

(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2020-7095

(P2020-7095A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
B66B	7/00	(2006.01)	B66B	7/00	M	3C707		
B66B	7/02	(2006.01)	B66B	7/00	J	3F301		
B66B	9/187	(2006.01)	B66B	7/02	H	3F305		
B25J	9/06	(2006.01)	B66B	9/187	C			
			B25J	9/06	D			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-129513(P2018-129513)
 (22) 出願日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(71) 出願人 000232955
 株式会社日立ビルシステム
 東京都千代田区神田淡路町二丁目101番地
 (74) 代理人 110002365
 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
 (72) 発明者 萩原 高行
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 荒川 淳
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 松家 大介
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

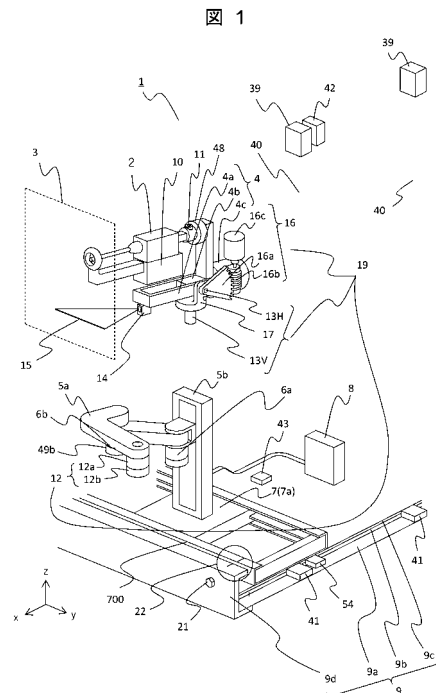
(54) 【発明の名称】 エレベーター据付装置

(57) 【要約】

【課題】昇降路の壁面形状の測定データに影響されることなく、昇降路の壁面に垂直にブラケットを固定するための穴を形成することを可能とするエレベーター据付装置を提供する。

【課題解決手段】本発明は、穴開け工具の傾きを検出する穴開け工具傾き検出装置と、穴開け工具の傾きを調整する穴開け工具傾き調整装置と、制御装置と、備え、穴開け工具傾き検出装置は、昇降路の壁面と穴開け工具の軸の交わる角度を検出し、制御装置は、検出された確度に基づいて、穴開け工具傾き調整装置によって穴開け工具の傾きを調整して、穴開け工具の軸が昇降路壁面に対して垂直になるように穴開け工具の先端を位置決めし、穴開け工具を前記昇降路壁面に対して垂直に押すようにした。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エレベーターの昇降路の壁面に穴を開ける穴開け工具と、
前記穴開け工具を支持する支持機構と、
を備え、
前記支持機構を前記昇降路内を昇降する作業台に設けるエレベーター据付装置であって

、
前記穴開け工具の傾きを検出する穴開け工具傾き検出装置と、
前記穴開け工具の傾きを調整する穴開け工具傾き調整装置と、
制御装置と、
備え、

前記穴開け工具傾き検出装置は、前記昇降路の壁面と前記穴開け工具の軸の交わる角度を検出し、

前記制御装置は、前記検出された角度に基づいて、前記穴開け工具傾き調整装置によって前記穴開け工具の傾きを調整して、前記穴開け工具の軸が前記昇降路の壁面に対して垂直になるように前記穴開け工具の先端を位置決めし、前記穴開け工具を前記昇降路の壁面に対して垂直に押し出した、

エレベーター据付装置。

10

【請求項 2】

前記支持機構は、前記穴開け工具を所定の位置に移動して支持する可変構造を備え、
前記支持機構を変形させるための支持機構駆動モータと、
前記穴開け工具をその軸の向きに押し出す直動装置と、
を備え、

20

前記制御装置は、

前記穴開け工具先端の目標位置の情報に基づいて、前記支持機構駆動モータと前記穴開け工具傾き調整装置を制御することにより、前記穴開け工具の先端を所定の位置で前記昇降路壁面に対して位置決めし、前記直動装置を制御して前記穴開け工具を前記昇降路壁面に対して押し出すようにした、

請求項 1 記載のエレベーター据付装置。

30

【請求項 3】

前記昇降路における前記作業台の高さを検出する作業台高さ検出装置と、
前記昇降路における前記作業台の前後左右の位置を検出する作業台位置検出装置と、
前記作業台の傾斜角度を検出する作業台傾き検出装置と、を備え、
前記制御装置は、

前記作業台高さ検出装置の検出値と、
前記作業台位置検出装置の検出値と、
前記作業台傾き検出装置の検出値と、
に基づいて、

前記支持機構駆動モータと前記穴開け工具傾き調整装置を制御する、

請求項 2 記載のエレベーター据付装置。

40

【請求項 4】

前記穴開け工具傾き調整装置は、前記直動装置の旋回角と仰俯角とを調整する 2 軸を有し、

前記穴開け工具傾き検出装置は、前記直動装置の直進方向に向けて前記直動装置または前記穴開け工具に固定された変位センサを備え、

前記制御装置は、前記変位センサにより測定された複数点の対面する前記昇降路の壁面との距離情報の差が所定の範囲内になるように、前記穴開け工具傾き調整装置の前記 2 軸の回転角度を制御する、

請求項 2 記載のエレベーター据付装置。

50

【請求項 5】

前記制御装置は、

前記 2 軸を所定の操作角度で動かして前記変位センサにより測定された対面する昇降路の壁面との距離情報と、前記 2 軸の操作角度の情報と、に基づき、前記 2 軸の回転角度を決定し、

当該決定された回転角度に基づいて、前記穴開け工具傾き調整装置を制御して、前記昇降路の壁面に対して前記穴開け工具の軸を垂直に位置決めするようにした、

請求項 4 記載のエレベーター据付装置。

【請求項 6】

前記変位センサは、前記 2 軸のどちらか一方の軸に平行な第 1 の直線の 2 点または 1 点と、前記第 1 の直線を通り前記直動装置の軸に直角に交わる第 2 の直線の 1 点または 2 点と、の合計の 3 点に配置され、

前記制御装置は、前記 3 つの変位センサの位置関係と、前記 3 点で測定された距離の情報に基づき、前記 2 軸の回転角度を決定する

請求項 4 記載のエレベーター据付装置。

【請求項 7】

前記支持機構は、各関節に関節固定ブレーキを備える水平多関節アームと、前記水平多関節アームの上下位置を調整する直動装置と、を備えて構成され、

前記水平多関節アームは、前記支持機構駆動モータとして、前記水平多関節アームの関節を動かす、多関節ロボット各関節に設けられた多関節ロボット駆動モータに変形され、

前記穴開け工具傾き調整装置の旋回軸は軸芯および前記軸芯の回転を固定する旋回軸固定ブレーキを備え、前記旋回軸の軸芯は前記水平多関節アームの先端に設けられた垂直な軸受けに挿入され、

前記旋回軸固定ブレーキは前記水平多関節アーム先端に固定され、

前記穴開け工具の表面に前記多関節ロボットの先端に取り付けられた回転型手先効果器に接続される結合口を備え、

前記制御装置は、

前記多関節ロボット駆動モータを制御して前記結合口に前記回転型手先効果器を接続し、

前記穴開け工具傾き調整装置の旋回軸固定ブレーキおよび前記水平多関節アームの関節固定ブレーキを解除し、さらに、

前記多関節ロボット駆動モータおよび前記回転型手先効果器の回転角度を制御して前記回転型手先効果器の並進移動と回転動作に追従して前記穴開け工具傾き調整装置の旋回軸および前記水平多関節アームの関節が動くようにする、

請求項 4 記載のエレベーター据付装置。

【請求項 8】

前記作業台は、

床フレームと、

前記床フレームの上に載せられた床と、

前記床を覆う養生パネルと、

前記床フレームの側面に配置された横フレームと、

を備え、

前記支持機構は前記作業台の横フレームの定位置に固定され、前記支持機構の基部を所定の軌道上で移動する支持機構基部移動装置に固定する、

請求項 3 記載のエレベーター据付装置。

【請求項 9】

前記可変構造は各関節にブレーキを備えた水平多関節アームを備え、

前記穴開け工具は垂直多関節ロボット先端のツールが結合される領域を備え、

前記制御装置は、前記領域に前記ツールが結合すると前記関節のブレーキを解除して、前記水平多関節アームが前記ツールの動きに追従して変形するようにした、

請求項 2 記載のエレベーター据付装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、昇降路内でエレベーターを自動で据え付ける装置に関するものであり、より詳しくは、エレベーターのガイドレールやドアの部品を昇降路に固定する作業において、アンカーボルトを打ち込むための、昇降路壁面への穴開け作業を自動で行う装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エレベーターは、昇降路の左右側面に垂直に敷設された 2 本のガイドレールに沿って、乗りかごを上下に昇降させる。乗り心地をよくするために、ガイドレールは基準の直線に沿って精度良く位置決めされて昇降路に据え付けられる。各階には、エレベーターに乗り降りするための乗場ドアが設置されており、エレベーターが着床した際に、乗場ドアは乗りかごのごドアと連動して開閉される。乗場ドアとかごドアの隙間が許容範囲に収まるように、乗場ドアは精度良く位置決めされて据え付けられている。

