

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7326401号  
(P7326401)

(45)発行日 令和5年8月15日(2023.8.15)

(24)登録日 令和5年8月4日(2023.8.4)

(51)国際特許分類	F I
G 0 5 B 23/02 (2006.01)	G 0 5 B 23/02 3 0 2 Z
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 M
G 0 5 B 19/418 (2006.01)	G 0 5 B 19/418 Z

請求項の数 16 (全26頁)

(21)出願番号	特願2021-176841(P2021-176841)	(73)特許権者	000006622 株式会社安川電機
(22)出願日	令和3年10月28日(2021.10.28)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(65)公開番号	特開2023-66236(P2023-66236A)	(74)代理人	110000154 弁理士法人はるか国際特許事務所
(43)公開日	令和5年5月15日(2023.5.15)	(72)発明者	合屋 昌弘 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
審査請求日	令和4年7月12日(2022.7.12)	(72)発明者	豊田 晃平 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
		審査官	仁木 学

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 異常推定システム、異常推定方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業の対象となる対象物を押し付けるための治具を制御する産業装置と、  
前記治具を移動させるモータのトルクに関するトルクデータを取得するトルクデータ取得部と、  
前記治具の位置に関する位置データを取得する位置データ取得部と、  
前記トルクデータに基づいて、前記治具が前記対象物から離れたことを検出する検出部と、  
前記治具が前記対象物から離れたことが検出された場合の前記位置データが示す位置に基づいて、異常を推定する推定部と、  
を有する異常推定システム。

【請求項2】

前記検出部は、前記トルクデータに基づいて、前記治具が前記対象物に接触したことを更に検出し、  
前記推定部は、前記治具が前記対象物に接触したことが検出された場合の位置に更に基づいて、前記異常を推定する、  
請求項1に記載の異常推定システム。

【請求項3】

前記産業装置の正常時の動作に関する正常時データに基づいて、前記異常を推定する第5推定部を有する、  
請求項1又は2に記載の異常推定システム。

## 【請求項 4】

前記位置データに基づいて、前記対象物に発生した異常を推定する第 6 推定部と、  
請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 5】

前記対象物に発生した異常として、前記対象物の幅に関する前記異常を推定する第 7 推定部を有する、

請求項 4 に記載の異常推定システム。

## 【請求項 6】

前記位置データに基づいて、前記作業に関する所定の装置に関する異常を推定する第 8 推定部を有する、

請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 7】

前記異常の推定結果に基づいて、前記作業の前工程に関する前工程データを解析する前工程解析部を有する、

請求項 1 ~ 6 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 8】

前記異常の推定結果に基づいて、前記作業の前工程及び後工程の少なくとも一方を制御する工程制御部を有する、

請求項 1 ~ 7 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 9】

前記異常の推定結果に基づいて、前記作業を制御する作業制御部を有する、

請求項 1 ~ 8 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 10】

過去に実行された前記異常の推定結果と、過去に前記作業が行われた対象物の検査結果と、が学習された学習モデルに基づいて、前記異常の推定で利用されるパラメータを決定する決定部と、

前記パラメータに基づいて、前記異常を推定する第 9 推定部と、

を有する請求項 1 ~ 9 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 11】

前記対象物は、複数の前記治具により押し付けられ、

前記複数の治具の各々に対応する前記トルクデータ及び前記位置データに基づいて、前記異常を推定する第 10 推定部と、

を有する請求項 1 ~ 10 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 12】

複数の前記対象物の各々に対応する前記トルクデータ及び前記位置データに基づいて、前記異常を推定する第 11 推定部と、

を有する請求項 1 ~ 11 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 13】

前記対象物を識別可能な対象物識別情報と、前記異常の推定結果と、を関連付けてデータベースに登録する登録部を有する、

請求項 1 ~ 12 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 14】

前記異常として、サイクルタイムの変動を推定する第 12 推定部を有する、

請求項 1 ~ 13 の何れかに記載の異常推定システム。

## 【請求項 15】

作業の対象となる対象物を押し付けるための治具を制御し、

前記治具を移動させるモータのトルクに関するトルクデータを取得し、

前記治具の位置に関する位置データを取得し、

前記トルクデータに基づいて、前記治具が前記対象物から離れたことを検出し、

前記治具が前記対象物から離れたことが検出された場合の前記位置データが示す位置に

10

20

30

40

50

基づいて、異常を推定する、

異常推定方法。

【請求項 16】

作業の対象となる対象物を押し付けるための治具を移動させるモータのトルクに関するトルクデータを取得するトルクデータ取得部、

前記治具の位置に関する位置データを取得する位置データ取得部、

前記トルクデータに基づいて、前記治具が前記対象物から離れたことを検出する検出部、

前記治具が前記対象物から離れたことが検出された場合の前記位置データが示す位置に基づいて、異常を推定する推定部、

としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、異常推定システム、異常推定方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、複数の組立部品を組み付けるメインボディ組立工程において、ワーク位置決め装置の各ロケータにつき、その目標進出位置と実進出位置との差に基づいて、メインボディの精度を検知することが記載されている。特許文献1には、各ロケータが最終位置決め位置に到達するまでの間及び到達した時に、ロケータが組立部品から受ける反力を測定することによって、不具合を検知することも記載されている。

20

【0003】

特許文献2には、自動車の車体を組み立てる工程において、ボディサイドの位置決め時の押し込み力を計測することが記載されている。特許文献2には、押し込み力が所定範囲外の場合に、位置不良の態様ごとに用意した押し込み力の分布パターンと、実際に計測した分布パターンと、を比較することによって、組付け位置が不良の部品を推定することも記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許平1-233989号公報  
特公平7-108674号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本開示の目的の1つは、例えば、異常の推定精度を高めることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一側面に係る異常推定システムは、作業の対象となる対象物を押し付けるための治具を制御する産業装置と、前記治具により前記対象物が押し付けられた後の複数の時点の各々において計測された、前記産業装置の動作に関する動作データを取得する取得部と、前記取得部により取得された動作データに基づいて、異常を推定する推定部と、を有する。

40

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、例えば、異常の推定精度が高まる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】異常推定システムの全体構成の一例を示す図である。

【図2】治具により対象物が押し付けられる様子の一例を示す図である。

50

【図 3】異常推定システムで実現される機能の一例を示す機能ブロック図である。

【図 4】動作データの一例を示す図である。

【図 5】異常推定システムで実行される処理の一例を示す図である。

【図 6】変形例における異常推定システムの全体構成の一例を示す図である。

【図 7】変形例における機能ブロックの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[ 1 . 異常推定システムの全体構成 ]

本開示に係る異常推定システムの実施形態の一例を説明する。図 1 は、異常推定システムの全体構成の一例を示す図である。例えば、上位コントローラ 10、ロボットコントローラ 20、及びモータコントローラ 30 の各々は、産業用ネットワーク等の任意のネットワークに接続される。異常推定システム S は、後述の産業装置を含めばよく、異常推定システム S に含まれる装置は、図 1 の例に限られない。

10

【0010】

上位コントローラ 10 は、ロボットコントローラ 20 及びモータコントローラ 30 の各々を制御する装置である。例えば、上位コントローラ 10 は、P L C ( Programmable Logic Controller )、ラインと呼ばれる単位を管理するコントローラ、又はラインよりも小さいセルと呼ばれる単位を管理するコントローラである。C P U 1 1 は、少なくとも 1 つのプロセッサを含む。記憶部 1 2 は、揮発性メモリと、不揮発性メモリと、の少なくとも一方を含む。通信部 1 3 は、有線通信用の通信インタフェースと、無線通信用の通信インタフェースと、の少なくとも一方を含む。

20

【0011】

ロボットコントローラ 20 は、ロボット 2 4 を制御する装置である。C P U 2 1、記憶部 2 2、及び通信部 2 3 の物理的構成は、それぞれ C P U 1 1、記憶部 1 2、及び通信部 1 3 と同様であってよい。本実施形態では、ロボット 2 4 が溶接ロボットである場合を説明するが、ロボット 2 4 は、任意の種類であってよく、溶接ロボットに限られない。例えば、ロボット 2 4 は、塗装ロボット、搬送ロボット、ピッキングロボット、又は組立ロボットであってよい。

【0012】

モータコントローラ 30 は、作業の対象となる対象物を押し付けるための治具 3 4 を制御する産業装置の一例である。このため、モータコントローラ 30 と記載した箇所は、産業装置と読み替えることができる。産業装置は、治具 3 4 を制御可能な装置であればよく、モータコントローラ 30 に限られない。例えば、産業装置は、数値制御装置、マシンコントローラ、P L C、ラインを管理するコントローラ、又は先述のセルを管理するコントローラであってよい。C P U 3 1、記憶部 3 2、及び通信部 3 3 の物理的構成は、それぞれ C P U 1 1、記憶部 1 2、及び通信部 1 3 と同様であってよい。

30

【0013】

作業とは、対象物に対して行われる行為である。本実施形態のロボット 2 4 が行う溶接作業は、作業の一例でもある。ロボット 2 4 が行う作業自体は、任意の作業であってよく、溶接作業に限られない。例えば、塗装、切断、又は成型といった溶接作業以外の加工が作業に相当してもよい。例えば、熱処理、組立、検査、計測、又は搬送が作業に相当してもよい。

40

【0014】

対象物とは、作業の対象となる物である。対象物は、ワークと呼ばれることもある。本実施形態では、溶接対象の部品が対象物に相当する場合を説明するが、対象物自体は、任意の物であってよく、溶接対象の部品に限られない。例えば、対象物は、最終的な製品であってよいし、部品を製造するための材料であってよい。対象物は、工業製品に限られず、食料品又は衣料品といった任意の物であってよい。

【0015】

治具 3 4 は、モータコントローラ 30 により制御されるモータを含む。例えば、治具 3

50

4は、モータが回転することにより移動する治具クランプ34Aと、対象物を固定するための固定側の部材34Bと、を含む。本実施形態では、ボールねじを利用した溶接治具が治具34に相当する場合を説明するが、治具34自体は、公知の種々の治具を利用可能である。例えば、治具34は、ボールねじ以外の機構を利用した溶接治具であってもよい。例えば、治具34は、切断治具、曲げ治具、圧入治具、熱処理治具、塗装治具、組立治具、検査治具、又は計測治具であってもよい。

#### 【0016】

モータコントローラ30には、センサ35が接続される。センサ35自体は、任意の種類のものを利用可能であり、例えば、トルクセンサ、モータエンコーダ、位置センサ、角度センサ、ビジョンセンサ、モーションセンサ、赤外線センサ、超音波センサ、又は温度センサといったセンサが接続されていてもよい。上位コントローラ10又はロボットコントローラ20にもこれらの任意のセンサが接続されてよい。例えば、センサ35は、治具34又は対象物の状態を検出する。本実施形態では、センサ35がトルクセンサ及び位置センサを含み、トルクデータ及び位置データが取得される場合を説明する。

