

(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
2018年5月31日(31.05.2018)



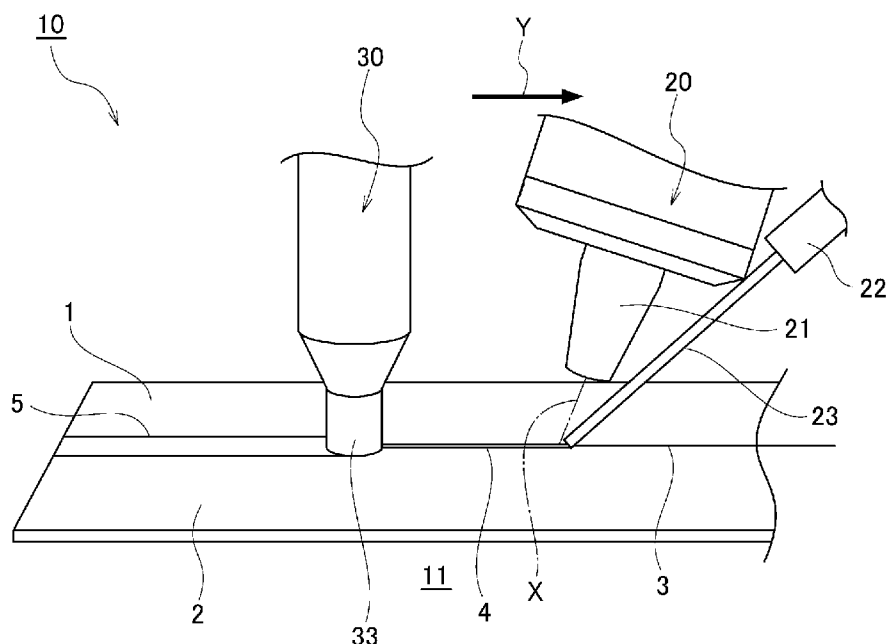
(10) 国際公開番号

WO 2018/096844 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/346 (2014.01) B23K 26/32 (2014.01)
B23K 20/12 (2006.01) B23K 31/00 (2006.01)
B23K 26/21 (2014.01) B23K 103/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037608
- (22) 国際出願日: 2017年10月17日(17.10.2017)
- (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 2016-226883 2016年11月22日(22.11.2016) JP
特願 2016-226884 2016年11月22日(22.11.2016) JP
特願 2017-114402 2017年6月9日(09.06.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 青木 拓朗 (AOKI Takuro). 松本剛 (MATSUMOTO Tsuyoshi). 今村 美速 (IMAMURA Yoshihaya).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所(EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING ALUMINUM STRUCTURE MEMBER

(54) 発明の名称: アルミニウム構造部材の製造方法



(57) Abstract: A method for manufacturing an aluminum structure member comprises first placing first and second aluminum members (1, 2) against each other and forming a butted part (3). A weld bead part (4) extending from a surface of the butted part (3) to a back face is then formed. The weld bead part (4) is then stirred by a rotating joining tool (33). A method for manufacturing an aluminum structure member is thereby provided, whereby high joining speed is obtained and the aluminum structure member has excellent quality or joining strength in a joined part.

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: アルミニウム構造部材の製造方法は、まず、第1及び第2アルミニウム部材(1、2)を互いに突き合わせて突き合わせ部(3)を形成する。次に、突き合わせ部(3)の表面から裏面に連なる溶接ビード部(4)を形成する。その後、回転する接合ツール(33)によって溶接ビード部(4)を攪拌する。これにより、接合速度が速く、接合部の品質や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供する。

明 細 書

発明の名称： アルミニウム構造部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、アルミニウム構造部材の製造方法に関し、特に、自動車等の輸送機のパネル部材や構造部材等に適用されるアルミニウム構造部材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車のパネルやピラー、フレーム等の構造部材においては、軽量化の観点から鋼板からアルミニウム合金板への移行が検討されている。アルミニウム合金板への適用にあたっては、単一（一枚物）のアルミニウム合金板を用いるだけでなく、厚みが異なるアルミニウム合金板や材質が異なるアルミニウム合金板を組み合わせて用いることがある。

[0003] このような、二枚のアルミニウム合金板を接合する構造としては、例えば、特許文献１に記載されているように、二枚のアルミニウム合金板の端面を突き合わせて摩擦攪拌接合（F S W）を行うことによって接合材を製造することが知られている。

[0004] また、板厚や材質が異なるアルミニウム合金板をつき合わせて接合するテーラードブランクを作成する技術としては、例えば、二枚の板厚の異なる板材を突き合わせて、突合せの段差部の方から、回転ツールを傾けた状態で接合工具を差込み、攪拌しながら接合する方法が提案されている（特許文献２参照）。

[0005] さらに、テーラードブランクを作成する技術としては、例えば、厚さの異なる二枚のアルミニウム合金板を硬質の裏当てに載せて突き合わせ、該突き合わせ部分に沿って回転工具を回転しながら移動させることより、上記アルミニウム合金板を摩擦攪拌接合する方法が提案されている（特許文献３参照）。この特許文献３では、アルミニウム合金板の上端面が揃わない場合、合金板の突合せ面に対して回転工具の挿入角度を斜めにすることも記載されて

いる。

[0006] 摩擦攪拌接合は、接合時の入熱量が低いため、接合後の構造体の歪が少ないというメリットがある。一方、摩擦攪拌接合は、接合スピードがレーザービーム溶接等の熔融溶接に比べて著しく低い。このため、摩擦攪拌接合の生産性を上げるためには、複数の部分を同時に接合するような特殊な構造の摩擦攪拌接合の専用機が必要となる。また、生産性を向上させる他の手法としては、摩擦攪拌接合のツールを差し込む前の部分を加熱して予熱して材料を軟化させた上で、摩擦攪拌接合のピンを差し込んで接合する方法が提案されている（特許文献4及び5参照）。

[0007] 他にも、二枚の板厚の異なる板材をつき合わせてレーザー溶接により接合する方法も提案されている（特許文献6参照）。更に、レーザー等で溶接を行った後で、溶接部に押圧ローラを転動させ溶接部を整形する方法が提案されている（特許文献7参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：日本国特開2002-224858号公報
特許文献2：日本国特開2002-35961号公報
特許文献3：日本国特開2000-167676号公報
特許文献4：国際公開第1999/39861号公報
特許文献5：日本国特表2004-521747号公報
特許文献6：日本国特開2016-19983号公報
特許文献7：国際公開第2012/114962号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 特許文献4及び5に記載の方法であれば、アルミニウム材料が摩擦攪拌による加熱量を少なくすることができるため接合速度を向上させることができる。しかしながら、アルミニウム材料は熱伝導性が高く、熱が容易に拡散し

てしまうため、必要な熱量を安定して接合部に付与することができない。この結果、材料の軟化状態にバラツキが出て溶接部に乱れが生じ、所定の接合強度が得られないという課題がある。

[0010] また、通常の摩擦攪拌接合よりも接合速度が向上しても、溶融接合（溶接）と比べるとスピードが依然として低いという問題がある。

[0011] さらに、特許文献 1～5 のいずれの方法においても、攪拌ピンの深さの設定やピンの磨耗度合いによっては、未接合部（いわゆるキッシングボンド）が生じる可能性があり、ツール（ピン）の管理などが煩雑であるという問題があった。特に、突き合わせの一方の部材の厚みが薄い場合は十分な攪拌ができないため、接合不良部ができやすくなる。

[0012] また、特許文献 6 のレーザ溶接による接合方法では接合スピードが速く、上述したキッシングボンドのような接合不良部は生じにくい、溶融ビード部分が鋳物となるため、自動車の B ピラー等の構造部材をプレス成形する際に、伸びが足りずに破断する可能性がある。又、溶融ビード部の表面に引けや凹凸部がある場合は外観不良となり、疲労破断の起点となる可能性もある。

[0013] さらに、特許文献 7 では、溶接部をローラで押圧することで、溶接部の凹凸はある程度平滑化されるが、溶接部の鋳物構造部分が残るため、プレス成形時に破断発生の可能性がある。

[0014] 本発明は、上記事項に鑑みてなされたものであり、その目的は、接合速度が速く、接合部の品質や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明の上記目的は、下記の構成により達成される。

本発明の第 1 アルミニウム部材と第 2 アルミニウム部材とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法は、前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する

工程と、回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、を含む。

[0016] また、上記製造方法において、好ましくは、前記攪拌工程は、板厚方向に前記溶接ビード部を残して摩擦攪拌部を形成する。

[0017] さらに、上記製造方法において、好ましくは、前記接合ツールは、ショルダーと、当該ショルダーの先端部に配設された攪拌ピンとを有し、前記攪拌工程は、前記溶接ビード部に前記接合ツールの攪拌ピンを差し込んで、前記ショルダー及び前記攪拌ピンによって、前記溶接ビード部を攪拌する。

[0018] また、上記製造方法において、好ましくは、前記攪拌ピンが、前記第1及び第2アルミニウム部材の板厚方向のいずれか一方の側から前記溶接ビード部に差し込まれる。

[0019] さらに、上記製造方法において、好ましくは、前記攪拌ピンが、前記第1及び第2アルミニウム部材の板厚方向の両側から前記溶接ビード部に差し込まれる。

[0020] また、本発明の板厚が異なる第1アルミニウム部材と第2アルミニウム部材とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法は、前記第1及び第2アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、を含む。

[0021] また、本発明の第1アルミニウム部材と該第1アルミニウム部材よりも厚い第2アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法は、前記第1及び前記第2アルミニウム部材を互いに突き合わせて、段差のある突き合わせ部を形成する工程と、前記段差のある側を表面としたときに、前記表面側に溶接熱源を配置して、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、を含み、前記攪拌工程において、前記接合ツールの軸芯を、前記第1及び第2アルミ

ニウム部材の前記表面に垂直な方向に対して前記第 1 アルミニウム部材側に傾斜させるものである。

[0022] また、本発明の第 1 アルミニウム部材と該第 1 アルミニウム部材よりも厚い第 2 アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法は、少なくとも前記第 1 アルミニウム部材を裏当て部材の上に配置した状態で、前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材を突き合わせて、前記第 1 アルミニウム部材の表面と、前記第 2 アルミニウム部材の表面とが平坦な突き合わせ部を形成する工程と、前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材の表面側に溶接熱源を配置して、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を前記表面側から攪拌する工程と、を含む。

[0023] また、上記製造方法において、好ましくは、前記溶接ビード部が攪拌された前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材から前記裏当て部材を取り外す工程と、回転する前記接合ツールによって前記溶接ビード部を前記裏面側から攪拌する工程と、をさらに含み、前記裏面側からの攪拌工程において、前記接合ツールの軸芯を、前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材の前記裏面に垂直な方向に対して前記第 1 アルミニウム部材側に傾斜させる。

[0024] また、上記製造方法において、好ましくは、レーザ溶接により形成される。

[0025] さらに、上記製造方法において、好ましくは、前記溶接ビード部を形成する工程において、溶加材を供給しながらレーザビームを照射する。

[0026] また、上記製造方法において、好ましくは、前記接合ツールのショルダーが凸形状である。

発明の効果

[0027] 本発明のアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第 1 及び第 2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、突き合わせ部を溶接し、突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって溶接ビード部を攪拌する工程と、を

含む。これにより、接合速度が速く、接合部の品質や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

[0028] また、本発明のアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第1及び第2アルミニウム部材の板厚が異なる場合においても、第1及び第2アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、突き合わせ部を溶接し、突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって溶接ビード部を攪拌する工程と、を含む。これにより、接合速度が速く、接合部の品質や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

[0029] また、本発明の第1アルミニウム部材と該第1アルミニウム部材よりも厚い第2アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第1及び第2アルミニウム部材を互いに突き合わせて、段差のある突き合わせ部を形成する工程と、段差のある側を表面としたときに、表面側に溶接熱源を配置して、突き合わせ部を溶接し、突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって溶接ビード部を攪拌する工程と、を含む。そして、攪拌工程において、接合ツールの軸芯を、第1及び第2アルミニウム部材の表面に垂直な方向に対して第1アルミニウム部材側に傾斜させる。これにより、接合速度が速く、接合部の品質・外観や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

[0030] さらに、本発明の第1アルミニウム部材と該第1アルミニウム部材よりも厚い第2アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法によれば、少なくとも第1アルミニウム部材を裏当て部材の上に配置した状態で、第1及び第2アルミニウム部材を突き合わせて、第1アルミニウム部材の表面と、第2アルミニウム部材の表面とが平坦な突き合わせ部を形成する工程と、第1及び第2アルミニウム部材の表面側に溶接熱源を配置して、突き合わせ部を溶接し、突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって溶接ビード部を

