

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4862765号  
(P4862765)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.		F I		
GO 1 N 21/84	(2006.01)	GO 1 N 21/84		B
GO 1 N 21/88	(2006.01)	GO 1 N 21/88		Z
GO 1 B 11/30	(2006.01)	GO 1 B 11/30		A

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-173266 (P2007-173266)	(73) 特許権者	000157083
(22) 出願日	平成19年6月29日(2007.6.29)		関東自動車工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-14357 (P2009-14357A)		神奈川県横須賀市田浦港町無番地
(43) 公開日	平成21年1月22日(2009.1.22)	(74) 代理人	100082876
審査請求日	平成20年9月6日(2008.9.6)		弁理士 平山 一幸
		(74) 代理人	100109807
			弁理士 篠田 哲也
		(72) 発明者	山岸 靖則
			神奈川県横須賀市田浦港町無番地 関東自動車工業株式会社内
		審査官	豊田 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面検査装置及び表面検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両ボディに照明光を照射する照明手段と該車両ボディ上の撮像地点を撮像して撮像信号を得る撮像手段とを先端に備えると共に複数の関節を備えたロボットアームと、

上記ロボットアームの検査ルートと複数の上記撮像地点とが予め設定され、該検査ルートに沿って上記ロボットアームを移動させながら該複数の撮像地点で順番に上記撮像手段に撮像させる動作処理部と、

上記動作処理部に予め設定された上記複数の撮像地点の各座標データと撮像が行われる順番データとが格納された情報格納部と、

上記撮像手段から順番に送信される上記各撮像地点の撮像信号を基準値に照らし合わせて、該各撮像地点における欠陥の有無を判定する検出部と、

上記検出部から上記撮像信号が送信された順番と上記情報格納部に格納された順番データとを照らし合わせ、上記検出部から送信された撮像信号と上記座標データとを関連付ける関連付け処理部と、

上記関連付け処理部で上記撮像信号に関連付けられた上記座標データから上記車両ボディにおける欠陥の位置を特定した検査結果を出力する検査結果出力部と、を有する車両ボディの表面検査装置。

【請求項2】

前記動作処理部は、前記ロボットアームを移動させながら前記検査ルートを設定して記憶すると共に、該検査ルートに沿って上記ロボットアームを移動させながら前記複数の撮

10

20

像地点を設定して記憶する、請求項 1 に記載の車両ボディの表面検査装置。

【請求項 3】

前記検出部は前記各撮像信号を基準値に照らし合わせて複数の段階に分類し、前記検査結果出力部は複数の段階に分類された上記各撮像信号により前記欠陥の大きさを複数の段階で示す前記検査結果を出力する、請求項 1 に記載の車両ボディの表面検査装置。

【請求項 4】

前記ロボットアームを複数備え、該ロボットアームにそれぞれ対応する前記検出部を有することを特徴とする、請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の車両ボディの表面検査装置。

【請求項 5】

複数の関節を備えたロボットアームの先端に撮像手段を設け、該撮像手段により得られる撮像信号に基づいて検出部が車両ボディ上の撮像地点に存在する欠陥を検出する車両ボディの表面検査方法であって、

上記ロボットアームを移動させながら、検査ルートと複数の撮像地点とを該ロボットアームに接続された動作処理部に予め設定して記憶させるティーチングステップと、

予め設定された上記複数の撮像地点の各座標データを、撮像が行われる順にデータ処理部に送信し、該座標データと撮像が行われる順番データとを上記データ処理部の情報格納部に格納する学習ステップと、

上記ロボットアームが上記検査ルートに沿って動作しつつ、上記撮像手段が各撮像地点において順番に撮像し、得られた撮像信号を順番に上記データ処理部に送信し、送信された各撮像地点の撮像信号を基準値に照らし合わせて該各撮像地点における欠陥の有無を検出部で判定し、上記撮像信号が送信された順番と上記順番データとを照らし合わせ、上記

