

(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
2016年7月14日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/111279 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050090
- (22) 国際出願日: 2016年1月5日(05.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-003000 2015年1月9日(09.01.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 齋藤 浩(SAITO Hiroshi); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 真崎 邦崇(MASAKI Kunitaka); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 根崎 孝二(NEZAKI Koji); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 金山 維史(KANAYAMA Tadafumi); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 山中 聡(YAMANAKA Satoshi); 〒1358710 東

京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP). 田部井 康(TABEI Yasushi); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).

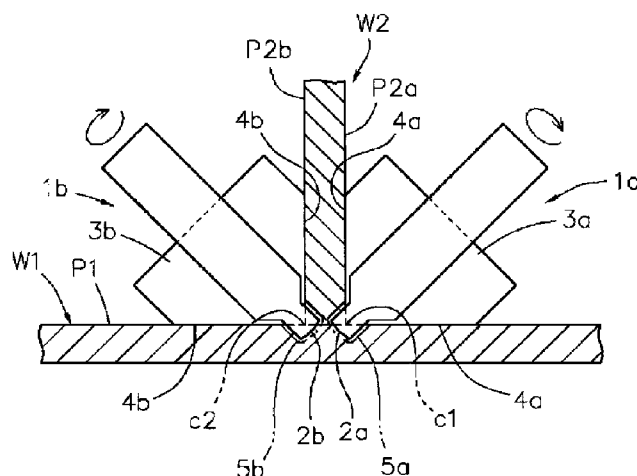
- (74) 代理人: 寺本 光生, 外(TERAMOTO Mitsuo et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: FRICTION STIR WELDING METHOD

(54) 発明の名称: 摩擦撹拌接合方法

[図1B]



(57) **Abstract:** The present disclosure arranges a pair of friction stir welding tools (1a, 1b) including probes (2a, 2b) and fixed shoulders (3a, 3b) at corner portions (c1, c2) between a first workpiece (W1) and a second workpiece (W2). The friction stir welding tools (1a, 1b) are arranged so that regions (5a, 5b) where the probes (2a, 2b) are embedded in the respective the corner portions (c1, c2) and stirred are positioned symmetrically with respect to the second workpiece (W2). With this arrangement of the friction stir welding tools (1a, 1b), the corner portions (c1, c2) are friction stir welded simultaneously.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/111279 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

本開示は、プローブ（2 a, 2 b）と、固定式ショルダ（3 a, 3 b）とを備えた一对の摩擦撹拌接合ツール（1 a, 1 b）を、第 1 のワーク（W 1）と第 2 のワーク（W 2）との間の角隅部（c 1, c 2）に配置する。この際、摩擦撹拌接合ツール（1 a, 1 b）は、各プローブ（2 a, 2 b）が各角隅部（c 1, c 2）に没入されて撹拌される領域（5 a, 5 b）が、第 2 のワーク（W 2）を中心とした対称位置に形成されるように配置する。この配置とした各摩擦撹拌接合ツール（1 a, 1 b）により、各角隅部（c 1, c 2）を同時に摩擦撹拌接合させる。

明 細 書

発明の名称： 摩擦攪拌接合方法

技術分野

[0001] 本開示は、ワーク同士の角隅部の接合に用いる摩擦攪拌接合方法に関する。

本願は、2015年1月9日に、日本に出願された特願2015-3000号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 摩擦攪拌接合を実施する場合に使用される摩擦攪拌接合ツール（摩擦攪拌接合用工具）としては、プローブと一体に回転する回転式ショルダを備えた形式と、回転するプローブと非回転の固定式ショルダとを備えた形式が知られている。

[0003] 固定式ショルダを備える摩擦攪拌接合ツールとしては、接合すべきワーク同士の角隅部（内隅部）を摩擦攪拌接合するために、固定式ショルダが角隅部の両ワーク表面に当接する面を備える形状が知られている。

[0004] 更に、前記のような角隅部接合用の摩擦攪拌接合ツールを2個用いて、水平なワーク（水平部材）と、その上に立設されるワーク（立設部材）との突き合わせによって形成された2つの角隅部を、立設されるワークの両側から摩擦攪拌接合する手法が、従来提案されている（たとえば、特許文献1参照）。

[0005] この摩擦攪拌接合手法では、立設されるワークの両側に配置される摩擦攪拌接合用工具（摩擦攪拌接合ツール）を、攪拌軸（プローブ）同士の摩擦攪拌接合進行方向の位置をずらした構成とすることで、攪拌軸同士の衝突や、攪拌領域の相互干渉による接合の乱れを防ぐ。

[0006] 又、固定式ショルダを備えた摩擦攪拌接合ツールによる角隅部の摩擦攪拌接合を行う際に、溶接フィラーを加えて、接合後の角隅部にR（肉盛りによるフィレット）を形成させるようにしたAdStirと云われる手法も、従

