

(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
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



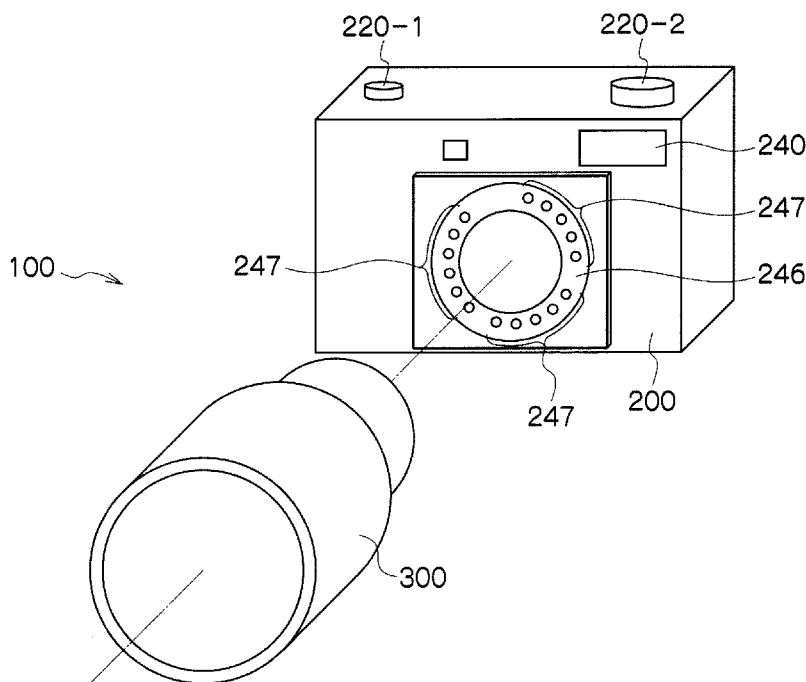
(10) 国際公開番号
WO 2014/050189 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) *H04N 101/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/061842
- (22) 国際出願日: 2013 年 4 月 23 日(23.04.2013)
- (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 2012-213831 2012 年 9 月 27 日(27.09.2012) 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: 遠藤 宏(ENDO, Hiroshi); 〒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). 入江 公祐(IRIE, Kousuke); 〒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).
- (74) 代理人: 松浦 憲三(MATSUURA, Kenzo); 〒1630223 東京都新宿区西新宿二丁目 6 番 1 号 新宿住友ビル 2 3 階 私書箱第 1 7 6 号 新都城国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: IMAGING DEVICE AND IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置及び画像処理方法



(57) Abstract: As a result of the present invention, the number of pre-held restoration filters can be reduced as a result of storing only restoration filters corresponding to within a subject distance range between an estimated variation close range and infinity and as a result of restoration filters in the range on the side closer than the estimated variation close range not being held from the beginning, when restoring images captured using a restoration filter corresponding to the subject distance.

(57) 要約: 本発明によれば、被写体距離に応じた復元フィルタを使用して撮像した画像の復元処理を行う際に、推定ばらつき至近距離と無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタのみを記憶し、推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、初めから持たないようにし、これにより予め保持する復元フィルタの数を低減することができる。



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
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：撮像装置及び画像処理方法

技術分野

[0001] 本発明は撮像装置及び画像処理方法に係り、特に点像分布関数（ PSF ：Point Spread Function）に基づいて撮像された画像の点像復元処理を行う撮像装置及び画像処理方法に関する。

背景技術

[0002] 撮像された画像の点像復元処理は、予め撮影レンズの収差等による劣化（ PSF ）の特性を求めておき、撮像された画像（劣化している画像）を、 PSF に基づいて作成した復元フィルタを使用してフィルタ処理することにより解像度の高い元の画像に復元する処理である。

[0003] 特許文献1には、被写体距離を含む撮像状態を取得し、劣化画像の復元領域毎に撮像状態に対応する復元フィルタを取得し、劣化画像と復元フィルタを使用して復元領域毎に劣化画像を復元する画像処理装置が記載されている。 PSF は、レンズの種類、ズーム倍率、 F ナンバー、被写体距離、画角（像高）等により変化する為、多数の復元フィルタを用意する必要がある。

[0004] 特許文献1に記載の画像処理装置は、レンズの種類、ズーム倍率、及び F ナンバーの組合せに対応する複数の復元フィルタリストを保持するメモリを備えている。各復元フィルタリストは、被写体距離により分類された複数の復元フィルタ表を含み、復元フィルタ表は、像高（復元領域）毎に復元フィルタ（復元フィルタを構成するフィルタ係数の行列式）を保持している（特許文献1の図3）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-211663号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 劣化画像に対する点像復元処理を適正に行う為には、レンズの種類、ズーム倍率、Fナンバー、被写体距離、画角（像高）等に対応した最適な復元フィルタを選択し、選択した復元フィルタを使用して劣化画像の復元処理を行う必要があるが、この場合、多数の復元フィルタをメモリに記憶保持しなければならず、メモリ容量が増大するという問題がある。
- [0007] 特許文献1には、複数の復元フィルタを離散的に保持し、中間値に対応する復元フィルタは補間により生成し、これにより復元フィルタを保持するメモリの容量を減らす記載がある。
- [0008] しかしながら、復元フィルタを離散的に保持することにより復元フィルタの数を少なくする場合、離散的に保持される復元フィルタの間隔（例えば、被写体距離の間隔）を広くすると、補間により適切な復元フィルタを生成することができず、又、生成された復元フィルタにより過補正になる場合には、解像度を逆に劣化させてしまうという問題がある。尚、過補正が発生する条件としては、被写体距離を誤測距し、その結果、誤った被写体距離に対応する復元フィルタを使用する場合が考えられる。
- [0009] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、被写体距離に応じた復元フィルタを使用して撮像した画像の復元処理を行う際に、予め保持する復元フィルタの数を少なくすることができ、かつ復元処理による解像度の向上を図ることができる撮像装置及び画像処理方法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

- [0010] 上記目的を達成する為に本発明の一の態様に係る撮像装置は、撮影レンズにより結像された被写体像を撮像し、該被写体像を示す画像を取得する撮像部と、撮像部による撮像時の焦点検出部より推定した被写体距離を求める第1の被写体距離推定部と、少なくとも被写体距離に対応した撮影レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタから選択された1以上の復元フィルタを記憶する復元フィルタ記憶部と、第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に基づいて復元フィルタ記憶部に記憶された復元フ

フィルタから被写体距離に対応する復元フィルタを選択する復元フィルタ選択部と、復元フィルタ選択部により選択した復元フィルタを使用して撮像部により取得した画像の復元処理を行う復元処理部と、を備え、復元フィルタ記憶部は、第1の被写体距離推定部により推定される最も至近側の被写体距離に最も至近側の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離と、無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタを記憶するものである。

[0011] 本発明の一の態様によれば、復元フィルタ記憶部には、少なくとも被写体距離に対応した撮影レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタが記憶されるが、撮影可能な被写体距離の全範囲にわたって作成した複数の復元フィルタを記憶するのではなく、複数の復元フィルタから選択された1以上の復元フィルタを記憶する。即ち、復元フィルタ記憶部は、第1の被写体距離推定部により推定される最も至近側の被写体距離に最も至近側の被写体距離に対する第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離（以下「推定ばらつき至近距離」という）と、無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタを記憶する。

[0012] 点像分布関数（PSF）は被写体距離によって異なり、無限遠側のPSFよりも至近側のPSFの方が広がった形状を有している。その結果、無限遠側の復元フィルタよりも至近側の復元フィルタは、より強い復元処理を行うものとして予め準備されている。

[0013] 推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、過補正になる復元処理を行う可能性がある。そこで、推定ばらつき至近距離と無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタのみを記憶し、推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは初めから持たないようにすることで、復元フィルタ記憶部に記憶させる復元フィルタの数を低減するようにしている。

[0014] 本発明の他の態様に係る撮像装置において、第1の被写体距離推定部は、

撮影レンズのフォーカスレンズのレンズ位置に基づいて被写体距離を推定することが好ましい。

[0015] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影レンズは交換レンズであり、第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきは、交換レンズの個体差による推定ばらつき、及び交換レンズの温度特性による推定ばらつきのうちの少なくとも一方である。

[0016] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきを取得する推定ばらつき取得部と、第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に推定ばらつき取得部により取得した無限遠側の最大の推定ばらつきを加算した被写体距離を算出する第2の被写体距離推定部と、備え、復元フィルタ選択部は、復元フィルタ記憶部に記憶された1以上の復元フィルタのうちの第2の被写体距離推定部により算出した被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタを選択することが好ましい。

[0017] 第1の被写体距離推定部により被写体距離を推定し、この推定した被写体距離に対するばらつき（推定ばらつき）の範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきを推定ばらつき取得部により取得する。第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離と、推定ばらつき取得部により取得した無限遠側の最大の推定ばらつきとを加算した被写体距離を算出する。この算出された被写体距離は、推定した被写体距離が最も無限遠側にばらついた時の被写体距離になる。そして、復元フィルタ記憶部に記憶されている、被写体距離に対応した1以上の復元フィルタから復元処理に使用する復元フィルタを選択する際に、算出した被写体距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタを選択する。

[0018] 推定した被写体距離が最も無限遠側にばらついた時の被写体距離に対して最も近い無限遠側に対応した復元フィルタを選択することにより、最も無限遠側にばらついた時の被写体距離に対応する復元フィルタ、又はそれよりも

弱い復元処理を行う復元フィルタを選択することができる。これにより、選択された復元フィルタにより過補正になる復元処理を防止すること（解像劣化を防止すること）ができ、かつ復元フィルタによる解像度の向上を図ることができる。

[0019] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影レンズは、復元フィルタ記憶部が内蔵された交換レンズであることが好ましい。これによれば、撮像装置本体側に復元フィルタ記憶部段を設けずに、レンズ側の復元フィルタ記憶部からそのレンズに対応する復元フィルタを取得することができる。

[0020] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影レンズは交換レンズであり、推定ばらつき取得部は、交換レンズから該交換レンズの個体差による推定ばらつき、及び交換レンズの温度特性による推定ばらつきのうちの少なくとも一方を取得することが好ましい。

[0021] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影レンズは交換レンズであり、推定ばらつき取得部は、装着される交換レンズから該交換レンズのレンズ情報を取得するレンズ情報取得部と、複数の交換レンズ毎の推定ばらつきを記憶する推定ばらつき記憶部とを有し、レンズ情報取得部により取得したレンズ情報に対応する推定ばらつきを、推定ばらつき記憶部から取得することが好ましい。

[0022] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、復元処理部により復元処理して得られた画像を記録する記録部を備えることが好ましい。

[0023] 本発明の更に他の態様に係る撮像装置において、撮影レンズを有する撮像部から被写体像を示す画像を取得する画像取得工程と、撮像部による撮像時の焦点検出部より推定した被写体距離を求める第1の被写体距離推定工程と、少なくとも被写体距離に対応した撮影レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタから選択された1以上の復元フィルタを記憶する復元フィルタ記憶部を準備する工程と、第1の被写体距離推定工程により推定した被写体距離に基づいて復元フィルタ記憶部に記憶された復元フィルタから被写体距離に対応する復元フィルタを選択する復元フィルタ選択工程と

、復元フィルタ選択工程により選択した復元フィルタを使用して撮像部により取得した画像の復元処理を行う復元処理工程と、を含み、復元フィルタ記憶部は、第1の被写体距離推定工程により推定される最も至近側の被写体距離に最も至近側の被写体距離に対する第1の被写体距離推定工程により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離と無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタを記憶するものである。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、被写体距離に応じた復元フィルタを使用して撮像した画像の復元処理を行う際に、推定ばらつき至近距離と無限遠との被写体距離の範囲内に相当する復元フィルタのみを記憶し、推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、初めから持たないようにし、これにより予め保持する復元フィルタの数を低減することができる。尚、推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、過補正になる復元処理を行う可能性がある為、これらの復元フィルタは使用しない方が好ましい。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明の一の態様である撮像装置の外観図である。
[図2]図2は、図1で示した撮像装置の背面図である。
[図3]図3は、図1で示した撮像装置の要部ブロック図である。
[図4]図4は、コントラストオートフォーカス処理のフローを示す図である。
[図5]図5は、コントラストオートフォーカスを説明する図である。
[図6]図6は、フォーカスレンズ制御部の要部ブロック図である。
[図7]図7は、点像復元処理を行うメインCPU及びデジタル信号処理部の要部ブロック図である。
[図8]図8は、本発明の第1の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。
[図9]図9は、本発明の第1の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[図10]図10は、本発明の第1の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[図11]図11は、本発明の第2の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[図13]図13は、本発明の第2の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[図14]図14は、撮像装置の他の実施形態であるスマートフォンの外観図である。

[図15]図15は、スマートフォンの要部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

[0026] 図1は、本発明の一の態様の撮像装置100の外観を示す斜視図である。撮像装置100は、撮像装置本体200と、撮像装置本体200に交換可能に装着されるレンズ装置300と、から構成される。撮像装置本体200とレンズ装置300とは、撮像装置本体200に備えられたマウント246（送信手段、受信手段）と、マウント246に対応するレンズ装置300側のマウント346（受信手段、送信手段）（図3参照）と、が結合されることにより交換可能に装着される。又、撮像装置本体200の前面にはマウント246の他、フラッシュ240が設けられており、上面にはリリースボタン220-1及び撮影モード設定用のダイヤル220-2が設けられている。

[0027] マウント246には端子247（送信手段、受信手段）が設けられており、マウント346には端子347（送信手段、受信手段）（図3参照）が設けられていて、レンズ装置300を撮像装置本体200に装着すると、対応する端子247と端子347とが接触して通信が可能となる。尚、図1及び図3における端子247、端子347は概念的に示したものであり、本発明における端子の位置及び個数はこれらの図におけるものに限定されるものではない。

