

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601210号
(P5601210)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl.

B23K 20/12 (2006.01)

F1

B23K 20/12 310

B23K 20/12 344

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-5863 (P2011-5863)	(73) 特許権者	00002082
(22) 出願日	平成23年1月14日 (2011.1.14)		スズキ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-143808 (P2012-143808A)		静岡県浜松市南区高塚町300番地
(43) 公開日	平成24年8月2日 (2012.8.2)	(74) 代理人	110001380
審査請求日	平成25年9月17日 (2013.9.17)		特許業務法人東京国際特許事務所
		(74) 代理人	100078765
			弁理士 波多野 久
		(74) 代理人	100078802
			弁理士 関口 俊三
		(74) 代理人	100130731
			弁理士 河村 修
		(74) 代理人	100150957
			弁理士 松長 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接合方法および接合用工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが非平坦形状部と前記非平坦形状部に接続する突合せ面とを有する一对の被接合部材を準備し、

前記非平坦形状部および前記突合せ面に連続する面を有して前記被接合部材から突出する延長部をそれぞれの前記被接合部材に設け、

前記突合せ面を互いに接して前記非平坦形状部に接合線を形成するよう前記被接合部材を保持し、

略円柱形状のショルダ部と前記ショルダ部の先端面から突出する突起とを備える接合用工具を回転しつつ前記突起が前記接合線上に位置するよう前記ショルダ部を前記被接合部材に押し付け、

回転する前記接合用工具を前記延長部に到達するまで前記接合線に沿って移動し、前記接合用工具が前記延長部に到達した後、さらに強い力で前記接合用工具を前記延長部に押し付けて前記被接合部材から前記延長部を分断することを特徴とする接合方法。

【請求項2】

前記ショルダ部は、前記先端面を有する略円柱形状の第一ショルダ部と、前記第一ショルダ部の基端部に位置して前記先端面よりも大きい直径を有する略円柱形状の第二ショルダ部と、を備え、

前記接合用工具が前記延長部に到達するまでは前記非平坦形状部から前記第二ショルダ部を離間し、

前記接合用工具が前記延長部に到達した後、さらに強い力で前記接合用工具を前記延長部に押し付けて前記被接合部材と前記延長部との境界部分に前記第二ショルダ部を押し付けることを特徴とする請求項 1 に記載の接合方法。

【請求項 3】

前記第二ショルダ部の直径は、前記一对の被接合部材を付き合わせた状態における前記延長部の突出幅の 1.75 倍以上であることを特徴とする請求項 2 に記載の接合方法。

【請求項 4】

前記一对の被接合部材を付き合わせた状態における前記延長部の突出幅は、前記先端面の直径の 1.2 倍以上であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の接合方法。

10

【請求項 5】

一对の被接合部材および接合終端部となる延長部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌接合用の接合用工具において、

被接合部材に押し付ける先端面を有する略円柱形状の第一ショルダ部と、

前記第一ショルダ部の先端面から突出し前記被接合部材の突合せ面に押し入る突起と、

前記第一ショルダ部の基端部に位置して前記先端面よりも大きい直径を有するとともに、

接合終端部に到達するまでは前記被接合部材から離間し、接合終端部に到達すると前記第一ショルダ部を前記被接合部材に押し付けるよりもさらに強い力を加えることで前記被接合部材と前記延長部との境界部分に接して前記被接合部材から前記延長部を分断する前記第二ショルダ部と、を備えることを特徴とする接合用工具。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、接合方法および接合用工具に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、金属製の被接合部材を接合する接合方法である溶接やろう接に代わり、新しい接合方法として摩擦攪拌接合の開発、実用化が進められている。

【0003】

摩擦攪拌接合は固相接合であり、溶接（熔融接合）やろう接（液相 - 固相反応接合）よりも低温で被接合部材の接合ができるため、被接合部材の接合時の熱変形が小さく、接合部の金属の状態変化によるガス欠陥や凝固割れ等による接合不良が少ないなどの利点がある。

30

【0004】

この摩擦攪拌接合は、ツールと呼ばれる円柱形状の接合用工具を準備し、高速で回転する接合用工具を被接合部材の接合部に押し付け、接合用工具と被接合部材（より詳しくは接合部）との間に生じる摩擦熱を利用して接合部の塑性流動を促し接合を行う接合方法である。接合用工具は、外径の大きい一様な円柱状のショルダ部と、ショルダ部の先端面から突出するプローブと呼ばれる外径の小さい突起と、を備える。ショルダ部および突起は、略同軸線上に位置する。接合を行う際、接合用工具は、ショルダ部の先端面を被接合部材に押し付けるとともにプローブを被接合部材中に押し入れ、被接合部材間の突合せ面に沿って移動する。被接合部材は、接合用工具との摩擦熱によって軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動して接合する。

