

(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2014-176869

(P2014-176869A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>B 2 3 K 9/007 (2006.01)</b>	B 2 3 K 9/007	4 E 0 0 1
<b>B 2 3 K 10/02 (2006.01)</b>	B 2 3 K 10/02 A	
<b>B 2 3 K 9/00 (2006.01)</b>	B 2 3 K 9/00 1 O 1 C	
<b>B 2 3 K 9/235 (2006.01)</b>	B 2 3 K 9/235 A	
	B 2 3 K 9/235 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-51761(P2013-51761)  
 (22) 出願日 平成25年3月14日(2013.3.14)

(71) 出願人 000005326  
 本田技研工業株式会社  
 東京都港区南青山二丁目1番1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  
 (72) 発明者 桑原 大樹  
 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内  
 (72) 発明者 北川 純  
 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台6番地1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

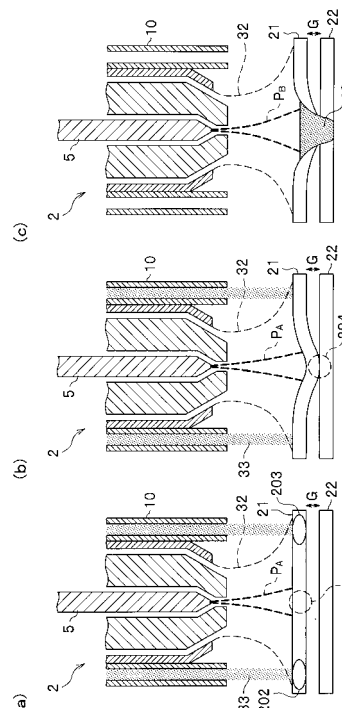
(54) 【発明の名称】 アークスポット溶接方法および溶接装置

(57) 【要約】

【課題】ワークの積層板間のギャップに起因した溶接品質の悪化を防止する。

【解決手段】アークスポット溶接方法は、シールドガス32の外周に板材21の過熱を抑制するための冷却ガス33を噴射する冷却工程と、冷却工程中にシールドガス32放射内で低い溶接電流によるアーク放電を行い、板材21をプラズマアークP<sub>A</sub>の熱で撓ませることで、隣り合う板材21, 22間のギャップGを小さくする第1アーク放電工程と、第1アーク放電工程後、シールドガス32放射内で高い溶接電流によるアーク放電を行い、プラズマアークP<sub>B</sub>により各々の板材21, 22を溶融させる第2アーク放電工程と、を備える。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 2 枚以上の板材を重ね合わせたワークの、一面側からトーチによりアーク放電してアークスポット溶接するアークスポット溶接方法において、

シールドガスの外周に前記ワークの過熱を抑制するための冷却ガスを噴射する冷却工程と、

前記冷却工程中に前記シールドガス放射内で予め定められた第 1 電流値の溶接電流によるアーク放電を行い、前記ワークの一面を有する板材を熱で撓ませることで、前記ワークにおいて隣り合う板材間のギャップを小さくする第 1 アーク放電工程と、

前記第 1 アーク放電工程後、前記シールドガス放射内で前記第 1 電流値よりも高い第 2 電流値の溶接電流によるアーク放電を行い前記各々の板材を溶融させる第 2 アーク放電工程と、

を備えたことを特徴とするアークスポット溶接方法。

**【請求項 2】**

前記冷却工程中に、前記第 1 アーク放電工程および前記第 2 アーク放電工程を連続して行うことを特徴とする請求項 1 に記載のアークスポット溶接方法。

**【請求項 3】**

少なくとも 2 枚以上の板材を重ね合わせたワークの、一面側からトーチによりアーク放電してアークスポット溶接する溶接装置であって、

非消耗電極を有する前記トーチと、

シールドガスを噴射するシールドキャップと、

前記トーチに電力を供給する電源と、

前記シールドキャップの外周に設けられて前記ワークの過熱を抑制するための冷却ガスを噴射する冷却ガスノズルと、

前記シールドキャップに前記シールドガスを供給すると共に前記冷却ガスを前記冷却ガスノズルに供給するガス供給装置と、

前記電源および前記ガス供給装置を制御して、溶接前の予め定められた第 1 期間に、予め定められた第 1 電流値の溶接電流によるアーク放電を行い、前記第 1 期間に続く予め定められた第 2 期間に、前記第 1 電流値よりも高い第 2 電流値の溶接電流によるアーク放電を行う溶接制御装置とを備え、

前記溶接制御装置は、前記ガス供給装置を制御して少なくとも前記第 1 期間の最中には前記冷却ガスを噴射させることを特徴とする溶接装置。

**【請求項 4】**

前記トーチは、

プラズマ電極を取り囲んで動作ガスの流路を形成する拘束ノズルと、

前記拘束ノズルを取り囲んで前記シールドガスの流路を形成する前記シールドキャップと、

前記シールドキャップを取り囲んで前記冷却ガスの流路を形成する前記冷却ガスノズルと、を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の溶接装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、アークスポット溶接方法および溶接装置に係り、特に、板材を重ね合わせたワークを溶接するアークスポット溶接方法および溶接装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、複数の板材を重ね合わせたワークを、例えば、消耗電極ワイヤを用い、シールドガスとしてアルゴンと炭酸ガスとを用いてアークスポット溶接する方法が知られている（例えば特許文献 1 参照）。アークスポット溶接では、積層される上下の板材の間にギャップが大きい場合と、ギャップが小さい場合とでは、要求される入熱条件が異なっている。

10

20

30

40

50

特許文献1に記載の方法では、大電流で上の板材の目標部位を溶かし、ギャップが大きい場合、下の板材に向かってポタツ、ポタツと落として上下の板材をつなぎ、その後、目標部位に形成された穴をワイヤ溶融金属で埋める方法なので、溶接の仕上がりは見栄えが悪くなってしまふ。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭61-279360号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

