

(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2015-205302

(P2015-205302A)

(43) 公開日 平成27年11月19日 (2015. 11. 19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 11/06 (2006.01)	B 2 3 K 11/06 1 0 1	
B 2 3 K 11/24 (2006.01)	B 2 3 K 11/24 3 5 0	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-86818 (P2014-86818)
 (22) 出願日 平成26年4月18日 (2014. 4. 18)

(71) 出願人 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 中倉 雅美
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内
 (72) 発明者 園田 哲平
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

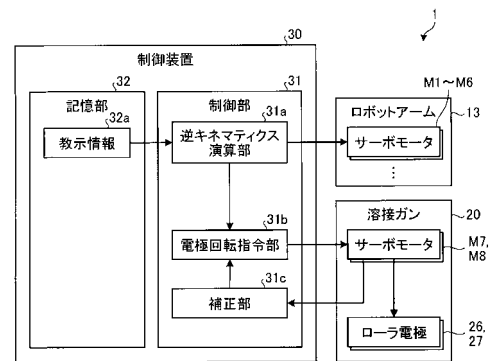
(54) 【発明の名称】 シーム溶接システム、シーム溶接方法および被溶接物の生産方法

(57) 【要約】

【課題】 品質高かつ容易にシーム溶接を施すこと。

【解決手段】 実施形態の一態様に係るシーム溶接システムは、ローラ電極と、電極移動機構（ロボットアーム）と、複数の駆動源（サーボモータ）と、制御部とを備える。上記ローラ電極は、一対設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによって上記被溶接物をシーム溶接する。上記電極移動機構は、上記ローラ電極が取り付けられ、かかるローラ電極を上記被溶接物の溶接線に沿って移動させる。上記駆動源は、上記電極移動機構の関節および上記ローラ電極それぞれを回転させる。上記制御部は、上記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように上記駆動源のトルク変化に基づいて上記ローラ電極の回転量を制御する。

【選択図】 図3 A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一対設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによつて前記被溶接物をシーム溶接するローラ電極と、

前記ローラ電極が取り付けられ、該ローラ電極を前記被溶接物の溶接線に沿って移動させる電極移動機構と、

前記電極移動機構の関節および前記ローラ電極それぞれを回転させる複数の駆動源と、

前記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように前記駆動源のトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御する制御部と

を備えることを特徴とするシーム溶接システム。

10

【請求項 2】

前記制御部は、

前記駆動源のうち前記電極移動機構の関節を回転させる前記駆動源のトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御すること

を特徴とする請求項 1 に記載のシーム溶接システム。

【請求項 3】

前記制御部は、

前記駆動源のうち前記ローラ電極を回転させる前記駆動源のトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御すること

を特徴とする請求項 1 に記載のシーム溶接システム。

20

【請求項 4】

前記制御部は、

一対の前記ローラ電極それぞれに作用するトルクの平均値が略一定となるように該ローラ電極の回転量を制御すること

を特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載のシーム溶接システム。

【請求項 5】

前記制御部は、

前記ローラ電極の回転量を緩やかに変化させること

を特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載のシーム溶接システム。

【請求項 6】

電極移動機構に一対設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによつて前記被溶接物をシーム溶接するローラ電極を、前記電極移動機構を用いて前記被溶接物の溶接線に沿って移動させる工程と、

前記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように、前記電極移動機構の関節および前記ローラ電極それぞれを回転させる複数の駆動源のいずれかのトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御する工程と

を含むことを特徴とするシーム溶接方法。

30

【請求項 7】

電極移動機構に一対設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによつて前記被溶接物をシーム溶接するローラ電極を、前記電極移動機構を用いて前記被溶接物の溶接線に沿って移動させる工程と、

前記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように、前記電極移動機構の関節および前記ローラ電極それぞれを回転させる複数の駆動源のいずれかのトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御する工程と

を含むことを特徴とする被溶接物の生産方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

開示の実施形態は、シーム溶接システム、シーム溶接方法および被溶接物の生産方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来、ロボットに被溶接物を保持させて、かかる被溶接物を一对のローラ電極間に送りながらシーム溶接するシーム溶接システムが知られている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

かかるシーム溶接システムは、円盤形状をなす前述の一对のローラ電極と、ローラ電極ごとに設けられ、各ローラ電極を回転させるモータとを備える。

【0004】

そして、シーム溶接システムは、ロボットによってこの一对のローラ電極間へ被溶接物を送りつつ、ローラ電極それぞれの周縁部で挟持して加圧しながらモータでローラ電極を回転させ、ローラ電極間に通電される溶接電流によって被溶接物をシーム溶接する。

【0005】

なお、被溶接物とローラ電極とは相対的に移動すればよいため、近年では、ロボットアームの先端部側にローラ電極を取り付けて、かかるローラ電極側をロボットアームによって被溶接物の溶接線に沿って移動させるシーム溶接システムも提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-158692号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述した従来技術には、品質高くかつ容易にシーム溶接を施すうえで更なる改善の余地がある。

【0008】

具体的には、上述した従来技術では、ローラ電極が通電されることによって、ローラ電極の描く軌跡が安定せず、予定の溶接線からずれる場合があった。このため、被溶接物に対し、品質の高いシーム溶接を施すうえでは不十分であった。

