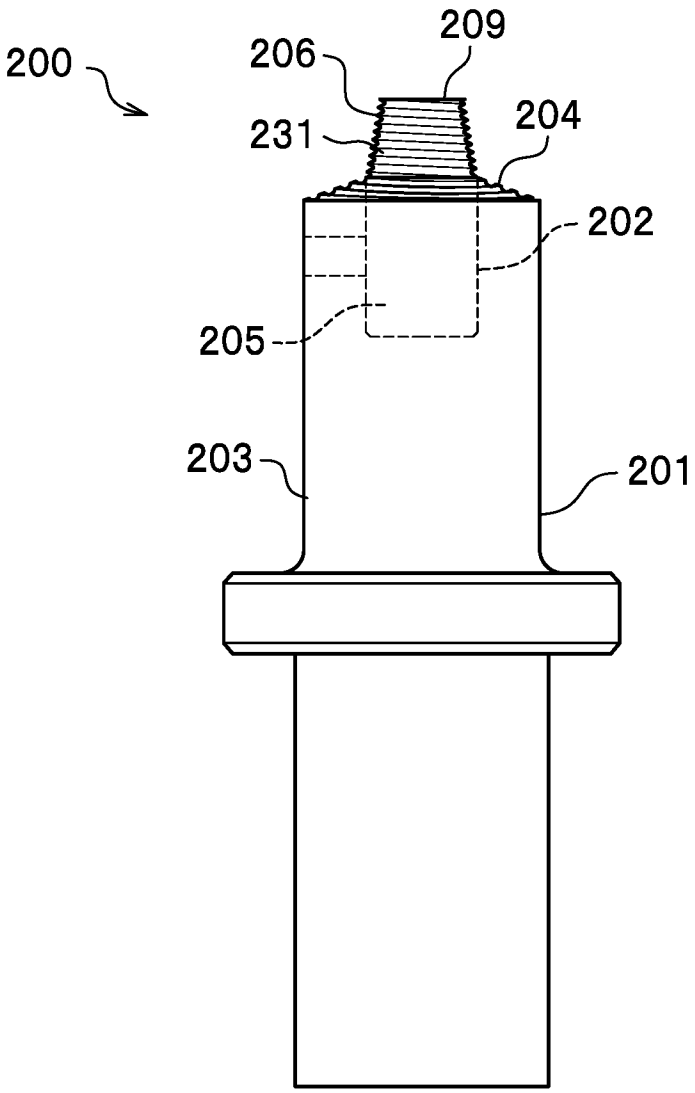
[図9]



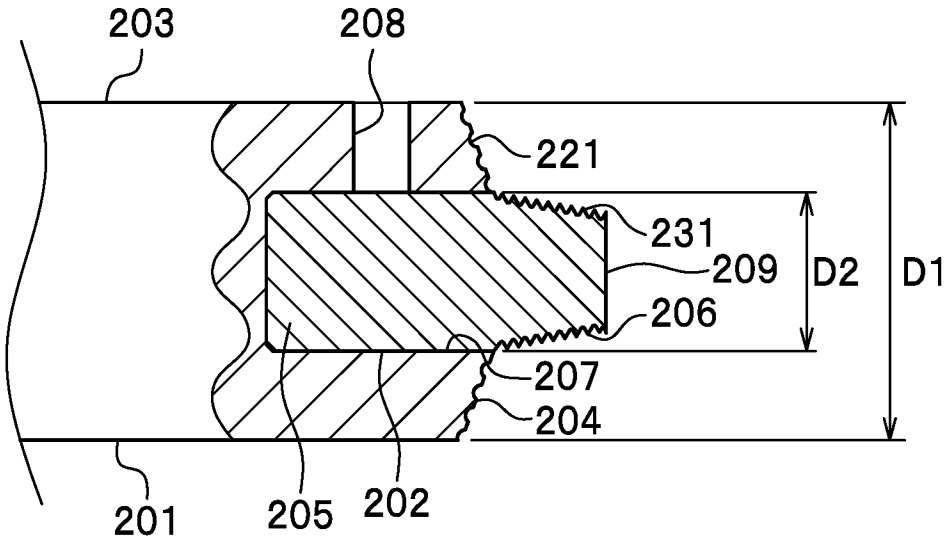
[図10]


3c
J1
U1
100
104
3b
106
109
12a
12
Z
10
101
U2
J3
2
3a
3
12a
12
U2
J3
14a
J2
U1
J1
11a
3c
14b
11

