

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月22日(22.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/104155 A1

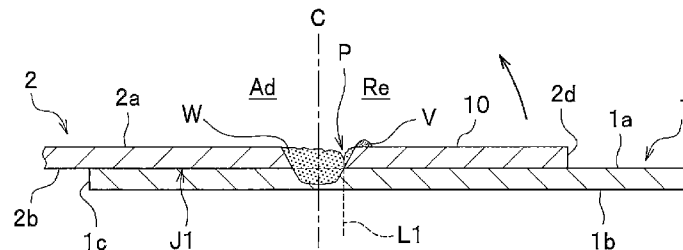
- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071077
- (22) 国際出願日: 2016年7月15日(15.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-244727 2015年12月16日(16.12.2015) JP
- (71) 出願人: 日本軽金属株式会社(NIPPON LIGHT METAL COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1408628 東京都品川区東品川二丁目2番20号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀 久司(HORI Hisashi); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP). 瀬尾 伸城(SEO Nobushiro); 〒4213203 静岡県静岡市清水区蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社 グループ技術センター内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.);
- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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).

[続葉有]

(54) Title: JOINING METHOD

(54) 発明の名称: 接合方法

[図5]



(57) **Abstract:** The present invention addresses the problem of providing a joining method which makes it easy to remove burrs. Provided is a joining method in which a joining rotating tool (F) provided with a stirring pin (F2) is used to join a first metal member (1) and a second metal member (2), wherein the joining method is characterized by comprising: an overlay step for overlaying a front surface (1a) of the first metal member (1) and a reverse surface (2b) of the second metal member (2) to form an overlaid section (J1); a friction stirring step for performing joining by friction stirring by inserting the joining rotating tool (F), which is rotating, from the front surface (2a) of the second metal member (2) and moving the joining rotating tool (F) in a relative manner along the overlaid section (J1) in either a state where only the stirring pin (F2) is contacted with the second metal member (2), or in a state where the joining rotating tool (F) is caused to contact with both the first metal member (1) and the second metal member (2); and a removal step for removing an entire surplus fragment (10) of the second metal member (2), on which a burr (V) is formed, by using, as a boundary, a plasticization region (W) formed in the friction stirring step.

(57) **要約:** バリを容易に除去することができる接合方法を提供することを課題とする。攪拌ピン(F2)を備えた接合用回転ツール(F)を用いて第一金属部材(1)と第二金属部材(2)とを接合する接合方法であって、第一金属部材(1)の表面(1a)と第二金属部材(2)の裏面(2b)とを重ね合わせて重合部(J1)を形成する重ね合わせ工程と、第二金属部材(2)の表面(2a)から回転する接合用回転ツール(F)を挿入し、攪拌ピン(F2)のみを第二金属部材(2)に接触させた状態又は、第一金属部材(1)及び第二金属部材(2)の両方に接触させた状態で重合部(J1)に沿って接合用回転ツール(F)を相対移動させて摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域(W)を境に、第二金属部材(2)のうちバリ(V)が形成された余剰片部(10)ごと除去する除去工程と、を含むことを特徴とする。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：接合方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属部材同士を摩擦攪拌で接合する接合方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献1には、第一金属部材と第二金属部材を重ね合わせて重合部を形成した後、第二金属部材の表面から回転ツールを挿入して重合部を摩擦攪拌接合する接合方法が記載されている。当該摩擦攪拌接合では、攪拌ピンのみを第二金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌を行うというものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-94409号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の接合方法であると、回転ツールのショルダ部で塑性流動化した金属を押さええないため、塑性流動化した金属が第二金属部材の外部に溢れ出しバリが発生しやすくなる。これにより、切削装置等を用いて第二金属部材からバリを除去するバリ除去工程が煩雑になるという問題がある。

[0005] そこで、本発明は、バリを容易に除去することができる接合方法を提供することを課題とする。

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、攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、前記第一金属部材の表面と前記第二金属部材の裏面とを重ね合わせて重合部を形成する重ね合わせ工程と、前記第二金属部材の表面から回転する前記回転ツールを挿入し、前記攪拌ピンのみを前記第二金属部材に接触させた状態又は、前

記第一金属部材及び前記第二金属部材の両方に接触させた状態で前記重合部に沿って前記回転ツールを相対移動させて摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌工程と、前記摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域を境に、前記第二金属部材のうちバリが形成された余剰片部ごと除去する除去工程と、を含むことを特徴とする。

[0007] かかる接合方法によれば、第一金属部材と第二金属部材とが接合されるとともに、第二金属部材のうちバリが形成された余剰片部ごと除去することで、バリを容易に除去することができる。

[0008] また、前記除去工程では、前記塑性化領域に形成された凹溝を境に前記余剰片部を除去することが好ましい。かかる接合方法によれば、余剰片部をきれいに除去することができる。

[0009] また、前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記余剰片部に形成されるように、前記回転ツールの回転方向及び進行方法を設定することが好ましい。

また、前記摩擦攪拌工程では、前記余剰片部に摩擦攪拌接合で発生するバリが形成されるように、前記回転ツールの回転数及び送り速度を設定することが好ましい。

[0010] また、前記摩擦攪拌工程では、前記摩擦攪拌工程の終了と同時に前記第二金属部材から前記余剰片部が除かれるように、前記回転ツールの回転数、送り速度及び挿入深さを設定することが好ましい。かかる接合方法によれば、接合サイクルをより短くすることができる。

発明の効果

[0011] 本発明に係る接合方法によれば、バリを容易に除去することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明で用いられる接合用回転ツールを示す側面図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る重ね合わせ工程を示す斜視図である。

[図3]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図4]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図5]第一実施形態に係る摩擦攪拌工程後を示す断面図である。

[図6]第一実施形態に係る除去工程を示す断面図である。

[図7]第二実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図8]第二実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図9]第三実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図10]第三実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図11]第四実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す斜視図である。

[図12]第四実施形態に係る摩擦攪拌工程を示す断面図である。

[図13]実施例の引張り試験1のAタイプ継手を示す断面図である。

[図14]実施例の引張り試験1のBタイプ継手を示す断面図である。

[図15]実施例の引張り試験1の結果を示すグラフである。

[図16]実施例の引張り試験2の結果を示すグラフである。

[図17]実施例の引張り試験3の結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] [第一実施形態]

本発明の実施形態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接合用回転ツールFについて説明する。

[0014] 図1に示すように、接合用回転ツールFは、連結部F1と、攪拌ピンF2とで構成されている。接合用回転ツールFは、特許請求の範囲の「回転ツール」に相当する。接合用回転ツールFは、例えば工具鋼で形成されている。連結部F1は、摩擦攪拌装置の回転軸（図示省略）に連結される部位である。連結部F1は円柱状を呈している。

[0015] 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の円錐台形状になっている。攪拌ピンF2の外周面には螺旋溝が刻設されている。本実施形態では、接合用回転ツールFを右回転させるため、螺旋溝は、基端から先端に向かうにつれて左回りに形成されている。言い換えると、螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て左回りに形成されている。

。

[0016] なお、接合用回転ツールFを左回転させる場合は、螺旋溝を基端から先端に向かうにつれて右回りに形成することが好ましい。言い換えると、この場合の螺旋溝は、螺旋溝を基端から先端に向けてなぞると上から見て右回りに形成されている。螺旋溝をこのように設定することで、摩擦攪拌の際に塑性流動化した金属が螺旋溝によって攪拌ピンF2の先端側に導かれる。これにより、被接合金属部材（後記する第一金属部材1及び第二金属部材2）の外部に溢れ出る金属の量を少なくすることができる。螺旋溝は省略してもよい。

。

[0017] 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、まず、二つの被接合金属部材を重ね合わせて摩擦攪拌装置用の架台（図示省略）に載置し、治具によって被接合金属部材を固定する。次に、摩擦攪拌装置および回転ツールのうち、回転した攪拌ピンF2のみを挿入し、被接合金属部材と連結部F1とは離間させつつ移動させる。言い換えると、被接合金属部材から発生するバリ等も連結部F1に接触しないように、攪拌ピンF2の基端部は十分に露出させた状態で摩擦攪拌接合を行う。即ち、摩擦攪拌装置および回転ツールのうち、回転ツールの攪拌ピンF2のみを被接合金属部材に接触させた状態で摩擦攪拌接合を行う。

[0018] 次に、本発明の第一実施形態に係る接合方法について説明する。本実施形態に係る接合方法では、重ね合わせ工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。なお、下記の説明における「表面」とは、「裏面」の反対側の面という意味である。

[0019] 重ね合わせ工程は、図2に示すように、第一金属部材1と第二金属部材2とを重ね合わせる工程である。第一金属部材1及び第二金属部材2は、金属製の板状部材である。第一金属部材1及び第二金属部材2の材料は、摩擦攪拌可能な金属であれば特に制限されないが、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金等から適宜選択すればよい。第一金属部材1及び第二金属部材2の板

厚は同等になっている。第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の板厚は適宜設定すればよい。

[0020] 重ね合わせ工程では、第一金属部材 1 の表面 1 a の一部と、第二金属部材 2 の裏面 2 b の一部とを重ね合わせて重合部 J 1 を形成する。重ね合わせ工程では、第一金属部材 1 の左側（接合用回転ツール F の進行方向（図 3 参照）に対して左側）の端面 1 c を第二金属部材 2 の裏面 2 b の下に位置させるとともに、第二金属部材 2 の右側の端面 2 d を第一金属部材 1 の表面 1 a の上に位置させる。重ね代は特に制限されないが、本実施形態では約 20 mm に設定した。

