

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

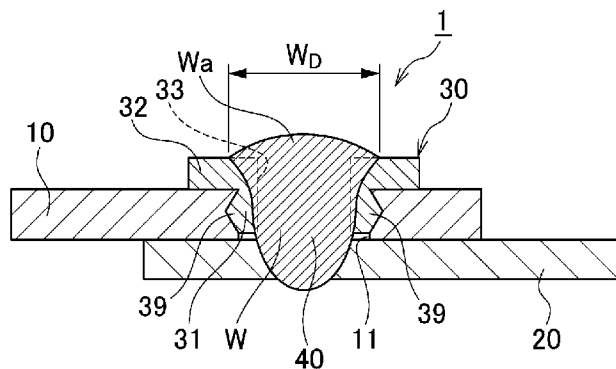
WO 2020/084971 A1

- (51) 国際特許分類:

<i>B23K 9/23</i> (2006.01)	<i>B23K 9/167</i> (2006.01)
<i>B23K 9/007</i> (2006.01)	<i>B23K 9/173</i> (2006.01)
<i>B23K 9/14</i> (2006.01)	<i>B23K 10/02</i> (2006.01)
- (72) 発明者: 鈴木 励一(SUZUKI Reiichi).
- (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).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036831
- (22) 国際出願日: 2019年9月19日(19.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-199373 2018年10月23日(23.10.2018) 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, 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.
- (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).

(54) Title: ARC WELDING METHOD FOR JOINING DISSIMILAR MATERIALS, JOINING ASSIST MEMBER, DISSIMILAR MATERIAL WELDED JOINT, AND PLATE MATERIAL EQUIPPED WITH JOINING ASSIST MEMBER

(54) 発明の名称: 異材接合用アーク溶接法、接合補助部材、異材溶接継手、及び、接合補助部材付き板材



(57) Abstract: Provided is an arc welding method for joining dissimilar materials, including steel to an aluminum alloy or to a magnesium alloy, that allows dissimilar materials to be strongly and highly reliably joined to one another using inexpensive arc welding equipment. The dissimilar material welded joint (1) includes an aluminum alloy or a magnesium alloy top plate (10), a steel bottom plate (20) that has been arc welded to the top plate (10), and a steel joining assist member (30). The top plate (10) has a circular hole (11) facing the overlapping surface of the bottom plate (20). The joining assist member (30) has a stepped outer shape including an axial portion (31) and a flange portion (32), and has a hollow portion (33) formed therein that traverses the axial portion (31) and the flange portion (32), and the outer peripheral surface of the axial portion (31) is provided with at least one protruding portion (39) for press-fitting. The joining assist member (30) is press-fitted into the hole (11) of the top plate (10), and the hollow portion (33) is filled with an iron alloy or an Ni alloy welding metal (40).



WO 2020/084971 A1

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : アルミニウム合金又はマグネシウム合金と、鋼との異材を、安価なアーク溶接設備を用いて、強固かつ信頼性の高い品質で接合できる、異材接合用アーク溶接法を提供する。異材溶接継手 (1) は、アルミニウム合金又はマグネシウム合金製の上板 (10) と、上板 (10) にアーク溶接された、鋼製の下板 (20) と、鋼製の接合補助部材 (30) と、を備える。上板 (10) は、下板 (20) との重ね合わせ面に臨む円形の穴 (11) を有する。接合補助部材 (30) は、軸部 (31) とフランジ部 (32) とを持った段付きの外形形状を有し、軸部 (31) の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部 (39) が設けられ、軸部 (31) 及びフランジ部 (32) を貫通する中空部 (33) が形成される。接合補助部材 (30) は、上板 (10) の穴 (11) に圧入され、中空部 (33) は、鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属 (40) で充填される。

明 細 書

発明の名称：

異材接合用アーク溶接法、接合補助部材、異材溶接継手、及び、接合補助部材付き板材

技術分野

[0001] 本発明は、異材接合用アーク溶接法、接合補助部材、異材溶接継手、及び、接合補助部材付き板材に関する。

背景技術

[0002] 自動車を代表とする輸送機器には、（a）有限資源である石油燃料消費、（b）燃焼に伴って発生する地球温暖化ガスであるCO₂、（c）走行コストといった各種の抑制を目的として、走行燃費の向上が常に求められている。その手段としては、電気駆動の利用など動力系技術の改善の他に、車体重量の軽量化も改善策の一つである。軽量化には現在の主要材料となっている鋼を、軽量素材であるアルミニウム合金、マグネシウム合金、炭素繊維などに置換する手段がある。しかし、全てをこれら軽量素材に置換するには、高コスト化や強度不足になる、といった課題があり、解決策として鋼と軽量素材を適材適所に組み合わせた、いわゆるマルチマテリアルと呼ばれる設計手法が注目を浴びている。

[0003] 鋼と上記軽量素材を組み合わせるには、必然的にこれらを接合する箇所が出てくる。鋼同士やアルミニウム合金同士、マグネシウム合金同士では容易である溶接が、異材では極めて困難であることが知られている。この理由として、鋼とアルミニウムあるいはマグネシウムの溶融混合部には、極めて脆い性質である金属間化合物（IMC）が生成し、引張や衝撃といった外部応力で溶融混合部が容易に破壊してしまうことにある。このため、抵抗スポット溶接法やアーク溶接法といった溶接法が異材接合には採用できず、他の接合法を用いるのが一般的である。鋼と炭素繊維の接合も、後者が金属ではないことから溶接を用いることができない。

[0004] 従来の異材接合技術の例としては、鋼素材と軽量素材の両方に貫通穴を設けてボルトとナットで上下から拘束する手段があげられる。また、他の例としては、かしめ部材を強力な圧力をかけて片側から挿入し、かしめ効果によって拘束する手段が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0005] さらに、他の例としては、アルミ合金素材に鋼製の接合部材をポンチとして押し込むことで穴あけと接合部材を仮拘束し、次に鋼素材と重ね合わせ、上下両方から銅電極にて挟み込んで、圧力と高電流を瞬間的に与えて鋼素材と接合部材を抵抗溶接する手段が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

[0006] また、他の例としては、摩擦攪拌接合ツールを用いてアルミ合金と鋼の素材同士を直接接合する手段も開発されている（例えば、特許文献3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2002-174219号公報

特許文献2：日本国特開2009-285678号公報

特許文献3：日本国特許第5044128号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、ボルトとナットによる接合法は、鋼素材と軽量素材が閉断面構造を構成するような場合（図35A参照）、ナットを入れることができず適用できない。また、適用可能な開断面構造の継手の場合（図35B、図35C参照）でも、ナットを回し入れるのに時間を要し能率が悪いという課題がある。

[0009] また、特許文献1に記載の接合法は、比較的容易な方法ではあるが、鋼の強度が高い場合には、かしめ部材を挿入できない問題があり、かつ、接合強度は摩擦力とかしめ部材の剛性に依存するので、高い接合強度が得られないという課題がある。また、かしめ部材の挿入に際しては表と裏の両側から治

具で押さえ込む必要があるため、閉断面構造には適用できないという課題もある。

[0010] さらに、特許文献2に記載の接合法も、閉断面構造には適用できず、また、抵抗溶接法は設備が非常に高価であるという課題がある。

[0011] 特許文献3に記載の接合法は、アルミ合金素材を低温領域で塑性流動させながら鋼素材面に圧力をかけることで、両素材が溶融し合うことがなく、金属間化合物の生成を防止しながら金属結合力が得られるとされ、鋼と炭素繊維も接合可能という研究成果もある。しかしながら、本接合法も閉断面構造には適用できず、また高い圧力を必要とするので機械的に大型となり、高価であるという課題がある。また、接合力としてもそれほど高くない。

[0012] したがって、既存の異材接合技術は、(i) 部材や開先形状が開断面構造に限定される、(ii) 接合強度が低い、(iii) 設備コストが高価である、といった一つ以上の問題を持っている。このため、種々の素材を組み合わせたマルチマテリアル設計を普及させるためには、(i') 開断面構造と閉断面構造の両方に適用できる、(ii') 接合強度が十分に高く、かつ信頼性も高い、(iii') 低コストである、という全ての要素を兼ね備えた、使いやすい新技術が求められている。

[0013] 本発明は、前述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、アルミニウム合金（以下「Al合金」とも言う）若しくはマグネシウム合金（以下、「Mg合金」とも言う）と鋼の異材を、既に世に普及している安価なアーク溶接設備を用いて、強固かつ信頼性の高い品質で接合でき、かつ開断面構造にも閉断面構造にも制限無く適用できる、異材接合用アーク溶接法、接合補助部材、異材溶接継手、及び、接合補助部材付き板材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] ここで、Al合金若しくはMg合金と鋼を溶融接合させようとする、上述したように金属間化合物（IMC）の生成が避けられない。一方、鋼同士の溶接は最も高い接合強度と信頼性を示すことは、科学的にも実績的にも自

明である。

そこで、本発明者らは、鋼同士の溶接を結合力として用い、さらに拘束力を利用して異材の接合を達成する手段を考案した。

[0015] したがって、本発明の上記目的は、異材接合用アーク溶接法に係る下記（1）の構成により達成される。

（1） アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の第1の板と、鋼製の第2の板と、を接合する異材接合用アーク溶接法であって、

前記第1の板に円形の穴を空ける工程と、

軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径より大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材を、前記第1の板の穴に圧入する工程と、

前記第1の板と前記第2の板を重ね合わせる工程と、

以下の（a）～（e）のいずれかの手法によって、前記接合補助部材の中空部を溶接金属で充填すると共に、前記第2の板及び前記接合補助部材を溶接する工程と、を備える異材接合用アーク溶接法。

（a）鉄合金、又は、Ni合金の前記溶接金属が得られる溶接ワイヤを溶極として用いるガスシールドアーク溶接法。

（b）前記溶接ワイヤを溶極として用いるノンガスアーク溶接法。

（c）前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるガスタングステンアーク溶接法。

（d）前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるプラズマアーク溶接法。

（e）鉄合金、又は、Ni合金の前記溶接金属が得られる被覆アーク溶接棒を溶極として用いる被覆アーク溶接法。

[0016] また、異材接合用アーク溶接法に係る本発明の好ましい実施形態は、以下の(2)～(11)に関する。

(2) 前記第2の板には、絞り加工により膨出部が形成されており、

前記重ね合わせ工程において、前記第2の板の膨出部が、前記第1の板の穴内に配置される、(1)に記載の異材接合用アーク溶接法。

(3) 前記重ね合わせ工程の前に、前記第1の板と前記第2の板の少なくとも一方の重ね合せ面には、前記穴の周囲に、全周に亘って接着剤を塗布する工程を、さらに備える、(1)又は(2)に記載の異材接合用アーク溶接法。

(4) 前記圧入工程において、前記接合補助部材と、該接合補助部材と対向する前記第1の板との間の少なくとも一方の対向面に、接着剤を塗布する、(1)～(3)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(5) 前記圧入工程の際、又は、前記充填溶接工程後に、前記接合補助部材と、前記第1の板の表面との境界部に接着剤を塗布する、(1)～(4)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(6) 前記接合補助部材の軸部の高さ P_{H1} は、前記第1の板の板厚 B_H の100%以上100%以下である、(1)～(5)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(7) 前記少なくとも2つの突起部の最外径部と接する最大円の直径 P_{D1} 、又は、前記1つの突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径 P_{D1} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上125%以下である、(1)～(6)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(8) 前記接合補助部材の軸部の外径 P_{D0} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し80%以上104%以下である、(1)～(7)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(9) 前記接合補助部材のフランジ部の幅 P_{D2} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上である、(1)～(8)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(10) 前記接合補助部材のフランジ部の厚さ P_{H2} は、前記第1の板の板厚 B_H の50%以上150%以下である、(1)～(9)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

(11) 前記充填溶接工程において、前記接合補助部材の表面上に余盛りが形成され、かつ前記余盛りの直径 W_D が、前記接合補助部材の中空部の直径 P_S に対し、105%以上となる、(1)～(10)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法。

[0017] また、本発明の上記目的は、接合補助部材に係る下記(12)の構成により達成される。

(12) (1)～(11)のいずれかに記載の異材接合用アーク溶接法に用いられ、

鋼製で、軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記軸部の最大外径及び前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい、接合補助部材。

[0018] また、本発明の上記目的は、異材溶接継手に係る下記(13)の構成により達成される。

(13) アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の第1の板と、該第1の板にアーク溶接された、鋼製の第2の板と、を備える異材溶接継手であって、

前記第1の板は、前記第2の板との重ね合わせ面に臨む円形の穴を有し、
軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径より大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最

大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する最大円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材をさらに備え、

前記接合補助部材の軸部は、前記圧入用突起部を介して前記第1の板に設けられた穴内に固定され、

前記接合補助部材の中空部は、鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属で充填されると共に、前記溶接金属と、溶融された前記第2の板及び前記接合補助部材の一部とによって溶融部が形成される、異材溶接継手。

[0019] また、異材溶接継手に係る本発明の好ましい実施形態は、以下の(14)～(23)に関する。

(14) 前記第1の板の穴内には、前記第2の板に形成された膨出部が配置される、(13)に記載の異材溶接継手。

(15) 前記第1の板と前記第2の板の少なくとも一方の前記重ね合せ面には、前記穴の周囲に、全周に亘って設けられた接着剤を備える、(13)又は(14)に記載の異材溶接継手。

(16) 前記接合補助部材と、該接合補助部材と対向する前記第1の板との間の少なくとも一方の対向面に設けられた接着剤を備える、(13)～(15)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(17) 前記接合補助部材と、前記第1の板の表面との境界部に設けられた接着剤を備える、(13)～(16)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(18) 前記接合補助部材の軸部の高さ P_{H1} は、前記第1の板の板厚 B_H の10%以上100%以下である、(13)～(17)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(19) 前記少なくとも2つの突起部の最外径部と接する最大円の直径 P_{D1} 、又は、前記1つの突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径 P_{D1} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上125%以下である、(13)～(18)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(20) 前記接合補助部材の軸部の外径 P_{D0} は、前記第1の板の穴の直径

B_{Dx} に対し80%以上104%以下である、(13)～(19)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(21) 前記接合補助部材のフランジ部の幅 P_{D2} は、前記第1の板の穴の直径 B_{Dx} に対し105%以上である、(13)～(20)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(22) 前記接合補助部材のフランジ部の厚さ P_{H2} は、前記第1の板の板厚 B_H の50%以上150%以下である、(13)～(21)のいずれかに記載の異材溶接継手。

(23) 前記接合補助部材の表面上に余盛りが形成され、かつ前記余盛りの直径 W_D が、前記接合補助部材の中空部の直径 P_s に対し、105%以上となる、(13)～(22)のいずれかに記載の異材溶接継手。

[0020] また、本発明の上記目的は、接合補助部材付き板材に係る下記(24)の構成により達成される。

(24) 鋼製の板材とアーク溶接することで異材溶接継手を形成可能な接合補助部材付き板材であって、

円形の穴を有するアルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の板材と

、
軸部と、フランジ部と、を持った段付きの外形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記板材の穴の直径より大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材と、を備え、

前記接合補助部材は、前記圧入用突起部が前記板材に設けられた穴内に圧入されることで、前記板材に取り付けられている、接合補助部材付き板材。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金と、鋼との

異材を、安価なアーク溶接設備を用いて、強固かつ信頼性の高い品質で接合でき、かつ開断面構造にも閉断面構造にも制限無く適用できる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1A]本発明の一実施形態に係る異材溶接継手の斜視図である。
- [図1B]図1AのI-I線に沿った異材溶接継手の断面図である。
- [図2A]本実施形態の接合補助部材の斜視図である。
- [図2B]本実施形態の接合補助部材の側面図、及びI-I線に沿った断面図である。
- [図3A]接合補助部材の第1変形例の要部側面図である。
- [図3B]接合補助部材の第2変形例の要部側面図である。
- [図3C]接合補助部材の第3変形例の要部側面図である。
- [図3D]接合補助部材の第4変形例の要部側面図である。
- [図3E]接合補助部材の第5変形例の要部側面図である。
- [図3F]接合補助部材の第6変形例の要部側面図である。
- [図3G]接合補助部材の第7変形例の要部側面図である。
- [図3H]接合補助部材の第8変形例の要部側面図である。
- [図3I]接合補助部材の第9変形例の要部側面図である。
- [図4A]接合補助部材の第10変形例の斜視図である。
- [図4B]接合補助部材の第11変形例の斜視図である。
- [図5A]接合補助部材の第12変形例の側面図、及びVa-Va線に沿った断面図である。
- [図5B]接合補助部材の第13変形例の側面図、及びVb-Vb線に沿った断面図である。
- [図5C]接合補助部材の第14変形例の側面図、及びVc-Vc線に沿った断面図である。
- [図5D]接合補助部材の第15変形例の側面図、及びVd-Vd線に沿った断面図である。
- [図5E]接合補助部材の第16変形例の側面図、及びVe-Ve線に沿った断面図である。

面図である。

[図6A]接合補助部材の第17変形例の斜視図である。

[図6B]第17変形例の接合補助部材を用いた異材溶接継手の図1Bに対応する断面図である。

[図7A]接合補助部材の第18変形例の正面図である。

[図7B]接合補助部材の第19変形例の正面図である。

[図7C]接合補助部材の第20変形例の正面図である。

[図7D]接合補助部材の第21変形例の正面図である。

[図8A]実施形態の異材接合用アーク溶接法の穴開け作業を示す図である。

[図8B]実施形態の異材接合用アーク溶接法の圧入作業を示す図である。

[図8C]実施形態の異材接合用アーク溶接法の重ね合わせ作業を示す図である。

[図8D]実施形態の異材接合用アーク溶接法の溶接作業を示す図である。

[図9A]余盛りが形成されない異材溶接継手を示す断面図である。

[図9B]図9Aの異材溶接継手に板厚方向（3次元方向）の外部応力が作用した状態を示す断面図である。

[図10]余盛りが形成された異材溶接継手に板厚方向（3次元方向）の外部応力が作用した状態を示す断面図である。

[図11A]溶接金属の溶込みを説明するための異材溶接継手の断面図である。

[図11B]溶接金属の溶込みを説明するための異材溶接継手の断面図である。

[図12A]アルミ製の上板と鋼製の下板を重ねて貫通溶接した比較例としての異材溶接継手の斜視図である。

[図12B]図12Aの異材溶接継手の断面図である。

[図13A]図12Aの異材溶接継手にせん断引張が作用した状態を示す断面図である。

[図13B]図13Aの異材溶接継手を示す斜視図である。

[図14A]図12Aの異材溶接継手に上下剥離引張が作用した状態を示す断面図である。

[図14B]図14Aの異材溶接継手を示す斜視図である。

[図15A]穴を有するアルミ製の上板と鋼製の下板を重ねて貫通溶接した比較例としての異材溶接継手の斜視図である。

[図15B]図15Aの異材溶接継手の断面図である。

[図16A]図15Aの異材溶接継手にせん断引張が作用した状態を示す断面図である。

[図16B]図15Aの異材溶接継手にせん断引張が作用し、接合部が90°近くずれた状態を示す斜視図である。

[図17A]図15Aの異材溶接継手に上下剥離引張が作用した状態を示す断面図である。

[図17B]図17Aの異材溶接継手を示す斜視図である。

[図18A]本実施形態の異材溶接継手の断面図である。

[図18B]図18Aの異材溶接継手に上下剥離引張が作用した状態を示す斜視図である。

[図19A]本実施形態の異材溶接継手にせん断引張が作用した状態を示す断面図である。

[図19B]金属間化合物が生成された本実施形態の異材溶接継手にせん断引張が作用した状態を示す断面図である。

[図20A]上板と下板との間に空隙が存在するアーク溶接前の状態を示す上板、下板、及び接合補助部材の断面図である。

[図20B]アーク溶接後の状態を熱収縮力と共に示す異材溶接継手の断面図である。

[図21]突起部がなく、軸部の直径が小さすぎる接合補助部材を用いた異材溶接継手にせん断方向の応力が作用した状態を示す断面図である。

[図22A]本実施形態の異材溶接継手の断面図である。

[図22B]図22AのXX'—XX'線に沿った断面図である。

[図23]上向き姿勢でアーク溶接が施されている状態を示す図である。

[図24]接合補助部材の第2変形例を示す側面図である。

[図25] 接合補助部材の寸法関係を説明するための上板、下板、及び接合補助部材の断面図である。

[図26A] 異材接合用アーク溶接法の第1変形例を説明するための上板と下板の斜視図である。

[図26B] 異材接合用アーク溶接法の第1変形例を説明するための上板と下板の断面図である。

[図27A] 異材接合用アーク溶接法の第2変形例を説明するための上板と下板の斜視図である。

[図27B] 異材接合用アーク溶接法の第2変形例を説明するための上板と下板の断面図である。

[図28A] 異材接合用アーク溶接法の第3変形例を説明するための上板、下板、及び接合補助部材の斜視図である。

[図28B] 異材接合用アーク溶接法の第3変形例を説明するための上板、下板、及び接合補助部材の断面図である。

[図29A] 異材接合用アーク溶接法の第4変形例を説明するための異材溶接継手の斜視図である。

[図29B] 異材接合用アーク溶接法の第4変形例を説明するための異材溶接継手の断面図である。

[図30A] 図3Cの第3変形例の接合補助部材を示す上面図、側面図、及び下面図である。

[図30B] 接合補助部材の第23変形例を示す上面図、側面図、及び下面図である。

[図30C] 接合補助部材の第24変形例を示す上面図、側面図、及び下面図である。

[図31] 接合補助部材の第25変形例を示す側面図である。

[図32] 接合補助部材の第26変形例を示す側面図である。

[図33] 異材接合用アーク溶接法の第5変形例を説明するための断面図である。

。

[図34A]図33の下板に膨出部を絞り加工する前の状態を示す図である。

[図34B]図33の下板に膨出部が絞り加工された後の状態を示す図である。

[図35A]本実施形態の異材溶接継手が適用された閉断面構造を示す斜視図である。

[図35B]本実施形態の異材溶接継手が適用された、L字板と平板による開断面構造を示す斜視図である。

[図35C]本実施形態の異材溶接継手が適用された、2枚の平板による開断面構造を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の一実施形態に係る異材接合用アーク溶接法、接合補助部材、異材溶接継手、及び、接合補助部材付き板材を図面に基づいて詳細に説明する。

[0024] 本実施形態の異材接合用アーク溶接法は、互いに重ね合わせられる、アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の上板10（第1の板）と、鋼製の下板20（第2の板）とを、鋼製の接合補助部材30を介して、後述するアーク溶接法によって接合することで、図1A及び図1Bに示すような異材溶接継手1を得るものである。

