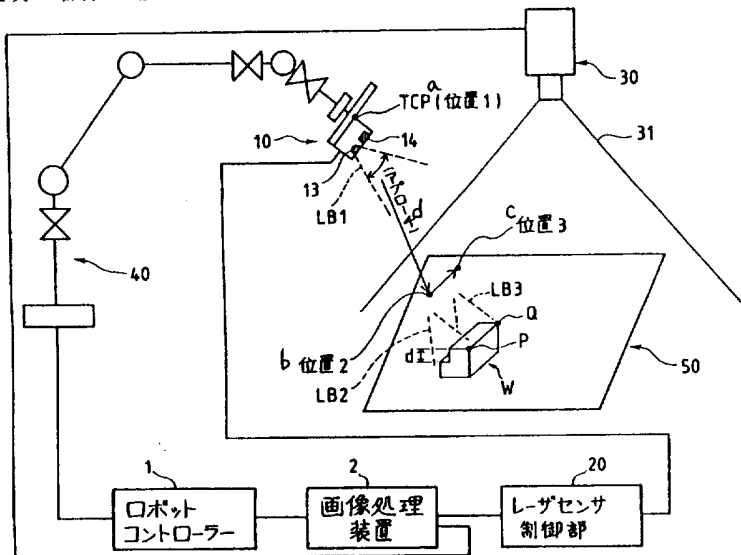




<p>(51) 国際特許分類6 B25J 13/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/24206</p> <p>(43) 国際公開日 1997年7月10日(10.07.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03765</p> <p>(22) 国際出願日 1996年12月24日(24.12.96)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平7/351180 1995年12月27日(27.12.95) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ファナック株式会社(FANUC LTD)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 Yamanashi, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 十文字隆(JYUMONJI, Takashi)[JP/JP] 〒401-05 山梨県南都留郡忍野村忍草3513-2 ファナックマンションハリモミ12-303 Yamanashi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 竹本松司, 外(TAKEMOTO, Shoji et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目23番10号 山縣ビル2階 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title: COMPOSITE SENSOR ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称 複合センサーロボットシステム



- 1 ... robot controller
- 2 ... image processing device
- 20 ... laser sensor control unit
- a ... position 1
- b ... position 2
- c ... position 3
- d ... approach

(57) Abstract

A CCD camera (30) has a field of view (31) covering a range (50) where workpieces can be placed, and it sends the image of a workpiece (W) to an image processing device (2) to detect the position and posture of the workpiece. On the basis of the detected result, a robot controller (1) causes a robot (40) to approach a location (2) from a location (1). Measurement is started using a laser sensor (10), so that scanning laser beams (LB2, LB3) emitted from a source (13) are detected by a photodetector (14) and analyzed by the image processing device (2) to determine a difference (d) in level. When the robot (40) reaches a location (3), measurement is terminated. The laser sensor may be of slit light projection type. Also, for the approaching motion, an image from the camera (30) may be displayed on a display screen to cause the robot (40) to be jogged on the screen.

(57) 要約

ワークWの供給範囲50をカバーする視野31を持つCCDカメラ30で撮影されたワークWの画像は画像処理装置2に送られ、位置と姿勢が検出される。検出結果に基づいて、ロボットコントローラ1はロボット40を位置1から位置2にアプローチさせる。そして、レーザセンサ10を用いた計測が開始され、投射部13から投射された走査レーザビームLB2, LB3が光検出部14で検出され、画像処理装置2で解析され、段差dが求められる。ロボット40が位置3へ到達したら、計測を終了する。レーザセンサは、スリット光投射型のものでも良い。また、アプローチ動作のために、カメラ30の画像をディスプレイ上に表示して、ロボット40を画面上でジョグ送りしても良い。

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をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スーダン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BB	バルバドス	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BE	ベルギー	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BFG	ブルギナ・ファソ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラ	TD	チャド
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	VI	ア共和国	TG	トーゴ
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TJ	タジキスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TR	トルコ
CC	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CH	スイス	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CM	カメルーン	KR	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KZ	大韓民国	NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド	YU	ユーゴスラビア
DE	ドイツ	LU	ルクセンブルグ	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア		

明 細 書

複 合 セ ン サ ー ロ ボ ッ ト シ ス テ ム

5 技 術 分 野

本発明は、種々のファクトリオートメーションに適用可能な複合センサーロボットシステムに関し、更に詳しく言えば、2次元画像を取得するセンサと3次元センサを用いたセンサを装備した複合センサをロボットと結合した複合センサーロボットシステムに関する。

15 背 景 技 術

製造ラインにおける組み立て作業、加工作業等においては、各種のセンサを用いて種々の対象物の位置や形状を検出することが頻繁に行なわれる。通常、対象物の位置を大局的に計測するには2次元画像を取得出来るセンサ（例えば、CCDカメラを用いた視覚センサ）が有効である。これに対して、局所的な位置や形状を計測するにはレーザーセンサが有効である。

20 特に、レーザーセンサはロボットの手先部に搭載が容易であり、レーザーセンサの出力をロボットコントローラに取り入れるようにした場合、至近距離から対象物へレーザービームを投射して対象物の細部の位置、形状等を精密且つリアルタイムに計測し、これをロボットの位置補正等の制御に用いることが出来るという特徴を有している。

25 そのため、レーザーセンサを装備したロボットシステムは、例えば、アーク溶接ロボット、シーリングロボット、計測ロボットなどの分野で広く利用されている。

レーザーセンサは、レーザー光をスポット光ビームで走査

5 するものと、スリット光を投射するものことがある。いずれの型のレーザセンサを用いた場合も、スポット光ビームあるいはスリット光を対象物面上に確実に投射しなければならない。対象物がある程度の精度で一定位置に位置決めされていれば、該一定位置の近傍位置をロボットにアプローチ位置として予め教示しておくことで、スポット光ビームあるいはスリット光を対象物面上に投射される状態を迅速に現出することは容易である。

10 しかし、アプリケーションによっては、対象物の位置決めが行なわれない場合や位置決めの精度に信頼性がない場合も少なくない。そのような場合には、ロボットを適当な教示経路に沿って移動させながらレーザセンサのスポット光ビームあるいはスリット光をプローブに用いて対象物をサーチし、対象物を発見しなければ、レーザ
15 センサによるメインの計測（例えば、形状測定）を開始することが出来ない。

レーザセンサは元来広範囲の測定には不向きであるから、対象物サーチとそれに続く対象物へのアプローチ動作に時間を要し、場合によっては、対象物を確実にサーチ
20 すること自体が困難な場合もあり得る。また、対象物の発見に成功しても、ロボットの位置補正などに直ちに役立てることが出来ない場合もある。例えば、対象物の姿勢に応じて特定される位置や方向（例；溶接線の開始点の位置と延在方向）を、姿勢が未知な対象物について
25 得られるレーザセンサの出力から直ちに判定することは、必ずしも容易ではない。

発 明 の 開 示

本発明の一つの目的は、対象物の位置や姿勢が未知で

あっても、ロボットを迅速に対象物にアプローチさせ、レーザセンサなどの3次元位置測定能力を有するセンサによる対象物の計測を開始出来るようにした複合センサーロボットシステムを提供することにある。

- 5 本発明のもう一つの目的は、そのことを通してロボットを用いた各種作業の信頼性向上とサイクルタイム短縮にある。

本発明に従えば、相対的に広範囲の領域内の2次元画像を取得する能力を有する第1のセンサ手段及び相対的に狭範囲の領域に光を投射して3次元的な位置測定を行なう能力を有する第2のセンサ手段とを装備した複合センサと、ロボットとを結合した複合センサーロボットシステムが提供される。

15 本複合センサーロボットシステムは、第1のセンサ手段のための動作指令を出力する手段と、第2のセンサ手段のための動作指令を出力する手段と、第1のセンサ手段により取得された画像信号を処理する手段と、第2のセンサ手段の計測出力信号を処理する手段と、ロボットを制御するためのロボット制御手段を備えている。

20 第1のセンサ手段により取得された画像信号を処理する手段と第2のセンサ手段の計測出力信号を処理する手段は、両センサ手段として共用される画像処理装置であることが好ましい。

25 また、第1のセンサ手段によって取得された画像信号の処理には、相対的に広範囲の領域の中で計測対象物の位置を特定するための処理が含まれており、ロボット制御手段は、計測対象物の特定された位置に基づいて、ロボットに計測対象物に対するアプローチ動作を行なわせる手段を備えている。

そして、第2のセンサ手段の計測出力信号の処理には、前記第2のセンサ手段が前記アプローチ動作によってアプローチ位置に移動した後に出力される計測出力信号の処理が含まれている。

5 典型的には、第1のセンサ手段としてカメラを用いた視覚センサであり、第2のセンサ手段は、レーザスポット光またはレーザスリット光を用いたレーザセンサである。

10 好ましい実施形態においては、複合センサは第1のセンサ手段と第2のセンサ手段で共用される要素を含んでいる。例えば、第1のセンサ手段がカメラを用いた視覚センサであり、第2のセンサ手段がレーザスポット光またはレーザスリット光を用いたレーザセンサである場合に、視覚センサのカメラがレーザセンサの受光部と共用
15 される。

相対的に広範囲の領域の中で第2のセンサ手段による計測対象物の位置を特定するための処理には、計測対象物の基準位置からのずれ量を求める処理が含まれ、アプローチ位置は、予め教示された被教示アプローチ位置を
20 求められたずれ量に応じて補正した位置として決定されることが好ましい。

本発明の一つの変形された実施形態に従えば、複合センサーロボットシステムは、第1のセンサ手段によって取得された2次元画像を表示する画像表示手段と、画像
25 表示手段によって表示された2次元画像上でアプローチ位置を入力するための手段を更に含んでいる。この実施形態においては、オペレータが画像表示手段によって表示された2次元画像上でアプローチ位置を指示することが可能になる。

本発明の一つの特徴に従えば、比較的広い範囲から計測対象物をサーチして存在位置や姿勢を検出する能力に乏しい型の第2のセンサ（例えばレーザセンサ）の欠点を、2次元画像を取得する第1のセンサ（例えばCCDカメラを用いた2次元視覚センサ）の能力で補った複合センサがロボットと組み合わされている。

それ故、詳しい位置や姿勢が未知の計測対象物についても、第2のセンサによる局所的な測定を開始するまでの時間が短縮される。また、第1のセンサ手段により取得された画像信号の処理手段と第2のセンサ手段の計測出力信号の処理手段を兼ねる画像処理装置を用いたり、第1のセンサと第2のセンサで一部要素を共用すれば、ハードウェア構成要素の点数とコストを低く抑えることが出来る。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態Iに係る複合センサーロボットシステムの全体配置の概要とそれを用いた計測の事例を説明する図；

図2は、実施形態Iで使用されるレーザセンサの概略構成を示した図；

図3は、図2に示したレーザセンサによりスポットビーム反射点の3次元位置を測定する方法を説明する図；

図4は、実施形態Iで使用される画像処理装置及び実施形態IIで使用される画像処理装置の内部構成、並びに関連要素との接続関係を表わす要部ブロック図；

図5は、図1に示した配置で実行される段差分布計測の際にロボットコントローラ内部で実行される処理の概

要を記したフローチャート；

図 6 は、図 1 に示した配置で実行される段差分布計測の際に画像処理装置の内部で実行される処理の概要を記したフローチャート；

- 5 図 7 は、本発明の実施形態Ⅱに係る複合センサーロボットシステムの全体配置の概要とそれを用いた計測例を説明する図；

図 8 は、スリット光投射型レーザーセンサの構造並びに計測原理を説明する図；

- 10 図 9 は、図 7 に示した配置で実行される段差分布計測の際にロボットコントローラ内部で実行される処理の概要を記したフローチャート；

図 10 は、図 7 に示した配置で実行される段差分布計測の際に画像処理装置の内部で実行される処理の概要を

- 15 記したフローチャート；

図 11 は、本発明の実施形態Ⅲに係る複合センサーロボットシステムの全体配置の概要とそれを用いた計測例を説明する図；そして、

- 20 図 12 は、図 11 に示した配置で実行される段差分布計測の際にロボットコントローラ内部で実行されるアプローチ動作のための処理の概要を記した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

