

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年9月27日(27.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/173192 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/70 (2017.01) *H01L 21/677* (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/011704

(22) 国際出願日: 2017年3月23日(23.03.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 F U J I (FUJI CORPORATION) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 Aichi (JP).

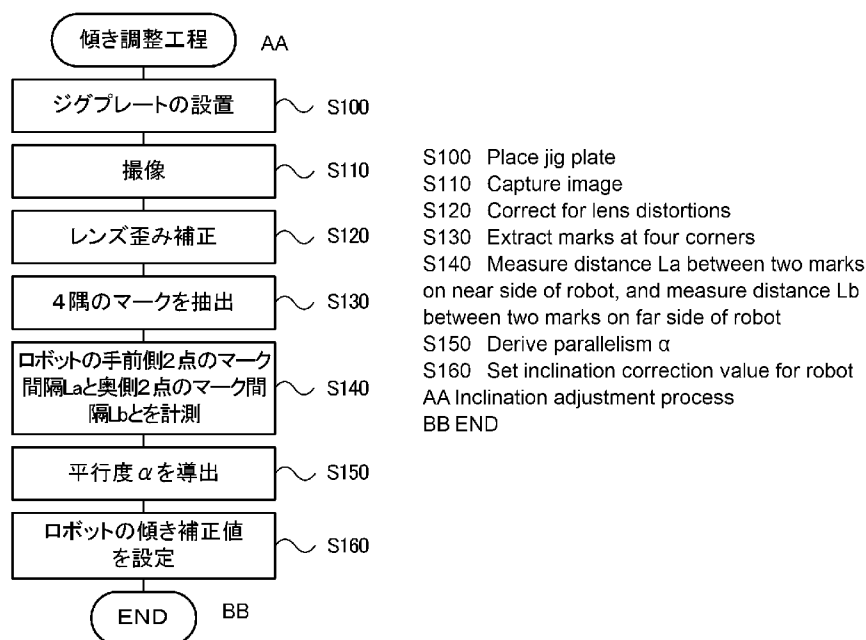
(72) 発明者: 種池 崇(TANEIKE, Takashi); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 大石 信夫(OISHI,

Nobuo); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 鈴木 雅登(SUZUKI, Masato); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 西山 識(NISHIYAMA, Satoru); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 三浦 慎也(MIURA, Shinya); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山 1 9 番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人アイテック国際特許事務所 (ITEC INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 1 6 番 2 6 号 S C 伏見ビル Aichi (JP).

(54) Title: ARTICULATED ROBOT PARALLELISM DETERMINATION METHOD AND ARTICULATED ROBOT INCLINATION ADJUSTMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 多関節ロボットの平行度判定方法および多関節ロボットの傾き調整装置



(57) Abstract: This articulated robot parallelism determination method is designed to determine a parallelism of an articulated robot with respect to a reference surface. This parallelism determination method places a plate having a predetermined pattern of marks on a workbench for an articulated robot, and captures an image of the plate using a camera mounted on the arm of the articulated robot. The method then measures a plurality of inter-mark distances as recognized in the captured image of the plate, and determines a parallelism of the articulated robot on the basis of a comparison between



(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the measured plurality of inter-mark distances.

(57) 要約: 多関節ロボットの平行度判定方法は、多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定するものである。この平行度判定方法は、多関節ロボットの作業台に所定パターンの模様を有するプレートを設置し、多関節ロボットのアームに装着されたカメラによりプレートを撮像する。そして、プレートの撮像画像中に認識される模様の間隔を複数箇所測定し、測定した各間隔の対比に基づいて平行度を判定する。

明 細 書

発明の名称：

多関節ロボットの平行度判定方法および多関節ロボットの傾き調整装置

技術分野

[0001] 本明細書は、多関節ロボットの平行度判定方法および多関節ロボットの傾き調整装置について開示する。

背景技術

[0002] 従来より、ワークの基準面に対する平行度を判定するものが知られている。例えば、特許文献1には、位置合わせプレート（磁気プレート）上に位置決めされたウエハを、ロボットアームに装着されたカメラで撮影し、ウエハの撮影画像に基づいて磁気プレートに対するウエハの平行度を算出する制御装置を備えるものが開示されている。平行度の算出は、具体的には、制御装置により以下のようにして行なわれる。即ち、制御装置は、カメラによりウエハに付された2つのアライメントマークを撮像する。続いて、制御装置は、各アライメントマークの撮像画像に基づいて各アライメントマークにおける焦点のずれを算出し、焦点のずれから磁気プレートに対するウエハの平行度を算出する。そして、制御装置は、算出したウエハの平行度に基づいて磁気プレートに対してウエハが平行となるようにロボットアームの各関節部のアクチュエータを制御してウエハを傾斜させる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-53343号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1記載の手法は、マークの撮像画像から焦点のずれを検出するものであるが、専用の検出装置が必要となったり、十分な検出精度を確保するために処理が複雑となったりする問題が生じる。こうした問題は、多関節ロ

ボットの基準面に対する平行度を判定する場合にも同様に生じうる。

[0005] 本開示は、より簡単に多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定することを主目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

[0007] 本開示は、多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定する多関節ロボットの平行度判定方法であって、前記多関節ロボットの作業台に所定パターンの模様を有するプレートを設置し、前記多関節ロボットのアームに装着されたカメラにより前記プレートを撮像し、前記プレートの撮像画像中に認識される模様の間隔を複数箇所にて測定し、該測定した各間隔の対比に基づいて前記平行度を判定することを要旨とする。

[0008] プレートが有する模様の撮像画像は、カメラ（アーム）とプレートとが相対的に傾いていると、模様が実際よりも大きく写る領域と模様が実際よりも小さく写る領域とが生じる。そして、カメラとプレートとが大きく傾いているほど、各領域で写った模様の大小の差が大きくなる。本開示の多関節ロボットの平行度判定方法は、撮像画像中の模様の間隔を複数箇所にて測定し、測定した複数の間隔を対比することにより平行度を判定するため、より簡単に多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]ロボット20の構成の概略を示す構成図である。

[図2A]ロボット20の可動域を示す説明図である。

[図2B]ロボット20の可動域を示す説明図である。

[図3]ロボット20とロボット制御装置70と画像処理装置80の電氣的な接続関係を示すブロック図である。

[図4]傾き調整工程の一例を示す説明図である。

[図5]ジグプレートPの撮像の様子を示す説明図である。

[図6A]ジグプレートPの上面模様を示す説明図である。

[図6B]ジグプレートPの上面模様を示す説明図である。

[図7A]カメラ24がジグプレートPに対して平行な場合のジグプレートPの撮像の様子を示す説明図である。

[図7B]図7Aの位置から撮像されたジグプレートPの撮像画像を示す説明図である。

[図8A]カメラ24がジグプレートPに対して平行でない場合のジグプレートPの撮像の様子を示す説明図である。

[図8B]図8Aの位置から撮像されたジグプレートPの撮像画像を示す説明図である。

[図9]イメージセンサのサイズHと焦点距離Fと視野FOVとワーキングディスタンスWDとを示す説明図である。

[図10]ワーキングディスタンスWDと分解能RESとの関係を示す説明図である。

[図11]カメラ24が対象物に対して所定角 θ 傾いている場合の視野の左端（A端）におけるワーキングディスタンスWD1と視野の右端（B端）におけるワーキングディスタンスWD2とを示す説明図である。

[図12]A端のドット中心間距離La1, La2およびB端のドット中心間距離Lb1, Lb2とを示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本開示の発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。

[0011] 図1は、ロボット20の構成の概略を示す構成図である。図2A、図2Bは、ロボット20の可動域を示す説明図である。図3は、ロボット20とロボット制御装置70と画像処理装置80の電氣的な接続関係を示すブロック図である。

[0012] ロボット20は、ロボット制御装置70（図3参照）による制御を受けて、ワーク搬送装置12（図3参照）により搬送されるワーク（作業対象物）に対して所定の作業を行なうものである。なお、所定の作業としては、ワークをピックアップするピックアップ作業や、ワークを所定位置にプレースす