【0003】

ガイドレールと乗場ドアは設計された位置で、ブラケットによって昇降路に固定される。ブラケットはアンカーボルトによって昇降路壁面の鉄筋コンクリートに固定される。このとき、ブラケットを固定するアンカーボルトは昇降路壁面に対して垂直に打ち込まれて、ガイドレールや乗場ドアの位置を動かないように固定している。建築現場では、作業員が鉄筋を避けるために、状況によってはアンカーボルトを斜めに打ち込む例もあるが、その場合はアンカーボルトのコンクリートから露出している部分をハンマーで叩いて垂直に修正している。

【0004】

従来から、昇降路内でエレベーターを自動で据え付ける装置（例えば、特許文献 1）が知られている。この装置は、昇降する作業台の上に、上面を水平に調整可能な設置平面を設け、設置平面の上に作業台側面に平行な第 1 の直動装置を固定している。さらに、第 1 の直動装置の上に、90 度向きを変えて第 2 の直動装置を固定し、穴開け工具を保持する支持機構が第 2 の直動装置に固定されている。

【0005】

そして、ブラケットを昇降路に固定するため、あらかじめ設定された高さに作業台を移動する。次に、第 1 の直動装置により、穴開け工具を、アンカーボルトを打ち込む位置に移動する。次に、第 2 の直動装置により、穴開け工具を昇降路壁面に押し付け、アンカーボルトを打ち込むための穴を開ける。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 5 - 105362 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

昇降路は高さが数十メートルに及ぶため、建物の機能上に支障がない範囲で様々な方向に僅かに傾斜していることが多々ある。しかしながら、この傾斜が図面情報に含まれていないと、穴開け装置は、ガイドレールを昇降路に据え付けるための穴開けを正確に行うことができない。その場合、作業員は、昇降路の傾斜部分に対して自ら穴開けをしなければならなかった。

【0008】

一方、作業員が昇降路の壁面形状を可能な限り測定してこれを 3 次元データに纏め、これに基づいて、穴開け装置を駆動させて、アンカーボルトを昇降路壁面に対して垂直に打

10

20

30

40

50

ち込むことを考えられるが、アンカーボルトの取り付け位置は上下左右に移動させなければならぬため、昇降路の壁面の広い範囲を測定しなければならない。これは、測定のための作業量が膨大となり現実的ではなかった。

【0009】

以上のことから、昇降路にブラケットを固定するための穴開け作業は、エレベーターの据付装置を適用することが困難であった。そこで、本発明は、昇降路の壁面形状の測定データに影響されることなく、昇降路の壁面に垂直にブラケットを固定するための穴を形成することを可能とするエレベーター据付装置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】

【0010】

前記目的を達成するために、本発明は、エレベーターの昇降路の壁面に穴を開ける穴開け工具と、前記穴開け工具を支持する支持機構と、を備え、前記支持機構を前記昇降路内を昇降する作業台に設けるエレベーター据付装置であって、前記穴開け工具の傾きを検出する穴開け工具傾き検出装置と、前記穴開け工具の傾きを調整する穴開け工具傾き調整装置と、制御装置と、を備え、前記穴開け工具傾き検出装置は、前記昇降路の壁面と前記穴開け工具の軸の交わる角度を検出し、前記制御装置は、前記検出された確度に基づいて、前記穴開け工具傾き調整装置によって前記穴開け工具の傾きを調整して、前記穴開け工具の軸が前記昇降路壁面に対して垂直になるように前記穴開け工具の先端を位置決めし、前記穴開け工具を前記昇降路壁面に対して垂直に押すようにした、ことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、昇降路の壁面形状の測定データに影響されることなく、昇降路の壁面に垂直にブラケットを固定するための穴を形成することを可能とするエレベーター据付装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明によるエレベーター据付装置の第1の実施形態を示す斜視図である。

【図2】本発明によるエレベーター据付装置の第2の実施形態を示す斜視図である。

【図3】本発明によるエレベーター据付装置の全体レイアウトを示す、昇降路内部の透視図である。

【図4】本発明によるエレベーター据付装置の第1の実施形態の全体構成を表すブロック図の一例である。

【図5】本発明によるエレベーター据付装置の第2の実施形態の全体構成を表すブロック図の一例である。

【図6】本発明に係るガイドレール芯出し固定作業のフローチャートの一例である。

【図7】本発明が対象とする穴開け工具位置決め作業のフローチャートの一例である。

【図8】昇降路の断面と作業台の位置関係、作業台と多関節ロボットおよび支持機構の位置関係を示す図である。

【図9】穴開け工具傾き検出装置の具体的な構成を表す斜視図である。

【図10】3つの変位センサで構成する穴開け工具傾き検出装置により、昇降路壁面に対する穴開け工具の傾きを求める例を示す図である。

【図11】1つの変位センサで構成する穴開け工具傾き検出装置により、昇降路壁面に対する穴開け工具の傾きを求める例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

次に、図面を用いて、エレベーター据付装置の実施形態を説明する。図1に、その主要構成の斜視図を示す。エレベーター据付装置1は、穴開け工具2（電動工具）、穴開け工具2を昇降路壁面3に押し付ける第1の直動装置4（4a, 4b, 4c）、穴開け工具2を所定の位置に固定するように変形可能な支持機構5（5a, 5b）、支持機構5の形状を

10

20

30

40

50

変化させるための支持機構駆動モータ6(6a, 6b)、支持機構5の基部を移動させる基部位置決め装置7、作業台9、作業台9の高さ位置を検出する作業台高さ検出装置42、作業台9の前後左右の位置を検出するための基準線40を与えるレーザー照射器39と作業台位置検出装置41、作業台9の傾きを検出する作業台傾き検出装置43、図面や測定等により事前に与えられた各部の位置情報および各種検出装置の情報に基づき、支持機構5の支持機構駆動モータ6(6a, 6b)や基部位置決め装置7を制御する制御装置8と、を備える。符号54は反射板である。

【0014】

穴開け工具2は、例えば、電動のハンマードリルであり、削りかすを吸い取る集塵ユニット10を備える。第1の直動装置4は、穴開け工具2が固定されるスライダ4bと、穴開け工具2の軸と同じ方向にスライダ4bを案内するリニアガイド4aと、スライダ4bを直進させる駆動モータ4cとを備える。

10

【0015】

第1の直動装置4のスライダ4bにチャック11を設けて穴開け工具2を着脱可能に固定しており、ねじ締め作業を行う際には、インパクトレンチ(図示しない)に交換できるようにしている。なお、チャック11の根元に穴開け工具2の反力を検出するための、穴開け工具反力検出装置48を取り付けている。穴開け工具2は、後で説明するように、メインレールと釣り合い重りのレール(以下、「CWTレール」と記す)のブラケットを固定するために、左右方向(y軸方向)に広範囲に位置決め自在にされなければならない。そこで、支持体の基部を移動させるための、支持機構基部移動装置7が存在する。

20

【0016】

そして、穴開け工具2を昇降路壁面3に押し当てるため、支持機構5は、水平方向に大きく変形させる必要がある。一方、上下方向(z軸方向)については、作業台9を昇降できるので、支持機構5を上下方向にそれほど大きく変形させる必要は無い。そこで、支持機構5は、水平多関節アーム5aと、上下方向(z軸方向)の第2の直動テーブル5bとを備える。

【0017】

穴開け工具傾き調整装置19は、雲台17に垂直な旋回軸13Vと、水平な仰俯軸13Hを備え、旋回軸13Vは、水平多関節アーム5a先端に固定した旋回軸駆動モータ12aによって回転され、仰俯軸13Hは、雲台17に固定した仰俯軸駆動モータ16cで回転される。さらに、水平多関節アーム5aは、その先端に、旋回軸13Vの回転を固定する旋回軸固定ブレーキ12bを備える。仰俯軸13Hは、歯弧16aとウォームギヤ16bを組み合わせた機構によって回転され、セルフロック機能が仰俯軸13Hに働くため、これを固定するためのブレーキは不要である。

30

【0018】

穴開け工具傾き調整装置19を用いて、昇降路壁面3に穴開け工具2の軸を垂直に位置決めするために、エレベーター据付装置1は、昇降路壁面3に対する穴開け工具2の傾きを検出する、穴開け工具傾き検出装置14を備える。図1は、第1の直動装置4のリニアガイド4a前面に、穴開け工具2の軸に直交する向きに配置された、水平距離を測定する2次元変位センサ(穴開け工具傾き検出装置14)を用いて、対面する昇降路壁面3との平行度を測定する。2次元変位センサは、本来、部品の断面形状を測定するものであるが、昇降路壁面3に向けて使用されることにより、昇降路の部分断面15が2次元変位センサに対してどれくらい傾いているかを測定することができる。2次元変位センサは公知のものでよい。なお、2次元変位センサを用いない穴開け工具傾き検出装置14について、後に詳しく説明をする。

