(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 3 月 26 日(26.03.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/041101 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 7/04 (2006.01) *G02B 7/28* (2006.01)
G02B 7/08 (2006.01) *G02B 7/36* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/073809

(22) 国際出願日: 2014 年 9 月 9 日(09.09.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-191915 2013 年 9 月 17 日(17.09.2013) JP

(71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 藤澤 傑謙(FUJISAWA, Hidenori). 酒井敦司(SAKAI, Atsushi).

(74) 代理人: 特許業務法人ＨＡＲＡＫＥＮＺＯ ＷＯＲＬＤ ＰＡＴＥＮＴ ＆ ＴＲＡＤＥＭＡＲＫ(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (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.

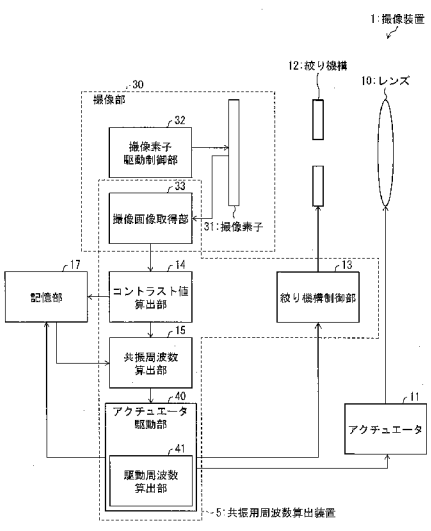
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) **Title**: RESONANCE FREQUENCY CALCULATION DEVICE, IMAGE CAPTURE DEVICE, RESONANCE FREQUENCY CALCULATION PROGRAM, AND RESONANCE FREQUENCY CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称 : 共振周波数算出装置、撮像装置、共振周波数算出プログラムおよび共振周波数算出方法

[図1]



1... IMAGING DEVICE
5... RESONANCE FREQUENCY CALCULATION DEVICE
10... LENS
11... ACTUATOR
12... APERTURE MECHANISM
13... APERTURE MECHANISM CONTROLLER
14... CONTRAST VALUE CALCULATION UNIT
15... RESONANCE FREQUENCY CALCULATION UNIT
17... STORAGE UNIT
30... IMAGE CAPTURE UNIT
31... IMAGE CAPTURE ELEMENT
32... IMAGE CAPTURE ELEMENT DRIVE CONTROL UNIT
33... CAPTURED IMAGE ACQUISITION UNIT
40... ACTUATOR DRIVE UNIT
41... DRIVE FREQUENCY CALCULATION UNIT

(57) **Abstract**: This resonance frequency calculation device (5) drives an actuator (11) at different drive frequencies to move a lens (10) multiple times, calculates the respective contrast values of multiple captured images obtained thereby, and calculates a resonance frequency at which is calculated the drive frequency when the captured image having the highest contrast value has been obtained. The resonance frequency of the actuator is calculated thereby, without the need for high accuracy or high cost.

(57) 要約: 共振周波数算出装置（５）は、異なる駆動周波数でアクチュエータ（１１）を駆動させることで複数回レンズ（１０）を移動させ、得られる複数の撮像画像それぞれのコントラスト値を算出し、コントラスト値が最も高い撮像画像を得たときの駆動周波数を算出した共振周波数を算出する。これにより、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータの共振周波数を算出する。

WO 2015/041101 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

共振周波数算出装置、撮像装置、共振周波数算出プログラムおよび共振周波数算出方法

技術分野

[0001] 本発明は共振周波数算出装置、撮像装置、共振周波数算出プログラムおよび共振周波数算出方法に関する。

背景技術

[0002] 一般的に、カメラのＡＦ（オートフォーカス）等のためにレンズを移動させるアクチュエータとして、コイルに電流を流して変位量を制御するＶＣＭ（ボイスコイルモータ）とバネとが使用される。

[0003] 図１２に示すように、レンズを高速で初期の位置ｘ０から目的の位置ｘ１へ移動させた場合、バネに起因する共振振動が発生することが知られている。この目的の位置ｘ１で発生するアクチュエータの振動が許容レベル以下に減衰するまでに時間がかかり、実質上は高速駆動することができない。

[0004] ここで、アクチュエータを駆動する信号を適切に設定することで、アクチュエータの共振振動を抑えることは可能である。生産ライン等の調整段階で各カメラのアクチュエータの共振周波数を算出できれば、各アクチュエータの共振振動を抑えることが可能となる。しかし、そのためには、アクチュエータの共振周波数の個体ばらつきを正確に把握する必要がある。

[0005] 特許文献１のカメラモジュールでは、図１３に示すように、アクチュエータ１１１は、アクチュエータ駆動部１４０からの指示によりレンズ１１０を目的の位置に移動する。撮像素子１３１は撮像素子駆動部１３２からの指示により、レンズ１１０が透過した像を撮像し、信号処理部１３３は上記撮像された画像を処理する。そして、特許文献１のカメラモジュールでは変位センサ１１２を設けておく。特許文献１のカメラモジュールでは、レンズ１１０を目的の位置まで移動させたときに生じるアクチュエータ１１１の共振振

動を変位センサ１１２によって観測し、当該観測した共振振動から、アクチュエータ１１１の共振周波数を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００７－１７７０６号公報（２００７年１月２５日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献１では、変位センサ１１２からの信号に基づいてアクチュエータの共振周波数を算出している。しかし、変位センサを取り付けて共振周波数を測定するには、高い精度を有する。また変位センサを生産ラインで導入するにはコストがかかる。

[0008] 本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その目的は、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータの共振周波数を算出することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る共振周波数算出装置は、アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出装置であって、上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するアクチュエータ駆動部と、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回、上記レンズを移動して得られた被写体像の撮像画像を複数取得する撮像画像取得部と、上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するコントラスト値算出部と、上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周

波数を算出する共振周波数算出部とを備える。

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る共振周波数算出方法は、アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出方法であって、上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するステップと、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、上記レンズを、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回移動させ、被写体像の撮像画像を複数取得するステップと、上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するステップと、上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数を算出するステップとを有する。

発明の効果

[0010] 本発明の一態様によれば、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータの共振周波数を算出するという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態１に係る撮像装置の構成を表す図である。

[図2]実施形態１のレンズの共振と露光期間とを表す図である。

[図3]撮像画像から得られたコントラスト値と、アクチュエータの駆動信号の周波数との関係を表す図である。

[図4]実施形態１の上記撮像装置の処理の流れを表す図である。

[図5]フォーカス調整用画像を表す図である。

[図6]本発明の実施形態２に係る撮像装置の構成を表す図である。

[図7]実施形態２のレンズの共振と露光期間とを表す図である。

[図8]実施形態２の上記撮像装置の処理の流れを表す図である。

[図9]本発明の実施形態３に係る撮像装置の構成を表す図である。

[図10]実施形態３の上記撮像装置におけるレンズの振動の様子を表す図である。

[図11]実施形態３の上記撮像装置の処理の流れを表す図である。

[図12]レンズの共振振動の様子を表す図である。

[図13]従来の撮像装置の構成を表す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 〔実施形態１〕

（撮像装置１の構成）

図１は実施の形態１に係る撮像装置１の構成を表す図である。図１に示すように、撮像装置１は、共振周波数算出装置５と、レンズ１０と、アクチュエータ１１と、絞り機構１２と、記憶部１７と、撮像部３０とを備えている。共振周波数算出装置５は、絞り機構制御部１３と、コントラスト値算出部（コントラスト値記憶部）１４と、共振周波数算出部１５と、アクチュエータ駆動部（露光開始指示部）４０とを備える。撮像部３０は、撮像素子３１と、撮像素子駆動制御部３２と、撮像画像取得部３３とを備えている。なお、絞り機構１２及び絞り機構制御部１３を省略し、他にレンズ１０から撮像素子３１への露光量を調整する機構を備えていてもよい。

[0013] アクチュエータ１１は、レンズ１０を保持し、アクチュエータ駆動部４０からの駆動信号に基づきレンズ１０を移動させることでレンズ１０と撮像素子３１との相対位置を移動させる。アクチュエータ１１はレンズ１０を移動させる動力源としての駆動部と、当該駆動部からの動力を付勢しレンズ１０に伝達することでレンズ１０を移動させる付勢部材とを備える。アクチュエータ１１は、当該付勢部材を備えることに起因し、レンズ１０を目的の位置まで高速で移動させたとき共振振動を生じる。アクチュエータ１１の上記駆動部の一例はＶＣＭであり、上記付勢部材の一例はバネである。

[0014] 絞り機構１２は、レンズ１０から撮像素子３１へ入射する光量を調整するために、絞り機構制御部１３からの指示により開閉する絞りを有する。絞り機構１２は、例えば、レンズ１０と、撮像素子３１との間に配されている。

[0015] 撮像素子３１は、レンズ１０からの透過光を受光面から入射し、光電変換し電気信号として出力する。一例として撮像素子３１はＣＣＤ又はＣＭＯＳ

等の受光素子である。撮像素子駆動制御部３２は撮像素子３１の駆動を制御する。撮像画像取得部３３は撮像素子３１から出力された電気信号から撮像画像を取得する。

[0016] 共振周波数算出装置５は、アクチュエータ１１により移動させたレンズ１０を所定の位置で停止させたとき、アクチュエータ１１に生じる振動の共振周波数を算出する。

[0017] コントラスト値算出部１４は、撮像画像取得部３３が取得した撮像画像のコントラスト値を算出する。そして、コントラスト値算出部１４は、当該撮像画像を得るためにアクチュエータ１１を駆動させた駆動信号の駆動周波数を算出するために使用した共振周波数と、上記算出したコントラスト値とを対応づけて記憶部１７に記憶する。

[0018] 共振周波数算出部１５は、記憶部１７に記憶されている複数のコントラスト値の大小を比較し、最も値が高いコントラスト値を特定し、当該特定した最も値が高いコントラスト値と対応づけて記憶されている共振周波数を特定することで、アクチュエータ１１の固有の共振周波数を算出する。共振周波数算出部１５が上記特定した最も値が高いコントラスト値と対応づけて記憶部１７に記憶されている共振周波数は、当該コントラスト値を得た撮像画像を得るためにアクチュエータ１１を駆動させた駆動信号の駆動周波数を、駆動周波数算出部４１が算出するために使用した共振周波数である。

[0019] アクチュエータ駆動部４０は駆動周波数算出部４１を備える。なお、駆動周波数算出部４１はアクチュエータ駆動部４０の外部に設けられていてもよく、さらに、共振周波数算出装置５の外部に設けられていてもよい。アクチュエータ駆動部４０は、アクチュエータ１１の駆動を制御するものである。駆動周波数算出部４１は、アクチュエータ駆動部４０が共振周波数算出部１５から共振周波数を取得すると、当該共振周波数を予め定められた整数倍し駆動周波数を算出する。アクチュエータ駆動部４０は、駆動周波数算出部４１が算出した駆動周波数を有する駆動信号を生成し、当該生成した駆動信号をアクチュエータ１１へ出力することでアクチュエータ１１を駆動する。ア

クチュエータ駆動部４０は、アクチュエータ１１を駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、アクチュエータ１１に出力することでアクチュエータ１１の駆動を制御する。アクチュエータ駆動部４０には、複数回、駆動周波数が異なる駆動信号をアクチュエータ１１に出力する繰り返し回数ｉが記憶される。

[0020] アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数は概ね、アクチュエータ１１にバネが使用されている場合、そのバネ定数によって決まる。この駆動周波数が決まればアクチュエータ１１の共振周波数も決まる。しかし、現在使用中のアクチュエータ１１の固有の共振周波数は、アクチュエータ１１の個体間やレンズ１０の位置等によりバラつきがある。