ワークの積層板間にギャップが存在しないならば、アーク放電による熱が、上の板材（上板）において目標部位から、接触している隣の板材（下板）に移り易く、熱伝達が良好であり、溶接品質も良好となる。一方、ワークの積層板間にギャップが存在すると、アーク放電による熱がギャップによって隣の板材に移りにくく、熱伝達がうまくいかなくなつて溶接品質が悪化する。具体的には、ギャップが存在すると、例えば上板において目標部位から隣の板に逃げることのできない熱は、その目標部位から周辺部位へと拡散する。そのため、上板の周辺部位の温度が上昇し、熱により周辺部位が歪む熱歪が発生し、歪みが大きい場合、上板にクラックや割れが発生してしまう。

【0005】

20

そこで、本発明では、前記した問題を解決し、ワークの積層板間のギャップに起因した溶接品質の悪化を防止するアークスポット溶接方法および溶接装置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】

【0006】

前記課題を解決するために、本願発明者らは、重ね合わせた板材からなるワークにおいて板材間にギャップが存在する場合のアークスポット溶接の仕上がりの方の良否について種々検討を行った。その結果、溶接前に、ワークのトーチに面した一面側の板材における溶接目標箇所をアーク放電の熱で加温しながら冷却ガスで目標箇所の周囲の温度上昇を抑制しておいた後で、各板材を溶接することで、良好な仕上がりが見出された。

30

【0007】

そこで、本発明に係るアークスポット溶接方法は、少なくとも2枚以上の板材を重ね合わせたワークの、一面側からトーチによりアーク放電してアークスポット溶接するアークスポット溶接方法において、シールドガスの外周に前記ワークの過熱を抑制するための冷却ガスを噴射する冷却工程と、前記冷却工程中に前記シールドガス放射内で予め定められた第1電流値の溶接電流によるアーク放電を行い、前記ワークの一面を有する板材を熱で焼かせることで、前記ワークにおいて隣り合う板材間のギャップを小さくする第1アーク放電工程と、前記第1アーク放電工程後、前記シールドガス放射内で前記第1電流値よりも高い第2電流値の溶接電流によるアーク放電を行い前記各々の板材を溶融させる第2アーク放電工程と、を備えたことを特徴とする。

40

【0008】

このようにすることで、第1アーク放電工程において、ワークの一面を有する板材における溶接目標箇所をアーク放電の熱で加温することで軟らかくさせて自重により下側の板材に近接または接触させることができる。その際に、シールドガスの外周に冷却ガスを噴射するので、ワークの一面を有する板材においてアーク放電の熱がシールドガスの外周側へ伝導することを抑制する。そのため、上板の過熱が緩和され、溶接目標箇所の周囲の温度上昇が抑制されて熱歪が低減するので、クラックや割れを防止できる。

ここで、冷却ガスをシールドガスの外周に噴射するとは、例えばトーチ側においてシールドガスが噴射される噴射口の外側でシールドガスによるシールド効果を損ねないような経路を通った冷却ガスをワークの一面に当てることをいう。また、ワークの一面において

50

、例えばトーチ軸線から外側の部分でシールドガスによるシールド効果を妨げないような部分に冷却ガスを当てることをいう。

そして、本発明に係るアークスポット溶接方法は、上板における溶接目標箇所が下側の板材に近接または接触してギャップが実質的に解消された状態で、第2アーク放電工程にて貫通溶接を行うので、仕上がりが良好となる。

【0009】

また、本発明に係るアークスポット溶接方法は、前記冷却工程中に、前記第1アーク放電工程および前記第2アーク放電工程を連続して行うことが好ましい。

【0010】

このようにすることで、電流値の高い第2アーク放電工程においても、シールドガスの外周に冷却ガスを噴射するので、溶接目標箇所の周囲の温度上昇が抑制されて熱歪が低減するので、クラックや割れを防止できる。

10

【0011】

また、本発明に係る溶接装置は、少なくとも2枚以上の板材を重ね合わせたワークの、一面側からトーチによりアーク放電してアークスポット溶接する溶接装置であって、非消耗電極を有する前記トーチと、シールドガスを噴射するシールドキャップと、前記トーチに電力を供給する電源と、前記シールドキャップの外周に設けられて前記ワークの過熱を抑制するための冷却ガスを噴射する冷却ガスノズルと、前記シールドキャップに前記シールドガスを供給すると共に前記冷却ガスを前記冷却ガスノズルに供給するガス供給装置と、前記電源および前記ガス供給装置を制御して、溶接前の予め定められた第1期間に、予め定められた第1電流値の溶接電流によるアーク放電を行い、前記第1期間に続く予め定められた第2期間に、前記第1電流値よりも高い第2電流値の溶接電流によるアーク放電を行う溶接制御装置とを備え、前記溶接制御装置が、前記ガス供給装置を制御して少なくとも前記第1期間の最中には前記冷却ガスを噴射させることを特徴とする。

20

【0012】

かかる構成によれば、溶接装置は、溶接前の予め定められた第1期間に、ワークの一面を有する板材における溶接目標箇所を、低い溶接電流によるアーク放電の熱で加温することで軟らかくさせて自重により下側の板材に近接または接触させることができる。その際に、シールドキャップの外周に設けられた冷却ガスノズルから、シールドガスの外周に冷却ガスを噴射させるので、ワークの一面を有する板材においてアーク放電の熱がシールドガスの外周側へ伝導することを抑制する。そのため、上板の過熱が緩和され、溶接目標箇所の周囲の温度上昇が抑制されて熱歪が低減するので、クラックや割れを防止できる。そして、溶接装置は、上板における溶接目標箇所が下側の板材に近接または接触してギャップが実質的に解消された状態で、第2期間に高い溶接電流によるアーク放電の熱でワークを貫通溶接できるので、仕上がりが良好となる。

