

(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 15 日(15.10.2015)



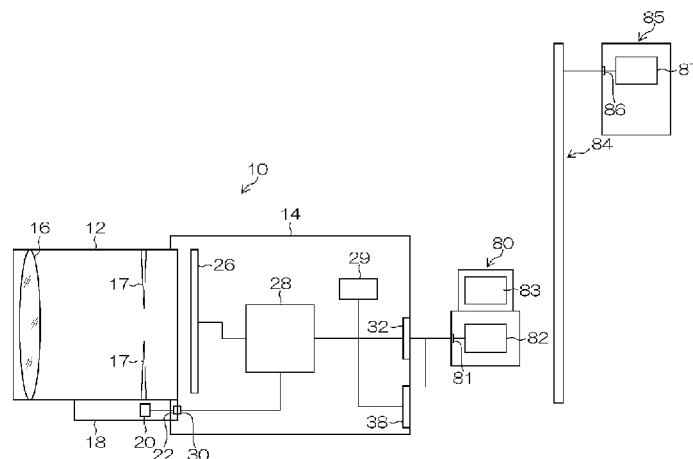
(10) 国際公開番号
WO 2015/156151 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) *G06T 5/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059603
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 27 日(27.03.2015)
- (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 2014-082136 2014 年 4 月 11 日(11.04.2014) 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 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 杉本 雅彦(SUGIMOTO Masahiko); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 林 健吉(HAYASHI Kenkichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 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 3 2 4 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 3 2 4 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 1 2 5 0 番地 F F T P M O 棟 6 F 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラム



(57) Abstract: Provided are: an image processing device that, even in the case that it is not possible to acquire imaging conditions or the optical transmission function of an optical system, is able to acquire a usable sharpening filter; an imaging device; an image processing method; and a program. An image processing unit (36) is provided with a frequency analysis unit (40), an optical characteristic acquisition unit (42), and a filter acquisition unit (44). The frequency analysis unit (40) acquires data in a frequency region of first image data and second image data acquired by imaging a subject image respectively using a first optical system and a second optical system. The optical characteristic acquisition unit (42) compares the data in each frequency region of the first image data and second image data, and acquires frequency characteristic data pertaining to the optical characteristics of the second optical system. The filter acquisition unit (44) acquires a sharpening filter pertaining to the second optical system from among a plurality of sharpening filters associated with the first optical system.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/156151 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))

光学系の光学伝達関数や撮影条件を取得することができない場合であっても、使用可能な鮮鋭化フィルタを取得することを可能にする画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラムを提供する。画像処理部 36 は、周波数解析部 40、光学特性取得部 42 及びフィルタ取得部 44 を備える。周波数解析部 40 は、第 1 の光学系及び第 2 の光学系の各々を用いた被写体像の撮影により取得される第 1 の画像データ及び第 2 の画像データの周波数領域におけるデータを取得する。光学特性取得部 42 は、第 1 の画像データ及び第 2 の画像データの各々の周波数領域におけるデータを比較して、第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する。フィルタ取得部 44 は、第 1 の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第 2 の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及びプログラムに係り、特に鮮鋭化処理に関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラ等の撮像装置によって撮影取得された画像データの画質を改善するために、鮮鋭化処理が一般的に行われている。鮮鋭化処理は、画像データに鮮鋭化フィルタを適用することにより画像のボケ等を解消する処理であり、例えば輪郭強調処理や点像復元処理等が知られている。

[0003] 例えば特許文献１に開示の画像処理装置では、光学伝達関数に基づく回復フィルタを用いた画像回復処理が行われる。

[0004] また特許文献２及び特許文献３に開示の撮像システムでは、カーネルウィナーフィルタを用いた復元処理が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１２－１５６７１５号公報

特許文献２：特開２００９－１２４５６７号公報

特許文献３：特開２００９－１２４５６９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 鮮鋭化処理の対象となっている画像データに適用する鮮鋭化フィルタは、撮影条件や光学系の光学特性に応じて定められることが好ましい。実際の撮影条件とは異なる撮影条件に対応する鮮鋭化フィルタや、撮影に使用した光学系の光学特性とは異なる光学特性に対応する鮮鋭化フィルタを用いて鮮鋭化処理を行うと、十分な鮮鋭化効果が得られないだけでなく、却って画質

を悪化させることがある。

[0007] そのため鮮鋭化処理を行う場合には、撮影条件や光学系の光学特性を正確に把握して適切なフィルタの選定を行うことが好ましい。特に、光学伝達関数（点拡がり関数等）に基づいて鮮鋭化フィルタを作成する場合には、撮影に使用した光学系の光学特性や他の撮影条件（絞り値（F 値）、焦点距離等）に応じた適切な光学伝達関数を特定することが求められる。

[0008] 例えば特許文献 1 の画像処理装置では、複数の画像を解析することにより光学伝達特性が取得されたり、2次元のデータを持つ回復フィルタそのものが光学伝達特性として利用されたりする。また特許文献 2 及び特許文献 3 の撮像システムでは、画像データを解析してボケ点像状態データが取得され、このボケ点像状態データに基づいてボケ状態に応じた復元係数が求められる。

[0009] これらの特許文献 1 ～ 3 に記載の装置及びシステムでは、画像回復処理及び画像復元処理（鮮鋭化処理）に必要な情報が適切に取得される場合には処理を適切に行うことができるが、処理に必要な情報が取得できない場合には処理を遂行することができない。

[0010] 実際の鮮鋭化処理では、光学系の光学特性や他の撮影条件を取得することができない場合がある。例えば光学伝達関数に基づく鮮鋭化処理をデジタルカメラにおいて行う場合、通常は、レンズユニットやカメラ本体に保存されている光学伝達関数や鮮鋭化フィルタが利用される。しかし、レンズユニット及びカメラ本体のいずれにも実際に使用したレンズユニット（光学系）の光学伝達関数や鮮鋭化フィルタが保存されていない場合がある。

[0011] また絞り値や焦点距離等の撮影条件をレンズユニットとの通信によってカメラ本体が取得するケースでは、撮影に使用したレンズユニットがカメラ本体に対応しておらずカメラ本体との通信機能を持たない場合がある。この場合、カメラ本体はレンズユニットから撮影条件を取得することができない。また、撮影に使用したレンズユニットがカメラ本体との通信機能を持つ場合であっても、使用環境（衝撃、温度等）によって通信不良が生じ、カメラ本

体がレンズユニットから撮影条件を取得することができないケースもある。

[0012] 上述のように様々な要因によって光学系の光学伝達関数や撮影条件を取得することができない場合がある一方で、そのような条件下であっても鮮鋭化処理を可能な限り適切に実施したいとの要望がある。

[0013] 本発明は上述の事情に鑑みてなされたものであり、光学系の光学伝達関数や撮影条件を取得することができない場合であっても、使用可能な鮮鋭化フィルタを取得することを可能に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

[0014] 本発明の一態様は、第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得する周波数解析部と、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する光学特性取得部と、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データに基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得するフィルタ取得部と、を備える画像処理装置に関する。

[0015] 本態様によれば、第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの鮮鋭化処理において光学伝達関数や撮影条件を取得することができなくても、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から「第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタ」を取得することができる。

[0016] 望ましくは、フィルタ取得部は、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から取得される鮮鋭化フィルタであって、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データと周波数特性が最も近い鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する。

[0017] 本態様によれば、鮮鋭化精度の高い鮮鋭化フィルタを第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。

- [0018] 望ましくは、光学特性取得部は、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとの比に基づいて取得する。
- [0019] 本態様によれば、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとの比に基づいて、鮮鋭化精度の高い鮮鋭化フィルタを第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。
- [0020] 望ましくは、第1の画像データは、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタを使用した鮮鋭化処理を受けておらず、光学特性取得部は、第1の画像データの周波数領域におけるデータを a によって表し、第2の画像データの周波数領域におけるデータを b によって表し、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から第1の画像データの撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタを適用する前の第1の画像データに対する鮮鋭化フィルタを適用した後の第1の画像データの周波数毎の比率を表すレスポンスを c によって表すと、 $a/b \times c$ によって表される第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する。
- [0021] 本態様によれば、第1の画像データに対する鮮鋭化処理を考慮して、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得することができる。
- [0022] 望ましくは、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの各々の周波数毎のレスポンスを鮮鋭化フィルタを適用する前の画像データに対する鮮鋭化フィルタを適用した後の画像データの空間周波数毎の比率により表した場合、データフィルタ取得部は、横軸の基準を空間周波数とし、縦軸の基準をレスポンスとした座標系において、光学特性取得部によって取得される第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データと鮮鋭化フィルタのレスポンスとの間によって囲まれる面積に基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する。

- [0023] 本態様によれば、上記の座標系において「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データ」と「鮮鋭化フィルタのレスポンス」とによって囲まれる面積に基づいて、鮮鋭化精度の高い鮮鋭化フィルタを第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。
- [0024] 望ましくは、フィルタ取得部は、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から選ばれる鮮鋭化フィルタであって、座標系において、光学特性取得部によって取得される第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データと鮮鋭化フィルタのレスポンスとの間によって囲まれる面積が最も小さい鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する。
- [0025] 本態様によれば、上記の面積が最も小さい鮮鋭化フィルタが第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得されるため、鮮鋭化精度の高い鮮鋭化フィルタを第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。
- [0026] 望ましくは、第1の画像データと第2の画像データとは、同一の被写体像を撮影することにより取得される。
- [0027] 本態様によれば、第1の画像データと第2の画像データとは相互に近似した画像特性を有するため、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを精度良く取得することができる。
- [0028] 望ましくは、画像処理装置は、フィルタ取得部が取得した鮮鋭化フィルタを第2の画像データに適用するフィルタ処理部を更に備える。
- [0029] 本態様によれば、第2の画像に対して良好な鮮鋭化処理を施すことができる。
- [0030] 望ましくは、第2の光学系の光学特性は、第2の光学系の光学伝達関数である。
- [0031] 本態様によれば、第2の光学系の光学伝達関数に基づいて、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得することができる。なお光学伝達関数（

Optical Transfer Function:OTF) には、点
拡がり関数 (Point Spread
Function:PSF)、変調伝達関数 (Modulation T
ransfer Function:MTF) 及び位相伝達関数 (Phas
e Transfer Function:PTF) が含まれる。

[0032] 望ましくは、画像処理装置は、第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される複数の第2の画像データの評価データを取得し、評価データに基づいて、複数の第2の画像データの中から、周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データを取得する画像データ取得部を更に備える。

[0033] 本態様によれば、評価データに基づいて、鮮鋭化精度の高い鮮鋭化フィルタを第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。

[0034] 望ましくは、複数の第2の画像データは、異なる条件下において取得される。

[0035] 本態様によれば、異なる条件下において取得される複数の第2の画像データの中から、評価データに基づいて、適切な第2の画像データを取得することができる。

[0036] 望ましくは、複数の第2の画像データは、相互に露出条件が異なる。

[0037] 本態様によれば、露出条件の異なる複数の第2の画像データの中から、評価データに基づいて、適切な第2の画像データを取得することができる。

[0038] 望ましくは、画像データ取得部は、複数の第2の画像データの特定の周波数の範囲の成分量に基づいて、複数の第2の画像データの中から、周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データを取得する。

[0039] 本態様によれば、特定の周波数の範囲の成分量に基づいて、複数の第2の画像データの中から適切な第2の画像データを取得することができる。

[0040] 望ましくは、画像データ取得部は、複数の第2の画像データの中から、特

定の周波数の範囲の成分量が最も大きい第2の画像データを、周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データとして取得する。

[0041] 本態様によれば、特定の周波数の範囲の成分量が最も大きい第2の画像データを、適切な第2の画像データとして取得することができる。

[0042] 望ましくは、特定の周波数の範囲は、複数の第2の画像データの各々のサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲に含まれる。

[0043] 望ましくは、鮮鋭化フィルタは、第1の光学系の光学伝達関数に基づくフィルタである。

[0044] 本態様によれば、光学伝達関数に基づく鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。

[0045] 望ましくは、鮮鋭化フィルタは、第1の光学系の光学伝達関数に基づかないフィルタである。

[0046] 本態様によれば、光学伝達関数に基づかない鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。

[0047] 望ましくは、フィルタ取得部は、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、複数の像高に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する。

[0048] 本態様によれば、像高に応じた高い精度の鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得することができる。

[0049] 本発明の他の態様は、光学系を通過した被写体像を受光して撮影画像データを生成する撮像素子と、上記の画像処理装置と、を備える撮像装置に関する。

[0050] 本態様によれば、撮像装置において、第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの鮮鋭化処理において光学伝達関数や撮影条件を取得することができなくても、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から「第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタ」を取得することができる。

- [0051] 望ましくは、撮像装置は、第1の画像データの周波数領域におけるデータを記憶する記憶部を更に備え、周波数解析部は、記憶部から第1の画像データの周波数領域におけるデータを取得し、第2の光学系及び撮像素子を用いた被写体像の撮影により第2の画像データの周波数領域におけるデータを取得する。
- [0052] 本態様によれば、第1の画像データの周波数領域におけるデータは記憶部から取得され、第2の画像データの周波数領域におけるデータは被写体像の撮影により取得される。
- [0053] 望ましくは、撮像装置は、表示部と、表示部を制御する表示制御部と、第2の光学系と、を更に備え、表示制御部は、ユーザに第1の被写体像の撮影を促すためのガイド部を表示部に表示させて、第2の画像データは、ガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データである。
- [0054] 本態様によれば、ユーザはガイド部に促されて第2の画像データを簡便に取得することができる。「ガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データ」は、ユーザがガイド部の表示に基づいて撮影を行うことにより生成される撮影画像データであればよい。したがって、例えば表示部にガイド部が表示された状態において撮影が行われて生成される撮影画像データを「ガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データ」という。
- [0055] 望ましくは、撮像装置は、ガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データが第1の基準を満たすか否かを判定する画像判定部を更に備え、第2の画像データは、第1の基準を満たす撮影画像データである。
- [0056] 本態様によれば、第1の基準を満たす第2の画像データを取得することができる。
- [0057] 望ましくは、表示制御部は、ガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データが第1の基準を満たさない場合には、再度、ユーザに第1の被写体像の撮影を促すためのガイド部を表示部に表示させる。
- [0058] 本態様によれば、第1の基準を満たす第2の画像データを簡便に取得する

ことができる。

[0059] 本発明の他の態様は、第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得し、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得し、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データに基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する画像処理方法に関する。

[0060] 本発明の他の態様は、第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得する手順と、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する手順と、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データに基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する手順と、をコンピュータに実行させるためのプログラムに関する。

発明の効果

[0061] 本発明によれば、第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの鮮鋭化処理において光学伝達関数や撮影条件を取得することができなくても、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から「第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタ」を精度良く取得することができる。

図面の簡単な説明

[0062] [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]本体コントローラの機能構成の概略を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態に係る画像処理部の機能構成例を示すブロック図である。

[図4]周波数解析部における処理例を説明するための概念図である。

[図5]光学特性取得部における処理例を説明するための概念図である。

[図6]フィルタ取得部における処理例を説明するための概念図である。

[図7]「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データ」と第1の光学系に関連付けられた「鮮鋭化フィルタ」との関係例を説明するための座標系を示す。

[図8]第1実施形態に係る画像処理部の処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9(a)から図9(d)は表示部における撮影ガイドの一例を示す図である。

[図10]図9(a)から図9(d)に示すガイド表示に適した被写体の一例を示す図である。

[図11]図11(a)から図11(d)は表示部における撮影ガイドの他の例を示す図である。

[図12]図12(a)から図12(d)は表示部における撮影ガイドの他の例を示す図である。

[図13]第2実施形態に係る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14]図14(a)及び図14(b)は表示部における撮影ガイドの他の例を示す図である。

[図15]表示部における撮影ガイドの他の例を示す図である。

[図16]図16(a)及び図16(b)は表示部における撮影ガイドの他の例を示す図である。

[図17]第3実施形態に係る画像処理部の機能構成例を示すブロック図である。

[図18]第3実施形態の第1のモードに係る画像データ取得部における処理の一例を示すフローチャートである。

[図19]第3実施形態の第2のモードに係る画像データ取得部における処理の一例を示すフローチャートである。

[図20]第3実施形態の第3のモードに係る画像データ取得部における処理の一例を示すフローチャートである。

[図21]E D o F 光学系を備える撮像モジュールの一形態を示すブロック図である。

[図22]E D o F 光学系の一例を示す図である。

[図23]図 2 1 に示す復元処理ブロックによる復元処理フローの一例を示す図である。

[図24]E D o F 光学系を介して取得された画像の復元例を示す図であり、（a）は復元処理前のボケた画像を示し、（b）は復元処理後のボケが解消された画像（点像）を示す。

[図25]スマートフォンの外観を示す図である。

[図26]図 2 5 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

[0063] 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。以下の説明では、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例について説明する。

[0064] 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。

[0065] デジタルカメラ 1 0 は、交換可能なレンズユニット 1 2 と、撮像素子 2 6 を具備するカメラ本体 1 4 とを備える。レンズユニット 1 2 とカメラ本体 1 4 とは、レンズユニット 1 2 のレンズユニット入出力部 2 2 とカメラ本体 1 4 のカメラ本体入出力部 3 0 とを介して電氣的に接続される。

[0066] レンズユニット 1 2 は、レンズ 1 6 及び絞り 1 7 等を含む光学系と、この光学系を制御する光学系操作部 1 8 とを具備する。光学系操作部 1 8 は、レンズユニット入出力部 2 2 に接続されるレンズユニットコントローラ 2 0 と、光学系を操作するアクチュエータ（図示省略）とを含む。レンズユニット

コントローラ 20 は、レンズユニット入出力部 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系を制御し、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 の絞り値（絞り量）の制御、等を行う。

[0067] カメラ本体 14 の撮像素子 26 は、集光用マイクロレンズ、RGB（赤緑青）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：CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）、CCD（Charge-Coupled Device）等）を有する。この撮像素子 26 は、レンズユニット 12 の光学系（レンズ 16、絞り 17 等）を介して照射される被写体像の光を電気信号に変換し、画像信号（撮影画像データ）を本体コントローラ 28 に送る。すなわち本例の撮像素子 26 は、光学系（レンズ 16、絞り 17 等）を通過した被写体像を受光して撮影画像データ（以下、「画像データ」と称する）を生成し、その画像データを本体コントローラ 28（後述の「画像処理部 36」）に送信する。

[0068] 図 2 は、本体コントローラ 28 の機能構成の概略を示すブロック図である。

[0069] 本体コントローラ 28 は、デバイス制御部 34 と、画像処理部（画像処理装置）36 とを有し、カメラ本体 14 を統括的に制御する。

[0070] デバイス制御部 34 は、例えば、撮像素子 26 からの画像データの出力を制御したり、レンズユニット 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 を介してレンズユニット 12（レンズユニットコントローラ 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（コンピュータ 80 等）に画像処理前後の画像データ（RAW データ、JPEG（Joint Photographic Experts Group）データ等）を送信したりする。また本例のデバイス制御部 34 は、カメラ本体 14 に設けられる表示部 38 を制御する表示制御部 37 を含む。さらにデバイス制御部 34 は、デジタルカメラ 10 が具備する他のデバ

イス類を適宜制御する。

[0071] 一方、画像処理部 36 は、撮像素子 26 からの画像データに対し、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、カラーマトリクス処理、ガンマ変換処理、等）、RGB 画像処理（トーン補正処理、露出補正処理、等）、RGB/YCrCb 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 36 において適宜行われる。加えて、本例の画像処理部 36 は、後述の「鮮鋭化処理」を行う。

