

(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
2024年4月4日(04.04.2024)



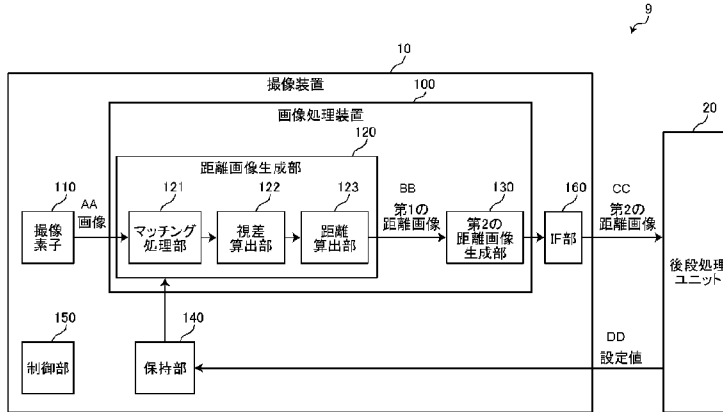
(10) 国際公開番号

WO 2024/070979 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/25 (2006.01) G06T 7/50 (2017.01) 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/034587 (72) 発明者: 田畑 秀徳 (TABATA, Hidenori);
〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2023年9月22日(22.09.2023)
- (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 2022-158967 2022年9月30日(30.09.2022) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014
- (74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE);
〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び撮像装置



10 Imaging device
20 Later stage processing unit
100 Image processing device
110 Imaging element
120 Distance image generation unit
121 Matching processing unit
122 Parallax calculation unit
123 Distance calculation unit
130 Second distance image generation unit
140 Storage unit
150 Control unit
160 IF unit
AA Image
BB First distance image
CC Second distance image
DD Setting value

(57) Abstract: In the present invention, the data volume of a distance image is reduced. This image processing device has a second distance image generation unit. The second distance image generation unit generates a second distance image. The second distance image has a plurality of second pixels provided with information on the distance of first pixels that are pixels of a first distance image that is a distance image of a region including an object. The plurality of second pixels are respectively disposed corresponding to emission regions of structured light having a prescribed emission region pattern

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

projected on a region including the object in order to generate the first distance image. The information on the distance of the first pixels at the positions corresponding to the emission regions is provided to the second pixels at the positions corresponding to the emission regions.

(57) 要約: 距離画像のデータ量を削減する。画像処理装置は、第2の距離画像生成部を有する。その第2の距離画像生成部は、対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、その複数の第2の画素はその第1の距離画像を生成するためにその対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光のその発光領域にそれぞれ対応して配置され、その発光領域に対応する位置のその第1の画素の距離の情報がその発光領域に対応する位置のその第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び撮像装置

技術分野

[0001] 本開示は、画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 工場等において、産業用ロボットが組み立てを行う製造ラインが採用されている。この産業用ロボットは、ベルトコンベア等により搬送される部品を認識して把持し、ワーク位置に搬送する操作に適用される。このような操作を産業用ロボットに行わせるためには、部品等の物体を認識するとともに、移動する物体の位置や姿勢を認識する必要がある。このような物体（対象物）の３次元位置及び姿勢を認識する装置が提案されている。例えば、対象物を当該対象物の形状を点群により表した３次元辞書データと照合することにより、対象物の位置や姿勢を検出する装置が提案されている（例えば、特許文献１参照）。この従来技術では、カメラ等の測定機器の側から見えない対象物の領域に対応する３次元辞書データを削減することにより、データ量を削減している。

[0003] 通常、３次元点群は、物体を含む領域の距離画像に基づいて生成される。この距離画像は、距離の情報が画素毎に反映された画像である。この距離画像は、所定の発光パターンを有する光（構造化光）を対象物に投光し、対象物からの反射光の画像から距離の情報を取得することにより生成することができる。この画像には、対象物に投光された発光パターンが対象物までの距離に応じて変形したパターン光の画像が含まれる。このパターン光の画像と元の発光パターンとを比較することにより対象物の距離を算出し、それぞれの画素に格納することにより、距離画像を生成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-053920号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の従来技術では、距離画像のデータ量が増加するという問題がある。上述の構造化光を対象物に投光する方式では、対象物に投光された発光パターンの位置の対象物の部分の距離が算出され、発光パターンが照射されない対象物の領域の距離は算出されない。このため、距離画像には、距離の情報を有する画素が不規則かつ離散的に配置されるとともに距離の情報を持たない画素が多く含まれる。このため、距離画像のデータ量が増加するという問題がある。このような距離画像に基づいて3次元点群の生成等の処理を行う場合には、処理時間が増加するという問題がある。

[0006] そこで、本開示では、データ量を削減した距離画像を生成する画像処理装置、画像処理方法、プログラム及び撮像装置を提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の画像処理装置は、第2の距離画像生成部を有する。第2の距離画像生成部は、対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、上記複数の第2の画素は上記第1の距離画像を生成するために上記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の上記発光領域にそれぞれ対応して配置され、上記発光領域に対応する位置の上記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の上記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の実施形態に係るロボットアームの構成例を示す図である。

[図2]本開示の第1の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図3]本開示の実施形態に係る後段処理ユニットの構成例を示す図である。

[図4]本開示の実施形態に係る距離画像の生成の一例を示す図である。

[図5]本開示の実施形態に係る距離画像の生成の一例を示す図である。

[図6]本開示の実施形態に係る第2の距離画像の生成の一例を示す図である。

[図7]本開示の実施形態に係る位置姿勢の推定の一例を示す図である。

[図8]本開示の実施形態に係る制御システムの処理の処理手順の一例を示す図である。

[図9]本開示の実施形態に係る距離計測処理の処理手順の一例を示す図である。

[図10]本開示の実施形態に係る3次元点群生成処理の処理手順の一例を示す図である。

[図11]本開示の第2の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。

[図12]本開示の第2の実施形態に係るデータ量削減の処理の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。説明は、以下の順に行う。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

1. 第1の実施形態

2. 第2の実施形態

[0010] (1. 第1の実施形態)

[ロボットアームの構成]

図1は、本開示の実施形態に係るロボットアームの構成例を示す図である。同図は、本開示の実施形態に係る撮像装置が適用可能なロボットアーム1を説明する図である。ロボットアーム1は、人間の腕の代わりに対象物をつかむ、運ぶ等の作業を行う装置である。同図のロボットアーム1は、それぞれ回転可能に取り付けられた複数のリンクを備える。リンクは、ロボットアーム1の腕の骨に相当する部分である。ロボットアーム1の先端には運搬対象の物体を把持する把持部2が配置される。ロボットアーム1は、不図示の

制御装置の制御に基づいて伸縮及び旋回し、把持した物体を可動範囲内の任意の位置に運ぶことができる。

[0011] 同図は、ベルトコンベア 4 により搬送される物体 3 をロボットアーム 1 が把持し、ワーク等の所定の位置に搬送する例を表したものである。ロボットアーム 1 の先端には撮像装置 10 が配置される。この撮像装置 10 は、撮像素子（後述する撮像素子 110）を備え、ロボットアーム 1 の可動範囲内のベルトコンベア 4 の近傍領域の画像を生成する。撮像装置 10 には、画像処理装置（後述する画像処理装置 100）が配置され、撮像素子 110 が生成した画像から物体 3 の距離画像を生成し、後述する後段処理ユニット 20 に伝達する。

[0012] 後段処理ユニット 20 は、画像処理ユニット 200 及びロボットアーム 1 を制御する機構制御ユニット 210 を備える。画像処理ユニット 200 は、画像処理装置 100 により生成される距離画像に基づいて物体 3 の 3 次元点群を生成し、物体 3 の位置及び姿勢を検出する。また、機構制御ユニット 210 は、物体 3 の位置及び姿勢に基づいてロボットアーム 1 を移動させるとともに把持部 2 を駆動して物体 3 を把持させる制御を行う。

[0013] [画像処理装置の構成]

図 2 は、本開示の第 1 の実施形態に係る撮像装置の構成例を示す図である。同図は、撮像装置 10 の構成例を表すブロック図である。同図には、後段処理ユニット 20 を更に記載した。なお、撮像装置 10 及び後段処理ユニット 20 は、制御システム 9 を構成する。撮像装置 10 は、撮像素子 110 と、距離画像生成部 120 と、第 2 の距離画像生成部 130 と、インターフェイス（I/F）部 160 と、保持部 140 と、制御部 150 とを備える。なお、距離画像生成部 120 及び第 2 の距離画像生成部 130 は、画像処理装置 100 を構成する。

[0014] 撮像素子 110 は、画像を生成するものである。この撮像素子 110 は、物体 3 を含む領域の画像を生成する。撮像素子 110 には、例えば、CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）型の撮像素子を適用す