10

#### 【0017】

なお、各装置に記憶されるプログラム又はデータは、ネットワークを介して供給されてもよい。また、各装置の物理的構成は、上記の例に限られず、種々のハードウェアを適用可能である。例えば、コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体を読み取る読取部（例えば、メモリカードスロット）や外部機器と接続するための入出力部（例えば、USB端子）が含まれてもよい。この場合、情報記憶媒体に記憶されたプログラム又はデータが、読取部又は入出力部を介して供給されてもよい。例えば、FPGA又はASICといった他の回路が各装置に含まれてもよい。本実施形態では、CPU11, 21, 31がcircuitryと呼ばれる構成に相当する場合を説明するが、FPGA又はASICといった他の回路がcircuitryに相当してもよい。

20

#### 【0018】

##### [ 2 . 異常推定システムの概要 ]

図2は、治具34により対象物が押し付けられる様子の一例を示す図である。図2の下方の矢印は、時間軸である。例えば、治具34は、治具クランプ34Aと、固定側の部材34Bと、を含む。図2の例では、対象物1及び対象物2が接合するように溶接作業が行われる。対象物1は、治具34の固定側の部材34Bに予め固定されている。治具クランプ34Aにより対象物2が対象物1に押し付けられた状態で、溶接作業が行われる。

30

#### 【0019】

本実施形態では、溶接作業は、周期的に行われる。ある対象物1及び対象物2に対する溶接作業が完了すると、次の対象物1及び対象物2に対する溶接作業が行われる。図2では、ある周期において溶接作業が行われる様子が示されている。例えば、ある周期の開始直後の時点T1では、治具クランプ34Aは、原点位置P0にある。原点位置P0は、治具クランプ34Aの初期位置である。原点位置P0にある治具クランプ34Aと、固定側の部材34Bと、の間に対象物1及び対象物2が配置される。時点T1では、対象物2は、治具クランプ34Aに触れていない。図1では、時点T1における対象物1及び対象物2の間に空間をあけているが、時点T1において対象物1及び対象物2は互いに触れていてもよい。

40

#### 【0020】

本実施形態における位置は、対象物2の押し込み方向における位置を意味する。図2の例であれば、対象物2が横方向に押し込まれるので、横方向の位置が、本実施形態における位置に相当する。即ち、治具クランプ34Aの移動方向における位置が、本実施形態における位置に相当する。例えば、原点位置P0を基準とした座標によって位置が表現される。本実施形態のような1次元的な情報ではなく、2次元又は3次元的な情報であってもよい。即ち、平面における2次元的な位置、又は、空間における3次元的な位置であってもよい。

#### 【0021】

50

例えば、上位コントローラ 10 は、モータコントローラ 30 に、治具クランプ 34 A の移動を開始させるための移動指令を送信する。モータコントローラ 30 は、移動指令を受信すると、治具クランプ 34 A が対象物 2 に向けた移動を開始するように、治具 34 を制御する。治具クランプ 34 A は、原点位置 P0 から移動を開始して徐々に対象物 2 に近づく。治具クランプ 34 A が位置 P1 で対象物 2 に触れると（図 2 の時点 T2）、対象物 2 の押し込みが開始される。

#### 【0022】

治具クランプ 34 A は、対象物 2 に触れたまま対象物 2 を押し込む。対象物 2 は、治具クランプ 34 A により押し込まれて、徐々に対象物 1 に近づく。対象物 2 が対象物 1 に触れると、対象物 1 及び対象物 2 が互いにしっかりと固定されるように更に押し込まれる。対象物 2 の押し込みが完了すると（図 2 の時点 T3）、モータコントローラ 30 から上位コントローラ 10 に、対象物 2 の固定が完了したことを示す固定完了通知が送信される。図 2 では、対象物 2 の固定が完了した位置を P3 とする。

10

#### 【0023】

上位コントローラ 10 は、モータコントローラ 30 から固定完了通知を受信すると、ロボットコントローラ 20 に、溶接作業を開始することを示す作業開始指令を送信する。ロボットコントローラ 20 は、作業開始指令を受信すると、対象物 1 及び対象物 2 に対する溶接作業を開始するように、ロボット 24 を制御する。ロボットコントローラ 20 は、溶接作業が完了すると、上位コントローラ 10 に、溶接作業が完了したことを示す作業完了通知が送信される。

20

#### 【0024】

上位コントローラ 10 は、作業完了通知を受信すると、モータコントローラ 30 に、対象物 2 から離れる方向（即ち、原点位置 P0 に戻る方向）への移動を開始させるための移動指令を送信する。モータコントローラ 30 は、溶接作業が完了して移動指令を受信すると、治具クランプ 34 A が対象物 2 から離れる方向への移動を開始するように、治具 34 を制御する（図 2 の時点 T4）。対象物 2 は、ある程度の力で押し付けられているので、治具クランプ 34 A が移動を開始しても、すぐには対象物 2 から離れない。

#### 【0025】

治具クランプ 34 A が対象物 2 から離れる方向への移動を続けると、治具クランプ 34 A は、位置 P2 において対象物 2 から離れる（図 2 の時点 T5）。位置 P1 及び位置 P2 の差は、溶接された対象物 1 及び対象物 2 を押し付ける力が無くなった場合の膨らみの幅である。図 2 では、時点 T5 における対象物 1 及び対象物 2 の間に空間を設けているが、溶接作業により対象物 1 及び対象物 2 は接合されているので、実際には、対象物 1 及び対象物 2 の間に空間がないものとする。治具クランプ 34 A は、対象物 2 から離れる方向に移動を続けて、原点位置 P0 に到達すると停止する（図 2 の時点 T6）。

30

#### 【0026】

本実施形態では、図 2 の流れにより、対象物 1 及び対象物 2 に対する溶接作業が行われる。例えば、溶接作業中又はその前後に何らかの異常が発生すると、トルクデータ又は位置データに何らかの特徴が表れることがある。例えば、溶接作業前の対象物 2 の表面に、対象物 1 とうまく接合しないような凹凸がある場合、治具クランプ 34 A が対象物 2 に触れる位置 P1 が通常とは異なることがある。例えば、溶接作業中に対象物 2 が過度に膨張すると、治具クランプ 34 A が対象物 2 から離れる位置 P2 が通常の位置とは異なることがある。そこで、本実施形態の異常推定システム S は、図 2 の期間に取得されたトルクデータ及び位置データに基づいて、異常を推定するようにしている。以降、異常推定システム S の詳細を説明する。

40

#### 【0027】

##### 【3．異常推定システムで実現される機能】

図 3 は、異常推定システム S で実現される機能の一例を示す機能ブロック図である。

#### 【0028】

##### 【3-1．上位コントローラで実現される機能】

50

データ記憶部 100 は、記憶部 12 を主として実現される。送信部 101 及び受信部 102 の各々は、CPU 11 を主として実現される。

【0029】

[データ記憶部]

データ記憶部 100 は、ロボットコントローラ 20 及びモータコントローラ 30 の各々を制御するために必要なデータを記憶する。例えば、データ記憶部 100 は、ロボットコントローラ 20 を制御するための制御プログラムと、この制御プログラムにより参照されるパラメータと、を記憶する。制御プログラムは、任意の言語で作成可能であり、例えば、ロボット言語又はラダー言語により作成されてよい。この点は、他の制御プログラムも同様である。ロボットコントローラ 20 を制御するための制御プログラムには、ロボット

10

【0030】

[送信部]

送信部 101 は、ロボットコントローラ 20 を制御するための制御プログラム及びパラメータに基づいて、ロボットコントローラ 20 に、所定の動作をさせるための指令を送信する。先述した作業開始指令は、送信部 101 が送信する指令の一例である。送信部 101 が送信する指令自体は、任意の指令であってよく、例えば、ロボット 24 を所定位置に

20

【0031】

[受信部]

受信部 102 は、ロボットコントローラ 20 及びモータコントローラ 30 の各々から、指令に応じた応答を受信する。応答は、指令の実行結果を含む。応答は、任意のデータを

30

【0032】

[1-3-2.ロボットコントローラで実現される機能]

40

データ記憶部 200 は、記憶部 22 を主として実現される。送信部 201 及び受信部 202 の各々は、CPU 21 を主として実現される。

【0033】

[データ記憶部]

データ記憶部 200 は、ロボット 24 を制御するために必要なデータを記憶する。例えば、データ記憶部 200 は、ロボット 24 を制御するためのロボット制御プログラムと、ロボット制御プログラムにより参照されるロボットパラメータと、を記憶する。本実施形態では、ロボット 24 により溶接作業が行われるので、ロボット制御プログラムには、ロボット 24 が行う溶接作業の手順を示す処理が含まれている。ロボットパラメータは、ロボット 24 の目標位置と、溶接作業における出力又は時間と、を示す。データ記憶部 20

50

0 は、ロボット 2 4 が行う作業に応じたロボット制御プログラム及びロボットパラメータを記憶すればよい。

【 0 0 3 4 】

[ 送信部 ]

送信部 2 0 1 は、上位コントローラ 1 0 に、上位コントローラ 1 0 からの指令に応じた応答を送信する。例えば、送信部 2 0 1 は、上位コントローラ 1 0 から受信した作業開始指令が示す作業が完了した場合に、上位コントローラ 1 0 に、応答として作業完了通知を送信する。

【 0 0 3 5 】

[ 受信部 ]

受信部 2 0 2 は、上位コントローラ 1 0 から、ロボットコントローラ 2 0 の動作に関する指令を受信する。例えば、受信部 2 0 2 は、上位コントローラ 1 0 から、作業開始指令を受信する。

【 0 0 3 6 】

[ 1 - 3 - 3 . モータコントローラで実現される機能 ]

データ記憶部 3 0 0 は、記憶部 3 2 を主として実現される。送信部 3 0 1、受信部 3 0 2、取得部 3 0 3、及び推定部 3 0 4 の各々は、CPU 3 1 を主として実現される。

【 0 0 3 7 】

[ データ記憶部 ]

データ記憶部 3 0 0 は、治具 3 4 を制御するために必要なデータを記憶する。例えば、データ記憶部 3 0 0 は、治具 3 4 を制御するための治具制御プログラムと、治具制御プログラムにより参照される治具パラメータと、を記憶する。本実施形態では、治具クランプ 3 4 A が固定側の部材 3 4 B の方向に移動するので、治具制御プログラムには、治具クランプ 3 4 A の移動の手順を示す処理が含まれている。治具 3 4 の制御は、移動に限られず、治具 3 4 の動作に関する何らかの制御であればよい。例えば、対象物 2 を固定するために締め付けが必要な治具 3 4 であれば、治具 3 4 の締め付けを行うことが制御に相当してもよい。例えば、対象物 2 を固定するための穴に部材を通す必要がある治具であれば、穴に部材を通すことが制御に相当してもよい。治具パラメータは、治具クランプ 3 4 A の移動速度と、治具クランプ 3 4 A の押し付け力と、を示す。データ記憶部 3 0 0 は、治具 3 4 の種類に応じた治具制御プログラム及び治具パラメータを記憶すればよい。

