

(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2015-58439

(P2015-58439A)

(43) 公開日 平成27年3月30日(2015.3.30)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 3 K 9/12 (2006.01) B 2 3 K 9/12 3 0 3 A
 B 2 3 K 9/12 3 0 5

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2013-192047 (P2013-192047)
 (22) 出願日 平成25年9月17日 (2013.9.17)

(71) 出願人 000000262
 株式会社ダイヘン
 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
 (74) 代理人 100115749
 弁理士 谷川 英和
 (74) 代理人 100121223
 弁理士 森本 悟道
 (72) 発明者 坂原 洋人
 大阪府大阪市淀川区田川2丁目1番11号
 株式会社ダイヘン内

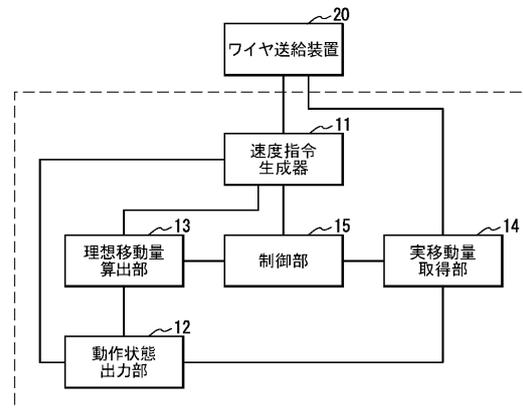
(54) 【発明の名称】 ワイヤ送給システム、及びワイヤ速度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 溶接ワイヤの送給経路に生じる摩擦や干渉トルク等の影響により、あらかじめ決められた溶接ワイヤの送給速度を維持できないことがあった。

【解決手段】 ワイヤ送給装置 20 に溶接ワイヤの送給速度を示す速度指令を出力するワイヤ速度制御装置 10 は、周期的に変化する送給速度を示す速度指令を生成する速度指令生成器 11 と、溶接ワイヤの基準となる速度指令に応じた理想的な移動量である理想移動量を算出する理想移動量算出部 13 と、速度指令に応じてワイヤ送給装置 20 によって実際に送給された溶接ワイヤの移動量である実移動量を取得する実移動量取得部 14 と、実移動量が理想移動量に近づくように速度指令の生成を制御する制御部 15 とを備える。そのように、実移動量が理想移動量に近づくように制御を行うことにより、溶接ワイヤの送給速度の平均を、あらかじめ決められた値に近づけることができる。

【選択図】 図 1



ワイヤ速度制御装置10

ワイヤ送給システム1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

溶接ワイヤを送給するワイヤ送給装置に前記溶接ワイヤの送給速度を示す速度指令を出力するワイヤ速度制御装置であって、
周期的に変化する送給速度を示す速度指令を生成する速度指令生成器と、
前記速度指令に応じて前記ワイヤ送給装置によって実際に送給された溶接ワイヤの移動量である実移動量を取得する実移動量取得部と、
前記溶接ワイヤの基準となる速度指令に応じた理想的な移動量である理想移動量を算出する理想移動量算出部と、
前記実移動量が前記理想移動量に近づくように前記速度指令生成器による速度指令の生成を制御する制御部と、を備えたワイヤ速度制御装置。

10

【請求項 2】

前記溶接ワイヤが送給中であるのか、停止中であるのかを示す動作状態を出力する動作状態出力部をさらに備え、
前記理想移動量算出部は、前記動作状態が送給中になった時点からの理想移動量を算出し、
前記実移動量取得部は、前記動作状態が送給中になった時点からの実移動量を取得する、
請求項 1 記載のワイヤ速度制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記実移動量と前記理想移動量との差に応じて、前記送給速度の 1 周期における、前記溶接ワイヤが前進する速度である前進速度及び前記溶接ワイヤが後退する速度である後退速度の少なくとも一方の値を変更する、請求項 1 または請求項 2 記載のワイヤ速度制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載のワイヤ速度制御装置と、
当該ワイヤ速度制御装置が出力する速度指令に応じて溶接ワイヤを送給するワイヤ送給装置と、を備えたワイヤ送給システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、送給する溶接ワイヤの速度に関する制御を行うワイヤ速度制御装置等に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

従来、溶接ワイヤを母材に対して周期的に前進（インチング）、後退（リトラクト）させることによって溶接ワイヤを機械的に短絡させ、スパッタの少ない溶接を実現することが行われていた。例えば、特許文献 1 には、駆動源を周期的に駆動させ、溶接ワイヤの高速な前進、後退を実現することにより、安定した溶接を実現できることが記載されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0003】**

【特許文献 1】特開 2012 - 91222 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、駆動源自体の遅れ要素の影響、または溶接ワイヤの送給経路に生じる摩擦や別の駆動源から生じる干渉トルクなどの各種の外乱トルクの影響などにより、溶接ワイヤの実際の送給速度が意図した速度と乖離してしまうことがありうる。そのような場合には、母材（ワーク）に与える入熱量が不適切になり、溶接欠陥が生じ得ることになる。

50

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、周期性を損なうことなく、溶接ワイヤの実際の送給速度が意図した速度と乖離しないようにすることができるワイヤ速度制御装置等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】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明によるワイヤ速度制御装置は、溶接ワイヤを送給するワイヤ送給装置に溶接ワイヤの送給速度を示す速度指令を出力するワイヤ速度制御装置であって、周期的に変化する送給速度を示す速度指令を生成する速度指令生成器と、速度指令に応じてワイヤ送給装置によって実際に送給された溶接ワイヤの移動量である実移動量を取得する実移動量取得部と、溶接ワイヤの基準となる速度指令に応じた理想的な移動量である理想移動量を算出する理想移動量算出部と、実移動量が理想移動量に近づくように速度指令生成器による速度指令の生成を制御する制御部と、を備えたものである。

