

(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
2011年10月20日(20.10.2011)

PCT

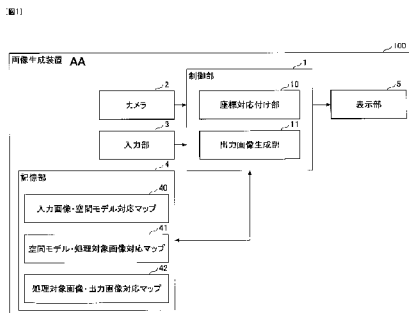
(10) 国際公開番号
WO 2011/129276 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 3/00 (2006.01) H04N 7/18 (2006.01)
B60R 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/058898
- (22) 国際出願日: 2011年4月8日(08.04.2011)
- (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 2010-091657 2010年4月12日(12.04.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友重機械工業株式会社(SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清田 芳永 (KIYOTA, Yoshihisa) [JP/JP]; 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠彦(ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

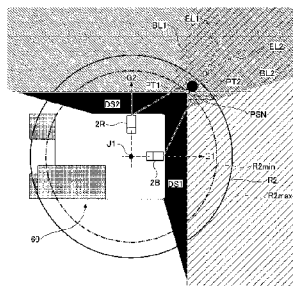
[続葉有]

(54) Title: IMAGE GENERATION DEVICE AND OPERATION SUPPORT SYSTEM

(54) 発明の名称: 画像生成装置及び操作支援システム



[図1A]



- 1 Control unit
2 Camera
3 Input unit
4 Storage unit
5 Display unit
10 Coordinate association unit
11 Output image generation unit
40 Association map for input image/spatial model
41 Association map for spatial model/processing target image
42 Association map for processing target image/output image
AA Image generation device

(57) Abstract: The disclosed image generation system (100) generates an output image on the basis of a plurality of input images acquired by a plurality of imaging units (2B, 2R) which are mounted on a body to be operated (60). A coordinate association unit (10) associates coordinates in a cylindrical spatial model (MD), which has a central axis and a side surface, with coordinates in each of a plurality of input image planes in which the plurality of input images are located. An output image generation unit (11) associates, via the coordinates in the cylindrical spatial model, coordinate values in each of the plurality of input image planes with coordinate values in an output image plane in which the output image is located, and generates the output image. The distance between the central axis and the side surface of the cylindrical spatial model is set corresponding to the installation position of the image acquisition units (2B, 2R).

(57) 要約: 画像生成装置(100)は、被操作体(60)に取り付けられた複数の撮像部(2B, 2R)が撮像した複数の入力画像に基づいて出力画像を生成する。座標対応付け部(10)は、中心軸と側面とを有する柱状の空間モデル(MD)における座標と、複数の入力画像が位置する複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標とを対応付ける。出力画像生成部(11)は、柱状の空間モデルにおける座標を介して、複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標の値と出力画像が位置する出力画像平面における座標の値とを対応付けて出力画像を生成する。柱状の空間モデルの中心軸と側面との間の距離は、撮像部(2B, 2R)の設置位置に応じて決定される。

WO 2011/129276 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 画像生成装置及び操作支援システム

技術分野

[0001] 本発明は、被操作体に取り付けられた複数の撮像手段が撮像した複数の入力画像に基づいて出力画像を生成する画像生成装置及びその装置を用いた操作支援システムに関する。

背景技術

[0002] カメラからの入力画像を、三次元空間上の所定の空間モデルにマッピングし、そのマッピングした空間データを参照しながら、その三次元空間における任意の仮想視点から見た視点変換画像を生成して表示する画像生成装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

[0003] 特許文献 1 に開示された画像生成装置は、車両に搭載されたカメラが撮像した画像を、その車両を囲む複数の平面又は曲面で構成される立体的な空間モデルに投影する。画像生成装置は、その空間モデルに投影された画像を用いて、視点変換画像を生成し、生成した視点変換画像を運転者に対して表示する。視点変換画像とは、路面を真上から見た状態を仮想的に映し出す路面画像と水平方向を映し出す水平画像とを組み合わせた画像である。これにより、画像生成装置は、車両を運転する運転者がその視点変換画像を見たときに、その視点変換画像における物体と、車外にある実際の物体とを違和感なく対応付けることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特許第 3 2 8 6 3 0 6 号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に開示された画像生成装置は、カメラが撮像した路面上の特徴点に基づいて空間モデルを作成し、車両の移動（その車両とその特徴点との

間の位置関係の変化)に応じてその空間モデルを修正する。空間モデルを作成したり修正したりする際に、二つのカメラのそれぞれの撮像範囲が重複する領域における物体が空間モデルへの投影の際に画像から消失してしまうという問題は考慮されていない。したがって、そのような画像の消失を防止するために空間モデルを修正しないため、重複する領域における物体を含む視点変換画像を適切に生成することができない。

[0006] そこで、本発明は、二つのカメラのそれぞれの撮像範囲が重複する領域における物体が画像から消失するのを防止する空間モデルを用いて出力画像を生成する画像生成装置及びその装置を用いた操作支援システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述の目的を達成するために、本発明の一実施態様によれば、被操作体に取り付けられた複数の撮像部が撮像した複数の入力画像に基づいて出力画像を生成する画像生成装置であって、該被操作体を取り囲むように配置される空間モデルであり、中心軸と側面とを有する柱状の空間モデルにおける座標と、該複数の入力画像のそれぞれが位置する複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標とを対応付ける座標対応付け部と、該柱状の空間モデルにおける座標を介して、該複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標の値と該出力画像が位置する出力画像平面における座標の値とを対応付けて該出力画像を生成する出力画像生成部と、を備え、該柱状の空間モデルの中心軸と側面との間の距離は、該撮像部の設置位置に応じて決定されることを特徴とする画像生成装置が提供される。

[0008] 本発明の他の実施態様によれば、被操作体の移動又は操作を支援する操作支援システムであって、上述の画像生成装置と、該画像生成装置が生成する出力画像を表示する表示部とを備えることを特徴とする操作支援システムが提供される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、二つのカメラのそれぞれの撮像範囲が重複する領域にお

ける物体が画像から消失するのを防止する空間モデルを用いて出力画像を生成する画像生成装置及びその装置を用いた操作支援システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 本発明の一実施例による画像生成装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2] 画像生成装置が搭載されるショベルの側面図である。

[図3A] 入力画像が投影される空間モデルの側面図である。

[図3B] 図3Aに示す空間モデルの平面図である。

[図4] 空間モデルと処理対象画像平面との間の関係を示す斜視図である。

[図5] 入力画像平面上の座標と空間モデル上の座標との対応付けを説明するための図である。

[図6A] 通常射影を採用したカメラの入力画像平面上の座標と空間モデルMD上の座標との間の対応関係を示す図である。

[図6B] 空間モデルMDの曲面領域上の座標と処理対象画像平面上の座標との間の対応関係を示す図である。

[図6C] 処理対象画像平面上の座標と、通常射影を採用する仮想カメラの出力画像平面上の座標との間の対応関係を示す図である。

[図6D] カメラ、仮想カメラ、空間モデルMDの平面領域及び曲面領域、並びに、処理対象画像平面の相互の位置関係を示す図である。

[図7A] XZ平面上に位置する平行線群と処理対象画像平面との間で角度 β が形成される状態を示す図である。

[図7B] XZ平面上に位置する平行線群と処理対象画像平面との間で角度 β_1 が形成される状態を示す図である。

[図8A] XZ平面上に位置する補助線群の全てがZ軸上の始点から処理対象画像平面に向かって延在する状態を示す図である。

[図8B] 補助線群の全てがZ軸上の始点から処理対象画像平面に向かって延在する状態を示す図である。

[図9A] X Z 平面上に位置する平行線群と処理対象画像平面との間で角度 β が形成された状態を示す図である。

[図9B] X Z 平面上に位置する平行線群と処理対象画像平面との間で角度 β が形成された状態を示す図である。

[図10] X Z 平面上に位置する平行線群と処理対象画像平面との間で角度 β が形成された状態を示す図である。

[図11] 処理対象画像生成処理及び出力画像生成処理のフローチャートである。

[図12A] 一つの棒状の物体が存在する場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための平面図である。

[図12B] 一つの棒状の物体が存在する場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための斜視図である。

[図12C] 一つの棒状の物体が存在する場合において生成された処理対象画像を説明するための平面図である。

[図13A] 二つの棒状の物体が存在する場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための平面図である。

[図13B] 二つの棒状の物体が存在する場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための斜視図である。

[図13C] 二つの棒状の物体が存在する場合において生成された処理対象画像を説明するための平面図である。

[図14A] 二つの棒状の物体が存在する他の場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための平面図である。

[図14B] 二つの棒状の物体が存在する他の場合において、カメラと空間モデルとの間の位置関係を説明するための斜視図である。

[図14C] 二つの棒状の物体が存在する他の場合において生成された処理対象画像を説明するための平面図である。

[図15] 出力画像の表示例を示す図である。

[図16A] ショベルを上方から見たときのカメラの撮像範囲と空間モデルとの間

の位置関係を示す図である。

[図16B]空間モデルを斜め上方から見たときのカメラの撮像範囲と空間モデルとの間の位置関係を示す図である。

[図16C]図16A、16Bで示されるように設置されたカメラが撮像した入力画像に基づいて画像生成装置が生成する処理対象画像を示す図である。

[図17]図16A、16Bに示されるように設置されたカメラが撮像した入力画像に基づいて画像生成装置が生成する処理対象画像の一例を示す図である。

[図18]図16A、16Bに示されるように設置されたカメラが撮像した入力画像に基づいて画像生成装置が生成する処理対象画像の他の例を示す図である。

[図19A]空間モデルの半径が取り得る値の範囲を決定する手順の一例を説明するために、ショベル60を上方から見た平面図である。

[図19B]空間モデルの半径が取り得る値の範囲を決定する手順の一例を説明するために、ショベルを側方から見た側面図である。

[図20]カメラの撮像範囲と空間モデルとの間の位置関係を説明するための平面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

[0012] 図1は、本発明の一実施形態による画像生成装置の概略構成を概略的に示すブロック図である。

[0013] 一実施形態による画像生成装置100は、例えば、建設機械に搭載されたカメラ2が撮影した入力画像に基づいて主観尾端画像を生成し、その出力画像を運転者に提示する。図1に示すように、画像生成装置100は、制御部1、カメラ2、入力部3、記憶部4、及び表示部5を含む。

[0014] 図2は、画像生成装置100が搭載されるショベル60の側面図である。ショベル60は、クローラ式の下部走行体61、旋回機構62、及び、上部旋回体63を有する。上部旋回体63は、下部走行体61の上に旋回機構6

2を介して、回転軸P Vの周りで回転自在に搭載されている。

[0015] 上部回転体63の前方左側部にキャブ（運転室）64が設けられ、前方中央部には、掘削アタッチメントEが設けられる。上部回転体63の右側面及び後面にカメラ2（右側方カメラ2R、後方カメラ2B）が設けられる。キャブ64内の運転者が視認し易い位置には表示部5が設置されている。

[0016] 次に、画像生成装置100の各構成要素について説明する。

[0017] 制御部1は、CPU（Central Processing Unit）、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、NVRAM（Non-Volatile Random Access Memory）等を備えたコンピュータを含む。例えば、後述する座標対応付け部10及び出力画像生成部11のそれぞれに対応するプログラムがROMやNVRAMに格納される。CPUは、一時記憶領域としてRAMを利用しながら、各手段に対応するプログラムを実行して処理を行なう。

[0018] カメラ2は、ショベル60の周辺を映し出す入力画像を取得するための装置であり、右側方カメラ2R及び後方カメラ2Bを含む。右側方カメラ2R及び後方カメラ2Bは、例えば、キャブ64にいる運転者の死角となる領域を撮影できるよう上部回転体63の右側面及び後面に取り付けられる（図2参照）。右側方カメラ2R及び後方カメラ2Bの各々は、CCD（Charge Coupled Device）やCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）等の撮像素子を備えている。なお、カメラ2は、上部回転体63の右側面及び後面以外の位置（例えば、前面及び左側面である。）に取り付けられていてもよく、広い範囲を撮影できるよう広角レンズ又は魚眼レンズが装着されていてもよい。

[0019] カメラ2は、制御部1からの制御信号に応じて入力画像を取得し、取得した入力画像を制御部1に対して出力する。なお、カメラ2は、魚眼レンズ又は広角レンズを用いて入力画像を取得した場合には、それらレンズを用いることによって生じる見掛け上の歪曲やアオリを補正した補正済みの入力画像を制御部1に対して出力する。ただし、カメラ2は、取得した入力画像を補正せずに、そのまま制御部1に対して出力してもよい。その場合には、制御

部 1 が見掛け上の歪曲やアオリを補正する。

- [0020] 入力部 3 は、操作者が画像生成装置 100 に対して各種情報を入力できるようにするための装置であり、例えば、タッチパネル、ボタンスイッチ、ポインティングデバイス、キーボード等を含む。
- [0021] 記憶部 4 は、各種情報を記憶するための装置であり、例えば、ハードディスク、光学ディスク、又は半導体メモリ等を含む。
- [0022] 表示部 5 は、画像情報を表示するための装置であり、例えば、建設機械のキャブ 64（図 2 参照）内に設置された液晶ディスプレイ又はプロジェクタを含むである。表示部 5 は、制御部 1 が出力する各種画像を表示する。
- [0023] また、画像生成装置 100 は、入力画像に基づいて処理対象画像を生成し、その処理対象画像に画像変換処理を施すことによって周辺障害物との位置関係や距離感を直感的に把握できるようにする出力画像を生成した上で、その出力画像を運転者に提示してもよい。
- [0024] 「処理対象画像」は、入力画像に基づいて生成される画像変換処理（例えば、スケール変換、アフィン変換、歪曲変換、視点変換処理）の対象となる画像である。例えば、地表を上方から撮像するカメラによる入力画像であってその広い画角により水平方向の画像（例えば、空の部分である。）を含む入力画像を画像変換処理で用いる場合がある。そのような場合には、その水平方向の画像が不自然に表示されないように（例えば、空の部分が地表にあるものとして扱われないように）、その入力画像を所定の空間モデルに投影する。そして、空間モデルに投影された投影画像を別の二次元平面に再投影することによって画像変換処理に適した画像を得ることができる。なお、処理対象画像は、画像変換処理を施すことなくそのまま出力画像として用いられてもよい。
- [0025] 「空間モデル」は、入力画像の投影対象であり、少なくとも、処理対象画像が位置する平面である処理対象画像平面以外の平面又は曲面（例えば、処理対象画像平面に平行な平面、又は、処理対象画像平面との間で角度を形成する平面若しくは曲面）を含む。

- [0026] なお、画像生成装置 100 は、処理対象画像を生成することなく、その空間モデルに投影された投影画像に画像変換処理を施すことによって出力画像を生成してもよい。また、投影画像は、画像変換処理を施すことなくそのまま出力画像として用いられてもよい。
- [0027] 図 3 A、3 B は、入力画像が投影される空間モデル MD の一例を示す図である。図 3 A は、ショベル 60 を側方から見たときのショベル 60 と空間モデル MD との間の関係を示し、図 3 B は、ショベル 60 を上方から見たときのショベル 60 と空間モデル MD との間の関係を示す。
- [0028] 図 3 A、3 B に示されるように、空間モデル MD は半円筒形状を有する。半円筒形状の底面内部は平面領域 R 1 含み、側面内部は曲面領域 R 2 を含む。
- [0029] 図 4 は、空間モデル MD と処理対象画像平面との間の関係の一例を示す図である。図 4 において、処理対象画像平面 R 3 は、例えば、空間モデル MD の平面領域 R 1 を含む平面である。なお、図 4 では明確化のために、空間モデル MD を、図 3 で示すような半円筒形状とは異なり、円筒形状で示しているが、空間モデル MD は、半円筒形状及び円筒形状の何れであってもよい。これは、以降の図においても同様である。また、処理対象画像平面 R 3 は、上述のように、空間モデル MD の平面領域 R 1 を含む円形領域であってもよく、空間モデル MD の平面領域 R 1 を含まない環状領域であってもよい。
- [0030] 次に、制御部 1 が有する座標対応付け部 10 及び出力画像生成部 11 について説明する。
- [0031] 座標対応付け部 10 は、カメラ 2 が撮像した入力画像が位置する入力画像平面上の座標（入力座標と称することもある）と、空間モデル MD 上の座標（空間座標と称することもある）と、処理対象画像平面 R 3 上の座標（投影座標と称することもある）とを対応付けるために設けられている。例えば、予め設定された、或いは、入力部 3 を介して入力される、カメラ 2 の光学中心、焦点距離、CCD サイズ、光軸方向ベクトル、カメラ水平方向ベクトル、射影方式等のカメラ 2 に関する各種パラメータと、予め決定された、入力

画像平面、空間モデルMD、及び処理対象画像平面R 3の相互の位置関係とに基づいて、入力画像平面上の座標と、空間モデルMD上の座標と、処理対象画像平面R 3上の座標とを対応付ける。それらの対応関係は、記憶部4の入力画像・空間モデル対応マップ4 0及び空間モデル・処理対象画像対応マップ4 1に格納される。

[0032] なお、座標対応付け部1 0は、処理対象画像を生成しない場合には、空間モデルMD上の座標と処理対象画像平面R 3上の座標との対応付け、及び、その対応関係の空間モデル・処理対象画像対応マップ4 1への格納を省略する。

[0033] 出力画像生成部1 1は、出力画像を生成するための手段である。出力画像生成部1 1は、例えば、処理対象画像にスケール変換、アフィン変換、又は歪曲変換を施すことによって、処理対象画像平面R 3上の座標と出力画像が位置する出力画像平面上の座標とを対応付ける。対応関係は記憶部4の処理対象画像・出力画像対応マップ4 2に格納される。出力画像生成部1 1は、座標対応付け部1 0に格納された入力画像・空間モデル対応マップ4 0及び空間モデル・処理対象画像対応マップ4 1を参照しながら、出力画像における各画素の値（例えば、輝度値、色相値、彩度値等である。）と入力画像における各画素の値とを関連付けて出力画像を生成する。

[0034] また、出力画像生成部1 1は、予め設定された、或いは、入力部3を介して入力される、仮想カメラの光学中心、焦点距離、CCDサイズ、光軸方向ベクトル、カメラ水平方向ベクトル、射影方式等の各種パラメータに基づいて、処理対象画像平面R 3上の座標と出力画像が位置する出力画像平面上の座標とを対応付ける。対応関係は記憶部4の処理対象画像・出力画像対応マップ4 2に記憶される。そして、出力画像生成部1 1は、座標対応付け部1 0に格納された入力画像・空間モデル対応マップ4 0及び空間モデル・処理対象画像対応マップ4 1を参照しながら、出力画像における各画素の値（例えば、輝度値、色相値、彩度値等である。）と入力画像における各画素の値とを関連付けて出力画像を生成する。

- [0035] なお、出力画像生成部 11 は、仮想カメラの概念を用いることなく、処理対象画像のスケールを変更して出力画像を生成するようにしてもよい。
- [0036] また、出力画像生成部 11 は、処理対象画像を生成しない場合には、施した画像変換処理に応じて空間モデル MD 上の座標と出力画像平面上の座標とを対応付ける。そして、出力画像生成部 11 は、入力画像・空間モデル対応マップ 40 を参照しながら、出力画像における各画素の値（例えば、輝度値、色相値、彩度値等である。）と入力画像における各画素の値とを関連付けて出力画像を生成する。この場合、出力画像生成手段 11 は、処理対象画像平面 R3 上の座標と出力画像平面上の座標との対応付け、及び、その対応関係の処理対象画像・出力画像対応マップ 42 への格納を省略する。
- [0037] 次に、座標対応付け部 10 及び出力画像生成部 11 により行なわれる処理の一例について説明する。
- [0038] 座標対応付け部 10 は、例えば、ハミルトンの四元数を用いて、入力画像平面上の入力座標と空間モデル上の空間座標とを対応付けることができる。
- [0039] 図 5 は、入力画像平面上の座標と空間モデル上の座標との対応付けを説明するための図である。カメラ 2 の入力画像平面は、カメラ 2 の光学中心 C を原点とする UVW 直交座標系における一平面として表され、空間モデルは、XYZ 直交座標系における立体面として表される。
- [0040] 最初に、座標対応付け部 10 は、空間モデル上の座標（XYZ 座標系上の座標）を入力画像平面上の座標（UVW 座標系上の座標）に変換するため、XYZ 座標系の原点を光学中心 C（UVW 座標系の原点）に並行移動させた上で、X 軸を U 軸に、Y 軸を V 軸に、Z 軸を -W 軸にそれぞれ一致させるよう XYZ 座標系を回転させる。ここで、符号「-」は方向が逆であることを意味する。これは、UVW 座標系がカメラ前方を +W 方向とし、XYZ 座標系が鉛直下方を -Z 方向としていることに起因する。
- [0041] カメラ 2 が複数存在する場合、カメラ 2 のそれぞれが個別の UVW 座標系を有する。これにより、座標対応付け部 10 は、複数の UVW 座標系のそれぞれに対して、XYZ 座標系を並行移動させ且つ回転させる。

[0042] 上述の変換は、カメラ2の光学中心CがX Y Z座標系の原点となるようにX Y Z座標系を並行移動させた後に、Z軸が-W軸に一致するよう回転させ、更に、X軸がU軸に一致するよう回転させることによって実現される。したがって、座標対応付け部10は、この変換をハミルトンの四元数で記述することにより、それら二回の回転を一回の回転演算に纏める。

[0043] ところで、あるベクトルAを別のベクトルBに一致させるための回転は、ベクトルAとベクトルBとが張る面の法線を軸としてベクトルAとベクトルBとが形成する角度だけ回転させる処理に相当する。回転させる角度を θ とすると、ベクトルAとベクトルBとの内積から、角度 θ は以下のように表される。

[0044] [数1]

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{A \cdot B}{|A||B|} \right)$$

また、ベクトルAとベクトルBとが張る面の法線の単位ベクトルNは、ベクトルAとベクトルBとの外積から以下のように表される。

[0045] [数2]

$$N = \frac{A \times B}{|A||B| \sin \theta}$$

なお、四元数は、 i 、 j 、 k をそれぞれ虚数単位とした場合、以下の条件を満たす超複素数である。

[0046]

[数3]

$$ii = jj = kk = ijk = -1$$

本実施例において、四元数Qは、実成分をt、純虚成分をa、b、cとして、以下のように表される。

[0047] [数4]

$$Q = (t; a, b, c) = t + ai + bj + ck$$

したがって、四元数Qの共役四元数は、以下のように表される。

[0048] [数5]

$$Q^* = (t; -a, -b, -c) = t - ai - bj - ck$$

四元数Qは、実成分tを0（ゼロ）としながら、純虚成分a、b、cで三次元ベクトル（a, b, c）を表現することができる。また、t、a、b、cの各成分により任意のベクトルを軸とした回転動作を表現することもできる。

