



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 009 838.8**

(22) Anmeldetag: **02.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **09.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 3/10** (2006.01)
G01S 17/89 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2009-048508 02.03.2009 JP

(74) Vertreter:
PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München

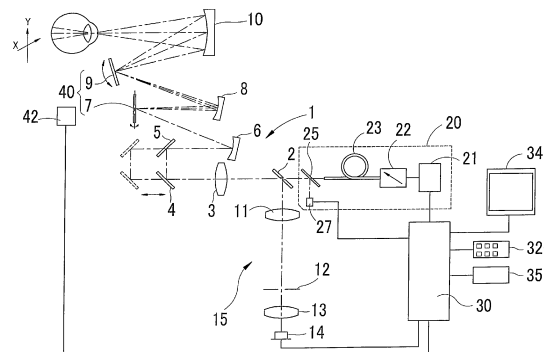
(71) Anmelder:
Nidek Co., Ltd., Gamagori-shi, Aichi, JP

(72) Erfinder:
Sumiya, Toshifumi, Gamagori-shi, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Augenabbildungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Augenabbildungsvorrichtung weist auf: einen Laseremitter, der eine Ultrakurz-Pulslichtquelle enthält und einen Laserstrahl mit einer in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich einstellbaren Wellenlänge emittiert; ein optisches Bestrahlungssystem, das einen Scanner zum zweidimensionalen Abtasten mit dem Laserstrahl enthält und den Laserstrahl, der von dem Laseremitter emittiert wird, auf einen vorbestimmten Abschnitt eines Auges von einer Prüfperson strahlt; ein optisches Licht-Empfangssystem, das eine Aperturplatte enthält, die in einer zu einem Brennpunkt des Laserstrahls auf dem vorbestimmten Abschnitt im Wesentlichen konjugierten Position angeordnet ist, und ein Licht-Empfangselement zum Empfangen des Laserstrahls, der von dem vorbestimmten Abschnitt reflektiert wird und durch die Aperturplatte getreten ist, enthält; eine Steuereinheit, die den Laseremitter so steuert, dass eine zentrale Wellenlänge des Laserstrahls in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich kontinuierlich verändert wird, und den Scanner in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls so steuert, dass eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zweidimensional verändert wird; einen Speicher, der ein Licht-Empfangssignal des Licht-Empfangelements in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls und der Bestrahlungspositionsänderung des Laserstrahls speichert; und ein Display, wobei die Steuereinheit geeignet ist, eine Abbildung des vorbestimmten ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Augenabbildungsvorrichtung zum Erhalten einer Frontalabbildung eines vorbestimmten Abschnitts eines Auges von einer Prüfperson.

[0002] Es gibt eine bekannte Augenabbildungsvorrichtung die so angeordnet ist, dass sie einen Laserstrahl über einen vorbestimmten Abschnitt (ein Augenhintergrund, ein vorderes Segment, etc.) eines Auges von einer Prüfperson tastet und den Laserstrahl empfängt, der von dem vorbestimmten Abschnitt reflektiert wird, um dadurch eine Frontalabbildung des vorbestimmten Abschnitts zu erhalten. Solch eine Vorrichtung ist z. B. mit zwei oder mehr Arten von monochromatischen Laserquellen vorgesehen, wie eine Infrarot-Laserquelle, eine Rot-Laserquelle, eine Grün-Laserquelle, eine Blau-Laserquelle und Andere. Diese Laserquellen werden selektiv gemäß den Zwecken der medizinischen Untersuchung und Ähnlichem verwendet.

[0003] Die Vorrichtung, die mit zwei oder mehr Arten von monochromatischen Laserquellen versehen ist, neigt jedoch dazu, eine komplexe Struktur zu haben. Weiterhin sind die Abbildungen, die erhalten werden können, gemäß den Arten der Laserquellen beschränkt.

[0004] Die vorliegende Erfindung wurde hinsichtlich der Umstände gemacht, die oben genannten Probleme zu lösen, und hat die Aufgabe eine Augenabbildungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, eine angemessene Frontalabbildung (eine hyper-spektrale Abbildung oder eine multi-spektrale Abbildung) eines vorbestimmten Abschnitts eines Auges von einer Prüfperson zu erhalten.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0006] Zu obigem Zweck stellt die vorliegende Erfindung eine Augenabbildungsvorrichtung zur Verfügung, die aufweist: einen Laseremitter, der eine Ultrakurz-Pulslichtquelle enthält und einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge, die in einem vorbestimmten Bereich des sichtbaren Wellenlängenbereichs verstellbar ist, emittiert; ein optisches Bestrahlungssystem, das einen Scanner zum zwei-dimensionalen Abtasten mit dem Laserstrahl enthält und den Laserstrahl, der von dem Laseremitter emittiert wird, auf einen vorbestimmten Abschnitt eines Auges von einer Prüfperson strahlt; ein optisches Licht-Empfangssystem, das eine Aperturplatte, die in einer zu einem Brennpunkt des Laserstrahls auf dem vorbestimmten Abschnitt im Wesentlichen konjugierten Position angeordnet ist, und ein Licht-Empfangelement, zum Empfangen des Laserstrahls, der von dem vorbestimmten Abschnitt reflektiert wird und durch die

Aperturplatte tritt, enthält; eine Steuereinheit, die den Laseremitter so steuert, dass sie eine zentrale Wellenlänge des Laserstrahls in einem vorbestimmten Bereich der sichtbaren Wellenlängen kontinuierlich verändert und den Scanner in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls steuert, um eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zwei-dimensional zu verändern; einen Speicher, der ein Licht-Empfangssignal des Licht-Empfangelements in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls und der Bestrahlungspositionsänderung des Laserstrahls speichert; und ein Display, wobei die Steuereinheit geeignet ist, eine Abbildung des vorbestimmten Abschnitts basierend auf dem Licht-Empfangssignal, das in dem Speicher gespeichert ist, auf dem Display darzustellen.

