

(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2013-123716

(P2013-123716A)

(43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 10/00 (2006.01)	B 2 3 K 10/00 5 0 1 B	4 E 0 0 1
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 K	
B 2 3 K 9/12 (2006.01)	B 2 3 K 10/00 5 0 2 B	
	B 2 3 K 9/12 3 3 1 F	
	B 2 3 K 9/12 3 3 1 K	
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-272223 (P2011-272223)
 (22) 出願日 平成23年12月13日 (2011.12.13)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 110001380
 特許業務法人東京国際特許事務所
 (72) 発明者 濱田 崇史
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 加藤 剛
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 青山 和夫
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 Fターム(参考) 4E001 AA02 BA04 QA01 QA03

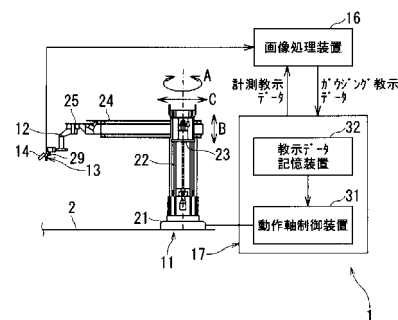
(54) 【発明の名称】 溶接ビード整形装置およびその整形方法

(57) 【要約】

【課題】溶接ビードを高精度に整形することができる溶接ビード整形装置を提供する。

【解決手段】整形対象物のガウジングを行うガウジング用トーチ13と、整形対象物の形状を計測する形状センサ14と、ガウジング用トーチ13および形状センサ14を駆動するスライダ装置11および多関節ロボット12と、画像処理装置6と、ロボット制御装置17とを有する。画像処理装置16は、形状センサ14の計測結果から整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出部と、形状データと予め設定された整形対象物の指定形状との差から溶接ビードの余盛形状を算出し、余盛形状に基づいてガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出部とを有する。ロボット制御装置17は、余盛形状および除去深さに基づいて、スライダ装置11および多関節ロボット12およびガウジング用トーチ13を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

溶接ビードが形成された整形対象物のガウジングを行うガウジング用トーチと、
前記整形対象物の形状を計測する形状センサと、
前記ガウジング用トーチおよび前記形状センサを駆動する駆動装置と、
前記形状センサの計測結果から前記整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出部と、

前記形状データと予め設定された前記整形対象物の指定形状との差から前記溶接ビードの余盛形状を算出し、前記余盛形状に基づいてガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出部と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、前記駆動装置および前記ガウジング用トーチを制御する制御装置とを備えたことを特徴とする溶接ビード整形装置。

【請求項 2】

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、前記ガウジング用トーチのねらい位置と姿勢とを算出するねらい位置・トーチ姿勢算出部と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、ガウジング条件を算出するガウジング条件算出部とをさらに備え、

前記制御装置は、前記ねらい位置、前記姿勢および前記ガウジング条件に基づいて、前記駆動装置および前記ガウジング用トーチを制御する請求項 1 記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 3】

前記形状データと前記指定形状とを比較し、前記指定形状に対して前記溶接ビードの余盛が足りない部分がある場合、ガウジングの軌跡を分割するパスシーケンス選択部をさらに備えた請求項 1 または 2 記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 4】

前記形状データと前記指定形状とが交わる点を交点として抽出し、前記形状データにおける前記指定形状に対して余盛りされた前記溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する変曲点・交点抽出部をさらに備え、

前記パスシーケンス選択部は、前記交点の数が 2 より大きい場合隣接する交点間の距離を算出し、前記距離が所定値より大きい場合前記ガウジングの軌跡を分割し、前記距離が所定値以下である場合前記ガウジングの軌跡を分割しない請求項 3 記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 5】

前記形状データと前記指定形状とが交わる点を交点として抽出し、前記形状データにおける前記指定形状に対して余盛りされた前記溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する変曲点・交点抽出部をさらに備え、

前記余盛形状抽出・除去深さ算出部は、隣り合う前記交点または前記変曲点間における前記形状データと前記指定形状との差に基づいて前記余盛形状を算出し、各前記余盛形状における最大余盛を算出し、各前記最大余盛の平均値を少なくとも用いて前記除去深さを算出する請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 6】

前記駆動装置は、多関節ロボットを有し、

前記ガウジング用トーチおよび前記形状センサは、相対的位置が固定されて前記多関節ロボットに取り付けられた請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 7】

前記駆動装置は、複数の軸を有するスライダ装置を有し、

前記多関節ロボットは、前記スライダ装置のいずれかの軸に設けられた請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 8】

前記溶接ビードが形成された前記整形対象物を溶接する溶接用トーチと、

10

20

30

40

50

前記溶接ビードが前記指定形状に満たない場合、前記溶接用トーチを用いて溶接を行うモード切替部とをさらに備えた請求項１～７のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項９】

前記制御装置は、前記駆動装置に対する教示データをオフライン・ティーチング・システムより取得する請求項１記載の溶接ビード整形装置。

【請求項１０】

前記ガウジング用トーチは、プラズマガウジング用トーチである請求項１～９のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項１１】

前記ガウジング用トーチは、前記溶接ビードをガウジングするプラズマ用ガスと、ガウジングにより発生するノロを除去するクーリングガスとを噴射するノズルを有する請求項１記載の溶接ビード整形装置。

【請求項１２】

整形対象物の形状を計測する形状計測工程と、

前記形状計測工程の計測結果に基づいて前記整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出工程と、

前記形状データと予め設定された前記整形対象物の指定形状との差から前記溶接ビードの余盛形状を算出し、前記余盛形状からガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出工程と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、ガウジング用トーチを制御する制御工程とを備えたことを特徴とする溶接ビード整形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、溶接線に沿って形成された溶接ビードを整形する溶接ビード整形装置およびその整形方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

水力発電装置の水車ランナなどの大型で複雑な構造を有する構造物は、一体の鋳物での製造が困難である。このため、構造物は複数の部品から構成され、これら部品は互いに溶接により接合される。水車ランナにおいては、溶接部表面は流路となるため、接合後の未整形の溶接面では渦流が発生してロスが大きくなる。

【０００３】

溶接面を滑らかな形状にするため、手作業による研削で溶接面は整形される。しかし、この研削作業は、粉塵や振動工具の使用による悪環境下での作業である。また、複雑構造物には狭隘部があり、作業性の悪い姿勢が続くなど作業者に多くの労力を強いることになる。

【０００４】

そこで、溶接部の研削に代わる整形方法として、プラズマガウジング装置が提案されている（特許文献１参照）。このプラズマガウジング装置は、制御するパラメータとしてガウジング速度、電圧を使用する。

【０００５】

また、大型複雑構造物の研削に代わる方法として、自動ガウジング装置が提案されている（特許文献２参照）。この自動ガウジング装置は、手本となる形状を余肉検出スタイラスで測定して基準形状を記憶する装置と、基準形状と加工物の形状を比較して余肉を算出する演算装置とを用いて余肉除去量を算出する。また、この自動ガウジング装置は、多軸スライダに搭載したアークエアガウジングトーチで余肉除去量を制御して整形する。これにより、自動ガウジング装置は、加工物を目標とする形状に自動加工する。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開平 5 - 3 8 5 8 1 号公報