るプレース作業、ワークを所定位置に組み付ける組み付け作業などを挙げることができる。

[0013] ロボット20は、図1に示すように、5軸の垂直多関節アーム（以下、アームという）22を備える。アーム22は、6つのリンク（第1～第6リンク31～36）と、各リンクを回転または旋回可能に連結する5つの関節（第1～第5関節41～45）とを有する。各関節（第1～第5関節41～45）には、対応する関節を駆動するモータ（サーボモータ）51～55と、対応するモータの回転位置を検出するエンコーダ（ロータリエンコーダ）61～65とが設けられている。

[0014] アーム22の先端リンク（第6リンク36）には、エンドエフェクタとしての作業ツールが着脱可能となっている。なお、作業ツールとしては、電磁チャックやメカニカルチャック、吸着ノズルなどを挙げることができる。先端リンクに装着するツールは、作業対象のワークの形状や素材に合わせて適宜選択される。

[0015] また、アーム22の先端部（第5リンク35）には、カメラ24が取り付けられている。カメラ24は、ワークの位置および姿勢を認識するために当該ワークを撮像するためのものである。

[0016] こうして構成された本実施形態のアーム22は、図2Aに示すように、ロボット20を正面から見て前（手前）後（奥）の方向をX軸とし、ロボット20の上下方向（第1関節41の回転軸の延在方向）をZ軸とし、X軸およびZ軸に直交する方向をY軸とする三次元空間内の移動と、Z軸周りの回転方向（RC）の移動とが可能である。更に、アーム22は、図2Bに示すように、Y軸周りの回転方向（RB）の移動が可能である。

[0017] ロボット制御装置70は、図3に示すように、CPU71を中心としたマイクロプロセッサとして構成され、CPU71の他に、ROM72やHDD73、RAM74、図示しない入出力インタフェース、図示しない通信インタフェースなどを備える。なお、HDD73は、ロボット20の動作プログラムなどを記憶している。ロボット制御装置70には、エンコーダ61～6

５などからの検知信号が入力される。また、ロボット制御装置７０からは、モータ５１～５５やワーク搬送装置１２などへの制御信号が出力される。

[0018] ロボット制御装置７０は、ロボット２０の各モータ５１～５５を駆動制御することにより、アーム２２の先端リンク（第６リンク３６）に装着された作業ルーツをワークに向けて移動させ、作業ツールを用いてワークに対して所定の作業を行なう。具体的には、ロボット制御装置７０は、ワークに対して作業を行なうための作業ツールの目標位置（ X ， Y ， Z ）および目標姿勢（ R_B ， R_C ）を画像処理装置８０から取得する。続いて、ロボット制御装置７０は、取得した目標位置（ X ， Y ， Z ）および目標姿勢（ R_B ， R_C ）を周知のＨＤパラメータ等を用いてアーム２２の各関節の目標位置（目標角度）に座標変換する。そして、ロボット制御装置７０は、各関節の位置（角度）が座標変換した目標位置（目標角度）に一致するように対応するモータ５１～５５を駆動制御すると共にワークに対して作業が行なわれるよう作業ツールを駆動制御する。

[0019] また、ロボット制御装置７０には、画像処理装置８０が通信可能に接続されている。画像処理装置８０は、ＣＰＵ８１を中心としたマイクロプロセッサとして構成され、ＣＰＵ８１の他に、ＲＯＭ８２やＨＤＤ８３、ＲＡＭ８４、図示しない入出力インタフェース、図示しない通信インタフェースなどを備える。画像処理装置８０には、カメラ２４からの画像信号や入力装置８５からの入力信号などが入力される。また、画像処理装置８０からは、カメラ２４への駆動信号や出力装置８６への出力信号などが出力される。ここで、入力装置８５は、例えばキーボードやマウス等、オペレータが入力操作を行なう入力デバイスである。出力装置８６は、例えば液晶ディスプレイ等、各種情報を表示するための表示デバイスである。画像処理装置８０は、ロボット制御装置７０と通信可能に接続されており、互いに制御信号やデータのやり取りを行なっている。

[0020] 次に、こうして構成されたロボット２０の基準面に対する傾きを調整する傾き調整工程について説明する。図４は、傾き調整工程の一例を示す説明図

である。傾き調整工程は、オペレータが図5に示すようにジグプレートPをロボット20の作業台11上に設置した後（S100）、画像処理装置80のCPU81が以下のS110～S160の処理を実行することにより行なわれる。図6A、図6Bは、ジグプレートPの上面模様を示す説明図である。ジグプレートPの上面には、図6Aに示すように、円形のドット（マーク）がマトリックス状に並んだパターンが形成されている。なお、ジグプレートPの上面には、図6Bに示すように、二色（白、黒）の正方形が交互に並ぶ市松模様状のパターンが形成されてもよい。

[0021] 画像処理装置80のCPU81は、ロボット20のアーム22に装着されたカメラ24でジグプレートPを撮像する（S110）。この処理は、ジグプレートPの設置位置に対応したカメラ24の撮像位置を含む制御信号をロボット制御装置70に送信することにより行なわれる。ロボット制御装置70は、画像処理装置80から制御信号を受信すると、図5に示すようにジグプレートPの上方にカメラ24が来るようにモータ51～55を駆動制御する。

[0022] 続いて、CPU81は、ジグプレートPの撮像画像に含まれるレンズ収差（歪曲収差）を周知の歪み補正アルゴリズムを用いて補正するレンズ歪み補正を行なう（S120）。レンズ歪み補正は、例えば、画像の各画素の位置と歪み量とを対応付けて予め求めて歪み量マッピングデータとしてROM82に記憶しておき、撮像画像の各画素の位置を対応する歪み量で補正することにより行なうことができる。そして、CPU81は、レンズ歪み補正後の撮像画像から背景色（白）とマーク色（黒）とを分離し、ジグプレートPの4隅のマークの輪郭を抽出する（S130）。次に、CPU81は、ロボット20のX方向（ロボット20の前後方向）における一方側にあるA端の2つのドットの中心間距離（ドット中心間距離 L_a ）と他方側にあるB端の2つのドットの中心間距離（ドット中心間距離 L_b ）とをドット中心間に含まれる画素数をカウントして計測する（S140）。そして、CPU81は、A端のドット中心間距離 L_b に対するB端のドット中心間距離 L_a の比（ L

a/L b)に基づいてロボット20の基準面(作業台11の上面)に対する平行度 θ (Y軸周りの回転方向の傾き)を導出する(S150)。

[0023] 図7Aは、カメラ24がジグプレートPに対して平行な場合のジグプレートPの撮像の様子を示す説明図である。図7Bは、図7Aの位置から撮像されたジグプレートPの撮像画像を示す説明図である。図8Aは、カメラ24がジグプレートPに対して平行でない場合のジグプレートPの撮像の様子を示す説明図である。図8Bは、図8Aの位置から撮像されたジグプレートPの撮像画像を示す説明図である。図7Aに示すように、カメラ24がジグプレートPに対して平行な場合、ジグプレートPの撮像画像は、図7Bに示すように、全てのマークが同じ大きさ且つ同じ間隔で写る。一方、図8Aに示すように、カメラ24がジグプレートPに対して相対的にY軸周りに傾いていると、ジグプレートPの撮像画像は、図8Bに示すように、マークが大きく且つ広い間隔で写る領域と、マークが小さく且つ狭い間隔で写る領域とが生じる。そして、カメラ24のジグプレートPに対する相対的な傾きが大きいほど、マークの大小差および広狭差は、大きくなる傾向を示す。CPU81は、こうした現象を利用し、ジグプレートPの撮像画像に写る各マークの間隔を複数箇所で計測してそれらを対比することにより、カメラ24とジグプレートPとの相対的な傾き、即ちロボット20の基準面に対する平行度 θ (傾き)を求めることができる。

[0024] S150の処理は、具体的には、A端のドット中心間距離L aに対するB端のドット中心間距離L bの比(L a/L b)と平行度 θ との関係を予め実験的に求めてマップとしてROM82に記憶しておき、比(L a/L b)が与えられると、マップから対応する平行度 θ を導出することにより行なわれる。ここで、上述したS100～S150の工程は、ロボット20の基準面に対する平行度(傾き)を判定する平行度判定工程に該当する。

