

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

訂正版

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年8月8日(08.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/115018 A9

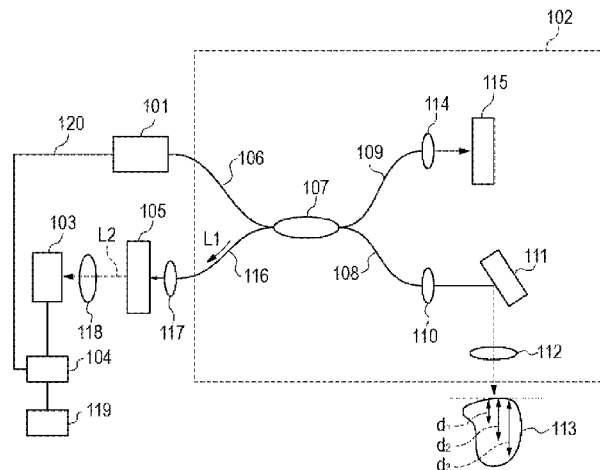
- (51) 国際特許分類:
G01N 21/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/051248
- (22) 国際出願日: 2013年1月23日(23.01.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-018821 2012年1月31日(31.01.2012) JP
特願 2013-009526 2013年1月22日(22.01.2013) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山田 朋宏 (YAMADA Tomohiro); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 阿部 琢磨, 外 (ABE Takuma et al.); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 Tokyo (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, IS, KE, KG, KM, 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, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY DEVICE AND OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY METHOD

(54) 発明の名称: 光干渉断層撮像装置及び光干渉断層撮像方法



(57) Abstract: With a conventional OCT device, a k-trigger emission unit and a measurement assembly for obtaining a coherence light beam having information of an object are separate, requiring sending a trigger signal for sampling from the k-trigger emission unit to the measurement assembly, thus making it easier for timing errors from a plurality of electrical devices to accumulate, and complicating high-precision synchronization. Provided is an OCT device, comprising: a light source unit which changes a wavelength of light; a coherent optical assembly which splits a light beam from the light source unit into an illumination light beam which illuminates an object and a reference light beam, and causes a coherent light from reflected light of the light beam with which the object is illuminated and the reference light beam; an optical detection unit which receives the coherent light beam; and an information acquisition unit which acquires information of the object on the basis of a time waveform of the intensity of the coherent light beam. The OCT device further comprises a wavelength selection apparatus which is disposed upon a light beam path between the light source unit and the optical detection unit and which has an equal frequency gap wavelength selection feature. The information acquisition unit acquires a peak value of the time waveform of the intensity of the coherent light beam and acquires information of the object on the basis of the acquired peak value.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/115018 A9



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, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

(48) この訂正版の公開日:

2014 年 7 月 3 日

(15) 訂正情報:

2014 年 7 月 3 日 の更新情報 (Notice) を参照

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

従来の OCT 装置は、k トリガ発生部と物体の情報を有する干渉光を得るための測定系とが別であるため、サンプリングのためのトリガ信号を k トリガ発生部から測定系へ送る必要があり、多数の電気デバイスによるタイミング誤差が蓄積しやすく、高精度な同期が難しかった。光の波長を変化させる光源部と、前記光源部からの光を物体へ照射する照射光と参照光とに分岐し、前記物体に照射された光の反射光と前記参照光による干渉光を発生させる干渉光学系と、前記干渉光を受光する光検出部と、前記干渉光の強度の時間波形に基づいて前記物体の情報を取得する情報取得部とを有し、前記光源部と前記光検出部との間の光路上に設けられた、等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器をさらに有し、前記情報取得部は前記干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得し、取得した前記ピーク値に基づいて前記物体の情報を取得する OCT 装置。

明 細 書

発明の名称：光干渉断層撮像装置及び光干渉断層撮像方法

技術分野

[0001] 本発明は、光干渉断層撮像装置及び光干渉断層撮像方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の、波長可変光源を用いた光干渉断層撮像（Optical Coherence Tomography、OCT）装置（以下、OCT装置と略す）では、物体へ光を照射し、照射光の波長を連続的に変化させ、参照光と物体の異なる深さから戻ってくる反射光とを干渉させる。そして干渉光の強度の時間波形（以下、干渉スペクトルと略す）に含まれる周波数成分を分析することによって物体の断層像を得る。周波数成分の分析は、干渉スペクトルをフーリエ変換することで行うが、歪みやノイズの少ない断層像を得るために等波数間隔で干渉スペクトルをサンプリングしてフーリエ変換する必要がある。

[0003] 従来は、干渉スペクトルから等波数間隔でサンプリングするために、照射光の一部を分岐してエタロンなどの干渉計を通してディテクタでモニタすることによって、波数選択のタイミングを決めていた。このように波数選択のタイミングを決める系（kトリガ発生部）と干渉光の強度を検出する系（測定系）とが別々にあり、それらの間で同期をとることでサンプリングしていた。具体的には、kトリガ発生部が、等波数間隔でkトリガ（サンプリングトリガ）信号を測定系へ入力することで、等波数間隔で干渉スペクトルをサンプリングしていた（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-24677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、上記のように従来の OCT 装置では、 k トリガ発生部と測定系が別なので、サンプリングのためのトリガ信号を k トリガ発生部が測定系へ入力する必要があり、多数の電気デバイスによるタイミング誤差が蓄積しやすく、高精度な同期を難しくしていた。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る光干渉断層撮像装置（OCT 装置）は、光の波長を変化させる光源部と、前記光源部からの光を物体へ照射する照射光と参照光とに分岐し、前記物体に照射された光の反射光と前記参照光による干渉光を発生させる干渉光学系と、前記干渉光を受光する光検出部と、前記干渉光の強度の時間波形に基づいて、前記物体の情報を取得する情報取得部と、を有する光干渉断層撮像装置において、前記光源部と、前記光検出部との間の光路上に設けられた、等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器をさらに有し、前記情報取得部は、前記干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得し、取得した前記ピーク値に基づいて前記物体の情報を取得することを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明に係る OCT 装置によれば、光源からの光が、等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器を通して光検出部によって検出される。その結果、等波数間隔の干渉光の強度のデータが得られる。したがって、 k トリガ発生部と測定系とを別の光学系として設ける必要がないため、タイミング誤差が抑制され、高精度な同期ができるようになる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態 1 に係る OCT 装置の構成を示した図である。