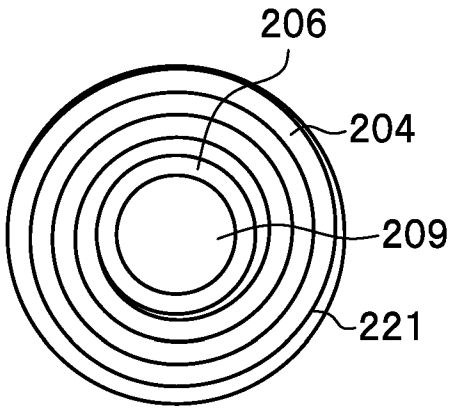
[図11]



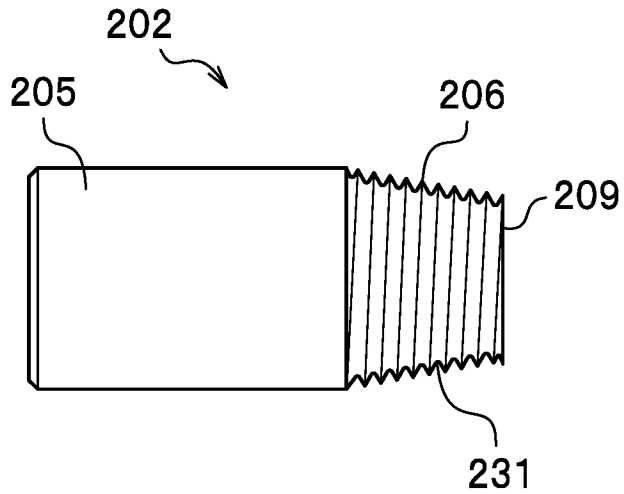
[図12]


203
208
221
231
209
D2
D1
206
207
204
201
205
202

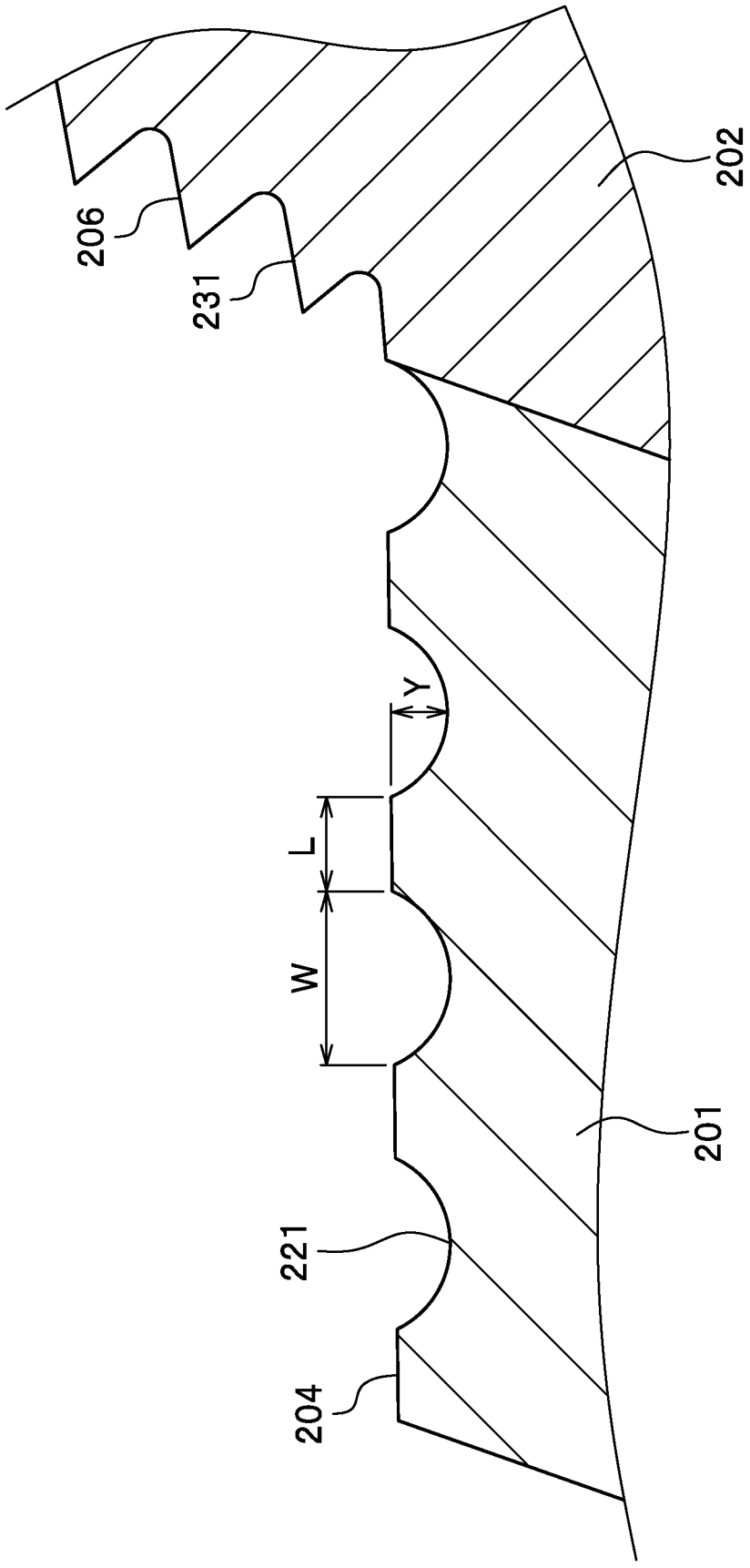
[図13]