40

【0019】

制御装置8は、穴開け工具傾き検出装置14の情報に基づき、支持機構駆動モータ6(6a, 6b)、第2の直動装置5b、穴開け工具傾き調整装置19を制御して、穴開け工具2を昇降路壁面3に対して垂直に位置決めする。

【0020】

50

なお、作業台 9 は、床フレーム 9 a と、床フレーム 9 a の上に張られた床 9 b と、作業台 9 側面の横フレーム 9 d と、を備える。さらに、作業台 9 は、メインレール等の据付作業後に、そのままエレベーターの床として利用するもので、床 9 b は養生パネル 9 c で覆われている。そのため、支持機構基部移動装置 7 は、養生パネル 9 c の上に載置され、横フレーム 9 d にボルト 2 1 を用いて固定される。後に説明するように、作業台 9 に設けた座標系で支持機構 5 の基部の位置を定義するため、横フレーム 9 d の所定の位置に支持機構基部移動装置 7 を固定する。

【0021】

図 1 に示すエレベーター据付装置 1 では、支持機構基部移動装置 7 は、第 3 の直動装置 7 0 0 によって移動されるものであり、決まった寸法のスペーサ（図示せず）を介して横フレーム 9 d に固定されている。さらに、横フレーム 9 d と第 3 の直動装置 7 0 0 のそれぞれに印 2 2 を入れ、印 2 2 の位置を合わせて y 軸方向の位置を出している。なお、印 2 2 を用いずに、フレーム 9 d の端と直動テーブル 7 a の端の寸法を測って y 軸方向の位置を出しても良い。

10

【0022】

図 2 は、支持機構 5 の他の形態の斜視図である。支持機構 5 を、水平多関節アーム 5 a と、水平多関節アーム 5 a を上下方向に移動する第 2 の直動装置 5 b とによって構成し、支持機構駆動モータ 6 による水平多関節アーム 5 a の関節の駆動機能（図 1）を、垂直多関節ロボット 3 5 の各関節に設けられた、多関節ロボット駆動モータの機能で代用したものである。

20

【0023】

図 1 と同様に、穴開け工具 2 は、具体的には電動のハンマードリルで、第 1 の直動装置 4 にチャック 1 1 で着脱可能に固定されている。また、第 1 の直動装置 4 の前面に、穴開け工具傾き検出装置 1 4 を設けている。さらにまた、第 1 の直動装置 4 と水平多関節アーム 5 a の間に、穴開け工具傾き調整装置 1 9 が配置されている。

【0024】

ここで、水平多関節アーム 5 a の各関節に支持機構駆動モータ 6 は無く、支持機構関節固定ブレーキ 4 9 b（図 1）のみ取り付け。また、穴開け工具 2 の上面に、垂直多関節ロボット 3 5 の先端に取り付けた回転型手先効果器（例えば多角形断面の回転軸）5 0 を接続する結合口 5 2 を設ける。結合口 5 2 は、回転型手先効果器 5 0 を挿入することのできる小穴（例えば多角形断面の穴）で、小穴の底に結合口スイッチ 5 5 を設けて、回転型手先効果器 5 0 が穴開け工具 2 に接続された状態を検知する。

30

【0025】

制御装置 8 は、穴開け工具傾き検出装置 1 4 の情報に基づき、多関節ロボット駆動モータ 4 6、第 2 の直動装置 5 b、穴開け工具傾き調整装置 1 9 を制御して、穴開け工具 2 を昇降路壁面 3 に対して垂直に位置決めする。このとき、垂直多関節ロボット 3 5 先端の回転型手先効果器 5 0 の回転角度を制御し、これを穴開け工具 2 上面の結合口 5 2 に差し込み、穴開け工具 2 の z 軸周りの回転角度を調節する。また、その状態で、多関節ロボット駆動モータ 4 6 を制御して垂直多関節ロボット 3 5 先端の回転型手先効果器 5 0 を並進移動させ、穴開け工具 2 の x y 方向の位置決めを行う。このとき、穴開け工具 2 の回転軸 1 3 V の回転角度も調整できるため、回転軸駆動モータ 1 2 a は不要で、回転軸固定ブレーキ 1 2 b のみあれば良い。

40

【0026】

なお、結合口 5 4 の位置を検出するために、垂直多関節ロボット 3 5 の先端部に手先カメラ 4 4 が取り付けられている。制御装置 8 は、手先カメラ 4 4 により撮像したデータを画像処理して、結合口 5 4 の傾きも検出し、垂直多関節ロボット 3 5 を制御して回転型手先効果器 5 0 を結合口 5 4 に接続できるようにする。

【0027】

図 3 に、本発明が対象とする、ガイドレール芯出し固定作業時の、昇降路 2 3 内部の透視図を示す。ガイドレール 2 4 は、メインレール 2 4 a と C W T レール 2 4 b とからなり

50

、これらレールは、継板 25 で連結されて昇降路 23 に立てられており、最下段のレール 24 a₁ は位置決めされた状態でピット 26 のベース 27 に固定され、1 段目のブラケット 28₁ で昇降路に固定されている。なお、(L) は左側を意味し、(R) は右側を意味する。説明を簡潔にするために、(L) と (R) との区別をせず符号を引用することがある。24 a_n 等の「n」は n 段目を意味する。さらに、「a」はメインレールに係る構成であることを示し、「b」は CWT レールに係る構成を示す。

【0028】

ブラケット 28 は大小 2 つの部品から成り、大ブラケット 28 L は、昇降路に打ち込まれたアンカーボルト 18 で固定される。小ブラケット 28 S は、位置決めされたガイドレール 24 に沿わせた状態で大ブラケット 28 L の上に載せ、その位置で小ブラケット 28 S にガイドレール 24 を固定し、大ブラケット 28 L に小ブラケット 28 S を固定することで、ガイドレール 24 を昇降路 23 に固定している。最上段のレール 24 a_n は、頂部の梁 29 (29 L, 29 R) に、ワイヤ 30 a (30 a (L), 30 a (R)) で仮固定されている。

10

【0029】

作業台 9 は 2 本のワイヤロープ 31 (31 L, 32 R) で作業台昇降装置 (揚重機) 32 (32 L, 32 R) に吊られ、作業台 9 の下部に配置されたガイドシュー 33 (図 3 には 33 R のみが図示されている。) により、メインレール 24 a (24 a (L), 24 a (R)) に沿って昇降する。

20

【0030】

作業台 9 の中央部には、台車 34 (34 F : フロント、34 R : リア) に登載された垂直多関節ロボット 35 (35 F : フロント、35 R : リア) が 2 台配置される。ブラケット 28 を把持して昇降路壁面 3 の所定の位置に保持する作業と、ブラケット 28 を固定するためのねじを締める作業は同時に行う必要があるため、2 台の垂直多関節ロボット 35 (F)、35 (R) を用いる。最初に昇降路 23 にエレベーター据付装置 1 を導入するとき、作業員は台車 34 を押して作業台 9 の適当な位置に移動し、ストッパ 36 で作業台 9 の上に固定する。先に説明の通り、垂直多関節ロボット 35 は支持機構 5 の支持機構駆動モータ 6 (図 1) を兼ねている。

【0031】

上記 2 台の垂直多関節ロボット 35 の間に、メインレール 24 a の芯出し座 37 a を受ける台が配置されている。メインレール 24 a の芯出し座 37 a は昇降路 23 に固定されており、レール芯出し座 37 a によるガイドレール 24 a の位置決め動作を終えた時点で、作業台 9 は下降して垂直多関節ロボット 35 の動作領域を確保する。

30

【0032】

なお、CWT レール 24 b の芯出し座 37 b は、CWT レール 24 b を把持した状態で作業台 9 の上方に退避してある。メインレール 24 a と CWT レール 24 b の芯出し座 37 a、37 b による作業内容については、本発明に直接関係しないので説明を省略する。

【0033】

ガイドレール 24 を固定する昇降路壁面 3 に対面する位置に、穴開け工具 2 を所定の位置に固定する支持機構 5 が配置される。先に説明した通り、支持機構 5 は、作業台 9 に固定された支持機構基部移動装置 7 により、昇降路 23 の前後方向 (y 軸方向) に移動できる。

40

【0034】

ここで、作業台 9 に載せることのできる装置の重量には制限があり、30 kg ~ 80 kg の垂直多関節ロボット 35 を用いる。このサイズのロボットはモータを大型化できないため可搬重量が 10 ~ 20 kg 程度と小さく、穴開け工具 2 を 200 N 程度の力で昇降路壁面 3 に押し付ける作業を行うことは困難である。そこで、本発明の対象とする穴開け作業においては、支持機構 5 を用いて穴開け工具 2 を所定の位置に保持し、第 1 の直動装置 4 で穴開け工具 2 を昇降路壁面 3 に押し付けることで、穴開け作業を行う。