10

このような構成により、溶接ワイヤの実際の送給速度の平均が、意図している速度と乖離しないようにすることができる。そのため、溶接のために適切な量の溶接ワイヤを送給することができ、母材への入熱量が適切になり、その結果、溶接欠陥の発生を抑制することができる。

【0007】

また、本発明によるワイヤ速度制御装置では、溶接ワイヤが送給中であるのか、停止中であるのかを示す動作状態を出力する動作状態出力部をさらに備え、理想移動量算出部は、動作状態が送給中になった時点からの理想移動量を算出し、実移動量取得部は、動作状態が送給中になった時点からの実移動量を取得してもよい。

20

このような構成により、出力された動作状態を用いることによって、適切な時点から移動量の算出や取得を行うことができるようになる。

【0008】

また、本発明によるワイヤ速度制御装置では、制御部は、実移動量と理想移動量との差に応じて、送給速度の1周期における、溶接ワイヤが前進する速度である前進速度及び溶接ワイヤが後退する速度である後退速度の少なくとも一方の値を変更してもよい。

このような構成により、溶接ワイヤの前進速度や後退速度を変更することによって、実移動量が理想移動量に近づくようにすることができる。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によるワイヤ速度制御装置等によれば、溶接ワイヤの実際の送給速度が意図した速度と乖離しないようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1によるワイヤ送給システムの構成を示すブロック図

【図2A】同実施の形態における基準となる速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2B】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2C】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2D】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2E】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2F】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2G】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2H】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図2I】同実施の形態における変更された速度指令の時間変化の一例を示す図

【図3】同実施の形態によるワイヤ速度制御装置の動作を示すフローチャート

【図4】同実施の形態における速度指令及び実速度の一例を示す図

【図5】同実施の形態における理想移動量及び実移動量の一例を示す図

40

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 1 】

以下、本発明によるワイヤ速度制御装置について、実施の形態を用いて説明する。なお、以下の実施の形態において、同じ符号を付した構成要素及びステップは同一または相当するものであり、再度の説明を省略することがある。

【 0 0 1 2 】

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 によるワイヤ速度制御装置について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態によるワイヤ速度制御装置は、溶接ワイヤの実際の移動量が、理想的な移動量に近づくように周期的な速度指令を出力するものである。

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本実施の形態によるワイヤ送給システム 1 の構成を示すブロック図である。本実施の形態によるワイヤ送給システム 1 は、溶接ワイヤの送給速度を示す速度指令を出力するワイヤ速度制御装置 10 と、その速度指令に応じて、溶接ワイヤを送給するワイヤ送給装置 20 とを備える。また、ワイヤ速度制御装置 10 は、速度指令生成器 11 と、動作状態出力部 12 と、理想移動量算出部 13 と、実移動量取得部 14 と、制御部 15 とを備える。

【 0 0 1 4 】

速度指令生成器 11 は、周期的に変化する溶接ワイヤの送給速度を示す速度指令を生成する。具体的には、速度指令生成器 11 は、溶接トーチから母材に向かう溶接ワイヤの速度が正の値となる期間と、その速度が負の値となる期間とを有する単位期間が繰り返されるように速度指令を生成してもよい。なお、その周期は通常、一定である。なお、速度指令生成器 11 は、動作状態出力部 12 が出力する動作状態によって溶接ワイヤが送給中であることが示される期間に速度指令を生成してもよい。また、速度指令生成器 11 は、後述するように、制御部 15 の制御に応じて速度指令を生成し、出力するものとする。その生成された速度指令は、ワイヤ送給装置 20 に出力される。

【 0 0 1 5 】

動作状態出力部 12 は、溶接ワイヤが送給中であるのか、停止中であるのかを示す動作状態を出力する。この動作状態は、例えば、人手によって与えられるものであってもよく、プログラムによって与えられるものであってもよい。前者の場合には、例えば、動作状態出力部 12 は、操作者からの溶接開始の指示に応じて「送給中」を示す動作状態を出力し、操作者からの溶接停止の指示に応じて「停止中」を示す動作状態を出力してもよい。また、動作状態がプログラムによって与えられる場合には、例えば、動作状態出力部 12 は、溶接ロボットの教示情報に応じて、溶接開始時点となったときから「送給中」を示す動作状態を出力し、溶接終了時点となったときから「停止中」を示す動作状態を出力してもよい。動作状態出力部 12 は、動作状態を速度指令生成器 11、理想移動量算出部 13、実移動量取得部 14 に出力する。

【 0 0 1 6 】

理想移動量算出部 13 は、溶接ワイヤの基準となる速度指令に応じた理想的な移動量である理想移動量を算出する。溶接ワイヤの基準となる速度指令とは、制御部 15 による制御が行われなかった場合に速度指令生成器 11 から出力される速度指令である。したがって、この理想移動量は、制御部 15 による制御が行われなかった場合に、速度指令生成器 11 によって生成される速度指令、すなわち理想的な速度指令を積分した値である。制御部 15 による制御が行われない場合の理想的な速度指令 $V_0(t)$ は、通常、 $V_0(t) = V_0(t + n \times t_c)$ となる周期的な関数であり、あらかじめ決められている。したがって、それに応じた理想移動量も、あらかじめ決められている移動量であると考えることができる。なお、 t_c は周期であり、 n は任意の整数である。 $V_0(t)$ は周期的な関数であるため、周期ごとに理想移動量を算出する場合には、理想移動量算出部 13 は、 $V_0(t)$ の 1 周期分の積分値に、(理想移動量の算出期間) / (単位期間) を掛けることによって理想移動量を算出することができる。なお、単位期間とは、1 周期の期間のことである。また、例えば、速度指令生成器 11 が、制御部 15 による制御前の基準となる速度

