

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129231 A1

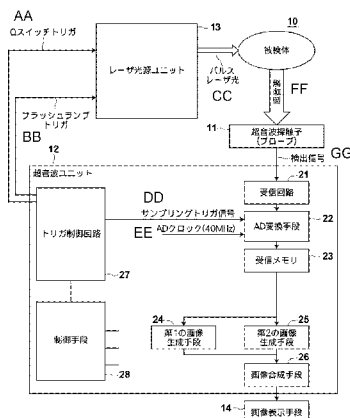
- (51) 国際特許分類:
A61B 8/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050474
- (22) 国際出願日: 2014年1月14日(14.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-031157 2013年2月20日(20.02.2013) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 辻田 和宏(TSUJITA Kazuhiro); 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 小田原 修一, 外(ODAHARA Shuichi et al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1250番地 F F T P M O 棟6F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR GENERATING PHOTOACOUSTIC IMAGES

(54) 発明の名称: 光音響画像生成装置及び方法

FIG. 1



- 10 Test specimen
11 Ultrasound probe
12 Ultrasound unit
13 Laser source unit
14 Image display means
21 Reception circuit
22 AD conversion means
23 Reception memory
24 First image generating means
25 Second image generating means
26 Image synthesizing means
27 Trigger control circuit
28 Control means
AA Q switch trigger
BB Flash lamp trigger
CC Pulsed laser light
DD Sampling trigger signal
EE AD clock (40 MHz)
FF Ultrasound
GG Detection signal

(57) Abstract: The present invention provides a device and a method for generating photoacoustic images, whereby it is possible to readily display images according to the proportions in which substances are present. The test specimen includes two different light-absorbing substances. In the light absorbing body, the coefficient of light absorption with respect to light of a first wavelength, and the coefficient of light absorption with respect to light of a second wavelength, vary according to the proportions in which the two substances contained therein are present. On the basis of a first photoacoustic signal obtained when light of the first wavelength is emitted, a first image generating means (24) generates a first photoacoustic image. On the basis of a second photoacoustic signal obtained when light of the second wavelength is emitted, a second image generating means (25) generates a second photoacoustic image. An image synthesizing means (26), while assigning mutually different colors to the first photoacoustic image and the second photoacoustic image, synthesizes the first photoacoustic image and the second photoacoustic image for display on a display screen.

(57) 要約: 本発明は、物質の存在割合に応じた画像を簡易に表示可能な光音響画像生成装置及び方法を提供する。被検体は、光吸収性を有する物質を2種類含む。光吸収体は、含まれる2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する。第1の画像生成手段24は、第1の波長の光が射出されたときの第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する。第2の画像生成手段25は、第2の波長の光が射出されたときの第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する。画像合成手段26は、第1の光音響画像と第2の光音響画像とに互いに異なる色を割り当て、第1の光音響画像と第2の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させる。



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光音響画像生成装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、光音響画像生成装置及び方法に関し、光照射に起因して生じた光音響波に基づいて光音響画像を生成する光音響画像生成装置及び方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献 1 や非特許文献 1 に示されているように、光音響効果を利用して生体の内部を画像化する光音響画像化装置が知られている。この光音響画像化装置においては、例えばパルスレーザ光等のパルス光が生体に照射される。このパルス光の照射を受けた生体内部では、パルス光のエネルギーを吸収した生体組織が熱によって体積膨張し、音響波が発生する。光音響画像化装置は、この音響波を超音波プローブなどで検出し、検出された信号（光音響信号）に基づいて生体内部を可視像化することが可能である。光音響画像化方法では、特定の光吸収体において音響波が発生するため、生体における特定の組織、例えば血管等を画像化することができる。

[0003] ところで、生体組織の多くは光吸収特性が光の波長に応じて変わり、また一般に、その光吸収特性も組織ごとに特有のものとなっている。例えば図 7 に、ヒトの動脈に多く含まれる酸素化ヘモグロビン（酸素と結合したヘモグロビン:oxy-Hb）と、静脈に多く含まれる脱酸素化ヘモグロビン（酸素と結合していないヘモグロビンdeoxy-Hb）の光波長ごとの分子吸収係数を示す。このような吸収特性の違いを利用することにより、生体内中の酸化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンを分離して定量化することが可能である（例えば特許文献 2 参照）。また、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの量を割り出し、酸素飽和度を計算することができる（例えば特許文献 3 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-21380号公報

特許文献2：特開2010-12295号公報

特許文献3：特開2012-217554号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：A High-Speed Photoacoustic Tomography System based on a Commercial Ultrasound and a Custom Transducer Array, Xueding Wang, Jonathan Cannata, Derek DeBusschere, Changhong Hu, J. Brian Fowlkes, and Paul Carson, Proc. SPIE Vol. 7564, 756424 (Feb.23, 2010)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 例えば、光吸収特性の波長依存性が異なる2つの物質（物質A、物質B）が含まれる光吸収体に、第1の波長及び第2の波長の光を照射することを考える。[CA]を物質Aの濃度、[CB]を物質Bの濃度とし、 $A_{i\lambda 1}$ を第1の波長に光に対する物質Aの吸収係数、 $B_{i\lambda 1}$ を第1の波長の光に対する物質Bの吸収係数とすると、第1の波長の光が照射されたときに検出される光音響信号の信号強度 $I_{\lambda 1}$ は、下記式で表わすことができる。

$$I_{\lambda 1} = A_{i\lambda 1} \times [CA] + B_{i\lambda 1} \times [CB]$$

[0007] また、 $A_{i\lambda 2}$ を第2の波長の光に対する物質Aの吸収係数、 $B_{i\lambda 2}$ を第2の波長の光に対する物質Bの吸収係数とすると、第2の波長の光が照射されたときに検出される光音響信号の信号強度 $I_{\lambda 2}$ は、下記式で表わすことができる。

$$I_{\lambda 2} = A_{i\lambda 2} \times [CA] + B_{i\lambda 2} \times [CB]$$

物質A及び物質Bの各波長における光吸収係数が既知であれば、連立方程式を解くことにより、物質Aの濃度[CA]と物質Bの濃度[CB]とを計算することができる。具体的には、下記式により、物質Aの濃度[CA]及び物質Bの濃度[CB]を計算することができる。

[数1]

$$\begin{pmatrix} CA \\ CB \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ai\lambda 1 & Bi\lambda 2 \\ Bi\lambda 1 & Ai\lambda 2 \end{pmatrix}^{-1} \times \begin{pmatrix} I\lambda 1 \\ I\lambda 2 \end{pmatrix}$$

[0008] 上記のようにして計算した [C A] と [C B] を求め、その比に対して色を割り当てることで、物質の比率の分布を画像化することができる。しかしながら、その場合、計算により各物質の濃度を求めなければならないため、計算負荷が高くなる。例えば酸素飽和度の分布を画像化したい場合に、正確な酸素飽和度の値を求めることまでは必要なく、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの分布又は相対分布がわかればよいという場合もある。そのような場合、計算により各物質の濃度を求めなくても、簡易な方法で酸素飽和度に関連した表示ができることが望まれる。