[0025] 上板10には、板厚方向に貫通して、下板20の重ね合わせ面に臨む円形の穴11が設けられており、この穴11に接合補助部材30が圧力をかけて挿入される。

[0026] 図2A及び図2Bに示すように、接合補助部材30は、上板10の穴11内に配置される軸部31と、上板10の上面に配置され、軸部31に対して外向きのフランジ部32と、を持った段付きの外形形状を有する。また、軸部31の外周面には、少なくとも1つ（本実施形態では、4つ）の圧入用突起部39が設けられている。接合補助部材30には、軸部31及びフランジ部32を貫通する円形の中空部33が形成されている。

[0027] また、後述するように、フランジ部32の幅 P_{D2} は、上板10の穴11の直径 B_D より大きく設定されている（図25A参照）。また、複数の突起部3

9の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} も、上板10の穴11の直径 B_D より大きく設定されている。

[0028] 突起部39は、接合補助部材30の軸部31を上板10の穴11内にかしめ拘束力をもって固定するため、軸部31と上板10の穴11との間の隙間を無くすこと、及び軸部31の挿入性を考慮して羽根状に形成される。すなわち、軸部31の最大外径 P_{D0} は、上板10の穴11の直径 B_D より小さくし、一方、突起部39を上板10の穴11の壁面に食い込ませて、部分的に上記隙間を無くす。また、突起部39の形状は、挿入性を考慮して、軸部31の先端部からフランジ部側に向けて徐々に径方向幅が増加するほうが好ましい。さらに、突起部39の円周方向の厚みが薄いので、上板10の穴11に対して線接触に近い状態になり、さほどの押し込み圧力の上昇をもたらさない。

[0029] 突起部39の形状は、図2A及び図2Bに示すような2等辺三角形でもよいが、図3A～図3Iに示すように、他の形状の三角形状、長方形、部分円形、台形などが典型的で、その形状に制限はない。また、突起部39は、フランジ部32の下面とも接続されていることで、突起部39の強度を向上できる。さらに、突起部39は、図2Aに示すように、軸部31の軸方向に平行でもよいし、図4Aに示すように軸方向に対して傾きを持たせてもよい。この場合、接合補助部材30を回転させながら圧入するのに好適である。また、図4Bに示すように、突起部39は、基部から先端部に向けて円周方向幅が狭くなるような山形状であってもよい。

[0030] また、突起部39の数は、図2に示すような4枚に限定されず、少なくとも1枚あればよく、上限は特に設ける必要はない。すなわち、図5A～図5Eに示すように、1枚、2枚、3枚、6枚、8枚の突起部39を有するものであってもよい。ただし、突起部39の枚数が増えると、上板10の穴11との接触面積が増えて挿入に必要な圧力が上がるので、必要以上に突起部39の数を増やすべきではない。突起部39の数は、8枚以下とするのが望ましい。

なお、図5Aに示すように、突起部39が1つの場合には、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} も、上板10の穴11の直径 B_D より大きく設定される。

[0031] また、接合補助部材30は、上述した突起部39の数、及び形状を任意に組み合わせて設計することができる。例えば、図6Aに示すような、3つの直角三角形の突起部39を有する接合補助部材30を構成してもよい。図6Bは、図6Aの接合補助部材30を用いた場合の異材溶接継手1の図1Bに対応する断面図である。また、突起部39における機能は、上述した接合補助部材30のいずれであっても実質的に変わらないため、任意の接合補助部材30を用いて以降の説明を行っている。

[0032] さらに、接合補助部材30のフランジ部32の外形形状は、図2A及び図2Bに示すような円形に限定されず、溶接後に上板10に空けられた穴11を塞いでいれば、任意の形状とすることができる。例えば、図7A～図7Dに示す四角形以上の多角形でもよい。また、図7Bに示すように、多角形の角部を丸くしてもよい。

なお、これらの接合補助部材30では、後述するフランジ部32の幅 P_{D2} は、最も短い対向面間距離で規定される。また、フランジ部32が円形の場合には、外径をフランジ部32の幅 P_{D2} とする。

[0033] このように、接合補助部材30が上板10に圧入されることで、軸部31は、上板10の穴11内に固定される。複数の突起部39が円周方向に等間隔に設けられる場合には、軸部31及び中空部33は上板10の穴11と同軸上に位置している。一方、1つの突起部39が軸部31に設けられる場合は、軸部31及び中空部33は上板10の穴11にオフセットして位置している。

[0034] また、接合補助部材30の中空部33には、アーク溶接によってフィラー材（溶接材料）が溶融した、鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属40が充填されると共に、溶接金属40と、溶融された下板20及び接合補助部材30の一部とによって溶融部Wが形成される。したがって、溶融部Wは、上板1

0の穴11内にも配置されて、接合補助部材30と下板20とを溶接しており、これによって、上板10と下板20とが接合される。

[0035] 以下、異材溶接継手1を構成する異材接合用アーク溶接法について、図8A～図8Dを参照して説明する。

まず、図8Aに示すように、上板10に穴11を空ける穴開け作業を行う(ステップS1)。次に、図8Bに示すように、接合補助部材30を、上板10の上面から上板10の穴11に圧入する(ステップS2)。具体的には、軸部31に形成された圧入用突起部39が上板10の穴11に食い込んで圧入される。さらに、図8Cに示すように、上板10と下板20を重ね合わせる重ね合わせ作業を行う(ステップS3)。そして、図8Dに示すように、以下に詳述する(a)溶極式ガスシールドアーク溶接法、(b)ノンガスアーク溶接法、(c)ガスタングステンアーク溶接法、(d)プラズマアーク溶接法、(e)被覆アーク溶接法のいずれかのアーク溶接作業を行うことで、上板10と下板20とを接合する(ステップS4)。なお、図8Dは、(a)溶極式ガスシールドアーク溶接法を用いてアーク溶接作業が行われた場合を示している。

[0036] ステップS1の穴開け作業の具体的な手法としては、a)ポンチを用いた打抜き、b)金型を用いたプレス型抜き、c)レーザ、プラズマ、ウォータージェット法などによる切断があげられる。

[0037] また、ステップS4のアーク溶接作業は、上板10の穴11内の溶接金属40を介して接合補助部材30と下板20を接合し、かつ接合補助部材30に設けられた中空部33を充填するために必要とされる。したがって、アーク溶接には充填材となるフィラー材(溶接材料)の挿入が不可欠となる。具体的に、以下の4つのアーク溶接法により、フィラー材が溶融して溶接金属40が形成される。

[0038] (a) 溶極式ガスシールドアーク溶接法は、一般的にMAG(Metal Active Gas)やMIG(Metal Inert Gas)と呼ばれる溶接法であり、ソリッドワイヤ若しくはフラックス入りワイヤを

フィラー兼アーク発生溶極として用い、 CO_2 、 O_2 、 Ar 、 He といったシールドガスで溶接部を大気から遮断して健全な溶接部を形成する手法である。

[0039] (b) ノンガスアーク溶接法は、セルフシールドアーク溶接法とも呼ばれ、特殊なフラックス入りワイヤをフィラー兼アーク発生溶極として用い、一方、シールドガスを不要として、健全な溶接部を形成する手段である。

[0040] (c) ガスタングステンアーク溶接法は、ガスシールドアーク溶接法の一つであるが非溶極式であり、一般的にTIG (Tungsten Inert Gas) と呼ばれる。シールドガスは、 Ar 又は He の不活性ガスが用いられる。タングステン電極と母材との間にはアークが発生し、フィラーワイヤはアークに横から送給される。

一般的に、フィラーワイヤは通電されないが、通電させて溶融速度を高めるホットワイヤ方式TIGもある。この場合、フィラーワイヤにはアークは発生しない。

[0041] (d) プラズマアーク溶接法はTIGと原理は同じであるが、ガスの2重系統化と高速化によってアークを緊縮させ、アーク力を高めた溶接法である。

[0042] (e) 被覆アーク溶接法は、金属の芯線にフラックスを塗布した被覆アーク溶接棒をフィラーとして用いるアーク溶接法であり、シールドガスは不要である。

[0043] フィラー材（溶接材料）の材質については、溶接金属40がFe合金となるものであれば、一般的に用いられる溶接用ワイヤ又は溶接棒が適用可能である。なお、Ni合金でも鉄との溶接には不具合を生じないので適用可能である。

具体的には、JISとして (a) Z3312, Z3313, Z3317, Z3318, Z3321, Z3323, Z3334、(b) Z3313、(c) Z3316, Z3321, Z3334、(d) Z3211, Z3221, Z3223, Z3224、AWS (American Welding

Society)として、(a) A5. 9, A5. 14, A5. 18, A5. 20, A5. 22, A5. 28, A5. 29, A5. 34、(b) A5. 20、(c) A5. 9, A5. 14, A5. 18, A5. 28、(d) A5. 1, A5. 4, A5. 5, A5. 11といった規格材が流通している。

[0044] これらのアーク溶接法を用いて接合補助部材30の中空部33をフィラー材で充填するが、一般的にフィラーワイヤ若しくは溶接棒の狙い位置は移動させる必要がなく、適切な送給時間を経てアークを切って溶接終了させれば良い。ただし、中空部33の面積が大きい場合は、フィラーワイヤ若しくは溶接棒の狙い位置を中空部33内で円を描くように移動させても良い。

[0045] 溶接金属40は接合補助部材30の中空部33を充填し、さらに接合補助部材30の表面に余盛りWaを形成するのが望ましい(図1B参照)。余盛りを形成しない、すなわち、図9Aに示すように、中空部33が溶接後に外観上残る状態だと、特に、板厚方向(3次元方向)の外部応力に対しては、接合強度が不足となる可能性がある(図9B参照)。このため、余盛りWaを形成することで、図10に示すように、板厚方向(3次元方向)の外部応力に対しては、接合補助部材30の変形が抑えられ、高い接合強度が得られる。

[0046] 一方、余盛り側と反対側の溶込みについては、図11Aに示すように、下板20を適度に溶融していることが必要である。なお、図11Bに示すように、下板20の板厚を超えて溶接金属40が形成される、いわゆる裏波が出る状態にまで溶けても問題はない。

ただし、下板20が溶けずに、溶接金属40が乗っかっているだけであると、高い強度は得られない。また、溶接金属40が深く溶け込みすぎて、溶接金属40と下板20が溶け落ちてしまわないように溶接する必要がある。

以上の作業によって、Al合金やMg合金製の上板10と鋼製の下板20は高い強度で接合される。

[0047] 以下、上記アーク溶接法において使用される鋼製の接合補助部材30の役割について説明する。

[0048] まず、接合補助部材を使用せず、図12A及び図12Bに示すように、単純にアルミ製の上板10と鋼製の下板20とを重ね、上板側から鋼若しくはニッケル合金製溶接ワイヤを用いたアーク溶接を定点で一定時間保持したアークスポット溶接を行った場合、形成される溶接金属40aはアルミと鋼、若しくはアルミと鋼とニッケルの合金となる。この合金は、アルミ含有量が多いので脆性的特性である金属間化合物（IMC）を呈している。このような異材溶接継手100aは、一見接合されている様に見えても、横方向に引張応力がかかる（せん断引張）と、図13A及び図13Bに示すように、溶接金属40aが容易に破壊して、外れてしまう。また、縦方向に引張応力がかかる（剥離引張）場合でも、図14A及び図14Bに示すように、溶接金属40aが破断するか、若しくは溶接金属40aと上板10の境界部あるいは溶接金属40aと下板20の境界部が破断し、上板10が抜けるようにして接合が外れてしまう。

このように単にアルミ製の上板10と鋼製の下板20を重ねて、貫通溶接しようとしても、溶接金属40aは全部分が金属間化合物になってしまうので、せん断引張にも剥離引張にも弱く、溶接継手としては実用にならない。

[0049] また、図15A及び図15Bに示すように、上板10に適当なサイズの穴11を開けておき、その穴11を埋めるように鋼若しくはニッケル合金の溶接材料を溶かし込む手法が考えられる。

この場合、溶接初期に形成される下板20となっている鋼と溶接材料で形成される溶接金属40bはアルミを溶かしていないので、金属間化合物は生成せず、高い強度と靱性を有しており、下板20と強固に結合されている。また、上板10に開けられた穴11の内部に形成された溶接金属40bは、アルミが溶融する割合が非常に少なく、金属間化合物の生成は大幅に抑制され、特に中心部は健全性を有している。ただし、上板10に設けられた穴11の近傍に限れば、アルミと鋼、あるいはアルミとニッケルの金属化合物層を形成する。このような異材溶接継手100bに対し、図16Aに示すように、せん断引張応力がかかった場合、下板側は強固に金属結合しているため

、高い応力に耐える。一方、上板側は金属間化合物が穴周囲に形成されているが、それが剥離して動くことは形状的にできないため、初期には上板 10、下板 20 の母材が変形する。このため、ほぼ変形せずに脆性破断する図 13 A 及び図 13 B の異材溶接継手 100 a と比較すると、変形能力の向上が見られる。しかし、母材の変形が進み、図 16 B に示すように、接合部が 90° 近く傾斜すると上下剥離引張と同じ状態になる。このようになると穴 11 の周囲部に形成された金属間化合物が剥離し、上板 10 が溶接部から容易に抜けてしまう。つまり、改善が不十分である。この結果は、図 17 A 及び図 17 B に示すように、上下引張方向試験でも無論同じである。

[0050] 上記 2 つの異材溶接継手 100 a、100 b における課題から、せん断方向の引張応力及び上下剥離方向の応力にも耐えるように本実施形態の圧入用突起部 39 を有する 2 段階形状の接合補助部材 30 が使用される。つまり、図 8 A ~ 図 8 D に示すように、上板 10 に穴開けを施し、さらに接合補助部材 30 を上板 10 に設けられた穴 11 に圧入して固定した後、接合すべき下板 20 と重ね、上板 10 及び接合補助部材 30 の内部を充填するようにアーケ溶接にて溶接金属 40 を形成する。このようにすると、断面としては接合補助部材 30、溶接金属 40、下板 20 が強固な金属結合によって溶接接合されている状態になる。上板 10 に設けられた穴 11 よりも幅広である接合補助部材 30 のフランジ部 32 の最大の役割は、上下剥離応力に対する抵抗である。図 18 A に示したように、適切なサイズの接合補助部材 30 を適用することにより、上板 10 と溶接金属 40 の界面が剥離して抜けてしまう現象を防止することが可能となる。一般的には、図 18 B に示したように、溶接金属 40 は、十分に塑性変形した後、破断する。なお、接合補助部材 30 は、せん断方向の引張応力に対しても、初期応力に対して悪影響を及ぼさないことは自明である。

[0051] また、詳細後述するが、接合補助部材 30 のフランジ部 32 は、面積が大きく、かつ厚さ P_{H2} が大きいほど板厚方向（3次元方向）の外部応力に対して強度を増すため、望ましい。だが、必要以上に大きいと重量増要因や、上

板10の表面からの出っ張り過剰により、美的外観劣化や近接する他の部材との干渉が生じる。このため、接合補助部材30のサイズは、必要設計に応じて決定される。

[0052] さらに、接合補助部材30は、Al合金やMg合金の溶融を避けるための防護壁作用を有する。この作用は、接合補助部材30の軸部31が主に担う。Al合金やMg合金の接合部で最も溶融しやすい箇所は、穴11の内面や、該内面の周囲の表面である。これらの面を接合補助部材30で覆うことで、アーク溶接の熱が直接Al合金やMg合金に伝わるのを防ぎ、鋼と混合して金属間化合物(IMC)を作るのを防止する。アーク溶接の溶込み範囲が接合補助部材30と下板20のみとなれば、AlやMgの溶接金属40への希釈はゼロとなり、IMCは完全に防止される。したがって、軸部31は、図19Aに示すように、板幅方向(2次元方向)の外部応力への抵抗作用として働く。

[0053] 一方、本実施形態ではIMCの発生がゼロである必要はなく、IMCの多少の形成は許容される。図19Bに示すように、穴11の内面にIMCが形成されても、溶接金属40が延性と適度な強度を有していれば、溶接金属40が板幅方向(2次元方向)への外部応力への抵抗作用として働くので、溶接金属40の周囲に形成されるIMC層の影響は小さいからである。また、IMCは脆性的であるが、構造体として引張応力が作用しても、接合部には圧縮応力と引張応力が同時に働く仕組みになっており、圧縮力に対してIMCは十分な強さを維持することから、IMC層の形成は破壊伝播にはならない。したがって、接合補助部材30の軸部31は必ずしも、上板10の板厚と同じである必要はない。

[0054] また、接合補助部材30は、Al合金若しくはMg合金である上板10と鋼である下板20とを重ね合わせる際に、重ね合わせ面に生じる空隙(ギャップ)gを最小化する役割を果たす(図20A参照)。アーク溶接工程では、溶接金属40は熱収縮するため、その際、下板20と接合補助部材30が共に近づく方向に力が作用する。それによって、溶接前に多少の空隙gがあ

っても、図20Bに示すように、溶接後には空隙 g は減少し、接合部の設計精度が高まる。

[0055] 以上述べたとおり、接合補助部材30は、軸部31とフランジ部32それぞれに役割があるが、軸部31及びフランジ部32の大きさは重要である。フランジ部32の幅 P_{D2} は、上述したとおり、上板10に設けた穴11の直径 B_D よりも大径である必要がある。一方、軸部31が、圧入用突起部39を有しない、単純な円柱状であり、軸部31の外径 P_{D0} が上板10の穴径 B_D よりも小さい場合、工業的に径差が生じる。つまり、軸部31の外径 P_{D0} が上板10に設けた穴11よりも小さいほど、軸部31の挿入は容易であり、一方、同径になれば全く誤差が許容されなくなり、該挿入に失敗する確率が高くなってしまう。したがって、軸部31の外径 P_{D0} は小さい方が挿入性の観点からは望ましいが、上板10に設けられた穴11と接合補助部材30の軸部31との間にできる隙間は、接合しようとする上板10と下板20に相互にずれを生じさせる原因となる。すなわち、この接合状態では、上板10を水平方向に拘束する力は生じないため、上板10が水平方向のせん断応力を受けると比較的容易に接合補助部材30と上板10の穴11との間の隙間分滑るようずれを生じる。

[0056] 上板10が隙間分ずれた後は、容易には移動しないが、わずかでもずれが生じやすい状態となるのは、設計精度の劣化要因となるので、許容されない。したがって、接合状態において、接合補助部材30と上板10の穴11との間には隙間が無い状態にする必要がある。この状態を実現するには、接合補助部材30の軸部31の外径 P_{D0} を上板10の穴11の直径 B_D よりも大きく設計し、圧力をかけて挿入することで為しえる。しかしながら、上述した通り、単純に大径化すると、狙い位置を定めにくく挿入性が著しく悪くなるだけでなく、たとえ、同軸に狙い位置が定まったとしても非常に高い圧力が必要である。

[0057] このため、本実施形態の様に、軸部31の外周面に圧入用突起部39を設けることで、軸部31と上板10の穴11との間の隙間を無くすことと、挿

入性の確保とを両立することができる。すなわち、軸部31の P_{D0} を上板10の穴径 B_D より小さくし、一方、突起部39によって上板10の穴11の壁面に食い込ませて、部分的に隙間を無くす。突起部39は円周方向に厚みが薄いので上板10の穴11に対して線接触に近い状態になり、さほどの押し込み圧力の上昇をもたらさない。このような接合補助部材30は、少なくとも2つの突起部39の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} 、又は、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} が上板10の穴11の直径 B_D よりも大きくなる。

[0058] このような軸部31に突起部39を有する接合補助部材30を上板10に圧入させることで、いくつかの副次的効果も得られる。1つ目は、接合対象である上板10と下板20が相互に回転しにくくなることである。接合補助部材30の軸部31の断面形状が真円形では、接合補助部材30が軸部31の圧入で接合される場合、例えば上板10に強い水平方向の回転力 F_R が加わると、接合補助部材30を中心に回るように上板10が回転してしまう可能性がある。しかしながら、図22A及び図22Bに示すように、接合補助部材30には突起部39が設けられていて、突起部39が上板10の穴11の周囲に食い込むことで、容易に回転を防止することができる。

[0059] 2つ目は、どのような姿勢でも上板10と下板20とを接合できるようになることである。圧入用突起部39が設けられず、上板10の穴11の直径 B_D に対して軸部31の最大外径 P_{D0} も小さく、容易に軸部31が出し入れできるのであれば、例えば、上向姿勢になった場合には接合補助部材30が落下してしまい、接合できない。しかしながら、図23に示すように、接合補助部材30を上板10の穴11に圧入してあれば、接合補助部材30は容易には落下しないので、接合作業が可能である。

[0060] 3つ目は、接合工程の前、例えば、接合とは別の工場では接合補助部材30を上板10であるアルミニウムやマグネシウム合金にまとめて圧入しておく。この場合、接合補助部材30は上板10から容易には外れないことから、接合工場に搬送してから接合工程を行えばよく、製造工程の自由度拡大があ

げられる。

[0061] 接合補助部材 30 の圧入方法については手段を問わないが、人の手で押し込んだり、ハンマー等で叩いたり、油圧、水圧、空気圧、ガス圧、電気駆動などの動力を用いるプレス機を用いたり、工業用ロボットアームの力を使ったりといった実用的手段があげられる。また、接合補助部材 30 は穴 11 に回し入れることによって圧入も可能で、そのような手段を用いる場合は、図 24 に示すように、軸部 31 の上面にネジ回し用ドライバーがフィットするような切り欠き 38 を設けると接合補助部材 30 を上板 10 に回し入れやすくすることができる。

なお、押し込み圧力が強いと軸部 31 だけでなく、フランジ部 32 の一部まで上板 10 の母材に押し込まれることがあるが、問題は無い。むしろ、フランジ部 32 の外径が非円形（図 7A～図 7D 参照）であれば、フランジ部 32 の一部が上板 10 の母材に押し込まれることで、上板 10 が下板 20 に対して水平方向の回転力が作用したとき比較的弱い力でかしめ効果が外れて回転してしまう現象を防止する効果があるので、望ましい。

[0062] 以上の理由から、接合補助部材 30 は、鋼製で、軸部 31 とフランジ部 32 とを持った段付きの外形形状を有し、軸部 31 の外周面には少なくとも 1 つの圧入用突起部 39 が設けられ、軸部 31 及びフランジ部 32 を貫通する中空部 33 が形成され、フランジ部 32 の幅 P_{D2} が上板 10 の穴 11 よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも 2 つの突起部 39 の最外径部と接する最大円 C の直径 P_{D1} 、又は、1 つの突起部 39 の最外径部と軸部 31 の外周面と接する円 C の直径 P_{D1} が上板 10 の穴 11 の直径 B_D よりも大きいものが使用される。これにより、一般的に溶接することが不可能とされるアルミニウム合金又はマグネシウム合金と鋼板との接合が可能となる。

[0063] なお、鋼製の接合補助部材 30 の材質は、純鉄及び鉄合金であれば、特に制限されるものでなく、例えば、軟鋼、炭素鋼、ステンレス鋼などがあげられる。

また、接合補助部材 30 には、自身の錆防止や、アルミニウム板との間に

生じる電食を防ぐために、電氣的卑の元素や加工物、絶縁性物質、不動態といった皮膜を形成する表面処理を施すこともできる。例えば、亜鉛めっき、クロムめっき、ニッケルめっき、アルミめっき、錫（すず）めっき、樹脂塗装、セラミックコーティングなどがあげられる。