10

20

30

40

50

指令を出力する場合には、理想移動量算出部 1 3 は、その速度指令を積分することによって、理想移動量を算出してもよい。具体的には、速度指令生成器 1 1 は、通常、実移動量がまだ取得されていない 1 周期目については、制御されていない理想的な速度指令を出力する。したがって、理想移動量算出部 1 3 は、その期間の速度指令を積分し、その後は、上述のように、その積分値に（理想移動量の算出期間）／（単位期間）を掛けることによって、理想移動量を算出してもよい。その場合には、理想移動量算出部 1 3 は、積分器や乗算器を有していてもよい。また、理想移動量算出部 1 3 が理想移動量を算出する期間は、実移動量取得部 1 4 が実移動量を取得する期間と同じであることが好適である。また、算出された理想移動量は、図示しない記録媒体で記憶されてもよい。また、理想移動量算出部 1 3 は、動作状態出力部 1 2 の出力する動作状態が停止中から送給中になった時点からの理想移動量を算出してもよい。また、理想移動量算出部 1 3 は、連続的に理想移動量を算出してもよく、所定のタイミングごとに理想移動量を算出してもよい。その所定のタイミングは、例えば、速度指令の周期ごとであってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

実移動量取得部 1 4 は、速度指令に応じてワイヤ送給装置 2 0 によって実際に送給された溶接ワイヤの移動量である実移動量を取得する。そのため、ワイヤ送給装置 2 0 では、実移動量を取得するための情報がセンサによって取得され、その情報が実移動量取得部 1 4 に渡されるものとする。そのセンサが取得する情報は、例えば、溶接ワイヤの実速度であってもよく、実移動量そのものであってもよい。溶接ワイヤの実速度は、例えば、表面速度計によって測定されてもよい。また、溶接ワイヤの実移動量は、例えば、溶接ワイヤの送給に応じて回転するローラと、そのローラの回転量を取得するエンコーダとによって測定されてもよい。また、溶接ワイヤの実速度や実移動量は、ワイヤ送給装置 2 0 が溶接ワイヤの送給に用いるローラとエンコーダによって取得されてもよい。ワイヤ送給装置 2 0 のセンサによって取得された情報が実速度である場合には、実移動量取得部 1 4 は、その実速度を積分することによって、実移動量を取得してもよい。また、実移動量取得部 1 4 は、動作状態出力部 1 2 の出力する動作状態が停止中から送給中になった時点からの実移動量を取得してもよい。また、実移動量取得部 1 4 は、連続的に実移動量を取得してもよく、所定のタイミングごとに実移動量を算出してもよい。その所定のタイミングは、例えば、速度指令の周期ごとであってもよい。その場合には、実移動量取得部 1 4 は、例えば、実移動量の算出に用いていない実速度を 1 周期分、図示しない記録媒体で保持しておき、取得のタイミングとなると、その保持している実速度を積分し、その値を最新の实移動量に加算してもよい。また、実移動量取得部 1 4 は、例えば、取得のタイミングになったときに、実移動量を示す値をワイヤ送給装置 2 0 のセンサから取得してもよい。なお、実移動量取得部 1 4 は、その受け取ったセンサの値から、実移動量の取得の基準時（例えば、実移動量の取得の開始時等）のセンサの値を減算することによって、実移動量を算出してもよい。

【 0 0 1 8 】

制御部 1 5 は、実移動量取得部 1 4 の取得した実移動量が、理想移動量算出部 1 3 の算出した理想移動量に近づくように、速度指令生成器 1 1 による速度指令の生成を制御する。その制御によって、実移動量が理想移動量に近づくことになり、その結果、溶接ワイヤの送給速度の平均が、意図した速度に近づくことになる。通常、制御部 1 5 は、実移動量 > 理想移動量である場合には、速度指令の示す送給速度が平均として遅くなるように速度指令の生成を制御し、実移動量 < 理想移動量である場合には、速度指令の示す送給速度が平均として速くなるように速度指令の生成を制御する。なお、その制御の方法は問わないが、例えば、制御部 1 5 は、（ 1 ）速度指令の 1 周期（単位期間）における速度の最大値や最小値を変化させることによって制御してもよく、（ 2 ）速度指令の 1 周期（単位期間）における波形を変化させることによって制御してもよく、（ 3 ）速度指令の 1 周期（単位期間）において速度の正負が切り替わるタイミングを変化させることによって制御してもよく、その他の方法によって制御してもよい。以下、その（ 1 ）～（ 3 ）の場合について説明する。

【 0 0 1 9 】

まず、制御の行なわれていない基準となる速度指令について説明する。図 2 A は、制御の行なわれていない基準となる速度指令の 1 周期の時間変化を示すグラフである。周期の始まりの時間 t を $t_0 + n \times t_c$ とし、1 周期の期間（単位期間）を t_c とし、 n を任意の整数としている。その基準となる速度指令の 1 周期には、速度が正の値の期間と、速度が負の値の期間とが存在する。その速度は、例えば、溶接ワイヤが溶接トーチに対して前進する方向を正の値とする速度であってもよい。図 2 A では、溶接ワイヤが溶接トーチに対して前進する速度である前進速度を v_1 とし、後退する速度である後退速度を v_2 としている。 v_1 は、正の値であり、 v_2 は負の値である。また、溶接ワイヤの前進と後退の切り替わりは、1 周期のちょうど中間時点、すなわち、 $t = t_0 + (n + 1 / 2) t_c$ であるとす。このように、溶接ワイヤの前進と後退の切り替わりが 1 周期のちょうど中間である場合には、通常、 $|v_1| > |v_2|$ である。溶接ワイヤは、前進・後退を繰り返しながらも少しずつ消費されていき、その消費分を送給する必要があるからである。なお、溶接ワイヤの前進と後退の切り替わりは 1 周期のちょうど中間でなくてもよい。また、図 2 B ~ 図 2 I において、図 2 A の波形（基準となる速度指令の波形）を破線で示している。

10

【 0 0 2 0 】

なお、制御部 15 は、基準となる速度指令の周期を損なわないように、制御を行うことが好適である。制御後の速度指令においても、あらかじめ決められた周期（周波数）が維持されるようにするためである。また、制御部 15 は、制御後の速度指令の 1 周期において、溶接ワイヤの速度が正の期間と、負の期間との両方が存在するように制御を行うことが好適である。1 周期において、溶接ワイヤが少なくとも前進及び後退の両方を行うようにするためである。