表面側から攪拌する工程と、を含む。これにより、接合速度が速く、接合部の品質・外観や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の第1実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法を実施するための製造装置の要部斜視図である。

[図2A]第1実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図2B]第1実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図2C]第1実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図2D]第1実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図3]第1実施形態の製造方法で製造されたアルミニウム構造部材の平面図（接合状態を示すため、摩擦攪拌を途中で止めたもの）である。

[図4A]第1実施形態の第1変形例の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図4B]第1実施形態の第2変形例の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図5]通常の摩擦攪拌接合されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図6A]第1実施形態の第3変形例の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図6B]第1実施形態の第3変形例の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図7]本発明の第2実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法を実施するための製造装置の要部斜視図である。

[図8A]第2実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図8B]第2実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図8C]第2実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図8D]第2実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図9]第2実施形態の変形例の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図10]通常の摩擦攪拌により接合されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図11A]本発明の実施に用いる接合ツールの1例を示す軸方向断面図である。

[図11B]本発明の実施に用いる接合ツールの1例を示す軸方向断面図である。

[図11C]本発明の実施に用いる接合ツールの1例を示す軸方向断面図である。

[図12]本発明の第3実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法を実施するための製造装置の要部斜視図である。

[図13A]第3実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図13B]第3実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図13C]第3実施形態の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図14]第3実施形態の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図15A]第3実施形態の変形例の製造方法を説明するためのアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図15B]第3実施形態の変形例の製造方法を説明するためのアルミニウム構造

部材の板厚方向断面図である。

[図15C]第3実施形態の変形例の製造方法によって製造されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

[図16]通常の摩擦攪拌接合されたアルミニウム構造部材の板厚方向断面図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の各実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。

[0033] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態を実施するために使用される製造装置の要部斜視図である。製造装置10は、互いに接合される第1及び第2アルミニウム部材1、2が載置される定盤11と、レーザ装置20と、摩擦攪拌装置30と、を備える。

[0034] <レーザ装置20>

レーザ装置20は、レーザヘッド21からレーザビームXを第1及び第2アルミニウム部材1、2の突き合わせ部3に向けて照射し、突き合わせ部3の板厚方向全体に亘って溶接ビード部4を形成する。

[0035] レーザ装置20のレーザ源は特に限定されないが、YAGレーザ、CO₂レーザ、ファイバーレーザ、ディスクレーザ、半導体レーザ等とすることができる。また、レーザビームXの照射方向は、突き合わせ部3の面に沿った方向であればよく、鉛直方向でもよいし、或いは、図1に示すように、鉛直方向に対して傾斜した方向であってもよい。

[0036] また、レーザ溶接に際して、必要に応じて、溶加材供給ノズル22から溶加材23を供給しながら溶接することが好ましい。溶加材23を用いることにより、流動する材料の量を増やすことができ、攪拌後の滑らかな接合形状を容易に得やすくなる。

[0037] 溶加材23としては、JIS4043、4047、5554、5356、5183などのアルミニウム溶加材(JIS Z3232:2000)を適

宜用いることができる。第1アルミニウム部材1と第2アルミニウム部材2が5000系、6000系合金の場合には、JIS5554を用いるようにすると高い継手強度を維持しつつ、溶接部へのスマット付着を抑制することができるため好ましい。

[0038] <摩擦攪拌装置30>

摩擦攪拌装置30は、図2Cに示すように、攪拌ピン（又はプローブと称する）31及びショルダー32を有し、回転する接合ツール33を備える。また、接合ツール33は、レーザヘッド21及び接合ツール33の移動方向Yにおいて、レーザヘッド21に対して下流側に位置し、溶接ビード部4の上方に配置される。摩擦攪拌装置30は、レーザ溶接後に凝固した溶接ビード部4に攪拌ピン31を回転させながら差し込んで溶接ビード部4をトレースするようにして攪拌を行う。これにより、溶接ビード部4の一部が鋳物組織から改質された組織に変化する。従って、レーザ溶接のみで接合するよりも接合後の曲げや引張り強度が高くなる。

[0039] なお、攪拌ピン31の高さは、以下に説明するように、互いに接合するアルミニウム部材の厚さに応じて、適宜設定することができる。

[0040] 攪拌ピン31の差込深さは、通常の摩擦攪拌接合（FSW）と異なり、摩擦攪拌で接合を行う必要がないため浅くすることができる。これにより、攪拌ピン31にかかる負荷が小さくなるため、通常の摩擦攪拌接合よりも早い速度（突合せ線上の移動速度）で攪拌を行うことができる。また、摩擦攪拌接合では、攪拌ピン31の差込深さに比例してバリが多くなるが、本実施形態の方法によれば、差込深さが浅いのでバリの発生を抑えることができる。なお、攪拌ピン31はピンの表面（軸表面）が平滑なものでもよいが、ピンにねじを設けているものでもよい。ねじがある場合は攪拌性がより向上する。

[0041] また、ショルダー32の外径は、表面側に形成される溶接ビード部4全体を攪拌できるように、溶接ビード部4の幅よりも大きく設計される。

[0042] なお、本実施形態の製造装置10では、レーザヘッド21と接合ツール3

3とをユニット化してもよい。この場合、図示しない駆動装置によって、レーザヘッド21と接合ツール33とが、定盤11に対して一体に相対移動する。したがって、摩擦攪拌は、レーザ溶接と一工程で行うことができる。

[0043] また、本実施形態のように、レーザヘッド21と接合ツール33とを近い位置に配置し、摩擦攪拌は、溶接ビード部4におけるアルミニウム合金の固相線温度（520～580℃）から100℃までの高い温度の状態で行われることで、摩擦攪拌の速度を大幅に向上させることができる。

[0044] ただし、レーザ溶接と摩擦攪拌とは、同時に行われる必要はなく、別々に行われてもよい。その場合、レーザ溶接により流動化した溶接ビード部に対して摩擦攪拌を行っても良いし、固化した溶接ビード部に対して摩擦攪拌を行ってもよい。また、摩擦攪拌装置30は、レーザ装置20と別途構成されてもよい。即ち、レーザ装置20によって突き合わせ部3のレーザ溶接（第1工程）が完了した後、接合されたアルミニウム構造部材を別途設けられた摩擦攪拌装置30に配置して、摩擦攪拌（第2工程）が行われてもよい。

[0045] <第1、第2アルミニウム部材1、2>

互いに接合される第1、第2アルミニウム部材1、2は、板材に限らず、押出型材や鍛造材であってもよい。

[0046] また、第1、第2アルミニウム部材1、2は、アルミニウム又はアルミニウム合金を含み、合金の材質としては、AA又はJIS6000系合金、5000系合金、7000系合金、3000系合金、2000系合金等各種合金材を使用することができる。また、第1、第2アルミニウム部材1、2は、本実施形態による接合を行った後に必要に応じて、焼鈍、溶体化処理及び人工時効処理などを行ってもよい。

なお、図示の例では、第1、第2アルミニウム部材1、2は、略等しい板厚を有している。

[0047] <アルミニウム構造部材の製造方法>

次に、アルミニウム構造部材の製造方法の各工程について、図2A～図2Dを用いて説明する。

[0048] まず、図 2 A に示すように、定盤 1 1 に第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を載置し、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 とを突き合わせて突き合わせ部 3 を形成する。そして、図 2 B に示すように、その突き合わせ部 3 をレーザ溶接により接合して溶接ビード部 4 を形成する。この際、突き合わせ部 3 に未接合部が生じないように溶接ビード部 4 は、突き合わせ部 3 を表面から裏面に連なる、即ち、突き合わせ部 3 の板厚方向全体に亘って形成される。

[0049] これにより、図 5 に示すような、摩擦攪拌接合で生じることがある、いわゆるキッシングボンド部 6（突き合わせ部の未接合部又は接合が著しく弱い部分）を発生することが防止できる。

[0050] 次に、図 2 C に示すように、その溶接ビード部 4 に回転する接合ツール 3 3（攪拌ピン 3 1）を差し込み、溶接ビード部 4 およびその周囲を摩擦攪拌する。溶接ビード部 4 は一旦溶融して凝固したものであるため鋳物組織となるが、摩擦攪拌により鋳物組織が改質され、図 2 D 及び図 3 に示すように、改質部（摩擦攪拌部）5 が形成される。この場合、改質部 5 は、板厚方向に溶接ビード部 4 を残して形成される。鋳物組織は脆性があるため、この部分に引張荷重や曲げ荷重がかかると破断しやすいが、摩擦攪拌による金属組織の改質部 5 を設けることにより、組織が微細化されて鋳物組織よりも接合強度を向上させることができる。

[0051] また、本実施形態では、攪拌ピン 3 1 を板厚方向に深く差し込む必要がない。これにより、攪拌ピン 3 1 に係る荷重を下げることができ、接合速度を速くすることができる。

特に、自動車のフレーム部材等の被接合部材は厚いため、通常の摩擦攪拌接合の場合、非常に時間がかかるが、本実施形態の製造方法であれば、高い接合速度で被接合部材を接合することができる。

[0052] なお、摩擦攪拌接合の直前に、レーザや誘導加熱などにより予備加熱を行い、その直後に摩擦攪拌接合を行う技術では、一定の接合速度の向上は得られるものの熱のアルミニウムの熱放散性により温度コントロールが難しく接

合部のバラツキが出る。又、攪拌ピン 31 の磨耗状態などの管理や差込深さの設定等が煩雑である。

[0053] 一方、本実施形態のように、一旦溶融溶接（貫通溶接）を行い、凝固した溶接ビード部 4 を形成して、その後に摩擦攪拌により溶接ビード部 4 を改質することにより、キッシングボンドの発生がなくなる。更には、攪拌ピン 31 の管理や差込深さの設定が簡単になる。

[0054] 以上説明したように、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を互いに突き合わせて突き合わせ部 3 を形成する工程と、突き合わせ部 3 に向けてレーザビーム X を照射し、突き合わせ部 3 の表面から裏面に連なる溶接ビード部 4 を形成する工程と、溶接ビード部 4 に回転する攪拌ピン 31 を差し込んで溶接ビード部 4 を攪拌する工程と、を含む。これにより、接合速度が速く、接合部の品質や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

[0055] なお、上記実施形態では、摩擦攪拌において、攪拌ピン 31 が、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚方向において、レーザビーム X の照射側から溶接ビード部 4 に差し込まれているが、本発明は、これに限定されない。

[0056] 即ち、第 1 変形例の製造方法として、摩擦攪拌において、攪拌ピン 31 は、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚方向において、レーザビーム X の照射側（表面側）と反対側（裏面側）から溶接ビード部 4 に差し込まれてもよい。したがって、図 4 A に示すように、改質部 5 が、レーザビーム X が照射された側と反対側（裏面側）に形成される。

[0057] また、第 2 変形例の製造方法として、摩擦攪拌において、攪拌ピン 31 は、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚方向の両側（表面側、裏面側）から溶接ビード部 4 に差し込まれてもよい。したがって、図 4 B に示すように、改質部 5 が第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚方向の両側（表面側、裏面側）に形成される。このように、第 1 及び第 2 アルミニウム部

材 1、2 の板厚方向の両側から攪拌ピン 3 1 を差し込んで摩擦攪拌することにより、接合部の強度をより高くすることができる。

[0058] また、第 3 変形例の製造方法では、図 6 A に示すように、ツール 3 3 は、攪拌ピン 3 1 を有さず、ショルダー 3 2 のみから構成することができる。この場合は、ショルダー 3 2 のみで溶接ビード部 4 を攪拌するようになるので、当該攪拌を早い速度で行うことができるようになる。

[0059] なお、この場合に形成される改質部 5 は、図 6 B に示すように、第 1 アルミニウム部材 1 及び第 2 アルミニウム部材 2 の表層部分にのみ形成されるようになる。

[0060] (第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。第 2 実施形態は、互いに接合される第 1、第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚が互いに異なる場合に適用される製造方法である。具体的に、図 8 A に示すように、第 2 アルミニウム部材 2 は、第 1 アルミニウム部材 1 よりも厚くなっている。第 1、第 2 アルミニウム部材 1、2 は、板厚以外に関する点は、第 1 実施形態と同様である。

また、第 2 実施形態を実施するために使用される製造装置 1 0 は、第 1 実施形態と同様に、定盤 1 1 と、レーザ装置 2 0 と、摩擦攪拌装置 3 0 と、を備える構成であり、第 1 実施形態と同一又は同等部分については、説明を省略或いは簡略化する。

