

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5937967号
(P5937967)

(45) 発行日 平成28年6月22日(2016.6.22)

(24) 登録日 平成28年5月20日(2016.5.20)

(51) Int.Cl.

B23K 20/12 (2006.01)

F 1

B 2 3 K 20/12 3 4 2
B 2 3 K 20/12 3 2 0
B 2 3 K 20/12 3 4 4

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-541907 (P2012-541907)
 (86) (22) 出願日 平成23年11月4日 (2011.11.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/075429
 (87) 国際公開番号 WO2012/060439
 (87) 国際公開日 平成24年5月10日 (2012.5.10)
 審査請求日 平成25年2月22日 (2013.2.22)
 審判番号 不服2015-16139 (P2015-16139/J1)
 審判請求日 平成27年9月1日 (2015.9.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-247811 (P2010-247811)
 (32) 優先日 平成22年11月4日 (2010.11.4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000000099
 株式会社 I H I
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
 (74) 代理人 100175802
 弁理士 寺本 光生
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100167553
 弁理士 高橋 久典
 (72) 発明者 齋藤 浩
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内
 (72) 発明者 大岩 直貴
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 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】

ワークを接合する接合線の長さよりも長い架構と、
 この架構の上面に、上記ワーク間の接合線に沿って延びる隙間を形成するように設置された一対のワーク固定定盤と、

上記隙間の下方に位置し、上記隙間から上方に突出する摩擦攪拌接合用ツールと、
 この摩擦攪拌接合用ツールを上端部に取り付ける主軸と、
 この主軸を回動させる主軸回転駆動装置とを備える接合装置本体と、
 この接合装置本体を上記隙間に沿って移動自在に支持するリニアガイド機構と、
 上記接合装置本体を上記隙間に沿って移動させる移動装置とを備え、

上記摩擦攪拌接合用ツールをボビンツールとし、上記摩擦攪拌接合用ツールと主軸との間に、上記摩擦攪拌接合用ツールを支持する弾性体を設置し、

前記ボビンツールは、上下方向の間隔が固定とされた2つのショルダーと、これらのショルダーとの間に配置されるプローブとを有する摩擦攪拌接合装置。

【請求項 2】

上記リニアガイド機構が、上記接合装置本体に設置したローラ循環式のリニアガイドブロックと、このリニアガイドブロックに対応させて上記架構に設置した、上記隙間に沿って延びるリニアガイドレールとを備える請求項1記載の摩擦攪拌接合装置。

【請求項 3】

上記リニアガイド機構が、上記架構に平行に設置した複数本の上記リニアガイドレール

10

20

を備える請求項 2 記載の摩擦搅拌接合装置。

【請求項 4】

上記リニアガイド機構が、1本の上記リニアガイドレールあたり複数個の上記リニアガイドブロックを介して、上記接合装置本体を支持している請求項 2 または 3 記載の摩擦搅拌接合装置。

【請求項 5】

接合装置本体の主軸の外周側に油冷室を形成するためのケーシングを設け、このケーシングに、上記主軸を軸受けを介して回転可能に支持させ、軸受けと上記油冷室に潤滑油を循環させる請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の摩擦搅拌接合装置。

【請求項 6】

接合装置本体に、摩擦搅拌接合用ツールの外周側を冷却する気体の噴出方向が変更可能な冷却用ノズルを設置した請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の摩擦搅拌接合装置。

【請求項 7】

移動装置が、エンドレスワインチと、エンドレスワインチに巻き取られて両端を接合装置本体の移動方向両端部に連結した索状物とを備え、上記エンドレスワインチの駆動で接合装置本体を移動させる請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の摩擦搅拌接合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワークを摩擦搅拌接合するために用いられる摩擦搅拌接合装置に関する。

本願は、2010年11月4日に日本に出願された特願2010-247811号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

摩擦搅拌接合では、摩擦搅拌接合用ツールの先端部に設けられたプローブ（棒状突起物）を、ワークの接合部に回転させながら押し付けてワーク内に没入させることにより、ワークの接合部に摩擦熱を発生させて、ワークを軟化させると共に、上記摩擦搅拌接合用ツールの回転力により、接合部周辺を塑性流動させて搅拌混合し、複数のワークを一体に接合する。摩擦搅拌接合は、現在、接合時に生じる接合反力が小さいアルミ材薄板（厚さ10mm以下）の接合を中心に利用されつつある。

【0003】

摩擦搅拌接合に用いる従来の摩擦搅拌接合装置としては、ワークを載置する定盤の両側に設置した案内レールと、上記定盤を跨いで上記案内レール上に移動自在に設置した門型フレームと、門型フレームに定盤の幅方向に移動自在に片持ち支持させた基台と、基台に上下方向に移動自在に片持ち支持させた接合装置本体と、接合装置本体の下端部に回転可能に取り付けた摩擦搅拌接合用ツールとを備える装置が提案されている（たとえば特許文献1参照）。

【0004】

また、従来の摩擦搅拌接合装置の他の例としては、摩擦搅拌接合用ツールと摩擦搅拌接合用ツールを回転駆動する回転駆動手段と上記摩擦搅拌接合用ツールを上下方向に移動させる変位駆動手段とを備えてなる接合装置本体を、車輪と車輪を回転駆動させる車輪回転手段とを備えて自走可能な車体に搭載した装置が提案されている（たとえば特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】日本国特開2004-195549号公報