検出部から送信された撮像信号と座標データとを関連付ける検査ステップと、撮像信号に関連付けられた上記座標データから上記車両ボディにおける欠陥の位置を特定した検査結果を出力する出力ステップと、を含む車両ボディの表面検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査対象となる三次元曲面に光を照射して、その反射光を撮像し撮像信号処理することにより表面の微小欠陥の検査を行う表面検査装置に係り、特に、処理した画像とその画像が撮影された被検査面の位置とを正確に関連付ける装置及びその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、自動車の製造工程におけるボディの塗装工程では、塗装処理後に所定の塗装が実施されたか否かを確認する塗装欠陥検査が行われる。この塗装欠陥検査における検査精度及び作業効率を向上させるため、一様な 3 次元の曲面を有する光沢表面における微細なキズや異物付着等の欠陥を撮像信号処理によって検出することができる表面検査装置が用いられている。

【0003】

第一の従来表面検査装置として、図 7 (A) に示すように、複数の照明 101 及び CCD カメラ 102 をボディの横断面に沿ってトンネル状に設置し、その中にボディをコンベアにより通過させ、塗装面を検査する装置 100 が知られている。このような表面検査装置の例として、特許文献 1 に開示されている表面検査装置がある。これは、面光源装置により検査対象となる表面に平行光を照射し、その反射光をトンネル状に並べられた複数の CCD カメラで撮像し、その画像信号レベルが基準値に達するか否かを検出することで、表面の微小欠陥を検知するものである。

【0004】

また、このような表面検査装置において CCD カメラを可動とすることも可能である。特許文献 2 には、帯状の検出光を発する蛍光灯及び照明された箇所の画像を撮像する CC

10

20

30

40

50

Dカメラをロボットハンドに取り付け、これを車両ボディの表面に走査させる、第二の従来の表面検査装置が開示されている。

【0005】

さらに、図8(A)に示すように、照明とカメラとを備えたロボットを複数台(図示は一台)設置し、これらをそれぞれ独自にボディ上に移動させつつ撮像する、第三の従来の塗面検査装置もある。特許文献3乃至5には、検査対象塗面を面状に光照射する面光源と、検査対象塗面での正反射光を入射させるCCDカメラと、その画像信号のレベル変化を検出する撮像信号処理により塗面の欠陥の有無を検査する撮像信号処理装置とをロボットに設置し、CCDカメラの撮像特性に応じて微細に塗面を検査し得る塗面検査装置が開示されている。

10

【特許文献1】特開2000-193601号公報

【特許文献2】特開2005-265522号公報

【特許文献3】特開2006-242814号公報

【特許文献4】特開2006-038550号公報

【特許文献5】特開2003-270162号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

第一の従来の表面検査装置100においては、図7(B)に示すようにCCDカメラ1台につき視野角分の1ライン110が検査され、撮像信号処理される。ボディ103の位置はコンペア104のパルスを読み取ることにより算出され、算出された位置データと撮像信号処理結果とが関連付けられる。今日では自動車のボディは複雑な形状となりつつあり、凹凸部や複雑且つ微妙なカーブの曲面を有するものがあるところ、このような表面検査装置100では、CCDカメラ102自体が固定されているので、三次元形状のボディを正確に検査するには不向きである。なぜなら、複雑なワークに対して第一の従来の表面検査装置のCCDカメラを走査させようとする、隣接する撮像領域を検査可能な程度に重複させることができなかつたり、検出対象の欠陥が撮像視野内に入っているにもかかわらず検出可能な像として認識されなかつたりする可能性があるからである。さらに、カメラと照明との相対的な位置関係が変化するため、表面検査の精度を一定に保つことが難しいという問題もある。

20

30

【0007】

一方、第二の従来の表面検査装置の場合、まず、コンペアからのパルスをコンピュータが読み取り、コンペアの位置情報を割り出し、同時点でCCDカメラが撮像している位置を位置情報として読み取り、次に、情報処理手段によりコンペアの位置情報とカメラの位置情報とを照合する必要がある。このように撮像信号処理結果と位置情報とを関連付けるためには一定の演算処理が必要であり、時間を要する。

【0008】

第三の従来の表面検査装置300では、図8(A)に示すようにカメラ301と照明302とを備えたロボット303がカメラ301及び照明302をボディ304表面に沿って移動させ、撮像地点で撮像し、撮像信号をパルス信号として出力すると共に撮像地点の座標データ(X, Y)を出力する。続いて、図8(B)に示すように、管理端末305は出力された座標データから撮像信号が撮像されたボディ上の位置を判別する。この表面検査装置300であれば、三次元形状のボディを正確に検査することができる。しかしながら、座標情報はデータ量が多いため、座標情報の送受信に時間がかかり、実際にはロボットの線速を例えば毎秒100ミリメートル程度以下の低速にする必要がある。このような表面検査装置を使用して一台のボディの水平・垂直面の検査を例えば一分程度の一定のタクト内で完了させるためには、多くのロボットが必要となる。

