

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5317046号
(P5317046)

(45) 発行日 平成25年10月16日 (2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日 (2013.7.19)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 8/10 (2006.01)	A 6 1 B 8/10
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 U

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-92048 (P2008-92048)	(73) 特許権者	000135184
(22) 出願日	平成20年3月31日 (2008.3.31)		株式会社ニデック
(65) 公開番号	特開2009-240607 (P2009-240607A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009.10.22)	(72) 発明者	三輪 哲之
審査請求日	平成23年3月25日 (2011.3.25)		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
		審査官	宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼科用超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼に超音波を送波すると共に被検眼組織からの反射エコーを受波する超音波プローブを備え、超音波プローブにより受波された反射エコーに基づいて眼軸長等の眼内組織の長さを測定する眼科用超音波診断装置において、

前記超音波プローブの先端と被検眼角膜との間に超音波媒体を介在させて前記眼内組織の長さを測定する場合に得られる角膜から網膜までの反射エコーにおいて、角膜側反射エコーのゲインと網膜側反射エコーのゲインとを区分けしてそれぞれ調整可能なゲイン調整手段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 2】

請求項 1 記載の眼科用超音波診断装置において、

前記ゲイン調整手段は、前記角膜側反射エコーのゲインと前記網膜側反射エコーのゲインとのそれぞれを独立して変更させ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 1 又は 2 記載の眼科用超音波診断装置において、

前記ゲイン調整手段は、角膜前面反射エコーと角膜後面反射エコーとが分離した間の最小強度が所定の基準内に入るように前記角膜側反射エコーのゲインを自動調整す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】

【技術分野】

10

20

【0001】

本発明は、被検者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】

超音波トランスデューサが内蔵された超音波プローブから超音波を送波し、被検眼組織から反射された反射エコーに受波し、反射エコーの超音波信号を処理することにより眼軸長等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1参照）。この種の装置においては、超音波プローブの先端を角膜に接触させて測定する接触方法が一般的であった。この方法ではプローブを直接角膜に接触させるため、角膜の圧迫により眼軸長の測定に誤差が生じる問題、プローブ先端での反射エコーの波形に角膜からの反射エコーの波形が隠れてしまい、角膜前面の反射エコーがうまく抽出できない問題があった。接触方法の問題を少なくする方法として、プローブの先端にアタッチメントを取り付け、プローブの先端と被検眼角膜との間に液体又はゲル状の超音波媒体を介在させて測定を行うイマージョン法（水浸法）がある（例えば、特許文献2参照）。

10

【特許文献1】特開2001-187022号公報

【特許文献2】特開2001-61784号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、眼組織からの反射エコーの強度は眼によって異なるため、眼に応じて反射エコーのゲインを調整する必要がある。従来は、検者が反射エコーの波形を観察し、主に網膜側の反射エコーの状態を見てマニュアルでゲインを調整していた。しかし、イマージョン法では接触方式に対して角膜前面の反射エコーが鮮明に得られるものの、網膜側の波形のみに着目してゲインを調整してしまうと、角膜前面の位置が不正確になる場合があった。さらに、ゲインを適切に調整するには経験と知識が必要であり、検査に不慣れな検者では適切にゲインを調整することが難しかった。

20

【0004】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、イマージョン法による測定に際して、適切なゲイン調整を可能にし、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。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

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。

【0006】

(1) 被検眼に超音波を送波すると共に被検眼組織からの反射エコーを受波する超音波プローブを備え、超音波プローブにより受波された反射エコーに基づいて眼軸長等の眼内組織の長さを測定する眼科用超音波診断装置において、前記超音波プローブの先端と被検眼角膜との間に超音波媒体を介在させて前記眼内組織の長さを測定する場合に得られる角膜から網膜までの反射エコーにおいて、角膜側反射エコーのゲインと網膜側反射エコーのゲインとを区別してそれぞれ調整可能なゲイン調整手段を備えることを特徴とする。

40

(2) (1)の眼科用超音波診断装置において、前記ゲイン調整手段は、前記角膜側反射エコーのゲインと前記網膜側反射エコーのゲインとのそれぞれを独立して変更させることを特徴とする。