【特許文献2】日本国特開2005-186084号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

ところが、上記特許文献1に記載されたような、接合装置本体を片持ち支持する構造を有する摩擦攪拌接合装置では、摩擦攪拌接合時に生じる接合反力が大きい場合、たとえば、厚板（たとえば、アルミ材では18mm以上）同士の接合等に際して接合反力が約1tを超える場合などでは、その大きな接合反力を受けることができず、正常にワークの摩擦攪拌接合を行うことができない。また、門型フレームがワークを跨ぐ構造であるため、摩擦攪拌接合することができるワークのサイズ（幅寸法）が門型フレームの大きさに制限され、ワークサイズが大きい場合は装置を大型化しなければならない。

【0007】

また、上記特許文献2に記載されたような、車輪を用いて自走可能にした摩擦攪拌接合装置では、摩擦攪拌接合時に生じる接合反力が大きい場合、その接合反力により走行方向がぶれてしまい、正常にワークの摩擦攪拌接合を行うことができない。なお、上記特許文献2では、摩擦攪拌接合装置の一方の側にワーク間の接合線に沿って延びるガイド部材を設置すると共に、ガイド部材を挟持する一対のローラとローラを回転自在に支持する固定部とを備えるガイド機構を摩擦攪拌接合装置に設けて、ガイド部材に沿って摩擦攪拌接合装置を移動させる構造も提案されているが、上記摩擦攪拌接合装置に設けた一対のローラでは、摩擦攪拌接合時に生じる大きな接合反力を受けることができない。よって、この場合でも正常にワークの摩擦攪拌接合を行うことはできない。

10

【0008】

そこで、本発明は、ワークのサイズが大きくても、また、摩擦攪拌接合時の接合反力が大きくても装置を大型化することなく正常にワークの摩擦攪拌接合を行うことができる摩擦攪拌接合装置の提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明に係る摩擦攪拌接合装置は、ワークを接合する接合線の長さよりも長い架構と、この架構の上面に、上記ワーク間の接合線に沿って延びる隙間を形成するように設置された一対のワーク固定定盤と、上記隙間の下方に位置し、上記隙間から上方に突出する摩擦攪拌接合用ツールと、この摩擦攪拌接合用ツールを上端部に取り付ける主軸と、この主軸を回動させる主軸回転駆動装置とを備える接合装置本体と、この接合装置本体を上記隙間に沿って移動自在に支持するリニアガイド機構と、上記接合装置本体を上記隙間に沿って移動させる移動装置と、を備える。

30

【0010】

また、上記リニアガイド機構が、接合装置本体に設置したローラ循環式のリニアガイドブロックと、このリニアガイドブロックに対応させて架構に設置した、上記隙間に沿って延びるリニアガイドレールとを備えることが好ましい。

【0011】

この場合、リニアガイド機構が、架構に平行に設置した複数本のリニアガイドレールを備えることが好ましい。また、リニアガイド機構が、1本のリニアガイドレールあたり複数個のリニアガイドブロックを介して、接合装置本体を支持していることが好ましい。

40

【0012】

更に、上記摩擦攪拌接合用ツールをボビンツールとし、摩擦攪拌接合用ツールと主軸との間に、上記摩擦攪拌接合用ツールを支持する弾性体を設置することが好ましい。

【0013】

更にまた、上記接合装置本体の主軸の外周側に油冷室を形成するためのケーシングを設け、このケーシングに、主軸を軸受けを介して回転可能に支持させ、軸受けと上記油冷室に潤滑油を循環させることが好ましい。

【0014】

また、上記接合装置本体に、摩擦攪拌接合用ツールの外周側を冷却する気体の噴出方向が変更可能な冷却用ノズルを設置することが好ましい。

【発明の効果】

50

【0015】

本発明の摩擦搅拌接合装置では、ワークを接合する接合線の長さよりも長い架構の上面に、一対のワーク固定定盤を、ワーク固定定盤同士の間に上記ワーク間の接合線に沿って伸びる隙間を形成するように設置している。また、上記架構における上記隙間の下方に、隙間から上方に突出する摩擦搅拌接合用ツールと、摩擦搅拌接合用ツールを上端部に取り付ける主軸と、主軸を回動させる主軸回転駆動装置とを備えてなる接合装置本体を、リニアガイド機構を介して上記隙間に沿って移動自在に設け、更に、上記接合装置本体を隙間に沿って移動させる移動装置を設けている。この構成により、摩擦搅拌接合時に生じる接合反力が大きい場合、たとえば、厚板（たとえば、アルミ材では18mm以上）同士の摩擦搅拌接合等に際し接合反力が1tを超える場合などであっても、その大きな接合反力を十分に受けることができる。よって、ワークの摩擦搅拌接合を正常に行うことができる。また、架構上のワーク固定定盤に載置したワークを、ワーク固定定盤同士の間に形成した隙間の下方に位置する接合装置本体により摩擦搅拌接合するので、ワークの幅寸法がワーク固定定盤の幅寸法よりも大きくても、ワークの摩擦搅拌接合を行うことができる。10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の摩擦搅拌接合装置の実施の一形態を示す概略平面図である。

【図2】図1の概略正面図である。

【図3】接合装置本体のベースへの設置状態を示す概略平面図である。

【図4】図3のA-A方向に沿った概略断面図である。20

【図5】図4のB-B方向に沿った概略断面図である。

【図6】図5のX部の拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための形態を図面を参照して説明する。