[0072] 本体コントローラ 28 において画像処理が施された画像データは、フラッシュメモリ等によって構成される画像記憶部 29 に保存される。画像記憶部 29 に保存された画像データは、入出力インターフェース 32（図 1 参照）に接続されるコンピュータ 80 等に送られる。また画像記憶部 29 がカメラ本体 14 から着脱自在の場合には、カメラ本体 14 から取り外された画像記憶部 29 に接続されるコンピュータ 80 等に、画像記憶部 29 に保存された画像データが送られる。デジタルカメラ 10（画像記憶部 29）からコンピュータ 80 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（Tagged Image File Format）等の任意のフォーマットとしうる。したがって本体コントローラ 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付けて 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 80 に送信してもよい。

[0073] コンピュータ 80 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 81 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 82 は、コンピュータ 80 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、インターネット等のネットワーク８４を介してコンピュータ入出力部８１に接続されるサーバ８５等との通信制御をしたりする。コンピュータ８０はディスプレイ８３を有し、コンピュータコントローラ８２における処理内容等がディスプレイ８３に必要なに応じて表示される。ユーザは、ディスプレイ８３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）を操作することにより、コンピュータコントローラ８２に対してデータやコマンドを入力し、コンピュータ８０を制御したり、コンピュータ８０に接続される機器類（デジタルカメラ１０、サーバ８５）を制御したりすることができる。

[0074] サーバ８５は、サーバ入出力部８６及びサーバコントローラ８７を有する。サーバ入出力部８６は、デジタルカメラ１０やコンピュータ８０等の外部機器との送受信接続部を構成し、ネットワーク８４を介してデジタルカメラ１０の本体コントローラ２８やコンピュータ８０のコンピュータ入出力部８１に接続される。サーバコントローラ８７は、デジタルカメラ１０やコンピュータ８０からの制御指示信号に応じ、本体コントローラ２８やコンピュータコントローラ８２と協働し、本体コントローラ２８やコンピュータコントローラ８２との間で必要に応じてデータ類の送受信を行い、データ類をデジタルカメラ１０やコンピュータ８０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デジタルカメラ１０やコンピュータ８０に送信したりする。

[0075] なお、各コントローラ（レンズユニットコントローラ２０、本体コントローラ２８、コンピュータコントローラ８２、サーバコントローラ８７）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（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）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８０及びサーバ８５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８０及びサーバ８５を一体的に構成してもよく、またコンピュータ８０及び／又はサーバ８５が省略されてもよい。また、デジタルカメラ１０にサーバ８５との通信機能

を持たせ、デジタルカメラ１０とサーバ８５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。

[0076] 次に、図２に示す本体コントローラ２８（画像処理部３６）において行われる画像データの鮮鋭化処理について説明する。以下の各実施形態では、鮮鋭化処理を行う画像処理部３６（本体コントローラ２８）において、鮮鋭化フィルタの選定の基礎情報となる絞り値や焦点距離等の撮影条件が通信不可或いは通信不良によって全く取得することができない場合の鮮鋭化処理について説明する。

[0077] 以下の例では、カメラ本体１４（本体コントローラ２８）において鮮鋭化処理が実施される例について説明するが、鮮鋭化処理の全部又は一部を他のコントローラ（レンズユニットコントローラ２０、コンピュータコントローラ８２、サーバコントローラ８７等）において実施することも可能である。また以下では、画像処理部３６において行われる鮮鋭化処理について説明するが、上述のように画像処理部３６では鮮鋭化処理以外の各種の画像処理が鮮鋭化処理の前及び／又は後で行われる。画像処理部３６において行われる鮮鋭化処理以外の画像処理に関する処理部の説明及び図示は省略する。

[0078] ＜第１実施形態＞

本実施形態は、ユーザが「カメラ本体１４に対応するレンズユニット１２」及び「カメラ本体１４に対応しないレンズユニット１２」を使って同一シーンを撮影し、得られる画像の周波数応答を比較することにより「カメラ本体１４に対応しないレンズユニット１２」によって撮影される画像データに使用可能な鮮鋭化フィルタを取得する例に関する。

[0079] 「鮮鋭化フィルタ」は特に限定されず、光学系の光学伝達関数に基づくフィルタであってもよいし、光学系の光学伝達関数に基づかないフィルタであってもよい。すなわち点拡がり関数（ＰＳＦ）、変調伝達関数（ＭＴＦ）、位相伝達関数（ＰＴＦ）を含む光学伝達関数（ＯＴＦ）に基づいて作成されたフィルタが「鮮鋭化フィルタ」として使用されてもよいし、光学伝達関数とは関係なく定められた輪郭補正用のフィルタ等が鮮鋭化フィルタとして使

用されてもよい。

[0080] 以下の説明において、「レンズユニット１２（レンズユニットコントローラ２０）とカメラ本体１４（本体コントローラ２８）との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができ、撮影情報を本体コントローラ２８に供給可能なレンズユニット１２」を「第１の光学系」と呼ぶ。また「レンズユニット１２（レンズユニットコントローラ２０）とカメラ本体１４（本体コントローラ２８）との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができず、撮影情報を本体コントローラ２８に供給できないレンズユニット１２」を「第２の光学系」と呼ぶ。

[0081] 図３は、第１実施形態に係る画像処理部３６の機能構成例を示すブロック図である。本例の画像処理部３６は、周波数解析部４０、光学特性取得部４２、フィルタ取得部４４、フィルタ処理部４６及びフィルタ記憶部４８（記憶部）を有する。

[0082] 周波数解析部４０は、「第１の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される画像データ（以下、「第１の画像データ」と称する）」及び「第２の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される画像データ（以下、「第２の画像データ」と称する）」の各々の周波数領域におけるデータを取得する。

[0083] 図４は、周波数解析部４０における処理例を説明するための概念図である。周波数解析部４０には、撮像素子２６（図１参照）から出力された空間領域により表された画像データが入力される。周波数解析部４０は、フーリエ変換の原理を応用した処理を行い、入力された「空間領域により表された画像データ」から「周波数領域により表された画像データ」を作成して出力する。すなわち周波数解析部４０は、「空間領域により表された第１の画像データＡ」を「周波数領域により表された第１の画像データａ」に変換し、「空間領域により表された第２の画像データＢ」を「周波数領域により表された第２の画像データｂ」に変換する。「空間領域により表された画像データ」から「周波数領域により表された画像データ」を作成する処理は特に限定

されず、例えば高速フーリエ変換（Fast Fourier Transform：FFT）を利用した処理が周波数解析部40において行われてもよい。

[0084] なお、本例の第1の画像データと第2の画像データとは、同一の被写体像を撮影することにより取得される画像データをいう。例えば、まずユーザが「レンズユニット12（レンズユニットコントローラ20）とカメラ本体14（本体コントローラ28）との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット12（第1の光学系）」を使って被写体像を撮影することによって第1の画像データが取得される。その後、ユーザによってレンズユニット12の交換が行われる。そしてユーザが「レンズユニット12（レンズユニットコントローラ20）とカメラ本体14（本体コントローラ28）との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット12（第2の光学系）」を使って、第1の画像データと同一の被写体像を撮影することによって第2の画像データが取得される。これにより周波数解析部40は、第1の画像データ及び第2の画像データを取得することができる。なお、このような一連の撮影処理が適切に行われるようにユーザをガイドしてもよく、例えば本体コントローラ28（表示制御部37）の制御下で表示部38にガイダンスを表示してユーザの撮影処理を促してもよい。また第1の画像データ及び第2の画像データは、撮像素子26から周波数解析部40に直接的に供給されてもよいし、画像記憶部29等のメモリに一旦保存され、そのメモリから周波数解析部40に供給されてもよい。

[0085] 図3に示す光学特性取得部42は、第1の画像データの周波数領域におけるデータと第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する。

[0086] ここでいう「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データ」は特に限定されず、鮮鋭化処理によって回復可能な特性をここでいう「第2の光学系の光学特性」とすることができる。例えば、第2の光学系の光学伝達関数を「第2の光学系の光学特性」としてもよい。

[0087] 図5は、光学特性取得部42における処理例を説明するための概念図である。光学特性取得部42には、周波数解析部40が生成した「周波数領域により表された第1の画像データa」及び「周波数領域により表された第2の画像データb」が入力される。光学特性取得部42は、これらの「周波数領域により表された第1の画像データa」及び「周波数領域により表された第2の画像データb」に基づいて「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」を取得する。

[0088] 本例の光学特性取得部42は、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」を、「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」と「第2の画像データの周波数領域におけるデータ（第2の画像データb）」との比に基づいて取得する。

[0089] ただし光学特性取得部42において使用される「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」としては、「鮮鋭化処理を受けたデータ」と「鮮鋭化処理を受けていないデータ」とが想定される。したがって光学特性取得部42は、使用する「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」が「鮮鋭化処理を受けたデータ」か「鮮鋭化処理を受けていないデータ」かを判定し、その判定結果に応じて「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」の取得手法を変えることが好ましい。

[0090] 例えば光学特性取得部42において使用される「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」が「鮮鋭化処理を受けたデータ」の場合には、第1の画像データには既に鮮鋭化処理が反映されている。この場合、「第2の画像データの周波数領域におけるデータ（第2の画像データb）」に対する「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」の比率によって「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」を表してもよい（ $d = a / b$ ）。

[0091] 一方、光学特性取得部42において使用される「第1の画像データの周波数領域におけるデータ（第1の画像データa）」が「鮮鋭化処理を受けてい

ないデータ」の場合には、第1の画像データに対する鮮鋭化処理の影響を考慮する必要がある。すなわち光学特性取得部42において使用される第1の画像データが、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタを使用した鮮鋭化処理を受けていない場合、光学特性取得部42は、例えば以下のようにして「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」を取得してもよい。すなわち第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から第1の画像データの撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタに関し、「その鮮鋭化フィルタを適用する前の第1の画像データ」に対する「その鮮鋭化フィルタを適用した後の第1の画像データ」の周波数毎の比率を表すレスポンスをcにより表すと、光学特性取得部42は、「 $d = a / b \times c$ 」によって表される「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」を取得することができる。

[0092] 図3に示すフィルタ取得部44は、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」に基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する。

[0093] 図6は、フィルタ取得部44における処理例を説明するための概念図である。本例のフィルタ取得部44は、フィルタ記憶部48に記憶されている「第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタ」の中から、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを選定する。

[0094] 本例のフィルタ記憶部48には、第1の光学系用の鮮鋭化フィルタ50が複数記憶されている。第1の光学系用の鮮鋭化フィルタ50の各々は、撮影条件に応じて、第1の光学系の光学特性が考慮されて予め定められたフィルタである。例えば鮮鋭化フィルタ50が第1の光学系の光学伝達関数に基づくフィルタである場合、光学伝達関数は撮影条件に応じて変動する関数であるため、撮影条件毎に定められる適切な光学伝達関数に基づいて「第1の光学系用の鮮鋭化フィルタ50」の各々が定められる。また鮮鋭化フィルタ5

0が第1の光学系の光学伝達関数に基づかないフィルタである場合も同様に、撮影条件毎に定められる適切な基準に基づいて「第1の光学系用の鮮鋭化フィルタ50」の各々が定められる。なお複数の鮮鋭化フィルタ50の基準になる撮影条件は特に限定されず、例えば適用対象の画像データを取得した際の絞り値、焦点距離、被写体距離、明るさ（露出、ヒストグラム、飽和度、等）、等に応じた鮮鋭化フィルタ50をフィルタ記憶部48に記憶しておいてもよい。

[0095] また本例では、フィルタ記憶部48に記憶されている各鮮鋭化フィルタ50には各々のフィルタ特性を示すフィルタ特性データ49が関連付けられている。各フィルタ特性データ49は、関連付けられた鮮鋭化フィルタ50の特性を示すデータである。例えば第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタ50の各々の周波数毎のレスポンス（レスポンス＝鮮鋭化フィルタを適用した後の画像データ／鮮鋭化フィルタを適用する前の画像データ）を、フィルタ特性データ49としてもよい。

[0096] 本例のフィルタ取得部44は、既に保有する鮮鋭化フィルタ群の中から、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」に最も近い特性を有する鮮鋭化フィルタを選定して、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとする。すなわちフィルタ取得部44は、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から取得される鮮鋭化フィルタであって、光学特性取得部42が取得した「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」と周波数特性が最も近い鮮鋭化フィルタ50を、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する。鮮鋭化フィルタ50が「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」に近似する特性を有するか否かの判定手法は特に限定されないが、鮮鋭化フィルタ50による鮮鋭化効果の「空間周波数－レスポンス」の特性データとの比較によって近似性が判定されることが好ましい。

[0097] なおフィルタ取得部44は、鮮鋭化フィルタ50を生成してもよい。この場合、「鮮鋭化フィルタ50の生成に必要な情報」が、その情報から生成さ

れる鮮鋭化フィルタ50のフィルタ特性データ49と関連付けられてフィルタ記憶部48に記憶される。フィルタ取得部44は、フィルタ特性データ49を参照して、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」に最も近い特性を有する鮮鋭化フィルタ50の生成に必要な情報を取得して鮮鋭化フィルタ50を生成する。「鮮鋭化フィルタ50の生成に必要な情報」は特に限定されないが、鮮鋭化フィルタ50が光学伝達関数に基づくフィルタである場合には光学伝達関数を「鮮鋭化フィルタ50の生成に必要な情報」としうる。

[0098] 図7は、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」と第1の光学系に関連付けられた「鮮鋭化フィルタ50」との関係例を説明するための座標系を示す。図7の横軸は空間周波数を示し、縦軸はレスポンス及び周波数特性データdを示す。図7に示す鮮鋭化フィルタ50の周波数毎のレスポンスは、「レスポンス＝鮮鋭化フィルタを適用した後の画像データ／鮮鋭化フィルタを適用する前の画像データ」との関係によって表される。即ちレスポンスは、鮮鋭化フィルタを適用する前の画像データに対する鮮鋭化フィルタを適用した後の画像データの空間周波数毎の比率を表す。

[0099] フィルタ取得部44は、図7に示す座標系において、「第1の光学系に関連付けられた鮮鋭化フィルタ」の各々と「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」とによって囲まれる領域Sの面積の大きさを基準に、「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」と「鮮鋭化フィルタ50」との近似性を判定してもよい。すなわちフィルタ取得部44は、光学特性取得部42によって取得される「第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データd」との間によって囲まれる領域S（差分領域）の面積に基づいて、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得することができる。したがってフィルタ取得部44は、例えば、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から選ばれる鮮鋭化フィルタであって、図7に示す座標系において、光学特性取得部42によって取得される「第2の光学系の光学特

性に関する周波数特性データ d」)と鮮鋭化フィルタのレスポンスとの間により囲まれる面積が最も小さい鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとしてフィルタ記憶部48から取得してもよい。またフィルタ取得部44は、鮮鋭化フィルタの適用処理に加えてゲインコントロール処理を行ってもよい。

[0100] 図3に示すフィルタ処理部46は、フィルタ取得部44が取得した「第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタ」を、「第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データ」に適用する。

[0101] なお、フィルタ処理部46における鮮鋭化フィルタの適用手法は、特に限定されない。例えば画像データ(第2の画像データ)の全画素に共通の鮮鋭化フィルタを適用してもよいし、適用する鮮鋭化フィルタを画像データの画素毎或いはエリア毎に変えてもよい。一般に光学系の光軸中心部と周縁部とでは収差等の光学特性が相違して光学伝達関数が異なるため、像高に応じて、画像データの画素毎或いはエリア毎に適用する鮮鋭化フィルタが変更されてもよい。この場合、フィルタ取得部44は、第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、複数の像高に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタを、第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する。そしてフィルタ処理部46は、フィルタ取得部44が取得した複数の鮮鋭化フィルタを使って、像高に応じて、画像データ(第2の画像データ)に鮮鋭化フィルタを適用する。

[0102] 図8は、第1実施形態に係る画像処理部36の処理の一例を示すフローチャートである。

[0103] まず周波数解析部40によって、「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間により撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット12(第1の光学系)」を使って撮影された「空間領域により表された第1の画像データA」が取得される(図8のS11)。また周波数解析部40によって、「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレ

ンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使って撮影された「空間領域により表された第 2 の画像データ B」が取得される（S 12）。

[0104] そして周波数解析部 40 によって、「空間領域により表された第 1 の画像データ A」が「周波数領域により表された第 1 の画像データ a」に変換される（S 13）、また「空間領域により表された第 2 の画像データ B」が「周波数領域により表された第 2 の画像データ b」に変換される（S 14）。

[0105] そして光学特性取得部 42 によって、第 1 の画像データ A（第 1 の画像データ a）が鮮鋭化処理を受けたデータか否かが判定される（S 15）。

[0106] 第 1 の画像データ A（第 1 の画像データ a）が鮮鋭化処理を受けたデータであると判定される場合（S 15 の Y）、「 $d = a / b$ 」により表される「第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データ d」が光学特性取得部 42 によって取得される（S 16）。一方、第 1 の画像データ A（第 1 の画像データ a）が鮮鋭化処理を受けていないデータであると判定される場合（S 15 の N）、「 $d = a / b \times c$ 」により表される「第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データ d」が光学特性取得部 42 によって取得される（S 17）。なお「c」は、第 1 の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から第 1 の画像データ A（第 1 の画像データ a）の撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタのレスポンスを示す。

[0107] そして「第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データ d」に基づいて、「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタが、フィルタ取得部 44 によって取得される（S 18）。

[0108] このようにして取得された「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタは、そのレンズユニット 12（第 2 の光学系）によって撮影取得された画像データに対して適用可能である。

[0109] したがってフィルタ処理部46は、フィルタ取得部44によって取得された「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを記憶しておき、その後に、そのレンズユニット12（第2の光学系）を使って撮影取得された画像データの鮮鋭化処理を行う際に使用してもよい。例えば、「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得」から「そのレンズユニット12（第2の光学系）がカメラ本体14から取り外される」までに撮影取得された画像データに対して、「そのレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタ」を用いた鮮鋭化処理がフィルタ処理部46において行われてもよい。また「そのレンズユニット12（第2の光学系）がカメラ本体14から取り外される」まで、フィルタ取得部44に取得された「そのレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタ」を使った鮮鋭化処理のオン及びオフが切り替えられてもよい。

[0110] <第2実施形態>

本実施形態において、上述の第1実施形態と同一又は類似の構成及び作用については、詳細な説明を省略する。

[0111] 本実施形態では、第1の画像データの周波数領域におけるデータがフィルタ記憶部48（記憶部）に記憶される。例えば「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間で撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット12（第1の光学系）」を使って所定のチャート等の被写体像（以下、「第1の被写体像」と称する）を、撮影条件を変えて複数回撮影しておき、その撮影条件毎に得られる撮影画像データ（第1の画像データ）の周波数特性データを予めフィルタ記憶部48（記憶部）に記憶しておくと共に、その「レンズユニット12（第1の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタを撮影条件毎に予めフィルタ記憶部48（記憶部）に記

憶しておく。

[0112] そしてカメラ本体 14 に、「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」が装着された場合、フィルタ記憶部 48 に記憶されている第 1 の光学系を使って撮影取得された撮影画像データの周波数特性データと比較するのに適した撮影画像データを取得できるように上述の第 1 の被写体像の撮影をユーザに促すガイドが行われ、その「レンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使った撮影によって第 1 の被写体像の撮影画像データ（第 2 の画像データ）が取得される。周波数解析部 40（図 3 参照）は、被写体像（第 1 の被写体像）に関する第 1 の画像データの周波数領域におけるデータ（周波数特性データ）をフィルタ記憶部 48（記憶部）から取得し、第 2 の光学系及び撮像素子 26（図 1 参照）を用いた被写体像（第 1 の被写体像）の撮影により第 2 の画像データの周波数領域におけるデータを取得する。そして光学特性取得部 42 において、同じ「第 1 の被写体像」に関する「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット 12（第 1 の光学系）」を使った撮影画像データ（第 1 の画像データ）」と「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使った撮影画像データ（第 2 の画像データ）」とが比較され、レンズユニット 12（第 1 の光学系）とレンズユニット 12（第 2 の光学系）との光学特性の相違が類推される。その類推結果に基づいて、「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット 12（第 1 の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタの中から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタがフィルタ取得部 44 によって取得される。

