



(10) **DE 11 2010 003 275 T5** 2012.12.20

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/018950**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2010 003 275.0**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2010/062968**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.07.2010**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **17.02.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.12.2012**

(51) Int Cl.: **A61B 3/10 (2012.01)**
A61B 3/12 (2012.01)
G01N 21/17 (2012.01)

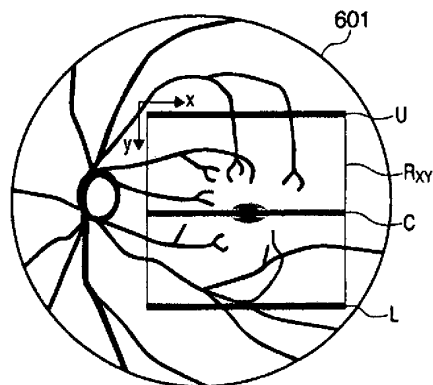
(30) Unionspriorität:
2009-186779 11.08.2009 JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336, München, DE

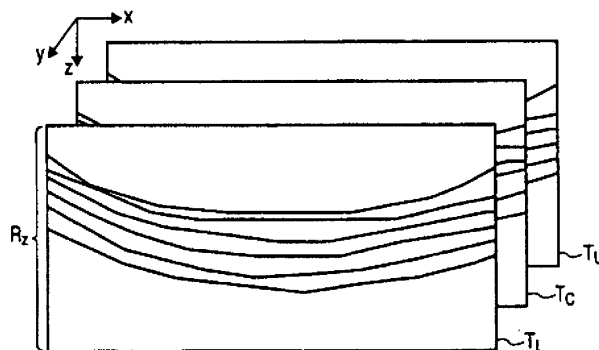
(71) Anmelder:
CANON KABUSHIKI KAISHA, Tokyo, JP

(72) Erfinder:
**Miyasa, Kazuhiro, Tokyo, JP; Katayama, Akihiro,
Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **TOMOGRAPHIEVORRICHTUNG, ZUGEHÖRIGES STEUERVERFAHREN, PROGRAMM UND
SPEICHERMEDIUM**



(57) Zusammenfassung: Wenn in einer Tomographievorrichtung, die Tomogramme eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, ein Messbereich auf dem Fundus eingestellt wird, in dem Tomogramme aufzunehmen sind, werden Tomogramme unter Verwendung der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem eingestellten Messbereich erfasst, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen kleiner als im Fall der Abbildung für eine Diagnose ist. Die erfassten Tomogramme werden dann in Reihe auf dem Schirm einer Anzeigevorrichtung in Echtzeit angezeigt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Tomographievorrichtung und ein zugehöriges Steuerverfahren, und insbesondere auf eine in der ophthalmischen Praxis usw. verwendete Tomographievorrichtung und ein zugehöriges Steuerverfahren.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Eine Augentomographievorrichtung, die OCT (optische Kohärenztomographie) und dergleichen verwendet, hat in den vergangenen Jahren an Aufmerksamkeit gewonnen, weil sie die dreidimensionale Beobachtung der inneren Bedingung von Retinaschichten ermöglicht hat und für die genauere Diagnose von Krankheiten nützlich ist.

[0003] Die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) zeigen schematische Darstellungen, die jeweils den OCT-Messbereich bei einem Fundus und entsprechenden Retinatomogrammen veranschaulichen. In [Fig. 5A](#) bezeichnet **501** ein Fundusbild und R_{XY} bezeichnet einen zweidimensionalen OCT-Messbereich in der Fundusebene (die x-Achse stellt die horizontale Richtung und die y-Achse die vertikale Richtung dar). In dem Beispiel in [Fig. 5A](#) ist R_{XY} ein rechteckiger Bereich. T_1 bis T_n in [Fig. 5B](#) sind auch zweidimensionale Tomogramme (B-Abtast-Bilder) des Makularabschnitts, die durch die Durchführung einer Abbildung in dem Messbereich R_{XY} in der Tiefenrichtung der Retina erhalten wurden. Jedes der Tomogramme ist aus einer Vielzahl von Abtastlinien gebildet (die nachstehend als "A-Abtastlinien" bezeichnet werden), die in der Tiefenrichtung der Retina abtasten. Die z-Achse stellt diese A-Abtastrichtung dar, und R_z den eindimensionalen OCT-Messbereich in der Tiefenrichtung in der z-Achsenrichtung. Bei einer Abbildung, die OCT verwendet, wird der auf dem Fundus eingestellte Messbereich R_{XY} aufeinanderfolgend rasterabgetastet (die Abtastung in der x-Achsenrichtung wird als "Hauptabtastung" bezeichnet, und die Abtastung in der y-Achsenrichtung wird als "Unterabtastung" bezeichnet), wodurch dreidimensionale Daten für die Gruppe der Tomogramme auf einmal erfasst werden. Des Weiteren bezeichnet M die Fovea, A bezeichnet die innere Begrenzungsmembran und B bezeichnet die Retinapigmentepithelgrenze. Der Bereich der Retinaschichten zwischen der inneren Begrenzungsmembran A und der Retinapigmentepithelgrenze B ist äußerst nützlich, wenn eine Diagnose mittels OCT-Tomogrammen gestellt wird, da die anatomischen Eigenschaften von Krankheiten wie eines Glaukoms und einer altersbedingten Makulardegeneration, die die Hauptursachen des Sehverlusts darstellen, in diesem Bereich erscheinen. Aus diesem Grund ist es bei der Aufnahme eines Tomogramms

von großer Bedeutung, die Abbildung derart durchzuführen, dass dieser Bereich nicht am oberen Rand oder unteren Rand in der Tiefenrichtung des Tomogramms abgeschnitten wird.

[0004] Bei der Betrachtung eines Testsubjektauges vor der Aufnahme dreidimensionaler Daten mit einer herkömmlichen OCT-Vorrichtung werden ein oder mehrere Tomogramme, die lediglich durch das Zentrum des Messbereichs R_{XY} laufen, in Echtzeit erfasst und angezeigt. Dies ermöglicht eine visuelle Überprüfung, ob der gesamte Bereich der Retinaschichten in das Tomogramm passt, und eine geeignete Einstellung der Abbildungsposition. Des Weiteren offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2008-154939 ein Verfahren, bei dem ein einzelnes Tomogramm, das während der Beobachtung eines Testsubjektauges erfasst wird, analysiert wird, und eine Bestimmung dahingehend gemacht wird, ob die Retinaschichten im Tomogramm erscheinen, und so wird die Abbildungsposition automatisch angepasst, sodass die Retinaschichten im Tomogramm erscheinen.

[0005] Allerdings betrachtet der Fotograf oder Computer mit diesem Verfahren lediglich mehrere Tomogramme, die durch das Zentrum des Messbereichs R_{XY} laufen, und daher war es nicht möglich, während der Betrachtung des Testsubjektauges zu bestimmen, ob alle Retinaschichten geeignet in die dreidimensionalen Daten passen werden, die danach erfasst werden. Insbesondere im Fall der Abbildung eines kurzsichtigen Auges, dessen Retinaschichten steil gekrümmt sind, ist es möglich, dass, selbst wenn alle Retinaschichten in das Tomogramm passen, das durch das Zentrum des Messbereichs R_{XY} während der Betrachtung des Testsubjektauges fällt, alle Retinaschichten nicht geeignet in ein Tomogramm an einer Position passen, die vom Zentrum entfernt ist. In einem derartigen Fall schlägt die Abbildung fehl, woraus sich das Erfordernis ergibt, dass das Tomogramm erneut aufgenommen werden muss.

KURZZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die vorliegende Erfindung wurde im Lichte der vorstehenden Probleme ausgebildet, und gemäß einem typischen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist es bei einer Abbildungsvorrichtung, die die optische Kohärenztomographie anwendet, möglich, eine Abbildungsposition in der Tiefenrichtung eines Tomogramms in einem Messbereich, der eingestellt wurde, einfach und geeignet einzustellen.

[0007] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Steuerverfahren für eine Tomographievorrichtung bereitgestellt, die ein Tomogramm eines Fundus über eine optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einem Einstellschritt des Einstellens eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm

aufzunehmen ist, einem Erfassungsschritt des Erfassens von Tomogrammen mittels optischer Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen geringer als in einem Fall der Abbildung für eine Diagnose ist, und einem Anzeigeteuerschritt des Anzeigens der in dem Erfassungsschritt erfassten Tomogramme in Reihe auf einem Bildschirm einer Anzeigevorrichtung in Echtzeit.

[0008] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ein Steuerverfahren für eine Tomographievorrichtung bereitgestellt, die ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einem Einstellschritt des Einstellens eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einem Erfassungsschritt des Erfassens von Tomogrammen mittels optischer Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen geringer als die im Fall der Abbildung für eine Diagnose ist, einem Extraktionsschritt des Extrahierens einer Retinaschicht aus jedem der in dem Erfassungsschritt erfassten Tomogramme und einem Anpassungsschritt des Anpassens einer Position eines bei der optischen Kohärenztomographie verwendeten Referenzspiegels beruhend auf Positionen in einer Tiefenrichtung in den Tomogrammen der in dem Extraktionsschritt extrahierten Retinaschichten, sodass die Retinaschichten nicht außerhalb eines Abbildungsbereichs in der Tiefenrichtung hervorstehen.

[0009] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine Tomographievorrichtung bereitgestellt, die ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einer Einstelleinheit, die auf dem Fundus einen Messbereich einstellt, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einer Erfassungseinheit, die Tomogramme mittels optischer Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich erfasst, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen geringer als in einem Fall einer Abbildung für eine Diagnose ist, und einer Anzeigesteuereinheit, die die durch die Erfassungseinheit erfassten Tomogramme in Reihe auf einem Bildschirm einer Anzeigevorrichtung in Echtzeit anzeigt.

[0010] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist eine Tomographievorrichtung bereitgestellt, die ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einer Einstelleinheit, die auf dem Fundus einen Messbereich einstellt, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einer Erfassungseinheit, die Tomogramme mittels der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich erfasst, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen geringer als im Fall der Abbildung für eine

Diagnose ist, einer Extraktionseinheit, die eine Retinaschicht aus jedem der durch die Erfassungseinheit erfassten Tomogramme extrahiert, und einer Anpassungseinheit, die beruhend auf Positionen in einer Tiefenrichtung in den Tomogrammen der durch die Extraktionseinheit extrahierten Retinaschichten eine Position eines Referenzspiegels anpasst, der in der optischen Kohärenztomographie verwendet wird, sodass die Retinaschichten nicht außerhalb eines Abbildungsbereichs in der Tiefenrichtung hinausstehen.

[0011] Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0012] [Fig. 1](#) zeigt eine Darstellung eines Funktionsaufbaus einer Tomographievorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0013] [Fig. 2](#) zeigt eine Darstellung eines Einrichtungsaufbaus und eines Funktionsaufbaus einer Tomogrammerfassungseinheit **103**.

[0014] [Fig. 3](#) zeigt ein Ablaufdiagramm einer Verarbeitungsprozedur gemäß dem Ausführungsbeispiel.

[0015] [Fig. 4](#) zeigt ein Ablaufdiagramm einer Verarbeitungsprozedur von Schritt S310.

[0016] Die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) zeigen Darstellungen, die jeweils einen OCT-Messbereich auf einem Fundus und dreidimensionale Daten veranschaulichen, die aufgenommen wurden.

[0017] [Fig. 6A](#) zeigt eine Darstellung von Tomogrammerfassungspositionen.

[0018] [Fig. 6B](#) zeigt eine Darstellung von Tomogrammen, die erfasst wurden.

[0019] [Fig. 7](#) zeigt eine Darstellung eines Beispiels eines Anzeigeverfahrens zur Anzeige von Tomogrammbilddaten in Reihe (ohne Abschnitt).

[0020] [Fig. 8](#) zeigt eine Darstellung eines Beispiels eines Anzeigeverfahrens zur Anzeige von Tomogrammbilddaten in Reihe (mit Abschnitt).

[0021] [Fig. 9](#) zeigt eine Darstellung einer Warnanzeige, die durchgeführt wird, wenn eine innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde.

[0022] [Fig. 10](#) zeigt eine Darstellung einer Warnanzeige, die in einem Fall durchgeführt wird, wenn eine Retinapigmentepithelgrenze abgeschnitten wurde.

[0023] Die [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) zeigen Darstellungen der Positionsbeziehung zwischen einem Tomogramm und geschätzten Linien von Retinaschichten, die abgeschnitten wurden.

[0024] [Fig. 12](#) zeigt eine Darstellung eines Einrichtungsaufbaus der Tomographievorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel.

[0025] Die [Fig. 13A](#) bis [Fig. 13F](#) zeigen Darstellungen von Zentrumpositionen und Randabschnittpositionen, die Messbereichen entsprechen.

[0026] Die [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) zeigen Darstellungen zur Veranschaulichung des Abschnitts von Retinaschichten.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Ausführungsbeispiel 1

[0027] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden bei der Aufnahme eines Tomographiebildes eines Testsubjektauges mittels optischer Kohärenztomographie (die nachstehend als "OCT" bezeichnet wird) Tomogramme angezeigt, während wiederholt eine Vielzahl von Stellen in einem Messbereich abgetastet werden, wodurch die Durchführung einer Anpassung ermöglicht wird, sodass der gesamte Soll-Messbereich in aufzunehmende Bilder passt. Insbesondere werden bei der erfindungsgemäßen Tomographievorrichtung bei der Betrachtung des Testsubjektauges vor der Aufnahme dreidimensionaler Daten bei der Diagnose mittels OCT Tomogramme an der Zentrumposition und Randabschnittpositionen eines Messbereichs R_{XY} des Testsubjektauges erfasst, und die erfassten Tomogramme werden in Reihe auf einem Bestätigungsschirm in Echtzeit angezeigt. Da die dreidimensionale Form der Retina mittels eines Ellipsenkörpers genähert werden kann, gilt die Eigenschaft, dass bei einer Erhöhung der Entfernung nach außen von dem Zentrum des Messbereichs R_{XY} die Differenz zwischen dem Zentrum und einer Position in der Tiefen-(z-Achsen)Richtung der Retina monoton steigt. Gemäß dieser Eigenschaft ist es möglich, die Bedingung von Tomogrammen an der Zentrumposition und Randabschnittpositionen des Messbereichs R_{XY} zu betrachten, was dem Fotografen immer ermöglicht, zu wissen, ob alle Retinaschichten in dreidimensionale Daten passen werden, die danach aufgenommen werden. Die Zentrumposition und Randabschnittpositionen des Messbereichs R_{XY} , auf die hier Bezug genommen wird, sind jeweils die Position, die durch das Zentrum des Messbereichs R_{XY} läuft, und Positionen, die den Bereich an den äußersten Rändern des Messbereichs R_{XY} enthalten. Nachstehend werden mehrere spezifische Beispiele beschrieben.