206
204
209
221

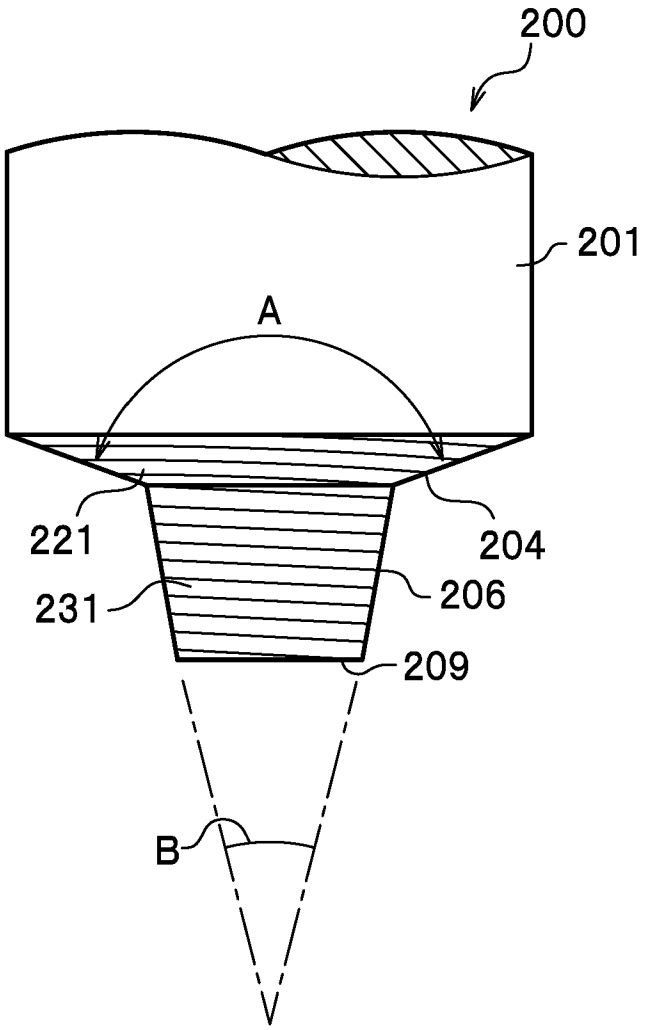
[図14]


202
205
206
209
231

[図15]



[図16]



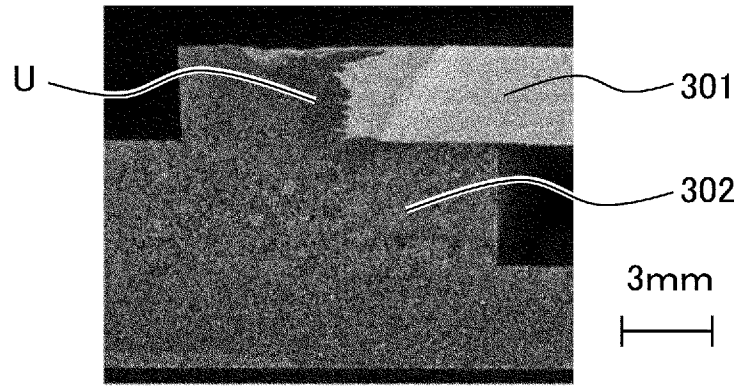
[図17]

