

(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
2012 年 5 月 10 日(10.05.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/060269 A1

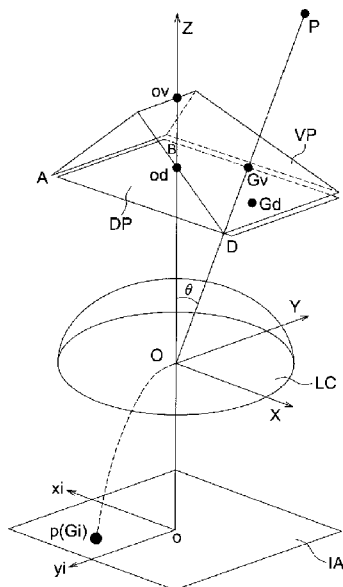
- (51) 国際特許分類:
G06T 3/00 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
H04N 1/387 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074750
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 27 日(27.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-247261 2010 年 11 月 4 日(04.11.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河邊 恭 (KAWABE Takashi) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 上田滋之 (UEDA Shigeyuki) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田村敬二郎, 外(TAMURA Keijiro et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿七丁目 4 番 3 号 升本ビル 8 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, JP, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 画像処理方法、画像処理装置及び撮像装置

[図1]



(57) Abstract: Provided are an image processing method, image processing device, and imaging device that are able to obtain a highly visible output image while reducing processing time using a relatively small-scale circuit. The present invention has a two-dimensional LUT wherein reference plane system coordinates (x_d, y_d, z_d) are set having as a reference a reference plane (DP) having a fixed positional relationship with a virtual projection plane (VP), and the two-dimensional LUT is based on the form of the virtual projection plane (VP) and stores z_d coordinates that are in the direction perpendicular to the reference plane with respect to x_d coordinate and y_d coordinates in the reference plane (DP). The coordinates in a world coordinate system of each pixel of the virtual projection plane are calculated on the basis of the two-dimensional LUT, the calculated coordinates in the world coordinate system of each pixel of the virtual projection plane are converted to a camera coordinate system using an optical system distortion correction coefficient, and image data is calculated.

(57) 要約: 比較的小規模な回路で、処理時間の短縮化を図りながら視認性が高い出力画像を得ることが可能な、画像処理方法、画像処理装置及び撮像装置を提供する。仮想投影面VPと一定の位置関係となる基準平面DPを基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、基準平面DP上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した仮想投影面VPの形状に基づく2次元LUTを有し、2次元LUTに基づいて仮想投影面VPの各画素のワールド座標系における座標を算出し、算出した仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を光学系の歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換して、画像データを算出する。

WO 2012/060269 A1



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：画像処理方法、画像処理装置及び撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、集光レンズを含む光学系を介して撮像素子により撮像された画像の歪み補正処理を行う、画像処理方法、画像処理装置及び撮像装置に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、広角レンズあるいは魚眼レンズのような焦点距離の短いレンズや画角の大きなレンズを備えた光学系により撮影した画像は歪曲を伴うので、歪曲を補正する画像処理を行う。特許文献1には従来技術の補正方法として、焦点距離の短いレンズを使用して撮像された撮像画像に生じる歪曲を、レンズの補正用のパラメータを用いて補正する方法が開示されている。

[0003] 特許文献2では、光学ズーム機構のワイド端からテレ端までレンズ位置毎の光学歪み補正パラメータの算出を補間演算により行うことは、外部情報処理機器を必要とし、撮像装置単体では処理能力的に難しいという問題に対して、光学ズームを行う範囲内で離散的なレンズ位置に対する光学歪み補正パラメータを備え、そしてズームを行う際のレンズ位置を光学歪み補正パラメータを備えるレンズ位置に制限し、制限された位置間の光学ズームを電子ズームでつないでいる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-140066号公報

特許文献2：特開2009-105546号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に開示されたように、レンズで得た撮像画像をリニアに補正すると、中央部に比べて周辺部では像が拡大されるために形が崩れ見にくい

画像となる。これを防ぐための補正として円筒歪補正や球形歪補正があるが、これらの補正を行うために画像処理装置としてハード化した場合には処理時間が長くなり、回路規模が増大してしまい、コストが嵩んでしまう問題があった。

[0006] また、円筒歪補正や球形歪補正よりも更に視認性を向上させるために、円筒や球形のようなモデリングがし易い形状ではなく自由曲面に基づく歪み補正を行ったような場合には、処理時間の増大や回路規模の増大が生じてしまう。

[0007] 更に、特許文献1では、入力画像に対して補正用のパラメータを用いて補正しているために、入力画像の中央から外れた端部側の画像を切り出した場合には分解能が低下する虞があり、パン、チルトのような視点変換の対応が不十分である。

[0008] また、特許文献2は、光学ズームや絞りの光学パラメータの変更に対応するように歪補正パラメータを設定したものであり、視点変換を目的としておらず、リアルタイムでの表示には対応していない。

[0009] 特に、監視カメラや車載カメラの様に撮像画像をモニターにリアルタイムで表示させるような場合においては、ユーザーにより撮影領域を変更する指示に基づいてズーム、パン、チルト等の処理を追加するたびに新たな画像処理が必要となり、画像処理装置としてハード化した場合に処理時間が長くなり、回路規模が増大してしまい、コストが嵩んでしまう虞があった。

[0010] 本発明はこのような問題に鑑み、比較的小規模な回路で、処理時間の短縮を図りながら視認性が高い出力画像を得ることが可能な、画像処理方法、画像処理装置及び撮像装置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

[0011] 上記の目的は、下記に記載する発明により達成される。

[0012] 1. レンズを備えた光学系を介して複数の画素を有する撮像素子に受光して得られた複数の画素データを用いて歪み補正処理した画像データを得る画像処理方法において、

仮想投影面と常に一定の位置関係となる基準平面のワールド座標系における位置及びサイズを、ユーザーの指示に基づいて設定する第1ステップと、

前記第1ステップで設定された基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を前記光学系の歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換する第2ステップと、

前記複数の画素データと前記第2ステップで変換したカメラ座標系における座標とに基づいて、前記仮想投影面の画像データを算出する第3ステップと、

を有し、

前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく2次元LUTを有し、

前記第2ステップでは、前記2次元LUTに基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする画像処理方法。

[0013] 2. 前記2次元LUTは前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする前記1に記載の画像処理方法。

[0014] 3. 前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする前記1又は2に記載の画像処理方法。

[0015] 4. 複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の2次元LUTから使用する2次元LUTを選択可能であり、

前記選択した2次元LUTを前記第2ステップで使用することを特徴とする前記1乃至3の何れか一項に記載の画像処理方法。

[0016] 5. 光学系を介して複数の画素を有する撮像素子に受光して得られた複数の画素データを用いて歪み補正処理した画像データを得る画像処理装置であって、

位置及びサイズが設定された基準平面であって仮想投影面と常に一定の位

置関係となる基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換し、前記カメラ座標系に変換した座標及び前記複数の画素データに基づいて、前記仮想投影面の画像データを算出する画像処理部と、

前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく 2 次元 LUT を記憶する記憶部と、を有し、

前記画像処理部では、前記 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする画像処理装置。

[0017] 6. 前記 2 次元 LUT は前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする前記 5 に記載の画像処理装置。

[0018] 7. 前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする前記 5 又は 6 に記載の画像処理装置。

[0019] 8. 前記記憶部には、複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の 2 次元 LUT が記憶されており、

前記画像処理部では、前記複数の 2 次元 LUT のうちから選択された 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする前記 5 乃至 7 の何れか一項に記載の画像処理装置。