[0007] Weitere Entwicklungen der vorliegenden Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] [Fig. 1](#) ist eine schematische Konfigurationsansicht eines optischen Systems und eines Steuersystems einer Augenabbildungsvorrichtung in einer Ausführungsform;

[0009] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm zum Erläutern des Abtastens mit einem Laserstrahl zum Erhalten einer Abbildung von einem Bildausschnitt; und

[0010] [Fig. 3](#) ist ein Graph, der ein konkretes Beispiel der Funktionen zum Erhalten von Spektraldaten bei jeder Bestrahlungsposition eines Laserstrahls zeigt.

[0011] Eine detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die begleitenden Darstellungen gegeben. [Fig. 1](#) ist eine schematische Konfigurationsansicht eines optischen Systems und eines Steuersystems einer Augenabbildungsvorrichtung in dieser Ausführungsform. Die folgende Erläuterung wird gegeben, um ein Beispiel der Abbildung eines Augenhintergrunds als ein vorbestimmter Abschnitt eines Auges von einer Prüfperson zu zeigen. Der abzubildende Bereich ist jedoch nicht auf den Augenhintergrund beschränkt.

[0012] Ein optisches Bestrahlungssystem **1** zum Bestrahlen des Augenhintergrunds des Auges der Prüfperson mit einem Laserstrahl enthält ein optisches Abtastsystem (einen Scanner) **40**, zum Abtasten mit einem Laserstrahl, der von einem Laseremitter **20** auf den Augenhintergrund emittiert wird, sowie verschiedene Arten von optischen Komponenten (von einer Linse **3** bis zu einem konkaven Spiegel **10**) zum Leiten des Laserstrahls, der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, zu dem Augenhintergrund.

[0013] Der Laserstrahl, der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, tritt durch eine Öffnung eines Loch-

spiegels **2** und durch die Linse **3**, und wird von flachen Spiegeln **4** und **5**, einem konkaven Spiegel **6**, einem Galvanospiegel **7**, einem konkaven Spiegel **8**, einem Galvanospiegel **9** und einem konkaven Spiegel **10** reflektiert, um den Augenhintergrund zu bestrahlen. Die flachen Spiegel **4** und **5** werden in einer Richtung, die von einem Pfeil in [Fig. 1](#) gekennzeichnet ist, bewegt, wodurch eine Länge eines optischen Pfads des Laserstrahls verändert wird, um eine Fokusanpassung (Diopferkorrektur) vorzunehmen.

[0014] Der Laserstrahl wird von dem Galvanospiegel **7** auf dem Augenhintergrund horizontal (in einer X-Achsenrichtung) und von dem Galvanospiegel **9** vertikal (in einer Y-Achsenrichtung) bewegt. Somit wird der Laserstrahl zum Abtasten des Augenhintergrunds in zwei Dimensionen verwendet. Die Galvanospiegel **7** und **9** werden durch einen Antriebsteil (den Scanner) **42** angetrieben. Als eine Alternative kann ein Polygonspiegel anstelle des Galvanospiegels **7** verwendet werden. Das optische Abtastsystem **40** ist nicht auf die obige Spiegelart beschränkt und kann ein Keilprisma, einen Akusto-Optischen-Deflektor (AOD), einen Elektro-Optischen-Deflektor (EOD) sowie Andere enthalten.

[0015] Als der Laseremitter **20** wird ein Laseremitter verwendet, der in der Lage ist, einen Laserstrahl mit einer verstellbaren Wellenlänge in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich zu emittieren. Der Laseremitter **20** enthält eine Ultrakurz-Pulslichtquelle **21**, eine Lichtintensitäts-Einstellvorrichtung **22**, die mit der Pulslichtquelle **21** verbunden ist, und eine optische Faser **23**, die mit der Einstellvorrichtung **22** verbunden ist. Die Einstellvorrichtung **22** ist mit einer arithmetischen Steuereinheit **30** verbunden, um die Ausgabe der Pulslichtquelle **21** einzustellen. Die Faser **23**, die in dieser Ausführungsform verwendet wird, ist eine polarisationserhaltende Faser, die für Wellenlängen von Anregungslicht eine anomale Dispersion hat.

[0016] Weiterhin ist der Laseremitter **20** mit einem dichroischen Spiegel **25**, der sichtbares Licht durchlässt und Infrarotlicht reflektiert, sowie mit einer Infrarotlaserquelle **27** zur Beobachtung vorgesehen. Ein Laserstrahl, der von der Laserquelle **27** emittiert wird, wird von dem dichroischen Spiegel **25** reflektiert und tritt durch die Komponenten von dem Lochspiegel **2** bis zu dem konkaven Spiegel **10**, um den Augenhintergrund zu bestrahlen.

