

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4262812号  
(P4262812)

(45) 発行日 平成21年5月13日(2009.5.13)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int.Cl.

F 1

B 2 3 K 20/12 (2006.01)

B 2 3 K 20/12 3 4 6

B 2 3 K 20/12 3 4 O

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-354637  
 (22) 出願日 平成10年12月14日(1998.12.14)  
 (65) 公開番号 特開2000-176657(P2000-176657A)  
 (43) 公開日 平成12年6月27日(2000.6.27)  
 審査請求日 平成17年12月7日(2005.12.7)

(73) 特許権者 000002004  
 昭和電工株式会社  
 東京都港区芝大門1丁目13番9号  
 (74) 代理人 100071168  
 弁理士 清水 久義  
 (74) 代理人 100099885  
 弁理士 高田 健市  
 (74) 代理人 100099874  
 弁理士 黒瀬 靖久  
 (72) 発明者 道阪 浩三  
 堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニ  
 ウム株式会社内

審査官 松本 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被接合材を一方向へ送りつつ、定位置に配備された摩擦攪拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦攪拌接合方法において、

上面が平坦な接合受け部を備えた被接合材キャリアに、被接合材を接合部が前記接合受け部上に位置するように載せ、このキャリアをローラで支持して前記一方向へ搬送しつつ摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 2】

前記被接合材キャリアと前記ローラの一方に設けられたガイド突起と、他方に設けられたガイド溝との嵌合により、該キャリアの搬送中の左右方向変位を阻止する請求項1記載の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 3】

前記被接合材キャリアが搬送方向に沿うラックを備えると共に、前記ローラが前記ラックに噛合するピニオンとして構成され、このピニオンの回転駆動によって該キャリアを搬送する請求項1又は2に記載の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 4】

被接合材が5000系又は7000系アルミニウム合金からなる請求項3記載の摩擦攪拌接合方法。

【請求項 5】

10

20

前記被接合材キャリアが、互いに遠近方向に変位可能な左右一对の側枠部を有し、該キャリア上に載せた被接合材を両側枠部にて左右から挟み付けて拘束するように設定される請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の摩擦撹拌接合方法。

【請求項 6】

5000系アルミニウム合金からなる被接合材を一方向へ送りつつ、定位置に配備された摩擦撹拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦撹拌接合方法によるアルミニウム合金材の接合方法において、

上面が平坦な接合受け部を備えた被接合材キャリアに、被接合材を接合部が前記接合受け部上に位置するように載せ、このキャリアをローラで支持して前記一方向へ搬送しつつ摩擦撹拌接合を行うことを特徴とするアルミニウム合金材の接合方法。

10

【請求項 7】

7000系アルミニウム合金からなる被接合材を一方向へ送りつつ、定位置に配備された摩擦撹拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦撹拌接合方法によるアルミニウム合金材の接合方法において、

上面が平坦な接合受け部を備えた被接合材キャリアに、被接合材を接合部が前記接合受け部上に位置するように載せ、このキャリアをローラで支持して前記一方向へ搬送しつつ摩擦撹拌接合を行うことを特徴とするアルミニウム合金材の接合方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、被接合材を搬送しつつ、定位置に配備された摩擦撹拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦撹拌接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、金属材料の溶接やろう付けに代わる新しい接合手段として、摩擦撹拌接合 (Friction Stir Welding) 法が登場している。この接合法は、例えば特表平 7 - 505090 号公報に開示されているように、被加工物よりも硬い材質のプロブ (棒状物) を回転させながら被加工物に摺接させた際に、この摺接部分で発生する摩擦熱と圧力によって被加工物素材が塑性流動化するため、該プロブが被加工物中に埋入して且つこの埋入状態のまま被加工物中を移動可能になることを利用したものである。