40

【0005】

ところで、摩擦攪拌接合は、接合用工具を被接合部材に比較的大きな力（以下、「ツール荷重」という。）で押し付ける接合方法である。例えば、いわゆる 6000 系アルミニウム合金（Al - Mg - Si 系合金）の場合、ツール荷重は、約 3 kN から約 10 kN にもなる。

【0006】

摩擦攪拌接合は、このツール荷重を被接合部材に負荷する必要性や、接合用工具の形状

50

に起因して、被接合部材の縁部に位置する曲面形状や角形状などの複雑な形状部分、すなわち非平坦形状となる継手部を接合することが困難であるという課題がある。また、摩擦攪拌接合は、接合終端部にプローブの引き抜き痕が残るという課題がある。

【0007】

そこで、被接合部材（より詳しくは接合部）の端部にタブあるいは延長部を形成し、このタブあるいは延長部を接合始端部または接合終端部として摩擦攪拌接合を行い、この後に別の工作機械を使用してタブあるいは延長部を切除することによって、非平坦形状を有する被接合部材の継手部を接合可能にするとともにプローブの引き抜き痕を残すことのない接合方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）。 10

【0008】

一方、摩擦攪拌接合は、接合用工具が被接合部材の接合部を通過した後、接合部の表面にバリを生じることがある。このバリは、接合部の表面が滑らかであることを要する用途（例えば、接合部の表面を合わせ面とする組立品用途）や外観の美観を要する用途（例えば、意匠面とする用途）では不要になる。そこで、ツールに回転一体な切刃を備える接合用工具を用い、被接合部材の摩擦攪拌接合に並行して接合部の表面からバリを除去可能な摩擦攪拌接合方法が知られている（例えば、特許文献1および2参照。）。 10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平10-71477号公報 20

【特許文献2】特開2003-126973号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

被接合部材のタブあるいは延長部を接合始端部または接合終端部として摩擦攪拌接合を行う従来の接合方法は、接合の後に別の工作機械を使用してタブあるいは延長部を切除する必要がある。このように接合の後に別の工作機械を使用してタブあるいは延長部を切除する必要がある従来の接合方法は、タブあるいは延長部を切除するために、例えば、接合を行う装置から切削を行う工作機械へ段取り替えを要するなど、タブあるいは延長部を切除する工程を必要としない場合に比べて追加的な時間と労力とを要し、接合品のコストを押し上げる。 30

【0011】

他方、ツールに回転一体な切刃を備える接合用工具を用い被接合部材の摩擦攪拌接合に並行して接合部の表面からバリを除去可能な摩擦攪拌接合方法は、滑らかな接合部を得ることができるものの、被接合部材のタブあるいは延長部を接合始端部または接合終端部として摩擦攪拌接合を行う場合においてタブあるいは延長部を当該切刃で切除することまでは考慮していない。また、この摩擦攪拌接合方法は、切刃でバリを切削して切除するので、被接合部材あるいは接合品、接合用工具および摩擦攪拌接合装置に切り粉が付着してしまい、切り粉を除去するために清掃などの追加的な時間と労力とを要し、接合品のコストをさらに押し上げる。 40

【0012】

そこで、本発明は、摩擦攪拌装置から他の工作機械へ段取り替えを行うなどの追加的な時間と労力とを要することなく非平坦形状を有する被接合部材の継手部を接合可能にするとともにプローブの引き抜き痕を残すことのない接合方法および接合用工具を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記の課題を解決するため本発明に係る接合方法は、それぞれが非平坦形状部と前記非平坦形状部に接続する突合せ面とを有する一对の被接合部材を準備し、前記非平坦形状部および前記突合せ面に連続する面を有して前記被接合部材から突出する延長部をそれぞれの前記被接合部材に設け、前記突合せ面を互いに接して前記非平坦形状部に接合線を形成 50

するよう前記被接合部材を保持し、略円柱形状のショルダ部と前記ショルダ部の先端面から突出する突起とを備える接合用工具を回転しつつ前記突起が前記接合線上に位置するよう前記ショルダ部を前記被接合部材に押し付け、回転する前記接合用工具を前記延長部に到達するまで前記接合線に沿って移動し、前記接合用工具が前記延長部に到達した後、さらに強い力で前記接合用工具を前記延長部に押し付けて前記被接合部材から前記延長部を分断することを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る接合用工具は、摩擦攪拌接合用の接合用工具において、略円柱形状の第一ショルダ部と、前記第一ショルダ部の先端面から突出する突起と、前記第一ショルダ部の基端部に位置して前記先端面よりも大きい直径を有する略円柱形状の第二ショルダ部と、を備えることを特徴とする。