【特許文献 2】特開昭 5 7 - 1 7 3 7 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかし、特許文献 1 記載のプラズマガウジング装置は、裏ハツリ用の直線のガウジング装置であるため、厚板の溶接ビードのような広い余肉の除去には適さないという課題があった。また、特許文献 2 記載の自動ガウジング装置は、余肉形状の測定に余肉検出スタイルを使用しているため、余肉計測の誤差が大きく、溶接ビードのような細かい凹凸形状を測定できない。また、アークエアガウジングを使用して加工しているため、細かい余肉除去に適していないという課題があった。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は上述した課題を解決するためになされたものであり、溶接ビードを高精度に整形することができる溶接ビード整形装置およびその整形方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る溶接ビード整形装置は、上述した課題を解決するため、溶接ビードが形成された整形対象物のガウジングを行うガウジング用トーチと、前記整形対象物の形状を計測する形状センサと、前記ガウジング用トーチおよび前記形状センサを駆動する駆動装置と、前記形状センサの計測結果から前記整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出部と、前記形状データと予め設定された前記整形対象物の指定形状との差から前記溶接ビードの余盛形状を算出し、前記余盛形状に基づいてガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出部と、前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、前記駆動装置および前記ガウジング用トーチを制御する制御装置とを備えたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る溶接ビード整形装置およびその整形方法においては、溶接ビードを高精度に整形することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】第 1 実施形態における溶接ビード整形装置の構成図。

【図 2】第 1 実施形態の溶接ビード整形装置により実施される溶接ビード整形前処理を説明するフローチャート。

【図 3】第 1 実施形態における溶接ビード整形装置が、水車ランナの羽根溶接部の溶接ビード整形を行う場合の説明図。

【図 4】(a) ~ (e) は溶接ビードの形状データ、指定形状およびクラウン、バンド、羽根表面の関係を説明する説明図。

40

【図 5】トーチ前後角およびトーチ傾斜角を示す説明図。

【図 6】ガウジング方向およびウィーピング幅などを示す説明図。

【図 7】水車ランナの羽根溶接部に対するビード整形に用いる一実施例としての条件を示す表。

【図 8】(a) は羽根溶接部のガウジング前の断面形状 (実線) および指定形状 (点線) を示し、(b) はガウジング後の断面形状 (実線) および指定形状 (点線) を示すグラフ。

【図 9】第 2 実施形態における溶接ビード整形装置の構成図。

【図 1 0】第 2 実施形態の溶接ビード整形装置により実施される溶接ビード整形前処理を説明するフローチャート。

50

【図 1 1】第 3 実施形態における溶接ビード整形装置の構成図。

【図 1 2】第 3 実施形態の溶接ビード整形装置により実施される溶接ビード整形前処理を説明するフローチャート。

【図 1 3】溶接ビードの形状データ、指定形状およびクラウン、バンド、羽根表面の関係を説明する説明図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明に係る溶接ビード整形装置およびその整形方法の各実施形態を添付図面に基づいて説明する。以下に説明する各実施形態においては、溶接ビード整形装置およびその整形方法は、大型かつ複雑な構造を有する水力発電装置の水車ランナの羽根溶接部に形成された溶接ビードを整形する例を説明する。

10

【0013】

[第 1 実施形態]

本発明に係る溶接ビード整形装置およびその整形方法の第 1 実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0014】

図 1 は、第 1 実施形態における溶接ビード整形装置 1 の構成図である。

【0015】

溶接ビード整形装置 1 は、スライダ装置 11、多関節ロボット 12、プラズマガウジング用トーチ 13、形状センサ 14、画像処理装置 16 およびロボット制御装置 17 を有する。

20

【0016】

スライダ装置 11 は、台座 21、支柱 22、昇降スライド 23、サイドアーム 24 およびベース 25 を有する。台座 21 は、スライダ装置 11 の設置面 2 上に設置され、スライダ装置 11 を支持する。支柱 22 は、台座 21 上から上方向に伸び、上下方向軸を中心に回転する（図 1 における矢印 A 方向）。昇降スライド 23 は、支柱 22 に設けられ、支柱 22 に対して上下方向（図 1 における矢印 B 方向）にスライドする。サイドアーム 24 は、昇降スライド 23 に設けられ、昇降スライド 23 に対して水平一軸方向（図 1 における矢印 C 方向）に移動する。ベース 25 は、サイドアーム 24 の一端（先端）に設けられる。

30

【0017】

多関節ロボット 12 は、ベース 25 に取り付けられ、多関節で多軸回転するアームを有する。多関節ロボット 12 は、例えば 6 個の関節を有し、6 軸周りに回転する。多関節ロボット 12 が 6 個の関節を有する場合、第 1 ～ 6 の関節にそれぞれ第 1 ～ 6 のリンクが配置される。また、第 1 の関節はベース 25 に配置され、第 6 のリンクの先端はアームの先端に対応する。

【0018】

スライダ装置 11 および多関節ロボット 12 は、プラズマガウジング用トーチ 13 および形状センサ 14 を駆動する駆動装置である。

【0019】

40

プラズマガウジング用トーチ 13 は、多関節ロボット 12 のアーム先端に設けられ、溶接ビードが形成された整形対象物のガウジングを行う。プラズマガウジング用トーチ 13 は、多関節ロボット 12 の多関節機構と、スライダ装置 11 の上下・水平方向の移動および上下方向軸周りの回転による位置調整により、位置・姿勢が調整される。プラズマガウジング用トーチ 13 は、ノズル 29 を有する。ノズル 29 は、溶接ビードをガウジングするためのプラズマ用ガスと、ガウジングしたノロを除去するためのクーリングガスを噴射する。クーリングガスの圧力の変更により、ノロの除去量は増減する。

【0020】

形状センサ 14 は、多関節ロボット 12 のアーム先端に設けられる。形状センサ 14 は、例えばレーザや超音波により整形対象物の 3 次元形状を計測するセンサである。

50

【 0 0 2 1 】

これらプラズマガウジング用トーチ 1 3 および形状センサ 1 4 は、多関節ロボット 1 2 のアーム先端に互いの相対的位置が固定されて取り付けられる。

【 0 0 2 2 】

画像処理装置 1 6 は、形状センサ 1 4 で計測され出力された計測データを受信し、処理する。画像処理装置 1 6 は、計測データに基づいて得られるガウジング教示データをロボット制御装置 1 7 に送信する。

【 0 0 2 3 】

ロボット制御装置 1 7 (制御装置) は、動作軸制御装置 3 1 および教示データ記憶装置 3 2 を有する。動作軸制御装置 3 1 は、スライダ装置 1 1 および多関節ロボット 1 2 へ指令信号を送信し、スライダ装置 1 1 および多関節ロボット 1 2 を所定量を駆動する。教示データ記憶装置 3 2 は、計測教示データを記憶し、画像処理装置 1 6 へ送信する。また、ロボット制御装置 1 7 は、操作員によりスライダ装置 1 1 および多関節ロボット 1 2 を操作するための操作装置を有する。また、ロボット制御装置 1 7 は、ガウジング用トーチ 1 3 のガウジング電源などを制御する。

【 0 0 2 4 】

次に、第 1 実施形態における溶接ビード整形装置 1 の作用および溶接ビード整形方法について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、第 1 実施形態の溶接ビード整形装置 1 により実施される溶接ビード整形前処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、第 1 実施形態における溶接ビード整形装置 1 が、水車ランナ 3 の羽根溶接部の溶接ビード整形を行う場合の説明図である。

