

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-148146

(P2017-148146A)

(43) 公開日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b> 3/16 (2006.01)	A 6 1 B 3/16	4 C 3 1 6
A 6 1 B 3/13 (2006.01)	A 6 1 B 3/12	D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2016-31471 (P2016-31471)  
 (22) 出願日 平成28年2月22日 (2016. 2. 22)

(71) 出願人 501299406  
 株式会社トーマコーポレーション  
 愛知県名古屋市西区則武新町二丁目11番33号  
 (72) 発明者 辺 光春  
 愛知県名古屋市西区則武新町2丁目11番33号 株式会社トーマコーポレーション内  
 (72) 発明者 加茂 考史  
 愛知県名古屋市西区則武新町2丁目11番33号 株式会社トーマコーポレーション内  
 Fターム(参考) 4C316 AA03 AA20 AA25 FA07 FA12  
 FY04 FZ01

(54) 【発明の名称】 眼科装置

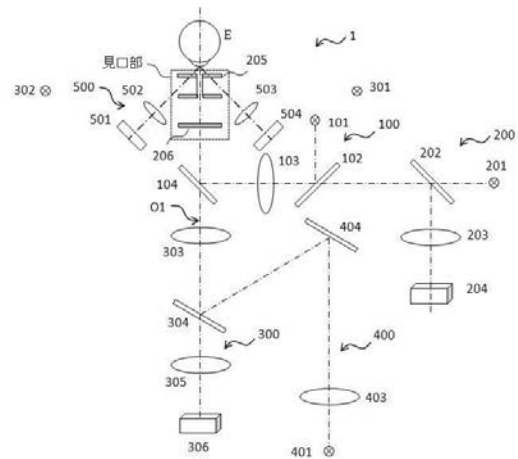
(57) 【要約】

【課題】 発行サイズの小さい可干渉性の光源を用いてスリットを不要とすることにより、光学系の構成を簡易なものとし部品点数の削減とシステムのコンパクト化を実現した眼科装置を提供する。

【解決手段】

眼科装置において、可干渉性の光源からの光を平行光として被検眼に対して斜めから照射する照明光学系と、前記被検眼の角膜前面で反射された反射光と角膜後面で反射された反射光を受光素子にて撮影する撮影光学系と、前記撮影光学系で撮影される反射像から角膜厚さを算出する演算手段を備える構成とした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

可干渉性の光源からの光を平行光として被検眼に対して斜めから照射する照明光学系と、前記被検眼の角膜前面で反射された反射光と角膜後面で反射された反射光を受光素子にて撮影する撮影光学系と、

前記撮影光学系で撮影される反射像から角膜厚さを算出する演算手段を備えた眼科装置。

## 【請求項 2】

前記可干渉性光源として S L D を用いることを特徴とする、請求項 1 に記載の眼科装置。

## 【請求項 3】

前記撮影光学系は、スペckルノイズを低減させるためのノイズ低減手段を備えることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の眼科装置。 10

## 【請求項 4】

前記撮影光学系は、受光素子に一次元受光素子を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

## 【請求項 5】

前記撮影光学系は、受光素子に二次元受光素子を用いることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の眼科装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】 20

本発明は、被検眼の角膜厚さの測定を行う眼科装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、被検眼の角膜厚さの測定を行う眼科装置として、たとえば、特許文献 1 に開示されているような被検眼に対して斜めから測定光を照射し、被検眼の角膜前面からの反射光と角膜後面からの反射光を利用して角膜厚さを測定する眼科装置が知られている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 253576 号公報 30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

従来製品においては、角膜厚さの測定を行うための測定光には一般的に L E D が用いられるが、L E D は発光サイズが大きいため、この場合の投光光学系は、測定光がスリットを通過した後、投光レンズによって集光され、被検眼の角膜に照射されるような倍率交換光学系を備える複雑な構成となり、結果として部品点数が増加してしまうという問題を生じる。

