

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5017576号
(P5017576)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 3 K 9/167 (2006.01)	B 2 3 K 9/167 A
B 2 3 K 9/23 (2006.01)	B 2 3 K 9/167 C
B 2 3 K 103/10 (2006.01)	B 2 3 K 9/23 H
	B 2 3 K 103:10

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日	特願2007-147620 (P2007-147620) 平成19年6月4日(2007.6.4) 特開2008-296270 (P2008-296270A) 平成20年12月11日(2008.12.11) 平成22年5月17日(2010.5.17)	(73) 特許権者 504174135 国立大学法人九州工業大学 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 (74) 代理人 100112771 弁理士 内田 勝 (72) 発明者 西尾 一政 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学内 (72) 発明者 山口 富子 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号 国立大学法人九州工業大学内 (72) 発明者 塚本 文彦 福岡県北九州市小倉南区徳力新町1-5-19-101
特許法第30条第1項適用 平成19年2月15日 社団法人軽金属溶接構造協会発行の「軽金属溶接第45巻第2号」、平成19年3月19日 社団法人溶接学会発行の「溶接学会全国大会講演概要 第80集」に発表		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 突き合わせTIG溶接方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金を突き合わせ、アルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を位置してアークを発生して溶接をスタートする工程と、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金の突き合わせにより形成される突き合わせ線に近づく方向であってアルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を移動する工程と、突き合わせ線と平行に電極を移動して溶接する工程と、を有する突き合わせTIG溶接方法であって、

作業者が溶融池の観察に基づくトーチスイッチのON/OFF操作により溶接電流をパルス状に変化させる入熱制御方法により予備的に溶接を行ってパルス電流の基礎データを得る工程と、

溶接結果の不具合箇所について、対応するパルス電流の基礎データを修正して、溶接プログラムを得る工程と、

溶接プログラムに基づいて自動溶接を行いつつ、作業者が溶接条件を調整してパルス電流の変化データを再現する工程と、

を有することを特徴とする突き合わせTIG溶接方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、突き合わせTIG溶接方法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば自動車は、重量の大きい、いわば鋼板の塊であるため、燃費低減等の観点から徹底的な軽量化が求められている。

自動車の軽量化を効果的に実現する方法は、ボディの材料を可能な限り鋼板から軽量金属に置換することである。

【0003】

ところで、自動車のボディを生産する工程では、比較的薄い2枚またはそれ以上の鋼板を圧着しつつ電流を流し、抵抗熱で板を溶かして溶接するスポット溶接が多用されている。

しかしながら、スポット溶接は、鋼板同士等、同種の金属(母材)を接合するうえでは好適であるが、この方法で鋼板とアルミニウム等の軽量金属を接合しようとする、溶接部に金属間化合物が形成されるため、健全な溶接部が得られない。また、スポット溶接は、点で接合するため、接合部分を気密的または液密的に封止することができない。

なお、鋼板とアルミニウム等の軽量金属を重ねて面同士を接合する方法として各種の固相溶接が用いられているが、これらの方法は、鋼板とアルミニウム等の軽量金属を同一面上で突き合わせて溶接する方法には適用できない。また、例え適用可能であっても、接合部には脆い金属間化合物が形成される。

溶接施工能率の観点からも、鋼板とアルミニウム等の軽量金属を接合する方法として一般的に広く採用されているアーク溶接を適用することが望まれる。

【0004】

上記の鋼板とアルミニウム等の軽量金属をアーク溶接によって接合する技術に関して、過去の文献を調べてみると、亜鉛あるいはアルミニウム等をめっき被覆した鋼板とアルミニウム材のTIG(Tungsten Inert Gas)溶接が検討され、鋼板側のめっき膜をアークによって溶融剥離させないことで接合が可能になることが報告されていることがわかった(非特許文献1参照)。

