

(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2009-254779

(P2009-254779A)

(43) 公開日 平成21年11月5日(2009.11.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/10 (2006.01)	A 6 1 B 8/10	4 C 6 0 1
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 U	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-225346 (P2008-225346)  
 (22) 出願日 平成20年9月2日 (2008.9.2)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-81992 (P2008-81992)  
 (32) 優先日 平成20年3月26日 (2008.3.26)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 三田 修  
 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  
 Fターム(参考) 4C601 BB01 DD01 DD13 EE09 EE10  
 GA06 GA21 KK02 KK14 KK16  
 KK28 KK31

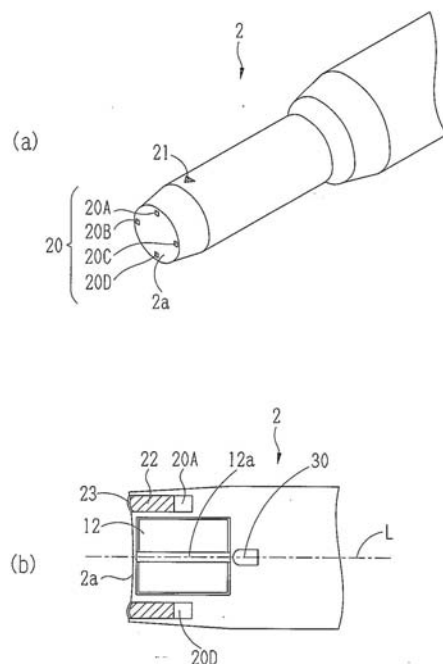
(54) 【発明の名称】 眼科用超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 超音波プローブを角膜に正しく接触させて測定でき、信頼性の高い測定結果を得る。

【解決手段】 被検眼角膜に接触させた超音波プローブによって得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置において、角膜に超音波プローブを接触させたときの圧力を検知する圧力センサであって、角膜に対する上下左右方向の接触圧力の不均衡性を検知可能に超音波プローブの先端に複数個設けられた圧力センサと、各圧力センサにより検知された圧力に基づいて角膜に対する超音波プローブの傾きを判定する判定手段と、判定手段による判定結果を報知する報知手段と、を備える。

【選択図】 図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被検眼角膜に接触させた超音波プローブによって得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置において、  
角膜に超音波プローブを接触させたときの圧力を検知する圧力センサであって、角膜に対する上下左右方向の接触圧力の不均衡性を検知可能に超音波プローブの先端に複数個設けられた圧力センサと、  
前記各圧力センサにより検知された圧力に基づいて角膜に対する超音波プローブの傾きを判定する判定手段と、  
該判定手段による判定結果を報知する報知手段と、  
を備えることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 の眼科用超音波診断装置において、前記圧力センサは、超音波プローブに内蔵された超音波トランデュースアよりも外側に少なくとも 3 個配置されていることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 の眼科用超音波診断装置において、超音波プローブを角膜に接触させる時の上下左右方向を識別するための識別子が超音波プローブに付され、前記複数個の圧力センサは前記識別子に対して所定の位置関係に配置されていることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

20

**【請求項 4】**

請求項 1 ~ 3 の何れかの眼科用超音波診断装置は、前記複数個の圧力センサにより検知された接触圧力が所定の上限値を超えているか否かを判定する第 2 の判定手段と、該第 2 の判定手段の判定結果を報知する第 2 の報知手段と、を備えることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 の眼科用超音波診断装置において、前記圧力センサは、その圧力検知面が超音波プローブの接触面に配置されているか又は超音波プローブの接触面に圧力伝達媒体を介在させたプローブ内部に配置されていることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

**【請求項 6】**

被検眼角膜に接触させた超音波プローブによって得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置において、  
角膜に超音波プローブを接触させたときの圧力を検知する圧力センサであって、超音波プローブの先端で角膜と接触する接触面に設けられた圧力センサと、  
該圧力センサにより検知された圧力に基づいて角膜に対する超音波プローブの接触圧を判定する判定手段と、  
該判定手段による判定結果を報知する報知手段と、  
を備えることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

30

**【請求項 7】**

請求項 6 の眼科用超音波診断装置において、  
超音波プローブは、超音波プローブの先端と被検眼の角膜までの距離を検知する距離センサと、  
該距離センサにより検知された距離に応じて距離情報を報知する報知手段と、  
を備えることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

40

**【請求項 8】**

請求項 7 の眼科用超音波診断装置において、前記超音波プローブは、被検眼の固視を誘導する固視灯用光源と、該固視灯光源からの光を前記超音波プローブの軸に沿って導光する導光路と、を有し、前記距離センサは、前記導光路を介して前記距離を検知する光学式の距離センサであることを特徴とする眼科用超音波診断装置。

**【発明の詳細な説明】**

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波プローブにより被検眼の眼軸長等を測定する眼科用超音波診断装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

超音波を送受波する超音波プローブの先端を被検眼角膜に接触させ、プローブにより得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置が知られている（例えば、特許文献1、2参照）。

【特許文献1】特開2001-187022号公報

【特許文献2】特開2007-319337号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

超音波プローブによる測定に際しては、プローブの軸と被検者眼の視軸とを合わせるようにプローブの先端を被検者眼の角膜に接触させる必要がある。プローブを被検者眼の角膜に接触させる位置合せでは、検者の感覚によってプローブと角膜の間の距離を判断し、唐突にプローブが角膜と接触せず好適に接触させるようにしていた。また、プローブを角膜に接触させた後のプローブの位置合せでは、角膜に接触させたプローブを押し当てる力（接触圧）によって角膜が変形する場合があります、測定結果に影響が出ていた。このような場合においても、検者が感覚的にプローブの接触状態を判断し、経験に基づいて接触圧を調整していた。

## 【0004】

また、超音波プローブによる測定に際しては、プローブに内蔵された固視灯により被検眼の視軸を導きつつ、被検眼の視軸とプローブの軸とを合わせるようにプローブの先端を角膜に接触させる必要がある。しかし、プローブが正しく角膜に接触されているかどうかは、検者が指先の感覚やプローブの当たり具合を目で見て判断していた。このため、検査に慣れていない検者が測定を行う場合には、角膜に対してプローブが傾いた状態で測定してしまうことがあった。この場合、測定結果の信頼性が乏しくなり、眼軸長に基づいて決定される眼内レンズ（IOL）の処方値にも差が生じてしまう。図7は、眼の視軸O（角膜の法線方向）に対してプローブが傾いた状態で測定された場合の傾き角度と眼軸長との関係をシミュレーションした結果である。また、同時に、眼軸長に応じて処方される眼内レンズ（IOL）のパワーを同時に図示している。このシミュレーション結果によれば、プローブの傾き角度が5度であると、処方されるIOLのパワーも大きく差が生じてくる。

## 【0005】

本発明は、上記問題点に鑑み、超音波プローブを角膜に正しく接触させて測定でき、信頼性の高い測定結果を得ることができる眼科用超音波診断装置を提供することを技術課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

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。

(1) 被検眼角膜に接触させた超音波プローブによって得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置において、角膜に超音波プローブを接触させたときの圧力を検知する圧力センサであって、角膜に対する上下左右方向の接触圧力の不均衡性を検知可能に超音波プローブの先端に複数個設けられた圧力センサと、前記各圧力センサにより検知された圧力に基づいて角膜に対する超音波プローブの傾きを判定する判定手段と、該判定手段による判定結果を報知する報知手段と、を備えることを特徴とする。

(2) (1)の眼科用超音波診断装置において、前記圧力センサは、超音波プローブに内蔵された超音波トランスデューサよりも外側に少なくとも3個配置されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

(3) (2)の眼科用超音波診断装置において、超音波プローブを角膜に接触させる時の上下左右方向を識別するための識別子が超音波プローブに付され、前記複数個の圧力センサは前記識別子に対して所定の位置関係に配置されていることを特徴とする。

