

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/047034 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010年4月29日(29.04.2010)

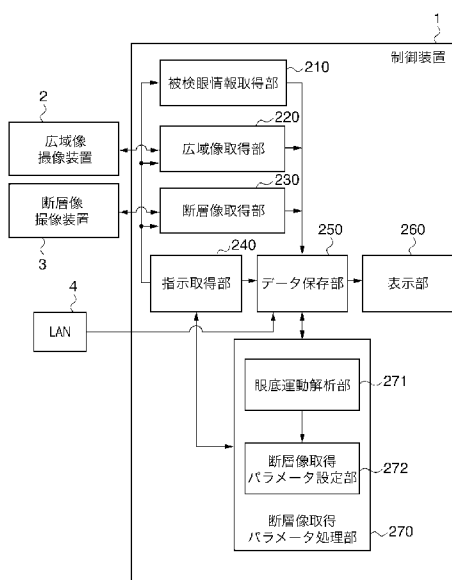
- (51) 国際特許分類:
A61B 3/10 (2006.01) A61B 3/14 (2006.01)
A61B 3/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/004360
- (22) 国際出願日: 2009年9月3日(03.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-271439 2008年10月21日(21.10.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂川幸雄 (SAKAGAWA, Yukio) [BR/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大塚康徳 (OHTSUKA, Yasunori); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町3番6号 紀尾井町パークビル7F 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, 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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: IMAGING CONTROL DEVICE FOR CAPTURING TOMOGRAM OF EYE GROUND, IMAGING DEVICE, IMAGING CONTROL METHOD, PROGRAM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 眼底の断層撮影を行う撮影制御装置、撮影装置、撮影制御方法、プログラム、記憶媒体

[図2]



- 2 WIDE-AREA IMAGING DEVICE
3 TOMOGRAM CAPTURING DEVICE
1 CONTROL DEVICE
210 OPTOMETRY INFORMATION ACQUIRING UNIT
220 WIDE-AREA IMAGING UNIT
230 TOMOGRAM CAPTURING UNIT
240 INSTRUCTION ACQUIRING UNIT
250 DATA STORAGE UNIT
260 DISPLAY UNIT
270 TOMOGRAM ACQUISITION PARAMETER PROCESSING UNIT
271 EYE GROUND MOVEMENT ANALYZING UNIT
272 TOMOGRAM ACQUISITION PARAMETER SETTING UNIT

(57) Abstract: An imaging control device for controlling an imaging unit for capturing a tomogram of an eye ground of the subject under optometry includes an acquiring unit for acquiring information indicating the direction of the eye ground movement of the subject, an analyzing unit for analyzing the direction of the eye ground movement on the basis of the acquired information, and a control unit for controlling the imaging unit so that the direction of the eye ground movement based on the result of the analysis agrees with the direction in which the imaging unit captures the tomogram.

(57) 要約: 被検眼者の眼底の断層像を撮影する撮影部を制御する撮影制御装置は、被検眼者の眼底運動の方向を示す情報を取得する取得部と、取得部により取得された情報に基づき、眼底運動の方向を解析する解析部と、解析部の解析結果に基づく眼底運動の方向に、撮影部が撮影する方向を合わせるように、撮影部を制御する制御部と、を備える。

WO 2010/047034 A1



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, 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：

眼底の断層撮影を行う撮影制御装置、撮影装置、撮影制御方法、プログラム、記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明は、撮影制御装置、撮影装置、撮影制御方法、プログラム、記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] 生活習慣病や失明原因の上位を占める各種疾病の早期診断を目的として、眼部の検査が広く行われている。検診等においては眼部全体における疾病を見つけることが求められるため、眼部の広い範囲にわたる像（以下、広域像と呼ぶ）を用いた検査が必須となる。広域像は、例えば、眼底カメラや走査型レーザー検眼鏡(SLO ; Scanning Laser Ophthalmoscope)を用いて撮像される。

[0003] 一方、光干渉断層計(OCT ; Optical Coherence Tomography)などの眼部の断層像取得装置は疾病の状態を客観的尺度で定量化することが可能であり、疾病の診断をよりの確に行うのに有用であると期待されている。一般的なOCTでは、撮像者が断層像の撮像パラメータ（例えば、対象部位、撮像範囲、詳細度、走査方法など）を決定し、その撮像パラメータに基づいて眼部の局所領域のみが撮像・解析される。

[0004] 撮像者による断層像の撮像を支援する技術として、例えば、特許文献1には、眼底カメラによる広域像上においてOCTによる断層像の撮像範囲を指示するユーザインタフェースに関する技術が開示されている。また特許文献2には、SLOによる広域像上においてOCTによる断層像の撮像範囲を指定するユーザインタフェースに関する技術が開示されている。特許文献1や特許文献2によれば、眼底の広域像の様子を参照しながら断層像の撮像範囲を決定できるので、撮像パラメータの設定が比較的容易となる。

[0005] ただし、人間の眼は、固定された点を注視していても無意識に絶えず、固

視微動という微小な運動を行う。固視微動は、主に3つの成分（微動成分）から成ると知られている（図4を参照）。

- [0006] (1) トレモア：視角 50° 程度で30～100Hzの周波数成分
- (2) フリック：不規則（0.03～5秒間隔）に生じる視角 20° 程度のステップ状やパルス状の運動
- (3) ドリフト：フリックの間に存在する視角 $10'$ 以下程度の低速の運動
- 光干渉断層計(OCCT)による測定処理時間内は測定部位に対して測定光ビームが正確に当たっている必要があるが、実際には被検眼の固視微動等があるために、測定部位に測定光ビームを正確に当て続けることは困難である。
- [0007] 特許文献3、特許文献4には、固視微動に対応して実時間で測定光ビームの照射位置を測定部位上に移動させるトラッキング手段を有する装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2007-117714号公報
- 特許文献2：特開2008-029467号公報
- 特許文献3：特表平6-503733号公報
- 特許文献4：特開平7-155299号公報

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：今尾公二他、：“動きぶれを含む動画像における動き方向の推定法”、電子情報通信学会総合大会講演論文集、Vol.1997 No.2
- 非特許文献2：Krahmer, F. et al: “Blind Image Deconvolution: Motion Blur Estimation”, 2006
- 非特許文献3：Moghaddam, M. E. et al: “Linear motion blur parameter estimation in noisy images using fuzzy sets and power spectrum”、EURASIP Journal on Advances in Signal Processing、2007

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 手動で撮像パラメータを指定して断層像の撮像を行う場合、撮影直前の被検眼の固視微動状況がわからなく、測定時間を減らして固視微動の影響を抑えることも考えられる。この場合、測定点数（サンプリング数）も減らしてしまうので、固視微動の影響を最小限に抑える撮像パラメータを適切に設定するのは容易ではないという課題がある。

[0011] また、特許文献3及び特許文献4の技術を用いた場合、固視微動を検出しながらOCT撮影の補正を行うことで固視微動の影響を抑えることができる。この場合、予め設定されたtraversal scan速度と方向で撮影を行うので、被検眼毎の撮影時の固視微動の特性に合わせたtraversal scan速度と方向の撮影設定を行わない。トラッキング機能を搭載するには測定ビームとトラッキングビームを同時に放射を行わなければならないので装置は複雑になるという課題がある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、眼底断層像を撮影する時の眼球運動の影響を抑えることが可能な撮影制御技術を提供する。

[0013] 本発明にかかる撮影制御装置は、被検眼者の眼底の断層像を撮影する撮影手段を制御する撮影制御装置であって、

前記被検眼者の眼底運動の方向を示す情報を取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記情報に基づき、前記眼底運動の方向を解析する解析手段と、

前記解析手段の解析結果に基づく前記眼底運動の方向に、前記撮影手段が撮影する方向を合わせるように、前記撮影手段を制御する制御手段と、を備える。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、眼底断層像を撮影する時の眼球運動の影響を抑えることが可能な撮影制御技術の提供が可能になる。

[0015] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明によ

り明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ若しくは同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0016] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[図1] 第1実施形態に係る眼底断層像撮影装置の制御装置 1 の構成を示す図。

[図2] 第1実施形態に係る眼底断層像撮影装置の制御装置 1 の機能的構成を示す図。

[図3] 第1実施形態に係る眼底断層像撮影装置の制御装置 1 の処理手順を示すフローチャート。

[図4] 眼底の運動である固視微動の 3 つの成分を示す図。

[図5] 第1実施形態に係る広域像撮像装置 2 の機能構成を示す図。

[図6] 第1実施形態に係る断層像撮像装置 3 の機能構成を示す図。

[図7] 断層像を撮影する際にスキャン運動を説明する図。

[図8] 第1実施形態に係る広域像と、断層像の取得範囲を一緒に表示例を示す図。

[図9] 第1実施形態に係る眼底運動解析の処理手順を示すフローチャート。

[図10] 第1実施形態に係る広域像の例を示す図。

[図11] 第1実施形態に係る撮影パラメータ設定の処理手順を示すフローチャート。

[図12] 第1実施形態に係る眼底の運動方向とtransversal scanの方向の関係を示す図。

[図13] 第4実施形態に係る眼底断層像撮影装置の制御装置1の処理手順を示すフローチャート。

[図14] 第1実施形態に係るモーションブラーをモデル化するためのPoint Spread Functionのパラメータを説明するための図。

[図15] 第3実施形態に係るフリックが起こる確率分布を例示する図。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して、本発明の好適な実施形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲によって確定されるのであって、以下の個別の実施形態によって限定されるわけではない。

[0018] (第1実施形態)

まず本実施の形態の構成を説明する。図1は、本発明の実施形態に係る診断システムを構成する機器構成を概略的に示す図である。被検眼者の眼底の断層像を撮影する眼底断層像撮影装置は制御装置1を有する。制御装置1は、中央処理装置(CPU)100、主メモリ101、磁気ディスク102、制御プログラム103、表示メモリ104、モニタ105、マウス106、キーボード107、共通バス108を含んでいる。

[0019] 中央処理装置(CPU)100は、主として、制御装置1(撮影制御装置)の各構成要素の動作を制御する。主メモリ101は、装置制御プログラムを格納したり、プログラム実行時の作業領域として機能することが可能である。磁気ディスク102は、オペレーティングシステム(OS)、周辺機器のデバイスドライブ、後述する各種の処理を行うための制御プログラム103(以下、単に「プログラム」ともいう。)等を格納する。表示メモリ104は、表示用データを一時的に記憶(格納)することが可能である。モニタ105は、たとえばCRTモニタや液晶モニタであり、表示メモリ104からのデータに基づいて画像を表示する。マウス106及びキーボード107はユーザによるポインティング入力及び文字等の入力を各々行う。上記各構成要素は共通バス108により互いに接続される。

[0020] 図1に示すように、眼底断層像撮影装置(撮影装置)の制御装置1は、広域像撮像装置2及び断層像撮像装置3と、イーサネット等によるローカル・エリア・ネットワーク(LAN)4を介して接続される。なお、これらの機器の接続は、USBやIEEE1394等の外部インタフェースを介して行ってもよい。

[0021] 広域像撮像装置2は、眼部の広域像を撮像する装置であり、例えば眼底カメラや走査型レーザー検眼鏡(SLO)からなる。

[0022] 図5に、広域像撮像装置2が走査型レーザー検眼鏡(SLO)である場合の機能

構成を示す。図5に示すように、広域像撮像装置2は眼部の広域像を撮像するために、走査駆動機構510を介してポリゴンミラー520及びガルバノミラー530の制御を行う。そして、撮影光源500から照射された微弱なレーザー光の反射光が、例えば、CCDなどにより構成される受光素子540で受光されることにより、眼部の広域像が撮像される。なお、SL0の機器構成や駆動機構制御の詳細は、特許文献2に詳しく述べられている。本実施形態では、広域像撮像装置として眼底カメラの画像を利用した例を説明する。眼底カメラを搭載した機器構成や駆動機構制御の詳細は特許文献1に詳しく述べられている。