[0020] 9. 光学系と、

複数の画素を有する撮像素子と、

仮想投影面と常に一定の位置関係となる基準平面のワールド座標系における位置及びサイズを設定する設定部と、

前記設定部で設定された基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を前記光学系の歪み

補正係数を用いてカメラ座標系に変換し、前記カメラ座標系に変換した座標と前記複数の画素から得られた画素データに基づいて、前記仮想投影面での画像データを算出する画像処理部と

前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく 2 次元 LUT を記憶する記憶部と、を有し、

前記画像処理部では、前記 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする撮像装置。

[0021] 10. 前記 2 次元 LUT は前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする前記 9 に記載の撮像装置。

[0022] 11. 前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする前記 9 又は 10 に記載の撮像装置。

[0023] 12. 前記記憶部には、複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の 2 次元 LUT が記憶されており、

前記画像処理部では、前記複数の 2 次元 LUT のうちから前記設定部により選択された 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする前記 9 乃至 11 の何れか一項に記載の撮像装置。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、自由な形状の仮想投影面に対応した 2 次元 LUT を用いて、前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することにより、設定した自由な形状の仮想投影面を用いることが可能となる。そしてこのような仮想投影面に基づいて画像データを作成することにより、比較的小規模な回路で、処理時間の短縮化を図りながら自由な形状に基づく歪み補正処理を行うことにより、視認性が高い出力画像を得ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本実施形態に係る歪曲補正を説明する模式図である。

[図2]図1に示した仮想投影面VPの形状を示す図であり、(a)は正面図、(b)は上面図、(c)は側面図である。

[図3]仮想投影面VPの位置を移動させた例を示す図である。

[図4]撮像装置の概略構成を示すブロック図である。

[図5]本実施形態の制御フローを示す図である。

[図6]基準平面DPを説明する模式図である。

[図7]仮想投影面VPと基準平面DPとの関係を示す模式図である。

[図8]仮想投影面VPの座標を説明する図である。

[図9]入力画像及び歪み補正処理後の出力画像の例を示す図であり、(a)は入力画像の例、(b)、(c)、(d)は出力画像の例である。

[図10]他の実施形態における基準平面DPと、2次元LUTの格子点データとの対応関係を説明する図である。

[図11]仮想投影面VPの形状を示す図であり、(a)は正面図、(b)は上面図、(c)は側面図である。

[図12]仮想投影面VPと基準平面DPとの関係を示す模式図である。

[図13]補正処理後の出力画像の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 本発明を実施の形態に基づいて説明するが、本発明は該実施の形態に限られない。

[0027] 図1は、本実施形態に係る歪曲補正を説明する模式図である。図1において、X、Y、Zはワールド座標系であり、原点Oはレンズ中心である。Zは光軸、XY平面はレンズ中心Oを通るレンズ中心面LCを含んでいる。点Pはワールド座標系XYZにおける対象物の物点である。 θ は光軸（Z軸に一致）に対する入射角度である。

[0028] x_i 、 y_i はカメラ座標系であり、 $x_i y_i$ 平面は撮像素子面IAに対応する。 o は画像中心であり光軸Zと撮像素子面との交点である。点pはカメラ座標

系における撮像素子面上の点（結像点に相当）であり、物点Pをレンズ特性に基づくパラメータ（以下、「レンズパラメータ」という）に基づく歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換したものである。

[0029] VPは仮想投影面であり、自由な形状の面からなる。仮想投影面VPは光学系のレンズ位置（レンズ中心面LC）に対して撮像素子（及び撮像素子面IA）とは反対側に設定される。基準平面DPは、ユーザーによる操作部130（図3参照）への指示に基づいてその形状、サイズ、及びワールド座標系における位置の変更を行うことが可能である。

[0030] DPは2次元の基準平面であり、常に仮想投影面VPと一定の位置関係にありその位置関係は後述の2次元LUTに反映されている。基準平面DPのサイズ変更に伴って仮想投影面VPのサイズが変更され、基準平面DPの位置変更に伴い仮想投影面VPの位置が変更される。 x_d 、 y_d 、 z_d は、基準平面座標系であり、 x_d 、 y_d 平面は基準平面DPに対応し、 z_d 軸は基準平面に垂直な軸である。基準平面DP及び仮想投影面VPは、初期状態（初期の位置設定のこと、以下同様）においてはその中心は、光軸Zと一致しており、基準平面DPはワールド座標系のXY平面と平行である。

[0031] 本願において「位置変更」とは、基準平面DP及び仮想投影面VPをXY平面上で平行移動（並進ベクトルに対応）させる場合のみならず、XY平面に対する角度変更（姿勢変更ともいい、回転ベクトルに対応）をも含む概念である。

[0032] 「円筒歪補正」とは円筒を軸方向に平行な平面で裁断した形状の仮想投影面VPを用いて歪補正を行うものであり、仮想投影面VPは、基準平面DPの x_d 座標（あるいは y_d 座標）が特定できれば z_d 座標を特定することが可能である。

[0033] 「三面鏡歪補正」とは、3つの平面が連続した形状であり、中央に配置した基準平面DPに平行な主鏡部と、主鏡部の両側にこれに所定の角度で連結した2つの側鏡部とからなる形状の仮想投影面VPを用いて歪補正を行うものである。仮想投影面VPは、基準平面DPの x_d 座標（あるいは y_d 座標）が

特定できれば z_d 座標を特定することが可能である。

[0034] 「球形歪補正」とは球の内面を矩形に切り欠いた形状である。仮想投影面 VP は、基準平面 DP の中心からの距離が特定できれば、 z_d 座標を特定することが可能である。

[0035] 「自由形状補正」とは、自由形状の仮想投影面 VP を用いて行う歪補正方法である。自由形状とは、初等関数で表せる曲面（円筒、球）、平面（三面鏡、単なる平面）以外の形状のことである。より具体的には、仮想投影面 VP は、 x_d 座標と y_d 座標の一方ではなく双方を特定することによって z_d 座標を特定できる形状のことである。「自由曲面」とは、自由形状であって、初等関数で表せる曲面（円筒、球）以外の曲面で構成される形状のことである。

[0036] 図2は、図1に示した仮想投影面 VP の形状を示す図である。図2（a）は正面図、図2（b）は上面図、図2（c）は側面図である。同図において基準平面 DP は図示していない。図2に示す自由形状は、仮想投影面 VP として三角柱を底面に平行でない平面で裁断した様な形状である。同図に示す長さ l_x 、 l_{y1} 、 l_{y2} 、 l_z を設定することにより仮想投影面 VP の形状の変更が可能である。形状が変更されるに伴い、後述する自由形状を記述した2次元 LUT は再計算されて更新される。また仮想投影面の形状としてはこれに限られず、球をこれと交わる平面で切り欠いた半球あるいは球冠の内周面の形状、あるいは球の内周面を矩形に切り取った形状であってもよい。また3枚の連続したパネルからなる三面鏡形状の様な複数の面を連結した形状であってもよく、あるいは後述のようなお椀を縦に裁断した様な形状であってもよい。

[0037] 初期状態において仮想投影面 VP は、所定の形状及びサイズで仮想投影面 VP の中心 o_v 、及び基準平面 DP の中心 o_d は Z 軸上に位置している。 G_v は物点 P が仮想投影面 VP 上に投影された点であり、物点 P とレンズ中心 O を通る直線と仮想投影面 VP との交点である。 G_d は、 G_v を基準平面 DP に投影した点である。

