(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3589567号
(P3589567)
(45)発行日　平成16年11月17日(2004.11.17)　(24)登録日　平成16年8月27日(2004.8.27)

(51)Int.Cl.[7]　F I
A61B 3/12　A61B 3/12　D
A61B 3/14　A61B 3/14　Z

請求項の数 1　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平10-125443
(22)出願日　平成10年3月31日(1998.3.31)
(65)公開番号　特開平11-276439
(43)公開日　平成11年10月12日(1999.10.12)
審査請求日　平成14年12月19日(2002.12.19)

(73)特許権者　000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市栄町７番９号
(72)発明者　花木　博彦
愛知県蒲郡市拾石町前浜３４番地１４　株式会社ニデック拾石工場内
(72)発明者　鳥居　美和子
愛知県蒲郡市拾石町前浜３４番地１４　株式会社ニデック拾石工場内

審査官　安田　明央

最終頁に続く

(54)【発明の名称】眼科撮影装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被検眼角膜をスリット照明光により照明する照明光学系と、前記スリット照明光により光切断された被検眼の角膜断面を撮像する撮像素子を持つ撮影光学系と、前記撮像素子により撮像された画像の角膜断面における輝度値に基づいて角膜の混濁程度を解析する解析プログラムを持つ解析手段と、を備える眼科撮影装置において、前記スリット照明光の光量を予め設定する光量設定手段と、前記撮像手段により撮像された画像の角膜断面における輝度値のピークを検出し、角膜の混濁が進行している場合でも輝度値のピークが検出の上限を超えないように定められた所定の閾値に対して、前記検出された輝度値のピークが越えているか否かを判定する判定手段と、該判定手段により輝度値のピークが前記所定の閾値を越えていると判定されたときには前記スリット照明光の光量を前記設定手段により設定された光量に対して下げる光量調整手段と、を備えることを特徴とする眼科撮影装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、被検眼の状態を検査又は解析するための撮影画像を得る眼科撮影装置に関する。
【０００２】
【従来技術】
この種の装置としては、例えば、水晶体や角膜のどの部分にどの程度の白濁があるかを解

析するために、被検眼前眼部をスリット光により光切断し、シャインプルークの原理に基づいて配置された撮影光学系により前眼部の断面像を撮影する装置が知られている。

【０００３】

装置は、被検眼を撮影してその画像を記憶する撮影モードと、記憶された撮影画像に画像処理を施して所定の解析を行う解析モードを有している。検者は、撮影モードによりスリット照明光量等の撮影条件を設定して被検眼を撮影する。次に、解析モードに移行して、解析項目の選択や解析領域の指定等の操作指令を行う。装置はこれらの指令に従って所定の解析プログラムを実行してその結果を算出する。

【０００４】

このように得られた撮影画像の解析を行う場合、信頼性の高い結果を得るためには、撮影画像が所定の解析条件を満たすように撮影モードでの光量等の撮影条件を適切にする必要がある。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、撮影画像が所定の解析条件を満たすか否かは、解析モードに移行し解析プログラムを実行して結果を算出しなければ判断できなかった。撮影画像が所定の解析条件を満たさない場合は、再度撮影モードに戻り、解析結果を基に撮影条件を変更して再撮影をするが、再撮影までには多くの操作と時間がかかるので、撮影効率が悪い。再撮影に時間がかかると、被検者への負担も大きくなる。

【０００６】

また、多数の被検者は扱う場合には、連続して撮影を行った画像を保存しておき、後でまとめて解析を行うことが多いが、解析をしてみて始めて再撮影が必要とわかるのは、都合が悪い。

【０００７】

本発明は、上記従来装置の欠点に鑑み、撮影画像が解析に適しているかを容易に知ることができ、撮影画像の保存や再撮影が効率良く行える眼科撮影装置を提供することを技術課題とする。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【０００９】

（１）　被検眼角膜をスリット照明光により照明する照明光学系と、前記スリット照明光により光切断された被検眼の角膜断面を撮像する撮像素子を持つ撮影光学系と、前記撮像素子により撮像された画像の角膜断面における輝度値に基づいて角膜の混濁程度を解析する解析プログラムを持つ解析手段と、を備える眼科撮影装置において、前記スリット照明光の光量を予め設定する光量設定手段と、前記撮像手段により撮像された画像の角膜断面における輝度値のピークを検出し、角膜の混濁が進行している場合でも輝度値のピークが検出の上限を超えないように定められた所定の閾値に対して、前記検出された輝度値のピークが越えているか否かを判定する判定手段と、該判定手段により輝度値のピークが前記所定の閾値を越えていると判定されたときには前記スリット照明光の光量を前記設定手段により設定された光量に対して下げる光量調整手段と、を備えることを特徴とする。