図1乃至図6は本発明の実施の一形態を示している。この摩擦搅拌接合装置では、摩擦搅拌接合で摩擦搅拌接合用ツール5を移動させる方向（以下、前後方向と定義する。）に伸びるベースプレート1c上に、ベースプレート1cの長手方向に沿い平行に配した左右一対のフレーム1bと1bを、一定の間隔を置いて設置することにより、架構1を構成している、また、各フレーム1bと1bの各上端面には、上面にワーク2a, 2bが載置される一対のワーク固定定盤3aと3bとがそれぞれ設置されている。各ワーク固定定盤3aと3bの上面はいずれも水平に保たれ、且つ固定定盤3aと3bとの間には、前後方向にスリット状に伸びる、所定間隔を有する隙間4が形成されている。そして、隙間4の下方には、ベースプレート1cと左右のフレーム1bと左右のワーク固定定盤3a, 3bとで囲まれる空間部1aが形成されている。30

【0018】

空間部1aには、ボビン状をなす摩擦搅拌接合用ツール5と、摩擦搅拌接合用ツール5を上端部に備える垂直方向に伸びる主軸6と、主軸6を介して摩擦搅拌接合用ツール5を回転させる主軸回転駆動装置7とを備える接合装置本体8が収納されている。また、ベースプレート1cの左右（ベースプレート1cの幅方向）両側部にそれぞれ設けられたリニアガイドレール27には、接合装置本体8の左右両側面にそれぞれ設けられたリニアガイドブロック26が係合されている。そして、リニアガイドブロック26とリニアガイドレール27とからなるリニアガイド機構9により、接合装置本体8が、摩擦搅拌接合用ツール5を隙間4より上方へ突出させた状態でベースプレート1cの長手方向となる前後方向に移動可能となっている。40

【0019】

更に、空間部1aには移動装置10が設けられている。この移動装置10は、ベースプレート1cの前後方向における一端側の上面に設置したエンドレスワインチ29と、エンドレスワインチ29のドラム29aの下方に設置したシープ30と、ベースプレート1cの前後方向における他端側の上面に設置したシープブロック28と、エンドレスワインチ50

29のドラム29aに巻き取られてシープ30とシープブロック28に巻き掛けられた索状物としてのワイヤロープ31とから構成されている。そして、ワイヤロープ31の両端を接合装置本体8の前後両端部に連結して、エンドレスワインチ29の回転によりワイヤロープ31を介して接合装置本体8を前後方向に移動させることにより、摩擦搅拌接合用ツール5が前記ワーク固定定盤3a, 3b間のスリット状の隙間4に沿って移動する。

【0020】

詳述すると、架構1を構成する左右の各フレーム1bの上端に載置して取り付けられている左右一対のワーク固定定盤3a, 3bは、それらの間に形成された隙間4の幅が、ベースプレート1cの長手方向と直交する幅方向において一定となるように平行に設けられている。また、左右のワーク固定定盤3a, 3bの間隔（隙間4の幅）は、隙間4に下方から挿通された摩擦搅拌接合用ツール5が、隙間4内を前後方向へ支障なく移動可能となるよう設定されている。

10

【0021】

ワーク固定定盤3a, 3bの上面には、接合しようとするワーク2aと2bがそれぞれ載置される。この場合、両ワーク2aと2bは、それらの接合側端面を隙間4の上方にて近接させるような位置で、ワーク固定定盤3a, 3b上に固定される。

【0022】

また、接合装置本体8は、架構1の長手方向に延びる矩形状の底面板8a上に、左右の各側壁8b, 8bを所定間隔を隔てて上下に立てて各側壁8b, 8bの下端を底面板8aに固定し、更に、底面板8aの長さと略同じ長さとすると共に底面板8aよりも幅の狭い天井壁8cを、左右の側壁8b, 8bの上端部内側に水平に取り付けた角筒形状のケースを形成している。この接合装置本体8は、空間部1a内に収納できる大きさを有する。また、図3に示すように、天井壁8cには、前後2個所に所定の大きさの開口部8dと8eが形成されている。

20

ケース内には、上下方向に延びる主軸6と、主軸6の上端とボビンツール5の軸部5bの下端との間に設けられた接合用ツール支持機構13（図6参照）と、主軸6の外周側に油冷室15を形成するための略円筒形状のケーシング16と、主軸6の上端部と下端部をケーシング16に回転自在に支持するための軸受け23, 24と、ボビンツール5の外周側を冷却する気体を噴出するための冷却用ノズル17と、ACサーボモータ等の主軸回転駆動装置7とを備える。

30

また、主軸6の上端には、略円筒状のツールホルダー12が同軸をなすよう取り付けられている。このツールホルダー12は、摩擦搅拌接合用ツールとして使用される、ショルダー間隔が固定式のボビンツール5の軸部5bを同軸をなすよう収容し、ボビンツール5にすべリキー11を介して動力を伝達する。

更に、主軸6の下端部と主軸回転駆動装置7の下向きの出力軸7aとは、ケースの底面板8aに設けた開口部より下方に突出している。また、ケースの底面板8aの下方には、主軸回転駆動機構14が設けられている。主軸回転駆動機構14は、主軸回転駆動装置7の出力軸7aに取り付けたVブーリ20と主軸6の下端部に取り付けたVブーリ21との間に、Vベルト22を掛け回し、主軸回転駆動装置7の駆動により主軸6を回転駆動させる。

40

更に、主軸6及びケーシング16の上端部は、ケースの天井壁8cの開口部8dに下方より嵌入され、主軸6の上端部に支持されているツールホルダー12及び摩擦搅拌接合用ツール5は、この開口部8dを介して天井壁8cの上方に突出している。また、主軸回転駆動装置7の上端部は、天井壁8cの開口部8eに嵌入されている。