[0021] そこで、アクチュエータ駆動部４０は、アクチュエータ１１の共振周波数のバラつきの上限から算出される上限の駆動周波数から、アクチュエータ１１の共振周波数のバラつきの下限から算出される駆動周波数まで、等間隔で駆動信号を生成し、それぞれの駆動信号によってアクチュエータ１１を駆動する。また、アクチュエータ駆動部４０は、アクチュエータ１１を駆動した駆動信号の駆動周波数を算出するために使用した共振周波数を記憶部１７に記憶する。

[0022] 記憶部１７には、撮像画像取得部３３が取得した撮像画像を得るためにアクチュエータ１１の駆動に用いた駆動信号の駆動周波数を算出するために使用した共振周波数と、上記撮像画像からコントラスト値算出部１４が算出したコントラスト値とが対応付けて記憶される。

[0023] 撮像装置１では、レンズ１０の位置調整のためにフォーカス調整用画像を用いる。図５はフォーカス調整用画像の一例を示す図である。図５に示すように、フォーカス調整用画像９は、白と黒とのエッジが明確であり、そのエッジ部分のコントラストが高い画像を用いることが好ましい。図５のフォーカス調整用画像９は、一例として、白領域と黒領域とが放射状に配されたジーメンススターチャートを用いている。なお、フォーカス調整用画像９はジーメンススターチャートに限らず、フォーカスエリアの図形が左右対称であ

りコントラストが高い画像であればよい。

[0024] 図２は、撮像装置１のレンズの共振と露光期間とを表す図である。図２の縦軸は撮像装置１におけるレンズ１０の位置を表し、横軸は時間を表している。

[0025] 位置ｘ０は撮像装置１におけるレンズ１０の移動開始位置（初期の位置）であり、合焦位置ではない。一方、位置ｘ１はフォーカス調整用画像９に対するレンズ１０の合焦位置である。すなわち、位置ｘ１はフォーカス調整用画像９に対しレンズ１０のピントが合っている位置である。この位置ｘ１の算出方法の一例としてはオートフォーカスを挙げることができる。

[0026] アクチュエータ駆動部４０が、アクチュエータ１１を通じてレンズ１０を、初期の位置ｘ０から目的の合焦位置である位置ｘ１へ移動させると、位置ｘ１においてアクチュエータ１１が共振することにより、レンズ１０も位置ｘ１を中心に共振することになる。図２の領域Ａや領域Ｂに示すように、レンズ１０の位置が位置ｘ１から遠くなるほど画像が酷くボケている状態となる。

[0027] このアクチュエータ駆動部４０が、アクチュエータ１１を通じてレンズ１０を、位置ｘ０から位置ｘ１へ移動させるために、アクチュエータ１１に出力する駆動信号の駆動周波数が、アクチュエータ１１の固有の共振周波数に近ければ近いほどレンズ１０を目的の位置ｘ１へ移動させたときに位置ｘ１において生じるアクチュエータ１１の共振を抑えることができ、その結果、位置ｘ１におけるレンズ１０の共振を抑えることができる。

[0028] 図２において、振動ｙ１は、アクチュエータ１１の固有の共振周波数と近い振動周波数から算出された駆動周波数の駆動信号でアクチュエータ１１を駆動させたときの位置ｘ１におけるレンズ１０の振動を表している。振動ｙ１は位置ｘ１を中心とする振動が小さく、振動が収束する時間が短くて済む。

[0029] 振動ｙ２は、アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数が、アクチュエータ１１の固有の共振周波数と遠い振動周波数から算出された場合の位置ｘ

１におけるレンズ１０の振動を表している。振動ｙ２は、振動ｙ１と比べて振動が大きい。領域Ａ・Ｂに示すように、レンズ１０の位置が、位置ｘ１から離れている程、画像のピントが酷くボケている状態である。振動ｙ２は振動ｙ１と比べて振動が収束するまでの時間が長い。

[0030] そこで、レンズ１０の移動開始位置である位置ｘ０からレンズ１０を移動させるときの時間を時間ｔ０とすると、この時間ｔ０から、合焦位置である位置ｘ１へレンズ１０を移動させて所定期間経過後の時間ｔｔまで絞り機構１２の絞りを開き、露光することでフォーカス調整用画像９の撮像画像を得る。

[0031] この得られた撮像画像のコントラスト値を取得し、コントラスト値が高い場合は、露光時間中に画像がボケている状態の期間が少ないと判断できる。この結果、アクチュエータ１１を駆動した駆動信号の駆動周波数を算出するために使用した振動周波数がアクチュエータ１１の固有の共振周波数に近いと推定することができる。逆に、露光期間Ｔ０（時間ｔ０～時間ｔｔまでの期間）中に得られた撮像画像のコントラスト値が低い場合は、露光期間Ｔ０中に画像がボケている状態の期間が多いと判断できる。この結果、アクチュエータ１１を駆動した駆動信号の駆動周波数を算出するために使用した振動周波数がアクチュエータ１１の固有の共振周波数から大きく異なると推定することができる。

[0032] コントラスト値を得る方法は種々の方法を挙げることができる。一例として、上記撮像画像の輝度信号にハイパスフィルタ等のフィルタ処理をすることで上記撮像画像の高周波成分を抽出し、当該抽出した高周波成分の積分データを生成することで上記撮像画像のコントラスト値を得ることができる。

[0033] 図３は、撮像画像から得られたコントラスト値と、アクチュエータの振動周波数との関係を表す図である。このアクチュエータの振動周波数からアクチュエータの駆動信号の駆動周波数が得られる。アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数はアクチュエータ１１にバネが使用されている場合、当該バネのバネ定数によって決まる。

[0034] 図３に示すように、アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数を、例えば、アクチュエータ１１の個体間及び位置による共振振動のバラつきの、上限から得られる上限の振動周波数から、下限から得られる下限の振動周波数まで、約等間隔の測定ステップａごとに振っていく。一例として、アクチュエータの共振周波数は６０Ｈｚ程度であり、バラつきは±１５Ｈｚ程度である。

[0035] そして、その測定ステップａ毎のそれぞれから得られた振動周波数でアクチュエータ１１を駆動させたときに得られるそれぞれの撮像画像のコントラスト値を比較していく。そして、そのそれぞれの撮像画像のコントラスト値が最も高い値Ｃｈとなったときに、そのコントラスト値を得た撮像画像を撮像するために使用したアクチュエータ１１の駆動周波数Ｎを得た振動周波数が、現在使用しているアクチュエータ１１固有の共振周波数であるものと推定することができる。

[0036] このように得られたアクチュエータ１１の共振周波数を整数倍することで、アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数を得る。一例として、アクチュエータ１１の共振周波数は６０Ｈｚであり、アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数は、共振周波数の２倍の１２０Ｈｚ程度である。なお、アクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数は、共振周波数の整数倍であればよい。倍率は予め決めておけばよい。

[0037] （撮像装置１の処理の流れ）

図４は撮像装置１の処理の流れを表すフローチャートである。まず、撮像装置１で、フォーカス調整用画像９に対しレンズ１０が合焦する位置ｘ１を取得しておく。この合焦する位置ｘ１を得る方法は、一例としてオートフォーカスを挙げることができる。このオートフォーカスの方法は、コントラストＡＦや位相差ＡＦ等、種々の方法を取りえる。

[0038] そして、共振周波数の測定を開始すると（S10）、アクチュエータ駆動部４０は、繰り返し回数ｉ＝０にセットし（S11）、共振周波数ｆ＝ｊ＋ａ＊ｉにセットする（S12）。ｊは初期値、aは測定ステップである。駆動周波数算出部４

１は共振周波数ｆを整数倍することで駆動周波数を算出する。そして、アクチュエータ駆動部４０は共振周波数ｆを、当該共振周波数ｆを特定する情報と共に記憶部１７に記憶し、さらに、上記算出された駆動周波数で駆動信号を生成し、当該生成した駆動信号をアクチュエータ１１に出力する。

[0039] そして、アクチュエータ１１は当該駆動信号によりレンズ１０を初期の位置ｘ０から合焦する位置ｘ１へ移動させる（S13）。また、アクチュエータ駆動部４０がアクチュエータ１１へ駆動信号を出力すると、絞り機構制御部１３は絞り機構１２の絞りを開く。これにより、レンズ１０の移動開始と同時にレンズ１０から撮像素子３１へ光が入射し露光が開始される（S14）。そして、撮像素子３１は、レンズ１０から受光した光を電気信号へ変換し、当該変換した電気信号を撮像画像取得部３３へ出力する。撮像画像取得部３３は当該電気信号から撮像画像を取得し、当該撮像画像をコントラスト値算出部１４へ出力する。コントラスト値算出部１４は上記撮像画像のコントラスト値を取得し（S15）、当該算出したコントラスト値を、上記特定する情報によって特定されている共振周波数ｆと対応付けて記憶部１７に記憶する。これにより、コントラスト値算出部１４は、上記コントラスト値と、当該コントラスト値を得るために駆動させたアクチュエータの駆動信号の駆動周波数を得た共振周波数ｆとを対応付けて記憶部１７に記憶する。

[0040] そして、コントラスト値算出部１４はコントラスト値を記憶部１７に記憶した旨の情報をアクチュエータ駆動部４０に出力する。アクチュエータ駆動部４０は、コントラスト値算出部１４からコントラスト値を記憶部１７に記憶した旨の情報を取得すると、アクチュエータ１１にレンズ位置を戻すための駆動信号を出力する。これにより、アクチュエータ１１はレンズ１０を位置ｘ１から元の初期の位置ｘ０へ移動させる（S16）。

[0041] 次に、アクチュエータ駆動部４０は、ｉが所定回数か否かを判定し（S17）、S17にて、アクチュエータ駆動部４０は、ｉが所定回数で無いと判定すると（S17のNo）、ｉ＝ｉ＋１にセットする（S19）。そして、S12に戻り、アクチュエータ駆動部４０は、共振周波数ｆ＝ｊ＋ａ＊ｉにセットする。そしてS13以降

の処理を順に行う。

[0042] 一方、S17にて、アクチュエータ駆動部４０は、ｉが所定回数であると判定すると（S17のYES）、ｉが所定回数である旨の情報を共振周波数算出部１５へ出力する。共振周波数算出部１５は、ｉが所定回数である旨の情報を取得すると、記憶部１７を参照し、記憶部１７に記憶されたコントラスト値のうち最も高いコントラスト値と対応付けて記憶されている共振周波数ｆをアクチュエータ１１の固有の共振周波数として算出する（S18）。そして、共振周波数算出部１５は、当該共振周波数ｆをアクチュエータ駆動部４０へ出力する。駆動周波数算出部４１は、上記共振周波数ｆを予め決められた整数倍することで駆動周波数を算出し、アクチュエータ駆動部４０は上記駆動周波数を有する駆動信号を生成し、当該駆動信号でアクチュエータ１１を駆動する。

[0043] 以上のように、共振周波数算出装置５は、アクチュエータ１１を駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、アクチュエータ１１に出力するアクチュエータ駆動部４０と、異なる駆動周波数の駆動信号により、レンズ１０を、アクチュエータ１１が初期位置である位置ｘ０から合焦位置である位置ｘ１へ複数回移動させることで得られたフォーカス調整用画像９の撮像画像を複数取得する撮像画像取得部３３と、上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するコントラスト値算出部１４と、上記複数の撮像画像のうちコントラスト値が最も高い撮像画像を得るためにアクチュエータ１１を駆動させた駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数を算出する共振周波数算出部１５とを備える。