(4) (1)~(3)の何れかの眼科用超音波診断装置は、前記複数個の圧力センサにより検知された接触圧力が所定の上限値を超えているか否かを判定する第2の判定手段と、該第2の判定手段の判定結果を報知する第2の報知手段と、を備えることを特徴とする。

(5) (1)の眼科用超音波診断装置において、前記圧力センサは、その圧力検知面が超音波プローブの接触面に配置されているか又は超音波プローブの接触面に圧力伝達媒体を介在させたプローブ内部に配置されていることを特徴とする。

(6) 被検眼角膜に接触させた超音波プローブによって得られた反射エコーに基づいて眼軸長を測定する眼科用超音波診断装置において、角膜に超音波プローブを接触させたときの圧力を検知する圧力センサであって、超音波プローブの先端で角膜と接触する接触面に設けられた圧力センサと、該圧力センサにより検知された圧力に基づいて角膜に対する超音波プローブの接触圧を判定する判定手段と、該判定手段による判定結果を報知する報知手段と、を備えることを特徴とする。

(7) (6)の眼科用超音波診断装置において、超音波プローブは、超音波プローブの先端と被検眼の角膜までの距離を検知する距離センサと、該距離センサにより検知された距離に応じて距離情報を報知する報知手段と、を備えることを特徴とする。

(8) (7)の眼科用超音波診断装置において、前記超音波プローブは、被検眼の固視を誘導する固視灯用光源と、該固視灯光源からの光を前記超音波プローブの軸に沿って導光する導光路と、を有し、前記距離センサは、前記導光路を介して前記距離を検知する光学式の距離センサであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、超音波プローブを角膜に正しく接触させて測定でき、信頼性の高い測定結果を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は本実施形態に係る眼科用超音波診断装置の外観略図である。装置本体1には超音波を送受波するトランスデューサ12(図2、図3参照)を有するAモード用の超音波プローブ2が接続されている。装置本体1の前面に、カラー表示可能な液晶表示パネル3が設けられている。表示パネル3はタッチパネル機能を有し、測定者は表示パネル3に表示される設定項目を選択操作することにより各種条件を設定することができる。また、表示パネル3には、超音波プローブ2により得られた眼球の反射エコーの波形、眼軸長等の測定結果の他、被検眼に対するプローブ2の傾きの適否、傾きの修正情報が表示される。

【0009】

図2(a)はプローブ2の先端部分の斜視図であり、図2(b)はプローブ2の先端部分の断面図である。プローブ2の最先端は直径8mm程度に形成されており、その先端部には角膜にプローブ2を接触させたときの接触圧力を検知する圧力センサ20が複数個配置されている。圧力センサ20は、角膜に対する上下左右方向の接触圧力の不均衡性を検知可能に配置される。図2(a)の例では、4個の圧力センサ20(20A、20B、20C、20D)が上下左右方向に配置されている。圧力センサ20としては、商業的に入手可能な小型の半導体圧力センサを使用できる。本実施形態では、圧力センサ20は、プローブ2の中心部に配置されたトランスデューサ12による超音波の送受波を妨げないように、トランスデューサ12より外側に配置されている。また、図2(a)のように、圧力センサ20はその検知面が角膜に直接接触するように先端面(接触面)2aに配置されていても良い。しかし、プローブ2の先端面2aは角膜の曲面に略一致するように凹面形状に形成されているため、図2(b)に図示す如く、圧力センサ20は角膜との接触圧力

10

20

30

40

50

を間接的に検知可能に設けられていることが好ましい。

【0010】

図2(b)において、4個の圧力センサ20(20A、20B、20C、20D)は、それぞれプローブ2の先端面2aが後ろ側に埋め込まれて配置され、圧力センサ20の検知面と先端面2aとの間には、金属を腐食させないオイル等の圧力伝達媒体22が充填されている。そして、圧力伝達媒体22の先端側は、樹脂等の変形可能な薄膜23が形成されている。薄膜23は曲面形状の先端面2aよりやや突出した形状に構成されている。プローブ2の先端面2aが角膜の曲面に接触されると、薄膜23がプローブ2の後方に変形され、その内部に充填された圧力伝達媒体22を介して圧力センサ20により角膜との接触圧力が検知される。

10

【0011】

また、プローブ2の内部には固視灯30が配置されている。固視灯30は、トランスデューサ12の後方で、プローブ2の中心軸L上に置かれている。トランスデューサ12の中心部は、固視灯30からの可視光が通過可能な通路(導光路)12aが形成されている。プローブ2を被検眼角膜に接触させる際に、被検眼に固視灯30を固視させることにより、被検眼の視軸がプローブ2の中心軸の方向に導かれる。

【0012】

なお、図2の例では4個の圧力センサ20を使用しているが、圧力センサ20はプローブ2を角膜に接触させたときの角膜に対する上下左右方向の接触圧力の不均衡性を検知可能な位置に複数個配置されていれば良い。少なくとも3個の圧力センサ20が一直線上に無ければ、3個の圧力センサ20が検知した接触圧力のバランス関係から、角膜に対する上下左右方向のプローブ2の傾きを判定できる。

20

【0013】

プローブ2の外周側面には、検者がプローブ2を被検眼に接触させるときの上下左右方向を識別するためのマーク(識別子)21が付されている。複数個の圧力センサ20は、このマーク21と予め約束された所定の位置関係にされている。すなわち、図2(a)の例では、4個の圧力センサ20の内の圧力センサ20Aがマーク21の方向に対応している。検者がプローブ2を被検眼に接触させる際には、マーク21を被検眼の上方向に位置させる約束とすると、被検眼に対して圧力センサ20Bが右方向に対応し、圧力センサ20Cが左方向に対応し、圧力センサ20Dが下方向に対応する。また、マーク21と圧力センサ20の配置関係の約束により、後述する制御部10はプローブ2の傾きの上下方向を判定できる。プローブ2の上下左右方向を識別するためのマーク21としては、視覚的に認識可能にする他、プローブ2の外周側面に凹凸を形成し、検者が指先で触ったときに認識可能にする構成でも良い。

30

【0014】

図3は眼科用超音波診断装置の制御系の構成図である。制御部10は装置本体1に内蔵され、各種回路等を制御する。制御部10はクロック発生回路11を駆動制御し、送信器17を介してプローブ2内に設けられたトランスデューサ12から超音波を発振させる。測定に際して、検者がプローブ2の先端を角膜に接触させると、被検眼の各組織からの反射エコーはトランスデューサ12で受信され、増幅器18を介してA/D変換器13でデジタル信号に変換される。デジタル信号化された反射エコー情報は、サンプリングメモリ14に記憶される。そして、制御部10は、サンプリングメモリ14に記憶された反射エコー情報に基づいて角膜エコーから網膜エコーまでの長さを求めることにより被検眼の眼軸長の測定値を得る。測定結果は表示パネル3に表示される。

40

【0015】

4個の圧力センサ20により検知された圧力信号は、それぞれ増幅器17を介してA/D変換機18でデジタル信号に変換されて制御部10に入力される。制御部10は、4個の圧力センサ20による検知された接触圧力の不均衡性を基にプローブ2の傾きの適否及び何れの方向に傾いているかを判定する。

【0016】

50

図4(a)は表示パネル3に表示される測定画面60の例である。測定画面60には、被検者の測定眼を選択する左右眼スイッチ61と、オート測定/マニュアル測定等の測定モードを選択するスイッチ62と、プローブ2により得られた反射エコーの波形が表示される波形表示欄63と、眼軸長等の測定結果表示欄64と、サンプリングデータの取り込みを開始する測定スイッチ65と、プローブ2の傾き情報の警告表示欄70と、等が設けられている。図4(b)は、警告表示欄70の表示例である。

