

(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2020-171429

(P2020-171429A)

(43) 公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 10/00 (2006.01)	A 6 1 B 10/00	E 2 G O 4 3
G O 1 N 21/64 (2006.01)	G O 1 N 21/64	Z

審査請求 未請求 請求項の数 34 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2019-74290 (P2019-74290)	(71) 出願人	000001993
(22) 出願日	平成31年4月9日 (2019.4.9)		株式会社島津製作所
			京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
		(74) 代理人	100179969
			弁理士 駒井 慎二
		(74) 代理人	100173532
			弁理士 井上 彰文
		(72) 発明者	妻島 紘之
			京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
			株式会社島津製作所内
		F ターム (参考)	2G043 AA03 CA03 DA01 DA05 EA01
			EA14 FA01 FA03 GA06 GA08
			GB21 HA01 HA09 JA02 JA03
			KA01 KA02 KA05 LA03 NA02
			NA04 NA05 NA06

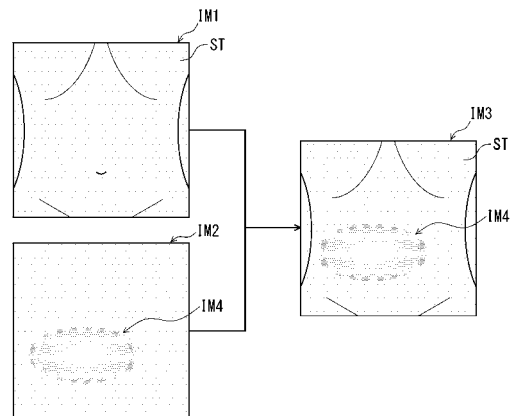
(54) 【発明の名称】 イメージング装置およびイメージング方法

(57) 【要約】

【課題】被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができるイメージング装置およびイメージング方法を提供すること。

【解決手段】イメージング装置は、被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、被検者に向けて照射する励起光源、蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部、蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部、画素値測定部により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換部、階調変換部により階調変換された画素値に基づいて、階調画像 I M 4 を生成する階調画像生成部、階調画像を表示する画像表示部、を備える。

【選択図】 図 8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、
前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、

前記画素値測定部により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換部と

、
前記階調変換部により階調変換された画素値に基づいて、階調画像を生成する階調画像生成部と、

10

前記階調画像を表示する画像表示部と、

を備えるイメージング装置。

【請求項 2】

前記階調画像生成部が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する請求項 1 に記載のイメージング装置。

【請求項 3】

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する等高線生成部を備え、

前記画像表示部が、前記階調画像又は前記等高線画像の少なくともいずれか一方を表示する請求項 1 又は 2 記載のイメージング装置。

20

【請求項 4】

前記等高線生成部が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する請求項 3 に記載のイメージング装置。

【請求項 5】

前記等高線生成部が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する請求項 3 又は請求項 4 に記載のイメージング装置。

【請求項 6】

前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 7】

前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

30

【請求項 8】

前記撮影部は、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影し、

前記画像表示部は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 9】

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、

40

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、
前記蛍光画像を経時的に記憶する画像記憶部と、

前記画像記憶部に記憶された前記蛍光画像に基づいて、前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、

前記画素値測定部により測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する変化曲線作成部と、

前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する指標算出部と、

前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する階調変換部と、

前記階調変換部により階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する階調画像生

50

成部と、

前記階調画像を表示する画像表示部と、
を備えるイメージング装置。

【請求項 10】

前記所定の指標は、前記変化曲線の傾き、ピーク値、ピークまでの時間、積分値又はカーブ形状のいずれかである請求項 9 に記載のイメージング装置。

【請求項 11】

前記階調画像生成部が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する請求項 9 または 10 に記載のイメージング装置。

【請求項 12】

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する等高線生成部を備え、

前記画像表示部が、前記階調画像と前記等高線画像とを切り替えて表示可能である請求項 9 から請求項 11 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 13】

前記等高線生成部が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する請求項 12 に記載のイメージング装置。

【請求項 14】

前記等高線生成部が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する請求項 12 又は請求項 13 に記載のイメージング装置。

【請求項 15】

前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である請求項 9 から請求項 14 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 16】

前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である請求項 9 から請求項 14 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 17】

前記撮影部は、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影し、

前記画像表示部は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する請求項 9 から請求項 16 のいずれか一項に記載のイメージング装置。

【請求項 18】

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、

前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、

前記測定された画素値を所定の階調数に階調変換する工程と、

前記階調変換された画素値に基づいて、階調画像を生成する工程と、

前記階調画像を表示する工程と、

を含むイメージング方法。

【請求項 19】

前記階調画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する請求項 18 に記載のイメージング方法。

【請求項 20】

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する工程を含み、

前記階調画像を表示する工程が、前記階調画像又は前記等高線画像の少なくともいずれか一方を表示する請求項 18 又は 19 に記載のイメージング方法。

【請求項 21】

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成

10

20

30

40

50

する請求項 20 に記載のイメージング方法。

【請求項 22】

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する請求項 20 又は請求項 21 に記載のイメージング方法。

【請求項 23】

前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である請求項 18 から請求項 22 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

【請求項 24】

前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である請求項 18 から請求項 22 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

10

【請求項 25】

前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影する工程を含み、前記階調画像を表示する工程は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する請求項 18 から請求項 24 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

【請求項 26】

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、

前記蛍光画像を経時的に記憶する工程と、

前記記憶された蛍光画像に基づいて、蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、

20

前記測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する工程と、

前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する工程と、

前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する工程と、

前記階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する工程と、

前記階調画像を表示する工程と、

を含むイメージング方法。

【請求項 27】

前記所定の指標が、前記変化曲線の傾き、ピーク値、ピークまでの時間、積分値又はカーブ形状のいずれかである請求項 12 に記載のイメージング方法。

30

【請求項 28】

前記階調画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する請求項 26 又は 27 に記載のイメージング方法。

【請求項 29】

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する工程を含み、

前記階調画像を表示する工程が、前記階調画像と前記等高線画像とを切り替えて表示可能である請求項 26 から請求項 28 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

40

【請求項 30】

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する請求項 29 に記載のイメージング方法。

【請求項 31】

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する請求項 29 又は請求項 30 に記載のイメージング方法。

【請求項 32】

前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である請求項 26 から請求項 31 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

【請求項 33】

50

前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である請求項 2 6 から請求項 3 2 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

【請求項 3 4】

前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影する工程を含み、前記階調画像を表示する工程は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する請求項 2 6 から請求項 3 4 のいずれか一項に記載のイメージング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、イメージング装置およびイメージング方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近赤外蛍光イメージングと称される手法が、外科手術における血管造影に利用されている。この近赤外蛍光イメージングにおいては、蛍光色素であるインドシアニンググリーン（ICG）をインジェクタ等により注入することで患部に投与する。そして、このインドシアニンググリーンにその波長が 600 ~ 850 nm（ナノメートル）程度の近赤外光を励起光として照射すると、インドシアニンググリーンは 750 ~ 900 nm 程度の波長の近赤外蛍光を発する。この蛍光を、近赤外光を検出可能な撮像素子で撮影し、その画像を液晶表示パネル等の表示部に表示する。この近赤外蛍光イメージングによれば、体表から 20 mm 程度までの深さに存在する血管やリンパ管等の観察が可能となる。

20

【0003】

例えば特許文献 1 には、蛍光強度の経時的变化を示すグラフを求めて、そのグラフの傾きやピークまでの時間、面積等の各種の指標に基づいたカラー画像（カラーマップ）を生成する方法が開示されている。そして、特許文献 1 に記載の方法を用いた場合、カラー画像は、例えば、被検者の血行状態に応じて、色が連続的に変化した画像となる。医師は、このカラー画像を参考にして、血行状態が悪化しているのはどこであるのか、すなわち、血管のどこに外科的な処置を施せばよいのかを判断することができる。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5 9 1 8 5 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 に記載の方法を用いて得られたカラー画像では、血行状態に応じた色が連続的に変化しているため、血行状態の良不良の境界部が把握しづらかった。また、血行状態の良不良の境界部が定まらないため、血管を切離する部分が医師によって異なってしまう。

