

(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2011-45602

(P2011-45602A)

(43) 公開日 平成23年3月10日(2011.3.10)

(51) Int.Cl.  
A61B 3/16 (2006.01)

F1  
A61B 3/16

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-197619 (P2009-197619)  
(22) 出願日 平成21年8月28日 (2009. 8. 28)

(71) 出願人 000135184  
株式会社ニデック  
愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4  
(72) 発明者 三輪 哲之  
愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株  
式会社ニデック拾石工場内

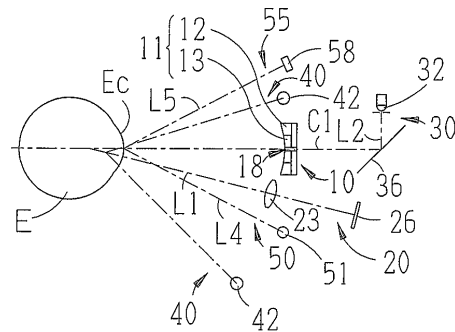
(54) 【発明の名称】 非接触式超音波眼圧計

(57) 【要約】

【課題】 被検者眼の眼圧を精度良く測定すると共に、被検眼の状態を好適に確認する。

【解決手段】 被検者眼角膜に対し超音波ビームを非接触にて送信し、受信するための送受信部を有する超音波探触子と、前記被検者眼の前眼部像を観察するための観察光軸を持ち、前記探触子の中心軸と該観察光軸とが所定角度で交わるように前記探触子に対して分離して配置された観察光学系と、を備え、前記探触子によって受信された角膜反射波の特性に基づいて被検者眼の眼圧を測定する。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検者眼角膜に対し超音波ビームを非接触にて送信し、受信するための送受信部を有する超音波探触子と、

前記被検者眼の前眼部像を観察するための観察光軸を持ち、前記探触子の中心軸と該観察光軸とが所定角度で交わるように前記探触子に対して分離して配置された観察光学系と、を備え、

前記探触子によって受信された角膜反射波の特性に基づいて被検者眼の眼圧を測定する非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 2】

10

請求項 1 の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子は、被検者眼に対向して配置され、

前記観察光学系は、被検者眼に対して斜め前方に配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 3】

請求項 2 の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の中心部には、開口部が形成されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 4】

20

請求項 3 の非接触式超音波眼圧計において、

被検者眼に対する前記探触子のアライメント状態を検出するためのアライメント光軸を持ち、前記探触子の中心軸と該アライメント光軸とが所定角度で交わるように前記探触子に対して分離して配置されたアライメント検出光学系を備え、

前記アライメント検出光学系は、観察光学系による兼用、又は観察光学系とは別に配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 5】

請求項 4 の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子は、その中心軸が水平面に対して平行となるように配置され、

前記観察光学系は、前記探触子の下方に配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

30

## 【請求項 6】

請求項 5 の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の送受信部は、送信部と受信部とが分離して配置され、中心から近い順に、前記開口部、前記受信部、前記送信部とが同心円状に形成されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 7】

請求項 6 の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の外縁部より外側に配置され、被検者眼に対して前記探触子の上下左右方向のアライメントを行うためのアライメント指標を投影する第 1 アライメント指標投影光学系を備えることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

40

## 【請求項 8】

請求項 7 の非接触式超音波眼圧計において、

前記第 1 アライメント指標投影光学系は、その中心軸が前記観察光学系の観察光軸と同軸となるように配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

## 【請求項 9】

請求項 8 の非接触式超音波眼圧計において、

被検者眼に対して前記探触子の作動距離方向のアライメントを行うためのアライメント指標を斜め方向から投影する第 2 アライメント指標投影光学系と、

前記第 2 アライメント指標投影光学系による角膜反射光を斜め方向から検出する作動距離検出光学系と、を備え、

50

第2アライメント指標投影光学系と前記作動距離検出光学系は、前記探触子の中心軸に対して対称に配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

【請求項10】

請求項1～9のいずれかの非接触式超音波眼圧計において、前記送受信部の少なくともどちらかは、広帯域空気結合型探触子であることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