[0023] 断層像撮像装置3は、眼部の断層像を撮像する装置であり、例えば、タイムドメイン方式の光干渉断層計(OCT)やフーリエドメイン方式の光干渉断層計(FOCT)からなる。図6に、断層像撮像装置3がタイムドメイン方式の光干渉断層計(OCT)である場合の機能構成を示す。断層像撮像装置3において、撮像の内容を指示するパラメータは、眼底断層像撮影装置の制御装置1から入力され、入力されたパラメータを用いて断層像の撮像が実行される。そして、得られた断層像は眼底断層像撮影装置の制御装置1へと出力される。

[0024] ここで、撮像の内容を指示するパラメータとは、断層像の取得部位や位置、断層像の空間的範囲、スキャンライン(A scan)間隔などの詳細度、走査(traversal scan)順や走査方向、走査速度といった走査法を指示するパラメータである。図7は、広域像撮像装置2から得られる眼底像701の例と、断層像撮像装置3から得られる網膜の断層像702の例を示す。701aは、断層像702の位置を示している。図7の例では、断層像702は、複数の網膜の奥行き方向をスキャンするスキャンライン(A scanとも呼ばれる)703で構成される。一枚の断層像を構成するために網膜上でスキャンラインを走行させる。704および704aは、その走行を示す。この走行は、traversal scanまたは、主走行とも呼ぶことがある。さらに、連続的に断層像を撮像するとき、その撮影走行は705または705aで表している。この走行は副走行と呼ぶことがある。

[0025] 断層像撮像装置3は、これらのパラメータに従って参照ミラー駆動機構601及びガルバノミラー駆動機構603を制御し、参照ミラー602及びガルバノミラ

一604を駆動する。そして、低コヒーレンス光源600から照射された光の反射光は、例えば、CCDなどで構成される受光素子605で受光されることにより、眼部の断層像が撮像される。なお、断層像撮像装置3がフーリエドメイン方式の光干渉断層計(OCT)からなる場合、ガルバノミラー604のみが制御される。なお、これらのOCTの機器構成や駆動機構の制御に関する詳細は、特許文献1や特許文献2に詳しく述べられている。

[0026] 次に、図2を用いて、眼底断層像撮影装置の制御装置1の機能構成を説明する。図2は本実施形態における眼底断層像撮影装置の制御装置1の機能ブロック図である。図2に示す通り、眼底断層像撮影装置の制御装置1は、被検眼情報取得部210、広域像取得部220、断層像取得部230、指示取得部 240、データ保存部250、表示部260、断層像取得パラメータ処理部270、を備えて構成される。

[0027] (被検眼情報取得部 2 1 0)

被検眼情報取得部 2 1 0 は、被検眼を同定する情報を外部から取得する。ここで、被検眼を同定する情報とは、例えば、夫々の被検眼に割り当てられた識別番号である。なお、これ以外に、被検眼を同定する情報として、被検者の識別番号と、検査対象が右眼であるか左眼であるかを表す識別子を組み合わせ用いてもよい。さらに、患者の年齢、病歴などの生態的情報を含む。

[0028] 被検眼を同定する情報は、操作者によって入力される。なお、被検眼を同定する情報を断層像撮像装置 3 が保持している場合には、断層像と共にこの情報を断層像撮像装置 3 から取得する構成としてもよい。被検眼情報取得部 2 1 0 は、さらに、被検眼を同定する情報に基づいて、磁気ディスク102が保持している当該被検眼に関する情報を取得する。

[0029] (指示取得部 2 4 0)

指示取得部240は、眼底の断層像を得るための撮影パラメータの設定を受け付ける設定手段として機能し、マウス 1 0 6 やキーボード107などを用いて操作者が入力する処理の指示を取得する。例えば、眼底断層像の撮影位置や、

撮影範囲、などの眼底断層像を得るための撮影パラメータを取得する。または、撮影の開始の指示や、断層像取得パラメータの初期パラメータ、撮影された断層像を保存するか否かの指示や保存場所の指示等を取得する。指示取得部240が取得した指示の内容は、必要に応じて広域像取得部220、断層像取得部230、データ保存部250、表示部260、断層像取得パラメータ処理部270へと送信される。

[0030] (広域像取得部 2 2 0)

広域像取得部220は、指示取得部240が取得した指示に基づいて、広域像撮像装置2に眼部の広域像の撮像と送信を要求し、広域像撮像装置2から送信される眼部の広域像を取得する。広域像取得部220が取得した広域像は、断層像取得パラメータ処理部270、表示部260、及びデータ保存部250へと送信される。

[0031] (断層像取得部 2 3 0)

断層像取得部230は、指示取得部240が取得した指示に基づいて、断層像取得パラメータ設定部272が定めた撮像の内容を指示するパラメータと共に断層像の撮像要求を断層像撮像装置3に送信する。そして、断層像撮像装置3から送信される断層像を取得する。断層像取得部230が取得した断層像は、表示部260、及びデータ保存部250へと送信される。

[0032] (断層像取得パラメータ処理部 2 7 0)

断層像取得パラメータ処理部270は、眼底運動解析部 271と断層像取得パラメータ設定部272によって構成される。断層像取得パラメータ処理部270が定める撮像の内容を指示する撮影パラメータは、断層像の取得部位や位置、断層像の空間的範囲、スキャンライン間隔、走査順、走査速度や走査方向といった走査法を指示するパラメータである。

[0033] 眼底運動解析部 271は、広域像取得部220が取得した広域像を解析し、固視微動に関する情報（ドリフトの方向、ドリフトとトレモアの移動範囲、フリックが起きる間隔や瞬間）の算出を行う。そして、断層像取得パラメータ設定部272、表示部260及びデータ保存部250へと解析結果を送信する。なお、眼

底運動を解析する具体的処理の内容に関しては、後に詳しく説明する。本実施形態では、眼底の広域像の解析により眼底運動情報を得る例を説明するが眼底運動情報を得る方法として限定することではない。例えば、前眼部（角膜や瞳孔、虹彩）を撮影して撮影された画像の解析によって眼底の運動を推定することもよいし、視線入力装置で知られている眼球の運動検出方法によって眼底の運動を推定することも良い。

[0034] 断層像取得パラメータ設定部272は被検眼情報取得部210が取得した被検眼情報や、指示取得部240が取得した指示情報や、眼底運動解析部271から得られる眼底運動情報に基づき、撮像画像に眼底運動（固視微動）の影響を最も少なくする断層像の取得に関するパラメータ（断層像の撮像パラメータ）を設定する。なお、眼底運動解析部 271の結果に基づいて断層像の撮像パラメータを設定する具体的処理の内容に関しては、後に詳しく説明する。

[0035] 断層像取得パラメータ処理部270によって設定された撮像パラメータは、断層像取得部230、表示部260、及びデータ保存部250へと送信される。

[0036] （データ保存部 2 5 0）

データ保存部250は、入力した各種の情報を関連付けて、ある患者のデータとして磁気ディスク102へと保存する。具体的には、被検眼情報取得部210から入力された被検眼情報、広域像取得部220から入力した広域像、断層像取得パラメータ処理部270から入力した断層像の撮像パラメータ、断層像取得部230から入力した断層像を保存する。また、データの保存は不図示の外部サーバに行ってもよく、この場合、データ保存部250はこれらのデータを外部サーバへと送信する。

[0037] （表示部 2 6 0）

表示部260は、広域像取得部220で取得された広域像や断層像取得部230により得られた断層像を、モニタ 1 0 5 に表示する。また、断層像取得パラメータ処理部270が設定した断層像の撮像パラメータを表示する。また、断層像の取得ができなかった場合には、その旨を表す情報を表示する。さらに、走査 (traversal scan) 順や走査方向、走査速度、撮影位置と範囲を確認するために

、眼底の広域像と一緒に提示しても良い。

[0038] 次に、図3を参照して、本実施形態の眼底断層像撮影装置の制御装置1により実行される、具体的な処理の手順を説明する。なお、本実施形態における制御装置1の各部の機能は、各部の機能を実現するプログラムをCPU100が実行し、コンピュータ全体を制御することで実現される。なお、以下の処理を行う前段で、同フローチャートに従ったプログラムコードは、例えば、磁気ディスク102から主メモリ101に既にロードされているものとする。

[0039] (ステップS310の処理)

ステップS310において、指示取得部240は、被験者の眼底に対する撮影の指示情報を取得する。撮影指示として、例えば、広域像取得または断層像取得対象の眼底上の部位や位置の指定や、撮影範囲、などの指示を外部から取得する。この指示は、キーボード107やマウス106を介して、操作者によって入力される。得られた指示は、広域像取得部220、断層像取得パラメータ処理部270、データ保存部250へと送信される。

[0040] (ステップS320の処理)

ステップS320において、広域像取得部220は、広域像撮像装置2に眼部の広域像の撮像と送信を要求し、広域像撮像装置2から送信される眼部の広域像を取得する。そして、取得した広域像を、眼底運動解析部271、表示部260、及びデータ保存部250へと送信する。

[0041] ステップS320では、広域像を取得時のパラメータ（画像の枚数、シャッター速度）などについての詳細設定は、後述に説明する。

[0042] (ステップS330の処理)

ステップS330において、眼底運動解析部271は、ステップS320で取得した広域像に画像処理を施し、眼底運動に関する情報を検出する。本実施形態における眼底運動解析部271は、眼底の運動として、無意識で行われる固視微動の運動量と運動方向を検出する。固視微動の運動量と運動方向を検出するために、ステップS320で取得した広域像のモーションブラー（motion blur または運動ボケ）を解析し、あるいは広域像のoptical flow検出処理によって

検出される。それぞれの具体的処理の内容に関しては、後に詳しく説明する。

[0043] (ステップS340の処理)

ステップS340において、断層像取得パラメータ設定部272は、ステップS330で検出した眼底の運動情報に基づいて、断層像取得のためのtraversal scanの方向と速度を設定する。さらに、ステップ310で取得された指示情報にも基づいて断層像の撮像の内容を指示するパラメータを設定する。例えば、眼底上での断層像の撮影位置や、撮影範囲等のパラメータである。そして、その結果を断層像取得部230、表示部260、及びデータ保存部250へと送信する。断層像の撮影に固視微動の影響を減らすために、固視微動の移動量を元に、断層像の撮影時間を設定し、固視微動の移動方向情報を元に、断層像のtraversal scanの方向を設定する。それぞれの設定の具体的処理の内容に関しては、後に詳しく説明する。

[0044] (ステップS350の処理)

ステップS350において、断層像取得部230は、ステップS340で設定された断層像の撮像パラメータに基づき、断層像撮像装置3から断層像を取得する。すなわち、撮像の内容を指示するパラメータと共に断層像の撮像要求を断層像撮像装置3に送信する。そして、断層像撮像装置3から送信される断層像を取得する。断層像取得部230が取得した断層像は、表示部260、及びデータ保存部250へと送信される。なお、ステップS340で複数の位置に関する撮像が指示された場合には、夫々の撮像パラメータを用いた撮像要求を断層像撮像装置3に送信し、複数回の撮像を実行する。

[0045] (ステップS360の処理)

ステップS360において、表示部260は、ステップS350で得られた断層像を、モニタ105上に表示する。ここで撮像部位の確認等の理由で、広域像と、広域像上における断層像の取得範囲を一緒に提示してもよい。また、断層像の撮像パラメータを合わせて表示してもよい。図8は、その表示例である。この例では、左側に広域像801と断層像の取得範囲801a、右上に取得された断層