【0009】

また、上述のように軌跡が安定しないため、数多くトライアンドエラーを繰り返してロボットに教示を行う必要があり、煩雑であった。

【0010】

実施形態の一態様は、上記に鑑みてなされたものであって、品質高くかつ容易にシーム溶接を施すことができるシーム溶接システム、シーム溶接方法および被溶接物の生産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】

【0011】

実施形態の一態様に係るシーム溶接システムは、ローラ電極と、電極移動機構と、複数の駆動源と、制御部とを備える。前記ローラ電極は、一对設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによって前記被溶接物をシーム溶接する。前記電極移動機構は、前記ローラ電極が取り付けられ、該ローラ電極を前記被溶接物の溶接線に沿って移動させる。前記駆動源は、前記電極移動機構の関節および前記ローラ電極それぞれを回転させる。前記制御部は、前記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように前記駆動源のトルク変化に基づいて前記ローラ電極の回転量を制御する。

【発明の効果】

【0012】

実施形態の一態様によれば、品質高くかつ容易にシーム溶接を施すことができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】図 1 は、実施形態に係るシーム溶接システムの構成を示す模式図である。

【図 2 A】図 2 A は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 1）である。

【図 2 B】図 2 B は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 2）である。

【図 2 C】図 2 C は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 3）である。

【図 2 D】図 2 D は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 4）である。

【図 2 E】図 2 E は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 5）である。

【図 2 F】図 2 F は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 6）である。

【図 2 G】図 2 G は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 7）である。

【図 2 H】図 2 H は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 8）である。

10

【図 3 A】図 3 A は、実施形態に係るシーム溶接システムの構成を示すブロック図である。

【図 3 B】図 3 B は、補正部の構成の一例を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、実施形態に係るシーム溶接システムが実行する処理手順を示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は、その他の実施形態に係るシーム溶接システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、添付図面を参照して、本願の開示するシーム溶接システム、シーム溶接方法および被溶接物の生産方法の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

20

【 0 0 1 5 】

また、以下では、シーム溶接システムが、シーム溶接用のエンドエフェクタ（以下、「溶接ガン」と言う）を先端部に有するロボットアームを備えたロボットシステムである場合を例に挙げて説明を行う。

【 0 0 1 6 】

ロボットアームは、溶接ガンに含まれるローラ電極を移動させる電極移動機構の一例である。ここで、電極移動機構は、単軸駆動機構でローラ電極を移動させるといった他の構成にも置換可能である。したがって、シーム溶接システムは必ずしもロボットアームを備えたロボットシステムでなくともよい。

30

【 0 0 1 7 】

また、以下では、シーム溶接を施す対象物である被溶接物については、「ワーク」と記載する。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、実施形態に係るシーム溶接システム 1 の構成を示す模式図である。なお、図 1 には、説明を分かりやすくするために、鉛直上向きを正方向とする Z 軸を含む 3 次元の直交座標系を図示している。かかる直交座標系は、以下の説明で用いる他の図面においても示す場合がある。

【 0 0 1 9 】

40

また、以下では、説明の便宜上、ロボット 10 および溶接ガン 20 の旋回位置や向きが図 1 に示す状態であるものとして、ロボット 10 および溶接ガン 20 における各部位の位置関係を説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、シーム溶接システム 1 は、ロボット 10 と、溶接ガン 20 と、制御装置 30 とを備える。

【 0 0 2 1 】

ロボット 10 は、基台部 11 と、旋回ベース 12 と、ロボットアーム 13 とをさらに備える。また、ロボットアーム 13 は、下部アーム 13 a と、上部アーム 13 b と、手首部 13 c と、フランジ部 13 d とをさらに備える。

50

【 0 0 2 2 】

なお、以下では、ロボット 1 0 の基台部 1 1 が据え付けられる設置面側を「基端側」と呼び、各部材の基端側周辺を「基端部」と呼ぶ。また、ロボット 1 0 のフランジ部 1 3 d 側を「先端側」と呼び、各部材の先端側周辺を「先端部」と呼ぶ。

【 0 0 2 3 】

基台部 1 1 は、床面などの設置面に固定される支持ベースである。旋回ベース 1 2 は、かかる基台部 1 1 上に旋回可能に設けられる。下部アーム 1 3 a は、旋回ベース 1 2 に対して回転可能に設けられる。

【 0 0 2 4 】

上部アーム 1 3 b は、下部アーム 1 3 a に対して回転可能に設けられる。手首部 1 3 c は、上部アーム 1 3 b の先端部に揺動可能に設けられる。また、フランジ部 1 3 d は、かかる手首部 1 3 c に対して回転可能に設けられる。

10

【 0 0 2 5 】

なお、フランジ部 1 3 d には、溶接ガン 2 0 が取り付けられる。すなわち、ロボットアーム 1 3 は、溶接ガン 2 0 を支持する。

【 0 0 2 6 】

かかるロボット 1 0 の構成についてさらに詳しく説明する。図 1 に示すように、ロボット 1 0 は、いわゆる垂直多関節型である。旋回ベース 1 2 は、基台部 1 1 に対し、旋回軸 S まわりに旋回可能に連結される（図中の矢印 1 0 1 参照）。

【 0 0 2 7 】

下部アーム 1 3 a は、旋回ベース 1 2 に対し、基端部が旋回軸 S に略垂直な（ねじれの位置を含む）軸 L まわりに回転可能に連結される（図中の矢印 1 0 2 参照）。