[図2]本発明の実施形態 1 に係る OCT 装置を用いて、干渉光（受光電圧）の強度のピーク値を取得する方法について説明するための図である。

[図3]本発明の実施形態 1 におけるファブリーペローエタロンの構成の一例について説明するための図である。

[図4]本発明の実施形態 1 における情報取得部の構成を示した図である。

[図5]本発明の実施形態 1 において物体の断層像を得るまでに情報取得部で行

う工程のフローを示した図である。

[図6]本発明の実施形態1における受光電圧の強度のデータがA/D変換器に入る前と入った後のグラフの一例を示す図である。

[図7]本発明の実施形態1におけるメモリで格納される受光電圧のデータの一例示す図である。

[図8]本発明の実施形態1におけるサンプリングデータを作成する方法の一例について説明するための図である。

[図9]本発明の実施形態2に係るOCT装置の構成を示した図である。

[図10]本発明の実施例においてフォトディテクタで検出される受光電圧と周波数との関係を説明するための図である。

[図11]本発明の実施例において情報取得部で得られる受光電圧の時間波形を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明の実施形態に係る光干渉断層撮像装置（以下、OCT装置と略す）について以下に説明するが、本発明はこれらに限られない。

[0010] （実施形態1）

（OCT装置）

実施形態1に係るOCT装置について図1及び図2を用いて説明する。なお、図中の矢印は光の進む方向を示している。

[0011] 実施形態1に係るOCT装置は、光源部101、干渉光学系102、光検出部103、情報取得部104、等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器105、を少なくとも有する構成である。また、図示していないが、情報取得部104は測定対象物体の情報を取得する。また、情報取得部104はフーリエ変換器を有することが好ましい。ここで、情報取得部104がフーリエ変換器を有するとは、情報取得部が入力されたデータに対してフーリエ変換する機能を有していれば形態は特に限定されない。一例は、情報取得部104が演算部を有し、該演算部がフーリエ変換する機能を有する場合である。具体的には、該演算部がCPUを有するコンピュータであり、このコ

ンピュータが、フーリエ変換機能を有するアプリケーションを内蔵する場合である。他の例は、情報取得部 104 がフーリエ変換機能を有するフーリエ変換回路を有する場合である。光源部 101 から出た光は干渉光学系 102 を経て測定対象の物体 113 の情報を有する干渉光となって出力される。干渉光は等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器（以下、単に波長選択器と呼ぶ）105 を通り、光検出部 103 において等波数間隔で受光される。なお光検出部 103 は差動検出型でも良いし単純な強度モニタ型でも良い。等波数間隔で受光された干渉光の強度の時間波形の情報は光検出部 103 から情報取得部 104 に送られる。情報取得部 104 では、等波数間隔で受光された干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得してフーリエ変換をし、物体 113 の情報（例えば断層像の情報）を取得する。このように、k トリガ発生部を用いずに、物体の情報を得ることができるため、高精度な同期をすることができる。なお、本発明の目的を達成する範囲において、ここで挙げた光源部 101、干渉光学系 102、光検出部 103、情報取得部 104、波長選択器 105 以外のものを任意に設けることができる。

[0012] また、情報取得部 104 がフーリエ変換器を有しない場合、最大エントロピー原理（Maximum Entropy Method、MEM）を用いて物体の情報を取得してもよい。

[0013] 以下、光源部 101 にて光が発生してから、測定対象の物体の断層像の情報を得るまでについて詳細に説明する。

[0014] 光の波長を変化させる光源部 101 から出た光は、ファイバ 106 を通って、カップラ 107 に入り、照射光用のファイバ 108 を通る照射光と、参照光用のファイバ 109 を通る参照光とに分岐される。照射光はコリメーター 110 を通って平行光になり、ミラー 111 で反射される。ミラー 111 で反射された光はレンズ 112 を通って物体 113 に照射され、物体 113 の奥行き方向の各層から反射される。一方、参照光はコリメーター 114 を通ってミラー 115 で反射される。カップラ 107 では、物体 113 からの反射光とミラー 115 からの反射光を干渉させる。干渉した光はファイバ 1

16を通り、コリメーター117を通して平行光となって、波長選択器105に入射する。

[0015] 波長選択器105を経た干渉光のスペクトル上には、等波数間隔のピークが重畳される。例えば、波長選択器105に入射する前の干渉光（図1のL1）の強度の時間波形が図2（a）で表されたとする。光源部101から出る光の波数と時刻とが線形の関係にある場合、図2（a）で表される干渉光の強度の時間波形について、時間軸に対して等間隔にサンプリングすれば、サンプリングされたデータは等波数間隔となっている。しかし、光源部101から出る光の波数と時刻とが線形の関係にない場合、サンプリングされたデータは等波数間隔とならない。