	外径			第1の溝					
	D1	D2	D1/D2	ピッチ	溝幅	巻き数	壁厚	溝深さ	R
a1	8.5	4	2.1	1.2	1.0	1.8	0.3	0.3	0.6
a2	8.5	3	2.8	1.2	1.0	2.3	0.3	0.3	0.6
a3	8.5	5	1.7	1.2	1.0	1.4	0.3	0.3	0.6
a4	8.5	4	2.1	1.0	1.0	2.2	0.1	0.3	0.6
a5	8.5	4	2.1	1.5	1.0	1.0	0.6	0.3	0.6
b1	30	14	2.1	2.0	1.4	4.1	0.7	0.5	0.75
b2	30	10	3.0	2.0	1.4	5.2	0.7	0.5	0.75
b3	30	18	1.7	2.0	1.4	3.0	0.7	0.5	0.75
b4	30	14	2.1	3.0	1.4	2.8	1.8	0.5	0.75
b5	30	14	2.1	3.5	2.8	2.2	0.9	1.0	1.5

[図18]

	外径			第1の溝					
	D1	D2	D1/D2	ピッチ	溝幅	巻き数	壁厚	溝深さ	R
c1	8.5	4	2.1	1.2	1.2	1.8	0.16	0.3	0.6

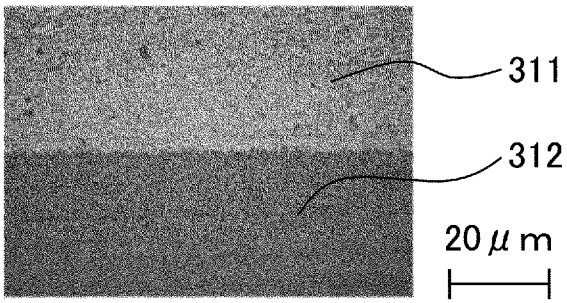
[図19]



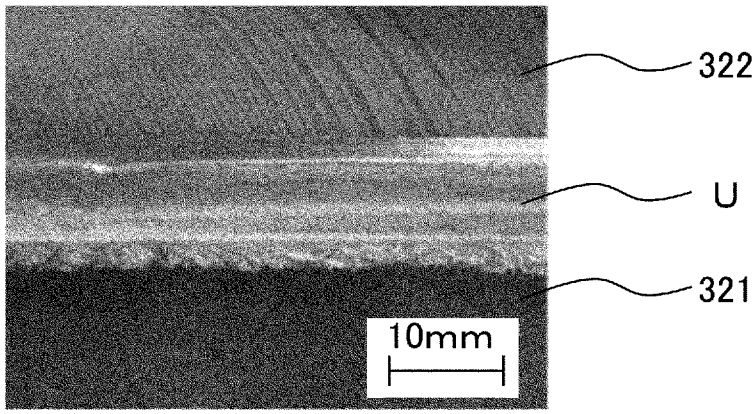
[図20]

	外径			第1の溝					
	D1	D2	D1/D2	ピッチ	溝幅	巻き数	壁厚	溝深さ	R
d1	30	14	2.1	2.0	1.5	4.1	0.5	0.5	0.75

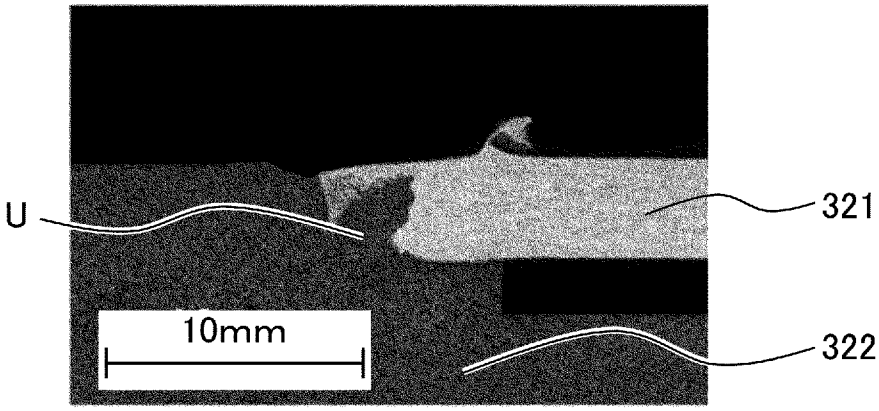
[図21]



