

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4176219号
(P4176219)

(45) 発行日 平成20年11月5日 (2008. 11. 5)

(24) 登録日 平成20年8月29日 (2008. 8. 29)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 20/12 (2006. 01)

B 2 3 K 20/12 3 4 O

B 2 3 K 37/00 (2006. 01)

B 2 3 K 20/12 3 4 G

B 2 3 K 37/04 (2006. 01)

B 2 3 K 37/00 C

B 2 3 K 37/04 G

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-337728
 (22) 出願日 平成10年11月27日 (1998. 11. 27)
 (65) 公開番号 特開2000-158155 (P2000-158155A)
 (43) 公開日 平成12年6月13日 (2000. 6. 13)
 審査請求日 平成17年11月10日 (2005. 11. 10)

(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 服部 光男
 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】 摩擦攪拌接合法と摩擦攪拌接合用キャリア

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

摩擦攪拌接合ツールの加工ヘッドを被接合材同士の接合線に沿って埋入状態で回転しつつ相対的に進行させて被接合材同士を接合一体化する摩擦攪拌接合法において、

接合中の一組の被接合材の後端に、次に接合すべき一組の被接合材の前端を接合線が一致するように接続して配置し、先の一組の被接合材の接合終端より加工ヘッドを昇降させずに継続して次の一組の接合を行うことにより、複数組の被接合材を順次連続的に接合加工する摩擦攪拌接合法であり、

被接合材を送りローラを介して搬送しつつ、定位置に配置した摩擦攪拌接合ツールの加工ヘッドにて摩擦攪拌接合するに当たり、

各組の被接合材をそれぞれ定姿勢に保持し得るキャリアに載せ、これらキャリアを前記送りローラによる搬送路へ順次接続状態に送り込んで連続的に接合加工を行うことを特徴とする摩擦攪拌接合法。

【請求項 2】

請求項1記載の摩擦攪拌接合法に用いるキャリアであって、載置する一組の被接合材の接合部分を支承する接合受け部と、該一組の被接合材の非接合側の側縁位置を規制する左右の側枠部と、他のキャリアに対して直列状態で係脱可能に連結する連結手段とを備える摩擦攪拌接合用キャリア。

【請求項 3】

接合受け部に左右方向に沿う複数本のガイドロッドが取り付けられ、これらガイドロッド

ドに左右の側枠部が接合受け部に対して遠近方向に位置調整可能に保持されてなる請求項2記載の摩擦攪拌接合用キャリア。

【請求項4】

前記ガイドロッドは、中間のガイドロッドと前後のガイドロッドとを有し、

中間のガイドロッドは、左右両側が互いに逆ねじの関係にあるスクリュー軸部を構成しており、接合受け部に回転自在でかつ軸方向移動不能に保持されると共に、スクリュー軸部において両側枠部のねじ孔に螺挿しており、

一方、前後のガイドロッドは、接合受け部に軸方向に移動不能に取り付けられ、両側枠部に摺接状態で貫通している請求項3記載の摩擦攪拌接合用キャリア。

【請求項5】

前部のガイドロッドの両端部に連結手段としてのフック金具が取付けられており、両フック金具を他のキャリアの後部のガイドロッドの両端部に引掛けることにより、キャリア同士を連結できるようになっている請求項3又は4記載の摩擦攪拌接合用キャリア。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、摩擦攪拌接合ツールの加工ヘッドを被接合材同士の接合線に沿って埋入状態で回転しつつ相対的に進行させて被接合材同士を接合一体化する摩擦攪拌接合法と、この接合法に使用する摩擦攪拌接合用キャリアに関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、金属材の溶接や口ウ付けに代わる新しい接合手段として、摩擦攪拌接合（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ープ（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、該プロープ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。

【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ープを上記埋入状態で相対移動させると、プロープの前方側で塑性流動した両金属板の素材が攪拌混練されながら該プロープ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への入熱量は溶接や口ウ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。

【0004】

そして、従来の摩擦攪拌接合法では、被接合材を加工テーブル等に固定し、摩擦攪拌接合ツールの前記プロープ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等で搬送し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あるが、いずれの方式においても、該加工ヘッドを被接合材の接合始端で上方から下降させて接合部の材料中に埋入させる一方、接合終端位置で該加工ヘッドを引き上げるのが一般的である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の摩擦攪拌接合法によれば、図5に示すように、接合品（P）の接合終端に加工ヘッドの引き上げに伴うプロープの抜き孔（H）を生じると共に、接合始端及び接合終端の位置が突き合わせた元の被接合材（W1）（W2）の前後端よりも若干内側になるため、接合品（P）の前後端に未接合部（U）が残ることになる。このような抜き孔（H）や未接合部（U）の存在は、外観体裁を悪くする上、応力集中による接合強