ることができる。このCMOS型の撮像素子は、画像信号を生成する複数の画素が2次元格子状に配置された撮像画像面を備える。この撮像画像面に物体3からの光が入射すると、撮像画像面のそれぞれの画素が画像信号を生成する。これらの画像信号の1画面分のデータが画像を構成する。撮像素子110は、所定のフレーム周波数において画像（フレーム）を逐次生成し、距離画像生成部120に対して出力する。なお、同図の撮像素子110は、距離画像（後述する第1の距離画像）を生成するための所定の発光領域のパターンを有する構造化光が投光された物体3の領域の画像を生成する。この画像を撮像画像と称する。構造化光の詳細については後述する。なお、撮像素子110はセンサの一例である。

[0015] 距離画像生成部120は、第1の距離画像を生成するものである。この距離画像生成部120は、上述の撮像素子110により生成される撮像画像から第1の距離画像を生成し、第2の距離画像生成部130に対して出力する。この第1の距離画像は、距離測定の対象物である物体3を含む領域の距離画像であり、撮像素子110により生成される画像と略同じ画素構造を有する。この第1の距離画像を構成する画素を第1の画素と称する。距離画像生成部120は、マッチング処理部121と、視差算出部122と、距離算出部123とを備える。

[0016] マッチング処理部121は、画素マッチングの処理を行うものである。この画素マッチングの処理は、撮像素子110により生成される撮像画像の画素と物体3に投光される構造化光を表す画像である構造化光パターン画像の画素とを対応付ける処理である。この画素マッチング処理により、構造化光パターン画像における構造化光の発光領域のパターンを有する画素に対応する撮像画像における画素を検出することができる。マッチング処理部121は、画素マッチング処理を行って検出した構造化光パターン画像の画素及び撮像画像における画素の組合せを視差算出部122に対して出力する。

[0017] 視差算出部122は、マッチング処理部121から出力される構造化光パターン画像の画素及び撮像画像における画素の位置の差分である視差を生成

するものである。視差算出部 1 2 2 は、算出した視差を距離算出部 1 2 3 に対して出力する。

[0018] 距離算出部 1 2 3 は、視差算出部 1 2 2 から出力される視差に基づいて距離を算出するものである。距離の算出は、三角測量の原理に基づいて行うことができる。距離算出部 1 2 3 は、マッチング処理部 1 2 1 から出力された撮像画像の画素と同じ位置の距離画像を構成する画素に算出した距離の情報を格納する。この距離の算出及び算出した距離の格納を全ての画素について行うことにより、1 フレーム分の距離画像（第 1 の距離画像）を生成することができる。生成された第 1 の距離画像は、第 2 の距離画像生成部 1 3 0 に出力される。

[0019] 第 2 の距離画像生成部 1 3 0 は、距離画像生成部 1 2 0 により生成される第 1 の距離画像に基づいて第 2 の距離画像を生成するものである。この第 2 の距離画像生成部 1 3 0 は、生成した第 2 の距離画像を I F 部 1 6 0 に対して出力する。第 2 の距離画像は、第 1 の距離画像の第 1 の画素の距離の情報が配置される複数の第 2 の画素を有する距離画像である。第 2 の距離画像の詳細については後述する。

[0020] I F 部 1 6 0 は、後段処理ユニット 2 0 との間のやり取りを行うものである。この I F 部 1 6 0 は、第 2 の距離画像生成部 1 3 0 からの第 2 の距離画像を後段処理ユニット 2 0 に伝達する。

[0021] 保持部 1 4 0 は、距離算出部 1 2 3 における距離算出のキャリブレーションパラメータを保持するものである。この保持部 1 4 0 は、後段処理ユニット 2 0 から設定値として出力されるキャリブレーションパラメータを保持する。

[0022] 制御部 1 5 0 は、画像処理装置 1 0 0 の全体を制御するものである。

[0023] [後段処理ユニットの構成]

図 3 は、本開示の実施形態に係る後段処理ユニットの構成例を示す図である。同図は、後段処理ユニット 2 0 の構成例を表すブロック図である。後段処理ユニット 2 0 は、画像処理ユニット 2 0 0 と、機構制御ユニット 2 1 0

とを備える。

[0024] 画像処理ユニット２００は、画像処理装置１００から出力される距離画像に基づいて処理を行うものである。画像処理ユニット２００は、メモリ制御部２０１と、メモリ２０２と、３次元点群生成部２０３と、位置姿勢検出部２０４と、制御部２０５とを備える。

[0025] メモリ２０２は、撮像装置１０から伝達される第２の距離画像を保持するものである。また、メモリ２０２は、３次元点群生成部２０３における３次元点群の生成の際のデータを保存する。

[0026] メモリ制御部２０１は、メモリ２０２を制御するものである。このメモリ制御部２０１は、第２の距離画像のデータをメモリ２０２に書き込む制御を行う。また、メモリ制御部２０１は、位置姿勢検出部２０４により生成される３次元点群のデータをメモリ２０２に書き込む制御を行う。後述する位置姿勢検出部２０４は、メモリ２０２に書き込まれた３次元点群のデータに基づいて、物体３の領域を検出し、３次元点群のデータを作成する。

[0027] ３次元点群生成部２０３は、３次元点群を生成するものである。この３次元点群生成部２０３は、第２の距離画像から３次元点群を生成し、メモリ２０２に書き込む。

[0028] 位置姿勢検出部２０４は、３次元点群のうち物体３の領域を検出し、当該検出した物体３の位置及び姿勢を推定して検出する。位置姿勢検出部２０４は、検出した物体３の位置及び姿勢を機構制御ユニット２１０に出力する。

[0029] 制御部２０５は、画像処理ユニット２００の全体を制御するものである。また、制御部２０５は、設定値を生成し、撮像装置１０の保持部１４０に対して出力する。

[0030] 機構制御ユニット２１０は、ロボットアーム１を制御するものである。この機構制御ユニット２１０は、機構制御部２１１を備える。

[0031] 機構制御部２１１は、画像処理ユニット２００から出力される物体３までの距離及び物体３の位置に基づいてロボットアーム１及び把持部２を制御するものである。機構制御部２１１は、例えば、位置姿勢検出部２０４により

検出された物体 3 の位置及び姿勢の情報からカメラ 30 やロボットアーム 1 の制御パラメータを算出して制御信号を生成し、駆動機構（不図示）に送信する。

[0032] [距離画像の生成]

図 4 は、本開示の実施形態に係る距離画像の生成の一例を示す図である。同図は、距離画像生成部 120 における第 1 の距離画像の生成の概略を表す図である。まず、距離画像生成部 120 は、計測対象物の距離を算出する。計測対象物までの距離は、計測対象に投影されたパターンから特徴点を検出し、検出した特徴点の特徴量に基づいて当該特徴点と撮像画像上の特徴点との対応付けを行い、三角測量の原理に基づいて算出することができる。

[0033] 同図の（A）は、計測対象物 350 にプロジェクタ 361 からの構造化光 369 を投光し、撮像素子 110 により撮像画像を生成する例を表したものである。同図の構造化光 369 は、複数の縦線のパターンにより構成される例を表したものである。このような構造化光 369 をプロジェクタ 361 から投光し、プロジェクタ 361 から所定の距離にある撮像素子 110 により撮像すると、計測対象物 350 までの距離（3次元形状）に応じた撮像画像が得られる。なお、計測対象物 350 がない場合の撮像画像を投影画像と称する。この投影画像は、構造化光 369 に基づく画像となる。

[0034] 同図の（B）は、撮像画像 370 の例を表したものである。撮像画像 370 のうち計測対象物 350 の領域には計測対象物 350 の形状に応じて変化した画像 372 が形成され、これ以外の領域には構造化光 369 に基づく画像（投影画像 371）が形成される。距離画像生成部 120 のマッチング処理部 121 は、画像 372 を使用してマッチング処理を行う。まず、マッチング処理部 121 は、画像 372 において特徴点を設定する。この特徴点は、投光パターンのエッジ等に設定することができる。同図の（B）の黒点は、特徴点の例を表す。次に、マッチング処理部 121 は、設定した特徴点の周囲の画素値から特徴量を算出する。次に、マッチング処理部 121 は、同じ特徴量の投影画像 371 の画素を検出し、設定した特徴点と対応付ける。

同図の(C)は、画像372の特徴点(x 、 y)と投影画像371の点(x_p 、 y_p)とが対応付けられる場合の例を表したものである。このように、マッチング処理部121によるマッチング処理が実行される。

[0035] 次に、視差算出部122が特徴点(x 、 y)及び点(x_p 、 y_p)の視差を算出する。次に、距離算出部123が三角測量の原理を適用して特徴点(x 、 y)及び点(x_p 、 y_p)の視差から計測対象物350までの距離(3次元形状)を算出する。このような処理を繰り返すことにより、第1の距離画像を生成することができる。

[0036] 図5は、本開示の実施形態に係る距離画像の生成の一例を示す図である。同図において、点301は、撮像素子110の仮想的な位置を表す。また、点302は、プロジェクタ361の仮想的な位置を表す。また、同図の細線は、プロジェクタ361から投光されて対象物303により反射され、撮像素子110に入射する光を表す。なお、通常は、同図の点301及び302の位置には、レンズがそれぞれ配置される。これらのレンズの焦点距離の位置に撮像素子110及びプロジェクタ361が配置される。