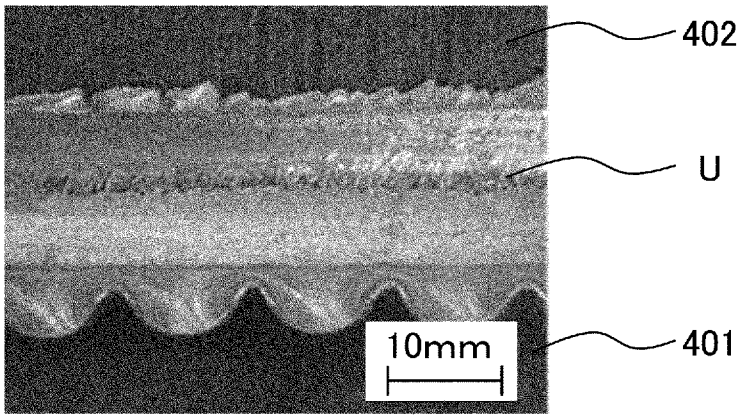
[図22]



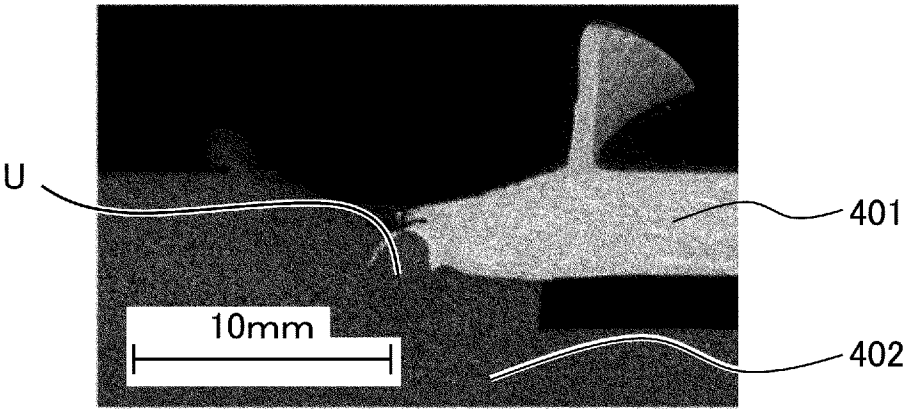
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/041451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 20/12(2006.01)i
FI: B23K20/12 344

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	KR 10-2011-0088266 A (HM CORPORATION CO., LTD.) 03 August 2011 (2011-08-03) paragraphs [0012]-[0022], fig. 2-3	1-4
A	WO 2013/150801 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 10 October 2013 (2013-10-10) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2013-082007 A (FURUYA KINZOKU KK) 09 May 2013 (2013-05-09) entire text, all drawings	1-4
A	JP 2016-215264 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 22 December 2016 (2016-12-22) entire text, all drawings	1-4

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
19 December 2024	**07 January 2025**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/041451

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2011-0088266 A	03 August 2011	(Family: none)	
WO 2013/150801 A1	10 October 2013	US 2015/0041521 A1 entire text, all drawings CA 2869382 A1 KR 10-2014-0130735 A	
JP 2013-082007 A	09 May 2013	(Family: none)	
JP 2016-215264 A	22 December 2016	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/041451

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: B23K20/12 344

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
X	KR 10-2011-0088266 A (HM CORPORATION CO., LTD.) 03.08.2011 (2011-08-03) 段落００１２－００２２，図２－３	1-4
A	WO 2013/150801 A1 (ＪＦＥスチール株式会社) 10.10.2013 (2013-10-10) 全文、全図	1-4
A	JP 2013-082007 A (株式会社フルヤ金属) 09.05.2013 (2013-05-09) 全文、全図	1-4
A	JP 2016-215264 A (株式会社東芝) 22.12.2016 (2016-12-22) 全文、全図	1-4

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
19.12.2024	07.01.2025

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）
山内　隆平 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/JP2024/041451

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
KR 10-2011-0088266 A	03.08.2011	（ファミリーなし）	
WO 2013/150801 A1	10.10.2013	US 2015/0041521 A1 全文、全図 CA 2869382 A1 KR 10-2014-0130735 A	
JP 2013-082007 A	09.05.2013	（ファミリーなし）	
JP 2016-215264 A	22.12.2016	（ファミリーなし）	