

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5704879号  
(P5704879)

(45) 発行日 平成27年4月22日(2015.4.22)

(24) 登録日 平成27年3月6日(2015.3.6)

(51) Int. Cl.	F 1		
<b>A 6 1 B 3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B 3/12	E
<b>A 6 1 B 3/10</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B 3/10	R
<b>A 6 1 B 3/14</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B 3/14	A

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2010-223125 (P2010-223125)	(73) 特許権者	000135184
(22) 出願日	平成22年9月30日 (2010.9.30)		株式会社ニデック
(65) 公開番号	特開2011-92702 (P2011-92702A)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
(43) 公開日	平成23年5月12日 (2011.5.12)	(72) 発明者	磯貝 直己
審査請求日	平成25年9月27日 (2013.9.27)		愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
(31) 優先権主張番号	特願2009-228768 (P2009-228768)		式会社ニデック拾石工場内
(32) 優先日	平成21年9月30日 (2009.9.30)	(72) 発明者	村田 俊夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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】眼底観察装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

被検眼の固視位置を変更するための固視標投影ユニットを制御する制御手段と、  
を備え、

前記固視標投影ユニットの固視位置と撮影部位が予め関連付けられており、

前記演算解析手段は、前記固視位置に応じて前記判定基準を変更することを特徴とする眼底観察装置。

【請求項 2】

請求項 1 の眼底観察装置において、黄斑部撮影モードに設定された場合、前記演算解析手段は、その解析モードにおいて、前記判定基準として、層形状が正常か否かを判定することを特徴とする眼底観察装置。

【請求項 3】

請求項 1 の眼底観察装置において、黄斑部撮影モードに設定された場合、前記演算解析手段は、その解析モードにおいて、前記判定基準として、黄斑部に関する層厚が対称か否かを判定することを特徴とする眼底観察装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 の眼底観察装置において、乳頭部撮影モードに設定された場合、前記演算解析手段は、その解析モードにおいて、前記判定基準として、陥凹部のサイズ又は C / D 比が正常か否かを判定することを特徴とする眼底観察装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 の眼底観察装置において、前記演算解析手段は、さらに、前記光スキャナの走査角度に応じて異なる判定基準を用いることを特徴とする眼底観察装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 の眼底観察装置において、前記制御手段は、指定された撮影部位に対応する位置に固視位置を移動させることを特徴とする眼底観察装置。

10

## 【請求項 7】

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

前記光スキャナーの駆動を制御することにより眼底上の撮影位置を変更する制御手段と、  
を備え、

前記演算解析手段は、前記演算解析手段による判定結果に基づいて前記断層画像における異常部位を特定する、又は、

20

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における特徴部位を画像処理により特定する、の少なくともいずれかの処理を行い、

前記制御手段は、演算解析手段によって特定された異常部位又は特徴部位の断層画像が得られるように撮影位置を調整することを特徴とする眼底観察装置。

## 【請求項 8】

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

30

被検者眼底の正面画像を得るための正面眼底像撮像デバイスと、を有し、

演算解析手段は、さらに、正面眼底像撮像デバイスによって取得された正面画像の輝度情報を画像処理により検出し、検出された輝度情報がある判定基準に基づいて判定することにより正面画像を判定することを特徴とする眼底観察装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

被検眼眼底の断層画像を観察する眼底観察装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

40

従来、光干渉技術を用いて眼底の断層画像を取得し、得られた眼底の断層画像（網膜断層画像）から被検眼の状態を評価するための眼底観察装置が知られている（特許文献 1 参照）。このような眼底観察装置では、赤外光により眼底を撮影して得られる眼底画像をモニタに表示させておき、表示されている眼底画像の一部の領域（部位）を選択することにより、選択した領域の眼底断層画像を光干渉技術を用いて取得する。検査はこのようにして得られた眼底断層画像を見て被検眼の異常の有無等を判断している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 29467 号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、眼底画像における選択領域に応じて眼底断層の状態は変わるため、眼底断層画像から異常の有無を判断するのは高い専門性が要求されることとなる。

## 【0005】

上記従来技術の問題点に鑑み、眼底断層画像から被検眼の異常の有無を判断する際、検者を補助することができる眼底観察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。

## 【0007】

## (1)

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

被検眼の固視位置を変更するための固視標投影ユニットを制御する制御手段と、  
を備え、

前記固視標投影ユニットの固視位置と撮影部位が予め関連付けられており、

前記演算解析手段は、前記固視位置に応じて前記判定基準を変更することを特徴とする

。

## (2)

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

前記光スキャナーの駆動を制御することにより眼底上の撮影位置を変更する制御手段と、  
を備え、

前記演算解析手段は、前記演算解析手段による判定結果に基づいて前記断層画像における異常部位を特定する、又は、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における特徴部位を画像処理により特定する、の少なくともいずれかの処理を行い、

前記制御手段は、演算解析手段によって特定された異常部位又は特徴部位の断層画像が得られるように撮影位置を調整することを特徴とする。

## (3)

眼底上の撮影位置を設定するための光スキャナーを有し、被検者眼眼底の断層画像を得るための光コヒーレンストモグラフィデバイスと、

光コヒーレンストモグラフィデバイスによって取得された前記断層画像における眼底の各層情報を画像処理により検出し、検出された各層情報がある判定基準に基づいて判定することにより撮影部位を判定するための演算解析手段と、

被検者眼底の正面画像を得るための正面眼底像撮像デバイスと、を有し、

演算解析手段は、さらに、正面眼底像撮像デバイスによって取得された正面画像の輝度情報を画像処理により検出し、検出された輝度情報がある判定基準に基づいて判定することにより正面画像を判定することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0008】

50

本発明によれば、眼底断層画像から被検眼の異常の有無を判断する際、検者を補助することができる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

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底観察装置の構成について説明するブロック図である。

【0010】

眼底撮影装置10によって撮影された眼底画像をモニタ上で観察するための眼底観察装置1は、CPU(演算制御部)70と、マウス(操作入力部)76と、メモリ(記憶部)72と、モニタ75と、から構成され、各部はバス等を介してCPU70と電氣的に接続されている。