30

【0013】

また、本発明に係る溶接装置は、前記トーチが、プラズマ電極を取り囲んで動作ガスの流路を形成する拘束ノズルと、前記拘束ノズルを取り囲んで前記シールドガスの流路を形成する前記シールドキャップと、前記シールドキャップを取り囲んで前記冷却ガスの流路を形成する前記冷却ガスノズルと、を備えることが好ましい。

40

【0014】

このようにすることで、シールドガスを環状のスリットからワークの一面に噴射することでプラズマアークをシールドすると共に、その外周において冷却ガスを環状のスリットからワークの一面に噴射することができる。これにより、ワークの一面において、溶接目標箇所の周囲の全周が冷却され、全周の熱歪が低減し、全周においてクラックや割れを防止できる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、ワークにおいて重ね合わせた板材間のギャップに起因した溶接品質の悪化を防止し、アークスポット溶接の仕上がりを良好とすることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る溶接装置の構成を示す模式図である。

【図2】本発明の実施形態に係るアークスポット溶接方法の流れを示す模式図であって、(a)と(b)は第1アーク放電工程、(c)は第2アーク放電工程を示している。

【図3】図2の各工程に対応したアーク放電条件の時間変化の一例を示すグラフであって、(a)は溶接電流条件、(b)はシールドガス条件、(c)は冷却ガス条件を示している。

【図4】比較例の溶接装置の構成を示す模式図である。

【図5】溶接前の予備加熱時のワークを模式的に示す断面図であって、(a)は実施例、(b)は比較例を示している。

10

## 【発明を実施するための形態】

【0017】

図面を参照して本発明を実施するための形態（実施形態という）について詳細に説明する。

## [1. 溶接装置の概要]

ここでは、本発明の実施形態に係るアーク溶接方法（以下、本アークスポット溶接方法という）に用いる溶接装置の概要について図1を参照して説明する。図1に示す溶接装置1は、少なくとも2枚以上の板材21, 22を重ね合わせたワークWの上面21a側（ワークWの一面側）からトーチ2によりアーク放電してアークスポット溶接するものである。

20

図1には、一例として2枚の板材21, 22を重ね合わせたワークWを示した。この溶接装置1の主な特徴は、溶接制御装置4による制御方法（本アークスポット溶接方法）にある。また、そのためにトーチ2は例えば図1に示すような構造を有している。

【0018】

トーチ2は、タングステン電極（プラズマ電極、非消耗電極）5の周りに、動作ガス31を流すための第1ノズル（拘束ノズル）6と、シールドガス32を流すための第2ノズル7（シールドキャップ）とが同心円状に囲んだ従来公知の構造を有すると共に、第2ノズル7の外周を囲むように第3ノズル（冷却ガスノズル）10が設けられている。第2ノズル7と第3ノズル10の間には冷却ガス33を流す。この冷却ガス33は、アーク放電の熱によりワークWが過剰に熱せられることを抑制するためのガスである。なお、溶接装置1の構成の詳細については後記する。

30

【0019】

## [2. アークスポット溶接方法の概要]

本アークスポット溶接方法の概要について図2(a)～図2(c)を参照して説明する。なお、図2(a)～図2(c)の断面図において説明を分かり易くするために板材21, 22のハッチングは省略した。図2(a)および図2(b)に示すように、本アークスポット溶接方法は、冷却ガス33をシールドガス32の外周に噴射する工程（冷却工程）を含んでいる。冷却ガス33はリング状に噴射される。この冷却工程は、例えば溶接前に行う。ここで、冷却ガス33以外にシールドガス32が噴射されているのは、入熱が小さくなるような溶接電流によるアーク放電工程（これを第1アーク放電工程と呼ぶ）が行われているからである。

40

【0020】

つまり、第1アーク放電工程は、図2(a)および図2(b)に示すように、溶接工程（これを第2アーク放電工程という）よりも前に、冷却工程中にシールドガス32放射内でアーク放電を行い、比較的低い電流値に対応して生成されるプラズマアーク $P_A$ の熱でワークWの上面21a側を加温する工程である。この第1アーク放電工程は、ワークWの上面21aを有する板材21を熱で撓ませることで、ワークWにおいて隣り合う板材21, 22間のギャップを小さくする工程である。つまり、第1アーク放電工程は、溶接工程の準備として事前に行う予備加熱工程である。

【0021】

50

第1アーク放電工程に続く第2アーク放電工程は、溶接工程であって、図2(c)に示すように、シールドガス32の放射内でアーク放電を行い、比較的高い電流により生成されるプラズマアーク $P_B$ の熱で溶融プールがワークWの各々の板材21, 22を溶融させる工程(アーク放電工程)である。

【0022】

[3.アーク溶接方法で用いるワーク]

ここでは、本アークスポット溶接方法で用いるワークの概要について図1を参照して説明する。図1に示すワークWは、例えば、自動車等の車体に用いる薄板を少なくとも2枚以上重ねたものである。図1では、一例として2枚の板材21, 22を重ね合わせた場合のワークWの断面を図示した。

10

【0023】

板材21, 22は、例えば、材料、形状、厚み、大きさが同じであるものとする。板材21, 22は、例えば鋼材をプレス成形したプレス材(金属板)である。ここで、鋼材は、例えば、普通鋼板、電気亜鉛めっき等の亜鉛めっき処理を表面に施した表面処理鋼板、高張力鋼(High Tensile Strength Steel)等で構成されている。

【0024】

板材21, 22間にはギャップ(隙間)Gがある。例えば車体用で板厚がおよそ1~2mmの2枚の薄板状のプレス材を積層してフランジで位置合わせした場合、板材21, 22間に生じるギャップGは例えば1mm以下となる。2枚の板材21, 22は例えば車体の組み立てライン上で重ね合わせられて、例えば溶接ガン(トーチ2)からのアーク放電によりスポット溶接される。

20

【0025】

[4.溶接装置の構成の詳細]