[0028] 一方、図2に示すように、撮像装置本体200の背面には、モニタ212、十字ボタン260、MENU/OKボタン265、再生ボタン270、BACKボタン275等が配設されている。尚、本発明の一の態様である撮像装置100はレンズ交換式撮像装置であっても、レンズ固定式撮像装置であってもよい。

[0029] 図3は、撮像装置100の構成を示すブロック図である。撮像装置100の動作は、撮像装置本体200のメインCPU214及びレンズ装置300のレンズCPU340によって統括制御されている。メインCPU214の動作に必要なプログラム（ズームレンズZL、フォーカスレンズFL、及び絞りIを駆動する為のプログラムを含む）やデータは撮像装置本体200内のフラッシュROM226及びROM228に記憶されており、レンズCPU340の動作に必要なプログラム（ズームレンズZL、フォーカスレンズFL、及び絞りIを駆動する為のプログラムを含む）やデータはレンズCPU340内のROM344に記憶されている。

[0030] 撮像装置本体200には、リリースボタン220-1及びダイヤル220-2の他、再生ボタン、MENU/OKキー、十字キー、BACKキー等を含む操作部220が設けられており、ユーザは操作部220に含まれるボタンやキーを操作することにより、撮影/再生モードの選択、撮影開始、画像の選択・再生・消去、ズーム指示等の指示が可能になっている。

[0031] 操作部220からの信号はメインCPU214に入力され、メインCPU214は入力信号に基づいて撮像装置本体200の各回路を制御すると共に、マウント246（送信手段、受信手段、レンズ情報取得部）及びマウント通信部250（送信手段、受信手段、レンズ情報取得部）を介してレンズ装置300との間で信号を送受信する。

[0032] 上述した端子には例えば接地用端子、同期信号用端子、シリアル通信用端子、制御ステータス通信用端子、及び撮像装置本体200のバッテリー242からレンズ装置300の各部への電源供給用端子が含まれる。

[0033] 撮像時において、被写体光はレンズ装置300のズームレンズZL、フォ

ーカスレンズFL、及び絞りIを介して、撮像装置本体200の撮像素子202の受光面に結像される。本実施形態では撮像素子202はCMOS型とするが、CMOS型に限らずCCD型であってもよい。フォーカスレンズFL、ズームレンズZL、及び絞りIは、レンズCPU340によって制御されるズームレンズ制御部310、フォーカスレンズ制御部320（レンズ駆動手段）、絞り制御部330によって駆動されて、フォーカス制御・ズーム制御・絞り制御が行われる。

[0034] ズームレンズ制御部310は、レンズCPU340からの指令に従い、ズームレンズZLを光軸方向に移動させて撮影倍率を可変する。又、フォーカスレンズ制御部320は、レンズCPU340からの指令に従い、フォーカスレンズFLを光軸方向に進退動作させて被写体に合焦させる。絞り制御部330は、レンズCPU340からの指令に従い、絞りIの絞り値を変更する。

[0035] リリースボタン220-1の第1段階の押下（半押し）があると、メインCPU214はAF及びAE動作を開始させ、これに応じてA/D変換器204から出力される画像データがAE/AWB検出部224に取り込まれる。メインCPU214は、AE/AWB検出部224に入力されたG信号の積算値より被写体の明るさ（撮影EV値）を算出し、その結果に基づいて絞りIの絞り値、撮像素子202での電荷蓄積時間（シャッタースピードに相当）、フラッシュ240の発光時間等を制御する。

[0036] AF検出部222は、コントラストAF処理又は位相差AF処理を行う部分である。コントラストAF処理を行う場合には、フォーカス領域内の画像データの高周波成分を積分して算出した、合焦状態を示すAF評価値が極大となるようにレンズ鏡筒内のフォーカスレンズFLを制御する。又、位相差AF処理を行う場合には、画像データのうちのフォーカス領域内の複数の位相差を持った画素を用いて算出した位相差データから求めたデフォーカス量が0になるように、レンズ装置300内のフォーカスレンズFLを制御する。尚、AF検出部222は、焦点を検出する焦点検出部として動く。

[0037] AE動作及びAF動作が終了し、リリースボタン220-1の第2段階の押下（全押し）があると、フラッシュ制御部238を介した制御によりフラッシュ240が発光する。又、撮像素子制御部201から加えられる読み出し信号に基づいて、撮像素子202に蓄積された信号電荷が信号電荷に応じた電圧信号として読み出され、アナログ信号処理部203に加えられる。アナログ信号処理部203は、撮像素子202から出力された電圧信号に対して相関二重サンプリング処理により各画素のR、G、B信号をサンプリングホールドし、増幅した後A/D変換器204に加える。A/D変換器204は、順次入力するアナログのR、G、B信号をデジタルのR、G、B信号に変換して画像入力コントローラ205に出力する。尚、撮像素子202がCMOS型撮像素子である場合は、A/D変換器204は撮像素子202内に内蔵されていることも多く、又上記相関二重サンプリングは必要としない場合もある。

[0038] 画像入力コントローラ205から出力された画像データはデジタル信号処理部206に入力されてオフセット処理、ホワイトバランス補正及び感度補正を含むゲイン・コントロール処理、ガンマ補正処理、復元処理、及びYC処理等の信号処理が行われ、VRAM230への書き込み／読み出しを経て表示制御部210でエンコーディングされてモニタ212に出力され、これにより被写体像がモニタ212に表示される。

[0039] 又、上記得られた被写体像を記録する手段である記録部を有してもよい。例えば、メモリカード236に復元処理で得られた画像を記録してもよい。

[0040] 又、リリースボタン220-1の全押しに応答してA/D変換器204から出力される画像データが画像入力コントローラ205からSDRAM（メモリ）232に入力され、一時的に記憶される。SDRAM232への一時記憶後、デジタル信号処理部206におけるゲイン・コントロール処理、ガンマ補正処理、YC処理等の信号処理や圧縮・伸張処理部208でのJPEG（Joint Photographic coding Experts Group）形式への圧縮処理等を経て画像ファイルが生成され、その

画像ファイルは、メディア制御部234により読み出されてメモリカード236に記録される。メモリカード236に記録された画像は、操作部220の再生ボタンを操作することによりモニタ212で再生表示することができる。

[0041] 次に、撮像装置本体200とレンズ装置300との間の通信について説明する。撮像装置本体200とレンズ装置300とは、撮像装置本体200のマウント246（送信手段、受信手段）及びマウント通信部250（送信手段、受信手段）、レンズ装置のマウント346（送信手段、受信手段）及びマウント通信部350（送信手段、受信手段）、並びにマウント246及びマウント346に設けられた端子を介して通信を行い、レンズ移動指令を送受信する。

[0042] レンズ移動指令には、制御対象（ズームレンズZL／フォーカスレンズFL／絞りI）、駆動モード、数値（ズームレンズZL・フォーカスレンズFLの目標位置、絞りIの絞り値、等）、ブレーキON／OFF情報（目標位置においてモータ326のコイルを短絡させてブレーキを掛けるか否かを示す情報）が含まれる。撮像装置本体200とレンズ装置300の間では上記の他、制御ステータス通信用端子を介して各種制御ステータス（レンズ駆動開始／完了通知等）の通信が行われる。

[0043] <コントラストAF>

次に、コントラストAFについて、図4及び図5を参照して説明する。

[0044] 図4には、コントラストAF処理のフロー図が示されている。コントラストAF処理がスタートすると、まず、メインCPU214は、フォーカスレンズFLのレンズ位置を検出する為に、フォーカスレンズFLをホームポジション（HP）に移動させるレンズ移動指令をレンズ装置300に出力し、フォーカスレンズFLをHPに移動させる（ステップS10）。

[0045] フォーカスレンズFLがHPに移動すると、アップダウンカウンタ320-8（図6）のカウント値をリセットし、カウント値i=0にする（ステップS12）。尚、HPには、フォトインタラプタ等のHPセンサ322（図

6) が設けられており、HPセンサ322は、レンズ移動指令に基づいて移動中のフォーカスレンズFLがHPに達すると、レンズ検出信号を出力する。このレンズ検出信号は、レンズ位置検出手段として機能するアップダウンカウンタ320-8のカウント値を0にリセットするリセット信号として使用される。又、フォーカスレンズFLのHPへの移動は、撮像装置本体200にレンズ装置300を装着した時に行ってもよいし、電源を投入した時に行ってもよい。

[0046] 続いて、メインCPU214は、図5に示すようにフォーカスレンズFLを無限側(INF)から至近端まで移動(AFサーチ)させるレンズ移動指令をレンズ装置300に出力する(ステップS14)。

[0047] AFサーチ中、メインCPU214は、レンズ装置300のアップダウンカウンタ320-8からカウント値をレンズ位置信号として取得し(ステップS16)、又、適宜のレンズ位置毎にフォーカス領域内の画像データを取得し、AF検出部222(図3)にてAF評価値の算出を行わせる(ステップS18)。尚、AF検出部222は、フォーカス領域内の画像データの高周波成分を積分することにより合焦状態を示すAF評価値を算出し、算出したAF評価値をメインCPU214に出力する。

[0048] メインCPU214は、AFサーチが終了したか否か(即ち、カウント値*i*(フォーカスレンズFL位置)が至近端(0.20)であるか否か)を判断し(ステップS20)、カウント値*i*が至近端でない場合は、ステップS14に遷移させ、AFサーチを続行させる。

[0049] 一方、AFサーチが終了した判断すると、メインCPU214は、ステップS16、S18で取得した各AF評価値とレンズ位置とに基づいて、AF評価値が最大になるレンズ位置(合焦位置)を算出する(ステップS22、図5の(A))。

[0050] メインCPU214は、算出した合焦位置にフォーカスレンズFLを移動させるレンズ位置指令をレンズ装置300に出力し、フォーカスレンズFLを合焦位置に移動させる(ステップS24、図5の(B))。

[0051] 又、メインCPU 214は、ステップS 22で算出したレンズ位置から被写体距離を算出する（ステップS 26）。

[0052] <フォーカスレンズ制御部>

図6は、フォーカスレンズ制御部320の機能ブロック図が示されている。フォーカスレンズ制御部320には、メインCPU 214からレンズCPU 340を介してレンズ移動指令が送られる。

[0053] フォーカスレンズ制御部320は、主にコントローラ320-2、ドライバ320-4、モータ320-6、及びアップダウンカウンタ320-8により構成されている。レンズCPU 340からのレンズ移動指令をコントローラ320-2によって受信する。そして、コントローラ320-2からレンズ移動指令に応じたパルス信号を出力する。コントローラ320-2から出力されたパルス信号は、ドライバ320-4に入力される。そして、ドライバ320-4は、入力されたパルス信号に応じてモータ320-6を駆動する。尚、モータ320-6は、ステッピングモータを用いることが好ましい。一方、コントローラ320-2から出力されるパルス信号は、アップダウンカウンタ320-8にも送られる。

[0054] アップダウンカウンタ320-8は、送られてきたパルス信号をカウントし、カウント値を出力する。尚、アップダウンカウンタ320-8は、前述したようにHPセンサ322によりフォーカスレンズFLがHPに達すると、0にリセットされる為、アップダウンカウンタ320-8のカウント値は、HPを基準にしたフォーカスレンズFLのレンズ位置を示す。

[0055] <点像復元処理>

図7は、点像復元処理を行うメインCPU 214及びデジタル信号処理部206の要部ブロック図を示す。メインCPU 214は、復元処理用の機能としてレンズ位置入力部214-2、第1の被写体距離推定部214-4、推定ばらつき取得部214-6、及び第2の被写体距離推定部214-8を備えている。

[0056] レンズ位置入力部214-2は、フォーカスレンズFLの合焦制御後のア

アップダウンカウンタ 320-8 の現在のカウント値を、レンズ位置を示す情報として入力する。

[0057] 第1の被写体距離推定部 214-4 は、レンズ位置入力部 214-2 からレンズ位置を示す情報を入力し、現在のレンズ位置のフォーカスレンズ FL により合焦する被写体の距離（被写体距離）を推定する。尚、フォーカスレンズ FL のレンズ位置と、そのレンズ位置により合焦する被写体距離とは一定の関係にある為、フォーカスレンズ FL のレンズ位置から被写体距離を推定することができる。

[0058] 第1の被写体距離推定部 214-4 により推定された被写体距離（第1の被写体距離）を示す情報は、推定ばらつき取得部 214-6、及び第2の被写体距離推定部 214-8 に出力される。

[0059] 推定ばらつき取得部 214-6 は、第1の被写体距離推定部 214-4 から入力する第1の被写体距離を示す情報に基づいて、第1の被写体距離の誤差（推定ばらつき）を算出する。

[0060] ここで、推定ばらつきとは、フォーカスレンズ FL のレンズ位置から推定した第1の被写体距離のばらつきであり、フォーカスレンズ FL の合焦停止位置の検出精度等に起因して発生する。例えば、温度によりレンズ鏡胴特性が変化すると、被写体距離が一定でも、フォーカスレンズ FL の合焦停止位置が変わり、誤測距される（推定ばらつきが発生する）。

[0061] 又、推定ばらつきは、第1の被写体距離を中心に無限遠側と至近端側に延びるように誤差範囲（推定ばらつきの範囲）が存在する。推定ばらつき取得部 214-6 は、第1の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきを算出する。

[0062] 例えば、被写体距離が一定でも、HP（又は INF）からのアップダウンカウンタ 320-8 のカウント値が、本来のカウント値と異なる場合（フォーカスレンズ FL の合焦停止位置が異なる場合）、このカウント値の誤差が推定ばらつきとなる。カウント値の誤差が、 $\pm n$ パルスの範囲で発生するレンズ装置の場合、 n パルス分のフォーカスレンズ FL の移動量が、無限遠側

の最大の推定ばらつきに相当する。尚、1パルス当りの合焦被写体距離の変化量は、現在のフォーカスレンズFLの合焦停止位置（第1の被写体距離）により異なる為、推定ばらつき取得部214-6は、第1の被写体距離を示す情報とカウント値の誤差の情報（nパルス）とに基づいて第1の被写体距離の推定ばらつきを算出する。

