

(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2月5日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/015966 A1

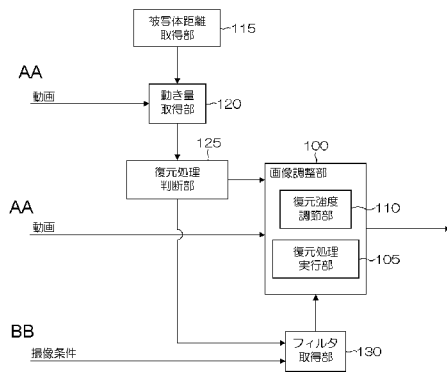
- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G06T 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067106
- (22) 国際出願日: 2014年6月27日(27.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-160768 2013年8月1日(01.08.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 林 健吉(HAYASHI Kenkichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 杉本 雅彦(SUGIMOTO Masahiko); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 成瀬 洋介(NARUSE Yousuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 入江 公祐(IRIE Kosuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 小田原 修一, 外(ODAHARA Shuichi et al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1250番地 F F T P M O 棟6F Kanagawa (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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (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,

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 撮像装置、撮像方法及び画像処理装置

FIG. 5



- 100 Image adjustment unit
105 Reconstruction-process execution unit
110 Reconstruction-strength modification unit
115 Subject-distance acquisition unit
120 Motion-amount acquisition unit
125 Reconstruction-process determination unit
130 Filter acquisition unit
AA Video
BB Imaging conditions

(57) Abstract: This invention provides an imaging device, imaging method, and image processing device whereby, even if an image that is out of focus due to the focused subject or the camera moving during imaging is taken and acquired, the image-quality degradation that can result from a reconstruction process performed on such an out-of-focus image is minimized. An imaging device (10) that constitutes one mode of this invention is provided with the following: a subject-distance acquisition unit (115); a motion-amount acquisition unit (120) that acquires the amount of motion of the subject on the basis of the distance to the subject; a reconstruction-process determination unit (125) that determines, on the basis of the motion amount acquired by the motion-amount acquisition unit (120), whether to subject an image to a reconstruction process using a reconstruction filter, subject the image to a reconstruction process with a modified reconstruction strength, or not subject the image to a reconstruction process; and a reconstruction-process execution unit (105) that, on the basis of the determination performed by the reconstruction-process determination unit (125), subjects the image to a reconstruction process using a reconstruction filter or a modified reconstruction strength.

(57) 要約:

[続葉有]



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
MR, NE, SN, TD, TG).

本発明は、撮影中に合焦対象の被写体やカメラが動くことによりデフォーカス状態の画像が撮影取得された場合であっても、そのようなデフォーカス状態の画像に対する復元処理によってもたらされうる画質劣化を抑制する撮像装置、撮像方法及び画像処理装置を提供する。本発明の一態様である撮像装置 10 は、被写体距離取得部 115 と、その被写体距離に基づいて被写体の動き量を取得する動き量取得部 120 と、動き量取得部 120 により取得された動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理が行わないかを判断する復元処理判断部 125 と、復元処理判断部 125 の判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部 105 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：撮像装置、撮像方法及び画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置、撮像方法及び画像処理装置に係り、特に点拡がり関数に基づく復元処理を行う撮像装置、撮像方法及び画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] 光学系を介して撮影される被写体像には、光学系に起因する回折や収差等の影響により、点被写体が微小な広がりを持つ所謂点拡がり現象が見られることがある。光学系の点光源に対する応答を表す関数は点拡がり関数（P S F : P o i n t S p r e a d F u n c t i o n）と呼ばれ、撮影画像の解像度劣化（ボケ）を左右するパラメータとして知られている。

[0003] この点拡がり現象のために画質劣化した撮影画像は、P S Fに基づく復元処理（点像復元処理）を受けることで画質を回復することができる。復元処理は、レンズ（光学系）の収差等に起因する劣化特性（点像特性）を予め求めておき、その点像特性に応じた復元フィルタを用いる画像処理によって撮影画像の点拡がりをキャンセルする処理である。

[0004] この復元処理については様々な手法が提案されており、例えば特許文献1は、画像品質を劣化させずに撮影画像の回復処理を行うための撮像装置を開示する。この撮像装置は、点像広がり関数（点拡がり関数）の信頼性を判定し、その信頼性の判定結果に基づいて画像回復処理を行う。

[0005] また特許文献2は、オートフォーカス機構から被写体距離が得られない場合の画像回復精度を向上させるための画像回復装置を開示する。この画像回復装置は、被写体距離を推定し、その推定結果に基づいて回復フィルタを算出し、算出された回復フィルタを用いて画像データを回復する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-260622号公報

特許文献2：特開 2011-217274 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上述の復元処理は、光学特性のひとつである、光学系による点拡がり現象（撮像光学特性）のためにボケた画像を本来のシャープな画像に復元する処理であり、画質劣化した原画像データに対して点拡がり関数に基づく復元フィルタを適用することで、画質劣化が除去された回復画像を取得する技術である。
- [0008] そのため、光学系の点拡がり現象によってもたらされる画質劣化が正確に把握され、そのような画質劣化を厳密に除去可能な復元フィルタが設計され、光学系による点拡がり現象のために起こる画質劣化が原画像データに的確に反映されていれば、原理的には、「画質劣化した撮影画像」から「被写体像が忠実に再現された高画質な画像」を得ることが可能である。
- [0009] したがって、被写体像を忠実に再現した回復画像を得るためには、復元処理に使用する「復元フィルタの特性」と「点拡がり現象による原画像データの画質劣化」とが適切にマッチングしていることが必要とされる。
- [0010] しかしながら、被写体像や撮影機器類の特性によっては、「復元フィルタの特性」と「原画像データの画質劣化」とが適切にマッチングしないことがある。
- [0011] 例えば、動画撮影では撮影中に被写体やカメラが動くことで、被写体距離等の撮影条件が変わって合焦位置におけるフォーカス状態が変わってしまい、デフォーカス状態になってしまうことがある。そのようなデフォーカス状態に陥っても、オートフォーカス機能が働いている場合には、フォーカス状態が自動的に回復され、主要被写体に焦点が合った動画撮影を続行することができる。
- [0012] しかしながら、「被写体距離等の撮影条件の変動に伴うデフォーカス状態」から「オートフォーカス機能によるフォーカス状態の自動的な回復」までには時間を要する。その「デフォーカス状態からフォーカス状態への自動的

な回復までの時間（回復処理時間）」は、撮影機器毎のオートフォーカス能力によって変動するが、その間はフォーカスが合っていない状態となる。一方、その回復処理時間の間も動画は撮影され、その間に撮影される「フォーカスが合っていない動画」に対する復元処理では、「復元フィルタの特性」と「原画像データの画質劣化」とが適切にマッチングしないこととなる。このようなデフォーカス画像に対して復元処理を行うと、過補正等による画質劣化を生じることがある。したがって、デフォーカス状態に陥ってから適切なフォーカス状態への調整が行われている間に撮影される画像は、復元処理に適さない状態にある。

[0013] これは、合焦対象の被写体が定められてその被写体を追尾しながら合焦を続行する追尾オートフォーカス機能（コンティニュアスオートフォーカス機能を含む）が働いている場合も同様である。すなわち、被写体やカメラの動きに対して撮影機器の追尾能力やオートフォーカス速度が十分ではない場合、かえって「復元フィルタの特性」と「原画像データの画質劣化」が適切にマッチングしない状態が生じ易くなり、また「被写体やカメラの動きに伴うデフォーカス状態」から「追尾オートフォーカス機能によるフォーカス状態の自動的な回復」までの間に撮影される動画は「フォーカスが合っていない動画」となる。そして、そのような「フォーカスが合っていない動画」に対する復元処理で使用する復元フィルタの特性と動画の画質劣化（点拡がり現象）とは、適切にマッチングしないこととなる。

[0014] このように「点拡がり現象による原画像データの画質劣化」に対して適切にマッチングしていない復元フィルタを使用して復元処理を行うと、画質劣化を十分に取り除くことができず、場合によっては復元処理により画質劣化を助長してしまう。

[0015] 上述の特許文献1及び特許文献2は、上述の課題に対する言及は全くなされておらず、そのような課題を解決するための有効な手段を開示も示唆もしていない。

[0016] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、撮影中に合焦対象の被

写体やカメラが動いてデフォーカス状態の画像が撮影取得されても、そのようなデフォーカス状態の画像に対する復元処理によってもたらされうる画質劣化を抑制する技術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

[0017] 本発明の一態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、撮像部が生成する画像の被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、被写体距離取得部が取得した被写体距離に基づいて、撮像部において生成される連続する複数の画像間における、光学系の光軸方向に関する被写体の動き量を取得する動き量取得部と、動き量取得部により取得された動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、復元処理判断部により復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節部と、復元処理判断部の判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、を備える撮像装置に関する。

[0018] 本態様によれば、被写体の動き量に基づいて、復元処理の復元強度の調節の有無又は復元処理の実行の有無が判断され、その判断結果に応じた処理が行われる。そのため、画像撮影中に被写体やカメラが動いてデフォーカス状態の画像が撮影取得されても、そのようなデフォーカス状態の画像に対する復元処理の復元強度を調節したり、復元処理を行わないことで、復元処理によってもたらされうる画質劣化を効果的に抑制したりすることができる。

[0019] なお、「光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像」は、経時的に連続的に撮影取得される複数画像であり、連続した複数のフレームによって構成されメモリに記憶される記録動画、撮影時や撮影前後において表示部に表示されるライブビュー画像、連続したシャッター動作（連写）によって取

得される複数の静止画像、等が含まれる。

[0020] 本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、被写体を追尾して、光学系のオートフォーカス制御を行うオートフォーカス部と、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、撮像部が生成する画像の被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、被写体距離取得部が取得した被写体距離に基づいて、撮像部において生成される連続する複数の画像間における、光学系の光軸方向に関する被写体の動き量を取得する動き量取得部と、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、復元処理実行部により連続する複数の画像に対して復元処理を実行する場合に、動き量取得部により取得される動き量に基づいて、被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御が中止される、又は継続されると判断する追尾オートフォーカス判断部と、を備える撮像装置であって、オートフォーカス部は、追尾オートフォーカス判断部により、被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御が中止されると判断された場合には、撮像部が生成する画像におけるフォーカスエリア内の被写体に対して、光学系のオートフォーカス制御を行う撮像装置に関する。

[0021] 本態様によれば、被写体の動き量に基づいて、被写体を追尾するオートフォーカス制御の継続の有無が判断され、その判断結果に応じたオートフォーカス制御が行われる。被写体の動き量が大きい場合には追尾オートフォーカスが中止され、フォーカスエリア内の被写体に対するオートフォーカス制御が新たに行われる。本態様のようなオートフォーカス制御が行われることで、被写体の動き量が大きい場合等には追尾オートフォーカスが中止され、デフォーカス状態の画像の撮影が継続されることを回避することができる。

[0022] 本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、撮像部における画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定部と、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、フレームレート

設定部で設定されたフレームレートに基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、復元処理判断部により復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節部と、復元処理判断部の判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、を備える撮像装置に関する。

[0023] 本態様によれば、設定されたフレームレートに基づいて、復元処理の復元強度の調節の有無又は復元処理の実行の有無が判断され、その判断結果に応じた処理が行われる。そのため、例えばフレームレートが十分に高い場合には、被写体の動きに対して各フレームで適切な撮影が可能であるため復元強度を維持した復元処理を行ってもよい。また、フレームレートが十分に高くない場合には、被写体の動きに対して各フレームで適切な撮影ができないため復元強度を弱めた復元処理を行ったり復元処理を行わないようにしたりしてもよい。これにより、復元処理による画質劣化を効果的に防ぐことができる。

[0024] 望ましくは、撮像装置は、さらに、動き量取得部により取得された動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、復元処理判断部により復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節部と、を備え、復元処理実行部は、復元処理判断部の判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する。

[0025] 本態様によれば、動き量に基づいて、復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断して、画像処理が行われる。これにより、被写

体の動き量に適した復元処理を実行することができる。

[0026] 望ましくは、撮像装置は、さらに、撮像部における画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定部を有し、復元処理判断部は、フレームレート設定部で設定されたフレームレート及び動き量取得部で取得される被写体の動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する。

[0027] 本態様によれば、設定されたフレームレート及び被写体の動き量に基づいて、復元処理の復元強度の調節の有無又は復元処理の実行の有無が判断され、その判断結果に応じた処理が行われる。したがって、例えば被写体の動き量に対してフレームレートが十分に高い場合には、被写体の動きに対して各フレームで適切な撮影が可能であるため復元強度を維持した復元処理を行ってもよい。また、被写体の動き量に対してフレームレートが十分に高くない場合には、被写体の動きに対して各フレームで適切な撮影ができないため復元強度を弱めた復元処理を行ったり復元処理を行わないようにしたりしてもよい。これにより、復元処理による画質劣化を効果的に防ぐことができる。

[0028] 望ましくは、復元処理判断部は、被写体がフォーカス状態である場合には、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われると判断し、被写体がデフォーカス状態である場合には、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断する。

[0029] 本態様によれば、被写体がデフォーカス状態にあるかフォーカス状態にあるかに基づいて、復元処理の復元強度の調節の有無の判断が行われるため、過補正等の画質劣化を防いだ適切な復元処理を行うことができる。

[0030] 望ましくは、復元処理判断部は、光学系の光軸方向の動き量及び被写体距離に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、又は復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるかを判断する。

[0031] 本態様によれば、被写体の光軸方向への動き量及び被写体距離に基づいて

、復元処理の実行の有無及び復元処理の復元強度の調節の有無の判断が行われるため、被写体距離の変動に伴う「復元処理による画質劣化」をより確実に防ぐことができる。

[0032] 望ましくは、復元強度調節部は、復元フィルタのフィルタ係数を調節すること又は復元処理のゲインを調節することにより、復元処理の復元強度を調節する。

[0033] 本態様によれば、復元フィルタのフィルタ係数を調節すること又は復元処理のゲインを調節することにより、適切且つ簡便に復元処理の復元強度を調節することができる。

[0034] 望ましくは、フィルタ取得部は、被写体の撮像に関する撮影条件に基づいて、復元フィルタを取得する。

[0035] 本態様によれば、撮影条件が反映された適切な復元フィルタを取得することができる。

[0036] 望ましくは、撮像装置は、さらに、ボケ画像補正処理部を有し、復元処理判断部は、画像に対して復元処理が行われないと判断された場合に、復元処理とは異なるボケ画像補正処理を行うと判断し、ボケ画像補正処理部は、復元処理判断部によりボケ画像補正処理を行うと判断された場合に、画像に対してボケ画像補正処理を行う。

[0037] 本態様によれば、復元処理が行われない場合であってもボケ画像補正処理が行われるため、画像のボケが低減され、高精細な画像を得ることができる。ここでいう「ボケ画像補正処理」は、点拡がり関数に基づかない画像処理であって、画像のボケを軽減しうる各種の処理が含まれ、例えば輪郭強調処理等を含みうる。輪郭強調処理は、例えば画像の輪郭部の濃度勾配を急峻にしてシャープな画像を得る処理であり、処理対象画像の高周波成分を強調する画像処理が含まれうる。

[0038] 望ましくは、光学系は、交換式である。

[0039] 本態様のように交換式の光学系によって、光学系の特性が変化する場合であっても、画質劣化を抑制した適切な復元処理を行うことができる。

- [0040] 望ましくは、撮像装置は、さらに、表示部を有し、復元処理実行部により、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行された画像を、表示部にライブビュー画像として表示する。
- [0041] 本態様によれば、ライブビュー画像に対しても、復元処理によってもたらされうる画質劣化を効果的に抑制することができる。
- [0042] 本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、生成ステップが生成する画像の被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得ステップと、被写体距離取得ステップが取得した被写体距離に基づいて、生成ステップにおいて生成される連続する複数の画像間における、光学系の光軸方向に関する被写体の動き量を取得する動き量取得ステップと、動き量取得ステップにより取得された動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断ステップと、復元処理判断ステップにより復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節ステップと、復元処理判断ステップの判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、を含む撮像方法に関する。
- [0043] 本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、被写体を追尾して、光学系のオートフォーカス制御を行うオートフォーカスステップと、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、生成ステップが生成する画像の被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得ステップと、被写体距離取得ステップが取得した被写体距離に基づいて、生成ステップにおいて生成される連続する複数の画像間における、光学系の光軸方向に関する被写体の動き量を取得する動き量取得ステップと、画像に対

して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、復元処理実行ステップにより連続する複数の画像に対して復元処理を実行する場合に、動き量取得ステップにより取得される動き量に基づいて、被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御が中止される、又は継続されると判断する追尾オートフォーカス判断ステップと、を含む撮像方法であって、オートフォーカスステップは、追尾オートフォーカス判断ステップにより、被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御が中止されると判断された場合には、生成ステップが生成する画像におけるフォーカスエリア内の被写体に対して、光学系のオートフォーカス制御を行う撮像方法に関する。

[0044] 本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、生成ステップにおける画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定ステップと、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、フレームレート設定ステップで設定されたフレームレートに基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断ステップと、復元処理判断ステップにより復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節ステップと、復元処理判断ステップの判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、を含む撮像方法に関する。

本発明の他の態様は、光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を撮像部から取得する画像取得部と、光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、撮像部から取得する画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、被写体距離取得部が取得した被写体距離に基づいて、撮像部から取得される連続する複数の前記画像間における、光学系の光軸方向に関する被写体の動き量

を取得する動き量取得部と、動き量取得部により取得された動き量に基づいて、復元フィルタにより画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、復元処理判断部により復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の復元強度を調節する復元強度調節部と、復元処理判断部の判断に基づいて、復元フィルタにより又は復元強度を調節して、画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、を備える画像処理装置に関する。また、望ましくは、被写体距離取得部は、画像データから前記画像データに記録された被写体距離を取得するものである。

発明の効果

[0045] 本態様によれば、被写体の動き量又は設定されたフレームレートに基づいて、復元処理の復元強度の調節の有無、復元処理の実行の有無、又は追尾オートフォーカス制御の実行の有無が判断され、その判断結果に応じた処理が行われるため、復元処理によってもたらされうる画質劣化を効果的に抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]コンピュータに接続されるデジタルカメラの概略を示すブロック図である。

[図2]カメラ本体コントローラの機能構成例を示すブロック図である。

[図3]画像撮影から復元処理までの概略を示す図である。

[図4]復元処理の一例の概略を示すブロック図である。

[図5]第1実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図である。

[図6]動き量取得部における被写体の動き量の取得例を説明するための図である。

[図7]動き量取得部における被写体の動き量の取得例を説明するための図である。

[図8]被写体Qの動き量が変化例を示すグラフであり、横軸は時間Tを表し、

縦軸は被写体距離 R を表す。

[図9]連続的に撮影された画像（フレーム）例を示す図であり、図8に示す「時間－被写体距離」の関係で光軸方向に移動する被写体を撮影した画像を模式的に示す。

[図10]画像調整部（復元強度調節部、復元処理実行部）における復元処理例を示す制御ブロック図である。

[図11]第1実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[図12]第2実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図である。

[図13]図13A及び図13Bは追尾オートフォーカスを説明するための図であり、デジタルカメラの表示部に表示されるライブビュー画像を示す。

[図14]第2実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[図15]第3実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図である。

[図16]異なるフレームレートで生成された移動被写体Qの画像を説明するための図である。

[図17]第3実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[図18]第3実施形態に係る復元処理の流れの一変形例を示すフローチャートである。

[図19]第4実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[図20]第5実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図である。

[図21]本発明の撮影装置の一実施形態であるスマートフォンの外観を示すものである。

[図22]図21に示すスマートフォンの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0047] 添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。以下の実施形態では、一例として、コンピュータ（PC：パーソナルコンピュータ）に接続可能なデジタルカメラ（撮像装置）に本発明を適用する場合について説明する。

[0048] なお、以下の例では、別体として構成される光学系12及びカメラ本体1

4 が組み合わされたレンズ交換式のデジタルカメラ 10 について説明するが、光学系 12 及びカメラ本体 14 が一体構成を有するレンズ固定式のデジタルカメラ 10 に対しても、同様の画像復元処理を行うことが可能である。また、デジタルカメラ 10 は、動画撮影を主たる機能とするビデオカメラであってもよいし、静止画及び動画の両者を撮影可能な撮像装置であってもよい。