【非特許文献1】杉山禎彦：TIG溶接法によるアルミニウムと軟鋼の接合についての検討，溶接学会誌，Vol.34(1965)，No4，408-416

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記非特許文献1では、溶接スタート時にめっき膜が溶融剥離すると、その後の溶接の継続は困難としており、このときに、めっき膜を溶融剥離させない方法については言及されていない。

【0006】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、めっき膜の溶融剥離を抑え、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金の突き合わせ溶接を良好に行うことができる突き合わせTIG溶接方法提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る突き合わせTIG溶接方法は、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金を突き合わせ、アルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を位置してアークを発生して溶接をスタートする工程と、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金の突き合わせにより形成される突き合わせ線に近づく方向であってアルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を移動する工程と、突き合わせ線と平行に電極を移動して溶接する工程と、を有する突き合わせTIG溶接方法であって、

作業者が溶融池の観察に基づくトーチスイッチのON/OFF操作により溶接電流をパルス状に変化させる入熱制御方法により予備的に溶接を行ってパルス電流の基礎データを

得る工程と、溶接結果の不具合箇所について、対応するパルス電流の基礎データを修正して、溶接プ

10

20

30

40

50

ログラムを得る工程と、

溶接プログラムに基づいて自動溶接を行いつつ、作業者が溶接条件を調整してパルス電流の変化データを再現する工程と、
を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係る突き合わせTIG溶接方法は、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金を突き合わせ、アルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を位置してアークを発生して溶接をスタートする工程と、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金の突き合わせにより形成される突き合わせ線に近づく方向であってアルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を移動する工程と、突き合わせ線と平行に電極を移動して溶接する工程と、を有する突き合わせTIG溶接方法であって、作業者が溶融池の観察に基づくトーチスイッチのON/OFF操作により溶接電流をパルス状に変化させる入熱制御方法により予備的に溶接を行ってパルス電流の基礎データを得る工程と、溶接結果の不具合箇所について、対応するパルス電流の基礎データを修正して、溶接プログラムを得る工程と、溶接プログラムに基づいて自動溶接を行いつつ、作業者が溶接条件を調整してパルス電流の変化データを再現する工程と、を有するため、入熱調整を適切に行うことにより、めっき膜の溶融剥離を抑え、鋼板を溶融することなく接合でき、溶接部に金属間化合物が形成されることが抑制されて健全な溶接部を得ることができる。

10

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の実施の形態について、以下に説明する。

【0014】

本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法は、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金を突き合わせ、アルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を位置してアークを発生して溶接をスタートする工程と、めっき鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金の突き合わせにより形成される突き合わせ線方向であってアルミニウムまたはアルミニウム合金側に電極を移動する工程と、突き合わせ線と平行に電極を移動して溶接する工程と、を有する。

30

【0015】

以下、本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法について、図1を参照して詳細に説明する。

めっき鋼板10とアルミニウムまたはアルミニウム合金12は、図1中、紙面上下方向からそれぞれの端部を突き合わせた状態に配置する。そして、アルミニウムまたはアルミニウム合金側の図1中矢印Bの箇所に電極を位置してアークを発生して溶接をスタートする。なお、このとき、アルミニウムまたはアルミニウム合金12と密着するめっき鋼板10の端面部分のめっきはなくてもよい。

めっき鋼板10のめっきの種類は、特に限定するものではなく、例えば、亜鉛、すず等を用いることができる。また、鋼板の鋼種も特に限定するものではない。また、アルミニウム合金の種類も特に限定するものではなく、例えば、A5052等を用いることができる。

40

【0016】

アークを発生して溶接をスタートした後は、鋼板とアルミニウムまたはアルミニウム合金を突き合わせることで形成される突き合わせ線(図1中、矢印Aで示す。)方向であってアルミニウムまたはアルミニウム合金側の突き合わせ線Aと平行な線(仮想線 図1中、L1で示す。)に向けて、電極を、好ましくは垂直方向に線(仮想線 図1中、L2で示す。)上を移動させる。

このとき、アーク発生時の電流である初期電流は、アークが不安定とならない電流とする。そして、アルミニウムまたはアルミニウム合金側母材の溶融直径が好ましくは溶加材直径の概ね2、3倍程度となったら、短いアーク長さを保ったまま、トーチを母材に対し