【0017】

次に、本装置の動作について説明する。測定画面60上で、左右眼スイッチ61により測定眼を選択し、測定モードスイッチ62により測定モードを選択する。ここでは、オート測定モードを選択した場合を説明する。オート測定モードでは、制御部10により測定値及び波形データの適否が判断され、所定のバラツキの許容範囲に入る有効データが所定個数(10個)得られたときに、測定が自動的に停止される。

10

【0018】

測定に必要な条件を設定後、検者はマーク21が被検者の眼に対して上方向に位置するようにプローブ2を保持し、プローブ2の先端を被検眼の瞳孔中心に位置合わせしつつ、プローブ2の先端面2aを患者眼の角膜に接触させる。被検眼にはプローブ2の内部中心に位置する固視灯30を固視させることにより、被検眼の視軸がプローブ2の中心軸Lに導かれる。このとき、角膜に対してプローブ2が傾いた状態で測定しまうと、眼軸長の測定結果が正確に得られなくなる。プローブ2の先端面2aを角膜に接触させると、4個の圧力センサ20により検出された圧力信号のバランスに基づいて被検眼角膜に対するプローブ2の傾きの適否が判定され、プローブ2が傾いている場合には、その傾きを修正すべき方向が警告表示欄70に表示される。

20

【0019】

制御部10がプローブ2の傾きを判定する方法を、図5及び図6を使用して説明する。図5(a)は、プローブ2が上方向(圧力センサ20Aの方向)に傾いて被検眼角膜に接触された場合の例であり、図5(b)は、プローブ2が適正に被検眼角膜に接触された場合の例である。図6(a)、(b)は、それぞれ図5(a)、(b)に示されるプローブ2の接触状態のときに、圧力センサ20A、20B、20C、20Dにより検知された圧力を示す図である。図6(a)、(b)に示す棒グラフ50A、50B、50C、50Dはそれぞれ圧力センサ20A、20B、20C、20Dが検出した圧力の大きさに対応している。プローブ2が角膜に正しく接触されているときは、各圧力センサ20により検知された圧力がほぼ均衡しており、この場合には曲面を持つ角膜の法線方向にプローブ2の中心軸Lがほぼ一致している状態と見なすことができる。

30

【0020】

図6(a)、(b)において、「AVE」は制御部10が算出した4つの圧力の平均値である。「MAX」はプローブ2を角膜に接触させるときの上限の圧力として設定された値である。「MAX」を超える圧力が加えられたときには、角膜が変形され、正確な眼軸長が得られにくくなることを示す。「MIN」は、プローブ2を角膜に接触させるときの下限の圧力として設定された値であり、これを下回る圧力のときには、角膜にプローブ2が接触していない可能性が高くなることを示す。「MAX」及び「MIN」の値は、実験によって定められている。

40

【0021】

制御部10は、圧力の平均値AVEを中心にして予め設定された許容範囲W内に、各圧力センサ20により検出された圧力が入っているか否かを判定する。図5(b)のように、各圧力センサ20により検出された圧力が許容範囲W内にあれば、すなわち、各圧力センサ20により検出された圧力がほぼ等しければ、角膜に対するプローブ2の角膜への接触状態が適正であると判定される。

【0022】

一方、図6(a)のように、圧力センサ20Aにより検出された圧力が許容範囲Wより高く、圧力センサ20Dにより検出された圧力が許容範囲Wより低い場合には、プローブ

50

2 が上方向に傾いていると判定される。なお、圧力センサ 20 B 及び 20 C により検出された圧力はほぼ等しいので、左右方向の傾きは無いと判定される。この場合、スピーカ 16 からプローブ 2 が傾いている旨の警告音が発せられると共に、表示パネル 3 の警告表示欄 70 にプローブ 2 の傾きの適否と、及びプローブ 2 の傾きを修正すべき方向が表示される。

#### 【0023】

警告表示欄 70 の警告表示について説明する。図 4 ( b ) は警告表示欄 70 の警告表示例を説明する図である。警告表示欄 70 は、中心グラフィック 71 と、圧力センサ 20 A , 20 B , 20 C , 20 D に対応して上方向 / 左方向 / 右方向 / 下方向にそれぞれ配置されたインジケータ 72 A , 72 B , 72 C , 72 D と、を有する。中心グラフィック 71 は、プローブ 1 の傾きが適正の場合には緑色に表示され、プローブ 2 の傾きの修正が必要な場合には赤色で警告表示される。インジケータ 72 A , 72 B , 72 C , 72 D のグラフィックの長さは、各圧力センサ 20 により検出された圧力に応じて増減される。図 6 ( a ) の例では、プローブ 2 が上方向に傾いており、その傾きの修正が必要であるので、中心グラフィック 71 が赤色に表示される。この表示とスピーカ 19 からの警告音により、検者はプローブ 2 の傾きを修正すべきことを知ることができる。また、インジケータ 72 A のグラフィックが長く表示され、インジケータ 72 D のグラフィックは短く表示される。インジケータ 72 B 及び 72 C のグラフィックは同じ長さで表示される。これにより、検者はプローブ 2 を下側に傾けるべきことを知ることができる。また、インジケータ 72 A 及び 72 D のグラフィックの長さにより、プローブ 2 の傾きの修正量が把握できる。

10

20

#### 【0024】

検者がプローブ 2 の傾きを修正し、図 6 ( b ) のように、各圧力センサ 20 により検出された圧力のバランスがほぼ等しくなると、各インジケータ 72 A ~ 72 D は同じ長さで表示され、中心グラフィック 71 が緑色表示に変えられる。これにより、検者はプローブ 2 が正しく角膜に接触されていることを知ることができる。なお、各インジケータ 72 A ~ 72 D の表示色について、グラフィックの長さが長くなるにしたがって緑色から赤色に徐々に変化する表示とすると、さらにプローブ 2 が接触している圧力の程度とプローブ 2 の傾きの程度を視覚的に容易に知ることができる。

#### 【0025】

また、各圧力センサ 20 により検出された圧力が上限の圧力値「MAX」を超えている場合には、各インジケータ 72 A ~ 72 D のグラフィックが長く表示されると共に、赤色で表示される。これにより、検者はプローブ 2 を強く角膜に接触させ過ぎであることを知ることができる。この場合、検者は角膜に接触させているプローブ 2 を押し付ける力を弱める。逆に、各圧力センサ 20 により検出された圧力が下限の圧力値「MIN」を下回っているときは、各インジケータ 72 A ~ 72 D が表示されない。これにより、検者はプローブ 2 が角膜に適切に接触していないことを知ることができる。

30

#### 【0026】

なお、プローブ 2 の傾きの修正を検者に促す方法としては、スピーカ 19 から音声で示しても良い。例えば、プローブ 2 が上方向に傾いている場合に「UP」、下方向の場合は「DOWN」、左方向の場合は「LEFT」、右方向の場合は「RIGHT」のように、スピーカ 19 から音声で知らせても良い。

40

#### 【0027】

また、プローブ 2 の先端付近に各圧力センサ 20 A ~ 20 D と対応した 4 つの LED を組み込み、プローブ 2 の傾きによるエラーが生じた場合に、該当する LED を点灯させるようにしても良い。または、LED の色を変えることによってエラー警告をするようにしてもよい。例えば、プローブ 2 が被検者眼に接触していない状態では LED を点灯させず、各圧力センサが被検者眼に接触した場合に各 LED を緑色で点灯させる。そして、エラーが生じた場合には該当する LED の色を赤色に切替える。