[0061] 以下、第 2 実施形態のアルミニウム構造部材の製造方法の各工程について、図 7、図 8 A ～図 8 D を用いて説明する。

[0062] まず、図 8 A に示すように、定盤 1 1 に第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を載置し、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 とを突き合わせて段差のある突き合わせ部 3 を形成する。そして、図 8 B に示すように、その突き合わせ部 3 を、段差のある側である表面側からレーザ溶接により接合して溶接ビード部 4 を形成する。この際、突き合わせ部 3 に未接合部が生じないように溶接ビード部 4 は、突き合わせ部 3 を表面から裏面に連な

る、即ち、突き合わせ部 3 の板厚方向全体に亘って形成される。

[0063] これにより、図 10 に示すような、摩擦攪拌接合で生じることがある、いわゆるキッシングボンド部 6（突き合わせ部の未接合部又は接合が著しく弱い部分）を発生することが防止できる。

[0064] 次に、図 8 C に示すように、その溶接ビード部 4 に回転する接合ツール 33（攪拌ピン 31）を、接合ツール 33 の軸芯 L が第 1 アルミニウム部材 1 および第 2 アルミニウム部材 2 の表面に対して垂直な方向（即ち、鉛直方向に延びるレーザ溶接前の突き合わせ部 3 の対向面に沿った方向）から第 1 アルミニウム部材 1 側に角度 θ で傾斜させて差し込み、溶接ビード部 4 およびその周囲を摩擦攪拌する。なお、接合ツール 33 の軸芯 L の傾斜角度 θ は、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚差などに応じて設定されるが、例えば、該垂直な方向に対して 30° 以下の範囲内で傾けて設定される。

[0065] 溶接ビード部 4 は一旦溶融して凝固したものであるため鋳物組織となるが、摩擦攪拌により鋳物組織が改質される。更に改質の際、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 を段差なく滑らかにつなぐ形状に形成され、図 8 D に示すように、改質部（摩擦攪拌部）5 が形成される。この場合、改質部 5 は、板厚方向に溶接ビード部 4 を残して形成される。鋳物組織は脆性があるため、この部分に引張荷重や曲げ荷重がかかると破断しやすいが、摩擦攪拌による金属組織の改質部 5 を設けることにより、組織が微細化されて鋳物組織よりも接合強度を向上させることができる。

[0066] また、本実施形態では、攪拌ピン 31 を板厚方向に深く差し込む必要がない。これにより、攪拌ピン 31 に係る荷重を下げることができ、接合速度を速くすることができる。

[0067] 特に、自動車のフレーム部材等の被接合部材は厚いため、通常の摩擦攪拌接合の場合、非常に時間がかかるが、本実施形態の製造方法であれば、高い接合速度で被接合部材を接合することができる。

[0068] 一方、本実施形態のように、一旦溶融溶接（貫通溶接）を行い、凝固した溶接ビード部 4 を形成して、その後に摩擦攪拌により溶接ビード部 4 を改質

することにより、キッシングボンドの発生がなくなる。更には、攪拌ピン 31 の管理や差込深さの設定が簡単になる。

[0069] 又、溶接ビード部 4 に凹凸や引けがあっても、攪拌による接合部の流動で凹凸や引けが解消される。

[0070] 以上説明したように、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を互いに突き合わせて、段差のある突き合わせ部 3 を形成する工程と、段差のある側を表面としたときに、表面側から突き合わせ部 3 に向けてレーザビームを照射して突き合わせ部 3 を溶接し、突き合わせ部 3 の表面から裏面に連なる溶接ビード部 4 を形成する工程と、回転する接合ツール 33 によって溶接ビード部 4 を攪拌する工程と、を含む。そして、攪拌工程において、接合ツール 33 の軸芯 L を、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の表面に垂直な方向に対して第 1 アルミニウム部材側に傾斜させる。これにより、接合速度が速く、接合部の品質・外観や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

その他の構成及び作用については、第 1 実施形態のものと同様である。

[0071] なお、本実施形態においても、レーザ溶接に際して、必要に応じて、溶加材供給ノズル 22 から溶加材 23 を供給しながら溶接することが好ましい（図 7 参照）。

[0072] また、摩擦攪拌は、本実施形態のように、レーザビーム X が照射される側（表面側）だけで行うものに限らず、表面側と、該表面側と反対側（裏面側）の両面から行うものでもよい。即ち、図 9 に示す変形例のように、改質部 5 が表面側と裏面側の両面に形成されてもよい。

[0073] 又、接合ツール 33 は、図 11A～図 11C に例示するものを適宜使用することができる。好ましくは、ショルダー 32 が凸曲面形状を有する図 11A、図 11B のものが、溶融部を凹み状に滑らかにすることができるためプレス成形性が向上する。一方、図 11C に示す接合ツール 33 は、ショルダー 32 が軸芯に向かうに従って深くなる凹状のテーパ面を有するので、摩擦

攪拌時に軸芯側に溶接ビード部４の肉を集める効果がある。

[0074] さらに、図１１Ｂに示すように、接合ツール３３は、攪拌ピン３１を有さず、ショルダー３２のみからなる構成であってもよい。この場合、ショルダー３２のみで溶接ビード部４を攪拌するようになるので、当該攪拌を早い速度で行うことができるようになる。

なお、図１１Ａ、図１１Ｂに示すショルダー３２は、凸曲面形状に限らず、凸形状であればよく、凸状のテーパ面であってもよい。

[0075] （第３実施形態）

次に、本発明の第３実施形態に係るアルミニウム構造部材の製造方法について、図面を参照して詳細に説明する。第３実施形態も、第２実施形態と同様に、互いに接合される第１、第２アルミニウム部材１、２の板厚が互いに異なる場合に適用される製造方法である。具体的に、図１３Ａに示すように、第２アルミニウム部材２は、第１アルミニウム部材１よりも厚くなっている。第１、第２アルミニウム部材１、２は、板厚以外に関する点は、第１実施形態と同様である。

また、第３実施形態を実施するために使用される製造装置１０は、第１実施形態と同様に、定盤１１と、レーザ装置２０と、摩擦攪拌装置３０と、を備えると共に、定盤１１上に配置され、段付部を有する裏当て部材４０を、さらに備える。なお、製造装置１０の第１、第２実施形態と同一又は同等部分については、説明を省略或いは簡略化する。

[0076] 以下、第３実施形態のアルミニウム構造部材の製造方法の各工程について、図１２、図１３Ａ～図１３Ｃ、図１４を用いて説明する。

[0077] まず、図１３Ａに示すように、定盤１１に段付部を有する裏当て部材４０を配置し、その上に第１及び第２アルミニウム部材１、２とを突き合わせて、第１アルミニウム部材１の表面と、第２アルミニウム部材２の表面とが平坦な突き合わせ部３を形成する。これにより、第１及び第２アルミニウム部材１、２の裏面側に段差部が形成される。

[0078] ここで、「平坦な突き合わせ部」とは、第１及び第２アルミニウム部材１

、2の表面が、第1アルミニウム部材の板厚の30%以内の寸法で上下にずれている場合を含む。なお、平坦な定盤11上に、第2アルミニウム部材2を配置すると共に、突き合わせ部3に隣接して第1及び第2アルミニウム部材1、2の板厚差に相当する裏当て部材を定盤11上に配置し、該裏当て部材上に第1アルミニウム部材1を配置しても、平坦な突き合わせ部を得ることが出来る。また、裏当て部材は、突き合わせ部3において分割されて、各裏当て部材が第1及び第2アルミニウム部材1、2をそれぞれ載せるようにしてもよい。

[0079] そして、図13Bに示すように、その突き合わせ部3を平坦な表面側からレーザ溶接により接合して溶接ビード部4を形成する。この際、突き合わせ部3に未接合部が生じないように溶接ビード部4は、突き合わせ部3を表面から裏面に連なる、即ち、突き合わせ部3の板厚方向全体に亘って形成される。

[0080] これにより、図16に示すような、摩擦攪拌接合で生じることがある、いわゆるキッシングボンド部6（突き合わせ部の未接合部又は接合が著しく弱い部分）を発生することが防止できる。尚、裏当て部材40の材質は、C1020等の銅やセラミック等、アルミニウム接合材と接合しにくい材料が好適に用いられる。

[0081] 次に、図13Cに示すように、その溶接ビード部4に回転する接合ツール33（攪拌ピン31）を突き合わせ部3の軸線に沿って（第1及び第2アルミニウム部材1、2の表面に垂直）に差し込み、溶接ビード部4およびその周囲を摩擦攪拌する。

[0082] 溶接ビード部4は一旦溶融して凝固したものであるため鋳物組織となるが、摩擦攪拌により鋳物組織が改質され、図14に示すように、改質部（摩擦攪拌部）5が形成される。この場合、改質部5は、板厚方向に溶接ビード部4を残して形成される。鋳物組織は脆性があるため、この部分に引張荷重や曲げ荷重がかかると破断しやすいが、摩擦攪拌による金属組織の改質部5を設けることにより、組織が微細化されて鋳物組織よりも接合強度を向上させ

ることができる。

[0083] また、本実施形態では、攪拌ピン 31 を板厚方向に深く差し込む必要がない。これにより、攪拌ピン 31 に係る荷重を下げることができ、接合速度を速くすることができる。

[0084] 特に、自動車のフレーム部材等の被接合部材は厚いため、通常の摩擦攪拌接合の場合、非常に時間がかかるが、本実施形態の製造方法であれば、高い接合速度で被接合部材を接合することができる。

[0085] 一方、本実施形態のように、一旦溶融溶接（貫通溶接）を行い、凝固した溶接ビード部 4 を形成して、その後に摩擦攪拌により溶接ビード部 4 を改質することにより、キッシングボンドの発生がなくなる。更には、攪拌ピン 31 の管理や差込深さの設定が簡単になる。

[0086] 又、溶接ビード部 4 に凹凸や引けがあっても、攪拌による接合部の流動で凹凸や引けが解消される。

[0087] 以上説明したように、第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法によれば、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を裏当て部材 40 の上に配置した状態で、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を突き合わせて、第 1 アルミニウム部材 1 の表面と、第 2 アルミニウム部材 2 の表面とが平坦な突き合わせ部 3 を形成する工程と、突き合わせ部 3 に向けて第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の表面側からレーザビームを照射して突き合わせ部 3 を溶接し、突き合わせ部 3 の表面から裏面に連なる溶接ビード部 4 を形成する工程と、回転する接合ツール 33 によって溶接ビード部 4 を表面側から攪拌する工程と、を含む。これにより、接合速度が速く、接合部の品質・外観や接合強度に優れたアルミニウム構造部材の製造方法を提供することができる。

その他の構成及び作用については、第 1 または第 2 実施形態のものと同様である。

[0088] なお、本実施形態においても、レーザ溶接に際して、必要に応じて、溶加材供給ノズル 22 から溶加材 23 を供給しながら溶接することが好ましい（

図 1 2 参照)。

[0089] また、摩擦攪拌は、本実施形態のように、レーザビーム X が照射される側（表面側）だけで行うものに限らず、表面側と、該表面側と反対側（裏面側）の両面から行うものでもよい。即ち、図 1 5 C に示す変形例のように、改質部 5 が表面側と裏面側の両面に形成されてもよい。

この場合、上記実施形態と同様、図 1 3 C に示すように、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の表面側から溶接ビード部 4 を摩擦攪拌した後、該第 1 及び第 2 アルミニウム部材 2 を裏当て部材 4 0 から取り外し、接合した第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 を上下反転させ、図 1 5 A に示すように、定盤 1 1 上に載置する。そして、図 1 5 B に示すように、裏面の段差部を摩擦攪拌により流動させながら溶接ビード部 4 も攪拌して改質する。

[0090] その際、接合ツール 3 3 の軸芯 L を、第 1 アルミニウム部材 1 および第 2 アルミニウム部材 2 の裏面(図 1 5 B における上面)に対して垂直な方向から第 1 アルミニウム部材 1 側に角度 θ で傾斜させて第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 の段差部に押し付ける。なお、接合ツール 3 3 の傾斜角度 θ は、第 1 及び第 2 アルミニウム部材 1、2 の板厚差などに応じて設定されるが、例えば、該垂直な方向に対して 30° 以下の範囲内で傾けて設定される。

[0091] 回転する接合ツール 3 3 による攪拌と同時に、接合ツール 3 3 のショルダー 3 2 により第 1 アルミニウム部材 1 と第 2 アルミニウム部材 2 を段差なく滑らかにつなぐ形状が形成され、図 1 5 C に示すように、改質部（摩擦攪拌部）5 が形成される。この加工により接合部表面に強度低下の原因となる凹凸がなくなり、接合強度がより高くなる。