20

【 0 0 2 1 】

(1) 速度の最大値・最小値を変化させる制御方法

制御部 15 は、実移動量と理想移動量との差に応じて、送給速度の 1 周期における、前進速度及び後退速度の少なくとも一方の値を変更してもよい。具体的には、実移動量 < 理想移動量である場合に、制御部 15 は、図 2 B で示されるように、前進速度を増加させてもよく、図 2 C で示されるように、後退速度を増加させてもよく、その両方を行ってもよい。なお、後退速度を増加させるとは、後退速度の絶対値を小さくすることである。その増加量は、例えば、あらかじめ決められた値であってもよく、理想移動量と実移動量との差に応じた値であってもよい。また、実移動量 > 理想移動量である場合に、制御部 15 は、図 2 D で示されるように、前進速度を減少させてもよく、図 2 E で示されるように、後退速度を減少させてもよく、その両方を行ってもよい。なお、後退速度を減少させるとは、後退速度の絶対値を大きくすることである。その減少量は、例えば、あらかじめ決められた値であってもよく、理想移動量と実移動量との差に応じた値であってもよい。なお、増加量や減少量が理想移動量と実移動量との差に応じた値である場合には、例えば、変化後の前進速度は、 $v_1 + \alpha \times (\text{理想移動量} - \text{実移動量})$ であってもよく、変化後の後退速度は、 $v_2 + \alpha \times (\text{理想移動量} - \text{実移動量})$ であってもよい。 α は、正の実数である。

30

【 0 0 2 2 】

(2) 速度の波形を変化させる制御方法

制御部 15 は、実移動量と理想移動量との差に応じて、送給速度の 1 周期における、前進速度及び後退速度の少なくとも一方の波形を変更してもよい。具体的には、実移動量 < 理想移動量である場合に、制御部 15 は、図 2 F で示されるように、後退速度に応じた後退移動量が少なくなるように後退速度の波形を変更してもよい。また、実移動量 > 理想移動量である場合に、制御部 15 は、図 2 G で示されるように、前進速度に応じた前進移動量が少なくなるように前進速度の波形を変更してもよい。なお、変更後の波形は、例えば、あらかじめ決められていてもよく、理想移動量と実移動量との差に応じて決まってもよい。後者の場合には、例えば、図 2 F の波形において、速度が v_2 である期間や、図 2 G の波形において、速度が v_1 である期間が、理想移動量と実移動量との差に応じて決まっ

40

50

てもよい。

【 0 0 2 3 】

(3) 速度の正負の切り替わりタイミングを変化させる制御方法

制御部 1 5 は、実移動量と理想移動量との差に応じて、送給速度の 1 周期における、前進速度と後退速度の切り替わりのタイミングを変更してもよい。具体的には、実移動量 < 理想移動量である場合に、制御部 1 5 は、図 2 H で示されるように、前進速度から後退速度への切り替わり時点が遅くなるように変更してもよい。また、実移動量 > 理想移動量である場合に、制御部 1 5 は、図 2 I で示されるように、前進速度から後退速度への切り替わり時点が早くなるように変更してもよい。なお、その切り替わりタイミングの変化量は、例えば、あらかじめ決められた値であってもよく、理想移動量と実移動量との差に応じた値であってもよい。後者の場合には、例えば、切り替わりタイミングは、 $t_0 + (n + 1 / 2) t_c + x \times (\text{理想移動量} - \text{実移動量})$ であってもよい。 x は、正の実数である。なお、このような制御方法の場合には、 $|v_1| = |v_2|$ としてもよい。

10

【 0 0 2 4 】

なお、制御部 1 5 による制御は、1 周期ごとであってもよく、複数の周期ごとであってもよい。前者の場合には、速度指令が周期ごとに異なりうることになり、後者の場合には、その複数の周期の間は、速度指令が周期ごとに同じとなる。また、速度指令生成器 1 1 が複数のパターンの速度指令のうち、いずれかを出力するものである場合には、制御部 1 5 は、理想移動量と実移動量との差に応じて、そのパターンを決める処理を行ってもよい。そして、その決められたパターンに応じた速度指令を速度指令生成器 1 1 が出力してもよい。具体的には、制御部 1 5 は、次のように決定してもよい。ただし、 x は理想移動量と実移動量とが同じであるとみなすことができるぐらい小さい正の値である。

20

$| \text{理想移動量} - \text{実移動量} | < \quad \text{パターン 1}$

$\text{理想移動量} - \text{実移動量} \quad \text{パターン 2}$

$\text{実移動量} - \text{理想移動量} \quad \text{パターン 3}$

なお、例えば、パターン 1 は図 2 A の速度指令であり、パターン 2 は図 2 B の速度指令であり、パターン 3 は、図 2 D の速度指令であってもよい。

【 0 0 2 5 】

また、前進時や後退時にあらかじめ決められた最低限の長さだけ前進または後退するように制御してもよい。すなわち、上述のように前進速度や後退速度を変化させる場合であっても、1 周期において、前進長さ (1 周期の正の値の速度の積分値) があらかじめ決められた第 1 の閾値以上となるように条件を設定してもよく、後退長さ (1 周期の負の値の速度の積分値の絶対値) があらかじめ決められた第 2 の閾値以上となるように条件を設定してもよい。そして、どちらかの条件または両条件を満たす範囲内で、上述の制御を行うようにしてもよい。また、第 1 の閾値と第 2 の閾値とは、同じであってもよく、異なってもよい。

30

【 0 0 2 6 】

また、実移動量が理想移動量に近づくように速度指令の生成が制御されるのであれば、その制御部 1 5 による制御方法は、上述した以外の方法であってもよい。

また、その制御前の速度指令の波形や、制御後の速度指令の波形は、上記説明のように矩形波であってもよく、その他の波形であってもよい。後者の波形は、例えば、正弦波や、三角波、ノコギリ波等であってもよい。