[0113] <撮影ガイド>

以下に、表示部 38 におけるガイド表示によって、ユーザに第 1 の被写体像の撮影を促す手法の一例について説明する。本例は、「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を

適切に行うことができないレンズユニット 1 2（第 2 の光学系）」がカメラ本体 1 4 に装着された状態でのガイド表示プロセスとなる。

[0114] 表示制御部 3 7（図 2 参照）は、表示部 3 8（図 1 参照）を制御して、ユーザに第 1 の被写体像の撮影を促すためのガイド部を表示部 3 8 に表示させる。ユーザは、表示部 3 8 に表示されるガイド部に補助されながら「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 1 2（第 2 の光学系）」を使って第 1 の被写体像の撮影画像データ（第 2 の画像データ）を取得する。したがって本実施形態における「第 2 の画像データ」は、表示部 3 8 におけるガイド部に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データである。

[0115] 図 9 は、表示部 3 8 における撮影ガイドの一例を示す図である。図 9（a）～（d）の各々には、表示制御部 3 7 により表示部 3 8 に表示されるガイド部 6 0 が図示されており、ガイド部 6 0 の表示パターンが示されている。なお図 9（a）～（d）の各々に示す例では、表示部 3 8 の中央部にオートフォーカスエリア 6 1 が表示される。

[0116] 以下の説明では、「右」、「左」、「下」及び「上」という表現が使用されるが、これらの表現はそれぞれ「図面に向かって右」、「図面に向かって左」、「図面に向かって下」及び「図面に向かって上」という意味で使用されている。

[0117] 図 9（a）～（d）に示されているガイド部 6 0 は、表示部 3 8 に表示される撮影画像におけるタンジェンシャル方向に沿った直線形状を有する。ここでいうガイド部 6 0 の直線形状は、直線状の形状であれば特に限定されず、ガイド部 6 0 は、例えば実線の直線であってもよいし、点線の直線であってもよいし、撮影画像が見えるように半透明の直線であってもよい。

[0118] なおガイド部 6 0 は、撮影画像におけるサジタル方向又はタンジェンシャル方向に沿った直線形状であることが好ましい。特に鮮鋭化フィルタが光学伝達関数に基づくフィルタである場合には、鮮鋭化処理のパラメータを調節する観点から、撮影画像におけるサジタル方向又はタンジェンシャル方向にガイド部 6 0 が配置されることが好ましい。すなわち、撮影画像におけるサ

ジタル方向又はタンジェンシャル方向に配置されたガイド部60に一致するような被写体を撮影した場合、光学伝達関数に基づく鮮鋭化フィルタのパラメータを調整する観点から、有用なデータを得ることが可能となる。

[0119] ここでいう「サジタル方向又はタンジェンシャル方向に沿ったガイド部60」は、効果を阻害しない範囲で、サジタル方向又はタンジェンシャル方向から逸れていてもよい。

[0120] またサジタル方向及びタンジェンシャル方向の基準は撮影画像とする。本来は、撮像素子26の受光面上に投影された光学像のサジタル方向又はタンジェンシャル方向と規定することが望ましいが、撮像素子26により受光し取得した画像データに基づいてしか第2の画像データを得られない。したがって、撮影画像を基準としてサジタル方向及びタンジェンシャル方向を考えても問題がない。ここで、タンジェンシャル方向とは撮影画像の中心を基準とした円周に対する接線方向のことをいい、サジタル方向とは、タンジェンシャル方向に垂直に交わる方向のことをいう。

[0121] 図9(a)では、ガイド表示パターン1として、ガイド部60が表示部38における左上の領域に配置されている。ユーザは、図9(a)に示されるガイド部60を参考にして、第1の被写体像を撮影して撮影画像データを取得する。この場合、図9(a)に示されるガイド部60に基づいて定められる画像(例えば後述の図10の符号「64a」参照)が第1の被写体像となる。

[0122] 図9(b)では、ガイド表示パターン2として、2つのガイド部60a、60bの各々が表示部38における左上の領域及び右上の領域に配置されている。さらに、図9(b)において示された2つのガイド部60は、第1のガイド部60a及び第1のガイド部60aと平行でない第2のガイド部60bにより構成されている。すなわち、図9(b)の表示部38の左上の領域に配置されたガイド部(第1のガイド部)60aと、右上に配置されたガイド部(第2のガイド部)60bとは平行とならないように配置されている。

[0123] 図9(c)では、ガイド表示パターン3として、2つのガイド部60a、

60cの各々が表示部38における左上の領域及び右下の領域に配置されている。図9(d)では、ガイド表示パターン4として、4つのガイド部60a、60b、60c、60dの各々が表示部38における左上の領域、右上の領域、右下の領域、及び左下の領域に配置されている。

[0124] なお、図9(a)から図9(d)に示されたガイド部60の表示におけるガイド表示パターンに限定されず、様々な形態のガイド表示パターンを採用することが可能である。

[0125] 図10は、図9(a)から図9(d)に示すガイド表示に適した被写体Wの一例を示す図である。例えば図9(a)に示すガイド表示パターン1では、被写体Wのうち図10の符号「64a」によって示される黒色部分の画像をガイド部60に沿って撮影することが好ましい。また図9(b)に示すガイド表示パターン2では、被写体Wのうち図10の符号「64a」及び符号「64b」により示される黒色部分の画像をガイド部60に沿って撮影することが好ましい。また図9(c)に示すガイド表示パターン3では、被写体Wのうち図10の符号「64a」及び符号「64c」により示される黒色部分の画像をガイド部60に沿って撮影することが好ましい。また図9(d)に示すガイド表示パターン4では、被写体Wのうち図10の符号「64a」、符号「64b」、符号「64c」及び符号「64d」により示される黒色部分の画像をガイド部60に沿って撮影することが好ましい。

[0126] 図11は、表示部38における撮影ガイドの他の例を示す図である。本例では、表示部38の4隅のそれぞれのガイド部60の表示を満たすような被写体の撮影を、4隅のそれぞれのガイド部60の表示毎に撮影を行うように撮影ガイドが行われる。すなわち、本例では、まず、図11(a)により示されるように左上に配置されたガイド部60aを満たすような撮影画像の撮影を行う。次に、図11(b)により示されるように右上に配置されたガイド部60bを満たすような撮影画像の撮影を行う。次に、図11(c)に示されるように右下に配置されたガイド部60cを満たすような撮影画像の撮影を行う。次に、図11(d)に示されるように左下に配置されたガイド部

60dを満たすような撮影画像の撮影を行う。このように、図11(a)～図11(d)に示されたガイド部60a～60dにより補助されて取得される4つの撮影画像データが第2の画像として取得される。

[0127] なお図11に示されるようにガイド部60の表示は4つに限定されず、表示位置が異なる任意の数のガイド部60を表示部38に表示してユーザに撮影を促してもよい。本例によれば、ガイド部60a～60dの各々を満たす被写体を容易に見つけられ、ガイド部60a～60dを確実に満たす撮影画像を取得することができる。

[0128] 図12は、表示部38における撮影ガイドの他の例を示す図である。本例では、撮影条件表示部62が、ガイド部60と共に表示部38に表示される。すなわち、表示制御部37は第2の画像データを撮影取得するための撮影条件表示部62を表示部38に表示させて、ユーザに必要な撮影条件を知らせる。これによりユーザは、必要とされる撮影条件下で撮影を行って第2の画像データを取得することができる。

[0129] 具体的には、図12(a)及び(b)では、像高位置に関する撮影条件表示部62が表示部38に表示されている。すなわち、図12(a)に示す例では、像高位置が高い箇所（撮影画像の周辺箇所）におけるガイド部60を満たすような第2の画像データの取得が補助される。一方、図12(b)に示す例では、像高が低い箇所（撮影画像の中心箇所）におけるガイド部60を満たすような第2の画像データの取得が補助される。このようにガイド部60が撮影画像の像高に応じて配置されることにより、像高に応じた第2の画像データを取得することができる。

[0130] また図12(c)及び(d)では、被写体までの距離（被写体距離）を撮影条件表示部62として表示部38に表示されている。すなわち、図12(c)に示す例では、被写体までの撮影距離が50cmである第2の画像データの取得が補助される。一方、図12(d)に示す例では、被写体までの撮影距離が1mである第2の画像データの取得が補助される。このようにガイ

ド部 60 と共に被写体までの撮影距離を示す撮影条件表示部 62 が表示部 38 に表示されることにより、所望の被写体までの撮影距離を有する第 2 の画像データを取得することができる。

[0131] このように図 12 に示す例によれば、撮影条件表示部 62 によって適切な撮影条件下で第 2 の画像データを撮影取得することができる。

[0132] 図 13 は、第 2 実施形態に係る本体コントローラ 28 の機能構成例を示すブロック図である。

[0133] 本実施形態の本体コントローラ 28 は、表示制御部 37 に加え、画像判定部 56 及び画像データ取得部 58 を更に有する。画像判定部 56 は、上述のガイド部 60 に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データが第 1 の基準を満たすか否かを判定する。画像データ取得部 58 は、画像判定部 56 において第 1 の基準を満たすと判定された撮影画像データを「周波数解析部 40 (図 3 参照) において周波数領域におけるデータが取得される第 2 の画像データ」として取得し、周波数解析部 40 に送信する。したがって本実施形態において得られる第 2 の画像データは、第 1 の基準を満たす撮影画像データである。

[0134] 一方、ガイド部 60 に促されて撮影が行われて生成された撮影画像データが第 1 の基準を満たさないと画像判定部 56 において判定された場合、表示制御部 37 は、再度、ユーザに第 1 の被写体像の撮影を促すためのガイド部 60 を表示部 38 に表示させる。

[0135] なお第 2 の画像データの適否の基準となる「第 1 の基準」は特に限定されず、例えばガイド部 60 と実際に撮影される第 1 の被写体像との一致度合いを「第 1 の基準」としてもよい。すなわち画像判定部 56 は、この一致度合いに基づいて、ガイド部 60 に誘導されて撮影された撮影画像データが第 2 の画像データとして適正か否かを判定してもよい。

[0136] ガイド部 60 と撮影画像データとの一致度合いは、具体的にはガイド部 60 と撮影画像データとの画角の重なり度合いとして判別してもよい。ここでいう一致とは、必ずしも厳密な意味での一致を意味していない。すなわち、

使用可能な第2の画像データが取得できる範囲でガイド部60と撮影画像データとが一致していればよい。具体的には、ガイド部60と撮影画像データの第1の被写体像とが、ガイド部60の40%に相当する部分以上が重なっていればよく、好ましくはガイド部60の60%に相当する部分以上が重なっていればよく、さらに好ましくはガイド部60の80%に相当する部分以上が重なっていればよい。

[0137] 図14(a)及び図14(b)は、表示部38における撮影ガイドの他の例を示す図である。本例の表示制御部37は、ガイド部60との一致度合いに基づいて第1の基準を満たす適正な撮影画像データか否かを示す判定情報部64を、ガイド部60と共に表示部38に表示させる。

[0138] 具体的には、図14(a)は、ガイド部60に促されて撮影取得された撮影画像データがガイド部60に十分に一致せず第1の基準を満たさない場合を示す。図14(a)に示す例において、被写体Wは、左上に配置されたガイド部60に一致していない。そして、「被写体を直して下さい」という判定情報部64が表示部38に表示される。一方、図14(b)は、ガイド部60に促されて撮影取得された撮影画像データがガイド部60に十分に一致して第1の基準を満たす場合を示す。図14(b)に示す例において、被写体Wは、左上に配置されたガイド部60に一致している。そして、「正しい被写体です」という判定情報部64が表示部38に表示される。

[0139] 図15は、表示部38における撮影ガイドの他の例を示す図である。本例では、撮影画像データが第1の基準を満たさない場合、ユーザは再度の撮影が促される。すなわち、図14(a)及び図14(b)に示す例では判定情報部64の内容は異なる被写体の撮影を促す内容となっている(図14(a)参照)のに対して、図15に示す本例の判定情報部64の内容は、ユーザに再度の撮影を促す情報となっている。

[0140] 図16(a)及び図16(b)は、表示部38における撮影ガイドの他の例を示す図である。図16(a)及び(b)に示すようにガイド部60は表示部38の四隅以外に配置してもよく、表示部38におけるガイド部60の配

置態様は特に限定されない。

[0141] 図16(a)に示されたガイド表示パターンと図16(b)に示されたガイド表示パターンとを比較すると、両者間で各ガイド部60が90°回転している。すなわち図16(a)に示されたガイド部60は撮影画像におけるタンジェンシャル方向に沿った直線形状を有するが、図16(b)に示されたガイド部60は撮影画像におけるサジタル方向に沿った直線形状を有する。このようにガイド部60は、タンジェンシャル方向だけでなく、サジタル方向に配置されてもよい。

[0142] また「第1の基準」は、フィルタ記憶部48に記憶されている第1の光学系を使って撮影取得された撮影画像データの周波数特性データと比較するのに適した撮影画像データを得られるか否かの観点に基づく基準であればよい。例えば、フィルタ記憶部48に記憶されている第1の光学系を使って撮影取得された第1の被写体像に関する撮影画像データ（第1の画像データ）と、第2の光学系を使って実際に撮影取得される第1の被写体像に関する撮影画像データ（第2の画像データ）との合焦状態の一致度を、「第1の基準」として用いてもよい。また同様に、フィルタ記憶部48に記憶されている第1の光学系を使って撮影取得された第1の被写体像に関する撮影画像データ（第1の画像データ）の明るさの状態と、第2の光学系を使って実際に撮影取得される第1の被写体像に関する撮影画像データ（第2の画像データ）の明るさの状態との一致度を、「第1の基準」として用いてもよい。これら基準は、第1の光学系及び第2の光学系を使って得られる撮影画像データの周波数特性を比較して複数の鮮鋭化フィルタの中から第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する際の精度に関わるものである。特に、第1の光学系を使って撮影取得された撮影画像データの周波数特性データを予めフィルタ記憶部48に記憶しておく場合、ユーザ自身は、基本的には、比較用の「第1の光学系を使った撮影画像データ」の撮影取得作業を行わない。このため、複数の鮮鋭化フィルタの中から第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを高精度に取得する観点からは、上述の第1の基準に基づく撮影ガイド

は非常に有用である。

[0143] このようにしてユーザは、表示部 38 におけるガイド部 60 の誘導に従って「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使って、第 1 の被写体像に関する第 2 の画像データを適切に撮影取得することができる。

[0144] そして、撮影取得された第 2 の画像データの周波数特性データと、フィルタ記憶部 48（記憶部）から読み出されて取得された撮影画像データ（第 1 の画像データ）の周波数特性データとが比較され、上述の第 1 実施形態と同様にして、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する。すなわち周波数解析部 40（図 3 参照）によって、このようにして撮影取得された第 2 の画像データの周波数領域におけるデータが取得され、光学特性取得部 42 によって、「第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データ d」が取得される。そしてフィルタ取得部 44 によって、「第 2 の光学系の光学特性に関する周波数特性データ d」に基づいて、予めフィルタ記憶部 48 に記憶された「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット 12（第 1 の光学系）」に関連付けられた撮影条件毎の複数の鮮鋭化フィルタの中から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する。そしてフィルタ処理部 46 は、フィルタ取得部 44 によって取得された「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタ」を記憶しておき、その「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使って撮影取得された画像データの鮮鋭化処理を行う際に使用することができる。

[0145] 以上説明したように本実施形態によれば、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」を使った一連の撮影処

理がガイド部60によって誘導されるため、ユーザは、第1の被写体像の画像データを適切に取得することができる。これにより「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット12（第1の光学系）」を使った撮影画像データの取得処理を省略することができ、予め記憶された「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット12（第1の光学系）」の光学特性データとの比較によって、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを精度良く取得することができる。

[0146] <第3実施形態>

本実施形態において、上述の第1実施形態と同一又は類似の構成及び作用については、詳細な説明を省略する。

[0147] 本実施形態では、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得するために使用する第2の画像データが、複数の第2の画像データの中から選定される。

[0148] 図17は、第3実施形態に係る画像処理部36の機能構成例を示すブロック図である。本実施形態の画像処理部36は、周波数解析部40、光学特性取得部42、フィルタ取得部44、フィルタ処理部46及びフィルタ記憶部48に加え、画像データ取得部58を更に有する。

[0149] 画像データ取得部58は、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」を用いた被写体像の撮影により取得される複数の第2の画像データの評価データを取得する。そして画像データ取得部58は、この評価データに基づいて、複数の第2の画像データの中から「周波数解析部40において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データ」を取得する。

[0150] 画像データ取得部58において評価データが取得される複数の第2の画像データは、異なる条件下において取得され、例えば相互に露出条件が異なる。この露出条件の相違を実現する手法は特に限定されない。例えば、1つの

画像データの明るさをゲインコントロール等の画像処理によって調整することにより露出条件の異なる複数の第2の画像データが取得されてもよい。また、絞り値（絞り17の絞り量）及び／又はシャッタースピードを調整しながら連続的に撮影を行うことにより、露出条件の異なる複数の第2の画像データが取得されてもよい。

[0151] 画像データ取得部58によって取得される評価データは、光学特性取得部42における「第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ」との比較によって「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得するために使用される第2の画像データを選定するためのデータである。したがって、例えば複数の第2の画像データの各々の周波数特性に基づいて評価データを取得してもよい。

[0152] 例えば画像データ取得部58は、複数の第2の画像データの特定の周波数の範囲の成分量に基づいて、複数の第2の画像データの中から「周波数解析部40において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データ」を取得することができる。より具体的には、画像データ取得部58は、複数の第2の画像データの中から、特定の周波数の範囲の成分量が最も大きい第2の画像データを「周波数解析部40において周波数領域におけるデータが取得される第2の画像データ」として取得してもよい。ここでいう「特定の周波数の範囲」は特に限定されないが、鮮鋭化処理による影響が比較的大きい範囲であることが好ましく、例えば複数の第2の画像データの各々のサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲に含まれる。

[0153] なお、以下の各モードにおいて、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」を用いた被写体像の撮影により取得される単数又は複数の第2の画像データの具体的な取得手法は特に限定されない。例えば上述の第2実施形態のように、本体コントローラ28（表示制御部37、画像判定部56及び画像データ取得部58（図13参照））によってガイド部60（図9～図12及び図14～図16参照）を表示部3

8に表示することによりユーザをガイドして、複数の第2の画像データの撮影取得処理が行われてもよい。

[0154] この場合、フィルタ記憶部48（記憶部）に「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット12（第1の光学系）」を用いた被写体像の撮影により取得される画像データ（第1の画像データ）の周波数領域におけるデータを記憶しておいてもよい。例えば「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット12（第1の光学系）」を使って所定のチャート等の被写体像（第1の被写体像）を、撮影条件を変えて複数回撮影しておき、その撮影条件毎に得られる撮影画像データ（第1の画像データ）の周波数特性データを予めフィルタ記憶部48に記憶しておくと共に、その「レンズユニット12（第1の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタを撮影条件毎に予めフィルタ記憶部48に記憶しておいてもよい。カメラ本体14に「レンズユニットコントローラ20と本体コントローラ28との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができないレンズユニット12（第2の光学系）」が装着された場合、上述の第1の被写体像の撮影をユーザに促すガイドが行われ、その「レンズユニット12（第2の光学系）」を使って撮影によって第1の被写体像の撮影画像データが取得される。

[0155] そして周波数解析部40は、被写体像（第1の被写体像）に関する第1の画像データの周波数領域におけるデータ（周波数特性データ）をフィルタ記憶部48（記憶部）から取得し、第2の光学系及び撮像素子26（図1参照）を用いた被写体像（第1の被写体像）の撮影により第2の画像データの周波数領域におけるデータを取得する。そして同じ「第1の被写体像」に関する「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット12（第1の光学系）」を使った撮影画像データと「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）」を使った撮影画像データとが光学特性取得部42において比較され、レンズユニット12（第1の光学系）とレンズユ

