

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5374528号
(P5374528)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年9月27日 (2013.9.27)

(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 20/12 3 4 4

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-33503 (P2011-33503)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成23年2月18日 (2011.2.18)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2012-170966 (P2012-170966A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成24年9月10日 (2012.9.10)	(74) 代理人	100134544
審査請求日	平成24年6月11日 (2012.6.11)		弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男
		(74) 代理人	100149548
			弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークの表面に当接する第一ショルダ面、及び前記ワークの裏面に当接する第二ショルダ面を有する工具を用いて、前記ワークに対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌接合装置であって、

前記ワークが配置されるワーク配置部と、

該ワーク配置部に配置される前記ワークの前記表面側に設けられた本体部と、

該本体部に、前記ワーク配置部に配置される前記ワークに対して近接離間する方向であるワーク対向方向に進退可能に設けられ、前記工具を保持する工具保持部と、

該工具保持部に取り付けられた前記工具の前記第一ショルダ面と前記ワーク対向方向に所定の相対位置関係となるようにして設けられ、前記ワーク配置部に配置された前記ワークの前記表面上で、前記工具保持部を支持する支持体とを備えることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の摩擦攪拌接合装置において、

前記支持体に、前記ワーク配置部に配置される前記ワークに向かって、予め設定された荷重を与える荷重付与手段を備えることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の摩擦攪拌接合装置において、

前記本体部が、前記ワーク配置部に配置される前記ワークの上方に配置され、前記ワー

10

20

ク対向方向として上下方向に前記工具保持部を進退可能に支持しており、

前記荷重付与手段は、前記本体部に取り付けられ、前記工具保持部に対して、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量よりも小さい所定の大きさの上向きの補助力を与える補助力付与部を有し、前記荷重として、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量から前記補助力を減じた荷重を与えることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の摩擦攪拌接合装置において、

前記支持体は、前記工具保持部に保持された前記工具に対して、該工具の走査方向に直交する方向に配置されていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の摩擦攪拌接合装置において、

前記支持体は、前記ワークの前記表面に当接する当接部が、前記工具保持部に保持された前記工具の前記第一ショルダ面と、前記ワークの前記表面に沿う同一面内となるように設けられていることを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の摩擦攪拌接合装置において、

前記工具が、前記第一ショルダ面を具備する第一ショルダ部と、前記第一ショルダ面から進退可能に突出する軸部と、該軸部の先端に取り付けられ前記第二ショルダ面を具備する第二ショルダ部とを有し、

20

前記工具保持部は、前記軸部に前記ワーク対向方向に力を与えて、前記第二ショルダ面によって前記ワークの前記裏面を加圧させる加圧手段を有することを特徴とする摩擦攪拌接合装置。

【請求項 7】

ワークの表面に当接する第一ショルダ面、及び前記ワークの裏面に当接する第二ショルダ面を有する工具を用いて、前記ワークに対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌接合方法であって、

ワーク配置部に配置された前記ワークの表面に対して、工具を保持する工具保持部を、前記ワークに対して近接離間する方向であるワーク対向方向に進退可能としつつ、前記ワーク対向方向に前記工具の前記第一ショルダ面と所定の相対位置関係となるようにした支持体によって前記ワークの前記表面上で支持された状態として、前記工具によって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。

30

【請求項 8】

請求項 7 に記載の摩擦攪拌接合方法において、

前記支持体から前記ワークに向かって、予め設定された荷重を与えた状態で前記工具によって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 9】

請求項 8 に記載の摩擦攪拌接合方法において、

前記ワークの上方に前記工具保持部を配置して前記ワーク対向方向として上下方向に前記工具を進退可能に支持した状態で、前記工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量よりも小さい所定の大きさの上向きの補助力を与えることで、荷重として、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量から、前記補助力を減じた荷重を前記支持体から前記ワークに向かって与えることを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

40

【請求項 10】

請求項 7 から請求項 9 のいずれか一項に記載の摩擦攪拌接合方法において、

前記支持体を、前記工具保持部に保持された前記工具に対して、該工具の走査方向に直交する方向に配置することを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項 11】

請求項 7 から請求項 10 のいずれか一項に記載の摩擦攪拌接合方法において、

前記支持体を、前記ワークの前記表面に当接する当接部が、前記工具保持部に保持され

50

た前記工具の前記第一ショルダ面と、前記ワークの前記表面に沿う同一面内となるようにして前記ワークの表面上に支持された状態とすることを特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワークに対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法に関する。

【背景技術】

【0002】

2つの部材からなるワークを接合する方法の一つとして摩擦攪拌接合という方法がある。摩擦攪拌接合とは、ワークの接合箇所に、工具のショルダ面と呼ばれる面で所定の加圧力で加圧した状態で当該工具を回転させることにより、ワーク表面に摩擦熱を生じさせ、当該摩擦熱によりワークを軟化させて接合させるものである。このような摩擦攪拌接合には、ポピントール型と呼ばれる工具を用いる方式がある。