40

【 0 0 2 7 】

ワイヤ送給装置 2 0 は、溶接トーチに対して溶接ワイヤを送給する装置であり、ワイヤ速度制御装置 1 0 が出力する速度指令に応じて溶接ワイヤを送給する。ワイヤ送給装置 2 0 は、例えば、ワイヤリールや、ワイヤリールに巻かれた溶接ワイヤを送給する機構、その溶接ワイヤを、ワイヤ速度制御装置 1 0 から出力された速度指令に応じて周期的に母材に対して前進、後退させる機構、溶接ワイヤの実速度または実移動距離を取得するための前述のセンサ等を備えていてもよい。なお、溶接ワイヤを周期的に前進、後退させる機構は、例えば、溶接ワイヤを前進または後退させるローラと、そのローラを回転させるモー

50

タとを備えていてもよい。そのモータは、例えば、速度指令に応じた速度で正転、逆転を繰り返してもよい。

【0028】

次に、ワイヤ送給システム1の動作について図3のフローチャートを用いて説明する。

(ステップS101)理想移動量算出部13と実移動量取得部14は、動作状態出力部12の出力する動作状態が停止中から送給中となったかどうか判断する。そして、送給中になった場合には、ステップS102に進み、そうでない場合には、送給中となるまでステップS101の処理を繰り返す。なお、動作状態が停止中から送給中になると、速度指令生成器11による速度指令の生成も開始される。なお、制御部15による制御が行われる前に出力される速度指令は、例えば、あらかじめ決められたデフォルトの速度指令(例えば、図2Aで示される速度指令)であってもよい。

10

【0029】

(ステップS102)理想移動量算出部13と実移動量取得部14は、理想移動量の算出と実移動量の取得を開始する。理想移動量の算出の開始は、例えば、その時点から制御前の速度指令 $V_0(t)$ の積分を開始することであってもよく、その時点から理想移動量の算出対象となる期間のカウントを開始することであってもよい。また、実移動量の取得の開始は、例えば、センサが示すその時点の移動量を基準として実移動量を取得することであってもよく、その時点から実速度の積分を開始することであってもよい。

【0030】

(ステップS103)制御部15は、制御を行うタイミングかどうか判断する。そして、制御を行うタイミングである場合には、ステップS104に進み、そうでない場合には、ステップS107に進む。例えば、制御部15は、速度指令の1周期または複数周期ごとに、制御を行うタイミングであると判断してもよく、その他のタイミングで制御を行うタイミングであると判断してもよい。

20

【0031】

(ステップS104)理想移動量算出部13は、その時点の理想移動量を算出する。なお、連続的に理想移動量を算出している場合には、理想移動量算出部13は、その時点の理想移動量を図示しない記録媒体等に蓄積したり、制御部15に渡したりしてもよい。

【0032】

(ステップS105)実移動量取得部14は、その時点の実移動量を取得する。なお、連続的に実移動量を算出している場合には、実移動量取得部14は、その時点の実移動量を図示しない記録媒体等に蓄積したり、制御部15に渡したりしてもよい。

30

【0033】

(ステップS106)制御部15は、理想移動量と実移動量とを用いて、上述のように、速度指令生成器11による速度指令の生成を制御する。そして、ステップS103に戻る。なお、速度指令生成器11は、その制御に応じた速度指令を生成し、ワイヤ送給装置20に渡す。

【0034】

(ステップS107)理想移動量算出部13と実移動量取得部14は、動作状態出力部12の出力する動作状態が送給中から停止中となったかどうか判断する。そして、停止中になった場合には、ステップS101に戻り、そうでない場合には、ステップS103に戻る。なお、動作状態が送給中から停止中になると、速度指令生成器11による速度指令の生成も停止される。

40

【0035】

なお、図3のフローチャートには、速度指令生成器11による速度指令の生成処理が含まれていないが、速度指令生成器11は、制御部15による制御に応じた速度指令を生成し、ワイヤ送給装置20に出力する。また、図3のフローチャートには、動作状態出力部12による処理も含まれていないが、動作状態出力部12は、操作者の操作指示等に応じて動作状態を出力する。また、図3のフローチャートで示される処理と平行して、理想移動量算出部13による理想移動量の算出の処理や、実移動量取得部14による実移動量の

50

取得の処理が行われていてもよい。また、図3のフローチャートにおいて、電源オフや処理終了の割り込みにより処理は終了する。

【0036】

次に、本実施の形態によるワイヤ送給システム1の動作について、具体例を用いて説明する。この具体例では、上記(1)の制御が行われるものとする。具体的には、速度指令生成器11は、制御部15による制御が行われていない場合には、 $V_o(t) = V_o(t + n \times t_c)$ である周期的な速度指令を生成する。nは任意の整数である。一方、速度指令生成器11は、制御が行われた場合には、上記(1)のように、制御部15による制御に応じて1周期ごとに修正された次式の $V(t)$ を生成し、出力するものとする。なお、 t_0 は、1周期の開始時間である。また、制御部15によって修正されないときの速度指令は、図2Aで示される次式のものであるとする。ただし、 p_{com} は、時間における理想移動量であり、 p_{cur} は、時間における実移動量である。また、 t_0 、 t_c 、 v_1 、 v_2 等は、前述の通りである。

$$V(t) = v_1 + \frac{p_{com} - p_{cur}}{t_0 + n \times t_c} \quad t < t_0 + (n + 1/2) \times t_c$$

$$V(t) = v_2 + \frac{p_{com} - p_{cur}}{t_0 + (n + 1/2) \times t_c} \quad t < t_0 + (n + 1) \times t_c$$

