

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4183964号
(P4183964)

(45) 発行日 平成20年11月19日(2008.11.19)

(24) 登録日 平成20年9月12日(2008.9.12)

(51) Int.Cl.

B23K 20/12 (2006.01)

F 1

B 2 3 K 20/12 3 4 4
B 2 3 K 20/12 3 6 4

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-111084 (P2002-111084)
 (22) 出願日 平成14年4月12日 (2002.4.12)
 (65) 公開番号 特開2003-305576 (P2003-305576A)
 (43) 公開日 平成15年10月28日 (2003.10.28)
 審査請求日 平成17年4月11日 (2005.4.11)

(73) 特許権者 000000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
 (74) 代理人 100075557
 弁理士 西教 圭一郎
 (74) 代理人 100072235
 弁理士 杉山 毅至
 (74) 代理人 100101638
 弁理士 廣瀬 峰太郎
 (72) 発明者 藤本 光生
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】摩擦攪拌接合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

摩擦攪拌接合治具であって、
 被接合物を押圧する端部を有し、軸線と同軸の挿通孔が形成される治具本体と、
 挿通孔に挿通され、前記軸線方向に変位自在に設けられ、治具本体の前記端部から突出可能な端部を有する軸部とを含む摩擦攪拌接合治具と、
 治具本体の前記端部を被接合物に加圧する治具本体用加圧手段と、
 治具本体を回転駆動する治具本体用回転駆動手段と、
 軸部の前記端部を被接合物に加圧する軸部用加圧手段と、
 軸部を回転駆動する軸部用回転駆動手段と、

治具本体用加圧手段と治具本体用回転駆動手段と軸部用加圧手段と軸部用回転駆動手段とを個別的に制御する制御手段とを含み、

制御手段は、治具本体用加圧手段によって治具本体の前記端部を被接合物に加圧した状態で、治具本体用回転駆動手段によって治具本体の回転駆動を開始し、

治具本体の前記加圧状態で、軸部用加圧手段によって軸部の前記端部を被接合物に加圧しつつ、軸部用回転駆動手段によって軸部を回転駆動することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 2】

制御手段は、治具本体用加圧手段によって治具本体の前記端部が被接合物を加圧して入り込む変位量 L 1 が、

軸部用加圧手段によって軸部の前記端部が被接合物を押圧して入り込む変位量 L_2 よりも小さい値となるように制御することを特徴とする請求項 1 記載の摩擦攪拌接合装置。

【請求項 3】

スポット接合を行うための装置であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の摩擦攪拌接合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、摩擦攪拌接合によって被接合物を、たとえばスポット接合などする摩擦攪拌接合装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

図 9 は、先行技術の摩擦攪拌接合装置 1 の一部の断面図である。回転子 2 は、被接合物 3, 4 に向けて突出した直円柱状のピン 5 と、このピン 5 の基端部が一体的に設けられる先端部 6 を有し、先端部 6 のピン 5 に臨む図 9 の下方の端面はショルダ部 7 を形成する。図 9 の上方で、回転子 2 はその軸線まわりに回転駆動されながら、被接合物 3, 4 に直進移動し、ピン 5 の下端面が被接合物 3 の表面に接触し、回転子 2 がさらに図 9 の下方に変位されて被接合物 3, 4 を押圧するように加圧し、さらに先端部 6 のショルダ部 7 が被接合物 3 に接触してピン 5 とともに加圧し、こうしてピン 5 およびショルダ部 7 が被接合物 3, 4 に入り込んでゆく。回転子 2 と被接合物 3, 4 との摩擦熱によって、被接合物 3, 4 が部分的に軟化され、その軟化部分が攪拌されて、被接合物 3, 4 が接合される。

20

【0003】

図 10 は、図 9 に示される先行技術の回転子 2 を用いて摩擦攪拌接合された被接合物 3, 4 の拡大断面図である。被接合物 3, 4 は、たとえばアルミニウム板などである。この先行技術では、ピン 5 とショルダ部 7 を有する先端部 6 とが一体的に回転しながら被接合物 3, 4 を押圧するので、図 10 に示される被接合物 3 へのショルダ部 7 の食い込みが大きく、その結果、被接合物 3, 4 の接合領域 8, 9 における被接合物 3 の接合部分 11, 12 の厚み d_1 が小さい。したがって被接合物 3, 4 の図 10 における左右方向の剪断強度が小さいという問題がある。この接合部分 11, 12 の厚み d_1 を大きくしようとすれば、ショルダ部 7 の被接合物 3 への食い込み量がわずかとなり、これによって被接合物 3 の板厚方向（図 10 の上下方向）の材料の攪拌が不充分となり、このことによって接合強度が低下する。また接合部分 11, 12 の厚み d_1 を適切な厚みに設定するには、被接合物 3, 4 の厚みの違いに応じて、各種の寸法形状を有する回転子 2 を準備しなければならない。そうすると回転子 2 の交換作業が必要であり作業性が悪く、生産性が劣る。