## 【0005】

本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、発光サイズの小さい可干渉性の光源を用いてスリットを不要とすることにより、光学系の構成を簡易なものとした眼科装置を提供することである。 40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、眼科装置において、可干渉性の光源からの光を平行光として被検眼に対して斜めから照射する照明光学系と、前記被検眼の角膜前面で反射された反射光と角膜後面で反射された反射光を受光素子にて撮影する撮影光学系と、前記撮影光学系で撮影される反射像から角膜厚さを算出する演算手段とを備えたことを特徴とする。

## 【0007】 50

また、本発明の請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 にかかる眼科装置において、前記可干渉性光源として S L D を用いることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 にかかる眼科装置において、前記撮影光学系は、スペckルノイズを低減させるためのノイズ低減手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか 1 つにかかる眼科装置において、前記撮影光学系は、受光素子に一次元受光素子を用いることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか 1 つにかかる眼科装置において、前記撮影光学系は、受光素子に二次元受光素子を用いることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

上記のように、本発明にかかる眼科装置は、簡易な構成であり、部品点数の削減とシステムのコンパクト化を実現した光学系を用いて角膜厚さの測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の一実施例に係る眼科装置の光学系の概略構成図である。

【図 2】前記眼科装置の制御系のブロック図である。

【図 3】前記眼科装置の操作フローを説明する図である。

【図 4】前記眼科装置の角膜厚検査光学系において、一次元受光素子を用いて受光したデータを示した図である。

【図 5】前記眼科装置の角膜厚検査光学系において、二次元受光素子を用いて撮像された画像を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の一実施例に係る眼科装置について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明に係る眼科装置 1 の光学系の詳細を説明した図である。また、本実施形態では角膜厚さの測定に加え、非接触により眼圧を測定する構成を有する。

【 0 0 1 5 】

眼科装置 1 の光学系は、光源 1 0 1 からホットミラー 1 0 4 で構成される X Y アライメント光学系 1 0 0、光源 3 0 1、3 0 2 から 2 次元撮像素子 ( C C D ) 3 0 6 で構成される観察光学系 3 0 0、光源 4 0 1 からミラー 4 0 4 で構成される固視光学系 4 0 0、光源 2 0 1 からノズル 2 0 5、平面ガラス 2 0 6 で構成される被検眼 E の角膜の変形度合いを検出する変位変形検出受光光学系 2 0 0 と、光源 5 0 1 からレンズ 5 0 2 で構成される照明光学系 5 0 0 a 及び円柱レンズ 5 0 3 から受光素子 5 0 4 で構成される撮影光学系 5 0 0 b から構成される角膜厚検査光学系 5 0 0 から構成される。図 1 に示すように、角膜厚検査光学系を構成する各光学系はその一部が共有される構成になっている。

【 0 0 1 6 】

また、眼科装置 1 は図 2 に示すように、被検眼を検査するための光学系が配置されたヘッド部とヘッド部の中の光学系などを制御し、撮影された前眼部の画像や検査結果を表示するモニタなどを備えた本体部で構成される。検査時はヘッド部を本体部に対して X Y Z ( 左右、上下、前後 ) 方向に移動して被検眼の検査を実施する。

【 0 0 1 7 】

( X Y アライメント光学系 1 0 0 ) X Y アライメント光学系 1 0 0 は、光源 1 0 1 からの光がホットミラー 1 0 2 で反射され、対物レンズ 1 0 3 を通り、ホットミラー 1 0 4 で反射された後、平面ガラス 2 0 6 及びノズル 2 0 5 の開口部を通り被検眼 E の角膜に照射す

10

20

30

40

50

る。本実施例では、光源 101 は赤外光を出力する LED が採用されている。

【0018】

角膜で反射された光は主光軸 O1 上に配置された 2 次元撮像素子 (CCD) 306 で受光される。2 次元撮像素子 (CCD) 306 で得られた信号は本体部の制御装置 600 で処理され、XYZ 駆動制御 630 によりヘッド部を被検眼に対して XY アライメント (微調整) を実施する。後述するが、被検眼に対するヘッド部のアライメントは、モニタ 650 に表示された前眼部画像のアライメント光による輝点を検者が見て本体部に備えたジョイスティック 640 を操作して粗アライメントし、輝点が所定の範囲に入ると XYZ 駆動制御 630 により XY のオートアライメントを実施するように制御される。