#### 【0028】

検者は、警告表示欄 70 又はスピーカ 19 による警告に従ってプローブ 2 の傾きを正し

50

た後、波形表示欄 63 に随時表示される反射エコー波形を観察しながら、適正画像が得られるところで測定開始スイッチ 65 (又は図示なきフットスイッチ) を押す。測定開始スイッチ 65 からのトリガ信号を受信すると、制御部 10 はサンプリングメモリ 14 のデータを読み込み、取り込まれた波形が適正なものか否かの判断を加える。適正な波形が得られると、制御部 10 は眼軸長、前房深度、水晶体厚、硝子体長等を演算し、反射エコー波形の画像 (静止画像) と共に演算結果を画面上に表示する。測定結果が 10 個得られると、測定は自動的に終了される。

#### 【0029】

以上のように、プローブ 2 が被検者眼に対して傾いて接触している場合には、検者に警告を示すと共に、プローブ 2 の傾き方向 (傾きを修正すべき方向) を示すことで、検者はプローブ 2 の傾きを容易に修正することができる。そのため、被検者の角膜に対してプローブ 2 を適正に接触させた状態で眼軸長測定を行うことができ、より正確に眼軸長を測定することができる。このため、眼内レンズも適正に処方される。

10

#### 【0030】

次に、本発明の変容例を説明する。先の説明では、プローブに複数個の圧力センサを配置し、角膜に接触させたプローブの傾きを検知すると共に、プローブの接触圧 (接触状態) を検知する構成としたが、プローブの接触圧を検知して検者に報知し、プローブを好適に角膜に接触させる (角膜に対するプローブの位置合せを好適に行う) 構成としてもよい。

#### 【0031】

図 8 は、変容例のプローブ 5 の構成を説明する図である。図 8 (a) はプローブ 5 の先端部分の斜視図であり、図 8 (b) はプローブ 5 の先端部分の断面図である。なお、説明の簡便のため、前述のプローブと同じ部材は同じ符号を付した。また、プローブ 5 の各部材は前述のように制御部 10 等に接続されているものとする。

20

#### 【0032】

プローブ 5 において角膜に接触する先端面 5a は、角膜に沿うような曲率か、又は、角膜の曲率よりも若干大きい曲率を持つものとする。このような形状の先端面 5a では、様々な形状の角膜に接触面 5a の前面が接触する。このため、プローブ 5 を角膜に接近させていくと、角膜の中央部 (角膜頂点) が先端面 5a の中央部に先に接触することとなる。

#### 【0033】

このようなプローブ 5 の先端部には、前述と同様に、プローブ 5 に接触する角膜の接触圧を検知するための圧力センサ 25 が配置される。この圧力センサ 25 は、前述の圧力センサと同様に、半導体圧力センサが用いられ、圧力センサ 25 の検知面と先端面 5a との間には、圧力伝達媒体 27 が充填されており、圧力伝達媒体 27 の先端側には、樹脂等の変形可能な薄膜 28 が形成されている。このような圧力センサ 25 は制御部 10 と接続され、検知する接触圧の情報を制御部 10 に送る。圧力センサ 25 は、プローブ 5 に接触した角膜の接触圧を検知できるように先端面 5a に配置される。ここでは、角膜が先端面 5a に最初に接触する位置である先端面 5a の中央部付近に配置される。これにより、角膜が先端面 5a に接触した際にすぐに、接触圧を検知することができる。

30

#### 【0034】

また、プローブ 5 は、被検眼の固視を誘導する固視灯 (固視灯用光源) 30 から発せられた光を先端面 5a へと導光する通路 12a が、プローブ 5 a の軸 L に沿って配置されている。通路 12a が先端側が接触面 5a の中央に位置することとなる。このため、圧力センサ 25 は、先端面 5a 上の通路 12a の近傍、先端面 5a の中心部付近 (略中心) に配置される。

40

#### 【0035】

圧力センサ 25 が先端面 5a の中心部付近に配置されるため、プローブ 5 の中心部に配置されているトランスデューサ 12 は、圧力センサ 25 の後方に配置される。ここで、圧力センサ 25 は、トランスデューサ 12 による超音波の送受波の妨げとなりにくいように、できるだけ小さい (径が小さい) 構成とされる。また、ここでは、プローブ 5 に接触し

50

た角膜の接触圧が検知できる構成であればよいため、接触圧が検知できる範囲で、できるだけ少ない配置数とされ、ここでは、1個とされる。なお、図8(a)のように、圧力センサ25はその検知面が角膜に直接接触するように先端面(接触面)5aに配置されていても良い。

#### 【0036】

圧力センサ25にて検知された圧力は、前述と同様に制御部10へと送られる。検知した圧力によるプローブ5と角膜との接触圧を検者に報知する構成の図示は略すが、前述の警告表示欄での表示と同様である。検知される接触圧は、1つの圧力センサ25からの情報であるため、前述の4つのインジケータのうち1つを用いて圧力センサ25の圧力を報知する構成とする。ここで、前述と同様に「MAX」はプローブ5を角膜に接触させるときの上限の圧力として設定された値であり、「MAX」を超える圧力が加えられたときには、角膜が変形され、正確な眼軸長が得られにくくなる。「MIN」は、プローブ5を角膜に接触させるときの下限の圧力として設定された値であり、これを下回る圧力のときには、角膜にプローブ5が接触していない可能性が高くなる。「MAX」及び「MIN」の値は、実験によって定められている。なお、「MAX」及び「MIN」の値は、圧力センサ25が配置される場所によって異なる場合がある。この場合、圧力センサ25の配置位置(先端面5a上の位置)と接触する角膜との関係を、実験等により定量的に求め、得られた関係式等の情報と圧力センサ25の配置位置とによって、「MAX」及び「MIN」の値を定める。

10

#### 【0037】

制御部10は、圧力センサ25により検知された圧力が「MIN」から「MAX」の間に入っているか否かを判定する。制御部10は、判定結果に基づいて、スピーカ19から警告音を発すると共に、表示パネル3の警告表示欄のインジケータにプローブ5の接触圧をインジケータにて表示する。

20

#### 【0038】

以上のようにして、圧力センサをプローブの先端に配置することにより、プローブと角膜の接触状態(接触圧)を検知し、その情報を検者に報知することができる。プローブの接触圧を検者が知ることができるため、プローブの接触圧を好適にできる。これにより、プローブの位置合せを好適に行え、プローブを角膜に正しく接触させて測定できる。さらに、信頼性の高い測定結果を得ることができる。

30

#### 【0039】

なお、以上説明した変容例では、圧力センサをプローブの先端部の中央部付近に配置するものとしたが、これに限るものではない。プローブに接触した角膜の接触圧が圧力センサにより検知できる構成であればよく、角膜が先端面に接触する範囲に圧力センサが配置されていればよい。圧力センサを先端面の中心部付近よりも外周側に配置する構成としてもよい。例えば、前述の実施形態のように、圧力センサをプローブの先端の周辺部に配置すると、トランスデューサよりも外側に圧力センサが配置されることとなり、トランスデューサにて送受信する送受波を妨げないようである。

#### 【0040】

なお、以上の説明では、表示パネル3にて、検者に圧力の情報を報知する構成としたが、これに限るものではない。検者に圧力の情報を報知できればよく、スピーカを用いて音による報知を行う構成としてもよい。

40

#### 【0041】

次に、第2の変容例を説明する。以上の説明では、プローブと角膜の位置合せを好適に行うために、プローブの先端部に配置した圧力センサにて接触圧(接触状態)を検知し、検者に報知する構成としたが、さらに、プローブと角膜とを好適に接触させるために、プローブと角膜との距離を検知し、検者に報知する構成を加えてもよい。