[0063] 尚、誤差は、種々な条件によって算出されてもよいし又は誤差を記憶する手段である誤差記憶部（図示せず）に格納されている誤差データベースから選択されてもよい。例えば、誤差は、交換レンズにおいて固体特有（個体差）のものであったり、交換レンズの温度特性に依存したりする。

[0064] 例えば、交換レンズ式の撮像装置100の場合には、交換レンズ毎に誤差範囲が変わるので、推定ばらつき取得部214-6内に、誤差（推定ばらつき）を記憶する手段である推定ばらつき記憶部を有して、交換レンズ毎の誤差（推定ばらつき）を記憶してもよい。この場合、レンズ装置300が装着されると、そのレンズ装置300に係るレンズ情報を取得し、そのレンズ情報に基づいて、推定ばらつき記憶部から対応する推定ばらつきを取得する。尚、上記推定ばらつき記憶部は、レンズ装置300内に設置されていてもよい。

[0065] 推定ばらつき取得部214-6により算出された推定ばらつきを示す情報は、第2の被写体距離推定部214-8に出力される。第2の被写体距離推定部214-8は、推定された第1の被写体距離と無限遠側の最大誤差（推定ばらつき）とを加算した第2の被写体距離を算出し、算出した第2の被写体距離を示す情報をデジタル信号処理部206の復元フィルタ選択部206-4に出力する。

[0066] デジタル信号処理部206において、復元処理に関する要部は、復元処理部206-2、復元フィルタ選択部206-4、及び復元フィルタ記憶部206-6である。

[0067] 復元フィルタ記憶部206-6は、レンズ装置300を含む各種レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタを、レンズ毎に記憶し

ている。又、複数の復元フィルタは、被写体距離、ズーム倍率、Fナンバー、及び像高（復元領域）の組み合わせに対応するものであり、多数の復元フィルタである。尚、説明を簡単にする為に、復元フィルタ記憶部206-6は、被写体距離に対応して離散的に復元フィルタを記憶しているものとする。

[0068] 復元フィルタ選択部206-4は、第2の被写体距離推定部214-8から第2の被写体距離を示す情報を入力しており、この入力情報に基づいて復元フィルタ記憶部206-6から第2の被写体距離に対応する復元フィルタを選択する。ここで、第2の被写体距離に対応する復元フィルタが復元フィルタ記憶部206-6に記憶されていない場合には、第2の被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタを選択する。尚、復元フィルタの選択方法の詳細については後述する。

[0069] 復元処理部206-2は、復元フィルタ選択部206-4により選択された復元フィルタを使用して画像データに対して復元処理を行う。

[0070] 次に、復元フィルタの生成方法について説明する。

[0071] まず、撮像装置100の出荷前等の調整時に、その撮像装置100のレンズ装置300の撮影レンズの点像分布関数（PSF：Point Spread Function）を測定する為に、レンズ装置300により点像（点光源）を撮像し、収差によりボケている（点像が広がっている）画像を取得する。

[0072] このとき、撮像素子202は、測定専用のものを使用する方法と、実際に撮像装置100に組み込まれる撮像素子202を使用する方法とがある。前者の場合は、レンズ装置300のみに対応するPSFの測定に適し、後者の場合は、撮像素子202の影響（カラーフィルタ等）も考慮したPSFの測定に適している。

[0073] 続いて、レンズ装置300及び撮像素子202を含む撮像部による点像の撮像により取得したボケた画像を $G(X, Y)$ 、元の点像を $F(X, Y)$ 、点像分布関数（PSF）を $H(X, Y)$ とすると、次式で関係を表すことが

できる。

[0074] [式1]

$$G(X, Y) = H(X, Y) * F(X, Y)$$

ただし、*はコンボリューションを示す。

[0075] 上記での点像の撮像により取得したボケた画像 $G(X, Y)$ に基づいて[式1]の $H(X, Y)$ （即ち、点像分布関数（PSF））を求める。

[0076] 次に、上記求めた点像分布関数（PSF）の逆関数を求める。この逆関数を $R(X, Y)$ とすると、次式のように位相変調された画像 $G(X, Y)$ を、 $R(X, Y)$ によりコンボリューション処理することにより、元の画像 $F(X, Y)$ に対応する復元画像が得られる（復元処理）。

[0077] [式2]

$$G(X, Y) * R(X, Y) = F(X, Y)$$

この $R(X, Y)$ を復元フィルタという。復元フィルタは、原画像と復元画像との2乗平均誤差を最小にする最小2乗フィルタ（ウィナーフィルタ）、制限付き逆畳み込みフィルタ、再帰フィルタ、準同形フィルタ等を利用することができる。

[0078] [第1の実施形態]

図8から図10は、復元フィルタ選択部206-4及び復元フィルタ記憶部206-6により行われる、本発明の第1の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[0079] 図8は、至近端（0.2 m）から無限遠（INF）までの範囲内の複数の被写体距離別の点像分布関数（PSF）のイメージ図である。前述したように、これらのPSFに基づいて復元フィルタは生成される。

[0080] 図8に示すように無限遠側のPSFは、至近側のPSFよりも広がり小さく、したがって、無限遠側の復元フィルタによる復元処理は、至近側の復元フィルタによる復元処理よりも弱い復元処理となる。

[0081] 又、図8に示す例では、至近端（0.2 m）から無限遠までの範囲（撮影可能範囲）のうちの至近端（0.2 m）、0.25 m、0.33 m、0.5

m、1 m、及び I N F の 6 つの距離（被写体距離）に対応する復元フィルタが記憶されているものとする。尚、これらの被写体距離は、フォーカスレンズ F L の至近端から I N F までの移動量をほぼ 5 等分した各レンズ位置に対応する被写体距離である。

[0082] 図 8 中の矢印で示した範囲は、第 1 の被写体距離推定部 2 1 4 - 4 により 0. 2 m、0. 2 5 m、0. 3 3 m、0. 5 m、1 m、又は I N F が推定され場合における各被写体距離における推定ばらつきの範囲を示している。

[0083] 又、図中の矢印先端の丸印は、第 1 の被写体距離推定部 2 1 4 - 4 により推定された被写体距離（第 1 の被写体距離）が、0. 2 m、0. 2 5 m、0. 3 3 m、0. 5 m、1 m、又は I N F の場合に、第 1 の被写体距離とその第 1 の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきとを加算した距離（第 2 の被写体距離）を示している。

[0084] 図 8 において、第 1 の被写体距離推定部 2 1 4 - 4 により推定された第 1 の被写体距離が 0. 2 m の場合は、誤差範囲が 0. 2 5 m から 0. 2 m まであり、無限遠側の最大の推定ばらつきを考慮した、第 2 の被写体距離推定部 2 1 4 - 8 により推定される第 2 の被写体距離は 0. 2 5 m である。そして、第 2 の被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタを使用する。すなわち、0. 2 5 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタを選択し、過補正を防ぐ。すなわち、第 2 の被写体距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタを選択することになる。

[0085] ここで、復元処理における過補正とは、実際の被写体距離よりも近い被写体距離を推定してしまい、本来使用すべき復元フィルタよりも強い（大きい）復元フィルタを使用して復元処理を行うことである。復元処理における過補正が行われると、得られる画像の質が悪化してしまう。

[0086] 復元処理の過補正が発生する具体例としては、第 1 の被写体距離推定部 2 1 4 - 4 により推定された第 1 の被写体距離が 0. 2 5 m、誤差範囲が 0. 3 3 m から 0. 2 m となる場合に、0. 2 5 m 又は 0. 2 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタを選択すると、復元処理が過補正になる可

能性がある。すなわち、実際の被写体距離は0.33 mから0.2 mであるので、仮に実際の被写体距離が0.33 mであった場合には、0.25 m又は0.2 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用しての復元処理は、過補正になる。

[0087] 一方で、第2の被写体距離に対して、無限遠側に大きく離れた被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用する場合、復元処理の効果を十分に得ることができない。例えば、第2の被写体距離は0.25 mであるのに、INFに対応する復元フィルタを使用して復元処理を行うと、復元処理が弱く、復元処理の効果を十分に得ることができない。

[0088] よって、第1の被写体距離推定部214-4により推定された第1の被写体距離が0.25 m、第2の被写体距離推定部214-8により推定された第2の被写体距離が0.33 mである場合に、0.33 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用することにより、過補正の発生を防ぐことが可能となる。

[0089] 図8において、第1の被写体距離として0.25 m、0.33 m、0.5 m、1 m、又はINFが推定された場合も同様に、矢印の範囲が被写体距離の誤差範囲を示し、誤差範囲内において、第2の被写体距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタを選択するので、第1の被写体距離として0.25 mが推定された場合には、0.33 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、0.33 mが推定された場合には、0.5 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、0.5 mが推定された場合には、1 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、INFが推定された場合には、INFの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用する。

[0090] 又、第1の被写体距離として、0.2 m、0.25 m、0.33 m、0.5 m、1 m、又はINF以外の被写体距離が推定された場合、例えば、0.33 mと0.5 mとの間の被写体距離が推定され場合には、最大の推定ばらつきを考慮し

た第2の被写体距離は、0.5 mと1 mとの間の被写体距離になる。したがって、この第2の被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタは、1 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタである。

[0091] 又、撮像装置100において、予め遠方を撮影することが決められている場合（風景モード）での撮影には、第2の被写体距離に関わらず、INFの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用するようにしてもよい。

[0092] 図9は、レンズ装置300とは異なるレンズ（交換レンズ）に対応する測距誤差等を示しており、レンズの種類により温度特性が異なったり、個体差がある為、フォーカスレンズの合焦停止位置から推定される被写体距離の推定ばらつきが異なっている。

[0093] 図9は、図8の場合に比べて、矢印の範囲で示す推定ばらつき（誤差範囲）が大きい（長い）場合に関して示している。図9の場合において、第2の被写体距離から最大の取り得る被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタを使用する。すなわち、第1の被写体距離として0.2 mが推定された場合、0.33 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、0.25 mが推定された場合、0.5 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、0.33 mが推定された場合、1 mの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用し、1 m以上が推定された場合、INFの被写体距離に対応して生成された復元フィルタを使用する。

[0094] 図10は、図9の場合に比べて、更に誤差範囲が大きい（長い）場合を示している。図10の場合、第1の被写体距離として至近端（0.2 m）が推定されても、その推定ばらつきを考慮した被写体距離（第2の被写体距離）は、1 mよりも大きい。したがって、過補正にならない復元フィルタは、INFに対応して生成された復元フィルタのみである。即ち、図10に示す推定ばらつきを有するレンズの場合、推定される被写体距離に関わらず、INFに対応して生成された復元フィルタのみを使用する。

[0095] [第2の実施形態]

図 1 1 から図 1 3 は、本発明の第 2 の実施形態における復元フィルタの記憶及び選択の仕方を説明する図である。

[0096] 図 1 1 から図 1 3 に示される第 2 の実施形態は、図 8 から図 1 0 に示される第 1 の実施形態と同様に被写体距離に対応する復元フィルタを記憶するようにしているが、第 2 の実施形態では、復元フィルタの復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 への記憶のさせ方が異なる。

[0097] 第 2 の実施形態では、復元フィルタを記憶する手段である復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 は、第 1 の被写体距離推定部 2 1 4 - 4 により推定される最も至近側の被写体距離に、最も至近側の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離（以下「推定ばらつき至近距離」という）と、無限遠との範囲内に相当する復元フィルタを記憶させている。

[0098] 推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、過補正になる復元処理を行う可能性がある。そこで、復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 には、推定ばらつき至近距離と無限遠との範囲内に相当する複数の復元フィルタのみを記憶させ、推定ばらつき至近距離よりも至近側の範囲内の復元フィルタは、初めから記憶させないようにする。これにより、復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 に記憶させる復元フィルタの数を低減するようにしている。

[0099] すなわち、第 1 の実施形態において、復元フィルタは、予め設定された複数の被写体距離毎に使用するか否かに関わらず、復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 に記憶されているのに対して、第 2 の実施形態では、被写体距離の誤差範囲との関係で使用しない復元フィルタは、復元フィルタ記憶部 2 0 6 - 6 へ記憶させない（図 1 1 から図 1 3 を参照）。

[0100] 図 1 1 は、図 8 に示された第 1 の実施形態に対応する第 2 の実施形態を示した図である。図 1 1 に示された第 2 の実施形態と図 8 に示された第 1 の実施形態を比較すると、第 2 の実施形態では、0. 2 m の被写体距離に対応する復元フィルタが無い点で相違する。

[0101] 図 1 1 の矢印で示す推定ばらつきの場合、第 1 の被写体距離が至近端（0

、 2 m) であると推定されたとしても、誤差範囲を考えると、第 2 の被写体距離 (推定ばらつき至近距離) は 0. 2 5 m であり、推定ばらつき至近距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタは、0. 2 5 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタとなる。言い換えると、図 1 1 に示されたような誤差範囲を持つ場合には、図 8 に示されるような 0. 2 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタは、第 1 の被写体距離がいくつであっても使用しない。そして、使用しない復元フィルタは、復元フィルタ記憶部 206-6 に記憶させてない。

[0102] 図 1 2 は、図 9 に示された第 1 の実施形態に対応する第 2 の実施形態を示した図である。図 1 2 に示された第 2 の実施形態と図 9 に示された第 1 の実施形態を比較すると、第 2 の実施形態では、0. 2 m 及び 0. 2 5 m の被写体距離に対応する復元フィルタが無い点で相違する。

[0103] 図 1 2 の矢印で示す推定ばらつきの場合、第 1 の被写体距離が至近端 (0. 2 m) であると推定されたとしても、誤差範囲を考えると、第 2 の被写体距離 (推定ばらつき至近距離) は 0. 3 3 m であり、推定ばらつき至近距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタは、0. 3 3 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタとなる。言い換えると、図 1 2 に示されたような誤差範囲を持つ場合には、図 9 に示されるような 0. 2 m、0. 2 5 m の被写体距離に対応して生成された復元フィルタは、第 1 の被写体距離がいくつであっても使用しない。そして、使用しない復元フィルタは、復元フィルタ記憶部 206-6 に記憶させてない。