[0049] 更に、四元数Qは、連続する複数回の回転動作を統合して一回の回転動作として表現することができる。例えば、任意の点S（s_x, s_y, s_z）を、任意の単位ベクトルC（l, m, n）を軸としながら角度θだけ回転させたときの点D（e_x, e_y, e_z）を以下のように表現することができる。

[0050]

[数6]

$$D=(0;ex,ey,ez)=QSQ^*$$

$$\text{但し、} S=(0;sx,sy,sz), Q=\left(\cos\frac{\theta}{2}; l\sin\frac{\theta}{2}, m\sin\frac{\theta}{2}, n\sin\frac{\theta}{2}\right)$$

ここで、本実施例において、Z軸を-W軸に一致させる回転を表す四元数を Q_z とすると、XYZ座標系におけるX軸上の点Xは、点X'に移動させられる。したがって、点X'は以下のように表される。

[0051] [数7]

$$X'=Q_z X Q_z^*$$

また、本実施例において、X軸上にある点X'と原点とを結ぶ線をU軸に一致させる回転を表す四元数を Q_x とすると、「Z軸を-W軸に一致させ、更に、X軸をU軸に一致させる回転」を表す四元数Rは、以下のように表される。

[0052] [数8]

$$R=Q_x Q_z$$

以上により、空間モデル（XYZ座標系）上の任意の座標Pを入力画像平面（UVW座標系）上の座標で表現したときの座標P'は、以下のように表

される。

[0053] [数9]

$$P' = RPR^*$$

四元数Rがカメラ2のそれぞれで不変であることから、座標対応付け部10は、以後、この演算を実行するだけで空間モデル（XYZ座標系）上の座標を入力画像平面（UVW座標系）上の座標に変換することができる。

[0054] 空間モデル（XYZ座標系）上の座標を入力画像平面（UVW座標系）上の座標に変換した後、座標対応付け部10は、カメラ2の光学中心C（UVW座標系上の座標）と空間モデル上の任意の座標PをUVW座標系で表した座標P'とを結ぶ線分CP'と、カメラ2の光軸Gとが形成する入射角 α を算出する。

[0055] また、座標対応付け部10は、カメラ2の入力画像平面R4（例えば、CD面）に平行で且つ座標P'を含む平面Hにおける、平面Hと光軸Gとの交点Eと座標P'とを結ぶ線分EP'と、平面HにおけるU'軸とが形成する偏角 ϕ 、及び線分EP'の長さを算出する。

[0056] カメラの光学系は、通常、像高さhが入射角 α 及び焦点距離fの関数となっている。したがって、座標対応付け部10は、通常射影（ $h = f \tan \alpha$ ）、正射影（ $h = f \sin \alpha$ ）、立体射影（ $h = 2f \tan(\alpha/2)$ ）、等立体角射影（ $h = 2f \sin(\alpha/2)$ ）、等距離射影（ $h = f \alpha$ ）等の適切な射影方式を選択して像高さhを算出する。

[0057] その後、座標対応付け部10は、算出した像高さhを偏角 ϕ によりUV座標系上のU成分及びV成分に分解し、入力画像平面R4の画素当たりの画素サイズに相当する数値で除算する。これにより、座標対応付け部10は、空間モデルMD上の座標P（P'）と入力画像平面R4上の座標とを対応付けることができる。

[0058] なお、入力画像平面 R 4 の U 軸方向における一画素当たりの画素サイズを a_U とし、入力画像平面 R 4 の V 軸方向における一画素当たりの画素サイズを a_V とすると、空間モデル MD 上の座標 P (P') に対応する入力画像平面 R 4 上の座標 (u, v) は、以下のように表される。

[0059] [数10]

$$u = \frac{h \cos \varphi}{a_U}$$

[0060] [数11]

$$v = \frac{h \sin \varphi}{a_V}$$

このようにして、座標対応付け部 10 は、空間モデル MD 上の座標と、カメラ毎に存在する一又は複数の入力画像平面 R 4 上の座標とを対応付け、且つ、空間モデル MD 上の座標、カメラ識別子、及び入力画像平面 R 4 上の座標を関連付けて、対応関連を入力画像・空間モデル対応マップ 40 に格納する。

[0061] 座標対応付け部 10 は、四元数を用いて座標の変換を演算するので、オイラー角を用いて座標の変換を演算する場合と異なり、ジンバルロックを発生させることがないという利点を提供する。しかしながら、座標対応付け部 10 は、四元数を用いて座標の変換を演算するものに限定されることはなく、オイラー角を用いて座標の変換を演算するようにしてもよい。

[0062] 複数の入力画像平面 R 4 上の座標への対応付けが可能な場合、座標対応付け部 10 は、空間モデル MD 上の座標 P (P') を、その入射角 α が最も小

さいカメラに関する入力画像平面 R 4 上の座標に対応付けるようにしてもよく、あるいは、操作者が選択した入力画像平面 R 4 上の座標に対応付けるようにしてもよい。

[0063] 次に、空間モデル MD 上の座標のうち、曲面領域 R 2 上の座標（Z 軸方向の成分を持つ座標）を、XY 平面上にある処理対象画像平面 R 3 に再投影する処理について説明する。

[0064] 図 6 A、6 B は、座標対応付け部 10 による座標間の対応付けを説明するための図である。図 6 A は、一例として通常射影（ $h = f \tan \alpha$ ）を採用するカメラ 2 の入力画像平面 R 4 上の座標と空間モデル MD 上の座標との間の対応関係を示す図である。座標対応付け部 10 は、カメラ 2 の入力画像平面 R 4 上の座標とその座標に対応する空間モデル MD 上の座標とを結ぶ線分のそれぞれがカメラ 2 の光学中心 C を通過するようにして、両座標を対応付ける。

[0065] 図 6 A に示す例では、座標対応付け部 10 は、カメラ 2 の入力画像平面 R 4 上の座標 K 1 を空間モデル MD の平面領域 R 1 上の座標 L 1 に対応付け、カメラ 2 の入力画像平面 R 4 上の座標 K 2 を空間モデル MD の曲面領域 R 2 上の座標 L 2 に対応付ける。このとき、線分 K 1 - L 1 及び線分 K 2 - L 2 は共にカメラ 2 の光学中心 C を通過する。

[0066] なお、カメラ 2 が通常射影以外の射影方式（例えば、正射影、立体射影、等立体角射影、等距離射影等）を採用した場合、座標対応付け部 10 は、それぞれの射影方式に応じて、カメラ 2 の入力画像平面 R 4 上の座標 K 1、K 2 を空間モデル MD 上の座標 L 1、L 2 に対応付ける。

[0067] 具体的には、座標対応付け部 10 は、所定の関数（例えば、正射影（ $h = f \sin \alpha$ ）、立体射影（ $h = 2 f \tan (\alpha / 2)$ ）、等立体角射影（ $h = 2 f \sin (\alpha / 2)$ ）、等距離射影（ $h = f \alpha$ ）等）に基づいて、入力画像平面上の座標と空間モデル MD 上の座標とを対応付ける。この場合、線分 K 1 - L 1 及び線分 K 2 - L 2 がカメラ 2 の光学中心 C を通過することはない。

- [0068] 図6Bは、空間モデルMDの曲面領域R2上の座標と処理対象画像平面R3上の座標との間の対応関係を示す図である。座標対応付け部10は、XZ平面上に位置する平行線群PLであって、処理対象画像平面R3との間で角度 β を形成する平行線群PLを導入し、空間モデルMDの曲面領域R2上の座標とその座標に対応する処理対象画像平面R3上の座標とが共に平行線群PLのうちの一つに乗るようにして、両座標を対応付ける。
- [0069] 図6Bに示す例では、座標対応付け部10は、空間モデルMDの曲面領域R2上の座標L2と処理対象画像平面R3上の座標M2とが共通の平行線に乗るとして、両座標を対応付ける。
- [0070] 座標対応付け部10は、空間モデルMDの平面領域R1上の座標を曲面領域R2上の座標と同様に平行線群PLを用いて処理対象画像平面R3上の座標に対応付けることができる。ただし、図6Bに示す例では、平面領域R1と処理対象画像平面R3とが共通の平面となっているので、空間モデルMDの平面領域R1上の座標L1と処理対象画像平面R3上の座標M1とは同じ座標値を有する。
- [0071] このようにして、座標対応付け部10は、空間モデルMD上の空間座標と、処理対象画像平面R3上の投影座標とを対応付け、且つ、空間モデルMD上の座標及び処理対象画像R3上の座標を関連付けて、空間モデル・処理対象画像対応マップ41に格納する。
- [0072] 図6Cは、処理対象画像平面R3上の座標と一例として通常射影($h = f \tan \alpha$)を採用する仮想カメラ2Vの出力画像平面R5上の座標との間の対応関係を示す図である。出力画像生成部11は、仮想カメラ2Vの出力画像平面R5上の座標とその座標に対応する処理対象画像平面R3上の座標とを結ぶ線分のそれぞれが仮想カメラ2Vの光学中心CVを通過するように、両座標を対応付ける。
- [0073] 図6Cに示す例では、出力画像生成部11は、仮想カメラ2Vの出力画像平面R5上の座標N1を処理対象画像平面R3（空間モデルMDの平面領域R1）上の座標M1に対応付け、且つ、仮想カメラ2Vの出力画像平面R5

上の座標 N_2 を処理対象画像平面 R_3 上の座標 M_2 に対応付ける。このとき、線分 $M_1 - N_1$ 及び線分 $M_2 - N_2$ は共に仮想カメラ $2V$ の光学中心 C_V を通過する。

[0074] 仮想カメラ $2V$ が通常射影以外の射影方式（例えば、正射影、立体射影、等立体角射影、等距離射影等である。）を採用している場合、出力画像生成部 11 は、それぞれの射影方式に応じて、仮想カメラ $2V$ の出力画像平面 R_5 上の座標 N_1 、 N_2 を処理対象画像平面 R_3 上の座標 M_1 、 M_2 に対応付ける。

[0075] 具体的には、出力画像生成部 11 は、所定の関数（例えば、正射影（ $h = f \sin \alpha$ ）、立体射影（ $h = 2 f \tan (\alpha / 2)$ ）、等立体角射影（ $h = 2 f \sin (\alpha / 2)$ ）、等距離射影（ $h = f \alpha$ ）等）に基づいて、出力画像平面 R_5 上の座標と処理対象画像平面 R_3 上の座標とを対応付ける。この場合、線分 $M_1 - N_1$ 及び線分 $M_2 - N_2$ が仮想カメラ $2V$ の光学中心 C_V を通過することはない。

[0076] このようにして、出力画像生成部 11 は、出力画像平面 R_5 上の座標と、処理対象画像平面 R_3 上の座標とを対応付け、且つ、出力画像平面 R_5 上の座標及び処理対象画像 R_3 上の座標を関連付けて処理対象画像・出力画像対応マップ 42 に格納する。そして、出力画像生成部 11 は、座標対応付け部 10 に格納された入力画像・空間モデル対応マップ 40 及び空間モデル・処理対象画像対応マップ 41 を参照しながら、出力画像における各画素の値と入力画像における各画素の値とを関連付けて出力画像を生成する。

[0077] なお、図 $6D$ は、図 $6A \sim 6C$ を組み合わせた図であり、カメラ 2 、仮想カメラ $2V$ 、空間モデル MD の平面領域 R_1 及び曲面領域 R_2 、並びに、処理対象画像平面 R_3 の相互の位置関係を示す。

[0078] 次に、図 $7A$ 、 $7B$ を参照しながら、空間モデル MD 上の座標と処理対象画像平面 R_3 上の座標とを対応付けるために座標対応付け部 10 が導入する平行線群 PL の作用について説明する。

[0079] 図 $7A$ は、 XZ 平面上に位置する平行線群 PL と処理対象画像平面 R_3 と

の間で角度 β が形成される場合の図である。図7Bは、XZ平面上に位置する平行線群PLと処理対象画像平面R3との間で角度 β_1 ($\beta_1 > \beta$) が形成される場合の図である。図7A及び図7Bにおける空間モデルMDの曲面領域R2上の座標 $L_a \sim L_d$ は、処理対象画像平面R3上の座標 $M_a \sim M_d$ にそれぞれ対応する。図7Aにおける座標 $L_a \sim L_d$ の間隔は、図7Bにおける座標 $L_a \sim L_d$ の間隔にそれぞれ等しい。なお、説明を簡単にするために平行線群PLはXZ平面上に存在するものとしているが、実際には、Z軸上の全ての点から処理対象画像平面R3に向かって放射状に延びるように存在する。なお、この場合のZ軸を「再投影軸」と称する。

[0080] 図7A及び図7Bに示されるように、処理対象画像平面R3上の座標 $M_a \sim M_d$ の間隔は、平行線群PLと処理対象画像平面R3との間の角度が増大するにつれて線形的に減少する。すなわち、座標 $M_a \sim M_d$ の間隔は、空間モデルMDの曲面領域R2と座標 $M_a \sim M_d$ のそれぞれとの間の距離とは関係なく一様に減少する。一方、図7A、7Bに示す例では処理対象画像平面R3上の座標群への変換が行われないので、空間モデルMDの平面領域R1上の座標群の間隔は変化しない。

[0081] これら座標群の間隔の変化は、出力画像平面R5（図6C参照）上の画像部分のうち、空間モデルMDの曲面領域R2に投影された画像に対応する画像部分のみが線形的に拡大或いは縮小されることを意味する。

[0082] 次に、図8A、8Bを参照しながら、空間モデルMD上の座標と処理対象画像平面R3上の座標とを対応付けるために座標対応付け部10が導入する平行線群PLの代替例について説明する。

[0083] 図8Aは、XZ平面上に位置する補助線群ALの全てがZ軸上の始点 T_1 から処理対象画像平面R3に向かって延びる場合の図である。図8Bは、補助線群ALの全てがZ軸上の始点 T_2 ($T_2 > T_1$) から処理対象画像平面R3に向かって延びる場合の図である。図8A及び図8Bにおける空間モデルMDの曲面領域R2上の座標 $L_a \sim L_d$ は、処理対象画像平面R3上の座標 $M_a \sim M_d$ にそれぞれ対応する。図8Aに示す例では、座標 M_c 、 M_d は

、処理対象画像平面 R_3 の領域外となるため図示されていない。図8Aにおける座標 $L_a \sim L_d$ の間隔は、図8Bにおける座標 $L_a \sim L_d$ の間隔にそれぞれ等しいものとする。なお、補助線群 A_L は、説明を便宜上目的のために XZ 平面上に存在しているとしているが、実際には、 Z 軸上の任意の一点から処理対象画像平面 R_3 に向かって放射状に在している。なお、図7A、7Bに示す例と同様に、この場合の Z 軸を「再投影軸」と称する。

[0084] 図8A及び図8Bに示されるように、処理対象画像平面 R_3 上の座標 $M_a \sim M_d$ の間隔は、補助線群 A_L の始点と原点 O との間の距離（高さ）が増大するにつれて非線形的に減少する。すなわち、空間モデル MD の曲面領域 R_2 と座標 $M_a \sim M_d$ のそれぞれとの間の距離が大きいほど、それぞれの間隔の減少幅が大きくなる。一方、図8A、8Bに示す例では処理対象画像平面 R_3 上の座標群への変換が行われないので、空間モデル MD の平面領域 R_1 上の座標群の間隔は変化しない。

[0085] これら座標群の間隔の変化は、平行線群 P_L のときと同様に、出力画像平面 R_5 （図6C参照）上の画像部分のうち、空間モデル MD の曲面領域 R_2 に投影された画像に対応する画像部分のみが非線形的に拡大或いは縮小されることを意味する。

[0086] このようにして、画像生成装置100は、空間モデル MD の平面領域 R_1 に投影された画像に対応する出力画像の画像部分（例えば、路面画像）に影響を与えることなく、空間モデル MD の曲面領域 R_2 に投影された画像に対応する出力画像の画像部分（例えば、水平画像）を線形的に或いは非線形的に拡大或いは縮小させることができる。これにより、ショベル60の近傍の路面画像（ショベル60を真上から見たときの仮想画像）に影響を与えることなく、ショベル60の周囲に位置する物体（ショベル60から水平方向に周囲を見たときの画像における物体）を迅速且つ柔軟に拡大或いは縮小させることができ、ショベル60の死角領域の視認性を向上させることができる。

[0087] 次に、図9A、9B及び図10を参照しながら、空間モデル MD に投影さ

れた画像から直接的に出力画像を生成する場合と、空間モデルMDに投影された画像を処理対象画像に再投影しその再投影された処理対象画像から出力画像を生成する場合との違いについて説明する。

- [0088] 図9Aは、XZ平面上に位置する平行線群PLと処理対象画像平面R3との間で角度 β が形成される場合の図であり、図9Bは、XZ平面上に位置する平行線群PLと処理対象画像平面R3との間で角度 β_2 ($\beta_2 < \beta$) が形成される場合の図である。図9Aにおける空間モデルMDの平面領域R1及び曲面領域R2、処理対象画像平面R3、並びに、通常射影 ($h = f \tan \alpha$) を採用する仮想カメラ2Vの出力画像平面R5及び光学中心CVの位置と、図9Bのそれぞれとは、共通するものとする。
- [0089] 図9A及び図9Bにおいて、平面領域R1を含む処理対象画像平面R3上の座標M1は、出力画像平面R5上の座標N1に対応し、曲面領域R2上の座標L2は、処理対象画像平面R3上の座標M2、及び出力画像平面R5上の座標N2に対応する。距離D1 (D3) は、出力画像平面R5の中心点 (仮想カメラ2Vの光軸GVとの交点) と座標N1との間のX軸上の距離を示す。距離D2 (D4) は、出力画像平面R5の中心点と座標N2との間のX軸上の距離を示す。
- [0090] 図9A及び図9Bに示されるように、平行線群PLと処理対象画像平面R3との間の角度が β のときの距離D2 (図9A参照) は、その角度が減少するにつれて増大し、その角度が β_2 のときに距離D4 (図9B参照) となる。その角度が β のときの距離D1 (図9A参照) は、その角度の変化にかかわらず一定であり、その角度が β_2 のときの距離D3 (図9B参照) に等しい。
- [0091] このように距離D2が距離D4に変化すること、及び、距離D1 (D3) が不変であることは、図7A, 7B及び図8A, 8Bを用いて説明した作用と同様に、出力画像平面R5上の画像部分のうち、空間モデルMDの曲面領域R2に投影された画像に対応する画像部分 (例えば、水平画像である。) のみが拡大或いは縮小されることを意味する。

- [0092] なお、空間モデルMDに投影された画像に基づいて直接的に出力画像を生成した場合には、空間モデルMDの平面領域R 1と曲面領域R 2とを別々に取り扱うことができないため（別々に拡大縮小処理の対象とすることができないため）、曲面領域R 2に投影された画像に対応する出力画像平面R 5上の画像部分のみを拡大或いは縮小することはできない。
- [0093] 図10は、XZ平面上に位置する平行線群PLと処理対象画像平面R 3との間で角度 β が形成される場合の図である。図10は、通常射影（ $h = f \tan \alpha$ ）を採用する仮想カメラ2Vの光学中心CVを空間モデルMDの外側に移動させたときの状態（光学中心CVのX座標の値を平面領域R 1の半径よりも大きくした状態）を示す。
- [0094] 図10に示されるように、出力画像生成部11は、処理対象画像平面R 3（平面領域R 1）上の座標M 1と出力画像平面R 5上の座標N 1とを、線分M 1－N 1が光学中心CVを通るように対応付け、且つ、曲面領域R 2上の座標L 2に対応する処理対象画像平面R 3上の座標M 2と出力画像平面R 5上の座標N 2とを、線分M 2－N 2が光学中心CVを通るように対応付ける。これにより、空間モデルMDの曲面領域R 2に投影された画像から直接的に出力画像を生成する場合のように、円筒の側壁外面を見ることとなって適切な出力画像を生成できないという問題（空間モデルMD上の座標と出力画像平面R 5上の座標とを対応付けることができないという問題）が引き起こされず、適切な出力画像を生成することができる。
- [0095] なお、図9A、9B及び図10を参照しながら、通常射影を採用する仮想カメラ2Vに関して説明したが、通常射影以外の射影方式（例えば、正射影、立体射影、等立体角射影、等距離射影等である。）を採用した仮想カメラ2Vについても同様である。その場合、出力画像生成部11は、処理対象画像平面R 3（平面領域R 1）上の座標M 1と出力画像平面R 5上の座標N 1とを、線分M 1－N 1が光学中心CVを通るように（関数 $h = f \tan \alpha$ に従って）対応付ける代わりに、それぞれの射影方式に対応する関数（例えば、正射影（ $h = f \sin \alpha$ ）、立体射影（ $h = 2 f \tan (\alpha / 2)$ ）、等

立体角射影 ($h = 2 f \sin(\alpha/2)$)、等距離射影 ($h = f \alpha$) 等である。) に従って出力画像平面 R_5 上の座標と処理対象画像平面 R_3 上の座標とを対応付ける。この場合、線分 $M_1 - N_1$ は仮想カメラ $2V$ の光学中心 C_V を通過しない。

[0096] 次に、図 11 を参照しながら、画像生成装置 100 が処理対象画像を生成する処理（以下、「処理対象画像生成処理」とする）、及び、生成した処理対象画像を用いて出力画像を生成する処理（以下、「出力画像生成処理」とする。）について説明する。図 11 は、処理対象画像生成処理（ステップ S_1 ～ステップ S_3 ）及び出力画像生成処理（ステップ S_4 ～ステップ S_6 ）のフローチャートである。カメラ 2（入力画像平面 R_4 ）、空間モデル（平面領域 R_1 及び曲面領域 R_2 ）、並びに、処理対象画像平面 R_3 の配置は予め決定されているものとする。

[0097] 最初に、制御部 1 は、座標対応付け部 10 により、処理対象画像平面 R_3 上の座標と空間モデル MD 上の座標とを対応付ける（ステップ S_1 ）。

[0098] 具体的には、座標対応付け部 10 は、平行線群 PL と処理対象画像平面 R_3 との間に形成される角度を取得し、処理対象画像平面 R_3 上の一座標から延びる平行線群 PL の一つが空間モデル MD の曲面領域 R_2 と交差する点を算出す。そして、座標対応付け部 10 は、算出した点に対応する曲面領域 R_2 上の座標を、処理対象画像平面 R_3 上のその一座標に対応する曲面領域 R_2 上の一座標として導き出し、その対応関係を空間モデル・処理対象画像対応マップ 41 に格納する。平行線群 PL と処理対象画像平面 R_3 との間に形成される角度は、記憶部 4 等に予め格納された値であってもよく、入力部 3 を介して操作者が動的に入力する値であってもよい。

[0099] 処理対象画像平面 R_3 上の一座標が空間モデル MD の平面領域 R_1 上の一座標と一致する場合には、座標対応付け部 10 は、平面領域 R_1 上のその一座標を、処理対象画像平面 R_3 上のその一座標に対応する一座標として導き出し、その対応関係を空間モデル・処理対象画像対応マップ 41 に格納する。