【0003】

ポピントール型工具は、一のショルダ面を有する表面側ショルダと、一のショルダ面と対向する他のショルダ面を有する裏面側ショルダとを有している。裏面側ショルダは、表面側ショルダを貫通する軸部に取り付けられている。そして、摩擦攪拌接合を行う際には、軸部をワークに貫通させて、ワークの表面側に表面側ショルダを配置し、裏面側に裏面側ショルダを配置する。そして、表面側ショルダ及び裏面側ショルダのそれぞれのショルダ面によってワークの表面及び裏面を挟み込むように加圧して摩擦熱を生じさせることでワークを軟化させつつ、軟化部分に挿入された軸部によって攪拌して摩擦攪拌接合が行われる。

【0004】

ここで、ワークの歪や製作誤差による板圧変動や、定盤へのセッティング誤差によって、工具に対するワーク表面の相対位置には誤差が生じ得る。そして、このようなワークの表面の誤差が生じると、工具のショルダ面からワークに作用する加圧力が変動してしまい、結果接合不良が生じるおそれがある。このため、工具によってワークに作用させる加圧力を発生させる油圧付勢経路において、一定圧に制御するフィードバック回路を設けた技術が提案されている（例えば、特許文献1、2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-130236号公報

【特許文献2】特開2010-214401号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1、2の摩擦攪拌接合装置では、加圧力を発生させる油圧の大きさをセンシングし、フィードバックして、工具によって作用する加圧力を制御するものであり、複雑な制御を必要とする問題があった。特に、上記誤差は微小なものであり、このような微小な誤差を正確に検知して遅れなく制御量に反映することは困難であった。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、簡易な構成で、ワークの表面に生じる誤差の影響を受けることなく、工具によって正確に加圧して摩擦攪拌接合を行うことが可能な摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

本発明は、ワークの表面に当接する第一ショルダ面、及び前記ワークの裏面に当接する

10

20

30

40

50

第二ショルダ面を有する工具を用いて、前記ワークに対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌接合装置であって、前記ワークが配置されるワーク配置部と、該ワーク配置部に配置される前記ワークの前記表面側に設けられた本体部と、該本体部に、前記ワーク配置部に配置される前記ワークに対して近接離間する方向であるワーク対向方向に進退可能に設けられ、前記工具を保持する工具保持部と、該工具保持部に取り付けられた前記工具の前記第一ショルダ面と前記ワーク対向方向に所定の相対位置関係となるようにして設けられ、前記ワーク配置部に配置された前記ワークの前記表面上で、前記工具保持部を支持する支持体とを備えることを特徴としている。

【0009】

この構成によれば、ワーク配置部に配置されたワークの表面に対して、工具を保持する工具保持部は、本体部によってワーク対向方向に進退可能とされつつ、支持体によって支持された状態にある。また、工具の第一ショルダ面は、支持体とワーク対向方向に所定の相対位置関係となっている。このため、工具保持部に保持された工具の第一ショルダ面は、工具保持部とともに、ワークの表面に沿うようにしてワーク対向方向に変位し、ワークの表面との相対位置関係を一定に保つことができる。従って、工具の第一ショルダ面からワークの表面に作用する加圧力を所望の力で正確に維持することができる。

【0010】

上記の摩擦攪拌接合装置において、前記支持体に、前記ワーク配置部に配置される前記ワークに向かって、予め設定された荷重を与える荷重付与手段を備えることを特徴としている。

【0011】

この構成によれば、荷重付与手段によって支持体からワーク配置部に配置されるワークに向かって予め設定された荷重を与えることにより、ワークから支持体へは常に当該荷重と対応した反力が作用することとなる。このため、ワークの表面に誤差が生じて、常に支持体をワークの表面に密着した状態とすることができ、これにより支持体、支持体に支持された工具保持部、及び工具保持部に保持された工具をワークの表面に沿うように走査することができる。

【0012】

上記の摩擦攪拌接合装置において、前記本体部が、前記ワーク配置部に配置される前記ワークの上方に配置され、前記ワーク対向方向として上下方向に前記工具保持部を進退可能に支持しており、前記荷重付与手段は、前記本体部に取り付けられ、前記工具保持部に対して、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量よりも小さい所定の大きさの上向きの補助力を与える補助力付与部を有し、前記荷重として、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量から前記補助力を減じた荷重を与えることを特徴としている。

【0013】

この構成によれば、荷重として、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた工具の重量から、補助力付与部による補助力を減じた荷重を与え、支持体が当該荷重に応じた反力を受けることとなる。ここで、上記のとおり、工具保持部及び工具の重量から補助力を減じた荷重を与えることで、ワークに余計な負荷を与えず、かつ、支持体がワークの表面に沿うような適切な反力を発生させることができる。