[0009] 本発明は、上記に鑑み、複数の波長に対応した光音響画像を生成する光音響画像生成装置及び方法において、物質の存在割合に応じた画像を簡易に表示可能な光音響画像生成装置及び方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するために、本発明は、光吸収性を有する物質を2種類含み、2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第1の波長とは異なる第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する光吸収体を含む被検体に対して第1の波長の光が出射された後にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する第1の画像生成手段と、被検体に対して第2の波長の光が出射された後にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する第2の画像生成手段と、第1の光音響画像と第2の光音響画像とに互いに異なる色を割り当て、第1の光音響画像と第2の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させる画像合成手段とを備えたことを特徴とする光音響画像生成装置を提供する。

[0011] 本発明では、画像合成手段が、第1の光音響画像に第1の色を割り当て、

かつ第2の光音響画像に第2の色を割り当てる構成を採用できる。

[0012] 上記の場合、画像合成手段が、第1の光音響信号及び第2の光音響信号の信号強度に応じた比率で第1の色と第2の色とを混色することが好ましい。

[0013] 表示画面における各画素が、それぞれ異なる色に対応した複数のサブ画素を含むとき、複数のサブ画素の何れかが単独で表示可能な色の中から、第1の色及び第2の色を選択してもよい。例えば表示画面における各画素が赤、青及び緑に対応したサブ画素を含むとき、第1の色を、それらサブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑の中から選択し、第2の色を、それらサブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち、第1の色として選択されていない2つの色の中から選択することができる。

[0014] 上記目的を達成するために、本発明は、光吸収性を有する物質を2種類含み、2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第1の波長とは異なる第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する光吸収体を含む被検体に対して第1の波長の光が出射された後にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する第1の画像生成手段と、被検体に対して第2の波長の光が出射された後にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する第2の画像生成手段と、第1の光音響画像と第2の光音響画像との差分画像を生成する差分画像生成手段と、第1の光音響画像と、差分画像とに互いに異なる色を割り当て、第1の光音響画像と、差分画像とを合成して表示画面上に表示させる差分画像合成手段とを備えたことを特徴とする光音響画像生成装置を提供する。

[0015] 上記の場合、差分画像合成手段が、第1の光音響画像に第1の色を割り当て、かつ差分画像に第2の色又は第3の色を割り当てる構成を採用できる。

[0016] 表示画面における各画素が、それぞれ異なる色に対応した3以上のサブ画素を含むとき、3以上のサブ画素の何れかが単独で表示可能な色の中から、第1の色、第2の色、及び第3の色を選択してもよい。例えば、表示画面に

おける各画素が赤、青及び緑に対応したサブ画素を含むとき、第1の色をサブ画素が単独で表示可能な、赤、青及び緑のうちの何れかから選択された色とし、第2の色を、サブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち、第1の色として選択されていない2つの色のうちの何れかから選択された色とし、第3の色を、前記サブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち第1の色及び第2の色として選択されていない1つの色としてもよい。

[0017] 差分画像合成手段が、第1の光音響画像の画素値が第2の光音響画像の画素値よりも大きいときは第2の色を割り当て、第1の光音響画像の画素値が第2の光音響画像の画素値よりも小さいときは第3の色を割り当ててもよい。

[0018] 差分画像に係数を乗じるスケーリング手段を更に備えた構成を採用してもよい。

[0019] 画像合成手段又は差分画像合成手段は、第1の光音響画像及び第2の光音響画像の少なくとも一方における画素値がしきい値以上の画素についてのみの色の割り当てを行ってもよい。

[0020] 第1の光及び前記第2の光を前記被検体へ出射する光出射手段を更に備えた構成を採用し、

第1の光及び第2の光は、光吸収体として被検体に脱酸素化ヘモグロビン及び酸素化ヘモグロビンが含まれる場合に、脱酸素化ヘモグロビン及び酸素化ヘモグロビンの存在割合に応じて、光吸収体による光吸収係数が変化する波長の光としてもよい。

[0021] 本発明は、また、光吸収性を有する物質を2種類含み、2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第1の波長とは異なる第2の波長の光に対する光吸収係数が変化する光吸収体を含む被検体に対して第1の波長の光が出射された後にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成するステップと、被検体に対して第2の波長の光が出射された後

にその光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成するステップと、第1の光音響画像と第2の光音響画像とに互いに異なる色を割り当て、第1の光音響画像と第2の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させるステップとを有することを特徴とする光音響画像生成方法を提供する。

発明の効果

[0022] 本発明では、第1の波長の光が出射されたときに検出された第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成し、第2の波長の光が出射されたときに検出された第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する。被検体に含まれる光吸収体は、光吸収性を有する物質を2種類含んでおり、それら2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する。第1の光音響画像と第2の光音響画像とに異なる色を割り当て、それらを合成して表示することで、光吸収体に含まれる2種類の物質の存在割合に応じた画像を表示することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の第1実施形態の光音響画像生成システムを示すブロック図。
[図2]波長と光吸収係数との関係を示すグラフ。
[図3]合成した画像における色の変化を示す図。
[図4]光音響画像生成システムの動作手順を示すフローチャート。
[図5]第2実施形態における画像合成の手順を示すフローチャート。
[図6]第1の光音響画像と差分画像とを合成した画像における色を示す図。
[図7]酸素化ヘモグロビン脱酸素化ヘモグロビンの光波長ごとの分子吸収係数を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態の光音響画像生成システムを示す。光音響画像生成システム10は、超音波探触子（プローブ）11と、超音波ユニット12と、レ

ーザ光源ユニット 13 とを備える。レーザ光源ユニット 13 は、被検体に照射される光を出射する光源である。レーザ光源ユニット 13 は、例えば Q スイッチ固体レーザとして構成され、パルスレーザ光を出射する。レーザ光源ユニット 13 は、第 1 の波長 (λ_1) のパルスレーザ光と第 2 の波長 (λ_2) のパルスレーザ光とを出射する。

[0025] レーザ光源ユニット 13 から出射したパルスレーザ光は、例えば光ファイバなどの導光手段を用いてプローブ 11 まで導光され、プローブ 11 から被検体に向けて照射される。パルスレーザ光の照射位置は特に限定されず、プローブ 11 以外の場所からパルスレーザ光の照射を行ってもよい。

[0026] 被検体内では、光吸収体が照射されたパルスレーザ光のエネルギーを吸収することで超音波（音響波）が生じる。被検体には、光吸収性を有する物質を少なくとも 2 種類含む光吸収体が含まれる。光吸収体は、例えば酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンとを含む。光吸収体に含まれる 2 種類の物質の光吸収係数の波長依存性は互いに異なる。例えばある波長範囲で、物質 A は波長が長くなるに連れて光吸収係数が大きくなり、物質 B は波長が長くなるに連れて光吸収係数が小さくなる。光吸収体は、それに含まれる 2 種類の物質の存在割合に応じて、第 1 の波長の光に対する光吸収係数と第 2 の波長の光に対する光吸収係数とが変化する。

