

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-58493

(P2019-58493A)

(43) 公開日 平成31年4月18日(2019.4.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 F 9/008 (2006.01)	A 6 1 F 9/008 1 3 O	
	A 6 1 F 9/008 1 1 O	
	A 6 1 F 9/008 1 5 2	
	A 6 1 F 9/008 1 2 O E	

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2017-186711 (P2017-186711)	(71) 出願人	000220343
(22) 出願日	平成29年9月27日 (2017. 9. 27)		株式会社トプコン
			東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号
		(74) 代理人	100124626
			弁理士 榎並 智和
		(72) 発明者	大八木 済
			東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社
			トプコン内
		(72) 発明者	犬塚 尚樹
			東京都板橋区蓮沼町 7 5 番 1 号 株式会社
			トプコン内

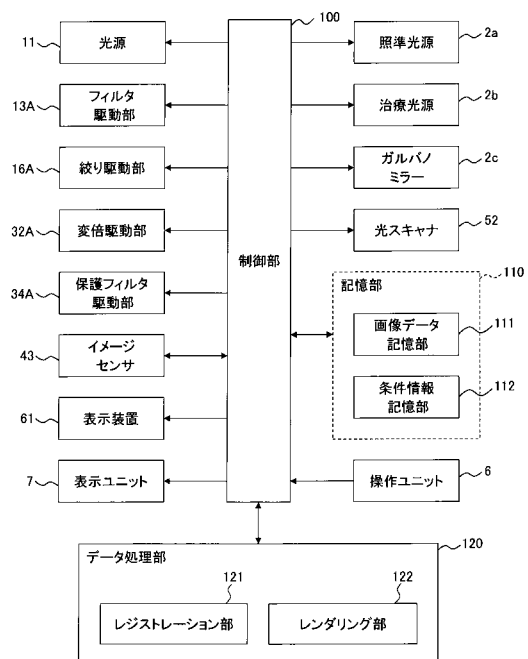
(54) 【発明の名称】 レーザ治療装置、眼科情報処理装置、及び眼科システム

(57) 【要約】

【課題】眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図る。

【解決手段】実施形態に係るレーザ治療装置は、患者眼のレーザ治療を行うために使用され、画像データ記憶部と、条件情報記憶部と、表示制御部とを含む。画像データ記憶部は、光コヒーレンストモグラフィ (OCT) 血管造影を患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む患者眼の画像データを記憶する。条件情報記憶部は、患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する。表示制御部は、血管造影画像データに基づく血管造影画像と条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者眼のレーザ治療を行うためのレーザ治療装置であって、
光コヒーレンストモグラフィ（OCT）血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する画像データ記憶部と、
前記患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する条件情報記憶部と、
前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる表示制御部と
を含むレーザ治療装置。

【請求項 2】

前記患者眼に照明光を投射する照明光学系と、
前記照明光が投射されている前記患者眼を観察するための観察光学系と
を更に含む
ことを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 3】

前記観察光学系は、
接眼レンズと、
前記患者眼に投射された前記照明光の戻り光を前記接眼レンズに導く第 1 光学系と
を含み、
前記表示装置から出射された光の光路と前記第 1 光学系が形成する光路とを結合する光
路結合部材を更に含む
ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 4】

前記第 1 光学系が形成する前記光路からの分岐光路を形成する光路分岐部材と、
前記分岐光路に配置された第 1 撮像装置と、
前記第 1 撮像装置により取得された画像データと前記画像データ記憶部に記憶された前
記画像データとの間のレジストレーションを行う第 1 レジストレーション部と
を含み、
前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて前記血管造影画像の表示
位置を決定する
ことを特徴とする請求項 3 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 5】

前記条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる前記眼底の位置を表す治療目
標位置情報を含み、
前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記治療目標位置情報
が表す位置を示す治療目標位置画像の表示位置を決定する
ことを特徴とする請求項 4 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 6】

前記観察光学系は、
第 2 撮像装置と、
前記患者眼に投射された前記照明光の戻り光を前記第 2 撮像装置に導く第 2 光学系と
を含み、
前記表示制御部は、前記血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報と
前記第 2 撮像装置により取得された画像データに基づく観察画像とを前記表示装置に表示
させる
ことを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 7】

前記第 2 撮像装置により取得された画像データと前記画像データ記憶部に記憶された前
記画像データとの間のレジストレーションを行う第 2 レジストレーション部を含み、
前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記血管造影画像と前

10

20

30

40

50

記観察画像との間の相対位置を決定する

ことを特徴とする請求項 6 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 8】

前記条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる前記眼底の位置を表す治療目標位置情報を含み、

前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像と前記観察画像との間の相対位置を決定する

ことを特徴とする請求項 7 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 9】

前記血管造影画像データは、前記眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含み、

前記 3 次元血管造影画像データをレンダリングして正面血管造影画像を形成するレンダリング部を更に含み、

前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成された前記正面血管造影画像を前記血管造影画像として表示させる

ことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載のレーザ治療装置。

【請求項 10】

前記条件情報は、治療用レーザ光の波長を表す波長情報、及び、レーザ治療の目標となる前記眼底の深さ領域を表す深さ領域情報の少なくとも一方を含み、

前記レンダリング部は、前記波長情報及び前記深さ領域情報の少なくとも一方に基づいて前記 3 次元血管造影画像データの 3 次元部分データを抽出し、前記 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像を形成する

ことを特徴とする請求項 9 に記載のレーザ治療装置。

【請求項 11】

前記眼底に OCT 血管造影を適用してデータを収集するデータ収集部と、

前記データ収集部により収集された前記データを処理して血管造影画像データを形成するデータ処理部と

を更に含み、

前記画像データ記憶部は、前記データ処理部により形成された前記血管造影画像データを記憶する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のレーザ治療装置。

【請求項 12】

患者眼のレーザ治療に関する情報を処理する眼科情報処理装置であって、

光コヒーレンストモグラフィ (OCT) 血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する画像データ記憶部と、

前記患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する条件情報記憶部と、

前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる表示制御部と

を含む眼科情報処理装置。

【請求項 13】

前記血管造影画像データは、前記眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含み、

操作部と、

前記 3 次元血管造影画像データをレンダリングするレンダリング部と

を更に含み、

前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成されたレンダリング画像を前記血管造影画像として表示させ、

前記操作部は、レーザ治療の目標となる前記眼底の位置を前記レンダリング画像に基づき設定するために用いられ、

前記操作部を用いて設定された前記眼底の位置を表す治療目標位置情報を生成する条件

10

20

30

40

50

情報生成部を更に含み、

前記条件情報記憶部は、前記条件情報生成部により生成された前記治療目標位置情報を前記条件情報として記憶する

ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の眼科情報処理装置。

【請求項 1 4】

前記レンダリング部は、前記 3 次元血管造影画像データの 3 次元部分データを抽出し、前記 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像を形成し、

前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成された前記正面血管造影画像を前記レンダリング画像として表示させ、

前記条件情報生成部は、レーザ治療の目標となる前記眼底の位置が前記正面血管造影画像に基づき設定されたとき、前記正面血管造影画像に対応する前記眼底の深さ領域に基づいて、前記深さ領域を表す深さ領域情報、及び、治療用レーザ光の波長を表す波長情報の少なくとも一方を生成し、

前記条件情報記憶部は、前記深さ領域情報及び前記波長情報の少なくとも一方を前記条件情報として記憶する

ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の眼科情報処理装置。

【請求項 1 5】

前記画像データ記憶部は、前記レンダリング部により形成された画像データを記憶することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載の眼科情報処理装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 ~ 1 5 のいずれかに記載の眼科情報処理装置と、

患者眼のレーザ治療を行うためのレーザ治療装置と

を含み、

前記レーザ治療装置は、

前記眼科情報処理装置の前記条件情報記憶部に記憶された前記条件情報の少なくとも一部を受け付ける受付部と、

光コヒーレンストモグラフィ (OCT) 血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する第 1 記憶部と、

前記受付部により受け付けられた条件情報を記憶する第 2 記憶部と、

前記第 1 記憶部に記憶された前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記第 2 記憶部に記憶された前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる制御部と

を含む眼科システム。

【請求項 1 7】

前記受付部は、前記眼科情報処理装置の前記画像データ記憶部に記憶された前記画像データの少なくとも一部を受け付け、

前記第 1 記憶部は、前記受付部により受け付けられた画像データを記憶する

ことを特徴とする請求項 1 6 に記載の眼科システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科分野で用いられるレーザ治療装置、眼科情報処理装置、及び、眼科システムに関する。

【背景技術】

【0002】

眼科分野において、網膜、虹彩、隅角、水晶体等に対するレーザ治療が行われている。例えば、所定パターン (複数のスポットの配列) の照準光を用いて治療部位に照準を合わせた後、その治療部位に所定パターンのレーザ光を照射するよう構成されたものが知られている (例えば、特許文献 1 - 5 を参照)。また、レーザ照射による外傷 (エンドポイント) の程度を制御するための技術も知られている (例えば、特許文献 5 を参照)。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

一般に、眼科レーザ治療においては様々な情報が参照される。例えば、術前プランニングにおいて、治療部位、レーザの波長・パワー・照射時間などに関する治療計画を作成するために、患者眼の画像や検査結果が参照される。

【 0 0 0 4 】

レーザ治療時には、患者眼の観察画像とともに各種の情報が術者（医師）に提示される。提示される情報としては、患者情報、治療計画に基づく情報、ガイダンス、測定情報（測定軸、距離、面積、目盛、グリッド、照明領域の径、スリット幅、フィルタなど）、患者眼の術前の画像、照準光のパターン、治療光の条件（パワー、スポットサイズ、間隔など）がある（例えば、特許文献 6 を参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特許第 5 1 6 6 4 5 4 号

【 特許文献 2 】 特許第 5 1 9 2 3 8 3 号

【 特許文献 3 】 特許第 5 6 0 3 7 7 4 号

【 特許文献 4 】 特許第 5 9 5 6 8 8 3 号

【 特許文献 5 】 特許第 6 0 6 7 7 2 4 号

【 特許文献 6 】 特開 2 0 1 7 - 5 0 0 1 0 8 号 公 報

【 発明の概要 】

20

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

実施形態の第 1 の態様は、患者眼のレーザ治療を行うためのレーザ治療装置であって、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する画像データ記憶部と、前記患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する条件情報記憶部と、前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる表示制御部とを含む。

30

実施形態の第 2 の態様は、第 1 の態様のレーザ治療装置であって、前記患者眼に照明光を投射する照明光学系と、前記照明光が投射されている前記患者眼を観察するための観察光学系とを更に含むことを特徴とする。

実施形態の第 3 の態様は、第 2 の態様のレーザ治療装置であって、前記観察光学系は、接眼レンズと、前記患者眼に投射された前記照明光の戻り光を前記接眼レンズに導く第 1 光学系とを含み、前記表示装置から出射された光の光路と前記第 1 光学系が形成する光路とを結合する光路結合部材を更に含むことを特徴とする。

実施形態の第 4 の態様は、第 3 の態様のレーザ治療装置であって、前記第 1 光学系が形成する前記光路からの分岐光路を形成する光路分岐部材と、前記分岐光路に配置された第 1 撮像装置と、前記第 1 撮像装置により取得された画像データと前記画像データ記憶部に記憶された前記画像データとの間のレジストレーションを行う第 1 レジストレーション部とを含み、前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて前記血管造影画像の表示位置を決定することを特徴とする。

40

実施形態の第 5 の態様は、第 4 の態様のレーザ治療装置であって、前記条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる前記眼底の位置を表す治療目標位置情報を含み、前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像の表示位置を決定することを特徴とする。

実施形態の第 6 の態様は、第 2 の態様のレーザ治療装置であって、前記観察光学系は、第 2 撮像装置と、前記患者眼に投射された前記照明光の戻り光を前記第 2 撮像装置に導く

50

第 2 光学系とを含み、前記表示制御部は、前記血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報と前記第 2 撮像装置により取得された画像データに基づく観察画像とを前記表示装置に表示させることを特徴とする。

実施形態の第 7 の態様は、第 6 の態様のレーザ治療装置であって、前記第 2 撮像装置により取得された画像データと前記画像データ記憶部に記憶された前記画像データとの間のレジストレーションを行う第 2 レジストレーション部を含み、前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記血管造影画像と前記観察画像との間の相対位置を決定することを特徴とする。

実施形態の第 8 の態様は第 7 の態様のレーザ治療装置であって、前記条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる前記眼底の位置を表す治療目標位置情報を含み、前記表示制御部は、前記レジストレーションの結果に基づいて、前記治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像と前記観察画像との間の相対位置を決定することを特徴とする。

実施形態の第 9 の態様は、第 1 ~ 第 8 の態様のいずれかのレーザ治療装置であって、前記血管造影画像データは、前記眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含み、前記 3 次元血管造影画像データをレンダリングして正面血管造影画像を形成するレンダリング部を更に含み、前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成された前記正面血管造影画像を前記血管造影画像として表示させることを特徴とする。

実施形態の第 10 の態様は、第 9 の態様のレーザ治療装置であって、前記条件情報は、治療用レーザ光の波長を表す波長情報、及び、レーザ治療の目標となる前記眼底の深さ領域を表す深さ領域情報の少なくとも一方を含み、前記レンダリング部は、前記波長情報及び前記深さ領域情報の少なくとも一方に基づいて前記 3 次元血管造影画像データの 3 次元部分データを抽出し、前記 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像を形成することを特徴とする。

実施形態の第 11 の態様は、第 1 ~ 第 10 の態様のいずれかのレーザ治療装置であって、前記眼底に OCT 血管造影を適用してデータを収集するデータ収集部と、前記データ収集部により収集された前記データを処理して血管造影画像データを形成するデータ処理部とを更に含み、前記画像データ記憶部は、前記データ処理部により形成された前記血管造影画像データを記憶することを特徴とする。

実施形態の第 12 の態様は、患者眼のレーザ治療に関する情報を処理する眼科情報処理装置であって、光コヒーレンストモグラフィ (OCT) 血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する画像データ記憶部と、前記患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する条件情報記憶部と、前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる表示制御部とを含む。

実施形態の第 13 の態様は、第 12 の態様の眼科情報処理装置であって、前記血管造影画像データは、前記眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含み、操作部と、前記 3 次元血管造影画像データをレンダリングするレンダリング部とを更に含み、前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成されたレンダリング画像を前記血管造影画像として表示させ、前記操作部は、レーザ治療の目標となる前記眼底の位置を前記レンダリング画像に基づき設定するために用いられ、前記操作部を用いて設定された前記眼底の位置を表す治療目標位置情報を生成する条件情報生成部を更に含み、前記条件情報記憶部は、前記条件情報生成部により生成された前記治療目標位置情報を前記条件情報として記憶することを特徴とする。

実施形態の第 14 の態様は、第 13 の態様の眼科情報処理装置であって、前記レンダリング部は、前記 3 次元血管造影画像データの 3 次元部分データを抽出し、前記 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像を形成し、前記表示制御部は、前記レンダリング部により形成された前記正面血管造影画像を前記レンダリング画像として表示させ、前記条件情報生成部は、レーザ治療の目標となる前記眼底の位置が前記正面血管造影画像