[0037] 同図の点302の上方には、プロジェクタ361の投光面の構造化光の画像面305を記載した。構造化光の画像面305のうち黒色の矩形が発光領域を表す。この構造化光の光が対象物303に反射される点が距離計測の対象となる計測点となる。同図には計測点304を記載した。この計測点304において反射された光が撮像素子110の撮像画像面306に入射する。同図の撮像画像面306の点ハッチングの矩形は、計測点304からの反射光が入射する画素307を表す。この撮像画像面306の画素により生成される画像信号により撮像画像が構成される。なお、撮像画像等の「画素」は、画像信号が格納されるデータ領域を表す。

[0038] 構造化光の画像面305は、発光領域が等間隔に配置される。一方、撮像画像面306の計測点304からの反射光が入射する画素(画素307)は、対象物330の形状の形状に応じた不規則な配置となる。なお、撮像画像面306の白抜きの矩形は、構造化光の光が照射されない画素であり、距離

算出の対象にならない画素である。

[0039] [第2の距離画像の生成]

図6は、本開示の実施形態に係る第2の距離画像の生成の一例を示す図である。同図の(A)は、構造化光の画像310を表したものである。この構造化光の画像310は構造化光の発光領域及び非発光領域を画素毎に表したものであり、図5の画像面305の発光領域及び非発光領域が反映された画像である。構造化光の画像310の黒色の矩形は発光領域の画素311を表し、白抜きの矩形は非発光領域の画素312を表す。同図の構造化光の画像310の発光パターンは、図4と同様に、複数の縦線により構成される例を表したものである。

[0040] 同図の(B)は、第1の距離画像320を表したものである。この第1の距離画像320は、図5の撮像画像面306に配置される画素によりそれぞれ生成される画像信号により構成された撮像画像に基づいて図2において説明した距離画像生成部120により生成されるデータである。第1の距離画像320の矩形は第1の画素を表す。この第1の画素は、撮像素子110により生成される撮像画像の画素と1対1に対応する。第1の距離画像320の点ハッチングの矩形は計測点304からの光が入射した領域の第1の画素321を表す。この第1の画素321は、距離の情報が画素値として格納される第1の画素であり、図5の画素307に対応する第1の画素である。一方、白抜きの矩形は計測点304からの光が入射しない領域の第1の画素322を表す。同図においては、構造化光の画像310の右側の3つの発光領域が第1の距離画像320の3列の第1の画素321に対応する場合を想定する。

[0041] 同図の(C)は、第2の距離画像340を表したものである。この第2の距離画像340は、図2において説明した第2の距離画像生成部130により生成される距離画像である。また、第2の距離画像340は、構造化光の画像310と同様の構成の第2の画素341が配置されて構成される。第2の距離画像生成部130により、第1の距離画像320の第1の画素321

の距離の情報が構造化光パターンの画像 310 の発光領域の画素 311 に対応する位置の第 2 の画素 341 に格納される。

[0042] このように、第 2 の距離画像 340 の複数の第 2 の画素 341 は第 1 の距離画像 320 を生成するために対象物（物体 3）を含む領域に投光される構造化光の発光領域の画素 311 にそれぞれ対応して配置され、発光領域の画素 311 に対応する位置の第 1 の画素 321 の距離の情報が発光領域の画素 311 に対応する位置の第 2 の画素 341 に配置される。第 2 の距離画像生成部 130 は、第 2 の距離画像 340 を生成する際、マッチング処理部 121 による画素マッチングの結果を使用して第 2 の画素 341 の位置を検出することができる。同図に表したように、第 2 の距離画像 340 は、第 1 の距離画像 320 の距離の情報を持たない画素を削減したデータに相当する。

[0043] [位置姿勢の検出]

図 7 は、本開示の実施形態に係る位置姿勢の推定の一例を示す図である。同図は、位置姿勢検出部 204 における位置姿勢の検出の一例を表す図である。また、同図は、ICP (Iterative Closest Point) のアルゴリズムに基づいて位置姿勢を推定し、検出する例を表したものである。位置姿勢の推定は、フレーム間の 3 次元点群の位置関係から 2 乗和が最小となる回転行列及び並進行列を算出することにより行うことができる。収束条件を満たすまで、この 2 乗和算出及び点群の移動が反復される。具体例には、フレーム N の 3 次元点群を $P_{s\ n}$ 、フレーム N+1 の 3 次元点群を $P_{t\ n}$ と定義するとき、ある $P_{s\ n}$ と $P_{t\ n}$ との対応関係において回転行列 (R) 及び並進行列 (T) を適用した $P_{s\ n}$ と $P_{t\ n}$ との差分値が最小 (対応点同士の距離の 2 乗和) になる行列 R 及び T を求める。同図の式は、対応点同士の距離の 2 乗和の算出式を表す。

[0044] 一般的には、対応点のバリエーションは規定範囲内で定義する。同図は、点群 $P_{s\ 0} - P_{s\ 2}$ を有してフレーム N に相当するフレーム 401 及び点群 $P_{t\ 0} - P_{t\ 2}$ を有してフレーム N+1 に相当するフレーム 411 の対応点のバリエーションを表したものである。これら対応点同士の距離の 2 乗和の

算出及び点群移動を2乗和が収束条件を満たすまで繰り返し実行する。これにより、回転行列（R）及び並進行列（T）を算出することができ、3次元点群により表された物体3の位置姿勢を推定することができる。

[0045] [制御システムの処理]

図8は、本開示の実施形態に係る制御システムの処理の処理手順の一例を示す図である。同図は、図1の制御システム9の処理の処理手順の一例を表す流れ図である。まず、撮像素子110が対象物である物体3の画像を生成し（ステップS101）、画像処理装置100が距離計測処理（ステップS110）を行って、第2の距離画像を生成する。次に、3次元点群生成部203が3次元点群生成処理（ステップS120）を行って3次元点群を生成する。次に、画像処理ユニット200が不要な3次元点群を削減する処理を行う（ステップS102）。次に、位置姿勢検出部204が3次元点群に基づいて物体3の位置及び姿勢を検出する（ステップS103）。その後、機構制御ユニット210の機構制御部211が物体3の位置及び姿勢に基づいてロボットアーム1及び把持部2を制御する。

[0046] [距離計測処理]

図9は、本開示の実施形態に係る距離計測処理の処理手順の一例を示す図である。同図は、画像処理装置100における距離計測処理の処理手順の一例を表す流れ図である。なお、同図の処理は、図8のステップS110の処理に該当する。まず、マッチング処理部121が画素マッチングを行う（ステップS111）。次に、視差算出部122が視差を算出する（ステップS112）。次に、距離算出部123が距離の算出を行い、第1の距離画像を生成する（ステップS113）。次に、第2の距離画像生成部130が第1の距離画像に基づいて第2の距離画像を生成する（ステップS114）。次に、画像処理装置100が第2の距離画像を後段処理ユニット20のメモリ202に転送する（ステップS115）。その後、画像処理装置100は、元の処理に戻る。なお、ステップS114は、本開示の「第2の距離画像生成手順」の一例である。

[0047] [3次元点群生成処理]

図10は、本開示の実施形態に係る3次元点群生成処理の処理手順の一例を示す図である。同図は、3次元点群生成部203における3次元点群生成処理の処理手順の一例を表す流れ図である。なお、同図の処理は、図8のステップS120の処理に該当する。まず、3次元点群生成部203が距離画像（第2の距離画像）の画素値をメモリ202から読み出す（ステップS121）。次に、3次元点群生成部203は、読み出した画素値が計測点に該当するかを判断する（ステップS122）。その結果、画素値が計測点に該当しない場合には（ステップS122, No）、3次元点群生成部203は、ステップS125の処理に移行する。

[0048] 一方、画素値が計測点に該当する場合には（ステップS122, Yes）、3次元点群生成部203は、3次元座標情報を算出する（ステップS123）。次に、3次元点群生成部203は、算出した3次元座標情報をメモリ202に書込み（ステップS124）、ステップS125の処理に移行する。ステップS125において、3次元点群生成部203は、3次元点群生成の処理が終了したかを判断する（ステップS125）。その結果、3次元点群生成の処理が終了していない場合には（ステップS125, No）、3次元点群生成部203は、ステップS121の処理に戻る。一方、ステップS125において、3次元点群生成の処理が終了した場合には（ステップS125, Yes）、3次元点群生成部203は、元の処理に戻る。

[0049] このように、本開示の第1の実施形態の画像処理装置100は、物体3を含む第1の距離画像からデータ量を削減した第2の距離画像を生成する。この第2の距離画像を使用することにより、後段処理ユニット20の処理における計測点の判定等の処理の演算量を低減することができる。また、後段処理ユニット20への転送時間を短縮することができる。