10

【0015】

さらに、本発明に係る接合用工具は、一对の被接合部材および接合終端部となる延長部を摩擦攪拌接合する摩擦攪拌接合用の接合用工具において、被接合部材に押し付ける先端面を有する略円柱形状の第一ショルダ部と、前記第一ショルダ部の先端面から突出し前記被接合部材の突合せ面に押し入る突起と、前記第一ショルダ部の基端部に位置して前記先端面よりも大きい直径を有するとともに、接合終端部に到達するまでは前記被接合部材から離間し、接合終端部に到達すると前記第一ショルダ部を前記被接合部材に押し付けるよりもさらに強い力を加えることで前記被接合部材と前記延長部との境界部分に接して前記被接合部材から前記延長部を分断する前記第二ショルダ部と、を備える。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、摩擦攪拌装置から他の工作機械へ段取り替えを行うなどの追加的な時間と労力を要することなく非平坦形状を有する被接合部材の継手部を接合可能にするるとともにプローブの引き抜き痕を残すことのない接合方法および接合用工具を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態に係る接合方法を示したフローチャート。

【図2】本発明の実施形態に係る接合方法を実施して接合する被接合部材の一例を示す斜視図。

30

【図3】本発明の実施形態に係る接合用工具を示す図。

【図4】本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す側面図。

【図5】本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す平面図。

【図6】本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す側面図。

【図7】本発明の実施形態に係る接合方法における延長部の分断の様子を示す側面図。

【図8】本発明の実施形態に係る接合方法による接合品から延長部を分断した箇所の外観検査結果を示した図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明に係る接合方法および接合用工具の実施の形態について、図1から図8を参照して説明する。

40

【0019】

図1は、本発明の実施形態に係る接合方法を示したフローチャートである。

【0020】

図1に示すように、本実施形態に係る接合方法は、被接合部材準備工程S1と、延長部準備工程S2と、突合せ工程S3と、摩擦攪拌接合工程S4と、延長部分断工程S5と、を備える。

【0021】

被接合部材準備工程S1は、それぞれが非平坦形状部と非平坦形状部に接続する突合せ面とを有する一对の被接合部材を準備する工程である。

50

【 0 0 2 2 】

延長部準備工程 S 2 は、被接合部材の非平坦形状部および突合せ面に連続する面を有して被接合部材から突出する延長部をそれぞれの被接合部材に設ける工程である。

【 0 0 2 3 】

突合せ工程 S 3 は、被接合部材の突合せ面を互いに接して非平坦形状部に接合線を形成するように被接合部材を保持する工程である。このとき、突合せ面に連続する延長部の面もそれぞれ互いに接する。

【 0 0 2 4 】

摩擦攪拌接合工程 S 4 は、接合用工具の押し付け開始工程 S 4 - 1 と、被接合部材の接合工程 S 4 - 2 と、を有する。接合用工具の押し付け開始工程 S 4 - 1 は、略円柱形状のショルダ部と、ショルダ部の先端面から突出する突起と、を備える接合用工具を回転しつつ突起が接合線上に位置するようにショルダ部を被接合部材に押し付ける工程である。被接合部材の接合工程 S 4 - 2 は、回転する接合用工具を延長部に到達するまで接合線に沿って移動する工程である。一对の被接合部材は、摩擦攪拌接合工程 S 4 において、接合用工具との摩擦熱によって突合せ面の近傍部（以下、「継手部」と呼ぶ。）を軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動して接合する。

【 0 0 2 5 】

延長部分断工程 S 5 は、接合用工具が延長部に到達した後、さらに強い力で接合用工具を延長部に押し付けて被接合部材から延長部を分断する工程である。

【 0 0 2 6 】

次に、被接合部材準備工程 S 1 において準備する被接合部材および延長部準備工程 S 2 において被接合部材に設ける延長部について説明する。

【 0 0 2 7 】

図 2 は、本発明の実施形態に係る接合方法を実施して接合する被接合部材の一例を示す斜視図である。

【 0 0 2 8 】

図 2 に示すように、本実施形態に係る接合方法を実施して接合する一对の被接合部材 2、3 は、それぞれが非平坦形状部 5 と、非平坦形状部 5 に接続する突合せ面 6 と、を有する。

