

(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  
2017年9月14日(14.09.2017)



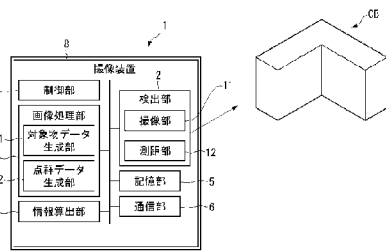
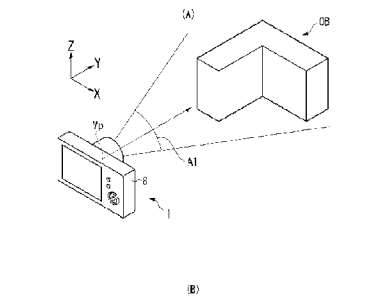
(10) 国際公開番号  
WO 2017/154705 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06T 7/00 (2017.01) G01B 11/24 (2006.01)  
G01B 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/008164
- (22) 国際出願日: 2017年3月1日(01.03.2017)
- (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 2016-045828 2016年3月9日(09.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 杉村 武昭(SUGIMURA, Takeaki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 中川 源洋(NAKAGAWA, Yoshihiro); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 西 和哉, 外(NISHI, Kazuya et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3-9-7 東池袋織本ビル6F 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, 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, 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), ユーロアジア (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,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING DEVICE, IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING PROGRAM, DATA STRUCTURE, AND IMAGING SYSTEM

(54) 発明の名称: 撮像装置、画像処理装置、画像処理プログラム、データ構造、及び撮像システム



- 1 Imaging device
- 2 Detection unit
- 3 Image processing unit
- 4 Information calculation unit
- 5 Storage unit
- 6 Communication unit
- 7 Control unit
- 11 Imaging unit
- 12 Distance measuring unit
- 21 Object data generation unit
- 22 Point group data generation unit

(57) Abstract: [Problem] To enable model information or information serving as a basis for the model information to be easily processed. [Solution] This imaging device is provided with: an imaging unit for imaging an object from a prescribed viewpoint; a distance measuring unit for measuring the distances to points on the object from the prescribed viewpoint; an object data generation unit which uses a captured image from the imaging unit and measurement results of the distance measuring unit to generate object data obtained by arranging, in a first arrangement order, unit data in which pixel values of the captured image are paired with distances to the prescribed viewpoint from points on the object which correspond to the pixel values; and a point group data generation unit which calculates, on the basis of the object data, position information related to the points on the object, and arranges point data including the position information in the first arrangement order to generate point group data.

(57) 要約: 【課題】モデル情報、あるいはモデル情報のもとになる情報を容易に処理できる。【解決手段】撮像装置は、対象物を所定の視点から撮像する撮像部と、所定の視点から対象物上の点までの距離を測定する測距部と、撮像部による撮像画像および測距部の測定結果を用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データを第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、対象物データに基づいて対象物上の点の位置情報を算出し、位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える。

WO 2017/154705 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))  
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

## 明 細 書

発明の名称：

撮像装置、画像処理装置、画像処理プログラム、データ構造、及び撮像システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置、画像処理装置、画像処理プログラム、データ構造、及び撮像システムに関する。

### 背景技術

[0002] 物体の三次元形状をサーフェスモデルで記述したモデル情報（3次元構造情報）を処理する装置が提案されている（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2010-134546号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のモデル情報、あるいはモデル情報のもとになる情報は、容易に処理できることが望まれる。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様に従えば、対象物を所定の視点から撮像する撮像部と、所定の視点から対象物上の点までの距離を測定する測距部と、撮像部による撮像画像および測距部の測定結果を用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、対象物データに基づいて対象物上の点の位置情報を算出し、位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える撮像装置が提供される。

- [0006] 本発明の第2の態様に従えば、対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、所定の視点から対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、対象物データに基づいて対象物上の点の位置情報を算出し、位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える画像処理装置が提供される。
- [0007] 本発明の第3の態様に従えば、コンピュータに、対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、所定の視点から対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成することと、対象物データに基づいて対象物上の点の位置情報を算出し、位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して点群データを生成することと、を実行させる画像処理プログラムが提供される。
- [0008] 本発明の第4の態様に従えば、対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、所定の視点から対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを用いて生成され、第1の並び順を定めた設定情報と、対象物データに基づいて算出される対象物上の点の位置情報を含み第1の並び順で配列された点データと、を含むデータ構造が提供される。
- [0009] 本発明の第5の態様に従えば、対象物を特定の位置から撮像する撮像部と、特定の位置から対象物までの距離を測定する測距部と、撮像部による撮像画像及び測距部の測定結果を用いて、撮像画像の画素値と画素値に対応する距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、対象物データに基づく対象物上の点の位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える撮像装置が提供される。

- [0010] 本発明の第6の態様に従えば、対象物を特定の位置から撮像する第1撮像部と、特定の位置から対象物までの距離を測定する第1測距部と、第1撮像部による撮像画像と第1測距部の測定結果とを用いて、撮像画像の画素値と画素値に対応する距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された第1対象物データを生成する第1対象物データ生成部と、第1対象物データに基づく対象物上の点の位置情報を含む点データを第1の並び順で配列して第1点群データを生成する第1点群データ生成部と、対象物を特定の位置とは異なる位置から撮像する第2撮像部と、第2撮像部による撮像画像と異なる位置から対象物までの距離とを組にした単位データが第2の並び順で配列された第2対象物データを生成する第2対象物データ生成部と、第2対象物データに基づく対象物上の点の位置情報を含む点データを第2の並び順で配列して第2点群データを生成する第2点群データ生成部と、第1点群データに基づく第1モデル情報と第2点群データに基づく第2モデル情報とを統合するモデル統合部と、を備える撮像システムが提供される。
- [0011] 本発明の第7の態様に従えば、第1の態様または第5の態様の撮像装置と、撮像装置から出力された情報を処理する情報処理装置と、を備える撮像システムが提供される。

### 図面の簡単な説明

- [0012] [図1]第1実施形態に係る撮像装置を示す図である。
- [図2]第1実施形態に係る検出部を示す図である。
- [図3]第1実施形態に係る撮像部による撮像画像、画像データを示す図である。
- [図4]第1実施形態に係る測距部によるデプス画像、デプス情報を示す図である。
- [図5]第1実施形態に係る対象物データ、点群データを示す図である。
- [図6]第1実施形態に係るメッシュ情報の例を示す図である。
- [図7]実施形態に係る検出方法を示すフローチャートである。
- [図8]第2実施形態に係る撮像装置を示す図である。

[図9]第2実施形態に係る分類部による処理を示す図である。

[図10]第2実施形態に係る分類部による処理、メッシュ情報を示す図である。

[図11]第3実施形態に係る撮像装置を示す図である。

[図12]第3実施形態に係るメッシュ情報、テクスチャ情報を示す図である。

[図13]第4実施形態に係る検出システムを示す図である。

[図14]第4実施形態に係る検出システムを示す図である。

[図15]第5実施形態に係る検出システムを示す図である。

[図16]第5実施形態に係る検出システムを示す図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0013] [第1実施形態]

第1実施形態について説明する。図1(A)は、本実施形態に係る撮像装置1の一例を示す図である。撮像装置1は、所定の視点（一視点、単視点、複数の視点）から対象物OBを検出する撮像装置であり、検出領域A1（例、視野）内の対象物OBを検出する。撮像装置1は、例えば、定点カメラでもよいし、手動または自動で視野を変更可能なカメラでもよく、携帯可能な情報端末（例、スマートフォン、タブレット、カメラ付き携帯電話）でもよい。

[0014] 撮像装置1は、対象物OBを検出した結果を使って、対象物OBに関する情報の演算処理を行う。撮像装置1は、演算処理によって、対象物OBの少なくとも一部をモデル化し、モデル情報（モデルデータ、CGモデルデータ）を算出する。例えば、撮像装置1は、対象物OBの検出結果（例、撮像画像、デプス情報）を用いて、形状情報とテクスチャ情報（表面情報）との少なくとも一方を生成あるいは抽出する処理を行う。上記の演算処理は、例えば、対象物OBの少なくとも一部に関するコンピュータグラフィック処理（CG処理）を含んでもよい。

[0015] モデル情報は、例えば、対象物OBの三次元形状を示す形状情報と、対象物OBの表面の模様を示すテクスチャ情報との少なくとも一方を含む。また

、例えば、モデル情報は、3次元の点座標、その点座標の関連情報、点座標及びその関連情報で規定された面のテクスチャ情報、画像全体の照明条件や光源情報などの画像の空間情報、並びに形状情報としてのポリゴンデータの少なくとも一つを含む。テクスチャ情報は、例えば、対象物OBの表面の文字や図形、パターン、凹凸を規定する情報、特定の画像、及び色彩（例、有彩色、無彩色）の少なくとも1つの情報を含む。撮像装置1は、例えば、所定の視点 $V_p$ （例、一視点、単視点、1方向）から見た対象物OBを示すモデル情報を算出する。

[0016] 図1（B）は、撮像装置1の構成の一例を示すブロック図である。撮像装置1は、例えば、検出部2と、画像処理部3（画像処理装置）と、情報算出部4と、記憶部5と、通信部6（送信部）と、制御部7と、本体部8とを備える。本体部8は、例えば、カメラボディ、ケース、筐体などである。検出部2、画像処理部3、及び情報算出部4は、例えば、本体部8に設けられる。

[0017] 図2は、検出部2の一例を示す図である。検出部2は、所定の視点 $V_p$ から対象物OBを光学的に検出する。検出部2は、例えば、所定の一視点から対象物OBを見た画像と、所定の一視点から対象物OB上の各点までの距離との少なくとも一方を取得する。検出部2は、例えば、所定の視角で対象物OBを検出してもよい。検出部2は、例えば、所定の視線（例、単一の視線）で対象物OBを検出してもよい。検出部2は、撮像部11および測距部12を含む。撮像部11は、所定の視点 $V_p$ から対象物OBを撮像する。測距部12は、所定の視点 $V_p$ （図1（A）参照）から対象物OB上の各点までの距離を検出する。

[0018] 撮像部11は、結像光学系13および撮像素子（検出素子、受光素子）14を備える。結像光学系13は、対象物OBの像を撮像素子14上に形成する（撮像素子14に投影する）。結像光学系13は、例えば鏡筒内に保持され、鏡筒とともに本体部8（図1参照）に取り付けられる。結像光学系13および鏡筒は、例えば交換レンズであり、本体部8から取り外し可能である

。結像光学系13および鏡筒は、内蔵レンズでもよく、例えば鏡筒は、本体部8の一部でもよいし、本体部8から取り外し不能でもよい。

[0019] 撮像素子14は、例えば、複数の画素が二次元的に配列されたCMOSイメージセンサ、あるいはCCDイメージセンサである。撮像素子14は、例えば本体部8に收容される。撮像素子14は、結像光学系13が形成した像を撮像する。撮像素子14の撮像結果（検出結果）は、例えば、各画素の色ごとの画素値（例、階調値）の情報（例、RGBデータ）を含む。撮像素子14は、例えば、撮像結果をフルカラー画像のデータ形式で出力する。

[0020] 図3（A）は、実施形態に係る撮像部11による撮像画像 $Im1$ を示す概念図であり、図3（B）は画像データ $Da$ のデータ構造を示す図である。撮像画像 $Im1$ は、複数の画素 $P$ が二次元的に配列されている。ここでは、画素が配列される第1の方向を水平走査方向と称し、画素が配列される第2の方向（第1の方向とは異なる方向）を垂直走査方向と称する。また、水平走査方向における画素の位置を、 $0, 1, 2, \dots, i-1$ で表し、垂直走査方向における画素の位置を $0, 1, 2, \dots, j-1$ で表す。 $i$ は、水平走査方向に並ぶ画素の数であり、 $j$ は垂直走査方向に並ぶ画素の数である。例えば、解像度がVGAである場合、 $i$ が640であり、 $j$ が480である。解像度は任意に設定され、例えば、フルHD（Full High Definition、画素数が $1920 \times 1080$ ）でもよいし、他の解像度でもよい。ここでは、水平走査方向の位置が $x$ （ $x$ は0以上 $i-1$ 以下の整数）であり、垂直走査方向の位置が $y$ （ $y$ は0以上 $j-1$ 以下の整数）である画素 $P$ を符号 $P(x, y)$ で表す。また、水平走査方向に並ぶ画素を行と称し、垂直走査方向に並ぶ画素を列と称する。

[0021] 撮像画像 $Im1$ は、例えば、加法混色によって複数の色を表現可能である。各画素（例、画素 $P(i-1, j-1)$ ）は、互い異なる色を表すサブ画素（R、G、B）を含む。以下、画素 $P(x, y)$ におけるB（青）の画素値（階調値）を $B(x, y)$ で表し、画素 $P(x, y)$ におけるG（緑）の画素値（階調値）を $G(x, y)$ で表し、画素 $P(x, y)$ におけるR（赤



)の画素値(階調値)を $R(x, y)$ で表す。 $B(x, y)$ 、 $G(x, y)$ 、 $R(x, y)$ のそれぞれは、例えば、8ビットのデジタルデータで表される。例えば、 $P(0, 0)$ の画素データは、 $B(0, 0)$ と $G(0, 0)$ と $R(0, 0)$ との組で表される。例えば、 $B(x, y)$ 、 $G(x, y)$ 、及び $R(x, y)$ は、それぞれ、予め設定される任意のビット数のデジタルデータ(固定長データ)である。

[0022] なお、撮像画像 $I_m 1$ は、加法混色に用いる色の種類の数は、任意であり、2つあるいは4つ以上でもよい。また、撮像画像 $I_m 1$ は、RGB表色系以外の表色系を用いるものでもよく、例えばXYZ表色系などで色を表すものでもよい。また、撮像画像 $I_m 1$ は、カラー画像でなくてもよく、グレイスケール画像でもよい。グレイスケール画像の場合、撮像画像 $I_m 1$ は、青、緑、及び赤の画素値の代わりに、黒から白までの明るさを段階的に表した画素値を含む。

[0023] 図3(B)に示すように、画像データ $D_a$ は、設定情報 $D_a 1$ および画素データ構造体 $D_a 2$ を含む。設定情報 $D_a 1$ は、例えば、ヘッダ情報であり、画像データ $D_a$ が画像処理装置等に読み込まれる際に、画像データ $D_a$ のうち最初に読み込まれる。設定情報 $D_a 1$ は、例えば、ファイルヘッダ、情報ヘッダ、及びパレットヘッダを含む。ファイルヘッダは、ファイルタイプ、ファイルサイズなど、ファイル自体に関する情報を格納する。情報ヘッダは、画像として取り扱われるのに必要な情報を格納する。例えば、情報ヘッダは、画素の配列のサイズを示す配列情報(図中「Width」、「Height」)を含む。「Width」は、画像の横幅(水平走査方向に並ぶ画素数)であり、図3(A)の例では $i$ である。また「Height」は、画像の高さ(垂直走査方向に並ぶ画素数)であり、図3(A)の例では $j$ である。パレットヘッダは、画素データ構造体 $D_a 2$ に格納される画素データのインデックスカラーを格納する。

[0024] 画素データ構造体 $D_a 2$ は、複数の画素の各色の画素値を格納する。画素データ構造体 $D_a 2$ は、例えば、画素ごとの画素データにおいてB、G、R

の画素値が予め定められた順に連続的に配列され、画素データが画素の並ぶ順に繰り返し配列される構造である。例えば、画素データ構造体 D a 2 の先頭の画素データは、画素 P ( 0 , 0 ) の画素データであり、以下、水平走査方向に並ぶ順に、画素 P ( 1 , 0 ) 、 . . . 、 P ( i - 1 , 0 ) の画素データまで並ぶ。また、水平走査方向の終端の画素 P ( i - 1 , 0 ) の画素データの次には、垂直走査方向の位置をインクリメント (+ 1) した水平走査方向の起点の画素 P ( 0 , 1 ) の画素データが配置され、以下同様に、画素 P ( i - 1 , j - 1 ) まで画素データが順に配列される。画素データ構造体 D a 2 には、画素データ ( B 、 G 、 R の画素値の組み) が ( i × j ) 個配列される。

[0025] 画素データ構造体 D a 2 は、例えば、予め決められたアクセス方式（例えばシーケンシャルアクセス）で画像処理部 3 によって読み出される。シーケンシャルアクセスの場合、例えば、画素データ構造体 D a 2 は、画像の左下の端の画素の画素データから水平走査方向の 1 行の画素データが順に読みだされ、次に垂直走査方向に 1 画素だけステップして次の行の画素の画素データが読み出される処理が繰り返されて、全画素の画素データが読み出される。画像データ D a を読み出す装置（例、画像処理部 3）は、設定情報 D a 1 から画素の配列のサイズの情報を取得し、画素データ構造体 D a 2 から画素データが読み出される順番（読み出し順、アクセス順）によって、この画素データがいずれの位置の画素の画素データであるかを判別することができる。なお、画素データ構造体 D a 2 は、ランダムアクセスによって読み出されてもよく、この場合、画像データ D a を読み出す装置は、画素の位置を用いて画素データのアドレスを算出して、画素データを直接的に読み出すことができる。

[0026] なお、ビットマップなどの画像は、「W i d t h」あるいは「H e i g h t」が負の値で表される場合があり、「W i d t h」、「H e i g h t」の正負によって配列の起点が定められる。例えば、「H e i g h t」は、正である場合、画像の左下の画素を起点として上方に向かう配列（ボトムアップ

方式)であることを示し、負である場合に左上の画素を起点として下方に向かう配列(トップダウン方式)であることを示す。このように、撮像画像 1 m 1 は、「Width」あるいは「Height」の正負によって配列の方向を表すものでもよいし、それ以外のフラグなどによって配列の方向を表すものでもよい。

[0027] 図 2 の説明に戻り、測距部 1 2 は、対象物 O B の表面上の各点からの距離を検出する。測距部 1 2 は、例えば、TOF (time of flight) 法により距離を検出する。測距部 1 2 は、その他の手法で距離を検出するものでもよい。例えば、測距部 1 2 は、レーザスキャナを含み、レーザスキャンにより距離を検出するものでもよい。例えば、測距部 1 2 は、対象物 O B に所定のパターンを投影し、このパターンの検出結果をもとに距離を測定するものでもよい。また、測距部 1 2 は、位相差センサを含み、位相差法により距離を検出するものでもよい。また、測距部 1 2 は、DFD(depth from defocus)法、あるいは複数の撮像素子(例、立体視カメラ)を用いた三角測量法により距離を検出するものでもよい。DFD法あるいは三角測量法を用いる場合、測距部 1 2 は、撮像部 1 1 の結像光学系 1 3 と撮像素子 1 4 との少なくとも一方を用いるものでもよい。

[0028] 測距部 1 2 は、例えば、照射部 1 5、結像光学系 1 6、撮像素子 1 7、及びコントローラ 1 8 を備える。照射部 1 5 は、対象物 O B に赤外光を照射可能である。照射部 1 5 は、コントローラ 1 8 に制御される。コントローラ 1 8 は、照射部 1 5 から照射される赤外光の強度を時間変化させる(例、振幅変調する)。結像光学系 1 6 は、対象物 O B の像を形成する。結像光学系 1 6 は、結像光学系 1 3 と同様に、交換レンズの少なくとも一部でもよいし、内蔵レンズの少なくとも一部でもよい。撮像素子 1 7 は、例えば、CMOS イメージセンサ、あるいは CCD イメージセンサである。撮像素子 1 7 は、少なくとも照射部 1 5 が照射する光の波長帯に感度を有する。撮像素子 1 7 は、例えば、コントローラ 1 8 に制御され、対象物 O B で反射散乱した赤外光を検出する。例えば、撮像素子 1 7 は、結像光学系 1 6 が形成した像を撮

