

(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2014-200841

(P2014-200841A)

(43) 公開日 平成26年10月27日(2014.10.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B23K 1/00 (2006.01)</b>	B23K 1/00 L	
<b>B23K 1/19 (2006.01)</b>	B23K 1/19 Z	
<b>B23K 1/20 (2006.01)</b>	B23K 1/20 Z	
<b>B23K 3/06 (2006.01)</b>	B23K 3/06 K	
<b>B23K 101/18 (2006.01)</b>	B23K 101:18	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-82048 (P2013-82048)  
 (22) 出願日 平成25年4月10日 (2013.4.10)

(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 脇坂 泰成  
 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 武藤 優仁  
 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

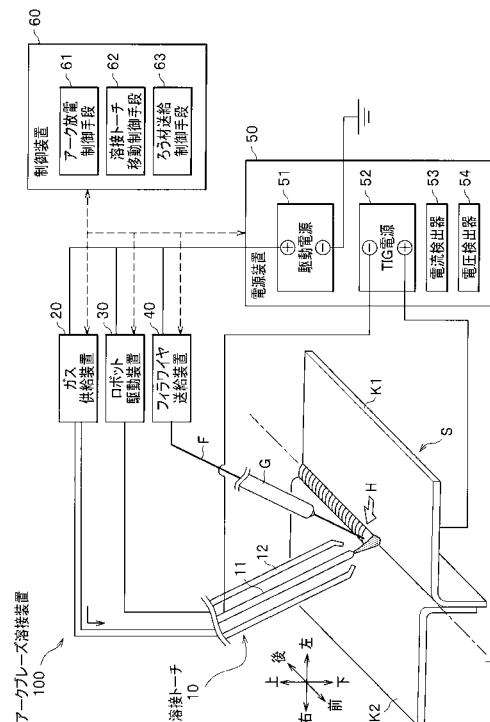
(54) 【発明の名称】 アーク溶接方法及びアーク溶接装置

(57) 【要約】

【課題】少なくとも一方にめっき処理が施された2つの母材を、ろう材を用いて適切に溶接する。

【解決手段】少なくとも一方がめっき層を有する2つの母材K1, K2を、ろう材Fでアーク溶接するアーク溶接方法であって、ろう材Fの送給を停止した状態で、溶接ラインLに沿って溶接トーチ10を移動させつつ電流値I1でアーク放電し、めっき層を除去するめっき層除去工程と、溶接トーチ10の移動を停止した状態で、ろう材Fを送給しつつ電流値I1よりも小さい電流値I2でアーク放電し、めっき層が除去された位置にろう材Fを溶着させるろう材溶着工程と、を交互に実行する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも一方がめっき層を有する 2 つの母材を、ろう材でアーク溶接するアーク溶接方法であって、

前記ろう材の送給を停止した状態で、溶接ラインに沿って溶接トーチを移動させつつ第 1 電流値でアーク放電し、前記めっき層を除去するめっき層除去工程と、

前記溶接トーチの移動を停止した状態で、前記ろう材を送給しつつ前記第 1 電流値よりも小さい第 2 電流値でアーク放電し、前記めっき層が除去された位置に前記ろう材を溶着させるろう材溶着工程と、を交互に実行する

ことを特徴とするアーク溶接方法。

10

**【請求項 2】**

前記 2 つの母材のうち一方は、Zn を含む前記めっき層で Fe 系金属部材が被覆された第 1 母材であり、他方は、Al 系金属部材である第 2 母材であり、

前記ろう材は ZnSi 系ろう材である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアーク溶接方法。

**【請求項 3】**

前記ろう材溶着工程において、前記ろう材であるフィラワイヤの先端が、アークよりも進行方向後側に位置し、かつ、溶融池に浸るように前記フィラワイヤを送給する

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のアーク溶接方法。

20

**【請求項 4】**

少なくとも一方がめっき層を有する 2 つの母材を、ろう材でアーク溶接するアーク溶接装置であって、

前記 2 つの母材との間でアーク放電する溶接トーチと、

前記めっき層をアーク放電によって除去するための第 1 電流値と、前記ろう材を溶融させると共に前記第 1 電流値よりも小さい第 2 電流値と、のそれぞれに対応する電流を、前記溶接トーチに交互に流してアーク放電させるアーク放電手段と、

前記第 1 電流値でのアーク放電中、溶接ラインに沿って前記溶接トーチを移動させ、前記第 2 電流値でのアーク放電中、前記溶接トーチの移動を停止させる溶接トーチ移動手段と、

前記第 1 電流値でのアーク放電中、前記ろう材を送給せず、前記第 2 電流値でのアーク放電中、前記めっき層が除去された位置に溶着させるように前記ろう材を送給するろう材送給手段と、を備える

30

ことを特徴とするアーク溶接装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ろう材を用いて 2 つの母材をアーク溶接するアーク溶接方法及びアーク溶接装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、母材と溶接トーチとの間でアーク放電を発生し、当該アーク放電による高熱でフィラワイヤ（ろう材）を溶融させ、母材とろう材とを分子レベルで融合一体化させるアーク溶接（いわゆるアークブレード溶接）が知られている。当該アーク溶接を行うことによって、溶融したろう材が接合箇所の狭い隙間に入り込むため、母材同士の接合箇所が複雑な形状であっても比較的容易に溶接できるという利点がある。

40

**【0003】**

例えば、特許文献 1 には、非消耗電極にアーク電流をパルス状に供給して母材との間にアーク放電を発生させつつ、前記したパルスと同期させるようにフィラワイヤを間欠送りするパルスアーク溶接方法について記載されている。

なお、特許文献 1 に記載の発明では、アーク電流の値がピーク電流（> ベース電流）の

50

ときにフィラワイヤを溶融させ、ベース電流のときにフィラワイヤを溶融させないようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-110604号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

自動車等に用いられる部材には、表面保護や酸化防止を目的としてめっき処理が施されているものが多い。また、ろう材の沸点は、めっき層（例えば、Zn）の融点よりも低い場合がほとんどである。

そうすると、めっき層を有する母材を接合する際、特許文献1に記載の発明では以下のような問題が生じる。

【0006】

第一に、めっき層の除去を行わずに、フィラワイヤを溶融させる程度の温度にピーク電流を設定すると、めっき層の上にビード（溶接痕の盛り上がり）が形成される。この場合、母材とビードとの接合界面にめっき層が残存するため、接合強度が弱くなるという問題がある。

第二に、めっき層を溶融飛散（蒸散）させる程度の温度にピーク電流を設定すると、ろう材（その沸点がめっき層の融点よりも低い。）が蒸発してしまい、適切に溶接できないという問題がある。