40

この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができるイメージング装置およびイメージング方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 の態様は、検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、前記画素値測定部により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換部と、前記階調変換部により階調変換された画素値に基づいて、階

50

調画像を生成する階調画像生成部と、前記階調画像を表示する画像表示部と、を備える。

【0007】

本発明の第2の態様は、被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、前記蛍光画像を経時的に記憶する画像記憶部と、前記画像記憶部に記憶された前記蛍光画像に基づいて、前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、前記画素値測定部により測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する変化曲線作成部と、前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する指標算出部と、前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する階調変換部と、前記階調変換部により階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する階調画像生成部と、前記階調画像を表示する画像表示部と、を備える。

10

【0008】

本発明の第3の態様は、被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、前記測定された画素値を所定の階調数に階調変換する工程と、前記階調変換された画素値に基づいて、階調画像を生成する工程と、前記階調画像を表示する工程と、を含む。

【0009】

本発明の第4の態様は、被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、前記蛍光画像を経時的に記憶する工程と、前記記憶された蛍光画像に基づいて、蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、前記測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する工程と、前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する工程と、前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する工程と、前記階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する工程と、前記階調画像を表示する工程と、を含む。

20

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、当該階調画像における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。これにより、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本発明のイメージング装置の第1実施形態を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1に示すイメージング装置の側面図である。

【図3】図3は、図1に示すイメージング装置の平面図である。

【図4】図4は、図1に示すイメージング装置が備える照明・撮影部の斜視図である。

40

【図5】図5は、図4に示す照明・撮影部における撮影部の概要図である。

【図6】図6は、図1に示すイメージング装置の主要な制御系を示すブロック図である。

【図7】図7は、図1に示すイメージング装置で実行される工程を順に示す図（フローチャート）である。

【図8】図8は、図7に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。

【図9】図9は、図7に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。

【図10】図10は、図7に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。

【図11】図11は、図7に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。

【図12】図12は、本発明のイメージング装置（第2実施形態）の主要な制御系を示すブロック図である。

50

【図 1 3】図 1 3 は、図 1 2 に示すイメージング装置で実行される工程を順に示す図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 2 に示すイメージング装置で T I C 解析により得られる画素値の経時変化を示すグラフである。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明のイメージング装置（第 3 実施形態）で得られる画像の一例である。

【図 1 6】図 1 6 は、図 1 5 に示すイメージング装置で T I C 解析により得られる画素値の経時変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

以下、本発明のイメージング装置およびイメージング方法を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明のイメージング装置の第 1 実施形態を示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示すイメージング装置の側面図である。図 3 は、図 1 に示すイメージング装置の平面図である。図 4 は、図 1 に示すイメージング装置が備える照明・撮影部の斜視図である。図 5 は、図 4 に示す照明・撮影部における撮影部の概要図である。図 6 は、図 1 に示すイメージング装置の主要な制御系を示すブロック図である。図 7 は、図 1 に示すイメージング装置で実行される工程を順に示す図である。図 8 は、図 7 に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。図 9 は、図 7 に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。図 10 は、図 7 に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。図 11 は、図 7 に示す工程を実行することにより得られる画像の一例である。なお、以下では、説明の都合上、図 1、図 2 および図 4 中の上側を「上（上方）」、下側を「下（下方）」と言う。

20

【0013】

図 1 に示すイメージング装置 1 は、被検者 S T の体内に注入された蛍光色素としてのインドシアニンググリーン（ICG）に対し励起光を照射し、このインドシアニンググリーンから放射される蛍光を撮影するための装置である。イメージング装置 1 を用いることにより、後述するように、被検者 S T に外科手術を施す際に、例えば被検者 S T の血行状態を正確に把握することができる。

30

【0014】

イメージング装置 1 は、4 個の車輪 1 3 を備えた台車 1 1 と、この台車 1 1 の上面における台車 1 1 の進行方向の前方（図 2 および図 3 における左方向）付近に配設されたアーム機構 3 0 と、このアーム機構 3 0 にサブアーム 4 1 を介して配設された照明・撮影部 1 2 と、モニタである画像表示部 1 5 とを備える。台車 1 1 の進行方向の後方には、台車 1 1 を移動するときに使用されるハンドル 1 4 が付設されている。また、台車 1 1 の上面には、このイメージング装置 1 を遠隔操作するためのリモコンを装着するための凹部 1 6 が形成されている。

【0015】

また、図 7 に示すように、イメージング装置 1 は、可視光照射工程と、可視画像取得工程と、励起光照射工程と、蛍光画像取得工程と、画素値測定工程と、階調変換工程と、階調画像生成工程と、等高線生成工程と、階調画像表示工程とを含むイメージング方法を、この工程順に実行することができる。

40

【0016】

上述したアーム機構 3 0 は、台車 1 1 の進行方向の前方側に配設されている。このアーム機構 3 0 は、台車 1 1 の進行方向の前方側に立設された支柱 3 6 上に配設された支持部 3 7 に対して、ヒンジ部 3 3 により連結された第 1 アーム部材 3 1 を備える。この第 1 アーム部材 3 1 は、ヒンジ部 3 3 の作用により、支柱 3 6 および支持部 3 7 を介して、台車 1 1 に対して揺動可能となっている。なお、上述した画像表示部 1 5 は、支柱 3 6 に付設されている。

50

【 0 0 1 7 】

この第 1 アーム部材 3 1 の上端には、第 2 アーム部材 3 2 がヒンジ部 3 4 により連結されている。この第 2 アーム部材 3 2 は、ヒンジ部 3 4 の作用により、第 1 アーム部材 3 1 に対して揺動可能となっている。このため、第 1 アーム部材 3 1 と第 2 アーム部材 3 2 とは、図 2 において符合 C を付した仮想線で示すように、第 1 アーム部材 3 1 と第 2 アーム部材 3 2 とが第 1 アーム部材 3 1 と第 2 アーム部材 3 2 との連結部であるヒンジ部 3 4 を中心として所定の角度開いた撮影姿勢と、図 1 から図 3 において符合 A を付した実線で示すように、第 1 アーム部材 3 1 と第 2 アーム部材 3 2 とが近接する待機姿勢をとることが可能となっている。

【 0 0 1 8 】

第 2 アーム部材 3 2 の下端には、支持部 4 3 がヒンジ部 3 5 により連結されている。この支持部 4 3 は、ヒンジ部 3 5 の作用により、第 2 アーム部材 3 2 に対して揺動可能となっている。この支持部 4 3 には、回転軸 4 2 が支持されている。そして、照明・撮影部 1 2 を支持したサブアーム 4 1 は、第 2 アーム部材 3 2 の先端に配設された回転軸 4 2 を中心に回転する。このため、照明・撮影部 1 2 は、このサブアーム 4 1 の回転により、図 1 から図 3 において符合 A を付した実線で、あるいは、図 2 において符合 C を付した仮想線で示すように、撮影姿勢または待機姿勢をとるためのアーム機構 3 0 に対して台車 1 1 の進行方向の前方側の位置と、図 2 および図 3 において符合 B を付した仮想線で示すように、台車 1 1 を移動させる時の姿勢であるアーム機構 3 0 に対して台車 1 1 の進行方向の後方側の位置との間を移動する。

【 0 0 1 9 】

図 4 に示すように、照明・撮影部 1 2 は、可視光および近赤外光を撮影可能な複数の撮像素子を備えたカメラである撮影部 2 1 と、この撮影部 2 1 の外周部に配設された可視光源 2 2 と、可視光源 2 2 の外周部に配設された励起用光源 2 3 とを備える。