[0016] そこで、等波数間隔で透過率が極大値となる特性をもつ波長選択器105を用いる。波長選択器105は、例えば、図2（b）に示すように、等波数間隔に透過率の極大値1を有する性質をもつものを用いることができる。このような特性をもつ波長選択器105を通った干渉光（図1のL2）は、等波数間隔のピークが重畳される（図2（c））。図2（c）のグラフのピーク値同士は等波数間隔になっている。

[0017] 等波数間隔のピークが重畳された干渉光は、コリメーター118を通して集光され、光検出部103で受光される。光検出部103で受光された干渉光の強度の情報は電圧などの電氣的な情報に変換されて、情報取得部104に送られる。情報取得部104では、干渉光の強度の時間波形のピーク値を読み出す。実際に干渉光の強度の時間波形は、光検出部103を受光電圧の時間波形へと変換されるため、受光電圧の時間波形のピーク値を読み出す。例えば、情報取得部104によって、図2（d）で示される時間波形をもつ受光電圧の情報が取得された場合、図2（d）の白丸で示すピーク値を読み出す。読み出したピーク値についてフーリエ変換器によってフーリエ変換することによって、物体113の断層像の情報を得る。ピーク値をフーリエ変換して得られる値は、干渉光に含まれる周波数成分に相当し、周波数成分は、カップラ107から物体表面で反射されカップラ107へ到達する光路の

長さ、カップラ107からミラー115で反射されてカップラ107に到達する光路の長さとの差に比例する。したがって、物体113断層像の情報として、例えば、物体表面からの奥行き方向の長さ、物体113の各層からの反射光の強度との関係についての情報を得ることができる(図2(e))。

[0018] 断層像の情報は、情報取得部104から画像表示部119に送って画像として表示させてもよい。なお、ミラー111を照射光の入射する方向と垂直な平面内で走査することで、測定対象の物体113の3次元の断層像を得ることができる。また、光源部101の制御は情報取得部104が電気回路120を介して行ってもよい。また図示しないが、光源部101から出る光の強度を逐次モニタリングし、そのデータを干渉光の強度の信号の振幅補正に用いてもよい。

[0019] このように、本実施形態に係るOCT装置は、干渉光が等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器105を通るため、光検出部103で取得される干渉光の強度の時間波形のデータは、等波数間隔である。すなわち、光検出部103で取得される干渉光の強度のデータは、等波数間隔のデータであり、ピーク値(図2(d)の白丸)をサンプリングし、フーリエ変換をして物体の情報が得られる。したがって、従来必要としていたkトリガ発生部が不要であり、タイミング誤差が抑制され、高精度な同期ができるようになる。

[0020] なお、波長選択器105は、光源部101と光検出部103との間の光路上に設けられていればよい。例えば、光源部101とカップラ107との間の光路上に設けられていてもよく、カップラ107とミラー115との間の光路上に設けられていてもよく、カップラ107と物体113の間に設けられていてもよい。好ましくは、波長選択器105が、図1のように、光学干渉系102と光検出部103の間の光路上に設けられている場合である。なぜなら、波長選択器105が光源部101とカップラ107の間に設けられている場合、光源部101から干渉光学系102へ入射する光量が低下する

可能性があり、結果的にカップラ 107 で発生する干渉光の強度が小さくなる可能性があるからである。あるいは物体 113 などに規定の光量を照射する場合、光源部 101 に要求される発光光量が大きくなるからである。また、物体 113 が眼球など生体である場合、物体 113 からの反射光の強度は弱い。そのため、波長選択器 105 をカップラ 107 と物体 113 の間に設けてしまうと、反射光の強度はさらに弱くなってしまう。また、波長選択器 105 がカップラ 107 とミラー 115 の間に設けられている場合、あるいは波長選択器 105 がカップラ 107 と物体 113 の間にある場合、干渉光学系の片腕にのみ波長選択器 105 が挿入されている事になる。この場合、波長選択器 105 が振動するなどの理由で発生するノイズは差動検出系を使っても取り除けないノイズとなるためである。

[0021] (ピーク値)

本実施形態においてピーク値とは、干渉光（受光電圧）の強度の極大値であるが、各々のピーク値が等波数間隔であれば、極大値から少しずれた極大値近傍をピーク値としてもよい。

[0022] ここで、波長選択器 105 が、等波数間隔で透過率が 1 の値を有し、それ以外の波数では 0 の値を有する特性をもつものである場合は、図 2 (d) の白丸で示される、干渉光（受光電圧）の強度のピーク値のみが光検出部 103 で受光（検出）され、ピーク間では 0 となる。しかし、実際の波長選択器 105 は図 2 (b) で示すように、等波数間隔で透過率 1 であっても、その間の波数において 0 と 1 の間の透過率の値をもつ。そのため、図 2 (c) で示すようにピーク値以外の干渉光も受光されてしまう。そこで、各々のピークの極大値（図 2 (d) の白丸）をピーク値として読み出す必要がある。また実際の波長選択器の透過率最大値は媒質の吸収などにより 1 を若干下回る値になるが、本発明ではその点は問題にならない。

[0023] また、情報取得部 104 が取得する干渉光の強度の時間波形のピーク値は、光検出部 103 で受光された干渉光の強度の時間波形のデータのうち、干渉光の強度の大きい方から、波長選択器 105 の有する透過率の極大値の個