[0044] これにより、コントラスト値算出部１４が算出したコントラスト値から、レンズ１０を移動させたアクチュエータ１１の共振周波数を得ることができる。このため、例えば、共振周波数算出装置５を搭載した撮像装置１の生産ラインにて、変位センサ等によりレンズ１０の振動を測定したり、アクチュエータ１１のＶＣＭの巻線の電流もしくは電圧を観測するセンサを使用したりする必要がなく、生産コスト増加を防止することができる。また、製品で

ある撮像装置１等に共振周波数算出装置５を搭載することにより、経年変化等によるピントのズレを修正する事が可能となる。

[0045] また、コントラスト値算出部１４は、撮像素子３１が撮像し撮像画像取得部３３が取得する上記撮像画像を得るためにアクチュエータ１１に用いた駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数ｆと、上記撮像画像からコントラスト値算出部１４が算出したコントラスト値とを対応付けて記憶部１７に記憶させる。これによると、記憶部１７に記憶されている複数のコントラスト値のうち最も値が高いコントラスト値を特定することで、アクチュエータ１１の固有の共振周波数を特定することができる。

[0046] また、共振周波数算出装置５は、レンズ１０から撮像素子３１への入射光量を調整することで、撮像素子３１の露光時間を調整する絞り機構１２に対して、アクチュエータ１１がレンズ１０の位置ｘ０から上記第２の位置への移動を開始したとき露光を開始させる絞り機構制御部１３を備えている。このように、絞り機構制御部１３からの指示を受けた絞り機構１２はレンズ１０が位置ｘ０から移動を開始したと同時に露光を開始するため、露光を開始するための制御が容易になる。なお、撮像装置１では、絞り機構１２及び絞り機構制御部１３は必須の構成ではなく、他に、例えばカメラ機能付き携帯電話端末に用いられているような撮像素子３１への入射光量を調整する機能を有していてもよい。

[0047] また、撮像装置１は、共振周波数算出装置５と、共振周波数算出部１５が算出した共振周波数を整数倍することでアクチュエータ１１の駆動信号の駆動周波数を算出する駆動周波数算出部４１とを備えているため、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータ１１の固有の共振周波数を算出することができる。なお、駆動周波数算出部４１は、共振周波数算出装置５の内部又は外部の何れに設けられていてもよい。共振周波数算出装置５は、例えば、撮像装置１として、デジタルカメラ、カメラ機能付き携帯電話、カメラ機能付きのタブレット、ノート型パーソナルコンピュータ等、薄型及び小型のカメラ機能付きの種々の電子機器に適用可能である。

[0048] 〔実施形態２〕

説明の便宜上、実施形態１にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。図６は実施形態２の撮像装置２の構成を表す図である。図７は撮像装置２においてレンズの共振とレンズ移動後に露光を開始している様子を表す図である。

[0049] 図６に示すように撮像装置２は、撮像装置１にタイマー１８を備えた構成である。図７に示すように、撮像装置２では、レンズ１０が目的の位置ｘ１へ移動完了してから露光を開始する。

[0050] これにより、レンズ１０移動中の撮像画像のコントラスト値の影響を少なくし、精度良く共振周波数を求めることが可能となる。ここでのレンズ１０の移動完了時の時間ｔ１は、位置ｘ０からのレンズ移動開始時間ｔ０に、レンズ１０が位置ｘ０から位置ｘ１へ至るまでに要するレンズ移動期間Ｔ１を加えて算出される時間とする。撮像装置２では、絞り機構１２は、時間ｔ０からレンズ移動期間Ｔ１経過時の時間ｔ１から時間ｔｔまでの露光期間Ｔ２だけ撮像画像を得るために撮像素子を露光する。

[0051] レンズ移動期間Ｔ１の算出方法の一例としては、アクチュエータ１１の駆動に使用した駆動周波数から算出される共振周波数と、レンズ１０の移動距離とから算出することが可能である。

[0052] 図８は撮像装置２の処理の流れを表すフローチャートである。図８に示す撮像装置２のフローチャートは、図４を用いて説明した撮像装置１のフローチャートにおけるS14をS24に置き換えたものである。

[0053] S10～S12の処理後、S13にて、アクチュエータ１１は当該駆動信号によりレンズ１０を初期の位置ｘ０から合焦する位置ｘ１へ移動を開始させる。アクチュエータ駆動部４０がアクチュエータ１１へ駆動信号を出力すると、絞り機構制御部１３はタイマー１８を参照し、アクチュエータ駆動部４０がアクチュエータ１１へ駆動信号を出力してからレンズ移動期間Ｔ１経過時に絞り機構１２の絞りを開く。これにより、レンズ１０の移動開始からレンズ移動期間Ｔ１経過時、レンズ１０から撮像素子３１へ光が入射し露光が開始され

る（S24）。この後、S15以降の処理を行う。

[0054] このように共振周波数算出装置５では、絞り機構制御部１３は、レンズ１０から撮像素子３１への入射光量を調整することで撮像素子３１の露光時間を調整する絞り機構１２に対して、アクチュエータ１１がレンズ１０の位置ｘ０から位置ｘ１への移動が完了したとき露光を開始させる。このため、レンズ１０移動中のコントラスト値変動の影響を少なくし、精度よくアクチュエータ１１固有の共振周波数を算出することが可能となる。

[0055] 〔実施形態３〕

図９は実施形態３に係る撮像装置３の構成を表す図である。撮像装置３は、撮像装置１から、共振周波数算出装置５を共振周波数算出装置７へ変更し、記憶部１７を記憶部１７ｂへ変更した構成である。共振周波数算出装置７は、共振周波数算出装置５から共振周波数算出部１５を共振周波数算出部１５ｂへ変更し、アクチュエータ駆動部４０をアクチュエータ駆動部４０ｂへ変更した構成である。アクチュエータ駆動部４０ｂは駆動周波数算出部４１と、オフセット制御部４２と、繰り返し回数管理部４３とを備える。

[0056] オフセット制御部４２には、オフセット値offsetが記憶されている。繰り返し回数管理部４３は、繰り返し回数ｉ・ｋそれぞれの記憶領域を有する。繰り返し回数管理部４３は、繰り返し回数ｉ・ｋそれぞれの繰り返すべき所定回数が記憶されている。

[0057] 図１０は、撮像装置３のレンズの共振と露光期間とを表す図である。アクチュエータ１１のバネ要素による共振周波数は、バネの固体バラつきだけでなく、レンズ１０位置によって変わる。なお、下記では、繰り返し回数ｋを用いオフセット値をoffset=ｂ＊ｋと定義しているが、本実施の形態では、繰り返し回数ｋが１のときについて説明する。

[0058] 図１０に示すように共振周波数算出装置７では、レンズ移動開始位置をオフセット値offset+位置ｘ０（第１の位置、第３の位置）とし、合焦位置をオフセット値offset+位置ｘ１（第２の位置、第４の位置）とする。レンズ１０の移動開始位置であるオフセット値offset+位置ｘ０からレンズ１０を移動さ

せるときの時間を時間ｔ０とすると、この時間ｔ０から、合焦位置であるオフセット値offset+位置ｘ１へレンズ１０を移動させて所定期間経過後の時間ｔｔまでの露光期間Ｔ０だけ絞り機構１２の絞りを開き、露光することでフォーカス調整用画像９の撮像画像を得る。

[0059] 共振周波数算出装置７では、このオフセット値offsetを順次変更することで、レンズ１０のレンズ位置を順次変更し、それぞれのレンズ位置に対する共振周波数を算出する。これにより、レンズ位置が変わってもそれぞれの位置での共振周波数の算出が可能となる。

[0060] 図１１は、実施形態３の撮像装置３の処理の流れを表すフローチャートである。

[0061] まず、撮像装置３で、フォーカス調整用画像９に対しレンズ１０が合焦する位置ｘ１+オフセット値offsetを取得しておく。この合焦する位置ｘ１+オフセット値offsetを得る方法は、一例としてオートフォーカスを挙げることができる。このオートフォーカスの方法は、コントラストＡＦや位相差ＡＦ等、種々の方法を取りえる。

[0062] 撮像装置３は、共振周波数の測定を開始すると（S10）、アクチュエータ駆動部４０ｂは、繰り返し回数管理部４３に記憶されている繰り返し回数ｋをｋ＝０とセットする（S31）。次に、S11で、アクチュエータ駆動部４０ｂは、繰り返し回数管理部４３に記憶されている繰り返し回数ｉをｉ=０とセットする。そして、S12を経て、アクチュエータ駆動部４０ｂはオフセット制御部４２に記憶されているオフセット値offset＝ｂ*ｋと変更する（S32）。ｂは測定ｓｔｅｐである。これにより、オフセット制御部４２は、レンズ１０の移動開始位置であるオフセット値offset+位置ｘ０及び合焦位置であるオフセット値offset+位置ｘ１を算出する（S33）。

[0063] さらに、駆動周波数算出部４１は共振周波数ｆを整数倍することで駆動周波数を算出する。そして、アクチュエータ駆動部４０ｂは共振周波数（第１の共振周波数、第２の共振周波数）ｆを、当該共振周波数ｆを特定する情報と共に記憶部１７ｂに記憶し、さらに、上記算出された駆動周波数及び上記

オフセット値offsetの情報を含む駆動信号を生成し、当該生成した駆動信号をアクチュエータ１１に出力する。

[0064] そして、アクチュエータ１１は当該駆動信号によりレンズ１０を位置ｘ０+オフセット値offsetから位置ｘ１+オフセット値offsetへ移動させる（S34）。また、レンズ１０の移動開始と同時に絞り機構制御部１３が絞り機構１２の絞りを開くことでレンズ１０から撮像素子３１への露光を開始し（S14）、次に、コントラスト値算出部１４は撮像素子３１が撮像した撮像画像のコントラスト値を取得し（S15）、当該算出したコントラスト値を、上記特定する情報によって特定されている共振周波数ｆと対応付けて記憶部１７ｂに記憶する。そして、コントラスト値算出部１４がコントラスト値を記憶部１７ｂに記憶した旨の情報をアクチュエータ駆動部４０ｂに出力すると、アクチュエータ駆動部４０ｂはアクチュエータ１１にレンズ位置を戻すための駆動信号を出力する。これにより、アクチュエータ１１はレンズ１０を位置ｘ１+オフセット値offsetから、元の位置ｘ０+オフセット値offsetへ移動させる（S35）。次に、アクチュエータ駆動部４０ｂは、繰り返し回数管理部４３を参照し繰り返し回数ｉが所定回数か否かを判定し（S17）、ｉが所定回数で無い場合（S17のNo）、ｉ＝ｉ＋１にセットする（S19）。そして、S12に戻り、アクチュエータ駆動部４０ｂは、共振周波数ｆ＝ｊ＋ａ＊ｉにセットする。そしてS32以降の処理を順に行う。

[0065] 一方、S17にて、アクチュエータ駆動部４０ｂは、繰り返し回数管理部４３の繰り返し回数ｉが所定回数であると判定すると（S17のYES）、共振周波数算出部１５ｂは、記憶部１７ｂを参照し、記憶部１７ｂに記憶されたコントラスト値のうち最も高いコントラスト値と対応付けて記憶されている共振周波数ｆをアクチュエータ１１の固有の共振周波数として算出する（S36）。そして共振周波数算出部１５は、当該共振周波数ｆを、現在オフセット制御部４２に記憶されている位置ｘ１+オフセット値offsetの位置と対応付けて記憶部１７ｂに記憶する（S37）。次に、アクチュエータ駆動部４０ｂは、繰り返し回数管理部４３を参照し、繰り返し回数ｋが所定回数か否かを判定し（S38