30

【0004】

ショルダ部 7 が被接合部 3 に深く入り込むことによって、その先端部 6 の外周には、バリと呼ぶことができる隆起部 13 が形成され、その隆起部 13 の材料が接合のために使われておらず、このことによっても強度が低下することになるとともに、接合品質が劣る。

【0005】

回転子 2 は、回転駆動されている状態で、被接合物 3, 4 に接触して押圧するので、回転子が横ぶれして、ピン 5 およびショルダ部 7 の被接合物 3, 4 における接合位置の精度が低いという問題がある。

40

【0006】

また被接合物に、高速回転したピン 5 が最初に接触するので、重合わされた被接合物 3, 4 が十分に密着していない状態、すなわちギャップがある状態で摩擦攪拌動作が行われるおそれがある。ギャップがある状態の 2 つの被接合物 3, 4 に摩擦攪拌動作が行われると、被接合物 3 の接合部分が少なくなり、接合される被接合物 3, 4 の剪断強度が低下してしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

50

本発明の目的は、剪断強度などの接合強度を向上することができるとともに、各種の厚みを有する被接合物にかかわらず共通の摩擦搅拌接合治具を用いることができ、接合品質を向上することができるようとした摩擦搅拌接合装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、摩擦搅拌接合治具であって、

被接合物を押圧する端部を有し、軸線と同軸の挿通孔が形成される治具本体と、

挿通孔に挿通され、前記軸線方向に変位自在に設けられ、治具本体の前記端部から突出可能な端部を有する軸部とを含む摩擦搅拌接合治具と、

治具本体の前記端部を被接合物に加圧する治具本体用加圧手段と、

治具本体を回転駆動する治具本体用回転駆動手段と、

軸部の前記端部を被接合物に加圧する軸部用加圧手段と、

軸部を回転駆動する軸部用回転駆動手段と、

治具本体用加圧手段と治具本体用回転駆動手段と軸部用加圧手段と軸部用回転駆動手段とを個別的に制御する制御手段とを含み、

制御手段は、治具本体用加圧手段によって治具本体の前記端部を被接合物に加圧した状態で、治具本体用回転駆動手段によって治具本体の回転駆動を開始し、

治具本体の前記加圧状態で、軸部用加圧手段によって軸部の前記端部を被接合物に加圧しつつ、軸部用回転駆動手段によって軸部を回転駆動することを特徴とする摩擦搅拌接合装置である。

【0010】

本発明に従えば、摩擦搅拌接合治具は、治具本体と、その治具本体の挿通孔を同軸に挿通する軸部とを含み、治具本体と軸部とが、治具本体用の加圧および回転駆動の各手段によって動作し、軸部が、その軸部用の加圧および回転駆動の各手段によって動作する。したがって治具本体と軸部とを、加圧と回転駆動とを個別的に制御することができる。したがって母材である被接合物への食い込み量を、治具本体と軸部とに関して個別的に設定することができ、したがって剪断強度などの接合強度の向上を図ることができるとともに、各種の厚みを有する被接合物に共通な摩擦搅拌接合治具を用いることができ、作業性が良好であり、さらに前述の図10に関連して述べた隆起部13の発生を抑制し、その隆起部の材料分、接合強度の向上を図ることができる。なお治具本体と軸部との回転方向は、同一方向でも逆方向でもよい。

【0013】

本発明に従えば、摩擦搅拌接合治具の治具本体は、回転が停止している状態で、治具本体によって被接合物を押圧して加圧し、こうして治具本体がその回転を停止しており加圧している状態で、軸部を加圧しつつ回転駆動する。したがって治具本体によって被接合物が加圧されており、接合位置、特にスポット接合時の接合位置を高精度で設定することができる。また重なり合う2つの被接合物を接合する場合には、被接合物を軸部よりも大きい面積を有する治具本体で押圧することによって、被接合物間のギャップを広範囲にわたって解消することができ、確実な接合を行うことができる。