[0104] 図 1 3 は、図 1 0 に示された第 1 の実施形態に対応する第 2 の実施形態を示した図である。図 1 3 に示された第 2 の実施形態と図 1 0 に示された第 1 の実施形態を比較すると、第 2 の実施形態では、0. 2 m、0. 2 5 m、0. 3 3 m、0. 5 m、及び 1 m の被写体距離に対応する復元フィルタが無い点で相違する。

[0105] 図 1 3 の矢印で示す推定ばらつきの場合、第 1 の被写体距離が至近端 (0. 2 m) であると推定されたとしても、誤差範囲を考えると、第 2 の被写体

距離（推定ばらつき至近距離）は1 mより大きく、推定ばらつき至近距離に最も近い無限遠側に対応した復元フィルタは、INF（1）の復元フィルタとなる。言い換えると、図13に示されたような誤差範囲を持つ場合には、図10に示されるような（2）から（6）の復元フィルタは、第1の被写体距離がいくつであっても使用しない。そして、使用しない（2）から（6）の復元フィルタは、復元フィルタ記憶部206-6に記憶させてなく、誤差範囲の関係から選択された（1）の復元フィルタが復元フィルタ記憶部206-6に記憶されている。

[0106] このように、図11から図13に示された第2の実施形態では、誤差範囲との関係で使用しない復元フィルタを復元フィルタ記憶部206-6に記憶させていない。これにより、復元フィルタを記憶させる為のメモリ容量を軽減することができる。

[0107] 又、復元フィルタを記憶する手段である復元フィルタ記憶部は、推定ばらつきに対応してそれぞれ複数の復元フィルタが格納された複数のテーブルを有して、復元フィルタを選択する手段である復元フィルタ選択部は、推定ばらつきを取得する手段である推定ばらつき取得部214-6により取得した推定ばらつきの大きさに応じて複数のテーブルから対応するテーブルを選択し、選択したテーブルから復元フィルタを選択してもよい。

[0108] 図14は、撮像装置100の他の実施形態であるスマートフォン500の外観を示すものである。図14に示すスマートフォン500は、平板状の筐体502を有し、筐体502の一方の面にモニタ212としての表示パネル521と、入力部としての操作パネル522とが一体となった表示入力部520を備えている。又、筐体502は、スピーカ531と、マイクロホン532、操作部540と、カメラ部541とを備えている。尚、筐体502の構成はこれに限定されず、例えば、モニタ212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。

[0109] 図15は、図14に示すスマートフォン500の構成を示すブロック図で

ある。図15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510と、表示入力部520と、通話部530と、操作部540と、カメラ部541と、記憶部550と、外部入出力部560と、GPS (Global Positioning System) 受信部570と、モーションセンサ部580と、電源部590と、主制御部501とを備える。又、スマートフォン500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。

[0110] 無線通信部510は、主制御部501の指示にしたがって、移動通信網NWに收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。この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。

[0111] 表示入力部520は、主制御部501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すると共に、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521と、操作パネル522とを備える。生成された3D画像を鑑賞する場合には、表示パネル521は、3D表示パネルであることが好ましい。

[0112] 表示パネル521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522は、表示パネル521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。この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501に出力する。次いで、主制御部501は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル521上の操作位置（座標）を検出する。

[0113] 図14に示すように、スマートフォン500の表示パネル521と操作パ

ネル５２２とは一体となって表示入力部５２０を構成しているが、操作パネル５２２が表示パネル５２１を完全に覆うような配置となっている。この配置を採用した場合、操作パネル５２２は、表示パネル５２１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５２２は、表示パネル５２１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５２１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。

[0114] 尚、表示領域の大きさと表示パネル５２１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。又、操作パネル５２２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５０２の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更に又、操作パネル５２２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。

[0115] 通話部５３０は、スピーカ５３１やマイクロホン５３２を備え、マイクロホン５３２を通じて入力されたユーザの音声を主制御部５０１にて処理可能な音声データに変換して主制御部５０１に出力したり、無線通信部５１０あるいは外部入出力部５６０により受信された音声データを復号してスピーカ５３１から出力するものである。又、図１４に示すように、例えば、スピーカ５３１を表示入力部５２０が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン５３２を筐体５０２の側面に搭載することができる。

[0116] 操作部５４０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１４に示すように、操作部５４０は、スマートフォン５００の筐体５０２の表示部の下部、下側面に搭載され、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。

[0117] 記憶部５５０は、主制御部５０１の制御プログラムや制御データ、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、又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。又、記憶部550は、スマートフォン内蔵の内部記憶部551と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部552により構成される。尚、記憶部550を構成するそれぞれの内部記憶部551と外部記憶部552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、Micro SD(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。

[0118] 外部入出力部560は、スマートフォン500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為のものである。

[0119] スマートフォン500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500の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン500の内部のデータが外部機器に伝送されるようにすることができる。

[0120] GPS受信部570は、主制御部501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、当該スマートフォン500の緯度、経度、高度からなる位置を検出する。GPS受信部570は、無線通信部510や外部入出力部560（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。

[0121] モーションセンサ部580は、例えば、3軸の加速度センサなどを備え、主制御部501の指示にしたがって、スマートフォン500の物理的な動きを検出する。スマートフォン500の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン500の動く方向や加速度が検出される。この検出結果は、主制御部501に出力されるものである。

[0122] 電源部590は、主制御部501の指示にしたがって、スマートフォン500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。

[0123] 主制御部501は、マイクロプロセッサを備え、記憶部550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500の各部を統括して制御するものである。又、主制御部501は、無線通信部510を通じて、音声通信やデータ通信を行う為に、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。

[0124] アプリケーション処理機能は、記憶部550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501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 5 6 0 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、本発明に係る 2 D 画像から 3 D 画像を生成する機能などがある。

[0125] 又、主制御部 5 0 1 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 5 2 0 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 5 0 1 が、上記画像データを復号し、この復号結果に画像処理を施して、画像を表示入力部 5 2 0 に表示する機能のことをいう。

[0126] 更に、主制御部 5 0 1 は、表示パネル 5 2 1 に対する表示制御と、操作部 5 4 0、操作パネル 5 2 2 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。

[0127] 表示制御の実行により、主制御部 5 0 1 は、アプリケーションソフトウェアを起動する為のアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示したり、あるいは電子メールを作成する為のウィンドウを表示する。尚、スクロールバーとは、表示パネル 5 2 1 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為のソフトウェアキーのことをいう。

[0128] 又、操作検出制御の実行により、主制御部 5 0 1 は、操作部 5 4 0 を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル 5 2 2 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、あるいは、スクロールバーを通じた表示用画像のスクロール要求を受け付ける。

[0129] 更に、操作検出制御の実行により主制御部 5 0 1 は、操作パネル 5 2 2 に対する操作位置が、表示パネル 5 2 1 に重なる重畳部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル 5 2 1 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 5 2 2 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。

[0130] 又、主制御部501は、操作パネル522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でもできる。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、ある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。

[0131] カメラ部541は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) やCCD (Charge-Coupled Device) などの撮像素子202を用いて電子撮影するデジタルカメラであり、図1等にした撮像装置100と同様の機能を備えている。

[0132] 即ち、カメラ部541は、マニュアルフォーカスモードとオートフォーカスモードとを切り替えることができるように構成され、マニュアルフォーカスモードが選択されると、操作部540又は表示入力部520に表示されるフォーカス用のアイコンボタン等を操作することにより、カメラ部541の撮影レンズのピント合わせを行うことができる。そして、マニュアルフォーカスモード時には、スプリットイメージが合成されたライブビュー画像を表示パネル521に表示させ、これによりマニュアルフォーカス時の合焦状態を確認できるようにしている。

[0133] 又、カメラ部541は、主制御部501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550に記録したり、外部入出力部560や無線通信部510を通じて出力することができる。図14に示すにスマートフォン500において、カメラ部541は表示入力部520と同じ面に搭載されているが、カメラ部541の搭載位置はこれに限らず、表示入力部520の背面に搭載されてもよいし、あるいは、複数のカメラ部541が搭載されてもよい。尚、複数のカメラ部541が搭載されている場合には、撮影に供するカメラ部5

４１を切り替えて単独にて撮影したり、あるいは、複数のカメラ部５４１を同時に使用して撮影することもできる。

[0134] 又、カメラ部５４１はスマートフォン５００の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル５２１にカメラ部５４１で取得した画像を表示することや、操作パネル５２２の操作入力のひとつとして、カメラ部５４１の画像を利用することができる。又、ＧＰＳ受信部５７０が位置を検出する際に、カメラ部５４１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５４１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５００のカメラ部５４１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５４１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。

[0135] その他、静止画又は動画の画像データにＧＰＳ受信部５７０により取得した位置情報、マイクロホン５３２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５８０により取得した姿勢情報等を付加して記憶部５５０に記録したり、外部入出力部５６０や無線通信部５１０を通じて出力することもできる。

[0136] 又、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

[0137] １００…撮像装置、２００…撮像装置本体、２０２…撮像素子、２０６…デジタル信号処理部、２１２…モニタ、２１４…メインＣＰＵ、２２０…操作部、２１４…ＡＦ検出部、３００…レンズ装置、３２０…Ｆレンズ制御部、３４０…レンズＣＰＵ、５００…スマートフォン

請求の範囲

- [請求項1] 撮影レンズにより結像された被写体像を撮像し、該被写体像を示す画像を取得する撮像部と、
- 前記撮像部による撮像時の、焦点検出部より推定した被写体距離を求める第1の被写体距離推定部と、
- 少なくとも被写体距離に対応した前記撮影レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタから選択された1以上の復元フィルタを記憶する復元フィルタ記憶部と、
- 前記第1の被写体距離推定部段により推定した被写体距離に基づいて前記復元フィルタ記憶部に記憶された復元フィルタから前記被写体距離に対応する復元フィルタを選択する復元フィルタ選択部と、
- 前記復元フィルタ選択部により選択した復元フィルタを使用して前記撮像部により取得した画像の復元処理を行う復元処理部と、を備え、
- 前記復元フィルタ記憶部は、前記第1の被写体距離推定部段により推定される最も至近側の被写体距離に前記最も至近側の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離と、無限遠との範囲内に相当する復元フィルタを記憶する、
- 撮像装置。
- [請求項2] 前記第1の被写体距離推定部は、前記撮影レンズのフォーカスレンズのレンズ位置に基づいて被写体距離を推定する請求項1に記載の撮像装置。
- [請求項3] 前記撮影レンズは交換レンズであり、
- 前記第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきは、交換レンズの個体差による推定ばらつき、及び交換レンズの温度特性による推定ばらつきのうちの少なくとも一方である請求項2に記載の撮像装

置。

[請求項4] 前記第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきを取得する推定ばらつき取得部と、

前記第1の被写体距離推定部により推定した被写体距離に前記推定ばらつき取得部により取得した無限遠側の最大の推定ばらつきを加算した被写体距離を算出する第2の被写体距離推定部と、備え、

前記復元フィルタ選択部は、前記復元フィルタ記憶部に記憶された1以上の復元フィルタのうちの前記第2の被写体距離推定部により算出した被写体距離に最も近い無限遠側の復元フィルタを選択する請求項1から3のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記撮影レンズは、前記復元フィルタ記憶部が内蔵された交換レンズである請求項1から4のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記撮影レンズは交換レンズであり、
前記推定ばらつき取得部は、交換レンズから該交換レンズの個体差による推定ばらつき、及び交換レンズの温度特性による推定ばらつきのうちの少なくとも一方を取得する請求項4に記載の撮像装置。

[請求項7] 前記撮影レンズは交換レンズであり、
前記推定ばらつき取得部は、
装着される交換レンズから該交換レンズのレンズ情報を取得するレンズ情報取得部と、複数の交換レンズ毎の推定ばらつきを記憶する推定ばらつき記憶部とを有し、前記レンズ情報取得部により取得したレンズ情報に対応する推定ばらつきを、前記推定ばらつき記憶部から取得する請求項4に記載の撮像装置。

[請求項8] 前記復元処理部により復元処理して得られた画像を記録する記録部を備えた請求項1から7のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項9] 撮影レンズを有する撮像部から被写体像を示す画像を取得する画像取得工程と、