[0092] なお、反対面(裏面に相当)の段差部をテーパ状等の滑らかな形状に加工するものであれば、上記摩擦攪拌に限定されない。例えば、特許文献 6 で開示されているテーパのついた段付ロールによって滑らかな形状に加工されてもよい。

[0093] 又、第 3 実施形態においても、接合ツール 3 3 は、第 2 実施形態で説明し

た図 1 1 A～図 1 1 C に例示するものを適宜使用することができ、各接合ツール 3 3 は、第 2 実施形態で説明したものと同様の効果を奏する。

[0094] 尚、本発明は、上述した実施形態に限定されるものでなく、適宜、変形、改良などが可能である。

[0095] 例えば、上記実施形態では、レーザ溶接によって溶接ビード部 4 を形成しているが、本発明は、M I G 溶接によって溶接ビード部 4 を形成してもよい。したがって、溶接ビード部 4 を形成する場合の溶接熱源は、レーザ溶接のレーザヘッド 2 1 でもよいし、M I G 溶接の溶接トーチでもよい。

ただし、各実施形態において、M I G 溶接によって溶接ビード部 4 を形成する場合、溶接トーチの配置は、レーザ溶接のレーザヘッド 2 1 が配置される側と同じとなる。

即ち、第 2 実施形態では、溶接熱源である溶接トーチは、段差のある表面側に配置される。また、第 3 実施形態では、溶接熱源である溶接トーチは、平坦な突き合わせ部を形成する第 1 及び第 2 アルミニウム部材の表面側に配置される。

[0096] また、板厚が異なる第 1 アルミニウム部材と第 2 アルミニウム部材とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法については、第 2 及び第 3 実施形態のものに限定されない。即ち、板厚が異なる第 1 及び第 2 アルミニウム部材を用いる場合の製造方法において、第 1 及び第 2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、突き合わせ部を溶接し、突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、回転する接合ツールによって溶接ビード部を攪拌する工程と、を含むものであればよい。

実施例

[0097] (試験 1)

まず、試験 1 では、本発明の第 1 実施形態に係る製造方法による効果を確認するため、以下の試験を行った。

表 1 に示すように、試験に用いた材料は、板厚 3. 0 mm の A A 6 0 2 2 -

T4相当材（実施例1～3、5、6、比較例1、3、4）と板厚3.0mmのJIS A7075-T6（実施例4、比較例2）である。試験片の大きさは150mm×300mmで、300mmの方の端部同士を突き合わせて接合した。接合長は280mmである。

[0098] 次に、溶接にレーザ装置20を用いた場合について説明する。レーザは、発振器がIPGフォトンクス製YLS-6000とし、ヘッドや加工機は特注製で、集光レンズは焦点距離が450mm、集光径が $\phi 0.3$ mmとなる設定で溶接を実施した。

一方、MIG溶接の場合の溶接機は、溶接電源をダイヘン社製WB-P350とした。

摩擦攪拌装置30は、加工機が特注製で、接合ツール33は、図11Cに示すような攪拌ピン31を有する通常型で、SKD61相当材で作成したものをを用いた。接合ツール33は、攪拌深さが1mmの場合、ショルダー径11mm、プローブ径（ピン径） $\phi 4$ mm、高さ0.9mmのものと、攪拌深さが2mmの場合、ショルダー径13mm、プローブ径（ピン径） $\phi 5$ mm、高さ1.8mmのものをを用いた。

[0099] また、実施例5では、接合ツール33は、攪拌深さが0.5mmの場合、ショルダー径11mm（ピンなし）のものをを用いた。

さらに、実施例6では、接合ツール33は、ショルダー径12～13mm程度、プローブ径（ピン径） $\phi 4$ mm、高さ1.5mmのものをを用いた。

[0100]

[表1]

表 1

	第1材			第2材			施工条件		継手の形状	接合ツール		引張試験	裏曲げ試験		評価
	材質	調質	板厚 (mm)	材質	調質	板厚 (mm)	接合方法	接合速度 (cm/分)		シヨル ダー	ピン		伸び	評価	
実施例1	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦撹拌	200	図2D	通常型	有	○	○	○	A
実施例2	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦撹拌	200	図4A	通常型	有	○	○	○	A
実施例3	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦撹拌 (表裏両面)	200	図4B	通常型	有	◎	○	○	S
実施例4	JIS A7075	T6	3.0	JIS A7075	T6	3.0	レーザー+摩擦撹拌	200	図2D	通常型	有	○	○	○	A
実施例5	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦撹拌	240	図6B	通常型	有	○	○	○	A
実施例6	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	MIG+摩擦撹拌	150	図2D	通常型	無	○	○	○	A
比較例1	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	摩擦撹拌接合	80	摩擦撹拌接合部	通常型	有	○	○	×	C
比較例2	JIS A7075	T6	3.0	JIS A7075	T6	3.0	摩擦撹拌接合	80	摩擦撹拌接合部	通常型	有	○	○	×	C
比較例3	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザー	400	貫通ヒート	—	—	△	○	○	B
比較例4	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	レーザーシースト 摩擦撹拌接合	150	摩擦撹拌接合部	通常型	有	○	○	×	C
比較例5	AA6022相当	T4	3.0	AA6022相当	T4	3.0	MIG	150	貫通ヒート	—	—	△	○	○	B

- [0101] 実施例1～4のレーザ溶接の施工条件としては、レーザ出力5500W、溶接速度200cm/分で行い、溶加材はJIS A5356WY ϕ 1.2mmで供給速度は200cm/分である。摩擦攪拌は、回転速度2000rpmでレーザ照射位置から50mm離れた場所においてレーザ溶接と同時に同じ速度で加工した。なお、実施例5の施工条件は、溶接速度を240cm/分とした以外は、実施例1～4と同一とした。
- [0102] 実施例6のMIG溶接の施工条件としては、直流パルス方式とし、電流120A、電圧18V、溶接速度150cm/分とし、溶接トーチの前進角を10°とした。また、シールドガスとして、アルゴンガスを25L/minで使用し、溶加材としては、直径1.2mmのJIS A5356-WYを用いた。また、実施例6では、MIG溶接と同じ速度で、摩擦攪拌を行った。
- [0103] また、実施例1、4及び6では、上記実施形態のように、摩擦攪拌はレーザビームXが照射される側のみから行い、図2Dのような接合部を得た。実施例2では、第1変形例のように、摩擦攪拌はレーザビームXが照射される側（表面側）と反対側（裏面側）のみから行い、図4Aのような接合部を得た。実施例3では、第2変形例のように、摩擦攪拌は板厚方向の両側（表面側、裏面側）から行い、図4Bのような接合部を得た。実施例5では、第3変形例のように、接合ツール33のショルダー32のみで接合を行い、図6Bのような接合部を得た。
- [0104] また、比較例3のレーザのみの場合は、レーザ出力5500W、溶接速度400cm/分、溶加材はJIS A5356WY ϕ 1.2mmで供給速度は400cm/分で接合した。
- [0105] また、比較例1及び2の摩擦攪拌接合のみの場合は、ショルダー径14mm、プローブはM5、高さ2.7mmのSKD61相当材で作成したツールを用いて、回転数2200rpm、接合速度50cm/分で接合した。
- [0106] さらに、比較例4のレーザアシスト摩擦攪拌接合の場合は、レーザを先行させ摩擦攪拌接合を同時に行う方法で、接合速度は150cm/分、間隔は

10 mmとし、レーザはレーザ出力2000W、摩擦攪拌接合はショルダー径14 mm、プローブはM5、高さ2.7 mmのSKD61相当材で作成したツールを用いて回転数2200 rpmとした。

[0107] 比較例5のMIG溶接のみの場合は、直流パルス方式とし、電流120 A、電圧18 V、溶接速度150 cm/分、溶接トーチの前進角を10°とし、シールドガスとして、アルゴンガスを25 L/minで使用し、溶加材としては、直径1.2 mmのJIS A5356-WYを用いた。

[0108] 接合された継手は、接合線に対して垂直方向に切断し、幅25 mmの短冊片を3本、幅40 mmの短冊片を3本の計6本を採取した。幅25 mmの短冊片は引っ張り試験を行い、幅40 mmの短冊片は裏曲げ試験を実施した。

[0109] 引っ張り試験は当該試験片の長さ方向に引張を行う引張試験（ $n=3$ ）を行った。伸びはチャック間の伸びを計測し、その3回の測定結果の平均値を評価結果とした。

裏曲げ試験は、（JIS Z 3122:2013）の要領で型曲げ試験を行った。雄型の肩部の半径Rは $2t=6\text{ mm}$ で実施した。いずれも裏曲げ試験を行った。

[0110] 評価は、引っ張り試験では、同じ材料組合せでの摩擦攪拌接合の継手の伸びとの比較で、◎は優れる、○は同等、△はやや劣る、×はかなり劣る、とした。裏曲げ試験では、接合部外観を評価し、○は良好、△は小さな亀裂が散見される、×は幅全長に渡り亀裂が見られる、とした。総合評価は、Sが優良、Aが良で、Bはやや劣る、Cは劣る、とした。

[0111] 表1に示すように、本発明の範囲である実施例1～6では良好な結果が得られたことがわかる。一方、比較例1、2、4である摩擦攪拌接合では、いずれも裏曲げ試験によりキッシングボンド部6で亀裂が生じた。また、比較例3のレーザ溶接及び比較例5のMIG溶接では、引張試験において、実施例1～6や比較例1、2、4と比べて、低い評価となった。

[0112] （試験2）

次に、試験2では、本発明の第2実施形態の製造方法による効果を確認す

るため、以下の試験を行った。表 2 に示すように、試験片は、板厚 3.0 mm と板厚 1.5 mm の AA6022-T4 相当材（実施例 7～10、比較例 6～8）である。試験片のサイズは 150 mm×300 mm で、300 mm の方の端部同士を突き合わせて接合した。接合長は 280 mm である。

[0113] なお、溶接に用いたレーザ装置 20、MIG 溶接機、及び、摩擦攪拌装置 30 は、試験 1 で使用したものと同一である。

[0114] 実施例 7、9 の接合ツール 33 は、図 11 A に示すような、ショルダー径が 11 mm の凸形状のショルダー 32 を有し、プローブ径（ピン径）が $\phi 4$ mm の攪拌ピン 31 を有するものを用いた。一方、実施例 8 では、接合ツール 33 は、図 11 B に示すような、ショルダー径が 11 mm の凸形状のショルダー 32 を有し、攪拌ピン 31 がないものを用いた。

[0115]

[表2]

表2

	第1材			第2材			施工条件			継手の形状	接合ツール		引張試験	接合部外観		評価
	材質	調質	板厚 (mm)	材質	調質	板厚 (mm)	接合方法	接合速度 (cm/分)	シヨル ダー		ピン	伸び		評価		
実施例7	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザ＋摩擦攪拌	200	図8D	凸	有	○	○	○	A	
実施例8	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザ＋摩擦攪拌	240	図8D	凸	無	○	○	○	A	
実施例9	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザ＋摩擦攪拌 (表裏両面)	200	図9	凸	有	◎	○	○	S	
実施例10	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	MIG＋摩擦攪拌	150	図8D	凸	有	○	○	○	A	
比較例6	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	摩擦攪拌接合	80	摩擦攪拌接合部	凸	有	○	×	×	C	
比較例7	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザ	400	貫通ビード	凸	有	△	△	○～△	B	
比較例8	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	MIG	150	貫通ビード	—	—	△	△	△	C	