[0038] 図3は、基準平面 DP 及び仮想投影面 VP の位置を後述する操作部130

の入力に基づいて移動させた例を示している。仮想投影面 $VP0$ 、基準平面 $DP0$ は移動前、仮想投影面 $VP1$ 、基準平面 $DP1$ は移動後を示しており、同図においてはワールド座標系における XZ 平面上で回転させている。

[0039] [ブロック図]

図4は、撮像装置の概略構成を示すブロック図である。撮影装置は、撮像ユニット110、制御装置100、表示部120、操作部130を備えている。

[0040] 撮像ユニット110は、短焦点のレンズ、撮像素子等から構成される。本実施形態においては、本実施形態においては、レンズとしては例えば広角レンズ、魚眼レンズがある。

[0041] 制御装置100は、画像処理部101、設定部102、記憶部103から構成される。

[0042] 設定部102では、操作部130への入力指示に基づいて基準平面 DP の形状、位置、サイズの設定を行う。

[0043] 画像処理部101では、基準平面 DP の形状、位置、サイズの設定及び仮想投影面 VP の形状に対応する2次元 LUT に基づいて仮想投影面 VP の各画素のワールド座標系の座標を算出し、算出した各座標のカメラ座標系への変換テーブルを作成し、当該変換テーブルを用いて撮像ユニット110で撮影した画素データを処理して表示部120に表示させる画像データを作成する。

[0044] 記憶部103には、レンズのレンズパラメータにより算出された歪み補正係数や、仮想投影面 VP の形状に基づく2次元 LUT が記憶されている。また基準平面 DP の位置、サイズ及び作成した変換テーブルの記憶も行う。また更に、図2等にした形状の仮想投影面の他に、後述する他の形状の仮想投影面（図11等）のように複数の異なる形状の仮想投影面を用いる場合であれば、これに対応した複数の2次元 LUT を記憶することも可能である。この場合は、設定部により複数の2次元 LUT のうちから、用途の種類あるいは操作部130へのユーザーの入力指示により使用する2次元 LUT を選

択するようにしてもより。用途の種類としては、例えば、監視カメラ、車載バックモニター等がある。

[0045] 表示部120は、液晶ディスプレイ等の表示画面を備え、撮像ユニット110で撮影した画素データに基づいて画像処理部101で作成した画像データを逐次、表示画面に表示させる。

[0046] 操作部130は、キーボード、マウス、あるいは表示部の液晶ディスプレイに重畳して配置したタッチパネルを備え、ユーザーの入力操作を受け付ける。

[0047] [制御フロー]

図5は、本実施形態の制御フローを示す図である。ステップS11では、設定された歪み補正条件が入力される。歪み補正条件（視点変換含む）の設定は、前述の様にユーザーによる操作部130への入力指示により、設定部102により基準平面DPのワールド座標系における位置、サイズを設定することにより行われる。ステップS12では、撮像ユニット110から画像信号が入力され、例えばフレームレート60fpsで入力画像が得られる。

[0048] 図6は、基準平面DPを説明する模式図である。図7は、仮想投影面VPと基準平面DPとの位置関係を示す模式図である。前述のとおり、基準平面DPは基準平面座標系 (x_d, y_d, z_d) の x_d, y_d 平面上に位置しており、 x_d, y_d 平面を投影面として仮想投影面VPを垂直投影した投影図の領域を包含するように基準平面DPの領域が設定されている。図6に示すように基準平面座標系における基準平面DPの4隅の点A(0, 0, 0)、点B(0, 495, 0)、点C(655, 495, 0)、点D(655, 0, 0)で囲まれる平面を等間隔で 656×496 pixelの画素Gd（総画素数32.5万）に分割する。表1は、座標 x_d 及び座標 y_d の入力に対して z_d 座標を出力する2次元LUTの例である。全ての画素Gdから表1に示すような x_d, y_d の座標を参照して z_d を導き出す2次元LUTを参照して仮想投影面VP上の対応する画素Gvの座標 (x_v, y_v, z_v) を算出する。なお総画素数に関してはあくまでも例示でありこれ以外の値に設定しても良い。

[0049] [表1]

$x_d \backslash y_d$	0	1	2	3	4	5	
0	0	1	1	2	2	3	
1	0	1	1	2	2	3	
2	0	1	1	2	2	3	
3	0	1	1	2	2	3	
4	0	1	1	2	3	4	
5	0	1	2	3	3	4	
:							
:							

[0050] 図7に示すように基準平面DP上の画素G_dは、仮想投影面VP上の画素G_vを基準平面DPに投影した関係となるので両者の x_d と y_d は一致する。2次元LUTには、仮想投影面VPの形状に基づいて、座標 x_d 、 y_d に対する座標 z_d が格納されており、画素G_dの座標 x_d 、 y_d に基づいて画素G_vの座標 z_d が算出されことにより、画素G_vの座標(x_d , y_d , z_d)の位置が導き出せる。これを全ての画素G_dについて行う。以上がステップS13である。

[0051] ステップS14では、ステップS13で算出した画素G_vの座標を、基準平面座標系(x_d , y_d , z_d)からワールド座標系(X, Y, Z)に変換する。これは基準平面DPの位置変更の設定情報に基づいて行う。

[0052] ステップS15では、記憶部103に記憶されている撮像ユニット110のレンズパラメータに基づいて決定された歪み補正係数を読み出す。

[0053] ステップS16では、ステップS15で取得した歪み補正係数を用いて設定された仮想投影面VPの座標をワールド座標系からカメラ座標系への変換(w2c変換)に用いるLUTを生成する。

[0054] LUTの生成は、それぞれの画素G_vのワールド座標系での座標と、ステップS15で取得した歪み補正係数から、撮像素子面IAでの対応するカメラ座標系での画素G_i(x' , y')を算出することにより行う。図8は像高hと入射角度 θ との関係を示す模式図である。被写体(物点P)の撮像素子面IA上の像高(光軸Zからの距離)は、入射角 θ と歪み補正係数で決定

される。 p_i は歪み補正が無いとした場合での撮像素子面 I A上の物点 P の結像位置であり、歪み補正後の結像位置は G_i となる。以上により、仮想投影面の各画素の座標を、基準座標系からワールド座標系を経てカメラ座標系に変換されたことになる。つまりレンズデータに基づいて基準座標系の位置がカメラ座標のどの座標位置に対応するかを当てはめる座標変換を行った。この際に歪み補正及び、仮想投影面 VP の位置の計算にともなう回転、平行移動、拡大、縮小等の視点変換が併せて行われる。

[0055] ステップS 2 1では、ステップS 1 2で入力された入力画像に対して、ステップS 2 1で参照された LUT を用いて画像生成が行われる。画像生成の方法としては以下に説明するように4点補間がある。

[0056] 図1、図8に示した画素 G_i のカメラ座標系の座標 (x_i', y_i') から参照する撮像素子の画素を決定する。この際に撮像素子の各画素の座標 (x_i, y_i) における x_i, y_i は整数であるが、ステップS 1 6の LUT 生成過程で用いられる画素 $G_i(x_i', y_i')$ の x_i', y_i' は整数とは限らず小数部分を持つ実数値を取り得る。 x_i', y_i' が整数で、画素 $G_i(x_i', y_i')$ と撮像素子の画素の位置とが一致する場合には、対応する撮像素子の画素の画素データを仮想投影面 VP 上の画素 $G_v(X, Y, Z)$ に対応する出力画像の画素データとして用いることが可能である。一方で、 x_i', y_i' が整数でなく x_i', y_i' と x_i, y_i とが一致しない場合には4点補間として、画素 G_v に対応する出力画像の画素データとして、算出された画素 $G_i(x_i', y_i')$ 周辺の、画素 $G_i(x_i', y_i')$ の位置に近接する上位4箇所の画素の画素データを用いて、これらの単純平均値あるいは、画素 $G_i(x_i', y_i')$ に対する距離により近接する4箇所の画素に対して重み付けをして算出した画素データを用いる。なお4点補間に限られず、周辺の箇所としては1箇所の単純補間や、16箇所若しくはそれ以上を用いる多点補間であってもよい。