[0049] 図 1 は、コンピュータに接続されるデジタルカメラの概略を示すブロック図である。

[0050] デジタルカメラ 10 は、交換可能な光学系 12 と、撮像素子 26 を具備するカメラ本体 14 とを備え、光学系 12 の光学系入出力部 22 とカメラ本体 14 のカメラ本体入出力部 30 とを介し、光学系 12 とカメラ本体 14 とは電氣的に接続される。

[0051] 光学系 12 は、レンズ 16 や絞り 17 等の光学部材と、この光学部材を制御する光学系操作部 18 とを具備する。光学系操作部 18 は、光学系入出力部 22 に接続される光学系コントローラ 20 と、光学部材を操作するアクチュエータ（図示省略）とを含む。光学系コントローラ 20 は、光学系入出力部 22 を介してカメラ本体 14 から送られてくる制御信号に基づき、アクチュエータを介して光学部材を制御し、例えば、レンズ移動によるフォーカス制御やズーム制御、絞り 17 の絞り量制御、等を行う。

[0052] したがって、デジタルカメラ 10 の撮像部 11 は光学系 12 及び撮像素子 26 を含み、光学系 12 により捉えた被写体の連続する複数の画像（記録動画、ライブビュー画像、連写モードにおける連続撮影画像、等を含む。以下、単に「連続画像」とも表記する。）を撮像素子 26 によって生成することも可能である。

[0053] 撮像装置 10 は、ユーザインターフェース 37 を介して撮影モードとして動画撮影モードが選択され、ユーザインターフェース 37 に含まれるシャッターボタン（図示せず）が「全押し」されると、動画の録画を開始し、シャッターボタンが再度「全押し」されると、録画を停止して待機状態にする。

- [0054] また、動画撮影モードが選択されている場合には、デバイス制御部 34 による含まれる自動焦点制御部（図示せず）により光学系コントローラ 20 を介して焦点調節が連続して行われ、かつデバイス制御部 34 による含まれる自動露出制御部（図示せず）により自動露出制御（A E）が行われる。なお、自動焦点制御部による自動焦点調節（A F）は、位相差 A F 方式、コントラスト A F 方式など公知の方式を使用できる。
- [0055] 一方、撮像装置 10 は、撮影モードとして静止画撮影モードが選択され、シャッターボタンが「半押し」されると、A F / A E 制御を行う撮影準備動作を行い、シャッターボタンが「全押し」されると、静止画の撮像及び記録を行う。
- [0056] なお、例えば後述するスマートフォンのような携帯撮像装置など撮像装置の形態によっては、撮影準備指示部や画像の記録指示部はシャッターボタンのような「半押し」「全押し」可能な 2 段ストローク式のスイッチに限られず、撮影準備指示を受ける機能、画像の記録指示を受ける機能を有するものであればよく、別個のボタンを有する形態、別個のタッチ入力操作受け部を有する形態でもよく、また音声入力や視線入力などで撮影準備指示や画像の記録指示を受けるようにしてもよい。
- [0057] 撮像素子 26 は、集光用マイクロレンズ、R G B 等のカラーフィルタ、及びイメージセンサ（フォトダイオード；C M O S（C o m p l e m e n t a r y M e t a l O x i d e S e m i c o n d u c t o r）、C C D（C h a r g e C o u p l e d D e v i c e）等）を有する。撮像素子 26 は、光学系 12 により捉えられた被写体像の光を電気信号に変換し、画像信号（原画像データ）をカメラ本体コントローラ 28 に送る。
- [0058] このように、撮像素子 26 は、光学系 12 を用いた撮影により原画像データを出力し、この原画像データはカメラ本体コントローラ 28 の画像処理装置に送信される。なお、撮像素子 26 が生成する原画像データには、被写体の連続する複数の画像が含まれる。
- [0059] カメラ本体コントローラ 28 は、カメラ本体 14 を統括的に制御し、図 2

に示すようにデバイス制御部 34 と画像処理部（画像処理装置）35 とを有する。デバイス制御部 34 は、例えば、撮像素子 26 からの画像信号（画像データ）の出力を制御したり、光学系 12 を制御するための制御信号を生成してカメラ本体入出力部 30 を介して光学系 12（光学系コントローラ 20）に送信したり、入出力インターフェース 32 を介して接続される外部機器類（コンピュータ 60 等）に画像処理前後の画像データ（RAW データ、JPEG データ等）を送信したりする。また、デバイス制御部 34 は、表示部 33（EVF: Electronic View Finder、背面液晶表示部）等、デジタルカメラ 10 が具備する各種デバイス類を適宜制御する。

[0060] 一方、画像処理部 35 は、撮像素子 26 からの画像信号に対し、必要に応じた任意の画像処理を行うことができる。例えば、センサ補正処理、デモザイク（同時化）処理、画素補間処理、色補正処理（オフセット補正処理、ホワイトバランス処理、カラーマトリック処理、ガンマ変換処理、等）、RGB 画像処理（シャープネス処理、トーン補正処理、露出補正処理、輪郭補正処理、等）、RGB/YCbCr 変換処理及び画像圧縮処理、等の各種の画像処理が、画像処理部 35 において適宜行われる。加えて、本例の画像処理部 35 は、光学系 12 の点拡がり関数に基づく復元処理を画像信号（原画像データ）に対して行う復元処理部 36 を含む。復元処理の詳細は後述する。

[0061] なお、図 1 に示すデジタルカメラ 10 は、撮影等に必要なその他の機器類（シャッター等）を具備し、ユーザは、カメラ本体 14 に設けられるユーザインターフェース 37 を介して撮影等のための各種設定を適宜決定及び変更することができる。ユーザインターフェース 37 は、カメラ本体コントローラ 28（デバイス制御部 34 及び画像処理部 35）に接続され、ユーザからの命令によって決定及び変更された各種設定がカメラ本体コントローラ 28 における各種処理に反映される。

[0062] カメラ本体コントローラ 28 において画像処理された画像データは、入出力インターフェース 32 に接続されるコンピュータ 60 等に送られる。デジ

タルカメラ１０（カメラ本体コントローラ２８）からコンピュータ６０等に送られる画像データのフォーマットは特に限定されず、RAW、JPEG、TIFF等の任意のフォーマットとしうる。したがってカメラ本体コントローラ２８は、いわゆるExif（Exchangeable Image File Format）のように、ヘッダ情報（撮影情報（撮影日時、機種、画素数、絞り値等）等）、主画像データ及びサムネイル画像データ等の複数の関連データを相互に対応づけて１つの画像ファイルとして構成し、この画像ファイルをコンピュータ６０に送信してもよい。

[0063] コンピュータ６０は、カメラ本体１４の入出力インターフェース３２及びコンピュータ入出力部６２を介してデジタルカメラ１０に接続され、カメラ本体１４から送られてくる画像データ等のデータ類を受信する。コンピュータコントローラ６４は、コンピュータ６０を統括的に制御し、デジタルカメラ１０からの画像データを画像処理したり、インターネット７０等のネットワーク回線を介してコンピュータ入出力部６２に接続されるサーバ８０等との通信制御をしたりする。コンピュータ６０はディスプレイ６６を有し、コンピュータコントローラ６４における処理内容等がディスプレイ６６に必要に基づいて表示される。ユーザは、ディスプレイ６６の表示を確認しながらキーボード等の入力手段（図示省略）を操作することで、コンピュータコントローラ６４に対してデータやコマンドを入力し、コンピュータ６０を制御したり、コンピュータ６０に接続される機器類（デジタルカメラ１０、サーバ８０）を制御したりすることができる。

[0064] サーバ８０は、サーバ入出力部８２及びサーバコントローラ８４を有する。サーバ入出力部８２は、コンピュータ６０等の外部機器類との送受信接続部を構成し、インターネット７０等のネットワーク回線を介してコンピュータ６０のコンピュータ入出力部６２に接続される。サーバコントローラ８４は、コンピュータ６０からの制御指示信号に応じ、コンピュータコントローラ６４と協働し、コンピュータコントローラ６４との間で必要に基づいてデータ類の送受信を行い、データ類をコンピュータ６０にダウンロードしたり

、演算処理を行ってその演算結果をコンピュータ60に送信したりする。

[0065] 各コントローラ（光学系コントローラ20、カメラ本体コントローラ28、コンピュータコントローラ64、サーバコントローラ84）は、制御処理に必要な回路類を備え、例えば演算処理回路（CPU等）やメモリ等を具備する。また、デジタルカメラ10、コンピュータ60及びサーバ80間の通信は有線であってもよいし無線であってもよい。また、コンピュータ60及びサーバ80を一体的に構成してもよく、またコンピュータ60及び／又はサーバ80が省略されてもよい。また、デジタルカメラ10にサーバ80との通信機能を持たせ、デジタルカメラ10とサーバ80との間で直接的にデータ類の送受信が行われるようにしてもよい。

[0066] 次に、撮像素子26を介して得られる被写体像の撮像データ（画像データ）の復元処理について説明する。

[0067] 本例では、カメラ本体14（カメラ本体コントローラ28）において復元処理が実施される例について説明するが、復元処理の全部又は一部を他のコントローラ（光学系コントローラ20、コンピュータコントローラ64、サーバコントローラ84等）において実施することも可能である。

[0068] 復元処理は、光学系12を用いた撮影により撮像素子26から取得される原画像データに対し、光学系の点拡がり関数に基づく復元フィルタを用いた復元処理を行って回復画像データを取得する処理である。

[0069] 図3は、画像撮影から復元処理までの概略を示す図である。点像を被写体として撮影を行う場合、被写体像は光学系12を介して撮像素子26（イメージセンサ）により受光され、撮像素子26から原画像データD_oが出力される。この原画像データD_oは、光学系の特性に由来する点拡がり現象によって、本来の被写体像がボケた状態の画像データとなる。

[0070] このボケ画像の原画像データD_oから本来の被写体像（点像）を復元するため、原画像データD_oに対して復元フィルタFを用いた復元処理P10を行うことで、本来の被写体像（点像）により近い像（回復画像）を表す回復画像データD_rが得られる。

[0071] 復元処理 P 1 0 で用いられる復元フィルタ F は、原画像データ D o 取得時の撮影条件に応じた光学系の点像情報（点拡がり関数）から、所定の復元フィルタ算出アルゴリズム P 2 0 によって得られる。図 3 における符号 α は撮影条件に応じた点像情報を表し、この光学系の点像情報である点拡がり関数は、レンズ 1 6 の種類だけではなく、絞り量、焦点距離、ズーム量、像高、記録画素数、画素ピッチ等の各種の撮影条件によって変動しうするため、復元フィルタ F を算出する際には、これらの撮影条件が取得される。

[0072] 図 4 は、復元処理の一例の概略を示すブロック図である。

[0073] 上述のように復元処理 P 1 0 は、復元フィルタ F を用いたフィルタリング処理によって原画像データ D o から回復画像データ D r を作成する処理であり、例えば $N \times M$ （ N 及び M は 2 以上の整数を表す）のタップによって構成される実空間上の復元フィルタ F が処理対象の画像データに適用される。これにより、各タップに割り当てられるフィルタ係数と対応の画素データ（原画像データ D o の処理対象画素データ及び隣接画素データ）とを加重平均演算（デコンボリューション演算）することで、復元処理後の画素データ（回復画像データ D r）を算出することができる。この復元フィルタ F を用いた加重平均処理を、対象画素を順番に代え、画像データを構成する全画素データに適用することで、復元処理を行うことができる。図 4 における符号 β は、処理対象画素データに適用するタップ（フィルタ係数）を表す。

[0074] なお、 $N \times M$ のタップによって構成される実空間上の復元フィルタは、周波数空間上の復元フィルタを逆フーリエ変換することによって導出可能である。したがって、実空間上の復元フィルタは、基礎となる周波数空間上の復元フィルタを特定し、実空間上の復元フィルタの構成タップ数を指定することによって、適宜算出可能である。

[0075] 上述の復元処理は、連続撮影された複数の画像（連続画像）に対しても行うことができる。連続画像に対して復元処理を行う場合は、連続画像を構成する複数の画像の各々（各フレーム）対して、復元処理が行われる。

[0076] なお、復元処理を行う原画像データとしては、R G B の各色の画像データ

や、RGBの各色の画像データからRGB／YCrCb変換により得られる輝度信号（Yデータ）などを適用することができる。

[0077] さらに、復元処理を行うタイミングは特に限定されず、原画像データとして、デモザイク処理後の画像データ（RGBデータ）から得られる輝度信号（Yデータ）に対して復元処理を行ってもよく「デモザイク処理前の画像データ（モザイク画像データ）」や「デモザイク処理後であって輝度信号変換処理前の画像データ（デモザイク画像データ）」に対して復元処理が行われてもよい。

[0078] <第1実施形態>

本実施形態では、光学系12の光軸方向に関する「被写体の動き量」に基づいて、復元処理をコントロールし、デフォーカス状態の画像に対する復元処理によってもたらされうる過補正等の画質劣化を回避する例について説明する。

[0079] 図5は、第1実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図であり、画像処理部35（図2参照）によって構成される各種の機能ブロックを示す。なお、図中の機能ブロックは、必ずしも別体として設けられる必要はなく、一体的に構成されるハードウェア及び／又はソフトウェアによって複数の機能ブロックを実現してもよい。

[0080] 画像処理部35は、画像調整部100、被写体距離取得部115、動き量取得部120、復元処理判断部125、フィルタ取得部130を備え、画像調整部100は、復元強度調節部110及び復元処理実行部105を含む。

[0081] 被写体距離取得部115は、撮像部11の撮像素子26が生成する画像の被写体（主要被写体）の被写体距離を取得し、被写体距離の情報を動き量取得部120に送る。被写体距離の取得手法は、特に限定されず、様々な手法を採用することができる。例えば、被写体距離取得部115は、図示しない測距センサにより直接的に測定される被写体距離を取得してもよいし、フォーカスレンズの位置（フォーカスレンズの駆動パルス等）等から間接的に被写体距離を算出取得してもよい。

[0082] 動き量取得部 120 は、被写体距離取得部 115 から送られてくる被写体距離に基づいて、連続する画像間における被写体（主要被写体）の動き量、特に光学系の光軸方向に関する被写体の動き量を取得する。すなわち、動き量取得部 120 は、被写体距離取得部 115 によって取得された被写体距離と、撮像部 11（撮像素子 26）から取得される連続する複数の画像（連続画像）の情報とに基づいて、連続する画像間で被写体が光軸方向にどの程度動いたかの情報を取得する。

[0083] 図 6 及び図 7 は、動き量取得部 120 における被写体の動き量の取得例を説明するための図である。図 6 には、連続取得された二枚の画像 $S(t)$ 及び画像 $S(t+1)$ であって、焦点が合った状態の連続画像が示されている。一方、図 7 には、連続取得された二枚の画像 $S(t)$ 及び画像 $S(t+1)$ であって、焦点が合った状態の画像 $S(t)$ と焦点が合っていない状態の画像 $S(t+1)$ が示されている。

[0084] 図 6 に示す例では、時間 (t) において撮影された画像（単フレーム） $S(t)$ は、被写体 Q （主要被写体）までの被写体距離が 1 m の条件下で取得され、時間 $(t+1)$ において撮影された画像 $S(t+1)$ は、被写体 Q までの被写体距離が 2 m の条件下で取得されている。したがって本例では、連続する画像（フレーム）間で光学系の光軸方向に被写体 Q が 1 m 動いており、動き量取得部 120 は、連続する画像 $S(t)$ 、 $S(t+1)$ 間における被写体 Q の動き量が 1 m であるという情報を取得する。

[0085] 一方、図 7 に示す例では、時間 (t) において撮影された画像 $S(t)$ は、被写体 Q までの被写体距離が 1 m の条件下で取得され、時間 $(t+1)$ において撮影された画像 $S(t+1)$ は、被写体 Q までの被写体距離が 3 m の条件下で取得されている。したがって本例では、連続する画像（フレーム）間で光学系の光軸方向に被写体 Q が 2 m 動いており、動き量取得部 120 は、連続する画像 $S(t)$ 、 $S(t+1)$ 間における被写体 Q の動き量が 2 m であるという情報を取得する。

[0086] 図 8 は、被写体 Q の動き量が変化例を示すグラフであり、横軸は時間 T を

表し、縦軸は被写体距離 R を表す。本例において、時間「0」から「 $S(t_1)$ 」までの間は被写体距離は一定であり（図8の「 $R(t_1)$ 」参照）、被写体 Q とデジタルカメラ 10 との相対的な距離は変わらずに同じである。そして、時間「 $S(t_1)$ 」から「 $S(t_2)$ 」までの間は、被写体距離は比例的に増加し（図8の「 $R(t_1)$ 」及び「 $R(t_2)$ 」参照）、被写体は一定の速度で光軸方向（奥行き方向）へ移動している。そして、時間「 $S(t_2)$ 」から「 $S(t_3)$ 」までの間は被写体距離は一定であり（図8の「 $R(t_2)$ 」参照）、被写体 Q とデジタルカメラ 10 との相対的な距離は変わらずに同じである。

[0087] 図9は、連続的に撮影された画像（フレーム）例を示す図であり、図8に示す「時間－被写体距離」の関係で光軸方向に移動する被写体を撮影した画像を模式的に示す。なお、図9は、説明の都合上、実際のフレーム数よりも少ないフレーム数によって、連続する複数の画像を表現している。また、図9の各フレームにおいて、実線で表されている被写体 Q は焦点が合っている状態で撮像されたことを示し（図9の「A」及び「C」参照）、点線で表されている被写体 Q は焦点が合っていない状態（デフォーカス状態）で撮像されたことを示す（図9の「B」参照）。

[0088] 図9の「A」は、時間「0」から「 $S(t_1)$ 」までの間に撮影されたフレーム群を示す。上述のように、この時間「0」から「 $S(t_1)$ 」までの間、被写体距離 $R(t_1)$ は一定となっており、被写体 Q とデジタルカメラ 10 との相対距離は変動せず、被写体 Q の動き量は「0」となる。

[0089] 図9の「B」は、時間「 $S(t_1)$ 」から「 $S(t_2)$ 」までの間に撮影されたフレーム群を示す。上述のように、この時間「 $S(t_1)$ 」から「 $S(t_2)$ 」までの間、被写体 Q は被写体距離「 $R(t_1)$ 」から「 $R(t_2)$ 」まで一定の速度で光軸方向（奥行き方向）に移動し、被写体 Q の動き量は「 $S(t_2) - S(t_1)$ 」によって表される。したがって、この時間「 $S(t_1)$ 」から「 $S(t_2)$ 」までの間のフレーム数を「 E 」とすると、この時間における連続フレーム間の被写体の光軸方向への動き量 L は、下記

の式で表される。

[0090]
$$L = \{R(t_2) - R(t_1)\} / E$$

なお、図9の「B」で示されるフレーム群は、被写体Qの光軸方向への動き量（移動量）が大きいため、被写体Qがデフォーカス状態になっている画像（フレーム）によって構成される。

[0091] 図9の「C」は、時間「S(t₂)」から「S(t₃)」までの間に撮影されたフレーム群を示す。上述のように、この時間「S(t₂)」から「S(t₃)」までの間、被写体距離R(t₂)は一定となっており、被写体Qとデジタルカメラ10との相対距離は変動せず、被写体Qの動き量は「0」となる。

[0092] なお、図9の例では、被写体の動き量は被写体距離に基づいて求めているが、これに限定されるものではない。例えば、画像における被写体Qの像の面積の変化によって、動き量を求めてもよい。具体的には、顔検出を行い、その顔の面積が変化することによって動き量を求めてもよい。

[0093] 復元処理判断部125（図5参照）は、動き量取得部120により取得された被写体Qの光軸方向への動き量に基づいて、「画像（連続画像を構成する各画像）に対して通常の復元強度の復元処理を行うか」、「画像に対して復元強度を調節した復元処理を行うか」、又は「画像に対して復元処理を行わないか」を判断する。このような判断を行うことによって、復元処理を行うことにより発生する画像の画質の劣化を抑制することができる。

[0094] 具体的な判断方法として、復元処理判断部125は、例えば被写体Qの動き量に関する閾値を有し、その動き量に関する閾値と動き量取得部120から取得した被写体Qの動き量とを比較することにより、上述の復元処理に関する判断を行うことが可能である。なお、動き量に関する閾値は、被写体Q、被写体距離、撮影条件、カメラの機能等に応じた値に設定することが可能である。動き量に関する閾値としては、例えば被写体距離の50%程度と設定できる。また、閾値は被写体距離に基づいて設定してもよく被写体距離が近いほど閾値を小さく設定するとよい。例えば被写体距離が1m未満の範囲