10

20

30

40

50

に基づき設定されたとき、前記正面血管造影画像に対応する前記眼底の深さ領域に基づいて、前記深さ領域を表す深さ領域情報、及び、治療用レーザ光の波長を表す波長情報の少なくとも一方を生成し、前記条件情報記憶部は、前記深さ領域情報及び前記波長情報の少なくとも一方を前記条件情報として記憶することを特徴とする。

実施形態の第 15 の態様は、第 13 又は第 14 の態様の眼科情報処理装置であって、前記画像データ記憶部は、前記レンダリング部により形成された画像データを記憶することを特徴とする。

実施形態の第 16 の態様は、第 12 ~ 第 15 の態様のいずれかの眼科情報処理装置と、患者眼のレーザ治療を行うためのレーザ治療装置とを含み、前記レーザ治療装置は、前記眼科情報処理装置の前記条件情報記憶部に記憶された前記条件情報の少なくとも一部を受け付ける受付部と、光コヒーレンストモグラフィ (OCT) 血管造影を前記患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む前記患者眼の画像データを記憶する第 1 記憶部と、前記受付部により受け付けられた条件情報を記憶する第 2 記憶部と、前記第 1 記憶部に記憶された前記血管造影画像データに基づく血管造影画像と前記第 2 記憶部に記憶された前記条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置に表示させる制御部とを含む眼科システムである。

実施形態の第 17 の態様は、第 16 の態様の眼科システムであって、前記受付部は、前記眼科情報処理装置の前記画像データ記憶部に記憶された前記画像データの少なくとも一部を受け付け、前記第 1 記憶部は、前記受付部により受け付けられた画像データを記憶することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

実施形態によれば、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 2】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 3】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 4】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 5】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 6】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 7】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 8】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 9】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 10】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 11】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 12】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 13】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 14 A】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略図である。

【図 14 B】例示的な実施形態に係るレーザ治療装置の動作の一例を説明するための概略

10

20

30

40

50

図である。

【図 1 5】例示的な実施形態に係る眼科情報処理装置の構成の一例を示す概略図である。

【図 1 6】例示的な実施形態に係る眼科システムの構成の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

例示的な実施形態に係るレーザ治療装置、眼科情報処理装置、及び眼科システムについて、図面を参照しながら詳細に説明する。以下の実施形態において、上記の特許文献に開示された技術を任意に援用することが可能である。また、以下に説明する実施形態及び変形例のうちのいずれか 2 以上を組み合わせることが可能である。

【0011】

10

第 1 の実施形態

[構成]

本実施形態に係るレーザ治療装置 1 の構成の一例を図 1 に示す。レーザ治療装置 1 は、患者の眼（患者眼 E）にレーザ治療を施すために使用される。レーザ治療は、患者眼 E の眼底 E f や隅角に対して施される。隅角は、角膜 E c と虹彩 E i とが接触している部位である。図 1 に示す符号 E l は水晶体を表す。

【0012】

レーザ治療装置 1 は、光源ユニット 2 と、スリットランプ顕微鏡 3 と、光ファイバ 4 と、処理ユニット 5 と、操作ユニット 6 と、表示ユニット 7 とを備える。なお、スリットランプ顕微鏡 3 に代えて、手術用顕微鏡や、倒像鏡や、眼内挿入タイプの観察装置などを用いてレーザ治療を実施するようにしてもよい。

20

【0013】

光源ユニット 2 とスリットランプ顕微鏡 3 は、光ファイバ 4 を介して光学的に接続されている。光ファイバ 4 は、1 つ以上の導光路を有する。光源ユニット 2 と処理ユニット 5 は、信号を伝送可能に接続されている。スリットランプ顕微鏡 3 と処理ユニット 5 は、信号を伝送可能に接続されている。操作ユニット 6 と処理ユニット 5 は、信号を伝送可能に接続されている。表示ユニット 7 と処理ユニット 5 は、信号を伝送可能に接続されている。信号の伝送形態は有線でも無線でもよい。

【0014】

処理ユニット 5 は、ハードウェアとソフトウェアとの協働によって動作するコンピュータを含む。このハードウェアは、プロセッサと記憶装置とを含む。処理ユニット 5 が実行する処理については後述する。

30

【0015】

本明細書において「プロセッサ」は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、プログラマブル論理デバイス（例えば、SPLD (Simple Programmable Logic Device)、CPLD (Complex Programmable Logic Device)、FPGA (Field Programmable Gate Array)）等の回路を意味する。プロセッサは、例えば、記憶装置に格納されているプログラムを読み出し実行することで、実施形態に係る機能を実現する。

40

【0016】

(光源ユニット 2)

光源ユニット 2 は、患者眼 E に照射される光を発生する。光源ユニット 2 は、照準光源 2 a と、治療光源 2 b と、ガルバノミラー 2 c と、遮光板 2 d とを含む。なお、これら以外の部材が光源ユニット 2 に設けられていてもよい。例えば、光ファイバ 4 の直前位置に、光源ユニット 2 により発生された光を光ファイバ 4 の端面に入射させる光学素子（レンズ等）を設けることができる。

【0017】

50

(照準光源 2 a)

照準光源 2 a は、レーザ治療が施される部位に照準を合わせるための照準光 L A を発生する。照準光 L A は、エイミング光などとも呼ばれる。照準光 L A は、ガルバノミラー 2 c に導かれる。照準光源 2 a の動作は、処理ユニット 5 により制御される。照準光源 2 a は任意の種別の光源であってよい。

【 0 0 1 8 】

接眼レンズを介して患者眼 E を観察しつつ照準を合わせる構成が適用される場合、術者眼 E₀ によって認識可能な可視光を発する光源（レーザ光源、発光ダイオード等）が照準光源 2 a として用いられる。また、患者眼 E の撮影画像を観察しつつ照準を合わせる構成が適用される場合、撮影画像を取得するための撮像装置が感度を有する波長帯の光を発する光源（レーザ光源、発光ダイオード等）が照準光源 2 a として用いられる。

10

【 0 0 1 9 】

(治療光源 2 b)

治療光源 2 b は、治療用レーザ光（治療光 L T）を発する。治療光 L T は、その用途に応じて可視レーザ光でも不可視レーザ光でもよい。また、治療光源 2 b は、異なる波長のレーザ光を発する単一のレーザ光源又は複数のレーザ光源を含んでいてよい。治療光 L T は、ガルバノミラー 2 c に導かれる。治療光源 2 b の動作は、処理ユニット 5 により制御される。治療光源 2 b は任意の種別のレーザ光源であってよい。

【 0 0 2 0 】

(ガルバノミラー 2 c)

20

ガルバノミラー 2 c は、反射面を有するミラーと、ミラーの向き（反射面の向き）を変更するアクチュエータとを含む。照準光 L A と治療光 L T は、ガルバノミラー 2 c の反射面の同じ位置に到達するようになっている。なお、照準光 L A と治療光 L T をまとめて「照射光」と呼ぶことがある。

【 0 0 2 1 】

ガルバノミラー 2 c（の反射面）の向きは、少なくとも、照射光を光ファイバ 4 に向けて反射させる向き（照射用向き）と、照射光を遮光板 2 d に向けて反射させる向き（停止用向き）とに切り替えられる。光ファイバ 4 に 2 以上の導光路が設けられている場合、予め選択された導光路に照射光を入射させるようにガルバノミラー 2 c の向きが制御される。ガルバノミラー 2 c の動作は、処理ユニット 5 により制御される。

30

【 0 0 2 2 】

(遮光板 2 d)

ガルバノミラー 2 c が停止用向きに配置されているとき、照射光は遮光板 2 d に到達する。遮光板 2 d は、例えば照射光を吸収する材質及び / 又は形態からなる部材であり、遮光作用を有する。

【 0 0 2 3 】

例示的な実施形態において、照準光源 2 a と治療光源 2 b のそれぞれは、連続光を発生する。この場合、ガルバノミラー 2 c を照射用向きに配置させることで、照射光を患者眼 E に照射させる。また、ガルバノミラー 2 c を停止用向きに配置させることで、患者眼 E に対する照射光の照射を停止させる。

40

【 0 0 2 4 】

他の例示的な実施形態において、照準光源 2 a 及び / 又は治療光源 2 b は、断続的に光を発生可能に構成されていてよい。すなわち、照準光源 2 a 及び / 又は治療光源 2 b は、パルス光を発生可能に構成されていてよい。この場合、処理ユニット 5 は、照準光源 2 a 及び / 又は治療光源 2 b のパルス制御を実行する。このような構成が適用される場合には、ガルバノミラー 2 c 及び遮光板 2 d が設けられていなくてよい。

【 0 0 2 5 】

(スリットランプ顕微鏡 3)

スリットランプ顕微鏡 3 は、患者眼 E の前眼部及び眼底 E f の観察に用いられる眼科装置である。より詳しく説明すると、スリットランプ顕微鏡 3 は、患者眼 E をスリット光で

50

照明し、その照明野の拡大像を観察するための眼科装置である。ここで、「観察」は、患者眼 E からの戻り光を接眼レンズを介して観察する場合と、患者眼 E からの戻り光を撮像装置で検出して得られた撮影画像を観察する場合との少なくとも一方を含む。

【0026】

スリットランプ顕微鏡 3 は、照明部 3 a と、観察部 3 b と、接眼部 3 c と、レーザ照射部 3 d とを含む。照明部 3 a には、図 2 に示す照明系 1 0 が設けられている。観察部 3 b と接眼部 3 c には観察系 3 0 が設けられている。観察部 3 b には更に撮影系 4 0 が設けられている。接眼部 3 c には、表示系 6 0 が設けられている。レーザ照射部 3 d にはレーザ照射系 5 0 が設けられている。なお、照明系 1 0、観察系 3 0、撮影系 4 0、照射系 5 0、及び表示系 6 0 のそれぞれの配置は、本例に限定されない。

10

【0027】

(スリットランプ顕微鏡 3 の光学系)

スリットランプ顕微鏡 3 に設けられた光学系について図 2 を参照しつつ説明する。患者眼 E には、眼底 E f や隅角のレーザ治療に用いられるコンタクトレンズ C L が当接される。スリットランプ顕微鏡 3 は、照明系 1 0 と、観察系 3 0 と、撮影系 4 0 と、レーザ照射系 5 0 と、表示系 6 0 とを含む。

【0028】

(照明系 1 0)

照明系 1 0 は、患者眼 E を観察するための照明光を出力する。照明部 3 a は、照明系 1 0 の光軸 (照明光軸) 1 0 a の向きを変更するための機構を含む。それにより、患者眼 E の照明方向を任意に変更することができる。

20

【0029】

照明系 1 0 は、光源 1 1 と、集光レンズ 1 2 と、フィルタ 1 3、1 4 及び 1 5 と、スリット絞り 1 6 と、結像レンズ 1 7、1 8 及び 1 9 と、偏向部材 2 0 とを含む。

【0030】

光源 1 1 は照明光を出力する。照明系 1 0 に複数の光源を設けてもよい。例えば、定常光を出力する光源 (ハロゲンランプ、LED 等) と、フラッシュ光を出力する光源 (キセノンランプ、LED 等) の双方を光源 1 1 として設けることができる。また、前眼部観察用の光源と眼底観察用の光源とを別々に設けてもよい。集光レンズ 1 2 は、光源 1 1 から出力された光を集めるレンズ (系) である。光源 1 1 の動作は、処理ユニット 5 により制御される。

30

【0031】

フィルタ 1 3 ~ 1 5 は、それぞれ、照明光の特定の成分を除去又は弱める作用を持つ光学素子である。フィルタ 1 3 ~ 1 5 としては、例えば、ブルーフィルタ、無赤色フィルタ、減光フィルタ、防熱フィルタ、角膜蛍光フィルタ、色温度変換フィルタ、演色性変換フィルタ、紫外線カットフィルタ、赤外線カットフィルタなどがある。各フィルタ 1 3 ~ 1 5 は、照明系 1 0 が形成する光路 (照明光路) に対して挿脱される。各フィルタ 1 3 ~ 1 5 の挿脱動作は、処理ユニット 5 により制御される。

【0032】

スリット絞り 1 6 は、スリット状の光 (スリット光) を生成するためのスリットを形成する。スリット絞り 1 6 は、一対のスリット刃を含む。これらスリット刃の間隔を変更することによりスリット幅が変更される。また、一対のスリット刃を一体的に回転させることによりスリットの向きが変更される。このときの回転中心は照明光軸 1 0 a である。スリット幅を変更する動作やスリットの向きを変更する動作は、処理ユニット 5 によって制御される。

40

【0033】

スリット絞り 1 6 とは異なる構成の絞り部材を照明系 1 0 に設けてもよい。そのような絞り部材の例として、照明光の光量を変更するための照明絞りや、照明野のサイズを変更するための照明野絞りがある。また、液晶シャッタなどのデバイスを利用して照明光の光量や照明野のサイズを変更するように構成してもよい。これら部材やデバイスの動作は、

50

処理ユニット 5 により制御される。

【 0 0 3 4 】

結像レンズ 1 7、1 8 及び 1 9 は、照明光（典型的にはスリット光）の像を形成するためのレンズ系である。偏向部材 2 0 は、結像レンズ 1 7、1 8 及び 1 9 を経由した照明光を偏向して患者眼 E に投射させる。偏向部材 2 0 としては、例えば反射ミラー又は反射プリズムが適用される。

【 0 0 3 5 】

上記以外の部材が照明系 1 0 に設けられていてもよい。例えば、偏向部材 2 0 と患者眼 E との間に拡散板を設けることができる。拡散板は、患者眼 E に向かう照明光を拡散して照明野の明るさを一様にする。拡散板は、照明光路に対して挿脱される。照明系 1 0 は、患者眼 E に背景照明光を投射する背景光源を含んでいてよい。背景照明光は、照明光が投射される領域の周囲（背景領域）に投射される。

10

【 0 0 3 6 】

（観察系 3 0）

観察系 3 0 は、患者眼 E に投射された照明光の戻り光を術者眼 E₀ に案内する光学系を含む。観察系 3 0 は、左右両眼での観察を可能とする左右一对の光学系を含む。左右の光学系は実質的に同一の構成を有する。図 2 には一方の光学系のみが示されている。

【 0 0 3 7 】

観察部 3 b は、観察系 3 0 の光軸（観察光軸）3 0 a の向きを変更するための機構を含む。それにより、患者眼 E の観察方向を任意に変更することができる。

20

【 0 0 3 8 】

観察系 3 0 は、対物レンズ 3 1 と、変倍レンズ 3 2 及び 3 3 と、保護フィルタ 3 4 と、結像レンズ 3 5 と、間隔変更部 3 6 と、視野絞り 3 7 と、接眼レンズ 3 8 とを含む。