- 25 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態（実施形態Ⅰ）に係る複合センサーロボットシステムの全体配置の概要とそれを用いた計測例を説明する図である。システムは、一例として、ワークの段差測定のアプリケーションに適用されている。複合センサに含まれる広域用センサが比較

的広い範囲内の不確定な位置に不確定な姿勢で供給されるワークを検出し、ロボットによるアプローチ動作後に、同じく複合センサに含まれる狭域用センサが段差分布の計測を行なう。

- 5 同図に示したように、システム全体は、ロボットコントローラ 1、画像処理装置 2、レーザセンサ（本体部。以下、同様）10、レーザセンサ制御部 20、CCDカメラ 30並びにロボット 40から構成されている。レーザセンサ 10は、ロボット 40の手先部（ツール先端点
10 TCPの近傍）に搭載されているが、CCDカメラ 30は外部に設置される。

- 画像処理装置 2とともに広域用センサ（第 1 のセンサ手段）を構成する CCDカメラ 30は、その視野 31がワーク W の供給領域 50、即ちワーク供給がなされ得る
15 領域を余裕を以てカバーするように配置される。

狭域用センサ（第 2 のセンサ手段）として採用されているレーザセンサ 10は、周知のスポット光投射型あるいはスリット光投射型いずれであっても良いが、ここでは前者を採用したケースについて述べる。

- 20 レーザビーム投射部 13からは、ロボットの位置に応じて走査レーザビーム LB1, LB2, LB3等が投射され、反射光が光検出部 14で受光される。カメラ 30の視野は十分大きく設定されている一方、レーザセンサ 10によるレーザビーム LB1, LB2, LB3の走査
25 範囲（計測範囲）は、カメラ 30の視野 31で捉えられる範囲と比較して格段に狭い。

レーザセンサ 10は、レーザセンサ制御部 20を介して画像処理装置 2に接続されている。CCDカメラ 30も、画像処理装置 2に接続されている。このように、画

像処理装置 2 は、レーザセンサ（本体部 10 と制御部 20）と CCD カメラ 30 で共用される。

CCD カメラ 30 は、ワーク W の供給時に撮影を行う。撮影により取得された 2 次元画像は画像処理装置 2 に送られる。画像処理装置 2 は、画像を解析し、ワーク W の位置と姿勢を検出する。その検出結果に基づいて、ロボットコントローラ 1 はロボット 40 をワーク W にアプローチさせる。

図 1 において、位置 1 はアプローチ開始位置であり、位置 2 はアプローチ位置である。アプローチ位置 2 は、ワーク W にレーザビーム LB 2 を投射して段差計測を開始するに適した位置であり、ワーク W の供給位置に応じて定められる。

実際の作業における個々のワーク W の供給位置は、供給領域 50 内でばらつき得る。本実施形態においては、適当な基準位置にワーク W がある場合の最適のアプローチ位置（被教示アプローチ位置）が予めロボットに教示される。実際の作業時に供給される個々のワークについて、CCD カメラ 30 と画像処理装置 2 によって基準位置（姿勢を含む）からのずれが検出され、そのずれを補償するシフト（位置・姿勢補正）を被教示アプローチ位置に対して与える計算をロボットコントローラ 1 内で行なうことでアプローチ位置 2 が求められる。

アプローチを完了したロボット 40 は、位置 2 から位置 3（計測終了位置）へ向けて移動しながら段差 d を継続的に計測する。位置 2 から始まる経路区間の終点である位置 3 についても、上記基準位置にワーク W がある場合の位置が予めロボットに教示される。そして、実際の作業時には、検出されたワーク W の基準位置からのずれ

を補償するシフト（位置・姿勢補正）を教示された計測終了位置に対して与えた位置が位置 3 として、ロボットコントローラ 1 内で計算される。

5 スポット光投射型レーザセンサの構造並びに計測原理は良く知られている通りであるが、図 2 を用いて概略の説明を行なっておく。レーザセンサ（本体部）10 の投射部 13 はレーザ発振器 11 とレーザビーム走査用の揺動ミラー（ガルバノメータ）12 を備え、光検出部 14 は、受光素子 14a と結像用の光学系 14b を備えている。

10 一方、レーザセンサ制御部 20 は、揺動ミラー 12 を揺動させるミラー駆動部 21、レーザ発振器 11 を駆動しレーザビームを発生させるレーザ駆動部 22、受光素子 14a で受光した位置から、位置を検出する信号検出部 23 が接続されている。これらミラー駆動部 21、レーザ駆動部 22、信号検出部 23 は、回線 24 を介して画像処理装置 2 のレーザセンサインターフェイス（後述）に接続されている。

20 回線 24 を介して画像処理装置 2 からレーザセンサの動作指令を受けると、レーザ駆動部 22 はレーザ発振器 11 を駆動し、レーザビーム LB を発生させる。これと並行して、ミラー駆動部 21 により揺動ミラー 12 の揺動が開始される。これにより、レーザ発振器 11 から発生するレーザビームが対象物面上で走査される。

25 対象物面上の反射点 S で拡散反射されたレーザビームは、光学系 14b により反射点 S の位置に応じて受光素子 14a 上に像を作る。該受光素子 14a には、CCD、PSD（Position Sensitive Detector）などが使用出来る。

ここでは、受光素子 1 4 a として 1 次元 C C D アレイが使用されている。受光素子 1 4 a の受光面に当たった光（反射光の像）は光電子に変換され、そのセルに蓄えられる。セルに蓄積された電荷は、信号検出部 2 3 から
5 の C C D 走査信号に従って所定周期毎 1 番端から順に出力され、信号検出部 2 3、回線 2 4 を介して画像処理装置 2 へ送られる。

C C D の走査周期は、揺動ミラー 1 2 の走査周期よりも十分短く設定（例えば、数 1 0 0 分の 1）されており、
1 0 揺動ミラー 1 2 の揺動角度の推移と C C D 素子出力状態の推移は、随時把握可能となっている。C C D 素子出力状態は、出力最大のセル位置（セル番号）で把握され、反射光の当たったセル位置が検出される。この位置により、レーザビーム L B の反射点 S の位置が算出される。
1 5 これら位置検出のためのソフトウェア処理は、画像処理装置 2 内で行なわれる。

図 3 は、受光素子 1 4 a で検出した位置 x_a に基づき、センサからの反射点 S の座標位置（X, Y）を求める方法を説明する図である。光学系 1 4 b の中心と受光素子
2 0 1 4 a の中央点とを結ぶ線上にセンサ原点（0, 0）があるとす。この線を Y 軸、この Y 軸に直交する軸を X 軸とする。

そして、原点から光学系の中心までの距離を L_1 とし、光学系の中心から受光素子 1 4 b の中央点までの距離を
2 5 L_2 、センサ原点から X 軸方向への揺動ミラー 1 2 の揺動中心までの距離を D 、センサ原点から揺動ミラー 1 2 の揺動中心までの Y 軸距離を L_0 、揺動ミラー 1 2 によるレーザビームの反射光の Y 軸方向に対する角度を θ 、受光素子 1 4 a の受光面上の受光位置を x_a とする。

レーザービームLBが対象物に当たり反射した点Sの座標位置(X, Y)は次の各式で与えられる。

$$X = x_a \cdot [(L_1 - L_0) \cdot \tan \theta + D] / (x_a + L_2 \cdot \tan \theta) \quad \dots (1)$$

$$5 \quad Y = [L_1 \cdot x_a + L_2 \cdot (L_0 \cdot \tan \theta - D)] / (x_a + L_2 \cdot \tan \theta) \quad \dots (2)$$

次に、画像処理装置2のハードウェア構成並びに関連要素との接続関係を要部ブロック図で示した図4を参照し、画像処理装置2について更に説明する。同図に示したように、像処理装置2は、CPU(中央演算処理装置)201を備え、CPU201には、レーザーセンサインターフェイス202、カメラインターフェイス203、画像メモリ204、プログラムメモリ205、画像処理プロセッサ206、データメモリ207、モニタインターフェイス208、コンソールインターフェイス209がバスBSを介して接続されている。

レーザーセンサインターフェイス202は、レーザーセンサ本体部10に接続されたレーザーセンサ制御部20のための入出力装置として機能し、前述した態様でミラー駆動部21、レーザー駆動部22を介してレーザーセンサ10の動作を制御する。信号検出部23を介して送られて来る検出信号をAD変換し、データメモリ207に蓄積する。データメモリ207に蓄積されたデータは、プログラムメモリ205に格納されている段差計算プログラムの起動時に使用される。なお、破線で接続が指示されているスリット光投射部131は、スリット光投射型のレーザーセンサを採用したケースで使用されるもので、実施形態IIで詳しく言及される。

カメラインターフェイス203は、CCDカメラ30

- のための入出力装置として機能し、CPU 201からの撮影指令を受けるとCCDカメラ30に撮影信号を送り、撮影により取得された画像をグレイスケールに変換し、画像メモリ204に格納する。格納された画像は、プログラムメモリ205に格納されている位置検出プログラムの起動時に読み出され、画像処理プロセッサ206による画像解析に利用される。本実施形態では、画像処理プロセッサ206を用いた画像解析により、ワークWの2つの特徴点P、Qの位置が検出される。
- 10 モニタインターフェイス208はTVモニタに接続されている。CPU 201からのモニタ画像表示指令を受けると、TVモニタ画面上にCCDカメラ30で得られる現在画像あるいは画像メモリ204に蓄積された画像が適宜表示される。
- 15 コンソールインターフェイス209に接続されたコンソール211は、マニュアル入力で画像処理装置2の諸動作のための指令をCPU 201から出力させるために使用され、各種プログラムや設定パラメータの登録、編集、起動等を行えるようになっている。そして、通信インターフェイス210は、ロボットコントローラ1との指令やデータの授受に使われるものである。ロボットコントローラ1については、CPU、ROM、RAM、軸制御器、サーボ回路、通信インターフェイス等を備えた通常のもので使用されるので、ここでは内部構成と機能
- 20 の説明は省略する。
- 25

以下、図1に示した配置で実行されるワークWの段差分布計測の際に、ロボットコントローラ1内及び画像処理装置2内で行なわれる処理の概略を図5（ロボットコントローラ1の内部処理）及び図6（画像処理装置2の

内部処理)のフローチャートを参照して説明する。なお、レーザセンサ10、CCDカメラ30のキャリブレーションは完了しており、前述したワークWの基準位置の画像データ、アプローチ開始位置(位置1)、教示アプローチ位置、教示計測終了点の位置は、ロボットコントローラ1に教示済みであるものとする。

5 10 15 20 25

まず、ロボットコントローラ1側で、位置1(アプローチ開始位置)への移動命令を記述した動作プログラムの1ブロックを読み出し(ステップR1)、通常処理を行ない、位置1へロボット40を移動させる(ステップR2)。運動形式は、各軸移動または直線移動とする。