では閾値を被写体距離の30%に、1m以上の範囲では40%、5m以上の範囲では50%と設定できる。また、動き量に関する閾値は、絞り値に基づいて異なる値にしてもよく絞り値が小さいほど閾値を小さく設定するとよい。例えば絞り値がF4未満の場合は閾値として被写体距離の30%、絞り値がF4以上の場合は閾値として被写体距離の40%、絞り値がF11以上の場合は被写体距離の50%と設定できる。更に、動き量に関する閾値は、被写体距離に基づいて設定された閾値に対し、絞り値に応じた補正係数をかけるよう設定しても良い。例えば、絞り値がF4未満の場合は設定された閾値に対し0.5倍、絞り値がF4以上の場合は設定された閾値の0.7倍、絞り値がF11以上の場合は設定された閾値の1倍と設定できる。

[0095] 復元処理判断部125は、動き量取得部120で取得した被写体Qの動き量が閾値よりも大きい場合には、復元処理を行わないと判断する。これは、動き量取得部120で取得した被写体Qの動き量が閾値よりも大きいと、撮影画像がデフォーカス状態である可能性が高く（図7及び図9参照）、デフォーカス状態の撮影画像に対して復元処理を行うと過補正等の画質劣化を招く可能性があるからである。

[0096] 一方、復元処理判断部125は、動き量取得部120で取得した被写体Qの動き量が閾値以下の場合には、復元処理を行うと判断する。これは、動き量取得部120で取得した被写体Qの動き量が閾値以下だと、撮影画像がフォーカス状態である可能性が高く、フォーカス状態の撮影画像に対して復元処理を行うことで、画質の向上を期待することができるからである。

[0097] なお、復元処理判断部125は、被写体Qの動き量に基づいて、復元処理の復元強度を調節し、被写体Qの動き量が閾値よりも大きい場合には復元強度を、通常の場合（被写体Qの動き量が閾値以下の場合）よりも弱めてもよい。これは、復元処理の復元強度が強過ぎると、過補正等による画質劣化を招く可能性があるからである。

[0098] また、復元処理判断部125は、被写体Qの動き量及び被写体距離の両者に基づいて、通常の復元フィルタによって通常の復元強度で画像に対して復

元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節した上で画像に対して復元処理が行われるかを、判断してもよい。被写体Qの動き量及び被写体距離の両者に基づいて、復元処理の実行の有無及び復元処理の復元強度の調節の有無の判断が行われるため、被写体距離の変動に伴う「復元処理による画質劣化」をより確実に防ぐことができる。

[0099] すなわち、被写体Qの動き量が同じであっても、被写体距離が大きい（すなわち被写体Qがデジタルカメラ10から遠い場所にある）場合と、被写体距離が小さい（すなわち被写体Qがデジタルカメラ10から近い場所にある）場合とでは、復元処理に画質劣化の程度が異なる。したがって、復元処理判断部125は、被写体Qの動き量に加えて被写体距離を考慮して復元処理の手法を調節することで、より詳細な復元処理の実施を行うことができる。

[0100] フィルタ取得部130は、撮影条件等に基づいて、復元処理に使用する復元フィルタを取得する。すなわち、フィルタ取得部130は、撮影条件に基づいて光学系12の点像分布に関する伝達関数（点拡がり関数）に対応して生成された復元フィルタを取得する。フィルタ取得部130は、様々な方法により復元フィルタを取得することができる。例えば、フィルタ取得部130は、撮影条件から復元フィルタを算出してもよい。また、フィルタ取得部130は、予め複数の復元フィルタを図示しないメモリに保持しておき、その保持された複数の復元フィルタの中から撮影条件に適合する復元フィルタを選択してもよい。

[0101] 画像調整部100は、復元強度調節部110と復元処理実行部105とを含む。なお、画像調整部100には、復元強度調節部110及び復元処理実行部105以外の機能を持たせても良い。

[0102] 復元強度調節部110は、復元処理の復元強度を調節する。例えば復元処理判断部125が調節された復元強度によって復元処理を行うと判断した場合、復元強度調節部110は、復元処理の復元強度を調節する。復元強度調節部110は、様々な方法により復元強度の調節を行うことができ、例えば復元フィルタのフィルタ係数を変えることにより、復元強度を調節すること

ができる。フィルタ取得部130により取得された復元フィルタのフィルタ係数は、動き量取得部120が取得した被写体Qの動き量に基づいて変更することも可能である。

[0103] 復元処理実行部105は、入力される連続画像（動画等）に対し、フィルタ取得部130からの復元フィルタを適用することで復元処理を行う。なお、復元処理は、広義には、画像データに対する復元フィルタを適用する処理（フィルタ適用処理）と、復元フィルタ適用後の画像データ（復元画像データ）と原画像データとの差の増幅率（復元ゲイン）を調整する処理とが含まれる。

[0104] 図10は、画像調整部100（復元強度調節部110、復元処理実行部105）における復元処理例を示す制御ブロック図である。

[0105] まず、復元フィルタFが原画像データD_oに適用され（フィルタ適用処理P_f）、復元画像データD_{r1}が算出される。原画像データD_oに適用される復元フィルタFは、光学系（レンズ16、絞り17等）の点拡がり関数（PSF、OTF、MTF、PTF等）に基づくものであれば特に限定されず、実空間フィルタであっても周波数空間フィルタであってもよい（図4参照）。

[0106] その後、復元処理前後の画像データの差分が導出され（差分導出処理P_d）、この差分に対する増幅率（復元ゲイン）の調整が行われる（ゲイン調整処理P_g）。すなわち、差分導出処理P_dでは、フィルタ適用処理P_fを経た復元画像データD_{r1}と原画像データD_oとの差分データΔD（ $\Delta D = D_{r1} - D_o$ ）が算出される。そしてゲイン調整処理P_gでは、この差分データΔDの増幅率（復元ゲイン）Gの調整が行われて増幅率調整後差分値（ $G \times \Delta D$ ）が算出され、この増幅率調整後差分値（ $G \times \Delta D$ ）と原画像データD_oとの加算処理P_aが行われて回復画像データD_{r2}が算出される（ $D_{r2} = D_o + G \times \Delta D$ ）。なお復元処理として、上記手法と同様な他の手法を採用してもよく、例えば次のような処理としてもよい。復元フィルタFが原画像データD_oに適用され（フィルタ適用処理P_f）、復元画像データD_{r1}が算出さ

れる。その後、ゲイン調整処理 P_g としてこの復元画像データ D_{r1} に増幅率（復元ゲイン） G の調整が行われ（ $D_{r1} \times G$ ）、これと原画像データ D_o に $(1 - G)$ が乗算されたものとの加算処理 P_a が行われて回復画像データ D_{r2} が算出されるようにしてもよい。

[0107] このように、復元処理による復元強度は、フィルタ適用処理 P_f における復元フィルタ（フィルタ係数）と、ゲイン調整処理 P_g における増幅率（復元ゲイン） G とに基づいて変動する。そのため、復元処理の復元強度の調整は、「フィルタ適用処理 P_f で用いる復元フィルタ（フィルタ係数）の切り替え」及び／又は「ゲイン調整処理 P_g における増幅率（復元ゲイン） G の変更」によって実行可能である。

[0108] したがって、復元強度調節部 110（図5参照）は、復元フィルタ F のフィルタ係数を調節したり復元ゲイン G を調節したりすることによって、復元処理の復元強度を調節することができる。

[0109] 次に、上述の機能ブロックを有する画像処理部 35（復元処理部 36）によって行われる、復元処理フローについて説明する。

[0110] 図11は、第1実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[0111] まず、デジタルカメラ 10 の撮像部 11 では、被写体を光学系 12 により捉え、被写体の連続する複数の画像が生成され（図11のステップ S10：生成ステップ）、被写体距離取得部 115 において被写体距離が取得される（ステップ S12：被写体距離取得ステップ）。そして、動き量取得部 120 によって被写体 Q の動き量が取得され（ステップ S14：動き量取得ステップ）、その後、復元処理判断部 125 において、処理対象フレーム（処理対象画像）に対して復元処理を行うか否かが判断される（ステップ S16：復元処理判断ステップ）。

[0112] 復元処理を行わないと判断される場合（ステップ S16 の No）、復元処理はスキップされ、必要に基づいて他の画像処理が行われる。一方、復元処理を行うと判断される場合（ステップ S16 の Yes）、フィルタ取得部 1

30により復元フィルタが取得され、取得された復元フィルタが画像調整部100に送られる（ステップS18：フィルタ取得ステップ）。そして、復元処理判断部125は、復元強度の調整を行うか否かを判断する（ステップS20：復元処理判断ステップ）。

[0113] 復元強度の調整を行わないと判断される場合（ステップS20のNo）、復元処理実行部105は、復元フィルタ取得ステップ（S18）で取得した復元フィルタを使用して処理対象フレームに対する復元処理を行う（ステップS24：復元処理実行ステップ）。一方、復元フィルタの調整を行うと判断される場合（ステップS20のYes）、復元強度調節部110は、復元処理の復元強度を調整する（ステップS22：復元強度調節ステップ）。その後、復元処理実行部105は、復元処理の復元強度が調節された状態で、復元処理を行う（ステップS24：復元処理実行ステップ）。

[0114] なお、復元処理を行うか否かの判断（S16）、復元強度の調整を行うか否かの判断（S20）及びこれらの判断に伴う他の処理は、連続画像を構成する画像（フレーム）毎に行われ、画像単位で復元処理の最適化が行われる。

[0115] 以上説明したように、上述の第1実施形態によれば、被写体Qの動き量に基づいて復元処理の実施の仕方が調節され、復元処理による画質向上を図る一方で、デフォーカス状態の画像に対する復元処理によってもたらされうる過補正等の画質劣化を有効に回避することができる。

[0116] <第2実施形態>

本実施形態では、光学系12の光軸方向に関する「被写体の動き量」に基づいて、オートフォーカス（追尾オートフォーカス）をコントロールし、デフォーカス状態の画像に対する復元処理によってもたらされうる過補正等の画質劣化を回避する例について説明する。

[0117] 本実施形態において、上述の第1実施形態と同様の構成及び作用については、説明を省略する。

[0118] 図12は、第2実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図であり、画像

処理部 35（図 2 参照）によって構成される各種の機能ブロックを示す。本実施形態の画像処理部 35 は、上述の第 1 実施形態に係る機能ブロックに加え（図 5 参照）、オートフォーカス部 140 と追尾オートフォーカス判断部 145 とを有する。

[0119] オートフォーカス部 140 は、被写体 Q を追尾し且つ被写体 Q に対してオートフォーカスするように、光学系コントローラ 20（図 1 参照）を介して光学系 12 を制御する。すなわち、オートフォーカス部 140 は、被写体 Q の動きに基づいて被写体 Q を捉えるフォーカスエリアを変え、被写体 Q に常にフォーカスが合うように光学系 12 を制御する。

[0120] 図 13A 及び図 13B は、追尾オートフォーカスを説明するための図であり、デジタルカメラ 10 の表示部 33（図 1 参照）に表示される、ライブビュー画像を示す。

[0121] 本例では、追尾オートフォーカスが働いている間、フォーカスエリア N が、被写体 Q の移動に合わせて被写体 Q を追尾し、被写体 Q を追尾している間は、被写体 Q に対して常にフォーカスが合うようにオートフォーカスされる。一方、追尾オートフォーカスが中断されるとフォーカスエリア N は、予め決められた位置に配置され、その位置でのオートフォーカスを行う。ここで、予め決められた位置とは、画像の中央部でも良いし、追尾オートフォーカスが中断された位置でもよい。

[0122] 図 13A に示すライブビュー画像は、表示部 33 の上方向（図 13A 及び図 13B の Y 方向）に被写体 Q が移動した場合を示し、図 13B に示すライブビュー画像は、被写体 Q が X 方向及び Z 方向に移動した場合を示す。これらのライブビュー画像である図 13A、及び図 13B に示されるように、フォーカスエリア N は、被写体 Q の移動に合わせて被写体 Q を追尾する。

[0123] ただし、被写体 Q の動きが非常に速い場合等、被写体 Q の動きに対してデジタルカメラ 10 のオートフォーカスの性能が十分ではない場合、被写体 Q にフォーカスを合わせ続けることができず、撮影画像がデフォーカス状態となることがある。

- [0124] 図12の追尾オートフォーカス判断部145は、動き量取得部120により取得される被写体Qの動き量に基づいて、被写体Qを追尾する光学系12のオートフォーカス制御が中止される又は継続されると、判断する。具体的には、追尾オートフォーカス判断部145は、被写体Qの動き量に関する閾値を有し、その閾値と被写体Qの動き量とを比較することにより、被写体Qを追尾してオートフォーカスするか否かを判断する。
- [0125] 例えば被写体Qの動き量が閾値よりも大きい場合、追尾オートフォーカス判断部145は、追尾オートフォーカスを止めると判断する。その場合、オートフォーカス部140は、撮像部11が生成する画像におけるフォーカスエリア内の被写体Qに対して、光学系12のオートフォーカス制御を新たに行う。一方、被写体Qの動き量が閾値以下の場合、追尾オートフォーカス判断部145は、追尾オートフォーカスを継続すると判断する。そして、オートフォーカス部140は、被写体の追尾を継続して、光学系12のオートフォーカス制御（追尾オートフォーカス制御）を行う。
- [0126] なお、図12では、復元処理判断部125及び復元強度調節部110を有する撮像装置10に関して説明を行っているが、これに限定されるものではない。例えば、撮像装置10は、復元処理判断部125及び復元強度調節部110が無い態様も考えられる。この態様では、復元処理実行部105により連続する複数の画像に対して復元処理が行われる場合に、追尾オートフォーカス判断部145は、動き量取得部120から取得する動き量に基づいて、被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御を中止するか、又は被写体を追尾する光学系のオートフォーカス制御を継続するかを判断する。このように動き量取得部120から取得する動き量が大きい場合に、復元処理実行部105による連続する複数の画像に対する復元処理を優先し追尾オートフォーカスを止めるように制御することで、被写体Qの動きが非常に速い場合等、被写体Qの動きに対してデジタルカメラ10のオートフォーカスの性能が十分ではない場合に、被写体Qにフォーカスを合わせ続けることができず撮影画像がデフォーカス状態になり、復元処理により画質劣化を助長して

しまうことを防ぐことができる。またユーザから制御モードの指定を受け付けることで、このような復元処理を優先し追尾オートフォーカスを止める制御と、オートフォーカスを優先し復元処理の復元強度を調整する制御とを切替えるようにしてもよい。

[0127] 図14は、第2実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[0128] まず、撮像部11は追尾対象の被写体Qの連続する複数の画像を取得し（図14のステップS26）し、被写体距離取得部115は追尾対象の被写体Qの被写体距離を取得する（ステップS28）。そして、動き量取得部120は被写体の動き量を取得し（ステップS30）、追尾オートフォーカス判断部145は、取得された被写体Qの動き量に基づいて、追尾オートフォーカスを継続するか否かを判断する（ステップS32）。

[0129] 追尾されている被写体Qの動き量がある閾値より大きい場合、追尾オートフォーカス判断部145は追尾オートフォーカスを継続しないと判断し（ステップS32のNo）、オートフォーカス部140は追尾オートフォーカスを解除してフォーカスエリア内の被写体を新たなオートフォーカス対象とし、連続画像が取得される（ステップS44）。その後、被写体距離取得部115は、被写体距離を取得する（ステップS46）。その後、動き量取得部120は被写体Qの動き量を取得し（ステップS48）、復元処理判断部125は復元処理を行うか否かを判断する（ステップS34）。

[0130] 一方、追尾対象の被写体Qの動き量が閾値以下の場合、追尾オートフォーカス判断部145は追尾オートフォーカスを継続すると判断し（ステップS32のYes）、復元処理判断部125は復元処理を行うか否かの判断を行う（ステップS34）。

[0131] 復元処理判断部125が復元処理を行わないと判断した場合（ステップS34のNo）は、復元処理はスキップされ、必要に基づいて他の画像処理が行われる。一方、復元処理判断部125が復元処理を行うと判断した場合（ステップS34のYes）は、フィルタ取得部130により復元フィルタを

取得する（ステップS 3 6：フィルタ取得ステップ）。そして、復元処理判断部 1 2 5 は、復元処理の復元強度の調整を行うか否かを判断する（ステップS 3 8：復元処理判断ステップ）。

[0132] 復元処理の復元強度の調整を行わないと判断された場合（ステップS 3 8のN o）、復元処理実行部 1 0 5 は、復元フィルタ取得ステップ（S 3 6）で取得した復元フィルタを使用して画像（フレーム）に復元処理を行う（ステップS 4 2：復元処理実行ステップ）。一方、復元処理復元フィルタの調整を行うと判断された場合（ステップS 2 0のY e s）、復元強度調節部 1 1 0 は復元処理の復元強度を調整し（ステップS 4 0：復元強度調節ステップ）、復元処理実行部 1 0 5 は復元処理の復元強度が調節された状態で復元処理を行う（ステップS 4 2：復元処理実行ステップ）。

[0133] 以上説明したように、上述の第2実施形態によれば、追尾オートフォーカスを行って被写体Qを撮像する場合であっても、適切に復元処理を行うことができる。

[0134] <第3実施形態>

本実施形態では、「フレームレート」に基づいて復元処理をコントロールし、復元処理によってもたらされうる画質劣化を回避する例について説明する。

[0135] 本実施形態において、上述の第1実施形態と同様の構成及び作用については、説明を省略する。

[0136] 図1 5は、第3実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図であり、画像処理部3 5（図2参照）によって構成される各種の機能ブロックを示す。本実施形態の画像処理部3 5は、上述の第1実施形態に係る機能ブロックに加え（図5参照）、フレームレート設定部1 5 0を有する。

[0137] フレームレート設定部1 5 0は、撮像部1 1における動画等の連続画像の生成に関するフレームレートを設定し、撮像素子2 6による連続する複数の画像の生成を制御する。フレームレートは、単位時間あたりのフレーム数（画像数、コマ数）であり、一般的には1秒間に生成されるフレーム数（単位

: f p s (f r a m e p e r s e c o n d)) によって表される。例えば、フレームレートが 30 f p s の場合、1 秒間に 30 枚の画像の生成が行われる。

[0138] また、フレームレート設定部 150 において設定されるフレームレートは、ユーザインターフェース 37 を介してユーザからの指示により決定されたフレームレートであってもよい、予め決められたフレームレートであってもよい。

[0139] 復元処理判断部 125 は、フレームレート設定部 150 で設定されたフレームレートに基づいて、画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われるか、又は画像に対して復元処理が行われないかを判断する。すなわち、復元処理判断部 125 は、画像に対応するフレームレートをフレームレート設定部 150 から取得し、そのフレームレートで生成された画像に対して、復元処理を行うか否か、又は復元処理の復元強度を調節して復元処理を行うかを判断する。

[0140] 復元処理判断部 125 は、例えばフレームレートに関する閾値を有し、そのフレームレートに関する閾値とフレームレート設定部 150 から取得したフレームレートとを比較することにより、復元処理に関する判断を行う。なお、フレームレートに関する閾値は、被写体 Q、被写体距離、撮影条件、カメラの機能等により様々に設定することが可能であり、例えばフレームレートに関する閾値を 30 f p s 又は 60 f p s に設定してもよい。

[0141] フレームレート設定部 150 で取得したフレームレートが閾値よりも大きい場合、復元処理判断部 125 は復元処理を行うと判断する。これは、フレームレート設定部 150 で取得したフレームレートが閾値よりも大きい場合には、フレーム間での被写体 Q の動き量が比較的小さくなり、被写体 Q の撮影画像がフォーカス状態となる可能性が高く、復元処理を行っても画質の劣化を招く可能性が低いからである。そして、復元処理を行なうことによって、画質のさらなる向上が期待できる。

[0142] 一方、フレームレート設定部 150 で取得したフレームレートが閾値以下

の場合、復元処理判断部 125 は、復元処理を行わないと判断する。これは、フレームレート設定部 150 で取得したフレームレートが閾値以下の場合には、フレーム間での被写体 Q の動き量が比較的大きくなり、被写体 Q の撮影画像がデフォーカス状態となる可能性が高く、デフォーカス状態の画像に対して復元処理を行うと、画質の劣化を招く恐れがあるからである。