[0025] CPU81は、こうしてロボット20の基準面に対する平行度 θ を導出すると、導出した平行度 θ に基づいてロボット20の傾き補正值を設定して(S160)、傾き調整工程を終了する。S160の処理は、Y軸周りの回転

方向の傾き分だけ逆方向にオフセットするように作業ツールの目標姿勢（R B）に対するオフセット角度 $\Delta R B$ を設定することにより行なわれる。これにより、ロボット制御装置70は、オフセット角度 $\Delta R B$ だけオフセットされた作業ツールの目標姿勢（R B）に基づいてロボット20を制御することとなる。

[0026] ここで、実施形態の主要な要素と発明の開示の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。即ち、カメラ24がカメラに相当し、画像処理装置80のCPU81が制御装置に相当する。

[0027] 以上説明した多関節ロボットの傾き補正装置では、画像処理装置80のCPU81は、上面（撮像面）に模様（マトリックス状のマーク）が形成されたジグプレートPをカメラ24で撮像する。続いて、CPU81は、ジグプレートPの撮像画像中の4隅のマークのうち対角でない2つのマークのドット中心間距離 $L a$ と、残りの2つのマークのドット中心間距離 $L b$ とを測定する。そして、CPU81は、測定した各ドット中心間距離の比（ $L a / L b$ ）に基づいてロボット20の平行度 θ を導出する。これにより、ダイヤルゲージなどを用いることなく、より簡単に多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定することができる。

[0028] また、CPU81は、ジグプレートPの撮像画像にレンズ歪み補正を施し、レンズ歪み補正後の撮像画像に基づいてドット中心間距離 $L a$ 、 $L b$ を測定する。これにより、CPU81は、ドット中心間距離 $L a$ 、 $L b$ をより正確に測定することができ、平行度の判定をより適切に行なうことができる。

[0029] さらに、CPU81は、導出した平行度 θ に基づいてロボット20の傾き補正值を設定する。これにより、ロボット20の基準面に対する傾きをより簡易な手法により調整することができる。

[0030] 本実施形態では、CPU81は、A端のドット中心間距離 $L b$ に対するB端のドット中心間距離 $L a$ の比（ $L a / L b$ ）に基づいてマップによりロボット20の基準面に対する平行度 θ を導出した。しかし、CPU81は、所定の演算式を用いて演算により平行度 θ を算出してもよい。図9は、イメー

ジセンサのサイズHと焦点距離Fと視野F O VとワーキングディスタンスWDとを示す説明図である。レンズ24 aとイメージセンサ24 b (CCDなど)とを有するカメラ24において、イメージセンサ24 bのサイズをH [mm]とし、イメージセンサ24 bからレンズ24 aまでの距離である焦点距離をF [mm]とし、ワーキングディスタンスをWD [mm]とし、ワーキングディスタンスの範囲における撮像範囲である視野をF O V [mm]とする。この場合、図9から解るように、 $H : F = F O V : WD$ により次式(1)が成り立つため、視野F O Vは、次式(2)で算出される。一方、分解能RESは、撮像画像中の1画素あたりの大きさを示すものであり、X方向の視野F O Vとイメージセンサ24 bのX方向の画素数PNとを用いて、次式(3)で算出される。式(3)に視野F O Vの式(2)を代入すると、分解能RESは、次式(4)で算出される。分解能RESは、式(4)からワーキングディスタンスWDに比例することが解る。式(4)中の α は、ワーキングディスタンス単位長あたりの分解能(単位分解能とも呼ぶ)であり、イメージセンサ24 bの仕様(画素数、センササイズ)とレンズ24 aの個体(焦点距離、倍率)とにより決まる定数となる。

$$[0031] \quad F * FOV = H * WD \quad \dots(1)$$

$$FOV = (H / F) * WD \quad \dots(2)$$

$$RES = FOV / PN \quad \dots(3)$$

$$RES = (H / (F * PN)) * WD \\ = \alpha * WD \quad \text{但し、} \alpha = H / (F * PN) \dots(4)$$

[0032] ここで、図9に示すように、基準のワーキングディスタンスWDよりも短いWD1と長いWD2とを設定した場合、ワーキングディスタンスと分解能との関係は、図10のように、単位分解能 α を傾きとする直線で表わすことができる。単位分解能 α は、次式(5)で算出される。

$$[0033] \quad \alpha = RES / WD$$

$$= \Delta RES1 / \Delta WD1$$

$$= \Delta RES1 / \Delta WD1$$

$$=(RES2-RES1)/(WD2-WD1) \quad \dots(5)$$

[0034] 図 1 1 は、カメラ 2 4 が対象物に対して所定角 θ 傾いている場合の視野の左端（A 端）におけるワーキングディスタンス $WD 1$ と視野の右端（B 端）におけるワーキングディスタンス $WD 2$ とを示す説明図である。図 1 2 は、A 端のドット中心間距離 $L a 1$ 、 $L a 2$ および B 端のドット中心間距離 $L b 1$ 、 $L b 2$ とを示す説明図である。ドット（マーク）がマトリックス状に配列された図 6 A のジグプレート P をカメラ 2 4 で撮像する場合、CPU 8 1 は、カメラ 2 4 の視野の中心が中央のドット DC（図 1 2 参照）と一致するようにアーム 2 2 を移動させて撮像を行なう。この場合、図 1 1 に示すように、カメラ 2 4 がジグプレート P の上面に対して所定角 θ 傾いていると、視野の左端（A 端）におけるワーキングディスタンス $WD 1$ は、本来のワーキングディスタンス WD よりも近くなり、視野の右端（B 端）におけるワーキングディスタンス $WD 2$ は、本来のワーキングディスタンス WD よりも遠くなる。このため、カメラ 2 4 の撮像画像は、図 1 2 に示すように、近距離側の A 端で大きく写り、遠距離側の B 端で小さく写る。このとき、カメラ 2 4 の傾き θ は、 $WD 1$ と $WD 2$ との差（ $\Delta WD = WD 2 - WD 1$ ）とジグプレート P の A 端と B 端との間の距離 L とから、次式（6）で算出される。距離 L は既知であるから、 ΔWD を検出することにより、カメラ 2 4 の傾き θ を算出することができる。

$$[0035] \quad \sin \theta = \Delta WD / L$$

$$\theta = \sin^{-1}(\Delta WD / L) \quad \dots(6)$$

[0036] 式（5）は、次式（7）のように変形することができる。一方、A 端の分解能 $RES 1$ と B 端の分解能 $RES 2$ は、図 1 2 の撮像画像を処理することで算出することができる。即ち、A 端の分解能 $RES 1$ は、撮像画像において写る図 1 2 の A 端における端辺中央のドットを含む隣接する 2 つのドットのドット中心間距離 $L a 1$ 、 $L a 2$ [pix] の平均値と、ジグプレート P の隣接する 2 つのドットの仕様上の中心間距離 DP [mm] とを用いて、次式（8）で算出される。ドット中心間距離 $L a 1$ 、 $L a 2$ [pix] は、そ

れぞれ撮像画像に写る隣接するドットの中心間に含まれる画素数をカウントすることにより計測することができる。一方、B端の分解能RES2は、同様に、図12のB端における端辺中央のドットを含む隣接する2つのドットのドット中心間距離Lb1, Lb2 [pix]の平均値と、上記仕様上の中心間距離DP [mm]とを用いて、次式(9)で算出される。このように、分解能RES1, RES2は、それぞれA端, B端の各端辺にあるドット群のうち何れか2つのドット間の仕様上の距離と、撮像画像において当該2つのドット間に含まれる画素数とを用いて算出することができる。

