

(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2009-136884
(P2009-136884A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 K 20/12 (2006.01)	B 2 3 K 20/12 3 1 0	4 E 0 6 7
B 2 3 K 28/02 (2006.01)	B 2 3 K 20/12 3 3 0	
	B 2 3 K 28/02	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-313079 (P2007-313079)
(22) 出願日 平成19年12月4日 (2007.12.4)

(71) 出願人 000004743
日本軽金属株式会社
東京都品川区東品川二丁目2番20号
(74) 代理人 100064414
弁理士 磯野 道造
(74) 代理人 100111545
弁理士 多田 悦夫
(74) 代理人 100129067
弁理士 町田 能章
(72) 発明者 佐藤 勇人
愛知県稲沢市赤池町640 株式会社名古屋アルミセンター内

最終頁に続く

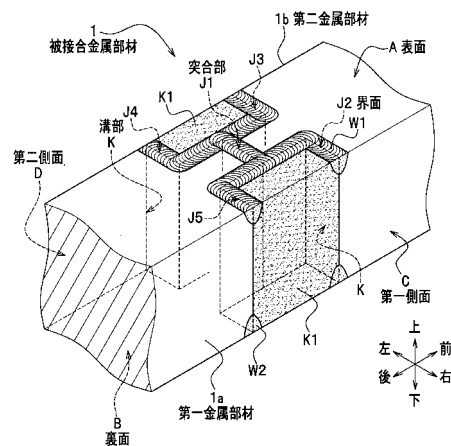
(54) 【発明の名称】 接合方法

(57) 【要約】

【課題】金属部材同士を容易に接合することができるとともに、その接合部における気密性及び水密性を向上させることができる接合方法を提供することを課題とする。

【解決手段】第一金属部材 1 a 及び第二金属部材 1 b の端面同士を突き合わせてなる被接合金属部材 1 に対して摩擦攪拌を行う接合方法であって、第一金属部材 1 a 及び第二金属部材 1 b の端面の側面 C, D 側に、表面 A から裏面 B に亘って形成された溝部 K, K に対して、被接合金属部材 1 の側面 C, D から溶接を行うことで、溝部 K 内に溶接金属 K 1 を充填する工程と、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 2, J 3, J 4, J 5 に対して摩擦攪拌を行う工程と、を含むことを特徴としている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一金属部材及び第二金属部材の端面同士を突き合わせてなる被接合金属部材に対して摩擦攪拌を行う接合方法であって、

前記第一金属部材及び前記第二金属部材の少なくとも一方の端面の側面側に、表面から裏面に亘って形成された溝部に対して、前記被接合金属部材の側面から溶接を行うことで、前記溝部内に溶接金属を充填する溶接工程と、

前記被接合金属部材と前記溶接金属との界面に対して、前記被接合金属部材の表面から摩擦攪拌を行う表面補修工程と、

を含むことを特徴とする接合方法。

10

【請求項 2】

前記表面補修工程の後に、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合部に対して、前記被接合金属部材の表面から摩擦攪拌を行う表面接合工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の接合方法。

【請求項 3】

前記表面補修工程の後に、前記被接合金属部材と前記溶接金属との界面に対して、前記被接合金属部材の裏面から摩擦攪拌を行う裏面補修工程を含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の接合方法。

【請求項 4】

前記裏面補修工程の後に、前記第一金属部材と前記第二金属部材との突合部に対して、前記被接合金属部材の裏面から摩擦攪拌を行う裏面接合工程を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の接合方法。

20

【請求項 5】

前記表面補修工程で形成された塑性化領域と、前記裏面補修工程で形成された塑性化領域の一部が重複するように構成されていることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の接合方法。

【請求項 6】

前記表面接合工程で形成された塑性化領域と、前記裏面接合工程で形成された塑性化領域の一部が重複するように構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の接合方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、摩擦攪拌を利用した金属部材の接合方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

金属部材同士を接合する方法としては、摩擦攪拌接合 (FSW = Friction Stir Welding) が知られている。この摩擦攪拌接合は、回転ツールを回転させつつ金属部材同士の突合部に沿って移動させ、回転ツールと金属部材との摩擦熱により突合部の金属を塑性流動させることで、金属部材同士を固相接合させるものである。なお、回転ツールは、円柱状を呈するショルダ部の下端面に攪拌ピン (プローブ) を突設したものが一般的である。

40

【0003】

ここで、回転ツールの攪拌ピンの長さに対して金属部材の肉厚が大きい場合には、金属部材の厚みに応じて攪拌ピンの長さを大きくすることで、突合部の深さ方向の全長に亘って隙間なく接合することができる。しかしながら、回転ツールは、金属部材内に攪拌ピンを埋没させて高速で回転しながら移動するため、攪拌ピンの長さを大きくすると、摩擦攪拌装置の駆動手段及び攪拌ピンに作用する負荷が増大し、装置の短寿命化を招来するという問題がある。

【0004】

そこで、回転ツールの攪拌ピンの長さに対して金属部材の肉厚が大きい場合には、厚みの異なる段部を備えた一对の金属部材の間に継手部材を介して段階的に摩擦攪拌を行う接

50

合方法が知られている。

前記した従来の接合方法に用いられる金属部材は、図 1 1 に示すように、第一金属部材 1 1 0 a 及び第二金属部材 1 1 0 b の本体部 1 0 1 , 1 0 1 の縁部に、本体部 1 0 1 よりも肉厚の小さい段部 1 0 2 が形成されている。