【 0 0 2 9 】

被接合部材 2、3 は、アルミニウム合金、マグネシウム合金、銅合金、鉄鋼材料、マトリックス金属としてアルミニウム、マグネシウム、チタンおよびこれらの合金と強化材料として繊維や粒子を含む金属基複合材料など、摩擦攪拌接合が可能な材料で形成した部材である。被接合部材 2、3 は、同種材料であっても異種材料であっても良い。

【 0 0 3 0 】

非平坦形状部 5 は、被接合部材 2、3 の縁部に位置する角部分 2 a、3 a である。なお、非平坦形状部 5 は、角部分 2 a、3 a の他に曲面形状であってもよい。この場合、非平坦形状部 5 は、曲率半径 20 mm 以下の曲面形状を有する被接合部材 2、3 の縁部であることが好ましい。なお、被接合部材 2、3 は、非平坦形状部 5 に連続し、摩擦攪拌接合の実施に適した平坦面 2 b、3 b を有する。

【 0 0 3 1 】

突合せ面 6 は、突合せ工程 S 3 において被接合部材 2、3 を接すると非平坦形状部 5 に接合線 7 を形成する。接合線 7 の近傍部分は、摩擦攪拌接合工程 S 4 における摩擦攪拌接合によって被接合部材 2、3 を接合する継手部になる。突合せ面 6 は、継手部における欠陥の発生を抑制するために、極力隙間なく密着することが好ましい。

【 0 0 3 2 】

延長部 1 1、1 2 は、摩擦攪拌接合工程 S 4 において接合始端部または接合終端部になる。延長部 1 1、1 2 は、被接合部材 2、3 の非平坦形状部 5 および突合せ面 6 に連続する面を有し、被接合部材 2、3 から突出する。延長部 1 1、1 2 は、被接合部材 2、3 の平坦面 2 b、3 b に連続し、摩擦攪拌接合の実施に適した平坦面 1 1 a、1 2 a を有する

10

20

30

40

50

。延長部 1 1、1 2 は、被接合部材 2、3 の成形時に一体成形しても良いし、延長部 1 1、1 2 単体を独立に成形した後に延長部準備工程 S 2 において被接合部材 2、3 に溶接などの接合方法で固定しても良く、治具などを使用して被接合部材 2、3 に固定しても良い。

【 0 0 3 3 】

本実施形態に係る接合方法は、被接合部材 2、3 を摩擦攪拌接合工程 S 4 において、延長部 1 1、1 2 を接合始端部または接合終端部にすることによって非平坦形状部 5 の接合を可能とする。また、本実施形態に係る接合方法は、被接合部材 2、3 を接合した後、延長部分断工程 S 5 において被接合部材 2、3 から延長部 1 1、1 2 を分断することで接合用工具の引き抜き痕を除去することができる。

10

【 0 0 3 4 】

次に、摩擦攪拌接合工程 S 4 において使用する接合用工具について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、本発明の実施形態に係る接合用工具を示す図である。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、本発明の実施形態に係る接合用工具 2 1 は、摩擦攪拌接合装置（図示省略）で使用する摩擦攪拌接合用工具であり、略円柱形状のショルダ部 2 2 と、ショルダ部 2 2 の先端面 2 2 a から突出する突起 2 3 と、摩擦攪拌接合装置に接続する軸部 2 4 と、を備える。

【 0 0 3 7 】

ショルダ部 2 2 は、略円柱形状の第一ショルダ部 2 5 と、第一ショルダ部 2 5 の基端面 2 5 a に位置して先端面 2 2 a（すなわち、第一ショルダ部 2 5 の先端面 2 5 b）よりも大きい直径を有する略円柱形状の第二ショルダ部 2 6 と、を備える。

20

【 0 0 3 8 】

第一ショルダ部 2 5 は、先端面 2 5 b から略一様な直径を有する扁平な円柱形状を有する。第一ショルダ部 2 5 は、摩擦攪拌接合工程 S 4 において回転する先端面 2 5 b を被接合部材 2、3 の継手部分に押し付け、被接合部材 2、3 を摩擦熱によって軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動を促す。

【 0 0 3 9 】

第二ショルダ部 2 6 は、先端面 2 6 a が最大径となり基端側へ向かうほど縮径する扁平な円錐台形状を有する。第二ショルダ部 2 6 は、摩擦攪拌接合工程 S 4 において、接合終端部に到達するまでは被接合部材 2、3 から離間し、接合終端部に到達すると延長部分断工程 S 5 において、第一ショルダ部 2 5 を被接合部材 2、3 に押し付けるよりもさらに強い力を加えることで被接合部材 2、3 と延長部 1 1（または、延長部 1 2）との境界部分を摩擦熱によって軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動を促して被接合部材 2、3 から延長部 1 1（または、延長部 1 2）を分断する。