#### 【0042】

図9は、第2の変容例のプローブ6の構成を説明する図である。図9(a)はプローブ6の先端部分の斜視図であり、図9(b)はプローブ6の先端部分の断面図である。なお

50

、説明の簡便のため、前述のプローブと同じ部材は同じ符号を付した。また、プローブ6の各部材は前述のように制御部10等に接続されているものとする。

【0043】

プローブ6の先端部には、前述と同様に、プローブ6に接触する角膜の接触圧を検知するための圧力センサ25が配置されている。ここで、プローブ6は、被検眼の固視を誘導するために可視光を発する固視灯30と、固視灯30から発せられた光を先端面6aへと導光する通路(導光路)12aを有する。通路12aは、プローブ5aの軸Lに沿って配置されており先端面6aの中央部に位置する(図9(a)点線)。また、固視灯30は、通路12aの後方の軸L上に配置されている。また、通路12aの後方には、プローブ6と角膜との距離を非接触にて検知するための距離センサ40が配置されており、通路12aと固視灯30との間の軸L上には、距離センサ40の光軸を軸Lと同軸とするためのビームスプリッタ41が配置されている。ここで、距離センサ40は、赤外光を測定光として用いる光学式の距離センサ、ここでは、光位置センサ(PSD)とする。ビームスプリッタ41は、固視灯30が発する可視光を透過し、距離センサ40が受発光する赤外光を反射する特性を有する。距離センサ40は、制御部10と接続されている。

10

【0044】

距離センサ40の測定光は、先端面6aの中央部に位置する通路12aを介して受発光される。このため、距離センサ40は、角膜頂点からの反射光に基づいて角膜と先端面6aとの距離を検知する。距離センサ40が検知した距離情報は、制御部10へと送られ、制御部10は距離センサ40から先端面6aまでの光学的な距離を考慮して、先端面6aと角膜との間の距離を得る。

20

【0045】

制御部10は、距離センサ40からの信号に基づいて得られた距離情報に応じて、スピーカ19から音を発し、検者にプローブ6(先端面6a)と角膜の距離を報知する。音による報知としては、例えば、音の間隔を変化させることにより行う。具体的には、プローブ6と角膜との距離が短くなるにつれて、断続音の間隔を短くし、プローブ6と角膜とが接触した状態で連続音とする構成とする。例えば、プローブ6と角膜の距離が50mmである場合、「ピッ、ピッ」という断続音の間隔を0.5秒として、距離が20mmである場合は、断続音の間隔を0.2秒とする。そして、距離が0mm、つまり、プローブ6と角膜が接触する場合には、前述の断続音を連続音「ピー」とする。このとき、制御部10は、圧力センサ25からの検知信号、つまり、プローブ6と角膜が接触して測定可能な状態となった情報、に基づいて、連続音を停止する。なお、角膜からプローブ6が離れた場合、制御部10はスピーカ19から再び断続音を発生させる。

30

【0046】

以上のように、プローブと角膜との距離を検知し、その距離を検者に報知することができる。このため、プローブの位置合せにおいて、プローブを角膜に勢いよく当ててしまうことを回避しやすくなる。これにより、プローブの位置合せを好適に行え、プローブを角膜に正しく接触させて測定できる。さらに、信頼性の高い測定結果を得ることができる。また、音情報により、プローブ6と角膜との距離を検者に報知することにより、検者はプローブ6の先端面6aを目視しながら、プローブ6の位置合せが行える。なお、表示パネル3にて、プローブ6と角膜の距離を表示し、検者に視覚的に距離を報知する構成としてもよい。

40

【0047】

なお、以上説明した本実施形態では、プローブと角膜との距離の検知に、光学式の距離センサを用いるものとしたが、これに限るものではない。プローブと角膜の距離が検知できる構成であればよく、超音波を用いた距離センサを用いてもよい。例えば、診断情報を測定するための超音波とは異なる周波数帯域の超音波を用いる構成とする。

【0048】

なお、以上の説明では、プローブに圧力センサと距離センサを配置する構成としたが、これに限るものではない。プローブを角膜に対して好適に接触させることができる構成で

50

あればよく、プローブに距離センサのみを配置する構成としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】眼科用超音波診断装置の外観略図である。

