

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5549129号
(P5549129)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 5 J	13/08	(2006.01)	B 2 5 J 13/08 Z
B 2 5 J	9/10	(2006.01)	B 2 5 J 9/10 A
G 0 5 B	19/19	(2006.01)	G 0 5 B 19/19 H

請求項の数 12 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2009-159557 (P2009-159557)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成21年7月6日(2009.7.6)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-11318 (P2011-11318A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成23年1月20日(2011.1.20)	(74) 代理人	100095728
審査請求日	平成24年6月14日(2012.6.14)		弁理士 上柳 雅誉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(74) 代理人	100127661
			弁理士 宮坂 一彦
		(72) 発明者	飯田 泉
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	牧 初

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置制御方法、ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

角度検出器により検出された角度に基づいて、可動部を所定の位置に移動させる第1工程と、

撮像部により目標位置に対する前記可動部の相対位置の検出を行い、前記可動部を目標位置に移動させる第2工程と、

慣性センサーから出力された情報に基づいて、前記可動部の振動を抑制する第3工程と、を有し、

前記第1工程から前記第2工程に移行し、

前記第1工程を開始した位置から前記目標位置までの間に前記可動部があるときに、前記第3工程が行われることを特徴とする位置制御方法。

10

【請求項2】

請求項1に記載の位置制御方法であって、

前記第3工程では、前記慣性センサーを用いて前記可動部の振動を検出し、前記振動と逆の位相の振動を前記可動部に加えることにより前記可動部の振動を抑制することを特徴とする位置制御方法。

【請求項3】

請求項1または2に記載の位置制御方法であって、

前記第1工程において、前記所定の位置と前記可動部との距離を検出し、前記距離が所定の距離となった場合、前記第1工程から前記第2工程に移行することを特徴とする位置

20

制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の位置制御方法であって、
前記第 1 工程において、前記可動部と前記所定の位置とを撮影して、前記可動部と前記所定の位置との距離を検出することを特徴とする位置制御方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の位置制御方法であって、
前記可動部と前記所定の位置との距離が所定の距離となるのに要する時間を演算し、前記第 1 工程において前記時間が経過した場合に前記第 1 工程から前記第 2 工程に移行することを特徴とする位置制御方法。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の位置制御方法であって、
前記目標位置に対する相対位置情報を取得可能なマークを撮像し、撮像した画像を分析することにより前記目標位置に対する前記可動部の相対位置を検出することを特徴とする位置制御方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の位置制御方法であって、
前記目標位置はワークが配置された場所を通る鉛直線上であり、前記マークは前記ワークに配置されていることを特徴とする位置制御方法。

20

【請求項 8】

請求項 6 に記載の位置制御方法であって、
前記マークは、光を照射して所定の形状となるように形成されることを特徴とする位置制御方法。

【請求項 9】

可動部と、
角度検出器と、
目標位置に対する前記可動部の相対位置を検出する撮像部と、
慣性センサーと、
前記角度検出器により検出された前記角度に基づいて、前記可動部を所定の位置に移動させる第 1 制御部と、

30

前記撮像部により検出された前記相対位置に基づいて前記可動部を前記目標位置に移動させる制御を行う第 2 制御部と、

前記慣性センサーから出力された情報に基づいて前記可動部の振動を抑制する第 3 制御部と、を備え、

前記可動部は、前記第 1 制御部による移動を開始した後、前記第 2 制御部による移動を行い、

前記第 1 制御部により移動を開始した位置から前記目標位置までの間に前記可動部があるとき、前記第 3 制御部により前記可動部の振動が抑制されることを特徴とするロボット。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のロボットであって、
前記撮像部は前記可動部に配置されていることを特徴とするロボット。

40

【請求項 11】

請求項 9 に記載のロボットであって、
前記可動部が移動する範囲は前記撮像部が撮像する範囲に含まれることを特徴とするロボット。

【請求項 12】

請求項 9 乃至 11 のいずれか一項に記載のロボットであって、
前記可動部を駆動する駆動部を備え、
前記駆動部はステップモーターを含むことを特徴とするロボット。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、位置制御方法にかかわり、特に、位置精度良く制御する方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

多関節のリンク（以下アームと称す）を有するロボットが組み立て装置等の多くの装置に活用されている。ロボットがアームを移動させて停止するとき、アームが振動する。アームが振動している間はアームの先端に配置されたロボットハンドも振動する。そして、ロボットハンドが振動している間はロボットハンドがワークを把持等の作業を施すことが難しいので、ロボットハンドの振動が停止するのを待つ必要がある。

10

【0003】

ロボットの生産性を向上するために、ロボットハンドが振動する時間を短縮させる方法が特許文献1に開示されている。それによると、アームの回転角度を検出する角度センサーをアームのアクチュエーターに配置する。さらに、アームの振動を検出する角速度センサーをアームのハンド側に配置する。そして、ローパスフィルターを用いて角度センサーの低周波成分を抽出し、ハイパスフィルターを用いて角速度センサーの出力の高周波成分を抽出する。次に、角度センサーの出力と角速度センサーの出力とを合成してアームの動作を検出する。そして、アームの動作に対応してアームを制御することにより、アームの振動を抑えている。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特許第3883544号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

アクチュエーターはモーター等からなり電力を供給することにより駆動される。そして、駆動する時間が長くなると、モーターが発熱する。そして、モーターの熱がアームに伝導することにより、アームの温度が上昇する。そして、アームが温度上昇することによりアームが膨張するので、アームの長さが変動することがある。さらに、ロボットハンドがワークを把持するとき、ワークの重量でアームが撓むことがある。このときにもアクチュエーターに対してロボットハンドの位置が変動する。このように、アームが変形する場合にもアームを位置精度良く制御する方法が望まれていた。

30

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

40

[適用例1]

本適用例にかかる位置制御方法は、可動部の位置を制御する位置制御方法であって、前記可動部の移動を行い、前記可動部を所定の位置に接近させる制御を行う第1移動工程と、前記可動部の移動と撮像部による前記所定の位置に対する前記可動部の相対位置の検出とを行い、前記可動部を前記所定の位置に移動させる制御を行う第2移動工程と、を有することを特徴とする。

【0008】

この位置制御方法によれば、第1移動工程と第2移動工程とで可動部を移動させる制御を行っている。第1移動工程では可動部の移動量を検出して、可動部の移動量を制御する。そして、第2移動工程では撮像部が可動部の位置を検出して、可動部の位置を制御して

50

いる。従って、第1移動工程では第2移動工程より早く可動部を移動させる制御を行うことができる。そして、第2移動工程では可動部の位置と所定の位置とを検出して可動部を制御する。従って、可動部を精度良く確実に所定の位置に移動することができる。

【0009】

[適用例2]

上記適用例にかかる位置制御方法において、慣性センサーを用いて検出した前記可動部の動きを基に前記可動部の振動を抑制する振動抑制工程を有し、前記振動抑制工程が行われる振動抑制期間は、前記第1移動工程又は前記第2移動工程が行われる移動期間の少なくとも一部と重なることを特徴とする。

【0010】

この位置制御方法によれば、振動抑制工程において可動部の振動が検出される。そして、可動部の振動が抑制される。第1移動工程または第2移動工程と一部重ねて振動抑制工程が行われるとき、可動部は振動を抑えながら移動することができる。第1移動工程にて可動部の振幅を小さくするとき、第2移動工程に移行するときの可動部の振幅を小さくできる。従って、第2移動工程においても可動部の振幅を小さくすることができる。第2移動工程と重ねて振動抑制工程を行うときにも、可動部の振幅を小さくすることができる。可動部の振幅が小さい為、撮像部はブレの少ない画像を撮影することができる。従って、撮像部は品質の良い画像を用いることにより可動部の場所を精度良く検出することができる。

【0011】

[適用例3]

上記適用例にかかる位置制御方法において、前記振動抑制工程では、前記慣性センサーを用いて前記可動部の振動を検出し、前記振動と逆の位相の振動を前記可動部に加えることにより前記可動部の振動を抑制することを特徴とする。

【0012】

この位置制御方法によれば、検出した振動と逆の位相の振動を可動部に加えている。従って、可動部の振動を確実に抑制することができる。

【0013】

[適用例4]

上記適用例にかかる位置制御方法では、前記第1移動工程において、前記所定の位置と前記可動部との距離を検出し、前記距離が所定の距離となった場合、前記第1移動工程から前記第2移動工程に移行することを特徴とする。

【0014】

この位置制御方法によれば、所定の位置と可動部との距離を検出している。所定の位置が移動する場合がある。この場合にも、所定の位置と可動部との距離が所定の距離となるときに第1移動工程から第2移動工程に移行することができる。

【0015】

[適用例5]

上記適用例にかかる位置制御方法では、前記第1移動工程において、前記可動部と前記所定の位置とを撮影して、前記可動部と前記所定の位置との距離を検出することを特徴とする。

【0016】

この位置制御方法によれば、撮影する画像を解析することにより、可動部と所定の位置との距離を検出することができる。従って、所定の位置が視覚的に認識できるようにするだけで検出することができる。その結果、簡便に可動部と所定の位置との距離を検出することができる。

【0017】

[適用例6]

上記適用例にかかる位置制御方法において、前記可動部と前記所定の位置との距離が所定の距離となるのに要する時間を演算し、前記第1移動工程において前記時間が経過した

10

20

30

40

50

場合に前記第 1 移動工程から前記第 2 移動工程に移行することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この位置制御方法によれば、第 1 移動工程から第 2 移動工程に移行するまでに必要な時間を演算している。そして、演算した時間が経過したとき、第 1 移動工程から第 2 移動工程に移行している。上記方法を適用しない場合、計測装置を用いて可動部の場所を検出し、可動部が所定の場所に位置するときに第 1 移動工程から第 2 移動工程に移行する方法がある。この方法のときには計測装置を駆動するのでエネルギーを消費する。計測装置を用いる場合に比べて、経過時間にて判断する方法は省資源な位置制御方法である。

【 0 0 1 9 】

[適用例 7]

上記適用例にかかる位置制御方法において、前記所定の位置に対する相対位置情報を取得可能なマークを撮像し、撮像した画像を分析することにより前記所定の位置に対する前記可動部の相対位置を検出することを特徴とする位置制御方法。

【 0 0 2 0 】

この位置制御方法によれば、撮像部がマークを撮影する。撮像部が可動部に配置されているときには、撮像部とマークとの相対位置を検出することによりマークと可動部との相対位置を認識することができる。撮像部が可動部に配置されないときでも、撮像部がマークと可動部とを撮影することにより、マークと可動部との相対位置を認識することができる。マークの場所は所定の位置に対する位置が既知である。従って、マークの場所と可動部の場所とを分析することにより、所定の位置に対して可動部が位置する場所を検出することができる。その結果、所定の位置を撮影できないときにも、マークを検出することにより、可動部の場所と所定の位置との相対位置を認識することができる。

【 0 0 2 1 】

[適用例 8]

上記適用例にかかる位置制御方法において、前記所定の位置はワークが配置された場所を通る鉛直線上であり、前記マークは前記ワークに配置されていることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

この位置制御方法によれば、ワークに配置された目印をマークとしている。ワークに配置された目印を撮影して可動部を移動させることにより、可動部をワークの位置する場所に移動させることができる。ワークが目立たないためワークの形状が把握し難い場合にもマークを用いることによりワークの位置を認識し易くすることができる。

【 0 0 2 3 】

[適用例 9]

上記適用例にかかる位置制御方法において、前記マークは、光を照射して所定の形状となるように形成されることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

この位置制御方法によれば、マークは光を照射して形成されている。従って、マークを撮影するとき、撮影した画像におけるマークの像はコントラストが高い像となる。その結果、撮影した画像におけるマークの像を検出し易くすることができる。

【 0 0 2 5 】

[適用例 1 0]

本適用例にかかる位置制御方法は、可動部の位置を制御する位置制御方法であって、前記可動部の移動と前記可動部の移動量の検出とを行い、前記可動部を所定の位置に接近させる第 1 移動工程と、前記可動部の移動と撮像部による前記所定の位置に対する前記可動部の相対位置の検出とを行い、前記可動部を前記所定の位置に移動させる第 2 移動工程と、慣性センサーを用いて検出した前記可動部の動きを基に前記可動部の振動を抑制する振動抑制工程と、を有することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

この位置制御方法によれば、第 1 移動工程で検出する移動量の情報は第 2 移動工程にて検出する場所の情報に比べて情報量が少ないので、第 1 移動工程では第 2 移動工程より早

10

20

30

40

50

く制御のための演算を行うことができる。従って、第1移動工程では第2移動工程より早く可動部を移動させる制御を行うことができる。そして、第2移動工程では可動部の場所と目標の場所とを検出して可動部を制御する。従って、可動部を確実に所定の位置に移動することができる。振動抑制工程において可動部の動きが検出される。そして、その動きを基に可動部の振動を抑制する制御を行うことにより可動部の不要な振動が抑えられる。可動部の振幅が小さい為、可動部の場所を検出し易くすることができる。その結果、可動部の場所を精度良く検出することができる。

【0027】

[適用例11]

本適用例にかかるロボットは、可動部と、所定の位置に対する前記可動部の相対位置を検出する撮像部と、前記可動部を前記所定の位置に近づけさせる制御を行う第1移動制御部と、前記撮像部が撮像した画像の情報をを用いて前記可動部を前記所定の位置に移動させる制御を行う第2移動制御部と、を有することを特徴とする。

