

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-69269

(P2018-69269A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 3 K 20/12 (2006.01) B 2 3 K 20/12 A 4 E 1 6 7
 B 2 3 K 20/12 D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-210099 (P2016-210099)
 (22) 出願日 平成28年10月27日(2016.10.27)

(71) 出願人 305060567
 国立大学法人富山大学
 富山県富山市五福3190
 (74) 代理人 100114074
 弁理士 大谷 嘉一
 (72) 発明者 柴柳 敏哉
 富山県富山市五福3190 国立大学法人
 富山大学内
 (72) 発明者 石原 知
 富山県富山市五福3190 国立大学法人
 富山大学内
 (72) 発明者 廣瀬 周平
 富山県富山市五福3190 国立大学法人
 富山大学内

最終頁に続く

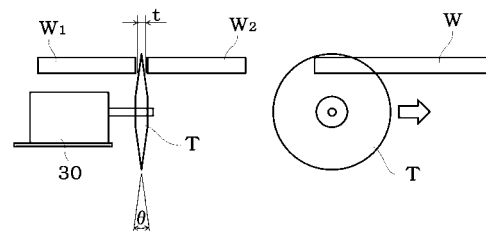
(54) 【発明の名称】 接合装置並びにそれを用いた接合方法及び接合体の製造方法

(57) 【要約】

【課題】構造が簡単で摩擦熱により連続的に接合でき、且つ接合品質に優れる接合装置並びにそれを用いた接合方法及び接合体の製造方法の提供を目的とする。

【解決手段】可動接合工具と、前記可動接合工具の両側にそれぞれ被接合材を保持固定するための一対の第1固定具及び第2固定具を備え、前記可動接合工具が前記両側の被接合材の間に沿って移動するための移動機構を有し、前記第1固定具及び第2固定具は、それぞれ保持固定した被接合材が前記可動接合工具に向けて加圧及び相互に押圧接触制御する加圧制御機構を有することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可動接合工具と、前記可動接合工具の両側にそれぞれ被接合材を保持固定するための一対の第 1 固定具及び第 2 固定具を備え、

前記可動接合工具が前記両側の被接合材の間に沿って移動するための移動機構を有し、前記第 1 固定具及び第 2 固定具は、それぞれ保持固定した被接合材が前記可動接合工具に向けて加圧及び相互に押圧接触制御する加圧制御機構を有することを特徴とする接合装置

【請求項 2】

前記可動接合工具は、回転体であることを特徴とする請求項 1 記載の接合装置。

10

【請求項 3】

前記可動接合工具の両面の摩擦係数が相互に異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の接合装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の接合装置を用いた接合方法であって、前記加圧制御機構によりそれぞれ第 1 被接合材及び第 2 被接合材を、前記可動接合工具の両側に圧接させた状態で前記可動接合工具を前記被接合材に対して相対可動させることで、前記第 1 及び第 2 被接合材の端面を摩擦加熱しながら、又はその後に、前記可動接合工具を前記第 1 及び第 2 被接合材の間に沿って前記移動機構にて移動させることで、前記可動接合工具が通過した部分の前記第 1 及び第 2 被接合材が接合されることを特徴とする接合方法。

20

【請求項 5】

前記第 1 被接合材と第 2 被接合材とは異なる材質からなる材料であり、前記可動接合工具の両面の摩擦係数が相互に異なることを特徴とする請求項 4 記載の接合方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の接合装置を用いた接合体の製造方法であって、前記加圧制御機構によりそれぞれ第 1 被接合材及び第 2 被接合材を、前記可動接合工具の両側に圧接させた状態で前記可動接合工具を前記被接合材に対して相対可動させることで、前記第 1 及び第 2 被接合材の端面を摩擦加熱しながら、又はその後に、前記可動接合工具を前記第 1 及び第 2 被接合材の間に沿って前記移動機構にて移動させることで、前記可動接合工具が通過した部分の前記第 1 及び第 2 被接合材が接合されることを特徴とする接合体の製造方法。

30

【請求項 7】

前記第 1 被接合材と第 2 被接合材とは異なる材質からなる材料であり、前記可動接合工具の両面の摩擦係数が相互に異なることを特徴とする請求項 6 記載の接合体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は部材の接合装置及び接合方法並びに接合体の製造方法に関し、特に摩擦熱を利用した接合に係る。