可視光源 2 2 は、例えば白色光等のような可視光を照射する。これにより、被検者 S T に向けて可視光を照射する可視光照射工程を行うことができる。

【 0 0 2 0 】

励起用光源 2 3 は、蛍光色素を励起させるための励起光を照射する。これにより、蛍光色素が投与された被検者 S T に向けて、当該蛍光色素を励起させるための励起光を照射する励起光照射工程を行うことができる。蛍光色素がインドシアニングリーンの場合、当該インドシアニンググリーンを励起させるための励起光としては、例えば、波長が 8 1 0 n m の近赤外光を用いるのが好ましい。8 1 0 n m の近赤外光を照射されたインドシアニンググリーンからは、ピークが 8 4 5 n m 程度の近赤外光が蛍光として放射される。

なお、この実施形態においては、可視光源 2 2 および励起用光源 2 3 と、撮影部 2 1 とを一体化した照明・撮影部 1 2 を使用しているが、可視光源 2 2 および励起用光源 2 3 と、撮影部 2 1 とを、個別に配設してもよい。

【 0 0 2 1 】

図 5 に示すように、撮影部 2 1 は、焦点合わせのために往復移動する可動レンズ 5 4 と、波長選択フィルタ 5 3 と、可視光用撮像素子 5 1 と、蛍光用撮像素子 5 2 とを備える。可視光用撮像素子 5 1 と蛍光用撮像素子 5 2 とは、C M O S や C C D から構成される。撮影部 2 1 に対して、その光軸 L に沿って同軸で入射した可視光および蛍光は、焦点合わせ機構を構成する可動レンズ 5 4 を通過した後、波長選択フィルタ 5 3 に到達する。

【 0 0 2 2 】

同軸上の可視光および蛍光のうち、蛍光は、波長選択フィルタ 5 3 を通過して蛍光用撮像素子 5 2 に入射する。これにより、蛍光色素から発生した蛍光を撮影して、被検者 S T の蛍光画像 I M 2 を取得する蛍光画像取得工程を行うことができる。

また、同軸上に入射した可視光および蛍光のうち、可視光は、波長選択フィルタ 5 3 により反射され、可視光用撮像素子 5 1 に入射する。これにより、蛍光画像 I M 2 に対応する範囲において可視画像 I M 1 をリアルタイムに撮影して、被検者 S T の可視画像 I M 1 を取得する可視画像取得工程を行うことができる。そして、画像表示部 1 5 には、可視画

10

20

30

40

50

像 I M 1 と蛍光画像 I M 2 とが合成された合成画像 I M 3 が表示される。

【 0 0 2 3 】

また、照明・撮影部 1 2 では、可動レンズ 5 4 を含む焦点合わせ機構の作用により、可視光は可視光用撮像素子 5 1 に対して焦点合わせされ、蛍光は蛍光用撮像素子 5 2 に対して焦点合わせされる。

可視画像取得工程および蛍光画像取得工程の実行順番は、図 7 に示す工程では可視画像取得工程、蛍光画像取得工程の順に行われるが、これに限定されず、例えば、光画像取得工程、可視画像取得工程の順に、すなわち、順序が逆転して行われてもよいし、可視画像取得工程と蛍光画像取得工程とが並行して、すなわち、同期して行われてもよい。

【 0 0 2 4 】

図 6 に示すように、イメージング装置 1 は、論理演算を実行する CPU、装置の制御に必要な動作プログラムが格納された ROM、制御時にデータ等が一時的にストアされる RAM 等から構成され、装置全体を制御する制御部 6 0 を備える。この制御部 6 0 は、可視画像 I M 1 と蛍光画像 I M 2 とに対して各種の画像処理を実行する画像処理部 6 1 を備える。この画像処理部 6 1 は、蛍光画像 I M 2 の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部 6 6 と、画素値測定部 6 6 により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換部 6 8 と、階調変換部 6 8 により階調変換された画素値に基づいて、階調画像 I M 4 を生成する階調画像生成部 6 9 と、階調画像 I M 4 において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像 I M 5 を生成する等高線生成部 7 0 を備える。

【 0 0 2 5 】

ここで、「蛍光画像 I M 2 の所定領域」とは、一般的に ROI (Region of Interest : 関心領域) と呼ばれる領域のことである。イメージング装置 1 では、入力部 6 2 を操作することにより、ROI の位置や大きさ (範囲) 等を任意に設定、変更することができる。なお、ROI は、蛍光画像 I M 2 の全画面範囲であってもよいし、蛍光画像 I M 2 の一部であってもよい。前者、すなわち、ROI を蛍光画像 I M 2 の全画面範囲とした場合には、例えば、被検者 S T の症例によっては血行状態の見落としを防止することができる。また、ROI を蛍光画像 I M 2 の全画面範囲とする際、例えば、フレームレートを落としたり、画面を縮小したりする等の処理を行うのが好ましい。フレームレートを落とす場合には、例えば、6 0 f p s を 1 5 f p s にすること等が挙げられる。画面を縮小する場合には、例えば、「1 2 8 0 × 1 0 2 4」を「6 4 0 × 5 1 2」にする等が挙げられる。後者、すなわち、ROI を蛍光画像 I M 2 の一部とした場合には、例えば、画像処理部 6 1 での画像処理速度の向上を図ることができる。

【 0 0 2 6 】

蛍光色素は、被検者 S T に投与されると、ROI 内ではそのまま留まらず流されていったり、またはその反対に、ROI 内の一部でほとんど留まっていたりする。蛍光画像 I M 2 の所定領域、すなわち、ROI の各画素の画素値は、ROI 内での蛍光色素の濃度に相関する値である。画素値測定部 6 6 は、ROI の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定工程を行うことができる。

【 0 0 2 7 】

階調変換部 6 8 は、画素値測定部 6 6 により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換工程を行うことができる。階調変換部 6 8 は、例えば、階調数を 4 段階にする場合、範囲 (大きさ) が異なる 4 つの閾値を設定して、画素値測定部 6 6 で測定された画素値がどの範囲の閾値に属するのかを求める。そして、これに基づいて、当該画素値が前記 4 段階のうちどの段階の階調に属するのかを決定することができる。なお、イメージング装置 1 では、入力部 6 2 を操作することにより、階調数や閾値の範囲を任意に設定、変更することができる。

【 0 0 2 8 】

階調画像生成部 6 9 は、階調変換部 6 8 により階調変換された画素値に基づいて、階調画像 I M 4 を生成する階調画像生成工程を行うことができる。前記のように階調変換部 6 8 での階調数が 4 段階の場合、階調画像生成部 6 9 は、例えば、各段階に属する画素値の

10

20

30

40

50

群をそれぞれ1つの群とし、これを連続した1つの領域として表示されるよう画像処理する。これにより、例えば図8や図9に示すような階調数が4段階に分けられた階調画像IM4を生成することができる。

【0029】

等高線生成部70は、階調画像IM4において隣り合う各階調同士の境界、すなわち、各階調の輪郭であるエッジを検出し、各階調の等高線画像IM5を生成する等高線生成工程を行うことができる。等高線生成部70は、検出した前記境界を、各階調を囲む等高線として表示されるよう画像処理する。これにより、例えば図9～図11に示すような4つの等高線を有する等高線画像IM5を生成することができる。

【0030】

また、制御部60は、オペレータにより各種の情報が入力される入力部62と電氣的に接続されている。また、この制御部60は、上述した画像表示部15と電氣的に接続されている。これにより、画像表示部15は、階調画像IM4等を含む合成画像IM3を表示する階調画像表示工程を行うことができる。なお、入力部62は、このイメージング装置1を遠隔操作するためのリモコンに配設されていてもよく、画像表示部15がタッチパネル式の場合にはこの画像表示部15の画面に配設されてもよく、台車11に配設されてもよい。