【0019】

(観察光学系 300) 観察光学系 300 は、ヘッド部の被検眼側に配置された光源 301 及び光源 302 により被検眼 E の角膜部を含む前眼部領域を照射し、対物レンズ 303、結像レンズ 305 及び 2 次元撮像素子 (CCD) 306 により、被検眼 E の前眼部画像を取得して、取得した被検眼 E の前眼部画像をモニタ 650 に表示する。光源 301 及び光源 302 は赤外光を出力する LED が採用されるが、アライメント用の光源 101 より短波長の光を採用する。そのため、ホットミラー 104 は観察用の光 (観察光) は透過し、アライメント用の光 (アライメント光、光源 101 からの光) は反射する。また、ダイクロミックミラー 304 は、観察光は透過するように反射 / 透過の波長領域が設定されている。これにより、アライメント光と観察光は適切に分割され、各々の測定を可能にしている。

【0020】

(固視光学系 400) 固視光学系 400 は、光源 401 からの光 (固視光) がリレーレンズ 403 を通り、反射ミラー 404 で反射した後、ダイクロミックミラー 304 で反射して主光軸 O1 を通り、対物レンズ 303、ホットミラー 104 を通って、被検眼 E の網膜上で結像する。そのため、光源 401 と被検眼 E の網膜位置は略共役であることが望ましい。被検眼 E は固視光に基づいて固視され、眼圧検査などの眼特性の検査が可能となる。光源 401 は被検者が視認可能な可視光を出力する LED が採用される。

【0021】

(変位変形検出受光光学系 200) 変位変形検出受光光学系 200 は、光源 201 からの光 (変形検出光) の一部がハーフミラー 202 と透過後、ホットミラー 102、対物レンズ 103 を透過し、ホットミラー 104 で反射して主光軸 O1 を通り、平面ガラス 206、ノズル 205 の開口部を通して、被検眼 E の角膜に照射する。角膜に照射した光は角膜で反射し、逆の経路で、ノズル 205 の開口部、平面ガラス 206 を通過し、ホットミラー 104 で反射して対物レンズ 103、ホットミラー 102 を通り、その一部がハーフミラー 202 で反射され、集光レンズ 203 により、受光素子 204 で受光される。後述するが、眼圧検査時は、ノズル 205 から圧縮された空気が被検眼の角膜に向けて噴射される。空気が噴射されると角膜は変位変形するため受光素子 204 で受光する光量が変化する。この光量の変化の度合いから被検眼の眼圧値を算出するのである。光源 201 も赤外光を出力する LED が採用されるが、観察光より長波長で、かつ、アライメント光より短波長の光が選択され、採用される。このように、アライメント光、観察光、固視光、変形検出光 (光源 201 からの光) の波長が設定され、ホットミラー 102、104 及びダイクロミックミラー 304 の反射 / 透過特性を適宜設定することにより、これら 4 つの光が適切な光路に沿って進むように構成されているのである。

【0022】

(角膜厚検査光学系 500) 角膜厚検査光学系 500 は、光源 501 からの光がレンズ 502 を通り平行光となった光が被検眼 E の角膜に照射する。被検眼の角膜前面および角膜後面で反射された光は、それぞれ円柱レンズ 503 を通りライン状の光となり受光素子 504 で受光される。光源 501 は可干渉性をもつスーパーluminescent diode (SLD) が採用される。これにより、照明光学系 500 a において光源 501 とレンズ 502 の間にスリットが不要となるため、光源に LED を用いる場合に比べ光学系の構成を簡