[0037] $WD2-WD1=\Delta WD$

$$= (RES2-RES1)/\alpha \quad \dots(7)$$

$$RES1=DP/Average(La1, La2)$$

$$=2*DP/(La1+La2) \quad \dots(8)$$

$$RES2=DP/Average(Lb1, Lb2)$$

$$=2*DP/(Lb1+Lb2) \quad \dots(9)$$

[0038] 式(6)に、式(7)～(9)を代入することによりカメラ24の傾き θ 、即ちロボット20の基準面に対する平行度 θ を算出することができる。

[0039] 本実施形態では、ジグプレートPの上面(撮像面)に、マトリックス状のドットパターンや市松模様状の模様(パターン)が形成されるものとした。しかし、ジグプレートPに形成される模様(パターン)は、少なくとも正形状または長形状に並んだ4つのマークを有するパターンであれば、如何なるパターンであってもよい。また、ジグプレートPに形成される模様は、カメラ24によるジグプレートPの撮像画像に写る模様の間隔を複数箇所計測することにより、ジグプレートPに対するカメラ24の平行度、すなわちロボット20の基準面に対する平行度を判定できるものであればよい。

[0040] 本実施形態では、ロボット20は、5軸の垂直多関節アーム22を備えるものとした。しかし、多関節アームは、5軸に限られず、例えば、6軸以上有するものとしてもよい。例えば、6軸の多関節アームは、X(ロボットの前方向)、Y(左右方向)、Z(上下方向)の三次元空間内の移動と、X

軸周りの回転方向（R A）の移動と、Y軸周りの回転方向（R B）の移動と、Z軸周りの回転方向（R C）の移動とが可能である。この場合、画像処理装置のCPUは、カメラによるジグプレートの撮像画像中に含まれる4隅のマークのうちY方向における一方側の2つのマークのドット中心間距離と、他方側の2つのマークのドット中心間距離とを計測する。これにより、画像処理装置のCPUは、計測した各ドット中心間距離の対比に基づいてX軸周りの回転方向におけるロボットの基準面に対する傾き（平行度）を判定することができる。

[0041] 本実施形態では、本開示の発明を傾き調整装置の形態として説明したが、平行度判定方法の形態としてもよい。

[0042] なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本開示の発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施し得ることはいうまでもない。

産業上の利用可能性

[0043] 本開示は、ロボットの製造産業などに利用可能である。

符号の説明

[0044] 11 作業台、20 ロボット、22 アーム、24 カメラ、31 第1リンク、32 第2リンク、33 第3リンク、34 第4リンク、35 第5リンク、36 第6リンク、41 第1関節、42 第2関節、43 第3関節、44 第4関節、45 第5関節、51～55 モータ、61～65 エンコーダ、70 ロボット制御装置、71 CPU、72 ROM、73 HDD、74 RAM、80 画像処理装置、81 CPU、82 ROM、83 HDD、84 RAM、85 入力装置、86 出力装置、P ジグプレート。

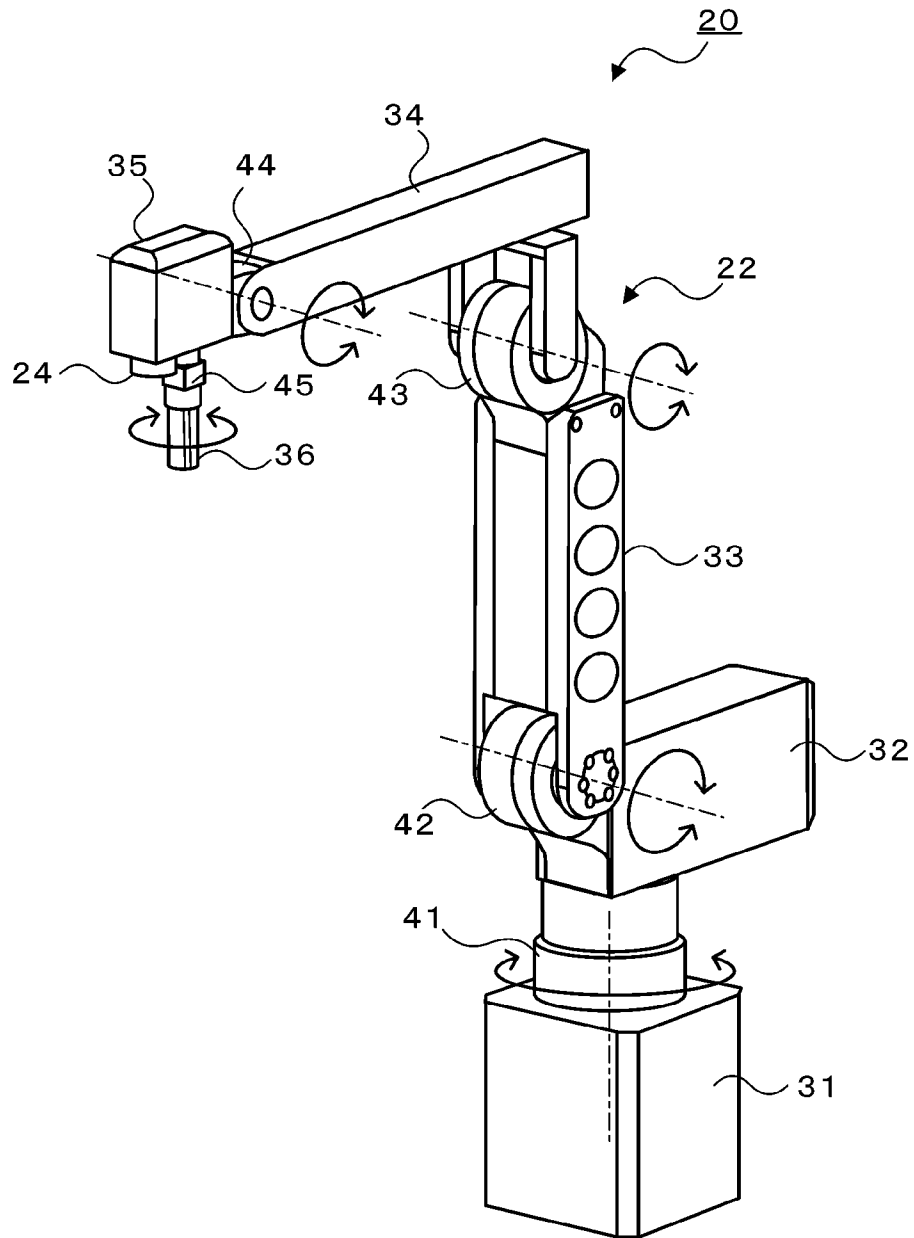
請求の範囲

- [請求項1] 多関節ロボットの基準面に対する平行度を判定する多関節ロボットの平行度判定方法であって、
前記多関節ロボットの作業台に所定パターンの模様を有するプレート
を配置し、
前記多関節ロボットのアームに装着されたカメラにより前記プレート
を撮像し、
前記プレートの撮像画像中に認識される模様の間隔を複数箇所
で測定し、該測定した各間隔の対比に基づいて前記平行度を判定する、
多関節ロボットの平行度判定方法。
- [請求項2] 請求項1記載の多関節ロボットの平行度判定方法であって、
前記撮像画像に対してレンズ歪み補正を行ない、レンズ歪み補正後
の撮像画像中に認識される模様の間隔を複数箇所
で測定する、
多関節ロボットの平行度判定方法。
- [請求項3] 請求項1または2記載の多関節ロボットの平行度判定方法であって、
、
前記所定パターンの模様は、少なくとも、正形状または長形状
に並んだ4つの識別情報を有する模様であり、
前記4つの識別情報のうち対角にない2つの識別情報の間隔と、他
の2つの識別情報の間隔との対比に基づいて前記平行度を判定する、
多関節ロボットの平行度判定方法。
- [請求項4] 請求項3記載の多関節ロボットの平行度判定方法であって、
前記所定パターンの模様は、前記識別情報がマトリックス状に並ん
だ模様である、
多関節ロボットの平行度判定方法。
- [請求項5] 多関節ロボットの基準面に対する傾きを調整する多関節ロボットの
傾き調整装置であって、
前記多関節ロボットのアームに装着されたカメラと、