- [0116] 実施例 7～9 のレーザ溶接の施工条件としては、レーザ出力 5 5 0 0 W、溶接速度 2 0 0 c m / 分で行い、溶加材は J I S A 5 5 5 4 W Y、 ϕ 1. 2 m m で供給速度は 2 0 0 c m / 分で適用した。摩擦攪拌は、回転数 2 0 0 0 r p m でレーザ照射位置から 5 0 m m 離れた場所においてレーザ溶接と同時に同じ速度で加工した。なお、実施例 8 の施工条件は、溶接速度を 2 4 0 c m / 分とした以外は、実施例 7、9 と同一とした。
- [0117] 実施例 1 0 の M I G 溶接の施工条件としては、直流パルス方式とし、電流 1 2 0 A、電圧 1 8 V、溶接速度 1 5 0 c m / 分とし、溶接トーチの前進角を 10° とした。また、シールドガスとして、アルゴンガスを 2 5 L / m i n で使用し、溶加材としては、直径 1. 2 m m の J I S A 5 3 5 6 - W Y を用いた。また、実施例 1 0 では、M I G 溶接と同じ速度で、摩擦攪拌を行った。
- [0118] また、実施例 7、8 及び 1 0 では、上記実施形態のように、摩擦攪拌はレーザビーム X が照射される側のみから行い、図 8 D のような接合部を得た。実施例 9 では、図 9 に示す変形例のように、摩擦攪拌は、レーザビーム X が照射される側（表面側）と、該表面側と反対側（裏面側）の両方から行なわれた。
- [0119] また、比較例 6 の摩擦攪拌接合のみの場合は、ショルダー径 1 4 m m、プローブ（攪拌ピン）は M 5、高さ 2. 7 m m の S K D 6 1 相当材で作成した接合ツールを用いて、回転数 2 2 0 0 r p m、接合速度 8 0 c m / 分で接合した。
- [0120] また、比較例 7 のレーザのみの場合は、レーザ出力 5 5 0 0 W、溶接速度 4 0 0 c m / 分、溶加材は J I S A 5 5 5 4 W Y、 ϕ 1. 2 m m で供給速度は 4 0 0 c m / 分で接合した。
- [0121] 比較例 8 の M I G 溶接のみの場合は、直流パルス方式とし、電流 1 2 0 A、電圧 1 8 V、溶接速度 1 5 0 c m / 分、溶接トーチの前進角を 10° とし、シールドガスとして、アルゴンガスを 2 5 L / m i n で使用し、溶加材としては、直径 1. 2 m m の J I S A 5 3 5 6 - W Y を用いた。

[0122] なお、引張強度、外観評価及び総合評価の評価方法は、試験１と同様である。

[0123] 表２に示すように、本発明の範囲である実施例７～１０では良好な結果が得られたことがわかる。一方、比較例６は接合を摩擦攪拌接合のみで行ったため、接合部の外観性に劣り、又、キッシングボンド部が生じたため引張強度が劣った。

[0124] また、比較例７のレーザ溶接では、引張試験が若干劣り、接合部に若干の凹凸が見られたため実施例７～１０に比べて低い評価となった。比較例８のＭＩＧ溶接では、引張試験、裏曲げ試験の両方において、実施例７～１０と比べて、低い評価となった。

[0125] (試験３)

次に、試験３では、本発明の第３実施形態の製造方法による効果を確認するため、以下の試験を行った。表３に示すように、試験片は、板厚３．０ｍｍと板厚１．５ｍｍのＡＡ６０２２－Ｔ４相当材（実施例１１～１４、比較例９～１１）である。試験片のサイズは１５０ｍｍ×３００ｍｍで、３００ｍｍの方の端部同士を突き合わせて接合した。接合長は２８０ｍｍである。

[0126] なお、溶接に用いたレーザ装置２０、ＭＩＧ溶接機、及び、摩擦攪拌装置３０は、試験１で使用したものと同一である。

[0127] 実施例１１、１３及び１４の接合ツール３３は、図１１Ａに示すような、ショルダー径が１１ｍｍの凸形状のショルダー３２を有し、プローブ径（ピン径）がφ４ｍｍの攪拌ピン３１を有するものを用いた。一方、実施例１２では、接合ツール３３は、図１１Ｂに示すような、ショルダー径が１１ｍｍの凸形状のショルダー３２を有し、攪拌ピン３１がないものを用いた。

[0128]

[表3]

表3

	第1材			第2材			施工条件		継手の形状	ソール		引張試験	接合部外観		評価
	材質	調質	板厚 (mm)	材質	調質	板厚 (mm)	接合方法	接合速度 (cm/分)		ショルダー	ピン		伸び	評価	
実施例11	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦攪拌	200	図14	凸	有		○	○	A
実施例12	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦攪拌	240	図14	凸	無		○	○	A
実施例13	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザー+摩擦攪拌 (表裏両面)	200	図15C	凸	有	◎	◎	○	S
実施例14	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	MIG+摩擦攪拌	150	図14	凸	有		○	○	A
比較例9	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	摩擦攪拌接合	80	摩擦攪拌接合部	凸	有		○	×	C
比較例10	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	レーザー	400	貫通ビード	凸	有		△	○~△	B
比較例11	AA6022相当	T4	1.5	AA6022相当	T4	3.0	MIG	150	貫通ビード	—	—		△	△	B

- [0129] 実施例 11、13 の施工条件としては、レーザ溶接が、レーザ出力 5500 W、溶接速度 200 cm/分で行い、溶加材は JIS A5554 WY、 $\phi 1.2$ mm で供給速度は 200 cm/分 で適用した。摩擦攪拌は、回転数 2000 rpm でレーザ照射位置から 50 mm 離れた場所においてレーザ溶接と同時に同じ速度で加工した。なお、実施例 12 の施工条件は、溶接速度を 240 cm/分とした以外は、実施例 11、13 と同一とした。
- [0130] 実施例 14 の MIG 溶接の施工条件としては、直流パルス方式とし、電流 120 A、電圧 18 V、溶接速度 150 cm/分とし、溶接トーチの前進角を 10° とした。また、シールドガスとして、アルゴンガスを 25 L/min で使用し、溶加材としては、直径 1.2 mm の JIS A5356-WY を用いた。また、実施例 14 では、MIG 溶接と同じ速度で、摩擦攪拌を行った。
- [0131] また、実施例 11、12、14 では、上記実施形態のように、摩擦攪拌はレーザビーム X が照射される側のみから行い、図 14 のような接合部を得た。実施例 13 では、図 15 C に示す変形例のように、摩擦攪拌はレーザビーム X が照射される側（表面側）と、該表面側と反対側（裏面側）の両方から行なわれた。
- [0132] また、比較例 9 の摩擦攪拌接合のみの場合は、ショルダー径 14 mm、プローブ（攪拌ピン）は M5、高さ 2.7 mm の SKD61 相当材で作成した接合ツールを用いて、回転数 2200 rpm、接合速度 50 cm/分で接合した。
- [0133] また、比較例 10 のレーザのみの場合は、レーザ出力 5500 W、溶接速度 400 cm/分、溶加材は JIS A5554 WY、 $\phi 1.2$ mm で供給速度は 400 cm/分 で接合した。
- [0134] 比較例 11 の MIG 溶接のみの場合は、直流パルス方式とし、電流 120 A、電圧 18 V、溶接速度 150 cm/分、溶接トーチの前進角を 10° とし、シールドガスとして、アルゴンガスを 25 L/min で使用し、溶加材としては、直径 1.2 mm の JIS A5356-WY を用いた。

[0135] なお、引張強度、外観評価及び総合評価の評価方法は、試験１と同様である。

[0136] 表３に示すように、本発明の範囲である実施例１１～１４では良好な結果が得られたことがわかる。一方、比較例９は接合を摩擦攪拌接合のみで行ったため、接合部の外観性に劣り、又、キッシングボンド部が生じたため引張強度が劣った。

[0137] また、比較例１０のレーザ溶接では、引張試験が若干劣り、接合部に若干の凹凸が見られたため実施例１１～１４に比べて低い評価となった。比較例１１のＭＩＧ溶接では、引張試験、裏曲げ試験の両方において、実施例１１～１４と比べて、低い評価となった。

[0138] 本発明は、２０１６年１１月２２日出願の日本特許出願（特願２０１６－２２６８８３）、２０１６年１１月２２日出願の日本特許出願（特願２０１６－２２６８８４）、２０１７年６月９日出願の日本特許出願（特願２０１７－１１４４０２）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

符号の説明

- [0139]
- １ 第１アルミニウム部材
 - ２ 第２アルミニウム部材
 - ３ 突き合わせ部
 - ４ 溶接ビード部
 - ５ 改質部
 - １０ 製造装置
 - １１ 定盤
 - ２０ レーザ装置
 - ２１ レーザヘッド
 - ３０ 摩擦攪拌装置
 - ３１ 攪拌ピン
 - ３２ ショルダー

3 3 接合ツール

4 0 裏当て部材

請求の範囲

- [請求項1] 第1 アルミニウム部材と第2 アルミニウム部材とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法であって、
- 前記第1 及び第2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、
- 前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、
- 回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、
- を含むアルミニウム構造部材の製造方法。
- [請求項2] 前記攪拌工程は、板厚方向に前記溶接ビード部を残して摩擦攪拌部を形成する請求項1 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。
- [請求項3] 前記接合ツールは、ショルダーと、当該ショルダーの先端部に配設された攪拌ピンとを有し、前記攪拌工程は、前記溶接ビード部に前記接合ツールの攪拌ピンを差し込んで、前記ショルダー及び前記攪拌ピンによって、前記溶接ビード部を攪拌する請求項1 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。
- [請求項4] 前記攪拌ピンが、前記第1 及び第2 アルミニウム部材の板厚方向のいずれか一方の側から前記溶接ビード部に差し込まれる請求項3 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。
- [請求項5] 前記攪拌ピンが、前記第1 及び第2 アルミニウム部材の板厚方向の両側から前記溶接ビード部に差し込まれる請求項3 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。
- [請求項6] 板厚が異なる第1 アルミニウム部材と第2 アルミニウム部材とが接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法であって、
- 前記第1 及び第2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて突き合わせ部を形成する工程と、
- 前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、

回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、を含むアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項7]

第1 アルミニウム部材と該第1 アルミニウム部材よりも厚い第2 アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法であって、

前記第1 及び前記第2 アルミニウム部材を互いに突き合わせて、段差のある突き合わせ部を形成する工程と、

前記段差のある側を表面としたときに、前記表面側に溶接熱源を配置して、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、

回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を攪拌する工程と、を含み、

前記攪拌工程において、前記接合ツールの軸芯を、前記第1 及び第2 アルミニウム部材の前記表面に垂直な方向に対して前記第1 アルミニウム部材側に傾斜させるアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項8]

第1 アルミニウム部材と該第1 アルミニウム部材よりも厚い第2 アルミニウム部材とが突合せ接合されて成るアルミニウム構造部材の製造方法であって、

少なくとも前記第1 アルミニウム部材を裏当て部材の上に配置した状態で、前記第1 及び第2 アルミニウム部材を突き合わせて、前記第1 アルミニウム部材の表面と、前記第2 アルミニウム部材の表面とが平坦な突き合わせ部を形成する工程と、

前記第1 及び第2 アルミニウム部材の表面側に溶接熱源を配置して、前記突き合わせ部を溶接し、前記突き合わせ部の表面から裏面に連なる溶接ビード部を形成する工程と、

回転する接合ツールによって前記溶接ビード部を前記表面側から攪拌する工程と、を含むアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項9]

前記溶接ビード部が攪拌された前記第1 及び第2 アルミニウム部材

から前記裏当て部材を取り外す工程と、

回転する前記接合ツールによって前記溶接ビード部を前記裏面側から攪拌する工程と、をさらに含み、

前記裏面側からの攪拌工程において、前記接合ツールの軸芯を、前記第 1 及び第 2 アルミニウム部材の前記裏面に垂直な方向に対して前記第 1 アルミニウム部材側に傾斜させる請求項 8 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項10] 前記溶接ビード部は、レーザ溶接により形成される請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

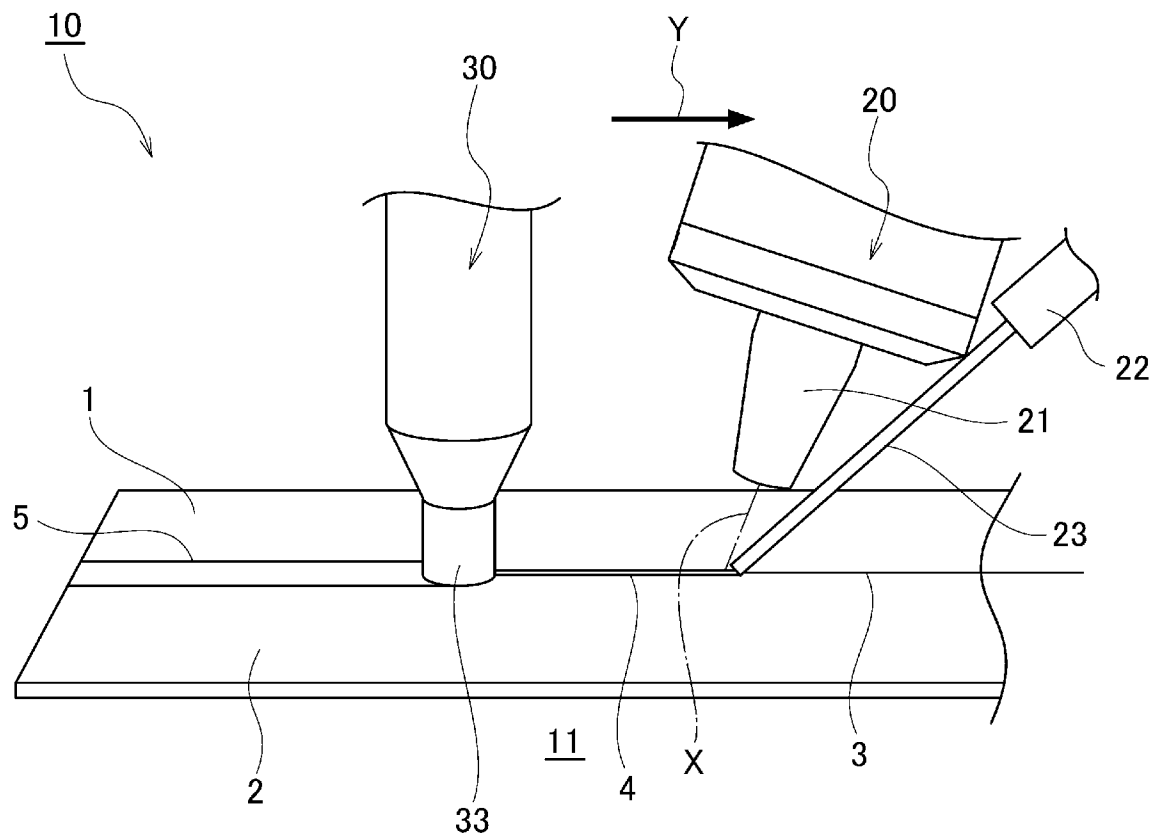
[請求項11] 前記溶接ビード部を形成する工程において、溶加材を供給しながらレーザビームを照射する請求項 10 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項12] 前記接合ツールのショルダーが凸形状である請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