[0057] ステップS 2 2では生成された画像に基づいて出力処理を行う。出力処理としてはデモザイク処理において、周辺画素の信号から各画素の BGR デー

タの演算を行って出力画像を得ることができる。デモザイク処理とは、例えば撮像素子がベイヤー配列で並んだ画素で構成されることにより各画素が1色分の色情報しか持たない場合に、周辺画素の情報から補間処理することにより3色分の色情報を算出することである。

[0058] ステップS23では、生成された出力画像を表示部120に、例えばフレームレート30fps、あるいは60fpsで出力して終了する。

[0059] なお、本制御フローは、仮想投影面VPを固定の形状としこれに対応した1種類の2次元LUTを用いた例であるが、これに限られず変形例として用途の種類に対応した複数の異なる形状の仮想投影面VPを用いても良い。この場合、複数の仮想投影面それぞれに対応した複数の2次元LUTのうちから使用する2次元LUTをステップS11において選択するようにし、選択した2次元LUTを用いてステップS13の制御を行う。

[0060] 図9に入力画像及び歪み補正処理後の出力画像の例を示す。なお同図においては、仮想投影面VPの位置が初期状態の位置に設定されている場合の例を示している。図9(a)は入力画像である。図9(b)は平面形状の仮想投影面VP(図1の基準平面DPと同等)の設定において得られた出力画像の例である。図9(c)は、円筒形状の仮想投影面VPの設定において得られた出力画像の例である。図9(d)は、図1、2に示したような自由形状の仮想投影面VPの設定において得られた出力画像の例である。図1、2に示すような自由形状においては下方近傍(手前側)の表示範囲が広く、平面形状や円筒形状の仮想投影面VPでは表示範囲外となっていた領域の認識を行うことが可能となる。

[0061] [他の実施形態]

次に、他の実施形態として2次元LUTが格子点データであり、格子点の間のデータは線形補間により算出する例について説明する。図10は、他の実施形態における基準平面DPと、2次元LUTの格子点データとの対応関係を説明する図である。他の実施形態においては、2次元LUTには各格子点 g_p に関する仮想投影面VPの z_p 座標のデータが格納されている。格子点

g_p は画素 G_d に対して所定の周期で飛び飛びに配置されるものであり、同図に示す例では、基準平面 DP の点 $A(0, 0, 0)$ にある格子点 g_p を基準として x_d 、 y_d 方向それぞれに対して 32 pixel の周期で配置されている。

[0062] 4 隅を格子点 g_p で囲まれた領域を $block$ といい、同図に示す例では、 x_d 方向で 21 block 、 y_d 方向で 16 block が配置されている。なお、 $block$ で覆う領域は基準平面 DP と同等かこれよりも大きいサイズとしている。図 10 に示す例では基準平面 DP のサイズは、格子点 g_p の周期 32 pixel の整数倍になっていないので、 $block$ で覆う領域 ($672 \times 512 \text{ pixel}$) は、基準平面 DP のサイズ ($656 \times 496 \text{ pixel}$) よりも大きくしている。

[0063] 画素 G_d は、格子点 g_p と重なるときは当該格子点 g_p の 2 次元 $LU T$ を参照することにより仮想投影面 VP 上の画素 G_v の z_d 座標を求める。画素 G_d が格子点 g_p と重ならないときは、 $block$ 4 隅の格子点 g_p の z_d 座標を、2 次元 $LU T$ を参照することにより求め、求めた格子点 g_p の z_d 座標を線形補間することにより、画素 G_d の z_d 座標を求める。例えば、画素 G_{d1} は格子点 g_p と重なっていないので、4 隅の格子点 g_{p1} 、 g_{p2} 、 g_{p3} 、 g_{p4} に対応する仮想投影面 VP の z_d 座標を、2 次元 $LU T$ を参照して求め、当該 z_d 座標の値を線形補間することにより画素 G_{d1} に対応する仮想投影面 VP 上の画素 G_v の z_d 座標を得ることができる。

[0064] このように 2 次元 $LU T$ を基準平面 DP の全画素に対して設けずに、格子点状の離間した間引きのデータとすることにより 2 次元 $LU T$ のデータサイズを小さくすることができる。

[0065] [仮想投影面 VP の他の形状の例]

図 11、図 12 は、お椀形状の仮想投影面 VP の例である。図 11 (a) は正面図、図 11 (b) は上面図、図 11 (c) は側面図である。図 12 は、仮想投影面 VP と基準平面 DP との関係を示す模式図である。同図に示す仮想投影面 VP は自由曲面によりなる形状である。自由曲面とは、初等関数

で表せる曲面（円筒、球）以外の曲面のことである。同図に示す例においては、お椀を縦半分に裁断した様な形状をしている。このような自由曲面で形成された複雑な形状であっても2次元LUTによって仮想投影面VP上の座標を特定することが可能である。

[0066] 図13は、図11、図12に示したお椀形状の仮想投影面VPの設定において得られた出力画像の例である。自由形状の一例としてこれらに示すお椀形状の仮想投影面VPを用いることにより、下方近傍（手前側）の表示範囲が広く、平面形状や円筒形状の仮想投影面VPでは表示範囲外となっていた領域の認識を行うことが可能となる。

[0067] 本発明は、明細書に記載の実施形態に限定されるものではなく、他の実施形態、変形例を含むことは、本明細書に記載された実施形態や技術的思想から本分野の当業者にとって明らかである。明細書の記載及び実施形態は、あくまでも例証を目的としており、本発明の範囲は後述するクレームによって示されている。

符号の説明

- [0068] 100 制御装置
101 画像処理部
102 設定部
103 記憶部
110 撮像ユニット
120 表示部
130 操作部
VP 仮想投影面
DP 基準平面
Gd 基準平面上の画素
GV 仮想投影面上の画素
LC レンズ中心面
IA 撮像素子面

- レンズ中心
- 画像中心
- G d 基準平面上の画素
- G V 仮想投影面上の画素

請求の範囲

- [請求項1] レンズを備えた光学系を介して複数の画素を有する撮像素子に受光して得られた複数の画素データを用いて歪み補正処理した画像データを得る画像処理方法において、
- 仮想投影面と常に一定の位置関係となる基準平面のワールド座標系における位置及びサイズを、ユーザーの指示に基づいて設定する第1ステップと、
- 前記第1ステップで設定された基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を前記光学系の歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換する第2ステップと、
- 前記複数の画素データと前記第2ステップで変換したカメラ座標系における座標とに基づいて、前記仮想投影面の画像データを算出する第3ステップと、
- を有し、
- 前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく2次元LUTを有し、
- 前記第2ステップでは、前記2次元LUTに基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする画像処理方法。
- [請求項2] 前記2次元LUTは前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする請求項1に記載の画像処理方法。
- [請求項3] 前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理方法。
- [請求項4] 複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の2次元LUTから

使用する 2 次元 L U T を選択可能であり、

前記選択した 2 次元 L U T を前記第 2 ステップで使用することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の画像処理方法。