【 0 0 3 8 】

[ 送信部 ]

送信部 3 0 1 は、上位コントローラ 1 0 に、上位コントローラ 1 0 からの指令に応じた応答を送信する。例えば、送信部 3 0 1 は、上位コントローラ 1 0 から受信した移動指令が示す移動が完了した場合に、上位コントローラ 1 0 に、応答として、固定完了通知又は移動完了通知を送信する。

【 0 0 3 9 】

[ 受信部 ]

受信部 3 0 2 は、上位コントローラ 1 0 から、ロボットコントローラ 2 0 の動作に関する指令を受信する。例えば、受信部 3 0 2 は、上位コントローラ 1 0 から、移動指令を受信する。

【 0 0 4 0 】

[ 取得部 ]

取得部 3 0 3 は、治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後の複数の時点の各々において計測された、モータコントローラ 3 0 の動作に関する動作データを取得する。

【 0 0 4 1 】

治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられるとは、対象物 2 に触れた治具 3 4 により対象物 2 に力が加わることである。治具 3 4 が対象物 2 に触れた瞬間も何らかの力が対象物 2 に加わるので、治具 3 4 が対象物 2 に触れることも治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられることに相当する。治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後とは、治具 3 4 により

10

20

30

40

50

対象物 2 が押し付けられた時点、又は、この時点よりも後の時点である。図 2 の例であれば、時点 T 2 は、治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後の一例である。時点 T 2 よりも後の時点（例えば、時点 T 3 ~ T 6）も、治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後に相当する。

【 0 0 4 2 】

治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後の複数の時点とは、治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後における互いに異なる 2 以上の時点である。この複数の時点には、治具 3 4 が対象物 2 に触れた時点 T 2（即ち、治具 3 4 が対象物 2 に触れた瞬間）が含まれてもよい。例えば、この複数の時点は、治具 3 4 が対象物 2 に触れた時点 T 2 と、当該時点 T 2 よりも後の時点と、を含む。例えば、この複数の時点は、治具 3 4 が対象物 2 に触れた時点 T 2 ではなく、治具 3 4 が対象物 2 に触れた時点よりも後の 2 以上の時点であってもよい。例えば、溶接作業中の複数の時点であってもよいし、溶接作業が完了してから治具 3 4 が対象物 2 から離れる時点 T 5 までの間の複数の時点であってもよい。

10

【 0 0 4 3 】

動作データは、モータコントローラ 3 0 の動作に関する何らかのデータであればよい。例えば、動作データは、センサ 3 5 により検出されたデータと、モータコントローラ 3 0 の内部処理を示すデータと、の少なくとも一方を含む。本実施形態では、センサ 3 5 に含まれるトルクセンサにより検出されたトルクデータと、センサ 3 5 に含まれる位置センサにより検出された位置データと、が動作データに相当する場合を説明する。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、動作データの一例を示す図である。図 4 の実線は、トルクデータである。図 4 の破線は、位置データである。トルクデータ及び位置データは、同じタイムスタンプを有するものとする。図 4 のように、動作データには、治具クランプ 3 4 A が対象物 2 に触れる前の時点が含まれてもよい。例えば、取得部 3 0 3 は、ある周期が開始するとトルク値の取得を開始し、この周期が終了するまでのトルク値の取得を継続する。取得部 3 0 3 は、ある周期における開始時点から終了時点までのトルク値を動作データとして取得する。動作データには、動作データの取得対象となった期間におけるトルク値の時系列的な変化が示されている。トルク値は、正規化されてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

位置データには、治具クランプ 3 4 A の位置（例えば、治具クランプ 3 4 A が対象物 2 に触れる面）の時系列的な変化が示される。位置データは、センサ 3 5 に含まれる位置センサの検出信号に基づいて取得される。例えば、モータエンコーダにより検出されたモータの回転量に基づいて、位置データが取得されもよい。例えば、モーションセンサにより検出された移動量に基づいて、位置データが取得されもよい。例えば、ビジョンセンサにより取得された画像が解析されることによって、位置データが取得されてもよい。なお、動作データは、任意のデータであってもよく、トルクデータ及び位置データに限られない。例えば、動作データは、モータの回転方向、モータの速度、モータの角度、又は治具クランプ 3 4 A による対象物 2 への押し付け圧力であってもよい。

30

【 0 0 4 6 】

例えば、取得部 3 0 3 は、第 1 取得部 3 0 3 A、第 2 取得部 3 0 3 B、第 3 取得部 3 0 3 C、第 4 取得部 3 0 3 D、第 7 取得部 3 0 3 G、及び第 8 取得部 3 0 3 H を含む。第 5 取得部 3 0 3 E 及び第 6 取得部 3 0 3 F は、後述の変形例で説明する。取得部 3 0 3 は、第 1 取得部 3 0 3 A ~ 第 8 取得部 3 0 3 H のうちの何れかだけを含んでもよいし、第 1 取得部 3 0 3 A ~ 第 8 取得部 3 0 3 H の任意の組み合わせを含んでもよい。取得部 3 0 3 は、第 1 取得部 3 0 3 A ~ 第 8 取得部 3 0 3 H の何れも含まなくてもよい。

40

【 0 0 4 7 】

第 1 取得部 3 0 3 A は、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 において計測された動作データを取得する。時点 T 5 は、治具 3 4 が対象物 2 に触れた状態から、治具 3 4 が対象物 2 に触れなくなった状態に変化した時点である。例えば、第 1 取得部 3 0 3 A は、ある期間に計測された動作データの中から、時点 T 5 における計測結果を取得する。治具 3

50

4 が対象物 2 から離れる場合、トルク値が特定の特徴を示すことがあるので、第 1 取得部 3 0 3 A は、動作データが当該特徴を示した時点 T 5 を、時点 T 5 として推定する。第 1 取得部 3 0 3 A は、当該推定された時点 T 5 における計測結果を取得する。第 1 取得部 3 0 3 A は、時点 T 5 を含む期間における計測結果を取得してもよい。

【 0 0 4 8 】

例えば、図 4 のように、第 1 取得部 3 0 3 A は、トルク値が低く、かつ、トルク値の変化がない又は小さい状態から、トルク値の増加量が閾値以上になった場合に、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 であると推定する。第 1 取得部 3 0 3 A は、動作データの中から、当該推定された時点 T 5 におけるトルク値を取得する。時点 T 5 の推定方法は、上記の例に限られず、任意の方法であってよい。例えば、第 1 取得部 3 0 3 A は、動作データの取得を開始してから所定時間後の時点 T 5 を、時点 T 5 として推定してもよい。他にも例えば、第 1 取得部 3 0 3 A は、上位コントローラ 1 0 から溶接作業が完了した旨の通知を受信してから所定時間後の時点 T 5 を、時点 T 5 として推定してもよい。

10

【 0 0 4 9 】

第 2 取得部 3 0 3 B は、第 1 事象が発生した第 1 時点と、第 2 事象が発生した第 2 時点と、の各々における計測結果を含む動作データを取得する。第 1 事象及び第 2 事象は、異常を推定するうえで重要な要素になる事象である。本実施形態では、第 1 事象が、治具 3 4 が対象物 2 に接触することであり、第 2 事象が、治具 3 4 が対象物 2 から離れることである場合を説明する。このため、本実施形態では、第 2 取得部 3 0 3 B の処理は、この後に説明する第 3 取得部 3 0 3 C の処理と同様である。

20

【 0 0 5 0 】

第 3 取得部 3 0 3 C は、治具 3 4 が対象物 2 に接触することである第 1 事象が発生した時点 T 2 と、治具 3 4 が対象物 2 から離れることである第 2 事象が発生した時点 T 5 と、の各々における計測結果を含む動作データを取得する。時点 T 2 は、第 1 時点の一例であり、時点 T 5 は、第 2 時点の一例である。このため、時点 T 2 と記載した箇所は、第 1 時点と読み替えることができ、時点 T 5 と記載した箇所は、第 2 時点と読み替えることができる。

【 0 0 5 1 】

例えば、第 3 取得部 3 0 3 C は、ある期間に計測された動作データの中から、時点 T 2 における計測結果と、時点 T 5 における計測結果と、を取得する。治具 3 4 が対象物 2 に接触した場合、トルク値が特定の第 1 特徴を示し、治具 3 4 が対象物 2 から離れる場合、トルク値が特定の第 2 特徴を示すことがあるので、第 3 取得部 3 0 3 C は、動作データが当該第 1 特徴を示した時点 T 2 を、時点 T 2 として推定し、動作データが当該第 2 特徴を示した時点 T 5 を、時点 T 5 として推定する。第 3 取得部 3 0 3 C は、当該推定された時点 T 2 及び時点 T 5 の各々における計測結果を取得する。第 3 取得部 3 0 3 C は、時点 T 2 及び時点 T 5 の各々を含む期間における計測結果を取得してもよい。時点 T 5 の推定方法は、第 2 取得部 3 0 3 B の処理で説明した通りなので、ここでは、時点 T 2 の推定方法を説明する。

30

【 0 0 5 2 】

例えば、図 4 のように、第 3 取得部 3 0 3 C は、トルク値が一定程度あり、かつ、トルク値の変化がない又は小さい状態から、トルク値の増加量が閾値以上になった場合に、治具 3 4 が対象物 2 に接触した時点 T 2 であると推定する。第 3 取得部 3 0 3 C は、動作データの中から、当該推定された時点 T 2 におけるトルク値を取得する。時点 T 2 の推定方法は、上記の例に限られず、任意の方法であってよい。例えば、第 3 取得部 3 0 3 C は、動作データの取得を開始してから所定時間後の時点 T 2 を、時点 T 2 として推定してもよい。他にも例えば、第 3 取得部 3 0 3 C は、治具クランプ 3 4 A が移動を開始してから一定距離進んだ時点 T 2 を、時点 T 2 として推定してもよい。

40

【 0 0 5 3 】

なお、第 1 事象及び第 2 事象は、本実施形態の例に限られない。例えば、第 1 事象は、治具 3 4 が対象物 2 に触れることなく、治具クランプ 3 4 A が移動を開始することで

50

あってもよいし、治具クランプ 3 4 A が原点位置 P 0 から所定距離だけ進むことであってもよい。例えば、第 1 事象は、治具 3 4 が対象物 2 に触れた後に、トルク値が閾値以上になることであってもよいし、トルク値の変化がない又は小さい状態になることであってもよい。例えば、第 1 事象は、溶接作業が開始されることであってもよいし、溶接作業が終了することであってもよい。例えば、第 1 事象は、溶接作業の完了後に、治具クランプ 3 4 A が移動を開始することであってもよい。