【0007】

そこで、本発明は、少なくとも一方にめっき処理が施された2つの母材を、ろう材を用いて適切に溶接するアーク溶接方法及びアーク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】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明に係るアーク溶接方法は、少なくとも一方がめっき層を有する2つの母材を、ろう材でアーク溶接するアーク溶接方法であって、前記ろう材の送給を停止した状態で、溶接ラインに沿って溶接トーチを移動させつつ第1電流値でアーク放電し、前記めっき層を除去するめっき層除去工程と、前記溶接トーチの移動を停止した状態で、前記ろう材を送給しつつ前記第1電流値よりも小さい第2電流値でアーク放電し、前記めっき層が除去された位置に前記ろう材を溶着させるろう材溶着工程と、を交互に実行することを特徴とする。

【0009】

このような構成によれば、めっき層除去工程において、ろう材の送給を停止した状態で溶接トーチを移動させつつ第1電流値でアーク放電し、めっき層を除去する。その結果、それまでめっき層で覆われていた金属等を露出させることができる。また、第1電流値でのアーク放電中、ろう材の送給を停止させることによって、アーク放電の熱でろう材が蒸発することを防止できる。

なお、前記した「溶接ライン」とは、2つの母材を溶接する際、ろう材をレイヤ（連続したビード）として延在させるべき直線又は曲線である。

【0010】

また、ろう材溶着工程において、溶接トーチの移動を停止した状態で、ろう材を送給しつつ第2電流値でアーク放電し、めっき層が除去された位置にろう材を溶着させる。したがって、ろう材と2つの母材との間にめっき層が介在しない状態で溶接し、接合強度を高めることができる。

【0011】

また、本発明に係るアーク溶接方法において、前記2つの母材のうち一方は、Znを含む前記めっき層でFe系金属部材が被覆された第1母材であり、他方は、Al系金属部材

10

20

30

40

50

である第2母材であり、前記ろう材はZnSi系ろう材であることが好ましい。

【0012】

このような構成によれば、Znを含むめっき層でFe系金属部材が被覆された第1母材と、Al系金属部材である第2母材と、をZnSi系のろう材でアーク溶接することによって、ろう材と各母材との間が以下に示す3層構造となる。

すなわち、Fe系金属部材に隣接しFeを主成分とする第1層と、Al系金属部材に隣接しZnを主成分とする第2層と、第1・第2層間に介在しSiを主成分とする第3層と、を含む3層構造となる。

【0013】

このように、第1・第2層間にSiを主成分とする第3層を介在させることによって、AlがFe系金属部材(第1母材)側に拡散することを防止できる。その結果、接合界面付近にFe-Al系の金属間化合物層が形成されることを防止し、接合強度を高めることができる。

【0014】

また、本発明に係るアーク溶接方法において、前記ろう材溶着工程で、前記ろう材であるフィラワイヤの先端が、アークよりも進行方向後側に位置し、かつ、熔融池に浸るように前記フィラワイヤを送給することが好ましい。

【0015】

このような構成によれば、ろう材であるフィラワイヤをアーク内で直接的に加熱せず、その先端を熔融池に浸すことによって間接的に加熱する。つまり、アーク内にフィラワイヤの先端を入れないため、フィラワイヤがアークの熱で蒸発又は溶滴移行することを防止できる。

また、フィラワイヤの先端をアークよりも進行方向後側に位置させることで、熔融池の広がりの中でまだ冷えていない高温の部分に先端を浸し、フィラワイヤを熔融させることができる。

【0016】

また、本発明に係るアーク溶接装置は、少なくとも一方がめっき層を有する2つの母材を、ろう材でアーク溶接するアーク溶接装置であって、前記2つの母材との間でアーク放電する溶接トーチと、前記めっき層をアーク放電によって除去するための第1電流値と、前記ろう材を熔融させると共に前記第1電流値よりも小さい第2電流値と、のそれぞれに対応する電流を、前記溶接トーチに交互に流してアーク放電させるアーク放電手段と、前記第1電流値でのアーク放電中、溶接ラインに沿って前記溶接トーチを移動させ、前記第2電流値でのアーク放電中、前記溶接トーチの移動を停止させる溶接トーチ移動手段と、前記第1電流値でのアーク放電中、前記ろう材を送給せず、前記第2電流値でのアーク放電中、前記めっき層が除去された位置に溶着させるように前記ろう材を送給するろう材送給手段と、を備えることを特徴とする。

【0017】

このような構成によれば、アーク放電手段によって溶接トーチから第1電流値でアーク放電させることで、めっき層を除去することができる。また、第1電流値でアーク放電される間、溶接トーチ移動手段によって溶接ラインに沿うように溶接トーチを移動させると共に、ろう材送給手段によってろう材の送給を停止させる。

したがって、それまでめっき層で覆われていた金属等を露出させることができると共に、アーク放電の熱でろう材が蒸発することを防止できる。

【0018】

また、アーク放電手段によって第2電流値でアーク放電を行う間、溶接トーチ移動手段によって溶接トーチの移動を停止させると共に、ろう材送給手段によって、めっき層が蒸発した位置に溶着させるようにろう材を送給する。

したがって、ろう材と2つの母材との間にめっき層が介在しない状態で溶接することができ、接合強度を高めることができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 9 】

本発明により、少なくとも一方にめっき処理が施された2つの母材を、ろう材を用いて適切に溶接するアーク溶接方法及びアーク溶接装置を提供できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るアーク溶接装置の構成図である。

【 図 2 】 アーク溶接を行う際の手順を示す説明図（図1の接合構造体を左側から見た図）であり、（a）はめっき層除去工程の説明図であり、（b）はろう材溶着工程の説明図である。

【 図 3 】 本実施形態に係るアーク溶接装置の処理に関するタイムチャートであり、（a）は溶接電流のタイムチャートであり、（b）は溶接トーチの移動速度のタイムチャートであり、（c）はフィラワイヤ送給速度のタイムチャートである。

【 図 4 】 本実施形態に係るアーク溶接装置（実線）と、比較例に係るアーク溶接装置（一点鎖線）と、について、母材とろう材との接合界面付近の温度変化を示すグラフである。

【 図 5 】 （a）は本実施形態に係るアーク溶接装置を用いた場合の接合界面の断面拡大写真であり、（b）は比較例に係るアーク溶接装置を用いた場合の接合界面の断面拡大写真である。

【 図 6 】 比較例に係るアーク溶接装置の処理に関するタイムチャートであり、（a）は溶接電流のタイムチャートであり、（b）は溶接トーチの移動速度のタイムチャートであり、（c）はフィラワイヤ送給速度のタイムチャートである。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 1 】

以下、本発明を実施するため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。

なお、以下の説明において「母材」とは、アーク溶接によって互いに接合される部材を意味している。また、「ろう材」とは、溶接において使用される接合媒体を意味している。

## 【 0 0 2 2 】

## 実施形態

図1は、本発明の一実施形態に係るアーク溶接装置の構成図である。図1に示すように前後・左右・上下を定義する。また、図1に示す実線は電力線を表し、破線矢印は信号線を表している。