[0021] 摩擦攪拌工程は、図 3 に示すように、重合部 J 1 を摩擦攪拌接合する工程である。摩擦攪拌工程では、第二金属部材 2 の表面 2 a から右回転させた接合用回転ツール F を挿入し、重合部 J 1 に沿って接合用回転ツール F を相対移動させる。接合用回転ツール F の進行方向は、第二金属部材 2 の端面 2 d が接合用回転ツール F の右側に位置するように設定する。接合用回転ツール F の回転数は適宜設定すればよいが、1000～20000 r p m であれば好ましく、3000～17500 r p m であればより好ましい。

[0022] 接合用回転ツール F の送り速度（接合速度）は、適宜設定すればよいが、400～2000 mm / m i n であれば好ましく、600～1800 mm / m i n であればより好ましく、1000～1800 mm / m i n であるとさらにより好ましい。接合用回転ツール F の移動軌跡には塑性化領域 W が形成される。塑性化領域 W は、第一金属部材 1 に達するように形成されている。

[0023] 図 4 に示すように、接合用回転ツール F の攪拌ピン F 2 の挿入深さは、適宜設定すればよいが、本実施形態では攪拌ピン F 2 が第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の両方に接触するように設定している。第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の両方が摩擦攪拌されることにより、重合部 J 1 近傍の第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の金属が塑性流動化して接合される。なお、接合用回転ツール F の攪拌ピン F 2 の挿入深さは、攪拌ピン F 2 が第二金属部材 2 のみに接触するように設定してもよい。この場合は、攪拌ピン F 2 と第

二金属部材 2 との摩擦熱によって重合部 J 1 が塑性流動化して接合される。

[0024] 図 5 に示すように、摩擦攪拌工程後の塑性化領域 W の表面には、塑性化領域 W の延長方向に亘って凹溝 P が形成される。凹溝 P は、より深くえぐられる部位であって本実施形態では R e 側に形成される。R e 側とは、本実施形態では接合用回転ツール F を右回転させているため、進行方向右側となる。より詳しくは、R e 側とは、接合用回転ツール F の外周における接線速度の大きさから送り速度の大きさが減算される側である。一方、接合線 C を挟んで R e 側とは反対側が A d 側となる。A d 側とは、接合用回転ツール F の外周における接線速度の大きさから送り速度の大きさが加算される側である。

[0025] 図 5 に示すように、塑性化領域 W のうち R e 側、特に、凹溝 P の部位は金属不足が多くなっている。一方、塑性化領域 W のうち A d 側の金属不足は少なくなっている。R e 側の第二金属部材 2 の表面 2 a にはバリ V が集積されている。バリ V は塑性化領域 W の延長方向に沿って連続的に形成されている。凹溝 P の最深部における鉛直方向線が破断線 L 1 となる。本実施形態では、第二金属部材 2 のうち破断線 L 1 よりも端面 2 d 側の部位が余剰片部 1 0 となっている。余剰片部 1 0 とは、第二金属部材 2 のうち接合後に第二金属部材 2 から取り除かれる部位である。摩擦攪拌工程では、余剰片部 1 0 側（R e 側）に凹溝 P 及びバリ V が発生するように接合用回転ツール F の回転方向及び進行方向、さらには回転数、送り速度及び挿入深さを設定する。

[0026] 除去工程は、図 5, 6 に示すように、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された余剰片部 1 0 ごと除去する工程である。図 5 に示すように、除去工程では、凹溝 P（破断線 L 1）を境に、第二金属部材 2 のうち余剰片部 1 0 を第一金属部材 1 から離間する方向に折り曲げる。これにより、図 6 に示すように、凹溝 P（破断線 L 1）を境に余剰片部 1 0 が切断される。

[0027] 以上説明したように本実施形態に係る接合方法によれば、第一金属部材 1 と第二金属部材 2 とが接合されるとともに、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された余剰片部 1 0 ごと除去することで、バリ V を容易に除去することができる。塑性化領域 W のうち接合線 C 付近及び A d 側は金属不足が少なく

強固に接合されている。

[0028] また、塑性化領域Wに形成された凹溝Pを境に除去することにより、余剰片部10をきれいにかつ容易に除去することができる。機械装置又は治具等で余剰片部10を除去してもよいが、本実施形態によれば人手で折り曲げるだけで簡単に余剰片部10を除去することができる。

[0029] なお、摩擦攪拌工程の条件によっては、塑性化領域Wの幅方向両端にバリVが発生する場合がある。この場合は、一端側（余剰片部10となる側）に発生するバリVが、他端側よりも多くなるように接合用回転ツールFの回転方向及び進行方向、さらには回転数、送り速度及び挿入深さを設定することが好ましい。これにより、バリ除去工程を軽減することができる。

[0030] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態に係る接合方法について説明する。第二実施形態に係る接合方法は、図7に示すように、接合用回転ツールFの回転方向等が第一実施形態と相違する。第二実施形態に係る説明では、第一実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0031] 第二実施形態に係る接合方法では、重ね合わせ工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。重ね合わせ工程は、第一実施形態と同等なので説明を省略する。

[0032] 摩擦攪拌工程は、図7に示すように、重合部J1を摩擦攪拌接合する工程である。摩擦攪拌工程では、第二金属部材2の表面2aから左回転させた接合用回転ツールFを挿入し、重合部J1に沿って接合用回転ツールFを相対移動させる。接合用回転ツールFの進行方向は、第二金属部材2の端面2dが接合用回転ツールFの右側に位置するように設定する。

[0033] 図8に示すように、第二実施形態に係る摩擦攪拌工程では、接合線Cに対して進行方向左側がRe側、右側がAd側となる。本実施形態では、塑性化領域Wのうち、Re側に凹溝P及びバリVが形成されている。したがって、第二実施形態においても、第二金属部材2のうちRe側が余剰片部10となる。

[0034] 除去工程は、図 7, 8 に示すように、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された余剰片部 10 ごと除去する工程である。図 8 に示すように、除去工程では、凹溝 P (破断線 L 1) を境に、第二金属部材 2 のうち余剰片部 10 を第一金属部材 1 から離間する方向に折り曲げる。これにより、凹溝 P (破断線 L 1) を境に余剰片部 10 が切断される。

[0035] 以上説明した第二実施形態に係る接合方法のように、接合用回転ツール F を左回転させてもよい。このようにしても第一実施形態と略同等の効果を得ることができる。

[0036] [第三実施形態]

次に、本発明の第三実施形態に係る接合方法について説明する。第三実施形態に係る接合方法は、図 9 に示すように、主に重ね合わせ工程、接合用回転ツール F の回転方向等が第一実施形態と相違する。

[0037] 第三実施形態に係る接合方法では、重ね合わせ工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。重ね合わせ工程では、第一金属部材 1 の表面 1 a の一部と、第二金属部材 2 の裏面 2 b の一部とを重ね合わせて重合部 J 1 を形成する。重ね合わせ工程では、第一金属部材 1 の右側 (接合用回転ツール F の進行方向に対して右側) の端面 1 d を第二金属部材 2 の裏面 2 b の下に位置させるとともに、第二金属部材 2 の左側の端面 2 c を第一金属部材 1 の表面 1 a の上に位置させる。

[0038] 摩擦攪拌工程は、図 9 に示すように、重合部 J 1 を摩擦攪拌接合する工程である。摩擦攪拌工程では、第二金属部材 2 の表面 2 a から左回転させた接合用回転ツール F を挿入し、重合部 J 1 に沿って接合用回転ツール F を相対移動させる。接合用回転ツール F の進行方向は、第二金属部材 2 の端面 2 c が接合用回転ツール F の左側に位置するように設定する。

[0039] 図 10 に示すように、第三実施形態に係る摩擦攪拌工程では、接合線 C に対して進行方向左側が R e 側、右側が A d 側となる。本実施形態では、塑性化領域 W のうち、R e 側に凹溝 P 及びバリ V が形成されている。したがって、第三実施形態においても、第二金属部材 2 のうち R e 側が余剰片部 10 と

なる。

[0040] 除去工程は、図 9, 10 に示すように、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された余剰片部 10 ごと除去する工程である。図 10 に示すように、除去工程では、凹溝 P (破断線 L 1) を境に、第二金属部材 2 のうち余剰片部 10 を第一金属部材 1 から離間する方向に折り曲げる。これにより、凹溝 P (破断線 L 1) を境に余剰片部 10 が切断される。

[0041] 以上説明した第三実施形態に係る接合方法のように、第一実施形態とは異なるように第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 を重ね合わせてもよい。第三実施形態の場合は、第一実施形態とは接合用回転ツール F の回転方向が逆となる。このようにしても第一実施形態と略同等の効果を得ることができる。

[0042] [第四実施形態]

次に、本発明の第四実施形態に係る接合方法について説明する。第四実施形態に係る接合方法は、図 11 に示すように、接合用回転ツール F の回転方向等が第三実施形態と相違する。第四実施形態に係る説明では、第三実施形態と相違する部分を中心に説明する。

[0043] 第四実施形態に係る接合方法では、重ね合わせ工程と、摩擦攪拌工程と、除去工程と、を行う。重ね合わせ工程は、第三実施形態と同等なので説明を省略する。

[0044] 摩擦攪拌工程は、図 11 に示すように、重合部 J 1 を摩擦攪拌接合する工程である。摩擦攪拌工程では、第二金属部材 2 の表面 2 a から右回転させた接合用回転ツール F を挿入し、重合部 J 1 に沿って接合用回転ツール F を相対移動させる。接合用回転ツール F の進行方向は、第二金属部材 2 の端面 2 c が接合用回転ツール F の左側に位置するように設定する。