10

20

30

40

50

易なものとする事ができる。また、光源501はSLDに限らずレーザーダイオード(LD)のように可干渉性をもつものであればよい。

【0023】

ここで、光源として可干渉性光源を用いた場合には、スペックルノイズが発生し、角膜厚さの測定精度が低下してしまうが、上記のように被検眼の角膜前面および角膜後面で反射された光を、それぞれ円柱レンズ503を通しライン状の光とすることにより、スペックルノイズを低減させることができる。

【0024】

また、角膜厚検査光学系500は、Zアライメント光学系と兼用となっている。受光素子504で得られた角膜からの反射光は、本体部の制御装置600で処理され、XYZ駆動制御630によりヘッド部を被検眼に対してZアライメント(微調整)を実施する。後述するが、被検眼に対するヘッド部のアライメントは、モニタ650に表示された前眼部画像のアライメント光による輝点を検者が見て本体部に備えたジョイスティック640を操作して粗アライメントし、輝点が所定の範囲に入るとXYZ駆動制御630によりZのオートアライメントを実施するように制御される。

10

【0025】

ここで、光源501からの光をレンズ502を通して平行光とする理由は、Zアライメントによるデータのばらつきを抑えるためである。平行光ではなく角膜頂点に集光するような光とした場合、角膜頂点に集光せずZ方向(前後方向)にずれが生じたとき受光素子504で取得する画像がぼけてしまうため、測定結果の精度が低下してしまう。

20

【0026】

次に、以上のような構成を備える眼科装置において、角膜厚さの測定手順を説明する。フローチャートを図3に示す。

【0027】

S10では、角膜厚さの検査を開始する。操作フローに記載はないが、この時、観察用の光源301、302、アライメント用の光源101、固視光源401及び角膜厚さ検査用の光源501が点灯する。

【0028】

S12では、ジョイスティック640を用いて、患者の右眼がモニタ650に表示されるようにヘッド部を移動する。そして、アライメント光による角膜上の輝点が所定の領域に入るようにヘッド部をXYZ方向に粗アライメントする。

30

【0029】

S14では、光源401からの固視灯により被検眼Eを固視させる。なお、眼屈折力検査の結果を用いて、光源401を被検眼Eの網膜位置と略共役位置となるように移動させてもよい。これにより、患者に対しピントの合った位置に固視灯を配置することができる。眼屈折力検査の結果は、本実施例に眼屈折力光学系の構成を加えた眼科装置で測定した結果を用いてもよいし、本実施例とは異なる眼屈折力光学系を備えた眼科装置で測定した結果を用いてもよい。

【0030】

S16では、プロファイルセンサ107、プロファイルセンサ108及び受光素子504で得られた信号からアライメント状態を検出し、その検出結果から本体内部のXYZ駆動制御630によりヘッド部のXYZアライメントを実施する。

40

【0031】

XYZアライメントが完了したら、S18で測定を開始する。上述したように、光源501からの光を被検眼Eの角膜に照射し、その反射光を受光素子504で受光する。

【0032】

次に、S20で角膜厚の算出を行う。図4は、角膜厚検査光学系において、一次元受光素子を用いて受光した波形データを示している。図4において、光量の最も大きい第一ピーク510は、角膜前面からの反射光を示す。次に光量の大きい第二ピーク512は角膜後面からの反射光を示す。前記二つのピーク位置の差から角膜の厚さDを算出する。なお、

50

一次元受光素子には、たとえばラインセンサが用いられる。受光素子 504 として一次元受光素子を用いた場合、後述する二次元受光素子を用いた場合に比べて、角膜厚検査光学系を安価な構成とすることができる。

【0033】

図5は、角膜厚検査光学系において、二次元受光素子を用いて撮像された画像を示した図である。撮像された画像の輝度情報を解析して、輝度値が極大値となった第一ピーク520と第二ピーク522の位置の差から角膜厚さDを算出する。なお、二次元受光素子には、たとえばCCDカメラやプロファイルセンサが用いられる。

【0034】

S22で、測定値をメモリ670に保存する。

10

【0035】

S24では、左右眼とも測定が完了したかどうかを判断する。右眼のみの場合は、S26で、ヘッド部を左眼側に動かして、右眼と同様S14からS22で左眼の眼屈折力を測定して測定値をメモリ670に保存する。

