



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

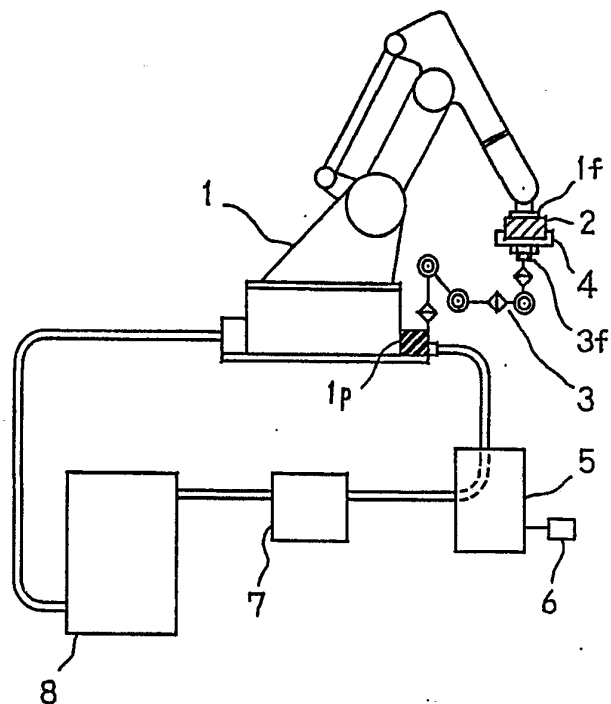
<p>(51) 国際特許分類 5 B25J 9/10, 19/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO 92/18294</p> <p>(43) 国際公開日 1992年10月29日 (29. 10. 1992)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP92/00418 (22) 国際出願日 1992年4月3日 (03. 04. 92)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平3/104601 1991年4月9日 (09. 04. 91) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP] 〒806 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 藤内修一 (TOUNAI, Shuichi) [JP/JP] 山本己法 (YAMAMOTO, Minoru) [JP/JP] 〒806 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 Fukuoka, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 小堀 益 (KOHORI, Susumu) 〒812 福岡県福岡市博多区博多駅前1丁目1-1 博多新三井ビル401号 Fukuoka, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IT (欧州特許), KR, LU (欧州特許), MC (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US.</p>	<p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title : CALIBRATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL ROBOT

(54) 発明の名称 産業用ロボットのキャリブレーション方式

(57) Abstract

A calibration system for an industrial robot capable of carrying out calibration in a short time. A calibration device (3) having a six-axis degree-of-freedom-of-motion and also having displacement detecting devices provided for respective degrees of freedom is mounted on a reference surface (1p) provided on a robot (1) itself or a reference surface where a positional relationship with the robot is already known, and the leading end portion of the calibration device (3) is mechanically coupled to the leading end portion of the wrist of the robot, whereby the position data/attitude data obtained from the displacement detecting devices of the calibration device (3) are calculated back to the position data/attitude data of the robot for calibration of the robot.



(57) 要約

短時間でキャリブレーションが可能となる産業用ロボットのキャリブレーション方式。6軸の動作自由度を持ち、各自由度ごとに変位検出装置を持つキャリブレーション装置(3)を、ロボット(1)自体に設けられた基準面(1p)またはロボットとの位置関係が既知の基準面に取り付け、キャリブレーション装置(3)の先端部とロボット手首先端部を機械的に結合させ、キャリブレーション装置(3)の変位検出装置から得られる位置データ・姿勢データからロボットの位置データ・姿勢データを逆算し、ロボットのキャリブレーションを行う。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のハンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
AU	オーストラリア	FR	フランス	MR	モーリタニア
BB	バルバドス	GA	ガボン	MW	マラウイ
BE	ベルギー	GN	ギニア	NL	オランダ
BF	ブルキナ・ファソ	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	RO	ルーマニア
BR	ブラジル	IE	アイルランド	RU	ロシア連邦
CA	カナダ	IT	イタリア	SD	スーダン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SE	スウェーデン
CG	コンゴ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SN	セネガル
CH	スイス	KR	大韓民国	SU	ソウエイト連邦
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	TD	チャード
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TG	トーゴ
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルグ	UA	ウクライナ
DE	ドイツ	MC	モナコ	US	米国
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		
ES	スペイン	ML	マリ		