【 0 0 2 7 】

溶接ビード整形装置 1 により行われる溶接ビード整形前処理は、ロボット制御装置 1 7 により実施される処理工程 (工程 S 1、S 2 および S 1 2) と、画像処理装置 1 6 により実施される処理工程 (工程 S 3 ~ S 1 1) とに区分される。

【 0 0 2 8 】

溶接ビード整形前処理が行われる前に、溶接ビード整形装置 1 および整形対象物となる水車ランナ 3 の設置作業が行われる。水車ランナ 3 はクレーンで起立状態に吊り上げられ、図 3 に示すようにターニングローラ 4 上に設置される。水車ランナ 3 は、ターニングローラ 4 の回転に連動して回転する。水車ランナ 3 は、クラウン 5 およびバンド 6 と羽根 7 との溶接部 (整形対象箇所) が溶接ビード整形装置 1 の前方に位置する角度で停止される。

【 0 0 2 9 】

溶接ビード整形装置 1 は、水車ランナ 3 の開口の横に設置される。その後、ロボット制御装置 1 7 の動作軸制御装置 3 1 によってスライダ装置 1 1 および多関節ロボット 1 2 が操作される。

【 0 0 3 0 】

ここで、水車ランナ 3 のクラウン 5 およびバンド 6 と羽根 7 との溶接部である整形対象箇所は流路となるため、滑らかな r 形状に仕上げなければならない。この整形対象物の仕上がり時の理想的な形状である r 形状は、予め設定された整形対象物の指定形状として与えられる。

【 0 0 3 1 】

教示データ記憶工程 S 1 において、教示データ記憶装置 3 2 は、教示データを記憶する。教示データは、例えば操作員の操作により教示データ記憶装置 3 2 に記憶される。操作員は、ロボット制御装置 1 7 の操作装置を用いてスライダ装置 1 1 および多関節ロボット 1 2 を駆動させる。形状センサ 1 4 (またはプラズマガウジング用トーチ 1 3) は、ガウジング予定軌跡上の教示点に移動する。操作員により教示操作が選択されると、スライダ

10

20

30

40

50

装置 11 の位置と多関節ロボット 12 の姿勢とが教示データとして教示データ記憶装置 32 に記憶される。

【0032】

教示データは、形状センサ 14 およびプラズマガウジング用トーチ 13 のねらい位置およびトーチ姿勢を示す位置・姿勢データと、ガウジング条件とを含む動作命令である。ガウジング条件は、教示点間毎に与えられ、ガウジング速度、ウィーピング周波数、電流などである。また、教示データは、形状センサ 14 による形状計測に用いられる計測教示データと、プラズマガウジング用トーチ 13 によるガウジングに用いられるガウジング教示データとに区分される。

【0033】

動作軸制御工程 S2 において、動作軸制御装置 31 は、教示データ記憶工程 S1 で記憶された計測教示データに基づいて、スライダ装置 11 および多関節ロボット 12 の動作軸を制御する。形状センサ 14 は、スライダ装置 11 および多関節ロボット 12 の動作後、溶接ビードの形状を計測する。多関節ロボット 12 のアーム先端に取り付けられた形状センサ 14 で溶接部の形状が計測される。

【0034】

形状データ抽出工程 S3 において、画像処理装置 16 (形状データ抽出部) は、形状センサ 14 から出力される計測データを 2 値化・ノイズ除去し、溶接ビードの形状データを抽出する。

【0035】

変曲点・交点抽出工程 S4 において、画像処理装置 16 (変曲点・交点抽出部) は、形状データ抽出工程 S3 で抽出された形状データと指定形状とを画像上で重ね合わせる。画像処理装置 16 は、形状データと指定形状とが交わる点を交点として抽出する。また、画像処理装置 16 は、形状データにおける指定形状より中心点側、すなわち指定形状に対して余盛りされた溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する。なお、画像処理装置 16 は、指定形状の中心点に向く溶接ビードの頂点を山部とし、指定形状の中心点とは逆方向に向く溶接ビードの頂点を谷部とする。

【0036】

図 4 (a) ~ (e) は、溶接ビードの形状データ B、指定形状 R およびクラウン 5、バンド 6、羽根 7 表面の関係を説明する説明図である。

【0037】

図 4 (後述する図 13 においても同様) においては、形状データ抽出工程 S3 で抽出された形状データ B (溶接ビード)、クラウン 5 表面、バンド 6 表面および羽根 7 表面を実線で、クラウン 5 表面、バンド 6 表面および羽根 7 表面の延長線である仮想線 E を点線で、指定形状 R を一点鎖線で示す。また、図 4 の左右方向を X 軸、上下方向を Y 軸と定義する。

【0038】

図 4 (a) に示すように、指定形状 R は、クラウン 5 表面またはバンド 6 表面と羽根 7 表面との延長線 E に接する、所定半径を有する円 (弧) で定義される。画像処理装置 16 は、形状データ抽出工程 S3 で抽出した形状データ B と、指定形状 R との交点である、交点 i_1 および交点 i_N を抽出する。画像処理装置 16 は、形状データ B で指定形状 R より中心点 O 側であり、かつ谷部の頂点である変曲点 $i_2 \sim i(N-1)$ を抽出する。

【0039】

このとき抽出した交点および変曲点には、形状データ B 内で X 軸の値が最も小さいものから i_1 、 i_2 、 $i_3 \cdots i(N-1)$ 、 i_N (N: 抽出した変曲点および交点の総数) の番号が振り分けられる。

【0040】

パスシーケンス選択工程 S5 において、画像処理装置 16 (パスシーケンス選択部) は、形状データと指定形状とを比較し、溶接ビードの余盛りが足りない部分があり (溶接ビードが指定形状よりも小さく)、かつ余盛りが足りない部分の距離が所定値より大きい場合、

10

20

30

40

50

連続して行われるガウジングの軌跡（パスシーケンス）を分割する。これにより、余盛が足りない部分をさらにガウジングしてしまうことを防止する。画像処理装置 16 は、求めた交点の数が 2 より大きい場合、余盛が足りない部分があると判断する。また、画像処理装置 16 は、隣接する交点間の距離を算出することにより、余盛が足りない部分の距離を算出することができる。

【0041】

例えば、図 4 (a) に示すように、形状データ B における交点の数が 2 である場合、画像処理装置 16 は交点 i_1 ~ 交点 i_N 間においてガウジングを一括で行うことを選択する。

【0042】

一方、画像処理装置 16 は、交点の数が 2 より多い場合、交点 i_1 、交点 i_N 以外で隣り合う交点の距離 d を算出する。例えば図 4 (b) に示すように、画像処理装置 16 は、交点 i_1 、交点 i_N 以外の交点 i_2 、交点 i_3 間の距離 d が所定値 D_1 以下である場合、交点 i_1 ~ 交点 i_N におけるガウジングを一括で行うことを選択する。すなわち、画像処理装置 16 は、交点 i_1 ~ 交点 i_N を一のパスシーケンスとする。

【0043】

例えば図 4 (c) に示すように、画像処理装置 16 は、交点 i_1 、交点 i_N 以外の交点 i_2 、交点 i_3 間の距離 d が所定値 D_1 より大きい場合、交点 i_2 、交点 i_3 間の前後でガウジングを分割することを選択する。すなわち、画像処理装置 16 は、交点 i_1 ~ 交点 i_2 をパスシーケンス 1 とし、交点 i_3 ~ 交点 i_N をパスシーケンス 2 とする。

