

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4656791号  
(P4656791)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.

**A61B 3/10 (2006.01)**  
**A61B 3/12 (2006.01)**

F 1

A 6 1 B 3/10 N  
A 6 1 B 3/12 E  
A 6 1 B 3/10 R

請求項の数 20 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-531013 (P2001-531013)  
 (86) (22) 出願日 平成12年10月20日 (2000.10.20)  
 (65) 公表番号 特表2003-532449 (P2003-532449A)  
 (43) 公表日 平成15年11月5日 (2003.11.5)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/029008  
 (87) 國際公開番号 WO2001/028411  
 (87) 國際公開日 平成13年4月26日 (2001.4.26)  
 審査請求日 平成19年6月12日 (2007.6.12)  
 (31) 優先権主張番号 09/422,338  
 (32) 優先日 平成11年10月21日 (1999.10.21)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 594072971  
 ユニバーシティ オブ ロチェスター  
 アメリカ合衆国ニューヨーク州14642  
 , ロチェスター, ボックス オーティーテ  
 ィー, エルムウッド・アヴェニュー 60  
 1  
 (74) 代理人 100089705  
 弁理士 社本 一夫  
 (74) 代理人 100076691  
 弁理士 増井 忠式  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100080137  
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】軸外れ照射を伴う波先センサ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

目(E)の網膜(R)を照射する方法であって、  
 目(E)に関して当該光源(102)を位置決めする位置決め工程と；  
 上記光源(102)により網膜(R)を照射する照射工程と；  
 網膜(R)から反射された光(L3)を検出器(112)で受け取る工程と；  
 上記検出器(112)で目(E)の波先収差を検出する工程と；  
 を有する方法において、

上記光源(102)は、目(E)の角膜(C)から反射された当該光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び網膜(R)から反射された該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、目(E)に関して位置決めされることを特徴とする方法。  
 10

## 【請求項2】

上記第2の経路に沿って進行する光(L3)を通過させ、上記第1の経路に沿って進行する光(L2)を遮断するために絞り(108)を設けたことを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項3】

上記光源(102)をレーザーダイオードとしたことを特徴とする請求項1に記載の方法。

## 【請求項4】

上記光源(102)が光ビーム(L1)を発光し；  
上記位置決め工程は、光ビーム(L1)が目(E)の光学軸(A)から外れて目(E)に入射するように、上記光源(102)を位置決めする工程を有する；ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

**【請求項5】**

上記光源(102)が、角膜(C)から反射された光(L2)と網膜(R)から反射された光(L3)との間の分離を許容するのに十分な大きさの距離だけ、上記光学軸(A)から外れて位置することを特徴とする請求項4に記載の方法。

**【請求項6】**

上記検出器(112)をハルトマン・シャック検出器としたことを特徴とする請求項1 10  
に記載の方法。

**【請求項7】**

上記照射工程が非偏光ビームスプリッタ(104)で上記光源(102)から目(E)へ光(L1)を導く工程を有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

**【請求項8】**

目(E)の網膜(R)を照射する方法であって、  
目(E)に関して当該光源(102)を位置決めする位置決め工程と；  
上記光源(102)により網膜(R)を照射する照射工程と；  
を有する方法において、

上記光源(102)は、目(E)の角膜(C)から反射された当該光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び網膜(R)から反射された該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、目(E)に関して位置決めされ、上記照射工程が非偏光立体ビームスプリッタで上記光源(102)から目(E)へ光(L1)を導く工程を有することを特徴とする方法。 20

**【請求項9】**

上記非偏光ビームスプリッタ(104)をプレートビームスプリッタとしたことを特徴とする請求項7に記載の方法。

**【請求項10】**

目(E)の網膜(R)を照射する装置(100)であって、  
目(E)に関して位置決めされた光源(102)と；  
目(E)の網膜(R)から反射された光(L3)を受け取る光学素子(112)と；  
を有し、上記光学素子(112)が網膜(R)から反射された光(L3)を受け取るように位置決めされ、目(E)の波先収差を検出する検出器(112)からなる装置において、

