

(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
2022年3月31日(31.03.2022)



(10) 国際公開番号

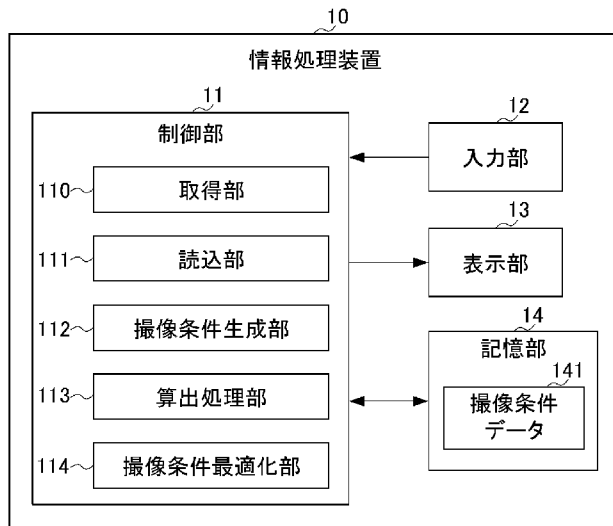
WO 2022/065302 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/034570
- (22) 国際出願日: 2021年9月21日(21.09.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-162038 2020年9月28日(28.09.2020) JP
- (71) 出願人: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 吉田 順一郎 (YOSHIDA Junichirou); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).
- (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: IMAGING CONDITION ADJUSTING DEVICE AND IMAGING CONDITION ADJUSTING METHOD

(54) 発明の名称: 撮像条件調整装置、及び撮像条件調整方法

[図5]



- 10 Information processing device
11 Control unit
12 Input unit
13 Display unit
14 Storage unit
110 Acquiring unit
111 Reading unit
112 Imaging condition generating unit
113 Calculating and processing unit
114 Imaging condition optimizing unit
141 Imaging condition data

(57) Abstract: The present invention determines an optimum imaging condition automatically irrespective of worker skills. Provided is an imaging condition adjusting device for adjusting an imaging condition for capturing a distance image of an object, the imaging condition adjusting device comprising: an acquiring unit for acquiring from a 3-dimensional camera a distance image including the object disposed in the field of view of the 3-dimensional camera; a reading unit for reading a CAD model of the object; a calculating and processing unit for performing matching between distance images captured by the 3-dimensional camera under a plurality of generated imaging conditions and the CAD model, and for calculating a match between the captured distance images and the CAD model; and an imaging condition optimization

[続葉有]

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

unit for setting in the 3-dimensional camera an imaging condition such that the match calculated by the calculating and processing unit becomes greater than or equal to a predetermined value set in advance.

(57) 要約：作業者のスキルによらず、最適な撮像条件を自動で決定すること。撮像条件調整装置は、対象物の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整装置であって、3次元カメラの視野内に配置された前記対象物を含む距離画像を前記3次元カメラから取得する取得部と、前記対象物のCADモデルを読み込む読込部と、生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ前記3次元カメラにより撮像された距離画像と前記CADモデルとのマッチングを行い、撮像された前記距離画像と前記CADモデルとの一致度を算出する算出処理部と、前記算出処理部により算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を前記3次元カメラに設定する撮像条件最適化部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：撮像条件調整装置、及び撮像条件調整方法

技術分野

[0001] 本発明は、撮像条件調整装置、及び撮像条件調整方法に関する。

背景技術

[0002] ３次元カメラを使ってワーク等の対象物の３次元位置を検知し、ロボットで取り出し等の作業を行う技術が知られている。例えば、特許文献１参照。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１９－５６９６６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 対象物の３次元位置を検知するために最も好適な画像が撮像できるように、３次元カメラによる対象物の撮像の撮像条件は、予め作業者により設定される。

撮像条件としては、露光時間、光源の光量、ブロックマッチングのサイズ、ブロックマッチングのスコアの閾値等があり、最適な設定を行うには作業者に高いスキルが求められる。このため、作業者にとって撮像条件の設定は大きな負担となっている。

[0005] そこで、作業者のスキルによらず、最適な撮像条件を自動で決定することが望まれている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の撮像条件調整装置の一態様は、対象物の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整装置であって、３次元カメラの視野内に配置された前記対象物を含む距離画像を前記３次元カメラから取得する取得部と、前記対象物のＣＡＤモデルを読み込む読込部と、生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ前記３次元カメラにより撮像された距離画像と前記ＣＡ

Dモデルとのマッチングを行い、撮像された前記距離画像と前記CADモデルとの一致度を算出する算出処理部と、前記算出処理部により算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を前記3次元カメラに設定する撮像条件最適化部と、を備える。

[0007] 本開示の撮像条件調整方法の一態様は、コンピュータにより実現される、対象物の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整方法であって、3次元カメラの視野内に配置された前記対象物を含む距離画像を前記3次元カメラから取得する取得工程と、前記対象物のCADモデルを読み込む読込工程と、生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ前記3次元カメラにより撮像された距離画像と前記CADモデルとのマッチングを行い、撮像された前記距離画像と前記CADモデルとの一致度を算出する算出処理工程と、算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を前記3次元カメラに設定する撮像条件最適化工程と、を備える。

発明の効果

[0008] 一態様によれば、作業者のスキルによらず、最適な撮像条件を自動で決定することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態に係るロボットシステムの構成の一例を示す図である。

[図2]3次元カメラの一例を示す図である。

[図3]画像処理部の距離画像生成処理を説明する一例を示す図である。

[図4]画像処理部の距離画像生成処理を説明する一例を示す図である。

[図5]一実施形態に係る撮像条件調整装置としての情報処理装置の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

[図6]ワークの形状の一例を示す図である。

[図7]図6のワークの形状のうち三角形部分における距離画像とCADモデルとマッチングの一例を示す図である。

[図8]ワークの形状の一例を示す図である。

[図9]情報処理装置の撮像条件調整処理の一例について説明するフローチャー

トである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、一実施形態について図面を用いて説明する。

<一実施形態>

図1は、一実施形態に係るロボットシステム1の構成の一例を示す図である。

図1に示すように、ロボットシステム1は、撮像条件調整装置としての情報処理装置10、ロボット制御装置20、ロボット30、3次元カメラ40、ワーク50、及び作業台60を有する。

情報処理装置10、ロボット制御装置20、ロボット30、及び3次元カメラ40は、図示しない接続インタフェースを介して互いに直接接続されてもよい。なお、情報処理装置10、ロボット制御装置20、ロボット30、及び3次元カメラ40は、LAN (Local Area Network) やインターネット等の図示しないネットワークを介して相互に接続されていてもよい。この場合、情報処理装置10、ロボット制御装置20、ロボット30、及び3次元カメラ40は、かかる接続によって相互に通信を行うための図示しない通信部を備えている。また、説明しやすくするために、図1は情報処理装置10とロボット制御装置20をそれぞれ独立に描いていて、この場合の情報処理装置10は例えば撮像条件調整装置として動作するコンピュータより構成されてもよい。このような構成に限定されず、例えば、情報処理装置10はロボット制御装置20の内部に実装され、ロボット制御装置20と一体化されてもよい。