これらの構成により、接合装置本体8が、その左右両側の側壁8bの上端部と下端部にそれぞれ設けたローラ循環式のリニアガイド機構9を介して、隙間4の長手方向（前後方向）に移動自在となっている。また、隙間4からワーク固定定盤3a, 3bの上方に突出するボビンツール5のプローブ5aを、ワーク固定定盤3a, 3bに固定された、図中二点鎖線で示すワーク2a, 2b間に位置させることにより、ワーク2a, 2bの摩擦搅拌接合が実施可能となる。

50

【0023】

ここで、ボビンツール5と主軸6との接合部位の構造を更に詳しく説明する。

ツールホルダー12の内周面には、図6に示すように、ツールホルダー12の上端に連通する所要長さのキー溝12aが上下に設けられている。またボビンツール5の基端側(下側)に位置する軸部5bの外周面には、ツールホルダー12のキー溝12aよりも短い長さのキー溝5cが上下に設けられ、このキー溝5c内に、すべりキー11が固定されている。そして、キー溝12aとすべりキー11とが嵌合するようにツールホルダー12の内部にボビンツール5の軸部5bを収容することにより、ワーク2a, 2bを摩擦搅拌接合する際の主軸6の回転力を、ツールホルダー12及びすべりキー11を介してボビンツール5に伝達することができる。また、すべりキー11の長さがキー溝12aよりも短いため、ボビンツール5がツールホルダー12の内側を上下に摺動することができる。10

また、主軸6の上端の中心部には、下方に延びる所定深さのばね支持用支柱固定穴6aが設けられている。固定穴6aの底部には、上方に向けて延びる円柱状のばね支持用支柱18が、固定穴6aと同軸をなすよう固定されている。ばね支持用支柱18の上端は固定穴6aの上端から上方に突出し、ばね支持用支柱18の周囲には、ボビンツール5を支持するための弾性体としてのばね19が、同心状に設置されている。また、ボビンツール5の軸部5bの下端面の中心部には、ばね支持用支柱18の上端部が挿入されるばね支持用支柱挿入穴5dが設けられている。挿入穴5dにはばね支持用支柱18の上端部が挿入されると共にばね19の上端にボビンツール5の軸部5bの下端面が当接され、その結果、主軸6の上端とボビンツール5の軸部5bの下端との間には、上下方向に隙間が形成される。そして、上記構成により、ボビンツール5を、その自重をばね19により吸収しつつ下方から支持する接合用ツール支持機構13が構成されている。接合用ツール支持機構13により、ワーク2a, 2bが上下方向(板厚方向)に変形していた場合でも、その変形に追従して、摩擦搅拌接合用ツールとしてのボビンツール5を、摩擦搅拌接合時にワーク2a, 2bより下方からスムースに昇降動作させることができる。20

【0024】

また、図3及び図5に示すように、ケーシング16の上端部には潤滑油を流入させる潤滑油入口16aが設けられ、ケーシング16の下端部に潤滑油を排出する潤滑油排出口16bが設けられている。また、ケーシング16内と主軸6との間には、円すいころ軸受けの如き軸受け23と、別種の軸受け24が設置された空間が、油冷室15として形成されている。そして、ベースプレート1c上に設置した潤滑油タンク25内の潤滑油を、図示してない油ポンプのような潤滑油循環装置により圧送して、ケーシング16上端部に設けた潤滑油入口16aから、主軸6上端部の軸受け23、主軸6外周側の油冷室15、主軸6下端部の軸受け24の順に、潤滑油を流通させることにより、各軸受け23, 24の潤滑と主軸6の冷却とが行われる。この潤滑油は、ケーシング16下端部に設けた潤滑油排出口16bを介して潤滑油タンク25に戻され、再び上記潤滑と冷却に使用される。また、図3及び図4に示すように、接合装置本体8の上部には、ボビンツール5を冷却するための複数の冷却用ノズル17が設置されている(図ではツールホルダー12の前後に合計3基の冷却用ノズル17が設置されている)。これらの冷却用ノズル17は、基端部に図示してない気体供給源が連結される所定の長さの蛇腹部17aと、蛇腹部17aの先端側に設けた気体噴出部17bとを備え、蛇腹部17aを屈曲させることにより気体噴出部17bをボビンツール5の外周側、すなわち、ツールホルダー12の外周側の任意の位置に向けた状態で、気体供給源からの気体、たとえば、空気を噴出し、ボビンツール5を冷却する。30

【0025】

リニアガイド機構9は、図3及び図5に示すように、接合装置本体8の両側部と架構1の左右のフレーム1bとの間の上端部と下端部にそれぞれ設けられて、接合装置本体8を前後方向に移動可能に支持している。このリニアガイド機構9は、接合装置本体8の側部に設けられたローラ循環式のリニアガイドブロック26と、架構1のフレーム1bの各リニアガイドブロック26に対応する位置に、フレーム1bの長手方向の全長に亘り前後に40

設けられた高剛性型のリニアガイドレール 27 を備えている。本実施形態の場合、接合装置本体 8 の両側部の上端部と下端部における前端側と後端側に、図示のような断面形状を有する合計 8 個のリニアガイドブロック 26 が設けられている。また、架構 1 のフレーム 1b の上端部と下端部の各リニアガイドブロック 26 に対応する位置に、図示のような断面形状を有するリニアガイドレール 27 が、片側 2 本ずつ合計 4 本設置されている。更に、個々のリニアガイドレール 27 には、それぞれ 2 個のリニアガイドブロック 26 が前後に配置されている。