【0035】

50

昇降路 2 3 の頂部にレーザー照射器 3 9 を固定し、鉛直の基準線 4 0 を設定する。図 3 では、メインレール 2 4 a の近傍と、出入り口の近傍に、基準線 4 0 (前者 4 0 R、後者が 4 0 D であり、前者用のレーザー照射器 3 9 が 3 9 R であり、後者用のレーザー照射器が 3 9 D である。)を設定した例を示す。

【 0 0 3 6 】

メインレール 2 4 a 近傍の基準線 4 0 R は、レール芯出し座 3 7 a によるガイドレール 2 4 a の位置決めを使用する。出入り口近傍の基準線 4 0 D は、作業台 9 の前後方向と左右方向の位置を検出するために用いる。そのため、作業台 9 の出入り口近傍に作業台位置検出装置 4 1 D (例えばレーザースポット位置センサを用いる)を配置する。

【 0 0 3 7 】

さらに、作業台 9 の高さ方向の位置を検出するために、作業台高さ検出装置 4 2 (例えばレーザー距離計を用いる)を昇降路 2 3 頂部に設置し、作業台 9 の床面と同じ高さに置かれた反射板 5 4 までの距離を測定する。なお、符号 2 7 (2 7 a, 2 7 b) はガイドレールの下端部に結合するベースである。

【 0 0 3 8 】

次に、図 1 において、制御装置 8 がどのような装置から情報を得て、どのような装置をどのように制御するかを説明する。図 4 に、図 1 によるエレベーター据付装置の全体構成を表すブロック図の一例を示す。図 1 において、支持機構駆動モータ 6 は、支持機構 5 に設けられている各関節のモータが該当する。なお、支持機構 5 を水平多関節のタイプに限定しない。また、制御装置 8 は、あらかじめ、支持機構基部位置決め装置 7 を制御して、支持機構 5 がブラケット 2 8 (図 3) を取り付け位置の穴開け作業ができるように支持機構 5 の基部を移動しているものとする。以下に、制御装置 8 が行う処理を説明する。

【 0 0 3 9 】

制御装置 8 は、昇降路 2 3 に設置された作業台高さ検出装置 4 2 の情報に基づき、作業台昇降装置 3 2 を制御して、作業台 9 を、ブラケット 2 8 を取り付けの高さに昇降する。制御装置 8 は、作業台 9 に設けられた作業台位置検出装置 4 1 D と作業台傾き検出装置 4 3 により、昇降路 2 3 における作業台の位置および傾きを計算する。

【 0 0 4 0 】

制御装置 8 は、あらかじめ設定した穴開け工具 2 先端の目標位置の情報と、作業台高さ検出装置 4 2 の情報と、作業台位置検出装置 4 1 D の情報と、作業台傾き検出装置 4 3 の情報と、穴開け工具傾き検出装置 1 4 の情報と、支持機構形状検出装置 5 3 (例えば支持機構 5 の各関節に設けられたエンコーダなどを用いる)の情報に基づき、支持機構 5 の第 2 の直動装置 5 b と、支持機構駆動モータ 6 と、穴開け工具傾き調整装置 1 9 の旋回軸駆動モータ 1 2 a および仰俯軸駆動モータ 1 6 c を制御し、穴開け工具 2 の先端を昇降路 2 3 の所定の位置に、昇降路壁面 3 に対して垂直に位置決めする。

【 0 0 4 1 】

支持機構形状検出装置 5 3 は支持機構 5 の各関節に設けられたエンコーダの他、穴開け工具傾き調整装置 1 9 の旋回軸 1 3 V および仰俯軸 1 3 H の角度を検出するエンコーダ、第 2 の直動装置 5 b の移動量を検出するエンコーダ等を含む。制御装置 8 は、これらの角度情報と各部の位置および寸法の情報より、穴開け工具 2 の位置を計算する。

【 0 0 4 2 】

制御装置 8 は、支持機構 5 の各関節に設けられた支持機構駆動モータ 6 を制御して、穴開け工具 2 の位置決めを終了したら、その位置を保持するように、旋回軸固定ブレーキ、支持機構関節固定ブレーキ 4 9 を作動させる。第 2 の直動装置 5 b は、セルフロック機能が働きブレーキは不要である。

【 0 0 4 3 】

制御装置 8 は、穴開け工具反力検出装置 4 8 の情報により、穴開け工具 2 が昇降路壁面 3 に接触したことを検知し、第 1 の直動装置 4 を制御して所定の深さに穴を開ける。

【 0 0 4 4 】

次に、図 2 において、制御装置 8 がどのような装置からどのような情報を得て、装置を

10

20

30

40

50

どのような制御を行うかについて説明する。図 5 に、そのためのエレベーター据付装置の全体構成を表すブロック図の一例を示す。垂直多関節ロボット 35 の多関節ロボット駆動モータ 46 が支持機構駆動モータ 6 の役割を兼ねる。また、垂直多関節ロボット 35 の各関節には、多関節ロボット形状検出装置 45 として、エンコーダが設けられている。

【 0045 】

垂直多関節ロボット 35 の先端部には、手先カメラ 44 と回転型手先効果器 50 と手先反力検出装置 51 が設けられる。また、後で説明するように、回転型手先効果器 50 を穴開け工具 2 に接続するための結合口 55 が、穴開け工具 2 に設けられ、接続状態を検出する結合口スイッチ 55 が設けられる。なお、図 2 においては、支持機構形状検出装置 53、支持機構駆動モータ 6 は不要である。さらに、後で説明するように、穴開け工具傾き調整装置 19 の旋回軸駆動モータ 12 a も不要である。

10

【 0046 】

制御装置 8 は、あらかじめ、支持機構基部位置決め装置 7 を制御して、支持機構 5 がブラケット 28 を取り付ける位置の穴開け作業ができるように支持機構 5 の基部を移動しているものとする。また、制御装置 8 は、あらかじめ、作業台 9 における垂直多関節ロボット 35 の位置を把握しているものとする。

【 0047 】

図 1 と同様に、制御装置 8 は、昇降路 23 に設置された作業台高さ検出装置 42 の情報に基づき、作業台昇降装置 32 を制御して、作業台 9 を、ブラケット 28 を取り付ける高さに昇降する。また、制御装置 8 は、作業台 9 に設けられた作業台置検出装置 41 D と作業台傾き検出装置 43 により、昇降路 23 における作業台の位置および傾きを計算する。

20

【 0048 】

制御装置 8 は、あらかじめ設定した穴開け工具 2 先端の目標位置の情報と、作業台高さ検出装置 42 の情報と、作業台位置検出装置 41 D の情報と、作業台傾き検出装置 43 の情報と、穴開け工具傾き検出装置 14 の情報と、多関節ロボット形状検出装置 45 の情報に基づき、支持機構 5 の第 2 の直動装置 5 b と、多関節ロボット駆動モータ 46 と、回転型手先効果器 50 と、穴開け工具傾き調整装置 19 の仰俯軸駆動モータ 16 c を制御し、穴開け工具 2 の先端を昇降路 23 の所定の位置に、昇降路壁面 3 に対して垂直に位置決めする。

【 0049 】

制御装置 8 は、垂直多関節ロボット 35 の先端部に取り付けた回転型手先効果器 50 を穴開け工具 2 の表面に設けられた結合口 52 に接続し、穴開け工具 2 を位置決めする。このとき、制御装置 8 は、支持機構関節固定ブレーキ 49 と、穴開け工具傾き調整装置 19 の旋回軸固定ブレーキ 12 b を制御することにより、垂直多関節ロボット 35 によって水平多関節アーム 5 の形状が変化するようにしたり、水平多関節アーム 5 の形状が変化しないように固定したりする。

30

【 0050 】

制御装置 8 は、手先カメラ 44 により穴開け工具 2 に設けられた結合口 52 の位置と傾きを検出し、回転型手先効果器 50 を穴開け工具 2 の結合口 52 に接続する。このとき、制御装置 8 は結合口スイッチ 55 の情報により、回転型手先効果器 50 と穴開け工具 2 の結合状態を確認する。

40

【 0051 】

制御装置 8 により、支持機構 5 の第 2 の直動装置 5 b および穴開け工具傾き調整装置 19 の仰俯軸駆動モータ 16 c を駆動するときに、穴開け工具 2 に接続されている回転型手先効果器 50 が穴開け工具 2 より受ける外力を、手先反力検出装置 51 により検出する。このとき、制御装置 8 は、穴開け工具 2 より受ける外力に倣って、回転型手先効果器 50 の位置を移動する制御を行う。