[0045] 図 12 に示すように、第四実施形態に係る摩擦攪拌工程では、接合線 C に対して進行方向右側が R e 側、左側が A d 側となる。第四実施形態では、塑性化領域 W のうち、R e 側に凹溝 P 及びバリ V が形成されている。したがって、第四実施形態においても、第二金属部材 2 のうち R e 側が余剰片部 10 となる。

[0046] 除去工程は、図 1 1, 1 2 に示すように、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された余剰片部 1 0 ごと除去する工程である。図 1 2 に示すように、除去工程では、凹溝 P (破断線 L 1) を境に、第二金属部材 2 のうち余剰片部 1 0 を第一金属部材 1 から離間する方向に折り曲げる。これにより、凹溝 P (破断線 L 1) を境に余剰片部 1 0 が切断される。

[0047] 以上説明した第四実施形態に係る接合方法のように、接合用回転ツール F を右回転させてもよい。このようにしても第三実施形態と略同等の効果を得ることができる。

[0048] 以上本発明の実施形態について説明したが、本発明の趣旨の範囲内において適宜設計変更が可能である。例えば、摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌工程の終了と同時に第二金属部材 2 から余剰片部 1 0 が除かれるように、接合用回転ツール F の回転数、送り速度及び挿入深さを設定してもよい。つまり、この場合の摩擦攪拌工程では、塑性化領域 W に形成される凹溝 P が大きくなるように各要素を設定する。これにより、摩擦攪拌工程の終了とともに、余剰片部 1 0 が第二金属部材 2 から自動的に離脱する。よって、接合サイクルをより短くすることができる。

[0049] また、本実施形態では、塑性化領域 W のうち R e 側に凹溝 P 及びバリ V が形成されるように接合用回転ツール F の回転方向、送り速度、挿入深さ、第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の板厚等を設定したが、塑性化領域 W のうち A d 側に凹溝 P 及びバリ V が形成されるように接合用回転ツール F の回転方向、送り速度、挿入深さ、第一金属部材 1 及び第二金属部材 2 の板厚等を設定してもよい。この場合は、第二金属部材 2 のうちバリ V が形成された A d 側が余剰片部 1 0 となる。

実施例

[0050] <引張り試験 1>

引張り試験 1 では、2 種類の継手を形成し、送り速度 (接合速度) に対する引張強さを計測した。引張り試験 1 では、図 1 3 示す A タイプ継手 X 1 と、図 1 4 に示す B タイプ継手 X 2 とを作製した。A タイプ継手 X 1 及び B タ

イプ継手X2はいずれも第一金属部材1と第二金属部材2とを重ね合わせて摩擦攪拌により接合した。Aタイプ継手X1は、前記した第一実施形態に係る接合方法により形成した。Bタイプ継手X2は、前記した第四実施形態に係る接合方法により形成した。

[0051] 各接合方法における摩擦攪拌工程では、接合用回転ツールFの送り速度（接合速度）をパラメータとしてそれぞれ複数個の試験体を作製した。接合用回転ツールFの送り速度は、600, 800, 1000 mm/minに設定した。接合用回転ツールFの回転数は、17500 rpmに設定した。Aタイプ継手X1及びBタイプ継手X2とも第一金属部材1及び第二金属部材2の厚さを0.6, 0.7, 0.8 mmの三種類用意した。第一金属部材1及び第二金属部材2の幅は50 mm、長さ200 mmに設定した。重合部J1の重ね代は約20 mmに設定した。第一金属部材1及び第二金属部材2の材料は、A3003-H16を用いた。

[0052] A3003は、Si：0.6%以下、Fe：0.7%以下、Cu：0.05～0.20%、Mn：1.0～1.5%、Zn：0.10%以下、その他：各0.05%以下、合計0.15%以下、Al：残部から構成されている。

[0053] 図15に示すように、ラインZ1は、A3003-H16（厚さ0.6 mm）の母材の引張強さを示す線である（-H16は塑性加工により調質を行ったことを意味する）。A3003-H16の母材の引張強さは約105 N/mm²である。ラインZ2は、A3003-O（厚さ0.6 mm）の母材の引張強さを示す線である（-Oは焼きなましを行ったことを意味する）。A3003-Oの母材の引張強さは約70 N/mm²である。

[0054] 図13に示すように、Aタイプ継手X1では、第一金属部材1の右端と、第二金属部材2の左端とを治具で把持し、第一金属部材1と第二金属部材2とが離間する方向に引張り、破断状況を確認した。Aタイプ継手X1では、いずれも破断線L2で破断した。破断線L2は、塑性化領域WのAd側の端部に位置している。Aタイプ継手X1では、破断線L2で破断したことから、塑性化領域Wによって強固に接合されていることがわかる。また、図15の結果R1に示すように、送り速度が速くなるにつれて、引張強さが高くな

る傾向にあることがわかった。

[0055] 一方、図14に示すように、Bタイプ継手X2では、第一金属部材1の左端と、第二金属部材2の右端を治具で把持し、第一金属部材1と第二金属部材2とが離間する方向に引張り、破断状況を確認した。Bタイプ継手X2では、いずれも破断線L1で破断した。破断線L1は、凹溝Pを通る鉛直線である。Bタイプ継手X2では、第二金属部材2のうちRe側を引っ張ると、凹溝Pで破断しやすいことがわかる。また、図15の結果R2に示すように、送り速度が速くなるにつれて、引張強さが低くなる傾向にあることがわかった。

[0056] Aタイプ継手X1の外観観察及び断面観察の結果、Re側の凹溝Pの凹みは、送り速度が速くなるにつれて深くなることがわかった。一方、Ad側の金属不足は、送り速度が速くなるほど減少した。これにより、Aタイプ継手X1では、送り速度が速くなるほど高い引張強さ（継手強度）を得ることができたと考えられる。また、図15の結果R1に示すように、Aタイプ継手X1では、送り速度を約900mm/min以上に設定するとA3003-Oの引張強さ（ラインZ2）を超える引張強さが得られることがわかった。

[0057] <引張り試験2>

引張り試験2では、接合用回転ツールFの回転数を17500rpmに設定して、送り速度（接合速度）に対する引張強さを計測した。引張り試験2では、第一実施形態に係る接合方法で、送り速度に応じて8個のAタイプ継手X1を作製し、それぞれ引張り試験を行った。送り速度は、600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000mm/minの8水準に設定した。

[0058] 送り速度600~1200mm/minの範囲内では、送り速度を速くするに従い引張強さも高くなることがわかった。また、送り速度1000~1800mm/minの範囲内では、送り速度に関わらず、80N/mm²を超える高い引張強さが得られることがわかった。また、送り速度が2000mm/minでは、送り速度1000~1800mm/minに比べて引張強さが低下することがわかった。接合用回転ツールFの送り速度を1000~1800mm/minに設定するとA30

03-Oの引張強さ（ラインZ2）を超える引張強さになることがわかった。つまり、接合用回転ツールFの回転数や攪拌ピンF2の挿入量にもよるが、金属部材の厚さ0.6mmでは、送り速度1000~1800mm/minが好ましい送り速度の範囲であることがわかった。

[0059] <引張り試験3>

引張り試験3では、接合用回転ツールFの回転数及び送り速度をパラメータとしてそれぞれAタイプ継手X1を作製し、引張り試験を行った。図17に示すように、接合用回転ツールFの回転数を10000, 12500, 15000, 17500rpmの4水準に設定した。また、接合用回転ツールFの送り速度を1000, 1200, 1400mm/minの4水準に設定した。接合用回転ツールFの回転数は10000~17500rpmの間では回転数に関わらず、80N/mm²程度の高い引張強さが得られることがわかった。

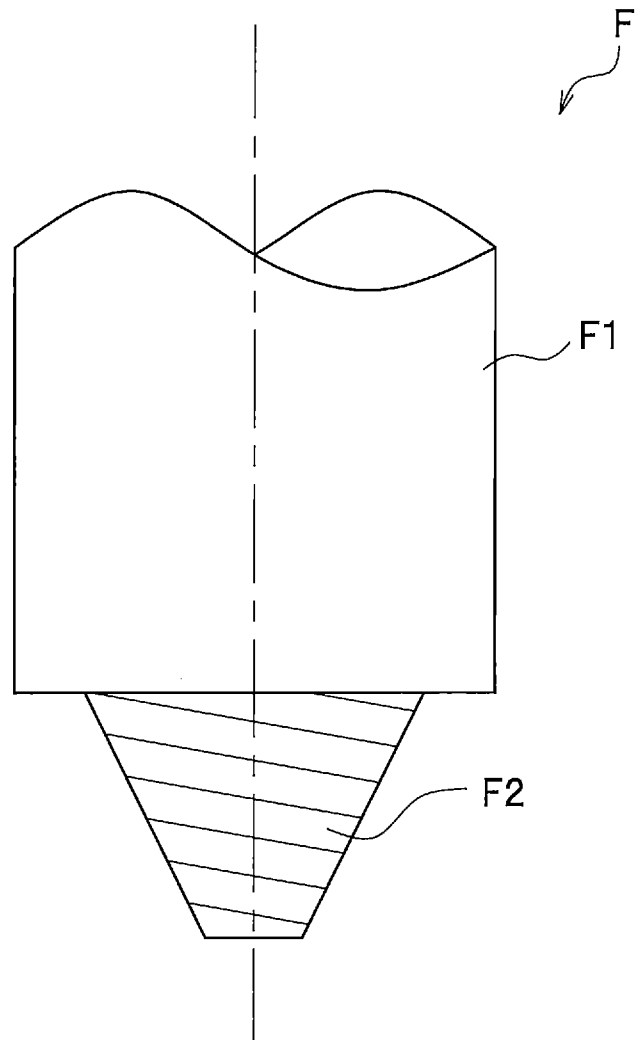
符号の説明

[0060]	1	第一金属部材
	1a	表面
	1b	裏面
	2	第二金属部材
	2a	表面
	2b	裏面
	10	余剰片部
	F	接合用回転ツール（回転ツール）
	F1	連結部
	F2	攪拌ピン
	J1	重合部
	P	凹溝
	V	バリ
	W	塑性化領域