- [0100] その後、制御部 1 は、座標対応付け部 10 により、上述の処理によって導き出された空間モデル MD 上的一座標と入力画像平面 R 4 上の座標とを対応付ける（ステップ S 2）。
- [0101] 具体的には、座標対応付け部 10 は、通常射影（ $h = f \tan \alpha$ ）を採用するカメラ 2 の光学中心 C の座標を取得し、空間モデル MD 上的一座標から延びる線分であり、光学中心 C を通過する線分が入力画像平面 R 4 と交差する点を算出する。そして、座標対応付け部 10 は、算出した点に対応する入力画像平面 R 4 上の座標を、空間モデル MD 上のその一座標に対応する入力画像平面 R 4 上的一座標として導き出し、その対応関係を入力画像・空間モデル対応マップ 40 に格納する。
- [0102] その後、制御部 1 は、処理対象画像平面 R 3 上の全ての座標を空間モデル MD 上の座標及び入力画像平面 R 4 上の座標に対応付けたか否かを判定する（ステップ S 3）。未だ全ての座標に対応付けていないと判定された場合には（ステップ S 3 の NO）、ステップ S 1 及びステップ S 2 の処理が繰り返される。
- [0103] 一方、制御部 1 は、全ての座標に対応付けたと判定された場合には（ステップ S 3 の YES）、処理対象画像生成処理を終了させた上で出力画像生成処理を開始させる。これにより、出力画像生成部 11 は、処理対象画像平面 R 3 上の座標と出力画像平面 R 5 上の座標とを対応付ける（ステップ S 4）。
- [0104] 具体的には、出力画像生成部 11 は、処理対象画像にスケール変換、アフィン変換、又は歪曲変換を施すことによって出力画像を生成する。そして、出力画像生成部 11 は、施したスケール変換、アフィン変換、又は歪曲変換の内容によって定まる、処理対象画像平面 R 3 上の座標と出力画像平面 R 5 上の座標との間の対応関係を、処理対象画像・出力画像対応マップ 42 に格納する。
- [0105] 或いは、仮想カメラ 2V を用いて出力画像を生成する場合には、出力画像生成部 11 は、採用した射影方式に応じて対象処理画像平面 R 3 上の座標が

ら出力画像平面R5上の座標を算出し、その対応関係を処理対象画像・出力画像対応マップ42に格納することとしてもよい。

[0106] 或いは、通常射影 ($h = f \tan \alpha$) を採用する仮想カメラ2Vを用いて出力画像を生成する場合には、出力画像生成部11は、その仮想カメラ2Vの光学中心CVの座標を取得した上で、出力画像平面R5上の一座標から延びる線分であり、光学中心CVを通過する線分が処理対象画像平面R3と交差する点を算出してもよい。そして、出力画像生成部11は、算出した点に対応する処理対象画像平面R3上の座標を、出力画像平面R5上のその一座標に対応する処理対象画像平面R3上の一座標として導き出し、その対応関係を処理対象画像・出力画像対応マップ42に格納してもよい。

[0107] その後、制御部1は、出力画像生成部11により、入力画像・空間モデル対応マップ40、空間モデル・処理対象画像対応マップ41、及び処理対象画像・出力画像対応マップ42を参照しながら、入力画像平面R4上の座標と空間モデルMD上の座標との対応関係、空間モデルMD上の座標と処理対象画像平面R3上の座標との対応関係、及び処理対象画像平面R3上の座標と出力画像平面R5上の座標との対応関係を辿り、出力画像平面R5上の各座標に対応する入力画像平面R4上の座標が有する値（例えば、輝度値、色相値、彩度値等である。）を取得する。そして、制御部1は、その取得した値を、対応する出力画像平面R5上の各座標の値として採用する（ステップS5）。なお、出力画像平面R5上の一座標に対して複数の入力画像平面R4上の複数の座標が対応する場合、出力画像生成部11は、それら複数の入力画像平面R4上の複数の座標のそれぞれの値に基づく統計値（例えば、平均値、最大値、最小値、中間値等である。）を導き出し、出力画像平面R5上のその一座標の値としてその統計値を採用するようにしてもよい。

[0108] その後、制御部1は、出力画像平面R5上の全ての座標の値を入力画像平面R4上の座標の値に対応付けたか否かを判定する（ステップS6）。未だ全ての座標の値を対応付けていないと判定された場合には（ステップS6のNO）、ステップS4及びステップS5の処理が繰り返される。

- [0109] 一方、制御部 1 は、全ての座標の値を対応付けたと判定した場合には（ステップ S 6 の Y E S）、出力画像を生成して、この一連の処理を終了させる。
- [0110] なお、画像生成装置 100 は、処理対象画像を生成しない場合には、処理対象画像生成処理を省略し、出力画像生成処理におけるステップ S 4 の“処理対象画像平面上の座標”を“空間モデル上の座標”と読み替える。
- [0111] 以上の構成により、画像生成装置 100 は、建設機械と周辺障害物との位置関係を操作者に直感的に把握させることが可能な処理対象画像及び出力画像を生成することができる。
- [0112] 画像生成装置 100 は、処理対象画像平面 R 3 から空間モデル MD を経て入力画像平面 R 4 に遡るように座標の対応付けを実行することにより、処理対象画像平面 R 3 上の各座標を入力画像平面 R 4 上の一又は複数の座標に確実に対応させることができる。したがって、入力画像平面 R 4 から空間モデル MD を経て処理対象画像平面 R 3 に至る順番で座標の対応付けを実行する場合と比べ、より良質な処理対象画像を迅速に生成することができる。なお、入力画像平面 R 4 から空間モデル MD を経て処理対象画像平面 R 3 に至る順番で座標の対応付けを実行する場合には、入力画像平面 R 4 上の各座標を処理対象画像平面 R 3 上の一又は複数の座標に確実に対応させることができるが、処理対象画像平面 R 3 上の座標の一部が、入力画像平面 R 4 上の何れの座標にも対応付けられない場合がある。そのような場合には、それら処理対象画像平面 R 3 上の座標の一部に補間処理等を施す必要がある。
- [0113] また、空間モデル MD の曲面領域 R 2 に対応する画像のみを拡大或いは縮小する場合には、画像生成装置 100 は、平行線群 P L と処理対象画像平面 R 3 との間に形成される角度を変更して空間モデル・処理対象画像対応マップ 4 1 における曲面領域 R 2 に関連する部分のみを書き換えるだけで、入力画像・空間モデル対応マップ 4 0 の内容を書き換えることなく、所望の拡大或いは縮小を実現させることができる。
- [0114] また、出力画像の見え方を変更する場合には、画像生成装置 100 は、ス

ケール変換、アフィン変換又は歪曲変換に関する各種パラメータの値を変更して処理対象画像・出力画像対応マップ42を書き換えるだけで、入力画像・空間モデル対応マップ40及び空間モデル・処理対象画像対応マップ41の内容を書き換えることなく、所望の出力画像（スケール変換画像、アフィン変換画像又は歪曲変換画像）を生成することができる。

[0115] 同様に、出力画像の視点を変更する場合には、画像生成装置100は、仮想カメラ2Vの各種パラメータの値を変更して処理対象画像・出力画像対応マップ42を書き換えるだけで、入力画像・空間モデル対応マップ40及び空間モデル・処理対象画像対応マップ41の内容を書き換えることなく、所望の視点から見た出力画像（視点変換画像）を生成することができる。

[0116] 次に、図12A～図14Cを参照しながら、カメラ2（右側方カメラ2R、後方カメラ2B）と空間モデルMDとの間の位置関係について説明する。

[0117] 図12Aは、図3Bと同様に、ショベル60を上方から見たときのカメラ2と空間モデルMDとの間の位置関係を示す図である。図12Bは、図4と同様に、空間モデルMDを斜め上方から見たときのカメラ2と空間モデルMDとの間の位置関係を示す図である。図12Cは、画像生成装置100が生成する処理対象画像を示す図である。

[0118] 図12Bで最良に示されるように、円筒状の空間モデルMDの円筒中心軸は、再投影軸及びショベル60の回転軸PV（Z軸）に一致し、Y軸上には、Z軸方向に平行に延びる棒状の物体OBJが存在する。

[0119] 図12Bにおいて、後方カメラ2Bの光軸G1及び右側方カメラ2Rの光軸G2はそれぞれ、空間モデルMDの平面領域R1及び処理対象画像平面R3が位置する平面（XY平面）と交差する。また、光軸G1と光軸G2とは、円筒中心軸（再投影軸）上の点J1で交差する。なお、光軸G1と光軸G2とは、XY平面に平行な一平面に投影されたときの成分のそれぞれが円筒中心軸（再投影軸）上の点で交差するものであれば、ねじれの位置の関係にあってもよい。

[0120] 後方カメラ2Bの光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線は

、右側方カメラ 2 R の光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線と互いに垂直な関係にある。なお、本実施例では、それら二つの垂線は、平面領域 R 1 及び処理対象画像平面 R 3 が位置する平面と平行な一平面上に存在しながら点 J 2 で直交しているが、二つの垂線はそれぞれ別の平面上に位置し、ねじれの位置の関係にあるものであってもよい。

[0121] 図 1 2 A 及び図 1 2 B に示されたカメラ 2 と空間モデル MD との間の位置関係により、画像生成装置 1 0 0 は、図 1 2 C に示されるように処理対象画像を生成することができる。すなわち、図 1 2 C では、Y 軸上において Z 軸方向に平行に延びる棒状の物体 O B J が、平面領域 R 1 に投影された画像に対応する路面画像部分で Y 軸方向に平行な方向（右側方カメラ 2 R の光学中心と物体 O B J 上の点とを通る直線の方）に延在する。また、図 1 2 C では、棒状の物体 O B J は、曲面領域 R 2 に投影された画像に対応する水平画像部分で同じく Y 軸方向に平行な方向（再投影軸上の点（平行線群 P L 又は補助線群 A L の始点）と物体 O B J 上の点とを通る直線の方）に延在する。言い換えれば、物体 O B J は、路面画像部分と水平画像部分との間の境界で折れ曲がらず、直線状に延在する。

[0122] 図 1 3 A ～ 1 3 C は、それぞれ図 1 2 A ～ 1 2 C と同様の図である。図 1 3 A ～ 1 3 C に示す例では、円筒状の空間モデル MD の円筒中心軸は、再投影軸及びショベル 6 0 の回転軸 P V （Z 軸）に一致し、Y 軸上には、Z 軸方向に平行に延びる棒状の物体 O B J が存在する。更に、右側方カメラ 2 R の光軸 G 2 の方向にも、X Y 平面から Z 軸方向に平行に延びる棒状の物体 O B J 1 が存在する。

[0123] 図 1 3 B において、後方カメラ 2 B の光軸 G 1 及び右側方カメラ 2 R の光軸 G 2 はそれぞれ、図 1 2 B に示す位置関係と同様、空間モデル MD の平面領域 R 1 及び処理対象画像平面 R 3 が位置する平面（X Y 平面）と交差する。また、光軸 G 1 と光軸 G 2 とは、円筒中心軸（再投影軸）上の点 J 1 で交差する。なお、X Y 平面に平行な一平面に投影されたときの成分のそれぞれが円筒中心軸（再投影軸）上の点で交差するものであれば、光軸 G 1 と光軸

G 2 とはねじれの位置の関係にあってもよい。

[0124] 一方、後方カメラ 2 B の光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線は、右側方カメラ 2 R の光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線と互いに垂直な関係とはならない。後方カメラ 2 B の光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線は、右側方カメラ 2 R の光学中心からその垂線に下ろした垂線と円筒中心軸（再投影軸）上にない点 J 2 で直交する。本実施例では、後方カメラ 2 B 及び右側方カメラ 2 R の光学中心は、平面領域 R 1 及び処理対象画像平面 R 3 が位置する平面と平行な一平面上に存在している。ただし、後方カメラ 2 B 及び右側方カメラ 2 R の光学中心は、それぞれ別の平面上に位置し、互いの垂線がねじれの位置の関係にあるものであってもよい。

[0125] 図 1 3 A 及び図 1 3 B に示されたカメラ 2 と空間モデル MD との間の位置関係により、画像生成装置 1 0 0 は、図 1 3 C に示されるように、処理対象画像を生成する。図 1 3 C では、Y 軸上において Z 軸方向に平行に延びる棒状の物体 O B J は、平面領域 R 1 に投影された画像に対応する路面画像部分で Y 軸方向から僅かに離れる方向（右側方カメラ 2 R の光学中心と物体 O B J 上の点とを通る直線方向）に延在する。また、棒状の物体 O B J は、曲面領域 R 2 に投影された画像に対応する水平画像部分で Y 軸方向に平行な方向（再投影軸上の点（平行線群 P L 又は補助線群 A L の始点）と物体 O B J 上の点とを通る直線方向）に延在する。言い換えれば、物体 O B J は、路面画像部分と水平画像部分との間の境界で僅かに折れ曲がっている。

[0126] 一方、図 1 3 C に示されるように、右側方カメラ 2 R の光軸 G 2 の方向にある Z 軸方向に平行に延びる棒状の物体 O B J 1 は、平面領域 R 1 に投影された画像に対応する路面画像部分で光軸 G 2 方向に平行な方向（右側方カメラ 2 R の光学中心と物体 O B J 上の点とを通る直線方向）に延在する。また、棒状の物体 O B J 1 は、曲面領域 R 2 に投影された画像に対応する水平画像部分で同じく光軸 G 2 方向に平行な方向（再投影軸上の点（平行線群 P L 又は補助線群 A L の始点）と物体 O B J 1 上の点とを通る直線方向）に

延在する。言い換えれば、物体OBJ 1は、路面画像部分と水平画像部分との間の境界で折れ曲がることなく、直線状に延在する。

[0127] 図14A～14Cは、それぞれ図12A～12Cと同様の図である。図14A～14Cに示す例では、円筒状の空間モデルMDの円筒中心軸は、再投影軸及びショベル60の回転軸PV（Z軸）に一致し、Y軸上には、Z軸方向に平行に延びる棒状の物体OBJが存在する。更に、右側方カメラ2Rの光軸G2の方向にも、XY平面からZ軸方向に平行に延びる棒状の物体OBJ 2が存在する。

[0128] 図14Bにおいて、後方カメラ2Bの光軸G1及び右側方カメラ2Rの光軸G2はそれぞれ、図12Bに示す位置関係と同様、空間モデルMDの平面領域R1及び処理対象画像平面R3が位置する平面（XY平面）と交差する。また、後方カメラ2Bの光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線は、右側方カメラ2Rの光学中心から円筒中心軸（再投影軸）に下ろした垂線と互いに垂直な関係である。本実施例では、後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rの光学中心は、平面領域R1及び処理対象画像平面R3が位置する平面と平行な一平面上に存在する。ただし、後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rの光学中心はそれぞれ別の平面上に位置し、互いの垂線がねじれの位置の関係にあるものであってもよい。

[0129] 一方、光軸G1と光軸G2とは、円筒中心軸（再投影軸）上で交差することなく、円筒中心軸（再投影軸）上にない点J1で交差する。なお、XY平面に平行な一平面に投影されたときの成分のそれぞれが円筒中心軸（再投影軸）上にない点で交差するものであれば、光軸G1と光軸G2とはねじれの位置の関係にあってもよい。

[0130] 図14A及び図14Bで示されたカメラ2と空間モデルMDとの間の位置関係により、画像生成装置100は、図14（C）に示されるように処理対象画像を生成する。図14Cでは、右側方カメラ2Rの光軸G2の方向にあるZ軸方向に平行に延びる棒状の物体OBJ 2が、平面領域R1に投影された画像に対応する路面画像部分で光軸G2方向に平行な方向（右側方カメラ

2 Rの光学中心と物体OBJ上の点とを通る直線の方)に延在する。また、棒状の物体OBJ2は、曲面領域R2に投影された画像に対応する水平画像部分でY軸方向にほぼ平行な方向(再投影軸上の点(平行線群PL又は補助線群ALの始点)と物体OBJ2上の点とを通る直線の方)に延在する。言い換えれば、物体OBJ2は、路面画像部分と水平画像部分との間の境界で僅かに折れ曲がっている。

[0131] 一方、図14Cに示されるように、Y軸上においてZ軸方向に平行に延びる棒状の物体OBJは、平面領域R1に投影された画像に対応する路面画像部分でY軸方向に平行な方向(右側方カメラ2Rの光学中心と物体OBJ上の点とを通る直線の方)に延在する。また、棒状の物体OBJは、曲面領域R2に投影された画像に対応する水平画像部分で同じくY軸方向に平行な方向(再投影軸上の点(平行線群PL又は補助線群ALの始点)と物体OBJ上の点とを通る直線の方)に延在する。言い換えれば、物体OBJは、路面画像部分と水平画像部分との間の境界で折れ曲がることなく、直線状に延在する。

[0132] 以上のように、画像生成装置100は、空間モデルMDの円筒中心軸(再投影軸)とカメラの光軸とを交差させるようにして空間モデルMDを配置することによって、カメラの光軸方向にある物体が路面画像部分と水平画像部分との間の境界で折れ曲がることのないように、処理対象画像を生成することができる。なお、この利点は、カメラが一台のみの場合にもカメラが三台以上の場合にも得ることができる。

[0133] また、画像生成装置100は、後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rの光学中心のそれぞれから空間モデルMDの円筒中心軸(再投影軸)に下ろした垂線のそれぞれが互いに垂直となるようにして空間モデルMDを配置することによって、ショベル60の右真横及び真後ろにある物体が路面画像部分と水平画像部分との間の境界で折れ曲がることのないように、処理対象画像を生成することができる。なお、この利点は、カメラが三台以上の場合にも得ることができる。

- [0134] なお、図 1 2 A ~ 図 1 4 C に示されるカメラ 2（右側方カメラ 2 R、後方カメラ 2 B）と空間モデル MD との間の位置関係及び作用効果は、画像生成装置 1 0 0 が処理対象画像を生成する場合に対応するものであるが、画像生成装置 1 0 0 が処理対象画像を生成しない場合（処理対象画像平面 R 3 が存在しない場合）にも同様な作用効果を得ることができる。この場合、図 1 2 C、図 1 3 C、及び図 1 4 C に示す処理対象画像は、空間モデル MD に投影された画像を用いて生成される出力画像で読み替えられる。
- [0135] 図 1 5 は、ショベル 6 0 に搭載された二台のカメラ 2（右側方カメラ 2 R 及び後方カメラ 2 B）の入力画像を用いて生成される出力画像を表示部 5 に表示させたときの表示例である。画像生成装置 1 0 0 は、入力画像の一部を空間モデル MD の平面領域 R 1 に投影し、且つ、入力画像の別の一部を空間モデル MD の曲面領域 R 2 に投影した上で処理対象画像平面 R 3 に再投影して処理対象画像を生成する。画像生成装置 1 0 0 は、生成した処理対象画像に基づいて、平面領域 R 1 に投影された画像に対応する、ショベル 6 0 の近傍を上空から見下ろす画像と、曲面領域 R 2 に投影された画像に対応する、すなわち、処理対象画像平面 R 3 に再投影された画像に対応する、ショベル 6 0 から水平方向に周辺を見た画像とを組み合わせる表示する。
- [0136] なお、画像生成装置 1 0 0 が処理対象画像を生成しない場合には、出力画像は、空間モデル MD に投影された画像に画像変換処理（例えば、視点変換処理）を施すことによって生成される。
- [0137] 出力画像は、ショベル 6 0 が旋回動作を行う際の画像を違和感なく表示できるように、円形にトリミングされる。すなわち、出力画像は、円の中心 C T R が空間モデル MD の円筒中心軸上にあり、且つ、ショベル 6 0 の旋回軸 P V 上となるように生成されており、ショベル 6 0 の旋回動作に応じてその中心 C T R を軸に回転するように表示される。この場合、空間モデル MD の円筒中心軸は、再投影軸と一致するものであってもよく、一致しないものであってもよい。
- [0138] 空間モデル MD の半径は、例えば、5 メートルである。平行線群 P L が処

理対象画像平面 R 3 との間で形成する角度、又は、補助線群 A L の始点高さは、ショベル 6 0 の旋回中心から掘削アタッチメント E の最大到達距離（例えば 12 メートル）だけ離れた位置に物体（例えば、作業員）が存在する場合に、その物体が表示部 5 で十分大きく（例えば、7 ミリメートル以上）表示されるように、設定することができる。

[0139] 更に、出力画像は、ショベル 6 0 の CG 画像を、ショベル 6 0 の前方が表示部 5 の画面上方と一致し、且つ、その旋回中心が中心 C T R と一致するように配置するようにしてもよい。これは、ショベル 6 0 と出力画像に現れる物体との間の位置関係をより分かり易くするためである。なお、出力画像は、方位等の各種情報を含む額縁画像をその周囲に配置するようにしてもよい。

[0140] この状態において、画像生成装置 1 0 0 は、図 9 A, 9 B に示されるように、平面領域 R 1 に投影された画像に対応する出力画像における画像部分に影響を与えることなく、曲面領域 R 2 に投影され更に処理対象画像平面 R 3 に再投影された画像に対応する出力画像における画像部分のみを拡大或いは縮小することができる。また、図 1 0 に示されるように、曲面領域 R 2 に投影され更に処理対象画像平面 R 3 に再投影された画像に対応する出力画像における画像部分を真上から見下ろすべく、その画像部分を表示部 5 の画面領域における任意の位置（例えば、中央）に移動させることもできる。

[0141] 次に、図 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C を参照しながら、カメラ 2（後方カメラ 2 B、右側方カメラ 2 R）の撮像範囲と空間モデル M D との間の位置関係について説明する。

[0142] 図 1 6 A は、ショベル 6 0 を上方から見たときのカメラ 2 の撮像範囲と空間モデル M D との間の位置関係を示す図であり、図 1 6 B は、空間モデル M D を斜め上方から見たときのカメラ 2 の撮像範囲と空間モデル M D との間の位置関係を示す図である。図 1 6 C は、図 1 6 A 及び図 1 6 B で示されるように設置されたカメラ 2 が撮像した入力画像に基づいて画像生成装置 1 0 0 が生成する処理対象画像を示す図である。