20

【 0 0 2 8 】

上部アーム 1 3 b は、下部アーム 1 3 a の先端部に対し、基端部が軸 L に略平行な軸 U まわりに回転可能に連結される（図中の矢印 1 0 3 参照）。また、上部アーム 1 3 b は、軸 U に略垂直な（ねじれの位置を含む）軸 R まわりに回転可能に設けられている（図中の矢印 1 0 4 参照）。

【 0 0 2 9 】

手首部 1 3 c は、上部アーム 1 3 b の先端部に対し、基端部が軸 R に略垂直な軸 B まわりに揺動可能に連結される（図中の矢印 1 0 5 参照）。フランジ部 1 3 d は、手首部 1 3 c に対し、軸 B に略垂直な軸 T まわりに回転可能に連結される（図中の矢印 1 0 6 参照）。

30

【 0 0 3 0 】

なお、ロボットアーム 1 3 の有する可動部である各関節には、サーボモータ M 1 ~ M 6 が搭載されており、ロボット 1 0 は、かかるサーボモータ M 1 ~ M 6 それぞれの回転位置を制御されることによって、多様に姿勢を変化させることができる。

【 0 0 3 1 】

そして、フランジ部 1 3 d には、上述のように溶接ガン 2 0 が取り付けられる。次に、かかる溶接ガン 2 0 の具体的な構成について説明する。なお、説明の便宜上、図 1 では、溶接ガン 2 0 を、フレーム 2 1 を X Y 平面で切断した略断面図で示している。

40

【 0 0 3 2 】

図 1 に示すように、溶接ガン 2 0 は、フレーム 2 1 と、可動ブロック 2 2 と、固定ブロック 2 3 と、シリンダ 2 4 と、レール 2 5 と、一对のローラ電極 2 6 , 2 7 とをさらに備える。

【 0 0 3 3 】

フレーム 2 1 は、可動ブロック 2 2 と、固定ブロック 2 3 とを支持する。可動ブロック 2 2 は、シリンダ 2 4 に連結され、かかるシリンダ 2 4 の駆動によりレール 2 5 に沿ってスライド可能に支持される。固定ブロック 2 3 は、フレーム 2 1 に対して固定される。

【 0 0 3 4 】

一对のローラ電極 2 6 , 2 7 は、図中の X 軸方向から視た場合にそれぞれ略円盤状をな

50

し、一方のローラ電極 26 は、可動ブロック 22 に対し、軸 A X r 1 まわりに回転可能に連結される（図中の矢印 107 参照）。

【0035】

なお、かかるローラ電極 26 は、可動ブロック 22 に搭載されたサーボモータ M7 が回転させる。また、ローラ電極 26 は、可動ブロック 22 のスライドにともない、図中の矢印 108 の向きにスライド可能である。

【0036】

また、他方のローラ電極 27 は、固定ブロック 23 に対し、軸 A X r 2 まわりに回転可能に連結される（図中の矢印 109 参照）。なお、かかるローラ電極 27 は、固定ブロック 23 に搭載されたサーボモータ M8 が回転させる。

10

【0037】

このように構成された溶接ガン 20 は、電極移動機構であるロボット 10 の動作によって位置および姿勢を変更され、一对のローラ電極 26, 27 が互いの周縁部でワーク W を挟み付けつつ回転しながら通電されることによってワーク W をシーム溶接する。

【0038】

なお、通電は、溶接電流がローラ電極 27 側へ接続された給電ケーブル（図示略）を介し、ローラ電極 26 側へ接続されたアースケーブル（図示略）へ流されることによって行われる。ここで、給電側とアース側とは逆であってもよい。

【0039】

次に、制御装置 30 について説明する。制御装置 30 は、上述したロボット 10 や溶接ガン 20 といった各種装置と情報伝達可能に接続される。なお、その接続形態は、有線および無線を問わない。

20

【0040】

ここで、制御装置 30 は、接続された各種装置の動作を制御するコントローラであり、種々の制御機器や演算処理装置、記憶デバイスなどを含んで構成される。

【0041】

そして、制御装置 30 は、たとえば上述のロボット 10 および溶接ガン 20 の位置や姿勢を変化させる動作制御を、これらを動作させる特定のプログラムである「ジョブ」に基づいて実行する。「ジョブ」は、図示略の入力装置（たとえば、プログラミングペンダントなど）を介して制御装置 30 の記憶部 32（後述）に教示情報 32a（後述）として予め登録される。

30

【0042】

制御装置 30 は、かかる「ジョブ」に基づいてロボット 10 および溶接ガン 20 を動作させる動作信号を生成し、ロボット 10 および溶接ガン 20 へ出力する。この動作信号は、たとえば、ロボット 10 および溶接ガン 20 に搭載されたサーボモータ M1 ~ M8 へのパルス信号として生成される。かかる制御装置 30 の構成の詳細については、図 3A および図 3B を用いて後述する。

【0043】

次に、実施形態に係るシーム溶接システム 1 に適用されるシーム溶接方法の概要について、図 2A ~ 図 2H を用いて説明する。図 2A ~ 図 2H は、実施形態に係るシーム溶接方法の概要を示す図（その 1）~（その 8）である。