10

【0028】

このロボットによれば、第1移動先制御部は所定の位置に可動部を近づけさせる。撮像部は可動部が位置する場所を検出して第2移動先制御部に出力する。そして、第2移動先制御部は所定の位置まで可動部を移動させる。

【0029】

第1移動先制御部が所定の位置に可動部を接近させるとき、位置精度を要求されないの
で、早く可動部を移動させることができる。そして、撮像部が検出する可動部の位置の情
報を用いて第2移動先制御部は可動部を制御する。従って、可動部を確実に所定の位置に
移動することができる。従って、可動部の位置を精度良く制御することができる。

20

【0030】

[適用例12]

上記適用例にかかるロボットにおいて、前記撮像部は前記可動部に配置されていること
を特徴とする。

【0031】

このロボットによれば、撮像部は目標の場所を撮影する。そして、撮像部が撮影する画
像を分析することにより、撮像部と目標の場所との相対位置を算出することができる。そ
して、撮像部は可動部に配置されている為、可動部と目標の場所との相対位置を検出する
ことができる。その結果、目標の位置を精度良く検出することができる。

30

【0032】

[適用例13]

上記適用例にかかるロボットにおいて、前記可動部が移動する範囲は前記撮像部が撮像
する範囲に含まれることを特徴とする。

【0033】

このロボットによれば、撮像部は可動部を確実に撮影することができる。そして、撮像
部が撮影する画像を分析することにより、画像に撮影された可動部と撮像部との相対位置
を算出することができる。従って、可動部と撮像部との相対位置を検出することができる
。

40

【0034】

[適用例14]

上記適用例にかかるロボットにおいて、前記可動部を駆動する駆動部を備え、前記駆動
部はステップモーターを含むことを特徴とする。

【0035】

ステップモーターの駆動信号はパルス波形であり、パルス波形の波数に対応してステッ
プモーターの駆動軸が回転する。従って、ステップモーターの駆動信号を制御すること
により可動部の移動量を制御することができる。ステップモーターには、ロータリーエン
コーダは不要であるが、現在の回転角度を見失う脱調現象が起こる場合がある。この位置
制御装置によれば、脱調現象から回復後に撮像部が可動部の位置を検出することにより、

50

ステップモーターを用いて可動部を所定の位置に移動させることができる。そして、ステップモーターにはロータリーエンコーダーが不要であることから簡便な構成にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】(a)は、第1の実施形態にかかわるロボットの構成を示す概略斜視図、(b)は、ロボットの構成を示す模式断面図。

【図2】ロボットの電気制御ブロック図。

【図3】信号の流れを示す電気制御ブロック図。

【図4】手部の移動作業を示すフローチャート。

10

【図5】手部の移動作業におけるロボット制御方法を説明するための模式図。

【図6】手部の移動作業におけるロボット制御方法を説明するための模式図。

【図7】第2の実施形態にかかわる手部を目標の場所に移動する推移を示すタイムチャート。

【図8】第3の実施形態にかかわるロボットの構成を示す概略斜視図。

【図9】第4の実施形態にかかわるロボット制御方法を説明するための模式図。

【図10】第5の実施形態にかかわるロボットの構成を示す模式断面図。

【図11】第6の実施形態にかかわるクレーンの構成を示す概略斜視図。

【図12】第7の実施形態にかかわるICテストハンドラーの構成を示す概略斜視図。

【図13】比較例にかかわり手部が目標の場所に移動する推移を示すタイムチャート。

20

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、実施形態について図面に従って説明する。尚、各図面における各部材は、各図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各部材毎に縮尺を異ならせて図示している。

(第1の実施形態)

本実施形態におけるロボットハンドの位置制御方法が特徴的なロボットについて図1～図6に従って説明する。

【0038】

図1(a)は、ロボットの構成を示す概略斜視図であり、図1(b)は、ロボットの構成を示す模式断面図である。図1に示すように、ロボット1は平板状に形成された基台2を備えている。基台2の水平面上の1方向をX方向とする。そして、重力方向と逆の方向をZ方向とし、X方向及びZ方向と直交する方向をY方向とする。

30

【0039】

基台2上には支持台3が配置されている。支持台3の内部には空洞が形成され、この空洞は支持板4により上下に分割されている。支持板4の下側には駆動部としての第1モーター5が配置され、第1モーター5の下側には移動量検出部としての第1角度検出器6が配置されている。第1角度検出器6は第1モーター5の回転角度を検出する装置である。

【0040】

支持板4の上側には第1減速機7が配置され、第1減速機7の入力軸には第1モーター5の回転軸5aが接続されている。第1減速機7の上側には出力軸7aが配置されている。そして、第1モーター5の回転軸5aの回転速度を減速した回転速度にて出力軸7aが回転する。第1減速機7には各種の減速機を採用することができる。本実施形態では、例えば、ハーモニックドライブ(登録商標)を採用している。支持台3の上面には孔部3aが形成され、孔部3aから出力軸7aが突出して配置されている。

40

【0041】

出力軸7aと接続して略直方体状の第1腕部8が配置され、第1腕部8は出力軸7aを中心に回転させられる。第1モーター5が回転することにより、第1腕部8が回転させられる。そして、第1腕部8が回転する角度を第1角度検出器6が検出する。

【0042】

第1腕部8の図1(b)中左側には第1腕部8の先端に振動検出部及び慣性センサーと

50

しての第1角速度センサー9が配置されている。第1腕部8が回転するとき第1腕部8の角速度を第1角速度センサー9が検出する。

【0043】

第1腕部8上において第1モーター5と反対側の端には第2減速機10、駆動部としての第2モーター11、移動量検出部としての第2角度検出器12がこの順に重ねて配置されている。そして、第2減速機10の出力軸10aが図中下方向に配置されている。第1腕部8には第2減速機10と対向する場所に孔部8aが形成され、孔部8aから出力軸10aが突出して配置されている。

【0044】

第2モーター11の回転軸には第2角度検出器12が接続され、第2角度検出器12は第2モーター11の回転軸の回転角度を検出する。さらに、第2モーター11の回転軸は第2減速機10の入力軸と接続されている。そして、第2モーター11の回転軸の回転速度を減速した回転速度にて第2減速機10の出力軸10aが回転させられる。

10

【0045】

第1モーター5及び第2モーター11は電気信号によって回転方向を制御可能であればよく、直流モーター、パルスモーター、交流モーター等の各種のモーターを用いることができる。本実施形態では、例えば、直流モーターを採用している。第1角度検出器6は第1モーター5の駆動軸の回転角度を検出可能であれば良く、第2角度検出器12は第2モーター11の駆動軸の回転角度を検出可能であれば良い。第1角度検出器6及び第2角度検出器12には磁気式や光学式等の各種のロータリーエンコーダーを用いることができる。本実施形態では、例えば、光学式のロータリーエンコーダーを採用している。

20

【0046】

出力軸10aと接続して略直方体状の第2腕部13が配置され、第2腕部13は出力軸10aを中心に回転させられる。第2腕部13上において第2モーター11と反対側の端には昇降装置14が配置されている。昇降装置14は直動機構を備え、直動機構を駆動することにより伸縮することができる。

【0047】

昇降装置14の下側には可動部としての回転装置15が配置されている。回転装置15は回転角度を制御可能であれば良く、各種モーターと回転角度センサーとを組み合わせ構成することができる。他にも、回転角度を所定の角度にて回転できるステップモーターを用いることができる。本実施形態では、例えば、ステップモーターを採用している。

30

【0048】

昇降装置14の下側には可動部としての手部16が配置されている。そして、手部16は回転装置15の回転軸と接続されている。従って、ロボット1は回転装置15を駆動することにより手部16を回転させることができる。さらに、ロボット1は昇降装置14を駆動することにより手部16を昇降させることができる。

【0049】

手部16は略直方体状の2つの可動部としての指部16aと直動機構とを有し、直動機構が2つの指部16aの間隔を変更することができる。そして、手部16は指部16aの間にワークを挟んで保持することが可能になっている。昇降装置14及び手部16の直動機構には、エアシリンダー、リニアモーター、ボールネジと回転モーターとを組合せた装置等の各種の機構を用いることができる。本実施形態では、例えば、昇降装置14及び手部16の直動機構にボールネジとステップモーターとを組合せた装置を採用している。

40

【0050】

昇降装置14の図1(b)中左側の側面において回転装置15側には振動検出部及び慣性センサーとしての第2角速度センサー17が配置されている。第1角速度センサー9及び第2角速度センサー17の種類は特に限定されず、回転型ジャイロスコープ、振動型ジャイロスコープ、ガス型ジャイロスコープ、リングレーザージャイロ等のジャイロスコープを用いることができる。本実施形態では、例えば、振動型ジャイロスコープに属する振

50

動子型ジャイロスコープを採用している。

【0051】

昇降装置14を挟んで第2角速度センサー17と対向する場所には第1撮像装置18が配置されている。第1撮像装置18は図中下方に向けて撮像レンズ18aが配置されているので、第1撮像装置18は図中下方を撮影可能である。従って、手部16及び手部16の図中下方を撮影することができる。そして、第1撮像装置18はオートフォーカス機能を有し、撮影する物に焦点を合わせて撮影することができる。さらに、撮像レンズ18aは倍率切り替え機構を備え、レンズの構成を切り替えることが可能になっている。

【0052】

基台2上において第2腕部13と対向する場所には直方体の載置台21が配置されている。載置台21上にはワーク22が載置され、手部16はワーク22を把持することができる。

10

【0053】

載置台21は内部に空洞21aを有し、空洞21aを囲んで枠部23が配置されている。載置台21内の空洞21aにおいて基台2側には、冷陰極管24と反射板25が配置されている。反射板25の一面には凹面鏡が形成され、冷陰極管24が照射する光を図中上側に向けて反射する。載置台21内の空洞21aにおいて図中上側には光拡散板26、透明基板27、マスク基板28が重ねて配置されている。

【0054】

光拡散板26は冷陰極管24及び反射板25から照射される光の分布を一様にする光学素子である。例えば、光拡散板26は半透明の樹脂板に白色の塗料にて所定のパターンを配置することにより形成される。光拡散板26は、照射される光量の多い場所に配置される白色塗料の面積比率が光量の少ない場所より大きく配置されている。従って、照射される光量の多い場所では光が拡散されるので、光の分布が一様となっている。

20

【0055】

透明基板27はワーク22の重量を支えるための構造物である。透明基板27は光透過性であればよく、例えば、ガラス板や、樹脂製の板を用いることができる。マスク基板28は遮光性の基板であり、所定のパターン形状に形成されたマーク29の場所のみ光が通過するように形成されている。例えば、金属板に所定のパターン形状の孔を形成した板をマスク基板28に用いることができる。他にも光透過性の樹脂製の基板に遮光性の塗料を塗布することにより、所定のパターンを形成した板をマスク基板28に用いることができる。

30

【0056】

冷陰極管24が照射する光は光拡散板26、透明基板27、マスク基板28を通過して図中上方に進行する。そして、第1撮像装置18がマーク29と対向する場所に位置するとき、マーク29の形状の光が第1撮像装置18を照射する。従って、第1撮像装置18がマーク29を撮影するとき、マーク29はコントラストの高い画像に撮影される。

【0057】

基台2上において支持台3のX方向には支持部30が配置され、支持部30と接続して第2撮像装置31が配置されている。第2撮像装置31は載置台21と対向する場所に配置され、第2撮像装置31の載置台21側には撮像レンズ31aが配置されている。そして、第2撮像装置31は載置台21上のマーク29、ワーク22、手部16を撮影することができる。手部16が移動可能な範囲は第2撮像装置31が撮影する範囲に含まれている。従って、第2撮像装置31がロボット1を撮影するとき手部16が位置する場所を検出することができる。

40

【0058】

支持台3の図1(b)中右側には位置制御装置としての制御装置32が配置されている。制御装置32は第1モーター5、第2モーター11、昇降装置14、手部16等を制御することにより、ロボット1の動作を制御する装置である。

【0059】

50

図2は、ロボットの電気制御ブロック図である。図2において、ロボット1の制御部としての制御装置32はプロセッサとして各種の演算処理を行うCPU(中央処理装置)35と各種情報を記憶する記憶部としてのメモリ36とを有する。

【0060】

ロボット駆動装置37、第1角度検出器6、第2角度検出器12、第1角速度センサー9、第2角速度センサー17は、入出力インターフェイス38及びデータバス39を介してCPU35に接続されている。さらに、第1撮像装置18、第2撮像装置31、入力装置40、表示装置41も入出力インターフェイス38及びデータバス39を介してCPU35に接続されている。

【0061】

ロボット駆動装置37はロボット1と接続され、ロボット1を駆動する装置である。ロボット駆動装置37は、第1モーター5及び第2モーター11等のアクチュエーターを駆動する。そして、CPU35がワーク22の移動を指示するとき、ワーク22の把持及び移動を行う。

【0062】

第1角度検出器6は第1モーター5が回転する角度を検出し、第1モーター5の角度情報をCPU35に送信する。同様に、第2角度検出器12は第2モーター11が回転する角度を検出し、第2モーター11の角度情報をCPU35に送信する。第1角速度センサー9は第1腕部8が回転する角速度を検出し、第1腕部8の角速度情報をCPU35に送信する。同様に、第2角速度センサー17は昇降装置14が回転する角速度を検出し、昇降装置14の角速度情報をCPU35に送信する。