像802が表示されている。801aは、traversal scanの方向と、複数の断層像の撮影位置間隔も示している

(ステップS370の処理)

ステップS370において、データ保存部250は、以上のステップで入力した各種の情報を関連付けて、ある患者のデータとして磁気ディスク102へと保存する。具体的には、ステップS310で取得された撮影の指示情報、ステップS320で得た広域像、ステップS330で得た眼底運動解析の結果、ステップS340で得た断層像の撮像パラメータ、ステップS3350で得た断層像とを保存する。もちろん、保存するデータはこれらの全てでなくてもよい。

[0046] なお、データの保存は不図示の外部サーバに行ってもよく、この場合、データ保存部250はこれらのデータを外部サーバへと送信する。

[0047] (眼底運動解析処理)

次に、図9を参照して、ステップS330で実行される眼底運動解析処理の手順を説明する。本実施形態では、撮影時に被写体が動くと撮像画像にブレやボケ(モーションブラー)が現れる性質を利用して、眼底の運動を推定する。そのために、シャッター速度の異なる2つの広域像の利用して、眼底の運動量と方向を推定する。

[0048] 本実施形態では、眼底の運動により現れる広域像Bでのボケ(モーションブラー)の画像生成モデルには、Point Spread Function (PSF:点広がり関数)を用いて、PSFのパラメータを推定することで、運動ブレ量と方向を推定する。

[0049] モーションブラーのある画像 $g(x, y)$ は、ボケのない画像 $f(x, y)$ とPSF $p(x, y)$ の畳み込み積分としてモデル化する。

[0050] $g(x, y) = f(x, y) * p(x, y)$

眼底の運動は、すでに説明したように、一方向の運動だけでなく、方向性のある運動(ドリフト、フリック)の他に方向性のない運動(トレモア)があるので、広域像Bに現れるボケは、複数方向で表わすことができる(図12を参照)。

[0051] 本実施形態では、次の式でモーションブラーのPSFを近似する（図14を参照）。図14は、モーションブラーをモデル化するためのPoint Spread Functionのパラメータを説明するための図である。

[0052] [数1]

$$p(x, y; r, l, \theta) = \begin{cases} \frac{1}{\pi(l^2 + r^2)}; \left(\frac{x'}{l}\right)^2 + \left(\frac{y'}{r}\right)^2 \leq 1, \\ 0; \text{otherwise} \end{cases}$$

ただし

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

[0053] ここで、 x と y とは注目画素からの位置、 r はモーションブラーの移動量の少ない方向での大きさ； l と θ とはモーションブラーの移動量の多い方向の大きさと方向を示す。本実施形態では、 r 、 l 、 θ をPSFのパラメータとする。

[0054] ここでは、PSFの r 、 l 、 θ を推定するために、モーションブラーのない画像とある画像を得る。モーションブラーのない画像からモーションブラー画像をいろいろな r 、 l 、 θ パラメータで生成する。生成されたモーションブラー画像から、撮影されたモーションブラー画像の一番類似する画像を探索し、類似する生成された画像のPSFパラメータを、撮影されたモーションブラー画像のPSFパラメータとする。

[0055] (ステップS910の処理)

ステップS910において、広域像取得部220を経由して広域像撮像装置2から、シャッター速度の速い眼底像を取得する。固視微動の運動量の大きいフリックとドリフトによるブレを避けるためにシャッター速度を、例えば、秒にする。先に述べたようにトレモアは30Hzから100Hzの周波数で動くので、このシャッター速度だとトレモアからの影響を避けるために十分ではない。しかしながら、トレモア自体の運動量はフリックとドリフトと比べると小さいので、本実施形態ではトレモアを無視するが、トレモアの影響を避けられる更に早いシャッター速度でも良い。シャッター速度をフリックとドリフトを

避けられる速度であれば今回説明に用いる秒と異なってもよく、本実施形態を限定するものではない。図10の1010は、シャッター速度の速い広域像の例を示す。早いシャッター速度で撮影された広域像を、以下、「広域像A」と呼ぶ。

[0056] (ステップS920の処理)

ステップS920において、広域像取得部220を経由して広域像撮像装置2から、シャッター速度の遅い眼底像を得る。固視微動の運動量を広域像にブレとして撮るために、シャッター速度を例えば、秒とする。固視微動の動きで、眼底は1秒間に0.1~0.5 mmの動き幅で動くこともある。眼底の15mm x 15mmの領域を、1024x1024 pixelsの画像で撮影した場合に、秒のシャッター速度で、眼底は画像上で7~35 pixels 動くことになるので、その幅のボケが生じる。もちろん、広域像の画像サイズ、撮影領域、シャッター速度を上述の例に限定するものではなく、撮像された画像に眼底の動きをボケとして現れるなら、本実施形態と異なった値でも良い。図10の1020は、シャッター速度の遅い広域像の例を示す。遅いシャッター速度で撮影された広域像を、以下、「広域像B」と呼ぶ。

[0057] (ステップS930の処理)

ステップS930において、先に説明したように、モーションブラーのない（または少ない）広域像Aを $f(x, y)$ にして、いろいろな r 、 l 、 θ パラメータの $PSF_p(x, y)$ で畳み込み処理を行なう。そして、それぞれの r 、 l 、 θ パラメータのモーションブラーのある画像 ($g(x, y)$) を生成する。

[0058]
$$g(x, y) = f(x, y) * p(x, y)$$

この際に、パラメータ θ は傾きが重要で、向き情報を利用しないので、 $\pi > \theta > 0$ の範囲で画像を生成すればよい。

[0059] さらに、 $m_{\max} \geq l \geq r \geq m_{\min}$ の範囲で画像を生成すればよい。 $m_{\max}$ と $m_{\min}$ は、指示取得部240から得られても良いし、事前にデータ保存部250に保存されている値でもよい。

[0060] もちろん、広域像A全体に畳み込み処理を行う必要がなく、注目領域になる広域像Aの一部の領域、例えば、指示取得部240が取得する操作者の指示や、断層像対象になる領域を対象としてもよい。

[0061] (ステップS940の処理)

ステップS940において、広域像Aから生成されたいろいろな r 、 l 、 θ パラメータのPSFの画像と、広域像Bの画像を比較し、広域像Bと最も類似する画像を検索する。

[0062] 本実施形態では、類似度を測るために、SSD (sum of square differences) を用いて説明する。

[0063] [数2]

$$SSD = \frac{1}{N} \sum (A(x) - B(x))^2$$

[0064] 再生されたモーションブラー注目領域像を、撮影された広域像Bの中で一番類似 (SSDが最小になる位置 x) しているところを検索する。

[0065] 生成された r 、 l 、 θ パラメータのPSFの画像と比較しながら、それぞれの画像の最小になったSSDから、また最小になるSSDを検索し、その時の生成されたモーションブラーの画像のパラメータ r 、 l 、 θ を、モーションブラーのパラメータとする。

[0066] 本実施形態では、説明のために固定の広域像撮影時間を例としているが、被検眼情報取得部210から得られる被検眼情報によって変更することも可能である。例えば、患者は、歳とともに、眼底の運動量は大きくなることが知られている。さらに、解析をより精度よくするために、複数の撮影時間で広域像を撮影して、解析を行なうことも可能である。

[0067] 上述の実施形態では、いろいろなパラメータの持つPSFを用いて眼底の運動量と運動方向とを推定する方法を説明したが、本実施形態ではこの方法に限定されるものではない。

[0068] たとえば、式 $g(x, y) = f(x, y) * p(x, y)$ のFourier変換を行うと、次の式が得られる $G(u, v) = F(u, v) P(U, V)$ 。 G (

u 、 v)は広域像BのFourier変換、 $F(u, v)$ は広域像BのFourier変換、 $p(x, y)$ はPSFのFourier変換である。 $P(U, V)$ は $G(u, v)$ と $F(u, v)$ から得られて、さらに、 $P(U, V)$ から $p(x, y)$ を得ることができるので、パラメータ r 、 l 、 θ が得られる。そのほかにも、Point Spread Function (点広がり関数)を用いたモーションブラーの推定方法が非特許文献1や非特許文献2で詳細に紹介されている。

[0069] さらに、一枚の広域像からモーションブラーのパラメータを推定できる方法として、画像のFourier空間を解析してモーションブラーの動き量と方向を推定する方法は、非特許文献3で紹介されている。

[0070] 以上によって、ステップS330の処理が実行される。

[0071] (断層像取得パラメータ設定処理)

次に、図11を参照して、ステップS340で実行される断層像取得パラメータ設定処理の手順を説明する。

[0072] ステップS340では、ステップS330で得られた眼底の運動の推定結果に基づいて、断層像の撮影時間と断層像撮影のtransversal scanの方向を設定する。

[0073] (ステップS1110について)

ステップS1110において、ステップS340で得られた眼底運動の運動量推定の結果に基づいて断層像の撮影時間を決めて、さらにtransversal scanの速度や撮影範囲を設定する。運動量が大きい場合は、断層像の撮影への影響を減らすために、断層像の撮影をより短い時間で行なわなければならない。逆に、運動量が小さい場合は、断層像の撮影への影響は少ないと見込んで、断層像の撮影をより長い時間で行なうことができる。

[0074] 説明のため、断層像撮像装置3のAscan取得能力速度は40000 A Scan/秒とする。眼底表面(網膜)上、6 x 4 mm四方の領域を128枚の512 pixel幅の断層像で撮るには、撮影時間 = $(512 * 128) / 40000 = 1.64$ 秒がかかる。さらに、transversal scan方向での1 pixelあたりのサイズは11.72 μ mになる。この場合は、Transversal scanの速度は、静止した

眼底表面に対して秒速 4 6 8 mm である。

[0075] さらに、この例では連続的に撮像されている断層像は、静止した眼底であれば、断層像と断層像の間隔は $31.5 \mu\text{m}$ である。ただし、その間隔は眼底の運動の影響を受けるので、間隔がずれたりする。1つの断層像を撮り始めてから次の断層像を撮り始めるためにかかる時間は（最低に）12.8 ms であるので、ステップ S 330 で眼底が秒に $250 \mu\text{m}$ を動くとして推定結果が出れば、断層像と断層像の相対位置ずれは $6.4 \mu\text{m}$ にもなる。そうすると、期待していた間隔と約 20% の誤差が生じる。

[0076] この誤差を減らすために撮影時間を減らせばよい。ここで、同じ撮影領域の撮影時間を半分に（撮影時間=0.82秒）、transversal scanの速度を上げることにする。そして、Transversal scanは倍の速度（秒速936mm）になって、撮影領域を、128枚の256pixel幅の断層像で撮ることができる。断層像間の時間間隔は6.4msになり、同じ眼底の運動量では、断層像間の相対位置ずれは $3.2 \mu\text{m}$ になる。ただし、transversal scan 方向での 1 pixel あたりのサイズは $23.44 \mu\text{m}$ になる。

[0077] 撮影時間を計算するための誤差は、指示取得部240から得られても良いし、すでに決められてデータ保存部250で保存されているパラメータでもよい。説明を簡単にするため、本実施形態では、撮影時間を半分にすると説明をしたが、断層像の撮影領域、断層像の枚数、眼底の動き量、指示された誤差から撮影時間を以下のように簡単に行うことができる。

[0078] [数3]

$$t = E \left(\frac{m}{(s-1)v} \right)$$

ただし、 t は撮影時間

E は誤差、 $\frac{m}{(s-1)}$ は断層像間の距離

v は推定された眼底の動き速度

[0079] 以上の方法では、撮影領域を変えないで、transversal scanの速度を変える（つまり、サンプリング密度（サンプリング周期）を減らす）例を説明し