40

【0044】

ここで、図 2A には、ワーク W を平面視したものをごく模式的に示している。符号「sp」および符号「ep」は、それぞれ順に「始点」および「終点」を指す。以下では、かかる始点 sp および終点 ep を結ぶ弧状線を溶接予定線 wp とする場合を例に挙げて説明を進める。

【0045】

まず、かかる溶接予定線 wp に沿って、一对のローラ電極 26, 27 がワーク W を挟み付けつつ回転しながらロボットアーム 13 によって移動させられるよう、ロボット 10 および溶接ガン 20 の動作が教示される。

50

【0046】

具体的には、図2Bに示すように、ローラ電極26を前述のシリンダ24の駆動によりスライドさせて(図中の矢印201参照)、ローラ電極26, 27でワークWを挟み付ける動作が教示される。そして、ワークWを挟み付けつつローラ電極26, 27を回転させながら、始点spから終点epへロボットアーム13を用いて溶接ガン20を移動させる動作が教示される(図中の矢印202参照)。

【0047】

なお、このとき図2Bに「無通電時(教示時)」として示すように、教示時においては、ローラ電極26, 27の間に対する通電は行われない。

【0048】

このようにシーム溶接の教示は、ローラ電極26, 27間が無通電の状態、ローラ電極26, 27の描く軌跡が溶接予定線wpに沿うように行われる。また、図2Cに示すように、このときロボット10の推力(ロボット推力)およびローラ電極26, 27に作用するトルク(電極トルク)が、それぞれ略一定となるように教示されることが好ましい。これにより、ロボットアーム13の動作に溶接ガン20が同期して追従し、安定した溶接線を描くための教示を行うことができる。

【0049】

ただし、このように安定した溶接線を描くための教示を行ったとしても、実際にシーム溶接が行われる際にはローラ電極26, 27の間に通電が行われ、教示時とは条件が異なることになる。ここで、従来技術に係るシーム溶接方法における問題点について説明しておく。

【0050】

従来技術に係るシーム溶接方法においては、ロボットアーム13の動作に溶接ガン20が同期して追従し、安定した溶接線を描くための教示が行われたにも関わらず、図2Dに示すように、ローラ電極26, 27間に通電がなされた場合、ロボットアーム13と溶接ガン20との位置関係が徐々にずれてしまう場合があった。

【0051】

かかる場合におけるロボット推力および電極トルクの変化を図2Eに示す。すなわち、図2Eに示すように、かかる場合の電極トルクは無通電時に比して右肩下がりとなり、ロボット推力は無通電時に比して右肩上がりとなっていた。

【0052】

言い換えれば、溶接ガン20はロボットアーム13に遅れ、いわば引き摺られる形となる。ここで、ロボットアーム13と溶接ガン20の同期ずれにより、ロボットアーム13とワークWには応力が生じ、ロボットアーム13のたわみやワークWのずれを誘発する場合がある。

【0053】

たとえば、図2Fに示すように、実際の溶接線w1が溶接予定線wpよりも内側にずれる結果を招く場合があった。このような現象は、ローラ電極26, 27間に通電がなされることで、ワークWに生じた溶融池等によってローラ電極26, 27が滑りやすくなることが一因として考えられる。

【0054】

また、ローラ電極26, 27の実回転量がロボットアーム13の動作に対して遅れることにより、ローラ電極26, 27の進行角度AZr(図1参照)と溶接予定線wpの接線角度とにずれが生じることに起因する。

【0055】

そこで、実施形態に係るシーム溶接方法では、ローラ電極26, 27間に通電がなされた場合においても、ロボットアーム13と溶接ガン20との位置関係を、図2Bの「無通電時(教示時)」の状態(溶接予定線wp)に対して所定の誤差以内に保ちながら、安定した溶接線w1を描くことを目的に構成した。

【0056】

10

20

30

40

50

具体的には、図 2 G に示すように、通電時においてローラ電極 2 6 , 2 7 に作用する電極トルクが、無通電時（教示時）の電極トルクに基づいて予め設定された範囲 2 0 0 内となるように、ローラ電極 2 6 , 2 7 の回転速度（電極速度）を補正することとした。ここで、範囲 2 0 0 は、前述の所定の誤差に対応するように予め設定されるが、実際の溶接誤差を完全に所定の誤差内に収めることに限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

たとえば一例として、実施形態に係るシーム溶接方法では、ローラ電極 2 6 , 2 7 それぞれに作用する電極トルクの平均値が範囲 2 0 0 内で略一定となるように、ローラ電極 2 6 , 2 7 の電極速度が補正される。

【 0 0 5 8 】

なお、かかる電極速度の補正は、ロボットアーム 1 3 の各関節およびローラ電極 2 6 , 2 7 それぞれを回転させる駆動源であるサーボモータ M 1 ~ M 8 の少なくともいずれかのトルク変化に基づいてローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を制御することによって行われる。トルク変化は、各サーボモータ M 1 ~ M 8 からフィードバックされるトルク指令に基づいて取得され、センサレスで検知することができる。

【 0 0 5 9 】

また、図 2 G に示すように、かかる電極速度の補正にあたり、実施形態に係るシーム溶接方法では、ローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を急峻でなく緩やかに変化させることとした。