【 0 0 3 9 】

対物レンズ 3 1 は、患者眼 E に対向して配置される。変倍レンズ 3 2 及び 3 3 は、変倍光学系（ズームレンズ系）として機能する。変倍レンズ 3 2 及び 3 3 は、観察光軸 3 0 a に沿って相対的に移動される。変倍光学系の他の例は、観察系 3 0 が形成する光路（観察光路）に対して選択的に挿入可能な複数の変倍レンズ群を含む。これら変倍レンズ群は、それぞれ異なる倍率（観察倍率、撮影倍率）に対応する。

【 0 0 4 0 】

保護フィルタ 3 4 は、治療光 L T を遮蔽するフィルタである。それにより、術者眼 E₀ をレーザ光から保護することができる。保護フィルタ 3 4 は、例えば、レーザ治療（又はレーザ出力）の開始トリガに対応して観察光路に挿入される。保護フィルタ 3 4 の挿脱は、処理ユニット 5 により制御される。保護フィルタ 3 4 の代わりに、又は、保護フィルタ 3 4 に加えて、見かけ上の色味の変化を減少させる多層膜構造のフィルタが設けられていてもよい。多層膜フィルタは、典型的には、常に観察光路に配置されている。

30

【 0 0 4 1 】

結像レンズ 3 5 は、患者眼 E の像を形成するレンズ（系）である。間隔変更部 3 6 は、左右の光軸の間の距離を変更する。それにより、左光学系（少なくとも、左眼用の接眼レンズ 3 8）と右光学系（少なくとも、右眼用接眼レンズ 3 8）との間隔を、術者の眼幅に合わせて調整することができる。間隔変更部 3 6 は、プリズム 3 6 a 及び 3 6 b を含む。接眼レンズ 3 8 は間隔変更部 3 6 と一体的に移動する。間隔変更部 3 6 と接眼レンズ 3 8 は接眼部 3 c に格納されている。

40

【 0 0 4 2 】

（撮影系 4 0）

撮影系 4 0 は、患者眼 E を撮影するための光学系を含む。撮影系 4 0 は、ビームスプリッタ 4 1 と、結像レンズ 4 2 と、イメージセンサ 4 3 とを含む。撮影系 4 0 の光路は、観察系 3 0 の光路から分岐している。

【 0 0 4 3 】

ビームスプリッタ 4 1 は、結像レンズ 3 5 と間隔変更部 3 6 との間に配置されており、

50

観察光路からの分岐光路を形成する。ビームスプリッタ 4 1 は、例えばハーフミラーである。ビームスプリッタ 4 1 により形成される分岐光路に結像レンズ 4 2 とイメージセンサ 4 3 とが配置されている。

【 0 0 4 4 】

結像レンズ 4 2 は、患者眼 E の像をイメージセンサ 4 3 上に形成するレンズ（系）である。イメージセンサ 4 3 は、例えば、CCD や CMOS 等の撮像素子を含むエリアセンサである。イメージセンサ 4 3 から出力される信号（画像信号、映像信号）は、処理ユニット 5 に送られる。

【 0 0 4 5 】

撮影系 4 0 は、観察系 3 0 における左右の光学系の一方又は双方に設けられている。左右の光学系の双方に撮影系 4 0 が設けられる場合、患者眼 E の立体画像（ステレオ画像）を取得することができる。

10

【 0 0 4 6 】

（レーザ照射系 5 0 ）

レーザ照射系 5 0 は、光源ユニット 2 から光ファイバ 4 を介してスリットランプ顕微鏡 3 に伝送された照射光を患者眼 E に導く光学系を含む。レーザ照射系 5 0 は、コリメータレンズ 5 1 と、光スキャナ 5 2 と、ミラー 5 3 と、リレーレンズ 5 4 及び 5 5 と、ミラー 5 6 と、コリメータレンズ 5 7 と、偏向部材 5 8 とを含む。

【 0 0 4 7 】

コリメータレンズ 5 1 は、光ファイバ 4 から出射された照射光を平行光束にする。光スキャナ 5 2 は、照射光を 2 次元的に偏向する。光スキャナ 5 2 は、例えば、1 つの 2 次元光スキャナ又は 2 つの 1 次元光スキャナを含む。光スキャナ 5 2 は、ガルバノスキャナ、MEMS 光スキャナなど、任意の種類の光スキャナを含む。光スキャナ 5 2 の動作は、処理ユニット 5 により制御される。

20

【 0 0 4 8 】

ミラー 5 3 は、光スキャナ 5 2 を経由した照射光を反射して、その進行方向を変える。リレーレンズ 5 4 及び 5 5 は、ミラー 5 3 により反射された照射光をリレーする。ミラー 5 6 は、リレーレンズ 5 4 及び 5 5 を経由した照射光を反射して、その進行方向を変える。コリメータレンズ 5 7 は、リレーレンズ 5 4 及び 5 5 を経由した照射光を平行光束にする。偏向部材 5 8 は、対物レンズ 3 1 の後方に配置され、コリメータレンズ 5 7 を経由した照射光を偏向し、対物レンズ 3 1 を介して患者眼 E に照射させる。

30

【 0 0 4 9 】

（表示系 6 0 ）

表示系 6 0 は、術者に情報を提示するための光学系を含む。表示系 6 0 は、表示装置 6 1 と、レンズ 6 2 と、ビームスプリッタ 6 3 とを含む。

【 0 0 5 0 】

表示装置 6 1 は、例えば、液晶ディスプレイ（LCD）、有機発光ダイオード（OLED）ディスプレイ、マイクロディスプレイ（マイクロディスプレイプロジェクタ）など、任意の種類の表示デバイスを含む。表示装置 6 1 の動作は、処理ユニット 5 により制御される。

40

【 0 0 5 1 】

レンズ 6 2 は、表示装置 6 1 から出力された光を集光してビームスプリッタ 6 3 に導く。ビームスプリッタ 6 3 は、間隔変更部 3 6 と接眼レンズ 3 8 との間に配置されており、表示装置 6 1 から出射された光の光路を観察光路に結合する。ビームスプリッタ 4 1 は、例えばハーフミラーである。

【 0 0 5 2 】

表示装置 6 1 から出射された光は、レンズ 6 2 により集光され、ビームスプリッタ 6 3 により反射され、接眼レンズ 3 8 を介して術者眼 E₀ に入射する。

【 0 0 5 3 】

（コンタクトレンズ CL ）

50

眼底 E f や隅角のレーザ治療を行う場合、角膜 E c にコンタクトレンズ C L が当接される。様々な種類のレーザ治療を行うために、倍率や形状が異なる複数のコンタクトレンズが準備されている。ユーザは、治療種別や治療部位や患者眼 E の状態などに応じてコンタクトレンズを選択する。

【0054】

(操作ユニット6、表示ユニット7)

操作ユニット6及び表示ユニット7は、レーザ治療装置1のユーザインターフェイス(マンマシンインターフェイス)として機能する。ユーザインターフェイスは、他の要素を含んでいてもよい。例えば、ユーザインターフェイスは、音声出力装置、音声入力装置、各種センサなどを含んでいてよい。

10

【0055】

操作ユニット6は、レーザ治療装置1に対する指示入力や情報入力に用いられる。操作ユニット6は、各種ハードウェアキー及び/又は各種ソフトウェアキーを含む。ハードウェアキーの例として、スリットランプ顕微鏡3に設けられたボタン・ハンドル・ノブや、スリットランプ顕微鏡3に接続されたコンピュータ(処理ユニット5等)に設けられたキーボード・ポインティングデバイス(マウス・トラックボール等)や、フットスイッチ・操作パネルなどがある。ソフトウェアキーは、例えば、表示ユニット7などの表示デバイスに表示されるグラフィカルユーザインターフェイス(GUI)に設けられている。

【0056】

表示ユニット7は、例えばフラットパネルディスプレイを含む。操作ユニット6の少なくとも一部と表示ユニット7の少なくとも一部とを一体的に構成することが可能である。タッチパネルディスプレイはその一例である。

20

【0057】

[照射条件]

レーザ治療装置1は、事前に指定されたパターンに応じて照射光を患者眼Eに適用することができる。照射光の投影像をスポットと呼ぶ。照射光には様々な条件(照射条件)がある。例示的な照射条件として、複数のスポットの配列パターン(配列条件)、配列パターンのサイズ(配列サイズ条件)、配列パターンの向き(配列方向条件)、スポットのサイズ(スポットサイズ条件)、スポットの間隔(スポット間隔条件)、照射光の強度(パワー条件)、照射光の波長(波長条件)、照射光が適用される時間の長さ(照射時間条件)などがある。処理ユニット5は、設定された照射条件にしたがってレーザ治療装置1(特に、レーザ照射系50、光源ユニット2など)の動作を制御する。

30

【0058】

[処理系]

レーザ治療装置1の処理系について、図3を参照しながら説明する。ここで、図3は、レーザ治療装置1が実行する処理に関連する要素の一部のみを含む。

【0059】

レーザ治療装置1の処理系は、制御部100と、記憶部110と、データ処理部120とを含む。制御部100、記憶部110、及びデータ処理部120は、例えば、処理ユニット5に設けられている。

40

【0060】

(制御部100)

制御部100は、レーザ治療装置1の各要素を制御する。例えば、制御部100は、光源ユニット2の制御、表示ユニット7の制御、照明系10の制御、観察系30の制御、レーザ照射系50の制御、表示系60の制御などを行う。制御部100は、少なくとも図3に示す要素を制御する。例えば、制御部100は、前述した照射条件に基づく制御や、各種情報を表示装置61に表示させる制御を実行する。

【0061】

光源ユニット2の制御として、制御部100は、照準光源2aの制御、治療光源2bの制御、ガルバノミラー2cの制御などを行う。照準光源2a及び治療光源2bの制御は、

50

照射光の出力のオン／オフ、照射光の出力強度（出力パワー）の制御などを含む。また、1つ以上の治療光源2bにより複数種別の治療光LTを出力可能な構成が適用される場合、制御部100は、治療光LTを選択的に出力させるように治療光源2bを制御する。ガルバノミラー2cの制御は、ガルバノミラー2cの反射面の向きを変更する制御を含む。

【0062】

照明系10の制御として、制御部100は、光源11の制御、フィルタ13～15の制御、スリット絞り16の制御、その他の絞り部材の制御などを行う。光源11の制御は、照明光の出力のオン・オフ、照明光の出力強度（出力光量）の制御などを含む。フィルタ13～15の制御は、照明光軸10aに対してフィルタ13～15をそれぞれ挿脱する制御を含む。フィルタ13～15の制御は、フィルタ駆動部13Aを制御することにより行われる。スリット絞り16の制御は、一对のスリット刃の間隔を変更する制御と、一对のスリット刃を一体的に移動・回転させる制御とを含む。前者の制御は、スリット幅の変更制御に相当する。後者の制御は、スリット幅を一定に保った状態で照明光（スリット光）の照射位置を変更する制御に相当する。その他の絞り部材には、前述のように、照明光の光量を変更するための照明絞りや、照明野のサイズを変更するための照明野絞りがある。スリット絞り16、照明絞り、照明野絞りの制御は、絞り駆動部16Aを制御することによりそれぞれ行われる。

【0063】

観察系30の制御として、制御部100は、変倍レンズ32及び33の制御、保護フィルタ34の制御などを行う。変倍レンズ32及び33の制御は、変倍駆動部32Aを制御してこれらを観察光軸30aに沿って移動させる制御、或いは、異なる倍率の変倍レンズ群を観察光路に配置させる制御である。それにより、倍率（画角）が変更される。保護フィルタ34の制御は、保護フィルタ駆動部34Aを制御して、保護フィルタ34を観察光軸30aに対して挿脱する制御である。

【0064】

レーザ照射系50の制御として、制御部100は、光スキャナ52の制御などを行う。それにより、光源ユニット2から光ファイバ4を介して入射された照射光が2次元的に偏向される。制御部100は、予め設定された照射条件に基づいて光源ユニット2及び／又はレーザ照射系50を制御することができる。

【0065】

制御部100は、プロセッサ、RAM、ROM、ハードディスクドライブ等を含む。ハードディスクドライブには、制御プログラム等のコンピュータプログラムが予め記憶されている。制御部100の機能は、コンピュータプログラムと上記ハードウェアとが協働することによって実現される。また、制御部100は、外部装置と通信するための通信デバイスを含んでいてもよい。

【0066】

（記憶部110）

記憶部110は各種のデータやコンピュータプログラムを記憶する。記憶部110は、例えばRAM、ROM、ハードディスクドライブ等の記憶装置を含む。記憶部110は、画像データ記憶部111と、条件情報記憶部112とを含む。画像データ記憶部111と条件情報記憶部112は、同じ記憶装置に設定された異なる記憶領域であってもよいし、異なる記憶装置であってもよい。

【0067】

（画像データ記憶部111）

画像データ記憶部111は、患者眼Eの画像データを記憶する。特に、画像データ記憶部111には、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）血管造影を患者眼Eの眼底Efに適用して取得された画像データ（血管造影画像データ）が記憶される。

【0068】

OCT血管造影（OCT - Angiography）は、眼底にOCTを適用して収集された時系列データに基づいて、血管が強調された画像（血管造影画像、アンジオグラム

10

20

30

40

50

、モーションコントラスト画像)を構築する撮像モダリティである(例えば、特表2015-515894号公報を参照)。

【0069】

典型的には、患者眼Eの眼底Efの3次元領域に対してOCT血管造影が適用されて3次元血管造影画像データが取得され、この3次元血管造影画像データが画像データ記憶部111に格納される。画像データ記憶部111は、3次元血管造影画像データをレンダリングして構築された画像データ(プロジェクション画像データ、シャドウグラムデータ、多断面再構成(MPR)画像データ、ポリウムレンダリングデータ、サーフェスレンダリングデータなど)を記憶してもよい。

【0070】

眼底Efに対するOCT血管造影は、少なくともOCT機能を有する任意の眼科装置を用いて行われる。典型的には、レーザ治療の術前プランニングのためにOCT血管造影が行われる。術前プランニングでは、患者眼Eの検査結果や画像や解析結果や診断結果などに基づいて、レーザ治療(レーザ手術)の内容や条件が決定される。また、過去に実施されたレーザ治療の結果や、患者・患者眼の属性(性別、年齢、既往歴、治療歴等)や、標準データ・統計データなどを参照してもよい。

【0071】

術前プランニングで決定される事項として、レーザ治療の目標となる眼底Efの位置(治療目標位置)や、レーザ治療の目標となる眼底Efの深さ領域や、治療光LTの条件(例えば、前述した照射条件)、コンタクトレンズCLの種別や、レーザ治療の実施回数・実施間隔などがある。

【0072】

なお、レーザ治療の目標となる眼底Efの深さ領域と治療光LTの波長との間には関係がある。一般に、治療の目的となる領域の深さが増すほど、治療光LTの波長が長くなる。典型的な例として、ブルー・グリーン波長(514nm)、グリーン波長(532nm)、イエロー波長(561nm)、レッド波長(670nm)の順に、治療の目的となる深さが増加する。このような既知の対応関係に基づいて、レーザ治療の目標となる眼底Efの深さ領域と治療光LTの波長とを同一視することや、一方から他方を求めることが可能である。