[0017] Wenn die Ausgabe der Pulslichtquelle **21** durch die Einstellvorrichtung **22** tritt und in die Faser **23** eintritt, wird ein wellenlängen-einstellbarer Ultrakurz-Pulsstrahl durch einen nicht linearen optischen Effekt (hier ein Solitoneffekt und ein Ramanstreuungseffekt) in der Faser **23** erzeugt. Ein Änderungsbetrag (ein Verschiebungsbetrag) der Wellenlänge des ultrakurzen Pulsstrahls hängt von der Länge der Faser

23, der Intensität des Anregungslichts und Anderem ab. Somit wird der Änderungsbetrag der Wellenlänge durch Einstellen dieser Parameter gesteuert. Die Wellenlänge wird so eingestellt, dass sie in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich (z. B. $\lambda = 380 \text{ nm}$ bis 760 nm) einstellbar ist. In diesem Fall wird, wenn ein wellenlängen-einstellbarer Ultrakurz-Solitonpuls eine kurze Dauer und eine hohe Spitzenintensität hat, eine dritte Harmonische von einem dritten, nicht-linearen optischen Effekt erzeugt, die ein Drittel der Wellenlänge besitzt. Durch diese Verwendung wird eine Wellenlänge im sichtbaren Bereich erhalten.

[0018] Ein optisches Licht-Empfangssystem **15**, zum Empfangen des Laserstrahls, der von dem Augenhintergrund reflektiert wird (ein „Augenhintergrund-Reflektionsstrahl“), enthält eine Aperturplatte (z. B. eine Lochblendenplatte) **12**, die in einer zu einem Brennpunkt des Laserstrahls auf dem Augenhintergrund im Wesentlichen konjugierten Position (in einer im Wesentlichen konjugierten Position zu dem Augenhintergrund (mit dem vorbestimmten Abschnitt)) angeordnet ist, ein Licht-Empfangelement **14**, zum Empfangen des Laserstrahls, der durch die Aperturplatte **12** durchgetreten ist, sowie verschiedene optische Komponenten (von dem konkaven Spiegel **10** bis zu einer Linse **13**), zum Leiten des Augenhintergrund-Reflektionsstrahls zu dem Licht-Empfangelement **14**.

[0019] Der Augenhintergrund-Reflektionsstrahl wandert entlang dem zuvor erwähnten optischen Bestrahlungssystem **1** zurück und wird von dem Lochspiegel **2**, der in einer zu einer Pupille des Auges der Prüfperson im Wesentlichen konjugierten Position angeordnet ist, reflektiert, und tritt durch eine Linse **11**, um auf die Öffnung der Aperturplatte **12** zu fokussieren. Der Augenhintergrund-Reflektionsstrahl, der durch die Aperturplatte **12** durchgetreten ist, tritt dann durch die Linse **13** und wird von dem Licht-Empfangelement **14** empfangen.

[0020] Das Steuersystem wird im Folgenden erläutert. Die arithmetische Steuereinheit **30**, die einen Bildverarbeitungsteil und Andere enthält, steuert die gesamte Vorrichtung. Die arithmetische Steuereinheit **30** ist auch mit der Pulslichtquelle **21**, der Einstellvorrichtung **22**, der Laserquelle **27**, dem Licht-Empfangelement **14**, dem Antriebsteil **42**, einem Umschaltteil **32**, einem Monitor (ein Display) **34**, einem Speicher **35** und Anderen verbunden. Die arithmetische Steuereinheit **30** bildet eine Augenhintergrundabbildung basierend auf einem Licht-Empfangssignal aus, das von dem Licht-Empfangelement **14** ausgegeben wird. Der Monitor **34** zeigt die Augenhintergrundabbildung an, die in der arithmetischen Steuereinheit **30** erzeugt wird. In dem Umschaltteil **32** sind verschiedene Schalter zum Einstellen verschiedener Bedingungen der Vorrichtung an-

geordnet. Beispielsweise gibt es einen Abbildungs-Startschalter zum Ausgeben eines Triggersignals zum Starten des Abbildens, einen Fokusschalter zum Einstellen des Fokus und Andere.

[0021] Betriebe der Augenhintergrund-Abbildungsvorrichtung, die die obige Konfiguration haben, werden im Folgenden erläutert. Beim Einschalten der Vorrichtung verursacht die arithmetische Steuereinheit **30**, dass die Laserquelle **27** einen Infrarotlaserstrahl zum Beobachten des Augenhintergrunds emittiert. Ein Prüfer nimmt eine Einstellung der Vorrichtung bezüglich dem Auge einer Prüfperson durch Bedienen eines Joysticks, der nicht gezeigt ist, oder Ähnlichem, vor, um die Vorrichtung so zu bewegen, dass der Infrarotlaserstrahl den Augenhintergrund bestrahlt und dass eine gewünschte Augenhintergrundabbildung auf dem Monitor **34** erscheint.

[0022] Die arithmetische Steuereinheit **30** ordnet die Licht-Empfangssignale von dem Licht-Empfangselement **14**, die von dem Augenhintergrund-Reflektionsstrahl in einem Abtastbereich von den Galvanospiegeln **7** und **9** erhalten werden, sequenziell als Bilddaten, und stellt diese in einer Linie in einer lateralen Richtung von oben in einem Displaybereich des Monitors **34** dar (siehe [Fig. 2](#)).