【0044】

余盛形状抽出・除去深さ算出工程 S6 において、画像処理装置 16 (余盛形状抽出・除去深さ算出部) は、形状データと指定形状との差を余盛形状として算出する。画像処理装置 16 は、隣り合う交点または変曲点間の余盛形状における最大余盛を算出し、その平均値から後に手仕上げで削る余盛量を差し引いた値を除去深さとする。

【0045】

例えば図 4 (d) に示すように、画像処理装置 16 は、形状データと指定形状 R との差を算出して、余盛形状を求める。画像処理装置 16 は、変曲点・交点抽出工程 S4 で抽出した隣り合う交点または変曲点間における、形状データ B と指定形状 R との差の最大値を余盛として求める。例えば、画像処理装置 16 は、交点 i_1 と交点 i_2 との間における余盛形状を複数点 (点 1 ~ 点 M) で求める。画像処理装置 16 は、点 3 の余盛形状を最大余盛として算出する。画像処理装置 16 は、隣接する交点 i ~ 交点 N 間で求めた各最大余盛の平均値を求め、この平均値から手仕上げで削る余盛量を差し引いた値を除去深さとする。

【0046】

図 4 (c) に示すようにパスシーケンスが分割された場合には、パスシーケンス毎に余盛形状の抽出および除去深さの算出が行われる。

【0047】

ウィーピング幅・角度算出工程 S7 において、画像処理装置 16 は、パスシーケンスの選択工程 S5 で求めた一のパスシーケンス (ガウジング範囲) 内の両端の交点の距離をプラズマガウジング用トーチ 13 のウィーピング幅とする。また、指定形状の中心点と両端の交点とをそれぞれ結ぶ 2 直線の成す角をウィーピング角とする。

【0048】

例えば図 4 (e) に示すように、画像処理装置 16 は、変曲点・交点抽出工程 S4 で抽出した交点 i_1 と交点 i_N との間の距離をプラズマガウジング用トーチ 13 のウィーピング幅 W とする。また、画像処理装置 16 は、指定形状 R の中心点 O と両端の交点 i_1 と交点 i_N とをそれぞれ結ぶ 2 直線の成す振り角をウィーピング角 θ_1 とする。

【0049】

ねらい位置・トーチ姿勢算出工程 S8 において、画像処理装置 16 (ねらい位置・トーチ姿勢算出部) は、ウィーピング幅・角度算出工程 S7 で求めたウィーピング幅の中点 (

10

20

30

40

50

図 4 (e) における中点 M) をねらい位置として算出する。ねらい位置は、プラズマガウジング用トーチ 1 3 先端から所定のチップ・母材間距離 D_2 を離れた点の教示位置である。また、画像処理装置 1 6 は、トーチ前後角が加工面に対して常に一定であり、トーチ傾斜角がウィーピング時においてプラズマガウジング用トーチ 1 3 が指定形状に対して常に鉛直となるようなトーチ姿勢を算出する。

【 0 0 5 0 】

ここで、図 5 は、トーチ前後角およびトーチ傾斜角を示す説明図である。図 6 は、ガウジング方向およびウィーピング幅 W などを示す説明図である。

【 0 0 5 1 】

トーチ前後角 θ_2 は、下板 8 (例えばクラウン 5、バンド 6) とプラズマガウジング用トーチ 1 3 の軸とが成す角である。トーチ傾斜角 θ_3 は、下板 8 に対して略直交する立板 9 (例えば羽根 7) とプラズマガウジング用トーチ 1 3 との軸とが成す角である。また、トーチの前後はガウジング方向であり、ウィーピング幅 W はガウジング方向に直交する方向に対応する幅である。

【 0 0 5 2 】

ガウジング条件算出工程 S 9 において、画像処理装置 1 6 (ガウジング条件算出部) は、ガウジングの除去深さの式を用いてガウジング条件としてのガウジング速度、ウィーピング周波数、電流を算出する。

【 0 0 5 3 】

図 6 に示すように、ウィーピング速度はガウジング方向に対して鉛直方向の速度であり、ガウジング速度はガウジング方向の速度である。ウィーピング速度を V_w 、ガウジング速度を V 、入熱量を Q とすると、ガウジング除去深さ y は以下の式 (1) で表される。 C_1 、 C_2 、 C_3 は、実験から求められた定数である。

【 0 0 5 4 】

[数 1]

$$y = C_1 + C_2 * V_w / V + C_3 * Q \cdots \cdots \text{式 (1)}$$

【 0 0 5 5 】

次に、画像処理装置 1 6 は、ウィーピング幅・角度算出工程 S 7 で求めたウィーピング幅と、式 (1) から求めたウィーピング速度からウィーピング周波数を求める。

【 0 0 5 6 】

画像処理装置 1 6 は、上記で求めたガウジング速度、ウィーピング周波数・幅、電流で構成されるガウジング条件と、ねらい位置・トーチ姿勢算出工程 S 8 で算出した位置・姿勢データとを、ガウジング教示データとして教示データ記憶装置 3 2 に記憶する。

【 0 0 5 7 】

なお、余盛形状抽出・除去深さ算出工程 S 6 において、算出された除去深さが一定の値以下である場合、すなわちガウジングを行う必要がない場合、画像処理装置 1 6 はガウジング条件算出工程 S 9 に進み、除去深さを最小にするためのガウジング条件を設定する。画像処理装置 1 6 は、電流を所定値まで下げ、ガウジング速度を所定値まで上げるガウジング条件を設定する。このようなガウジング条件を設定することにより、後のガウジング作業においては、プラズマガウジング用トーチ 1 3 はガウジングを行わず (最小限のガウジングを行い)、かつアークを切らさない条件で動作する。

【 0 0 5 8 】

パス分割判定工程 S 1 0 において、画像処理装置 1 6 は、パスシーケンス選択工程 S 5 においてパスシーケンスの分割がされたか否かの判定を行う。画像処理装置 1 6 はパスシーケンスが分割されたと判定した場合 (工程 S 1 0 の NO)、余盛形状抽出・除去深さ算出工程 S 6 に戻り、余盛形状抽出・除去深さ算出工程 S 6 ~ ガウジング条件算出工程 S 9 が行われていないパスシーケンスに対し、工程 S 6 ~ 工程 S 9 を行う。

【 0 0 5 9 】

一方、画像処理装置 1 6 はパスシーケンスの分割がされていないと判定した場合 (工程 1 0 の YES)、教示点判定工程 S 1 1 において、他の教示点が存在するか否かの判定を

10

20

30

40

50

行う。画像処理装置 16 は、他の教示点が存在すると判定した場合（工程 S 11 の NO）、動作軸制御工程 S 2 に戻り、全ての教示点に対し工程 S 2 ～工程 S 10 を行う。

【0060】

一方、画像処理装置 16 は他の教示点が存在しないと判定した場合（工程 11 の YES）、ロボット制御工程 S 12 において、ロボット制御装置 17 は、教示データ記憶装置 32 に記憶されたガウジング教示データなどに従って多関節ロボット 12 およびスライダ装置 11 の各軸動作と、ガウジング電源を制御して自動でガウジングを行う。

【0061】

一実施例として、図 7 に示す条件を用いて水車ランナ 3 の羽根溶接部に対してビード整形を行った。また、図 8（a）は、羽根溶接部のガウジング前の断面形状（実線）および指定形状（点線）を示し、（b）はガウジング後の断面形状（実線）および指定形状（点線）を示すグラフである。