【0073】

レーザ治療装置1が撮影機能(例えば、OCT機能、眼底撮影機能など)を備える場合、レーザ治療装置1により取得された画像データを画像データ記憶部111に記憶することができる。

【0074】

患者眼Eの画像データに関連する情報を画像データ記憶部111に記憶させてもよい。画像データに関連する情報の例として、撮影日時、撮影場所、撮影者名、OCT撮像条件、画像データの識別情報、患者の識別情報などがある。このような情報は、例えば、画像規格や通信規格に準拠したフォーマット(典型的には、DICOMのタグ情報)で内包される。

【0075】

(条件情報記憶部112)

条件情報記憶部112は、患者眼Eに対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する。

【0076】

条件情報は、例えば、術前プランニングにおいて設定された条件に基づき予め生成される。典型的には、条件情報は、レーザ治療の目標となる眼底Efの位置(治療目標位置)を表す治療目標位置情報、レーザ治療の目標となる眼底Efの深さ領域を表す深さ領域情報(これに対応する治療光LTの波長を表す波長情報)、治療光LTの条件(例えば、前述した照射条件)を表す情報、コンタクトレンズCLの種別を表す情報などがある。

【0077】

10

20

30

40

50

条件情報は、レーザ治療において設定、調整又は補正された条件に基づき生成されてもよい。このような条件の例として、レーザ治療において眼底E fを観察しつつ設定、調整又は補正された治療目標位置、深さ領域、照射条件などがある。レーザ治療において条件が設定、調整又は補正されたとき、この条件に基づく条件情報の生成は、例えばデータ処理部120によって実行される。

【0078】

条件情報は、レーザ治療を行うための条件を表す情報には限定されず、実際に行なわれたレーザ治療における条件を表す情報を含んでいてもよい。例えば、条件情報は、レーザ治療が適用された眼底E fの位置を表す治療目標位置情報、レーザ治療が適用された眼底E fの深さ領域を表す深さ領域情報、レーザ治療において適用された治療光L Tの照射条件を表す情報、レーザ治療において使用されたコンタクトレンズC Lの種別を表す情報などがある。

10

【0079】

(データ処理部120)

データ処理部120は各種のデータ処理を行う。データ処理部120は、レジストレーション部121と、レンダリング部122とを含む。

【0080】

(レジストレーション部121)

レジストレーション部121は、イメージセンサ43により取得された眼底E fの画像データと画像データ記憶部111に記憶された画像データとの間のレジストレーションを行う。

20

【0081】

典型的には、レジストレーション部121は、イメージセンサ43により取得された眼底E fの正面画像データ(例えば、観察画像のフレーム)と、画像データ記憶部111に記憶された3次元血管造影画像データ(又は、そのレンダリング画像データ)との間のレジストレーションを行う。

【0082】

レジストレーションとは、異なる2以上の画像の間の位置合わせ(画像マッチング)である。本実施形態では、任意のレジストレーション手法が適用される。例えば、特徴ベースのレジストレーション手法、又は、領域ベースのレジストレーション手法が適用される。特徴ベースの手法では、画像から特徴点(例えば、エッジ、コーナー)を抽出し、その周囲の情報から特徴量を算出することにより、画像間のレジストレーションを行う。領域ベースの手法では、探索目標となる領域のテンプレートを用意し、このテンプレートと画像との比較によって、画像間のレジストレーションを行う。

30

【0083】

眼底E fの2次元画像データ(例えば、正面画像データ)と3次元データ(例えば、3次元血管造影画像データ)との間のレジストレーションが行われる場合、一方又は双方の画像データに前処理を施すことができる。例えば、3次元血管造影画像データをレンダリングして2次元血管造影画像データ(例えば、プロジェクション画像データ、シャドウグラムデータ、Cスキャン画像データ)を作成し、この2次元血管造影画像データと正面画像データとの間のレジストレーションを実行することができる。

40

【0084】

画像データ記憶部111に血管造影画像データ以外の画像データも記憶されている場合、レジストレーション部121は、この画像データと、イメージセンサ43により取得された眼底E fの画像データとの間のレジストレーションを実行し、その結果を利用して、イメージセンサ43により取得された眼底E fの画像データと、血管造影画像データとの間のレジストレーションを行うようにしてもよい。画像データ記憶部111に記憶される血管造影画像データ以外の画像データの例として、通常の3次元OCT画像データがある。ここで、通常の3次元OCT画像データの描出領域の少なくとも一部と、血管造影画像データの描出領域の少なくとも一部とは、共通である。

50

【 0 0 8 5 】

(レンダリング部 1 2 2)

レンダリング部 1 2 2 は、画像データ記憶部 1 1 1 に記憶された 3 次元血管造影画像データをレンダリングして正面血管造影画像を形成する。

【 0 0 8 6 】

正面血管造影画像データは、例えば、3 次元血管造影画像データの全体（全ての深さ領域）を深さ方向（A ライン方向）に投影して得られるプロジェクション画像データ、3 次元血管造影画像データの一部（一部の深さ領域）を深さ方向に投影して得られるシャドウグラムデータ、又は、3 次元血管造影画像データの C スキャン断面を表す C スキャン画像であってよい。

10

【 0 0 8 7 】

シャドウグラムデータを形成する場合などにおいて、レンダリング部 1 2 2 は、3 次元血管造影画像データにセグメンテーションを適用することができる。セグメンテーションは、画像データ中の部分データを特定する処理である。レンダリング部 1 2 2 は、例えば、眼底 E f の任意の深さ領域又は任意の組織に相当する部分データを特定することができる。特定された部分データを深さ方向に投影することによってシャドウグラムデータが構築される。

【 0 0 8 8 】

このようにして形成されるシャドウグラムデータの例として、眼底 E f の任意の深さ領域（例えば、網膜浅部、網膜深部、脈絡膜毛細血管板、強膜など）に相当する部分データに基づき形成されるシャドウグラムデータや、眼底 E f の所定組織（例えば、内境界膜、神経線維層、神経節細胞層、内網状層、内顆粒層、外網状層、外顆粒層、外境界膜、網膜色素上皮、ブルッフ膜、脈絡膜、脈絡膜強膜境界、強膜、これらのいずれかの一部、これらの少なくとも 2 以上の組み合わせなど）に相当する部分データに基づき形成されるシャドウグラムデータがある。

20

【 0 0 8 9 】

条件情報記憶部 1 1 2 に記憶された条件情報が、前述した波長情報及び深さ領域情報の少なくとも一方を含む場合、レンダリング部 1 1 2 は、波長情報及び深さ領域情報の少なくとも一方に基づいて 3 次元血管造影画像データにセグメンテーションを適用することができる。

30

【 0 0 9 0 】

例えば、レンダリング部 1 2 2 は、波長情報が表す波長に対応する深さ領域に相当する 3 次元部分データ、又は、深さ領域情報が表す深さ領域に相当する 3 次元部分データを、3 次元血管造影画像データから抽出することができる。

【 0 0 9 1 】

更に、レンダリング部 1 2 2 は、抽出された 3 次元部分データを深さ方向に投影してシャドウグラムを形成する。このシャドウグラムは、波長情報が表す波長に対応する深さ領域を表現した正面血管造影画像データ、又は、深さ領域情報が表す深さ領域を表現した正面血管造影画像データである。

【 0 0 9 2 】

レンダリング部 1 2 2 が実行可能なレンダリング手法は任意であってよく、例えば 3 次元コンピュータグラフィクスを含む。3 次元コンピュータグラフィクスは、3 次元座標系により定義された 3 次元空間内の仮想的な立体物（スタックデータ、ボリュームデータなどの 3 次元画像データ）を 2 次元情報に変換することによって立体感のある画像データを作成する演算手法である。

40

【 0 0 9 3 】

レンダリングの例として、ボリュームレンダリング法、最大値投影法（MIP）、最小値投影法（MinIP）、サーフェスレンダリング法、多断面再構成法（MPR）、プロジェクション画像形成、シャドウグラム形成などがある。

【 0 0 9 4 】

50

〔動作〕

本実施形態に係るレーザ治療装置１の動作について説明する。レーザ治療装置１の動作の一例を図４に示す。

【００９５】

（Ｓ１：患者眼の血管造影画像データを記憶する）

まず、レーザ治療装置１は、予め取得された患者眼Ｅの血管造影画像データを画像データ記憶部１１１に記憶する。この血管造影画像データは、例えば、術前プランニングにおいて参照されたものである。

【００９６】

（Ｓ２：患者眼に関する条件情報を記憶する）

また、レーザ治療装置１は、患者眼Ｅについて予め生成された条件情報を条件情報記憶部１１２に記憶する。この条件情報は、例えば、術前プランニングにおいて作成されたものである。

【００９７】

（Ｓ３：観察開始の指示を受ける）

レーザ治療装置１のユーザ（例えば、術者である医師）は、患者眼Ｅの観察を開始するための指示を、操作ユニット６を用いて入力する。

【００９８】

（Ｓ４：患者眼の照明を開始する）

制御部１００は、ステップＳ３で入力された指示を受け、照明系１０の光源１１を点灯させる。それにより、患者眼Ｅの照明が開始される。ユーザは接眼レンズ３８を介して患者眼Ｅ（眼底Ｅｆ）を観察することができる。ここで、ユーザは、スリット絞り１６などを操作して照明状態（観察状態）を任意に調整することが可能である。

【００９９】

（Ｓ５：血管造影画像と条件情報を表示する）

制御部１００は、ステップＳ１で画像データ記憶部１１１に記憶された血管造影画像データに基づく血管造影画像と、ステップＳ２で条件情報記憶部１１２に記憶された条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを、表示系６０の表示装置６１に表示させる。それにより、ユーザは、患者眼Ｅ（眼底Ｅｆ）の観察画像とともに、血管造影画像及び条件情報を、接眼レンズ３８を介して視認することができる。

【０１００】

観察画像と血管造影画像とは、例えば、一方が他方にオーバーレイ表示されてよい。或いは、観察画像と血管造影画像とは、所定のレイアウトで配列されてよい。或いは、観察画像と血管造影画像とを切り替えて表示されてよい。なお、観察画像と血管造影画像とを位置合わせ（レジストレーション）することや、互いの位置関係を表す情報を表示させることも可能である。

【０１０１】

条件情報に基づき表示される情報の例として、治療目標位置情報、深さ領域情報、照射条件などがある。また、照射条件の例として、配列条件、配列サイズ条件、配列方向条件、スポットサイズ条件、スポット間隔条件、パワー条件、波長条件、照射時間条件などがある。また、照射条件は、レーザ照射による外傷（エンドポイント）の程度を制御するためのパラメータを含んでいてもよい（例えば、特許文献５を参照）。また、マイクロパルスが適用される場合、照射条件は、マイクロパルスに関するパラメータ（例えば、デューティ比）を含んでいてもよい。

【０１０２】

（Ｓ６：観察画像と表示情報を参照してレーザ治療を実施する）

ユーザは、患者眼Ｅ（眼底Ｅｆ）の観察画像、血管造影画像、及び条件情報を参照してレーザ治療を行うことができる。レーザ治療のために、制御部１００は、条件情報に含まれる照射条件に基づいて光源ユニット２やレーザ照射系５０を制御する。それにより、例えば、治療光ＬＴの波長・パワー・照射時間の設定や、スポットの配列パターン・サイズ

10

20

30

40

50

・間隔の設定が行われる。

【0103】

レーザ治療では、まず、眼底 E f に照準光 L A が投射され、治療目標位置に対するエイミングが行われる。このとき、動脈 / 静脈の判定、無血管領域の特定、血流の有無の判定、新生血管の特定などを行うことができる。動脈 / 静脈の判定は、例えば、観察画像、血管造影画像、OCT 血流計測で得られたデータ、レーザスペckルフローグラフィで得られたデータ、眼底撮影画像、蛍光血管造影画像などに基づいて実行することが可能である。無血管領域の特定についても同様である。血流の有無の判定は、例えば、OCT 血流計測で得られたデータ、レーザスペckルフローグラフィで得られたデータ、蛍光血管造影画像などに基づいて実行することが可能である。新生血管の特定は、例えば、レーザスペckルフローグラフィで得られたデータ、蛍光血管造影画像などに基づいて実行することが可能である。

10

【0104】

エイミングでは、治療目標位置の調整や照射条件の調整が行われる。治療目標位置の調整結果や照射条件の調整結果を条件情報として条件情報記憶部 112 に保存することができる。エイミングや各種調整が完了したら、眼底 E f に治療光 L T が適用される。実際に適用された治療光 L T の照射条件、治療光 L T が適用された位置（治療目標位置）を表す情報、治療光 L T が適用された深さ領域を表す情報などを、条件情報として条件情報記憶部 112 に保存することができる。治療目標位置情報や深さ領域情報は、例えば、血管造影画像データ（典型的には、3次元血管造影画像データ）における位置（座標）として記録される。

20

【0105】

図4のステップ S 5（血管造影画像と条件情報を表示する）の具体例を説明する。図5のフローチャートは、眼底 E f の観察画像と血管造影画像とのレジストレーションを行う場合におけるステップ S 5 の処理の例を示す。図6のフローチャートは、レーザ治療が適用される位置を提示する場合におけるステップ S 5 の処理の例を示す。図7のフローチャートは、レーザ治療が適用される深さ領域に対応する正面血管造影を提示する場合におけるステップ S 5 の処理の例を示す。

【0106】

ステップ S 5 で実行可能な処理はこれらに限定されない。例えば、これら3つの処理例のいずれか2つを組み合わせることや、これら3つの処理例と異なる処理を実行することや、これら3つの処理例のいずれかと他の処理とを組み合わせることが可能である。

30

【0107】

まず、図5を参照しつつ、眼底 E f の観察画像と血管造影画像とのレジストレーションを行う場合におけるステップ S 5 の処理の例を説明する。

【0108】

（S11：患者眼を撮影して画像データを得る）

撮影系 40 は、ユーザが接眼レンズ 38 を介して観察している患者眼 E を撮影することができる。イメージセンサ 43 により得られた患者眼 E の画像データ（撮影画像データ）は、制御部 100 に送られる。

40

【0109】

（S12：撮影画像データと血管造影画像データのレジストレーションを行う）

レジストレーション部 121 は、ステップ S 11 で取得された撮影画像データと、ステップ S 1 で画像データ記憶部 111 に記憶された血管造影画像データとの間のレジストレーションを実行する。なお、血管造影画像データのレンダリング画像を表示させる場合には、このレンダリング画像データと撮影画像データとの間のレジストレーションを行うようにしてもよい。