30

【 0 0 4 0 】

突起 2 3 は、プローブと呼ばれる部分であり、ショルダ部 2 2 の先端面 2 2 a（すなわち、先端面 2 5 b）から突出し、ねじ状の溝（図示省略）を有する。突起 2 3 は、摩擦攪拌接合工程 S 4 において回転しながら被接合部材 2、3 の突合せ面 6 に押し入り、被接合部材 2、3 を摩擦熱によって軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動を促す。

40

【 0 0 4 1 】

次に、摩擦攪拌接合工程 S 4 における摩擦攪拌接合について説明する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は、本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す側面図である。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、本実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合工程 S 4 は、まず、接合用工具 2 1 の押し付け開始工程 S 4 - 1 において、被接合部材 2、3 あるいは延長部 1 1、1 2 から離間した位置で接合用工具 2 1 の回転を開始し、回転する接合用工具 2

50

1を接合始端部となる延長部11に押し付け、突起23を突合せ面6に押し入れ、第一ショルダ部25の先端面25bを被接合部材2、3の継手部分に押し付ける工程である。このとき、第二ショルダ部26の先端面26aは被接合部材2、3の平坦面2b、3bから離間する。

【0044】

図5は、本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す平面図である。

【0045】

図6は、本発明の実施形態に係る接合方法における摩擦攪拌接合の様子を示す側面図である。

【0046】

図5および図6に示すように、摩擦攪拌接合工程S4は、摩擦攪拌接合装置を使用して被接合部材2、3を接合する工程であり、接合用工具21の押し付け開始工程S4-1の後、被接合部材2、3の接合工程S4-2において、接合終端部となる延長部12に到達するまで接合線7に沿って回転する接合用工具21を移動する(送る)工程である。被接合部材2、3は、接合用工具21との摩擦熱によって継手部を軟化しながらも固相を維持しつつ塑性流動して摩擦攪拌接合部分15を形成しつつ接合品16となる。

【0047】

このとき、接合用工具21は、接合品16と延長部12との境界線Pに第二ショルダ部26の先端面26aの縁が略重なるように延長部12内に進行する。

【0048】

なお、第二ショルダ部26の先端面26aの直径D2および第一ショルダ部25の回転軸線方向高さhは、接合用工具21の回転軸線と被接合部材2、3の平坦面2b、3bにおける法線との間になす前進角を考慮して、摩擦攪拌接合工程S4において、接合終端部に到達するまでは被接合部材2、3から離間し、延長部分断工程S5において、第一ショルダ部25を被接合部材2、3に押し付けるよりもさらに強い力を加えることで被接合部材2、3と延長部11(または、延長部12)との境界部分である境界線Pに接するよう設定する。

【0049】

また、延長部11、12を摩擦攪拌接合する際に、延長部12を挟んで接合用工具21に相対し、接合用工具21を押し付ける力(所謂ツール荷重)を受ける治具31を配置しても良い。この場合、治具31は、延長部分断工程S5を開始する以前に取り去る。

【0050】

次に、延長部分断工程S5について説明する。

【0051】

図7は、本発明の実施形態に係る接合方法における延長部の分断の様子を示す側面図である。

【0052】

図7に示すように、本実施形態に係る接合方法における延長部分断工程S5は、摩擦攪拌接合装置を使用して被接合部材2、3から延長部12を分断する工程であり、接合用工具21が延長部12に到達した後、さらに強い力で接合用工具21を延長部12に押し付けて被接合部材2、3から延長部12を分断する工程である。延長部分断工程S5は、摩擦攪拌接合工程S4を終了した後、接合用工具21の送り位置を維持したまま、接合用工具21を接合面に対して略垂直に下降し、第二ショルダ部26によって延長部12を分断する。延長部12は、第二ショルダ部26との摩擦熱によって軟化し、塑性流動しつつ塊状を保ったまま被接合部材2、3から分断する(図7中の破線矢)。このとき、摩擦攪拌接合によって接合終端部に残る突起23の引き抜き痕は、被接合部材2、3から延長部12とともに離れるので接合品16に残らない。接合用工具21の回転速度は、摩擦攪拌接合工程S4における摩擦攪拌接合時の回転速度と異なっても良い。また、摩擦攪拌接合工程S4から延長部分断工程S5を接合用工具21の回転を保ったまま連続して行って

10

20

30

40

50

も良いし、一旦、接合用工具 2 1 を延長部 1 2 から離して回転を停止しても良い。

【 0 0 5 3 】

また、延長部分断工程 S 5 は、延長部 1 2 の分断後あるいは分断前に、接合用工具 2 1 の送り位置を接合始端部まで戻して被接合部材 2、3 から延長部 1 1 を分断しても良い。