【0031】

また、制御部60は、撮影部21、可視光源22および励起用光源23を備えた照明・撮影部12と電氣的に接続されている。これにより、照明・撮影部12は、上述した可視光照射工程、可視画像取得工程、励起光照射工程および蛍光画像取得工程を行うことができる。

【0032】

次に、被検者STに外科手術を施す際に、イメージング装置1を用いて被検者STの血行状態を把握する場合について、図7に示すフローチャートと、図8～図11に示す画像を参照しつつ説明する。なお、外科手術に先立って、被検者STには、既に蛍光色素が投与されている。また、イメージング装置1は、ROIの位置や大きさも予め設定されている。

【0033】

まず、可視光源22を作動させて、被検者STに向けて可視光を照射した可視光照射状態とする。(可視光照射工程)。

次いで、可視光照射状態を維持したまま、撮影部21を作動させて、可視画像IM1を取得する(可視画像取得工程)。これにより、図8～図11に示すような可視画像IM1が得られる。また、可視画像IM1を取得後、可視光源22による可視光の照射を停止するのが好ましい。

【0034】

次いで、励起用光源23を作動させて、被検者STに向けて励起光を照射した励起光照射状態とする(励起光照射工程)。これにより、被検者ST中の蛍光色素を励起させることができ、よって、当該蛍光色素からは蛍光が発生する。

次いで、励起光照射状態を維持したまま、撮影部21を作動させて、蛍光画像IM2を取得する(蛍光画像取得工程)。また、蛍光画像IM2を取得後、励起用光源23による励起光の照射を停止するのが好ましい。

【0035】

次いで、蛍光画像IM2を経時的に取得しつつ、画素値測定部66により、蛍光画像IM2におけるROIの各画素の画素値を経時的に測定する(画素値測定工程)。

次いで、画素値測定部66で測定された画素値を、階調変換部68により、例えば4つの階調数に階調変換する(階調変換工程)。

【0036】

次いで、階調変換部68で階調変換された画素値に基づいて、階調画像生成部69により、階調画像IM4を生成する(階調画像生成工程)。これにより、図8に示すような階

10

20

30

40

50

調画像 I M 4 を含む蛍光画像 I M 2 が得られる。

また、階調画像生成部 6 9 は、各階調によって色の異なる階調画像 I M 4 を生成することができる。各階調の色は、例えば、色空間の一種である H S V や H S L に基づいて選択されるのが好ましい。また、階調画像生成部 6 9 は、例えば、隣り合う階調同士の色を補色関係とすることができる。このような階調画像 I M 4 により、当該階調画像 I M 4 における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。

【 0 0 3 7 】

次いで、等高線生成部 7 0 により、階調画像 I M 4 中の隣り合う各階調同士の境界を検出し、各階調の等高線画像 I M 5 を生成する（等高線生成工程）。これにより、図 9 ~ 図 1 1 に示すような等高線画像 I M 5 を含む蛍光画像 I M 2 が得られる。等高線画像 I M 5 は、隣り合う階調同士の境界を強調する、すなわち、目立たせることができる。

10

【 0 0 3 8 】

等高線生成部 7 0 は、各階調によって色の異なる、すなわち、各等高線の色が異なる等高線画像 I M 5 を生成することができる。各等高線の色は、例えば、色空間の一種である H S V や H S L に基づいて選択されるのが好ましい。また、各等高線の色は、各階調の色と異なるのが好ましい。このような等高線画像 I M 5 により、隣り合う階調同士の境界をより強調することができる。

【 0 0 3 9 】

また、等高線生成部 7 0 は、各階調によって太さの異なる、すなわち、各等高線の太さが異なる等高線画像 I M 5 を生成することができる。この場合、図 1 1 に示すような等高線画像 I M 5 を含む蛍光画像 I M 2 が得られる。このような等高線画像 I M 5 により、等高線の太さを、各階調の明るさに対応させることができる。例えば、比較的明るい階調の領域では、等高線を比較的太くし、比較的暗い階調の領域では、等高線を比較的細くすることができる。これによっても、隣り合う階調同士の境界をより強調することができる。

20

【 0 0 4 0 】

次いで、画像表示部 1 5 により、合成画像 I M 3 を表示する（階調画像表示工程）。これにより、図 8 ~ 図 1 1 に示すような合成画像 I M 3 を画像表示部 1 5 に表示することができる。

図 8 に示す合成画像 I M 3 は、可視画像 I M 1 に階調画像 I M 4 が重畳された画像である。これにより、医師は、当該階調画像 I M 4 における各階調の境界を容易に視認することができる。そして、この境界を基に、医師は、血行状態の良不良の境界部を正確に把握することができる。また、これにより、医師は、技量の程度に関わらず、血管を切離する部分、すなわち、切離線を正確に決定することができる。

30

【 0 0 4 1 】

図 9 に示す合成画像 I M 3 は、可視画像 I M 1 に階調画像 I M 4 と等高線画像 I M 5 とが重畳された画像である。これにより、階調画像 I M 4 における隣り合う階調同士の境界を強調することができる。そして、医師は、当該階調画像 I M 4 における各階調の境界をより容易に視認することができる。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 に示す合成画像 I M 3 は、可視画像 I M 1 に等高線画像 I M 5 が重畳された画像である。このような合成画像 I M 3 は、階調画像 I M 4 を要さない場合に適している。これより、画像処理部 6 1 での画像処理速度の向上を図ることができる。

40

図 1 1 に示す合成画像 I M 3 は、可視画像 I M 1 に等高線画像 I M 5 が重畳された画像であるが、各等高線の太さが異なること以外は、図 1 0 に示す合成画像 I M 3 と同様である。これにより、階調画像 I M 4 に代えて、隣り合う階調同士の境界を強調することができる。よって、医師は、各階調の境界をより容易に視認することができる。

【 0 0 4 3 】

以上のように、被検者 S T に外科手術を施す際に、イメージング装置 1 を用いることにより、被検者 S T の血行状態を正確に把握することができる。これにより、被検者 S T に

50

対して手術を安全に施すことができる。

また、イメージング装置 1 では、階調画像 I M 4 又は等高線画像 I M 5 の少なくともいずれか一方を、又は、階調画像 I M 4 と等高線画像 I M 5 とを切り替えて画像表示部 1 5 に表示することができる。これにより、医師は、自分の好みに合わせて、階調画像 I M 4 を含む合成画像 I M 3、等高線画像 I M 5 を含む合成画像 I M 3、階調画像 I M 4 および等高線画像 I M 5 の双方を含む合成画像 I M 3 を選択し、手術で用いることができる。

【 0 0 4 4 】

< 第 2 実施形態 >

図 1 2 は、本発明のイメージング装置（第 2 実施形態）の主要な制御系を示すブロック図である。図 1 3 は、図 1 2 に示すイメージング装置で実行される工程を順に示す図である。図 1 4 は、図 1 2 に示すイメージング装置で T I C 解析により得られる画素値の経時的变化を示すグラフである。

10

【 0 0 4 5 】

以下、これらの図を参照して本発明のイメージング装置およびイメージング方法の第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、イメージング装置の構成が異なること以外は前記第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 4 6 】

図 1 2 に示すように、本実施形態では、イメージング装置 1 は、撮影部 2 1 により撮影された画像を経時的に記憶する画像記憶部 6 3 を備える。画像記憶部 6 3 は、制御部 6 0 に電氣的に接続されている。この画像記憶部 6 3 は、蛍光画像 I M 2 を経時的に記憶する蛍光画像記憶部 6 4 と、可視画像 I M 1 を経時的に記憶する可視画像記憶部 6 5 とから構成される。なお、画像記憶部 6 3 は、蛍光画像記憶部 6 4 および可視画像記憶部 6 5 を備える代わりに、合成画像 I M 3 を経時的に記憶する合成画像記憶部を備えていてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