上記光源(102)は、目(E)の角膜(C)から反射された上記光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び網膜(R)から反射された当該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、目(E)に関して位置決めされることを特徴とする装置。 40

**【請求項11】**

上記光学素子が上記第2の経路に沿って進行する光(L3)を通過させ、上記第1の経路に沿って進行する光(L2)を遮断する絞り(108)を有することを特徴とする請求項10に記載の装置。

**【請求項12】**

上記光源(102)をレーザーダイオードとしたことを特徴とする請求項10に記載の装置。

**【請求項13】**

上記光源(102)が光ビーム(L1)を発光し、かつ、光ビーム(L1)が目(E)の光学軸(A)から外れて目(E)に入射するように位置決めされることを特徴とする請求項10に記載の装置。 50

**【請求項 14】**

上記光源(102)が、角膜(C)から反射された光(L2)と網膜(R)から反射された光(L3)との間の分離を許容するのに十分な大きさの距離だけ、上記光学軸(A)から外れて位置することを特徴とする請求項13に記載の装置。

**【請求項 15】**

上記検出器(112)をハルトマン・シャック検出器としたことを特徴とする請求項10に記載の装置。

**【請求項 16】**

上記光源(102)から目(E)へ光(L1)を導くための非偏光ビームスプリッタ(104)を更に有することを特徴とする請求項10に記載の装置。 10

**【請求項 17】**

目(E)の網膜(R)を照射する装置(100)であって、  
目(E)に関して位置決めされた光源(102)と；  
目(E)の網膜(R)から反射された光(L3)を受け取る光学素子(112)と；  
上記光源(102)から目(E)へ光(L1)を導くための非偏光立体ビームスプリッタと；  
を有する装置において、

上記光源(102)は、目(E)の角膜(C)から反射された当該光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び網膜(R)から反射された該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、目(E)に関して位置決めされることを特徴とする装置。 20

**【請求項 18】**

上記非偏光(104)ビームスプリッタをプレートビームスプリッタとしたことを特徴とする請求項17に記載の装置。

**【請求項 19】**

光学素子(E)の波先収差を決定する方法であって、  
上記光学素子(E)に関して上記光源(102)を位置決めする工程と；  
上記光源(102)により上記光学素子(E)を照射する工程と；  
上記光学素子(E)を通じて伝達され当該光学素子(E)を通じて戻り反射された光(L3)を検出器(112)で受け取る工程と；  
波先収差を上記検出器(112)で検出する工程と； 30  
を有する方法において、

上記光源(102)は、上記光学素子(E)の表面(C)から反射された当該光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び当該光学素子(E)を通じて伝達され同光学素子(E)を通じて戻り反射された該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、該光学素子(E)に関して位置決めされることを特徴とする方法。

**【請求項 20】**

光学素子(E)の波先収差を決定する装置(100)であって、  
上記光学素子(E)に関して位置決めされた光源(102)と； 40  
上記光学素子(E)を通じて伝達され同光学素子(E)を通じて戻り反射された上記光源(102)からの光(L3)を受け取る検出器(112)と；  
を有する装置において、

上記光源(102)は、上記光学素子(E)の表面(C)から反射された当該光源(102)からの光(L2)が第1の経路に沿って進行するように及び当該光学素子(E)を通じて伝達され同光学素子(E)を通じて戻り反射された当該光源(102)からの光(L3)が上記第1の経路から空間的に離間した第2の経路に沿って進行するように、該光学素子(E)に関して位置決めされることを特徴とする装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の背景】**

本発明は目における波先(wavefront) 収差のためのセンサの如き波先センサに関し、特に、目の光学軸から逸れた光経路に沿って網膜を照射することにより角膜反射を回避するそのようなセンサに関する。本発明は更にこのような軸外れ(off-axis)照射を使用して波先を感じる方法に関する。