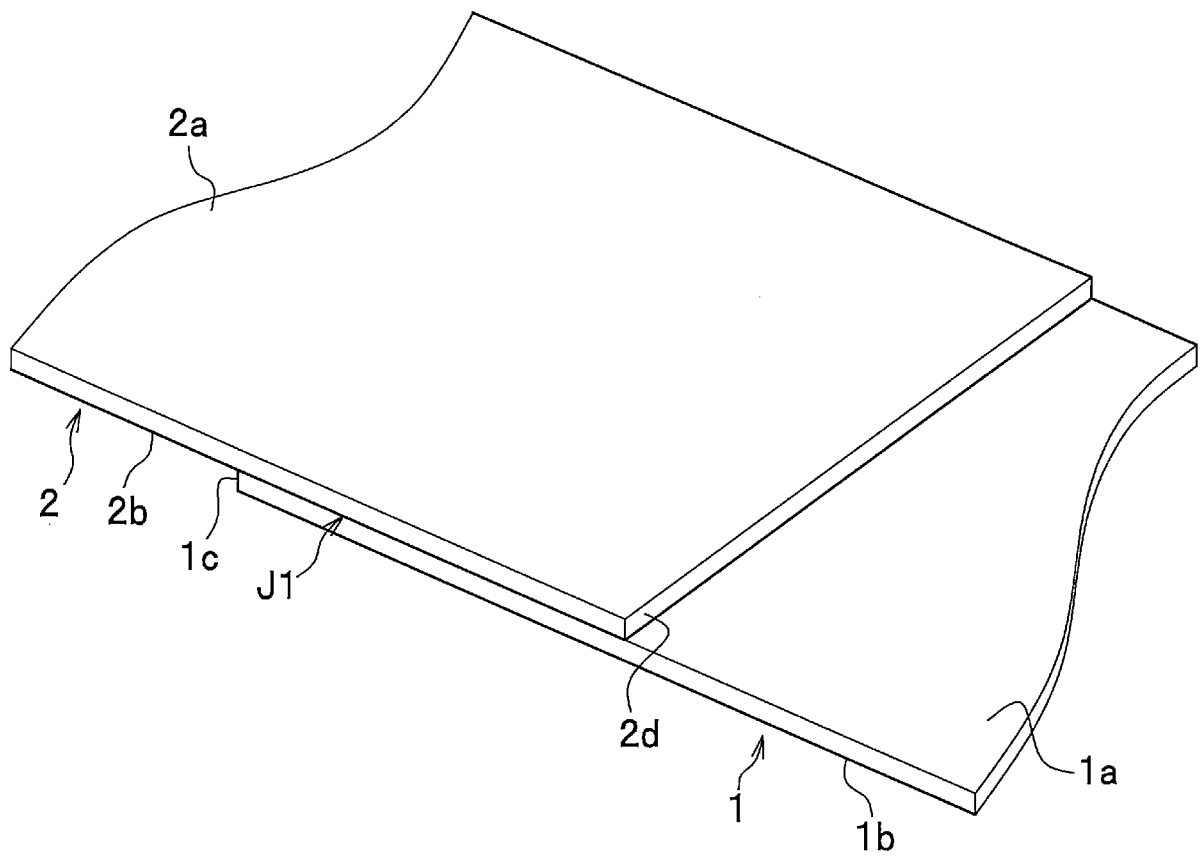
請求の範囲

- [請求項1] 攪拌ピンを備えた回転ツールを用いて第一金属部材と第二金属部材とを接合する接合方法であって、
- 前記第一金属部材の表面と前記第二金属部材の裏面とを重ね合わせ
 て重合部を形成する重ね合わせ工程と、
- 前記第二金属部材の表面から回転する前記回転ツールを挿入し、前
 記攪拌ピンのみを前記第二金属部材に接触させた状態又は、前記第一
 金属部材及び前記第二金属部材の両方に接触させた状態で前記重合部
 に沿って前記回転ツールを相対移動させて摩擦攪拌接合を行う摩擦攪
 拌工程と、
- 前記摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域を境に、前記第二金属部
 材のうちのバリが形成された余剰片部ごと除去する除去工程と、を含む
 ことを特徴とする接合方法。
- [請求項2] 前記除去工程では、前記塑性化領域に形成された凹溝を境に前記余
 剰片部を除去することを特徴とする請求項1に記載の接合方法。
- [請求項3] 前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記余剰片
 部に形成されるように、前記回転ツールの回転方向及び進行方法を設
 定することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の接合方法。
- [請求項4] 前記摩擦攪拌工程では、摩擦攪拌接合で発生するバリが前記余剰片
 部に形成されるように、前記回転ツールの回転数及び送り速度を設定
 することを特徴とする請求項1に記載の接合方法。
- [請求項5] 前記摩擦攪拌工程では、前記摩擦攪拌工程の終了と同時に前記第二
 金属部材から前記余剰片部が除かれるように、前記回転ツールの回転
 数、送り速度及び挿入深さを設定することを特徴とする請求項1に記
 載の接合方法。

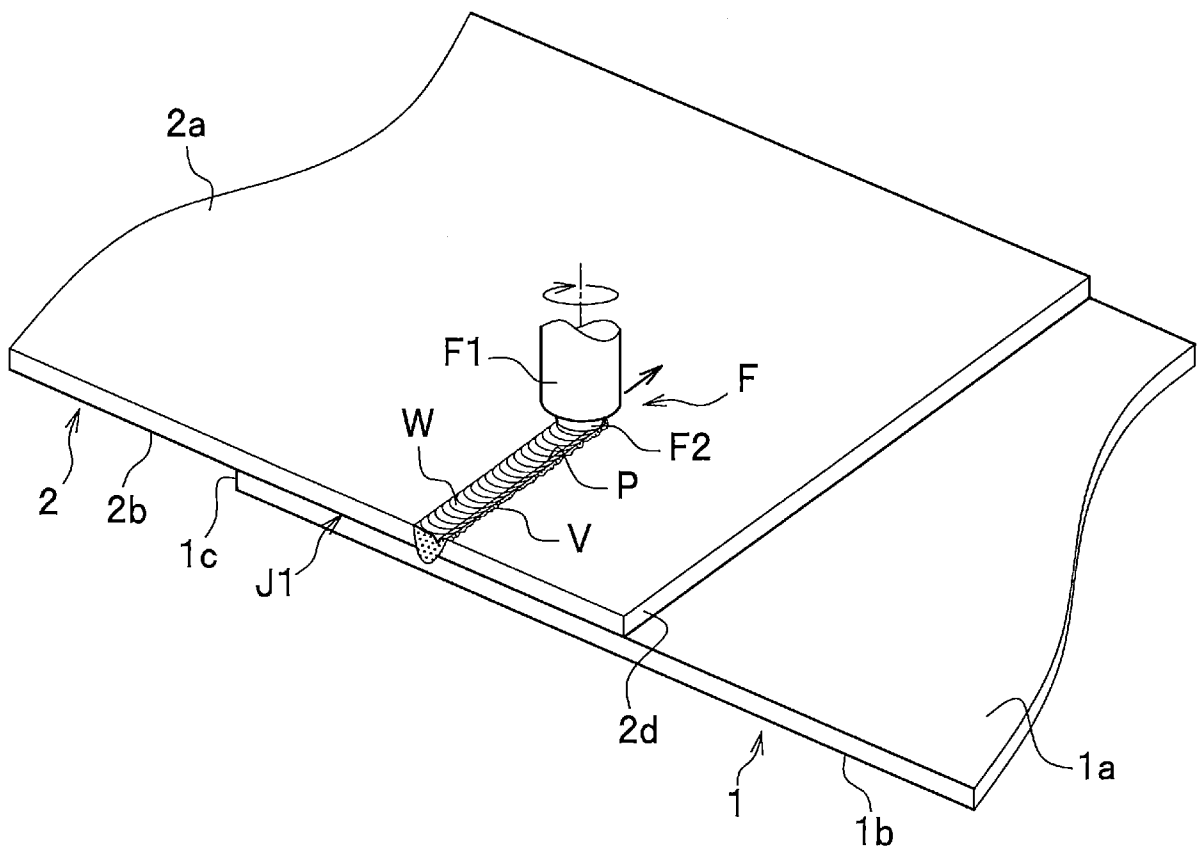
[図1]