[0143] さらに、復元処理判断部 125 は、フレームレートに基づいて、復元処理の復元強度を調節してもよい。フレームレートによっては被写体 Q の撮影画像のフォーカス状態が不完全な可能性があり、その場合に、復元処理の復元強度を調節することにより、デフォーカス状態の画像に対して復元処理を行うことによる画質の劣化を防ぐことができる。

[0144] 次に、フレームレートと被写体 Q の動き量との関係について説明する。

[0145] 図 16 は、異なるフレームレートで生成された移動被写体 Q の画像を説明するための図であり、被写体距離 110 cm から被写体距離 120 cm までの被写体 Q の移動を高フレームレート（例えば 60 fps）で撮影した場合（図 16 の符号「900」参照）と低フレームレート（例えば 30 fps）で撮影した場合（図 16 の符号「905」参照）とを示す。

[0146] 図 16 に示す高フレームレート画像例では、被写体 Q が被写体距離 110 cm から被写体距離 120 cm まで動く間に、被写体距離 110 cm のフレーム、被写体距離が 115 cm のフレーム、及び被写体距離 120 cm のフレームが生成される。したがって、フレーム間の被写体 Q の動き量は、5 cm となる。

[0147] 一方、図 16 に示す低フレームレート画像例では、被写体 Q が被写体距離 110 cm から被写体距離 120 cm まで動く間に、被写体距離 110 cm のフレーム及び被写体距離 120 cm のフレームが生成される。したがって、フレーム間の被写体 Q の動き量は、10 cm となる。

[0148] このように、同じ距離（被写体距離 110 cm から被写体距離 120 cm までの距離）を移動する被写体 Q を撮影する場合であっても、フレームレートが異なれば、フレーム間の被写体 Q の動き量が異なる。したがって、復元

処理判断部 125 がフレームレートを参照して復元処理の実行に関して判断をすることにより、復元処理による画質の向上を実現し且つ復元処理による画質の劣化を抑制することができる。

[0149] 図 17 は、第 3 実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[0150] まず、フレームレート設定部 150 は、撮像部 11 の撮像素子 26 が生成する連続画像のフレームレートを設定し（図 17 のステップ S44：フレームレート設定ステップ）、復元処理判断部 125 は、フレームレート設定部 150 で設定されたフレームレートを基に、復元処理を行うか否かの判断をする（ステップ S46：復元処理判断ステップ）。

[0151] 復元処理判断部 125 が復元処理を行わないと判断した場合（ステップ S46 の No）、復元処理は行われず、必要に応じて他の画像処理が行われる。一方、復元処理判断部 125 が復元処理を行うと判断した場合（ステップ S46 の Yes）、撮像部 11 は、設定されたフレームレートにより連続する複数の画像を取得する（ステップ S48：生成ステップ）。その後、フィルタ取得部 130 により復元フィルタを取得し（ステップ S50：フィルタ取得ステップ）、復元処理判断部 125 は、復元強度の調整を行うか否かを判断する（ステップ S52：復元強度調節ステップ）。

[0152] 復元強度の調整を行わないと判断される場合（ステップ S52 の No）、復元処理実行部 105 は、復元フィルタ取得ステップ（ステップ S50）で取得した復元フィルタを使用して処理対象のフレームに対する復元処理を行う（ステップ S56：復元処理実行ステップ）。一方、復元フィルタの調整を行うと判断される場合（ステップ S52 の Yes）、復元強度調節部 110 は復元処理の復元強度を調整し（ステップ S54：復元強度調節ステップ）、復元処理実行部 105 は、復元処理の復元強度が調節された状態で復元処理を行う（ステップ S56：復元処理実行ステップ）。

[0153] 図 18 は、第 3 実施形態に係る復元処理の流れの一変形例を示すフローチャートである。

- [0154] 本変形例では、復元処理判断部125がフレームレート及び被写体Qの動き量に基づいて、復元処理の実行を判断する。すなわち、まずフレームレート設定部150はフレームレートを設定し（ステップS62）、設定されたフレームレートにより連続画像が取得される（ステップS64）。そして、被写体距離取得部115は被写体距離を取得し（ステップS66）、動き量取得部120は被写体Qの動き量を取得する（ステップS68）。そして、復元処理判断部125は、フレームレート設定部150で設定されたフレームレート及び動き量取得部120により取得された被写体Qの動き量を基に、復元処理を行うか否かの判断をする（ステップS70）。復元処理判断部125が復元処理を行わないと判断した場合（ステップS70のNo）、復元処理はスキップされ、必要に応じて他の画像処理が行われる。
- [0155] 一方、復元処理判断部125が復元処理を行うと判断した場合（ステップS70のYes）、フィルタ取得部130により復元フィルタが取得され（ステップS72）、復元処理判断部125は復元処理の復元強度の調整を行うか否かを判断する（ステップS74）。
- [0156] 復元強度の調整を行わないと判断される場合（ステップS74のNo）、復元処理実行部105は、復元フィルタ取得ステップ（ステップS72）で取得した復元フィルタを使用し、所為対象のフレームに復元処理を行う（ステップS78：復元処理実行ステップ）。一方、復元フィルタの調整を行うと判断される場合（ステップS74のYes）、復元強度調節部110は復元処理の復元強度を調整し（ステップS76：復元強度調節ステップ）、復元処理実行部105は、復元処理の復元強度が調節された状態で復元処理を行う（ステップS78：復元処理実行ステップ）。
- [0157] 以上説明したように、上述の第3実施形態によれば、フレームレートにより復元処理の実施の仕方を調節するため、被写体Qの移動が大きい場合であっても、復元処理を適切に実行することができる。
- [0158] <第4実施形態>
- 本実施形態では、復元処理判断部125が、被写体Qに対して焦点が合っ

ている状態（フォーカス状態）か、被写体Qに対して焦点が合っていない状態（デフォーカス状態）かを考慮し、復元処理の実行に関する判断を行う。すなわち、復元処理判断部125は、被写体Qに関してフォーカス状態である場合には、復元フィルタにより画像に対して、通常の復元処理が行われる（復元処理の復元強度を調節せずに復元処理が行われる）と判断し、被写体Qに関してデフォーカス状態である場合には、復元処理の復元強度を調節して画像に対して復元処理が行われると判断する。

[0159] 本実施形態において、上述の第1実施形態と同様の構成及び作用については、説明を省略する。

[0160] 図19は、第4実施形態に係る復元処理の流れを示すフローチャートである。

[0161] まず、撮像部11は連続する複数の画像を取得し（ステップS80）、復元処理判断部125は、被写体Qに関してフォーカス状態であるか又はデフォーカス状態であるかを判断する。なお、復元処理判断部125は、被写体Qがフォーカス状態であるか又はデフォーカス状態であるかの情報を、様々な方法で取得することができる。例えば、復元処理判断部125は、光学系コントローラ20や撮像素子26から、被写体Qに対してフォーカス状態であるか又はデフォーカス状態であるかの情報を取得してもよい。また、デジタルカメラ10（撮像装置）がフォーカス状態の検出を行うことができる構成要素を別途有している場合には、その構成要素により、被写体Qに対してフォーカス状態であるか又はデフォーカス状態であるかの情報を取得してもよい。

[0162] そして、復元処理判断部125が被写体Qに対してデフォーカス状態だとする情報を得た場合（ステップS82のN）、復元処理は行われず、必要に基づいて他の画像処理が行われる。これは、被写体Qに対してデフォーカス状態である画像に復元処理を行うと、却って画質が劣化してしまうことがあるからである。

[0163] 一方、復元処理判断部125が復元処理を行うと判断した場合（ステップ

S 8 2 の Y e s) 、被写体距離取得部 1 1 5 は被写体距離を取得し (ステップ S 8 4) 、動き量取得部 1 2 0 は被写体 Q の動き量を取得する (ステップ S 8 6) 。そして、フィルタ取得部 1 3 0 により復元フィルタが取得され (ステップ S 8 8) 、復元処理判断部 1 2 5 は、復元処理の復元強度の調整を行うか否かを判断する (ステップ S 9 0) 。

[0164] 復元強度の調整を行わないと判断される場合 (ステップ S 9 0 の N o) 、復元処理実行部 1 0 5 は、復元フィルタ取得ステップ (ステップ S 8 8) で取得した復元フィルタを使用して対象フレームに復元処理を行う (ステップ S 9 4) 。一方、復元フィルタの調整を行うと判断される場合 (ステップ S 9 0 の Y e s) 、復元強度調節部 1 1 0 は復元処理の復元強度を調整し (ステップ S 9 2) 、復元処理実行部 1 0 5 は、復元処理の復元強度が調節された状態で復元処理を行う (ステップ S 9 4) 。

[0165] 以上説明したように、上述の第 4 実施形態によれば、被写体 Q がデフォーカス状態であるかフォーカス状態であるかで復元処理の実施の仕方を調節するため、被写体 Q 適切に復元処理を実行することができる。

[0166] < 第 5 実施形態 >

本実施形態では、復元処理が行われない場合には、復元処理とは異なるボケ画像補正処理が行われる例について説明する。

[0167] 本実施形態において、上述の第 1 実施形態と同様の構成及び作用については、説明を省略する。

[0168] 図 2 0 は、第 5 実施形態の復元処理に関わる機能ブロック図であり、画像処理部 3 5 (図 2 参照) によって構成される各種の機能ブロックを示す。本実施形態の画像処理部 3 5 は、上述の第 1 実施形態に係る機能ブロックに加え (図 5 参照) 、画像調整部 1 0 0 がボケ画像補正処理部 1 5 5 を有する。

[0169] ボケ画像補正処理部 1 5 5 は、復元処理判断部 1 2 5 により「復元処理を行わずに、復元処理とは異なるボケ画像補正処理を行う」と判断された場合に、処理対象画像に対して復元処理とは異なるボケ画像補正処理を行う。ここでいう「ボケ画像補正処理」は、光学系 1 2 の点像分布に関する伝達関数

を利用しないボケ画像補正処理であり、特に限定されず、例えば輪郭補正処理であってもよい。輪郭補正処理を画像調整部 100（ボケ画像補正処理部 155）で行う場合、輪郭補正の周波数特性を有するフィルタ（輪郭補正用フィルタ）をフィルタ取得部 130 で取得して、処理対象画像に対して輪郭補正が行われる。ここでいう「輪郭補正の周波数特性を有するフィルタ」は、画像（原画像データ）中の輪郭部分（エッジ部分）の画質を良好にするためのフィルタであれば特に限定されず、例えば輪郭部分を強調するフィルタを採用することが可能である。

[0170] 以上説明したように、上述の第 4 実施形態によれば、復元処理を行わない場合であっても、ボケ画像補正を適切に行うことができる。

[0171] なお、上述の各実施形態において復元処理を施された連続する複数の画像（連続画像）は、様々な形態で表示可能である。例えば、復元処理が施された連続画像は、デジタルカメラ 10（撮像装置、図 1 参照）が有する表示部 33 にライブビュー画像として表示されてもよいし、デジタルカメラ 10 が接続されたコンピュータ 60 のディスプレイ 66 に表示されてもよい。

[0172] <他の変形例>

上述のデジタルカメラ 10 は例示に過ぎず、他の構成に対しても本発明を適用することが可能である。各機能構成は、任意のハードウェア、ソフトウェア、或いは両者の組合せによって適宜実現可能である。例えば、上述の各装置及び処理部（カメラ本体コントローラ 28、画像処理部 35、復元処理部 36 等）における画像処理方法、撮像方法（処理ステップ、処理手順）をコンピュータに実行させるプログラム、そのようなプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体（非一時的記録媒体）、或いはそのようなプログラムをインストール可能な各種のコンピュータに対しても本発明を応用することが可能である。

[0173] なお、上述の各実施形態では、復元処理部 36 が、デジタルカメラ 10 のカメラ本体 14（カメラ本体コントローラ 28）に設けられる態様について説明したが、コンピュータ 60 やサーバ 80 等の他の装置に復元処理部 36

が設けられてもよい。

[0174] 例えば、コンピュータ60において画像データを加工する際に、コンピュータ60に設けられる復元処理部によってこの画像データの復元処理が行われてもよい。また、サーバ80が復元処理部を備える場合、例えば、デジタルカメラ10やコンピュータ60からサーバ80に画像データが送信され、サーバ80の復元処理部においてこの画像データに対して復元処理が行われ、復元処理後の画像データ（回復画像データ）が送信元に送信・提供されるようにしてもよい。このようにコンピュータ60やサーバ80などに復元処理部が備えられた画像処理装置において、復元処理を実施するようにしてもよく、復元処理の全部又は一部を復元処理部が備えられたコンピュータ60やサーバ80などで実施するようにしてもよい。また、デジタルカメラ10以外の電子機器において復元処理が行われる場合を想定し、カメラ本体による撮影動作においてフレームごとに取得した被写体距離情報を画像データに記録しておくことにより、カメラから取得した画像データを画像処理装置に送信し、画像処理装置内の画像データ取得部で画像データを取得し本発明の復元処理を実施することで、画像処理装置での復元処理を容易に行うことを可能としてよい。また、カメラ本体による撮影動作においてフレームごとに取得した被写体距離情報を画像データとともに画像処理装置に送信することにより、同様に画像処理装置で本発明の復元処理を実施することが容易になる。また、取得又は記録する被写体距離情報は毎フレームごとに取得することが望ましいが、これに限られるものではない。復元処理による画質の劣化の許容範囲に応じて、被写体距離情報の取得を数フレームに1度としたり、被写体距離が所定の閾値以上に変化した場合に被写体距離情報を取得したりするなど、被写体距離情報の取得を間引いてもよい。

[0175] また、本発明を適用可能な態様はデジタルカメラ10、コンピュータ60及びサーバ80には限定されず、撮像を主たる機能とするカメラ類の他に、撮像機能に加えて撮像以外の他の機能（通話機能、通信機能、その他のコンピュータ機能）を備えるモバイル機器類に対しても適用可能である。本発明

を適用可能な他の態様としては、例えば、カメラ機能を有する携帯電話機やスマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants)、携帯型ゲーム機が挙げられる。以下、本発明を適用可能なスマートフォンの一例について説明する。

[0176] <スマートフォンの構成>

図21は、本発明の撮影装置の一実施形態であるスマートフォン201の外観を示すものである。図21に示すスマートフォン201は、平板状の筐体202を有し、筐体202の一方の面に表示部としての表示パネル221と、入力部としての操作パネル222とが一体となった表示入力部220を備えている。また、係る筐体202は、スピーカ231と、マイクロホン232、操作部240と、カメラ部241とを備えている。なお、筐体202の構成はこれに限定されず、例えば、表示部と入力部とが独立した構成を採用したり、折り畳み構造やスライド機構を有する構成を採用することもできる。

[0177] 図22は、図21に示すスマートフォン201の構成を示すブロック図である。図22に示すように、スマートフォンの主たる構成要素として、無線通信部210と、表示入力部220と、通話部230と、操作部240と、カメラ部241と、記憶部250と、外部入出力部260と、GPS (Global Positioning System) 受信部270と、モーションセンサ部280と、電源部290と、主制御部200とを備える。また、スマートフォン201の主たる機能として、基地局装置BSと移動通信網NWとを介した移動無線通信を行う無線通信機能を備える。

[0178] 無線通信部210は、主制御部200の指示にしたがって、移動通信網NWに収容された基地局装置BSに対し無線通信を行うものである。係る無線通信を使用して、音声データ、画像データ等の各種ファイルデータ、電子メールデータなどの送受信や、Webデータやストリーミングデータなどの受信を行う。

[0179] 表示入力部220は、主制御部200の制御により、画像（静止画像及び

動画像)や文字情報などを表示して視覚的にユーザに情報を伝達し、表示した情報に対するユーザ操作を検出する、いわゆるタッチパネルであって、表示パネル221と、操作パネル222とを備える。

[0180] 表示パネル221は、LCD(Liquid Crystal Display)、OLED(Organic Electro-Luminescence Display)などを表示デバイスとして用いたものである。操作パネル222は、表示パネル221の表示面上に表示される画像を視認可能に載置され、ユーザの指や尖筆によって操作される一又は複数の座標を検出するデバイスである。係るデバイスをユーザの指や尖筆によって操作すると、操作に起因して発生する検出信号を主制御部200に出力する。次いで、主制御部200は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル221上の操作位置(座標)を検出する。

[0181] 図21に示すように、本発明の撮影装置の一実施形態として例示しているスマートフォン201の表示パネル221と操作パネル222とは一体となって表示入力部220を構成しているが、操作パネル222が表示パネル221を完全に覆うような配置となっている。係る配置を採用した場合、操作パネル222は、表示パネル221外の領域についても、ユーザ操作を検出する機能を備えてもよい。換言すると、操作パネル222は、表示パネル221に重なる重畳部分についての検出領域(以下、表示領域と称する)と、それ以外の表示パネル221に重ならない外縁部分についての検出領域(以下、非表示領域と称する)とを備えていてもよい。

[0182] なお、表示領域の大きさと表示パネル221の大きさとを完全に一致させても良いが、両者を必ずしも一致させる必要は無い。また、操作パネル222が、外縁部分と、それ以外の内側部分の2つの感応領域を備えていてもよい。更に、外縁部分の幅は、筐体202の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更にまた、操作パネル222で採用される位置検出方式としては、マトリクススイッチ方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、静電容量方式などが挙げられ、いずれの方式を採用するこ

ともできる。

[0183] 通話部230は、スピーカ231やマイクロホン232を備え、マイクロホン232を通じて入力されたユーザの音声を主制御部200にて処理可能な音声データに変換して主制御部200に出力したり、無線通信部210あるいは外部入出力部260により受信された音声データを復号してスピーカ231から出力するものである。また、図21に示すように、例えば、スピーカ231を表示入力部220が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン232を筐体202の側面に搭載することができる。

[0184] 操作部240は、キースイッチなどを用いたハードウェアキーであって、ユーザからの指示を受け付けるものである。例えば、図21に示すように、操作部240は、スマートフォン201の筐体202の側面に搭載され、指などで押下されるとオンとなり、指を離すとバネなどの復元力によってオフ状態となる押しボタン式のスイッチである。

[0185] 記憶部250は、主制御部200の制御プログラムや制御データ、アプリケーションソフトウェア、通信相手の名称や電話番号などを対応づけたアドレスデータ、送受信した電子メールのデータ、WebブラウジングによりダウンロードしたWebデータや、ダウンロードしたコンテンツデータを記憶し、またストリーミングデータなどを一時的に記憶するものである。また、記憶部250は、スマートフォン内蔵の内部記憶部251と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部252により構成される。なお、記憶部250を構成するそれぞれの内部記憶部251と外部記憶部252は、フラッシュメモリタイプ(flash memory type)、ハードディスクタイプ(hard disk type)、マルチメディアカードマイクロタイプ(multimedia card micro type)、カードタイプのメモリ(例えば、MicroSD(登録商標)メモリ等)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)などの格納媒体を用いて実現される。

[0186] 外部入出力部260は、スマートフォン201に連結される全ての外部機

器とのインターフェースの役割を果たすものであり、他の外部機器に通信等（例えば、ユニバーサルシリアルバス（USB）、IEEE1394など）又はネットワーク（例えば、インターネット、無線LAN、ブルートゥース（Bluetooth）（登録商標）、RFID（Radio Frequency Identification）、赤外線通信（Infrared Data Association: IrDA）（登録商標）、UWB（Ultra Wideband）（登録商標）、ジグビー（ZigBee）（登録商標）など）により直接的又は間接的に接続するためのものである。

[0187] スマートフォン201に連結される外部機器としては、例えば、有／無線ヘッドセット、有／無線外部充電器、有／無線データポート、カードソケットを介して接続されるメモリカード（Memory card）やSIM（Subscriber Identity Module Card）／UIM（User Identity Module Card）カード、オーディオ・ビデオI/O（Input/Output）端子を介して接続される外部オーディオ・ビデオ機器、無線接続される外部オーディオ・ビデオ機器、有／無線接続されるスマートフォン、有／無線接続されるパーソナルコンピュータ、有／無線接続されるPDA、有／無線接続されるパーソナルコンピュータ、イヤホンなどがある。外部入出力部は、このような外部機器から伝送を受けたデータをスマートフォン201の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン201の内部のデータを外部機器に伝送することが可能である。