溶接装置1は、図1に示すように、主に、トーチ2と、溶接電源3と、溶接制御装置4とを備えている。また、図示を省略するが、溶接装置1は、動作ガスボンベ、シールドガスボンベ、冷却ガスボンベ、ガス流量調整器、遠隔制御器などを備えている。

【0026】

トーチ2は、タングステン電極5の周りを、第1ノズル6、第2ノズル7、第3ノズル10の順番で、一例として同心円状に囲んだ構造のものである。トーチ2は、電源9からタングステン電極5に電力が供給されて、タングステン電極5と水冷された第1ノズル6との間にパイロットアークを発生させ、このパイロットアークの熱により動作ガス31をプラズマ化して噴出させ、ワークWの板材21との間にプラズマアークを発生させる。

30

【0027】

タングステン電極5と第1ノズル6の間には、動作ガス31を流す。動作ガス31は、アーク放電により生成されるプラズマアークを生成するためのガスである。第1ノズル6は、水冷されており、プラズマ電極としてのタングステン電極5を取り囲んで動作ガス31の流路を形成する。

【0028】

動作ガス31の流路は、円環状であるが、第1ノズル6のガス噴射端6aにおいて、タングステン電極5の先端の下で一点に収束して例えば円形となる。つまり、第1ノズル6は、タングステン電極5からのプラズマアークを絞る拘束ノズルとして機能する。

40

【0029】

第1ノズル6と第2ノズル7の間には、シールドガス32を流す。シールドガス32は、プラズマアークを周囲の雰囲気から遮蔽するためのガスである。シールドガス32は、例えばArやAr+CO<sub>2</sub>の混合ガスである。第2ノズル7は、第1ノズル6を取り囲んでシールドガス32の流路を形成する。

【0030】

第2ノズル7は、ガス噴射端7aに向かって縮径する方向に所定の角度で傾斜した構造を有する。図1の断面図では、第2ノズル7の先端は、トーチ軸線(タングステン電極5の中心線)に平行な軸線Lの方向から鋭角の角度だけ傾斜している。つまり、第2ノズル

50

ル7はガス噴射端7aの側に先細りの構造を有している。言い換えると、シールドガス32の流路は、円環状であるが、第2ノズル7のガス噴射端7aにおいて、タングステン電極5の先端の下で円環の半径が小さくなっている。これにより、第2ノズル7は、シールドガスを環状のスリットからワークの上面21aに噴射する。したがって、タングステン電極5とワークWとの間に形成されるプラズマアークをシールドガス32で効果的にシールドすることができる。つまり、第2ノズル7は、シールドキャップとして機能する。

【0031】

第2ノズル7と第3ノズル10の間には冷却ガス33を流す。冷却ガス33は、前記したように、アーク放電の熱によりワークWが過剰に熱せられることを抑制するためのガスである。この冷却ガス33は、ワークWの過熱を抑制できれば、その種類、温度、流量等は特に限定されない。冷却ガス33はシールド効果を妨げなければ例えば大気(空気)を用いてもよい。

10

【0032】

また、冷却ガス33のガス種は、シールドガス32のガス種と同一であってもよい。このようにすることで、冷却ガス33の配管流路とシールドガス32の配管流路とを区別しつつ、シールドガス32のための設備の一部(例えばポンペ等)を冷却ガス33のために転用することができる。また、ガスの温度、流量、噴射期間等の条件の少なくとも1つを同一にすることで溶接のための制御を単純化させることができる。

【0033】

第3ノズル10は、第2ノズル7を取り囲んで冷却ガス33の流路を形成するものである。本実施形態では、第3ノズル10は、図1に示すように、内筒部11と、外筒部12とを備えている。内筒部11および外筒部12は、それぞれ円筒状(円管状)に形成されており、第2ノズル7を同心円状に囲んでいる。内筒部11の内周面の大部分は、第2ノズル7の外周面に嵌合して固着されている。ここで、内周面の一部は、第2ノズル7に接触していない。つまり、内筒部11の端面11aと外筒部12の端面12aとは、第2ノズル7のガス噴射端7aよりもトーチ先端側(ワーク側)に位置しており、第1ノズル6のガス噴射端6aと同程度の位置まで延出している。第3ノズル10において、内筒部11と外筒部12との間の空間が冷却ガス33の流路となっている。

20

【0034】

要するに、第3ノズル10は、図1に示すようにガス噴射端10aに向かって同径の構造を有する。言い換えると、冷却ガス33の流路は、円環状であるが、第3ノズル10のガス噴射端10aにおいて、タングステン電極5の先端の下でも円環の半径が変わっていない。これにより、第3ノズル10は、環状のスリットから、ワークの上面21aに向けてトーチ軸線に略平行な方向で冷却ガス33を噴射できる。したがって、ワークWの上面21aにおいて、シールドガス32が当たる外周に冷却ガス33を当て易くなる。その結果、ワークの上面21aにおいて、溶接目標箇所の周囲の全周が冷却され、全周の熱歪が低減し、全周においてクラックや割れを防止できる。

30

【0035】

溶接電源3は、アーク溶接のための電力をトーチ2に供給するものである。ここでは、溶接電源3は、図1に示すように、主として、ガス供給装置8と、電源9とを備えている。なお、図示を省略するが、溶接電源3は、電圧・電流検出器等を備えている。

40

【0036】

ガス供給装置8は、図示しないガスボンベから動作ガス31、シールドガス32、冷却ガス33をトーチ2に供給するものである。ガス供給装置8は、溶接制御装置4からの指令信号により、図示を省略した弁を開閉することで、所定圧力で流入する動作ガス31の流量、シールドガス32の流量、冷却ガス33の流量をそれぞれ調節する。冷却ガス33等の流量は予め適切な値に設定されている。なお、トーチ2までのガス流路の図示は省略した。