前記撮像部による撮像時の焦点検出部より推定した被写体距離を求める第1の被写体距離推定工程と、

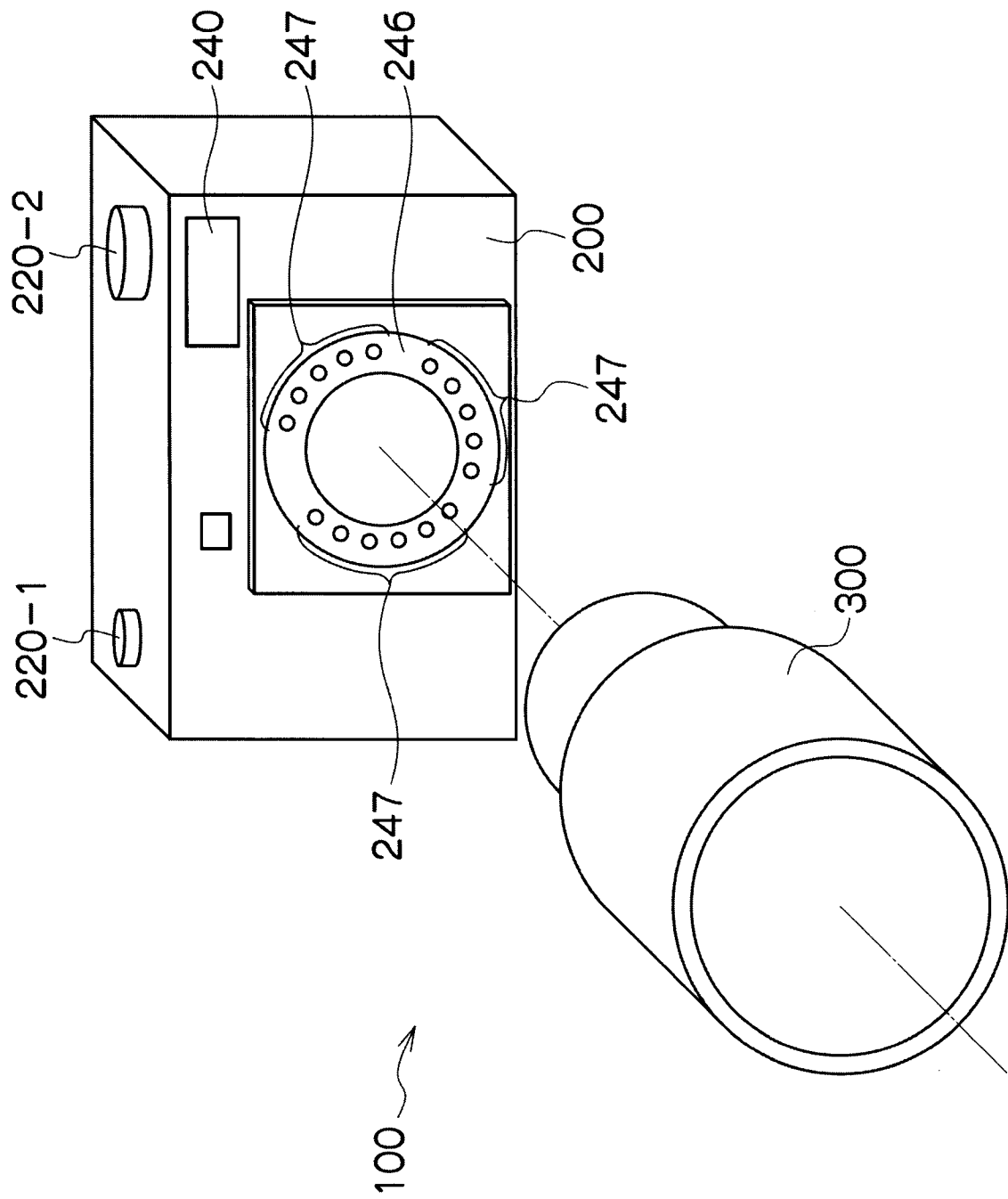
少なくとも被写体距離に対応した前記撮影レンズの点像分布関数に基づいて作成した複数の復元フィルタから選択された1以上の復元フィルタを記憶する復元フィルタ記憶部を準備する工程と、

前記第1の被写体距離推定工程により推定した被写体距離に基づいて前記復元フィルタ記憶部に記憶された復元フィルタから前記被写体距離に対応する復元フィルタを選択する復元フィルタ選択工程と、

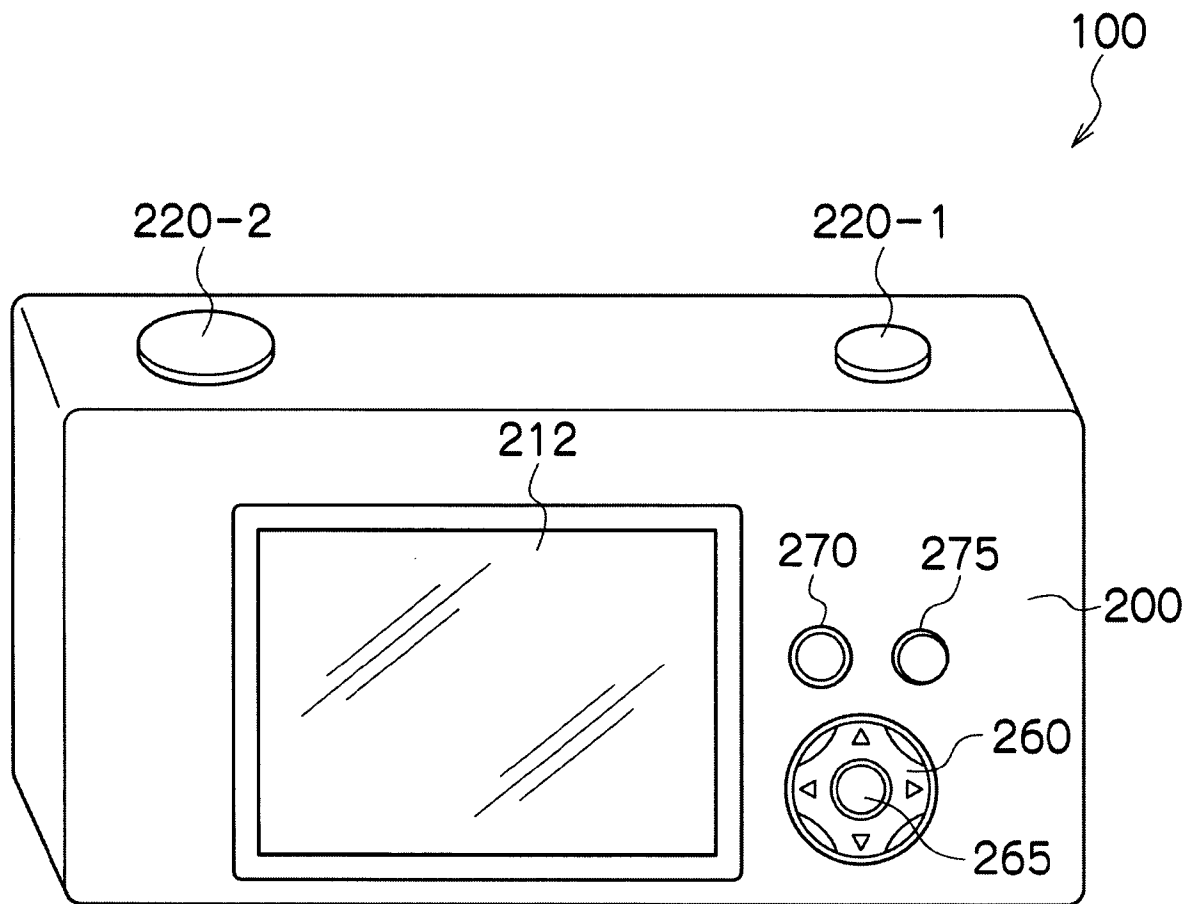
前記復元フィルタ選択工程により選択した復元フィルタを使用して前記撮像部により取得した画像の復元処理を行う復元処理工程と、を含み、

前記復元フィルタ記憶部は、前記第1の被写体距離推定工程により推定される最も至近側の被写体距離に前記最も至近側の被写体距離に対する推定ばらつきの範囲のうちの無限遠側の最大の推定ばらつきだけ加算した被写体距離と、無限遠との範囲内に相当する復元フィルタを記憶するものである画像処理方法。

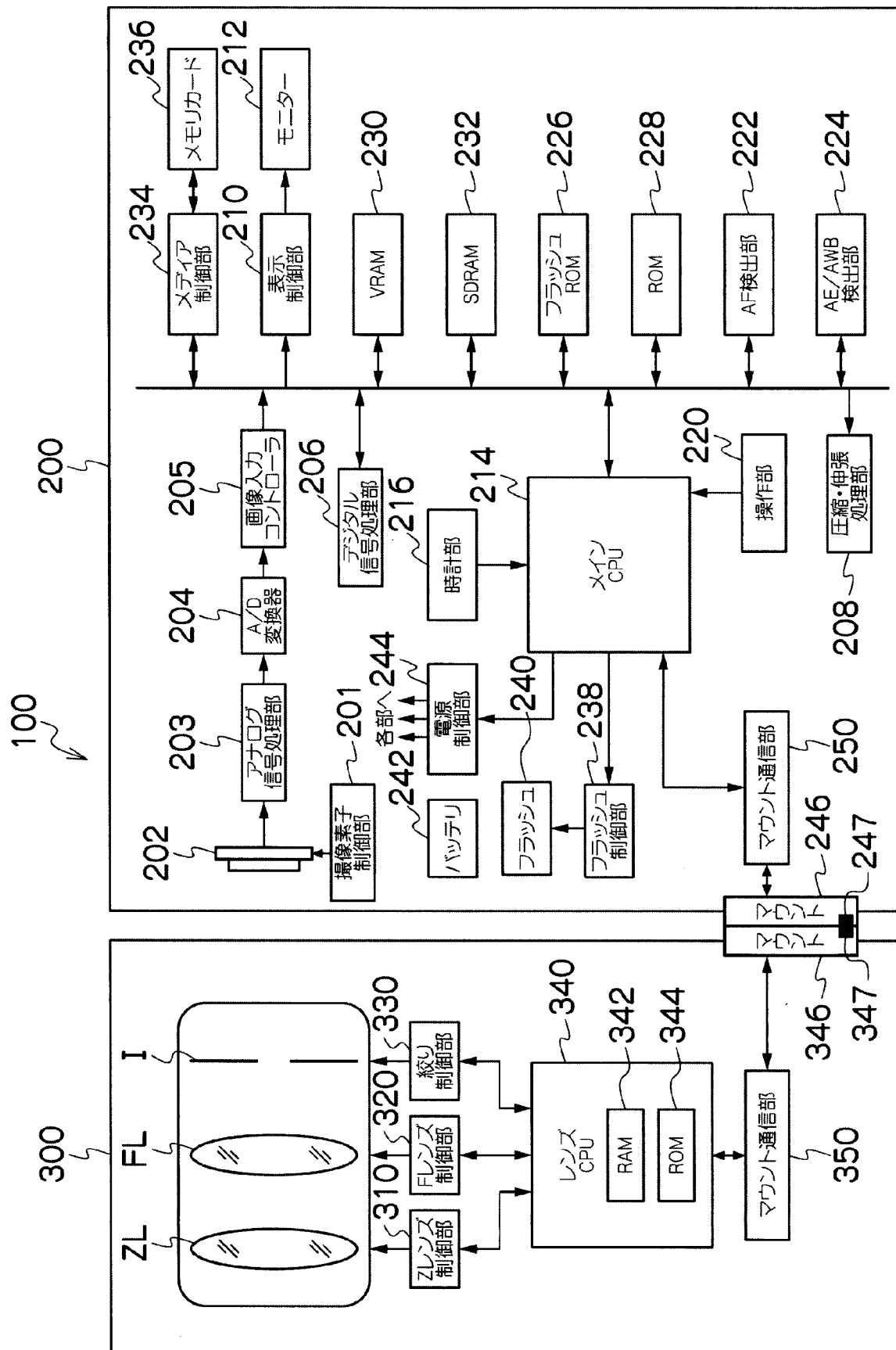
[図1]



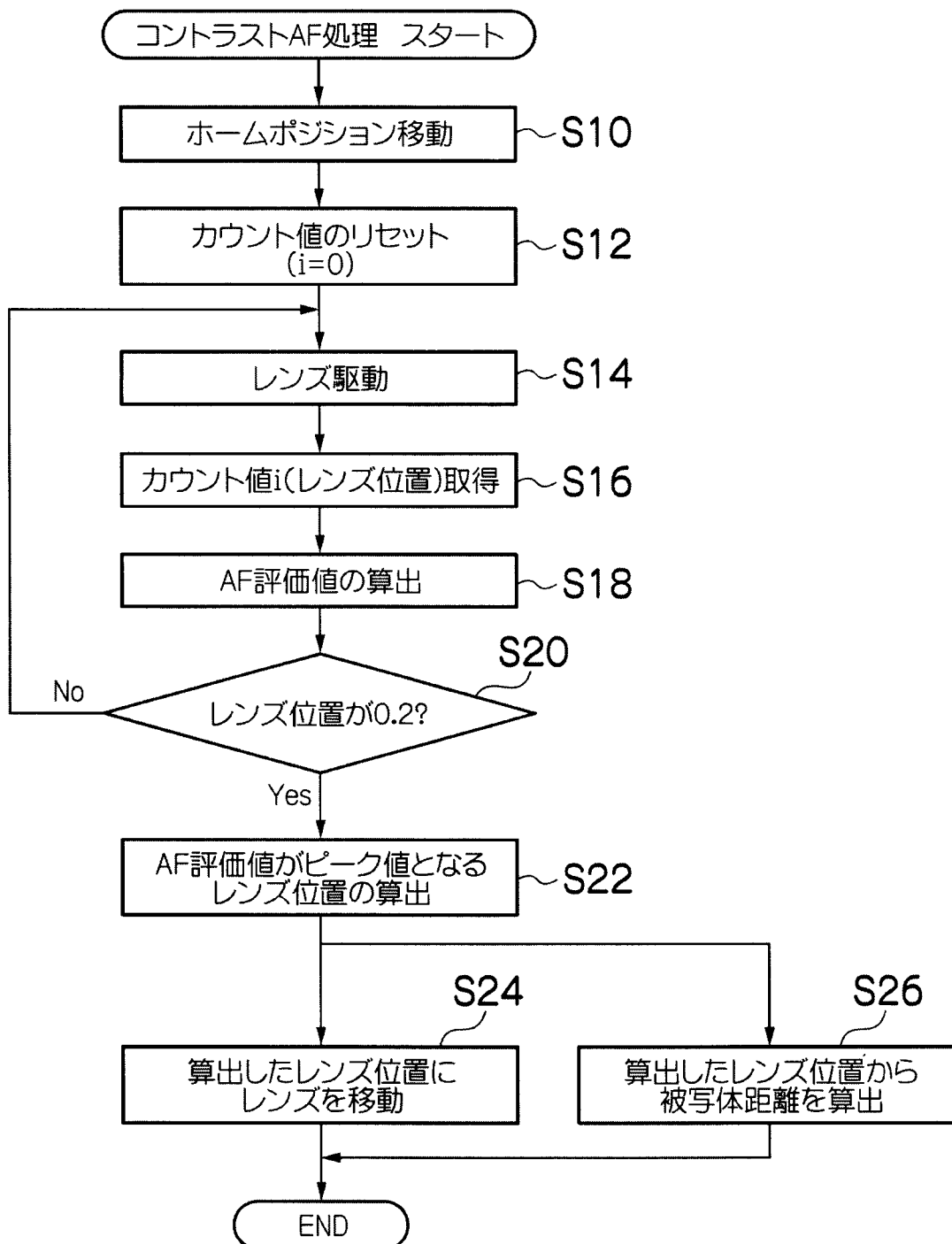
[図2]