【 0 0 5 4 】

なお、延長部 1 2 を分断する際に、延長部 1 2 を挟んで接合用工具 2 1 に相対する切除用治具 3 2 を配置しても良い。切除用治具 3 2 は、被接合部材 2、3 と延長部 1 2 との境界線 P を基端にする楔形状を有し、接合用工具 2 1 の存する方向へ臨む斜面 3 2 a を有する。

【 0 0 5 5 】

次に、本実施形態に係る接合方法の具体例についてさらに詳述する。なお、各部の形状寸法は図 5 および図 6 による。

【 0 0 5 6 】

被接合部材 2、3 および延長部 1 1、1 2 は、アルミニウム合金 (J I S H 4 0 4 0 : A 6 0 6 1) を材料とし、機械加工による一体成形品である。被接合部材 2、3 は、非平坦形状部 5 として角部分 2 a、3 a を有する。

【 0 0 5 7 】

延長部 1 1、1 2 は、被接合部材 2、3 を付き合わせた状態における突出幅 W を約 1 1 mm から約 2 5 mm、突出長さ L を約 4 0 mm、板厚 T を約 2 0 mm の形状を有する。延長部 1 1、1 2 を摩擦攪拌接合する際に、接合用工具 2 1 を押し付ける力を受ける治具 3 1 を配置した。

【 0 0 5 8 】

接合用工具 2 1 は、合金工具鋼鋼材 (J I S G 4 4 0 4 : S K D 6 1) を材料とし、突起 2 3 の直径を約 6 mm、突起 2 3 の突出長さを約 6 mm、第一ショルダ部 2 5 の先端面 2 5 b の直径 D 1 を約 1 0 mm、第二ショルダ部 2 6 の先端面 2 6 a の直径 D 2 を約 3 0 mm から約 4 0 mm の形状を有する。他に接合用工具 2 1 は、突起 2 3 の直径を約 6 mm、突起 2 3 の突出長さを約 6 mm、第一ショルダ部 2 5 の先端面 2 5 b の直径 D 1 を約 1 4 mm、第二ショルダ部 2 6 の先端面 2 6 a の直径 D 2 を約 3 0 mm から約 6 5 mm の形状を有するものも使用した。

【 0 0 5 9 】

また、延長部分断工程 S 5 における接合用工具 2 1 の使用条件は、回転速度約 8 0 0 r p m、送り速度約 1 5 0 mm / 分である。

【 0 0 6 0 】

図 8 は、本発明の実施形態に係る接合方法による接合品から延長部を分断した箇所の外観検査結果を示した図である。

【 0 0 6 1 】

図 8 に示すように、接合品 1 6 から延長部 1 1 または延長部 1 2 を分断した箇所である分断面は、第二ショルダ部 2 6 の直径 D 2 が延長部 1 1、1 2 の突出幅 W の 1 . 7 5 倍以上となる条件において、ほぼバリのない良好な外観を得る。

【 0 0 6 2 】

なお、延長部 1 1、1 2 は、延長部 1 1、1 2 の突出幅 W が第一ショルダ部 2 5 の先端面 2 5 b の直径 D 1 の 1 . 2 倍以上となる条件において、摩擦攪拌接合工程 S 4 時に延長部 1 1、1 2 を良好に接合することが可能であり、これを下回ると摩擦攪拌接合中に延長部 1 1、1 2 が離れてしまい良好な接合を得ることが難しくなる。

【 0 0 6 3 】

また、延長部 1 2 を分断する際に、切除用治具 3 2 を配置することで被接合部材 2、3 と延長部 1 2 との分断面における破断面の発生領域が減少し、良好な分断面が得られることも分かった。

【 0 0 6 4 】

本実施形態に係る接合方法は、被接合部材 2、3 の摩擦攪拌接合および延長部 1 1、1

10

20

30

40

50

2の分断を、摩擦攪拌接合装置で行う一連の工程として実施することができる。より具体的には、本実施形態に係る接合方法は、接合用工具21の第一ショルダ部25および突起23によって被接合部材2、3を摩擦攪拌接合し、この後、接合用工具21の第二ショルダ部26によって被接合部材2、3から延長部11、12を分断することによって、摩擦攪拌接合工程S4および延長部分断工程S5を一連の工程として実施できる。すなわち、本実施形態に係る接合方法は、延長部11、12によって被接合部材2、3から非平坦形状部5を摩擦攪拌接合した接合品16を製造可能にするとともに、摩擦攪拌接合装置の他に延長部11、12を分断するための別の工作機械を必要とすることなく、工程間あるいは工作機械間の段取り替えや、追加的な時間、労力の発生を抑え、ひいては接合品16のコスト上昇を抑制できる。