50

て垂直に近い状態に保ったまま、線L2上で移動させる。

溶加材の添加は溶接トーチを線L2上で移動しているときに行う。添加位置は、溶融池内の前方とする。そして、形成された溶融池が例えば溶融亜鉛めっき鋼板のめっき膜と融合したと同時に、溶接トーチを線L1方向へ移動させる。突き合わせ線Aと電極のアークを発生する位置(図1中、矢印Bで示す。)の距離(図1中、X2で示す。)は、5mm~7mmであると、より好ましい。

これにより、アーク発生時にめっき膜の溶融剥離あるいは鋼板を溶融する不具合を避けることができる。距離X2が5mmよりも極端に短いと、めっき膜が溶融剥離しあるいは鋼板を溶融するおそれがある。一方、距離X2が7mmよりも極端に長いと、ビード幅の均一性が失われるとともに、アルミニウム側の溶接変形やコスト高を招くおそれがある。

なお、アルミニウム合金同士のTIG溶接の場合、距離X2は、通常、0mmである。

【0017】

ついで、突き合わせ線Aと平行な線L1上でTIG溶接機の電極を移動して、めっき鋼板10とアルミニウムまたはアルミニウム合金12の突き合わせ部を溶接する。

突き合わせ線Aと電極が移動する線L1との間隔(図1中、X1で示す。)は、2mm~3mmとすることが好ましい。間隔X1が2mmよりも極端に小さいと、鋼板を溶融するおそれがある。特に、亜鉛めっき鋼板等のめっき鋼板の場合、鋼板自体が溶融しないときであってもめっきが溶融剥離するおそれがある。一方、間隔X1が3mmよりも極端に大きいと、めっき鋼板10とアルミニウムまたはアルミニウム合金12を確実に溶接できないおそれがある。

【0018】

溶接トーチを線L1上で移動しているときの溶加材の添加位置は、例えば亜鉛めっき鋼板の過熱を防止するために、亜鉛めっき鋼板側であって溶融池内の前方とする。

なお、アルミニウム合金同士のTIG溶接の場合、間隔X1は、通常、0mmである。

【0019】

また、本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法において、アルミニウムまたはアルミニウム合金と電極の先端との距離を1mm~2mmに保ってアークを形成することが好ましい。これにより、アークの拡がりを抑え、めっき膜を溶融剥離する不具合を避けることができる。

【0020】

つぎに、本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法は、好ましくは、感覚的パルス電流制御により予備的に上記の溶接を行ってパルス電流の基礎データを得る工程と、溶接結果の不具合箇所について、対応するパルス電流の基礎データを修正して、溶接プログラムを得る工程と、作業者が溶接プログラムのパルス電流の変化データを再現しながら上記の溶接を行う工程と、を有する。

ここで、感覚的パルス電流制御溶接は、作業者が溶融池の観察に基づくトーチスイッチのON/OFF操作により溶接電流をパルス状に変化させるものであり、入熱制御方法のひとつとして提案されている。また、この方法に着目し、作業者が行う感覚的な電流変化データをプログラム化し、自動溶接によりプログラムを再現させるプログラム化TIG溶接法も提案されている。

ところが、作業者のトーチ操作が複雑となる、本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法等の継ぎ手の溶接では、感覚的パルス電流制御溶接やプログラム化TIG溶接法をそのまま適用しても溶接を良好に行うことが難しい。

このため、本実施の形態に係る突き合わせTIG溶接方法は、予備的に感覚的パルス電流制御溶接を行って感覚的パルス電流制御溶接により得られるパルス電流の基礎データと溶接結果の関係を解析し、パルス電流の基礎データを修正して、プログラム化TIG溶接のための溶接プログラムを得る。そして、さらに、溶接プログラムに基づいてそのまま自動溶接を行うのではなく、溶接作業者の五感による優れたセンシング機能に着目し、複雑に変化するプログラム化TIG溶接を作業者の溶接操作によりの確に再現しながら溶接を行うものである。これを本発明者らはプログラム化協調溶接と呼ぶ。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