30

【0003】

例えば、金属板同士の突き合わせ接合線に沿って前記プロブを上記埋入状態で相対移動させると、プロブの前方側で塑性流動した両金属板の素材が撹拌混練されながら該プロブの後方側へ漸次移行し、後方側で摩擦熱を失って急速に冷却固化するから、両金属板は素材同士が混じり合って完全に一体化した状態で接合されることになる。この場合、金属素材が塑性流動する温度は融点よりもかなり低く、接合は固相接合の範疇に入り、接合過程を通して金属材料への入熱量は溶接やろう付けに比較して極めて少なく、且つ凝固収縮に伴う応力の発生もないから、接合部近傍の熱歪みによる変形や割れを生じにくいという利点がある。

40

【0004】

ところで、従来の摩擦撹拌接合には、被接合材を加工テーブル等に固定し、摩擦撹拌接合ツールの前記プロブを備えた加工ヘッドを接合線に沿って移動させて接合する方式と、逆に被接合材を送りローラで支持するとともに該送りローラを介して送りつつ、定位置に配置した同加工ヘッドにて接合する方式とが採用されている。

【0005】

しかるに、前者の加工ヘッドを移動させる方式では、一回の移動による接合長さが加工ヘッドの移動ストロークの範囲内となるため、加工対象とする被接合材の長さに制約がある

50

。これに対し、後者の被接合材を送る方式では、被接合材の長さに制約がないので押出型材等の長尺品の接合に有利である。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来における被接合材を送る方式の摩擦攪拌接合では、加工ヘッドによる接合位置の下方に下側の送りローラを配置し、この送りローラによって加工ヘッドの押圧力を受けるようにしているが、接合位置で塑性流動化した被接合材の素材に該送りローラの表面が線接触することから、接合部の裏面側は通常約 0 . 2 mm 程度の膨出状態になる上、該送りローラの回転中の振れ等による凹凸を生じると共に、ローラ表面に生じた傷や凹凸が転写され、得られる接合品の裏面側の平坦度が悪化するという問題があった。

10

【 0 0 0 7 】

この発明は、上述の事情に鑑みて、被接合材を搬送する方式による摩擦攪拌接合方法として、裏面側の平坦度が高い接合品を確実に得る手段を提供することを目的としている。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項 1 に係る摩擦攪拌接合方法は、ローラで支持した被接合材を一方向へ送りつつ、定位置に配備された摩擦攪拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦攪拌接合方法において、上面が平坦な接合受け部を備えた被接合材キャリアに、被接合材を接合部が前記接合受け部上に位置するように載せ、このキャリアを前記ローラで支持して前記一方向へ搬送しつつ摩擦攪拌接合を行うことを特徴とするものである。

20

【 0 0 0 9 】

この請求項 1 の摩擦攪拌接合法によれば、加工ヘッドによる接合位置で塑性流動化した被接合材の素材は、裏面側において常に被接合材キャリアの接合受け部の平坦な上面と面接触することになるため、接合部の裏面側が膨出状態となったり凹凸を生じることがない。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 の発明は、上記請求項 1 の摩擦攪拌接合法において、前記被接合材キャリアと前記ローラの一方に設けられたガイド突起と、他方に設けられたガイド溝との嵌合により、該キャリアの搬送中の左右方向変位を阻止するものとしている。この場合、搬送路上における被接合材キャリアの左右方向位置が一定になるため、このキャリアに載置した被接合材の接合線が加工ヘッドによる接合位置を通過するように自動的に位置決めされる。

30

【 0 0 1 1 】

請求項 3 の発明は、前記請求項 1 又は 2 の摩擦攪拌接合法において、前記被接合材キャリアが搬送方向に沿うラックを備えると共に、前記ローラが前記ラックに噛合するピニオンとして構成され、このピニオンの回転駆動によって該キャリアを搬送するものとしている。この構成では、被接合材キャリアが搬送路上で前記ラックとピニオンとの噛合によって一定速度で確実に搬送されることになる。これに対し、ラックとピニオンによらない単なるローラでの搬送の場合には、加工ヘッドの押接に伴う負荷等によってキャリアとローラの周面との間で滑りを生じて搬送速度が変化する可能性がある。