図 5 に示すように、リニアガイドレール 27 の上面と下面には略 V 字形状の溝 27a が形成されている。また、リニアガイドブロック 26 には、溝 27a に嵌合する突出部 26a が設けられ、リニアガイドブロック 26 の突出部 26a の斜面には、上記略 V 字形状の溝 27a の斜面に当接する複数の転動体としての図示してない円柱状のころが、接合装置本体 8 の移動方向（リニアガイドレール 27 の延設方向）に垂直な軸回りに回転可能にそれぞれ設けられている。

上記構成を有するリニアガイドブロック 26 を備えることにより、摩擦攪拌接合時にベース 1 の幅方向に生じる大きな接合反力を、接合装置本体 8 の両側のリニアガイドブロック 26 を介して架構 1 に受けさせることが可能となっている。

【 0026 】

移動装置 10 は、接合装置本体 8 を架構 1 の内部でリニアガイドレール 27 に沿って移動させることにより主軸 6 を水平移動させる。この移動装置 10 は、前記したように、架構 1 のベースプレート 1c の長手方向一端側の上面に設置された A C サーボモータのような駆動装置により駆動されるエンドレスワインチ 29 と、ベースプレート 1c の長手方向の他端側の上面に設置された、上下 2 段にシープ 28a を配設してなるシープブロック 28 と、エンドレスワインチ 29 のドラム 29a の下方に設置されたシープ 30 と、エンドレスワインチ 29 のドラム 29a に巻かれているワイヤロープ 31 とからなる。

エンドレスワインチ 29 のドラム 29a に巻かれているワイヤロープ 31 の一端は、図 3 及び図 4 に示すように、接合装置本体 8 の移動方向の一端側の天井壁 8c の上面に上下方向に回転自在に取り付けられた、連結具としてのアイプレート 8f に連結されている。また、エンドレスワインチ 29 のドラム 29a に巻かれているワイヤロープ 31 の他端は、図 2 に示すように、シープ 30 に掛けられてから、シープブロック 28 の下側のシープ 28a から上側の 28a の順に掛けられ、更に、図 3 及び図 4 に示すように、接合装置本体 8 の移動方向他端側の天井壁 8c 上面に上下方向に回動自在に取り付けられた、連結具としてのアイプレート 8g に連結されている。これにより、ワイヤロープ 31 は、シープブロック 28 とエンドレスワインチ 29 との間に、いわば無端状に掛け渡されている。

エンドレスワインチ 29 のドラム 29a を一方向に回転させて、図 2 において、ワイヤロープ 31 を反時計方向に移動させると、接合装置本体 8 の主軸 6 は、図 1 において、エンドレスワインチ 29 側に移動する。逆に、エンドレスワインチ 29 のドラム 29a を上記と反対方向に回転させて、図 2 において、ワイヤを時計方向に移動させると、接合装置本体 8 の主軸 6 は、図 1 において、シープブロック 28 側へ移動する。そして、ボビンツール 5 のプローブ 5a を、ワーク固定定盤 3a, 3b に固定されたワーク 2a, 2b 間に位置させ、この状態で、主軸 6 を主軸回転駆動装置 7 の駆動で回転させて、摩擦攪拌接合用ツールであるボビンツール 5 を回転させることにより、ワーク 2a, 2b の接合部を下方から摩擦攪拌接合可能となる。

【 0027 】

なお、図中 32 は接合装置本体 8 の移動経路の両端部に設けられた、接合装置本体オーバーラン防止用のダンパー、33 はツールホルダ 12 の上端部に取り付けられた、ボビンツール 5 の抜け出し防止用のカバーである。

【 0028 】

上記構成を有する本発明の摩擦攪拌接合装置を用いて、たとえば、厚板（18mm 以上）のアルミ材の摩擦攪拌接合を行う場合、まず、接合装置本体 8 を、図 1、図 2 に示すように、架構 1 内の長手方向一端であるシープブロック 28 側の端部に移動させた状態にし

10

20

30

40

50

て待機させる。次いで、架構 1 の左右のワーク固定定盤 3 a と 3 b 上に、それぞれワーク 2 a と 2 b を載置させて、ワーク 2 a と 2 b の接合線を、各々図示していない位置決め治具を用いて隙間 4 の中心に合わせる。各ワーク固定定盤 3 a , 3 b の上面に載置されたワーク 2 a , 2 b の接合線が隙間 4 の中心と一致したら、各ワーク 2 a と 2 b を、ワーク固定定盤 3 a と 3 b に、図示していないワーク固定治具により固定する。その後、上記接合線を覆うように、ワーク 2 a , 2 b の全長に亘る長さの図示していない溝形鋼のような飛散防止用治具をワーク 2 a , 2 b 上に設置して、ボビンツール 5 の損傷による飛散を防止する。この際、ワーク 2 a , 2 b が架構 1 のワーク固定定盤 3 a , 3 b の上面より幅方向に大幅にはみ出してしまうほど大きい場合には、架構 1 の幅方向両側に、ワーク 2 a , 2 b を支持する図示していないワーク支持台を設け、これらのワーク支持台に、ワーク 2 a , 2 b のうち架構 1 からはみ出す部分を支持させると共に、図示していないワーク固定治具による固定を行う。10