【 0052 】

制御装置 8 は、支持機構 5 の穴開け工具反力検出装置 48 の情報により、穴開け工具 2 が昇降路壁面 3 に接触したことを検知し、第 1 の直動装置 4 を制御して所定の深さに穴を

50

開ける。

【0053】

制御装置 8 は、マイコンによって構成されてよい。制御装置 8 は、コントローラ、メモリ等のハードウェア資源と、メモリ内のプログラムなどのソフトウェア資源とを備え、コントローラがメモリのプログラムを実行して既述の処理を実現する。フローチャートの各ステップは、手段、機能、モジュールとして分類されてもよい。メモリはプログラムを記録する非一時的記録媒体としても理解されてよい。

【0054】

図 6 は、穴開け作業に関連する、レール芯出し固定作業の手順の一例を示すフローチャートである。最下段のレール 24₁ は作業員が芯出し固定を行い、既に 1 段目のブラケット 28₁ は取り付けられている。エレベーター据付装置は、2 段目以上のブラケット 28 を固定する作業を実行する。

10

【0055】

まず、ステップ 101 において、作業台 9 の高さ位置を検出し、ステップ 102 でブラケット 28 取付位置まで作業台 9 を昇降させる。次のステップ 103 では、レール芯出し座 37 を用いて、レール 24 の位置決め作業を行う。この作業はエレベーター据付装置の対象ではないので、作業員が行うものである。作業員は、レール芯出し座位置検出装置 41G により基準線 40R とガイドレール 24 の相対位置を確認しながら、精度良くガイドレール 24 を位置決めし、その位置からガイドレール 24 が動かないように、単管等でレール芯出し座 37 を昇降路 23 に固定する。

20

【0056】

次のステップ 104 から 107 は、エレベーター据付装置の穴開け作業である。まず、エレベーター据付装置は、ステップ 104 にて作業台 9 の位置および傾きを検出する。具体的には、昇降路 23 の頂部に設置した作業台高さ検出装置 42 が、作業台 9 の床面までの距離 L を測定する。制御装置 8 は、作業台 9 が基準位置 H₀ の高さにあるときに測定した距離 L₀ と L の差を H₀ に加算して、昇降路 23 における作業台 9 の z 座標を求める。作業台の傾きは、作業台 9 に設置した傾斜センサによって直接測定されればよい。

【0057】

次のステップ 105 において、支持機構基部移動装置 7 が、支持機構 5 基部を穴開け作業のできる位置に移動する。次のステップ 106 は、支持機構駆動モータ 6 または多関節ロボット駆動モータおよび穴開け工具傾き調整装置 19 を制御して、穴開け工具 2 の位置決めを行う。制御装置 8 は、所定の位置で、昇降路壁面 3 に対して穴開け工具 2 の軸が垂直になるように、穴開け工具 2 を位置決めする。

30

【0058】

穴開け工具 2 の位置決めが終わったなら、ステップ 107 において、穴開け工具 2 は穴開けを行う。ステップ 108 において、エレベーター据付装置は、ブラケット 28 の固定に使用するアンカーボルト用の穴開けがすべて終了するまで、ステップ 104 からステップ 107 を繰り返す。ブラケット 28 の固定に使用するアンカーボルト 18 の穴開けがすべて終了したら、ステップ 109 に進む。

【0059】

ステップ 109 の前半では、アンカーボルト 18 の芯の部分がステップ 107 で開けた穴に打ち込まれ、昇降路壁面 3 に大ブラケット 28 L の上面が水平になるように昇降路 23 に固定される。

40

【0060】

さらに、ステップ 109 の後半では、大ブラケット 28 L の上に小ブラケット 28 S が載せられ、小ブラケット 28 S にレールクリップでガイドレール 24 が固定される。次に、大ブラケット 28 L と小ブラケット 28 S とがボルトとナットで一体に固定されることにより、ガイドレール 24 が昇降路 23 に固定される。継板 25 で連結されているすべてのガイドレール 24 がブラケット 28 で昇降路 23 に固定されるまで、ステップ 101 からステップ 109 が繰り返えされ、昇降路 23 のピット 26 から頂部にかけて、ガイドレ

50

ール 2 4 の位置決めと固定が行われる。

【 0 0 6 1 】

図 7 は、エレベーター据付装置の穴開け工具 2 の位置決め作業の手順の一例を示したフローチャートである。特に、図 2 では、制御装置 8 は、垂直多関節ロボット 3 5 を制御して、穴開け工具 2 を所定の位置に移動し、昇降路壁面 3 に対して穴開け工具 2 の軸が垂直になるように、位置決めする。前提条件として、作業前に、水平多関節アーム 5 a は初期形状（あらかじめ定められた関節角度の状態）になっており、水平多関節アーム 5 a の関節に設けられたブレーキ 4 9 は作動しているものとする。

【 0 0 6 2 】

まず、ステップ 2 0 1 において、制御装置 8 は、支持機構基部移動装置 7 および第 2 の直動装置 5 b の移動量より、水平多関節アーム 5 a 基部の位置を計算し、水平多関節アーム 5 a の先に固定されている穴開け工具 2 の場所を推定する。水平多関節アーム 5 a は作業前にあらかじめ定められた初期形状になっているため、水平多関節アーム 5 a 基部の位置が分かれば水平多関節アーム 5 a 先端の穴開け工具 2 の位置を推定できる。なお、垂直多関節ロボット 3 5 先端の手先カメラ 4 4 により、穴開け工具 2 上面の結合口 5 2 を認識し、その位置を検出しても良い。

【 0 0 6 3 】

次に、ステップ 2 0 2 において、回転型手先効果器 5 0 が穴開け工具 2 の結合口 5 2 に結合される。結合口 5 2 に備えられた結合口スイッチ 5 5 が、回転型手先効果器 5 0 との結合を検出すると、ステップ 2 0 3 において、支持機構関節固定ブレーキ 4 9 が解除される。

【 0 0 6 4 】

次に、ステップ 2 0 4 において、制御装置 8 は、各部の位置情報に基づき、垂直多関節ロボット 3 5 を制御して回転型手先効果器 5 0 の位置を移動し、所定の位置に穴開け工具 2 を移動する。穴開け工具 2 の位置が確定したら、ステップ 2 0 5 において、制御装置 8 は再び支持機構関節固定ブレーキ 4 9 を作動する。

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ 2 0 6 において、制御装置 8 は、穴開け工具傾き検出装置 1 4 の情報に基づき、穴開け工具傾き調整装置 1 9 の仰俯軸駆動モータ 1 6 c を制御し、仰俯軸 1 3 H の仰俯角を調整する。これにより穴開け工具 2 の先端の高さが変化するため、ステップ 2 0 7 において、制御装置 8 は第 2 の直動装置 5 b を制御して穴開け工具 2 の先端の位置を補正する。

【 0 0 6 6 】

次に、ステップ 2 0 8 において、制御装置 8 は、支持機構関節固定ブレーキ 4 9 を解除する。次に、ステップ 2 0 9 において、制御装置 8 は、穴開け工具傾き検出装置 1 4 の情報に基づき、回転型手先効果器 5 0 を制御して、旋回軸 1 3 H の旋回角を調整する。このとき、穴開け工具 2 は旋回軸 1 3 V 周りに回転するため、穴開け工具 2 の先端は左右に位置が変化する。そのため、制御装置 8 は、回転型手先効果器 5 0 を回転させるだけでなく、垂直多関節ロボット 3 5 を制御しながら回転型手先効果器 5 0 を左右方向にも並進移動させて、穴開け工具 2 の先端を昇降路壁面 3 の所定の位置に補正する。

【 0 0 6 7 】

なお、図 2 のように、支持機構 5 に水平多関節アーム 5 a を用いると、穴開け工具 2 の重力の影響を受けずに、穴開け工具 2 を左右方向、前後方向に動かすことができ、作業台 9 に乗せることのできる軽量の垂直多関節ロボット 3 5 を用いても、穴開け作業を実施できる。

【 0 0 6 8 】

以上により、穴開け工具 2 の位置および姿勢の位置決めが成され、その位置と姿勢を保持するために、制御装置 8 は、ステップ 2 1 0 において、支持機構関節固定ブレーキ 4 9 を作動する。なお、制御装置 8 は、次に穴開け作業を行う前に、垂直多関節ロボット 3 5 を動かし回転型手先効果器 5 0 が穴開け工具 2 の結合口 5 2 から離れるようにしておく。

これは、穴開け時の穴開け工具 2 の振動が、垂直多関節ロボット 3 5 に直接伝わって、ロボットが故障するのを避けるためである。

【 0 0 6 9 】

次に、昇降路の所定の位置に穴開け工具 2 を移動し、昇降路壁面 3 に対して穴開け工具 2 の軸を垂直に位置決めする方法について、図 8 を用いて説明する。図 8 は、昇降路 2 3 の断面と作業台 9、垂直多関節ロボット 3 5（および台車 3 4）、水平多関節アーム 5 b、穴開け工具 2 の位置関係を示す、平面図である。