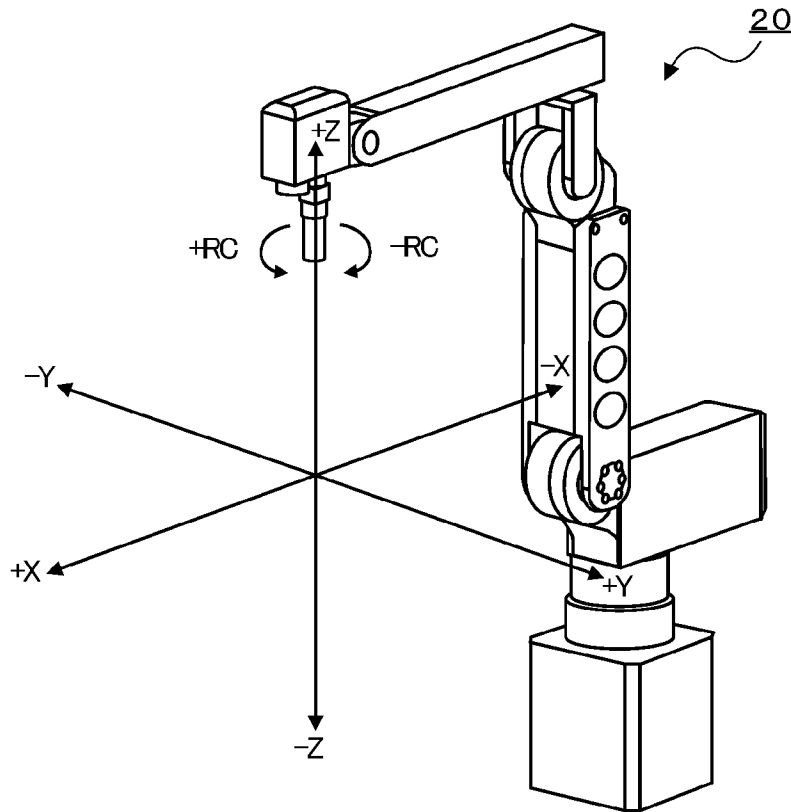
前記多関節ロボットの作業台に設置された所定パターンの模様を有するプレートを前記カメラで撮像し、前記プレートの撮像画像中に認識される模様の間隔を複数箇所で測定し、該測定した各間隔の対比に基づいて前記多関節ロボットの前記基準面に対する平行度を判定し、該判定した平行度に基づいて前記多関節ロボットの傾き補正値を設定する制御装置と、

を備える多関節ロボットの傾き調整装置。

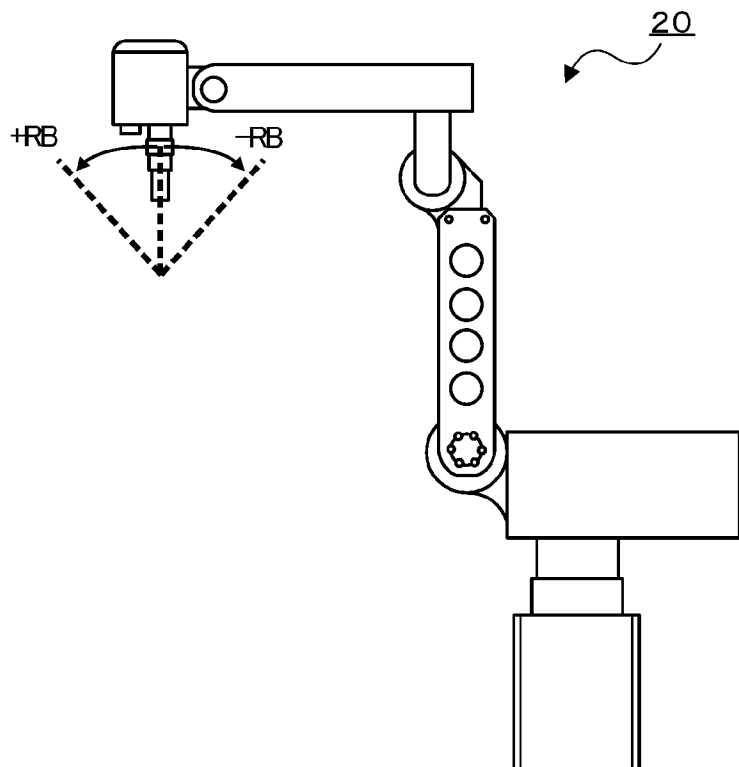
[図1]



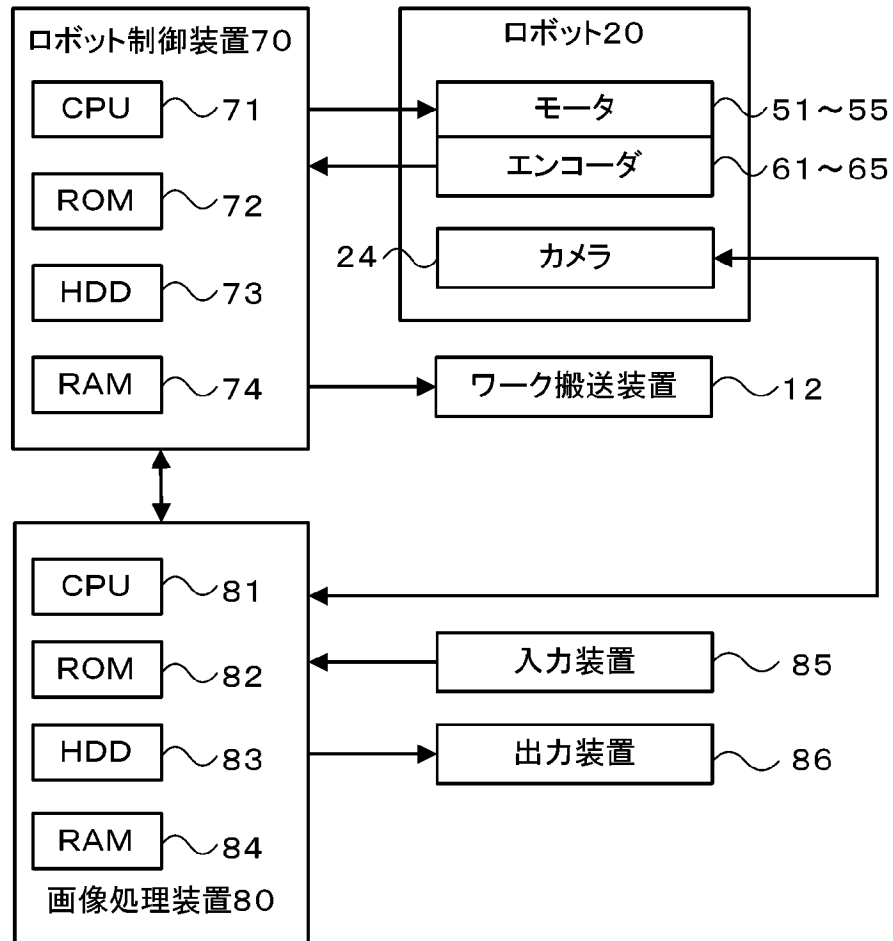
[図2A]



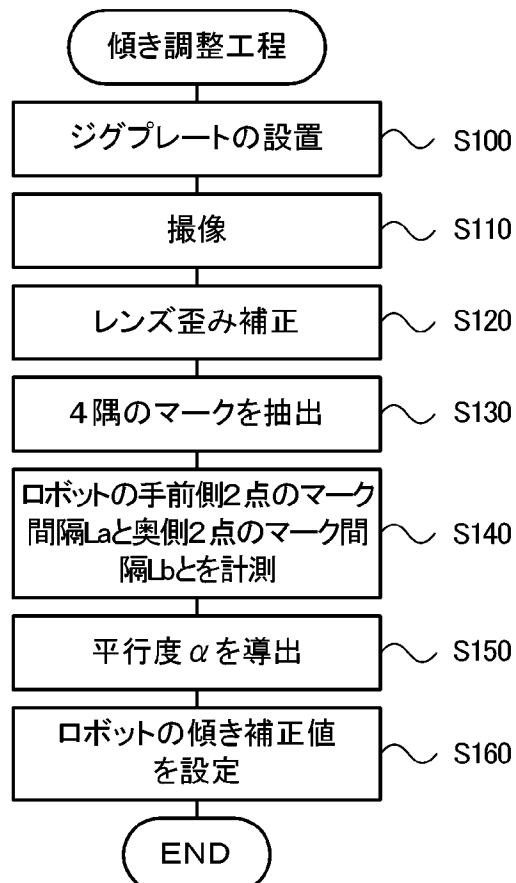
[図2B]