ニット１２（第２の光学系）との光学特性の相違が光学特性取得部４２において類推される。その類推結果に基づいて、「撮影条件を適切に取得可能なレンズユニット１２（第１の光学系）」に関連付けられた鮮鋭化フィルタの中から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット１２（第２の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタがフィルタ取得部４４によって取得される。

[0156] したがって以下の各モード（特に第１のモード及び第３のモード）に関して画像処理部３６は、デジタルカメラ１０（本体コントローラ２８）以外の機器類（コンピュータ８０（コンピュータコントローラ８２）、サーバ８５（サーバコントローラ８７）等）に設けられてもよい。画像処理部３６がデジタルカメラ１０以外の機器類に設けられる場合、デジタルカメラ１０から画像処理部３６に鮮鋭化フィルタを取得するための画像データが送られる。すなわち、コンピュータ８０等で以下の各モード（特に第１のモード及び第３のモード）の処理を行う際には、「一般的な観賞用の画像データ」に加えて「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する画像データ（複数の第２の画像データ）」がデジタルカメラ１０からコンピュータ８０等に送られる。そして「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する画像データ（複数の第２の画像データ）」から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット１２（第２の光学系）」に関連付ける鮮鋭化フィルタが取得され、その鮮鋭化フィルタを使って「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット１２（第２の光学系）」により撮影取得された撮影画像データ（一般的な観賞用の画像データ）の鮮鋭化処理を行うことができる。

[0157] この場合、ユーザは、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット１２（第２の光学系）」をカメラ本体１４に装着したデジタルカメラ１０によって、「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する画像データ（複数の第２の画像データ）」及び「一般的な観賞用の画像データ」を撮影取得し、デジタルカメラ１０の画像記憶部２９に保存する。そして、これらの「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する画像データ（複数の第２の画像

データ)」及び「一般的な観賞用の画像データ」が画像記憶部 29 からコンピュータ 80 等が転送され、転送先のコンピュータ 80 等に設けられる画像処理部 36 において各モードの処理が行われる。

[0158] なお「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する複数の第 2 の画像データ」は、同一の被写体像に関する撮影画像データである。特に、「レンズユニットコントローラ 20 と本体コントローラ 28 との間において撮影情報の送受信を適切に行うことができるレンズユニット 12（第 1 の光学系）」に関する第 1 の画像データの被写体像と同一の被写体像に関する撮影画像データが「鮮鋭化フィルタを取得するために使用する複数の第 2 の画像データ」とされる。すなわちユーザにおいて第 1 の画像データと同じ被写体像を撮影してもらって「複数の第 2 の画像データ」を取得し、その「複数の第 2 の画像データ」の中から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用する最適な画像データが選ばれる。特に「第 1 の画像データの周波数特性データを予め記憶しておく形態」では、ユーザは、予め記憶されている「第 1 の画像データ」がどのような撮影条件で取得されたかの情報が分からない。したがって、同じ被写体像の撮影画像データ（第 2 の画像データ）を複数取得しておき、その複数の撮影画像データ（第 2 の画像データ）の中から自動で最適な画像データが選択される形態は、全般的に有益である。

[0159] <第 1 のモード>

図 18 は、第 3 実施形態の第 1 のモードに係る画像データ取得部 58 における処理の一例を示すフローチャートである。

[0160] 本モードでは、「画角」以外の撮影条件（特に「絞り値」及び「焦点距離」）を同一として複数の第 2 の画像データの撮影取得が行われており、それらの複数の第 2 の画像データを評価して最適な画像データが選定される。

[0161] すなわち本モードでは、ユーザにより、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット 12（第 2 の光学系）」をカメラ本体 14 に装着したデジタルカメラ 10 を使って、「絞り値」及び「焦点距離」等を変えず

に複数の画像データ（第2の画像データ）を撮影取得してもらう。そして、その複数の画像データ（第2の画像データ）の中から、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用される第1の画像データに近い画角の第2の画像データが選ばれる。なおここでいう複数の画像データ（第2の画像データ）と、「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用される第1の画像データとは、同一の被写体像に関する。レンズユニット12が交換可能な場合、上述の第1の光学系と第2の光学系とでは倍率が異なる等のために、第1の画像データと第2の画像データとの画角を同じに設定することが難しいケースもある。そのようなケースにおいて、本モードのように、複数の第2の画像データの中から「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12（第2の光学系）に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用するのに最適な画角を有する第2の画像データを取得することは、ユーザにとって有益である。

[0162] なお本モードでは、画像処理部36がデジタルカメラ10の本体コントローラ28に設けられる場合も、画像処理部36がデジタルカメラ10（本体コントローラ28）以外の機器類（コンピュータ80（コンピュータコントローラ82）、サーバ85（サーバコントローラ87）等）に設けられる場合も同様の処理フローとなる。

[0163] まず画像データ取得部58によって複数の第2の画像データが取得される（図18のS21）。

[0164] そして画像データ取得部58は、複数の第2の画像データの評価データを取得する（S22）。本モードでは、第2の画像データのサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲における各第2の画像データの成分を表すデータが評価データとして用いられ、画像データ取得部58は高速フーリエ変換等を利用した処理によってそのような評価データを各第2の画像データに関して取得する。

[0165] そして画像データ取得部58は、評価データに基づいて複数の第2の画像データの中から、光学特性取得部42における第1の画像データとの比較に適した画像データを取得する(S23)。本モードでは、第2の画像データのサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲において最も大きな成分量を示す第2の画像データを「比較に適した画像データ」として選定し、周波数解析部40に送る。鮮鋭化処理による影響が比較的大きい範囲(例えば第2の画像データのサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲)における「最も大きな成分量」に基づいて「比較に適した画像データ」を選定する。そのため、鮮鋭化処理において意図される補正帯域の出力が最大の第2の画像データを使うことになり、第1の画像データと比較し易くなる。

[0166] そして第1実施形態と同様の処理が行われる(図8のS11~S18参照)。

[0167] <第2のモード>

本モードでは、「画角」以外の撮影条件(特に「絞り値」及び「焦点距離」)を変えて複数の第2の画像データの撮影取得が行われており、それらの複数の第2の画像データを評価して最適な画像データが選定される。したがってユーザは、「複数の第2の画像データ」を撮影取得する際には基本的に「画角」は変えずに、他の撮影条件(特に「絞り値」及び「焦点距離」)を変えて複数の第2の画像データの撮影取得を行う。

[0168] 例えば「撮影条件」として絞り値を変えて複数の第2の画像データが撮影取得される場合には、絞り値に応じて露出が変わってしまう。したがって「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12(第2の光学系)に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用する画像データとして不適切な露出の第2の画像データを避けて、適切な露出の第2の画像データを選ぶ必要がある。本モードでは、そのような「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット12(第2の光学系)に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用する画像データとして適切な第2の画像データを

取得する処理に関する。

[0169] 図 19 は、第 3 実施形態の第 2 のモードに係る画像データ取得部 58 における処理の一例を示すフローチャートである。

[0170] 本モードでは、画像処理部 36 がデジタルカメラ 10 の本体コントローラ 28 に設けられる。

[0171] まず画像データ取得部 58 によって 1 つの第 2 の画像データが取得される (図 19 の S31)。

[0172] そして画像データ取得部 58 によってその 1 つの第 2 の画像データの露出が適正か否かが判定される (S32)。露出が適正か否かの判定手法は特に限定されない。画像データ取得部 58 は、例えば、対象となっている 1 つの第 2 の画像データの画像全体の明るさを判定し、その明るさを示す指標値と閾値との比較等によって、極度に暗い場合や極度に明るい場合には「不適正な露出」と判定し、それ以外を「適正な露出」と判定してもよい。

[0173] 第 2 の画像データの露出が適正であると判定される場合 (S32 の Y)、画像データ取得部 58 の内部又は外部に設けられる図示しないメモリにその第 2 の画像データが記憶される (S33)。一方、第 2 の画像データの露出が適正ではないと判定される場合 (S32 の N)、その第 2 の画像データは記憶されず、画像データ取得部 58 は表示制御部 37 に指示信号を送り、表示制御部 37 は画像データ取得部 58 からの指示信号を受信すると表示部 38 に露出が適正でない旨を示す警告表示を表示させる (S34)。

[0174] そして画像データ取得部 58 によって第 2 の画像データの露出が補正される (S35)。第 2 の画像データの露出の補正手法は特に限定されない。画像データ取得部 58 は、例えばゲインコントロールによって第 2 の画像データの露出を $\pm 1 \text{ EV}$ 、 $\pm 2 \text{ EV}$ 等のように補正してもよい。また画像データ取得部 58 は、シャッタースピードを変えて第 2 の画像データの再撮影を実施させることにより、第 2 の画像データの露出補正を実現してもよい。

[0175] そして画像データ取得部 58 によって、第 2 の画像データの露出の補正量が限度内か否かが判定される (S36)。第 2 の画像データの露出の補正量

が限度内か否かの判定手法は特に限定されない。

[0176] 第2の画像データの露出の補正量が限度内であると判定される場合（S 3 6のY）、上述のステップS 3 2～S 3 5が繰り返される。一方、第2の画像データの露出の補正量が限度内ではないと判定される場合（S 3 6のN）、それまでに図示しないメモリに記憶された露出条件の異なる複数の第2の画像データの評価データが画像データ取得部5 8によって取得される（S 3 7）。そして画像データ取得部5 8は、評価データに基づいて複数の第2の画像データの中から、周波数解析部4 0における第1の画像データとの比較に適して画像データを取得する（S 3 8）。

[0177] なお、本モードにおけるこれらの「評価データの取得（S 3 7）」及び「比較に適した画像データの取得（S 3 8）」の手法は、上述の第1のモードと同様である。

[0178] そして第1実施形態と同様の処理が行われる（図8のS 1 1～S 1 8参照）。

[0179] <第3のモード>

本モードでは、本モードでは、「画角」以外の撮影条件（特に「絞り値」及び「焦点距離」）を変えて複数の第2の画像データの撮影取得が行われており、それらの複数の第2の画像データを評価して最適な画像データが選定される。したがってユーザは、「複数の第2の画像データ」を撮影取得する際には基本的に「画角」は変えずに、他の撮影条件（特に「絞り値」及び「焦点距離」）を変えて複数の第2の画像データの撮影取得を行う。

[0180] 例えば「撮影条件」として絞り値を変えて複数の第2の画像データが撮影取得される場合には、絞り値に応じて露出が変わってしまう。したがって「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット1 2（第2の光学系）に関連付ける鮮鋭化フィルタの取得処理」に使用する画像データとして不適切な露出の第2の画像データを避けて、適切な露出の第2の画像データを選ぶ必要がある。本モードでは、そのような「撮影条件を適切に取得することができないレンズユニット1 2（第2の光学系）に関連付ける鮮鋭化フ

ィルタの取得処理」に使用する画像データとして適切な第2の画像データを取得する処理に関する。

[0181] 図20は、第3実施形態の第3のモードに係る画像データ取得部58における処理の一例を示すフローチャートである。

[0182] 本モードでは、画像処理部36がデジタルカメラ10（本体コントローラ28）以外の機器類（コンピュータ80（コンピュータコントローラ82）、サーバ85（サーバコントローラ87）等）に設置可能である。以下では、一例として、コンピュータコントローラ82（図1参照）に画像処理部36が設けられるケースについて説明する。

[0183] まずユーザに、露出条件を変えて複数の第2の画像データを取得してもらい、その複数の第2の画像データはデジタルカメラ10（カメラ本体14）に設けられる画像記憶部29に保存される。そして画像記憶部29に保存された「露出条件の異なる複数の第2の画像データ」が、コンピュータコントローラ82の画像データ取得部58によって取得される（図20のS41）。

[0184] そして画像データ取得部58は、複数の第2の画像データの評価データを取得し（S42）、評価データに基づいて複数の第2の画像データの中から、周波数解析部40における第1の画像データとの比較に適して画像データを取得する（S43）。本モードにおけるこれらの「評価データの取得（S42）」及び「比較に適した画像データの取得（S43）」の手法は、上述の第1のモードと同様である。

[0185] そして第1実施形態と同様の処理が行われる（図8のS11～S18参照）。

[0186] <他の変形例>

上述の実施形態及び変形例のうち任意の形態同士が組み合わせられてもよい。また上述の実施形態は例示に過ぎず、他の構成に本発明を適用してもよい。

[0187] また上述の実施形態では、鮮鋭化フィルタが絞り値及び焦点距離の情報に

基づいて特定される例について説明したが、他の撮影条件（被写体距離、明るさ（露出、ヒストグラム、飽和度）等）に基づいて鮮鋭化フィルタが特定される場合にも同様の作用効果を得ることができる。

[0188] また上述の各機能構成は、任意のハードウェア、ソフトウェア、或いは両者の組み合わせによって実現可能である。例えば、上述の各装置及び処理部（画像処理部36等）における画像処理方法（画像処理手順）をコンピュータに実行させるプログラム、そのプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体（非一時的記憶媒体）、或いはそのプログラムをインストール可能なコンピュータに対しても本発明を適用することができる。

[0189] <EDoFシステムへの応用例>

上述の実施形態における鮮鋭化処理は光学伝達関数を考慮した復元処理を含む。この復元処理は、特定の撮影条件情報（例えば、絞り値、焦点距離、レンズ種類、ズーム倍率など）に応じて点拡がり（点像ボケ）を回復修正することで本来の被写体像を復元する画像処理であるが、本発明を適用可能な鮮鋭化処理は上述の実施形態における復元処理に限定されるものではない。例えば、拡大された被写界（焦点）深度（EDoF: Extended Depth of Field (Focus)）を有する光学系（撮影レンズ等）によって撮影取得された画像データに対する復元処理に対しても、本発明に係る復元処理を適用することが可能である。EDoF光学系によって被写界深度（焦点深度）が拡大された状態において撮影取得されるボケ画像の画像データに対して復元処理を行うことにより、広範囲でピントが合った状態の高解像度の画像データを復元生成することができる。この場合、EDoF光学系の光学伝達関数（PSF、OTF、MTF、PTF、等）に基づく復元フィルタであって、拡大された被写界深度（焦点深度）の範囲内において良好な画像復元が可能となるように設定されたフィルタ係数を有する復元フィルタを用いた復元処理が行われる。

[0190] 以下に、EDoF光学系を介して撮影取得された画像データの復元に関するシステム（EDoFシステム）の一例について説明する。なお、以下に示

す例では、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う例について説明するが、復元処理を行うタイミングは特に限定されず、例えば「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。

[0191] 図21は、EDOF光学系を備える撮像モジュール101の一形態を示すブロック図である。本例の撮像モジュール（デジタルカメラ等）101は、EDOF光学系（レンズユニット）110と、撮像素子112と、AD変換部114と、復元処理ブロック（画像処理部36）120とを含む。

[0192] 図22は、EDOF光学系110の一例を示す図である。本例のEDOF光学系110は、単焦点の固定された撮影レンズ110Aと、瞳位置に配置される光学フィルタ111とを有する。光学フィルタ111は、位相を変調させるもので、拡大された被写界深度（焦点深度）（EDOF）が得られるようにEDOF光学系110（撮影レンズ110A）をEDOF化する。このように、撮影レンズ110A及び光学フィルタ111は、位相を変調して被写界深度を拡大させるレンズ部を構成する。

[0193] なお、EDOF光学系110は必要に応じて他の構成要素を含み、例えば光学フィルタ111の近傍には絞り（図示省略）が配設されている。また、光学フィルタ111は、1枚でもよいし、複数枚を組み合わせたものでもよい。また、光学フィルタ111は、光学的位相変調手段の一例に過ぎず、EDOF光学系110（撮影レンズ110A）のEDOF化は他の手段によって実現されてもよい。例えば、光学フィルタ111を設ける代わりに、本例の光学フィルタ111と同等の機能を有するようにレンズ設計された撮影レンズ110AによってEDOF光学系110のEDOF化を実現してもよい。

[0194] すなわち、撮像素子112の受光面への結像の波面を変化させる各種の手段によって、EDOF光学系110のEDOF化を実現することが可能であ

る。例えば、「厚みが変わ化する光学素子」、「屈折率が変わ化する光学素子（屈折率分布型波面変調レンズ等）」、「レンズ表面へのコーディング等により厚みや屈折率が変わ化する光学素子（波面変調ハイブリッドレンズ、レンズ面上に位相面として形成される光学素子、等）」、「光の位相分布を変調可能な液晶素子（液晶空間位相変調素子等）」を、E D o F 光学系 1 1 0 の E D o F 化手段として採用しうる。このように、光波面変調素子（光学フィルタ 1 1 1（位相板））によって規則的に分散した画像形成が可能なケースだけではなく、光波面変調素子を用いた場合と同様の分散画像を、光波面変調素子を用いずに撮影レンズ 1 1 0 A 自体によって形成可能なケースに対しても、本発明は応用可能である。

[0195] 図 2 2 に示す E D o F 光学系 1 1 0 は、メカ的に焦点調節を行う焦点調節機構を省略することができるため小型化が可能であり、カメラ付き携帯電話や携帯情報端末に好適に搭載可能である。

[0196] E D o F 化された E D o F 光学系 1 1 0 を通過後の光学像は、図 2 1 に示す撮像素子 1 1 2 に結像され、ここで電気信号に変換される。

[0197] 撮像素子 1 1 2 は、所定のパターン配列（ベイヤー配列、G ストライプ R / G 完全市松、X - T r a n s 配列、ハニカム配列、等）でマトリクス状に配置された複数画素によって構成され、各画素はマイクロレンズ、カラーフィルタ（本例では R G B カラーフィルタ）及びフォトダイオードを含んで構成される。E D o F 光学系 1 1 0 を介して撮像素子 1 1 2 の受光面に入射した光学像は、その受光面に配列された各フォトダイオードにより入射光量に応じた量の信号電荷に変換される。そして、各フォトダイオードに蓄積された R、G、B の信号電荷は、画素毎の電圧信号（画像信号）として順次出力される。

[0198] A D 変換部 1 1 4 は、撮像素子 1 1 2 から画素毎に出力されるアナログの R、G、B 画像信号をデジタルの R G B 画像信号に変換する。A D 変換部 1 1 4 によりデジタルの画像信号に変換されたデジタル画像信号は、復元処理ブロック 1 2 0 に加えられる。

- [0199] 復元処理ブロック 120 は、例えば、黒レベル調整部 122 と、ホワイトバランスゲイン部 123 と、ガンマ処理部 124 と、デモザイク処理部 125 と、RGB/YCrCb 変換部 126 と、Y 信号復元処理部 127 とを含む。
- [0200] 黒レベル調整部 122 は、AD 変換部 114 から出力されたデジタル画像信号に黒レベル調整を施す。黒レベル調整には、公知の方法が採用されうる。例えば、ある有効光電変換素子に着目した場合、その有効光電変換素子を含む光電変換素子行に含まれる複数の OB 光電変換素子の各々に対応する暗電流量取得用信号の平均を求め、その有効光電変換素子に対応する暗電流量取得用信号からこの平均を減算することにより、黒レベル調整が行われる。
- [0201] ホワイトバランスゲイン部 123 は、黒レベルデータが調整されたデジタル画像信号に含まれる RGB 各色信号のホワイトバランスゲインに応じたゲイン調整を行う。
- [0202] ガンマ処理部 124 は、ホワイトバランス調整された R、G、B 画像信号が所望のガンマ特性となるように中間調等の階調補正を行うガンマ補正を行う。
- [0203] デモザイク処理部 125 は、ガンマ補正後の R、G、B 画像信号にデモザイク処理を施す。具体的には、デモザイク処理部 125 は、R、G、B の画像信号に色補間処理を施すことにより、撮像素子 112 の各受光画素から出力される一組の画像信号（R 信号、G 信号、B 信号）を生成する。すなわち、色デモザイク処理前は、各受光画素からの画素信号は R、G、B の画像信号のいずれかであるが、色デモザイク処理後は、各受光画素に対応する R、G、B 信号の 3 つの画素信号の組が出力されることとなる。
- [0204] RGB/YCrCb 変換部 126 は、デモザイク処理された画素毎の R、G、B 信号を、輝度信号 Y と色差信号 Cr、Cb に変換し、画素毎の輝度信号 Y 及び色差信号 Cr、Cb を出力する。
- [0205] Y 信号復元処理部 127 は、予め記憶された復元フィルタに基づいて、RGB/YCrCb 変換部 126 からの輝度信号 Y に復元処理を行う。復元フ