すなわち、本実施の形態に係る突き合わせ T I G 溶接方法は、得られるパルス電流の基礎データを、このときの溶接結果から適正な溶込みとなるパルス電流データに修正し、抽出したパルス電流の変化データで溶接を行い、溶加材を添加して適正な余盛を形成させるものである。

このとき、溶接開始部における両母材が融合するまでの溶接操作は作業者の判断で行う。このため、プログラムによるパルス及びベース電流の出力開始には、例えば、作業者が両母材の融合確認後に行うトーチスイッチ操作信号を利用する。

【 0 0 2 2 】

以上説明した本実施の形態では T I G 溶接を用いる例で説明したが、これに限らず、ミグ溶接等の溶接方法にも適用可能である。また、本実施の形態では突き合わせの例で説明したが、これに限らず、重ね溶接等の接合方法にも適用可能である。

【実施例】

【 0 0 2 3 】

実施例を挙げて、本発明をさらに説明する。なお、本発明は、以下に説明する実施例に限定されるものではない。

【 0 0 2 4 】

(プログラム化協調溶接の条件設定)

プログラム化協調溶接の条件設定の一例について説明する。

図 2 は、溶接方法がビード形成に及ぼす影響について調べた結果である。図 2 A 及び図 2 B の溶接条件は、それぞれ一定の溶接電流 90A 及び感覚的パルス電流制御溶接によるベース電流 50A とパルス電流 90A であり、溶接速度はいずれも 150mm/min とした。いずれの溶接の場合も、両母材が融合しあう溶融池を形成させた後、電極狙いを継手のルート部からアルミニウム板側に 2 mm ずらした位置とし、溶接ワイヤを垂鉛めつき鋼板側溶融池に 1856mm/min の速度で連続供給しながら溶接を行った。

図 2 A の一定電流による溶接では、溶接が進むにつれてアルミニウム板側の溶融が進み、終端部では添加されるワイヤの金属量が不足し、図中、左端部に融合不良が発生した。これに対し、感覚的パルス電流制御で行った図 2 B の溶接では、母材の溶融状態に合わせた適正な入熱制御が行われたことから溶接線全長で良好な融合が得られた。

そこで、図 2 B の溶接で得られた溶接電流の変化データを PLC (プログラマブルロジックコントローラ) で再現するプログラム化溶接に加え、溶接作業者がトーチ操作及びワイヤ添加操作を行う協調溶接を行った。

作業員から抽出した溶接電流の変化及びこのデータを利用して協調溶接を行ったサンプルの表面の外観写真を図 3 A に示す。また、このときの、パルス電流変化を図 3 B に示す。図 3 B 中、縦軸はパルス電流比 (Ratio at pulse current time (%)) であり、横軸は、上段が予熱からの経過時間であり、下段が溶接開始位置からの距離 (Distance from welding origin) である。図 3 A に示すように、溶接は始端から終端まで良好に行われていることがわかる。

【 0 0 2 5 】

(プログラム化協調溶接の実施例)

溶融垂鉛めつき鋼板 ($t = 3.2 \text{ mm}$) とアルミニウム合金板 (A 5 0 5 2 $t = 3 \text{ mm}$) の突き合わせ T I G 溶接を行った。溶接は、入熱条件を精密に制御しながら行った。

図 1 中、突き合わせ線 A と電極のアークを発生する位置の距離 X 2 を 5 mm とし、図 1 中、紙面右側のアルミニウム合金板の端部とアークを発生する位置 B の距離は溶接トーチをアルミニウム合金板始端付近まで戻さなくてよい位置とした。また、アルミニウム合金と電極の先端との距離は 1 mm ~ 2 mm とした。

