

(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/163350 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 13/00 (2006.01) *H04N 13/02* (2006.01)
G03B 35/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062202
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 22 日(22.04.2015)
- (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 2014-088496 2014 年 4 月 22 日(22.04.2014) 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 1 5 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 萩原 潤弥(HAGIWARA Junya); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 芝崎 清茂(SHIBAZAKI Kiyoshige); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 石賀 健一(ISHIGA Kenichi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 中村 文樹(NAKAMURA Fumiki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). ▲高▼梨 祐介

(TAKANASHI Yusuke); 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1 - 6 - 1 新宿エルタワー 2 2 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

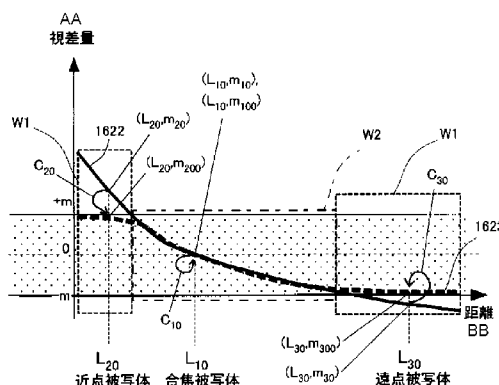
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 画像処理装置、撮像装置及び画像処理プログラム

[図8]



L₁₀... FOCUSED SUBJECT
L₂₀... NEAR-POINT SUBJECT
L₃₀... FAR-POINT SUBJECT
AA... PARALLAX AMOUNT
BB... DISTANCE

(57) Abstract: Stereo image data as imaged by a stereo imaging device could have parallax occurring in the extreme between left and right images due to the disposition of a subject in a scene, and a viewer could feel a sense of discomfort or fatigue in such a case. Accordingly, provided is an image processing device that is equipped with: an acquisition unit that acquires image data; a calculation unit that calculates the amount of parallax for each of a plurality of subjects that are included in an image of the image data; a determination unit that determines, for each of the plurality of subjects, in accordance with the calculated parallax amounts, an adjustment parameter value that is applied when parallax image data is generated from the image data and that adjusts the amount of parallax; and a generation unit that applies the adjustment parameter value to the image data and generates parallax image data which becomes an image having the mutually adjusted parallax amounts.

(57) 要約: ステレオ撮像装置によって撮影されたままのステレオ画像データは、シーンにおける被写体の配置に起因して左右の画像間に極度に視差が生じている場合があり、鑑賞者は、鑑賞時に違和感、疲労感を覚えることがあった。そこで、画像データを取得する

取得部と、画像データの画像に含まれる複数の被写体それぞれの視差量を算出する算出部と、画像データから視差画像データを生成するときに適用される、視差量を調整する調整パラメータ値を、算出された視差量に応じて複数の被写体のそれぞれに対して決定する決定部と、画像データに調整パラメータ値を適用して、互いに調整された視差量を有する画像となる視差画像データを生成する生成部とを備える画像処理装置を提供する。

WO 2015/163350 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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： 画像処理装置、撮像装置及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置、撮像装置及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 2つの撮影光学系を用いて、右目用の画像と左目用の画像とから成るステレオ画像を取得するステレオ撮像装置が知られている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1] 特開平8-47001号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] ステレオ撮像装置によって撮影されたステレオ画像データは、シーンにおける被写体の配置に起因して左右の画像間に極度に視差が生じている場合があり、鑑賞者は、鑑賞時に違和感、疲労感を覚えることがあった。一方、視差量を調整して、このような極度に生じた視差を抑制する場合であっても、主要な被写体については立体感を残して欲しいとの要望がある。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明の第1の態様における画像処理装置は、画像データを取得する取得部と、画像データの画像に含まれる複数の被写体それぞれの視差量を算出する算出部と、画像データから視差画像データを生成するときに適用される、視差量を調整する調整パラメータ値を、算出された視差量に応じて複数の被写体のそれぞれに対して決定する決定部と、画像データに調整パラメータ値を適用して、互いに調整された視差量を有する画像となる視差画像データを生成する生成部とを備える。

[0005] 本発明の第2の態様における画像処理プログラムは、画像データを取得する取得ステップと、画像データの画像に含まれる複数の被写体それぞれの視

差量を算出する算出ステップと、画像データから視差画像データを生成するときに適用される、視差量を調整する調整パラメータ値を、算出された視差量に応じて複数の被写体のそれぞれに対して決定する決定ステップと、画像データに調整パラメータ値を適用して、互いに調整された視差量を有する画像となる視差画像データを生成する生成ステップとをコンピュータに実行させる。

[0006] なお、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施形態に係るデジタルカメラの構成を説明する図である。

[図2]撮像素子の一部を拡大した様子を概念的に表す概念図である。

[図3]2D画像データと視差画像データの生成処理の例を説明する図である。

[図4]デフォーカスの概念を説明する図である。

[図5]視差画素が出力する光強度分布を示す図である。

[図6]調整視差量の概念を説明するための光強度分布を示す図である。

[図7]カラー視差プレーンデータの生成処理を説明する図である。

[図8]視差量と立体調整パラメータの値との関係を模式的に示す図である。

[図9]ルックアップテーブルを示す図である。

[図10]撮影条件の違いにより視差量曲線の形状が異なる場合での視差量と、視差量の目標値との関係を示す図である。

[図11]RGBの光強度分布の変化を説明する図である。

[図12]鑑賞者の輻輳角と視差量の関係を示す図である。

[図13]画像の鮮鋭度を示すコントラストと視差量の関係を模式的に示す図である。

[図14]被写体分布と視差量の関係を模式的に示す図である。

[図15]絞り値と視差量の関係を模式的に示す図である。

[図16]フォーカスシフトの概念を模式的に示す図である。

[図17]視差量と立体調整パラメータの値と絞り値等との関係を模式的に示す図である。

[図18]被写体指定を説明する図である。

[図19]第1実施例に係る動画撮影における処理フローである。

[図20]視差カラー画像データを生成するまでの処理フローである。

[図21]第2実施例に係る動画撮影における処理フローである。

[図22]好ましい開口形状を説明する図である。

[図23]デジタルカメラとTVモニタとの連携を説明する図である。

[図24]視差量と立体調整パラメータの値との関係を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0009] 撮像装置の一形態である本実施形態に係るデジタルカメラは、1つのシーンについて複数の視点数の画像を一度の撮影により生成できるように構成されている。互いに視点の異なるそれぞれの画像を視差画像と呼ぶ。本実施形態においては、特に、右目と左目に対応する2つの視点による右視差画像と左視差画像を生成する場合について説明する。本実施形態におけるデジタルカメラは、中央視点による視差のない視差なし画像も、視差画像と共に生成できる。

[0010] 図1は、本発明の実施形態に係るデジタルカメラ10の構成を説明する図である。デジタルカメラ10は、撮影光学系としての撮影レンズ20を備え、光軸21に沿って入射する被写体光束を撮像素子100へ導く。撮影レンズ20は、デジタルカメラ10に対して着脱できる交換式レンズであっても構わない。デジタルカメラ10は、撮像素子100、制御部201、A/D変換回路202、メモリ203、駆動部204、画像処理部205、メモリカードIF207、操作部208、表示部209およびLCD駆動回路21

0を備える。

[0011] なお、図示するように、撮像素子100へ向かう光軸21に平行な方向をZ軸プラス方向と定め、Z軸と直交する平面において紙面手前へ向かう方向をX軸プラス方向、紙面上方向をY軸プラス方向と定める。以降のいくつかの図においては、図1の座標軸を基準として、それぞれの図の向きがわかるように座標軸を表示する。

[0012] 撮影レンズ20は、複数の光学レンズ群から構成され、シーンからの被写体光束をその焦点面近傍に結像させる。なお、図1では撮影レンズ20を説明の都合上、瞳近傍に配置された仮想的な1枚のレンズで代表して表している。また、瞳近傍には、光軸21を中心として同心状に入射光束を制限する絞り22が配置されている。

[0013] 撮像素子100は、撮影レンズ20の焦点面近傍に配置されている。撮像素子100は、二次元的に複数の光電変換素子が配列された、例えばCCD、CMOSセンサ等のイメージセンサである。撮像素子100は、駆動部204によりタイミング制御されて、受光面上に結像された被写体像を画像信号に変換してA/D変換回路202へ出力する。

[0014] A/D変換回路202は、撮像素子100が出力する画像信号をデジタル画像信号に変換してメモリ203へ出力する。画像処理部205は、メモリ203をワークスペースとしてデジタル画像信号に種々の画像処理を施し、撮影画像データを生成する。撮影画像データは、後述するように、撮像素子100の視差なし画素の出力から生成される基準画像データと、撮像素子100の視差画素の出力から生成される視差画像データを包含する。

[0015] 制御部201は、デジタルカメラ10を統合的に制御する。例えば、設定された絞り値に応じて絞り22の開口を調整し、AF評価値に応じて撮影レンズ20を光軸方向に進退させる。また、撮影レンズ20の位置を検出して、撮影レンズ20の焦点距離、フォーカスレンズ位置を把握する。さらに、駆動部204に対してタイミング制御信号を送信し、撮像素子100から出力される画像信号が画像処理部205で撮影画像データに処理されるまでの

一連の撮像制御を管理して、撮影画像データを取得する。

[0016] また、制御部201は、奥行情報検出部230を包含する。奥行情報検出部230は、シーンに対して奥行き方向の被写体分布を検出する。具体的には、制御部201が、オートフォーカスに用いるデフォーカス情報を利用して、細分化された領域ごとのデフォーカス量から被写体分布を検出する。なお、デフォーカス情報は、専用に設けられた位相差センサの出力を利用しても良いし、撮像素子100の視差画素の出力を利用しても良い。視差画素の出力を利用する場合は、画像処理部205によって処理された視差画像データを用いることもできる。あるいは、デフォーカス情報を利用しなくても、フォーカスレンズを進退させ、細分化された領域ごとにコントラストAF方式によるAF評価値を算出しても被写体分布を検出することができる。

[0017] 画像処理部205は、上述の通り、撮像素子100から出力される画像信号を処理して撮影画像データを生成する。また、画像処理部205は、算出部231、決定部232、視差画像データ生成部233および動画生成部234を包含する。

[0018] 算出部231は、撮影画像データの画像に含まれる各被写体の視差量、つまり未調整の視差量を、後述の左右視差画像データから算出する。決定部232は、算出部231が算出した各被写体の視差量に応じて、その視差量を変更するための変更条件を決定する。より具体的には、決定部232は、出力視差画像間の視差量がターゲットとする視差量に収まるように、立体調整パラメータの値を決定する。この立体調整パラメータは、撮影画像データから視差画像データを生成するときに視差画像データの視差量を調整するために適用されるパラメータである。

[0019] 視差画像データ生成部233は、撮影画像データに立体調整パラメータを適用して、互いに調整された視差量を有する画像となる視差画像データを生成する。なお、以上の算出部231、決定部232および視差画像データ生成部233については、詳細を後述する。動画生成部234は、視差画像データを繋ぎ合わせて、3Dの動画ファイルを生成する。

- [0020] 画像処理部205は、他にも選択された画像フォーマットに従って画像データを調整するなどの画像処理一般の機能も担う。生成された撮影画像データは、LCD駆動回路210により表示信号に変換され、表示部209に表示される。また、メモリカードIF207に装着されているメモリカード220に記録される。
- [0021] 操作部208は、ユーザの操作を受け付けて制御部201へ指示を伝達する受付部の一部として機能する。操作部208は、撮影開始指示を受け付けるシャッターボタン等、複数の操作部材を含む。
- [0022] 図2は、撮像素子100の一部を拡大した様子を概念的に表す概念図である。画素領域には2000万個以上もの画素がマトリックス状に配列されている。本実施形態においては、隣接する8画素×8画素の64画素が一つの基本格子110を形成する。基本格子110は、2×2の4画素を基本単位とするベイヤー配列を、Y軸方向に4つ、X軸方向に4つ含む。なお、図示するように、ベイヤー配列においては、左上画素と右下画素に緑フィルタ（Gフィルタ）、左下画素に青フィルタ（Bフィルタ）、右上画素に赤フィルタ（Rフィルタ）が配される。
- [0023] 基本格子110は、視差画素と視差なし画素を含む。視差画素は、撮影レンズ20を透過する入射光束のうち、撮影レンズ20の光軸に対して偏位した部分光束を受光する画素である。視差画素には、当該部分光束のみを透過させるように、画素中心から偏位した偏位開口を有する開口マスクが設けられている。開口マスクは、例えば、カラーフィルタに重ねて設けられる。本実施形態においては、開口マスクにより、部分光束が画素中心に対して左側に到達するように規定された視差Lt画素と、部分光束が画素中心に対して右側に到達するように規定された視差Rt画素の2種類が存在する。一方、視差なし画素は、開口マスクが設けられていない画素であり、撮影レンズ20を透過する入射光束の全体を受光する画素である。
- [0024] なお、視差画素は、光軸から偏位した部分光束を受光するにあたり、開口マスクに限らず、受光領域と反射領域が区分された選択的反射膜、偏位した

フォトダイオード領域など、様々な構成を採用し得る。すなわち、視差画素は、撮影レンズ20を透過する入射光束のうち、光軸から偏位した部分光束を受光できるように構成されていれば良い。

[0025] 基本格子110内の画素を P_{ij} で表す。例えば、左上画素は P_{11} であり、右上画素は P_{81} である。図に示すように、視差画素は以下のように配列されている。

[0026] $P_{11} \cdots$ 視差Lt画素+Gフィルタ (=G(Lt))
 $P_{51} \cdots$ 視差Rt画素+Gフィルタ (=G(Rt))
 $P_{32} \cdots$ 視差Lt画素+Bフィルタ (=B(Lt))
 $P_{63} \cdots$ 視差Rt画素+Rフィルタ (=R(Rt))
 $P_{15} \cdots$ 視差Rt画素+Gフィルタ (=G(Rt))
 $P_{55} \cdots$ 視差Lt画素+Gフィルタ (=G(Lt))
 $P_{76} \cdots$ 視差Rt画素+Bフィルタ (=B(Rt))
 $P_{27} \cdots$ 視差Lt画素+Rフィルタ (=R(Lt))

他の画素は視差なし画素であり、視差無し画素+Rフィルタ、視差なし画素+Gフィルタ、視差無し画素+Bフィルタのいずれかである。

[0027] 撮像素子100の全体でみた場合に、視差画素は、Gフィルタを有する第1群と、Rフィルタを有する第2群と、Bフィルタを有する第3群のいずれかに区分され、基本格子110には、それぞれの群に属する視差Lt画素および視差Rt画素が少なくとも1つは含まれる。図の例のように、これらの視差画素および視差なし画素が、基本格子110内においてランダム性を有して配置されると良い。ランダム性を有して配置されることにより、色成分ごとの空間分解能に偏りを生じさせることなく、視差画素の出力としてRGBのカラー情報を取得することができるので、高品質な視差画像データが得られる。

[0028] 次に、撮像素子100から出力される撮影画像データから2D画像データと視差画像データを生成する処理の概念を説明する。図3は、2D画像データと視差画像データの生成処理の例を説明する図である。

- [0029] 基本格子 1 1 0 における視差画素および視差なし画素の配列からもわかるように、撮像素子 1 0 0 の出力をその画素配列に一致させてそのまま羅列しても、特定の像を表す画像データにはならない。撮像素子 1 0 0 の画素出力を、同一に特徴付けられた画素グループごとに分離して寄せ集めてはじめて、その特徴に即した一つの像を表す画像データが形成される。例えば、左右の視差画素をそれぞれ寄せ集めると、互いに視差を有する左右の視差画像データが得られる。このように、同一に特徴付けられた画素グループごとに分離して寄せ集められたそれぞれの画像データを、プレーンデータと呼ぶ。
- [0030] 画像処理部 2 0 5 は、撮像素子 1 0 0 の画素配列順にその出力値（画素値）が羅列された RAW 元画像データを受け取り、複数のプレーンデータに分離するプレーン分離処理を実行する。図の左列は、2 D 画像データとしての 2 D - R G B プレーンデータの生成処理の例を示す。
- [0031] 2 D - R G B プレーンデータを生成するにあたり、画像処理部 2 0 5 は、まず視差画素の画素値を除去して、空格子とする。そして、空格子となった画素値を、周辺画素の画素値を用いて補間処理により算出する。例えば、空格子 P_{11} の画素値は、斜め方向に隣接する G フィルタ画素の画素値である、 P_{-1-1} 、 P_{2-1} 、 P_{-12} 、 P_{22} の画素値を平均化演算して算出する。また、例えば空格子 P_{63} の画素値は、上下左右に 1 画素飛ばして隣接する R フィルタの画素値である、 P_{43} 、 P_{61} 、 P_{83} 、 P_{65} の画素値を平均化演算して算出する。同様に、例えば空格子 P_{76} の画素値は、上下左右に 1 画素飛ばして隣接する B フィルタの画素値である、 P_{56} 、 P_{74} 、 P_{96} 、 P_{78} の画素値を平均化演算して算出する。
- [0032] このように補間された 2 D - R G B プレーンデータは、ベイヤー配列を有する通常の撮像素子の出力と同様であるので、その後は 2 D 画像データとして各種処理を行うことができる。すなわち、公知のベイヤー補間を行って、各画素に R G B データの揃ったカラー画像データを生成する。画像処理部 2 0 5 は、静止画データを生成する場合には J P E G 等の、動画データを生成する場合には M P E G 等の、予め定められたフォーマットに従って一般的な

2D画像としての画像処理を行う。

[0033] 本実施形態においては、画像処理部205は、2D-RGBプレーンデータをさらに色ごとに分離し、上述のような補間処理を施して、基準画像データとしての各プレーンデータを生成する。すなわち、緑色の基準画像プレーンデータとしての G_n プレーンデータ、赤色の基準画像プレーンデータとしての R_n プレーンデータ、および青色の基準画像プレーンデータとしての B_n プレーンデータの3つを生成する。

[0034] 図の右列は、視差画素データとしての2つのGプレーンデータ、2つのRプレーンデータおよび2つのBプレーンデータの生成処理の例を示す。2つのGプレーンデータは、左視差画像データとしての GL_t プレーンデータと右視差画像データとしての GR_t プレーンデータであり、2つのRプレーンデータは、左視差画像データとしての RL_t プレーンデータと右視差画像データとしての RR_t プレーンデータであり、2つのBプレーンデータは、左視差画像データとしての BL_t プレーンデータと右視差画像データとしての BR_t プレーンデータである。

[0035] GL_t プレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値から $G(L_t)$ 画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{11} と P_{55} の2つの画素値が残る。そこで、基本格子110を縦横に4等分し、左上の16画素分を P_{11} の出力値で代表させ、右下の16画素分を P_{55} の出力値で代表させる。そして、右上の16画素分および左下の16画素分は、上下左右に隣接する周辺の代表値を平均化演算して補間する。すなわち、 GL_t プレーンデータは、16画素単位で一つの値を有する。

[0036] 同様に、 GR_t プレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値から $G(R_t)$ 画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{51} と P_{15} の2つの画素値が残る。そこで、基本格子110を縦横に4等分し、右上の16画素分を P_{51} の出力値で代表させ、左下の16画素分を P_{15} の出力値で代表させる。

。そして、左上の16画素分および右下の16画素分は、上下左右に隣接する周辺の代表値を平均化演算して補間する。すなわち、GRtプレーンデータは、16画素単位で一つの値を有する。このようにして、2D-RGBプレーンデータよりは解像度の低いGLtプレーンデータとGRtプレーンデータを生成することができる。

[0037] RLtプレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値からR(Lt)画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{27} の画素値が残る。この画素値を基本格子110の64画素分の代表値とする。同様に、RRtプレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値からR(Rt)画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{63} の画素値が残る。この画素値を基本格子110の64画素分の代表値とする。このようにして、2D-RGBプレーンデータよりは解像度の低いRLtプレーンデータとRRtプレーンデータが生成される。この場合、RLtプレーンデータとRRtプレーンデータの解像度は、GLtプレーンデータとGRtプレーンデータの解像度よりも低い。

[0038] BLtプレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値からB(Lt)画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{32} の画素値が残る。この画素値を基本格子110の64画素分の代表値とする。同様に、BRtプレーンデータを生成するにあたり、画像処理部205は、撮像素子100の全出力値からB(Rt)画素の画素値以外の画素値を除去して空格子とする。すると、基本格子110には、 P_{76} の画素値が残る。この画素値を基本格子110の64画素分の代表値とする。このようにして、2D-RGBプレーンデータよりは解像度の低いBLtプレーンデータとBRtプレーンデータが生成される。この場合、BLtプレーンデータとBRtプレーンデータの解像度は、GLtプレーンデータとGRtプレーンデータの解像度よりも低く、RLtプレーンデータとRRtプレーンデータの解像度と同等である。