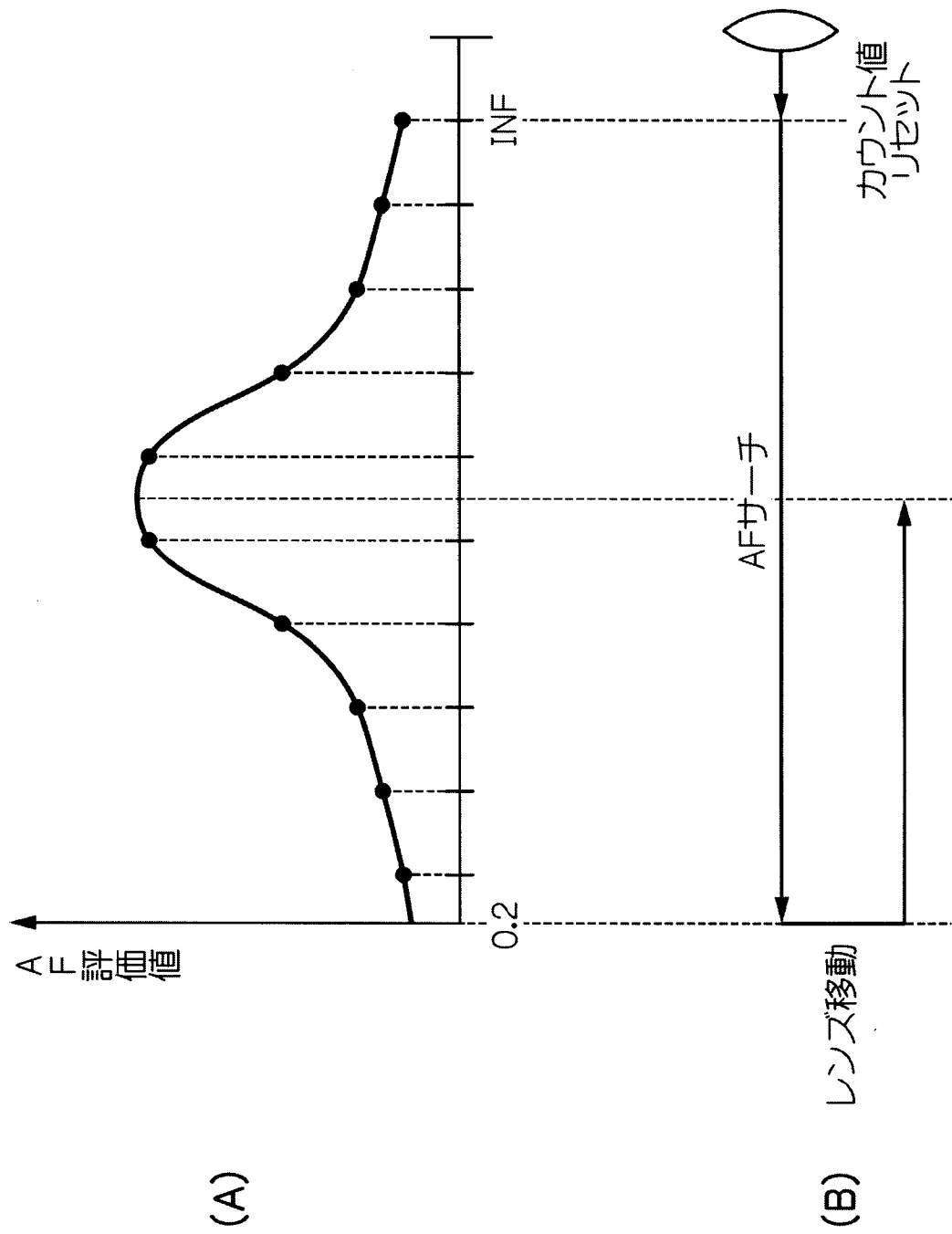
[図3]



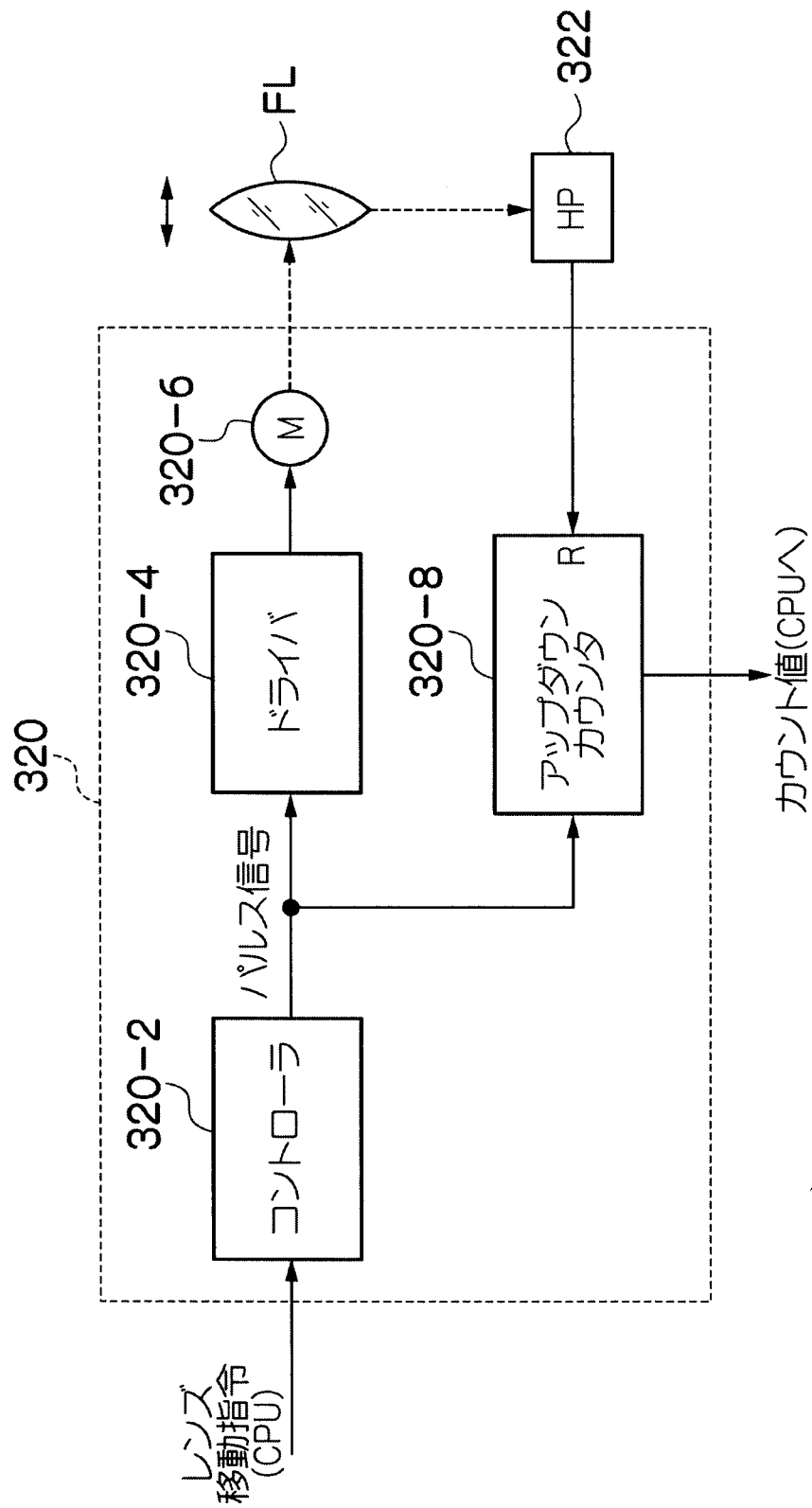
[図4]



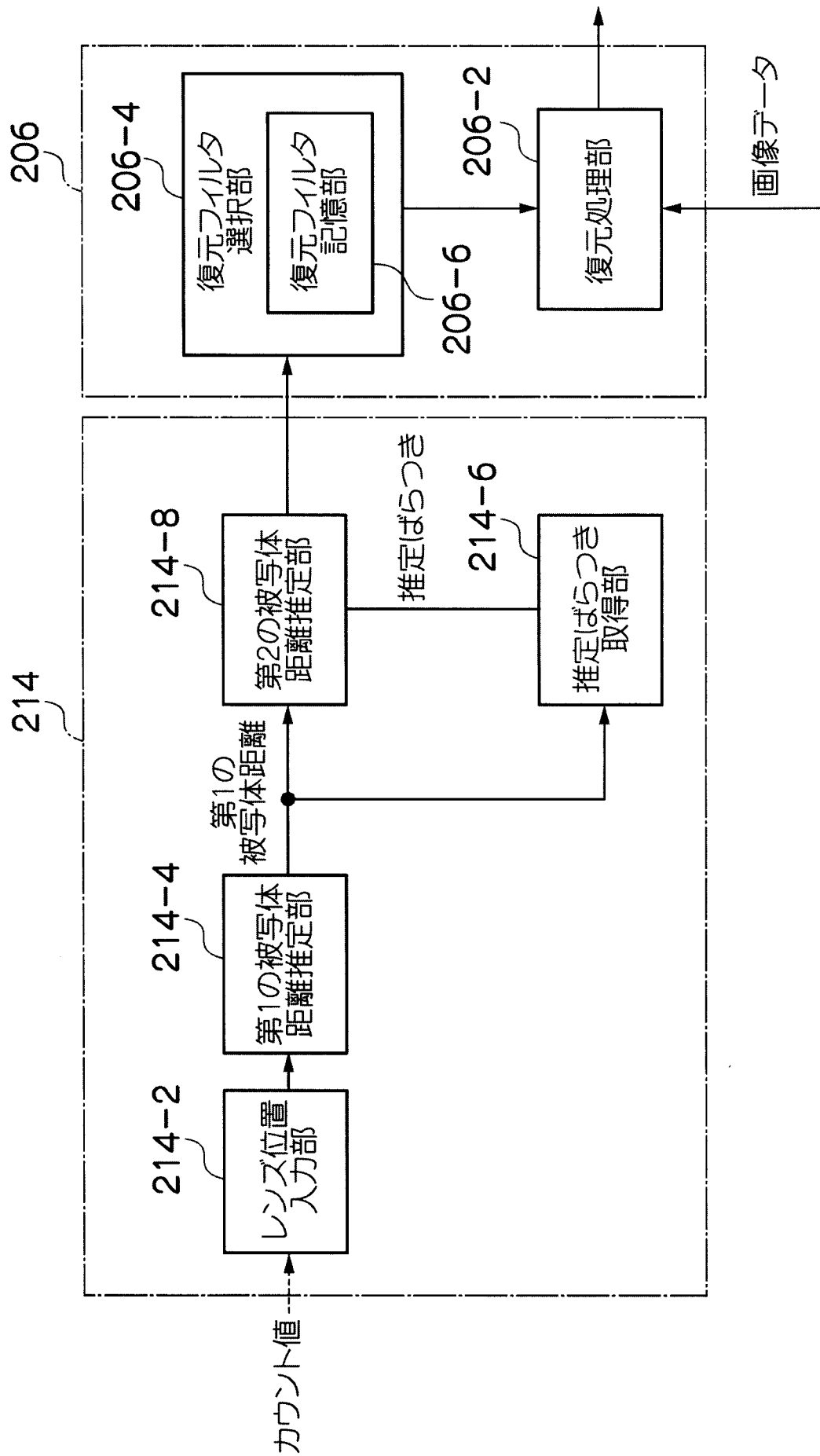
[図5]



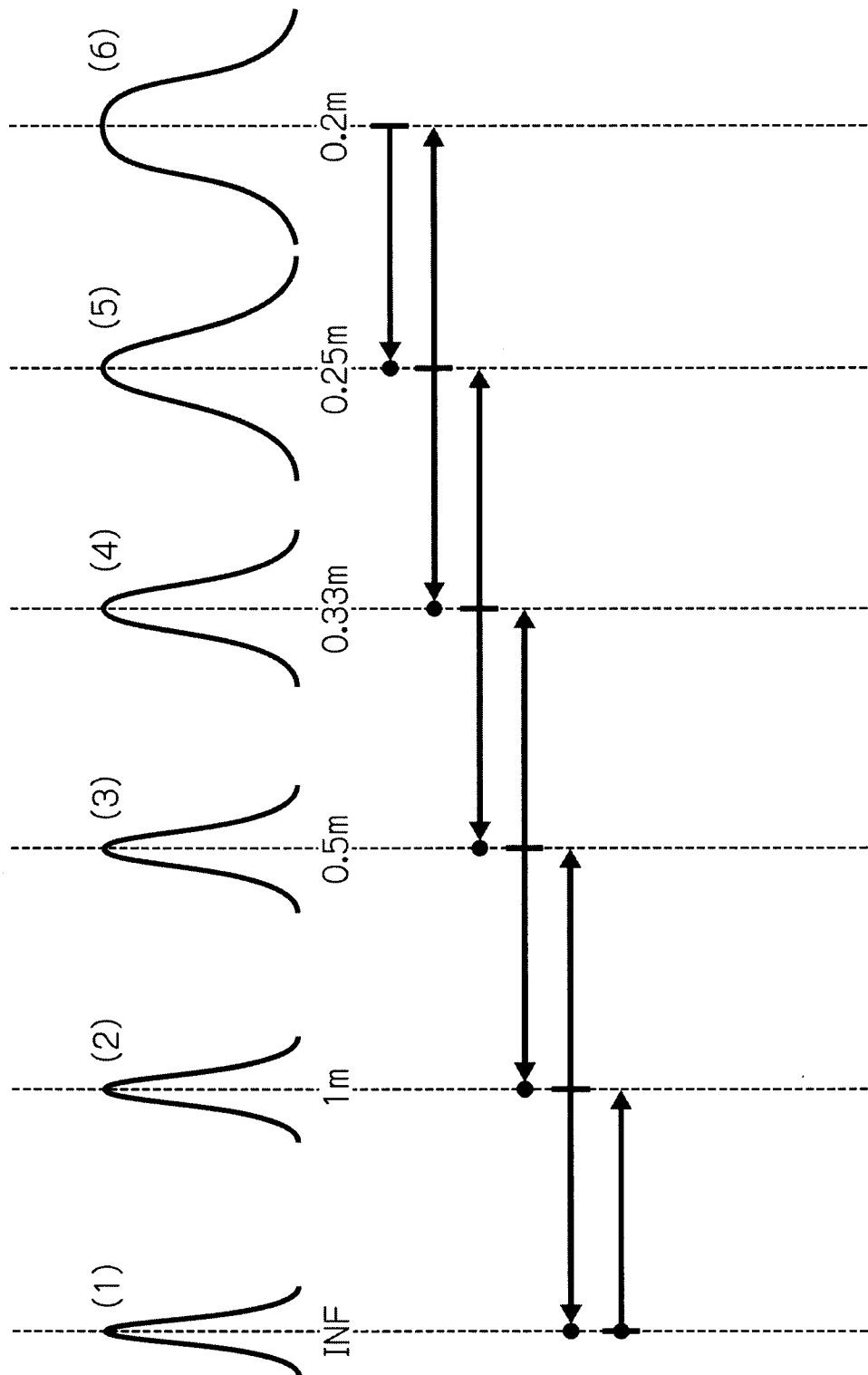
[図6]