[0050] （2. 第2の実施形態）

上述の第1の実施形態の画像処理装置100は、第1の距離画像からデータ量を削減した第2の距離画像を生成していた。これに対し、本開示の第2

の実施形態の画像処理装置 100 は、第 2 の距離画像のデータ量を更に削減する点で、上述の第 1 の実施形態と異なる。

[0051] [画像処理装置の構成]

図 11 は、本開示の第 2 の実施形態に係る撮像装置 10 の構成例を示す図である。同図は、図 2 と同様に、撮像装置 10 の構成例を表すブロック図である。同図の撮像装置 10 は、画像処理装置 100 のデータ量削減部 170 を更に備える点で、図 2 の撮像装置 10 と異なる。

[0052] 上述のように、同図の画像処理装置 100 は、データ量削減部 170 を備える。このデータ量削減部 170 は、第 2 の距離画像生成部 130 から出力される第 2 の距離画像のデータ量を削減するものである。データ量の削減は、第 2 の距離画像の一部の画素を削減する処理により行うことができる。データ量削減部 170 は、処理後の第 2 の距離画像を IF 部 160 に対して出力する。

[0053] [データ量削減処理]

図 12 は、本開示の第 2 の実施形態に係るデータ量削減の処理の一例を示す図である。同図の第 2 の距離画像 340 を使用してデータ量の削減処理を説明する。データ量の削減は、第 2 の画素 341 を所定の間隔において間引くことにより行うことができる。同図の破線の矩形は、削除される第 2 の画素 341 を表す。第 2 の距離画像 340 は計測点の配置が規則的であるため、このような間引きによるデータ量の削減を行うことが可能となる。

[0054] なお、データ量削減部 170 におけるデータ量削減処理を切り替える構成を採ることもできる。具体的には、保持部 140 に保持されたパラメータに基づいてデータ量削減部 170 が第 2 の距離画像のデータ量の削減処理を行うか否かを切り替える構成にすることもできる。また、保持部 140 に保持されたパラメータに基づいて間引き開始位置や間引き間隔を調整する構成にすることもできる。この場合、パラメータは、後段処理ユニット 20 から設定値として供給される。

[0055] これ以外の撮像装置 10 の構成は本開示の第 1 の実施形態における撮像装

置 10 の構成と同様であるため、説明を省略する。

[0056] このように、本開示の第 2 の実施形態の撮像装置 10 は、第 2 の距離画像のデータ量を更に削減することができる。

[0057] 以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0058] なお、本明細書において説明した各装置による一連の処理は、ソフトウェア、ハードウェア、及びソフトウェアとハードウェアとの組合せのいずれを用いて実現されてもよい。ソフトウェアを構成するプログラムは、例えば、各装置の内部又は外部に設けられる記憶媒体（非一時的な媒体：non-transitory media）に予め格納される。そして、各プログラムは、例えば、コンピュータによる実行時に RAM に読み込まれ、CPU などのプロセッサにより実行される。

[0059] また、本明細書においてフローチャート及びシーケンス図を用いて説明した処理は、必ずしも図示された順序で実行されなくてもよい。いくつかの処理ステップは、並列的に実行されてもよい。また、追加的な処理ステップが採用されてもよく、一部の処理ステップが省略されてもよい。

[0060] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法としてとらえてもよく、また、これら一連の手順をこのコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体としてとらえてもよい。

[0061] この記録媒体として、例えば、CD（Compact Disc）、MD（MiniDisc）、DVD（Digital Versatile Disc）、メモリーカード、ブルーレイディスク（Blu-ray（登録商標）Disc）などを用いることができる。

[0062] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0063] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成部を有する画像処理装置。

(2)

前記第2の距離画像のデータ量を削減するデータ量削減部を更に有する前記(1)に記載の画像処理装置。

(3)

前記対象物を含む領域の画像から前記第1の距離画像を生成する距離画像生成部を更に有する前記(1)又は(2)に記載の画像処理装置。

(4)

対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成することを含む画像処理方法。

(5)

対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を

含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成手順をコンピュータに実行させるプログラム。

(6)

対象物を含む領域の画像を生成するセンサと、

前記画像から前記対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像を生成する距離画像生成部と、

前記第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成部と、

を有する撮像装置。

符号の説明

- [0064] 1 ロボットアーム
- 1 0 撮像装置
- 1 0 0 画像処理装置
- 1 1 0 撮像素子
- 1 2 0 距離画像生成部
- 1 3 0 第2の距離画像生成部
- 1 7 0 データ量削減部

請求の範囲

- [請求項1] 対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成部を有する画像処理装置。
- [請求項2] 前記第2の距離画像のデータ量を削減するデータ量削減部を更に有する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記対象物を含む領域の画像から前記第1の距離画像を生成する距離画像生成部を更に有する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成することを含む画像処理方法。
- [請求項5] 対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2

の距離画像を生成する第2の距離画像生成手順をコンピュータに実行させるプログラム。

[請求項6]