【 0 0 0 5 】

そして、従来の接合方法は、第一金属部材 1 1 0 a 及び第二金属部材 1 1 0 b の段部 1 0 2 , 1 0 2 同士を突き合わせる突合工程と、段部 1 0 2 , 1 0 2 同士の突合部 J d に対して摩擦攪拌を行う段部摩擦攪拌工程と、突合工程で形成された凹部 1 0 3 に継手部材 U を配置する継手部材配置工程と、第一金属部材 1 1 0 a と継手部材 U との突合部 J a 及び第二金属部材 1 1 0 b と継手部材 U との突合部 J b に対して摩擦攪拌を行う摩擦攪拌工程と、を備えている。この接合方法によれば、金属部材の肉厚が大きい部材であっても金属部材同士を接合することができる。

10

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 5 8 5 3 5 号公報 (段落 0 0 1 9 、 図 2 参照)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、前記した従来の接合方法では、金属部材 1 1 0 a , 1 1 0 b の肉厚が大きくなるにつれて、金属部材 1 1 0 a , 1 1 0 b に設ける段部や継手部材を増やさなければならず接合作業が煩雑になってしまうという問題がある。

20

また、凹部 1 0 3 の底面 1 0 3 a と、継手部材 U の下面 U a との間に未接合部が形成されており、金属部材 1 1 0 a , 1 1 0 b の接合部における水密性及び気密性が低下してしまうという問題がある。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明では、前記した問題を解決し、金属部材同士を容易に接合できるとともに、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる接合方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

前記課題を解決するため、本発明は、第一金属部材及び第二金属部材の端面同士を突き合わせてなる被接合金属部材に対して摩擦攪拌を行う接合方法であって、第一金属部材及び第二金属部材の少なくとも一方の端面の側面側に、表面から裏面に亘って形成された溝部に対して、被接合金属部材の側面から溶接を行うことで、溝部内に溶接金属を充填する溶接工程と、被接合金属部材と溶接金属との界面に対して、被接合金属部材の表面から摩擦攪拌を行う表面補修工程と、を含むことを特徴としている。

30

【 0 0 1 0 】

この構成では、被接合金属部材の側面に露出した溝部に対して溶接を行うことで、比較的容易に被接合金属部材を接合することができる。

また、被接合金属部材の表面において、被接合金属部材と溶接金属との界面が塑性化され、被接合金属部材と溶接金属との継ぎ目が補修されて閉じられるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

40

【 0 0 1 1 】

前記した接合方法において、表面補修工程の後に、第一金属部材と第二金属部材との突合部に対して、被接合金属部材の表面から摩擦攪拌を行う表面接合工程を行ってもよい。

【 0 0 1 2 】

この構成では、被接合金属部材の表面において、第一金属部材と第二金属部材との突合部が塑性化され、第一金属部材と第二金属部材との継ぎ目が接合 (摩擦攪拌) されて閉じられるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

。

【 0 0 1 3 】

50

前記した接合方法において、表面補修工程の後に、被接合金属部材と溶接金属との界面に対して、被接合金属部材の裏面から摩擦攪拌を行う裏面補修工程を行ってもよい。

【0014】

この構成では、被接合金属部材の表面及び裏面において、被接合金属部材と溶接金属との界面が塑性化され、被接合金属部材と溶接金属との継ぎ目が補修されて閉じられるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【0015】

前記した接合方法において、裏面補修工程の後に、第一金属部材と第二金属部材との突合部に対して、被接合金属部材の裏面から摩擦攪拌を行う裏面接合工程を行ってもよい。

【0016】

この構成では、被接合金属部材の表面及び裏面において、第一金属部材と第二金属部材との突合部が塑性化され、第一金属部材と第二金属部材との継ぎ目が接合（摩擦攪拌）されて閉じられるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【0017】

前記した接合方法において、表面補修工程で形成された塑性化領域と、裏面補修工程で形成された塑性化領域の一部を重複させることが望ましい。

【0018】

この構成では、表面補修工程及び裏面補修工程で形成された塑性化領域の一部を重複させることで、被接合金属部材と溶接金属との界面の奥まで塑性化されるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【0019】

前記した接合方法において、表面接合工程で形成された塑性化領域と、裏面接合工程で形成された塑性化領域の一部を重複させることが望ましい。

【0020】

この構成では、表面接合工程及び裏面接合工程で形成された各塑性化領域の一部を重複させることで、第一金属部材と第二金属部材との突合部の奥まで塑性化されるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明の接合方法によれば、被接合金属部材の側面に露出した溝部に対して溶接を行うことで、比較的容易に被接合金属部材を接合することができる。

また、被接合金属部材と溶接金属との界面が塑性化され、被接合金属部材と溶接金属との継ぎ目が補修されて閉じられるため、金属部材同士の接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

次に、本発明の実施形態について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。

本実施形態の接合方法は、図1に示すように、第一金属部材1aの端面11a（図2参照）と第二金属部材1bの端面11b（図2参照）とを突き合わせてなる被接合金属部材1に対して、被接合金属部材1の第一側面C及び第二側面Dから溶接接合を行った後に、被接合金属部材1の表面A及び裏面Bから摩擦攪拌接合を行うものである。