[0039] 本実施形態においては、生成される画像間の視差量がターゲットとする視差量に収まるように、出力画像データに対して画像処理を施す場合がある。この場合、画像処理部205は、これらのプレーンデータを用いて、左側視点のカラー画像データおよび右側視点のカラー画像データを生成する。特に、立体調整パラメータを導入することにより、2Dカラー画像のぼけ量を維持したまま3D画像としての視差量を調整したカラー画像データを生成する。具体的な処理に先立って、まず生成原理について説明する。

[0040] 図4は、デフォーカスの概念を説明する図である。視差Lt画素および視差Rt画素は、レンズ瞳の部分領域としてそれぞれ光軸対称に設定された2つの視差仮想瞳のいずれかから到達する被写体光束を受光する。本実施形態の光学系においては、実際の被写体光束はレンズ瞳の全体を通過するので、視差画素に到達するまでは、視差仮想瞳に対応する光強度分布が互いに区別されるのではない。しかし、視差画素は、それぞれが有する開口マスクの作用により、視差仮想瞳を通過した部分光束のみを光電変換した画像信号を出力する。したがって、視差画素の出力が示す画素値分布は、それぞれ対応する視差仮想瞳を通過した部分光束の光強度分布と比例関係にあると考えても良い。

[0041] 図4(a)で示すように、被写体である物点が焦点位置に存在する場合、いずれの視差仮想瞳を通った被写体光束であっても、それぞれの視差画素の出力は、対応する像点の画素を中心として急峻な画素値分布を示す。像点付近に視差Lt画素が配列されていれば、像点に対応する画素の出力値が最も大きく、周辺に配列された画素の出力値が急激に低下する。また、像点付近に視差Rt画素が配列されていても、像点に対応する画素の出力値が最も大きく、周辺に配列された画素の出力値が急激に低下する。すなわち、被写体光束がいずれの視差仮想瞳を通過しても、像点に対応する画素の出力値が最も大きく、周辺に配列された画素の出力値が急激に低下する分布を示し、それぞれの分布は互いに一致する。

[0042] 一方、図4(b)に示すように、物点が焦点位置からずれると、物点が焦

点位置に存在した場合に比べて、視差 L t 画素が示す画素値分布のピークは、像点に対応する画素から一方向に離れた位置に現れ、かつその出力値は低下する。また、出力値を有する画素の幅も広がる。視差 R t 画素が示す画素値分布のピークは、像点に対応する画素から、視差 L t 画素における一方向とは逆向きかつ等距離に離れた位置に現れ、同様にその出力値は低下する。また、同様に出力値を有する画素の幅も広がる。すなわち、物点が焦点位置に存在した場合に比べてなだらかとなった同一の画素値分布が、互いに等距離に離間して現れる。また、図 4 (c) に示すように、さらに物点が焦点位置からずれると、図 4 (b) の状態に比べて、さらになだらかとなった同一の画素値分布が、より離間して現れる。つまり、物点が焦点位置から大きくずれる程、ぼけ量と視差量が増すと言える。別言すれば、デフォーカスに応じて、ぼけ量と視差量は連動して変化する。すなわち、ぼけ量と視差量は、一対一に対応する関係を有する。

[0043] また、図 4 (b) (c) は、物点が焦点位置から遠ざかる方向へずれる場合を示すが、物点が焦点位置から近づく方向へずれる場合は、図 4 (d) に示すように、図 4 (b) (c) と比べて、視差 L t 画素が示す画素値分布と視差 R t 画素が示す画素値分布の相対的な位置関係が逆転する。このようなデフォーカス関係により、視差画像を鑑賞するときに鑑賞者は、焦点位置より奥に存在する被写体を遠くに視認し、手前に存在する被写体を近くに視認する。

[0044] 図 4 (b) (c) で説明した画素値分布の変化をそれぞれグラフ化すると、図 5 のように表される。図において、横軸は画素位置を表し、中心位置が像点に対応する画素位置である。縦軸は各画素の出力値（画素値）を表す。この出力値は上述の通り実質的に光強度に比例する。

[0045] 分布曲線 1804 と分布曲線 1805 は、それぞれ図 4 (b) の視差 L t 画素の画素値分布と視差 R t 画素の画素値分布を表す。図からわかるように、これらの分布は中心位置に対して線対称の形状を成す。また、これらを足し合わせた合成分布曲線 1806 は、図 4 (b) の状況に対する視差なし画

素の画素値分布、すなわち被写体光束の全体を受光した場合の画素値分布と略相似形状を示す。

[0046] 分布曲線 1807 と分布曲線 1808 は、それぞれ図 4 (c) の視差 L t 画素の画素値分布と視差 R t 画素の画素値分布を表す。図からわかるように、これらの分布も中心位置に対して線対称の形状を成す。また、これらを足し合わせた合成分布曲線 1809 は、図 4 (c) の状況に対する視差なし画素の画素値分布と略相似形状を示す。

[0047] 本実施形態において立体調整パラメータを利用して画像処理する場合は、実際に撮像素子 100 の出力値として取得され、空格子が補間処理された、このような画素値分布の視差 L t 画素の画素値と視差 R t 画素の画素値とを用いて、仮想的な画素値分布をつくり出す。このとき、画素値分布の広がりによって表現されるぼけ量はおおよそ維持しつつ、ピーク間の間隔として表現される視差量を調整する。つまり、本実施形態において画像処理部 205 は、2D 画像のぼけ量をほぼそのまま維持しつつも、視差無し画素から生成される 2D 画像と視差画素から生成される 3D 画像との間に調整された視差量を有する画像を生成する。図 6 は、調整視差量の概念を説明するための画素値分布を示す図である。

[0048] 図において実線で示す L t 分布曲線 1901 と R t 分布曲線 1902 は、L t プレーンデータと R t プレーンデータの実際の画素値をプロットした分布曲線である。例えば、図 5 における分布曲線 1804、1805 に相当する。そして、L t 分布曲線 1901 と R t 分布曲線 1902 のそれぞれのピーク間距離は 3D 視差量を表し、この距離が大きいほど、画像再生時の立体感が強くなる。

[0049] L t 分布曲線 1901 と R t 分布曲線 1902 とをそれぞれ 5 割として足し合わせた 2D 分布曲線 1903 は、左右に偏りのない凸形状となる。2D 分布曲線 1903 は、図 5 における合成分布曲線 1806 の高さを $1/2$ にした形状に相当する。すなわち、この分布に基づく画像は、視差量 0 の 2D 画像となる。

[0050] 調整L t 分布曲線 1905 は、L t 分布曲線 1901 の8割と、R t 分布曲線 1902 の2割を足し合わせた曲線である。調整L t 分布曲線 1905 のピークは、R t 分布曲線 1902 の成分が加えられる分だけ、L t 分布曲線 1901 のピークよりも中心寄りに変位する。同様に、調整R t 分布曲線 1906 は、L t 分布曲線 1901 の2割と、R t 分布曲線 1902 の8割を足し合わせた曲線である。調整R t 分布曲線 1906 のピークは、L t 分布曲線 1901 の成分が加えられる分だけ、R t 分布曲線 1902 のピークよりも中心寄りに変位する。

[0051] したがって、調整L t 分布曲線 1905 と調整R t 分布曲線 1906 のそれぞれのピーク間距離で表される調整視差量は、3D視差量よりも小さくなる。したがって、画像再生時の立体感は、緩和される。一方で、調整L t 分布曲線 1905 と調整R t 分布曲線 1906 のそれぞれの分布の広がり、2D分布曲線 1903 の広がりと同等なので、ぼけ量は2D画像のそれと等しいと言える。

[0052] すなわち、L t 分布曲線 1901 とR t 分布曲線 1902 をそれぞれどれくらいの割合で加算するかにより、調整視差量を制御することができる。そして、この調整された画素値分布を、視差なし画素から生成されたカラー画像データの各プレーンに適用することにより、視差画素から生成された視差画像データとは異なる立体感を与える左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データを生成することができる。

[0053] 本実施形態においては、図3を用いて説明した9つのプレーンデータから、左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データを生成する。左側視点のカラー画像データは、左側視点に対応する赤色プレーンデータであるRL t。プレーンデータ、緑色プレーンデータであるGL t。プレーンデータ、および青色プレーンデータであるBL t。プレーンデータの3つのカラー視差プレーンデータによって構成される。同様に、右側視点のカラー画像データは、右側視点に対応する赤色プレーンデータであるRR t。プレーンデータ、緑色プレーンデータであるGR t。プレーンデータ、および青色プレーンデータであるBR t。プレーンデータによって構成される。

ンデータである BR_t プレーンデータの3つのカラー視差プレーンデータによって構成される。

[0054] 図7は、カラー視差プレーンデータの生成処理を説明する図である。特に、カラー視差プレーンのうち赤色視差プレーンである、 RL_t プレーンデータと RR_t プレーンデータの生成処理について示す。

[0055] 赤色視差プレーンは、図3を用いて説明した R_n プレーンデータの画素値と、 RL_t プレーンデータおよび RR_t プレーンデータの画素値とを用いて生成する。具体的には、例えば RL_t プレーンデータの対象画素位置 (i_m, j_n) の画素値 RL_{mn} を算出する場合、まず、画像処理部205の視差画像データ生成部233は、 R_n プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 R_{mn} を抽出する。次に、視差画像データ生成部233は、 RL_t プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RL_{mn} を、 RR_t プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RR_{mn} を抽出する。そして、視差画像データ生成部233は、画素値 R_{mn} に、画素値 RL_{mn} と RR_{mn} を立体調整パラメータ C の値で分配した値を乗じて、画素値 RL_{cmn} を算出する。具体的には、以下の式(1)により算出する。

[数1]

$$RL_{cmn} = 2R_{mn} \times \frac{C \times RL_{mn} + (1-C) \times RR_{mn}}{RL_{mn} + RR_{mn}} \quad \dots (1)$$

[0056] 同様に、 RR_t プレーンデータの対象画素位置 (i_m, j_n) の画素値 RR_{cmn} を算出する場合も、視差画像データ生成部233は、抽出した画素値 R_{mn} に、画素値 RL_{mn} と画素値 RR_{mn} を立体調整パラメータ C の値で分配した値を乗じて算出する。具体的には、以下の式(2)により算出する。

[数2]

$$RR_{cmn} = 2R_{mn} \times \frac{(1-C) \times RL_{mn} + C \times RR_{mn}}{RL_{mn} + RR_{mn}} \quad \dots (2)$$

視差画像データ生成部233は、このような処理を、左端かつ上端の画素である $(1, 1)$ から右端かつ下端の座標である (i_0, j_0) まで順次実行

する。

[0057] そして、赤色視差プレーンである RLt_c プレーンデータと RRt_c プレーンデータの生成処理が完了したら、次に緑色視差プレーンである GLt_c プレーンデータと GRt_c プレーンデータの生成処理を実行する。具体的には、上述の説明において Rn プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 Rn_{mn} を抽出する代わりに、 Gn プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 Gn_{mn} を抽出する。また、 RLt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RLt_{mn} を抽出する代わりに、 GLt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 GLt_{mn} を抽出する。同様に、 RRt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RRt_{mn} を抽出する代わりに、 GRt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 GRt_{mn} を抽出する。そして、式 (1) および式 (2) の各パラメータの値を適宜変更して同様に処理する。

[0058] さらに、緑色視差プレーンである GLt_c プレーンデータと GRt_c プレーンデータの生成処理が完了したら、次に青色視差プレーンである BLt_c プレーンデータと BRt_c プレーンデータの生成処理を実行する。具体的には、上述の説明において Rn プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 Rn_{mn} を抽出する代わりに、 Bn プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 Bn_{mn} を抽出する。また、 RLt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RLt_{mn} を抽出する代わりに、 BLt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 BLt_{mn} を抽出する。同様に、 RRt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 RRt_{mn} を抽出する代わりに、 BRt プレーンデータの同一画素位置 (i_m, j_n) から画素値 BRt_{mn} を抽出する。そして、式 (1) および式 (2) の各パラメータの値を適宜変更して同様に処理する。

[0059] 以上の処理により、左側視点のカラー画像データ (RLt_c プレーンデータ、 GLt_c プレーンデータ、 BLt_c プレーンデータ) および右側視点のカラー画像データ (RRt_c プレーンデータ、 GRt_c プレーンデータ、 BRt_c プレーンデータ) を生成する。

レーンデータ）が生成される。すなわち、実際には撮像素子100の画素として存在しない仮想的な出力として、左側視点および右側視点のカラー画像データを、比較的簡易な処理により取得することができる。

[0060] しかも、立体調整パラメータCの値を $0.5 < C < 1$ の範囲で変更できるので、視差無し画素による2Dカラー画像のぼけ量を維持したまま、3D画像としての視差量の大きさを調整することができる。したがって、これらの画像データを3D画像対応の再生装置で再生すれば、立体映像表示パネルの鑑賞者は、カラー画像として立体感が適度に調整された3D映像を鑑賞できる。特に、処理が簡易なので高速に画像データを生成することができ、動画像にも対応できる。

[0061] 但し、本実施形態では、以上のようなカラー視差プレーンデータの生成処理において、被写体ごとに立体調整パラメータCの値を $0.5 < C < 1$ の範囲で決定して用いる。この点、立体調整パラメータCの値の決定に関する具体的な説明に先立って、まずは被写体ごとに決定される立体調整パラメータCを用いてカラー視差プレーンデータを生成する利点について説明する。

[0062] 図8は、視差量と立体調整パラメータの値との関係を模式的に示す図である。この図において、横軸はデジタルカメラ10からの距離、つまりシーンに対する奥行きを表し、縦軸は視差量を表す。

[0063] なお、デジタルカメラ10は、距離 L_{10} に位置する被写体（図中の合焦被写体を参照）に焦点を合わせている。また、本実施形態においては、許容される視差量の閾値が $\pm m$ として予め定められている。

[0064] 撮影画像データの画像に含まれる複数の被写体は、左右視差画像データにおいてそれぞれ未調整の視差量を有している。例えば、図8で表されるシーンの撮影画像では、距離 L_{10} に位置する被写体に加え、距離 L_{20} 及び距離 L_{30} に位置する2つの被写体（図中の近点被写体及び遠点被写体を参照）が含まれている。これら3つの被写体についての未調整の視差量は視差量 m_{10} （ $m_{10} = 0$ ）、視差量 m_{20} （ $m_{20} > m$ ）及び視差量 m_{30} （ $m_{30} < -m$ ）となっている。

- [0065] そして、本実施形態では、このような未調整の視差量に応じて被写体のそれぞれに対して立体調整パラメータ C の値が決定され、視差量の調整に用いられている。例えば、合焦被写体に対しては立体調整パラメータ C の値が C_{10} として決定され、この値 C_{10} によって未調整の視差量 m_{10} は視差量の目標値 m_{100} に調整されている。但し、視差量 m_{10} は合焦被写体の視差量であるので、未調整の視差量 m_{10} 及び視差量の目標値 m_{100} はいずれも0である。
- [0066] また、近点被写体に対しては立体調整パラメータ C の値が C_{20} として決定され、この値 C_{20} によって未調整の視差量 m_{20} は視差量の目標値 m_{200} ($m_{200} \leq m$) に調整されている。また、遠点被写体に対しては立体調整パラメータ C の値が C_{30} として決定され、この値 C_{30} によって未調整の視差量 m_{30} は視差量の目標値 m_{300} ($m_{300} \geq -m$) に調整されている。
- [0067] 同様に、図8で表されるシーンに他の被写体が存在する場合には、この被写体についての未調整の視差量は、図中の視差量曲線1622で示される値となる。そして、視差量の目標値は、図中の調整視差量曲線1623で示される値となる。
- [0068] ここで、図中の視差量曲線1622は、デジタルカメラ10からの距離と、各距離に被写体が位置したと仮定した場合に各被写体で生じる未調整の視差量との関係を表す。この視差量曲線1622は、 $-m \sim +m$ の範囲外の領域を含んでいる。理解を容易にする観点から、図では、視差量曲線1622のうち、 $-m \sim +m$ の範囲外の領域を枠W1で囲っており、 $-m \sim +m$ の範囲内の領域を枠W2で囲っている。
- [0069] また、調整視差量曲線1623は、デジタルカメラ10からの距離と、各距離に被写体が位置したと仮定した場合に各被写体で生じさせる視差量の目標値との関係を表す。この調整視差量曲線1623で示される視差量の目標値は、視差量曲線1622が設定された距離の範囲において、 $-m \sim +m$ の範囲内に含まれる。
- [0070] 以上のような調整視差量曲線1623は、少なくとも $-m \sim +m$ の範囲内の被写体と、 $-m \sim +m$ の範囲外の被写体とに対して異なる立体調整パラメ

ータCの値が設定されるような形状となっている。具体的な形状は後述する。

[0071] なお、これらの視差量曲線1622および調整視差量曲線1623の関数では、被写体同士の奥行き関係、つまり、デジタルカメラ10からの距離と、視差量との関係が崩れていない。具体的には、デジタルカメラ10からの距離が大きいほど、視差量が小さくなり、視差量が0を超えると負の値が大きくなる。換言すると、デジタルカメラ10からの距離が大きい被写体の視差量 m_a と、距離が小さい被写体の視差量 m_b とが $m_b \geq m_a$ を満たしている。

なお、調整視差量曲線1623では、 $+m$ より大きい視差量は、許容視差量の上限である $+m$ になるように調整され、 $-m$ より小さい視差量は、許容視差量の下限である $-m$ になるように調整される。このようにすると、主要被写体でない被写体の視差を必要以上に抑制することがなく、かつ、被写体関係の奥行き関係が崩れることもない。

[0072] 以上のような調整視差量曲線1623によれば、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲内の被写体では、この被写体について視差量曲線1622に沿う未調整の視差量が概ね維持されるように立体調整パラメータCの値が決定されて視差量が調整される。これにより、 $-m \sim +m$ の範囲内の被写体では、立体感が維持される。ここで、未調整の視差量が概ね維持されるよう視差量が調整されるとは、未調整の視差量が維持されるか、或いは未調整の視差量に近い値になるよう、視差量が調整されることを意味する。

[0073] 一方、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲に含まれない被写体では、 $-m \sim +m$ の範囲内に含まれるように、 $-m \sim +m$ の範囲内の被写体とは異なる立体調整パラメータCの値が決定されて視差量が調整される。これにより、 $-m \sim +m$ の範囲外の被写体では視差量が抑制され、鑑賞時の疲労感、違和感が低減される。

[0074] このように、被写体ごとに決定された立体調整パラメータCの値を用いてカラー視差プレーンデータを生成する場合には、未調整の視差量大きい被写体と、視差量小さい被写体とで、視差量の調整量を意図的に相違させる

ことができる。そのため、主要な被写体については立体感を残しつつ、主要でない被写体では視差量を抑制することができるため、鑑賞時の違和感、疲労感を低減することができる。

[0075] なお、デジタルカメラ 10 からの距離が等しい被写体が複数存在する場合には、これら複数の被写体については未調整の視差量同士が等しいため、この視差量を調整するための立体調整パラメータ C の値同士も等しくなる。このことから、画像に含まれる被写体のそれぞれに対し、未調整の視差量に応じて立体調整パラメータ C の値が決定されるとは、画像に含まれる複数の被写体についての未調整の視差量それぞれに対して立体調整パラメータ C の値が決定されることと同義である。

[0076] 続いて、被写体ごとに立体調整パラメータ C を決定する原理について説明する。なお、以下で説明する原理は、後述のルックアップテーブル 2310 を理解しやすくするためのものである。従って、必ずしもこの原理の通りにデジタルカメラ 10 内で立体調整パラメータ C の値が決定されなくても良い。

[0077] 上述したように、本実施形態では、画像に含まれる複数の被写体のうち $-m \sim +m$ の範囲内の被写体に対しては、未調整の視差量が概ね維持されるような立体調整パラメータ C の値が算出される。また、 $-m \sim +m$ の範囲外の被写体に対しては、 $-m \sim +m$ の範囲内に視差量が調整されるように立体調整パラメータ C の値が決定される。

[0078] このように立体調整パラメータ C の値を決定するには、まず、被写体の視差量が左右視差画像データから演算される。これにより、例えば、合焦被写体、近点被写体、遠点被写体についての未調整の視差量 m_{10} 、 m_{20} 、 m_{30} がそれぞれ検出される。

[0079] また、焦点位置からのデフォーカス量に基づいて、デジタルカメラ 10 から、この被写体までの距離が算出される。これにより、例えば、デジタルカメラ 10 から合焦被写体、近点被写体、遠点被写体までの距離 L_{10} 、 L_{20} 、 L_{30} が算出される。

[0080] 次に、 $-m \sim +m$ の範囲外に位置する各被写体について、算出された距離に対応する視差量の目標値が調整視差量曲線 1 6 2 3 から決定される。具体的には、調整視差量曲線 1 6 2 3 上から、算出された距離に対応する点が決定され、この点の縦軸座標が視差量の目標値として決定される。これにより、例えば、合焦被写体、近点被写体、遠点被写体についての視差量の目標値 m_{100} 、目標値 m_{200} 、目標値 m_{300} が決定される。