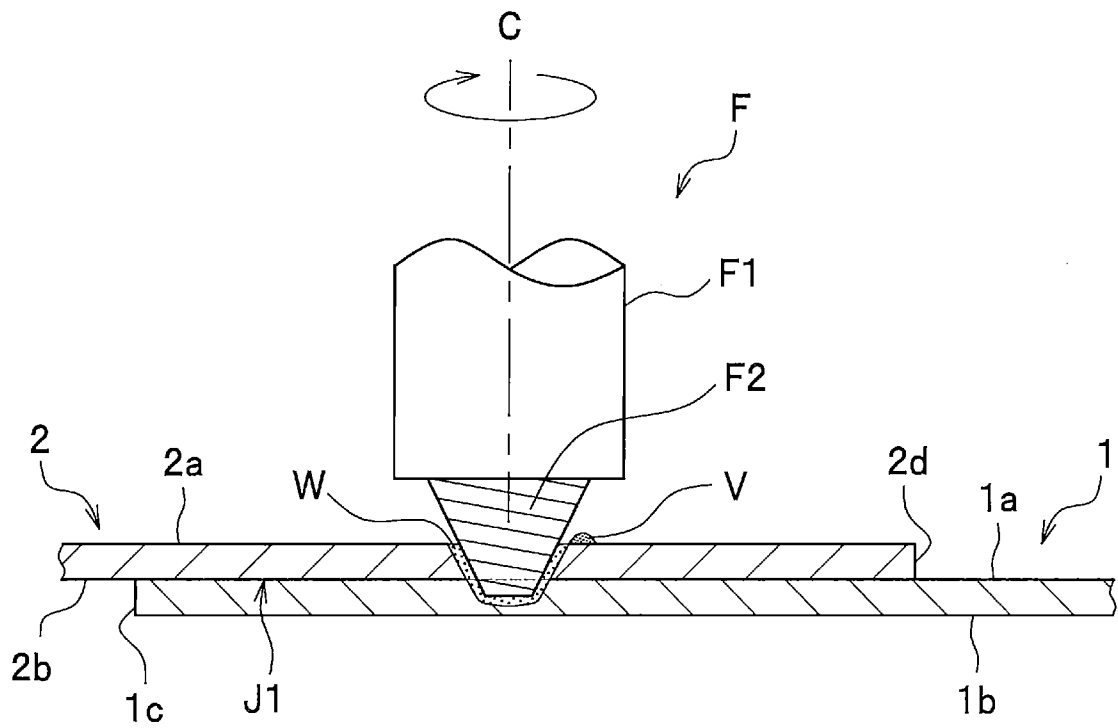
[図2]



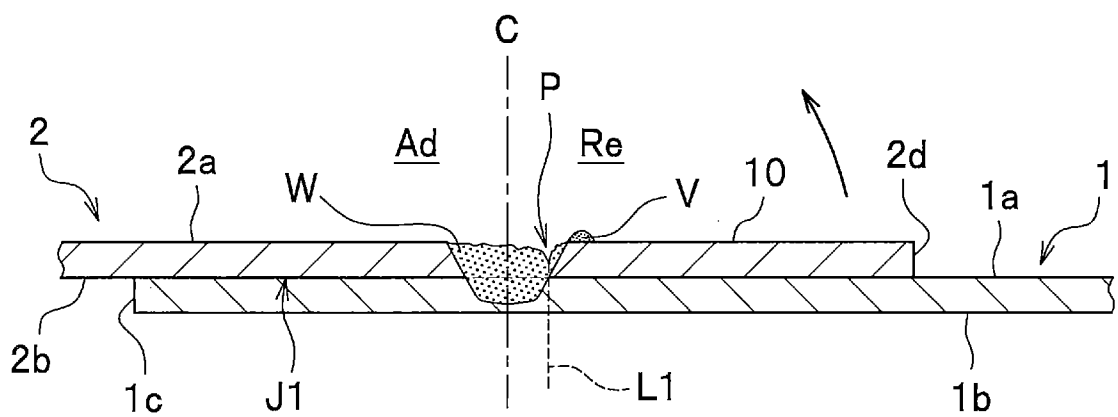
[図3]



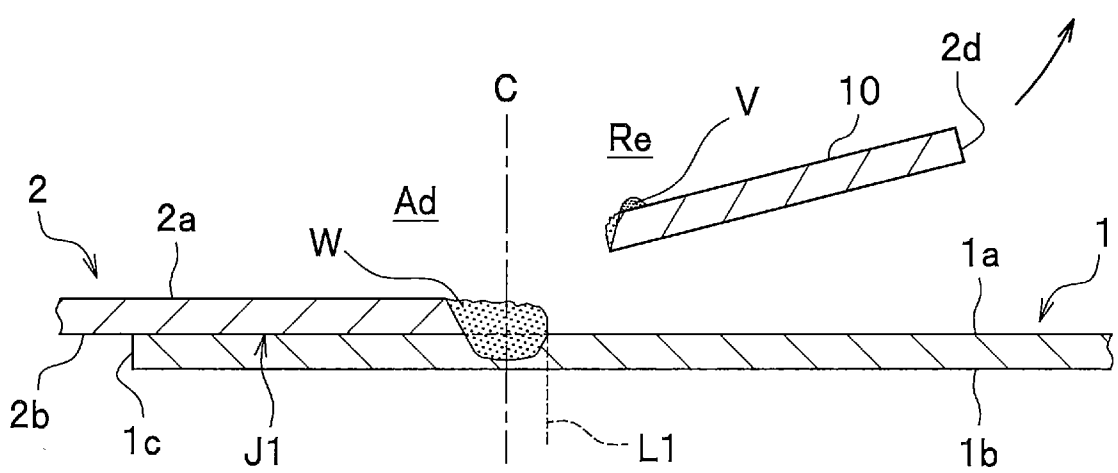
[図4]



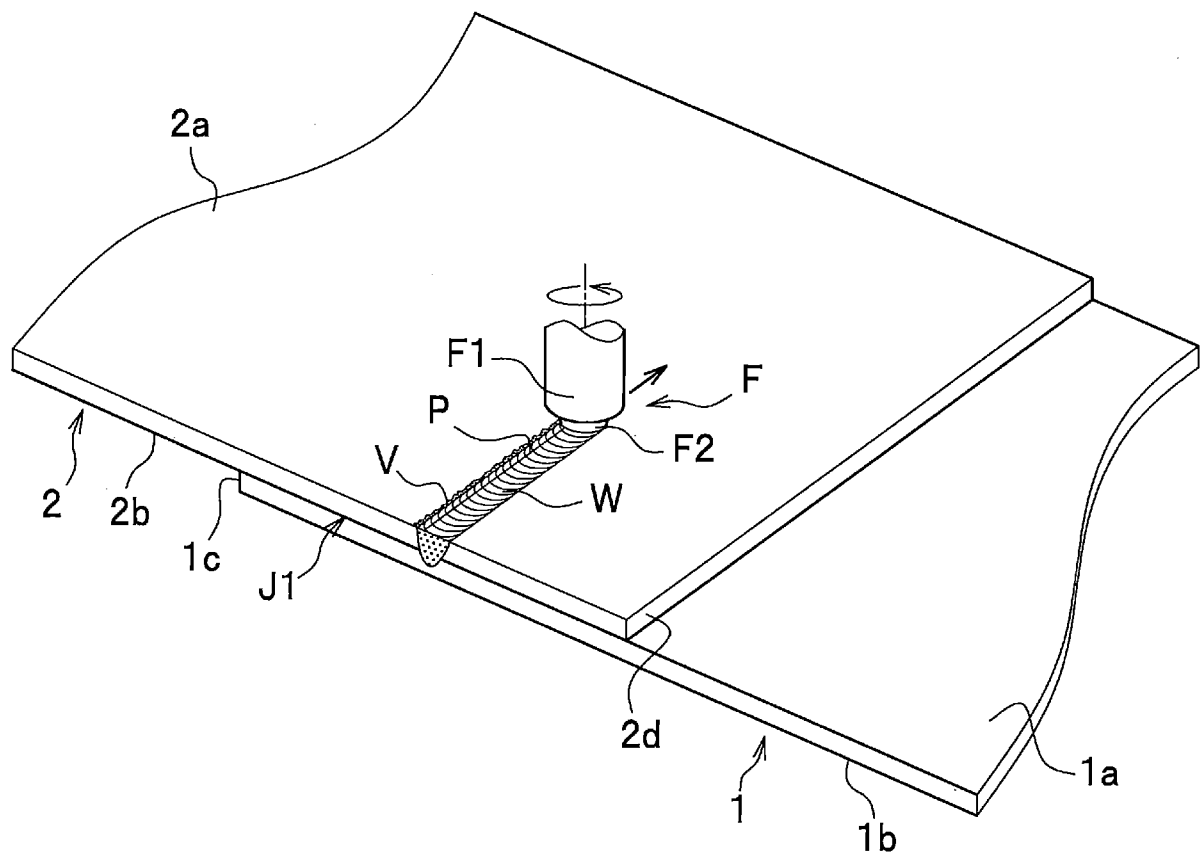
[図5]



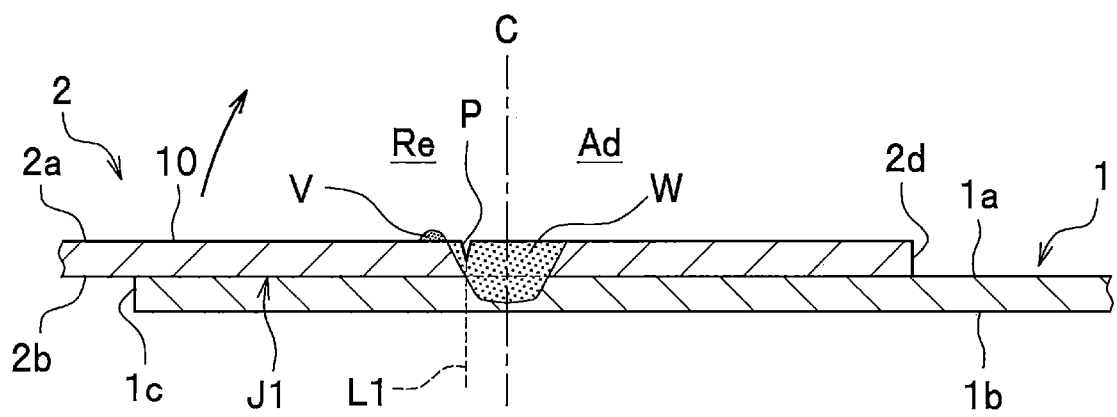
[図6]