アーク溶接装置100は、2つの母材K1、K2と溶接トーチ10との間に生じるアーク放電の熱によってフィラワイヤF（つまり、ろう材）を溶着させることで各母材K1、K2を溶接する装置である。

以下では、アーク溶接装置100についての説明に先立って、2つの母材K1、K2と、ろう材であるフィラワイヤFと、フィラワイヤFの送給をガイドするフィラワイヤガイドGと、について順次説明する。

## 【 0 0 2 3 】

図1に示す第1母材K1は、Fe系金属部材がZnでめっき処理された板状部材（鋼板）であり、前側から見て鉤状（L字状）を呈している。第2母材K2は、Al系金属部材であり、前側から見て鉤状を呈している。ちなみに、第1母材K1のめっき層K11（Znめっき層：図2参照）の融点は、約1200である。

## 【 0 0 2 4 】

図1に示すように、第1母材K1の折曲部と、第2母材K2の折曲部と、を左右方向で対向させ、平面視で矩形状に延在する部分に段差ができるように（第1母材K1の高さが、第2母材K2の高さよりも低くなるように）突き合わせる。そして、2つの母材K1、K2の各折曲部で形成される開先を溶接ラインLとし、当該溶接ラインLに沿ってアーク溶接することで各母材K1、K2を接合する。

なお、前記した「溶接ラインL」とは、2つの母材K1、K2を接合する際、ろう材を

10

20

30

40

50

レイヤ（連続したビード）として延在させるべき直線又は曲線である。また、2つの母材 K 1 , K 2 は、所定の固定部材（図示せず）又はロボット（図示せず）によって位置決めされている。

【0025】

フィラワイヤ F は、ワイヤ状に形成された Zn Si 系のろう材であり、後記する制御装置 60 からの指令に応じてフィラワイヤ送給装置 40 により送給される。Zn Si 系のフィラワイヤ F（ろう材）の融点は約 420 であり、沸点は約 907 である。つまり、フィラワイヤ F の融点及び沸点は、第 1 母材 K 1 のめっき層 K 1 1（Zn めっき層：図 2 参照）の融点（1200）よりも低い。

【0026】

フィラワイヤガイド G は、フィラワイヤ F を軸線とする筒状部材であり、フィラワイヤ送給装置 40 により送給されるフィラワイヤ F（ろう材）をガイドするものである。

フィラワイヤガイド G は、その軸線が鉛直方向から所定角度だけ後側に傾くように多軸多関節ロボット（図示せず）によって保持されている。本実施形態では、フィラワイヤ F がアークよりも進行方向後側に位置するように、溶接トーチ 10 とフィラワイヤガイド G との相対位置が固定されているものとする（図 2（a）、図 2（b）参照）。フィラワイヤガイド G と各母材 K 1 , K 2 との距離や軸線の角度は、予め設定されている。

【0027】

<アーク溶接装置の構成>

図 1 に示すように、アーク溶接装置 100 は、溶接トーチ 10 と、ガス供給装置 20 と、ロボット駆動装置 30 と、フィラワイヤ送給装置 40 と、電源装置 50 と、制御装置 60 と、を備えている。

【0028】

（溶接トーチ）

溶接トーチ 10 は、タングステン等からなる非消耗電極 11 に溶接電流を導くことによってアーク放電すると共に、溶接箇所を外気から遮蔽するためのシールドガスを供給するものである。溶接トーチ 10 は、棒状の非消耗電極 11 と、この非消耗電極を軸線のように延びる筒状のノズル 12 と、ノズル 12 内において非消耗電極 11 を保持するコレットボディ（図示せず）と、を有している。

溶接トーチ 10 は、その軸線が鉛直方向から所定角度だけ前側に傾くように多軸多関節ロボット（図示せず）に保持されている。なお、溶接トーチ 10 と母材との距離（高さ）や軸線の角度は、予め設定されている。

本実施形態では、制御装置 60 が多軸多関節ロボットの動作を制御することによって、溶接ライン L に沿って溶接トーチ 10 を移動・停止させると共に、溶接トーチ 10 を後方から追うようにフィラワイヤガイド G も移動させる。

【0029】

（ガス供給装置）

ガス供給装置 20 は、アルゴンガスやヘリウムガス等の不活性ガスを、シールドガスとしてノズル 12 から噴射させるものである。これによって、溶融したろう材等が外気に含まれる酸素や窒素と反応することを防止できる。

【0030】

（ロボット駆動装置）

ロボット駆動装置 30 は、制御装置 60 からの指令に応じて多軸多関節ロボットを駆動させるアクチュエータ等であり、溶接トーチ 10 及びフィラワイヤガイド G を溶接ライン L に沿って移動させる機能を有している。

【0031】

（フィラワイヤ送給装置）

フィラワイヤ送給装置 40 は、制御装置 60 からの指令に応じてフィラ収容器（図示せず）からワイヤ状のフィラ（ろう材）を引き出し、フィラワイヤガイド G を介して送給する装置である。

10

20

30

40

50

詳細については後記するが、フィラワイヤ送給装置 40 は、フィラワイヤ F の先端が溶融池 P ( 図 2 ( b ) 参照 ) に浸るように、ろう材送給制御手段 63 によって制御される。前記した「溶融池 P」とは、前記した溶接ライン L 上に溜まった溶融状態のろう材を意味している。溶融池 P が凝固することでビードが形成され、溶接ライン L に沿って複数のビードが鱗状に連なることでレイヤが形成される。

#### 【 0032 】

( 電源装置 )

電源装置 50 は、アーク溶接に必要な電力を供給する装置であり、駆動電源 51 と、TIG ( Tungsten Insert Gas ) 電源 52 と、電流検出器 53 と、電圧検出器 54 と、を有している。

10

駆動電源 51 は、商用 3 相交流電力をトランス ( 図示せず ) によって直流電力に変換し、制御装置 60 からの指令に応じて、ガス供給装置 20、ロボット駆動装置 30、及びフィラワイヤ送給装置 40 に電力供給する電源である。駆動電源 51 の陽極は、ガス供給装置 20、ロボット駆動装置 30、及びフィラワイヤ送給装置 40 と電氣的に接続され、駆動電源 51 の負極は接地されている。

#### 【 0033 】

TIG 電源 52 は、商用 3 相交流電力をトランス ( 図示せず ) によって直流電力に変換し、制御装置 60 からの指令に応じてアーク放電を起こすための電源である。TIG 電源 52 の陽極は 2 つの母材 K1, K2 と電氣的に接続され、TIG 電源 52 の負極は溶接トーチ 10 の非消耗電極 11 と電氣的に接続されている。