- 1 -

## 明 細 書

## 産業用ロボットのキャリブレーション方式

## 〔技術分野〕

本発明は、産業用ロボットのキャリブレーション方式に関する。

## 〔背景技術〕

従来のキャリブレーション作業は、特開昭62-148173号公報等に表示されているように、次の(1)から(5)の手順で行っていた。

(1) ロボット手首先端部のフランジにロボット側キャリブレーション用治具を取り付ける。

(2) 固定側キャリブレーション用治具を定められた位置にセットする。

(3) ロボットを、キャリブレーションを行える定位置近くに動作させる。

(4) 固定側キャリブレーション用治具に設けられた計測器の値が、それぞれ“0”となるように、ロボットを微動させる。

(5) 6個の計測器の値が全て“0”となった位置を、前もって定められたロボットの位置及び姿勢として登録する。

ところが、従来方式では、前記(4)の作業は、操作者がティーチングボックスを用いてロボットを少しずつ動かすため、非常に難しく時間がかかるという欠点があった。

そこで本発明は、短時間でキャリブレーションが可能となる方式を提供しようとするものである。

なお、ある装置に対する位置決めロボットの動作点位置を校正するものとしては、作業を行うロボットとは別の計測ロボットを使用する例があるが(特開平1-245108号公報参照)、ツール先端の位置のみ管理・校正するもので、本願で目的としているロボット各軸の位置関係を校正するものではない。

## 〔発明の開示〕

本発明は、ロボットのキャリブレーション方法において、6軸の動作自由度を持ち、各自由度ごとに変位検出装置を持つキャリブレーション装置を、ロボット

自体に設けられた基準面またはロボットからの相対位置関係が既知の基準面に取り付け、前記キャリブレーション装置の先端部とロボット手首先端部を機械的に結合させ、前記キャリブレーション装置の変位検出装置から得られる位置データ・姿勢データからロボットの位置データ・姿勢データを逆算し、ロボットのキャリブレーションを行うことを特徴とするものである。

キャリブレーション装置の先端部とロボット手首先端部を機械的に結合させられれば、その位置、姿勢はキャリブレーション装置の先端部のそれと一致する。キャリブレーション装置はロボット基準面に取り付けられているので、キャリブレーション装置の変位検出装置から得られたデータと、キャリブレーション装置の機械的時定数から、キャリブレーション装置の先端部のロボット基準面からの位置、姿勢データ、すなわち、ロボット手首先端部の位置・姿勢データが求まる。

本発明によれば、どのような機種 of ロボットであっても、比較的簡単な作業でキャリブレーションが行えるという大きな効果がある。

#### 〔図面の簡単な説明〕

図1は本発明の実施例を示す概略図、図2は本発明の治具の拡大図、図3は本発明に係るシステムの構成を示すブロック図、図4～図6はCPUにおける処理を示すフローチャートである。

#### 〔発明を実施するための最良の形態〕

以下、本発明の具体的実施例を図1および図3を用いて説明する。

まず、本発明の実施に必要な装置を説明する。

ロボット1は、垂直多関節形で原点位置パルスを補正する（すなわちキャリブレーションする）対象である。このロボット1にはその手首フランジ面1fに治具2が取り付けられている。

キャリブレーション装置3は、任意の位置に手動によって多自由度に動作させることができるマニピュレータ形式のもので、各軸には、回転位置を検出する絶対値エンコーダ等の回転検出器（図3の31参照）が取り付けられており、インターフェース制御盤5に接続されている。キャリブレーション装置3の各軸の自