電源9は、トーチ2に電力を供給する。電源9の負極は、トーチ2のタングステン電極5に電氣的に接続され、電源9の陽極は、板材21に電氣的に接続される。

50

## 【 0 0 3 7 】

溶接制御装置 4 は、溶接電源 3 を駆動することで、プラズマアーク溶接により、ワーク W として積層された板材 2 1 , 2 2 を溶接する制御を行うものである。なお、溶接制御装置 4 は、例えば、C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory)、H D D (Hard Disk Drive)、入出力インタフェース等を備えている。

## 【 0 0 3 8 】

## [ 5 . 溶接制御装置の制御例 ]

ここでは、溶接制御装置 4 の制御例について図 3 ( a ) ~ 図 3 ( c ) を参照 ( 適宜図 1 および図 2 参照 ) して説明する。図 3 ( a ) ~ 図 3 ( c ) に示すグラフの横軸は時刻 ( 時間 ) を示す。この例では、図示する時刻 T 1 ~ T 7 において、一例として時刻 T 3 ~ T 5 の期間を溶接前の第 1 期間 ( 予備加熱期間 ) と呼び、時刻 T 5 ~ T 6 の期間を第 2 期間 ( 溶接期間 ) と呼ぶことにする。ただし、タイミングを分かり易くするため時間の間隔を誇張していることがある。例えば予備加熱期間は、溶接期間の数倍程度である場合もある。

図 3 ( a ) の縦軸は溶接電流の大きさを示す。図 3 ( b ) の縦軸は、シールドガスの供給 ( O N ) / 非供給 ( O F F ) を示す。図 3 ( c ) の縦軸は、冷却ガスの供給 ( O N ) / 非供給 ( O F F ) を示す。

## 【 0 0 3 9 】

溶接制御装置 4 は、ガス供給装置 8 を制御し、ガス供給装置 8 は、指令信号に応じて、まず、時刻 T 1 にて、第 3 ノズル 1 0 から冷却ガス 3 3 の供給を開始する。これにより、ワーク W の上面 2 1 a において、溶接目標箇所を取り囲むようにリング状に冷却ガス 3 3 が噴射される ( 図 2 ( a ) 参照 ) 。続いて、ガス供給装置 8 は、指令信号に応じて、時刻 T 2 にて、第 2 ノズル 7 からシールドガス 3 2 の供給を開始する。これにより、ワーク W の上面 2 1 a において、溶接目標箇所に向けて冷却ガス 3 3 によるガスリングの内側に噴射される ( 図 2 ( a ) 参照 ) 。これらのガス供給により、シールドガス 3 2 の外周に冷却ガス 3 3 が噴射されることになる。

## 【 0 0 4 0 】

溶接前の第 1 期間 ( 予備加熱期間 : T 3 ~ T 5 ) では、溶接制御装置 4 は、ガス供給装置 8 を制御しながら電源 9 を制御して時刻 T 3 にて、予め定められた第 1 電流値 I 1 の溶接電流 ( 低電流 ) によるアーク放電を開始する ( 図 3 ( a ) 参照 ) 。ここで、第 1 電流値 I 1 は、対象の板材 2 1 が溶けない程度の電流値である。このアーク放電の工程は、第 1 アーク放電工程である。なお、時刻 T 5 には溶接電流が切り替えられる。

## 【 0 0 4 1 】

時刻 T 3 に近い状態を図 2 ( a ) に示すように、この時期では、板材 2 1 における溶接目標箇所 2 0 1 をアーク放電 ( プラズマアーク P<sub>A</sub> ) の熱で加温している。このとき、冷却ガス 3 3 は、例えば、符号 2 0 2 , 2 0 3 で示す環状の部位を板材 2 1 の冷却目標部位として噴射されている。符号 2 0 2 , 2 0 3 で示す部位は平面視で環状につながっている。よって、冷却ガス 3 3 はガスリングとなっている。シールドガス 3 2 は、プラズマアーク P<sub>A</sub> を外気からシールドしつつ、冷却ガス 3 3 によるガスリングの内側に主に広がっており、板材 2 1 の上面 2 1 a において符号 2 0 2 , 2 0 3 で示す環状の部位を主たる外縁とした広がりをもっている。

## 【 0 0 4 2 】

時刻 T 5 に近い状態を図 2 ( b ) に示すように、この時期では、板材 2 1 における溶接目標箇所が、溶融するまでに至らずに軟らかくなってその自重により板材 2 2 に接触する。なお、予備加熱においては、板材 2 1 と板材 2 2 とが接触していなくても、後段にて仕上りの溶接品質が良好であると許容されるような範囲で、板材 2 1 における溶接目標箇所が板材 2 2 に近接していれば、溶接目標箇所においては板材間のギャップが実質的に解消されたことになる。また、溶接目標箇所においては板材 2 1 と板材 2 2 とが接触していてもその周囲には、図 2 ( b ) に示すように小さくなったギャップが残っている。この状態は、板材間のギャップが実質的に解消された状態であり、板材間のギャップが小さくな

10

20

30

40

50



った状態である。このようにして溶接目標箇所においてギャップを解消した部位 204 が生じる。

【0043】

なお、第1期間(T3~T5)では、溶接制御装置4は、シールドガス32を噴射させ続けている(ON:図3(b)参照)が、この例では、溶接電流を切り替える直前の時刻T4にて、冷却ガス33の供給を停止させている(OFF:図3(c)参照)。

【0044】

第2期間(T5~T6)では、溶接制御装置4は、ガス供給装置8を制御しながら、電源9を制御して時刻T5にて第1電流値I1よりも高い第2電流値I2の溶接電流(高電流)によるアーク放電を開始する(図3(a)参照)。ここで、第2電流値I2は、対象のワークの溶接に必要な電流値であって、対象の板材21, 22が溶ける電流値である。このアーク放電の工程は、第2アーク放電工程である。このとき、図2(c)に示すように、板材21における溶接目標箇所が板材22に接触してギャップが解消された部位204において板材21, 22をアーク放電(プラズマアークP<sub>B</sub>)によって溶融させる。やがて溶融プールは貫通溶接部40となる。貫通溶接部40は、従来のボルト・ナットやネジの締結手段の役割を果たすことができる。なお、図2(c)には、溶融プールがワークWの他面に達してワークWの他面に下の孔が形成されるまで貫通溶接を続けた状態を示しているが、この限りではない。