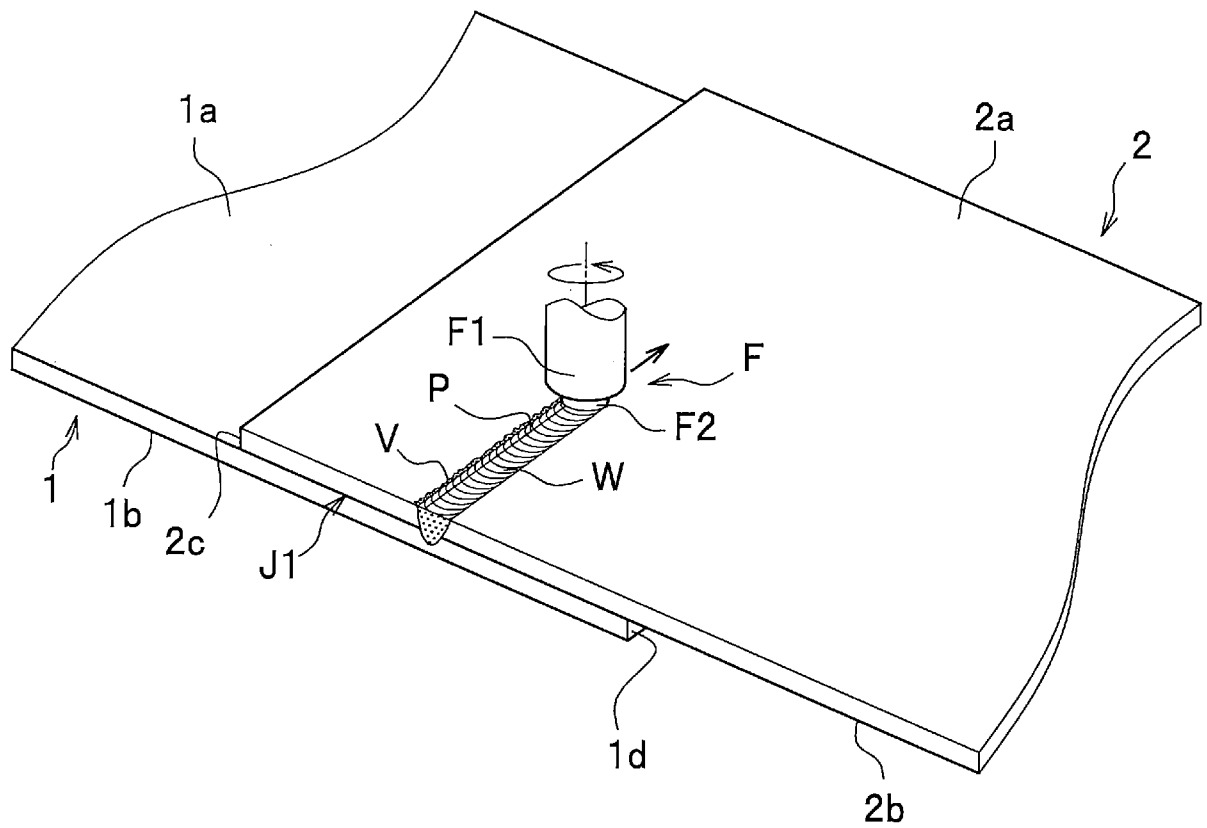
[図7]



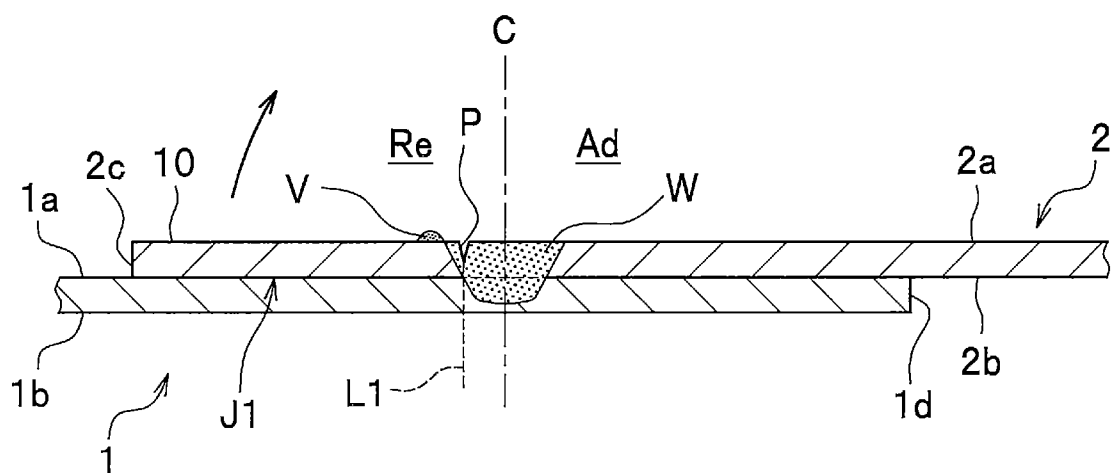
[図8]



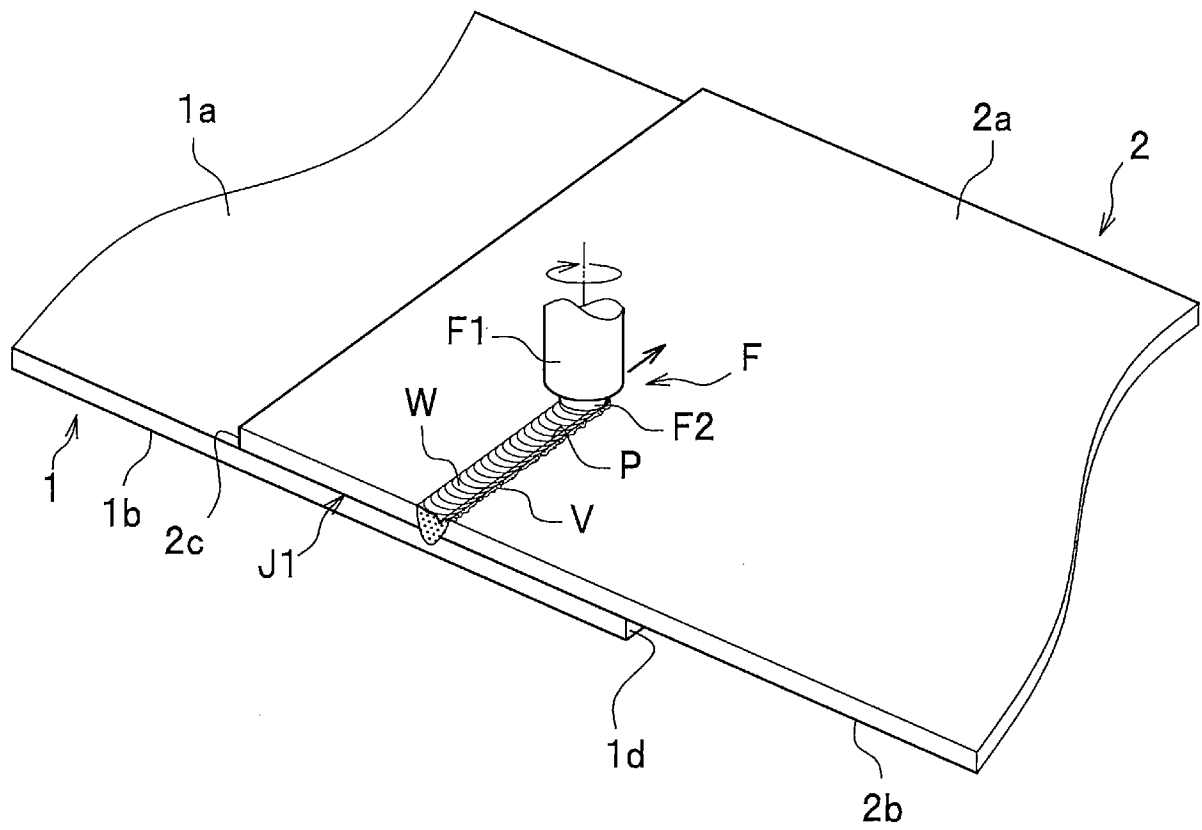
[図9]



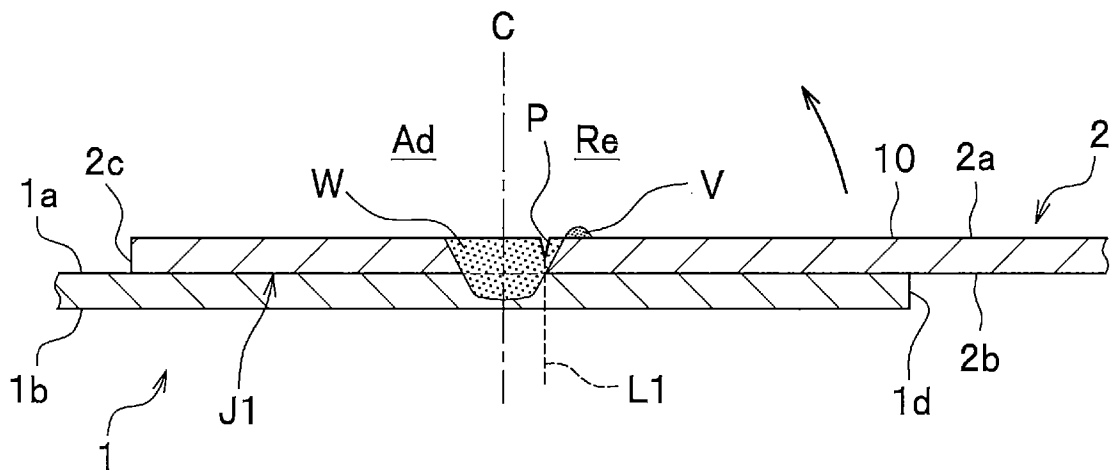
[図10]