【 0 0 1 2 】

40

請求項 4 の発明は、上記請求項 3 の摩擦攪拌接合方法において、被接合材が高強度金属材料からなるものとしている。この高強度金属材料からなる被接合材を摩擦攪拌接合する場合、加工ヘッドの押接力を大きくする必要があるため、単なるローラによる搬送では被接合材キャリアがローラの周面との間に滑りを生じて搬送困難になるが、この請求項 4 の構成では前記のラックとピニオンとの噛合によって該キャリアを強制的に一定速度で搬送できる。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 の発明は、上記請求項 1 ~ 4 のいずれかの摩擦攪拌接合方法において、前記被接合材キャリアが、互いに遠近方向に変位可能な左右一対の側枠部を有し、該キャリア上に載せた被接合材を両側枠部にて左右から挟み付けて拘束するように構成している。この場

50

合、被接合材の幅に違いがあっても当該被接合材をキャリヤ上で位置ずれのない安定姿勢に保持できると共に、従来の被接合材の送りによる摩擦撹拌接合において搬送路側に設ける必要があった幅寄せ機構が不要となる。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

以下、この発明の実施例を図面を参照して具体的に説明する。図 1 は第一実施例の摩擦撹拌接合法に用いる被接合材キャリヤ、図 2 ( A ) ( B ) は第一実施例の摩擦撹拌接合法、図 3 ( A ) ( B ) は第二実施例の摩擦撹拌接合法、をそれぞれを示す。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示す被接合材キャリヤ ( 1 A ) は、中央に配置した前後方向に沿う角筒状の接合受け部 ( 2 ) と、同じく前後方向に沿う略角筒状で外縁に突縁部 ( 3 a ) を有する左右一对の側枠部 ( 3 ) ( 3 ) とが、前後方向一定間隔置きに配置したスクリー軸 ( 4 ) ... を介して連結した枠体からなる。しかして、各スクリー軸 ( 4 ) は、貫通した接合受け部 ( 2 ) を両側からナット ( 5 a ) ( 5 a ) にて挟んで締め付けることにより、当該接合受け部 ( 2 ) に固定状態に保持されると共に、両側枠部 ( 3 ) ( 3 ) を貫通して外端側にナット ( 5 b ) を螺着することにより、これら側枠部 ( 3 ) ( 3 ) を左右方向移動可能で且つナット ( 5 b ) にて外側位置を規制するように保持している。また、接合受け部 ( 2 ) と両側枠部 ( 3 ) ( 3 ) の上面は同一高さに設定されている。

10

【 0 0 1 6 】

上記構成の被接合材キャリヤ ( 1 A ) は、図 2 ( イ ) に示すように、接合受け部 ( 2 ) と両側枠部 ( 3 ) ( 3 ) との間にわたり、2 枚一組の略板状の被接合材 ( 6 ) ( 6 ) を接合すべき側縁同士が接合受け部 ( 2 ) の中央線 ( L ) ( 図 1 参照 ) 上で突き合わされるように載置し、ナット ( 5 b ) ... を締め付けることにより、両側枠部 ( 3 ) ( 3 ) の突縁部 ( 3 a ) ( 3 a ) にて両被接合材 ( 6 ) ( 6 ) を左右から挟み付けて拘束し、位置ずれのない定姿勢で保持できるようになっている。

20

【 0 0 1 7 】

第一実施例の摩擦撹拌接合法では、図 2 ( イ ) ( ロ ) に示すように、接合すべき一組の被接合材 ( 6 ) ( 6 ) を上記の如く拘束状態で載置した被接合材キャリヤ ( 1 A ) を搬送路 ( 7 A ) の送りローラ ( 10 ) ... 上に載せて搬送しつつ、この搬送路 ( 7 A ) の定位置上方に配備した摩擦撹拌接合ツール ( 8 ) の加工ヘッド ( 9 ) によって両被接合材 ( 6 ) ( 6 ) を接合一体化する。なお、例示した被接合材 ( 6 ) ( 6 ) は、アルミニウム合金等よりなる同一断面形状の押出型材であり、接合側の側縁部 ( 6 a ) が厚肉に形成され、長手方向に連続するリブ ( 6 b ) を有している。