【0063】

第1撮像装置18及び第2撮像装置31の各撮像装置はCPU35の指示する信号に従って撮影した後、撮影した画像のデータをメモリ36に出力する。入力装置40はワーク22の形状に関する情報やロボット1の動作条件等の諸情報を入力する装置である。例えば、ワーク22の形状を示す座標を図示しない外部装置から受信し、入力する装置である。表示装置41はワーク22やロボット1に関するデータや作業状況を表示する装置である。表示装置41に表示される情報を基に入力装置40を用いて操作者が入力操作を行う。

【0064】

メモリ36は、RAM、ROM等といった半導体メモリや、ハードディスク、DVD-ROMといった外部記憶装置を含む概念である。機能的には、ロボット1における動作の制御手順が記述されたプログラムソフト42を記憶する記憶領域がメモリ36に設定される。さらに、ワーク22の形状や寸法等の情報であるワーク属性データ43を記憶するための記憶領域もメモリ36に設定される。さらに、ロボット1を構成する要素の情報や、ワーク22を移動するときに各可動部を駆動する条件等の情報であるロボット関連データ44を記憶するための記憶領域もメモリ36に設定される。さらに、第1撮像装置18及び第2撮像装置31が撮影した画像のデータや画像処理後の画像のデータである画像データ45を記憶するための記憶領域もメモリ36に設定される。さらに、角度センサーや撮像装置を切り換える条件のデータであるセンサー切替データ46を記憶するための記憶領域もメモリ36に設定される。さらに、CPU35のためのワークエリアやテンポラリーファイル等として機能する記憶領域やその他各種の記憶領域がメモリ36に設定される。

【0065】

CPU35はメモリ36内に記憶されたプログラムソフト42に従って、ワーク22の位置を検出した後、ワーク22を所定の場所へ移動するための制御を行うものである。具体的な機能実現部として、ロボット1を駆動してワーク22を移動させるための制御を行うロボット制御部49を有する。ロボット制御部49は第1移動先制御部49aと第2移動先制御部49bとを有している。第1移動先制御部49aは、第1角度検出器6と第2角度検出器12とが出力する信号を用いて手部16を所定の場所に移動させる制御を行

10

20

30

40

50

う。第2移動先制御部49bは、第1撮像装置18と第2撮像装置31が出力する信号を用いて手部16を所定の場所に移動させる制御を行う。他にも、第1撮像装置18及び第2撮像装置31に撮影する指示を出力して撮影動作を制御する撮影制御部50を有する。他にも、撮像装置が撮影した画像からノイズを除去し、ワーク22やマーク29と対応する画像を抽出する画像演算部51を有する。

【0066】

他にも、ロボット1の第1腕部8及び第2腕部13の移動や停止の動作をさせたとき、手部16の振動が振動し難くするようにロボット1の動作を制御する振動抑制制御部52を有する。他にも、撮影した画像を用いてワーク22の位置を検出するワーク位置演算部53を有する。

10

【0067】

図3は、信号の流れを示す電気制御ブロック図である。図3において、第1腕部8の動作を検出する第1角速度センサー9及び第1角度検出器6から信号が制御装置32に出力される。第1角速度センサー9が出力する角速度信号は第1積分演算部54に入力される。第1積分演算部54は、入力した角速度信号を時間に対して積分することにより、角度信号を算出する。次に、第1積分演算部54は算出した角度信号を第1高周波フィルター演算部55に出力する。第1高周波フィルター演算部55は角度信号を入力して、角度信号の高周波成分を抽出する演算を行う。換言すれば、角度信号の低周波成分を減衰させる演算を行う。そして、第1高周波フィルター演算部55は高周波成分を抽出した第1高周波信号55aを第1加算部56に出力する。

20

【0068】

第1角度検出器6が出力する角度信号は第1低周波フィルター演算部57に入力される。第1低周波フィルター演算部57は角度信号を入力して、角度信号の低周波成分を抽出する演算を行う。換言すれば、角度信号の高周波成分を減衰させる演算を行う。そして、第1低周波フィルター演算部57は低周波成分を抽出した第1低周波信号57aを第1加算部56に出力する。第1加算部56は第1高周波信号55aと第1低周波信号57aとを合成することにより、第1角度信号56a形成する。第1角度信号56aは、第1角度検出器6が出力する信号の低周波成分と第1角速度センサー9が出力する信号の高周波成分とにより形成された信号となっている。つまり、第1角度信号56aは第1腕部8の角度に対応する信号となっている。そして、第1加算部56は第1角度信号56aを振動抑制制御部52に出力する。

30

【0069】

第2腕部13の動作を検出する第2角速度センサー17、第2角度検出器12及び第1撮像装置18から信号が制御装置32に出力される。第2角速度センサー17が出力する角速度信号は第2積分演算部58に入力される。第2積分演算部58は、入力した角速度信号を時間に対して積分することにより、角度信号を算出する。次に、第2積分演算部58は算出した角度信号を第2高周波フィルター演算部59に出力する。第2高周波フィルター演算部59は角度信号を入力して、角度信号の高周波成分を抽出する演算を行う。換言すれば、角度信号の低周波成分を減衰させる演算を行う。そして、第2高周波フィルター演算部59は角度信号から高周波成分を抽出した第2高周波信号59aを第2加算部60に出力する。

40

【0070】

第2角度検出器12が出力する角度信号は第2低周波フィルター演算部61に入力される。第2低周波フィルター演算部61は角度信号を入力して、角度信号の低周波成分を抽出する演算を行う。換言すれば、角度信号の高周波成分を減衰させる演算を行う。そして、第2低周波フィルター演算部61は低周波成分を抽出した低周波角度信号61aを切替部62に出力する。

【0071】

第1撮像装置18が出力する画像情報は画像演算部51に入力される。画像演算部51は画像情報を用いて第1撮像装置18の位置情報を算出する。具体的には目標とするマー

50

ク 2 9 等の画像を抽出し、画像におけるマーク 2 9 等の位置を検出する。そして、画像の位置情報から第 1 撮像装置 1 8 に対するマーク 2 9 等の位置情報を算出する。画像演算部 5 1 は算出した位置情報を第 3 低周波フィルター演算部 6 3 に出力する。第 3 低周波フィルター演算部 6 3 は位置情報を入力して、位置情報が変化する推移の低周波成分を抽出する演算を行う。換言すれば、位置情報が変化する推移の高周波成分を減衰させる演算を行う。そして、第 3 低周波フィルター演算部 6 3 は位置情報の変化から低周波成分を抽出した低周波位置情報 6 3 a を切替部 6 2 に出力する。

【 0 0 7 2 】

切替部 6 2 は第 2 加算部 6 0 と接続されている。そして、CPU 3 5 が出力する指示信号により、切替部 6 2 は低周波角度信号 6 1 a と低周波位置情報 6 3 a とのうち一方の信号を第 2 加算部 6 0 に出力する。切替部 6 2 が第 2 加算部 6 0 に出力する信号を第 2 低周波信号 6 2 a とする。

10

【 0 0 7 3 】

第 2 加算部 6 0 は第 2 高周波信号 5 9 a と第 2 低周波信号 6 2 a とを合成することにより、第 2 角度信号 6 0 a を形成する。第 2 角度信号 6 0 a は、第 2 角度検出器 1 2 の角度信号または第 1 撮像装置 1 8 が出力する位置信号の低周波成分と第 2 角速度センサー 1 7 が出力する信号の高周波成分とにより形成された信号となっている。つまり、第 2 角度信号 6 0 a は第 2 腕部 1 3 の角度または姿勢に対応する信号となっている。そして、第 2 加算部 6 0 は第 2 角度信号 6 0 a を振動抑制制御部 5 2 に出力する。

【 0 0 7 4 】

20

振動抑制制御部 5 2 は第 1 角度信号 5 6 a を入力して、第 1 腕部 8 の振動を抑制させる制御信号を演算する。具体的には、第 1 角度信号 5 6 a を基に、第 1 腕部 8 の振動発生を極力抑えつつ、且つ第 1 腕部 8 の全体動作は所望の動きになるべく近づくような駆動を第 1 モーター 5 に行わせる。例えば、第 1 腕部 8 が振動している位相と逆の位相の振動が加わるように第 1 モーター 5 を駆動させる。そして、第 1 腕部 8 の振動と新たに加えた振動とが打ち消しあうように制御する。

【 0 0 7 5 】

さらに、振動抑制制御部 5 2 は第 1 角度信号 5 6 a と第 2 角度信号 6 0 a とを入力して、第 2 腕部 1 3 の振動を抑制させる制御信号を演算する。具体的には、第 2 腕部 1 3 の振動発生を極力抑えつつ、且つ第 2 腕部 1 3 の全体動作が所望の動きになるべく近づくような駆動を第 1 モーター 5 と第 2 モーター 1 1 とに行わせる。例えば、第 2 腕部 1 3 が振動している位相と逆の位相の振動が加わるように第 1 モーター 5 と第 2 モーター 1 1 とを駆動させる。そして、第 2 腕部 1 3 の振動と新たに加えた振動とが打ち消しあうように制御する。

30

【 0 0 7 6 】

振動抑制制御部 5 2 は、演算した制御信号、第 1 角度信号 5 6 a 及び第 2 角度信号 6 0 a をロボット制御部 4 9 に出力する。第 2 角度検出器 1 2 の出力を基にした低周波角度信号 6 1 a を切替部 6 2 が第 2 低周波信号 6 2 a として出力するとき、第 1 移動先制御部 4 9 a が制御する演算を行う。そして、第 1 撮像装置 1 8 の出力を基にした低周波位置情報 6 3 a を切替部 6 2 が第 2 低周波信号 6 2 a として出力するとき、第 2 移動先制御部 4 9 b が制御する演算を行う。ロボット制御部 4 9 は手部 1 6 の位置と移動する目標の場所との差を演算する。そして、第 1 モーター 5 及び第 2 モーター 1 1 を駆動する角度と角速度とのパラメータの推移等からなる制御信号を演算する。そして、ロボット制御部 4 9 は制御信号をロボット駆動装置 3 7 に出力する。ロボット駆動装置 3 7 は制御信号を入力して、第 1 モーター 5 と第 2 モーター 1 1 とに駆動信号を出力する。第 1 モーター 5 と第 2 モーター 1 1 とが駆動信号に応じて回転することにより、第 1 腕部 8 と第 2 腕部 1 3 とが作動する。

40

【 0 0 7 7 】

(ロボット制御方法)

次に、上述したロボット 1 において手部 1 6 を所定の位置に移動させる位置制御方法に

50

ついて図4～図6にて説明する。この説明は、制御装置32が手部16を待機場所からワーク22と対向する場所に移動させる作業の例を用いて行う。図4は、手部の移動作業を示すフローチャートである。図5及び図6は、手部の移動作業におけるロボット制御方法を説明するための模式図である。

【0078】

図4に示すフローチャートにおいて、ステップS1は、第1移動工程に相当する。この工程は、第1角度検出器と第2角度検出器とを用いて手部の移動量を検出し、手部を所定の位置としての目標とする場所に接近させる工程である。次にステップS3に移行する。ステップS1と並行してステップS2が行われる。ステップS2は振動抑制工程に相当する。角速度センサーを用いて手部の動きを検出し、振動を抑制する制御を行う工程である。次にステップS3に移行する。ステップS3は、センサー切替判断工程に相当する。この工程は、手部の位置を検出するのに角度センサーと撮像装置とのどちらを用いるかを判断する工程である。手部と目標との距離が判定値より長いとき、角度センサーを用いることにする。そして、ステップS1及びステップS2に移行する。手部と目標との距離が判定値より短いとき、撮像装置を用いることにする。そして、ステップS4及びステップS5に移行する。

10

【0079】

ステップS4は、第2移動工程に相当する。この工程は、第1撮像装置を用いて手部の位置を検出し、手部を目標とする場所に移動させる工程である。ステップS4と並行してステップS5が行われる。ステップS5は振動抑制工程に相当する。角速度センサーを用いて手部の動きを検出し、振動を抑制する制御を行う工程である。ステップS4とステップS5が終了するとき、手部の移動作業を終了する。

20

【0080】

次に、図5及び図6を用いて、図4に示したステップと対応させて、手部の移動作業におけるロボットの位置制御方法を詳細に説明する。図5(a)は、ステップS1の第1移動工程及びステップS2の振動抑制工程に対応する図である。図5(a)に示すように、ステップS1及びステップS2において、手部16はワーク22から離れた待機場所に位置する。手部16を移動させる目標の場所をワーク22の中心とする。手部16の中心線とワーク22の中心線との距離を手部目標間距離66とする。第1移動先制御部49aはロボット1を駆動させて手部16をワーク22に向けて移動させる。次に、第1移動先制御部49aは第1角度検出器6の出力と第2角度検出器12との出力を用いて手部16の移動量を算出する。そして、ワーク22の中心に向けて、手部16を制御しながら移動させる。

30

【0081】

手部16の移動と並行して、振動抑制制御部52は第2角速度センサー17が検出する手部16の振動と対応する信号を入力する。そして、振動抑制制御部52はロボット1を駆動することにより、手部16の振動を抑制する。手部16が移動する間、第2撮像装置31が手部16及びワーク22を撮影する。そして、画像演算部51は撮影された画像から手部目標間距離66を算出する。

【0082】

図5(b)は、ステップS3のセンサー切替判断工程に対応する図である。図5(b)に示すように、手部16がワーク22に接近する。そして、第2撮像装置31が手部目標間距離66を検出する。CPU35は手部目標間距離66と判定値とを比較し、手部目標間距離66が所定の距離となる時、ステップS4の第2移動工程に移行する判断をする。