- [0143] 図 1 6 B に最良に示されるように、円筒状の空間モデル MD の円筒中心軸は、再投影軸及びショベル 6 0 の回転軸 PV (Z 軸) に一致している。ショベル 6 0 の周辺には、路面から Z 軸方向 (鉛直上方) に平行に延びる二本の棒状の物体 OBJ 3、OBJ 4 が存在する。
- [0144] 回転軸 PV と物体 OBJ 3 との間の距離は、空間モデル MD の半径より小さい。回転軸 PV と物体 OBJ 4 との間の距離は、空間モデル MD の半径より大きい。
- [0145] 図 1 6 A において、後方カメラ 2 B の撮像範囲は、扇形の一点鎖線で表され、右側方カメラ 2 R の撮像範囲は、扇形の破線で表される。物体 OBJ 3 は、後方カメラ 2 B の撮像範囲と右側方カメラ 2 R の撮像範囲とが重複する領域 (以下、「撮像範囲重複領域」とする。) 内であり、且つ空間モデル MD の曲面領域 R 2 の内側にある空間に含まれる。物体 OBJ 4 は、撮像範囲重複領域内であり且つ空間モデル MD の曲面領域 R 2 の外側にある空間に含まれる。
- [0146] 後方カメラ 2 B が撮像した入力画像のうち撮像範囲重複領域に対応する入力画像部分の座標は、その一部分が空間モデル MD における平面領域 R 1 の一領域 DG 1 (図 1 6 A 参照) 及び曲面領域 R 2 の一領域 DY 1 (図 1 6 B 参照) における座標に関連付けられる。その他の部分 (本来ならば、空間モデル MD における平面領域 R 1 の一領域 DG 2 (図 1 6 A 参照) 及び曲面領域 R 2 の一領域 DY 2 (図 1 6 B 参照) における座標に関連付けられ得る部分) は空間モデル MD 上の座標には関連付けられない。これは、右側方カメラ 2 R が撮像した入力画像のうち撮像範囲重複領域に対応する入力画像部分の一部分における座標が、その一領域 DG 2、DY 2 における座標に関連付けられるからである。
- [0147] 同様に、右側方カメラ 2 R が撮像した入力画像のうち撮像範囲重複領域に対応する入力画像部分の座標は、その一部分が空間モデル MD における平面領域 R 1 の一領域 DG 2 (図 1 6 A 参照) 及び曲面領域 R 2 の一領域 DY 2 (図 1 6 B 参照) における座標に関連付けられる。その他の部分 (本来なら

ば、空間モデルMDにおける平面領域R 1の一領域DG 1（図16A参照）及び曲面領域R 2の一領域DY 1（図16B参照）における座標に関連付けられ得る部分）は、空間モデルMD上の座標には関連付けられない。これは、後方カメラ2Bが撮像した入力画像のうち撮像範囲重複領域に対応する入力画像部分の一部分における座標が、その一領域DG 1、DY 1における座標に関連付けられるからである。

[0148] なお、空間モデルMDにおける曲面領域R 2の一領域DY 1、DY 2は、それぞれ、図17又は図18に示されるように、処理対象画像平面R 3上の一領域DW 1、DW 2に関連付けられる。

[0149] 上述の関連付けにより、撮像範囲重複領域内であり且つ空間モデルMDの曲面領域R 2の内側にある空間に含まれる物体OBJ 3を表す、後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rのそれぞれが撮像して得られる入力画像部分は、空間モデルMDにおける平面領域R 1の領域DG 1及びDG 2のそれぞれに投影される。この投影画像において、物体OBJ 3のうち、路面と接する僅かな部分が路面パターンとして残り、路面から延びるその他の大部分（物体OBJ 3を水平方向から見た画像部分であり、路面パターンとして扱われない部分）は消失する（図16C参照）。

[0150] 一方、上述の関連付けにより、撮像範囲重複領域内であり且つ空間モデルMDの曲面領域R 2の外側にある空間に含まれる物体OBJ 4を表す、後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rのそれぞれが撮像した入力画像部分は、空間モデルMDの曲面領域R 2における領域DY 1及びDY 2のそれぞれに投影される。更に、物体OBJ 4は、処理対象画像平面R 3の領域DW 1及びDW 2のそれぞれに投影されて、二つの物体OBJ 4-1、OBJ 4-2に分かれて領域DW 1及びDW 2にそれぞれに現れる（図16C参照）。

[0151] 図17及び図18を参照しながら、カメラ2（後方カメラ2B、右側方カメラ2R）の撮像範囲と空間モデルMDとの間の位置関係の説明を続ける。

[0152] 図17及び図18は、図16Cと同様に、図16A及び図16Bに示されるように設置されたカメラ2が撮像した入力画像に基づいて画像生成装置1

〇〇が生成する処理対象画像を示す図である。図１７及び図１８に示す例は、空間モデルMDの曲面領域R２の配置（空間モデルMDの半径）が異なる点で互いに相違するが、その他の点では同じである。

[0153] 図１７に示す空間モデルMDは、後方カメラ２Ｂの撮像範囲及び右側方カメラ２Ｒの撮像範囲の重複が始まる点と空間モデルMDの円筒中心軸との間の距離が空間モデルMDの半径と一致するように形成される。空間モデルMDの平面領域R１において領域DG１及びDG２は存在せず、その結果、物体OBJ３の消失が発生しない。

[0154] 具体的には、図１６Ａにおいて空間モデルMDにおける曲面領域R２の内側の空間に存在する物体OBJ３は、図１７においては曲面領域R２の外側の空間に存在している。図１７に示されるように、撮像範囲重複領域内であり且つ空間モデルMDの曲面領域R２の外側にある空間に含まれる物体OBJ３を表す、後方カメラ２Ｂ及び右側方カメラ２Ｒのそれぞれが撮像した入力画像部分は、空間モデルMDの曲面領域R２における領域DY１及びDY２のそれぞれに投影される。更に、物体OBJ３は、処理対象画像平面R３の領域DW１及びDW２のそれぞれに投影されて、二つの物体OBJ３－１、OBJ３－２に分かれて領域DW１及びDW２にそれぞれ現れる。したがって、物体OBJ３は、消失を免れる。

[0155] 一方、図１８に示す空間モデルMDは、図１６Ａにおいて空間モデルMDにおける曲面領域R２の外側の空間に存在していた物体OBJ４が、その曲面領域R２の内側の空間に含まれるように空間モデルMDの半径を増大させて形成される。その結果、平面領域R１（路面画像として表示される領域）を拡大させることができるが、その拡大された平面領域R１における領域DG１、DG２において、物体OBJ３に加え、物体OBJ４をも消失させてしまう。

[0156] このように、画像生成装置１００は、空間モデルMDの半径が大きい程、撮像範囲重複領域においてショベル６０からより遠い位置に存在する物体までを消失させる。一方、空間モデルMDの半径が小さい程、撮像範囲重複領

域においてショベル60からより近い位置に存在する物体までを二つに分けて表示するという傾向を有する。

[0157] 上述の傾向を考慮しながら、画像生成装置100は、空間モデルMDの最適な半径を導き出すこととなる。

[0158] 例えば、ショベル60の上部旋回体63に取り付けられるカメラ2は、ショベル60の周辺で作業する作業者の標準的な身長に比べて高い位置（例えば、2メートルの高さ）に設置される。この場合、ショベル60から一定の距離範囲内にいる作業者を俯瞰する画像が取得されるので、画像生成装置100は、それら撮像された作業者の画像を立体物ではなく路面パターンとして扱うことができる。ここで、これより低い位置にカメラを設置した場合は、作業者を水平方向から撮像するので、作業者の画像を違和感なく表示するために作業者を立体物として扱わざるを得ない。このような場合に比べ、カメラ2を作業者の身長に比べて高い位置に設置した場合は、空間モデルMDの半径を増大させその曲面領域R2の内側の空間にそれら作業者を含めたとしても、作業者の画像の消失を抑制することができる。

[0159] 以上のように、画像生成装置100は、カメラの設置位置（例えば、設置高さ）に応じて空間モデルMDの半径を決定することで、二つのカメラの撮像範囲重複領域内に存在する物体の消失を抑制しながら、違和感のない出力画像を生成することができる。

[0160] 図19A、19Bは、空間モデルMDの半径が取り得る値の範囲を決定する手順の一例を説明するための図である。図19Aは、ショベル60を上方から見たときの平面図であり、図19Bは、ショベル60を側方から見たときの側面図である。

[0161] 図19A及び図19Bは、後方カメラ2Bの光軸G1及び右側方カメラ2Rの光軸G2のそれぞれが路面と交差し、空間モデルMDの円筒中心軸上の点J1で交差することを示す。後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rは、ショベル60の車体からはみ出さないように、且つ、車体近傍の路面を撮像できるように斜め下向きにその車体に取り付けられ、その車体の一部をも含め

て撮像する。

[0162] 最初に、空間モデルMDの半径が取り得る値の最小値を決定する手順について説明する。

[0163] 後方カメラ2B及び右側方カメラ2Rはそれぞれ、図19Aに示されるように、斜線ハッチングで示される撮像範囲を有する。目の粗い斜線ハッチングが後方カメラ2Bの撮像範囲に対応し、目の細かい斜線ハッチングが右側方カメラ2Rの撮像範囲に対応する。撮像範囲のそれぞれは、図19Bに示されるように、ショベル60の車体の影に隠れて撮像できない領域を有する。図19A、19Bにおいて、この領域は、黒色で塗り潰された領域であり、領域DS1が後方カメラ2Rに対応し、領域DS2が右側方カメラ2Rに対応する。なお、領域DS1、DS2は、出力画像で表示される場合には、ショベル60の車体の影に隠れて撮像できない領域であることを操作者が認識できるように、警告色（例えば、黒色）で塗り潰されてもよい。

[0164] 領域DS1、DS2はそれぞれ、図19Aで示されるように、ショベル60から所定距離だけ離れた位置に、車体の影に隠れることなく撮像が可能な範囲と車体の影に隠れて撮像ができない範囲とを区切る境界線BL1、BL2を路面上に描くことで、設定される。所定距離は、後方カメラ2R及び右側方カメラ2Rのそれぞれの設置位置によって決まる距離である。

[0165] 境界線BL1、BL2は、撮像範囲重複領域（二種類の斜線ハッチングが重なる領域）内にある交点PT1で交差する。この交点PT1と円筒中心軸との間の距離が、空間モデルMDの半径が取り得る値の最小値として採用される。これにより、ショベル60の周囲に存在する作業者の画像の消失（僅かな路面画像だけを残して消失する状態を含む）を防止することのできる投影対象としての曲面領域であり、空間モデルMDの曲面領域R2のうちで最も小さい半径を有する曲面領域R2min（一点鎖線の円で示される領域）が与えられる。

[0166] 次に、空間モデルMDの半径が取り得る値の最大値を決定する手順について説明する。

- [0167] 人物 P S N は、空間モデル M D の半径が取り得る値の最大値を導き出すために用いられる円柱状の仮想物である。人物 P S N は、所定の大きさ（例えば、上方から見たときの外径が 600 ミリメートル）を有し、撮像範囲重複領域内にある交点 P T 1 の外側（円筒中心軸から見て半径方向の外側）に隣接して配置される。
- [0168] 後方カメラ 2 B 及び右側方カメラ 2 R はそれぞれ、図 19 A に示されるように、それぞれの光学中心を通り、人物 P S N が示す円の接線となる補助線 E L 1、E L 2 を描く。
- [0169] 補助線 E L 1、E L 2 は、撮像範囲重複領域内にある交点 P T 2 で交差する。交点 P T 2 と円筒中心軸との間の距離が、空間モデル M D の半径が取り得る値の最大値として採用される。これにより、ショベル 60 の周囲に存在する作業者の画像の消失を防止可能な投影対象としての曲面領域であり、空間モデル M D の曲面領域 R 2 のうちで最も大きい半径を有する曲面領域 R 2 m a x（二点鎖線の円で示される領域）が与えられる。
- [0170] 以上のように空間モデルの半径が取り得る値の範囲を決定することにより、実際に採用される空間モデル M D の曲面領域 R 2 を、曲面領域 R 2 m i n よりも大きく且つ曲面領域 R 2 m a x よりも小さく設定する。この場合、図 19 A、19 B に示す人物 P S N を用いてその最も消失され易い条件がシミュレートされている、ショベル 60 の周囲に存在する作業者の画像は、少なくとも体の一部（典型的にはその頭部である。）が二つに分けられて曲面領域 R 2 に投影される。したがって、人物 P S N の画像の完全な消失を免れることができる。
- [0171] また、ショベル 60 をカメラ 2 が撮像する方向に走行させる場合、ショベル 60 の運転者は、ショベル 60 を旋回させる場合に比べ、その進行方向が出力画像においてより分かり易く表示されることを重視する。したがって、画像生成装置 100 は、空間モデル M D の半径を増大させ路面画像として表示される領域を増大させて、ショベル 60 の進行方向にある物体とショベル 60 との間の距離をより分かり易くする出力画像を表示することが好まし。

- [0172] 一方、ショベル60を旋回させる場合、ショベル60の運転者は、ショベル60をカメラ2が撮像する方向に走行させる場合に比べ、その旋回方向が出力画像においてより分かり易く表示されることを重視する。したがって、画像生成装置100は、空間モデルMDの半径を低減させ撮像範囲重複領域におけるショベル60周辺の物体の消失を防止できるような出力画像を表示することが好ましい。例えば、画像生成装置100は、撮像範囲重複領域におけるショベル60周辺の物体を二つに分けて二重に表示する。
- [0173] 半径が異なる二つの空間モデルを用いて生成されるこれら二つの処理対象画像を使い分けるために、画像生成装置100は、ショベル60を走行させる場合に表示する出力画像（以下、「走行用出力画像」と称する）とショベル60を旋回させる場合に表示する出力画像（以下、「旋回用出力画像」と称する）とを運転者が選択して表示できるようにしてもよい。或いは、ショベル60が走行を開始したときに旋回用出力画像を走行用出力画像に自動的に切り替え、ショベル60が停止したときに走行用出力画像を旋回用出力画像に自動的に切り替えるようにしてもよい。
- [0174] このように、画像生成装置100は、ショベル60の操作状況に応じて空間モデルMDの半径を決定することで、ショベル60の動作に適した、違和感のない出力画像を生成することができる。
- [0175] 更に、画像生成装置100は、上部旋回体63のコーナ一部に取り付けられた物体検知センサ（例えば、レーザレーダセンサ、超音波センサ等）の出力に基づいて、撮像範囲重複領域に物体が存在するか否かを判定する。或いは、画像生成装置100は、撮像範囲重複領域に存在する物体までの距離を検出し、その判定結果又は検出結果に応じて空間モデルMDの半径を決定してもよい。
- [0176] この場合、画像生成装置100は、例えば、撮像範囲重複領域内に存在する最寄りの物体までの距離を空間モデルMDの半径として採用してもよい。或いは、画像生成装置100は、撮像範囲重複領域内に存在する物体であり、その物体と円筒中心軸との間の距離が所定値（カメラの設置位置（例えば

、設置高さ）に応じて決定される値）以上となる最寄りの物体までの距離を空間モデルMDの半径として採用してもよい。これは、その距離が所定値未満となる物体の画像は、路面パターンとして扱われ、消失を免れるからである。

[0177] 次に、図20を参照しながら、画像生成装置100が、撮像範囲重複領域に対応する入力画像を、その他の領域に対応する入力画像と区別可能に表示する機能について説明する。なお、図20は、図18と同様に、処理対象画像の表示例を示す図である。図29において、カメラ2の配置、空間モデルMDの配置、及び物体OBJ3、OBJ4の配置は、図17に示す例と同じである。

[0178] 図20において、画像生成装置100は、後方カメラ2Bが撮像した撮像範囲重複領域に対応する画像部分に関連付けられる、処理対象画像平面R3上の一領域DW1における画像部分をその他の画像部分と区別可能に強調表示する。

[0179] この場合、画像生成装置100は、右側方カメラ2Rが撮像した撮像範囲重複領域に対応する画像部分に関連付けられる、処理対象画像平面R3上の一領域DW2における画像部分については、強調表示を行わない。

[0180] 領域DW1、DW2に現れる物体OBJ3-1、OBJ3-2は、実際に二つの物体が存在することを表しているのではなく、一つの物体OBJ3が二つに分かれて二重に表示されているに過ぎない。このため、画像生成装置100は、領域DW1、DW2のうちの一方のみを強調表示することによって、その領域が撮像範囲重複領域に対応するものであることを運転者に認識させることができる。更に、画像生成装置100は、領域DW1に現れる物体OBJ3-1と領域DW2に現れる物体OBJ3-2とが共に一つの物体OBJ3に由来するものであることを運転者に認識させることができる。物体OBJ4-1、OBJ4-2についても同様である。

[0181] なお、画像生成装置100は、処理対象画像平面R3上の領域DW1、DW2の双方における画像部分を強調表示してもよい。

- [0182] また、画像生成装置 100 は、例えば、処理対象画像平面 R 3 上の領域 DW 1、DW 2 の双方又は一方の輝度を増大或いは低減させることによってその領域を強調表示するようにしてもよい。あるいは、画像生成装置 100 は、処理対象画像平面 R 3 上の領域 DW 1、DW 2 の双方又は一方のカラー画像をモノクロ画像にする（グレースケール化する）ことによってその領域を強調表示してもよい。
- [0183] また、画像生成装置 100 は、処理対象画像平面 R 3 上の一領域 DW 1 における画像部分と、処理対象画像平面 R 3 上の一領域 DW 2 における画像部分と、その他の画像部分との三者を区別可能に表示するようにしてもよい。処理対象画像平面 R 3 上の一領域 DW 1 における画像部分は、後方カメラ 2 B が撮像した撮像範囲重複領域に対応する画像部分に関連付けられる部分である。また、処理対象画像平面 R 3 上の一領域 DW 2 における画像部分は、右側方カメラ 2 R が撮像した撮像範囲重複領域に対応する画像部分に関連付けられる部分である。
- [0184] なお、図 16 A ~ 図 20 で示されるカメラ 2（右側方カメラ 2 R、後方カメラ 2 B）の撮像範囲と空間モデル MD との間の位置関係及び作用効果は、画像生成装置 100 が処理対象画像を生成する場合に得られるものである。ただし、画像生成装置 100 が処理対象画像を生成しない場合（処理対象画像平面 R 3 が存在しない場合）でも同様の作用効果を得ることができる。この場合、図 16 C、図 17、図 18、及び図 20 における処理対象画像は、空間モデル MD に投影された画像を用いて生成される出力画像で読み替えられる。
- [0185] 上述の実施例において、画像生成装置 100 は、空間モデルとして円筒状の空間モデル MD を採用しているが、画像生成装置 100 は、多角柱等の他の柱状の形状を有する空間モデルを採用してもよく、底面及び側面の二面から構成される空間モデルを採用してもよい。或いは、画像生成装置 100 は、側面のみを有する空間モデルを採用してもよい。
- [0186] 上述の画像生成装置 100 は、バケット、アーム、ブーム、旋回機構等の

可動部材を備えながら自走する建設機械にカメラと共に搭載され、周囲画像をその運転者に提示しながらその建設機械の移動及びそれら可動部材の操作を支援する操作支援システムに組み込まれている。しかし、画像生成装置 100 は、産業用機械若しくは固定式クレーン等のように可動部材を有するが自走はしない他の機械（被操作体）にカメラと共に搭載され、その機械の操作を支援する操作支援システムに組み入れられてもよい。

[0187] 本発明は具体的に開示された上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく、種々の変形例及び改良例がなされるであろう。

[0188] 本出願は、2010年4月12日出願の優先権主張日本国特許出願第2010-091657号に基づくものであり、その全内容は本出願に援用される。

産業上の利用可能性

[0189] 本発明は、複数の入力画像に基づいて出力画像を生成する画像生成装置及びその装置を用いた操作支援システムに適用可能である。

符号の説明

- [0190]
- 1 制御部
 - 2 カメラ
 - 2 R 右側方カメラ
 - 2 B 後方カメラ
 - 3 入力部
 - 4 記憶部
 - 5 表示部
 - 10 座標対応付け部
 - 11 出力画像生成部
 - 40 入力画像・空間モデル対応マップ
 - 41 空間モデル・処理対象画像対応マップ
 - 42 処理対象画像・出力画像対応マップ

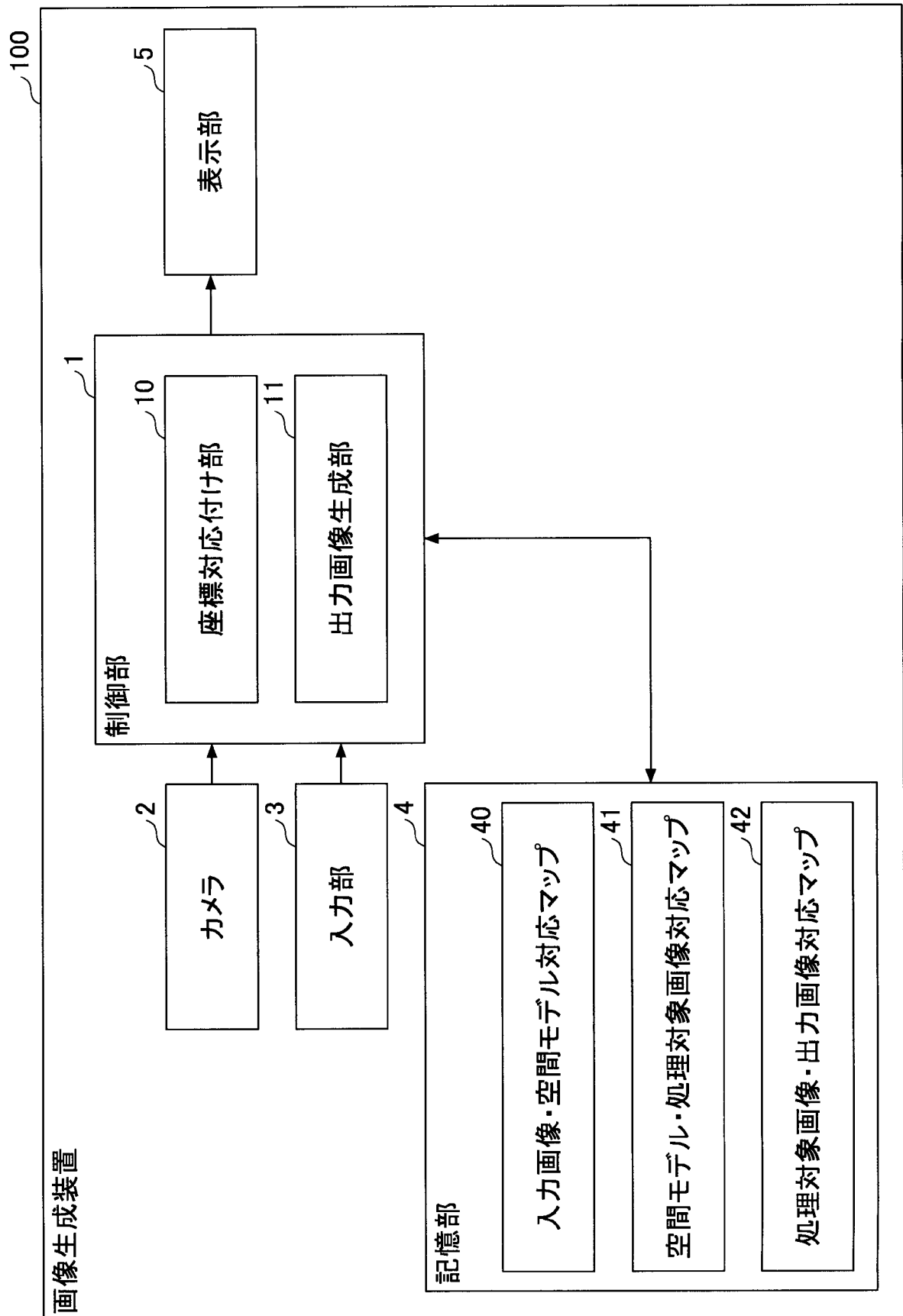
- 6 0 ショベル
- 6 1 下部走行体
- 6 2 旋回機構
- 6 3 上部旋回体
- 6 4 キャブ