30

【 0 0 1 8 】

しかして、搬送路 ( 7 A ) の下側に配置する各送りローラ ( 10 ) は、中央部に周方向に沿う一对のフランジ部 ( 11 ) ( 11 ) が設けてあり、被接合材キャリヤ ( 1 A ) の接合受け部 ( 2 ) をガイド突起として、両フランジ部 ( 11 ) ( 11 ) 間のガイド溝 ( 11 a ) に嵌合するようになされている。従って、この凹凸嵌合によって、キャリヤ ( 1 A ) は左右方向変位が阻止された状態で前方へ搬送され、これによって載置した両被接合材 ( 6 ) ( 6 ) の突き合わせ接合線が加工ヘッド ( 9 ) による接合位置を通るように自動的に位置決めされる。

40

【 0 0 1 9 】

摩擦撹拌接合を行うには、上昇位置にある加工ヘッド ( 9 ) の直下にキャリヤ ( 1 A ) に載置した両被接合材 ( 6 ) ( 6 ) の突き合わせ接合線の前端部が位置する状態において、該加工ヘッド ( 9 ) を高速回転させつつ降下させ、その先端に同軸状に突設されたプローブ ( 9 a ) を両被接合材 ( 6 ) ( 6 ) の突き合わせ部に埋入させ、この埋入状態で送りローラ ( 10 ) ... を回転駆動させてキャリヤ ( 1 A ) を前方へ一定速度で搬送する。なお、キャリヤ ( 1 A ) の搬送駆動は、必ずしも送りローラ ( 10 ) によらなくても良い。

【 0 0 2 0 】

上記キャリヤ ( 1 A ) の搬送に伴い、埋入したプローブ ( 9 a ) による接合位置では、被

50

接合材(6)(6)の素材が既述のように摩擦熱と圧力によって塑性流動化し、攪拌混合されてプローブ(9a)の進行後方側で冷却固化し、もって両被接合材(6)(6)が完全に接合一体化してゆく。このとき、接合部の下面側はキャリア(1A)の接合受け部(2)の平坦な上面に接しているから、塑性流動化した素材が被接合材(6)(6)の下面から膨出することではなく、裏面の平坦度に優れた接合品が得られる。

#### 【0021】

図3(イ)(ロ)に示す第二実施例の摩擦攪拌接合方法では、被接合材キャリア(1B)は、第一実施例のキャリア(1A)と同様に中央の接合受け部(2)と左右一对の側枠部(3)(3)とがスクリュ軸(4)...を介して連結した枠体からなるが、接合受け部(2)の下面側がラック(12)を構成している。また左右方向中央に配置したローラがピニオン(13)として構成されるとともに、左右両側にはガイドローラ(14)...が配置されており、ピニオン(13)の両側には鋸(13a)(13a)が設けてある。そして、この搬送路(7B)に前記キャリア(1B)を搬入する際、その接合受け部(ガイド突起)(2)を鋸(13a)(13a)間のガイド溝(13b)に嵌合させることにより、該接合受け部(2)のラック(12)とピニオン(13)が噛合すると共に、側枠部(3)(3)が支持ローラ(14)(14)...上にて載るように構成されている。

10

#### 【0022】

この第二実施例の摩擦攪拌接合においては、前記第一実施例と同様に、キャリア(1B)上に2枚一組の被接合材(6)(6)を拘束状態で載置し、このキャリア(1B)を搬送路(7B)にて搬送しつつ、定位置に配備した摩擦攪拌接合ツール(8)の加工ヘッド(9)によって両被接合材(6)(6)を接合一体化するが、キャリア(1B)の搬送は接合受け部(2)のラック(12)に噛合したピニオン(13)の回転駆動によって行われる。