**【0002】**

目内手術やコンタクトレンズの製造の如き目的で人間の目における波先収差を検出することは従来知られている。このような検出は、例えば、1994年7月発行の雑誌Journal of the Optical Society of America (第11巻No. 7)のライアン(Liang)等の著による「ハルトマン・シャック(Hartmann-Shack)波先センサの使用による人間の目の波収差の客観的な測定」(1 - 9頁)に開示されている。レーザーダイオード又は他の光源からの光のビームは瞳の方へ導かれ、網膜へ入射する。網膜は高吸収性なので、元のビームよりも4桁程度の暗さのビームが網膜により反射され、瞳から出る。典型的には、入来し(目に入り)出現する(目から出る)光は共通の光学経路を辿り、入来する光はビームスプリッタと共に光学経路に来る。

10

**【0003】**

出現するビームはハルトマン・シャック検出器へ送られ、収差を検出する。このような検出器は光をスポットの列に分解し、電荷結合検出器又は他の二次元光検出器上にスポットを合焦させるレンズの列を有する。各スポットは、波先収差が無い場合に占める位置からのその変位を決定するように位置決めされ、スポットの変位は波先の復元、従って収差の検出を可能にする。

20

**【0004】**

ライアン等の技術に対する改善は1997年11月発行の雑誌Journal of the Optical Society of America (第4巻No. 11)のジェー・ライアン(J. Liang)及びディー・アール・ウイリアムズ(D.R. Williams)等の著による「普通の人間の目の収差及び網膜画質」(2873 - 2883頁)及び米国特許第5,777,719号明細書に教示されている。この米国特許は収差を検出し、このように検出した収差を目の手術並びに目内及びコンタクトレンズの製造に使用するための技術を教示している。更に、1994年の雑誌のライアン等の技術とは異なり、これらの技術はそれ自体自動化に役立つ。

30

**【0005】**

上述の技術は目の光学軸に沿って目を照射することを含む。その結果、網膜から反射された光は迷(stray)反射と混合され、測定を混乱させることがある。詳細には、迷反射はハルトマン・シャック検出器内に形成されたスポットの列の真ん中の疑似の明るいスポットとして現れる。

**【0006】**

このような迷反射は波先センサにおいていくつかの原因となる。特に重要なことは、網膜とビームスプリッタとの間の光学素子からの反射である。このような素子は典型的には目のレンズ系、及びビームスプリッタと目との間の一対のレンズとを含む。網膜以外の表面からの戻り反射は照射ビームよりも弱いが、網膜から反射された弱い信号よりも明るい。

40

**【0007】**

目のレンズ系においては、戻り反射が問題となるのに十分明るい唯一の表面は角膜の第1の(外側)表面である。この反射は網膜からの反射に対してエネルギー的に匹敵し、それ故、特に検出器内のスポットのセントロイドを自動的に計算すべき場合は、波先感知にとってかなり有害になることがある。

**【0008】**

ライアン及びウイリアムズ並びにウイリアムズ等の雑誌において教示された角膜反射を除去する1つの既知の方法はビームスプリッタと網膜との間のすべての表面からの反射光を除去するために偏光ビームスプリッタを使用することである。これらの表面がそこへ入射する光の線形偏光を維持するので、レンズの反射及び角膜の反射は排除される。しかし、網膜から反射された光の多くも失われてしまう。網膜から反射された全体の光の約30%

50

の減偏光光のみが波先収差を検出するために利用できる。更に、減偏光光はかなりの空間ノイズを含む。更に別の問題は目のレンズ系（主に角膜）の複屈折によりスポットの列内へ導入される強度不均一である。

#### 【0009】

網膜からの信号を増大させながらビームスプリッタと目との間のすべての光学系からの反射を除去する別の既知の方法は目のすぐ前方で四分の一波長（ $\lambda/4$ ）プレートと組み合わせた偏光ビームスプリッタの使用を含む。ドイツ国公開特許出願DE 4 2 2 2 3 9 5 A 1号明細書はこの技術を教示している。この技術は網膜から反射された光の一層多くの部分が検出器へ到達するのを可能にし、目の複屈折により生じるスポットの明るさの変化を除去しながらスポットの質を改善する。これはまた、レンズからの戻り反射を除去する。  
しかし、角膜反射は除去されず、従って、偏光光学系が存在しない場合と同じように厄介である。

10

#### 【0010】

上述した2つの技術における別の問題は偏光ビームスプリッタ及び $\lambda/4$ プレートのコストである。コストを気にする商業的な設定においては、このようなコストを排除するのが望ましい。