40

【背景技術】

【0002】

金属材料の接合にはアーク溶接に代表されるようにアーク放電等の熱源を利用し、接合部を溶接接合する溶接が一般的であり、樹脂材料の接合には接着剤を用いる接着の他に熱風等の熱源を利用した溶着等が一般的である。

しかし、これらは外部からの熱源を利用したものでありエネルギー消費量が大きく、またアーク溶接においては溶接棒、フラックス、シールドガス等が必要であったり、ヒューム等の環境対策も必要であった。

【0003】

そこで、自己発熱を利用した摩擦圧接や摩擦攪拌接合が提案されている。

50

摩擦圧接は接合する部材の接合面同士を高速で擦り合わせることで摩擦熱を発生させ、擦り合せの急停止とほぼ同時にアプセット圧を加えるものである。

よって、従来の摩擦圧接は被接合材間の少なくとも一方を高速で擦り合わせる手段、それを急停止する手段、アプセット加圧する手段等、装置の構造が複雑で品質管理が難しかった。

また、摩擦圧接は被接合材が棒材等の回転可能な材料に適するものの板材の接合には不向きであった。

また、異なる材料からなる被接合材の接合も、材料の特性の相違により困難であった。

摩擦攪拌接合は、回転する工具の突起部を用いて被接合材の接合部を加熱し、材料内部に生ずる塑性流動により接合するものであるが、塑性流動の不均一による内部欠陥が発生しやすい課題があった。

10

【0004】

特許文献1には、同公報図2に示すように、棒材B1、B2の断面より大きいディスクの中心部から離れた部分を、このB1、B2の間に挟み込み回転させることで摩擦熱を発生させ、その後このディスクを抽出し、棒材B1、B2を圧接する技術を開示する。

しかし、同公報に開示する技術は、ディスクを抽出後に棒材B1、B2を圧接する2工程からなるバッチ処理であるだけでなく、棒材の接合面全体にディスクが接触していなければならず、棒材の接合に適していても板材には不向きである。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献1】特開2002-224856号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、構造が簡単で摩擦熱により連続的に接合でき、且つ接合品質に優れる接合装置及びそれを用いた接合方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る接合装置は、可動接合工具と、前記可動接合工具の両側にそれぞれ被接合材を保持固定するための一对の第1固定具及び第2固定具を備え、前記可動接合工具が前記両側の被接合材の間に沿って移動するための移動機構を有し、前記第1固定具及び第2固定具は、それぞれ保持固定した被接合材が前記可動接合工具に向けて加圧及び相互に押圧接触制御する加圧制御機構を有することを特徴とする。

30

【0008】

ここで可動接合工具は、被接合材の接合面と擦り合せ摩擦熱を発生させるための工具をいい、回転運動する回転体や往復運動する帯状体等が例として挙げられる。

当該可動接合工具と被接合材の接合面との擦り合せにより発生した摩擦熱により、当該被接合材の接合面が部分的に溶融、又は、溶融しないまでも当該摩擦熱により固相拡散が促進され、当該接合面を介して当該被接合材を接合することができる。

40

【0009】

ここで加圧制御機構は、それぞれ保持固定した被接合材が前記可動接合工具に向けて加圧及び相互に押圧接触制御される機構である。

加圧制御機構の加圧原理は限定されるものではない。

例えば、液体又は気体を圧力媒体としてシリンダーにより加圧する機構であっても、モーター等を利用した電動によって加圧する機構であってもよい。

加圧制御機構は、この加圧機構に加圧力を制御する機能を付加したものである。

第1固定具及び第2固定具にシリンダーを接続して加圧することもできるし、スライド機構を介して加圧することもできる。

【0010】

50

本発明に係る接合方法は、前記加圧制御機構によりそれぞれ第1被接合材及び第2被接合材を可動接合具の両側に圧接させた状態で前記可動接合具を前記被接合材に対して相対可動させることで、前記第1及び第2被接合材の端面を摩擦加熱しながら、又はその後に、前記可動接合具を前記第1及び第2被接合材の間に沿って前記移動機構にて通過させることで、前記可動接合具が通過した部分の前記第1及び第2被接合材が接合されることを特徴する。