[請求項5]

光学系を介して複数の画素を有する撮像素子に受光して得られた複数の画素データを用いて歪み補正処理した画像データを得る画像処理装置であって、

位置及びサイズが設定された基準平面であって仮想投影面と常に一定の位置関係となる基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換し、前記カメラ座標系に変換した座標及び前記複数の画素データに基づいて、前記仮想投影面の画像データを算出する画像処理部と、

前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく 2 次元 L U T を記憶する記憶部と、を有し、

前記画像処理部では、前記 2 次元 L U T に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする画像処理装置。

[請求項6]

前記 2 次元 L U T は前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

[請求項7]

前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の画像処理装置。

[請求項8]

前記記憶部には、複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の 2 次元 L U T が記憶されており、

前記画像処理部では、前記複数の 2 次元 L U T のうちから選択された 2 次元 L U T に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系

における座標を算出することを特徴とする請求項 5 乃至 7 の何れか一項に記載の画像処理装置。

[請求項9]

光学系と、

複数の画素を有する撮像素子と、

仮想投影面と常に一定の位置関係となる基準平面のワールド座標系における位置及びサイズを設定する設定部と、

前記設定部で設定された基準平面に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出し、前記算出した座標を前記光学系の歪み補正係数を用いてカメラ座標系に変換し、前記カメラ座標系に変換した座標と前記複数の画素から得られた画素データに基づいて、前記仮想投影面での画像データを算出する画像処理部と

前記基準平面を基準とする基準平面系座標 x_d, y_d, z_d が設定され、前記基準平面上の x_d 座標、 y_d 座標に対する、前記基準平面に垂直な方向の z_d 座標を格納した前記仮想投影面の形状に基づく 2 次元 LUT を記憶する記憶部と、を有し、

前記画像処理部では、前記 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする撮像装置。

[請求項10]

前記 2 次元 LUT は前記基準平面に所定の周期で配置された格子点に対応するデータであり、前記格子点間のデータの算出は線形補間により行うことを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

[請求項11]

前記仮想投影面は自由曲面で形成されていることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の撮像装置。

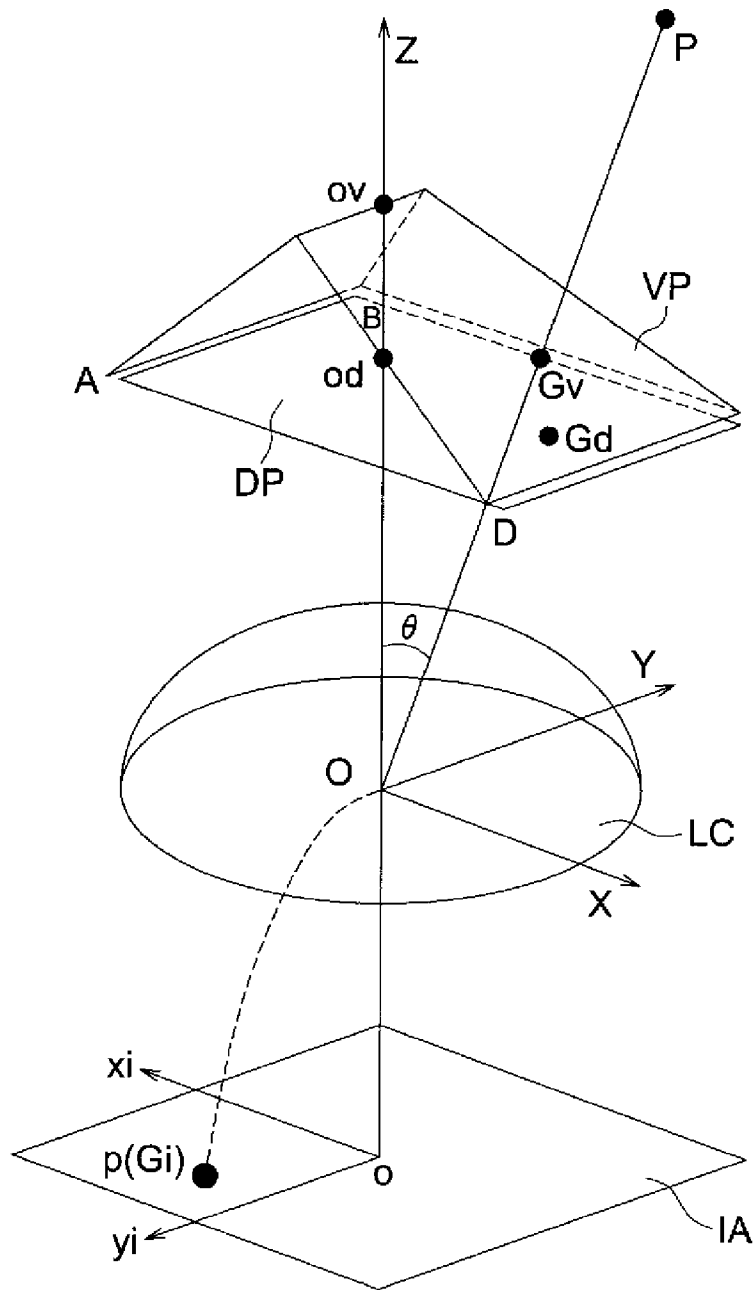
[請求項12]

前記記憶部には、複数の異なる形状の仮想投影面に対応した複数の 2 次元 LUT が記憶されており、

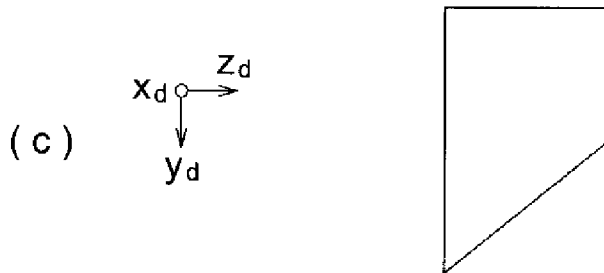
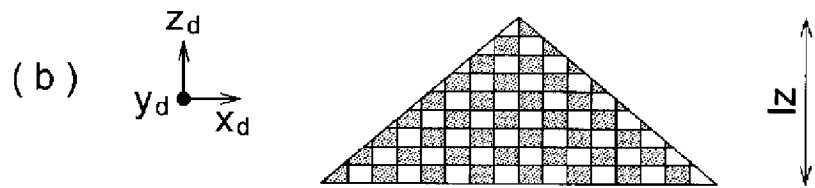
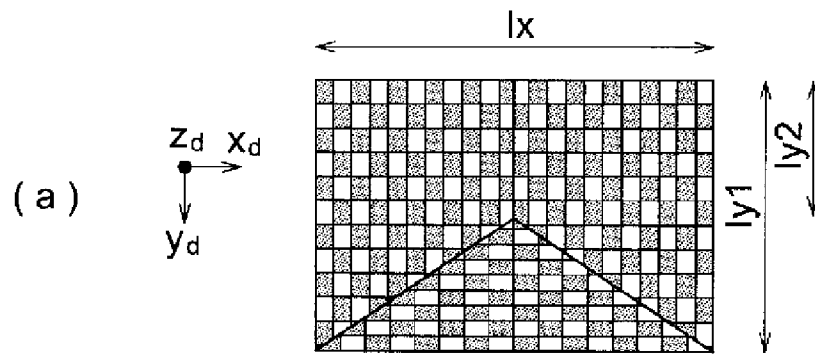
前記画像処理部では、前記複数の 2 次元 LUT のうちから前記設定部により選択された 2 次元 LUT に基づいて前記仮想投影面の各画素のワールド座標系における座標を算出することを特徴とする請求項 9