【0036】

左右眼とも測定が完了したら測定は終了する。

【0037】

尚、本実施例では、右眼から検査を実施しているが、左眼から実施してもよい。また、一方の眼のみ検査してもよい。

【0038】

以上、本発明の実施形態について詳述してきたが、かかる実施形態における具体的な記載によって、本発明は限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

20

【0039】

例えば、図3のS20において、一次元受光素子で得られたデータにおける光量がピークとなる位置、あるいは二次元受光素子で得られた画像データの輝度値が極大値となる位置を、角膜前面および角膜後面からの反射光として角膜厚さの算出に用いたが、半値幅の中心位置を角膜前面および角膜後面からの反射光としてもよい。これにより、ノイズや角膜の異常等によりピーク値付近のデータに乱れがある場合に、測定誤差を抑制することができる。

30

【0040】

また、上記実施例では眼圧検査を実施する構成を有する形態を開示したが、本発明に係る構成はこれに限定されるものではない。例えば、角膜形状検査を実施する構成を有してもよいし、角膜内皮細胞検査を実施する構成を有してもよい。また、眼圧検査を実施する構成を有さず角膜厚検査を実施する構成のみであってもよい。

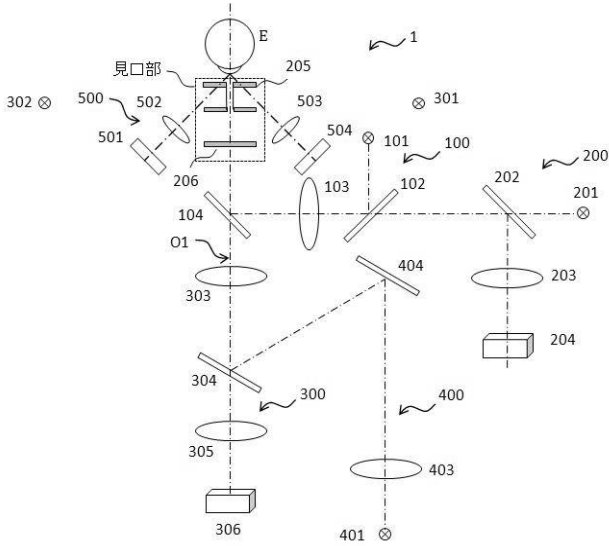
【符号の説明】

【0041】

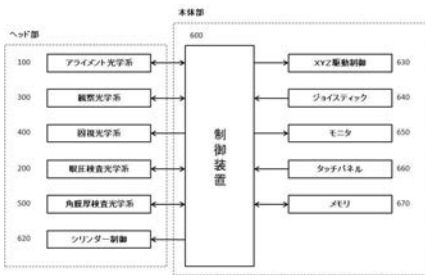
100・・・XYアライメント光学系、200・・・変位変形検出受光光学系、300・・・観察光学系、400・・・固視光学系、500・・・角膜厚検査光学系、600・・・制御装置、630・・・XYZ駆動制御、650・・・モニタ

40

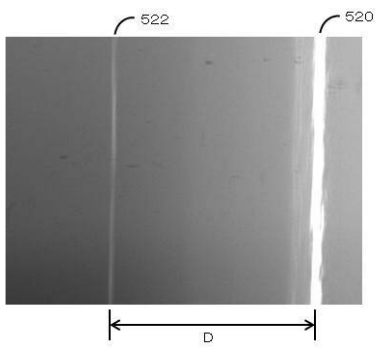
【図1】



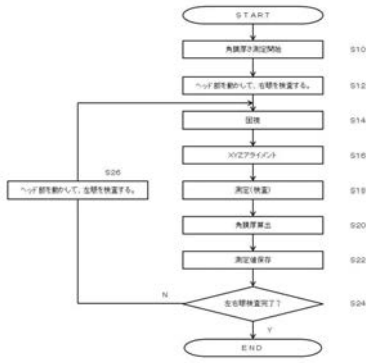
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