[0028] Die [Fig. 13A](#) bis [Fig. 13F](#) zeigen Darstellungen von Zentrumpositionen und Randabschnittpositionen, die dem Messbereich R_{XY} entsprechen. Die [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) zeigen zwei Typen von Darstellungen, die die Zentrumposition und Randabschnittpositionen in dem Fall darstellen, wenn der Messbereich R_{XY} ein Rechteck ist. Die [Fig. 13C](#) und [Fig. 13D](#) zeigen zwei Typen von Darstellungen, die die Zentrumposition und Randabschnittpositionen in dem Fall zeigen, wenn der Messbereich R_{XY} ein Parallelogramm ist. Die [Fig. 13E](#) und [Fig. 13F](#) zeigen zwei Typen von Darstellungen, die die Zentrumposition und eine Randabschnittposition in dem Fall darstellen, wenn der Messbereich R_{XY} ein Kreis ist. In den Darstellungen [13A](#) bis [13F](#) bezeichnet **1301** ein Fundusbild und R_{XY} bezeichnet einen zweidimensionalen Messbereich. Auch bezeichnen **1302**, **1306**, **1310**, **1314**, **1318** und **1321** Zentrumpositionen des Messbereichs R_{XY} . Des Weiteren bezeichnen **1303** und **1304**, **1307** und **1308**, **1311** und **1312**, **1315** und **1316**, und **1319** und **1322** Randabschnittpositionen. Des Weiteren bezeichnen P_1 , P_2 , P_3 und P_4 in den [Fig. 13C](#) und [Fig. 13D](#) die vier Scheitelpunkte des Messbereichs R_{XY} .

[0029] Hier sind die Zentrumpositionen und Randabschnittpositionen in diesen Figuren alle Positionen, die die vorstehend angeführten Definitionen erfüllen. Für den Fall, dass der Messbereich R_{XY} ein Rechteck ist, können die Zentrumposition und die Randabschnittpositionen Liniensegmente sein, die parallel zur x-Achse sind, wie es in [Fig. 13A](#) gezeigt ist, oder können Liniensegmente parallel zur y-Achse sein, wie es in [Fig. 13B](#) gezeigt ist. Ist der Messbereich R_{XY} ein Parallelogramm, können die Zentrumposition und die Randabschnittpositionen Liniensegmente parallel zu einer Seite P_1P_4 wie in [Fig. 13C](#) gezeigt oder Liniensegmente parallel zu einer Seite P_1P_2 wie in [Fig. 13D](#) gezeigt sein.

[0030] Ist der Messbereich R_{XY} ein Kreis, kann die Zentrumposition des Messbereichs R_{XY} ein Liniensegment parallel zur x-Achse wie in [Fig. 13E](#) oder ein Liniensegment parallel zur y-Achse wie in [Fig. 13F](#) gezeigt sein. Hier ist die Randabschnittposition eine dem Kreisumfang des Messbereichs R_{XY} entsprechende Position. Das heißt, es wird ein durch Kreisabtastung erhaltenes Tomogramm verwendet. Obwohl dieses Ausführungsbeispiel nachstehend anhand des bestimmten Beispiels des in [Fig. 13A](#) gezeigten Falls beschrieben wird, sind die Form des Messbereichs und die Zentrumposition und Randabschnittpositionen nicht auf dieses Beispiel beschränkt.

[0031] Durch die Anzeige von Tomogrammen an der Zentrumposition und zwei Randabschnittpositionen in Echtzeit kann ein Benutzer leicht bestimmen, ob eine Retinaschicht aus dem Messbereich in der Tiefenrichtung hinaussteht (bezüglich der Tiefenrichtung

abgeschnitten wurde). Da der OCT-Referenzspiegel während der Betrachtung der Tomogramme an dem Mittelpunktabschnitt und zwei Randabschnitten, die in Echtzeit angezeigt werden, bewegt werden kann, kann der Benutzer den Referenzspiegel leicht auf eine geeignete Position einstellen. Ferner wird erfasst, ob eine Retinaschicht in der Tiefenrichtung des Messbereichs in dem Tomogramm abgeschnitten wurde, und wurde eine Retinaschicht abgeschnitten, wird eine entsprechende Warnung präsentiert, wodurch dem Fotografen zur Kenntnis gebracht werden kann, dass eine Retinaschicht abgeschnitten wurde. Hier wird das Abschneiden einer Retinaschicht in der Tiefenrichtung beispielsweise durch die Bestimmung erfasst, ob die Retinaschicht die obere Seite oder untere Seite des Tomogramms berührt oder schneidet. Ferner wird die Möglichkeit bereitgestellt, die Position der Retinaschicht in dem Tomogramm zu erfassen und die Messtiefe in der z-Achsenrichtung automatisch anzupassen, sodass die Retinaschicht im Tomogramm nicht abgeschnitten wird, wodurch diese Last vom Fotografen genommen wird und ferner Abbildungsfehler verhindert werden. Nachstehend wird ein bestimmtes Beispiel beschrieben.

[0032] Die [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) zeigen Darstellungen zur Veranschaulichung eines Abschneidens von Retinaschichten. Die [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) veranschaulichen jeweils Beispiele, bei denen Retinaschichten an der oberen Seite und der unteren Seite von Tomogrammen abgeschnitten wurden. Hier bezeichnen **1401** und **1402**, die jeweils in den [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) gezeigt sind, Tomogramme, bei denen Retinaschichten in den in diesen Fällen gezeigten Bildern abgeschnitten wurden. In diesen Figuren ist die x-Achse die Hauptabtastrichtung und die z-Achse ist die A-Abtastrichtung. In diesen Figuren ist der Bereich der Koordinaten in den Tomogrammen $0 \leq x \leq x_{\max}$ und $0 \leq z \leq z_{\max}$. In [Fig. 14A](#) bezeichnet A die innere Begrenzungsmembran des Fundus. In [Fig. 14A](#) schneidet die innere Begrenzungsmembran A die Gerade an $z = 0$ (obere Seite des Tomogramms), und daher zeigt [Fig. 14A](#) die Bedingung, bei der die innere Begrenzungsmembran A abgeschnitten wurde. In [Fig. 14B](#) bezeichnet B die Retinapigmentepithelgrenze. In [Fig. 14B](#) schneidet die Retinapigmentepithelgrenze B die Gerade an $z = z_{\max}$ (untere Seite des Tomogramms), und daher zeigt [Fig. 14B](#) die Bedingung, bei der die Retinapigmentepithelgrenze B abgeschnitten wurde. Auf diese Weise bezieht sich das Abschneiden einer Retinaschicht bei diesem Ausführungsbeispiel insbesondere auf das Abschneiden der inneren Begrenzungsmembran oder der Retinapigmentepithelgrenze.

[0033] Als nächstes wird ein Aufbau der Tomographievorrichtung **10** gemäß dem Ausführungsbeispiel und bestimmter durch die Tomographievorrichtung **10** ausgeführter Verarbeitungsprozeduren unter Be-

zugnahme auf das Blockschaltbild in [Fig. 1](#) und das Ablaufdiagramm in [Fig. 3](#) beschrieben.

[0034] In Schritt S301 erfasst eine Messbereicherfassungseinheit **101** von einer Anweisungserfassungseinheit **100** Anweisungsinformationen von einem Bediener, die zur Einstellung des zweidimensionalen Messbereichs R_{XY} auf dem Fundus eines Testsubjekts dienen, und bestimmt den Messbereich R_{XY} . Diese Anweisungsinformationen werden vom Bediener über eine Tastatur oder eine Maus (nicht gezeigt) eingegeben, mit denen die Tomographievorrichtung **10** versehen ist. Als ein Beispiel der Anweisung hinsichtlich des Messbereichs R_{XY} auf dem Fundus erfasst die Messbereicherfassungseinheit **101** eine (als Anweisung 1 definierte) Anweisung, wie eine Bestimmung eines Orts oder einer Position auf dem Fundus, auf den die Tomogrammerfassung abzielt. Dann bestimmt die Messbereicherfassungseinheit **101** den Messbereich R_{XY} beruhend auf dem Inhalt dieser Anweisung 1, der ein Rechteck ist. Der bestimmte Messbereich R_{XY} wird zu einer Tomogrammerfassungspositionseinstelleinheit **102** übertragen.

[0035] In Schritt S302 erhält die Tomogrammerfassungspositionseinstelleinheit **102** den Messbereich R_{XY} von der Messbereicherfassungseinheit **101** und stellt Positionen ein, wo Tomogramme innerhalb des Messbereichs zu erfassen sind (die nachstehend als Tomogrammerfassungspositionen P bezeichnet werden). Eine vorbestimmte Anzahl von Positionen wird als die Tomogrammerfassungspositionen P eingestellt, und diese Anzahl ist geringer als im Fall der Durchführung einer Abbildung für eine Diagnose. In diesem Schritt werden beispielsweise die Zentrumposition und Randabschnittpositionen des Messbereichs R_{XY} als die Tomogrammerfassungspositionen P eingestellt. Die Tomogrammerfassungspositionen P sind natürlich nicht auf diese Kombination beschränkt. Beispielsweise können fünf Tomogrammerfassungspositionen P durch Hinzufügen einer Erfassungsposition zwischen dem Zentrum und jedem der zwei Randabschnitte eingestellt werden.

[0036] [Fig. 6A](#) zeigt eine Darstellung der Tomogrammerfassungspositionen P in dem Messbereich R_{XY} . Hier bezeichnet **601** das Fundusbild und R_{XY} im Fundusbild **601** bezeichnet den zweidimensionalen Messbereich. **10** im Messbereich R_{XY} bezeichnet ein Liniensegment (das nachstehend als die Zentrumposition bezeichnet wird), das durch das Zentrum des Messbereichs R_{XY} läuft und parallel zur x-Achse in der Figur ist, U bezeichnet die obere Seite des Messbereichs R_{XY} (die nachstehend als die obere Randposition bezeichnet wird), und L bezeichnet die untere Seite des Messbereichs R_{XY} (die nachstehend als der untere Randabschnitt bezeichnet wird). Bei diesem Ausführungsbeispiel werden drei Positionen an dem Zentrumabschnitt C, oberen Randabschnitt U und unteren Randabschnitt L des Messbereichs R_{XY} als die

den Zentrumabschnitt und die zwei Randabschnitte des Messbereichs R_{xy} angebenen Positionen angewendet. Diese Positionen entsprechen [Fig. 13A](#) (**1302** bis **1304**). Wenn Tomogramme wie nachstehend beschrieben erfasst werden, werden der Bereich des Messbereichs R_z in der z-Achsenrichtung dieser Positionen an dem Zentrumabschnitt C, dem oberen Randabschnitt U und dem unteren Randabschnitt L zur Erfassung der Tomogramme abgetastet. Allerdings sind die Positionen des Zentrums und der Randabschnitte des Messbereichs R_{xy} wie vorstehend angeführt nicht auf diese beschriebenen Positionen beschränkt, und diese Positionen können Positionen wie in den [Fig. 13B](#) bis [Fig. 13F](#) gezeigt sein. Die Tomogrammerfassungspositionen P (der Zentrumabschnitt C, der obere Randabschnitt U und der untere Randabschnitt L), die auf diese Weise eingestellt werden, werden zu einer Tomogrammerfassungseinheit **103** übertragen.

[0037] In Schritt S303 erhält eine Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** von der Anweisungserfassungseinheit **100** Anweisungsinformationen vom Bediener, die zur manuellen Einstellung einer Messposition in der Tiefenrichtung der Retina dienen. Diese Anweisung wird durch den Bediener mittels einer Benutzerschnittstelle eingegeben, die nicht gezeigt ist. Als ein Beispiel der Anweisung zur Einstellung der Messposition erfasst die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** ein Bewegungsausmaß (das nachstehend als Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D bezeichnet wird), mit dem die Messposition in der Tiefenrichtung (z-Achsenrichtung) zu bewegen ist. Das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D, das eingestellt wurde, wird dann zu der Tomogrammerfassungseinheit **103** übertragen.

[0038] In Schritt S303 erfasst die Tomogrammerfassungseinheit **103** Tomogramme des Testsubjektauges beruhend auf den von der Tomogrammerfassungspositionseinstelleinheit **102** erfassten Tomogrammerfassungspositionen P und dem von der Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** erfassten Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D.

[0039] Bei diesem Ausführungsbeispiel wendet die Tomogrammerfassungseinheit **103** ein OCT-Verfahren im Fourier-Bereich an. [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel eines Funktionsaufbaus und eines Einrichtungsaufbaus der Tomogrammerfassungseinheit **103**. Die Tomogrammerfassungseinheit **103** steuert eine galvanische Spiegelansteuereinrichtung **203** entsprechend den Tomogrammerfassungspositionen P und steuert so einen galvanischen Spiegel **203** an. Die galvanische Spiegelansteuereinrichtung **203** steuert den galvanischen Spiegel **204** derart an, dass Signallight in der Hauptabtastrichtung und der Unterabtastrichtung (der x-Achsenrichtung und der y-Achsenrichtung in [Fig. 6A](#)) abgetastet wird. Da hier Tomogramme in Echtzeit an den drei Positionen an der

Zentrumposition C, der oberen Randposition U und der unteren Randposition L in [Fig. 6A](#) aufgenommen werden, wird die Steuerung derart durchgeführt, dass diese drei Positionen bei der Hauptabtastrichtung gleichzeitig auf einmal abgetastet werden. Insbesondere wird die Steuerung derart durchgeführt, dass durch Umschalten der Abtastposition in der Unterabtastrichtung zwischen der Zentrumposition C, der oberen Randposition U und der unteren Randposition L mit hoher Geschwindigkeit eine Abtastung in der Hauptabtastrichtung mit einem Abtastintervall von 1/3 hinsichtlich des Falls der Durchführung einer Hauptabtastrichtung durchgeführt wird, bei der die Unterabtastrichtung fest ist. Auch steuert die Tomogrammerfassungseinheit **103** eine Referenzspiegelansteuereinrichtung **209** entsprechend dem Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D, wodurch ein Referenzspiegel **202** angesteuert wird.

[0040] Ein Lichtstrahl von einer Lichtquelle mit niedriger Kohärenz **200** wird durch einen Halbspiegel **201** in Signallight, das zu einem Messobjekt **211** über eine Objektivlinse **210** läuft, und Referenzlicht geteilt, das zu dem Referenzspiegel **202** läuft. Als nächstes wird Störlicht durch Überlagern des Signallichts und Referenzlichts erzeugt, das jeweils durch das Messobjekt **211** und den Referenzspiegel **202** reflektiert wurde. Dieses Störlicht wird mittels eines Beugungsgitters **205** in Wellenlängenkomponenten mit Wellenlängen von λ_1 bis λ_n separiert, und die Wellenlängenkomponenten werden durch ein eindimensionales optisches Sensorarray **206** erfasst. Das eindimensionale optische Sensorarray **206** ist durch optische Sensoren gebildet, die die Lichtintensität der erfassten Wellenlängekomponenten angegebende Erfassungssignale zu einer Bildrekonstruktionseinheit **208** ausgeben.

[0041] Beruhend auf den erfassten Signalen hinsichtlich der Wellenlängenkomponenten des Störlichts, die von dem eindimensionalen optischen Sensorarray **206** ausgegeben wurden, erhält die Bildrekonstruktionseinheit **208** die Beziehung zwischen Wellenlänge und Lichtintensität für das Störlicht, d. h., die Lichtintensitätsverteilung (Wellenlängenspektrum) des Störlichts. Auf das erhaltene Störlichtwellenlängenspektrum wird die inverse Fourier-Transformation angewendet, und ein Tomogramm der Retina wird rekonstruiert.