【図2】プローブ先端部分の斜視図と断面図である。

【図3】眼科用超音波診断装置の制御系の構成図である。

【図4】測定画面と警告表示欄の表示例である。

【図5】プローブが被検者眼角膜に傾いて接触した場合と適正に接触された場合について説明する図である。

【図6】図5の各プローブの接触状態において各圧力センサが検知した圧力を示す図である。

10

【図7】プローブの傾き角度と眼軸長の関係のシミュレーション結果である。

【図8】変容例のプローブ先端部分の斜視図と断面図である。

【図9】第2の変容例のプローブ先端部分の斜視図と断面図である。

【符号の説明】

【0050】

2、5、6 超音波プローブ

2a、5a、6a 先端面（接触面）

3 液晶表示パネル

10 制御部

12 トランスデューサ

12a 通路

19 スピーカ

20、25 圧力センサ

21 マーク（識別子）

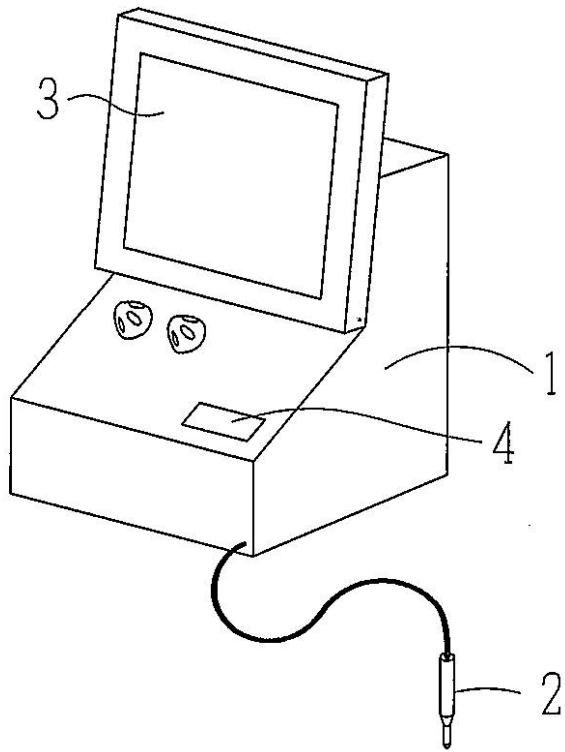
22 圧力伝達媒体

60 測定画面

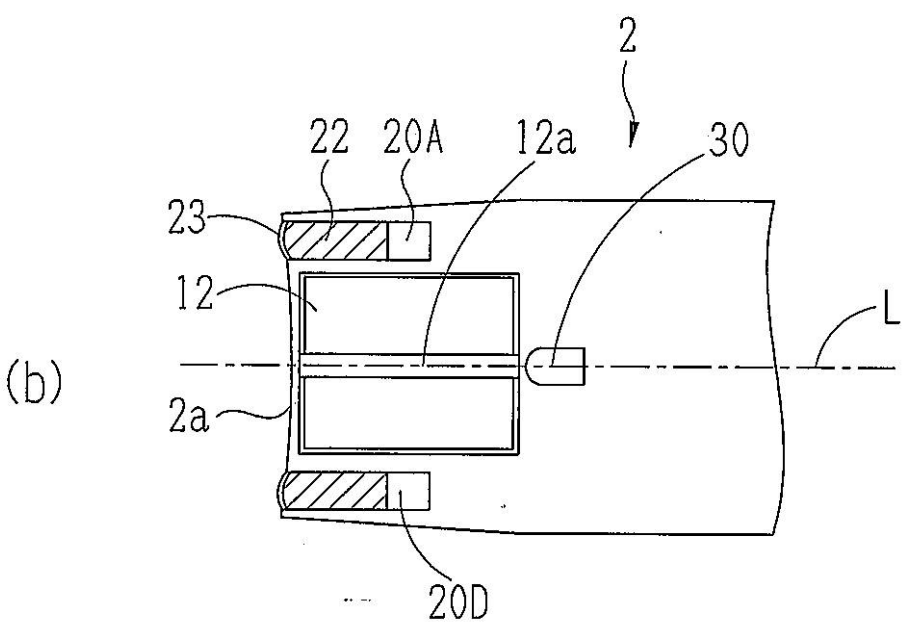
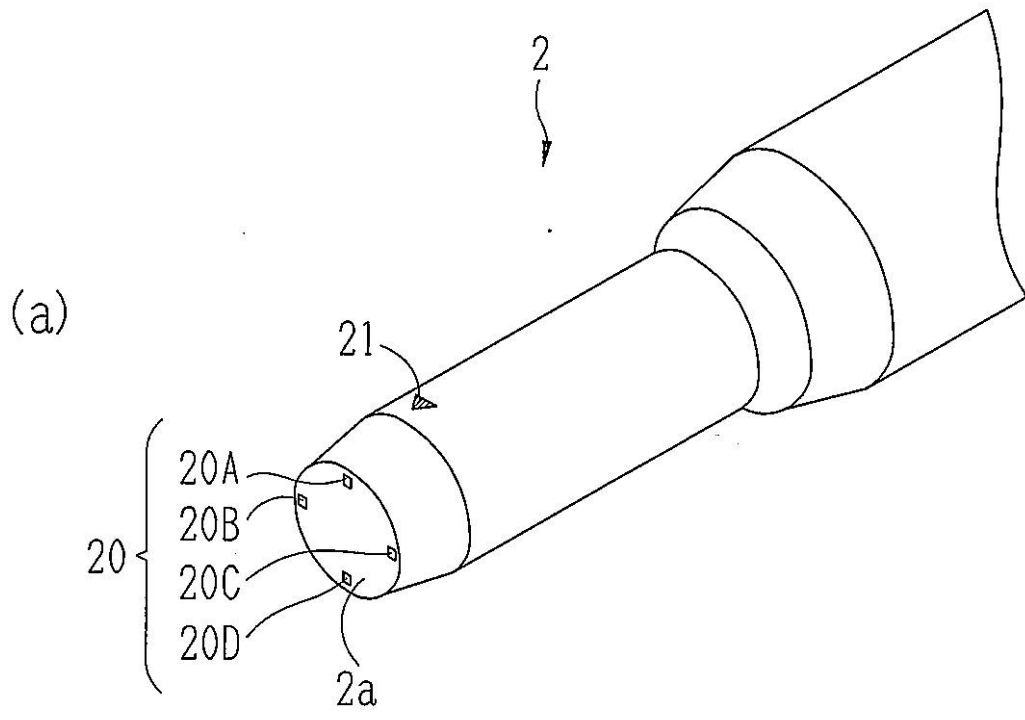
70 警告表示欄

20

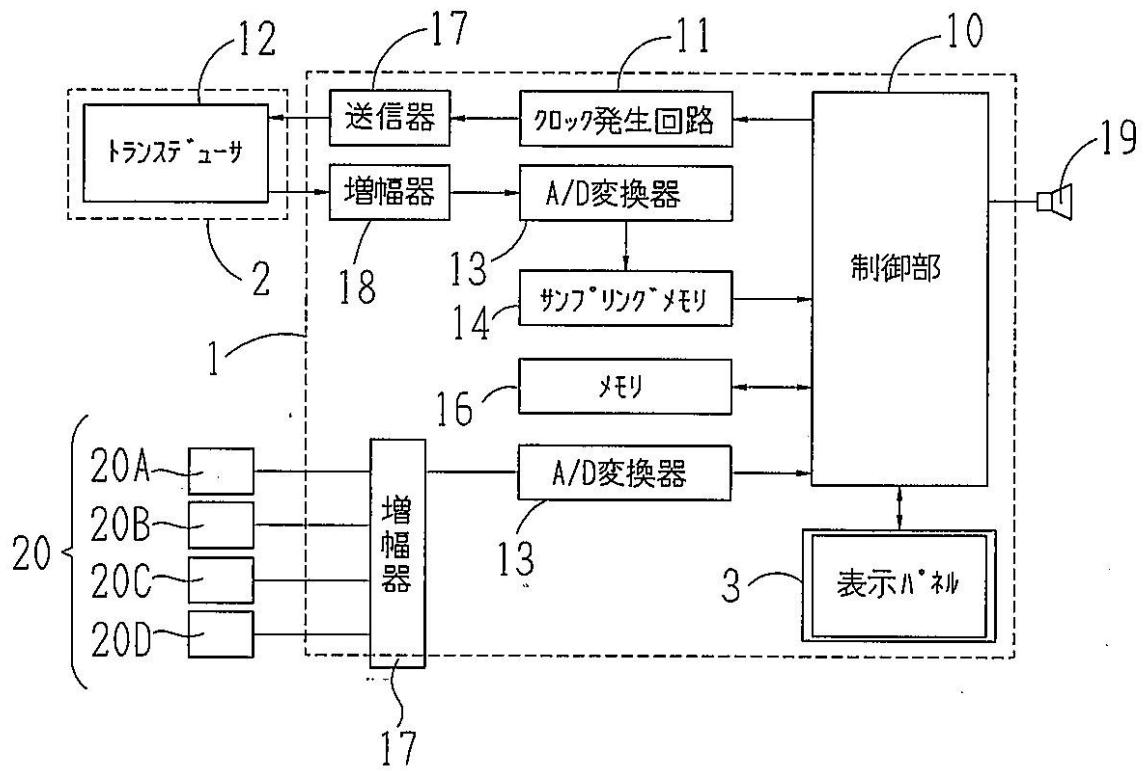
【 図 1 】



【 図 2 】

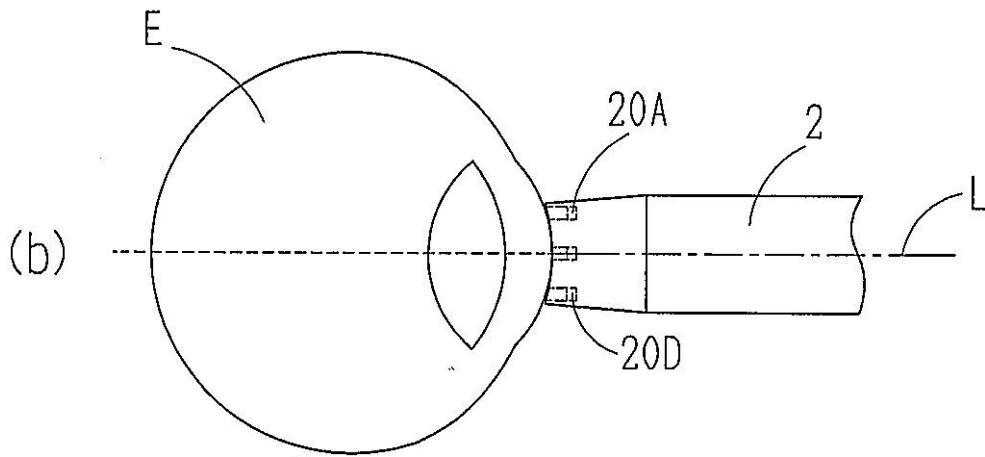
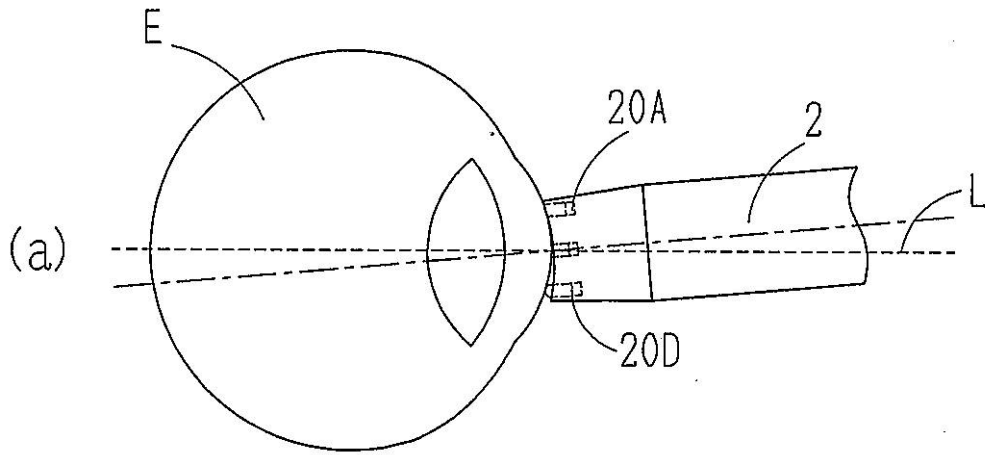