[0023] Insbesondere hält die arithmetische Steuereinheit **30** den Galvanospiegel **9** bei einem vorbestimmten Winkel und rotiert den Galvanospiegel **7** in einer vorbestimmten Richtung innerhalb eines vorbestimmten Abtastbereichs, wodurch die Bilddaten für eine Linie erhalten werden. Dann wird der Galvanospiegel **9** um einen vorbestimmten Winkel rotiert, und der Galvanospiegel **7** wird zu einem Abtast-Start-Reflektionswinkel zurückgestellt, und der Galvanospiegel **7** wird dann wieder in der vorbestimmten Richtung gedreht. Somit werden die Bilddaten für eine nächste Linie erhalten. Die Bilddaten für eine Linie, die von dem Licht-Empfangselement **14** ausgegeben werden, werden in einer Reihe direkt unterhalb der zuvor dargestellten Bilddaten einer Linie angeordnet. Wenn diese Verarbeitung sequenziell durchgeführt wird, wird eine Abbildungsfläche des Augenhintergrunds, der von einem Laserstrahl zwei-dimensional abgetastet wird, als eine Abbildung erhalten (eine Abbildung entsprechend einem Bildausschnitt). Wenn die Abbildung eines Bildausschnitts erhalten wurde, stellt die arithmetische Steuereinheit **30** weiterhin den Galvanospiegel **9** auf einen Abtast-Start-Reflektionswinkel, und steuert den Antriebsteil **42**, um auf eine ähnliche Weise wie oben beschrieben, mit dem Laserstrahl wieder von oben nach unten abzutasten.

[0024] Die arithmetische Steuereinheit **30** zeigt die so erhaltene Augenhintergrundabbildung auf dem Monitor **34** an. Der Prüfer überwacht diese Augenhintergrundabbildung und kontrolliert einen Einstellungszustand, einen Fokuszustand und Andere, hin-

sichtlich dem Augenhintergrund (dem Abbildungsabschnitt). Wenn der Augenhintergrund (der Abbildungsabschnitt) und die Vorrichtung in geeigneter Anordnung sind, betätigt der Prüfer den Abbildungs-Startschalter, der auf dem Umschaltteil **32** vorgesehen ist.

[0025] Nach Empfangen des Triggersignals zum Starten des Abbildens, startet die arithmetische Steuereinheit **30** die Erfassung der hyper-spektralen Abbildung (oder der multi-spektralen Abbildung), unter Verwendung des Laseremitters **20**. Die arithmetische Steuereinheit **30** steuert die Einstellvorrichtung **22**, um die zentrale Wellenlänge des Laserstrahls kontinuierlich in einem vorbestimmten Bereich der sichtbaren Wellenlängen zu verändern, und steuert den Antriebsteil **42** gemeinsam mit dem Verändern der Wellenlänge des Laserstrahls, der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, und verändert oder bewegt auch eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zwei-dimensional. Die arithmetische Steuereinheit **30** erhält bei jeder Bestrahlungsposition (einem Brennpunkt) von dem Licht-Empfangselement **14** ein Licht-Empfangssignal, das spektrale Daten enthält.

[0026] [Fig. 3](#) ist ein Graph, der ein konkretes Beispiel von Betrieben zum Erhalten der Spektraldaten bei jeder Bestrahlungsposition zeigt. Die arithmetische Steuereinheit **30** synchronisiert das Verändern der Wellenlänge und das Verändern der Bestrahlungsposition derart, dass die Spektraldaten in dem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich an jeder Bestrahlungsposition (dem Brennpunkt) des Laserstrahls auf dem Augenhintergrund von dem Licht-Empfangselement **14** erfasst werden. In diesem Fall ändert die arithmetische Steuereinheit **30** z. B. die Wellenlängen gemäß der Zeit (Frequenz), in der der Winkel des Spiegels **7** um einen vorbestimmten Betrag (Winkel) zum Verändern der Bestrahlungsposition verändert wird.

[0027] Wenn eine erste Bestrahlungsposition X_1 von dem Antriebsteil **42** eingestellt wird, ändert die arithmetische Steuereinheit **30** die Intensität des Anregungslichts mit der Zeit, unter Verwendung der Einstellvorrichtung **22**, wodurch die Wellenlänge des Laserstrahls, der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, zu einer anderen Wellenlänge innerhalb des vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereichs verändert wird. Die arithmetische Steuereinheit **30** ändert kontinuierlich (oder stufenweise) die Intensität des Anregungslichts, um die Wellenlänge des Laserstrahls kontinuierlich zu verändern, wodurch kontinuierliche Spektraldaten in dem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich erhalten werden.

[0028] In diesem Fall wird es, zum Erhalten solcher kontinuierlichen Spektraldaten, bevorzugt, die Wellenlänge des Laserstrahls in Schritten von 10 bis 20 nm in dem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängen-

bereich zu verändern. Weiterhin wird die Wellenlänge des Laserstrahls in dem Schritt verändert (verschoben) der einer halben Bandbreite (z. B. etwa 20 nm) des Laserstrahls entspricht. Somit können kontinuierliche Spektraldaten effektiv erhalten werden.