請求の範囲

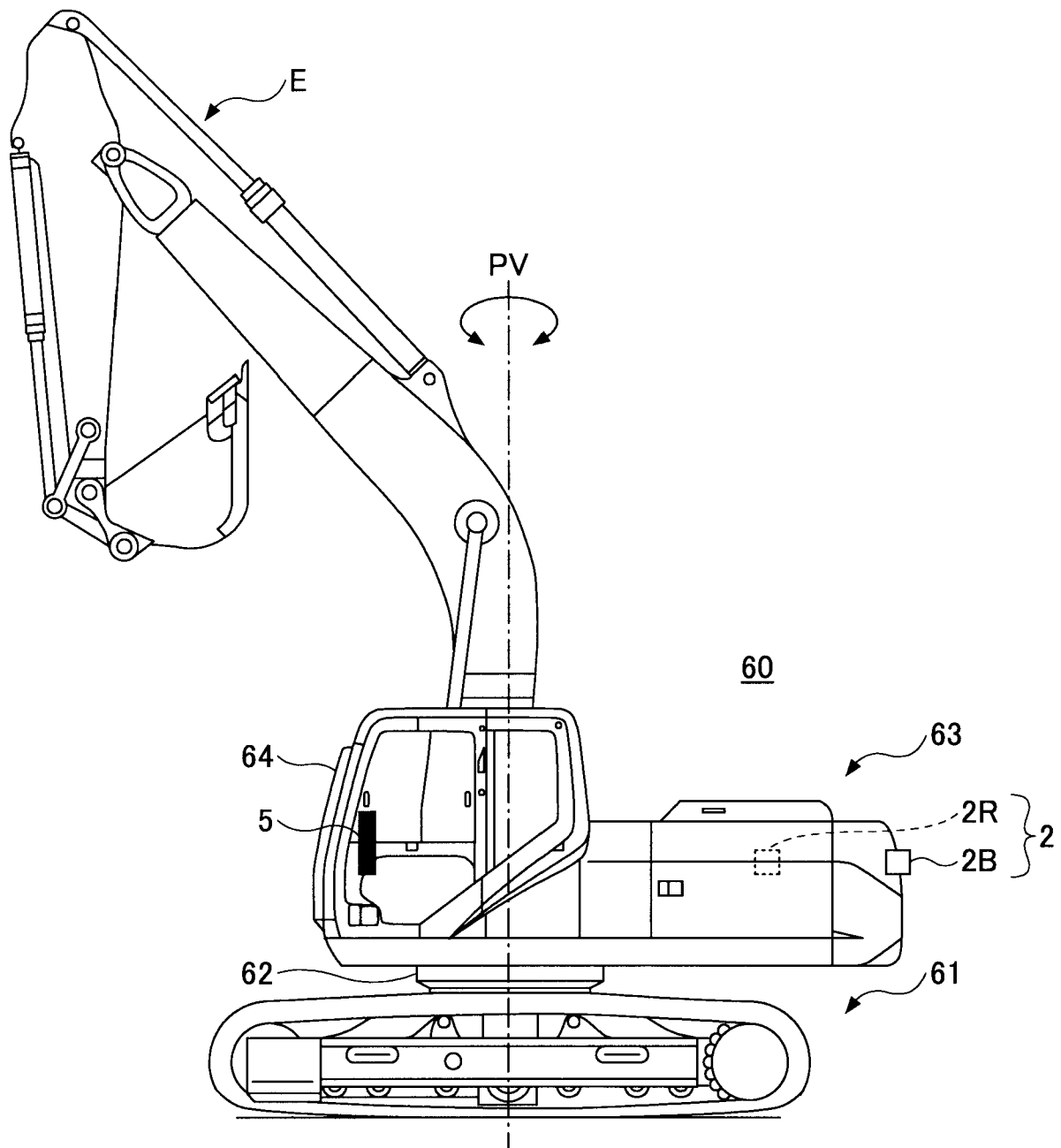
- [請求項1] 被操作体に取り付けられた複数の撮像部が撮像した複数の入力画像に基づいて出力画像を生成する画像生成装置であって、
- 前記被操作体を取り囲むように配置される空間モデルであり、中心軸と側面とを有する柱状の空間モデルにおける座標と、前記複数の入力画像のそれぞれが位置する複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標とを対応付ける座標対応付け部と、
- 前記柱状の空間モデルにおける座標を介して、前記複数の入力画像平面のそれぞれにおける座標の値と前記出力画像が位置する出力画像平面における座標の値とを対応付けて前記出力画像を生成する出力画像生成部と、を備え、
- 前記柱状の空間モデルの中心軸と側面との間の距離は、前記撮像部の設置位置に応じて決定されることを特徴とする画像生成装置。
- [請求項2] 請求項1記載の画像生成装置であって、
- 前記被操作体は、走行及び旋回が可能な機械であり、
- 前記柱状の空間モデルの中心軸と側面との間の距離は、走行のときよりも旋回のときのほうが小さくなるように設定されることを特徴とする画像生成装置。
- [請求項3] 請求項1記載の画像生成装置であって、
- 前記複数の撮像部のうちの二つのそれぞれの撮像範囲が重複する領域に対応する前記複数の撮像部のうちの二つのそれぞれの入力画像部分は、他の入力画像部分と区別可能に表示されることを特徴とする画像生成装置。
- [請求項4] 請求項1記載の画像生成装置であって、
- 前記複数の撮像手段のうちの二つのそれぞれの撮像範囲が重複する領域に対応する前記複数の撮像手段のうちの二つのそれぞれの入力画像部分のうちの一方は、該入力画像部分のうちの他方、及び他の入力画像部分と区別可能に表示されることを特徴とする画像生成装置。

- [請求項5] 請求項 1 記載の画像生成装置であって、
- 前記座標対応付け部は、画像変換処理の対象となる処理対象画像が位置する処理対象画像平面における座標と、前記柱状の空間モデルにおける座標とを対応付け、
- 前記出力画像生成部は、前記処理対象画像平面における座標と前記柱状の空間モデルにおける座標とを介して、前記入力画像平面における座標の値と前記出力画像平面における座標の値とを対応付けて前記出力画像を生成する、
- ことを特徴とする画像生成装置。
- [請求項6] 請求項 1 記載の画像生成装置であって、
- 前記座標対応付け部による対応付けにより得られた対応関係情報をマップ情報として格納する記憶部を更に有することを特徴とする画像生成装置。
- [請求項7] 被操作体の移動又は操作を支援する操作支援システムであって、
- 請求項 1 記載の画像生成装置と、
- 該画像生成装置が生成する出力画像を表示する表示部と
- を備えることを特徴とする操作支援システム。
- [請求項8] 請求項 7 記載の操作支援システムであって、
- 前記表示部は、前記被操作体を移動させ或いは操作するための操作室に設置されることを特徴とする操作支援システム。

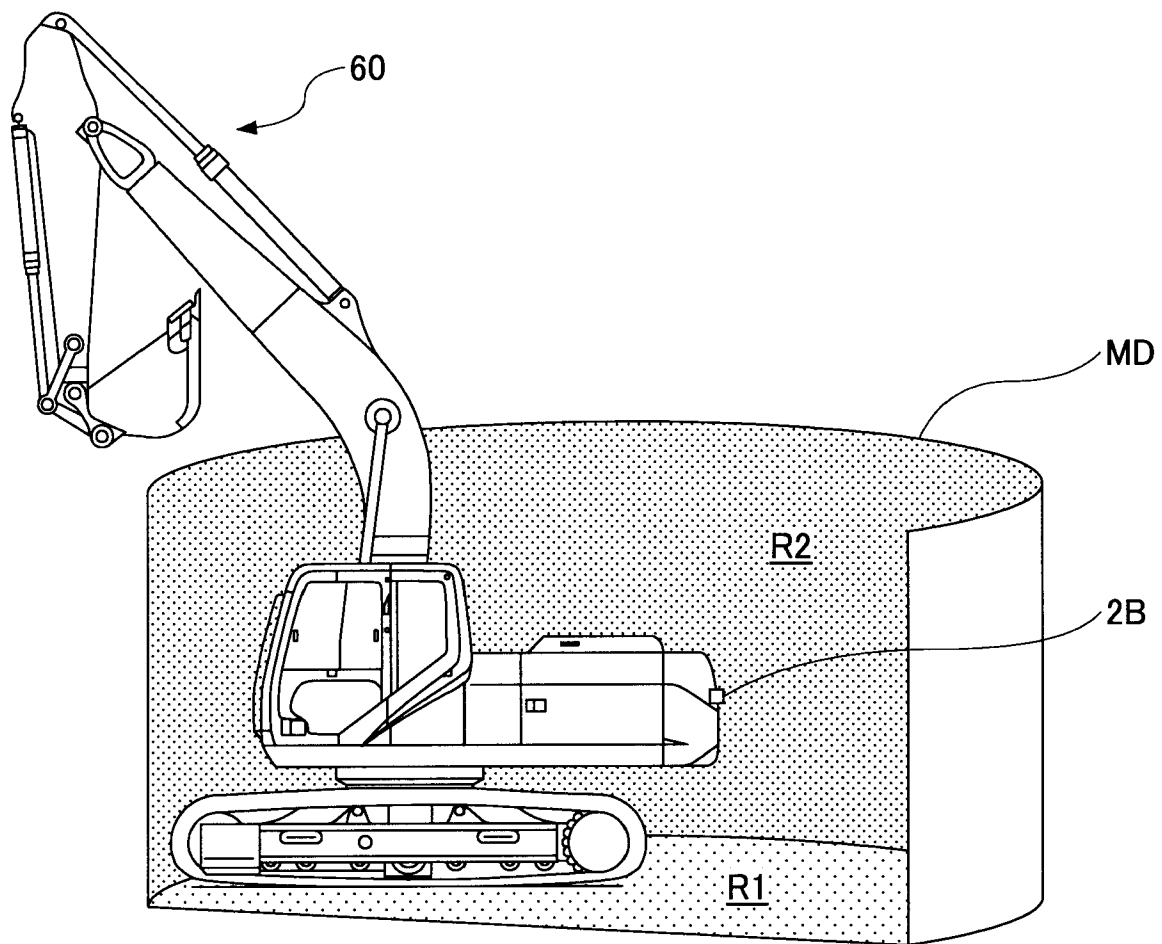
[図1]



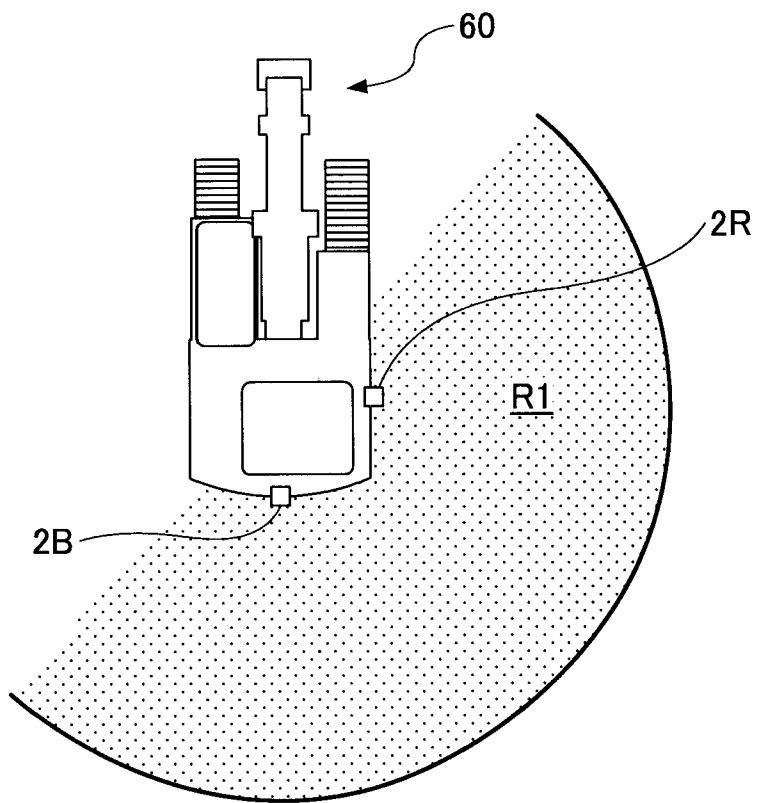
[図2]



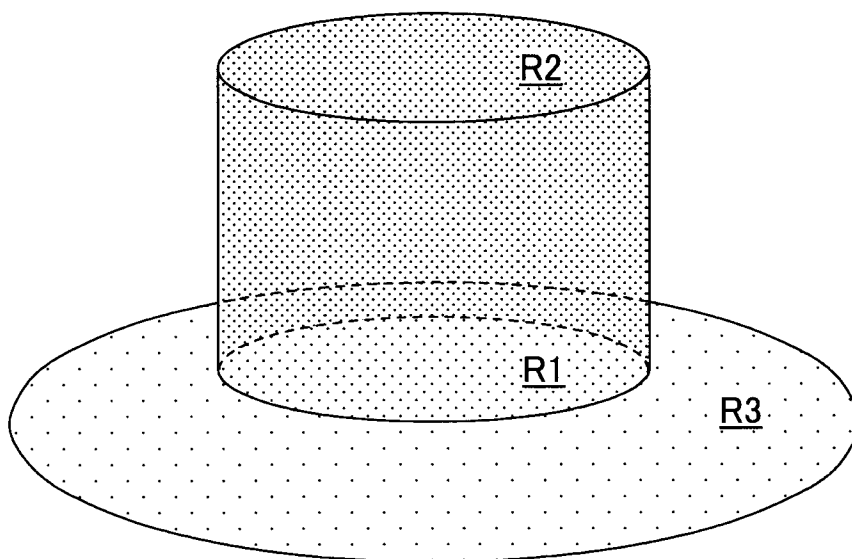
[図3A]



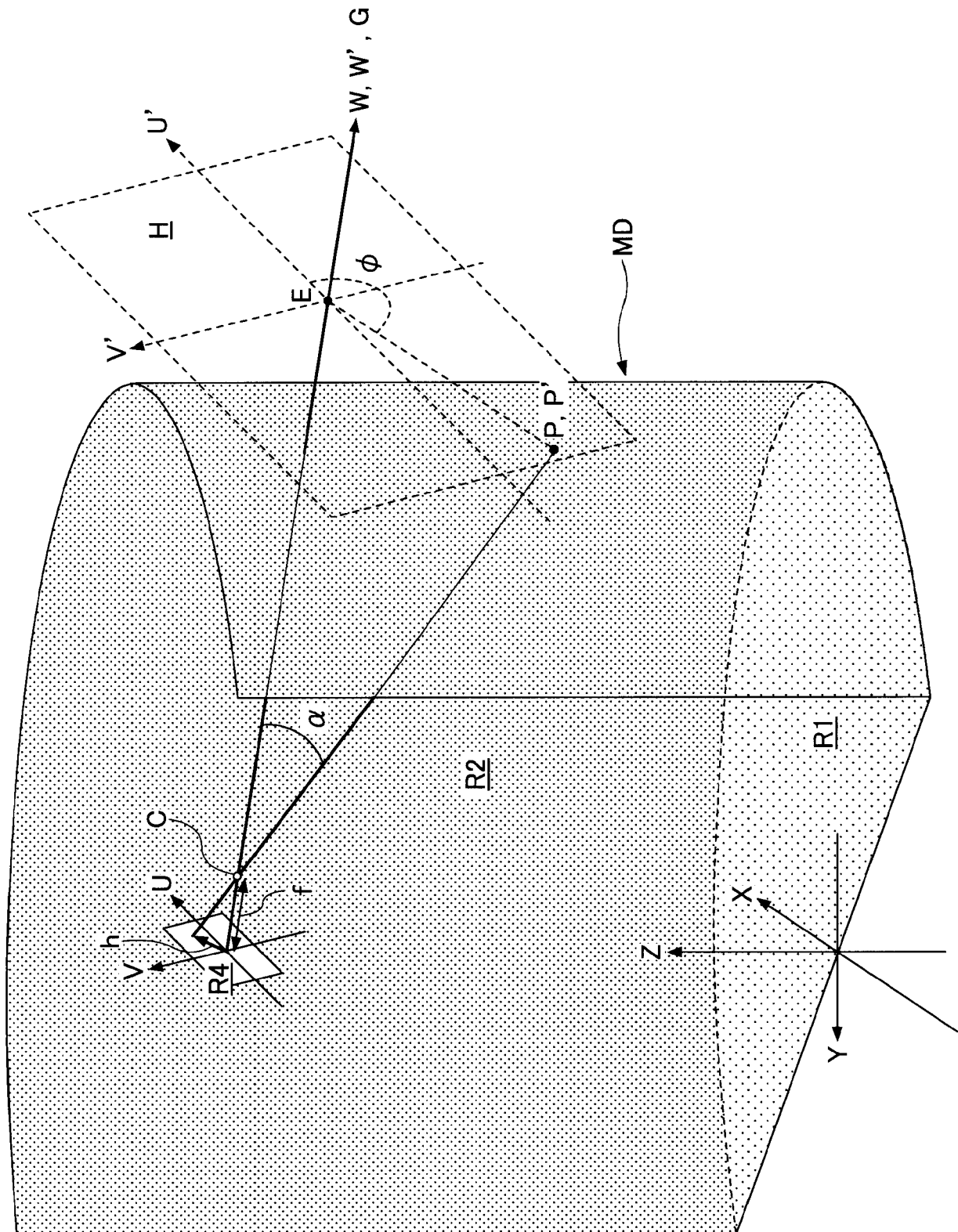
[図3B]



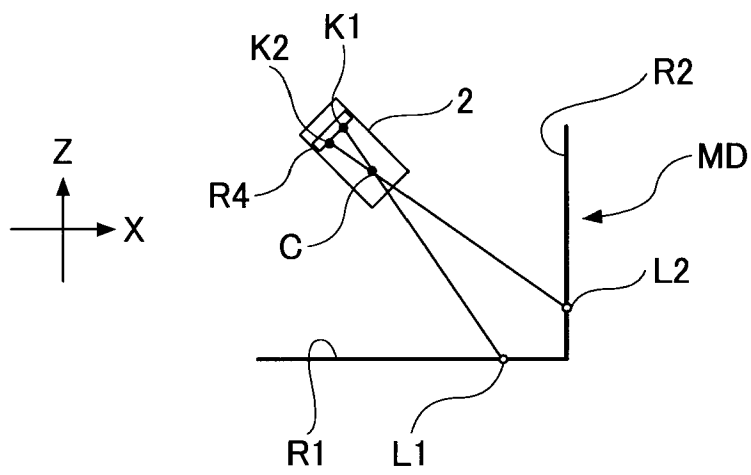
[図4]



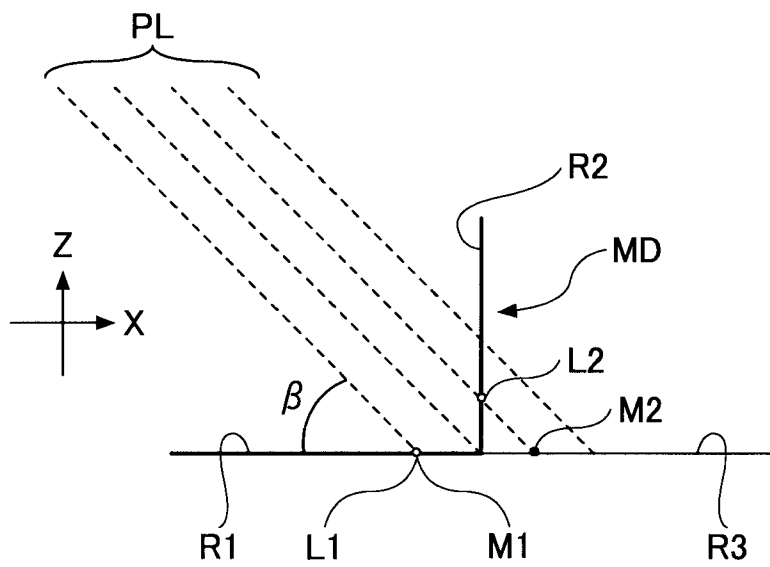
[図5]



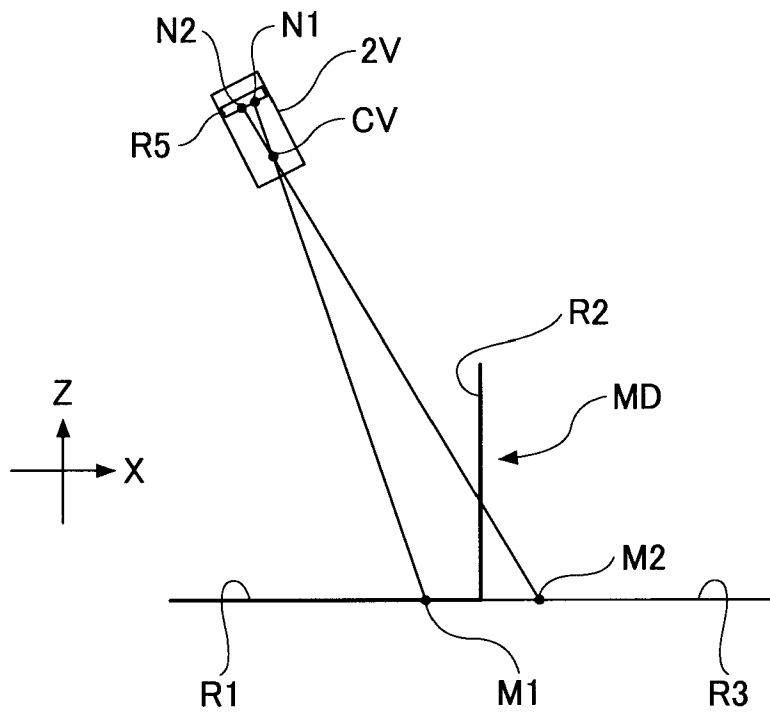
[図6A]