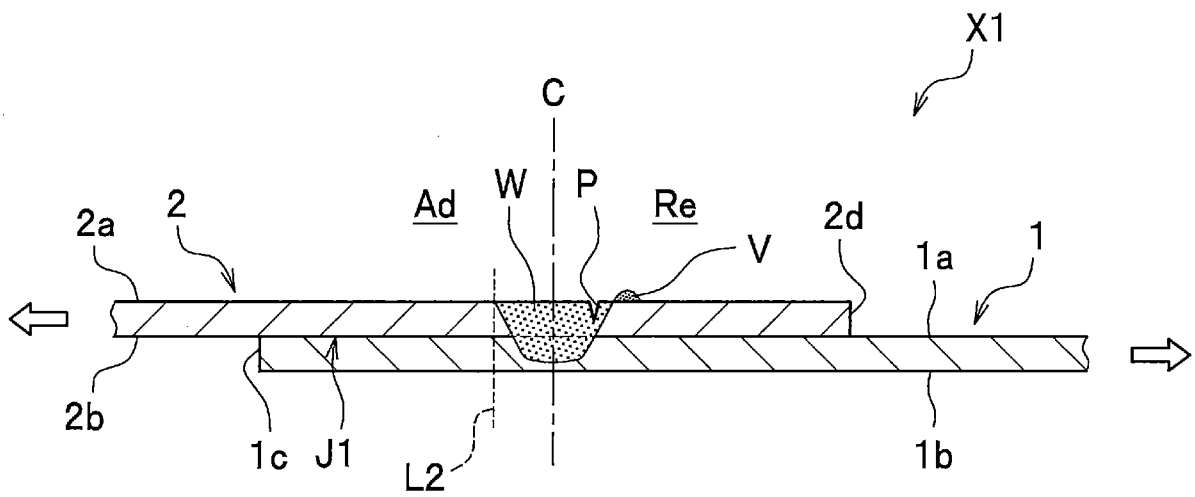
[図11]



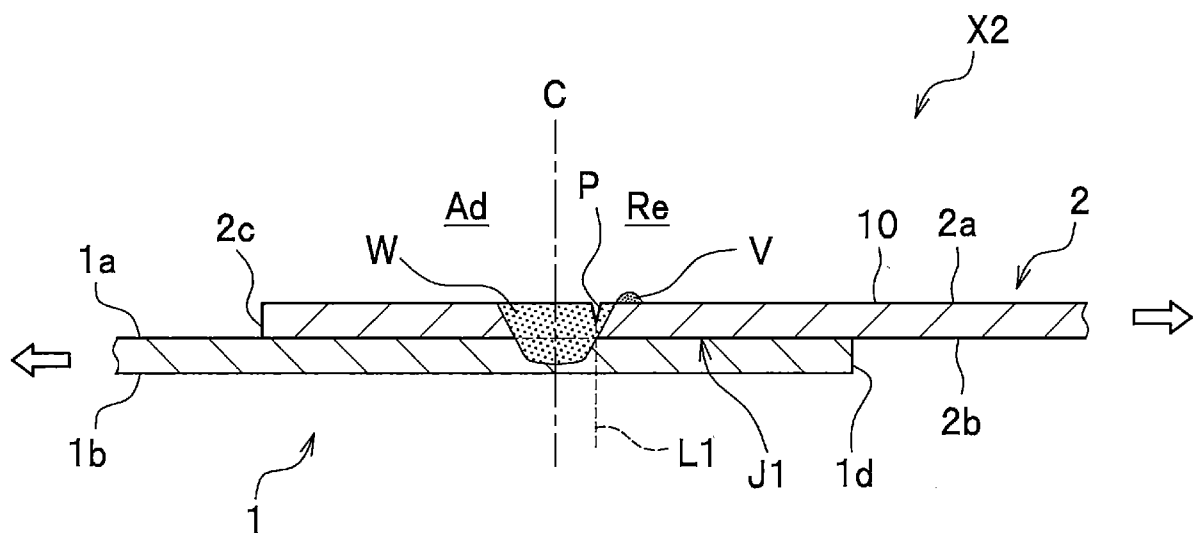
[図12]



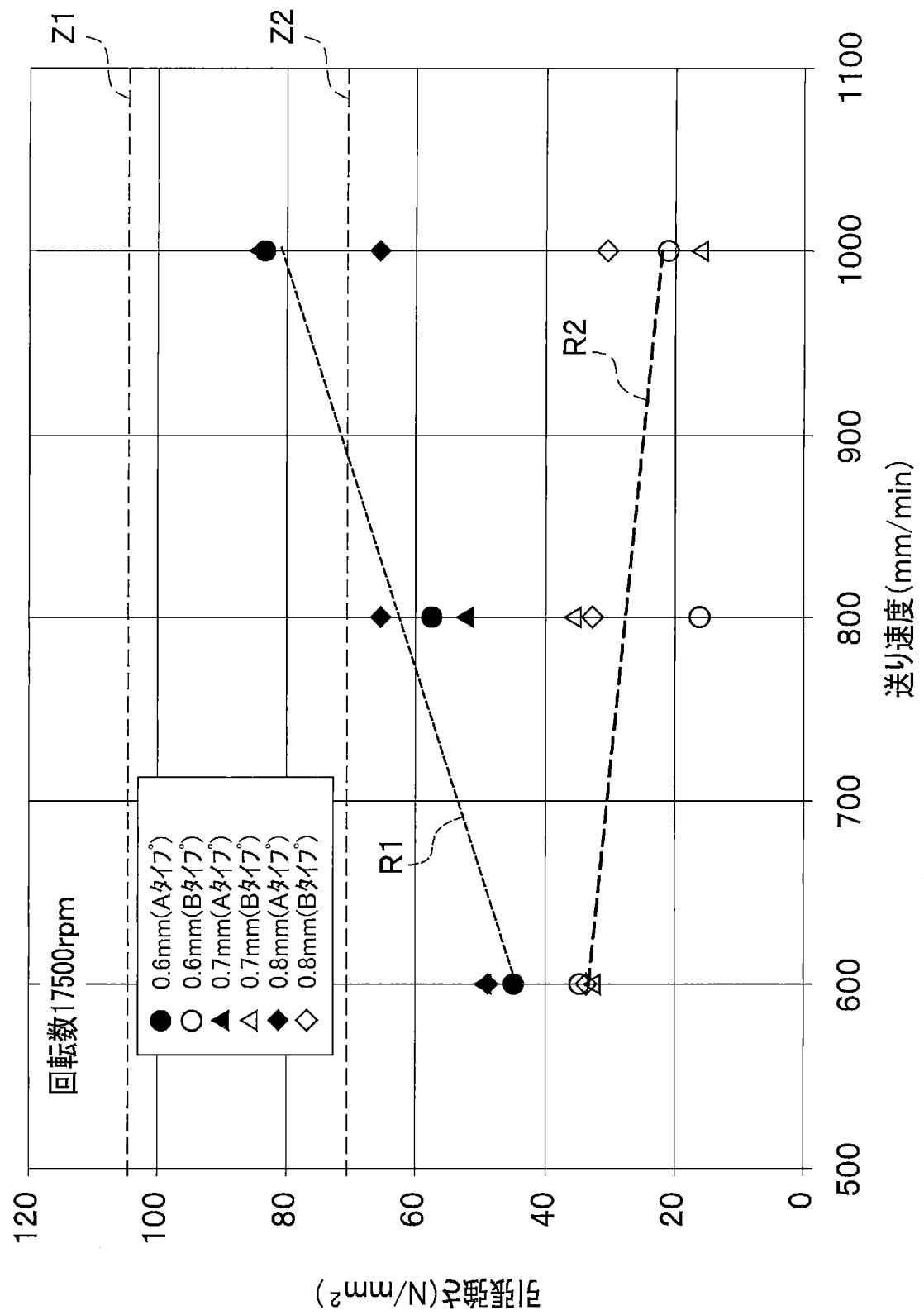
[図13]