【0014】

また本発明は、制御手段は、治具本体用加圧手段によって治具本体の前記端部が被接合物を加圧して入り込む変位量 L1 が、

軸部用加圧手段によって軸部の前記端部が被接合物を押圧して入り込む変位量 L2 よりも小さい値となるように制御することを特徴とする。

【0015】

本発明に従えば、治具本体の端部が被接合物に入り込む変位量 L1 は、軸部の端部が被接合物に入り込む変位量 L2 とは独立して、治具本体用および軸部用の各加圧手段によって制御することができ、したがって治具本体の変位量 L1 を小さくすることによって、剪断強度などの接合強度を向上することができるとともに、前述の先行技術に関連して述べた隆起部の発生を、抑制することができ、接合品質を向上することができる。

10

20

30

40

50

【0022】

また本発明は、スポット接合を行うための装置であることを特徴とする。_____

【0023】

本発明に従えば、上述の装置または治具によってスポット接合を行うことによって、接合部分の接合強度を向上することができ、良好な接合品質を得ることができる。

【0024】**【発明の実施の形態】**

図1は、本発明の実施の一形態の接合動作を示す断面図である。上下に重ねられた複数たとえば2つの被接合物21, 22は、本発明に従う摩擦搅拌接合治具23を備える摩擦搅拌装置によって接合される。この治具23は、治具本体24と、治具本体24を挿通する軸部25とを含む。治具本体24は、直円筒状であり、その軸線26と同軸に挿通孔27が形成される。軸部25は、この挿通孔27を、軸線26と同軸に配置される。軸部25は、直円柱状である。治具本体24の端部31の端面32は、軸線26に垂直である。軸部25の端部33の端面34も、軸線26に垂直である。軸部25は、治具本体24に没入および突出可能に形成される。なお軸部25は、被接合物21, 22を加圧および回転摩擦熱を与えることができる形状であればよく、直円柱状以外の形状、たとえば先端に進むにつれて縮経する円錐形状であってもよい。

10

【0025】

図2は、図1に示される摩擦搅拌接合治具23を用いる摩擦搅拌接合装置35の簡略化した断面図である。被接合物21, 22は、定盤36上に乗載されて固定される。この状態に固定的に設けられる装置本体37には、治具本体24の端部31を被接合物21, 22に加圧する治具本体用加圧手段41と、治具本体24を、その軸線26まわりに回転駆動する治具本体用回転駆動手段42と、軸部25の端部33を被接合物21, 22に加圧する軸部用加圧手段43と、軸部25をその軸線26まわりに回転駆動する軸部用回転駆動手段44とを含む。これらの各手段41~44は、たとえばサーボモータを含んで構成される。検出手段46は、治具23による被接合物21, 22の接合状態を検出する。検出手段26は、たとえば光学式センサまたはテレビカメラなどによって実現されてもよい。図2に示す摩擦搅拌接合装置35は、本発明の例示に過ぎず、多関節ロボットたとえば6軸多関節ロボットの手首に摩擦搅拌接合装置を装着してもよい。

20

【0026】

30

図3は、図2に示される摩擦搅拌接合装置35の電気的構成を示すブロック図である。マイクロコンピュータなどによって実現される処理回路47は検出手段46の出力に応答し、前述の各手段41~44の動作を制御する。検出手段46は、各手段41~44にそれぞれ含まれているモータの負荷電流を検出して接合状態を検出する構成を有してもよい。

【0027】

図4は図1(1)~図1(5)に示される摩擦搅拌接合装置35の動作を説明するためのタイミングチャートであり、図5は図3に示される処理回路47の動作を説明するためのフローチャートである。処理回路47は、摩擦搅拌接合装置35の表1に示される動作モードを順次的に達成する。

【0028】

40

【表1】

動作モード	図 1	時間	治具本体 2 4		軸部 2 5	
			加圧手段	回転駆動手段	加圧手段	回転駆動手段
			41	42	43	44
1	(1)	$t_0 < t < t_1$	OFF	OFF	OFF	OFF
2		$t_1 \leq t < t_2$	下降	OFF	OFF	OFF
3		$t_2 \leq t < t_3$	下降	OFF	下降	OFF
4		$t_3 \leq t < t_4$	下降	OFF	下降	ON
5	(2)	$t_4 \leq t < t_5$	予備加圧	OFF	下降	ON
6	(3)	$t_5 \leq t < t_6$	予備加圧	OFF	加圧	ON
7	(4)	$t_6 \leq t < t_7$	加圧	ON	加圧	ON
8		$t_7 \leq t < t_8$	上昇	ON	上昇	ON
9		$t_8 \leq t < t_9$	上昇	OFF	上昇	OFF
10	(5)	$t_9 \leq t$	OFF	OFF	OFF	OFF