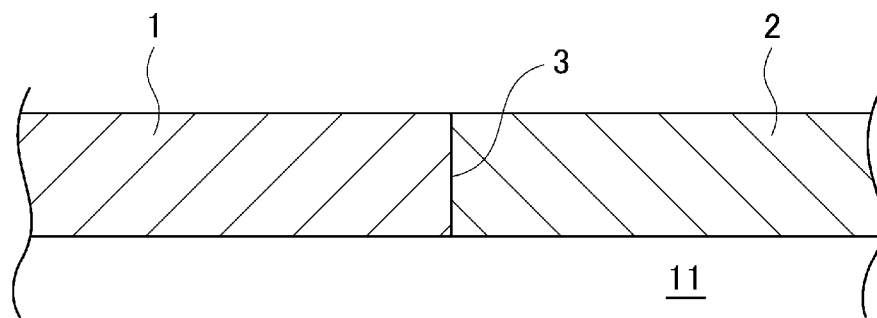
[請求項13] 前記接合ツールのショルダーが凸形状である請求項 10 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

[請求項14] 前記接合ツールのショルダーが凸形状である請求項 11 に記載のアルミニウム構造部材の製造方法。

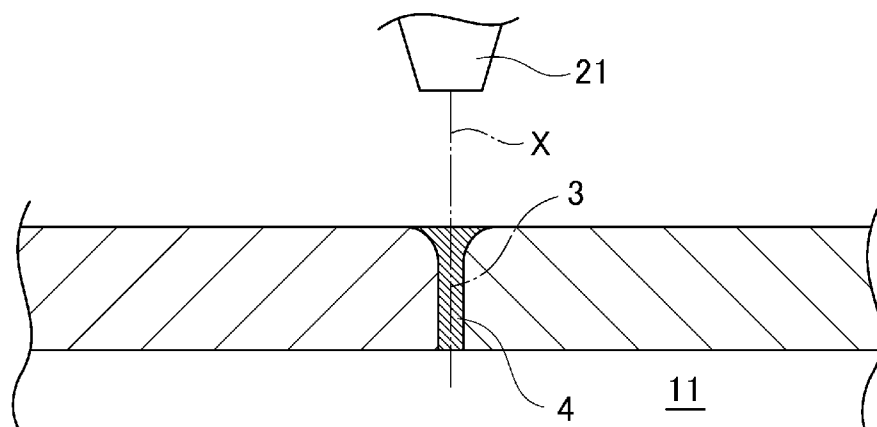
[図1]



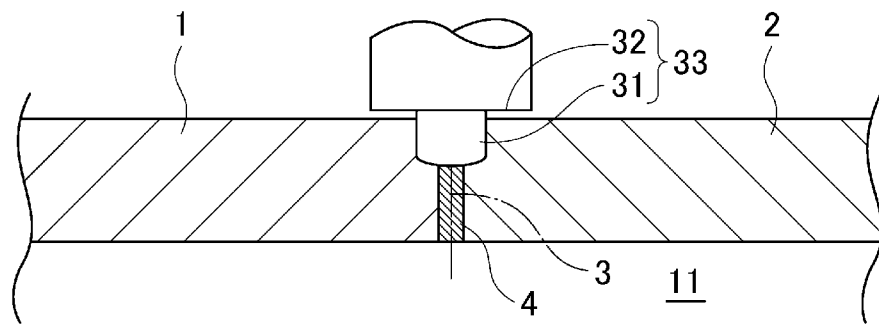
[図2A]



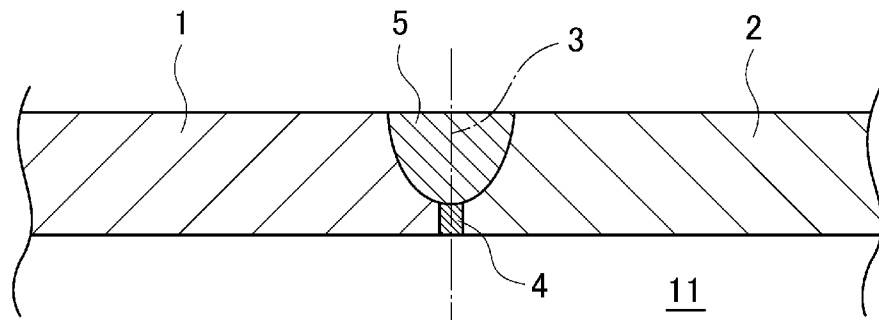
[図2B]



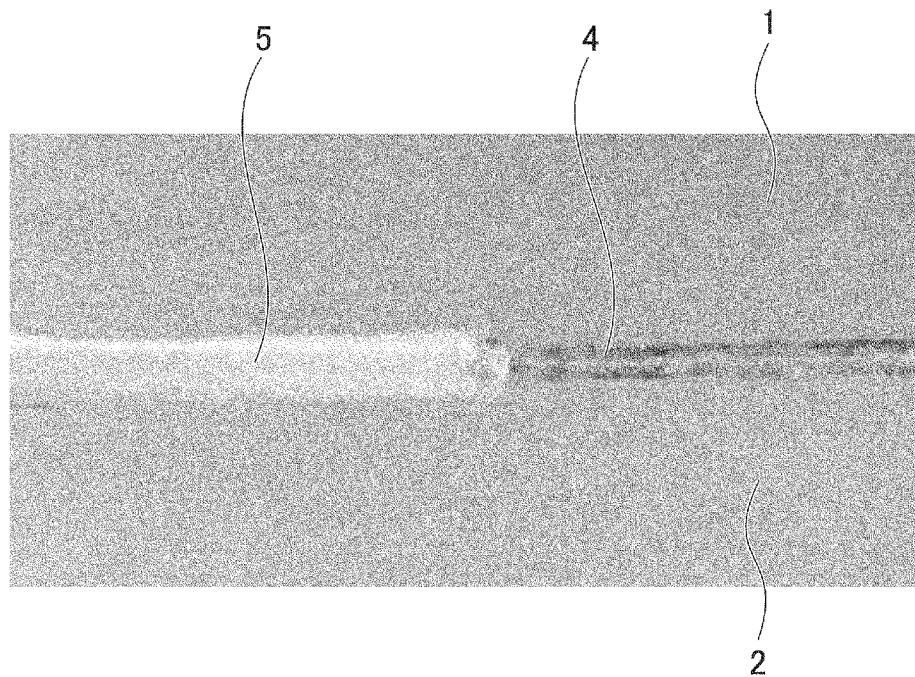
[図2C]



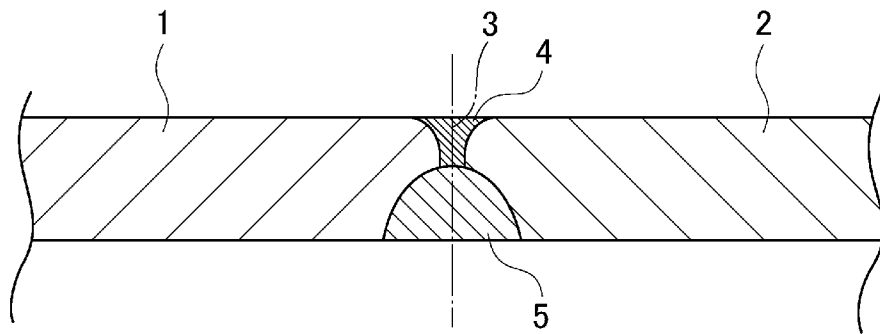
[図2D]



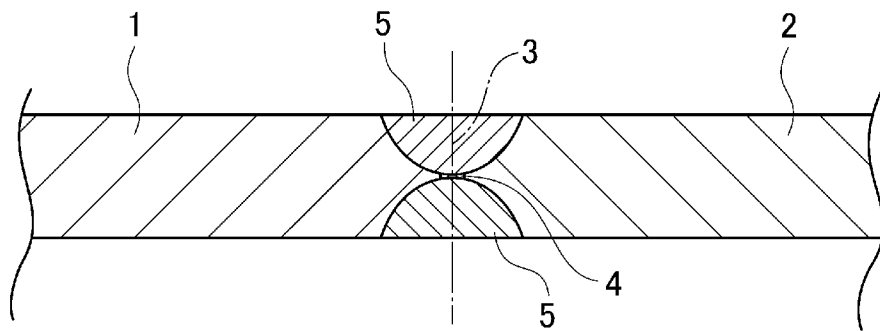
[図3]



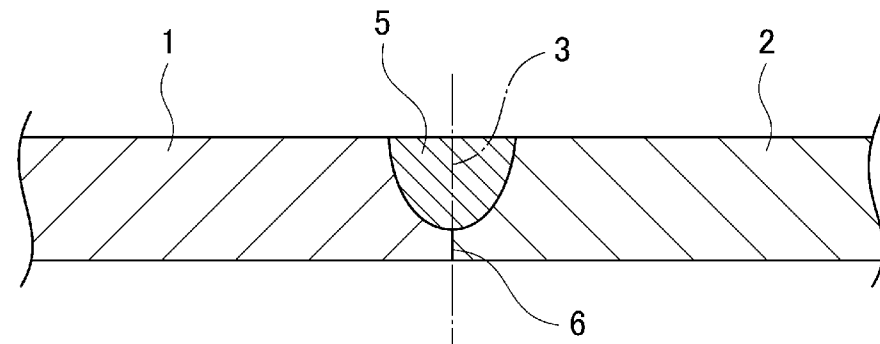
[図4A]



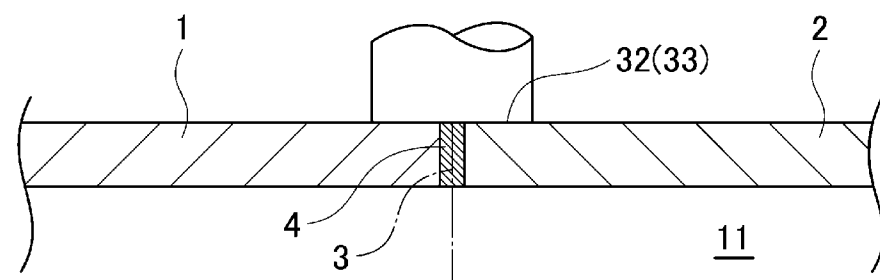
[図4B]



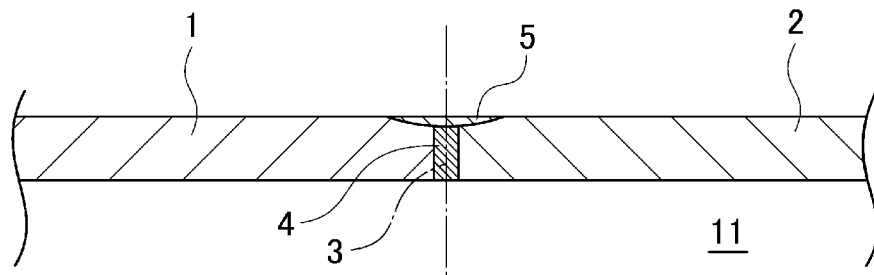
[図5]