[0027] プローブ 11 は、超音波検出器を含む。プローブ 11 は、例えば一次元的に配列された複数の超音波検出器素子（超音波振動子）を有し、その一次元配列された超音波振動子により被検体内からの光音響波を検出する。プローブ 11 は、第 1 の波長の光が被検体に照射された後に、その光照射に起因して発生した光音響波の検出信号である第 1 の光音響信号を出力する。また、プローブ 11 は、第 2 の波長の光が被検体に照射された後に、その光照射に起因して発生した光音響波の検出信号である第 2 の光音響信号を出力する。

[0028] 超音波ユニット 12 は、受信回路 21、A/D 変換手段 22、受信メモリ 23、第 1 の画像生成手段 24、第 2 の画像生成手段 25、画像合成手段 26、トリガ制御回路 27、及び制御手段 28 を有する。超音波ユニット 12 は

、光音響画像生成装置を構成する。

[0029] 受信回路 2 1 は、プローブ 1 1 が出力した光音響信号を受信する。A D 変換手段 2 2 は検出手段であり、受信回路 2 1 が受信した光音響信号をサンプリングし、デジタルデータに変換する。A D 変換手段 2 2 は、A D クロック信号に同期して、所定のサンプリング周期で光音響信号のサンプリングを行う。A D 変換手段 2 2 は、サンプリングした光音響信号を受信メモリ 2 3 に格納する。A D 変換手段 2 2 は、レーザ光源ユニット 1 3 から出射されるパルスレーザ光の各波長に対応した光音響信号を受信メモリ 2 3 に格納する。

[0030] 第 1 の画像生成手段 2 4 は、第 1 の光音響信号に基づいて第 1 の光音響画像を生成する。第 2 の画像生成手段 2 5 は、第 2 の光音響信号に基づいて第 2 の光音響画像を生成する。光音響画像の生成は、例えば光音響信号の再構成、検波・対数変換などの処理を含む。生成された光音響画像における画素値は、プローブ 1 1 で検出された光音響信号の信号強度に対応する。

[0031] 画像合成手段 2 6 は、第 1 の光音響画像と第 2 の光音響画像とを合成する。画像合成手段 2 6 における画像合成は、第 1 の光音響画像（第 1 の光音響信号）と第 2 の光音響画像（第 2 の光音響信号）に基づいて光吸収体に含まれる 2 種類の物質の濃度を計算し、計算で求めた濃度に応じて色を割り当てる処理を含まない。画像合成手段 2 6 は、画像合成に際して、第 1 の光音響画像と第 2 の光音響画像とに互いに異なる色を割り当てる。合成された画像を構成する各画素が表示する色は、第 1 の光音響画像に割り当てられた色と、第 2 の光音響画像に割り当てられた色とが混色した色となる。画像合成手段 2 6 で合成された画像は、モニタなどの画像表示手段 1 4 の表示画面上に表示される。

[0032] 画像合成手段 2 6 は、例えば第 1 の光音響画像に第 1 の色を割り当て、かつ第 2 の光音響画像に第 2 の色を割り当てる。通常、カラー表示を行うモニタの表示画面における各画素は、それぞれ異なる色に対応した複数のサブ画素、換言すれば、それぞれ異なる色を表示する複数のサブ画素を含んでいる。各画素に含まれる複数のサブ画素に対応した複数の色、すなわち、各画素

に含まれる複数のサブ画素の何れかが単独で表示可能な色から選択された 2 色を、第 1 の色及び第 2 の色としてもよい。例えば、一般にモニタの表示画面は、光の三原色である赤、青及び緑に対応した 3 つのサブ画素で 1 つの画素が構成されている。この場合、画像合成手段 26 は、これら 3 色のうちの何れか 1 つを第 1 の光音響画像に割り当て、残り 2 色のうちの 1 つを第 2 の光音響画像に割り当ててもよい。1 つの画素が、赤、青及び緑に、シアン（水色）や黄色を加えた 4 色又は 5 色のサブ画素で構成される場合は、それら 4 色又は 5 色から選択された 2 色を、第 1 の色及び第 2 の色としてもよい。なお、必ずしも 1 つの画素に含まれる全てのサブ画素が互いに異なる色に対応する必要はなく、それらのサブ画素に加えて、それらのサブ画素のいずれかと同一の色に対応したサブ画素を 1 つの画素に含ませてもよい。例えば、赤に対応したサブ画素、青に対応したサブ画素、及び同一の緑に対応した 2 つのサブ画素からなる 4 つのサブ画素により 1 つの画素を構成してもよい。この場合も、サブ画素が表示可能な、赤、青及び緑の 3 色のうちの何れか 1 つを第 1 の光音響画像に割り当て、残り 2 色のうちの 1 つを第 2 の光音響画像に割り当てればよい。すなわち、1 つの画素が、それぞれ異なる色に対応した少なくとも 2 つのサブ画素を有していれば、サブ画素が対応する色に基づき第 1 の色及び第 2 の色を割り当てることができる。画像合成手段 26 は、例えば第 1 の光音響信号及び第 2 の光音響信号の信号強度に応じた比率で第 1 の色と第 2 の色とを混色する。

[0033] 制御手段 28 は、超音波ユニット 12 内の各部の制御を行う。トリガ制御回路 27 は、レーザ光源ユニット 13 に対して、フラッシュランプトリガ信号及び Q スイッチトリガ信号を送る。レーザ光源ユニット 13 は、フラッシュランプトリガ信号を受けるとフラッシュランプを点灯してレーザ媒質を励起し、Q スイッチトリガ信号を受けると Q スイッチをオンにしてパルスレーザ光を出射する。また、トリガ制御回路 27 は、パルスレーザ光が出射するタイミングで AD 変換手段 22 にサンプリングトリガ信号（AD トリガ信号）を出力する。AD 変換手段 22 は、サンプリングトリガ信号に基づいて光

音響信号のサンプリングを開始する。

[0034] 図2は、波長と光吸収係数との関係を示す。横軸は波長を表し、縦軸は光吸収係数を表す。光吸収係数は、検出される光音響信号の強度及び光音響画像における画素値に対応する。光吸収体には、光吸収性を有する物質Aと物質Bとが含まれているとする。図2において、グラフ(a)は物質Aの光吸収係数の波長依存性を示し、グラフ(b)は物質Bの光吸収係数の波長依存性を示す。

[0035] グラフ(c)は、光吸収体が物質Aと物質Bとをほぼ同じ割合で含む場合に、その光吸収体から検出される光音響信号の波長依存性を示す。光吸収体が物質Aと物質Bとをほぼ同じ割合で含む場合、波長 λ_1 のときに検出される光音響信号の信号強度は、物質Aのみを含むとした場合の信号強度と物質Bのみを含むとした場合の信号強度の中間の値となる。波長 λ_2 のときに検出される光音響信号の信号強度も、物質Aのみを含むとした場合の信号強度と物質Bのみを含むとした場合の信号強度の中間の値となる。

[0036] 一方、グラフ(d)は、光吸収体に含まれる物質Bの濃度が物質Aの濃度よりも十分に高いとき、その光吸収体から検出される光音響信号の波長依存性を示す。光吸収体に含まれる物質Bの濃度が物質Aの濃度よりも十分に高い場合、波長 λ_1 のときに検出される光音響信号の信号強度は、物質Bを含むとした場合の信号強度よりも少し高い値となる。また、波長 λ_2 のときに検出される光音響信号の信号強度は、物質Bのみを含むとした場合の信号強度よりも少し低い値となる。