[0064] また、接合補助部材 30 の各種寸法は、図 25 に示すように、上板 10 との関係で次のように設定される。

[0065] ・軸部高さ P_{H1}

軸部高さ P_{H1} は、上板 10 の板厚 B_H の 10% 以上 100% 以下に設計される。

接合補助部材 30 の軸部 31 は、上述した Al, Mg の上板 10 の溶接工程時の溶融防止効果がある。軸部高さ P_{H1} が大きいほど、アーク熱の上板 10 への伝熱を防ぐため望ましい。しかし、軸部高さ P_{H1} が、上板 10 の板厚 B_H を超えて大きくなると、上板 10 と下板 20 にギャップができてしまうので望ましくない。したがって、軸部高さ P_{H1} の上限は、板厚 B_H に対し 100% である。一方、10% より小さいと、鋼の溶融池とアルミニウム又はマグネシウムとの接触が起こり、これらが混合されて溶接金属 40 の脆化が著しくなる。したがって、軸部高さ P_{H1} の下限は 10% である。

[0066] ・少なくとも 2 つの突起部の最外径部と接する最大円の直径 P_{D1} 、又は、1 つの突起部の最外径部と軸部の外周面と接する円の直径 P_{D1}

軸部 31 に設けられる複数の突起部 39 の最外径部と接する最大円 C の直径 P_{D1} は、上板 10 の穴 11 の直径 B_D に対し 105% 以上 125% 以下に設計される。

接合補助部材 30 の軸部 31 に設けられた突起部 39 には、上板 10 への圧入によるかしめ拘束をさせる働きがある。その効果を発揮させるには、該最大円 C の直径 P_{D1} は、上板 10 の穴径 B_D よりも大きくなければならない。該最大円 C の直径 P_{D1} が、穴径 B_D に対し、最低 5% 以上大きくなければ、上板穴近傍に適切な圧力をかけることができない。ゆえに、該最大円 C の直径 P_{D1} は、穴径 B_D の最低 105% 以上である。一方、複数の突起部 39 の最外

径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} が大きくなるほど、かしめ力は強くなるが、圧入に必要な力が大きくなって、簡便性が損なわれ、さらには上板穴周辺の圧力に耐えられず、亀裂発生してしまうことにもなりかねない。これらの理由から該最大円Cの直径 P_{D1} の上限は決まり、具体的には125%とする。

なお、軸部31の外周面に突起部39が1つ設けられる場合には、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} が、上板10の穴11の直径 B_D に対し105%以上125%以下に設計される。

[0067] ・軸部の外径 P_{D0}

軸部31の外径 P_{D0} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し80%以上104%以下に設計される。

接合補助部材30の軸部31による上板10へのかしめ拘束作用は、突起部39によって達成される。軸部31の外径 P_{D0} は、上板10の穴径 B_D より小さければ、挿入への抵抗因子にならず、望ましい。しかしながら、軸部31の外径 P_{D0} が過度に小さければ、接合後の異材溶接継手1に対して外部応力が作用した際に、比較的小さい力で板面方向に接合補助部材30の軸部31と、上板10の穴11間の隙間分ずれを生じてしまうので、隙間は小さいほど望ましい。これらの相反する性質から、軸部31の外径 P_{D0} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し100%未満かつ100%に近いほど望ましいことになる。しかしながら、工業的な見地から、ある程度のばらつきを許容する必要があり、軸部31の外径 P_{D0} の下限は、80%までならば継手性能として実用的に問題がない。一方、軸部31の外径 P_{D0} の上限については、上板10の穴径 B_D よりも大きな104%までが許容される。上板10の穴径 B_D よりも軸部31の外径 P_{D0} が大きければ、突起部39だけでなく、軸部31も圧入への抵抗因子となるが、アルミニウム合金又はマグネシウム合金は弾塑性変形抵抗が小さいので、104%までならば実用上挿入作業に問題をきたさない。

[0068] ・フランジ部の幅 P_{D2}

フランジ部32の幅 P_{D2} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し105%以上に設計される。

接合補助部材30のフランジ部32は、上述したように、板厚方向への外部応力、言い換えれば引き剥がす応力が働いた際への抵抗力としての主体的役割を持つ。部材構成の中では、軸部31も上板10に対するかしめ拘束効果である程度、剥離応力に対する抵抗力を持つが、フランジ部32はその役割が大きい。接合補助部材30はフランジ部32の幅 P_{D2} が大きく、かつ厚さ大きいほど板厚方向（3次元方向）の外部応力に対して強度を増すため、望ましい。フランジ部32の幅 P_{D2} が穴11の直径 B_{DX} に対し105%未満では、接合補助部材30が板厚方向への外部応力に対して弾塑性変形した場合、上板10の穴11の大きさ以下の見かけ寸法に容易になりやすく、さすれば上板10が抜けてしまいやすくなる。つまり、接合補助部材30が高い抵抗力を示さない。したがって、フランジ部32の幅 P_{D2} は、穴11の直径 B_D の105%をそれぞれ下限とする。より好ましくは、フランジ部32の幅 P_{D2} は、穴11の直径 B_D の120%をそれぞれ下限とするとよい。一方、接合部強度の観点では上限を設ける必要は無い。

[0069] ・フランジ部の厚さ P_{H2}

フランジ部32の厚さ P_{H2} は、上板10の板厚 B_H の50%以上150%以下に設計される。

上記で述べたとおり、接合補助部材30のフランジ部32は外形寸法が大きく、かつ厚さ P_{H2} が大きいほど板厚方向（3次元方向）の外部応力に対して強度を増すため、望ましい。このフランジ部32の厚さ P_{H2} は継手の上板10の板厚 B_H に応じて大きくすることで高い抵抗力を発揮する。フランジ部32の厚さ P_{H2} が上板10の板厚 B_H の50%未満では、接合補助部材30のフランジ部32が板厚方向への外部応力に対して容易に弾塑性変形を生じ、上板10の穴11の大きさ以下の見かけ寸法になると、抜けやすくなる。つまり、接合補助部材30が高い抵抗力を示さない。したがって、フランジ部32の厚さ P_{H2} は上板10の板厚 B_H の50%を下限とする。一方、フランジ

部32の厚さ P_{H2} が上板10の板厚 B_H の150%を超えて大きくすると、継手強度的には問題ないが、過剰に張り出した形状となって外観が悪だけでなく、重量も重くなる。したがって、フランジ部32の厚さ P_{H2} は、上板10の板厚 B_H の150%以下にすることが必要である。

[0070] また、図1Bに示すように、アークによる充填溶接工程において、接合補助部材30の表面上に余盛り W_a が形成される際、余盛り W_a の直径 W_D は、接合補助部材30の中空部33の直径 P_S の105%以上に設定される。

上述のとおり、接合補助部材30は、板厚方向（3次元方向）の外部応力に対して抵抗力を発揮する役割があるが、中空部33を完全に埋めなければ高い抵抗力を発揮しない。中空部33が完全に埋まらず、中空部33の内側面が残った状態であると、接合補助部材30と溶接金属40との結合面積が不足し、容易に外れてしまうことがある。接合補助部材30と溶接金属40の結合面積を高めるためには、完全に充填し、余盛り W_a が形成されることが望ましい。余盛り W_a が形成されると、その直径 W_D は接合補助部材30の中空部33の直径 P_S を超えることになる。余盛り W_a の直径 W_D は、それぞれ接合補助部材30の中空部33の直径 P_S の105%以上とすると確実に余盛り形成されたことになるため、これを下限値とする。

[0071] なお、上板10及び下板20の板厚については、限定される必要は必ずしもないが、施工能率と、重ね溶接としての形状を考慮すると、上板10の板厚は、5.0mm以下であることが望ましい。一方、アーク溶接の入熱を考慮すると、板厚が過度に薄いと溶接時に溶け落ちてしまい、溶接が困難であることから、上板10、下板20共に0.5mm以上とすることが望ましい。

[0072] 以上の構成により、上板10がアルミニウム合金若しくはマグネシウム合金、下板20が鋼の素材を強固に接合することができる。

[0073] ここで、異種金属同士を直接接合する場合の課題としては、IMCの形成という課題以外に、もう一つの課題が知られている。それは、異種金属同士が接すると、ガルバニ電池を形成する為に腐食を加速する原因になる。この

原因（電池の陽極反応）による腐食は電食と呼ばれている。異種金属同士が接する面に水があると腐食が進むので、接合箇所として水が入りやすい場所に本実施形態が適用される場合は、電食防止を目的として、水の浸入を防ぐためのシーリング処理を施す必要がある。本接合法でも A l 合金や M g 合金と鋼が接する面は複数形成されるので、樹脂系の接着剤をさらなる継手強度向上の目的のみならず、シーリング材として用いることが好ましい。

[0074] 例えば、図 2 6 A 及び図 2 6 B に示す第 1 変形例のように、上板 1 0 及び下板 2 0 の接合面で、溶接部周囲に接着剤 6 0 を全周に亘って環状に塗布してもよい。なお、接着剤 6 0 を上板 1 0 及び下板 2 0 の接合面で、溶接部周囲に全周に亘って塗布する方法としては、図 2 7 A 及び図 2 7 B に示す第 2 変形例のように、溶接箇所を除いた接合面の全面に塗布する場合も含まれる、これにより、上板 1 0、下板 2 0、及び溶接金属 4 0 の電食速度を下げるることができる。

[0075] また、図 2 8 A 及び図 2 8 B に示す第 3 変形例のように、上板 1 0 の穴 1 1 の周囲と接合補助部材 3 0 の下面との間に接着剤 6 0 を塗布してもよい。これにより、上板 1 0、接合補助部材 3 0、及び溶接金属 4 0 の電食速度を下げるることができる。

[0076] さらに、図 2 9 A 及び図 2 9 B に示す第 4 変形例のように、接合補助部材 3 0 と上板 1 0 の表面との境界部に接着剤 6 0 を塗布してもよい。これにより、電食速度低下の効果が得られる。なお、図 2 8 A 及び図 2 8 B に示す第 3 変形例では、塗布は溶接工程前にしか実施できないが、図 2 9 A 及び図 2 9 B に示す第 4 変形例では、塗布は溶接工程前でも溶接工程後でも可能である。

[0077] なお、接合補助部材 3 0 の上板 1 0 との接触面は、図 3 0 A に示すように、必ずしも平坦な面である必要はない。すなわち、接合補助部材 3 0 の上板 1 0 との接触面は、図 3 0 B 及び図 3 0 C に示すように、必要に応じてスリット 3 4 a、3 4 b を設けて良い。特に、上板 1 0 との接触面側に円周状のスリット 3 4 a、格子状のスリット 3 4 b、又は放射状のスリット（図示せ

ず) を設けると、接着剤 60 の塗布がスリット 34 a、34 b の隙間に入り込んで逃げなくなるため、安定した接着が行なわれ、シーリングの効果も確実となる。このような平坦ではない面の場合の接合補助部材 30 のフランジ部 32 の厚さ P_{H2} の定義は、高さの最も大きな部分とする。

[0078] また、図 31 に示すように、接合補助部材 30 の辺に当たる箇所には、使用時の安全性や鍛造時の制限などの点から、丸み R を持たせることには何ら問題がない。特に、中空部 33 の上面端面はすり鉢状に広げておくと、溶接金属 40 と接合補助部材 30 の馴染み性が向上し、外観が向上する効果もある。

[0079] なお、接合補助部材 30 に空けられる中空部 33 の面は径が一様な円筒面でかまわないが、図 32 に示すように、ネジ溝 33 a を形成していてもかまわない。本工法では雄ネジは用いないが、ネジ溝 33 a があることで、アーク溶接時に熔融池との接触表面積が増え、より強固に溶接金属 40 と接合補助部材 30 が結合される。ネジ溝 33 a など円筒面でない場合の穴 11 の直径 P_s は、最も広い対面間距離と定義する。

[0080] さらに、図 33 に示す変形例のように、下板 20 に膨出部 21 を設けてもよい。

A l 合金や Mg 合金製の上板 10 の板厚が比較的薄い場合には、下板 20 は無加工とし、上板 10 は穴開けして、接合時に接合補助部材 30 を穴 11 に挿入するだけで良好な溶接が可能となる。しかし、上板 10 の板厚が大きいと、溶接工程で、接合補助部材 30 の中空部 33 を充填するのに時間がかかり、能率が悪くなる。また、溶接時の投入熱が過大となって、充填完了するより先に下板 20 の鋼板が溶け落ちしてしまいやすくなる。このため、下板 20 について絞り加工で膨出部 21 を設ければ、穴 11 の体積が小さくなるので溶け落ち欠陥を防ぎながら、充填することができる。

[0081] また、この変形例では、下板 20 の膨出部 21 は、上板 10 と下板 20 とを位置合わせをするための目印となり、下板 20 の膨出部 21 と上板 10 の穴 11 を容易に合わせることができ、重ね合わせ作業の効率向上につながる

- 。
- [0082] なお、膨出部 21 の絞り加工は、図 34 A に示すように、下板 20 の膨出部 21 が形成される部分の周辺部をダイ 50 で拘束する。そして、図 34 B に示すように、膨出部 21 が形成される部分に圧力をかけてポンチ 51 を押し込むことで、膨出部 21 が成形される。
- [0083] また、本実施形態の溶接法は、接合面積が小さい点溶接と言えるので、ある程度の接合面積を有する実用部材同士の重ね合わせ部分 J を接合する場合は、本溶接法を図 35 A ~ 図 35 C に示すように、複数実施すればよい。これにより、重ね合わせ部分 J において強固な接合が行われる。本実施形態は、図 35 B 及び図 35 C に示すような開断面構造にも使用できるが、特に、図 35 A に示すような閉断面構造において好適に使用することができる。
- [0084] 以上説明したように、本実施形態の異材接合用アーク溶接法は、上板 10 に円形の穴 11 を空ける工程と、軸部 31 とフランジ部 32 とを持った段付きの外形形状を有し、軸部 31 の外周面には少なくとも 1 つの圧入用突起部 39 が設けられ、軸部 31 及びフランジ部 32 を貫通する中空部 33 が形成され、フランジ部 32 の幅 P_{D2} が上板 10 の穴 11 の直径 B_D よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも 2 つの突起部 39 の最外径部と接する最大円 C の直径 P_{D1} 、又は、1 つの突起部 39 の最外径部と軸部 31 の外周面と接する円 C の直径 P_{D1} が上板 10 の穴 11 の直径 B_D よりも大きい鋼製の接合補助部材 30 を、上板 10 に設けられた穴 11 に圧入する工程と、上板 10 と下板 20 を重ね合わせる工程と、以下の (a) ~ (e) のいずれかの手法によって、接合補助部材 30 の中空部 33 を溶接金属 40 で充填すると共に、下板 20 及び接合補助部材 30 を溶接する工程と、を備える。
- [0085] (a) 鉄合金、又は、Ni 合金の溶接金属 40 が得られる溶接ワイヤを溶極として用いるガスシールドアーク溶接法。
- (b) 前記溶接ワイヤを溶極として用いるノンガスアーク溶接法。
- (c) 前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるガスタングステンアーク溶接法。

(d) 前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるプラズマアーク溶接法。

(e) 鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属40が得られる被覆アーク溶接棒を溶極として用いる被覆アーク溶接法。

これにより、Al合金若しくはMg合金の上板10と鋼の下板20を、安価なアーク溶接設備を用いて、強固かつ信頼性の高い品質で接合でき、かつ開断面構造にも閉断面構造にも制限無く適用できる。

[0086] また、下板20には、絞り加工により膨出部21が形成されており、重ね合わせ工程において、下板20の膨出部21が、上板10の穴11内に配置される。これにより、上板10の板厚が大きな場合でも溶け落ち欠陥を防止して溶接することができ、また、上板10と下板20を容易に位置決めすることができる。

[0087] また、重ね合わせ工程の前に、上板10と下板20の少なくとも一方の重ね合せ面には、穴11の周囲に、全周に亘って接着剤60を塗布する工程を、さらに備える。これにより、接着剤は、継手強度向上の他、シーリング材として作用し、上板10、下板20及び溶接金属40の電食速度を下げるることができる。

[0088] また、圧入工程において、接合補助部材30と、該接合補助部材と対向する上板10との間の少なくとも一方の対向面に、接着剤60を塗布する。これにより、上板10、接合補助部材30及び溶接金属40の電食速度を下げるることができる。

[0089] また、圧入工程の際、又は、充填溶接工程後に、接合補助部材30と、上板10の表面との境界部に接着剤60を塗布する。これにより、上板10と接合補助部材30の接合強度を向上することができる。

[0090] また、接合補助部材30の軸部31の高さ P_{H1} は、上板10の板厚 B_H の100%以上100%以下であるので、溶接工程時の上板10の溶融を抑制し、溶接金属の脆化を抑え、かつ、上板10と下板20との間のギャップを防止することができる。

- [0091] また、少なくとも2つの突起部39の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} 、又は、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し105%以上125%以下であるので、適当なかしめ力で、接合補助部材30を上板10の穴11にかしめ拘束することができる。
- [0092] また、接合補助部材30の軸部31の最大外径 P_{D0} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し80%以上104%以下であるので、継手に外部応力が作用した際の上板10のずれを抑え、かつ、挿入性を確保することができる。
- [0093] また、接合補助部材30のフランジ部32の幅 P_{D2} は、上板10の穴11の直径 B_D に対し105%以上であるので、接合補助部材30は、板厚方向の外部応力への抵抗力として機能することができる。
- [0094] また、接合補助部材30のフランジ部32の厚さ P_{H2} は、上板10の板厚 B_H の50%以上150%以下であるので、接合補助部材30は、外観性及び重量増を考慮しつつ、板厚方向の外部応力への抵抗力として機能することができる。
- [0095] また、充填溶接工程において、接合補助部材の表面上に余盛り W_a が形成され、かつ余盛り W_a の直径 W_D が、接合補助部材30の中空部33の直径 P_s に対し、105%以上となるので、余盛り W_a は、板厚方向の外部応力への抵抗力として機能することができる。
- [0096] また、本実施形態の接合補助部材30は、鋼製で、軸部31とフランジ部32とを持った段付きの外形形状を有し、軸部31の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部39が設けられ、軸部31及びフランジ部32を貫通する中空部33が形成され、フランジ部32の幅 P_{D2} が上板10の穴11の直径 B_D よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの突起部39の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} 、又は、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} が上板10の穴11の直径 B_D よりも大きい。

これにより、接合補助部材30は、上述した異材接合用アーク溶接法に好

適に用いられる。

[0097] また、本実施形態の異材溶接継手1は、アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の上板10と、上板10にアーク溶接された、鋼製の下板20と、を備え、上板10は、下板20との重ね合わせ面に臨む円形の穴11を有し、上板10に設けられた穴11に圧入されている軸部31と、フランジ部32と、を持った段付きの外形形状を有し、軸部31の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部39が設けられ、軸部31及びフランジ部32を貫通する中空部33が形成され、フランジ部32の幅 P_{D2} が上板10の穴11の直径 B_D よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの突起部39の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} 、又は、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} が上板10の穴11の直径 B_D よりも大きい鋼製の接合補助部材30をさらに備え、接合補助部材30の中空部33は、鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属40で充填されると共に、溶接金属40と、溶融された下板20及び接合補助部材30の一部とによって溶融部Wが形成される。

これにより、Al合金若しくはMg合金の上板10と鋼の下板20とを備えた異材溶接継手1は、安価なアーク溶接設備を用いて、強固かつ信頼性の高い品質で接合され、かつ開断面構造にも閉断面構造にも制限無く適用できる。

[0098] さらに、本実施形態の接合補助部材付き板材は、円形の穴11を有するアルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の板材（アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の板材）10と、軸部31とフランジ部32とを持った段付きの外形形状を有し、軸部31の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部39が設けられ、軸部31及びフランジ部32を貫通する中空部33が形成され、フランジ部32の幅 P_{D2} が上板10の穴11の直径 B_D よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの突起部39の最外径部と接する最大円Cの直径 P_{D1} 、又は、1つの突起部39の最外径部と軸部31の外周面と接する円Cの直径 P_{D1} が上板10の穴11の直径 B_D よりも大きい鋼製の接合

補助部材と、を備え、接合補助部材 30 は、圧入用突起部 39 が上板 10 に設けられた穴 11 内に圧入されることで、上板 19 に取り付けられている。

これにより、接合補助部材付き板材は、鋼製の下板（鋼製の板材）20 とアーク溶接することで、強固かつ信頼性の高い品質で異材溶接継手を形成することができる。

[0099] 尚、本発明は、前述した実施形態及び実施例に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。

[0100] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0101] なお、本出願は、2018年10月23日出願の日本特許出願（特願2018-199373）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

- [0102] 1 異材溶接継手
- 10 上板
 - 11 穴
 - 20 下板
 - 21 膨出部
 - 30 接合補助部材
 - 31 軸部
 - 32 フランジ部
 - 33 中空部
 - 33a ネジ溝
 - 39 圧入用突起部

40	溶接金属
50	ダイ
51	ポンチ
60	接着剤
W	熔融部
Wa	余盛り
g	空隙 (ギャップ)
R	丸み
J	重ね合わせ部分

請求の範囲

[請求項1]

アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の第1の板と、鋼製の第2の板と、を接合する異材接合用アーク溶接法であって、

前記第1の板に円形の穴を空ける工程と、

軸部とフランジ部とを持った段付きの外形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径より大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材を、前記第1の板の穴に圧入する工程と、

前記第1の板と前記第2の板を重ね合わせる工程と、

以下の(a)～(e)のいずれかの手法によって、前記接合補助部材の中空部を溶接金属で充填すると共に、前記第2の板及び前記接合補助部材を溶接する工程と、を備える異材接合用アーク溶接法。

(a) 鉄合金、又は、Ni合金の前記溶接金属が得られる溶接ワイヤを溶極として用いるガスシールドアーク溶接法。

(b) 前記溶接ワイヤを溶極として用いるノンガスアーク溶接法。

(c) 前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるガスタングステンアーク溶接法。

(d) 前記溶接ワイヤを非溶極フィラーとして用いるプラズマアーク溶接法。

(e) 鉄合金、又は、Ni合金の前記溶接金属が得られる被覆アーク溶接棒を溶極として用いる被覆アーク溶接法。

[請求項2]