10

【0065】

また、本実施形態に係る接合方法は、被接合部材2、3から延長部11、12を分断する際に、第二ショルダ部26との摩擦熱によって延長部11、12を軟化して塊状のまま分断できるので、被接合部材2、3あるいは接合品16、接合用工具21および摩擦攪拌接合装置に切り粉が付着することを防ぎ、切り粉の発生にともなう清掃などの追加的な時間、労力を必要とせず、接合品16のコスト上昇をさらに抑制できる。

【0066】

さらに、本実施形態に係る接合方法は、分断後の延長部11、12が塊状を保っているため、延長部11、12の回収や再利用が容易になる。

【0067】

さらにまた、本実施形態に係る接合方法は、摩擦攪拌接合工程S4の後、接合用工具21の回転を続けたまま連続して延長部分断工程S5を行うことによって接合用工具21および接合終端部となる延長部12が高温を保ったまま、さらに第二ショルダ部26との摩擦によって加熱するので、延長部12に塑性流動が生じ易くなり、より良好に分断できる。

20

【0068】

また、本実施形態に係る接合方法は、切除用治具32によって延長部12が斜面32aに沿って被接合部材2、3から遠ざかるように押し出るので、さらに良好に分断できる。

【0069】

したがって、本実施形態に係る接合方法および接合用工具21によれば、摩擦攪拌装置から他の工作機械へ段取り替えを行うなどの追加的な時間と労力を要することなく非平坦形状部5を有する被接合部材2、3の継手部を接合できる。

30

【符号の説明】

【0070】

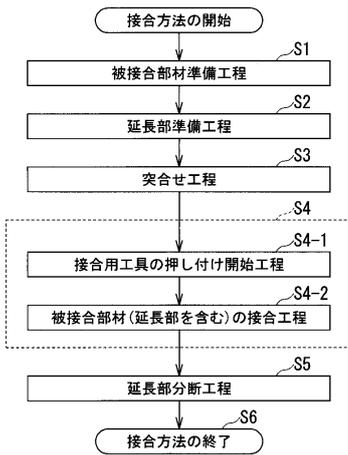
- 2、3 被接合部材
- 2a、3a 角部分
- 2b、3b 平坦面
- 5 非平坦形状部
- 6 突合せ面
- 7 接合線
- 11、12 延長部
- 11a、12a 平坦面
- 15 摩擦攪拌接合部分
- 16 接合品
- 21 接合用工具
- 22 ショルダ部
- 22a 先端面
- 23 突起
- 24 軸部

40

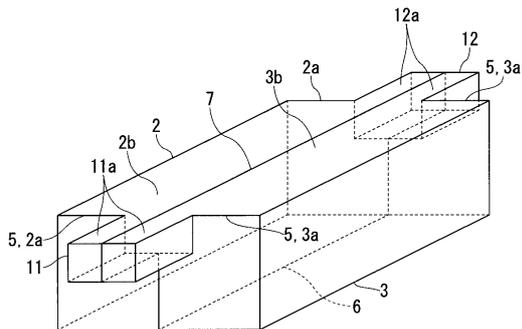
50

- 2 5 第一シヨルダ部
- 2 5 a 基端部
- 2 5 b 先端面
- 2 6 第二シヨルダ部
- 2 6 a 先端面
- 3 1 治具
- 3 2 切除用治具
- 3 2 a 斜面