[0081] そして、被写体ごとに未調整の視差量が視差量の目標値に調整されるような立体調整パラメータ C の値が算出される。これにより、例えば、未調整の視差量 m_{10} ($m_{10} = 0$) の合焦被写体については、視差量 m_{10} が概ね維持されるような立体調整パラメータ C の値が算出される。また、近点被写体についての未調整の視差量 m_{20} が視差量の目標値 m_{200} に調整されるような値 C_2 が算出される。また、遠点被写体についての未調整の視差量 m_{30} が視差量の目標値 m_{300} に調整されるような値 C_{30} が算出される。

[0082] なお、或る被写体についての未調整の視差量を視差量の目標値に調整するような立体調整パラメータ C の値を算出するには、まず、或る立体調整パラメータ C を用いて 3 D 画像を生成した後、その被写体の視差量を算出する処理を行う。そして、算出結果をフィードバックしつつ、この処理を繰り返し行ことで、未調整の視差量が視差量の目標値に調整されときの立体調整パラメータ C の値を算出する。好ましくは、このようにして得られる未調整の視差量と、視差量の目標値と、立体調整パラメータ C の値との対応関係から予めルックアップテーブルを生成しておき、このルックアップテーブルを用いて立体調整パラメータ C の値を算出する。

[0083] ここで、以上のような立体調整パラメータ C の値の決定に用いられる調整視差量曲線 1 6 2 3 の具体的な形状について説明する。調整視差量曲線 1 6 2 3 は、枠 $W1$ で囲まれた領域内の部分と、枠 $W2$ で囲まれた領域内の部分とから構成されている。これにより、調整視差量曲線 1 6 2 3 は、少なくとも $-m \sim +m$ の範囲内の被写体と、 $-m \sim +m$ の範囲外の被写体とに対して異なる立体調整パラメータ C の値を設定できるようになっている。

- [0084] また、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 1 で囲まれた領域内の部分は、視差量の目標値が $-m \sim +m$ の範囲内に含まれるように形成されている。また、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分は、視差量曲線 1 6 2 2 に近似して形成されている。
- [0085] ここで、被写体がシーンの奥行き方向に連続する場合、換言すれば、被写体が奥行き方向に並んでいる場合について検討する。この場合、これらの被写体の間では、奥行き方向に対して視差量が滑らかに推移することが好ましい。
- [0086] そのため、調整視差量曲線 1 6 2 3 は、奥行き方向、つまりデジタルカメラ 1 0 からの距離方向において連続することが好ましく、微分値が連続することがより好ましい。この場合には、調整された視差量が奥行き方向において連続するように、立体調整パラメータ C の値が決定される。また、調整された視差量の微分値が奥行き方向において連続するように立体調整パラメータ C の値が決定される。
- [0087] 調整視差量曲線 1 6 2 3 を距離方向に連続させるには、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分の形状を調整すれば良い。具体的には、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分のうち、枠 W 1 との境界付近の部分、枠 W 1 で囲まれた部分に対して連続するように変形すれば良い。
- [0088] また、調整視差量曲線 1 6 2 3 の微分値を距離方向に連続させるには、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分の形状を調整すれば良い。具体的には、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分のうち、枠 W 1 との境界付近の部分、枠 W 1 で囲まれた部分に対して微分値が連続するように変形すれば良い。
- [0089] 調整視差量曲線 1 6 2 3 を選定するには、例えば、まず $-m \sim +m$ の範囲内における少なくとも一部の視差量区間で視差量曲線 1 6 2 2 に重なり、かつ、 $\pm m$ を漸近線とするような曲線を生成することで、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 1 で囲まれた部分を生成する。このような曲線は、ハイパボリックタンジェント曲線から導出される。

[0090] また、調整視差量曲線 1 6 2 3 のうち、枠 W 2 で囲まれた部分を、視差量曲線 1 6 2 2 から生成する。そして、枠 W 2 で囲まれた領域内の部分のうち、枠 W 1 との境界付近の部分を、枠 W 1 で囲まれた部分に対して連続するように変形する。このとき、枠 W 1 および枠 W 2 の境界で調整視差量曲線 1 6 2 3 の微分値が連続するようにする。これにより調整視差量曲線 1 6 2 3 が選定される。

[0091] なお、上述の視差量曲線 1 6 2 2 および調整視差量曲線 1 6 2 3 の関数は、視差量に影響を与える撮像条件（例えば絞り値、フォーカス位置、撮影レンズ 2 0 がズームレンズである場合の焦点距離等）によってそれぞれ変化する。従って、上述のような原理により調整視差量曲線 1 6 2 3 を用いて立体調整パラメータ C の値を決定する場合には、撮像条件ごとに調整視差量曲線 1 6 2 3 の関数をデジタルカメラ 1 0 内に記憶させておけばよい。

[0092] しかしながら、撮像条件は絞り値、フォーカス位置および焦点距離などについての各値の組み合わせによって、無数に存在する。従って、撮像条件ごとに調整視差量曲線 1 6 2 3 の関数を記憶させると、データ量が多くなってしまう。

[0093] そのため、本実施形態では、調整視差量曲線 1 6 2 3 についての複数の関数をデジタルカメラ 1 0 に記憶させることなく、上述の原理に従って立体調整パラメータ C の値を予め実験により取得しておく。以下、具体的な構成について説明する。図 9 は、本実施の形態における決定部 2 3 2 によって記憶されるルックアップテーブル 2 3 1 0 を示す図である。

[0094] ルックアップテーブル 2 3 1 0 は、決定部 2 3 2 が立体調整パラメータ C の値を決定するときに参照されるテーブルである。このルックアップテーブル 2 3 1 0 は、デジタルカメラ 1 0 の記憶部に予め記憶されている。図 9 に示すように、ルックアップテーブル 2 3 1 0 では、視差量 m が取り得る各値（ m_{10} 、 m_{20} 、 m_{30} 、 $\dots$ ）と、各値に対応する立体調整パラメータ C の値（ C_{10} 、 C_{20} 、 C_{30} 、 $\dots$ ）とがペアで記述されている。

[0095] ここで、ルックアップテーブル 2 3 1 0 における視差量 m のうち、 $-m \sim$

+mの範囲内の各値に対応する立体調整パラメータCの値は、未調整の視差量が概ね維持されるように決定されている。また、 $-m \sim +m$ の範囲外の各値に対応する立体調整パラメータCの値は、 $-m \sim +m$ の範囲内に視差量が調整されるように決定されている。

[0096] このようなルックアップテーブル2310は、例えば試作機を用いた実験を通じて生成される。具体的には、デジタルカメラ10の試作機において、視差量に影響を与える撮像条件を任意の何れかの条件に設定する。

[0097] このとき、撮影条件を一定にしたままシーンに対する奥行き方向に被写体の位置を移動させつつ画像を撮影する。各々の撮影画像データには、被写体までの距離を対応付ける。

[0098] 次に、各撮影画像データにおける左右の視差画像データから被写体の視差量を算出し、この視差量と、撮影時点でのデジタルカメラ10から被写体までの距離との対応データを座標平面にプロットする。なお、この座標平面では、上述の図8に示したように、横軸はデジタルカメラ10からの距離、つまりシーンに対する奥行きであり、縦軸は視差量である。

[0099] そして、これらのプロットの近似曲線を生成することにより、視差量曲線1622を生成する。視差量曲線1622が生成されたら、次に、上述したように調整視差量曲線1623を選定する。

[0100] これらの視差量曲線1622および調整視差量曲線1623が得られたら、横軸上の1点を選択し、この点に対応する未調整の視差量を視差量曲線1622から検出する。つまり、デジタルカメラ10からの距離を選択し、この距離に被写体が位置したときの未調整の視差量を検出する。

[0101] そして、検出された未調整の視差量が視差量の目標値に調整されるような立体調整パラメータCの値を決定する。これにより、未調整の視差量（例えば視差量 m_{10} ）が $-m \sim +m$ の範囲内であるときは、未調整の視差量が概ね維持されるような立体調整パラメータCの値（例えば値 C_{10} ）が決定される。

[0102] 一方、検出された未調整の視差量（例えば視差量 m_{20} ）が $-m \sim +m$ の範

囲外であるときは、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲内に調整されるような立体調整パラメータCの値（例えば値 C_{20} ）が決定される。よって、主要被写体については立体感を残しつつ、主要被写体でない被写体では視差量を抑制することができるため、鑑賞時の違和感、疲労感を低減することができる。

[0103] なお、或る被写体についての未調整の視差量を視差量の目標値に調整するような立体調整パラメータCの値を算出するには、上述したように、まず、或る立体調整パラメータCを用いて3D画像を生成した後、その被写体の視差量を算出する処理を行う。そして、算出結果をフィードバックしつつ、この処理を繰り返し行ことで、未調整の視差量が視差量の目標値に調整されときの立体調整パラメータCの値を算出する。好ましくは、このようにして得られる未調整の視差量と、視差量の目標値と、立体調整パラメータCの値との対応関係から予めルックアップテーブルを生成しておき、このルックアップテーブルを用いて立体調整パラメータCの値を算出する。

[0104] そして、この点についての未調整の視差量と、立体調整パラメータCの値とを対応付けてルックアップテーブル2310に記憶させる。以降、同様にして、横軸上の他の点を選択して、その点に対応する未調整の視差量と、立体調整パラメータCの値とを対応付けてルックアップテーブル2310に記憶させる。これにより、ルックアップテーブル2310が生成される。

[0105] 以上のようなルックアップテーブル2310によれば、被写体距離を検出することなく、未調整の視差量から立体調整パラメータCの値を決定することができる。逆言すれば、シーンにおける被写体の配置に関わらず、未調整の視差量さえ検出できれば、ルックアップテーブル2310により立体調整パラメータCの値を決定することができる。

[0106] ここで、視差量の目標値は調整視差量曲線1623を用いて決定されており、この曲線では被写体同士の奥行き関係（デジタルカメラ10からの距離と視差量との関係）が崩れていない。そのため、撮影画像において被写体の奥行き関係が崩れていない限り、視差量を調整しても被写体の奥行き関係が

崩れることはない。

[0107] このことから、ルックアップテーブル 2310 は、視差量に影響を与える撮像条件（絞り値やフォーカス位置、撮影レンズ 20 がズームレンズである場合の焦点距離）に関わらず、同一のものを共用することができる。以下、この点について具体例を挙げて説明する。

[0108] 図 10 は、撮影条件の違いにより視差量曲線の形状が異なる場合での視差量と、視差量の目標値との関係を示す図である。この図においては、図 8 と同様に、横軸はデジタルカメラ 10 からの距離を表し、縦軸は視差量を表す。

[0109] なお、デジタルカメラ 10 は、距離 L_{11} 、 L_{12} に位置する被写体（図中の合焦被写体を参照）に焦点を合わせている。また、図 10（a）、図 10（b）に示す 2 つの図の間では、視差量に影響を与える撮影条件としての焦点位置及び絞り値が変更されており、その結果、視差量曲線 1626、1628 が互いに異なっている。

[0110] これらの図 10（a）、図 10（b）で表されるシーンでは、デジタルカメラ 10 から各被写体までの距離が互いに異なっている。具体的には、デジタルカメラ 10 から合焦被写体までの距離は、図 10（a）で表されるシーンでは距離 L_{11} となっており、図 10（b）で表されるシーンでは距離 L_{12} となっている。

[0111] また、デジタルカメラ 10 から近点被写体までの距離は、図 10（a）で表されるシーンでは距離 L_{21} となっており、図 10（b）で表されるシーンでは距離 L_{22} となっている。また、デジタルカメラ 10 から遠点被写体までの距離は、図 10（a）で表されるシーンでは距離 L_{31} となっており、図 10（b）で表されるシーンでは距離 L_{32} となっている。

[0112] 一方、合焦被写体についての未調整の視差量は、いずれも視差量 m_{10} （＝0）となっている。また、近点被写体についての未調整の視差量はいずれも視差量 m_{20} となっており、遠点被写体についての未調整の視差量はいずれも視差量 m_{30} となっている。

- [0113] このような場合において、ルックアップテーブル2310を用いて立体調整パラメータCを決定すると、図10(a)における合焦被写体、近点被写体および遠点被写体に対しては、未調整の視差量 m_{10} 、 m_{20} 、 m_{30} が視差量 m_{100} 、 m_{200} 、 m_{300} に調整されるように立体調整パラメータCの値がそれぞれ決定される。同様に、図10(b)における合焦被写体、近点被写体および遠点被写体に対しては、未調整の視差量 m_{10} 、 m_{20} 、 m_{30} が視差量 m_{100} 、 m_{200} 、 m_{300} に調整されるように立体調整パラメータCの値がそれぞれ決定される。
- [0114] 同様に、デジタルカメラ10からの各距離に被写体が位置したと仮定した場合に、その距離と、各被写体に対して立体調整パラメータCにより生じさせる視差量の目標値との関係は、図10(a)、図10(b)に太線の破線で表した曲線1627、1629の通りとなる。このことから、視差量に影響を与える撮像条件（絞り値やフォーカス位置、撮影レンズ20がズームレンズである場合の焦点距離）に関わらず、同一のルックアップテーブル2310を用いて立体調整パラメータCの値を決定できることがわかる。
- [0115] そして、以上のルックアップテーブル2310によれば、撮像条件ごとに調整視差量曲線1623の関数をデジタルカメラ10内に記憶させる場合と同様の効果を得ることができる。すなわち、主要被写体については立体感を残しつつ、主要被写体でない被写体では視差量を抑制することができるため、鑑賞時の違和感、疲労感を低減することができる。
- [0116] 次に、以上の処理を画素値分布とカラーの観点から説明する。図11は、RGBの画素値分布の変化を説明する図である。図11(a)は、焦点位置から一定量だけずれた位置に存在する物点からのある白色被写体光束を受光した場合の、G(Lt)画素、G(Rt)画素、R(Lt)画素、R(Rt)画素、B(Lt)画素およびB(Rt)画素のそれぞれの出力値を並べたグラフである。
- [0117] 図11(b)は、図11(a)における物点からのある白色被写体光束を受光した場合の、視差無し画素であるR(N)画素、G(N)画素およびB

(N) 画素の出力値を並べたグラフである。このグラフも、各色の画素値分布を表すと言える。

[0118] $C = 0.8$ として対応する画素ごとに上述の処理を施すと、図 11 (c) のグラフで表される画素値分布となる。図から分かるように、RGB それぞれの画素値に応じた分布が得られる。

[0119] 次に、3D 画像データを再生装置で再生した場合の、鑑賞者と映像との関係について説明する。図 12 は、鑑賞者の輻輳角と視差量の関係を示す図である。眼球 50 は、鑑賞者の眼球を表し、図は、右目 51 と左目 52 が離間している様子を示す。

[0120] 表示部 40 には、視差量が調整されていない非調整画像データが再生され、右目用画像の被写体 61 と左目用画像の被写体 62 が表示されている。被写体 61 と被写体 62 は同一の被写体であり、撮影時において焦点位置からずれた位置に存在していたので、表示部 40 においては、視差量 D_1 をもって離間して表示されている。

[0121] 眼球 50 は、これらを一致させて視認しようとするので、鑑賞者は、右目 51 と被写体 61 を結ぶ直線と、左目 52 と被写体 62 を結ぶ直線とが交差する、浮き上がり距離 L_1 の位置（図において四角で表す）に被写体が存在するように認識する。

[0122] このときの輻輳角は、図示するように θ_1 である。一般的に、輻輳角が大きくなると、映像に対して違和感を覚え、また、眼精疲労の原因ともなる。そこで、本実施形態において立体調整パラメータを利用して画像処理する場合は、上述のように視差量を立体調整パラメータによって調整した調整画像データを生成する。なお、図は、非調整画像データに重ねて調整画像データが再生されている様子を示す。

[0123] 表示部 40 には、調整画像データの右目用画像の被写体 71 と左目用画像の被写体 72 が表示されている。被写体 71 と被写体 72 は同一の被写体であり、また被写体 61、62 とともに同一の被写体である。被写体 71 と被写体 72 は、表示部 40 においては、視差量 D_2 をもって離間して表示されている。

。鑑賞者は、右目 5 1 と被写体 7 1 を結ぶ直線と、左目 5 2 と被写体 7 2 を結ぶ直線とが交差する、浮き上がり距離 L_2 の位置（図において三角で表す）に被写体が存在するように認識する。

[0124] このときの輻輳角は、 θ_1 よりも小さい θ_2 である。したがって、鑑賞者は極端な浮き上がり感を感じることなく、また眼精疲労の蓄積も軽減できる。なお、視差量は、後述するように適度に調整されるので、鑑賞者は、心地良い浮き上がり感（デフォーカス関係が逆転した場合の沈み込み感も合せて立体感）をもって映像を鑑賞できる。

[0125] なお、図 1 2 の説明として用いた視差量は、表示部 4 0 における離間距離で表わされたが、視差量は、さまざまな形式で定義され得る。撮影画像データにおけるピクセル単位で定義しても良いし、画像の横幅に対するずれ幅で定義しても良い。

[0126] また、視差量の調整は、立体調整パラメータ C の値を変更する手法を用いなくても、さまざまな手法で実行され得る。以下、立体調整パラメータ C の値の変更によらずに視差量を調整する手法について説明する。

[0127] 図 1 3 は、画像の鮮鋭度を示すコントラストと視差量の関係を模式的に示す図である。横軸は、デジタルカメラ 1 0 からの距離を表し、縦軸は、視差量とコントラストの高さを表す。デジタルカメラ 1 0 は、距離 L_p に位置する主要被写体に焦点を合わせている。

[0128] コントラスト曲線 1 6 1 0 は、焦点位置までの距離である距離 L_p で最も高い凸状の曲線を成す。すなわち、距離 L_p から前後に離れるにつれて徐々にぼけていく様子を示す。

[0129] 視差量曲線 1 6 2 0 は、距離 L_p において視差量 0 を示し、距離 L_p よりデジタルカメラ 1 0 側に近づくにつれ、傾きが大きくなるカーブを示す。すなわち、視差量曲線 1 6 2 0 は距離 L_p より手前側で正の値を示し、より近い被写体ほど大きく浮き上がって視認されることを表している。

[0130] 他方、視差量曲線 1 6 2 0 は、距離 L_p よりデジタルカメラ 1 0 側から遠ざかるにつれ、傾きが小さくなるカーブを示す。すなわち、視差量曲線 1 6 2

0は距離 L_p より奥側で負の値を示し、より遠い被写体ほど緩やかに沈み込んで視認されることを表している。

- [0131] 視差量が $-m$ から $+m$ の範囲に含まれる場合に鑑賞者が違和感、疲労感を覚えないとすると、シーンを構成する被写体が距離 L_f （このときの視差量は $+m$ ）から距離 L_r （このときの視差量は $-m$ ）の間に分布していれば良い。すなわち、デジタルカメラ10から最も近い近点被写体が距離 L_f に存在し、最も遠い遠点被写体が距離 L_r に存在すれば、後段の画像処理で視差量を調整しなくても、鑑賞者は心地よく3D映像を鑑賞できる。一方、近点被写体が距離 L_f よりも手前の距離 $L_{f'}$ （このときの視差量は $+m'$ ）に存在すると、許容される視差量を超えてしまうので、鑑賞者は違和感、疲労感を覚える。
- [0132] さらに被写体分布と視差量の関係について説明を続ける。図14は、被写体分布と視差量の関係を模式的に示す図である。
- [0133] 図14の各図は、図11のうち、コントラスト曲線1610を除いた図に対応する。また、焦点を合わせる対象である主要被写体としての合焦被写体の他に、近点被写体と遠点被写体とが存在する場合を想定している。図14（a）においては、合焦被写体は距離 L_{10} に、近点被写体は L_{20} に、遠点被写体は L_{30} に存在する。
- [0134] 許容範囲として設定された視差量範囲が $-m$ から $+m$ である場合、遠点被写体の距離 L_{30} に対する視差量曲線1620の値はこの範囲に収まっている。しかし、近点被写体の距離 L_{20} に対する視差量曲線1620の値は $+m$ を超えている。
- [0135] 図14（b）は、図14（a）の被写体状況から、合焦被写体が距離 L_{10} から奥側の距離 L_{11} へ移動した場合の視差量の概念を示す図である。この場合、距離 L_{11} が焦点位置となるので、移動していない近点被写体（距離 L_{20} ）の像に対する視差量は、視差量曲線1620で示されるように、図14（a）に比べて相当大きくなる。すなわち、許容範囲からの超過量が大きくなる。
- [0136] 図14（c）は、図14（b）の被写体状況から、近点被写体が距離 L_{20}