前記第2の板には、絞り加工により膨出部が形成されており、

前記重ね合わせ工程において、前記第2の板の膨出部が、前記第1の板の穴内に配置される、請求項1に記載の異材接合用アーク溶接法

- 。
- [請求項3] 前記重ね合わせ工程の前に、前記第1の板と前記第2の板の少なくとも一方の重ね合せ面には、前記穴の周囲に、全周に亘って接着剤を塗布する工程を、さらに備える、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項4] 前記圧入工程において、前記接合補助部材と、該接合補助部材と対向する前記第1の板との間の少なくとも一方の対向面に、接着剤を塗布する、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項5] 前記圧入工程の際、又は、前記充填溶接工程後に、前記接合補助部材と、前記第1の板の表面との境界部に接着剤を塗布する、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項6] 前記接合補助部材の軸部の高さ P_{H1} は、前記第1の板の板厚 B_H の10%以上100%以下である、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項7] 前記少なくとも2つの突起部の最外径部と接する最大円の直径 P_{D1} 、又は、前記1つの突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径 P_{D1} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上125%以下である、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- 。
- [請求項8] 前記接合補助部材の軸部の外径 P_{D0} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し80%以上104%以下である、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項9] 前記接合補助部材のフランジ部の幅 P_{D2} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上である、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。
- [請求項10] 前記接合補助部材のフランジ部の厚さ P_{H2} は、前記第1の板の板厚 B_H の50%以上150%以下である、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。

[請求項11] 前記充填溶接工程において、前記接合補助部材の表面上に余盛りが形成され、かつ前記余盛りの直径 W_D が、前記接合補助部材の中空部の直径 P_S に対し、105%以上となる、請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法。

[請求項12] 請求項1又は2に記載の異材接合用アーク溶接法に用いられ、鋼製で、軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい、接合補助部材。

[請求項13] アルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の第1の板と、該第1の板にアーク溶接された、鋼製の第2の板と、を備える異材溶接継手であって、

前記第1の板は、前記第2の板との重ね合わせ面に臨む円形の穴を有し、

軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記第1の板の穴の直径より大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材をさらに備え、

前記接合補助部材の軸部は、前記圧入用突起部を介して前記第1の板に設けられた穴内に固定され、

前記接合補助部材の中空部は、鉄合金、又は、Ni合金の溶接金属で充填されると共に、前記溶接金属と、溶融された前記第2の板及び

前記接合補助部材の一部とによって溶融部が形成される、異材溶接継手。

[請求項14] 前記第1の板の穴内には、前記第2の板に形成された膨出部が配置される、請求項13に記載の異材溶接継手。

[請求項15] 前記第1の板と前記第2の板の少なくとも一方の前記重ね合せ面には、前記穴の周囲に、全周に亘って設けられた接着剤を備える、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項16] 前記接合補助部材と、該接合補助部材と対向する前記第1の板との間の少なくとも一方の対向面に設けられた接着剤を備える、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項17] 前記接合補助部材と、前記第1の板の表面との境界部に設けられた接着剤を備える、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項18] 前記接合補助部材の軸部の高さ P_{H1} は、前記第1の板の板厚 B_H の10%以上100%以下である、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項19] 前記少なくとも2つの突起部の最外径部と接する最大円の直径 P_{D1} 、又は、前記1つの突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する最大円の直径 P_{D1} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上125%以下である、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項20] 前記接合補助部材の軸部の外径 P_{D0} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し80%以上104%以下である、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項21] 前記接合補助部材のフランジ部の幅 P_{D2} は、前記第1の板の穴の直径 B_D に対し105%以上である、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項22] 前記接合補助部材のフランジ部の厚さ P_{H2} は、前記第1の板の板厚 B_H の50%以上150%以下である、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

[請求項23] 前記接合補助部材の表面上に余盛りが形成され、かつ前記余盛りの直径 W_D が、前記接合補助部材の中空部の直径 P_S に対し、105%以上となる、請求項13又は14に記載の異材溶接継手。

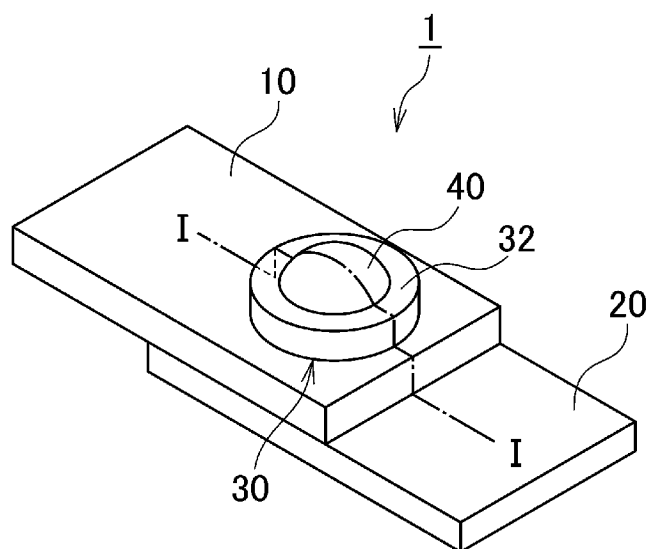
[請求項24] 鋼製の板材とアーク溶接することで異材溶接継手を形成可能な接合補助部材付き板材であって、

円形の穴を有するアルミニウム合金若しくはマグネシウム合金製の板材と、

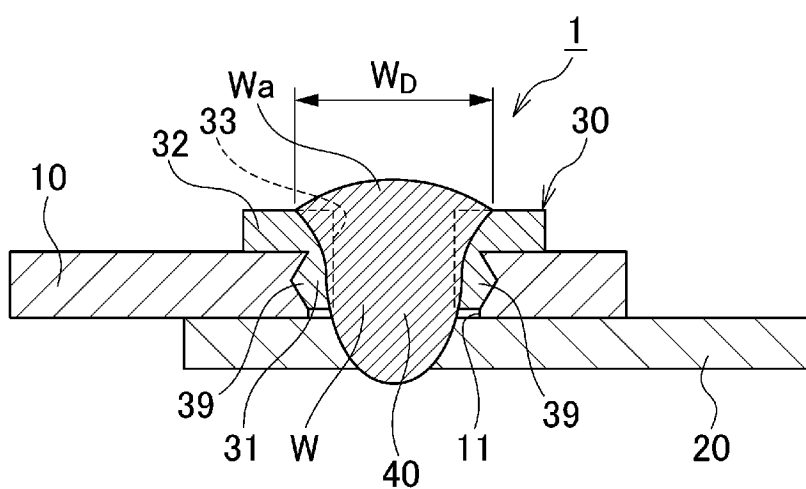
軸部とフランジ部とを持った段付きの外形形状を有し、前記軸部の外周面には少なくとも1つの圧入用突起部が設けられ、前記軸部及び前記フランジ部を貫通する中空部が形成され、前記フランジ部の幅が前記板材の穴の直径よりそれぞれ大きく、かつ、少なくとも2つの前記突起部の最外径部と接する最大円の直径、又は、1つの前記突起部の最外径部と前記軸部の外周面と接する円の直径が前記第1の板の穴の直径よりも大きい鋼製の接合補助部材と、を備え、

前記接合補助部材は、前記圧入用突起部が前記板材に設けられた穴内に圧入されることで、前記板材に取り付けられている、接合補助部材付き板材。

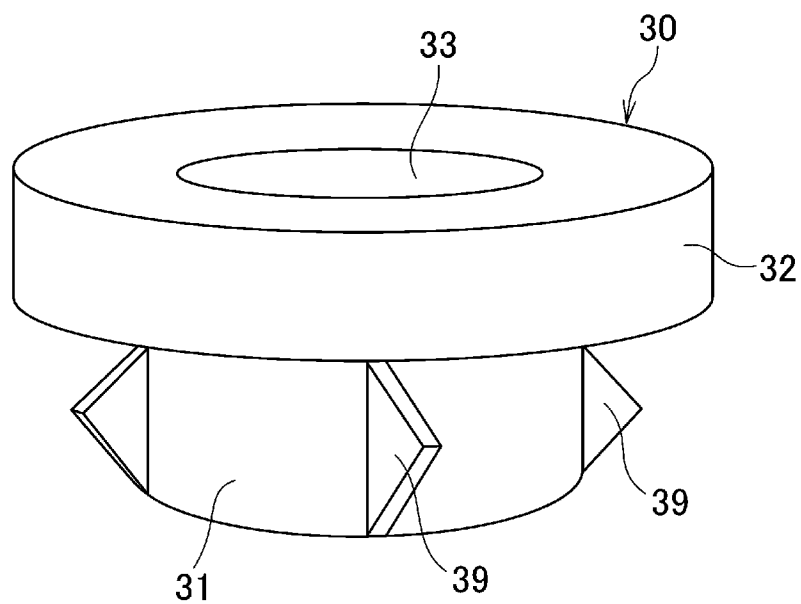
[図1A]



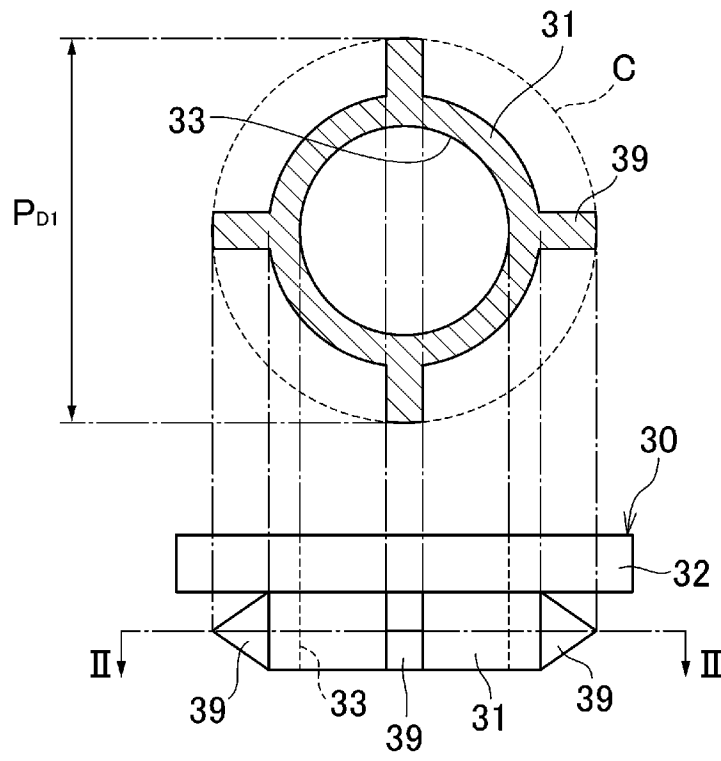
[図1B]



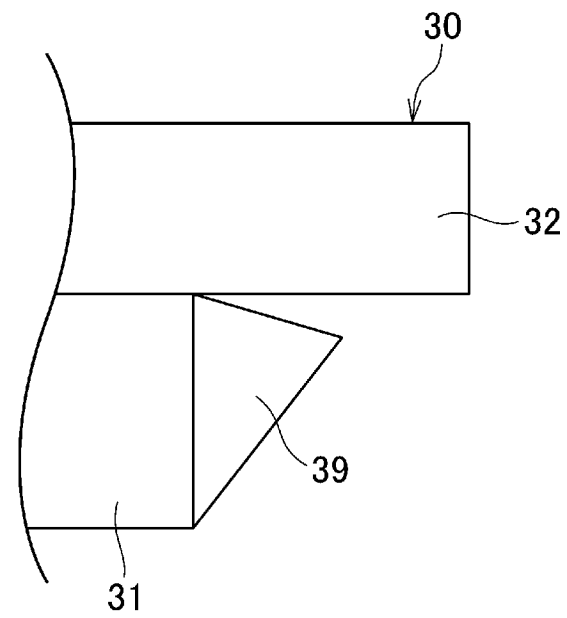
[図2A]



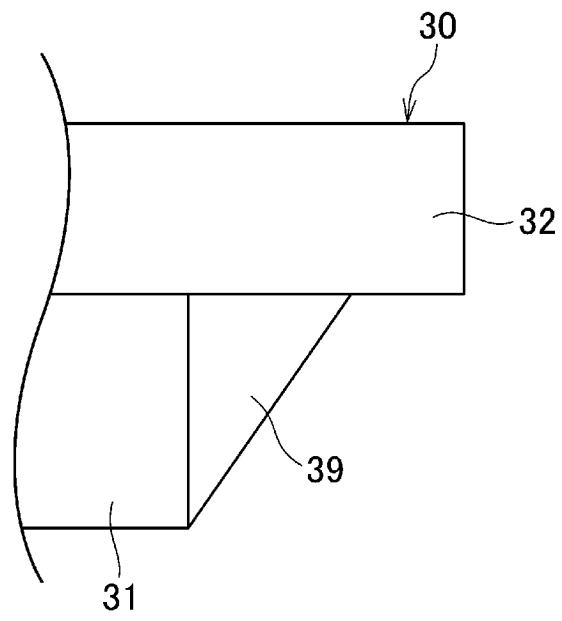
[図2B]



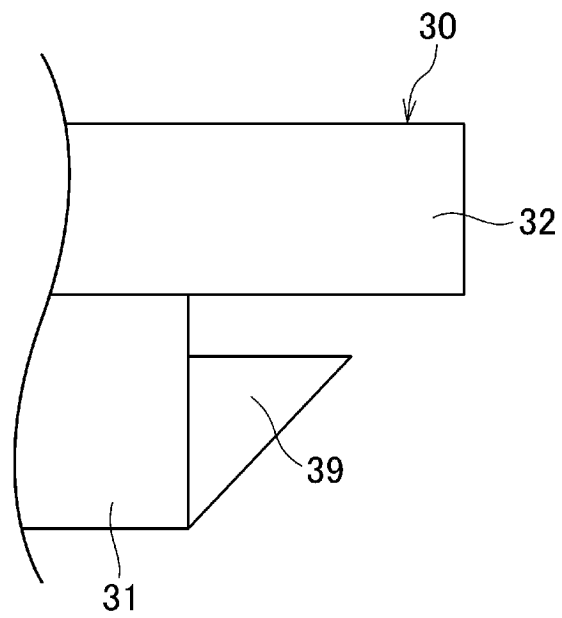
[図3A]



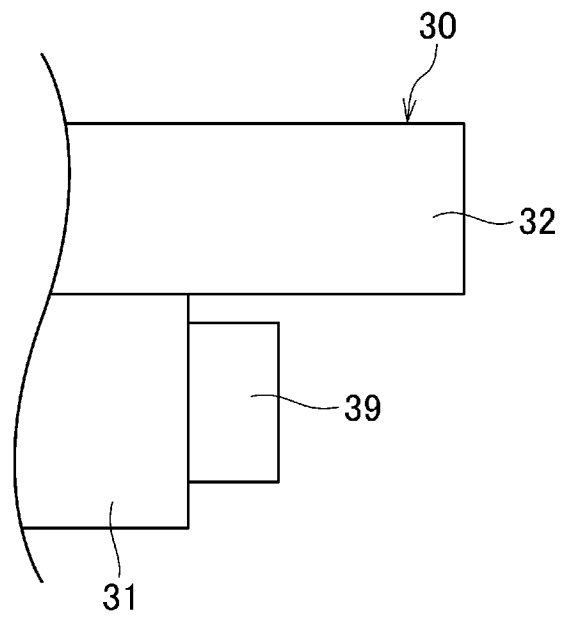
[図3B]



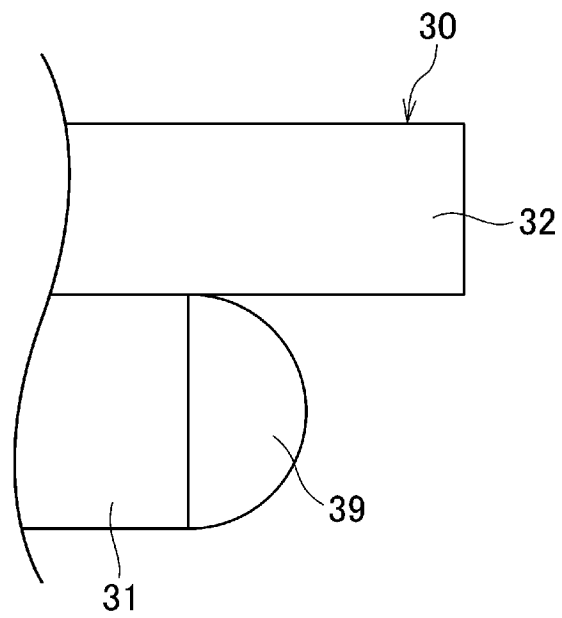
[図3C]



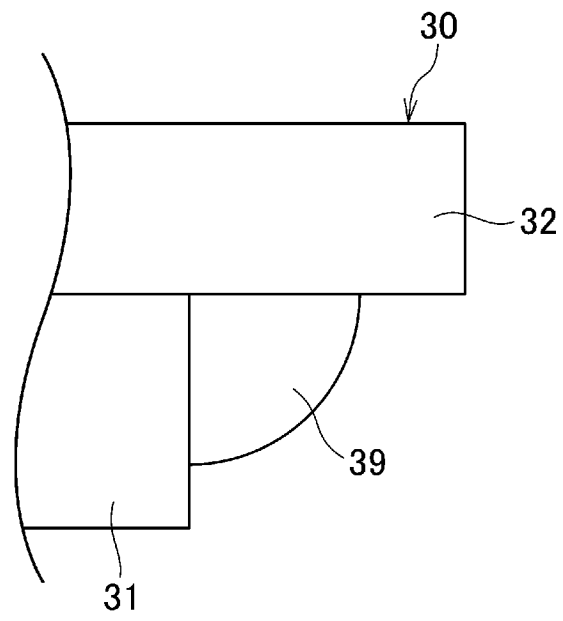
[図3D]



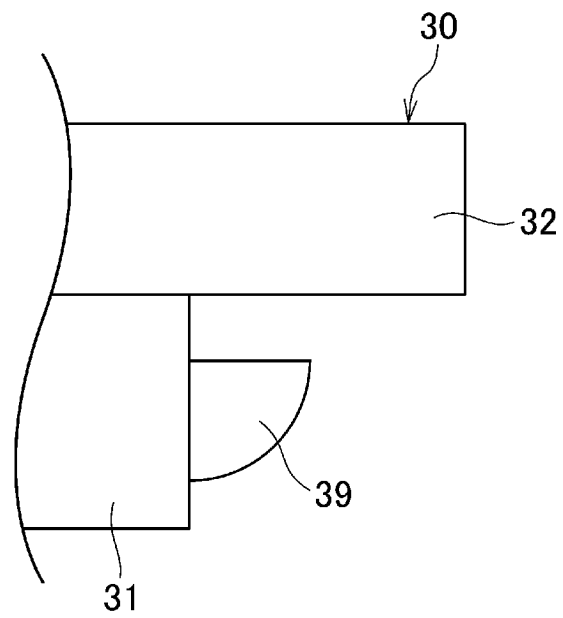
[図3E]



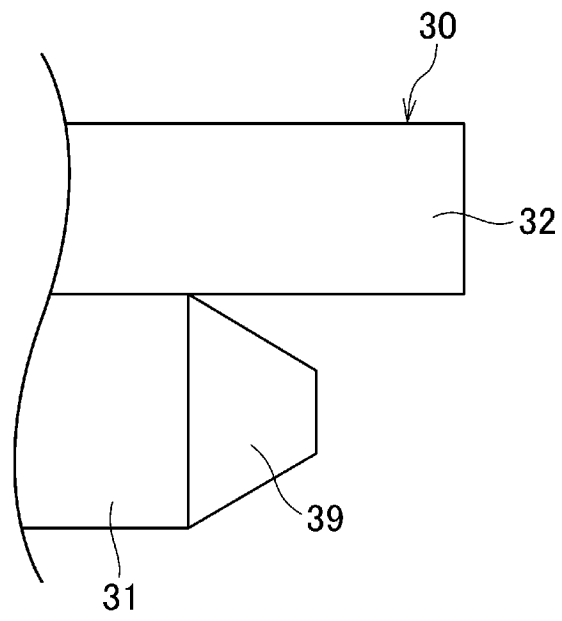
[図3F]



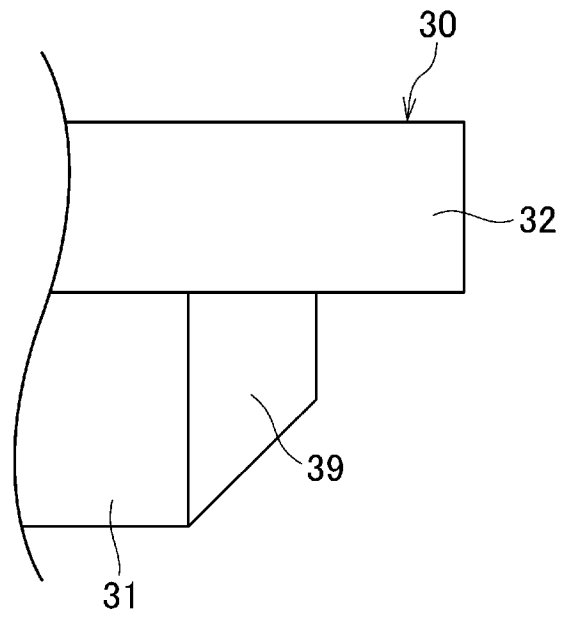
[図3G]



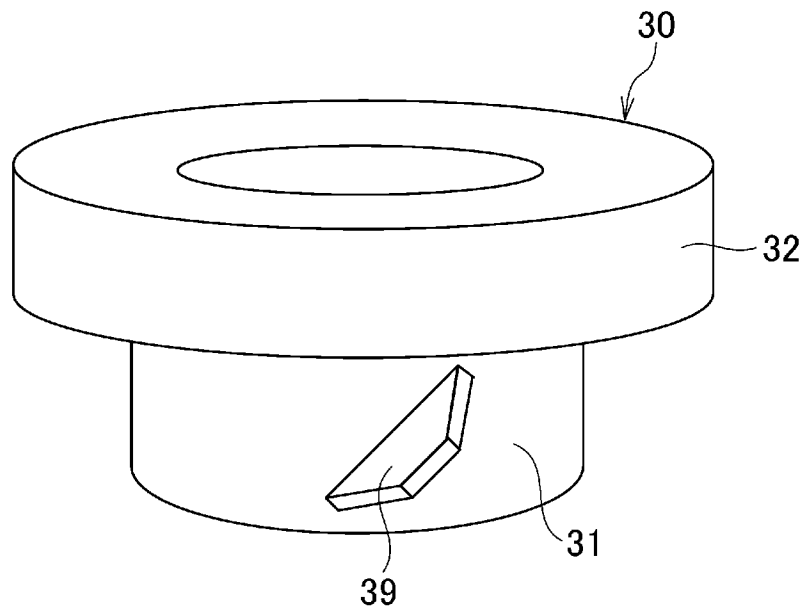
[図3H]