【００２０】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図１は角膜の混濁程度を解析するための前眼部断面を撮影する前眼部撮影・解析装置の光学系要部図である。

【００２１】

＜スリット光投影光学系＞

１は反射鏡、２は撮影用のフラッシュランプ、３はコンデンサレンズ、４はスリット開口絞り、５は投光レンズ、６はスリット投影光学系の光軸Ｌ１上に斜設されたダイクロイックミラーである。スリット開口絞り４はスリット長の変更が可能な可変絞りであり、ダイ

クロイックミラー６は可視光の大部分を透過し、赤外光を反射する特性を備える。
【００２２】
＜スリット断面撮影光学系＞
Ｌ２はスリット断面撮影光学系の撮影光軸を示す。１０は偏角プリズムであり、撮影光軸Ｌ２の方向を変える。１１は撮影レンズ、１２はアナモフィックレンズ、１３は断面撮影用のＣＣＤカメラである。撮影光軸Ｌ２は、正面からの観察によるアライメントがほぼ完了したときに、角膜頂点付近で光軸Ｌ１と４５度の傾き角度を持って交差するように設けられている。撮影レンズ１１はシャインプルークの原理を満たすように、偏角プリズム１０により方向が変えられる撮影光軸に対して傾いて配置されている。すなわち、偏角プリズム１０を用いないときには、スリット照明光による被検眼前眼部の光断面の延長とＣＣＤカメラ１３の撮像面１３ａの延長との交線が、撮影レンズ１１の主平面の延長線で交わるように配置されている。この光学配置により、ＣＣＤカメラ１３により撮像される断面像（スリット光集光点を中心に前眼部の生体分子からの散乱光によって形成されたスリット光断面像）は、その断面像の略全体で合焦する焦点深度を持つようにすることができる。
【００２３】
＜アライメント指標投影光学系＞
２０は被検眼の正面（視軸方向）からアライメント指標を投影するためのアライメント用の光源であり、固視光源と共用するため可視光を一部含む赤外の光を発する。光源２０は左右眼の視軸の傾きに合せて左右眼用として２個設置されている。２１は光源２０の投影光軸上にピンホール開口を持つターゲット板、２２は投影レンズ、２３はビームスプリッタであり、投影レンズ２２の前側焦点距離付近にターゲット板２１が位置する。被検眼Ｅに投光されたアライメント光は、角膜の表面反射により角膜頂点から角膜曲率半径の半分だけ眼内側の位置にターゲット板２１の指標像を形成する。
【００２４】
＜正面観察光学系＞
２４は撮像レンズ、２５はビームスプリッタ、２６は赤外域に感度を有する正面観察用のＣＣＤカメラ、２７は前眼部照明用の赤外照明光源である。照明光源２７により照明された被検眼Ｅの前眼部像は、ダイクロイックミラー６で反射した後、ビームスプリッタ２３、撮像レンズ２４、ビームスプリッタ２５を介してＣＣＤカメラ２６で撮像される。
【００２５】
＜正面用レチクル光学系＞
３０はレチクル板照明光源、３１は照準用のマークが形成されたレチクル板、３２はレチクル投影レンズである。レチクル板照明光源３０により照明されたレチクル板３１の照準用マークは、レチクル投影レンズ３２を経た後、ビームスプリッタ２５で反射し、前眼部像及び指標像とともにＣＣＤカメラ２６に撮像される。
【００２６】
以上のような光学系において、スリット断面撮影光学系及びスリット開口絞り４は、図示なき回転機構により光軸Ｌ１を中心に回転する機構になっており、任意の角度の断面像を撮影できるようになっている。回転機構は種々の公知の機構を利用する事ができる。例えば、光学系を納めた筐体にギアを設け、ギアに嵌合するピニオンを備えたパルスモータを回転させる等である。
【００２７】
図２は装置の制御系の構成を説明する図である。制御系は撮影部１００と画像解析部２００に別けて説明する。
【００２８】
＜撮影部＞
断面撮影用ＣＣＤカメラ１３からのビデオ信号は、Ａ／Ｄ変換回路４４によりデジタル化され、タイミングジェネレータ５０の信号に同期してフレームメモリ４５に取り込まれる。フレームメモリ４５に取り込まれた画像の信号はＤ／Ａ変換回路４６を介してビデオ信