【 0 0 5 4 】

例えば、第 2 事象は、第 1 事象よりも後に発生しうる事象であればよい。例えば、第 2 事象は、治具 3 4 が対象物 2 から離れるのではなく、治具クランプ 3 4 A が原点位置 P 0 から所定距離だけ進むことであってもよい。例えば、第 2 事象は、治具 3 4 が対象物 2 に触れることであってもよい。例えば、第 2 事象は、治具 3 4 が対象物 2 に触れた後に、トルク値が閾値以上になることであってもよいし、トルク値の変化がない又は小さい状態になることであってもよい。例えば、第 2 事象は、溶接作業が開始されることであってもよいし、溶接作業が終了することであってもよい。例えば、第 2 事象は、溶接作業の完了後に、治具クランプ 3 4 A が移動を開始することであってもよい。

10

【 0 0 5 5 】

第 4 取得部 3 0 3 D は、治具 3 4 が対象物 2 に接触した位置 P 1 と、治具 3 4 が対象物 2 から離れた位置 P 2 と、を示す動作データを取得する。治具 3 4 が対象物 2 に接触した位置 P 1 は、治具 3 4 が対象物 2 に接触した時点 T 2 の位置を意味してもよいし、その前後の時点の位置を意味してもよい。即ち、治具 3 4 が対象物 2 に接触した位置 P 1 は、治具 3 4 が対象物 2 に接触した瞬間に限られず、時間的に多少前後した時点の位置であってもよい。

20

【 0 0 5 6 】

同様に、治具 3 4 が対象物 2 から離れた位置 P 2 は、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 の位置を意味してもよいし、その前後の時点の位置を意味してもよい。即ち、治具 3 4 が対象物 2 から離れた位置 P 2 は、治具 3 4 が対象物 2 から離れた瞬間に限られず、時間的に多少前後した時点の位置であってもよい。なお、位置の意味は、先述したように、治具クランプ 3 4 A の移動方向の位置である。位置は、地球上の絶対的な位置を意味してもよいし、治具クランプ 3 4 A の原点位置 P 0 等の基準となる位置に対する相対位置を意味してもよい。

30

【 0 0 5 7 】

例えば、第 4 取得部 3 0 3 D は、センサ 3 5 により検出された位置データのうち、時点 T 2 における治具クランプ 3 4 A の位置 P 1 と、時点 T 5 における治具クランプ 3 4 A の位置 P 2 と、を取得する。時点 T 2 及び時点 T 5 の特定方法は、先述した通りである。位置 P 1 及び位置 P 2 は、位置データにおける時点 T 2 及び時点 T 5 の値である。このため、本実施形態では、トルクデータは時点 T 2 及び時点 T 5 を特定するために用いられ、位置データは、位置 P 1 及び位置 P 2 を特定するために用いられる。

【 0 0 5 8 】

第 7 取得部 3 0 3 G は、複数種類の動作データを取得する。例えば、第 7 取得部 3 0 3 G は、複数種類の動作データとして、トルクデータ及び位置データを取得する。第 7 取得部 3 0 3 G は、トルクデータ及び位置データ以外の動作データを取得してもよい。例えば、第 7 取得部 3 0 3 G は、動作データとしては、先述したトルクセンサ及び位置センサ以外のセンサ 3 5 で検出された動作データを取得してもよいし、センサ 3 5 により検出された動作データではなく、モータコントローラ 3 0 の内部処理を示す動作データを取得してもよい。第 7 取得部 3 0 3 は、3 種類以上の動作データを取得してもよい。

40

【 0 0 5 9 】

第 8 取得部 3 0 3 H は、動作データとして、トルクに関するトルクデータを取得する。第 8 取得部 3 0 3 H は、トルクセンサであるセンサ 3 5 の検出結果に基づいて、トルクデータを取得する。例えば、第 8 取得部 3 0 3 H は、トルク値の時系列的な変化を示すトルクデータを取得する。

50

## 【 0 0 6 0 】

## [ 推定部 ]

推定部 3 0 4 は、取得部 3 0 3 により取得された動作データに基づいて、異常を推定する。異常は、異常推定システム S において発生しうる異常である。異常を推定するとは、異常の発生を判定すること、又は、異常の疑いを示すスコアを計算することである。本実施形態では、対象物 1 又は対象物 2 の異常が推定される場合を説明するが、推定部 3 0 4 が推定する異常は、任意の種類であってよく、対象物 1 又は対象物 2 の異常に限られない。例えば、推定部 3 0 4 は、治具 3 4 の異常、モータコントローラ 3 0 の異常、センサ 3 5 の異常、ロボットコントローラ 2 0 の異常、ロボット 2 4 の異常、上位コントローラ 1 0 の異常、その他の周辺機器の異常、又はこれらの複数の異常であってもよい。

10

## 【 0 0 6 1 】

推定部 3 0 4 は、予め定められた推定方法に基づいて、動作データから異常を推定する。本実施形態では、異常の推定対象となる動作データと、正常時に計測された正常時データと、を比較する方法を推定方法として説明するが、異常の推定方法自体は、種々の方法を利用可能である。例えば、異常の推定方法は、動作データに含まれる値を解析する解析的手法であってもよい。解析的手法では、動作データに含まれる値を閾値と比較したり、動作データに含まれる値の変化量を閾値と比較したりすることによって、異常が推定される。例えば、動作データに含まれる値又はその変化量が閾値以上になった時点が 1 つでもある場合、又は、この時点が所定数以上ある場合に異常が推定される。

20

## 【 0 0 6 2 】

他にも例えば、異常の推定方法は、学習モデルを利用した機械学習手法であってもよい。機械学習手法の場合、教師有り学習又は教師無し学習の何れが利用されてもよい。機械学習自体は、公知の種々の手法を利用可能であり、例えば、畳み込みニューラルネットワーク、再帰的ニューラルネットワーク、又は深層学習を利用可能である。学習モデルには、過去に計測された動作データと、当該動作データが異常であるか否かを示す情報と、のペアを含む訓練データが学習されているものとする。畳み込みニューラルネットワークの場合、動作データは、波形を示す画像として入力されてもよい。例えば、推定部 3 0 4 は、取得部 3 0 3 により取得された動作データを、学習済みの学習モデルに入力する。学習モデルは、入力された動作データに基づいて特徴量を計算し、当該計算された特徴量に基づいて、異常の推定結果を出力する。学習モデルは、異常の有無ではなく、異常の疑いを示すスコア（異常の蓋然性）を出力してもよい。

30

## 【 0 0 6 3 】

例えば、推定部 3 0 4 は、第 1 推定部 3 0 4 A、第 2 推定部 3 0 4 B、第 3 推定部 3 0 4 C、第 4 推定部 3 0 4 D、第 5 推定部 3 0 4 E、第 6 推定部 3 0 4 F、第 7 推定部 3 0 4 G、第 1 3 推定部 3 0 4 M、及び第 1 4 推定部 3 0 4 N を含む。第 8 推定部 3 0 4 H ~ 第 1 2 推定部 3 0 4 L は、後述の変形例で説明する。推定部 3 0 4 は、第 1 推定部 3 0 4 A ~ 第 1 4 推定部 3 0 4 N のうちの何れかだけを含んでもよいし、第 1 推定部 3 0 4 A ~ 第 1 4 推定部 3 0 4 N の任意の組み合わせを含んでもよい。推定部 3 0 4 は、第 1 推定部 3 0 4 A ~ 第 1 4 推定部 3 0 4 N の何れも含まなくてもよい。

## 【 0 0 6 4 】

第 1 推定部 3 0 4 A は、第 1 取得部 3 0 3 A により取得された動作データに基づいて、異常を推定する。例えば、第 1 推定部 3 0 4 A は、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 において計測された動作データと、この時点 T 5 における正常値を示す正常時データと、のずれが閾値以上ではない場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。なお、第 1 推定部 3 0 4 A は、正常時データを利用するのではなく、第 1 取得部 3 0 3 A により取得された動作データに含まれる値を解析的手法で解析したり、機械学習手法を利用したりすることによって、異常を推定してもよい。

40

## 【 0 0 6 5 】

第 2 推定部 3 0 4 B は、第 2 取得部 3 0 3 B により取得された動作データに基づいて、異常を推定する。例えば、第 2 推定部 3 0 4 B は、第 1 事象が発生した第 1 時点と、第 2

50

事象が発生した第2時点と、の各々における計測結果を含む動作データと、これらの時点における計測結果の正常値を示す正常時データと、のずれが閾値以上ではない場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。なお、第2推定部304Bは、正常時データを利用するのではなく、第2取得部303Bにより取得された動作データに含まれる値を解析的手法で解析したり、機械学習手法を利用したりすることによって、異常を推定してもよい。

**【0066】**

第3推定部304Cは、第3取得部303Cにより取得された動作データに基づいて、異常を推定する。例えば、第3推定部304Cは、治具34が対象物2に接触した時点T2と、治具34が対象物2から離れた時点T5と、の各々における計測結果を含む動作データと、これらの時点における計測結果の正常値を示す正常時データと、のずれが閾値以上ではない場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。なお、第3推定部304Cは、正常時データを利用するのではなく、第3取得部303Cにより取得された動作データに含まれる値を解析的手法で解析したり、機械学習手法を利用したりすることによって、異常を推定してもよい。

10

**【0067】**

第4推定部304Dは、第4取得部303Dにより取得された動作データに基づいて、異常を推定する。例えば、第4推定部304Dは、治具34が対象物2に接触した位置P1と、治具34が対象物2から離れた位置P2と、を示す動作データと、これらの位置の正常値を示す正常時データと、のずれが閾値以上ではない場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。なお、第4推定部304Dは、正常時データを利用するのではなく、第4取得部303Dにより取得された動作データに含まれる値を解析的手法で解析したり、機械学習手法を利用したりすることによって、異常を推定してもよい。

20

**【0068】**

第5推定部304Eは、モータコントローラ30の正常時の動作に関する正常時データに基づいて、異常を推定する。正常時データは、データ記憶部300に予め記憶されているものとする。正常時データは、試験用の対象物を利用して計測された動作データであってもよいし、過去に異常が推定されなかった動作データであってもよい。他にも例えば、正常時データは、過去の複数の動作データの平均であってもよい。第5推定部304Eは、取得部303により取得された動作データと、正常時データと、のずれが閾値以上ではない場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。ずれは、任意の指標を利用して計算可能であり、例えば、ずれの計算対象となる個々の時点の値の差の合計であってもよいし、何らかの重み係数を利用した合計であってもよい。他にも例えば、ずれは、ずれの計算対象となる個々の時点の値の平均値であってもよいし、何らかの重み係数を利用した加重平均であってもよい。

30

**【0069】**

第6推定部304Fは、取得部303により取得された動作データに基づいて、対象物（例えば、対象物1及び対象物2の少なくとも一方。以降、これらの少なくとも一方を意味する場合には、対象物の符号を省略する）に発生した異常を推定する。本実施形態では、対象物に発生した異常が対象物の幅に関する異常である場合を説明する。このため、本実施形態では、第6取得部304Fの処理は、この後に説明する第7取得部304Gの処理と同様である。