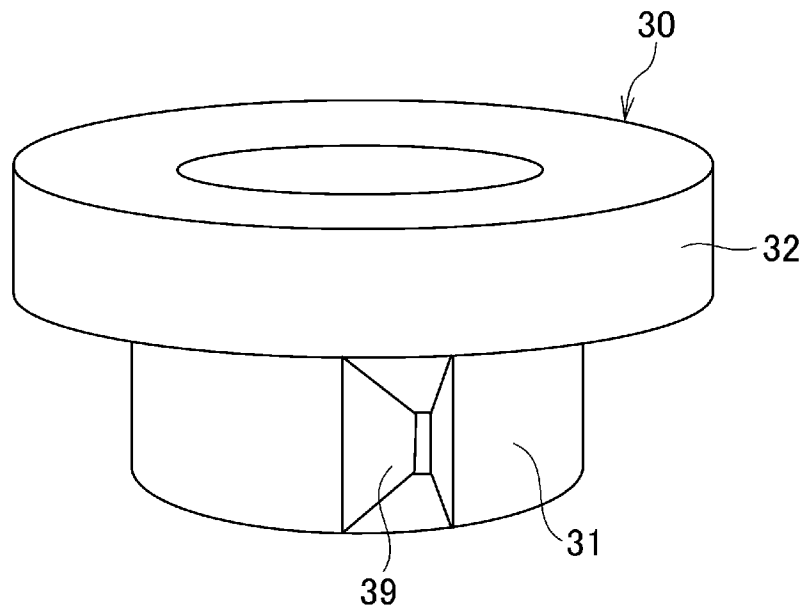
[図3I]



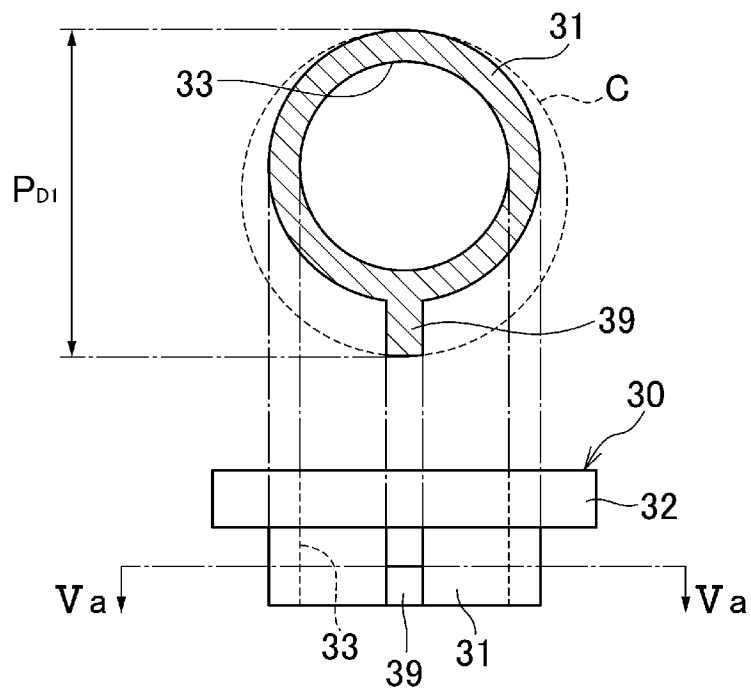
[図4A]



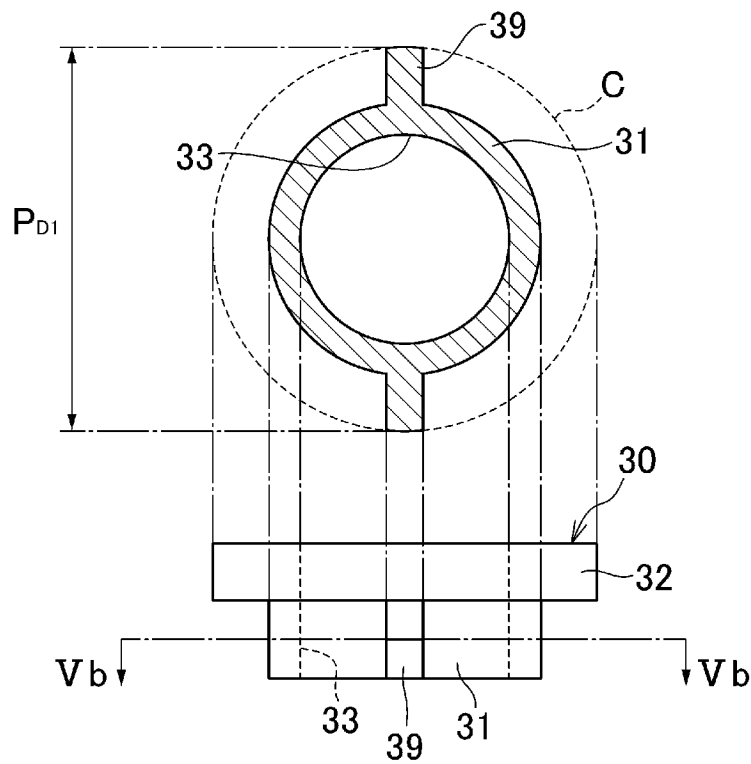
[図4B]



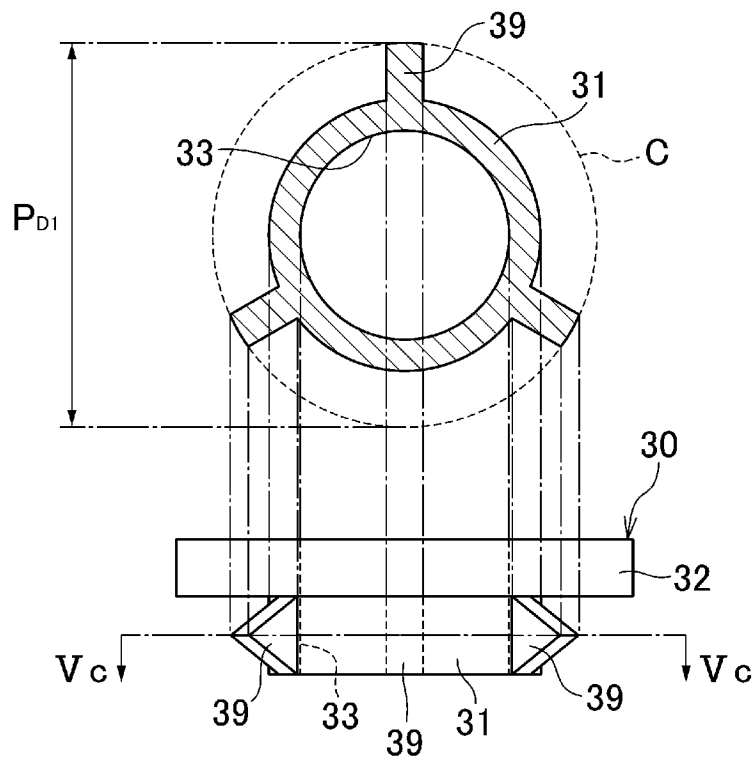
[図5A]



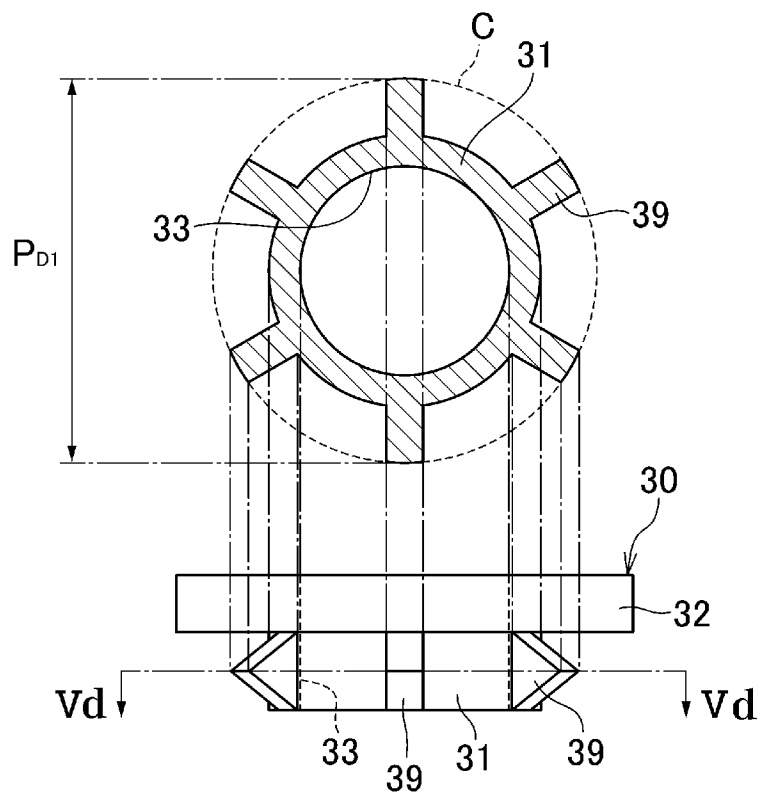
[図5B]



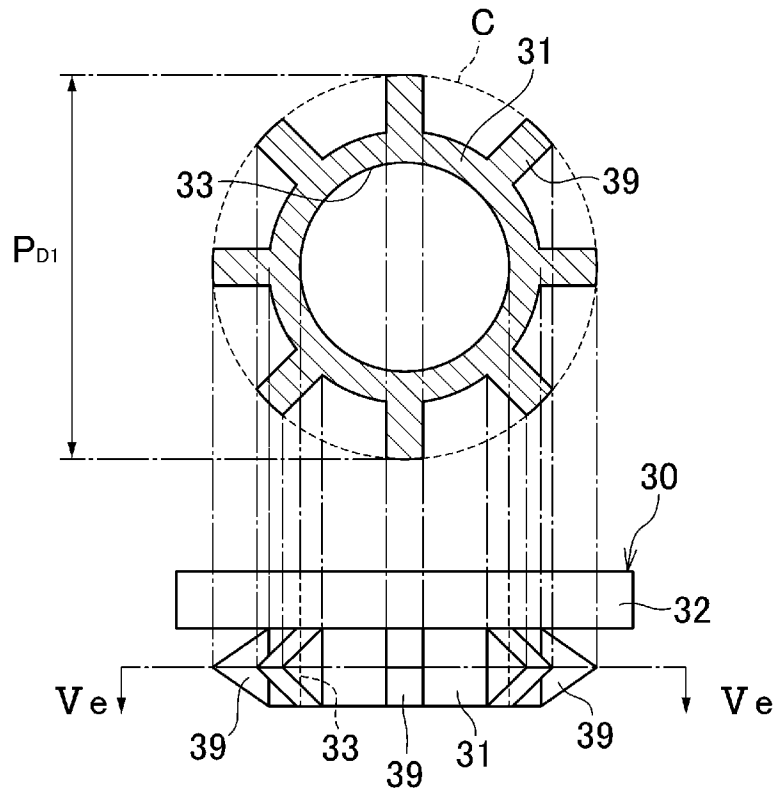
[図5C]



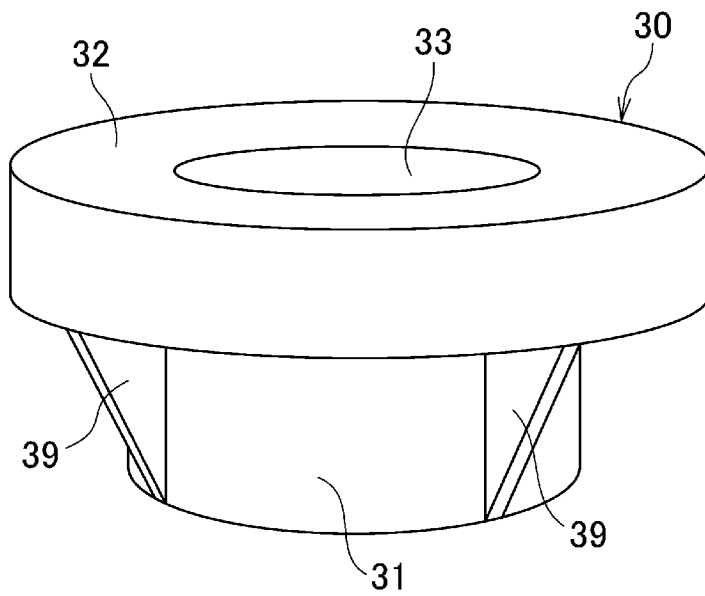
[図5D]



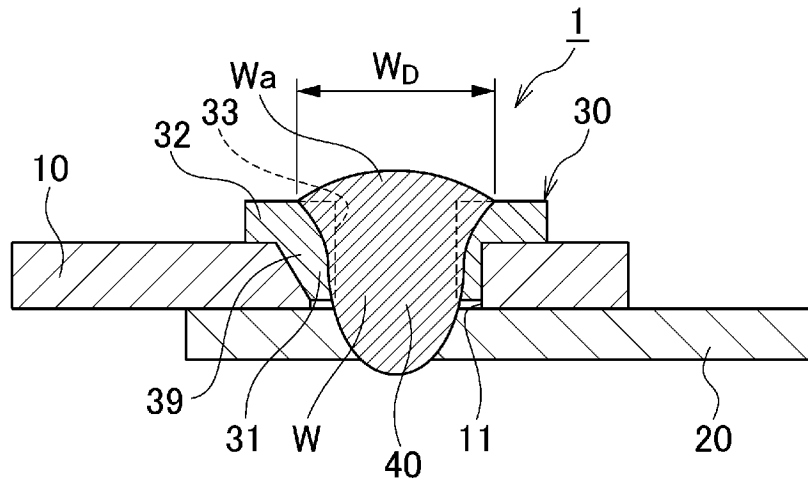
[図5E]



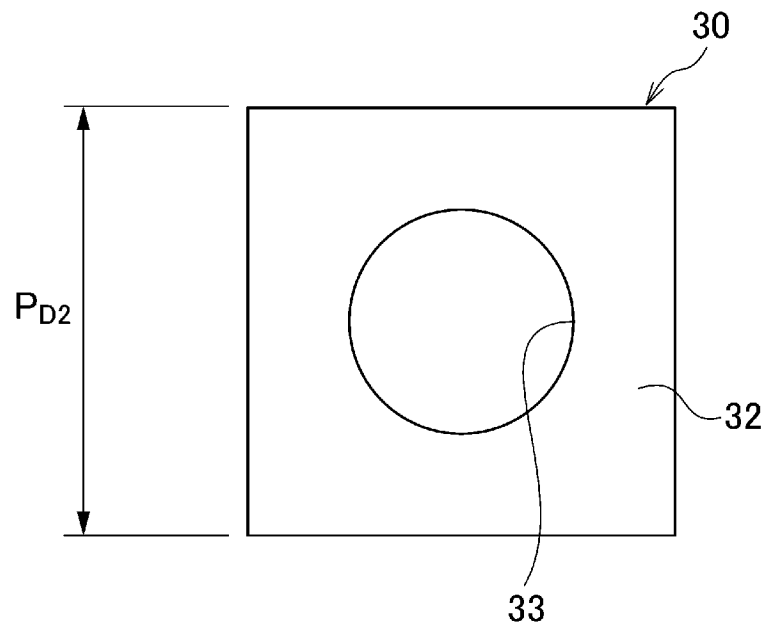
[図6A]



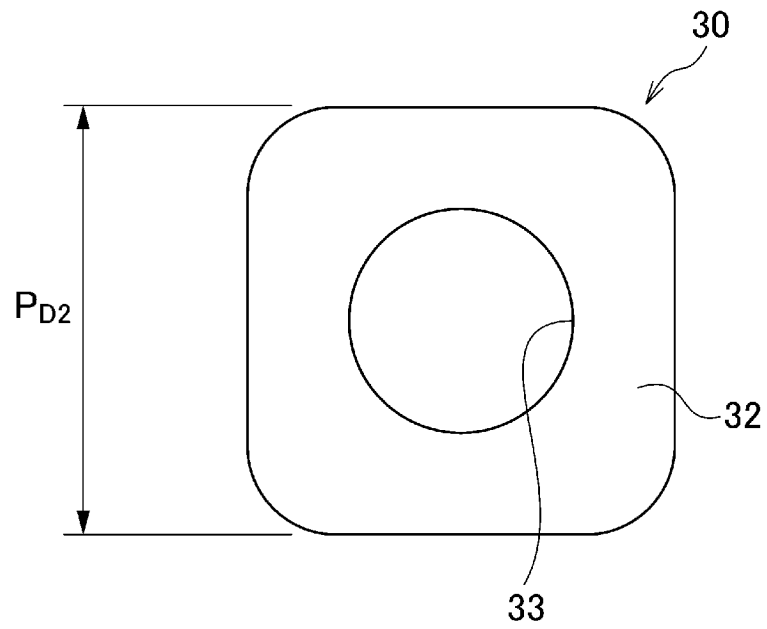
[図6B]



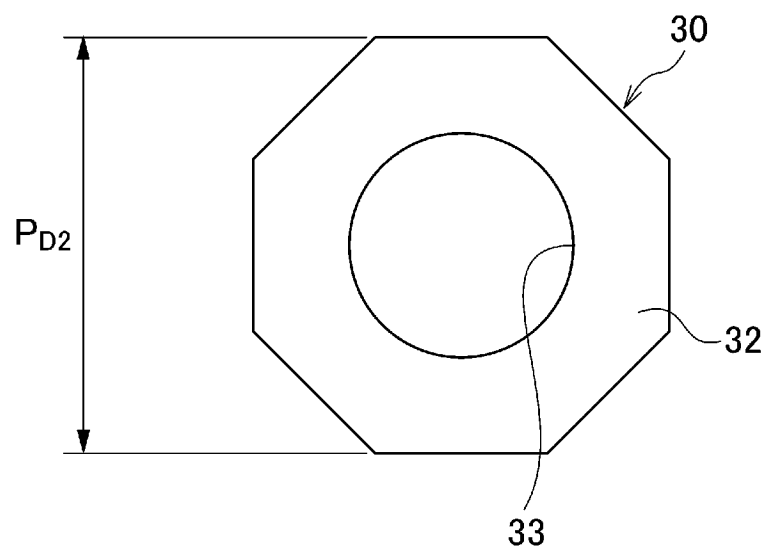
[図7A]



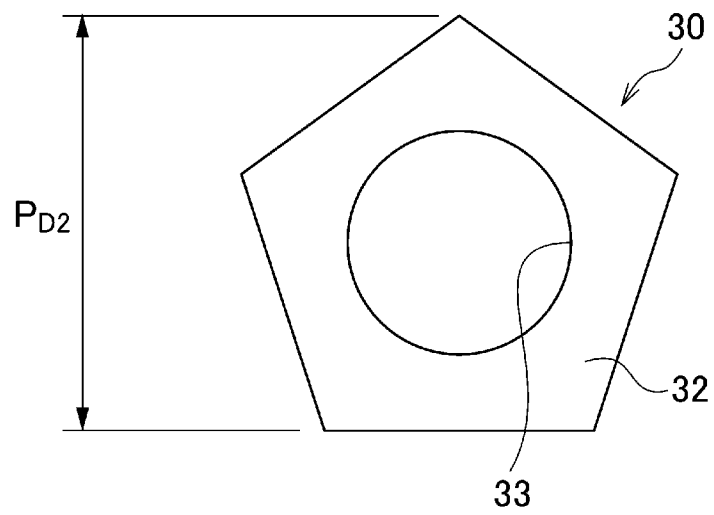
[図7B]



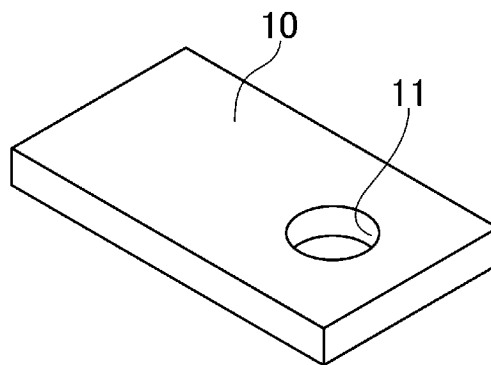
[図7C]



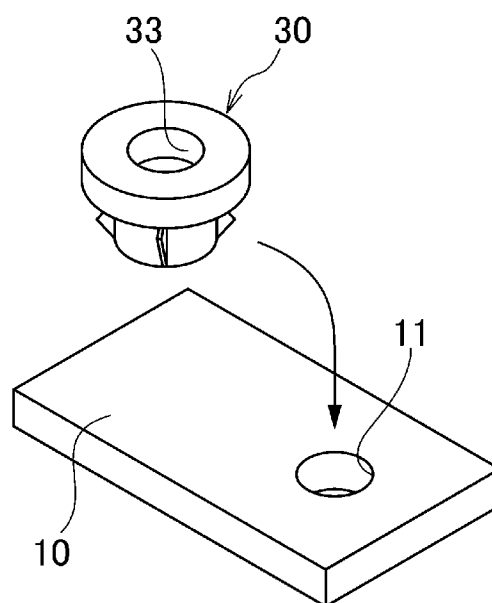
[図7D]



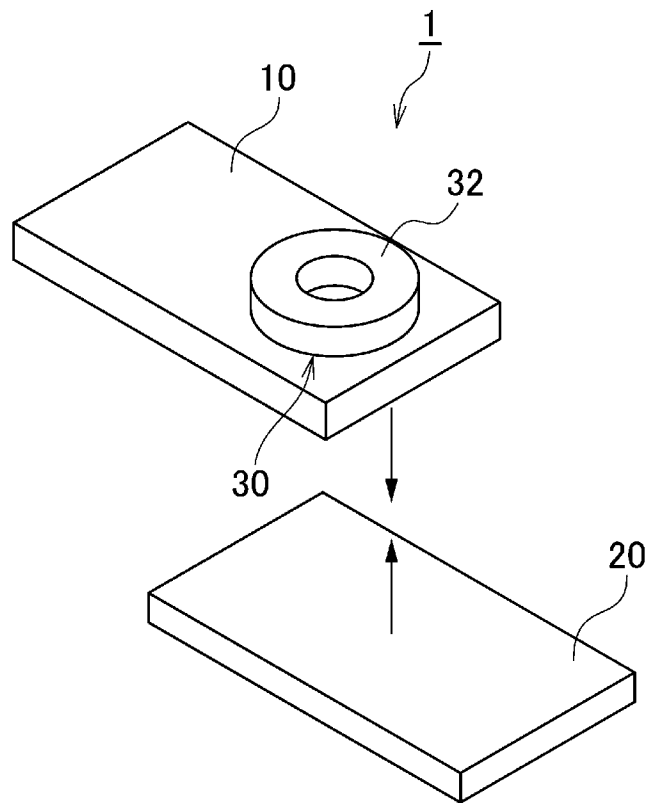
[図8A]