10

20

30

40

50

度低下の要因となる。

【 0 0 0 6 】

このため、従来においては、予め被接合材（W 1）（W 2）の前後部に捨て代を設定し、接合後に抜き孔（H）を含む後端部と前端部を切除するのが一般的であるが、捨て代によって材料の無駄を生じると共に、後加工に多大な手間を要し、接合コストが高く付くという問題があった。また、多数個の接合品（P）...を製造する場合、従来の摩擦攪拌接合法では、上述のように一個の接合毎に加工ヘッドを昇降させるために時間がかかり、接合能率が悪いという難点もあった。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

この発明は、上述の事情に鑑みて、接合終端の抜き孔や前後端の未接合部のない接合品を得ることを可能にし、しかも高い接合能率を達成できる摩擦攪拌接合法を実現すると共に、この接合法に使用する摩擦攪拌接合用キャリアを提供することを目的としている。

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、この発明の請求項 1 に係る摩擦攪拌接合法は、摩擦攪拌接合ツールの加工ヘッドを被接合材同士の接合線に沿って埋入状態で回転しつつ相対的に進行させて被接合材同士を接合一体化する摩擦攪拌接合法において、接合中の一組の被接合材の後端に、次に接合すべき一組の被接合材の前端を接合線が一致するように接続して配置し、先の一組の被接合材の接合終端より加工ヘッドを昇降させずに継続して次の一組の接合を行うことにより、複数組の被接合材を順次連続的に接合加工することを特徴とするものである。

【 0 0 0 9 】

この請求項 1 の摩擦攪拌接合法によれば、加工ヘッドは接合加工の開始時に下降させたのち、最後の組の被接合材の接合終端に至るまで引き上げられる必要がないから、この引き上げによる抜き孔は最後の接合品のみを生じると共に、未接合部も最初と最後の接合品だけに残ることになり、2 番目から最後より一つ手前までの接合品は全て抜き孔及び未接合部のない良品となる。

【 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、被接合材を送りローラを介して搬送しつつ、定位置に配置した摩擦攪拌接合ツールの加工ヘッドにて摩擦攪拌接合するに当たり、各組の被接合材をそれぞれ定姿勢に保持し得るキャリアに載せ、これらキャリアを前記送りローラによる搬送路へ順次接続状態に送り込んで連続的に接合加工を行う構成としている。この接合法は加工ヘッドを定位置として被接合材側の移動によって接合加工する方式であるから、加工ヘッド側を移動させる方式のような該加工ヘッドの移動可能範囲による接合数の制約がなく、加工ヘッドを昇降させずに必要なだけ何組でもエンドレスに接合を行えると共に、各組の被接合材をキャリアにて定姿勢で保持して搬送路へ送り込むため、キャリア同士の中心が合うように設定しておけば、先に送り込んだ組の接合線に次位の組みの接合線を一致させる位置決め操作が不要となる。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 の発明は、前記請求項 2 の摩擦攪拌接合法に用いるキャリアが、載置する一組の被接合材の接合部分を支承する接合受け部と、該一組の被接合材の非接合側の側縁位置を規制する左右の側枠部と、他のキャリアに対して直列状態で係脱可能に連結する連結手段とを備えてなるものとしている。このキャリアによれば、左右の側枠部にて載置した被接合材の非接合側の側縁位置が規制されるから、該キャリア上における被接合材同士の接合線が自動的に一定の位置にくることになり、また連結手段にて先のキャリアに次のキャリアを連結できるから、この連結によって先の組の被接合材の後端に次の組の被接合材の前端を自動的に接合線が一致する形で接続させることができる。しかして、接合後のキャリアは接合品を取り出した上で搬送路の送り込み側へ戻して繰り返し再使用すればよいから、キャリアの台数は少なくてもよい。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 の発明は、上記請求項 3 の摩擦攪拌接合用キャリヤにおいて、接合受け部に左右方向に沿う複数本のガイドロッドが取り付けられ、これらガイドロッドに左右の側枠部が接合受け部に対して遠近方向に位置調整可能に保持されてなる構成としている。この場合、左右の側枠部の位置調整により、同じキャリヤを幅の異なる被接合材の接合に共用できることになる。