【 0 0 2 9 】

摩擦搅拌接合治具 2 3 の治具本体 2 4 は、治具本体用加圧手段 4 1 によって、図 4 (A) に示されるように下降および上昇移動され、治具本体用回転駆動手段 4 2 によって図 4 (C) に示されるように回転駆動される。治具本体を加圧手段 4 1 によって治具本体 2 4 に作用する加圧力は、図 4 (E) に示される。

【 0 0 3 0 】

軸部 2 5 は、軸部用加圧手段 4 3 によって図 4 (B) に示されるように下降および上昇移動され、軸部用回転駆動手段 4 4 によって図 4 (D) に示されるように回転駆動される。この軸部 2 5 に作用する加圧力は、図 4 (F) に示される。

【 0 0 3 1 】

処理回路 4 7 は、図 5 のステップ a 1 では、摩擦搅拌治具 2 3 は、第1動作モードに移行した状態であり、図 1 (1) に示されるように、前述の各手段 4 1 ~ 4 4 が停止している。処理回路 4 7 は、外部から摩擦搅拌接合命令が与えられると、摩擦搅拌治具 2 3 を接合位置上方に配置し、ステップ a 2 に進む。

【 0 0 3 2 】

ステップ a 2 では、時刻 t_1 以降、処理回路部 4 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 2 動作モードに移行させ、治具本体用加圧手段 4 1 によって、治具本体 2 4 を下降させる。次に、時刻 t_1 から時刻 t_2 に達すると、摩擦搅拌治具 2 3 を第 3 動作モードに移行させ、軸部用加圧手段 4 3 によって、軸部 2 5 を下降させる。

【 0 0 3 3 】

処理回路部 4 7 は、時刻 t_2 から時刻 t_3 に達すると、摩擦搅拌治具を第 4 動作モードに移行させ、軸部用回転駆動手段 4 4 によって、軸部 2 5 を回転駆動させる。治具本体 2 4 および軸部 2 5 が下降し、治具本体 2 4 の端面 3 2 が被接合物 2 1 に接触したことが検出

10

20

30

40

50

されると、ステップ a 3 に進む。

【 0 0 3 4 】

ステップ a 3 では、図 1 (2) に示されるように、治具本体 2 4 の端面 3 2 が被接合物 2 1 に接触する。時刻 t 3 から時刻 t 4 に達すると、処理回路部 4 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 5 動作モードに移行させ、治具本体用加圧手段 4 1 によって、治具本体 2 4 を被接合物 2 1 に予備加圧する。予備加圧を行うことによって、被接合物 2 1 , 2 2 間の隙間が解消され、被接合物 2 1 , 2 2 が密着する。被接合物 2 1 , 2 2 が密着すると、ステップ a 4 に進む。

【 0 0 3 5 】

ステップ a 4 では、時刻 t 4 から時刻 t 5 に達すると、軸部 2 5 が被接合物 2 1 に接触し、処理回路部 2 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 6 動作モードに移行させる。第 6 動作モードでは、軸部用加圧手段 4 3 によって、軸部 2 5 を被接合物 2 1 に加圧力 P 2 で回転加圧する。これによって図 1 (3) に示されるように、軸部 2 5 と被接合物 2 1 とによって摩擦熱が生じ、軸部 2 5 付近の被接合物 2 1 が軟化し、軸部 2 5 が被接合物 2 1 に食い込む。

10

【 0 0 3 6 】

時刻 t 5 から時刻 t 6 に達すると、処理回路部 2 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 7 動作モードに移行させる。第 7 動作モードでは、治具本体用加圧手段 4 1 によって、治具本体 2 4 を予備加圧力 P 1 より大きい加圧力 3 で加圧する。これによって図 1 (4) に示されるように、治具本体 2 4 と被接合物 2 1 とによって摩擦熱が生じ、治具本体 2 4 付近の被接合物 2 1 が軟化し、治具本体 2 4 が被接合物に食い込み、被接合物 2 1 , 2 2 が部分的に摩擦搅拌状態となる。

20

【 0 0 3 7 】

このとき、治具本体 2 4 と軸部 2 5 とは、各回転駆動手段 4 2 , 4 3 によって回転駆動され、各加圧手段 4 1 , 4 3 によって、被接合物 2 1 , 2 2 を加圧する。治具本体 2 4 および軸部 2 5 は、それぞれ摩擦搅拌接合が最適に行われる回転速度および加圧力に設定される。

【 0 0 3 8 】

軸部 2 5 は、被接合物 2 1 , 2 2 の軟化部分を搅拌するのに十分な加圧力および回転速度に設定され、治具本体 2 4 は、被接合物を軟化するとともに、軟化部分の搅拌が小さい加圧力および回転速度に設定される。