位置1への移動が完了したら、画像処理装置2へワーク位置検出指令を送り(ステップR3)、ワークWの位置(ここではP、Qの位置)の検出結果の受信待ち態勢に入る(ステップR4)。検出結果を表わすセンサデータを受信したら、ワークWの基準位置からのずれをロボット座標系上で表わすデータを計算して、必要なロボット補正量を計算する(ステップR5)。ロボット補正量のデータは例えば、PからQに向うベクトルを考え、ベクトルPQ及びPの基準位置からのずれを表わす 4×4 同次変換行列のデータとして計算することが出来る。

次いで、位置2(アプローチ位置)への移動命令を記述した1ブロックが読み出され(ステップR6)、アプローチ位置2へロボット40を移動させる(ステップR7)。ここで、アプローチ位置2は教示されたアプローチ位置をワークWについて求められたロボット位置補正量だけシフトさせた位置である。アプローチ動作時の運動形式は、各軸移動または直線移動とする。

アプローチ動作が完了したら、画像処理装置2へレー

- 5 ザセンサ起動指令を送る（ステップR8）。そして、位置3（計測終了位置）への移動命令を記述した1ブロックを読み出し（ステップR9）、位置3へロボット40を移動させる（ステップR10）。ここで、位置3は教
- 10 示された計測終了位置を上記ロボット位置補正量だけシフトさせた位置である。計測時の運動形式は、段差の延在方向に沿った直線移動とする。位置3への移動が完了したら画像処理装置2へレーザセンサ消勢指令を送り（ステップR11）、処理を終了する。
- 15 一方、画像処理装置2側では、先ず、ロボットコントローラ1からのワーク位置検出指令を受信する態勢に入る（ステップS1）。ワーク位置検出指令を受信したらCCDカメラ30に撮影指令を出力し（ステップS2）、視野31内にワークWを捉えた画像を画像処理装置2に
- 20 取り込み、画像メモリ204に格納する（ステップS3）。次いで、プログラムメモリ205に格納されている位置検出プログラムを起動させ、格納された画像データを読み出して画像処理プロセッサ206による画像解析を行ない、ワークWの2つの特徴点P、Qの位置を検出する
- 25 （ステップS4）。
- 検出結果を直ちにロボットコントローラ1へ送り（ステップS5）、ロボットコントローラ1からのレーザセンサ起動指令を受信する態勢に入る（ステップS6）。レーザセンサ起動指令を受信したらレーザセンサ制御部
- 20にレーザセンサ10の起動指令を送り、段差の計測を開始して、計測結果の蓄積を開始する（ステップS7）。段差の計測結果の蓄積は、例えば、全計測データまたはこれを適当に設定されたサンプリング周期でサンプリングしたものをデータメモリ207に書き込む形式で行な

われる。

レーザーセンサ 10 による計測は、ロボット 40 が計測終了位置 3 に到達した直後にレーザーセンサ消勢指令を受信するまで続行される（ステップ S 8）。ロボットコントローラ 1 からレーザーセンサ消勢指令を受信したら、レーザーセンサ制御部 20 にレーザーセンサ 10 の消勢指令を送り、段差の計測を終了させ、計測結果の蓄積を終わらせる（ステップ S 9）。以上で、画像処理装置 2 の内部で行なわれる処理を終える。

10 次に、図 7 は、本発明の第 2 の実施形態（実施形態 II）に係る複合センサーロボットシステムの全体配置の概要とそれを用いた計測例を説明する図である。図 7 に示した第 2 の配置が図 1 に示した配置（実施形態 I）の相違は次の 2 点にある。

15 （1）レーザーセンサとして、スリット光投射型を採用した点。

（2）カメラをレーザーセンサとともにロボット手先部に搭載した点。

20 （3）そのカメラを広域センサとして使用するだけでなく、レーザーセンサ（狭域センサ）の受光部としても用いた点。

本実施形態においても、システムはワークの段差測定のアプリケーションに適用され、広域用センサが比較的広い範囲内の不確定な位置に不確定な姿勢で供給されるワークを検出し、ロボットによるアプローチ動作後に、同じく複合センサに含まれる狭域用センサが段差分布の計測を行なう。

図 7 に示したように、システム全体は、ロボットコントローラ 1、画像処理装置 2、スリット光投射部 131、

レーザーセンサ制御部 20、CCDカメラ 30 並びにロボット 40 から構成されている。スリット光投光部 101 及びカメラ 30 は、ロボット 40 の手先部（ツール先端点 TCP の近傍）に搭載され、スリット光投射型のレーザーセンサ 101 を構成している。

即ち、上記相違点（3）で述べたように、カメラ 30 は広域センサとして使用されるだけでなく、スリット光投射型のレーザーセンサ（狭域センサ）101 の受光部としても用いられる。

10 画像処理装置 2 とともに広域用センサ（第 1 のセンサ手段）として使用される際には、カメラ 30 は、ロボット 40 によってその視野 31 がワーク W の供給領域 50 をカバーする適当な位置に自動的あるいはマニュアル操作で位置決めされる。

15 スリット光投光部 131 からレーザースリット光 SB1、SB2、SB3 等が投射され、ワーク W 上に形成される輝線像がカメラ 30 で撮影される。

カメラ 30 の視野は十分大きく設定されている一方、スリット光 SB1、SB2、SB3 等の投光範囲（計測
20 範囲）は、カメラ 30 を広域センサとして使用した時の視野 31 と比較して格段に狭い。

レーザーセンサ 101 のスリット光投光部 131 は、レーザーセンサ制御部 20 を介して画像処理装置 2 に接続されている。CCDカメラ 30 も、画像処理装置 2 に接続
25 されている。

CCDカメラ 30 は、ワーク W の供給時に広域センサとして先ず使用され、比較的遠方（アプローチ前位置）からワーク W の供給撮影を行う。撮影により取得された 2 次元画像は画像処理装置 2 に送られる。画像処理装置 2

は、画像を解析し、ワークWの位置と姿勢を検出する。
その検出結果に基づいて、ロボットコントローラ1はロボット40をワークWにアプローチさせる。

図7において、位置1はアプローチ開始位置であり、
5 位置2はアプローチ位置である。アプローチ位置2は、ワークWにスリット光SB2を投射して段差計測を開始するに適した位置であり、ワークWの供給位置に応じて定められる。

実際の作業における個々のワークWの供給位置は、供給領域50内でばらつき得る。適当な基準位置にワークWがある場合の最適のアプローチ位置（被教示アプローチ位置）が予めロボットに教示される。実際の作業時に供給される個々のワークについて、CCDカメラ30と画像処理装置2によって基準位置（姿勢を含む）からの
15 ずれが検出され、そのずれを補償するシフト（位置・姿勢補正）を被教示アプローチ位置に対して与える計算をロボットコントローラ1内で行なうことでアプローチ位置2が求められる。

アプローチを完了したロボット40は、位置2あるいは必要に応じて他の位置3（図示せず）へ歩進移動しながら、段差dをワークWの1個所または複数個所について計測する。

位置3での計測を行なう場合には、上記基準位置にワークWがある場合の位置3が予めロボットに教示される。
25 そして、実際の作業時には、検出されたワークWの基準位置からのずれを補償するシフト（位置・姿勢補正）を教示された位置3に対して与えた位置が、実際の位置3としてロボットコントローラ1内で計算される。

スリット光投射型レーザセンサの構造並びに計測原理

は良く知られている通りであるが、図 8 を用いて概略の説明を行なっておく。

スリット光投光部 131 は、円柱レンズを内蔵した 1 台または複数台（ここでは 2 台）のレーザ発振器 LS1、
5 LS2、ステッピングモータ SM で駆動されるガルバノメータに取り付けられた偏向ミラー MR を備える。スリット光投光部 131 は、画像処理装置から投光指令を受けると、レーザ発振器 LS1、LS2 から円柱レンズによって偏平化された 2 束のレーザ光（スリット光）が
10 射される。投光指令には、偏向ミラー MR の角度を制御するステッピングモータ SM の位置指令が含まれている。

2 束のレーザ光（スリット光）は、ステッピングモータ SM に位置指令値に従って所定の方向に偏向され、投光窓（図示省略）からワーク（対象物）W 上に投光され
15 る。ここでは 2 束のスリット光 SB1、SB2 をワーク（対象物）W 上に投光され、2 本の輝線 b1 - b5 及び b6 - b10 が形成される。

CCD カメラ 30 が画像処理装置から撮影指令を受けると、輝線 b1 - b5 及び b6 - b10 を含む画像を取
20 得し、画像処理装置 2 へ送る。

画像処理装置 2 は、画像処理機能を利用して輝線 b1 - b5 及び b6 - b10 を含む画像を解析し、輝線に含まれる端点、屈曲点 b1、b2・・・b10 等の 3 次元位置を求め、段差 d はこれら 3 次元位置のデータから
25 計算される。

なお、屈曲点や端点の 3 次元位置を求める原理、キャリブレーションの方法並びにそれらに関連する計算処理の詳細については、周知事項なのでここでは説明を省略する。

画像処理装置 2 のハードウェア構成並びに関連要素との接続関係については、レーザセンサ関連部分を除き、実施形態 1 と同様である。従って、重複説明は極力省略し、レーザセンサ関連部分を中心に、図 4 を再度参照して説明する。

実施形態 II では、レーザセンサインターフェイス 202 は、スリット光投光部 131 に接続されたレーザセンサ制御部 20 のための入出力装置として機能する。CPU 201 は、レーザセンサインターフェイス 202 を介して動作指令（レーザ発振器 LS1, LS2 の ON/OFF、ステッピングモータ SM の回転指令など）を送り、スリット光投光部 131 を制御する。

カメラインターフェイス 203 は、CCDカメラ 30 のための入出力装置として機能し、CPU 201 からの撮影指令を受けると CCDカメラ 30 に撮影信号を送り、撮影により取得された画像をグレイスケールに変換し、画像メモリ 204 に格納する。

格納された画像は、プログラムメモリ 205 に格納されている位置検出プログラムの起動時に読み出され、画像処理プロセッサ 206 による画像解析に利用される。本実施形態では、2種類の画像解析が行なわれる。カメラ 30 を広域センサとして使用する際には、スリット光は投光されず、ワーク W の通常画像が取得される。そして、実施形態 I と同じく、2つの特徴点 P, Q の位置の検出が行なわれる。

これに対して、カメラ 30 を狭域センサとして使用する際には、スリット光が投光され、ワーク W 上に形成された輝線 b1 - b5, b6 - b10 の画像が取得され、そこに含まれる端点 / 屈曲点 b1 - b5, b6 - b10

の 3 次元位置が検出される（図 8 参照）。

5 なお、ロボットコントローラ 1 については、実施形態 I と同様、CPU、ROM、RAM、軸制御器、サーボ回路、通信インターフェイス等を備えた通常のもので使用されるので、詳しい説明は省略する。

次に、図 7 に示した配置で実行されるワーク W の段差分布計測の際に、ロボットコントローラ 1 内及び画像処理装置 2 内で行なわれる処理の概略を図 9（ロボットコントローラ 1 の内部処理）及び図 10（画像処理装置 2
10 の内部処理）のフローチャートを参照して説明する。

15 なお、スリット光投光部 131 及び CCD カメラ 30 のキャリブレーションは完了しており、前述したワーク W の基準位置の画像データ、アプローチ開始位置（位置 1）、教示アプローチ位置がロボットコントローラ 1 に教示済みであるものとする。

20 また、スリット光の投光はアプローチ位置（位置 2）のみで行い、段差測定のためのロボット移動は要しないものとする。スリット光投射型のレーザセンサは、偏向ミラー MR を振ることで、ある程度の角度範囲にスリット光を投射出来る。