から奥側の距離 L_{21} へ、さらには距離 L_{22} へ移動した場合の視差量の概念を示す図である。焦点位置は距離 L_{11} のままなので視差量曲線1620は図14(b)と同じ曲線を描くが、近点被写体が奥側にずれたことにより、距離 L_{21} の時点での視差量は、許容範囲を超えているものの、その超過量は、図14(b)の超過量よりも小さくなる。さらに距離 L_{22} まで移動すれば、その視差量は許容範囲に収まる。

[0137] すなわち、シーンに対する奥行き方向の被写体分布と、焦点を合わせる被写体の位置は、設定された許容範囲に視差量が収まるか否かを決定するパラメータであると言える。

[0138] 次に、絞り値と視差量の関係について説明する。図15は、絞り値と視差量との関係を模式的に示す図である。図13と同様に、横軸は、デジタルカメラ10からの距離を表し、縦軸は、視差量とコントラストの高さを表す。また、図15(a)は、絞り値がF1.4の状態を表し、図15(b)は、絞り値がF4の状態を表し、図15(c)は、絞り値がF8の状態を表す。なお、撮影レンズ20の焦点距離はいずれの状態においても同一であり、また、デジタルカメラ10は、距離 L_{10} に位置する主要被写体に焦点を合わせている。

[0139] コントラスト曲線1610は、いずれの状態においても焦点位置までの距離である距離 L_{10} で最も高い。一方で、絞り22を絞るほど、すなわち絞り値が大きくなるほど焦点距離前後でも比較的高い値を示す。すなわち、絞り22を絞った状態で撮影された画像ほど被写界深度が深くなることを示す。視差量曲線1620は、距離 L_{10} において視差量0を示し、距離 L_{10} よりデジタルカメラ10側に近づくにつれ、傾きが大きくなるカーブを示す。他方、視差量曲線1620は、距離 L_{10} よりデジタルカメラ10側から遠ざかるにつれ、傾きが小さくなるカーブを示す。

[0140] 視差量曲線1620は、絞り値が大きくなるほど、その変化がなだらかになる。すなわち、絞り値がF1.4の場合に比べ、F4、F8と推移するに従い、焦点位置より手前の視差量および奥の視差量が小さくなる。視差量が

− m から $+m$ の範囲に含まれる場合に鑑賞者が違和感、疲労感を覚えないとすると、絞り値が F_8 の場合であれば視差量曲線1620の全体がこの範囲に収まっているので、いずれの距離に被写体が存在しても鑑賞者は心地よく3D映像を鑑賞できる。

[0141] 一方、絞り値が $F_{1.4}$ および F_4 の場合では、視差量は、視差量曲線1620の近距離側で $+m$ を超えている。具体的には、 $F_{1.4}$ の場合で、距離 L_{24} よりも手前の領域で $+m$ を超えており、 F_4 の場合で、距離 L_{25} よりも手前の領域で $+m$ を超えている。この場合、 F_4 における視差量曲線1620の傾きの方が、 $F_{1.8}$ における視差量曲線1620傾きよりも緩やかであるので、 $L_{25} < L_{24}$ の関係が成り立つ。これらの絞り値において、距離 L_{24} または距離 L_{25} よりも近距離に被写体が存在すれば、撮影された3D映像の鑑賞時において、鑑賞者は違和感、疲労感を覚える。

[0142] そこで、本実施形態においては、生成される画像間の視差量がターゲットとする視差量（許容視差量：例えば $\pm m$ の範囲）に収まるように、視差量を変更するための変更条件を変更する。具体的には、視差量に影響を与える撮像条件を変更したり、画像処理に用いる立体調整パラメータの値を変更したりする。

[0143] まず、撮像条件の変更について説明する。図15を用いて説明したように絞り値が視差量に影響を与えるので、出力視差画像間の視差量が許容視差量に収まるように、検出した被写体分布に応じて絞り値を変更すると良い。例えば図15(a)の状況（初期絞り値が $F_{1.4}$ 、合焦被写体が距離 L_{10} ）において、近点被写体が距離 L_{25} に存在すると、その視差量は $+m$ を超えてしまう。そこで、決定部232は、絞り値を $F_{1.4}$ から、距離 L_{25} における被写体に対する視差量が $+m$ となる絞り値である F_4 に変更する。

[0144] 近点被写体が許容視差量の範囲を超える場合に限らず、遠点被写体が許容視差量の範囲を超える場合でも、絞り値を大きな値に変更する。なお、近点被写体および遠点被写体の視差量が、許容視差量に対して余裕がある場合には、絞り値を小さな値、すなわち絞り22を開く方向に変更しても良い。こ

の場合、シャッタ速度を高速側に変更したり、ISO感度を低感度側に変更したりすることができる。

[0145] 各絞り値に対する合焦被写体距離と視差量曲線 1620 の関係は、ルックアップテーブルとして予め用意されている。決定部 232 は、被写体分布と許容視差量を入力値として当該ルックアップテーブルを参照すれば、変更すべき絞り値を抽出、決定することができる。

[0146] 撮像条件の変更として、絞り値を変更する以外にも、フォーカス位置を変更するフォーカスシフトの手法がある。図 16 は、フォーカスシフトの概念を模式的に示す図である。縦軸および横軸は、図 13 と同様である。

[0147] コントラスト曲線 1610 と視差量曲線 1620 は、合焦被写体が距離 L_1 に存在し、フォーカスレンズを移動させてこの被写体に焦点を合わせたときのコントラスト曲線と視差量曲線を表す。この場合、コントラスト曲線 1610 のピーク値は、合焦と評価される合焦閾値 E_s を上回っている。

[0148] 近点被写体が距離 L_{27} の位置に存在すると、その視差量は、視差量曲線 1620 を参照すると $+m_0$ であり、許容視差量 $+m$ を超えている。そこで、フォーカスシフトにおいては、合焦閾値 E_s を上回る範囲でフォーカスレンズ位置を修正し、距離 L_{27} における視差量を許容範囲に収める。

[0149] 図の例の場合、近点被写体に対する視差量が $+m$ となる視差量曲線 1621 を選択し、この視差量曲線 1621 において視差量が 0 となる距離 L_p を抽出する。そして、フォーカスレンズ位置を変更して、距離 L_p を合焦位置とする。コントラスト曲線 1611 は、このときのコントラスト曲線である。実際には距離 L_{10} に被写体が存在するので、当該被写体に対するコントラスト値は、図示するように Δe だけ低下する。このときのコントラスト値が合焦閾値 E_s を上回っていれば良い。このようにフォーカスレンズ位置を変更して撮影された画像は、主要被写体に対するコントラスト値は若干低下するものの、画像としては合焦と評価でき、かつ、近点被写体に対する視差量は許容範囲に収まっている。

[0150] 距離 L_p に対するコントラスト値が合焦閾値 E_s を上回っていない場合には

、フォーカスレンズ位置の修正は、許容されない。すなわち、視差量曲線 1620 において近点被写体に対する視差量が許容視差量を大きく上回る場合には、合焦閾値 E_s を上回る範囲でフォーカスレンズ位置を変更しても、当該視差量を許容範囲に収めることができない。この場合、例えば絞り値を大きな値に変更するなど、他の手法と併用すると良い。

[0151] フォーカスシフトによる視差量調整の場合も、各絞り値に対する合焦被写体距離と視差量曲線の関係として予め用意されているルックアップテーブルを利用すれば良い。決定部 232 は、被写体分布と許容視差量を入力値として当該ルックアップテーブルを参照すれば、距離 L_p を抽出、決定できる。制御部 201 は、距離 L_p に対応してフォーカスレンズの位置を変更する。制御部 201 は、その結果得られるコントラスト値が合焦閾値 E_s を上回るか否かを判断する。上回ると判断すれば、そのまま撮影シーケンスを続行する。上回らないと判断すれば、フォーカスレンズ位置を戻して、他の手法を併用するなどの制御に移行する。あるいは、実際に制御部 201 がフォーカスレンズを移動させることなく、焦点位置が L_{10} から L_p へシフトしたときのコントラストの減衰量を決定部 232 が演算し、合焦閾値 E_s を上回るか否かを判断しても良い。この場合、例えばコントラスト AF 方式であれば、距離 L_{10} に対するフォーカス調整時の、すでに取得されている実際の評価値を参照することもできる。

[0152] ここで、上述したように、立体調整パラメータ C の値を決定するためのルックアップテーブル 2310 は、視差量に影響を与える撮像条件（絞り値やフォーカス位置、撮影レンズ 20 がズームレンズである場合の焦点距離）に関わらず、同一のものを共用することができる。そのため、以上のような視差量の調整の手法は、立体調整パラメータ C の値の変更により視差量を調整する手法と併せて用いることができる。

[0153] 図 17 は、視差量と立体調整パラメータの値と絞り値等との関係を模式的に示す図である。この図においては、図 8 と同様に、横軸はデジタルカメラ 10 からの距離を表し、縦軸は視差量を表す。

- [0154] なお、デジタルカメラ10は、距離 L_{10} に位置する被写体（図中の合焦被写体を参照）に焦点を合わせている。但し、デジタルカメラ10で撮影される画像には、距離 L_{10} に位置する被写体に加え、距離 L_{20} 及び距離 L_{30} に位置する2つの被写体（図中の近点被写体及び遠点被写体を参照）が含まれている。これら3つの被写体についての未調整の視差量は視差量 m_{10} 、視差量 m_{20} 及び視差量 m_{30} となっている。
- [0155] 立体調整パラメータCの値の変更による手法と、他の手法とを併用して視差量を調整する場合には、まず決定部232が絞り値の変更により視差量の調整を行う。これにより、視差量曲線1622は視差量曲線1624に変形され、合焦被写体、近点被写体、遠点被写体に与えられる視差量は視差量 m_{101} 、視差量 m_{201} 及び視差量 m_{301} となる。なお、絞り値に代えてフォーカス位置を変更しても良い。
- [0156] 次に、算出部231は、絞り値及びフォーカス位置等の変更により調整された視差量 m_{101} 、視差量 m_{201} 及び視差量 m_{301} を、立体調整パラメータCの値によっては未だ調整されていない未調整の視差量として左右の視差画像データから算出する。そして、決定部232は、図10を用いて説明したのと同様に、ルックアップテーブル2310を用いて、これらの未調整の視差量 m_{101} 、視差量 m_{201} 及び視差量 m_{301} に対応する立体調整パラメータCの値を被写体のそれぞれに対して決定する。
- [0157] このようにして決定される立体調整パラメータCの値は、以下の手法で決定される値と等しい。つまり、まず視差量曲線1622ではなく視差量曲線1624に対して調整視差量曲線1625を生成する。そして、未調整の視差量が視差量の目標値に調整されるような立体調整パラメータCの値を算出する。この場合、視差量が許容視差量を超える被写体については、鑑賞者が違和感、疲労感を感じないように視差を抑制しつつ、視差量が許容視差量に収まる被写体については、より視差を強調することができる。
- [0158] よって、以上のようにして撮像条件の変更による視差量の調整と、立体調整パラメータCの値の変更による視差量の調整とを併せて行えば、異なる形

状の調整視差量曲線を視差量の目標値の決定に用いた場合と同様の効果を得ることができる。そのため、視差量の調整量のバリエーションを増やすことができる。

なお、撮像条件ごとに調整視差量曲線 1625 となるように、視差量の目標値を定めるために用いられる関数をあらかじめ設定することもできる。この場合、データ量は大きくなるが、撮影条件を変更しなくても視差量が調整できる。

[0159] 図 18 は、被写体指定を説明する図である。特に図 18 (a) は、あるシーンにおけるデジタルカメラ 10 から奥行方向の被写体分布を示し、図 18 (b) は、そのシーンをライブビューで表示するデジタルカメラ 10 の背面図である。

[0160] 図 18 (a) に示すように、シーンは、デジタルカメラ 10 から近い順に大人 301 (距離 L_f)、少年 302 (距離 L_p)、少女 303 (距離 L_r) から構成される。そして図 18 (b) に示すように、このシーンを捉えたライブビュー画像が、表示部 209 に表示されている。ここでは、少年 302 が合焦被写体である。

[0161] これまでの説明においては、図 8 を用いて説明したように、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲外となっている被写体については、視差量の調整量が大きくなるような立体調整パラメータ C の値を算出した。また、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲内となっている被写体については、未調整の視差量が概ね維持されるような立体調整パラメータ C の値を算出した。

[0162] しかしながら、視差量が $-m \sim +m$ の範囲内であるか否かに関わらず、撮影者にとって主要被写体ではない被写体に対しては、視差量の調整量を大きくすることで視差量を抑制することが好ましい。したがって、必ずしも視差量が $-m \sim +m$ の範囲内の被写体に対し、視差量を概ね維持しなくても良い。

[0163] 例えば、図 18 (a) のシーンにおいて少年 302 と少女 303 を主な被写体とすると、鑑賞時において鑑賞者はこの 2 人を注視することが想定され

る。したがって、大人301の被写体像については鑑賞者が違和感、疲労感を覚えないように視差量を抑制しても良い。そこで、制御部201は、いずれの被写体を主要被写体とすべきか、撮影者の指示を受け付ける。

[0164] 表示部209には、ユーザ指示を受け付ける状態であることを示す、タイトル320（例えば「主要被写体の領域を設定して下さい」）が表示されている。この状態において、ユーザは、枠310の位置及び大きさを調整することで、主要被写体にしたい被写体像の含まれる領域を範囲指定する。表示部209には操作部208の一部としてタッチパネル2083が重ねて設けられており、制御部201は、タッチパネル2083の出力を取得して、いずれの被写体を主要被写体とするかを決定する。

[0165] これにより、枠310に含まれない大人301の被写体が、視差量を小さくしたい被写体として指定される。そして、大人301の被写体については、決定部232は、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲内であるか否かに関わらず、ルックアップテーブル2310から算出される値よりも0.5に近い値を立体調整パラメータCの値として決定する。但し、この場合には、大人301の被写体と、他の被写体との間で奥行き関係が崩れないように立体調整パラメータCの値を決定することが好ましい。

[0166] これにより、大人301の被写体では、ルックアップテーブル2310から算出される立体調整パラメータCの値をそのまま用いる場合と比較して視差量の調整量が大きくなり、視差量が抑制される。その結果、各被写体についての視差量の調整量は、例えば図18（b）において各被写体に重ねて示す通りとなる。

[0167] ここで、これらの調整量は、絶対値が大きいほど、視差量の調整度合いが大きいことを意味する。また、正の値（例えば+2）はデジタルカメラ10からの距離が大きくなる方向に視差量が調整されることを意味し、負の値（例えば-1）はデジタルカメラ10からの距離が小さくなる方向に視差量が調整されることを意味する。

[0168] これらの調整量から分かるように、以上のような処理によれば、主要被写

体としての少年302及び少女303では視差量の調整量が小さくなって立体感が維持される。一方、主要被写体ではない大人301では視差量の調整量が大きくなって、視差量が小さくなる。

[0169] 次にデジタルカメラ10の動画撮影における処理フローについて説明する。上述のように、生成される画像間の視差量が許容視差量に収まるようにするには、画像処理に用いる立体調整パラメータCの値を変更する場合と、視差量に影響を与える撮像条件及び立体調整パラメータCの値をそれぞれ変更する場合とがある。

[0170] <第1実施例>

第1実施例として、画像処理に用いる立体調整パラメータCの値を変更することで視差量を調整する動画撮影の処理フローを説明する。図19は、第1実施例に係る動画撮影における処理フローである。

[0171] なお、図のフローは、撮影者によりモードボタンが操作されてオート3D動画モードが開始された時点から始まる。視差量範囲は、事前に撮影者により設定されている。

[0172] オート3D動画モードが開始されると、決定部232は、ステップS11で、撮影者が設定した視差量範囲をシステムメモリから取得する。制御部201は、ステップS12で、AF、AEを実行する。

[0173] ステップS13へ進み、制御部201は、例えば図18を用いて説明したように、タッチパネル2083を介して主要被写体にしたい被写体像の含まれる領域の範囲指定をユーザから受け付ける。ステップS15へ進み、制御部201は、撮影者が録画開始ボタンを押下げる録画開始指示を待つ。

[0174] 録画開始指示を検出すると（ステップS15のYES）、制御部201は、ステップS17へ進む。指示を検出しない場合は、ステップS12へ戻る。なお、ステップS12へ戻った後においては、指定された被写体の追従を行い、ステップS13の処理をスキップしても良い。

[0175] 制御部201は、ステップS17では、変更された撮像条件に従って、再びAF、AEを実行する。そして、制御部201は、ステップS18で、駆

動部204を介して撮像素子100の電荷蓄積、読み出しを実行し、1フレームとしての撮影画像データを取得する。ここで取得された撮影画像データにおける視差画像間の視差量は、被写体分布および撮影条件によっては、設定された視差量に収まっていない。

[0176] ステップS33では、視差画像データ生成部233は、決定部232により決定される立体調整パラメータCの値と撮影画像データとを受け取り、左側視点のカラー画像データ（RL t。プレーンデータ、GL t。プレーンデータ、BL t。プレーンデータ）および右側視点のカラー画像データ（RR t。プレーンデータ、GR t。プレーンデータ、BR t。プレーンデータ）を生成する。具体的な処理は後述する。

[0177] ステップS19では、動画撮影中に主要被写体を撮影者が変更したいと考えた場合のために、制御部201は、主要被写体にしたい被写体像の含まれる領域の範囲指定をユーザから受け付ける。そして、制御部201は、ステップS21で、撮影者から録画停止指示を受けていないと判断すればステップS17へ戻り次のフレーム処理を実行する。録画停止指示を受けたと判断すればステップS22へ進む。

[0178] ステップS22では、動画生成部234は、連続的に生成された左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データを繋ぎ合わせ、Bl u r r a y 3 Dなどの3D対応動画フォーマットに従ってフォーマット処理を実行し、動画ファイルを生成する。そして、制御部201は、生成された動画ファイルを、メモ리카ード1F207を介してメモ리카ード220へ記録し、一連のフローを終了する。

[0179] なお、メモ리카ード220への記録は、左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データの生成に同期して逐次実行し、録画停止指示に同期してファイル終端処理を実行しても良い。また、制御部201は、メモ리카ード220へ記録するに限らず、例えばLANを介して外部機器に出力するように構成しても良い。

[0180] 図20は、左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データで

ある視差カラー画像データを生成するまでの、ステップS 3 3の処理フローである。

[0181] 視差画像データ生成部2 3 3は、ステップS 1 0 1で、撮影画像データを取得する。そして、ステップS 1 0 2において、図3を用いて説明したように、撮影画像データを、視差なし画像データと視差画像データにプレーン分離する。視差画像データ生成部2 3 3は、ステップS 1 0 3で、図3を用いて説明したように分離した各プレーンデータに存在する空格子を補間する補間処理を実行する。

[0182] 視差画像データ生成部2 3 3は、ステップS 1 0 4で、各変数の初期化を行う。具体的には、まず、カラー変数C s e tに1を代入する。カラー変数C s e tは、1 = 赤、2 = 緑、3 = 青を表す。また、座標変数であるiとjに1を代入する。さらに、視差変数Sに1を代入する。視差変数Sは、1 = 左、2 = 右を表す。

[0183] 視差画像データ生成部2 3 3は、ステップS 1 0 5において、C s e tプレーンの対象画素位置(i, j)から画素値を抽出する。例えばC s e t = 1で、対象画素位置が(1, 1)である場合、抽出する画素値は、 $R_{n_{11}}$ である。さらに、視差画像データ生成部2 3 3は、ステップS 1 0 6において、 $L_{t_{C_{set}}}$ プレーンデータ、 $R_{t_{C_{set}}}$ プレーンデータの対象画素位置(i, j)から画素値を抽出する。例えば対象画素位置が(1, 1)である場合、抽出する画素値は、 $L_{t_{C_{set11}}}$ と $R_{t_{C_{set11}}}$ である。

[0184] 算出部2 3 1は、ステップS 1 0 7において対象画素位置(i, j)の画素で表示される被写体についての未調整の視差量を、左右の視差画像データから算出する。そして決定部2 3 2は、ステップS 1 0 8において、算出部2 3 1が算出した視差量に対応する立体調整パラメータCの値をルックアップテーブル2 3 1 0から取得する。

[0185] このとき、決定部2 3 2は、図1 8を用いて説明したように、視差量が $-m \sim +m$ の範囲内の被写体であっても、撮影者により主要被写体ではないとされた被写体に対しては、ルックアップテーブル2 3 1 0から算出される値

よりも1に近い値を立体調整パラメータCの値として決定しても良い。また、決定部232は、画像に含まれる被写体の輝度値を演算し、輝度値が小さいほど視差量が小さくなるよう、更に立体調整パラメータCの値を調整しても良い。