#### 【0011】

##### 【発明の概要】

上述に照らして、角膜反射が検出器上の疑似のスポットを生じさせない又は網膜から反射された光から導かれる信号を劣化させないような波先センサを提供する要求が当業界に存在することは容易に明らかであろう。特に、偏光光学系を使用せずに角膜反射の問題を排除することにより正確で安価な方法によって波先収差を検出する要求がある。

20

#### 【0012】

それ故、本発明の目的はこのような要求を満たすことである。

上述及び他の目的を達成するため、本発明は目を軸外れ照射する波先センサに関する。角膜により反射されない光は網膜に入射し、網膜により反射された光はレンズ及び角膜を通って戻る。これにより、その光は角膜反射が生じる光学経路とは異なる光学経路内に合焦される。網膜反射の全部が使用され、角膜反射は単純で安価な絞りの如き非偏光光学系により排除できる。

#### 【0013】

30

目を照射するために使用されるビームは比較的狭く（例えば、およそ1-1.5 mmの直径）、小さな領域内で角膜を横切り、角膜反射が検出器への帰還経路を辿る可能性を更に減少させる。更に、小さなスポットが網膜上で合焦する屈折範囲を増大することができる。典型的には、1 mmより少ないだけの目の光学軸からの照射ビームの変位が角膜反射を完全に除去する。

#### 【0014】

照射ビームは好ましくは、例えば目の前でビームスプリッタを直角に配置することにより、目の前の最後の可能な位置で光学経路内へ導入される。従って、ビームスプリッタと網膜との間の唯一の素子が角膜であるため、レンズからの戻り反射は回避される。

#### 【0015】

40

目の前でビームスプリッタを直角に配置した場合でさえ、同じ素子の使用により照射ビームの焦点及び出口ビームの焦点を調整することができる。これを行う1つの方法はスライド上に装着したミラーを備えた折り畳み光学経路を提供することである。ミラーはビームスプリッタに達する前の照射ビームの経路及び出口ビームの経路内に配置される。従って、スライドの運動が両方のビームを合焦させる。

#### 【0016】

異なる患者の目を調節する必要があるなら、出力の方向に垂直な（一層一般には、非平行な）方向に光源を移動させることができる。

本発明は目の波先感知を含む又は網膜の照射を含む任意の手続きにおいて有用性を有する。このような手続きは自動屈折、コンタクトレンズ又は目内レンズの設計、屈折手術及び

50

適応性の光学系による網膜作像を含むが、これらに限定されない。本発明は人間の目に使用することに期待されるが、家畜又は目に関係しない応用も同様に発揮できる。

#### 【0017】

##### 【好ましい実施の形態の詳細な説明】

添付図面を参照して本発明の好ましい実施の形態を詳細に説明する。

図1は患者の目Eの網膜を照射する基本的な装置100の全体図を示し、好ましい実施の形態において実施される光学原理を説明するために使用される。レーザーダイオードの如きレーザー光源102は平行プレートビームスプリッタ、肉厚プレートビームスプリッタ、プリズムビームスプリッタ、半銀ミラー又は他の適當なビームスプリッタとすることのできるビームスプリッタ104の方へ光L1のビームを発光する。ビームスプリッタ104は好ましくは90%の透過性及び10%の反射性を有するが、必要なら他の比率も使用できる。レーザー光源102及びビームスプリッタ104は、光L1が目Eの光学軸Aから外れて目Eに入射するように、位置決めされる。従って、目Eの角膜Cから反射された光ビームL2は光学軸Aから外れて反射される。残りの光は目Eの網膜R上にレーザービーコンBを形成する。目Eの光学系のため、目Eの網膜Rから反射された光ビームL3は目Eから出て、ビームスプリッタ104を通過する。次いで、光ビームL3はレンズ106、角膜から反射された光ビームL2を遮断しながら網膜から反射された光ビームL3を通過させる絞り108、及びレンズ110を通過して、ハルトマン・シャック検出器112へ至る。従来既知のように、検出器112はCCD又は他の適當な二次元検出器上の光スポットL4の列として光ビームL3を合焦させるためにレンズ列114を有する。