たが、サンプリング密度（サンプリング周期）を減らさないで撮影領域を減らすことも考えられる。上述の例と同じように、誤差を半分にするために、同じtransversal scan速度で、撮影領域を半分（3 x 2 mm四方）にすることも良い。この場合は、断層像の領域を優先するか、サンプリング密度（サンプリング周期）を優先するかは、指示取得部240から得られる、検査の目的（検診や、精密検査など）、または、直接操作者がしてもよい。例えば、検診の場合は、広い範囲での検査が望ましいので、領域を優先して、サンプリング密度（サンプリング周期）を低くすることも可能である。

[0080] （ステップS1120の処理）

ステップS1120において、ステップS340で得られた眼底運動の運動方向によってtransversal scanの方向を決めることができる。図12は、眼底の運動方向とtransversal scanの方向の関係を示す図である。図12において、1201は、早いシャッター速度で撮影した広域像Aの例を示す。図12において、1202は、遅いシャッターで撮影した広域像Bの例を示す。固視微動の影響で輪郭はボケているが、どの方向でもボケ具合が同じく、方向性は見られない。図12において、1203での広域像Bの例は、水平方向でのボケを強く表している。図12の1204では、広域像Bには45度に傾いた方向のボケが強く表れている。

[0081] 連続的に複数枚の断層像を撮影する時に、断層像間での相対位置ずれをできるだけ抑えたいので、断層像を撮影する主走行を眼底運動の運動方向と同じにする。図12の1206は、図12の1203の運動に対してのtransversal scanの方向を示す。図12の1207は、図12の1204の運動に対してのtransversal scan方向を示している。

[0082] そうすることで、図12の1205が表すように、断層像間の開始位置のズレは大きくなるが、断層像間の相対位置ズレの影響を抑えることができる。ただし、相互情報量法や相互相関係数などによって断層像間での開始位置のズレを補正する断層像間での位置あわせを行えば良い。以上によって、ステップS340の処理が実行される

以上説明したように、本実施形態に拠れば、眼底の広域像の画像ブレ量と方向の解析結果を用いて断層撮影のtransversal scanの方向と速度や、撮影領域を決めることで、眼底の運動の影響の少ない断層像が得ることができる。

[0083] (第2実施形態)

第1実施形態では、眼底運動解析部271でのステップS330の処理を広域像Bの画像ボケ（モーションブラー）に基づいて解析を行ったが、本発明の趣旨は、その例に限定されるものではない。第2実施形態では、広域像のoptical flowに基づいての眼底運動解析を行う。眼底運動解析部271での処理手順を以下に説明する。

[0084] 指示取得部240から、断層像の撮影対象になる眼底の領域情報を取得する。

[0085] 広域像取得部220から、撮影対象領域の時間間隔をあけた連続的な複数の広域像を得る。この場合は、撮影のシャッター速度を早く設定する（例：秒）。撮影時間間隔は30枚／秒にする。本実施形態では、以前に説明したように広域像撮像装置2として、走査型レーザー検眼鏡（SL0）を利用しても良い。

[0086] ステップ330では、広域像間でのoptical flowを計算する。そのために、広域像に注目領域を決めて（例えば128 x 128pixels）、パターンマッチング法などで、隣接するフレームに同じパターンを探す。パターンマッチング法には、sum of squares difference (SSD)を利用するのも良い。

[0087] [数4]

$$SSD = \frac{1}{N} \sum (A(x) - B(x))^2$$

ただし、 A と B は、時間的に隣接する断層像の注目領域
 x は、注目領域内でのpixelの位置
 N は、注目領域内の総pixel数

[0088] そして、パターンになる注目領域を、隣接する断層像に対して、SSDが最小になる位置を探索する。その対応する注目領域の移動量と移動方向が、眼底運動の運動量と運動方向に相当する。そして、探索した結果、注目領域が隣の画像に対して x と y ピクセル間動いたとすれば、眼底運動の量 l と方向 θ

は以下のように計算することができる。

[0089] [数5]

$$l = \sqrt{x^2 + y^2}$$
$$\theta = \arctg\left(\frac{y}{x}\right)$$

[0090] 画像間でのmotion flow（動きベクトル）検出について、特許文献5（特開平07-107368号公報）にも詳細に説明されている。

[0091] 以上説明したように、本実施形態に拠れば、シャッター速度の速い広域像撮像装置2からの連続画像があると、広域像のmotion flow解析をすることで、眼底運動情報を取得することができる。

[0092] （第3実施形態）

上述の実施形態では、眼底の運動解析により、断層像の撮影のtransversal scanの方向、速度、または撮影領域の設定を行った。本実施形態では、眼底の運動解析によって、より良い断層像の撮影開始時間の設定について説明をする。

[0093] 先に説明したように、固視微動は3つの運動（トレモア、ドリフト、フリック）で構成されている。

[0094] トレモア：運動量は少なく、動きは早く、常に起こる。

[0095] ドリフト：運動量は大きく、動きはゆっくりで、常に起こる。

[0096] フリック：運動量は大きく、動きは早く、時間間隔あけて起きる。

[0097] トレモアの運動量（運動量の変化）は少ないので、断層像の撮影への影響は比較的に少ない。ドリフトは、断層像の撮影への影響は大きい、transversal scanの速度と方向を設定することによって、その影響を減らすことができる。フリックは、ドリフトの運動量（運動量の変化）をキャンセルするために起きるとすると、同じように、transversal scanの速度と方向を設定することによって、その影響を減らすことができる。本実施形態では、フリックの影響をさらに減らす断層像の撮影パラメータ設定について述べる。フリックは、眼底運動を計測する計測時間内において、ある時間間隔でおきる眼

底運動である。ここでは、まずフリックが起こる時間間隔の傾向を検出して、フリックを検出したら断層像撮影を開始し、次のフリックを起こる前に断層像撮影を終了する撮影パラメータの設定にする。

[0098] フリックを検出するために、眼底運動解析部 271は、広域像取得部220が取得した広域像を解析し、フリックが起きる間隔や瞬間の算出を行う。

[0099] そのために、先に説明したように時間的に連続的に撮影された広域像から眼底の運動を検出する。そして、隣接する眼底の広域像のmotion flowが瞬間的に（平均的より）大きく起きたときにこれをフリックとする。時間を計測しながら複数フリックを検出して、フリックのおきる平均的な時間間隔を算出する。

[0100] 時間間隔の傾向を検出できたら、次にフリックが起こった時点で断層像の撮影開始命令を、断層像取得部230を介して断層像撮像装置に送り、さらに、撮影時間は、フリックのおきる平均的な撮影間隔にする。

[0101] 本実施形態では、撮影時間には平均的な時間間隔を用いたがこの設定基準に限定することではなく、最小の時間間隔や、時間間隔分布での基準で設定しても良いし、指示取得部240が取得する操作者からの指示など、その他の基準で時間間隔を設定してもよい。

[0102] 被検眼のフリックを起こる時間的な確率分布を得られると、例えば、図 15に示すように、25%の確率でフリックが起きないT 25に当たる時間にしてても良い。さらに、フリックのほか、広域像に被検眼のまぶたが写ったときに被検眼の瞬きをしたとすることで、同じように、断層像の撮影に瞬きの影響を減らすこともできる。

[0103] 以上説明したように本実施形態に拠れば、連続的に撮影された広域像の解析によってフリックや瞬き情報を検出することによって、断層像へのフリックや瞬きの影響を減らすことが可能になる。

[0104] （第4実施形態）

上述の実施形態では、眼底の運動を解析して、断層像のパラメータの設定を行った。しかし、眼底の運動によって、断層像のパラメータを適切に設定

するのは困難な場合がある。本実施形態では、断層像パラメータの条件を満たさない場合は、報知する、つまり警告を出す構成を説明する。

[0105] 図13を参照して、本実施形態の眼底断層像撮影装置の制御装置1により実行される、具体的な処理の手順を説明する。尚、既に説明した図3の処理手順と共通になるステップの説明は省略する。

[0106] (ステップS1310の処理)

ステップS1310において、ステップS340 で設定された断層像取得パラメータを確認して、条件を満たす有効なパラメータであるかを判定する。条件としては、ステップS310で得られた撮影指示を用いることが可能である。撮影指示には撮影範囲が含まれる。

[0107] ステップS340 で設定された断層像取得パラメータを確認して (S1310)、有効なパラメータであると判定した場合は、処理はステップS350へ進められ、断層像が取得される。

[0108] 一方、その撮影範囲が、例えば、半分か、または3/4になったら、有効なパラメータでないとして、処理はステップS1320に進められる。ステップS1320では、ステップS340 で設定された断層像取得パラメータは有効なパラメータではないことを示す警告を表示部260に表示させる。警告は、表示部260のモニタ105で警告を表示する他、例えば、警告ランプを点灯したり、ブザーを鳴らすことも可能である。判断基準として、撮影範囲が半分となる場合や撮影範囲が3/4となるパラメータの設定に限らず、その他の条件があっても良い。尚、警告を出すその他の条件の例として、眼底の運動が大きすぎて、撮影時間を極端に短くしないといけませんが、そうすると、サンプリング数が少なすぎて、有効な断層像にならない。

[0109] そして、ステップS1330において、撮影指示者に撮影を継続するかどうかの確認を求める。

[0110] ステップS1330では、撮影指示者からの入力に基づき、撮影を継続するかどうかを判定する。撮影を継続する場合、処理はステップS350へ進められ、断層像の取得が行われる。撮影の継続を行わない場合は、処理はステップ370へ

処理が進められ、必要な情報を保存し、全体の処理を終了する。

[0111] 以上説明したように、本実施形態に拠れば、有効な断層像取得パラメータが得られない場合に警告を出力し、撮影指示者の判断を求め、撮影を継続しない場合には、無効な断層像の取得を避けられることが可能になる。

[0112] (その他の実施例)

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

[0113] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0114] 本願は、2008年10月21日提出の日本国特許出願特願2008-271439を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 被検眼者の眼底の断層像を撮影する撮影手段を制御する撮影制御装置であって、
- 前記被検眼者の眼底運動の方向を示す情報を取得する取得手段と、
- 前記取得手段により取得された前記情報に基づき、前記眼底運動の方向を解析する解析手段と、
- 前記解析手段の解析結果に基づく前記眼底運動の方向に、前記撮影手段が撮影する方向を合わせるように、前記撮影手段を制御する制御手段と、
- を備えることを特徴とする撮影制御装置。
- [請求項2] 前記制御手段は、前記眼底運動の方向に前記撮影手段が撮影する方向を合わせるために、前記撮影手段の撮影範囲、前記撮影範囲において前記撮影手段を走査させる走査速度、前記撮影手段による撮影のサンプリング周期、前記撮影手段が撮影を開始する撮影位置のうち少なくともいずれか一つを制御することを特徴とする請求項1に記載の撮影制御装置。
- [請求項3] 前記取得手段は、前記眼底運動の計測を行う計測時間内において、前記眼底運動の運動量の変化を示す情報を更に取得し、
- 前記運動量の変化を示す情報の取得に対応して、前記制御手段は前記撮影手段が撮影を開始するように制御することを特徴とする請求項1に記載の撮影制御装置。
- [請求項4] 眼底の断層像を得るための撮影パラメータの設定を受け付ける設定手段を更に備え、
- 前記取得手段は、前記設定手段により受け付けられた前記撮影パラメータに基づいて、前記眼底運動の方向を示す情報を取得することを特徴とする請求項1に記載の撮影制御装置。
- [請求項5] 眼底の断層像を撮影することができないことを報知するための警告を出力する警告手段を更に備え、