40

**【0070】**

第7推定部304Gは、対象物に発生した異常として、対象物の幅に関する異常を推定する。対象物の幅は、治具34の移動方向における幅である。幅は、対象物の一端から、当該一端に対応する他端までの距離である。当該他端は、当該一端と反対側の端部である。図2の例であれば、対象物の水平方向の幅が対象物の幅に相当する。幅は、厚みということもできる。例えば、第7推定部304Gは、治具34が対象物2に触れた位置P1と、正常時における位置P1と、の差に基づいて、溶接作業前の対象物の幅の異常を推定し

50

てもよい。例えば、第7推定部304Gは、治具34が対象物2から離れた位置P2と、正常時における位置P2と、の差に基づいて、溶接作業後の対象物の幅の異常を推定してもよい。

#### 【0071】

第13推定部304Mは、第7取得部303Gにより取得された動作データに基づいて、異常を推定する。例えば、第13推定部304Mは、トルクデータ及び位置データに基づいて、異常を推定する。例えば、第13推定部304Mは、トルクデータ及び位置データに基づいて推定された位置P1及び位置P2に基づいて、異常を推定する。第13推定部304Mは、これらの位置P1及び位置P2と、正常時における位置P1及び位置P2と、のずれが閾値未満の場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。

10

#### 【0072】

第14推定部304Nは、第8取得部303Hにより取得されたトルクデータに基づいて、異常を推定する。例えば、第14推定部304Nは、トルクデータが示す値と、正常時の値と、のずれが閾値未満の場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。他にも例えば、第14推定部304Nは、トルクデータに基づいて推定した時点T2及び時点T5と、正常時の時点T2及び時点T5と、のずれが閾値未満の場合には、異常ではないと推定し、このずれが閾値以上である場合に、異常であると推定する。なお、この場合の時点T2及び時点T5は、ある周期の開始時点からの経過時間を示してもよい。正常時であれば治具クランプ34Aが対象物2に触れるはずの時点T2からのずれが大きい場合には、異常になる。正常時であれば治具クランプ34Aが対象物2から離れるはずの時点T5からのずれが大きい場合には、異常になる。

20

#### 【0073】

##### [4. 異常推定システムで実行される処理]

図5は、異常推定システムSで実行される処理の一例を示す図である。CPU11, 21, 31がそれぞれ記憶部12, 22, 32に記憶された制御プログラムを実行することによって、図5の処理が実行される。図5の処理は、図3の機能ブロックにより実行される処理の一例である。

#### 【0074】

図5に示すように、上位コントローラ10は、モータコントローラ30に、対象物2に向けて治具34が移動するように移動指令を送信する(S1)。モータコントローラ30は、移動指令を受信すると、対象物2に向けた治具34の移動を開始させ(S2)、動作データの取得も開始する(S3)。S3では、モータコントローラ30は、センサ35の検出信号に基づいて、トルク値及び位置を連続的に取得し、動作データとして時系列的に記録する。以降、本処理が終了するまでの間、トルク値及び位置の取得が継続される。モータコントローラ30は、治具34を移動させて対象物1及び対象物2の固定が完了すると(S4)、上位コントローラ10に、対象物2の固定が完了したことを示す固定完了通知を送信する(S5)。対象物1及び対象物2の固定完了は、トルク値等によって判定されるようにしてもよいし、固定完了を検知するセンサ35が存在してもよい。

30

#### 【0075】

上位コントローラ10は、固定完了通知を受信すると、ロボットコントローラ20に、溶接作業を開始する旨の作業開始指令を送信する(S6)。ロボットコントローラ20は、作業開始指令を受信すると、ロボット24に溶接作業を開始させる(S7)。モータコントローラ30は、溶接作業中も対象物1及び対象物2が固定するように治具34を制御し、動作データの取得も継続する。溶接作業中に対象物1及び対象物2が膨らむことがあるので、モータコントローラ30は、この膨らみを抑え込むように治具34を制御してもよい。ロボットコントローラ20は、溶接作業が完了すると、上位コントローラ10に、溶接作業が完了したことを示す作業完了通知を送信する(S8)。

40

#### 【0076】

上位コントローラ10は、作業完了通知を受信すると、モータコントローラ30に、対

50

象物 2 から離れる方向に治具 3 4 を移動するように移動指令を送信する ( S 9 )。モータコントローラ 3 0 は、移動指令を受信すると、この方向に治具 3 4 の移動を開始する ( S 1 0 )。モータコントローラ 3 0 は、動作データの取得も継続する。モータコントローラ 3 0 は、治具 3 4 が原点位置 P 0 に到達すると、上位コントローラ 1 0 に、治具 3 4 が原点位置 P 0 に到達したことを示す移動完了通知を送信する ( S 1 1 )。上位コントローラ 1 0 は、移動完了通知を受信すると、次の対象物 2 がセットされるのを待機する。

**【 0 0 7 7 】**

モータコントローラ 3 0 は、動作データに基づいて、異常を推定する ( S 1 2 )。S 1 2 では、先述したような種々の異常推定が可能である。モータコントローラ 3 0 は、異常が推定された場合、所定のアラートを出力し、本処理は終了する。異常が推定された場合には、次の対象物に対する溶接作業が行われなくてもよい。異常が推定されない場合、アラートが出力されることなく本処理は終了し、次の対象物 2 がセットされた場合に、S 1 の処理から再度実行される。なお、動作データに基づく異常推定は、毎周期実行される必要はなく、複数周期の動作データがまとめて解析されてもよい。

10

**【 0 0 7 8 】**

本実施形態の異常推定システム S によれば、治具 3 4 により対象物 2 が押し付けられた後の複数の時点の各々において計測された動作データに基づいて異常を推定することによって、対象物 2 が押し付けられた後の複数の時点の各々における計測結果を利用できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、対象物への作業中における計測結果を利用することによって、作業中に発生した異常を推定できる。例えば、対象物 2 が治具 3 4 から離れる時における計測結果を利用することによって、対象物の幅等の情報をより正確に推定できるので、対象物 2 に発生した異常を精度よく推定できる。

20

**【 0 0 7 9 】**

また、異常推定システム S は、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 において計測された動作データに基づいて異常を推定することによって、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 の計測結果を利用できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 の計測結果に基づいて対象物の幅等の情報を正確に特定して異常を推定できる。

**【 0 0 8 0 】**

また、異常推定システム S は、第 1 事象が発生した第 1 時点と、第 2 事象が発生した第 2 時点と、の各々における計測結果を含む動作データに基づいて異常を推定することによって、異常を推定する際に重要な事象が発生した時点の計測結果を利用できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、異常を推定する際にあまり重要ではない時点の計測結果を異常の推定で利用しないようにすれば、ノイズとなる情報が減るので、異常の推定精度が高まる。異常を推定する際にあまり重要ではない時点の計測結果を取得しないようにすれば、重要ではない情報を計測しないので、異常推定システム S の処理負荷が軽減する。

30

**【 0 0 8 1 】**

また、異常推定システム S は、治具 3 4 が対象物 2 に接触した時点 T 2 と、治具 3 4 が対象物 2 から離れた時点 T 5 と、の各々における計測結果を含む動作データに基づいて異常を推定することによって、異常を推定する際に特に重要な事象が発生した時点の計測結果を利用できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、異常を推定する際にあまり重要ではない時点の計測結果を異常の推定で利用しないようにすれば、ノイズとなる情報が減るので、異常の推定精度が高まる。異常を推定する際にあまり重要ではない時点の計測結果を取得しないようにすれば、重要ではない情報を計測しないので、異常推定システム S の処理負荷が軽減する。

40

**【 0 0 8 2 】**

また、異常推定システム S は、治具 3 4 が対象物 2 に接触した位置 P 1 と、治具 3 4 が対象物 2 から離れた位置 P 2 と、を示す動作データに基づいて異常を推定することによって、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、これらの位置に基づ

50

いて、対象物 2 の幅の異常を推定できる。

【 0 0 8 3 】

また、異常推定システム S は、モータコントローラ 3 0 の正常時の動作に関する正常時データに基づいて異常を推定することによって、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。より簡易な処理によって異常を推定できるので、異常推定システム S の処理負荷が軽減する。

【 0 0 8 4 】

また、異常推定システム S は、対象物に発生した異常の推定精度が高まる。例えば、対象物の品質を評価できる。

【 0 0 8 5 】

また、異常推定システム S は、対象物の幅に関する異常を推定できる。例えば、対象物に対する作業により発生した膨らみやへこみを推定できる。

【 0 0 8 6 】

また、異常推定システム S は、トルクデータを利用することによって、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。

【 0 0 8 7 】

また、異常推定システム S は、複数種類の動作データに基づいて異常を推定することによって、複数種類の動作データを総合的に考慮できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。

【 0 0 8 8 】

[ 5 . 変形例 ]

本開示は、以上に説明した実施形態に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、適宜変更可能である。

【 0 0 8 9 】

図 6 は、変形例における異常推定システム S の全体構成の一例を示す図である。変形例では、変形例 2 で説明する前工程装置 4 0、変形例 3 で説明する後工程装置 5 0、及び変形例 5 で説明する検査装置 6 0 が上位コントローラ 1 0 に接続される。CPU 4 1、5 1、6 1、記憶部 4 2、5 2、6 2、及び通信部 4 3、5 3、6 3 の物理的構成は、それぞれ CPU 1 1、記憶部 1 2、及び通信部 1 3 と同様であってよい。

【 0 0 9 0 】

図 7 は、変形例における機能ブロックの一例を示す図である。変形例では、取得部 3 0 3 は、第 5 取得部 3 0 3 E 及び第 6 取得部 3 0 3 F を含む。推定部 3 0 4 は、第 8 推定部 3 0 4 H ~ 第 1 2 推定部 3 0 4 L を含む。前工程解析部 1 0 3、工程制御部 1 0 4、及び登録部 1 0 5 は、CPU 1 1 を主として実現される。作業制御部 3 0 5 及び決定部 3 0 6 は、CPU 3 1 を主として実現される。

【 0 0 9 1 】

[ 5 - 1 . 変形例 1 ]

例えば、異常推定システム S において異常の推定対象となるのは、対象物に限られない。溶接作業に関する所定の装置の異常が推定されてもよい。所定の装置とは、溶接作業に何らかの関係がある装置である。変形例 1 では、モータコントローラ 3 0 が所定の装置に相当する場合を説明する。このため、変形例 1 でモータコントローラ 3 0 と記載した箇所は、所定の装置と読み替えることができる。

【 0 0 9 2 】

変形例 1 の異常推定システム S は、取得部 3 0 3 により取得された動作データに基づいて、モータコントローラ 3 0 に関する異常を推定する第 8 推定部 3 0 4 H を含む。第 8 推定部 3 0 4 H は、モータコントローラ 3 0 が実行する内部処理の異常を推定してもよいし、モータコントローラ 3 0 が制御する治具 3 4 の異常を推定してもよい。