【請求項11】

請求項10の非接触式超音波眼圧計において、前記開口部を介して被検者眼に固視標を投影するための固視光軸を有し、前記探触子の中心軸と該光軸とが同軸となるように配置された固視標投影光学系を備えることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

【請求項12】

請求項6の非接触式超音波眼圧計において、  
前記アライメント検出光学系は、被検者眼に対して斜め前方の2方向に配置されていることを特徴とする非接触式超音波眼圧計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を用いて非接触にて被検者眼の眼圧を測定する非接触式超音波眼圧計に関する。

【背景技術】

【0002】

被検者眼に入射する入射波と被検者眼からの反射波と比較して被検者眼の眼圧を測定する装置としては、被検者眼に対して振動を入射する振動子と被検者眼からの反射波を検出する振動検出センサとを有する探触子を保持すると共に、先端に眼球が接触される弾性キャップを有するプローブペンを有し、弾性キャップを被検者眼に接触させた状態にて被検者眼の眼圧を測定する接触式の眼圧検査装置が提案されている（特許文献1参照）。

【0003】

また、非接触式の構成としては、被検者眼（ただし、模型眼）に対して超音波を入射する振動子と被検者眼からの反射波を検出する振動検出センサとを有する探触子が設けられ、被検者眼の眼前に探触子を配置させた状態で被検者眼の眼圧を非接触にて測定する眼圧検査装置が提案されている（特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-267299

【特許文献2】国際公開第2008/072527号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1の構成の場合、被検者眼にプローブペンを接触させた状態で眼圧測定を行うものであり、被検者眼への負担が大きい。また、特許文献2の構成の場合、模型眼に対する測定を想定したものにすぎず、実際の人眼を測定するにはまだ不十分であり、実用化に向けた課題は多い。例えば、人眼の場合、固視微動や被検者眼の視線移動によって眼が動くことから、被検者眼に対する探触子のアライメントずれの影響で、振動検出センサによって検出される反射波の特性（例えば、周波数、位相等）が変化してしまい、測定結果にバラツキが生じてしまう可能性がある。また、被検者の恐怖心を緩和するには、角膜と装置との作動距離をある程度確保する必要がある（例えば、10mm程度）。

【0006】

本発明は、上記従来技術を鑑み、被検者眼の眼圧を精度良く測定すると共に、被検眼の状態を好適に確認できる非接触式超音波眼圧計を提供することを技術課題とする。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

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。

## 【0008】

## (1)

被検者眼角膜に対し超音波ビームを非接触にて送信し、受信するための送受信部を有する超音波探触子と、

前記被検者眼の前眼部像を観察するための観察光軸を持ち、前記探触子の中心軸と該観察光軸とが所定角度で交わるように前記探触子に対して分離して配置された観察光学系と、を備え、

前記探触子によって受信された角膜反射波の特性に基づいて被検者眼の眼圧を測定する。

(2) (1)の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子は、被検者眼に対向して配置され、

前記観察光学系は、被検者眼に対して斜め前方に配置されていることを特徴とする。

(3) (2)の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の中心部には、開口部が形成されていることを特徴とする。

(4) (3)の非接触式超音波眼圧計において、

被検者眼に対する前記探触子のアライメント状態を検出するためのアライメント光軸を持ち、前記探触子の中心軸と該アライメント光軸とが所定角度で交わるように前記探触子に対して分離して配置されたアライメント検出光学系を備え、

前記アライメント検出光学系は、観察光学系による兼用、又は観察光学系とは別に配置されていることを特徴とする。

(5) (4)の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子は、その中心軸が水平面に対して平行となるように配置され、

前記観察光学系は、前記探触子の下方に配置されていることを特徴とする。

(6) (5)の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の送受信部は、送信部と受信部とが分離して配置され、中心から近い順に、前記開口部、前記受信部、前記送信部とが同心円状に形成されていることを特徴とする。

(7) (6)の非接触式超音波眼圧計において、

前記探触子の外縁部より外側に配置され、被検者眼に対して前記探触子の上下左右方向のアライメントを行うためのアライメント指標を投影する第1アライメント指標投影光学系を備えることを特徴とする。