【 0 0 7 0 】

制御装置 8 は、昇降路 2 3 に設定した座標系 O_S （例えばピット 2 6 床面の中央に原点を設定する）、作業台 9 に設定した座標系 O_W （例えば作業台 9 床面の中央に原点を設定する）、垂直多関節ロボット 3 5 に設定した座標系 O_D （例えば垂直多関節ロボット 3 5 の基部に原点を設定する）を用いて、各部の位置を計算し、穴開け工具 2 の先端 R を昇降路 2 3 の所定の位置に移動する。

【 0 0 7 1 】

制御装置 8 は、昇降路の座標系 O_S における作業台 9 の高さ z_W を、先に説明した通り、作業台高さ検出装置 4 2 の検出結果より求める。制御装置 8 は、作業台 9 の x 軸周りと y 軸周りの傾きは、作業台 9 に設置した 2 軸の傾斜センサ 4 3 により、直接測定する。以下、作業台 9 に配置した作業台位置検出装置 4 1 D の情報より、昇降路 2 3 に設定した座標系 O_S における、作業台 9 の座標 (x_W, y_W) と z 軸周りの回転角度 θ を、制御装置 8 が、求める方法について説明する。なお、説明を簡略にするため、作業台の x 軸周りの傾斜角と y 軸周りの傾斜角を無視して、2次元の座標変換の例を説明する。

【 0 0 7 2 】

作業台 9 に取り付けられた作業床位置検出装置 4 1 D は、例えば作業台 9 の原点 O_W から A だけ離れた前面の、左右 2 箇所在所定の間隔 B で取り付けられたレーザースポット位置センサ 4 1 D (L)、4 1 D (R) である。作業台 9 が昇降路の芯にあり、作業台 9 の座標系 O_W が昇降路 2 3 の座標系 O_S に重なる初期位置で、それぞれのレーザースポット位置センサ 4 1 D (各センサの座標系は O_{P_1} 、 O_{P_2}) で、基準線 4 0 D のレーザースポット P_1 、 P_2 の座標は $(0, 0)$ 、 $(0, 0)$ になるものとする。

【 0 0 7 3 】

図 8 において、作業台 9 が初期位置からずれて、それぞれのレーザースポット位置センサ 4 1 D によって、基準線 4 0 D のレーザースポット P_1 、 P_2 の座標が (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) になったとする。まず、昇降路 2 3 の座標系 O_S において、作業台 9 の座標系 O_W の z 軸周りの回転角度 θ は、次式で計算できる。図 8 の例では、 z 軸は紙面の上方を向いているので θ は負の値になる。

【 0 0 7 4 】

【数 1】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y_2 - y_1}{B + x_2 - x_1}$$

【 0 0 7 5 】

また、昇降路 2 3 の座標系 O_S における作業台 9 の座標系 O_W の原点を (x_W, y_W) とおくと、左のレーザースポット位置センサ 4 1 D (L) が検出するレーザースポット P_1 の位置 x_1 、 y_1 は、それぞれ、次式により求められる。

【 0 0 7 6 】

【数 2】

$$x_1 = \left(-\frac{B}{2}\right) \cos \theta + (-A) \sin \theta - \left(-\frac{B}{2}\right) - x_W \cos \theta - y_W \sin \theta$$

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

【数 3】

$$y_1 = -\left(-\frac{B}{2}\right)\sin\theta + (-A)\cos\theta - (-A) + x_W\sin\theta - y_W\cos\theta$$

【0078】

よって、制御装置 8 が、式 2 と式 3 の連立方程式を解けば、昇降路 2 3 の座標系 O_S における、作業台 9 の座標 (x_W, y_W) を求めることができる。

【0079】

以上により、昇降路 2 3 の座標系 O_S と作業台 9 の座標系 O_W の相対的な位置関係が分かるので、座標変換により昇降路 2 3 に設定した目標位置を、作業台 9 の座標系 O_W で示すことができる。

10

【0080】

次に、作業台 9 の座標系 O_W における、垂直多関節ロボット 3 5 基部に設定した座標系 O_D の原点の位置 (x_D, y_D) と z 軸周りの回転角度 を求める方法について説明する。

【0081】

制御装置 8 は、垂直多関節ロボット 3 5 の関節を動かしながら、垂直多関節ロボット 3 5 に取り付けられた手先カメラ 4 4 で作業台 9 上の特徴点（例えば作業台 9 側面の両端の角 Q_1, Q_2 ）を探索し、多関節ロボット形状検出装置 4 5 の情報により、作業台 9 と垂直多関節ロボット 3 5 の相対位置および姿勢を推定する。ただし、制御装置 8 は、垂直多関節ロボット 3 5 の手先は作業台 9 に対して常に垂直下向き（ $-z$ 方向）になるように制御するものとする。これは、作業台 9 の特徴点 Q_1, Q_2 を手先カメラ 4 4 の直下に検出するためである。

20

【0082】

作業台の原点 O_W から C だけ離れた作業台 9 後部に、作業台 9 の幅寸法 D だけ離れた 2 点 Q_1, Q_2 を、垂直多関節ロボット 3 5 の手先カメラ 4 4 により測定したときの座標が $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ だったとする。まず、作業台 9 の座標系 O_W において、垂直多関節ロボット 3 5 の座標系 O_D の z 軸周りの回転角度 は、次式で計算できる。図 8 の例では、 は正の値になる。

【0083】

30

【数 4】

$$\varphi = -\tan^{-1}\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

【0084】

また、作業台 9 の座標系 O_W における垂直多関節ロボット 3 5 の座標系 O_D の原点を、 (x_D, y_D) とおくと、手先カメラ 4 4 により検出した右後方の点 Q_2 の位置 x_2, y_2 は、先に求めた を用いて、それぞれ、次式で求められる。

【0085】

【数 5】

40

$$x_2 = \frac{D}{2}\cos\varphi + C\sin\varphi - x_D\cos\varphi - y_D\sin\varphi$$

【0086】

【数 6】

$$y_2 = -\frac{D}{2}\sin\varphi + C\cos\varphi - C + x_D\sin\varphi - y_D\cos\varphi$$

【0087】

よって、制御装置 8 が上記 2 式の連立方程式を解けば、作業台 9 の座標系 O_W における

50

、垂直多関節ロボット35の座標系 O_D の原点 (x_D, y_D) を求めることができる。垂直多関節ロボット35の関節角度より、垂直多関節ロボット35の座標系 O_D における手先の位置を計算できるので、垂直多関節ロボット35の座標系 O_D から作業台9の座標系 O_W に変換すれば、作業台9の座標系 O_W により、垂直多関節ロボット35の先端の位置を定義できる。

【0088】

さらに、昇降路23の座標系 O_S に座標変換すれば、昇降路23の座標系 O_S により、垂直多関節ロボット35の先端の位置を定義できる。逆向きに座標変換すれば、昇降路23に設定した目標位置を、垂直多関節ロボット35の座標系 O_D で示すことができる。よって、制御装置8は、垂直多関節ロボット35の先端部に取り付けられた回転型手先効果器50の位置決めを行い、穴開け工具2の先端Rを昇降路23の所定の位置に、所定の向きで位置決めできる。

10

【0089】

なお、制御装置8は、垂直多関節ロボット35先端部の手先カメラ44により、穴開け工具2の特徴点(例えば穴開け工具2の結合口52の形状)を探索し、穴開け工具2の相対位置および軸の向きを検出する。

【0090】

また、支持機構基部移動装置7は、作業台9の側面の横フレーム9dに押し当てて設置することで作業台9の所定の位置に固定できる。よって、制御装置8は、支持機構基部移動装置7の移動量を検出することにより、作業台9に設定した座標系 O_W で支持機構5基部の位置を求めることができる。

20

【0091】

さらに、図1のように、支持機構5に支持機構駆動モータ6が設けられている場合は、支持機構5の基部にも座標系 O_H を設定して、支持機構駆動モータ6により支持機構5の各関節角度を制御して穴開け工具2の先端Rを所定の位置に所定の向きに位置決めできる。

【0092】

以上により、制御装置8は、昇降路23の所定の位置に穴開け工具2の先端Rを位置決めすることができる。しかし、実際の昇降路23の形状により、実際の昇降路壁面3'は破線に示すようにだけ傾いている場合がある。そこで、制御装置8が、穴開け工具2を、傾いた昇降路壁面3'に対して垂直に位置決めする方法について説明する。

30

【0093】

制御装置8は穴開け工具傾き検出装置14により、昇降路壁面3'に対する穴開け工具2の軸の傾きを求めることができる。よって、回転型手先効果器50をだけ回転して穴開け工具2を昇降路壁面3'に対して垂直にすることができる。さらに、垂直多関節ロボット35の先端部を、作業台9の座標系 O_W において x 、 y だけ動かして、穴開け工具2の先端Rを所定の位置に位置決めする。穴開け工具2の先端から回転型手先効果器50が接続されている穴開け工具2の結合口52までの長さを L_T とすると、次式の通りである。