数分までとすることが好ましい。

[0024] (等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器)

本実施形態における波長選択器としては、等波数間隔の波長選択特性を有する光学素子または光学系であれば特に限定されない。例えば、図2(b)に示すように、等波数間隔で透過率の極大値を有する波長選択器を用いることができる。このような波長選択器を通った光は、スペクトル上で等波数間隔のピークを有する光となる。また、この透過率の極大値において干渉光(受光電圧)の強度の値をサンプリングするので、透過率の極大値のピークの線幅が狭いことが好ましい。すなわち、波長選択器がファブリーペローフィルタである場合、フィルタが狭帯域であることが好ましい。これは、透過率の極大値のピークの線幅が細いほど、正確に、等周波数間隔で干渉光の強度の値のサンプリングをしやすいからである。例えば、サンプリングする光の周波数間隔が18.7GHzである場合、ファブリーペローフィルタの透過率の極大値のピークの線幅はその $1/10$ 以下であることが好ましく、 $1/100$ 以下であることがさらに好ましい。これは、ファブリーペローフィルタを構成する両端の反射鏡の反射率をそれぞれ、75%以上、97%以上に設定することで実現する。なお、波数間隔は互いに等しいことが好ましいが、本発明の効果を奏する程度に互いに異なってもよい。

[0025] また、フィルタの透過率極大値のピークの線幅が光源の線幅より狭帯域であることも好適である。

[0026] 線幅は波長幅 $\Delta\lambda$ や周波数幅 $\Delta\nu$ で記述し、光源の発光スペクトルやフィルタの透過率スペクトルのピークの半値全幅あるいは $1/e^2$ 全幅の事を指す。以下では線幅を波長スペクトルのピークの半値全幅で説明する。

[0027] 光源の線幅 $\Delta\lambda$ は、例えばミラー等の明るい物体のOCT像を用い、ミラーとOCT干渉計の参照ミラーとの光路長差を変化させOCT像の明るさが $1/2$ になる光路長差を以てコヒーレンス長 Δz を定義し、 Δz から下記式(1)より求めることが可能である。

[0028]

[数1]

$$\Delta\lambda = \frac{2\ln 2}{\pi} \times \frac{\lambda_0^2}{\Delta z} \quad (1)$$

[0029] 干渉信号を、光源の線幅よりも狭帯域なピーク幅を有するフィルタに通すことで干渉信号に含まれる光の中から光源の線幅よりも狭帯域な線幅の光を抽出することが可能である。この場合、得られる干渉信号も光源の線幅よりも狭帯域な線幅の光同士の干渉信号となる。

[0030] 狭帯域な線幅の光同士の干渉信号が得られるということは、OCT像の取得可能距離に関しても、もともと狭帯域な線幅の光を物体に照射しその反射光を取得して干渉スペクトルを得るのと同様の効果を有する。

[0031] つまり元の光源の線幅よりもフィルタの線幅が細い場合、受光前に干渉光をフィルタで狭帯域に切り出すことにより、OCT像が得られる深さ方向の距離を長く出来る効果を有する。

[0032] たとえば、フィルタにより切り出すスペクトルの形状が略ガウシアンであると仮定すると、フィルタのピークの波長の半値全幅 $\Delta\lambda$ に対して、発光波長を λ_0 とする時深さ方向の撮像可能深さ範囲 Δz は下記式(2)であらわされる値となる。

[0033] [数2]

$$\Delta z = \frac{2\ln 2}{\pi} \times \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda} \quad (2)$$

[0034] 式からわかるように、フィルタのピークの線幅が狭帯域である事は、上式の $\Delta\lambda$ が小さい事に対応し、結果的にOCT像の取得可能範囲 Δz の値は大きくなる。

[0035] 一般的に、広帯域な波長範囲を高速に掃引可能な狭線幅光源は、それ自体

が実現が難しいため、このような高性能な光源の開発自体が大きな課題となる事もある。

[0036] したがって、本発明により、光源に求められる上記の性能のうち、発光線幅に関しての要求を緩和することが可能となる事は、光源の開発が容易になるという点でも好適である。

[0037] 波長選択器の種類は、特に限定されず、ファブリーペローフィルタなどの光学素子、マッハツェンダー干渉計、マイケルソン干渉計などの光学系を用いることができる。また、エアギャップを介して対向するハーフミラーを用いても良く、光ファイバ内に対向する多重反射膜ミラー（D i s t r i b u t e d B r a g g R e f l e c t o r、以下DBRと略することがある）を作製したものであってもよい。本実施形態に係る波長選択器の中で、フィネスを高くしやすいファブリーペローフィルタが好ましい。ファブリーペローフィルタとして例えばファブリーペローエタロンが挙げられる。

[0038] （ファブリーペローエタロン）

ファブリーペローエタロンについて図3を用いて説明する。

ファブリーペローエタロンの一例は、ガラス基板301の両面にDBR302を設けた構成となっている。DBRは複数層の誘電体膜からなり、誘電体膜の数や、それぞれの誘電体膜の屈折率を変えることで、ファブリーペローエタロンの反射率を変えることができる。反射率を高くすることでフィネスは高くなり、等波数間隔の波長選択性は高くなる。上記のガラス基板301は特に限定されず、BK7などを用いることができる。

[0039] （光検出部）

本実施形態における光検出部について説明する。本実施形態における光検出部では、干渉光の強度を電圧などの電気の強度に変換するものであれば特に限定されない。干渉光の強度の時間波形の情報は、この光検出部で受光電圧の時間波形の情報へと変換される。受光電圧の時間波形の情報は、次に説明する情報取得部へと送られる。

