

(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.

F 1

B 2 3 K 20/12 (2006.01)

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)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成14年4月12日 (2002.4.12)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-305576 (P2003-305576A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年10月28日 (2003.10.28)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成17年4月11日 (2005.4.11)		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。

【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 とを有し、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。

【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るれば、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。

【0004】

ショルダ部 7 が被接合物 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。

【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】

10

20

30

40

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攪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にした摩擦攪拌接合装置を提供することである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、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である。

【 0 0 1 0 】

本発明に従えば、摩擦攪拌接合治具は、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。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。

【 0 0 1 3 】

本発明に従えば、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。

【 0 0 1 4 】

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  $L_1$  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。

【 0 0 1 5 】

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  $L_1$  は、軸部の端部が被接合物に入り込む変位量  $L_2$  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  $L_1$  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。

## 【 0 0 2 2 】

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。

## 【 0 0 2 3 】

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。

## 【 0 0 2 4 】

## 【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 2 1 , 2 2 は、本発明に従う摩擦攪拌接合治具 2 3 を備える摩擦攪拌装置によって接合される。この治具 2 3 は、治具本体 2 4 と、治具本体 2 4 を挿通する軸部 2 5 とを含む。治具本体 2 4 は、直円筒状であり、その軸線 2 6 と同軸に挿通孔 2 7 が形成される。軸部 2 5 は、この挿通孔 2 7 を、軸線 2 6 と同軸に配置される。軸部 2 5 は、直円柱状である。治具本体 2 4 の端部 3 1 の端面 3 2 は、軸線 2 6 に垂直である。軸部 2 5 の端部 3 3 の端面 3 4 も、軸線 2 6 に垂直である。軸部 2 5 は、治具本体 2 4 に没入および突出可能に形成される。なお軸部 2 5 は、被接合物 2 1 , 2 2 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

## 【 0 0 2 5 】

図 2 は、図 1 に示される摩擦攪拌接合治具 2 3 を用いる摩擦攪拌接合装置 3 5 の簡略化した断面図である。被接合物 2 1 , 2 2 は、定盤 3 6 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 3 7 には、治具本体 2 4 の端部 3 1 を被接合物 2 1 , 2 2 に加圧する治具本体用加圧手段 4 1 と、治具本体 2 4 を、その軸線 2 6 まわりに回転駆動する治具本体用回転駆動手段 4 2 と、軸部 2 5 の端部 3 3 を被接合物 2 1 , 2 2 に加圧する軸部用加圧手段 4 3 と、軸部 2 5 をその軸線 2 6 まわりに回転駆動する軸部用回転駆動手段 4 4 とを含む。これらの各手段 4 1 ~ 4 4 は、たとえばサーボモータを含んで構成される。検出手段 4 6 は、治具 2 3 による被接合物 2 1 , 2 2 の接合状態を検出する。検出手段 2 6 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 に示す摩擦攪拌接合装置 3 5 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攪拌接合装置を装着してもよい。

20

## 【 0 0 2 6 】

図 3 は、図 2 に示される摩擦攪拌接合装置 3 5 の電氣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 4 7 は検出手段 4 6 の出力に応答し、前述の各手段 4 1 ~ 4 4 の動作を制御する。検出手段 4 6 は、各手段 4 1 ~ 4 4 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。

30

## 【 0 0 2 7 】

図 4 は図 1 ( 1 ) ~ 図 1 ( 5 ) に示される摩擦攪拌接合装置 3 5 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 4 7 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 4 7 は、摩擦攪拌接合装置 3 5 の表 1 に示される動作モードを順次的に達成する。

## 【 0 0 2 8 】

## 【表 1】

40

動作 モード	図 1	時間	治具本体 2 4		軸部 2 5	
			加圧 手段 41	回転駆 動手段 42	加圧 手段 43	回転駆 動手段 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

10

20

## 【0029】

摩擦攪拌接合治具 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。

30

## 【0030】

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。

## 【0031】

処理回路 4 7 は、図 5 のステップ a 1 では、摩擦攪拌治具 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、外部から摩擦攪拌接合命令が与えられると、摩擦攪拌治具 2 3 を接合位置上方に配置し、ステップ a 2 に進む。

40

## 【0032】

ステップ a 2 では、時刻  $t_1$  以降、処理回路部 4 7 は、摩擦攪拌治具 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、摩擦攪拌治具 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。

## 【0033】

処理回路部 4 7 は、時刻  $t_2$  から時刻  $t_3$  に達すると、摩擦攪拌治具を第 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

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、摩擦攪拌治具 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 に予備加圧力 P 1 で予備加圧する。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、摩擦攪拌治具 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、摩擦攪拌治具 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 が部分的に摩擦攪拌状態となる。

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、それぞれ摩擦攪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 の軟化部分を攪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、軟化部分の攪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 】

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

【 0 0 4 1 】

ステップ a 5 では、摩擦攪拌時間 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 が軟化攪拌されて接合部分が形成され、処理回路部 2 7 は、摩擦攪拌治具 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。