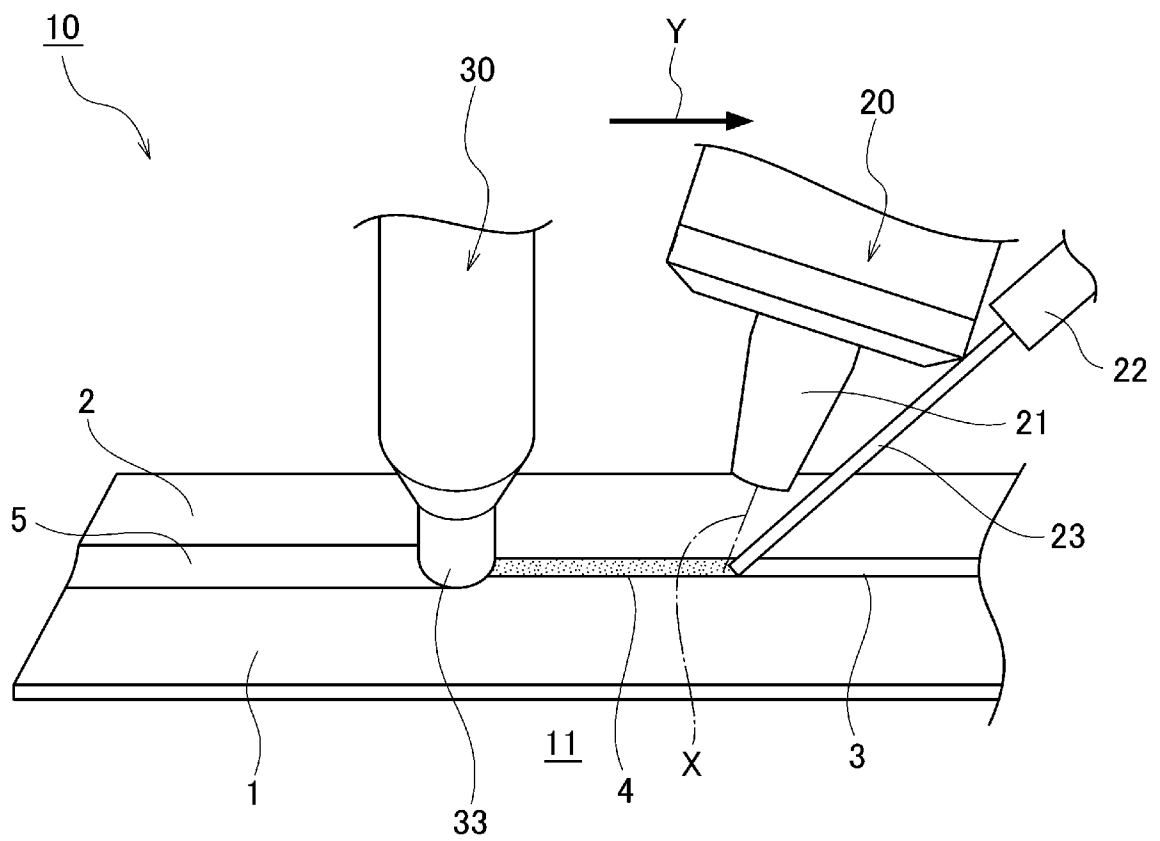
[図6A]



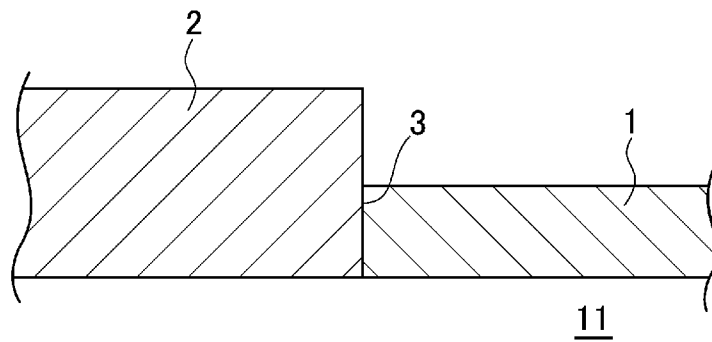
[図6B]



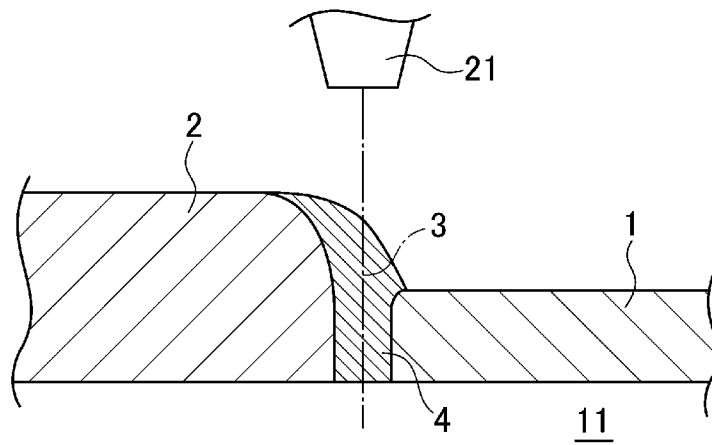
[図7]



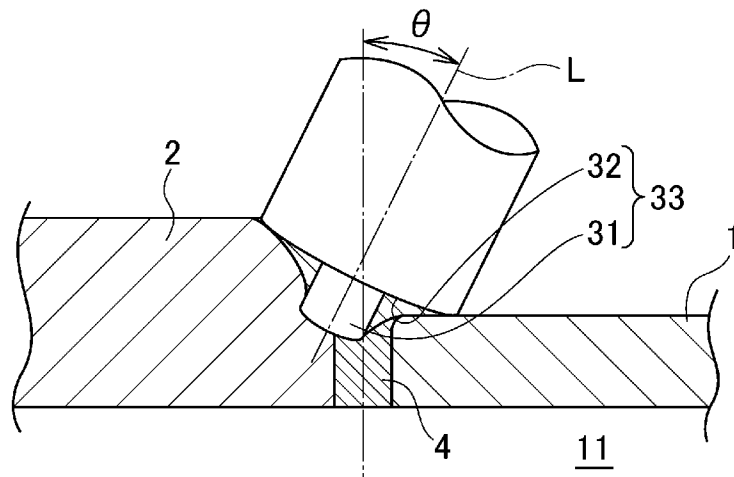
[図8A]



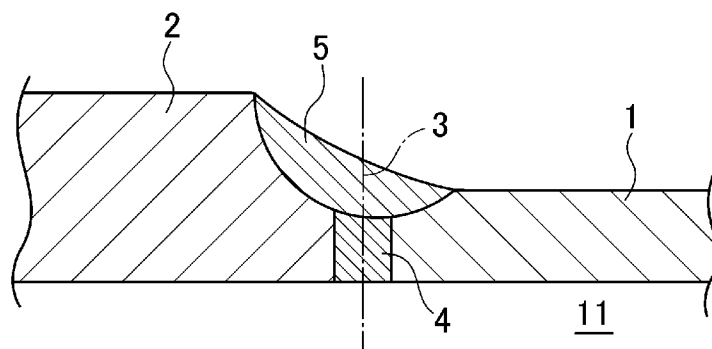
[図8B]



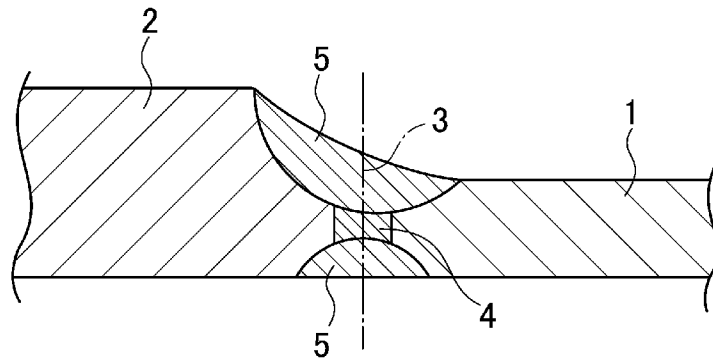
[図8C]



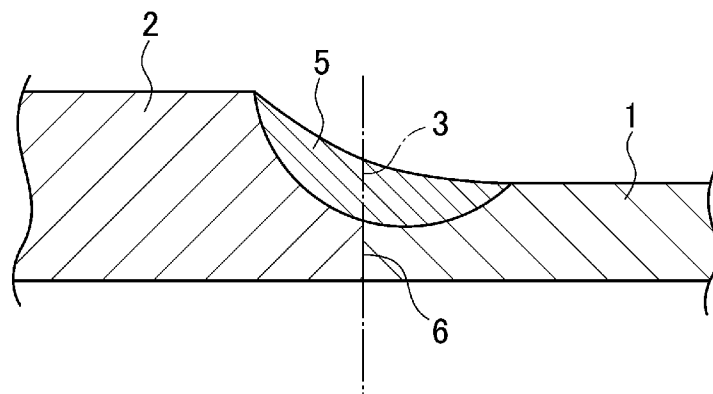
[図8D]



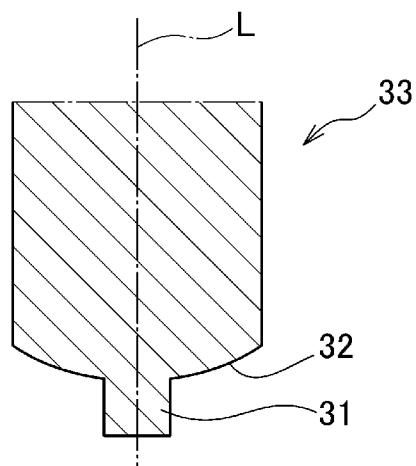
[図9]



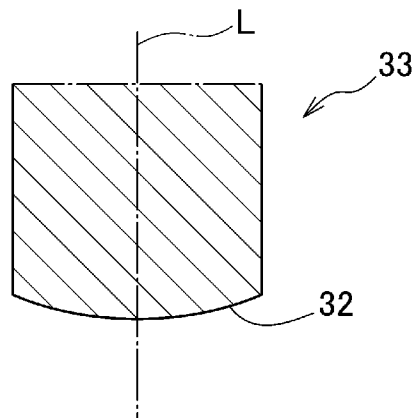
[図10]



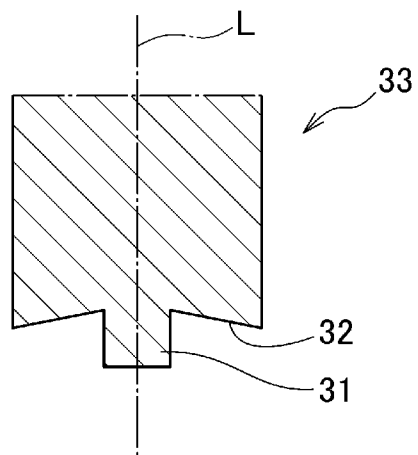
[図11A]



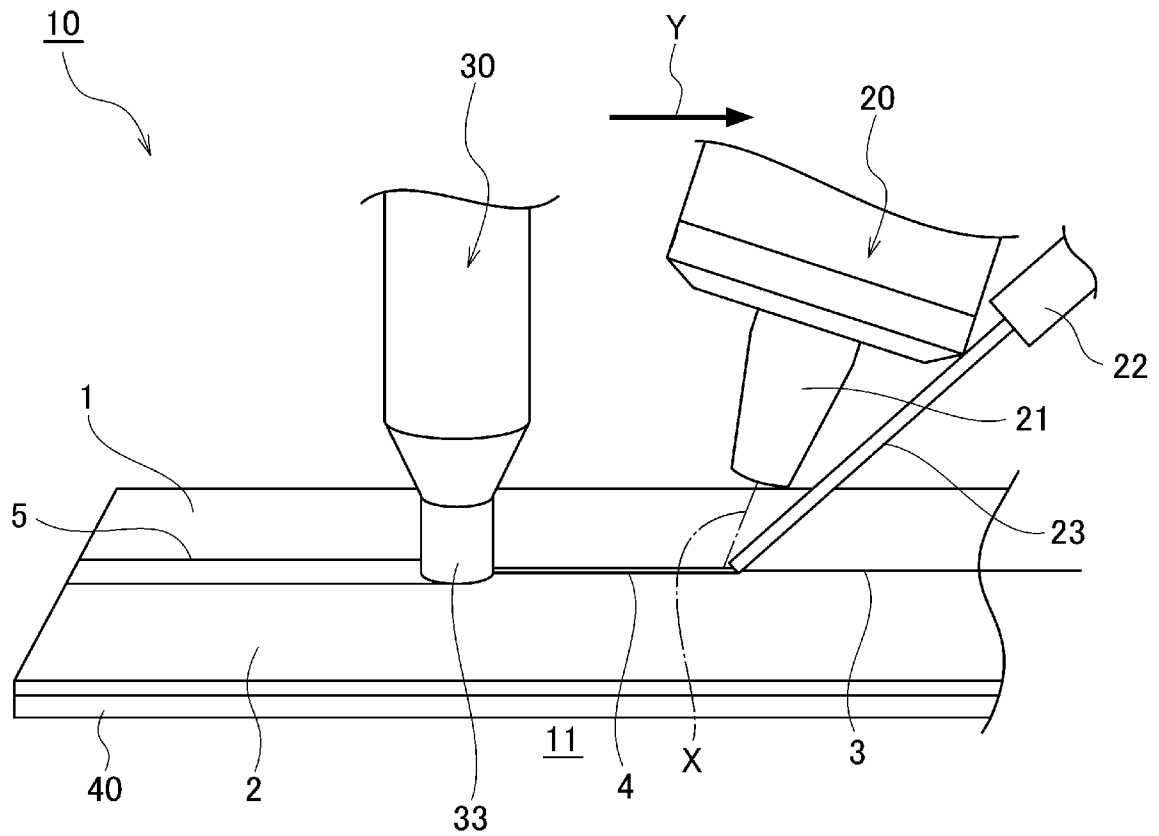
[図11B]