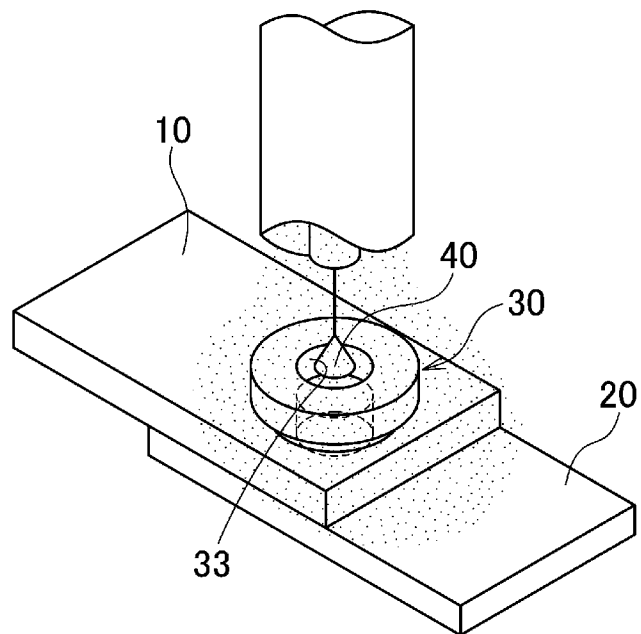
[図8B]



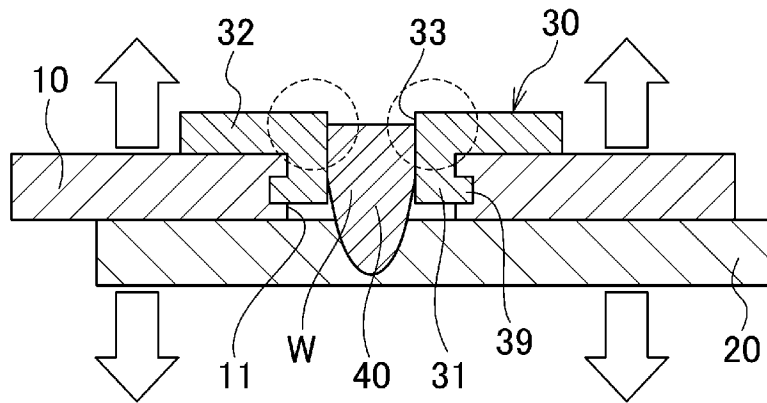
[図8C]



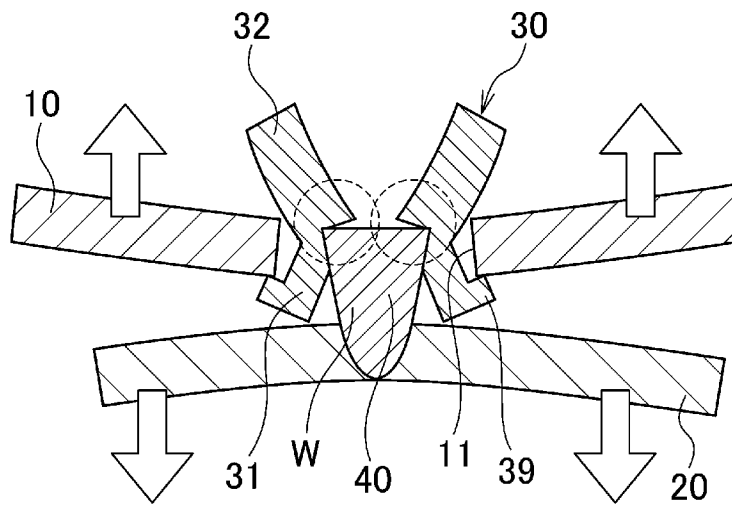
[図8D]



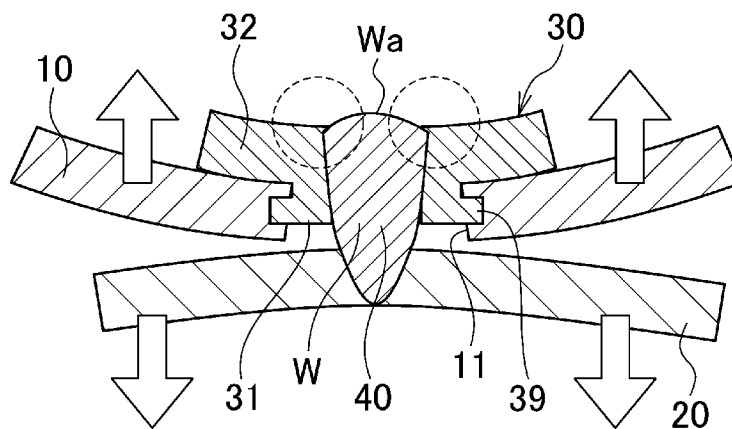
[図9A]



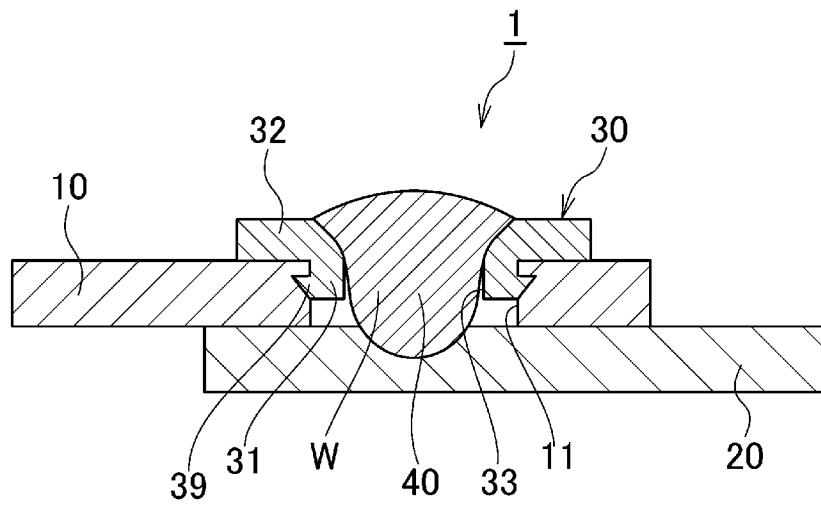
[図9B]



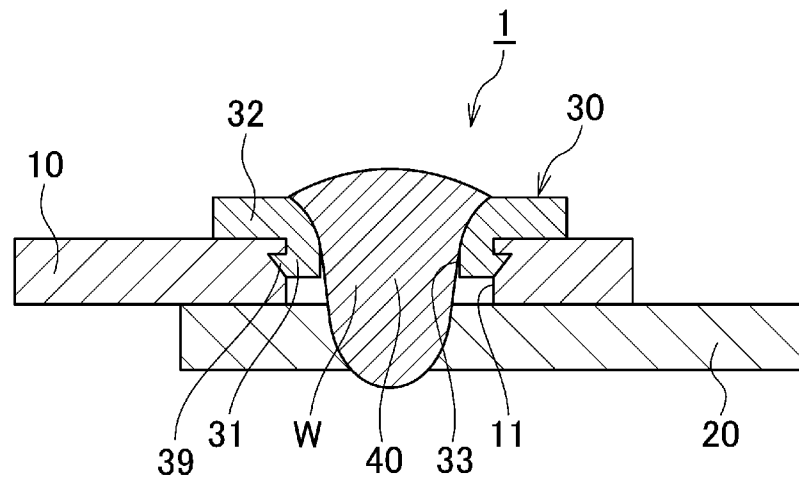
[図10]



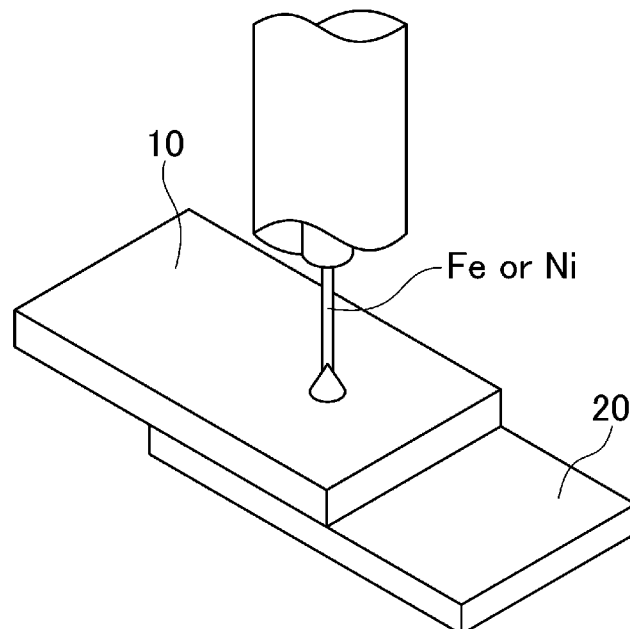
[図11A]



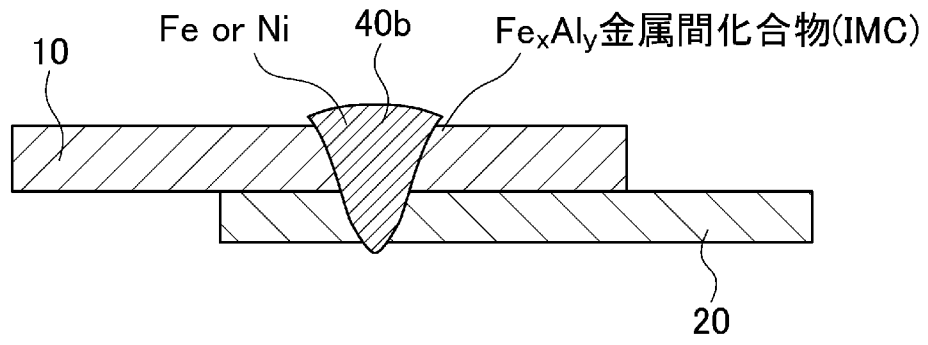
[図11B]



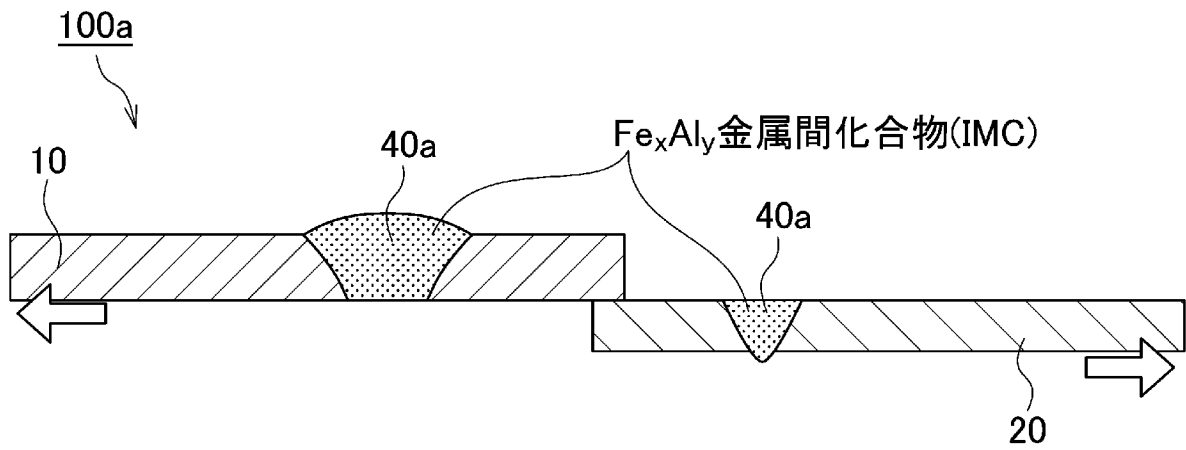
[図12A]



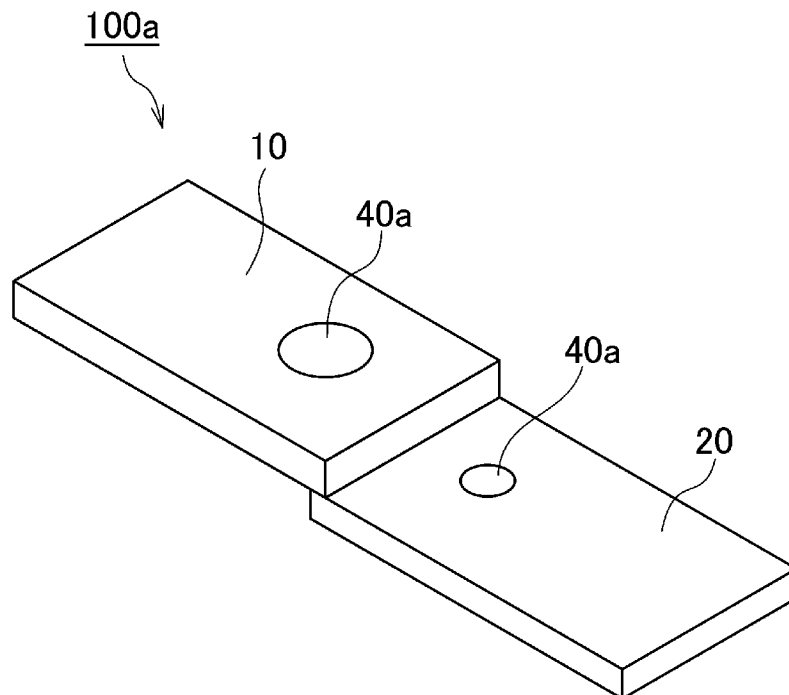
[図12B]



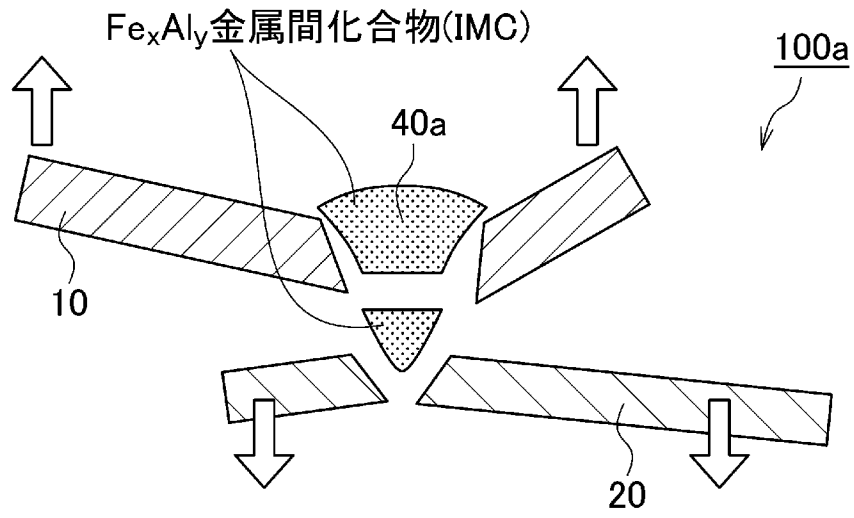
[図13A]



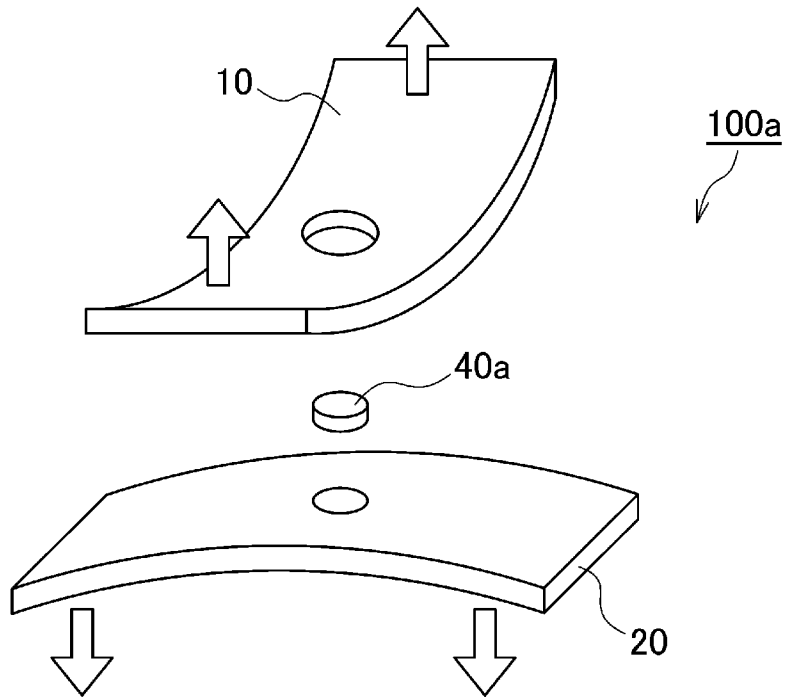
[図13B]



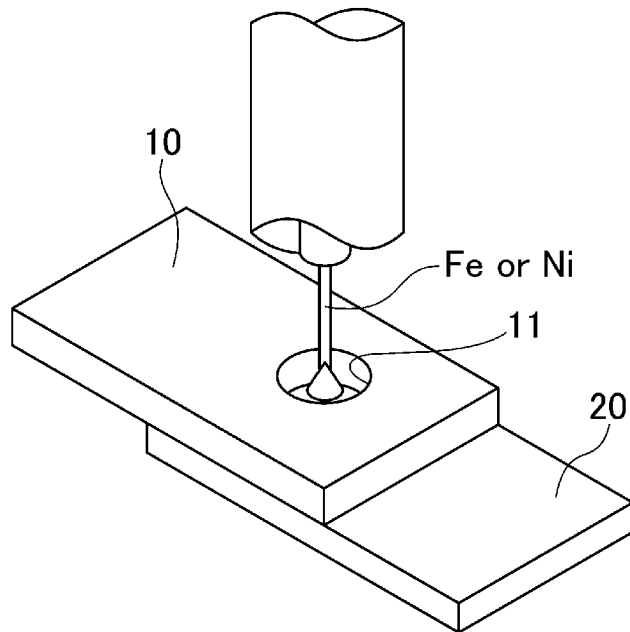
[図14A]



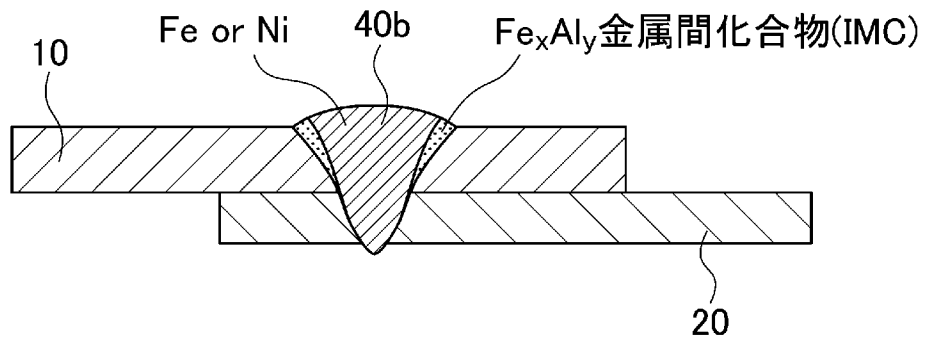
[図14B]



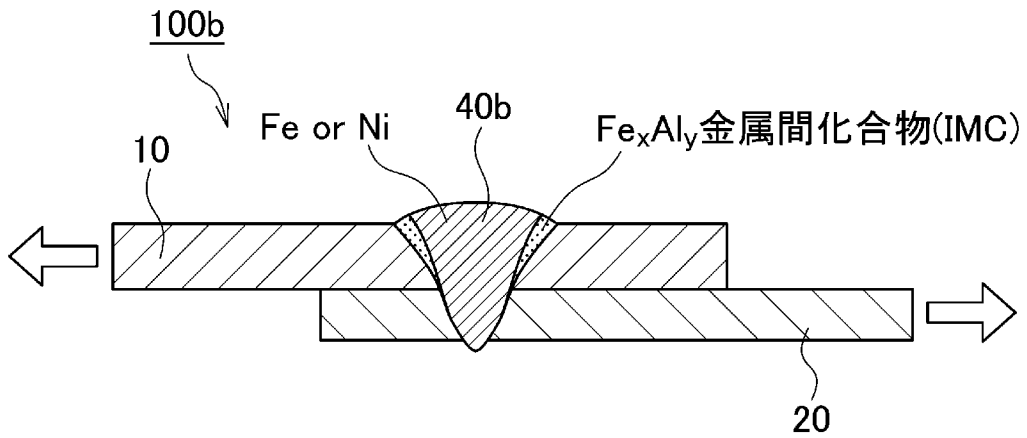
[図15A]



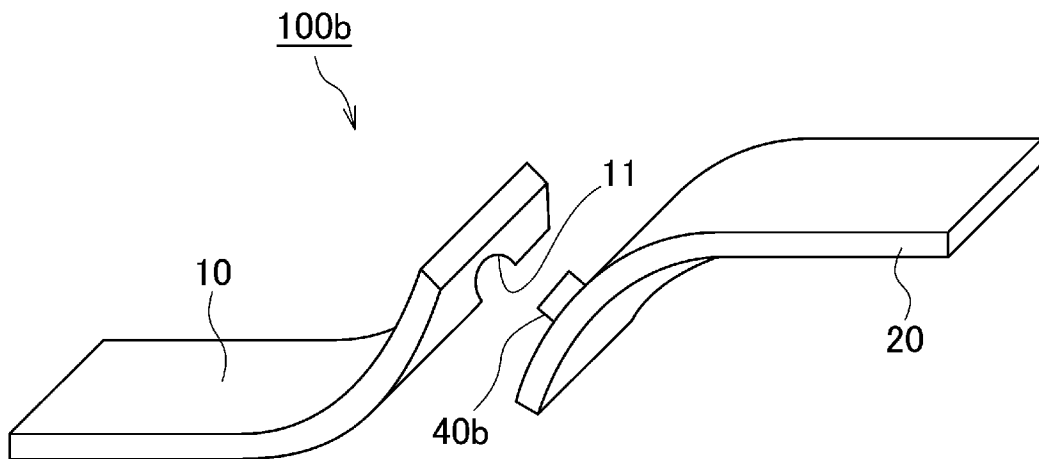
[図15B]



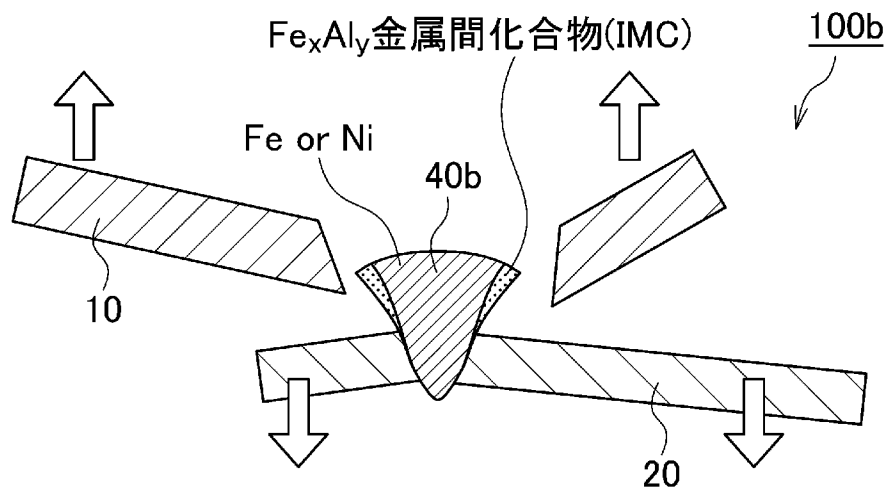
[図16A]