フィルタは、例えば、 7×7 のカーネルサイズを有するデコンボリューションカーネル（ $M=7$ 、 $N=7$ のタップ数に対応）と、そのデコンボリューションカーネルに対応する演算係数（復元ゲインデータ、フィルタ係数に対応）とからなり、光学フィルタ 111 の位相変調分のデコンボリューション処理（逆畳み込み演算処理）に使用される。なお、復元フィルタは、光学フィルタ 111 に対応するものが図示しないメモリ（例えば Y 信号復元処理部 127 が付随的に設けられるメモリ）に記憶される。また、デコンボリューションカーネルのカーネルサイズは、 7×7 のものに限らない。なお、Y 信号復元処理部 127 は、上述した画像処理部 36 における鮮鋭化処理の機能を有する。

[0206] 次に、復元処理ブロック 120 による復元処理について説明する。図 23 は、図 21 に示す復元処理ブロック 120 による復元処理フローの一例を示す図である。

[0207] 黒レベル調整部 122 の一方の入力には、A/D 変換部 114 からデジタル画像信号が加えられており、他の入力には黒レベルデータが加えられており、黒レベル調整部 122 は、デジタル画像信号から黒レベルデータを減算し、黒レベルデータが減算されたデジタル画像信号をホワイトバランスゲイン部 123 に出力する（ステップ S51）。これにより、デジタル画像信号には黒レベル成分が含まれなくなり、黒レベルを示すデジタル画像信号は 0 になる。

[0208] 黒レベル調整後の画像データに対し、順次、ホワイトバランスゲイン部 123、ガンマ処理部 124 による処理が施される（ステップ S52 及びステップ S53）。

[0209] ガンマ補正された R、G、B 信号は、デモザイク処理部 125 においてデモザイク処理された後に、RGB/YCbCr 変換部 126 において輝度信号 Y と色差信号 Cr、Cb に変換される（ステップ S54）。

[0210] Y 信号復元処理部 127 は、輝度信号 Y に、E D o F 光学系 110 の光学フィルタ 11

1の位相変調分のデコンボリューション処理を適用する復元処理を行う（ステップS55）。すなわち、Y信号復元処理部127は、任意の処理対象の画素を中心とする所定単位の画素群に対応する輝度信号（ここでは 7×7 画素の輝度信号）と、予めメモリなどに記憶されている復元フィルタ（ 7×7 のデコンボリューションカーネルとその演算係数）とのデコンボリューション処理（逆畳み込み演算処理）を行う。Y信号復元処理部127は、この所定単位の画素群毎のデコンボリューション処理を撮像面の全領域をカバーするように繰り返すことにより画像全体の像ボケを取り除く復元処理を行う。復元フィルタは、デコンボリューション処理を施す画素群の中心の位置に応じて定められている。すなわち、近接する画素群には、共通の復元フィルタが適用される。さらに復元処理を簡略化するためには、全ての画素群に共通の復元フィルタが適用されることが好ましい。

[0211] 図24（a）に示すように、EDoF光学系110を通過後の輝度信号の点像（光学像）は、大きな点像（ボケた画像）として撮像素子112に結像されるが、Y信号復元処理部127でのデコンボリューション処理により、図24（b）に示すように小さな点像（高解像度の画像）に復元される。

[0212] 上述のようにデモザイク処理後の輝度信号に復元処理を適用することにより、復元処理のパラメータをRGB別々に持つ必要がなくなり、復元処理を高速化することができる。また、飛び飛びの位置にあるR、G、Bの画素に対応するR、G、Bの画像信号をそれぞれ1単位にまとめてデコンボリューション処理するのでなく、近接する画素の輝度信号同士を所定の単位にまとめ、その単位には共通の復元フィルタを適用してデコンボリューション処理するため、復元処理の精度が向上する。なお、色差信号 C_r 、 C_b については、人の目による視覚の特性上、復元処理により解像度を上げなくても画質的には許容される。また、JPEGのような圧縮形式により画像を記録する場合、色差信号は輝度信号よりも高い圧縮率によって圧縮されるので、復元処理により解像度を上げる必要性が乏しい。こうして、復元精度の向上と処理の簡易化及び高速化を両立できる。

[0213] 以上説明したようなE D o Fシステムの復元処理に対しても、上述の実施形態に係る点像復元処理を適用することが可能である。

[0214] また、本発明を適用可能な態様はデジタルカメラ及びコンピュータ（サーバ）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本発明を適用することが可能である。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。

[0215] <スマートフォンへの応用例>

図25は、スマートフォン201の外観を示す図である。図25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。

[0216] 図26は、図25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26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（上述の本体コントローラ28が含まれる）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。

- [0217] 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 N W に收容された基地局装置 B S 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、W e b データやストリーミングデータなどの受信を行う。
- [0218] 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。
- [0219] 表示パネル 221 は、L C D (L i q u i d C r y s t a l D i s p l a y) 、 O E L D (O r g a n i c E l e c t r o - L u m i n e s c e n c e D i s p l a y) 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。
- [0220] 図 25 に示すように、本発明の撮像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。
- [0221] 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

てもよいが、両者を必ずしも一致させる必要はない。また、操作パネル 2 2 2 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 2 0 2 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 2 2 2 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。

[0222] 通話部 2 3 0 は、スピーカ 2 3 1 やマイクロホン 2 3 2 を備え、マイクロホン 2 3 2 を通じて入力されたユーザの音声を主制御部 2 0 0 にて処理可能な音声データに変換して主制御部 2 0 0 に出力したり、無線通信部 2 1 0 或いは外部入出力部 2 6 0 により受信された音声データを復号してスピーカ 2 3 1 から出力するものである。また、図 2 5 に示すように、例えば、スピーカ 2 3 1 を表示入力部 2 2 0 が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン 2 3 2 を筐体 2 0 2 の側面に搭載することができる。

[0223] 操作部 2 4 0 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 2 5 に示すように、操作部 2 4 0 は、スマートフォン 2 0 1 の筐体 2 0 2 の側面に搭載され、指などにより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。

[0224] 記憶部 2 5 0 は、主制御部 2 0 0 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付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 2 5 0 は、スマートフォン内蔵の内部記憶部 2 5 1 と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部 2 5 2 により構成される。なお、記憶部 2 5 0 を構成するそれぞれの内部記憶部 2 5 1 と外部記憶部 2 5 2 は、フラッシュメモリタイプ (f l a s h m e m o r y t y p e) 、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。

[0225] 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。

[0226] 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。

- [0227] 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。
- [0228] 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。
- [0229] 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。
- [0230] 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。
- [0231] 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。
- [0232] 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、画像を表示入力部２２０に表示する機能のことをいう。

[0233] 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。

[0234] 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。

[0235] 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。

[0236] 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。

[0237] 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、或いはこれらを組み合わせて、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。

[0238] カメラ部２４１は、CMOS（Complementary Metal

O x i d e

S e m i c o n d u c t o r) や C C D (C h a r g e - C o u p l e d D e v i c e) 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 J P E G (J o i n t P h o t o g r a p h i c c o d i n g E x p e r t s G r o u p) などの圧縮した画像データに変換し、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ができる。図 25 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したり、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。

[0239] 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 の操作入力の一つとして、カメラ部 241 の画像を利用することができる。また、G P S 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。

[0240] その他、静止画又は動画の画像データに G P S 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などを付加して記憶部 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。

[0241] 上述の画像処理部 36 は、例えば主制御部 200 によって実現可能である
。

[0242] 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

[0243] 10…デジタルカメラ、12…レンズユニット、14…カメラ本体、16…
レンズ、17…絞り、18…光学系操作部、20…レンズユニットコントロ
ーラ、22…レンズユニット入出力部、26…撮像素子、28…本体コント
ローラ、29…画像記憶部、30…カメラ本体入出力部、32…入出力イン
ターフェース、34…デバイス制御部、36…画像処理部、37…表示制御
部、38…表示部、40…周波数解析部、42…光学特性取得部、44…フ
ィルタ取得部、46…フィルタ処理部、48…フィルタ記憶部、49…フィ
ルタ特性データ、50…鮮鋭化フィルタ、56…画像判定部、58…画像デ
ータ取得部、60…ガイド部、61…オートフォーカスエリア、62…撮影
条件表示部、64…判定情報部、80…コンピュータ、81…コンピュータ
入出力部、82…コンピュータコントローラ、83…ディスプレイ、84…
ネットワーク、85…サーバ、86…サーバ入出力部、87…サーバコント
ローラ、101…撮像モジュール、110…E D o F 光学系、110A…撮
影レンズ、111…光学フィルタ、112…撮像素子、114…A D 変換部
、120…復元処理ブロック、122…黒レベル調整部、123…ホワイト
バランスゲイン部、124…ガンマ処理部、125…デモザイク処理部、1
26…Y C r C b 変換部、127…Y 信号復元処理部、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、2
31…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] 第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ、及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得する周波数解析部と、

前記第1の画像データの周波数領域におけるデータと前記第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、前記第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する光学特性取得部と、

前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データに基づいて、前記第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、前記第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得するフィルタ取得部と、を備える画像処理装置。

[請求項2] 前記フィルタ取得部は、前記第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から取得される鮮鋭化フィルタであって、前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データと周波数特性が最も近い鮮鋭化フィルタを、前記第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタとして取得する請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記光学特性取得部は、前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データを、前記第1の画像データの周波数領域におけるデータと前記第2の画像データの周波数領域におけるデータとの比に基づいて取得する請求項1又は2に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記第1の画像データは、前記第1の光学系に関連付けられた前記複数の鮮鋭化フィルタの中から撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタを使用した鮮鋭化処理を受けておらず、

前記光学特性取得部は、前記第1の画像データの周波数領域におけるデータをaによって表し、前記第2の画像データの周波数領域におけるデータをbによって表し、前記第1の光学系に関連付けられた前

記複数の鮮鋭化フィルタの中から前記第1の画像データの撮影条件に応じて取得される鮮鋭化フィルタを適用する前の前記第1の画像データに対する当該鮮鋭化フィルタを適用した後の前記第1の画像データの周波数毎の比率を表すレスポンスを c によって表すと、 $a/b \times c$ によって表される前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データを取得する請求項3に記載の画像処理装置。

[請求項5]

前記第1の光学系に関連付けられた前記複数の鮮鋭化フィルタの各々の周波数毎のレスポンスを前記鮮鋭化フィルタを適用する前の前記画像データに対する前記鮮鋭化フィルタを適用した後の前記画像データの空間周波数毎の比率により表した場合、

前記フィルタ取得部は、横軸の基準を空間周波数とし、縦軸の基準を前記レスポンスとした座標系において、前記光学特性取得部によって取得される前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データと前記鮮鋭化フィルタの前記レスポンスとの間によって囲まれる面積に基づいて、前記第1の光学系に関連付けられた前記複数の鮮鋭化フィルタの中から前記第2の光学系に関連付ける前記鮮鋭化フィルタを取得する請求項1～4のいずれか一項に記載の画像処理装置。

[請求項6]

前記フィルタ取得部は、前記第1の光学系に関連付けられた前記複数の鮮鋭化フィルタの中から選ばれる鮮鋭化フィルタであって、前記座標系において、前記光学特性取得部によって取得される前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データと前記鮮鋭化フィルタの前記レスポンスとの間によって囲まれる面積が最も小さい鮮鋭化フィルタを、前記第2の光学系に関連付ける前記鮮鋭化フィルタとして取得する請求項5に記載の画像処理装置。

[請求項7]

前記第1の画像データと前記第2の画像データとは、同一の被写体像を撮影することにより取得される請求項1～6のいずれか一項に記載の画像処理装置。

- [請求項8] 前記フィルタ取得部が取得した前記鮮鋭化フィルタを前記第2の画像データに適用するフィルタ処理部を更に備える請求項1～7のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項9] 前記第2の光学系の前記光学特性は、前記第2の光学系の光学伝達関数である請求項1～8のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 前記第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される複数の第2の画像データの評価データを取得し、当該評価データに基づいて、前記複数の第2の画像データの中から、前記周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される前記第2の画像データを取得する画像データ取得部を更に備える請求項1～9のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項11] 前記複数の第2の画像データは、異なる条件下において取得される請求項10に記載の画像処理装置。
- [請求項12] 前記複数の第2の画像データは、相互に露出条件が異なる請求項11に記載の画像処理装置。
- [請求項13] 前記画像データ取得部は、前記複数の第2の画像データの特定の周波数の範囲の成分量に基づいて、前記複数の第2の画像データの中から、前記周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される前記第2の画像データを取得する請求項10～12のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項14] 前記画像データ取得部は、前記複数の第2の画像データの中から、前記特定の周波数の範囲の成分量が最も大きい第2の画像データを、前記周波数解析部において周波数領域におけるデータが取得される前記第2の画像データとして取得する請求項13に記載の画像処理装置。
- [請求項15] 前記特定の周波数の範囲は、前記複数の第2の画像データの各々のサンプリング周波数の $1/8$ 以上であって $1/4$ 以下の範囲に含まれる請求項13又は14に記載の画像処理装置。

- [請求項16] 前記鮮鋭化フィルタは、前記第1の光学系の光学伝達関数に基づくフィルタである請求項1～15のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項17] 前記鮮鋭化フィルタは、前記第1の光学系の光学伝達関数に基づかないフィルタである請求項1～15のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項18] 前記フィルタ取得部は、前記第1の光学系に関連付けられた前記複数の鮮鋭化フィルタの中から、複数の像高に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタを、前記第2の光学系に関連付ける前記鮮鋭化フィルタとして取得する請求項1～17のいずれか一項に記載の画像処理装置。
- [請求項19] 光学系を通過した被写体像を受光して撮影画像データを生成する撮像素子と、
請求項1～18のいずれか一項に記載の画像処理装置と、を備える撮像装置。
- [請求項20] 前記第1の画像データの周波数領域におけるデータを記憶する記憶部を更に備え、
前記周波数解析部は、前記記憶部から前記第1の画像データの周波数領域におけるデータを取得し、前記第2の光学系及び前記撮像素子を用いた被写体像の撮影により前記第2の画像データの周波数領域におけるデータを取得する請求項19に記載の撮像装置。
- [請求項21] 表示部と、
前記表示部を制御する表示制御部と、
前記第2の光学系と、を更に備え、
前記表示制御部は、ユーザに第1の被写体像の撮影を促すためのガイド部を前記表示部に表示させて、
前記第2の画像データは、前記ガイド部に促されて撮影が行われて生成された前記撮影画像データである請求項19又は20に記載の撮

像装置。

[請求項22] 前記ガイド部に促されて撮影が行われて生成された前記撮影画像データが第1の基準を満たすか否かを判定する画像判定部を更に備え、
前記第2の画像データは、前記第1の基準を満たす前記撮影画像データである請求項21に記載の撮像装置。

[請求項23] 前記表示制御部は、前記ガイド部に促されて撮影が行われて生成された前記撮影画像データが前記第1の基準を満たさない場合には、再度、ユーザに前記第1の被写体像の撮影を促すための前記ガイド部を前記表示部に表示させる請求項22に記載の撮像装置。

[請求項24] 第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得し、

前記第1の画像データの周波数領域におけるデータと前記第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、前記第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得し、

前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データに基づいて、前記第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタの中から、前記第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する、画像処理方法。

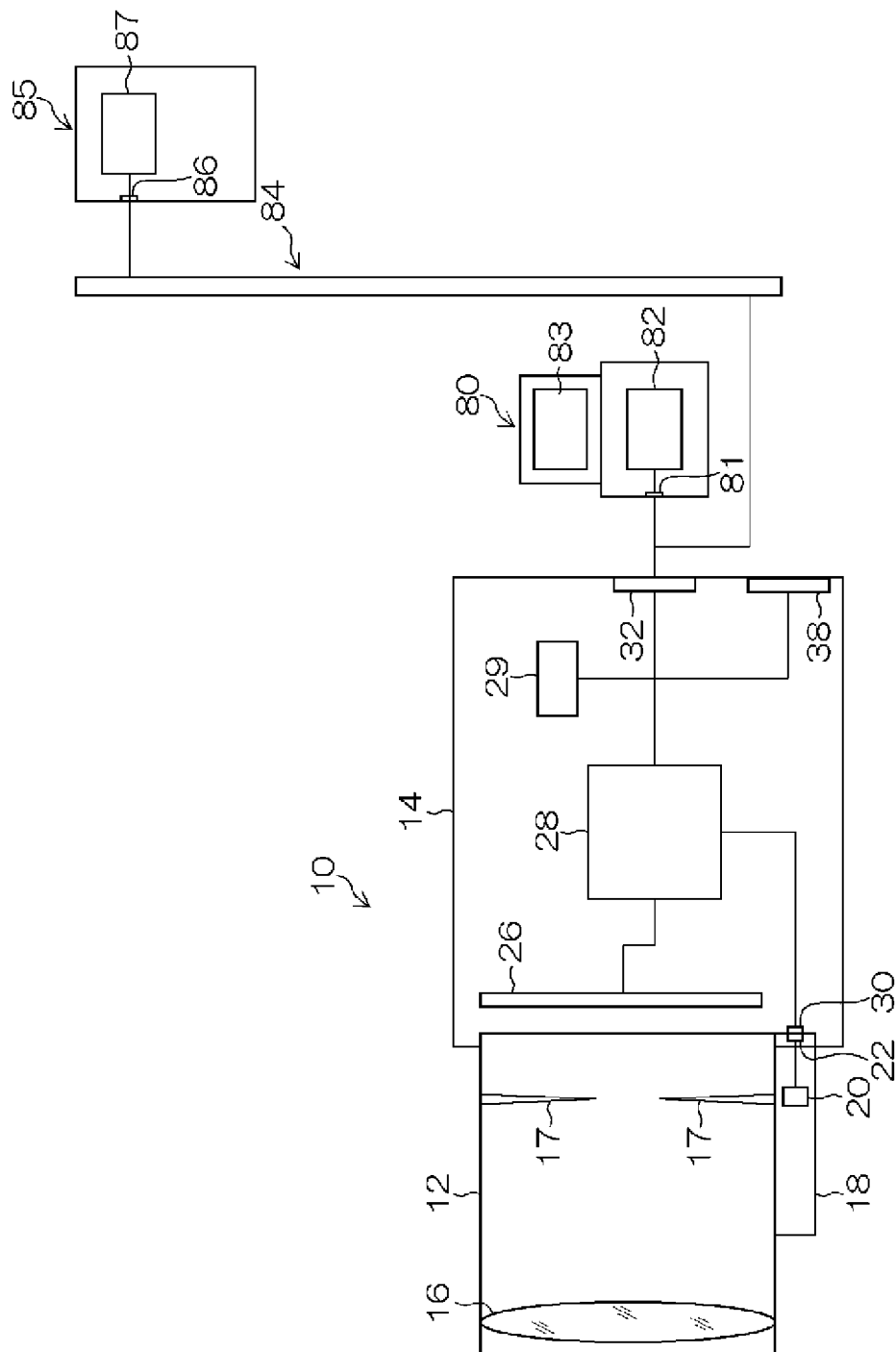
[請求項25] 第1の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第1の画像データ及び第2の光学系を用いた被写体像の撮影により取得される第2の画像データの各々の周波数領域におけるデータを取得する手順と、

前記第1の画像データの周波数領域におけるデータと前記第2の画像データの周波数領域におけるデータとを比較して、前記第2の光学系の光学特性に関する周波数特性データを取得する手順と、