[0042] [Fig. 6B](#) zeigt eine Darstellung von Tomogrammen, die an dem Zentrumabschnitt C, dem oberen Randabschnitt U und dem unteren Randabschnitt L erfasst wurden. Hier bezeichnet R_z den eindimensionalen Messbereich in der z-Achsenrichtung, ähnlich wie [Fig. 5B](#). Der Messbereich R_z ist ein Bereich in der Tiefenrichtung des Tomogramms und wird beruhend auf der Position bestimmt, an die der Referenzspiegel **202** gesteuert bewegt wurde. In [Fig. 6B](#) bezeichnet T_C ein dem Zentrumabschnitt C in [Fig. 6A](#) entsprechendes Tomogramm (das nachstehend als

das Zentrumabschnitttomogramm bezeichnet wird), T_U bezeichnet ein dem oberen Randabschnitt U in [Fig. 6A](#) entsprechendes Tomogramm (das nachstehend als das obere Randabschnitttomogramm bezeichnet wird), und T_L bezeichnet ein dem unteren Randabschnitt L in [Fig. 6A](#) entsprechendes Tomogramm (das nachstehend als das untere Randabschnitttomogramm bezeichnet wird). Die Bilddaten der aufgenommenen Tomogramme werden zu einer Speichereinheit **104** übertragen.

[0043] Als nächstes erfasst eine Anzeigeverfahren-einstelleinheit **105** in Schritt S305 die in der Speichereinheit **104** gespeicherten Tomogrammbilddaten und stellt ein Anzeigeverfahren zur gleichzeitigen Anzeige der Tomogrammbilddaten in Reihe (das als Anzeigeverfahren 1 definiert ist) ein.

[0044] [Fig. 7](#) zeigt ein Beispiel einer Anzeige entsprechend dem Anzeigeverfahren 1. Hier bezeichnet T_U das obere Randabschnitttomogramm, T_C bezeichnet das Zentrumabschnitttomogramm und T_L bezeichnet das untere Randabschnitttomogramm. Wie in [Fig. 5B](#) bezeichnet A die innere Begrenzungsmembran in den Tomogrammen und B bezeichnet die Retinapigmentepithelgrenze. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist das bei diesem Ausführungsbeispiel angewendete Verfahren ein Verfahren, bei dem das obere Randabschnitttomogramm T_U , das Zentrumabschnitttomogramm T_C und das untere Randabschnitttomogramm T_L in Reihe bzw. zeilenweise von oben in der genannten Reihenfolge angezeigt werden. Allerdings ist das Tomogrammanzeigeverfahren nicht darauf beschränkt, und kann ein beliebiges Verfahren sein, das eine gleichzeitige Überprüfung der Tomogramme in einer In-Reihe-Bedingung ermöglicht. Beispielsweise können diese Tomogramme horizontal oder diagonal aufgereiht angezeigt werden. Zudem zeigt [Fig. 8](#) ein Beispiel einer Anzeige entsprechend dem Anzeigeverfahren 1 in dem Fall, wenn Retinaschichten abgeschnitten wurden. Wie in [Fig. 7](#) bezeichnen T_U , T_C , T_L , A und B in [Fig. 8](#) das obere Randabschnitttomogramm, das Zentrumabschnitttomogramm, das untere Randabschnitttomogramm, die innere Begrenzungsmembran und die Retinapigmentepithelgrenze. In [Fig. 8](#) wurde die innere Begrenzungsmembran A an der oberen Seite im oberen Randabschnitttomogramm T_U und dem unteren Randabschnitttomogramm T_L abgeschnitten. Die Richtung, in der die Tomogramme aufgereiht sind, ist die gleiche wie in [Fig. 7](#).

[0045] Auf diese Weise kann der Benutzer durch das Anzeigen der Tomogramme an dem Zentrumabschnitt und den Randabschnitten in Reihe überprüfen, ob eine Retinaschicht in einem Tomogramm abgeschnitten wurde, wodurch dem Benutzer die Bestimmung ermöglicht wird, ob eine Retinaschicht in nach der Abbildung erhaltenen dreidimensionalen Daten abgeschnitten sein wird. Die Daten hinsichtlich

des Anzeigeverfahrens 1, das eingestellt wurde, und die Tomogrammbilddaten, die anzuzeigen sind, werden zu einer Anzeigeeinheit **106** übertragen.

[0046] Die Verarbeitung von Schritt S306 bis Schritt S308 ist eine Verarbeitung, bei der ein Abschneiden einer Retinaschicht in einem Tomogramm erfasst wird, und eine Warnung angezeigt wird, indem die Anzeigeform des Tomogramms, in dem das Abschneiden erfasst wurde, von der der anderen Tomogramme verschieden gemacht wird. Zuerst erfasst eine Retinaschichtextrahiereinheit **107** in Schritt S306 die in der Speichereinheit **104** gespeicherten Tomogrammbilddaten und extrahiert Retinaschichten aus jedem der Tomogramme mittels einer Bildanalyse.

[0047] In diesem Schritt werden zwei Schichten, d. h., die innere Begrenzungsmembran A und die Retinapigmentepithelgrenze B in [Fig. 7](#) als die Retinaschichten extrahiert. Die innere Begrenzungsmembran A ist eine Grenze, die zwischen einem Glaskörperbereich an der oberen Seite, der als niedriger Luminanzbereich in dem Bild extrahiert wird, und einer Nervenfaserschicht an der unteren Seite eingeklemmt ist, die als hoher Luminanzbereich extrahiert wird, und daher hat die innere Begrenzungsmembran A die Eigenschaft, dass der Luminanzgradient groß ist. In Betracht dessen werden bei diesem Ausführungsbeispiel interessierende Bildelemente in einer A-Abtastlinie der Reihe nach in der positiven z-Achsenrichtung beginnend von dem oberen Rand des Bildes abgetastet, und eine Position, an der der Gradient in dem Bild in der Nähe des interessierenden Bildelements einen bestimmten Schwellenwert T_A überschreitet, wird erfasst, wodurch das Bildelement an der erfassten Position als Bildelement extrahiert wird, das der inneren Begrenzungsmembran A entspricht. Dies wird für alle A-Abtastlinien wiederholt, wodurch die innere Begrenzungsmembran aus dem Tomogramm extrahiert wird.

[0048] Zudem wird ein Bereich (das Retinapigmentepithel), der zwischen der Retinapigmentepithelgrenze B und der Fotorezeptor-Innensegment/Außen-segment-Verbindung (IS/OS), die eine Grenze eine Stufe darüber ist, eingeschlossen ist, als besonders hoher Luminanzbereich innerhalb der Retinaschichten extrahiert. Da der Bereich über der IS/OS verglichen mit diesem Bereich eine relativ niedrige Luminanz aufweist, hat die IS/OS die Eigenschaft, dass der Luminanzgradient in dem Bild groß ist. In Betracht dessen werden bei diesem Ausführungsbeispiel interessierende Bildelemente in einer A-Abtastlinie in der positiven z-Achsenrichtung unter Verwendung der extrahierten Position der inneren Begrenzungsmembran A als Ursprung abgetastet, und eine Position wird erfasst, an der der Gradient in dem Bild in der Nähe des interessierenden Bildelements einen bestimmten Schwellenwert T_I überschreitet, wodurch das Bildelement an der erfassten Position als der IS/

OS entsprechendes Bildelement extrahiert wird. Dies wird für alle A-Abtastlinien wiederholt, wodurch die IS/OS-Schicht aus dem Tomogramm extrahiert wird.

[0049] Dann werden interessierende Bildelemente in einer A-Abtastlinie ferner in der positiven z-Achsenrichtung unter Verwendung der IS/OS als Ursprung abgetastet, und es wird eine Position erfasst, an der der Luminanzwert geringer als ein bestimmter Schwellenwert T_B ist, wodurch das Bildelement an der erfassten Position als Bildelement extrahiert wird, das der Retinapigmentepithelgrenze entspricht. Dies wird für alle A-Abtastlinien wiederholt, wodurch die Retinapigmentepithelgrenze B extrahiert wird. Dann werden die Tomogrammbilddaten und extrahierten Retinaschichtdaten (drei Stück Grenzdaten für die innere Begrenzungsmembran, die IS/OS und die Retinapigmentepithelgrenze) zu einer Retinaschichtabschneideerfassungseinheit **108** übertragen.

[0050] In Schritt S307 erfasst die Retinaschichtabschneideerfassungseinheit **108** ein Abschneiden einer Retinaschicht beruhend auf den Tomogrammbilddaten und den von der Retinaschichtextraktionseinheit **107** erhaltenen Retinaschichtdaten und erzeugt Retinaschichtdaten, in denen ein Abschneiden einer Retinaschicht erfasst wurde. Diese Daten sind als Retinaschichtabschneideerfassungsdaten definiert. Wird ein Abschneiden erfasst, d. h., die Tatsache, dass eine Retinaschicht aus dem Messbereich in der Tiefenrichtung hinaussteht, wird ein Flag auf wahr gesetzt, das angibt, dass eine Retinaschicht abgeschnitten wurde, und wurde kein Abschneiden erfasst, wird das Flag auf falsch gesetzt. Dieses Flag ist als Abschneideerfassungsflag E definiert. Ist das Abschneideerfassungsflag E wahr, werden der Wert des Abschneideerfassungsflags E und die Retinaschichtabschneideerfassungsdaten zu der Speichereinheit **104** übertragen, und die Prozedur geht zu Schritt S308 über. Ist das Abschneideerfassungsflag E falsch, wird lediglich der Wert des Abschneideerfassungsflags E zu der Speichereinheit **104** übertragen, und die Prozedur geht zu Schritt S312 über.

[0051] In diesem Schritt wird ein Abschneiden einer Retinaschicht mittels des folgenden Verfahrens erfasst. Zuerst wird ein Verfahren zur Erfassung eines Abschneidens der inneren Begrenzungsmembran A in dem in [Fig. 8](#) gezeigten Tomogramm beschrieben. In einer A-Abtastlinie wird der in Schritt S306 erfasste Punkt der inneren Begrenzungsmembran A als p_A eingestellt. Hier ist bestimmter Bereich (beispielsweise ungefähr drei Bildelemente) über dem Punkt p_A (in der negativen z-Achsenrichtung) als Referenzbereich X definiert. Fallen die Luminanzwerte in dem Referenzbereich X in einen bestimmten Bereich beruhend auf den Luminanzwerten des Glaskörperbereichs, der ursprünglich über der inneren Begrenzungsmembran vorhanden ist, wird bestimmt,

dass kein Abschneiden aufgetreten ist, und fallen diese Luminanzwerte nicht in diesen Bereich, wird bestimmt, dass ein Abschneiden aufgetreten ist. Diese Bedingung wird wie folgt ausgedrückt.

$$V_{\text{Corpus}} - T_A \leq V_X \leq V_{\text{Corpus}} + T_A \quad (1)$$

[0052] Im Ausdruck (1) ist V_X der mittlere Luminanzwert in dem Referenzbereich X, V_{Corpus} ist der mittlere Luminanzwert des Glaskörperbereichs und T_A ist eine positive Konstante, die einen bestimmten Bereich von Luminanzwerten angibt. Ist der Ausdruck (1) nicht erfüllt, grenzt der als der Punkt p_A erfasste Punkt daher nicht an den Glaskörperbereich an, und daher wird angenommen, dass die innere Begrenzungsmembran A nicht auf der A-Abtastlinie erscheint und an der oberen Seite des Tomogramms abgeschnitten wurde. Existiert kein Bildelement über dem Punkt p_A , befindet sich der Punkt p_A an der oberen Seite des Tomogramms und daher wird bestimmt, dass ein Abschneiden aufgetreten ist.

[0053] Nachstehend wird ein Verfahren zur Bestimmung eines Abschneidens der Retinapigmentepithelgrenze B beschrieben. In einer A-Abtastlinie wird der in Schritt S306 erfasste Punkt auf der Retinapigmentepithelgrenze B als p_B eingestellt, und der auf IS/OS erfasste Punkt wird als p_I eingestellt. Hier ist eine zwischen den Punkten p_I und p_B eingeschlossene Region als Referenzregion Y definiert. Fallen die Luminanzwerte in dem Referenzbereich Y in einen bestimmten Bereich beruhend auf den Luminanzwerten des Retinapigmentepithelbereichs, der ursprünglich zwischen der IS/OS und der Retinapigmentepithelgrenze eingeschlossen ist, wird bestimmt, dass kein Abschneiden aufgetreten ist, und fallen diese Luminanzwerte nicht in diesen Bereich, wird bestimmt, dass ein Abschneiden aufgetreten ist. Diese Bedingung wird wie unten gezeigt ausgedrückt.

$$V_{\text{RPE}} - T_B \leq V_Y \leq V_{\text{RPE}} + T_B \quad (2)$$

[0054] Im Ausdruck (2) ist V_Y der mittlere Luminanzwert des Referenzbereichs Y, V_{RPE} ist der mittlere Luminanzwert des Retinapigmentepithels und T_B ist eine positive Konstante, die einen bestimmten Bereich von Luminanzwerten angibt. Ist der Ausdruck (2) nicht erfüllt, grenzen die als die Punkte p_B und p_I erfassten Punkte daher nicht an den Retinapigmentepithelbereich an, und daher wird angenommen, dass das Retinapigmentepithel nicht auf der A-Abtastlinie erscheint, und an der unteren Seite des Tomogramms abgeschnitten wurde. Selbst wenn der Ausdruck (2) erfüllt ist, befindet sich der Punkt p_B an der unteren Seite des Tomogramms, wenn kein Bildelement unterhalb des Punkts p_B vorhanden ist, und daher wird bestimmt, dass ein Abschneiden aufgetreten ist.

[0055] Retinaschichtdaten (für die innere Begrenzungsmembran A oder die Retinapigmentepithelgrenze B), für die eine Bestimmung hinsichtlich eines Abschneidens wie vorstehend beschrieben für jede A-Abtastlinie durchgeführt wurde, und die Tomogrammbilddaten werden kombiniert, und die kombinierten Daten sind die Retinaschichtabschneideerfassungsdaten.

[0056] In Schritt S308 erhält die Anzeigeverfahrenseinstelleinheit **105** Daten, die angeben, dass das Abschneideerfassungsflag E wahr ist, und die Retinaschichtabschneideerfassungsdaten aus der Speichereinheit **104**, und stellt das Anzeigeverfahren auf ein Verfahren zur Anzeige einer Warnung (das als Anzeigeverfahren 2 definiert ist) ein. Wie nachstehend beschrieben wird die Anzeigeform eines Tomogramms, für das bestimmt wurde, dass eine Retinaschicht aus dem Messbereich in der Tiefenrichtung heraussteht, mit dem Anzeigeverfahren 2 dazu veranlasst, von der Anzeigeform der anderen Tomogramme verschieden zu sein (der Anzeigeform der Tomogramme, für die die Retinaschichten nicht aus dem Messbereich herausstehen).

[0057] [Fig. 9](#) zeigt eine Darstellung einer Warnanzeige, die in dem Fall durchgeführt wird, wenn die innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde, als Beispiel einer Anzeige entsprechend dem Anzeigeverfahren 2. Dieses Anzeigeverfahren wird in dem Fall angewendet, wenn die Retinaschichtabschneideerfassungsdaten innere Begrenzungsmembrandaten sind. Das Anzeigeverfahren 2 in [Fig. 9](#) entspricht einer Anzeige, bei der Abschnitte des Anzeigeverfahrens 1 in [Fig. 8](#) für eine Warnanzeige geändert wurden. In [Fig. 9](#) bezeichnet T_U das obere Randabschnitttomogramm, T_C bezeichnet das Zentrumabschnitttomogramm und T_L bezeichnet das untere Randabschnitttomogramm, **901** bezeichnet eine Warnanzeige, mit der die Tatsache unter Verwendung eines Satzes kommuniziert wird, dass die innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde, und **902** bezeichnet Pfeile, die die Positionen von Endpunkten der inneren Begrenzungsmembran angeben, an denen das Abschneiden aufgetreten ist. Auch sind die inneren Begrenzungsmembranen A, die in den Tomogrammen abgeschnitten wurden, unter Verwendung dicker Linien zum Hervorheben angegeben. In [Fig. 9](#) sind die Tomogramme T_U und T_L , bei denen die innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde, größer gezeigt, und das Tomogramm T_C bei dem kein Abschneiden aufgetreten ist, ist kleiner gezeigt.