40

【0083】

図5(c)及び図6(a)はステップS4の第2移動工程及びステップS5の振動抑制工程に対応する図である。図5(c)に示すように、ステップS4において、第2移動先制御部49bは手部16の中心をワーク22の中心に移動する。ワーク22の第1撮像装置18側の面には位置検出マーク22aが配置されている。そして、第1撮像装置18は

50

手部 16、指部 16 a 及びワーク 22 の位置検出マーク 22 a を撮影する。

【0084】

図 6 (a) は第 1 撮像装置 18 が撮影した画像を示す。画像 67 には手部 16、指部 16 a、ワーク 22、位置検出マーク 22 a にそれぞれ対応する手部像 68、指部像 69、ワーク像 70、位置検出マーク像 71 が撮影されている。画像演算部 51 は X 方向における手部像 68 の端と位置検出マーク像 71 の中心との距離 72 を算出する。さらに、画像演算部 51 は Y 方向における 2 つの指部像 69 の中間点と 2 つの位置検出マーク像 71 の中間点との距離 73 を算出する。そして、ワーク位置演算部 53 は距離 72 及び距離 73 の情報を用いて手部 16 とワーク 22 との相対位置を算出する。第 2 移動先制御部 49 b はワーク 22 の中心に指部 16 a の中心を移動させる。このとき、制御装置 32 は、第 1 撮像装置 18 による撮影と手部 16 及びワーク 22 の相対位置演算と手部 16 の移動とを繰り返す。

10

【0085】

図 6 (b) は手部を目標の場所に移動するタイムチャートを示す。縦軸は手部 16 と目標地点であるワーク 22 の中心との距離である手部目標間距離 66 を示している。縦軸の上側は下側より目標地点より離れている場所を示す。横軸は時間の経過を示し、時間は左から右へ推移する。手部位置推移線 74 は手部 16 が待機場所から目標地点まで移動する経過を示している。まず、手部 16 は待機場所に位置する。そして、ステップ S1、S2、S3 を繰り返して行うことにより、制御装置 32 は手部 16 の振動を抑制させながら手部 16 を目標地点に接近させる。このとき、切替部 62 は低周波角度信号 61 a を第 2 低周波信号 62 a として出力する。そして、第 1 移動先制御部 49 a は第 1 角度検出器 6 と第 2 角度検出器 12 との出力を用いて手部 16 の移動を制御する。

20

【0086】

さらに、ロボット制御部 49 は第 2 撮像装置 31 が検出する手部 16 の場所の情報を用いて手部目標間距離 66 を算出する。そして、手部目標間距離 66 が予め設定した判定値より短くなったとき、ロボット制御部 49 では第 2 移動先制御部 49 b がロボット 1 の制御を行う。そして、ステップ S4、S5 に移行する。

【0087】

そして、ステップ S4、S5 を繰り返して行うことにより、制御装置 32 は手部 16 の振動を抑制させながら手部 16 を目標地点に接近させる。このとき、切替部 62 は低周波位置情報 63 a を第 2 低周波信号 62 a として出力する。そして、第 2 移動先制御部 49 b は第 1 角度検出器 6 と第 1 撮像装置 18 との出力を用いて手部 16 の移動を制御する。その結果、手部 16 は目標地点であるワーク 22 の中心に到達し、手部の移動作業を終了する。

30

【0088】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、ステップ S1 の第 1 移動工程では第 1 角度検出器 6 及び第 2 角度検出器 12 の出力から手部 16 の移動量を検出して、手部 16 の移動量を制御している。そして、ステップ S4 の第 2 移動工程では第 1 撮像装置 18 の出力を用いて手部 16 の場所を検出して、手部 16 の場所を制御している。第 1 移動工程で検出する移動量の情報は第 2 移動工程にて検出する場所の情報に比べて情報量が少ないので、第 1 移動工程では第 2 移動工程より早く制御のための演算を行うことができる。従って、第 1 移動工程では第 2 移動工程より早く手部 16 を移動させる制御を行うことができる。さらに、第 1 移動工程では制御のための演算量が少ないため、消費電力を低減することができる。そして、第 2 移動工程では手部 16 の場所と目標の場所とを検出して手部 16 を制御している。従って、手部 16 を精度良く確実に目標とする場所に移動することができる。

40

【0089】

(2) 本実施形態によれば、ステップ S2 及びステップ S5 の振動抑制工程において第 1 腕部 8 及び昇降装置 14 の振動が検出される。そして、第 1 腕部 8 及び昇降装置 14 の振動と逆の位相に可動部を振動させることにより第 1 腕部 8 及び昇降装置 14 の振動が抑

50

えられる。ステップS1の第1移動工程及びステップS4の第2移動工程と並行してステップS2及びステップS5の振動抑制工程が行われるとき、第1腕部8及び昇降装置14は振動を抑えながら移動することができる。第1移動工程にて第1腕部8及び昇降装置14の振幅を小さくするとき、第2移動工程に移行するときの第1腕部8及び昇降装置14の振幅を小さくできる。従って、第2移動工程に移行する段階においても第1腕部8及び昇降装置14の振幅を小さくすることができる。第2移動工程と並行して振動抑制工程を行うときにも、第1腕部8及び昇降装置14の振幅を小さくすることができる。そして、第1腕部8及び昇降装置14の振幅が小さい為、第1撮像装置18を用いて手部16の場所を検出し易くすることができる。その結果、手部16の場所を精度良く検出することができる。

10

【0090】

(3)本実施形態によれば、第1撮像装置18にて手部16及び位置検出マーク22aの場所の検出を行っている。第1撮像装置18は撮像レンズ18aの倍率を選択することにより、手部16及び位置検出マーク22aの場所を検出するときの分解能を上げることができる。従って、精度良く手部16及び位置検出マーク22aの場所の検出を行うことができる。これにより、アームが変形した場合でも、実際の画像情報を基に精度良く手部16を所望の位置へ移動させることができる。

【0091】

(4)本実施形態によれば、第1撮像装置18は手部16と位置検出マーク22aとを撮影している。画像演算部51は撮影する画像67を解析することにより、手部16の中心とワーク22の中心との距離を検出することができる。従って、位置検出マーク22aにより目標とする場所が視覚的に認識できるようにするだけで手部16の中心とワーク22の中心との距離を検出することができる。その結果、簡便に手部16の中心とワーク22の中心との距離を検出することができる。

20

【0092】

(5)本実施形態によれば、第1撮像装置18が位置検出マーク22aを撮影している。第1撮像装置18は昇降装置14に配置されているので、第1撮像装置18と手部16との相対位置は既知となっている。そして、第1撮像装置18が撮影する画像67を用いて、第1撮像装置18と位置検出マーク22aとの相対位置を算出することにより位置検出マーク22aと手部16との相対位置を認識することができる。従って、第1撮像装置18が手部16を撮影できない場合にも位置検出マーク22aと手部16との相対位置を認識することができる。

30

【0093】

(6)本実施形態によれば、第1撮像装置18が手部16と位置検出マーク22aとを1つの画像67内に撮影している。従って、撮影した画像を解析することにより、手部16と位置検出マーク22aとの相対位置を検出することができる。

【0094】

(7)本実施形態によれば、ワーク22に配置された位置検出マーク22aを用いて目標の場所を検出している。ワーク22に配置された位置検出マーク22aを撮影して手部16を移動させることにより、手部16をワーク22の位置する場所に移動させることができる。ワーク22の外観、色調が載置台21に対してコントラストが低いときにも、コントラストの高い位置検出マーク22aを配置することにより、位置検出マーク22aを検出し易くすることができる。

40

【0095】

(8)本実施形態によれば、第1移動先制御部49aは第2角度検出器12の出力を参照して第2腕部13を駆動する。そして、第2移動先制御部49bは、第1撮像装置18の出力を画像演算部51が算出した結果を参照して第2腕部13を駆動する。

【0096】

第2角度検出器12が検出する回転角度の情報は第1撮像装置18が検出する場所の情報に比べて情報量が少ないので、第1移動先制御部49aは第2移動先制御部49bより

50

早く制御のための演算を行うことができる。従って、第1移動先制御部49aは第2移動先制御部49bが制御するより早く第2腕部13を移動させる制御を行うことができる。

【0097】

第2移動先制御部49bは手部16の場所を検出して手部16を制御する。従って、手部16を確実に目標とする場所に移動することができる。第2角速度センサー17は昇降装置14の振動を検出する。そして、振動抑制制御部52が昇降装置14の動きを基に振動を抑制する制御を行うことにより昇降装置14の振動が抑えられる。昇降装置14の振幅が小さい為、画像演算部51が手部16の場所を検出し易くすることができる。従って、手部16の場所を精度良く検出することができる為、手部16の位置を精度良く制御することができる。

10

【0098】

(9)本実施形態によれば、第1撮像装置18は手部16を撮影する。手部16をワーク22に接近させるとき、第1撮像装置18は手部16とワーク22とを撮影することができる。そして、第1撮像装置18が撮影する画像67を分析することにより、画像演算部51は画像に撮影された手部16とワーク22との相対位置を算出することができる。従って、制御装置32は手部16とワーク22との相対位置を検出することができる。

【0099】

(10)本実施形態によれば、第2撮像装置31は手部16を撮影することができる。そして、画像演算部51が撮影する画像を分析することにより、画像に撮影された手部16と第2撮像装置31との相対位置を算出することができる。ロボット1における第2撮像装置31が配置されている場所は既知の情報である。従って、制御装置32は手部16の位置を検出することができる。

20

【0100】

(11)本実施形態によれば、ロボット制御部49が手部16の位置を精度良く制御できる。従って、このロボット1は品質良く動作することができる。

【0101】

(12)本実施形態によれば、振動抑制制御部52が昇降装置14の振動を抑制している。従って、昇降装置14及び手部16の振動が停止するまで待機する時間を短縮できる。

【0102】

(第2の実施形態)

次に、ロボットの一実施形態について図7を用いて説明する。本実施形態が第1の実施形態と異なるところは、ステップS3のセンサー切替判断工程にて経過時間を用いて判断する点にある。尚、第1の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第1の実施形態と同様である。

30

【0103】

図7は、手部を目標の場所に移動する推移を示すタイムチャートである。縦軸は手部16と目標地点であるワーク22の中心との距離である手部目標間距離66を示している。縦軸の上側は下側より目標地点より離れている場所を示す。横軸は時間の経過を示し、時間は左から右へ推移する。手部位置推移線74は手部16が待機場所から目標地点まで移動する経過を示している。まず、手部16は待機場所に位置する。そして、ステップS1, S2, S3を繰り返して行うことにより、制御装置32は手部16の振動を抑制させながら手部16を目標地点に接近させる。このとき、第1移動先制御部49aは第1角度検出器6と第2角度検出器12との出力を用いて手部16の移動を制御する。

40

【0104】

ロボット制御部49はロボット1を駆動する前に、手部16がワーク22に所定の距離まで接近するのにかかる時間を算出する。そして、その時間を判定値とする。次に、制御装置32はステップS1の第1移動工程にてロボット1の駆動を開始してからの経過時間75を計測する。そして、経過時間75が判定値となるとき、制御装置32はロボット1の制御を第1移動先制御部49aから第2移動先制御部49bに切り替える。そして、ス

50

ステップ S 1 の第 1 移動工程からステップ S 4 の第 2 移動工程に移行する。

【 0 1 0 5 】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、経過時間 7 5 が判定値の時間になったとき、ステップ S 1 の第 1 移動工程からステップ S 4 の第 2 移動工程に移行している。計測装置を用いて手部 1 6 の場所を検出し、手部 1 6 が所定の場所に位置するときに第 1 移動工程から第 2 移動工程に移行する方法がある。この方法のときには計測装置を駆動するのでエネルギーを消費する。この計測装置を用いる場合に比べて、本実施形態の方法は省資源にロボット 1 を制御することができる。

【 0 1 0 6 】

(第 3 の実施形態)

次に、ロボットの一実施形態について図 8 を用いて説明する。本実施形態が第 1 の実施形態と異なるところは、第 2 撮像装置 3 1 の代わりに位置検出センサーを用いて手部 1 6 の位置を検出することである。尚、第 1 の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 0 7 】

図 8 は、ロボットの構成を示す概略斜視図である。図 8 に示すように、ロボット 7 6 は基台 2 の周辺に近い場所には Z 方向に長く形成された支持部 7 7 が 3 箇所配置されている。そして、支持部 7 7 の Z 方向側には超音波受信機 7 8 が配置されている。さらに、昇降装置 1 4 の Z 方向側には超音波送信機 8 0 が設置されている。ロボット 7 6 は制御装置 7 9 を備え、制御装置 7 9 は超音波受信機 7 8 及び超音波送信機 8 0 の駆動回路及び制御部を備えている。

【 0 1 0 8 】

制御装置 7 9 は超音波送信機 8 0 から順次超音波を発信させる。そして、制御装置 7 9 は超音波受信機 7 8 に超音波を受信させる。制御装置 7 9 は超音波送信機 8 0 が発信する超音波が各超音波受信機 7 8 に到達する時間を解析することにより、各超音波受信機 7 8 と超音波送信機 8 0 との距離を検出する。そして、三角測量の方法を用いることにより超音波送信機 8 0 が位置する場所を算出する。超音波送信機 8 0 と手部 1 6 との相対位置は予め既知であり、制御装置 7 9 は手部 1 6 の位置を算出することができる。