25 まず、ロボットコントローラ 1 側で、位置 1（アプローチ開始位置）への移動命令を記述した動作プログラムの 1 ブロックを読み出し（ステップ RR1）、通常の処理を行ない、位置 1 へロボット 40 を移動させる（ステップ RR2）。運動形式は、各軸移動または直線移動とする。

位置 1 への移動が完了したら、画像処理装置 2 へワーク位置検出指令を送り（ステップ RR3）、ワーク W の位置（P、Q の位置）の検出結果の受信を待つ（ステッ

プ R R 4)。検出結果を表わすセンサデータを受信したら、ワーク W の基準位置からのずれをロボット座標系上で表わすデータを計算して、必要なロボット補正量を計算する (ステップ R R 5)。ロボット補正量のデータは
5 例えば、P から Q に向うベクトルを考え、ベクトル P Q 及び P の基準位置からのずれを表わす 4×4 同次変換行列のデータとして計算することが出来る。

次いで、位置 2 (アプローチ位置) への移動命令を記述した 1 ブロックが読み出され (ステップ R R 6)、ア
10 プローチ位置 2 へロボット 4 0 を移動させる (ステップ R R 7)。ここで、アプローチ位置 2 は教示されたアプローチ位置をワーク W について求められたロボット位置補正量だけシフトさせた位置である。アプローチ動作時の運動形式は、各軸移動または直線移動とする。

15 アプローチ動作が完了したら、画像処理装置 2 へレーザセンサ起動指令を送る (ステップ R R 8)。そして、画像処理装置 2 からの段差測定完了の知らせを待つ (ステップ R R 9)。知らせを受けたら、画像処理装置 2 へレーザセンサ消勢指令を送り (ステップ R 1 0)、処理
20 を終了する。

一方、画像処理装置 2 側では、先ず、ロボットコントローラ 1 からのワーク位置検出指令を受信する態勢に入る (ステップ S S 1)。ワーク位置検出指令を受信したら C C D カメラ 3 0 に撮影指令を出力し (ステップ S S
25 2)、視野 3 1 内にワーク W を捉えた画像を画像処理装置 2 に取り込み、画像メモリ 2 0 4 に格納する (ステップ S S 3)。

次いで、プログラムメモリ 2 0 5 に格納されている位置検出プログラムを起動させ、格納された画像データを

読み出して画像処理プロセッサ206による画像解析を行ない、ワークWの2つの特徴点P、Qの位置を検出する(ステップSS4)。

検出結果を直ちにロボットコントローラ1へ送り(ステップSS5)、ロボットコントローラ1からのレーザーセンサ起動指令の受信を待つ(ステップSS6)。レーザーセンサ起動指令を受信したらレーザーセンサ制御部20にスリット光投光部131の起動指令を送り、スリット光SB1、SB2を投光する(ステップSS7)。

10 次いで、CCDカメラ30に撮影指令を出力し(ステップSS8)、ワークW上に形成された輝線b1-b5、b6-b10の画像を画像処理装置2に取り込み、画像メモリ204に格納する(ステップSS9)。

そして、プログラムメモリ205に格納されている段差検出プログラムを起動させ、格納された画像データを読み出して画像処理プロセッサ206による画像解析を行ない、輝線に含まれる端点/屈曲点b1、b2...b10の3次元位置を検出し、段差dを計算し、段差計測完了を、必要に応じて計測結果とともに、ロボットコ
15 ントローラ1に送信する(SS10)。

端点/屈曲点b1、b2...b10の3次元位置から段差を求める計算方法は種々ある。例えば、図8において、屈曲点b1、b6から直線b1b6を求め、屈曲点b3、b8から直線b3b8を求め、両直線間距離から段差dを求めることが出来る。この方法では、3次元位置はセンサ座標系上で求めれば良いので、ロボット座標系との間の座標変換処理及びロボット姿勢を考慮する必要がないことに注意すべきである。

なお、測定精度を上げるためには、ステッピングモ-

タ S M に移動指令を送り、スリット光の投光方向を変えた条件でステップ S S 7 ~ S S 9 を繰り返してから、段差 d を求めることが好ましい。

5 ロボットコントローラ 1 からのレーザセンサ消勢指令の受信を待ち（ステップ S S 1 1 ）、レーザセンサ（スリット光投光部 1 3 1 ）を消勢し（ステップ S S 1 2 ）、処理を終える。

10 以上説明した実施形態 I 及び実施形態 II では、広域センサとしてのカメラ 3 0 の画像を画像処理装置で解析して、ロボット 4 0 の自動的なアプローチが行なわれている。そして、アプローチ位置は、予め教示された被教示アプローチ位置を画像解析から得られるずれデータに基づいて補正する方式で決定される。

15 次に説明する実施形態 III は、広域センサとしてのカメラ 3 0 の画像をディスプレイ上に表示し、表示された画面上のジョグ送りをロボットのアプローチ動作に取り入れたものである。システムの全体配置の概要は図 1 1 に示した。アプリケーションは、実施形態 I、II と同様、例えばワークの段差測定である。

20 同図に示したように、システム全体は、ロボットコントローラ 1、レーザセンサ（スポット投射型あるいはスリット光投射型）1 0、レーザセンサ制御部 2 0、CCD カメラ 3 0、ロボット 4 0、並びにディスプレイ D P を装備した教示操作盤 T P から構成されている。

25 レーザセンサ 1 0 は、ロボット 4 0 の手先部（ツール先端点 T C P の近傍）に搭載されているが、CCD カメラ 3 0 は外部に設置される。

広域用センサとして用いられる CCD カメラ 3 0 は、その視野 3 1 がワーク W の供給領域に相当するテーブル

T B とロボット 4 0 のアプローチに使用される周辺領域を余裕を以てカバーするよう、テーブル T B とロボット 4 0 の上方に配置される。カメラ 3 0 の光軸は鉛直下向き方向（ロボット座標系の Z 軸方向）とする。

5 狭域用センサ（第 2 のセンサ手段）として採用されているレーザセンサ（スポット投射型あるいはスリット光投射型）1 0 の構成、機能については実施形態 I、II で述べたので、繰り返し説明は省略する。

10 ロボットコントローラ 1 は、画像処理装置を内蔵した故知のもので、カメラ 3 0 に撮影指令を発し、画像を取り込む機能、ディスプレイ D P 上に画像を表示する機能、画面上でカーソル等で指示された位置についてロボット座標系上の位置（X, Y）を算出する機能などを備えている。また、制御部 2 0 を介して受け取るレーザセンサ
15 1 0 の出力信号に基づいて、段差等を求める処理を行なう。処理内容等の説明は既に行なったので省略する。

20 教示操作盤 T P は、操作キーグループ乃至ボタングループ K 1, K 2, K 3などを備え、通常の教示操作盤と同様の機能と共に画面上でジョグ移動目標位置を指定する機能を有している。

例えば、グループ K 1, K 2 は X Y Z 方向、X Y Z 軸周り、ロボット軸周りなど、通常のジョグ送りに使用され、グループ K 2 はカーソル（図示省略）を画面上で X Y 方向に動かすカーソルキーグループとして使用される。
25 カメラ 3 0 は、待機位置にあるロボット 4 0 の少なくとも手先部分とテーブル T B を捉えることが出来る。従って、アプローチ前（位置 1）にあるロボット 4 0、レーザセンサ 1 0（裏側）及びワーク W の画像が、図示したような画像 4 0', 1 0', W' で表示される。

ここで、オペレータが画面を見ながらグループ K 3 のカーソルキーを操作して、アプローチ位置 2 としてふさわしい位置に図示しないカーソルを合致させ、この状態で確定操作（例えば、K 3 の内の一つの押下）を行うと、
5 カーソル位置がロボットコントローラ 1 へ伝えられ、カーソル位置が表わす X Y 位置（ロボット座標系上）が求められる。

更に、アプローチスタート操作（例えば、K 3 の内の一つの 2 回連続押下）を行うと、求められた X Y 位置へ
10 ロボット 4 0 が移動する。Z 位置については、X Y 移動終了後に行なっても良いが、画面ジョグ進行中に適当な操作（例えば、グループ K 1 中の一つのキーの押下）によって、Z 軸方向ジョグを指令出来ることが好ましい。

ロボットコントローラ 1 内で行なわれる処理の概要は、
15 図 1 2 にフローチャートで示した。なお、本実施形態の特徴はアプローチ動作にあり、アプローチ完了後のレーザセンサ（一般には、3次元位置センサ）1 0 による計測については、実施形態 I あるいは II と同様である。従って、ここではアプローチ完了までの処理について説明
20 する。

C C D カメラ 3 0 に撮影指令を送って、ロボット手先部とワークを含む画像を取り込む（ステップ T 1）。次いで、モニタ（教示操作盤 T P に装備されたディスプレイ D P）上に画像 4 0'、1 0'、W' を表示する（
25 テップ T 2）。

オペレータのカーソルキー操作により、アプローチを希望する画面上位置にカーソルを合わせて、アプローチ位置 2 を指示する（ステップ T 3）。続いて、カーソルで指示された位置をロボット座標系上の位置（X, Y）

に変換する（ステップ T 4）。

更に、アプローチスタート操作を受けて、求められた位置 2（X， Y）へロボット 40 の T C P を移動させる（ステップ T 5）。Z 位置については、レーザセンサ 10 とワーク W との上下間隔を目測しながら調整する。そのために、画面ジョグ進行中に Z 軸方向ジョグ指令を受けて、ロボットコントローラ 1 内部では Z 軸方向の移動を含む指令が作成され、サーボに渡されてロボット 40 の T C P を Z 軸方向へ移動させる（ステップ T 6）。以上でアプローチ動作を完了する。なお、更にロボット姿勢の調整が必要であれば、それを最後に行なう。但し、Z 軸まわりの姿勢については、カーソルに姿勢指示機能を持たせれば、アプローチ位置 2 を Z 軸周り姿勢を含む形で指定することも可能である。

15 以上、段差を測定する計測ロボットに複合センサを組み合わせた事例について説明したが、他の用途で使われるロボットに複合センサを組み合わせて、複合センサーロボットシステムを構成し得ることは言うまでもない。

本発明によれば、レーザセンサ等の狭域センサの欠点が C C D カメラのような 2 次元画像を取得する広域センサで補われる。従って、計測対象物の詳しい位置や姿勢が未知であるアプリケーションにおいても、ロボットを迅速・的確に計測対象物にアプローチさせ、狭域センサによる計測を開始することが出来る。

25 その結果、各種アプリケーションにおけるサイクルタイムの短縮が可能になる。また、画像処理装置、光検出手段などを適宜共用する形態でシステムに組み込むことで、ハードウェアを簡素化し、コストを低く抑えることが出来る。

請 求 の 範 囲

1. 相対的に広範囲の領域内の2次元画像を取得する能力を有する第1のセンサ手段及び相対的に狭範囲の領域内に光を投射して3次元的な位置測定を行なう能力を有する第2のセンサ手段とを装備した複合センサと、ロボットとを結合した複合センサーロボットシステムであって、

前記第1のセンサ手段のための動作指令を出力する手段と、前記第2のセンサ手段のための動作指令を出力する手段と、前記第1のセンサ手段により取得された画像信号を処理する手段と、前記第2のセンサ手段の計測出力信号を処理する手段と、前記ロボットを制御するためのロボット制御手段を備え、

前記第1のセンサ手段によって取得された画像信号の処理には、相対的に広範囲の領域の中で計測対象物の位置を特定するための処理が含まれており、

前記ロボット制御手段は、前記計測対象物の特定された位置に基づいて、前記ロボットに前記計測対象物に対するアプローチ動作を行なわせる手段を備え、

前記第2のセンサ手段の計測出力信号の処理には、前記第2のセンサ手段が前記アプローチ動作によってアプローチ位置に移動した後に出力される計測出力信号の処理が含まれている、前記複合センサーロボットシステム。