10

【0062】

図 7 に示す固定条件と、式（1）で求められたガウジング条件とを用いて図 8（a）に示す溶接ビードにプラズマガウジングを行った。この結果、図 8（b）に示すように、余盛部分が好適に整形された。

【0063】

このような第 1 実施形態における溶接ビード整形装置 1 および溶接ビード整形方法は、整形対象物の大きさや構造の複雑さによらず、自動で高精度な溶接ビードの整形を実現することができる。すなわち、溶接ビード整形装置 1 は、形状センサ 14 により精度よく整形対象物の形状を測定し、ガウジング条件やねらい位置・トーチ姿勢などのガウジング教示データを取得することができる。また、溶接ビード整形装置 1 は、動作軸制御装置 31 により、自動で一定範囲内を連続的にガウジングすることができる。

20

【0064】

また、溶接ビード整形装置 1 およびその整形方法は、溶接ビードの形状から隣接する交点・変曲点間の最大余盛を算出し、その平均を除去深さとするため、余盛を過度に削ることなく好適に整形することができる。また、溶接ビード整形装置 1 およびその整形方法は、算出された好適なガウジング条件で連続して整形することができるため、作業工程や作業時間を低減させることができる。

【0065】

30

さらに、溶接ビード整形装置 1 およびその整形方法は、余盛が足りない部分については、その部分の距離を算出し、距離が所定値以上である場合にはガウジング範囲を分割する。これにより、溶接ビード整形装置 1 およびその整形方法は、余盛が足りない部分においては除去し過ぎることなく、好適に整形することができる。

【0066】

〔第 2 実施形態〕

本発明に係る溶接ビード整形装置およびその整形方法の第 2 実施形態を添付図面に基いて説明する。

【0067】

図 9 は、第 2 実施形態における溶接ビード整形装置 41 の構成図である。

40

【0068】

第 2 実施形態における溶接ビード整形装置 41 が第 1 実施形態と異なる点は、教示データ記憶工程で教示データ記憶装置 32 に記憶される教示データを、オフライン・ティーチング・システム 42 から取得する点である。第 1 実施形態と対応する構成および部分については同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0069】

溶接ビード整形装置 41 は、スライダ装置 11、多関節ロボット 12、プラズマガウジング用トーチ 13、形状センサ 14、画像処理装置 16、ロボット制御装置 17、製品設計用 3 次元 CAD 43 およびオフライン・ティーチング・システム 42 を有する。

【0070】

50

製品設計用３次元ＣＡＤ４３は、水車ランナ３などの整形対象物の３次元形状データを作成する。オフライン・ティーチング・システム４２は、スライダ装置１１および多関節ロボット１２への教示をコンピュータ画面上の仮想空間で行うシステム（数値化装置）である。

【００７１】

次に、第２実施形態における溶接ビード整形装置４１の作用および溶接ビード整形方法について説明する。

【００７２】

図１０は、第２実施形態の溶接ビード整形装置４１により実施される溶接ビード整形前処理を説明するフローチャートである。

10

【００７３】

溶接ビード整形装置４１により行われる溶接ビード整形前処理は、オフライン・ティーチング・システム４２により実施される処理工程（工程Ｓ２１）、ロボット制御装置１７により実施される処理工程（工程Ｓ２２、Ｓ２３およびＳ３３）と、画像処理装置１６により実施される処理工程（工程Ｓ２４～Ｓ３２）とに区分される。

【００７４】

計測教示工程Ｓ２１において、オフライン・ティーチング・システム４２は、整形対象物の３次元形状データに基づいて整形対象物の計測教示データを作成する。３次元形状データは、製品設計用３次元ＣＡＤ４３を用いて作成され、オフライン・ティーチング・システム４２に入力される。

20

【００７５】

オフライン・ティーチング・システム４２は、入力された整形対象物の３次元形状データを、溶接ビード整形装置４１（スライダ装置１１、多関節ロボット１２、形状センサ１４、プラズマガウジング用トーチ１３）の予め作成された３次元モデルとともに、コンピュータ上の仮想空間に配置する。オフライン・ティーチング・システム４２は、３次元形状データで表される整形対象物の溶接部のガウジング線の鉛直面上、クラウン５またはバンド６表面と羽根７表面との角度の中心を通る位置および方向（姿勢）に形状センサ１４（およびプラズマガウジング用トーチ１３）が配置されるように、計測教示データを算出する。

【００７６】

30

また、オフライン・ティーチング・システム４２は、算出された位置および姿勢へのアプローチ動作および退避動作の教示データを追加する。このように、オフライン・ティーチング・システム４２は、各々の教示点に動作命令を付加することで、計測教示データを作成する。

【００７７】

教示データ記憶工程Ｓ２２において、教示データ記憶装置３２は、計測教示工程Ｓ２１において作成された教示データを記憶する。動作軸制御工程Ｓ２３～ロボット制御工程Ｓ３３は、第１実施形態における溶接ビード整形前処理（図２）の動作軸制御工程Ｓ２～ロボット制御工程Ｓ１２とほぼ同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【００７８】

40

上述した第１実施形態における溶接ビード整形装置１および溶接その整形方法においては、ロボット制御装置１７に設けられた操作装置を用いて操作員が多関節ロボット１２およびスライダ装置１１を操作して教示データを入力した。これに対し、第２実施形態における溶接ビード整形装置４１および溶接その整形方法は、製品設計用３次元ＣＡＤ４３、オフライン・ティーチング・システム４２を用いて、数値化されたデータを教示データとして用い、多関節ロボット１２に入力する。

【００７９】

この結果、溶接ビード整形装置４１およびその整形方法は、第１実施形態が奏する効果に加え、実際の整形対象物および装置を用いた教示作業を不要とし、溶接ビード整形のための作業量や作業時間を軽減できる。

50

【 0 0 8 0 】

[第 3 実施形態]

本発明に係る溶接ビード整形装置およびその整形方法の第 3 実施形態を添付図面に基
いて説明する。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は、第 3 実施形態における溶接ビード整形装置 5 1 の構成図である。

【 0 0 8 2 】

第 3 実施形態における溶接ビード整形装置 5 1 が第 1 実施形態と異なる点は、溶接用ト
ーチ 5 2 をさらに備え、ガウジングのみならず溶接をも行う点である。第 1 実施形態と対
応する構成および部分については同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

10

【 0 0 8 3 】

溶接ビード整形装置 5 1 は、スライダ装置 1 1、多関節ロボット 1 2、プラズマガウジ
ング用トーチ 1 3、形状センサ 1 4、画像処理装置 1 6、ロボット制御装置 1 7 および溶
接用トーチ 5 2 を有する。

【 0 0 8 4 】

溶接用トーチ 5 2 は、多関節ロボット 1 2 の多関節機構と、スライダ装置 1 1 の上下・
水平方向の移動および上下方向軸周りの回転による位置調整により、位置・姿勢が調整さ
れる。プラズマガウジング用トーチ 1 3 と溶接用トーチ 5 2 とは、溶接ビード整形装置 5
1 が実施する作業に応じて適宜選択され、使用される。

【 0 0 8 5 】

20

次に、第 3 実施形態における溶接ビード整形装置 5 1 の作用および溶接ビード整形方法
について説明する。

【 0 0 8 6 】

図 1 2 は、第 3 実施形態の溶接ビード整形装置 5 1 により実施される溶接ビード整形前
処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 8 7 】