20

#### 【 0034 】

電流検出器 53 は、溶接トーチ 10 の非消耗電極 11 と 2 つの母材 K1, K2 との間で起こるアーク放電の電流値等を検出するものである。電流検出器 53 は、検出した電流値を制御装置 60 に出力する。

電圧検出器 54 は、溶接トーチ 10 の非消耗電極 11 と 2 つの母材との間で起こるアーク放電の電圧値を検出するものである。電圧検出器 54 は、検出した電圧値を制御装置 60 に出力する。

#### 【 0035 】

( 制御装置 )

制御装置 60 は、ガス供給装置 20、ロボット駆動装置 30、及びフィラワイヤ送給装置 40 の駆動を制御するものである。制御装置 60 は、CPU ( Central Processing Unit )、ROM ( Read Only Memory )、RAM ( Random Access Memory )、HDD ( Hard Disk Drive )、各種インタフェース等の電子回路を備えて構成され、その内部に記憶したプログラムに従って動作することで各種機能を発揮する。

30

制御装置 60 は、アーク放電制御手段 61 と、溶接トーチ移動制御手段 62 と、ろう材送給制御手段 63 と、を有している。

#### 【 0036 】

アーク放電制御手段 61 は、電流値 I1 ( 第 1 電流値 ) と、この電流値 I1 よりも小さい電流値 I2 ( 第 2 電流値 ) と、のそれぞれに対応する電流を交互に流すように、TIG 電源 52 からの溶接電流を制御する ( 図 3 ( a ) 参照 )。

40

なお、溶接トーチ 10 と 2 つの母材 K1, K2 との間でアーク放電させる「アーク放電手段」は、電源装置 50 と、アーク放電制御手段 61 と、を含んで構成される。

#### 【 0037 】

前記した電流値 I1 は、めっき層 K11 ( 図 2 ( a )、図 2 ( b ) 参照 ) をアーク放電の直接的な熱によって溶融飛散 ( 蒸散 ) させて除去することが可能な電流値である。つまり、電流値 I1 は、アーク放電の熱によってめっき層 K11 ( Zn ) の温度が、その融点 ( 約 1200 ) よりも高くなるように設定されている。

前記した電流値 I2 ( < I1 ) は、ろう材であるフィラワイヤ F を溶融させることが可能な電流値である。例えば、電流値 I2 は、アーク放電の間接的な熱によってろう材 ( ZnSi ) の温度が、その融点 ( 約 420 ) よりも高く、かつ、沸点 ( 約 907 ) より

50

も低くなるように設定されている。なお、電流値  $I_2$  をゼロに設定してもよい。

【0038】

前記した電流値  $I_1$  ,  $I_2$  の値は事前の実験等に基づいて予め設定され、制御装置 60 が有する記憶手段 ( 図示せず ) に格納されている。

【0039】

溶接トーチ移動制御手段 62 は、前記した電流値  $I_1$  でのアーク放電中、溶接ライン L ( 図 1 参照 ) に沿って溶接トーチ 10 を移動させ、電流値  $I_2$  (  $< I_1$  ) でのアーク放電中、溶接トーチ 10 の移動を停止させるようにロボット駆動装置 30 を制御する ( 図 3 ( b ) 参照 ) 。また、溶接トーチ移動制御手段 62 は、溶接トーチ 10 との相対位置を維持するようにフィラワイヤガイド G も移動させる。

10

なお、溶接トーチ 10 を移動・停止させる「溶接トーチ移動手段」は、ロボット駆動装置 30 と、電源装置 50 と、溶接トーチ移動制御手段 62 と、を含んで構成される。

【0040】

ろう材送給制御手段 63 は、前記した電流値  $I_1$  でのアーク放電中、ろう材 ( フィラワイヤ F ) を送給せず、電流値  $I_2$  でのアーク放電中、めっき層 K 11 ( Zn ) が蒸発した位置にろう材が溶着するようにフィラワイヤ送給装置 40 を制御する ( 図 3 ( c ) 参照 ) 。

これによって、電流値  $I_1$  で行われるアーク放電の熱でろう材が蒸発することを防止し、第 1 母材 K 1 を被覆していためっき層 K 11 が蒸発した箇所にろう材が溶着される。

なお、ろう材を送給する「ろう材送給手段」は、フィラワイヤ送給装置 40 と、電源装置 50 と、ろう材送給制御手段 63 と、を含んで構成される。

20

【0041】

< アーク溶接の処理手順 >

図 2 は、アーク溶接を行う際の手順を示す説明図である。なお、図 2 ( a ) 、図 2 ( b ) は、図 1 に示す接合ライン L よりも若干左寄りに位置すると共に前後・上下方向に広がる平面で接合構造体 S を切断し、その断面を左側から見た図である。なお、鉤状を呈する第 1 母材 K 1 のうち折曲部及び上下方向に延びる平板部については図示を省略した。

制御装置 60 は、予め設定されたプログラムに従ってめっき層除去工程と、ろう材溶着工程と、を交互に実行する。

【0042】

( めっき層除去工程 )

図 2 ( a ) は、めっき層除去工程の説明図である。前記したように、第 1 母材 K 1 は、Fe 系金属部材が Zn でめっき処理された板状部材であり、第 2 母材 K 2 は Al 系金属部材である。なお、図 2 ( a ) 、図 2 ( b ) では、第 1 母材 K 1 が有するめっき層 K 11 も図示した ( 図 1 では省略 ) 。

30

【0043】

めっき層除去工程において制御装置 60 は、ろう材の送給を停止した状態で、溶接ライン L に沿って溶接トーチ 10 を移動させつつ電流値  $I_1$  でアーク放電し、めっき層 K 11 を溶融飛散 ( 除去 ) させる。

例えば、図 3 ( a ) の時刻  $t_0 \sim t_1$  においてアーク放電制御手段 61 ( 図 1 参照 ) は、電流値  $I_1$  でアーク放電するように TIG 電源 52 からの溶接電流を制御する。アーク放電中の電流値・電圧値は、それぞれ電流検出器 53 ・電圧検出器 54 ( 図 1 参照 ) によって検出され、制御装置 60 に入力される。

40

アーク放電の熱によって第 1 母材 K 1 のめっき層 K 11 が溶融飛散すると、当該箇所の Fe 系金属部材 K 12 が露出する。

【0044】

図 3 ( b ) に示すように、時刻  $t_0 \sim t_1$  において溶接トーチ移動制御手段 62 ( 図 1 参照 ) は、溶接ライン L に沿って所定速度 V で溶接トーチ 10 を移動させる。前記した所定速度 V は、第 1 母材 K 1 のめっき層 K 11 を除去し、かつ、後記するろう材溶着工程で所定の大きさのビードが形成されるように予め設定されている。