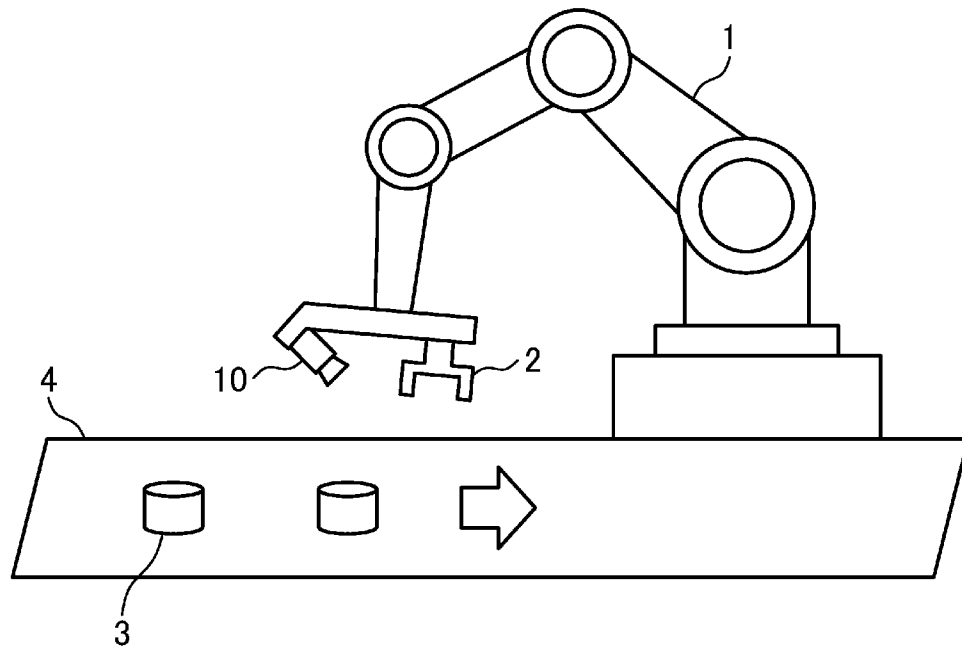
対象物を含む領域の画像を生成するセンサと、

前記画像から前記対象物を含む領域の距離画像である第1の距離画像を生成する距離画像生成部と、

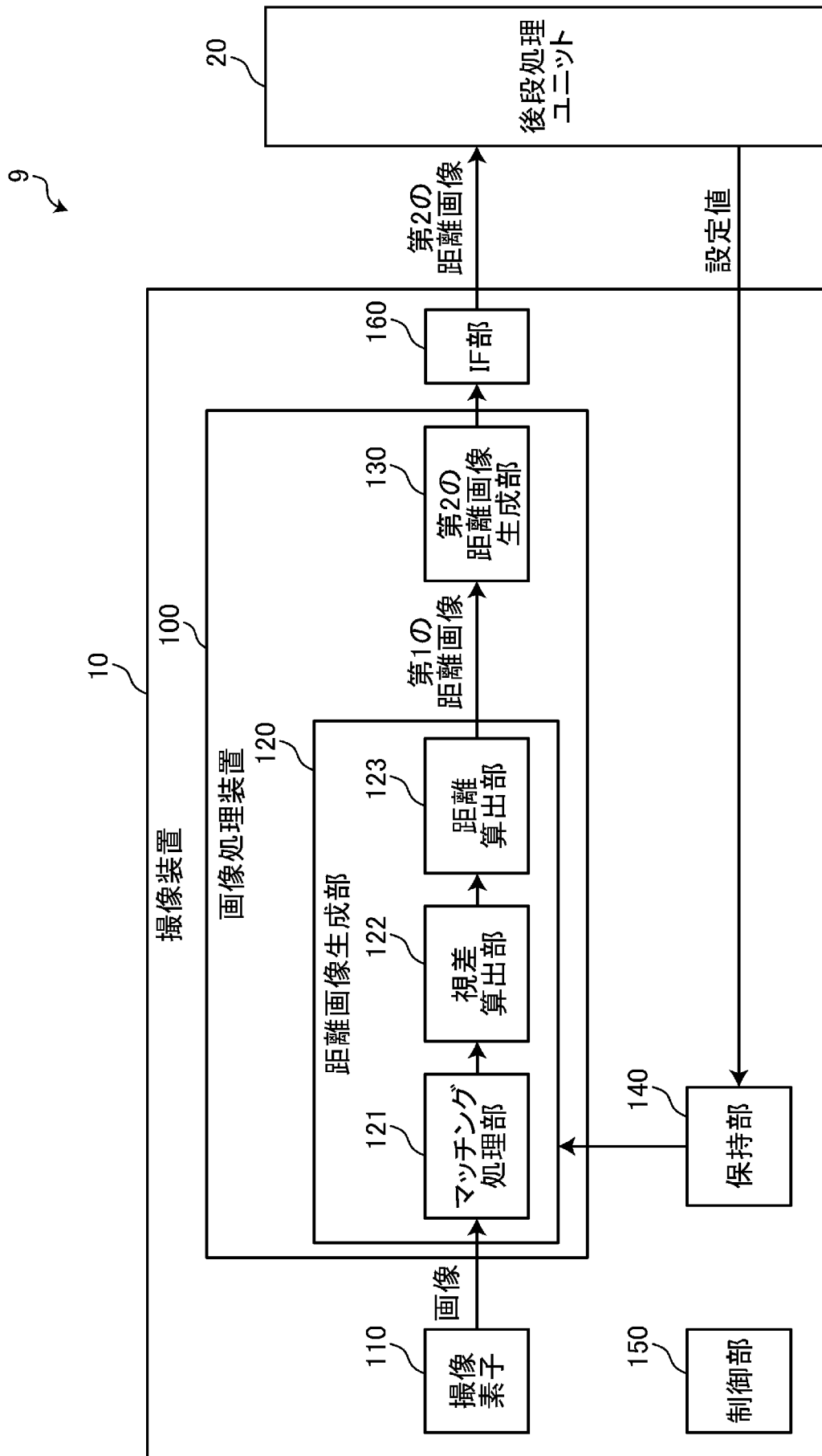
前記第1の距離画像の画素である第1の画素の距離の情報が配置される複数の第2の画素を有する距離画像であって、前記複数の第2の画素は前記第1の距離画像を生成するために前記対象物を含む領域に投光される所定の発光領域のパターンを有する構造化光の前記発光領域にそれぞれ対応して配置され、前記発光領域に対応する位置の前記第1の画素の距離の情報が当該発光領域に対応する位置の前記第2の画素に配置される距離画像である第2の距離画像を生成する第2の距離画像生成部と、

を有する撮像装置。

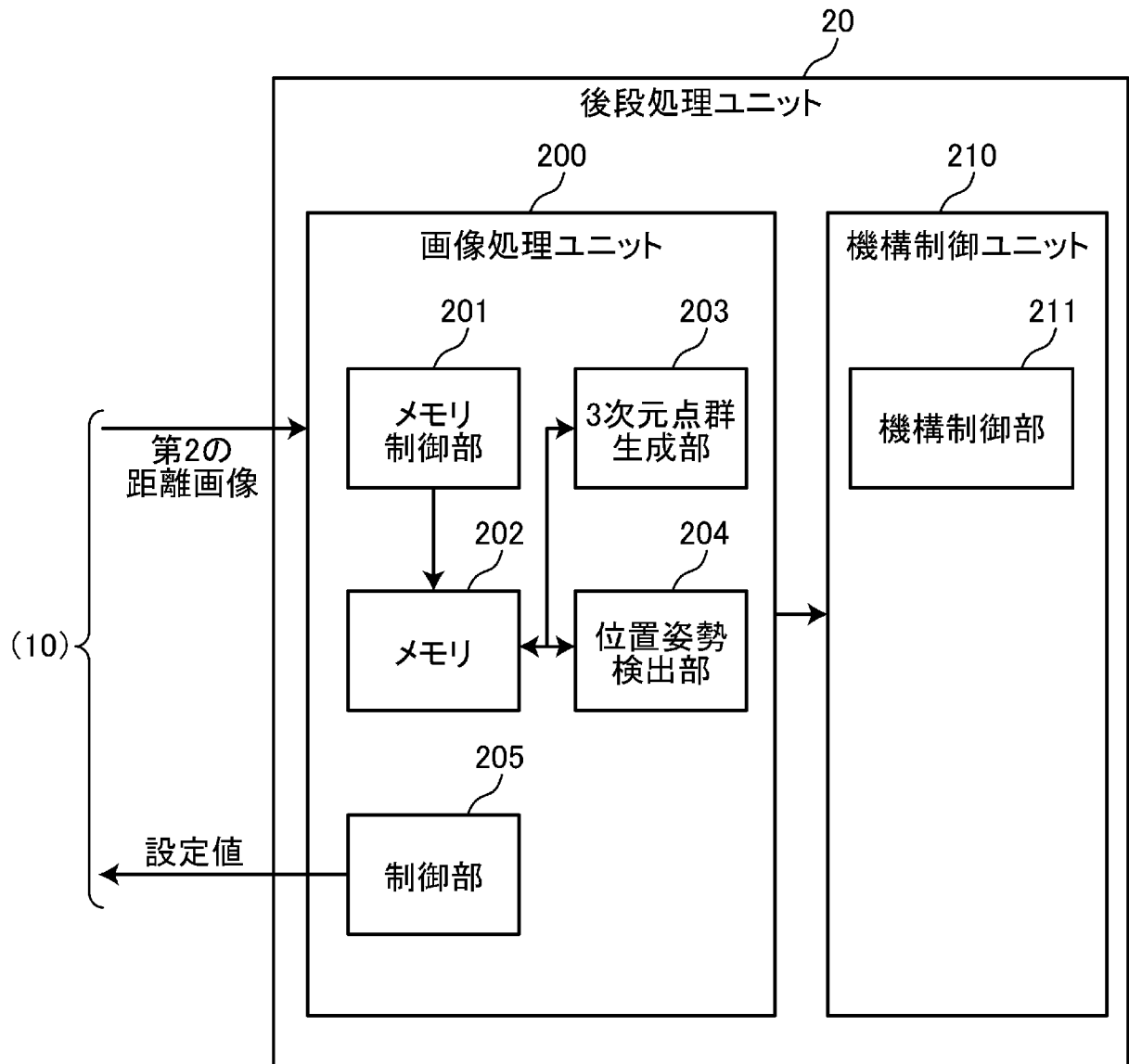
[図1]



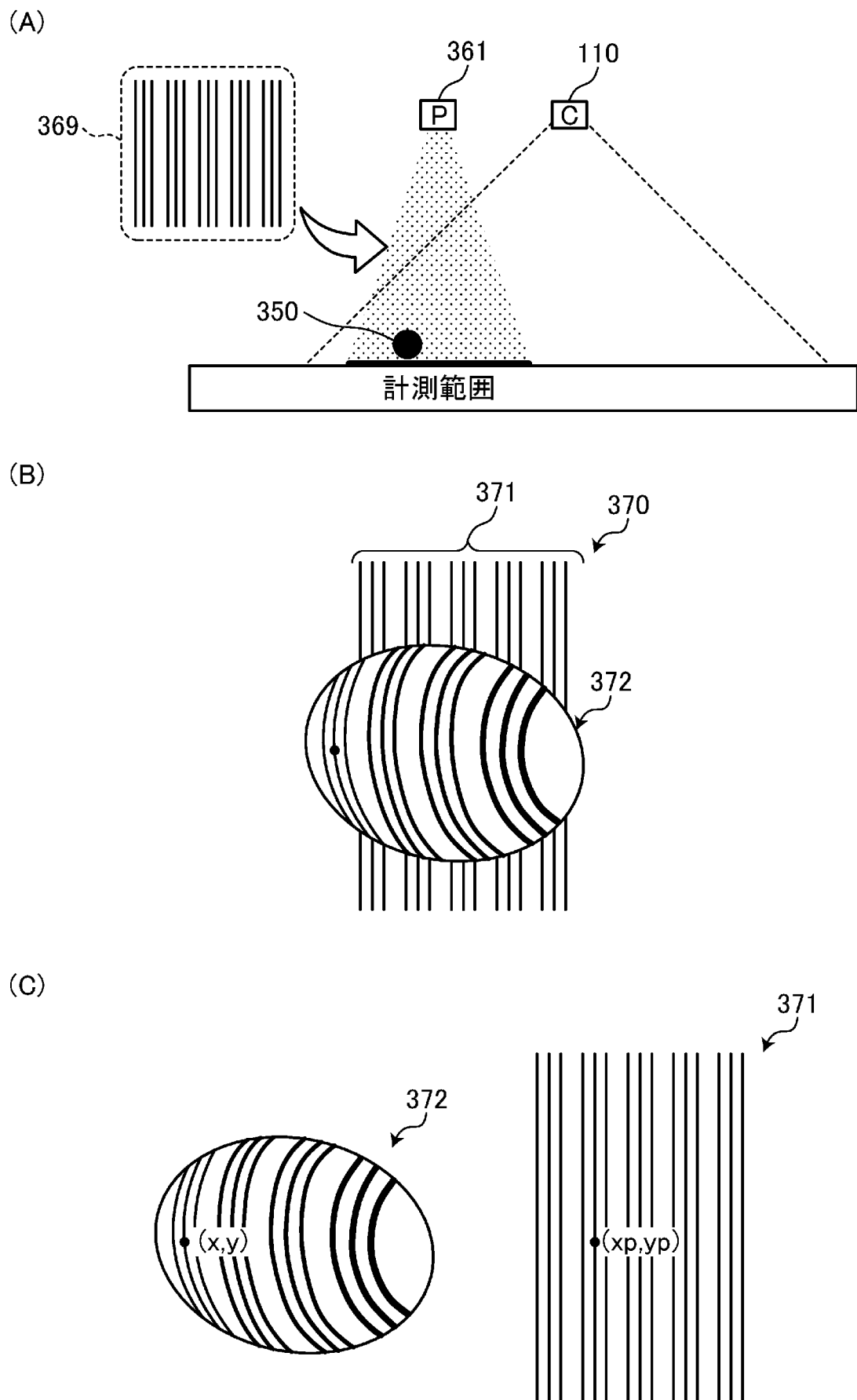
[図2]