【 0 0 1 3 】

【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攪拌接合法、図 2 は第二実施例の摩擦攪拌接合法に用いるキャリヤ、図 3 及び図 4 は第二実施例の摩擦攪拌接合法、それぞれを示す。

【 0 0 1 4 】

第一実施例の摩擦攪拌接合法は、固定的に配置した被接合材 (W 1) (W 2) を摩擦攪拌接合ツール (1) の加工ヘッド (10) 側の移動によって接合一体化する方式である。接合すべき一組の被接合材 (W 1) (W 2) は、矩形平板状をなすアルミニウム合金等の金属板よりなり、突き合わせた互いの側縁部において接合一体化して一枚の板体とする。

【 0 0 1 5 】

この接合法においては、加工テーブル (図示省略) 等の上に、二枚一組の被接合材 (W 1) (W 2) の複数組を、各々の突き合わせ接合線 (L) が一致する状態で加工ヘッド (10) の移動方向に沿って直列状態に接続して配置固定し、一組目 (S 1) の被接合材 (W 1) (W 2) の接合線 (L) の一端側に位置させた加工ヘッド (10) 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 (11) を両被接合材 (W 1) (W 2) の突き合わせ部に埋入させ、接合線 (L) に沿って移動させる。このとき、プローブ (11) の通過領域では、被接合材 (W 1) (W 2) 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 (11) の進行後方で冷却固化し、もって両被接合材 (W 1) (W 2) が完全に接合一体化してゆく。

【 0 0 1 6 】

しかして、加工ヘッド (10) が一組目 (S 1) の被接合材 (W 1) (W 2) の接合終端に達しても、該加工ヘッド (10) を引き上げずに、そのまま継続して二組目の被接合材 (W 1) (W 2) の摩擦攪拌接合を行い、続いて三組目 (S 3) と以降も同様にして連続的に摩擦攪拌接合を行い、直列に配列した最後の組の被接合材 (W 1) (W 2) の接合を終えた時点で加工ヘッド (10) を引き上げて一回の加工を終了する。

【 0 0 1 7 】

この接合法によれば、加工ヘッド (10) の一回の移動により、途中で該加工ヘッド (10) を昇降させることなく複数組の被接合材 (W 1) (W 2) の摩擦攪拌接合を行うため、加工ヘッド (10) の引き上げに伴って生じるプローブ (11) の抜き孔 (H) (図 5 参照) は、最後の組の接合品 (P) のみに形成される。また、接合始端及び終端の未接合部 (U) も、最初と最後の接合品 (P) だけに残ることになり、2 番目から最後より一つ手前までの接合品 (P) ... はは全て、抜き孔 (H) 及び未接合部 (U) のない良品となる。

【 0 0 1 8 】

従って、抜き孔 (H) 及び未接合部 (U) を捨て代として切除する場合でも、この捨て代は一組目 (S 1) と最後の組の被接合材 (W 1) (W 2) のみに設定すればよく、それだけ材料の無駄が少なくなる。また、一組ずつ個別に接合する従来方法に比較して、加工ヘッド (10) の昇降による時間ロスが少なくなり、接合能率が大きく向上する。

【 0 0 1 9 】

上記の第一実施例の接合方式では、加工ヘッド (10) の一回の移動によって連続的に接合できる被接合材 (W 1) (W 2) の組数は、該加工ヘッド (10) の移動ストロークの範囲内で直列に接続し得る数に限られる。これに対し、後述する第二実施例のように、加工ヘッド (10) を定位置として、送りロール等で被接合材 (W 1) (W 2) 側を移動させつつ接合する方式では、加工ヘッド (10) を昇降させずに必要なだけ何組でもエンドレスに接合を行える。しかして、この後者の方式では、例えば図 2 に示すような摩擦攪拌接合用キ