25

2. 前記第1のセンサ手段により取得された画像信号を処理する手段及び前記第2のセンサ手段の計測出力信号を処理する手段として共用される画像処理装置を備えた、請求項1に記載された複合センサーロボットシス

テム。

3. 前記第1のセンサ手段は、カメラを用いた視覚
センサである、請求項1または請求項2に記載された複
5 合センサーロボットシステム。

4. 前記第2のセンサ手段は、レーザスポット光ま
たはレーザスリット光を用いたレーザセンサである、請
求項1または請求項2に記載された複合センサーロボッ
10 トシステム。

5. 前記複合センサが、前記第1のセンサ手段と前
記第2のセンサ手段で共用される要素を含んでいる、請
求項1または請求項2に記載された複合センサーロボッ
15 トシステム。

6. 前記第1のセンサ手段がカメラを用いた視覚セ
ンサであり、前記第2のセンサ手段がレーザスポット光
またはレーザスリット光を用いたレーザセンサであり、
20 前記視覚センサのカメラが前記レーザセンサの受光部と
共用される、請求項1または請求項2に記載された複合
センサーロボットシステム。

7. 前記相対的に広範囲の領域の中で前記第2のセン
25 サ手段による計測対象物の位置を特定するための処理に
は、前記計測対象物の基準位置からのずれ量を求める処
理が含まれ、

前記アプローチ位置は、予め教示された被教示アプロ
ーチ位置を前記求められたずれ量に応じて補正した位置

として決定される、請求項 1 ～ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載された複合センサーロボットシステム。

5 8. 前記第 1 のセンサ手段によって取得された 2 次元画像を表示する画像表示手段と、前記画像表示手段によって表示された 2 次元画像上で前記アプローチ位置を入力するための手段を更に含む、請求項 1 ～ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載された複合センサーロボットシステム。