上記のようにして、ワーク 2 a , 2 b がワーク固定定盤 3 a , 3 b 上に固定されると、次に、移動装置 10 を構成するエンドレスワインチ 29 を駆動してワイヤロープ 31 を介し接合装置本体 8 を牽引させ、主軸 6 と共にボビンツール 5 を図 1 に示す位置よりエンドレスワインチ 29 側へ移動させる。この場合、主軸 6 をワーク 2 a , 2 b の接合開始位置の直前まで移動させた後、隙間 4 の間から上向きに突出するボビンツール 5 のプローブ 5 a がワーク 2 a , 2 b の端面に掛かる（当接する）まで主軸 6 を微速で移動させ、ボビンツール 5 のプローブ 5 a がワーク 2 a , 2 b の端面に掛かった段階で主軸 6 を主軸回転駆動装置 7 により回転させる。また、主軸 6 の回転に連動させて、図示していない潤滑油循環装置による主軸 6 外周側の各軸受け 23 , 24 及び油冷室 15 への潤滑油の循環と、冷却用ノズル 17 からの気体、たとえば、空気の噴出を開始する。この際、ボビンツール 5 のプローブ 5 a がワーク 2 a , 2 b に容易に掛かるように、ワーク 2 a , 2 b の接合開始位置となるワーク 2 a , 2 b の接合側の一端（シープロック 28 側の端）に切り欠きを設けることが好ましい。20

次に、主軸回転駆動装置 7 により主軸 6 を回転させてから所要時間経過した後、エンドレスワインチ 29 の駆動でワイヤロープ 31 を介して接合装置本体 8 をエンドレスワインチ 29 側へ牽引する移動を再開させて、ワーク 2 a , 2 b 間の接合線の一端から、接合終了位置となるワーク接合線の他端（エンドレスワインチ 29 側の端）までワーク 2 a , 2 b の摩擦搅拌接合を行う。30

【 0 0 2 9 】

次いで、接合終了位置までワーク 2 a , 2 b の接合が完了していることを確認し、接合装置本体 8 の主軸 6 の移動を停止させる。しかる後、主軸 6 の回転を停止させて、ワーク 2 a , 2 b 周辺の温度が下がったことを確認した後、各ワーク 2 a , 2 b の図示していないワーク固定治具による固定を解除し、接合したワーク 2 a , 2 b の回収を行い、摩擦搅拌接合を終了する。

【 0 0 3 0 】

このように、本発明の摩擦搅拌接合装置では、中空構造の架構 1 上に、摩擦搅拌接合の対象となるワーク 2 a , 2 b を載置するための 2 個 1 組のワーク固定定盤 3 a , 3 b を、ワーク固定定盤 3 a , 3 b 同士の間にワーク 2 a , 2 b 間の接合線に沿って延びる隙間 4 を形成するように設置している。また、隙間 4 の下方の空間部 1 a に、隙間 4 からプローブ 5 a を上方に突出させる摩擦搅拌接合用ツールとしてのボビンツール 5 と、ボビンツール 5 を上端部に取り付ける主軸 6 と、主軸 6 を回動させる主軸回転駆動装置 7 とを備える接合装置本体 8 を、接合装置本体 8 の左右両側の上端部と下端部に設けたローラ循環式のリニアガイド機構 9 を介して隙間 4 の長手方向に移動自在に取り付けている。そのため、摩擦搅拌接合時に生じる接合反力が大きい場合、たとえば、高速で行う薄板（たとえば、アルミ材で 18 mm 未満）同士の摩擦搅拌接合や、厚板（たとえば、アルミ材で 18 mm 以上）同士の摩擦搅拌接合に際して、接合反力が 1 t を超える場合などであったとしても、その大きな接合反力を十分に受けることができる。よって、ワーク 2 a , 2 b の摩擦搅拌接合を正常に行うことができる。40

また、架構 1 上のワーク固定定盤 3 a , 3 b に載置したワーク 2 a , 2 b を、ワーク固定定盤 3 a , 3 b 同士の間に形成した隙間 4 を介して下方から上向きに突出させたボビンツール 5 を回転させて摩擦搅拌接合するので、ワーク 2 a , 2 b の幅寸法がワーク固定定盤 3 a , 3 b の幅寸法よりも大きくて、ワーク 2 a , 2 b の摩擦搅拌接合を行うことができる。この際、ワーク 2 a , 2 b の大きさ（幅寸法）に対応させて、摩擦搅拌装置を大型化する必要もないので、摩擦搅拌装置の小型化を図ることができる。

【 0 0 3 1 】

また、摩擦搅拌接合用ツールとしてのボビンツール 5 の下端と主軸 6 上端との間に、弾性体としてのばね 19 を設置してあるので、ボビンツール 5 の自重をばね 19 に支持させた状態で、ボビンツール 5 を上下動させることができる。そのため、ワーク 2 a , 2 b が上下方向（板厚方向）に変形していたとしても、その変形に追従してボビンツール 5 をスムースに昇降動作させることができる。

【 0 0 3 2 】

更に、摩擦接合装置本体 8 に、主軸 6 の外周側に油冷室 15 を形成するためのケーシング 16 を軸受け 23 , 24 を介して設け、各軸受け 23 , 24 と油冷室 15 に潤滑油を循環させるようにしたので、潤滑油により各軸受け 23 , 24 の潤滑と主軸 6 の冷却とを行うことができる。

【 0 0 3 3 】

更にまた、接合装置本体 8 に、基端部に図示していない気体供給源が連結される蛇腹部 17 a と蛇腹部 17 a の先端側に設けた気体噴出部 17 b とを備え、ボビンツール 5 の外周側を冷却する気体の噴出方向を変更可能にした冷却用ノズル 17 を設置したので、気体噴出部 17 b をボビンツール 5 の外周側、すなわち、ツールホルダー 12 の外周側の任意の位置に向けた状態で、気体供給源からの気体、たとえば、空気を噴出させ、ボビンツール 5 を有効に冷却することができる。