[0011] <ロボット制御装置20>

ロボット制御装置20は、ロボット30の動作を制御するための当業者にとって公知の装置である。ロボット制御装置20は、例えば、後述する情報処理装置10によって設定された撮像条件で後述する3次元カメラ40により撮像されたワーク50の距離画像を、情報処理装置10から受信する。ロボット制御装置20は、情報処理装置10から受信した距離画像と公知の手

法とに基づいて、対象物であるワーク５０の位置及び形状を特定する。ロボット制御装置２０は、特定したワーク５０の位置及び形状からワーク５０を把持したり加工したりするようにロボット３０の動作を制御するための制御信号を生成する。そして、ロボット制御装置２０は、生成した制御信号をロボット３０に対して出力する。

なお、ロボット制御装置２０は、後述するように、情報処理装置１０を含んでもよい。

[0012] ＜ロボット３０＞

ロボット３０は、ロボット制御装置２０の制御に基づいて動作するロボットである。ロボット３０は、鉛直方向の軸を中心に回転するためのベース部、移動及び回転するアーム、及びアームに装着される、例えば溶接ガン、握持ハンド、レーザ照射装置等のエンドエフェクタ３１等を備える。

ロボット３０は、ロボット制御装置２０が出力する制御信号に応じて、アームやエンドエフェクタ３１を駆動して、ワーク５０を把持したり加工したりする。

なお、ロボット３０の具体的な構成については、当業者によく知られているので、詳細な説明は省略する。

また、情報処理装置１０やロボット制御装置２０は、予め行われたキャリブレーションにより、ロボット３０を制御するための機械座標系と、ワーク５０の３次元位置を示すカメラ座標系とを対応付けているものとする。

[0013] ＜３次元カメラ４０＞

図２は、３次元カメラ４０の一例を示す図である。

図２に示すように、３次元カメラ４０は、２つの内部カメラ４１、４２と、プロジェクタ４３と、制御部４４と、を有する。また、制御部４４は、撮像制御部４４１、及び画像処理部４４２を有する。また、内部カメラ４１、４２とプロジェクタ４３とはそれぞれレンズを有する。

内部カメラ４１、４２は、後述する撮像制御部４４１からの制御指示に基づいて、対象物であるワーク５０にプロジェクタ４３により投影されたパタ

ーンを、内部カメラ41、42それぞれの光軸に対して垂直な平面に投影した2次元画像を撮像する。内部カメラ41、42は、撮像した2次元画像を撮像制御部441に出力する。

プロジェクタ43は、後述する撮像制御部441からの制御指示に基づいて、予め設定された光量で所定のパターン光を対象物であるワーク50に照射する。

なお、3次元カメラ40は、後述するように、ステレオカメラ等でもよい。

また、3次元カメラ40は、架台等に固定設置されてもよく、ロボット30のアームに搭載されてもよい。

[0014] <制御部44>

制御部44は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) メモリ等を有し、これらはバスを介して相互に通信可能に構成される、当業者にとって公知のものである。

CPUは3次元カメラ40を全体的に制御するプロセッサである。CPUは、ROMに格納されたシステムプログラム及びアプリケーションプログラムを、バスを介して読み出し、システムプログラム及びアプリケーションプログラムに従って3次元カメラ40全体を制御することで、図2に示すように、制御部44が、撮像制御部441、及び画像処理部442の機能を実現するように構成される。RAMには一時的な計算データや、内部カメラ41、42により撮像された2次元画像、後述する情報処理装置10により設定された撮像条件等の各種データが格納される。CMOSメモリは図示しないバッテリーでバックアップされ、3次元カメラ40の電源がオフされても記憶状態が保持される不揮発性メモリとして構成される。

[0015] 撮像制御部441は、例えば、後述する情報処理装置10により設定され

た撮像条件に基づいて、内部カメラ41、42の撮像動作を制御する。また、撮像制御部441は、情報処理装置10により設定された撮像条件に基づいて、プロジェクタ43の光量を制御する。

[0016] 画像処理部442は、例えば、内部カメラ41、42それぞれから得られた2枚の2次元画像を用いてステレオ計測を行うことで、対象物であるワーク50までの距離を計測し距離画像を生成する。

具体的には、画像処理部442は、当業者にとって公知の距離の計測アルゴリズム（例えば、ブロックマッチング等）を用いて、内部カメラ41、42それぞれで撮像された2枚の2次元画像から距離画像を生成する。

図3及び図4は、画像処理部442の距離画像生成処理を説明する一例を示す図である。

図3に示すように、画像処理部442は、内部カメラ41により撮像されたワーク50の2次元画像（以下、「画像IM1」ともいう）のうち、例えば、距離の測定対象の注目画素を中心とする5画素×5画素の画像範囲（以下、「小領域A」ともいう）を抽出する。画像処理部442は、内部カメラ42により撮像されたワーク50の2次元画像（以下、「画像IM2」ともいう）から、画像IM1の小領域Aと同じパターンが映っている領域を画像IM2の探索領域から探索する。

なお、探索領域は、画像IM1の注目画素と同じX座標を中心とする、例えば5画素幅の領域である。また、画像IM1の小領域Aのサイズ（5画素×5画素）は、ブロックマッチングのサイズである。

[0017] 画像処理部442は、画像IM1の小領域Aの各画素の濃淡値（画素値）と、画像IM2の探索領域においてY軸方向に1画素ずつずらしながら5画素×5画素毎の各画素の濃淡値（画素値）との差の絶対値を、ブロックマッチングのスコア（SAD（Sum of Absolute Difference）法）として算出する。

例えば、画像IM1の小領域Aの5画素×5画素それぞれが図4の上段に示す濃淡値（画素値）を有し、対応する画像IM2の探索領域の各画素が図

4 の下段に示す濃淡値（画素値）を有する場合、画像処理部 442 は、画像 IM2 の探索領域のうち太い実線で示す領域と画像 IM1 の小領域 A との、
 $|5-4| + |3-3| + |4-4| + |7-8| + |2-2| + \dots + |4-3| = 「16」$ のブロックマッチングのスコアを算出する。また、画像処理部 442 は、太い破線で示す領域と画像 IM1 の小領域 A との、
 $|5-3| + |3-4| + |4-8| + |7-2| + |2-8| + \dots + |4-1| = 「34」$ のブロックマッチングのスコアを算出する。なお、濃淡値（画素値）は、例えば、0 から 255 の範囲の値である。

画像処理部 442 は、画像 IM2 の探索領域で算出したブロックマッチングのスコア（一致度）のうち最小となる、例えば太い実線で示す領域、すなわち図 3 の小領域 B を、画像 IM1 の小領域 A と最も一致度が高い領域を判定するようにしてもよい。