【0023】

本実施形態の接合方法は、（1）突合工程、（2）溶接工程、（3）表面摩擦攪拌工程、（4）裏面摩擦攪拌工程を含むものであり、表面摩擦攪拌工程には、表面補修工程及び表面接合工程が含まれ、裏面摩擦攪拌工程には、裏面補修工程及び裏面接合工程が含まれている。以下、各工程について詳細に説明する。なお、本実施形態における上下左右前後は、図1の矢印に従う。

【0024】

（1）突合工程

10

20

30

40

50

突合工程は、図2及び図3に示すように、第一金属部材1aの端面11aと第二金属部材1bの端面11bとを突き合わせる工程である。

第一金属部材1a及び第二金属部材1bは、図2に示すように、断面視矩形の金属部材であって、略同等の形状となっている。第一金属部材1a及び第二金属部材1bは、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、銅合金、チタン、チタン合金、マグネシウム、マグネシウム合金など摩擦攪拌可能な金属材料である。

【0025】

第一金属部材1aの端面11aの両側面14a, 15a側には、幅方向の内方にオフセットされた直角な切り欠き部16a, 17aが、表面12aから裏面13aに亘って形成されており、第一金属部材1aの前端部は平面視で凸形状となっている。

10

第二金属部材1bの端面11bの両側面14b, 15b側には、幅方向の内方にオフセットされた直角な切り欠き部16b, 17bが、表面12bから裏面13bに亘って形成されており、第二金属部材1bの後端部は平面視で凸形状となっている。

【0026】

突合工程では、図3に示すように、第一金属部材1aの端面11aと第二金属部材1bの端面11bとを突き合わせるとともに、第一金属部材1aの表面12aと第二金属部材1bの表面12bとを面一にし、第一金属部材1aの裏面13aと第二金属部材1bの裏面13bとを面一にする。また、第一金属部材1aの側面14aと第二金属部材1bの側面14bとを同一平面上に配置し、第一金属部材1aの側面15aと第二金属部材1bの側面15bとを同一平面上に配置する。そして、第一金属部材1aの端面11aと第二金属部材1bの端面11aとの突合せ面には、突合部J1が形成されている。また、突合部J1の左右両側には、第一金属部材1aの切り欠き部16a, 17aと第二金属部材1bの切り欠き部16b, 17bとが連結されることで凹状の溝部K, Kが形成されている。

20

【0027】

第一金属部材1aと第二金属部材1bとを突き合わせて形成した部材を以下、被接合金属部材1とする。また、図1における被接合金属部材1の上面を表面A、下面を裏面Bとし、被接合金属部材1のうち、第一金属部材1aの側面14aと第二金属部材1bの側面14bとで構成される面を第一側面Cとする。また、被接合金属部材1のうち、第一金属部材1aの側面15aと第二金属部材1bの側面15bとで構成される面を第二側面Dとする。

30

【0028】

なお、本実施形態では、第一金属部材1a及び第二金属部材1bに対して切り欠き部16a, 17a, 16b, 17bを予め形成しているが、例えば、第一金属部材1a及び第二金属部材1bを突き合わせた後に、切削具を用いて切削して溝部Kを形成してもよい。

また、第一金属部材1a及び第二金属部材1bの形状・寸法に特に制限はないが、少なくとも突合部J1における厚さ寸法を同一にすることが望ましい。

【0029】

(2) 溶接工程

溶接工程は、図4に示すように、各溝部K, Kに対して、被接合金属部材1の第一側面C及び第二側面Dから溶接を行うことで、各溝部K, Kに溶接金属K1を充填する工程である。

40

溶接工程では、図4に示すように、第一側面C及び第二側面Dから各溝部K, K内にTIG溶接又はMIG溶接等の肉盛溶接を行うことで、各溝部K, K内に溶接金属K1を充填する。これにより、第一金属部材1aの端面11a(図2参照)と第二金属部材1bの端面11b(図2参照)とが接合された被接合金属部材1が形成される。

【0030】

なお、溶接工程は、TIG溶接又はMIG溶接に限定するものではなく、他の公知の溶接を行ってもよい。なお、溶接材料は、被接合金属部材1と異なってもよいが、本実施形態では同一の材料を用いている。

また、溶接工程では、各溝部K, Kに溶接金属K1を充填した後に、被接合金属部材1

50

の第一側面 C 及び第二側面 D よりも盛り上がっている部分の溶接金属 K 1 を切除することが望ましい。

【 0 0 3 1 】

(3) 表面摩擦攪拌工程

表面摩擦攪拌工程は、図 8 に示すように、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 2、J 3、J 4、J 5、及び第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との突合部 J 1 に対して、被接合金属部材 1 の表面 A から回転ツール G (図 6 参照) を用いて摩擦攪拌接合を行う工程である。

表面摩擦攪拌工程は、被接合金属部材 1 にタブ材 2、3 を配置して仮接合するタブ材配置工程と、界面 J 2 に対して摩擦攪拌を行う第一表面補修工程と、突合部 J 1 に対して摩擦攪拌を行う第一表面接合工程と、界面 J 3 に対して摩擦攪拌を行う第二表面補修工程と、界面 J 4 に対して摩擦攪拌を行う第三表面補修工程と、突合部 J 1 に対して再度摩擦攪拌を行う第二表面接合工程と、界面 J 5 に対して摩擦攪拌を行う第四表面補修工程と、を含むものである。