像する。

[0029] コントローラ 18 は、撮像素子 17 による検出結果を使って、対象物 OB の表面の各点から撮像素子 17 までの距離（デプス）を検出する。例えば、対象物 OB の表面上の点から撮像素子 17 に入射する光の飛行時間は、この点のデプスに応じて変化する。撮像素子 17 の出力は飛行時間に応じて変化する。コントローラ 18 は、例えば、撮像素子 17 の出力をもとにデプスを算出する。コントローラ 18 は、例えば、撮像素子 17 が撮像した画像の一部の領域（例、1 画素、複数の画素）ごとにデプスを算出し、この領域の位置とデプスとを関連付けて、デプス情報を算出（生成）する。デプス情報は、例えば、対象物 OB の表面上の点の位置と、この点から撮像装置 1 までの距離（デプス、深度）とを関連付けた情報を含む。デプス情報は、例えば、対象物 OB におけるデプスの分布（例、デプスマップ）を示す情報（例、デプス画像）を含む。デプス画像は、例えば、各画素に対応する対象物 OB 上の位置から所定の視点  $V_p$  までの距離を階調で表したグレイスケール画像である。

[0030] 図 4 (A) は、実施形態に係る測距部 12 によるデプス画像  $I_{m2}$  を示す概念図であり、図 4 (B) はデプス画像  $I_{m2}$  の画像データ（デプス情報）のデータ構造を示す図である。デプス画像  $I_{m2}$  には、複数の画素  $D$  が二次元的に配列される。ここでは、画素  $P(x, y)$  に対応する対象物 OB 上の点（部分）と所定の視点  $V_p$  との距離（デプス）を表す画素を符号  $D(x, y)$  で表す。なお、デプス画像  $I_{m2}$  において、図 3 の撮像画像  $I_{m1}$  と共通する説明については、適宜、省略あるいは簡略化する。  $m$  は、水平走査方向に並ぶ画素の数であり、  $n$  は垂直走査方向に並ぶ画素の数である。デプス画像  $I_{m2}$  における各画素の画素値は、例えば、各画素に対応する対象物 OB 上の点と所定の視点  $V_p$  との距離を階調値で表したものである。デプス画像  $I_{m2}$  における各画素の画素値は、例えば、予め設定される任意のビット数のデジタルデータ（固定長データ）である。

[0031] 図 4 (B) に示すように、デプス画像  $I_{m2}$  の画像データ  $D_b$ （デプス情

報)は、設定情報D b 1および距離データ構造体D b 2を含む。設定情報D b 1は、例えばヘッダ情報であり、画像データD bが画像処理装置あるいは表示装置等に読み込まれる際に、画像データD aのうち最初に読み込まれる。設定情報D b 1は、例えば、画素の配列を示す配列情報(図中「W i d t h」、「H e i g h t」)を含む。「W i d t h」は、画像の横幅(水平走査方向に並ぶ画素数)であり、図4(A)の例ではmである。また「H e i g h t」は、画像の高さ(垂直走査方向に並ぶ画素数)であり、図4(A)の例ではnである。以下の説明では、 $m = i$ かつ $n = j$ であるものとするが、mはiと異なる値でもよいし、また、nはjと異なる値でもよい。

[0032] 距離データ構造体D b 2は、各画素の画素値を格納する。距離データ構造体D b 2は、例えば、画素値が画素Dの並ぶ順に繰り返し配列される構造である。例えば、距離データ構造体D b 2の先頭の画素値は、画素D(0, 0)の画素値であり、以下、水平走査方向に並ぶ順に、画素D(1, 0)、  
・  
・  
・、D(m-1, 0)の画素値まで並ぶ。また、水平走査方向の終端の画素D(m-1, 0)の画素値の次には、垂直走査方向の位置をインクリメント(+1)した水平走査方向の起点の画素D(0, 1)の画素値が配置され、以下同様に、画素D(i-1, j-1)まで画素値が順に配列される。距離データ構造体D b 2には、(m×n)個の画素値がシリアルに配列される。

[0033] 距離データ構造体D b 2は、例えば、シーケンシャルアクセス方式で画像処理部3によって並ぶ順に読み出される。例えば、距離データ構造体D b 2は、画像の左下の端の画素の画素値から水平走査方向の1行の画素の画素値が順に読みだされ、次に垂直走査方向に1画素だけステップして次の行の画素の画素値が順に読み出される処理が繰り返されて、全画素の画素値が読み出される。画像データD bを利用する装置は、設定情報D b 1から画素の配列情報(例、m、n)を取得し、距離データ構造体D b 2から画素値が読み出される順番によって、画素の位置と画素値とを対応付けることができる。なお、距離データ構造体D b 2は、例えば画素データ構造体D a 2と

同様にランダムアクセスによって読み出されてもよい。

[0034] 図1の説明に戻り、画像処理部3（画像処理装置）は、対象物データ生成部21および点群データ生成部22を備える。対象物データ生成部21は、撮像部11による撮像画像および測距部12の測定結果を用いて、対象物データD<sub>c</sub>（後に図5（A）で説明する）を生成する。点群データ生成部22は、対象物データD<sub>c</sub>に基づいて対象物OB上の点の位置情報（例、座標）を算出する。また、点群データ生成部22は、対象物OB上の点の位置情報を少なくとも含む点データFを配列して、点群データD<sub>e</sub>（後に図5（B）、図5（C）で説明する）を生成する。点データFは、例えば、検出部2の検出結果から得られる対象物OB上の点の座標（X、Y、Z）を含む。例えば、複数の点データFは、それぞれ、画像処理部3が検出部2の検出結果を用いて推定した対象物OBの表面上の点の三次元座標を含む。

[0035] 点群データ生成部22は、例えば、形状情報として、検出部2の検出結果をもとに対象物OB上の複数の点の座標を含む点群データを算出する。点群データ生成部22は、測距部12の検出結果（例、デプス情報）を使って、点群データを算出する（点群データ処理）。例えば、点群データ生成部22は、デプス情報が示す距離画像（デプス画像）から平面画像への透視変換などにより、点群データを算出する。なお、点群データ生成部22は、撮像部11と測距部12とで視野が異なる場合、例えば、測距部12の検出結果を透視変換（射影変換）などによって、撮像部11の視野から対象物OBを検出した結果に変換してもよい。点群データ生成部22は、例えば、撮像部11の視野と測距部12の視野との位置関係（例、視点の位置、視線の向き）に依存するパラメータを使って、透視変換を実行してもよい。

[0036] 図5（A）は、本実施形態に係る対象物データD<sub>c</sub>の一例を示す概念図である。対象物データD<sub>c</sub>は、例えば、RGB-D画像の画像データである。対象物データD<sub>c</sub>は、設定情報D<sub>c</sub>1および単位データ構造体D<sub>c</sub>2を含む。設定情報D<sub>c</sub>1は、例えばヘッダ情報であり、対象物データD<sub>c</sub>が画像処理装置等に読み込まれる際に、対象物データD<sub>c</sub>のうち最初に読み込まれる

。設定情報  $Dc1$  は、単位データ構造体  $Dc2$  の構造を示す情報を含む。例えば、設定情報  $Dc1$  は、RGB-D画像における画素の配列を示す情報（図中「Width」、「Height」）を含む。「Width」は、画像の横幅（水平走査方向に並ぶ画素数）であり、図5（A）の例では  $i$  である。また「Height」は、画像の高さ（垂直走査方向に並ぶ画素数）であり、図5（A）の例では  $j$  である。

[0037] 単位データ構造体  $Dc2$  は、例えば、撮像画像  $Im1$  の画像データ  $Da$  を3次元（R、G、B）から4次元（R、G、B、D）に拡張した構造である。単位データ構造体  $Dc2$  は、例えば、複数の単位データ  $E$  がシリアルに配列された構造である。単位データ  $E$  は、それぞれ、撮像画像  $Im1$  の画素値（図3のR、G、B）、及び画素値に対応する対象物  $OB$  上の点から所定の視点  $Vp$  までの距離に関する情報（図4の画素  $D$  の画素値）とを組にしたデータである。ここでは、画素  $P(x, y)$  に対応する単位データ  $E$  を符号  $E(x, y)$  で表す。例えば、単位データ  $E(0, 0)$  は、図3の画素  $P(0, 0)$  の画素値（ $B(0, 0)$ 、 $G(0, 0)$ 、 $R(0, 0)$ ）、及び画素  $P(0, 0)$  に対応する対象物  $OB$  上の位置と所定の視点  $Vp$  との距離に相当するデプス（画素  $D(0, 0)$  の画素値）を含む。

[0038] 撮像画像  $Im1$  における画素（又は画素値）は、第1の並び順（所定の並び順、複数の画素に対するアクセス順）で配列され、単位データ構造体  $Dc2$  において、単位データ  $E$  は、第1の並び順（例、撮像画像  $Im1$  における画素又は該画素の画素値の読み出し順と同じ順番、同じパターン）で配列されている。例えば、単位データ構造体  $Dc2$  において、単位データ  $E$  は、撮像画像  $Im1$  における取得した画素（又は画素値）の並び順（第1の並び順）を保持するように、シリアルに配列されている。例えば、単位データ構造体  $Dc2$  は、1行の画素に対応する単位データ  $E(0, 0)$  から単位データ  $E(i-1, 0)$  までが順に配置され、次に2行目の画素に対応する単位データ  $E(0, 1)$  から単位データ  $E(i-1, 1)$  までが順に配置され、以下同様に、単位データ  $E(i-1, j-1)$  まで順に配置されている。単位

データ構造体D c 2において、単位データE (0, 0) から単位データE (i - 1, j - 1) は、例えばシーケンシャルアクセスによって、並ぶ順に読み出されるが、例えば画像データD aと同様にランダムアクセスによって読み出されてもよい。

[0039] 対象物データ生成部2 1は、単位データEを第1の並び順で配列して対象物データD cを生成する。対象物データ生成部2 1は、例えば、対象物データD cにおいて、撮像画像I m 1のデータにおける画素値の並び順（例、第1の並び順）を保持する。例えば、対象物データ生成部2 1は、撮像画像I m 1における画素（又は、撮像画像I m 1のデータにおける画素値）の並び順（第1の並び順）を保持して単位データEを配列して、保持した並び順で単位データEが配列された対象物データD cを生成する。例えば、対象物データ生成部2 1は、撮像画像I m 1における画素データ（画素値）の保持される順番（第1の並び順、データ保持順）で単位データEを配列して、単位データEが配列された対象物データD cを生成する。例えば、対象物データ生成部2 1は、撮像画像I m 1の画像データD a（図3参照）から画素データをシーケンシャルアクセスによって読み出し、デプス画像I m 2の画像データD b（図4参照）から画素値（デプス）をシーケンシャルアクセスによって読み出し、撮像画像I m 1の画素データとデプス画像の画素値（デプス）とを読み出された順に組にして配列することで、対象物データD cを生成する。なお、撮像画像I m 1の解像度（i × j）とデプス画像I m 2の解像度（m × n）とが異なる場合、対象物データ生成部2 1は、補間あるいは平均などを用いて撮像画像I m 1とデプス画像I m 2とで解像度を揃え、対象物データD cを生成してもよい。対象物データD c（例、単位データ構造体D c 2）は、例えば、インデックスレスなデータ構造である。例えば、単位データ構造体D c 2において、単位データEは、それぞれ、自データのインデックス（例、識別情報、プロパティ、点データ構造体D e 2における順番）を含まないデータである。対象物データD cは、例えば、単位データEの並び順がパターン化されたデータ構造である。対象物データD cは、例えば



、単位データEの並び順が撮像画像Im1における画素の読出し順（第1の並び順）と対応付けられたデータ構造である。対象物データ生成部21は、例えば、生成した対象物データDcを記憶部5（図1参照）に記憶させる。また、例えば、対象物データ生成部21は、単位データ又は画素値の並び順を保持しておくために、上述の第1の並び順を記憶部5に記憶させる。

[0040] 図5（B）は、本実施形態に係る点群データの一例を示す概念図である。点群データDeは、例えば、RGB-D画像のデプスを位置情報（例、座標）に変換したデータである。点群データDeは、設定情報De1および点データ構造体De2を含む。点データ構造体De2は、複数の点データFがシリアルに配列された構造である。点データFは、撮像画像Im1の画素値（図3のR、G、B）、及びこの画素値に対応する対象物OB上の点の座標（X、Y、Z）とを組にした構造である。ここでは、画素P（x、y）に対応する点データを符号F（x、y）で表す。また、画素P（x、y）に対応する対象物OB上の点の実空間上の座標をX（x、y）、Y（x、y）、及びZ（x、y）の組で表す。点データ構造体De2は、例えば、撮像画像の画素データを3次元（R、G、B）から6次元（R、G、B、X、Y、Z）に拡張した構造である。

[0041] 点データ構造体De2において、点データFは、第1の並び順で配列されている。例えば、点データ構造体De2において、点データFは、対象物データDc（図5（A）参照）における単位データEの並び順を保持するように、配列されている。例えば、点データ構造体De2は、単位データE（0、0）から単位データE（i-1、j-1）に対応する点データF（0、0）から点データF（i-1、j-1）がこの順に配置される。点データ構造体De2において点データFが並ぶ順番（例、第1の並び順）は、撮像画像において点データFに対応する画素が並ぶ順番でもよく、撮像画像のデータにおいて点データFに対応する画素データ（画素値）が並ぶ順番でもよい。また、点データ構造体De2において点データFが並ぶ順番（例、第1の並び順）は、デプス情報（例、デプス画像）において点データFに対応するデ

プス（距離、デプス画像において距離に対応する画素値）が並ぶ順番でもよい。点データ構造体D e 2において、点データFは、例えばシーケンシャルアクセスによって、並ぶ順に読み出される。点データFは、対象物データD cと同様にランダムアクセスによって読み出されてもよい。

[0042] 設定情報D e 1は、例えばヘッダ情報であり、点群データD eが画像処理装置等に読み込まれる際に、点群データD eのうち最初に読み込まれる。設定情報D e 1は、点データ構造体D e 2の構造を示す情報を含む。例えば、設定情報D e 1は、点データFの配列を示す配列情報（図中「W i d t h」、「H e i g h t」）を含む。点群データD eを利用する装置は、点データFが読み出される順番と上述の配列情報とを用いて、検出部2による検出領域A 1におけるいずれの部分か点データFと対応関係にあるのかを判別することができる。例えば、点データFを対象物データD cの単位データEに対応させて二次元的に配列する場合、「W i d t h」は、第1の方向における点データFの数であり、図B（A）の例ではiである。また、点データFを対象物データD cの単位データEに対応させて二次元的に配列する場合、「H e i g h t」は、第2の方向における点データFの数であり、図5（A）の例ではjである。例えば、iおよびjが与えられている場合、点データFが読み出される順番は、検出部2による検出領域A 1（撮像画像、デプス画像）上の部分と点データFとを関連付ける情報として利用することができる。例えば、点データFが読み出される順番は、検出部2による検出領域A 1において点データFに相当する部分の位置を示す情報として利用することができる。

[0043] 点群データ生成部2 2は、対象物データ生成部2 1で保持された第1の並び順で点データFを配列して点群データD eを生成する。例えば、点群データ生成部2 2は、対象物データD cにおける単位データEの並び順を保持して点データFを配列して、これら点データFが配列された点群データD eを生成する。例えば、点群データ生成部2 2は、対象物データD cの単位データEをシーケンシャルアクセスによって順に読み出し、読み出した順に画素

$D(x, y)$  の画素値を  $X(x, y)$ 、 $Y(x, y)$ 、及び  $Z(x, y)$  の組に置き換えて点データ  $F$  を生成する。点群データ生成部 22 は、点データ  $F$  を、点データ  $F$  に対応する単位データ  $E$  が読み出された順番で点データ構造体  $D_e 2$  に格納することで、点群データ  $D_e$  を生成する。点群データ  $D_e$  (例、点データ構造体  $D_e 2$ ) は、例えばインデックスレスなデータ構造である。例えば、点データ構造体  $D_e 2$  において、点データ  $F$  は、それぞれ、自データのインデックス (例、識別情報、プロパティ、点データ構造体  $D_e 2$  における順番) を含まないデータである。点群データ  $D_e$  は、例えば、点データ  $F$  の並び順がパターン化されたデータ構造である。点群データ  $D_e$  は、例えば、点データ  $F$  の並び順が、対象物データ  $D_c$  における単位データ  $E$  の読出し順 (撮像画像  $I_m 1$  における画素の読出し順) と対応付けられたデータ構造である。点群データ生成部 22 は、例えば、生成した点群データ  $D_e$  を記憶部 5 (図 1 参照) に記憶させる。

[0044] 図 5 (C) は、本実施形態に係る点群データの他の例を示す概念図である。点群データ  $D_e$  は、図 5 (B) の点群データ  $D_e$  から画素値 ( $R$ 、 $G$ 、 $B$ ) を除いた構造である。対象物データ生成部 21 は、例えば、対象物データ  $D_c$  の単位データ  $E$  をシーケンシャルアクセスによって順に読み出し、画素  $D(x, y)$  の画素値を位置情報 ( $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ ) に変換して点データ  $F$  を生成し、画素  $D(x, y)$  の画素値が読み出された順に点データ  $F(x, y)$  を点データ構造体  $D_e 2$  に格納することで、点群データ  $D_e$  を生成する。このように、点データ  $F$  は、画素値 ( $R$ 、 $G$ 、 $B$ ) を含んでいなくてもよい。また、点データ  $F$  は、画素値、位置情報の他の情報を含んでもよい。

[0045] 上述の点群データ  $D_e$  において、点データ構造体  $D_e 2$  の構造を示す情報 (例、 $i$ 、 $j$ ) は、例えば、点データ  $F$  の元になった情報 (例、撮像画像、デプス画像) において、点データ  $F$  に相当する部分の相対関係を示す情報として利用可能である。実施形態に係る点群データ  $D_e$  は、例えば、点データ構造体  $D_e 2$  の構造を示す情報および点データの並び順 (第 1 の並び順) によって、検出部 2 による検出領域  $A_1$  における位置関係を保持している。例

例えば、 $x$  を 1 以上 ( $i - 1$ ) 以下の整数とすると、点データ  $F(x - 1, y)$ 、点データ  $F(x + 1, y)$  は、それぞれ、検出部 2 による検出領域  $A_1$  (例、視野) において、点データ  $F(x, y)$  に相当する部分に対して第 1 の方向 (例、水平走査方向) に隣接する部分である。例えば、点データ  $F(x, y)$  の直前に読み出される点データ  $F(x - 1, y)$ 、点データ  $F(x, y)$  の直後に読み出される点データ  $F(x + 1, y)$  は、それぞれ、検出部 2 による検出領域  $A_1$  において、点データ  $F(x, y)$  に相当する部分に対して第 1 の方向 (例、水平走査方向) において隣接する部分である。