10

20

30

40

50

ャリヤを使用することが推奨される。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、2 台の摩擦攪拌接合用キャリヤ (2) (2) が連結した状態を示す。各キャリヤ (2) は、中央に配置した前後方向に沿う角筒状の接合受け部 (20) と、同じく前後方向に沿う角筒状で外側上縁に突縁部 (21 a) を有する左右の側枠部 (21) (21) とが、左右方向に沿う 3 本のガイドロッド (22) ~ (24) に介して連結した枠体からなり、接合受け部 (20) 及び両側枠部 (21) (21) の上面が同一高さに設定されている。しかして、中間のガイドロッド (23) は、左右両側が互いに逆ねじの関係にあるスクリー軸部 (23 a) を構成しており、図 4 に示すように、接合受け部 (21) に回転自在で且つ軸方向移動不能に保持されると共に、スクリー軸部 (23 a) において両側枠部 (21) (21) のねじ孔 (21 b) に螺挿している。一方、前後のガイドロッド (22) (24) は、接合受け部 (20) に軸方向移動不能に取り付けられ、両側枠部 (21) (21) を摺接状態で貫通している。

10

【 0 0 2 1 】

また、前部のガイドロッド (22) の両端部にはフック金具 (25) が取り付けられており、図 2 に示すように、両フック金具 (25) (25) を他のキャリヤ (2) の後部のガイドロッド (24) の両端部に引っ掛けることにより、キャリヤ (2) (2) 同士を連結できるようになっている。そして、接合受け部 (20) の前端面には凸部 (20 a) が、同後端面には凹部 (20 b) が設けてあり、上記の連結時に前位のキャリヤ (2) の凹部 (20 b) に後位の凸部 (20 a) を嵌合することにより、両キャリヤ (2) (2) の接合受け部 (20) (20) が直線状に配置するように位置決めされる。

20

【 0 0 2 2 】

上記構成のキャリヤ (2) は、図 2 の仮想線及び図 4 の実線に示すように、接合受け部 (20) と両側枠部 (21) (21) との間にわたり、同幅である 2 枚一組の平板状の被接合材 (W 1) (W 2) を接合すべき側縁同士が接合受け部 (20) 上で突き合わされるように載置し、両側枠部 (21) (21) の突縁部 (21 a) (21 a) を両被接合材 (W 1) (W 2) の非接合側の側縁に当接させることにより、両被接合材 (W 1) (W 2) を左右方向の位置ずれのない定姿勢で保持する。しかして、接合受け部 (20) と両側枠部 (21) (21) の長さは両被接合材 (W 1) (W 2) の前後方向長さと同じに設定されるが、中間のガイドロッド (23) を回転操作することによって両側枠部 (21) (21) が同時に接合受け部 (20) に対して遠近方向に変位するから、両被接合材 (W 1) (W 2) の幅の変化に対応できるようになっている。

30

【 0 0 2 3 】

図 3 及び図 4 は上記のキャリヤ (2) ... を用いた第二実施例の摩擦攪拌接合法を示す。これら図において、(31) は水平方向に一定間隔置きに配置した多数本 (図では 6 本) の下部送りローラ、(32) は前後一対の上部送りローラであり、これら上下の送りローラ (31) 、(32) 間で各々一組の被接合材 (W 1) (W 2) を載置したキャリヤ (2 A) ~ (2 C) を上下から挟み着けて一方向へ搬送するローラコンベヤ (3) を構成すると共に、上部送りローラ (32) (32) 間の定位置には、摩擦攪拌接合ツール (1) の加工ヘッド (10) がキャリヤ (A) ~ (2 C) の接合受け部 (20) の通過位置の上で昇降可能に配置している。

40

【 0 0 2 4 】

この第二実施例の摩擦攪拌接合法では、キャリヤ (2 A) ~ (2 C) の各々に既述のように各々一組の被接合材 (W 1) (W 2) を載置し、これらキャリヤ (2 A) ~ (2 C) を順次前記ローラコンベヤ (3) の搬送路へ順次連結状態に送り込んで連続的に接合加工を行う。しかして、この送り込みに際し、図 3 の状態を例として、先に送り込んだ前位のキャリヤ (2 B) に後位のキャリヤ (2 C) を前記のようにフック金具 (25) (25) にて連結することにより、両キャリヤ (2 B) (2 C) の被接合材 (W 1) (W 2) は突き合わせ接合線が一致した状態で接続する。

【 0 0 2 5 】

従って、接合加工の開始時に加工ヘッド (10) を高速回転させつつ降下させ、そのブロー

50

ブ(11)を最初の組の被接合材(W1)(W2)の突き合わせ接合線に沿う材料中に埋入させた以降は、所定の組数の接合が終わるまで加工ヘッド(10)を引き上げる必要はなく、何組でもエンドレスに摩擦攪拌接合を行える。そして、得られる接合品(P)は、前記第一実施例と同様に、最初の組と最後の組のものを除いて、抜き孔(H)及び未接合部(U)(図5参照)のない良品となる。また、途中での加工ヘッド(10)の昇降が不要であるから、一回に接合加工する組数が多くなるほど、接合能率が大きく向上する。