来提案されている（たとえば、非特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開 2 0 1 3 - 1 6 6 1 5 9 号公報

非特許文献

[0008] 非特許文献1：福田哲夫、角張隆男、「TWI の最新 F S W プロセス開発状況とパテント情報」、溶接技術、産報出版株式会社、2 0 1 1 年 6 月、5 9 巻、6 号、p. 5 7 - 6 0

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ところが、特許文献 1 に示された摩擦攪拌接合手法では、立設するワークの両側に配置される摩擦攪拌接合ツールの攪拌軸の位置が、摩擦攪拌接合進行方向にずれている。そのため、摩擦攪拌接合の開始時に攪拌軸を各角隅部に没入させるときには、各ワークや、各ワークを保持している手段に対し、水平面内で回転モーメントが発生する。

[0010] なお、非特許文献 1 には、摩擦攪拌接合時にワークに生じる回転モーメントを防止する考えは特に示されていない。

[0011] そこで、本開示は、固定式ショルダを備えた一对の摩擦攪拌接合ツールを用いてワーク同士の 2 つの角隅部の摩擦攪拌接合を行う場合に、各ワークに、一方のワークに沿う面内での回転モーメントが生じないようにすることが出来る摩擦攪拌接合方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0012] 本開示の第 1 の態様は、第 1 のワークと、前記第 1 のワークの面に対して交わる角度姿勢で端縁を接して配置される第 2 のワークとで形成される両角隅部を接合する摩擦攪拌接合方法であって、前記両角隅部に回転駆動して没入させるプローブと、前記プローブの基端側の外周に配置されて前記各角隅部を形成する 2 つのワークの面に接触させられる固定式ショルダとを有する

一対の摩擦撹拌接合ツールを、前記第2のワークを挟んだ両側の角隅部に配置して、前記各プローブが前記各角隅部に没入されて撹拌される領域が前記第2のワークを中心とした対称位置に形成されるようにし、前記各摩擦撹拌接合ツールにより各角隅部を同時に摩擦撹拌接合する摩擦撹拌接合方法である。

発明の効果

[0013] 本開示の摩擦撹拌接合方法によれば、固定式ショルダを備えた一対の摩擦撹拌接合ツールを用いてワーク同士の2つの角隅部の摩擦撹拌接合を行う場合に、各ワークに、一方のワークに沿う面内での回転モーメントが生じないようにすることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]摩擦撹拌接合方法の第1実施形態を示す、ワーク同士の角隅部における摩擦撹拌接合が行われている個所の平面図である。

[図1B]摩擦撹拌接合方法の第1実施形態を示す、図1AのA-A方向矢視図である。

[図2]第1実施形態の応用例を示す、ワーク同士の角隅部における摩擦撹拌接合が行われている個所を摩擦撹拌接合進行方向の一方から見た図である。

[図3]摩擦撹拌接合方法の第2実施形態を示す、ワーク同士の角隅部における摩擦撹拌接合が行われている個所を摩擦撹拌接合進行方向の一方から見た図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本開示の摩擦撹拌接合方法について、図面を参照して説明する。

[0016] [第1実施形態]

図1A及び図1Bは、摩擦撹拌接合方法の第1実施形態を示し、図1Aはワーク同士の角隅部における摩擦撹拌接合が行われている個所を示す平面図、図1Bは図1AのA-A方向矢視図である。

[0017] 本実施形態の摩擦撹拌接合方法は、図1Bに示すように、第1のワークW1と、第1のワークW1の面P1に対し交差する角度姿勢で突き合わされた

第2のワークW2とにより形成される2つの角隅部（内隅部）c1, c2を、摩擦攪拌接合の対象である。本実施形態では、一例として、第1のワークW1の面P1が水平に配置され、第2のワークW2が鉛直な姿勢で第1のワークW1の面P1に対して上方から突き合わされている場合について説明する。なお、第1のワークW1と第2のワークW2は、前記配置とされた状態で図示しないワーク保持手段により保持されている。

[0018] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法には、2つの角隅部c1, c2のうち、第2のワークW2の一方の側面P2a側の角隅部c1に配置される第1の摩擦攪拌接合ツール1aと、他方の側面P2b側の角隅部c2に配置される第2の摩擦攪拌接合ツール1bとが用いられる。

[0019] 第1の摩擦攪拌接合ツール1aは、回転駆動可能なプローブ2aと、プローブ2aの基端側の外周に配置された固定式ショルダ3aとを備えた構成である。プローブ2aは、軸心方向が角隅部c1の角度の二等分線に平行となる角度姿勢に配置されていることが好ましい。本実施形態では、角隅部c1が直角であるため、プローブ2aの軸心方向は、第2のワークW2に沿う鉛直方向から一方の側面P2a側へ45度傾斜させた斜め下向きの角度姿勢に設定されている。固定式ショルダ3aは、プローブ2aの先端寄りに配置される端部が、角隅部c1を形成させる第1のワークW1の面P1と第2のワークW2の側面P2aとに接触させる2つのワーク接触面4aを備えた山形（V字形状）である。