乃至 11 の何れか一項に記載の撮像装置。

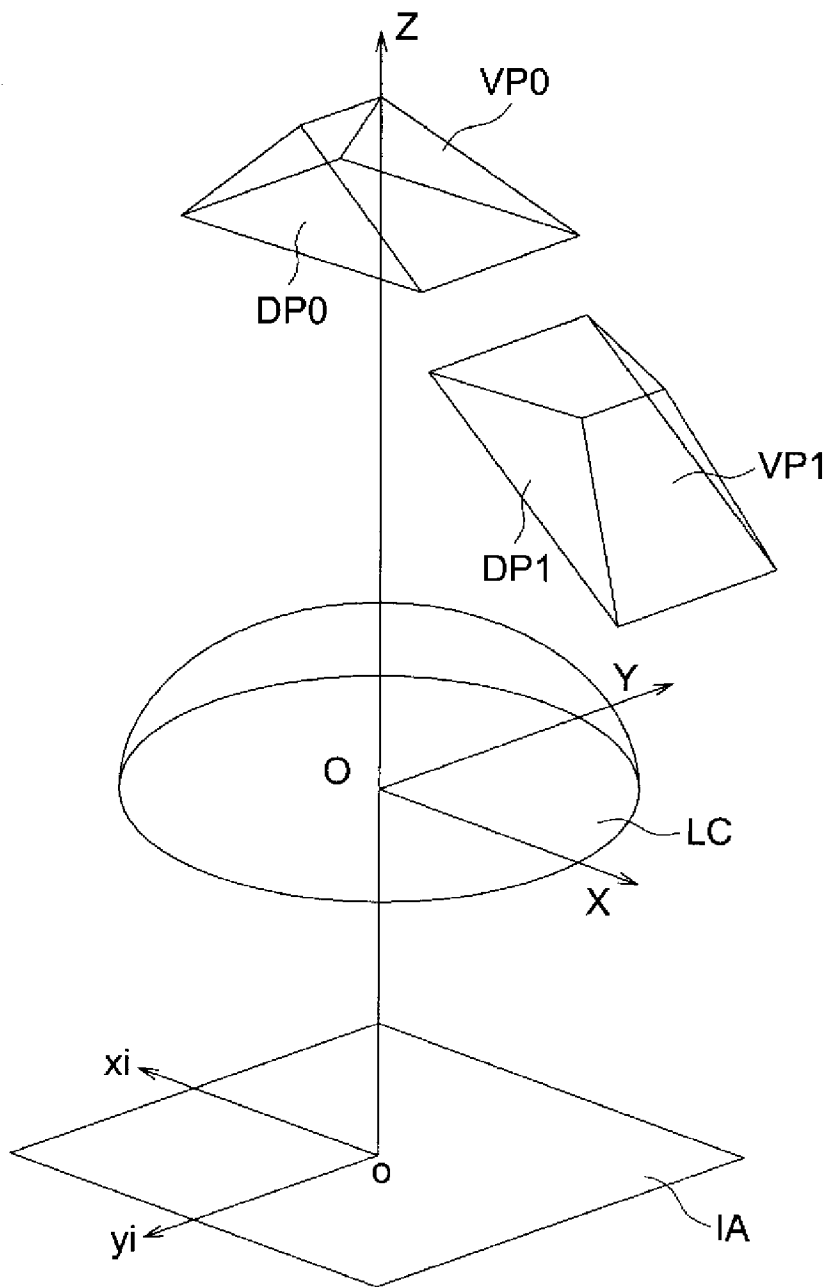
[図1]



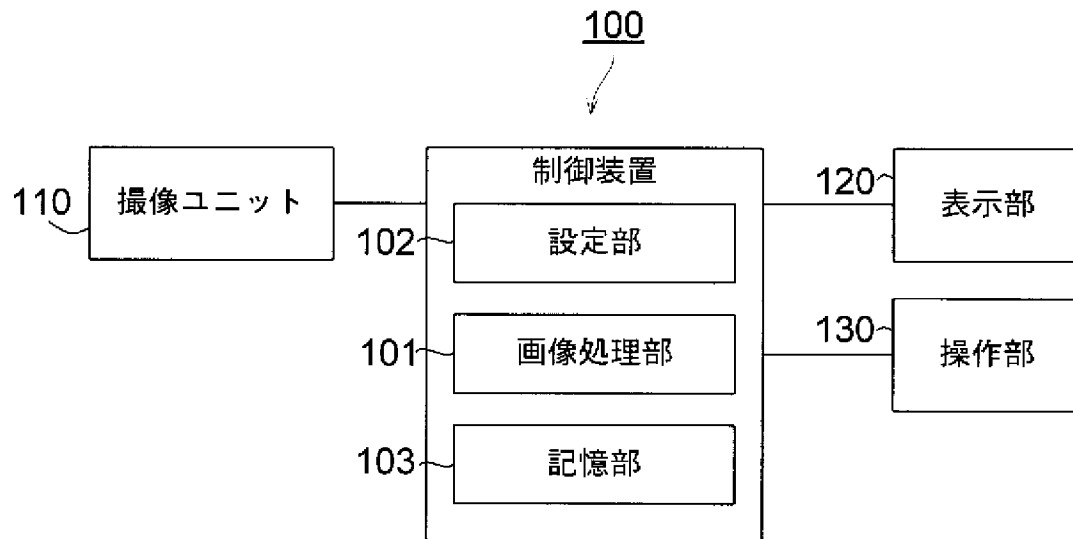
[図2]



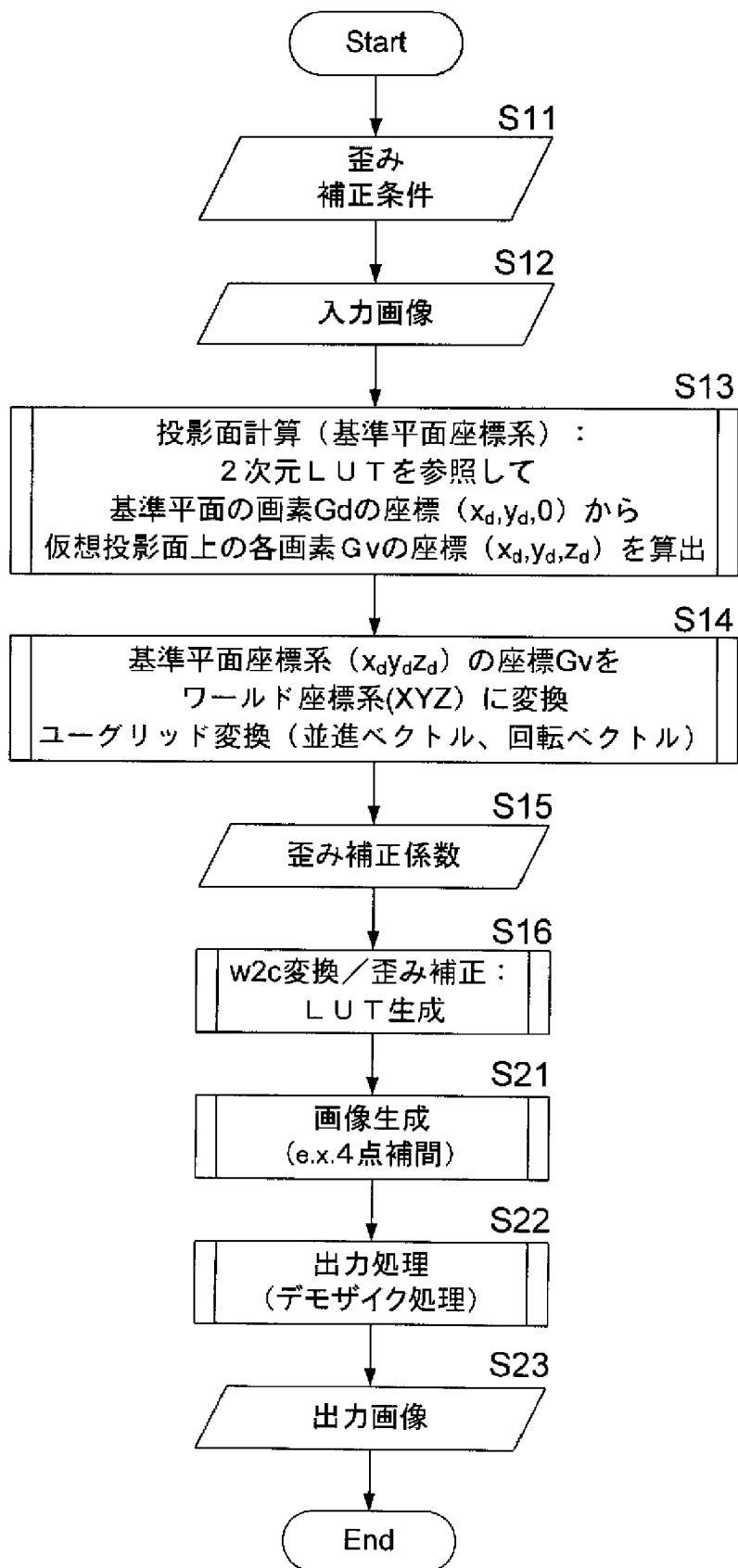
[図3]