【 0 1 0 9 】

ワーク 2 2 にも超音波送信機 8 1 が設置されている。超音波送信機 8 1 は所定の時間距離をあけて超音波を発信する。そして、超音波送信機 8 1 が発信する超音波を各超音波受信機 7 8 が受信する。次に、制御装置 7 9 は三角測量の方法を用いることにより超音波送信機 8 1 が位置する場所を算出する。そして、制御装置 7 9 はワーク 2 2 が位置する場所を検出する。

【 0 1 1 0 】

ステップ S 1 の第 1 移動工程において、制御装置 7 9 は手部 1 6 とワーク 2 2 との距離を算出する。そして、手部 1 6 とワーク 2 2 との距離が判定値より小さくなると、ステップ S 1 の第 1 移動工程からステップ S 4 の第 2 移動工程へ移行する。

【 0 1 1 1 】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、超音波送信機 8 0 , 8 1 が発信する超音波を超音波受信機 7 8 が受信することにより、ワーク 2 2 と手部 1 6 との距離を検出している。ワーク 2 2 が移動するときにも、ワーク 2 2 と手部 1 6 との距離が判定値となるときにステップ S 1 の第 1 移動工程からステップ S 4 の第 2 移動工程に移行することができる。

【 0 1 1 2 】

(第 4 の実施形態)

次に、ロボットの一実施形態について図 9 を用いて説明する。本実施形態が第 1 の実施形態と異なるところは、手部 1 6 がワーク 2 2 を把持してマーク 2 9 に移動する点である。尚、第 1 の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他

10

20

30

40

50

の点は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 1 3 】

図 9 は、手部の移動作業におけるロボット制御方法を説明するための模式図である。そして、ステップ S 4 の第 2 移動工程及びステップ S 5 の振動抑制工程に対応する図である。図 9 (a) に示すように、ステップ S 4 において、手部 1 6 はワーク 2 2 を把持して移動する。基台 2 にはマーク 2 9 が形成されており、第 1 撮像装置 1 8 はワーク 2 2 及びマーク 2 9 を撮影する。マーク 2 9 は、載置台 2 1 の内部に配置された冷陰極管 2 4 の光がマスク基板 2 8 にて一部が遮光されることにより形成されている。マスク基板 2 8 に形成されたマーク形状の光 2 9 a が載置台 2 1 から第 1 撮像装置 1 8 に向けて照射される。

【 0 1 1 4 】

図 9 (b) は第 1 撮像装置 1 8 が撮影した画像を示す。画像 8 2 には手部 1 6、指部 1 6 a、ワーク 2 2、マーク 2 9 にそれぞれ対応する手部像 6 8、指部像 6 9、ワーク像 7 0、マーク像 8 3 が撮影されている。画像演算部 5 1 は画像 8 2 におけるマーク像 8 3 の位置を算出する。マーク像 8 3 は 2 つの直線が交差した図形となっている。そして、画像演算部 5 1 は交差する場所である交差部 8 3 a の座標を算出する。そして、第 2 移動先制御部 4 9 b はロボット 1 を駆動して交差部 8 3 a とワーク像 7 0 の図中右下の隅 7 0 a とを重ねて配置する。このとき、第 2 移動先制御部 4 9 b は、第 1 撮像装置 1 8 による撮影、ワーク 2 2 とマーク 2 9 との相対位置演算及び手部 1 6 の移動とを繰り返し行う。

【 0 1 1 5 】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1) 本実施形態によれば、第 1 撮像装置 1 8 がマーク 2 9 を撮影している。第 1 撮像装置 1 8 は昇降装置 1 4 に配置されており、昇降装置 1 4 と手部 1 6 との相対位置は固定している。従って、第 1 撮像装置 1 8 とマーク 2 9 との相対位置を検出することによりマーク 2 9 と手部 1 6 との相対位置を認識することができる。そして、載置台 2 1 においてマーク 2 9 の位置は固定され既知であることから、制御装置 3 2 は載置台 2 1 における手部 1 6 の位置を検出することができる。

【 0 1 1 6 】

(2) 本実施形態によればマーク 2 9 はマーク 2 9 の形状の光 2 9 a を照射して形成されている。従って、マーク 2 9 は輝度を高くすることができる為、撮影した画像 8 2 におけるマーク像 8 3 はコントラストが高い像となる。その結果、撮影した画像 8 2 におけるマーク像 8 3 を検出し易くすることができる。

【 0 1 1 7 】

(第 5 の実施形態)

次に、ロボットの一実施形態について図 1 0 を用いて説明する。本実施形態が第 1 の実施形態と異なるところは、モーターにステップモーターを用いた点である。尚、第 1 の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 1 8 】

図 1 0 は、ロボットの構成を示す模式断面図である。ロボット 8 5 において支持台 3 の内部には駆動部としての第 3 モーター 8 6 が配置されている。第 3 モーター 8 6 はステップモーターであり、第 3 モーター 8 6 は入力されるパルス数に対応した角度の回転をするモーターである。支持板 4 の上側には第 1 減速機 7 が配置され、第 1 減速機 7 の入力軸には第 3 モーター 8 6 が接続されている。第 1 減速機 7 の上側には出力軸 7 a が配置されている。そして、第 3 モーター 8 6 の回転速度を減速した回転速度にて出力軸 7 a が回転する。

【 0 1 1 9 】

第 1 腕部 8 上において第 3 モーター 8 6 と反対側の端には第 2 減速機 1 0、駆動部としての第 4 モーター 8 7 がこの順に重ねて配置されている。第 4 モーター 8 7 はステップモーターであり、第 4 モーター 8 7 は入力されるパルス数に対応した角度の回転をするモーターである。そして、第 4 モーター 8 7 の回転軸は第 2 減速機 1 0 の入力軸と接続されて

10

20

30

40

50

いる。第2減速機10の出力軸10aは図中下方向に配置されている。そして、第4モーター87の回転軸の回転速度を減速した回転速度にて第2減速機10の出力軸10aが回転させられる。出力軸10aには第2腕部13が接続して配置され、出力軸10aの回転と対応して第2腕部13が回転する。

【0120】

ロボット85は位置制御装置としての制御装置88を備えており、制御装置88は第3モーター86及び第4モーター87を駆動する駆動回路を備えている。さらに、第3モーター86及び第4モーター87を駆動するパルス波形のパルス数を制御することにより、第3モーター86及び第4モーター87の回転角度を制御する制御装置を備えている。

【0121】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1)本実施形態によれば、第1腕部8を回転する第3モーター86と第2腕部13を回転する第4モーター87にはステップモーターが用いられている。ステップモーターの駆動信号はパルス波形であり、パルス波形の波数に対応してステップモーターの駆動軸が回転する。従って、ステップモーターの駆動信号を制御することにより可動部の移動量を制御することができる。ステップモーターには、ロータリーエンコーダーは不要であるが、現在の回転角度を見失う脱調現象が起こる場合がある。この位置制御装置によれば、脱調現象から回復後に第1撮像装置18が手部16の位置を検出することにより、ステップモーターを用いて手部16を所定の位置に移動させることができる。そして、ステップモーターにはロータリーエンコーダーが不要であることから簡便な構成にすることができる。

【0122】

(第6の実施形態)

次に、クレーンの一実施形態について図11を用いて説明する。本実施形態におけるクレーンは第1の実施形態におけるロボットの制御方法と同様の制御方法が用いられている。尚、第1の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第1の実施形態と同様である。

【0123】

図11は、クレーンの構成を示す概略斜視図である。図11に示すように、ロボットとしてのクレーン91は矩形の板状の基台92を備えている。基台92の長手方向をY方向とし、水平方向においてY方向と直交する方向をX方向とする。そして、鉛直方向をZ方向とする。基台92のZ方向側の面には格子状のマーク92aが形成されている。マーク92aはX方向に延在する線とY方向に延在する線とにより構成されている。各線の間隔は等間隔に配置され、各線の交点には記号が形成されている。そして、その記号により交点の座標を認知することができるようになっている。

【0124】

基台92の四隅には図中上下方向に延在する支柱93が立設されている。そして、支柱93の図中上側には矩形の枠の形状をした架橋部94が配置されている。架橋部94はX方向に配置された2本の第1梁94aとY方向に配置された2本の第2梁94bから構成されている。そして、各第1梁94aの中央には第1撮像装置95が配置されている。2台の第1撮像装置95は基台92のマーク92aが配置された面における総ての場所を撮影することができる。

【0125】

2本の第2梁94bの図中上側の面にはY方向に延在する縦行レール96が配置されている。そして、2本の縦行レール96上にクレーンガーダ97が配置されている。クレーンガーダ97の内部には駆動部としての走行装置98が配置されている。走行装置98はモーター、ロータリーエンコーダー、減速ギア、車輪等から構成されている。モーターの回転軸が減速ギアに接続され、減速ギアの出力軸が車輪に接続されている。車輪は縦行レール96上に配置され、車輪は縦行レール96上を移動する。モーターを回転させることにより、車輪が縦行レール96上を移動する。そして、クレーンガーダ97が縦行レール

10

20

30

40

50

96上を走行する。モーターにはロータリーエンコーダーが設置されており、モーターの回転角度を検出することにより、走行装置98はクレーンガーダ97の移動量を検出することができる。クレーンガーダ97のX方向の両側には第1加速度センサー99が設置されている。そして、第1加速度センサー99はクレーンガーダ97の振動を検出する。

【0126】

クレーンガーダ97の図中上側には横行レール100がX方向に延在して配置されている。横行レール100の図中上側には台車101（トロリとも称す）が配置されている。台車101の内部にはクレーンガーダ97と同様の走行装置98が設置されており、台車101は横行レール100上をX方向に移動することが可能になっている。そして、台車101の走行装置98はロータリーエンコーダーを備えているので、走行装置98は台車101の移動量を検出することができる。さらに、台車101には第2加速度センサー102が設置されている。そして、第2加速度センサー102は台車101の振動を検出する。

10

【0127】

台車101の図中下側にはワイヤー103を介して可動部としてのフックブロック104が配置されている。台車101の図中上側には駆動部としての巻上機105が配置され、巻上機105がワイヤー103を巻上げたり、送り出したりすることにより、フックブロック104を上下に移動することができる。巻上機105の内部には、モーター、ロータリーエンコーダー、減速ギア、プーリー等を備えている。モーターの回転軸が減速ギアに接続され、減速ギアの出力軸がプーリーに接続されている。そして、巻上機105はモーターを回転させることにより、巻上機105はワイヤー103を巻上げたり、送り出したりする。このとき、巻上機105はロータリーエンコーダーの出力を用いてフックブロック104の移動量を検出することができる。

20

【0128】

フックブロック104にはフック104a、第2撮像装置106及び第3加速度センサー107が配置されている。第2撮像装置106はマーク92a及びフック104aを同時に撮影することにより、フック104aと所定の場所とのXY平面上の距離を検出することができる。第1撮像装置95においてもマーク92a及びフック104aを同時に撮影することにより、フック104aと所定の場所との距離を検出することができる。第3加速度センサー107はフックブロック104の振動を検出する。

30

【0129】

基台92の図中左側には位置制御装置としての制御装置108が配置されている。制御装置108はクレーンガーダ97、台車101、巻上機105を制御する装置である。そして、フック104aを目標とする場所に移動して停止する制御を行う。詳しくは、制御装置108はクレーンガーダ97を駆動することによりフック104aをY方向に移動させる。さらに、制御装置108は台車101を駆動することによりフック104aをX方向に移動させる。さらに、制御装置108は巻上機105を駆動することによりフック104aをZ方向に移動させる。フック104aが移動する範囲は第1撮像装置95が撮影する範囲内となっている。制御装置108は、第1撮像装置95が撮影する画像を解析する画像演算部を備えている。そして、画像演算部は第1撮像装置95が撮影した画像を解析することにより、フック104aが位置する場所を算出することができる。

40

【0130】

制御装置108は第1の実施形態におけるロボット制御方法と同様の方法を用いてフック104aの位置制御を行う。つまり、制御装置108は第1移動工程と第2移動工程とを経てフック104aを移動させる。まず、第1移動工程において、制御装置108はクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104を駆動してフック104aを目標の場所に近づける。このとき、制御装置108はロータリーエンコーダーの出力を用いてクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104の移動量を制御する。さらに、制御装置108は第1加速度センサー99、第2加速度センサー102、第3加速度センサー107の出力を用いてクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104の振

50

動を抑制させる制御を行う。

【0131】

次に、第2移動工程において、制御装置108はクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104を駆動してフック104aを目標の場所に移動する。このとき、制御装置108は第2撮像装置106の出力を用いてフック104aの場所を検出する。そして、制御装置108はクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104を制御することにより、フック104aを目標とする場所へ移動させる。さらに、制御装置108は第1加速度センサー99、第2加速度センサー102、第3加速度センサー107の出力を用いてクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104の振動を抑制させる制御を行う。

10

【0132】

上述したように、本実施形態によれば、以下の効果を有する。

(1)本実施形態によれば、制御装置108は第1移動工程と第2移動工程とを経て可動部を移動させる制御を行っている。第1移動工程ではクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104の移動量を検出して、クレーンガーダ97、台車101、フックブロック104の移動量を制御する。そして、第2移動工程ではフック104aの場所を検出して、フック104aの場所を制御している。第1移動工程で検出する移動量の情報は第2移動工程にて検出する場所の情報に比べて情報量が少ないので、第1移動工程では第2移動工程より早く制御のための演算を行うことができる。従って、第1移動工程では第2移動工程より早くクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104を移動させる制御を行うことができる。そして、第2移動工程ではフック104aの場所と目標の場所とを検出してクレーンガーダ97、台車101、フックブロック104を制御する。従って、フック104aを確実に目標とする場所に移動することができる。