40

【 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、摩擦攪拌治具 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、摩擦攪拌治具 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、摩擦攪拌治具 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】

摩擦攪拌治具は、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攪拌動作を行う。これによって接合不良を生じることなく良好な摩擦攪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 の軟化部分を攪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、摩擦攪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  $L1 < L2$  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攪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、十分に厚く、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攪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、摩擦攪拌接合強度を十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もよい。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 ( $V3 < V1$ )。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、摩擦攪拌接合治具 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

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が上昇および下降するとしたが、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  $L_1$  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る。

【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 3 5 が、ロボット 5 7 の手首 5 8 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。

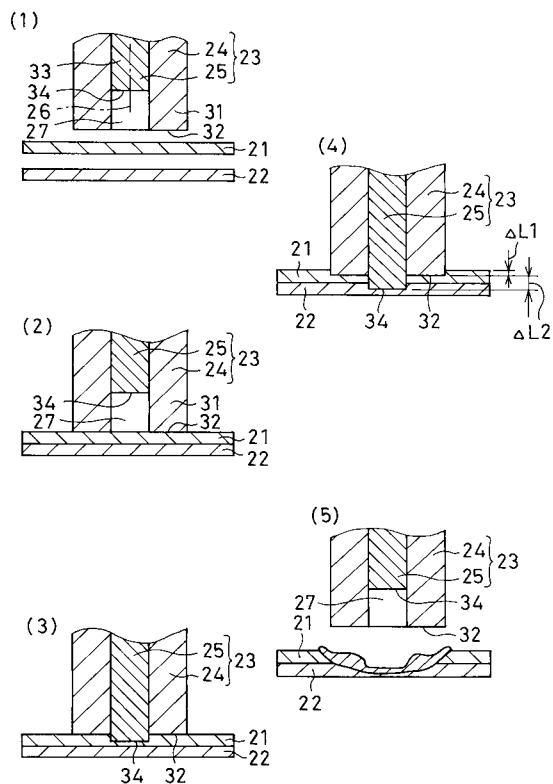
【符号の説明】

- 2 1 , 2 2 被接合物
- 2 3 摩擦攪拌接合治具
- 2 4 治具本体
- 2 5 軸部
- 2 6 軸線
- 2 7 挿通孔
- 3 1 , 3 3 端部
- 3 2 , 3 4 端面
- 3 5 摩擦攪拌接合装置
- 4 1 治具本体用加圧手段
- 4 2 治具本体用回転駆動手段
- 4 3 軸部用加圧手段
- 4 4 軸部用回転駆動手段
- 5 5 加熱手段