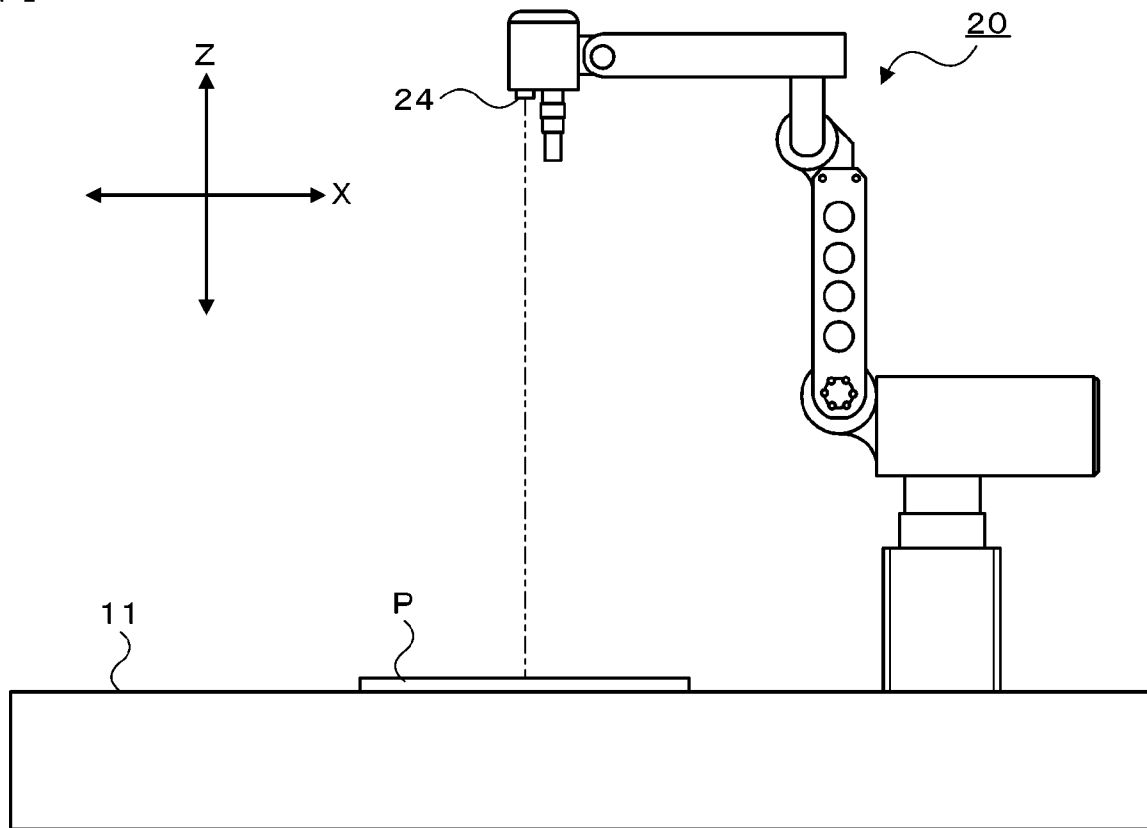
[図3]



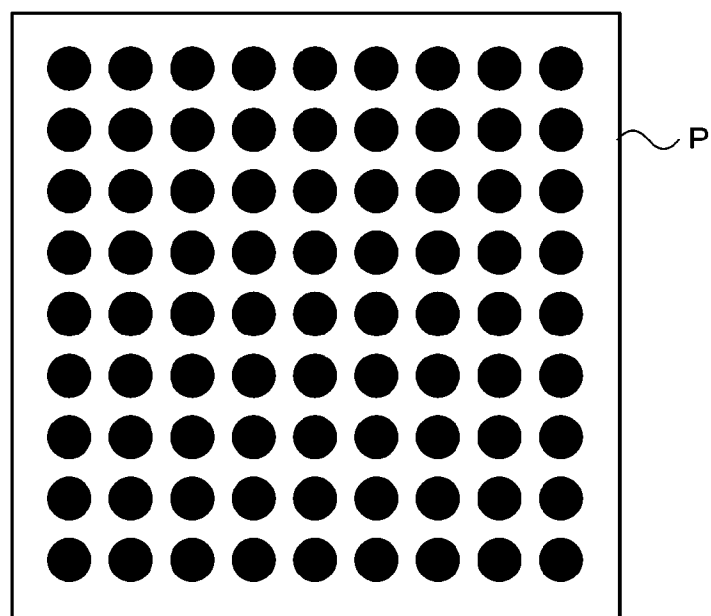
[図4]



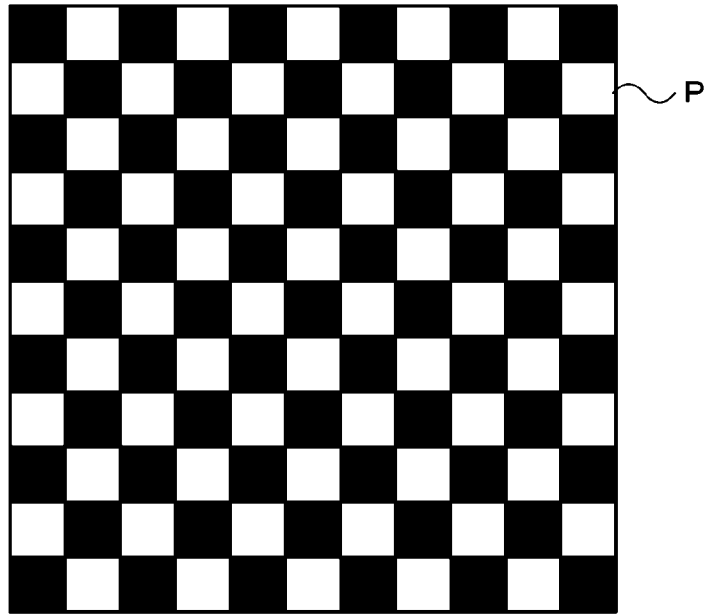
[図5]



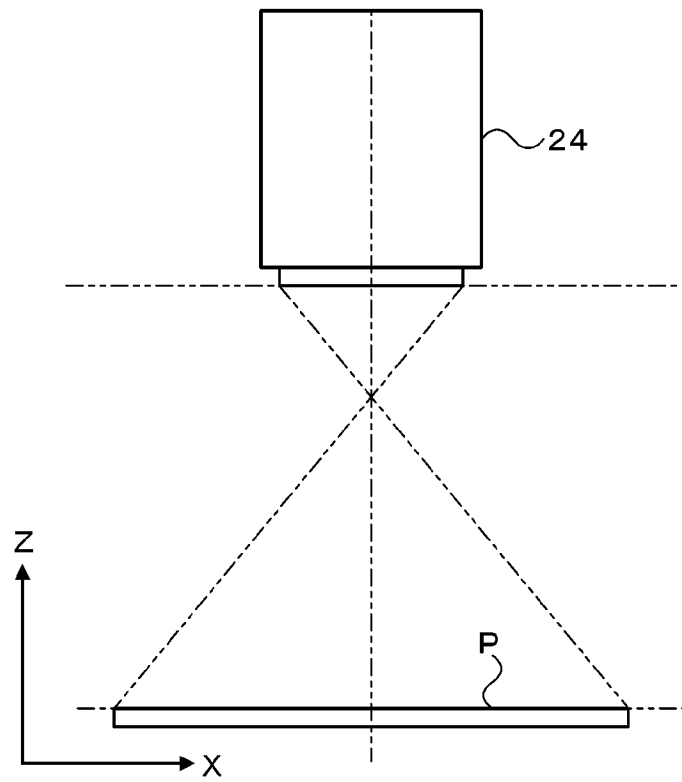
[図6A]