- [0186] 視差画像データ生成部233は、ステップS109において、視差変数Sに対応する対象画素位置(i, j)の画素値を算出する。例えば $C_{set} = 1$ 、 $S = 1$ で、対象画素位置が(1, 1)である場合、 $RRLt_{c11}$ を算出する。具体的には、例えば、上述の式(1)により算出する。ここで、立体調整パラメータCの値は、対象画素により表示される被写体についてステップS108で決定された値である。
- [0187] 視差画像データ生成部233は、ステップS110で、視差変数Sをインクリメントする。そして、ステップS111で、視差変数Sが2を超えたか否かを判断する。超えていなければステップS109へ戻る。超えていればステップS112へ進む。
- [0188] 視差画像データ生成部233は、ステップS112で、視差変数Sに1を代入すると共に、座標変数 i をインクリメントする。そして、ステップS113で、座標変数 i が i_0 を超えたか否かを判断する。超えていなければステップS105へ戻る。超えていればステップS114へ進む。
- [0189] 視差画像データ生成部233は、ステップS114で、座標変数 i に1を代入すると共に、座標変数 j をインクリメントする。そして、ステップS115で、座標変数 j が j_0 を超えたか否かを判断する。超えていなければステップS105へ戻る。超えていればステップS116へ進む。
- [0190] ステップS116まで進むと、 C_{set} に対する左右それぞれの全画素の画素値が揃うので、視差画像データ生成部233は、これらの画素値を並べて、プレーン画像データを生成する。例えば $C_{set} = 1$ である場合、 RLt 。プレーンデータと RRt 。プレーンデータを生成する。
- [0191] ステップS117へ進み、視差画像データ生成部233は、座標変数 j に1を代入すると共に、カラー変数 C_{set} をインクリメントする。そして、

ステップS 1 1 8で、カラー変数C s e tが3を超えたか否かを判断する。超えていなければステップS 1 0 5へ戻る。超えていれば、左側視点のカラー画像データ（R L t。プレーンデータ、G L t。プレーンデータ、B L t。プレーンデータ）および右側視点のカラー画像データ（R R t。プレーンデータ、G R t。プレーンデータ、B R t。プレーンデータ）の全てが揃ったとして、図1 9のフローに戻る。

[0192] <第2実施例>

第2実施例として、視差量に影響を与える撮像条件及び立体調整パラメータCの値を変更することで視差量を調整する動画撮影の処理フローを説明する。図2 1は、第2実施例に係る動画撮影における処理フローである。図1 9の処理フローの各処理と関連する処理については同一のステップ番号を付すことにより、異なる処理および追加的な処理の説明を除いて、その説明を省略する。

[0193] 本フローにおいては、制御部2 0 1は、ステップS 1 5で録画開始指示を検出すると（ステップS 1 5のY E S）、ステップS 1 6へ進む。ステップS 1 6において決定部2 3 2は、撮影条件を変更し、ステップS 1 7へ進む。

[0194] 具体的には、ステップS 1 6において決定部2 3 2は、図1 5を用いて説明したように絞り値を変更したり、図1 6を用いて説明したようにフォーカスレンズ位置を変更したりする。この他にも、視差量に影響を与える撮像条件を、設定された視差量範囲に収まるように変更しても良い。例えば、撮影レンズ2 0がズームレンズであれば焦点距離を変更することもできる。

[0195] そして、ステップS 3 3の処理におけるステップS 1 0 7の処理において算出部2 3 1は、対象画素位置（i , j）の画素で表示される被写体についての未調整の視差量を、左右の視差画像データから算出する。この視差量は、絞り値及びフォーカス位置等の変更により調整された視差量である。また、本フローにおいて制御部2 0 1は、ステップS 2 1で、撮影者から録画停止指示を受けていないと判断すればステップS 1 6へ戻り次のフレーム処理

を実行する。

[0196] 次に、図2を用いて説明した開口マスクの好ましい開口形状について説明する。図22は、好ましい開口形状を説明する図である。

[0197] 視差Lt画素の開口部105、および視差Rt画素の開口部106は、それぞれ対応する画素に対して中心を含んで互いに反対方向に偏位していることが好ましい。具体的には、開口部105および106のそれぞれが、画素中心を通る仮想的な中心線322と接する形状であるか、あるいは、中心線322を跨ぐ形状であることが好ましい。

[0198] 特に、図示するように、開口部105の形状と開口部106の形状は、視差なし画素の開口部104の形状を中心線322で分割したそれぞれの形状と同一であることが好ましい。別言すれば、開口部104の形状は、開口部105の形状と開口部106の形状を隣接させた形状に等しいことが好ましい。

[0199] 以上の説明においては、視差画像データ生成部233が用いる計算式は、加重相加平均を利用した上記式(1)(2)を採用したが、これに限らず様々な計算式を採用することができる。例えば、加重相乗平均を利用すれば、上記式(1)(2)と同様に表して、

[数3]

$$RLt_{cmn} = Rn_{mn} \times \left(\frac{RLt_{mn}}{RRt_{mn}} \right)^{(C-0.5)} \quad \dots (3)$$

[数4]

$$RRt_{cmn} = Rn_{mn} \times \left(\frac{RRt_{mn}}{RLt_{mn}} \right)^{(C-0.5)} \quad \dots (4)$$

を計算式として採用できる。この場合、維持されるぼけ量が、視差なし画素の出力によるぼけ量ではなく、視差画素の出力によるぼけ量となる。

[0200] また、他の計算式としては、上記式(1)(2)と同様に表して、

[数5]

$$\begin{aligned}
 RLt_{cmn} = Rn_{mn} \times & \sqrt[3]{2 \times \frac{C \times RLt_{mn} + (1-C) \times RRt_{mn}}{RLt_{mn} + RRt_{mn}}} \\
 & \times \sqrt[3]{2 \times \frac{C \times GLt_{mn} + (1-C) \times GRt_{mn}}{GLt_{mn} + GRt_{mn}}} \times \sqrt[3]{2 \times \frac{C \times BLt_{mn} + (1-C) \times BRt_{mn}}{BLt_{mn} + BRt_{mn}}} \\
 & \dots (5)
 \end{aligned}$$

[数6]

$$\begin{aligned}
 RRt_{cmn} = Rn_{mn} \times & \sqrt[3]{2 \times \frac{(1-C) \times RLt_{mn} + C \times RRt_{mn}}{RLt_{mn} + RRt_{mn}}} \\
 & \times \sqrt[3]{2 \times \frac{(1-C) \times GLt_{mn} + C \times GRt_{mn}}{GLt_{mn} + GRt_{mn}}} \times \sqrt[3]{2 \times \frac{(1-C) \times BLt_{mn} + C \times BRt_{mn}}{BLt_{mn} + BRt_{mn}}} \\
 & \dots (6)
 \end{aligned}$$

を採用しても良い。この場合、 GLt_{cmn} 、 GRt_{cmn} 、 BLt_{cmn} 、 BRt_{cmn} をそれぞれ算出するときも、立方根の項は変化しない。

[0201] さらに、

[数7]

$$\begin{aligned}
 RLt_{cmn} = Rn_{mn} \times & \left(\frac{RLt_{mn}}{RRt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \times \left(\frac{GLt_{mn}}{GRt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \times \left(\frac{BLt_{mn}}{BRt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \\
 & \dots (7)
 \end{aligned}$$

[数8]

$$\begin{aligned}
 RLt_{cmn} = Rn_{mn} \times & \left(\frac{RRt_{mn}}{RLt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \times \left(\frac{GRt_{mn}}{GLt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \times \left(\frac{BRt_{mn}}{BLt_{mn}} \right)^{\frac{(C-0.5)}{3}} \\
 & \dots (8)
 \end{aligned}$$

を採用しても良い。この場合も、 GLt_{cmn} 、 GRt_{cmn} 、 BLt_{cmn} 、 BRt_{cmn} をそれぞれ算出するときも、立方根の項は変化しない。

[0202] 次に表示装置との連携について説明する。図23は、デジタルカメラ10とTVモニタ80との連携を説明する図である。TVモニタ80は、例えば液晶から構成される表示部40、デジタルカメラ10から取り出されたメモリカード220を受容するメモリカードIF81、鑑賞者が手元で操作する

リモコン 82 等により構成されている。TV モニタ 80 は 3D 画像の表示に対応している。3D 画像の表示形式は、特に限定されない。例えば、右目用画像と左目用画像を時分割で表示しても良いし、水平方向または垂直方向に短冊状にそれぞれが並んだインターレースであっても良い。また、画面の一方側と他方側に並ぶサイドバイサイド形式であっても良い。

[0203] TV モニタ 80 は、左側視点のカラー画像データと右側視点のカラー画像データを含んでフォーマット化された動画ファイルをデコードして、3D 画像を表示部 40 に表示する。この場合、TV モニタ 80 は、規格化された動画ファイルを表示する一般的な表示装置としての機能を担う。

[0204] しかしながら、TV モニタ 80 は、図 1 を用いて説明した制御部 201 の機能の少なくとも一部、および画像処理部 205 の少なくとも一部の機能を担う画像処理装置として機能させることもできる。具体的には、図 1 で説明した算出部 231、決定部 232、視差画像データ生成部 233 及び動画生成部 234 を包含する画像処理部を TV モニタ 80 に組み込む。このように構成することにより、実施例 2 におけるデジタルカメラ 10 と TV モニタ 80 の組み合わせによる機能分担とは異なる機能分担を実現することができる。

[0205] 具体的には、デジタルカメラ 10 は、立体調整パラメータによる画像処理を実行せず、奥行情報検出部 230 が検出した奥行情報を、生成した撮影画像データに関連付ける。そして、TV モニタ 80 は、画像処理装置として、関連付けられた奥行情報を参照して立体調整パラメータ C の値を被写体ごとに決定し、取得した画像データに対して立体調整パラメータ C を用いた画像処理を実行する。TV モニタ 80 は、このように視差量が調整された 3D 画像を表示部 40 に表示する。

[0206] 上記の変形例においては、鑑賞者が、TV モニタ 80 での再生時に、一部の調整情報を入力できるように構成しても良い。例えば、鑑賞者は、リモコン 82 を操作して、視差量範囲を入力できる。TV モニタ 80 は、入力された視差量範囲を調整情報として取得し、決定部 232 は、この視差量範囲に

従って立体調整パラメータCの値を決定する。このように構成すれば、TVモニタ80は、鑑賞者ごとの好みに応じた3D画像を表示することができる。

[0207] 以上の実施形態によれば、撮影画像データの画像に含まれる複数の被写体それぞれの視差量が算出され、算出された視差量に応じて複数の被写体のそれぞれに対して立体調整パラメータCの値が決定され、この立体調整パラメータCの値が撮影画像データに適用されて視差画像データが生成される。従って、撮影画像データの全体に対して単一の立体調整パラメータCの値を適用する場合と異なり、主要被写体と、主要被写体ではない被写体との間で視差量の調整量を意図的に相違させることができる。よって、主要被写体については立体感を残しつつ、主要被写体でない被写体では視差量を抑制することができるため、鑑賞時の違和感、疲労感を低減することができる。

[0208] また、画像に含まれる複数の被写体のうち視差量が閾値を超えた被写体に対しては、閾値未満に視差量が調整されるように立体調整パラメータCの値が決定されるので、鑑賞時の違和感、疲労感を確実に低減することができる。

[0209] また、画像に含まれる複数の被写体うち、少なくとも一部の被写体が奥行き方向に連続する場合に、調整された視差量がこれらの被写体に関し奥行き方向において連続するように立体調整パラメータCの値が決定される。従って、奥行き方向に連続する被写体の間で視差量が離散的に変化してしまうのが防止される。よって、鑑賞時の違和感、疲労感を確実に低減することができる。

[0210] また、画像に含まれる複数の被写体のうち、少なくとも一部の被写体が奥行き方向に連続する場合に、調整された視差量の微分値がこれらの被写体に関し奥行き方向において連続するように立体調整パラメータCの値が決定される。従って、奥行き方向に連続する被写体の間で視差量の変化を滑らかにすることができる。よって、鑑賞時の違和感、疲労感を確実に低減することができる。

- [0211] また、画像に含まれる複数の被写体から、立体調整パラメータCの値を適用して視差量を抑制したい被写体が使用者に指定されるので、指定される被写体の視差量が抑制される。従って、鑑賞時の違和感、疲労感を確実に低減することができる。
- [0212] また、画像に含まれる複数の被写体それぞれの輝度値が演算され、輝度値が小さいほど視差量が小さくなるように立体調整パラメータCの値が決定される。従って、画像内で輝度値が小さい領域、つまり明度の低い領域に対して大きな視差が与えられるのが防止される。よって、鑑賞時の違和感、疲労感を確実に低減することができる。
- [0213] なお、以上の実施形態では、TVモニタ80を画像処理装置の一例として説明したが、画像処理装置はさまざまな形態を採り得る。例えば、PC、携帯電話、ゲーム機器など、表示部を備える、あるいは表示部に接続される機器は画像処理装置になり得る。
- [0214] また、以上の実施形態では動画撮影を前提として説明したが、検出した奥行情報に基づいて視差量を調整した画像データを出力する構成は、もちろん静止画撮影についても適用できる。このように撮影された静止画像は、左右の画像間に極端な視差を生じさせず、鑑賞者に違和感を与えない。
- [0215] また、以上の実施形態では、対象とする被写体をユーザの指示により受け付けたが、制御部201が自動的に対象とする被写体を選定しても良い。例えば、制御部201は、人物認識処理により、シーンに含まれる人物像に限って対象被写体とすることができる。
- [0216] また、以上の実施形態では、撮影画像データから視差画像データ（Lt。視差プレーンデータ及びRt。視差プレーンデータ）を生成することとして説明した。しかしながら、撮影画像ではない画像データ（CG画像など）から視差画像データを生成しても良い。
- [0217] また、以上の実施形態では、決定部232は1つのルックアップテーブル2310を用いて立体調整パラメータCの値を決定することとして説明した。しかしながら、決定部232に複数のルックアップテーブル2310を記

憶させておき、撮影者に選択されるルックアップテーブル2310を用いて立体調整パラメータCの値を決定しても良い。この場合には、各被写体についての視差量の調整量を選択することができる。なお、ルックアップテーブル2310を選択することは、視差量の目標値を定めるために用いられる関数、つまり調整視差量曲線1623等の関数を選択することに等しい。

[0218] この場合には、視差量の調整量のバリエーションを増やすことができる。なお、複数のルックアップテーブル2310は、形状の異なる調整視差量曲線から生成することができる。

[0219] また、以上の実施形態では、ルックアップテーブル2310を用いて立体調整パラメータCの値を決定することとして説明した。しかしながら、上述の原理に従って撮像条件ごとに調整視差量曲線1623の関数をデジタルカメラ10内に記憶させておき、これらの関数と、奥行き方向の被写体分布およびフォーカス位置の情報とを用いて立体調整パラメータCの値を決定しても良い。更に、この場合には、同一の撮影条件に対して調整視差量曲線1623の関数をデジタルカメラ10内に複数記憶させておき、使用者が操作部208を操作することで、いずれかの関数を使用対象として選択しても良い。

[0220] また、以上の実施形態では、一部の被写体がシーンの奥行き方向に連続する場合に、これら連続する被写体に関し、調整された視差量の微分値が奥行き方向において連続するように立体調整パラメータCの値を決定することとして説明した。しかしながら、このような場合に、必ずしも微分値が連続するように立体調整パラメータCの値を決定しなくても良い。

[0221] 例えば、図24に示すように、画像に含まれる複数の被写体のうち、未調整の視差量が $-m \sim +m$ の範囲内に含まれない被写体、つまり図中の枠W1で囲まれた領域内に位置する被写体に対しては、 $\pm m$ に視差量が調整されるように立体調整パラメータCの値を決定しても良い。この場合には、枠W1と枠W2との境界で微分値が不連続となる。この場合、 $-m \sim +m$ の範囲内に含まれない視差量のみ調整すればよいので処理が簡単になるとともに、一

$m \sim +m$ の範囲内に含まれる被写体については、視差が抑制されないので立体感が失われることがない。

[0222] また、以上の実施形態では、画像に含まれる被写体がシーンの奥行き方向に連続する場合に、これらの被写体の間で奥行き方向に対し視差量を滑らかに推移させることとして説明した。しかしながら、シーンの奥行き方向に連続する被写体は、画像に含まれる一部の被写体であっても良い。

[0223] また、以上の実施形態では、許容される視差量の閾値を $\pm m$ として説明した。しかしながら、許容される視差量の上限値および下限値に対し、互いに絶対値の異なる値を用いても良い。

[0224] 以上の本実施形態において説明した各処理フローは、制御部を制御する制御プログラムによって実行される。制御プログラムは、内蔵する不揮発性メモリに記録されており、適宜ワークメモリに展開されて各処理を実行する。あるいは、サーバに記録された制御プログラムが、ネットワークを介して各装置に送信され、ワークメモリに展開されて各処理を実行する。または、サーバに記録された制御プログラムがサーバ上で実行され、各装置は、ネットワークを介して送信されてくる制御信号に即して処理を実行する。

[0225] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0226] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0227] 10 デジタルカメラ、20 撮影レンズ、21 光軸、22 絞り、50 眼球、51 右目、52 左目、40 表示部、61、62、71、72 被写体、80 TVモニタ、81 メモリカードIF、82 リモコン、100 撮像素子、104、105、106 開口部、110 基本格子、201 制御部、202 A/D変換回路、203 メモリ、204 駆動部、205 画像処理部、207 メモリカードIF、208 操作部、209 表示部、210 LCD駆動回路、220 メモリカード、230 奥行情報検出部、231 算出部、232 決定部、233 視差画像データ生成部、234 動画生成部、301 大人、302 少年、303 少女、310 枠、320 タイトル、322 中心線、1610、1611 コントラスト曲線、1620、1621、1622、1624、1626、1628 視差量曲線、1623、1625 調整視差量曲線、1627、1629 曲線、1804、1805、1807、1808 分布曲線、1806、1809 合成分布曲線、1901 Lt分布曲線、1902 Rt分布曲線、1903 2D分布曲線、1905 調整Lt分布曲線、1906 調整Rt分布曲線、2083 タッチパネル、2310 ルックアップテーブル

請求の範囲

- [請求項1] 画像データを取得する取得部と、
前記画像データの画像に含まれる被写体の視差量を算出する算出部と、
前記画像データから視差画像データを生成するときに適用される、前記視差量を調整する調整値を、前記視差量に応じて決定する決定部と、
前記画像データに前記調整値を適用して、調整された前記視差量を有する画像となる視差画像データを生成する生成部とを備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記決定部は、前記算出部によって算出された前記視差量の絶対値が予め定められた閾値を超えた場合、前記視差量が前記閾値未満に調整されるように前記調整値を決定する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記決定部は、前記被写体がシーンの奥行き方向に連続する場合に、調整された前記視差量が前記被写体に関し、前記奥行き方向において連続するように前記調整値を決定する請求項1または2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記決定部は、前記被写体がシーンの奥行き方向に連続する場合に、調整された前記視差量の微分値が前記奥行き方向において連続するように前記調整値を決定する請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記算出部は、複数の前記被写体それぞれの視差量を算出し、
前記決定部は、前記調整値を、算出された前記視差量に応じて前記複数の被写体のそれぞれに対して決定する請求項1から4のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 調整された前記視差量を定めるために前記決定部に用いられる関数を使用者に選択させる選択部を備える請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。

- [請求項7] 前記調整値を適用して前記視差量を抑制したい被写体を使用者に指定させる指定部を備える請求項1から6のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項8] 前記被写体の輝度値を演算する演算部を備え、
前記決定部は、前記輝度値が小さいほど前記視差量が小さくなるように前記調整値を決定する請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項9] 前記画像データは、互いに視差を有する第1視差画像データと第2視差画像データを包含し、
前記生成部は、前記第1視差画像データと前記第2視差画像データに前記調整値を適用して、互いに前記第1視差画像データと前記第2視差画像データのそれぞれの画像間における視差量とは異なる視差量を有する画像となるように第3視差画像データと第4視差画像データを生成する請求項1から8のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 光学系を通過する入射光束のうち前記光学系の光軸に対して第1方向へ偏位した第1部分光束を受光する第1視差画素群と、前記第1方向とは異なる第2方向へ偏位した第2部分光束を受光する第2視差画素群とを含む撮像素子と、
前記第1視差画素群の出力に基づいて生成された第1視差画像データと前記第2視差画素群の出力に基づいて生成された第2視差画像データとを含む前記画像データを前記取得部によって取得する請求項1から9のいずれか1項に記載の画像処理装置と
を備える撮像装置。
- [請求項11] 画像データを取得する取得部と、
前記画像データの画像に含まれる被写体の視差量を算出する算出部と、
前記視差量に基づいて前記被写体の奥行き方向の距離を検出する検出部と、