40

【0009】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、ロボットの数を増やすことなく検査に要する時間を短縮し得る、表面検査装置及び検査方法を提供することを目的とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

上記目的を達成するため、本発明の車両ボディの表面検査装置は、車両ボディに照明光を照射する照明手段と車両ボディ上の撮像地点を撮像して撮像信号を得る撮像手段とを先端に備えると共に複数の関節を備えたロボットアームと、ロボットアームの検査ルートと複数の撮像地点とが予め設定され、検査ルートに沿ってロボットアームを移動させながら複数の撮像地点で順番に撮像手段に撮像させる動作処理部と、動作処理部に予め設定された複数の撮像地点における車両ボディ上の各座標データと撮像が行われる順番データとが格納された情報格納部と、撮像手段から順番に送信される各撮像地点の撮像信号を基準値に照らし合わせて、各撮像地点における欠陥の有無を判定する検出部と、検出部から撮像信号が送信された順番と情報格納部に格納された順番データとを照らし合わせ、検出部から送信された撮像信号と座標データとを関連付ける関連付け処理部と、関連付け処理部で撮像信号に関連付けられた座標データから車両ボディにおける欠陥の位置を特定した検査結果を出力する検査結果出力部と、を有する。

10

## 【0011】

動作処理部は、ロボットアームを移動させながら検査ルートを設定して記憶すると共に、検査ルートに沿ってロボットアームを移動させながら複数の撮像地点を設定して記憶するのがよい。

検出部は各撮像信号を基準値に照らし合わせて複数の段階に分類し、検査結果出力部は複数の段階に分類された各撮像信号により欠陥の大きさを複数の段階で示す検査結果を出力するのがよい。

20

## 【0012】

好ましくは表面検査装置はロボットアームを複数備え、ロボットアームはそれぞれ対応する検出部を有する。

## 【0013】

本発明の車両ボディの表面検査方法は、複数の関節を備えたロボットアームの先端に撮像手段を設け、撮像手段により得られる撮像信号に基づいて検出部が車両ボディの被検査面上に存在する欠陥を検出するもので、ロボットアームを移動させながら検査ルートと複数の撮像地点とをロボットアームに接続された動作処理部に予め設定して記憶させるタイミングステップと、予め設定された複数の撮像地点におけるボディ上の各座標データを、撮像が行われる順にデータ処理部に送信し、座標データと撮像が行われる順番データとをデータ処理部の情報格納部に格納する学習ステップと、ロボットアームが検査ルートに沿って動作しつつ、撮像手段が各撮像地点において順番に撮像し、得られた撮像信号を順番にデータ処理部に送信し、送信された各撮像地点の撮像信号を基準値に照らし合わせて各撮像地点における欠陥の有無を判定し、検出部から撮像信号が送信された順番と順番データとを照らし合わせ、検出部から送信された撮像信号と座標データとを関連付ける検査ステップと、撮像信号に関連付けられた座標データから車両ボディにおける欠陥の位置を特定した検査結果を出力する出力ステップと、を含んでいる。

30

40

## 【発明の効果】

## 【0014】

本発明の表面検査装置によれば、動作処理部が予め設定された検査ルートに沿ってロボットアームを移動させ、予め設定された複数の撮像地点において撮像手段に撮像させた際、関連付け処理部は情報格納部に格納された撮像が行われる順番データをキーとして撮像信号と撮像地点の座標データとを関連付けることができるから、実際の表面検査時にはロボットアームから座標データを出力する必要がなく、ロボットアームの動作速度を向上させることができる。

## 【0015】

50

本発明の表面検査方法によれば、検査ステップにおいて、ロボットアームが設定された検査ルートに沿って動作し、撮像手段が予め設定された複数の撮像地点において撮像すると共に撮像信号をデータ処理部に送信し、データ処理部が撮像が行われる順番をキーとして撮像信号と撮像地点の座標データとを関連付けることができるから、ロボットアームから座標データを出力する必要がなく、ロボットアームの動作速度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の好ましい実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1及び図2は、本発明の実施形態の表面検査装置を示す。なお、図2は一のロボットアームについて示し、他のロボットアームについては図示を省略している。