[0020] 第2の摩擦攪拌接合ツール1bは、回転駆動可能なプローブ2bと、プローブ2bの基端側の外周に配置された固定式ショルダ3bとを備えた構成である。プローブ2bは、軸心方向が角隅部c2の角度の二等分線に平行となる角度姿勢に配置されていることが好ましい。本実施形態では、角隅部c2が直角であるため、プローブ2bの軸心方向は、第2のワークW2に沿う鉛直方向から他方の側面P2b側へ45度傾斜させた斜め下向きの角度姿勢に配置されている。固定式ショルダ3bは、プローブ2bの先端寄りに配置される端部が、角隅部c2を形成させる第1のワークW1の面P1と第2のワ

ークW 2の側面P 2 bとに接触させる2つのワーク接触面4 bを備えた山形（V字形状）である。

[0021] 第1の摩擦攪拌接合ツール1 aと第2の摩擦攪拌接合ツール1 bは、図1 Aに示すように、プローブ2 aが角隅部c 1に没入されて攪拌される領域5 aと、プローブ2 bが角隅部c 2に没入されて攪拌される領域5 bとが、第2のワークW 2を中心とした対称位置に形成されるように、相対位置が設定されている。具体的には、固定式ショルダ3 a, 3 b同士、及び、プローブ2 a, 2 b同士が、第2のワークW 2の両側に、摩擦攪拌接合進行方向に位置を揃えて配置されている。

[0022] 又、第1の摩擦攪拌接合ツール1 aと第2の摩擦攪拌接合ツール1 bは、図1 A及び図1 Bに示すように、角隅部c 1と角隅部c 2の摩擦攪拌接合を第2のワークW 2の両面側で同時に行うときに、各角隅部c 1, c 2に没入させるプローブ2 a, 2 b同士、更には、各プローブ2 a, 2 bによりそれぞれ攪拌される領域5 a, 5 b同士に干渉が生じないように、プローブ2 a, 2 bの固定式ショルダ3 a, 3 bからの突出量が設定されている。

[0023] これにより、第1のワークW 1と第2のワークW 2は、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bによる各角隅部c 1, c 2の摩擦攪拌接合が、各プローブ2 a, 2 bにより攪拌される領域5 a, 5 b同士が互いに干渉しない部分攪拌接合として行われる。このため、接合後の第1のワークW 1と第2のワークW 2では、領域5 a, 5 bでの攪拌によって接合された部分同士の間に、互いの当接面が一部残っている。

[0024] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法を実施する場合は、先ず、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bを、各角隅部c 1, c 2における摩擦攪拌接合の始端位置の近傍に配置させる。

[0025] 次に、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bでは、それぞれのプローブ2 a, 2 bの回転駆動を開始させた後、プローブ2 a, 2 bを各角隅部c 1, c 2に没入させる。

[0026] この際、プローブ2 aを角隅部c 1へ没入させるための押圧荷重が各ワー

クW1, W2に対して作用する個所は、領域5aの位置である。一方、プローブ2bを角隅部c2へ没入させるための押圧荷重が各ワークW1, W2に対して作用する個所は、領域5bの位置である。

[0027] このため、各プローブ2a, 2bを各角隅部c1, c2に没入させる過程では、各ワークW1, W2にプローブ2aの押圧荷重が作用する個所と、プローブ2bの押圧荷重が作用する個所が、第2のワークW2を中心とした対称位置となるので、各ワークW1, W2に、各押圧荷重に起因して第1のワークW1の面P1に沿う水平面内で回転モーメントが生じることはない。

[0028] 次に、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、各プローブ2a, 2bが各角隅部c1, c2に没入されて、各固定式ショルダ3a, 3bのワーク接触面4a, 4bが各ワークW1, W2に接触すると、各摩擦攪拌接合ツール1a, 1bと各ワークW1, W2との各角隅部c1, c2に沿う方向への相対移動を開始する。

[0029] この際、前述の各摩擦攪拌接合ツール1a, 1bと各ワークW1, W2との相対移動は、各ワークW1, W2を固定して各摩擦攪拌接合ツール1a, 1bを移動させる手法と、位置が固定された各摩擦攪拌接合ツール1a, 1bに対して各ワークW1, W2を移動させる手法のいずれで実施してもよい。

[0030] これにより、各角隅部c1, c2では、プローブ2a, 2bにより攪拌された領域5a, 5bが互いに干渉しない状態のまま摩擦攪拌接合が進行する。これにより、第1のワークW1と第2のワークW2は部分攪拌接合される。