20

【0133】

(2)本実施形態によれば、制御装置108がフック104aの位置を精度良く制御できる。従って、このクレーン91は品質良く動作することができる。

【0134】

(第7の実施形態)

次に、IC(Integrated Circuit)テストハンドラーの一実施形態について図12を用いて説明する。本実施形態におけるICテストハンドラーは第1の実施形態におけるロボットの制御方法と同様の制御方法が用いられている。尚、第1の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第1の実施形態と同様である。

30

【0135】

図12は、ICテストハンドラーの構成を示す概略斜視図である。図12に示すように、ロボットとしてのICテストハンドラー111は主に、トレイ搬送用ロボット112、デバイス供給用ロボット113、デバイス供給用シャトル114、デバイス測定用ロボット115、デバイス分類ロボット116及びこれらの装置を制御する制御装置118等から構成されている。そして、制御装置118以外の装置が外装117内に配置され、外装117の図中左側に制御装置118が配置されている。

40

【0136】

トレイ搬送用ロボット112はトレイ119を移動する装置である。トレイ搬送用ロボット112は、IC120が配置されたトレイ119をデバイス供給用ロボット113に供給する。そして、デバイス供給用ロボット113はトレイ119に配置されたIC120をデバイス供給用シャトル114に供給する装置である。デバイス供給用ロボット113がIC120を移動した後、IC120が空になったトレイ119をトレイ搬送用ロボット112が移動する。次に、トレイ搬送用ロボット112は、IC120が配置されたトレイ119をデバイス供給用ロボット113に供給する。

【0137】

デバイス供給用シャトル114はトレイ119からIC120を取り出して、デバイス

50

測定用ロボット115に供給する装置である。デバイス供給用シャトル114はIC120をデバイス測定用ロボット115と対向する場所に移動させる。そして、デバイス測定用ロボット115がIC120を吸着する。デバイス測定用ロボット115はIC120の電気特性を検査する図示しない検査装置と電氣的に接続されている。IC120には複数の入力端子及び出力端子が形成されている。そして、デバイス測定用ロボット115はIC120の入力端子へ信号を入力し、出力端子から出力される信号を検査装置に送信する。

【0138】

次に、デバイス測定用ロボット115は、検査が終了したIC120をデバイス供給用シャトル114に配置する。デバイス供給用シャトル114は検査が終了したIC120をデバイス分類ロボット116に供給する。デバイス分類ロボット116は、検査装置が出力するIC120の検査結果の信号を用いてIC120を分類する装置である。デバイス分類ロボット116はデバイス供給用シャトル114からIC120をトレイ119に移動する。このとき、デバイス分類ロボット116は検査装置が出力する検査結果の信号にもとづいて、IC120をトレイ119内の所定の場所に分類して配置する。

【0139】

トレイ119内にIC120が配置された後、トレイ搬送用ロボット112はIC120が配置されたトレイ119を移動し、IC120が配置されていないトレイ119をデバイス分類ロボット116に供給する。

【0140】

トレイ搬送用ロボット112は1方向に長く形成された案内レール121を備えている。案内レール121が延在する方向をY方向とする。そして、水平面上にてY方向と直交する方向をX方向とし、鉛直方向をZ方向とする。トレイ搬送用ロボット112は案内レール121に沿って移動する可動部としての移動テーブル122を備えている。移動テーブル122の内部には駆動部としての直動機構が配置されている。案内レール121にはリニアエンコーダーが配置され、移動テーブル122にはリニアエンコーダーに形成された目盛りを検出するエンコーダー検出器が配置されている。制御装置118はこのエンコーダー検出器の出力を用いて移動テーブル122の移動量を検出することができる。移動テーブル122のX方向側の面にはX方向に伸縮する腕部123が配置されている。そして、腕部123の図中下側には把持部124が配置されている。把持部124は一对の指部と指部の間隔を変更する直動機構とを有している。そして、指部がトレイ119を挟むことにより、把持部124はトレイ119を把持することができる。

【0141】

把持部124には振動検出部及び慣性センサーとしての加速度センサー125及び撮像装置126が配置されている。制御装置118は加速度センサー125の出力を入力して把持部124の振動を検出し、把持部124の振動を抑制する制御を行う。

【0142】

制御装置118は目標とするトレイ119と対向する場所に把持部124を移動させる。このとき、制御装置118は第1の実施形態におけるロボット制御方法と同様の方法を用いて把持部124の位置制御を行う。つまり、制御装置118は第1移動工程と第2移動工程とを経て把持部124を移動させる。まず、第1移動工程において、制御装置118は移動テーブル122及び腕部123を駆動して把持部124を目標の場所に近づける。このとき、制御装置118はエンコーダー検出器の出力を用いて移動テーブル122の移動量を制御する。さらに、制御装置118は加速度センサー125の出力を用いて把持部124の振動を抑制させる制御を行う。

【0143】

次に、第2移動工程において、制御装置118は移動テーブル122及び腕部123を駆動して把持部124を目標の場所に移動させる。このとき、制御装置118は撮像装置126の出力を用いて把持部124の場所を検出する。そして、制御装置118は移動テーブル122及び腕部123の移動を制御することにより、把持部124を目標とする場

10

20

30

40

50

所へ移動させる。このとき、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて把持部 124 の振動を抑制させる制御を行う。

【0144】

外装 117 の上側には撮像装置 126 が配置されている。そして、撮像装置 126 は外装 117 内に配置された装置とトレイ 119 を撮影する。制御装置 118 は撮影された画像を用いてトレイ 119 の場所や各装置の位置や状況を検出することができる。

【0145】

デバイス供給用ロボット 113 は X 方向に長く形成された案内レール 127 を備えている。デバイス供給用ロボット 113 は案内レール 127 に沿って移動する可動部としての移動テーブル 128 を備えている。移動テーブル 128 の内部には駆動部としての直動機構が配置されている。案内レール 127 にはリニアエンコーダーが配置され、移動テーブル 128 にはリニアエンコーダーに形成された目盛りを検出するエンコーダー検出器が配置されている。制御装置 118 はこのエンコーダー検出器の出力を用いて移動テーブル 128 の移動量を検出することができる。移動テーブル 128 の図中下方向には Z 方向に伸縮する吸着部 129 が配置されている。吸着部 129 は Z 方向に伸縮する直動機構と IC 120 を吸着する真空チャックを備えている。そして、制御装置 118 はトレイ 119 内の IC 120 に吸着部 129 を押圧したあと真空チャックを作動させることにより、吸着部 129 に IC 120 を吸着させることができる。

【0146】

移動テーブル 128 には加速度センサー 125 及び撮像装置 126 が配置されている。制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を入力して移動テーブル 128 の振動を検出し、把持部 124 の振動を抑制する制御を行う。

【0147】

制御装置 118 は目標とする IC 120 と対向する場所に吸着部 129 を移動させる。このとき、制御装置 118 は第 1 の実施形態におけるロボット制御方法と同様の方法を用いて吸着部 129 の位置制御を行う。つまり、制御装置 118 は第 1 移動工程と第 2 移動工程とを経て吸着部 129 を移動させる。まず、第 1 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 128 を駆動して吸着部 129 を目標の場所に近づける。このとき、制御装置 118 はエンコーダー検出器の出力を用いて移動テーブル 128 の移動量を制御する。さらに、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 128 の振動を抑制させる制御を行う。

【0148】

次に、第 2 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 128 を駆動して吸着部 129 を目標の場所に移動させる。このとき、制御装置 118 は撮像装置 126 の出力を用いて吸着部 129 の場所を検出する。そして、制御装置 118 は移動テーブル 128 の移動を制御することにより、吸着部 129 を目標とする場所へ移動させる。このとき、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 128 の振動を抑制させる制御を行う。

【0149】

デバイス分類ロボット 116 とデバイス供給用ロボット 113 とは同様の構造であり、デバイス分類ロボット 116 の説明を省略する。そして、制御装置 118 はデバイス分類ロボット 116 を駆動するとき、デバイス供給用ロボット 113 を駆動するときと同様の方法を用いて吸着部 129 を移動させる。

【0150】

デバイス供給用シャトル 114 は Y 方向に長く形成された案内レール 132 と案内レール 132 に沿って移動する可動部としての移動テーブル 133 とを備えている。移動テーブル 133 の内部には駆動部としての直動機構が配置されている。案内レール 132 にはリニアエンコーダーが配置され、移動テーブル 133 にはリニアエンコーダーに形成された目盛りを検出するエンコーダー検出器が配置されている。制御装置 118 はこのエンコーダー検出器の出力を用いて移動テーブル 133 の移動量を検出することができる。移動

10

20

30

40

50

テーブル 133 の上面には IC120 を吸着する真空チャックを備えている。そして、制御装置 118 は移動テーブル 133 の上面に IC120 に吸着した後、移動テーブル 133 を移動させることにより、IC120 を確実に移動させることができる。

【0151】

移動テーブル 133 には加速度センサー 125 が配置されている。制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を入力して移動テーブル 133 の振動を検出し、把持部 124 の振動を抑制する制御を行う。

【0152】

案内レール 132 の図中上側で案内レール 132 と対向する場所には撮像装置 126 が 2 台配置されている。そして、撮像装置 126 は移動テーブル 133 を撮影する。案内レール 132 上には移動テーブル 133 が停止する目標とする場所に図示しないマークが形成されている。そして、撮像装置 126 はこのマークと移動テーブル 133 とを同一の画像に撮影することにより、マークと移動テーブル 133 との距離を検出することができる。

10

【0153】

制御装置 118 は IC120 を目標とする場所に移動させる。このとき、制御装置 118 は第 1 の実施形態におけるロボット制御方法と同様の方法を用いて吸着部 129 の位置制御を行う。つまり、制御装置 118 は第 1 移動工程と第 2 移動工程とを経て吸着部 129 を移動させる。まず、第 1 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 133 を移動させて目標の場所に近づける。このとき、制御装置 118 はエンコーダ検出器の出力を用いて移動テーブル 133 の移動量を制御する。さらに、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 133 の振動を抑制させる制御を行う。

20

【0154】

次に、第 2 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 133 を目標の場所に移動させる。このとき、制御装置 118 は撮像装置 126 の出力を用いて移動テーブル 133 の場所を検出する。そして、制御装置 118 は移動テーブル 133 の移動を制御することにより、移動テーブル 133 を目標とする場所へ移動させる。このとき、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 133 の振動を抑制させる制御を行う。

【0155】

デバイス測定用ロボット 115 は Y 方向に長く形成された案内レール 134 と案内レール 134 に沿って移動する可動部としての移動テーブル 135 を備えている。移動テーブル 135 の内部には駆動部としての直動機構が配置されている。案内レール 134 にはリニアエンコーダが配置され、移動テーブル 135 にはリニアエンコーダに形成された目盛りを検出するエンコーダ検出器が配置されている。制御装置 118 はこのエンコーダ検出器の出力を用いて移動テーブル 135 の移動量を検出することができる。移動テーブル 135 の図中下方向には Z 方向に伸縮する吸着部 136 が配置されている。吸着部 136 は Z 方向に伸縮する直動機構と IC120 を吸着する真空チャックを備えている。そして、制御装置 118 は移動テーブル 135 上の IC120 に吸着部 136 を押圧したあと真空チャックを作動させることにより、吸着部 136 に IC120 を吸着させることができる。吸着部 136 は IC120 と電気信号を送受信する電極を備えている。デバイス測定用ロボット 115 はこの電極を通じて IC120 に電気信号を送受信することにより、IC120 の電気特性を検査する。

30

40

【0156】

移動テーブル 135 には加速度センサー 125 及び撮像装置 126 が配置されている。制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を入力して移動テーブル 135 の振動を検出し、移動テーブル 128 の振動を抑制する制御を行う。

【0157】

制御装置 118 は目標とする IC120 と対向する場所に吸着部 136 を移動させる。このとき、制御装置 118 は第 1 の実施形態におけるロボット制御方法と同様の方法を用

50

いて吸着部 136 の位置制御を行う。つまり、制御装置 118 は、第 1 移動工程と第 2 移動工程とを経て吸着部 136 を移動させる。まず、第 1 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 135 を駆動して吸着部 136 を目標の場所に近づける。このとき、制御装置 118 はエンコーダ検出器の出力を用いて移動テーブル 135 の移動量を制御する。さらに、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 135 の振動を抑制させる制御を行う。

【0158】

次に、第 2 移動工程において、制御装置 118 は移動テーブル 135 を駆動して吸着部 136 を目標の場所に移動させる。このとき、制御装置 118 は撮像装置 126 の出力を用いて吸着部 136 の場所を検出する。そして、制御装置 118 は移動テーブル 135 に配置された撮像装置 126 の出力を用いて移動テーブル 135 の移動を制御することにより、吸着部 136 を目標とする場所へ移動させる。このとき、制御装置 118 は加速度センサー 125 の出力を用いて移動テーブル 135 の振動を抑制させる制御を行う。

10

【0159】

(1) 本実施形態によれば、制御装置 118 が把持部 124、移動テーブル 128, 133, 135 の位置を精度良く制御できる。従って、IC テストハンドラー 111 は品質良く動作することができる。