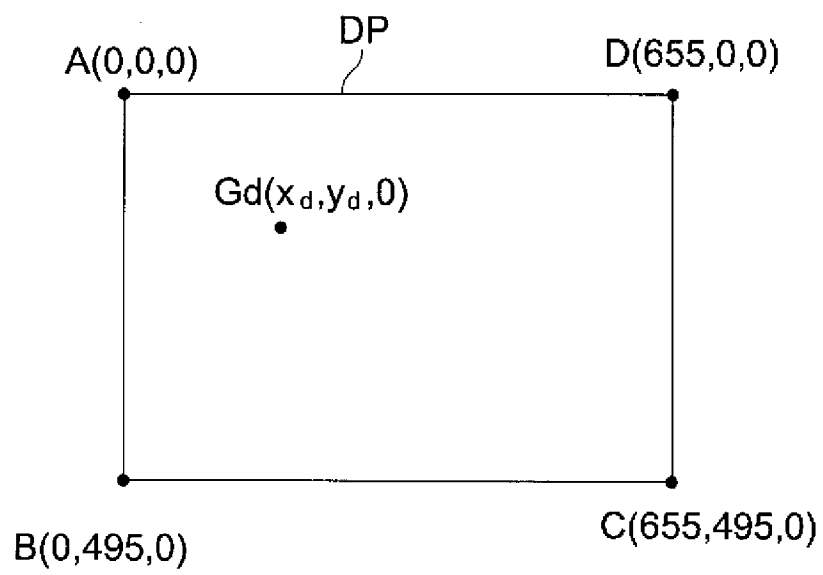
[図4]



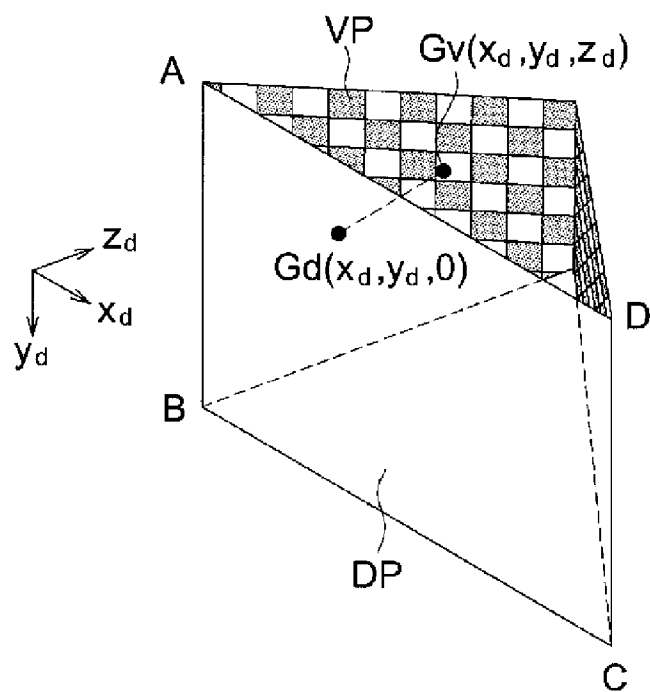
[図5]



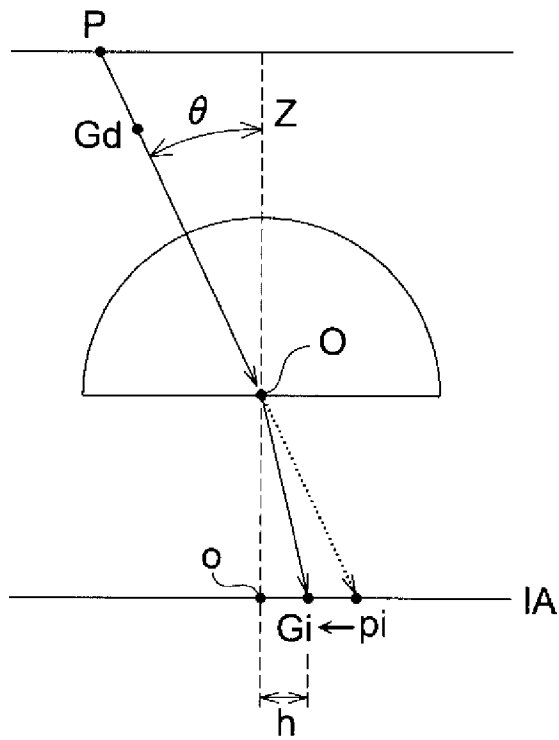
[図6]



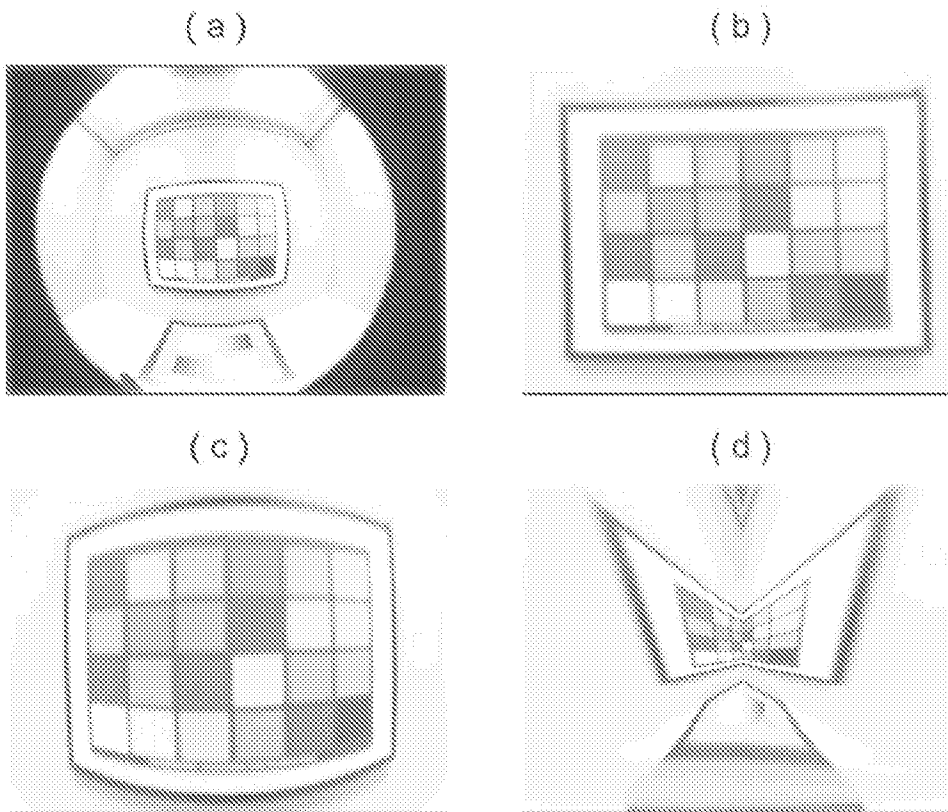
[図7]