【 0 0 3 4 】

また、摩擦搅拌接合用ツールとしてボビンツール 5 を使用しているので、摩擦搅拌接合用ツールを上下動させてワーク 2 a , 2 b に押付力を加えるための変位駆動手段の設置を省略することができる。よって、摩擦搅拌接合装置の構造の簡素化、コンパクト化を図ることができる。

【 0 0 3 5 】

更に、移動装置 10 は、前記したように、AC サーボモータの如き駆動装置で駆動されるエンドレスワインチ 29 と、エンドレスワインチのドラム 29 a に巻かれて両端を接合装置本体 8 の移動方向両端部に連結した索状物としてのワイヤロープ 31 とを備えてなるので、接合装置本体 8 の長距離搬送（例えば、10 m 以上の搬送）を行うことができる。よって、ワーク 2 a , 2 b の長さが例えば 10 m 以上であったとしても、摩擦搅拌接合を行うことができる。また、接合装置本体 8 を移動させる駆動手段としてエンドレスワインチ 29 を用いるようにしてあるので、ラックピニオン機構を用いて接合装置本体 8 を移動させるようにする場合に比して、ラックを敷設する必要はなく、メンテナンスの面で有利である。更に、エンドレスワインチ 29 を用いる場合は、接合装置本体 8 を送りねじ駆動やラックピニオン機構を用いて移動させる場合に比してコスト面でも有利である。

【 0 0 3 6 】

なお、上記実施の形態では、リニアガイド機構 9 をローラ循環式とした場合について説明したが、厚板などの摩擦搅拌接合時に生じる大きな反力を受けられれば他のタイプのリニアガイド機構でもよい。また、上記実施の形態では、接合装置本体 8 の両側部の上端部と下端部における前端側と後端側に、合計 8 個のリニアガイドブロック 26 を設け、架構 1 のフレーム 1 b の上端部と下端部の各リニアガイドブロック 26 に対応する位置に、片側 2 本ずつ合計 4 本のリニアガイドレール 27 を設置したが、接合装置本体 8 に対するリニアガイドブロック 26 の設置位置及び個数、並びにリニアガイドレール 27 の本数は、上記した大きな反力を受けられれば、特に限定されない。更に、上記実施の形態では、個々のリニアガイドレール 27 に、それぞれ 2 個のリニアガイドブロック 26 が前後に配置

10

20

30

40

50

されているが、1本のリニアガイドレール27に対し配置されるリニアガイドブロック26の個数も、上記した大きな反力を受けられれば、特に限定されない。

但し、上記実施形態の構造において、大きな反力を受けることが可能であるという本願の目的とする効果を得るために、リニアガイド機構9が、架構1に平行に設置した複数本のリニアガイドレール27を備え、1本のリニアガイドレール27あたり複数個のリニアガイドブロック26を介して、接合装置本体8を支持していることが好ましい。

【0037】

また、上記実施の形態では、主軸回転駆動装置7にACサーボモータを適用した場合について説明したが、回転数、トルク特性などの条件が合えばインバータモータなどを適用してもよく、主軸回転駆動装置7から主軸6への回転伝達は、Vブーリー以外の歯車やチェーンによる回転伝達でもよい。

【0038】

更に、接合装置本体8を移動させる移動装置10にエンドレスワインチ29を適用した場合は、前記したように有利であるが、本発明は、エンドレスワインチ29を用いる場合のみに限定されるものではなく、接合装置本体8を隙間4の長手方向に移動させることができれば、チェーン駆動や送りねじ駆動により移動させること、ラックピニオン機構により移動させるようにすることも含む。あるいは、ラックに代えてチェーンを前後に敷設固定し、このチェーンに、接合装置本体8が連結されたピニオンを嵌合させて、このピニオンの回転により接合装置本体8を移動させてもよい。

【0039】

更にまた、上記実施の形態では、摩擦搅拌接合用ツールにボビンツール5を適用した場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、従来の摩擦搅拌接合装置と同様に、摩擦搅拌接合用ツールをワーク2a, 2bに押し付ける機構を設けて、ショルダーを一つしか持たない摩擦搅拌接合用ツールを主軸6の上端部に取り付けてもよい。また、上記実施の形態では、摩擦搅拌接合用ツール5の自重を吸収するばね19を設けた場合を示したが、ツール自重が重くない場合には、ツールの自重を吸収するばね19を省略するようにしてもよい。また、その他本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0040】

本発明の摩擦搅拌接合装置によれば、ワークのサイズ及び接合反力が大きくても摩擦搅拌接合を行うことができる。

【符号の説明】

【0041】

1 架構、2a, 2b ワーク、3a, 3b ワーク固定定盤、4 隙間、5 ボビンツール(摩擦搅拌接合用ツール)、6 主軸、7 主軸回転駆動装置、8 接合装置本体、9 リニアガイド機構、10 移動装置、15 油冷室、16 ケーシング、17 冷却用ノズル、19 ばね(弹性体)、23, 24 軸受け、26 リニアガイドブロック、27 リニアガイドレール、29 エンドレスワインチ、31 ワイヤロープ(索状物)