[0037] 光吸収体に含まれる物質Aと物質Bの和が一定であるとすれば、得られる信号強度は、物質Aが100%に近ければグラフ(a)に近い波長依存性を持ち、物質Bが100%に近ければグラフ(b)に近い波長依存性を持つ。そこで、第1の光音響画像と第2の光音響画像とに異なる色を割り当てて表示すると、第1の波長と第2の波長での信号強度比に応じて、アナログ的に色相が変化していく画像を表示することが可能である。例えば第1の光音響画像に青を割り当て第2の光音響画像に赤を割り当てると、物質Aと物質B

の存在割合に応じて赤色と青色との間で色相が変化する画像が得られる。

[0038] 図3に、第1の光音響画像と第2の光音響画像とを合成した画像における色の变化を示す。縦軸は第2の光音響画像の画素値を表し、横軸は第1の光音響画像の画素値を表す。第1の波長は750nmで、第2の波長は800nmであったとする。波長750nmの光を照射したときに対応した第1の光音響画像に対しては青を割り当て、波長800nmの光を照射したときに対応した第2の光音響画像に対しては赤を割り当てる。合成された画像では、図2中に示す角度 θ に応じて青から赤の間で色相が変化する。例えば第2の光音響画像の画素値が第1の光音響画像の画素値よりも大きければ、合成された画像の画素における色は赤みが強くなる。色の割り当ては任意であり、色相が異なる2つの色を第1の光音響画像と第2の光音響画像とに割り当てることで、2つの色の間で色相が変化する画像が得られる。

[0039] なお、検出される光音響信号の信号強度が弱い場合、ノイズ等の影響が相対的に大きくなり、ノイズ等のばらつきによって信号強度が相対的に大きく変動する。その場合、画素ごとに色相が大きく変動し、多色のモザイク状に表示されて見にくくなることが考えられる。そのような事態を避けるために、信号強度をしきい値処理し、一定の信号強度より小さい場合はカラー表示の演算対象から除外してもよい。つまり、画像合成手段にて、第1の光音響画像及び第2の光音響画像の少なくとも一方における画素値がしきい値以上の画素についてのみ色の割り当てを行うようにしてもよい。

[0040] 図4は、光音響画像生成システムの動作手順を示す。トリガ制御回路27は、レーザ光源ユニット13にフラッシュランプトリガ信号を送り、次いで、Qスイッチトリガ信号を送る。レーザ光源ユニット13は、フラッシュランプトリガ信号に応答してフラッシュランプを点灯し、Qスイッチトリガ信号に応答してQスイッチをオンにし、第1の波長のパルスレーザ光を出射する（ステップS1）。

[0041] 被検体内では、光吸収体が照射されたパルスレーザ光のエネルギーを吸収することで、光音響波が発生する。プローブ11は、被検体内で発生した第

1の光音響波を検出する（ステップS2）。検出された第1の光音響波は、受信回路21を経てAD変換手段22でサンプリングされ、第1の光音響信号が受信メモリ23に格納される。第1の画像生成手段24は、受信メモリ23から第1の光音響信号を読み出し、読み出した第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する（ステップS3）。

[0042] 続いて、トリガ制御回路27は、レーザ光源ユニット13にフラッシュランプトリガ信号とQスイッチトリガ信号とを送る。レーザ光源ユニット13は、フラッシュランプトリガ信号に応答してフラッシュランプを点灯し、Qスイッチトリガ信号に応答してQスイッチをオンにし、第2の波長のパルスレーザ光を出射する（ステップS4）。

[0043] 被検体内では、光吸収体が照射されたパルスレーザ光のエネルギーを吸収することで、光音響波が発生する。プローブ11は、被検体内で発生した第2の光音響波を検出する（ステップS5）。検出された第2の光音響波は、受信回路21を経てAD変換手段22でサンプリングされ、第2の光音響信号が受信メモリ23に格納される。第2の画像生成手段25は、受信メモリ23から第2の光音響信号を読み出し、読み出した第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する（ステップS6）。なお、被検体のレーザ光が照射される領域を複数の部分領域に分割し、部分領域ごとに光照射と光音響信号の検出とを行ってもよい。

[0044] 画像合成手段26は、第1の光音響画像に第1の色を割り当て（ステップS7）、第2の光音響画像に第2の色を割り当てる（ステップS8）。画像合成手段26は、第1の色を割り当てた第1の光音響画像と、第2の色を割り当てた第2の光音響画像とを合成する（ステップS9）。合成された画像は、画像表示手段14に表示される。

[0045] 例えばカラー画像の画素を（R，G，B）（R，G，Bはそれぞれ赤、青、緑の強度）で表現する。第1の光音響画像における画素値（信号強度）を1としたとき、第1の光音響画像を青に割り当てた画像の画素値は（0，0，1）と表すことができる。また、第2の光音響画像における画素

値（信号強度）を $I \wedge 2$ としたとき、第2の光音響画像を赤に割り当てた画像の画素値は $(I \wedge 2, 0, 0)$ で表わすことができる。それらを合成した画像の画素値は、 $(I \wedge 2, 0, I \wedge 1)$ で表わされる。

[0046] 本実施形態では、第1の波長の光を照射したときに検出された第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成し、第2の波長の光を照射したときに検出された第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する。被検体に含まれる光吸収体は、光吸収性を有する物質を2種類含んでおり、それら2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する。第1の光音響画像と第2の光音響画像とに異なる色を割り当て、それらを合成して表示することで、光吸収体に含まれる2種類の物質の存在割合に応じた画像を表示することができる。例えば、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンとを含む光吸収体を画像化する場合に、酸素飽和度を計算しなくても、酸素飽和度に関連した画像を表示することができる。

[0047] 次いで、本発明の第2実施形態を説明する。第1実施形態では、画像合成手段26は、第1の光音響画像と第2の光音響画像とに互いに異なる色を割り当てた。本実施形態では、これに代えて、第1の光音響画像と第2の光音響画像との差分画像を生成し、第1の光音響画像又は第2の光音響画像と、差分画像とに互いに異なる色を割り当てる。第2実施形態における画像合成手段26は、このような差分画像を生成する差分画像生成機能を有する。また、第2実施形態における画像合成手段26は、第1の光音響画像と第2の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させるのに代えて、第1の光音響画像又は第2の光音響画像と差分画像とを合成して表示画面上に表示させる差分画像合成機能を有する。以下では、第1の光音響画像と差分画像とを合成する例について説明する。

[0048] 画像合成手段26は、例えば、第1の光音響画像に第1の色を割り当て、かつ差分画像に第2の色又は第3の色を割り当てる。モニタの表示画面における各画素が3以上の色に対応した3以上のサブ画素を含むとき、それら3