【0017】

表面検査装置1は、検査部2と検査結果出力部3とデータ処理部4とからなる。データ処理部4は、関連付け処理部4aと座標情報格納部4bとを含む。

検査部2は、それぞれロボットアームを備える2台の水平面検査ロボット23及び2台の垂直面検査ロボット24と、これらロボット23, 24にそれぞれ接続された動作処理部25及び撮像信号処理部26を有し、この撮像信号処理部26は関連付け処理部4に、動作処理部25は座標情報格納部4bに接続されている。

【0018】

撮像信号処理部26は判断テーブル26a及び判断部26bを有する。動作処理部25はティーチング部25aと駆動処理部25bとを有する。検査結果出力部3は、検査結果表示端末31と、この検査結果表示端末31に接続されたプリンタ32とからなる。検査結果表示端末31は、出力処理部31aとボディフォーマット格納部31bとを有し、出力処理部31aは関連付け処理部4aに接続されている。

【0019】

水平面検査ロボット23及び垂直面検査ロボット24は複数の関節とこれを駆動させる駆動機構とを備え、その先端には被検査物の被検査面に照明光を照射する照明手段21と被検査面を撮像する撮像手段であるCCDカメラ22とを備える。このCCDカメラ22は撮像信号処理部26に接続されている。

【0020】

次に、このような実施形態の表面検査装置1を使用して自動車の表面検査を行う方法を、準備段階について図3、実際の検査段階について図4のフローチャートを参照して説明する。

まず、準備作業として、ロボット23, 24に接続された動作処理部25に検査ルートと複数の撮像地点とを記憶させるティーチングステップ(ステップs1)を実行する。ティーチング方法としては周知の方法を用いることができる。例えば、オペレータが制御操作盤の操作パネルを用いてロボット23, 24を動作させ、走査経路を記憶させる方法がある。この方法は、オペレータがロボットコントローラを介してロボット駆動用モータを駆動し、図5(A)に示すように車両ボディ11を構成するボンネットやルーフの上の撮像地点P1~P4に沿ってロボットアームの先端を移動させることにより行う。走査経路P1~P4に付した矢印は、ロボット23, 24の先端の移動方向(走査方向)を示す。

【0021】

このようなティーチングプログラム中、複数の撮像ポイントを登録し、各撮像ポイントにおいてロボット23, 24の先端に設けられたCCDカメラ22が撮像ポイントにおける照明手段21からの反射光を検出し、検出した光学情報をパルス信号として出力する。ティーチングの結果、検査ルートと複数の撮像ポイントとが動作プログラムとしてロボットに接続された動作処理部25のティーチング部25bに記憶される。

なお、ティーチングに際し、実際のロボット23, 24を稼働させることなく、ソリッドモデル等による3次元CAD上で教示を行う、いわゆるオフラインティーチングの手法によって検査ルートと複数の撮像地点とを作成してもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

次に、学習ステップ（ステップ s 2）を実行する。このステップは、ボディが停止している状態でロボット 2 3, 2 4 を、先の動作プログラムを実行し、各撮像ポイントにおけるボディ上の座標データを座標情報格納部 4 b に送信し格納することにより行う。具体的には、ティーチング部 2 5 a から駆動処理部 2 5 b に命令を送ることにより上述の検査ルートの通りにロボットアーム 2 3, 2 4 を動作させ（ステップ s 2 1）、登録された撮像ポイントにおいては動作処理部 2 5 からその撮像ポイントにおけるボディ上の座標データをデータ処理部 4 の座標情報格納部 4 b に送信する（ステップ s 2 2）。座標情報格納部 4 b は、各座標データと、その座標値が何度目のパルス信号発信に対応しているか、すなわち撮像が行われる順番のデータを図 6 に示すようなデータベース 4 1 として記憶する（ステップ s 2 3）。なお、このデータベースは各ロボットにつき一部作成される。

10

## 【 0 0 2 3 】

続いて、実際の表面検査時に行われる検査ステップ（ステップ s 3）について図 4 のフローチャートを参照して説明する。

まず、動作処理部 2 5 は先の動作プログラムを実行する（ステップ s 3 1）。すると、ロボットアーム 2 3, 2 4 は図 5（A）に示すように、CCDカメラ 2 2 がボディ上の撮像ポイント P 1, P 2, P 3, P 4 を通過するように動作する。その際、CCDカメラ 2 2 は撮像ポイント P 1, P 2, P 3, P 4 において照明手段 2 1 からの反射光を検出し、得られた光学情報をパルス信号に変換して出力する（ステップ s 3 2）。