30

【 0 0 3 9 】

たとえば治具本体 2 4 の治具本体用回転駆動手段 4 2 による回転速度 V 1 に比べて、軸部 2 5 の軸部用回転駆動手段 4 4 による回転速度 V 2 は、高い値に設定される。すなわち V 1 < V 2 に設定される。また治具本体 2 4 と軸部 2 5 とが各加圧手段 4 1 , 4 3 によって加圧され、治具本体 2 4 の治具本体用加圧手段 4 1 による加圧力 P 3 に比べて、軸部 2 5 の軸部用加圧手段 4 3 による加圧力 P 2 は大きい値に設定される。すなわち P 3 < P 2 に設定される。

【 0 0 4 0 】

摩擦搅拌状態で予め定められた摩擦搅拌時間 W が経過するとステップ a 5 に進む。

【 0 0 4 1 】

40

ステップ a 5 では、摩擦搅拌時間 W が経過し時刻 t 6 から時刻 t 7 に達すると、2つの被接合物 2 1 , 2 2 が軟化搅拌されて接合部分が形成され、処理回路部 2 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 8 動作モードに移行させる。第 8 動作モードでは、各加圧手段 4 1 , 4 3 によって治具本体 2 4 および軸部 2 5 が回転状態を保ったまま上昇される。

【 0 0 4 2 】

時刻 t 7 から時刻 t 8 に達すると、処理回路部 2 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 9 動作モードに移行させる。第 9 動作モードでは、治具本体用回転駆動手段 4 2 によって治具本体 2 4 の回転を停止する。

【 0 0 4 3 】

時刻 t 8 から時刻 t 9 に達すると、処理回路部 2 7 は、摩擦搅拌治具 2 3 を第 10 動作モ

50

ードに移行させる。第10動作モードでは、各転駆動手段42, 44によって治具本体25および軸部25の回転を停止し、ステップa6に進む。ステップa6では、図1(5)に示されるように、摩擦搅拌治具23が被接合物の接合位置より上方の位置に配置され一連の動作を終了する。

【0044】

摩擦搅拌治具は、ステップa3で治具本体24によって被接合物を予備加圧することによって、被接合物21, 22間の隙間を解消した状態で摩擦搅拌動作を行う。これによって接合不良を生じることなく良好な摩擦搅拌接合を行うことができる。また治具本体24と、軸部25との回転速度および加圧力を個別に制御することができるので、治具本体24には、被接合物21, 22を軟化させるのに適した回転速度および加圧力に設定し、軸部25には、被接合物21, 22の軟化部分を搅拌させるのに適した回転速度および加圧力に設定することができる。これによって接合部分の領域を広範囲に形成することができ、接合強度を向上させることができる。また治具本体24と軸部25との回転方向は互いに同一方向であっても、逆方向であってもよく、さらに接合中に回転方向が反転してもよい。治具本体24および軸部25の回転方向は、摩擦搅拌接合が良好に行われる回転方向にそれぞれ個々に設定することができる。

【0045】

またたとえば治具本体24の前記端部が被接合物21, 22を押圧して入り込む変位量L1を、軸部用加圧手段43によって軸部25の前記端部55が被接合物を押圧して入り込む変位量L2未満となる値すなわち $L_1 < L_2$ となるように、治具本体24と軸部25との回転速度および加圧力を調整することによって、治具本体24が被接合物21に入り込む量を小さくして、剪断強度などの接合強度を向上するとともに、前述の先行技術に関連して述べた隆起部の発生を、抑制することができ、接合品質を向上することができる。たとえば治具本体24の変位量L1は、最初に治具本体24が接触する被接合物21の厚みの被接合物21の厚みの10%以下に設定される。被接合物の疲労強度は、前記変位量L1が大きくなるにつれて低下するため、変位量L1は、必要とされる被接合物の強度に応じて、必要最小限の変位量が適宜設定される。

【0046】

図6は、被接合物21, 22の隙間を解消した状態で摩擦搅拌接合された被接合物21, 22の拡大断面図である。被接合物21, 22は、比較的広い接合領域48, 49にわたって接合されており、それらの接合部分51, 52の厚みd2は、充分に厚く、しかも隆起部53は、ごくわずかとなる。本発明にしたがう摩擦搅拌接合でも被接合物21, 22の隙間を解消した状態で接合することができる。したがって図6と同様な接合状態を得ることができ、被接合物21, 22を広い接合領域48, 49にわたって接合して、摩擦搅拌接合強度を充分に大きくすることができる。