[0046] また、例えば、 $y$  を 1 以上 ( $i - 1$ ) 以下の整数とすると、点データ  $F(x, y - 1)$ 、点データ  $F(x, y + 1)$  は、それぞれ、検出部 2 による検出領域  $A_1$  において、点データ  $F(x, y)$  に相当する部分に対して第 2 の方向 (例、垂直走査方向) に隣接する部分である。例えば、点データ  $F(x, y)$  から ( $i - 1$ ) 個だけ前に読み出される点データ  $F(x, y - 1)$ 、点データ  $F(x, y)$  から ( $i - 1$ ) 個だけ後に読み出される点データ  $F(x, y + 1)$  は、それぞれ、検出部 2 による検出領域  $A_1$  において、点データ  $F(x, y)$  に相当する部分に対して第 2 の方向 (例、垂直走査方向) において隣接する部分である。このような点群データ  $D_e$  は、例えば、対象物  $OB$  上の 2 点を結ぶ線の情報、あるいは対象物  $OB$  上の 3 つ以上の線に囲まれる面の情報 (メッシュ情報、サーフェス情報) を生成する上で処理しやすい。

[0047] 図 6 (A) は、本実施形態に係るメッシュの一例を示す概念図である。図 6 では、点群データ  $D_e$  の点データ  $F$  を、対象物データ  $D_c$  に対応させて 2 次元的に配列し、概念的に示した。図 6 (A) において、メッシュ  $M$  は、4 つの点データ  $F$  を頂点とする面である。ここでは、点データ  $F(x, y)$  と点データ  $F(x + dx, y)$  とを結ぶ線、点データ  $F(x + dx, y)$  と点データ  $F(x + dx, y + dy)$  とを結ぶ線、点データ  $F(x + dx, y + dy)$  と点データ  $F(x, y + dy)$  とを結ぶ線、及び点データ  $F(x, y + dy)$  と点データ  $F(x, y)$  を結ぶ線に囲まれるメッシュ  $M$  を符号  $M$  (

$x, y$ ) で表す。  $d x$ 、  $d y$  は、メッシュ  $M$  における点データ  $F$  の配列を示す情報である。  $d x$ 、  $d y$  は、それぞれ 1 以上の整数であり、図 6 (A) では、  $d x = 1$  かつ  $d y = 1$  である。なお、  $d y$  は、  $d x$  と異なる値でもよく、  $d x$  と  $d y$  との少なくとも一方は 2 以上の整数でもよい。図 6 (A) では、4 つのメッシュ  $M(0, 0)$ 、メッシュ  $M(i-2, 0)$ 、メッシュ  $M(0, j-2)$ 、メッシュ  $M(i-2, j-2)$  を代表的にハッチングを付して示したが、その他の部分にメッシュ  $M$  を定義することもできる。

[0048] 図 6 (B) は、本実施形態に係るメッシュの他の例を示す概念図である。図 6 (B) において、メッシュ  $M$  は、3 つの点データ  $F$  を頂点とする面である。ここでは、点データ  $F(x, y)$  と点データ  $F(x + d x, y)$  とを結ぶ線、点データ  $F(x + d x, y)$  と点データ  $F(x, y + d y)$  とを結ぶ線、及び点データ  $F(x, y + d y)$  と点データ  $F(x, y)$  とを結ぶ線に囲まれるメッシュ  $M$  を符号  $M1(x, y)$  で表す。また、点データ  $F(x + d x, y)$  と点データ  $F(x + d x, y + d y)$  とを結ぶ線、点データ  $F(x + d x, y + d y)$  と点データ  $F(x, y + d y)$  とを結ぶ線、及び点データ  $F(x, y + d y)$  と点データ  $F(x + d x, y)$  とを結ぶ線に囲まれるメッシュ  $M$  を符号  $M2(x + d x, y)$  で表す。

[0049] メッシュ  $M$  の頂点の数は、図 6 (B) のように 3 つでもよいし、図 6 (A) のように 4 つでもよいし、5 つ以上の任意の数でもよい。また、ここでは、対象物  $OB$  上の 3 つ以上の線に囲まれる面の情報について説明したが、撮像装置 1 は、対象物  $OB$  上の 2 点を結ぶ線の情報を生成してもよい。対象物  $OB$  の形状情報は、上記の線の情報および面の情報 (メッシュ情報) の少なくとも一方を含んでもよい。

[0050] このようなメッシュ情報は、例えば、メッシュにおける点データ  $F$  の配列を示す情報 (例、  $d x$ 、  $d y$ ) を、点群データ  $D e$  の設定情報  $D e 1$  に付加することで生成可能である。一般的な点群データにおいて点データは、例えば、インデックスを付されて線あるいは面と関係付けられる。一方で、実施形態に係る点群データ  $D e$  は、例えば上記のメッシュ情報のように、点デー

タFの並び順（第1の並び順）を用いて複数の点データFを関連付けて、線あるいは面（例、メッシュM）を定義することができる。実施形態に係る点群データDe、あるいは点群データDeを用いて生成されるメッシュ情報などの各種情報は、例えば、データの並び順番、あるいはデータが読み出される順番を上記のインデックスの代わりに用いることができる。実施形態に係る点群データDeは、例えば、上記のインデックスを省くこと（インデックスレスなデータ構造にすること）ができ、インデックスレスによりデータ量を低減することができる。例えば、対象物データDc、あるいは対象物データDcを用いて生成される点群データDeなどの各種データをインデックスレスなデータ構造にする場合、インデックスに由来するメモリアクセス（例、CPUの外部へのメモリアクセス）を減らすことができ、撮像装置1（例、画像処理部3、情報算出部4）の処理を高速化することができる。また、例えば、対象物データDc、あるいは対象物データDcを用いて生成される点群データDeなどの各種データをインデックスレスなデータ構造にする場合、インデックスを介してデータのアドレス位置を計算する処理などのインデックスに関わる演算処理を削減することができ、撮像装置1（例、画像処理部3、情報算出部4）の負荷を減らすことができる。

[0051] 図1の説明に戻り、情報算出部4は、点群データDeと、点群データDeに基づいて生成されるデータとの一方または双方を用いて、対象物OBの形状情報とテクスチャ情報との少なくとも一方を含むモデル情報を算出する。例えば、情報算出部4は、点群データDeを用いて、対象物OBの形状情報として図6で説明したメッシュ情報を生成してもよい。また、情報算出部4は、メッシュ情報に含まれる2以上のメッシュMを統合して、1つの面で表してもよい。例えば、情報算出部4は、隣り合う2つのメッシュM（例、図6（B）のメッシュM1（0，0）、メッシュM2（1，0））で法線方向を比較して、これら2つのメッシュMが1つの面であるか否かを判定してもよい。例えば、情報算出部4は、メッシュM1（0，0）の法線方向とメッシュM2（1，0）の法線方向との角度が閾値以下である場合に、これら2

つのメッシュが1つの面であると判定してもよい。情報算出部4は、複数のメッシュMを1つの面に統合した場合、これら複数のメッシュMの情報を、1つの面の情報（例、頂点の点データFおよび法線方向）で置き換えてもよい。また、情報算出部4は、対象物OBの形状情報として、点群データDeに含まれる2点を結ぶ線の情報を生成してもよい。情報算出部4は、対象物OB上の複数の点の座標と複数の点間の連結情報とを含むサーフェス情報を生成してもよい。サーフェス情報は、例えばポリゴンデータ、ベクタデータ、ドローデータなどである。連結情報は、例えば、対象物OBの稜線（例、エッジ）に相当する線の両端の点を互いに関連付ける情報（上記の線の情報）、及び対象物OBの面の輪郭に相当する複数の線あるいは面の頂点を互いに関連付ける情報（上記の面の情報）を含む。例えば、情報算出部4は、点群データDeの点データFに含まれる位置情報を用いて、対象物OBの形状情報（例、線の情報、サーフェス情報）を算出する。例えば、情報算出部4は、点データFの並び順を点群データDe上での点間の関係を示す情報として利用し、点データFに含まれる位置情報を実空間上の点の位置として利用する。また、撮像装置1は、情報算出部4を備えなくてもよく、例えば点群データDeあるいはメッシュ情報を、モデル情報あるいはモデル情報の元になる情報として外部へ出力してもよい。

[0052] 情報算出部4は、例えばインバースレンダリングの手法により、テクスチャ情報を算出する。テクスチャ情報は、例えば、対象物OBの表面の模様を示すパターン情報、対象物OBを照らす光の光源情報、及び対象物OBの表面の光学特性（例、反射率、散乱率）を示す光学特性情報の少なくとも1項目の情報を含む。光源情報は、例えば、光源の位置、光源から対象物へ光が照射される方向、光源から照射される光の波長、光源の種類のうち少なくとも1項目の情報を含む。

[0053] 情報算出部4は、例えば、ランバート反射を仮定したモデル、アルベド（Albedo）推定を含むモデルなどを利用して、光源情報を算出する。例えば、情報算出部4は、撮像部11が撮像した画像の各画素の画素値のうち、対象物

OBで拡散した光に由来する成分と対象物OBで正反射した成分とを推定する。また、情報算出部4は、例えば、対象物OBで正反射した成分の推定結果、及び形状情報を使って、光源から対象物OBへ光が入射してくる方向を算出する。情報算出部4は、例えば、算出した光源情報および形状情報を使って対象物OBの反射特性を推定し、反射特性の推定結果を含む光学特性情報を算出する。また、情報算出部4は、例えば、算出した光源情報および光学特性情報を使って、可視光画像のデータから照明光の影響を除去して、パターン情報を算出する。

[0054] 記憶部5は、例えばUSBメモリ、メモリカードなどの不揮発性メモリであり、各種情報を記憶する。記憶部5は、撮像装置1に内蔵される記憶デバイス（例、ハードディスク）を含んでいてもよいし、撮像装置1からリリース可能な記憶デバイスを接続可能なポートを含んでいてもよい。

[0055] 通信部6は、例えば、USBポートなどのI/Oポート、電波または赤外線の有線通信を行う通信器のうち少なくとも一つを含む。通信部6は、制御部7に制御され、記憶部5に記憶されている情報を読み出し、読み出した情報を外部装置に送信する。例えば、通信部6は、点群データDeと、点群データDeに基づいて生成されるデータ（例、情報算出部4の算出結果、モデル情報）の少なくとも一部を、本体部8の外部の装置（例、後に図14等に表示情報処理装置51）に送信する。また、通信部6は、例えば、外部の装置からの指令を含む情報を受信する。通信部6は、受信した情報を記憶部5に記憶させること、受信した情報を制御部7に供給することができる。

[0056] 制御部7は、例えば、ユーザまたは外部装置からの指令（制御信号）により、撮像装置1の各部を制御する。例えば、制御部7は、検出部2に検出処理を実行させる。この検出処理は、例えば、撮像部11による撮像処理、及び測距部12による距離検出処理を含む。制御部7は、例えば、検出部2の検出結果の少なくとも一部を記憶部5に記憶させる。制御部7は、例えば、対象物データ生成部21に対象物データDcを生成させ、生成された対象物データDcを記憶部5に記憶させる。制御部7は、例えば、点群データ生成



部22に点群データDeを生成させ、生成された点群データDeを記憶部5に記憶させる。制御部7は、例えば、情報算出部4にモデル情報を算出させる。制御部7は、例えば、情報算出部4が算出したモデル情報の少なくとも一部を記憶部5に記憶させる。

[0057] また、例えば、撮像装置1は、モデル情報の少なくとも一部を、バーコードや2次元コードのようなデジタル情報を入出力できるデジタル装置に出力可能である。このようなデジタル装置は、モデル情報の少なくとも一部を含むデジタル情報をディスプレイや紙などに表示する又は印字することができる。表示された又は印字されたデジタル情報を読み取れるリーダー部（例、光学式リーダー）を備えるリーダー装置は、該リーダー部を介して該デジタル情報を自装置の記憶領域などに入力することができる。また、リーダー装置は、後述のレンダリング処理部を更に備えていてもよい。なお、上記の撮像システム50は、上記のデジタル装置やリーダー部を備えるリーダー装置を備える構成であってもよい。また、撮像装置1は、上記のデジタル装置やリーダー装置を備える構成であってもよい。撮像装置1が上記のデジタル装置を備える場合に、通信部6はモデル情報の少なくとも一部を上記のデジタル装置に送信してもよい。また、上記のデジタル装置は、受信したモデル情報をもとにデジタル情報を生成し、このデジタル情報を紙などの媒体に出力してもよい。

[0058] 次に、上述の構成の撮像装置1の動作に基づき、本実施形態に係る検出方法について説明する。図7は、実施形態に係る検出方法を示すフローチャートである。ステップS1において、撮像部11は、対象物OBを所定の視点Vpから撮像する。ステップS2において、測距部12は、所定の視点から対象物OB上の点までの距離を検出する。例えば、制御部7は、測距部12を制御し、測距部12に検出処理を実行させる。なお、ステップS2の処理は、ステップS1の処理よりも先に実行されてもよいし、ステップS1の処理の少なくとも一部と並行して実行されてもよい。

[0059] ステップS3において、対象物データ生成部21は、画素値および距離を

組にした単位データを配列して対象物データD<sub>c</sub>（図5（A）参照）を生成する。ステップS4において、点群データ生成部22は、ステップS4で対象物データ生成部21が生成した対象物データD<sub>c</sub>を用いて、対象物OB上の点の位置情報（例、座標）を算出する。ステップS5において、点群データ生成部22は、対象物OB上の点の位置情報を含む点データF（図5（B）、図5（C）参照）を配列して点群データD<sub>e</sub>を生成する。

[0060] [第2実施形態]

第2実施形態について説明する。本実施形態において、上述の実施形態と同様の構成については、同じ符号を付してその説明を省略あるいは簡略化する。図8（A）は、本実施形態に係る撮像装置1を示す図である。撮像装置1は、分類部23およびメッシュ情報生成部24を備える。図8（B）は、点群データD<sub>e</sub>の点データFを対象物データD<sub>c</sub>に対応させて2次元的に配列した概念図である。分類部23は、図8（B）に示すように、点群データD<sub>e</sub>に含まれる点データFを、位置情報（例、点データFの座標（X、Y、Z））に基づいて、複数のグループGに分類する。図8（B）には、複数のグループGとしてグループG1～G5を代表的に示した。複数のグループGは、それぞれ、1または2以上の点データFを含む。グループG1は4行4列の16点の点データFを含む。グループG2およびグループG3は、それぞれ、2行2列の4点の点データFを含む。グループG4およびグループG5は、それぞれ、1行1列の1点の点データFを含む。

[0061] 分類部23は、例えば、点群データD<sub>e</sub>にふくまれる全ての点データFがいずれかのグループに属するように、点データFを分類する。分類部23は、例えば、同じ面に含まれると推定される点データFを同じグループに分類する。分類部23は、例えば、検出部2の検出領域A1において隣り合う部分（点、線、面）が同一面に含まれると推定される場合、これらの部分に対応する点データFを同じグループに分類する。分類部23は、例えば、異なる面に含まれると推定される点データFを異なるグループに分類する。分類部23は、例えば、検出部2の検出領域A1において隣り合う部分（点、線

、面)が互いに異なる面に含まれると推定される場合、これらの部分に対応する点データFを互いに異なるグループに分類する。

- [0062] 図9は、本実施形態に係る分類部23による処理の一例を示す図である。図9(A)は、対象物OBと所定の視点Vpとの関係の一例を示す図である。図9(A)において符号OB1、OB2は、それぞれ、対象物OB上の面である。図9(B)は、点群データDeを対象物OBと関連付けて概念的に示す図である。分類部23は、線Ls1に沿って、例えば、点群データDeに含まれる点データF(r, s)と隣の点データF(r+1, s)との距離を、順に算出する。線Ls1は、点データF(0, s1)と点データF(i-1, s1)とを結ぶ線であり、s1は、0以上(j-2)以下の整数である。
- [0063] 図9(C)は、点データF(r, s)のrの値と線Ls1上の隣の点データFと距離との関係を概念的に示す図である。rは、0以上(i-2)以下の整数である。図9(C)の縦軸は、点データF(r, s)が示す座標(X(r, s), Y(r, s), Z(r, s))と、点データF(r+1, s)が示す座標(X(r+1, s), Y(r+1, s), Z(r+1, s))との距離(以下、点間距離という)である。
- [0064] 図9(B)の例では、点データF(0, s1)から点データF(r1, s1)までの部分は、対象物OBの背景の部分であり、点間距離が閾値よりも小さい。点データF(r+1, s1)は、対象物OBの面OB1の部分であり、点データF(r1, s1)と異なる面に配置される。点データF(r1, s1)の部分と点データF(r+1, s1)の部分の間には、例えば段差があり、図9(C)に示すように、点データF(r1, s1)と点データF(r+1, s1)との点間距離は、閾値よりも大きい。分類部23は、例えば、第1の方向(rの方向)で隣り合う点データF(r, s)と隣の点データF(r+1, s)との点間距離が閾値未満である場合、点データF(r, s)と点データF(r+1, s)とを同じグループに分類する。また、分類部23は、例えば、隣り合う点データF(r, s)と点データF(r+1

,  $s$ ) との点間距離を閾値以上である場合、点データ  $F(r+1, s)$  を点データ  $F(r, s)$  と別のグループに分類する。例えば、分類部 23 は、点データ  $F(0, s_1)$  から点データ  $F(r_1, s_1)$  までをグループ  $G_6$  に分類し、点データ  $F(r+1, s_1)$  から点データ  $F(r_2, s_1)$  までをグループ  $G_6$  と異なるグループ  $G_7$  に分類する。同様に、分類部 23 は、点データ  $F(r_2+1, s_1)$  から点データ  $F(r_3, s_1)$  までをグループ  $G_8$  に分類し、点データ  $F(r_3+1, s_1)$  から点データ  $F(i-1, s_1)$  までをグループ  $G_9$  に分類する。

[0065] また、分類部 23 は、線  $L_{s_1}$  を第 2 の方向 ( $s$  の方向) にシフトした線  $L_{s_2}$  に沿って同様の処理を行う。また、線  $L_{s_2}$  は、点データ  $F(0, s_2)$  と点データ  $F(i-1, s_2)$  とを結ぶ線であり、 $s_2$  は例えば  $(s_1+1)$  である。分類部 23 は、例えば、点データ  $F(r_1+1, s_2)$  について、線  $L_{s_2}$  上の隣の点データ  $F(r_1+2, s_2)$  との点間距離を閾値と比較する処理を行い、また  $s$  の方向の隣の点データ  $F(r_1+1, s_1)$  との点間距離を閾値と比較する処理を行う。分類部 23 は、点データ  $F(r_1+1, s_2)$  と点データ  $F(r_1+1, s_1)$  との点間距離を閾値と比較することによって、点データ  $F(r_1+1, s_2)$  をグループ  $G_7$  に分類するか否かを判定する。分類部 23 は、 $r$ 、 $s$  の値を順に変化させながら上述の処理を繰り返し行って、点群データ  $D_e$  に含まれる点データ  $F$  を複数のグループ  $G$  に分類する。分類部 23 は、例えば、グループの情報として、複数のグループ  $G$  を区別する情報と各グループに属する点データ  $F$  とを関連付ける情報を生成する。分類部 23 は、例えば、生成したグループの情報を記憶部 5 に記憶させる。

[0066] なお、図 9 の処理は一例であり、分類部 23 は、他の処理によって点群データ  $D_e$  に含まれる点データ  $F$  を複数のグループ  $G$  に分類してもよい。例えば、分類部 23 は、図 6 で説明したメッシュ情報を用いて、隣り合うメッシュ  $M$  が同一面上に存在するか否かを判定し、同一面上に存在するメッシュ  $M$  を同じグループに分類し、異なる面上に存在するメッシュ  $M$  を異なるグルー