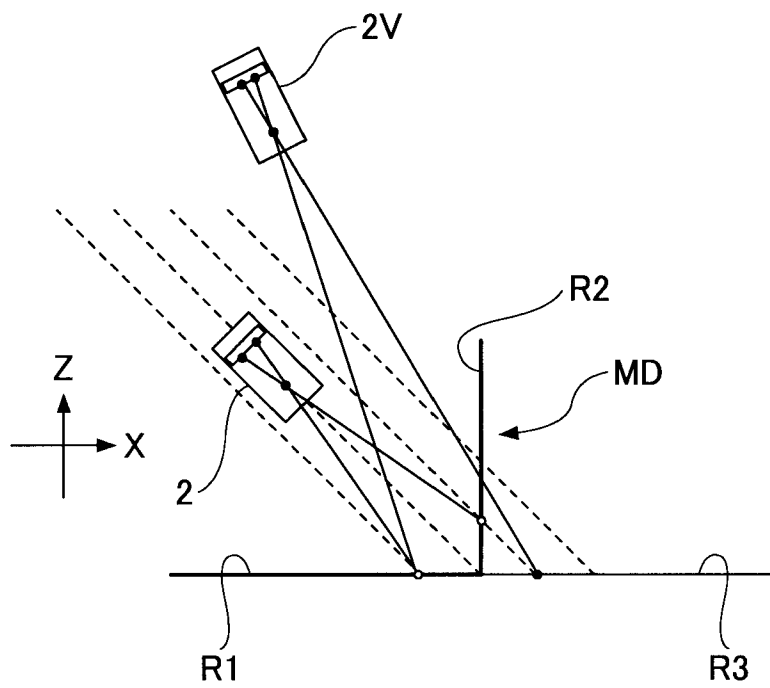
[図6B]



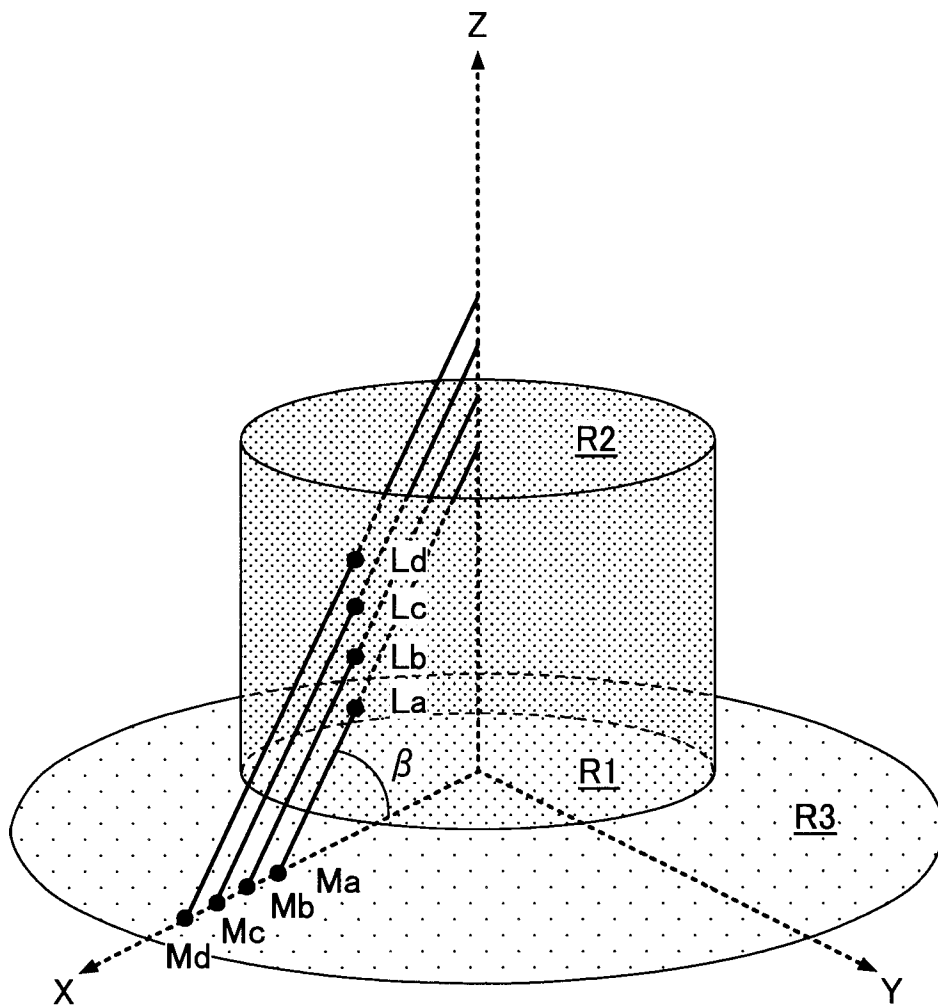
[図6C]



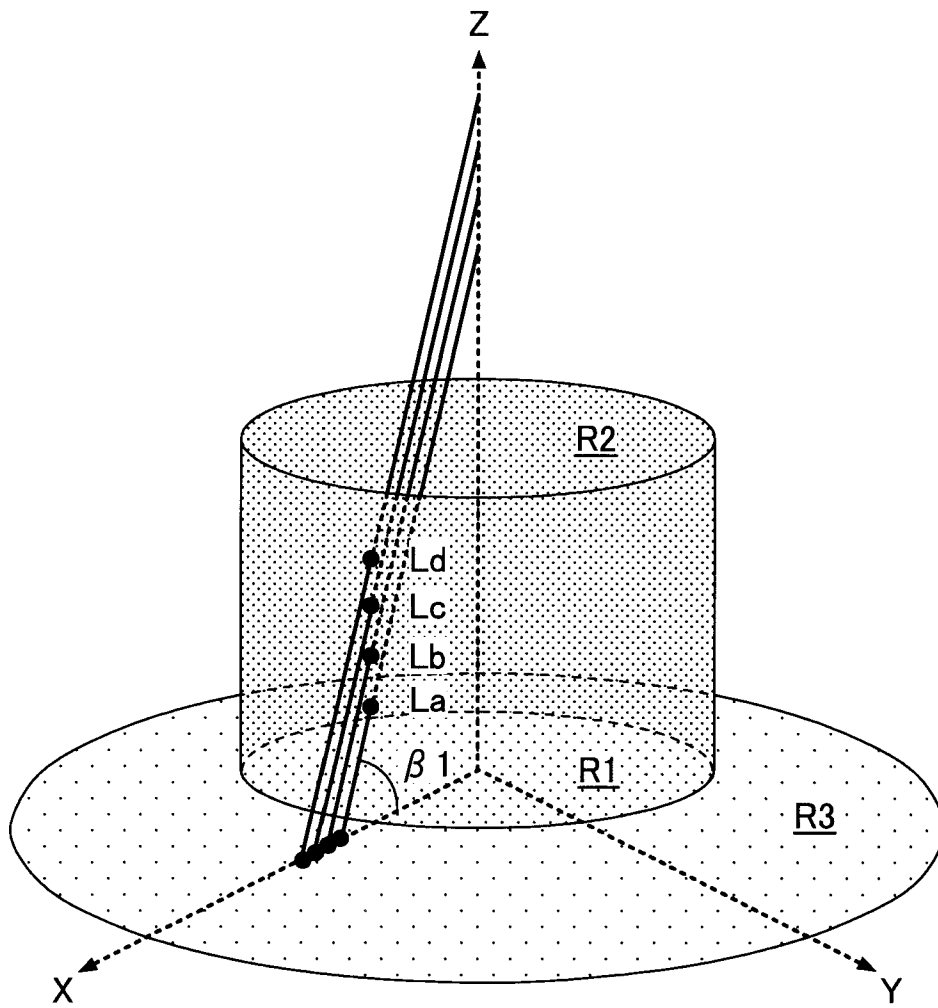
[図6D]



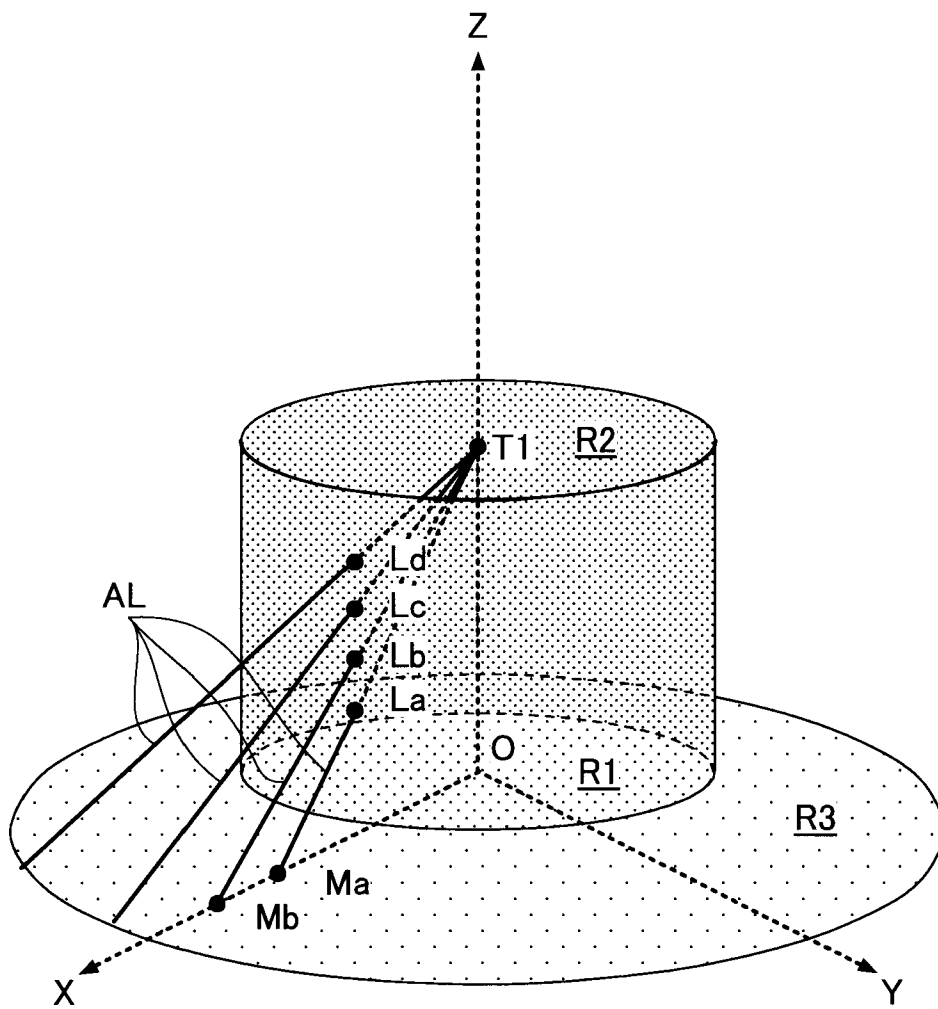
[図7A]



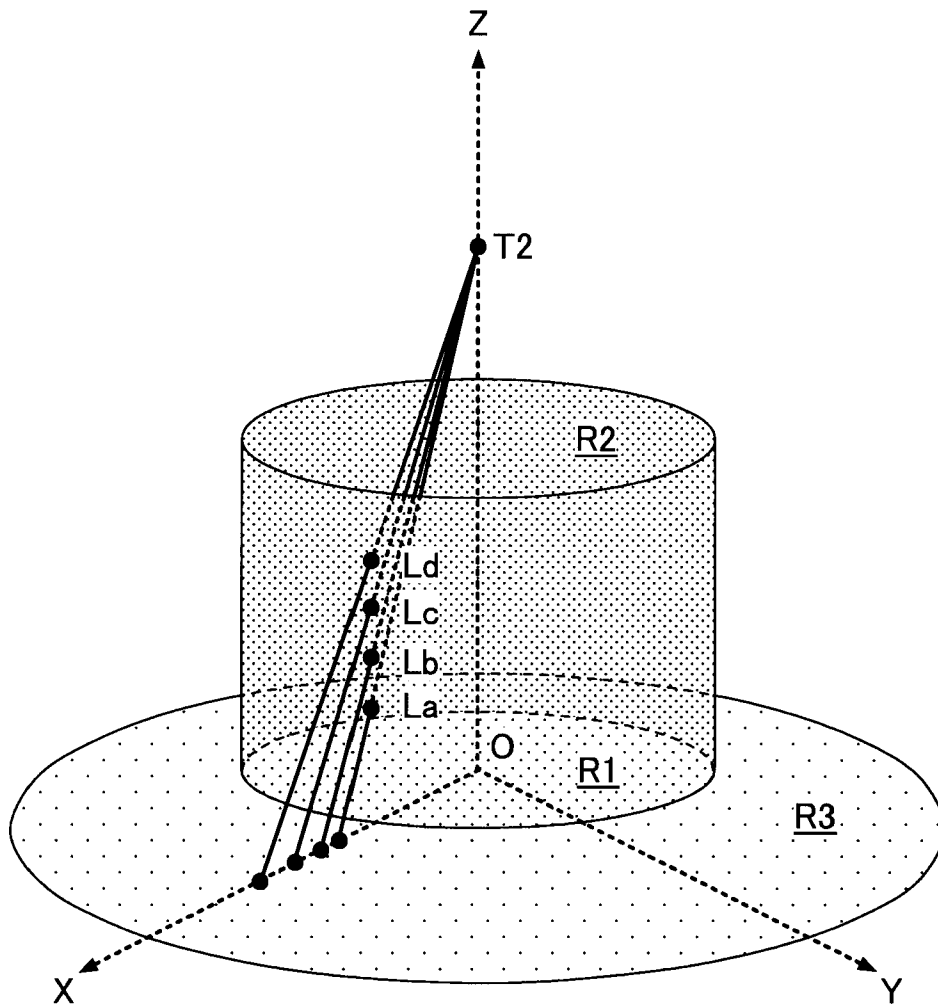
[図7B]



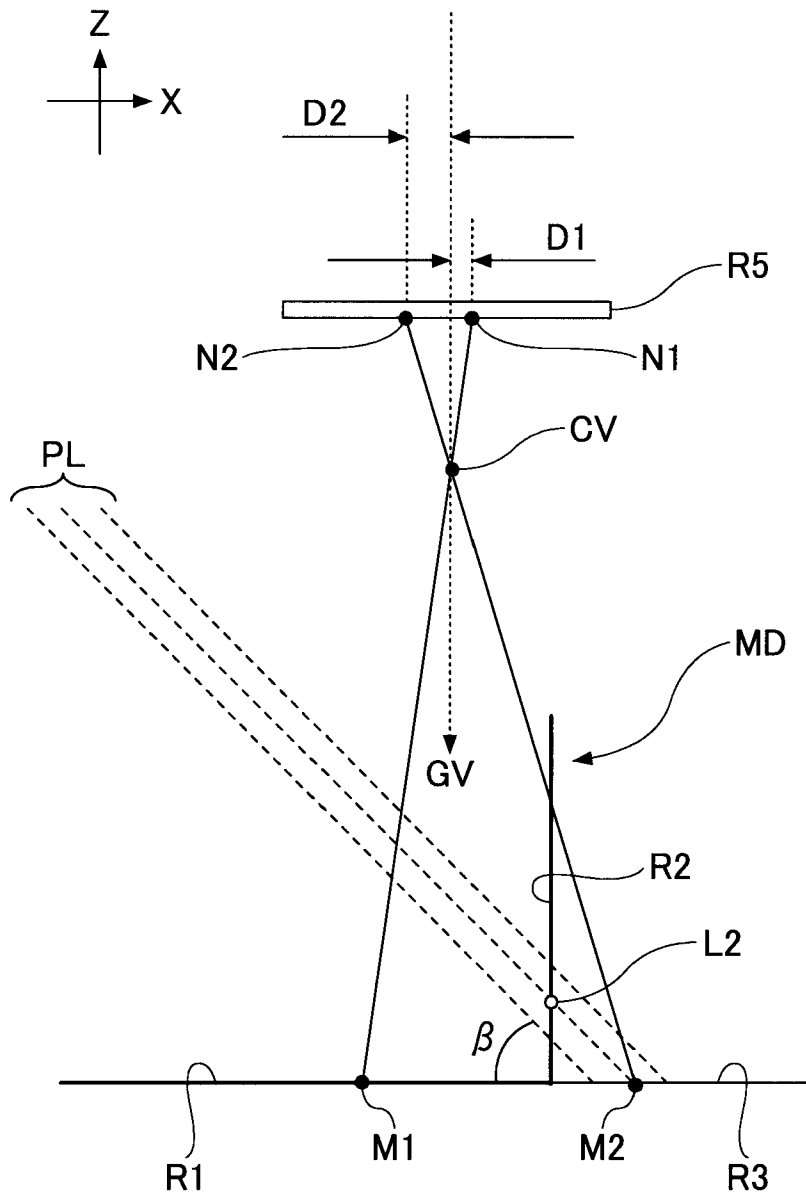
[図8A]



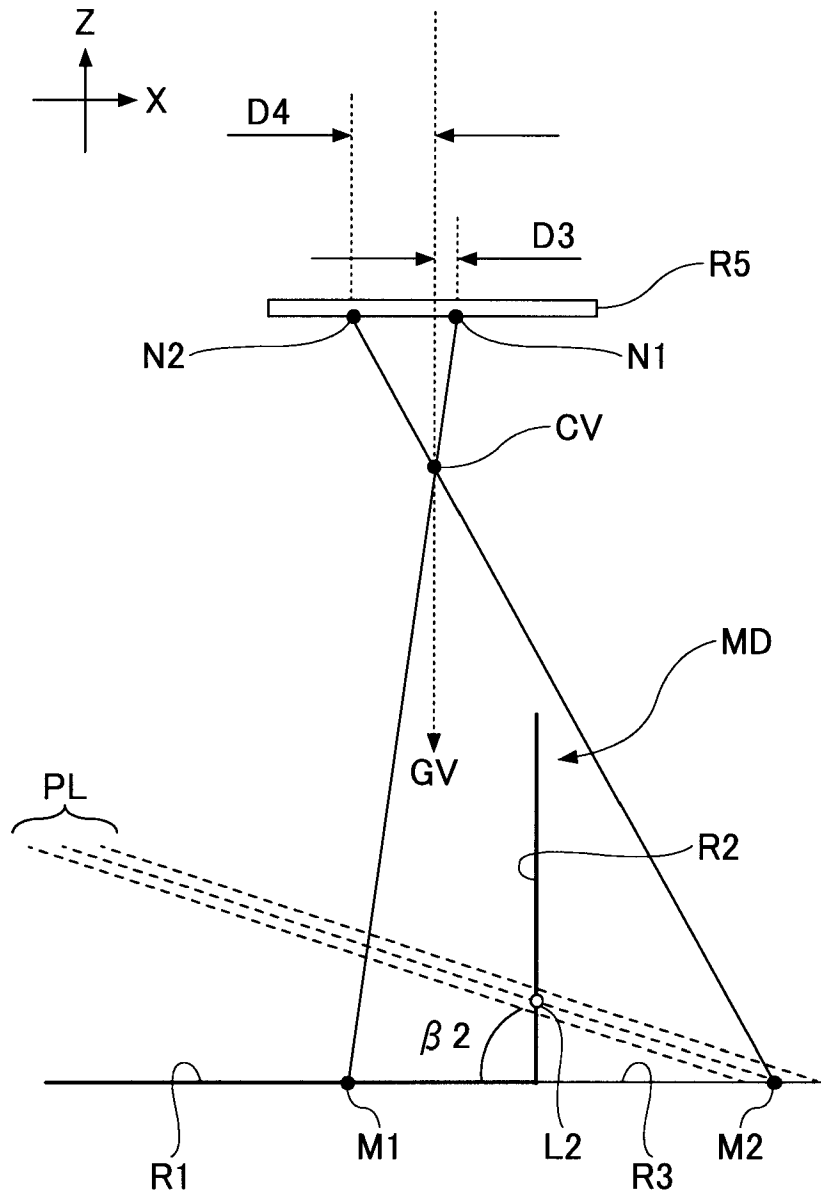
[図8B]



[図9A]

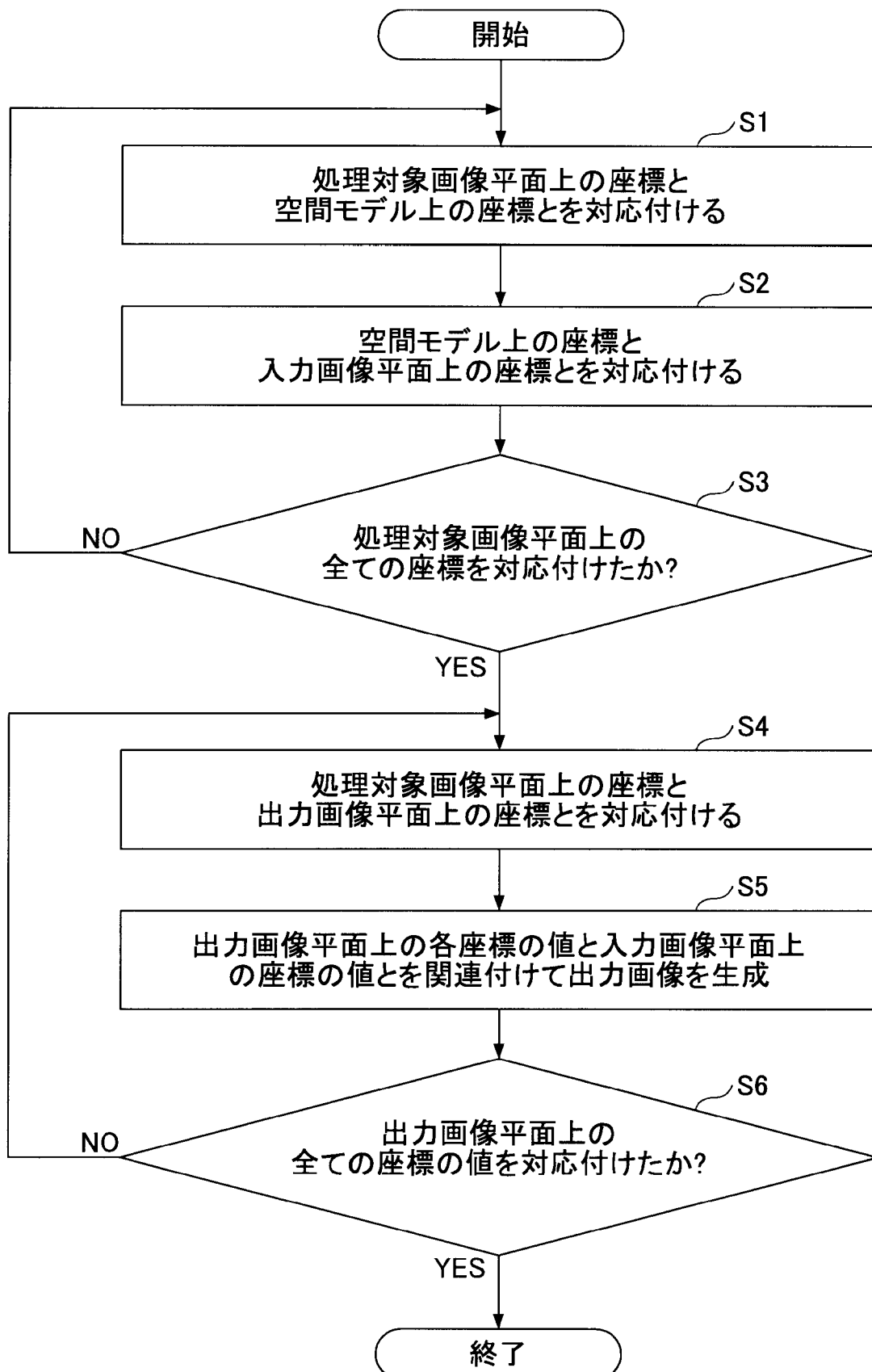


[図9B]