前記解析手段は、前記撮影パラメータにより前記眼底の断層像を撮影することが可能であるか否かを、前記眼底運動の方向の解析結果に基づいて判定し、

前記解析手段が、前記撮影パラメータでは前記眼底の断層像を撮影することができないと判定した場合、前記警告手段は、前記警告を出力することを特徴とする請求項 4 に記載の撮影制御装置。

[請求項6] 前記被検眼者の眼底の広域像を取得する広域像取得手段を更に備え、

前記取得手段は、前記眼底の広域像の画像処理に基づいて、眼底運動の方向を示す情報を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の撮影制御装置。

[請求項7] 被検眼者の眼底の断層像を撮影する撮影手段を制御する撮影制御装置における撮影制御方法であって、

前記被検眼者の眼底運動の方向を示す情報を取得する取得工程と、
前記取得工程で取得された前記情報に基づき、前記眼底運動の方向を解析する解析工程と、

前記解析工程の解析結果に基づく前記眼底運動の方向に、前記撮影手段が撮影する方向を合わせるように、前記撮影手段を制御する制御工程と、

を有することを特徴とする撮影制御方法。

[請求項8] 前記制御工程では、前記眼底運動の方向に前記撮影手段が撮影する方向を合わせるために、前記撮影手段の撮影範囲、前記撮影範囲において前記撮影手段を走査させる走査速度、前記撮影手段による撮影のサンプリング周期、前記撮影手段が撮影を開始する撮影位置のうち少なくともいずれか一つを制御することを特徴とする請求項 7 に記載の撮影制御方法。

[請求項9] 前記取得工程では、前記眼底運動の計測を行う計測時間内において、前記眼底運動の運動量の変化を示す情報を更に取得し、

前記運動量の変化を示す情報の取得に対応して、前記制御工程では前記撮影手段が撮影を開始するように制御することを特徴とする請求項 7 に記載の撮影制御方法。

[請求項10] 眼底の断層像を得るための撮影パラメータの設定を受け付ける設定工程を更に有し、

前記取得工程では、前記設定工程により受け付けられた前記撮影パラメータに基づいて、前記眼底運動の方向を示す情報を取得することを特徴とする請求項 7 に記載の撮影制御方法。

[請求項11] 眼底の断層像を撮影することができないことを報知するための警告を出力する警告工程を更に有し、

前記解析工程では、前記撮影パラメータにより前記眼底の断層像を撮影することが可能であるか否かを、前記眼底運動の方向の解析結果に基づいて判定し、

前記解析工程で、前記撮影パラメータでは前記眼底の断層像を撮影することができないと判定された場合、前記警告工程では、前記警告を出力することを特徴とする請求項 10 に記載の撮影制御方法。

[請求項12] 前記被検眼者の眼底の広域像を取得する広域像取得工程を更に有し、

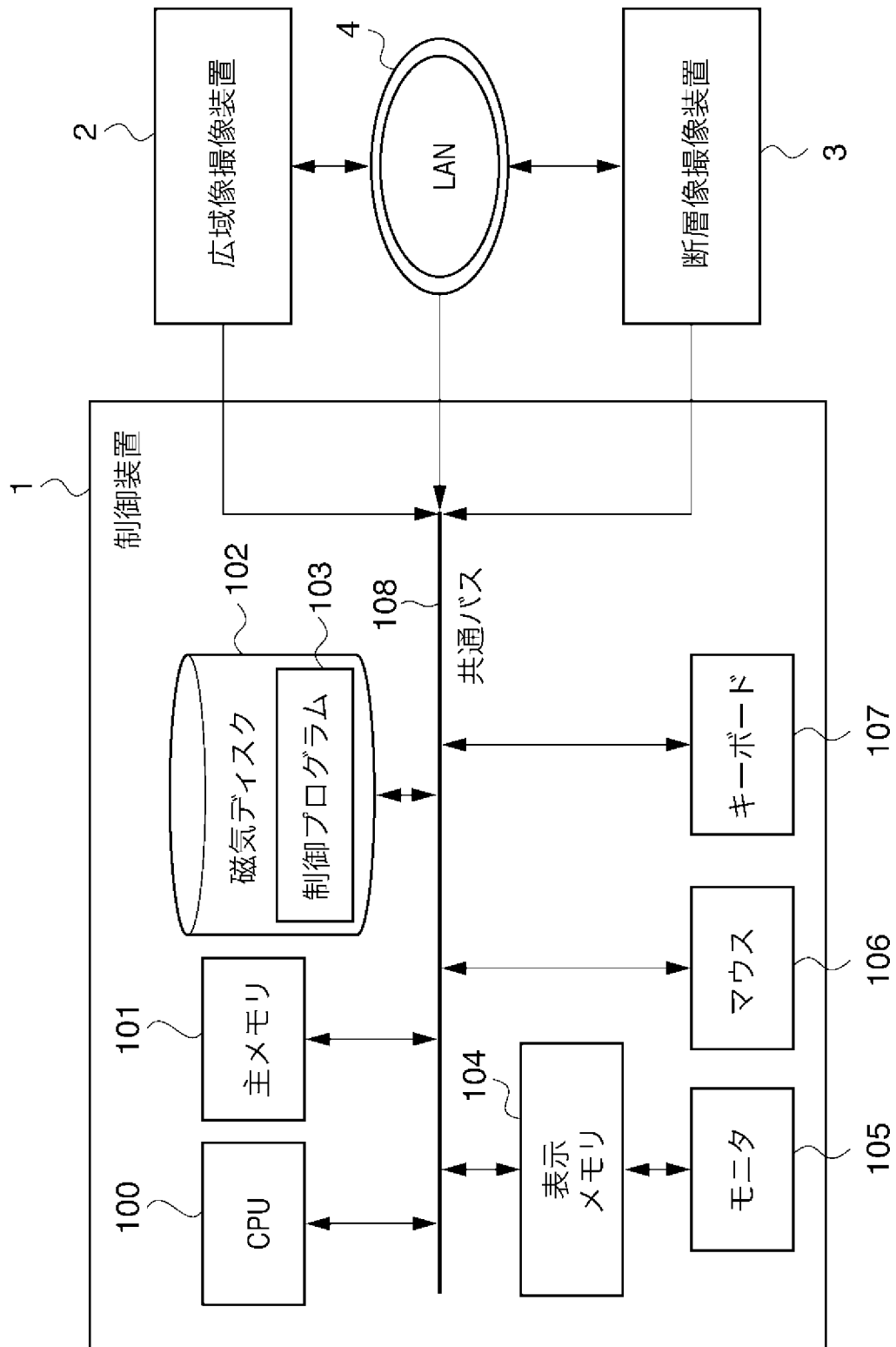
前記取得工程では、前記眼底の広域像の画像処理に基づいて、眼底運動の方向を示す情報を取得することを特徴とする請求項 7 に記載の撮影制御方法。

[請求項13] 請求項 7 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の撮影制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

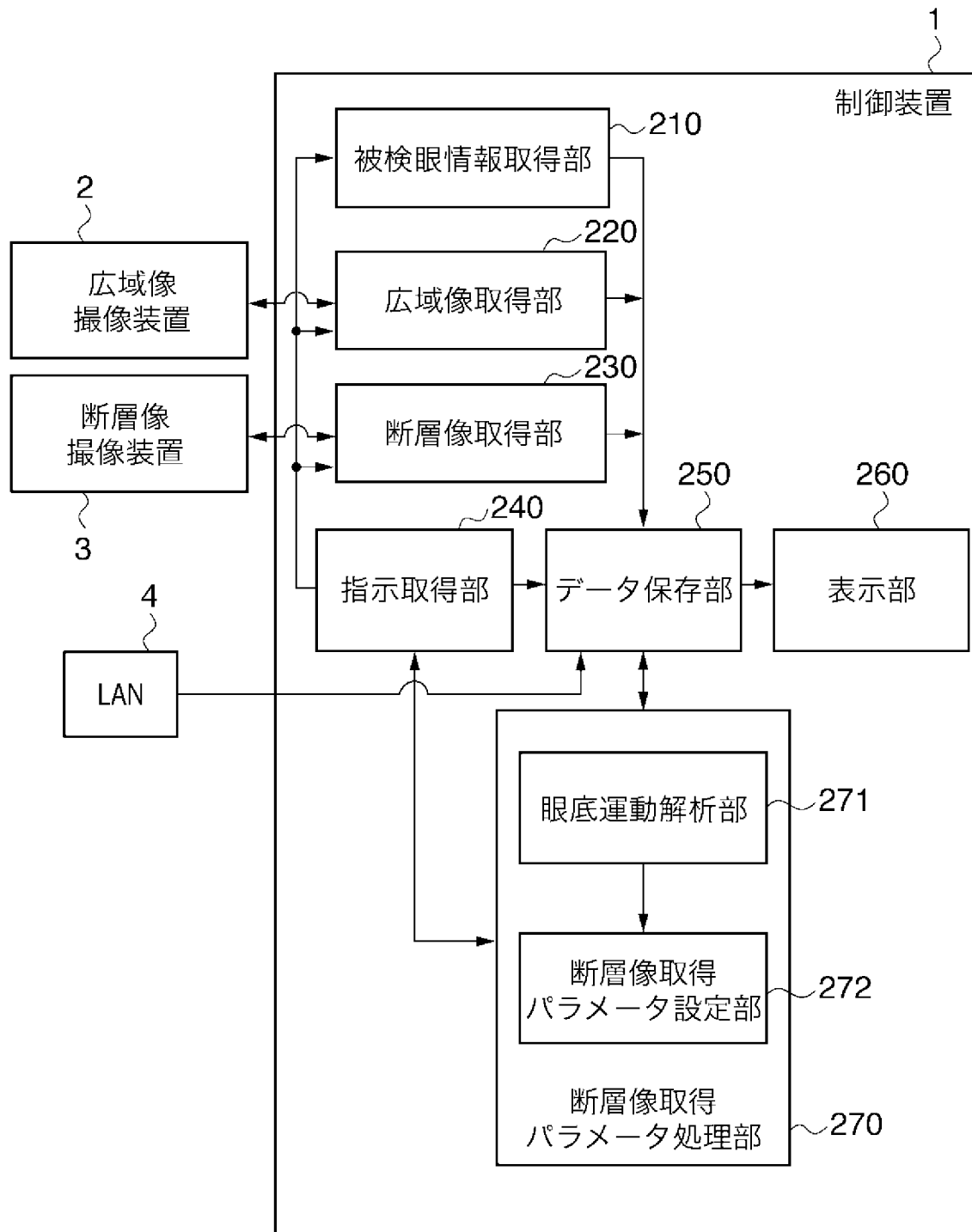
[請求項14] 請求項 13 に記載のプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ可読の記憶媒体。

[請求項15] 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮影制御装置を有することを特徴とする撮影装置。