20

#### 【0023】

しかして、キャリア(1B)の接合受け部(2)とピニオン(13)のガイド溝(13b)との嵌合により、第一実施例と同様に該キャリア(1B)は左右方向変位が阻止された状態で前方へ搬送される。また、得られる接合品は、第一実施例と同様に、接合部の下面側がキャリア(1B)の接合受け部(2)の平坦な上面に接した状態で摩擦攪拌接合されるから、裏面の平坦度に優れたものとなる。しかも、この方法によれば、被接合材キャリア(1B)は、周面が平坦な単なるローラによる搬送の場合に懸念されるような送りローラとの間の滑りによる搬送速度の変化を生じることがなく、加工ヘッド(9)の押圧力が大きい場合でも一定速度で確実に搬送される。

30

#### 【0024】

従って、この第二実施例の方法は、被接合材(6)が高硬度金属材料からなる場合、例えばアルミニウム合金では5000系や7000系等の高硬度合金である場合に、特に好適な摩擦攪拌接合手段となる。すなわち、高硬度金属材料の摩擦攪拌接合では、材料の変形抵抗が大きいために加工ヘッド(9)の押圧力を大きく設定する必要があり、ロール搬送では加工ヘッド(9)の押圧に伴う搬送負荷によってキャリアとロール周面との間に滑りを生じて搬送困難になるが、前記のようにラック(12)とピニオン(13)との噛合によって強制送りすれば、一定速度で安定した摩擦攪拌接合を行える。なお、被接合材(6)が変形抵抗の小さい通常の金属材料、例えばアルミニウム合金では6000系等の場合には、前記第一実施例の如きロール搬送にて支障なく摩擦攪拌接合を行える。

40

#### 【0025】

一方、前記の第一実施例や第二実施例のように、被接合材キャリア(1A)(1B)が載置した被接合材(6)(6)を両側から挟み付ける機能を有するものとすれば、従来の摩擦攪拌接合において必要としていた被接合材の幅寄せ機構が不要になることから、摩擦攪拌接合装置の設備構成が簡略化し、それだけ設備コストひいては加工コストを低減できるという利点がある。

#### 【0026】

このような被接合材キャリアにおける被接合材の挟み付け手段としては、第一及び第二実施例で例示した以外の種々の機構を採用できる。例えば、接合すべき一組の被接合材が同

50

幅である場合に専用のキャリヤでは、接合受け部(2)に両側枠部(3)(3)を左右が逆ねじである一本のスクリー軸と複数本のガイドバーを介して支持させ、接合受け部(2)に回転のみ可能に保持させた該スクリー軸の左右部を側枠部(3)(3)に螺挿し、該スクリー軸(4)の捻回操作によって両側枠部(3)(3)が同時に内向き又は外向きに変位する構成としてもよい。ただし、第一及び第二実施例で用いるキャリヤ(1A)(1B)のような構成では、左右の側枠部(3)(3)を個別に内外方向(左右方向)に変位できるため、接合すべき一組の被接合材が互いに異なる幅を有する場合にも対応できるという利点がある。

#### 【0027】

更に、前記実施例では、被接合材キャリヤ(1A)(1B)の接合受け部(3)をガイド突起、第一実施例の送りローラ(10)側ならびに第二実施例のピニオン(13)側をガイド溝としているが、該キャリヤの搬送中の左右方向変位を阻止する上で、逆にローラ側にガイド突起を設け、キャリヤ側に該ガイド突起が嵌合されるガイド溝を設ける構成や、キャリヤに接合受け部(3)とは別個にガイド突起やガイド溝を設け、このガイド突起やガイド溝がローラ側のガイド溝やガイド突起と嵌合する構成等も採用可能である。

#### 【0028】

なお、被接合材キャリヤの搬送路には、該キャリヤに載せた被接合材の上面に接して転動する押さえローラや送りローラを設けてもよい。更に、前記第一及び第二実施例では略平板状の被接合材(6)(6)を突き合わせた側縁部で接合する場合を例示したが、この発明の摩擦撹拌接合法は、中空部を有するものや枠状のもの等、様々な形態の被接合材同士