10

15

20

25

FIG. 1

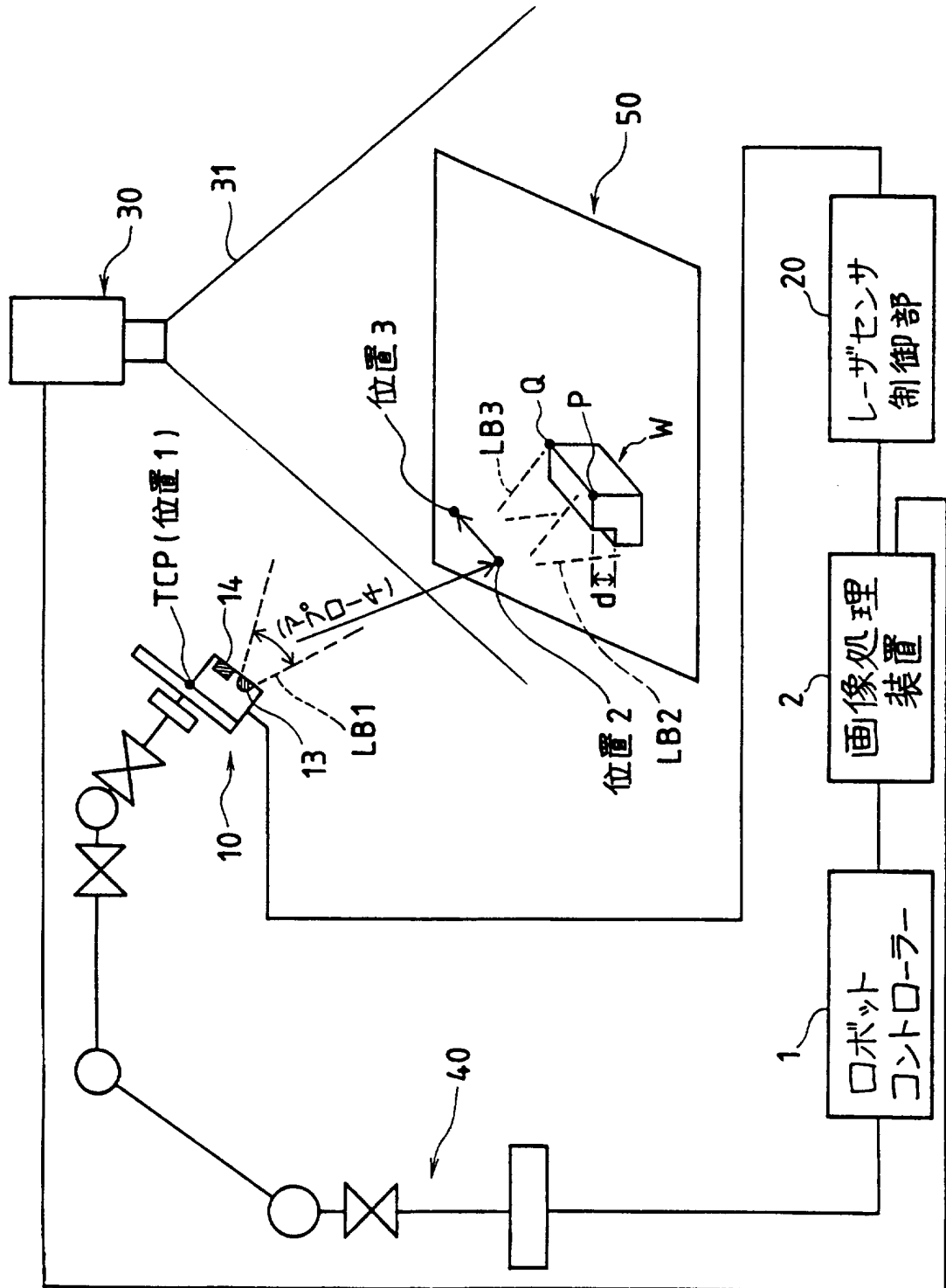


FIG. 2

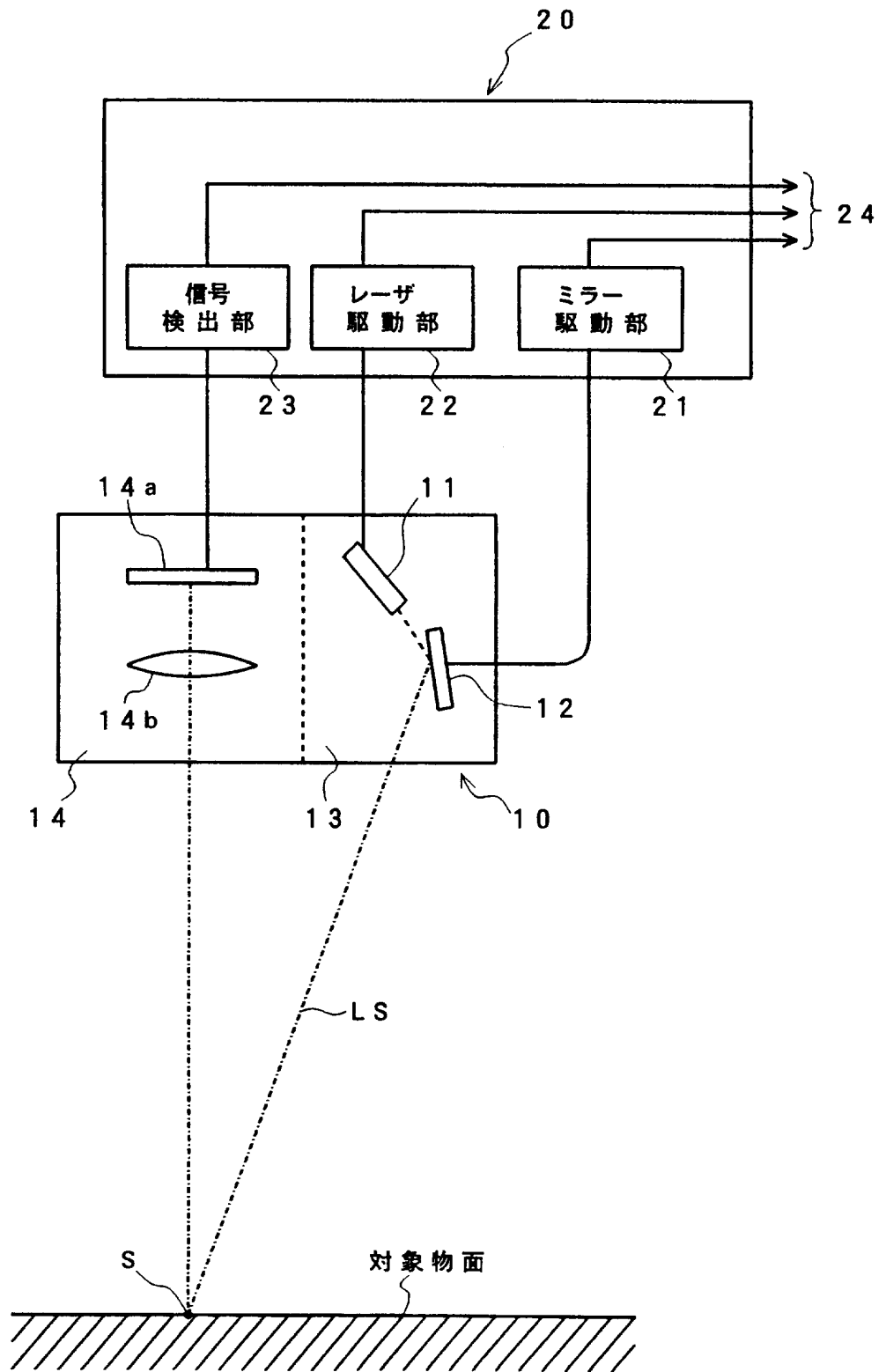


FIG. 3

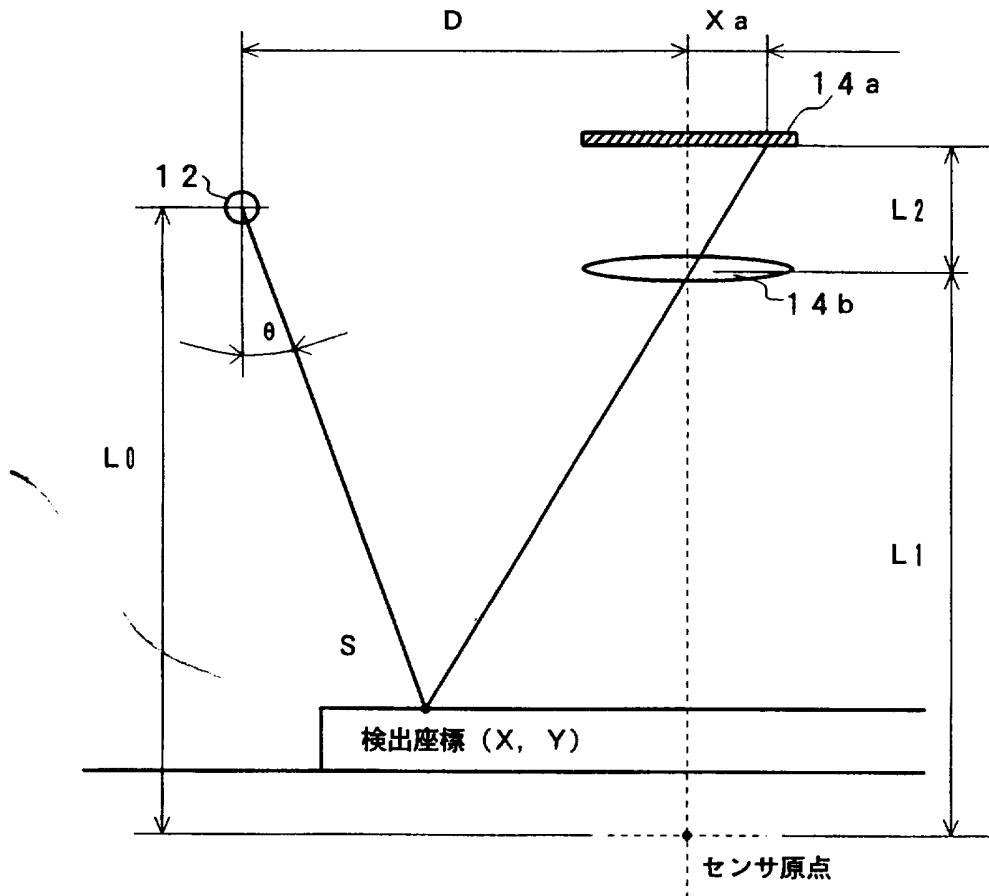
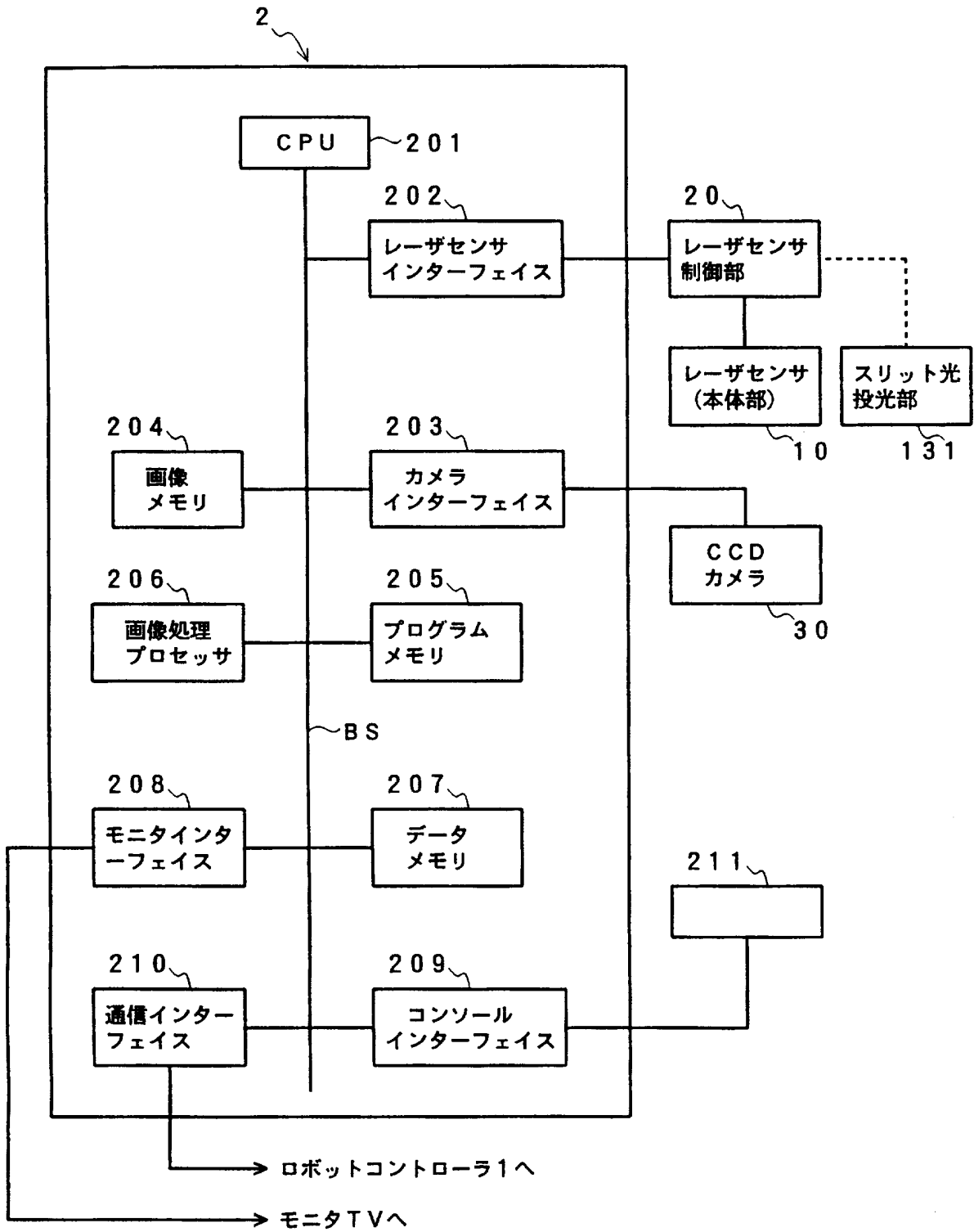