[0031] この摩擦攪拌接合が進行する間も、各ワークW1, W2にプローブ2aの押圧荷重が作用する個所と、プローブ2bの押圧荷重が作用する個所は、第2のワークW2を中心とした対称位置の領域5aと領域5bであるため、各ワークW1, W2に、各押圧荷重に起因して第1のワークW1の面P1に沿う水平面内で回転モーメントが生じることはない。

[0032] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、各プローブ2a, 2bが各角隅部c

1, c 2の摩擦攪拌接合の終端位置に達すると、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bの各角隅部c 1, c 2に対する相対移動を停止する。次いで、各プローブ2 a, 2 bは各角隅部c 1, c 2から抜き出し、その後、回転駆動を停止する。この各プローブ2 a, 2 bを各角隅部c 1, c 2から抜き出す操作によっても、各ワークW 1, W 2については、前記と同様の回転モーメントが生じることはない。

[0033] 以上により、各ワークW 1, W 2は、各角隅部c 1, c 2が摩擦攪拌接合される。

[0034] このように、本実施形態の摩擦攪拌接合方法によれば、固定式ショルダ3 a, 3 bを備えた一对の摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bを用いて各ワークW 1, W 2同士の2つの角隅部c 1, c 2の摩擦攪拌接合を行う場合に、各ワークW 1, W 2に、第1のワークW 1の面P 1に沿う水平面内での回転モーメントが生じることを防止することができる。

[0035] このため、摩擦攪拌接合を行うときに各ワークW 1, W 2の保持を行わせる図示しないワーク保持手段には、前記のような回転モーメントに抗して各ワークW 1, W 2の位置を固定するための剛性や強度は特に必要とされない。よって、ワーク保持手段の構造の簡略化を図ることが可能になる。

[0036] 更に、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bの前記配置では、プローブ2 aの押圧荷重の第1のワークW 1の面P 1に沿う方向である水平方向の成分と、プローブ2 bの押圧荷重の水平方向の成分とが対向するため、各ワークW 1, W 2の保持を行わせる図示しないワーク保持手段に作用する水平方向の力を低減させることが可能になる。

[0037] 又、各摩擦攪拌接合ツール1 a, 1 bは、固定式ショルダ3 a, 3 bからのプローブ2 a, 2 bの突出量が、部分攪拌接合を行うように設定されている。そのため、各角隅部c 1, c 2については、第2のワークW 2の両面側からの同時施工による摩擦攪拌接合を実施できる。

[0038] 更に、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、従来、角隅部の摩擦攪拌接合として一般的に行われている、各角隅部に配置されるプローブによる攪拌領

域同士が相互に干渉する全攪拌接合を行う場合に比して、各プローブ 2 a, 2 b の角隅部 c 1, c 2 への挿入量を低減させることができる。

[0039] これにより、各プローブ 2 a, 2 b を各角隅部 c 1, c 2 に没入させた状態で移動させるときに各プローブ 2 a, 2 b が受ける反力は、全攪拌接合を行う場合にプローブが受ける反力に比して小さくすることができる。そのため、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、全攪拌接合を行う場合に比して、摩擦攪拌接合の施工速度の高速化を図ることができると共に、各摩擦攪拌接合ツール 1 a, 1 b の長寿命化を図ることができる。

[0040] 更に、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、個々のプローブ 2 a, 2 b で発生させる摩擦熱によって各ワーク W 1, W 2 が攪拌される領域 5 a, 5 b に局所的に入熱される熱量は、全攪拌接合を行う場合に比して軽減される。そのため、ワーク W 1, W 2 の熱によるひずみや変形については、その発生を抑制することができる。

[0041] 又、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、各角隅部 c 1, c 2 について、第 2 のワーク W 2 の両面側から摩擦攪拌接合の同時施工を行うようにしてあるため、各ワーク W 1, W 2 は、摩擦攪拌接合進行方向の一つの位置では、各プローブ 2 a, 2 b で発生させる摩擦熱による加熱が行われる。そのため、本実施形態の摩擦攪拌接合方法は、角隅部 c 1 と角隅部 c 2 を摩擦攪拌接合進行方向の異なる位置に配置されたプローブで発生させる摩擦熱により加熱する場合に比して、各ワーク W 1, W 2 の加熱をより効率よく行うことができる。したがって、本実施形態の摩擦攪拌接合方法では、角隅部 c 1 と角隅部 c 2 との摩擦攪拌接合について、高入熱による摩擦攪拌接合の安定化を図ることができる。

[0042] 更に、前記のように各ワーク W 1, W 2 の加熱の効率が向上することに伴い、各プローブ 2 a, 2 b により攪拌される領域 5 a, 5 b は軟化しやすくなるので、このことによっても、本実施形態の摩擦攪拌接合方法は、摩擦攪拌接合の施工速度の高速化を図ることができる。又、各プローブ 2 a, 2 b を回転駆動させる際の抵抗が軽減されるので、各摩擦攪拌接合ツール 1 a,