[0018] ここで、図 2 に示すように、内部カメラ 41、42 は異なる位置からワーク 50 を撮像するため、図 3 に示すように、画像 IM1、IM2 上に映るパターンの位置、すなわち画像 IM1 の小領域 A の位置と画像 IM2 の小領域 B の位置とが異なる。例えば、画像 IM1 の小領域 A の注目画素の位置（X，Y）が（200，150）で、画像 IM2 の小領域 B の中心画素の位置（X，Y）が（200，300）である場合、画像 IM1 の小領域 A の位置と画像 IM2 の小領域 B の位置との差（以下、「視差」ともいう）は、150（ $= 300 - 150$ ）となる。

そこで、画像処理部 442 は、算出した視差に基づいて、画像 IM1 の小領域 A の注目画素の位置に対応するワーク 50 上の位置と、3次元カメラ 40 との間の距離を算出することができる。このことから、画像処理部 442 は、画像 IM1 における注目画素の位置を変更しつつ、画像 IM1 全体に対してブロックマッチングを行うことにより、3次元カメラ 40 の視野内の 3次元点群を距離画像として生成することができる。画像処理部 442 は、生成した距離画像を、後述する情報処理装置 10 に出力する。

なお、画像処理部 442 は、距離画像とともに、内部カメラ 41、42 に

より撮像された２次元画像も情報処理装置１０に出力してもよい。

[0019] ワーク５０は、例えば、作業台６０に置かれる。ワーク５０は、ロボット３０のアームに装着されたエンドエフェクタ３１で把持又は加工可能なものであればよく、その形状等は特に限定されない。

[0020] ＜情報処理装置１０＞

図５は、一実施形態に係る撮像条件調整装置としての情報処理装置１０の機能的構成例を示す機能ブロック図である。

情報処理装置１０は、当業者にとって公知のコンピュータであり、撮像条件調整装置として動作する。情報処理装置１０は、図５に示すように、制御部１１、入力部１２、表示部１３、及び記憶部１４を有する。また、制御部１１は、取得部１１０、読込部１１１、撮像条件生成部１１２、算出処理部１１３、及び撮像条件最適化部１１４を有する。

[0021] ＜入力部１２＞

入力部１２は、例えば、キーボードや、後述する表示部１３に配置されたタッチパネル等であり、作業員からの入力を受け付ける。具体的には、作業員は、例えば、入力部１２を介して、３次元カメラ４０の撮像条件を調整する指示等を入力する。

[0022] ＜表示部１３＞

表示部１３は、例えば、液晶ディスプレイ等であり、取得部１１０が取得した３次元カメラ４０の距離画像、及び後述する読込部１１１により読み込まれたワーク５０の形状を示すＣＡＤモデル等を表示する。

[0023] ＜記憶部１４＞

記憶部１４は、ＲＯＭやＨＤＤ（Hard Disk Drive）等であり、各種の制御用プログラムとともに、撮像条件データ１４１を記憶してもよい。

撮像条件データ１４１は、３次元カメラ４０の内部カメラ４１、４２に適用可能な撮像条件で、後述する撮像条件生成部１１２により予め生成された複数の撮像条件を格納してもよい。撮像条件データ１４１に格納される複数

の撮像条件それぞれには、露光時間、光源であるプロジェクタ 4 3 の光量、ブロックマッチングのサイズ、ブロックマッチングのスコアの閾値等の少なくとも 1 つを含む。

露光時間は、内部カメラ 4 1、4 2 の露光時間が短い程、明色系の対象物を認識しやすくなり、露光時間が長い程、暗色系の対象物を認識しやすくなる。

プロジェクタ 4 3 の光量は、光量が大きくなる程外乱光の影響を受けにくくなるが、強い光線が当たる部分が白くぼやけるハレーションを起こしやすくなる。

ブロックマッチングのスコアは、小さな値に設定すると、一致度が高い小領域の 3 次元点からなる距離画像が得られる。ただし、ブロックマッチングのスコアは、小さくしすぎると、一致度を満たす小領域の数が減少するため、3 次元点が不足する可能性がある。

小領域のサイズは、例えば、5 画素×5 画素等の小さく設定すると対象物であるワーク 5 0 の細かな形状変化をとらえやすくなるが、ノイズのような 3 次元点が距離画像に発生する。

[0024] <制御部 1 1>

制御部 1 1 は、CPU、ROM、RAM、CMOS メモリ等を有し、これらはバスを介して相互に通信可能に構成される、当業者にとって公知のものである。

CPU は情報処理装置 1 0 を全体的に制御するプロセッサである。CPU は、ROM に格納されたシステムプログラム及びアプリケーションプログラムを、バスを介して読み出し、前記システムプログラム及びアプリケーションプログラムに従って情報処理装置 1 0 全体を制御する。これにより、図 5 に示すように、制御部 1 1 が、取得部 1 1 0、読込部 1 1 1、撮像条件生成部 1 1 2、算出処理部 1 1 3、及び撮像条件最適化部 1 1 4 の機能を実現するように構成される。

[0025] 取得部 1 1 0 は、3 次元カメラ 4 0 の視野内に配置された対象物としての

ワーク 50 を含む距離画像を 3 次元カメラ 40 から取得する。

[0026] 読込部 111 は、C A D / C A M 装置等の外部装置（図示しない）からワーク 50 の形状を示す C A D モデルのデータを読み込む。

[0027] 撮像条件生成部 112 は、複数の撮像条件を生成し、生成した複数の撮像条件を撮像条件データ 141 に格納する。

具体的には、撮像条件生成部 112 は、例えば、標準的な撮像条件を基準にして、撮像条件に含まれる露光時間、プロジェクタ 43 の光量、ブロックマッチングのサイズ、ブロックマッチングのスコアの閾値等の少なくとも 1 つのパラメータを予め設定された数値の幅で変化させることにより、複数の撮像条件を生成するようにしてもよい。撮像条件生成部 112 は、生成した複数の撮像条件を撮像条件データ 141 に格納するようにしてもよい。

[0028] 算出処理部 113 は、例えば、撮像条件データ 141 に格納された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ 3 次元カメラ 40 により撮像された距離画像と C A D モデルとのマッチングを行い、撮像された距離画像と C A D モデルとの一致度を算出する。

具体的には、算出処理部 113 は、例えば、複数の撮像条件から標準的な撮像条件を選択し、選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により撮像（生成）された距離画像を最初に取得部 110 を介して取得する。算出処理部 113 は、取得した距離画像と、読込部 111 により読み込まれた C A D モデルとのマッチングを行い、距離画像の各 3 次元点と対応する C A D モデルの位置との距離が予め設定された所定値（例えば、1 m m 等）以上離間しているか否かを判定する。算出処理部 113 は、所定値以上離間した 3 次元点をエラー点として累積したり、離間した長さを累積したりすることにより、距離画像と C A D モデルとの一致度を C A D モデルマッチングのスコアとして算出する。

[0029] 次に、算出処理部 113 は、例えば、ブロックマッチングのサイズを小さくする等のパラメータが変更された撮像条件を選択し、選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により撮像（生成）された距離画像を取得する