(3) (1)又は(2)の眼科用超音波診断装置において、前記ゲイン調整手段は、角膜前面反射エコーと角膜後面反射エコーとが分離した間の最小強度が所定の基準内に入るように前記角膜側反射エコーのゲインを自動調整することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、イマージョン法による測定に際して、適切なゲイン調整が可能になり、信頼性の高い測定結果を得ることができる。

50

【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測定装置の外観略図である。図1において、装置本体1にはトランスデューサ12を有するAモード法による超音波プローブ2が接続されており、カラー表示可能な大型の液晶表示パネル3が装置本体1の前面に設けられている。液晶表示パネル3はタッチパネル式であり、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、装置本体1には超音波のゲインを手動で調整するためのゲイン調整ノブ4aが設けられている。

【0009】

図2は、イマージョン法の測定を説明する図である。イマージョン法による測定時には、プローブ2の先端に筒状のアタッチメント21を取り付け、被検者眼Eにアタッチメント21を接触させる。そして、注入口22から液体またはゲル状の超音波媒体23を流し入れ、プローブ2の先端とアタッチメント21との間が超音波媒体23で満たされるようにする。

【0010】

図3は眼科用超音波測定装置の制御系の要部構成図である。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。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。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。メモリ16には、ゲイン調整を自動に行うときの基準値が記憶されている。

【0011】

図4は、表示パネル3の画面上に表示される測定画面の例である。測定画面の左には、測定方法を選択するスイッチ34、マニュアル測定／オート測定を選択するスイッチ35、ゲイン調整を手動で行うか自動で行うかを選択するスイッチ36が設けられている。スイッチ34では、プローブ2の先端を被検眼角膜に接触させて測定する接触測定モードと、プローブ2の先端と被検眼角膜との間に超音波媒体を介在させて測定するイマージョン測定モードと、を選択できる。スイッチ35では、測定開始スイッチ39を押すごとに測定結果を得るマニュアル測定モードと、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オート測定モードと、を選択できる。画面右下の表示欄33には、スイッチ36により自動ゲイン調整を選択したときに、ゲイン調整が完了しているか否かの表示がなされる。例えば、ゲイン調整が完了し、測定可能な状態の時には「OK」と表示され、ゲイン調整が適切ではなく、測定が出来ない状態の場合には「NG」と表示される。画面左下には測定眼の左右表示を切換えるための左右眼スイッチ38と眼軸長測定の開始／停止をするための測定スイッチ39が設けられている。

【0012】

画面には、被検眼に対するAモード計測が複数回（例えば、10回）行われた際の各測定結果からなる測定結果リスト（左から、ID番号、眼軸長、前房深度、水晶体厚、硝子体長さ）30が表示される。測定結果リスト30の左側には、カーソル31によって選択された測定結果に対応するAモード波形32が表示される。Aモード波形32には、角膜反射エコー102（角膜前側エコー102a、角膜後面側反射エコー102b）、水晶体からの反射エコー103（水晶体前面反射エコー103a、水晶体後面側反射エコー103b）、網膜エコー104、強膜エコー105が確認できる。なお、イニシャルエコー101は測定結果リストに表示される各種測定結果の算出に不要なため表示されない。

【0013】

図5は、イマージョン測定より得られた波形信号の例である。イマージョン測定では、プローブ2の先端と角膜との間が超音波媒体23で満たされているため、初めのインシャルパルスエコー101が現れ、その後に角膜エコー102が鮮明に現れる。アタッチメント21を使用したイマージョン測定では、プローブ2の先端と角膜との間がほぼ一定距離(10mm程)であるので、インシャルパルスエコー101の後端から10mmほど後に出現する反射エコーが角膜エコー102であると特定できる。角膜エコー102の後は、順に、水晶体前面反射エコー103a、水晶体後面反射エコー103b、網膜エコー104、強膜エコー105が現れる。図5において、106aは前眼部側の組織位置を検出するための検出レベルであり、106bは網膜位置を検出するための検出レベルである。眼軸長は、検出レベル106a上の角膜反射エコー102の最前点120と、検出レベル106b上の網膜エコー104の最前点121と、の距離により計測される。