以上のサブ画素の何れかが単独で表示可能な3以上の色から選択された3色を、第1の色、第2の色、及び第3の色としてもよい。画像合成手段26は、例えば光の三原色である赤、青、緑のうちの1つを第1の色とし、残り2つのうちの1つを第2の色とし、残り1つを第3の色とする。具体的には、緑を第1の色とし、第2の色を青とし、第3の色を赤とすることができる。すなわち、1つの画素が、それぞれ異なる色に対応した少なくとも3つのサブ画素を有していれば、サブ画素が対応する色に基づき、第1の光音響画像、第2の光音響画像、及び差分画像に、第1の色、第2の色、及び第3の色をそれぞれ割り当てることができる。また、例えば、第1の光音響画像に第1の色を割り当て、かつ差分画像に第2の色又は第3の色を割り当てる場合、つまり色の割り当てに2色のみ必要な場合は、1つの画素が、それぞれ異なる色に対応した少なくとも2つのサブ画素を有していればよい。

[0049] 画像合成手段26は、例えば第1の光音響画像と第2の光音響画像の差分の正負に応じて、第2の色又は第3の色を割り当てる。画像合成手段は、例えば第1の光音響画像の画素値が第2の光音響画像の画素値よりも大きいときは $(I_{\lambda 1} > I_{\lambda 2})$ 、差分画像に第2の色を割り当てる。一方、第1の光音響画像の画素値が第2の光音響画像の画素値よりも小さいときは $(I_{\lambda 1} < I_{\lambda 2})$ 、差分画像に第3の色を割り当てる。差分画像に対して所定の係数を乗じてスケーリングを行い、スケーリング後の差分画像に対して色の割り当てを行うようにしてもよい。

[0050] 光吸収体に含まれる物質が、光吸収係数が図2に示すグラフ(a)の波長依存性を持つ物質Aと、光吸収係数がグラフ(b)に示す波長依存性を持つ物質Bであった場合を考える。第1の波長($\lambda 1$)では物質Aの光吸収係数が物質Bの光吸収係数よりも高く、第2の波長($\lambda 2$)では物質Bの光吸収係数が物質Aの光吸収係数よりも高い。この場合、相対的に物質Aが物質Bよりも多く含まれていれば、第1の光音響信号の信号強度(第1の光音響画像の画素値)は第2の光音響信号(第2の光音響画像の画素値)よりも高くなる。逆に、相対的に物質Bが物質Aよりも多く含まれていれば、第1の光

音響信号の信号強度は第2の光音響信号の信号強度よりも低くなる。従って、第1の光音響画像と第2の光音響画像との差分を取り、その正負を調べることで、相対的にどちらの物質が多く含まれているかが判別可能である。

[0051] 図5は、画像合成の手順を示す。画像合成手段26は、第1の光音響画像51と第2の光音響画像52との差分を演算する（ステップS11）。画像合成手段26は、例えば第1の光音響画像51の画素値から第2の光音響画像52の画素値を減算する。画像合成手段26は、演算した差分に所定の係数を乗じる（ステップS12）。差分に乗じる係数は、酸素飽和度の測定範囲、被検体における部位の情報、疾患情報などに応じて決定すればよい。係数を乗じてスケーリングすることで、例えば差分が小さい範囲における物質濃度の変化が観察しやすくなる。

[0052] 画像合成手段26は、スケーリングされた差分画像53において、差分が正であるか否かを判断する（ステップS13）。画像合成手段26は、差分が正であれば、つまり第1の光音響画像51における画素値が第2の光音響画像52における画素値よりも大きければ、差分画像53に対して青を割り当てる（ステップS14）。差分が負のとき、つまり第1の光音響画像51における画素値が第2の光音響画像52における画素値よりも小さければ、差分画像53に対して赤を割り当てる（ステップS15）。

[0053] 画像合成手段26は、第1の光音響画像51に対しては緑を割り当てる（ステップS16）。画像合成手段26は、緑が割り当てられた第1の光音響画像51と、青又は赤が割り当てられた差分画像53とを合成し、合成画像54を生成する（ステップS17）。合成画像54は、画像表示手段14に表示される。画像表示に際しては、第2の色と第3の色との間で変化するカラーバーを表示し、カラーバーの隣に酸素飽和度の範囲との関係の目安となる数値を表示するようにしてもよい。目安となる数値は、スケーリングの際の係数に応じて変化させればよい。

[0054] 図6は、第1の光音響画像と差分画像とを合成した画像における色を示す。第1の波長は750nmで、第2の波長は800nmであったとする。波

長 750 nm の光を照射したときに対応した第 1 の光音響画像に対しては緑を割り当てる。また、両者の差分画像 ($\Delta I = I_{\lambda 1} - I_{\lambda 2}$) に対しては、差分が正の範囲は赤を、差分が負の範囲は青を割り当てる。このような色の割り当てを行うことで、差分が正の範囲では赤と緑との間で色相が変化する合成画像が得られる。また、差分が負の範囲では青と緑との間で色相が変化する合成画像が得られる。

[0055] ここで、第 1 の光音響画像と第 2 の光音響画像との差分が小さいときは、色相の変化が小さくなり、酸素飽和度などが判別しづらくなる。差分が小さい範囲を重点的にみたい場合には、差分に対して 1 よりも大きな係数を乗じて図 6 中に点線の矢印で示すように差分を拡大し（スケーリングし）、スケーリング後の差分に対して青又は赤を割り当てるようにすればよい。スケーリングを行うことで、例えば酸素飽和度の特定の範囲に関連した画像表示を行うことができる。第 1 実施形態と同様に、第 1 の光音響画像の画素値及び第 2 の光音響画像の画素値の少なくとも一方をしきい値処理し、第 1 の光音響画像及び第 2 の光音響画像の少なくとも一方における画素値がしきい値以上の画素について色の割り当てを行うようにしてもよい。

[0056] 以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の光音響画像生成装置及び方法は、上記実施形態にのみ限定されるものではなく、上記実施形態の構成から種々の修正及び変更を施したものの、本発明の範囲に含まれる。

符号の説明

[0057] 10 : 光音響画像生成システム

11 : プローブ

12 : 超音波ユニット

13 : レーザ光源ユニット

14 : 画像表示手段

21 : 受信回路

22 : AD変換手段

- 23 : 受信メモリ
- 24 : 第1の画像生成手段
- 25 : 第2の画像生成手段
- 26 : 画像合成手段
- 27 : トリガ制御回路
- 28 : 制御手段
- 51 : 第1の光音響画像
- 52 : 第2の光音響画像
- 53 : 差分画像
- 54 : 合成画像

請求の範囲

- [請求項1] 光吸収性を有する物質を2種類含み、前記2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と前記第1の波長とは異なる第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する光吸収体を含む被検体に対して第1の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する第1の画像生成手段と、
- 前記被検体に対して前記第2の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する第2の画像生成手段と、
- 前記第1の光音響画像と前記第2の光音響画像とに互いに異なる色を割り当て、前記第1の光音響画像と前記第2の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させる画像合成手段とを備えたことを特徴とする光音響画像生成装置。
- [請求項2] 前記画像合成手段が、前記第1の光音響画像に第1の色を割り当て、かつ前記第2の光音響画像に第2の色を割り当てる請求項1に記載の光音響画像生成装置。
- [請求項3] 前記画像合成手段が、前記第1の光音響信号及び前記第2の光音響信号の信号強度に応じた比率で前記第1の色と前記第2の色とを混色する請求項2に記載の光音響画像生成装置。
- [請求項4] 前記表示画面における各画素が、それぞれ異なる色に対応した複数のサブ画素を含んでおり、前記第1の色及び前記第2の色は、前記複数のサブ画素の何れかが単独で表示可能な色の中から選択された色である請求項2又は3に記載の光音響画像生成装置。
- [請求項5] 前記表示画面における各画素が赤、青及び緑にそれぞれ対応した複数のサブ画素を含んでおり、前記第1の色が、前記複数のサブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑の中から選択された色であ