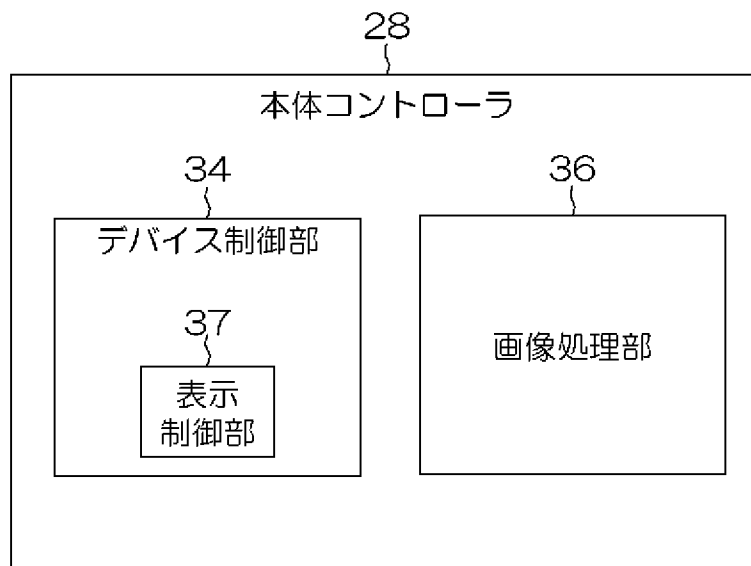
前記第2の光学系の前記光学特性に関する前記周波数特性データに基づいて、前記第1の光学系に関連付けられた複数の鮮鋭化フィルタ

の中から、前記第2の光学系に関連付ける鮮鋭化フィルタを取得する手順と、をコンピュータに実行させるためのプログラム。

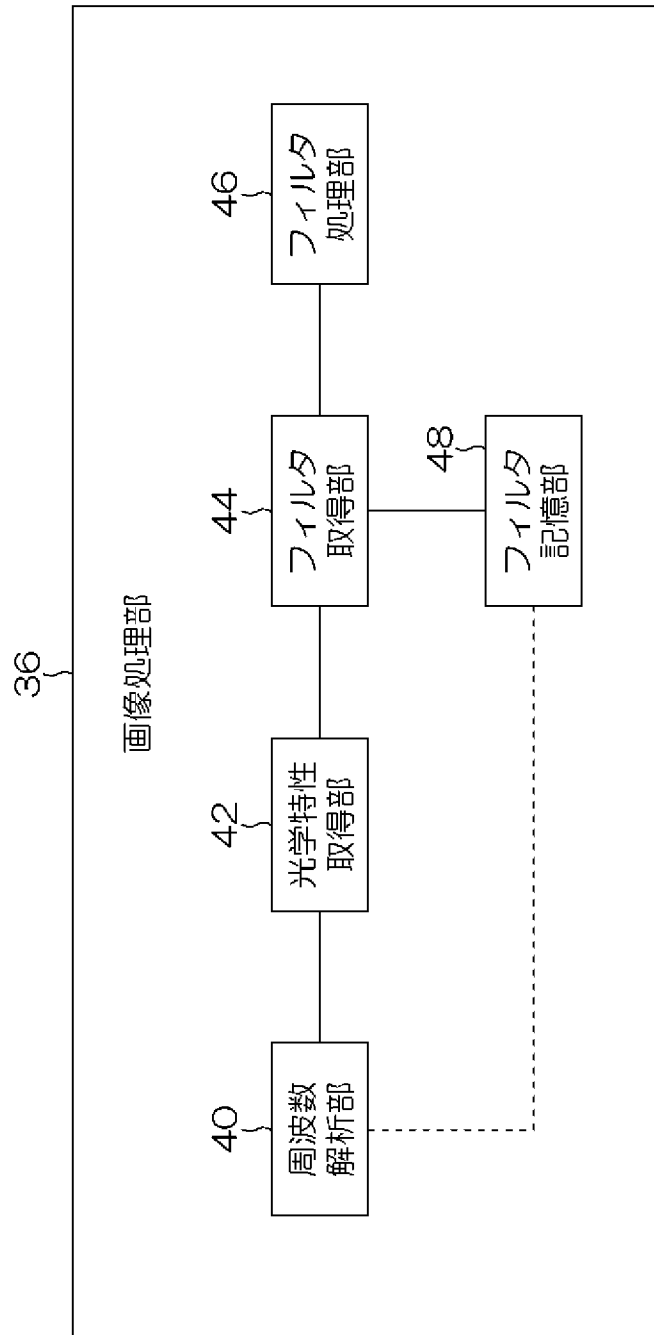
[図1]



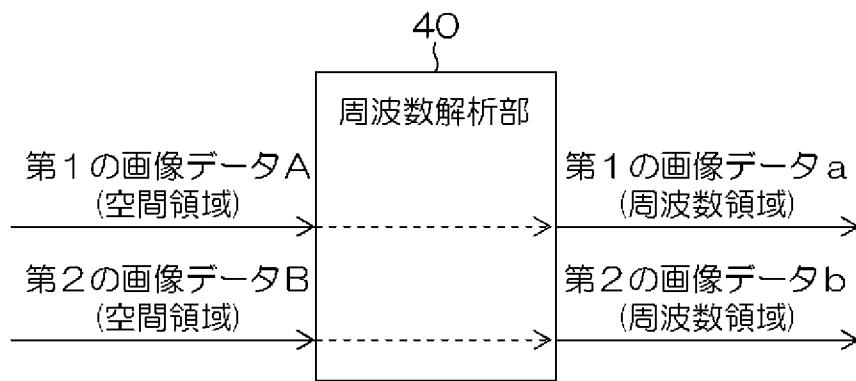
[図2]



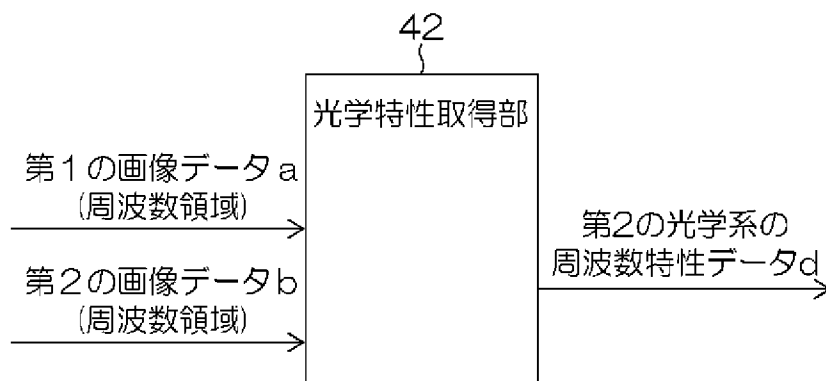
[図3]



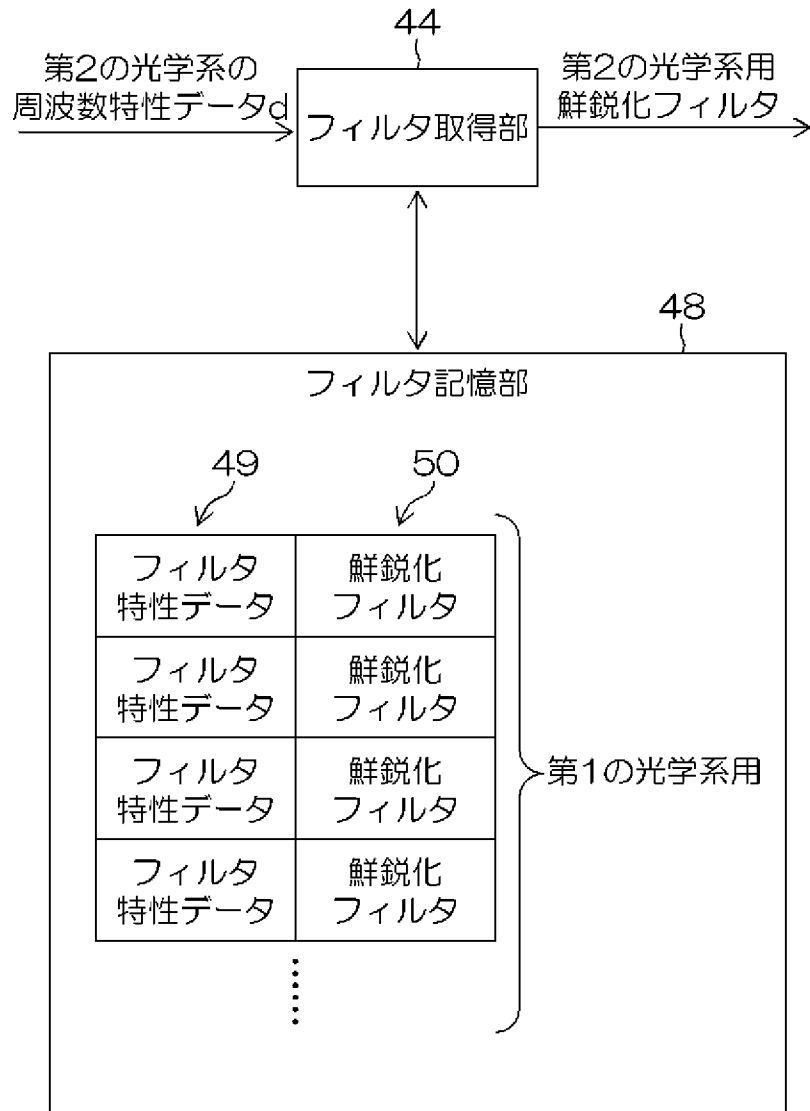
[図4]



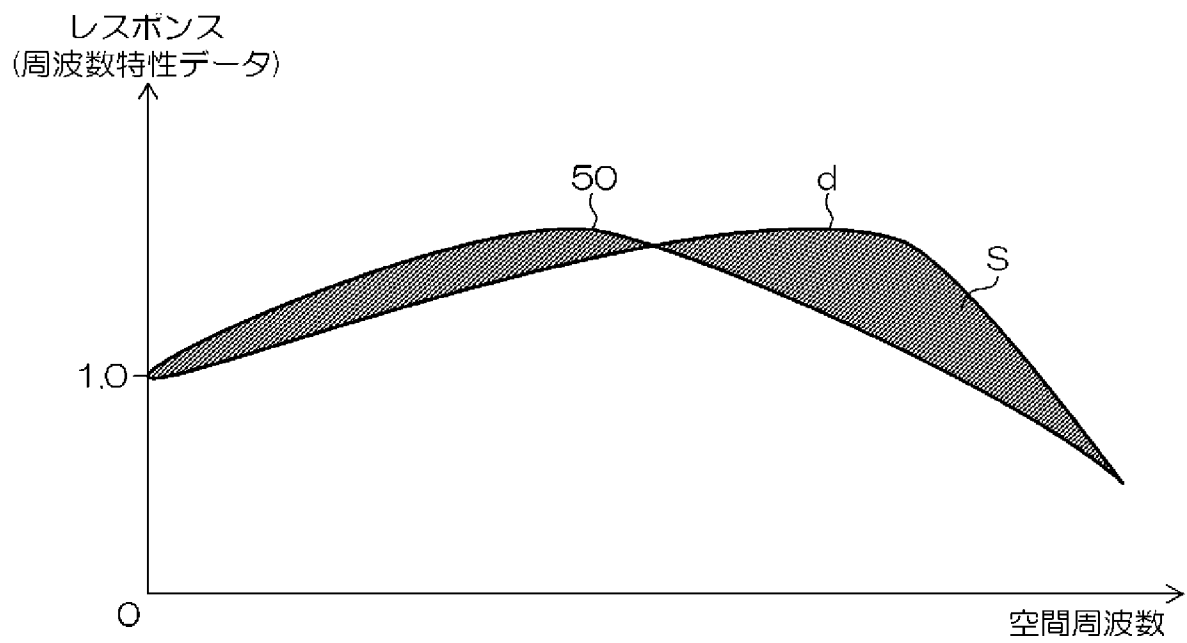
[図5]



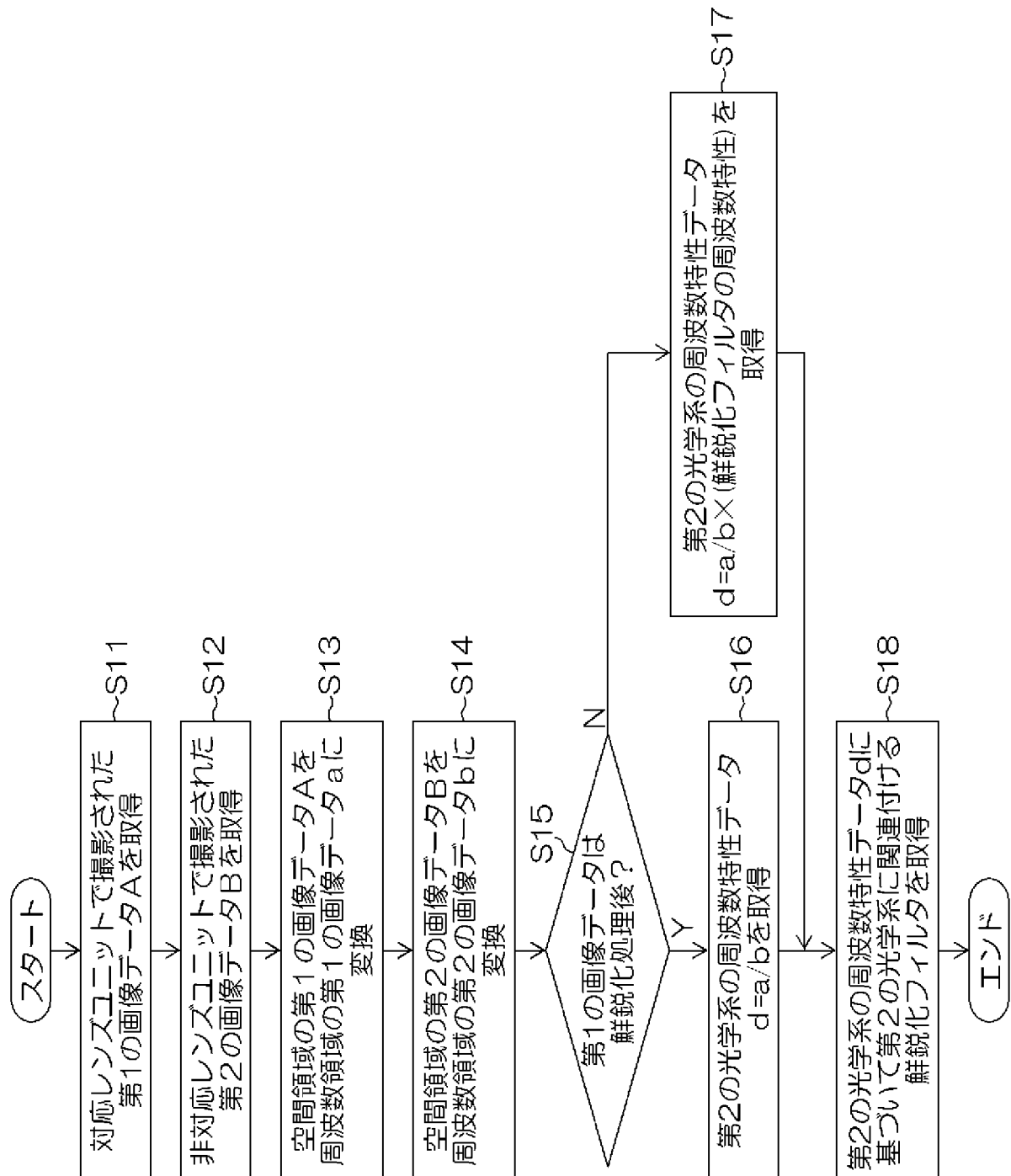
[図6]



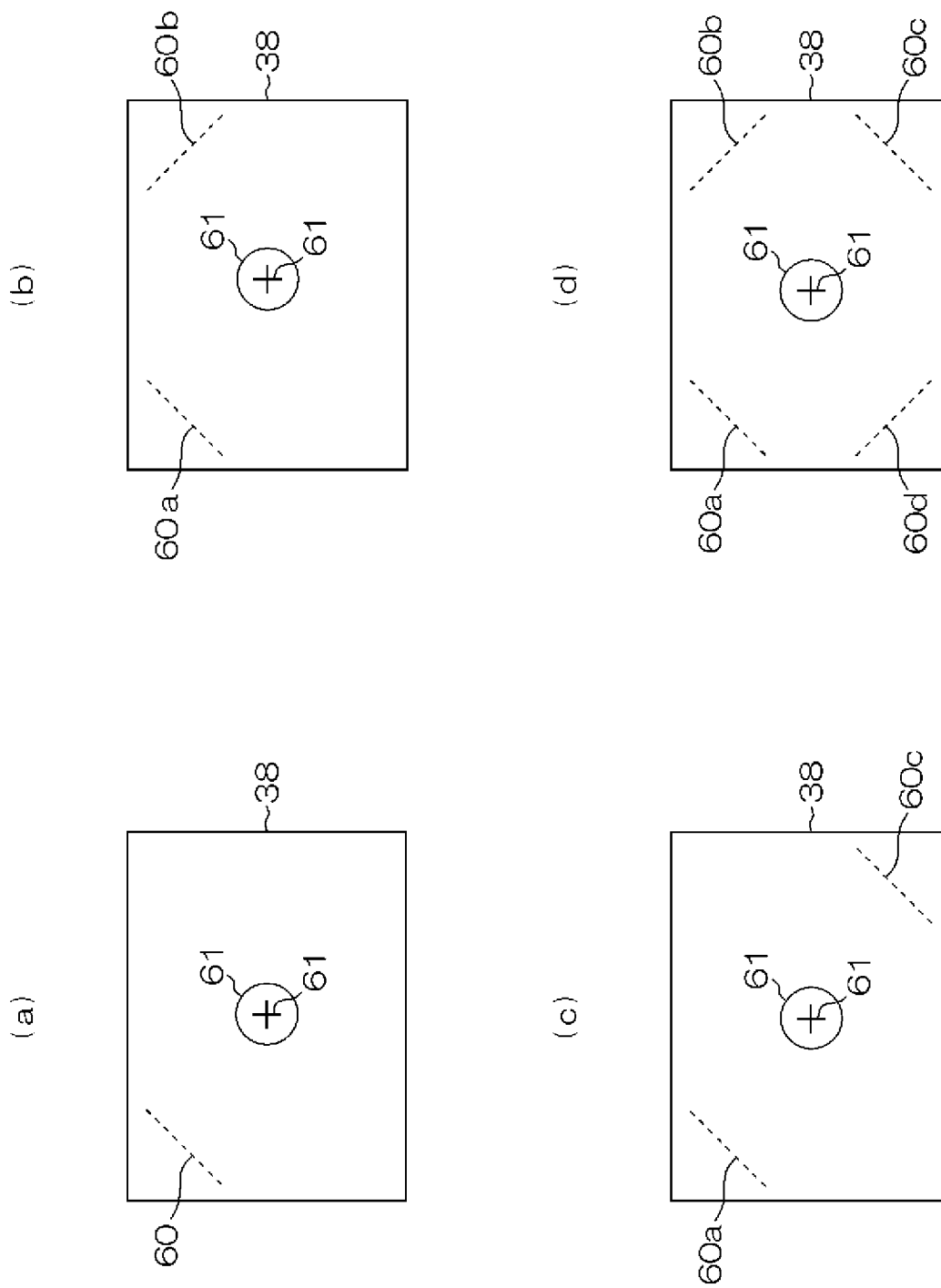
[図7]