）、ｋが所定回数で無い場合（S38のNo）、ｋ＝ｋ＋１にセットする（S39）。そして、S11に戻り、繰り返し回数管理部４３の繰り返し回数ｉ＝０にセットし、S12以降の処理を進める。一方、S37で、ｋが所定回数である場合（S37のYES）、共振周波数の算出動作を終了する。

[0066] この後、レンズ１０の移動指示をアクチュエータ駆動部４０ｂが取得すると、S37で記憶部１７ｂに記憶したレンズ位置（位置ｘ１+オフセット値offset）のうち、移動指示を受けたレンズ１０の移動位置と最も近いレンズ位置と対応付けて記憶されている共振周波数ｆを選択し、当該選択した共振周波数ｆを取得し、駆動周波数算出部４１は当該共振周波数ｆを整数倍することで駆動周波数を得る。そして、アクチュエータ駆動部４０ｂは算出した駆動周波数を有する駆動信号を生成し、当該駆動信号でアクチュエータ１１を駆動する。

[0067] 以上のように、共振周波数算出装置７は、位置ｘ０+オフセット値offset及び位置ｘ１+オフセット値offsetそれぞれからオフセット値offsetを変更した後の位置ｘ０+オフセット値offset（第３の位置）及び位置ｘ１+オフセット値offset（第４の位置）を得るオフセット制御部４２をさらに備える。そして、共振周波数算出部１５が、共振周波数ｆ（第１共振周波数）を算出すると、アクチュエータ駆動部４０は、再度、上記駆動信号を、上記異なる駆動周波数で複数回、アクチュエータ１１に出力する。そして、撮像画像取得部３３は、アクチュエータ駆動部４０が上記異なる駆動周波数の駆動信号によりレンズ１０を位置ｘ０+オフセット値offsetから位置ｘ１+オフセット値offsetへ複数回移動させて得られた複数の被写体像の撮像画像（第２の撮像画像群）を取得する。そして、コントラスト値算出部１４は、上記複数の被写体像の撮像画像のそれぞれの撮像画像のコントラスト値（第２のコントラスト値群）を算出し記憶部１７ｂに記憶する。次に、共振周波数算出部１５は、記憶部１７ｂに記憶された上記複数の被写体像の撮像画像のうち、コントラスト値が最も高い撮像画像を得るためにアクチュエータ１１を駆動させた駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数（第２の共振周波数）を記

憶部１７ｂから特定することで算出する。これにより、レンズ１０の位置に合ったアクチュエータ１１の共振周波数を得ることができ、より正確にアクチュエータの共振周波数を算出することができる。

[0068] なお、上記では、繰り返し回数ｋが１のときについて説明したが、ｋが１以上の整数の場合は、以下のように表現することもできる。すなわち、上記第１の位置及び上記第３の位置は第ｍの位置（ｍは正の奇数）、上記第２の位置及び上記第４の位置は第ｍ+１の位置、上記第１の共振周波数及び上記第２の共振周波数は第ｎの共振周波数（ｎは１以上の整数）、上記第２の撮像画像群は第ｐの撮像画像群（ｐは２以上の整数）、上記第２のコントラスト値群は第ｐのコントラスト値群と、それぞれ表現してもよい。

[0069] 〔ソフトウェアによる実現例〕

共振周波数算出装置５の制御ブロック（特にコントラスト値算出部１４、共振周波数算出部１５およびアクチュエータ駆動部４０）は、集積回路（ＩＣチップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、ＣＰＵ（Central Processing Unit）を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0070] 後者の場合、共振周波数算出装置５は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するＣＰＵ、上記プログラムおよび各種データがコンピュータ（またはＣＰＵ）で読み取り可能に記録されたＲＯＭ（Read Only Memory）または記憶装置（これらを「記録媒体」と称する）、上記プログラムを展開するＲＡＭ（Random Access Memory）などを備えている。そして、コンピュータ（またはＣＰＵ）が上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送

波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[0071] 〔まとめ〕

本発明の態様１に係る共振周波数算出装置は、アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出装置であって、上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するアクチュエータ駆動部と、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回、上記レンズを移動して得られた被写体像の撮像画像を複数取得する撮像画像取得部と、上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するコントラスト値算出部と、上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数を算出する共振周波数算出部とを備えることを特徴とする。

[0072] 上記構成により、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータの共振周波数を算出することができる。

[0073] 本発明の態様２に係る共振周波数算出装置は、上記アクチュエータが上記レンズの上記第１の位置から上記第２の位置への移動を開始したときに露光を開始させる、又は、上記アクチュエータが上記レンズの上記第１の位置から上記第２の位置への移動が完了したときに露光を開始させる露光開始指示部を備えていてもよい。

[0074] 上記構成によると、上記露光開始指示部の指示によりレンズが第１の位置から移動を開始すると同時に露光を開始するため、露光を開始するための制御が容易になる。

[0075] また、上記アクチュエータが上記レンズの上記第１の位置から上記第２の位置への移動が完了したときに露光を開始させることで、レンズ移動中のコントラスト値変動の影響を少なくし、精度よく共振周波数を算出することが可能となる。

[0076] 本発明の態様３に係る共振周波数算出装置は、上記態様１又は２において、上記第１の位置及び上記第２の位置それぞれから所定の距離ずらした第３の位置及び第４の位置を得るオフセット制御部をさらに備え、上記共振周波数算出部が、上記共振周波数である第１共振周波数を算出すると、上記アクチュエータ駆動部は、再度、上記駆動信号を、上記異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力し、上記撮像画像取得部は、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、上記レンズを、上記第３の位置から上記第４の位置へ複数回移動させ、被写体像の撮像画像が複数からなる第２の撮像画像群を取得し、上記コントラスト値算出部は、上記第２の撮像画像群のそれぞれの撮像画像のコントラスト値である第２のコントラスト値群を算出し、上記共振周波数算出部は、上記第２の撮像画像群のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数である第２の共振周波数を算出する。上記構成によると、レンズ位置に合ったアクチュエータの共振周波数を得ることができるため、より正確に共振周波数を算出することができる。

[0077] 本発明の態様４に係る撮像装置は、上記態様１～３に記載の共振周波数算出装置と、上記共振周波数算出部が算出した共振周波数を整数倍することで上記アクチュエータの駆動信号の駆動周波数を算出する駆動周波数算出部を備えていてもよい。上記構成によると、高い精度や高コスト化を要求されず、アクチュエータの共振周波数を算出することができる撮像装置を得ることができる。

[0078] 本発明の態様５に係る共振周波数算出装置は、上記態様１～３において、上記撮像画像を得るために上記アクチュエータに用いた駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数と、上記撮像画像から上記コントラスト値算出部が算出したコントラスト値と、を対応付けて記憶部に記憶させるコントラスト値記憶部を備えていてもよい。

[0079] 上記構成により、記憶部に記憶された最も値が高いコントラスト値を特定することで、アクチュエータの固有の共振周波数を得ることができる。

[0080] 本発明の態様６に係る共振周波数算出方法は、アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出方法であって、上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するステップと、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、上記レンズを、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回移動させ、被写体像の撮像画像を複数取得するステップと、上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するステップと、上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数を算出するステップとを有することを特徴とする。これにより、態様１と同様の効果を奏する。

[0081] 本発明の各態様に係る共振周波数算出装置は、コンピュータによって実現してもよく、この場合には、コンピュータを上記共振周波数算出装置が備える各手段として動作させることにより上記共振周波数算出装置をコンピュータにて実現させる共振周波数算出装置の共振周波数算出プログラム、およびそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

[0082] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

産業上の利用可能性

[0083] 本発明は、アクチュエータの共振周波数を算出する共振周波数算出装置、撮像装置、共振周波数算出プログラムおよび共振周波数算出方法に利用することができる。

符号の説明

[0084] １・２・３　撮像装置

５・７　共振周波数算出装置

９　フォーカス調整用画像

１０　レンズ

１１　アクチュエータ

１２　絞り機構

１３　絞り機構制御部

１４　コントラスト値算出部

１５・１５ｂ　共振周波数算出部（コントラスト値記憶部）

１７・１７ｂ　記憶部

３１　撮像素子

３２　撮像素子駆動制御部

３３　撮像画像取得部

４０・４０ｂ　アクチュエータ駆動部

４１　駆動周波数算出部

４２　オフセット制御部

請求の範囲

[請求項1] アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出装置であって、

上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するアクチュエータ駆動部と、

上記異なる駆動周波数の駆動信号により、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回、上記レンズを移動して得られた被写体像の撮像画像を複数取得する撮像画像取得部と、

上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するコントラスト値算出部と、

上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数を算出する共振周波数算出部とを備えることを特徴とする共振周波数算出装置。

[請求項2] 上記アクチュエータが上記レンズの上記第１の位置から上記第２の位置への移動を開始したときに露光を開始させる、又は、上記アクチュエータが上記レンズの上記第１の位置から上記第２の位置への移動が完了したときに露光を開始させる露光開始指示部を備えていることを特徴とする請求項１に記載の共振周波数算出装置。

[請求項3] 上記第１の位置及び上記第２の位置それぞれから所定の距離ずらした第３の位置及び第４の位置を得るオフセット制御部をさらに備え、

上記共振周波数算出部が、上記共振周波数である第１共振周波数を算出すると、

上記アクチュエータ駆動部は、再度、上記駆動信号を、上記異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力し、

上記撮像画像取得部は、上記異なる駆動周波数の駆動信号により、上記レンズを、上記第３の位置から上記第４の位置へ複数回移動させ

、被写体像の撮像画像が複数からなる第２の撮像画像群を取得し、

上記コントラスト値算出部は、上記第２の撮像画像群のそれぞれの撮像画像のコントラスト値である第２のコントラスト値群を算出し、

上記共振周波数算出部は、上記第２の撮像画像群のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動周波数の算出に使用した共振周波数である第２の共振周波数を算出することを特徴とする請求項１又は２に記載の共振周波数算出装置。

[請求項4] 請求項１～３の何れか１項に記載の共振周波数算出装置と、

上記共振周波数算出部が算出した共振周波数を整数倍することで上記アクチュエータの駆動信号の駆動周波数を算出する駆動周波数算出部とを備えていることを特徴とする撮像装置。

[請求項5] 請求項１～３のいずれか１項に記載の共振周波数算出装置としてコンピュータを機能させるための共振周波数算出プログラムであって、

コンピュータを上記各部として機能させるための共振周波数算出プログラム。

[請求項6] アクチュエータにより移動させたレンズを所定の位置で停止させたとき、上記アクチュエータに生じる振動の共振周波数を算出する共振周波数算出方法であって、

上記アクチュエータを駆動させる駆動信号を、異なる駆動周波数で複数回、上記アクチュエータに出力するステップと、

上記異なる駆動周波数の駆動信号により、上記レンズを、合焦位置とは異なる第１の位置から合焦位置である第２の位置へ複数回移動させ、被写体像の撮像画像を複数取得するステップと、