【図3】

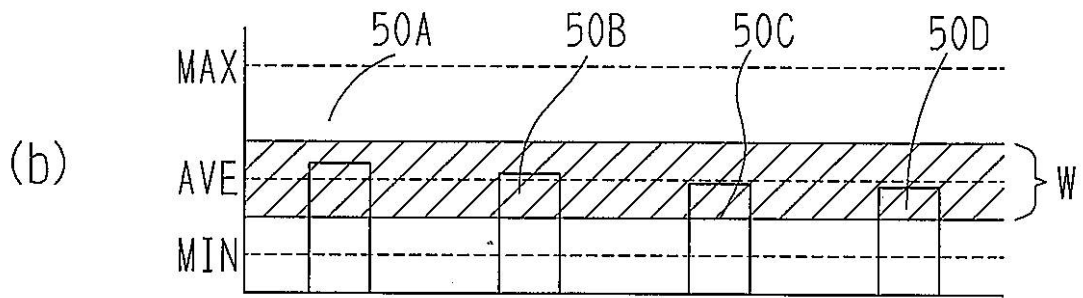
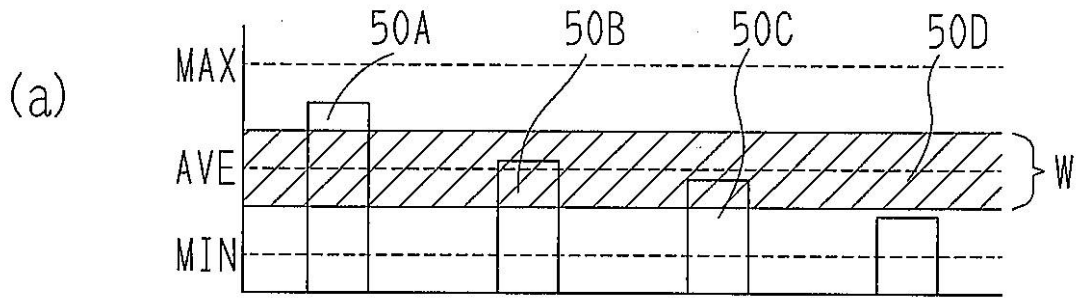




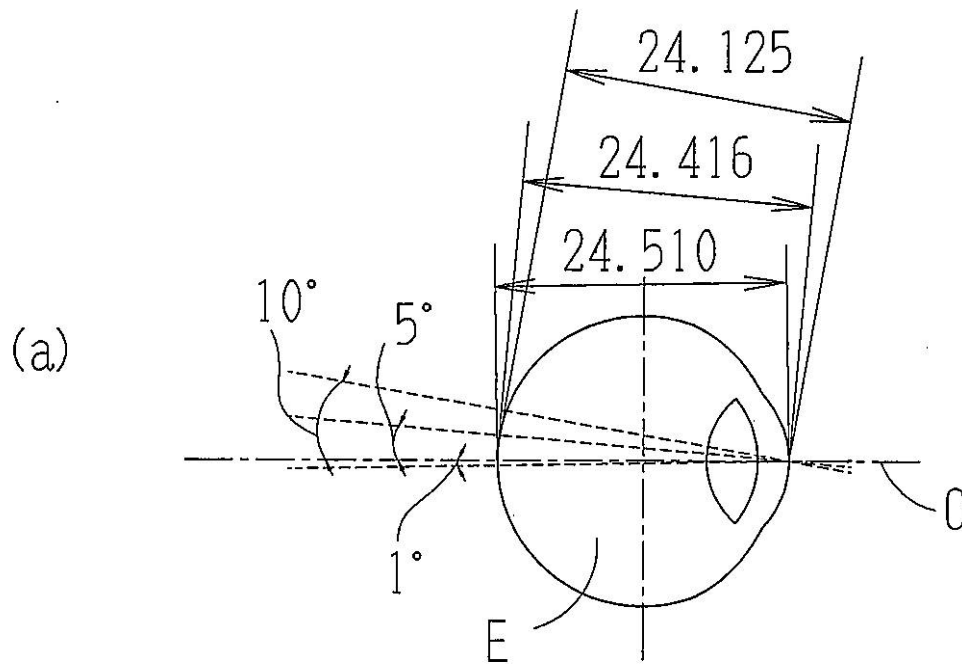
【 図 5 】



【 図 6 】



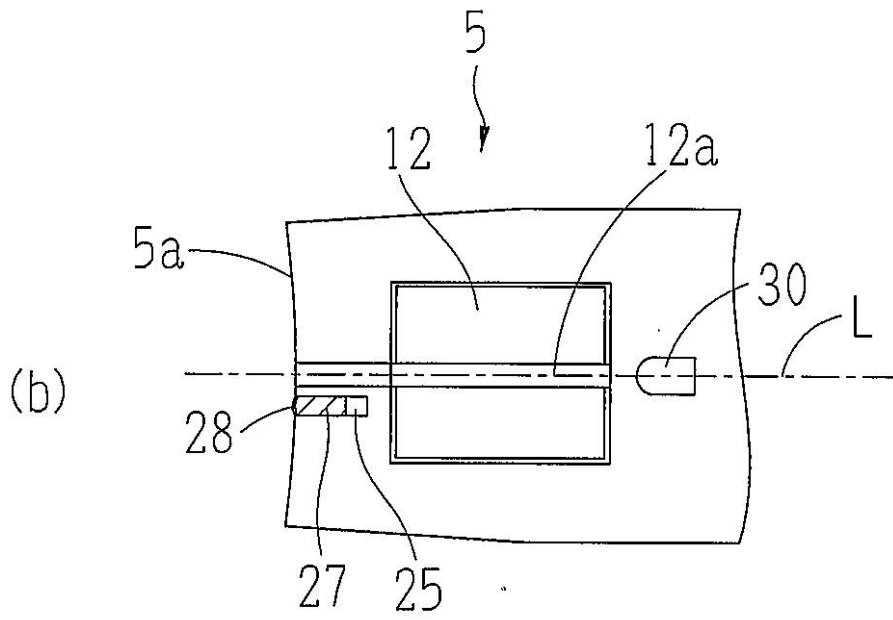
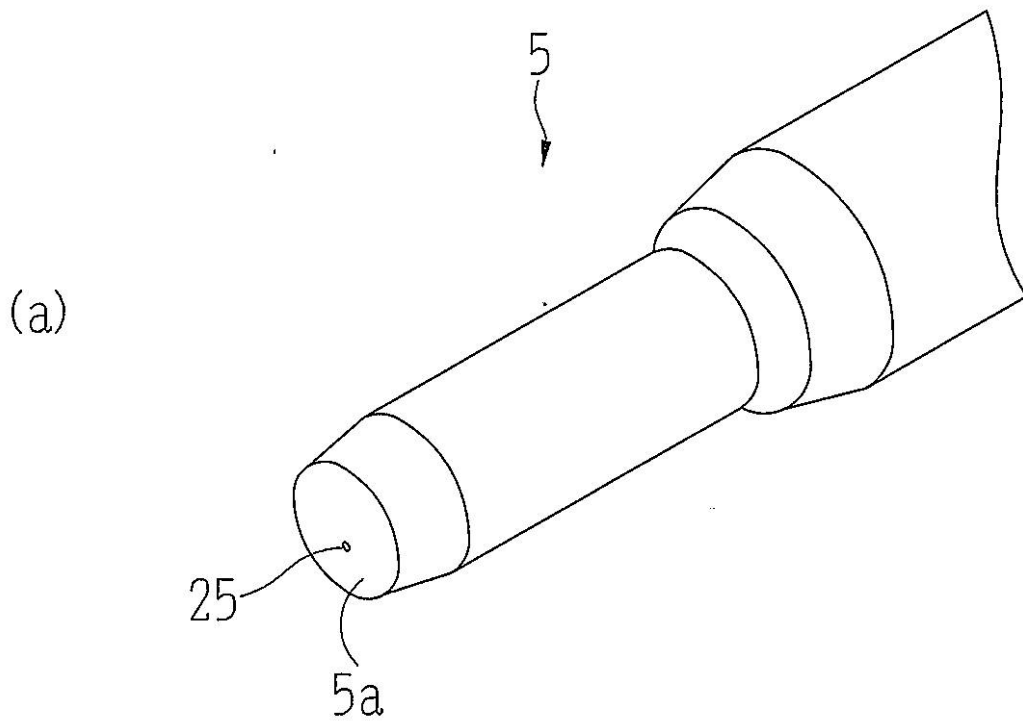
【図7】