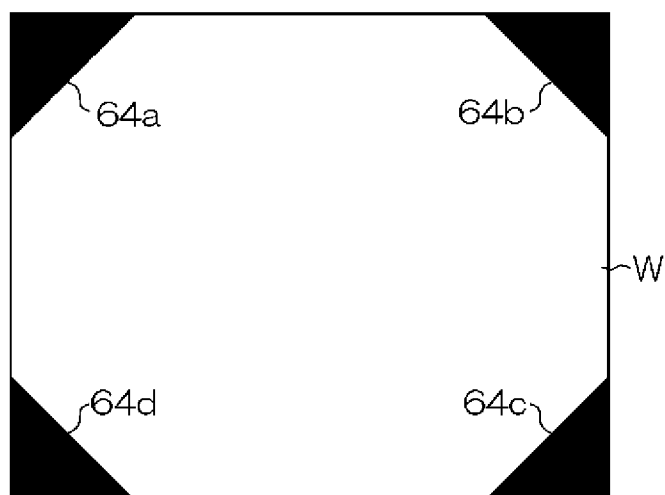
[図8]



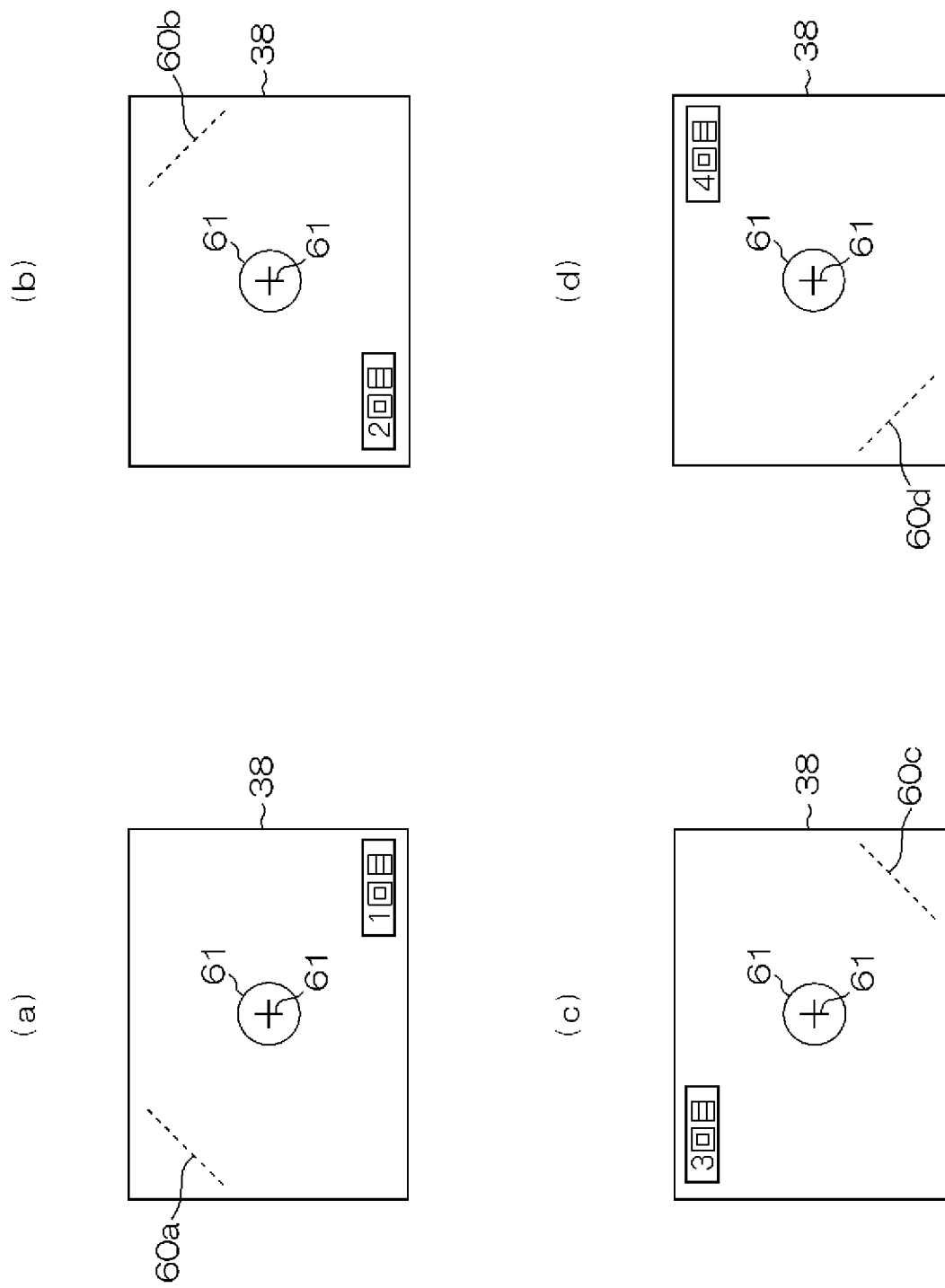
[図9]



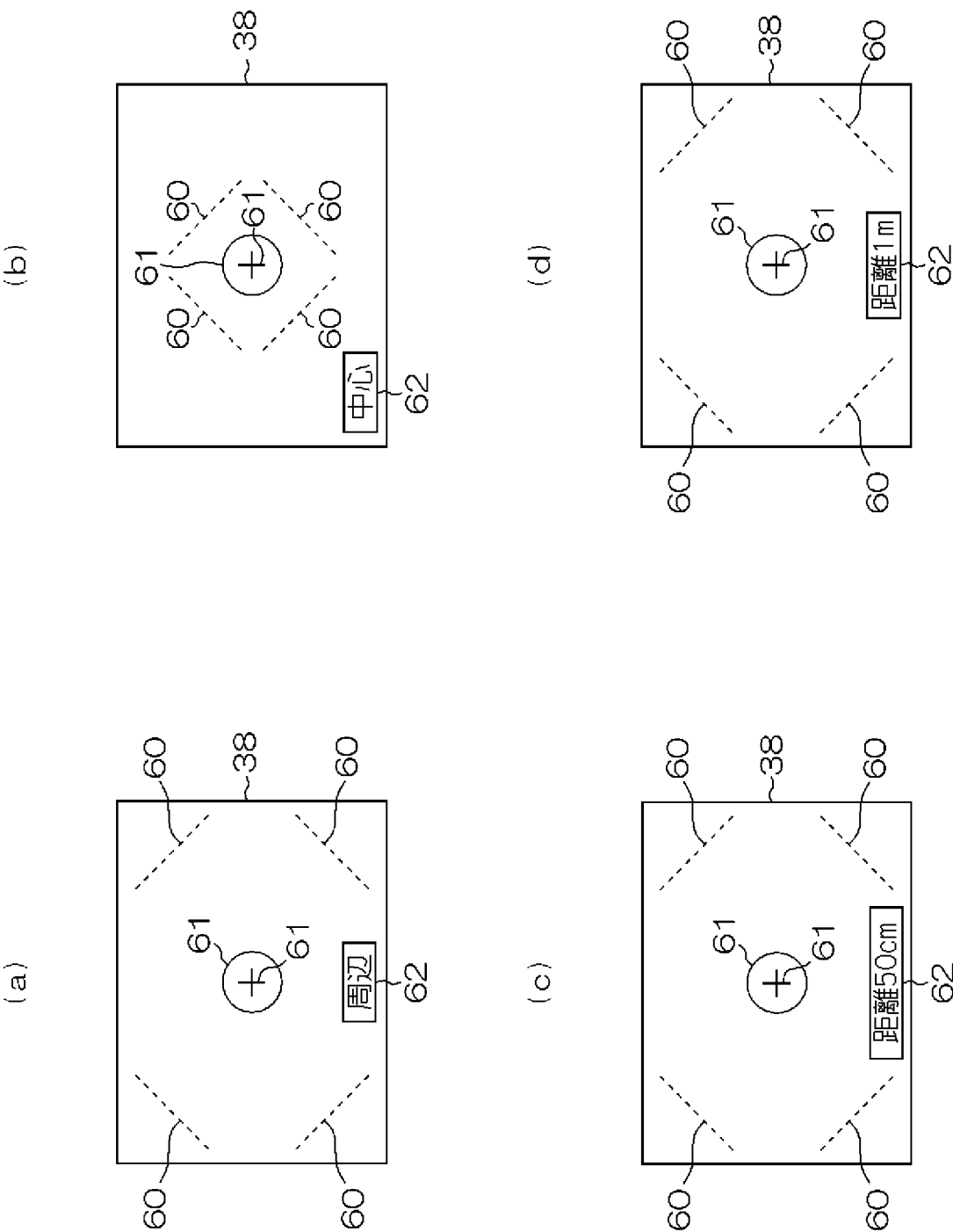
[図10]



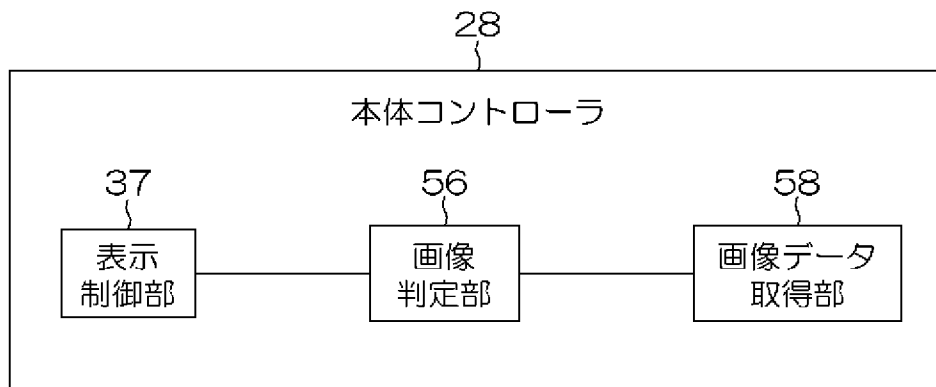
[図11]



[図12]

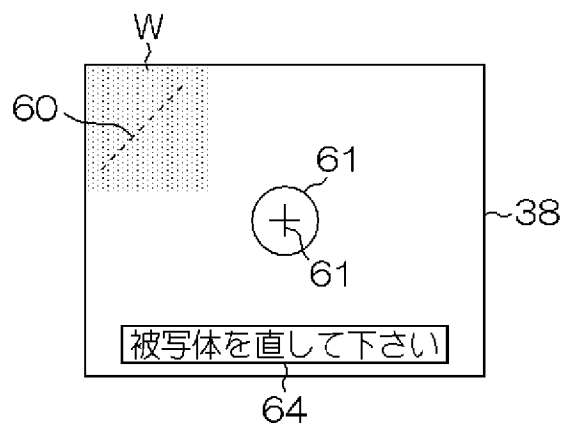


[図13]

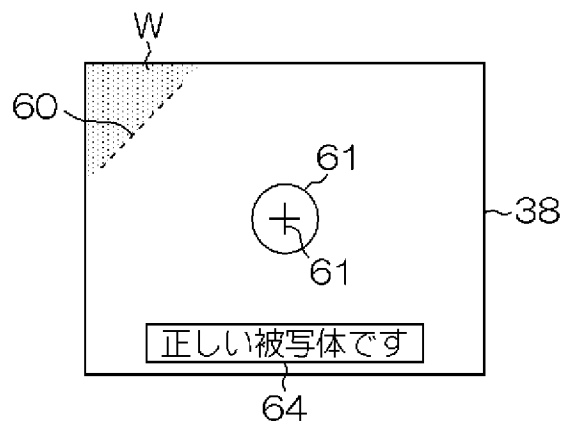


[図14]

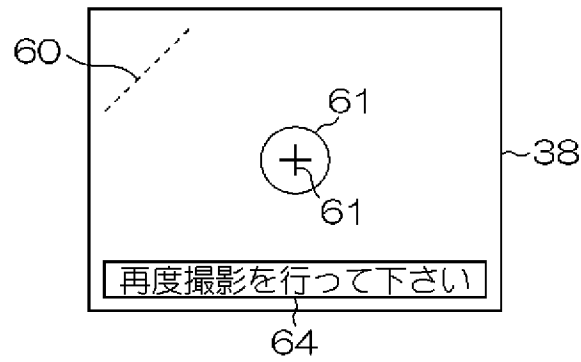
(a)



(b)

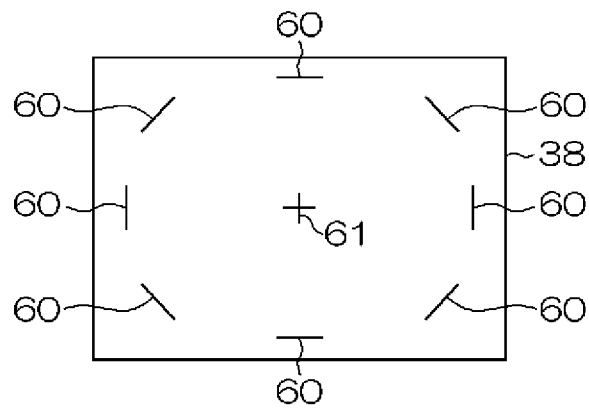


[図15]

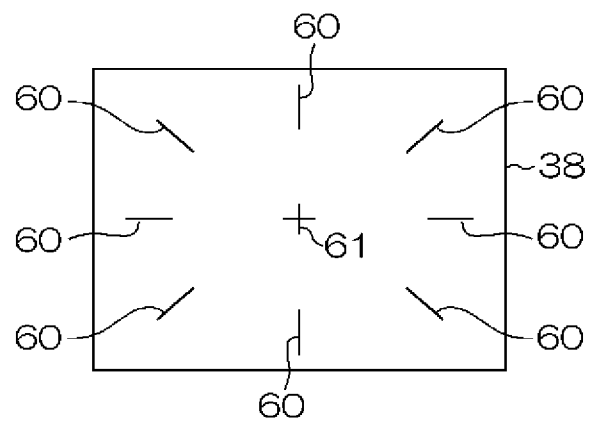


[図16]

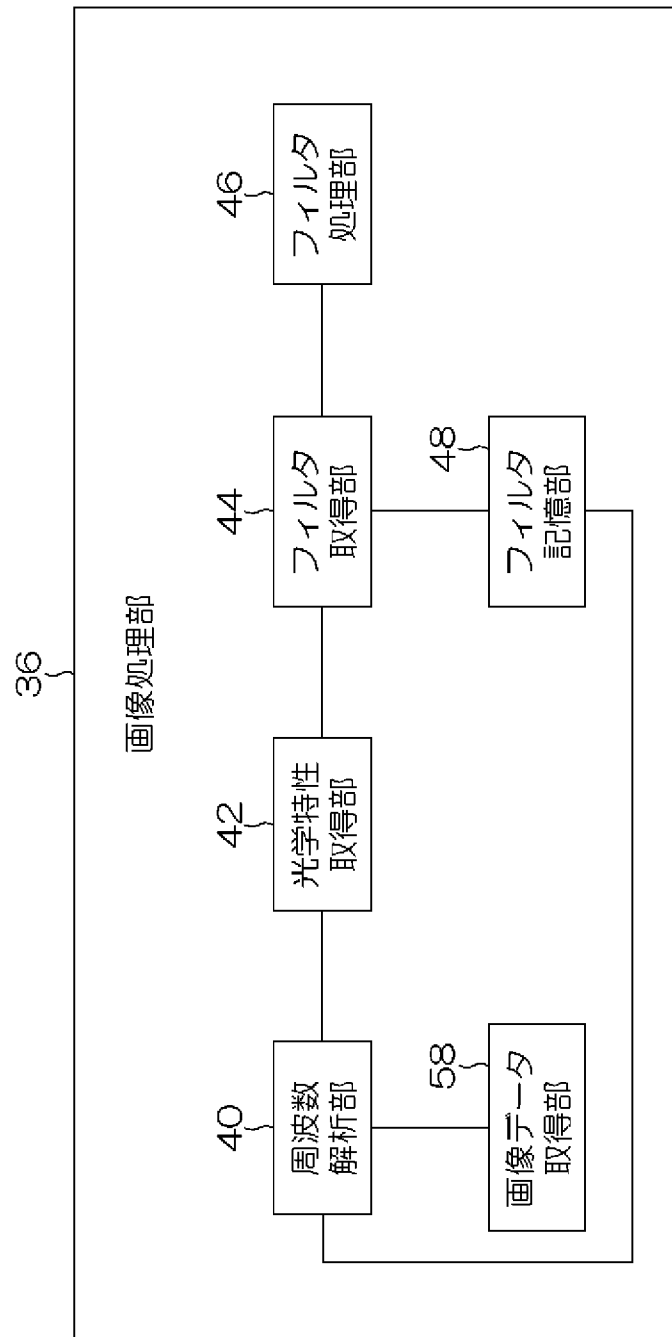
(a)



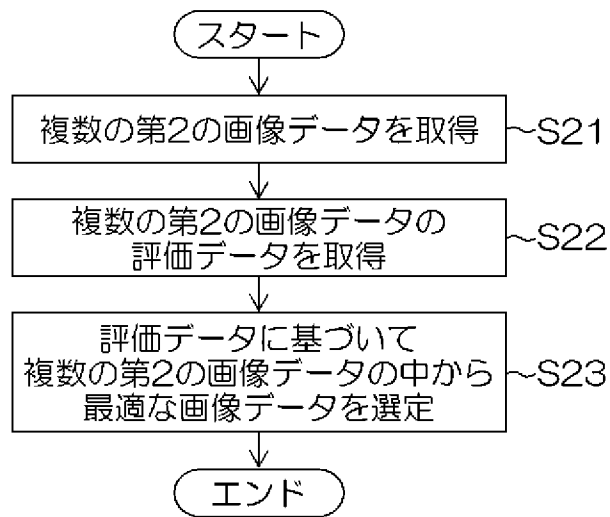
(b)



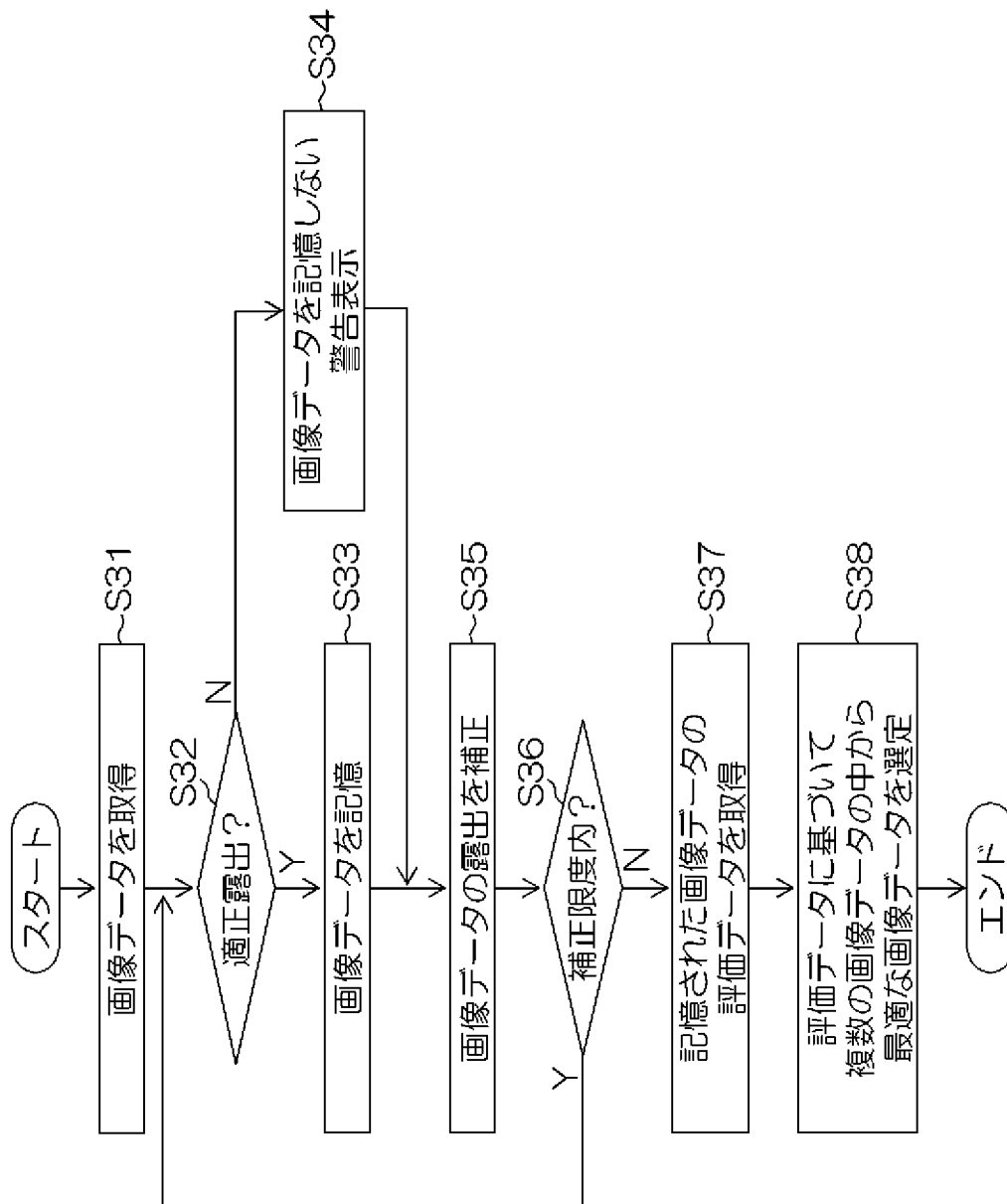
[図17]