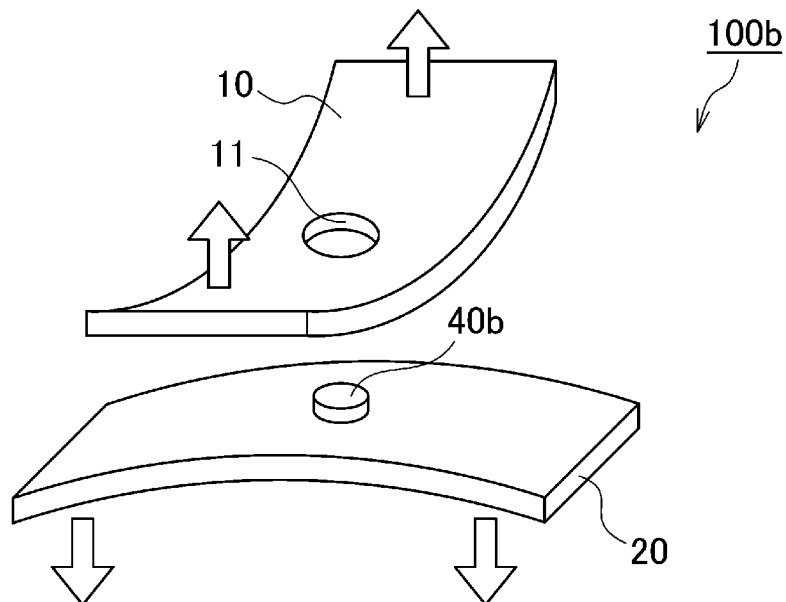
[図16B]



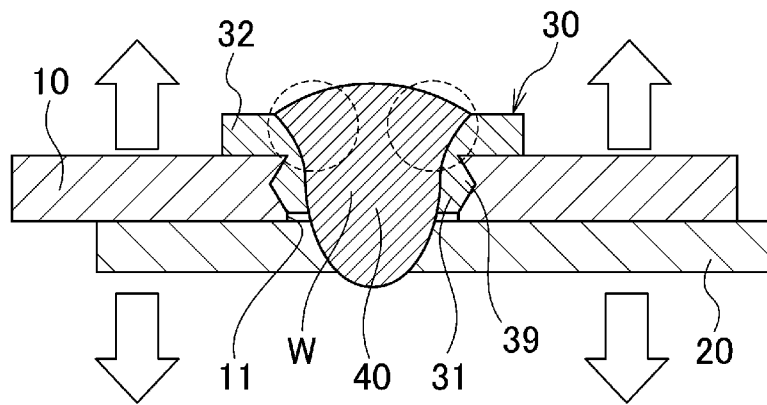
[図17A]



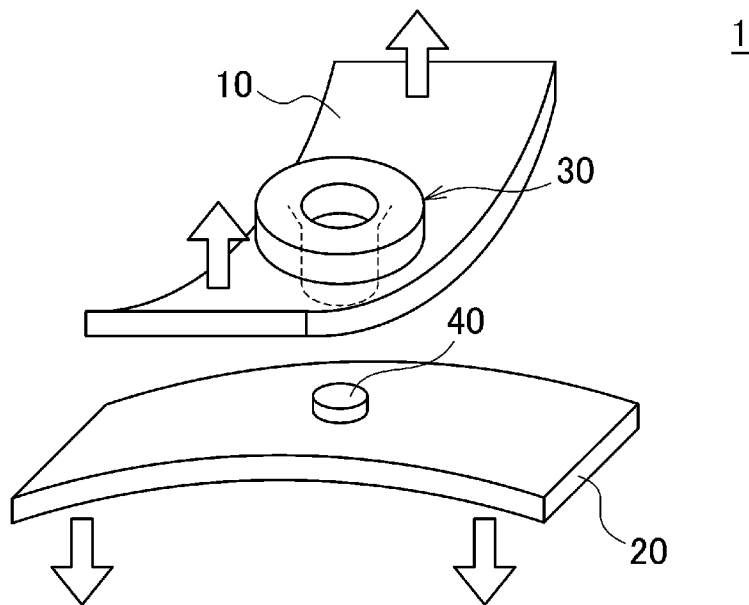
[図17B]



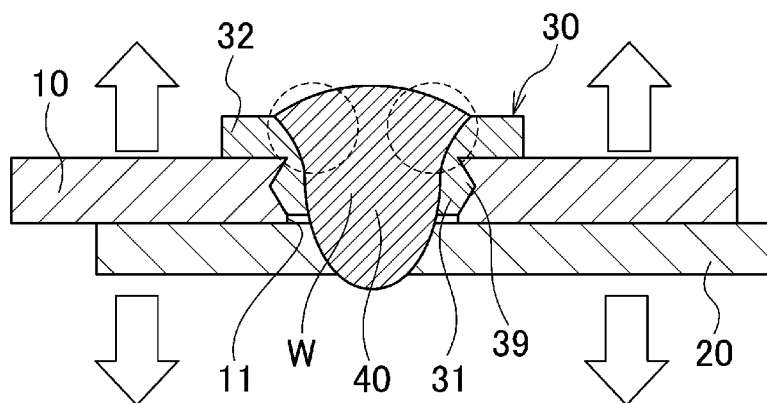
[図18A]



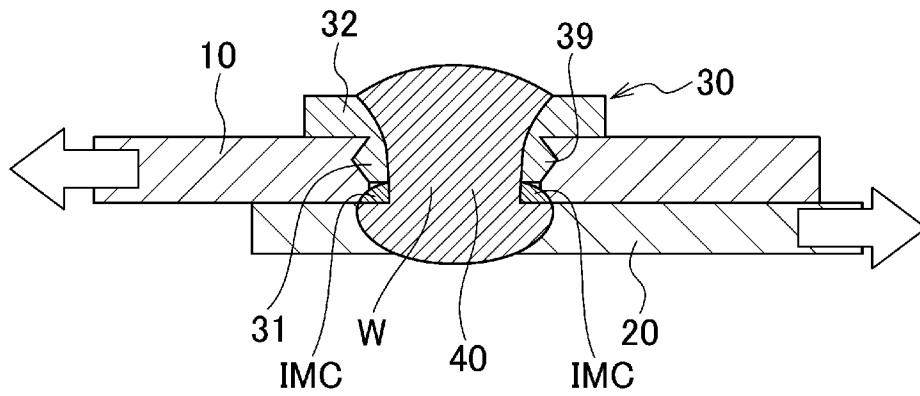
[図18B]



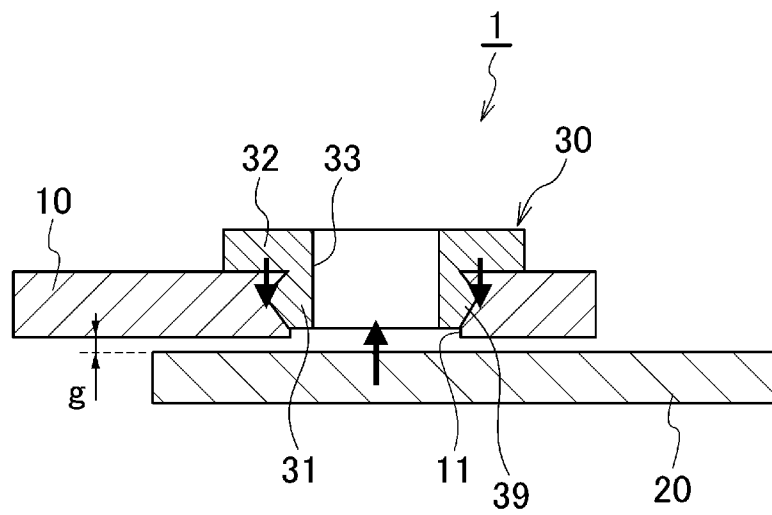
[図19A]



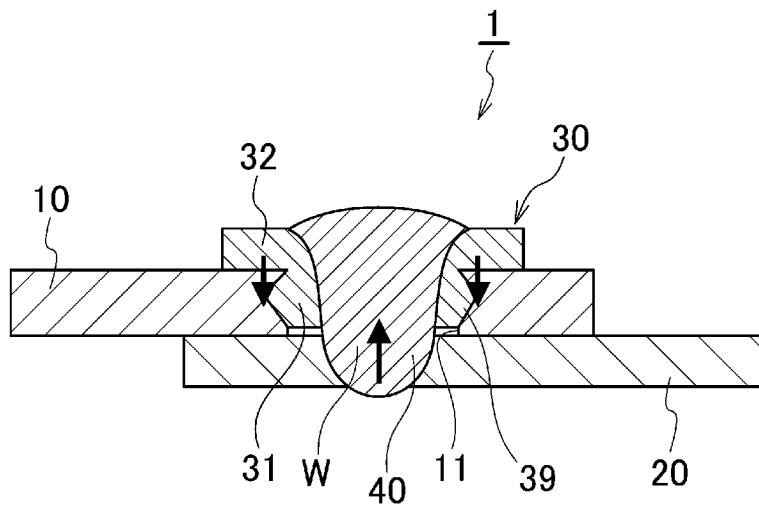
[図19B]



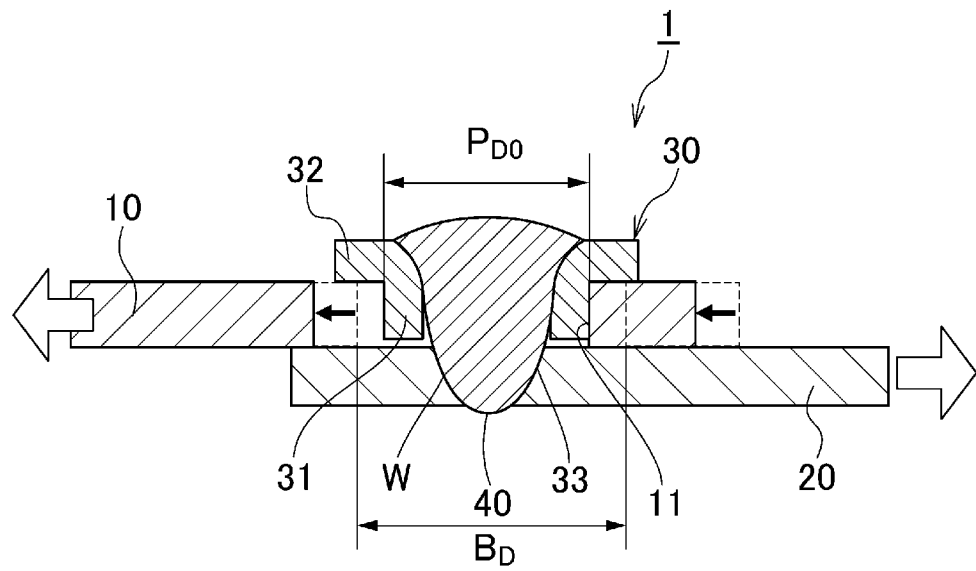
[図20A]



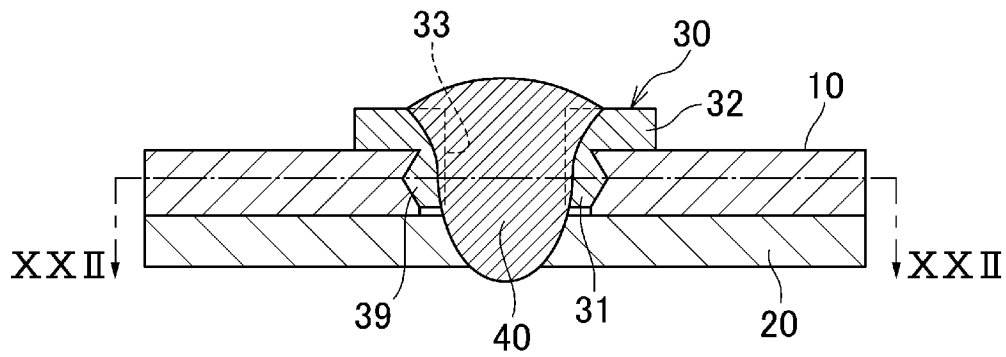
[図20B]



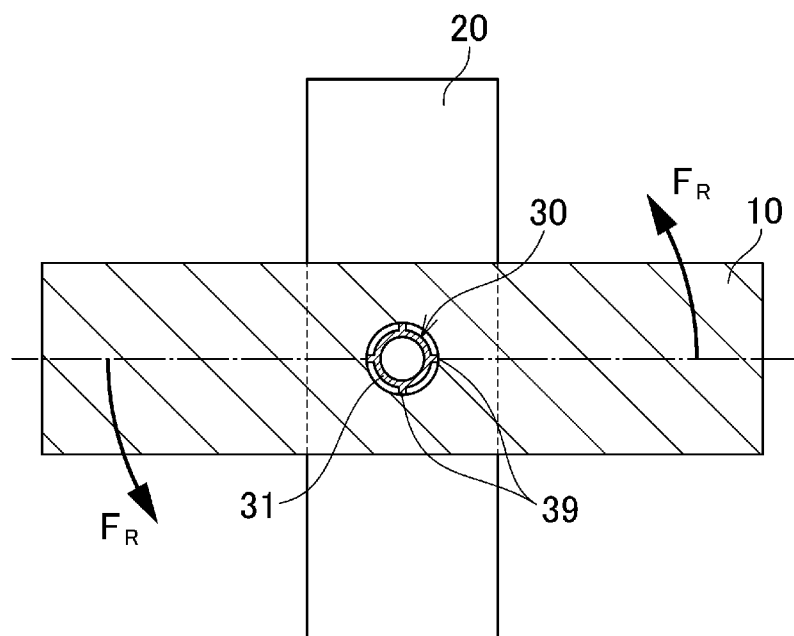
[図21]



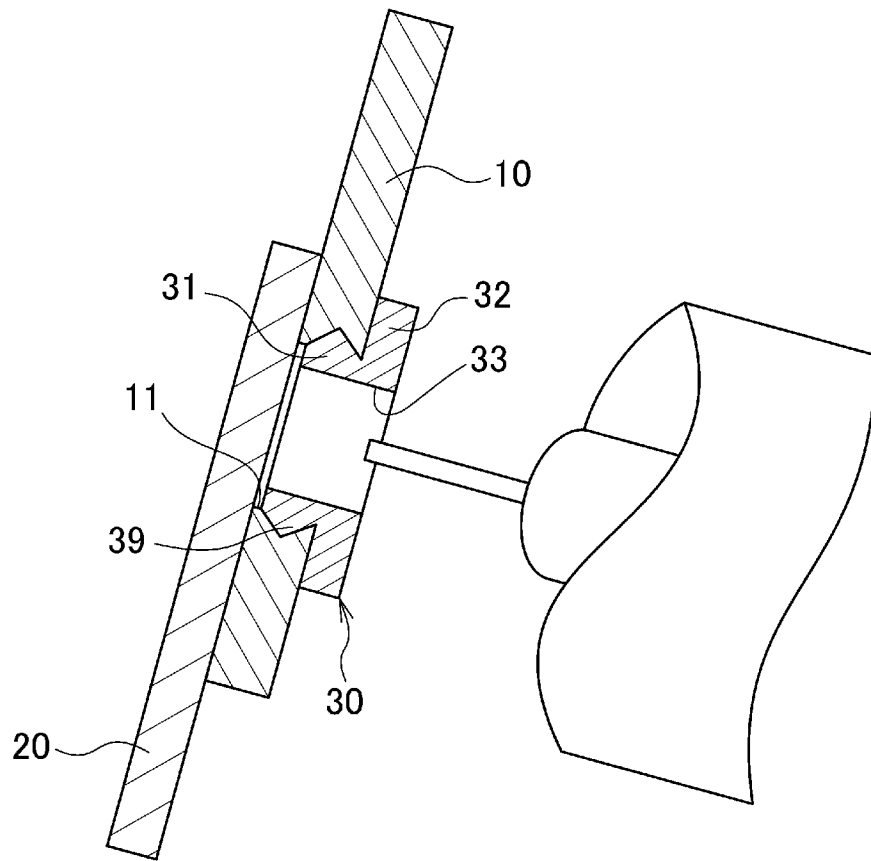
[図22A]



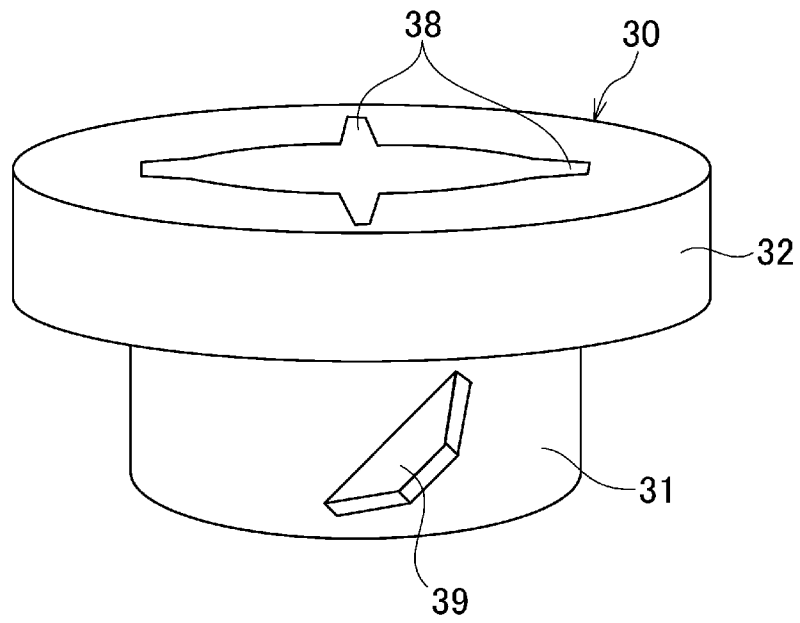
[図22B]



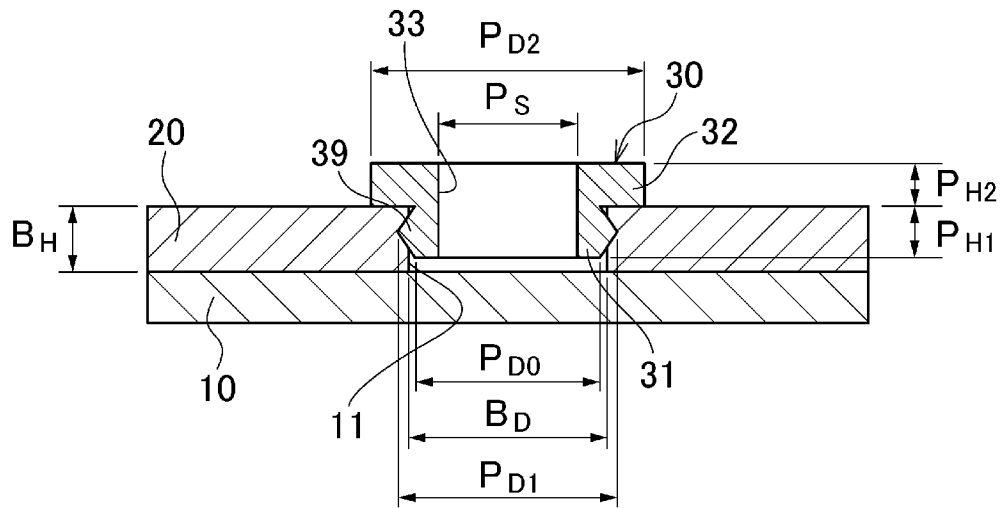
[図23]



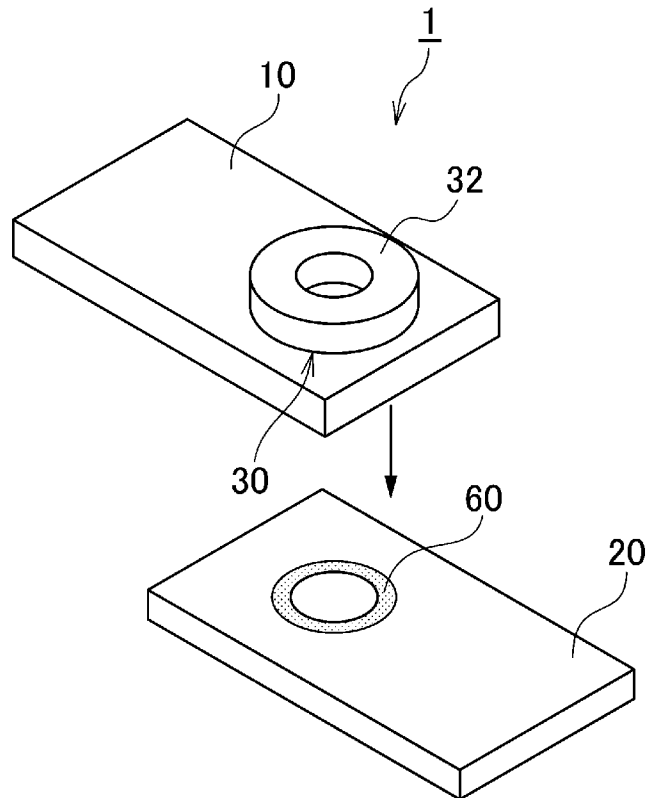
[図24]



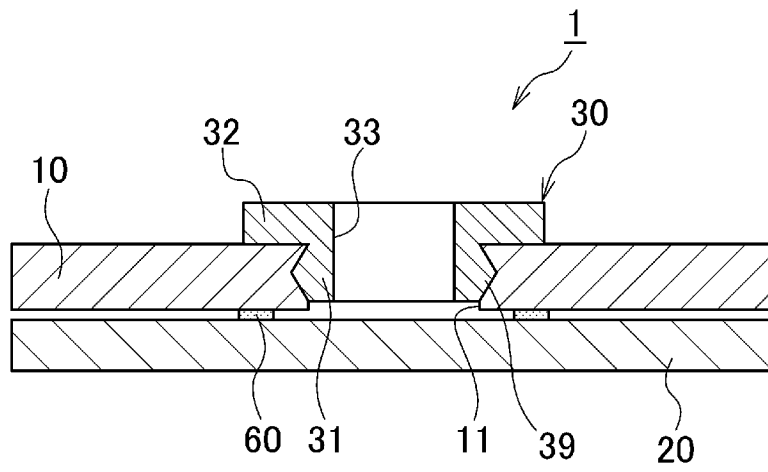
[図25]