[0040] （情報取得部）

本実施形態における情報取得部 104 の構成の一例について図 4 を用いて説明する。本実施形態における情報取得部 104 の一例では、光検出部 103 から送られてきたアナログの受光電圧の時間波形の情報（干渉光の強度の時間波形の情報）は A/D 変換器 401 でデジタルの受光電圧の時間波形の情報へと変換される。デジタルの受光電圧の時間波形の情報は、メモリ 402 に格納され、演算部 403 に送られる。演算部 403 では、デジタルの受光電圧の時間波形から、ピーク値を取得し、そのピーク値をフーリエ変換することで、物体 113 の情報を得る。情報取得部 104 はフーリエ変換器を有している。

[0041] 次に、上記情報取得部 104 における、物体 113 の情報を取得するためのフローの一例について図 5、6 を用いて詳細に説明する。まず、光検出部 103 で受光し電圧の時間波形の情報を取得する（図 5 の S501、図 6（a））。上記の波長選択器 105 を通っているため、受光電圧の強度の時間波形も等波数間隔となっている。次に、A/D 変換器 401 で、受光電圧をアナログ信号からデジタル信号に変換する（図 5 の S502、図 6（b））。デジタル信号に変換された受光電圧の情報（干渉光の強度の情報）をメモリ 402 に格納する（図 5 の S503）。これは、図 6（b）の白丸で表されるデータを格納することに相当する。メモリ 402 に格納された受光電圧のピーク値をサンプリングし、ピーク値について演算部 403 によってフーリエ変換する。このような工程を経て、物体の情報を得ることができる。

[0042] メモリ 402 に格納された受光電圧のピーク値のサンプリング方法は特に限定されないが、ノイズではない有意な極大値を取得する必要がある。たとえばノイズより大きい値に閾値を設け、閾値以上の値を有する極大値を抽出することが可能である。一例として、メモリに格納された受光電圧（干渉光）の強度の情報が、図 7 のように表される場合、受光電圧「5」を閾値として、受光電圧がそれ以上の値である場合、をピーク値であるとみなす処理方法などである。

[0043] 閾値の設定は特定の手法に限定するものではない。例えば、信号を取得す

る波長掃引帯域内に波長選択器 105 の透過率の極大値が m 個存在する場合、得られる受光電圧の強度の時間波形に含まれる極大値を大きい方から m 個選択する。そして選択されなかった残りの極大値のうち最大値をノイズの最大値であると見なし、ノイズの最大値より大きい値で、かつ、極大値のうち最小の値以上を閾値として設定することができる。

[0044] また、波長の掃引速度がほぼ一定であるとわかっている光源部 101 を用いる場合には、波長選択器 105 の透過率の極大値の間隔から、波長選択器の各透過率の極大値の波長で光源部 101 が発光する時刻を推測できる。また推測される各時刻の近傍で得られた時間波形に含まれる極大値のうち最大のものを求めるピーク値とすることができる。そして、それらのピーク値の大きい方から m 個を選択することができる。

[0045] ここで、光源部 101 の波長掃引速度が大きく変動しない場合、データの時間間隔には大きな変動は無いはずである。従って図 8 に示すように、データの時間間隔がある 2 点のデータ間（図 8（a）の時刻 t_2 と時刻 t_4 の間）だけその周囲の時刻で得られた信号の時間間隔の 2 倍程度開いている場合にはその間の時刻（図 8（a）の時刻 t_3 ）に取得した受光電圧が「0」であるとみなせる。そこで、サンプリングデータに対し、時刻 t_3 に 0 を挿入したサンプリングデータを作製する。このような「0」値の挿入は特に差動検出を行って干渉信号を取得する場合に必要である。

[0046] すなわち、本実施形態における情報取得部は、受光電圧の強度ピーク値（干渉光の強度のピーク値） P_1 が取得された時刻 T_1 と、前記ピーク値 P_1 が取得された前記時刻の次のピーク値 P_2 が取得された時刻 T_2 との時間間隔が、その近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT の 1.99 倍以上である場合、好ましくは 1.9 倍以上である場合に、前記 T_1 と前記 T_2 の間の時刻 T' における受光電圧の強度（干渉光の強度）が 0 であるとみなす演算を行ってもよい（図 8（b））。これは、時刻 T_1 、 T_2 における波長掃引速度が、時刻 T_0 あるいは T_3 における波長掃引速度の 10% 以内で変動する場合、上記平均の時間間隔 ΔT の 1.9 倍以上である場合に、時刻 T' における

受光電圧の強度が0であるとみなせばよいからである。同様に、1%以内で変動する場合、1.99倍以上である場合に受光電圧の強度が0であるとみなせばよいからである。

[0047] 例えば、平均の時間間隔の2倍程度（1.9倍以上2.1倍以下）である場合、前記 T_1 と前記 T_2 の中間の時刻 T' における受光電圧の強度（干渉光の強度）が0であるとみなす（図8（b））。

[0048] ここで、近傍のピーク値とは例えば、上記ピーク値 P_1 が取得される1つ前の時刻（ T_0 ）におけるピーク値（ P_0 ）、2つ前の時刻（ T_{-1} ）におけるピーク値（ P_{-1} ）、1つ後の時刻（ T_3 ）におけるピーク値（ P_3 ）、2つ後の時刻（ T_4 ）におけるピーク値（ P_4 ）、である。このとき、近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT は、 $T_0 - T_{-1}$ の値と、 $T_4 - T_3$ の値との平均とすることができる。なお、4つのピーク値を用いて平均の時間間隔を算出したが、演算に用いるピーク値の個数はそれ以上であってもよい。