ようにしてもよい。算出処理部 113 は、取得した距離画像と CAD モデルとのマッチングを行い、一致度（CAD モデルマッチングのスコア）を算出する。算出処理部 113 は、後述する撮像条件最適化部 114 による今回の撮像条件での一致度が前回の撮像条件での一致度より高くなったか否かの判定に基づいて次の撮像条件を選択するようにしてもよい。例えば、今回の撮像条件での一致度が前回の撮像条件での一致度より高くなった場合、算出処理部 113 は、撮像条件が良くなっていることから、さらにブロックマッチングのサイズを小さくする等の同じ方向でパラメータが変更された撮像条件を選択し、選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により撮像（生成）された距離画像を取得してもよい。そして、算出処理部 113 は、取得した距離画像と CAD モデルとのマッチングを行い、一致度（CAD モデルマッチングのスコア）を算出してもよい。

一方、今回の撮像条件での一致度が前回の撮像条件での一致度より低くなった場合、算出処理部 113 は、撮像条件が悪くなっていることから、例えばブロックマッチングのサイズを大きくする等の異なる方向でパラメータが変更された撮像条件を選択し、選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により撮像（生成）された距離画像を取得してもよい。そして、算出処理部 113 は、取得した距離画像と CAD モデルとのマッチングを行い、一致度（CAD モデルマッチングのスコア）を算出してもよい。

そうすることで、情報処理装置 10 は、最適な撮像条件を見つけ出すことができる。

[0030] ここで、算出処理部 113 が算出する一致度（CAD モデルマッチングのスコア）は、撮像条件が同一の場合であってもワーク 50 の形状に応じて変化する。

図 6 は、ワーク 50 の形状の一例を示す図である。図 7 は、図 6 のワーク 50 の形状のうち三角形部分における距離画像と CAD モデルとマッチングの一例を示す図である。

図 6 に示すように、ワーク 50 の形状のうち破線で示す ZX 平面の領域 C

の三角形部分等の稜線部分、すなわち形状変化が大きい部分では、図 7 に示すように、実線で示す C A D モデルと黒丸で示す 3 次元点との距離が所定値以上離間することから、C A D モデルマッチングの一致度が低くなる。

この場合、図 6 のワーク 5 0 における三角形部分等の細やかな特徴を敏感に捉えるようにするには、例えば、ブロックマッチングのサイズが小さく設定された撮像条件を選択し、選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 4 0 にワーク 5 0 を撮像させてもよい。そうすることで、3 次元カメラ 4 0 は、図 6 のワーク 5 0 における三角形部分等の細やかな特徴を敏感に捉えた距離画像を撮像（生成）することができ、算出処理部 1 1 3 は、より高い一致度を算出することができる。

[0031] また、例えば、図 8 に示すように、ワーク 5 0 が曲面部分等の形状を有する場合、3 次元カメラ 4 0 は、曲面部分を正確に距離画像化することが難しいため、ブロックマッチングのスコアを厳しく設定した撮像条件を選択するようにしてもよい。そうすることで、3 次元カメラ 4 0 により撮像（生成）される距離画像は、曲面部分の情報があえて削減され、それ以外の平面部分が支配的になり、C A D モデルとの一致度を高くすることができる。

[0032] なお、撮像条件は、例えば、撮像条件データ 1 4 1 に格納される複数の撮像条件のうち、作業者による入力部 1 2 を介した入力に応じて選択されるようにしてもよい。

[0033] 撮像条件最適化部 1 1 4 は、算出処理部 1 1 3 により算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を 3 次元カメラ 4 0 に設定する。

具体的には、撮像条件最適化部 1 1 4 は、例えば、算出処理部 1 1 3 により各撮像条件における一致度が順次に算出される場合に、算出された一致度が設定された所定値以上となった時点の撮像条件を最適な撮像条件として 3 次元カメラ 4 0 に設定するようにしてもよい。

なお、所定値は、要求される距離画像の精度等に応じて適宜決定されることが好ましい。

[0034] <情報処理装置 1 0 の撮像条件調整処理>

次に、情報処理装置 10 の撮像条件調整処理に係る動作の一例について説明する。

図 9 は、情報処理装置 10 の撮像条件調整処理の一例について説明するフローチャートである。

- [0035] ステップ S 1 1 において、情報処理装置 10 は、ロボット制御装置 20 に対してロボット 30 を動作させることで、3次元カメラ 40 の視野内に対象物であるワーク 50 を作業台 60 に配置させる。
- [0036] ステップ S 1 2 において、読込部 1 1 1 は、C A D / C A M 装置等の外部装置（図示しない）からワーク 50 の形状を示す C A D モデルを読み込む。
- [0037] ステップ S 1 3 において、撮像条件生成部 1 1 2 は、複数の撮像条件を生成し、生成した複数の撮像条件を撮像条件データ 1 4 1 に格納する。
- [0038] ステップ S 1 4 において、算出処理部 1 1 3 は、撮像条件データ 1 4 1 に格納された複数の撮像条件から選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により撮像（生成）された距離画像と、ステップ S 1 2 で読み込まれた C A D モデルとのマッチングを行い、距離画像と C A D モデルとの一致度（C A D モデルマッチングのスコア）を算出する。
- [0039] ステップ S 1 5 において、撮像条件最適化部 1 1 4 は、ステップ S 1 4 で算出された一致度が所定値以上か否かを判定する。一致度が所定値以上の場合、処理はステップ S 1 6 に進む。一方、一致度が所定値より小さい場合、次の撮像条件での一致度（C A D モデルマッチングのスコア）を算出するために、処理はステップ S 1 4 に戻る。
- [0040] ステップ S 1 6 において、撮像条件最適化部 1 1 4 は、一致度が所定値以上の撮像条件を 3 次元カメラ 40 に設定する。
- [0041] 以上により、一実施形態の情報処理装置 10 は、生成した複数の撮像条件から選択された撮像条件に基づいて 3 次元カメラ 40 により生成された距離画像と、読み込まれた C A D モデルとのマッチングを行い、距離画像と C A D モデルとの一致度（C A D モデルマッチングのスコア）を算出する。情報処理装置 10 は、算出した一致度が所定値以上となった時点で、当該時点の

撮像条件を３次元カメラ４０に設定する。

これにより、情報処理装置１０は、作業者のスキルによらず、最適な撮像条件を自動で決定することができ、作業者による撮像条件の設定作業の負担を軽減することができる。

[0042] 以上、一実施形態について説明したが、情報処理装置１０は、上述の実施形態に限定されるものではなく、目的を達成できる範囲での変形、改良等を含む。

[0043] ＜変形例１＞

上述の実施形態では、情報処理装置１０は、ロボット制御装置２０と異なる装置としたが、これに限定されない。例えば、情報処理装置１０は、ロボット制御装置２０に含まれてもよい。

[0044] ＜変形例２＞

また例えば、上述の実施形態では、撮像条件最適化部１１４は、一致度が所定値以上となった時点の撮像条件を３次元カメラ４０に設定したが、これに限定されない。例えば、算出処理部１１３は、撮像条件生成部１１２により生成され撮像条件データ１４１に格納された全ての複数の撮像条件における距離画像とＣＡＤモデルとの一致度を算出してもよい。そして、撮像条件最適化部１１４は、算出された全ての一致度のうち、最も高い一致度の撮像条件を決定するようにしてもよい。