- ・ 自由度は、位置を決定する3自由度(3軸)、姿勢を決定する3自由度(3軸)の
- ・ 計6自由度(6軸)を有することが望ましいが、その具体的構成は問わない。図
- ・ 1では、回転6軸で構成した例をスケルトン図で示している。
- ・ 5     そして、キャリブレーション装置3の先端部のキャリブレーション装置フラン
- ・     ジ面3fには治具4が取り付けられている。
- ・     この治具4は、例えば図2に示されるように位置決めピン4pを有し、ピン穴
- ・     2hを有する前述の治具2と結合できる構造となっている。この結合により、ロ
- ・     ボットの制御点Pとキャリブレーション装置の先端点P'とは同一地点で一致し、
- ・     その姿勢も一致することになる。
- 10     なお、図1の例では、キャリブレーション装置3はロボット1の基準面1pに
- ・     取り付けられているが、キャリブレーション装置3を取り付ける面とロボット1
- ・     との位置関係が既知であれば、取り付け面は必ずしもロボット本体に設ける必要
- ・     はない。
- ・     ロボット1のインターフェース制御盤5には、スイッチ6が用意されており、
- 15     スイッチ6がオンしているときにキャリブレーション装置3の回転検出器31か
- ・     らパルスデータをサンプリングする。これによってサンプリングされたデータは、
- ・     一時的にインターフェース制御盤5のパルスデータ記憶部(図3の51参照)に
- ・     記憶される。
- ・     インターフェース制御盤5は、外部計算装置7からの指令により、サンプリン
- 20     グしたパルスデータの転送を行う。
- ・     ロボット制御装置8は、外部計算装置7からの指令によってロボット1の原点
- ・     位置パルスを外部計算装置7に転送する。外部計算装置7は、インターフェース
- ・     制御盤5から受信したパルスデータからロボット1の原点位置キャリブレーシ
- ・     ョン用の位置作成処理をキャリブレーション装置位置計算処理部71、ロボット位
- 25     置計算処理部73(図3参照)において行う。図3中、72はキャリブレーシ
- ・     ョン装置位置記憶部、74はロボット位置記憶部である。ロボット位置記憶部74
- ・     に格納されているロボット位置と、ロボット制御装置8の原点位置パルス記憶部

81から受信した原点位置パルスに基づいて、原点位置パルス補正計算処理部75において、ロボット1の原点位置パルスデータのキャリブレーションを行う。キャリブレーションされた原点位置パルスは、本外部計算装置7からの指令によってロボット制御装置8の原点位置パルス記憶部81へ転送される。

5 次に、本発明の方式を作業手順に沿って説明する。

- (1) まず、キャリブレーション装置3をロボット1に設けられた基準面1pまたはロボット1との位置関係が既知の基準面に取り付ける。
- (2) キャリブレーション装置3のフランジ面3fに治具4を取り付ける。
- (3) ロボット1のフランジ面1fに治具2を取り付ける。
- 10 (4) 治具2と治具4が結合できるようにロボットを概略の位置まで動作させる。
- (5) キャリブレーション装置3を手動で動かして治具2と治具4を結合させる。
- (6) この状態で、外部計算装置からデータサンプリング指令が起動されたら、キャリブレーション装置の各軸に取り付けられた絶対値エンコーダからインターフェース制御盤を経由して、キャリブレーション装置の位置データ
- 15 (パルスデータ) を外部計算装置で受信する。

この位置データが受信された後、外部計算装置でキャリブレーション演算指令を起動すると、以下のような計算を行いキャリブレーション演算を行う。

キャリブレーション装置は、6自由度マニピュレータとリンク間の同時変換を  $A_i$  ( $i=1\sim 6$ ) とすると、キャリブレーション装置の位置姿勢  $T_{sc}$  は、 $A_i$  行列の積で表される。

$$T_{sc} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot A_6$$

キャリブレーション装置の基準座標とロボットの基準座標間の変換行列を  $Z$  とすると、ロボットの基準座標で表したキャリブレーション装置の位置姿勢  $T_{sc1}$  は、次の式で表される。