【0026】

なお、この摩擦攪拌接合においては、接合後の例えばキャリア(2A)から接合品(P)を取外すと共に後位のキャリア(2B)との連結を解除し、図3の仮想線で示すように送り込み側に戻して再び一組の被接合材(W1)(W2)を載置し、先に送り込んだ前位のキャリア(2C)に連結して送り込むというローテーションにより、例えば3台のキャリア(2A)～(2C)のみといった少数のキャリア(2)によって連続的加工が可能である。

10

【0027】

このような摩擦攪拌接合用キャリア(2)としては、上記第二実施例では被接合材(W1)(W2)が同幅である場合に対応して中間のガイドロッド(23)の両側部を互いに逆ねじ関係にあるスクリー軸部(23a)としたものを用いているが、両被接合材(W1)(W2)が幅の異なる組み合わせになる場合は、例えば中間のガイドロッド(23)又は全部ガイドロッド(22)～(24)をスクリー軸として、このスクリー軸に左右の側枠部(21)(21)を遊嵌状態に貫通させると共に、該スクリー軸に螺合した2個のナットの間で該側枠部(21)を挟み着けて任意位置に固定可能とする構造を採用すればよい。また、被接合材(W1)(W2)の種類に応じた専用の摩擦攪拌接合用キャリア(2)の場合は、接合受け部(20)と両側枠部(21)(21)とが一体化した構造でよい。更に、キャリア(2)(2)同士の連結手段としては、例示したフック金具(25)以外の様々な機構を採用可能である。

20

【0028】

更に、前記第一及び第二実施例では平板状の被接合材(W1)(W2)を突き合わせた側縁部で接合する場合を例示したが、この発明の摩擦攪拌接合法は、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の接合に適用できると共に、突き合わせ部の接合に限らず、重ね合わせ部や嵌合部等の他の組み合わせ構造部の接合にも適用可能である。

30

【0029】

【発明の効果】

請求項1の発明によれば、接合終端での加工ヘッドの引き上げに伴う抜き孔ならびに接合前後端に残る未接合部のない接合品を得ることができ、しかも高い接合能率を達成できると共に、材料の無駄を少なくできる摩擦攪拌接合法が提供される。

【0030】

請求項2の発明によれば、上記の摩擦攪拌接合法として、被接合材側を移動させるローラコンベヤ方式により、被接合材の組数に関係なく必要なだけ何組でもエンドレスに接合を行えると共に、各組の被接合材の送り込みにキャリアを使用するため、接合線の位置決めを自動的に行えとと共に、送り込み操作を容易に行える方法が提供される。

40

【0031】

請求項3の発明によれば、上記のローラコンベヤ方式に用いる摩擦攪拌接合用キャリアとして、被接合材を接合線が自動的に一定の位置にくるように載置できると共に、連結手段にて先のキャリアに次のキャリアを連結して、先の組の被接合材の後端に次の組の被接合材の前端を接合線が一致する形で接続させることができるものが提供される。

【0032】

請求項4の発明によれば、上記の摩擦攪拌接合用キャリアとして、左右の側枠部の位置調整により、同じキャリアを幅の異なる被接合材の接合に共用できるものが提供される。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】この発明の第一実施例に係る摩擦攪拌接合法を示す斜視図である。