10

【0014】

ここで、イマージョン測定では、角膜エコー102の中に角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bが分離して現れることが分かった。この角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bの分離状態は、ゲイン調整に応じて変化する。ゲインを減少させると、図5(a)のように、反射エコー102aと反射エコー102bとの間に生じるエコー強度のボトム(最小強度)102dが下がり、ゲインを増加させると、図5(b)のようにボトム(最小強度)102dが上がり、現れなくなる。そして、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bの分離状態によって眼軸長の測定値に誤差が生じることが分かった。すなわち、図5(b)のように、反射エコー102aと反射エコー102bの分離が生じていない場合には、ゲインが高すぎて角膜前面側の反射エコーが急激に立ち上がり、角膜前面の検出レベル106a上の点120が前寄りとなり、眼軸長の測定値が長めに得られてしまう。また、眼軸長が30mm以下の眼及び成熟白内障に至らない眼の場合には、網膜側の反射エコー104、強膜エコー、脈絡膜エコーも強く現れる傾向にあり、適切さに欠けてしまう。

20

【0015】

一方、図5(a)のように、ゲインを調整して角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bの分離している状態では、角膜前面の検出レベル106a上の点120と検出レベル106b上の網膜エコー104の点121により得られる眼軸長の誤差が少なく、網膜側の反射エコーも比較的適切に現れている。

30

【0016】

そこで、ゲイン調整を行う場合には、網膜エコー104の波形のみに着目していた従来の方法に対して、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bの分離状態をゲイン調整の指標として使用する。すなわち、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bとが分離した間の最小強度を持つ反射エコー102dを判定し、その反射エコー102dの最小強度が所定の基準内に入るように反射エコーのゲインを調整する。例えば、角膜反射エコー102の最大強度(ピーク)をW1とし、反射エコー102aと反射エコー102bとが分離した間の反射エコー102dの最小強度をW2とし、最大強度W1に対する最小強度W2の割合Rが所定の基準割合SRに入るようにゲインを調整する。このゲイン調整の判定は、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bのピークがゲインの最大を満たすことを条件とすれば、反射エコー102dの最小強度W2が、所定の強度レベルSR内に入るようにすることと等価である。角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bの分離状態をゲイン調整の指標として使用することにより、ゲイン調整の自動化が可能になると共に正確な眼軸長の測定結果を得ることが可能になる。

40

【0017】

次に、上記のようなゲイン調整の考えに基づき、実際の測定動作を説明する。イマージョン法による測定に際しては、検者はスイッチ34によりイマージョン測定モードを選択し、図2のようにアタッチメント21を使用する。アタッチメント21を取り付けたプローブ2を被検者眼Eの角膜に当てた後、角膜とプローブ先端との間に超音波媒体23が満

50

たされると、被検眼Eの各組織で反射された反射エコーがプローブ2のトランスデューサ12で受信され、A/D変換機13でデジタル信号に変換された後、サンプリングメモリ14に記憶される。

【0018】

制御部10はサンプリングメモリ14に記憶されたサンプリングデータから、図5(a)のように、イニシャルパルス101の後に現れる角膜反射エコー102を特定し、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bとの間に分離して生じる最小強度102dの値W2を求める。また、角膜前面の反射エコー102aと角膜後面の反射エコー102bが共に検出レベル106aを超えているかを確認し、角膜反射エコーの最大強度W1を得る。次に、最大強度W1に対する最小強度W2の割合Rが所定の基準割合SR(例えば、10%~30%)に入っているか否かを判定する。