10

【0011】

CPU70は、メモリ72に記憶されている眼科観察プログラム及び各種制御プログラムに基づいて各部の動作を制御する。この眼科観察プログラムをコンピュータ上で実行させることによって眼底観察装置1を使用することが可能となる。ここで、CPU70は、眼科観察プログラムにしたがってモニタ75の表示画面を制御する。なお、本実施形態に係る眼科観察プログラムには、撮影画像及び各種計測結果をモニタ75に表示する機能の他、断層画像を解析して撮影部位が正常か否かを判定する解析モード機能が設けられている。

【0012】

20

なお、CPU70、マウス76、メモリ72、モニタ75として、市販のPC(パーソナルコンピュータ)が持つ演算処理部、入力部、記憶部、表示部を用い、市販のPCに眼科観察プログラムをインストールするようによい。

【0013】

なお、眼底観察装置1には、被検眼の所定部位における画像を撮影するための眼底撮影装置10が接続されている。図1において、眼底撮影装置10は、被検眼眼底の断層画像を得るための干渉光学系(OCT光学系)200と、被検眼眼底の正面画像を得るための正面観察光学系300と、制御部400と、被検眼を固視させ固視方向を変更可能な固視標投影ユニット500と、を有し、被検眼の眼底部位を撮影できる。なお、眼底撮影装置10の詳しい構成については、特開2008-29467号公報を参考にされたい。

30

【0014】

眼底撮影装置10は、被検眼眼底を撮像して得られた眼底観察画像(例えば、SLO画像)上の所定範囲を選択し、選択範囲の眼底断層画像を眼底用OCTを用いて取得する構成となっている。

【0015】

干渉光学系200は、第1の光源から発せられた第1の測定光を被検眼眼底上で走査させる第1走査部(光スキャナ)と、第1の光源から発せられた光によって生成される参照光と被検眼眼底に照射された第1測定光の反射光との合成により得られる干渉光を受光する第1の受光素子と、を備え、いわゆる眼科用光断層干渉計(OCT:Optical coherence tomography)の装置構成を持つ。なお、干渉光学系200の構成としては、スペクトルメータを用いるSpectral-domain OCT(SD-OCT)、波長可変光源を用いるSwept-source OCT(SS-OCT)、Time-domain OCT(TD-OCT)、等が考えられる。

40

【0016】

正面観察光学系300は、第2の光源から発せられた第2の測定光(例えば、赤外光)を被検眼眼底上で二次元的に走査させる第2走査部(光スキャナ)と、眼底と略共役位置に配置された共焦点開口を介して眼底反射光を受光する第2の受光素子と、を備え、いわゆる眼科用走査型レーザ検眼鏡(SLO)の装置構成を持つ。なお、観察光学系300の構成としては、いわゆる眼底カメラタイプの構成であってもよい。

【0017】

制御部400は、眼底撮影装置10の各部材を制御し、干渉光学系200が持つ第1の

50

受光素子から出力される受光信号に基づいて断層画像（OCT画像）を取得すると共に、正面観察光学系300が持つ第2の受光素子から出力される受光信号に基づいて正面画像（SLO画像）を取得する。

【0018】

固視標投影ユニット500は、可視光を発する可視光源を有し、被検眼の固視位置を二次元的に変更させることにより、撮影部位が変更される。なお、固視標投影ユニット500としては、例えば、マトリクス状に配列されたLEDの点灯位置により固視位置を調整する構成、光源からの光を光スキャナを用いて走査させ、光源の点灯制御により固視位置を調整する構成、等、種々の構成が考えられる。

【0019】

眼底観察装置1と眼底撮影装置10とは、LAN等で接続されており、信号のやりとりがなされる。ここで、眼底撮影装置10で取得された各種データ（例えば、断層画像データ、正面画像データ、画像取得時における各種撮影条件（例えば、撮影情報、選択範囲情報、検査日時、等）は、データベースとしてのメモリ72に転送される。また、眼底撮影装置10の制御部400は、マウス76から出力される操作信号に基づいて、干渉光学系200、正面観察光学系300、固視標投影ユニット500の各部材を制御する。

【0020】

上記のような構成を備える装置において、その動作について説明する。まず、眼底撮影装置10を用いて断層画像を撮影する。撮影の前準備として、患者情報（患者を識別するためのID番号、名前、年齢、性別、主訴、コメント等）が入力される。なお、モニター75上には、干渉光学系200によって取得される断層画像、正面観察光学系300によって取得される正面画像、各種撮影条件の設定画面、等が表示される。

【0021】

次に、撮影部位が指定されると、制御部400は、固視標投影ユニット500を制御し、指定された撮影部位に対応する位置に固視位置を移動させる。例えば、黄斑部撮影モードに指定されると、固視位置が中央に設定され、乳頭部撮影モードに設定されると、固視位置が鼻側でかつ若干上側に設定される。なお、固視位置は、左右眼で略左右対称な位置関係となる。すなわち、本実施形態においては、目的撮影部位と固視標投影ユニットの固視位置とが関連付けされており、これに基づき固視位置が設定されるので、検者が所望する眼底部位の断層画像が容易に得られる。

【0022】

次に、測定光の走査パターン（ライン、クロスライン、ラスター、サークル、ラディアル等）が選択される。例えば、黄斑部撮影モードにおいては、水平及び垂直方向のクロスラインが選択され（図2参照）、乳頭撮影モードにおいては、水平ラインスキャン、サークルスキャン等が選択される（図3参照）。なお、図4のような複数ライン撮影を行うようにしてもよい。

【0023】

その後、正面観察光学系300によって取得される正面画像を用いて被検眼眼底に対するアライメント、フォーカス調整が行われ、撮影のトリガが出力されると、制御部400は、予め設定された撮影条件に基づいて第1走査部を駆動させ、所定の走査パターンに対応する断層画像を撮影する。ここで、撮影された断層画像と共に、これに対応する正面画像（例えば、SLO画像）、撮影情報（固視位置情報、撮影部位情報、左右眼情報、等）、選択範囲情報（走査パターン、走査位置、走査範囲、等）がメモリ72に記憶される。なお、前述の撮影情報は、断層画像に対応する正面画像を取得したときの情報であってもよい。