(8) (7)の非接触式超音波眼圧計において、

前記第1アライメント指標投影光学系は、その中心軸が前記観察光学系の観察光軸と同軸となるように配置されていることを特徴とする。

(9) (8)の非接触式超音波眼圧計において、

被検者眼に対して前記探触子の作動距離方向のアライメントを行うためのアライメント指標を斜め方向から投影する第2アライメント指標投影光学系と、

前記第2アライメント指標投影光学系による角膜反射光を斜め方向から検出する作動距離検出光学系と、を備え、

第2アライメント指標投影光学系と前記作動距離検出光学系は、前記探触子の中心軸に対して対称に配置されていることを特徴とする。

(10) (1)～(9)のいずれかの非接触式超音波眼圧計において、前記送受信部の少なくともどちらかは、広帯域空気結合型探触子であることを特徴とする。

(11) (10)の非接触式超音波眼圧計において、前記開口部を介して被検者眼に固視標を投影するための固視光軸を有し、前記探触子の中心軸と該光軸とが同軸となるように配置された固視標投影光学系を備えることを特徴とする。

(12) (6)の非接触式超音波眼圧計において、

前記アライメント検出光学系は、被検者眼に対して斜め前方の2方向に配置されている

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、被検者眼の眼圧を精度良く測定すると共に、被検眼の状態を好適に確認できる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1は、本実施形態に係る非接触式超音波眼圧計の測定系及び光学系の概略構成図である。なお、以下の測定系及び光学系は、図示無き筐体に内蔵されている。また、その筐体は、周知のアライメント用移動機構により、被検者眼Eに対して三次元的に移動されてもよい。また、手持ちタイプ（ハンディタイプ）であってもよい。

10

【0011】

超音波探触子10は、空気を媒体として被検者眼Eの角膜Ecに向けて超音波ビーム（パルス波又は連続波）を出射し、また、角膜Ecで反射された超音波ビームを検出する。探触子10は、超音波の送受信部11として、角膜Ecに入射させる超音波（入射波）を出射する送信部12と、角膜Ecで反射された超音波（反射波）を検出する受信部13と、を有し、被検者眼Eの眼圧を非接触で測定するために用いられる。なお、探触子10は、送信部12と受信部13とが分離して配置されているが、もちろん単一の構成により送信部12と受信部13を兼用してもよい。

【0012】

20

送受信部11における送信部12及び受信部13は、所定の作動距離離れて被検者眼Eに対向して配置され、被検者眼Eに対して略正面方向より超音波を送受信可能な位置に配置されている（図1参照）。より好ましくは、送信部12及び受信部13は、被検者眼Eの近傍位置に配置される。また、本実施形態において、探触子10は、探触子10の中心軸C1が水平面に対して平行となるように配置されている。

【0013】

図2は、本実施形態に係る探触子10を正面から見たときの概略構成図である。探触子10は、開口部18（例えば、直径1mm程度の円孔）を中心部（中心軸C1上）に有し、開口部18の外側にリング状の受信部13を有し、受信部13の外側にリング状の送信部12を有する。開口部18は、固視光源32（後述する）から発せられた固視光束を通過させるために探触子10に形成されている。より具体的には、中心から近い順に、開口部18、受信部13、送信部12とが同心円状に形成されている

30

これにより、送信部12により外側から角膜Ecに向けて超音波が送信され、受信部13により内側にて角膜反射波が受信される。なお、送信部12と受信部13の位置関係は、逆でも良い。

【0014】

また、送受信部11には、空気中での伝搬効率を高めるために、広帯域の周波数成分を持つ超音波ビームを送受信する空気結合型の超音波送受信部（超音波探触子）が用いられることが好ましい。この場合、マイクロアコースティック（Microacoustic）社のBAT<sup>TM</sup>探触子を用いることができる。このような探触子の詳細については、米国特許5287331号公報、特表2005-506783号公報、等を参照されたい。もちろん、これに限るものではなく、 piezo 型の超音波送受信部（超音波探触子）が用いられてもよい。また、一方の送受信部が広帯域空気結合型探触子で、他方の送受信部が piezo 型の探触子であってもよい。