[0029] Wie oben wird, wenn die Wellenlänge des Laserstrahls, der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, verändert wird, der entsprechende Augenhintergrund-Reflektionsstrahl sukzessive von dem Licht-Empfangelement **14** empfangen. In diesem Fall sind die Licht-Empfangssignale, die von dem Licht-Empfangelement **14** ausgegeben werden, mit den Wellenlängen des Laserstrahls verbunden, und werden als Spektraldaten erhalten. Da die Licht-Empfangssignale, die von dem Licht-Empfangelement **14** ausgegeben werden, über die Einstellvorrichtung **22** mit den Wellenlängenänderungsdaten verbunden sind, wird für jede Wellenlänge ein Licht-Empfangssignal erhalten.

[0030] Wenn die Spektraldaten an der ersten Bestrahlungsposition X1 erhalten werden, steuert die arithmetische Steuereinheit **30** den Antriebsteil **42** so, dass er die Bestrahlungsposition des Laserstrahls auf eine zweite Bestrahlungsposition X2 einstellt. Die arithmetische Steuereinheit **30** verändert die Wellenlänge des Laserstrahls auf ähnliche Weise wie in dem Fall der ersten Bestrahlungsposition X1, und erhält Spektraldaten bei der zweiten Bestrahlungsposition X2. Auf diese Weise steuert die arithmetische Steuereinheit **30** den Laseremitter **20** und den Antriebsteil **42**, um die Spektraldaten bei jeder Pixelposition der Augenhintergrundabbildung zu erhalten. Jede Bestrahlungsposition kann, zum Ausbilden einer zwei-dimensionalen Augenhintergrundabbildung, als einem Pixel entsprechend angesehen werden. Entsprechend muss die arithmetische Steuereinheit **30** nur bewirken, dass der Laserstrahl der von dem Laseremitter **20** emittiert wird, zwei-dimensional abtastet, um die Spektraldaten für jeden vorbestimmten Pixel zu erhalten.

[0031] Die Konfiguration zum Erhalten der Spektraldaten bei jeder Bestrahlungsposition beinhaltet nicht nur das Erhalten der Spektraldaten während der Spiegelwinkel fest ist, um die Bestrahlungsposition zu fixieren, sondern enthält auch die Spektraldaten in einem vorbestimmten Momentanbereich, während der Spiegelwinkel bei einer vorbestimmten Geschwindigkeit verändert wird (z. B. während der Verwendung eines Polygonspiegels).

[0032] Die arithmetische Steuereinheit **30** speichert die Spektraldaten, die von jeder Bestrahlungsposition erhalten werden, in dem Speicher **35**, durch Verknüpfen der Daten mit jeder Pixelposition in der zwei-dimensionalen Augenhintergrundabbildung. Entsprechend wird eine hyper-spektrale Abbildung des Augenhintergrunds erhalten, das die Spektralda-

ten pro Pixel enthält. Als eine Alternative kann es auch so angeordnet sein, dass Abbildungsdaten pro Wellenlänge erhalten werden, basierend auf den erhaltenen Spektraldaten und so, dass die Augenhintergrundabbildung pro Wellenlänge in dem Speicher **35** gespeichert wird.

[0033] Dann zeigt die arithmetische Steuereinheit **30** die Augenhintergrundabbildung basierend auf der hyper-spektralen Abbildung, die in dem Speicher **35** gespeichert ist, auf dem Monitor **34** an. In diesem Fall setzt die arithmetische Steuereinheit **30** basierend auf der hyper-spektralen Abbildung, die in dem Speicher **35** gespeichert ist, die Licht-Empfangssignale von mindestens zwei oder mehr Wellenlängen aus den Licht-Empfangssignalen, die zu den entsprechenden Wellenlängen verknüpft sind, pixelweise zusammen, und zeigt die zusammengesetzte Abbildung auf dem Monitor **34** an. Beispielsweise könnte die arithmetische Steuereinheit **30** die Licht-Empfangssignale, die mit den Wellenlängen verknüpft sind, kontinuierlich in Relation zu einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich zusammensetzen, und eine Farb-Augenhintergrundabbildung anzeigen, die den vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich kontinuierlich auf dem Monitor **34** abdeckt. Eine andere Alternative ist es, eine Augenhintergrundabbildung darzustellen, die durch das Zusammensetzen von Bildern (bei mindestens zwei Wellenlängen) erhalten wird, basierend auf Licht-Empfangssignalen von irgendwelchen zueinander verschiedenen Wellenlängen. Weiterhin ist es eine andere Alternative, verschiedene Analysen der erhaltenen Augenhintergrundabbildung zu machen, und ein Analyseergebnis auf dem Monitor **34** anzuzeigen.

[0034] Mit der obigen Konfiguration ist es möglich die hyper-spektrale Abbildung des Augenhintergrunds als eine konfokale Abbildung zu erhalten, so dass eine hoch aufgelöste Augenhintergrundabbildung erhalten werden kann, die Spektraldaten von verschiedenen Wellenlängen enthält. In diesem Fall kann mehr Information erhalten werden, als wenn die Augenhintergrundabbildung durch Verwenden von roten, grünen, blauen monochromatischen Laserquellen erhalten wird. Dies ermöglicht daher eine genaue Analyse.