そうすることで、情報処理装置１０は、より最適な撮像条件を３次元カメラ４０に設定することができる。

[0045] ＜変形例３＞

また例えば、上述の実施形態では、複数の撮像条件を作成して、その中から随時選択された撮像条件に基づいて撮像する構成を例示したが、これに限定されない。例えば、今回の撮像条件での一致度と前回の撮像条件での一致度との比較に基づいて、次回の撮像条件を生成するようにしてもよい。具体的には、一致度が良くなっている場合は、前回と同じ方向で撮像条件を修正し、一致度が悪くなっている場合は、前回とは逆の方向で撮像条件を修正す

るようにしてもよい。

[0046] <変形例 4>

また例えば、距離画像と C A D モデルとの一致度の比較前に、距離画像を加工して比較を実施してもよい。例えば、距離画像の一部を切り出したり、縮小することで、一致度の計算を高速化してもよい。また、C A D モデルとの比較が効果的になるのであれば距離画像にフィルタをかけてぼかす等の加工を施してもよい。

[0047] なお、一実施形態における、情報処理装置 10 に含まれる各機能は、ハードウェア、ソフトウェア又はこれらの組み合わせによりそれぞれ実現することができる。ここで、ソフトウェアによって実現されるとは、コンピュータがプログラムを読み込んで実行することにより実現されることを意味する。

[0048] プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (Non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (Tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えば、フレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば、光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスク ROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュ ROM、RAM) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (Transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は、無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0049] なお、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、その順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

[0050] 以上を換言すると、本開示の撮像条件調整装置、及び撮像条件調整方法は、次のような構成を有する各種各様の実施形態を取ることができる。

[0051] (1) 本開示の撮像条件調整装置（情報処理装置10）は、ワーク50の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整装置であって、3次元カメラ40の視野内に配置されたワーク50を含む距離画像を3次元カメラ40から取得する取得部110と、ワーク50のCADモデルを読み込む読込部111と、生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ3次元カメラ40により撮像された距離画像とCADモデルとのマッチングを行い、撮像された距離画像とCADモデルとの一致度を算出する算出処理部113と、算出処理部113により算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を3次元カメラ40に設定する撮像条件最適化部114と、を備える。

この撮像条件調整装置によれば、作業者のスキルによらず、最適な撮像条件を自動で決定することができる。

[0052] (2) (1)に記載の撮像条件調整装置において、撮像条件最適化部114は、算出処理部113により算出された複数の撮像条件それぞれの一致度のうち最も高い一致度の撮像条件を決定してもよい。

そうすることで、撮像条件調整装置は、より最適な撮像条件を3次元カメラ40に設定することができる。

[0053] (3) (1)又は(2)に記載の撮像条件調整装置において、撮像条件は、露光時間、プロジェクタ43の光量、ブロックマッチングのサイズ、ブロックマッチングのスコアの閾値の少なくとも1つを含んでもよい。

そうすることで、撮像条件調整装置は、より最適な距離画像を取得することができる。

[0054] (4) 本開示の撮像条件調整方法は、コンピュータにより実現される、ワ

ーク５０の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整方法であって、３次元カメラ４０の視野内に配置されたワーク５０を含む距離画像を３次元カメラ４０から取得する取得工程と、ワーク５０のＣＡＤモデルを読み込む読込工程と、生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ３次元カメラ４０により撮像された距離画像とＣＡＤモデルとのマッチングを行い、撮像された距離画像とＣＡＤモデルとの一致度を算出する算出処理工程と、算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を３次元カメラ４０に設定する撮像条件最適化工程と、を備える。

この撮像条件調整方法によれば、（１）と同様の効果を奏することができる。

符号の説明

- [0055]
- １ ロボットシステム
 - １０ 情報処理装置
 - １１ 制御部
 - １１０ 取得部
 - １１１ 読込部
 - １１２ 撮像条件生成部
 - １１３ 算出処理部
 - １１４ 撮像条件最適化部
 - １２ 入力部
 - １３ 表示部
 - １４ 記憶部
 - １４１ 撮像条件データ
 - ２０ ロボット制御装置
 - ３０ ロボット
 - ４０ ３次元カメラ