【 0 0 9 3 】

例えば、第 8 推定部 3 0 4 H は、取得部 3 0 3 により取得された動作データと、モータコントローラ 3 0 が正常に動作する時の正常時データと、のずれが閾値未満の場合には、

10

20

30

40

50

異常が発生したと推定せず、このずれが閾値以上の場合に、異常が発生したと推定する。第 8 推定部 3 0 4 H は、動作データ及び正常時データのずれの大きさ及びタイミングの少なくとも一方に基づいて、異常の種類を推定してもよい。この場合、ずれの大きさ及びタイミングの少なくとも一方と、異常の種類と、の関係が予めデータ記憶部 3 0 0 に記憶されているものとする。第 8 推定部 3 0 4 H は、動作データ及び正常時データのずれに関連付けられた種類の異常が発生したことを推定する。

【 0 0 9 4 】

なお、実施形態で説明した推定部 3 0 4 と同様に、第 8 推定部 3 0 4 H による異常の推定方法は、正常時データを利用した方法に限られない。例えば、第 8 推定部 3 0 4 H は、解析的手法に基づいて、モータコントローラ 3 0 に関する異常を推定してもよい。第 8 推定部 3 0 4 H は、動作データが示す値の変化量に基づいて、モータコントローラ 3 0 に関する異常を推定する。例えば、第 8 推定部 3 0 4 H は、変化量が閾値以上の時点が所定時点以上存在する場合に、モータコントローラ 3 0 に異常が発生したと推定する。

10

【 0 0 9 5 】

他にも例えば、第 8 推定部 3 0 4 H は、機械学習手法に基づいて、モータコントローラ 3 0 に関する異常を推定してもよい。この場合、訓練用に取得された動作データと、モータコントローラ 3 0 の異常に関する情報（例えば、異常の有無及び種類の少なくとも一方）と、の関係を示す訓練データが学習モデルに学習されているものとする。第 8 推定部 3 0 4 H は、学習モデルに動作データを入力し、学習モデルから出力されたモータコントローラ 3 0 の異常の推定結果を取得してもよい。

20

【 0 0 9 6 】

なお、変形例 1 で異常の推定対象となる所定の装置は、任意の装置であってよく、モータコントローラ 3 0 に限られない。例えば、所定の装置は、上位コントローラ 1 0、ロボットコントローラ 2 0、ロボット 2 4、治具 3 4、又はセンサ 3 5 であってもよい。他にも例えば、所定の装置は、溶接作業よりも前の工程を行う装置であってもよいし、溶接作業よりも後の工程を行う装置であってもよい。例えば、第 8 推定部 3 0 4 H は、治具 3 4 の異常として、治具クランプ 3 4 A 及び固定側の部材 3 4 B の少なくとも一方の劣化具合を推定してもよい。

【 0 0 9 7 】

変形例 1 によれば、対象物に対する作業に関するモータコントローラ 3 0 等の所定の装置に関する異常の推定精度が高まる。例えば、モータコントローラ 3 0 等の所定の装置に突発的に発生した異常や経年劣化による異常を推定できる。

30

【 0 0 9 8 】

[ 5 - 2 . 変形例 2 ]

例えば、推定部 3 0 4 による異常の推定結果に基づいて、溶接作業の前工程で得られたデータを解析してもよい。変形例 2 の異常推定システム S は、異常の推定結果に基づいて、溶接作業の前工程に関する前工程データを解析する前工程解析部 1 0 3 を含む。前工程は、溶接作業よりも前に行われる工程である。前工程は、溶接作業の 1 つ前の工程であってもよいし、溶接作業の 2 つ以上前の工程であってもよい。

【 0 0 9 9 】

変形例 2 では、溶接作業の前に、対象物 1 及び対象物 2 に対する塗装が行われるものとする。このため、塗装工程が前工程に相当する。前工程は、任意の工程であってよく、塗装工程に限られない。例えば、塗装工程の前に、対象物 1 及び対象物 2 の組立工程が行われる場合には、組立工程も溶接作業の前に行われるので前工程に相当する。他にも例えば、搬送工程、計測工程、又は検査工程といった工程が前工程に相当してもよい。

40

【 0 1 0 0 】

前工程データは、前工程における動作データである。変形例 2 では、前工程が塗装工程なので、塗装工程における動作データが前工程データに相当する。動作データという言葉の意味自体は、実施形態で説明した通りである。例えば、前工程データは、前工程装置 4 0 に接続されたトルクセンサに基づくトルクデータであってもよい。

50

## 【 0 1 0 1 】

前工程データは、前工程装置 4 0 により取得される。前工程装置 4 0 は、前工程を行う装置である。変形例 2 では、前工程が塗装工程なので、塗装ロボットを制御するロボットコントローラが前工程装置 4 0 に相当する場合を説明する。前工程装置 4 0 は、任意の装置であってよく、例えば、モータコントローラ又は数値制御装置であってもよい。

## 【 0 1 0 2 】

前工程解析部 1 0 3 は、推定部 3 0 4 により異常が推定された場合に、前工程データを解析し、溶接工程における異常の原因が前工程であるか否かを判定する。例えば、前工程解析部 1 0 3 は、前工程データと、前工程の正常時の正常時データと、のずれが閾値未満の場合に、溶接工程における異常の原因が前工程ではないと判定し、このずれが閾値以上の場合に、溶接工程における異常の原因が前工程であると判定する。

10

## 【 0 1 0 3 】

なお、前工程データの解析方法は、任意の方法を利用可能であり、正常時データを利用した方法に限られない。例えば、前工程解析部 1 0 3 は、解析的手法に基づいて、前工程データを解析してもよい。前工程解析部 1 0 3 は、前工程データが示す値の変化量に基づいて、溶接工程における異常の原因が前工程であるか否かを判定してもよい。例えば、前工程解析部 1 0 3 は、変化量が閾値以上の時点が所定時点以上存在する場合に、溶接工程における異常の原因が前工程であると判定する。

## 【 0 1 0 4 】

例えば、前工程解析部 1 0 3 は、機械学習手法に基づいて、前工程データを解析してもよい。この場合、訓練用に取得された前工程データと、溶接工程における異常の原因が前工程であるか否かを示す情報と、の関係を示す訓練データが学習モデルに学習されているものとする。前工程解析部 1 0 3 は、学習モデルに前工程データを入力し、学習モデルから出力された異常の原因の判定結果を取得してもよい。

20

## 【 0 1 0 5 】

変形例 2 によれば、異常の推定結果に基づいて、作業の前工程に関する前工程データを解析することによって、異常の推定精度が高まる。例えば、異常が発生した要因が前工程のこともあるので、異常が発生した要因を精度よく推定できる。

## 【 0 1 0 6 】

## [ 5 - 3 . 変形例 3 ]

例えば、推定部 3 0 4 による異常の推定結果を、溶接作業の前工程及び後工程の少なくとも一方の制御に利用してもよい。変形例 3 の異常推定システム S は、異常の推定結果に基づいて、作業の前工程及び後工程の少なくとも一方を制御する工程制御部 1 0 4 を含む。後工程は、溶接作業よりも後に行われる工程である。後工程は、溶接作業の 1 つ後の工程であってもよいし、溶接作業の 2 つ以上後の工程であってもよい。

30

## 【 0 1 0 7 】

変形例 3 では、溶接作業の後に、互いに接合された対象物 1 及び対象物 2 と、他の対象物と、の組み立てが行われるものとする。このため、組立工程が後工程に相当する。後工程は、任意の工程であってよく、組立工程に限られない。例えば、組立工程の後に、組立後の対象物（対象物 1、対象物 2、及び他の対象物が組み立てられた物）の検査工程が行われる場合には、検査工程も溶接作業の後に行われるので後工程に相当する。他にも例えば、搬送工程、計測工程、又は検査工程といった工程が後工程に相当してもよい。

40

## 【 0 1 0 8 】

変形例 3 では、工程制御部 1 0 4 が前工程及び後工程の両方を制御する場合を説明するが、工程制御部 1 0 4 は、前工程又は後工程の何れか一方のみを制御してもよい。また、変形例 3 では、工程制御部 1 0 4 が上位コントローラ 1 0 で実現され、推定部 3 0 4 がモータコントローラ 3 0 で実現されるので、上位コントローラ 1 0 は、モータコントローラ 3 0 から推定部 3 0 4 の推定結果を取得するものとする。

## 【 0 1 0 9 】

例えば、工程制御部 1 0 4 は、ある対象物で異常が推定された場合に、次の対象物に対

50

する前工程で異常が発生しないように、前工程を制御する。例えば、溶接作業で異常が発生した原因として、前工程である塗装工程における過度な塗装が原因だったと推定された場合には、工程制御部 104 は、塗装工程における塗装の時間が少なくなるように、前工程を制御する。他にも例えば、工程制御部 104 は、塗装工程で利用される塗料が減るように、前工程を制御する。例えば、工程制御部 104 は、ある対象物で異常が推定された場合に、この対象物に発生した異常を打ち消すように、後工程を制御する。例えば、工程制御部 104 は、溶接作業で対象物の幅に異常が発生した場合に、後工程である組立工程において、この幅に合うようなサイズの他の対象物と組み立てられるように、後工程を制御する。

#### 【0110】

変形例 3 によれば、異常の推定結果に基づいて、前工程及び後工程の少なくとも一方を制御することによって、前工程及び後工程の少なくとも一方精度が高まる。例えば、ある対象物で異常が発生した場合に、次の対象物ではその異常が発生しないように前工程を制御することによって、次の対象物の品質が高まる。例えば、異常が発生したとしても、その異常を打ち消すように後工程を制御することによって、対象物の品質が高まる。

#### 【0111】

##### [5-4. 変形例 4]

例えば、変形例 3 では、推定部 304 による異常の推定結果が、溶接作業の前工程及び後工程の少なくとも一方の制御に利用される場合を説明したが、この推定結果は、実行中の溶接作業の制御に利用してもよいし、次以降の溶接作業に利用してもよい。変形例 4 の異常推定システム S は、異常の推定結果に基づいて、作業を制御する作業制御部 305 を含む。

#### 【0112】

例えば、作業制御部 305 は、ある対象物の溶接作業中に異常が推定された場合に、この対象物に発生した異常を打ち消すように、実行中の溶接作業を制御する。例えば、実行中の溶接作業で対象物の幅に異常が発生した場合に、実行中の溶接作業で対象物があまり膨らまないように溶接の温度を制御する。例えば、作業制御部 305 は、ある対象物の溶接作業中に異常が推定された場合に、次の対象物に対する溶接作業で異常が発生しないように、次の溶接作業を制御してもよい。例えば、溶接作業が完了した対象物の幅に異常が発生した場合に、次の溶接作業では対象物があまり膨らまないように溶接の幅が小さくなるように、次の溶接作業を制御してもよい。