【0024】

次に、上記のように取得された断層画像及び正面画像を眼底観察装置1を用いて観察する。解析モードに設定された場合、CPU70は、メモリ72に記憶された断層画像における網膜各層情報を画像処理により検出すると共に、所定の画像判定条件（判定基準）を基に各層の検出結果を解析し、撮影部位が正常か否かを判定する。そして、その判定結果

10

20

30

40

50

が断層画像と共にモニター 5 上に表示される。

【 0 0 2 5 】

このような判定結果は、眼底断層画像に対する検者の判断を補助するための情報として利用できる。この場合、CPU 70 は、判定を行うための判定条件（判定基準）を少なくとも断層画像の撮影情報及び選択範囲情報のいずれかに基づいて変更し、その判定条件に基づく判定結果を補助情報として表示する。すなわち、CPU 70 は、少なくとも眼底断層画像の撮影情報及び選択範囲情報のいずれかに基づいて補助情報として表示させる情報を変更する。

【 0 0 2 6 】

なお、網膜の層検出は、例えば、CPU 70 が断層画像の輝度レベルを解析し、所定の網膜層（例えば、網膜表面と網膜色素上皮層）に相当する領域を検出することにより行われる。また、撮影部位の判定としては、各層の層厚判定、形状判定、所定部位のサイズ判定等が考えられ、正常眼における各層の間隔、所定部位の形状、所定部位のサイズ、等が記憶されたデータベースが画像判定条件のベースとして利用できる。

【 0 0 2 7 】

図 5 は黄斑部撮影モードにて取得された画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。なお、黄斑部画像の場合、通常は、網膜表面において中央部に陥凹部がある特徴的な画像が得られる。CPU 70 は、撮影モード情報を基に黄斑部を判定するための判定条件を選択し、その判定条件を基に各層の検出結果を判定する。

【 0 0 2 8 】

黄斑部画像の判定において、CPU 70 は、各層間隔が所定範囲内であり、層形状が正常な形状（図 5（a）参照）と判定されれば、正常と判断し、その旨をモニター 71 の画面上に表示する。なお、正常の場合、特段の表示を行わなくてもよい。

【 0 0 2 9 】

一方、CPU 70 は、陥凹部が検出できない（図 5（b）参照）、網膜層に異形部分（図 5（c）参照）があるなど各層の形状において特異形状が検出された場合、各層間の幅が所定範囲外（図 5（d）参照）の場合、又は各層の検出ができなかった場合は、異常と判断し、その旨をモニターに表示する。例えば、「黄斑部に異常があります」とのメッセージが表示される。また、異常部位に対応する部分を強調して表示するようにしてもよい（例えば、黄斑部に対応する画像領域を線で囲む等）。また、陥凹部が検出できない等、異常と判定された原因を表示するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

ここで、CPU 70 は、眼底上における測定光の走査方向に応じて異なる画像判定条件を設定し、各条件を基に撮影部位が正常か否かを判定するようにしてもよい。この場合、例えば、同一部位（例えば、黄斑部）に対し、異なる走査方向にて断層画像を取得した場合において適用できる。

【 0 0 3 1 】

より具体的には、上記層厚判定において、網膜視神経線維層（NFL）に対する層厚判定を行う場合に適用できる。垂直（上下）方向に測定光が走査された垂直ラインスキャン画像（図 6 参照（a））を判定する場合、CPU 70 は、画像上において、黄斑部に  
左右対称に形成される神経線維層の少なくともいずれかの層厚が所定の範囲外（検出できない場合も含む）であれば、異常と判断する。そして、左右両方の層厚が所定範囲内であれば、正常と判断する。

【 0 0 3 2 】

一方、CPU 70 は、水平方向に測定光が走査された水平ラインスキャン画像（図 6 参照（b））を判定する場合、CPU 70 は、画像上において、黄斑部に関して乳頭側（右眼は右側、左眼は左側）に形成される神経線維層の層厚が所定の範囲外（検出できない場合も含む）であれば、異常と判断する。そして、層厚が所定範囲内であれば、正常と判断する。ただし、CPU 70 は、黄斑部に関して乳頭とは反対側に形成される神経線維層の層厚が所定範囲外（検出できない場合も含む）であっても、異常と判断しない。なお、神

10

20

30

40

50

経線維層の厚み判定において、水平ラインスキャン画像を利用しないようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

上記のように走査方向に応じて画像判定条件を変化させ、正常か異常かの判断結果を表示することにより、不慣れな検者による画像診断を好適に補助することができる。網膜上における神経線維層の走行パターンは、上下方向では黄斑部に関し対称であり、左右方向では黄斑部に関し非対称である。したがって、不慣れな検者の場合、水平ラインスキャン画像において神経線維層に対応する画像領域が左右両方で視認できないような場合、異常であると判断してしまう可能性がある。しかし、上記手法によれば、検者は、前述のような判断ミス回避することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

なお、上記走査パターンに限るものではなく、所定の撮影部位を中心に、所定の角度（例えば、30°、45°、等）毎に取得された断層画像を異なる判定条件にて解析すればよい。この場合、各走査方向に応じて視神経線維束の走行パターンが異なるので、これを考慮した画像判定を行う。

【 0 0 3 5 】

また、CPU70は、上記画像判定の他、検者が画像を診断する上での補助情報をモニタ75に表示するようにしてもよい。そして、CPU70は、測定光の走査方向に応じて異なる補助情報をモニタ75に表示するようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

より具体的には、垂直ラインスキャン画像（図6（a）参照）を表示する場合、CPU70は、この画像表示に対し、「正常眼の場合、神経線維層は黄斑部に関して対称である旨」のメッセージ、強調表示、等を行う。一方、水平ラインスキャン画像（図6（b）参照）を表示する場合、CPU70は、この画像表示に対し、「正常眼であっても、神経線維層は黄斑部に関して非対称である旨」のメッセージ、強調表示、等を行う。