プに分類してもよい。隣り合うメッシュMが同一面上に存在するか否かの判定処理は、例えば、隣り合うメッシュMで法線方向を比較することなどで可能である。

[0067] 図10は、複数のグループおよびメッシュ情報を示す概念図である。分類部23は、グループの点データFの配列に応じて、複数のグループGを複数の階層に分類する。各グループに属する点データFの配列は、点データFに対応する対象物データDcの単位データE（図5（A）参照）の配列でもよい。また、複数のグループGの少なくとも1つは、撮像画像Im1（図3参照）において連続する画素Pに関する点データFが属するグループでもよく、各グループに属する点データFの配列は、撮像画像Im1において点データFに対応する画素の配列でもよい。

[0068] 分類部23は、例えば、属する点データFの配列（iの方向のサイズ、jの方向のサイズ）が同じグループを同じ階層に分類し、属する点データFの配列が異なるグループを異なる階層に分類する。例えば、図10（A）において、グループG4およびグループG5は、属する点データFが1行1列であり、分類部23は、このようなグループをレベル1（データレベル1）の階層に分類する。例えば、グループG2およびグループG3は、属する点データFが2行2列であり、分類部23は、このようなグループをレベル2の階層に分類する。例えば、グループG1は、属する点データFが4行4列であり、分類部23は、このようなグループをレベル3の階層に分類する。複数のグループGのうち、各グループGに属する点データFの数は、階層が異なるグループで異なる。例えば、複数のグループGのうち、レベル1の階層のグループG4に属する点データFの数は1つであり、レベル2にグループG2に属する点データFの数は4である。なお、複数のグループGは、属する点データFの数が同じ且つ階層が異なるグループを含んでもよい。例えば、1行4列の点データFが属するグループと、2行2列の点データFが属するグループは、属する点データFの数が同じ（4つ）であるが、配列の違いにより階層を分けてもよい。

- [0069] 分類部23が分類したグループGの情報は、例えば、メッシュMを定義することに利用される。例えば、メッシュMは、グループGごとに定義されてもよく、グループGと1対1の対応で定義されてもよい。メッシュ情報生成部24(図8参照)は、図10(B)に示すようなメッシュ要素Hが配列されたメッシュ情報Dfを生成する。メッシュ情報Dfは、例えばメッシュを定義する情報である。メッシュ情報Dfは、例えば、設定情報Df1およびメッシュ要素構造体Df2を含む。
- [0070] 設定情報Df1は、例えば、ヘッダ情報であり、メッシュ情報Dfが画像処理装置等に読み込まれる際に、メッシュ情報Dfのうち最初に読み込まれる。設定情報Df1は、各レベルの階層に関する階層情報(図中「Range」で示す)を含む。階層情報は、例えば、各レベルの階層のグループに属する点データFの配列を示す情報を含む。点データの配列は、例えば、点データを $F(x, y)$ で表した際のxの範囲およびyの範囲の組み(例、y行x列)で表される。
- [0071] 例えば、「L1, 1, 1」は、レベル1の階層の階層情報である。「L1」は階層のレベルを示すデータであり、例えば、予め定められたビット数で表される固定長データである。また、「L1」に続く「1, 1」は、「L1」で表されるレベルの階層のグループに属する点データFの配列を示す配列情報であり、例えば、レベル1の階層の配列情報は、xの範囲(列数)が1、yの範囲(行数)が1(1行1列)であることを示す。「L2, 2, 2」は、レベル2の階層の階層情報であり、例えば、レベル2の階層の配列情報は、xの範囲(列数)が2、yの範囲(行数)が2(2行2列)であることを示す。「L3, 4, 4」は、レベル3の階層の階層情報であり、例えば、レベル3の階層の配列情報は、xの範囲(列数)が4、yの範囲(行数)が4(4行4列)であることを示す。ここでは階層の数が3であるものとして説明するが、階層の数は、1つでもよいし、2以上や4以上の任意の数字でもよい。また、各レベルの階層のグループに属する点データFの配列のxの範囲およびyの範囲は、それぞれ、任意の値に予め設定される。

- [0072] メッシュ要素構造体D f 2は、複数のメッシュ要素Hがシリアルに配列された構造である。メッシュ要素Hは、例えば、メッシュMを構成する点データFと、この点データFが属するグループの情報（例、グループの階層のレベル）とを組にしたデータである。ここでは、点データF (x, y) に対応するメッシュ要素を符号H (x, y) で表す。例えば、メッシュ要素H (0, 0) は、点データF (0, 0) と対応し、図10 (A) ではグループG 1に属している。グループG 1はレベル3 (4行4列) の階層であり、メッシュ要素H (0, 0) は、例えば、点データF (0, 0) が属するグループG 1の階層のレベルを示すフラグ「L 3」と、点データF (0, 0) の座標を示すX (0, 0)、Y (0, 0)、Z (0, 0) とを並べた構造である。各メッシュ要素Hにおいて、グループの情報（例、階層のレベルを示すフラグ「L 3」）は、例えば、座標 (X、Y、Z) よりも前に配列される。各メッシュ要素Hにおいて、グループの情報（例、階層のレベルを示すフラグ「L 3」）は、例えば、座標 (X、Y、Z) よりも先に読み出される。
- [0073] 図10 (A) では、点データF (0, 0) から点データF (3, 0) までがレベル3の階層のグループG 1であり、これら点データFに対応するメッシュ要素H (0, 0) からメッシュ要素H (3, 0) にはレベル3を示すフラグ「L 3」が付される。同様に、点データF (4, 0) および点データF (5, 0) はレベル2の階層のグループG 2であり、メッシュ要素H (4, 0) およびメッシュ要素H (5, 0) にはレベル2を示すフラグ「L 2」が付される。メッシュ要素構造体D f 2においてメッシュ情報D fは、例えば、シーケンシャルアクセスによって読み出される。メッシュ情報D fを利用する装置は、例えば、メッシュ要素H (0, 0) が読み出された際に、そのフラグ「L 3」を設定情報D f 1と照合し、メッシュ要素 (0, 0) が属するグループは4行4列のメッシュ要素Hを含むことを判別することができる。例えば、この装置は、例えば、メッシュ要素H (0, 0) からメッシュ要素H (3, 0) が同じグループG 1 (メッシュ) に属することを判別することができる。例えば、この装置は、メッシュ要素H (0, 0) が読み出され

た段階で、メッシュ要素H (0, 0) に続いて読み出される3つのメッシュ要素Hがメッシュ要素H (0, 0) と同じグループG1に属することを判別することができる。また、この装置は、例えば、メッシュ要素(3, 0)の次に読み出されるメッシュ要素(4, 0)がメッシュ要素(3, 0)と異なるグループG2に属することを判別することができる。なお、メッシュ情報Dfは、例えば、ランダムアクセスによって読み出されてもよい。

[0074] 図8の説明に戻り、メッシュ情報生成部24は、例えば、記憶部5から点群データDeおよびグループの情報を取得し、点群データDeおよびグループの情報を用いてメッシュ情報Dfを生成する。例えば、メッシュ情報生成部24は、点群データDeの点データFをシーケンシャルアクセスによって読み出し、点データFにグループの情報の情報(例、フラグ「L1」～「L3」)を付加してメッシュ要素Hを生成する。メッシュ情報生成部24は、例えば、生成したメッシュ要素Hを、対応する点データFが読み出された順(例、第1の並び順)にメッシュ要素構造体Df2に格納して、メッシュ情報Dfを生成する。メッシュ情報生成部24は、例えば、生成したメッシュ情報Dfを記憶部5(図1参照)に記憶させる。

[0075] 情報算出部4は、点群データDeと、点群データDeに基づいて生成されるデータとの一方または双方を用いて、対象物OBの形状情報とテクスチャ情報との少なくとも一方を含むモデル情報を算出する。例えば、情報算出部4は、メッシュ情報生成部24が生成したメッシュ情報Dfを用いて、対象物OBの形状情報を算出する。例えば、情報算出部4は、例えば、メッシュ情報Dfのメッシュ要素Hをシーケンシャルアクセスによって読み出し、対象物OBの形状情報を算出する。情報算出部4は、例えば、メッシュ情報Dfに定められる各グループを用いて対象物OB上の面の情報を生成する。例えば、情報算出部4は、1つのグループに属する複数のメッシュ要素Hを用いて、面の輪郭に相当する線(外周線)の情報を生成する。この線の情報は、例えば、端点に相当する点の座標を含む。また、情報算出部4は、例えば、1つの面の外周線に相当する複数の線の情報を関連付けることで、1つの



面に関する面の情報を生成する。また、情報算出部4は、例えば、面の情報として、各面の法線方向を示す情報を生成する。情報算出部4は、例えば、面の情報として、面の複数の頂点の座標を関連付けた情報を生成してもよい。実施形態に係るメッシュ情報D fは、例えば、メッシュ要素Hの並ぶ順番、あるいはメッシュ要素Hが読み出される順番をインデックスの代わりに用いることができる。実施形態に係るメッシュ情報D fは、例えば、上記のインデックスを省くこと（インデックスレスなデータ構造にすること）ができ、データ量を低減することができる。例えば、メッシュ情報D fをインデックスレスなデータ構造にする場合、インデックスに由来するメモリアクセス（例、CPUの外部へのメモリアクセス）を減らすことができ、撮像装置1（例、情報算出部4）の処理を高速化することができる。また、例えば、メッシュ情報D fをインデックスレスなデータ構造にする場合、インデックスを介してデータのアドレス位置を計算する処理などのインデックスに関わる演算処理を削減することができ、撮像装置1（例、情報算出部4）の負荷を減らすことができる。

[0076] [第3実施形態]

第3実施形態について説明する。本実施形態において、上述の実施形態と同様の構成については、同じ符号を付してその説明を省略あるいは簡略化する。撮像装置1は、テクスチャ情報を生成するテクスチャ情報生成部25を備える。テクスチャ情報生成部25は、例えば、第2実施形態で説明したグループの情報をを用いて、テクスチャ情報を生成する。例えば、テクスチャ情報生成部25は、グループの情報を含むメッシュ情報D fを用いて、テクスチャ情報を生成する。

[0077] 図12に示すように、メッシュ情報D fは、設定情報D f 1を含み、設定情報D f 1は、各レベルの階層のグループGに属する点データFの配列情報（図中「Range」）を含む。「L k, i k, j k」は、レベルがkの配列情報であり、「L k」は、階層のレベルであり、「i k」は、レベルがkの階層のグループに属する点データFの配列において第1の方向に並ぶ点デ

ータFの数であり、「jk」は、レベルがkの階層のグループに属する点データFの配列において第2の方向に並ぶ点データFの数である。例えば、「Lk」が5であり、「ik」が2であり、「jk」が3である場合、この配列情報は、レベル5の階層のグループGに属する点データFが3行2列であることを示す。メッシュ情報Dfのメッシュ要素構造体Df2は、複数のメッシュ要素Hが配列された構造である。ここでは、点群データDeの点データF(x, y)に対応するメッシュ要素を符号H(x, y)で表す。メッシュ要素H(x, y)において、L(x, y)は、このメッシュ要素Hが属するグループの階層のレベルであり、L1からLkのいずれかが割り付けられる。

[0078] また、テクスチャ情報Dgは、設定情報Dg1およびテクスチャ要素構造体Dg2を含む。テクスチャ要素構造体Dg2は、複数のテクスチャ要素Kがシリアルに配列された構造である。テクスチャ要素Kは、例えば、メッシュ情報Dfのメッシュ要素Hと1対1の対応で配置される。ここでは、メッシュ要素H(x, y)に対応するテクスチャ要素Kを符号K(x, y)で表す。テクスチャ要素Kは、上述の第1の並び順で配列されている。例えば、テクスチャ要素Kは、メッシュ情報Dfにおけるメッシュ要素Hの並び順を保持して、配列されている。なお、メッシュ情報Dfにおいてメッシュ情報Dfは、点群データDeにおける点データFの並び順を保持して配列されており、テクスチャ要素Kは、点群データDeにおける点データFの並び順を保持して配列されている。

[0079] テクスチャ要素Kは、テクスチャ要素Kが属するグループの階層のレベルL(x, y)と、テクスチャ要素Kに対応する画素値(B, G, R)とが順に並ぶ構造である。各テクスチャ要素Kにおいて、グループの情報(例、L(x, y))は、例えば、画素値(B, G, R)よりも前に配列される。各テクスチャ要素Kにおいて、グループの情報(例、L(x, y))は、例えば、画素値(B, G, R)よりも先に読み出される。画素値(B, G, R)は、図5(B)で説明したように、検出部2の検出領域A1において点デー

タFに相当する部分の画素値である。例えば、画素値B(0, 0)、緑の画素値G(0, 0)、赤の画素値R(0, 0)は、それぞれ、撮像画像Im1において点データF(0, 0)に対応する画素の画素値である。

[0080] また、設定情報Dg1は、メッシュ情報Dfの設定情報Df1と同様に、メッシュ要素Hの配列を示す配列情報(図中「Width」、「Height」)、及び各レベルの階層のグループに属する点データFの配列情報(図中「Range」)を含む。テクスチャ情報生成部25は、例えば、図5(B)の点群データDe、及び分類部23が生成したグループGの情報を用いて、テクスチャ情報Dgを生成する。例えば、テクスチャ情報生成部25は、図5(B)の点群データDeの点データFをシーケンシャルアクセスによって読み出し、点データFから画素値を抽出する。テクスチャ情報生成部25は、例えば、抽出した画素値に、点データFの属するグループGの階層のレベル(Lk)を付して、テクスチャ要素Kを生成する。テクスチャ情報生成部25は、点データFが読み出された順に、この点データFに対応するテクスチャ要素Kをテクスチャ要素構造体Dg2に格納して、テクスチャ情報Dgを生成する。テクスチャ情報生成部25は、例えば、生成したテクスチャ情報Dgを記憶部5(図11参照)に記憶させる。情報算出部4は、テクスチャ情報生成部25が生成したテクスチャ情報Dgを処理(例、加工、再構成)してもよい。例えば、情報算出部4は、テクスチャ情報Dgのテクスチャ要素Kをシーケンシャルアクセスによって読み出し、グループごとの情報に再構成してもよい。

[0081] 上述の実施形態において、画像処理部3(画像処理装置)は、例えばコンピュータシステムを含む。画像処理部3は、記憶部5に記憶されている画像処理プログラムを読み出し、この画像処理プログラムに従って各種の処理を実行する。この画像処理プログラムは、例えば、コンピュータに、対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、所定の視点から対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、撮像画像の画素値、及び画素値に対応する対象物上の点から所定の視点までの距離とを組にした単位データが第1の並び順で

配列された対象物データを生成することと、対象物データに基づいて対象物上の点の位置情報を算出し、位置情報を点データを第1の並び順で配列して点群データを生成することと、を実行させる。この画像処理プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記録されて提供されてもよい。また、画像処理部3は、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）を含んでもよいし、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）を含んでもよい。

[0082] [第4実施形態]

第4実施形態について説明する。本実施形態において、上述の実施形態と同様の構成については、同じ符号を付してその説明を省略あるいは簡略化する。図13は、実施形態に係る撮像装置1を適用した撮像システム50の一例を示す図である。撮像システム50は、撮像装置1と、撮像装置1から出力される情報を処理する情報処理装置51と、を備える。情報処理装置51には、例えば、入力装置52および表示装置53が設けられる。

[0083] 撮像装置1は、図5などに示したように、第1の並び順（所定の並び順）で点データFが配列された点群データDeを生成する。撮像装置1は、例えば、点群データDeを用いた処理を行って、対象物OBの形状情報（例、メッシュ情報、サーフェス情報）を生成する。また、例えば、撮像装置1は、例えば、対象物OBのテクスチャ情報を生成する。撮像装置1は、点群データDeにおいて点データFが第1の並び順に配列されているので、例えばシーケンシャルアクセスによって点群データDeを容易に処理することができる。点群データDeにおいて点データFが第1の並び順に配列されている場合、例えば、撮像装置1は、点群データDeを用いた処理の負荷を減らすことができる。例えば、撮像装置1は、点群データDeを用いた処理の負荷を減らすことができるので、持ち運び可能なレベルに小型化することが可能である。撮像装置1は、例えば、対象物OBの形状情報とテクスチャ情報との少なくとも一部を含むモデル情報を外部へ送信（出力）する。

[0084] 情報処理装置51は、撮像装置1との間の通信により、撮像装置1から情

報を取得する。情報処理装置 5 1 は、例えば、撮像装置 1 から取得した情報（例、モデル情報）を使って、レンダリング処理を実行する。例えば、情報処理装置 5 1 は、ユーザにより入力装置 5 2 に入力された視点の設定情報を元に、この視点から対象物 O B を見た推定画像のデータを算出する。情報処理装置 5 1 は、例えば、推定画像のデータを表示装置 5 3 に供給し、表示装置 5 3 に推定画像を表示させる。

[0085] 入力装置 5 2 は、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル、加速度センサなどのセンサ、音声入力機、タッチ型ペンなどの少なくとも一つを含む。入力装置 5 2 は、情報処理装置 5 1 と接続される。入力装置 5 2 は、例えばユーザから情報の入力を受け付け、入力された情報を情報処理装置 5 1 に供給する。表示装置 5 3 は、例えば、液晶ディスプレイ又はタッチパネル型ディスプレイを含み、情報処理装置 5 1 と接続されている。表示装置 5 3 は、例えば、情報処理装置 5 1 から供給される画像データにより、画像（例、レンダリング処理による推定画像）を表示する。

[0086] 図 1 4 は、本実施形態に係る撮像システム 5 0 の一例を示すブロック図である。情報処理装置 5 1 は、通信部 5 5、記憶部 5 6、レンダリング処理部 5 7、及び制御部 5 8 を備える。通信部 5 5 は、例えば、USBポート、ネットワークカード、電波または赤外線の有線通信を行う通信器のうち少なくとも一つを含む。通信部 5 5 は、撮像装置 1 の通信部 6 と通信可能である。

[0087] 記憶部 5 6 は、例えば、USBメモリなどの取り外し可能な記憶媒体、外付け型あるいは内蔵型のハードディスクなどの大容量記憶装置を含む。記憶部 5 6 は、例えば、通信部 5 5 を介して受信した情報の少なくとも一部のデータ、撮像装置 1 を制御する撮像制御プログラム、情報処理装置 5 1 の各処理を実行させる処理プログラム、などを記憶する。

[0088] レンダリング処理部 5 7 は、例えば、グラフィックス プロセッシング ユニット (Graphics Processing Unit; GPU) を含む。なお、レンダリング処理部 5 7 は、CPU およびメモリが画像処理プログラムに従って各処理を実行する態様でもよい。レンダリング処理部 5 7 は、例えば、描画処理、テク

スチャマッピング処理、シェーディング処理の少なくとも一つの処理を行う。

[0089] レンダリング処理部 57 は、描画処理において、例えば、モデル情報の形状情報に定められた形状を任意の視点から見た推定画像（例、再構築画像）を算出できる。以下の説明において、形状情報が示す形状をモデル形状という。レンダリング処理部 57 は、例えば、描画処理によって、モデル情報（例、形状情報）からモデル形状（例、推定画像）を再構成できる。レンダリング処理部 57 は、例えば、算出した推定画像のデータを記憶部 56 に記憶させる。また、レンダリング処理部 57 は、テクスチャマッピング処理において、例えば、推定画像上の物体の表面に、モデル情報のテクスチャ情報が示す画像を貼り付けた推定画像を算出できる。レンダリング処理部 57 は、推定画像上の物体の表面に、対象物 OB と別のテクスチャを貼り付けた推定画像を算出することもできる。レンダリング処理部 57 は、シェーディング処理において、例えば、モデル情報の光源情報が示す光源により形成される陰影を推定画像上の物体に付加した推定画像を算出できる。また、レンダリング処理部 57 は、シェーディング処理において、例えば、任意の光源により形成される陰影を推定画像上の物体に付加した推定画像を算出できる。