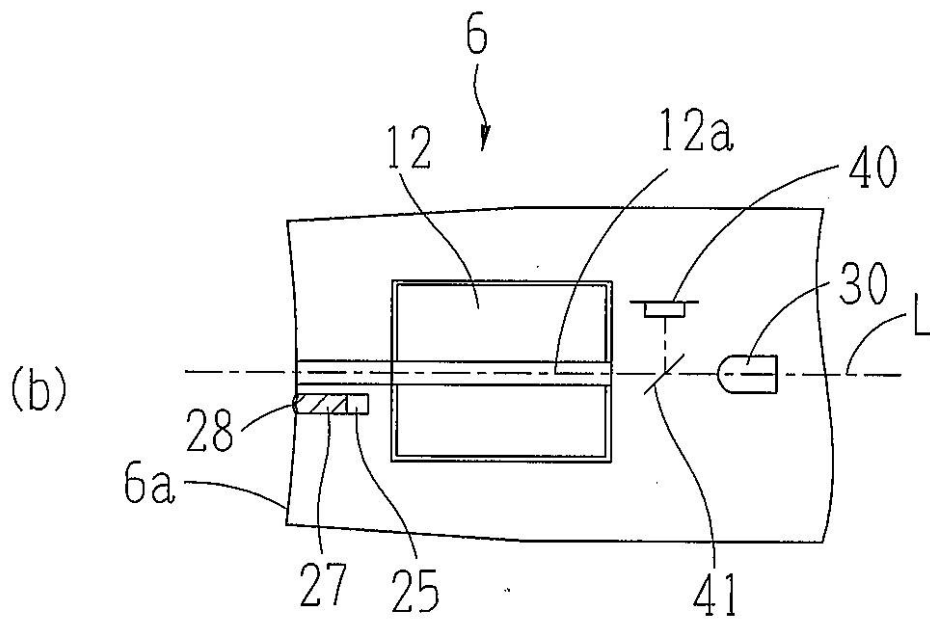
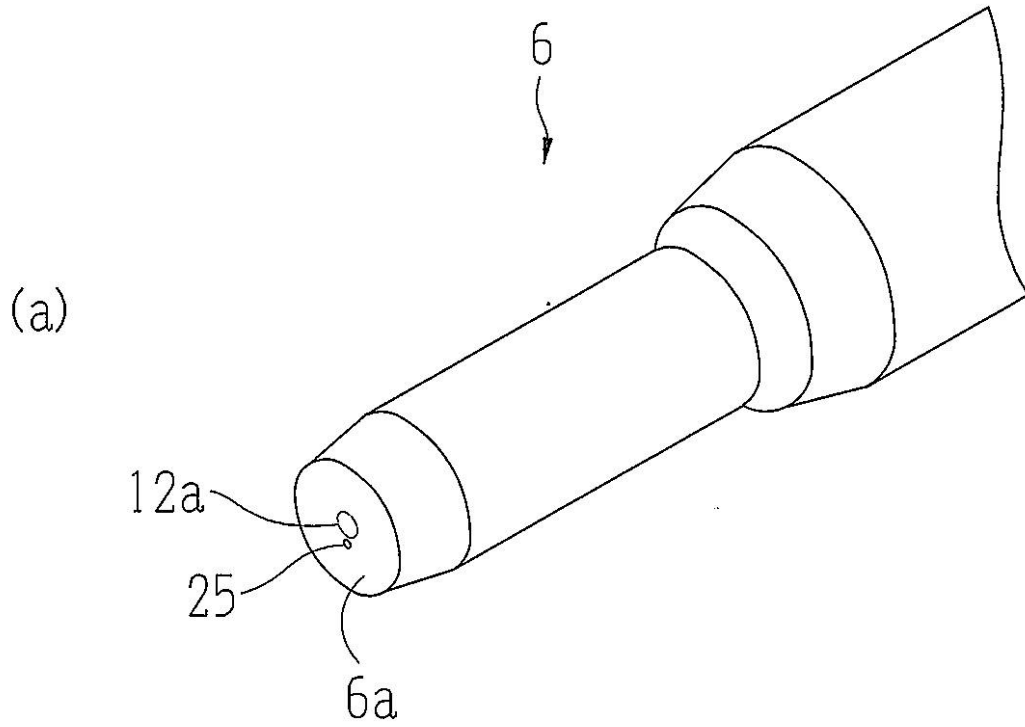
(b)

プローブ 角度	眼軸長 (mm)	眼軸長の差 (mm)	IOLパワー (D)	IOLパワー の差 (D)
0°	24.514	0	19.35	0
1°	24.510	-0.004	19.35	0
5°	24.416	-0.098	19.67	0.32
10°	24.125	-0.389	20.57	1.22

【 図 8 】



【図9】



专利名称(译)	眼科用超声波诊断装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009254779A</a>	公开(公告)日	2009-11-05
申请号	JP2008225346	申请日	2008-09-02
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社尼德克		
申请(专利权)人(译)	株式会社ニデック		
[标]发明人	三田修		
发明人	三田 修		
IPC分类号	A61B8/10 A61B3/10		
CPC分类号	A61B8/429		
FI分类号	A61B8/10 A61B3/10.U A61B3/10.900		
F-TERM分类号	4C601/BB01 4C601/DD01 4C601/DD13 4C601/EE09 4C601/EE10 4C601/GA06 4C601/GA21 4C601/KK02 4C601/KK14 4C601/KK16 4C601/KK28 4C601/KK31 4C316/AA26 4C316/AB14 4C316/FA11		
优先权	2008081992 2008-03-26 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：通过使超声波探头与角膜适当接触进行测量，以获得高度可靠的测量结果。解决方案：在一种眼超声诊断设备中，该超声诊断设备基于超声波探头与被检眼的角膜接触所获得的反射回波来测量眼睛的轴向长度，当超声波探头与角膜接触时，压力为 它是一种压力传感器，它根据每个压力传感器和设置在超声波探头尖端的多个压力传感器检测到的压力，可以检测相对于角膜在垂直和水平方向上的接触压力的不平衡 提供了确定超声探头相对于角膜的倾斜度的确定单元和通知该确定单元的确定结果的通知单元。 [选择图]图2