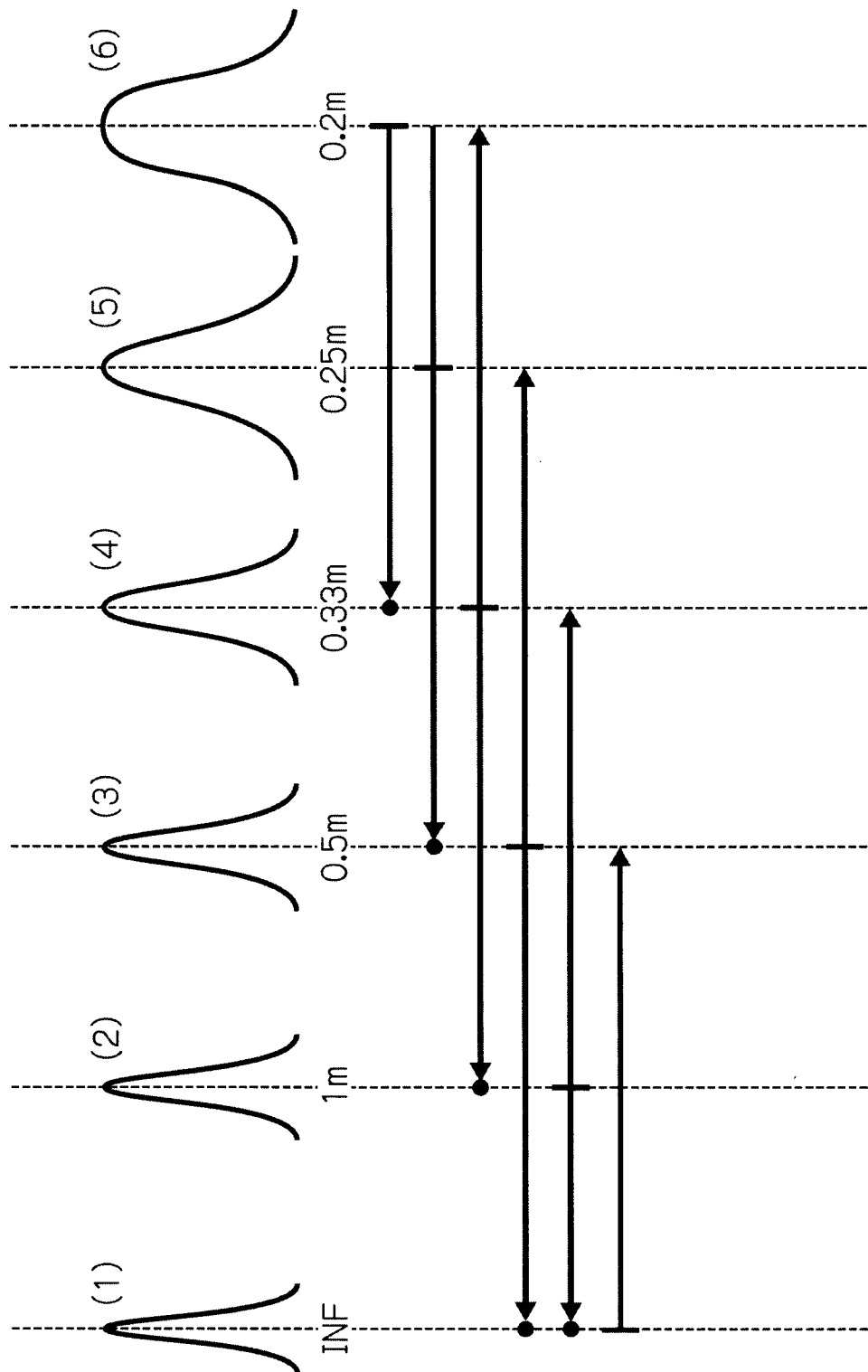
[図7]



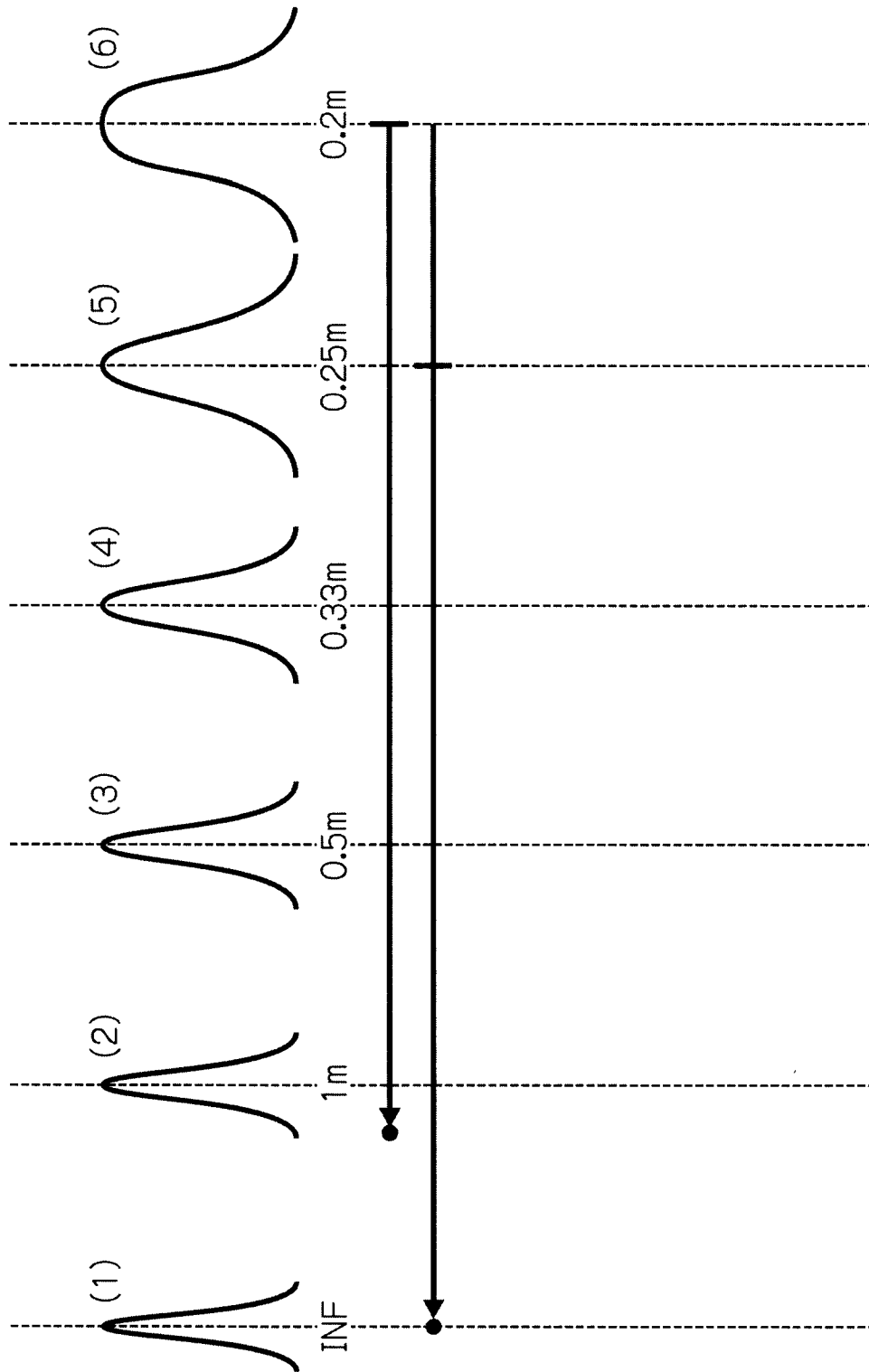
[図8]



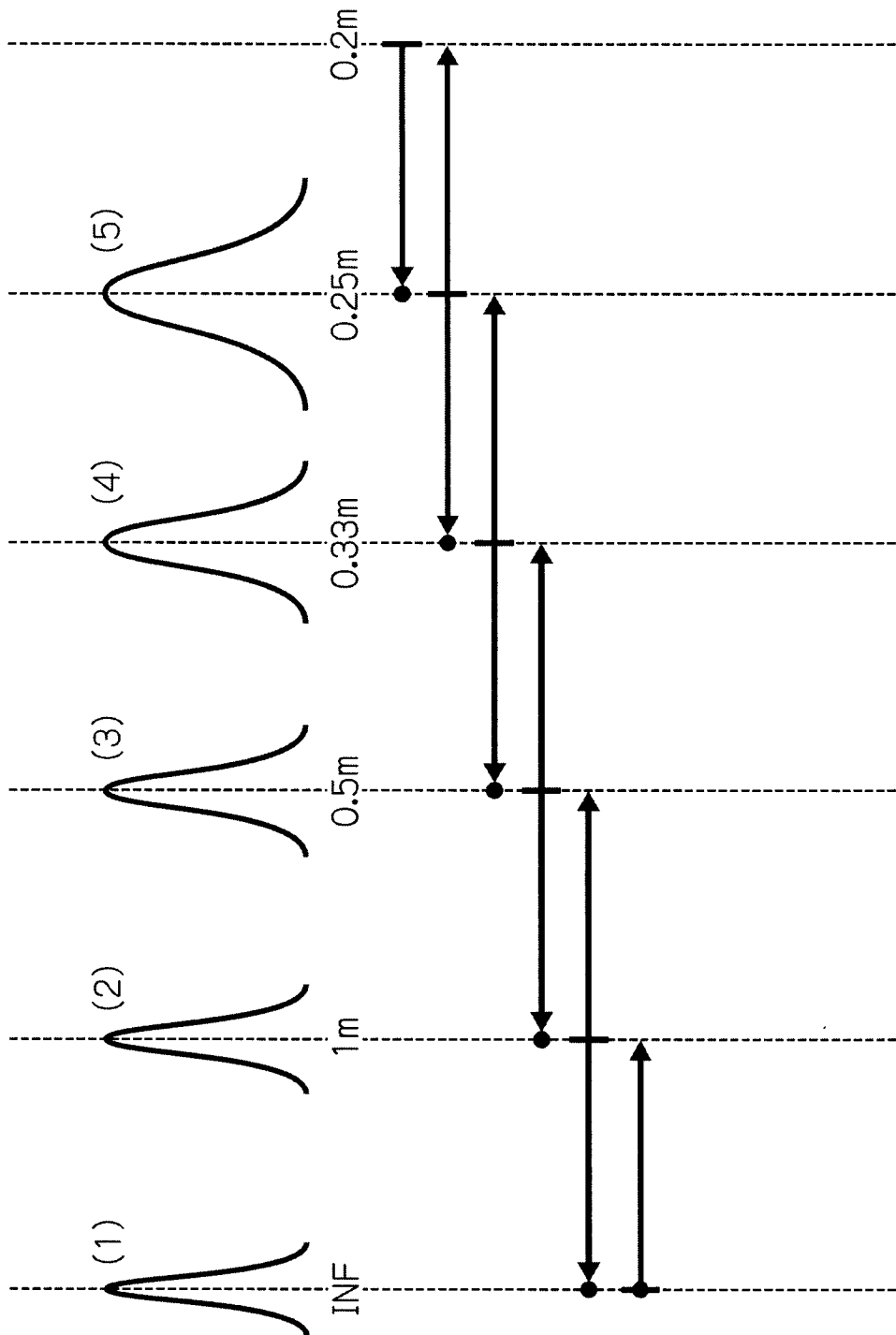
[図9]