上記複数の撮像画像のそれぞれのコントラスト値を算出するステップと、

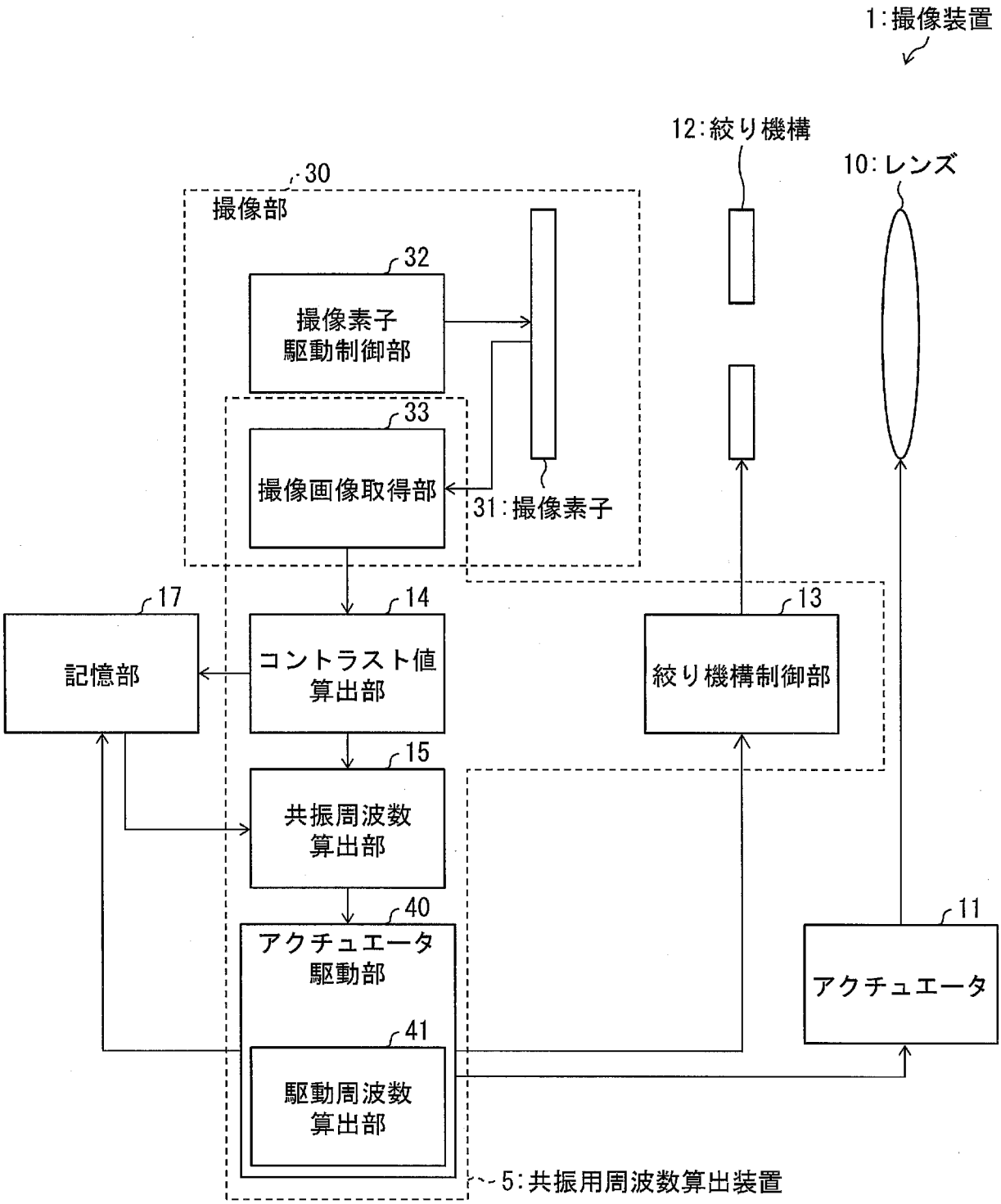
上記複数の撮像画像のうち、上記コントラスト値が最も高い撮像画像を得るために上記アクチュエータを駆動させた上記駆動信号の駆動

周波数の算出に使用した共振周波数を算出するステップとを有することを特徴とする共振周波数算出方法。

WO 2015/041101 PCT/JP2014/073809

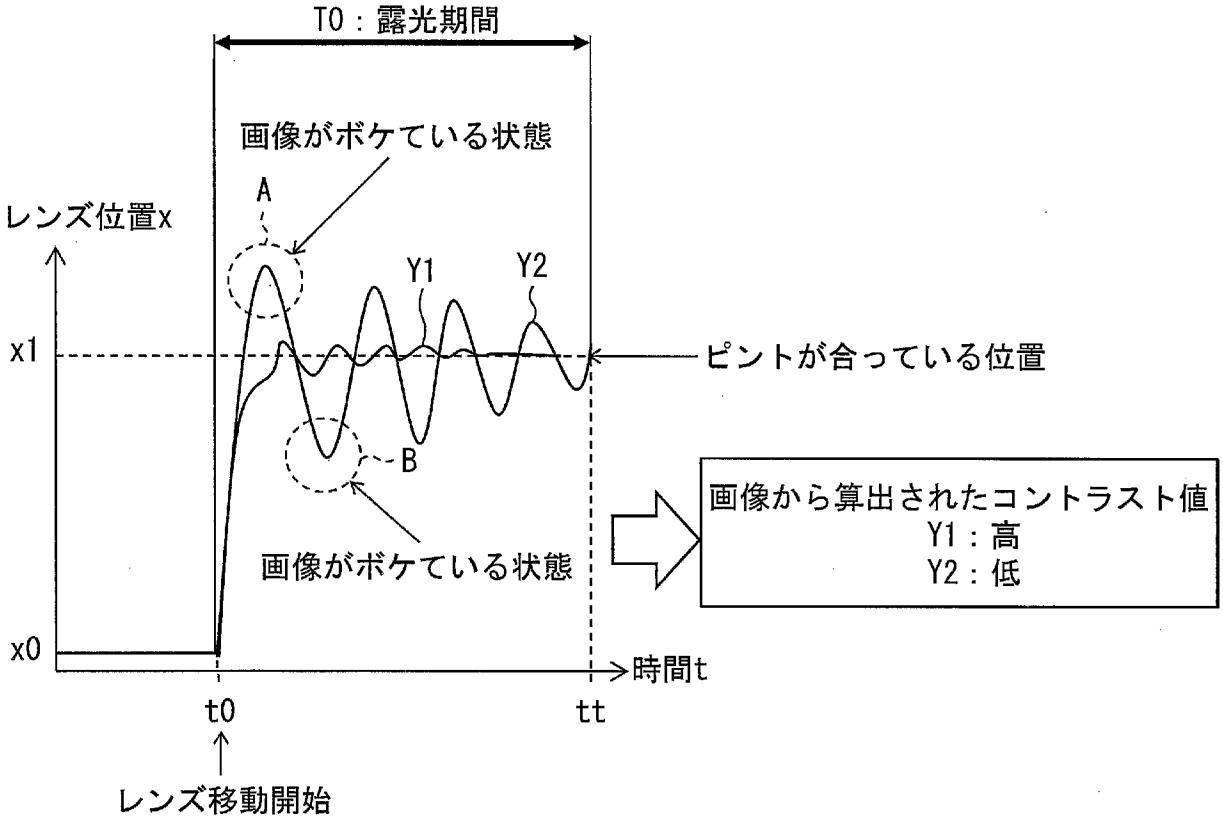
[図1]

図 1



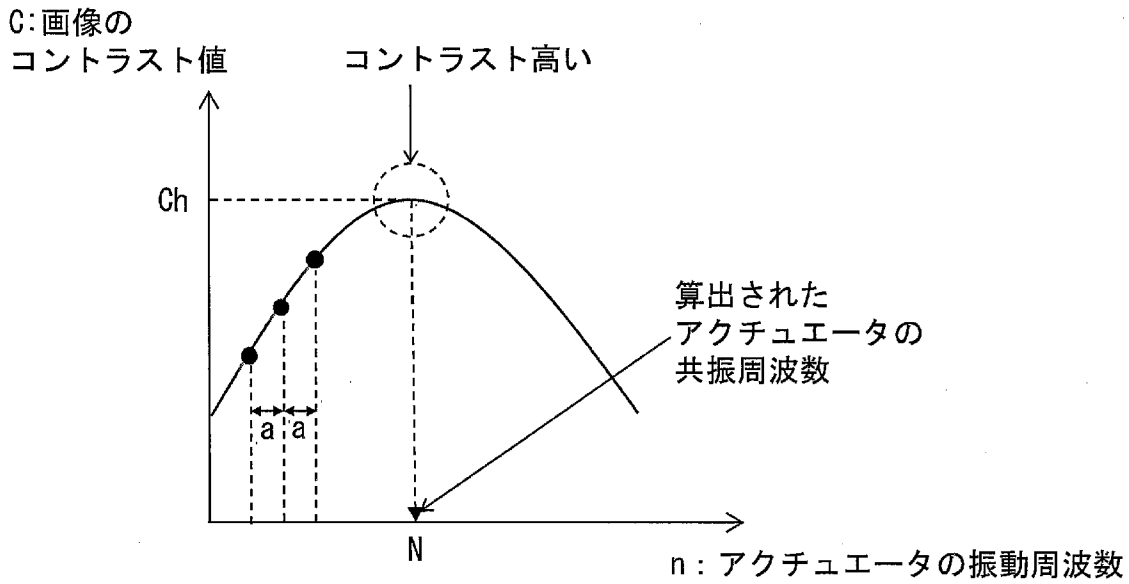
[図2]

図 2


T0：露光期間
画像がボケている状態
A
レンズ位置x
Y1
Y2
x1
ピントが合っている位置
B
画像がボケている状態
画像から算出されたコントラスト値
Y1：高
Y2：低
x0
時間t
t0
tt
レンズ移動開始

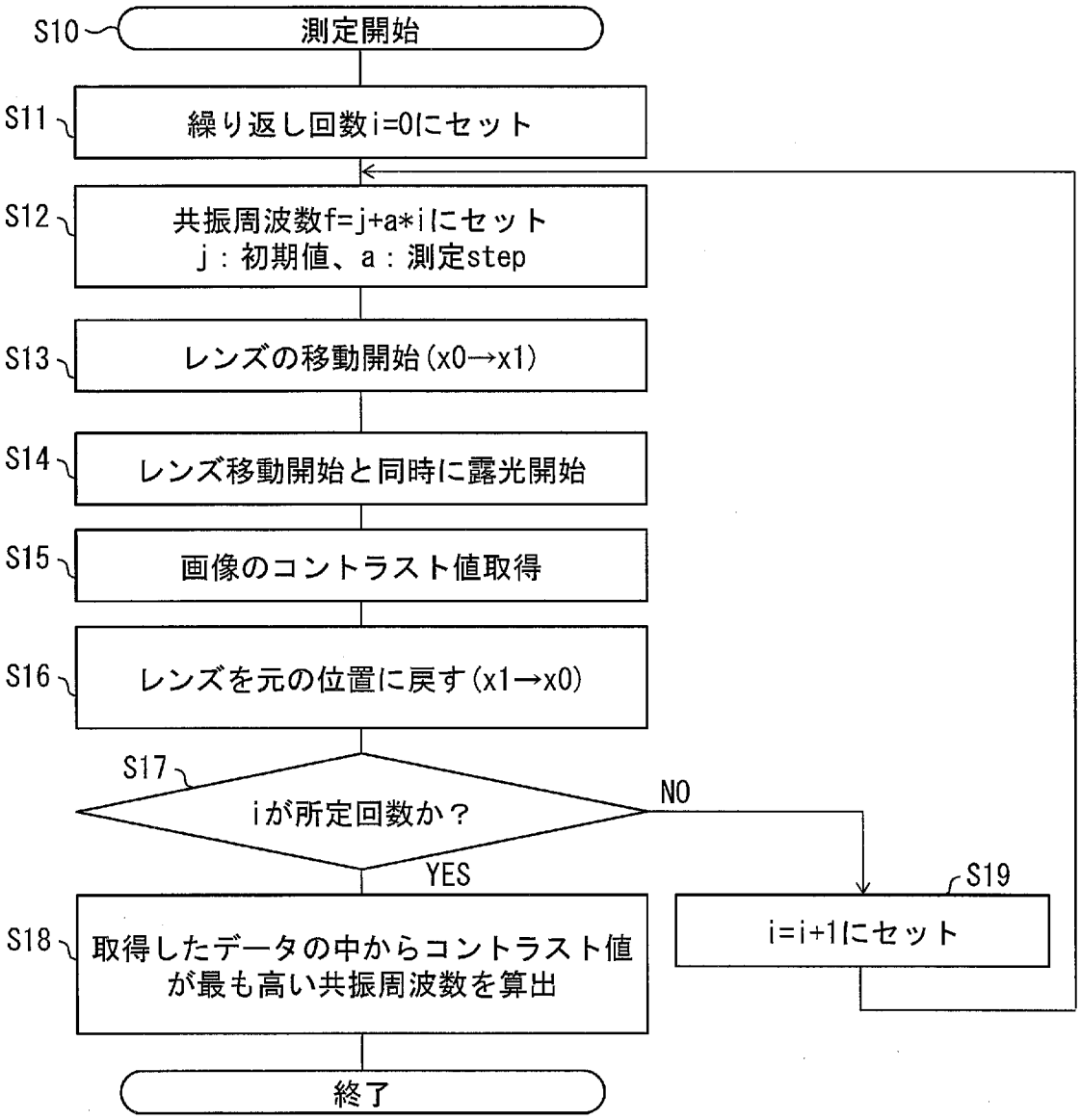
[図3]