前記被写体のうち、前記奥行き方向の距離が予め定められた範囲を超える部分に対して、前記視差量を調整する決定部と、

前記調整された前記視差量を有する視差画像データを生成する生成部と

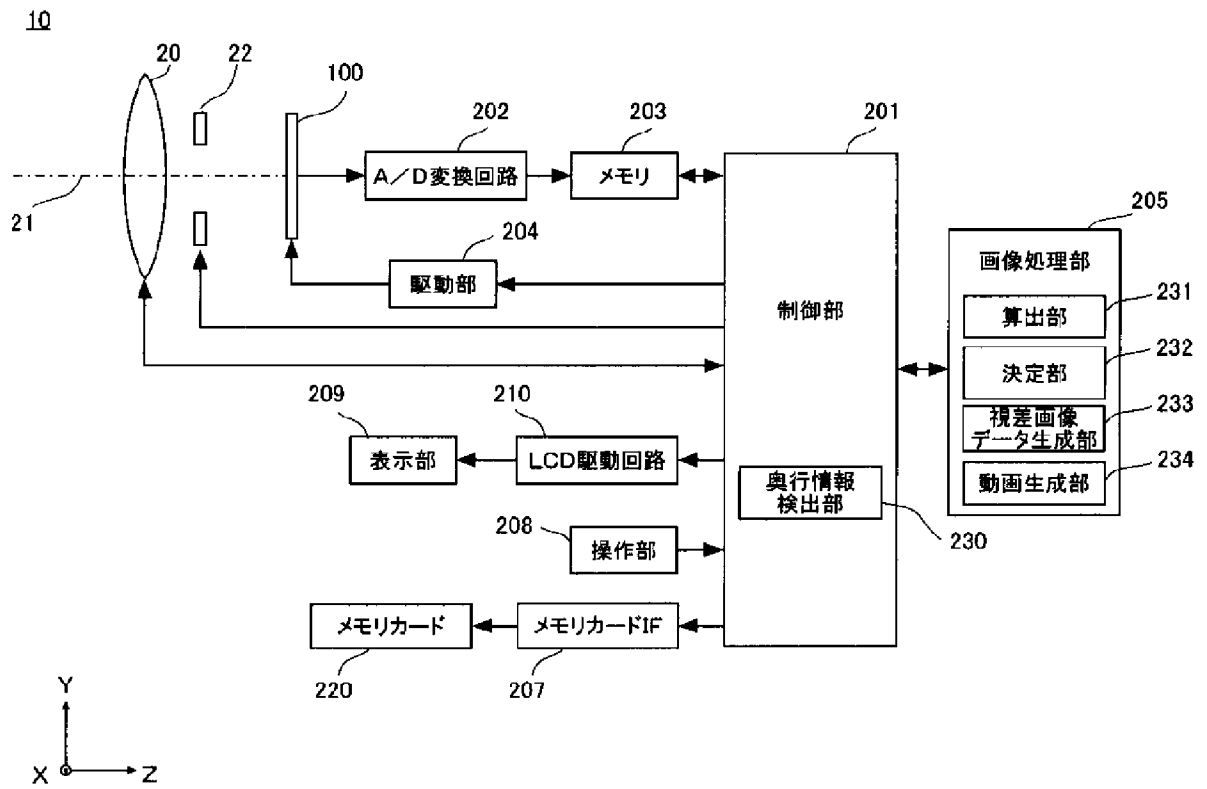
を備える画像処理装置。

[請求項12] 前記決定部は、前記奥行き方向の距離が予め定められた範囲を超える前記被写体の部分に対して、その視差量が予め定められた範囲未満となるように当該視差量を調整する請求項11に記載の画像処理装置。

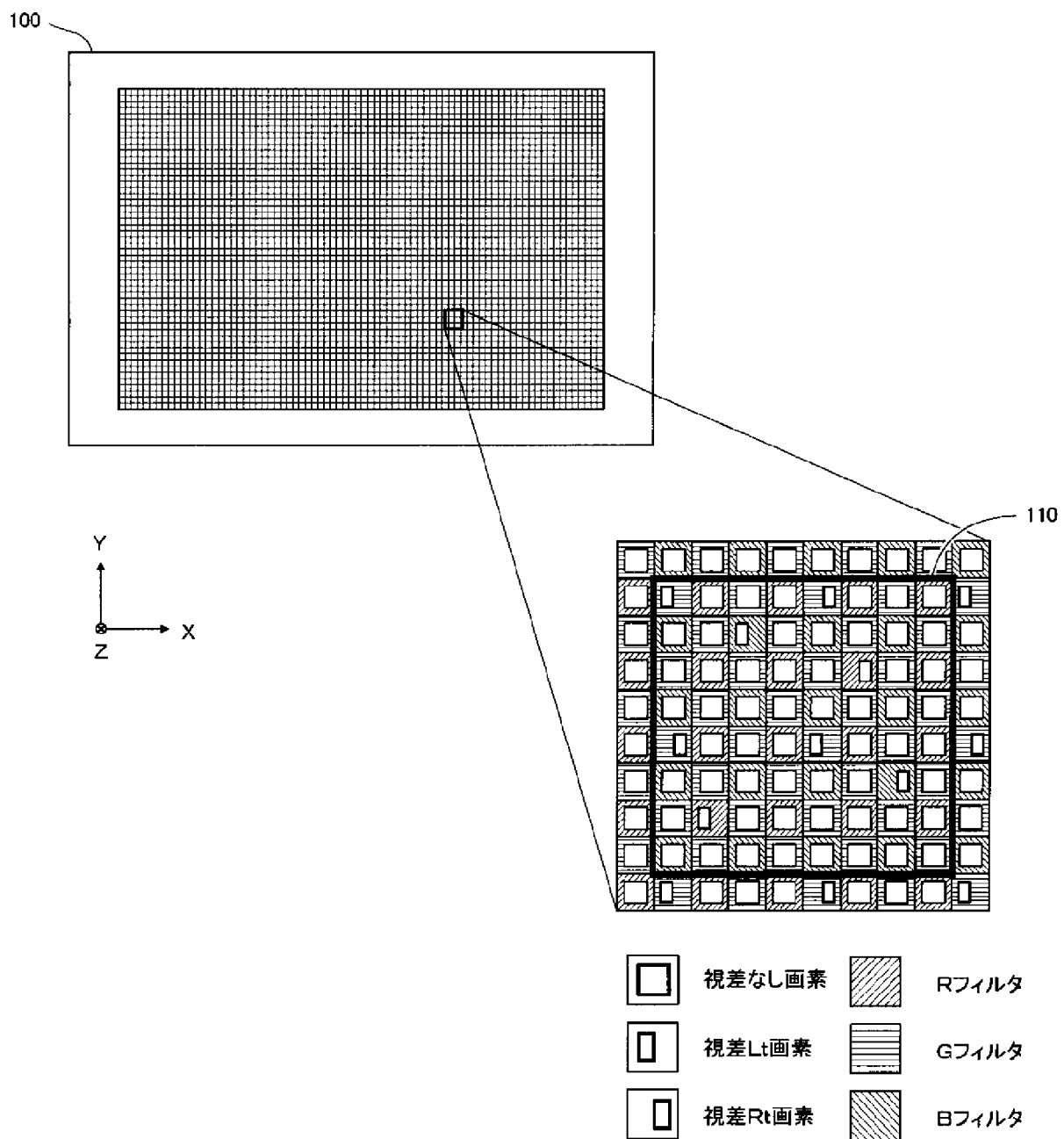
[請求項13] 前記決定部は、前記被写体の奥行き方向に関する位置関係を維持したまま前記視差量を調整する請求項11または12に記載の画像処理装置。

[請求項14] 画像データを取得する取得ステップと、
前記画像データの画像に含まれる被写体の視差量を算出する算出ステップと、
前記画像データから視差画像データを生成するときに適用される、前記視差量を調整する調整値を、前記視差量に対して決定する決定ステップと、
前記画像データに前記調整値を適用して、互いに調整された前記視差量を有する画像となる視差画像データを生成する生成ステップと
をコンピュータに実行させる画像処理プログラム。

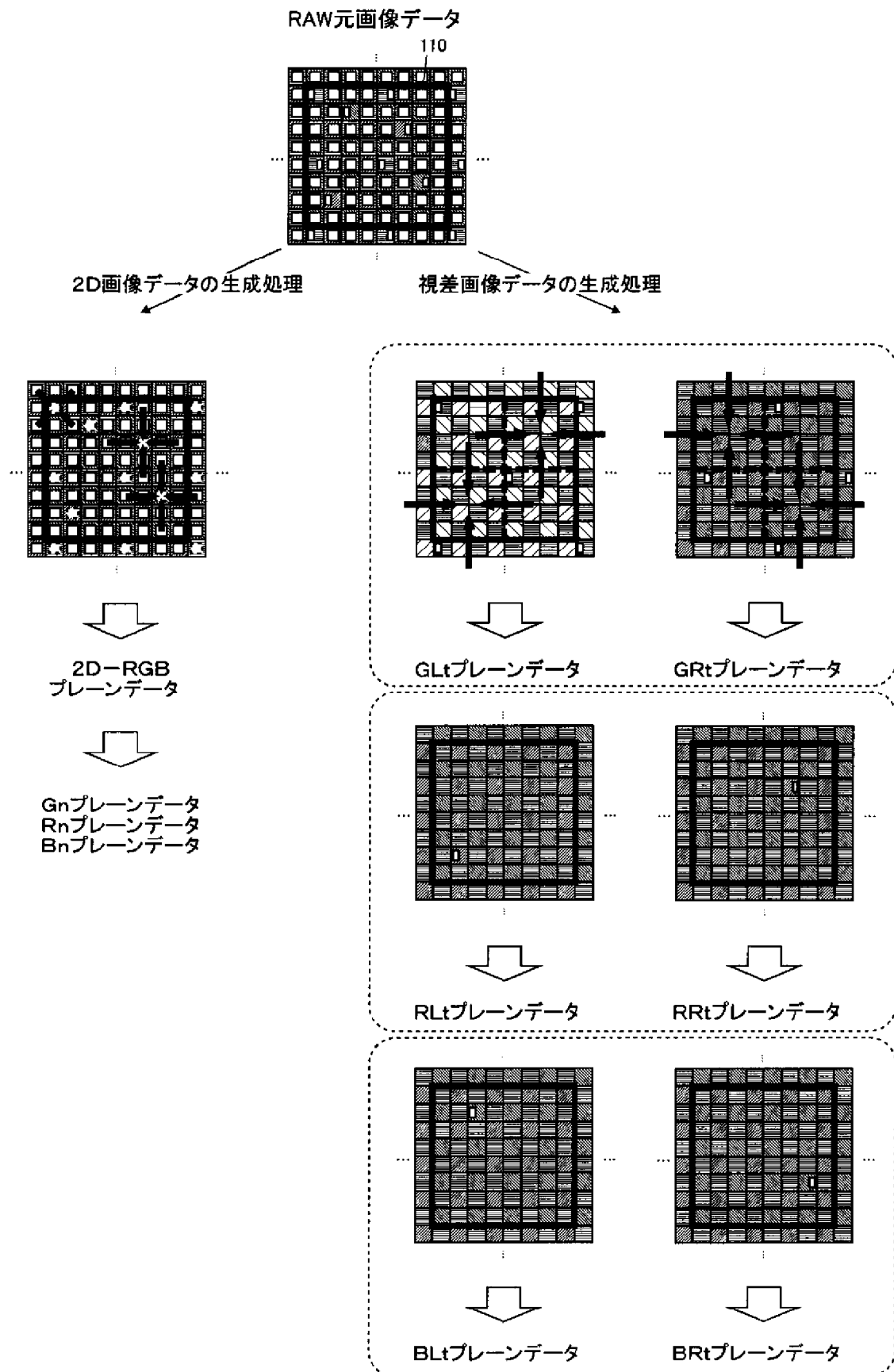
[図1]



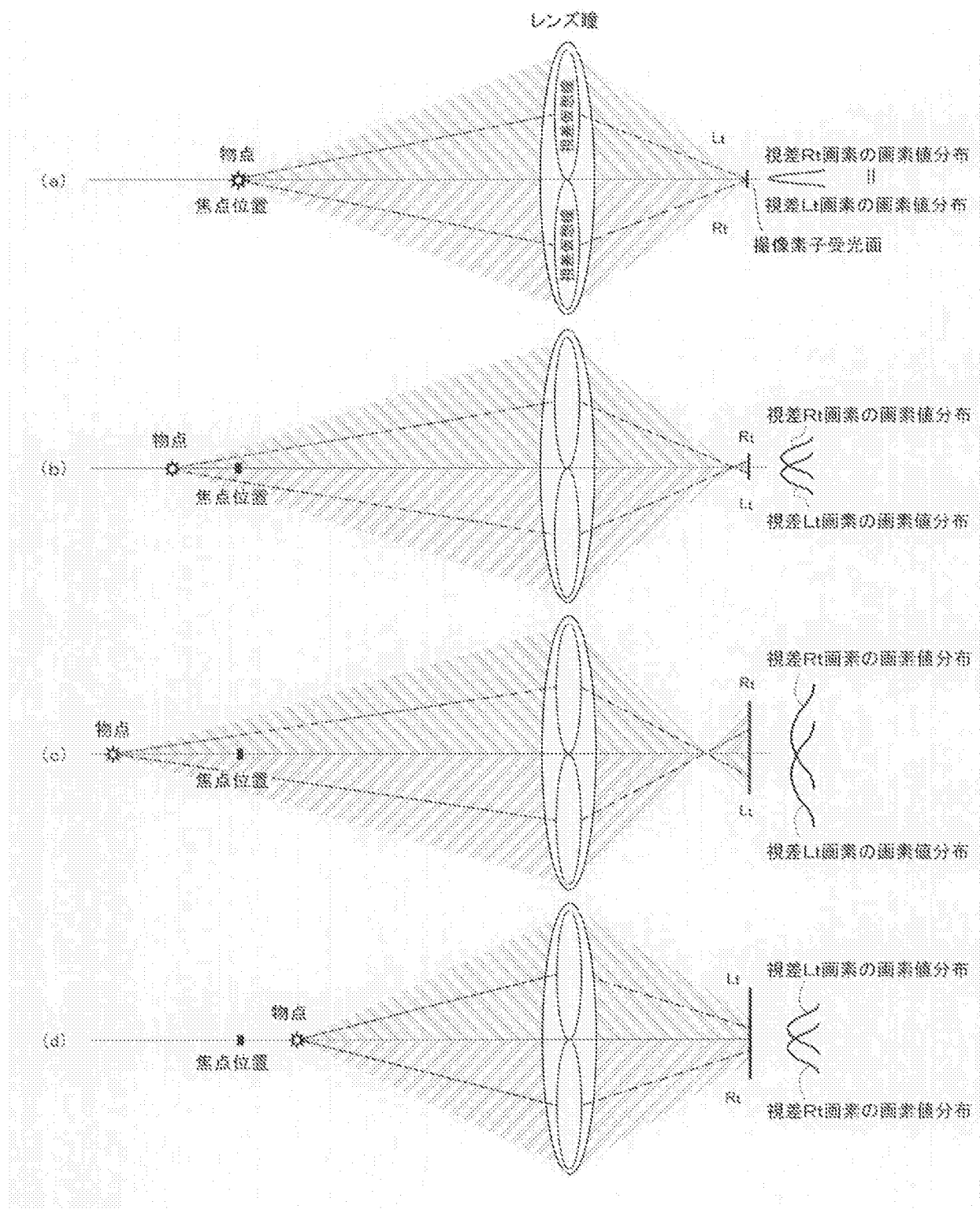
[図2]



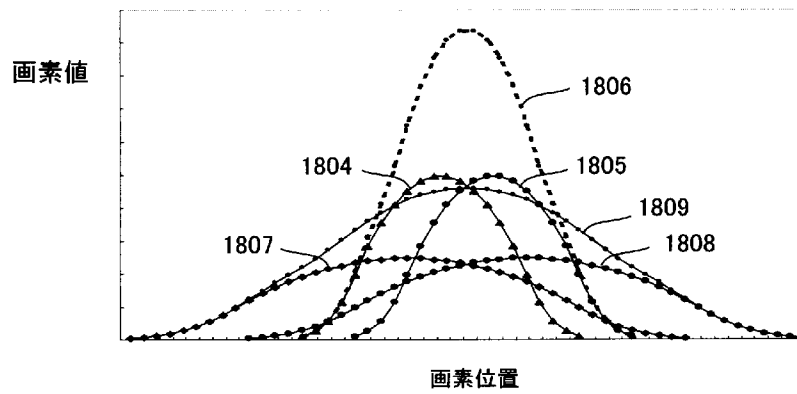
[図3]



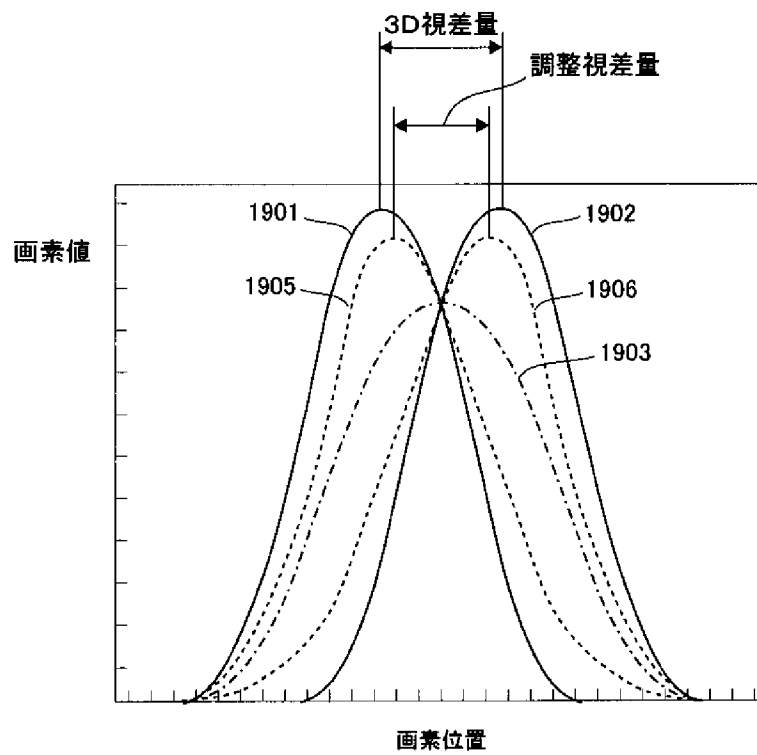
[図4]



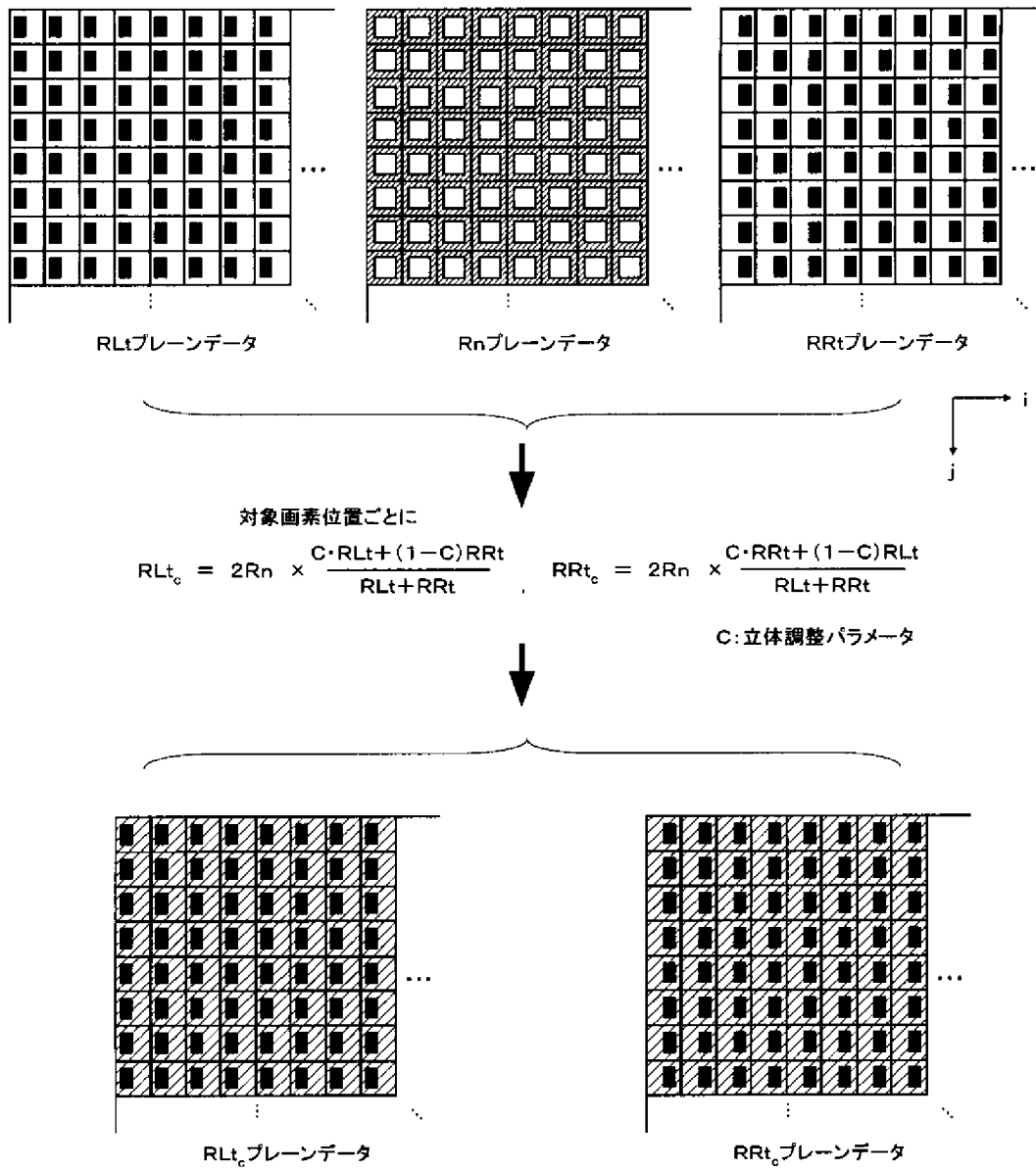
[図5]