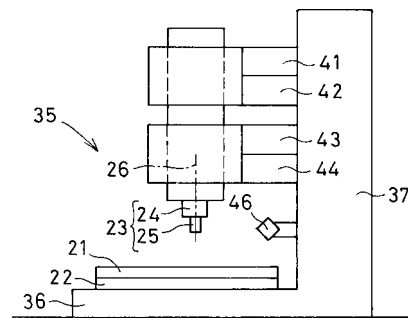
10

20

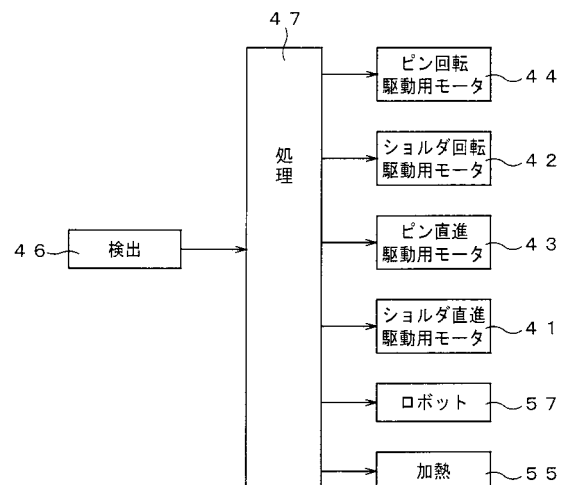
【図 1】



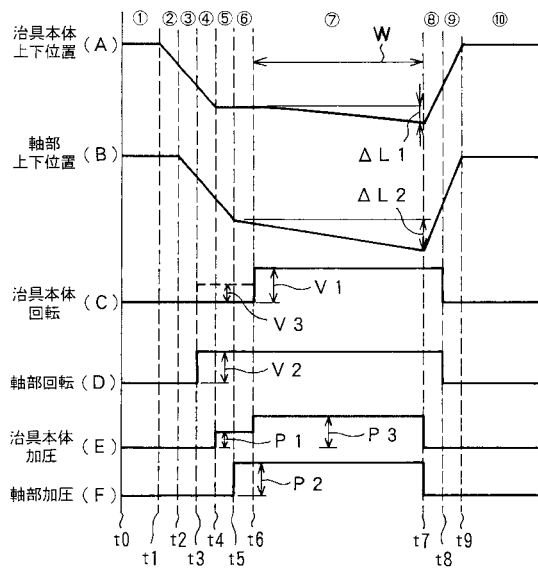
【図 2】



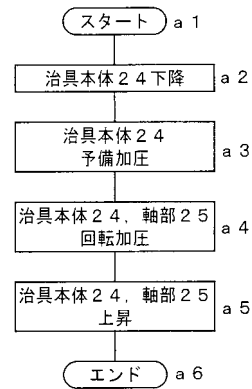
【図 3】



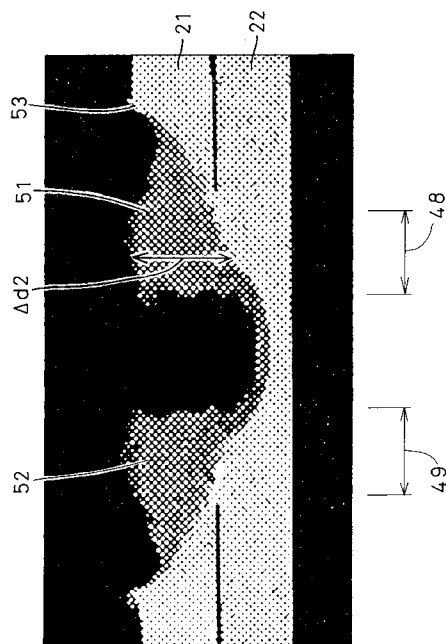
【図 4】



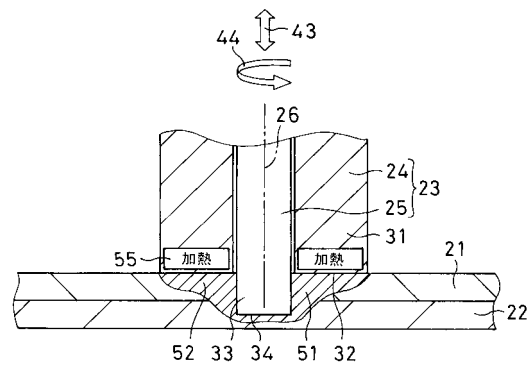
【図 5】



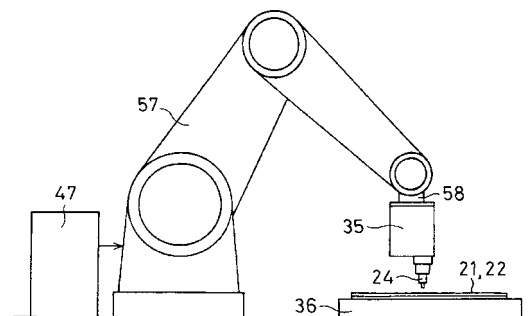
【図 6】



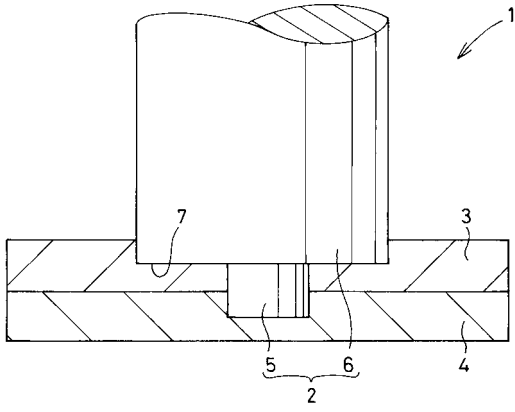
【図 7】



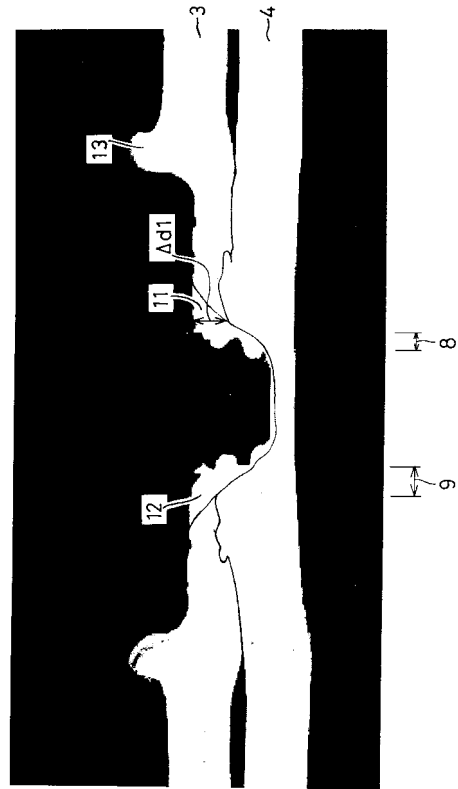
【図 8】



【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 2 0 0 1 - 2 5 9 8 6 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 7 1 4 7 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 3 0 1 3 6 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 3 1 4 9 8 2 ( J P , A )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- B23K 20/12  
B21J 15/02