り、前記第2の色が、前記サブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち、前記第1の色として選択されていない2つの色の中から選択された色である請求項4に記載の光音響画像生成装置。

[請求項6] 前記画像合成手段が、前記第1の光音響画像及び第2の光音響画像の少なくとも一方における画素値がしきい値以上の画素についてのみ色の割り当てを行う請求項1から5何れか1項に記載の光音響画像生成装置。

[請求項7] 光吸収性を有する物質を2種類含み、前記2種類の物質の存在割合に応じて、第1の波長の光に対する光吸収係数と前記第1の波長とは異なる第2の波長の光に対する光吸収係数とが変化する光吸収体を含む被検体に対して第1の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第1の光音響信号に基づいて第1の光音響画像を生成する第1の画像生成手段と、

前記被検体に対して前記第2の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第2の光音響信号に基づいて第2の光音響画像を生成する第2の画像生成手段と、

前記第1の光音響画像と前記第2の光音響画像との差分画像を生成する差分画像生成手段と、

前記第1の光音響画像と、前記差分画像とに互いに異なる色を割り当て、前記第1の光音響画像と、前記差分画像とを合成して表示画面上に表示させる差分画像合成手段とを備えたことを特徴とする光音響画像生成装置。

[請求項8] 前記差分画像合成手段が、前記第1の光音響画像に第1の色を割り当て、かつ前記差分画像に第2の色又は第3の色を割り当てる請求項7に記載の光音響画像生成装置。

[請求項9] 前記表示画面における各画素が、それぞれ異なる色に対応した3以上のサブ画素を含んでおり、前記第1の色、前記第2の色、及び前記

第3の色が前記3以上のサブ画素の何れかが単独で表示可能な色の中から選択された色である請求項8に記載の光音響画像生成装置。

[請求項10] 前記表示画面における各画素が赤、青及び緑にそれぞれ対応した3以上のサブ画素を含んでおり、前記第1の色が、前記複数のサブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑の中から選択された色であり、前記第2の色が、前記サブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち、前記第1の色として選択されていない2つの色の中から選択された色であり、前記第3の色が、前記サブ画素の何れかが単独で表示可能な、赤、青及び緑のうち、前記第1の色及び前記第2の色として選択されていない色である請求項9に記載の光音響画像生成装置。

[請求項11] 前記差分画像合成手段が、前記第1の光音響画像の画素値が前記第2の光音響画像の画素値よりも大きいときは前記第2の色を割り当て、前記第1の光音響画像の画素値が前記第2の光音響画像の画素値よりも小さいときは前記第3の色を割り当てる請求項8から10何れか1項に記載の光音響画像生成装置。

[請求項12] 前記差分画像合成手段が、前記差分画像に係数を乗じた後に色の割り当てを行うものである請求項7から11何れか1項に記載の光音響画像生成装置。

[請求項13] 前記差分画像合成手段が、前記第1の光音響画像及び第2の光音響画像の少なくとも一方における画素値がしきい値以上の画素についてのみ色の割り当てを行う請求項7から12何れか1項に記載の光音響画像生成装置。

[請求項14] 前記第1の光及び前記第2の光を前記被検体へ出射する光出射手段を更に備え、

前記第1の光及び前記第2の光は、光吸収体として被検体に脱酸素化ヘモグロビン及び酸素化ヘモグロビンが含まれる場合に、脱酸素化ヘモグロビン及び酸素化ヘモグロビンの存在割合に応じて、前記光吸

収体による光吸収係数が変化する波長の光である請求項 1 から 1 3 何れか 1 項に記載の光音響画像生成装置。

[請求項15]

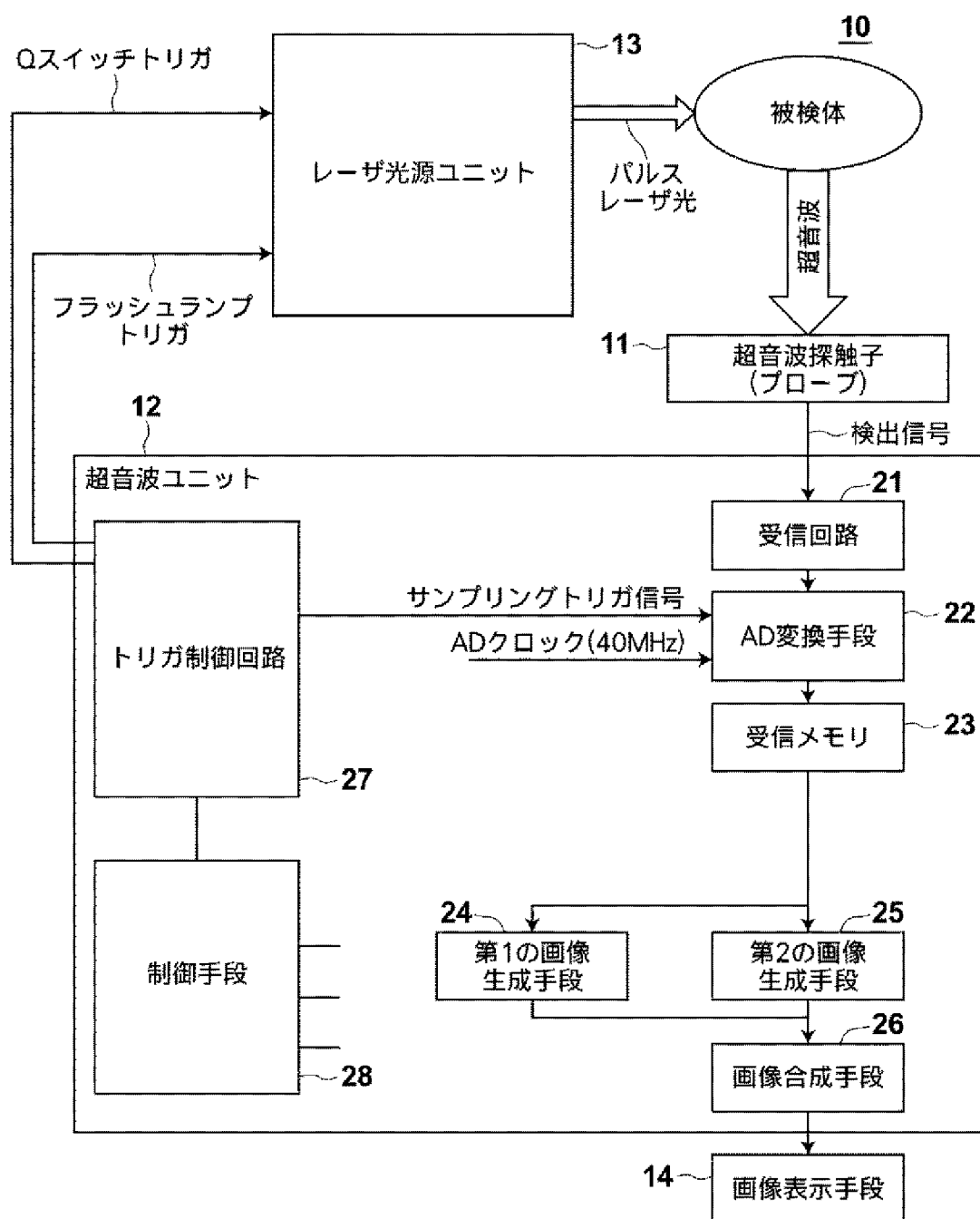
光吸収性を有する物質を 2 種類含み、前記 2 種類の物質の存在割合に応じて、第 1 の波長の光に対する光吸収係数と前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光に対する光吸収係数が変化する光吸収体を含む被検体に対して第 1 の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第 1 の光音響信号に基づいて第 1 の光音響画像を生成するステップと、