【 0 0 3 7 】

図7は、視神経乳頭部撮影モードにて取得された画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。なお、乳頭部画像において、ラインスキャンでは、中央部に黄斑部より大きな陥凹部がある特徴的な画像が得られる。CPU70は、撮影モード情報と走査パターン情報を基に乳頭部を判定するための判定条件を選択し、その判定条件を基に各層の検出結果を判定する。すなわち、CPU70は、走査パターンに応じて判定条件を変化させる。

【 0 0 3 8 】

ラインスキャンにて取得された乳頭部画像の判定において、CPU70は、陥凹部のサイズ（C/D比でもよい）が所定範囲内（図7（a）参照）の場合、正常と判断し、その旨を表示する。CPU70は、陥凹部のサイズが所定範囲外（図7（b）参照）の場合、異常と判断し、その旨を表示する。例えば、「乳頭部に異常があります」とのメッセージが表示される。また、CPU70は、黄斑部と同様に、網膜各層の間隔・形状が正常か否かを判定するようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】

サークルスキャンにて取得された乳頭部画像の判定において、CPU70は、神経線維層の厚みが所定範囲内（図8（a）参照）であれば正常と判断し、所定範囲外（図8（b）参照）であれば異常と判断し、その旨を表示する。

【 0 0 4 0 】

上記のように、撮影部位情報に応じて画像判定条件を変化させることにより、撮影部位の異常の有無を適正に行うことができるため、断層画像を用いた診断についての専門知識が乏しい検者であっても、断層画像から異常の有無を容易に判断できる。

【 0 0 4 1 】

なお、眼底上の異なる複数の位置でのラインスキャン又はラスタースキャンを用いて、眼底撮影装置10が断層画像を取得することにより、広範囲の断層画像が取得できる。そこで、CPU70は、取得された複数の画像の中からその撮影部位において特徴的な部分を持つ画像（又は複数の画像）を特定し、上記のような判定処理を行うようにしてもよい

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

より具体的には、図 4 に示すように、制御部 4 0 0 は、第 1 走査部の駆動を制御し、所定範囲 A 1 内において複数のラインスキャン（又はラスタースキャン）を行うことにより黄斑部付近の断層画像を複数取得する。そして、取得された複数の断層画像はメモリ 7 2 に記憶され、眼底観察装置 1 により観察される。

## 【 0 0 4 3 】

ここで、CPU 7 0 は、各画像の陥凹部のサイズを検出し、その検出結果に基づいて陥凹部が大きな画像を解析用画像として選択し（複数選択してもよい）、上記画像解析に移行する。そして、正常か異常か否かの判定を行う。この手法によれば、目的とする撮影部位の位置に個人差があっても、撮影部位の位置が正確に特定されるため、検者は、適正な診断を行うことができる。

## 【 0 0 4 4 】

また、上記手法に限るものではなく、CPU 7 0 は、複数取得された各断層画像を解析し、異常の有無の判定及びその異常部位の位置を画像処理により特定し、その結果をモニタ 7 5 に表示するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 5 】

また、上記構成において、CPU 7 0 は、正面観察光学系 3 0 0 によって取得された正面画像を解析して異常部位を特定するようにしてもよい。図 9 は、正面画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。なお、正面画像において、異常部位は、正常眼の場合にはない輝度変化（明 / 暗）として現れる（図 9 の A 2 参照）。

## 【 0 0 4 6 】

CPU 7 0 は、正面画像を判定するための判定条件を選択し、その判定条件を基に輝度変化の有無を判定する。例えば、正面画像の判定において、CPU 7 0 は、所定レベルより輝度レベルが低い部位、又は所定レベルより高い部位を画像処理により検出し、異常部位の有無の判定及び異常部位の位置の特定を行う。

## 【 0 0 4 7 】

また、眼底撮影装置 1 は、上記のような解析処理を用いて所望する部位の断層画像を取得するようにしてもよい。例えば、制御部 4 0 0 は、干渉光学系 2 0 0 によって取得された断層画像を解析し、目的とする撮影部位を画像処理により特定し、その部位の画像が得られるように撮影位置を調整するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

この場合、制御部 4 0 0 は、得られる断層画像を連続的に撮影・解析し、眼底上における測定光の走査位置が特徴的な画像（例えば、撮影部位としての特徴的な形状を持つ画像）が取得される位置と合致されるように、第 1 走査部の走査位置（振り角、振り角中心位置）を調整して撮影する。

## 【 0 0 4 9 】

より具体的には、制御部 4 0 0 は、第 1 走査部の駆動を制御して、複数のラインスキャン又はラスタースキャンを実行していき、中央部に黄斑部に対応する陥凹部を持った断層画像が取得されるように撮影位置を調整する。この場合、制御部 4 0 0 は、逐次取得される断層画像の陥凹部のサイズを検出し、その検出結果に基づいて、黄斑部に対応する陥凹部を持つ画像が取得されたと判断された場合、測定光の走査位置を固定する。そして、制御部 4 0 0 は、その走査位置にて断層画像を連続的に取得し、動画像として出力する。

## 【 0 0 5 0 】

また、上記構成において、制御部 4 0 0 は、得られる断層画像を連続的に撮影・解析し、異常部位の有無及び位置を画像処理により特定し、異常部位の断層画像が得られるように第 1 走査部の駆動を制御するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

< 広範囲断層画像によるスクリーニング及び異常部位の断層画像取得 >

図 1 0 は広範囲断層画像解析に基づく撮影位置の調整について説明する図である。例え



ば、制御部400は、第1走査部の駆動を制御することにより眼底上の広い範囲において測定光を二次元的に走査させ、そして、眼底の広範囲にわたる断層画像(第1の断層画像)を取得する(例えば、図10(a)のハッチングS1参照)。この場合、眼底の黄斑と乳頭が撮影範囲に含まれるように走査範囲(例えば、縦9mm×横9mm、縦12mm×横12mmの矩形領域)が設定されることが好ましい。スキャンパターンとしては、例えば、複数のラインスキャン、ラスタースキャンが設定される。これにより、広範囲の眼底断層情報を形成する複数の断層画像が得られる。

#### 【0052】

次に、制御部400は、取得された眼底断層画像を画像処理により解析することにより、異常部位を特定する(第1の解析処理)。解析処理を行う場合、制御部400は、断層画像中の各部位に応じた解析処理を行うようにしてもよいし、断層画像全体に対してある条件の解析処理を行っても良い(詳しくは後述する)。