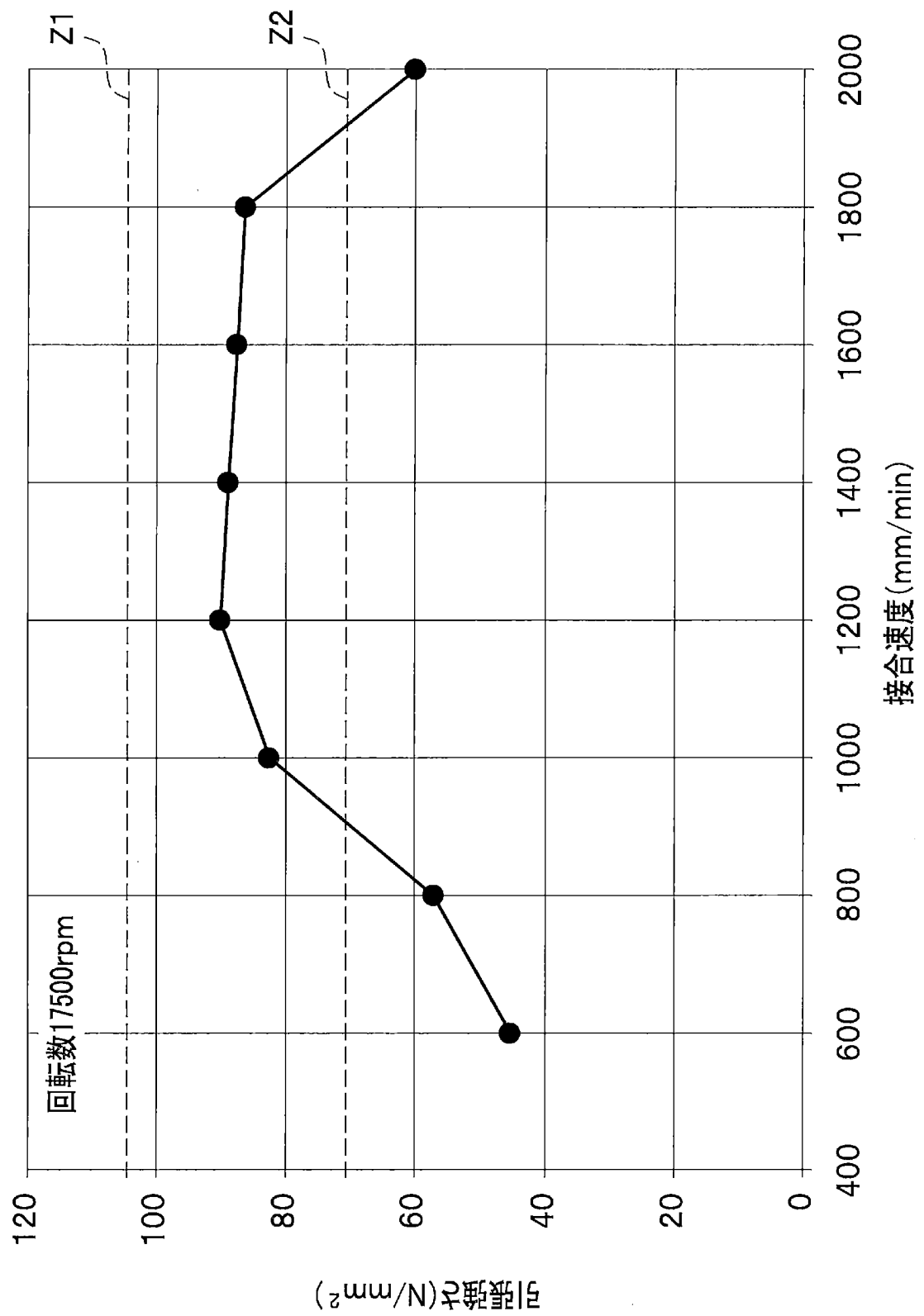
[図14]



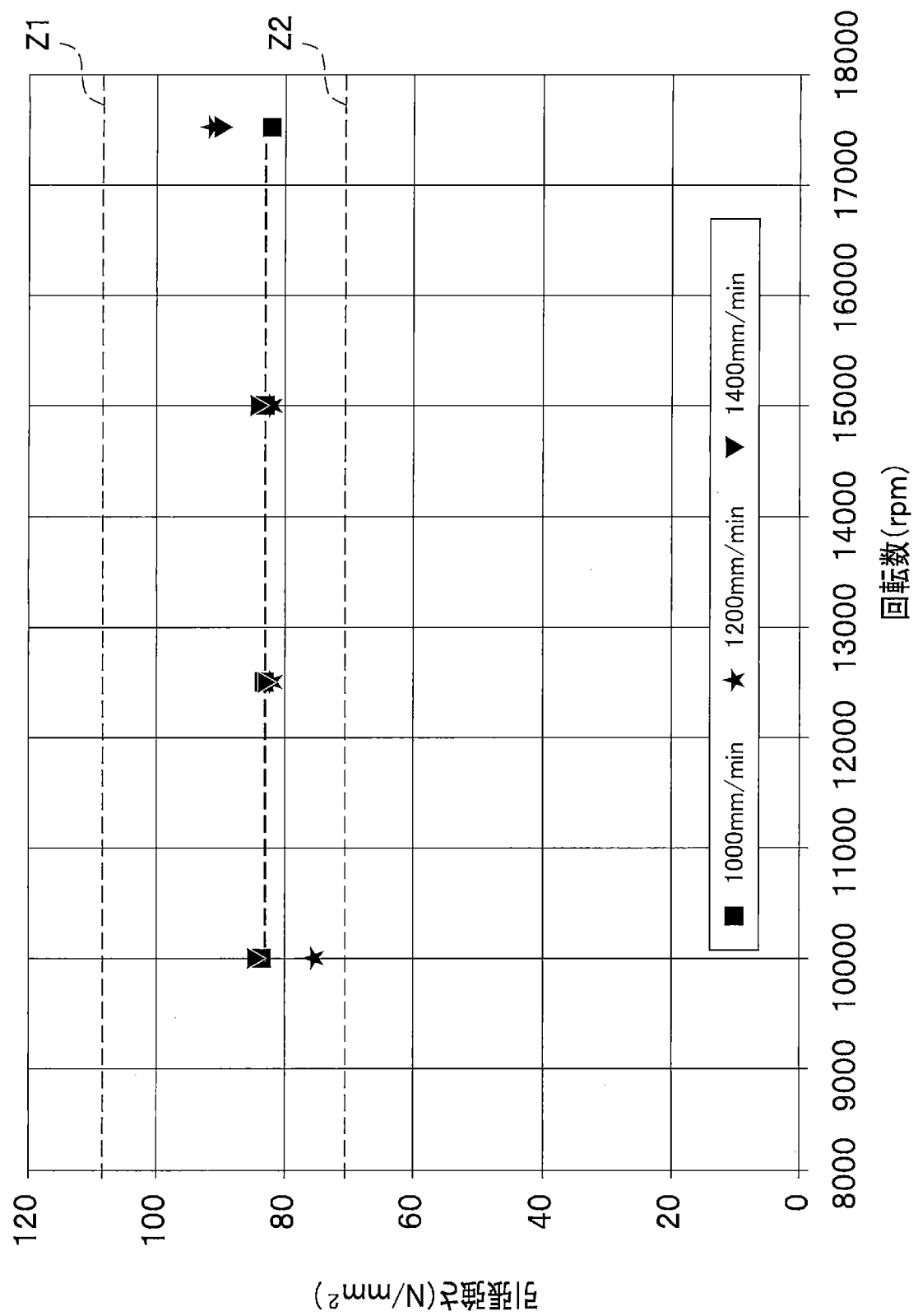
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

B23K20/12

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 2002-035962 A (Kobe Steel, Ltd.), 05 February 2002 (05.02.2002), paragraphs [0004] to [0005]; fig. 2	1-2 3-5
Y A	JP 2015-213928 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 03 December 2015 (03.12.2015), paragraphs [0057] to [0058]; fig. 4 to 5	1-2 3-5
Y	JP 2014-223639 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 December 2014 (04.12.2014), paragraph [0050]	1-2

☒ 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
09 August 2016 (09.08.16)

Date of mailing of the international search report
23 August 2016 (23.08.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-039613 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 28 February 2013 (28.02.2013), abstract	1-2
A	JP 2008-221227 A (Mazda Motor Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0024], [0033]; fig. 8 to 8-2	1-5
A	JP 2000-141066 A (Unipres Corp., Nippon Light Metal Co., Ltd.), 23 May 2000 (23.05.2000), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2016/071077

Cited Documents	Publication Date	Patent Family	Publication Date
P 2002-035962 A	2002.02.05	(Family: none)	
JP 2015-213928 A	2015.12.03	(Family: none)	
JP 2014-223639 A	2014.12.04	(Family: none)	
JP 2013-039613 A	2013.02.28	US 2014/0166731 A1	2014.06.19 US
2015/0290739 A1	2015.10.15		WO
2013/027532 A	2013.02.28		EP 2745972
A1	2014.06.25		TW
201332689 A	2013.08.16		CN
103747914 A	2014.04.23		KR
10-2014-0049067 A	2014.04.24		KR
10-2015-0044975 A	2015.04.27		
JP 2008-221227 A	2008.09.25	(Family: none)	
JP 2000-141066 A	2000.05.23	(Family: none)	

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y A	JP 2002-035962 A（株式会社神戸製鋼所）2002.02.05, 段落 0004-0005 及び図 2	1-2 3-5
Y A	JP 2015-213928 A（日本軽金属株式会社）2015.12.03, 段落 0057-0058 及び図 4-5	1-2 3-5
Y	JP 2014-223639 A（三菱重工業株式会社）2014.12.04, 段落 0050	1-2
Y	JP 2013-039613 A（日本軽金属株式会社）2013.02.28, 要約	1-2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

国際調査を完了した日

09.08.2016

国際調査報告の発送日

23.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

奥隅 隆

3 P

4016

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-221227 A (マツダ株式会社) 2008. 09. 25, 段落 0024, 0033 及び図 8～8-2	1-5
A	JP 2000-141066 A (ユニプレス株式会社, 日本軽金属株式会社) 2000. 05. 23, 段落 0020-0022 及び図 1	1-5

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-035962 A	2002.02.05	ファミリーなし	
JP 2015-213928 A	2015.12.03	ファミリーなし	
JP 2014-223639 A	2014.12.04	ファミリーなし	
JP 2013-039613 A	2013.02.28	US 2014/0166731 A1	2014.06.19
		US 2015/0290739 A1	2015.10.15
		WO 2013/027532 A	2013.02.28
		EP 2745972 A1	2014.06.25
		TW 201332689 A	2013.08.16
		CN 103747914 A	2014.04.23
		KR 10-2014-0049067 A	2014.04.24
		KR 10-2015-0044975 A	2015.04.27
JP 2008-221227 A	2008.09.25	ファミリーなし	
JP 2000-141066 A	2000.05.23	ファミリーなし	