前記被検体に対して前記第 2 の波長の光が出射された後に該光出射に起因して被検体内で発生した光音響波の検出信号である第 2 の光音響信号に基づいて第 2 の光音響画像を生成するステップと、

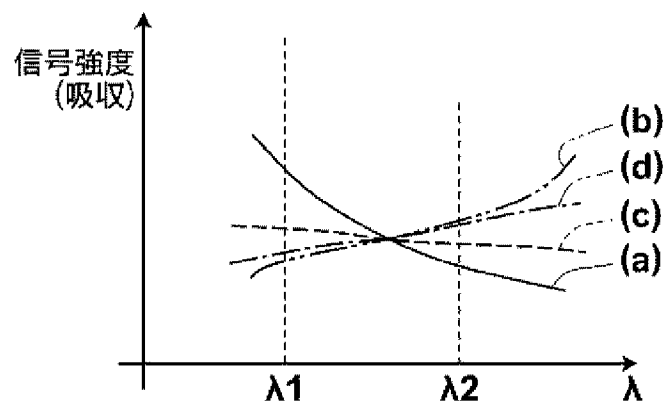
前記第 1 の光音響画像と前記第 2 の光音響画像とに互いに異なる色を割り当て、前記第 1 の光音響画像と前記第 2 の光音響画像とを合成して表示画面上に表示させるステップとを有することを特徴とする光音響画像生成方法。

[図1]

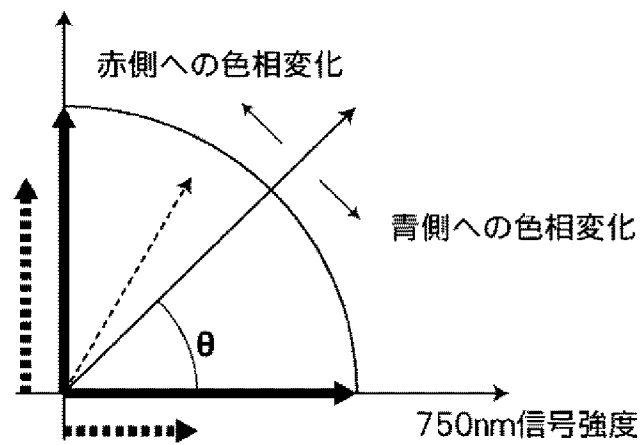
FIG. 1



[図2]

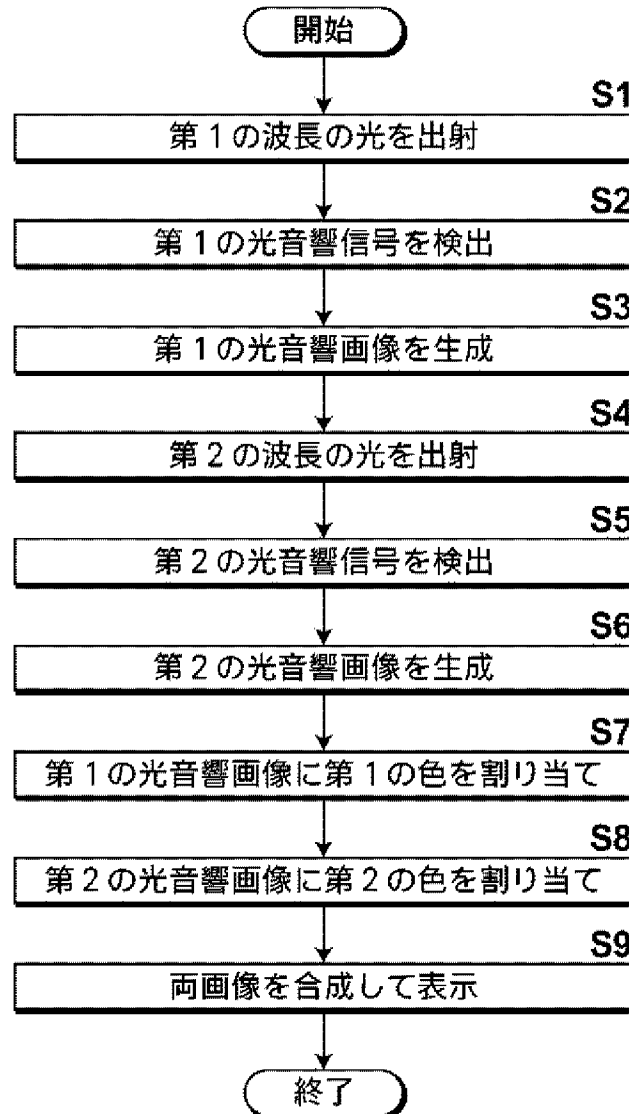
FIG.2

[図3]