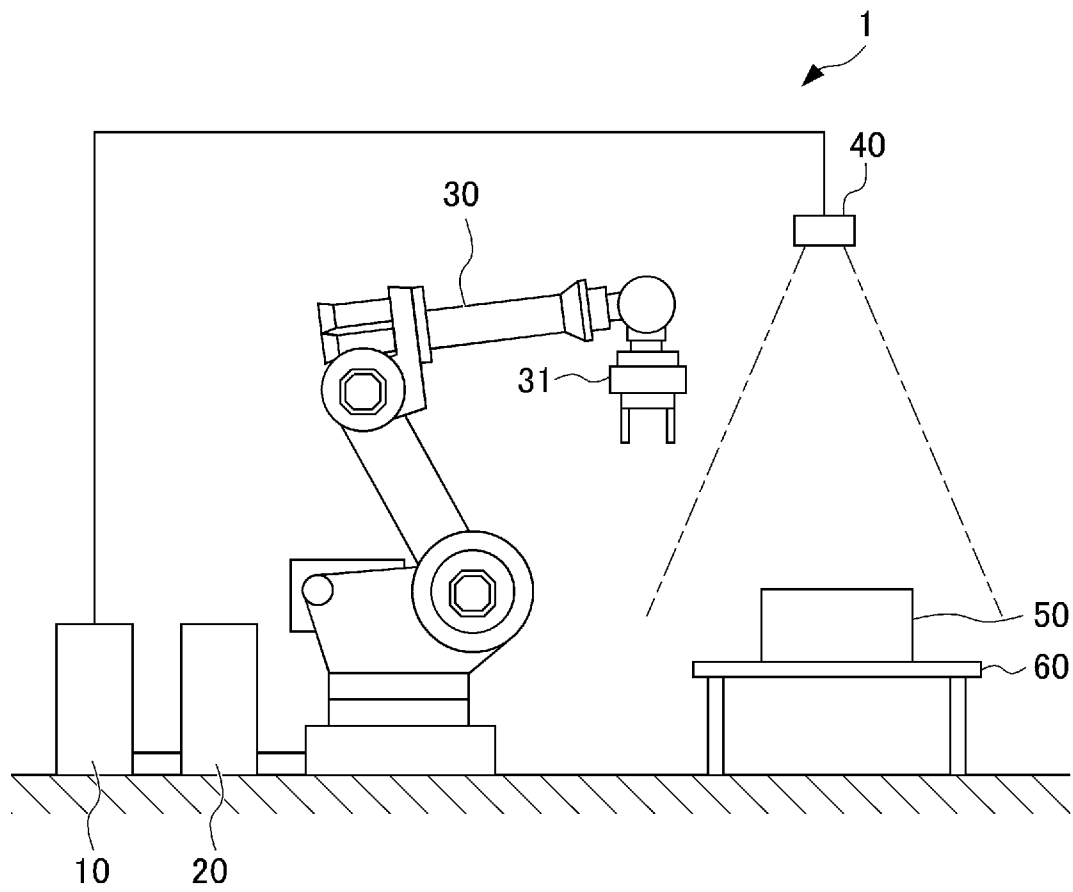
請求の範囲

- [請求項1] 対象物の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整装置であって、
- 3次元カメラの視野内に配置された前記対象物を含む距離画像を前記3次元カメラから取得する取得部と、
- 前記対象物のCADモデルを読み込む読込部と、
- 生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ前記3次元カメラにより撮像された距離画像と前記CADモデルとのマッチングを行い、撮像された前記距離画像と前記CADモデルとの一致度を算出する算出処理部と、
- 前記算出処理部により算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を前記3次元カメラに設定する撮像条件最適化部と、
- を備える撮像条件調整装置。
- [請求項2] 前記撮像条件最適化部は、前記算出処理部により算出された前記複数の撮像条件それぞれの一致度のうち最も高い一致度の撮像条件を決定する、請求項1に記載の撮像条件調整装置。
- [請求項3] 前記撮像条件は、露光時間、光源の光量、ブロックマッチングのサイズ、ブロックマッチングのスコアの閾値の少なくとも1つを含む、請求項1又は請求項2に記載の撮像条件調整装置。
- [請求項4] コンピュータにより実現される、対象物の距離画像を撮像する撮像条件を調整する撮像条件調整方法であって、
- 3次元カメラの視野内に配置された前記対象物を含む距離画像を前記3次元カメラから取得する取得工程と、
- 前記対象物のCADモデルを読み込む読込工程と、
- 生成された複数の撮像条件に基づいてそれぞれ前記3次元カメラにより撮像された距離画像と前記CADモデルとのマッチングを行い、撮像された前記距離画像と前記CADモデルとの一致度を算出する算

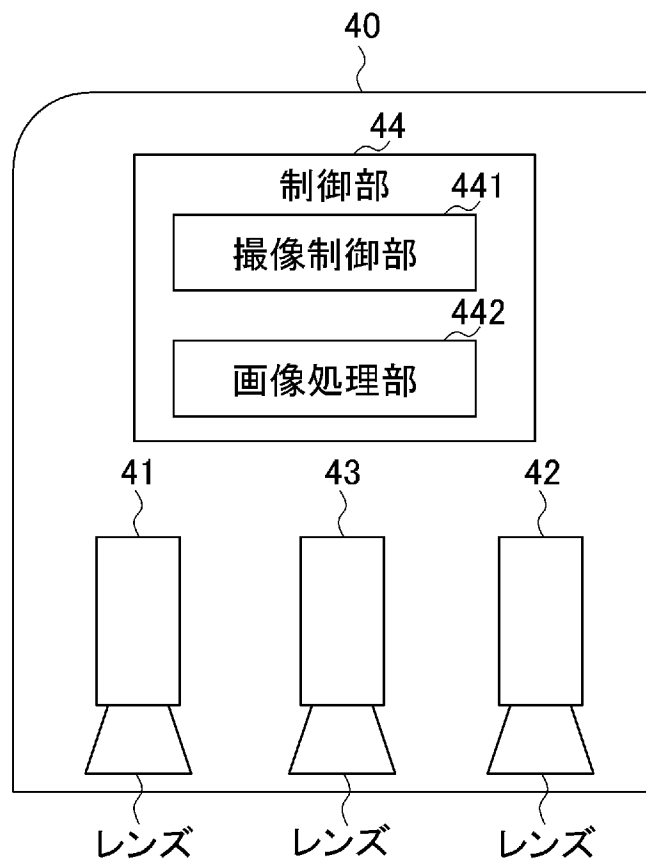
出処理工程と、

算出された一致度が予め設定された所定値以上となる撮像条件を前記 3 次元カメラに設定する撮像条件最適化工程と、
を備える撮像条件調整方法。

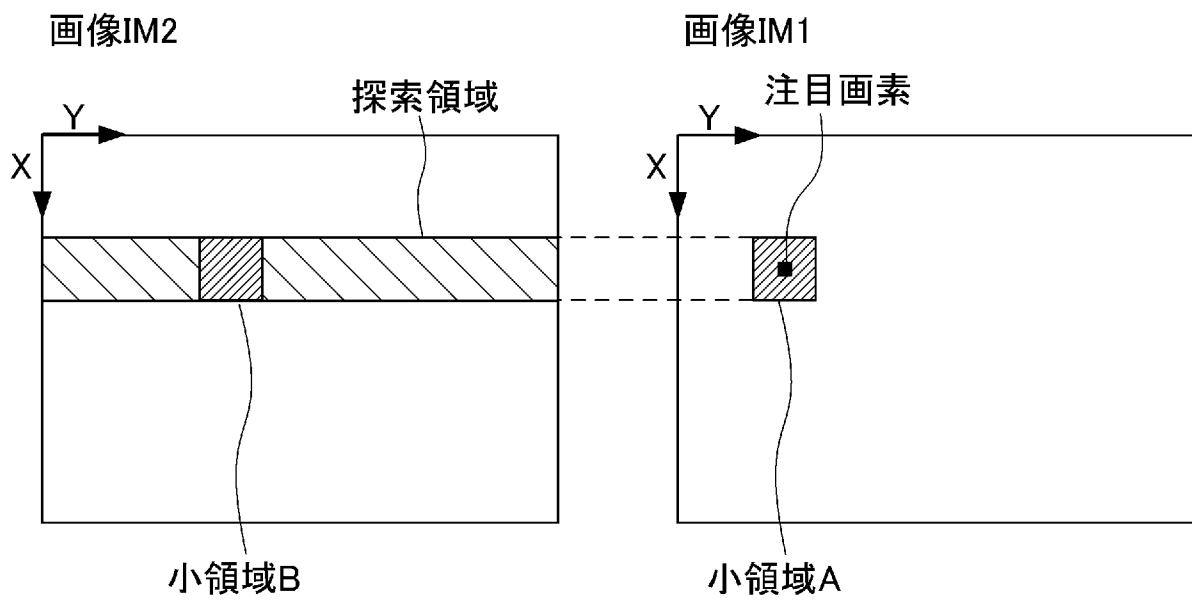
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