10

#### 【0053】

制御部400は、取得された第1の断層画像と、これと略同時に取得された正面画像をモニタ75上に出力すると共に、第1の解析処理の結果をモニタ75に出力する。この場合、制御部400は、干渉光学系200、正面観察光学系300を連続駆動させることにより、動画像としてリアルタイムで取得される断層観察画像、正面観察画像上に解析結果を示すグラフィック(例えば、異常部位に対応する部分にマーカを付与する)を重畳表示するようにしてもよい(例えば、図10(b)のマークER参照)。これにより、検査者は、検査中の観察画像を元に異常部位の確認できる。

20

#### 【0054】

次に、制御部400は、異常部位として特定された領域を測定光の走査領域として設定し、そして、第1走査部の駆動を制御することにより第2の断層画像を得る(例えば、図10(c)のハッチングS2参照)。制御部400は、例えば、第1の断層画像と走査位置との関係に基づいて、異常部位として特定された領域に対応する走査位置(第1走査部の駆動位置)を求め、走査領域を設定すればよい。

#### 【0055】

第2の断層画像を得る場合、異常部位での画像取得に適したスキャンパターンに設定されるのが好ましい。また、既に取得された広範囲の走査範囲より狭く、かつ、異常部位の全体が含まれるような走査範囲が好ましい。例えば、異常部位の大きさに合わせた矩形領域へのラスタースキャンが考えられる。また、異常部位での画像取得に適した位置に固視位置が設定されるのが好ましい。また、同一の異常部位に関して断層画像を複数枚取得して、加算平均画像を得るようにしてもよい。

30

#### 【0056】

なお、上記において、第2の断層画像を得る場合、制御部400は、第1の断層画像に対する解析結果に基づいて自動的に第2の断層画像の取得に移行してもよいし、マウス76からの操作信号をトリガとして第2の断層画像の取得を開始してもよい。

#### 【0057】

また、異常部位が複数検出された場合、制御部400は、例えば、広範囲の走査範囲より狭く、かつ、複数の異常部位が含まれるような走査範囲にて第2の断層画像を得る。また、異常部位が複数検出された場合、制御部400は、各異常部位に合わせて走査範囲をそれぞれに設定し、順次断層画像を取得するようにしてもよい。

40

#### 【0058】

<各部位に応じた解析>

上記において、各部位に応じた解析を行う場合、例えば、制御部400は、取得された断層画像において、黄斑部分と乳頭部に対応する領域を画像処理によりそれぞれ特定する。そして、制御部400は、特定された部位に対応する解析処理を行う。ここで、黄斑部が特定されると、制御部400は、前述の黄斑部撮影モードで用いた画像解析手法等によって断層画像中の黄斑領域を解析する。また、乳頭部が特定されると、制御部400は、前述の乳頭部撮影モードで用いた画像解析手法等によって断層画像中の乳頭領域を解析す

50

る。

【 0 0 5 9 】

断層画像から所定部位を特定する場合、例えば、黄斑、乳頭は、断層画像中の位置、輝度値、形状などから抽出が可能である。黄斑部は、周辺部に対して輝度が暗く、円形状であるので、これらの特性に合致する画像領域が抽出されるように画像処理が行われる。乳頭部は、周辺部より明るく、円形状であるので、これらの特性に合致する画像領域が抽出されるように画像処理が行われる。この場合、正面画像を用いて黄斑部、乳頭部の位置を特定し、その結果を断層画像の解析に利用するようにしてもよい。

【 0 0 6 0 】

ここで、例えば、乳頭部分に異常が検出された場合、制御部 4 0 0 は、測定光の走査領域として乳頭部分を設定し、そして、第 1 走査部の駆動を制御することにより、乳頭部分の断層画像を得る。この場合、前述の広範囲の走査範囲より狭く、かつ、乳頭全体が含まれるような走査範囲（例えば、4 . 5 mm x 4 . 5 mm）が設定される。また、乳頭であれば、サークルスキャン、ラジアルスキャンが行われるようにしてもよい。

10

【 0 0 6 1 】

< 眼底全体での解析 >

上記において、断層画像全体に対してある条件の解析処理を行う場合、例えば、制御部 4 0 0 は、各断層画像に関して網膜各層（例えば、網膜表層、網膜色素上皮層）の厚みを算出する。そして、制御部 4 0 0 は、層厚が所定範囲を超える位置を二次元的に求める。XY 方向に関して、被検者眼と正常眼の層厚の比較結果が用いられるようにしてもよい。また、もちろん層厚を用いた解析において、複数の層厚の合計値が用いられてもよい。

20

【 0 0 6 2 】

ここで、制御部 4 0 0 は、測定光の走査領域として異常と判定された領域を設定し、そして、第 1 走査部の駆動を制御することにより異常部位の断層画像を得る。この場合、異常部位の取得に適したスキャンパターンが好ましい。

【 0 0 6 3 】

上記のようにすれば、広範囲の走査範囲にて得られた二次元的な断層画像が解析されることにより、眼底全体における異常部位が特定され、その異常部位に適した撮影条件にて断層画像が得られる。この場合、眼底全体を含むような広い走査範囲に対して狭い走査範囲が設定されるため、画像のずれが少なく、異常部分の断層画像が高い解像度にて得られる。

30

【 0 0 6 4 】

したがって、制御部 7 0 は、第 2 の断層画像に対する解析処理（第 2 の解析処理）を行うことにより、その解析結果をモニター 7 5 に出力する。これにより、異常部位に対する精密な解析結果が得られる。この場合、眼底全体に対するスクリーニングにより異常部位が特定され、異常部位に対する精密解析が行われることにより、眼底上の異常部位の特定・解析がスムーズに行われる。

【 0 0 6 5 】

制御部 4 0 0 は、取得された第 2 の断層画像と、これと略同時に取得された正面画像をモニター 7 5 上に出力すると共に、第 2 の解析処理の結果をモニター 7 5 に出力する。さらに、制御部 4 0 0 は、第 1 の断層画像と第 2 の断層画像をそれぞれモニター 7 5 に出力する。このとき、第 1 の断層画像と第 2 の断層画像の少なくともいずれかを 3 次元断層画像として表示するようにしてもよい。