【0014】

上記の摩擦攪拌接合装置において、前記支持体は、前記工具保持部に保持された前記工具に対して、該工具の走査方向に直交する方向に配置されていることを特徴としている。

【0015】

この構成によれば、支持体が、工具保持部に保持された工具に対して工具の走査方向に直交する方向に配置されていることで、工具によるワークの摩擦攪拌に支障がないようにして、ワークの表面上で支持体によって工具保持部を支持することができる。

【0016】

上記の摩擦攪拌接合装置において、前記支持体は、前記ワークの前記表面に当接する当

10

20

30

40

50

接部が、前記工具保持部に保持された前記工具の前記第一ショルダ面と、前記ワークの前記表面に沿う同一面内となるように設けられていることを特徴とする。

【0017】

この構成によれば、支持体の当接部が工具の第一ショルダ面とワークの表面に沿う同一面内となるように設けられていることで、ワークの表面に支持体の当接部が当接した状態で、工具の第一ショルダ面を、摩擦攪拌接合を行う位置で、ワークの表面に正確に一致させることができる。

【0018】

上記の摩擦攪拌接合装置において、前記工具が、前記第一ショルダ面を具備する第一ショルダ部と、前記第一ショルダ面から進退可能に突出する軸部と、該軸部の先端に取り付けられ前記第二ショルダ面を具備する第二ショルダ部とを有し、前記工具保持部は、前記軸部に前記ワーク対向方向に力を与えて、前記第二ショルダ面によって前記ワークの前記裏面を加圧させる加圧手段を有することを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、上記のとおり第一ショルダ面をワークの表面に正確に沿うように配置しつつ、加圧手段によって第二ショルダ面に軸部を介してワーク対向方向に力を与えてワークの裏面を加圧させることで、ワークの表面に生じる誤差の影響を受けることなく加圧手段による加圧力で第一ショルダ面及び第二ショルダ面でワークを挟み込んで加圧することができる。

また、本発明は、ワークの表面に当接する第一ショルダ面、及び前記ワークの裏面に当接する第二ショルダ面を有する工具を用いて、前記ワークに対して摩擦攪拌接合を行う摩擦攪拌接合方法であって、ワーク配置部に配置された前記ワークの表面に対して、工具を保持する工具保持部を、前記ワークに対して近接離間する方向であるワーク対向方向に進退可能としつつ、前記ワーク対向方向に前記工具の前記第一ショルダ面と所定の相対位置関係となるようにした支持体によって前記ワークの前記表面上で支持された状態として、前記工具によって摩擦攪拌接合を行うことを特徴としている。

また、上記の摩擦攪拌接合方法において、前記支持体から前記ワークに向かって、予め設定された荷重を与えた状態で前記工具によって摩擦攪拌接合を行うことを特徴としている。

また、上記の摩擦攪拌接合方法において、前記ワークの上方に前記工具保持部を配置して前記ワーク対向方向として上下方向に前記工具を進退可能に支持した状態で、前記工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量よりも小さい所定の大きさの上向きの補助力を与えることで、荷重として、該工具保持部と該工具保持部に取り付けられた前記工具の重量から、前記補助力を減じた荷重を前記支持体から前記ワークに向かって与えることを特徴としている。

また、上記の摩擦攪拌接合方法において、前記支持体を、前記工具保持部に保持された前記工具に対して、該工具の走査方向に直交する方向に配置することを特徴としている。

また、上記の摩擦攪拌接合方法において、前記支持体を、前記ワークの前記表面に当接する当接部が、前記工具保持部に保持された前記工具の前記第一ショルダ面と、前記ワークの前記表面に沿う同一面内となるようにして前記ワークの表面上に支持された状態とすることを特徴としている。

【発明の効果】

【0020】

本発明の摩擦攪拌接合装置及び摩擦攪拌接合方法によれば、上記のとおり工具保持部及び支持体により、簡易な構成でワーク表面に生じる誤差の影響を受けることなく、工具によって正確に加圧して摩擦攪拌接合を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合装置の側断面図である。

【図2】ポピンツールの詳細を示す側断面図である。

【図 3】本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合装置において、ボビンツールと支持体との位置関係の詳細を示す説明図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合装置で摩擦攪拌接合を実施した時の説明図である。

【図 5】本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合装置で摩擦攪拌接合を実施した時の断面図である。