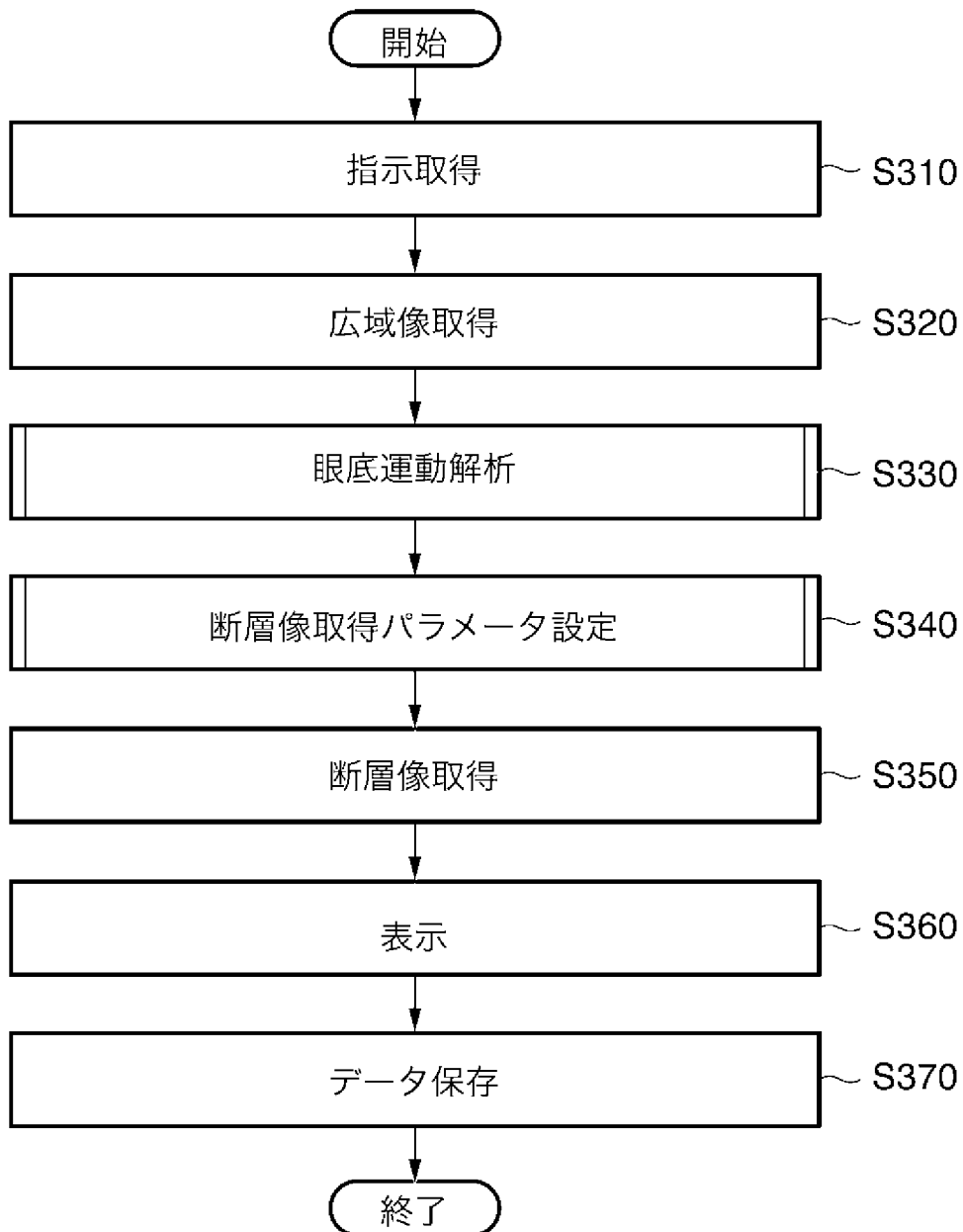
[図1]



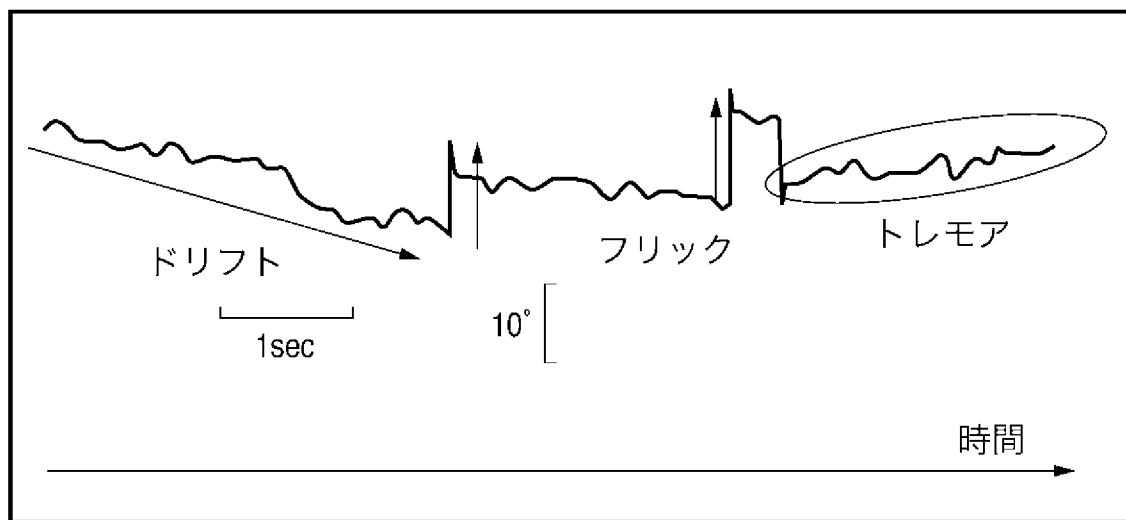
[図2]



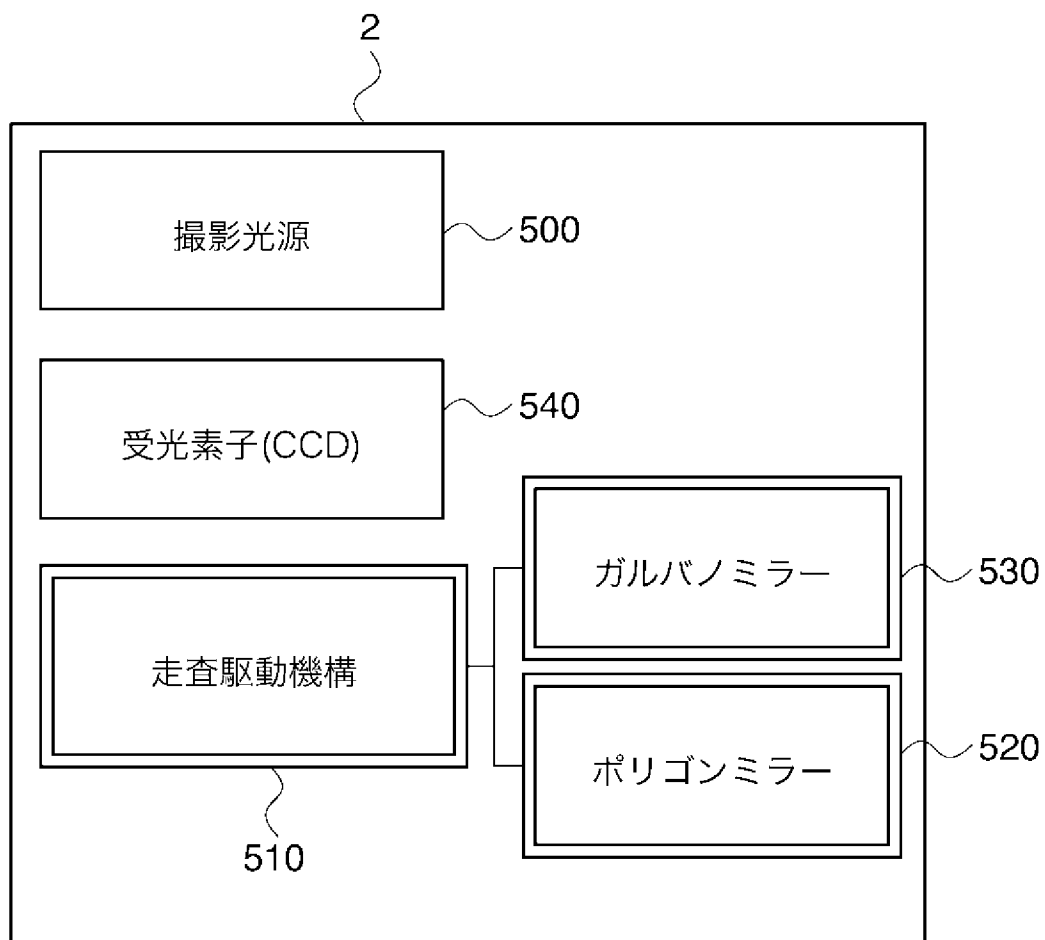
[図3]



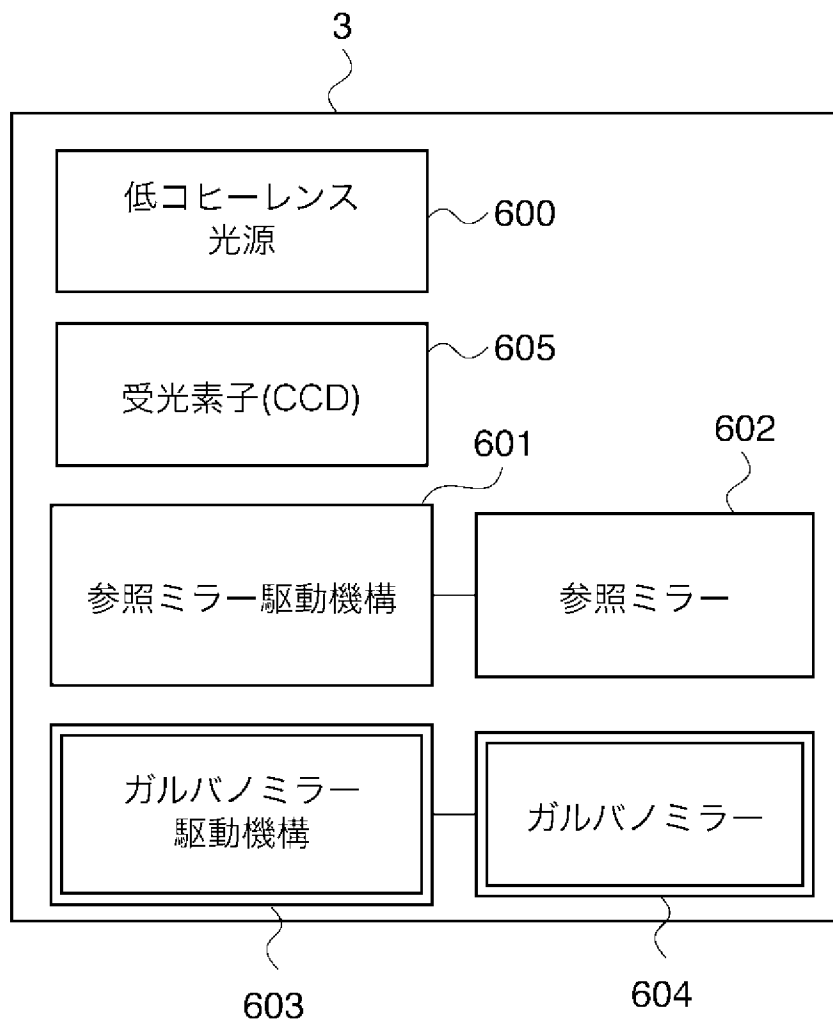
[図4]