[0090] 制御部 58 は、例えば、情報処理装置 51 の各部、撮像装置 1、入力装置 52、及び表示装置 53 を制御する。制御部 58 は、例えば、通信部 55 を制御し、撮像装置 1 に指令（制御信号）や設定情報を送信させる。制御部 58 は、例えば、通信部 55 が撮像装置 1 から受信した情報を、記憶部 56 に記憶させる。制御部 58 は、例えば、レンダリング処理部 57 を制御し、レンダリング処理を実行させる。

[0091] なお、撮像システム 50 は、入力装置 52 を備えなくてもよい。例えば、撮像システム 50 は、各種の指令、情報が通信部 6 を介して入力される形態でもよい。また、撮像システム 50 は、表示装置 53 を備えなくてもよい。例えば、撮像システム 50 は、レンダリング処理により生成された推定画像のデータを外部の表示装置へ出力し、この表示装置が推定画像を表示しても

よい。

[0092] [第5実施形態]

第5実施形態について説明する。本実施形態において、上述の実施形態と同様の構成については、同じ符号を付してその説明を省略あるいは簡略化する。図15は、実施形態に係る撮像装置1を適用した撮像システム50を示す図である。撮像システム50は、複数の撮像装置（第1撮像装置1a、第2撮像装置1b）と、複数の撮像装置から出力される情報を処理する情報処理装置51とを備える。例えば、第1撮像装置1aは、上述したように、単位データEを第1の並び順で配列して対象物データDcを生成する。また、例えば、第2撮像装置1bは、上述した実施形態と同様に、単位データEを第2の並び順で配列して対象物データDcを生成する。例えば、第2の並び順は、上記の第1の並び順と同じ順番、又は異なる順番である。

[0093] 情報処理装置51は、第1撮像装置1aとの間の通信により、第1撮像装置1aから情報（例、モデル情報）を取得する。情報処理装置51は、第2撮像装置1bとの間の通信により、第2撮像装置1bから情報（例、モデル情報）を取得する。情報処理装置51は、第1撮像装置1aから取得した情報、及び第2撮像装置1bから取得した情報を使って、情報処理を行う。例えば、第1撮像装置1aおよび第2撮像装置1bは、それぞれ、自装置の視点（1視点、単一視点、1方向）から見た対象物OBを表すモデル情報を、情報処理装置51に供給する。情報処理装置51は、第1撮像装置1aの視点から見た対象物OBを表す第1モデル情報と、第2撮像装置1bの視点から見た対象物を表す第2モデル情報とを統合するモデル統合処理を行う。

[0094] 図16は、本実施形態に係る撮像システム50を示すブロック図である。第1撮像装置1aおよび第2撮像装置1bは、それぞれ、例えば図1に示した撮像装置1と同様の構成である。情報処理装置51は、モデル統合処理を行うモデル統合部59を備える。モデル統合部59は、例えば、第1撮像装置1aからの第1モデル情報が示す形状から特徴点を抽出する。また、モデル統合部59は、第2撮像装置1bからの第2モデル情報が示す形状から特

徴点を抽出する。特徴点は、各モデル情報が示す形状のうち他の部分と識別可能な部分である。例えば、サーフェス情報において面に定義されている部分は、その外周の形状などにより、他の面と識別可能である。例えば、モデル統合部59は、各モデル情報に含まれる形状情報とテクスチャ情報とのうち少なくとも一方を使って特徴点を抽出する。また、モデル統合部59は、例えば、第1モデル情報と第2モデル情報とで特徴点をマッチングし、第1モデル情報と第2モデル情報とで共通する特徴点を検出する。また、モデル統合部59は、第1モデル情報と第2モデル情報とで共通する特徴点を用いて、第1モデル情報が示す形状と第2モデル情報が示す形状との相対位置、相対姿勢を算出し、第1モデル情報と第2モデル情報とを統合する。

[0095] なお、モデル統合部59が第1モデル情報と第2モデル情報とを統合する手法は、上述の例に限定されない。例えば、モデル統合部59は、第1撮像装置1aと第2撮像装置1bとの相対的な位置および相対的な姿勢を用いて、モデル統合処理を行ってもよい。また、モデル統合部59は、第1撮像装置1aの視点と第2撮像装置1bの視点との相対的な位置、及び第1撮像装置1aの視点の向き（視線）と第2撮像装置1bの視点の向き（視線）との関係を用いて、モデル統合処理を行ってもよい。また、情報処理装置51は、モデル統合部59を備え、レンダリング処理部57を備えなくてもよい。例えば、情報処理装置51は、モデル統合処理の結果を外部装置へ出力し、この外部装置に設けられるレンダリング処理部がレンダリング処理を実行してもよい。また、情報処理装置51は、撮像装置1から出力された情報を記憶するデータベースを含んでもよい。

[0096] なお、本発明の技術範囲は、上述の実施形態などで説明した態様に限定されるものではない。上述の実施形態などで説明した要件の1つ以上は、省略されることがある。また、上述の実施形態などで説明した要件は、適宜組み合わせることができる。また、法令で許容される限りにおいて、上述の実施形態などで引用した全ての文献の開示を援用して本文の記載の一部とする。

## 符号の説明



[0097] 1、1 a、1 b . . . 撮像装置、2 . . . 検出部、3 . . . 画像処理部（画像処理装置）、4 . . . 情報算出部、8 . . . 本体部、1 1 . . . 撮像部、1 2 . . . 測距部、2 1 . . . 対象物データ生成部、2 2 . . . 点群データ生成部、2 3 . . . 分類部、2 4 . . . メッシュ情報生成部、2 5 . . . テクスチャ情報生成部、E . . . 単位データ、F . . . 点データ、G . . . グループ、H . . . メッシュ要素、K . . . テクスチャ要素、D c . . . 対象物データ、D e . . . 点群データ、D f . . . メッシュ情報、D g . . . テクスチャ情報、M、M 1、M 2 . . . メッシュ、O B . . . 対象物

## 請求の範囲

- [請求項1] 対象物を所定の視点から撮像する撮像部と、  
前記所定の視点から前記対象物上の点までの距離を測定する測距部と、  
前記撮像部による撮像画像および前記測距部の測定結果を用いて、前記撮像画像の画素値、及び前記画素値に対応する前記対象物上の点から前記所定の視点までの距離を組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、  
前記対象物データに基づいて前記対象物上の点の位置情報を算出し、前記位置情報を含む点データを前記第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える撮像装置。
- [請求項2] 前記対象物データ生成部は前記第1の並び順を保持し、  
前記点群データ生成部は、保持された前記第1の並び順を用いて前記点データを配列して前記点群データを生成する、請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記第1の並び順は、前記撮像画像における画素の読み出し順を含み、  
前記点群データ生成部は、前記画素の読み出し順で前記点データを配列する、請求項1または請求項2に記載の撮像装置。
- [請求項4] 前記撮像画像において、前記単位データに対応する画素が前記第1の並び順で配列されている、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項5] 前記点データはシーケンシャルアクセスによって前記点群データから読み出される、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項6] 前記点群データに含まれる前記点データを、前記位置情報に基づいて複数のグループに分類する分類部を備える、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の撮像装置。

- [請求項7] 前記分類部は、前記グループの前記点データの配列に応じて、前記複数のグループを複数の階層に分類する、請求項6に記載の撮像装置。
- [請求項8] 前記複数のグループは、前記撮像画像において連続する画素に関する前記点データが属するグループを含む、請求項6または請求項7に記載の撮像装置。
- [請求項9] 前記複数のグループのうち第1のグループに属する前記点データの数は、前記複数のグループのうち第2のグループに属する前記点データの数と異なる、請求項6から請求項8のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項10] 前記点データと属する前記グループの情報とを組にしたメッシュ要素を前記第1の並び順で配列して、メッシュ情報を生成するメッシュ情報生成部を備える、請求項6から請求項9のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項11] 前記メッシュ要素は、シーケンシャルアクセスによって読み出される、請求項10に記載の撮像装置。
- [請求項12] 前記複数のグループは、前記グループの前記点データの配列に応じて複数の階層に分類され、  
前記メッシュ情報は、前記複数の階層のそれぞれに対応する前記点データの配列を定めた設定情報を含む、請求項10または請求項11に記載の撮像装置。
- [請求項13] 前記点データに対応する前記画素値と、前記データが属する前記グループの情報とを組にしたテクスチャ要素を、前記第1の並び順で配列して、テクスチャ情報を生成するテクスチャ情報生成部を備える、請求項6から請求項12のいずれか一項に記載の撮像装置。
- [請求項14] 前記複数のグループは、前記点データの配列に応じて複数の階層に分類され、  
前記テクスチャ情報は、前記複数の階層のそれぞれに対応する前記

点データの配列を定めた設定情報を含む、請求項 1 3 に記載の撮像装置。

[請求項15] 前記複数のグループは、前記点データの配列に応じて複数の階層に分類され、

前記グループの情報は、前記グループの階層を示すデータを含む、請求項 1 2 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項16] 前記点群データと、前記点群データに基づいて生成されるデータとの一方または双方を用いて、前記対象物の形状情報とテクスチャ情報との少なくとも一方を算出する情報算出部を備える、請求項 1 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項17] 前記撮像部、前記測距部、及び前記対象物データ生成部を収容する本体部を備え、

前記点群データと、前記点群データに基づいて生成されるデータとの一方または双方を前記本体部の外部へ送信する送信部を備える、請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の撮像装置。

[請求項18] 対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、前記所定の視点から前記対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、前記撮像画像の画素値、及び前記画素値に対応する前記対象物上の点から前記所定の視点までの距離を組にした単位データが第 1 の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、

前記対象物データに基づいて前記対象物上の点の位置情報を算出し、前記位置情報を含む点データを前記第 1 の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える画像処理装置。

[請求項19] コンピュータに、

対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、前記所定の視点から前記対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、前記撮像画像の画素値、及び前記画素値に対応する前記対象物上の点から前記所定の視点までの距離を組にした単位データが前記第 1 の並び順で配列され

た対象物データを生成することと、

前記対象物データに基づいて前記対象物上の点の位置情報を算出し、前記位置情報を含む点データを前記第1の並び順で配列して点群データを生成することと、を実行させる画像処理プログラム。

[請求項20]

対象物を所定の視点から撮像した撮像画像と、前記所定の視点から前記対象物上の点までの距離の測定結果とを用いて、前記撮像画像の画素値、及び前記画素値に対応する前記対象物上の点から前記所定の視点までの距離を組にした単位データが前記第1の並び順で配列された対象物データを用いて生成され、

前記第1の並び順を定めた設定情報と、

前記対象物データに基づいて算出される前記対象物上の点の位置情報を含み前記第1の並び順で配列された点データと、を含むデータ構造。

[請求項21]

対象物を特定の位置から撮像する撮像部と、

前記特定の位置から前記対象物までの距離を測定する測距部と、

前記撮像部による撮像画像及び前記測距部の測定結果を用いて、前記撮像画像の画素値と前記画素値に対応する前記距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された対象物データを生成する対象物データ生成部と、

前記対象物データに基づく前記対象物上の点の位置情報を含む点データを前記第1の並び順で配列して点群データを生成する点群データ生成部と、を備える撮像装置。

[請求項22]

前記第1の並び順は、前記撮像画像における画素の読み出し順を含み、

前記点群データ生成部は、前記画素の読み出し順で前記点データを配列する、請求項21に記載の撮像装置。

[請求項23]

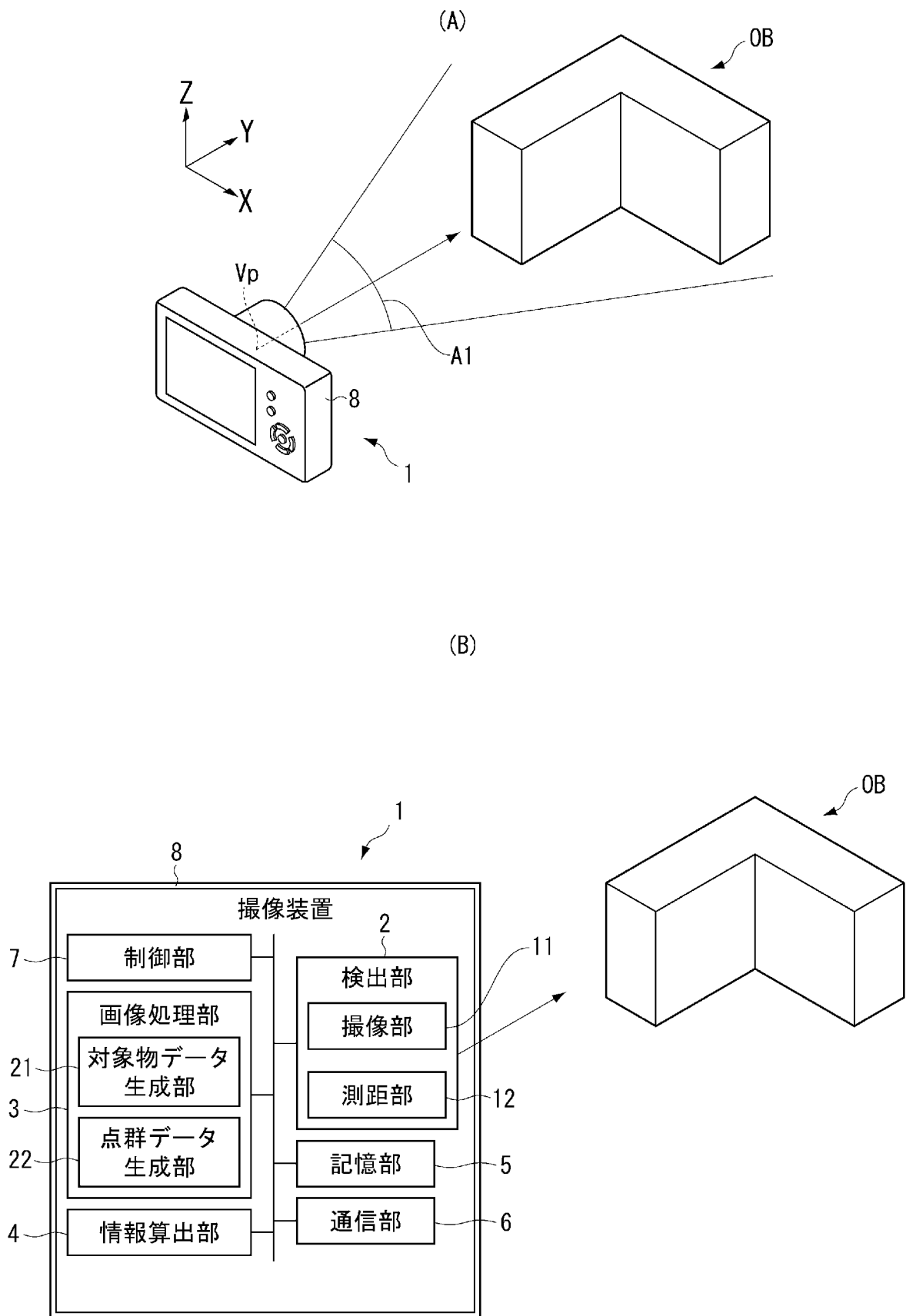
前記単位データを前記読み出し順に基づいて記憶する記憶部を備える、請求項22に記載の撮像装置。

[請求項24] 前記点データはシーケンシャルアクセスによって前記点群データから読み出される、請求項21から請求項23のいずれか一項に記載の撮像装置。

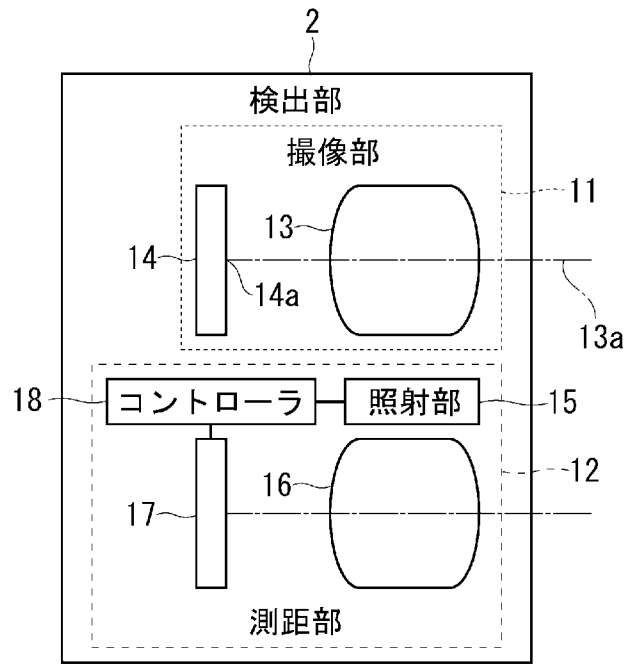
[請求項25] 対象物を特定の位置から撮像する第1撮像部と、  
前記特定の位置から前記対象物までの距離を測定する第1測距部と、  
、  
前記第1撮像部による撮像画像と前記第1測距部の測定結果とを用いて、前記撮像画像の画素値と前記画素値に対応する前記距離とを組にした単位データが第1の並び順で配列された第1対象物データを生成する第1対象物データ生成部と、  
前記第1対象物データに基づく前記対象物上の点の位置情報を含む点データを前記第1の並び順で配列して第1点群データを生成する第1点群データ生成部と、  
前記対象物を前記特定の位置とは異なる位置から撮像する第2撮像部と、  
前記第2撮像部による撮像画像と前記異なる位置から前記対象物までの距離とを組にした単位データが第2の並び順で配列された第2対象物データを生成する第2対象物データ生成部と、  
前記第2対象物データに基づく前記対象物上の点の位置情報を含む点データを前記第2の並び順で配列して第2点群データを生成する第2点群データ生成部と、  
前記第1点群データに基づく第1モデル情報と前記第2点群データに基づく第2モデル情報とを統合するモデル統合部と、を備える撮像システム。

[請求項26] 請求項1から請求項17、請求項21から請求項24のいずれか一項に記載の撮像装置と、  
前記撮像装置から出力された情報を処理する情報処理装置と、を備える撮像システム。

[図1]