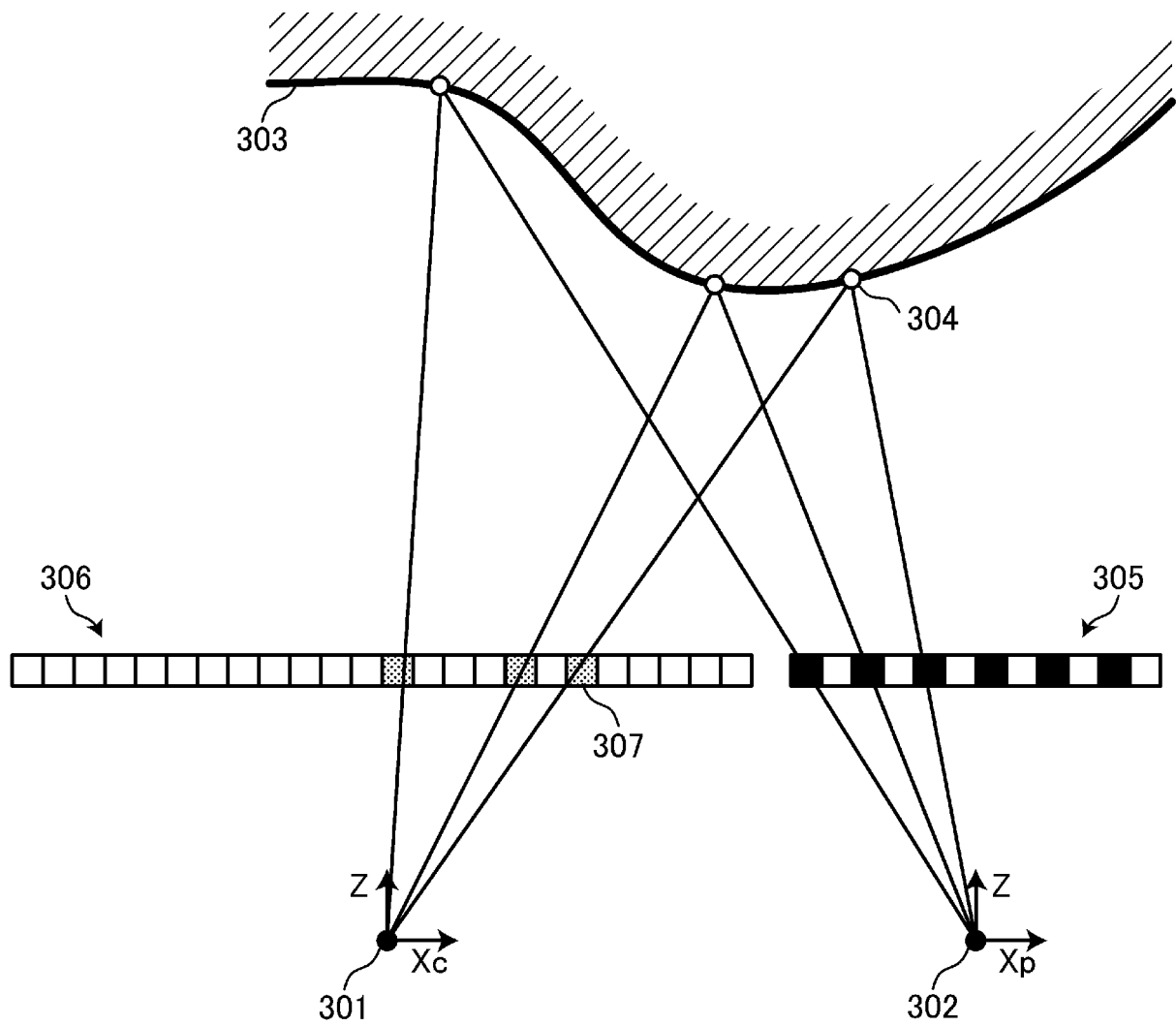
[図3]



[図4]

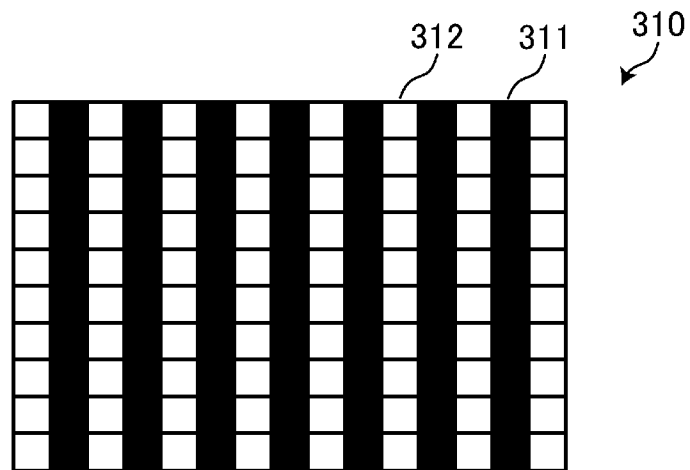


[図5]

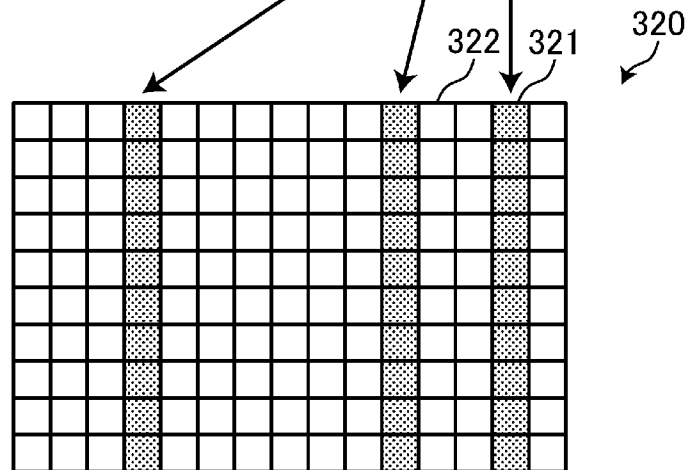


[図6]

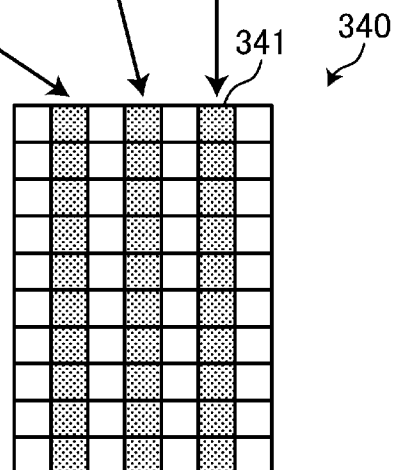
(A)