【0047】

上述の形態では、第4～第6動作モードにおいて、治具本体24は回転せずに停止した状態であるが、本発明の実施の他の形態として第4～第6動作モードにおいて、治具本体24は治具本体用回転駆動手段42によって低速度V3で回転駆動されたままであってよい。この低い回転速度V3は、軸部25の加圧回転の時刻t2以降における前述の速度V1未満である($V_3 < V_1$)。このような実施の形態においてもまた、治具本体24は、前述の低い回転速度V3で被接合物21, 22に接触し、加圧するので、高い精度で、正確な位置に接合を行うことができる。

【0048】

図7は、本発明の実施の他の形態の一部の断面図である。この実施の形態は、前述の実施の形態に類似し、対応する部分には同一の参照符を付す。注目すべきはこの実施の形態では、摩擦搅拌接合治具23の治具本体24の下部31に、加熱手段55が内蔵される。加熱手段55は、たとえば電気ヒータであってもよく、あるいはまた交流電源から電力が供給される誘導加熱コイルであってもよい。図7に示される実施の形態では、治具本体24を昇降移動して加圧する治具本体用加圧手段41が設けられるが、治具本体用回転駆動手

10

20

40

50

段40には設けられず、この治具本体24は回転しない。軸部25は、軸部用加圧手段43によって昇降移動、加圧し、また軸部用回転駆動手段44によって回転駆動される。加熱手段55は、被接合物21, 22を、軟化することができる温度に加熱し、この軟化部分を、軸部25の加圧、回転駆動によって、攪拌する。

【0049】

図7に示される実施の形態では、前述のように治具本体24が回転されず、停止されたままであるので、その端部31の端面32が被接合物21に食い込むことはなく、被接合物21, 22に入り込まない。したがって前述の先行技術に関連して述べたように、被接合物21の接合領域における厚みが減少することではなく、剪断強度などの接合強度が高く達成される。

10

【0050】

図8は、本発明の摩擦攪拌接合装置35が、ロボット57の手首58に装着された状態を示す簡略化した側面図である。ロボット57は、複数軸を有し、予め教示した教示内容を、メモリから読み出し、再生動作を行い、スポット接合を自動的に行うことができ、さらにまた摩擦攪拌接合装置35を予め定める接合線に沿って移動して接合動作を行うこともできる。また上述した記載において、治具本体24および軸部25が上昇および下降したが、押圧方向に変位すればよく、水平方向に並ぶ2つの被接合物を接合してもよく、それ以外の方向でも接合可能である。

【0051】

【発明の効果】

20

以上のように本発明によれば、治具本体と軸部とを加圧と回転駆動とを個別に動作することによって、母材である被接合物への食い込み量を、治具本体と軸部とに関して個別的に設定することができ、したがって剪断強度などの接合強度の向上を図ることができるとともに、各種の厚みを有する被接合物に共通な摩擦攪拌接合治具を用いることができ、作業性が良好であり、さらに前述の図10に関連して述べた隆起部13の発生を抑制し、その隆起部の材料分、接合強度の向上を図ることができる。

【0052】

また本発明によれば、摩擦攪拌接合治具の治具本体は、回転が停止している状態で、治具本体によって被接合物を押圧するので、スポット接合の接合位置を高精度で設定することができる。また被接合物間のギャップを解消することができ、確実な接合を行うことができる。

30

【0053】

また本発明によれば、治具本体の回転による摩擦熱によって被接合物を軟化させる場合、治具本体の端部が被接合物に入り込む変位量L1を、小さくすることによって、接合される被接合物の剪断強度などの接合強度を向上することができるとともに、前記隆起部の発生を抑制することができ、接合品質を向上することができる。

【0055】

また本発明によれば、スポット接合を行うことによって、接合部分の接合強度を向上することができ、良好な接合品質を得ることができます。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】本発明の実施の一形態の接合動作を示す断面図である。

【図2】図1に示される摩擦攪拌接合治具23を用いる摩擦攪拌接合装置35の簡略化した断面図である。

【図3】図2に示される摩擦攪拌接合装置35の電気的構成を示すブロック図である。

【図4】図1(1)～図1(5)に示される摩擦攪拌接合装置35の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図5】図3に示される処理回路47の動作を説明するためのフローチャートである。