溶接ビード整形装置 5 1 により行われる溶接ビード整形前処理は、ロボット制御装置 1
7 により実施される処理工程（工程 S 4 1、S 4 2、S 4 8、S 4 9、S 5 5 および S 5
6）と、画像処理装置 1 6 により実施される処理工程（工程 S 4 3 ~ S 4 7 および S 5 0
~ S 5 4）とに区分される。

30

【 0 0 8 8 】

教示データ記憶工程 S 4 1 ~ 形状データ抽出工程 S 4 3 は、第 1 実施形態における溶接
ビード整形前処理（図 2）の教示データ工程 S 1 ~ 形状データ抽出工程 S 3 とほぼ同様で
あるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 9 】

変曲点・交点抽出工程 S 4 4 において、画像処理装置 1 6 は、形状データ抽出工程 S 4
3 で抽出された形状データと指定形状とを画像上で重ね合わせる。画像処理装置 1 6 は、
形状データと指定形状とが交わる点を交点として抽出する。また、画像処理装置 1 6 は、
形状データにおける溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する。

【 0 0 9 0 】

40

図 1 3 は、溶接ビードの形状データ B、指定形状 R およびクラウン 5、バンド 6、羽根
7 表面の関係を説明する説明図である。

【 0 0 9 1 】

画像処理装置 1 6 は、形状データ抽出工程 S 4 3 で抽出した形状データ B と、指定形状
R との交点である、交点 i 1、交点 i 2、交点 i 6 および交点 i N を抽出する。画像処理
装置 1 6 は、形状データ B における溶接ビードの谷部の頂点（指定形状 R の中心点 O とは
逆方向に凸）を変曲点 i 3 ~ 変曲点 i 5、変曲点 i（N - 1）として抽出する。画像処理
装置 1 6 は、指定形状 R に対して内側であるか、外側であるかに関わらず谷部の頂点を
変曲点として抽出する。

【 0 0 9 2 】

50

このとき抽出した交点および変曲点には、形状データB内でX軸の値が最も小さいものから i_1 、 i_2 、 $i_3 \cdots i_{(N-1)}$ 、 i_N (N : 抽出した変曲点および交点の総数) の番号が振り分けられる。

【0093】

モード切替工程S45において、画像処理装置16(モード切替部)は、ガウジングを行うか、溶接を行うかを決定する。具体的には、画像処理装置16は、指定形状と形状データ抽出工程S43で抽出した形状データとを比べる。画像処理装置16は、変曲点が指定形状より外側にある場合、すなわち溶接ビードが指定形状に満たない場合、溶接を行うと決定する。画像処理装置16は、変曲点が指定形状より内側にある場合、すなわち余盛量が十分である場合、ガウジングを行うと決定する。

10

【0094】

例えば図13に示す場合、画像処理装置16は、溶接ビード(形状データB)が指定形状に満たない変曲点 i_3 ~ 変曲点 i_5 が存在するため、溶接を行うと決定する。

【0095】

画像処理装置16は溶接を行うと決定した場合、ねらい位置算出工程S46において、変曲点・交点抽出工程S44で抽出した変曲点の中で、指定形状の外側の変曲点をねらい位置とする。指定形状の外側に変曲点が複数存在する場合、画像処理装置16は、ねらい位置算出工程S46~ロボット制御工程S49の工程を各変曲点に対して行う。

【0096】

溶接条件算出工程S47において、画像処理装置16は、ねらい位置に溶け込み不良の原因となるオーバーラップ形状にならないように選択された溶接電流、溶接電圧、溶接速度、ウィーピング周波数・振幅を含む溶接条件、ねらい位置およびトーチ姿勢を決定する。画像処理装置16は、算出した溶接条件、ねらい位置、およびトーチ姿勢を溶接教示データとして教示データ記憶装置32に記憶する。

20

【0097】

溶接用トーチ選択工程S48において、ロボット制御装置17は、多関節ロボット12の先端に取り付けるトーチとして、溶接用トーチ52を選択し切り替える。ロボット制御工程S49において、ロボット制御装置17は、教示データ記憶装置32に記憶された溶接教示データに基づき、多関節ロボット12などの動作および溶接電源を制御して溶接を行う。算出された溶接教示データに基づき溶接が行われた後、再び教示データ記憶工程S41に戻り、再度動作軸制御工程S42~モード切替工程S45を行う。

30

【0098】

画像処理装置16は、モード切替工程S45においてガウジングを行うと決定した場合、パスシーケンス選択工程S50へ進む。パスシーケンス選択工程S50~ガウジング条件算出工程S54は、第1実施形態における溶接ビード整形前処理(図2)のパスシーケンス選択工程S5~ガウジング条件算出工程S9とほぼ同様であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0099】

ガウジング用トーチ選択工程S55において、ロボット制御装置17は、多関節ロボット12の先端に取り付けるトーチとして、プラズマガウジング用トーチ13を選択し切り替える。ロボット制御工程S56において、ロボット制御装置17は、教示データ記憶装置32に記憶されたガウジング教示データに基づき、多関節ロボット12などの動作およびガウジング電源を制御してガウジングを行う。

40

【0100】

このような第3実施形態における溶接ビード整形装置51およびその整形方法は、第1実施形態が奏する効果に加え、ガウジングのみならず余盛が不十分な箇所においては溶接をも行うことができる。このため、溶接ビード整形装置51およびその整形方法は、整形対象物の大きさや構造の複雑さによらずに、自動で高精度な溶接ビードの整形を実現することができる。

【0101】

50

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階では、上述した実施例以外にも様々な形態で実施することが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、追加、置き換え、変更を行なうことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

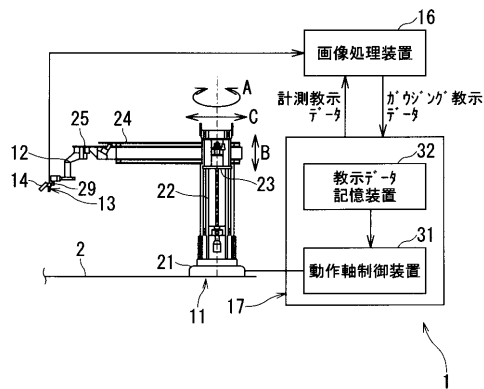
【0102】

- 1、41、51 溶接ビード整形装置
- 11 スライダ装置
- 12 多関節ロボット
- 13 プラズマガウジング用トーチ
- 14 形状センサ
- 16 画像処理装置
- 17 ロボット制御装置
- 29 ノズル
- 31 動作軸制御装置
- 32 教示データ記憶装置
- 42 オフライン・ティーチング・システム
- 43 製品設計用3次元CAD
- 52 溶接用トーチ