また、制御部 6 0 は、画像処理部 6 1 の他に、さらに、画素値測定部 6 6 により測定された画素値に基づいて、R O I の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する変化曲線作成部 6 7 と、R O I の各画素の変化曲線を解析し、R O I の各画素に対して所定の指標を算出する指標算出部 7 1 とを備える。

30

【 0 0 4 8 】

図 1 3 に示すように、イメージング装置 1 は、可視光照射工程と、可視画像取得工程と、可視画像記憶工程と、励起光照射工程と、蛍光画像取得工程と、蛍光画像記憶工程と、画素値測定工程と、変化曲線作成工程と、指標算出工程と、階調変換工程と、階調画像生成工程と、階調画像表示工程とを含むイメージング方法を、この工程順に実行することができる。

【 0 0 4 9 】

可視画像記憶工程は、可視画像 I M 1 を経時的に記憶する工程であり、可視画像記憶部 6 5 により行われる。

蛍光画像記憶工程は、蛍光画像 I M 2 を経時的に記憶する工程であり、蛍光画像記憶部 6 4 により行われる。そして、画素値測定部 6 6 は、画像記憶部 6 3 に記憶された蛍光画像 I M 2 に基づいて、上述したように蛍光画像 I M 2 の R O I の各画素の画素値を経時的に測定することができる（画素値測定工程）。

40

【 0 0 5 0 】

変化曲線作成工程は、画素値測定部 6 6 測定された画素値に基づいて、図 1 4 に示すような、R O I の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する工程であり、変化曲線作成部 6 7 により行われる。変化曲線作成部 6 7 は、例えば、R O I の中の画素値をグラフとして表示する。

【 0 0 5 1 】

指標算出工程は、R O I の各画素の変化曲線を解析し、R O I の各画素に対して所定の

50

指標を算出する工程であり、指標算出部 7 1 により行われる。前記所定の指標は、血流状態を把握するための指標であり、その指標としては、特に限定されず、例えば、変化曲線の傾き、ピーク値、ピークまでの時間、積分値、カーブ形状、蛍光開始時間（各画素で初めて蛍光を検出した時刻）又は T I C（Time Intensity Curve）解析の最終的な画素値（ピークに到達し減衰した後、安定化した画素値）のいずれかであるのが好ましい。

【 0 0 5 2 】

指標算出部 7 1 は、T I C 解析を行って、前記のいずれかの指標を算出することができる。例えば、図 1 4 中の「立ち上がりの傾き」は、血流に相関するパラメータであり、「ピークまでの時間」は、蛍光色素を投与してから対象となる組織に蛍光色素が来るまでのパラメータ（時間）である。そして、最終的には、いずれパラメータからも、血行状態、すなわち、どれだけ血流が良好かを把握することができる。

10

【 0 0 5 3 】

階調変換部 6 8 は、所定の指標を所定の階調数に階調変換することができる（階調変換工程）。また、階調画像生成部 6 9 は、階調変換部 6 8 により階調変換された指標に基づいて、階調画像 I M 4 を生成することができる（階調画像生成工程）。これにより、前記第 1 実施形態と同様に、被検者 S T に外科手術を施す際に、被検者 S T の血行状態を正確に把握することができる。

【 0 0 5 4 】

< 第 3 実施形態 >

図 1 5 は、本発明のイメージング装置（第 3 実施形態）で得られる画像の一例である。図 1 6 は、図 1 5 に示すイメージング装置で T I C 解析により得られる画素値の経時的変化を示すグラフである。

20

【 0 0 5 5 】

以下、これらの図を参照して本発明のイメージング装置およびイメージング方法の第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態の相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

本実施形態は、蛍光画像中の R O I の設定数が異なること以外は前記第 2 実施形態同様である。

【 0 0 5 6 】

図 1 5 に示すように、本実施形態では、R O I として、蛍光画像 I M 2 中に 2 つの領域（領域 A および領域 B）が設定されている。この蛍光画像 I M 2 では、図 1 6 に示すように、領域 A で蛍光が発生し、これに遅れて、すなわち、時間差をもって、領域 B で蛍光が発生している。この場合、例えば、領域 A と領域 B とで蛍光が発生する時間差を測定することにより、血行状態を把握することができる。

30

なお、蛍光画像 I M 2 中の R O I の設定数は、本実施形態では 2 つであるが、これに限定されず、例えば、3 つ以上であってもよい。

【 0 0 5 7 】

以上、本発明のイメージング装置およびイメージング方法を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、イメージング装置およびイメージング方法を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のもの置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

40

【 0 0 5 8 】

また、本発明のイメージング装置は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成（特徴）を組み合わせただのもであってもよい。例えば、第 2 実施形態のイメージング装置が、第 1 実施形態のイメージング装置と同様の等高線生成部を備えた構成となってもよい。

【 0 0 5 9 】

また、前記各実施形態においては、蛍光色素を含む材料としてインドシアニングリーンを使用し、このインドシアニンググリーンに対して 6 0 0 n m ~ 8 5 0 n m 程度の近赤外光を励起光として照射することにより、インドシアニンググリーンからおおよそ 8 1 0 n m を

50

ピークとする近赤外領域の蛍光を発光させる場合について説明したが、近赤外線以外の光を使用してもよい。

【0060】

また、被検者の症例によっては、蛍光色素として、インドシアニンググリーンを使用する代わりに、例えば5 - アミノレブリン酸 (5 - ALA / 5 - Aminolevulinic Acid) を使用してもよい。

【0061】

[態様]

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

【0062】

(第1項) 一態様に係るイメージング装置は、

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、

前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、

前記画素値測定部により測定された画素値を所定の階調数に階調変換する階調変換部と

、

前記階調変換部により階調変換された画素値に基づいて、階調画像を生成する階調画像生成部と、

前記階調画像を表示する画像表示部と、

を備える。

【0063】

第1項に記載のイメージング装置によれば、当該階調画像における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。これにより、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができる。

【0064】

(第2項) 第1項に記載のイメージング装置において、

前記階調画像生成部が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する。

【0065】

第2項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0066】

(第3項) 第1項又は第2項に記載のイメージング装置において、

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する等高線生成部を備え、

前記画像表示部が、前記階調画像又は前記等高線画像の少なくともいずれか一方を表示する。

【0067】

第3項に記載のイメージング装置によれば、血行状態を容易に視認することができる。

【0068】

(第4項) 第3項に記載のイメージング装置において、

前記等高線生成部が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する。

【0069】

第4項に記載のイメージング装置によれば、等高線の太さを、各階調の明るさに対応させることができる。

【0070】

(第5項) 第3項又は第4項に記載のイメージング装置において、

前記等高線生成部が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

第 5 項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【 0 0 7 2 】

(第 6 項) 第 1 項から第 5 項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である。

【 0 0 7 3 】

第 6 項に記載のイメージング装置によれば、例えば、被検者の症例によっては血行状態の見落としを防止することができる。

【 0 0 7 4 】

(第 7 項) 第 1 項から第 5 項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である。

【 0 0 7 5 】

第 7 項に記載のイメージング装置によれば、例えば、画像処理速度の向上を図ることができる。

【 0 0 7 6 】

(第 8 項) 第 1 項から第 7 項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記撮影部は、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影し、

前記画像表示部は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する。

【 0 0 7 7 】

第 8 項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界を容易に視認することができる。

【 0 0 7 8 】

(第 9 項) 一態様に係るイメージング装置は、

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する励起用光源と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する撮影部と、

前記蛍光画像を経時的に記憶する画像記憶部と、

前記画像記憶部に記憶された前記蛍光画像に基づいて、前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する画素値測定部と、