【0094】

40

【数7】

$$\Delta x = L_T \{1 - \cos(\gamma - \theta)\}$$

【0095】

【数8】

$$\Delta y = L_T \{1 - \sin(\gamma - \theta)\}$$

【0096】

図9は、穴開け工具傾き検出装置14(図2)の具体的な構成を表す、斜視図である。第1の直動装置上の3点に変位センサ14a, 14b, 14cが取り付けられている。3

50

点のうち、2つの変位センサ14a、14bは、雲台17の仰俯軸13Hに平行な直線上に配置され、それぞれ第1の直動装置4の軸から等距離に配置される。残り1つの変位センサ14cは、2つの変位センサ14a、14bの中心を通り第1の直動装置4の軸に垂直に交わる直線上に配置される。

【0097】

制御装置8は、第1の直動装置4を昇降路壁面3に向けて変位センサ14a～14cにより距離を測定し、最初に左右の変位センサ14a、14bの検出値を比較し、等距離になるように旋回軸13Vの回転角度を調節する。このとき、垂直多関節ロボット35先端の回転型手先効果器50は、穴開け工具2の結合口52を操作して、左右に旋回動作させる。

10

【0098】

次に、制御装置8は、左右いずれかの変位センサ(14aまたは14b)の検出値と、残りの変位センサ14cの検出値を比較し、等距離になるように仰俯軸13Hの回転角度を調節する。このような変位センサ14a～14cによる穴開け工具傾き検出装置14は、高価な2次元変位センサを用いるよりも、安価に構成することができる。

【0099】

図9の3つの変位センサのうち、左右の変位センサ14a、14bを取り除き、残り1つの変位センサ14cのみで、穴開け工具傾き検出装置14を構成することもできる。先の例同様に、最初に回転型手先効果器50が穴開け工具2を旋回動作させて、検出距離が最短になるように旋回軸13Vの回転角度を調整する。次に、仰俯軸駆動モータ16cが、穴開け工具2を仰俯動作させて、検出距離が最短になるように仰俯軸13Hの回転角度を調整する。このような変位センサ14cのみによる穴開け工具傾き検出装置14は、センサ数が最小の構成となり最も安価にできる。

20

【0100】

図10は、3つの変位センサ14a～14cにより穴開け工具傾き検出装置14を構成する場合に、旋回軸13Vの回転角度を求める具体例を示す。穴開け工具2の傾きを調整する前は、制御装置8は仮想的な昇降路壁面3に対して、穴開け工具2を垂直にして先端Rを位置決めしている。このときの穴開け工具2の軸と、それに重なる第1の直動装置4の軸を、図10に一点鎖線で示す。図10に示す通り、2つのセンサ14a、14bで測定した距離が L_1 、 L_2 で、2つのセンサ14a、14bの間隔がEのとき、昇降路壁面3'と第1の直動装置4の軸が成す角 γ は、次式の通りである。

30

【0101】

【数9】

$$\gamma = \tan^{-1} \frac{L_1 - L_2}{E}$$

よって、制御装置8は、変位センサ14a、14bにより測定した距離 L_1 、 L_2 と、変位センサ14a、14bの取り付け間隔Eの情報を用いて角 γ を計算し、穴開け工具傾き調整装置19の旋回軸駆動モータ12aを制御して、旋回軸13Vを角度 γ だけ回転すれば、穴開け工具2の軸は昇降路壁面3'に対して垂直になる(図10の場合、反時計回りの方向に回す)。先に説明した通り、単に回転型手先効果器50で結合口52を回転させて首を振ると穴開け工具2の先端Rの位置がずれるため、結合口52を回転させると同時にx、yだけ位置をずらす(結合装置52'の位置にする)。その結果、図面情報による大ブラケット28Lの位置は、実際の大ブラケット28L'の位置にずれる。大ブラケット28L'の上に、小ブラケット28Sを、位置を調整して載せるため、大ブラケット28の位置がずれてもガイドレール24の据付精度には影響しない。なお、穴開け工具2の軸の仰俯角の調整角度は、変位センサ14a、14bのいずれか一方と、変位センサ14cにより測定した距離情報と、変位センサ14a、14bのいずれか一方と、変位センサ14cの取り付け間隔の情報を用いて、角 γ を同様にして求めればよい。

40

【0102】

図11は、1つの変位センサ14cにより穴開け工具傾き検出装置14を構成する場合

50

の、旋回軸 13V の回転角度 ψ を求める例を示す。図 11 に示す通り、傾き調整前の穴開け工具 2 の軸（図中、一点鎖線で示す）を中心に、所定の操作角度 ψ で旋回動作させる。なお、センサ 14c と結合口 52 は重なる位置に配置されるものとし、センサ 14c と結合口 52 の位置のオフセットは無いものとする。

【0103】

旋回角度が ψ の 2 点で測定した距離が L_1 、 L_2 のとき、変位センサ 14c と昇降路壁面 3' までの距離が最短となる垂線 ad に重なるように、穴開け工具 2 の軸を調整する。直線 ad の長さを h と置き、垂線 ad と線分 ab の成す角を ψ_1 と置くと、検出距離 L_1 、 L_2 と、h、 ψ 、 ψ_1 の間に次の関係が成り立つ。なお、実際の昇降路壁面 3' に対して、符号 3 は、仮想的な昇降路壁を表している。仮想的な昇降路壁とは、傾き修正前に、穴あけ工具が想定していた昇降路の壁面のことである。

10

【0104】

【数10】

$$L_1 = \frac{h}{\cos \psi_1}$$

【0105】

【数11】

$$L_2 = \frac{h}{\cos(2\psi - \psi_1)}$$

20

【0106】

よって、昇降路壁面 3' と第 1 の直動装置の軸が成す角 ψ_1 は、上記の 2 式の連立方程式を解いて、次式に示す通りである。

【数12】

$$\psi_1 = \tan^{-1} \frac{L_1 - L_2 \cos 2\psi}{L_2 \sin 2\psi}$$

【0107】

したがって、制御装置 8 は、変位センサ 14c により測定した距離 L_1 、 L_2 と、測定時の首振り角度 ψ の情報を用いて、昇降路壁面 3' と穴開け工具 2 の軸が成す角 ψ_1 を、 $\psi_1 - \psi$ として、求めることができる。制御装置 8 は、穴開け工具傾き調整装置 19 の旋回軸 13V を角度 $\psi_1 - \psi$ だけ回転するように制御する（図 11 の場合は反時計回りの方向に回す）。このとき、穴開け工具 2 先端の位置 R がずれるので、穴開け工具 2 を $r \sin \psi_1$ だけ並進移動して位置を補正する（図 11 の場合は上向きに並進移動）。ただし、r は点 R と点 a を結ぶ直線 Ra の長さである。このとき、昇降路壁 3' と穴開け工具 R の距離は、補正する必要がない。なお、穴開け工具 2 の軸の仰俯角の調整角度も、同様にして求めればよい。

30

【0108】

なお、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また各実施の形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0109】

本発明は、エレベーター据付装置に広く適用することができる。

【符号の説明】

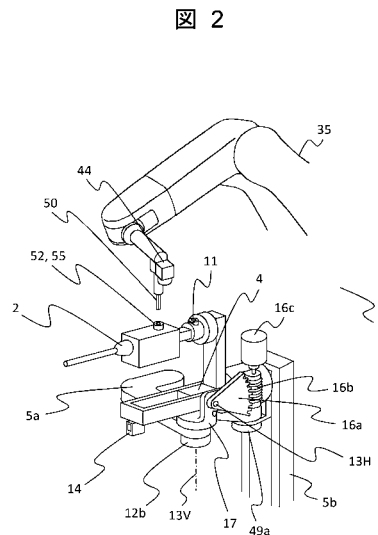
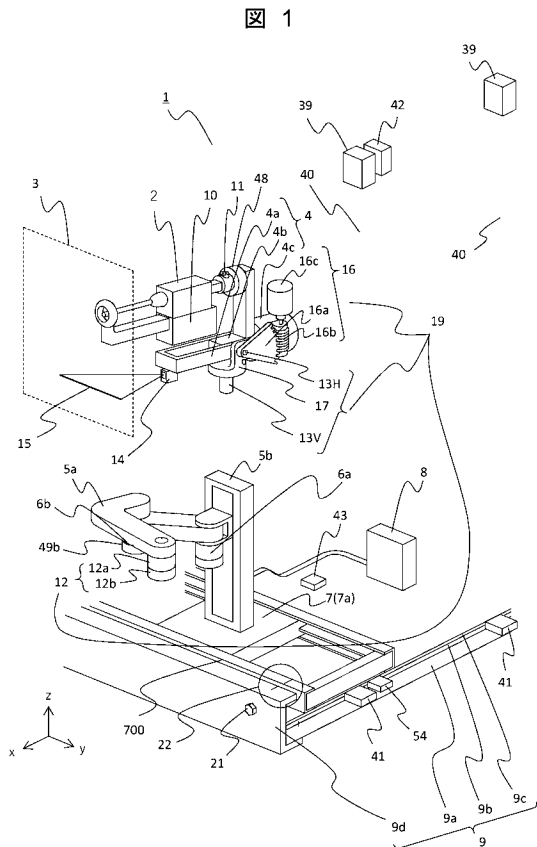
【0110】