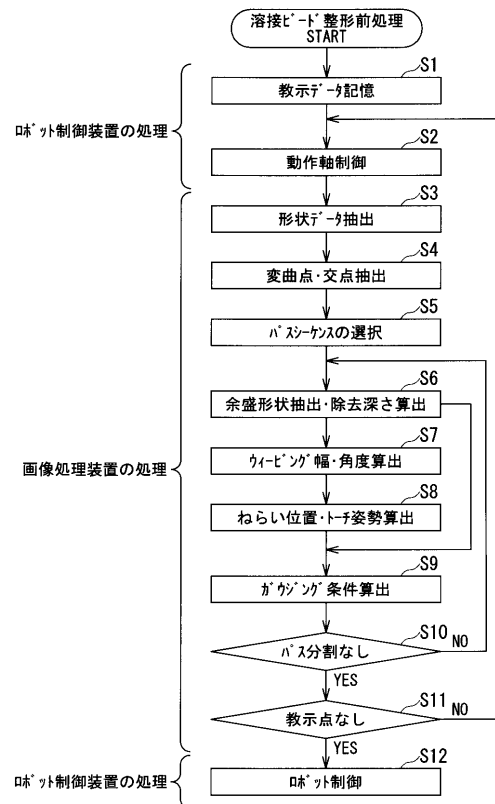
10

20

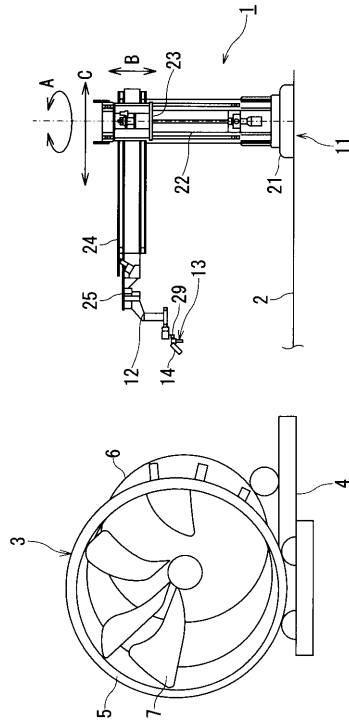
【図1】



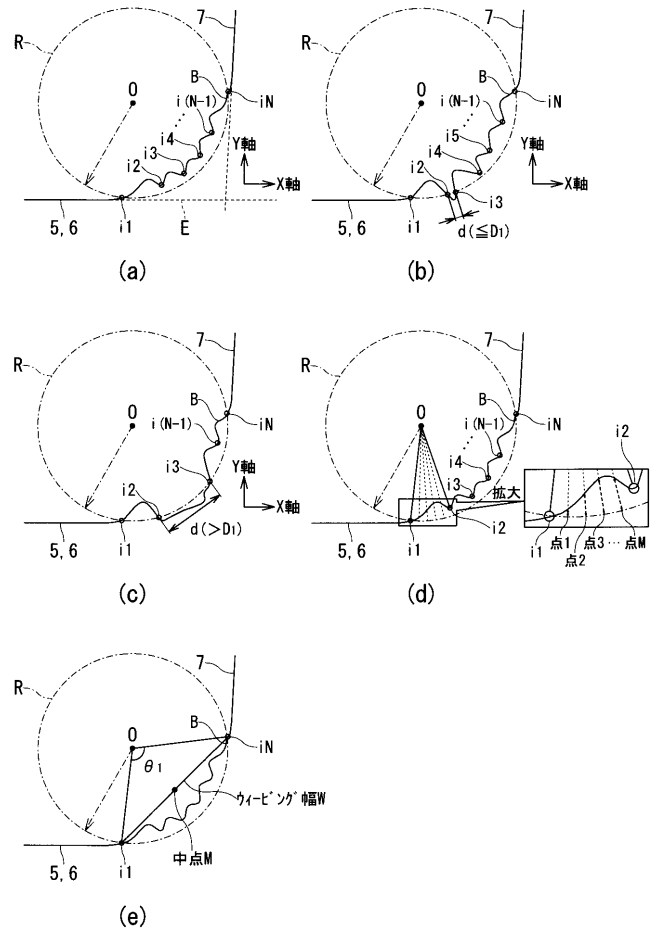
【図2】



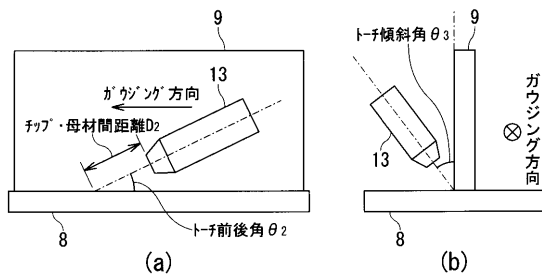
【図 3】



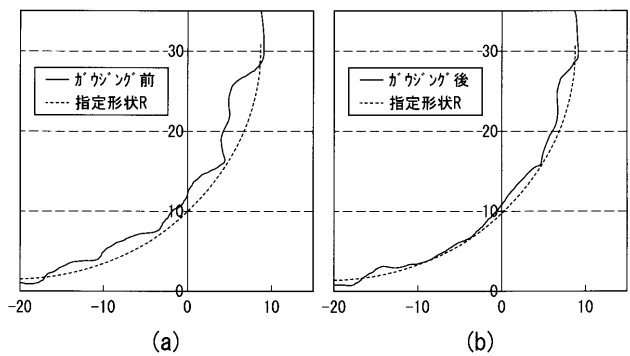
【図 4】



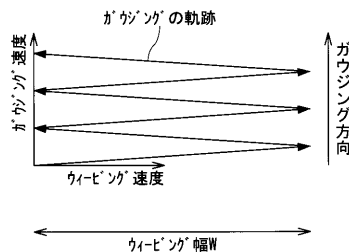
【図 5】



【図 8】



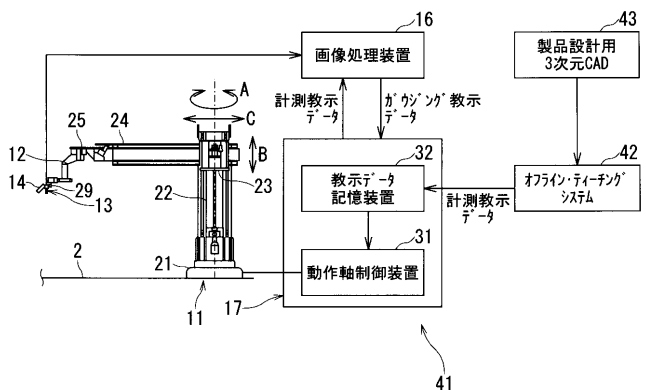
【図 6】



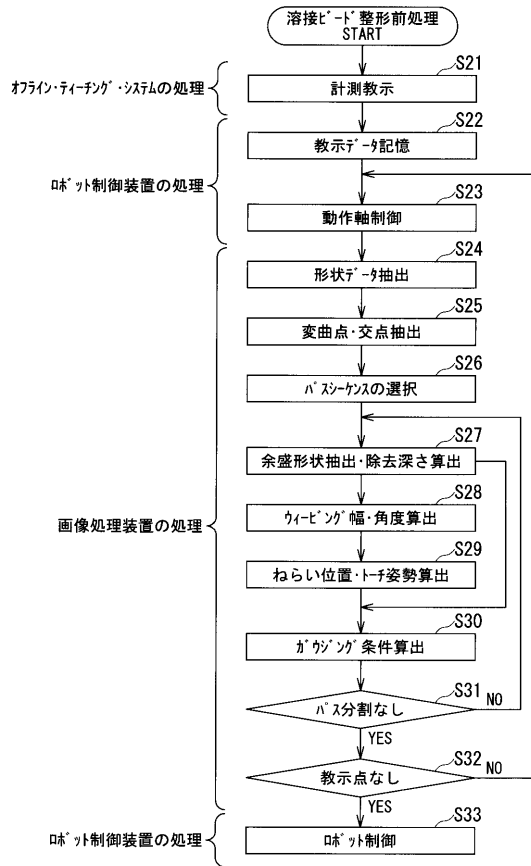
【図 7】

チップ径 [mm]	直径 3.5
チップ・母材間距離 [mm]	30
クーリングガス	Ar
クーリングガス圧力 [kg/cm ²]	45
ブラスマガス	65%Ar - 35%H ₂
ブラスマガス圧力 [kg/cm ²]	3.55