【図 2】同第二実施例の摩擦攪拌接合法に用いるキャリアの 2 台を連結した状態を示す斜視図である。

【図 3】同第二実施例の摩擦攪拌接合法を示す概略縦断側面図である。

【図 4】同第二実施例の摩擦攪拌接合法を示す縦断正面図である。

【図 5】従来の摩擦攪拌接合法によって接合した接合品の斜視図である。

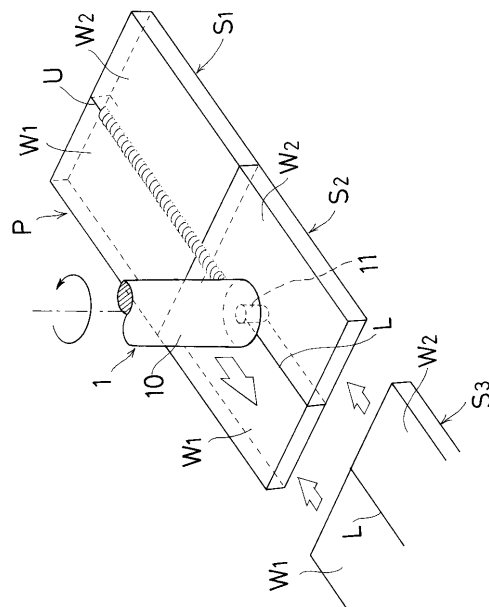
【符号の説明】

1 摩擦攪拌接合ツール
 10 加工ヘッド
 2, 2A ~ 2C 摩擦攪拌接合用キャリア
 20 接合受け部
 21 側枠部
 21a 突縁部
 21b ねじ孔
 22 ~ 24 ガイドロッド
 23a スクリュー軸部
 25 フック金具（連結手段）
 3 ローラコンベヤ
 31 下部送りローラ
 32 上部送りローラ
 W1, W2 被接合材
 P 接合品
 L 接合線
 H 抜き孔
 U 未接合部

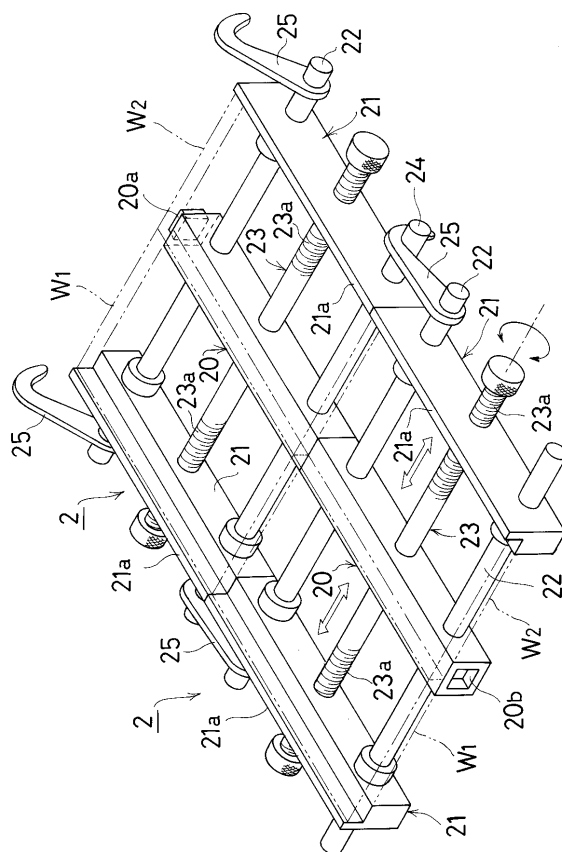
10

20

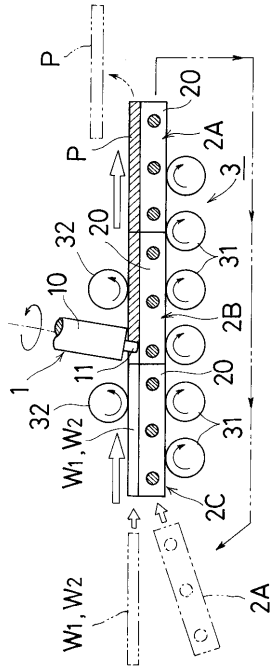
【図 1】



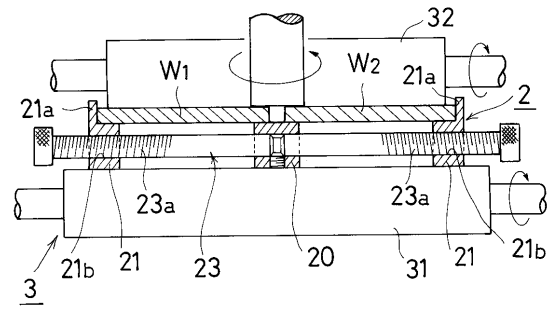
【図 2】



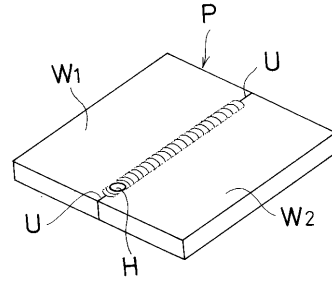
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B23K 20/12
B23K 37/00- 37/06
B23K 26/00- 26/42
B65G 35/06