[0049] また、平均の時間間隔の3倍程度（2.9倍以上3.1倍以下）である場合、前記 T_1 と前記 T_2 の時間間隔を3等分した各時刻における干渉光の強度が0であるとみなす。同様に、平均の時間間隔の N 倍程度である場合、前記 T_1 と前記 T_2 の時間間隔を N 等分した各時刻における干渉光の強度が0であるとみなす。

[0050] なお、上記のような干渉信号振幅が0の点が存在する場合、光検出部103が差動検出型の場合は光検出部103は上述のように電圧0を出力するが、光検出部が単純な光強度検出型の場合は、非干渉成分の光量を検知し0でない値を出力する。したがって上記0値の補間は光検出部103が差動検出型の場合に必要な操作である。したがって、例えば差動検出型の光検出部と単純な光強度検出器を併用することで測定する事で、上記のような干渉成分0の点を検知する事も可能である。

[0051] また、明らかに他のデータの時間間隔よりも詰まった時間間隔、例えばその周囲の時刻で得られた信号の時間間隔の半分程度の時間間隔で取得されているデータについても、波長選択器105の透過率の極大値以外でのサンプ

リングである可能性が高い（図 8（c））。この場合は上記時間間隔が詰まっているデータ（図 8（c）の時刻 t_4 で得られたデータ）を削除する。これらを経てほぼ時間間隔が等しい m 個のサンプリングデータを形成することができる。なお、時間間隔が詰まっているデータが複数ある場合は、上記と同様に、時間間隔が詰まっているデータの削除を複数回行い、時間間隔が詰まっているデータが消えるまで行ってもよい。

[0052] すなわち、本実施形態における情報取得部は、受光電圧の強度のピーク値（干渉光の強度のピーク値） P_1 が取得された時刻 T_1 と、前記ピーク値 P_1 が取得された前記時刻の次のピーク値 P_2 が取得された時刻 T_2 との時間間隔が、その近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT の 0.9 倍以下である場合に、前記ピーク値 P_2 のデータを取得しなくてもよい（図 8（d））。ここで、近傍のピーク値とは例えば、上記ピーク値 P_1 が取得される 1 つ前の時刻（ T_0 ）におけるピーク値（ P_0 ）、2 つ前の時刻（ T_{-1} ）におけるピーク値（ P_{-1} ）、1 つ後の時刻（ T_3 ）におけるピーク値（ P_3 ）、2 つ後の時刻（ T_4 ）におけるピーク値（ P_4 ）、である。このとき、近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT は、 $T_0 - T_{-1}$ の値と、 $T_4 - T_3$ の値との平均とすることができる。なお、4 つのピーク値を用いて平均の時間間隔を算出したが、演算に用いるピーク値の個数はそれ以上であってもよい。

[0053] （光源部）

本実施形態において、光源部 101 は光の波長を変化させる光源であれば特に限定されない。OCT 装置を用いて物体 113 の情報を得るためには、この光源部から出る光の波長を連続的に変化させる必要がある。

[0054] 本実施形態における光源部 101 として例えば、回折格子やプリズム等を用いた外部共振器型の波長掃引光源、共振器長可変のファブリペローチューナブルフィルタを用いる各種外部共振器型光源をもちいることができる。あるいは、サンプルドグレーティングを用いて波長を変化させる SSG-DBR や波長可変の MEMS-VCSEL などを用いることもできる。また、ファイバレーザを用いることもできる。ファイバレーザとしては、分散チ

ューニング方式でもよく、フーリエドメインモードロック方式であってもよい。

[0055] 回折格子やプリズム等を用いた外部共振器型の波長掃引光源としては、共振器に回折格子を設けて光を分光させ、ポリゴンミラーや、回転する円盤上にストライプ状の反射ミラーを設けたものを用いて出射させる波長を連続的に変え波長掃引光源などが挙げられる。

[0056] (物体)

本実施形態において物体とは、本実施形態に係るOCT装置による測定の対象となるものであり種類は特に限定されない。例えば、眼球、皮膚、歯などの生体が挙げられる。

[0057] (用途)

上記本実施形態に係るOCT装置は、眼底の断層像を得る等眼科撮影、歯科撮影、皮膚撮影などに用いることができる。

[0058] (実施形態2)

OCT装置の他の例について説明する。本実施形態のOCT装置の各構成要素について実施形態1と共通するものは、ここでは説明を省略する。

[0059] 図1ではOCT装置の簡易な構成を示したが、例えば図9に示すような、干渉信号を差動検出するための光学系で構成しても良い。図9においては、波長可変光源901と、アイソレータ902、参照光光路用ファイバ906、偏波コントローラ918、光源から発振された光を参照光と照射光とに分岐させるファイバカップラ905、反射ミラー907を配置する。さらに物体909の測定部を構成する検査光光路用ファイバ914、偏波コントローラ919、照射集光光学系915、照射位置走査用ミラー908を接続する。これに加え光検出部を構成するファイバカップラ903、ファイバカップラ904、受光用ファイバ916、受光用ファイバ917、差動検出器910、情報取得部を構成する信号処理装置911、画像出力モニタ913を接続する。さらに光源部を構成する光源制御装置912を接続した構成により光断層撮像装置を構成できる。なお、921、922、923、924、9