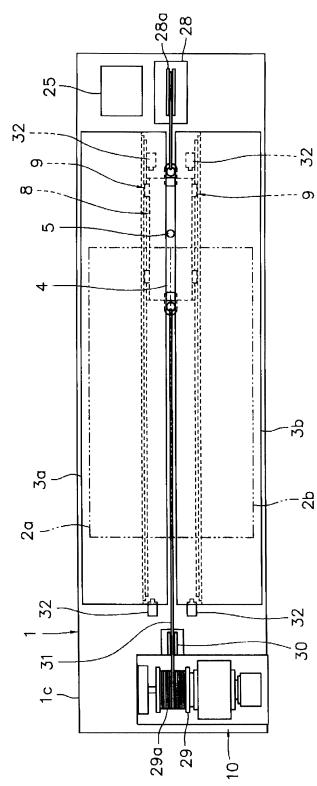
10

20

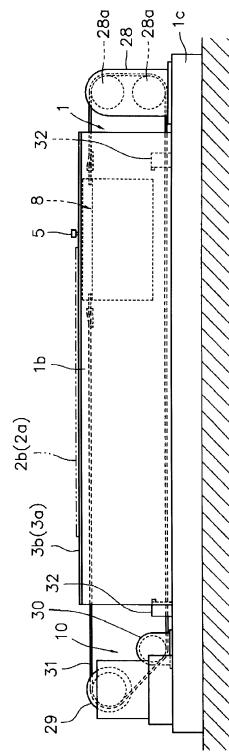
30

40

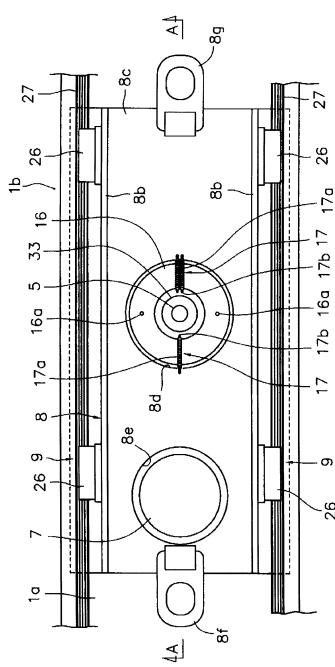
【図1】



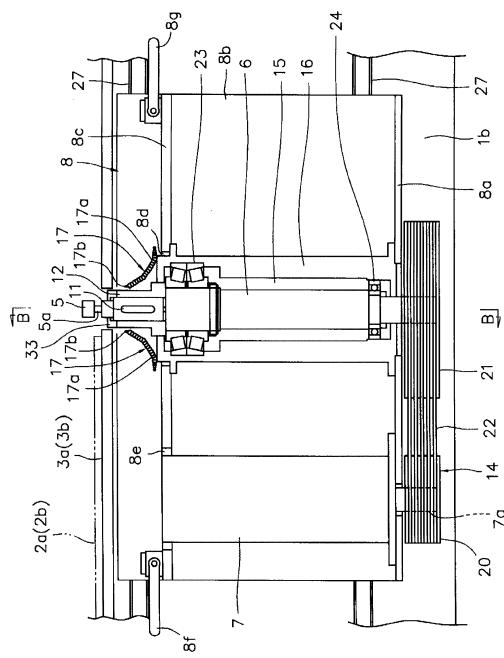
【図2】



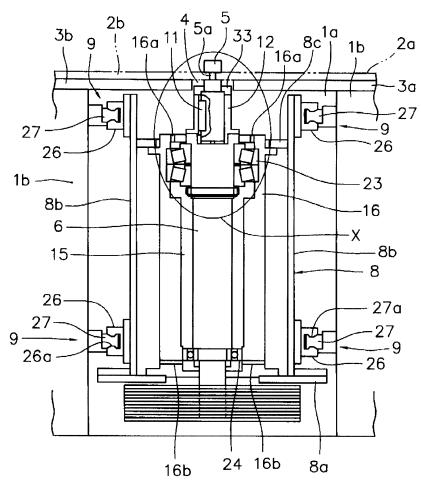
【図3】



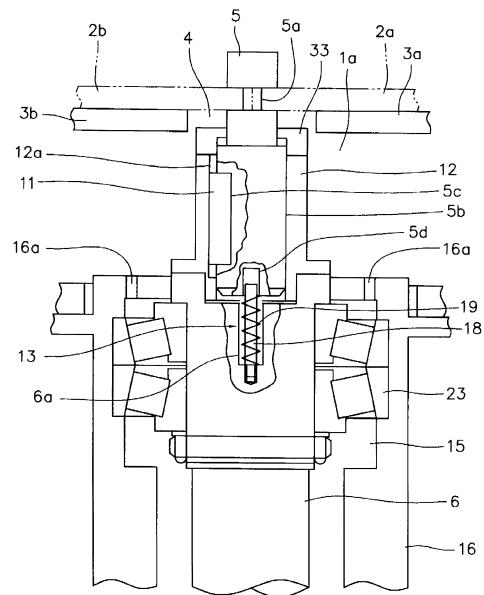
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 坂元 理絵
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 金山 維史
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

(72)発明者 山中 聰
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社IHI内

合議体

審判長 西村 泰英
審判官 平岩 正一
審判官 刈間 宏信

(56)参考文献 特開2007-876 (JP, A)
特開2000-61658 (JP, A)
実開平3-59518 (JP, U)
実開昭63-107547 (JP, U)
特開2005-74451 (JP, A)
特開2007-84067 (JP, A)
特開平11-33751 (JP, A)
国際公開第2006/081819 (WO, A1)
国際公開第2009/056759 (WO, A2)
特開2004-243375 (JP, A)
特開2004-216435 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23K 20/00-20/26