図 3


C:画像の
コントラスト値
コントラスト高い
Ch
算出された
アクチュエータの
共振周波数
a
a
N
n：アクチュエータの振動周波数

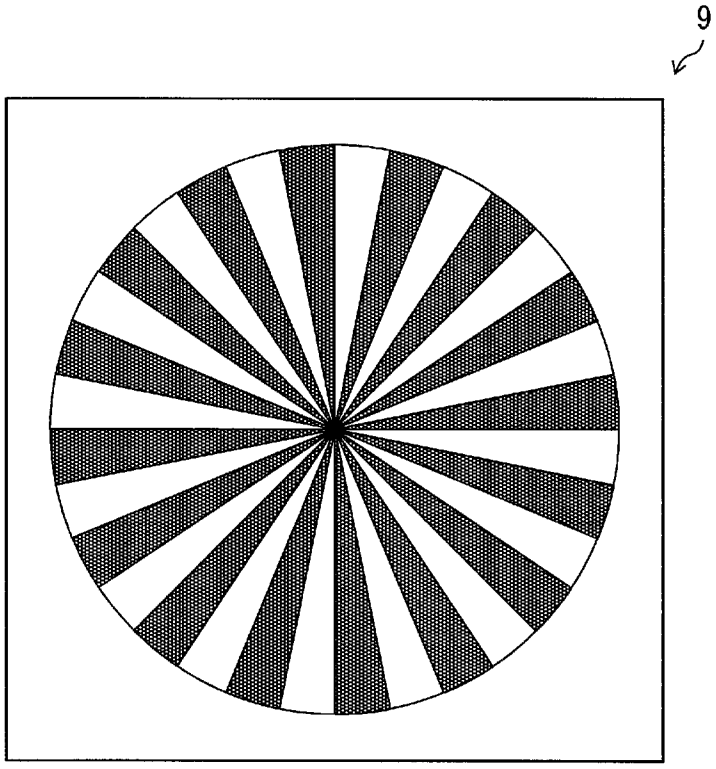
[図4]

図 4


S10
測定開始
S11
繰り返し回数i=0にセット
S12
共振周波数f=j+a*iにセット
j：初期値、a：測定step
S13
レンズの移動開始(x0→x1)
S14
レンズ移動開始と同時に露光開始
S15
画像のコントラスト値取得
S16
レンズを元の位置に戻す(x1→x0)
S17
iが所定回数か？
NO
YES
S18
取得したデータの中からコントラスト値が最も高い共振周波数を算出
S19
i=i+1にセット
終了

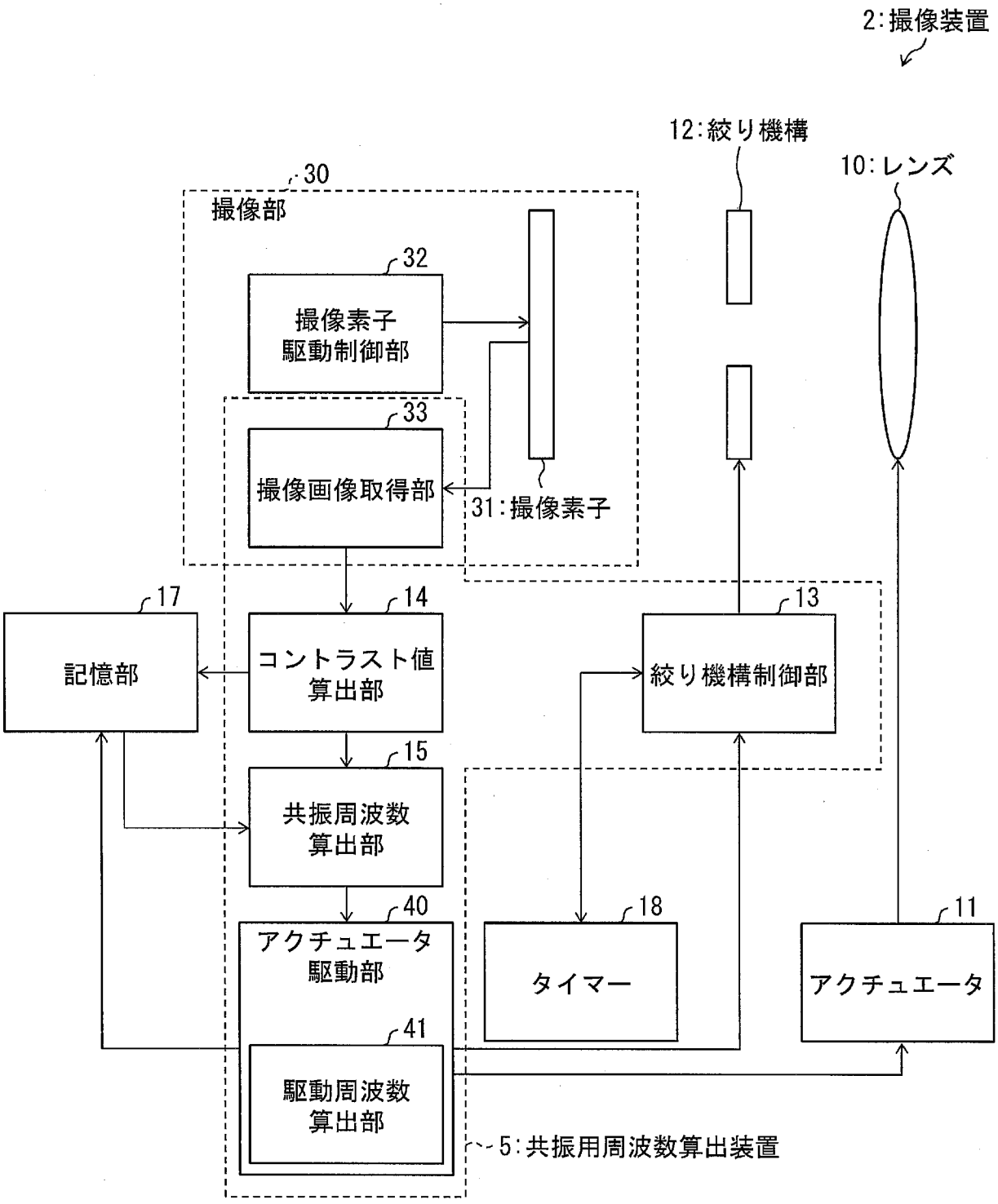
[図5]

図 5



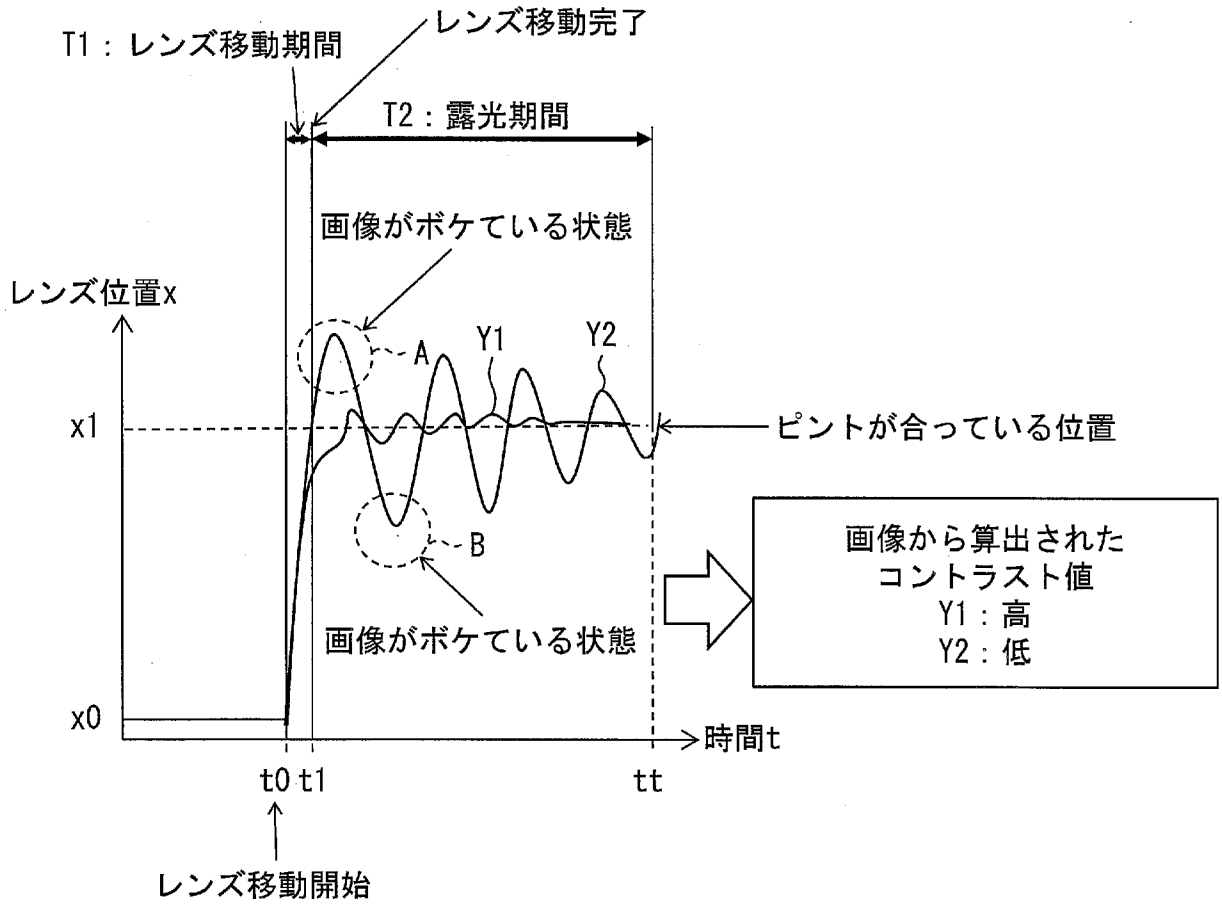
[図6]