【 0 0 3 2 】

タブ材配置工程は、図 5 に示すように、被接合金属部材 1 の接合部の左右両側に一對のタブ材 2、3 を配置する工程である。このタブ材 2、3 は、後記する補修工程において、回転ツールを押圧させる開始位置、及び回転ツールを離脱させる終了位置を設定するものである。

【 0 0 3 3 】

第一タブ材 2 及び第二タブ材 3 は、直方体の金属部材であり、本実施形態では被接合金属部材 1 と同等の素材を用いている。第一タブ材 2 及び第二タブ材 3 の表面及び裏面は、被接合金属部材 1 の表面 A 及び裏面 B と面一に形成されている。

第一タブ材 2 は、被接合金属部材 1 の第一側面 C に当接して配置され、第二タブ材 3 は、被接合金属部材 1 の第二側面 D に当接して配置されている。

第一タブ材 2 及び第二タブ材 3 と被接合金属部材 1 とは、それぞれ入り隅部において溶接により仮接合されている。

【 0 0 3 4 】

図 6 に示す回転ツール G は、工具鋼など被接合金属部材 1 よりも硬質の金属材料からなり、円柱状を呈するショルダ部 G 1 と、このショルダ部 G 1 の下端面 G 1 1 に突設された攪拌ピン (プローブ) G 2 とを備えている。回転ツール G の寸法・形状は、被接合金属部材 1 の材質や厚さ等に応じて設定されている。

ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 1 は、塑性流動化した金属を押えて周囲への飛散を防止する役割を担う部位であり、本実施形態では、凹面状に成形されている。

攪拌ピン G 2 は、ショルダ部 G 1 の下端面 G 1 1 の中央から垂下しており、本実施形態では、先細りの円錐台状に成形されている。また、攪拌ピン G 2 の周面には、螺旋状に刻設された攪拌翼が形成されている。

【 0 0 3 5 】

第一表面補修工程、第一表面接合工程、第二表面補修工程、第三表面補修工程、第二表面接合工程、第四表面補修工程では、図 8 に示すように、回転ツール G を一筆書きの移動軌跡 (ビード) を形成するように移動させて、界面 J 2、突合部 J 1、界面 J 3、J 4、突合部 J 1、界面 J 5 の順番に連続して摩擦攪拌を行う。すなわち、摩擦攪拌の開始位置 S に挿入した回転ツール G の攪拌ピン G 2 を、途中で離脱させることなく終了位置 E まで移動させる。

【 0 0 3 6 】

まず、第一表面補修工程の前に、図 7 (a) に示すように、第一タブ材 2 の適所に設けた開始位置 S の直上に回転ツール G を位置させ、続いて、回転ツール G を回転させつつ下降させて攪拌ピン G 2 を開始位置 S に押し付ける。

回転ツール G の回転速度は、攪拌ピン G 2 の寸法・形状、摩擦攪拌される被接合金属部材 1 等の材質や肉厚等に応じて設定されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

攪拌ピン G 2 が第一タブ材 2 の表面に接触すると、摩擦熱によって攪拌ピン G 2 の周囲にある金属が塑性流動化し、図 7 (b) に示すように、攪拌ピン G 2 が第一タブ材 2 に挿入される。

攪拌ピン G 2 全体が第一タブ材 2 に入り込み、かつ、ショルダ部 G 1 の下端部 G 1 1 の全面が第一タブ材 2 の表面に接触したら、図 8 に示すように、回転ツール G を回転させつつ第一表面補修工程の始点 S 1 に向けて相対移動させる。

回転ツール G の移動速度 (送り速度) は、攪拌ピン G 2 の寸法・形状、摩擦攪拌される被接合金属部材 1 等の材質や肉厚等に応じて設定されている。

回転ツール G を移動させると、その攪拌ピン G 2 の周囲にある金属が順次塑性流動化するとともに、攪拌ピン G 2 から離れた位置では、塑性流動化していた金属が再び硬化して塑性化領域 W 1 が形成される (図 7 (b) 参照) 。

10

【 0 0 3 8 】

回転ツール G を相対移動させて第一表面補修工程の始点 S 1 まで連続して摩擦攪拌を行ったら、第一表面補修工程の始点 S 1 で回転ツール G を離脱させずに、そのまま第一表面補修工程に移行する。

【 0 0 3 9 】

第一表面補修工程では、第二金属部材 1 b と第一側面 C 側の溶接金属 K 1 との継ぎ目 (境界線) 上に設定したルートに沿って、第一表面補修工程の始点 S 1 から第一表面接合工程の始点 S 2 まで、回転ツール G を連続して移動させることで、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 2 に対して摩擦攪拌を行う。

20

【 0 0 4 0 】

回転ツール G が第一表面接合工程の始点 S 2 に達したら、始点 S 2 で摩擦攪拌を終了させずに、そのまま第一表面接合工程に移行する。

第一表面接合工程では、第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との継ぎ目上に設定したルートに沿って、第一表面接合工程の始点 S 2 から第二表面補修工程の始点 S 3 まで、回転ツール G を連続して移動させることで、第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との突合部 J 1 に対して摩擦攪拌を行う。

【 0 0 4 1 】

回転ツール G が第二表面補修工程の始点 S 3 に達したら、始点 S 3 で摩擦攪拌を終了させずに、そのまま第二表面補修工程に移行する。

30

第二表面補修工程では、第二金属部材 1 b と第二側面 D 側の溶接金属 K 1 との継ぎ目上に設定したルートに沿って、第二表面補修工程の始点 S 3 から終点 E 1 まで、回転ツール G を連続して移動させることで、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 3 に対して摩擦攪拌を行う。