10

20

#### 【0018】

図2-4は図1を参照して先に説明した光学原理を使用する第2世代の装置200を示す。図2は上から見た装置200の下方レベル202を示し、一方、図3は上から見た装置200の上方レベル204を示し、図4は右から見た装置200の両方のレベル202、204を示す。

#### 【0019】

下方レベル202においては、図2に示すように、レーザーダイオード206が水平位置決めのための装着体208に装着される。このような位置決めの目的は後に説明する。ダイオード206から出た光ビームはレンズ210、212を通って下方レベル光経路LUを追従する。光ビームはコーナーミラー214により再帰反射され、レンズ216を通り、光ビームを上方へ反射させるミラー218に至る。

30

#### 【0020】

上方レベル204においては、図3に示すように、平行プレートビームスプリッタ220がミラー218により上方へ反射された光ビームを受け取り、その光ビームを上方レベル光経路LUに沿って導く。経路LUは大幅に簡単化した形状で示され；図1の上述の説明は当業者に対して真の光学経路のための要求の理解を提供する。光ビームは図1に関連して先に説明した方法で目Eを照射する。目Eの網膜Rにより反射された網膜反射光ビームはビームスプリッタ220及びレンズ222を通って戻る。次いで、網膜反射光ビームはコーナーミラー224により再帰反射され、レンズ226を通り、レンズ列230及びCCD検出器232を有するハルトマン・シャック検出器228に至る。もちろん、光経路LUに沿った適當な位置（例えば、レンズ222の焦点）に絞りを配置することができる。設定に応じて、ミラー214、224の代わりに単一のミラーを使用することができる。

40

#### 【0021】

入射光ビームの直径は適當な値、例えば1.5mmである。小さな直径は網膜の焦点深度を増大させ、患者上での正確な光の合焦の要求を緩和する。

小さな直径はまた、網膜上のスポットが屈折制限されることを保証する。進入ビームはレンズ列内のレンズの直径よりも小さくすべきでない。さもなければ、入来ビーム内の屈折がCCD上のスポットを顕著にぼやけさせてしまう。

#### 【0022】

50

進入ビームは、角膜反射と網膜反射とを分離し、もって、角膜反射の効果を回避するために、ビームの直径の1/2よりも大きい距離だけ、瞳内で角膜極から変位され、好ましくは約1mmだけ変位される。この距離は対象物毎に変えることができ、小さな進入ビームの直径のため1mm以下とすることができる。この距離は、ダイオード206及びそのコリメート光学系を小さな量だけ並進させる装着体208で変化することができる。ダイオード206及びその光学系を1mmまで並進させる能力で十分である。角膜からの反射光は発散され、レンズ222によりコリメートされ、レンズ222の焦点に位置する絞り又は別の適当な光学素子により遮光することができる。

#### 【0023】

他の光学素子からの戻り反射は目のすぐ前の最後の可能な場所にビームスプリッタ220を配置することにより回避することができる。この構成は、照射ビームが他の光学素子を回避するのを可能にする。その理由は、ビームスプリッタ220と網膜Rとの間の唯一の素子が角膜Cだからである。10

#### 【0024】

ビームスプリッタからの普通の反射は回転したビームスプリッタ立体又は肉厚プレートビームスプリッタを使用することにより回避することができる。従来しばしば必要とされたような、迷光を除去するために適所での目での画像から適所での目無しでの画像を差し引く必要はない。

#### 【0025】

図4に示すように、装置200の光学経路の長さは、ミラー214、224が単一の剛直体として移動できるようにミラー214、224をスライド機構234に結合することにより、変えることができる。ミラー214、224は相対的に軸方向に変位される。スライド機構234が距離 $\times$ だけ運動すると、各レベル202、204の光学経路長さが距離 $2 \times$ だけ変化し、装置の光学経路長さは全体として距離 $4 \times$ だけ変化する。20