[0058] [Fig. 10](#) zeigt eine Darstellung einer Warnanzeige, die in einem Fall angezeigt wird, wenn die Retinapigmentepithelgrenze abgeschnitten wurde, als Beispiel einer Anzeige gemäß dem Anzeigeverfahren 2. Dieses Anzeigeverfahren wird in dem Fall angewendet, wenn die Retinaschichtabschneideerfas-

sungsdaten Retinapigmentepithelgrenzdaten sind. In [Fig. 10](#) bezeichnet T_U das obere Randabschnitttomogramm, T_C bezeichnet das Zentrumabschnitttomogramm und T_L bezeichnet das untere Randabschnitttomogramm. **1001** bezeichnet eine Warnanzeige, in dem die Tatsache, dass die Retinapigmentepithelgrenze abgeschnitten wurde, unter Verwendung eines Satzes kommuniziert wird, und **1002** bezeichnet Pfeile, die die Positionen von Endpunkten der Retinapigmentepithelgrenze angeben, an denen das Abschneiden aufgetreten ist. Auch sind die Retinapigmentepithelgrenzen B, die in den Tomogrammen abgeschnitten wurden, unter Verwendung dicker Linien zum Hervorheben angegeben. In [Fig. 10](#) sind die Tomogramme T_U und T_L , bei denen die Retinapigmentepithelgrenze abgeschnitten wurde, vergrößert gezeigt, und das Tomogramm T_C , bei dem kein Abschneiden aufgetreten ist, ist verkleinert gezeigt.

[0059] Auf diese Weise wird die Tatsache, dass eine Retinaschicht abgeschnitten wurde, durch Anzeigen eines Satzes, Anzeigen der Abschneideorte, hervorgehobenes Anzeigen der Schicht und vergrößertes Anzeigen der Tomogramme angezeigt, was hilft, den Betrachter in Kenntnis zu setzen, dass eine Retinaschicht abgeschnitten wurde. Dann werden die Daten hinsichtlich des Anzeigeverfahrens 2 zu der Anzeigeeinheit **106** übertragen. Danach erhält die Anzeigeeinheit **106** in Schritt S309 die Daten hinsichtlich des Anzeigeverfahrens 2 von der Anzeigeverfahrenseinstelleinheit **105** und führt eine Anzeigesteuerung zur Anzeige der erfassten Daten auf einem nicht gezeigten Monitor durch.

[0060] In Schritt S310 bestimmt die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109**, wenn das Abschneideerfassungsflag E wahr ist, ob eine Eingabe von dem Betrachter von der Anweisungserfassungseinheit **100** erhalten wurde, die zur Anweisung einer automatischen Anpassung der durchzuführenden Messtiefe dient. Diese Anweisung wird durch den Bediener unter Verwendung einer nicht gezeigten Benutzungsschnittstelle eingegeben. Hat die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** eine Eingabe erfasst, die die Durchführung einer automatischen Anpassung anweist, geht die Prozedur zu Schritt S311 über. Wurde eine derartige Eingabe nicht erfasst, kehrt die Prozedur zu Schritt S303 zurück.

[0061] In Schritt S311 stellt die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** ein Bewegungsausmaß zur automatischen Anpassung der Messtiefe in der Tiefenrichtung hinsichtlich der Retina beruhend auf den in Schritt S310 erfassten Retinaschichtabschneideerfassungsdaten ein. Dann erfasst die Tomogrammerfassungseinheit **103** Tomogrammbilddaten beruhend auf dem eingestellten Bewegungsausmaß. Danach stellt die Anzeigeverfahrenseinstelleinheit **105** das Anzeigeverfahren für die erfassten Tomogramme auf das Anzeigeverfahren 1 ein. Dann werden die Da-

ten hinsichtlich des eingestellten Anzeigeverfahrens 1 zu der Anzeigeeinheit **104** übertragen. Später werden Einzelheiten der Verarbeitung in diesem Schritt unter Bezugnahme auf das in [Fig. 4](#) gezeigte Ablaufdiagramm beschrieben.

[0062] In Schritt S312 erfasst die Anzeigeeinheit **106** die Daten hinsichtlich des Anzeigeverfahrens 1 von der Anzeigeverfareneinstelleinheit **105** und führt eine Anzeigesteuerung zur Anzeige der Tomogramme auf dem nicht gezeigten Monitor durch. Dann erfasst die Anweisungserfassungseinheit **100** in Schritt S313 von außen eine Anweisung, die angibt, ob die Verarbeitung zum Analysieren und Anzeigen von Tomogrammen zu beenden ist, die durch die Tomographievorrichtung **10** durchgeführt wird. Diese Anweisung wird durch den Bediener unter Verwendung einer nicht gezeigten Benutzerschnittstelle eingegeben. Dient die erfasste Anweisung nicht zum Beenden der Verarbeitung, sondern bestimmt vielmehr einen interessierenden Ort auf dem Fundusbild, kehrt die Prozedur zu Schritt S311 zurück. Wurde eine Anweisung zum Beenden der Verarbeitung erfasst, beendet die Tomographievorrichtung **10** diese Verarbeitung. Wurde hier eine Benutzeranweisung zum Ändern des Messbereichs erfasst, kehrt die Prozedur von Schritt S313 zu Schritt S301 zurück.

[0063] So endet die in [Fig. 3](#) gezeigte Verarbeitung, und eine Abbildung für eine Diagnose wird nach der geeigneten Einstellung der Messtiefe ausgeführt, wodurch dem Fotografen ein genaueres Erhalten geeigneter Tomogramme ermöglicht wird.

[0064] Nachstehend wird die Verarbeitung für eine automatische Messtiefenanpassung in Schritt S311 unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) beschrieben.

[0065] In Schritt S401 erhält die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** die Retinaschichtabschneiderfassungsdaten von der Retinaschichtabschneiderfassungseinheit **108**, analysiert sie und stellt ein erforderliches Bewegungsausmaß ein (das als Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' definiert ist). Bei der Aufnahme von Tomogrammen bewegt sich der Referenzspiegel **202** lediglich um das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D , und daher werden Tomogramme in dem Messbereich R_z erfasst. Wird das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' eingestellt, wird die Bewegungsstartposition des Tiefenrichtungsbewegungsausmaßes D , mit dem sich der Referenzspiegel **202** bei der Aufnahme von Tomogrammen bewegt, lediglich um D' versetzt, und so wird der Messbereich R_z lediglich um D' verschoben. Sind die Retinaschichtabschneiderfassungsdaten Daten, die ein Abschneiden der inneren Begrenzungsmembran angeben, wurde die obere Seite der Retinaschichten abgeschnitten, und daher wird der Messbereich R_z in diesem Schritt in der negativen z-Achsenrichtung bewegt (das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' ist

ein negativer Wert). Sind die Retinaschichtabschneiderfassungsdaten andererseits Daten, die die Retinapigmentepithelgrenze angeben, wurde die untere Seite der Retinaschichten abgeschnitten, und daher wird der Messbereich R_z in der positiven z-Achsenrichtung bewegt (das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' ist ein positiver Wert).

[0066] Zuerst wird ein Verfahren zum Einstellen des Tiefenrichtungsbewegungsausmaßes D' in dem Fall beschrieben, wenn die innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde (der Fall, in dem das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' ein negativer Wert ist). Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Aufbau möglich, bei dem d_c eine positive Konstante ist, und die Einstellung wird derart durchgeführt, dass das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß $D' - d_c$ ist, und ein Aufbau ist möglich, bei dem eine Distanz d_x (positiver Wert), die zum Vermeiden eines Abschneidens einer Retinaschicht erforderlich ist, berechnet wird, und eine Einstellung derart durchgeführt wird, dass das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß $D' - d_x$ ist. Nachstehend wird ein Verfahren zur Einstellung von d_x beschrieben.

[0067] [Fig. 11A](#) zeigt eine Darstellung der Positionsbeziehung zwischen einem Tomogramm und einer geschätzten Linie der inneren Begrenzungsmembran, die abgeschnitten wurde. Hier bezeichnet **1101** ein Randabschnitttomogramm (oberes Randabschnitttomogramm oder unteres Randabschnitttomogramm), und A bezeichnet die innere Begrenzungsmembran. A' bezeichnet eine geschätzte Linie der inneren Begrenzungsmembran, die abgeschnitten wurde, die durch Extrapolieren des Umrisses der inneren Begrenzungsmembran A geschätzt wurde. Ferner bezeichnet d_1 die Distanz zwischen der geschätzten Linie A' und dem linken Rand der oberen Seite des Tomogramms, und d_2 bezeichnet die Distanz zwischen der geschätzten Linie A und dem rechten Rand der oberen Seite des Tomogramms.

[0068] Als Verfahren des Schätzens der geschätzten Linie A' wird unter Verwendung der Tatsache, dass die dreidimensionale Form der Retina als Ellipsenkörper genähert werden kann, eine beispielsweise durch Anpassen einer Ellipsenform an die innere Begrenzungsmembran A, die erfasst wurde, erhaltene Kurve als geschätzte Linie A' verwendet. Das Verfahren ist nicht darauf beschränkt, und es kann ein anderes Schätzverfahren verwendet werden, das die Form der Retina in Betracht zieht.

[0069] Dann wird die Distanz d_1 oder die Distanz d_2 mit dem größten Wert als Distanz d_x verwendet. In dein Beispiel in [Fig. 11A](#) ist $d_1 > d_2$, und daher ist $d_x = d_1$. Daher kann die Distanz von der oberen Seite des Tomogramms zu der Position auf der geschätzten Linie A', die am weitesten weg von der oberen Seite des Tomogramms ist, als Distanz d_x eingestellt wer-

den. Daher ermöglicht die Bewegung des Messbereichs R_z um lediglich die Distanz d_x in der negativen z-Achsenrichtung, dass die gesamte innere Begrenzungsmembran A zum Passen in das Tomogramm veranlasst wird.

[0070] Als nächstes wird ein Verfahren zum Einstellen des Tiefenrichtungsbewegungsausmaßes D' in dem Fall beschrieben, wenn die Retinapigmentepithelgrenze abgeschnitten wurde. In diesem Fall kann entgegen den Symbolen in dem Fall, wenn die innere Begrenzungsmembran abgeschnitten wurde, die Einstellung derart durchgeführt werden, dass $D' d_c$ ist oder dass $D' d_x$ ist. Ein Verfahren zum Einstellen von d_x ist nachstehend beschrieben.

[0071] [Fig. 11B](#) zeigt eine Darstellung der Positionsbeziehung zwischen einem Tomogramm und einer geschätzten Linie der abgeschnittenen Retinapigmentepithelgrenze. Hier bezeichnet **1102** ein Randabschnitttomogramm (oberes Randabschnitttomogramm oder unteres Randabschnitttomogramm), und B bezeichnet die Retinapigmentepithelgrenze. B' bezeichnet eine durch Extrapolieren des Umrisses der abgeschnittenen Retinapigmentepithelgrenze erhaltene geschätzte Linie und d_3 bezeichnet die Distanz zwischen der unteren Seite des Tomogramms und der Position der geschätzten Linie B' mit der größten z-Koordinate. Da die Retinapigmentepithelgrenze auch Teil der Retina ist, kann die geschätzte Linie B' auch unter Verwendung desselben Verfahrens wie bei der geschätzten Linie A' erhalten werden. Dann ermöglicht die Einstellung der Distanz d_x auf d_3 und Bewegung des Messbereichs R_z lediglich um d_x in der positiven z-Achsenrichtung, dass die ganze Retinapigmentepithelgrenze B zum Passen in das Tomogramm veranlasst wird. Der auf diese Weise eingestellte Wert des Tiefenrichtungsbewegungsausmaßes D' wird zu der Tomogrammerfassungseinheit **103** übertragen.

[0072] In Schritt S402 nimmt die Tomogrammerfassungseinheit **103** Tomogramme des Testsubjektauges beruhend auf dem von der Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** erfassten Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' und den durch die Tomogrammerfassungspositionseinstelleinheit **102** in Schritt S302 eingestellten Tomogrammerfassungspositionen P auf. Auf Einzelheiten dieser Verarbeitung wird verzichtet, da sie dieselben wie in Schritt S303 sind. Die Bilddaten der aufgenommenen Tomogramme werden zu der Speichereinheit **104** übertragen.

[0073] In Schritt S403 erhält die Retinaschichtextrahiereinheit **107** die in der Speichereinheit **104** gespeicherten Tomogrammbilddaten und extrahiert die Retinaschichten über die Bildanalyse. Auf Einzelheiten dieser Verarbeitung wird verzichtet, da sie dieselben wie in Schritt S306 sind. Die Tomogrammbilddaten und die extrahierten Retinaschichtdaten werden zu

der Retinaschichtabschneideerfassungseinheit **108** übertragen. Dann erfasst die Retinaschichtabschneideerfassungseinheit **106** in Schritt S404 ein Abschneiden einer Retinaschicht beruhend auf den Tomogrammbilddaten und extrahierten Retinaschichtdaten, die von der Retinaschichtextrahiereinheit **107** erfasst wurden. Auf Einzelheiten dieser Verarbeitung wird verzichtet, da sie dieselben wie in Schritt S307 sind. Ist das Abschneideerfassungsflag E wahr, werden der Wert des Abschneideerfassungsflags E und die Retinaschichtabschneideerfassungsdaten zu der Speichereinheit **104** übertragen, und die Prozedur geht zu Schritt S401 über. Ist das Abschneideerfassungsflag E falsch, wird lediglich der Wert des Abschneideerfassungsflags E zu der Speichereinheit **104** übertragen, und die Prozedur geht zu Schritt S405 über.

[0074] In Schritt S405 erfasst die Anzeigeverfahrenseinstelleinheit **105** die Tomogrammbilddaten und den Wert, der angibt, dass das Abschneideerfassungsflag E falsch ist, die in der Speichereinheit **104** gespeichert sind, und stellt ein Anzeigeverfahren zum gleichzeitigen Anzeigen der Tomogrammbilddaten in Reihe ein, d. h., das Anzeigeverfahren 1. Auf Einzelheiten dieser Verarbeitung wird verzichtet, da sie dieselben wie in Schritt S304 sind. Die Daten hinsichtlich des eingestellten Anzeigeverfahrens 1 und die anzuzeigenden Tomogrammbilddaten werden zu der Anzeigeeinheit **106** übertragen.