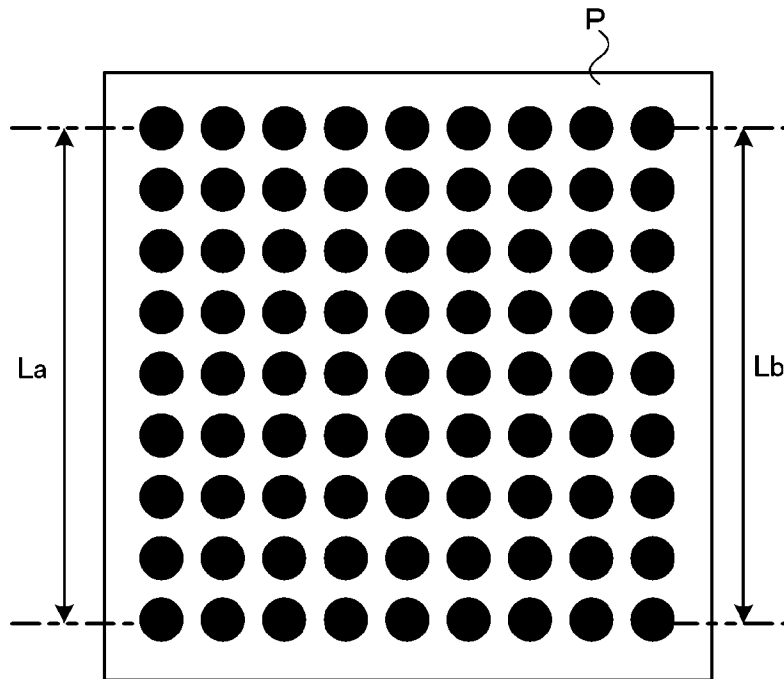
[図6B]



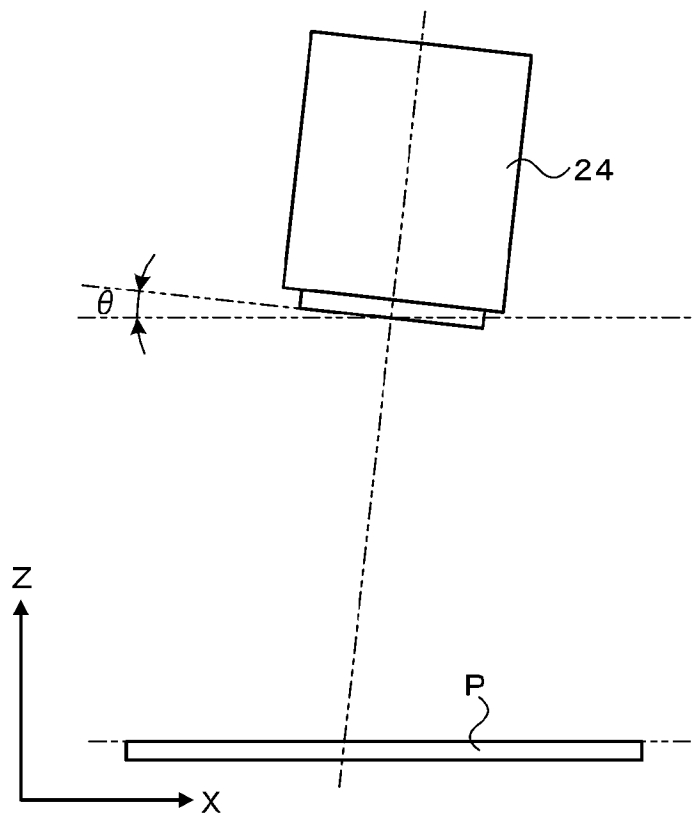
[図7A]



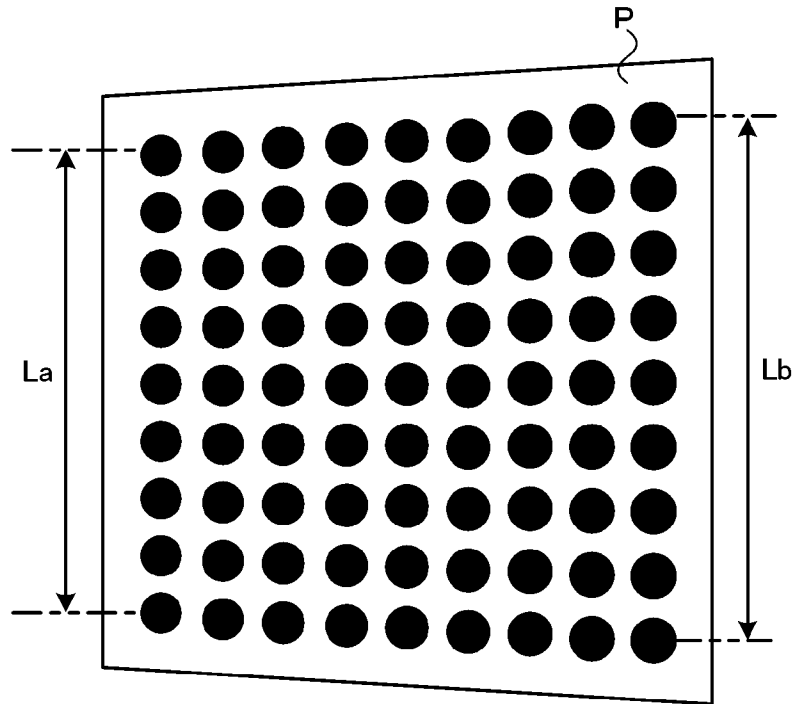
[図7B]



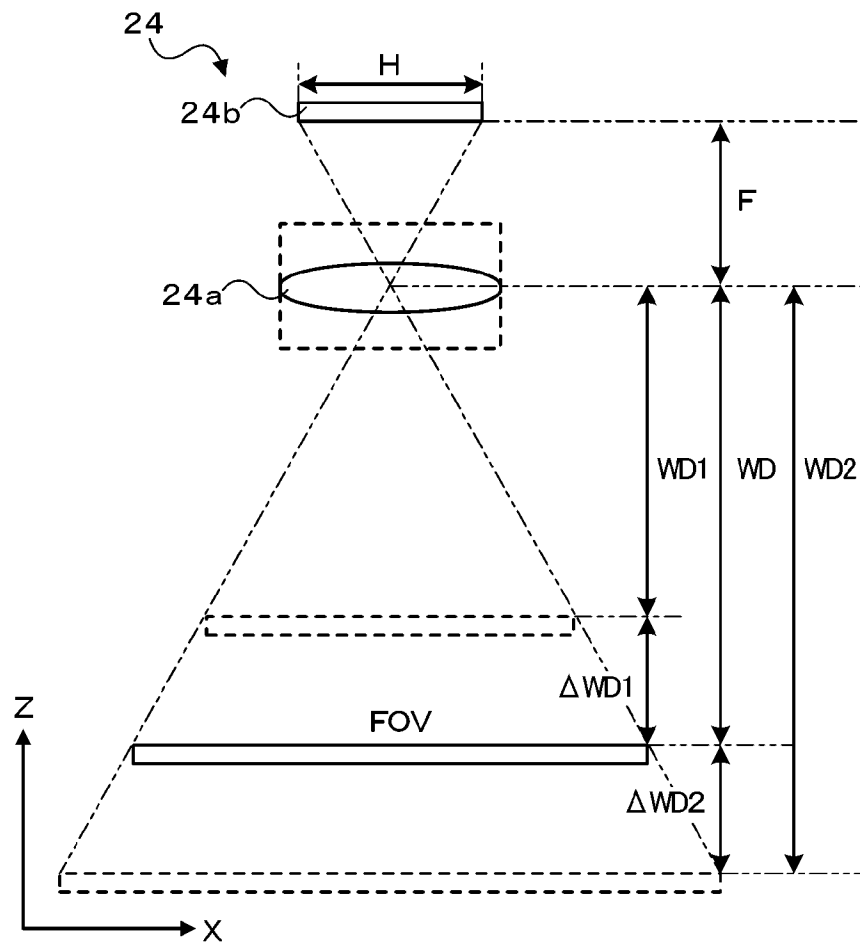
[図8A]