10

【0019】

割合Rが基準割合SRを下回っている場合、すなわち、最小強度W2が図5(a)の基準強度範囲SReより高い場合、制御部10は、ゲインが高すぎると判断し、表示欄33に「NG」と表示する。そして、制御部10は、割合Rが基準割合SRに入るまでゲインを減少させる。逆に、割合Rが基準割合SRを上回っている場合、すなわち、最小強度W2が図5(a)の基準強度範囲SReより低い場合、制御部10は、ゲインが低すぎると判断し、割合Rが基準割合SRに入るまでゲインを増加させる。なお、ゲインを減少又は増加させる調整ステップは、例えば、5%、10%等のように徐々に調整すると良い。割合R2が基準割合SR内に収まれば、制御部10はゲインが適切であると判断し、表示欄33に「OK」を表示し、ゲイン調整が完了した旨を検者に知らせる。

20

【0020】

なお、ゲイン調整においては、さらに網膜側反射エコーについても、その適否を判定することが好ましい。例えば、眼軸長が30mmを超えるような長眼軸の眼の場合には、網膜側反射エコー104のゲインが低く、眼軸長の測定値の信頼性が劣る。制御部10はサンプリングした反射エコーから眼軸長の測定値を連続的に得ているので、その結果を利用すれば、眼軸長が30mmを超えているか否かを判定できる。また、眼軸長が30mm以内であっても、網膜反射エコー104のピーク強度が検出レベル106bより高く設定された所定の判定レベルCR(図5(a)参照)を下回る場合は、成熟白内障のように水晶体の混濁が著しい傾向がある。この場合も、やはり網膜側反射エコー104のゲインが低く、眼軸長の測定値の信頼性が劣ることになる。

30

【0021】

制御部10は、上記のように網膜側反射エコーが適正でないと判定した場合、角膜反射エコーの分離状態に基づくゲイン調整では不十分であるとして、その旨の警告を表示パネル3に表示する。このような場合には、網膜側の反射エコーと角膜側の反射エコーのゲイン調整を分けて行うようにすると都合が良い。例えば、表示パネル3にオートゲインのモードを変更するモード選択欄を設ける。モード選択欄には、前述と同様に角膜反射エコーの分離状態に基づいてAモード波形全体を対象として自動的にゲイン調整する「ALL」モードと、角膜を含む前眼部側の反射エコーのみを対象として角膜反射エコーの分離状態に基づいてゲイン調整し、網膜側の反射エコーについては別に設定された網膜用の所定基準でゲインを調整する「NEAR」モードを設ける。「NEAR」モードにおける網膜側の反射エコーのゲイン調整は、例えば、網膜反射エコー104等が検出レベル106bより高く設定された所定の判定レベルCRを10%まで上回るように、制御部10がゲインを自動調整する。または、網膜側の反射エコーについてののみ、検者が手動調整ノブ4aを操作して手動調整可能にする。

40

【0022】

また、上述の説明では「ALL」モードと「NEAR」モードとを検者が選択するものとしたが、制御部10が網膜側反射エコーに適否を判断し、自動的に切替える構成としても良い。なお、網膜側の反射エコーと角膜側の反射エコーを区分けする位置は、水晶体後面反射エコー103より所定距離だけ後方に離れた点P1とされる。

50

【0023】

また、網膜側反射エコーが適正でない場合には、検者が基準割合SRの値を変更できるように、表示パネル3に基準割合SRの値を変更するスイッチ37を設けても良い。スイッチ37により基準割合SRの値を、例えば、初期設定の10%～30%から60%～80%に変更する。この場合、角膜前面の反射エコー102aの立ち上がりが急になりやすいが、その分、網膜側の反射エコーが基準を満たしやすくなる。これにより、長眼軸の眼及び混濁の激しい眼であっても、自動ゲイン調整の機能を維持しつつ、比較的正確な測定値を得ることができる。

【0024】

制御部10による自動ゲイン調整（又は検者による手動ゲイン調整）が行われた後、表示欄33に「OK」と表示されたことを確認した検者は、眼軸長データのサンプリングを行うために、測定スイッチ39または図示なきフットスイッチを押す。制御部10は、サンプリングメモリ14に記憶され反射エコーデータに基づき、検出レベル106a、106bと各種反射エコーとの交点を求め、眼軸長、前房深度、水晶体厚、硝子体長さ等の各種測定値を得る。測定結果は、測定結果リスト30に表示される。オート測定モードが選択されているときは、制御部10は10個の測定結果を得た後、測定を自動的に終了する。