【図6】被接合物21, 22の隙間を解消した状態で摩擦攪拌接合された被接合物21, 22の拡大断面図である。

【図7】本発明の実施の他の形態の一部の断面図である。

50

【図8】本発明の摩擦攪拌接合装置35が、ロボット57の手首58に装着された状態を示す簡略化した側面図である。

【図9】先行技術の摩擦攪拌接合装置1の一部の断面図である。

【図10】図9に示される先行技術の回転子2を用いて摩擦攪拌接合された被接合物3, 4の拡大断面図である。

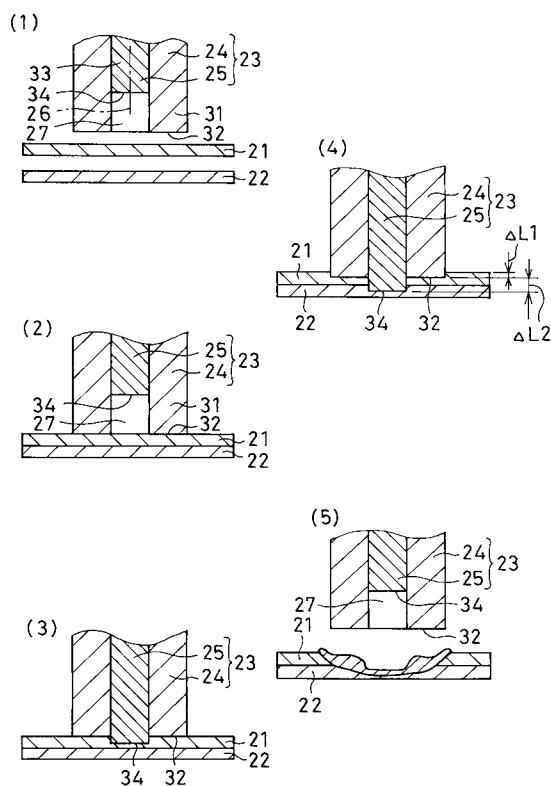
【符号の説明】

- 21, 22 被接合物
- 23 摩擦攪拌接合治具
- 24 治具本体
- 25 軸部
- 26 軸線
- 27 挿通孔
- 31, 33 端部
- 32, 34 端面
- 35 摩擦攪拌接合装置
- 41 治具本体用加圧手段
- 42 治具本体用回転駆動手段
- 43 軸部用加圧手段
- 44 軸部用回転駆動手段
- 55 加熱手段