前記画素値測定部により測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する変化曲線作成部と、

前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する指標算出部と、

前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する階調変換部と、

前記階調変換部により階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する階調画像生成部と、

前記階調画像を表示する画像表示部と、

を備える。

【 0 0 7 9 】

第 9 項に記載のイメージング装置によれば、該階調画像における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。これにより、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができる。

【 0 0 8 0 】

(第 10 項) 第 9 項に記載のイメージング装置において、

前記所定の指標は、前記変化曲線の傾き、ピーク値、ピークまでの時間、積分値又はカーブ形状のいずれかである。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

第10項に記載のイメージング装置によれば、血流状態を安定して把握することができる。

【0082】

(第11項)第9項または第10項に記載のイメージング装置において、前記階調画像生成部が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する。

【0083】

第11項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0084】

(第12項)第9項から第11項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する等高線生成部を備え、

10

前記画像表示部が、前記階調画像と前記等高線画像とを切り替えて表示可能である。

【0085】

第12項に記載のイメージング装置によれば、血行状態に応じて画像を切り替えることができ、よって、その血行状態を容易に視認することができる。

【0086】

(第13項)第12項に記載のイメージング装置において、前記等高線生成部が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する。

【0087】

20

第13項に記載のイメージング装置によれば、等高線の太さを、各階調の明るさに対応させることができる。

【0088】

(第14項)第12項又は第13項に記載のイメージング装置において、前記等高線生成部が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する。

【0089】

第14項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0090】

(第15項)第9項から第14項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である。

30

【0091】

第15項に記載のイメージング装置によれば、例えば、被検者の症例によっては血行状態の見落としを防止することができる。

【0092】

(第16項)第9項から第14項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である。

【0093】

第16項に記載のイメージング装置によれば、例えば、画像処理速度の向上を図ることができる。

40

【0094】

(第17項)第9項から第16項のいずれか一項に記載のイメージング装置において、前記撮影部は、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影し、

前記画像表示部は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する。

【0095】

第17項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界を容易に視認することができる。

【0096】

(第18項)一態様に係るイメージング方法は、

50

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、

前記蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、

前記測定された画素値を所定の階調数に階調変換する工程と、

前記階調変換された画素値に基づいて、階調画像を生成する工程と、

前記階調画像を表示する工程と、

を含む。

【0097】

第18項に記載のイメージング装置によれば、該階調画像における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。これにより、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができる。

10

【0098】

(第19項)第18項に記載のイメージング方法において、

前記階調画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する。

【0099】

第19項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0100】

20

(第20項)第18項又は第19項に記載のイメージング方法において、

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する工程を含み、

前記階調画像を表示する工程が、前記階調画像又は前記等高線画像の少なくともいずれか一方を表示する。

【0101】

第20項に記載のイメージング装置によれば、血行状態を容易に視認することができる。

【0102】

(第21項)第20項に記載のイメージング方法において、

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する。

30

【0103】

第21項に記載のイメージング装置によれば、等高線の太さを、各階調の明るさに対応させることができる。

【0104】

(第22項)第20項又は第21項に記載のイメージング方法において、

前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する。

【0105】

40

第22項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0106】

(第23項)第18項から第22項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、

前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である。

【0107】

第23項に記載のイメージング装置によれば、例えば、被検者の症例によっては血行状態の見落としを防止することができる。

【0108】

(第24項)第18項から第22項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、

50

前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である。

【0109】

第24項に記載のイメージング装置によれば、例えば、画像処理速度の向上を図ることができる。

【0110】

(第25項)第18項から第24項いずれか一項に記載のイメージング方法において、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影する工程を含み、前記階調画像を表示する工程は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する。

【0111】

第25項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界を容易に視認することができる。

10

【0112】

(第26項)一態様に係るイメージング方法は、

被検者に投与された蛍光色素を励起させるための励起光を、前記被検者に向けて照射する工程と、

前記蛍光色素から発生した蛍光を撮影することにより、蛍光画像を取得する工程と、

前記蛍光画像を経時的に記憶する工程と、

前記記憶された蛍光画像に基づいて、蛍光画像の所定領域の各画素の画素値を経時的に測定する工程と、

前記測定された画素値に基づいて、前記所定領域の各画素の画素値の経時的な変化曲線を作成する工程と、

20

前記所定領域の各画素の前記変化曲線を解析し、前記所定領域の各画素に対して所定の指標を算出する工程と、

前記所定の指標を所定の階調数に階調変換する工程と、

前記階調変換された指標に基づいて、階調画像を生成する工程と、

前記階調画像を表示する工程と、

を含む。

【0113】

第26項に記載のイメージング装置によれば、該階調画像における各階調の境界が鮮明となる。また、各階調の色を適宜設定することによって、血行状態を直感的に把握することもできる。これにより、被検者に外科手術を施す際に、例えば被検者の血行状態を正確に把握することができる。

30

【0114】

(第27項)第12項に記載のイメージング方法において、

前記所定の指標が、前記変化曲線の傾き、ピーク値、ピークまでの時間、積分値又はカーブ形状のいずれかである。

【0115】

第27項に記載のイメージング装置によれば、血流状態を安定して把握することができる。

【0116】

(第28項)第26項又は第27項に記載のイメージング方法において、

前記階調画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記階調画像を生成する。

40

【0117】

第28項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0118】

(第29項)第26項から第28項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、

前記階調画像において各階調の境界を検出し、各階調の等高線画像を生成する工程を含み、

前記階調画像を表示する工程が、前記階調画像と前記等高線画像とを切り替えて表示可

50

能である。

【0119】

第29項に記載のイメージング装置によれば、血行状態に応じて画像を切り替えることができ、よって、その血行状態を容易に視認することができる。

【0120】

(第30項)第29項に記載のイメージング方法において、前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって太さの異なる前記等高線画像を生成する。

【0121】

第30項に記載のイメージング装置によれば、等高線の太さを、各階調の明るさに対応させることができる。

10

【0122】

(第31項)第29項又は第30項に記載のイメージング方法において、前記等高線画像を生成する工程が、各階調によって色の異なる前記等高線画像を生成する。

【0123】

第31項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界が鮮明となる。

【0124】

(第32項)第26項から第31項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、前記所定領域は、前記蛍光画像の全画面範囲である。

20

【0125】

第32項に記載のイメージング装置によれば、例えば、被検者の症例によっては血行状態の見落としを防止することができる。

【0126】

(第33項)第26項から第32項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、前記所定領域は、前記蛍光画像中の複数の領域である。

【0127】

第33項に記載のイメージング装置によれば、例えば、画像処理速度の向上を図ることができる。

30

【0128】

(第34項)第26項から第34項のいずれか一項に記載のイメージング方法において、前記蛍光画像に対応する範囲において可視画像をリアルタイムに撮影する工程を含み、前記階調画像を表示する工程は、前記可視画像に前記階調画像を重畳して表示する。

【0129】

第34項に記載のイメージング装置によれば、階調画像における各階調の境界を容易に視認することができる。

【符号の説明】

【0130】

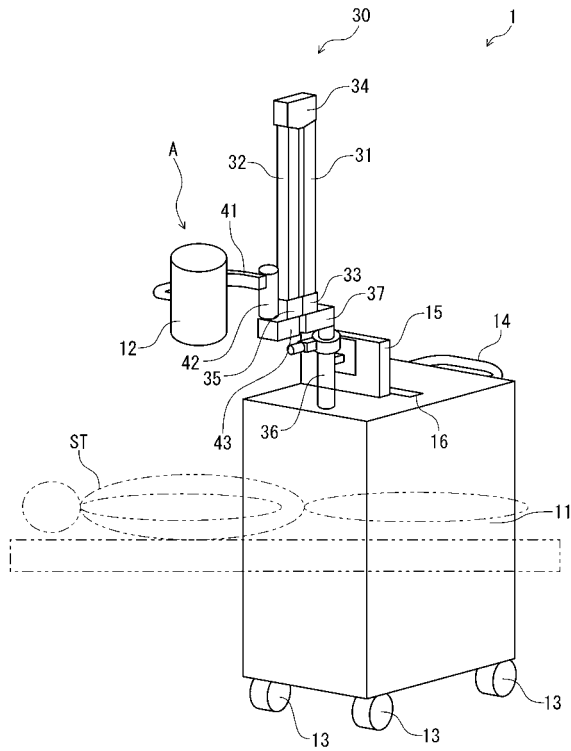
- 1 イメージング装置
- 11 台車
- 12 照明・撮影部
- 13 車輪
- 14 ハンドル
- 15 画像表示部
- 16 凹部
- 21 撮影部
- 22 可視光源
- 23 励起用光源
- 30 アーム機構