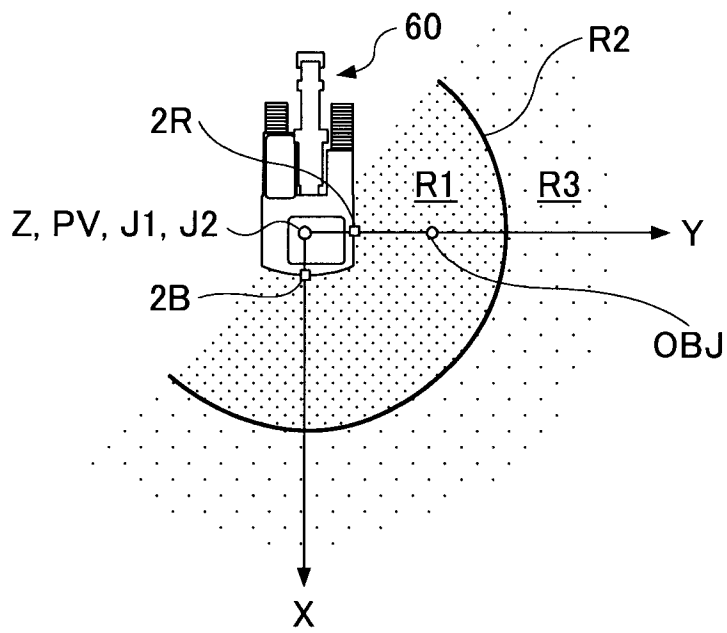


[illegible]

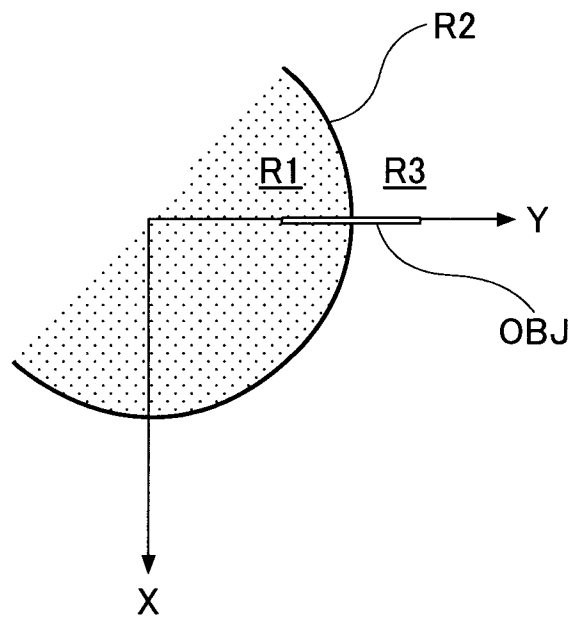
[図11]



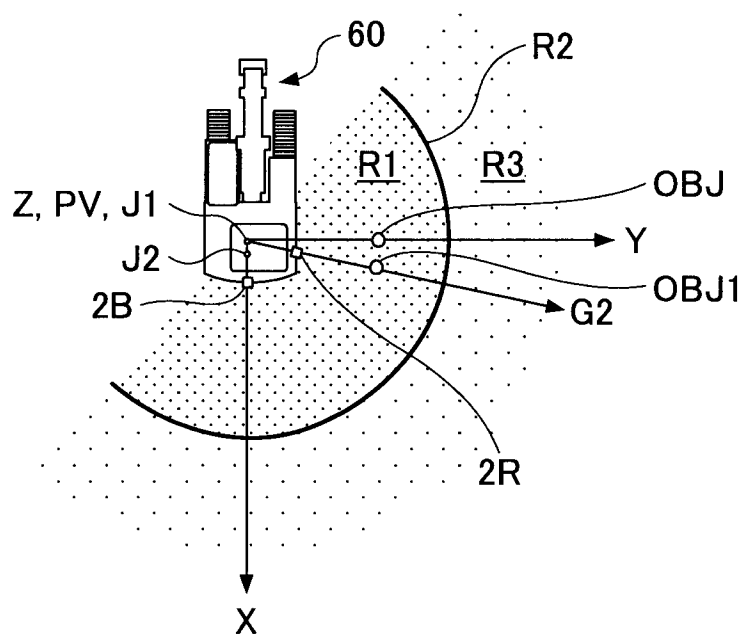
[図12A]



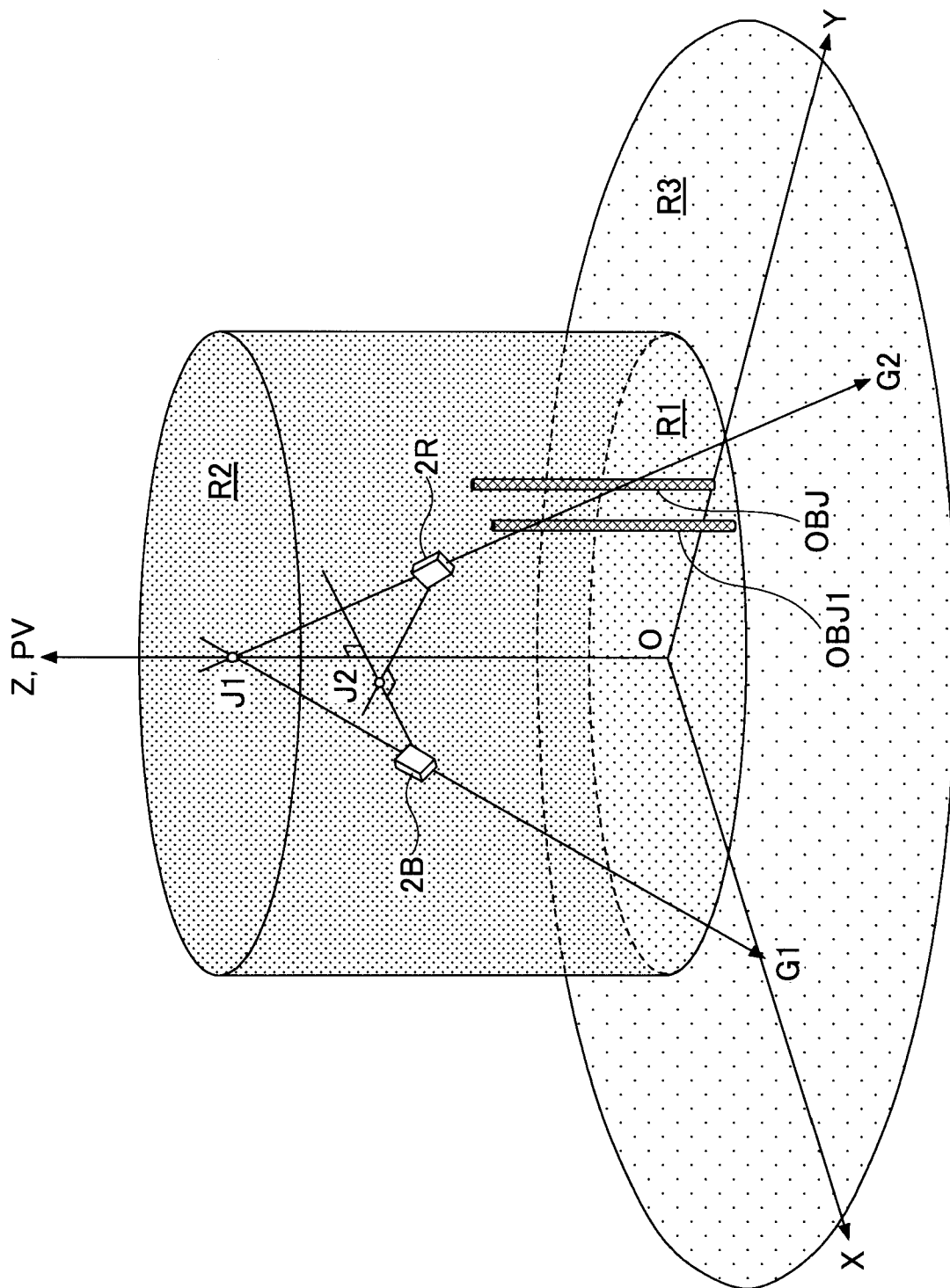
[図12C]



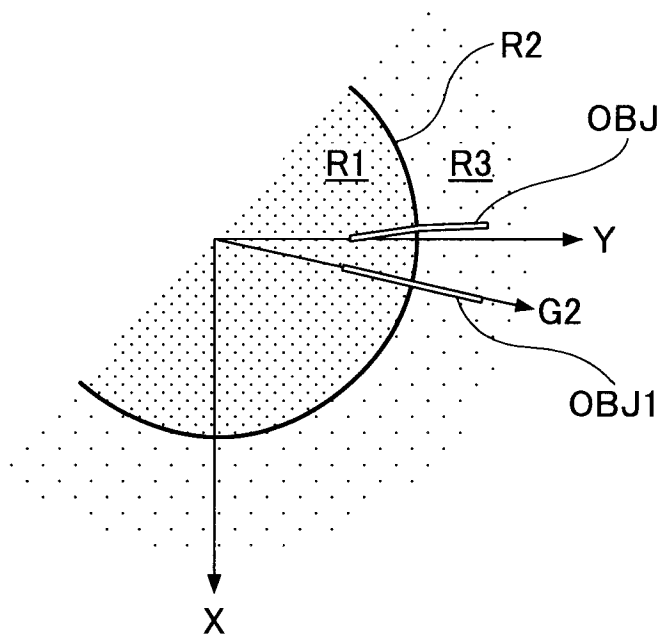
[図13A]



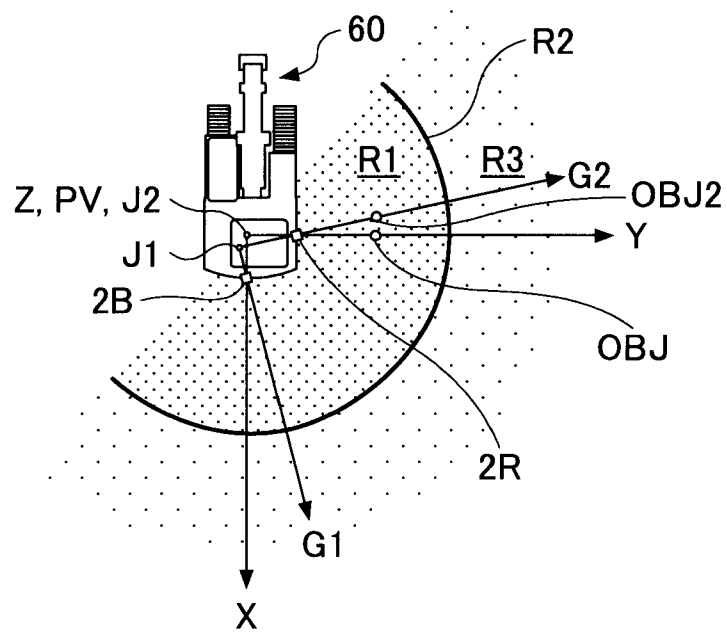
[図13B]



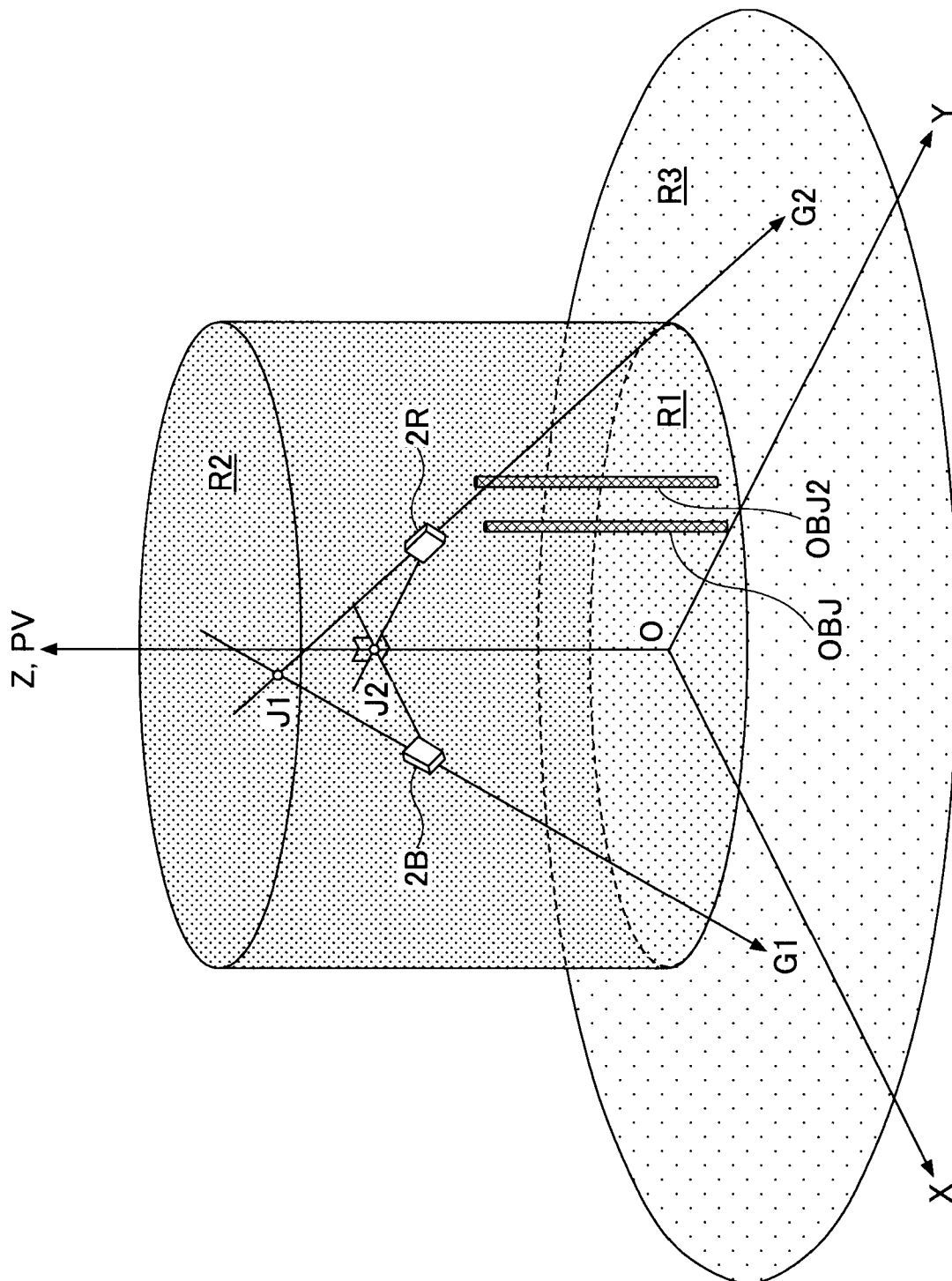
[図13C]



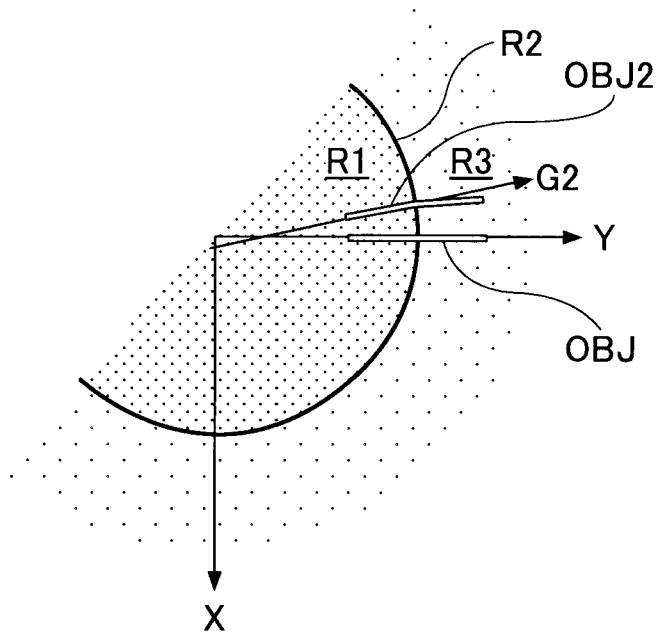
[図14A]



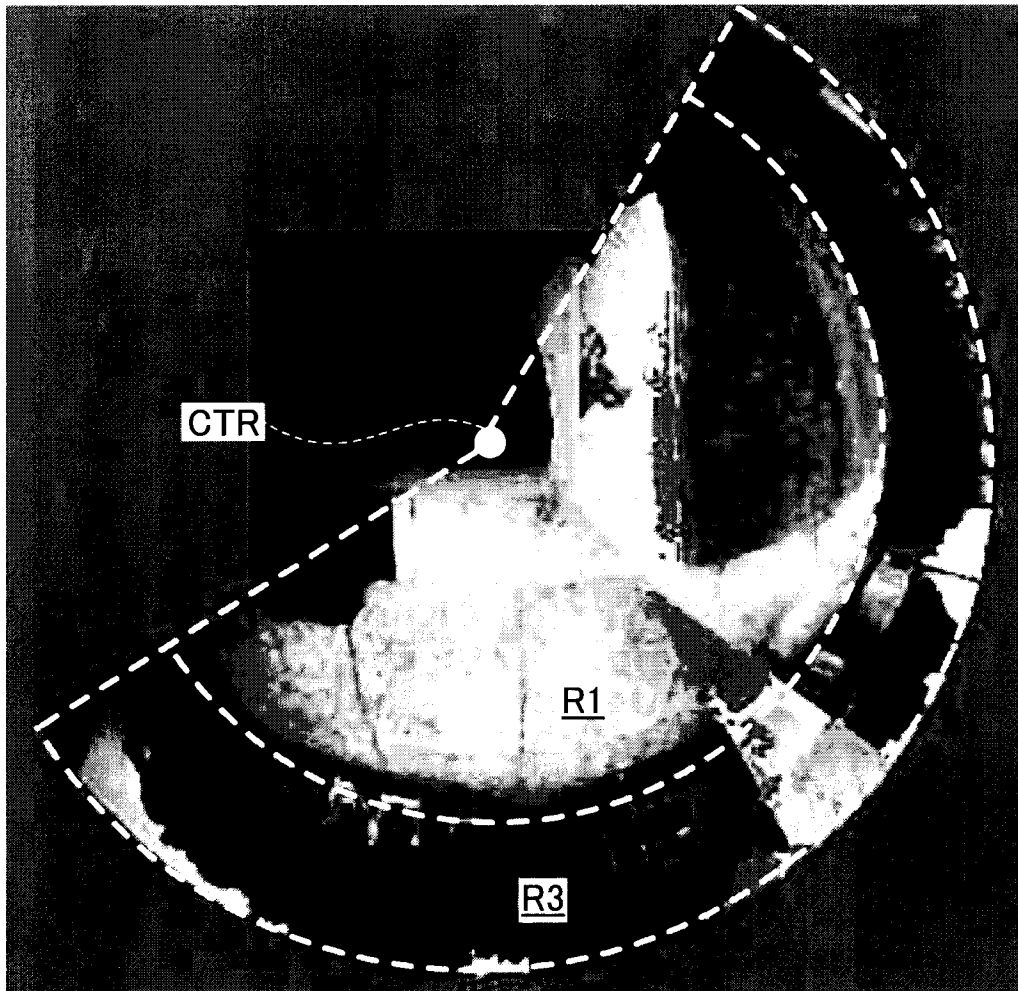
[図14B]



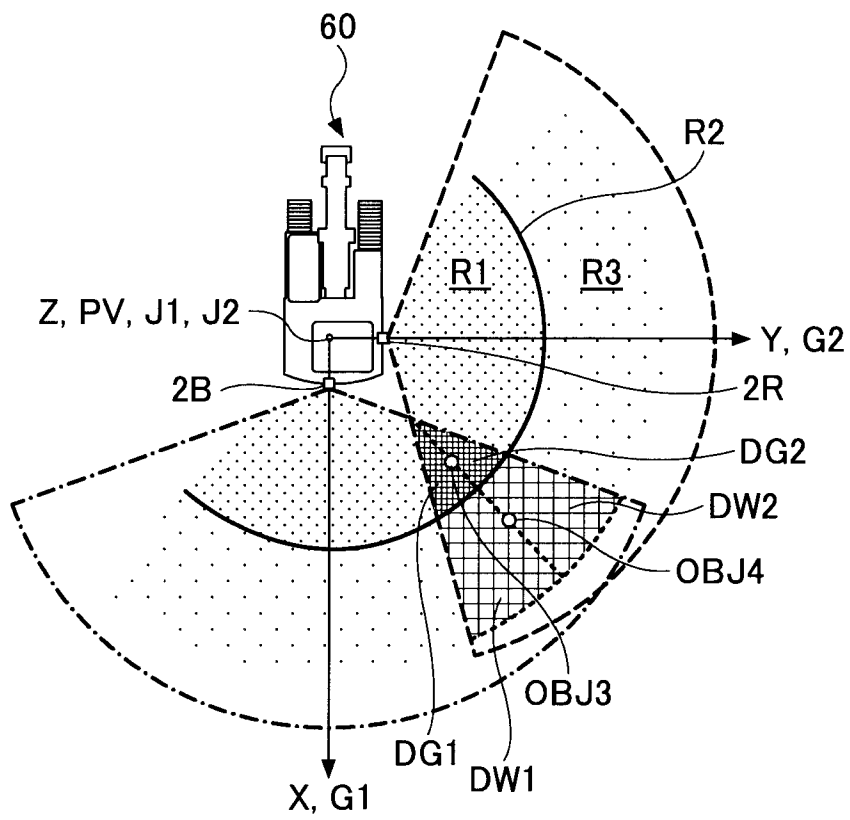
[図14C]