これにより、第1被接合材と第2被接合材とが接合された接合体が製造される。

例えば、板材を接合する場合に接合長さが比較的短い板材であれば、摩擦加熱により接合面を溶融し、その後に可動接合具を移動通過させて相互に接触加圧してもよい。

板材の接合長さが相対的に長い場合は接合材の端面を摩擦加熱しながら可動接合具を移動させることで、この可動接合具にて順次接合面を加熱しつつ、通過した部位を連続的に接合することができる。

本発明において、第1被接合材と第2被接合材は同じ材質の場合のみならず、前記第1被接合材と第2被接合材とは異なる材質からなる材料であってもよい。

第1被接合材と第2被接合材とが異なる材料の場合は、それぞれ最適な摩擦加熱が得られるように可動接合具の両面の摩擦係数が相互に異なるようにすることができる。

【0011】

本発明に係る接合方法は上記のように可動接合具の両面に向けて第1被接合材と第2被接合材を押圧し、可動接合具の被接合材との擦り合せにより摩擦熱を発生させながら、あるいはその後に、この第1及び第2被接合材の間に沿って可動接合具を移動させると、この可動接合具が通過した部分の第1及び第2被接合材は相互に加圧接触し、連続的に接合される。

可動接合具は、被接合材の接合面全体に摩擦接触し、この接合面の不活性膜を除去するドレッシング作用を有するのが好ましい。

また、連続的な接合を考慮すると可動接合具は厚みが薄い方が好ましいが、擦り合せ可動時の剛性が要求される。

即ち、可動接合具は両側の表面が平行な厚みの薄い円盤形状の回転体や、移動方向とは直交方向に往復運動する厚みの薄いプレート体にできると接合面全体にドレッシング作用を付与しやすく好ましいが現実的に剛性を確保しつつ、可動接合具の通過により連続的に接合を可能にするには、可動接合具の被接合材との接触部の厚みが10mm以下の範囲にて、ある程度の厚みを持たせつつ、周縁部を先端部に向けて徐々に薄くさせるのがよい。

この場合に両面が徐々に薄くなる両面の交差角が30°以下、好ましくは10°以下の範囲であるのがよい。

このようにすると接合面の均一な摩擦加熱と、その後の連続的な接合が容易となる。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る接合装置を用いると、接合に必要な熱エネルギーを可動接合具とその両側に配した2枚の被接合材との間の摩擦熱により得るとともに、この可動接合具を通過させ、接合界面に垂直な荷重を負荷して、摩擦熱により一部軟化した被接合材同士を密着させて接合することができる。

本発明による接合法は摩擦現象を利用した自己発熱型であるため、アーク溶接法に比べて、接合に要するエネルギーが少ない。

また、スパッタやヒュームといった有害物質の発生がない。

さらには、異なる材質の材料を接合する場合には、両材料の融点や高温変形挙動などの相違などに基づいて、可動接合具の両面の摩擦係数が異なるように材料を貼り合せたり相互に異なる表面処理を施すことにより、両材料にそれぞれ適切な摩擦熱を加え、それぞれの材料にとって好ましい条件で接触、加圧することによって接合を可能にすることもできる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本 発 明 に 係 る 接 合 方 法 を 模 式 的 に 示 す。

【 図 2 】 本 発 明 に 係 る 接 合 装 置 の 構 成 例 を 示 す。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 1 4 】

本 発 明 に 係 る 接 合 方 法 は、 模 式 図 を 図 1 に 示 す よう に 接 合 に 必 要 な 熱 エ ネ ル ギ ー を 可 動 接 合 工 具 T と そ の 両 側 に 配 し た 2 枚 の 被 接 合 材 W_1 、 W_2 と の 間 の 擦 り 合 せ に よ る 摩 擦 熱 に て 得 る と と も に、 こ の 可 動 接 合 工 具 を 被 接 合 材 W_1 、 W_2 の 間 に 沿 っ て 移 動 さ せ る こ と で 連 続 的 に 接 合 界 面 に 垂 直 な 荷 重 を 負 荷 し て、 摩 擦 熱 に よ り 一 部 軟 化 し た 被 接 合 材 同 士 を 密 着 さ せ て 接 合 す る も の で あ る。

10

2 枚 の 被 接 合 材 W_1 、 W_2 は 便 宜 上、 第 1 被 接 合 材、 第 2 被 接 合 材 と そ れ ぞ れ 称 す る。

図 1 に 示 し た 実 施 例 は、 可 動 接 合 工 具 が 回 転 す る 円 盤 で あ り、 材 料 が 接 触 す る 部 分 の 円 盤 の 厚 さ t が 1 0 m m 以 下 で あ り、 さ ら に 円 盤 の 縁 に 近 づ く に し た が っ て 厚 さ が 薄 く な っ て い る。