【0110】

（S13：血管造影画像の表示位置を決定する）

制御部 100 は、ステップ S 12 で行なわれたレジストレーションの結果に基づいて、

50

血管造影画像データに基づく血管造影画像の表示位置を決定する。

【0111】

ここで図8を参照する。図8は、ステップS12のレジストレーションの結果の例を表す。符号G1は、ステップS11で取得された撮影画像データを示し、符号G2は、ステップS1で画像データ記憶部111に記憶された血管造影画像データを示す。図8に示すレジストレーション結果に基づいて、制御部100は、血管造影画像データG2に基づく血管造影画像H2の表示位置（表示装置61における座標）を決定する。本例では、図9に示す表示位置（表示装置61の表示画面における略中央上部位置）に、血管造影画像H2が表示される。それにより、ユーザは、接眼レンズ38を介して、図9に示すような位置関係で重畳配置された眼底Efの観察画像H1と血管造影画像H2とを観察することができる。観察画像H1と血管造影画像H2との位置関係は、撮影画像データG1と血管造影画像データG2との位置関係と実質的に同じである。なお、図9では、条件情報は省略されている。

10

【0112】

患者眼Eの眼球運動などにより、接眼レンズ38を介して観察される眼底Efの観察画像は移動する。この観察画像の移動に合わせて血管造影画像の表示位置を移動させることが可能である。例えば、ステップS11の撮影画像データの取得を所定時間間隔で繰り返し実行し、繰り返し取得される撮影画像データそれぞれと血管造影画像データとのレジストレーション（ステップS12）を逐次に行い、繰り返し取得されるレジストレーション結果それぞれに応じて血管造影画像の表示位置を逐次決定することができる。

20

【0113】

（S14：決定位置に血管造影画像を表示し、且つ、条件情報を表示する）

上記したように、制御部100は、ステップS13で決定された位置に血管造影画像データに基づく血管造影画像を表示させ、且つ、ステップS2で条件情報記憶部112に記憶された条件情報の少なくとも一部に基づく情報を表示させる。

【0114】

図5に示す例によれば、眼底Efをリアルタイムで観察しつつ、この観察画像上の好適な位置に配置された血管造影画像を観察することができる。それにより、ユーザは、眼底Efをリアルタイムで観察しつつ眼底血管の分布を把握することが可能である。

【0115】

30

次に、図6を参照しつつ、レーザ治療が適用される位置を提示する場合におけるステップS5の処理の例を説明する。本例において、条件情報記憶部112に記憶された条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる眼底Efの位置を表す治療目標位置情報を含んでいる。

【0116】

（S21～S23）

ステップS21、S22、及びS23は、それぞれ、図5のステップS11、S12、及びS13と同じ要領で実行される。

【0117】

（S24：治療目標位置画像の表示位置を決定する）

40

制御部100は、ステップS22で行なわれたレジストレーションの結果に基づいて、条件情報に含まれる治療目標位置情報が表す位置を示す画像（治療目標位置画像）の表示位置を決定する。

【0118】

治療目標位置情報と血管造影画像データG2との間には、直接的又は間接的な関係がある。例えば、図10に示すように、治療目標位置情報が表す位置Pは、血管造影画像データG2における座標として定義されていてよい。ステップS22において実行された撮影データG1と血管造影画像データG2との間のレジストレーションの結果を、先の例を同じく図8に示す。このようなレジストレーション結果に基づいて、制御部100は、治療目標位置画像Qの表示位置（表示装置61における座標）を決定する。この処理は、治療

50

目標位置情報と血管造影画像データ G 2 との間の位置関係と、レジストレーションで得られた撮影データ G 1 と血管造影画像データ G 2 との間の位置関係とを組み合わせることによって行われる。

【0119】

本例では、図 1 1 にそれぞれ示す表示位置に血管造影画像 H 2 と治療目標位置画像 Q とを表示させることができる。それにより、ユーザは、接眼レンズ 3 8 を介して、図 1 1 に示すような位置関係で重畳配置された眼底 E f の観察画像 H 1 と血管造影画像 H 2 とを観察することができ、更に、治療目標位置画像 Q によってレーザ治療の目標となる位置を把握することができる。

【0120】

或いは、本例において、血管造影画像 H 2 を表示させることなく、図 1 2 に示す表示位置に治療目標位置画像 Q を表示させることができる。それにより、ユーザは、接眼レンズ 3 8 を介して、眼底 E f の観察画像 H 1 を観察しつつレーザ治療の目標となる位置を把握することができる。

【0121】

先の例と同じ要領で、患者眼 E の眼球運動などに起因する観察画像の移動に合わせて治療目標位置画像（及び血管造影画像）の表示位置を移動させることが可能である。

【0122】

（S 2 5：血管造影画像と治療目標位置画像をそれぞれの決定位置に表示する）

上記したように、制御部 1 0 0 は、ステップ S 2 3 で決定された位置に血管造影画像データに基づく血管造影画像を表示させ、且つ、ステップ S 2 4 で決定された位置に治療目標位置画像を表示させる。

【0123】

図 6 に示す例によれば、眼底 E f をリアルタイムで観察しつつレーザ治療の目標位置を把握することができる。また、眼底 E f をリアルタイムで観察しつつ、この観察画像上の好適な位置に配置された血管造影画像を観察し、更に、レーザ治療の目標位置を把握することができる。それにより、ユーザは、眼底 E f をリアルタイムで観察しつつレーザ治療の目標位置や眼底血管の分布を把握することが可能である。

【0124】

次に、図 7 を参照しつつ、レーザ治療が適用される深さ領域に対応する正面血管造影を提示する場合におけるステップ S 5 の処理の例を説明する。本例において、条件情報記憶部 1 1 2 に記憶された条件情報は、予め設定された治療光の波長を表す波長情報、及び / 又は、レーザ治療の目標となる眼底 E f の深さ領域を表す深さ領域情報を含んでいる。また、ステップ S 1 で画像データ記憶部 1 1 1 に記憶される血管造影画像データは、3 次元血管造影画像データを含む。

【0125】

（S 3 1：波長情報 / 深さ領域情報に対応する 3 次元部分データを 3 次元血管造影画像データから抽出する）

レンダリング部 1 2 2 は、画像データ記憶部 1 1 1 に記憶されている 3 次元血管造影画像データから、条件情報に含まれる波長情報及び / 又は深さ領域情報に対応する 3 次元部分データを抽出する。

【0126】

（S 3 2：3 次元部分データをレンダリングしてシャドウグラムデータを形成する）

続いて、レンダリング部 1 2 2 は、ステップ S 3 1 で抽出された 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像データを形成する。この正面血管造影画像データは、波長情報及び / 又は深さ領域情報に対応する眼底 E f の深さ領域における血管分布を表すシャドウグラムデータである。

【0127】

（S 3 3：患者眼を撮影して画像データを得る）

撮影系 4 0 は、ユーザが接眼レンズ 3 8 を介して観察している患者眼 E を撮影して画像

10

20

30

40

50

データ（撮影画像データ）を取得する。取得された撮影画像データは、制御部１００に送られる。

【０１２８】

（Ｓ３４：撮影画像データとシャドウグラムデータのレジストレーションを行う）

レジストレーション部１２１は、ステップＳ３３で取得された撮影画像データと、ステップＳ３２で形成されたシャドウグラムデータとの間のレジストレーションを実行する。なお、３次元血管造影画像データと撮影画像データとの間のレジストレーションを実行し、その結果をシャドウグラムデータに反映させるようにしてもよい。

【０１２９】

（Ｓ３５：シャドウグラムの表示位置を決定する）

制御部１００は、ステップＳ３４で行なわれたレジストレーションの結果に基づいて、シャドウグラムデータに基づく血管造影画像（シャドウグラム）の表示位置を決定する。

【０１３０】

（Ｓ３６：決定位置にシャドウグラムを表示し、且つ、深さ領域を表す情報を表示する）

制御部１００は、ステップＳ３５で決定された位置にシャドウグラムを表示させ、且つ、波長情報及び／又は深さ領域情報に対応する深さ領域を表す情報を表示させる。

【０１３１】

深さ領域を表す表示情報は、例えば、深さ領域を表す文字列、色などであってよい。深さ領域を表す文字列は、例えば、眼底組織の名称又は略称を表す文字列を含んでいてよい。深さ領域を表す色は、例えば、眼底の複数の深さ領域に対して予め割り当てられた複数の色のいずれかであってよい。複数の深さ領域に割り当てられる複数の色は、例えば、対応する深さ領域のレーザ治療に適用される治療光の色に合わせられていてよい。

【０１３２】

図７に示す例によれば、眼底Ｅｆをリアルタイムで観察しつつ、レーザ治療の対象となる深さ領域における血管造影画像を観察することができる。それにより、ユーザは、眼底Ｅｆをリアルタイムで観察しつつ、レーザ治療の対象となる深さ領域における血管の分布を把握することが可能である。

【０１３３】

第２の実施形態

第１の実施形態では、患者眼Ｅの眼底Ｅｆの観察画像、血管造影画像、及び条件情報の全てを、接眼レンズ３８を介して提示する構成について説明したが、実施形態はこれに限定されない。例えば、観察画像、血管造影画像、及び条件情報のいずれかを接眼レンズ３８を介さずに提示できるように構成されていてもよい。

【０１３４】

このような構成の例として、第２の実施形態では、観察画像、血管造影画像、及び条件情報の全てを接眼レンズ３８を介さずに提示可能なレーザ治療装置について説明する。なお、観察画像、血管造影画像、及び条件情報のいずれかを接眼レンズ３８を介さずに提示可能な構成において、観察画像、血管造影画像、及び条件情報の一部又は全てを接眼レンズ３８を介して提示可能であってもよい。

【０１３５】

本実施形態に係るレーザ治療装置は、第１の実施形態に係るレーザ治療装置１と同様の構成を備えていてよい。以下、図１～図３を参照する。

【０１３６】

図２に示すように、本実施形態に係るレーザ治療装置は、患者眼Ｅを撮影するための撮影系４０を含む。患者眼Ｅに投射された照明光の戻り光は、撮影系４０のイメージセンサ４３に導かれる。

【０１３７】

制御部１００は、画像データ記憶部１１１に記憶された血管造影画像データに基づく血管造影画像と、条件情報の少なくとも一部に基づく情報と、イメージセンサ４３により取得された画像データに基づく観察画像とを、表示デバイス７に表示させることができる。

【 0 1 3 8 】

第 1 の実施形態と同様に、観察画像と血管造影画像とを重畳表示することも可能である。例えば、レジストレーション部 1 2 1 は、イメージセンサ 4 3 により取得された画像データと画像データ記憶部 1 1 1 に記憶された画像データとの間のレジストレーションを行う。第 1 の実施形態で説明したように、画像データ記憶部 1 1 1 に記憶された画像データは、血管造影画像データでもよいし、他の種類の画像データでもよい。

【 0 1 3 9 】

制御部 1 0 0 は、イメージセンサ 4 3 により取得された画像データと画像データ記憶部 1 1 1 に記憶された画像データとの間のレジストレーションの結果に基づいて、血管造影画像と観察画像との間の相対位置を決定することができる。

10

【 0 1 4 0 】

更に、制御部 1 0 0 は、決定された相対位置に応じて血管造影画像と観察画像とを表示デバイス 7 に表示させ、且つ、条件情報の少なくとも一部に基づく情報を表示デバイス 7 に表示させることができる。

【 0 1 4 1 】

第 1 の実施形態と同様に、レーザ照射目標位置を観察画像に重畳表示することも可能である。この場合、条件情報記憶部 1 1 2 に記憶された条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる眼底 E f の位置を表す治療目標位置情報を含む。

【 0 1 4 2 】

レジストレーション部 1 2 1 は、イメージセンサ 4 3 により取得された画像データと画像データ記憶部 1 1 1 に記憶された画像データとの間のレジストレーションを行う。

20

【 0 1 4 3 】

制御部 1 0 0 は、レジストレーションの結果に基づいて、治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像と観察画像との間の相対位置を決定することができる。

【 0 1 4 4 】

更に、制御部 1 0 0 は、決定された相対位置に応じて治療目標位置画像と観察画像とを表示デバイス 7 に表示させ、且つ、血管造影画像を表示デバイス 7 に表示させることができる。

【 0 1 4 5 】

本実施形態に係るレーザ治療装置に対し、第 1 の実施形態における任意の要素や事項を適用することが可能である。

30

【 0 1 4 6 】

第 3 の実施形態

本実施形態に係るレーザ治療装置は、患者眼の眼底に対して光コヒーレンストモグラフィ (OCT) を適用するための構成を備える。特に、本実施形態に係るレーザ治療装置は、OCT 血管造影を行うための制御及びデータ処理を行うことが可能である。OCT の手法は、例えば、スペクトラルドメイン OCT 又はスウェプトソース OCT であってよい。

【 0 1 4 7 】

本実施形態に係るレーザ治療装置の構成の例を図 1 3 に示す。図 1 3 に示す構成では、図 3 に示す第 1 の実施形態の構成に、OCT データ収集部 1 3 0 と画像形成部 1 2 3 とが付加されている。

40

【 0 1 4 8 】

OCT データ収集部 1 3 0 は、眼底 E f に OCT 血管造影を適用してデータを収集する。画像形成部 1 2 3 は、OCT データ収集部 1 3 0 により収集されたデータを処理して血管造影画像データを形成する。なお、OCT データ収集部 1 3 0 は通常のコヒーレンススキャンを実行可能であり、画像形成部 1 2 3 は通常のコヒーレンス画像データを形成することが可能である。

【 0 1 4 9 】

OCT 血管造影は、典型的には、眼底 E f の 3 次元領域に OCT を適用して収集された時系列データに基づいて、血管が強調された画像 (血管造影画像、アンジオグラム、モー

50

ションコントラスト画像)を構築する技術である。

【0150】

画像形成部123は、図示しない画像形成プロセッサを含む。画像形成部123は、OCTデータ収集部130により収集されたデータに基づいて、眼底Efの断面像データを形成する。この処理には、従来のOCTと同様に、ノイズ除去(ノイズ低減)、フィルタ処理、高速フーリエ変換(FFT)などの信号処理が含まれる。画像形成部123により形成される画像データは、スキャンラインに沿って配列された複数のAライン(深さ方向に沿うスキャンライン)における反射強度プロファイルを画像化することにより形成された一群の画像データ(一群のAスキャン像データ)を含むデータセットである。

【0151】

OCT血管造影が実施される場合、画像形成部123は、所定回数だけ繰り返し行われたスキャンにより収集されたデータに基づいて、モーションコントラスト画像を形成することができる。このモーションコントラスト画像は、眼底Efの血管が強調された血管造影画像(アンジオグラム)である。なお、モーションコントラスト画像とは、同一位置において異なる時間に取得された複数のデータ(画像)に基づき作成された画像であって、当該位置における運動を表現した画像である。

【0152】

ここで、OCT血管造影に適用可能なスキャンパターンの典型的な例を説明する。OCT血管造影では3次元スキャン(ラスタースキャン)が適用される。3次元スキャンは、互いに平行に配列された複数のスキャンラインに沿ったスキャンである。複数のスキャンラインは予め順序付けられており、この順序でスキャンが適用される。本実施形態において適用可能な3次元スキャンの例を図14A及び図14Bに示す。