25 
$$T_{sc1} = Z \cdot T_{sc}$$

ただし 
$$Z = \text{Trans}(X, Y, Z)$$

また、治具4のリンク6に対する変換行列を  $E$  とすると、図2に示すキャリブ

レーシヨン装置3の制御点Pの位置姿勢 $T_s$ は、次の式で表される。

$$T_s = T_{sc1} \cdot E = Z \cdot T_{sc} \cdot E$$

ただし、

$$E = \begin{bmatrix} n_{xt} & O_{xt} & a_{xt} & X_t \\ n_{yt} & O_{yt} & a_{yt} & Y_t \\ n_{zt} & O_{zt} & a_{zt} & Z_t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

以上の処理のフローチャートを図4に示す。

この $T_s$ により、キャリブレーション装置の制御点での直交座標値が算出される。

本座標値は、ロボットの制御点の座標値と同一である。

このときのロボットの制御点の位置データを $T_{sp}$ とすると、次の関係式が得られる。

$$T_{sp} = T_s (xyz)$$

$$T_{sp} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

式中 $T_s (xyz)$ は、 $T_s$ 行列の位置データを表す。

治具2, 4の方向(姿勢)もそろうので、ロボットの姿勢 $T_{ss}$ は、次の関係式で与えられる。

$$T_{ss} = T_s (\text{orient}) \cdot \text{Rot} (x, 180^\circ)$$

$$T_{ss} = \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x \\ n_y & O_y & a_y \\ n_z & O_z & a_z \end{bmatrix}$$

- ・ 式中 $T_i$  (orient)とは、 $T_i$  行列の姿勢データの行列を表す。
- ・ 以上のようにして求めた $T_{6P}$ 、 $T_{6S}$ からマスタロボットの位置 $T_{6M}$ は次の行列
- ・ 式で与えられる。

$$T_{6M} = \begin{bmatrix} n_x & O_x & a_x & X \\ n_y & O_y & a_y & Y \\ n_z & O_z & a_z & Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- ・ 以上の処理のフローチャートを図5に示す。
- 10 ． このようにして求めたロボットの位置 $T_{6M}$ と、予め外部計算機に入力しておいたロボットの機械寸法データ、機械定数データ、ツール寸法データを使用して、
- ・ ロボットの6軸のパルス値を求める。このときの計算によって得られたパルス値
- ・ を $P_i'$ とする。
- ・ 以上のようにキャリブレーション演算が終了した後、ロボット制御装置に対し
- 15 ． 外部計算装置より原点位置パルス補正指令を起動する。
- ・ この原点位置パルス補正指令を起動されたことにより、ロボット制御装置から、
- ・ ロボット原点位置での各軸のパルスデータ $P_i$ と、現在いる位置でのロボット各
- ・ 軸のパルスデータ $P_i''$ とが外部計算装置に転送される。

- ・ ロボット制御装置から以上のパルスデータが転送されてきたら、次の計算を行
- 20 ． い、6軸について差分データ $\Delta P_i$ を求める。

$$\Delta P_i = P_i' - P_i''$$

- ・ ここで算出した $\Delta P_i$ は外部計算装置で算出したロボット各軸のパルスデータ
- ・ とマスタロボットが現在いる位置でのパルスデータとの差分データである。この
- ・ 求めた差分データを使用して次の計算により6軸について原点位置パルス $P_i$ の
- 25 ． 補正を行う。

$$P_i = P_i' - \Delta P_i$$

- ・ この計算によって原点位置パルスの補正を行うことができる。以上の計算によ

・ 　　って求めた原点位置パルス $P_1$ をロボット制御装置に転送して、ロボットの原  
・ 　　点位置の変更を行う。

・ 　　以上の処理のフローチャートを図6に示す。

・ 　　〔産業上の利用可能性〕

5 　　本発明のキャリブレーション方式は、手首先端部とキャリブレーション装置の  
・ 　　先端部を機械的に結合できる構造となっている全てのティーチングプレイバック  
・ 　　方式の産業用ロボットに利用することができる。