10

【0025】

以上説明した実施形態は種々の変容が可能である。前眼部側の組織位置を検出するための検出レベル106aについて、角膜前面反射エコー102aと角膜後面反射エコー102bの分離状態に応じて変化させても良い。例えば、検出レベル106aを一定位置とするのではなく、角膜前面エコー102aの最大強度から最小強度102dまでの所定割合（50%等）に位置するように検出レベル106aを設定する。これにより、ゲイン調整に大きく影響を受けることなく、角膜前面の位置を比較的精度よく検出できる。したがって、ゲイン調整は網膜側の反射エコーを重視して行える。また、この方法は、網膜側の反射エコーと角膜側の反射エコーのゲイン調節を分けて行う「NEAR」モードの場合に使用すれば、基準割合SRの範囲を広く設定することができ、自動的なゲイン調整の時間が短くなる。

20

【0026】

また、検出レベル106aに加えて網膜側の検出レベル106bの位置も角膜前面反射エコー102aと角膜後面反射エコー102bの分離状態に応じて変化させても良い。例えば、角膜前面エコー102aの最大強度から最小強度102dまでの所定割合（50%等）に位置するように検出レベル106aが設定されれば、検出レベル106aの変動の割合に応じて検出レベル106bも変化させる。このようにゲインの変化と検出レベル106a、106bとをそれぞれ連動させると、より正確な位置データを取得できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】眼科用超音波測定装置の外観略図である。