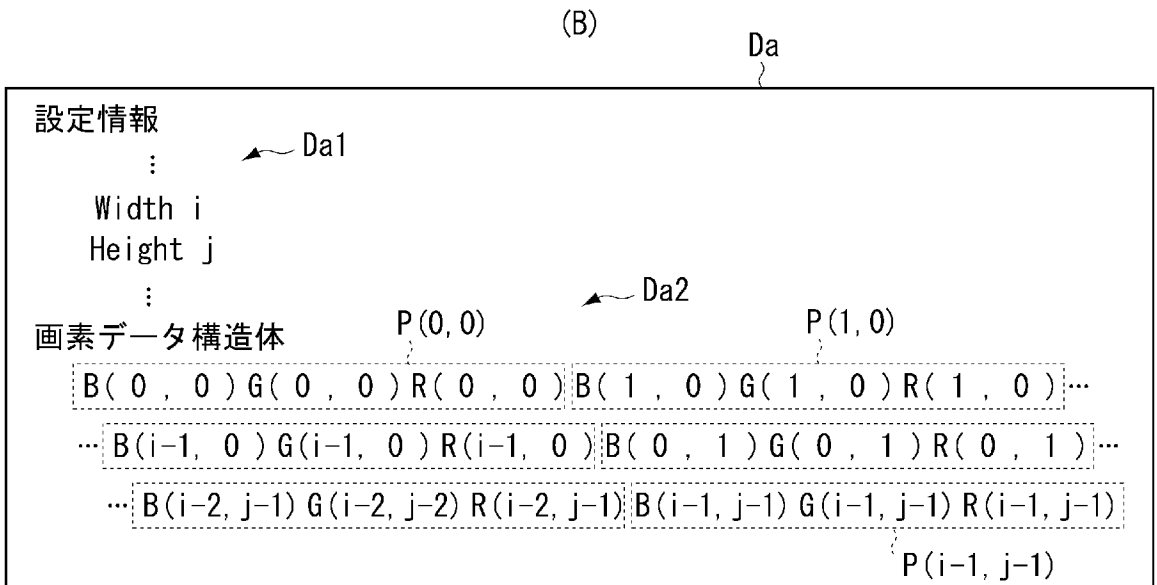
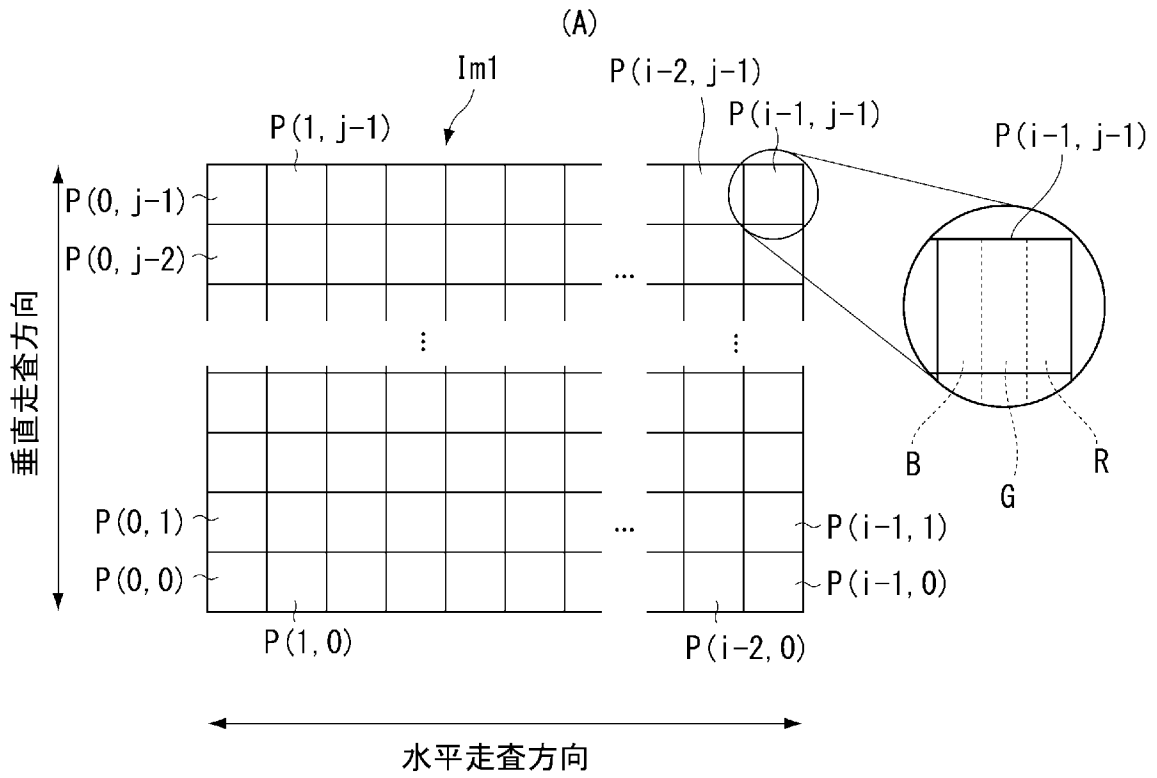


[図2]

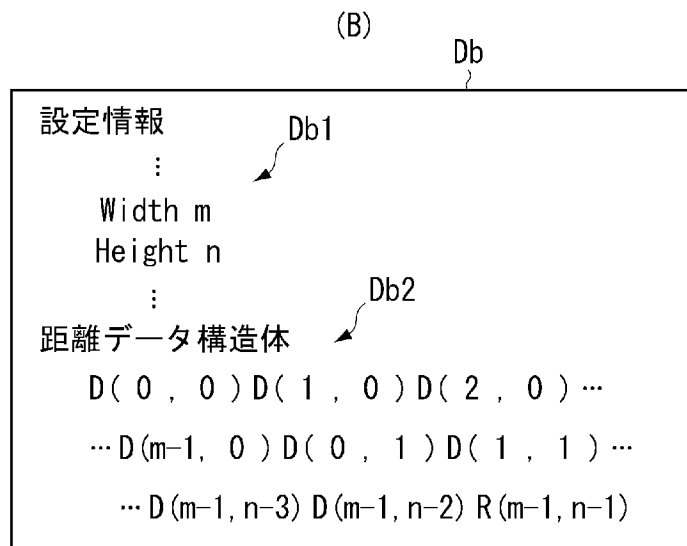
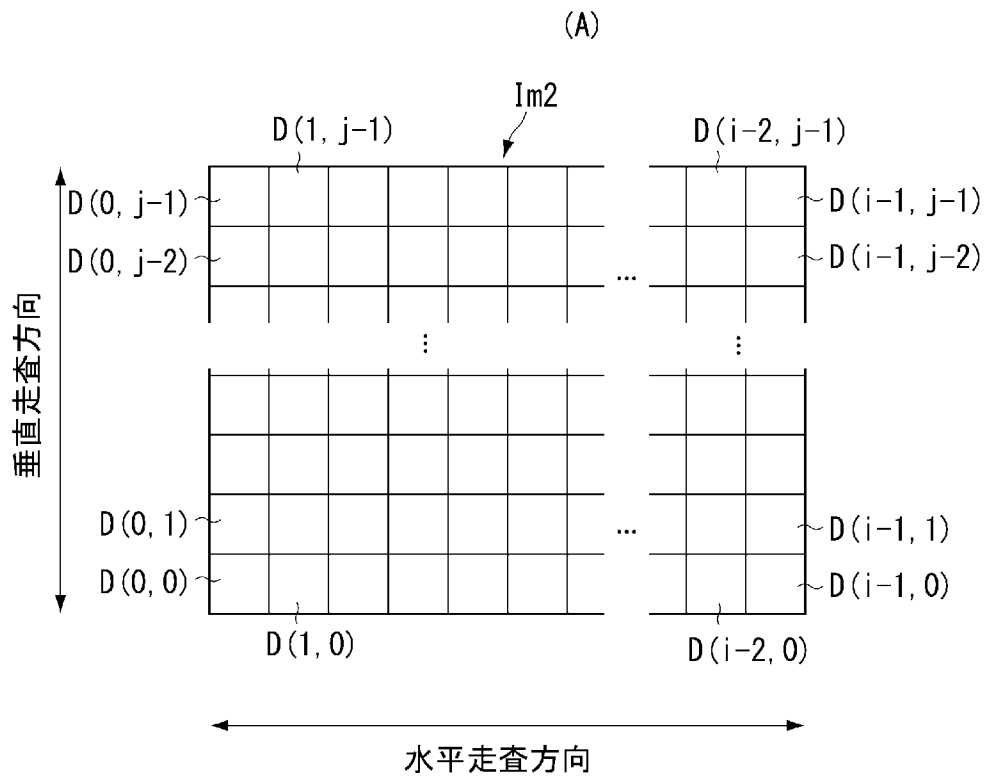




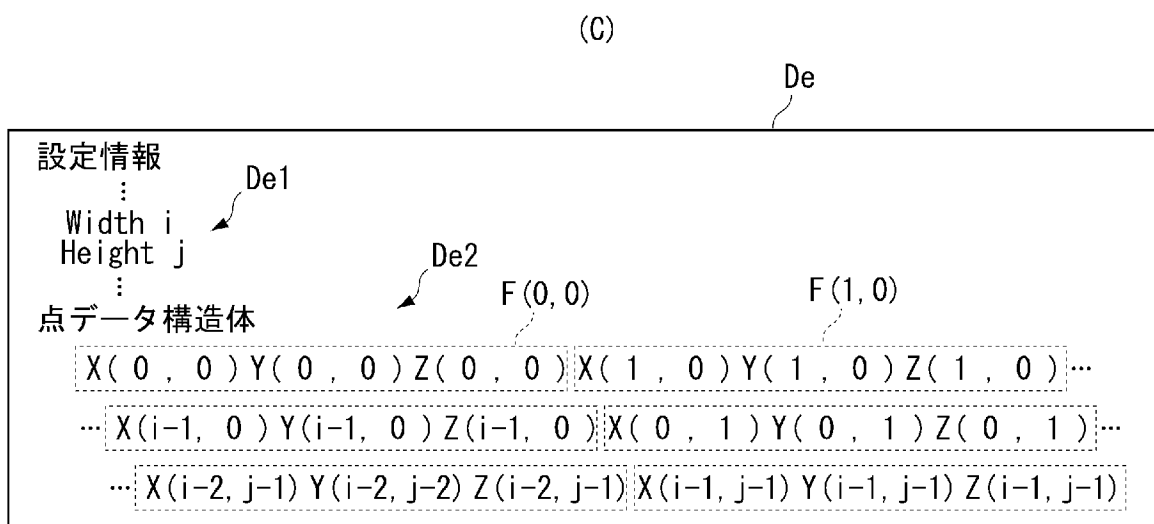
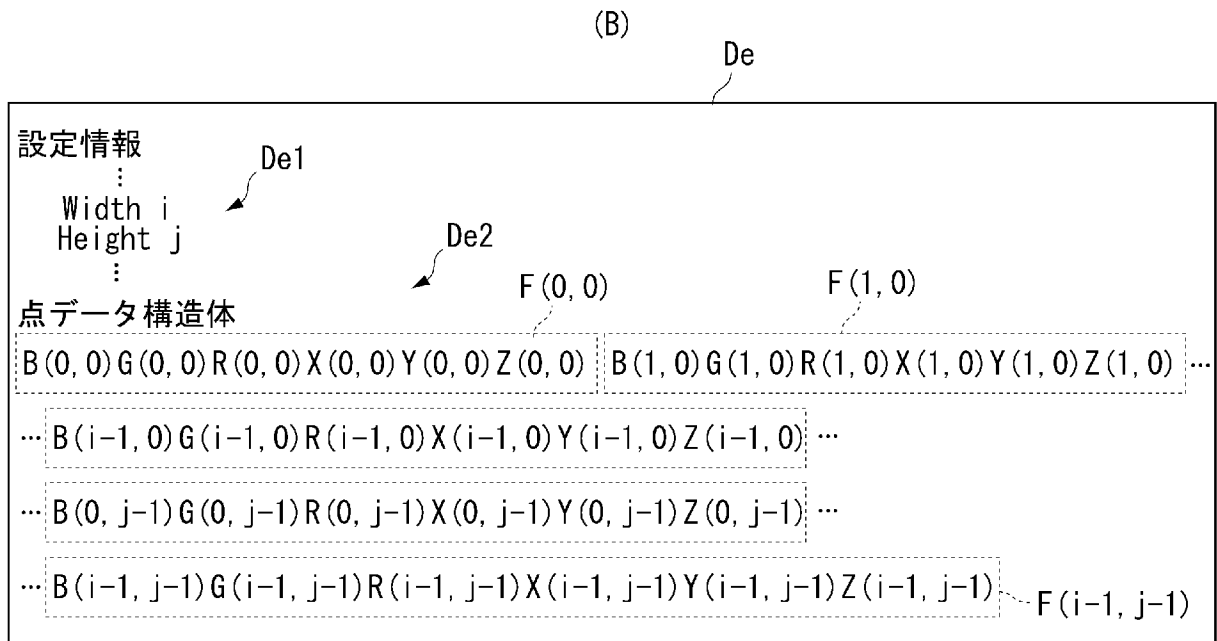
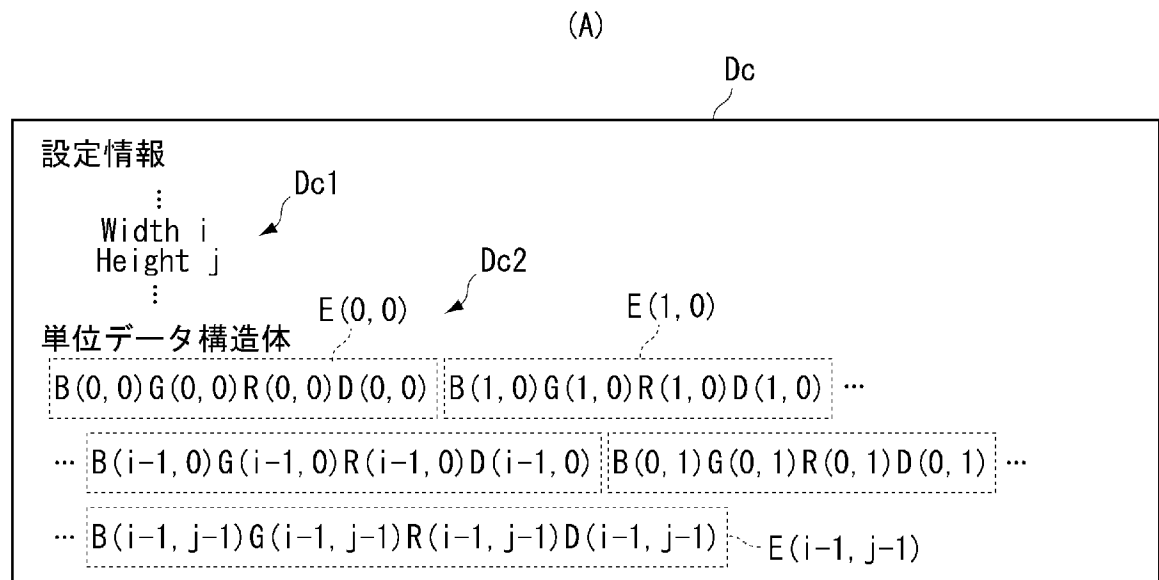
[図3]



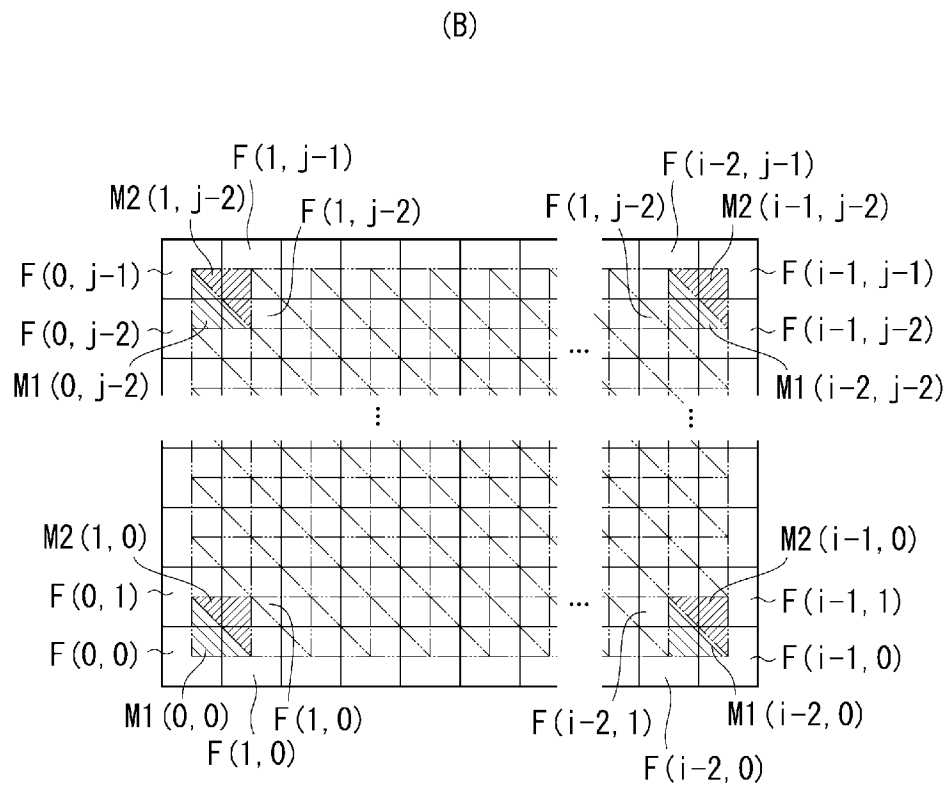
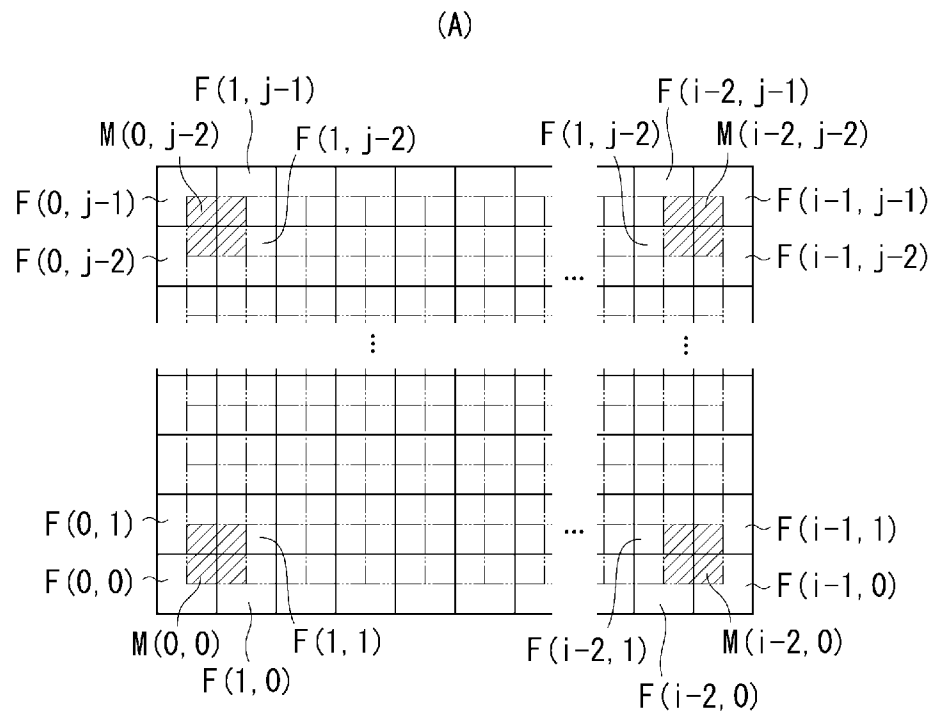
[図4]