【0160】

(2) 本実施形態によれば、制御装置 118 が把持部 124、移動テーブル 128, 133, 135 の振動を抑制している。従って、制御装置 118 は把持部 124、移動テーブル 128, 133, 135 を移動させた後、制御装置 118 は次に行う動作に早く移行することができる。その結果、IC テストハンドラー 111 は生産性良く動作することができる。

20

【0161】

(比較例)

次に、制御方法に対応する可動部の挙動を比較した比較例について図 13 を用いて説明する。本比較例では第 1 の実施形態におけるロボット制御方法の形態を用いて説明する。尚、第 1 の実施形態と同じ点については説明を省略し、異なる点のみ記載する。その他の点は第 1 の実施形態と同様である。

【0162】

図 13 (a) は、制御装置 32 が第 1 角度検出器 6 及び第 2 角度検出器 12 を用いて手部 16 を目標地点に移動させるときに、手部が目標の場所に移動する推移を示すタイムチャートである。図 13 において、縦軸は手部 16 と目標地点との距離を示している。縦軸の上側は下側より目標地点より離れている場所を示す。横軸は時間の経過を示し、時間は左から右へ推移する。

30

【0163】

図 13 (a) において手部位置推移線 139 は手部 16 が目標地点に接近する様子を示している。手部 16 が移動して停止するまでの時間を 3 つの区間に分割する。まず、第 1 区間 139 a は手部 16 が目標地点に接近する区間である。制御装置 32 は第 1 角度検出器 6 及び第 2 角度検出器 12 の出力を用いて目標地点に手部 16 を移動させる区間である。第 1 区間 139 a では手部位置推移線 139 は円弧状の曲線となっている。

40

【0164】

第 2 区間 139 b において、制御装置 32 は手部 16 の移動を停止する。そのとき、第 1 腕部 8、第 2 腕部 13、昇降装置 14 等の可動部が振動するので、手部位置推移線 139 は振動した曲線となっている。第 3 区間 139 c では手部 16 の振動が収束している。従って、手部位置推移線 139 は直線となる。このとき、第 1 腕部 8、第 2 腕部 13 等の可動部が熱等により変形したり、手部 16 が把持するワークの重量により撓むことがある。手部 16 の位置はこれらの影響を受けるので、手部位置推移線 139 は目標地点の間の差分 139 d が生じている。

【0165】

50

図13(b)は、制御装置32が第1角度検出器6、第2角度検出器12及び第1撮像装置18、を用いて手部16を目標地点に移動させるときに手部16が目標の場所に移動する推移を示すタイムチャートである。図13(b)において手部位置推移線140は手部16が目標地点に接近する様子を示している。手部16が移動して停止するまでの時間を3つの区間に分割する。まず、第1区間140aは手部16が目標地点に接近する区間である。制御装置32は第1角度検出器6及び第2角度検出器12の出力を用いて目標地点に手部16を移動させる区間である。第1区間140aでは手部位置推移線140は円弧状の曲線となっている。

【0166】

第2区間140bにおいて、制御装置32は手部16の移動を停止する。そのとき、第1腕部8、第2腕部13、昇降装置14等の可動部が振動するので、手部位置推移線140は振動した曲線となっている。第1区間140a及び第2区間140bにおける手部位置推移線140は手部位置推移線139と同じ曲線となっている。第3区間140cにおいて制御装置32は第1撮像装置18に手部16と目標地点とを撮影させる。そして、手部16と目標地点との差分140dを検出する。次に、制御装置32は手部16を目標地点に移動させる。その結果、手部16は目標地点に位置することができる。

10

【0167】

図13(c)は、制御装置32が第1角度検出器6、第2角度検出器12、第1撮像装置18、第1角速度センサー9及び第2角速度センサー17を用いて手部16を目標地点に移動させるときに手部が目標の場所に移動する推移を示すタイムチャートである。図13(c)において手部位置推移線141は手部16が目標地点に接近する様子を示している。

20

【0168】

手部16が移動して停止するまでの時間を2つの区間に分割する。まず、第1区間141aは手部16が目標地点に接近する区間である。この区間では制御装置32が第1角度検出器6及び第2角度検出器12の出力を用いて目標地点に手部16を移動させる。第1の実施形態におけるステップS1の第1移動工程に相当する。そして、ステップS2の振動抑制工程が並行して行われる。制御装置32は第1角速度センサー9及び第2角速度センサー17の出力を用いて手部16の振動を抑制させる。従って、手部位置推移線141は振動せずに第1区間141aから第2区間141bに移行する。

30

【0169】

第2区間141bでは制御装置32は第1撮像装置18に手部16と目標地点とを撮影させる。そして、手部16と目標地点との差分141cを検出する。このとき手部16は振動していないので、第1撮像装置18が撮影する画像はボケの少ない画像となっている。従って、手部16と目標地点との差分141cを精度良く検出することができる。次に、制御装置32は手部16を目標地点に移動させる。その結果、手部16は目標地点に位置することができる。このステップは第1の実施形態におけるステップS4の第2移動工程に相当する。そして、ステップS5の振動抑制工程が並行して行われる。

【0170】

(1)本比較例によれば、第1撮像装置18が撮影する画像を用いて制御装置32が手部16の位置を制御している。従って、手部16の位置を精度良く制御できる。

40

【0171】

(2)本比較例によれば、制御装置32が手部16の振動を抑制している。従って、制御装置32は第1区間141aから第2区間141bに早く移行することができる。その結果、手部16は早く目標地点に移動することができる。

【0172】

尚、本実施形態は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々の変更や改良を加えることも可能である。変形例を以下に述べる。

(変形例1)

前記第1の実施形態では、第2角速度センサー17を昇降装置14に配置したが、手部

50

16に配置しても良い。手部16に第2角速度センサー17を配置するとき第2角速度センサー17が障害とならない場合には手部16に第2角速度センサー17を配置しても良い。手部16の振動を抑制し易くすることができる。

【0173】

(変形例2)

前記第1の実施形態では、ロボット1に水平多関節ロボットを採用したが、ロボットの形態に限定されない。垂直多関節ロボット、直交ロボット、パラレルリンクロボット等各種の形態のロボットを採用することができる。そして、ロボットの腕部(アーム、リンクとも称す)が直線移動するときには角速度センサーに換えて慣性センサーとしての加速度センサーを用いても良い。腕部が直線移動するときにも振動を検出することができる。さらに、第1角度検出器6及び第2角度検出器12に換えてリニアエンコーダーを用いても良い。腕部が直線移動するときにも腕部の移動量を精度良く検出することができる。

10

【0174】

(変形例3)

前記第1の実施形態では、マーク29は2つの直線が交差した図形としたが、これに限らない。マーク29は位置が検出可能な図形であれば良い。例えば、円形、多角形、角部、凹凸等を採用することができる。他にも、繰り返しパターンと記号等の場所を識別するマークを組み合わせても良い。さらに、色の異なるマークを用いてマークを識別しても良い。

【0175】

(変形例4)

前記第1の実施形態では、載置台21の内部に冷陰極管24を配置することにより、マーク29の形状に発光させた。マーク29を光らせる方法はこれに限らない。反射率の高い素材にてマーク29を形成して、マーク29に光を照射しても良い。そして、マーク29を反射する光を第1撮像装置18及び第2撮像装置31が撮影しても良い。他にも、冷陰極管24の代わりにLED(Light Emitting Diode)や蛍光灯を採用しても良い。

20

【0176】

(変形例5)

前記第1の実施形態では、ワーク22に位置検出マーク22aが配置され、位置検出マーク22aを用いてワーク22の位置を検出した。これに限らず、ワーク22の形状からワーク22の位置を検出しても良い。このとき、ワーク22に位置検出マーク22aを配置する必要がないので、生産性良くワーク22を生産することができる。

30

【0177】

(変形例6)

前記第1の実施形態では、ステップS2の振動抑制工程とステップS5の振動抑制工程とを行ったが、手部16の振動が小さいときには省略しても良い。状況に応じて、ステップS2だけ省略しても良く、ステップS5だけ省略しても良い。さらに、ステップS2及びステップS5を省略しても良い。振動抑制工程を省略するとき、制御するためのエネルギーが不要となるので省エネルギーな制御をすることができる。

40

【0178】

(変形例7)

前記第1の実施形態では、ステップS3のセンサー切替工程において、第2撮像装置31を用いて手部目標間距離66を検出したが、第1撮像装置18を用いて手部目標間距離66を検出しても良い。この場合にも、同様の効果を得ることができる。

【0179】

(変形例8)

前記第1の実施形態では、第1撮像装置18が手部16とワーク22とを撮影して画像67を形成した。第1撮像装置18と手部16との相対位置が既知のとき、第1撮像装置18はワーク22のみ撮影しても良い。そして、画像演算部51が第1撮像装置18とワ

50

ーク 2 2 との相対位置を検出し、ワーク位置演算部 5 3 が手部 1 6 とワーク 2 2 との相対位置を算出しても良い。第 1 撮像装置 1 8 が手部 1 6 を撮影しないように設定することにより、広い範囲を撮影することができる。

【 0 1 8 0 】

(変形例 9)

前記第 3 の実施形態では、超音波受信機 7 8、超音波送信機 8 0 及び超音波送信機 8 1 を用いて昇降装置 1 4 及びワーク 2 2 の位置を検出した。超音波以外にも光学式センサーを用いて昇降装置 1 4 及びワーク 2 2 の位置を検出しても良い。超音波に比べて光の方が波長が短いので、精度良く位置検出することができる。

【 0 1 8 1 】

(変形例 1 0)

前記第 6 の実施形態では、クレーン 9 1 は天井クレーンの例を示したが、天井クレーン以外のクレーンに適用することができる。例えば、ジブクレーン、つち形クレーン、引込クレーン、壁クレーン等、各種のクレーンに適用することができる。この場合にも、エンコーダー、撮像装置、慣性センサーを用いることにより、同様の効果を得ることができる。

【 0 1 8 2 】

(変形例 1 1)

前記第 7 の実施形態では、ロボットの例として IC テストハンドラー 1 1 1 の例を示したが、IC テストハンドラー 1 1 1 以外にも IC を供給する装置に本発明の方法を用いることができる。例えば、IC を実装する装置、IC をテープに貼り付ける装置、IC をモールドする装置、IC にマーキングする装置等の各種装置に用いることができる。この場合にも、エンコーダー、撮像装置、慣性センサーを用いることにより、同様の効果を得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 8 3 】

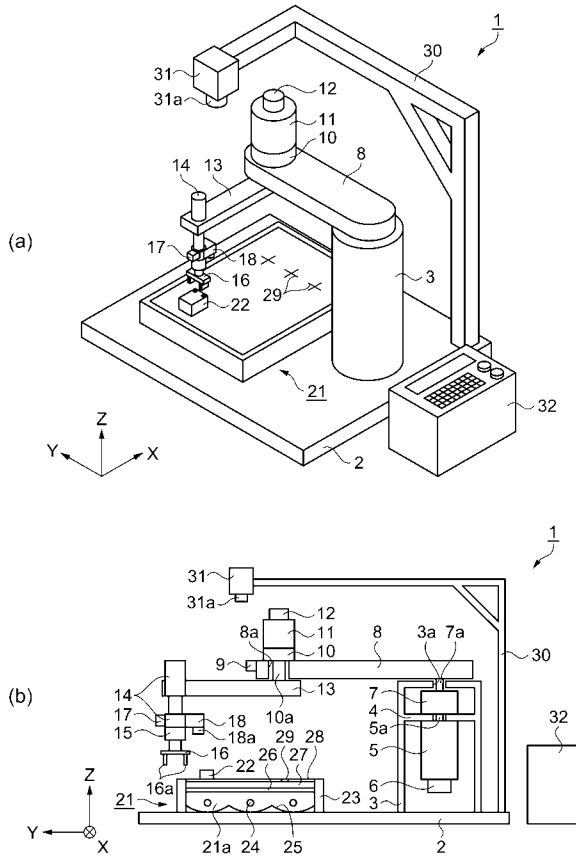
1 ... ロボット、5 ... 駆動部としての第 1 モーター、9 ... 慣性センサーとしての第 1 角速度センサー、1 1 ... 駆動部としての第 2 モーター、1 2 ... 移動量検出部としての第 2 角度検出器、1 5 ... 可動部としての回転装置、1 6 ... 可動部としての手部、1 6 a ... 可動部としての指部、1 7 ... 慣性センサーとしての第 2 角速度センサー、1 8 ... 撮像部としての第 1 撮像装置、2 9 , 9 2 a ... マーク、3 1 ... 撮像部としての第 2 撮像装置、4 9 a ... 第 1 移動先制御部、4 9 b ... 第 2 移動先制御部、5 1 ... 撮像部としての画像演算部、5 2 ... 振動抑制制御部、8 6 ... 駆動部としての第 3 モーター、8 7 ... 駆動部としての第 4 モーター、9 1 ... ロボットとしてのクレーン、9 7 ... 可動部としてのクレーンガーダ、9 8 ... 駆動部としての走行装置、1 0 1 ... 可動部としての台車、1 0 4 ... 可動部としてのフックブロック、1 0 5 ... 駆動部としての巻上機、1 1 1 ... ロボットとしての IC テストハンドラー、1 2 2 , 1 2 8 , 1 3 3 , 1 3 5 ... 可動部としての移動テーブル、1 2 5 ... 慣性センサーとしての加速度センサー、1 2 6 ... 撮像部としての撮像装置。