理 想 的 に は 薄 く て 両 面 が 平 行 な 円 盤 で あ る が 現 実 的 に 材 料 の 剛 性 を 確 保 す る に は、 こ の よう な 形 状 が よ い。

こ の 形 状 に よ っ て 形 成 さ れ る 二 枚 の 面 の 交 差 す る 交 差 角 度 θ は、 3 0 ° 以 下 で あ る こ と が 好 ま し い。

よ り 好 ま し く は、 1 0 ° 以 下 の 1 ~ 1 0 ° の 範 囲 で あ る。

こ こ で い う 交 差 角 度 と は、 被 接 合 材 と 接 触 す る 円 盤 の 面 に お け る 平 均 的 な 角 度 を 意 味 す る。

20

し た が っ て、 最 先 端 ま で 真 に 鋭 利 な 角 度 を 有 す る 必 要 は な い。

た と え ば、 極 先 端 は 丸 み を 帯 び た 断 面 形 状 で あ っ て も よ い。

可 動 接 合 工 具 は、 こ の よう な 円 盤 形 状 以 外 に、 一 定 方 向 に 連 続 し て 移 動 す る、 又 は、 往 復 運 動 す る 帯 状 の 形 態 で あ っ て も よ い。

帯 状 の 可 動 接 合 工 具 で あ っ て も、 円 盤 形 状 と 同 様 の 理 由 に よ り、 材 料 が 接 触 す る 部 分 の 厚 さ が 1 0 m m 以 下 で あ り、 さ ら に 片 側 の 縁 に 近 づ く に し た が っ て 厚 さ が 薄 く な る 形 状 が 好 ま し く、 交 差 角 度 θ は 3 0 ° 以 下 で あ る。

可 動 接 合 工 具 の 材 質 は、 被 接 合 材 を 考 慮 し て 任 意 に 選 択 す る こ と が で き る。

一 般 に は、 あ る 程 度 の 硬 度 と 韌 性 を 兼 ね 備 え た 材 質 が 好 ま し い。

30

必 要 に 応 じ て、 可 動 接 合 工 具 の 表 面 に 処 理 を 施 し て も よ い。

表 面 処 理 方 法 は、 問 わ な い。

表 面 に 摩 擦 係 数 の 異 な る 材 料 を 貼 り 合 せ て も よ い。

【 0 0 1 5 】

図 2 に 本 発 明 に 係 る 接 合 装 置 の 構 成 例 を 示 す。

モ ー タ ー 3 0 等 の 駆 動 源 の 主 軸 3 1 に デ ィ ス ク 状 の 可 動 接 合 工 具 T を 装 着 し て あ る。

こ の 可 動 接 合 工 具 T の 両 側 に 第 1 及 び 第 2 被 接 合 材 W_1 、 W_2 を 配 置 す る た め に、 第 1 固 定 具 1 1、 第 2 固 定 具 2 1 を 有 す る。

こ の そ れ ぞ れ の 固 定 具 は 第 1 加 圧 制 御 機 構 1 2、 第 2 加 圧 制 御 機 構 2 2 に よ り 加 圧 制 御 さ れ て い る。

40

本 実 施 例 は、 加 圧 制 御 機 構 と し て ス ラ イ ド 制 御 機 構 を 用 い た 例 で あ る。

ス ラ イ ダ ー 1 2 a、 2 2 a を シ リ ン ダ ー 1 2 b、 2 2 b に 連 結 し て あ り、 こ の ス ラ イ ダ ー に 第 1 及 び 第 2 固 定 具 を そ れ ぞ れ 取 り 付 け た。

ま た、 モ ー タ ー 3 0 は ベ ー ス 部 3 2 を 介 し て 紙 面 前 後 方 向 に 移 動 可 能 な 移 動 機 構 4 0 を 有 す る。

図 2 に 示 し た 実 施 例 で は、 回 転 盤 4 2 に 連 結 し た お ね じ 杵 4 1 を ハ ン ド ル 4 3 に て 回 動 す る と、 そ れ に よ り お ね じ 杵 4 1 に 螺 合 し た ベ ー ス 部 3 2 が 第 1 及 び 第 2 被 接 合 材 W_1 、 W_2 の 間 に 沿 っ て 移 動 す る。