【0153】

図14Bに示すように、本例の3次元スキャンは320本のスキャンラインL1~L320に対して実行される。1本のスキャンラインLi(i=1~320)に沿った1回のスキャンはBスキャンと呼ばれる。1つのBスキャンは320個のAスキャンからなる(図14Aを参照)。Aスキャンは1つのAラインに対するスキャンである。つまり、Aスキャンは、OCT測定光の入射方向(深さ方向、軸方向)に沿うAラインに対するスキャンである。Bスキャンは、深さ方向に直交する面上のスキャンラインLiに沿って配列された320個のAスキャンからなる。

【0154】

本例の3次元スキャンでは、スキャンラインL1~L320に対するBスキャンを任意の順序で4回ずつ実行する。各スキャンラインLiに対する4回のBスキャンはレペティションスキャンと呼ばれる。各スキャンラインLiに対する4回の繰り返し(レペティション)の順序は、任意である。例えば、4回のスキャンを連続的に行ってもよいし、4回のスキャンの間に他のスキャンラインに対するBスキャンを行ってもよい。

【0155】

スキャンラインL1~L320は、これらの配列順序に応じて5本ずつの組に分類されている。この分類により得られる64個の組のそれぞれはユニットと呼ばれ、各ユニットに対するスキャンをユニットスキャンと呼ぶ。ユニットスキャンは、5本のスキャンラインのそれぞれに対する4回のBスキャン(レペティション)からなる。すなわち、ユニットスキャンは、20回のBスキャンからなる。

【0156】

画像形成部123は、このようなスキャンパターンでOCTデータ収集部130が収集したデータをスキャンラインLi毎のデータセット(時系列データ)に分類する。ここで、データセットには、4回のレペティションに対応する4つのBスキャンデータが含まれている。4つのBスキャンデータのそれぞれは、スキャンラインLiに対する1回のBスキャンで収集されたデータである。

【0157】

更に、画像形成部123は、各スキャンラインLiに対応するデータセットに基づいて

10

20

30

40

50

当該スキャンライン L_i に対応するモーションコントラスト画像データを形成する。各スキャンライン L_i に対応するモーションコントラスト画像データは、このスキャンライン L_i を含む B スキャン面（縦断面）を表す 2 次元血管造影画像データである。

【0158】

モーションコントラスト画像データを形成する処理は、従来の OCT 血管造影データの形成と同様にして実行される。前述したように、本例では、スキャンライン L_i に対応するデータセットに 4 つの B スキャンデータが含まれている。各 B スキャンデータは、スキャンライン L_i に対する 1 回の B スキャンで収集されたデータである。

【0159】

まず、画像形成部 123 は、各 B スキャンデータに基づいて、通常 の OCT 画像データを形成する。この OCT 画像データは、320 個の A スキャン像データからなる B スキャン画像データである。それにより、スキャンライン L_i に対応する 4 個の B スキャン画像データが得られる。

10

【0160】

次に、画像形成部 123 は、4 個の B スキャン画像データの間で変化している画像領域を特定する。この処理は、例えば、異なる B スキャン画像データの間の差分を求める処理を含む。各 B スキャン画像データは、眼底 E_f の形態を表す輝度画像データ（強度画像データ）であり、血管以外の部位に相当する画像領域は実質的に不変であると考えられる。一方、干渉信号に寄与する後方散乱が血流によってランダムに変化することを考慮すると、4 個の B スキャン画像データの間で変化が生じた画像領域（例えば、差分がゼロでない画素、又は差分が所定閾値以上である画素）は血管領域であると推定することができる。

20

【0161】

画像形成部 123 は、特定された血管領域内の画素に所定の画素値を付与する。この画素値は、例えば、比較的高い輝度値（表示時には明るく、白く表現される）や、疑似カラー値であってよい。なお、他の従来技術と同様に、ドップラー OCT や画像処理を用いて血管領域を特定することも可能である。

【0162】

このような処理により、320 本のスキャンライン $L_1 \sim L_{320}$ に対応する 320 個の 2 次元血管造影画像データが得られる。画像形成部 123 は、320 本のスキャンライン $L_1 \sim L_{320}$ の配列にしたがって 320 個の 2 次元血管造影画像データを配置する。この処理は、例えば、320 本のスキャンライン $L_1 \sim L_{320}$ の配列順序及び配列間隔（スペーシング）に合わせて、320 個の 2 次元血管造影画像データを単一の 3 次元座標系に配置する（埋め込む）処理を含む。つまり、320 本のスキャンライン $L_1 \sim L_{320}$ の配列に応じた 320 個の 2 次元血管造影画像データのスタックデータを形成することができる。このスタックデータは、眼底 E_f の血管の 3 次元的な分布を表す画像データ（3 次元血管造影画像データ）の例である。画像形成部 123 は、このスタックデータに補間処理等を施してボリュームデータ（ボクセルデータ）を形成することも可能である。

30

【0163】

収集されたデータから血管造影画像データを形成する処理は上記の例には限定されず、任意の公知技術を用いて血管造影画像データを形成することが可能である。

40

【0164】

データ処理部 120 は、ボリュームデータやスタックデータなどの 3 次元画像データを加工することができる。例えば、レンダリング部 122 は、3 次元画像データにレンダリングを適用することができる。レンダリングの手法としては、ボリュームレンダリング、最大値投影（MIP）、最小値投影（MinIP）、サーフェスレンダリング、多断面再構成（MPR）などがある。また、レンダリング部 122 は、3 次元画像データの少なくとも一部を A ライン方向（深さ方向）に投影することにより、プロジェクションデータやシャドウグラムデータを構築することができる。

【0165】

データ処理部 120 は、任意の解析処理や画像処理を実行することができる。例えば、

50

データ処理部 120 は、2次元断面像データ又は3次元画像データにセグメンテーションを適用することができる。セグメンテーションは、画像データ中の部分データを特定する処理である。本例では、眼底 E f の所定組織に相当する画像領域を特定することができる。

【0166】

OCT 血管造影において、レンダリング部 122 は、3次元血管造影画像データから、任意の2次元血管造影画像データ及び/又は任意の擬似的3次元血管造影画像データを構築することが可能である。例えば、データ処理部 230 は、3次元血管造影画像データに多断面再構成を適用することにより、眼底 E f の任意の断面を表す2次元血管造影画像データを構築することができる。

10

【0167】

また、画像形成部 123 は、3次元血管造影画像データにセグメンテーションを適用して眼底 E f の所定組織に相当する画像領域を特定し、特定された画像領域を A スキャン方向に投影してシャドウグラムデータ(正面血管造影画像データ)を構築することができる。正面血管造影画像データの例として、眼底 E f の任意の深さ領域(例えば、網膜浅部、網膜深部、脈絡膜毛細血管板、強膜など)に対応する正面画像や、眼底 E f の所定組織(例えば、内境界膜、神経線維層、神経節細胞層、内網状層、内顆粒層、外網状層、外顆粒層、外境界膜、網膜色素上皮、ブルッフ膜、脈絡膜、脈絡膜強膜境界、強膜、これらのいずれかの一部、これらの少なくとも2以上の組み合わせなど)に対応する正面画像データがある。

20

【0168】

画像データ記憶部 111 は、画像形成部 123 により形成された血管造影画像データを記憶することができる。また、画像データ記憶部 111 は、画像形成部 123 により形成された血管造影画像データをレンダリング部 122 がレンダリングすることによって構築された画像データを記憶することができる。このような画像データはレーザ治療において取得される。例えば、レーザ照射前、レーザ照射中、レーザ照射後などの任意のタイミングで OCT (特に OCT 血管造影)を行うことが可能である。

【0169】

レーザ治療において取得された画像データは、例えば、治療効果の診断、術前術後比較、経過観察などに利用される。

30

【0170】

第4の実施形態

例示的な実施形態に係る眼科情報処理装置について説明する。本実施形態の眼科情報処理装置の構成例を図 15 に示す。眼科情報処理装置 200 は、患者眼のレーザ治療に関する情報を処理する。例えば、眼科情報処理装置 200 は、患者眼のレーザ治療のための術前プランニングにおいて使用される。

【0171】

眼科情報処理装置 200 は、例えば、患者眼の画像や検査結果や診断結果などの各種情報を、表示部 260 に表示することができる。なお、本例では表示部 260 は眼科情報処理装置 200 に含まれるが、眼科情報処理装置に接続された外部装置としての表示デバイスを採用することも可能である。また、眼科情報処理装置 200 は、各種情報を、コンピュータ、記憶装置、眼科装置などに送ることができる。特に、眼科情報処理装置 200 は、術前プランニングにおいて作成された情報や参照された情報を、直接的又は間接的にレーザ治療装置に送ることができる。

40

【0172】

眼科情報処理装置 200 は、制御部 210 と、記憶部 220 と、データ処理部 230 と、データ入力部 240 と、操作部 250 と、表示部 260 とを含む。記憶部 220 は、画像データ記憶部 221 と、条件情報記憶部 222 とを含む。データ処理部 230 は、レンダリング部 231 と、条件情報生成部 232 とを含む。

【0173】

50

眼科情報処理装置 200 の各要素は、例えば、前述したレーザ治療装置 1 に含まれる対応する要素と同様の構成及び機能を有する。例えば、制御部 210 は制御部 100 と同様の構成及び機能を有し、画像データ記憶部 221 は画像データ記憶部 111 と同様の構成及び機能を有し、条件情報記憶部 222 は条件情報記憶部 112 と同様の構成及び機能を有し、レンダリング部 231 はレンダリング部 122 と同様の構成及び機能を有し、操作部 250 は操作ユニット 6 と同様の構成及び機能を有し、表示部 260 は表示ユニット 7 と同様の構成及び機能を有する。

【0174】

条件情報記憶部 112 は、患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を生成する。生成された条件情報は、条件情報記憶部 222 に保存される。

10

【0175】

データ入力部 240 は、患者眼の画像や検査結果や診断結果などの各種情報を外部から眼科情報処理装置 200 に入力する。特に、データ入力部 240 は、OCT 機能を有する眼科装置によって取得された血管造影画像データを受け付ける。受け付けられた血管造影画像データ（更には、他の画像データ）は、画像データ記憶部 221 に保存される。

【0176】

データ入力部 240 は、例えば、外部装置との間でデータ通信を行うための通信インターフェイス、記録媒体からデータを読み取る装置などを含んでよい。

【0177】

眼科情報処理装置 200 の使用形態の例を説明する。

20

【0178】

まず、上記したレーザ治療装置 1 などと同様に、眼科情報処理装置 200 は、画像データ記憶部 221 に記憶された血管造影画像データに基づく血管造影画像と、条件情報記憶部 222 に記憶された条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを、表示部 260 に表示させることができる。更に、上記した第 1 ～ 第 3 の実施形態において説明した任意の構成及び機能を眼科情報処理装置 200 に組み合わせることが可能である。

【0179】

術前プランニングなどにおいて、レーザ照射目標位置などを設定するために眼科情報処理装置 200 を使用することができる。この場合、画像データ記憶部 221 に記憶された血管造影画像データは、患者眼の眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含む。

30

【0180】

レンダリング部 231 は、3 次元血管造影画像データをレンダリングする。制御部 100 は、レンダリング部 231 により形成されたレンダリング画像（血管造影画像）を表示部 260 に表示させる。

【0181】

ユーザは、表示部 260 に表示されたレンダリング画像に基づいて、レーザ治療の目標となる眼底の位置を設定する。この治療目標位置の設定は、操作部 250 を用いて行われる。

【0182】

条件情報生成部 232 は、ユーザにより設定された治療目標位置を表す治療目標位置情報を生成する。例えば、治療目標位置情報は、治療目標位置の設定において参照されたレンダリング画像における、治療目標位置の座標を含む。この治療目標位置の座標は、3 次元血管造影画像データにおける座標でもある。

40

【0183】

条件情報記憶部 222 は、条件情報生成部 232 により生成された治療目標位置情報を条件情報として記憶する。これにより、ユーザが設定した治療目標位置が、画像データ記憶部 221 に記憶された 3 次元血管造影画像データ（又は、そのレンダリング画像データ）に関連付けられて、条件情報として記憶される。

【0184】

50

術前プランニングなどにおいて、眼底表面以外の位置を治療目標として設定するためにシャドウグラムを参照することができる。

【0185】

まず、レンダリング部231は、画像データ記憶部221に記憶された3次元血管造影画像データにセグメンテーションを適用するなどして3次元部分データを抽出する。更に、レンダリング部231は、抽出された3次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像（シャドウグラム）を形成する。制御部100は、レンダリング部231により形成されたシャドウグラムを表示部260に表示させる。

【0186】

ユーザは、表示部260に表示されたシャドウグラムを参照して、レーザ治療の目標となる眼底の位置を設定することができる。このとき、ユーザは、シャドウグラムとして画像化する深さ領域を任意に変更することができる。

【0187】

ユーザがシャドウグラムを参照して治療目標位置を設定すると、条件情報生成部232は、このシャドウグラムに対応する眼底の深さ領域を特定する。更に、条件情報生成部232は、特定された深さ領域を表す深さ領域情報を生成することができる。或いは、条件情報生成部232は、特定された深さ領域に対応する治療光の波長を表す波長情報を生成することができる。

【0188】

深さ領域情報は、例えば、シャドウグラムにおける治療目標位置の座標、又は、このシャドウグラムにおける座標に対応する3次元血管造影画像データにおける座標を含む。波長情報は、例えば、第1の実施形態で説明した深さ領域と波長との対応関係に基づいて求められる。

【0189】

条件情報記憶部222は、条件情報生成部232により生成された深さ領域情報及び/又は波長情報を条件情報として記憶する。これにより、ユーザが設定した治療目標位置に対応する眼底の深さ領域や治療光の波長を自動で特定し、その特定結果を画像データ記憶部221に記憶された3次元血管造影画像データ（又は、シャドウグラムデータ）に関連付けて、条件情報として記憶することができる。画像データ記憶部111は、このシャドウグラムデータを記憶してもよい。

【0190】

第5の実施形態

例示的な実施形態に係る眼科システムについて説明する。本実施形態の眼科システムの構成例を図16に示す。この眼科システムは、眼科情報処理装置200と、レーザ治療装置300とを含む。眼科情報処理装置200とレーザ治療装置300とは、LAN、インターネット、専用線などの通信回線を介して通信可能に接続されている。

【0191】

眼科システムは、眼科情報処理装置200及びレーザ治療装置300に加えて他の装置を含んでいてもよい。典型的には、眼科システムは、サーバ、データベース、医師端末、眼科装置（例えば、OCT機能を有する装置）などを含んでいてもよい。

【0192】

眼科情報処理装置200は、第4の実施形態に係る眼科情報処理装置であってよい。レーザ治療装置300は、第1～第3の実施形態のいずれかに係るレーザ治療装置であってよい。

【0193】

レーザ治療装置300は、制御部310と、記憶部320と、データ処理部330と、データ受付部340と、操作部350と、表示部360とを含む。記憶部320は、画像データ記憶部321と、条件情報記憶部322とを含む。