50

## 【 0 0 4 5 】

ちなみに、フィラワイヤガイド G は、多軸多関節ロボットによって、溶接トーチ 10 との相対位置を保持しつつ後方から溶接トーチ 10 を追うように所定速度 V で移動する。この進行方向前向き移動によって、フィラワイヤ F の先端は、直前に形成されたビードの表面から離れ、その前側に位置した状態になる（図 2（a）参照）。

なお、ビードの表面からフィラワイヤ F の先端を離す際、フィラワイヤ送給装置 40 によって、送給時とは逆向きにフィラワイヤ F を所定距離だけ引いてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

図 3（c）に示すように、時刻  $t_0 \sim t_1$  においてろう材送給制御手段 63（図 1 参照）は、ろう材であるフィラワイヤ F の送給を停止させる。これによって、フィラワイヤ F の先端がアークに入らないようにし、電流値  $I_1$  のアーク放電による熱でフィラワイヤ F が蒸発することを防止できる。

10

## 【 0 0 4 7 】

（ろう材溶着工程）

図 2（b）は、ろう材溶着工程の説明図である。ろう材溶着工程において制御装置 60 は、溶接トーチ 10 の移動を停止した状態で、ろう材を送給しつつ電流値  $I_2$ （ $< I_1$ ）でアーク放電し、溶接ライン L 上のめっき層 K11 が除去された位置にろう材を溶着させる。

## 【 0 0 4 8 】

例えば、図 3（a）の時刻  $t_1 \sim t_2$  においてアーク放電制御手段 61（図 1 参照）は、電流値  $I_2$  でアーク放電するように TIG 電源 52 からの溶接電流を制御する。前記したように、電流値  $I_2$  は、ろう材（つまり、ZnSi）を溶融させる値として設定されている。

20

## 【 0 0 4 9 】

図 3（b）に示すように、時刻  $t_1 \sim t_2$  において溶接トーチ移動制御手段 62（図 1 参照）は、溶接トーチ 10 の移動を停止させる。これによって溶接トーチ 10 は、直前のめっき層除去工程において第 1 母材 K1 のめっき層 K11 を除去した位置にとどまる。

## 【 0 0 5 0 】

図 3（c）に示すように、時刻  $t_1 \sim t_2$  においてろう材送給制御手段 63（図 1 参照）は、ろう材であるフィラワイヤ F を所定速度 W で送給する。なお、所定速度 W は、ろう材溶着工程の実行中、フィラワイヤ F の先端が溶融池 P に浸るように、単位時間当たりのフィラワイヤ F の溶融量に応じて予め設定されている。つまり、送給速度が速すぎてフィラワイヤ F の先端が母材に衝突したり、送給速度が遅すぎてフィラワイヤ F の先端が溶融池 P から離れないように所定速度 W が設定されている。

30

## 【 0 0 5 1 】

送給されたフィラワイヤ F の先端は、直前に形成されたビードの表面付近において溶融する。このとき、アークは、フィラワイヤ F の先端よりも前側に位置している（つまり、フィラワイヤ F はアークに入らない：図 2（b）参照）。フィラワイヤ F の先端は、直前に実行された電流値  $I_1$  でのアーク放電による余熱と、前側に位置するアーク放電の放射熱と、によって溶融する。

40

## 【 0 0 5 2 】

送給されたフィラワイヤ F が溶融することで溶融池 P ができる。当該溶融池 P は、各母材 K1, K2 上で濡れ広がり、電流値  $I_2$  のアークに達する。フィラワイヤ F は所定速度 W で連続的に送給されるため、アーク放電の熱により溶融池 P を介して間接的に加熱され、フィラワイヤ F の溶融が持続する。

このようにアークにフィラワイヤ F を入れずに、溶融池 P を介して間接的に加熱することで、フィラワイヤ F（ろう材）の蒸発や溶滴移行を確実に防止できる。

## 【 0 0 5 3 】

図 3 に示すように、制御装置 60 は、めっき層除去工程とろう材溶着工程とを交互に実行する。これによって、溶接ライン L 上に鱗状のビードが形成され、第 1 母材 K1 と第 2

50

母材 K 2 とが溶接される。

【 0 0 5 4 】

< 接合界面について >

Z n を含むめっき層 K 1 1 で F e 系金属部材 K 1 2 ( 母材本体 ) が被覆された第 1 母材 K 1 と、 A l 系金属部材である第 2 母材 K 2 と、を Z n S i 系のろう材でアーク溶接することで、ろう材と各母材 K 1 , K 2 との間が、以下のような 3 層構造となる。

すなわち、ろう材と各母材 K 1 , K 2 との間が、 F e 系金属部材 K 1 2 に隣接し F e を主成分とする第 1 層と、 A l 系金属部材に隣接し Z n を主成分とする第 2 層と、前記した第 1 ・第 2 反応層間に介在し S i を主成分とする極薄の第 3 層 ( 例えば、 F e <sub>3</sub> A l <sub>2</sub> S i <sub>3</sub> ) と、を含む 3 層構造となる。

なお、図 5 ( a ) に示す「 F e 層」が前記した第 1 層に相当し、「 Z n 層」が第 2 層に相当し、「 S i 層」が第 3 層に相当する。

【 0 0 5 5 】

このように、第 1 ・第 2 層間に S i を主成分とする第 3 層が介在することによって、 F e 系金属部材 K 1 2 と、 A l 系金属部材である第 2 母材 K 2 と、が互いに拡散反応することを防止できる。したがって、接合界面に、硬く脆い F e - A l 系の金属間化合物層 ( 例えば、 F e <sub>2</sub> A l <sub>5</sub> ) が形成されることを防止し、接合強度 ( 引張強度、ピール強度 ) を高めることができる。

【 0 0 5 6 】

効果

本実施形態に係るアーク溶接装置 1 0 0 によれば、めっき層除去工程において、ろう材の送給を停止した状態で、溶接ライン L に沿って溶接トーチ 1 0 を移動させつつ電流値 I 1 でアーク放電し、めっき層 K 1 1 を除去する。

このように、第 1 母材 K 1 のめっき層 K 1 1 をアーク放電の熱で除去することで、それまでめっき層 K 1 1 で覆われていた F e 系金属部材 K 1 2 を露出させることができる。また、電流値 I 1 でのアーク放電中、ろう材の送給を停止させることによって、アーク放電の熱でろう材が蒸発することを防止できる。

【 0 0 5 7 】

また、ろう材溶着工程において、溶接トーチ 1 0 の移動を停止した状態で、ろう材を送給しつつ電流値 I 1 よりも小さい電流値 I 2 でアーク放電し、めっき層 K 1 1 が除去された位置にろう材を溶着させる。したがって、ろう材と 2 つの母材 K 1 , K 2 との間にめっき層 K 1 1 が介在しない状態で溶接することができる。これによって、従来技術と比較して接合強度 ( 引張強度、ピール強度 ) を大幅に高めることができる。