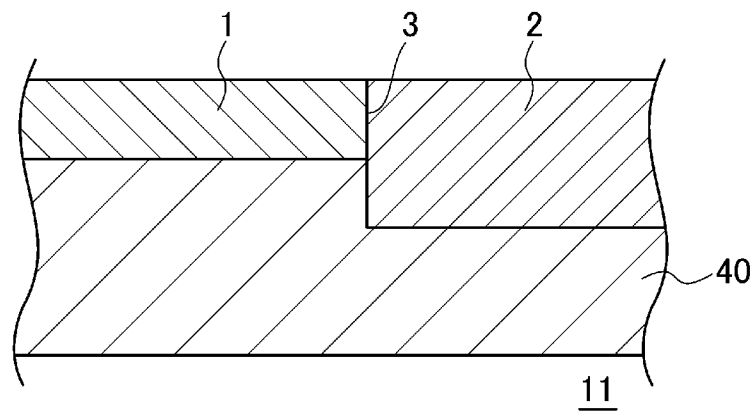
[図11C]



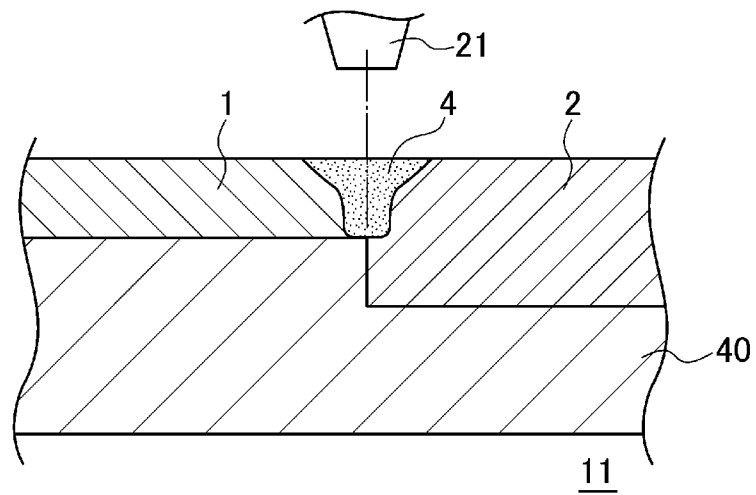
[図12]



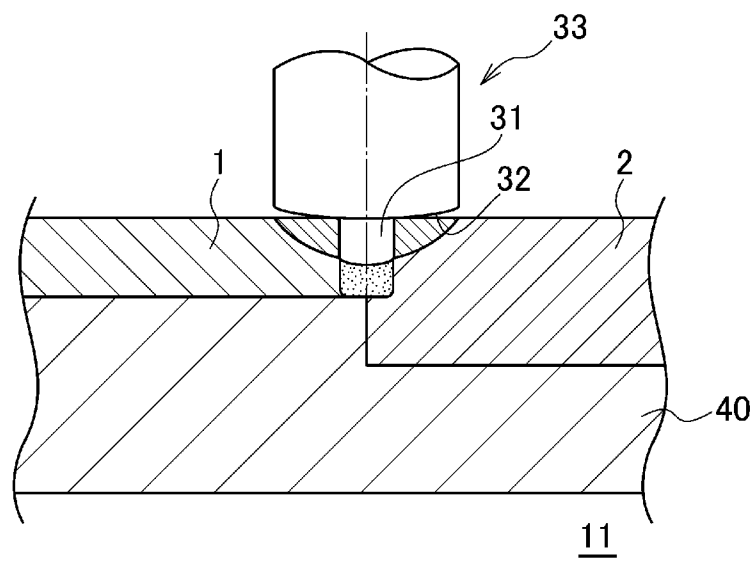
[図13A]



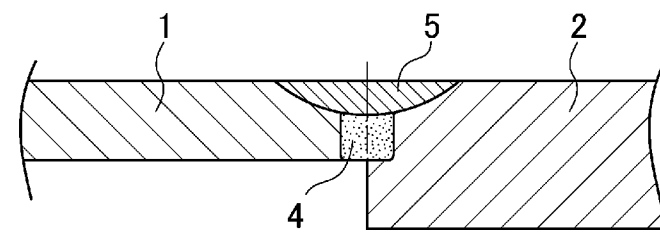
[図13B]



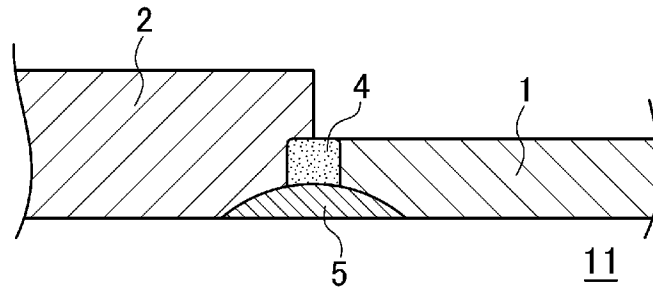
[図13C]



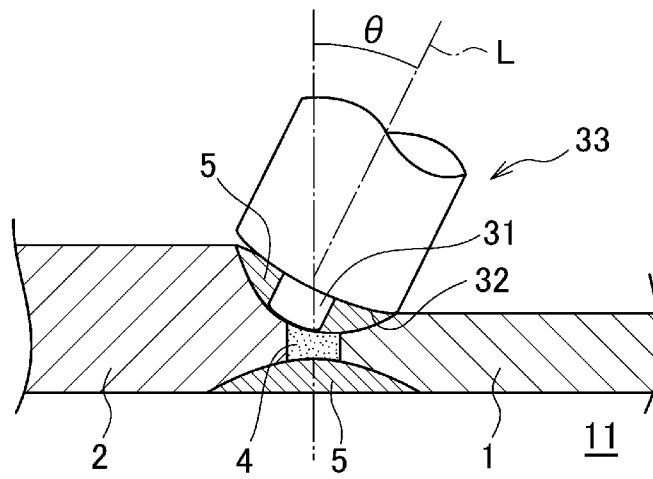
[図14]



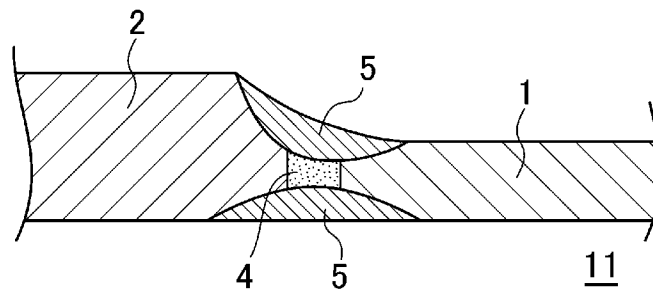
[図15A]



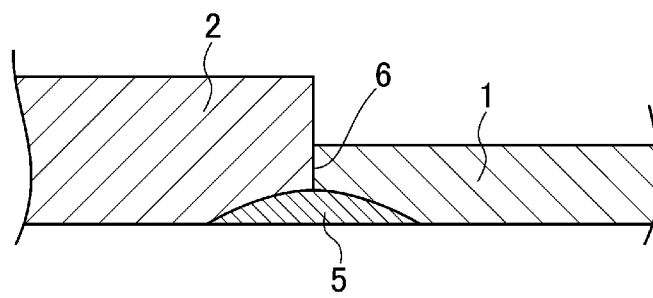
[図15B]



[図15C]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037608

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K26/346 (2014.01) i, B23K20/12 (2006.01) i, B23K26/21 (2014.01) i, B23K26/32 (2014.01) i, B23K31/00 (2006.01) i, B23K103/10 (2006.01) n

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. B23K26/346, B23K20/12, B23K26/21, B23K26/32, B23K28/02, B23K31/00, B23K103/10

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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

DWPI (Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-102895 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 05 June 2014, paragraphs [0012]-[0040], fig. 1-6(b) (Family: none)	1-14
Y	US 6854632 B1 (LARSSON, R.) 15 February 2005, column 3, line 60 to column 5, line 7, fig. 3a, 3b & WO 1999/032254 A1 & EP 0928659 A1	1-14
Y	CN 103008896 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03 April 2013, paragraphs [0010]-[0013], fig. 1 (Family: none)	5, 9-14



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

15 November 2017

Date of mailing of the international search report

28 November 2017

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/JP2017/037608

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/147204 A1 (MITSUBISHI-HITACHI METALS MACHINERY, INC.) 01 November 2012, paragraphs [0221]-[0226], [0228], [0229], fig. 31-33, 37, 38 & EP 2703110 A1, paragraphs [0222]-[0227], [0229], [0230], fig. 31-33, 37, 38 & CN 103501953 A	6-14
Y	JP 2012-148297 A (CALSONIC KANSEI CORPORATION) 09 August 2012, paragraph [0030], fig. 9 (Family: none)	8-14
Y	JP 2014-200846 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 27 October 2014, claim 7 & US 2014/0299581 A1, claim 7 & EP 2786828 A1 & CN 104096984 A	11, 14
Y	JP 2012-086267 A (FURUKAWA-SKY ALUMINUM CORP.) 10 May 2012, paragraph [0020], fig. 1(A) (Family: none)	12-14
P, X	JP 2017-119305 A (KOBE STEEL, LTD.) 06 July 2017, claims 1, 3-6 (Family: none)	1, 3-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B23K26/346(2014.01)i, B23K20/12(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/32(2014.01)i,
B23K31/00(2006.01)i, B23K103/10(2006.01)n

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. B23K26/346, B23K20/12, B23K26/21, B23K26/32, B23K28/02, B23K31/00, B23K103/10

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

DWPI (Derwent Innovation)

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	JP 2014-102895 A (株式会社豊田自動織機) 2014.06.05, 段落 0012-0040, 図 1-6(b) (ファミリーなし)	1-14
Y	US 6854632 B1 (LARSSON, Rolf) 2005.02.15, 第3コラム第60行-第 5コラム第7行, 図 3a-3b & WO 1999/032254 A1 & EP 0928659 A1	1-14
Y	CN 103008896 A (中国科学院半导体研究所) 2013.04.03, 段落 0010-0013, 図 1 (ファミリーなし)	5, 9-14

☑ 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
「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

15.11.2017

国際調査報告の発送日

28.11.2017

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)

篠原 将之

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

3P

3226

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
Y	WO 2012/147204 A1 (三菱日立製鉄機械株式会社) 2012. 11. 01, 段落 0221-0226, 0228-0229, 図 31-33, 37-38 & EP 2703110 A1, 段落 0222-0227, 0229-0230, 図 31-33, 37-38 & CN 103501953 A	6-14
Y	JP 2012-148297 A (カルソニックカンセイ株式会社) 2012. 08. 09, 段落 0030, 図 9 (ファミリーなし)	8-14
Y	JP 2014-200846 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2014. 10. 27, 請求項 7 & US 2014/0299581 A1, 請求項 7 & EP 2786828 A1 & CN 104096984 A	11, 14
Y	JP 2012-086267 A (古河スカイ株式会社) 2012. 05. 10, 段落 0020, 図 1(A) (ファミリーなし)	12-14
P, X	JP 2017-119305 A (株式会社神戸製鋼所) 2017. 07. 06, 請求項 1, 3-6 (ファミリーなし)	1, 3-6