1 b は、長寿命化を図ることができる。

[0043] 更に、角隅部 c 1 と角隅部 c 2 を X 軸方向の異なる位置に配置されたプローブで発生させる摩擦熱により加熱する場合は、角隅部 c 1 と角隅部 c 2 のいずれか一方が先行して加熱され、他方が後から加熱されることになるため、入熱の条件が均等にならない場合が生じるが、本実施形態の摩擦撹拌接合方法では、各角隅部 c 1, c 2 に対する入熱の均等化を図ることができる。

[0044] 又、本実施形態の摩擦撹拌接合方法は、各摩擦撹拌接合ツール 1 a, 1 b の各固定式ショルダ 3 a, 3 b を、各角隅部 c 1, c 2 に直接配置させるようにしてある。そのため、たとえば、回転式ショルダを備えた形式の摩擦撹拌接合ツールを用いて角隅部の摩擦撹拌接合を行うときには、角隅部に三角断面の部材を配置するか、あるいは、一方のワークに角隅部に三角断面で張り出す部分を設けるというような事前処理が必要とされるが、本実施形態の摩擦撹拌接合方法では、これらの事前処理は不要である。

[0045] [第 1 実施形態の応用例]

図 2 は、第 1 実施形態の応用例を示すもので、ワーク同士の角隅部における摩擦撹拌接合が行われている個所を摩擦撹拌接合進行方向の一方から見た図である。

[0046] なお、図 2 において、図 1 A 及び図 1 B に示したものと同一のものには同一の符号を付してその説明を省略する。

[0047] 各摩擦撹拌接合ツール 1 a, 1 b における固定式ショルダ 3 a, 3 b は、摩擦撹拌接合の進行に伴って角隅部 c 1, c 2 に沿わせて移動させる。このとき、各固定式ショルダ 3 a, 3 b は、各ワーク W 1, W 2 に対して摺動する。そのため、各固定式ショルダ 3 a, 3 b を角隅部 c 1, c 2 に押し当てるときの荷重はほぼ一定でよい。

[0048] そこで、本応用例では、各固定式ショルダ 3 a, 3 b を角隅部 c 1, c 2 に押し当てるときの荷重 L_{s1} , L_{s2} を、各プローブ 2 a, 2 b の押圧荷重 L_{p1} , L_{p2} とは別に制御する。

[0049] 各プローブ 2 a, 2 b に作用させる押圧荷重 L_{p1} , L_{p2} は、各角隅部

c 1、c 2における各領域5 a、5 bで必要とされる熱量が各プローブ2 a、2 bの摩擦熱で生じるように適宜制御するようにすればよい。又、各プローブ2 a、2 bに作用させる押圧荷重 L_{p1} 、 L_{p2} は、各プローブ2 a、2 bの回転駆動に要するトルクが予め設定された或る範囲の値となるように制御してもよい。

[0050] 一方、各固定式ショルダ3 a、3 bに作用させる荷重 L_{s1} 、 L_{s2} は、予め別途設定された或る範囲の値となるように制御すればよい。

[0051] その他の構成は図1 A及び図1 Bに示したものと同様であり、同一のものには同一の符号が付してある。

[0052] 本応用例のように、固定式ショルダ3 a、3 bに作用させる荷重 L_{s1} 、 L_{s2} を、各プローブ2 a、2 bに作用させる押圧荷重 L_{p1} 、 L_{p2} とは独立に制御する場合であっても、第1実施形態と同様に使用することができ、摩擦攪拌接合の進行時に各ワークW 1、W 2に水平面内で回転モーメントは発生しない等、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0053] これに対し、たとえば、特許文献1に示されたものについて、前記と同様に、固定式ショルダに作用させる荷重を、各攪拌軸（プローブ）に作用させる押圧荷重とは独立に制御する手法を適用した場合は、摩擦攪拌接合の進行時に、ワークに各攪拌軸から摩擦攪拌接合進行方向の異なる位置で押圧荷重が作用するようになる。このため、特許文献1に示されたものでは、ワークに水平面内で回転モーメントが発生してしまうが、本応用例では、このような回転モーメントの発生は防止できる。

[0054] [第2実施形態]

図3は、摩擦攪拌接合方法の第2実施形態を示すもので、ワーク同士の角隅部における摩擦攪拌接合が行われている個所を摩擦攪拌接合進行方向の一方から見た図である。

[0055] なお、図3において、図1 A及び図1 Bに示したものと同一のものには同一の符号を付してその説明を省略する。

[0056] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法は、第1のワークW 1と、その面P 1に対