#### 【0029】

##### 【発明の効果】

請求項1の発明によれば、ローラで支持した被接合材を搬送しつつ、定位置に配備された摩擦撹拌接合ツールの回転する加工ヘッドを被接合材同士の接合部に沿って埋入させて被接合材同士を接合一体化する摩擦撹拌接合法として、加工ヘッドによる接合部が裏面側において常に被接合材キャリヤの接合受け部の平坦な上面と面接触し、もって接合部の裏面側が膨出状態となったり凹凸を生じることがなく、裏面側の平坦度が高い接合品を確実に得る方法が提供される。

#### 【0030】

請求項2の発明によれば、上記の摩擦撹拌接合法において、被接合材キャリヤの搬送中の左右方向変位が、ガイド突起とガイド溝との嵌合によって阻止されるため、このキャリヤに載置した被接合材の接合線が加工ヘッドによる接合位置を通過するように自動的に位置決めされ、前記接合線の位置ずれによる接合不良が確実に防止されるという利点がある。

#### 【0031】

請求項3の発明によれば、上記の摩擦撹拌接合法において、前記被接合材キャリヤがラックとピニオンの噛合によって強制的に搬送されることから、周面が平坦なローラで搬送する場合のようにキャリヤとローラ周面との間で滑りを生じて搬送速度が変化する懸念がなく、搬送負荷が大きい場合でも一定速度で安定した摩擦撹拌接合を行えるという利点がある。

#### 【0032】

請求項4の発明によれば、上記の摩擦撹拌接合法において、被接合材が加工ヘッドの押接力を大きくする必要がある高強度金属材料からなるにも関わらず、被接合材キャリヤをラックとピニオンの噛合によって強制的に搬送することから、支障なく一定速度で安定した摩擦撹拌接合を行えるという利点がある。

#### 【0033】

請求項5の発明によれば、上記の摩擦撹拌接合法において、被接合材キャリヤが載置した被接合材を左右から挟み付けて拘束する機能を有するため、接合対象とする接合材の幅に違いがあっても当該被接合材をキャリヤ上で位置ずれのない安定姿勢に保持できると共

10

20

30

40

50

に、従来の被接合材の送りによる摩擦撹拌接合において搬送路側に設ける必要があった幅寄せ機構が不要となり、摩擦撹拌接合装置の設備構成が簡略化し、それだけ設備コストひいては加工コストを低減できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明の第一実施例に係る摩擦撹拌接合方法に用いる被接合材キャリアの平面図である。