#### 【0026】

スライド機構の別の利点は、入来ビームが網膜上で合焦するのを許容し、同時に、同じ装置即ちミラー214、224を支えるスライド234で、出口光がCCDアレイ上で合焦するのを許容することである。ミラー214がビームスプリッタ220に到達する前の照射ビームの経路内にあり、ミラー224が出口ビームの経路内にあるので、スライド234の運動は両方のビームの経路長さを変更し、両方のビームの焦点の調整を可能にする。従って、スライド234は経済性及び便利さを提供する。30

#### 【0027】

装置200に二重スライド機構を使用することができる。例えば、別のミラー(図示せず)をミラー214、224に対向して配置して、光ビームにより装置を通る別のパス(光路)を作ることができる。この構成により、スライド機構234が距離 $\times$ だけ運動すると、全体の光学経路長さは距離 $8 \times$ だけ変化する。

#### 【0028】

実験結果を図5、6に示す。図5は、偏光ビームスプリッタを使用せず、波長 = 790 nmを発生させるSLD光源を使用した本発明に係る軸外れ照射により得られた結果を示す。図6は、偏光ビームスプリッタを使用するが /4プレートを使用せず、波長 = 633 nmを発生させるHe-Ne(ヘリウム/ネオン)レーザー光源を使用した従来の軸外れ照射により得られた結果を示す。両方の結果は次の条件で得られる：6.7 mmの瞳直径のための無力化調節、500ミリ秒の露光時間、10 μWの進入レーザーパワー及び1.5 mmの進入ビーム直径。40

#### 【0029】

図5、6の比較は、本発明が光スループット及びスポットの質に対して大なる改善を提供することを示す。図5に示すスポットパターンは図6のものよりも一層良好な強度均一性を有し、図6のものよりも4倍も大きな平均スポット強度を有する。実際、両者に関しては、図5のスポットパターンは偏光ビームスプリッタ及び /4プレートを使用し、その技術の欠点を伴わずに得られたものに匹敵する。平行プレートビームスプリッタ等とする50

ことのできる単一の非偏光ビームスプリッタは / 4 プレートを使用した又は使用しない従来の偏光技術に必要な光学系よりも安価である。1 よりも大きな反射に対する透過率を備えたビームスプリッタの使用は利用できる光を更に増大させる。

#### 【0030】

本発明は多くの利点を与える。目及び他の光学系における戻り反射の有害な効果は回避され、機器を一層頑丈にし、これを作動させるソフトウェアを一層簡単にする。スポット画像の質は偏光効果により劣化せず、そのため、精度が改善される。スループットは従来のものよりも高く、同じレベルの照射、従って同じレベルの患者の心地及び安全性のための一層大きな信号を達成できる。代わりに、少ない照射光強度で従来と同じ信号を達成でき、従って患者の心地及び安全性を改善する。十分に明るいダイオードにより、網膜から C 10 C D アレイへ殆どすべての光を伝達するために、プレートビームスプリッタの反射に対する透過率を選択することができる。偏光光学系が必要でないため、コストが減少する。

#### 【0031】

以上好ましい実施の形態を説明したが、本発明の開示を吟味した当業者なら、本発明の要旨内で他の実施の形態を実現できることを認識できよう。例えば、改善された経路長さ及び小型化のために光学経路は付加的な折り畳みを有することができ、固定標的及び瞳カメラを追加することができる。また、網膜反射と角膜反射とを空間的に分離する任意の方法により、例えば適当な入射角を選択することにより、光源を位置決めできる。それ故、本発明は特許請求の範囲にのみ制限されると解釈すべきである。