【 0 0 4 2 】

回転ツール G が第二表面補修工程の終点 E 1 に達したら、終点 E 1 で摩擦攪拌を終了させずに第三表面補修工程の始点 S 4 まで連続して摩擦攪拌を行い、そのまま第三表面補修工程に移行する。

本実施形態では、第二表面補修工程の終点 E 1 から第三表面補修工程の始点 S 4 に至る摩擦攪拌のルートは第二タブ材 3 に設定し、回転ツール G の移動軌跡を第二タブ材 3 に形成する。このようにすると、第二表面補修工程の終点 E 1 から第三表面補修工程の始点 S 4 に至る工程において、被接合金属部材 1 に空洞欠陥が発生しなくなるので、高品質の接合体を得ることができる。

40

【 0 0 4 3 】

第三表面補修工程では、第一金属部材 1 a と第二側面 D 側の溶接金属 K 1 との継ぎ目上に設定したルートに沿って、第三表面補修工程の始点 S 4 から第二接合工程の始点 S 5 まで、回転ツール G を連続して移動させることで、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 4 に対して摩擦攪拌を行う。

【 0 0 4 4 】

50

回転ツールGが第二表面接合工程の始点S5に達したら、始点S5で摩擦攪拌を終了せず、そのまま第二表面接合工程に移行する。

第二表面接合工程では、第一金属部材1aと第二金属部材1bとの継ぎ目上に設定したルートに沿って、第二表面接合工程の始点S5から第四表面補修工程の始点S6まで、回転ツールGを連続して移動させることで、第一金属部材1aと第二金属部材1bとの突合部J1に対して再度摩擦攪拌を行う。

【0045】

回転ツールGが第四表面補修工程の始点S6に達したら、始点S6で摩擦攪拌を終了せず、そのまま第四表面補修工程に移行する。

第四表面補修工程では、第一金属部材1aと第一側面C側の溶接金属K1との継ぎ目上に設定したルートに沿って、第四表面補修工程の始点S6から終点E2まで、回転ツールGを連続して移動させることで、被接合金属部材1と溶接金属K1との界面J5に対して摩擦攪拌を行う。

【0046】

回転ツールGが第四表面補修工程の終点E2に達したら、終点E2で摩擦攪拌を終了せず、第一タブ材2に設けた終了位置Eまで連続して摩擦攪拌を行う。回転ツールGが終了位置Eに達したら、回転ツールGを回転させつつ上昇させて攪拌ピンG2を終了位置Eから離脱させる。これにより、図9(a)に示すように、被接合金属部材1の表面A側の摩擦攪拌接合が完了する。

【0047】

本実施形態の表面摩擦攪拌工程では、回転ツールGを途中で離脱させることなく、開始位置Sから終了位置Eまで連続して移動させている。このようにすると、表面摩擦攪拌工程の途中で回転ツールGの離脱作業及び挿入作業が不要となるため、接合作業の効率化・迅速化を図ることができる。

【0048】

なお、本実施形態では、第一タブ材2に開始位置S及び終了位置Eを設けたが、第二タブ材3に設けてもよい。また、本実施形態では、タブ材を用いて表面摩擦攪拌工程を行っているが、タブ材は必ずしも設けなくてもよい。

【0049】

(4)裏面摩擦攪拌工程

裏面摩擦攪拌工程は、図9(b)に示すように、被接合金属部材1と溶接金属K1との界面、及び第一金属部材1a及び第二金属部材1b(図1参照)の突合部J1に対して、被接合金属部材1の裏面Bから摩擦攪拌接合を行う工程である。

裏面摩擦攪拌工程は、表面摩擦攪拌工程が終了したら、被接合金属部材1を図示せぬ摩擦攪拌装置から一旦取り外し、図9(b)に示すように、裏面Bを上方に向けて再度固定する。

裏面摩擦攪拌工程は、タブ材配置工程が含まれないこと以外は表面摩擦攪拌工程と同等であるため、詳細な説明は省略する。なお、裏面摩擦攪拌工程で形成された塑性化領域を塑性化領域W2とする。

また、裏面摩擦攪拌工程が終了したら、被接合金属部材1からタブ材2,3を切削して除去する。これにより、図1に示すように、第一金属部材1aの端面11a(図2参照)と第二金属部材1bの端面11b(図2参照)とが接合された被接合金属部材1が形成される。

【0050】

以上のような本実施形態の接合方法によれば、図1に示すように、被接合金属部材1の両側面C, Dに露出した溝部K, Kに対して溶接を行うことで、比較的容易に被接合金属部材1を接合することができる。

また、被接合金属部材1の表面A及び裏面Bにおいて、被接合金属部材1と溶接金属K1との界面J2, J3, J4, J5が塑性化され、被接合金属部材1と溶接金属K1との継ぎ目が補修されて閉じられるとともに、第一金属部材1aと第二金属部材1bとの突合

10

20

30

40

50

部 J 1 が塑性化され、第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との継ぎ目が接合（摩擦攪拌）されて閉じられるため、第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【0051】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜に設計変更が可能である。

例えば、本実施形態では、図 1 に示すように、被接合金属部材 1 の両側面 C, D に凹状の溝部 K, K が形成されているが、図 10 に示す被接合金属部材 1' のように、軸断面が三角形の溝部 K', K' を被接合金属部材 1 の両側面 C, D に形成してもよく、溝部の形状は限定されるものではない。