25、926はコリメーターである。

[0060] 波長選択器である、ファブリーペローフィルタ920が差動検出器910の手前に設けられているため、作動検出器910で検出される光は等波数間隔である。なお、図9ではファブリーペローフィルタ920が1つ設けられた構成を示しているが、コリメーター922とコリメーター924の間の光路上に1つ、コリメーター923とコリメーター925の間の光路上に1つの計2つ設けられた構成であってもよい。この場合、二つのファブリーペローフィルタのFSR (Free Spectral Range、自由スペクトル領域) が等しい必要がある。このように、光検出部において差動検出器910を用い、干渉光学系の二つのポートからの干渉信号を同時に入力する形にすることで、同相ノイズを消去可能であり、ノイズが少ない物体の断層像を得ることができる。

[0061] (実施形態3)

実施形態3では光干渉断層撮像方法について説明する。以下に説明する光干渉断層撮像方法は一例であり、本発明はこれに限定されない。

[0062] (光干渉断層撮像方法)

本実施形態に係る光干渉断層撮像方法は、上記の光干渉断層撮像装置を用いた光断層撮像方法であって、前記光源部から出る光の波長を時間的に変化させる工程と、前記干渉光学系において発生した干渉光を前記光検出部で受光する工程と、受光した前記干渉光の強度の時間波形のピーク値に基づいて前記物体の情報を取得する工程と、を少なくとも有する。物体の情報を取得する工程は、干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得してフーリエ変換する工程を有することが好ましい。また、物体の情報を取得する際に、フーリエ変換する代わりに、最大エントロピー原理を用いた演算を行ってもよい。

[0063] また、フーリエ変換して得たデータを画像表示部に送信する工程を有していてもよい。このような工程を有することで測定対象の物体の断層像を表示することができる。

実施例

[0064] 以下、本発明の実施例について図 1 を用いて説明するが、本発明はこれらに限られない。

[0065] 本実施例に係る OCT 装置の構成は、実施形態 1 で説明した通りである。ただし、光源部 101 として波長掃引光源、光検出部 103 としてフォトディテクタ (Photo detector、以下 PD と略す)、波長選択器 105 として、ファブリーペローエタロンを用いる。

[0066] 波長掃引光源は波長 800 nm から 880 nm までを周期 5 ns で掃引しこれを繰り返す動作をおこなう。これは掃引周波数にして 200 kHz に相当する。本実施例に係る OCT 装置では光源部 101 の光が出射される点からミラー 115 までの光路長と、光源部 101 の光が出射される点から物体 113 の表面までの光路長を等しくし、物体の表面から照射光の光軸方向に 4 mm の部位まで観察する。

[0067] 物体の表面から照射光の光軸方向に 4 mm の位置に単一の反射物体がある場合、得られる干渉強度のスペクトルは周波数 37.5 GHz 毎に強度が強まる信号となる (図 10)。これを周波数 37.5 GHz のサイン波と見なすならば、この信号の周波数成分を解析するためには少なくともこの半分の周波数間隔以下で干渉光の強度の値をサンプリングする必要がある。つまり 18.75 GHz 以下の周波数間隔でサンプリングする必要がある。

[0068] 物体の表面から照射光の光軸方向に 4 mm までが最大の深さであると想定すると、周波数を解析すべき信号の周波数は 37.5 GHz 以下の信号となるため、上記 18.75 GHz 以下の周波数間隔にて信号を取得すれば、断層像を得るために必要な周波数帯域の信号は得られる。

[0069] 本実施例では、このサンプリング間隔を、光路に挿入するファブリーペローエタロンにて規定する。具体的には、ファブリーペローエタロンの透過率の極大値の間隔が等波数間隔、かつ、18.7 GHz 未満になるように設定する。このことはファブリーペローエタロンの光路長を 8 mm 以上に設定する事に相当する。本実施例ではファブリーペローフィルタエタロンの光路長を 8 mm にする。なお光路長は 8 mm より長くても良い。

[0070] 次に、本実施例に係る OCT 装置を用いて PD で得られる受光電圧の強度の時間波形を図 11 に示す。光検出部 103 にて得られる信号は干渉信号波形にファブリーペローフィルタの透過率を重畳した波形になっている。図 11 中のピーク値を読み出し、これを等周波数間隔の信号値としてデータ取得する必要がある。

[0071] このためにはまず光検出で取得する電圧強度の時間波形を AD 変換器を経由して情報取得部 104 のメモリに取り込む。次にこのデータからピーク値を読みだして、フーリエ変換に掛けるサンプリングデータを作製する。ここで、ノイズ以上の値に閾値を設け、閾値以上の値を有する極大値を抽出する。

[0072] また本実施例ではファブリーペローエタロンの透過率の極大値の数 m は、1818 となる。それは、波長 800 nm から 880 nm の間の周波数間隔が 34.07 THz であり、一方ファブリーペローエタロンの透過率極大の周波数間隔が 18.74 GHz でありこれらの比が 1818 である事による。したがって、PD で受光された受光電圧の大きいデータから 1818 までの極大値をサンプリングデータとして使用しフーリエ変換する事で物体の断層像を取得出来る。

[0073] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために以下の請求項を添付する。

[0074] 本願は、2012 年 01 月 31 日提出の日本国特許出願特願 2012-018821 及び 2013 年 01 月 22 日提出の日本国特許出願特願 2013-009526 を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てをここに援用する。