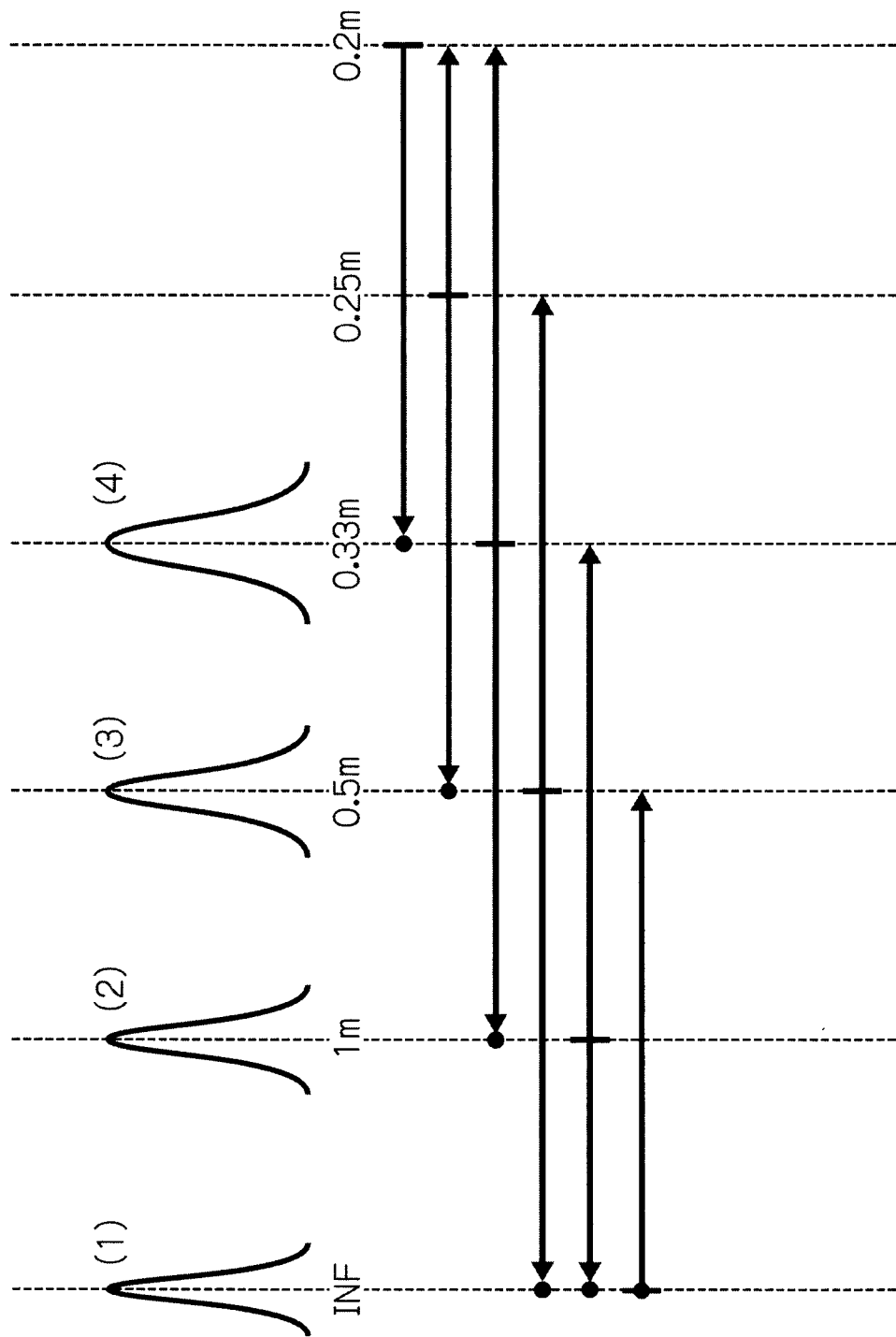
[図10]



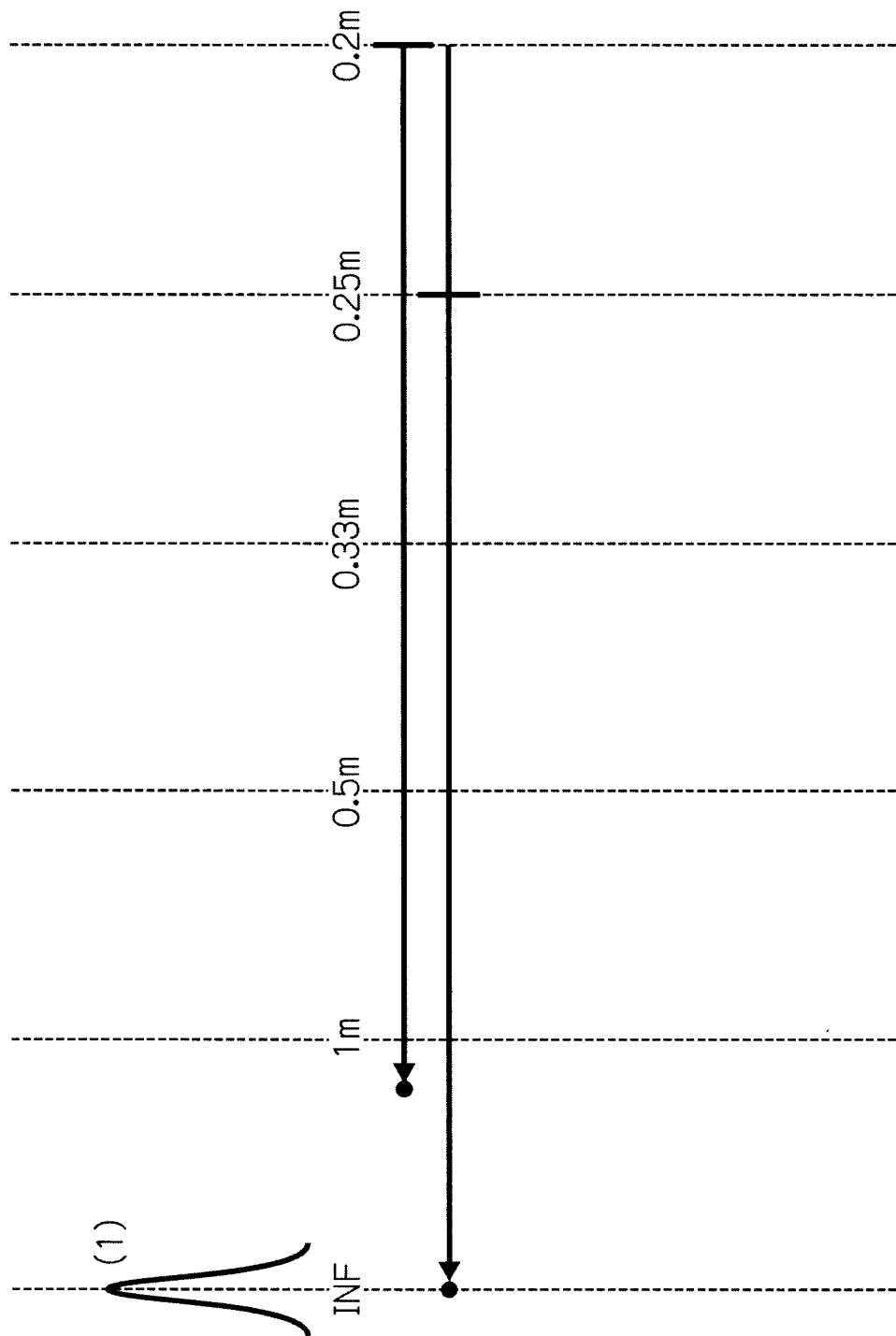
[図11]



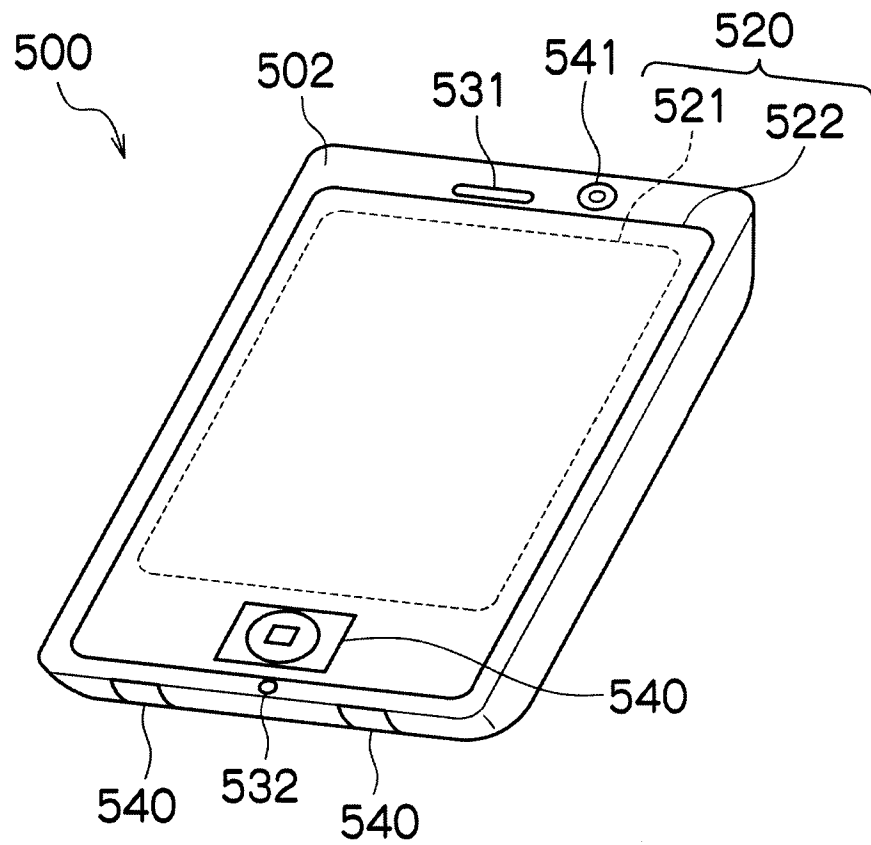
[図12]



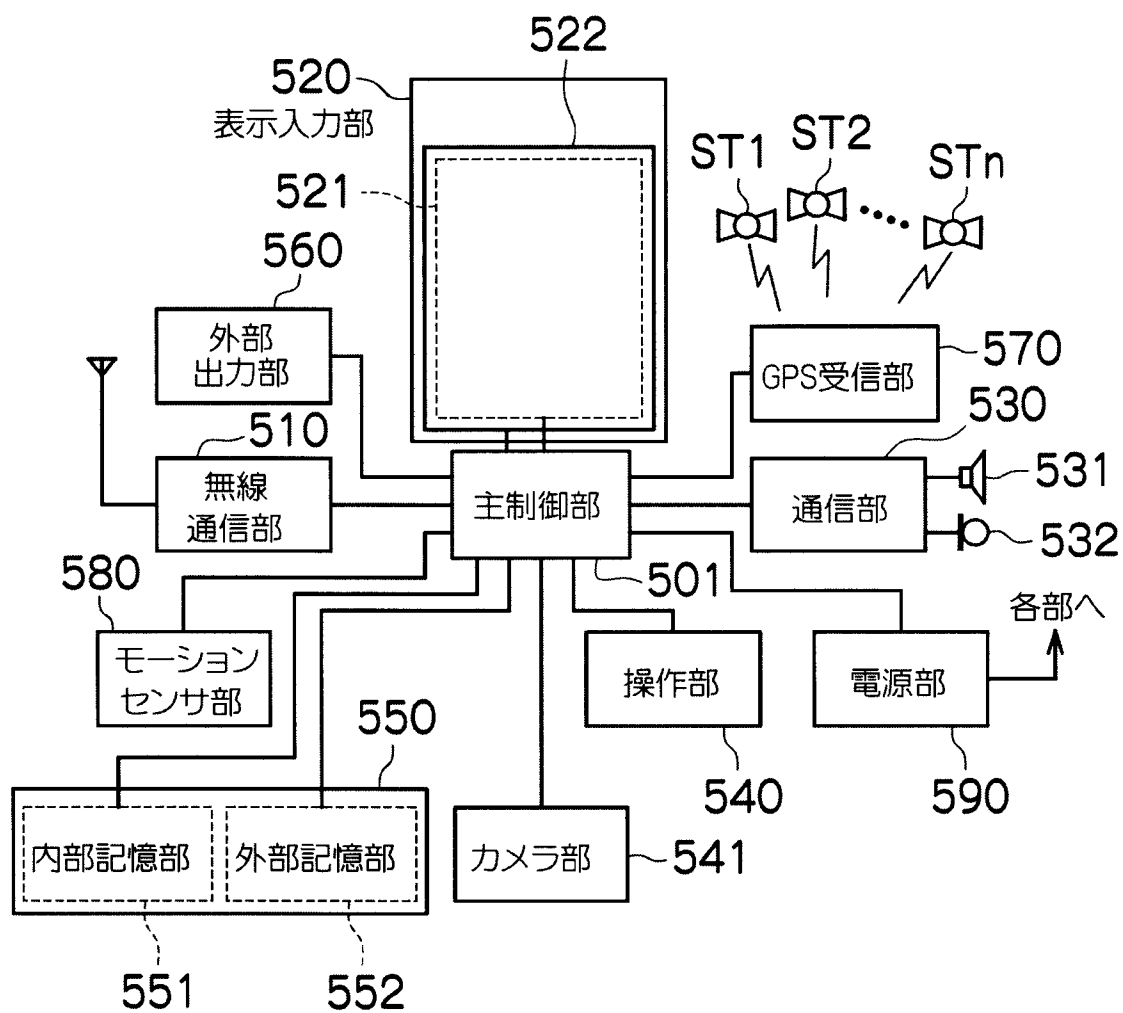
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/061842

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/232 (2006.01) i, H04N101/00 (2006.01) n

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, H04N101/00, G06T5/20, H04N1/40

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2011-259314 A (Fujifilm Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraph [0045] (Family: none)	1-9
A	JP 2001-197354 A (Minolta Co., Ltd.), 19 July 2001 (19.07.2001), paragraph [0027] & US 2001/0008418 A1	1-9

☐ 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
17 May, 2013 (17.05.13)

Date of mailing of the international search report
28 May, 2013 (28.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, H04N101/00(2006.01)n

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, H04N101/00, G06T5/20, H04N1/40

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2011-259314 A（富士フイルム株式会社）2011.12.22, 段落45 （ファミリーなし）	1 - 9
A	JP 2001-197354 A（ミノルタ株式会社）2001.07.19, 段落27 & US 2001/0008418 A1	1 - 9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 5 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

宮下 誠

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

9 2 9 6