溶加材 (A 4 0 4 3 1 mm) の添加は、1508mm/min の供給速度で行った。

溶接電流はベース電流 55A、パルス電流 100A であり、溶接速度は 150 mm/min とした。

突き合わせ線 A と電極が移動する線 (突き合わせ線 A と平行な線) L 1 の間隔は 2 mm

10

20

30

40

50

とした。

なお、参考例として、突き合わせ線 A と電極のアークを発生する位置の距離 X 2 を 2 m とし、X 1 を 1 m とした以外は実施例と同様の条件で溶接した。

【 0 0 2 6 】

接合部の引っ張り強度を測定した結果、実施例のものは約 1 3 0 N / m m ² であり、参考例のものは約 1 3 3 N / m m ² であった。

溶接ビードの拡大写真を実施例について図 4 に、参考例について図 5 にそれぞれ示す。

実施例では良好なビードが形成されているが、参考例では、図中ビード右側端部および左側にめっき膜の熔融剥離に伴う融合不良が見られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本実施の形態に係る突き合わせ T I G 溶接方法を説明するための図である。

【 図 2 A 】 プログラム化協調溶接の条件設定に際し、溶接方法がビード形成に及ぼす影響について調べた結果であり、溶接条件は、一定の溶接電流による。

【 図 2 B 】 プログラム化協調溶接の条件設定に際し、溶接方法がビード形成に及ぼす影響について調べた結果であり、溶接条件は、感覚的パルス電流制御溶接による。

【 図 3 A 】 図 2 B の結果に基づきプログラム化協調溶接を行った溶接ビードの拡大写真である。

【 図 3 B 】 図 2 B の結果に基づきプログラム化協調溶接を行ったときのパルス電流変化を示す図である。

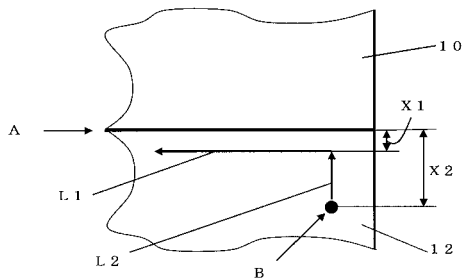
【 図 4 】 実施例の溶接ビードの拡大写真である。

【 図 5 】 参考例の溶接ビードの拡大写真である。

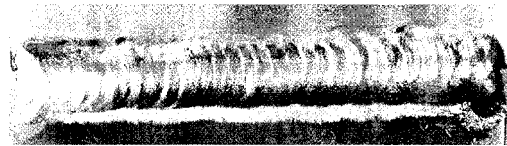
10

20

【 図 1 】



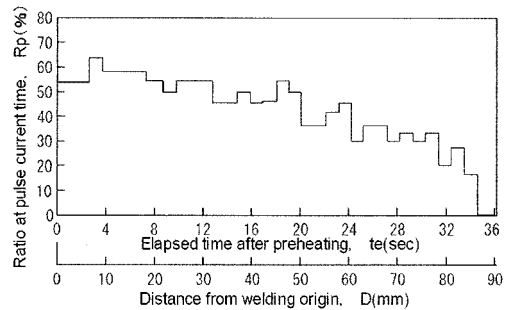
【 図 3 A 】



【 図 2 A 】



【 図 3 B 】



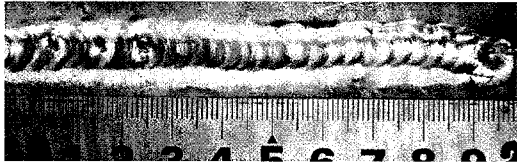
【 図 2 B 】



【 図 4 】



【 5】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 克彦
神奈川県相模原市淵野辺 2 - 2 8 - 1 5

審査官 大屋 静男

(56)参考文献 特開昭 5 8 - 1 8 8 5 8 5 (J P , A)
特開昭 6 2 - 2 8 9 3 7 6 (J P , A)
特開平 0 3 - 2 4 3 2 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 8 7 8 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
B 2 3 K 9 / 1 6 7
B 2 3 K 9 / 2 3
B 2 3 K 1 0 3 / 1 0