FIG. 4



5/12

FIG. 5

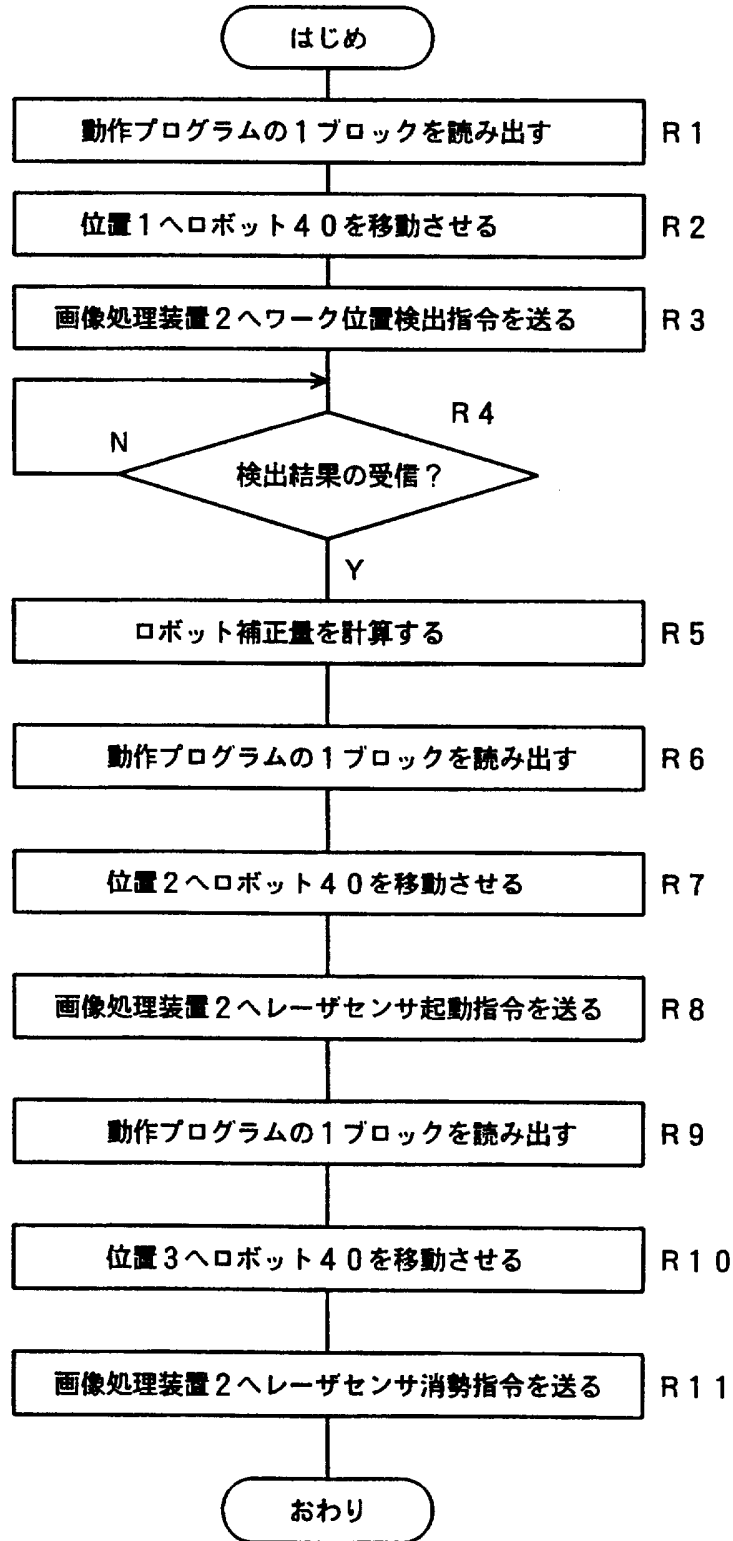


FIG. 6

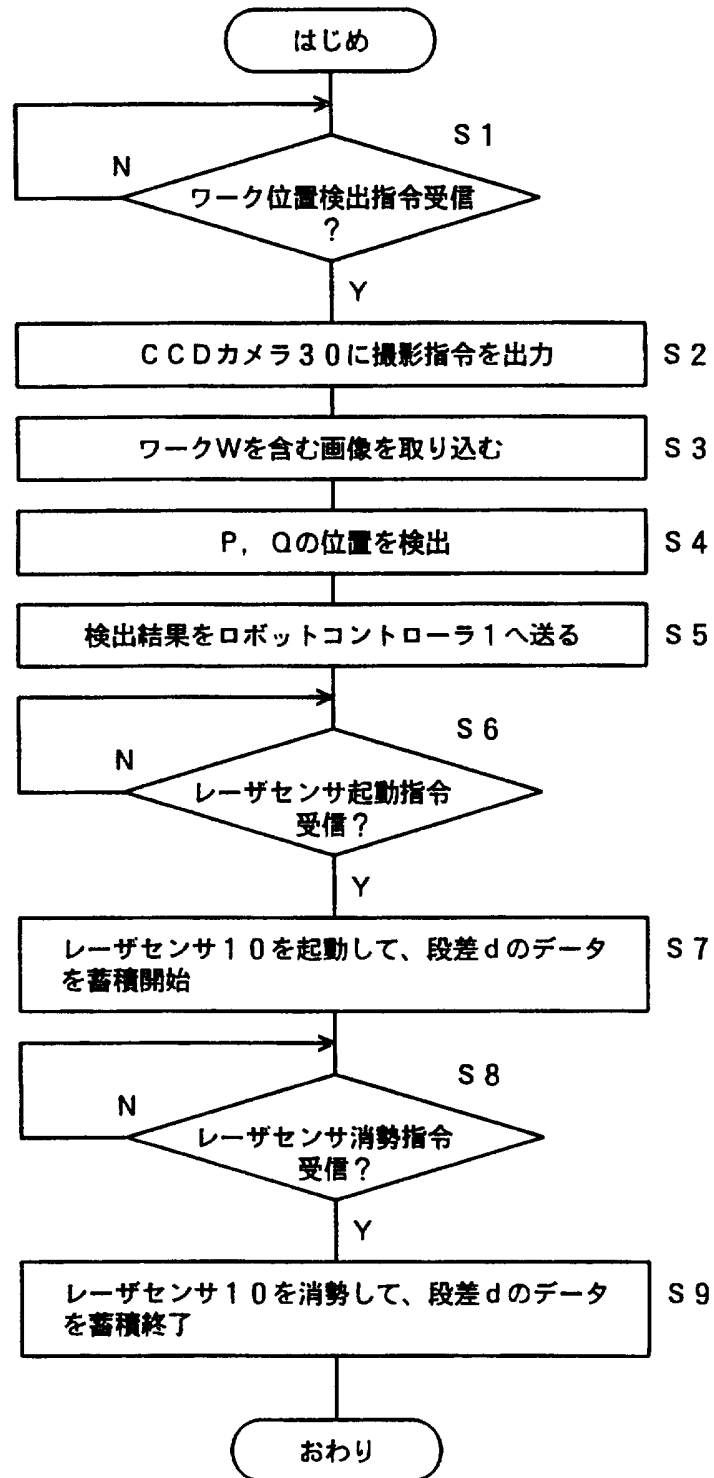


FIG. 7

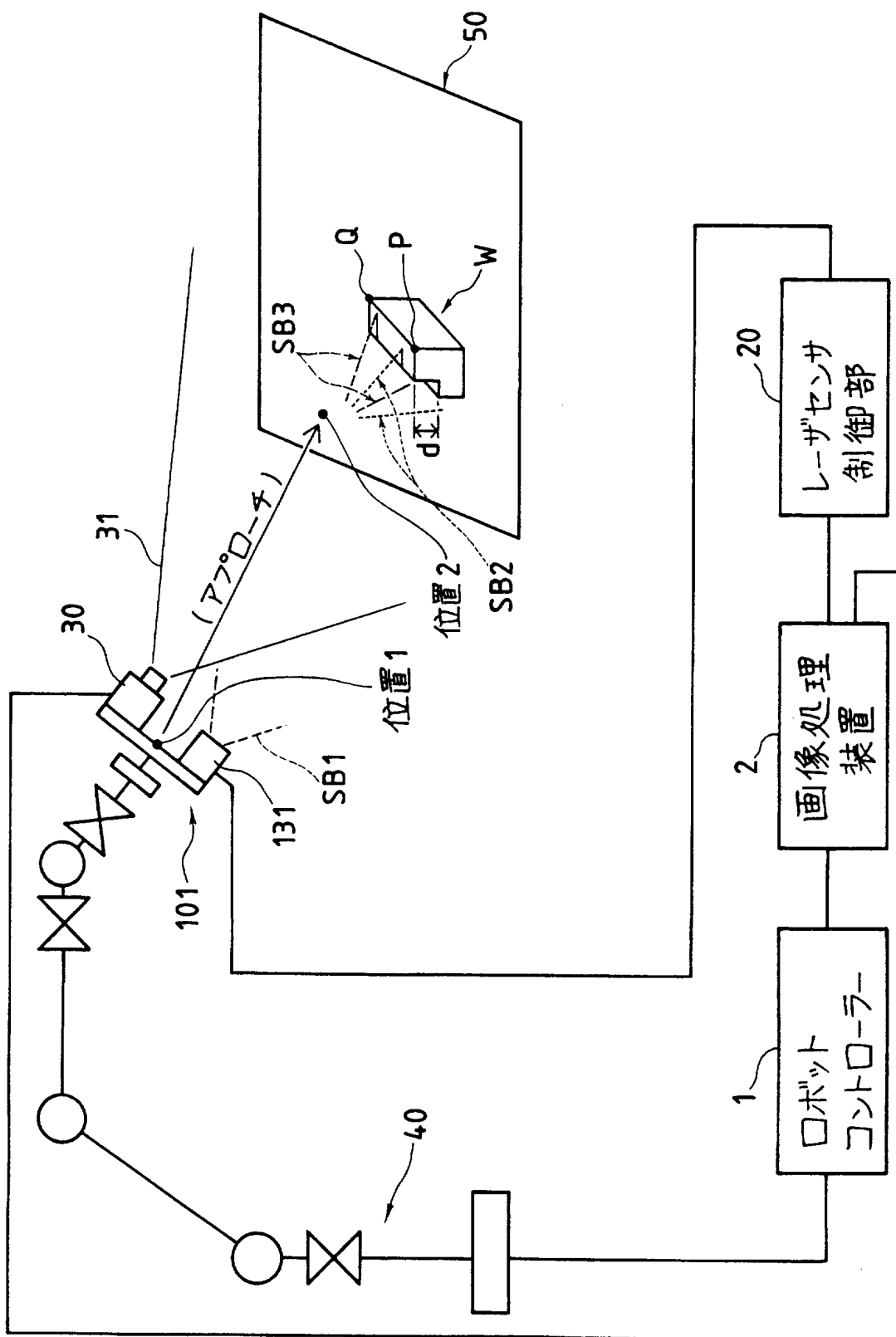


FIG. 8

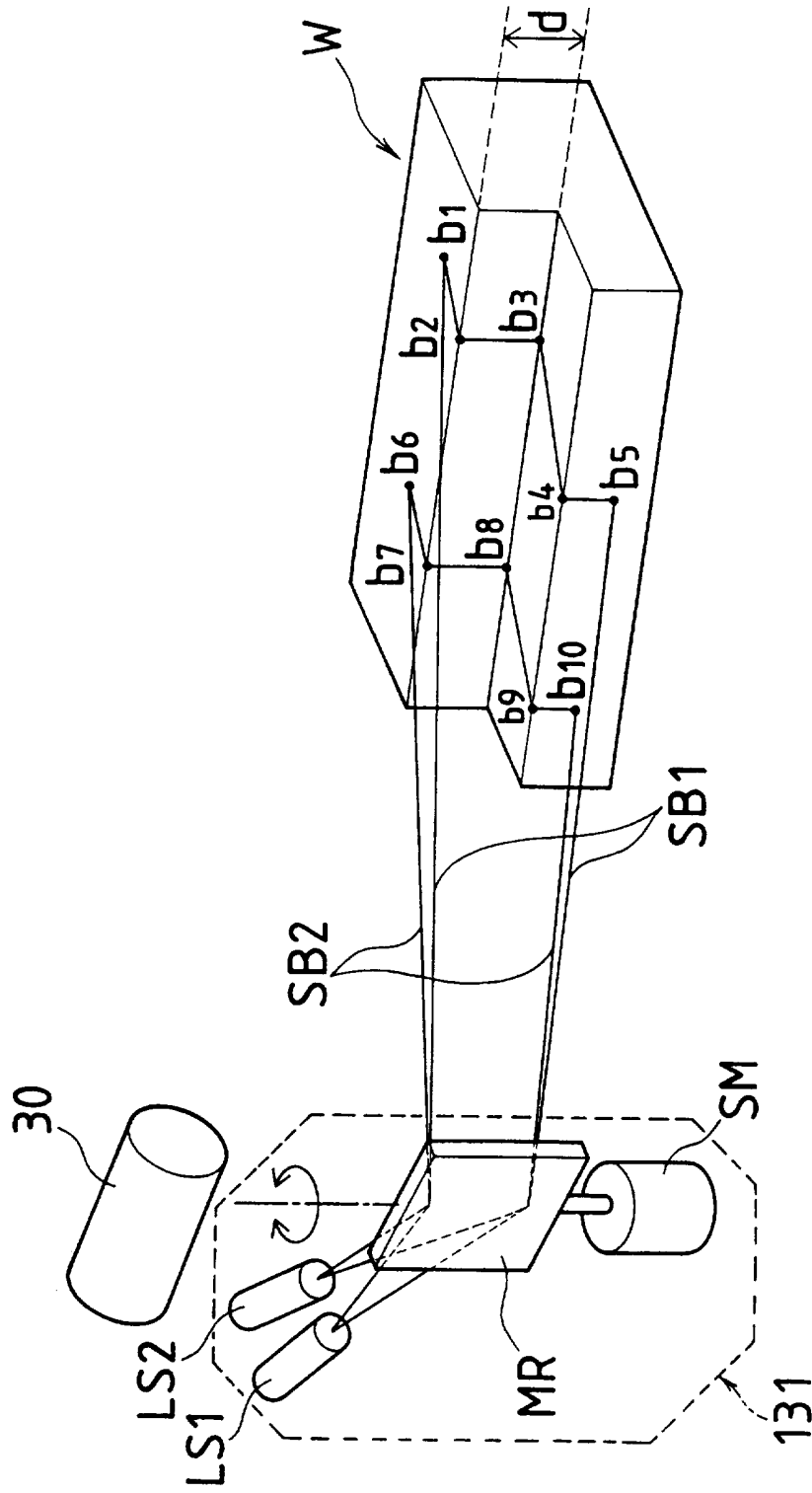


FIG. 9

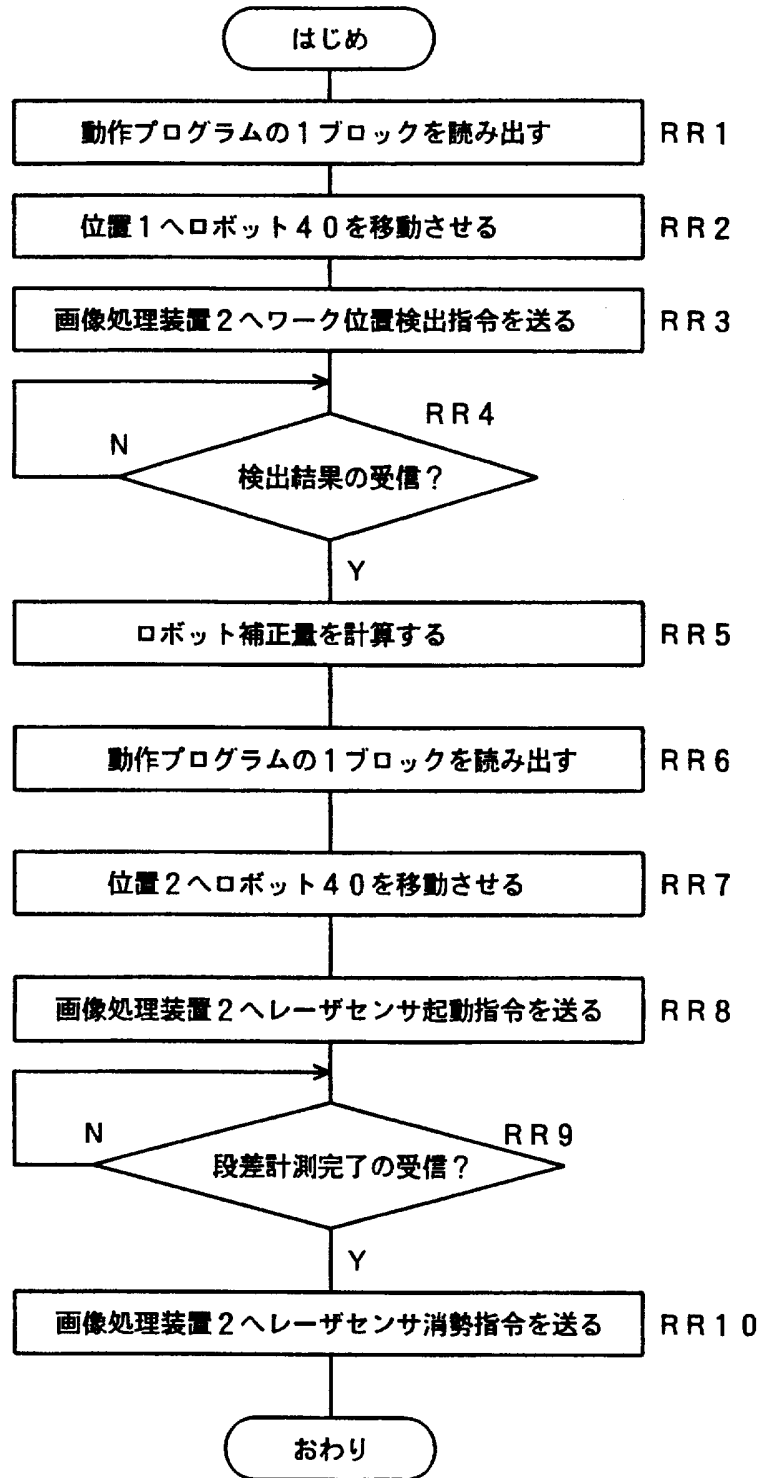


FIG. 10

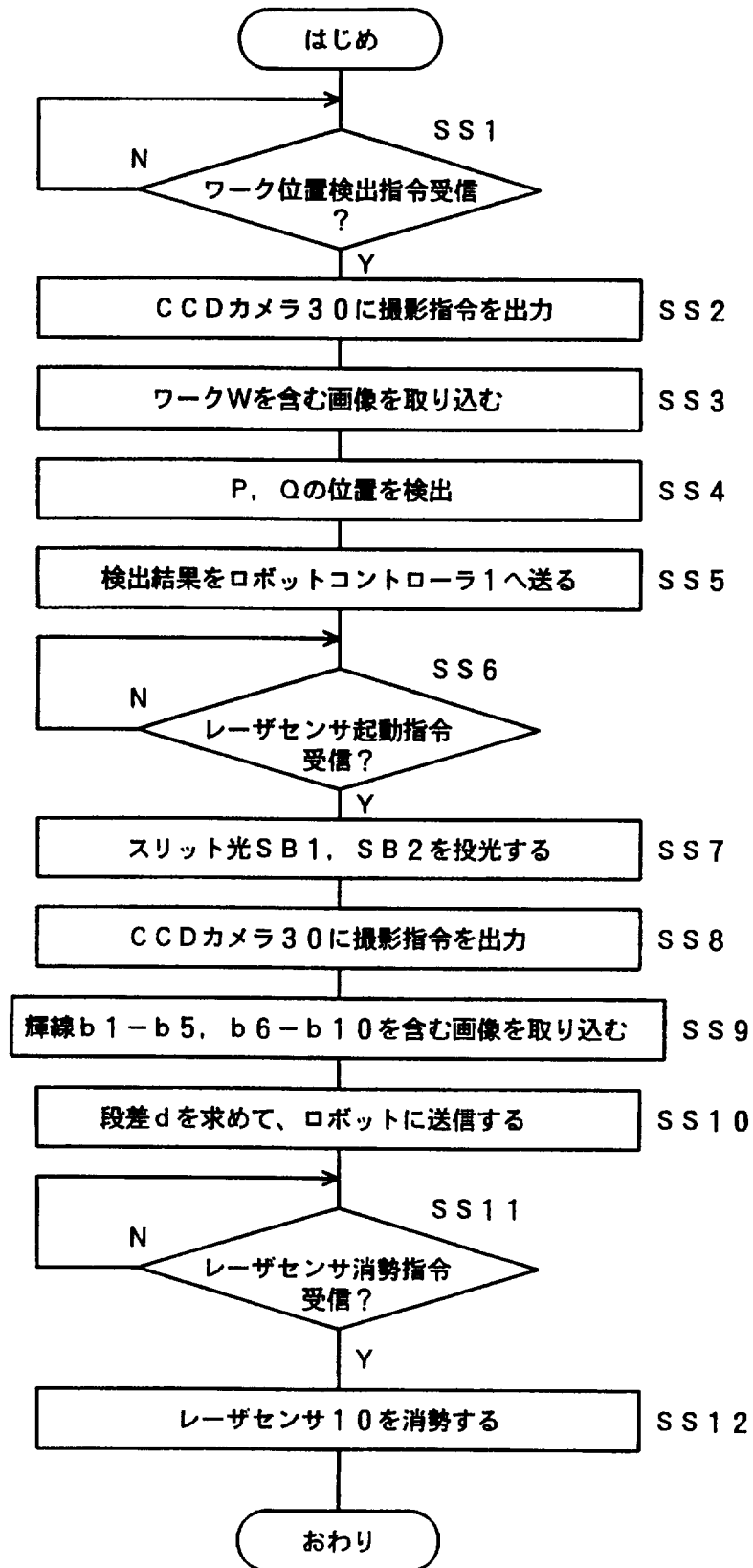


FIG. 11

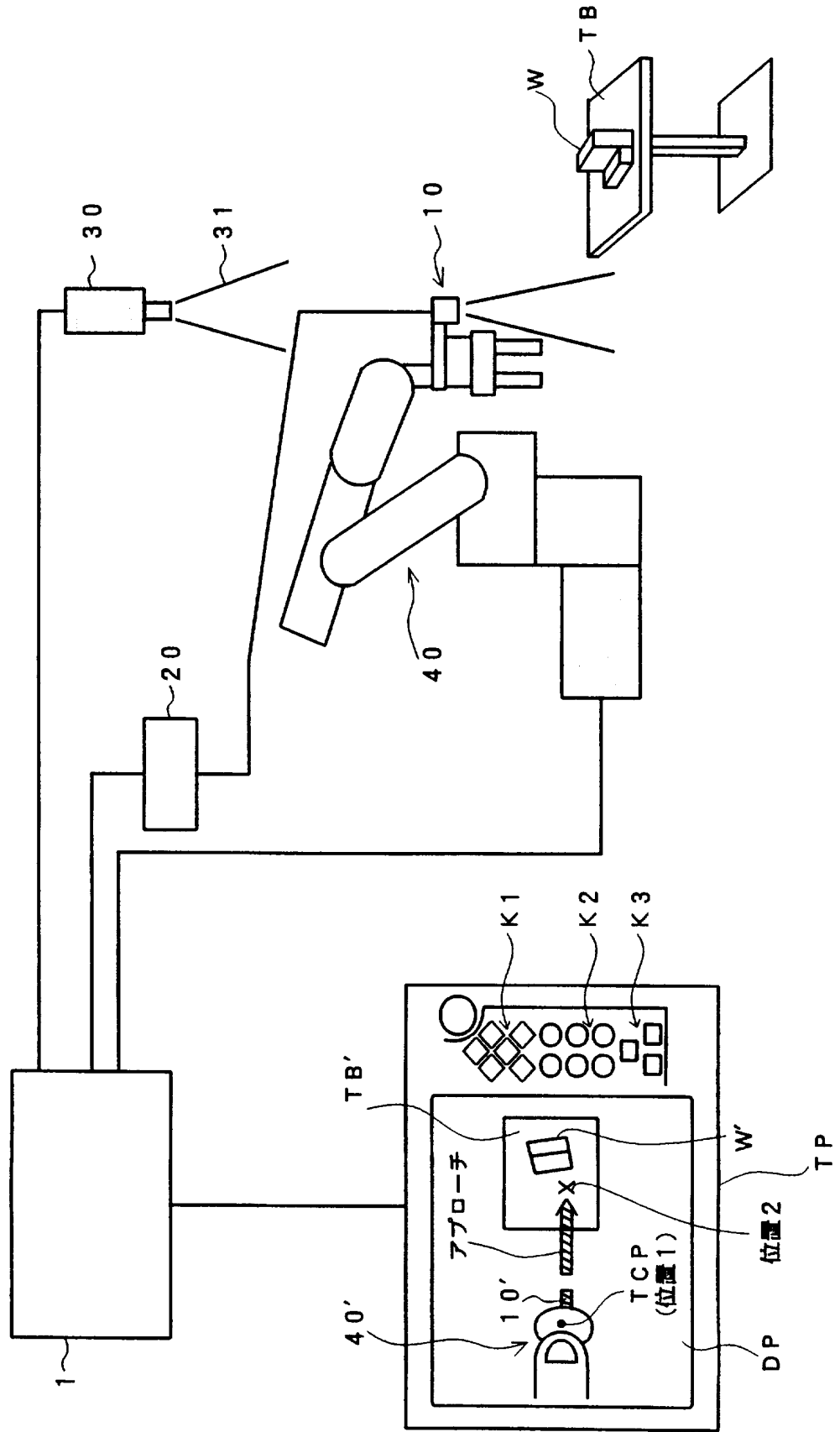
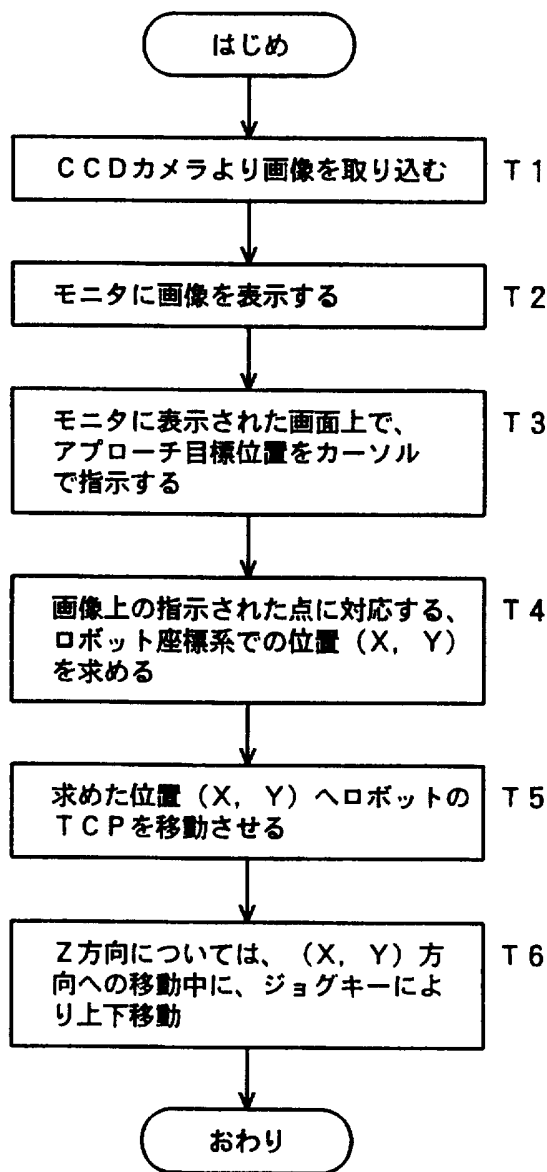


FIG. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ B25J13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ B25J13/08, G05B19/19

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1966 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CD-ROM of Japanese Utility Model Application No. 52666/1993 (Laid-open No. 24585/1995) (Meidensha Corp.), May 9, 1995 (09. 05. 95)	1 - 4
A	Page 7, lines 1 to 15; page 8, lines 4 to 14; page 2, Fig. 1 (Family: none)	5 - 8
A	JP, 4-261789, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), September 17, 1992 (17. 09. 92) (Family: none)	1 - 8
A	JP, 58-114892, A (Nissan Motor Co., Ltd.), July 8, 1983 (08. 06. 83) (Family: none)	1 - 8

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

March 25, 1997 (25. 03. 97)

Date of mailing of the international search report

April 1, 1997 (01. 04. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ B25J 13/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ B25J 13/08, G05B 19/19

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1966-1997年
 日本国公開実用新案公報 1971-1997年
 日本国登録実用新案公報 1994-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

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	関連する 請求の範囲の番号
X	日本国実用新案出願平成5年52666号 (実開平7-24585) のCD-ROM (株式会社明電舎), 9. 5月. 1995 (09. 05. 95)	1-4
A	第7頁第1行-第15行、第8頁第4行-第14行、第2頁第1図 (ファミリーなし)	5-8
A	JP, 4-261789, A (松下電器産業株式会社), 17. 9月. 1992 (17. 09. 92), (ファミリーなし)	1-8
A	JP, 58-114892, A (日産自動車株式会社), 8. 7月. 1983 (09. 07. 83), (ファミリーなし)	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 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文献

国際調査を完了した日

25. 03. 97

国際調査報告の発送日

01.04.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)
 郵便番号100
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 藤本 信男

3C 8308

電話番号 03-3581-1101 内線 3324