号に変換された後、画像切替回路４７に送られる。画像切替回路４７は制御部６０からの切換え信号により、ディスプレイ５１に表示する画像をＣＣＤカメラ１３からの画像とＣＣＤカメラ２６からの画像とを切替える。画像合成回路５２は、表示回路５３により生成される各種の情報表示と入力される画像とを合成してディスプレイ５１に表示する。

【００２９】

撮影時にフレームメモリ４５にフリーズ記憶された前眼部断面画像は、画像転送スイッチ６４の入力によりインターフェイス回路７１を介して画像解析部２００に転送される。

【００３０】

また、制御部６０は画像解析部２００で設定される撮影条件の指令信号に基づいて、フラッシュランプ２の光量調整や回転機構７０を駆動を制御する。

【００３１】

＜画像解析部＞

２０１は撮影部１００から入力された断面画像データに画像処理を施して解析するコンピュータ部であり、その内部には画像データを記憶保持するメモリや画像解析のための解析プログラムを記憶するメモリを有する。また、コンピュータ部２０１では、撮影フラッシュランプ２の光量（Ｆｌａｓｈ　Ｌｅｖｅｌ）、撮影時のスリットの長さ（　Ｓｌｉｔ　Ｌｅｎｇｔｈ）、撮影画像をコンピュータ内に保存する際に必要な整理番号（ＦＩＬＥ　Ｎｏ．）、撮影角度（ＡＸＩＳ）等の撮影条件を設定入力する事ができる。

【００３２】

２０４はコンピュータ部２０１に保存された画像や解析結果等を表示するカラーディスプレイである。コンピュータ部２０１には操作指令を入力するためのキーボード２０２及びマウス２０３や、解析結果を画像とともに印刷できるビデオプリンタ２０５が接続されている。

【００３３】

以上のような構成を備える眼科撮影装置の動作を図４のフローチャートを用いて以下に説明する。はじめに検者は、マウス２０３を使用してディスプレイ２０４に表示されているメインメニューから撮影モードを呼び出し、図３に示す撮影制御メニュー８０を表示させる（ＳＴＥＰ１）。次に撮影制御メニュー８０に表示されているＦＩＬＥ　Ｎｏ．８１、Ｆｌａｓｈ　Ｌｅｖｅｌ　８２、Ｓｌｉｔ　Ｌｅｎｇｔｈ　８３、ＡＸＩＳ８４に直接英数字を入力したり、横にあるスクロールボタン８５にて撮影条件を選択することで必要な条件設定を行う。フラッシュランプ２の明るさは２００ＷＳ、１５０ＷＳ、１００ＷＳ、５０ＷＳの４段階になっており、被検眼角膜の混濁程度に応じて設定する（ＳＴＥＰ２）。

【００３４】

撮影条件の設定が終了したら、被検者の撮影眼を撮影部１００の所定位置に位置させて撮影を行う。視軸と光軸のずれを補正し左右眼の撮影状態を均一にするために、アライメント用光源２０は２個ある左右眼の光源の内、配置された撮影眼に対応されたものが点灯され、撮影眼には固視光学系を兼ねるアライメント指標投影光学系のターゲット板２１を固視させる。検者はディスプレイ５１に映出されたアライメント指標像とレチクル像が所定の関係になるように、図示なきジョイスティック等の操作により撮影部１００の撮影光学系を撮影眼に対して上下左右に移動してアライメントを行う。また、撮影部１００を前後させてアライメント指標像がもっとも小さくクリアな像となるように作動距離のアライメントを行う。

【００３５】

正面像の観察による光軸合せと作動距離のアライメントが終了したら、検者は撮影スイッチ６１を押す。撮影スイッチ６１が押されると制御部６０はフラッシュランプ２を発光させ撮影を行う。なお、このときスリット断面撮影光学系及びスリット開口絞り４は、予め撮影制御メニュー８０にて設定された撮影角度に基づいて回転機構７０の作動により回転しているので、所望の軸角度の断面画像を得ることができる（ＳＴＥＰ３）。