【図 6】本発明の実施形態の第一の変形例に係る摩擦攪拌接合装置において、ボビンツールと支持体との位置関係の詳細を示す説明図である。

【図 7】本発明の実施形態の第二の変形例に係る摩擦攪拌接合装置において、ボビンツールと支持体との位置関係の詳細を示す説明図である。

【図 8】本発明の実施形態の第三の変形例に係る摩擦攪拌接合装置において、ボビンツールと支持体との位置関係の詳細を示す説明図である。

【図 9】本発明の実施形態に係る摩擦攪拌接合装置において、支持体の変形例を示す平面図で、(a) 支持体を 4 つ備える変形例、(b) 支持体を 3 つ備える変形例である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明に係る実施の形態について図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、本実施形態の摩擦攪拌接合装置 1 は、第一部材 W 1 及び第二部材 W 2 からなるワーク W において、第一部材 W 1 と第二部材 W 2 との接合箇所 W 3 を摩擦攪拌接合により接合する装置である。摩擦攪拌接合装置 1 は、ワーク W が配置されるワーク配置部 2 と、ワーク配置部 2 に配置されるワーク W の表面 W 4 側となる上方に設けられた本体部 3 と、該本体部 3 に設けられて、工具であるボビンツール 100 を保持する工具保持部 4 と、ワーク W の表面 W 4 上で工具保持部 4 を支持する支持体 5 と、支持体 5 に、ワーク配置部 2 に配置されるワーク W に向かって、予め設定された荷重を与える荷重付与手段 6 とを備える。

【0023】

ここで、図 2 に示すように、ボビンツール 100 は、ワーク W の表面 W 4 側に配置され、該表面 W 4 を押圧する第一ショルダ面 101 a を具備する第一ショルダ部 101 と、ワーク W の裏面 W 5 側に配置され、該裏面 W 5 を押圧する第二ショルダ面 102 a を具備する第二ショルダ部 102 と、第一ショルダ部 101 の第一ショルダ面 101 a から突出して第二ショルダ部 102 が連結された軸部 103 とを有する。第一ショルダ部 101 には、第一ショルダ面 101 a に開口する貫通孔が形成されており、該貫通孔に軸部 103 が挿通されている。このため、軸部 103 を貫通孔に沿って進退させることによって第一ショルダ面 101 a に対して第二ショルダ面 102 a を近接離間させることが可能となっている。

【0024】

図 1 に示すように、工具保持部 4 は、第一ショルダ部 101 が端面に取り付けられる略筒状の第一ショルダ取付体 40 と、先端に軸部 103 が取り付けられる第二ショルダ取付軸 41 と、略筒状で、第一ショルダ取付体 40 及び第二ショルダ取付軸 41 を支持する支持筒 42 とを有する。ここで、第一ショルダ取付体 40、第二ショルダ取付軸 41 及び支持筒 42 は、同軸上に、中心軸 C をワーク対向方向となる上下方向 Z に沿うように設けられている。

【0025】

第一ショルダ取付体 40 は、略筒状に形成されている。そして、第二ショルダ取付軸 41 は、第一ショルダ取付体 40 に挿通され、基端は第一ショルダ取付体 40 から突出している。第二ショルダ取付軸 41 には、第一ショルダ取付体 40 に挿通された部分において、軸方向に沿うようにしてキー 41 a が形成されているとともに、第一ショルダ取付体 40 から突出した部分には平板状のピストン 41 b が径方向に張り出している。一方、第一ショルダ取付体 40 には、第二ショルダ取付軸 41 のキー 41 a が噛合する中心軸 C に沿うキー溝 40 a が形成されていて、これにより第二ショルダ取付軸 41 は、第一ショルダ

10

20

30

40

50

取付体 4 0 に対して中心軸 C 回りに回転不能であるとともに、中心軸 C に沿って進退可能となっている。また、第一ショルダ取付体 4 0 は、基端に径方向に張り出すフランジ 4 0 b を有する。

【0026】

支持筒 4 2 は、下方に開口して第一ショルダ取付体 4 0 を中心軸 C 回りに回転可能に收容する取付体收容部 4 2 a と、第二ショルダ取付軸 4 1 を中心軸 C に沿って進退させるシリンドラ部 4 2 b と、本体部 3 に支持される被支持部 4 2 c とを有する。取付体收容部 4 2 a には、第一ショルダ取付体 4 0 のフランジ 4 0 b を收容するとともに、中心軸 C 回りに回転可能に支持する軸受部 4 2 d を有する。また、取付体收容部 4 2 a の内周面には、第一ショルダ取付体 4 0 を中心軸 C 回りに回転駆動するモータ 4 3 が内蔵されている。このため、キー 4 1 a 及びキー溝 4 0 a が噛合ことによって一体となっている第一ショルダ取付体 4 0 と第二ショルダ取付軸 4 1 とは、モータ 4 3 の駆動により中心軸 C 回りに回転可能となっている。

【0027】

シリンドラ部 4 2 b は、ピストン 4 1 b を支持する略筒状のピストン支持部 4 2 e と、ピストン支持部 4 2 e の先端側及び基端側の開口に設けられ、第二ショルダ取付軸 4 1 を支持する先端側支持部 4 2 f 及び基端側支持部 4 2 g とを有する。ピストン 4 1 b の外周面には軸受 4 2 h が設けられており、当該軸受 4 2 h により、ピストン 4 1 b は、ピストン支持部 4 2 e に対して、中心軸 C に沿って進退可能かつ中心軸 C 回りに回転可能に支持されている。また、先端側支持部 4 2 f 及び基端側支持部 4 2 g にも軸受 4 2 i、4 2 j が設けられており、当該軸受 4 2 i、4 2 j により、第二ショルダ取付軸 4 1 は、ピストン支持部 4 2 e に対して、中心軸 C に沿って進退可能かつ中心軸 C 回りに回転可能に支持されている。