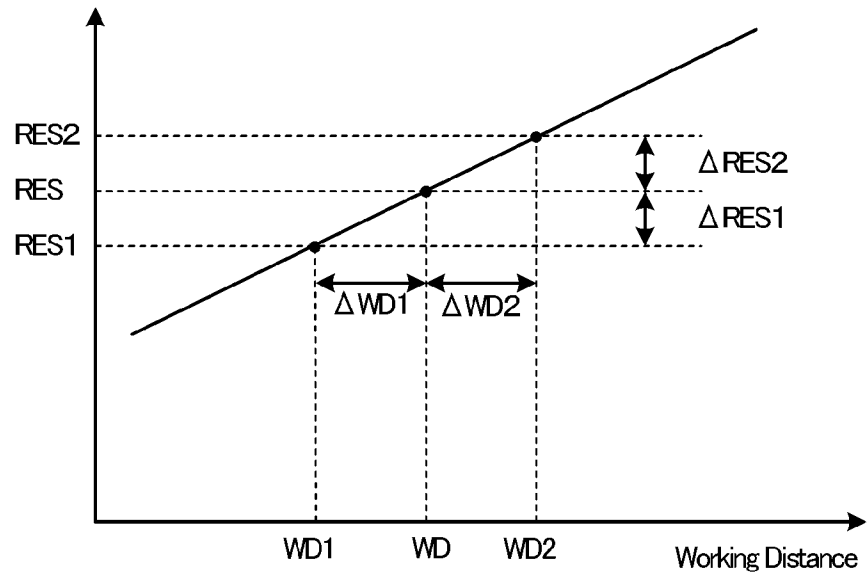
[図8B]



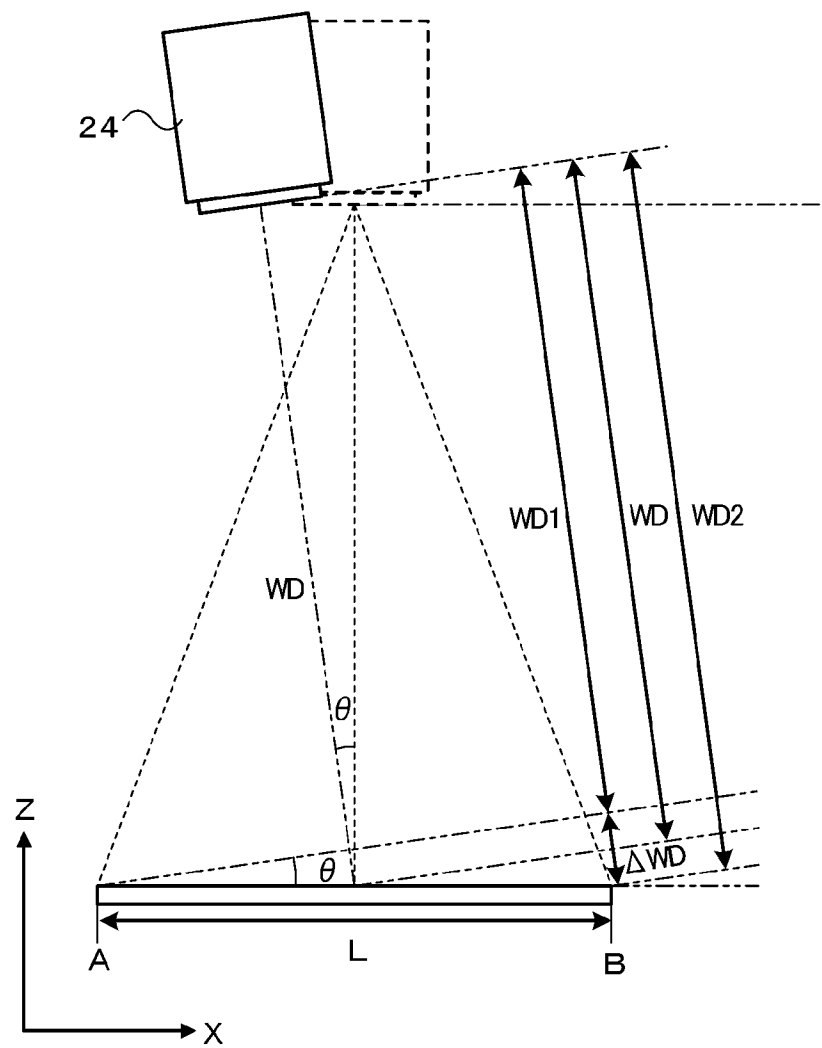
[図9]



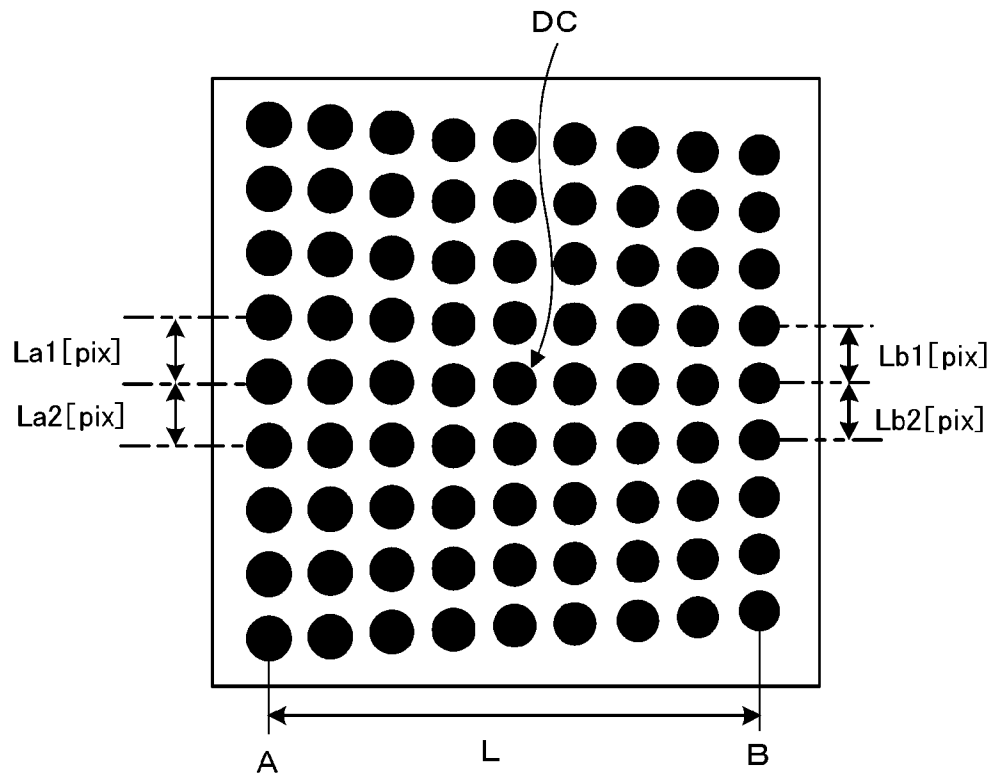
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/011704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/70(2017.01)i, B25J13/08(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i

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)

G06T7/70, B25J13/08, H01L21/677

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	JP 10-011146 A (Shinko Electric Co., Ltd.), 16 January 1998 (16.01.1998), claim 1; paragraphs [0001] to [0002]; fig. 4 (Family: none)	1-5
Y	JP 2003-030628 A (Fujitsu Ltd.), 31 January 2003 (31.01.2003), paragraphs [0026], [0087] (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-340529 A (Nippon Koei Power Systems Co., Ltd.), 27 November 2002 (27.11.2002), claim 2 (Family: none)	2-4

☐ 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 application or patent 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
14 June 2017 (14.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/70(2017.01)i, B25J13/08(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i

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.Cl. G06T7/70, B25J13/08, H01L21/677

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 請求項の番号
Y	JP 10-011146 A（神鋼電機株式会社） 1998.01.16, [請求項1], 段落 [0001] - [0002], 図4 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2003-030628 A（富士通株式会社） 2003.01.31, 段落 [0026], [0087] (ファミリーなし)	1-5

☒ 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」国際出願日前の出願または特許であるが、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

14.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

佐藤 卓馬

5H

5581

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 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 請求項の番号
Y	JP 2002-340529 A (日本工営パワー・システムズ株式会社) 2002.11.27, [請求項2] (ファミリーなし)	2-4