20

## 【 0 0 2 4 】

このパルス信号は撮像信号処理部 2 6 に送信される。撮像信号処理部 2 6 において、判断部 2 6 b は、パルス信号を判断テーブル 2 6 a と照らし合わせるにより、その撮像ポイントにおけるボディ上の欠陥の有無を判定する。すなわち、そのパルス信号レベルを判断テーブル 2 6 a の基準値に照らして例えば 4 段階に分類する（ステップ s 3 3）。

## 【 0 0 2 5 】

こうして得られた情報は撮像信号としてデータ処理部 4 の関連付け処理部 4 a に送信される。関連付け処理部 4 a は、撮像信号の送信された順番を座標情報格納部 4 b に格納された順番データと照らし合わせるにより撮像信号と座標データとを関連付け（ステップ s 3 4）、検査結果表示端末 3 1 へ送信する（ステップ s 3 5）。このように、本実施形態は、撮像地点においてロボットアーム 2 3, 2 4 が座標データを出力しない点において従来例の検査方法と異なる。すなわち、座標データを出力するために要する時間を省略することにより、迅速な検査を可能とするものである。

30

## 【 0 0 2 6 】

次に、検査結果表示端末 3 1 により出力ステップ（ステップ s 4）が行われる。まず、検査結果表示端末 3 1 の出力処理部 3 1 a は、座標データとボディフォーマット格納部 3 1 b に格納されたボディフォーマットとを照らし合わせ、撮像信号が得られた撮像ポイントがボディ上のどの位置に相当するかを特定するマッピングを行う。すなわち、出力処理部 3 1 a は、ボディ表面上に欠陥のあるデータを抽出し（ステップ s 4 1）、この画像データに関連付けられた座標データから欠陥の存在する座標を割り出す（ステップ s 4 2）。続いて、図 1 に示すように、ボディの各部を表した検査帳簿 3 4 上において欠陥の存在を示す撮像データが得られた撮像ポイントに該当する部分に、欠陥の大きさを 3 段階で示す、 $\square$ 、 $\triangle$ 、 $\times$  のいずれかのマークを描画する（ステップ s 4 3）。なお、欠陥の存在しない撮像ポイントについては何も描画しない。この検査帳簿 3 4 は、検査結果表示端末 3 1 のディスプレイに表示されると共に、プリンタ 3 2 により印刷される（ステップ s 4 4）。

40

## 【 0 0 2 7 】

本実施形態の表面検査装置 2 を使用して表面検査を実施すれば、ロボットを例えば線速 3 5 0 mm / s といった高速で動作させながら表面検査を行うことができるので、ロボットの台数を増やすことなくタクト内で表面検査を行うことができる。また、ロボットをポイントごとに止める必要がなく、加減速のある不安定な動きとなることを避けて、一定の

50

精度で表面検査を行うことができる。

【0028】

以上説明したように、本発明の表面検査装置及び表面検査方法は、撮像信号の送信された順番を順番データと照らし合わせ撮像信号と座標データとを関連付けることにより、撮像ポイントにおいてロボットアームもしくは動作処理部が座標値を出力することなく表面検査を行うことを実現したものであり、その主旨を逸脱しない範囲内において様々な形態で実施することができる。

例えば、パルス信号から欠陥の有無を判定する処理は、撮像信号処理部、データ処理部または出力処理部のいずれで行ってもよいし、撮像信号処理部、データ処理部及び出力処理部は一の端末に内蔵されていてもよい。また、水平面検査ロボット及び垂直面検査ロボット並びにこれらロボットのカメラにそれぞれ接続された撮像信号処理部は、実施形態の個数に限られない。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】実施形態の表面検査装置を示す図である。