【0028】

そして、ピストン 4 1 b と、先端側支持部 4 2 f 及び基端側支持部 4 2 g との間には、作動油が供給される第一油圧室 4 2 m 及び第二油圧室 4 2 n が形成されている。また、シリンドラ部 4 2 b には、本体部 3 にも貫通して外部まで接続されるとともに、それぞれ第一油圧室 4 2 m または第二油圧室 4 2 n まで連通する作動油供給管路 4 2 p、4 2 q が形成されている。このため、外部に設けられた図示しない油圧制御装置から、作動油供給管路 4 2 p、4 2 q を経由して第一油圧室 4 2 m または第二油圧室 4 2 n に選択的に油圧を入力することにより、第二ショルダ取付軸 4 1 を先端側または基端側へと中心軸 C に沿ってスライドさせることができる。これによりワーク配置部 2 に配置されたワーク W の裏面 W 5 に対して、中心軸 C に沿うワーク対向方向に力を与えて第二ショルダ部 1 0 2 の第二ショルダ面 1 0 2 a によって加圧を行うことが可能であり、すなわち図示しない油圧制御装置、シリンドラ部 4 2 b 及びピストン 4 1 b により加圧手段 4 4 が構成されている。また、被支持部 4 2 c は、中心軸 C 上でシリンドラ部 4 2 b から突出する軸状に形成されている。

【0029】

本体部 3 は、加工機主軸 1 a に取り付けられている。本体部 3 は、略筒状に形成され、ワーク配置部 2 に配置されるワーク W の表面 W 4 側となる下方に向けて開口し工具保持部 4 が收容された收容部 3 0 と、收容部 3 0 に收容された工具保持部 4 をワーク W に対して近接離間するワーク対向方向となる上下方向 Z に進退可能に支持する本体支持部 3 1 とを有する。本体支持部 3 1 は、軸受 3 1 a、3 1 b を有し、被支持部 4 2 c は当該軸受 3 1 a、3 1 b により中心軸 C に沿って進退可能に支持されている。

【0030】

図 1 及び図 3 に示すように、支持体 5 は、工具保持部 4 の取付体收容部 4 2 a の下端面から突出する支持部材 5 0 と、支持部材 5 0 に回転可能に支持されてワーク W の表面 W 4 に当接するローラ 5 1 と、支持部材 5 0 から径方向に張り出すように設けられた張出部材 5 2 とを有する。支持体 5 は、工具保持部 4 に保持されたボビンツール 1 0 0 を走査する走査方向（図 1 において紙面奥行方向）に直交する方向 Y に当該ボビンツール 1 0 0 を挟むようにして両側に対をなして配置されている。そして、ローラ 5 1 は、走査方向に直交

する方向Yに沿うように配された回転軸回りに回転可能であり、すなわち走査方向へのポピンツール100の走査に伴ってワークWの表面W4上を走査方向に転動可能である。

【0031】

ここで、図3に示すように、支持体5においてワーク配置部2に配置されたワークWの表面W4に当接する当接部、すなわちローラ51の下端51aの上下方向Zの位置は、工具保持部4に保持されたポピンツール100の第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aと略等しい位置に設定されている。このため、平面状に形成されたワークWの表面W4上においては、ローラ51の下端51aが表面W4に当接した状態で、第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aも表面W4に当接した状態となっている。

【0032】

また、図1に示すように、荷重付与手段6は、支持体5が接続されて下向きとなる自重及び保持するポピンツール100の重量分の力P1を作用させる工具保持部4と、張出部材52と本体部3の下端面との間に設けられ、中心軸Cに沿う方向に補助力P2を作用させる補助力付与部60とを有する。補助力付与部60は、工具保持部4によって作用される力P1よりも小さい所定の大きさの上向きの補助力P2を与えるものである。例えば、工具保持部4及びポピンツール100を合わせた重量による力P1が下向きに5.0kNであるのに対して、補助力P2としては上向きに4.5kNの大きさで作用させて、結果として荷重付与手段6としては、下向きの荷重Pで0.5kN作用させる。補助力付与部60は、具体的にはエアシリンダであり、上記の例では、予め4.5kN相当の空気圧の入力を行い、加工中においてワークWの表面W4の変位等にもなって反力を受けるなどしても特に入力された空気圧の制御は行わない。