して90度以外の角度姿勢で突き合わされた第2のワークW2とにより形成される2つの角隅部（内隅部）c1, c2を、摩擦攪拌接合の対象とする。本実施形態では、一例として、第1のワークW1の面P1が水平面に沿って配置され、第2のワークW2が鉛直面から側面P2b側へ或る角度傾いた角度姿勢で第1のワークW1の面P1に対して上方から突き合わされている場合について説明する。したがって、一方の角隅部c1は鈍角になっており、他方の角隅部c2は鋭角になっている。

[0057] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法で用いる摩擦攪拌接合ツール1a, 1bは、第1実施形態と同様な構成において、角隅部c1に配置される第1の摩擦攪拌接合ツール1aの固定式ショルダ3aが、第1のワークW1の面P1と第2のワークW2の側面P2aとにより形成された鈍角の山形の端部を備えた構成である。

[0058] 第1の摩擦攪拌接合ツール1aのプロープ2aは、軸心方向が角隅部c1の角度の二等分線に平行となる角度姿勢に配置されている。

[0059] 又、角隅部c2に配置される第2の摩擦攪拌接合ツール1bの固定式ショルダ3bは、第1のワークW1の面P1と第2のワークW2の側面P2bとにより形成された鋭角の山形の端部を備えた構成である。

[0060] 第2の摩擦攪拌接合ツール1bのプロープ2bは、軸心方向が角隅部c2の角度の二等分線に平行となる角度姿勢に配置されている。

[0061] その他の構成は図1A及び図1Bに示したものと同様であり、同一のものには同一の符号が付してある。

[0062] 本実施形態の摩擦攪拌接合方法によれば、第1実施形態と同様に使用することにより、第1のワークW1と、90度以外の角度姿勢で突き合わされた第2のワークW2との間の2つの角隅部c1, c2の摩擦攪拌接合を行うことができる。

[0063] この際、摩擦攪拌接合の進行時に各ワークW1, W2に水平面内で回転モーメントは発生しないという、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

- [0064] なお、本開示は、前記各実施形態、応用例にのみ限定されるものではなく、各摩擦攪拌接合ツール 1 a, 1 b は、各プローブ 2 a, 2 b の軸心方向が、それぞれ接合対象となる角隅部 c 1, c 2 の角度の二等分線の方に必ずしも一致していなくてもよい。
- [0065] 各摩擦攪拌接合ツール 1 a, 1 b は、各プローブ 2 a, 2 b の軸心方向が、摩擦攪拌接合の進行方向に傾斜していてもよい。
- [0066] 各固定式ショルダ 3 a, 3 b は、接合対象の角隅部 c 1, c 2 の両側の各ワーク W 1, W 2 の面に接触させるワーク接触面 4 a, 4 b が山形となっていれば、その他の部分は図示した以外の形状としてもよい。
- [0067] 第 1 のワーク W 1 の面 P 1 を配置する平面は水平面でなく、傾斜していてもよい。この場合は、各摩擦攪拌接合ツール 1 a, 1 b の角度姿勢を、各角隅部 c 1, c 2 に合わせて設定すればよい。
- [0068] 摩擦攪拌接合を行うときに、非特許文献 1 に示された *Ad Stir* と云われる手法を適用してもよい。
- [0069] この場合は、各摩擦攪拌接合ツール 1 a, 1 b を、図 1 A 及び図 1 B 又は図 2 に示したと同様の構成において、各固定式ショルダ 3 a, 3 b のワーク接触面 4 a, 4 b により形成されている山形の頂部に、摩擦攪拌接合進行方向の前側では溶接フィラーを挿入するための切欠部を備え、摩擦攪拌接合進行方向の後側では接合後の角隅部 c 1, c 2 に形成を所望するフィレットに応じた形状の切欠部を備えた構成とすればよい。
- [0070] その他本開示の要旨を逸脱しない範囲内で種々変更を加え得ることは勿論である。