【図2】イメージジョン法の測定を説明する図である。

【図3】眼科用超音波測定装置の制御系の要部構成図である。

40

【図4】測定画面の例である。

【図5】イメージジョン測定より得られた波形信号の例である。

【符号の説明】

【0028】

2 超音波プローブ

3 表示パネル

10 制御部

14 サンプリングメモリ

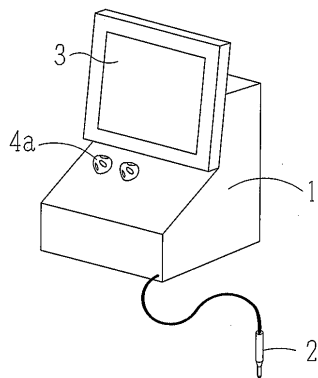
16 メモリ

34 測定方法を選択するスイッチ

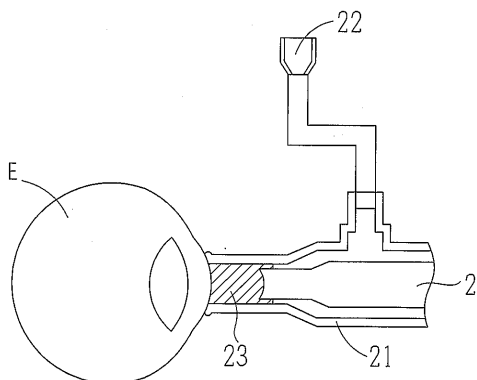
50

- 36 ゲイン調整の手動／自動を選択するスイッチ
- 37 基準割合SRの値を変更するスイッチ
- 106a 検出レベル
- 106b 検出レベル

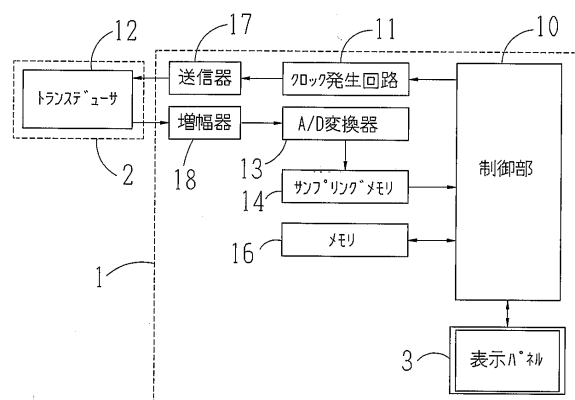
【図1】



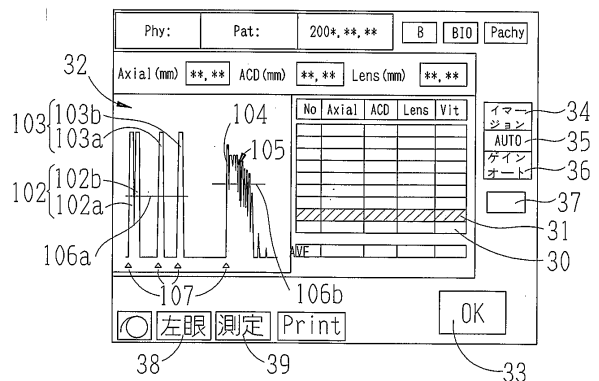
【図2】



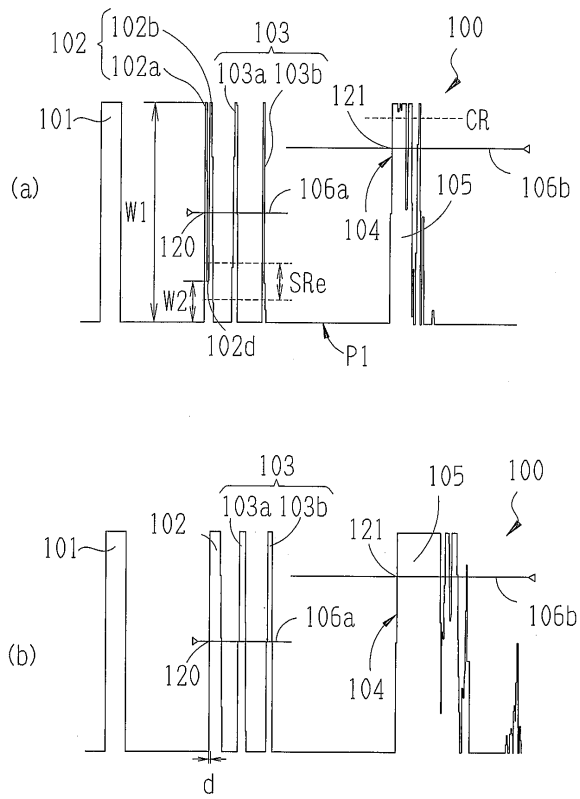
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-319337 (JP, A)
実開昭62-113513 (JP, U)
実開平02-141420 (JP, U)
特開2001-187201 (JP, A)
特開2001-061784 (JP, A)
特開2001-187022 (JP, A)
特開2008-029468 (JP, A)
特開昭54-064883 (JP, A)
特開2008-272308 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	8 / 0 0	—	8 / 1 5
A 6 1 B	3 / 0 0	—	3 / 1 8

专利名称(译)	眼科用超音波诊断装置		
公开(公告)号	JP5317046B2	公开(公告)日	2013-10-16
申请号	JP2008092048	申请日	2008-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社ニデック		
申请(专利权)人(译)	株式会社ニデック		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社ニデック		
[标]发明人	三輪 哲之		
发明人	三輪 哲之		
IPC分类号	A61B8/10 A61B3/10		
FI分类号	A61B8/10 A61B3/10.U A61B3/10.900		
F-TERM分类号	4C316/AA26 4C316/AB14 4C316/FA11 4C601/BB01 4C601/DD13 4C601/EE10 4C601/GC02 4C601/GC03 4C601/JB12 4C601/JB36 4C601/KK14		
其他公开文献	JP2009240607A JP2009240607A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过浸入法在测量时适当调整增益，以获得高度可靠的测量结果。一种用于基于超声探头接收的反射回波测量眼内组织长度（例如轴长）的眼科超声诊断设备，其特征在于超声探头的尖端与角膜接触测量模式选择装置，用于在待测量的接触模式和浸入模式之间进行选择，其中超声介质介于超声探头的远端和待检眼的角膜之间，以及浸入模式，其中角膜的浸入模式并且增益调节装置用于根据前反射回波和角膜后表面反射回波之间的分离状态自动调节反射回波的增益。点域5

【图 2】