40

【0015】

図1の説明に戻る。本装置の光学系としては、被検者眼Eの前眼部を斜め方向から観察するための観察光学系20と、被検者眼Eを正面方向から固視させるための固視標投影（呈示）光学系30と、上下左右方向のアライメント状態検出用の第1指標を角膜Ecに投影するための第1指標投影光学系40と、前後方向である作動距離方向のアライメント状態検出用の第2指標を角膜Ecに投影するための第2指標投影光学系50と、角膜Ecに

50

投影された第2指標を検出するための指標検出光学系55と、が設けられている。

【0016】

観察光学系20は、対物レンズ23と、二次元撮像素子26と、を有し、探触子10より被検眼側において、その光軸（観察光軸）L1が探触子10の中心軸C1に対して所定角度で交わるように配置されている。観察光学系20は、探触子10の外縁部より外側（例えば、探触子10の下方）に配置される。前眼部照明光源（例えば、第1指標投影光学系40）によって照明された前眼部像は、対物レンズ23によって撮像素子26に結像される。撮像素子26によって撮像された前眼部像は、後述するモニター72に表示される。

【0017】

また、上記観察光学系20は、後述するリング指標像Rを検出して、被検者眼に対する探触子10のアライメント状態を検出するアライメント検出光学系として利用できる。そして、撮像素子26からの検出結果は、アライメントエラー判定、被検者眼に対する探触子10の自動アライメント、等に利用されうる。

10

【0018】

固視標投影光学系30は、可視光源32を有し、被検者眼Eを固視させるための固視標を被検者眼Eに投影する。光源32からの可視光は、開口絞りによって光束径が絞られ、全反射ミラー36で反射され、開口部18を介して被検者眼Eの眼底に投影される。固視標投影光学系30の光軸L2は、ミラー36によって探触子10の中心軸C1と同軸にされている。これにより、探触子10は、被検者眼の視線方向に配置された状態となる。

【0019】

第1指標投影光学系40は、探触子10の外縁部より外側に配置され、赤外光源42を有し、第1のアライメント指標である赤外光を斜め方向から角膜Ecに投影する。より具体的には、赤外光源42は略リング状の光源であって、その中心軸が観察光軸L1と同軸になるように配置されている。これにより、角膜Ec上にリング指標像Rが形成される（図3参照）。なお、光源42は、前眼部照明光源を兼用する。

20

【0020】

そして、角膜Ecに形成されたリング指標像Rは、前眼部像と共に、対物レンズ23によって撮像素子26に結像する。そして、撮像素子26によって検出されたリング指標像Rは、モニター72上に表示される（図3中のリングR参照）。この場合、指標像Rのリング中心と観察光軸L1が一致する位置がアライメント完了位置となる。

30

【0021】

なお、投影光学系40について、その投影光軸（中心軸）が観察光軸L1と同軸になるように配置されるようにしてもよい。例えば、観察光学系20の光路中にハーフミラー等の光路分岐ミラーが配置され、光源42からの光が光路分岐ミラーを介して被検者眼に投影される。

【0022】

第2指標投影光学系50は、赤外光源51を有し、第2のアライメント指標である赤外光を斜め方向から角膜Ecに投影する。指標検出光学系55は、位置検出素子（例えば、ラインCCD）58を有し、第2指標投影光学系50によって角膜Ecに形成された第2指標像を検出する（角膜Ecで反射された光源51からの赤外光を受光する）。なお、投影光学系50の光軸L4と指標検出光学系55の光軸L5は、探触子10の中心軸に対して対称な軸を持ち、光軸L5は光軸L4と中心軸C1上で交差する。これにより、被検者眼と探触子10との作動距離が精度良く検出される。なお、図1において、投影光学系50及び検出光学系55は、説明の便宜上上下方向に配置されているが、実際には左右方向に配置されている。

40

【0023】

なお、作動距離方向のアライメント状態の検出は、探触子10によって行われてもよい（例えば、被検者眼に出射された超音波が探触子10に戻っているまでの時間が距離に換算される）。