40

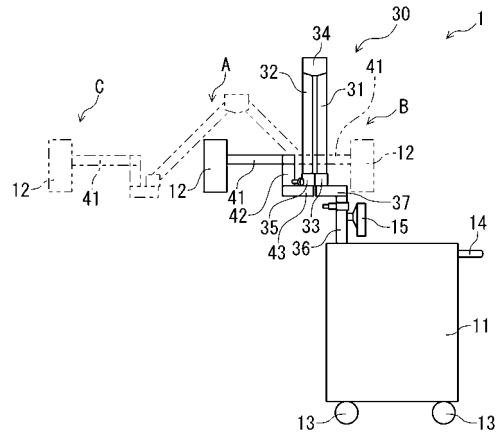
50

3 1	第 1 アーム部材	
3 2	第 2 アーム部材	
3 3	ヒンジ部	
3 4	ヒンジ部	
3 5	ヒンジ部	
3 6	支柱	
3 7	支持部	
4 1	サブアーム	
4 2	回転軸	
4 3	支持部	10
5 1	可視光用撮像素子	
5 2	蛍光用撮像素子	
5 3	波長選択フィルタ	
5 4	可動レンズ	
6 0	制御部	
6 1	画像処理部	
6 2	入力部	
6 3	画像記憶部	
6 4	蛍光画像記憶部	
6 5	可視画像記憶部	20
6 6	画素値測定部	
6 7	変化曲線作成部	
6 8	階調変換部	
6 9	階調画像生成部	
7 0	等高線生成部	
7 1	指標算出部	
A	領域	
B	領域	
I M 1	可視画像	
I M 2	蛍光画像	30
I M 3	合成画像	
I M 4	階調画像	
I M 5	等高線画像	
S T	被検者	