[0035] Da die Daten pro Wellenlänge zusammengesetzt werden und die Augenhintergrundabbildung, die auf der hyper-spektralen Abbildung basiert, auf dem Monitor **34** angezeigt wird, kann eine Farb-Augenhintergrundabbildung in getreuerer Farbe ausgedrückt werden. In diesem Fall kann der Zustand des Augenhintergrunds präziser ausgedrückt werden als in der zusammengesetzten Abbildung der Augenhintergrundabbildungen, die von den roten, grünen und blauen monochromatischen Lasern erzeugt werden.

[0036] In der obigen Konfiguration wird die hyper-spektrale Abbildung des Augenhintergrunds durch kontinuierliches Verändern der Wellenlänge pro einzeltem Pixel erhalten. Es ist eine Alternative, die Wellenlänge sequenziell gemäß einer Bildrate zu verändern, bei der eine Augenhintergrundabbildung erhalten werden soll. In diesem Fall stellt die arithmetische Steuereinheit **30** den Laserstrahl von dem Laseremitter **20** auf eine erste Wellenlänge ein und steuert den Antriebsteil **42**, um die Augenhintergrundabbildung basierend auf den Licht-Empfangssignalen, die der ersten Wellenlänge entsprechen, zu erhalten. Dann stellt die arithmetische Steuereinheit **30** den Laserstrahl von dem Laseremitter **20** auf eine zweite Wellenlänge ein und erhält die Augenhintergrundabbildung basierend auf den Licht-Empfangssignalen, die der zweiten Wellenlänge entsprechen. Bei kontinuierlichem Verlängern der Wellenlänge jedes Mal dann, wenn eine Augenhintergrundabbildung auf diese Weise erhalten wird, wird die hyper-spektrale Abbildung erhalten.

[0037] Vorzugsweise sollen die Spektraldaten in einem breiten Wellenlängenbereich und mit kleinen Wellenlängenintervallen erhalten werden. Jede Konfiguration, die eine Abbildung basierend auf den Spektraldaten, die Zwischenfarben entsprechen, welche zwischen rot, grün und blau existieren, erzeugen kann, kann jedoch auch bei einem festen Level Effekte zeigen.

[0038] In der obigen Konfiguration wird die Infrarotlaserquelle **27** separat von dem Wellenlängen-einstellbaren Laseremitter **20** vorgesehen. Es kann eine weitere Konfiguration angenommen werden, in der ein Wellenlängen-einstellbarer Laseremitter **20**, der in der Lage ist einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge zu emittieren, die von einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich zu einem vorbestimmten Infrarot-Wellenlängenbereich eingestellt werden kann, und die Infrarot-Laserquelle **27** wird nicht vorgesehen. In diesem Fall steuert die arithmetische Steuereinheit **30** die Änderung der Wellenlänge derart, dass ein Infrarotlaserstrahl auf den Augenhintergrund gestrahlt wird, wenn ein Untersuchungsmodus ausgewählt ist, und dass ein sichtbarer Laserstrahl auf den Augenhintergrund gestrahlt wird, wenn ein Spektralabbildungs-Aufnahmemodus ausgewählt ist.

[0039] Eine weitere Konfiguration ist es, eine zweite Ultrakurz-Puls-Laserquelle und einen zweiten Laseremitter, zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge, die in einem vorbestimmten Infrarot-Wellenlängenbereich einstellbar ist, zu beinhalten, und den zweiten Laseremitter so zu steuern, dass eine hyper-spektrale Abbildung oder eine multi-spektrale Abbildung erhalten wird. Die arithmetische Steuereinheit **30** steuert den zweiten Laseremitter so, dass eine zentrale Wellenlänge des Laserstrahls in einem vorbestimmten Infrarotwellenlängen-

bereich kontinuierlich verändert wird, so wie bei dem sichtbaren Laserstrahl aus dem Laseremitter **20**, und steuert den Scanner in Verbindung mit den Wellenlängenänderungen des Laserstrahls, um eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zwei-dimensional zu ändern.

[0040] Während die vorliegende bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben worden ist, versteht es sich, dass diese Offenbarung nur dem Zweck der Darstellung dient und dass verschiedene Änderungen und Modifizierungen vorgenommen werden können, ohne sich von dem Kern der Erfindung, wie sie in den beigefügten Ansprüchen dargestellt ist, zu lösen.

Patentansprüche

1. Augenabbildungsvorrichtung, die aufweist:
 einen Laseremitter, der eine Ultrakurz-Pulslichtquelle enthält und einen Laserstrahl mit einer einstellbaren Wellenlänge in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich emittiert;
 ein optisches Bestrahlungssystem, das einen Scanner zum zweidimensionalen Abtasten mit dem Laserstrahl enthält und den Laserstrahl, der von dem Laseremitter emittiert wird, auf einen vorbestimmten Abschnitt eines Auges einer Prüfperson strahlt;
 ein optisches Licht-Empfangssystem, das eine Aperturplatte enthält, die in einer zu dem vorbestimmten Abschnitt im Wesentlichen konjugierten Position eines Brennpunkts des Laserstrahls angeordnet ist, sowie ein Licht-Empfangelement zum Empfangen des Laserstrahls, der von dem vorbestimmten Abschnitt reflektiert wird und durch die Aperturplatte durchgetreten ist, enthält;
 eine Steuereinheit, die den Laseremitter derart steuert, dass eine zentrale Wellenlänge des Laserstrahls in einem vorbestimmten sichtbaren Wellenlängenbereich kontinuierlich verändert wird, und den Scanner in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls steuert, um eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zwei-dimensional zu verändern;
 einen Speicher, der ein Licht-Empfangssignal des Licht-Empfangelements in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls und der Bestrahlungspositionsänderung des Laserstrahls speichert; und
 ein Display,
 wobei die Steuereinheit geeignet ist, eine Abbildung des vorbestimmten Abschnitts auf dem Display, basierend auf dem Licht-Empfangssignal, das in dem Speicher gespeichert ist, darzustellen.

2. Augenabbildungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Steuereinheit den Laseremitter derart steuert, dass die Wellenlänge des Laserstrahls für jede Bestrahlungsposition des Laserstrahls kontinuierlich verändert wird.

3. Augenabbildungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Steuereinheit den Laseremitter derart steuert, dass die Wellenlänge des Laserstrahls gemäß einer Bildrate, bei der eine Abbildung erhalten wird, sequenziell verändert wird.

4. Augenabbildungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Steuereinheit eine Abbildung basierend auf dem Licht-Empfangssignal, das mit mindestens zwei oder mehr Wellenlängen verbunden ist, darstellt.

5. Augenabbildungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, die des Weiteren einen zweiten Laseremitter aufweist, der eine zweite Ultrakurz-Pulslichtquelle enthält und einen Laserstrahl mit einer in einem vorbestimmten Infrarotwellenlängenbereich einstellbaren Wellenlänge emittiert, und wobei die Steuereinheit geeignet ist, den zweiten Emitter so zu steuern, dass eine zentrale Wellenlänge des Laserstrahls in einem vorbestimmten Infrarotwellenlängenbereich kontinuierlich veränderbar ist, und den Scanner in Verbindung mit der Wellenlängenänderung des Laserstrahls steuert, um eine Bestrahlungsposition des Laserstrahls zwei-dimensional zu verändern.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