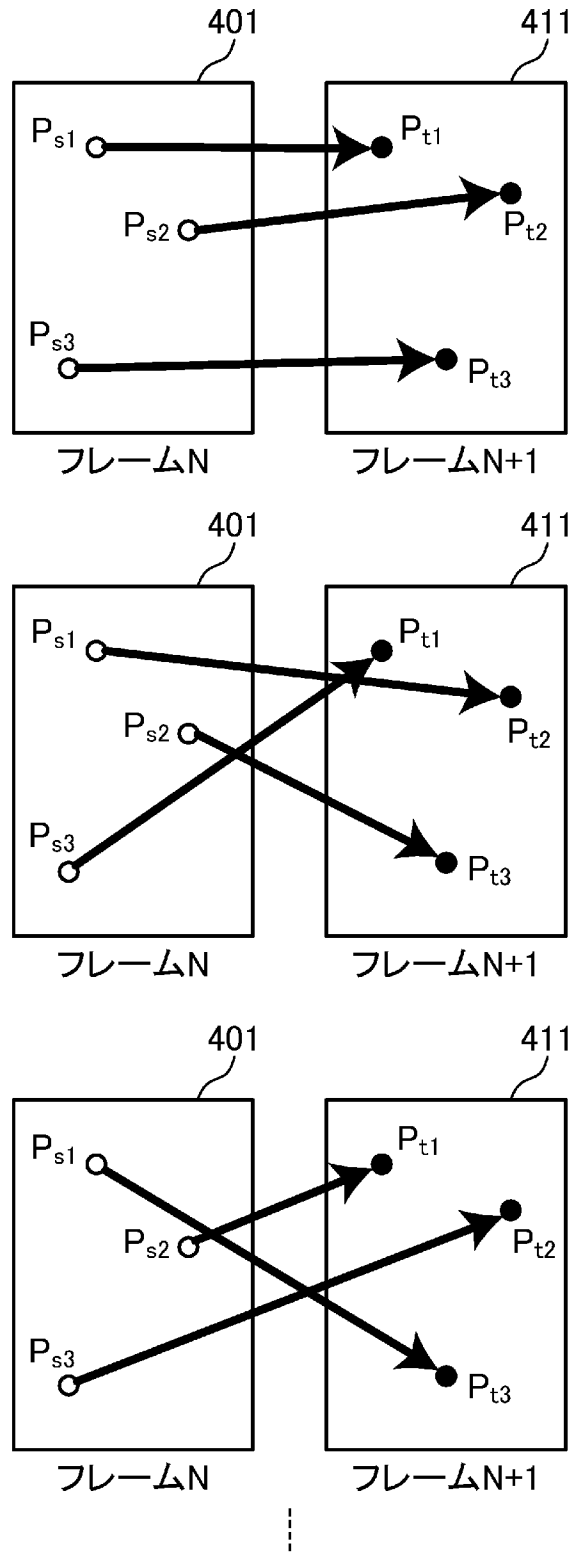
(B)



(C)

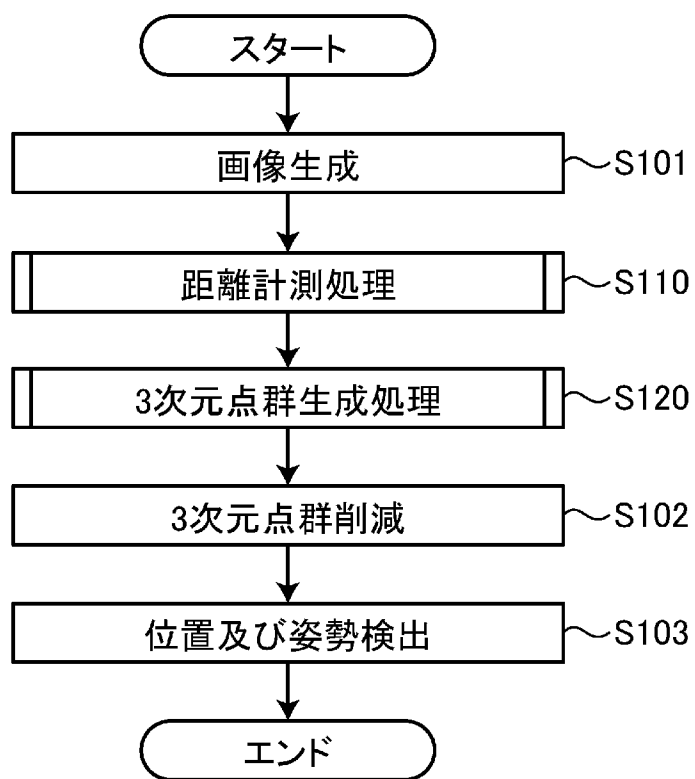


[図7]

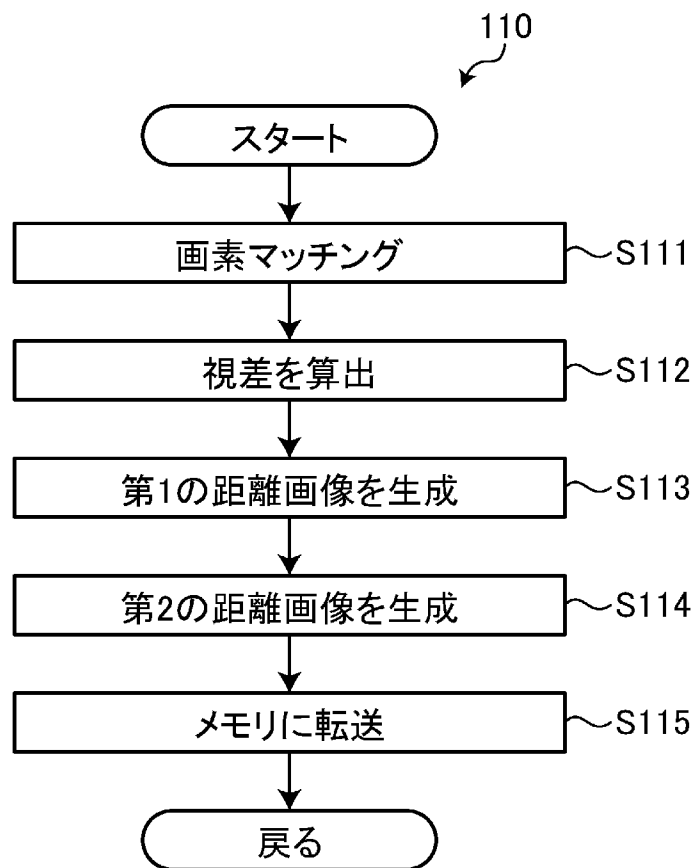


$$\operatorname{argmin} E = \sum_{i=1}^n \|P_{ti} - (RP_{si} + T)\|^2$$

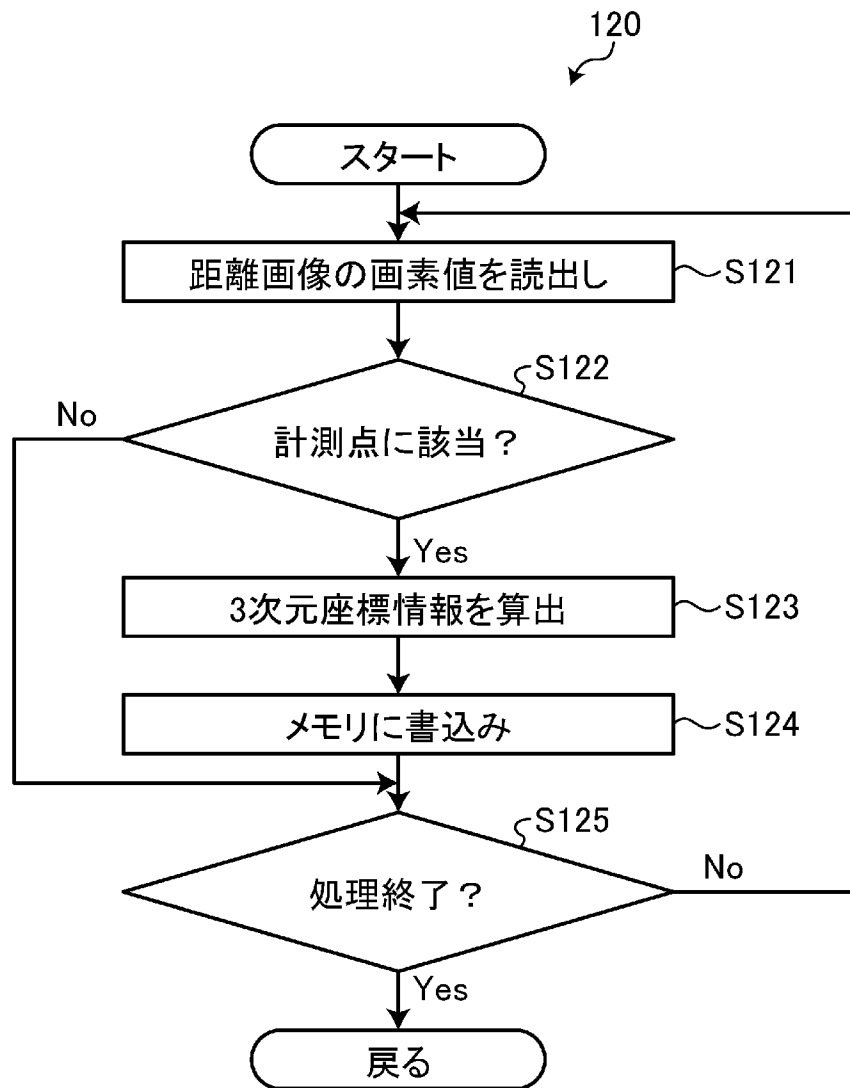
[図8]