#### 【図面の簡単な説明】

10

【図 1】 本発明の好ましい実施の形態において実施される基本的な光学概念を示す概略図である。

20

【図 2】 好ましい実施の形態に係る波先センサにおける光学素子の配置を示す概略図である。

【図 3】 好ましい実施の形態に係る波先センサにおける光学素子の配置を示す概略図である。

【図 4】 好ましい実施の形態に係る波先センサにおける光学素子の配置を示す概略図である。

【図 5】 好ましい実施の形態により得られる実験結果を示す図である。

【図 6】 従来技術により得られる実験結果を示す図である。

30

【図1】

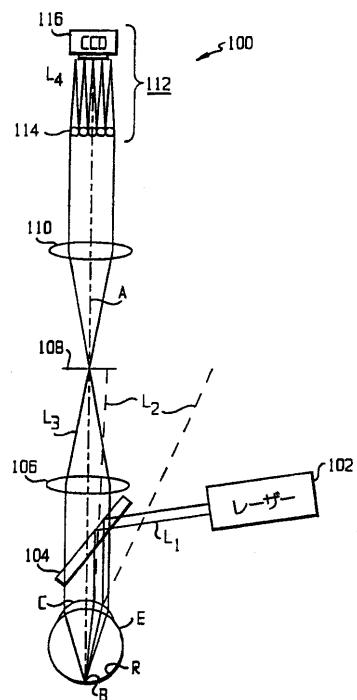


FIG. 1

【図2】

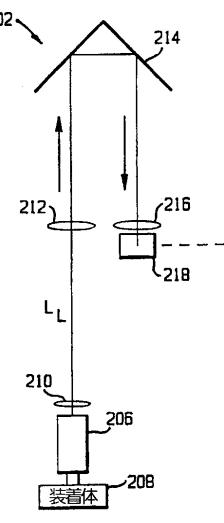


FIG. 2

【図3】

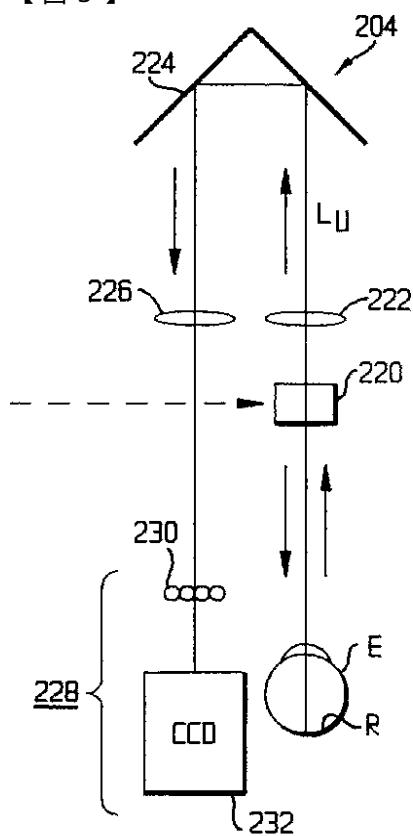


FIG. 3

【図4】

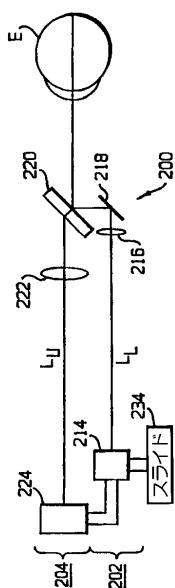


FIG. 4

【図5】

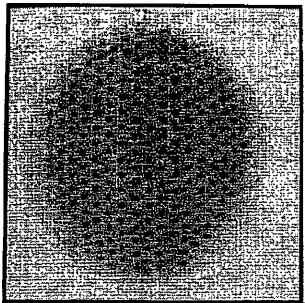
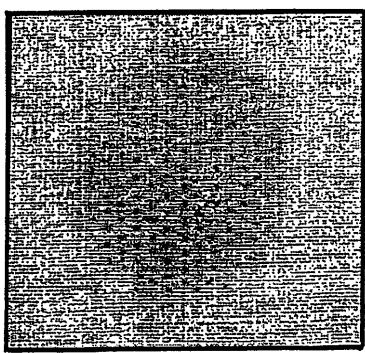


FIG.5

【図6】



(従来技術)

FIG.6

---

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100083895

弁理士 伊藤 茂

(72)発明者 ウィリアムズ, デービット・アール

アメリカ合衆国ニューヨーク州 14450, フェアポート, シェルター・クリーク・レーン 28

(72)発明者 ヨーン, ジーアン・ヤン

アメリカ合衆国ニューヨーク州 14623, ロチェスター, クインビー・ロード 252ディー

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開平10-216092(JP, A)

特開平07-039517(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00-3/18