【図２】同第一実施例の摩擦撹拌接合方法を示し、（イ）図は縦断正面図、（ロ）図は（イ）図のローロ線の断面矢視図である。

【図３】同第二実施例の摩擦撹拌接合方法を示し、（イ）図は縦断正面図、（ロ）図は（イ）図のローロ線の断面矢視図である。

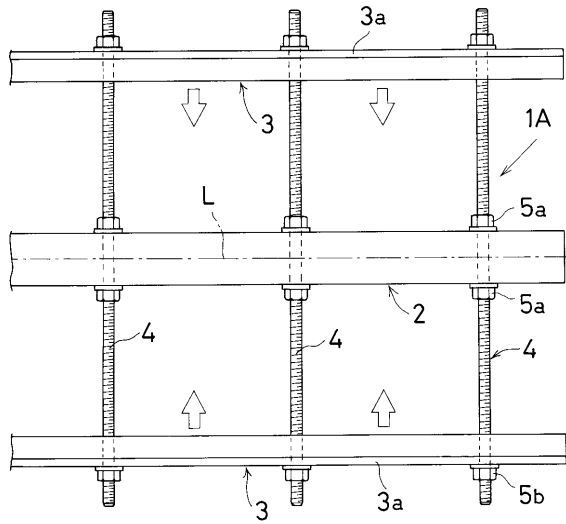
10

【符号の説明】

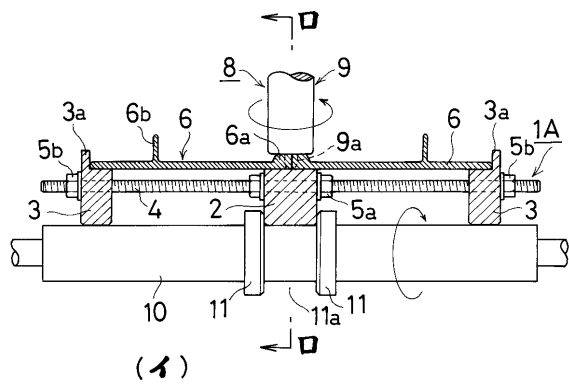
- １Ａ，１Ｂ・・・被接合材キャリア
- ２・・・接合受け部（ガイド突起）
- ３・・・側枠部
- ３ａ・・・突縁部
- ４・・・スクリー軸
- ５ａ，５ｂ・・・ナット
- ６・・・被接合材
- ６ａ・・・側縁部（接合部）
- ８・・・摩擦撹拌接合ツール
- ９・・・加工ヘッド
- ９ａ・・・プローブ
- １０・・・送りローラ
- １１ａ・・・ガイド溝
- １２・・・ラック
- １３・・・ピニオン（ローラ）
- １３ｂ・・・ガイド溝

20

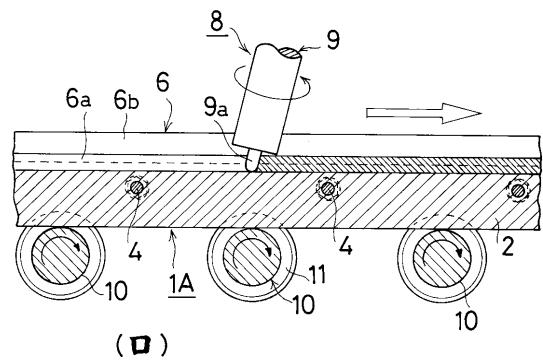
【図 1】



【図 2】

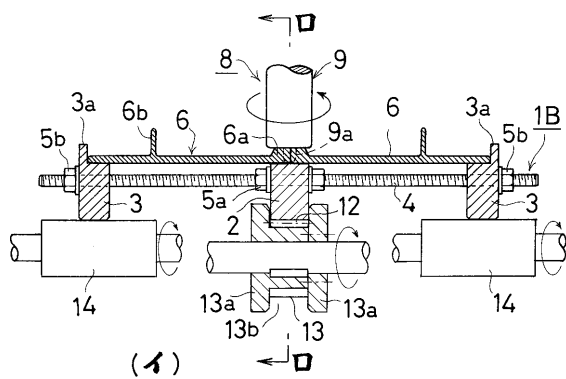


(I)

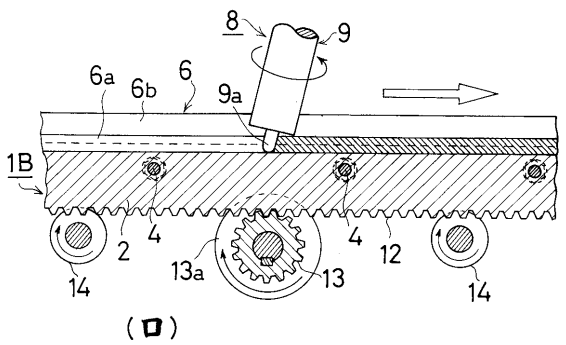


(II)

【図 3】



(I)



(II)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 0 - 2 0 2 3 7 4 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 3 0 5 3 7 2 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 2 5 7 8 0 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 0 5 2 7 6 9 ( J P , A )  
特開平 0 6 - 3 3 9 8 4 5 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23K 20/12  
B23K 11/06- 11/08  
B23K 26/00- 26/42  
B23K 37/04  
B23C 9/00  
B24B 41/06