【0045】

時刻T6にて溶接が完了すると、溶接制御装置4は、電源9を制御してプラズマアークを消弧させ、続いて、時刻T7にて、ガス供給装置8を制御してシールドガス32の供給を停止させる(OFF:図3(b)参照)。

【0046】

[6. 本アークスポット溶接方法の効果の具体例]

ここでは、本発明の実施形態に係る溶接装置1を用いたアークスポット溶接方法と、図4に示す溶接装置101を用いたアークスポット溶接方法とを比較しながら本発明の効果について説明する。比較例の溶接装置101の模式図を図4に示す。図1に示す構成と同様の構成には100番台の同様の符号を付し、説明を適宜省略する。

【0047】

比較例の溶接装置101は、図4に示すように、トーチ102と、溶接電源103と、溶接制御装置104とを主に備えている。

トーチ102は、タングステン電極105の周りを、第1ノズル106、第2ノズル107の順番で同心円状に囲んだ構造のものである。タングステン電極105と第1ノズル106との間には動作ガス31を流し、第1ノズル106と第2ノズル107の間には、シールドガス32を流す。つまり、図1に示す第3ノズル10を備えていない点がトーチ2と相違する。

【0048】

溶接電源103は、ガス供給装置108と、電源109とを主に備えている。

ガス供給装置108は、図示しないガスボンベから動作ガス31やシールドガス32をトーチ102に供給する。つまり、図1に示す冷却ガス33を供給しない点がガス供給装置8と相違する。電源109は、トーチ102に電力を供給する。電源109の負極は、トーチ102のタングステン電極105に電氣的に接続され、電源109の陽極は、板材21に電氣的に接続される。

【0049】

溶接制御装置104は、溶接電源103(ガス供給装置108および電源109)を駆動することで、プラズマアーク溶接により、積層された板材21, 22を溶接する制御を行う。この溶接制御装置104は、溶接時よりも低い電流の予備加熱を行ってから貫通溶接を行う制御を行う。つまり、図3(b)に示す冷却ガス33の制御を行わない点が溶接制御装置4と相違する。

【0050】

10

20

30

40

50

図5は、溶接前の予備加熱時のワークを模式的に示す断面図であって、(a)は溶接装置1による動作例(実施例)、(b)は溶接装置101による動作例(比較例)を示している。なお、図5(a)、図5(b)の断面図において説明を分かり易くするために板材21、22のハッチングは省略した。

図5(a)の断面図は、図2(a)および図2(b)に示す符号を用いて、図2(b)と同じワーク形状に変形した様子を模式的に示している。

図5(b)の断面図は、図5(a)に示す断面図と同様なタイミングにおいて変形したワーク形状を模式的に示している。

#### 【0051】

図5(b)に示す比較例では、ワークWの領域501において、板材21の溶接目標箇所がアーク放電(プラズマアーク $P_A$ )の熱で加温されて、溶融するまでに至らずに軟らかくなってその自重により板材22に接触している。この点は、図5(a)に示す実施例と同様である。

#### 【0052】

しかしながら、図5(b)に示す比較例では、溶接目標箇所の周囲では、図5(b)に示すようにギャップが大きくなっている点が相違する。すなわち、ワークWの領域502において、板材21に大きな熱歪が発生して左端部が大きくせり上がり、同様に領域503において、板材21の右端部が大きくせり上がっている。ここで、ワークWの領域502、503は、平面視では環状につながっている。そのため、比較例の溶接方法では、ワークWの板材21は、板状(平面状)からある曲率半径を有した球面状(凹面状)に変化する歪に耐え切れなくなってクラック(亀裂)や割れといった破損箇所504が発生する。

#### 【0053】

比較例において破損が生じる原因は、第1アーク放電工程の初期状態では、図2(a)に示すように板材21の溶接目標箇所201にはギャップGがあり、その溶接目標箇所を軟らかくするための熱が、ギャップGのために板材22側に逃げることができず、なんら対策がなされていないからである。そして、この溶接目標箇所の熱は、板材21において溶接目標箇所から周辺部位側(図5(b)の領域502、503側)へと拡散することになる。したがって、板材21の周辺部位の温度が上昇し、熱膨張や収縮の過程で生じる残留応力等により周辺部位の反りの現象として熱歪が発生し、歪みが大きい場合、破損箇所504が発生するのである。

#### 【0054】

一方、図5(a)に示す実施例では、この第1アーク放電工程の最中に、符号202、203で示す環状の部位を板材21の冷却目標部位として冷却ガス33が噴射されており、板材21の上面21aにてガスリングとなっている。したがって、溶接目標箇所の熱が、板材21において溶接目標箇所からリング状に周辺部位側(図5(b)の領域502、503側)へと拡散したとしても、冷却ガス33のガスリングにより周辺部位の過剰な温度上昇を抑制し、周辺部位における熱歪を緩和させることができる。そのため、クラックや割れを防止できる。

#### 【0055】

以上説明したように、本発明の実施形態に係るアークスポット溶接方法および溶接装置によれば、板材が積層されたワークの積層板間にギャップがある場合、貫通溶接を行う前に予備加熱を行うことでギャップを実質的に解消することができる。加えて、溶接前の予備加熱において、シールドガスの外周に冷却ガスを噴射するので、溶接目標箇所の周辺部位の熱歪を緩和させ、クラックや割れを防止できる。その結果、溶接品質を良好なものとすることができる。

#### 【0056】

以上、本発明のアークスポット溶接方法および溶接装置の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではない。例えば、溶接制御装置4は、溶接電流を切り替える直前の時刻T4にて、冷却ガス33の供給を停止すること