産業上の利用可能性

- [0071] 本開示によれば、ワークに摩擦攪拌接合ツールの押圧荷重による回転モーメントが生じないようにすることができる。

符号の説明

- [0072] 1 a 第 1 の摩擦攪拌接合ツール（摩擦攪拌接合ツール）
1 b 第 2 の摩擦攪拌接合ツール（摩擦攪拌接合ツール）

2 a, 2 b プローブ

3 a, 3 b 固定式ショルダ

5 a, 5 b 領域

W 1 第 1 のワーク

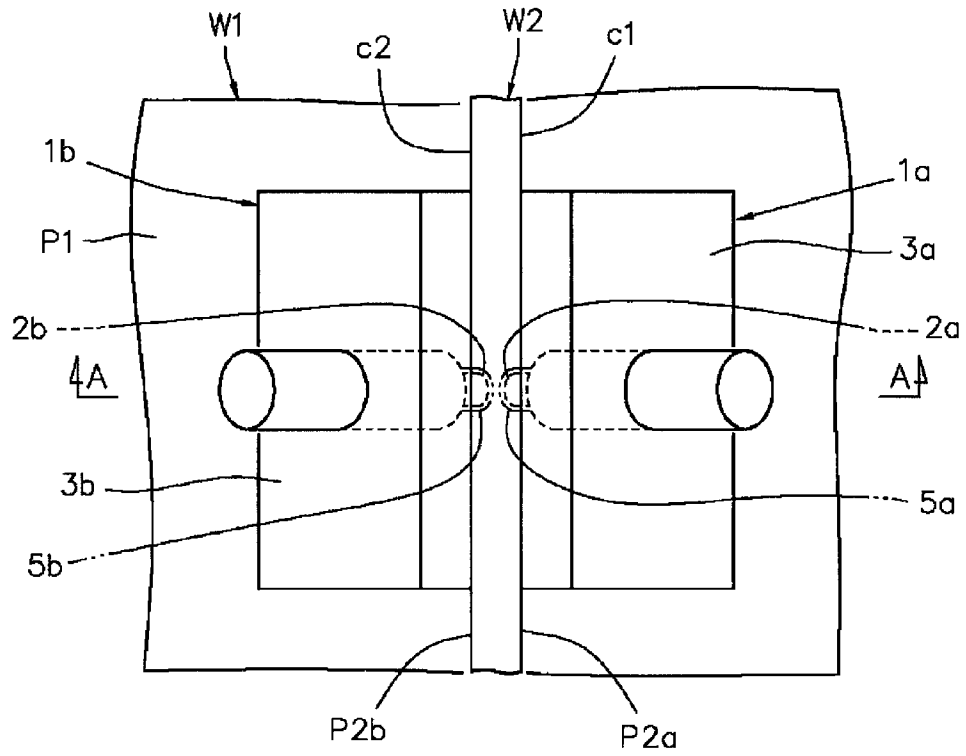
W 2 第 2 のワーク

c 1, c 2 角隅部

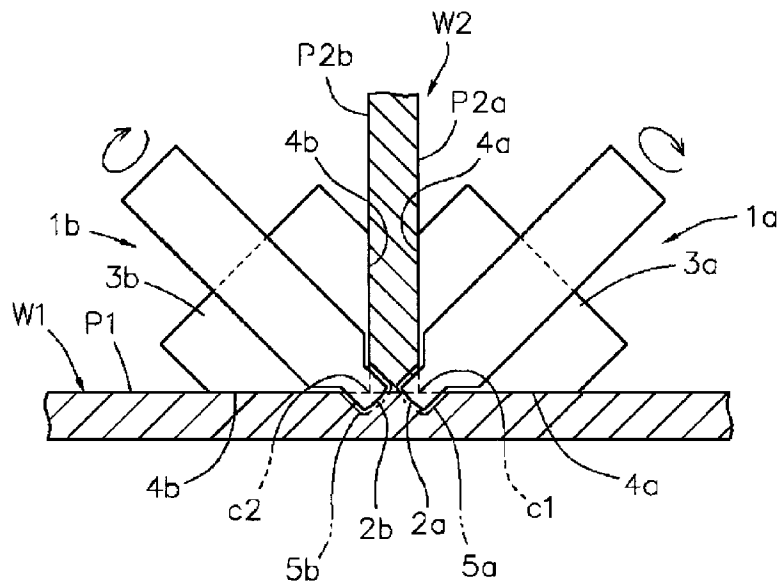
請求の範囲

- [請求項1] 第1のワークと、前記第1のワークの面に対して交わる角度姿勢で端縁を接して配置される第2のワークとで形成される両角隅部を接合する摩擦攪拌接合方法であって、
- 前記両角隅部に回転駆動して没入させるプローブと、前記プローブの基端側の外周に配置されて前記各角隅部を形成する2つのワークの面に接触させられる固定式ショルダとを有する一対の摩擦攪拌接合ツールを、前記第2のワークを挟んだ両側の角隅部に配置して、前記各プローブが前記各角隅部に没入されて攪拌される領域が前記第2のワークを中心とした対称位置に形成されるようにし、
- 前記各摩擦攪拌接合ツールにより各角隅部を同時に摩擦攪拌接合する摩擦攪拌接合方法。
- [請求項2] 前記各摩擦攪拌接合ツールは、前記各プローブが前記各角隅部に没入されて攪拌される領域が干渉しないように配置されている請求項1記載の摩擦攪拌接合方法。