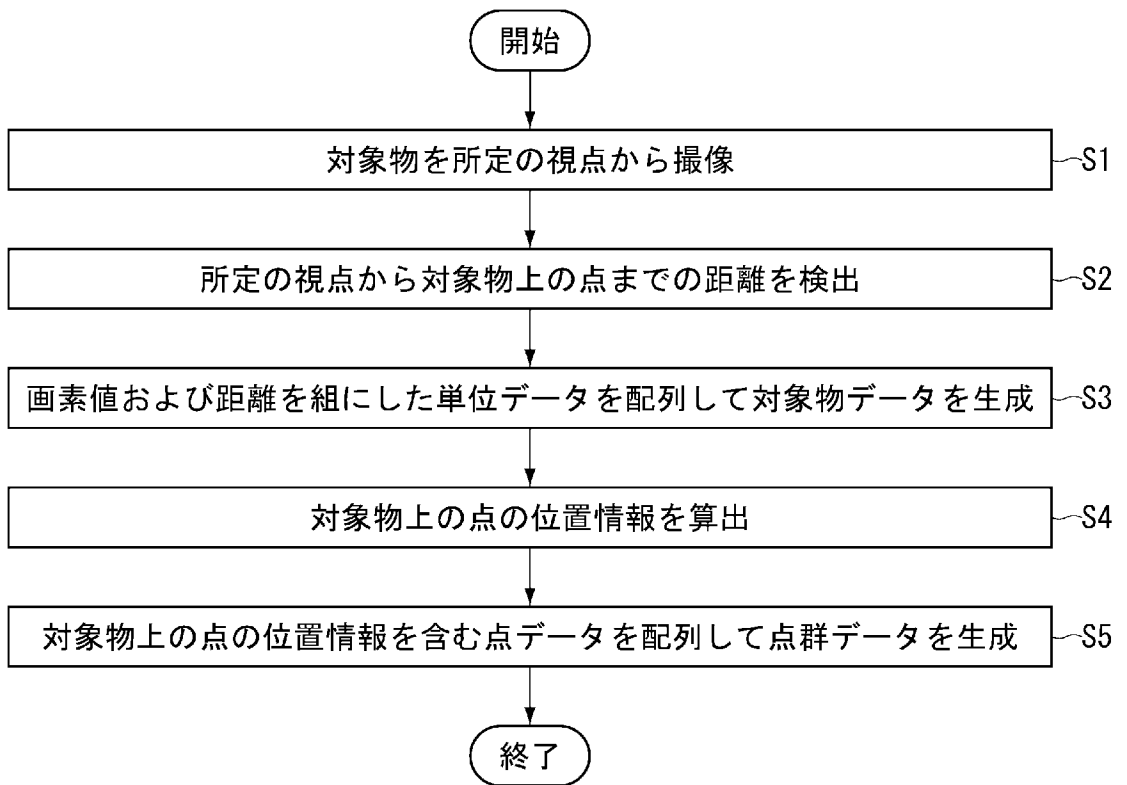
[図5]



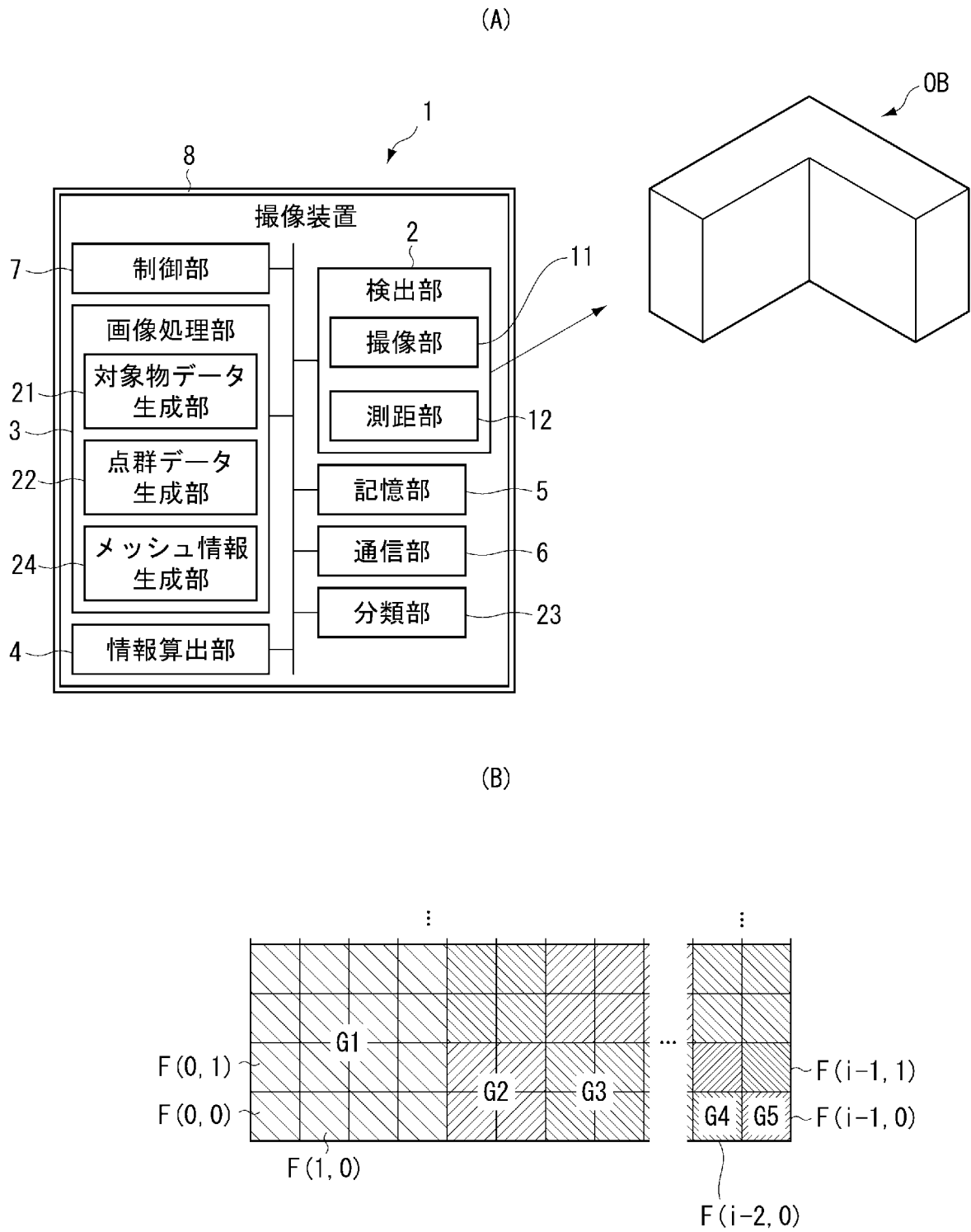
[図6]



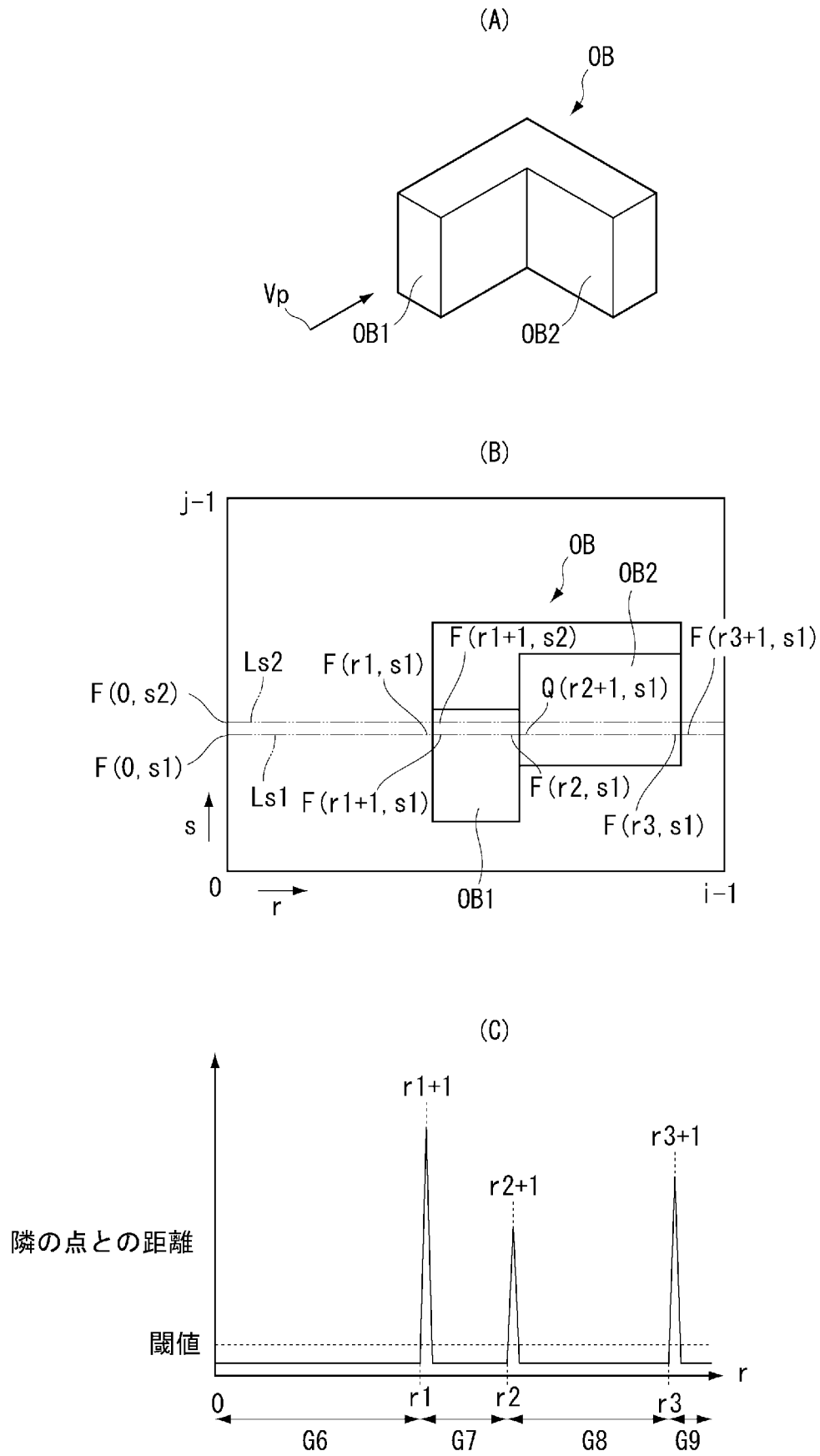
[図7]



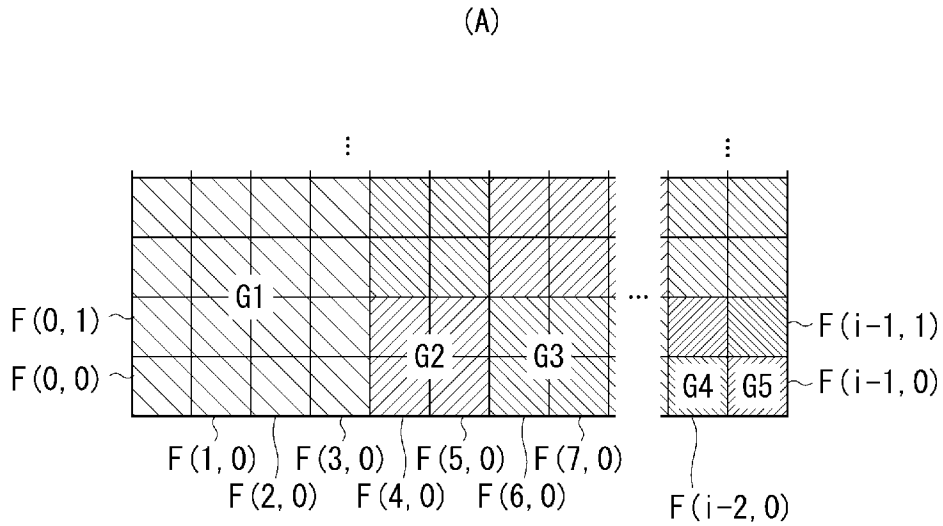
[図8]



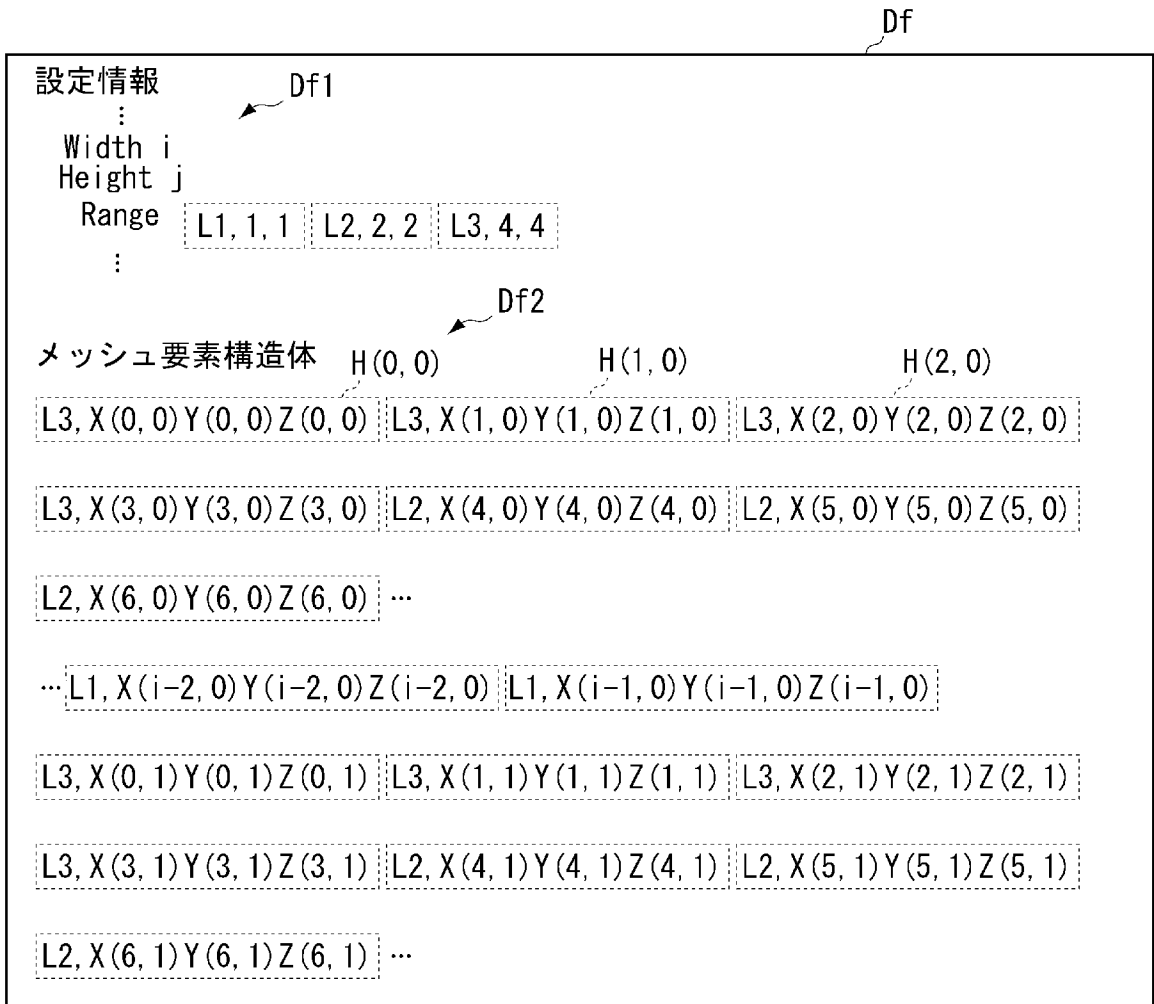
[図9]



[図10]

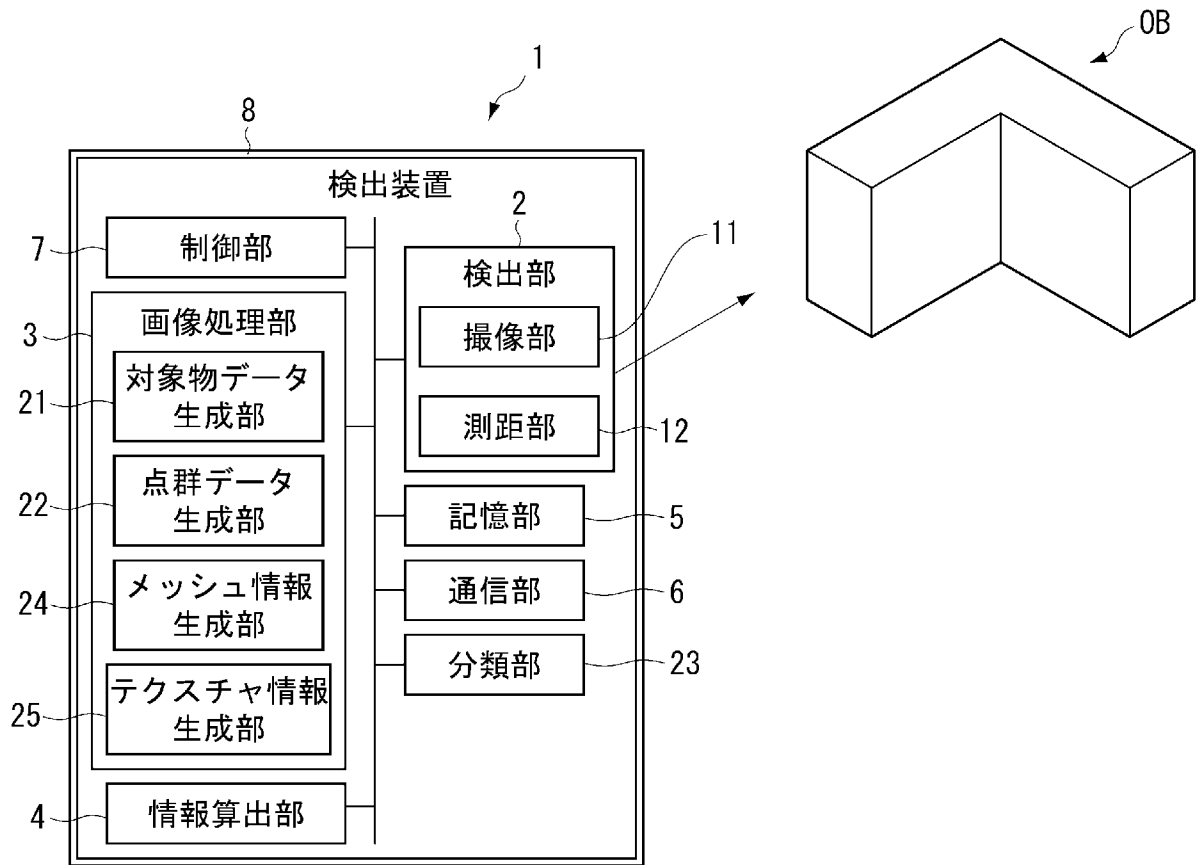


(B)