【 0 0 5 8 】

また、ろう材であるフィラワイヤ F をアーク放電によって直接的に加熱せず、その先端を溶融池 P に浸すことによって間接的に加熱する。つまり、アーク内にフィラワイヤ F の先端を入れないため、フィラワイヤ F が蒸発又は溶滴移行することを防止できる。したがって、接合界面の状態や溶融池 P の大きさを安定させつつ、スムーズに溶接を行うことができる。

【 0 0 5 9 】

< 比較例との対比 >

図 6 は、比較例に係るアーク溶接装置の処理に関するタイムチャートである。比較例では、所定の電流値 I 3 と電流値 I 4 ( < I 3 ) とを交互に切り替えてパルス状の溶接電流を流した ( 図 6 ( a ) 参照 ) 。比較例は、溶接電流の変化に関わらず溶接トーチ 1 0 を一定速度 V で移動させると共に ( 図 6 ( b ) 参照 ) 、フィラワイヤ F を一定速度 W で送給する点が、本発明の前記実施形態 ( 図 3 ( b ) 、 ( c ) 参照 ) と異なる。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、本実施形態に係るアーク溶接装置 ( 実線 ) と、比較例に係るアーク溶接装置 ( 一点鎖線 ) と、母材とろう材との接合界面付近の温度変化を示すグラフである。なお、図 4 に示すデータは、溶接ライン L 上の所定の検出箇所 H ( 図 1 参照 ) における接合界面の

10

20

30

40

50

温度を検出し、その時間的変化をプロットすることで得たものである。また、温度 $T_1$ は、第1母材 $K_1$ のめっき層 $K_{11}$ が溶融飛散する際の温度（つまり、 $Zn$ の融点： $1200$ ）である。

時刻 $t_{10} \sim t_{12}$ において検出箇所 $H$ に向けて前進させることで溶接トーチ $10$ を接近させ、時刻 $t_{12}$ 付近で溶接箇所にろう材を溶着させ、時刻 $t_{12}$ 以後においてさらに前進させることで検出箇所 $H$ から溶接トーチ $10$ を遠ざけた。

#### 【0061】

時刻 $t_{11}$ 、 $t_{12}$ 、 $t_{13}$ において本実施形態と比較例の両方で界面温度が上昇しているのは、検出箇所 $H$ （図1参照）の後側、真上、及び前側において電流値 $I_1$ （比較例では、電流値 $I_3$ ）で順次アーク放電したためである。

比較例では、溶接中において常時送給されるフィラワイヤ $F$ を蒸発させないために、電流値 $I_3$ を低めに設定せざるを得ず（ $I_3 < I_1$ ）、電流値 $I_3$ では界面温度がめっき層 $K_{11}$ の融点 $T_1$ （約 $1200$ ）に達しない（時刻 $t_{12}$ 参照）。その結果、 $Fe$ 系金属部材 $K_{12}$ （図2参照）側に $Al$ が拡散し、図5（b）に示すように、接合界面に $Fe-Al$ 系の脆い金属間化合物層が形成され、接合界面が弱くなってしまう。

#### 【0062】

これに対して本実施形態では、フィラワイヤ $F$ を送給しない間において、めっき層 $K_{11}$ を溶融飛散させる電流値 $I_1$ でアーク放電する。そうすると、図4の時刻 $t_{12}$ において界面温度がめっき層 $K_{11}$ の融点を超え、内部の $Fe$ 系金属部材 $K_{12}$ （図2参照）が露出する。さらに、電流値 $I_2$ でアーク放電してろう材を溶融させることで、当該ろう材が $Fe$ 系金属部材 $K_{12}$ （及び第2母材 $K_2$ ）の上に直接的に溶着する。

#### 【0063】

したがって、図5（a）に示すように、第1層（ $Fe$ 層）と第2層（ $Zn$ 層）との間に極薄の第3層（ $Si$ 層）が形成される。したがって、 $Fe$ 系金属部材（第1母材 $K_1$ ）側に $Al$ が拡散することを防止できる。その結果、接合界面に $Fe-Al$ 系の金属間化合物層が形成されることを防止し（図5（b）参照）、比較例に対して接合界面の強度を大幅に高くすることができる。

#### 【0064】

##### 変形例

以上、本発明に係るアーク溶接装置 $100$ について詳細に説明したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

例えば、前記実施形態では、電流値 $I_2$ でアーク溶接する時間帯（例えば、時刻 $t_1 \sim t_2$ ：図3参照）と、ろう材を送給する時間帯と、を一致させる場合について説明したが、これに限らない。すなわち、アーク電流を電流値 $I_1$ から電流値 $I_2$ に切り替えた後、所定時間経過後にろう材の送給を開始してもよい。また、ろう材の送給を終了してから所定時間経過後にアーク電流を電流値 $I_2$ から電流値 $I_1$ に切り替えてもよい。これによって、電流値 $I_1$ でのアーク放電によってろう材が蒸発することを確実に防止できる。

#### 【0065】

また、前記実施形態では、第1母材 $K_1$ のみに $Zn$ でめっき処理が施されている場合について説明したが、これに限らない。すなわち、第1母材 $K_1$ 及び第2母材 $K_2$ の両方に $Zn$ （又は $Zn$ 以外の金属）でめっき処理が施されている場合にも同様の方法でアーク溶接できる。

また、前記実施形態では、第1母材 $K_1$ （ $Fe$ 系金属 $K_{12}$ ）と第2母材 $K_2$ （ $Al$ 系金属）とが異種金属である場合について説明したが、これに限らない。すなわち、2つの母材が同種金属であってもよい。

なお、電流値 $I_1$ 、電流値 $I_2$ 、各電流値でのアーク放電時間等は、めっき金属や母材の種類、用途等に応じて適宜設定できる。

#### 【0066】

また、前記実施形態では、めっき層除去工程において電流値 $I_1$ でアーク放電し、第1

10

20

30

40

50

母材 K 1 のめっき層 K 1 1 を溶融飛散させる場合について説明したが、これに限らない。すなわち、Z n 等のめっきを蒸発させるように（つまり、めっき層 K 1 1 を構成する金属の沸点よりも高くなるように）、電流値 I 1 を設定してもよい。この場合でも、アーク放電によってめっき層 K 1 1 が除去される。

【 0 0 6 7 】

また、前記実施形態では、ろう材溶着工程において、フィラワイヤ F の先端が溶融池 P に浸るように送給する場合について説明したが、これに限らない。すなわち、ろう材を溶融させるための電流値 I 2 を低めに設定し、アーク内においてフィラワイヤ F を溶融させてもよい。