【0194】

レーザ治療装置300の各要素は、例えば、第1の実施形態に係るレーザ治療装置1に

10

20

30

40

50

含まれる対応する要素と同様の構成及び機能を有する。例えば、制御部 3 1 0 は制御部 1 0 0 と同様の構成及び機能を有し、画像データ記憶部 3 2 1 は画像データ記憶部 1 1 1 と同様の構成及び機能を有し、条件情報記憶部 3 2 2 は条件情報記憶部 1 1 2 と同様の構成及び機能を有し、データ処理部 3 3 0 はデータ処理部 1 2 0 と同様の構成及び機能を有し、操作部 3 5 0 は操作ユニット 6 と同様の構成及び機能を有し、表示部 3 6 0 は表示ユニット 7 と同様の構成及び機能を有する。

【0 1 9 5】

図示は省略するが、レーザ治療装置 3 0 0 は、例えば、第 1 の実施形態における光源ユニット 2 及びスリットランプ顕微鏡 3 などを含む（図 1 ～図 3 を参照）。

【0 1 9 6】

データ受付部 3 4 0 は、眼科情報処理装置 2 0 0 の条件情報記憶部 2 2 2 に記憶された条件情報の少なくとも一部を受け付ける。また、データ受付部 3 4 0 は、眼科情報処理装置 2 0 0 の画像データ記憶部 2 2 1 に記憶された画像データ（例えば、血管造影画像データ）の少なくとも一部を受け付けてもよい。また、データ受付部 3 4 0 は、図示しない画像アーカイビングシステムに保存された画像データ（例えば、血管造影画像データ）の少なくとも一部を受け付けてもよい。データ受付部 3 4 0 は、例えば、外部装置との間でデータ通信を行うための通信インターフェイス、記録媒体からデータを読み取る装置などを含んでいてよい。

【0 1 9 7】

画像データ記憶部 3 2 1 は、OCT 血管造影を患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む患者眼の画像データを記憶する。画像データは、例えば、眼科情報処理装置 2 0 0 及び / 又は画像アーカイビングシステムからデータ受付部 3 4 0 によって受け付けられる。また、レーザ治療装置 3 0 0 が OCT 機能を有する場合、レーザ治療装置 3 0 0 により形成された画像データを画像データ記憶部 3 2 1 に記憶することが可能である。

【0 1 9 8】

条件情報記憶部 3 2 2 は、データ受付部 3 4 0 により受け付けられた条件情報を記憶する。レーザ治療装置 3 0 0 が条件情報生成機能を有する場合、レーザ治療装置 3 0 0 により生成された条件情報を条件情報記憶部 3 2 2 に記憶することが可能である。

【0 1 9 9】

制御部 3 1 0 は、画像データ記憶部 3 2 1 に記憶された血管造影画像データに基づく血管造影画像と条件情報記憶部 3 2 2 に記憶された条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示部 3 6 0 に表示させる。

【0 2 0 0】

このような眼科システムによれば、眼科情報処理装置 2 0 0 を用いて条件情報を生成し、この条件情報を利用しながらレーザ治療装置 3 0 0 を用いて患者眼にレーザ治療を適用することが可能である。また、眼科情報処理装置 2 0 0 において参照した血管造影画像を参照しながら、レーザ治療装置 3 0 0 を用いて患者眼にレーザ治療を適用することが可能である。

【0 2 0 1】

作用・効果

例示的な実施形態に係るレーザ治療装置、眼科情報処理装置、及び眼科システムの作用及び効果について説明する。

【0 2 0 2】

例示的な実施形態に係るレーザ治療装置は、患者眼のレーザ治療を行うために用いられ、画像データ記憶部と、条件情報記憶部と、表示制御部とを含む。画像データ記憶部（1 1 1）は、OCT 血管造影を患者眼（E）の眼底（E f）に適用して取得された血管造影画像データを含む、患者眼の画像データを記憶する。条件情報記憶部（1 1 2）は、患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する。表示制御部（制御部 1 0 0）は、血管造影画像データに基づく血管造影画像と条件情報の少なくとも一部に基づく情報と

10

20

30

40

50

を表示装置（表示装置 61、又は表示ユニット 7）に表示させる。

【0203】

このような実施形態によれば、ユーザは、患者眼の眼底の血管分布とレーザ治療の条件とを参照することができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0204】

例示的な実施形態において、レーザ治療装置は、患者眼に照明光を投射する照明光学系（照明系 10）と、照明光が投射されている患者眼を観察するための観察光学系（観察系 30）とを更に含んでいてよい。

【0205】

このような構成によれば、ユーザは、患者眼（眼底）の観察画像と眼底血管分布とレーザ治療の条件とを参照することができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0206】

例示的な実施形態において、観察光学系（観察系 30）は、接眼レンズ（38）と、患者眼に投射された照明光の戻り光を接眼レンズに導く第 1 光学系（対物レンズ 31～視野絞り 37）とを含んでいてよい。更に、レーザ治療装置は、表示装置（61）から出射された光の光路と第 1 光学系が形成する光路（観察光路）とを結合する光路結合部材（ビームスプリッタ 63）を更に含んでいてよい。

【0207】

このような構成によれば、ユーザは、接眼レンズを介して患者眼（眼底）を観察しつつ、同じく接眼レンズを介して眼底血管分布及びレーザ治療の条件を認識することが可能である。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0208】

例示的な実施形態において、レーザ治療装置は、第 1 光学系（対物レンズ 31～視野絞り 37）が形成する光路（観察光路）からの分岐光路を形成する光路分岐部材（ビームスプリッタ 41）と、この分岐光路に配置された第 1 撮像装置（イメージセンサ 43）と、第 1 撮像装置により取得された画像データと画像データ記憶部に記憶された画像データとの間のレジストレーションを行う第 1 レジストレーション部（レジストレーション部 121）とを含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 100）は、レジストレーションの結果に基づいて血管造影画像の表示位置を決定するように構成されていてよい。

【0209】

このような構成によれば、接眼レンズを介して提供される患者眼（眼底）の観察画像と血管造影画像との間の位置関係をユーザに提供することができる。例えば、観察画像に血管造影画像を重ねてユーザに提示することが可能である。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0210】

例示的な実施形態において、条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる眼底の位置を表す治療目標位置情報を含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 100）は、第 1 レジストレーション部が実行したレジストレーションの結果に基づいて、治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像の表示位置を決定するように構成されていてよい。

【0211】

このような構成によれば、患者眼（眼底）の観察画像及び血管造影画像とともに、レーザ治療の目標となる眼底の位置を提示することが可能である。治療目標位置画像は、例えば、観察画像に重ねられた状態でユーザに提示される。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0212】

例示的な実施形態において、観察光学系（観察系 30、撮影系 40）は、第 2 撮像装置（イメージセンサ 43）と、患者眼に投射された照明光の戻り光を第 2 撮像装置に導く第

10

20

30

40

50

2 光学系（対物レンズ 3 1 ~ 結像レンズ 3 5、ビームスプリッタ 4 1、結像レンズ 4 2）とを含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 1 0 0）は、血管造影画像と、条件情報の少なくとも一部に基づく情報と、第 2 撮像装置により取得された画像データに基づく観察画像とを、表示装置（表示ユニット 7）に表示させるように構成されてよい。

【0 2 1 3】

このような構成によれば、ユーザは、表示装置を介して患者眼（眼底）を観察しつつ、同じく表示装置を介して眼底血管分布及びレーザ治療の条件を認識することが可能である。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0 2 1 4】

例示的な実施形態において、レーザ治療装置は、第 2 撮像装置（イメージセンサ 4 3）により取得された画像データと画像データ記憶部（1 1 1）に記憶された画像データとの間のレジストレーションを行う第 2 レジストレーション部（レジストレーション部 1 2 1）を含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 1 0 0）は、レジストレーションの結果に基づいて、血管造影画像と観察画像との間の相対位置を決定するように構成されてよい。

10

【0 2 1 5】

このような構成によれば、表示装置を介して提供される患者眼（眼底）の観察画像と血管造影画像との間の位置関係をユーザに提供することができる。例えば、観察画像に血管造影画像を重ねて表示させることが可能である。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

20

【0 2 1 6】

例示的な実施形態において、条件情報は、予め設定されたレーザ治療の目標となる眼底の位置を表す治療目標位置情報を含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 1 0 0）は、第 2 レジストレーション部により実行されたレジストレーションの結果に基づいて、治療目標位置情報が表す位置を示す治療目標位置画像と観察画像との間の相対位置を決定するように構成されてよい。

【0 2 1 7】

このような構成によれば、患者眼（眼底）の観察画像及び血管造影画像とともに、レーザ治療の目標となる眼底の位置を提示することが可能である。治療目標位置画像は、例えば、観察画像に重ねて表示される。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

30

【0 2 1 8】

例示的な実施形態において、血管造影画像データは、患者眼の眼底の 3 次元領域に OCT 血管造影を適用して取得された 3 次元血管造影画像データを含んでいてよい。また、レーザ治療装置は、この 3 次元血管造影画像データをレンダリングして正面血管造影画像を形成するレンダリング部（1 2 2）を更に含んでいてよい。更に、表示制御部（制御部 1 0 0）は、レンダリング部により形成された正面血管造影画像を血管造影画像として表示させるように構成されてよい。

【0 2 1 9】

このような構成によれば、ユーザは、正面血管造影画像（シャドウグラム、プロジェクション画像など）が表す血管分布とレーザ治療の条件とを参照することができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

40

【0 2 2 0】

例示的な実施形態において、条件情報は、治療用レーザ光（治療光 L T）の波長を表す波長情報、及び、レーザ治療の目標となる眼底の深さ領域を表す深さ領域情報の少なくとも一方を含んでいてよい。更に、レンダリング部（1 2 2）は、波長情報及び深さ領域情報の少なくとも一方に基づいて 3 次元血管造影画像データの 3 次元部分データを抽出し、この 3 次元部分データをレンダリングして正面血管造影画像を形成するように構成されてよい。

【0 2 2 1】

50

このような構成によれば、レーザ治療の目標となる眼底の深さ領域における血管分布を選択的にユーザに提供することが可能である。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0222】

例示的な実施形態において、レーザ治療装置は、患者眼の眼底にOCT血管造影を適用してデータを収集するデータ収集部(130)と、データ収集部により収集されたデータを処理して血管造影画像データを形成するデータ処理部(画像形成部123)とを更に含んでいてよい。更に、画像データ記憶部は、データ処理部により形成された血管造影画像データを記憶するように構成されてよい。

【0223】

このような構成によれば、レーザ治療装置を用いてOCT血管造影を実施できるので、レーザ治療の直前、レーザ治療中、レーザ治療の直後における患者眼の眼底の血管造影画像データを取得することが可能である。更に、この新たな血管造影画像を観察することや、この新たな血管造影画像と術前に得られた血管造影画像とを比較することが可能となる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0224】

例示的な実施形態に係る眼科情報処理装置(200)は、患者眼のレーザ治療に関する情報を処理する装置であって、画像データ記憶部と、条件情報記憶部と、表示制御部とを含む。画像データ記憶部(221)は、OCT血管造影を患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む患者眼の画像データを記憶する。条件情報記憶部(222)は、患者眼に対するレーザ治療の条件を表す条件情報を記憶する。表示制御部(制御部210)は、血管造影画像データに基づく血管造影画像と条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを表示装置(表示部260)に表示させる。

【0225】

このような実施形態によれば、レーザ治療の前(例えば、術前プランニング)、レーザ治療中、レーザ治療後(例えば、治療効果の診断、術前術後比較、経過観察)に、ユーザは、患者眼の眼底の血管分布とレーザ治療の条件とを参照することができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0226】

例示的な実施形態に係るレーザ治療装置が具備する任意の構成及び/又は任意の機能を、例示的な実施形態に係る眼科情報処理装置に組み合わせることが可能である。

【0227】

例示的な実施形態において、血管造影画像データは、患者眼の眼底の3次元領域にOCT血管造影を適用して取得された3次元血管造影画像データを含んでいてよい。また、眼科情報処理装置(200)は、操作部(250)と、3次元血管造影画像データをレンダリングするレンダリング部(231)とを更に含んでいてよい。また、表示制御部(制御部210)は、レンダリング部により形成されたレンダリング画像を血管造影画像として表示させるように構成されてよい。操作部(250)は、レーザ治療の目標となる眼底の位置をレンダリング画像に基づき設定するために用いられる。眼科情報処理装置(200)は、操作部を用いて設定された眼底の位置を表す治療目標位置情報を生成する条件情報生成部(232)を更に含んでいてよい。更に、条件情報記憶部(222)は、条件情報生成部により生成された治療目標位置情報を条件情報として記憶する。

【0228】

このような構成によれば、術前プランニングなどにおいて、ユーザは、3次元血管造影画像データのレンダリング画像を参照しつつ治療目標位置を設定することができ、この設定された治療目標位置に基づき条件情報が自動で生成され記憶される。したがって、条件情報を作成する作業の効率化を図ることができる。

【0229】

例示的な実施形態において、レンダリング部(231)は、3次元血管造影画像データの3次元部分データを抽出し、この3次元部分データをレンダリングして正面血管造影画

10

20

30

40

50

像を形成するように構成されていてよい。表示制御部（制御部 210）は、レンダリング部により形成された正面血管造影画像をレンダリング画像として表示させるように構成されていてよい。条件情報生成部（232）は、レーザ治療の目標となる眼底の位置が正面血管造影画像に基づき設定されたときに、この正面血管造影画像に対応する眼底の深さ領域に基づいて、この深さ領域を表す深さ領域情報、及び、治療用レーザ光の波長を表す波長情報の少なくとも一方を生成するように構成されていてよい。条件情報記憶部（222）は、生成された深さ領域情報及び波長情報の少なくとも一方を条件情報として記憶するように構成されていてよい。

【0230】

このような構成によれば、術前プランニングなどにおいて、ユーザは、3次元血管造影画像データのレンダリング画像を参照しつつ治療目標となる深さ領域や治療用レーザ光の波長を設定することができ、その設定内容に基づき条件情報が自動で生成され記憶される。したがって、条件情報を作成する作業の効率化を図ることができる。

10

【0231】

例示的な実施形態において、画像データ記憶部（221）は、レンダリング部（231）により形成された画像データを記憶するように構成されていてよい。

【0232】

このような構成によれば、術前プランニングなどにおいて参照されたレンダリング画像データを記憶しておくことができる。

【0233】

例示的な実施形態に係る眼科システムは、眼科情報処理装置（200）と、レーザ治療装置（300）とを含む。レーザ治療装置（300）は、受付部と、第1記憶部と、第2記憶部と、制御部とを含む。受付部（データ受付部340）は、眼科情報処理装置の条件情報記憶部（222）に記憶された条件情報の少なくとも一部を受け付ける。第1記憶部（画像データ記憶部321）は、OCT血管造影を患者眼の眼底に適用して取得された血管造影画像データを含む患者眼の画像データを記憶する。第2記憶部（条件情報記憶部322）は、受付部により受け付けられた条件情報を記憶する。制御部（310）は、第1記憶部に記憶された血管造影画像データに基づく血管造影画像と、第2記憶部に記憶された条件情報の少なくとも一部に基づく情報とを、表示装置（表示部360）に表示させる。