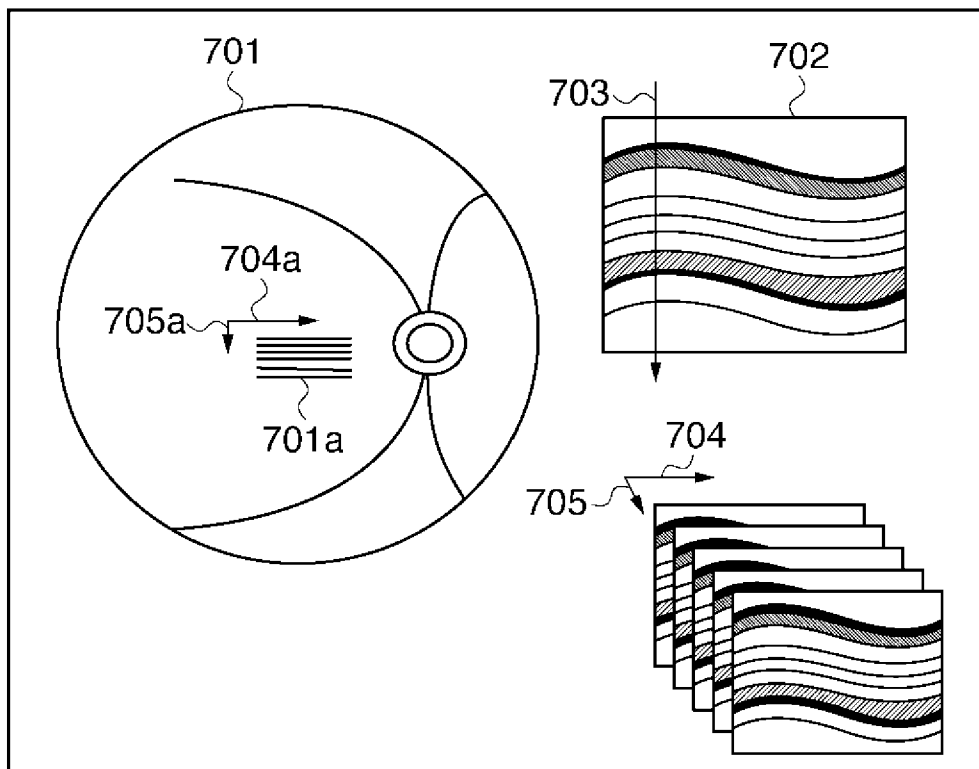
[図5]



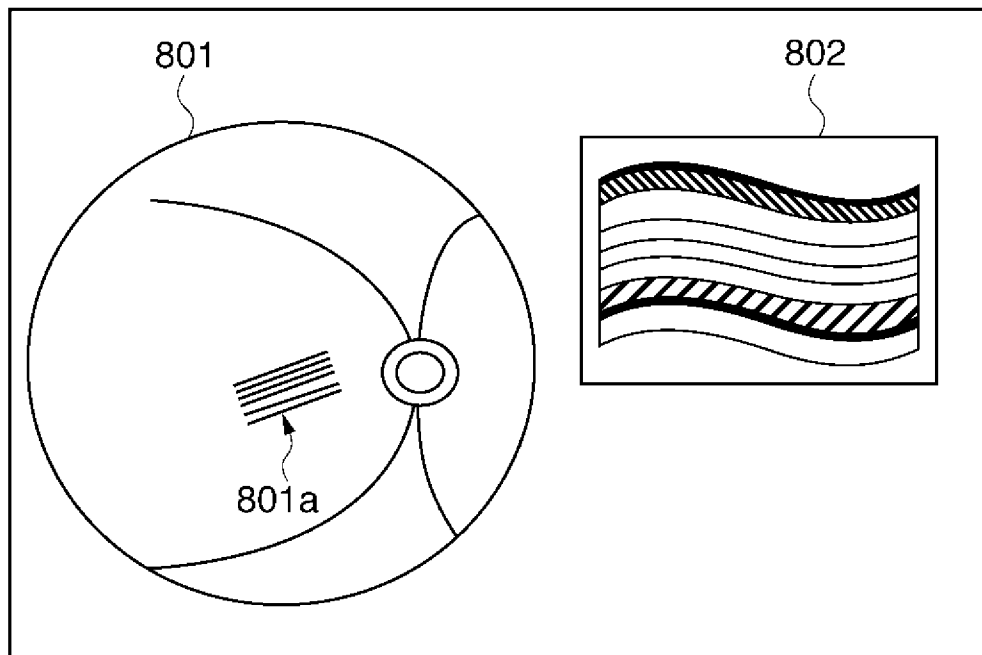
[図6]



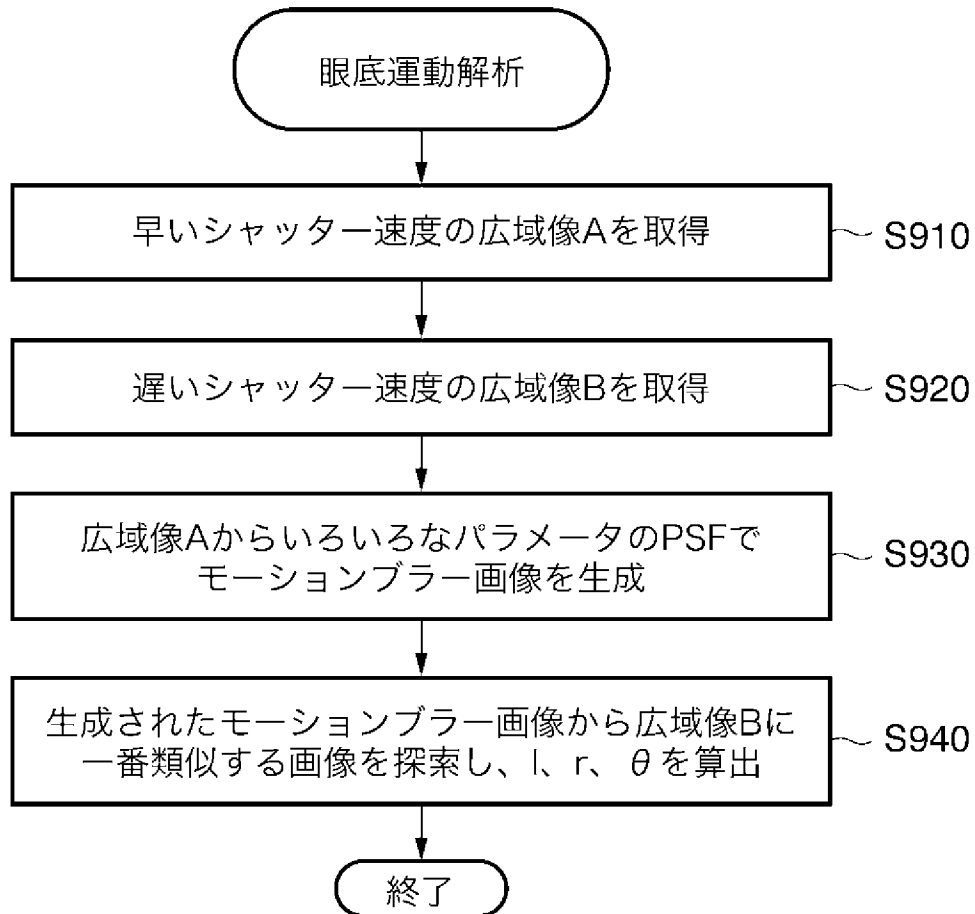
[図7]



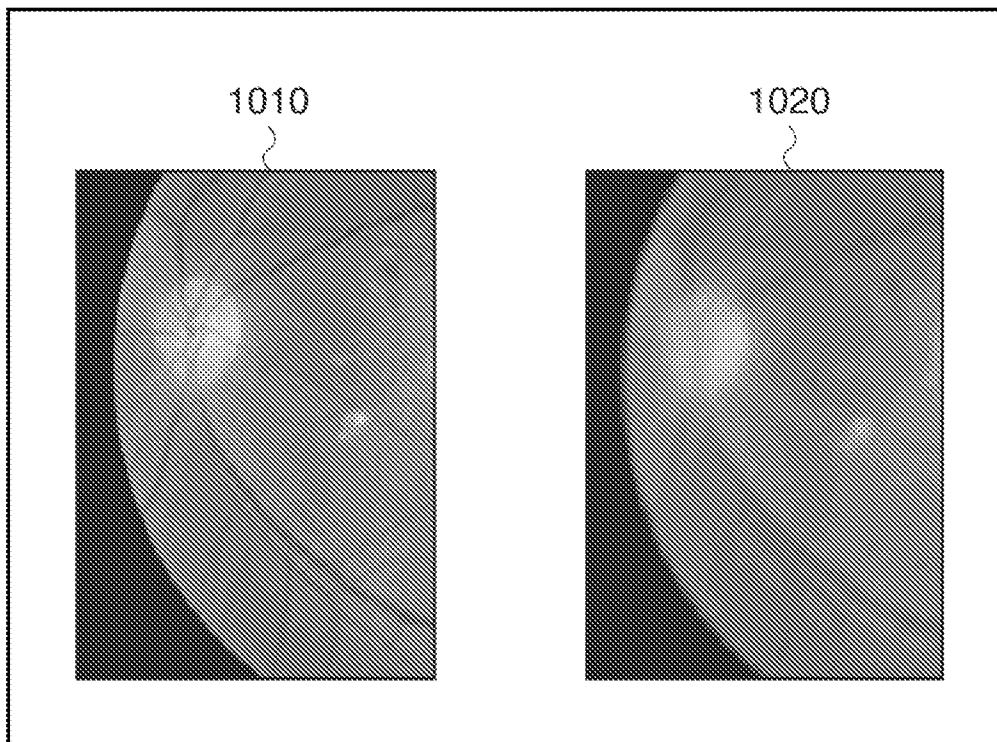
[図8]



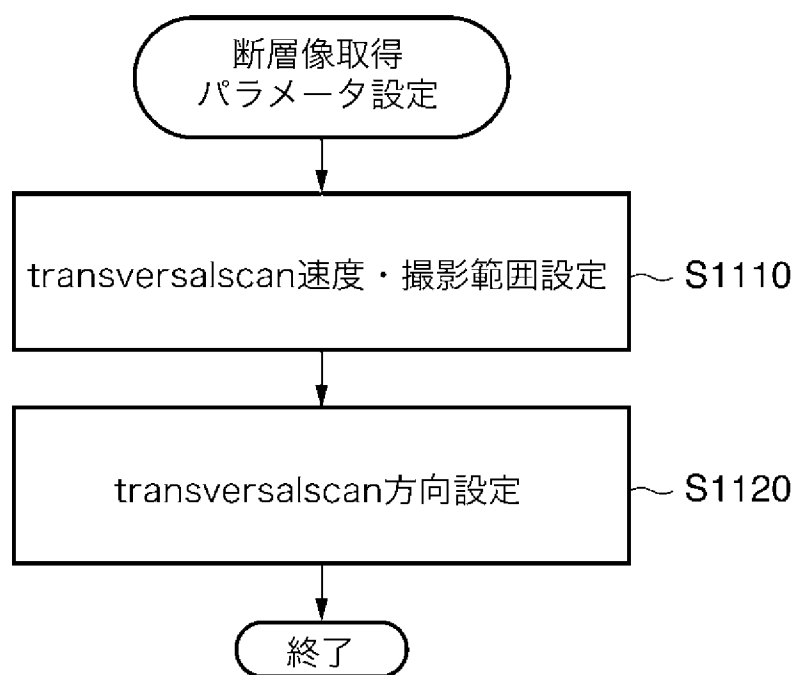
[図9]