10

15

20

25

## 請求の範囲

1. ロボットのキャリブレーション方式において、6軸の動作自由度を持ち、各自由度ごとに変位検出装置を持つキャリブレーション装置を、ロボット自体に設けられた基準面に取り付け、前記キャリブレーション装置の先端部とロボット手  
5 首先端部を機械的に結合させ、前記キャリブレーション装置の変位検出装置から得られる位置データ・姿勢データからロボットの位置データ・姿勢データを逆算し、ロボットのキャリブレーションを行うことを特徴とする産業用ロボットのキャリブレーション方式。
2. ロボットのキャリブレーション方式において、6軸の動作自由度を持ち、各  
10 自由度ごとに変位検出装置を持つキャリブレーション装置を、前記ロボットからの相対位置関係がわかっている基準面に取り付け、前記キャリブレーション装置の先端部とロボット手首先端部を機械的に結合させ、前記キャリブレーション装置の変位検出装置から得られる位置データ・姿勢データからロボットの位置データ・姿勢データを逆算し、ロボットのキャリブレーションを行うことを特徴とする産業用ロボットのキャリブレーション方式。  
15
- 20
- 25

FIG. 1

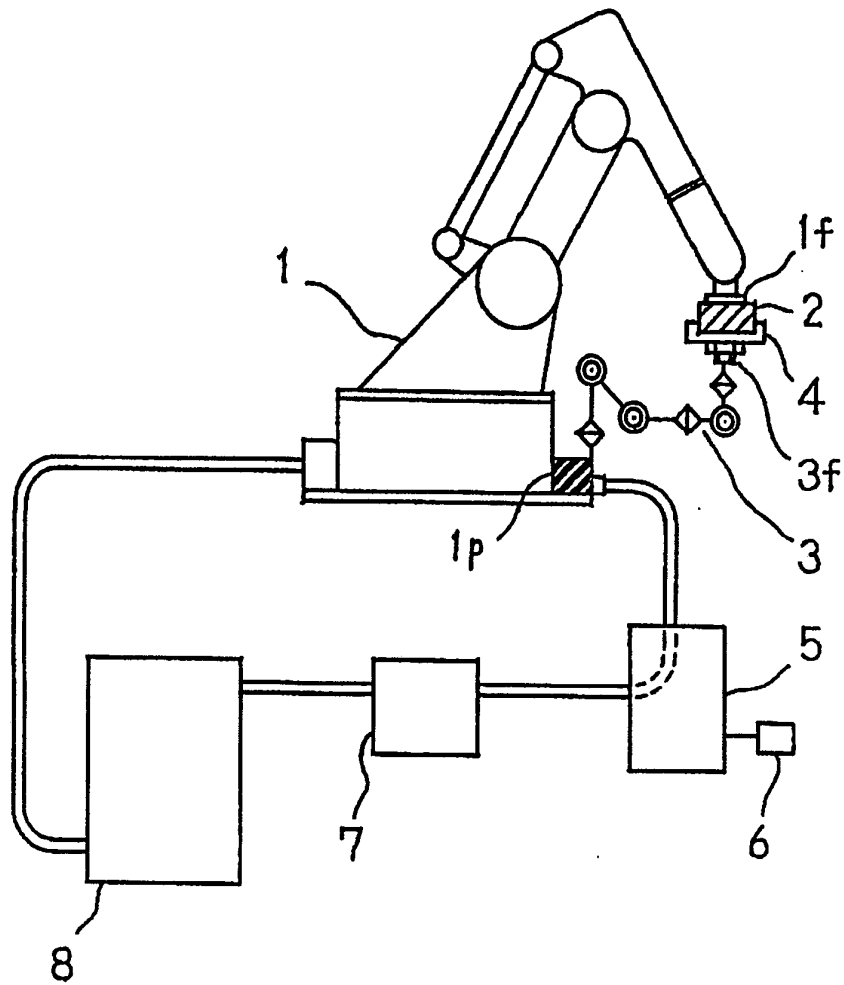
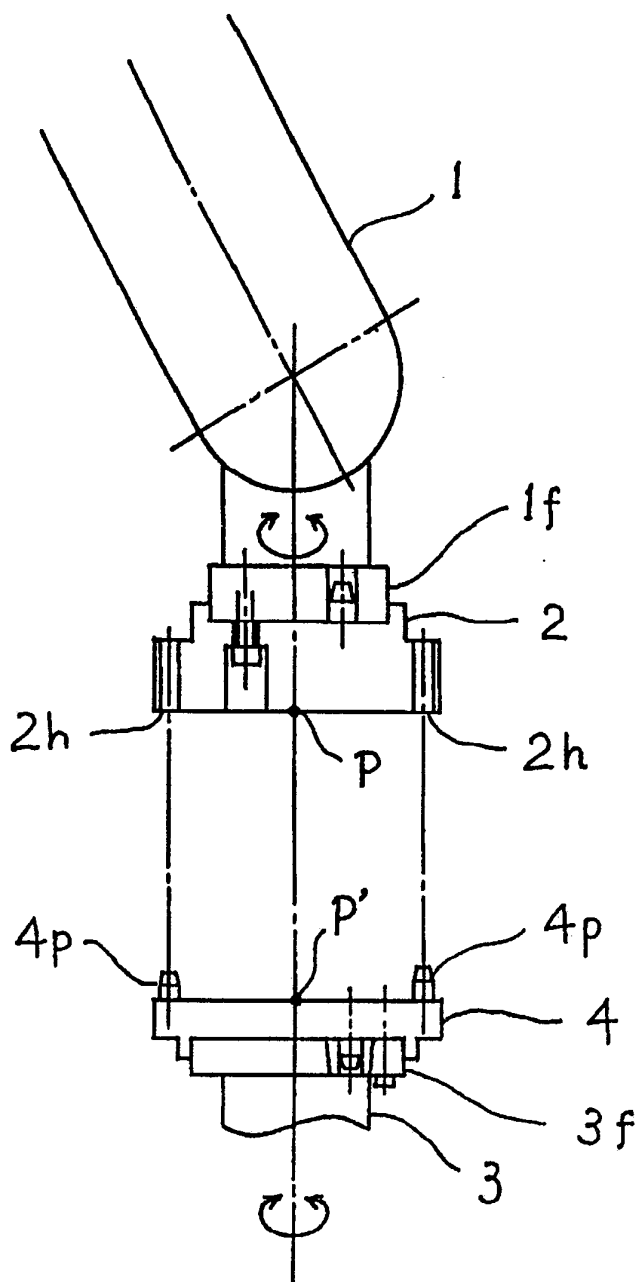