【0037】

具体的には、時間 $t = t_0$ から溶接ワイヤの送給がはじまったとする。すると、理想移動量算出部13及び実移動量取得部14は、理想移動量の算出や実移動量の取得を時間 t_0 から開始する(ステップS101, S102)。また、速度指令生成器11は、制御部15によって修正されない次の速度指令 $V_{t_0}(t)$ を生成し、出力する。

$$V_{t_0}(t) = V_o(t) = v_1 \quad t_0 \leq t < t_0 + t_c / 2$$

$$V_{t_0}(t) = V_o(t) = v_2 \quad t_0 + t_c / 2 \leq t < t_0 + t_c$$

【0038】

図4は、そのときの速度指令と、実速度との時間変化を示すグラフである。また、それに応じた理想移動量や実移動量の時間変化のグラフは、図5で示される通りであったとする。また、時間 $t_0 + t_c$ において、制御部15は、制御を行うタイミングであると判断し、その時点の理想移動量 $p_{com, t_0 + t_c}$ を理想移動量算出部13から受け取り、その時点の実移動量 $p_{cur, t_0 + t_c}$ を実移動量取得部14から受け取り、次の周期の速度指令 $V_{t_0 + t_c}(t)$ を、次式のように修正する(ステップS103~S106)。

$$V_{t_0 + t_c}(t) = v_1 + \frac{p_{com, t_0 + t_c} - p_{cur, t_0 + t_c}}{t_0 + t_c} \quad t < t_0 + 3t_c / 2$$

$$V_{t_0 + t_c}(t) = v_2 + \frac{p_{com, t_0 + t_c} - p_{cur, t_0 + t_c}}{t_0 + 3t_c / 2} \quad t < t_0 + 2t_c$$

【0039】

なお、時間 $t_0 + t_c$ では、図5で示されるように、 $p_{com, t_0 + t_c} - p_{cur, t_0 + t_c} > 0$ であるため、図4で示されるように、速度指令 $V_{t_0 + t_c}(t)$ の前進速度、後退速度は、それぞれ v_1 、 v_2 よりも大きくなる。

【0040】

また、速度指令生成器11は、その速度指令 $V_{t_0 + t_c}(t)$ を生成し、出力する。そして、その後も、時間が $t_0 + n \times t_c$ となるごとに、その時点の理想移動量 $p_{com, t_0 + n \times t_c}$ と、実移動量 $p_{cur, t_0 + n \times t_c}$ を用いた速度指令 $V_{t_0 + n \times t_c}(t)$ の生成が行われる。

【0041】

ここで、理想移動量の算出について簡単に説明する。理想移動量 $p_{com, t_0 + n \times t_c}$ は、次式のように算出される。次式において、 $V_o(t)$ は上述のように周期的な関数であるため、 t_0 から $t_0 + n \times t_c$ までの積分は、 t_0 から $t_0 + t_c$ までの積分のn倍となっている。したがって、理想移動量算出部13は、例えば、 t_0 から $t_0 + t_c$

10

20

30

40

50

までの $V_o(t)$ の積分値をあらかじめ決められた値として保持しておき、その値を n 倍することによって、理想移動量を算出してもよい。なお、前述のように、時間が t_0 から $t_0 + t_c$ までは制御部 15 による制御が行われず、 $V_{t_0}(t) = V_o(t)$ となる場合には、理想移動量算出部 13 は、その期間の速度指令を積分することによって、1 周期分の理想移動量を算出してもよい。

【数 1】

$$p_{com,t_0+n \times t_c} = \int_{t_0}^{t_0+n \times t_c} V_o(t) dt = n \times \int_{t_0}^{t_0+t_c} V_o(t) dt$$

【0042】

また、実移動量取得部 14 が、ワイヤ送給装置 20 から溶接ワイヤの実速度 $V_r(t)$ を受け取るとすると、実移動量 $p_{cur,t_0+n \times t_c}$ は、次式のように算出される。

【数 2】

$$p_{cur,t_0+n \times t_c} = \int_{t_0}^{t_0+n \times t_c} V_r(t) dt$$

【0043】

以上のように、本実施の形態によるワイヤ送給システム 1 によれば、溶接ワイヤの前進・後退が周期的に繰り返される場合に、速度指令値を制御することによって、実移動量が理想移動量に近づくようにするため、必要な量の溶接ワイヤが溶接のために消費されることになり、入熱量を適切に制御でき、溶接の欠陥等を抑制することができる。また、そのような制御を行ったとしても、溶接ワイヤの前進及び後退の周期性が損なわれることがないため、スパッタの抑制を適切に実現することもできる。また、動作状態出力部 12 が出力する動作状態に応じて理想移動量の算出や実移動量の取得を行うことにより、両移動量の算出期間や、取得期間を同じにすることができる。

【0044】

なお、本実施の形態では、ワイヤ速度制御装置 10 が動作状態出力部 12 を備える場合について説明したが、そうでなくてもよい。ワイヤ速度制御装置 10 が動作状態出力部 12 を備えていない場合には、理想移動量算出部 13 と実移動量取得部 14 は、別のタイミングを用いて、理想移動量の算出期間と実移動量の取得期間とが同じになるようにしてもよい。そのタイミングは、例えば、実移動量取得部 14 が、ワイヤ送給装置 20 のセンサの値によって溶接ワイヤが送給され始めたことを検知した時点であってもよく、その他の時点であってもよい。前者の場合には、例えば、実移動量取得部 14 は、その検知時から実移動量の取得を開始すると共に理想移動量算出部 13 に実移動量の取得を開始した旨を通知し、理想移動量算出部 13 は、その通知に応じて理想移動量の算出を開始してもよい。

【0045】

また、上記実施の形態において、各処理または各機能は、単一の装置または単一のシステムによって集中処理されることによって実現されてもよく、あるいは、複数の装置または複数のシステムによって分散処理されることによって実現されてもよい。

【0046】

また、上記実施の形態において、各構成要素間で行われる情報の受け渡しは、例えば、その情報の受け渡しを行う 2 個の構成要素が物理的に異なるものである場合には、一方の構成要素による情報の出力と、他方の構成要素による情報の受け付けとによって行われてもよく、あるいは、その情報の受け渡しを行う 2 個の構成要素が物理的に同じものである場合には、一方の構成要素に対応する処理のフェーズから、他方の構成要素に対応する処理のフェーズに移ることによって行われてもよい。