【００３６】

スリット照明により光切断された角膜断面はＣＣＤカメラ１３に撮影され、撮影された断面画像はフレームメモリ４５にフリーズされる。制御部６０は画像切替回路４７に切替信号を送り、ディスプレイ５１の表示画像をフレームメモリ４５にフリーズされた断面画像に切り替え、表示する。検者はディスプレイ５１に表示された断面画像の位置ずれ等を目視確認し、画像が良好であれば画像転送スイッチ６４、悪かった場合にはキャンセルスイッチ６３を押す（ＳＴＥＰ４）。

【００３７】

制御部６０は画像転送スイッチ６４からの信号が入力されると、断面画像をインターフェイス回路７１を介して画像解析部２００のコンピュータ部２０１に転送する。カラーディスプレイ２０４には転送入力された画像が表示される。コンピュータ部２０１は、撮影部１００から撮影画像が入力されると、その撮影画像が解析条件を満たしているか否かの判定を行う。判定は次の通りである。解析モードでの画像解析は、撮影画像の１ピクセルごとに光量の強さを示す値である輝度値を０～２５５ｃｃｔの２５６段階に分類し、この分類された輝度値に基づいて混濁程度の解析を行うので、解析条件の判定にはこの輝度値を利用する。

【００３８】

まず、画像上の１つの走査ライン上でもっとも大きい輝度値を検出する。これを順番にすべての走査ラインで行い、検出された輝度値が所定の閾値（２００ｃｃｔ）を超えるときは、撮影画像が解析条件を満たしていないと判定する（ＳＴＥＰ５、ＳＴＥＰ６）。これにより、混濁の程度が進行している場合でも、輝度値のピークが検出する上限（２５５ｃｃｔ）を超えてしまうことを防止し、信頼度の高い結果を得ることができる。

【００３９】

判定を行った結果、取り出された輝度値の中に一つでも所定の閾値を超える値があると、カラーディスプレイ２０４に表示されている角膜断面撮影像に加えて、図５のように、画像の保存、破棄選択をするための確認メニュー９０、各ライン毎で取り出された輝度値を結んだグラフ９１が表示される（ＳＴＥＰ７）。確認メニュー９０はその他の画像情報を防がないような位置に表示され、グラフ９１は閾値を超えた範囲が明確に判るように範囲表示９２が示されている。検者はこの画面の情報を参考にして、画像を保存するか否かを判断し、保存ならばＳＡＶＥボタン９０ａを、破棄するならＲＥＴＡＫＥボタン９０ｂをクリックする（ＳＴＥＰ８、ＳＴＥＰ９）。

【００４０】

ＲＥＴＡＫＥボタン９０ｂがクリックされると、コンピュータ部２０１は画像を破棄し、制御部６０を通して設定されたフラッシュランプ２の明るさを１段階下げ、再び同じ整理番号、スリットの長さ、撮影角度にて撮影ができるように準備を行う（ＳＴＥＰ１０）。

【００４１】

また、ＳＡＶＥボタン９０ａがクリックされるとコンピュータ部２０１は画像を保存して新規画像が撮影できるように準備を行う（ＳＴＥＰ１１）。

【００４２】

なお、撮影画像が解析条件を満たしていないと判定したときには、図５のような確認画面を表示せずに、その旨だけを表示して自動的に再撮影をするための準備に移行しても良い。

【００４３】

一方、撮影画像が解析条件を満たしているか否かの判定の結果、条件を満たしていれば、コンピュータ部２０１は撮影画像を自動的に保存し、新規の撮影ができるように準備する（ＳＴＥＰ８、ＳＴＥＰ１１）。

【００４４】

このように解析モードに移行することなく、撮影された画像が良好か否かを撮影モードのまま即座に確認できるので、撮影のやり直しをする場合にも短時間で対応ができる。さらに、再度撮影する場合、撮影条件の変更も前回の撮影条件に基づいて自動的に設定されるので、検者への負担が少なくてすむ。また、これにより再撮影にかかる時間も短縮される