[0188] GPS受信部270は、主制御部200の指示にしたがって、GPS衛星ST1～STnから送信されるGPS信号を受信し、受信した複数のGPS信号に基づく測位演算処理を実行し、スマートフォン201の緯度、経度、高度からなる位置を検出する。GPS受信部270は、無線通信部210や外部入出力部260（例えば、無線LAN）から位置情報を取得できる時には、その位置情報を用いて位置を検出することもできる。

- [0189] モーションセンサ部 280 は、例えば、3 軸の加速度センサなどを備え、主制御部 200 の指示にしたがって、スマートフォン 201 の物理的な動きを検出する。スマートフォン 201 の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン 201 の動く方向や加速度が検出される。係る検出結果は、主制御部 200 に出力されるものである。
- [0190] 電源部 290 は、主制御部 200 の指示にしたがって、スマートフォン 201 の各部に、バッテリー（図示しない）に蓄えられる電力を供給するものである。
- [0191] 主制御部 200 は、マイクロプロセッサを備え、記憶部 250 が記憶する制御プログラムや制御データにしたがって動作し、スマートフォン 201 の各部を統括して制御するものである。また、主制御部 200 は、無線通信部 210 を通じて、音声通信やデータ通信を行うために、通信系の各部を制御する移動通信制御機能と、アプリケーション処理機能を備える。
- [0192] アプリケーション処理機能は、記憶部 250 が記憶するアプリケーションソフトウェアにしたがって主制御部 200 が動作することにより実現するものである。アプリケーション処理機能としては、例えば、外部入出力部 260 を制御して対向機器とデータ通信を行う赤外線通信機能や、電子メールの送受信を行う電子メール機能、Web ページを閲覧する Web ブラウジング機能などがある。
- [0193] また、主制御部 200 は、受信データやダウンロードしたストリーミングデータなどの画像データ（静止画像や動画像のデータ）に基づいて、映像を表示入力部 220 に表示する等の画像処理機能を備える。画像処理機能とは、主制御部 200 が、上記画像データを復号し、係る復号結果に画像処理を施して、映像を表示入力部 220 に表示する機能のことをいう。
- [0194] 更に、主制御部 200 は、表示パネル 221 に対する表示制御と、操作部 240、操作パネル 222 を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御を実行する。
- [0195] 表示制御の実行により、主制御部 200 は、アプリケーションソフトウェ

アを起動するためのアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示したり、或いは電子メールを作成するためのウィンドウを表示する。なお、スクロールバーとは、表示パネル 221 の表示領域に収まりきれない大きな画像などについて、画像の表示部分を移動する指示を受け付けるためのソフトウェアキーのことをいう。

[0196] また、操作検出制御の実行により、主制御部 200 は、操作部 240 を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル 222 を通じて、上記アイコンに対する操作や、上記ウィンドウの入力欄に対する文字列の入力を受け付けたり、或いは、スクロールバーを通じた表示画像のスクロール要求を受け付ける。

[0197] 更に、操作検出制御の実行により主制御部 200 は、操作パネル 222 に対する操作位置が、表示パネル 221 に重なる重畳部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル 221 に重ならない外縁部分（非表示領域）かを判定し、操作パネル 222 の感応領域や、ソフトウェアキーの表示位置を制御するタッチパネル制御機能を備える。

[0198] また、主制御部 200 は、操作パネル 222 に対するジェスチャ操作を検出し、検出したジェスチャ操作に応じて、予め設定された機能を実行することもできる。ジェスチャ操作とは、従来の単純なタッチ操作ではなく、指などによって軌跡を描いたり、複数の位置を同時に指定したり、或いはこれらを組合せて、複数の位置から少なくとも 1 つについて軌跡を描く操作を意味する。

[0199] カメラ部 241 は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) や CCD (Charge-Coupled Device) などの撮像素子を用いて電子撮影するデジタルカメラである。また、カメラ部 241 は、主制御部 200 の制御により、撮像によって得た画像データを例えば JPEG (Joint Photographic coding Experts Group) などの圧縮した画像データ

に変換し、記憶部 250 に記録することが可能であり、外部入出力部 260 や無線通信部 210 を通じて出力することができる。図 21 に示すにスマートフォン 201 において、カメラ部 241 は表示入力部 220 と同じ面に搭載されているが、カメラ部 241 の搭載位置はこれに限らず、表示入力部 220 の背面に搭載されてもよいし、或いは、複数のカメラ部 241 が搭載されてもよい。なお、複数のカメラ部 241 が搭載されている場合、撮影に供するカメラ部 241 を切り替えて単独にて撮影することが可能であり、或いは、複数のカメラ部 241 を同時に使用して撮影することもできる。

[0200] また、カメラ部 241 はスマートフォン 201 の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル 221 にカメラ部 241 で取得した画像を表示することや、操作パネル 222 の操作入力のひとつとして、カメラ部 241 の画像を利用することができる。また、GPS 受信部 270 が位置を検出する際に、カメラ部 241 からの画像を参照して位置を検出することもできる。更には、カメラ部 241 からの画像を参照して、3 軸の加速度センサを用いずに、或いは、3 軸の加速度センサと併用して、スマートフォン 201 のカメラ部 241 の光軸方向を判断することや、現在の使用環境を判断することもできる。勿論、カメラ部 241 からの画像をアプリケーションソフトウェア内で利用することもできる。

[0201] その他、静止画又は動画の画像データに GPS 受信部 270 により取得した位置情報、マイクロホン 232 により取得した音声情報（主制御部等により、音声テキスト変換を行ってテキスト情報となってもよい）、モーションセンサ部 280 により取得した姿勢情報等を付加して記憶部 250 に記録したり、外部入出力部 260 や無線通信部 210 を通じて出力することもできる。

[0202] 上述のスマートフォン 201 において、復元処理に関連する上述の各処理部は、例えば主制御部 200、記憶部 250 等によって適宜実現可能である。

[0203] 本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲

で種々の変形が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

[0204] 10…デジタルカメラ、11…撮像部、12…光学系、14…カメラ本体、16…レンズ、17…絞り、18…光学系操作部、20…光学系コントローラ、22…光学系入出力部、26…撮像素子、28…カメラ本体コントローラ、30…カメラ本体入出力部、32…入出力インターフェース、33…表示部、34…デバイス制御部、35…画像処理部、36…復元処理部、37…ユーザインターフェース、60…コンピュータ、62…コンピュータ入出力部、64…コンピュータコントローラ、66…ディスプレイ、70…インターネット、80…サーバ、82…サーバ入出力部、84…サーバコントローラ、100…画像調整部、105…復元処理実行部、110…復元強度調節部、115…被写体距離取得部、120…動き量取得部、125…復元処理判断部、130…フィルタ取得部、140…オートフォーカス部、145…追尾オートフォーカス判断部、150…フレームレート設定部、155…ボケ画像補正処理部、200…主制御部、201…スマートフォン、202…筐体、210…無線通信部、220…表示入力部、221…表示パネル、222…操作パネル、230…通話部、231…スピーカ、232…マイクロホン、240…操作部、241…カメラ部、250…記憶部、251…内部記憶部、252…外部記憶部、260…外部入出力部、270…GPS受信部、280…モーションセンサ部、290…電源部

請求の範囲

- [請求項1] 光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、
- 前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、
- 前記撮像部が生成する前記画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、
- 前記被写体距離取得部が取得した前記被写体距離に基づいて、前記撮像部において生成される連続する複数の前記画像間における、前記光学系の光軸方向に関する前記被写体の動き量を取得する動き量取得部と、
- 前記動き量取得部により取得された前記動き量に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、
- 前記復元処理判断部により復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節部と、
- 前記復元処理判断部の判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、
- を備える撮像装置。
- [請求項2] 光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、
- 前記被写体を追尾して、前記光学系のオートフォーカス制御を行うオートフォーカス部と、
- 前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元

フィルタを取得するフィルタ取得部と、

前記撮像部が生成する前記画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、

前記被写体距離取得部が取得した前記被写体距離に基づいて、前記撮像部において生成される連続する複数の前記画像間における、前記光学系の光軸方向に関する前記被写体の動き量を取得する動き量取得部と、

前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、

前記復元処理実行部により連続する複数の前記画像に対して復元処理を実行する場合に、前記動き量取得部により取得される前記動き量に基づいて、前記被写体を追尾する前記光学系の前記オートフォーカス制御が中止される、又は継続されると判断する追尾オートフォーカス判断部と、を備える撮像装置であって、

前記オートフォーカス部は、前記追尾オートフォーカス判断部により、前記被写体を追尾する前記光学系の前記オートフォーカス制御が中止されると判断された場合には、前記撮像部が生成する前記画像におけるフォーカスエリア内の被写体に対して、前記光学系のオートフォーカス制御を行う撮像装置。

[請求項3]

光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する撮像部と、

前記撮像部における前記画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定部と、

前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、

前記フレームレート設定部で設定された前記フレームレートに基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元

処理判断部と、

前記復元処理判断部により復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節部と、

前記復元処理判断部の判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、

を備える撮像装置。

[請求項4]

前記撮像装置は、さらに、前記動き量取得部により取得された前記動き量に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、

前記復元処理判断部により復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節部と、を備え、

前記復元処理実行部は、前記復元処理判断部の判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する請求項2に記載の撮像装置。

[請求項5]

前記撮像装置は、さらに、前記撮像部における前記画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定部を有し、

前記復元処理判断部は、前記フレームレート設定部で設定された前記フレームレート及び前記動き量取得部で取得される前記被写体の動き量に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する請求項1又は4に記載の撮像装置。

[請求項6]

前記復元処理判断部は、前記被写体がフォーカス状態である場合に

は、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われると判断し、前記被写体がデフォーカス状態である場合には、復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記復元処理判断部は、前記光学系の前記光軸方向の前記動き量及び前記被写体距離に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、又は復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるかを判断する請求項 1、4、5、及び 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記復元強度調節部は、前記復元フィルタのフィルタ係数を調節すること又は復元処理のゲインを調節することにより、復元処理の前記復元強度を調節する請求項 1、3、4、5、6、及び 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項9] 前記フィルタ取得部は、前記被写体の撮像に関する撮影条件に基づいて、前記復元フィルタを取得する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項10] 前記撮像装置は、さらに、ボケ画像補正処理部を有し、
前記復元処理判断部は、前記画像に対して復元処理が行われないと判断された場合に、前記復元処理とは異なるボケ画像補正処理を行うと判断し、
前記ボケ画像補正処理部は、前記復元処理判断部により前記ボケ画像補正処理を行うと判断された場合に、前記画像に対して前記ボケ画像補正処理を行う請求項 1、3、4、5、6、7、8、及び 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項11] 前記光学系は、交換式である請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項12] 前記撮像装置は、さらに、表示部を有し、
前記復元処理実行部により、前記復元フィルタにより又は前記復元

強度を調節して、復元処理を実行された前記画像を、前記表示部にライブビュー画像として表示する請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項13] 光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、

前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、

前記生成ステップが生成する前記画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得ステップと、

前記被写体距離取得ステップが取得した前記被写体距離に基づいて、前記生成ステップにおいて生成される連続する複数の前記画像間における、前記光学系の光軸方向に関する前記被写体の動き量を取得する動き量取得ステップと、

前記動き量取得ステップにより取得された前記動き量に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断ステップと、

前記復元処理判断ステップにより復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節ステップと、

前記復元処理判断ステップの判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、

を含む撮像方法。

[請求項14] 光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、

前記被写体を追尾して、前記光学系のオートフォーカス制御を行う

オートフォーカスステップと、

前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、

前記生成ステップが生成する前記画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得ステップと、

前記被写体距離取得ステップが取得した前記被写体距離に基づいて、前記生成ステップにおいて生成される連続する複数の前記画像間における、前記光学系の光軸方向に関する前記被写体の動き量を取得する動き量取得ステップと、

前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、

前記復元処理実行ステップにより連続する複数の前記画像に対して復元処理を実行する場合に、前記動き量取得ステップにより取得される前記動き量に基づいて、前記被写体を追尾する前記光学系の前記オートフォーカス制御が中止される、又は継続されると判断する追尾オートフォーカス判断ステップと、を含む撮像方法であって、

前記オートフォーカスステップは、前記追尾オートフォーカス判断ステップにより、前記被写体を追尾する前記光学系の前記オートフォーカス制御が中止されると判断された場合には、前記生成ステップが生成する前記画像におけるフォーカスエリア内の被写体に対して、前記光学系のオートフォーカス制御を行う撮像方法。

[請求項15]

光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を生成する生成ステップと、

前記生成ステップにおける前記画像の生成に関するフレームレートを設定するフレームレート設定ステップと、

前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得ステップと、

前記フレームレート設定ステップで設定された前記フレームレートに基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行

われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断ステップと、

前記復元処理判断ステップにより復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節ステップと、

前記復元処理判断ステップの判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行ステップと、

を含む撮像方法。

[請求項16]

光学系により捉えた被写体の連続する複数の画像を撮像部から取得する画像取得部と、

前記光学系の点像分布に関する伝達関数に対応して生成された復元フィルタを取得するフィルタ取得部と、

前記撮像部から取得する前記画像の前記被写体の被写体距離を取得する被写体距離取得部と、

前記被写体距離取得部が取得した前記被写体距離に基づいて、前記撮像部から取得される連続する複数の前記画像間における、前記光学系の光軸方向に関する前記被写体の動き量を取得する動き量取得部と、

前記動き量取得部により取得された前記動き量に基づいて、前記復元フィルタにより前記画像に対して復元処理が行われるか、復元処理の復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われるか、又は前記画像に対して復元処理を行わないかを判断する復元処理判断部と、

前記復元処理判断部により復元処理の前記復元強度を調節して前記画像に対して復元処理が行われると判断された場合に、復元処理の前記復元強度を調節する復元強度調節部と、

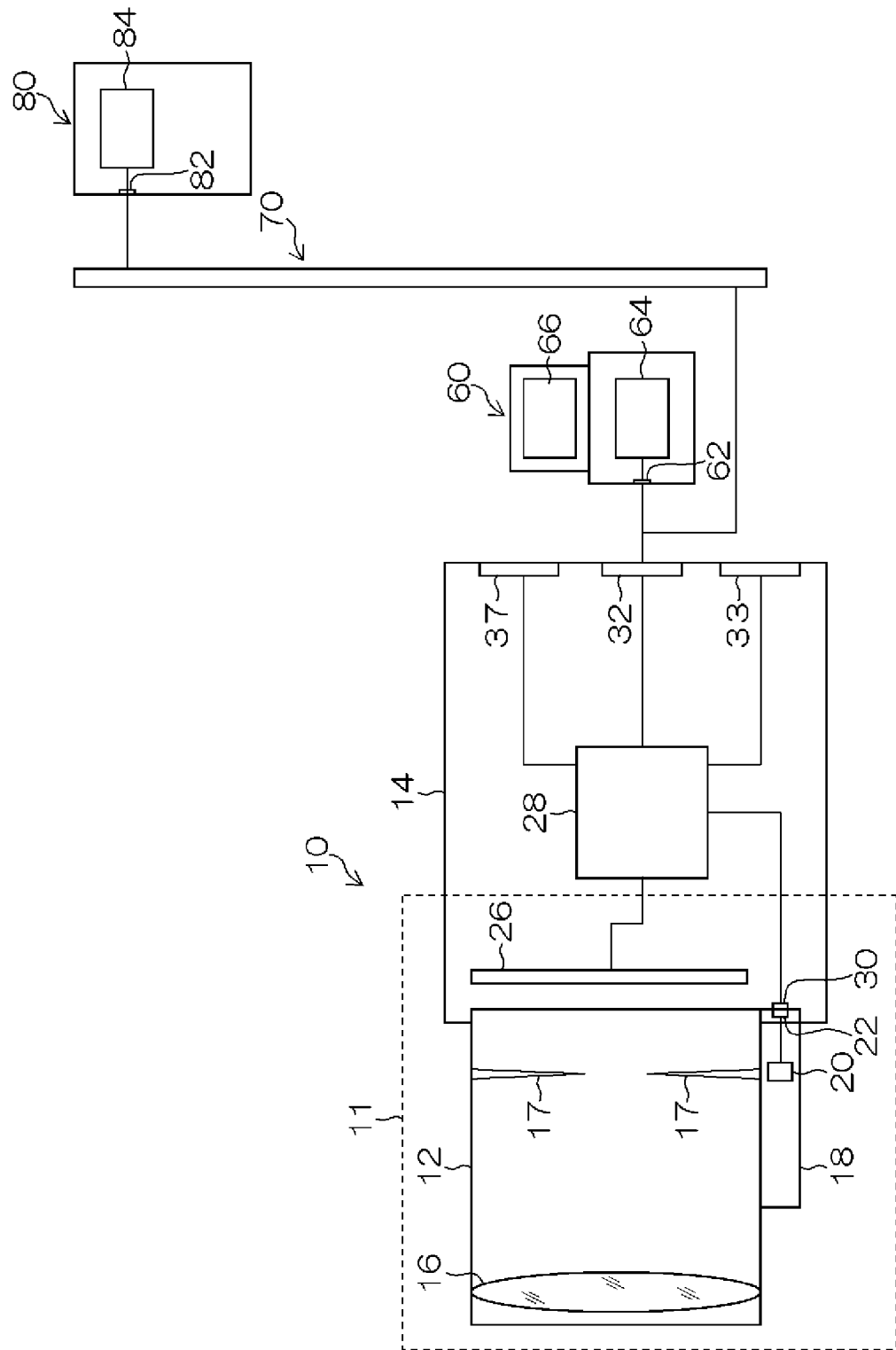
前記復元処理判断部の判断に基づいて、前記復元フィルタにより又は前記復元強度を調節して、前記画像に対して復元処理を実行する復元処理実行部と、

を備える画像処理装置。

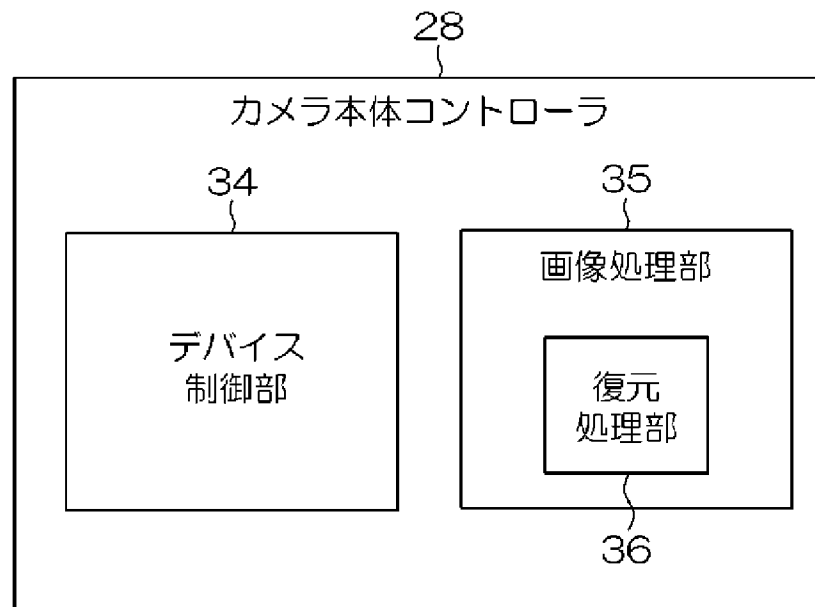
[請求項17] 前記被写体距離取得部は、前記画像データから前記画像データに記録された前記被写体距離を取得する請求項16記載の画像処理装置。

[図1]