[図6]

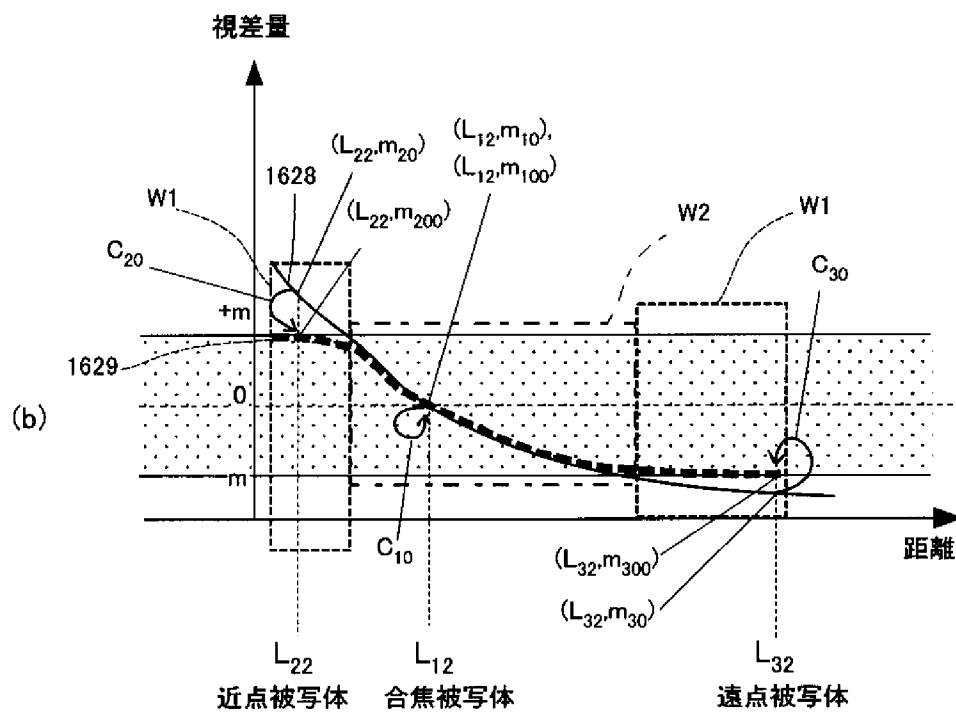
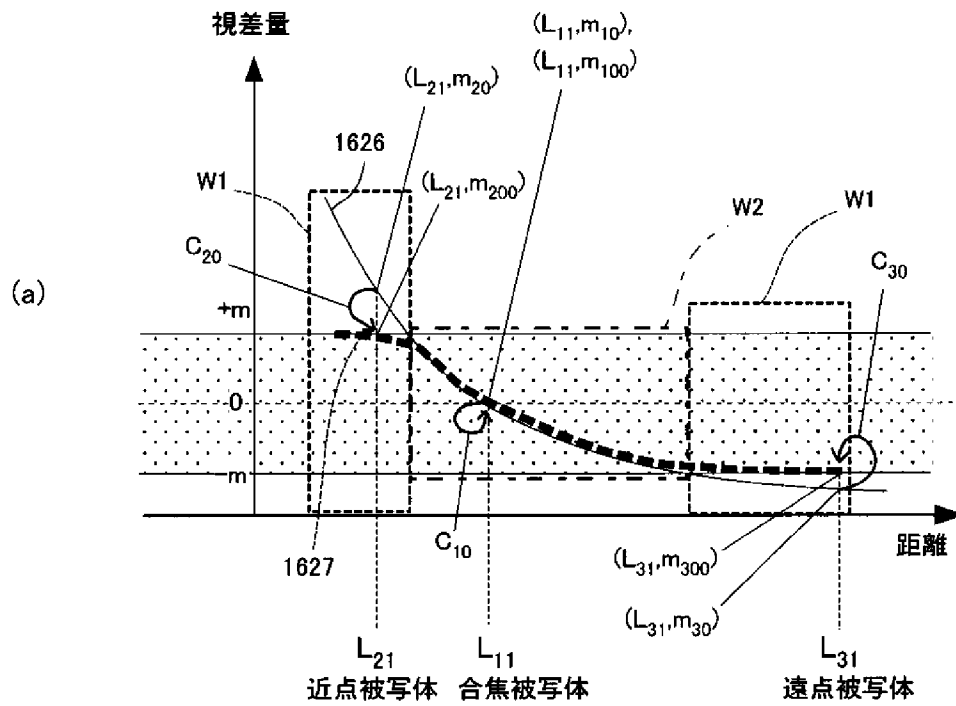


[図7]

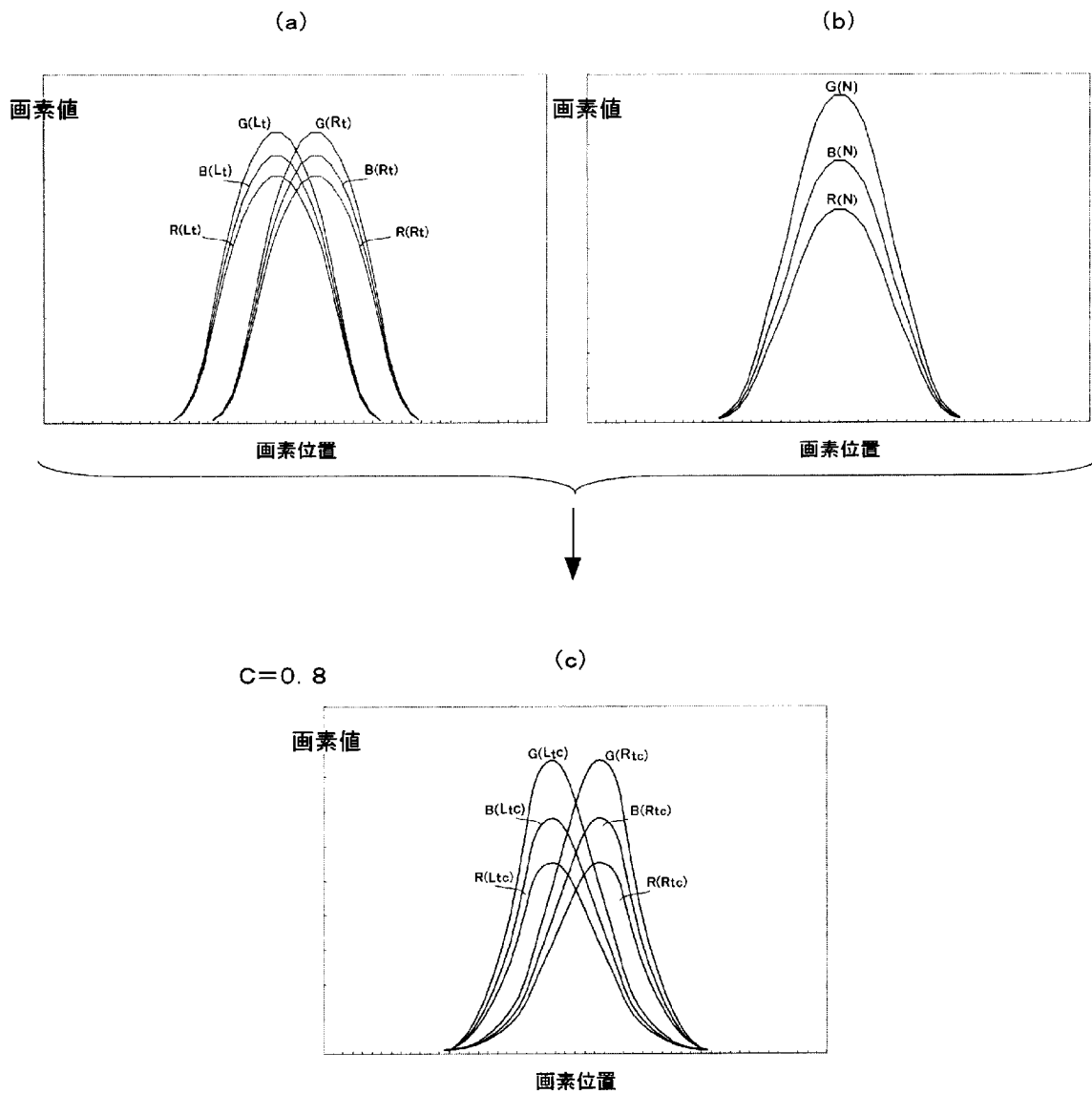


視差量	立体調整パラメータの値
$\vdots$	$\vdots$
m_{20}	C_{20}
$\vdots$	$\vdots$
m_{10}	C_{10}
$\vdots$	$\vdots$
m_{30}	C_{30}
$\vdots$	$\vdots$

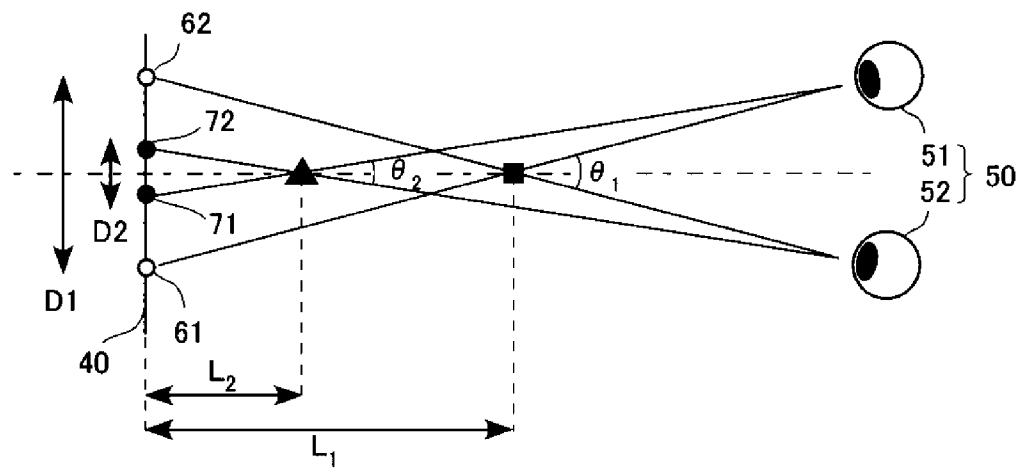
[図10]



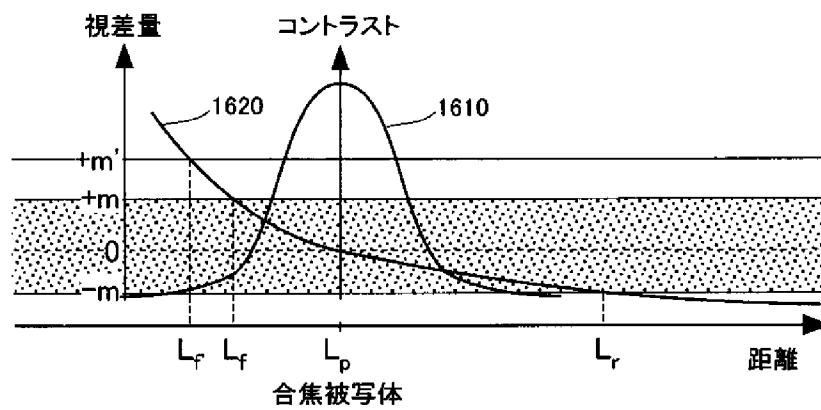
[図11]



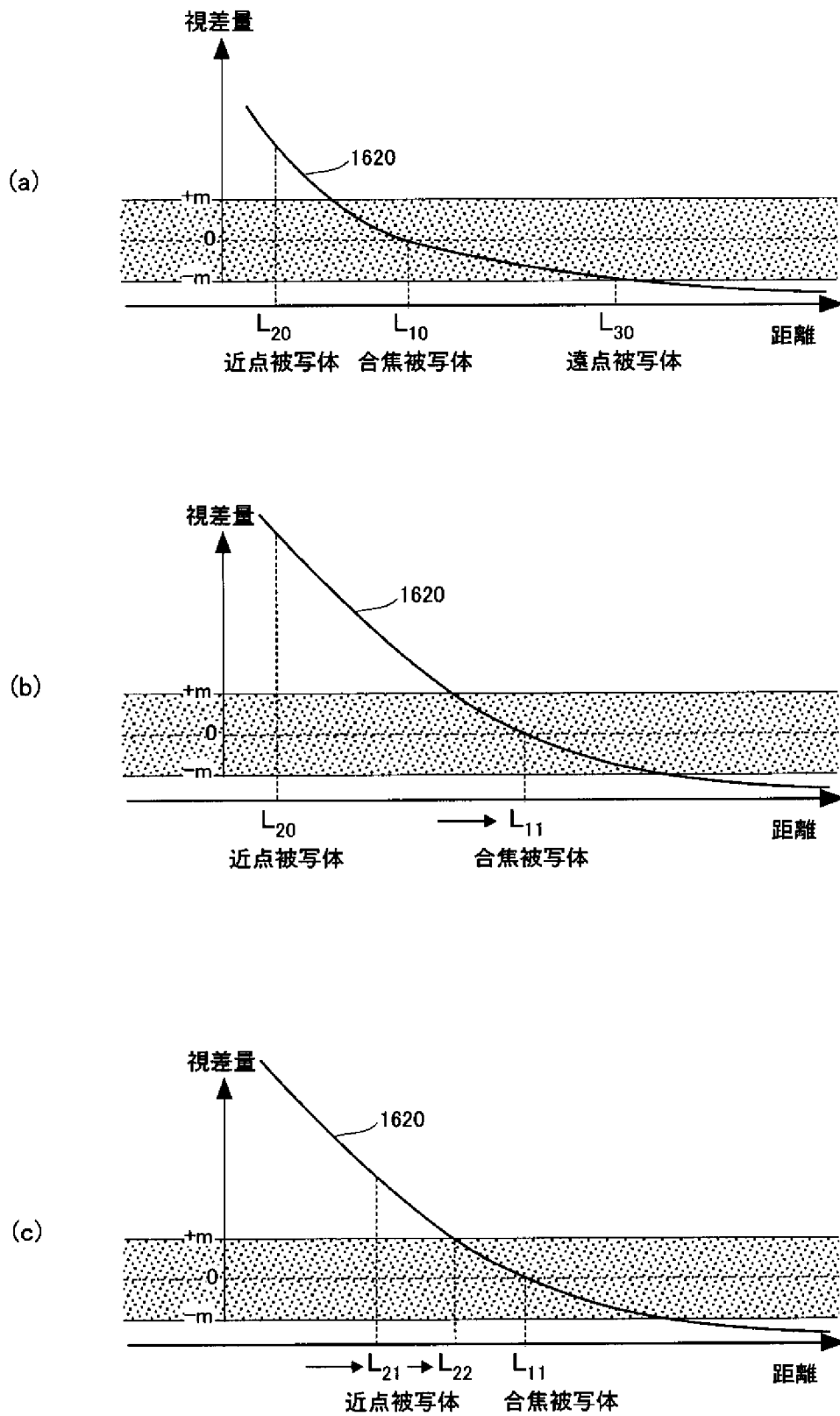
[図12]



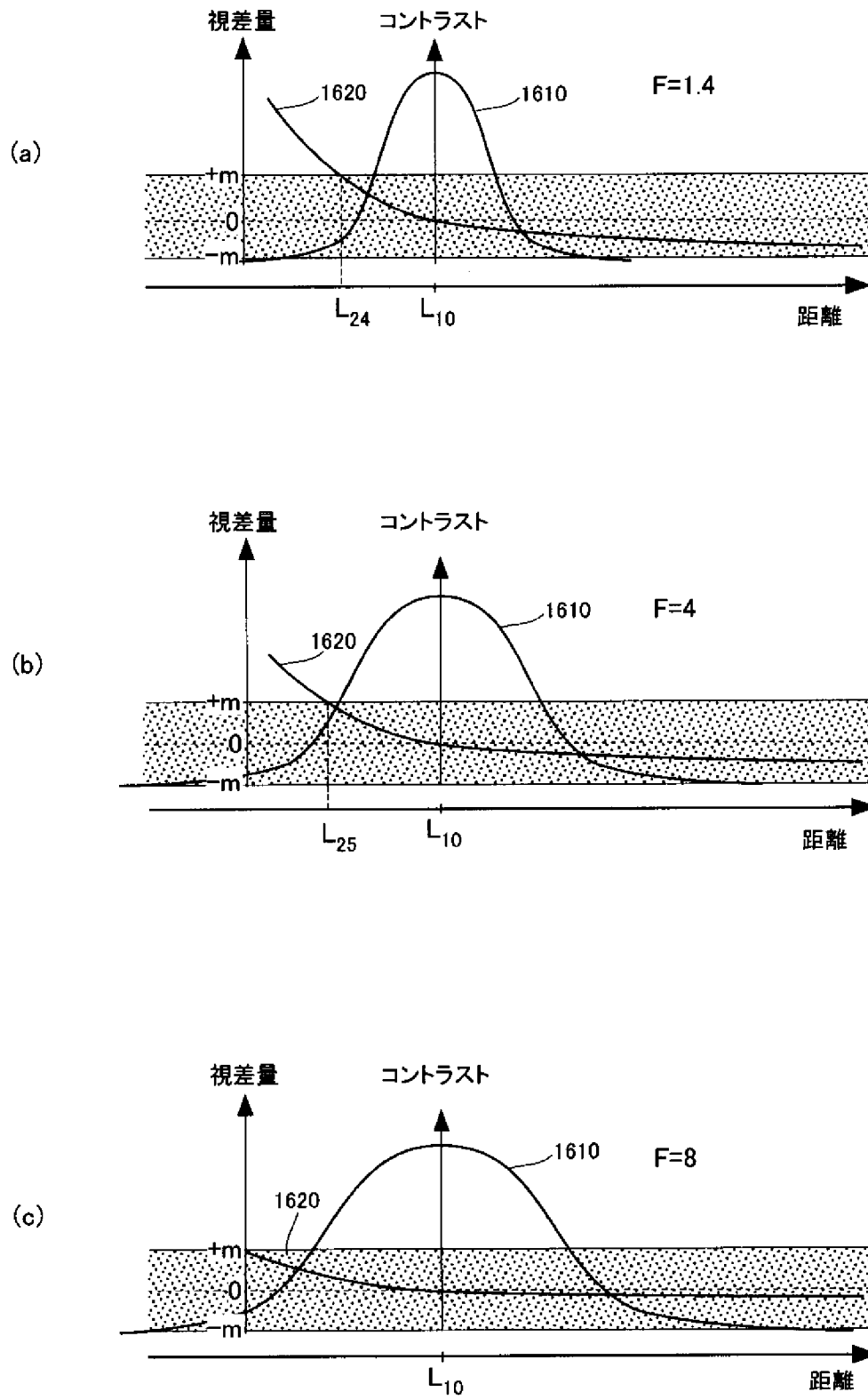
[図13]