20

30

【0234】

このような実施形態によれば、ユーザは、事前に生成された条件情報や、レーザ治療前又はレーザ治療中に取得された血管造影画像を参照しつつ、患者眼にレーザ治療を施すことができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

【0235】

例示的な実施形態に係るレーザ治療装置が具備する任意の構成及び／又は任意の機能を、例示的な実施形態に係る眼科システムに組み合わせることが可能である。また、例示的な実施形態に係る眼科情報処理装置が具備する任意の構成及び／又は任意の機能を、例示的な実施形態に係る眼科システムに組み合わせることが可能である。

40

【0236】

例示的な実施形態において、受付部（データ受付部340）は、眼科情報処理装置（200）の画像データ記憶部（221）に記憶された画像データの少なくとも一部を受け付けるように構成されていてよい。更に、第1記憶部（画像データ記憶部321）は、受付部により受け付けられた画像データを記憶するように構成されていてよい。

【0237】

このような構成によれば、ユーザは、眼科情報処理装置により生成された条件情報に加え、条件情報を生成するために参照された画像を参照しつつ、患者眼にレーザ治療を施すことができる。したがって、眼科レーザ治療のための情報の提示の向上を図ることが可能である。

50

【 0 2 3 8 】

以上に説明した実施形態及び変形例は例示に過ぎない。本発明を実施しようとする者は、本発明の要旨の範囲内において任意の変形、省略、追加、置換等を施すことが可能である。

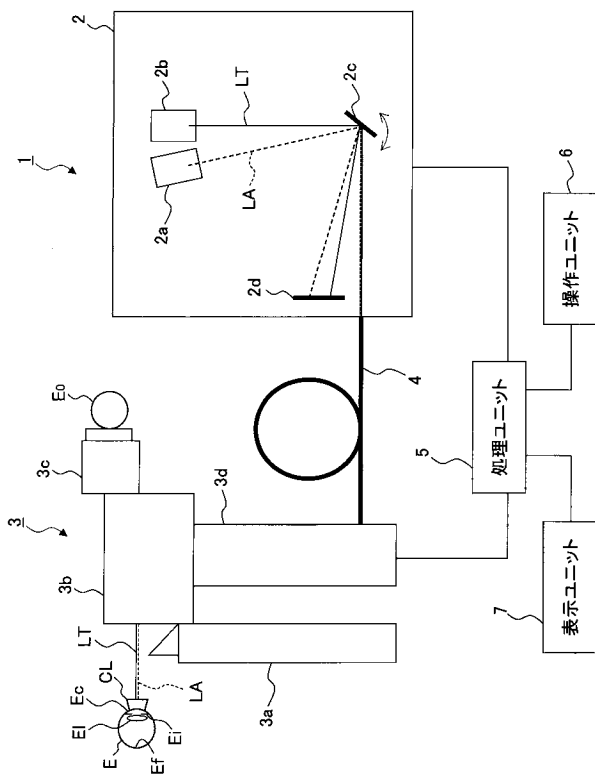
【 符号の説明 】

【 0 2 3 9 】

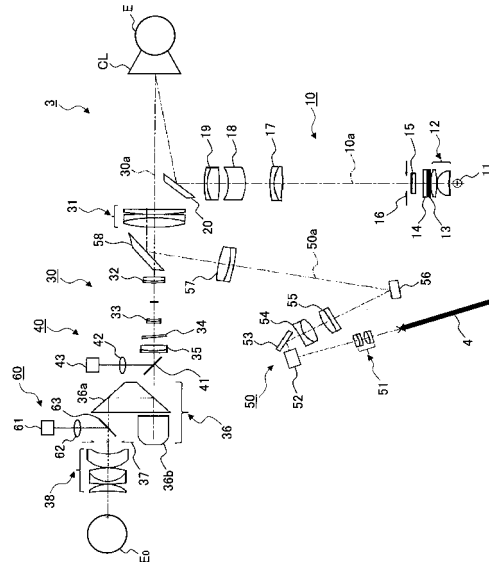
- 1 レーザ治療装置
- 1 0 0 制御部
- 1 1 0 記憶部
- 1 1 1 画像データ記憶部
- 1 1 2 条件情報記憶部
- 1 2 0 データ処理部
- 1 2 1 レジストレーション部
- 1 2 2 レンダリング部

10

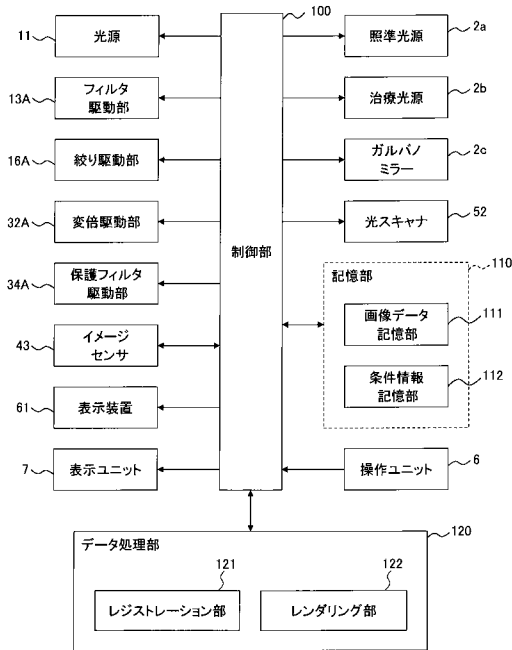
【 図 1 】



【 図 2 】



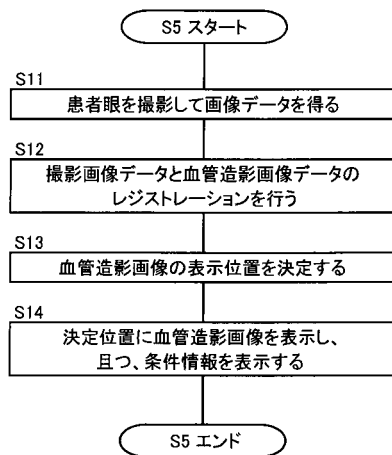
【図 3】



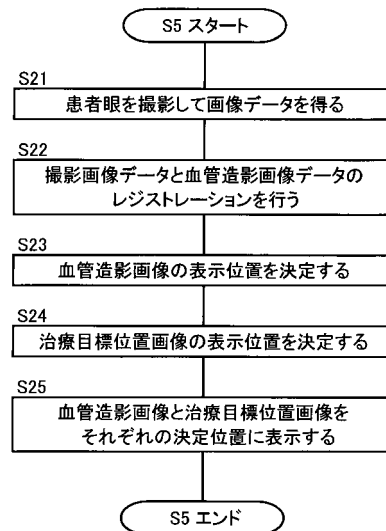
【図 4】



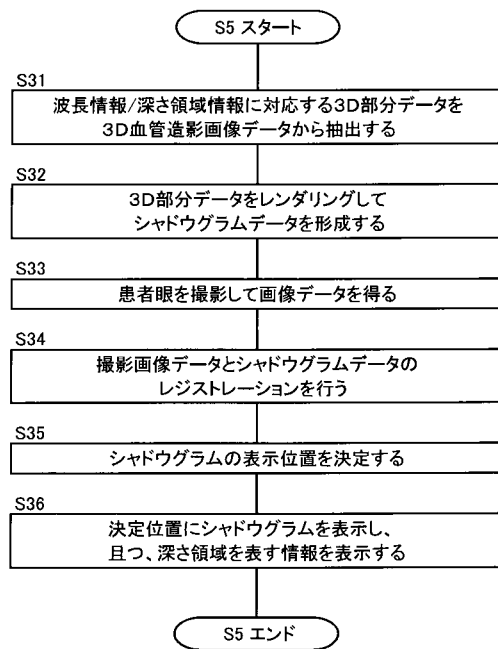
【図 5】



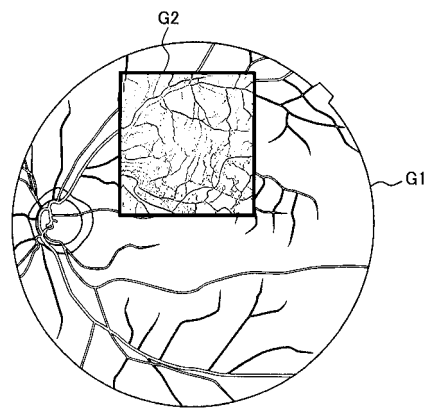
【図 6】



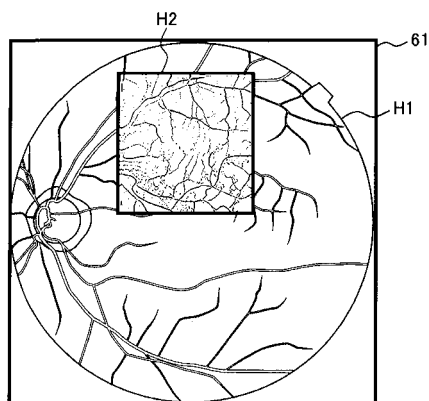
【 図 7 】



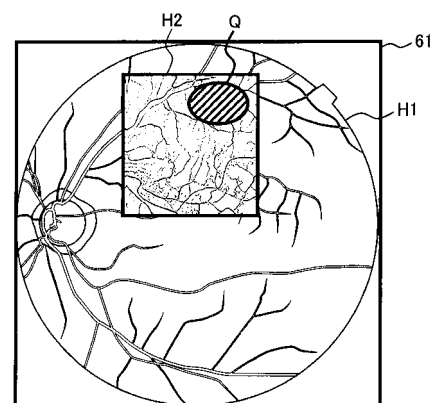
【 図 8 】



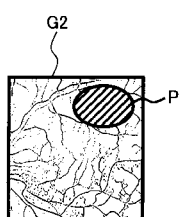
【 図 9 】



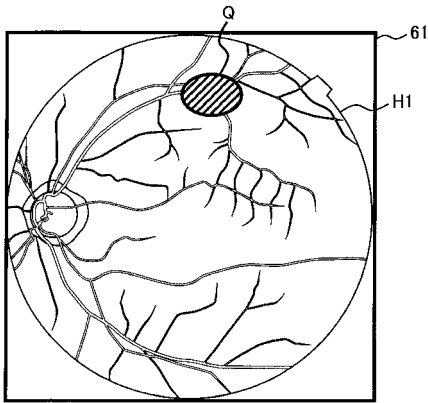
【 図 1 1 】



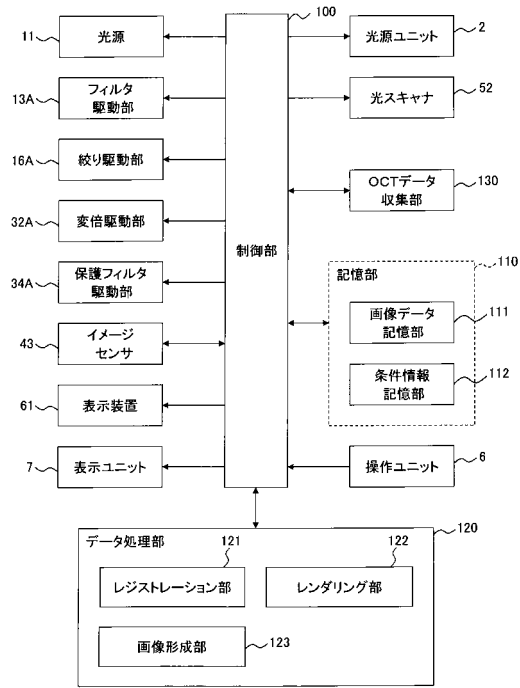
【 図 1 0 】



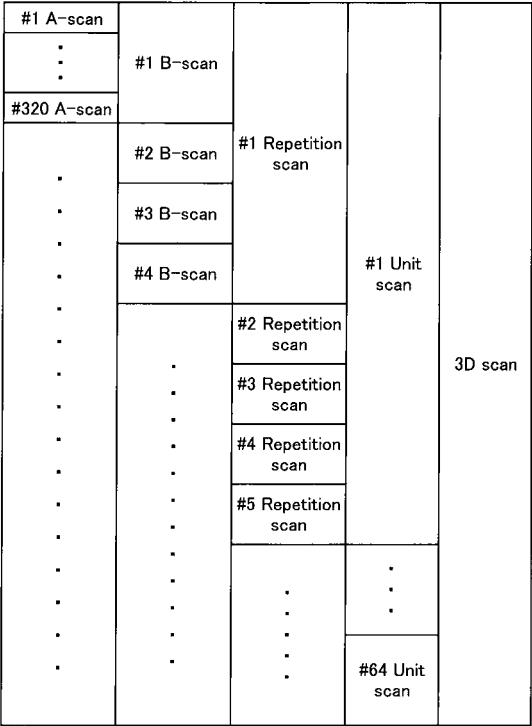
【 図 1 2 】



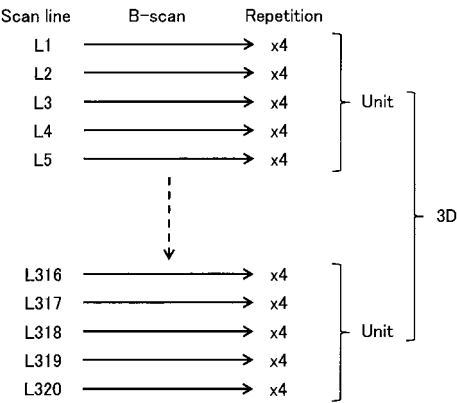
【 図 1 3 】



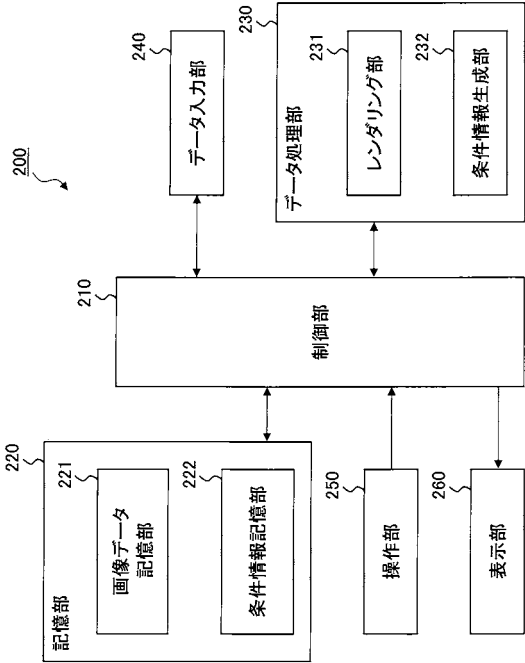
【 図 1 4 A 】



【 図 1 4 B 】



【図 15】



【図 16】