画像IM1の小領域A

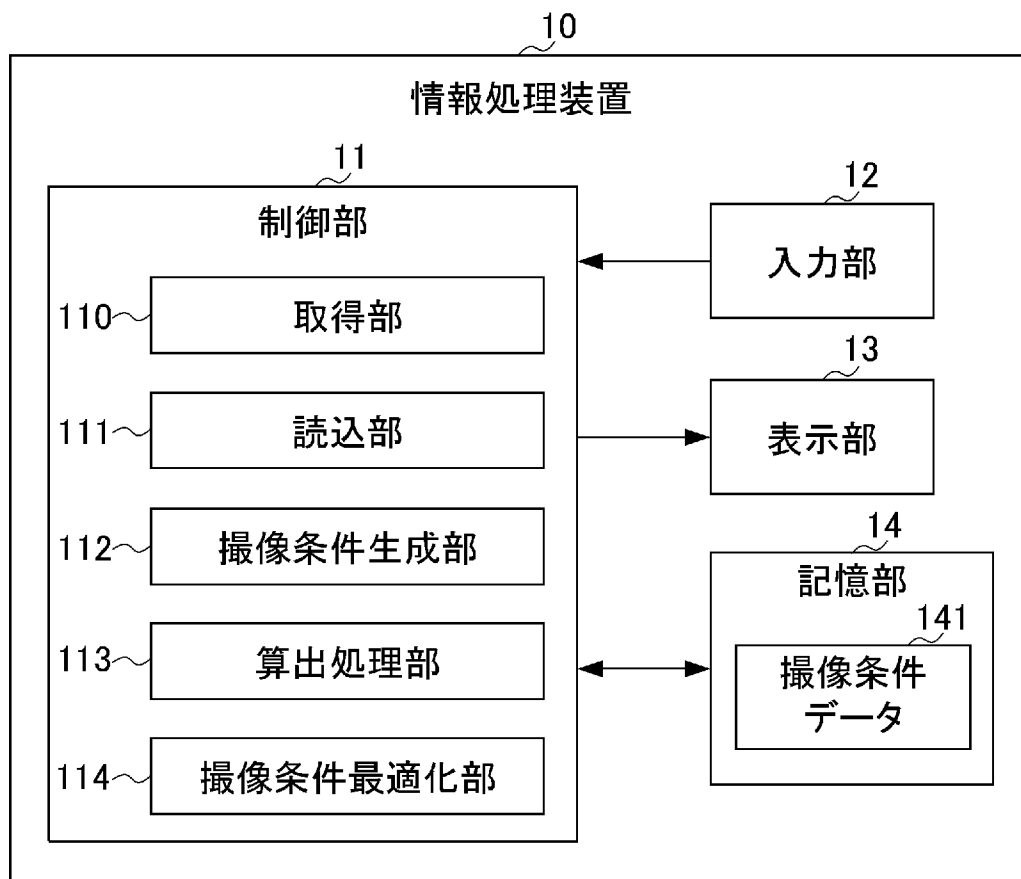
5	3	4	7	2
5	7	4	8	6
5	9	8	10	10
3	4	5	8	7
6	7	5	9	4

注目画素

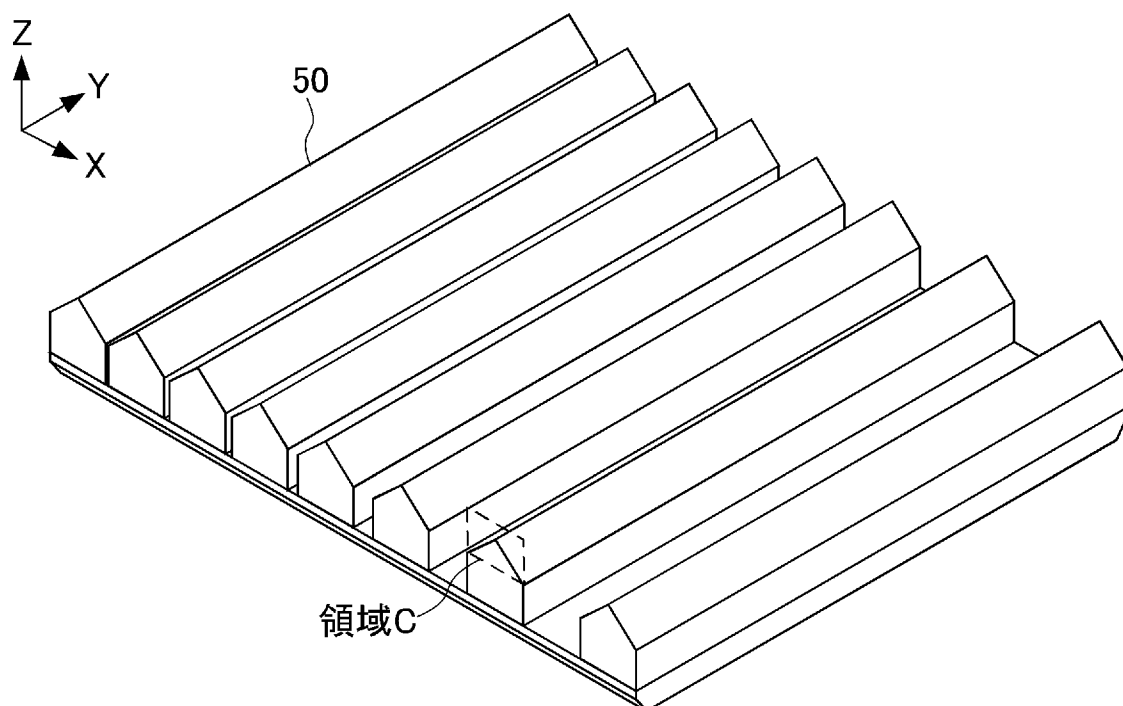
画像IM2の探索領域

...	4	3	4	8	2	8	...
...	5	7	3	9	6	8	...
...	6	8	7	10	10	2	...
...	2	5	5	8	6	2	...
...	6	7	3	12	3	1	...

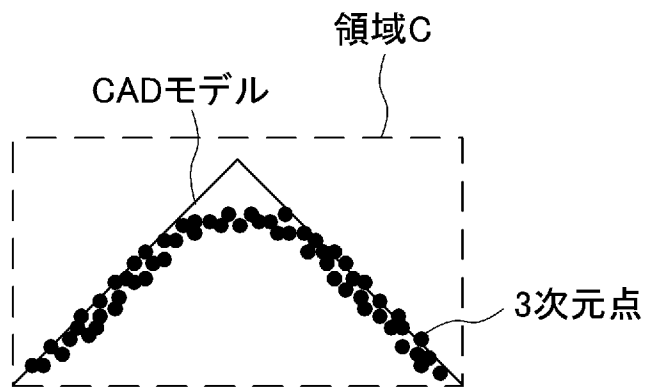
[図5]