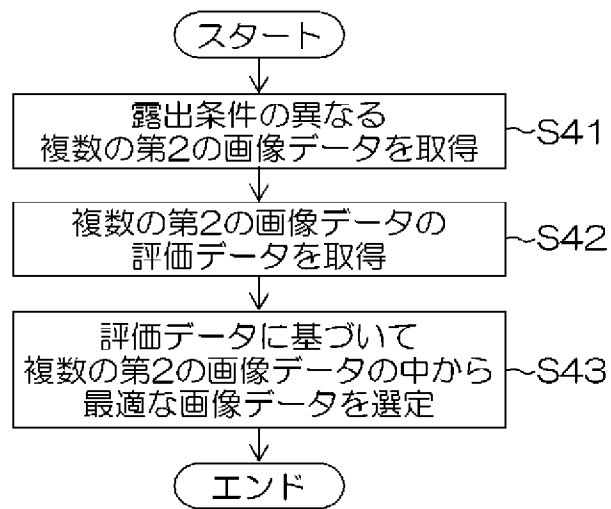
[図18]



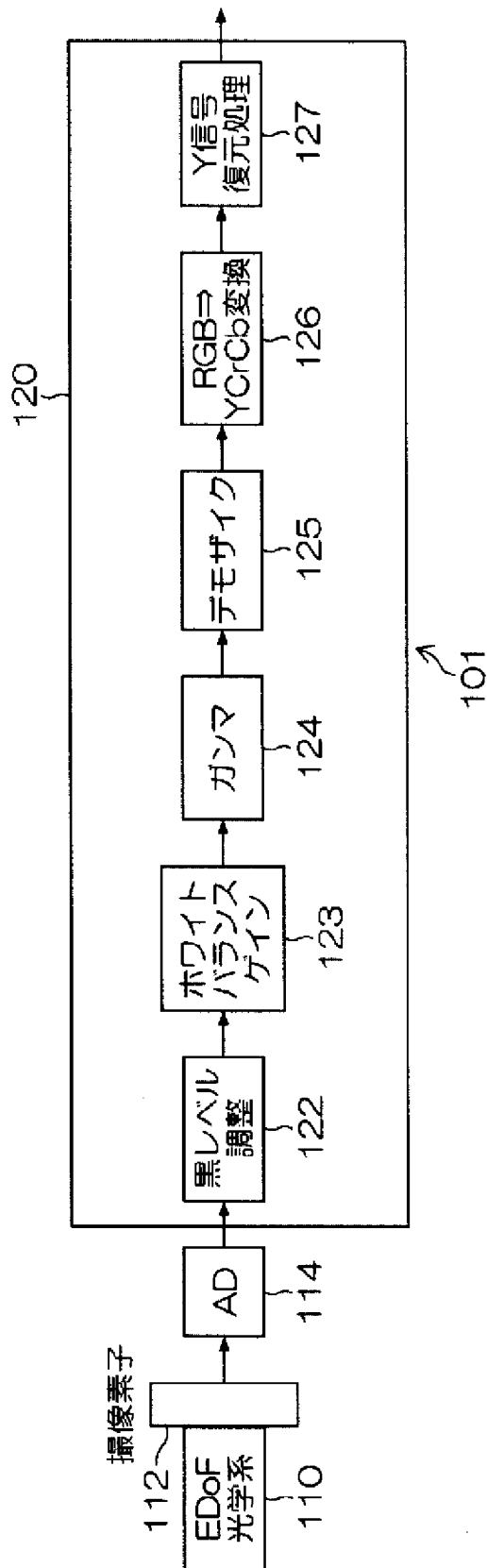
[図19]



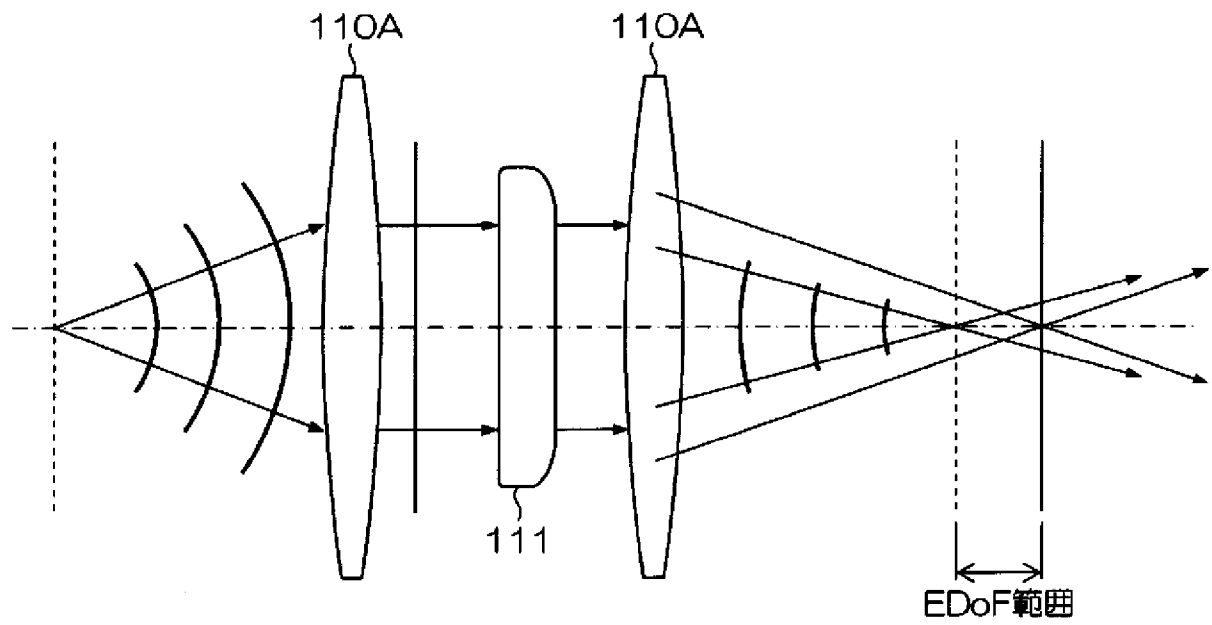
[図20]



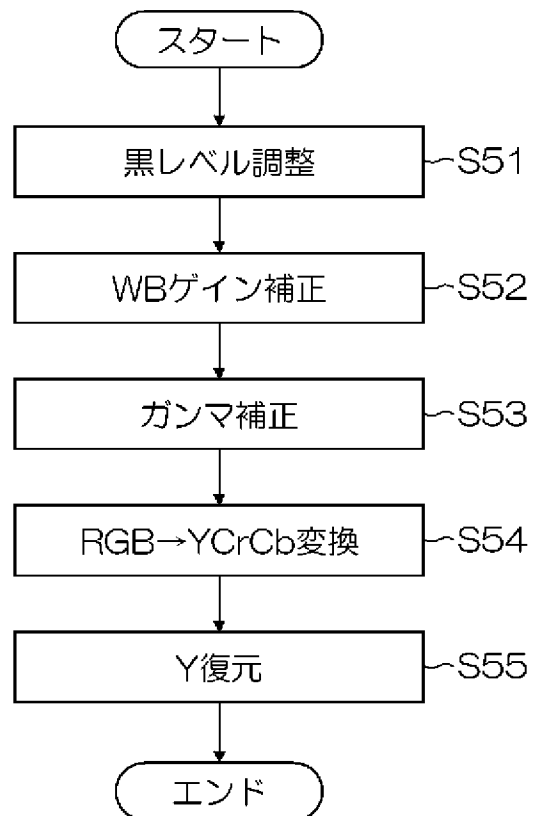
[図21]



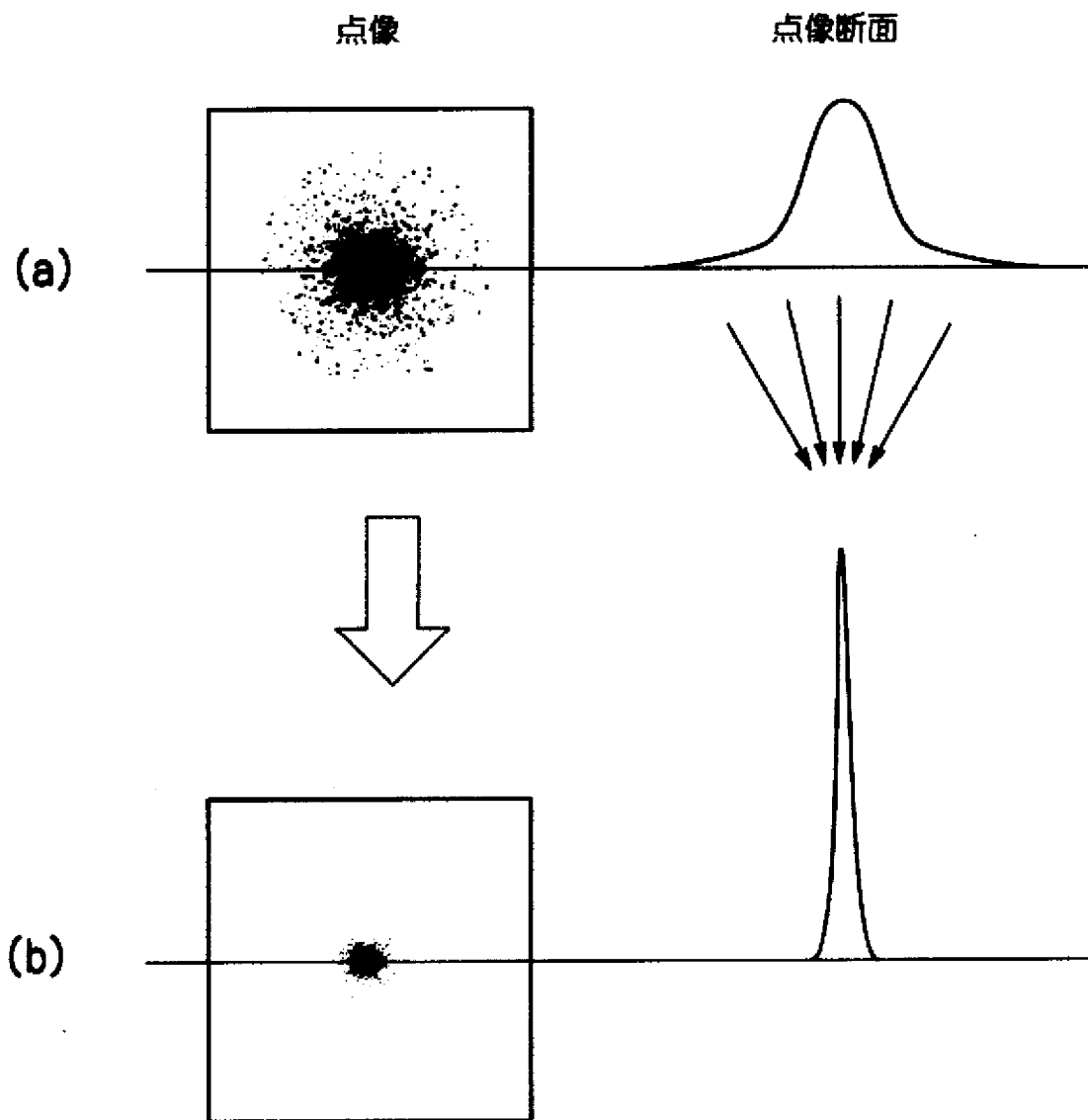
[図22]



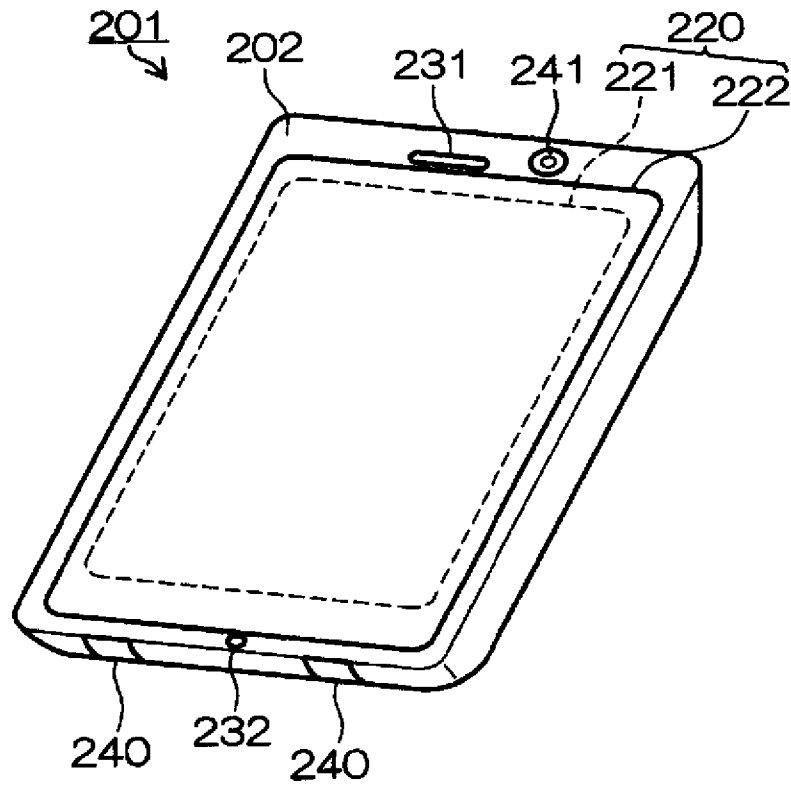
[図23]



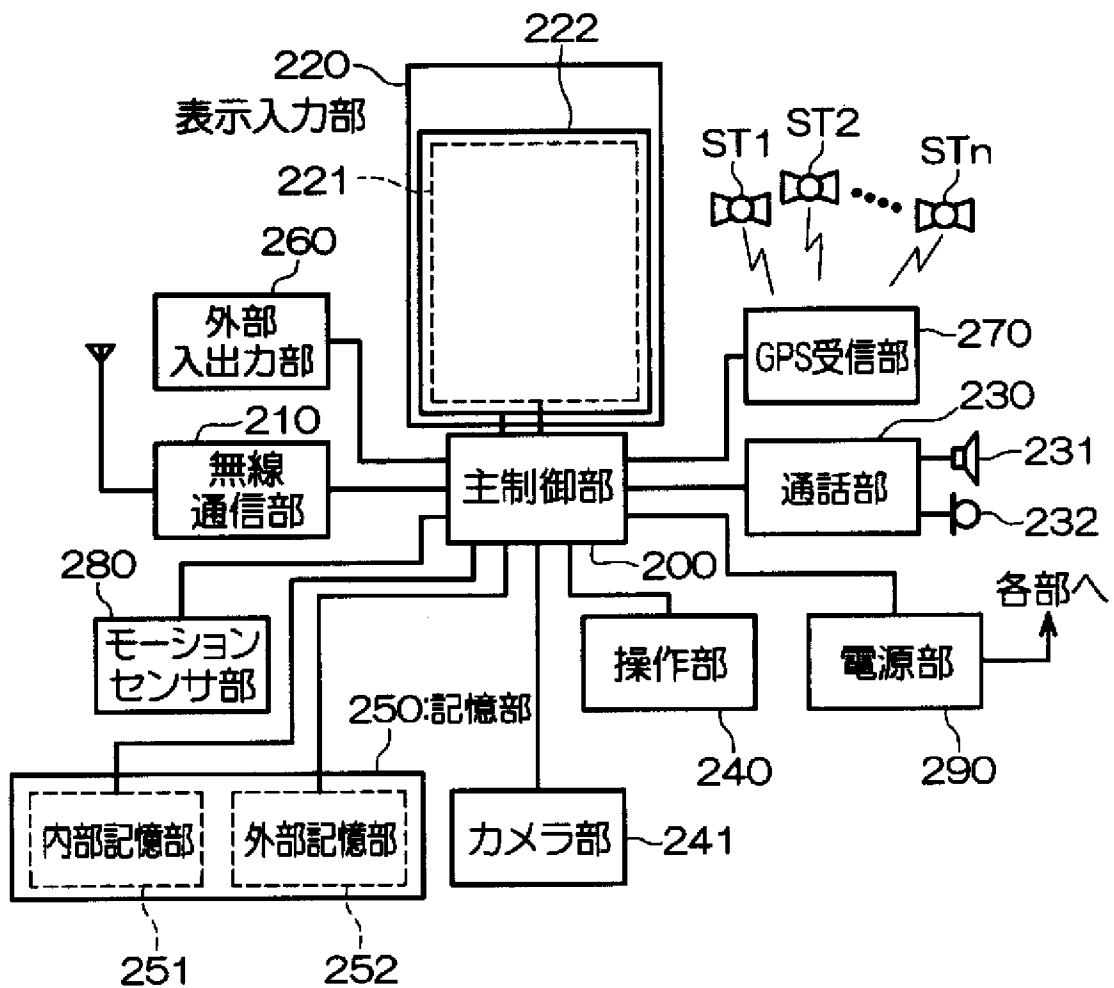
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059603

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/232(2006.01)i, G06T5/00(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, G06T5/00

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.
A	JP 60-171574 A (Hitachi, Ltd.), 05 September 1985 (05.09.1985), page 2, lower left column, lines 8 to 10, 18 to 19; page 3, upper right column, line 19 to lower right column, line 10; page 4, upper right column, line 14 to lower right column, the lowest line; page 5, upper right column, lines 12 to 19 (Family: none)	1-25
A	JP 2009-10944 A (Fujifilm Corp.), 15 January 2009 (15.01.2009), claims; paragraphs [0073] to [0077] & US 2008/0297643 A1	1-25

☒ 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
09 June 2015 (09.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

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/JP2015/059603

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 11-225275 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 17 August 1999 (17.08.1999), claims (Family: none)	1-25

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, G06T5/00(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, G06T5/00

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
A	JP 60-171574 A（株式会社日立製作所）1985.09.05, 2 頁左下欄 8-10 行, 18-19 行, 3 頁右上欄 19 行-右下欄 10 行, 4 頁右 上欄 14 行-右下欄最下行, 5 頁右上欄 12-19 行, 他（ファミリーなし）	1-25
A	JP 2009-10944 A（富士フイルム株式会社）2009.01.15, [特許請求の範囲][0073]-[0077]他 & US 2008/0297643 A1	1-25
A	JP 11-225275 A（富士ゼロックス株式会社）1999.08.17, [特許請求の範囲]他（ファミリーなし）	1-25

☐ 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 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 6 . 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 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）

吉川 康男

5 P

4 2 3 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1