【0033】

次に、この実施形態の作用について説明する。

図1に示すように、摩擦攪拌接合を行う場合には、第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aと、第二ショルダ部102の第二ショルダ面102aとの間にワークWを配置する。また、ワークWの表面W4上に支持体5のローラ51を配置させる。この状態で、補助力付与部60で所定の大きさで上向きの補助力P2が作用していることにより、支持体5には荷重Pが作用し、当該荷重Pが支持体5からワークWに作用することによって、支持体5にはワークWから荷重P相当の反力が作用している。そして、モータ43を駆動させて工具保持部4全体を回転させるとともに、加圧手段44によって第二ショルダ部102に上向きの加圧力を作用させる。これにより、ワークWは、第二ショルダ面102aから裏面W5に加圧力を受けるとともに、第一ショルダ面101aから表面W4にも上記加圧力相当の加圧力を同様に受けることになる。このため、第一ショルダ面101a及び第二ショルダ面102aと、ワークWの表面W4及び裏面W5との間には摩擦熱が生じて軟化し、軟化部を軸部103で攪拌することで、摩擦攪拌接合が行われる。

【0034】

ここで、支持体5が、工具保持部4に保持されたポピンツール100に対してポピンツール100の走査方向に直交する方向Yに配置されていることで、ポピンツール100によるワークWの摩擦攪拌に支障がないようにして、ワークWの表面W4上で支持体5によって工具保持部4を支持することができる。そして、支持体5には、上記のとおり、荷重付与手段6によって荷重Pが作用することにより、ワークWの表面W4からも荷重P相当の反力を受けることとなる。このため、図4に示すように、ワークWの表面W4が、ワークW自体の変形、厚みの変化、ワーク配置部2におけるワークWの配置誤差等により、走査方向Xに沿って変位していたとしても、支持体5はワークWの表面W4に沿うように追従することとなる。

【0035】

また、ポピンツール100の第一ショルダ面101aは、支持体5のローラ51の下端51aとワーク対向方向となる上下方向Zの位置が等しくなるようにして一定の相対位置関係に設定されている。このため、工具保持部4に保持されたポピンツール100の第一ショルダ面101aは、工具保持部4とともに、ワークWの表面W4に沿うようにしてワ

10

20

30

40

50

ーク対向方向に変位し、ワークWの表面W4との相対位置関係を一定に保つことができる。従って、ポピンツール100の第一ショルダ面101aからワークWの表面W4に作用する加圧力を所望の力で正確に維持することができる。

【0036】

ここで、本実施形態の摩擦攪拌接合装置1では、少なくとも上記のように工具保持部4がワーク対向方向である上下方向Zに向かって進退可能であり、当該工具保持部4をワークWの表面W4上で支持体5によって支持することによって加圧力を正確に維持することを可能とするものであり、簡易な構成で、ワークWの表面W4に生じる誤差の影響を受けることなく、ポピンツール100によって正確に加圧して摩擦攪拌接合を行うことができる。この際、走査方向に対して支持体5とポピンツール100が同じ位置にあることで、ポピンツール100の位置におけるワークWの上下方向の微小な誤差をより正確に検知することができる。

10

【0037】

また、上記のとおり、支持体5においてワークWの表面W4と当接する当接部となるローラ51の下端51aに対して、工具保持部4に保持されたポピンツール100の第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aが上下方向Zに略等しい位置に設定されている。このため、図5に示すように、ワークWの表面W4において、第一ショルダ面101aで加圧される部位が他の部位に比較して、凹凸してしまうことがない。このため、摩擦攪拌接合後の仕上がりを良好なものとすることができる。また、上記のとおり、荷重付与手段6では、工具保持部4及びポピンツール100の重量による力P1から補助力P2を減じた荷重Pを与えることで、ワークWに余計な負荷を与えず、かつ、支持体5がワークWの表面W4を沿うような適切な反力を発生させることができる。

20

【0038】

なお、上記においては、支持体5においてワークWの表面W4と当接する当接部となるローラ51の下端51aに対して、工具保持部4に保持されたポピンツール100の第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aが上下方向Zに略等しい位置に設定されているものとしたが、これに限るものではない。例えば、図6に示すように、曲面状のワークWについて摩擦攪拌接合する場合には、曲面状の表面W4に沿う面において、同一面内となるように設けられていることで、表面W4における凹凸を防止して、同様に摩擦攪拌接合後の仕上がりを良好なものとすることができる。

30

【0039】

また、当接部となるローラ51の下端51aに対して、工具保持部4に保持されたポピンツール100の第一ショルダ部101の第一ショルダ面101aは、上下方向Zに異なる位置としても相対位置が所定の関係となるようにして設けられていれば良い。

例えば、図7に示すように、ローラ51の下端51aに対して、第一ショルダ面101aがワークWに近い位置に位置していたとしても良い。この場合には、第一ショルダ面101aがローラ51の下端51aよりもワークWに近接した距離分だけ、接合部に凹部が形成されることとなる。例えば、接合部において所定の深さで凹部を形成する必要がある場合などには、このような位置関係としても良い。また、図8に示すように、ローラ51の下端51aに対して、第一ショルダ面101aがワークWに遠い位置に位置していたとしても良い。この場合には、第一ショルダ面101aがローラ51の下端51aよりもワークWに離間した距離分だけ、接合部に凸部が形成されることとなる。例えば、接合部において所定の高さで凸部を形成する必要がある場合などには、このような位置関係としても良い。