[0075] Gemäß der vorstehend beschriebenen Prozedur wird die Messtiefe automatisch angepasst. Es wird angemerkt, dass bei einer Einstellung des Tiefenrichtungsbewegungsausmaßes D' auf $-d_c$ (die innere Begrenzungsmembran wurde abgeschnitten) in Schritt S401, Tomogramme in Schritt S402 nach Bewegung des Referenzspiegels um lediglich ein bestimmtes Ausmaß erfasst werden. Demnach wird die Prozedur zur Durchführung dieser Verarbeitung und dann einer Überprüfung auf ein Abschneiden einer Retinaschicht in Schritt S404 wiederholt durchgeführt (Schritte S401 bis S404), und dann geht die Prozedur zu der nächsten Verarbeitung über, wenn ein Abschneiden einer Retinaschicht nicht länger erfasst wird.

[0076] Wurde das Tiefenrichtungsbewegungsausmaß D' andererseits in Schritt S401 auf $-d_x$ eingestellt, werden Tomogramme in Schritt S402 nach einer Bewegung des Referenzspiegels lediglich um eine Distanz aufgenommen, die zum Verhindern des Auftretens eines Abschneidens erforderlich ist. Wurde das Abschneiden einer Retinaschicht einmal in Schritt S404 überprüft, geht die Prozedur demnach zu der nächsten Verarbeitung über. Alternativ wird der Referenzspiegel in diesem Fall lediglich um die erforderliche Distanz bewegt, und daher kann die in den Schritten S403 und S404 durchgeführte Überprüfungsverarbeitung weggelassen werden.

[0077] Da die dreidimensionale Form der Retina auf einen Ellipsenkörper genähert werden kann, ist es mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration möglich, Tomogramme an den Zentrum- und Randabschnitten des Messbereichs R_{XY} für ein Testsubjektauge in Echtzeit zu betrachten, was eine Bestimmung während der Betrachtung des Testsubjektauges ermöglicht, ob alle Retinaschichten in dreidimensionale Daten passen werden, die nach der Abbildung erhalten werden. Wurde das Abschneiden einer Retinaschicht erfasst, wird eine diesbezügliche Warnung präsentiert, wodurch der Fotograf in Kenntnis darüber gesetzt werden kann, dass eine Retinaschicht abgeschnitten wurde. Wurde das Abschneiden einer Retinaschicht erfasst, wird entsprechend einer Anweisung von dem Fotografen die Bedingung des Abschneidens der Retinaschicht analysiert, und die Messtiefe in der Tiefenrichtung der Retina wird automatisch derart angepasst, dass die Retinaschicht in dem Tomogramm nicht abgeschnitten wird, wodurch dem Fotografen die Last abgenommen wird, Positionsanpassungen durchzuführen, und wodurch ferner Abbildungsfehler verhindert werden.

[0078] Wurde andererseits kein Abschneiden einer Retinaschicht erfasst, und hat der Fotograf ferner keine Anweisung für eine automatische Anpassung gegeben, kann die Messtiefe durch manuelle Eingabe erhalten werden. Mit diesem Aufbau kann der Fotograf die Messtiefe manuell positionieren (den Referenzspiegel **202** positionieren), während er Warnanzeigen beobachtet, die das Abschneiden einer Retinaschicht angeben. Hier werden die Ergebnisse der Positionierung des Referenzspiegels **202** entsprechend dem Anzeigeverfahren 2 in Echtzeit angezeigt, und die Anzeige entsprechend dem Anzeigeverfahren 1 wird durchgeführt, wenn das Abschneiden einer Retinaschicht behoben wurde.

[0079] Durch Weglassen der Retinaschichtextrahiereinheit **107** und der Retinaschichtabschneideerfassungseinheit **108** in [Fig. 1](#) und auch der in der Anzeigeverfareneinstelleinheit **105** durchgeführten Verarbeitung hinsichtlich des Anzeigeverfahrens 2 ist es möglich, einen Aufbau auszubilden, bei dem lediglich das Anzeigeverfahren 1 in der Anzeigeverfareneinstelleinheit **105** angewendet wird, und Tomogramme durch die Anzeigeeinheit **106** in Echtzeit angezeigt werden. In diesem Fall wird ein Abschneiden einer Retinaschicht nicht erfasst, und daher wird lediglich eine manuelle Messtiefenanweisung von dem Fotografen in die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** eingegeben. Demnach kann der Fotograf die Messtiefe manuell ausrichten, während er unangepasste Tomogramme an der Mittelpunktposition und zwei Randabschnittpositionen des Messbereichs in Echtzeit betrachtet. In diesem Fall werden S303 bis S304 in [Fig. 3](#) wiederholt ausgeführt.

[0080] Außerdem muss der Benutzer im Fall der Durchführung der automatischen Anpassung die Tomogramme nicht überprüfen. Demnach kann das Anzeigeverfahren in der Anzeigeverfareneinstelleinheit **105** auf ein Verfahren zur Anzeige lediglich eines Tomogramms an dem Zentrumabschnitt eingestellt werden. Auf diese Weise ist ein Aufbau möglich, bei dem die Tomogramme an den zwei Randabschnitten nicht angezeigt werden, und auch keine Warnung hinsichtlich eines Abschneidens einer Retinaschicht angezeigt wird, und die Bewegungsausmaßeinstelleinheit **109** die Messtiefe automatisch anpasst, wenn eine Retinaschicht abgeschnitten wurde. In diesem Fall wird die Bedingung der Tomogramme an den zwei Randabschnitten dem Fotografen nicht präsentiert, und daher kann der Fotograf dreidimensionale Daten frei von Abbildungsfehlern beruhend auf einer Position erhalten, die durch einen Computer automatisch angepasst wurde, ohne die Bedingung der Tomogramme an den Randabschnitten zu kennen. Ist ein Abschneiden einer Retinaschicht aufgetreten, kann der Fotograf bei diesem Aufbau darüber informiert werden, dass ein Abschneiden aufgetreten ist, indem eine Art Mitteilungsmittel verwendet wird, das von der Darstellung der Tomogramme verschieden ist (beispielsweise eine Audiomitteilung), und dann kann eine Anweisung von dem Fotografen erhalten werden, und dann eine automatische Anpassung durchgeführt werden, oder alternativ kann eine automatische Anpassung ohne Benachrichtigung für den Fotografen durchgeführt werden.

Weitere Ausführungsbeispiele

[0081] Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel ist die Erfindung als Abbildungsvorrichtung realisiert. Allerdings sind die Ausführungsbeispiele der Erfindung nicht nur auf eine Abbildungsvorrichtung beschränkt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Aufbau beschrieben, bei dem die vorliegende Erfindung als Software realisiert ist, die auf einem Computer läuft. [Fig. 12](#) zeigt eine Darstellung eines grundlegenden Aufbaus eines Computers zum Realisieren der Funktionen der verschiedenen Einheiten der Tomographievorrichtung **10** mittels Software.

[0082] Eine CPU **1201** führt die gesamte Steuerung des Computers mittels Computerprogrammen und Daten durch, die in einem RAM **1202** und einem ROM **1203** gespeichert sind. Die CPU **1201** realisiert die Funktionen der verschiedenen Einheiten durch Steuerung der Ausführung der Software entsprechend den verschiedenen Einheiten der Tomographievorrichtung **10**. Das RAM **1202** ist mit einem Bereich zum vorübergehenden Speichern von Computerprogrammen und Daten versehen, die von einer externen Speichervorrichtung **1204** geladen werden, und auch mit einem Arbeitsbereich, der für die CPU **1201** zur Durchführung verschiedener Verarbeitungen erforderlich ist. Die Funktionen der Speiche-

reinheit **104** werden durch das RAM **1202** realisiert. Das ROM **1203** speichert allgemein ein Computer-BIOS, Einstellungsdaten und dergleichen. Die externe Speichervorrichtung **1204** ist eine Vorrichtung, die als Informationsspeichervorrichtung großer Kapazität fungiert, wie ein Festplattenlaufwerk, und die externe Speichervorrichtung **1204** speichert ein Betriebssystem, die durch die CPU **1201** geladenen Computerprogramme und dergleichen. Die externe Speichervorrichtung **1204** speichert auch die in der Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels erzeugten Informationen, und solche Informationen werden nach Bedarf in das RAM **1202** geladen. Ein Monitor **1205** ist durch eine Flüssigkristallanzeige oder dergleichen aufgebaut. Der Monitor **1205** kann beispielsweise den durch die Anzeigeeinheit **106** ausgegebenen Inhalt anzeigen. Eine Tastatur **1206** und eine Maus **1207** sind Eingabeeinrichtungen und können durch den Bediener zum Erteilen verschiedener Anweisungen an die Tomographievorrichtung **10** verwendet werden. Eine Schnittstelle **1208** ist eine Schnittstelle zum Austauschen von Daten mit der Tomogrammerfassungseinheit **103**. Es wird angemerkt, dass eine mittels IEEE 1394, USB, einem Ethernet-(eingetragene Marke)Anschluss oder dergleichen konfigurierte Schnittstelle zum Austauschen verschiedener Daten mit externen Einrichtungen vorgesehen sein kann. Über die Schnittstelle **1208** erhaltene Daten werden in das RAM **1202** geladen. Die vorstehend beschriebenen Bauelemente sind miteinander über einen Bus **1209** verbunden.

[0083] Die Funktionen der verschiedenen Einheiten der Tomographievorrichtung **10** bei diesem Ausführungsbeispiel werden durch die CPU **1201** realisiert, die die Computerprogramme zum Realisieren der Funktionen der verschiedenen Einheiten ausführt und die gesamte Steuerung des Computers durchführt. Es wird auch angenommen, dass der Programmcode, der den in dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Ablaufdiagrammen entspricht, beispielsweise von der externen Speichervorrichtung **1204** in das RAM **1202** geladen wurde.

[0084] Wie vorstehend beschrieben, werden entsprechend den vorstehenden Ausführungsbeispielen Tomogramme an der Zentrumsposition und Randabschnittpositionen in einem Messbereich eines Testsubjektauges in Reihe in Echtzeit angezeigt, wodurch bestimmt werden kann, wenn ein Testsubjektauge betrachtet wird, ob alle Retinaschichten in dreidimensionale Daten passen werden, die danach aufgenommen werden. Alternativ dazu wird der Abbildungsbereich in der Tiefenrichtung automatisch angepasst, sodass die Retinaschichten nicht aus dem Abbildungsbereich in der Tiefenrichtung in den Tomogrammen herausgehen. Dies ermöglicht das Verhindern eines Abbildungsfehlers, bei dem eine Retinaschicht in einem Tomogramm abgeschnitten wur-

de, das nach der Aufnahme der dreidimensionalen Daten erhalten wird.

[0085] Obwohl die vorstehenden Ausführungsbeispiele der Erfindung ein Beispiel einer bevorzugten Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß der Erfindung beschreiben, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt.

[0086] Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist es bei einer Abbildungsvorrichtung, die optische Kohärenztomographie anwendet, möglich, in einem Messbereich, der eingestellt wurde, eine Abbildungsposition in der Tiefenrichtung eines Tomogramms einfach und geeignet einzustellen.

[0087] Ausgestaltungen der Erfindung können auch durch einen Computer eines Systems oder einer Vorrichtung (oder Einrichtungen wie eine CPU oder MPU), der ein auf einer Speichereinrichtung aufgezeichnetes Programm ausliest und ausführt, um die Funktionen der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele durchzuführen, und durch ein Verfahren realisiert werden, dessen Schritte durch einen Computer eines Systems oder einer Vorrichtung beispielsweise durch Auslesen und Ausführen eines auf einer Speichereinrichtung aufgezeichneten Programms zur Durchführung der Funktionen der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele durchgeführt werden. Zu diesem Zweck wird das Programm dem Computer beispielsweise über ein Netz oder von einem Aufzeichnungsmedium verschiedener Arten zugeführt, das als Speichereinrichtung dient (beispielsweise einem computerlesbaren Speicherträger).

[0088] Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist ersichtlich, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt ist. Dem Schutzbereich der folgenden Patentansprüche kommt die breiteste Interpretation zu, sodass alle Modifikationen und äquivalente Strukturen und Funktionen umfasst sind.

[0089] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2009-186779, die am 11. August 2009 eingereicht wurde, und die hier in Gänze durch Bezugnahme aufgenommen ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2008-154939 [[0004](#)]
- JP 2009-186779 [[0089](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- IEEE 1394 [[0082](#)]

Patentansprüche

1. Steuerverfahren für eine ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnehmende Tomographievorrichtung, mit einem Einstellschritt des Einstellens eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einem Erhalteschritt des Erhaltens von Tomogrammen unter Verwendung der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen kleiner als im Fall einer Abbildung für eine Diagnose ist, und einem Anzeigesteuerschritt der Anzeige der in dem Erhalteschritt erhaltenen Tomogramme in Reihe auf einem Schirm einer Anzeigevorrichtung in Echtzeit.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, ferner mit einem Extrahierschritt des Extrahierens einer Retinaschicht aus jedem der in dem Erhalteschritt erhaltenen Tomogramme und einem Erfassungsschritt des Erfassens für jedes der Tomogramme, ob die in dem Extrahierschritt extrahierte Retinaschicht aus einem Abbildungsbereich bezüglich einer Tiefenrichtung des Tomogramms herausgeht, wobei in dem Anzeigesteuerschritt bewirkt wird, dass eine Anzeigeform jedes Tomogramms, in dem die Retinaschicht als herausgehend erfasst wurde, von einer Anzeigeform anderer Tomogramme verschieden ist.

3. Steuerverfahren für eine ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnehmende Tomographievorrichtung, mit einem Einstellschritt des Einstellens eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einem Erhalteschritt des Erhaltens von Tomogrammen unter Verwendung der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen kleiner als in einem Fall einer Abbildung für eine Diagnose ist, einem Extrahierschritt des Extrahierens einer Retinaschicht aus jedem der in dem Erhalteschritt erhaltenen Tomogramme und einem Anpassungsschritt des Anpassens einer Position eines in der optischen Kohärenztomographie verwendeten Referenzspiegels beruhend auf Positionen in einer Tiefenrichtung in den Tomogrammen der in dem Extrahierschritt extrahierten Retinaschichten, sodass die Retinaschichten nicht aus einem Abbildungsbereich in der Tiefenrichtung herausgehen.

4. Steuerverfahren nach Anspruch 3, wobei in dem Anpassungsschritt

für jedes der Tomogramme bestimmt wird, ob die extrahierte Retinaschicht aus dem Abbildungsbereich in der Tiefenrichtung herausgeht, in jedem Fall, wenn bestimmt wurde, dass die Retinaschicht herausgeht, ein Ausmaß, mit dem die Retinaschicht herausgeht, durch Extrapolieren eines Umrisses der Retinaschicht geschätzt wird, und die Position des Referenzspiegels beruhend auf den geschätzten Ausmaßen des Herausgehens angepasst wird.

5. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Positionen, an denen die Tomogramme erfasst werden, ein Zentrum- und ein Randabschnitt sind.

6. Tomographievorrichtung, die ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einer Einstelleinheit zur Einstellung eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einer Erfassungseinheit zur Erfassung von Tomogrammen unter Verwendung der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen kleiner als in einem Fall einer Abbildung für eine Diagnose ist, und einem Anzeigesteuerverfahren zur Anzeige der durch die Erfassungseinheit erfassten Tomogramme in Reihe auf einem Schirm einer Anzeigevorrichtung in Echtzeit.