図 2 に 示 し た 接 合 装 置 は、 実 験 機 と し て 製 作 し た 例 で あ る。

第 1、 第 2 固 定 具 1 1、 2 1 及 び 第 1、 第 2 加 圧 制 御 機 構 1 2、 2 2 の 構 造 は、 可 動 接

50

合工具 T の両側に一对の被接合材を保持でき、この可動接合工具 T の両側に向けてそれぞれ押圧でき、且つ第 1 及び第 2 被接合材の間を、この可動接合工具 T が通過すると、そのまま連続的に第 1 及び第 2 被接合材の接合面を相互に圧接できれば、装置の構造そのものに制限はない。

ここで、接合面に摩擦熱を発生させるための摩擦押圧力と、第 1 及び第 2 被接合材を相互に圧接する接合押圧力を、一体的に制御しても、それぞれ制御できるようにしてもよい。

本発明に係る接合方法は板材の接合に限定されないが、板材に好適である。

接合長さが比較的短い板材にあっては、上記摩擦押圧力を付加後に可動接合工具を移動及び被接合材を通過させた後に接合押圧力を付加してもよいが、接合長さが長くなる程、摩擦加熱時間と接合時間に時間差が生ずることから摩擦押圧力と接合押圧力をそれぞれ制御できるようにすると、摩擦加熱と接合とを連続的に実施制御しやすい。

移動機構 40 についても本実施例に限定されず移動量を自動制御できるようにしてもよい。

接合面は可動接合工具 T によりドレッシングされるが、その活性面を維持しやすいように可動接合工具 T の接触面に不活性ガスをシールドガスとして吹き付けてもよく、装置全体を不活性雰囲気下に設定してもよい。

(実施例 1)

【0016】

図 2 に示した実験装置を用いて、可動接合工具 T を直径 140 mm、厚さ 3 mm のステンレス鋼製の円盤とした。

円盤の縁近傍では、縁に近づくにしたがって厚さが薄くなっており、その面の交差する角度は、5.7°であった。

この円盤はモーター 30 によって回転し、その回転数を任意に設定できるように、当該モーターを電気回路にて制御した。

被接合材 W_1 、 W_2 は、当該回転円盤の左右に位置する第 1 及び第 2 固定具 11、12 にそれぞれ固定できるようになっている。

両固定具は、加圧制御機構 12, 22 によりそれぞれ移動及び加圧制御される。

実験装置では、ガスシリンダー 12b、22b にそれぞれスライダ 12a, 12b を介して固定具が取り付けられ、被接合材が回転円盤に対して左右から挟む形で接触しつつ、当該ガスシリンダーによって両側から同時に加圧できるようになっている。

円盤とモーターを設置した台は、ギヤ機構を介して、装置手前のハンドル 43 を手動で回転させることにより、前後に移動できるようになっている。

3 mm 厚さの U アロイ 47 合金を 2 枚用意し、当該装置の左右の固定具 11、21 にそれぞれ固定した。

ガスシリンダー 12b、22b の加圧力を 0.4 MPa に設定して、当該合金素材を回転円盤に対して左右から挟む形で接触させ、加圧した。

円盤をモーターにより 2000 rpm に回転させ、当該合金素材の接触端面において摩擦熱により溶融が始まった時点で、回転円盤を移動させ、当該両合金素材の端面を突き合わせた。

その結果、当該合金素材が接合できた。

(実施例 2)

【0017】

3 mm 厚さの Pb - 60 質量% Sn 組成のハンダ合金を 2 枚用意し、実施例 1 と同じ装置の左右の固定具にそれぞれ固定した。

ガスシリンダーの加圧力を 0.4 MPa に設定して、当該合金素材を回転円盤に対して左右から挟む形で接触させ、加圧した。

円盤をモーターにより 3100 rpm に回転させ、当該合金素材の接触端面において摩擦熱により溶融が始まった時点で、回転円盤を移動させ、当該両合金素材の端面を突き合わせた。

10

20

30

40

50

その結果、当該合金素材が接合できた。

(実施例 3)