40

【 0 0 6 6 】

< 第 1 の断層画像と第 2 の断層画像の位置ずれ補正 >

上記構成において、制御部 4 0 0 は、第 1 の断層画像を取得した際の眼底正面画像を取得し、第 2 の断層画像を得るときに取得される眼底正面画像との位置ずれを算出することにより、断層画像の撮影位置を補正するようにしてもよい。正面画像は、二次元的に得られた断層画像を形成するデータを用いて取得された画像であってもよい（例えば、断層画像の深さ方向への積算画像、XY 各位置でのスペクトルデータの積算値など）。

50

## 【 0 0 6 7 】

また、制御部 4 0 0 は、第 1 の断層画像中の異常部位に対応する断層画像と、第 2 の断層画像を得るときに随時取得される断層画像とを画像処理によりマッチングさせ、略一致した位置での断層画像が得られるように走査位置を補正してもよい（断層画像に変えて正面画像であってもよい）。この場合、例えば、第 1 断層画像の異常部位の画像がテンプレート画像として設定される。そして、随時取得される断層画像とテンプレート画像との間でテンプレートマッチングが行われる。そして、相関性が最大になるように走査位置が調整される。

## 【 0 0 6 8 】

< 広範囲断層画像によるスクリーニング及び特徴部位の断層画像取得 >

10

なお、上記説明においては、異常部位の断層画像を取得する場合について説明したが、スクリーニング走査を経て、断層画像中のある特定部位における断層画像が取得されるものであればよい。

## 【 0 0 6 9 】

例えば、制御部 4 0 0 は、取得された第 1 の眼底断層画像を画像処理により解析することにより特徴部位（例えば、乳頭、黄斑）を特定し、特定された特徴部位の断層画像が得られるように撮影位置を調整するようにしてもよい。断層画像から所定部位を特定する手法については、例えば、前述の < 各部位に応じた解析 > の記載を参考にされたい。

## 【 0 0 7 0 】

< 断層画像の選択的記憶 >

20

また、制御部 4 0 0 は、第 1 走査部の駆動を制御し、複数のラインスキャン又はラスタースキャンを実行し、所定の画像判定条件を満たさず、異常と判断された断層画像のみをメモリ 7 2 に記憶させるようにしてもよい。

## 【 0 0 7 1 】

< 正面画像解析に基づく撮影位置調整 >

また、制御部 4 0 0 は、正面観察光学系 3 0 0 によって取得される正面画像を解析し、異常部位の有無の判定及び異常部位の位置の特定を行い、その異常部位の断層画像が得られるように干渉光学系 2 0 0 による撮影位置を調整するようにしてもよい。なお、判定手法については、上記正面画像の解析と同様であるため、説明を省略する。この場合、前述の断層画像の解析結果と正面画像の解析結果の両方の結果に基づいて異常部位を特定し、撮影位置を調整することにより異常部位の特定精度が向上する。

30

## 【 0 0 7 2 】

ここで、異常部位が検出された場合、制御部 4 0 0 は、眼底上の測定光の走査位置が異常部位（例えば、図 9 の A 2 ）に合致するように第 1 走査部の駆動を制御し、断層画像を取得する。

## 【 0 0 7 3 】

なお、異常部位へのスキャンを行う場合、制御部 4 0 0 は、光スキャナの駆動位置が固定された状態で、固視標投影ユニット 5 0 0 を制御し、固視位置を移動させて視線を誘導するようにしてもよい。

## 【 0 0 7 4 】

40

以上のようにして、撮影・解析・判断が終了したら、取得された画像、解析結果、撮影条件（撮影情報、選択範囲情報、等）を患者情報に関連付けて保存する。これらの情報は、再撮影する際、同一部位に位置合わせするための情報として利用できる。すなわち、CPU 7 0 は、固視位置（撮影部位）と撮影位置（走査位置）を含めた撮影条件を撮影画像と関連付けてメモリ 7 2 に記憶し、再撮影時にこの撮影条件を再現させる。

## 【 0 0 7 5 】

また、保存された網膜層検出結果の形状を特徴として位置合わせすることも可能である。この場合、制御部 4 0 0 は、メモリ 7 2 に記憶された断層画像の形状を検出すると共に、干渉光学系 2 0 0 によって取得される断層画像を逐次解析し、その解析結果と検出結果に基づいて第 1 走査部の駆動を制御し、検出結果の形状と同一部位の断層画像が取得され

50

るように撮影位置を調整するようにしてもよい。

【0076】

なお、上記構成においては、2次元的な断層画像に基づいて画像を解析するものとしたが、これに限るものではなく、3次元画像に基づいて画像解析を行うようにしてもよい。この場合、例えば、立体形状が特異形状か否か判定するようなことが考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本実施形態に係る眼底観察装置の構成について説明するブロック図である。