#### 【0113】

変形例 4 によれば、異常の推定結果に基づいて、対象物に対する作業を制御することによって、対象物の品質が高まる。例えば、対象物に対する作業中に異常が発生したとしても、その異常を打ち消すような作業をすることによって、対象物の品質が高まる。

#### 【0114】

##### [5-5. 変形例 5]

例えば、異常の推定で利用されるパラメータの適否は、人手で判定することが難しいことがあるので、機械学習を利用して、このパラメータの適否が判定されてもよい。パラメータは、正常時データを利用した異常推定における閾値、解析的手法における閾値、又は機械学習手法における学習モデルの係数である。変形例 5 の異常推定システム S は、過去に実行された異常の推定結果と、過去に溶接作業が行われた対象物の検査結果と、が学習された学習モデルに基づいて、異常の推定で利用されるパラメータを決定する決定部 306 を含む。

#### 【0115】

溶接作業が行われた対象物の検査は、検査装置 60 により行われる。検査装置 60 は、任意の検査を実行可能であり、例えば、サイズ、形状、強度、色合い、又はこれらの組み合わせを検査する。検査装置 60 は、上位コントローラ 10 に検査結果を送信する。検査結果は、異常の有無だけでなく、正常値からどの程度離れているか、又は、正常と判定される上限値にどの程度近いかといった情報を含んでもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 6 】

学習モデルには、訓練用に実行された異常の推定結果と、訓練用の対象物の検査結果と、を含む訓練データが学習されている。この学習モデルは、異常を推定するための学習モデルではなく、異常推定で利用されるパラメータの適否を判定するためのモデルである。例えば、学習モデルは、異常の推定結果が入力されると、検査結果が出力されるものであってもよい。この場合、検査装置 6 0 で実際の検査を行うことなく、現状の推定結果が正しいか否かを学習モデルで推定できる。

## 【 0 1 1 7 】

異常の推定結果が正しいと推定されなくなった場合には、パラメータを変更する必要があるといった判定が可能になる。この場合、決定部 3 0 6 は、現状のパラメータを所定値だけ変化させるようにしてもよい。例えば、決定部 3 0 6 は、自動的にパラメータを決定する学習モデルを利用して、現状の動作データに応じたパラメータを決定してもよい。例えば、決定部 3 0 6 は、異常の推定結果が正しくなくなった割合に応じて、パラメータの変化量を決定してもよい。

10

## 【 0 1 1 8 】

変形例 5 の異常推定システム S は、決定部 3 0 6 により決定されたパラメータに基づいて、異常を推定する第 9 推定部 3 0 4 I を含む。第 9 推定部 3 0 4 I は、異常推定で利用するパラメータを、決定部 3 0 6 により決定されたパラメータに差し替える。パラメータが差し替えられる点で実施形態とは異なるが、異常の推定方法自体は、実施形態で説明した通りである。

20

## 【 0 1 1 9 】

変形例 5 によれば、過去に実行された異常の推定結果と、過去に作業が行われた対象物の検査結果と、が学習された学習モデルに基づいて、異常の推定で利用されるパラメータを決定することによって、異常の推定精度が高まる。例えば、異常の推定で利用されるパラメータの一例である閾値は、ユーザが適否を判定することが難しい。この点、学習モデルを利用してパラメータの適否を推定することによって、異常推定において適切な閾値とすることができる。

## 【 0 1 2 0 】

## [ 5 - 6 . 変形例 6 ]

例えば、対象物 2 は、複数の治具 3 4 により押し付けられてもよい。変形例 6 では、治具 3 4 ごとに、当該治具 3 4 を制御するモータコントローラ 3 0 が用意される場合を説明するが、1 台のモータコントローラ 3 0 が複数の治具 3 4 を制御してもよい。個々のモータコントローラ 3 0 の構成は、実施形態で説明したモータコントローラ 3 0 と同様であってよい。

30

## 【 0 1 2 1 】

変形例 6 の異常推定システム S は、複数の治具 3 4 の各々に対応する動作データを取得する第 5 取得部 3 0 3 E を含む。個々の動作データの内容は、実施形態で説明した動作データと同様である。変形例 6 では、第 5 取得部 3 0 3 E は、複数の治具 3 4 に対応する複数のモータコントローラ 3 0 の各々から動作データを取得する。

## 【 0 1 2 2 】

変形例 6 の異常推定システム S は、第 5 取得部 3 0 3 E により取得された動作データに基づいて、異常を推定する第 1 0 推定部 3 0 4 J を含む。第 1 0 推定部 3 0 4 J は、複数の治具 3 4 に対応する複数の動作データを総合的に考慮して、異常を推定する。例えば、第 1 0 推定部 3 0 4 J は、実施形態と同様にして個々の動作データに基づいて異常を推定し、所定数以上の治具 3 4 で異常が推定された場合に、最終的に異常が発生した推定してもよい。

40

## 【 0 1 2 3 】

他にも例えば、第 1 0 推定部 3 0 4 J は、ある治具 3 4 に対応する動作データで異常が推定されたが、他の治具 3 4 に対応する動作データで、当該異常を打ち消すような傾向がみられた場合に、異常が発生したと推定しないようにしてもよい。より具体的には、第 1

50

0 推定部 3 0 4 J は、ある治具に対応する動作データに基づいて、対象物 2 の所定の箇所に正常範囲を超える厚みが発生したが、他の箇所に、この厚みを打ち消すようなへこみが存在する場合には、異常が発生したと推定しないようにしてもよい。

【 0 1 2 4 】

なお、変形例 6 では、複数の治具 3 4 が同時に対象物 2 を押し付ける場合を説明したが、複数の治具 3 4 が交代で対象物 2 を押し付けてもよい。この場合にも、第 1 0 推定部 3 0 4 J は、個々の治具 3 4 に対応する動作データに基づいて、異常を推定すればよい。

【 0 1 2 5 】

変形例 6 によれば、複数の治具 3 4 の各々に対応する動作データに基づいて異常を推定することによって、複数の治具 3 4 の状態を総合的に考慮して異常を推定できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、ある 1 つの治具 3 4 だけであれば異常となる場合でも、この異常を打ち消すような推定結果が他の治具 3 4 から得られた場合には正常とすることができる。

10

【 0 1 2 6 】

[ 5 - 7 . 変形例 7 ]

例えば、ある 1 つ対象物ではなく、複数の対象物の各々の動作データが総合的に考慮されて異常が推定されてもよい。変形例 7 の異常推定システム S は、複数の対象物の各々に対応する動作データを取得する第 6 取得部 3 0 3 F を含む。個々の動作データの内容は、実施形態で説明した通りである。例えば、第 6 取得部 3 0 3 F は、ある対象物に対する溶接作業が行われた場合に、この対象物に対応する動作データを取得し、次の対象物に対する溶接作業が行われた場合に、次の対象物に対応する動作データを取得する、といったように、対象物に対する溶接作業が行われるたびに次々と動作データを取得する。

20

【 0 1 2 7 】

変形例 7 の異常推定システム S は、第 6 取得部 3 0 3 F により取得された動作データに基づいて、異常を推定する第 1 1 推定部 3 0 4 K を含む。例えば、第 1 1 推定部 3 0 4 K は、複数の対象物にまたがる動作データの時系列的な変化に基づいて、異常を推定する。第 1 1 推定部 3 0 4 K は、ある対象物に対応する動作データで異常が発生し、かつ、その前後の対象物に対応する動作データは正常の範囲内だった場合には、対象物に異常が発生したと推定する。第 1 1 推定部 3 0 4 は、ある対象物に対応する動作データで異常が発生し、かつ、それよりも前の対象物に対応する動作データで徐々に異常に近づいた場合には、モータコントローラ 3 0 又は治具 3 4 といった所定の装置の異常が発生したと推定する。

30

【 0 1 2 8 】

変形例 7 によれば、複数の対象物の各々に対応する動作データに基づいて異常を推定することによって、例えば、複数の対象物の状態を総合的に考慮できるので、異常推定システム S における異常の推定精度が高まる。例えば、動作データが突発的に異常になったのか、それとも動作データが徐々に異常に近づいたのか、によって異常の原因を推定できるようになる。例えば、ある対象物で異常が発生していたとしても、この異常を打ち消すような推定結果が他の対象物から得られた場合には正常とすることもできる。

【 0 1 2 9 】

[ 5 - 8 . 変形例 8 ]

例えば、変形例 8 の異常推定システム S は、対象物を識別可能な対象物識別情報と、異常の推定結果と、を関連付けてデータベースに登録する登録部 1 0 5 を有してもよい。対象物識別情報は、ある期間に生産された対象物を一意に識別可能な情報である。例えば、対象物識別情報は、対象物に付与された対象物 ID である。対象物が最終的な製品の場合には、製品のシリアル番号が対象物識別情報に相当する。対象物識別情報に関連付けられる異常の推定結果は、異常の有無だけではなく、異常の疑いを示す確率であってもよい。対象物識別情報及び異常の推定結果が関連付けられるデータベースは、データ記憶部 1 0 0 に記憶されるものとする。

40

【 0 1 3 0 】

変形例 8 によれば、対象物を識別可能な対象物識別情報と、異常の推定結果と、を関連

50

付けてデータベースに登録することによって、対象物のトレーサビリティを担保できる。

【 0 1 3 1 】

[ 5 - 9 . 変形例 9 ]

例えば、変形例 9 の異常推定システム S は、異常として、サイクルタイムの変動を推定する第 1 2 推定部 3 0 4 L を有してもよい。サイクルタイムは、周期的に行われる作業に要した時間である。例えば、第 1 2 推定部 3 0 4 L は、溶接作業に要したサイクルタイムが正常値の範囲内であるか否かを判定する。ある周期において図 2 のような流れで溶接作業が行われる場合、治具クランプ 3 4 A が移動を開始した時点 T 1 から治具クランプ 3 4 A が原点位置 P 0 に戻るまでの時点 T 6 までの期間をサイクルタイムとしてもよい。サイクルタイムは、時点 T 1 ~ 時点 T 6 までの期間に限られず、動作データから何らかの事象を検知可能な複数の時点の間の期間であればよい。例えば、時点 T 2 ~ 時点 T 5 までをサイクルタイムとしてもよい。

10

【 0 1 3 2 】

変形例 9 によれば、サイクルタイムの変動の推定精度が高まる。

【 0 1 3 3 】

[ 5 - 1 0 . その他変形例 ]

例えば、上記変形例を組み合わせてもよい。

【 0 1 3 4 】

例えば、上記説明した各機能は、異常推定システム S における任意の装置で実現されるようにすればよい。上位コントローラ 1 0 に含まれるものとして説明した機能がロボットコントローラ 2 0 又はモータコントローラ 3 0 により実現されてもよい。ロボットコントローラ 2 0 に含まれるものとして説明した機能が上位コントローラ 1 0 又はモータコントローラ 3 0 により実現されてもよい。