10

20

30

40

50

としたが、本発明はこれに限らず、冷却ガス33の供給を時刻T4にて停止せずに時刻T5以降に供給してもよい。言い換えると、冷却工程中に、第1アーク放電工程および第2アーク放電工程を連続して行うこととしてもよい。このようにすることで、電流値の高い第2アーク放電工程においても、シールドガス32の外周に冷却ガス33を噴射することになるので、溶接目標箇所周囲の温度上昇が抑制されて溶接工程中の熱歪が低減するので、第2アーク放電工程においてもクラックや割れを防止できる。

【0057】

前記した実施形態では、図3を参照して説明したように、冷却ガス33を噴射した後でシールドガス32を噴射するものとしたが、噴射する順序を入れ替えてもよいし、同時でもよい。また、ガスを供給する際にガス流量を時間変化させるようにしてもよい。さらに、第1期間（予備加熱期間）か第2期間（溶接期間）かによって、溶接電流値を2段階に設定したが、各期間の中で電流値を時間変化させるようにしてもよい。

10

【0058】

前記した実施形態では、ワークWとして積層された2枚の板材21, 22が、材料、形状、厚み、大きさが同じであるものとしたが、これに限らず、例えば厚みが異なっても同様な効果を奏する。また、3枚以上の板材を重ねた場合も同様な効果を奏する。

【0059】

前記した実施形態では、トーチ2において、第3ノズル10は、ガス噴射端10aに向かって同径の構造を有するものとしたが、これに限らず、例えば、ガス噴射端10aに向かって縮径する方向に傾斜した構造であっても、第2ノズル7の傾斜角以下の角度であれば、同径の構造の場合と同様な効果を奏する。また、このように傾斜させることで、ワークWの上面21aにおいて、例えば歪み易い特定の部位を狙って冷却ガスを噴射させることができる。さらに、第3ノズル10は、ガス噴射端10aに向かって拡径する方向に傾斜した構造であっても同様な効果を奏する。

20

【0060】

トーチ2において、第3ノズル10は、内筒部11と外筒部12とを備えるものとしたが、内筒部11を省略した簡易構造としてもよい。また、例えば、冷却ガス33の流量をシールドガス32の流量よりも少なくしてもよいし、多くしてもよい。

【0061】

冷却ガス33を噴射するノズル（冷却ガスノズル）は、第3ノズル10のようにトーチ2を構成するものに限らず、第2ノズル7の外周に管状の複数箇所に冷却ガスノズルを配設してもよい。その場合、第2ノズル7の外周において例えば90度おきの4箇所に冷却ガスノズルをそれぞれ配設すれば冷却ガス33によるガスリングを形成できる。

30

【0062】

シールドガス32を噴射するノズル（シールドキャップ）の軸線と、タングステン電極5（非消耗電極）の軸線とが一致していなくてもよく、シールドキャップは、第2ノズル7のようにトーチ2を構成するものに限らない。このような場合、冷却ガスノズルは、シールドキャップの配置に対応させてシールドガス32の外周に冷却ガス33を噴射できる位置に設ければよい。

【0063】

トーチ2を例えば溶接ロボットの先端側のアームに取り付けることで、ステージに固定されたワークWのスポット溶接を行う箇所へトーチ2が自動で移動できるように構成してもよい。逆に、移動可能に構成されたステージ上にワークWを固定し、トーチ2を固定して、ステージを自動で移動させてスポット溶接するようにしてもよい。