【 0 0 6 0 】

たとえば一例として、実施形態に係るシーム溶接方法では、数 Hz といった低いパルス周波数でローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を制御する。このようにローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を緩やかに変化させることで、溶接ガン 2 0 の動作をロボット 1 0 の動作に緩やかに追従させられるので、溶接線 w 1 が急峻な変化で補正されるのを防ぐことができる。なお、これらを実現する具体的な構成の一例については、図 3 A および図 3 B を用いて後述する。

【 0 0 6 1 】

このような方策をとることで、実施形態に係るシーム溶接方法では、図 2 H に示すように通電時でローラ電極 2 6 , 2 7 が滑りやすい状態であっても、これらローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を制御して、教示時に近い状態で溶接ガン 2 0 をロボットアーム 1 3 へ追従させることができる。したがって、品質高くかつ容易にシーム溶接を施すのに資することができる。

【 0 0 6 2 】

ここで、実施形態に係るシーム溶接システム 1 の説明に戻り、前述の制御装置 3 0 の内部構成を主たる例に挙げ、シーム溶接システム 1 のブロック構成について図 3 A および図 3 B を用いて説明する。

【 0 0 6 3 】

図 3 A は、実施形態に係るシーム溶接システム 1 の構成を示すブロック図である。また、図 3 B は、補正部 3 1 c の構成の一例を示すブロック図である。

【 0 0 6 4 】

なお、図 3 A および図 3 B では、本実施形態の説明に必要な構成要素のみを示しており、その他の構成要素についての記載を省略している。たとえば、シーム溶接システム 1 には、溶接用の電力を発生させる電源装置も含まれるが、ここではあえてその記載を省略している。

【 0 0 6 5 】

また、図 3 A および図 3 B を用いた説明では、既に説明済みの構成要素については説明を簡略化するか省略する場合がある。

【 0 0 6 6 】

図 3 A に示すように、制御装置 3 0 は、制御部 3 1 と、記憶部 3 2 とを備える。制御部 3 1 は、逆キネマティクス演算部 3 1 a と、電極回転指令部 3 1 b と、補正部 3 1 c とを

10

20

30

40

50

さらに備える。

【0067】

記憶部32は、ハードディスクドライブや不揮発性メモリといった記憶デバイスであり、教示情報32aを記憶する。教示情報32aは、ロボットアーム13および溶接ガン20の動作経路を規定するプログラム（前述の「ジョブ」に対応）を含む情報である。また、教示情報32aは、前述の範囲200（図2G参照）等に対応する所定の閾値等を含む。

【0068】

なお、図3Aに示す制御装置30の各構成要素は、すべてが制御装置30単体に配置されなくともよい。たとえば、記憶部32の記憶する教示情報32aを、ロボット10が有する内部メモリに記憶させてもよい。また、制御装置30の上位装置が記憶し、上位装置から制御装置30が適宜取得してもよい。

10

【0069】

制御部31は、制御装置30の全体制御を行う。具体的には、ローラ電極26, 27に作用するトルクが予め設定された範囲200内となるようにサーボモータM1~M8のトルク変化に基づいてローラ電極26, 27の回転量を制御する。

【0070】

なお、ここでは、ローラ電極26, 27を回転させる駆動源であるサーボモータM7, M8のトルク変化に基づいてローラ電極26, 27の回転量が制御されるものとする。

【0071】

逆キネマティクス演算部31aは、教示情報32aとして予め登録されたロボットアーム13の動作経路に基づき、ロボットアーム13の各関節の回転位置を制御する。

20

【0072】

具体的には、逆キネマティクス演算部31aは、たとえば、上記動作経路上の目標点の座標値を溶接ガン20の代表点の位置とし、かかる位置におけるシリンダ24によるローラ電極26のスライド方向を溶接ガン20の姿勢として、逆キネマティクス演算によって、ロボットアーム13を動作させる動作信号を生成する。そして、かかる動作信号をサーボモータM1~M6へ出力して、ロボットアーム13を動作させる。

【0073】

また、逆キネマティクス演算部31aは、前述の代表点に関する位置指令を電極回転指令部31bへ出力する。

30

【0074】

電極回転指令部31bは、逆キネマティクス演算部31aから受け取った位置指令に基づき、代表点における速度計算を行ってサーボモータM7, M8を動作させる動作信号を生成する。そして、生成した動作信号をサーボモータM7, M8へ出力して、ローラ電極26, 27をそれぞれ回転させる。

【0075】

補正部31cは、サーボモータM7, M8からのトルク指令に基づいてサーボモータM7, M8のトルク変化を取得し、かかるトルク変化に基づいてローラ電極26, 27の回転量を補正するための補正値をフィードバック制御によって演算する。

40

【0076】

なお、このとき補正部31cは、ローラ電極26, 27の回転量が上述のように緩やかに変化するような補正値を演算する。そして、演算して得た補正値を電極回転指令部31bへ出力して、電極回転指令部31bへローラ電極26, 27の回転量を補正させる。

【0077】

具体的には、補正部31cは、図3Bに示すように、たとえばフィードバック制御の一種であるPID制御（Proportional Integral Derivative Controller）によって補正値を演算するように構成される。