【0047】

また、上記実施の形態において、各構成要素が実行する処理に関する情報、例えば、各構成要素が受け付けたり、取得したり、選択したり、生成したり、送信したり、受信し

10

20

30

40

50

たりした情報や、各構成要素が処理で用いる閾値や数式、設定値等の情報等は、上記説明で明記していなくても、図示しない記録媒体において、一時的に、あるいは長期にわたって保持されていてもよい。また、その図示しない記録媒体への情報の蓄積を、各構成要素、あるいは、図示しない蓄積部が行ってもよい。また、その図示しない記録媒体からの情報の読み出しを、各構成要素、あるいは、図示しない読み出し部が行ってもよい。

【0048】

また、上記実施の形態において、各構成要素等で用いられる情報、例えば、各構成要素が処理で用いる閾値や各種の設定値等の情報がユーザによって変更されてもよい場合には、上記説明で明記していなくても、ユーザが適宜、それらの情報を変更できるようにしてもよく、あるいは、そうでなくてもよい。それらの情報をユーザが変更可能な場合には、その変更は、例えば、ユーザからの変更指示を受け付ける図示しない受付部と、その変更指示に応じて情報を変更する図示しない変更部とによって実現されてもよい。その図示しない受付部による変更指示の受け付けは、例えば、入力デバイスからの受け付けでもよく、通信回線を介して送信された情報の受信でもよく、所定の記録媒体から読み出された情報の受け付けでもよい。

10

【0049】

また、上記実施の形態において、各構成要素は専用のハードウェアにより構成されてもよく、あるいは、ソフトウェアにより実現可能な構成要素については、プログラムを実行することによって実現されてもよい。例えば、ハードディスクや半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェア・プログラムをCPU等のプログラム実行部が読み出して実行することによって、各構成要素が実現され得る。その実行時に、プログラム実行部は、記憶部や記録媒体にアクセスしながらプログラムを実行してもよい。また、そのプログラムは、サーバなどからダウンロードされることによって実行されてもよく、所定の記録媒体（例えば、光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなど）に記録されたプログラムが読み出されることによって実行されてもよい。また、このプログラムは、プログラムプロダクトを構成するプログラムとして用いられてもよい。また、そのプログラムを実行するコンピュータは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、あるいは分散処理を行ってもよい。

20

【0050】

また、本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

30

【産業上の利用可能性】

【0051】

以上より、本発明によるワイヤ速度制御装置等によれば、溶接ワイヤの実際の送給速度が意図した速度と乖離しないようにできるという効果が得られ、例えば、溶接ロボット等において溶接ワイヤの速度を制御する機構等として有用である。

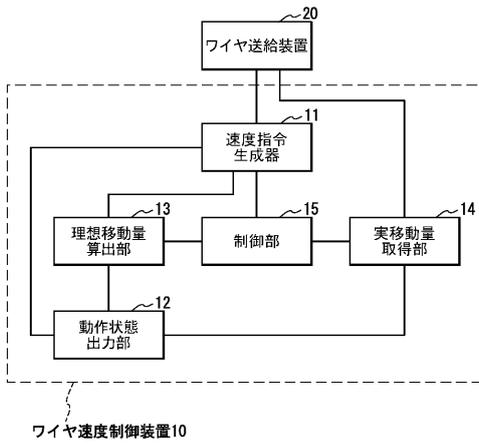
【符号の説明】

【0052】

- 1 ワイヤ送給システム
- 10 ワイヤ速度制御装置
- 11 速度指令生成器
- 12 動作状態出力部
- 13 理想移動量算出部
- 14 実移動量取得部
- 15 制御部
- 20 ワイヤ送給装置