40

【0040】

また、上記においては、支持体5は、工具保持部4に保持されたポピンツール100を走査する走査方向に直交する方向に当該ポピンツール100を挟むようにして両側に対をなして配置されているものとしたが、これに限るものではない。例えば、図9(a)に示すように平面視して4つの支持体5を備えるものとしたり、あるいは、図9(b)に示すように平面視して3つの支持体5を備えるものとしても良い。

50

【 0 0 4 1 】

図 9 (a) に示す 4 つの支持体 5 を配置する場合、工具保持部 4 に保持されたボピンツール 1 0 0 の走査方向 X に直交する方向 Y 両側に、走査方向 X に沿うようにそれぞれ 2 つずつ配列することで、ボピンツール 1 0 0 によるワーク W の摩擦攪拌に支障がないようにして、ワーク W の表面 W 4 上で支持体 5 によって工具保持部 4 を支持することができる。また、この場合には、ボピンツール 1 0 0 の走査方向 X を 9 0 度変更しても同様にボピンツール 1 0 0 による摩擦攪拌に支障がない。

【 0 0 4 2 】

また、図 9 (b) に示す 3 つの支持体 5 を配置する場合、工具保持部 4 に保持されたボピンツール 1 0 0 の走査方向 X に直交する方向 Y 両側に 2 つを配置し、残りの 1 つを走査方向 X 前方側に配置するようにしても、走査方向 X 前方側の支持体 5 は摩擦攪拌による接合前のワーク W の表面 W 4 上を走行することになるため、同様にボピンツール 1 0 0 による摩擦攪拌に支障がない。

【 0 0 4 3 】

また、上記実施形態では、工具保持部 4 をワーク配置部 2 に配置されたワーク W の上方に配置し、工具保持部 4 をワーク対向方向である上下方向 Z に進退可能としたが、これに限るものではない。例えば、ワーク W を、表面 W 4 が鉛直面をなすように配置して、工具保持部 4 をワーク対向方向となる水平方向に進退可能としても良い。この場合には、支持体 5 には、工具保持部 4 及び工具保持部 4 で保持されたボピンツール 1 0 0 の重量が力として作用しない。このため、図 1 に示す構造で、支持体 5 に荷重を付与するためには、荷重付与手段 6 で発生する荷重として補助力付与部 6 0 で発生させる力そのものを利用し、ワーク W に向かって対応する荷重、例えば上記実施形態における例では 0 . 5 k N の力を発生させるように空気圧を入力すればよい。また、上記実施形態では、加圧手段 4 4 を備え、第一シオルダ部 1 0 1 に対して第二シオルダ部 1 0 2 が近接離間可能なものとしたが、これに限るものでなく、第一シオルダ部 1 0 1 に対して第二シオルダ部 1 0 2 が相対位置不変に固定されていて、加圧手段 4 4 を備えない構成としても良い。

【 0 0 4 4 】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 5 】

- 1 摩擦攪拌接合装置
- 2 ワーク配置部
- 3 本体部
- 4 工具保持部
- 5 支持体
- 5 1 a 下端 (当接部)
- 6 荷重付与手段
- 4 4 加圧手段
- 6 0 補助力付与部
- 1 0 0 ボピンツール (工具)
- 1 0 1 第一シオルダ部
- 1 0 1 a 第一シオルダ面
- 1 0 2 第二シオルダ部
- 1 0 2 a 第二シオルダ面
- 1 0 3 軸部
- W ワーク
- W 4 表面
- W 5 裏面
- X 走査方向