【0078】

図3Bに示す例では、まず補正部31cは、たとえば平均トルク取得部31caによっ

50

てサーボモータ M 7 , M 8 から平均トルクを取得し、ローパスフィルタ 3 1 c b を通過させて高周波成分を除く。

【 0 0 7 9 】

そして、補正部 3 1 c は、高周波成分を除いた平均トルクに対して不感帯 3 1 c c を通過させ、目標トルク 3 1 c d との誤差を算出する。なお、目標トルク 3 1 c d は、前述の範囲 2 0 0 に対応するものである。

【 0 0 8 0 】

そして、補正部 3 1 c は、算出した誤差を入力値として P I D 制御部 3 1 c e により出力値を得、リミッタ 3 1 c f を介して補正值として電極回転指令部 3 1 b へ出力する。

【 0 0 8 1 】

このように補正部 3 1 c は、ローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を補正するための補正值をフィードバック制御によって演算する。また、かかる補正值は、上述のように平均トルクに基づき、ローパスフィルタ 3 1 c b 、不感帯 3 1 c c およびリミッタ 3 1 c f 等を用いて演算される。したがって、補正部 3 1 c は、補正值を、ローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を急峻でなく緩やかに変化させるものとして得ることができる。

【 0 0 8 2 】

このように、制御部 3 1 の補正部 3 1 c は、ローラ電極 2 6 , 2 7 に作用するトルクが予め設定された範囲 2 0 0 内となるように、ローラ電極 2 6 , 2 7 それぞれを回転させるサーボモータ M 7 , M 8 の少なくともいずれかのトルク変化に基づいてローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を制御する工程を担う。

【 0 0 8 3 】

次に、実施形態に係るシーム溶接システム 1 が実行する処理手順について図 4 を用いて説明する。図 4 は、実施形態に係るシーム溶接システム 1 が実行する処理手順を示すフローチャートである。

【 0 0 8 4 】

なお、図 4 では、既にロボット 1 0 および溶接ガン 2 0 に対する教示が行われ、ロボット 1 0 および溶接ガン 2 0 の動作経路が規定されたプログラムが教示情報 3 2 a へ反映済みであるものとする。

【 0 0 8 5 】

図 4 に示すように、まず教示情報 3 2 a が読み込まれる (ステップ S 1 0 1)。そして、逆キネマティクス演算部 3 1 a および電極回転指令部 3 1 b が、教示情報 3 2 a に基づき、ロボットアーム 1 3 の各関節およびローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を制御する (ステップ S 1 0 2)。

【 0 0 8 6 】

そして、補正部 3 1 c が、ローラ電極 2 6 , 2 7 側のサーボモータ M 7 , M 8 のトルク変化を取得する (ステップ S 1 0 3)。そして、補正部 3 1 c は、無通電時との誤差があるか否かを判定する (ステップ S 1 0 4)。

【 0 0 8 7 】

ここで、無通電時との誤差があると判定された場合 (ステップ S 1 0 4 , Y e s)、補正部 3 1 c は、緩やかな補正が可能となるように補正值を演算する (ステップ S 1 0 5)。

【 0 0 8 8 】

そして、補正部 3 1 c が演算した補正值で、電極回転指令部 3 1 b がローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量を補正する (ステップ S 1 0 6)。

【 0 0 8 9 】

なお、ステップ S 1 0 4 の判定条件を満たさなかった場合 (ステップ S 1 0 4 , N o)、ローラ電極 2 6 , 2 7 の回転量は補正されない (ステップ S 1 0 7)。

【 0 0 9 0 】

つづいて、溶接終了であるか否かが判定される (ステップ S 1 0 8)。かかる判定は、たとえば、教示情報 3 2 a に次のプログラムステップがあるか否かによって判定される。

10

20

30

40

50

【0091】

そして、溶接終了でない場合（ステップS108，No）、制御部31はステップS101からの処理を繰り返す。また、溶接終了である場合（ステップS108，Yes）、処理を終了する。

【0092】

上述してきたように、実施形態に係るシーム溶接システムは、ローラ電極と、電極移動機構（ロボットアーム）と、複数の駆動源（サーボモータ）と、制御部とを備える。

【0093】

上記ローラ電極は、一对設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによって上記被溶接物をシーム溶接する。上記電極移動機構は、上記ローラ電極が取り付けられ、かかるローラ電極を上記被溶接物の溶接線に沿って移動させる。

10

【0094】

上記駆動源は、上記電極移動機構の関節および上記ローラ電極それぞれを回転させる。上記制御部は、上記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように上記駆動源のトルク変化に基づいて上記ローラ電極の回転量を制御する。

【0095】

したがって、実施形態に係るシーム溶接システムによれば、品質高くかつ容易にシーム溶接を施すことができる。

【0096】

なお、上述した実施形態では、一对のローラ電極それぞれを回転させる一对のサーボモータの平均トルクに基づき、補正部が補正値を演算する場合を例に挙げたが、これに限られるものではない。たとえば、サーボモータそれぞれのトルク変化に基づき、ローラ電極それぞれの回転量を補正する個別の補正値を演算することとしてもよい。

20

【0097】

また、上述した実施形態では、ローラ電極側のサーボモータのトルク変化に基づいてローラ電極の回転量を制御する場合を例に挙げたが、ロボットアーム側のサーボモータのトルク変化を用いてもよい。すなわち、ロボットアームの各関節を回転させる複数のサーボモータの少なくともいずれかのトルク変化に基づいてローラ電極の回転量を制御することとしてもよい。