ため被検者の待ち時間も少なくてすむ。

【００４５】

以上のようにして撮影された画像が保存されれば、撮影モードから解析モードに移行し、解析メニューを選択して解析結果を算出する。解析モードでは、保存された角膜断面画像を１ピクセルごとに輝度値（濃淡の濃度値）を得て、これに基づいて各種の解析を行う。解析内容としては次のようなものが用意されている。角膜断面における混濁位置とその程度を視覚的に捉えるため、図５の角膜断面像において横方向をＸ座標、縦方向をＹ座標とし、Ｘ座標方向の輝度の最大ピークの位置を角膜断面像に重ねて表示するとともに、そのピーク値のグラフを表示する。また、任意の範囲を指定することにより、ピーク値の積分をしてグラフ表示したり、走査ライン上の全ての輝度を積分してその値を数値表示する。なお、解析内容については、本出願人による特開平１０－３３４８２号公報を参照されたい。

【００４６】

以上説明した実施例は種々の変容が可能であり、例えば眼底などを撮影するときには、得られた画像の輝度情報や立体画像に使用する２つの画像の相関係数等に所定の閾値を設ける事によって、画像の保存や再撮影の目安にする事が可能である。

【００４７】

【発明の効果】

以上説明したように本発明よれば、撮影画像の状態が解析に適しているかを自動的に短時間で確認できるため、再撮影が必要な場合にも即座に対応できる。さらに、取り直しが必要なときには、自動的に撮影条件が変更されるので、被検者の待ち時間を軽減すると共に、検者の負担を軽減することができる。特に、多数の被検者を撮影する場合には、良好な撮影画像を効率的に得ることができて都合が良い。

【図面の簡単な説明】

【図１】実施例の光学系構成を説明する図である。

【図２】撮影部１００と画像解析部２００の信号処理の構成を説明する図である。

【図３】ディスプレイに表示される撮影制御メニューを説明する図である。

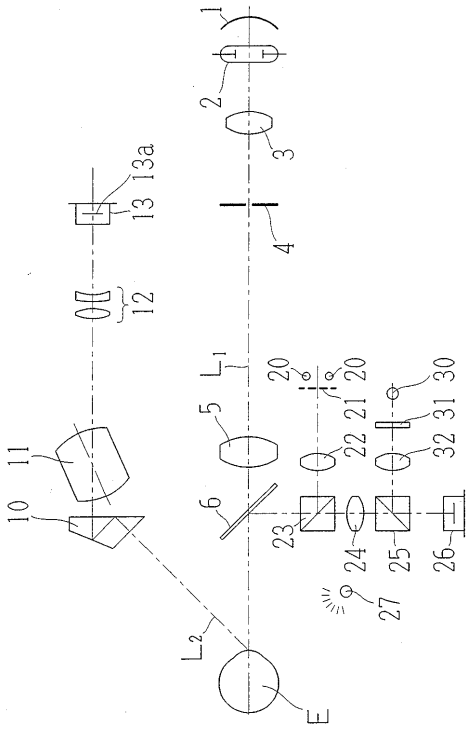
【図４】撮影時の流れを説明するフローチャートである。

【図５】ディスプレイに表示される画面例を示す図である。

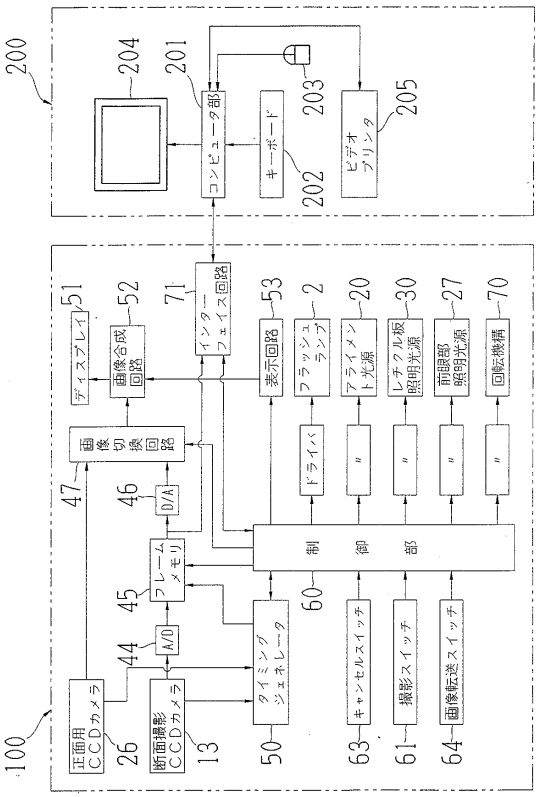
【符号の説明】

２　フラッシュランプ
１３　断面撮影ＣＣＤカメラ
２６　正面用ＣＣＤカメラ
５１　ディスプレイ
６４　画像転送スイッチ
８０　撮影制御メニュー
１００　撮影部
２００　画像解析部