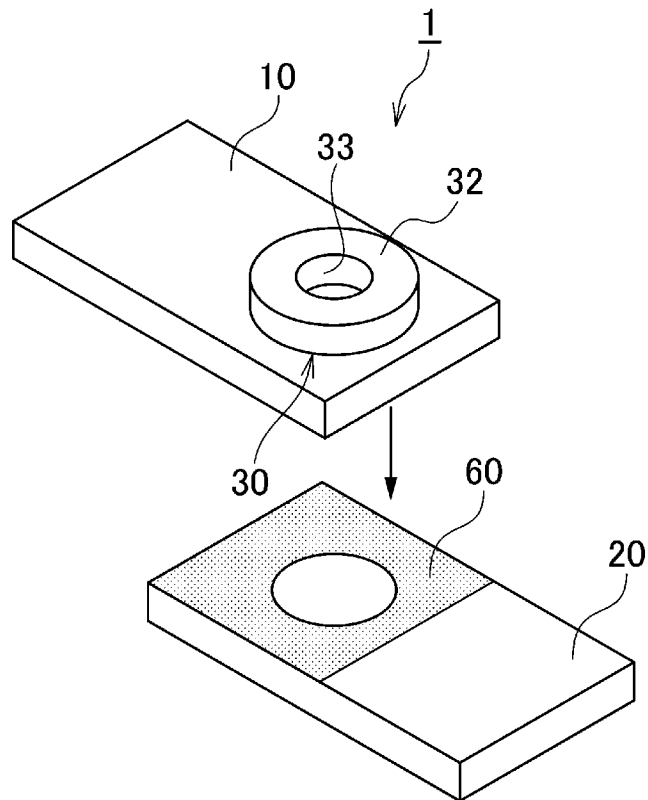
[図26A]



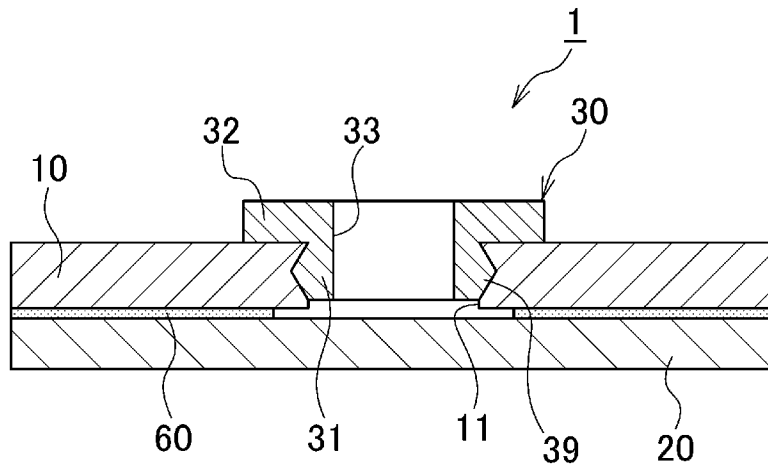
[図26B]



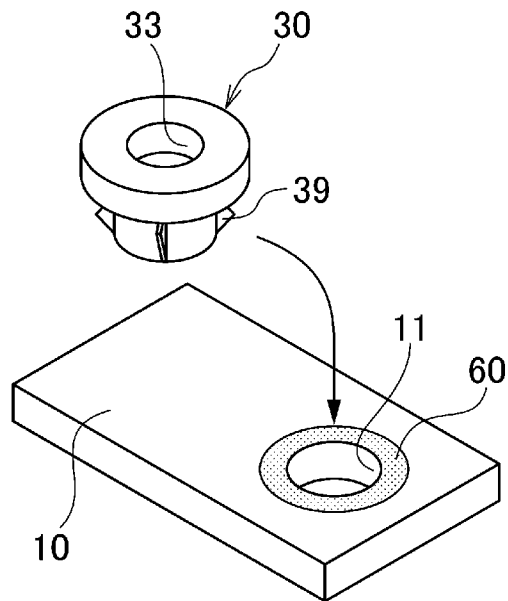
[図27A]



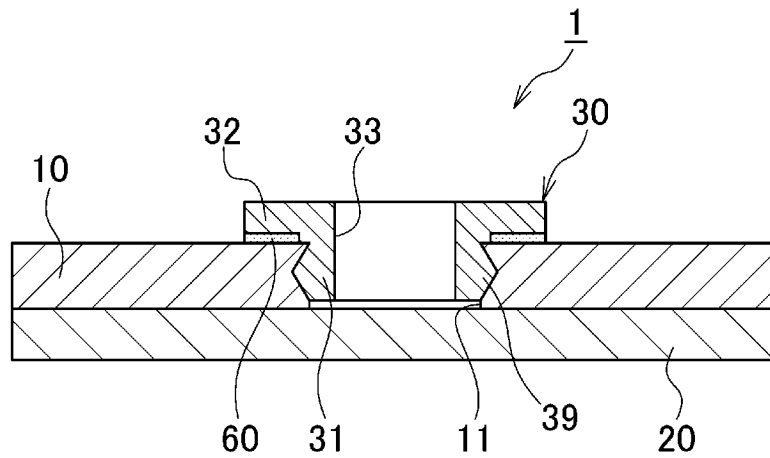
[図27B]



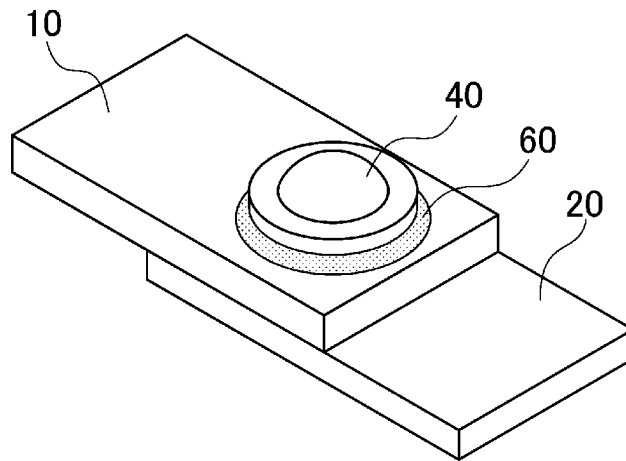
[図28A]



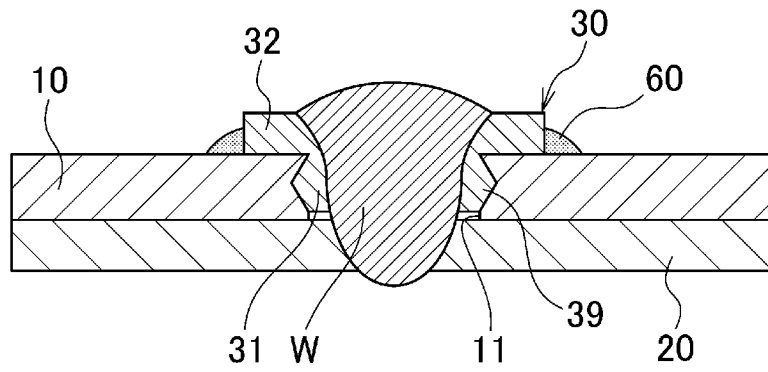
[図28B]



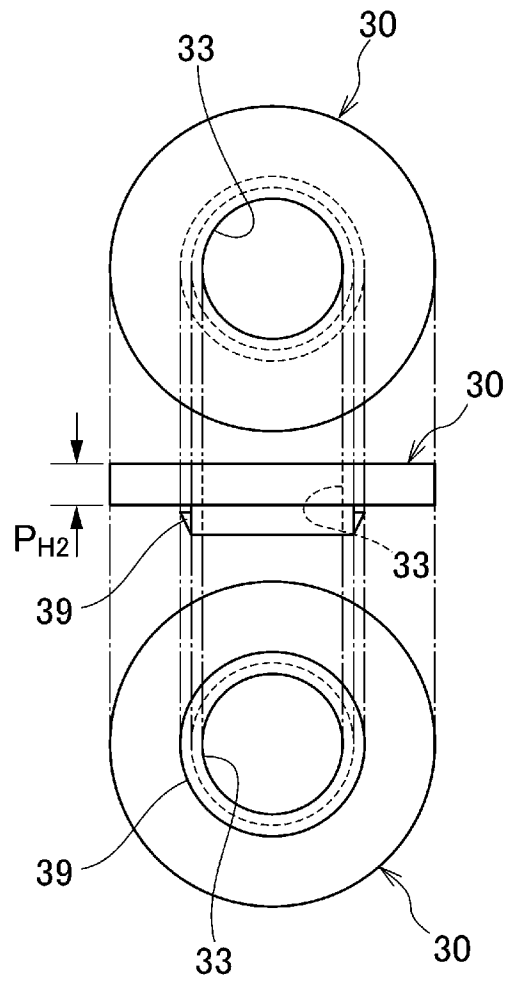
[図29A]



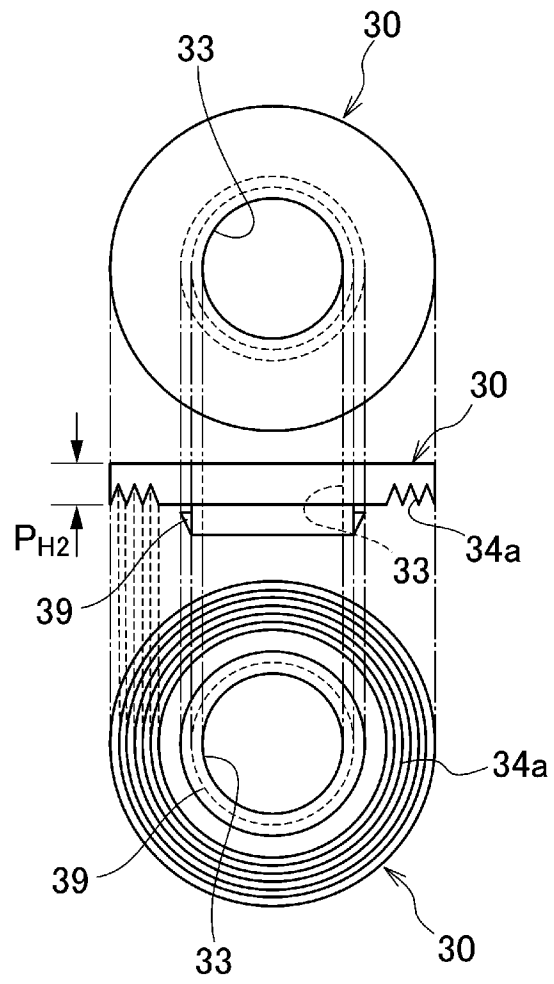
[図29B]



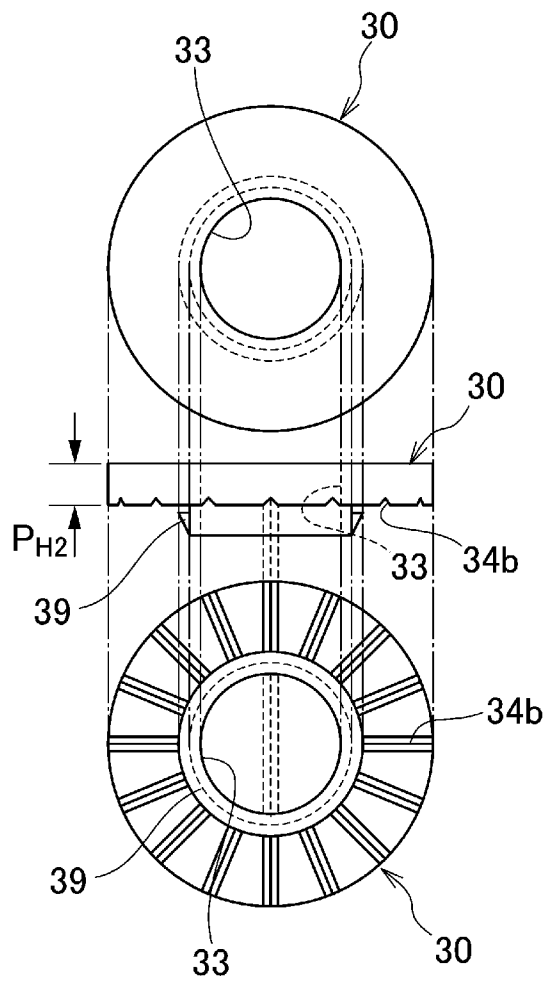
[図30A]



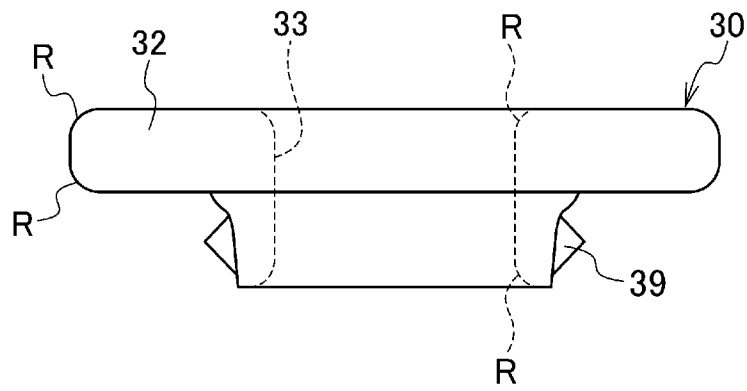
[図30B]



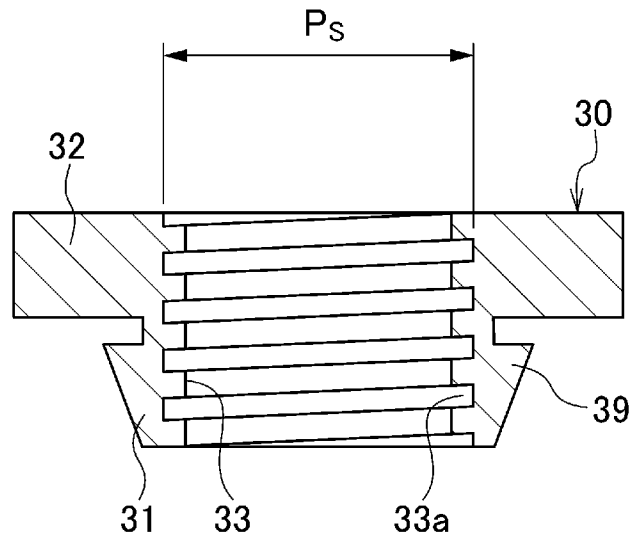
[図30C]



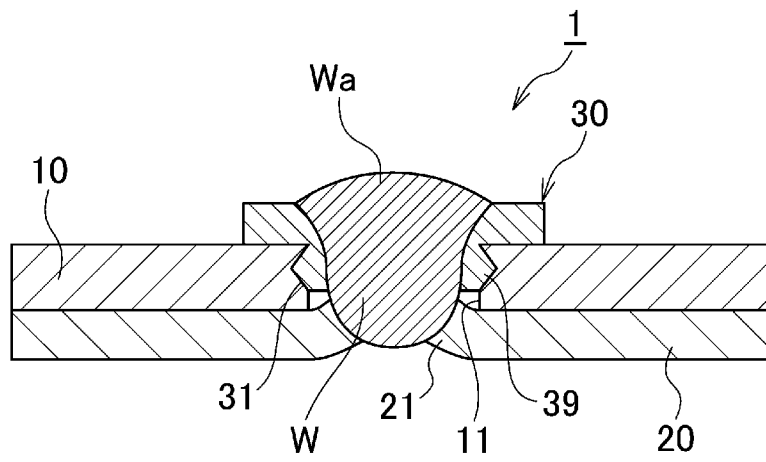
[図31]



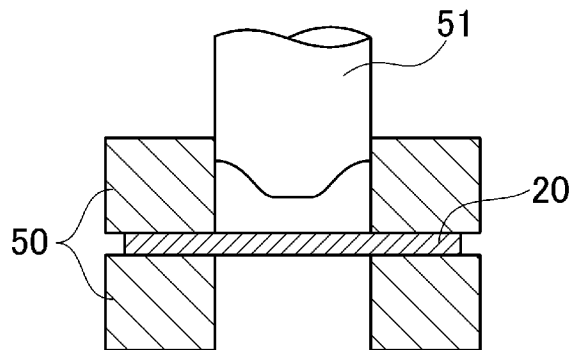
[図32]



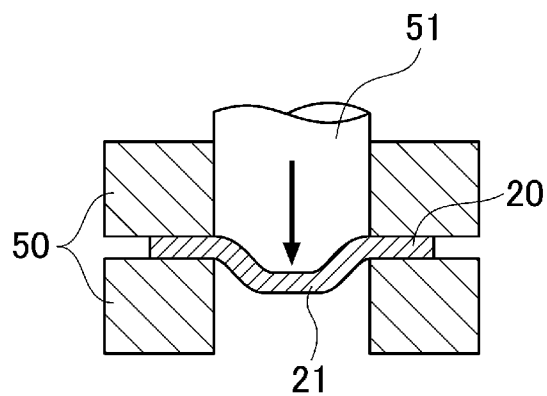
[図33]



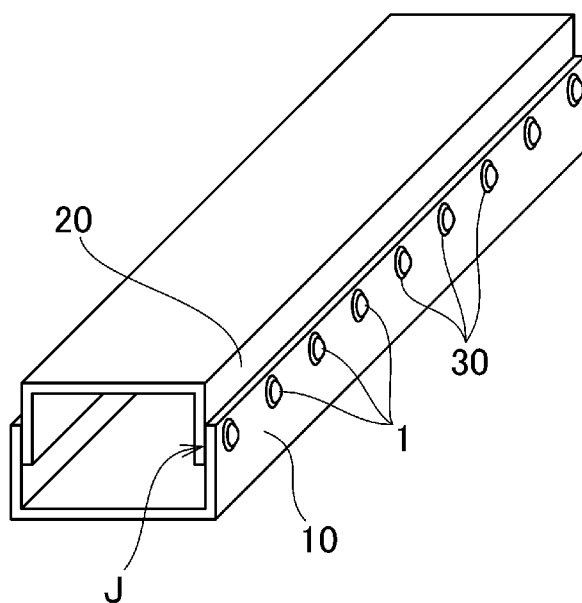
[図34A]



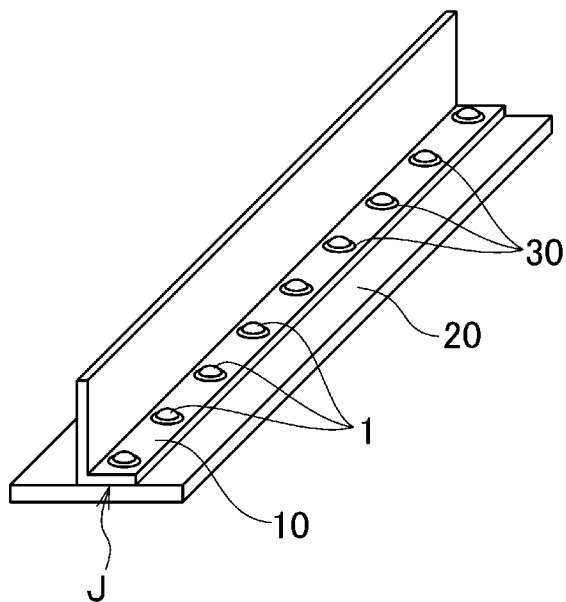
[図34B]



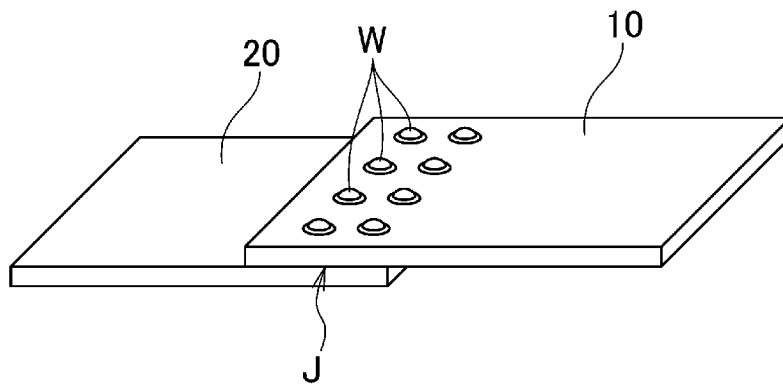
[図35A]



[図35B]



[図35C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K9/23(2006.01) i, B23K9/007(2006.01) i, B23K9/14(2006.01) i, B23K9/167(2006.01) i, B23K9/173(2006.01) i, B23K10/02(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B23K9/23, B23K9/007, B23K9/14, B23K9/167, B23K9/173, B23K10/02

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	WO 2018/123716 A1 (KOBE STEEL, LTD.) 05 July 2018, claims, fig. 1-9, 16-51 & KR 10-2019-0089025 A & CN 110114181 A	1-24
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 102723/1987 (Laid-open No. 7911/1989) (DAIWA SANGYO KK) 17 January 1989, claim 1, page 5, fig. 1-5 (Family: none)	1-24

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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 01.11.2019	Date of mailing of the international search report 19.11.2019
---	--

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/JP2019/036831

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 2001-132718 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 18 May 2001, claims, fig. 1-9 & US 6988862 B1 & WO 01/30516 A1, claims 10-15, fig. 22-30 & CN 1411399 A	1-24
Y	JP 2010-96351 A (PROFIL VERBINDUNGSTECHNIK GMBH & CO. KG) 30 April 2010, paragraphs [0037], [0043], fig. 1-4 & US 2010/0129173 A1, paragraphs [0046], [0052], fig. 1-4 & EP 2177776 A2 & KR 10-2010-0044120 A & CN 101725613 A	1-24
E, X	JP 2019-150831 A (KOBE STEEL, LTD.) 12 September 2019, entire text, all drawings & WO 2019/167502 A1	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K9/23(2006.01)i, B23K9/007(2006.01)i, B23K9/14(2006.01)i, B23K9/167(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i, B23K10/02(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. B23K9/23, B23K9/007, B23K9/14, B23K9/167, B23K9/173, B23K10/02			
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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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	WO 2018/123716 A1 (株式会社神戸製鋼所) 2018.07.05, 特許請求の範囲, 図1-図9, 図16-図51 & KR 10-2019-0089025 A & CN 110114181 A	1-24	
Y	日本国実用新案登録出願62-102723号(日本国実用新案登録出願公開64-7911号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (大和産業株式会社) 1989.01.17, 請求項1, 第5ページ, 第1図-第5図 (ファミリーなし)	1-24	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 01.11.2019		国際調査報告の発送日 19.11.2019	
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) 黒石 孝志 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	
		3P	9527

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	JP 2001-132718 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.05.18, 特許請求の範囲, 図1-図9 & US 6988862 B1 & WO 01/30516 A1, 請求項10-請求項15, 図22-図30 & CN 1411399 A	1-24
Y	JP 2010-96351 A (プロフィール フェルビンドウングステヒニク ゲーエムベーハー ウント コンパニー カーゲー) 2010.04.30, 段落0037, 段落0043, 図1-図4 & US 2010/0129173 A1, 段落0046, 段落0052, 図1-図4 & EP 2177776 A2 & KR 10-2010-0044120 A & CN 101725613 A	1-24
E, X	JP 2019-150831 A (株式会社神戸製鋼所) 2019.09.12, 全文, 全図 & WO 2019/167502 A1	1-24