30

【0098】

かかる場合をその他の実施形態として図5に示す。図5は、その他の実施形態に係るシーム溶接システム1'の構成を示すブロック図である。なお、図5は既に示した図3Aに対応しているため、主に図3Aと異なる部分について説明する。

【0099】

すなわち、図5に示すように、その他の実施形態に係るシーム溶接システム1'では、制御装置30'の補正部31c'が、ロボットアーム13側のサーボモータM1～M6の少なくともいずれかのトルク変化を取得するように構成される。また、補正部31c'は、取得したロボットアーム13側のトルク変化に基づき、ローラ電極26，27の回転量を補正するための補正値を演算するように構成される。

40

【0100】

そして、補正部31c'は、演算して得た補正値を電極回転指令部31bへ出力して、電極回転指令部31bへローラ電極26，27の回転量を補正させる。かかるその他の実施形態によっても、トルク変化は、サーボモータM1～M6からフィードバックされるトルク指令に基づいて取得されるので、センサレスで検知することができる。

【0101】

なお、上述した各実施形態では、シーム溶接システムがロボットシステムであり、ロボットが6軸の単腕ロボットである例を示しているが、軸数や腕の数を限定するものではない。したがって、たとえば、7軸ロボットや双腕ロボットなどを用いてもよい。また、シーム溶接システムがロボットシステムでなくともよい。

50

【 0 1 0 2 】

また、上述した各実施形態は、被溶接物の生産方法にも適用可能である。すなわち、被溶接物の生産方法が、電極移動機構に一对設けられ、互いの周縁部で被溶接物を挟み付けつつ回転しながら通電されることによって上記被溶接物をシーム溶接するローラ電極を、上記電極移動機構を用いて上記被溶接物の溶接線に沿って移動させる工程と、上記ローラ電極に作用するトルクが予め設定された範囲内となるように、上記電極移動機構の関節および上記ローラ電極それぞれを回転させる複数の駆動源のいずれかのトルク変化に基づいて上記ローラ電極の回転量を制御する工程とを含むこととすればよい。かかる被溶接物の生産方法により、たとえば、ずれのない安定した溶接線で密封溶接を施された被溶接物を生産することができる。

10

【 0 1 0 3 】

さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

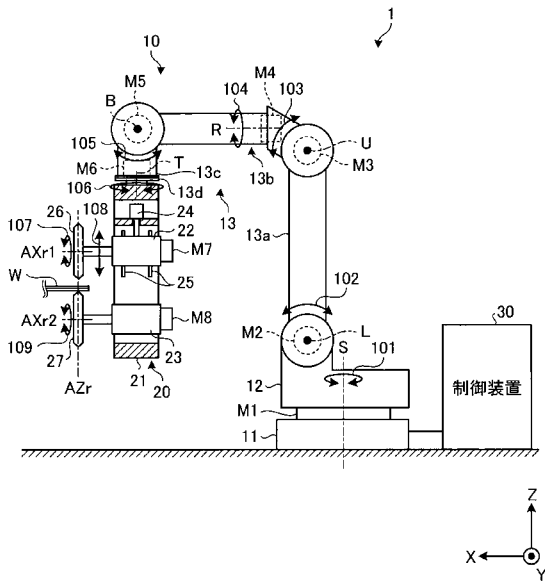
【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

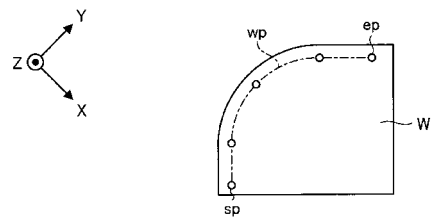
1、 1'	シーム溶接システム	
10	ロボット	20
11	基台部	
12	旋回ベース	
13	ロボットアーム	
13 a	下部アーム	
13 b	上部アーム	
13 c	手首部	
13 d	フランジ部	
20	溶接ガン	
21	フレーム	
22	可動ブロック	30
23	固定ブロック	
24	シリンダ	
25	レール	
26、 27	ローラ電極	
30、 30'	制御装置	
31	制御部	
31 a	逆キネマティクス演算部	
31 b	電極回転指令部	
31 c、 31 c'	補正部	
31 c a	平均トルク取得部	40
31 c b	ローパスフィルタ	
31 c c	不感帯	
31 c d	目標トルク	
31 c e	P I D制御部	
31 c f	リミッタ	
32	記憶部	
32 a	教示情報	
200	範囲	
A X r 1、 A X r 2	軸	
A Z r	進行角度	50

- B 軸
- L 軸
- M 1 ~ M 8 サーボモータ
- R 軸
- S 回転軸
- T 軸
- U 軸
- W ワーク
- ep 終点
- sp 始点
- wl 溶接線
- wp 溶接予定線