FIG. 2



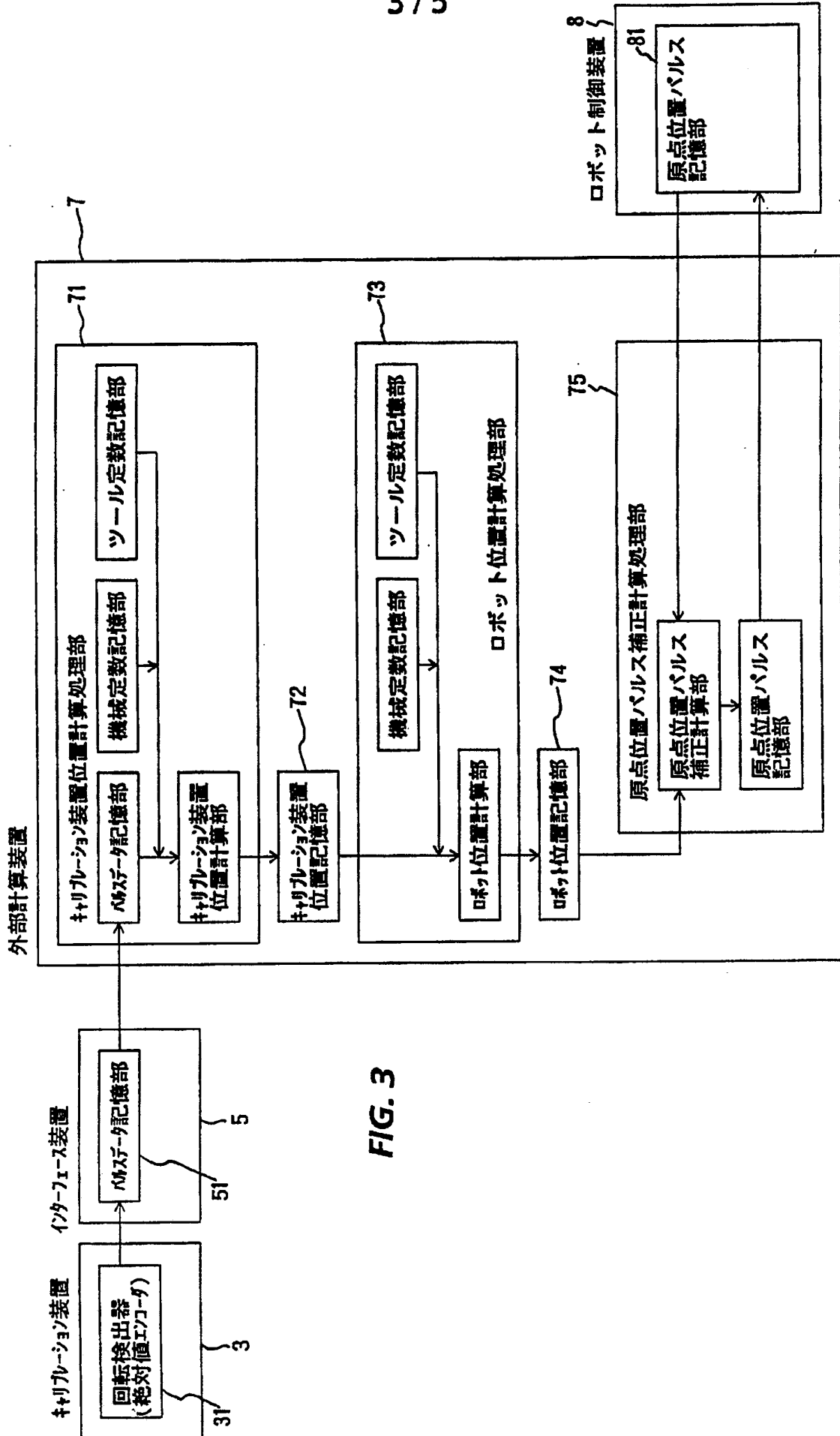


FIG. 3

FIG. 4

キャリブレーション装置の座標値計算

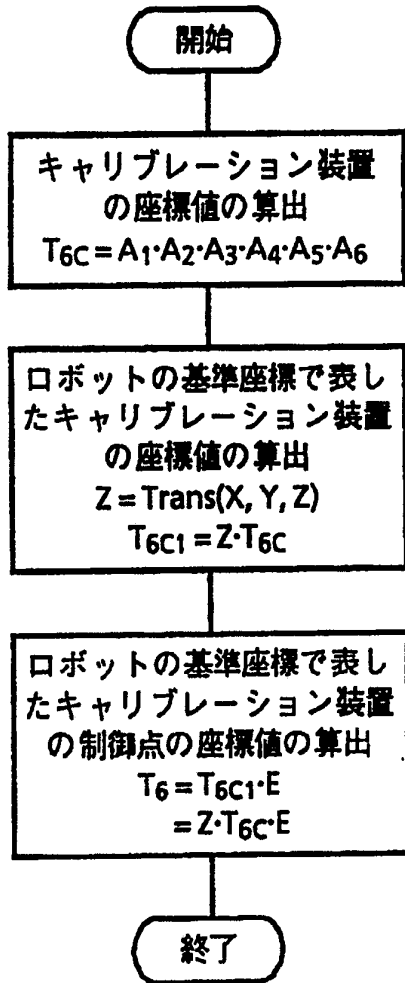
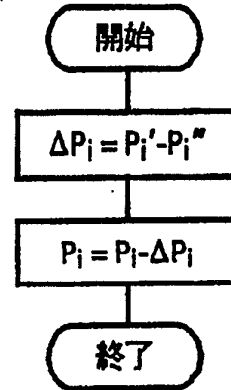