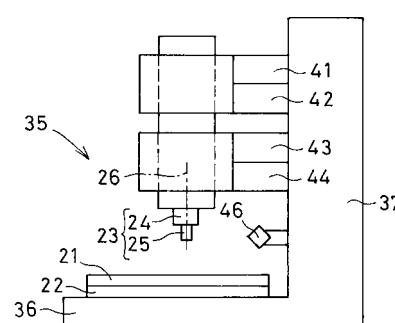
10

20

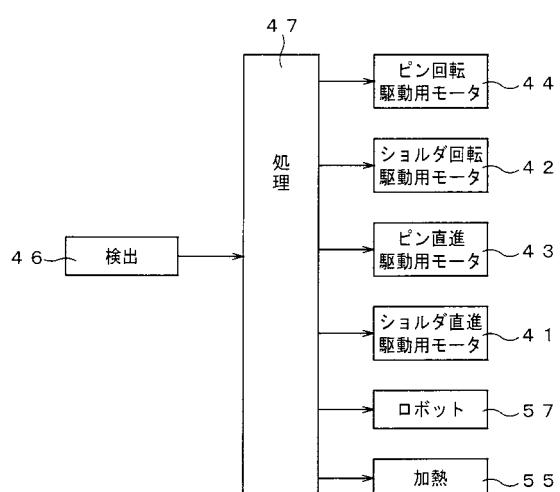
【図1】



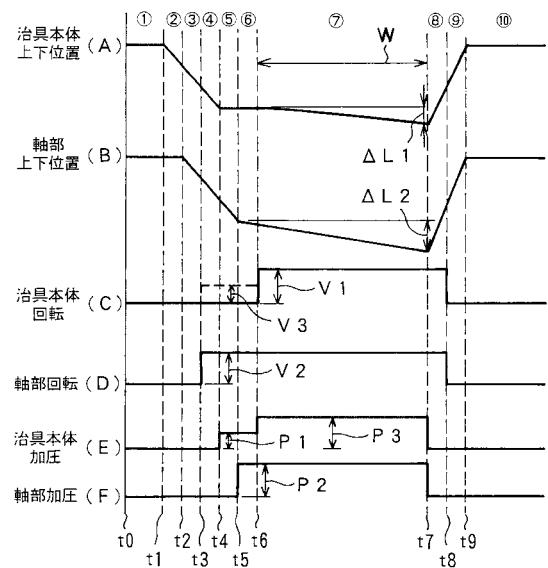
【図2】



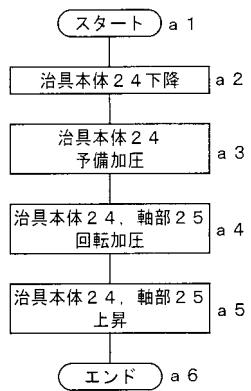
【図3】



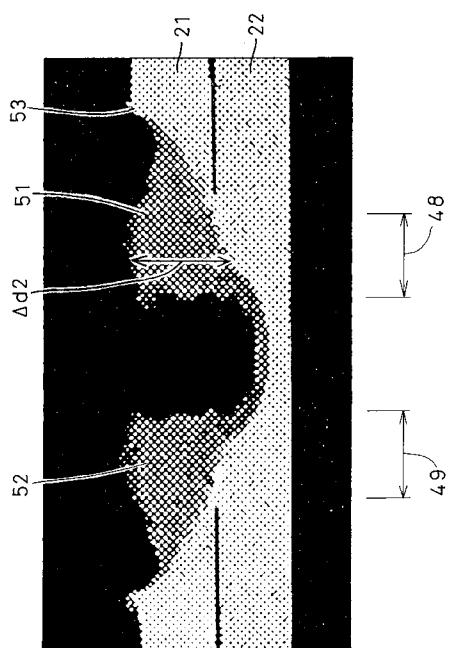
【図4】



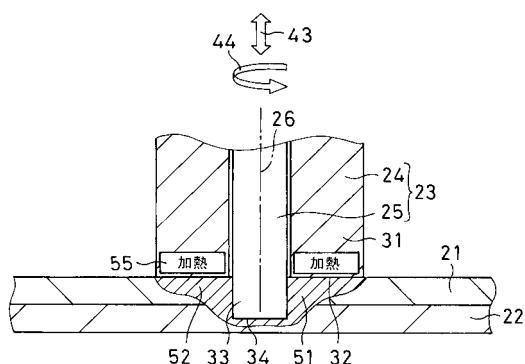
【図5】



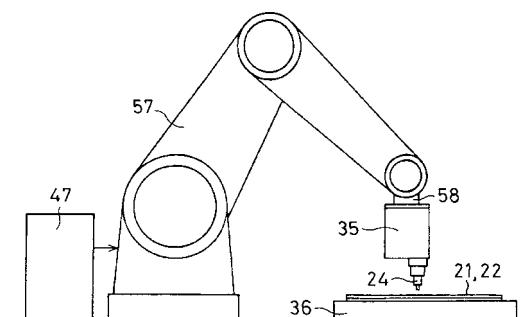
【図6】



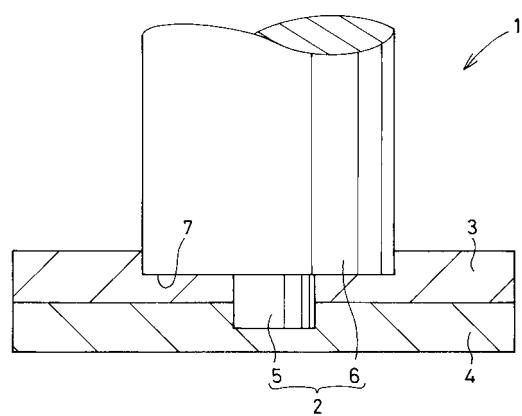
【図7】



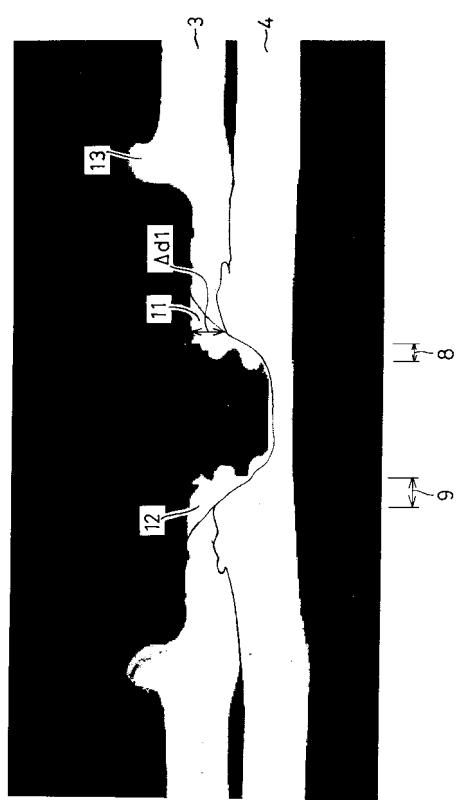
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 壽男
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

(72)発明者 川崎 卓巳
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

(72)発明者 門田 浩次
兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

審査官 松本 公一

(56)参考文献 特開2001-259863(JP,A)
特開平10-071478(JP,A)
特開2000-301361(JP,A)
特開2001-314982(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/12

B21J 15/02