さらに、本実施形態では、図 3 に示すように、第一金属部材 1 a に切り欠き部 16 a, 17 a を形成し、第二金属部材 1 b に切り欠き部 16 b, 17 b を形成することで、溝部 K, K を構成しているが、第一金属部材 1 a 又は第二金属部材 1 b の一方に切り欠き部を形成することで、溝部を構成してもよい。

【0052】

また、本実施形態の接合方法において、表面 A に形成された塑性化領域 W 1（図 9（b）参照）の下端部と、裏面補修工程で形成された塑性化領域 W 2 の上端部とを重複させてもよい。この構成では、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 2, J 3, J 4, J 5、及び第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b と突合部 J 1 の奥まで塑性化されるため、第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との接合部における気密性及び水密性を向上させることができる。

【0053】

また、本実施形態の接合方法において、表面摩擦攪拌工程及び裏面摩擦工程の前に、回転ツール G（図 6 参照）よりも小型な回転ツールを用いて、被接合金属部材 1 と溶接金属 K 1 との界面 J 2, J 3, J 4, J 5、及び第一金属部材 1 a と第二金属部材 1 b との突合部 J 1 を摩擦攪拌接合する仮接合工程を行ってもよい。このように、界面 J 2, J 3, J 4, J 5 及び突合部 J 1 を仮接合することで、界面 J 2, J 3, J 4, J 5 及び突合部 J 1 に回転ツール G が押し込まれたときに、目開きが生じるのを防ぐことができる。

【0054】

また、本実施形態の接合方法では、図 8 に示すように、摩擦攪拌工程において、回転ツール G を途中で離脱させることなく、開始位置 S から終了位置 E まで連続して移動させているが、必ずしも連続して摩擦攪拌する必要はない。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図 1】本実施形態の接合方法によって接合された被接合金属部材を示した斜視図である。

【図 2】本実施形態の突合工程を示した図で、第一金属部材と第二金属部材とを突き合わせる前の斜視図である。

【図 3】本実施形態の突合工程を示した図で、第一金属部材と第二金属部材とを突き合わせた後の斜視図である。

【図 4】本実施形態の溶接工程を示した図で、溝部に溶接金属を充填した後の斜視図である。

【図 5】本実施形態のタブ材配置工程を示した図で、第一タブ材及び第二タブ材を配置した後の斜視図である。

【図 6】本実施形態の回転ツールを示した側面図である。

【図 7】本実施形態の回転ツールの使用状態を示した図で、（a）は回転ツールを第一タブ材に当接させたときの側面図、（b）は回転ツールを第一タブ材に押し込んだときの側面図である。

【図 8】本実施形態の表面摩擦攪拌工程を示した平面図である。

【図 9】本実施形態の摩擦攪拌工程を示した図で、（a）は表面摩擦攪拌工程を示した図

10

20

30

40

50

8のI-I断面図、(b)は裏面摩擦攪拌工程を示した断面図である。

【図10】他の実施形態の被接合金属部材を示した図で、溝部の軸断面形状が三角形となっている被接合金属部材の平面図である。

【図11】従来の接合方法を示した断面図である。

【符号の説明】

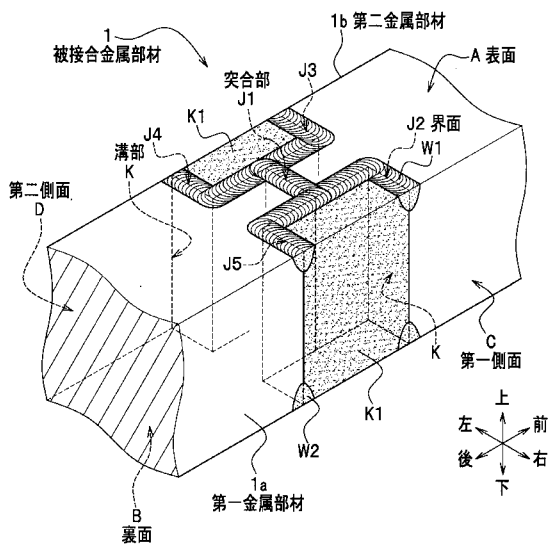
【0056】

- 1 被接合金属部材
- 1 a 第一金属部材
- 1 b 第二金属部材
- 2 第一タブ材
- 3 第二タブ材
- A 表面
- B 裏面
- C 第一側面
- D 第二側面
- J 1 突合部
- J 2 ~ J 5 界面
- K 溝部
- K 1 溶接金属
- W 1 塑性化領域
- W 2 塑性化領域
- G 回転ツール