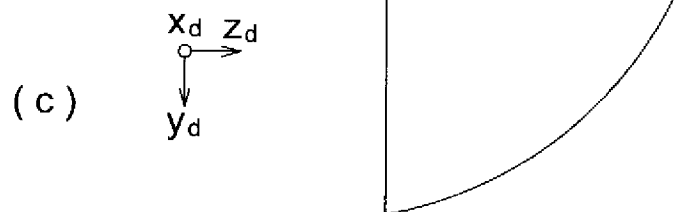
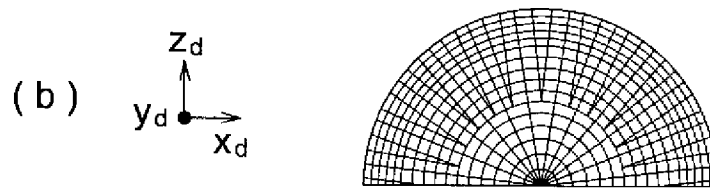
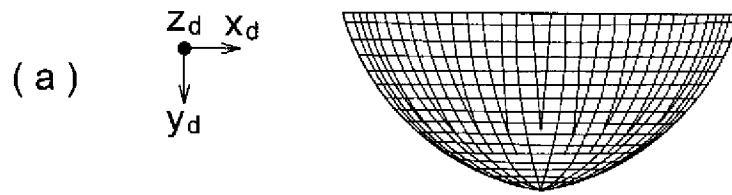
[図8]



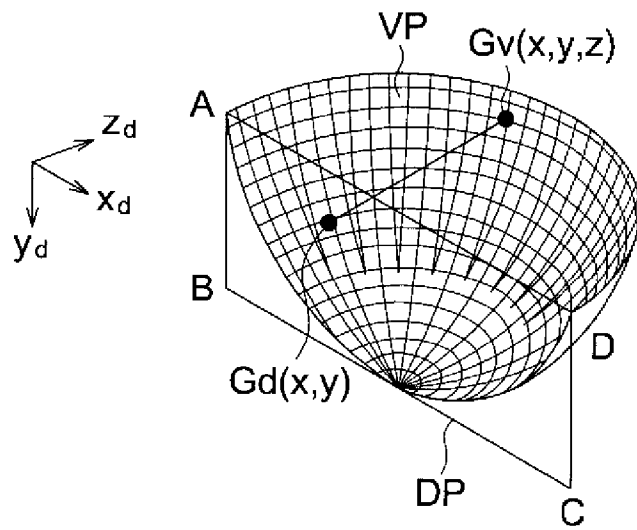
[図9]



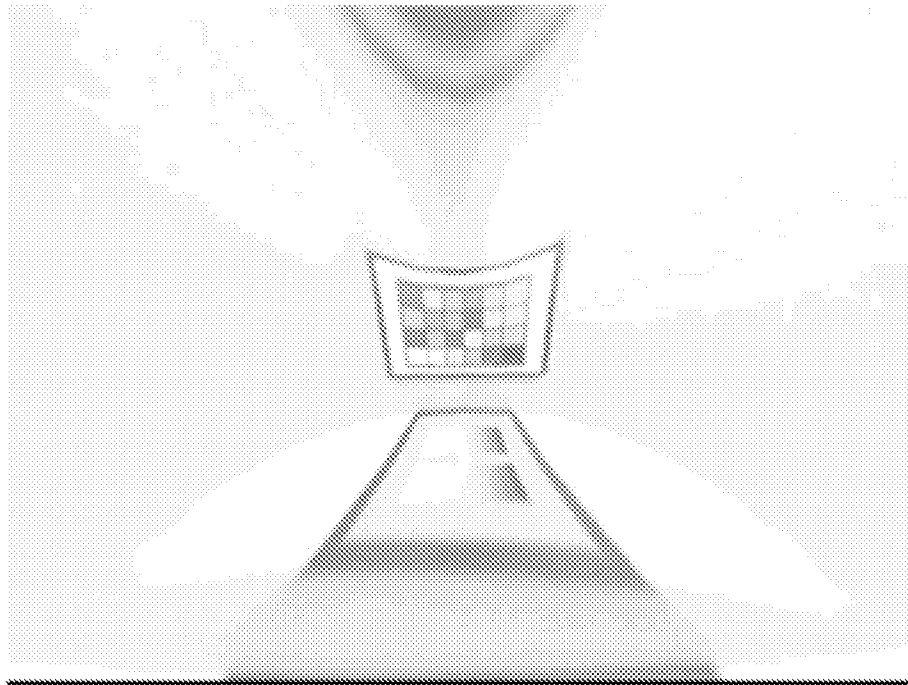
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T3/00(2006.01)i, H04N1/387(2006.01)i, H04N5/232(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, H04N1/387, H04N5/225, H04N5/232, H04N5/262

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.
A	JP 2010-217984 A (Tottori University), 30 September 2010 (30.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2010-170514 A (Fujitsu General Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0014], [0033], [0051] to [0056]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-311890 A (Fujitsu General Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), paragraphs [0038], [0051], [0053], [0062]; fig. 1, 4, 6 (Family: none)	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November, 2011 (14.11.11)

Date of mailing of the international search report

22 November, 2011 (22.11.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074750

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 2008-301052 A (Kyocera Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraphs [0034] to [0055]; fig. 2 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-227996 A (Sony Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0019] to [0072]; fig. 1 to 10 (Family: none)	1-12
A	JP 2000-011166 A (Sony Corp.), 14 January 2000 (14.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

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, H04N1/387(2006.01)i, H04N5/232(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, H04N1/387, H04N5/225, H04N5/232, H04N5/262

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
A	JP 2010-217984 A（国立大学法人鳥取大学）2010.09.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2010-170514 A（株式会社富士通ゼネラル）2010.08.05, 段落【0014】【0033】【0051】－【0056】、図2－4（ファミリーなし）	1-12

☒ 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

1 4 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 1 . 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 2008-311890 A (株式会社富士通ゼネラル) 2008.12.25, 段落【0038】【0051】【0053】【0062】、図1, 4, 6 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-301052 A (京セラ株式会社) 2008.12.11, 段落【0034】 －【0055】、図2 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-227996 A (ソニー株式会社) 2008.09.25, 段落【0019】 －【0072】、図1-10 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2000-011166 A (ソニー株式会社) 2000.01.14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12