10

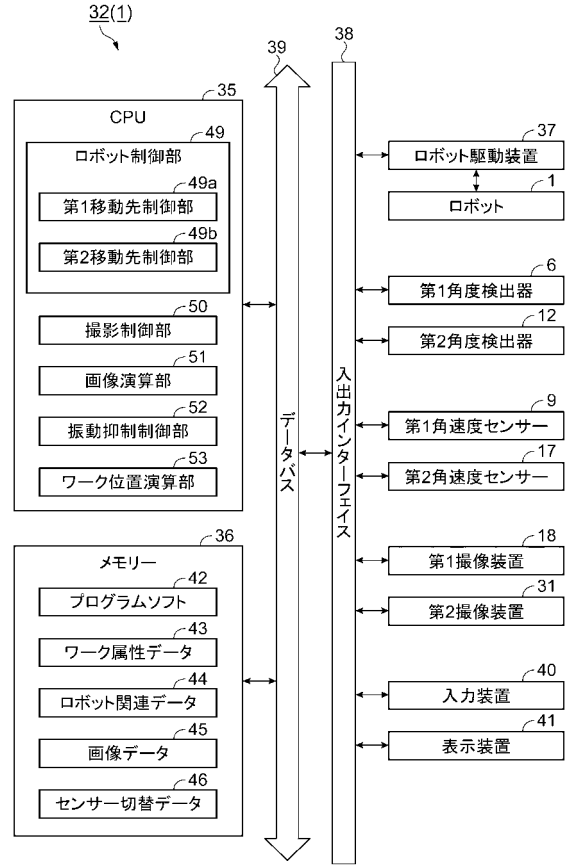
20

30

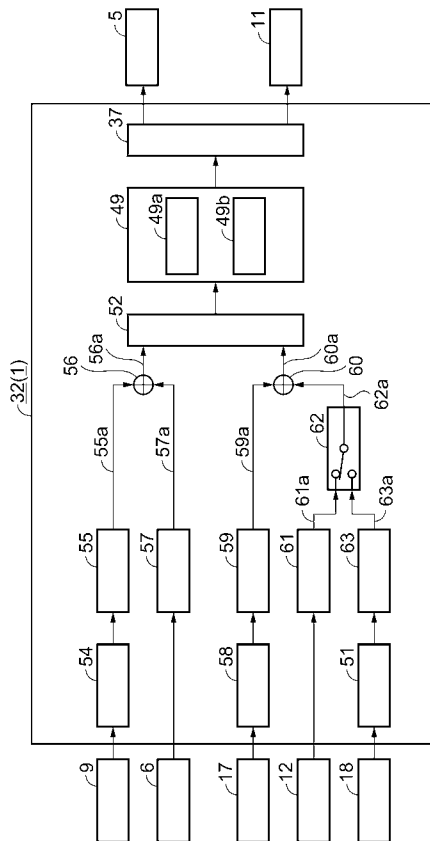
【図1】



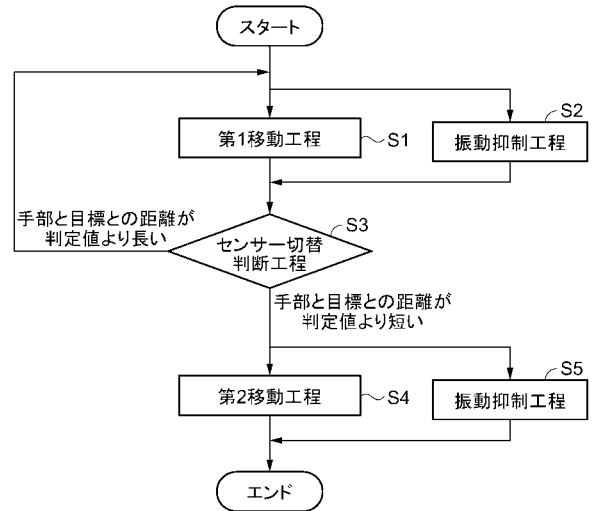
【図2】



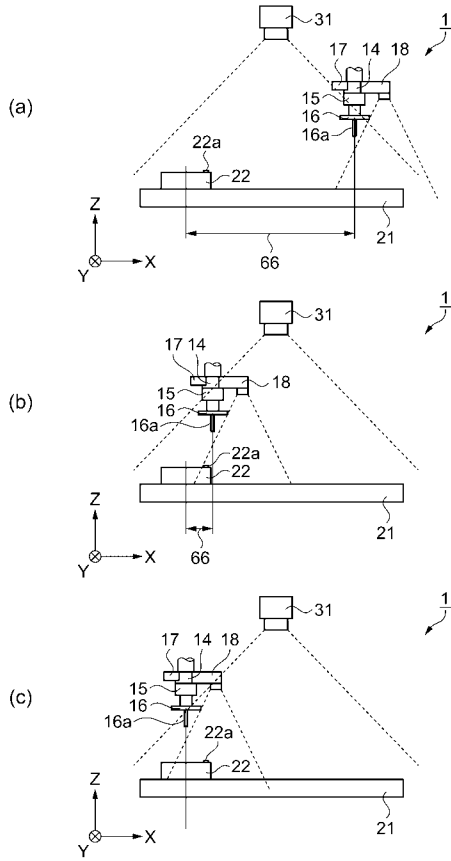
【図3】



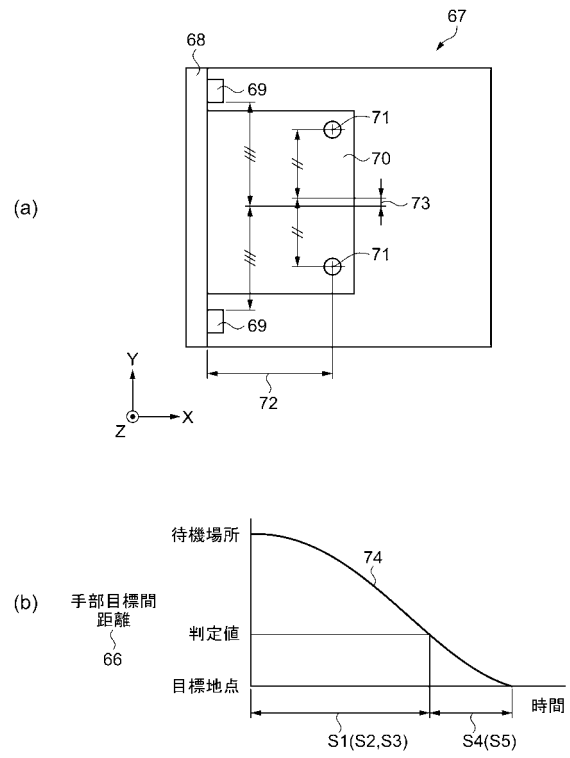
【図4】



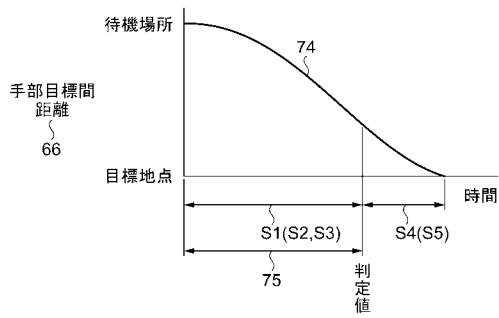
【図5】



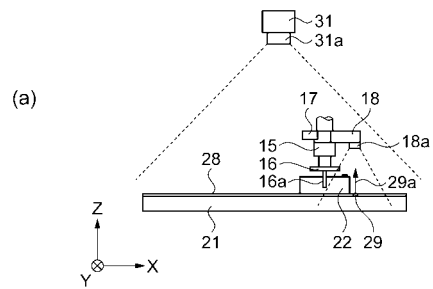
【図6】



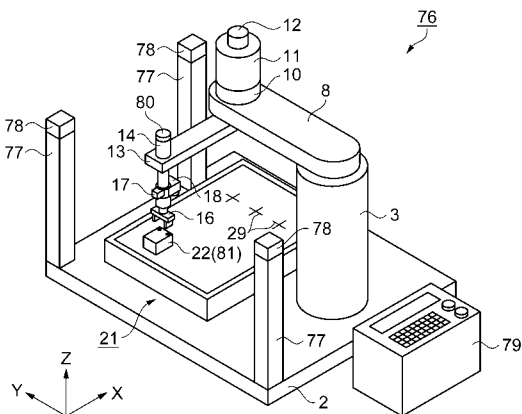
【図7】



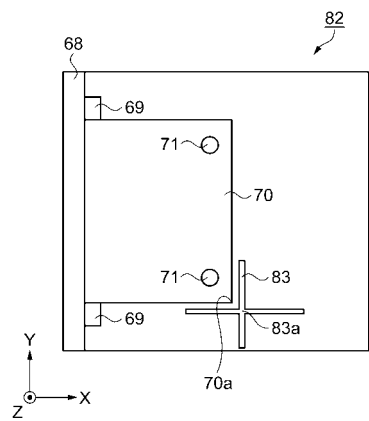
【図9】



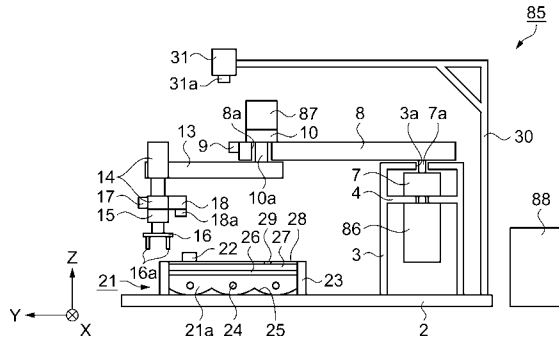
【図8】



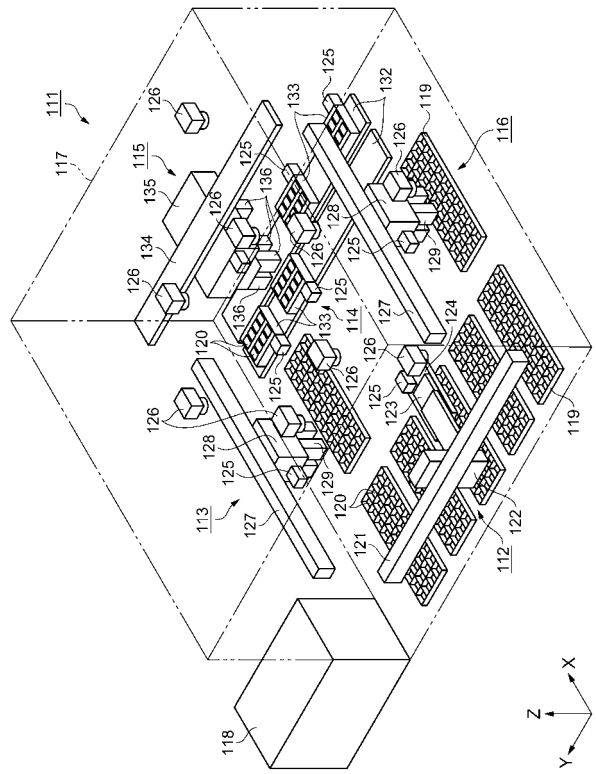
(b)



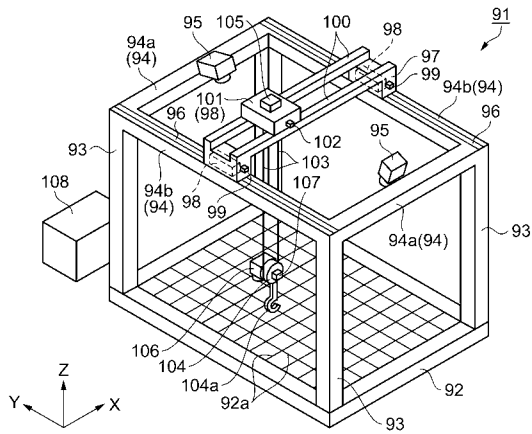
【図10】



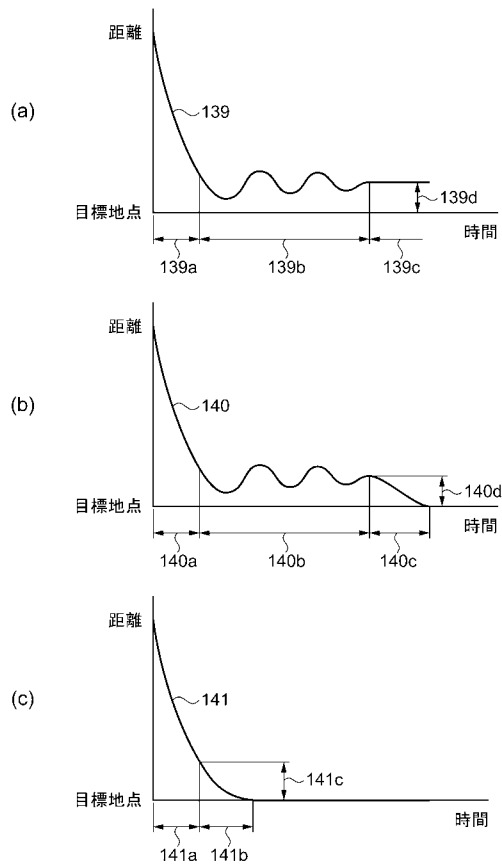
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 4 9 2 8 0 (J P , A)
特開平 7 - 3 1 4 3 6 0 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 5 2 6 6 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2
G 0 5 B 1 9 / 1 8 - 1 9 / 4 1 6
G 0 5 B 1 9 / 4 2 - 1 9 / 4 6