図 6


2:撮像装置
12:絞り機構
10:レンズ
30
撮像部
32
撮像素子
駆動制御部
33
撮像画像取得部
31:撮像素子
17
記憶部
14
コントラスト値
算出部
13
絞り機構制御部
15
共振周波数
算出部
40
アクチュエータ
駆動部
18
タイマー
11
アクチュエータ
41
駆動周波数
算出部
5:共振用周波数算出装置

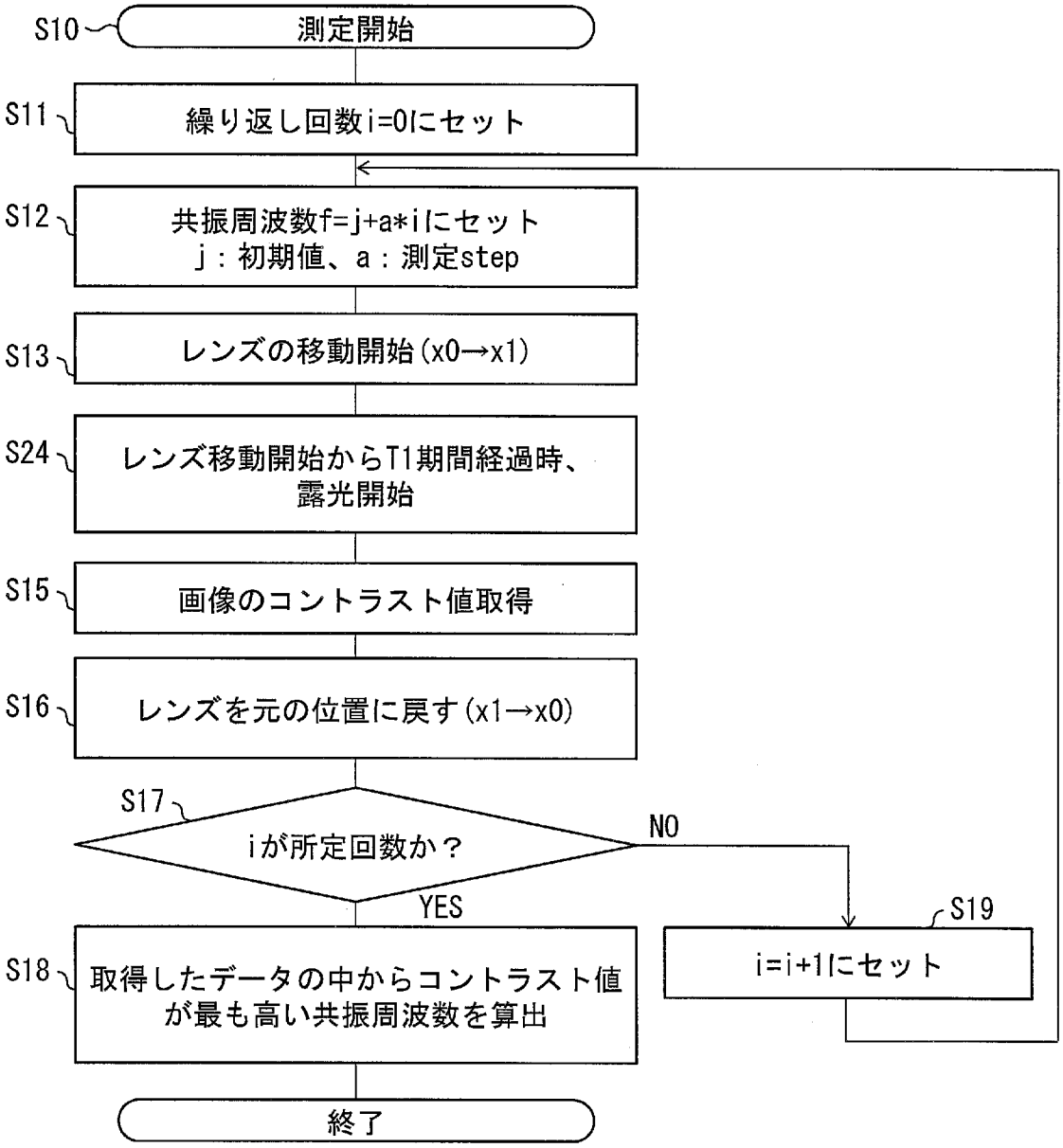
[図7]

図 7


T1：レンズ移動期間
レンズ移動完了
T2：露光期間
画像がボケている状態
レンズ位置x
A
Y1
Y2
x1
ピントが合っている位置
B
画像がボケている状態
画像から算出された
コントラスト値
Y1：高
Y2：低
x0
時間t
t0 t1
tt
レンズ移動開始

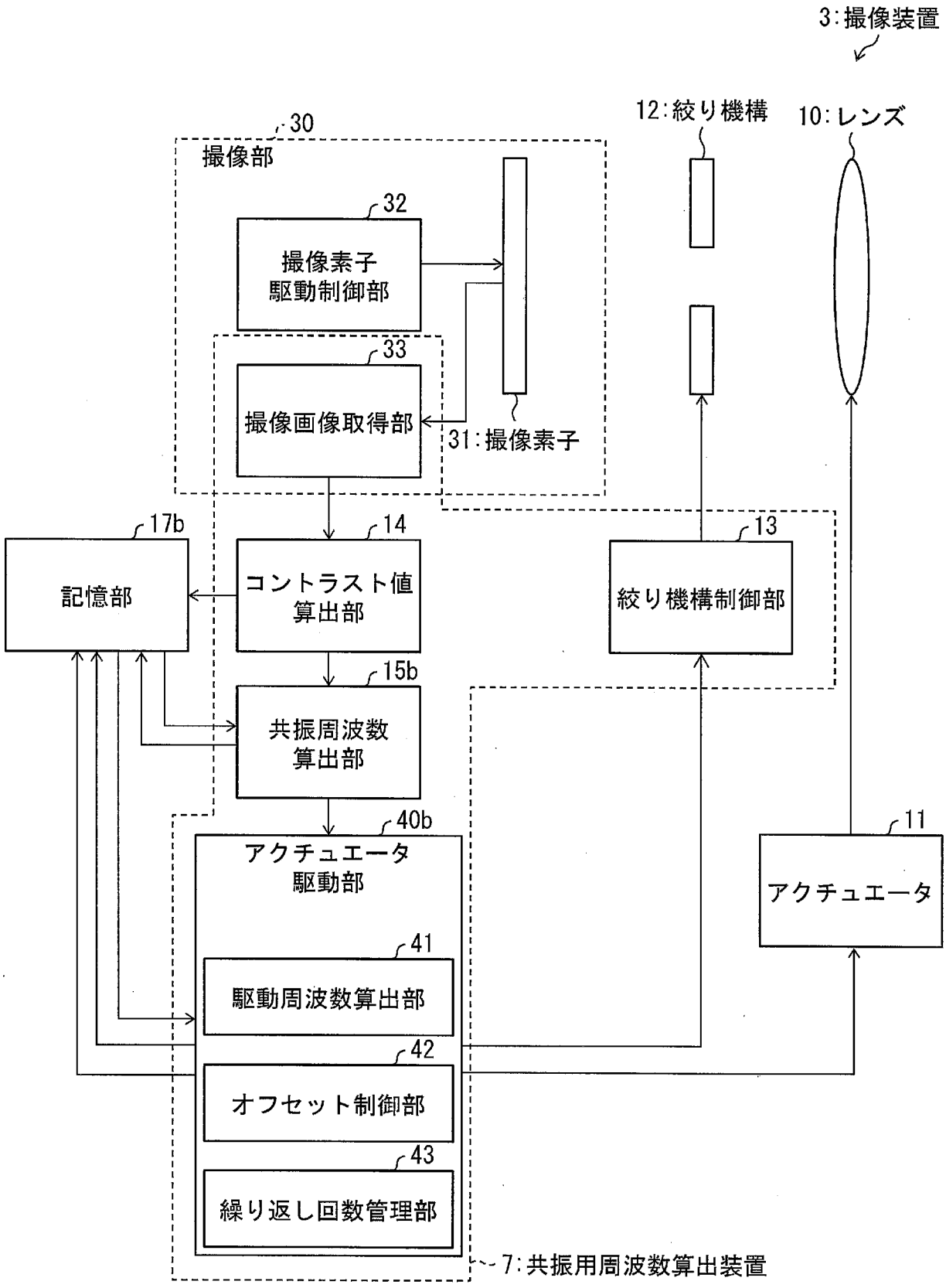
[図8]

図 8


S10
測定開始
S11
繰り返し回数i=0にセット
S12
共振周波数f=j+a*iにセット
j：初期値、a：測定step
S13
レンズの移動開始(x0→x1)
S24
レンズ移動開始からT1期間経過時、
露光開始
S15
画像のコントラスト値取得
S16
レンズを元の位置に戻す(x1→x0)
S17
iが所定回数か？
NO
YES
S19
i=i+1にセット
S18
取得したデータの中からコントラスト値
が最も高い共振周波数を算出
終了

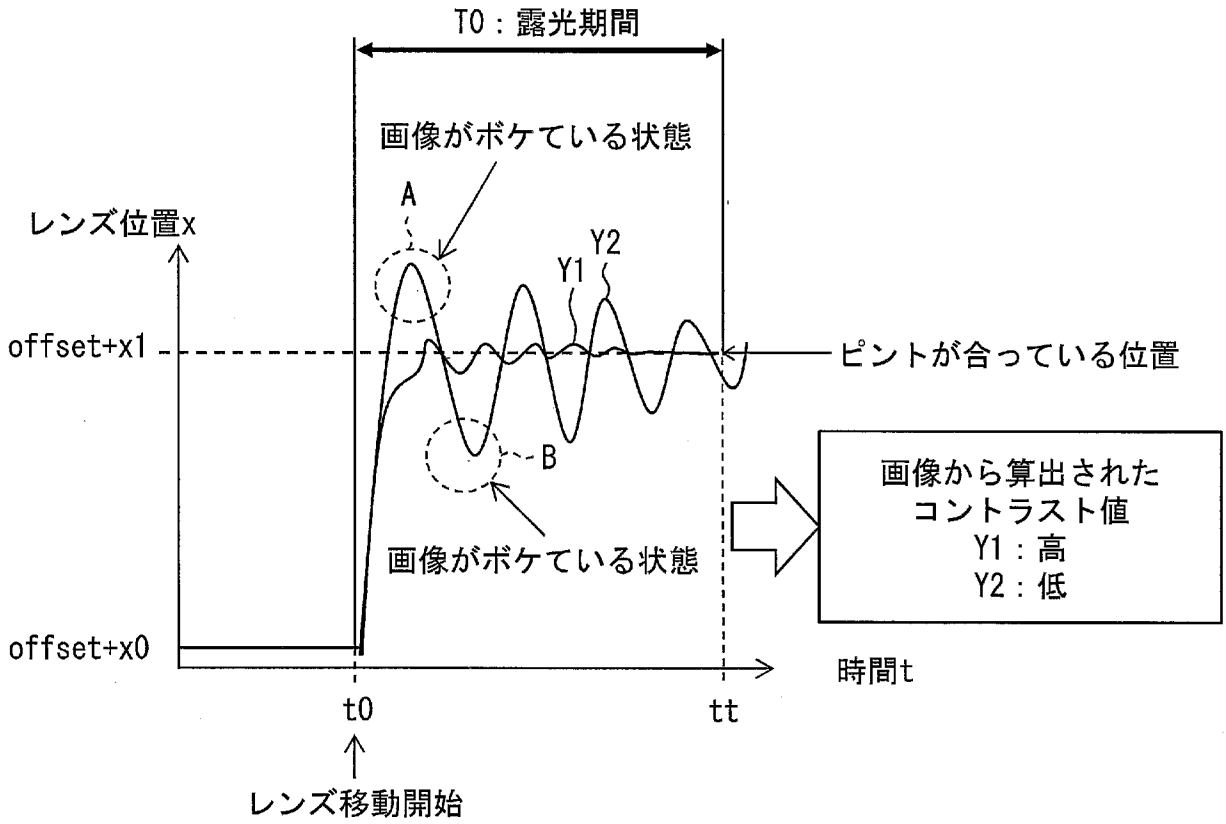
[図9]