【図2】図1の表面検査装置を示すブロック図である。

【図3】実施形態の表面検査方法における準備段階を示すフローチャートである。

【図4】実施形態の表面検査方法における実際の検査段階を示すフローチャートである。

【図5】図2の状態における表面検査装置の動作を示す図である。

【図6】座標データと撮像が行われる順番のデータとのデータベースを示す図である。

20

【図7】第一の従来表面検査装置を示す図である。

【図8】第三の従来表面検査装置を示す図である。

【符号の説明】

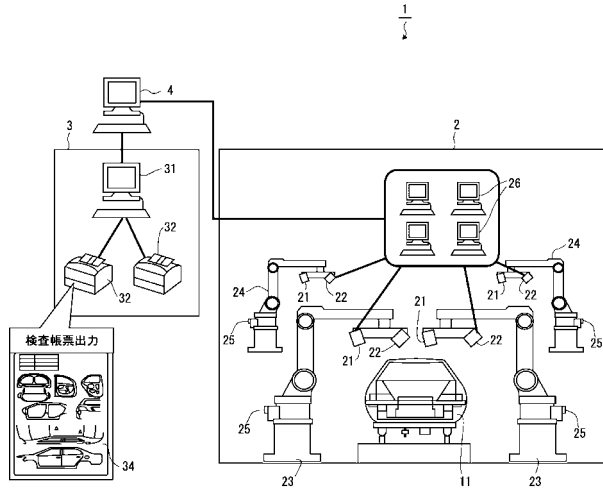
【0030】

- 1 表面検査装置
- 2 検査部
- 3 検査結果出力部
- 4 データ処理部
- 4 a 関連付け処理部
- 4 b 座標情報格納部
- 2 2 CCDカメラ
- 2 3 水平面検査ロボット
- 2 4 垂直面検査ロボット
- 2 5 動作処理部
- 2 5 a ティーチング部
- 2 5 b 駆動処理部
- 2 6 撮像信号処理部
- 2 6 a 判断テーブル
- 2 6 b 判断部
- 3 1 検査結果表示端末
- 3 2 プリンタ
- 4 1 データベース
- P 1 ~ P 4 撮像地点