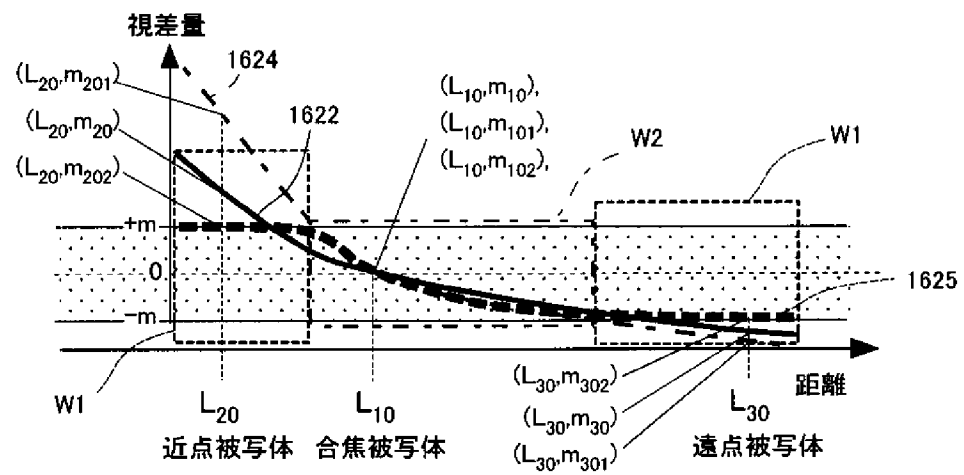
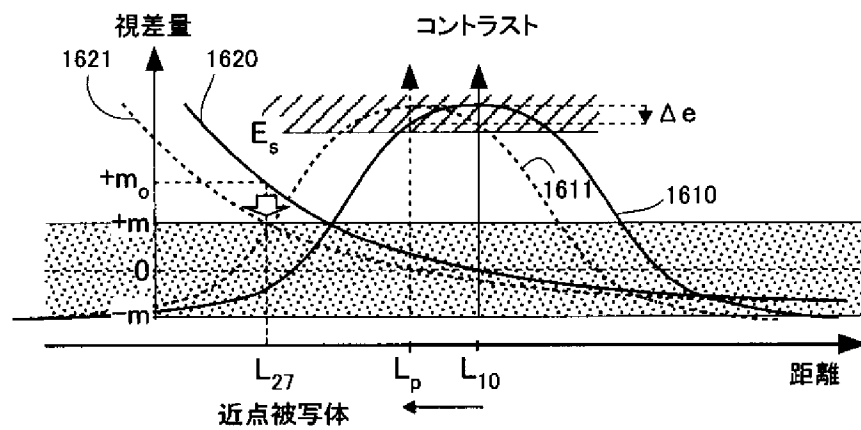


[圖14]

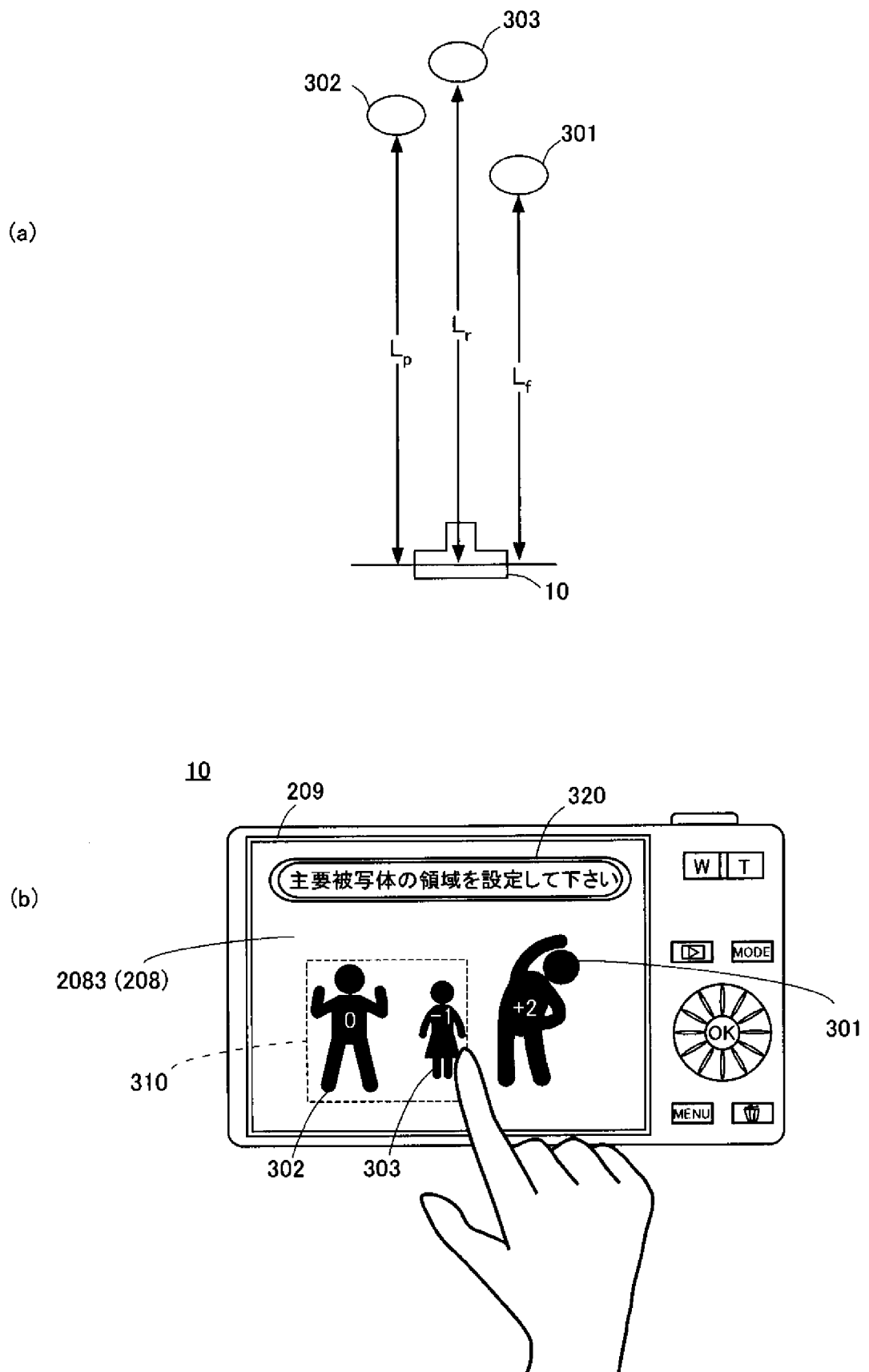


[図15]

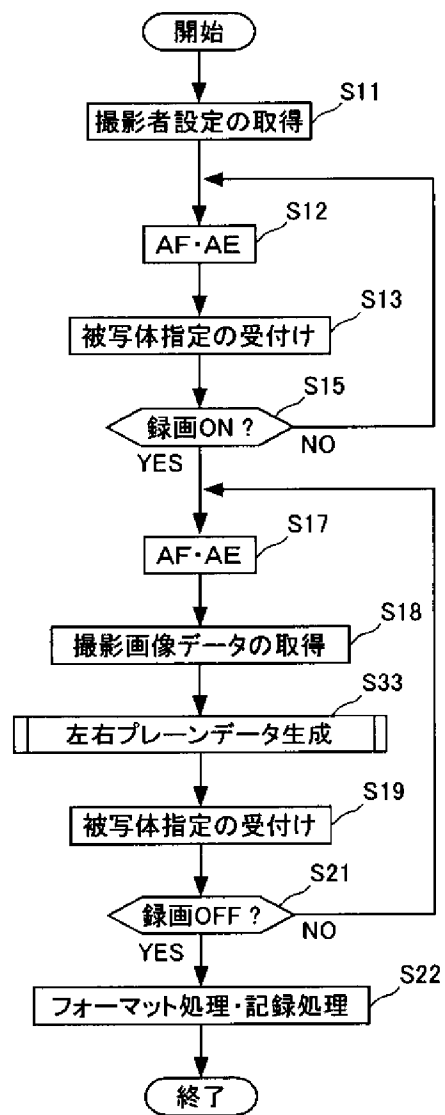




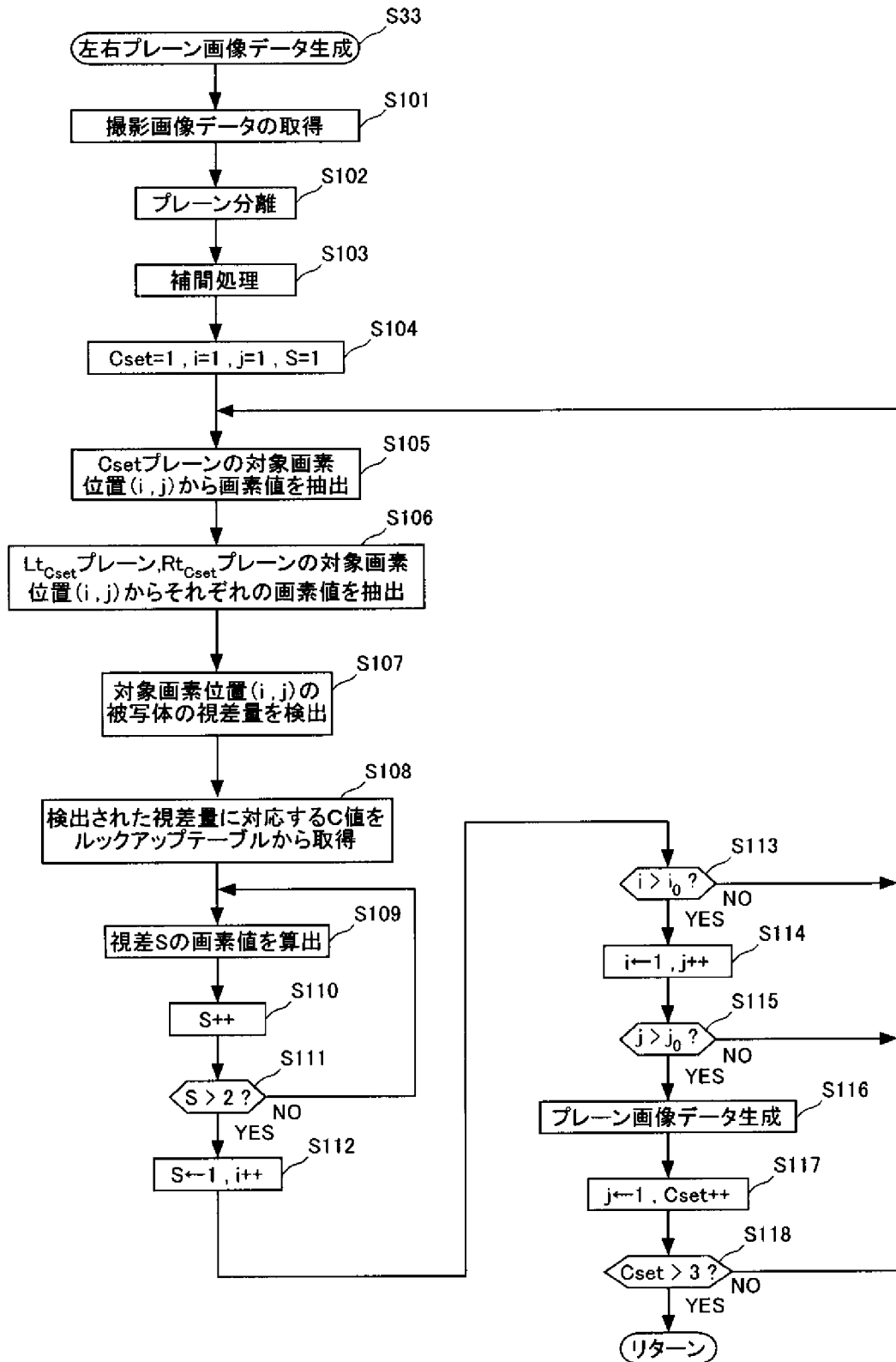
[図18]



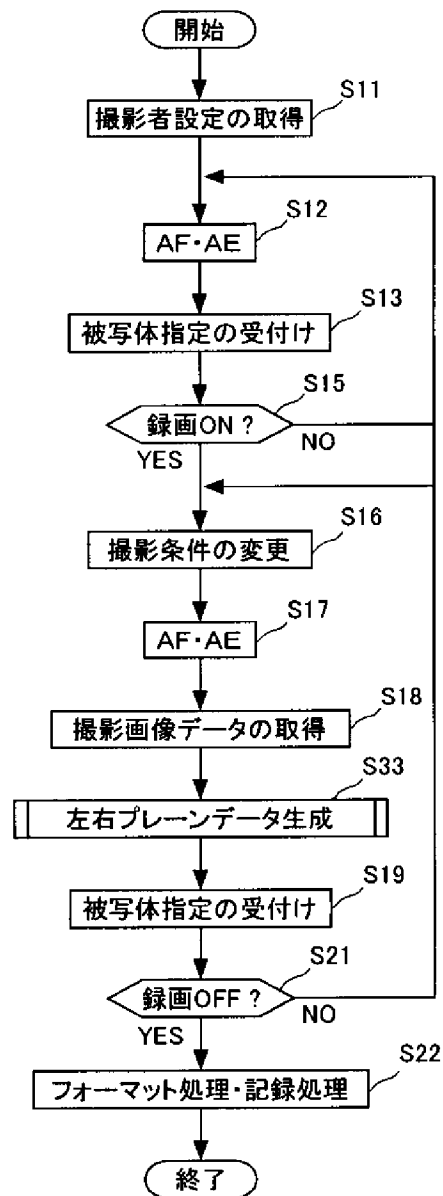
[図19]



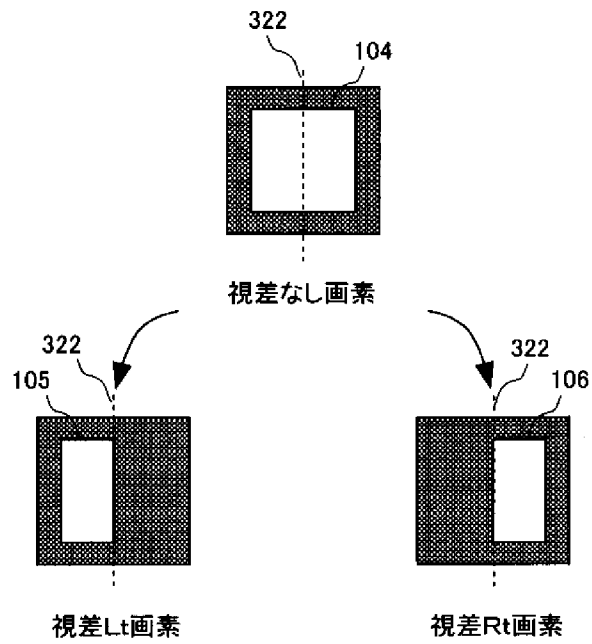
[図20]



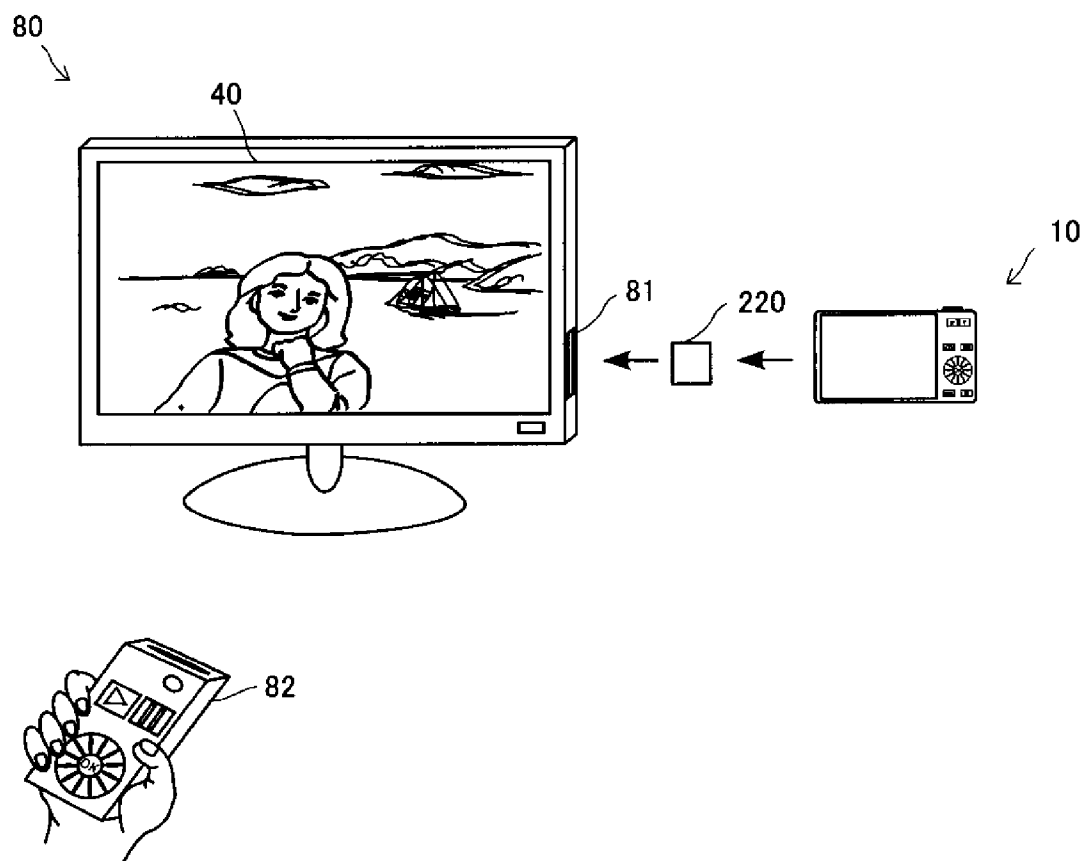
[図21]



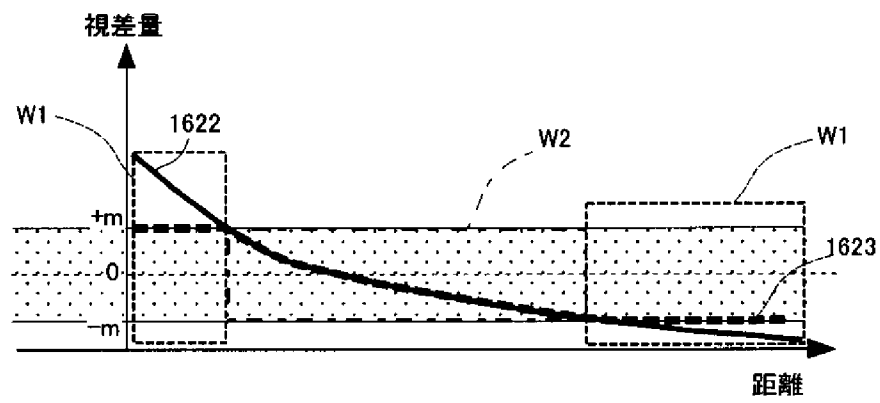
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N13/00(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i, H04N13/02(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)

H04N13/00-15/00, G03B35/08

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2011-259045 A (Sony Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0025] to [0030], [0038] to [0043]; fig. 2, 3, 6, 7 & WO 2011/155330 A1 & EP 2445223 A1 & US 2012/0148147 A1 & CN 102474644 A	1-4, 6, 9, 14 10
X Y	WO 2012/153378 A1 (Fujitsu Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraphs [0041], [0042], [0045], [0046], [0050], [0057], [0060], [0065], [0067], [0070], [0071], [0073] to [0075] & EP 2706748 A1 & US 2014/0063195 A1	1, 2, 5, 7, 9, 11-14 10

☒ 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
10 July 2015 (10.07.15)

Date of mailing of the international search report
21 July 2015 (21.07.15)

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/JP2015/062202

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-229764 A (Nikon Corp.), 07 November 2013 (07.11.2013), paragraphs [0080], [0084] to [0105]; fig. 10, 17 to 20 & WO 2013/161313 A1 & US 2015/0103144 A1 & CN 104412586 A	10
X	JP 2013-118515 A (Canon Inc.), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0027] to [0030], [0034], [0035], [0040] to [0042], [0057], [0075] to [0087], [0096]; fig. 4, 13 (Family: none)	11-13
A	JP 2012-213070 A (Toshiba Corp.), 01 November 2012 (01.11.2012), paragraph [0026] (Family: none)	8
A	JP 2011-259012 A (Fujifilm Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0073] to [0080] (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N13/00(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i, H04N13/02(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. H04N13/00-15/00, G03B35/08

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2011-259045 A（ソニー株式会社）2011.12.22, [0025] - [0030], [0038] - [0043], 図2,	1-4, 6, 9, 14
Y	図3, 図6, 図7 & WO 2011/155330 A1 & EP 2445223 A1 & US 2012/0148147 A1 & CN 102474644 A	10
X	WO 2012/153378 A1（富士通株式会社）2012.11.15, [0041], [0042], [0045], [0046],	1, 2, 5, 7, 9, 11-14
Y	[0050], [0057], [0060], [0065],	10

☒ 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 0 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 7 . 2 0 1 5

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）

益戸 宏

5 P

9 3 8 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

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
	[0067], [0070], [0071], [0073] - [0075] & EP 2706748 A1 & US 2014/0063195 A1	
Y	JP 2013-229764 A (株式会社ニコン) 2013.11.07, [0080], [0084] - [0105], 図10、図17 - 図20 & WO 2013/161313 A1 & US 2015/0103144 A1 & CN 104412586 A	10
X	JP 2013-118515 A (キヤノン株式会社) 2013.06.13, [0027] - [0030], [0034], [0035], [0040] - [0042], [0057], [0075] - [0087], [0096], 図4, 図13 (ファミリーなし)	11-13
A	JP 2012-213070 A (株式会社東芝) 2012.11.01, [0026] (ファミリーなし)	8
A	JP 2011-259012 A (富士フイルム株式会社) 2011.12.22, [0073] - [0080] (ファミリーなし)	8