7. Tomographievorrichtung, die ein Tomogramm eines Fundus über optische Kohärenztomographie aufnimmt, mit einer Einstelleinheit zur Einstellung eines Messbereichs auf dem Fundus, in dem ein Tomogramm aufzunehmen ist, einer Erfassungseinheit zur Erfassung von Tomogrammen unter Verwendung der optischen Kohärenztomographie an einer Vielzahl vorbestimmter Positionen in dem Messbereich, wobei die Anzahl der vorbestimmten Positionen kleiner als in einem Fall einer Abbildung für eine Diagnose ist, einer Extrahiereinheit zum Extrahieren einer Retinaschicht aus jedem der durch die Erfassungseinheit erfassten Tomogramme und einer Anpassungseinheit zur Anpassung einer Position eines in der optischen Kohärenztomographie verwendeten Referenzspiegels beruhend auf Positionen in einer Tiefenrichtung in den Tomogrammen der durch die Extrahiereinheit extrahierten Retinaschichten, sodass die Retinaschichten nicht aus einem Abbildungsbereich in der Tiefenrichtung herausgehen.

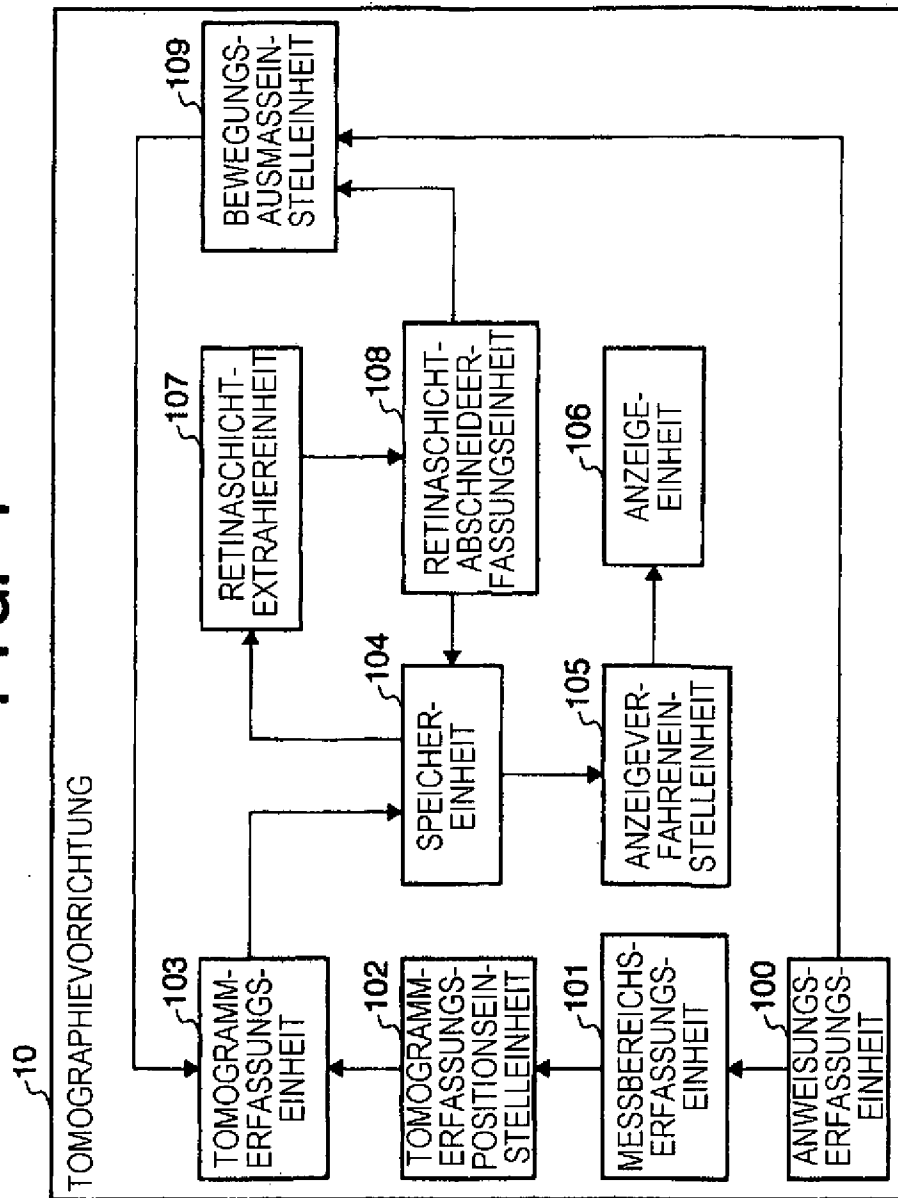
8. Computerprogramm zur Veranlassung eines Computers zur Ausführung der Schritte des Steuerverfahrens für eine Tomographievorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

9. Computerlesbarer Speicherträger, der das Computerprogramm nach Anspruch 8 speichert.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1