FIG. 1

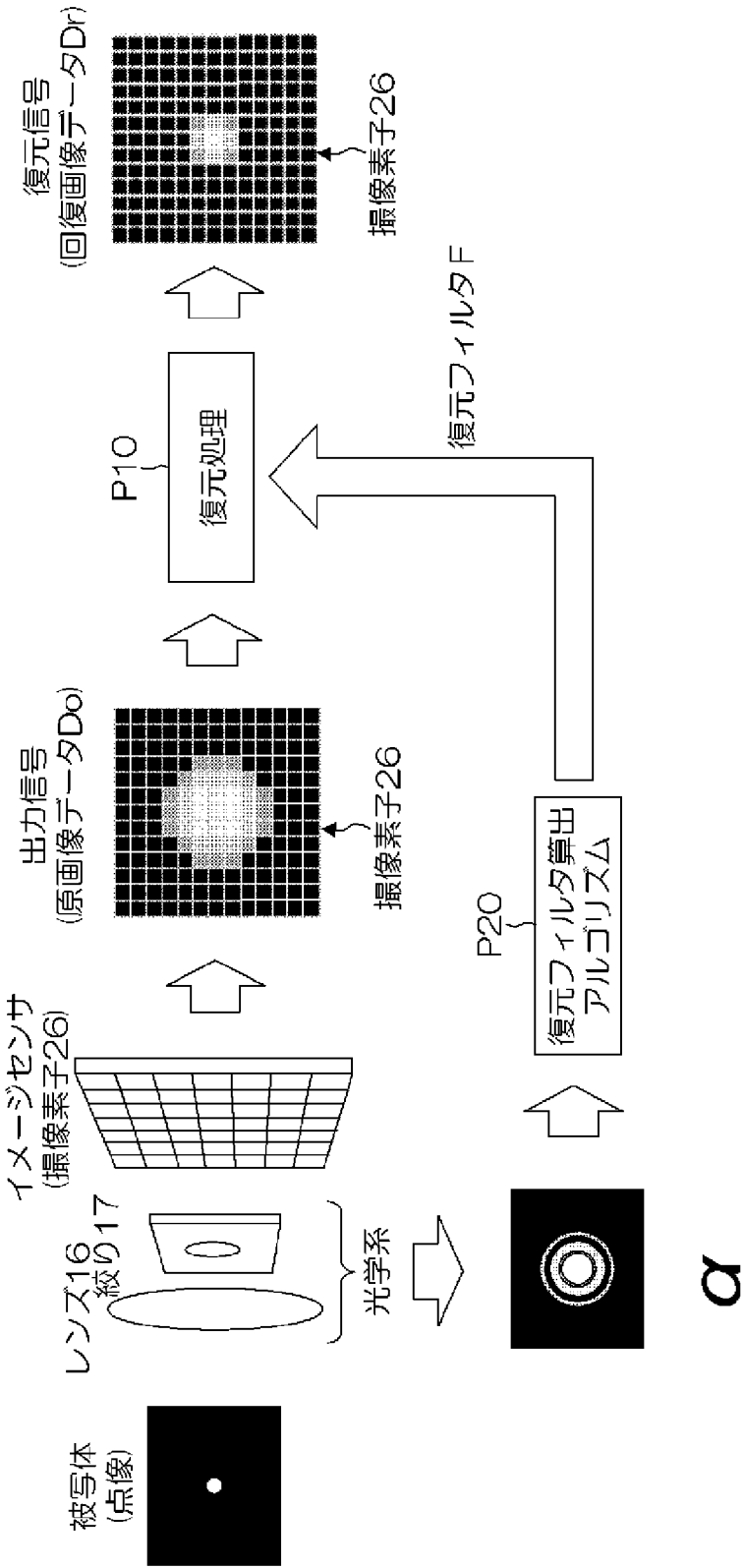


[図2]

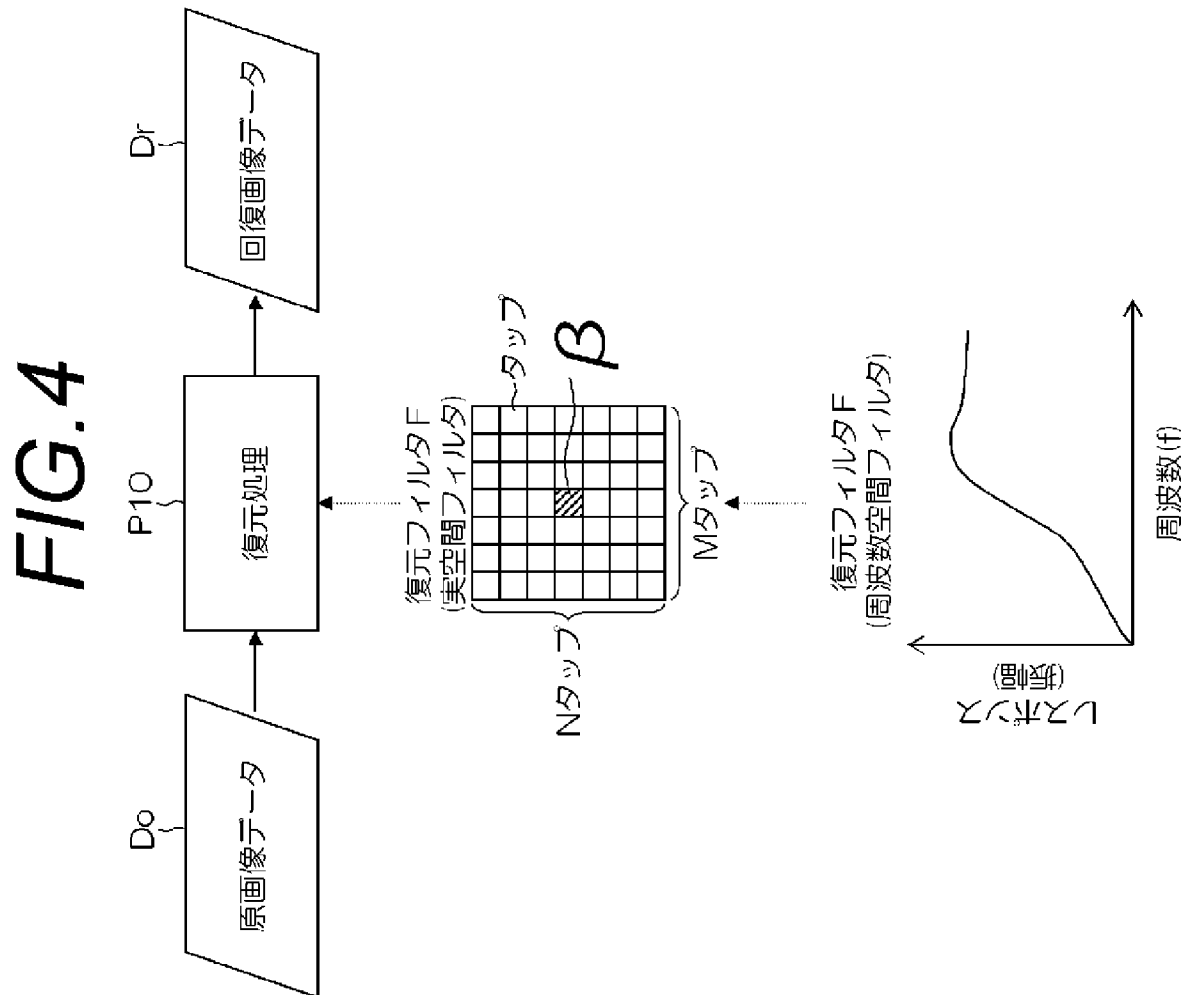
FIG.2

[図3]

FIG.3

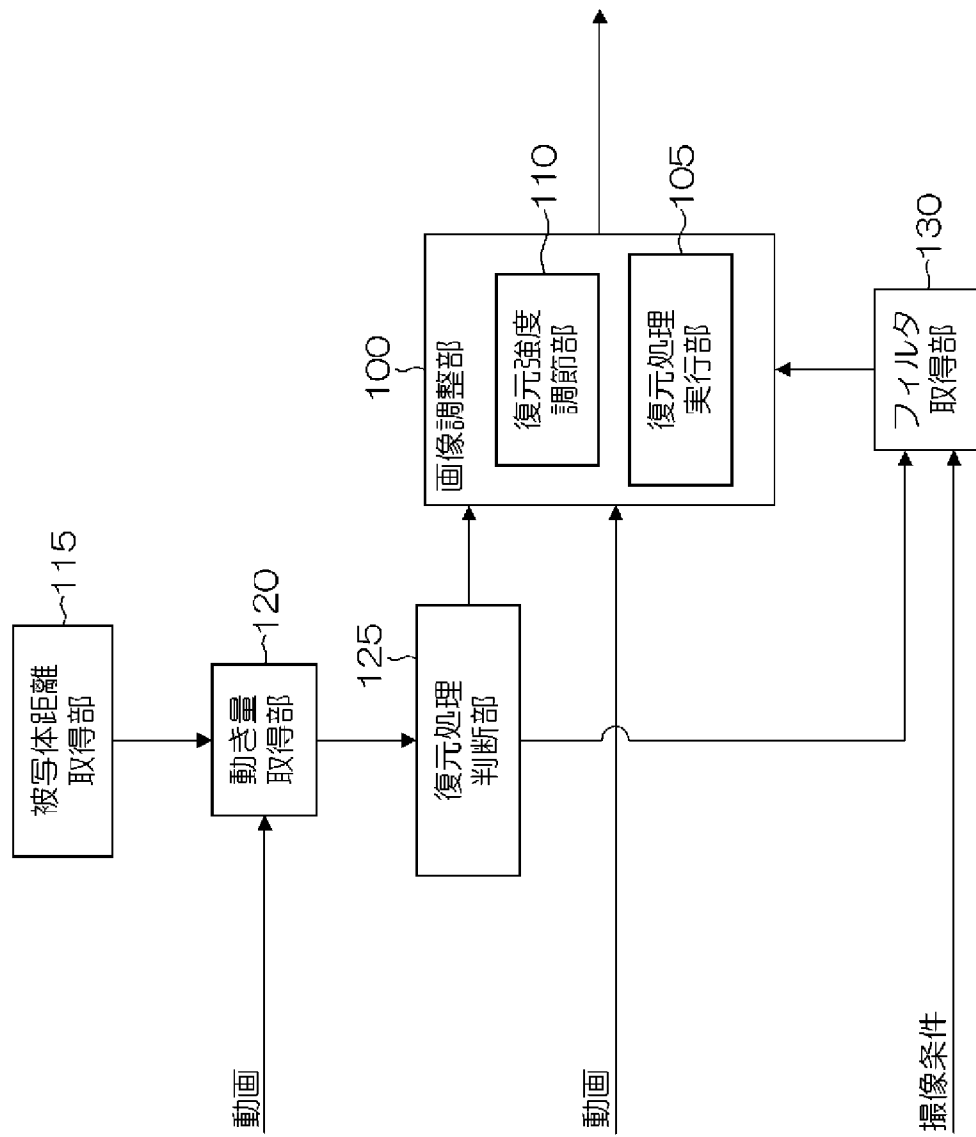


[図4]



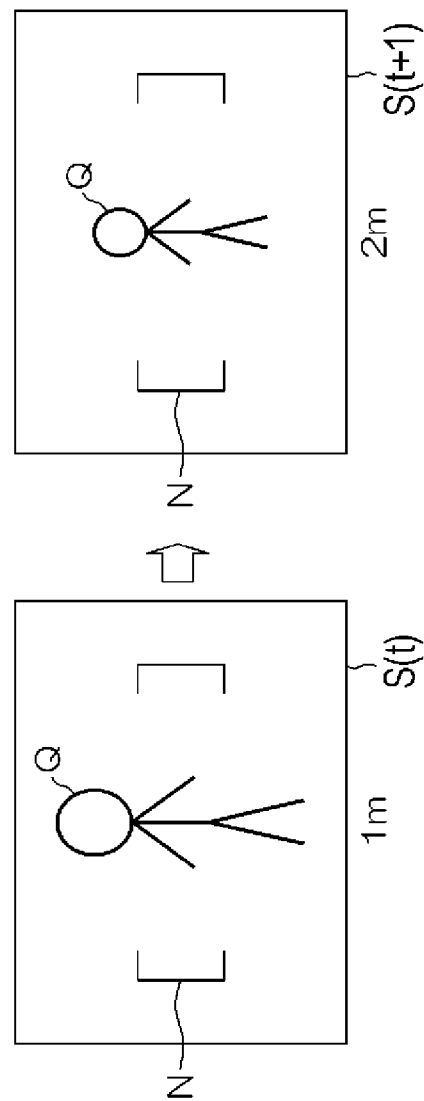
[図5]

FIG. 5



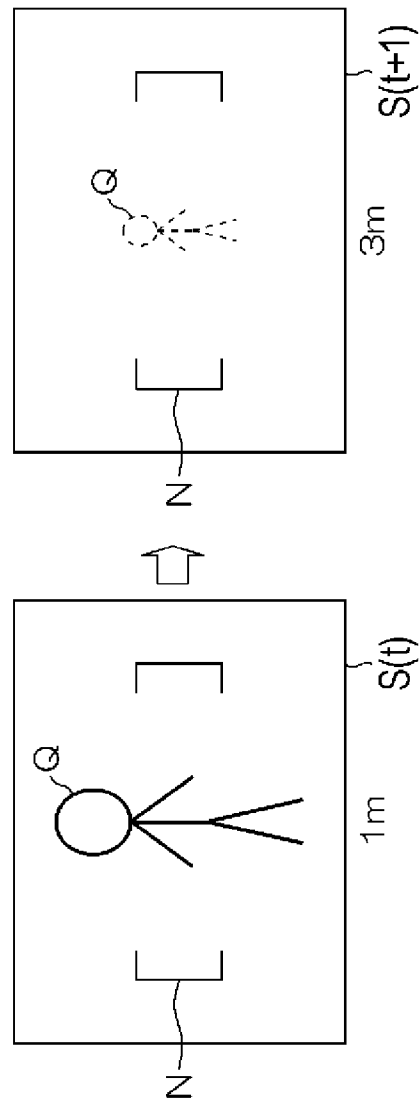
[図6]

FIG. 6



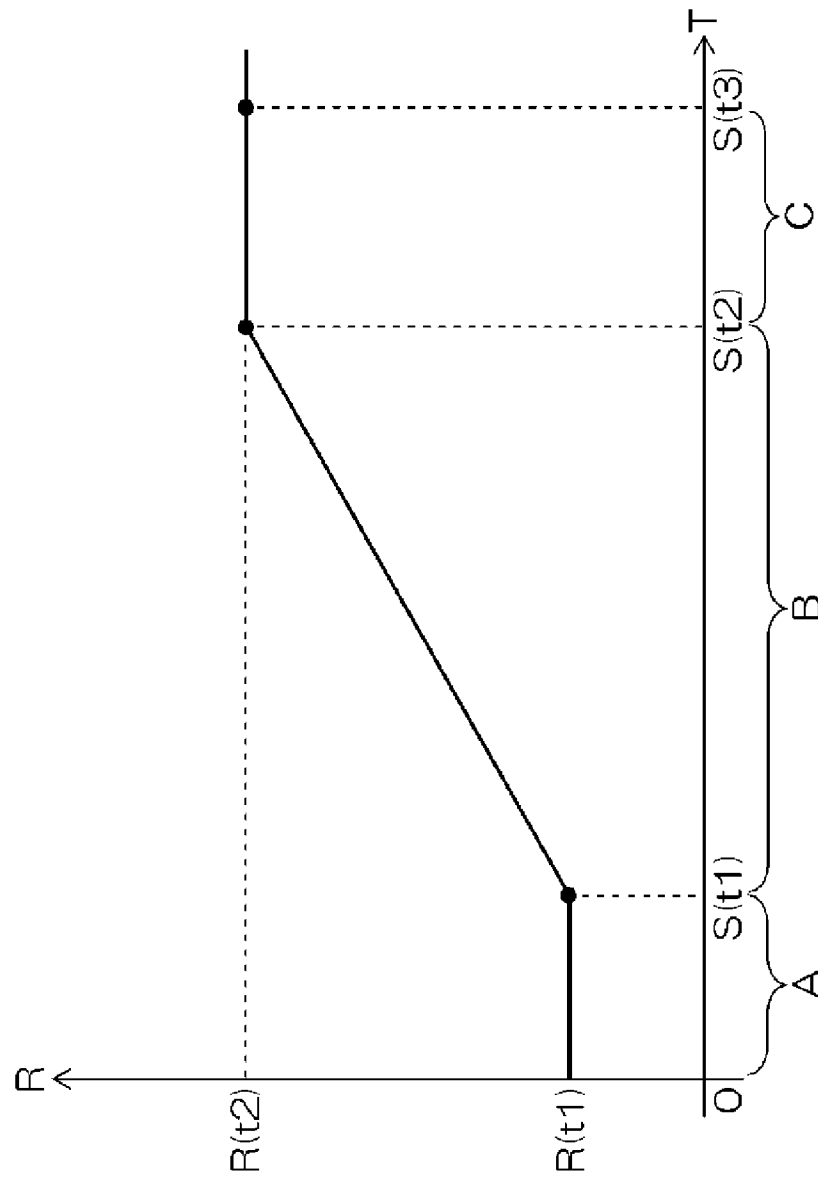
[図7]

FIG. 7



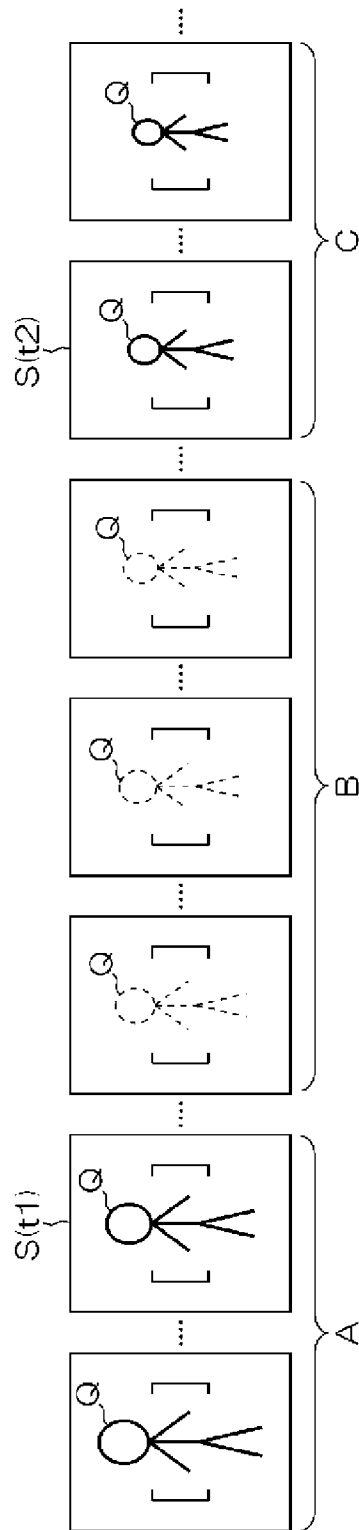
[図8]

FIG. 8



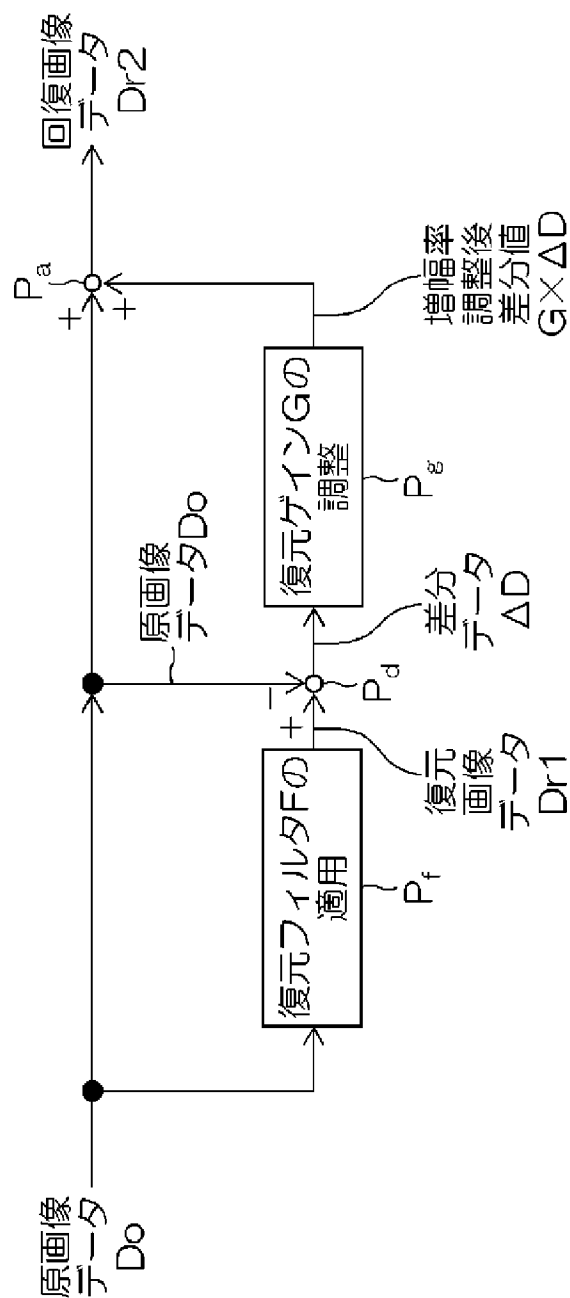
[図9]