【 0 0 6 8 】

また、前記実施形態では、制御装置 6 0 が多軸多関節ロボット等を制御することによって自動でアーク溶接する場合について説明したが、これに限らない。例えば、アーク溶接を行う機器を図 2、図 3 で説明したタイミングで人間が操作してもよい。

また、前記実施形態では、溶接ライン L が直線状である場合について説明したが、これに限らない。例えば、2 つの母材の接合箇所に対して溶接トーチ 1 0 を左右に揺動させつつ（つまり、ウィッピングして）、溶接してもよい。この場合、溶接ライン L は折線状になる。

【 0 0 6 9 】

また、前記実施形態では、F e 系金属部材が Z n でめっき処理された第 1 母材 K 1 と、A l 系金属部材である第 2 母材 K 2 と、を Z n S i 系のろう材でアーク溶接する場合について説明したが、これに限らない。

例えば、第 1 母材として A l S i でめっき処理された S P 鋼板（裸鋼板）を用いてもよい。また、第 2 母材としてマグネシウム合金を用いてもよい。また、ろう材として、Z n S i に T i、M n、及び S n のうち任意の組み合わせを混合したものを用いてもよい。なお、前記した電流値 I 1、I 2 については、第 1 母材、第 2 母材、めっき層、及びろう材の構成物質に応じて適宜設定することが好ましい。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

- 1 0 0 アーク溶接装置
- 1 0 溶接トーチ
- 1 1 非消耗電極
- 1 2 ノズル
- 2 0 ガス供給装置
- 3 0 ロボット駆動装置（溶接トーチ移動手段）
- 4 0 フィラワイヤ送給装置（ろう材送給手段）
- 5 0 電源装置（アーク放電手段、溶接トーチ移動手段、ろう材送給手段）
- 6 0 制御装置
- 6 1 アーク放電制御手段（アーク放電手段）
- 6 2 溶接トーチ移動制御手段（溶接トーチ移動手段）
- 6 3 ろう材送給制御手段（ろう材送給手段）
- F フィラワイヤ（ろう材）
- G フィラワイヤガイド
- K 1 第 1 母材（母材）
- K 1 1 めっき層
- K 2 第 2 母材（母材）
- L 溶接ライン
- S 接合構造体
- P 溶融池