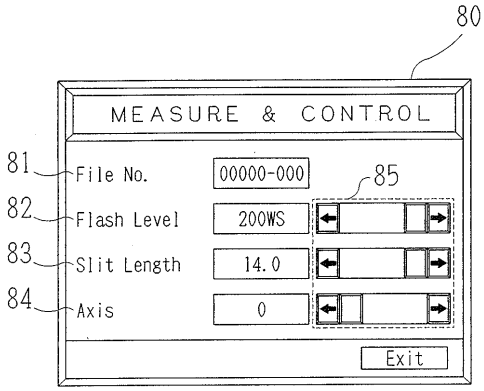
【図１】


1
2
3
4
13a
13
12
5
L_1
20
21
22
30
31
32
11
10
6
23
24
25
26
27
L_2
E

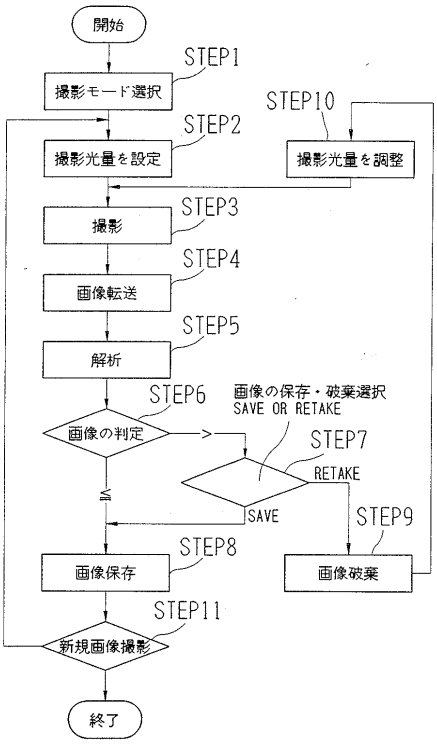
【図２】


200
204
201
コンピュータ部
キーボード
202
203
ビデオプリンタ
205
100
正面用CCDカメラ
26
断面撮影CCDカメラ
13
50
タイミングジェネレータ
44
A/D
45
フレームメモリ
47
46
D/A
画像切換回路
ディスプレイ
51
52
画像合成回路
71
インターフェイス回路
53
表示回路
2
フラッシュランプ
20
アライメント光源
30
レチクル板照明光源
27
前眼部照明光源
70
回転機構
ドライバ
〃
制御部
60
63
キャンセルスイッチ
61
撮影スイッチ
64
画像転送スイッチ

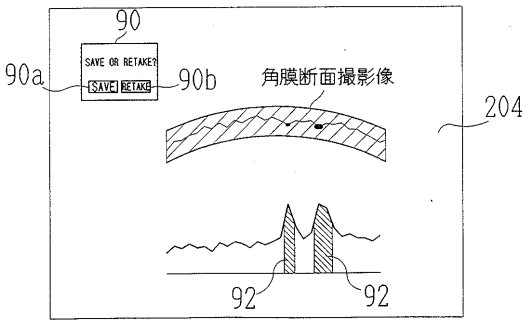
【図３】


80
MEASURE & CONTROL
81
File No.
00000-000
85
82
Flash Level
200WS
83
Slit Length
14.0
84
Axis
0
Exit

【図４】


開始
STEP1
撮影モード選択
STEP2
撮影光量を設定
STEP10
撮影光量を調整
STEP3
撮影
STEP4
画像転送
STEP5
解析
STEP6
画像の判定
画像の保存・破棄選択
SAVE OR RETAKE
STEP7
RETAKE
SAVE
STEP9
画像破棄
STEP8
画像保存
STEP11
新規画像撮影
終了

【図５】


90
90a
SAVE OR RETAKE?
SAVE
RETAKE
90b
角膜断面撮影像
204
92
92

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－００５１９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３１７６２６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１４４６３４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０３０９０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７１１０９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０１５４９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３１３４４６（ＪＰ，Ａ）
特開平９－１８７４２６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
A61B 3/00-3/16