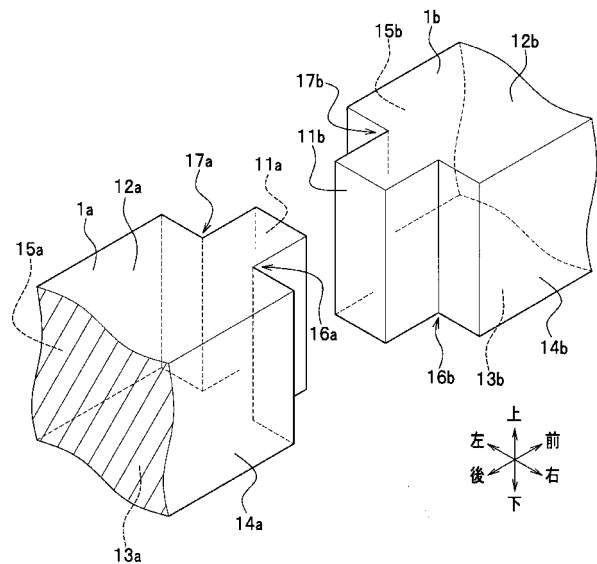
10

20

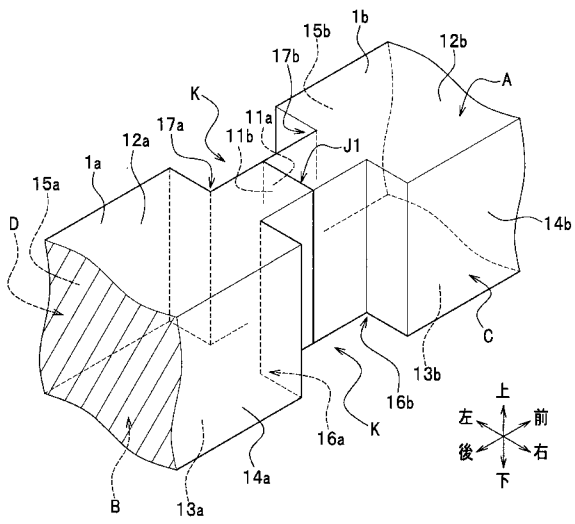
【図1】



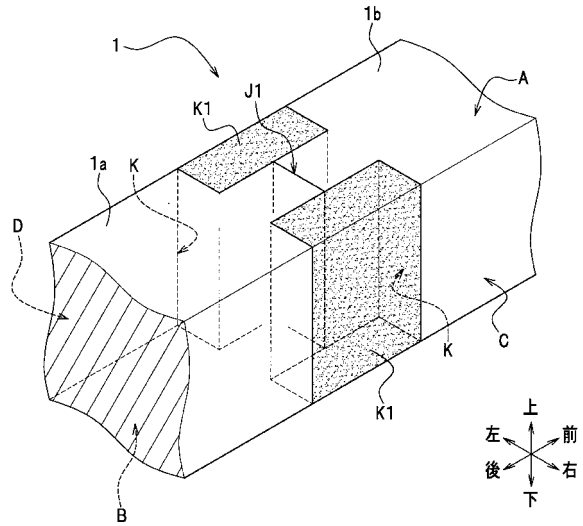
【図2】



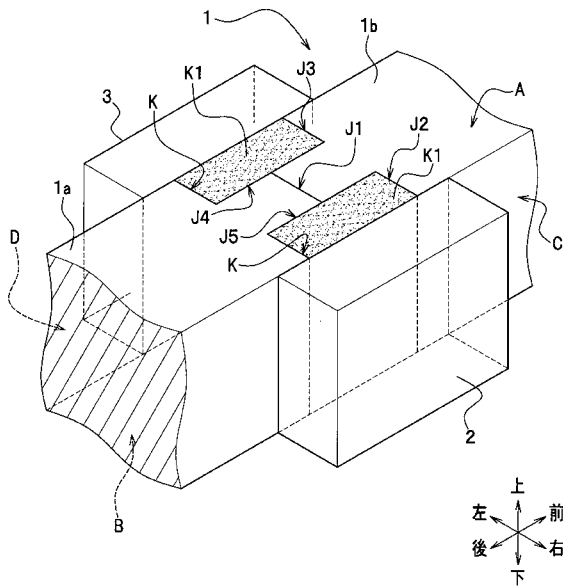
【 図 3 】



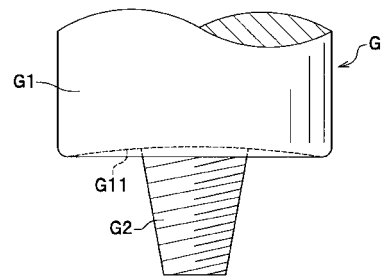
【 図 4 】



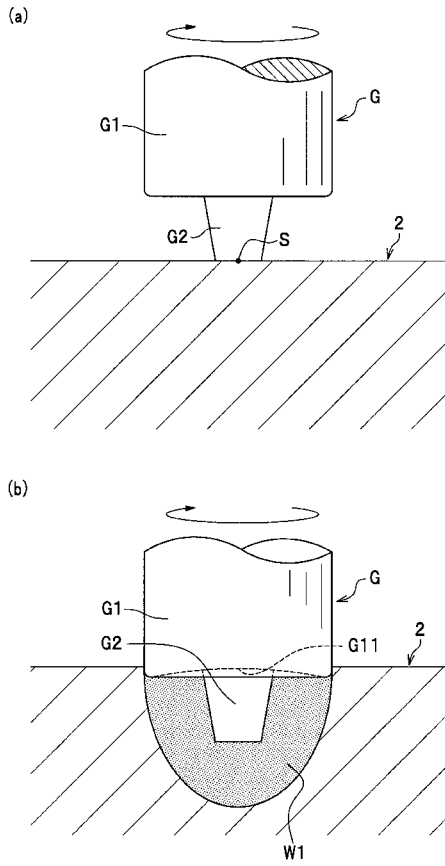
【 図 5 】



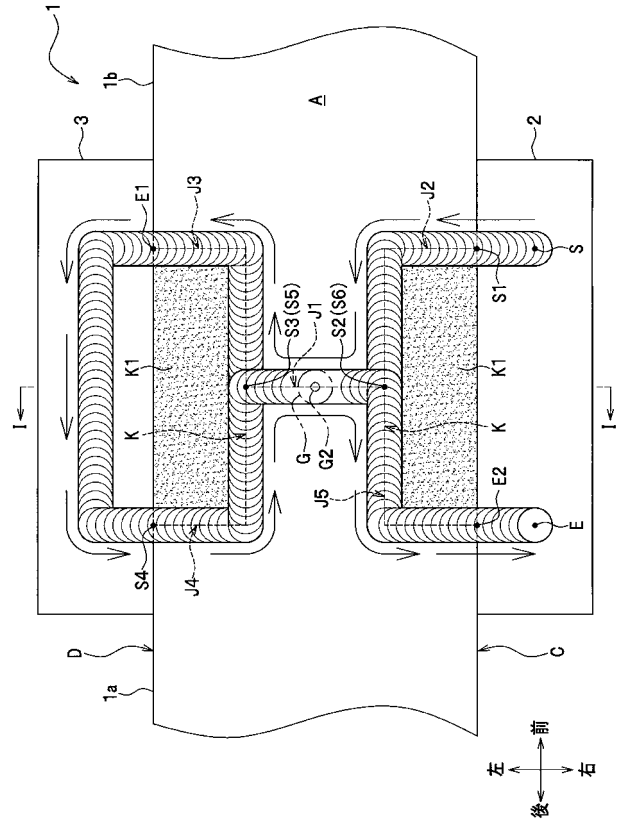
【 図 6 】



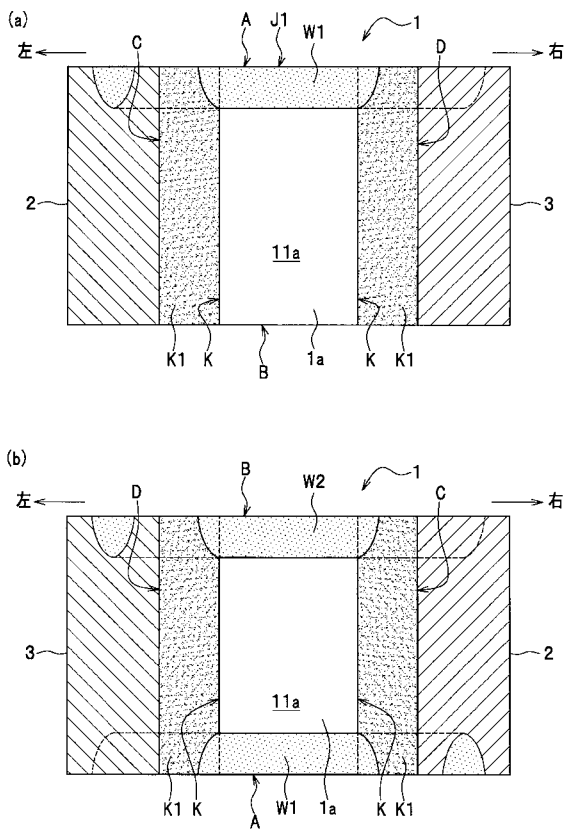
【 図 7 】



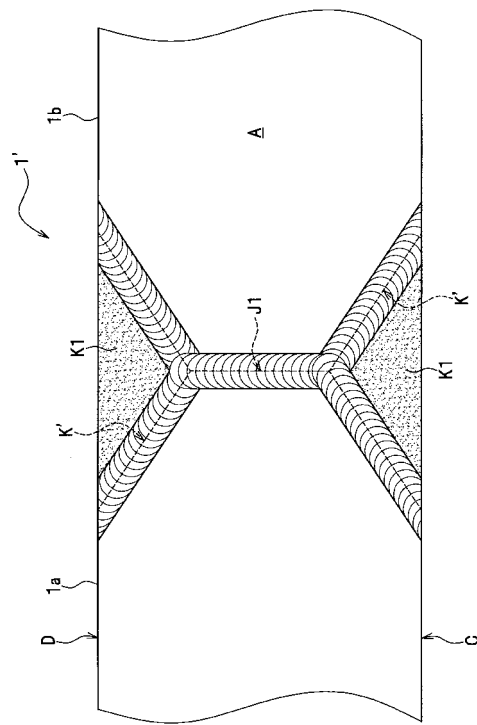
【 図 8 】



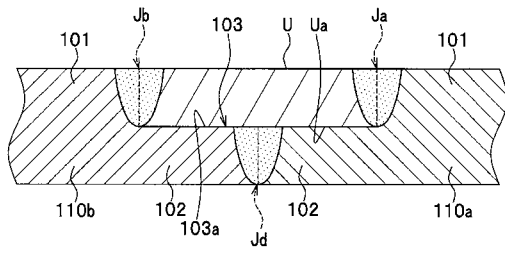
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 堀 久司

静岡県静岡市清水区蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内

(72)発明者 河本 知広

東京都品川区東品川2丁目2番20号 日本軽金属株式会社内

(72)発明者 瀬尾 伸城

静岡県静岡市清水区蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内

(72)発明者 青木 一男

静岡県静岡市清水区蒲原1丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内

Fターム(参考) 4E067 AA05 AA06 AA07 AA12 BG00 DA13 EC01