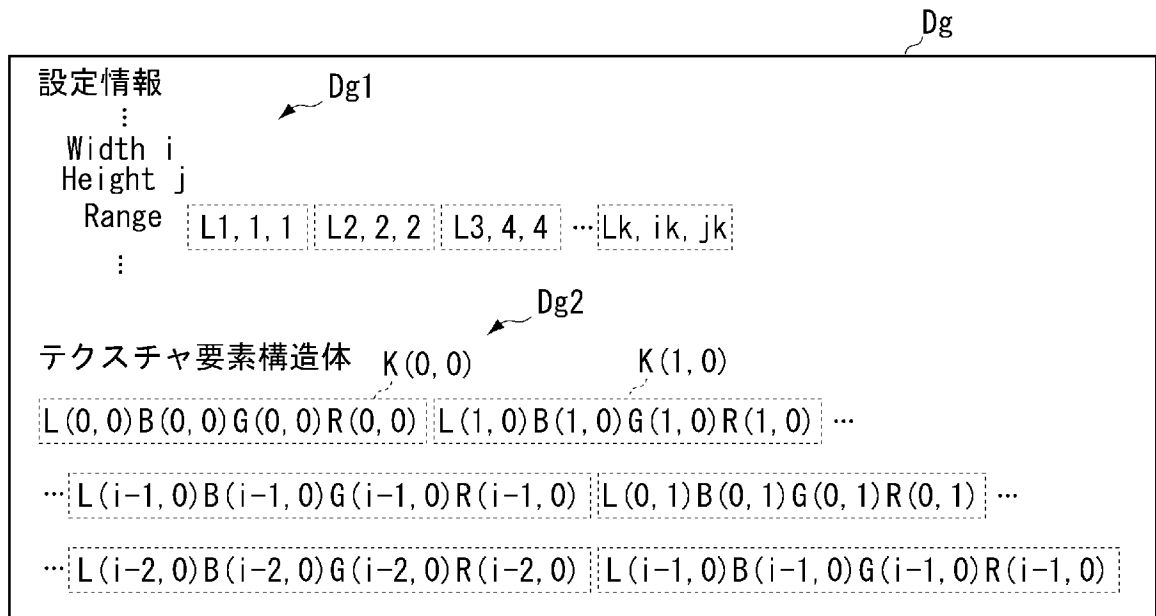
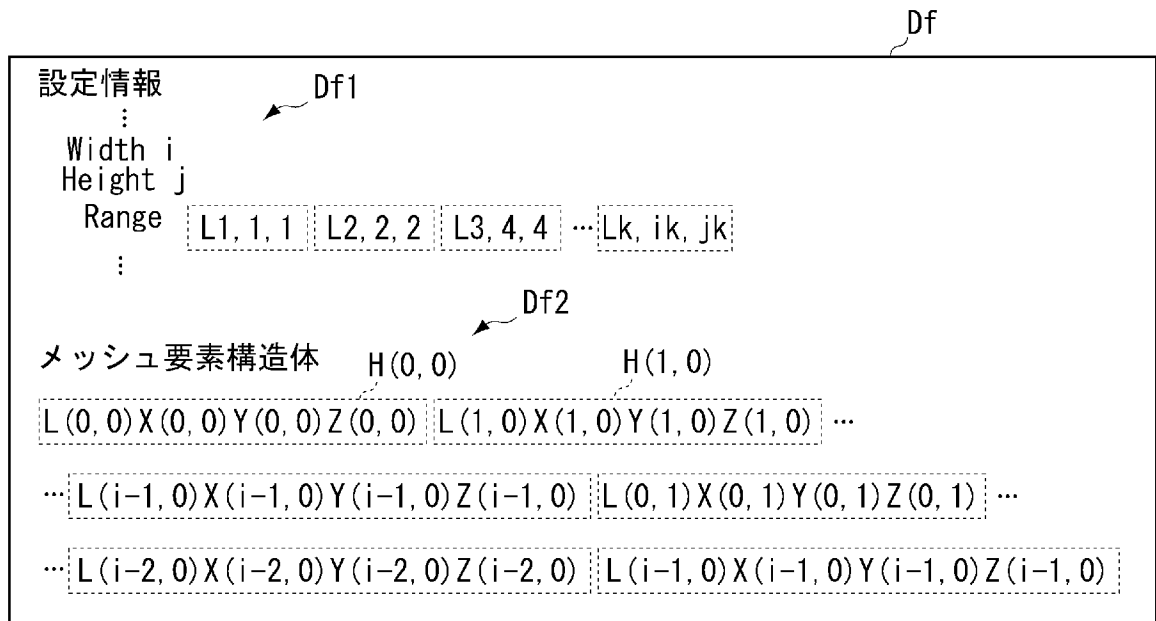




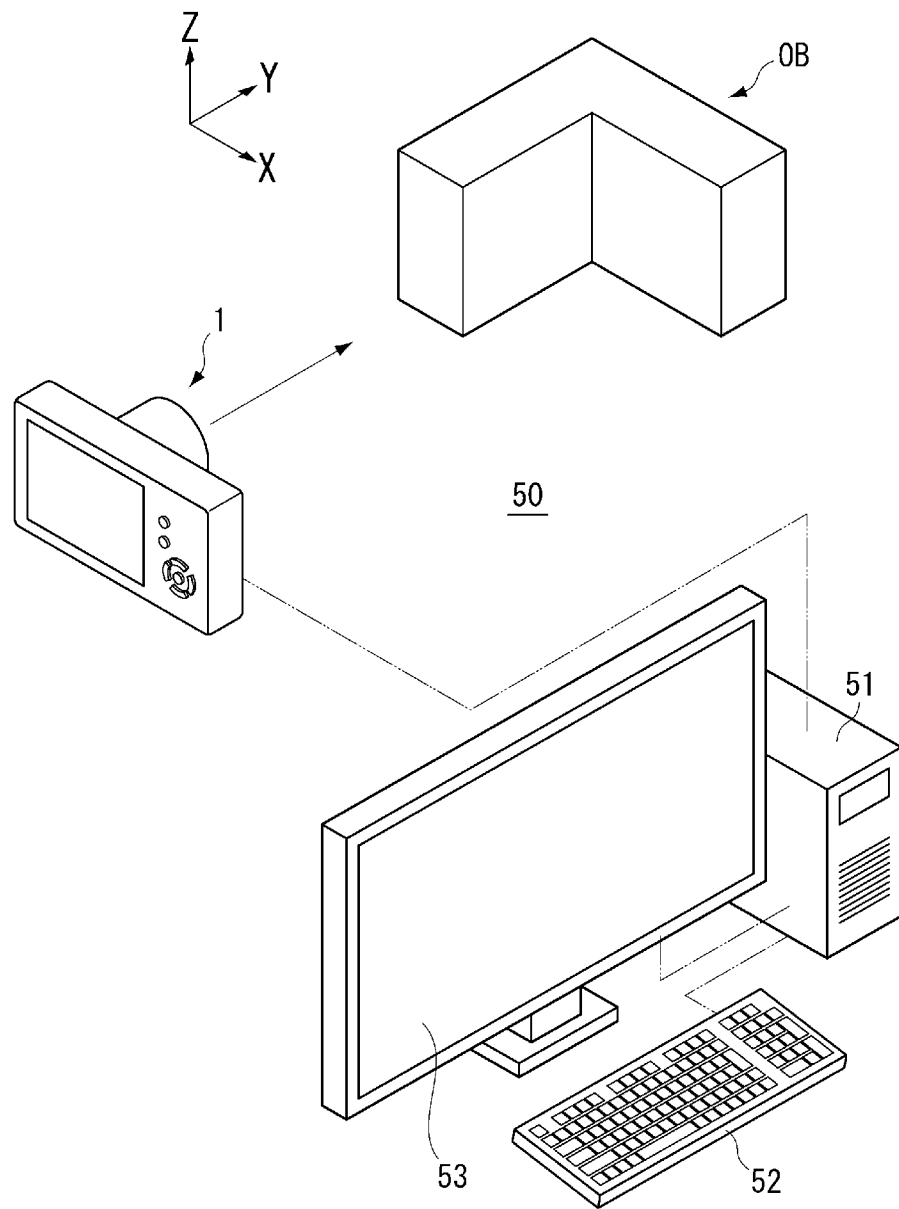
[図11]



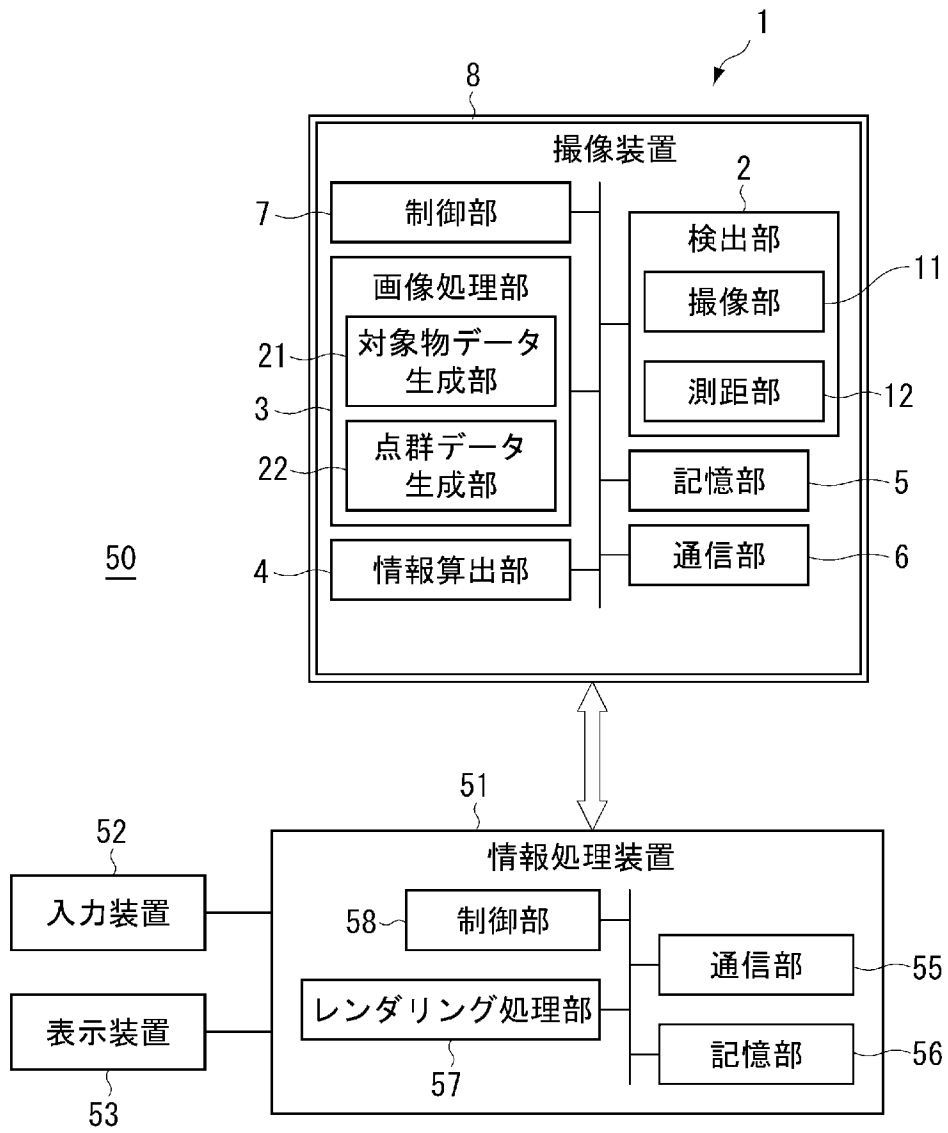
[図12]



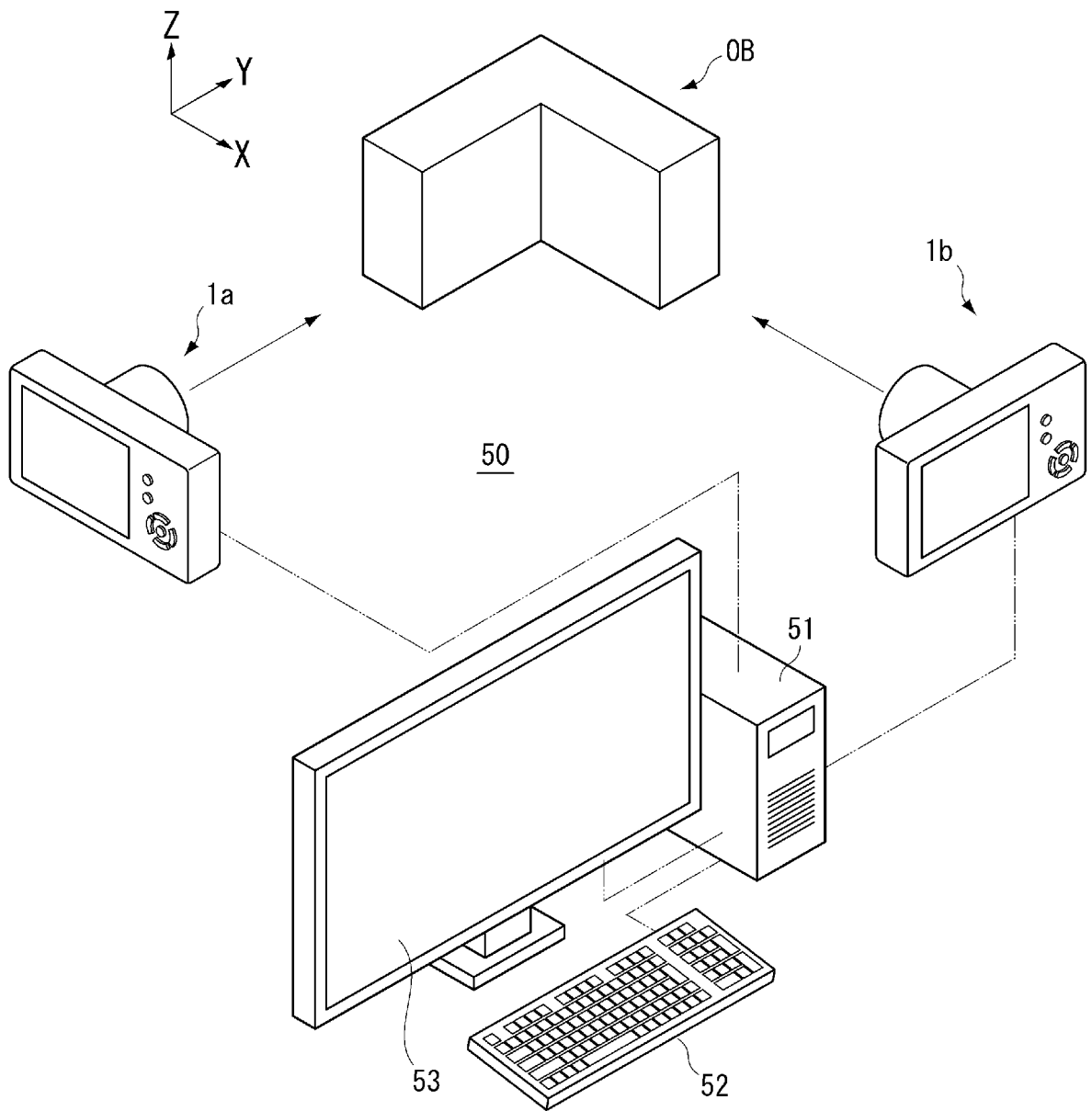
[図13]



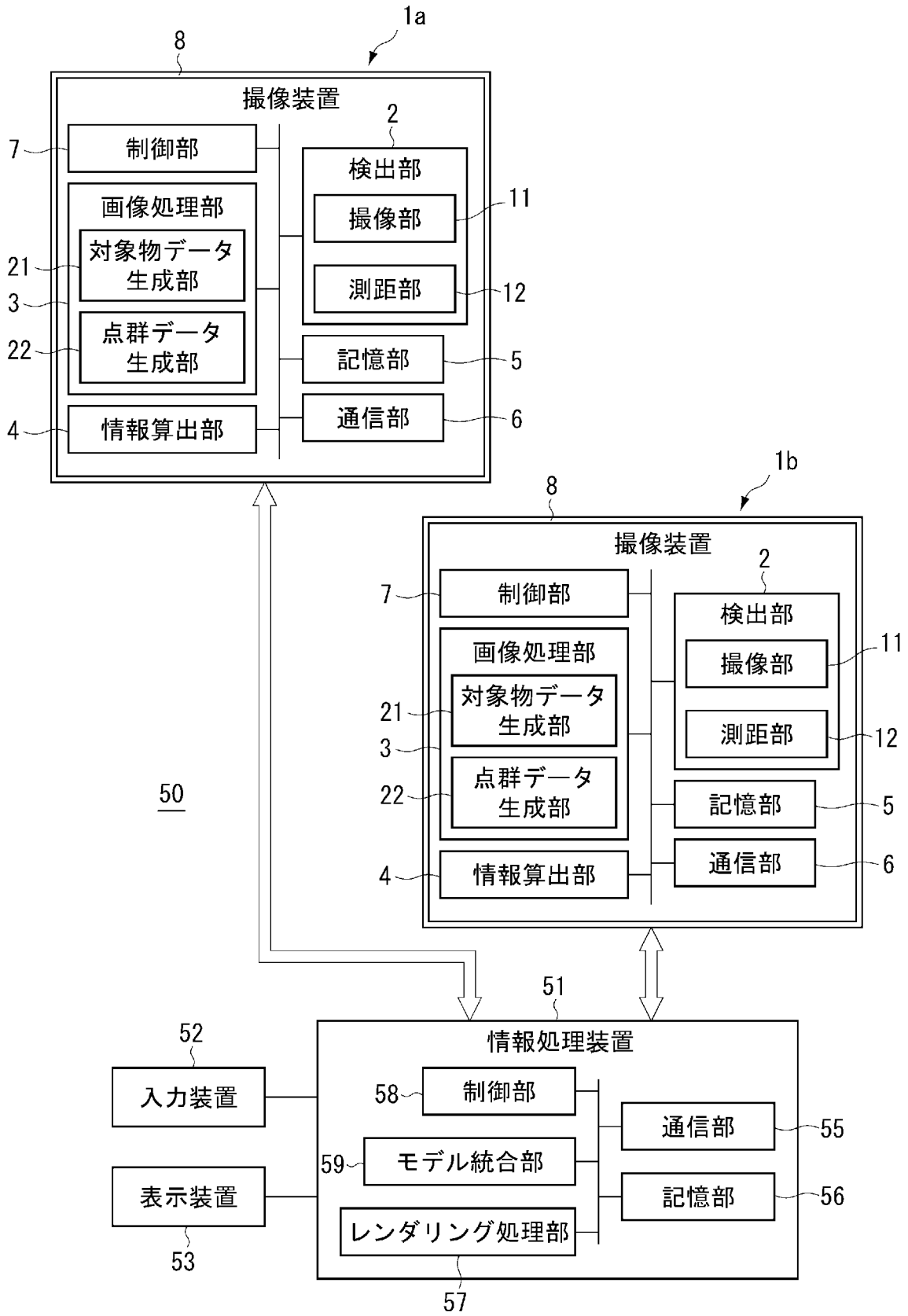
[図14]



[図15]



[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/008164

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G06T7/00(2017.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01B11/24(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)  
G06T7/00, G01B11/00, G01B11/24

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 A	JP 2015-125685 A (KDDI Corp.), 06 July 2015 (06.07.2015), paragraphs [0018] to [0030]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-9, 16-26 10-15
Y A	JP 2013-196355 A (Toshiba Corp.), 30 September 2013 (30.09.2013), paragraphs [0046], [0054] (Family: none)	1-9, 16-26 10-15
Y	JP 2007-271408 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), paragraph [0154]; fig. 9 (Family: none)	25

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 19 April 2017 (19.04.17)	Date of mailing of the international search report 09 May 2017 (09.05.17)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2017/008164

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-79453 A (Canon Inc.), 08 April 2010 (08.04.2010), paragraphs [0027], [0035] to [0036] & US 2010/0073366 A1 paragraphs [0036], [0046] to [0048] & EP 2169627 A2	1-26



A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G06T7/00(2017.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01B11/24(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. G06T7/00, G01B11/00, G01B11/24		
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 A	JP 2015-125685 A (KDD I 株式会社) 2015.07.06, 段落[0018]-[0030], 第2-4図 (ファミリーなし)	1-9, 16-26 10-15
Y A	JP 2013-196355 A (株式会社東芝) 2013.09.30, 段落[0046], [0054] (ファミリーなし)	1-9, 16-26 10-15
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 19.04.2017	国際調査報告の発送日 09.05.2017	
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） 千葉 久博 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	5H 3991

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 2007-271408 A (日本電信電話株式会社) 2007.10.18, 段落[0154], 第9図 (ファミリーなし)	25
A	JP 2010-79453 A (キヤノン株式会社) 2010.04.08, 段落[0027], [0035]-[0036] & US 2010/0073366 A1, 段落[0036], [0046]-[0048] & EP 2169627 A2	1-26