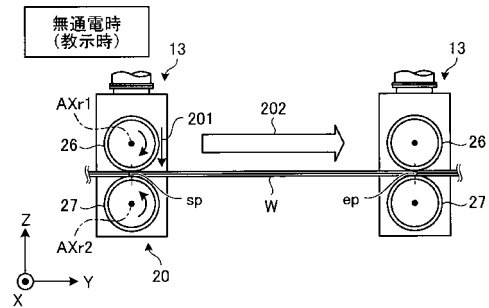
【 図 1 】



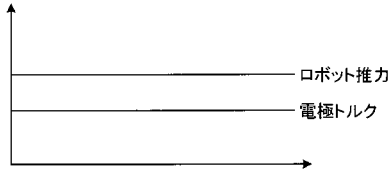
【 図 2 A 】



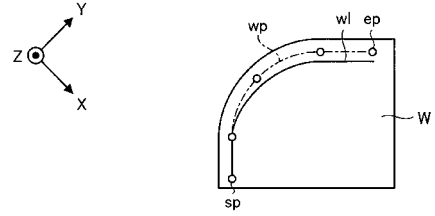
【 図 2 B 】



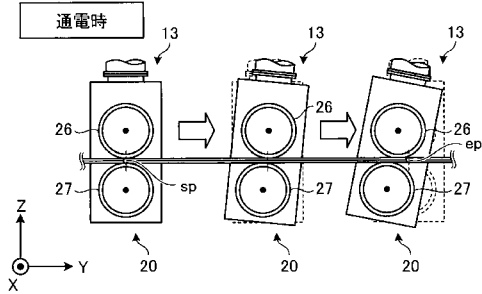
【図 2 C】



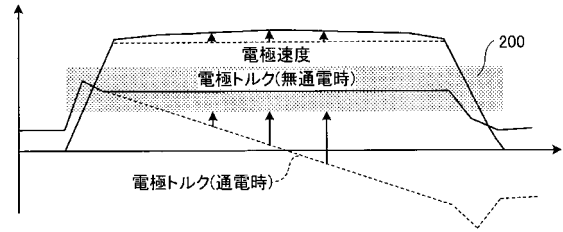
【図 2 F】



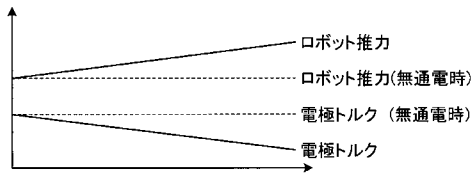
【図 2 D】



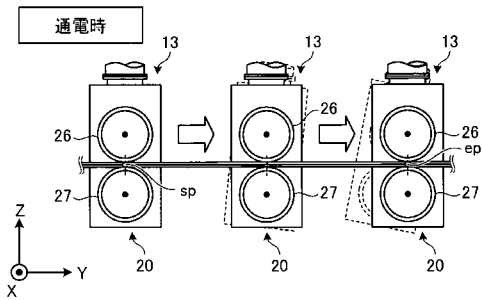
【図 2 G】



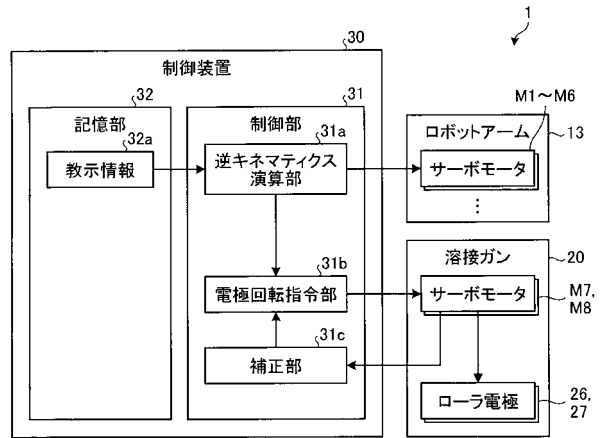
【図 2 E】



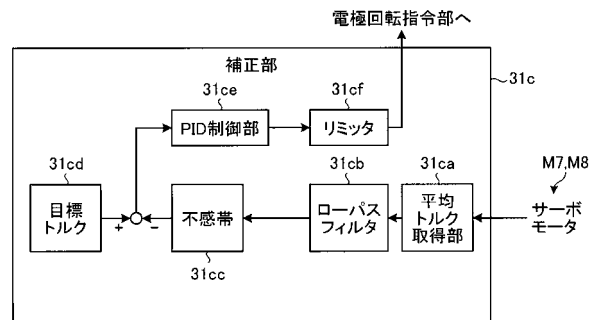
【図 2 H】



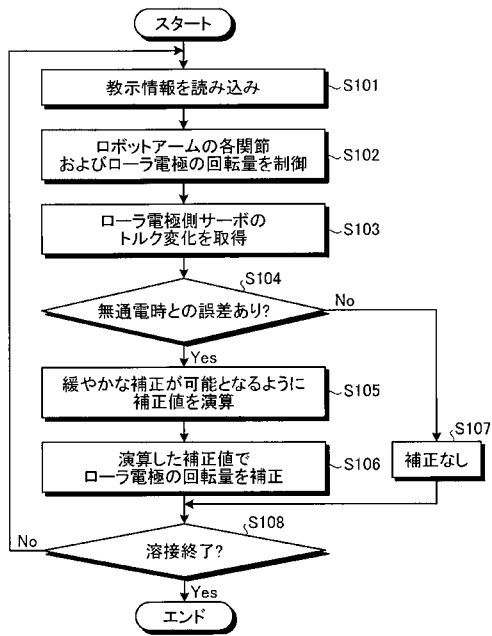
【図 3 A】



【図 3 B】



【 図 4 】



【 図 5 】