40

【符号の説明】

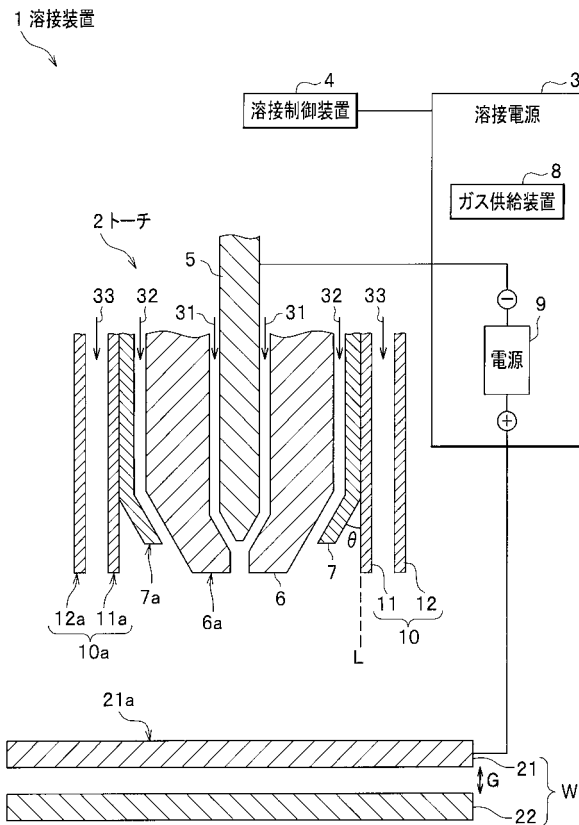
【0064】

- 1 溶接装置
- 2 トーチ
- 3 溶接電源
- 4 溶接制御装置

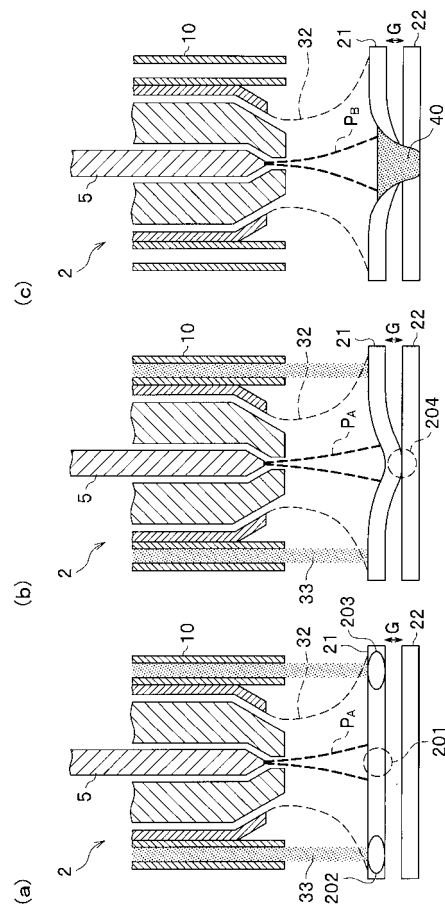
50

- 5     タングステン電極（プラズマ電極、非消耗電極）
- 6     第1ノズル（拘束ノズル）
- 7     第2ノズル（シールドキャップ）
- 8     ガス供給装置
- 9     電源
- 10    第3ノズル（冷却ガスノズル）
- 11    内筒部
- 12    外筒部
- 21, 22  板材
- 31    動作ガス
- 32    シールドガス
- 33    冷却ガス
- 40    貫通溶接部
- G     ギャップ
- W     ワーク

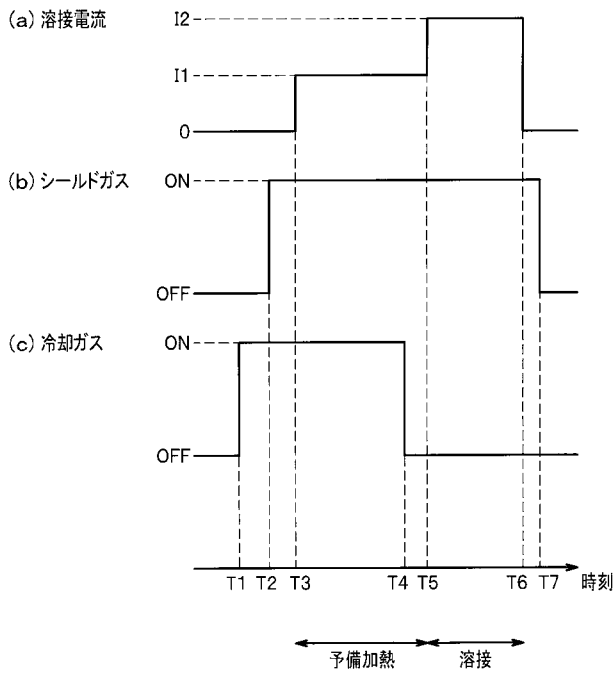
【 図 1 】



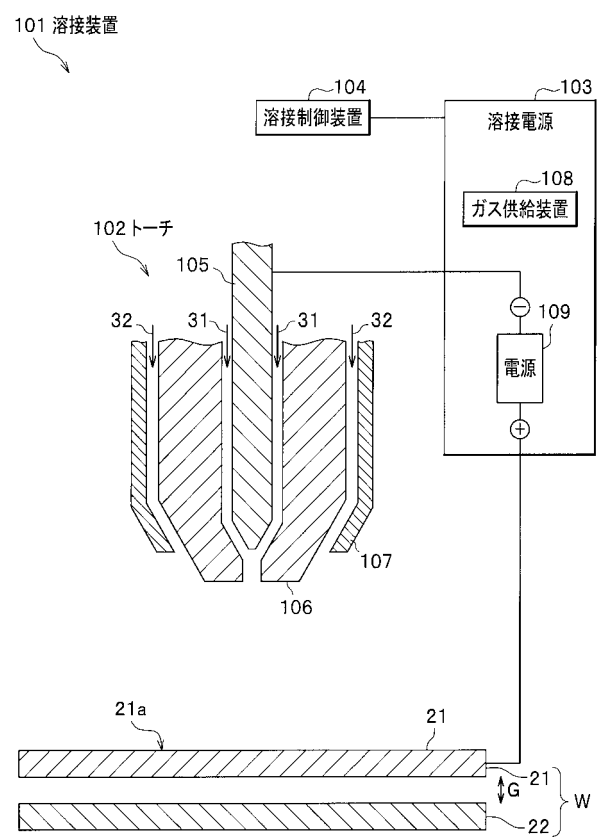
【 図 2 】



【 図 3 】

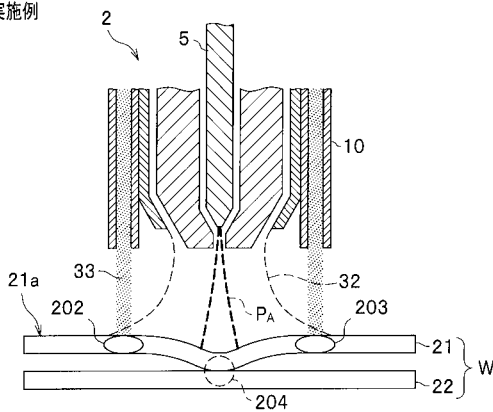


【 図 4 】

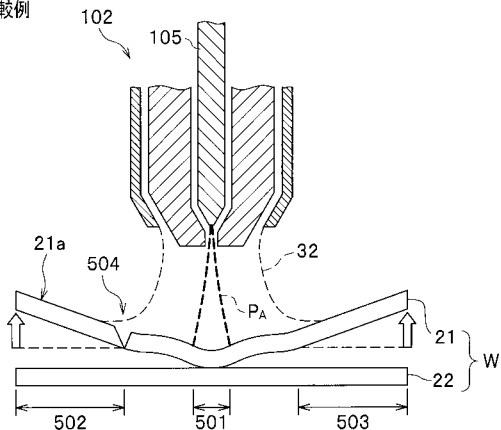


【 図 5 】

(a) 実施例



(b) 比較例



---

フロントページの続き

(72)発明者 瀬戸田 啓志

栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6 番地 1 ホンダエンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 4E001 AA04 BB11 CA01 CA02 CC02 DD02 DD04