【図2】黄斑部撮影モードにおいて、平及び垂直方向のクロスラインが選択された場合を示す図である。

【図3】乳頭撮影モードにおいては、水平ラインスキャン、サークルスキャン等が選択された場合を示す図である。

【図4】複数ライン撮影を行う場合を示す図である。

【図5】黄斑部撮影モードにて取得された画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。

【図6】網膜視神経線維層(NFL)に対する層厚判定を行う場合の判定条件の具体例を示す図である。

【図7】視神経乳頭部撮影モードにて取得された画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。

【図8】サークルスキャンにて取得された乳頭部画像の判定条件の具体例を示す図である

。【図9】正面画像を解析する判定条件の具体例を示す図である。

【図10】広範囲断層画像解析に基づく撮影位置の調整について説明する図である。

【符号の説明】

【0078】

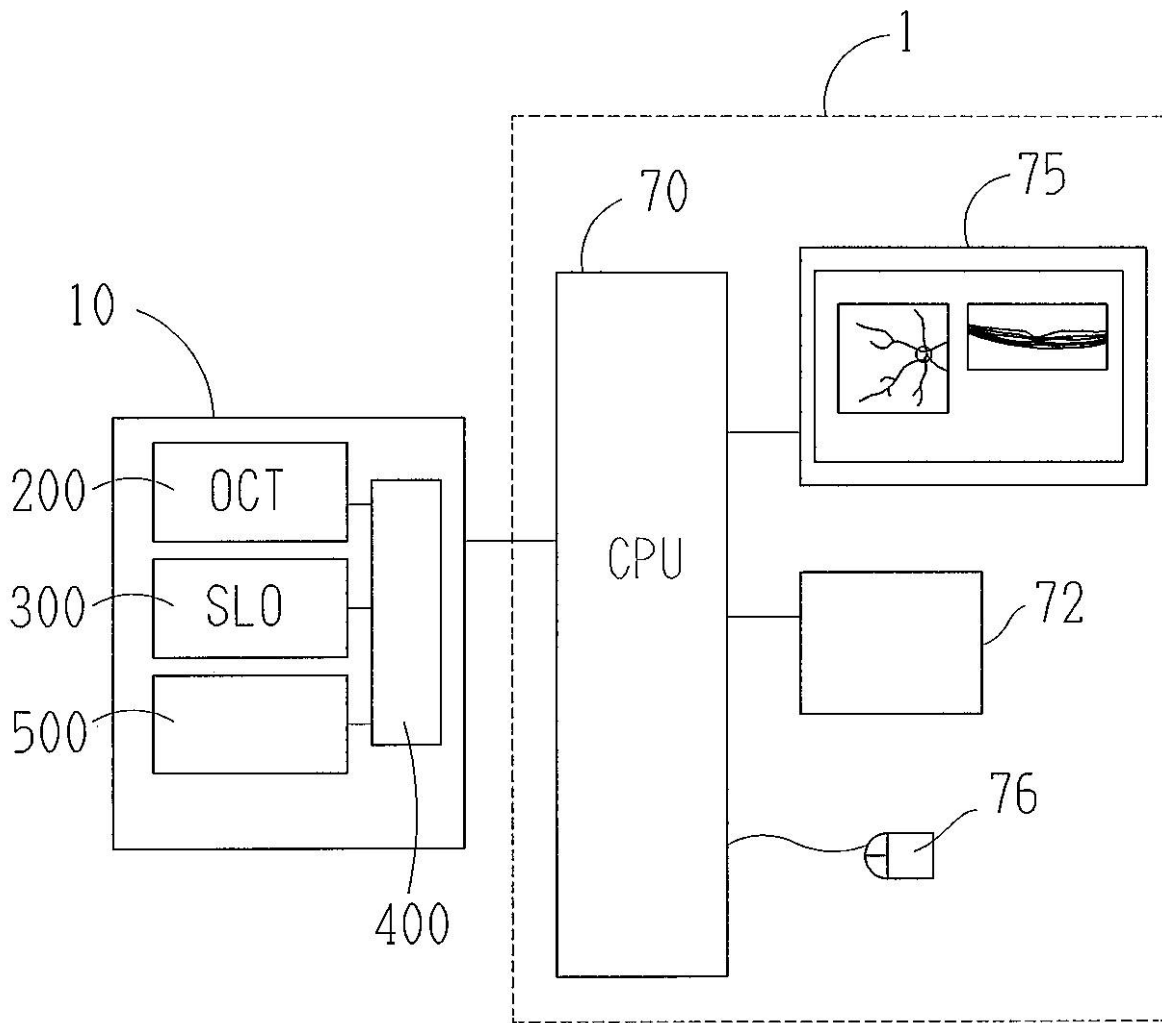
- 1 眼底観察装置
- 70 CPU
- 72 メモリ
- 75 モニタ
- 200 干渉光学系
- 300 正面観察光学系
- 400 制御部