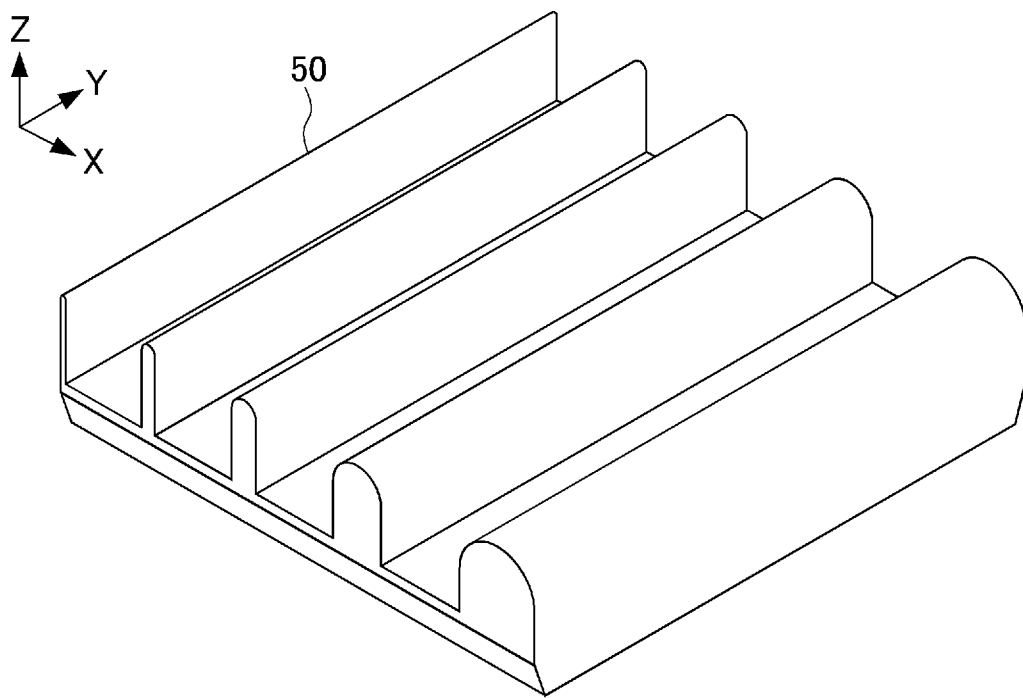
[図6]



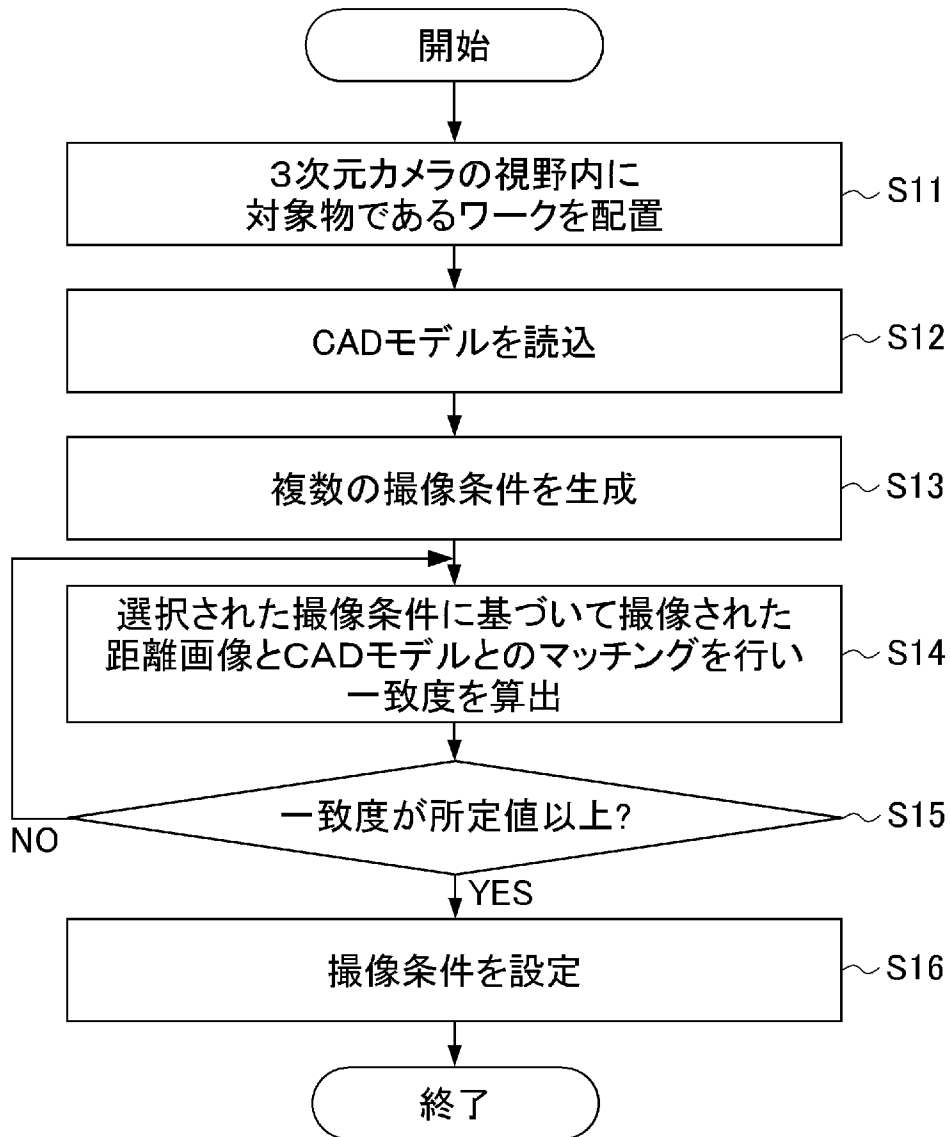
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/034570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 5/232**(2006.01)i; **G06T 7/00**(2017.01)i

FI: H04N5/232; G06T7/00 300E

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)

H04N5/232; G06T7/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2019-138822 A (OMRON CORPORATION) 22 August 2019 (2019-08-22) paragraphs [0041]-[0128], fig. 1-13	1-4
A	JP 2019-138817 A (OMRON CORPORATION) 22 August 2019 (2019-08-22) paragraphs [0043]-[0145], fig. 1-21	1-4
A	JP 2019-161553 A (CANON KK) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0016]-[0102], fig. 1-9	1-4



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

07 December 2021

Date of mailing of the international search report

14 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/034570

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-138822	A	22 August 2019	EP 3754295 A1 paragraphs [0013]-[0095], fig. 1-13 CN 111566437 A	
JP	2019-138817	A	22 August 2019	EP 3754296 A1 paragraphs [0043]-[0146], fig. 1-21	
JP	2019-161553	A	19 September 2019	US 2019/0289174 A1 paragraphs [0026]-[0121], fig. 1-9	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 5/232(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i FI: H04N5/232; G06T7/00 300E														
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）） H04N5/232; G06T7/00														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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												
A	JP 2019-138822 A（オムロン株式会社）22.08.2019（2019 - 08 - 22） 段落[0041]-[0128], 図1-13	1-4												
A	JP 2019-138817 A（オムロン株式会社）22.08.2019（2019 - 08 - 22） 段落[0043]-[0145], 図1-21	1-4												
A	JP 2019-161553 A（キャノン株式会社）19.09.2019（2019 - 09 - 19） 段落[0016]-[0102], 図1-9	1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 参考文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 参考文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.12.2021	国際調査報告の発送日 14.12.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） ▲徳▼田 賢二 5P 9654 電話番号 03-3581-1101 内線 3581													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/034570

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-138822	A	22.08.2019	EP 3754295 A1 段落[0013]-[0095], 図1-13 CN 111566437 A	
JP	2019-138817	A	22.08.2019	EP 3754296 A1 段落[0043]-[0146], 図1-21	
JP	2019-161553	A	19.09.2019	US 2019/0289174 A1 段落[0026]-[0121], 図1-9	