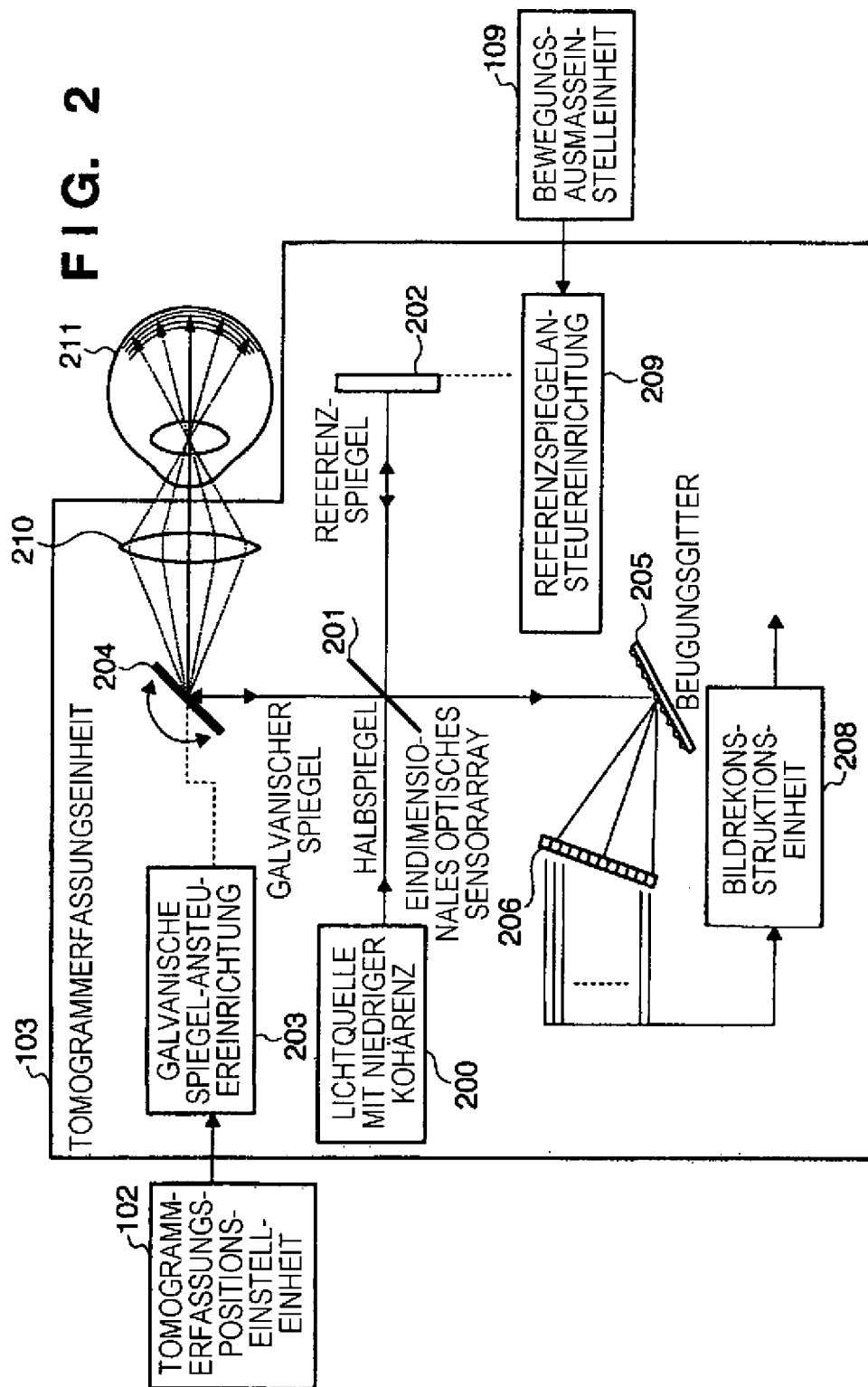


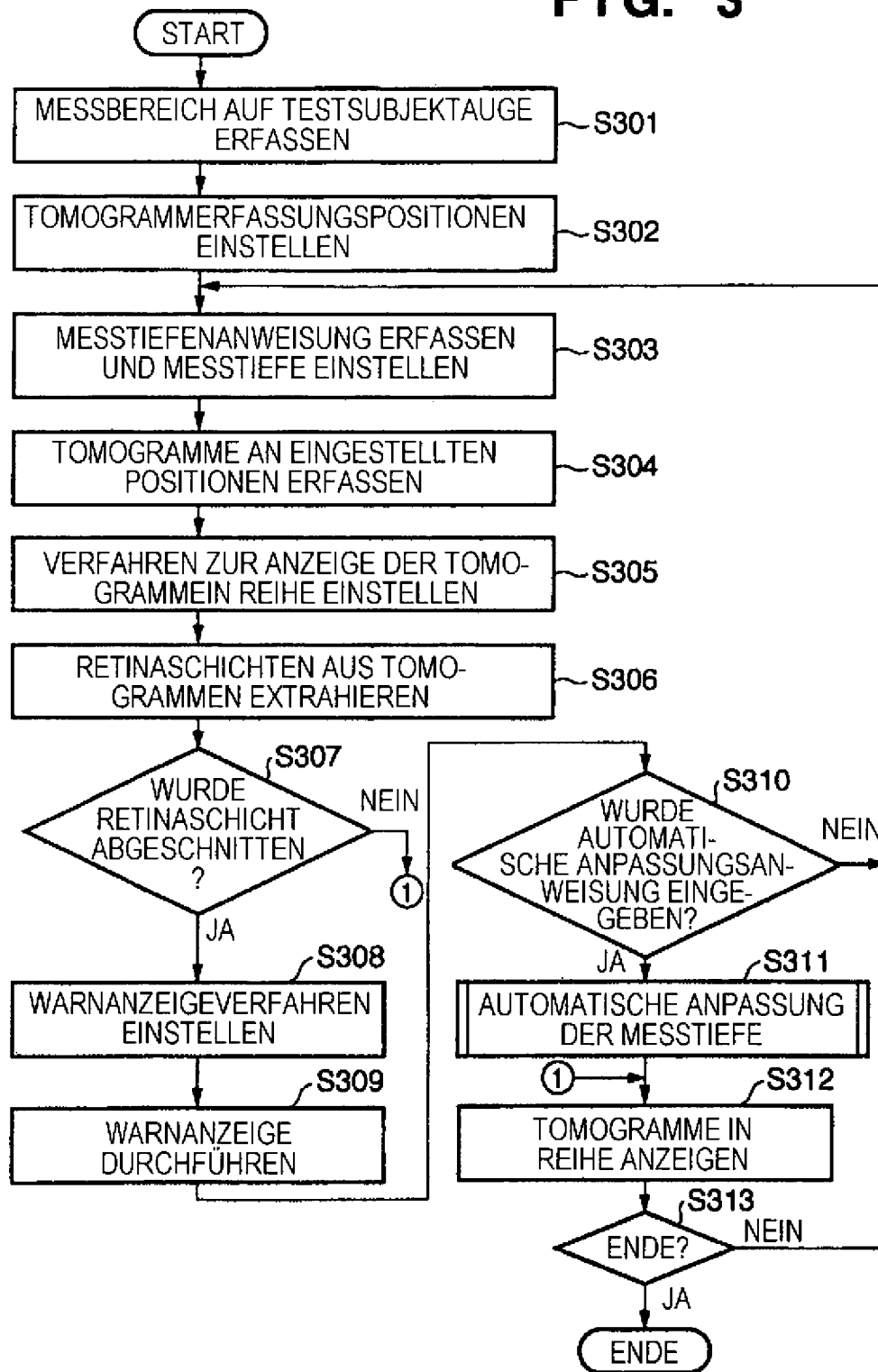
FIG. 3

FIG. 4

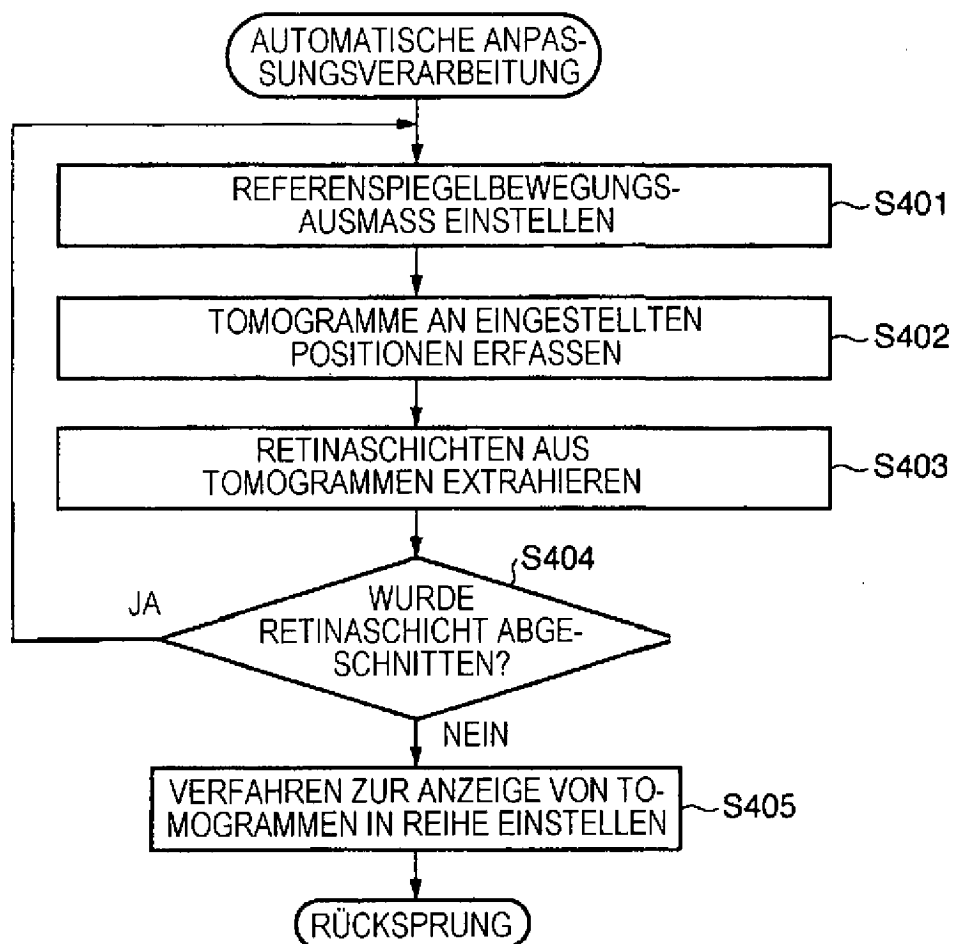


FIG. 5A

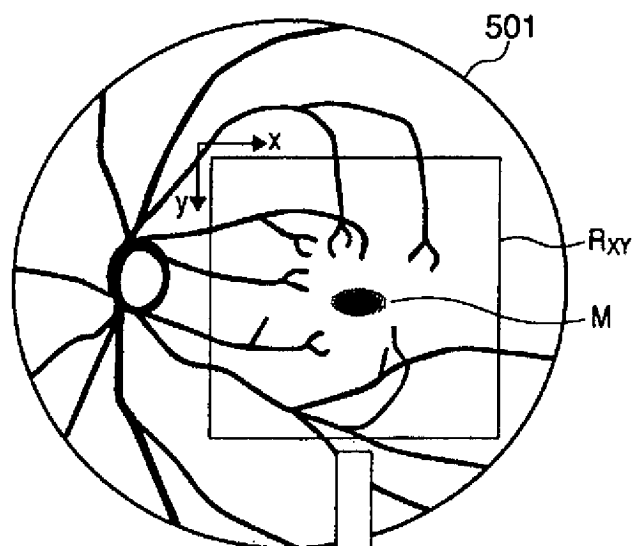


FIG. 5B

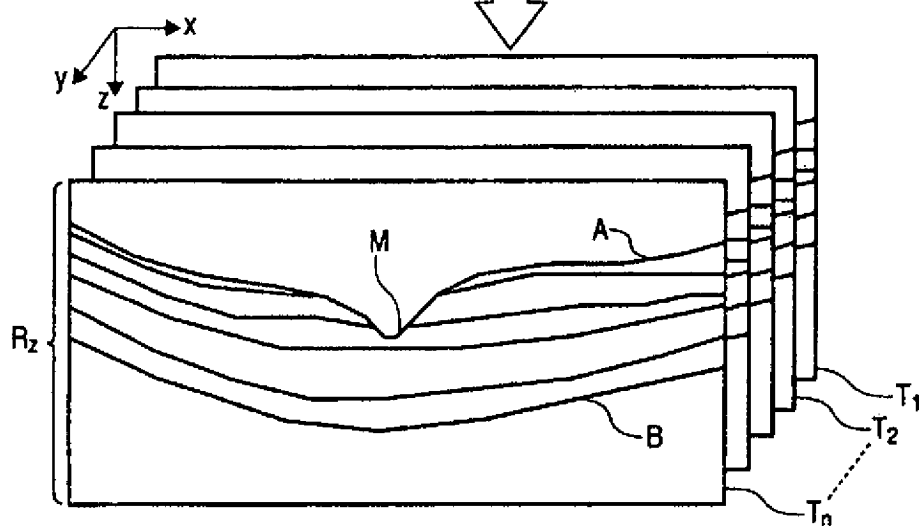


FIG. 6A

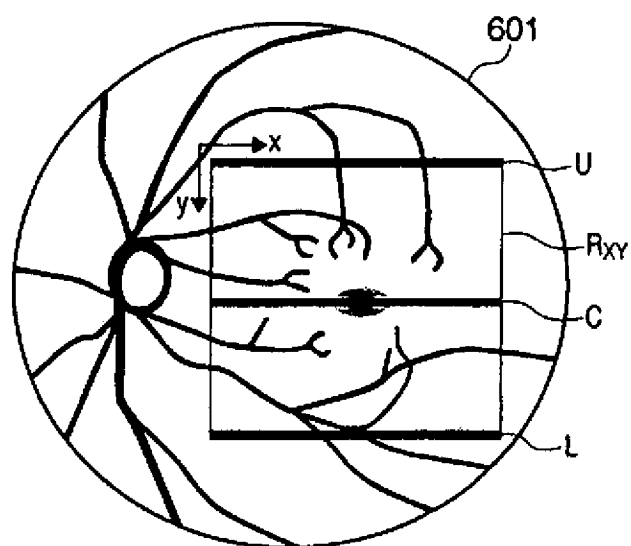


FIG. 6B

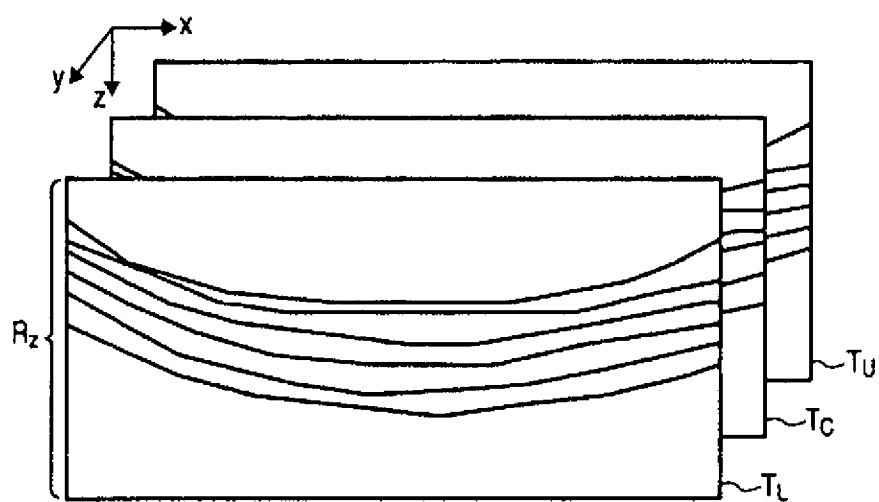


FIG. 7

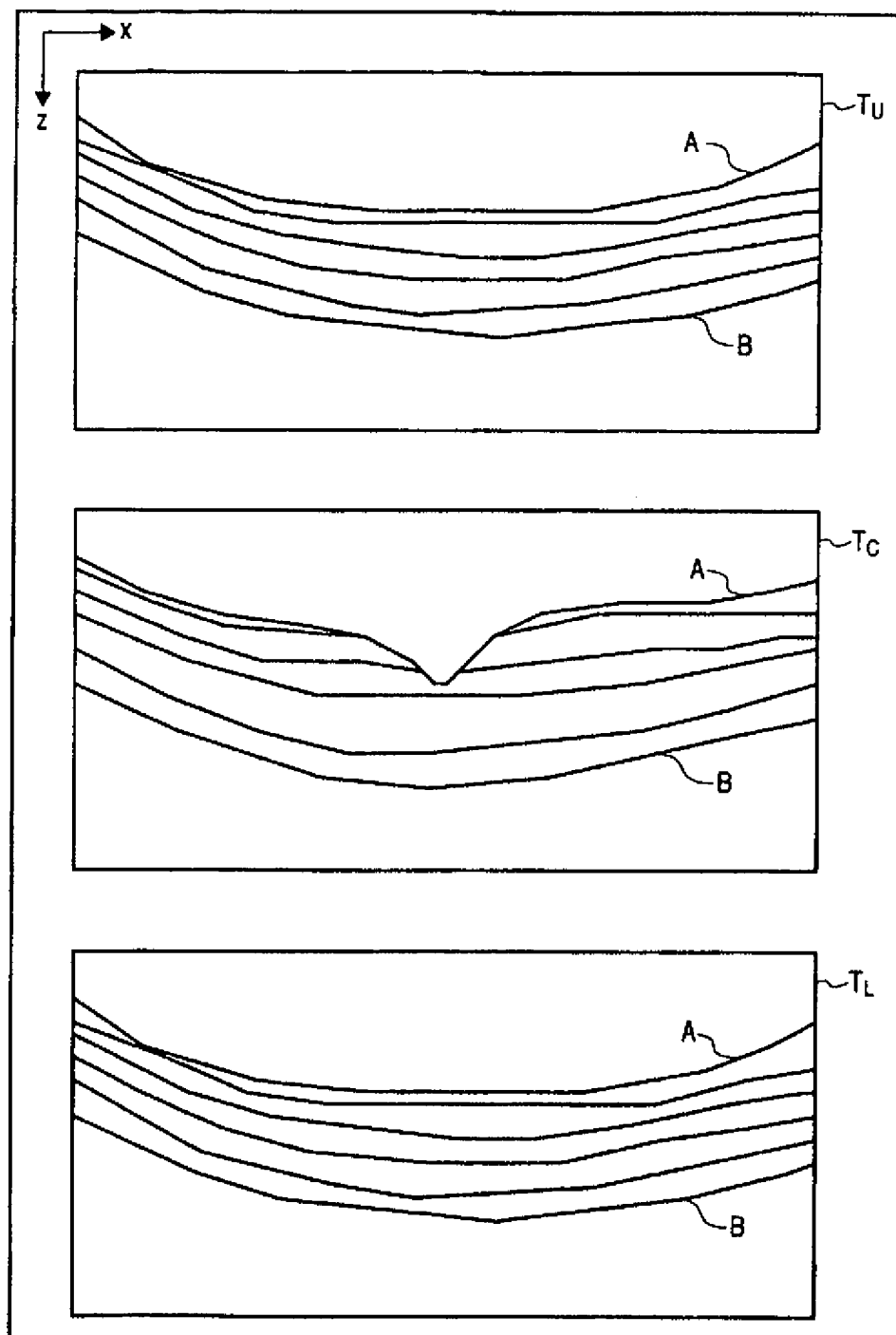


FIG. 8

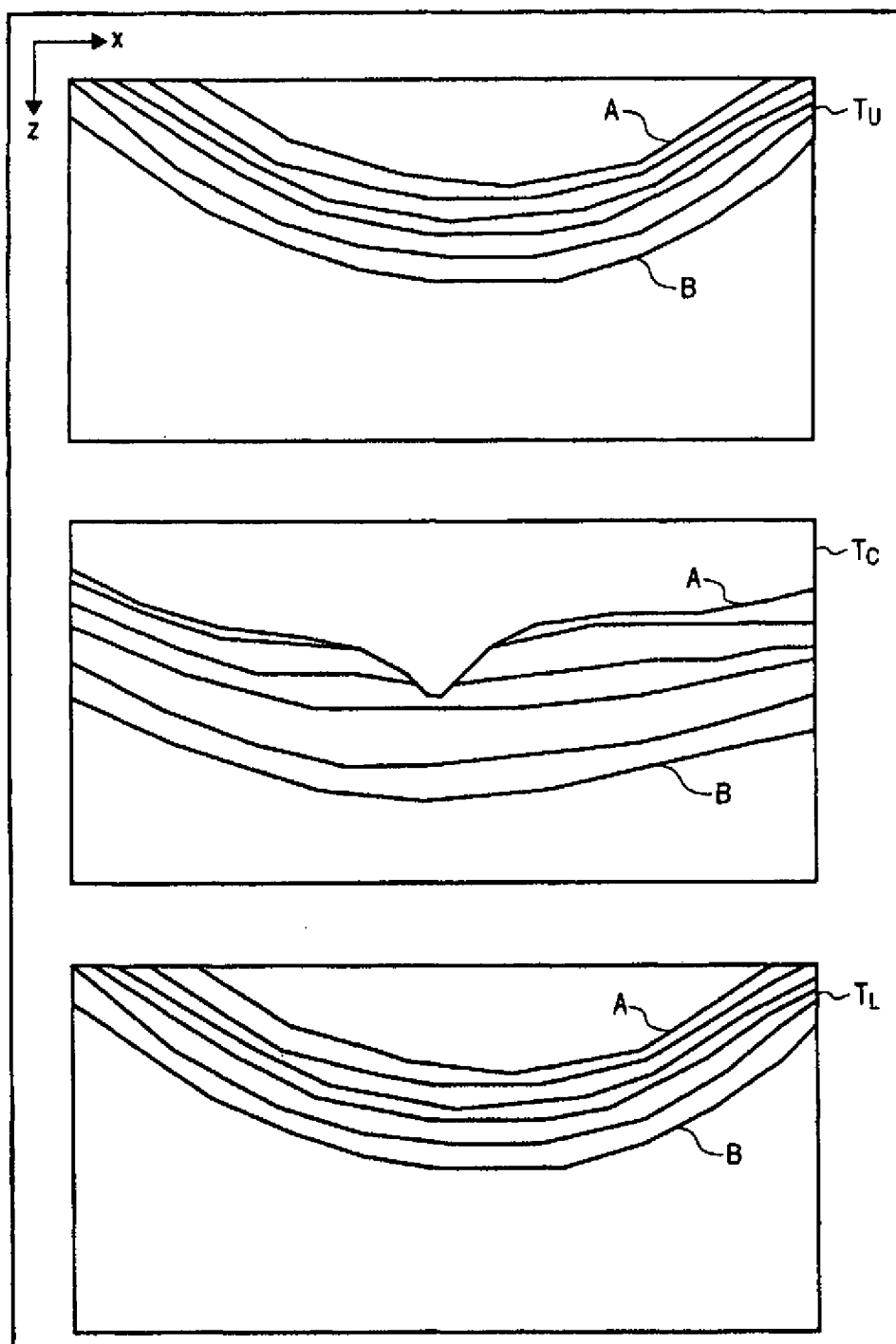


FIG. 9

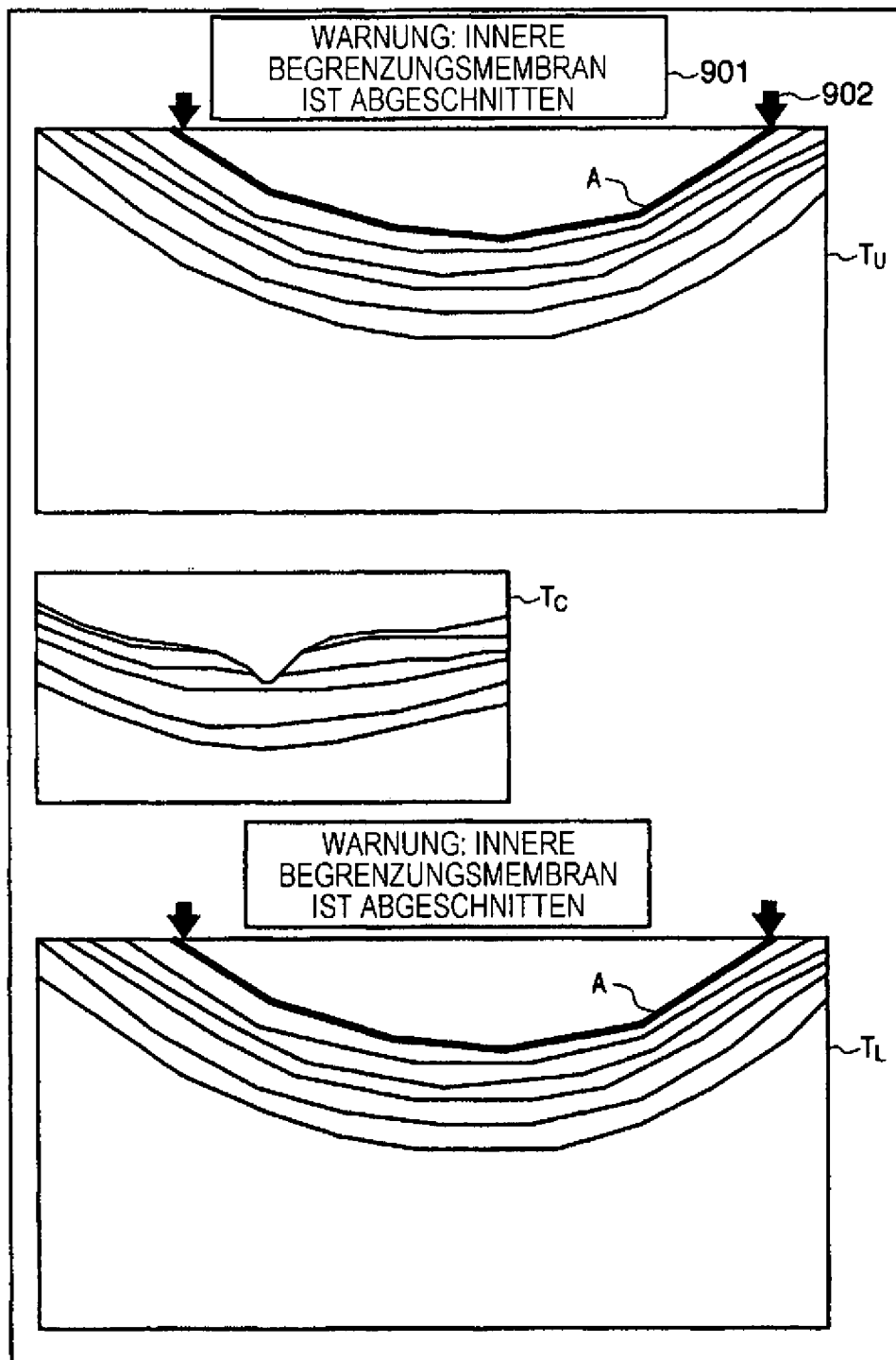


FIG. 10

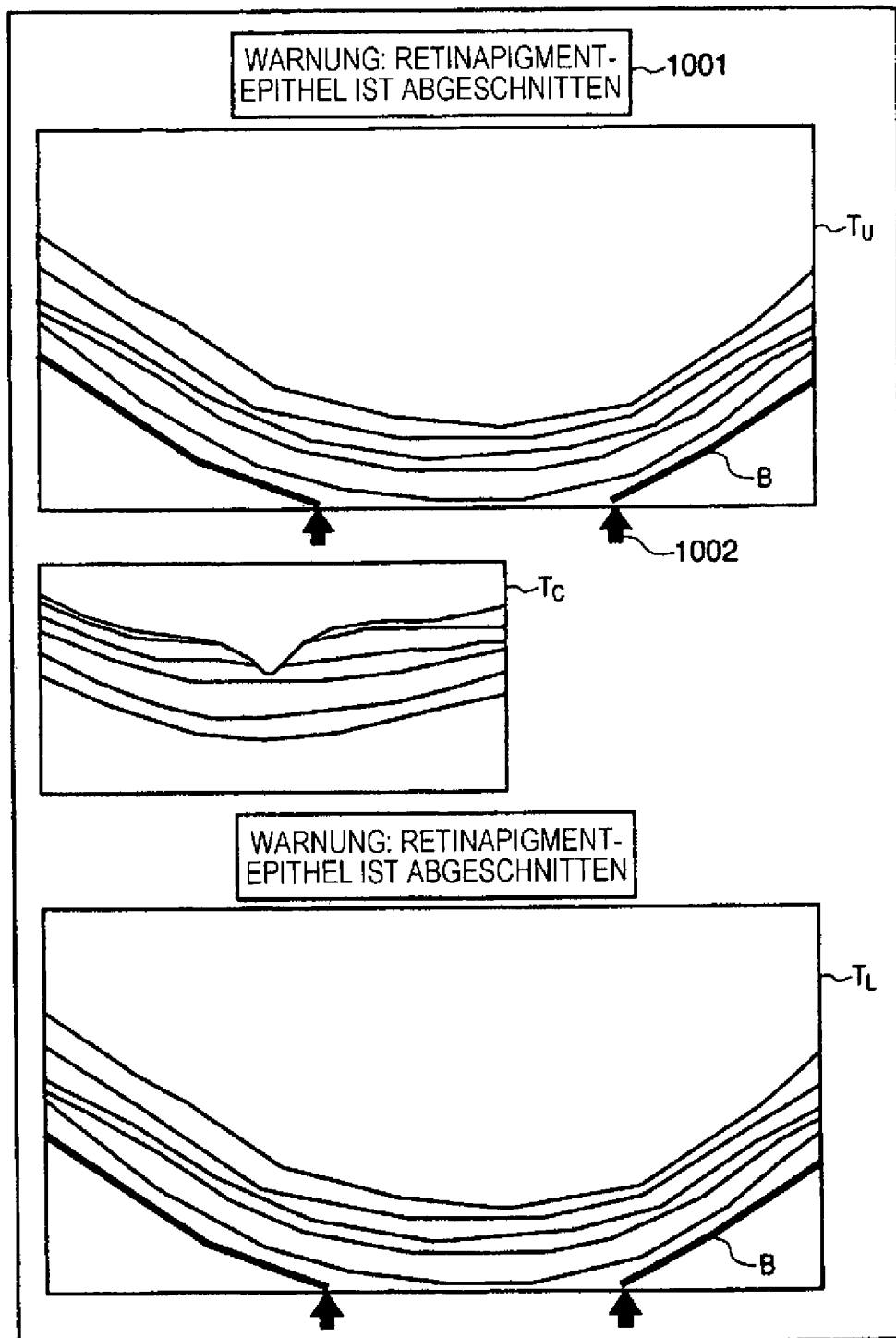