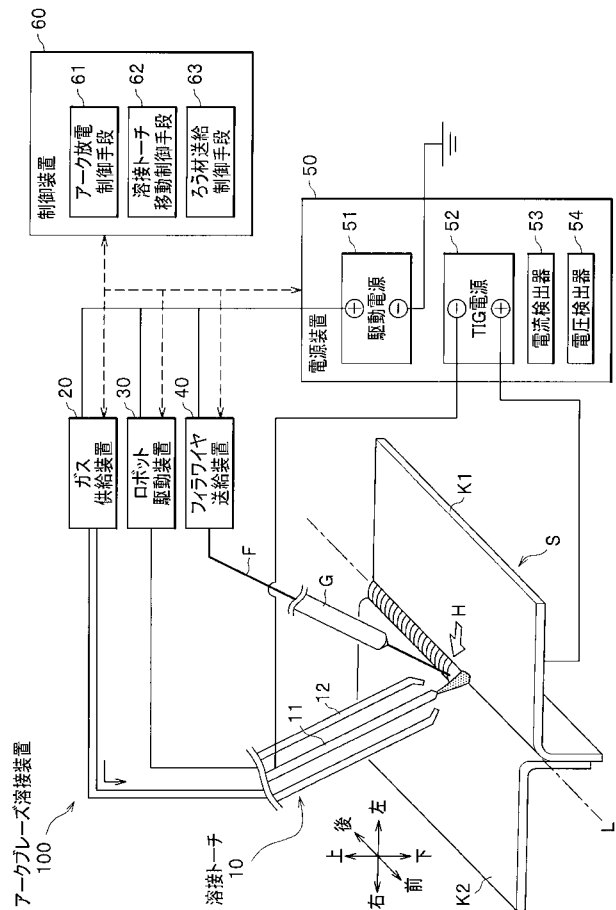
10

20

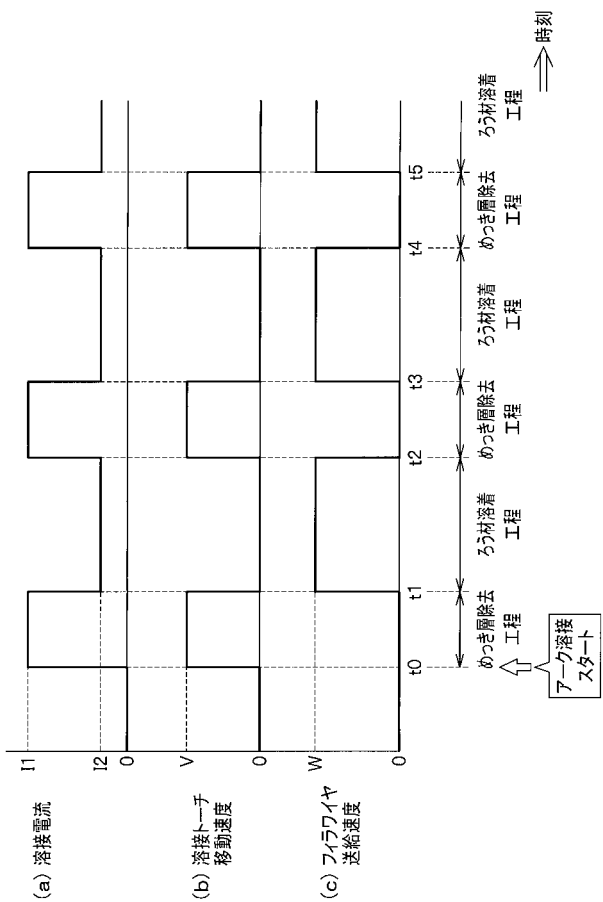
30

40

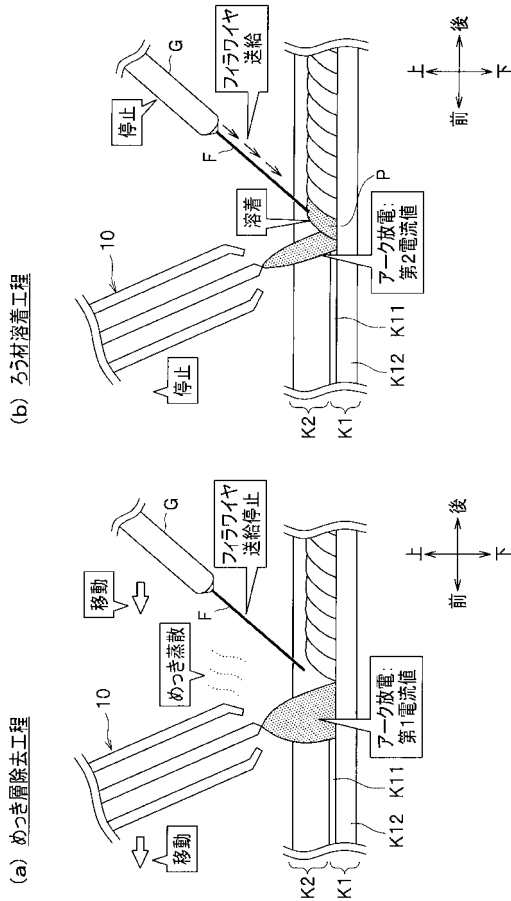
【 図 1 】



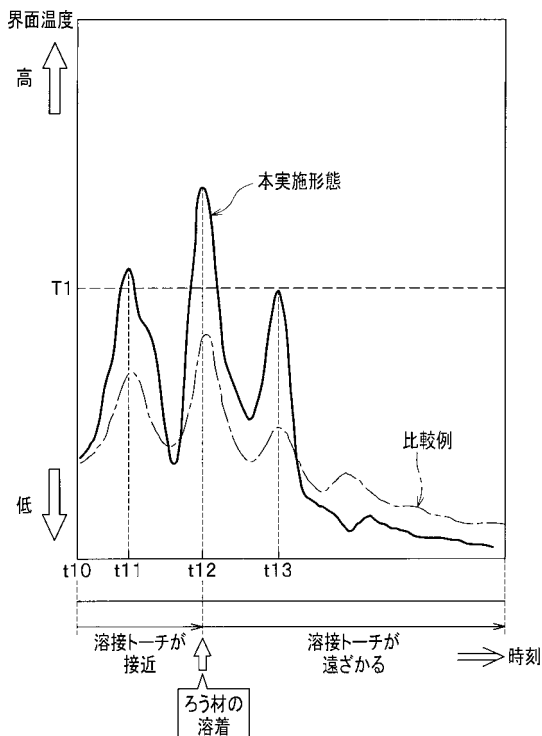
【 図 3 】



【 図 2 】

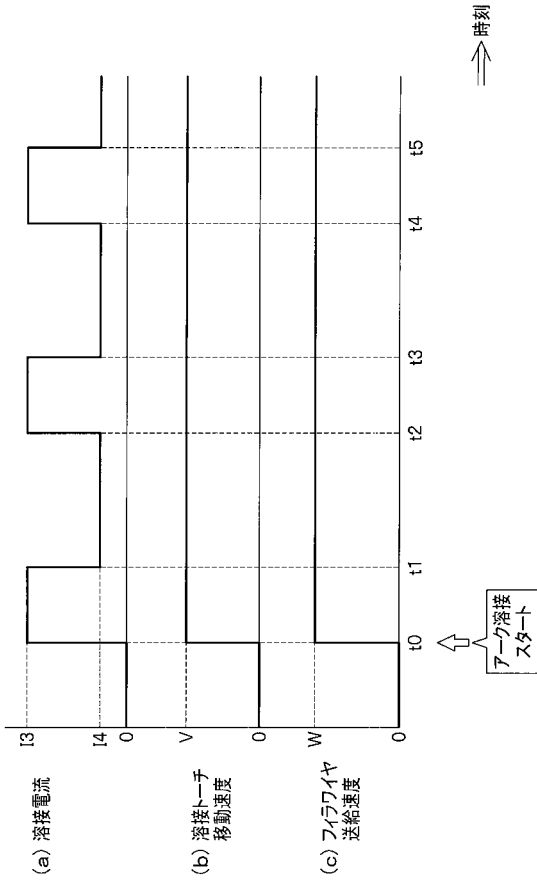


【 図 4 】



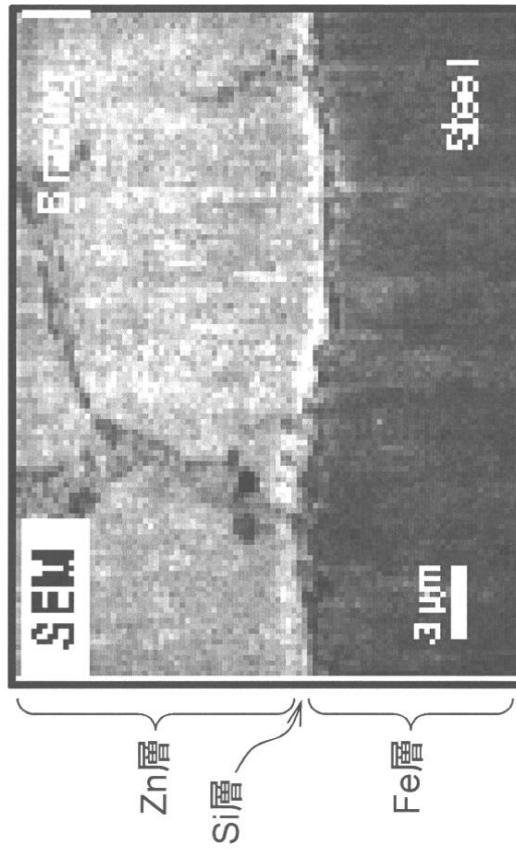
【図6】

比較例

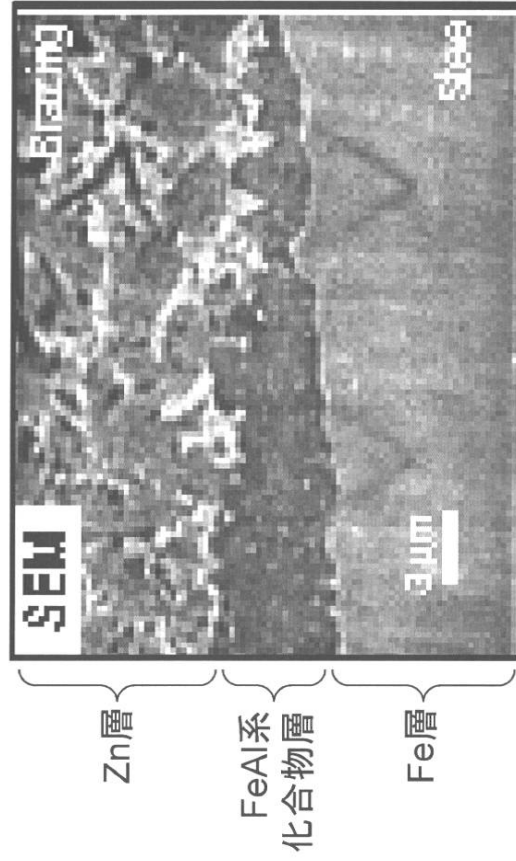


【 図 5 】

(a) 本実施形態



(b) 比較例



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
B 2 3 K 103/20 (2006.01) B 2 3 K 103:20

- (72) 発明者 奥村 徳二  
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 鈴木 孝典  
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 大山 真哉  
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