【0024】

50

図3は、本実施形態に係る装置の制御系の概略ブロック図である。演算制御部70は、装置全体の制御等を行う。送受信部11は制御部70に接続され、制御部70からの駆動信号が送信部12に入力される。また、受信部13から出力された電気信号は、増幅された後、制御部70に入力される。そして、制御部70は、受信部13にて検出された反射波の出力波形を解析して、眼圧値を算出する。また、演算制御部70には、撮像素子26、光源32、光源42、光源51、位置検出素子58、モニタ72、メモリ75、等が接続されている。なお、メモリ75には、探触子10を用いて眼圧を測定するための測定プログラム、装置全体の制御を行うための制御プログラム、等が記憶されている。

#### 【0025】

以上のような構成を備える装置において、被検者眼Eの眼圧を測定する場合について説明する。まず、検者は、被検者に固視標(光源32)を注視させる。また、モニタ72に表示された前眼部像を観察しながら、被検者眼Eに対する探触子10のアライメントを行う。このとき、演算制御部70は、図3に示すように、撮像素子26によって撮像されたリング指標像Rを含む前眼部像と後述するレチクルLT及びインジケータGとをモニタ72に表示する。なお、演算制御部70は、位置検出素子58からの出力信号に基づいて作動距離方向のアライメント状態を検出し、その検出結果に基づいてインジケータGの表示を制御する。

10

#### 【0026】

検者は、リング指標像RとレチクルLRが同心円状となるように、上下左右方向のアライメントを行う。また、インジケータGが適正な表示状態(例えば、インジケータが一本の状態)となるように、作動距離方向のアライメントを行う。

20

#### 【0027】

上下左右前後方向のアライメントが完了され、所定のトリガ信号が手動で又は自動的に入力されると、演算制御部70は、送信部12から超音波ビームを角膜Ecに向けて出射し、角膜Ecで反射された超音波ビームを受信部13で検出する。そして、演算制御部70は、送受信部11による検出結果に基づいて被検者眼Eの眼圧を求め、その結果をモニタ72に表示する。

#### 【0028】

送信部12から所定波形の超音波ビームが角膜Ecに照射された場合、その超音波ビームによる角膜反射波の特性・波形(反射波の振幅、位相、等)は、被検者の眼圧によって変化する。そこで、制御部70は、受信部13で検出される反射波の特性・波形(例えば、超音波の振幅、位相、等の所定物理量)と眼圧との関係から、被検者眼の眼圧値を算出する。

30

#### 【0029】

例えば、制御部70は、検出された反射波の音響強度を周波数解析(例えば、フーリエ解析)し、反射波における周波数毎の振幅レベルである振幅スペクトルを取得する。図4は反射波の振幅スペクトルの例である。

#### 【0030】

ここで、制御部70は、得られた振幅スペクトルのピーク振幅レベル(例えば、図4における振幅スペクトルSのピーク値P)を検出する。そして、制御部70は、振幅スペクトルのピーク振幅レベルに基づいて眼圧を算出する。メモリ75には、ピーク振幅レベルと眼圧値との相関関係がテーブルとして記憶されており、制御部70は、検出されたピーク振幅レベルに対応する眼圧値をメモリ75から取得し、得られた眼圧値をモニタ72に表示する。なお、ピーク振幅レベルと眼圧値との相関関係は、例えば、本装置によって取得されるピーク振幅レベルとゴールドマン眼圧計によって得られる眼圧値との相関関係を予め求めておくことにより設定可能である。

40

#### 【0031】

以上のように、探触子10と観察光学系(アライメント検出光学系)20とが分離独立して配置されることで、探触子10と観察光学系20が干渉せず、探触子10による制約がない光学系が容易に構成可能となり、十分な観察・アライメントが行える。

50

## 【0032】

さらに、上記構成によれば、探触子10は被検者眼に対向した位置に配置されるため、被検者眼に対して超音波を効率よく送受信できるため、被検者眼の眼圧を精度良く測定できる。さらに、送信部12が外側に配置されることで、送信部12の面積を広く確保でき、角膜Ecに対して強い超音波ビームを照射できる。また、受信部13が中心部に配置されることで、角膜頂点に対向して受信部13が配置され、角膜頂点付近からの反射波を効率よく検出できる。