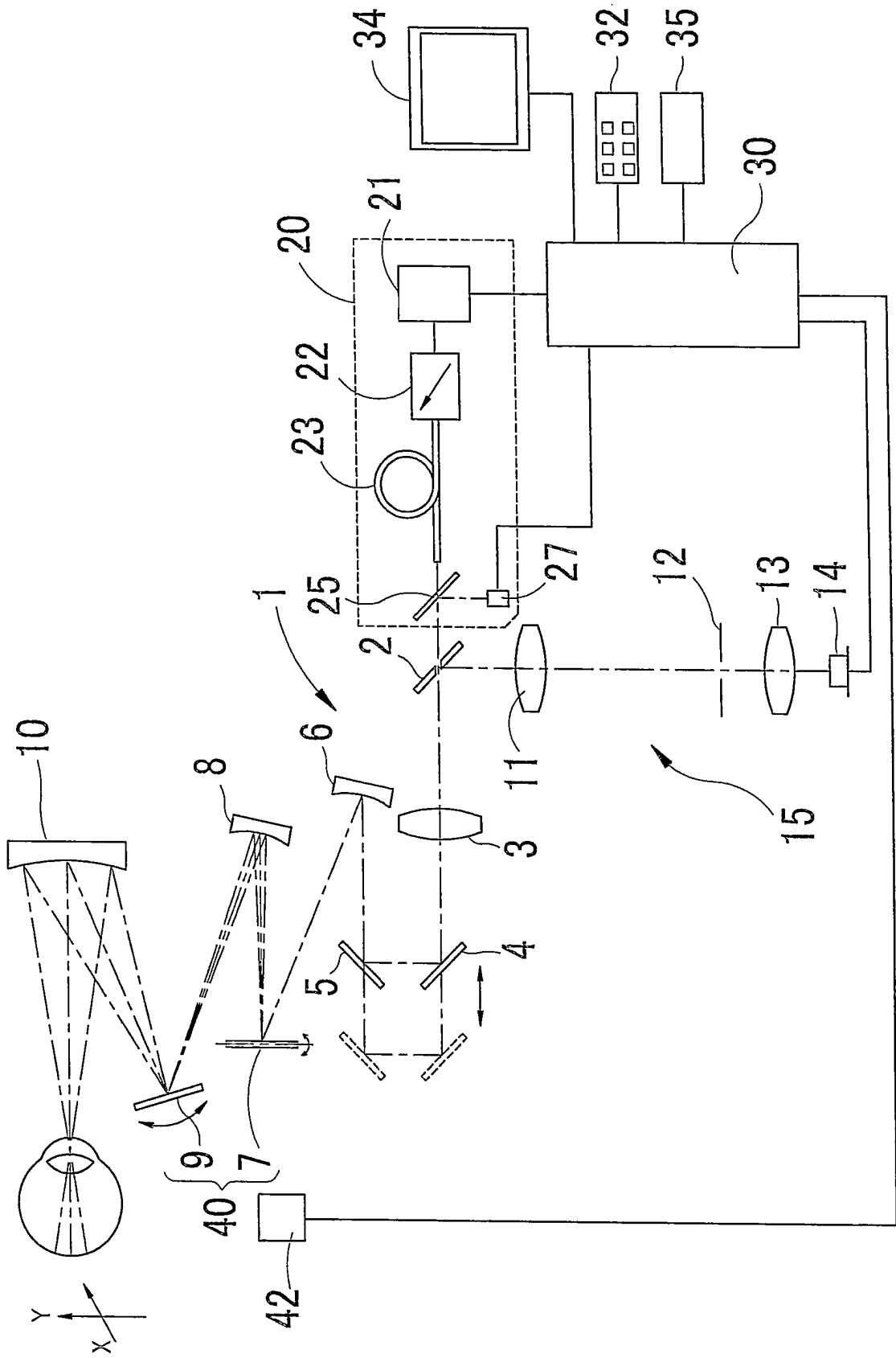


FIG. 2

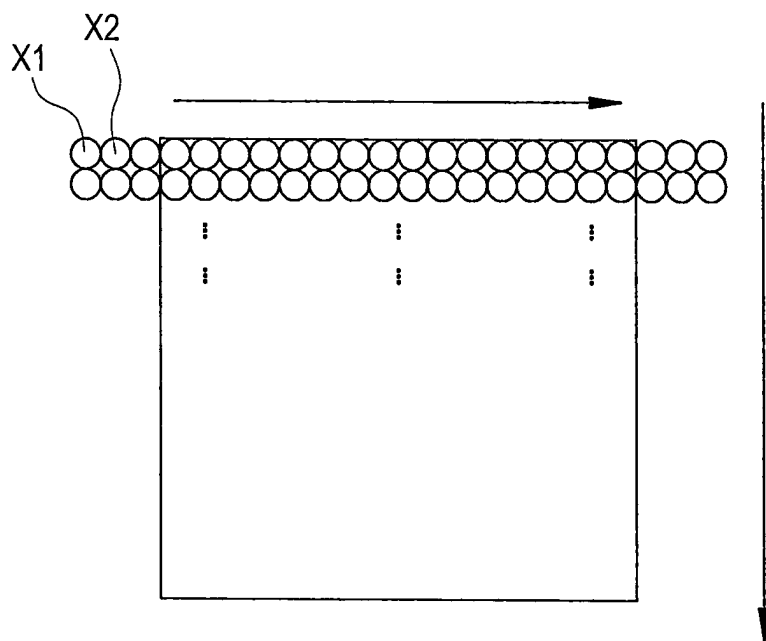
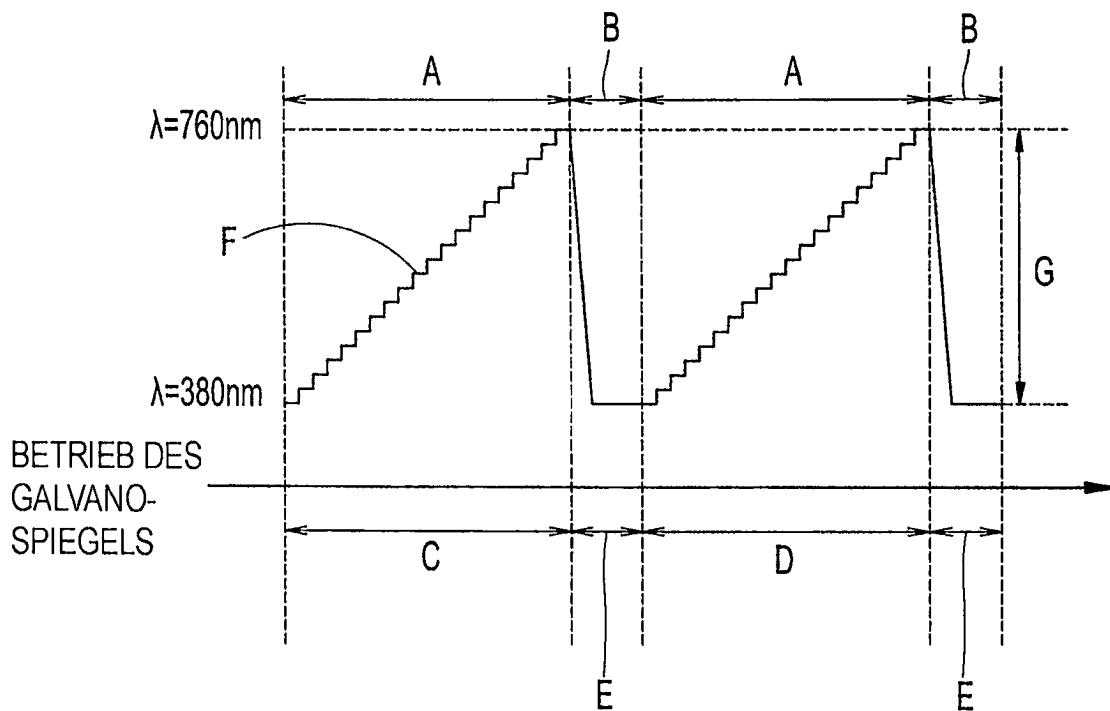


FIG. 3



- A: SPEKTRALDATEN-ERFASSUNGSZEIT
- B: SPEKTRALDATEN-ERFASSUNGSFREIE ZEIT
- C: FESTER REFLEXIONSWINKEL (ERSTE BESTRAHLUNGSPPOSITION)
- D: FESTER REFLEXIONSWINKEL (ZWEITE BESTRAHLUNGSPPOSITION)
- E: REFLEXIONSWINKEL VERÄNDERT
- F: WELLENLÄNGENÄNDERUNG
- G: SICHTBARER BEREICH