FIG. 6

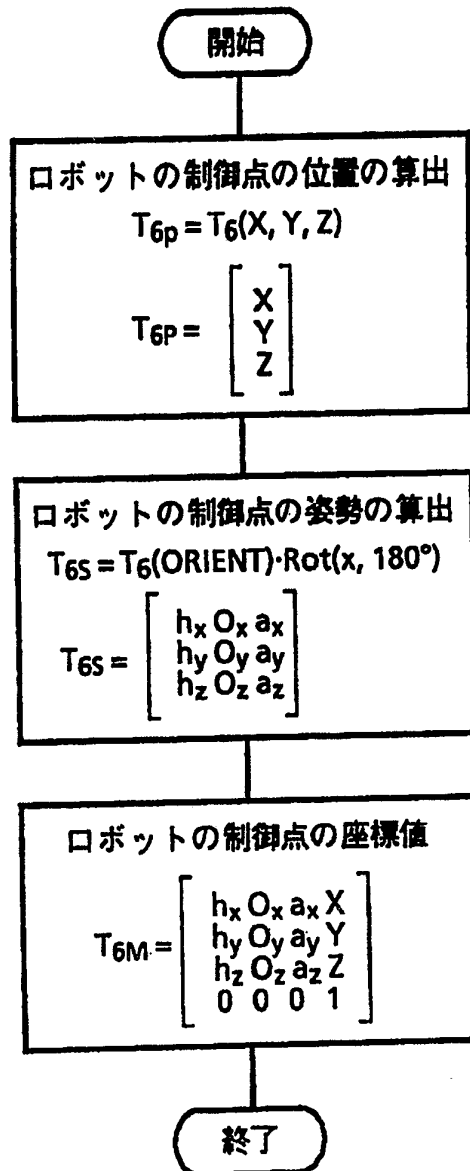
原点位置パルスの補正計算



5 / 5

FIG. 5

## キャリブレーション装置の座標値計算



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP92/00418

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int. Cl <sup>5</sup> B25J9/10, 19/02				
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>				
Classification System	Classification Symbols			
IPC	B25J9/10, 19/02			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>				
Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1992			
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1992			
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>				
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>		
A	JP, A, 62-140783 (Fanuc Ltd.), June 24, 1987 (24. 06. 87), (Family: none)	1		
A	JP, A, 63-318275 (Fujitsu Ltd.), December 27, 1988 (27. 12. 88), (Family: none)	1, 2		
A	JP, A, 63-011289 (Hitachi, Ltd.), January 18, 1988 (18. 01. 88), (Family: none)	1		
<p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>			
<b>IV. CERTIFICATION</b>				
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report			
May 14, 1992 (14. 05. 92)	June 23, 1992 (23. 06. 92)			
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer			
Japanese Patent Office				

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP 92 / 00418

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC)		
Int. Cl. <sup>8</sup> B 25 J 9 / 10, 19 / 02		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	B 25 J 9 / 10, 19 / 02	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1926-1992年 日本国公開実用新案公報 1971-1992年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	JP, A, 62-140783 (ファナック株式会社), 24. 6月. 1987 (24. 06. 87) (ファミリーなし)	1
A	JP, A, 63-318275 (富士通株式会社), 27. 12月. 1988 (27. 12. 88) (ファミリーなし)	1, 2
A	JP, A, 63-011289 (株式会社 日立製作所), 18. 1月. 1988 (18. 01. 88) (ファミリーなし)	1
※引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日の後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリーの文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
14. 05. 92	23.06.92	
国際調査機関	権限のある職員	3 F 9 1 4 7
日本国特許庁 (ISA/JP)	特許庁審査官	島 田 信 一