10

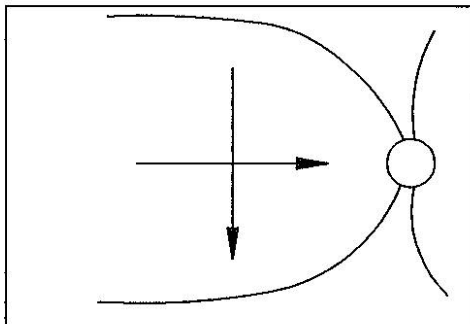
20

30

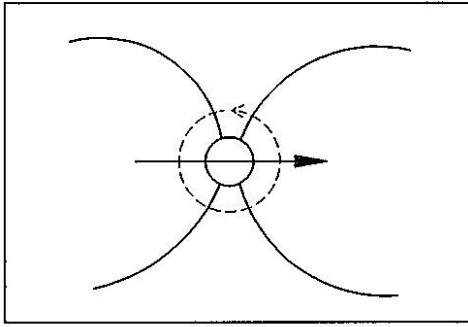
【図1】



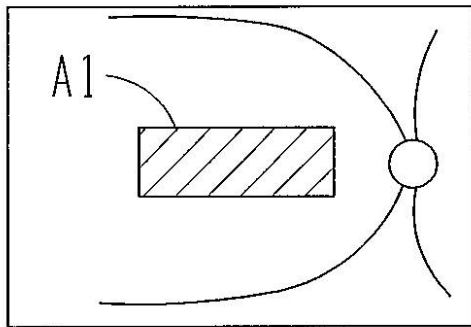
【図2】



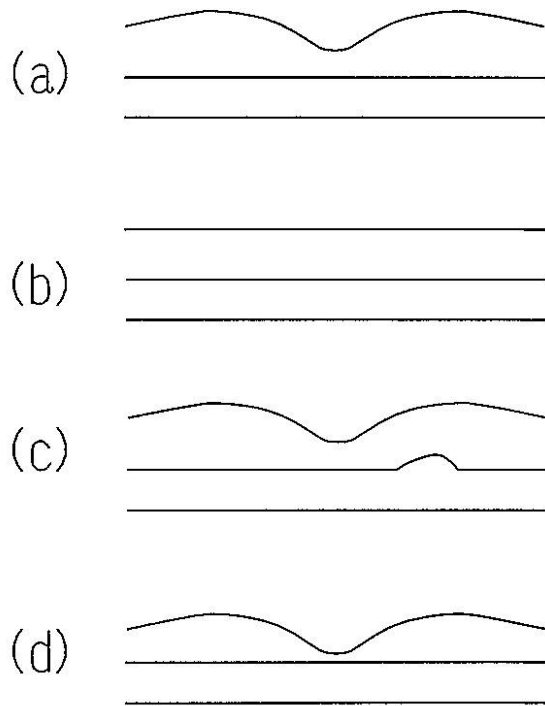
【 3 】



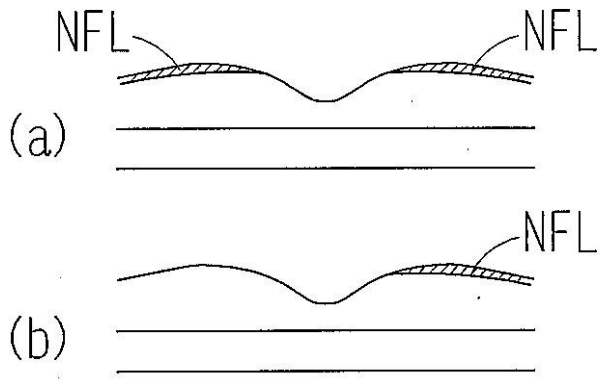
【 4 】



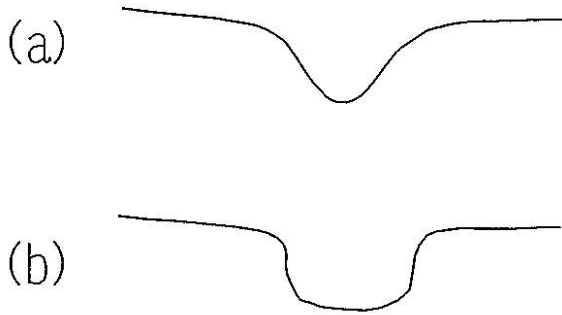
【 5 】



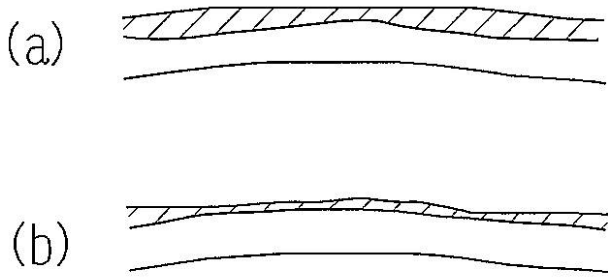
【 図 6 】



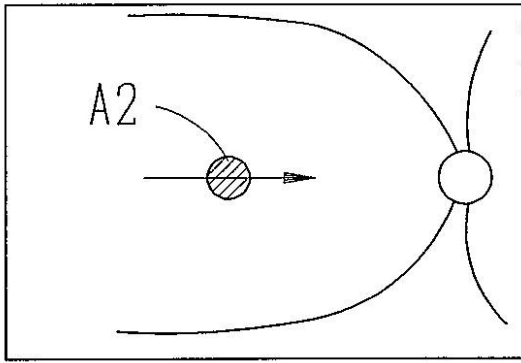
【 図 7 】



【 図 8 】

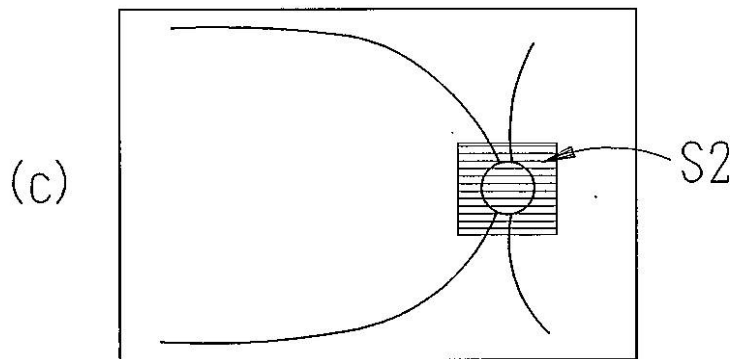
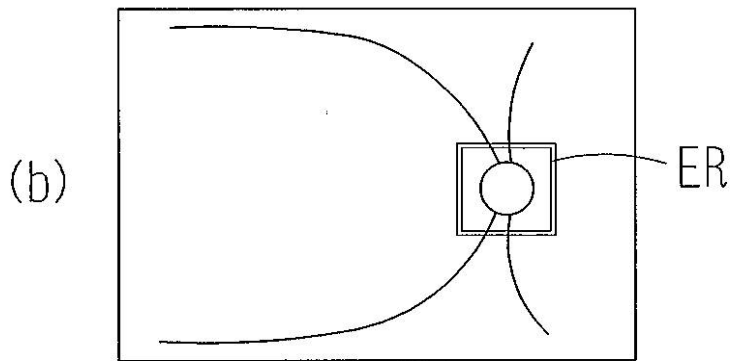
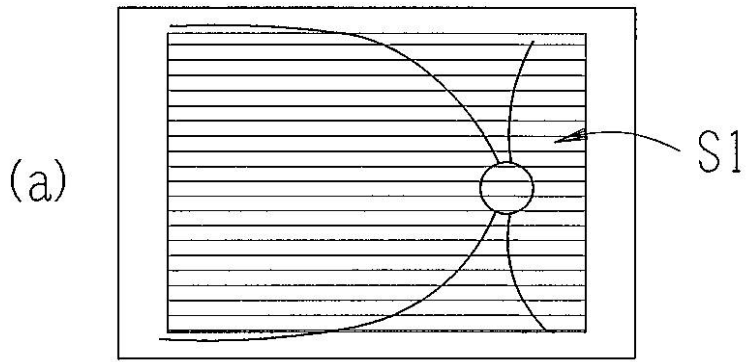


【 図 9 】





【 10】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-089792(JP,A)  
特開2006-280682(JP,A)  
国際公開第2006/022045(WO,A1)  
特開2002-172117(JP,A)  
特表2009-507537(JP,A)  
特表2010-529896(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/00 - 3/18