FIG. 9



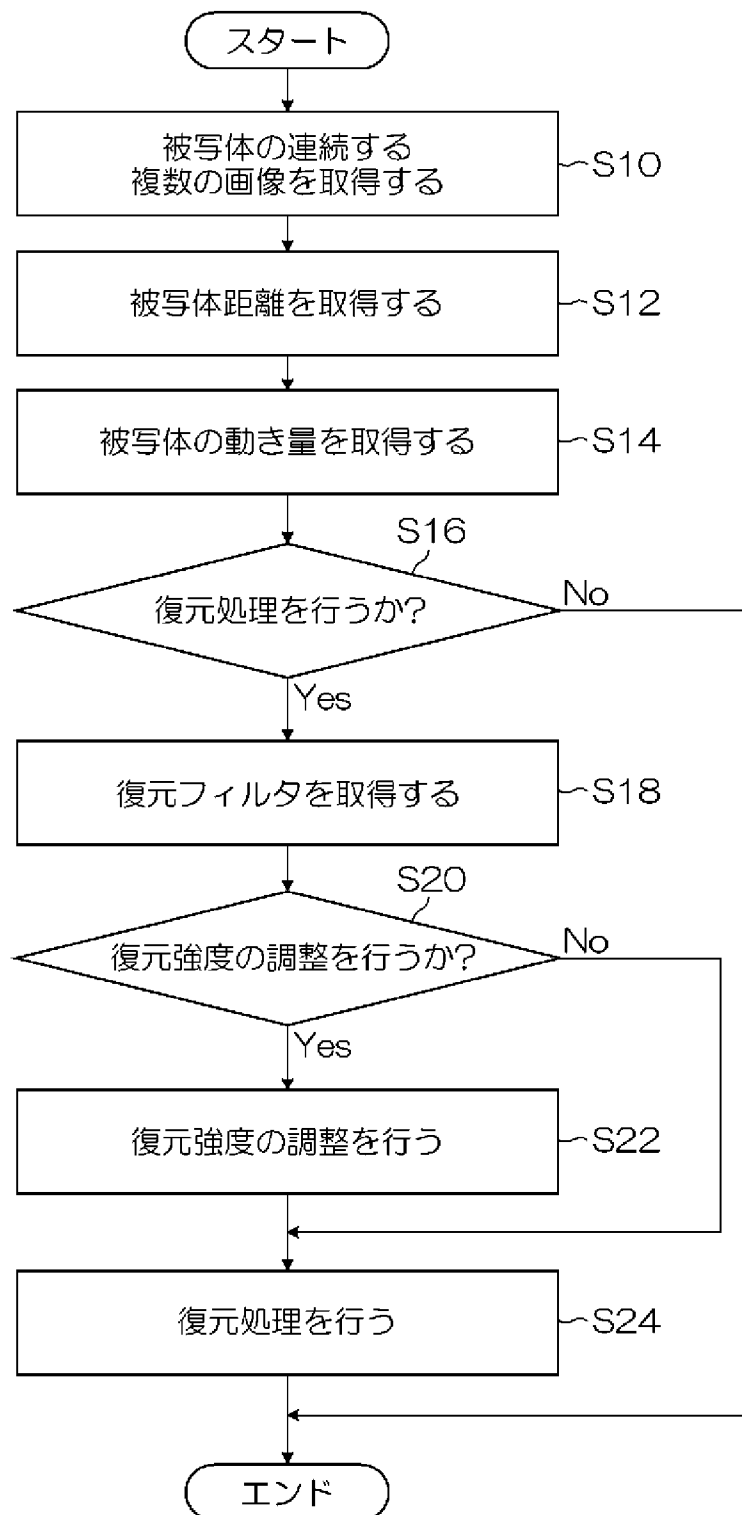
[図10]

FIG. 10



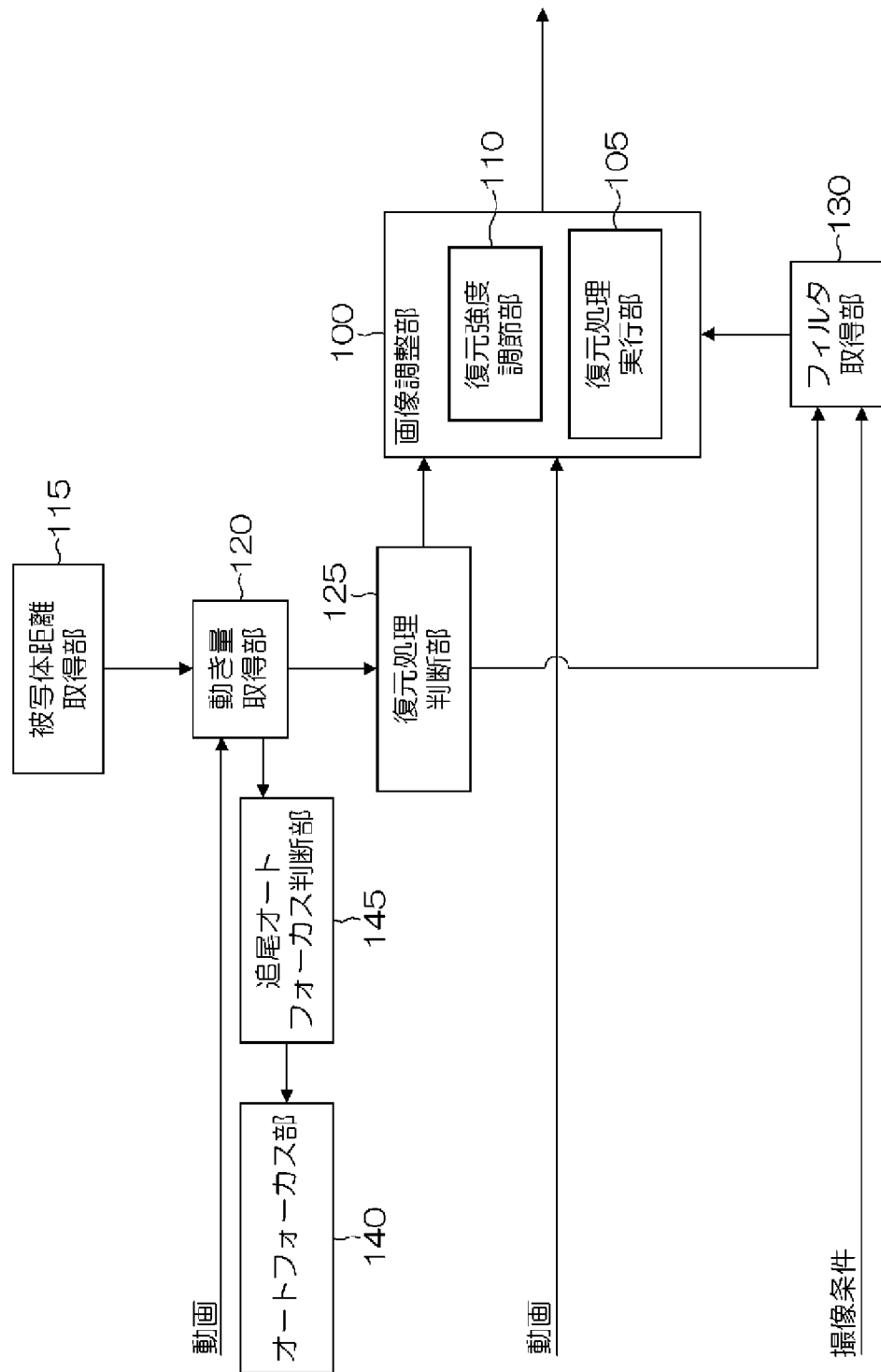
[図11]

FIG. 11



[図12]

FIG. 12



[図13]

FIG. 13B

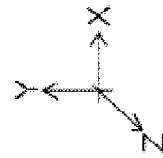
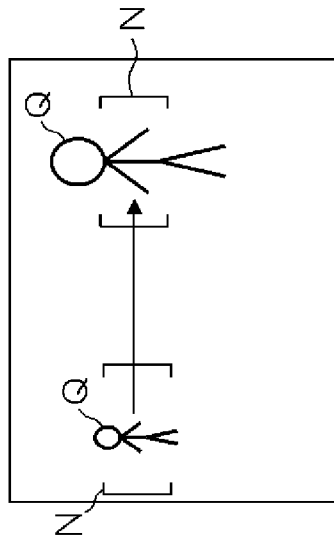
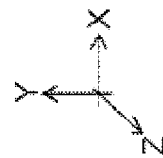
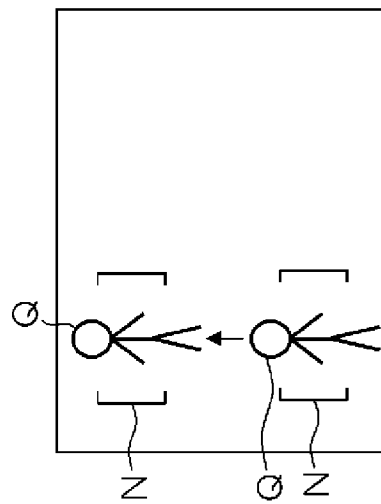
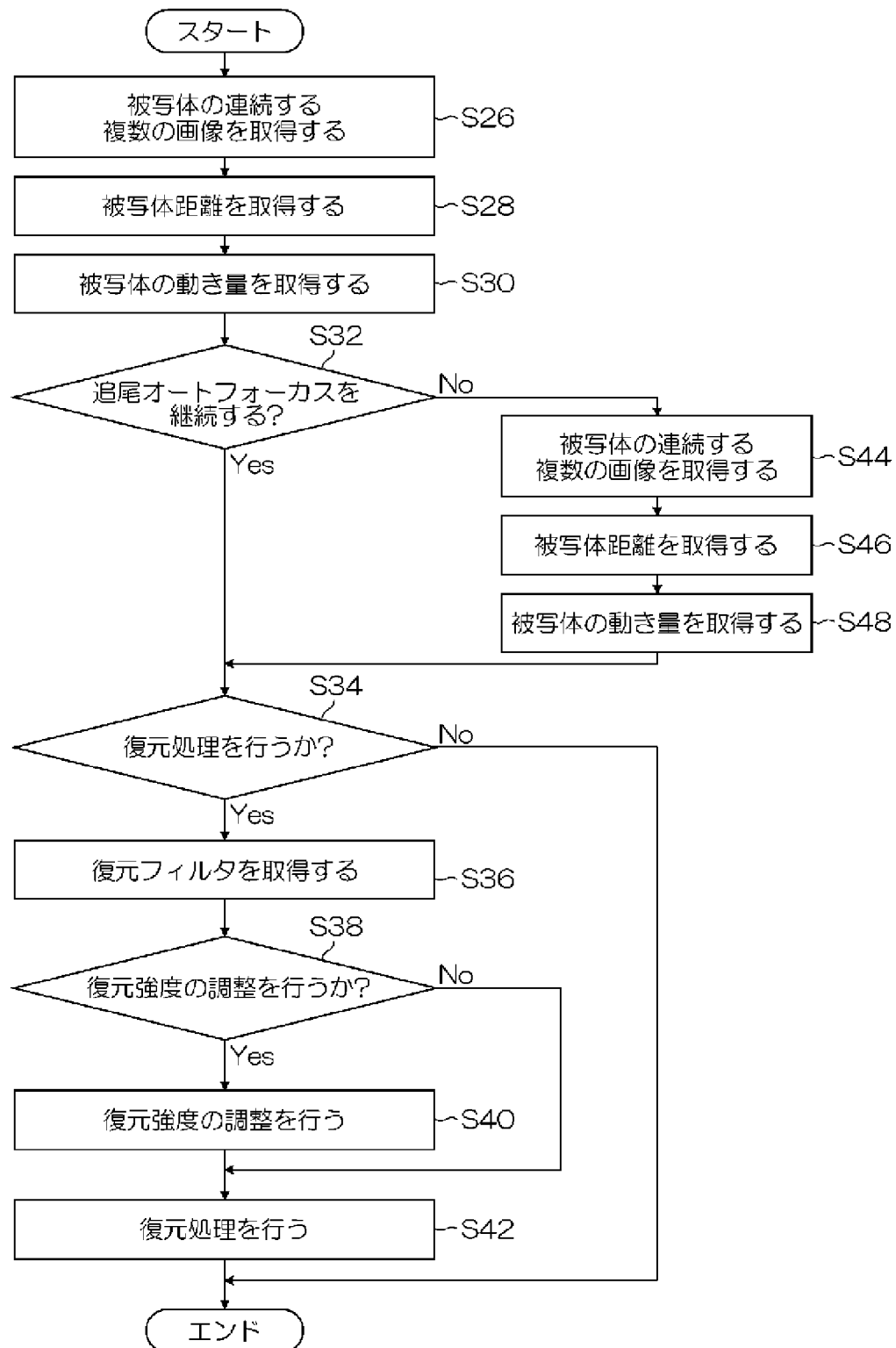


FIG. 13A



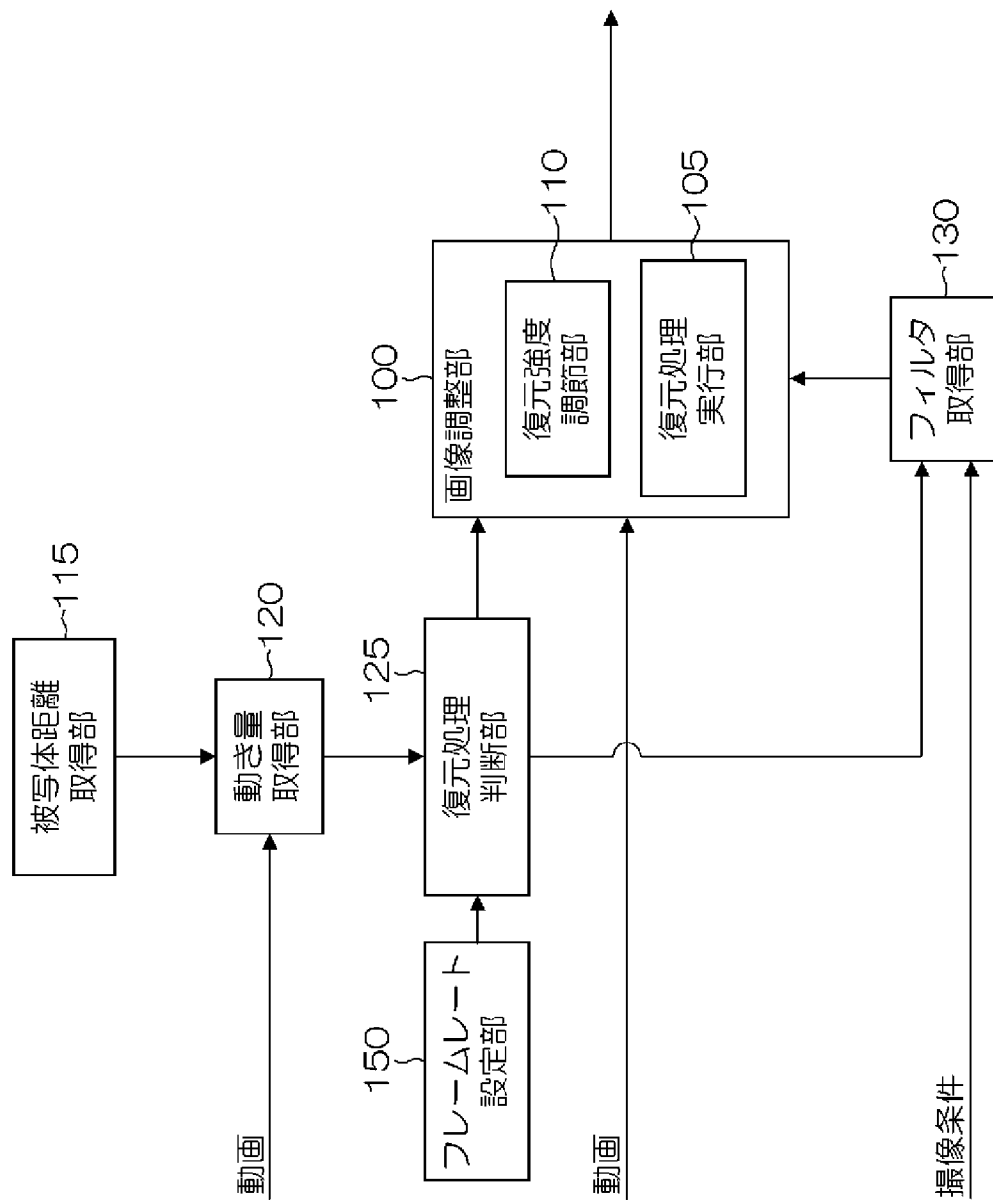
[図14]

FIG. 14

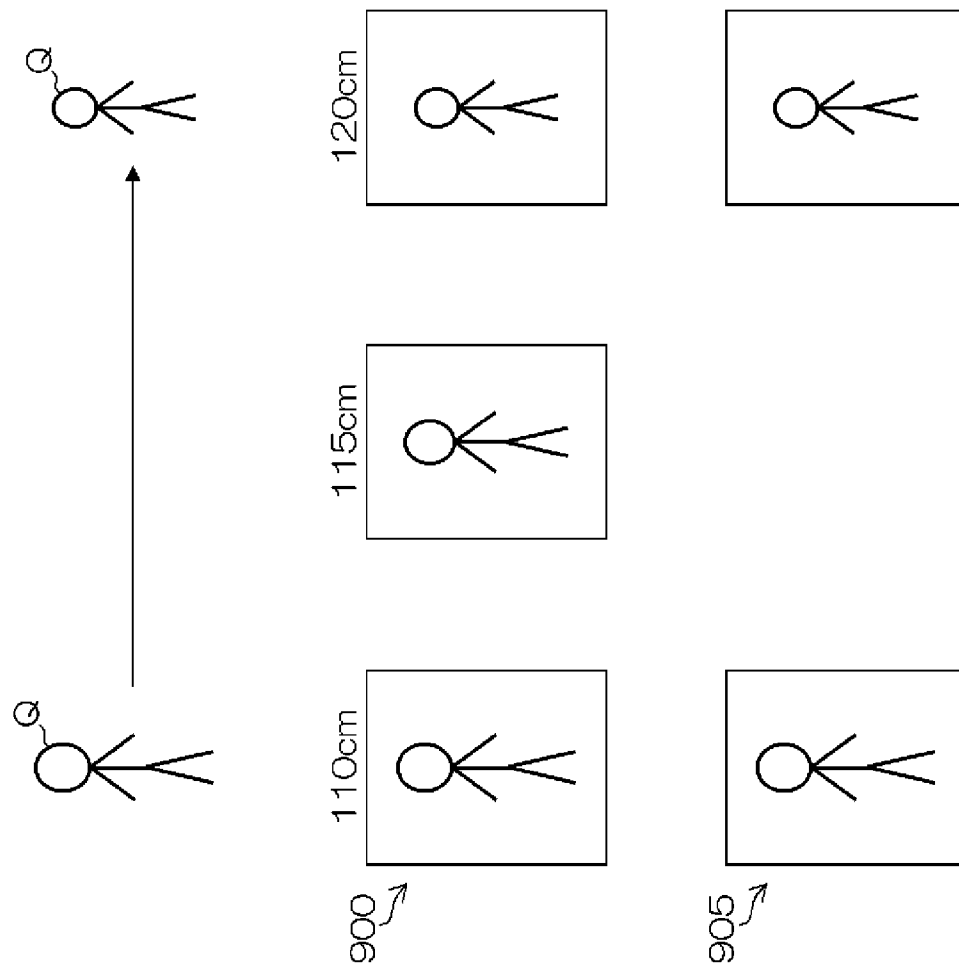


[図15]