【0018】

3 mm厚さの Pb - 50 質量% Sn 組成のハンダ合金を 2 枚用意し、実施例 1 と同じ装置の左右の固定具にそれぞれ固定した。

ガスシリンダーの加圧力を 0.4 MPa に設定して、当該合金素材を回転円盤に対して左右から挟む形で接触させ、加圧した。

円盤をモーターにより 3100 rpm に回転させ、当該合金素材の接触端面が摩擦熱により軟化して変形が始まった時点で、回転円盤を移動させ、当該両合金素材の端面を突き合わせた。

10

その結果、当該合金素材が接合できた。

(実施例 4)

【0019】

3 mm厚さの Sn - 15 質量% Zn 組成の合金を 2 枚用意し、実施例 1 と同じ装置の左右の固定具にそれぞれ固定した。

ガスシリンダーの加圧力を 0.6 MPa に設定して、当該合金素材を回転円盤に対して左右から挟む形で接触させ、加圧した。

円盤をモーターにより 3100 rpm に回転させ、当該合金素材の接触端面が摩擦熱により軟化して変形が始まった時点で、回転円盤を移動させ、当該両合金素材の端面を突き合わせた。

20

その結果、当該合金素材が接合できた。

(実施例 5)

【0020】

3 mm厚さの Sn - 15 質量% Zn 組成の合金及びポリプロピレン板を用意し、実施例 1 と同じ装置の左右の固定具にそれぞれ固定した。

ただし、Sn - Zn 合金板が接触する側の円盤の表面には、摩擦係数を高めるために、#1500 の SiC エメリー紙を貼り付けた。

また、ポリプロピレン板が座屈することを防止するために、当該ポリプロピレン板の上に純アルミニウム板を添えて固定具に固定した。

ガスシリンダーの加圧力を 0.5 MPa に設定して、当該 Sn - Zn 合金板及びポリプロピレン板を回転円盤に対して挟む形で接触させ、加圧した。

30

円盤をモーターにより 3100 rpm に回転させ、当該 Sn - Zn 合金板及びポリプロピレン板の接触端面が摩擦熱によりバリが発生する程度に軟化した時点で、回転円盤を移動させ、当該 Sn - Zn 合金板及びポリプロピレン板の端面を突き合わせた。

その結果、当該 Sn - Zn 合金板及びポリプロピレン板が接合できた。

【産業上の利用可能性】

【0021】

本発明の方法により、各種の材料を接合することができ、構造体の作製に幅広く応用することができる。

さらには、本発明の接合方法を異種材料の接合に利用することにより、例えば、鉄道車輛においてアルミニウム合金板とマグネシウム合金板を接合してできる。

40

このようなマルチマテリアルボディは車両のさらなる軽量化をもたらす省エネルギー化に寄与できる。

【符号の説明】

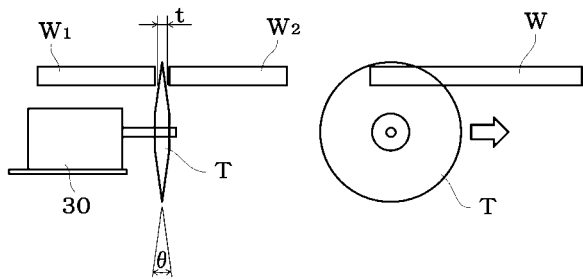
【0022】

- 1 1 第 1 固定具
- 1 2 第 1 加圧制御機構
- 2 1 第 2 固定具
- 2 2 第 2 加圧制御機構
- 4 0 移動機構

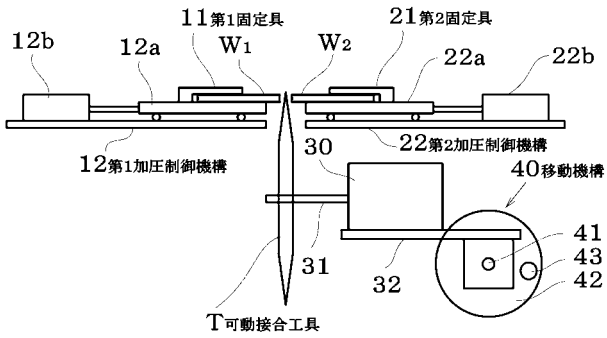
50

T 可動接合工具

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 智

富山県富山市五福3190 国立大学法人 富山大学内

Fターム(参考) 4E167 AA01 AA06 AA07 AA22 AA29 BF02 BF06 BF12 BF13 CB03
DA12