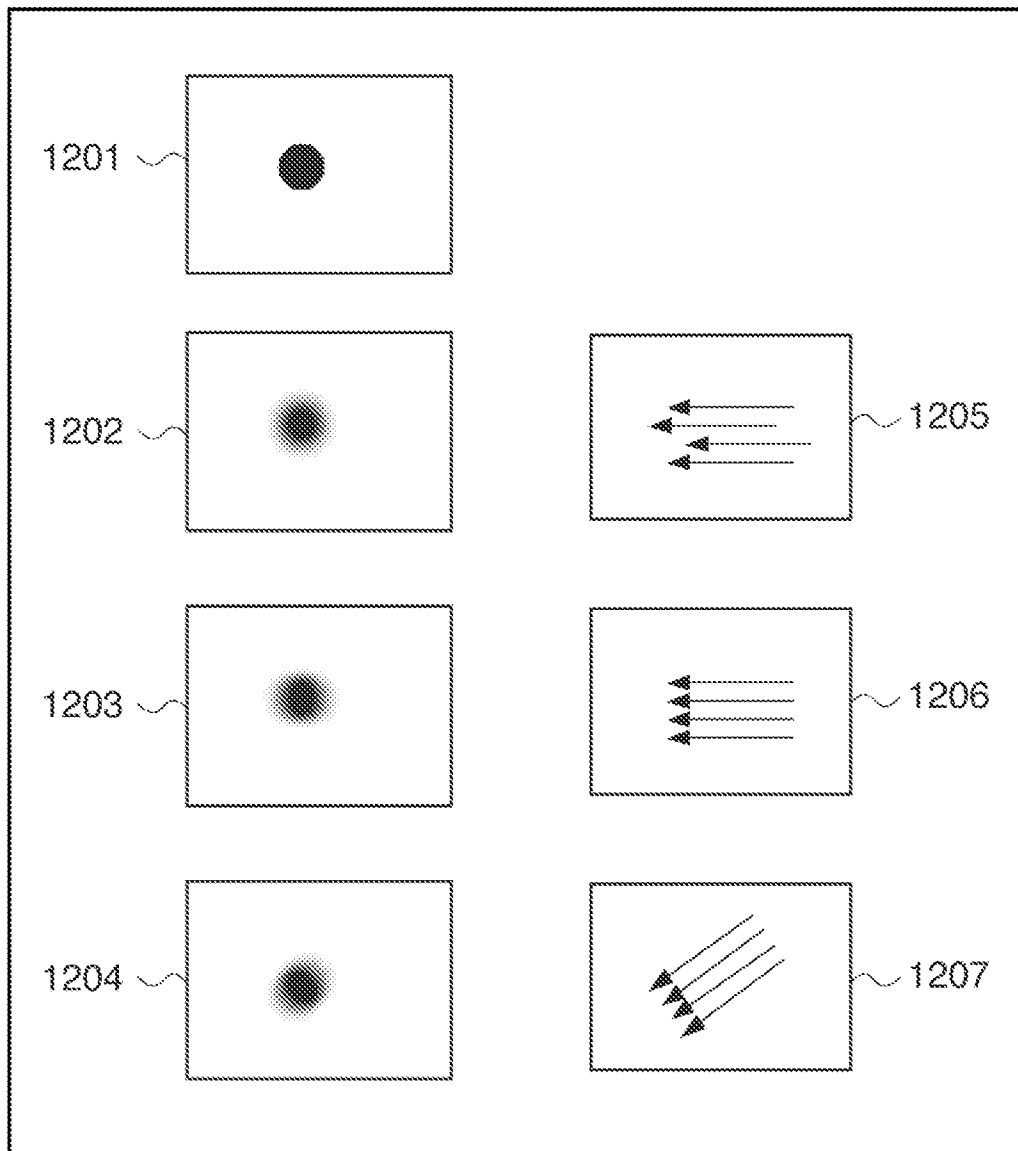
[図10]



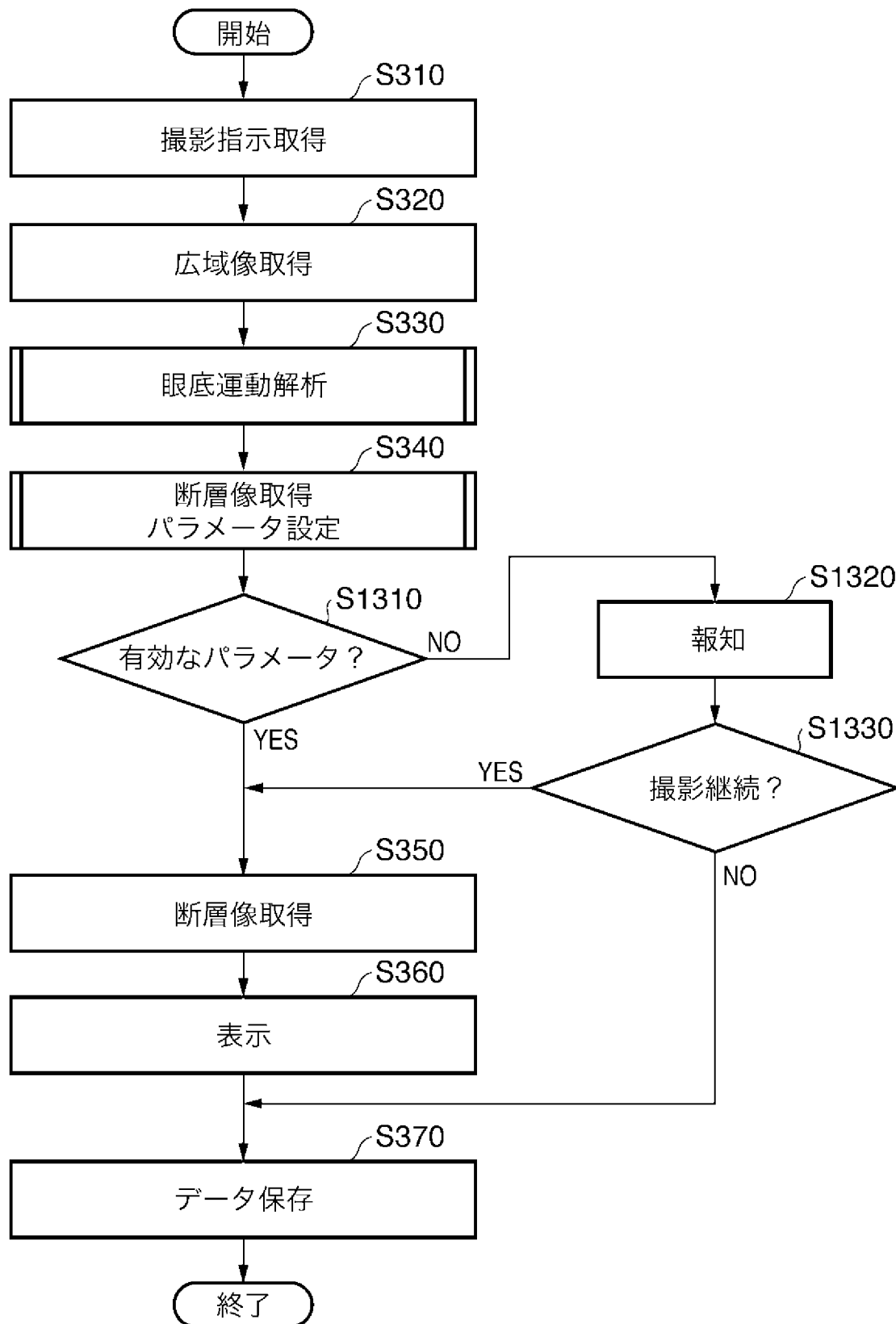
[図11]



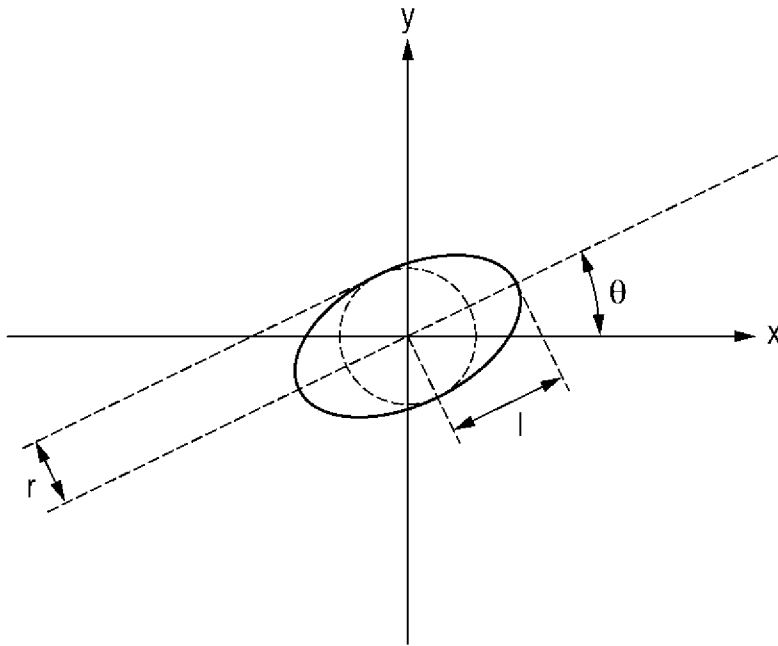
[図12]



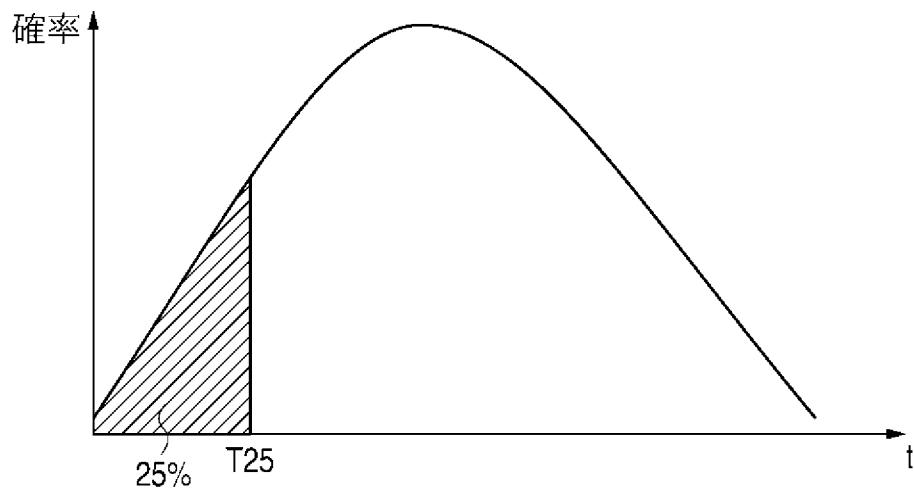
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/004360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B3/10(2006.01)i, A61B3/12(2006.01)i, A61B3/14(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)

A61B3/10, A61B3/12, A61B3/14

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2007-130403 A (Topcon Corp.), 31 May, 2007 (31.05.07), Par. Nos. [0091] to [0098] & EP 1775545 A2	1-15
A	WO 02/35996 A1 (CARL ZEISS), 10 May, 2002 (10.05.02), Full text; all drawings & JP 3976678 B & US 6325512 B1	1-15
A	JP 09-140671 A (Canon Inc.), 03 June, 1997 (03.06.97), Full text; all drawings & US 5844658 A	1-15

☐ 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 September, 2009 (17.09.09)

Date of mailing of the international search report
06 October, 2009 (06.10.09)

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. A61B3/10(2006.01)i, A61B3/12(2006.01)i, A61B3/14(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. A61B3/10, A61B3/12, A61B3/14

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 2007-130403 A（株式会社トプコン） 2007.05.31, 第91-98段落参照 & EP 1775545 A2	1-15
A	WO 02/35996 A1（CARL ZEISS） 2002.05.10, 全文、全図 & JP 3976678 B & US 6325512 B1	1-15
A	JP 09-140671 A（キヤノン株式会社） 1997.06.03, 全文、全図 & US 5844658 A	1-15

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 9 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 0 . 2 0 0 9

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）

後藤 順也

2 Q

3 1 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2