図 9


3:撮像装置
12:絞り機構
10:レンズ
30
撮像部
32
撮像素子
駆動制御部
33
撮像画像取得部
31:撮像素子
17b
記憶部
14
コントラスト値
算出部
13
絞り機構制御部
15b
共振周波数
算出部
40b
アクチュエータ
駆動部
11
アクチュエータ
41
駆動周波数算出部
42
オフセット制御部
43
繰り返し回数管理部
7:共振用周波数算出装置

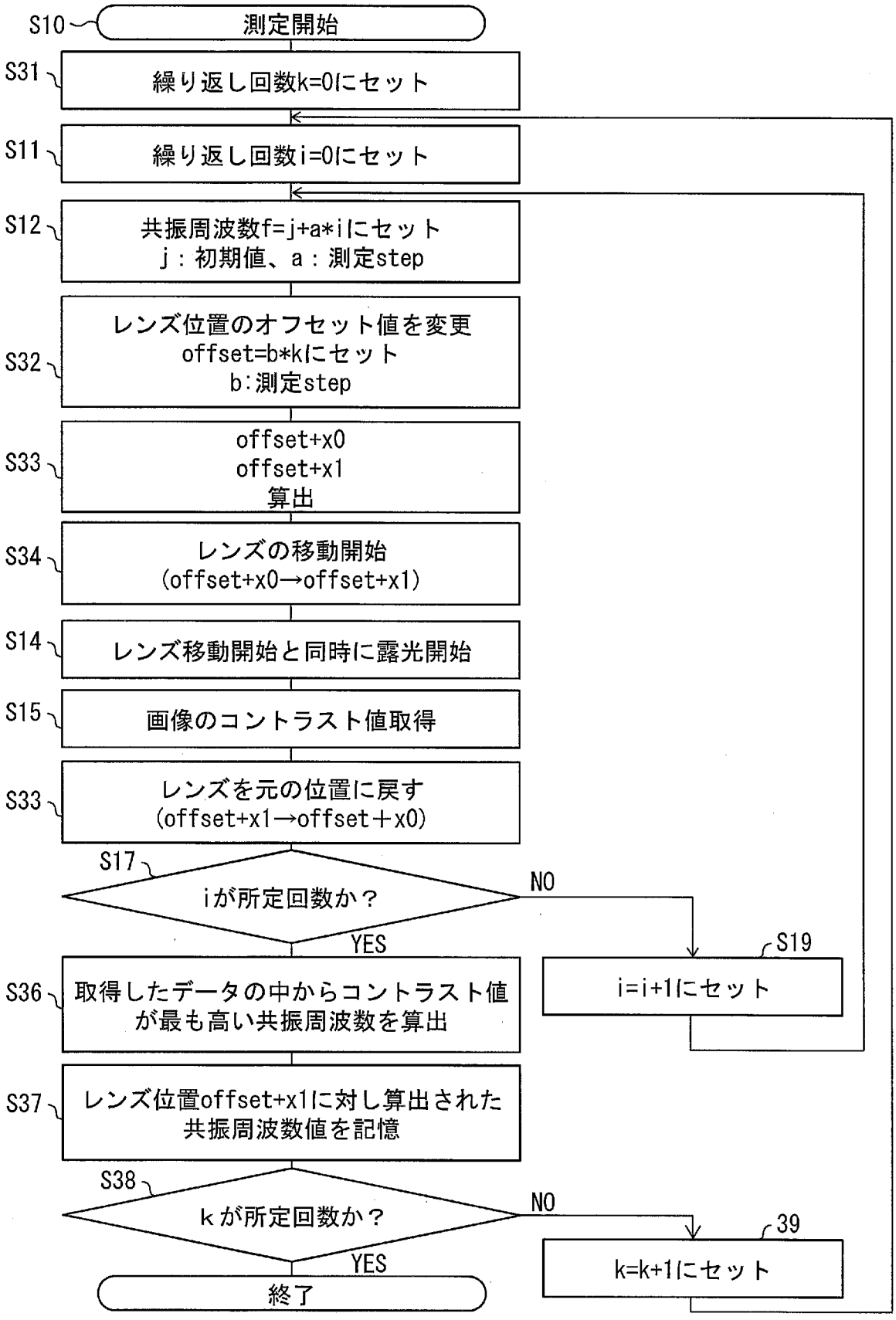
[図10]

図 10


T0：露光期間
画像がボケている状態
A
レンズ位置x
Y2
Y1
offset+x1
ピントが合っている位置
B
画像から算出された
コントラスト値
Y1：高
Y2：低
画像がボケている状態
offset+x0
時間t
t0
tt
レンズ移動開始

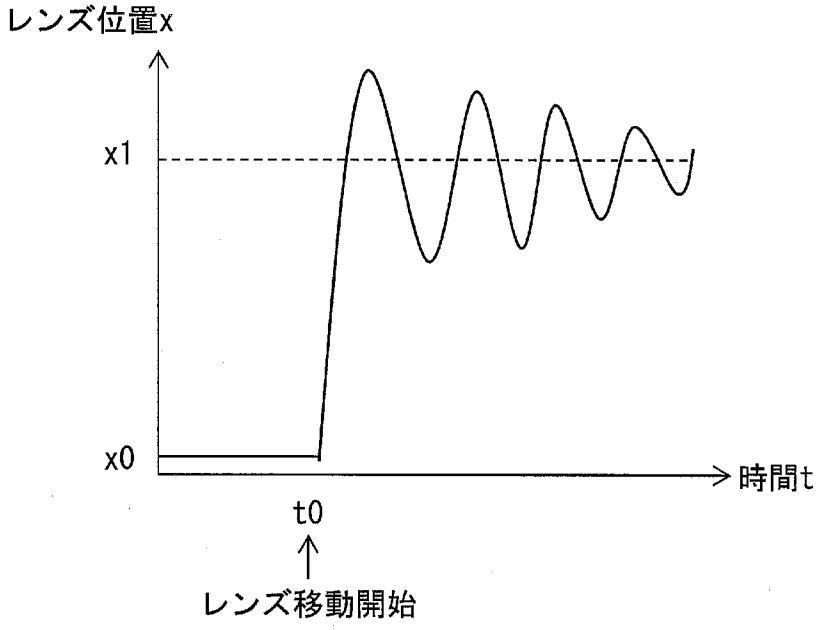
[図11]

図 11


S10
測定開始
S31
繰り返し回数k=0にセット
S11
繰り返し回数i=0にセット
S12
共振周波数f=j+a*iにセット
j：初期値、a：測定step
S32
レンズ位置のオフセット値を変更
offset=b*kにセット
b:測定step
S33
offset+x0
offset+x1
算出
S34
レンズの移動開始
(offset+x0→offset+x1)
S14
レンズ移動開始と同時に露光開始
S15
画像のコントラスト値取得
S33
レンズを元の位置に戻す
(offset+x1→offset＋x0)
S17
iが所定回数か？
NO
YES
S19
i=i+1にセット
S36
取得したデータの中からコントラスト値
が最も高い共振周波数を算出
S37
レンズ位置offset+x1に対し算出された
共振周波数値を記憶
S38
kが所定回数か？
NO
YES
39
k=k+1にセット
終了

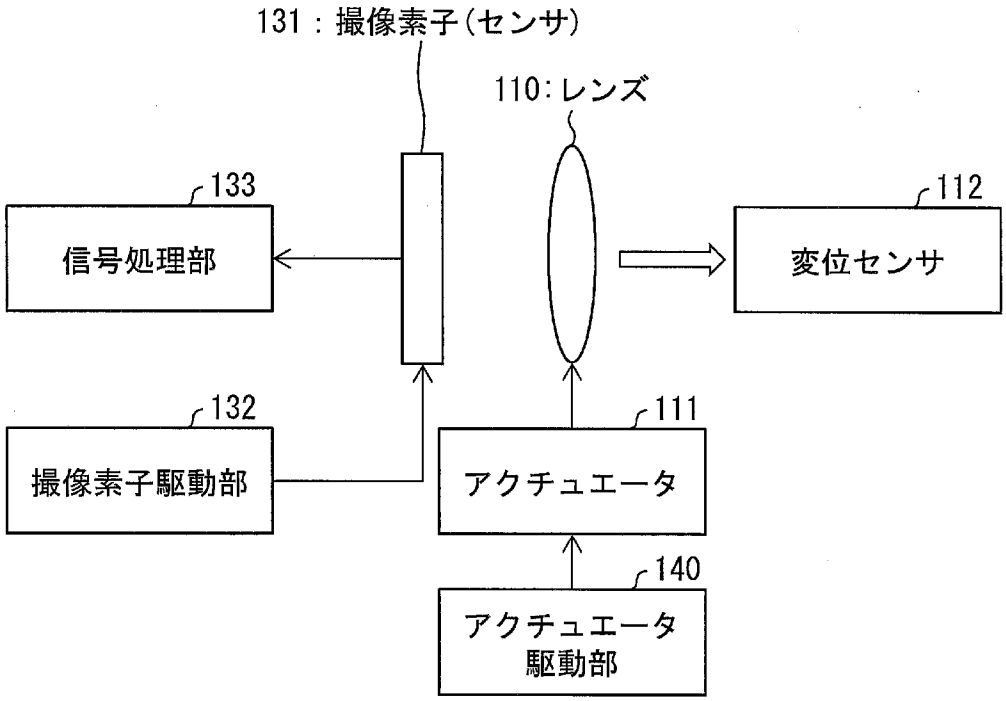
[図12]

図 12



[図13]

図 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/073809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B7/04(2006.01)i, *G02B7/08*(2006.01)i, *G02B7/28*(2006.01)i, *G02B7/36*(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)
G02B7/04, G02B7/08, G02B7/28, G02B7/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-161889 A (Nikon Corp.), 06 June 2003 (06.06.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2006-162523 A (Ricoh Co., Ltd.), 22 June 2006 (22.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-162096 A (Kurimoto Ltd.), 16 June 2000 (16.06.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ 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 05 December, 2014 (05.12.14)	Date of mailing of the international search report 16 December, 2014 (16.12.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７３８０９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B7/04(2006.01)i, G02B7/08(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G02B7/36(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B7/04, G02B7/08, G02B7/28, G02B7/36

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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 2003-161889 A（株式会社ニコン）2003.06.06, 全文、全図（ファミリーなし）	１－６
A	JP 2006-162523 A（株式会社リコー）2006.06.22, 全文、全図（ファミリーなし）	１－６
A	JP 2000-162096 A（株式会社栗本鐵工所）2000.06.16, 全文、全図（ファミリーなし）	１－６

☐　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	国際調査報告の発送日
０５．１２．２０１４	１６．１２．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｖ　４０８０
高橋　雅明
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１