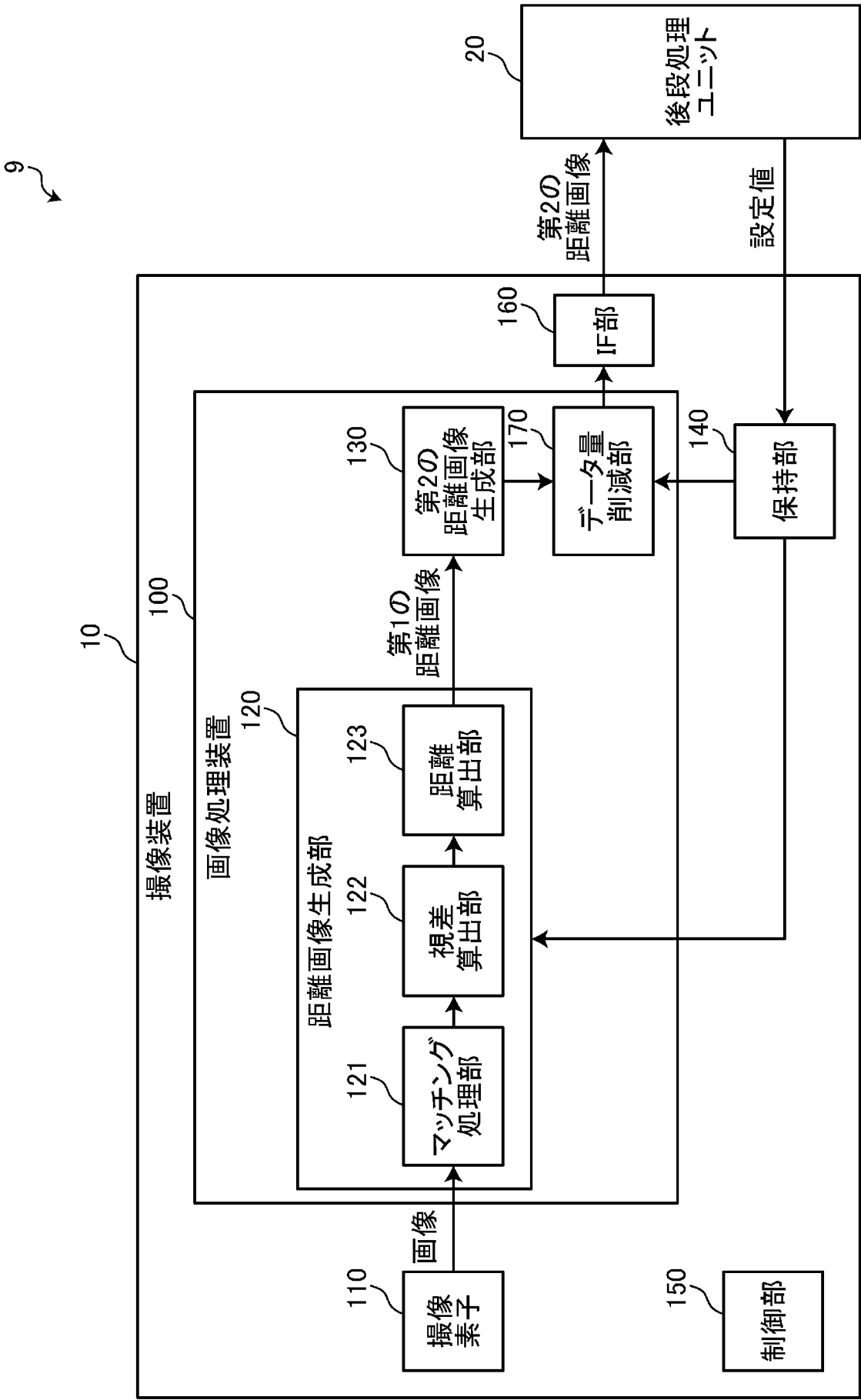
[図9]



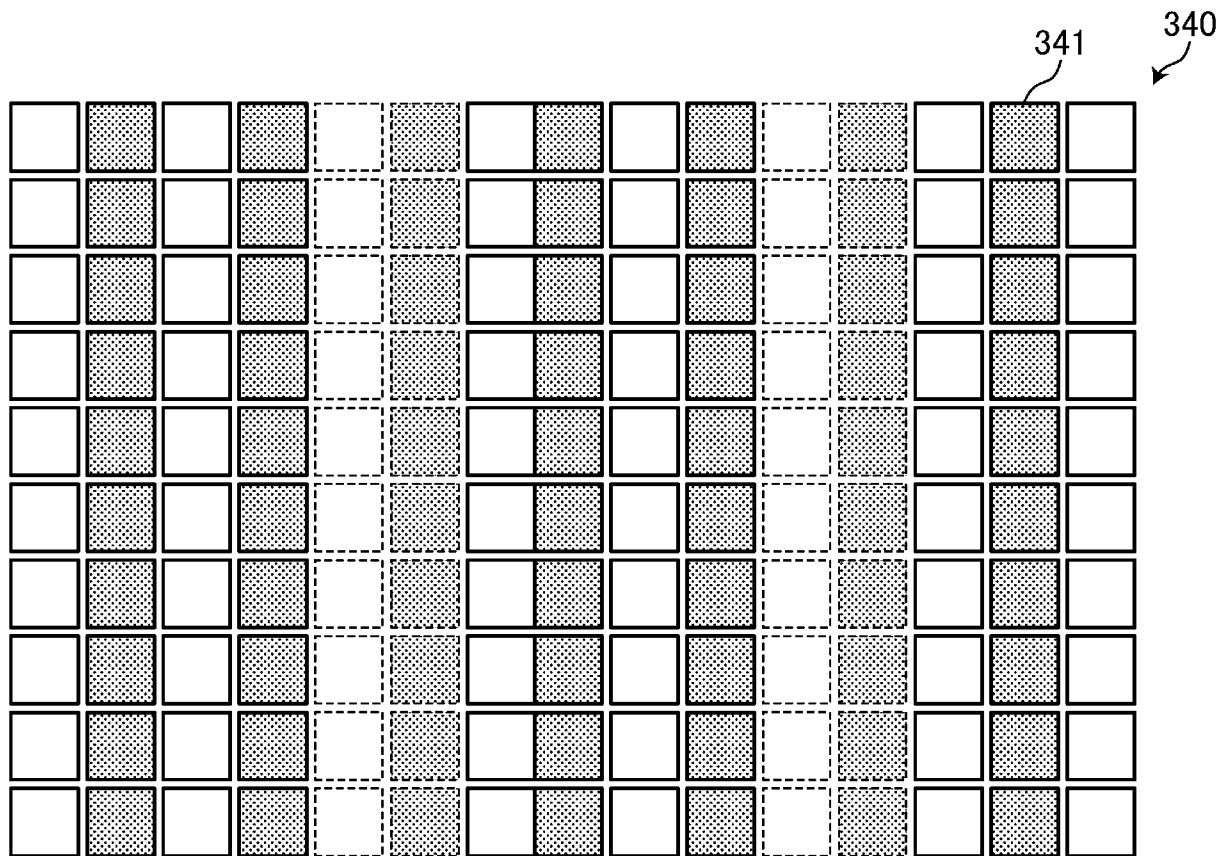
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/034587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 11/25**(2006.01)i; **G06T 7/50**(2017.01)i

FI: G01B11/25 H; G06T7/50

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)

G01B11/00-11/30; G06T7/00-7/90

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 61-84515 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) 30 April 1986 (1986-04-30) page 1, lower left column, line 1 to page 9, lower left column, line 10, fig. 1-11	1, 3-6
Y		2
Y	JP 2017-83427 A (CANON INC.) 18 May 2017 (2017-05-18) paragraph [0052]	2



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

27 October 2023

Date of mailing of the international search report

14 November 2023

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/JP2023/034587

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	61-84515	A	30 April 1986	US 4653104 A column 1, line 1 to column 8, line 14, fig. 1-11	
				EP 176339 A2	
JP	2017-83427	A	18 May 2017	US 2017/0127048 A1 paragraph [0077]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/25(2006.01)i; G06T 7/50(2017.01)i FI: G01B11/25 H; G06T7/50		
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）） G01B11/00-11/30; G06T7/00-7/90 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
X	JP 61-84515 A（ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション） 30.04.1986（1986-04-30） 第1頁左下欄第1行-第9頁左下欄第10行，図1-11	1,3-6
Y		2
Y	JP 2017-83427 A（キヤノン株式会社）18.05.2017（2017-05-18） 段落[0052]	2
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 “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 27.10.2023		国際調査報告の発送日 14.11.2023
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） 仲野 一秀 2S 5267 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2023/034587

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 61-84515 A	30.04.1986	US 4653104 A 第1欄第1行-第8欄第14行, 図1-11 EP 176339 A2	
JP 2017-83427 A	18.05.2017	US 2017/0127048 A1 段落[0077]	