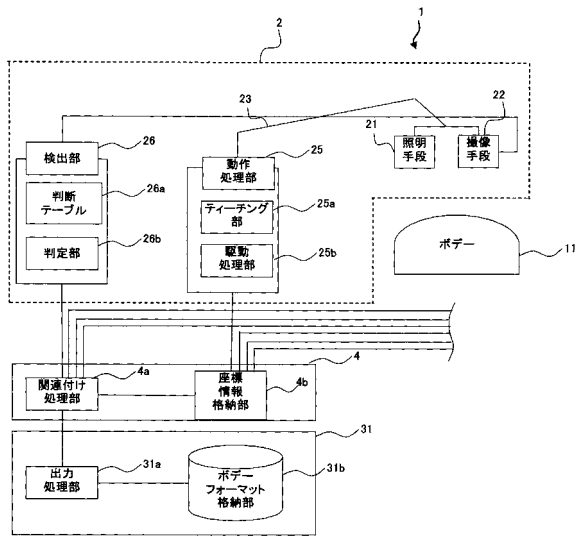
30

40

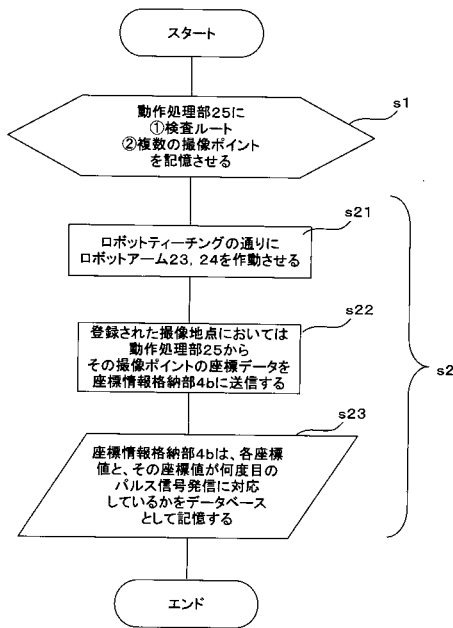
【図1】



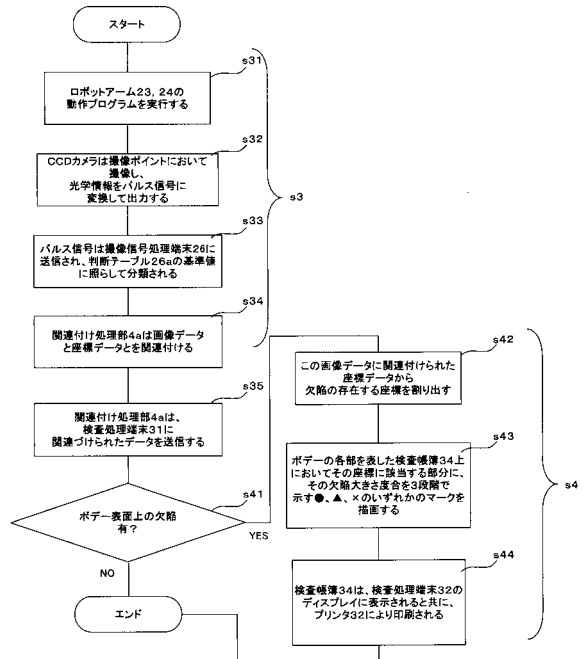
【図2】



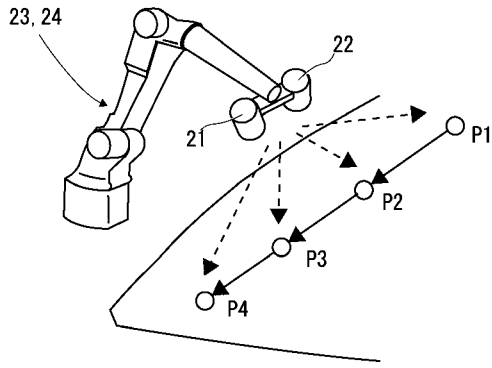
【図3】



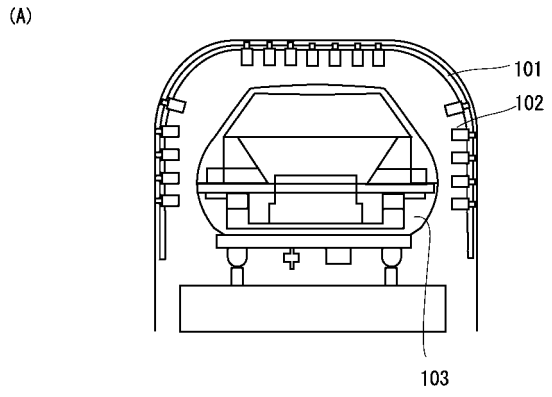
【図4】



【図5】



【図7】

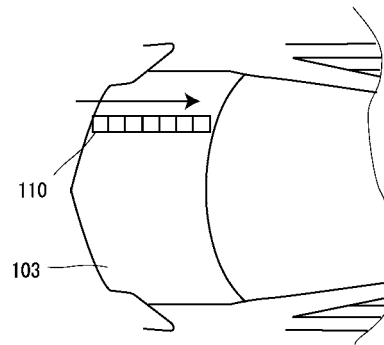


【図6】

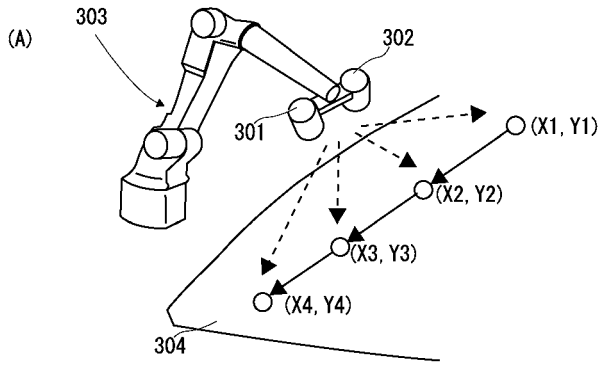
No.	撮像順	X座標	Y座標
1	1	+321.4	+46.2
2	2	+63.5	-12.5
3	3	+31.5	+546.3
4	4	+613.6	-112.6
5	5	+32.6	+516.4
6	6	+163.7	-12.7
7	7	+31.7	+46.5
8	8	+163.8	-142.8
9	9	+21.8	+46.6
10	10	+463.9	-152.9
11	11	+21.9	+46.7
12	12	+863.10	-412.10
13	13	+1.10	+5468
14	14	+63.11	-512.11

41

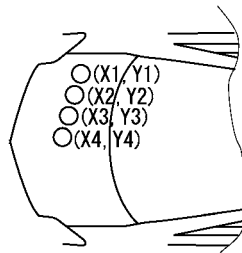
(B)



【図8】



(B)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05 - 046224 (JP, A)  
特開2006 - 038550 (JP, A)  
特開2006 - 308349 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 21/84 - 21/958