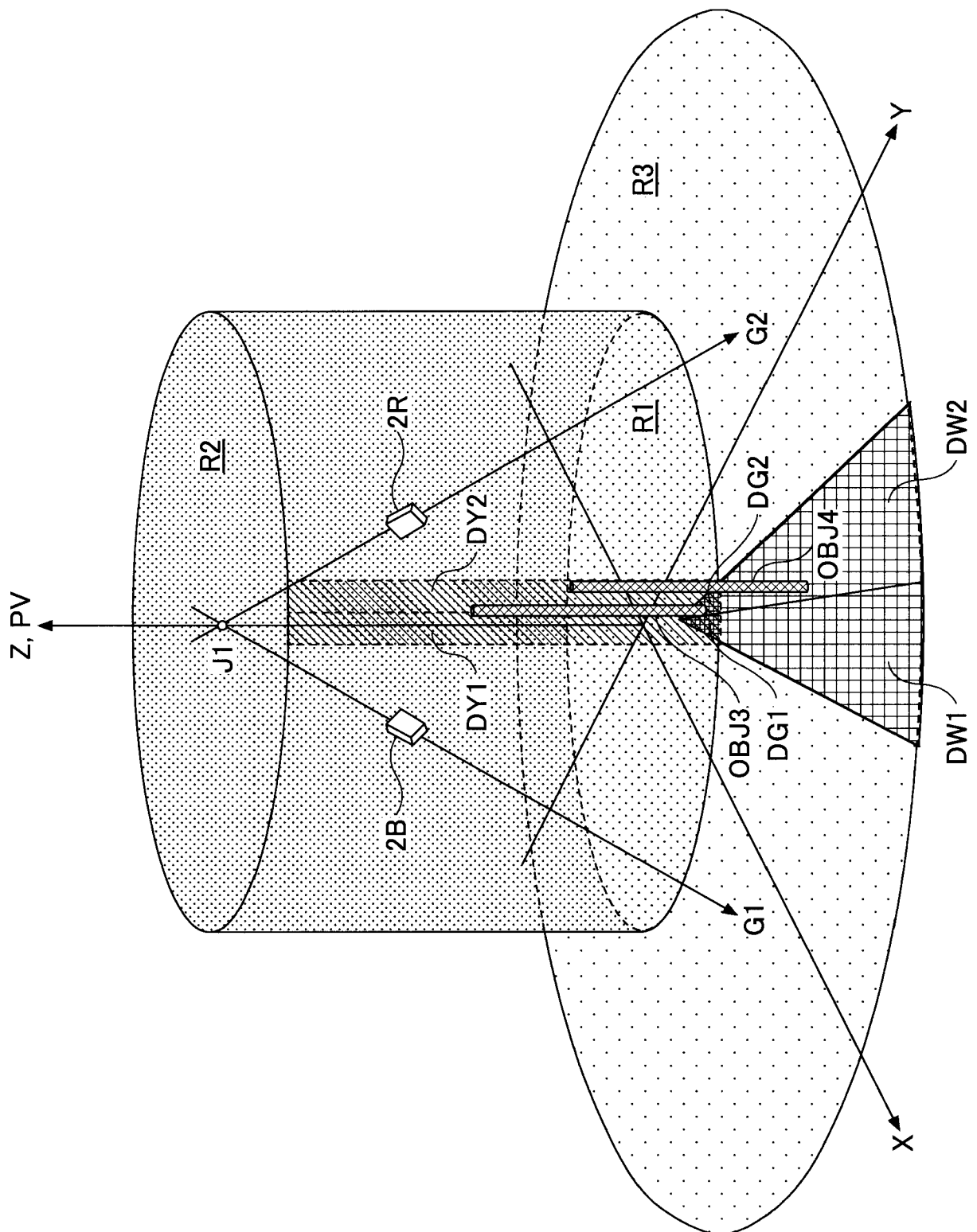


[図15]

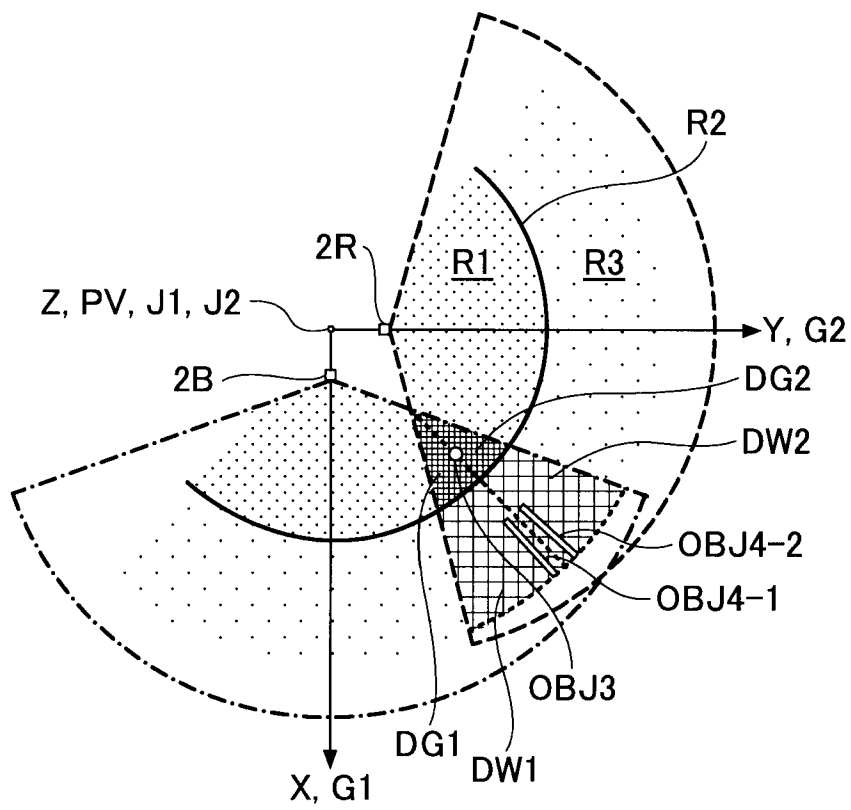


[図16A]

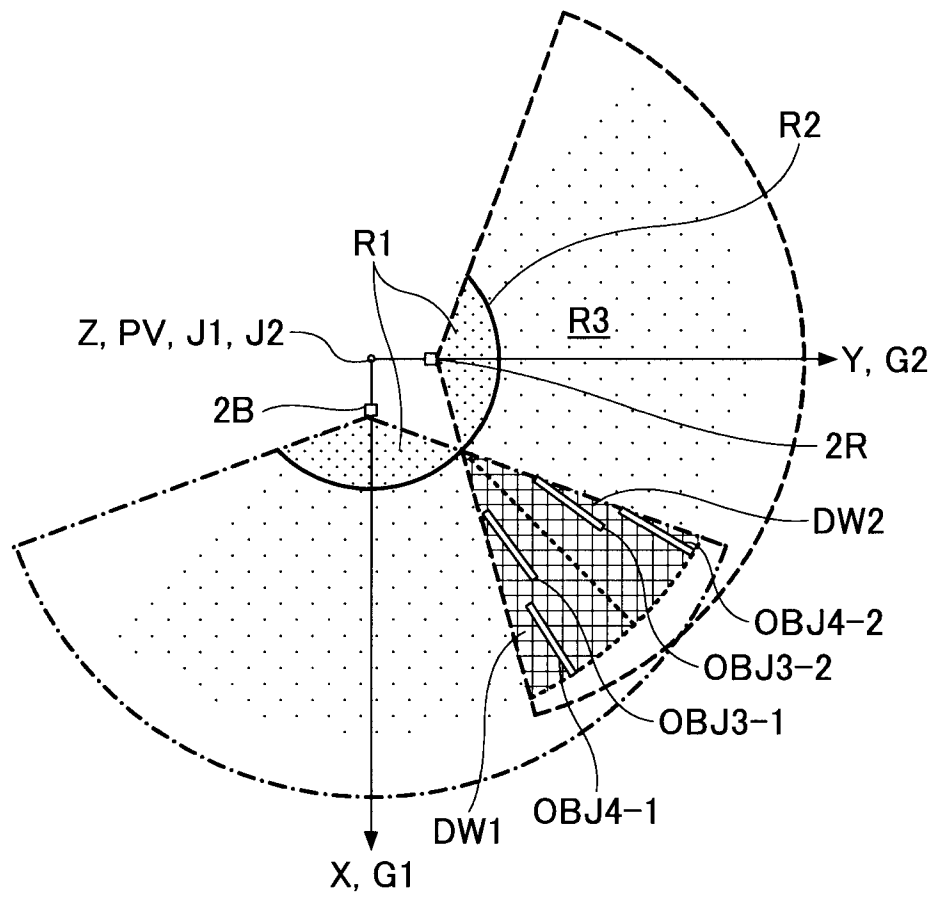




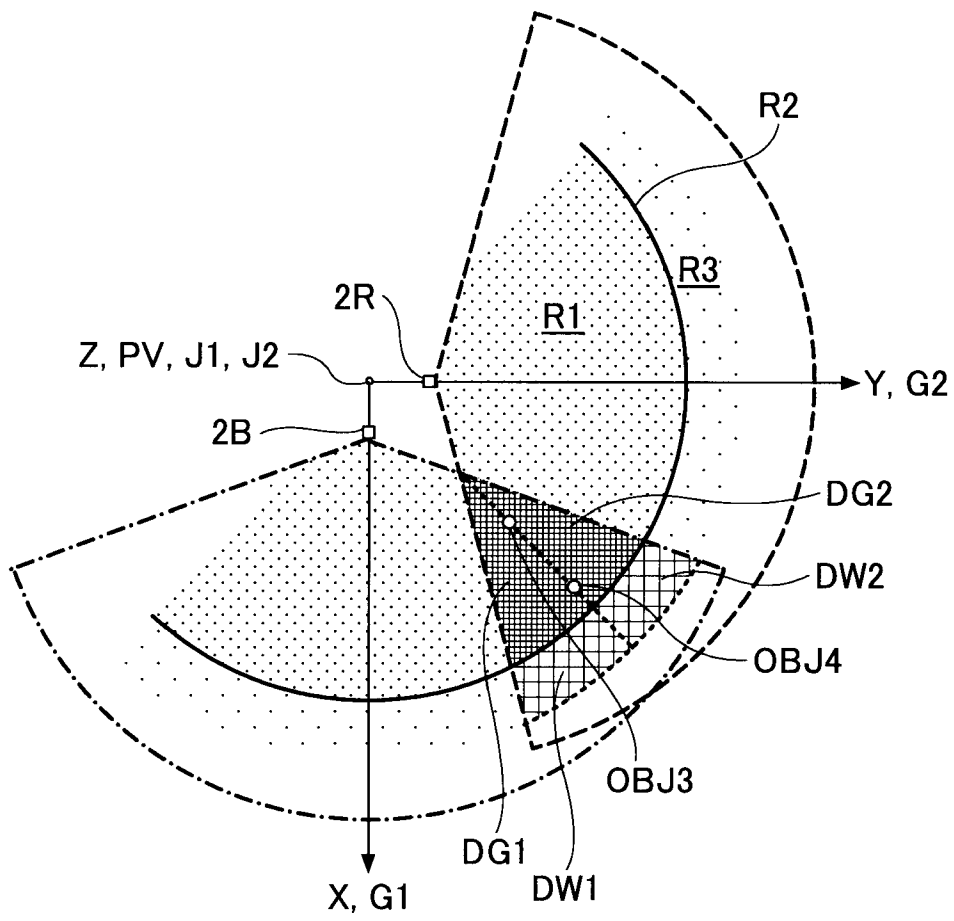
[図16C]



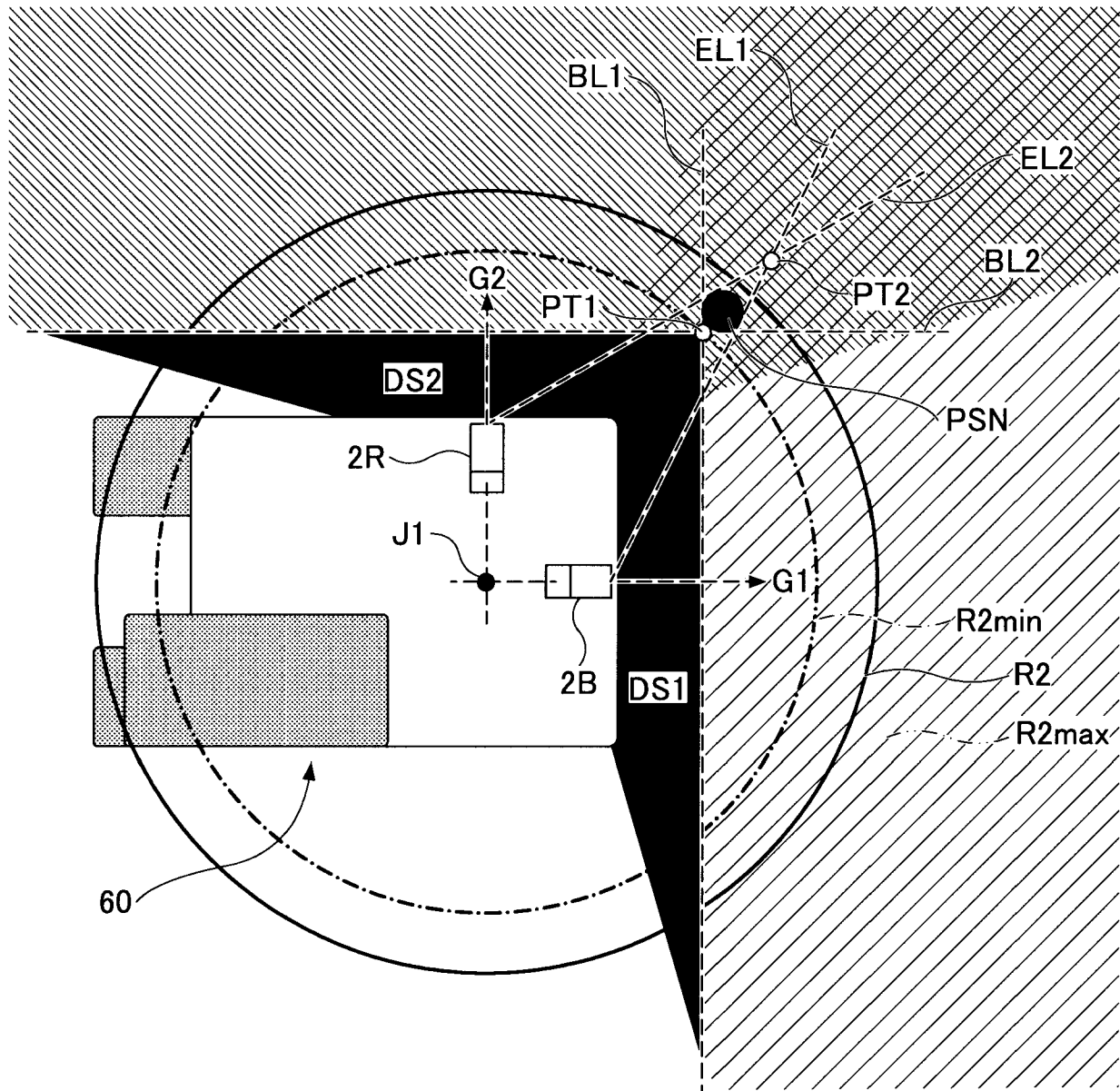
[図17]



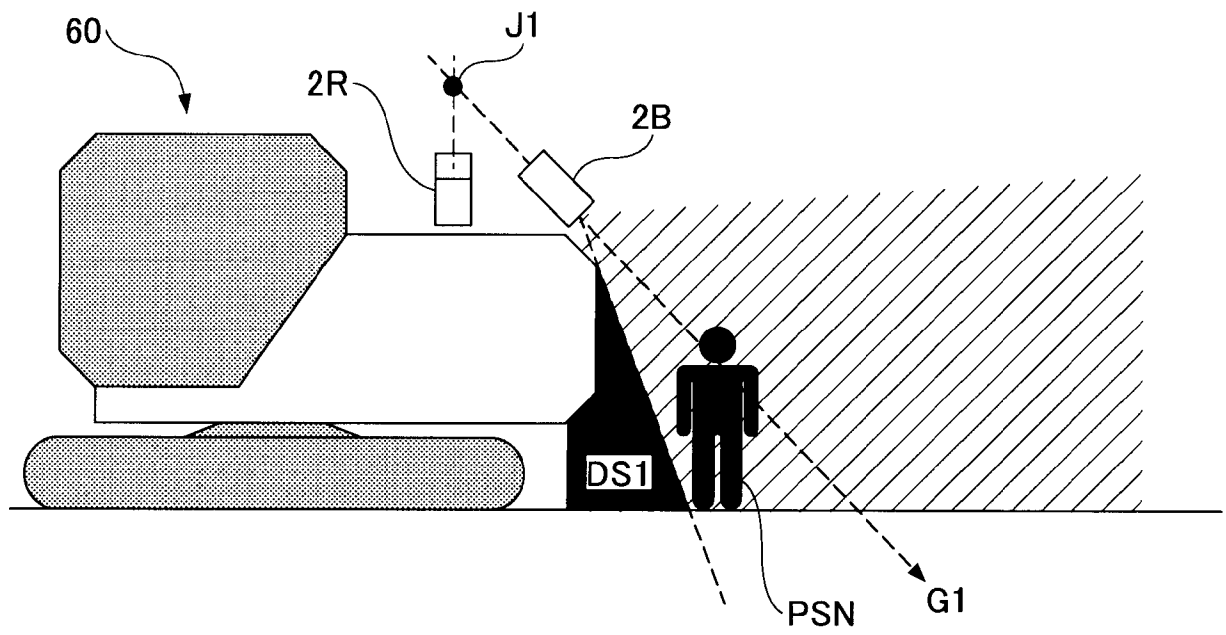
[図18]



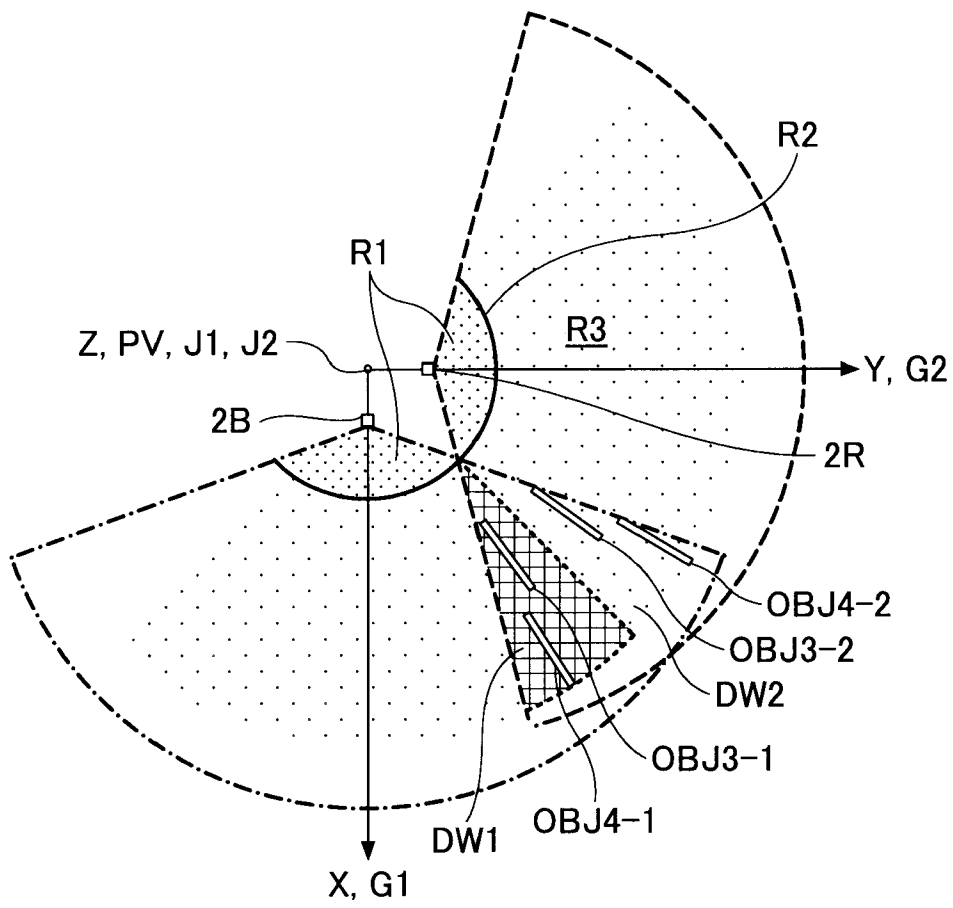
[図19A]



[図19B]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058898

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T3/00(2006.01)i, B60R1/00(2006.01)i, H04N7/18(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)

G06T3/00, B60R1/00, B60R1/06, B60R21/00, H04N7/18

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 Y A	JP 3286306 B2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 May 2002 (27.05.2002), paragraphs [0201] to [0243]; fig. 27 to 28 & JP 2002-135765 A & US 7307655 B1 & EP 1115250 A1 & WO 2000/007373 A1	1, 6-8 3, 4 2, 5
Y	JP 2007-041791 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0012], [0013], [0022]; fig. 2, 5 (Family: none)	3, 4
A	JP 2008-312004 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings & US 2008/0309784 A1 & EP 2003018 A2	1-8



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
22 April, 2011 (22.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/058898

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 2004-021307 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 January 2004 (22.01.2004), entire text; all drawings & US 2004/0260469 A1 & EP 1513101 A1 & WO 2003/107273 A1	1-8
A	JP 2003-204547 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 July 2003 (18.07.2003), entire text; all drawings & US 2003/0085999 A1 & EP 1302365 A2 & DE 60218260 D & AT 354497 T & KR 10-2003-0031445 A & CN 1412047 A	1-8
A	JP 2002-083285 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 March 2002 (22.03.2002), entire text; all drawings & US 2002/0018047 A1 & EP 1170173 A2 & DE 60124345 D & AT 344742 T & KR 10-2002-0005496 A & CN 1333626 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T3/00(2006.01)i, B60R1/00(2006.01)i, H04N7/18(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（I P C））

Int.Cl. G06T3/00, B60R1/00, B60R1/06, B60R21/00, H04N7/18

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 3286306 B2（松下電器産業株式会社）2002.05.27, 段落【0201】－【0243】、図27－28	1, 6-8
Y	& JP 2002-135765 A & US 7307655 B1	3, 4
A	& EP 1115250 A1 & WO 2000/007373 A1	2, 5
Y	JP 2007-041791 A（日産自動車株式会社）2007.02.15, 段落【0012】【0013】【0022】、図2、図5（ファミリーなし）	3, 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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐田 宏史

5 H

4 1 8 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-312004 A (三洋電機株式会社) 2008. 12. 25, 全文、全図 & US 2008/0309784 A1 & EP 2003018 A2	1-8
A	JP 2004-021307 A (松下電器産業株式会社) 2004. 01. 22, 全文、全図 & US 2004/0260469 A1 & EP 1513101 A1 & WO 2003/107273 A1	1-8
A	JP 2003-204547 A (松下電器産業株式会社) 2003. 07. 18, 全文、全図 & US 2003/0085999 A1 & EP 1302365 A2 & DE 60218260 D & AT 354497 T & KR 10-2003-0031445 A & CN 1412047 A	1-8
A	JP 2002-083285 A (松下電器産業株式会社) 2002. 03. 22, 全文、全図 & US 2002/0018047 A1 & EP 1170173 A2 & DE 60124345 D & AT 344742 T & KR 10-2002-0005496 A & CN 1333626 A	1-8