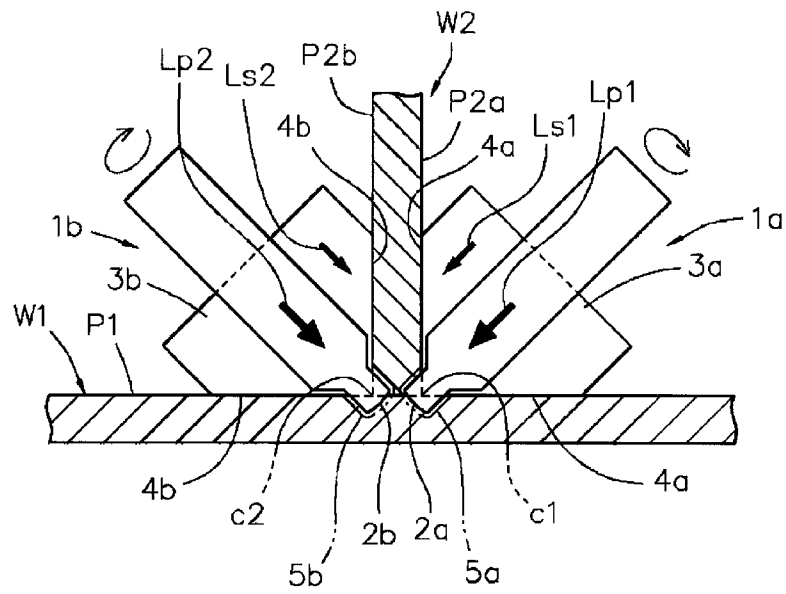
[図1A]



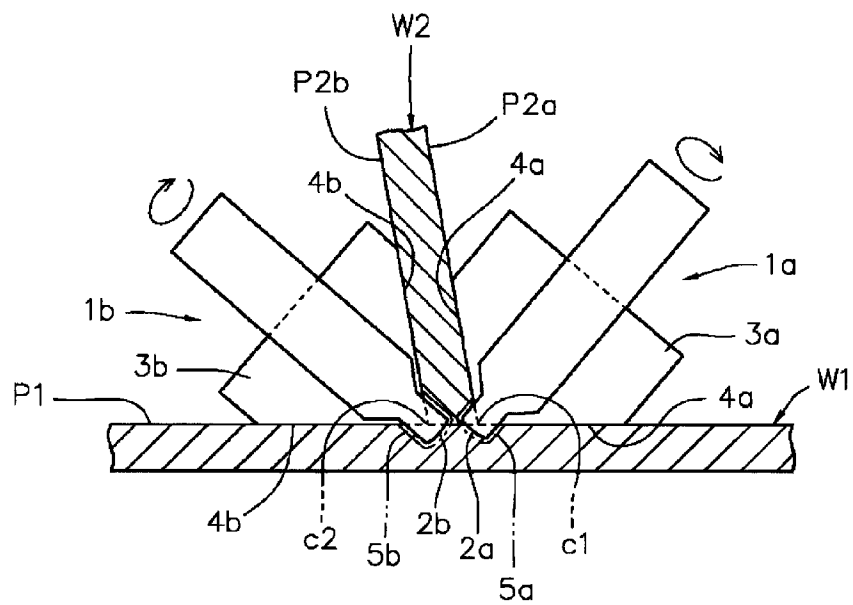
[図1B]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K20/12(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K20/12

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

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

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

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-326375 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 November 2003 (18.11.2003), paragraphs [0026] to [0037]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2
Y	JP 2001-321965 A (Nissho Iwai Hitetsu Hanbai Kabushiki Kaisha), 20 November 2001 (20.11.2001), paragraphs [0017] to [0041]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-2
Y	JP 2013-202630 A (IHI Corp.), 07 October 2013 (07.10.2013), paragraph [0024]; fig. 3(a) to (b) (Family: none)	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 March 2016 (28.03.16)

Date of mailing of the international search report
05 April 2016 (05.04.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050090

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-166159 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 August 2013 (29.08.2013), paragraph [0021]; fig. 3 (Family: none)	1-2
Y	JP 2011-079031 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0022] to [0060]; fig. 1 to 6 & US 2012/0193401 A1 & WO 2011/043127 A1 & TW 201113114 A & CN 102574239 A & KR 10-2012-0081190 A	1-2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K20/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

WPI

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 2003-326375 A（三菱重工業株式会社）2003.11.18, 段落 0026-0037, 図 1-5（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 2001-321965 A（日商岩井非鉄販売株式会社）2001.11.20, 段落 0017-0041, 図 1-8（ファミリーなし）	1-2
Y	JP 2013-202630 A（株式会社 I H I）2013.10.07, 段落 0024, 図 3(a)-(b)（ファミリーなし）	1-2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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

28.03.2016

国際調査報告の発送日

05.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

篠原 将之

3 P

3226

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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 2013-166159 A (三菱重工業株式会社) 2013. 08. 29, 段落 0021, 図 3 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 2011-079031 A (日本軽金属株式会社) 2011. 04. 21, 段落 0022-0060, 図 1-6 & US 2012/0193401 A1 & WO 2011/043127 A1 & TW 201113114 A & CN 102574239 A & KR 10-2012-0081190 A	1-2