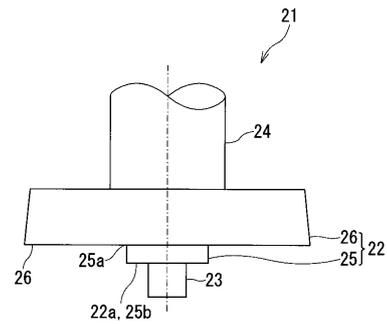
【 図 1 】



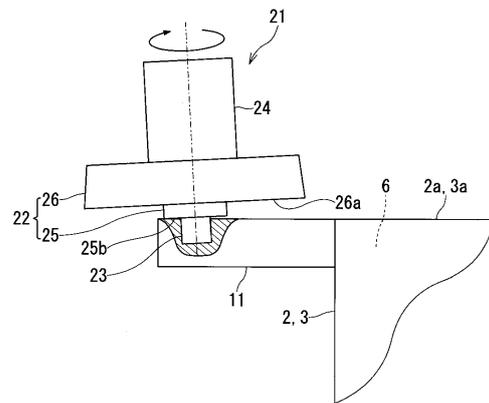
【 図 2 】



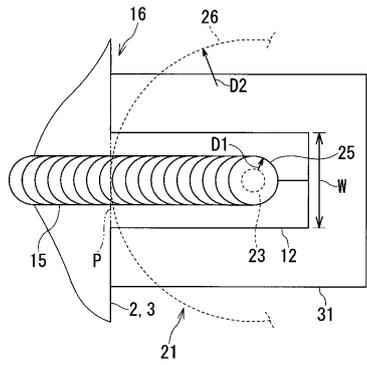
【 図 3 】



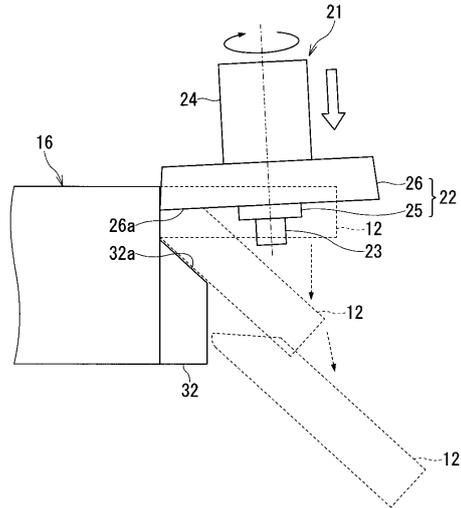
【 図 4 】



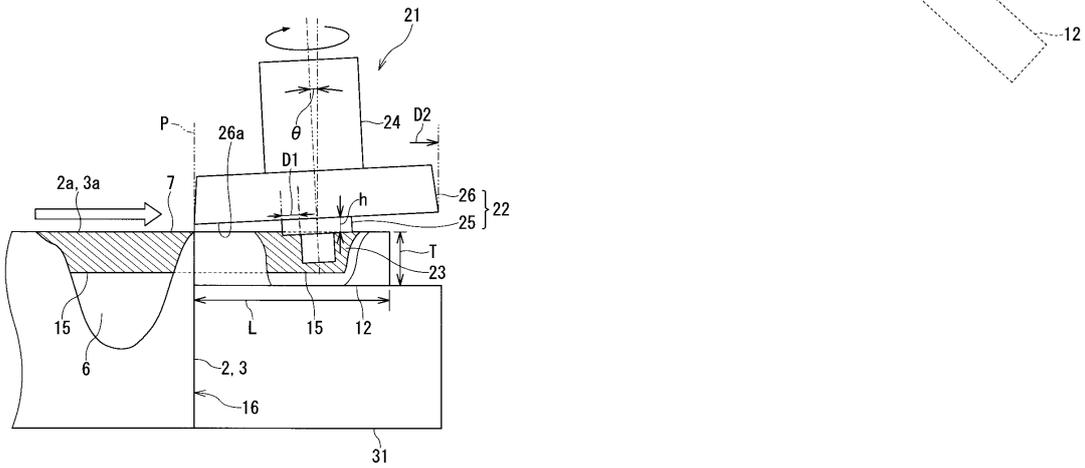
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

第一シヨルダ部 直径 D1 (mm)	第二シヨルダ部 直径 D2 (mm)	突出幅W (mm)	D2/W	W/D1	結果
10	30	11	-	<u>1.10</u>	接合中に延長部が変形
10	30	12	2.50	1.20	良好
10	30	14	2.14	1.40	良好
10	30	16	1.88	1.60	良好
10	30	18	<u>1.67</u>	1.80	切除時にバリが多く残る
10	40	20	2.00	2.00	良好
10	40	22	1.82	2.20	良好
10	40	24	<u>1.67</u>	2.40	切除時にバリが多く残る
14	30	16	-	<u>1.14</u>	接合中に延長部が変形
14	30	20	<u>1.50</u>	1.43	切除時にバリが多く残る
14	35	20	1.75	1.43	良好
14	40	20	2.00	1.43	良好
14	50	20	2.50	1.43	良好
14	40	25	<u>1.60</u>	1.79	切除時にバリが多く残る
14	45	25	1.80	1.79	良好
14	50	25	2.00	1.79	良好
14	65	25	<u>2.60</u>	1.79	良好

フロントページの続き

- (72)発明者 山内 亮
静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内
- (72)発明者 小針 健太郎
静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズキ株式会社内

審査官 大内 俊彦

- (56)参考文献 特開2000-246465(JP,A)
特開2006-212651(JP,A)
特開2002-248582(JP,A)
特開2007-061877(JP,A)
特開2001-287054(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 20/12