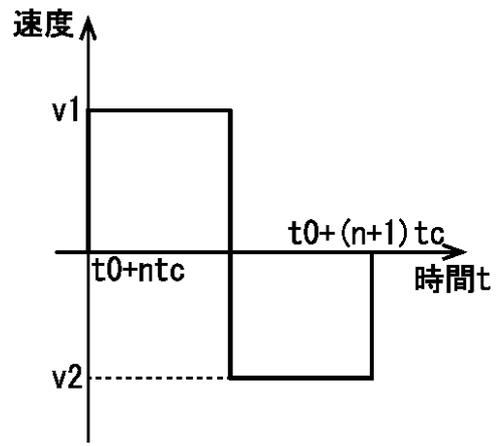
40

【図 1】

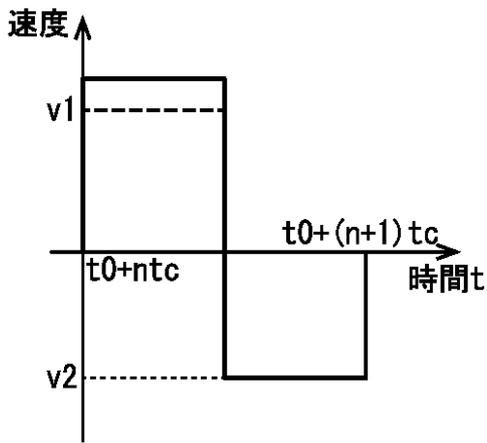


ワイヤ送給システム

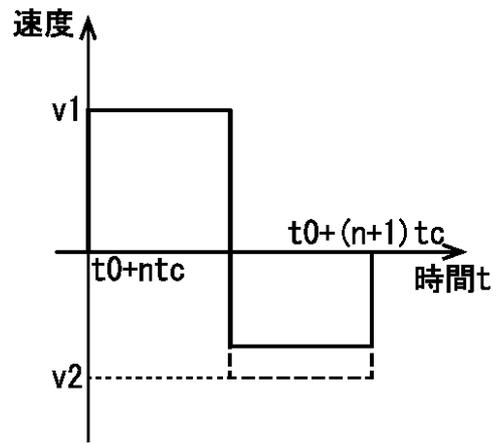
【図 2 A】



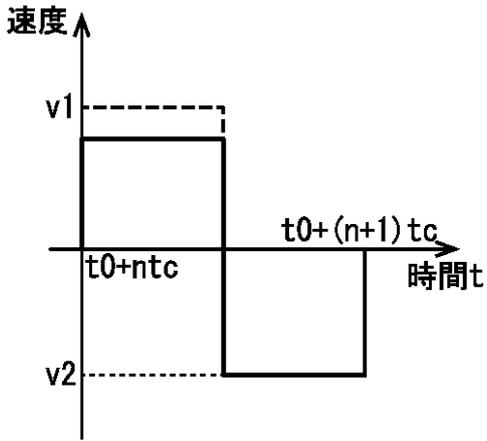
【図 2 B】



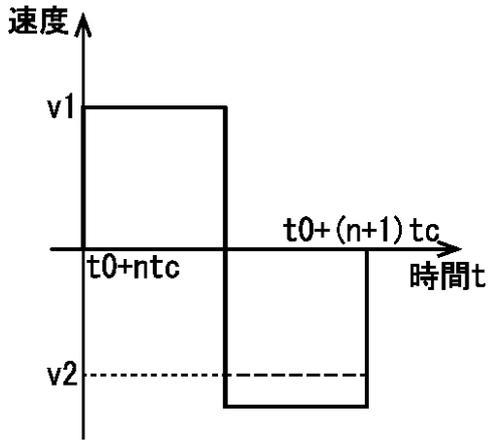
【図 2 C】



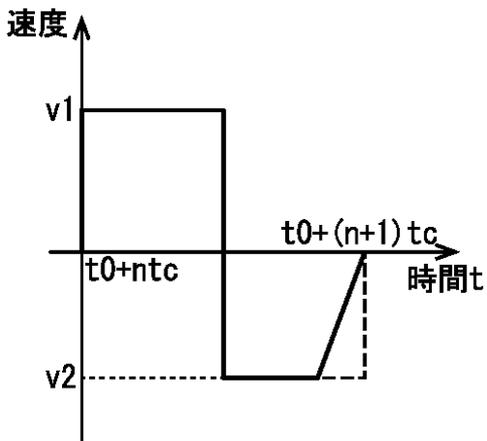
【図 2 D】



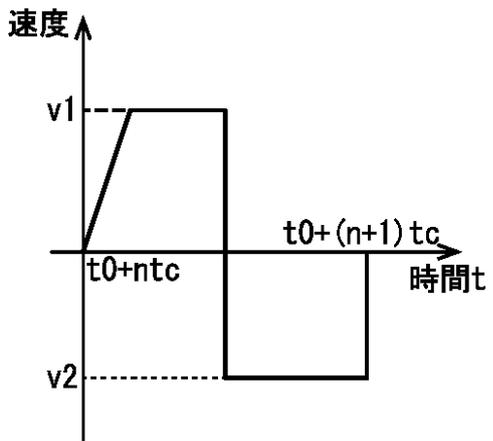
【図 2 E】



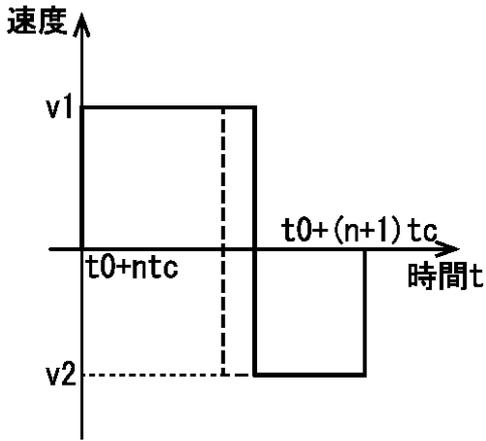
【図 2 F】



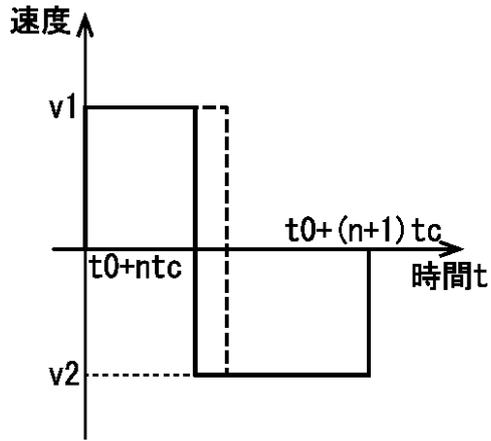
【図 2 G】



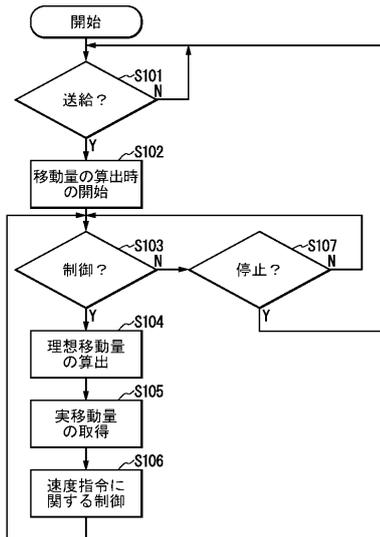
【図 2 H】



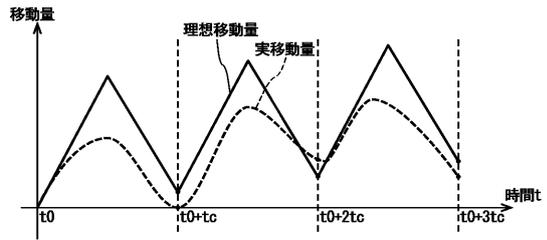
【図 2 I】



【図 3】



【図 5】



【図 4】