10

20

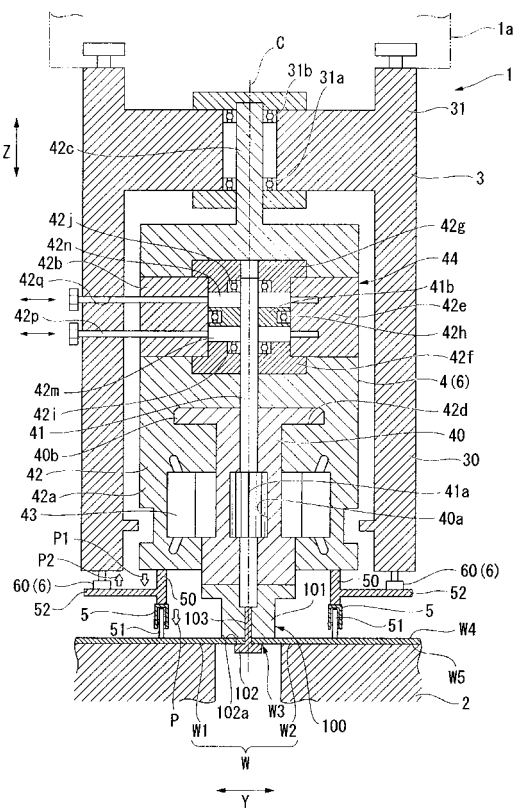
30

40

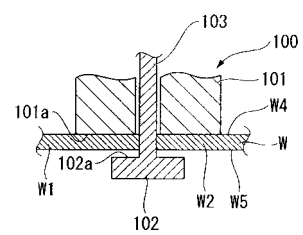
50

Y 走査方向に直交する方向
Z 上下方向（ワーク対向方向）

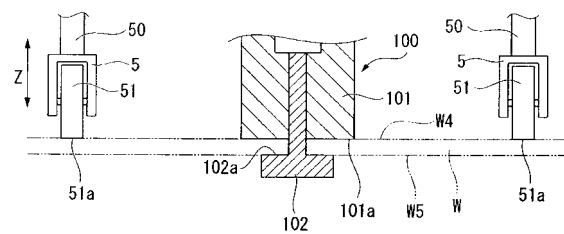
【図 1】



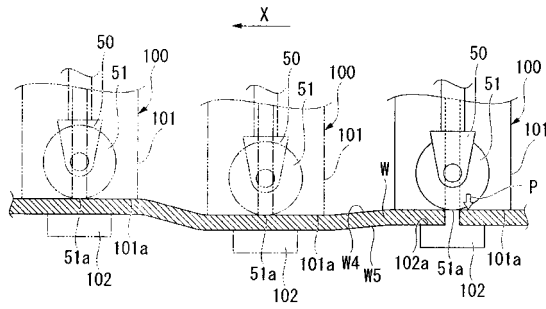
【図 2】



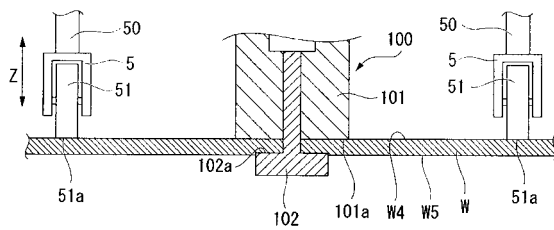
【図 3】



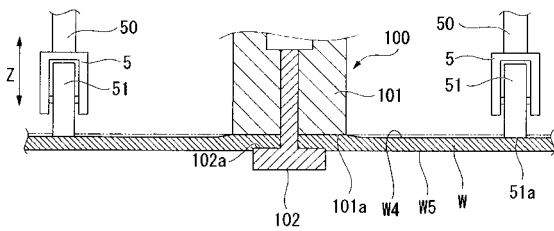
【図 4】



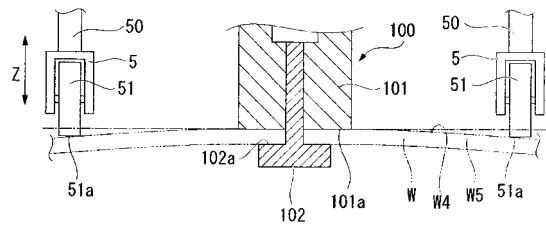
【図 5】



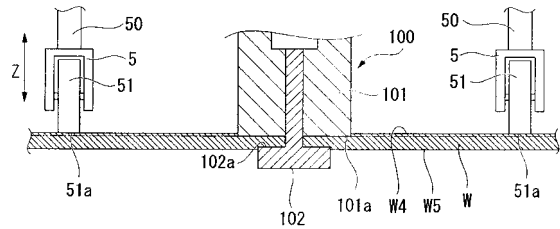
【図 8】



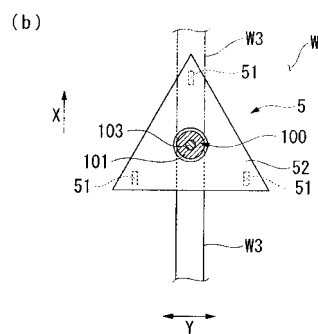
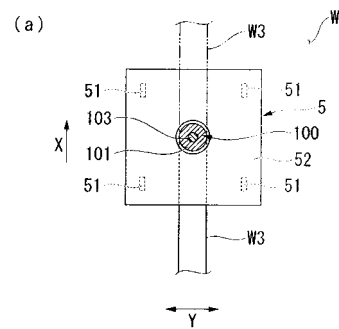
【図 6】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 慶訓
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 古立 哲
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 木下 俊之
東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内

審査官 松本 公一

- (56)参考文献 特開平１０－３０５３７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２８７０５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０６２６７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１３０３２６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１８８４８８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２１６４３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－００７４５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０８８２０８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２１４４０１（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B 23 K 20 / 00 - 20 / 26