FIG. 11A

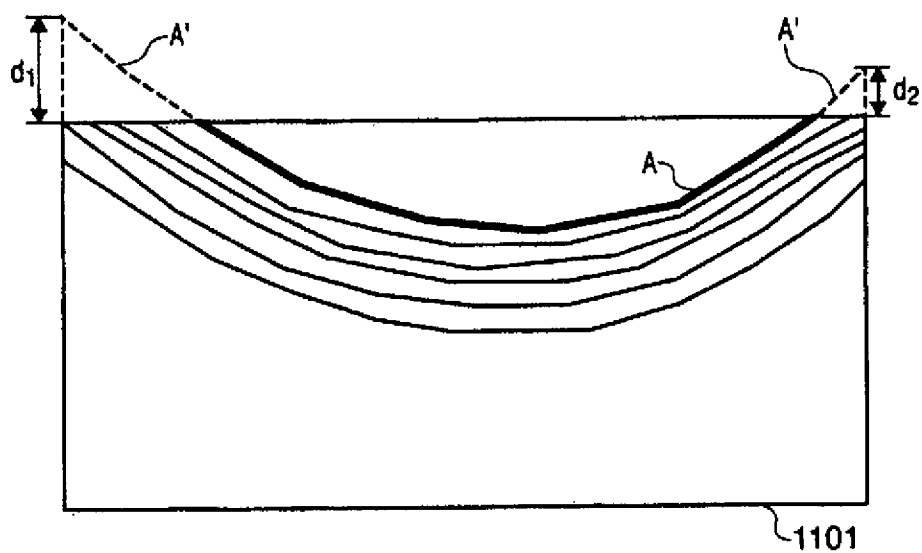


FIG. 11B

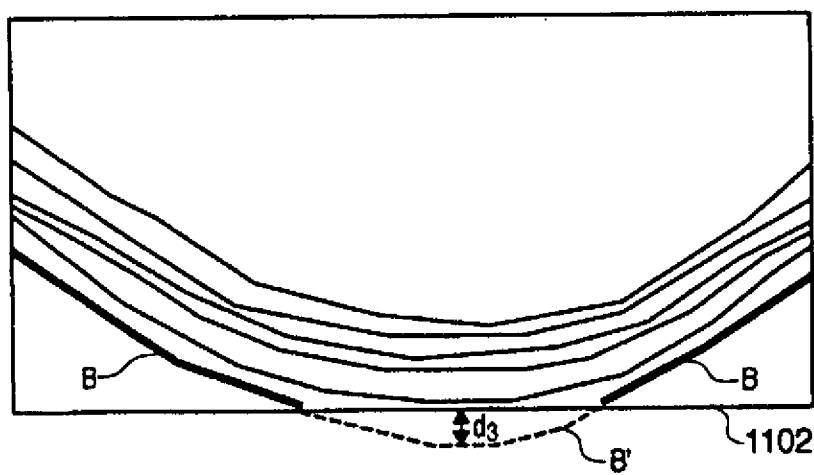


FIG. 12

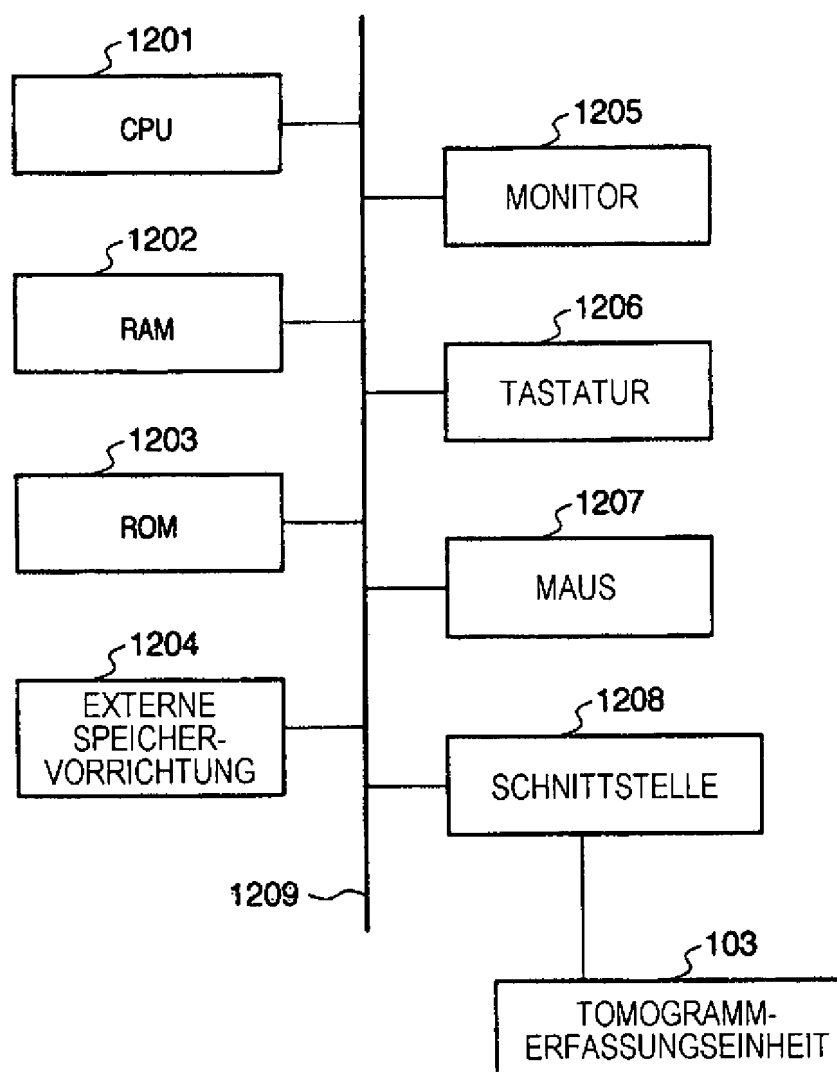


FIG. 13A

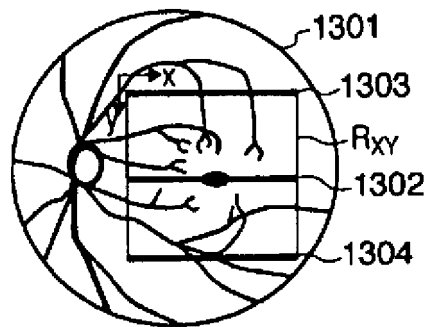


FIG. 13B

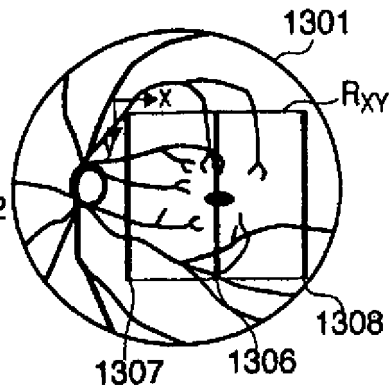


FIG. 13C

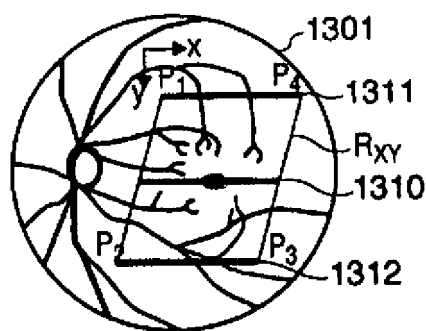


FIG. 13D

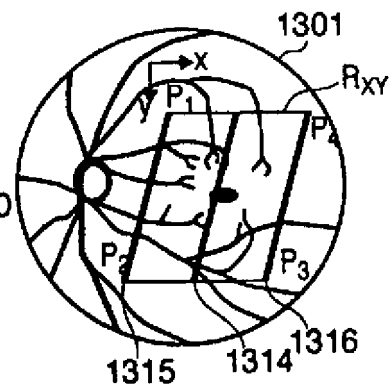


FIG. 13E

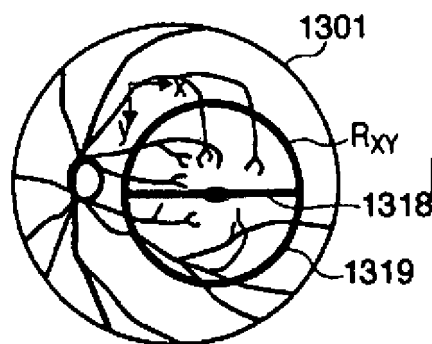


FIG. 13F

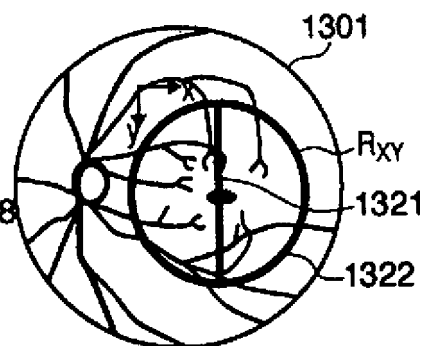


FIG. 14A

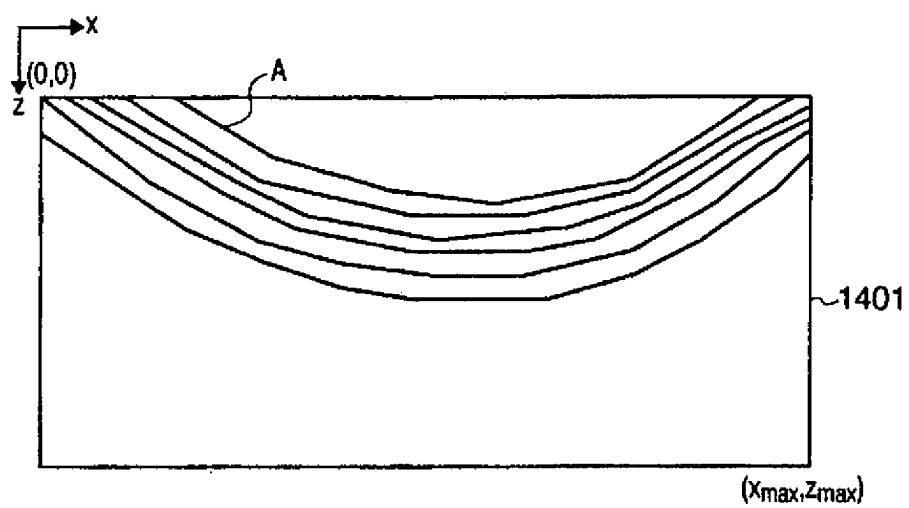


FIG. 14B