FIG.3

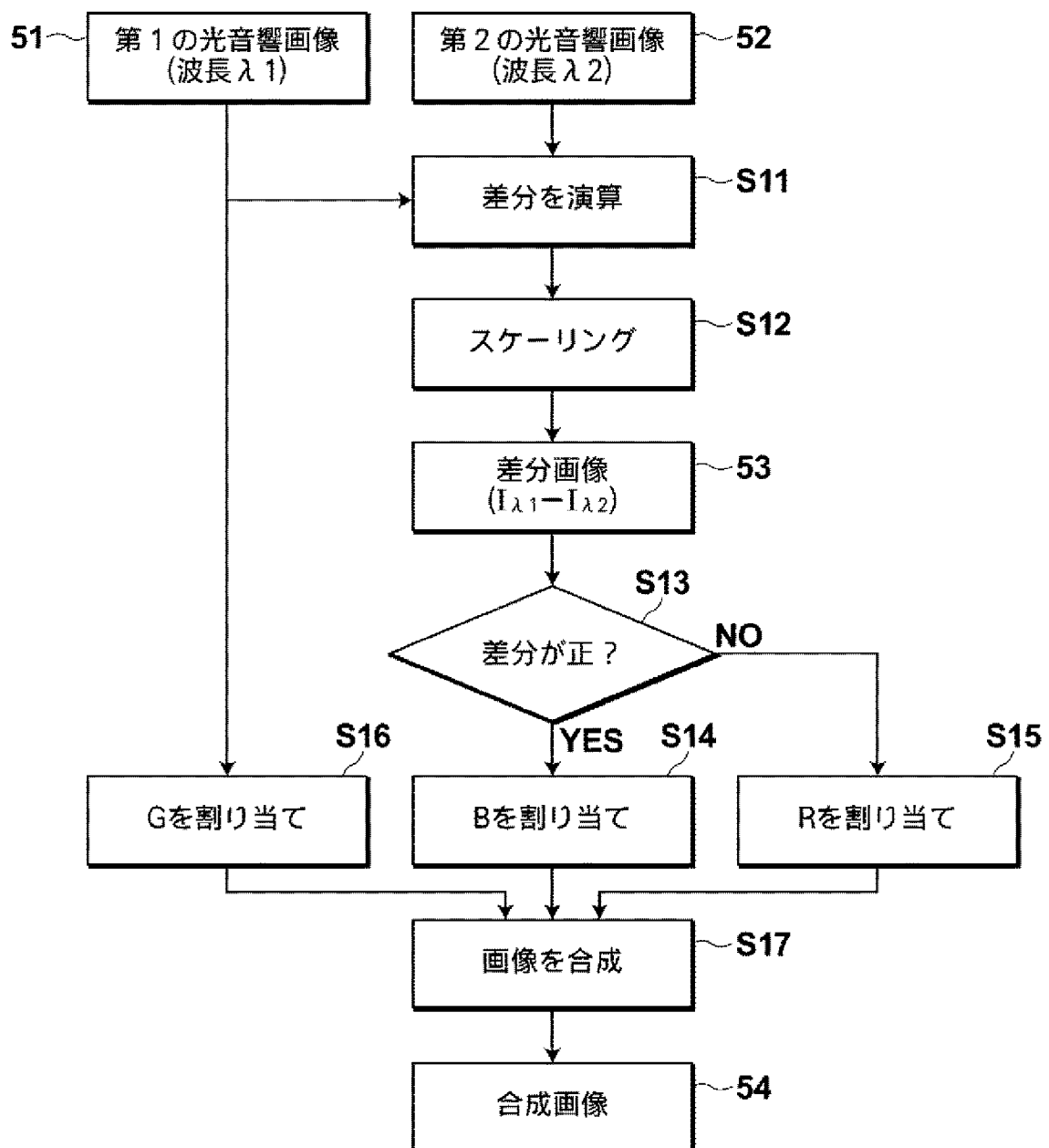
[図4]

FIG.4



[図5]

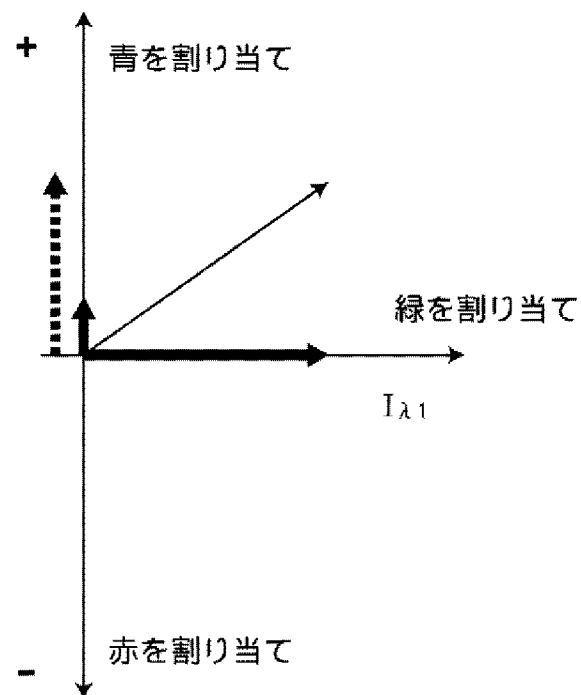
FIG.5



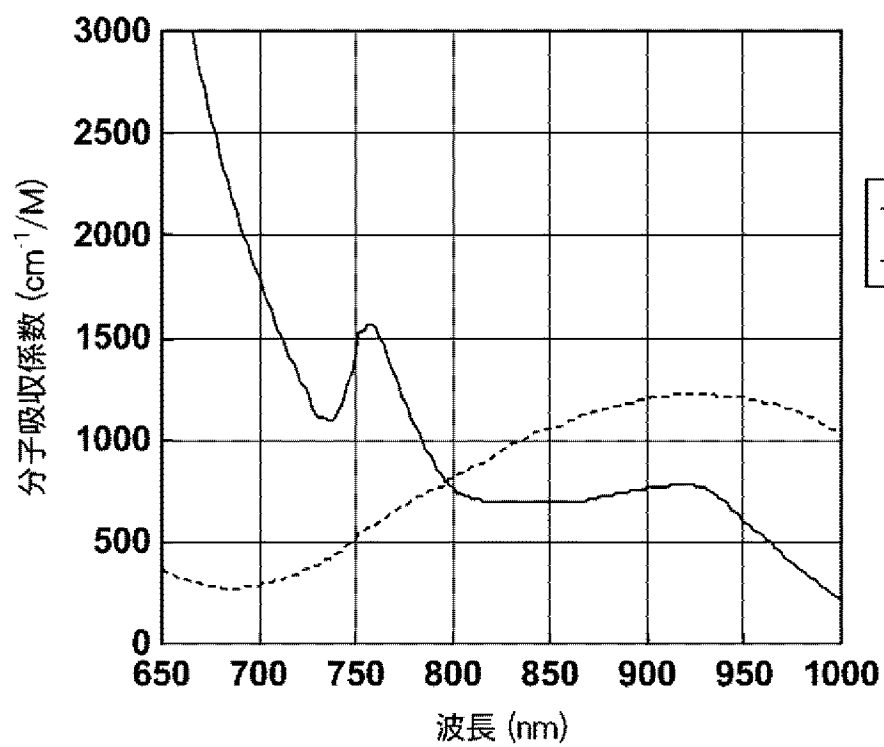
[図6]

FIG. 6

$$\Delta I = I_{\lambda 1} - I_{\lambda 2}$$



[図7]

FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B8/00-8/14, G01N29/00-29/28, A61B5/00, A61B5/055, A61B6/00-6/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-231878 A (Fujifilm Corp.), 29 November 2012 (29.11.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 62-152439 A (Aloka Co., Ltd.), 07 July 1987 (07.07.1987), entire text; all drawings & US 4768515 A & EP 228069 A2 & DE 3683900 A & CA 1266322 A	1-15
Y	JP 2012-239784 A (Fujifilm Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraph [0051] (Family: none)	6, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 February, 2014 (06.02.14)

Date of mailing of the international search report
18 February, 2014 (18.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B8/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B8/00-8/14, G01N29/00-29/28, A61B5/00, A61B5/055, A61B6/00-6/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-231878 A（富士フイルム株式会社） 2012.11.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 62-152439 A（アロカ株式会社） 1987.07.07, 全文, 全図 & US 4768515 A & EP 228069 A2 & DE 3683900 A & CA 1266322 A	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.02.2014

国際調査報告の発送日

18.02.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

泉 卓也

2Q

2908

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-239784 A (富士フイルム株式会社) 2012.12.10, 段落 51 (ファミリーなし)	6, 13