50

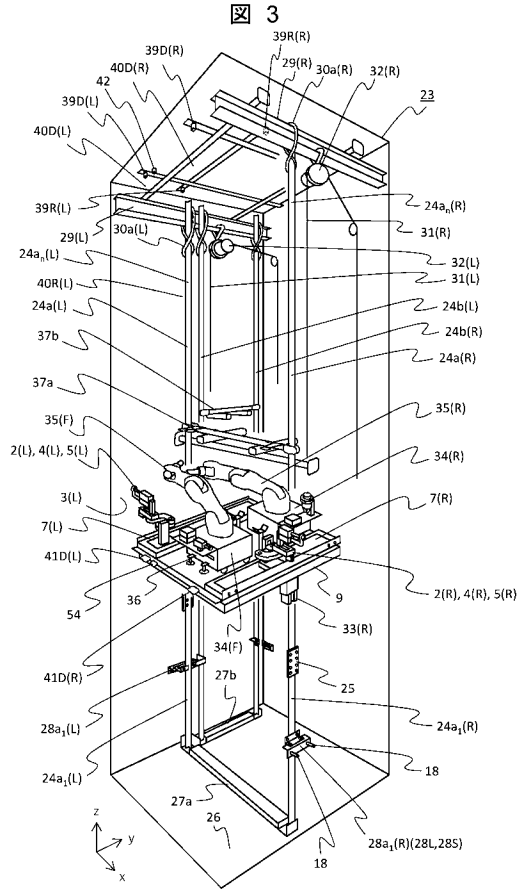
1・・・エレベーター据付装置、2・・・穴開け工具（電動工具）、3・・・昇降路壁面、4・・・第1の直動装置、5・・・支持機構、6・・・支持機構駆動モータ、7・・・支持機構基部移動装置、8・・・制御装置、9・・・作業台、10・・・集塵ユニット、11・・・チャック、12a・・・旋回軸駆動モータ、12b・・・旋回軸固定ブレーキ、13V・・・旋回軸（垂直軸）、13H・・・仰俯軸（水平軸）、14・・・穴開け工具傾き検出装置、15・・・昇降路の部分断面、16a・・・歯弧、16b・・・ウォームギヤ、16c・・・仰俯軸駆動モータ、17・・・雲台、18・・・アンカーボルト、19・・・穴開け工具傾き調整装置、21・・・ボルト、22・・・印（位置合わせ用刻印）、23・・・昇降路、24・・・ガイドレール、25・・・継板、26・・・ピット、27・・・ベース、28・・・ブラケット、29・・・梁、30・・・ワイヤ、31・・・ワイヤロープ、32・・・作業台昇降装置、33・・・ガイドシュー、34・・・台車、35・・・垂直多関節ロボット（多関節ロボット）、36・・・ストッパ、37・・・レール芯出し雇、38・・・台、39・・・レーザー照射器、40・・・基準線、41D・・・作業台位置検出装置、42・・・作業台高さ検出装置、43・・・作業台傾き検出装置、44・・・手先カメラ、45・・・多関節ロボット形状検出装置、46・・・多関節ロボット駆動モータ、48・・・穴開け工具反力検出装置、49・・・支持機構関節固定ブレーキ、50・・・回転型手先効果器、51・・・手先反力検出装置、52・・・結合口、53・・・支持機構形状検出装置、54・・・反射板、55・・・結合口スイッチ

【図1】

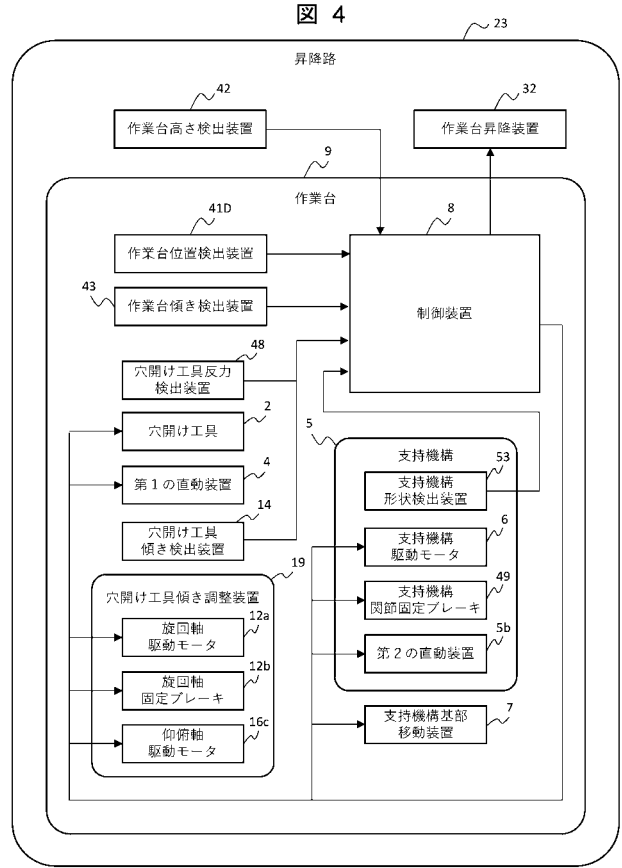
【図2】



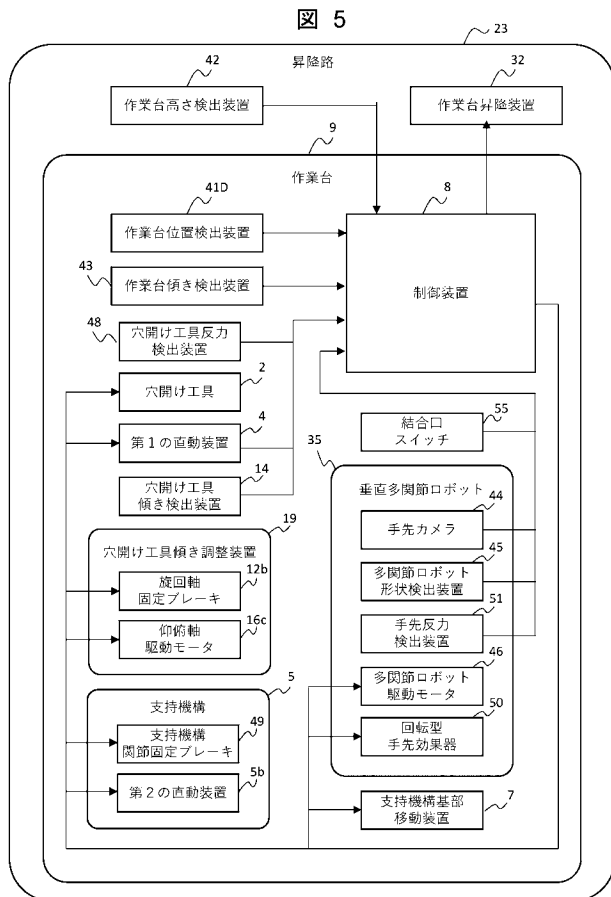
【 図 3 】



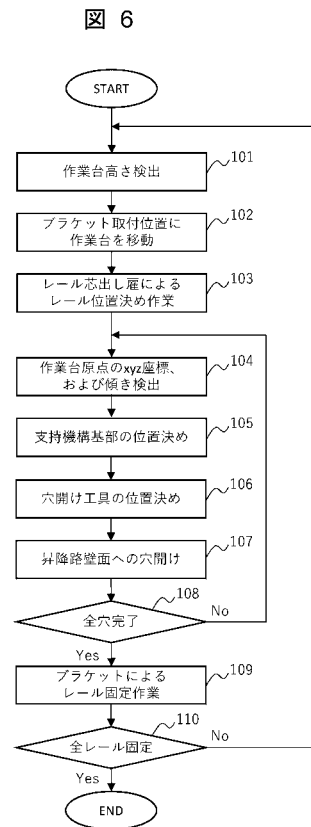
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 5 J 9/06 B

(72)発明者 波田野 利昭
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 伊藤 雅人
東京都千代田区神田淡路町二丁目101番地 株式会社日立ビルシステム内

(72)発明者 八木 伸明
東京都千代田区神田淡路町二丁目101番地 株式会社日立ビルシステム内

Fターム(参考) 3C707 AS21 BS10 BS15 HT40 KS34 KT01 KT05
3F301 AA13 BB16 CA06 CA07 DD00
3F305 BD01 DA04 DA08 DA09 DA21