20

【 0 1 3 5 】

例えば、モータコントローラ 3 0 に含まれるものとして説明した機能が上位コントローラ 1 0 又はロボットコントローラ 2 0 により実現されてもよい。上位コントローラ 1 0 は、モータコントローラ 2 0 の動作データを取得して異常を推定してもよい。即ち、上位コントローラ 1 0 により取得部 3 0 3 及び推定部 3 0 4 が実現されてもよい。ある 1 つの装置で実現されるものとして説明した機能は、複数の装置で分担されてもよい。

【 符号の説明 】

30

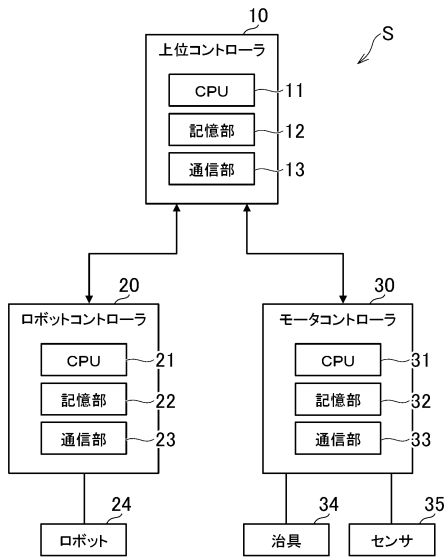
【 0 1 3 6 】

S 異常推定システム、1 0 上位コントローラ、1 1 , 2 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 CPU、1 2 , 2 2 , 3 2 , 4 2 , 5 2 , 6 1 記憶部、1 3 , 2 3 , 3 3 , 4 3 , 5 3 , 6 3 通信部、2 0 ロボットコントローラ、2 4 ロボット、3 0 モータコントローラ、3 4 治具、3 4 A 治具クランプ、3 4 B 固定側の部材、3 5 センサ、4 0 前工程装置、5 0 後工程装置、6 0 検査装置、T 1 , T 2 , T 3 , T 4 , T 5 , T 6 時点、1 0 0 データ記憶部、1 0 1 送信部、1 0 2 受信部、1 0 3 前工程解析部、1 0 4 工程制御部、1 0 5 登録部、2 0 0 データ記憶部、2 0 1 送信部、2 0 2 受信部、3 0 0 データ記憶部、3 0 1 送信部、3 0 2 受信部、3 0 3 取得部、3 0 4 推定部、3 0 5 作業制御部、3 0 6 決定部。

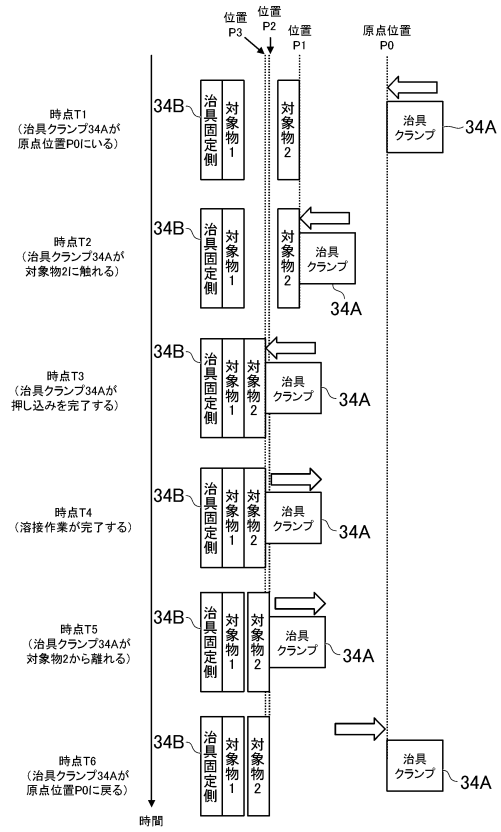
40

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

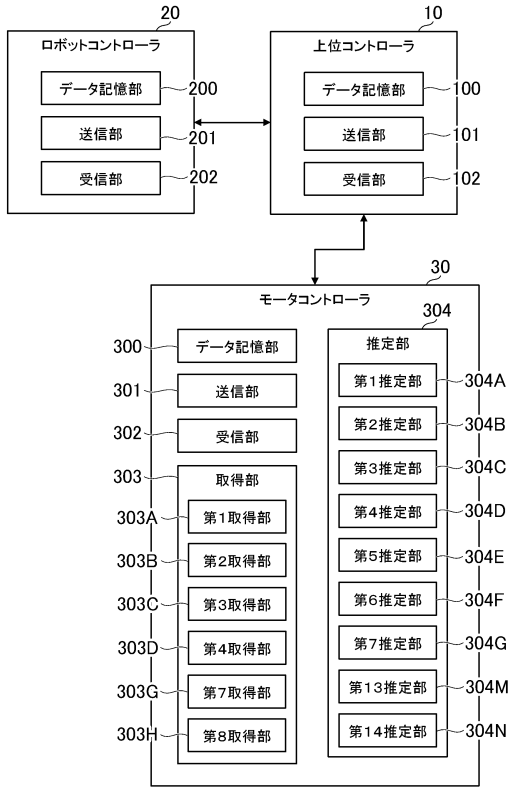
20

30

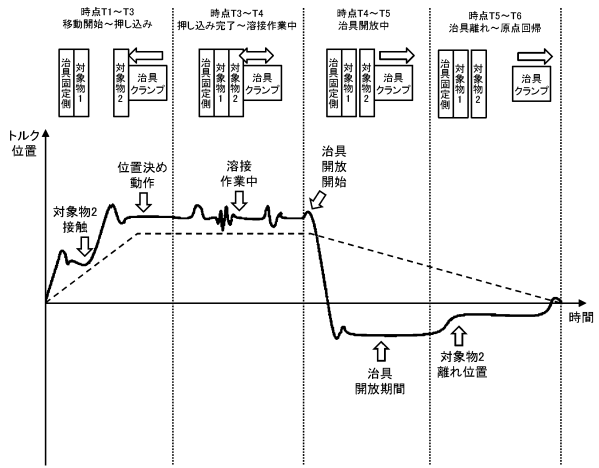
40

50

【図3】



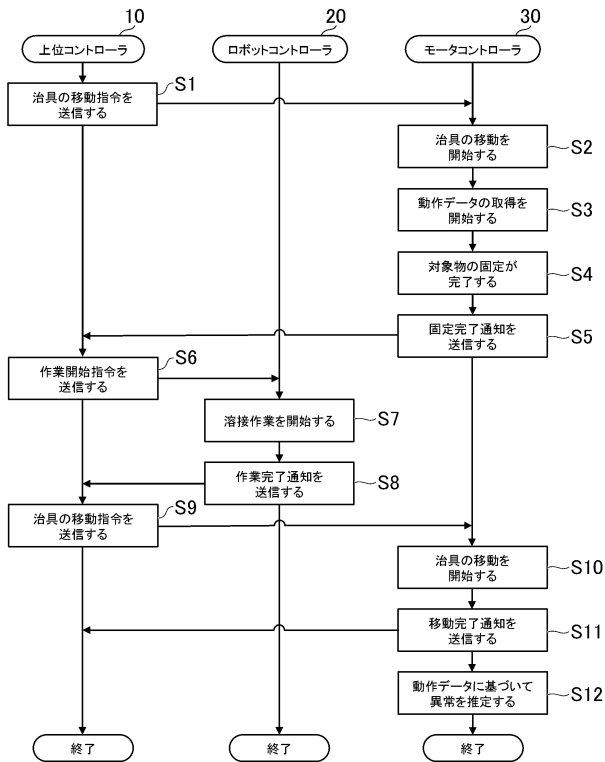
【図4】



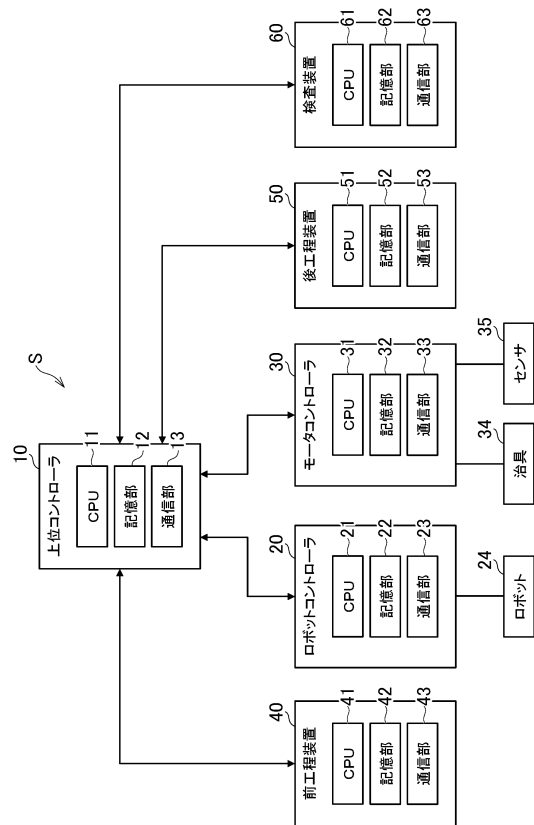
10

20

【図5】



【図6】

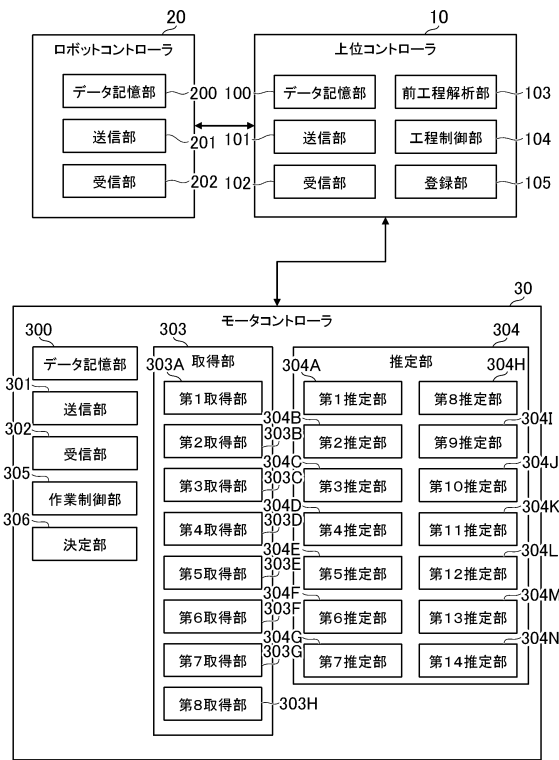


30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2020-157317(JP,A)  
特開平06-021700(JP,A)  
特開平08-112728(JP,A)  
特開2020-027425(JP,A)  
特開2003-080527(JP,A)  
特開2011-177746(JP,A)  
特開平06-124997(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- |      |        |
|------|--------|
| G05B | 23/02  |
| B23K | 31/00  |
| G05B | 19/418 |