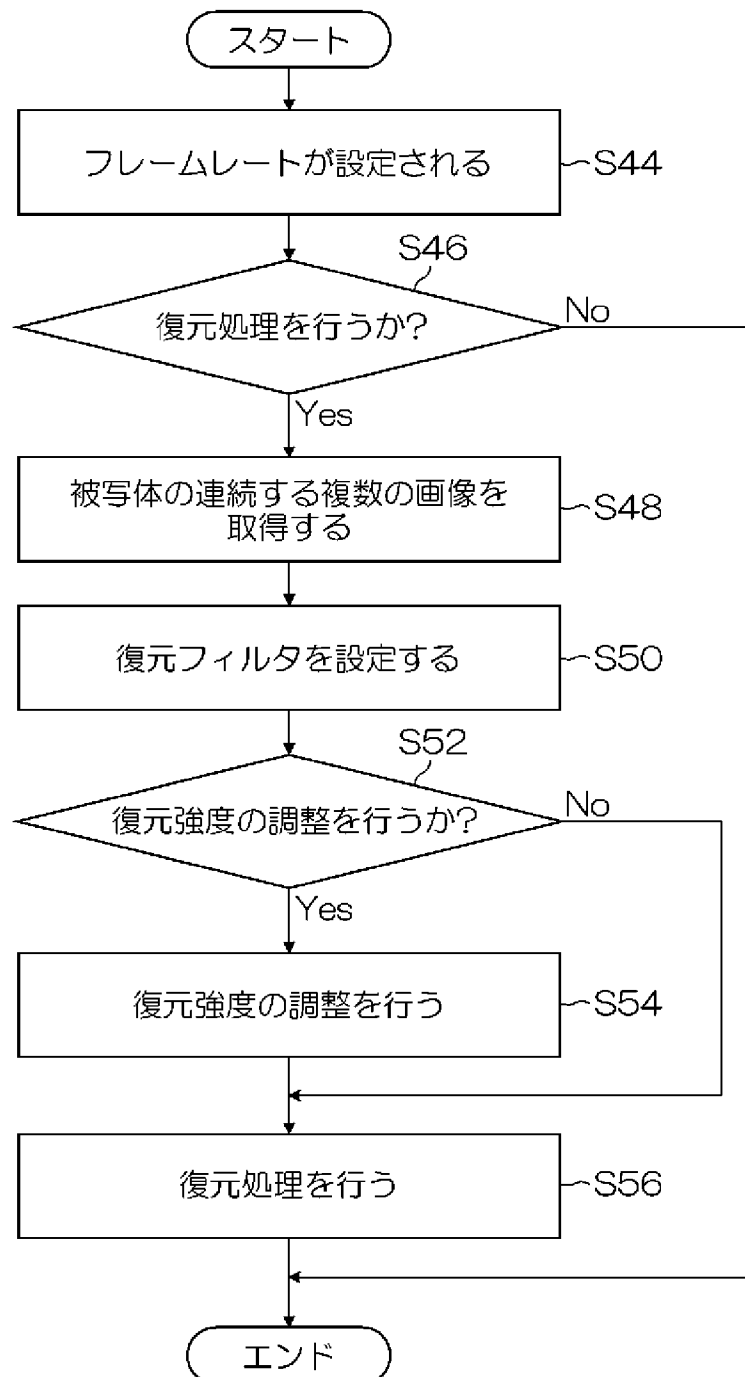
FIG. 15



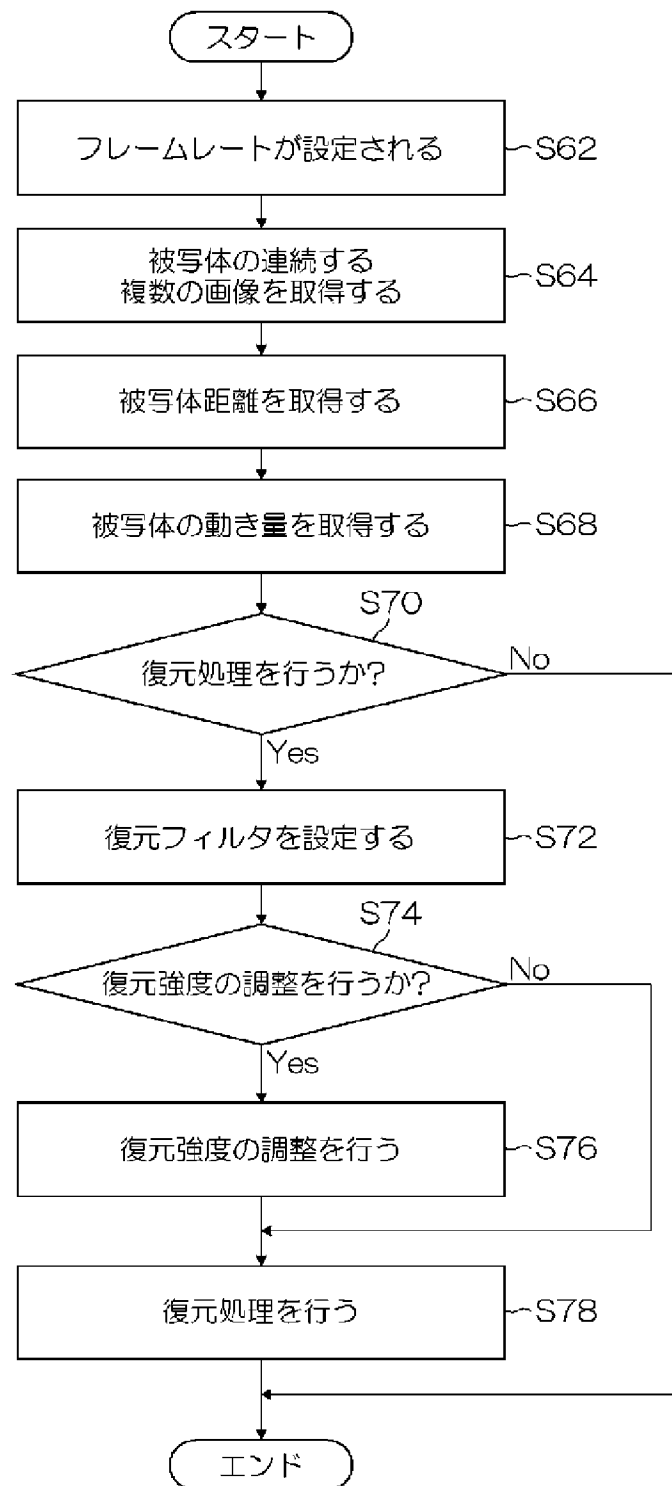
[図16]

FIG. 16

[図17]

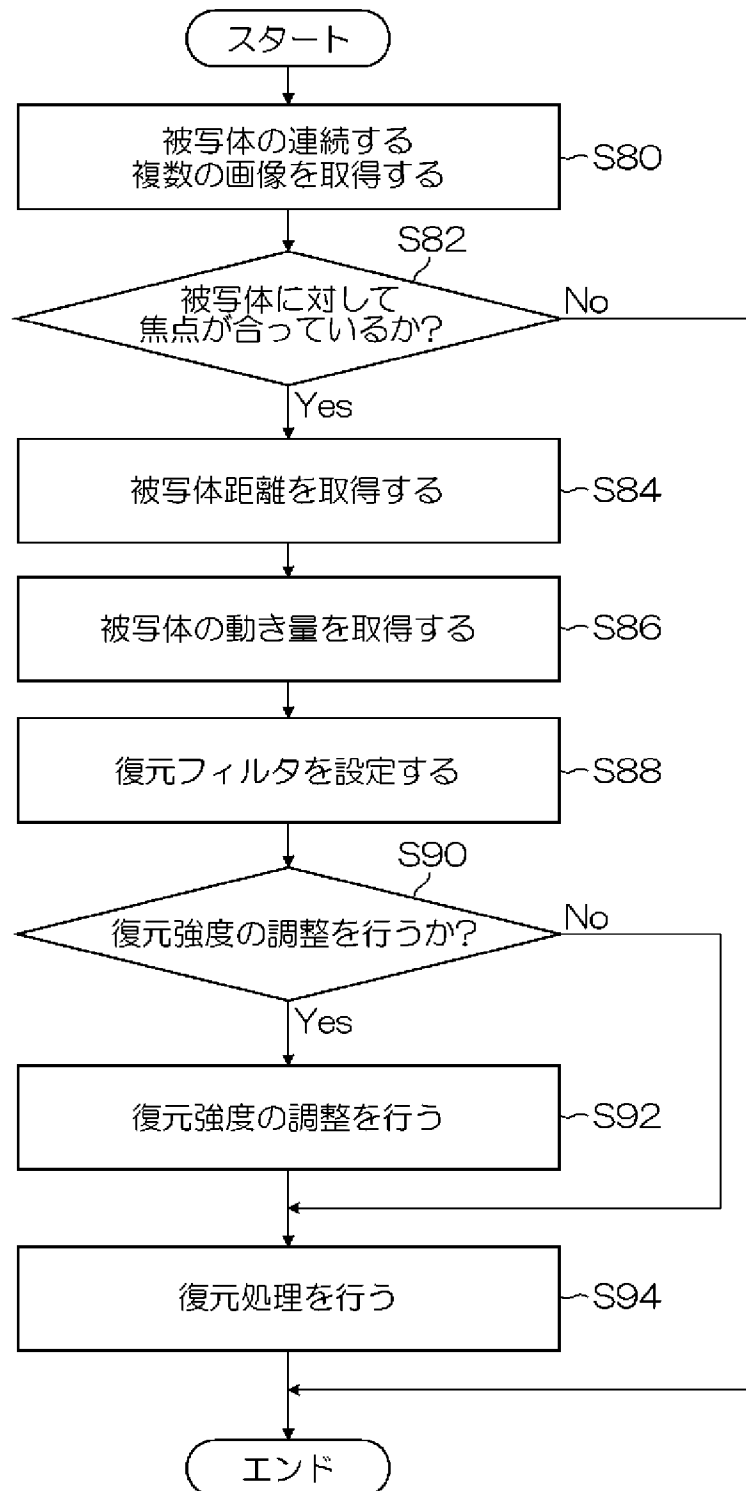
FIG.17

[図18]

FIG. 18

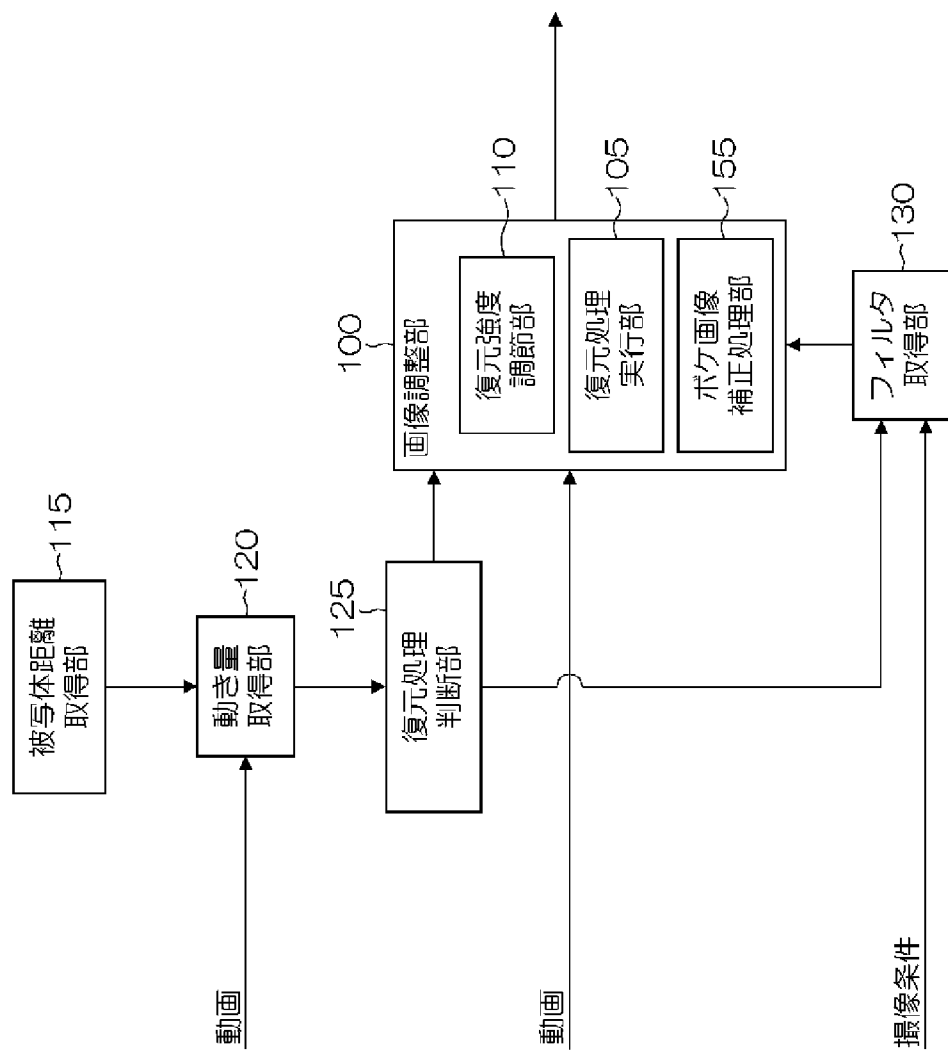
[図19]

FIG. 19

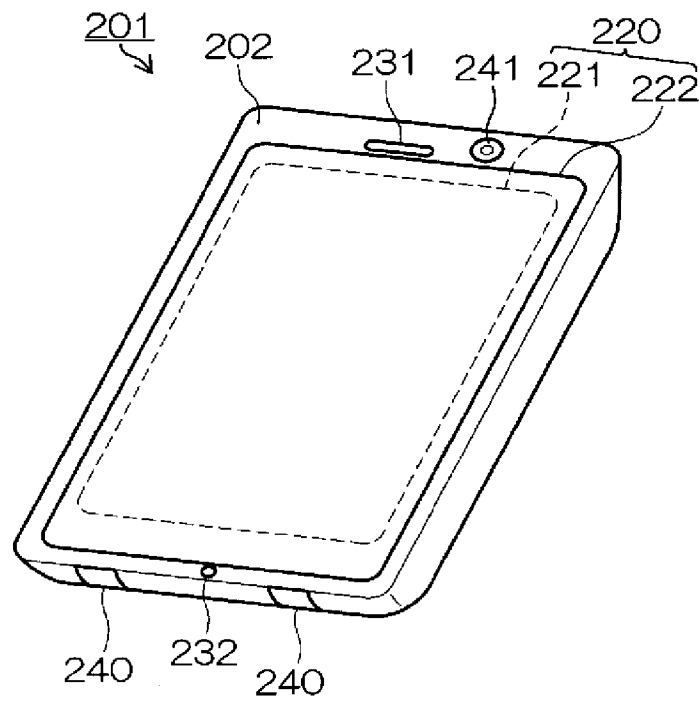


[図20]

FIG. 20

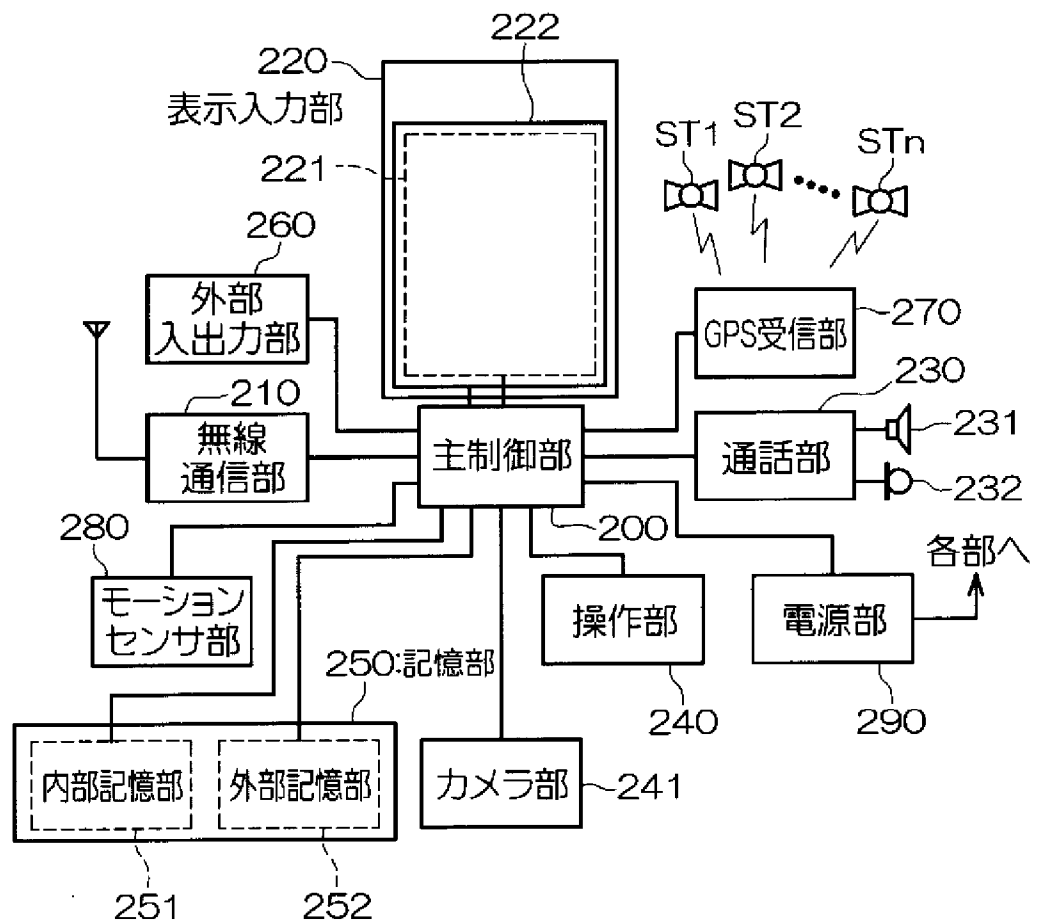


[図21]

FIG. 21

[図22]

FIG. 22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067106

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/232(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i, H04N5/225(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)

H04N5/232, G06T5/20, H04N5/225

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2009-171341 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraphs [0051] to [0054]; fig. 7 to 9 (Family: none)	1-17
A	JP 2007-306548 A (Nikon Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraph [0048]; fig. 1 to 4 & US 2007/0242142 A1 & EP 1845411 A2 & KR 10-2007-0102434 A	1-17
A	JP 2010-258871 A (Olympus Corp.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraphs [0045] to [0061]; fig. 5 to 8 (Family: none)	1-17



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
08 September, 2014 (08.09.14)

Date of mailing of the international search report
16 September, 2014 (16.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067106

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 2011-193276 A (Canon Inc.), 29 September 2011 (29.09.2011), paragraphs [0002], [0007], [0024]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-17
A	JP 2007-181193 A (Kyocera Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0026], [0096] to [0101], [0139] to [0140]; fig. 1, 22 & US 2010/0053350 A1 & WO 2007/063918 A1 & KR 10-2008-0072086 A & CN 101366270 A	1-17
A	JP 2011-118555 A (Canon Inc.), 16 June 2011 (16.06.2011), paragraphs [0014] to [0015], [0061] to [0067]; fig. 1, 8 & US 2011/0128421 A1	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04N5/232(2006.01)i, G06T5/20(2006.01)i, H04N5/225(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. H04N5/232, G06T5/20, H04N5/225			
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 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2009-171341 A（三洋電機株式会社）2009.07.30, 第 0051-0054 段落, 第 7-9 図（ファミリーなし）	1 - 1 7	
A	JP 2007-306548 A（株式会社ニコン）2007.11.22, 第 0048 段落, 第 1-4 図 & US 2007/0242142 A1 & EP 1845411 A2 & KR 10-2007-0102434 A	1 - 1 7	
A	JP 2010-258871 A（オリンパス株式会社）2010.11.11, 第 0045-0061 段落, 第 5-8 図（ファミリーなし）	1 - 1 7	
☒ 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 0 8 . 0 9 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 1 6 . 0 9 . 2 0 1 4	
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 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 高野 美帆子 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1	5 P 9 8 4 9

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 2011-193276 A (キヤノン株式会社) 2011.09.29, 第 0002, 0007, 0024 段落, 第 1-5 図 (ファミリーなし)	1 - 17
A	JP 2007-181193 A (京セラ株式会社) 2007.07.12, 第 0026, 0096-0101, 0139-0140 段落, 第 1, 22 図 & US 2010/0053350 A1 & WO 2007/063918 A1 & KR 10-2008-0072086 A & CN 101366270 A	1 - 17
A	JP 2011-118555 A (キヤノン株式会社) 2011.06.16, 第 0014-0015, 0061-0067 段落, 第 1, 8 図 & US 2011/0128421 A1	1 - 17