## 【0033】

また、上記構成によれば、探触子10が被検者眼の前方に対向して配置され、観察光学系20が被検者眼の斜め前方に配置されるため、探触子10により眼圧を精度良く測定できると共に、観察光学系20により十分な観察・アライメントが行える。

10

## 【0034】

また、上記構成によれば、探触子10の中心軸が水平面に対して平行に配置され、観察光学系20が探触子10の下方に配置されているため、被検者眼の瞼・睫等によって超音波及び前眼部像がケラレにくくなるため、眼圧測定及び前眼部観察をスムーズに行うことができる。

## 【0035】

なお、上記構成に限るものではなく、観察光学系20は、探触子10の中心軸C1と観察光軸L1とが所定角度で交わるように探触子に対して分離して配置されていればよい。例えば、観察光学系20が中心部に配置され、探触子10が被検者眼の斜め前方に配置された構成であってもよい。また、中心軸C1と観察光軸L1とが固視光学系30の光軸に対して所定の角度で交わるように探触子10と観察光学系20とが配置された構成であってもよい。

20

## 【0036】

また、上記構成においては、観察光学系20がアライメント検出光学系を兼用するものとしたが、アライメント検出光学系が観察光学系とは別に配置されていても良い。

## 【0037】

また、送信部12及び受信部13は、2つ以上のリングからなる構成であってもよい。送信部12及び受信部13は、連続的な円ではなく、間欠的な円であってもよい。また、送受信部11の形状は、略円環状であることが好ましいが、種々の変容が可能である。例えば、多角形（辺の数が多い方が好ましい）状であってもよい。

30

## 【0038】

また、上記構成に限るものではなく、探触子10と被検者眼とが所定の位置関係となった状態を基準にレチクルLTの位置が設定される又はアライメント検出を行なうのであれば、種々の変容が可能である。例えば、投影光学系40の中心軸と探触子10の中心軸が同軸となるように配置され、その角膜反射像が観察光学系20によって検出される構成であってもよい。

## 【0039】

図5は本発明の変容例に係る装置の測定系及び光学系を上方から見たときの上方概略図である。なお、図1と同一の番号を付したものについては、特段の説明がない限り、同一の機能・構成を有するものとする。

40

## 【0040】

被検者眼Eの斜め前方の2方向には、対物レンズ23a, 23b、撮像素子26a, 26bが配置され、これらの光学部材によって第1観察光学系20a、第2観察光学系20bが形成される。そして、前眼部照明光源44によって照明された前眼部像は、対物レンズ23a, 23bを介して、撮像素子26a、26bによって撮像される。撮像素子26a、26bの撮像信号は、制御部70に入力され、モニタ72に出力される。なお、第1観察光学系20a、第2観察光学系20bは、それぞれアライメント検出光学系を兼用する。

## 【0041】

50



アライメント指標を角膜 E c に投影する投影光学系 4 5 は、赤外光源 4 6 を有し、探触子 1 0 の背後に配置されている。光源 4 6 から発せられた光束は、ハーフミラー 4 4、開口部 1 8 を介して角膜 E c に投影される。そして、角膜 E c に形成された指標像は、撮像素子 2 6 a、2 6 b によって撮像される。

【 0 0 4 2 】

図 6 は本発明の変容例に係る装置における表示画面を示す例である。指標像 I 1 と指標像 I 2 は、投影光学系 4 5 によって角膜 E c に形成された指標像である。制御部 7 0 は、モニター 7 2 を制御し、撮像素子 2 6 a、2 6 b からの撮像信号を合成して表示する。前眼部像 A 1 及び指標像 I 1 は、撮像素子 2 6 a からの撮像信号に基づくものである。また、撮像素子 2 6 b からの撮像信号は、観察性向上のため、画像処理により指標像 I 2 のみが抽出され、前眼部像が除去されている。よって、モニター 7 2 上には、指標像 I 2 のみが表示される。