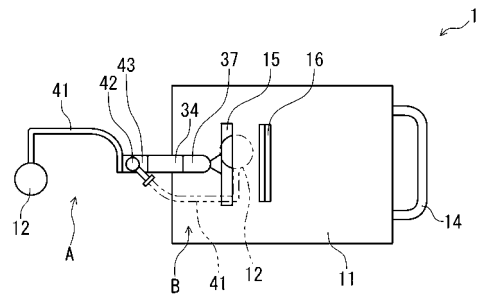
【 図 1 】



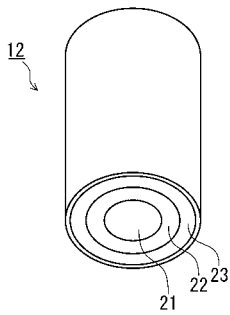
【 図 2 】



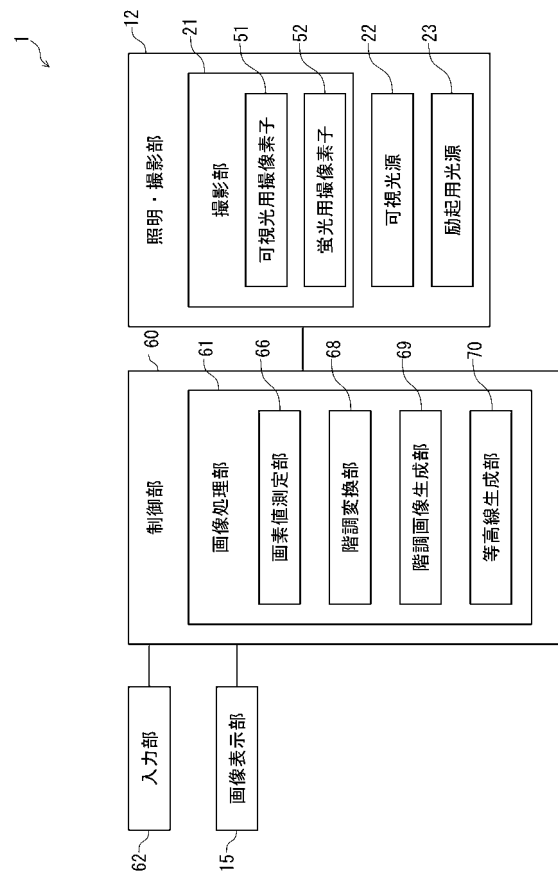
【 図 3 】



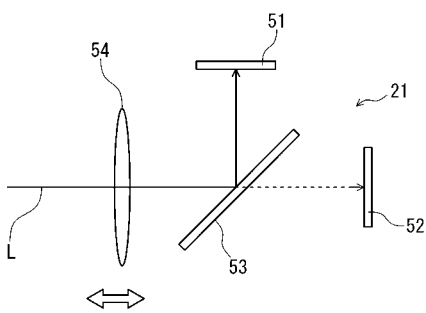
【 図 4 】



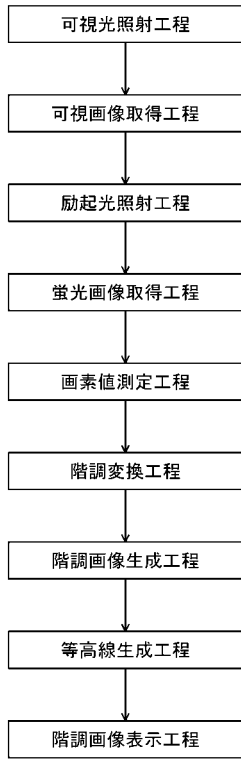
【 図 6 】



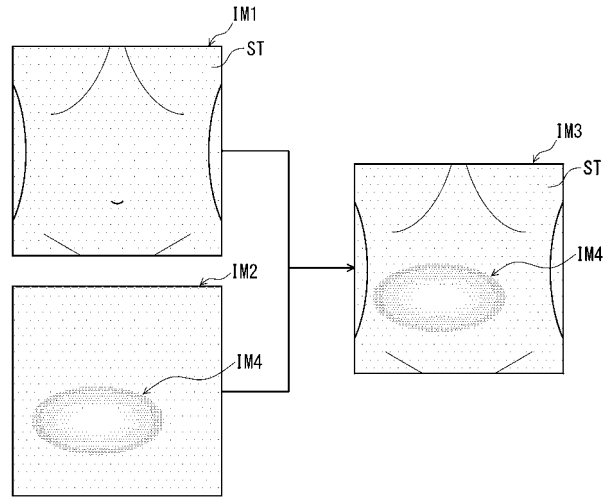
【 図 5 】



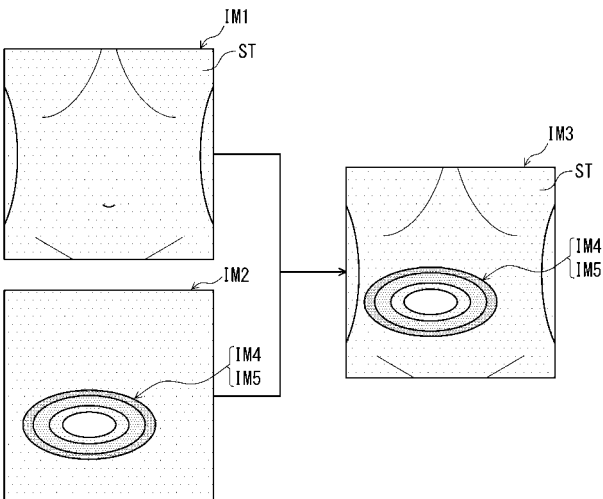
【 図 7 】



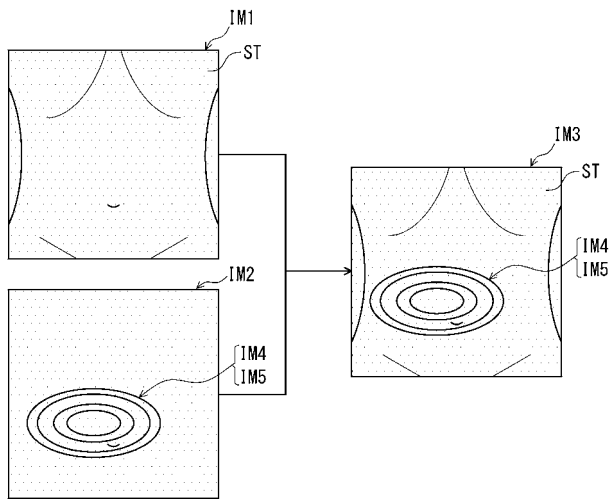
【 図 8 】



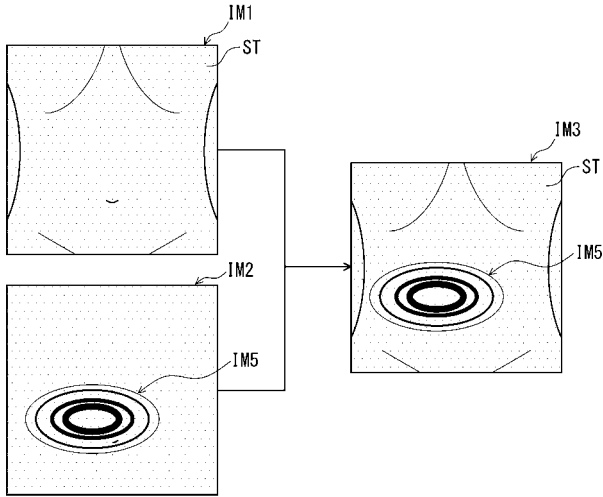
【 図 9 】



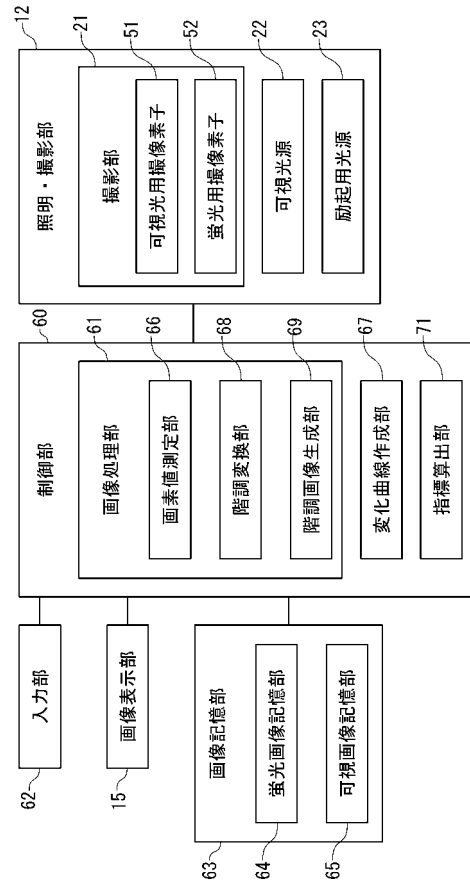
【 図 10 】



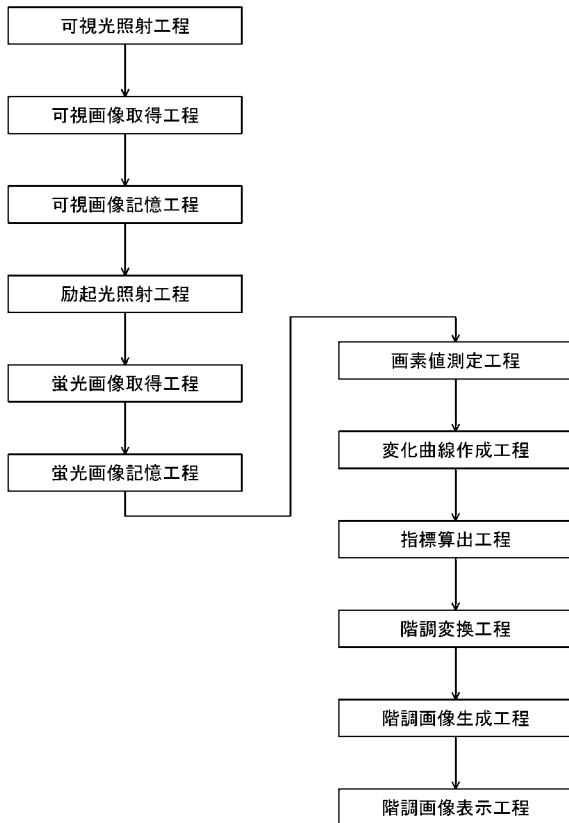
【図 1 1】



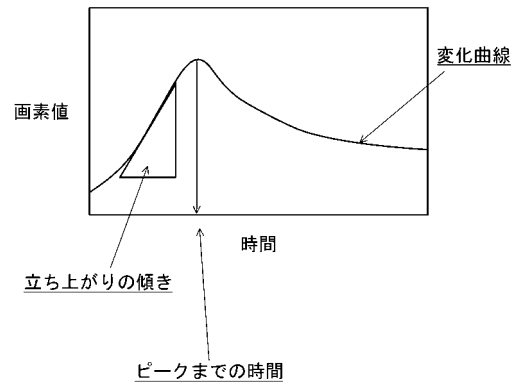
【図 1 2】



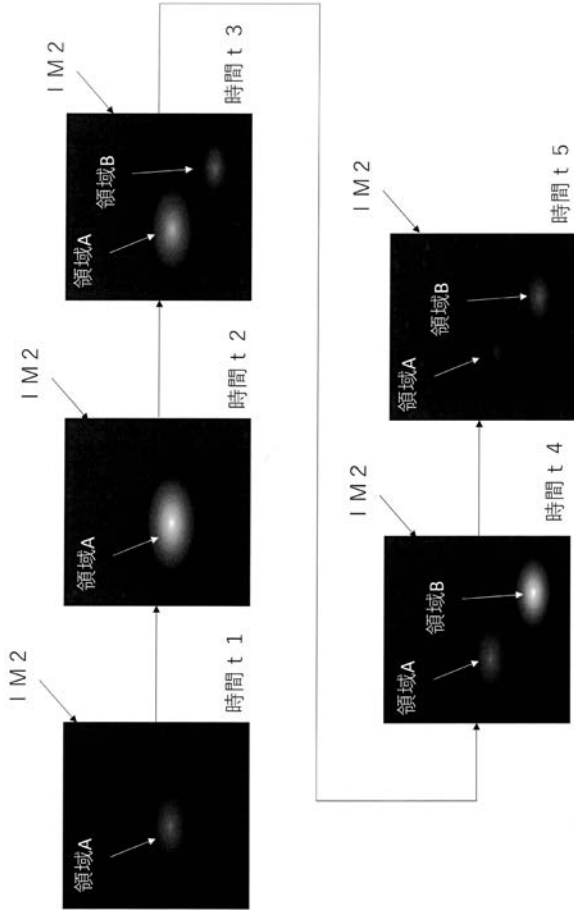
【図 1 3】



【図 1 4】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