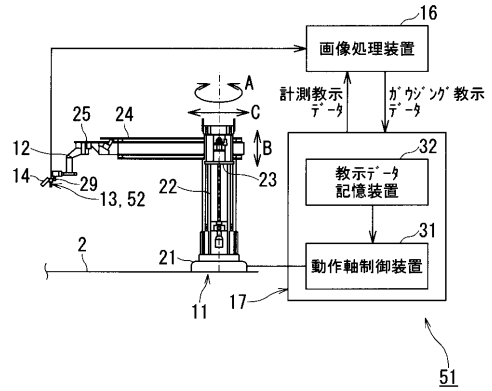
【図 9】



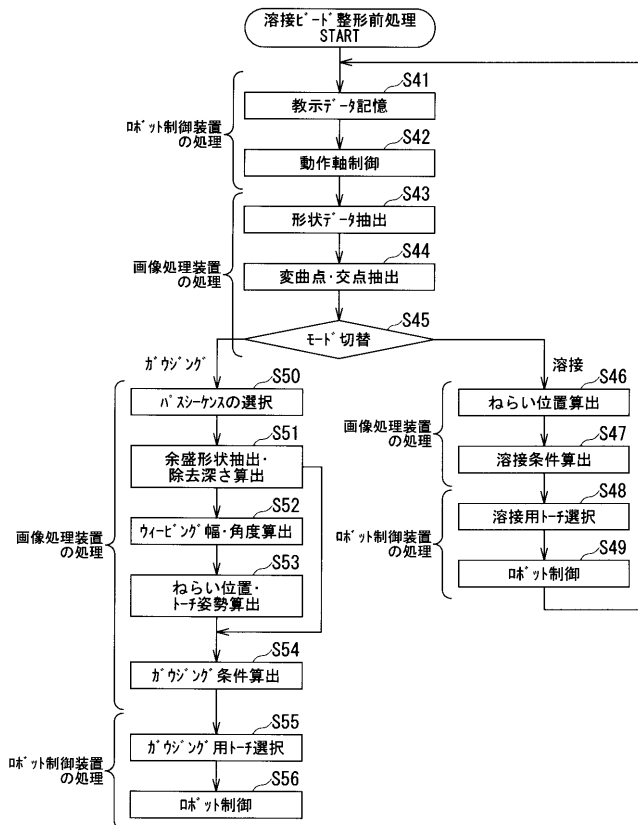
【図 10】



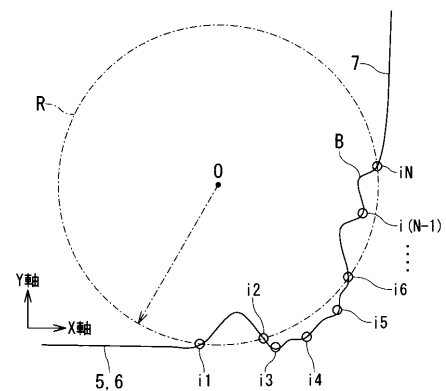
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成24年12月12日(2012.12.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶接ビードが形成された整形対象物の形状を計測する形状センサの計測結果から前記整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出部と、

前記形状データと予め設定された前記整形対象物の指定形状との差から前記溶接ビードの余盛形状を算出し、前記余盛形状に基づいて、ガウジング用トーチを用いてガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出部と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、前記ガウジング用トーチのねらい位置と姿勢とを算出するねらい位置・トーチ姿勢算出部と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、ガウジング条件を算出するガウジング条件算出部と、

前記ねらい位置・トーチ姿勢算出部が算出する前記ガウジング用トーチの前記ねらい位置および前記姿勢と、前記ガウジング条件算出部が算出する前記ガウジング条件とに基づいて、前記ガウジング用トーチおよび前記整形対象物を駆動する駆動装置、並びに前記ガウジング用トーチを制御する制御装置と、を具備したことを特徴とする溶接ビード整形装置。

【請求項2】

前記形状データと前記指定形状とを比較し、前記指定形状に対して前記溶接ビードの余盛が足りない部分がある場合、ガウジングの軌跡を分割するパスシーケンス選択部をさらに備えた請求項1記載の溶接ビード整形装置。

【請求項3】

前記形状データと前記指定形状とが交わる点を交点として抽出し、前記形状データにおける前記指定形状に対して余盛りされた前記溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する変曲点・交点抽出部をさらに備え、

前記パスシーケンス選択部は、前記交点の数が2より大きい場合隣接する交点間の距離を算出し、前記距離が所定値より大きい場合前記ガウジングの軌跡を分割し、前記距離が所定値以下である場合前記ガウジングの軌跡を分割しない請求項2記載の溶接ビード整形装置。

【請求項4】

前記形状データと前記指定形状とが交わる点を交点として抽出し、前記形状データにおける前記指定形状に対して余盛りされた前記溶接ビードの谷部の頂点を変曲点として抽出する変曲点・交点抽出部をさらに備え、

前記余盛形状抽出・除去深さ算出部は、隣り合う前記交点または前記変曲点間における前記形状データと前記指定形状との差に基づいて前記余盛形状を算出し、各前記余盛形状における最大余盛を算出し、各前記最大余盛の平均値を少なくとも用いて前記除去深さを算出する請求項1～3のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項5】

前記駆動装置は、多関節ロボットを有し、

前記ガウジング用トーチおよび前記形状センサは、相対的位置が固定されて前記多関節ロボットに取り付けられた請求項1～4のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項6】

前記駆動装置は、複数の軸を有するスライダ装置を有し、

前記多関節ロボットは、前記スライダ装置のいずれかの軸に設けられた請求項1～5の

いずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 7】

前記溶接ビードが形成された前記整形対象物を溶接する溶接用トーチと、

前記溶接ビードが前記指定形状に満たない場合、前記溶接用トーチを用いて溶接を行うモード切替部とをさらに備えた請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 8】

前記制御装置は、前記駆動装置に対する教示データをオフライン・ティーチング・システムより取得する請求項 1 記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 9】

前記ガウジング用トーチは、プラズマガウジング用トーチである請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 10】

前記ガウジング用トーチは、前記溶接ビードをガウジングするプラズマ用ガスと、ガウジングにより発生するノロを除去するクーリングガスとを噴射するノズルを有する請求項 1 記載の溶接ビード整形装置。

【請求項 11】

整形対象物の形状を計測する形状計測工程と、

前記形状計測工程の計測結果に基づいて前記整形対象物の形状データを抽出する形状データ抽出工程と、

前記形状データと予め設定された前記整形対象物の指定形状との差から前記溶接ビードの余盛形状を算出し、前記余盛形状からガウジングを行う除去深さを算出する余盛形状抽出・除去深さ算出工程と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、前記ガウジング用トーチのねらい位置と姿勢とを算出するねらい位置・トーチ姿勢算出工程と、

前記余盛形状および前記除去深さに基づいて、ガウジング条件を算出するガウジング条件算出工程と、

前記ねらい位置・トーチ姿勢算出部が算出する前記ガウジング用トーチの前記ねらい位置および前記姿勢と、前記ガウジング条件算出部が算出する前記ガウジング条件とに基づいて、前記ガウジングを行うガウジング用トーチおよび前記整形対象物を駆動する駆動装置を制御する制御工程とを備えたことを特徴とする溶接ビード整形方法。