10

【 0 0 4 3 】

この場合、まず、指標像 I 1 と指標像 I 2 との中心位置と、レチクル L T と、が一致されるように上下左右方向のアライメントがなされる（図 6 ( a ) 参照）。その後、指標像 I 1 と指標像 I 2 とがレチクル L T 上で重なるように作動距離方向のアライメントがなされる。なお、インジケータ G を作動距離方向の精密なアライメントに用いることも可能である。このようにすれば、被検眼に対するアライメントをスムーズに行うことができる。

【 0 0 4 4 】

なお、上記変容例において、制御部 7 0 は、指標像 I 1 と指標像 I 2 との中心位置を検出し、検出された中心位置に対応するアライメント指標を電子的に表示してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

なお、以上の説明においては、振幅スペクトルに基づいて眼圧を算出したが、角膜反射波を周波数解析したときの位相スペクトルに基づいて眼圧を算出してもよい。より具体的には、入射波と反射波のスペクトル分布を求め、所定の周波数における入射波の位相と反射波の位相との位相差を基に眼圧値を算出する。なお、前述した超音波パルス法による硬さ検出手法については、特開 2 0 0 2 - 2 7 2 7 4 3 号公報を参照されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 本実施形態に係る非接触式超音波眼圧計の測定系及び光学系の概略構成図である。

30

【 図 2 】 本実施形態に係る探触子を正面から見たときの概略構成図である。

【 図 3 】 本実施形態に係る装置の制御系の概略ブロック図である。

【 図 4 】 反射波の振幅スペクトルの例である。

【 図 5 】 本発明の変容例に係る装置の測定系及び光学系を上方から見たときの上方概略図である。

【 図 6 】 本発明の変容例に係る装置における表示画面を示す図である。

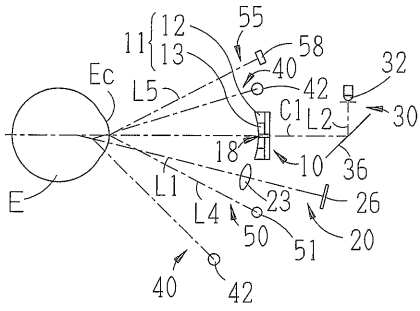
【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

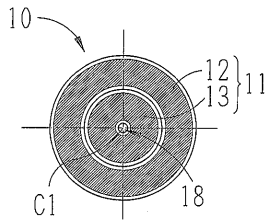
- 1 0 探触子
- 1 1 送受信部
- 1 2 送信部
- 1 3 受信部
- 1 8 開口部
- 2 0 観察光学系（アライメント検出光学系）
- 3 0 固視指標投影光学系
- 4 0 第 1 指標投影光学系
- 5 0 第 2 指標投影光学系
- L 1 観察光軸

40

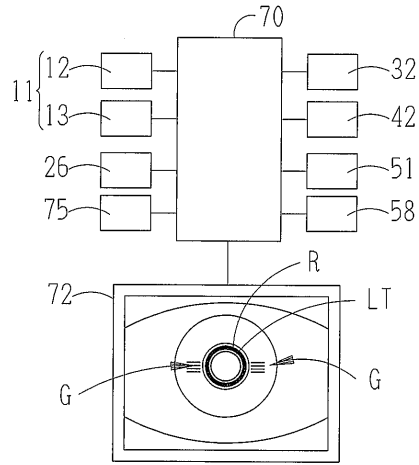
【 図 1 】



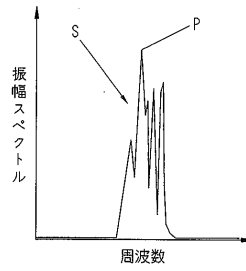
【 図 2 】



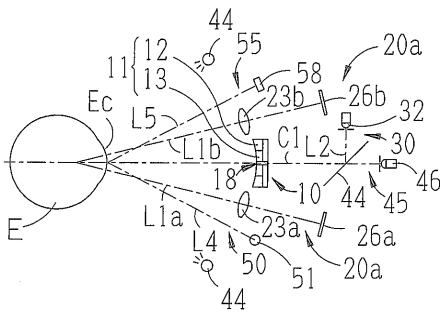
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