符号の説明

[0075] 101 光源部
102 干渉光学系
103 光検出部

1 0 4 情報取得部

1 0 5 波長選択器

請求の範囲

- [請求項1] 光の波長を変化させる光源部と、
前記光源部からの光を物体へ照射する照射光と参照光とに分岐し、
前記物体に照射された光の反射光と前記参照光による干渉光を発生させる干渉光学系と、
前記干渉光を受光する光検出部と、
前記干渉光の強度の時間波形に基づいて、前記物体の情報を取得する情報取得部と、
を有する光干渉断層撮像装置において、
前記光源部と、前記光検出部との間の光路上に設けられた、等波数間隔の波長選択特性を有する波長選択器をさらに有し、
前記情報取得部は、前記干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得し、取得した前記ピーク値に基づいて前記物体の情報を取得することを特徴とする光干渉断層撮像装置。
- [請求項2] 前記情報取得部は、前記干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得してフーリエ変換するフーリエ変換器を有することを特徴とする請求項1に記載の光干渉断層撮像装置。
- [請求項3] 前記波長選択器が前記光学干渉系と前記光検出部との間の光路上に設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の光干渉断層撮像装置。
- [請求項4] 前記波長選択器が等波数間隔で透過率の極大値を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の光干渉断層撮像装置。
- [請求項5] 前記波長選択器が有する透過率の極大値の線幅が、前記光源部から発生する光の線幅よりも細いことを特徴とする請求項4に記載の光干渉断層撮像装置。
- [請求項6] 前記波長選択器がファブリーペローフィルタであることを特徴とする請求項4または5に記載の光干渉断層撮像装置。
- [請求項7] 前記情報取得部が取得する前記干渉光の強度の時間波形のピーク値

は、前記光検出部で受光された干渉光の強度の時間波形のデータのうち、干渉光の強度の大きい方から、前記波長選択器の有する透過率の極大値の個数分までとすることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の光干渉断層撮像装置。

[請求項 8] 前記情報取得部は、干渉光の強度のピーク値 P_1 が取得された時刻 T_1 と、前記ピーク値 P_1 が取得された前記時刻の次のピーク値 P_2 が取得された時刻 T_2 との時間間隔が、その近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT の 1.9 倍以上である場合に、前記 T_1 と前記 T_2 の中間の時刻における干渉光の強度が 0 であるとみなす演算を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の光干渉断層撮像装置。

[請求項 9] 前記情報取得部は、干渉光の強度のピーク値 P_1 が取得された時刻 T_1 と、前記ピーク値 P_1 が取得された前記時刻の次のピーク値 P_2 が取得された時刻 T_2 との時間間隔が、その近傍のピーク値が取得される平均の時間間隔 ΔT の 0.9 倍以下である場合に、前記ピーク値 P_2 のデータを取得しないことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の光干渉断層撮像装置。

[請求項 10] 請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光干渉断層撮像装置を用いた光断層撮像方法であって、

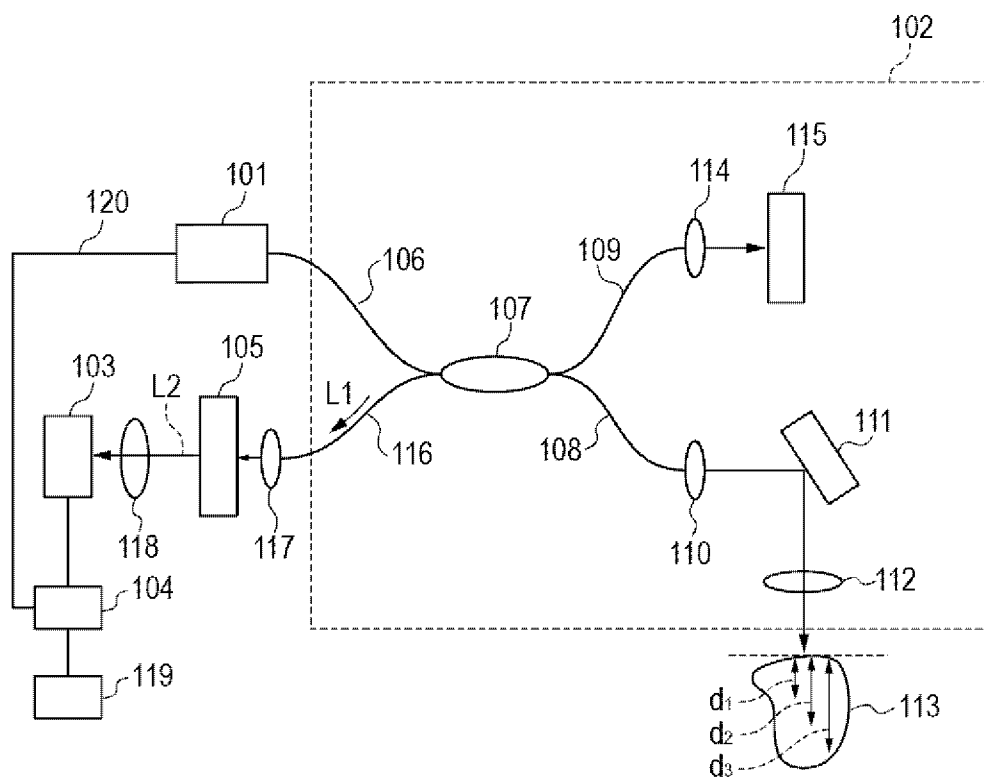
前記光源部から出る光の波長を時間的に変化させる工程と、

前記干渉光学系において発生した干渉光を前記光検出部で受光する工程と、

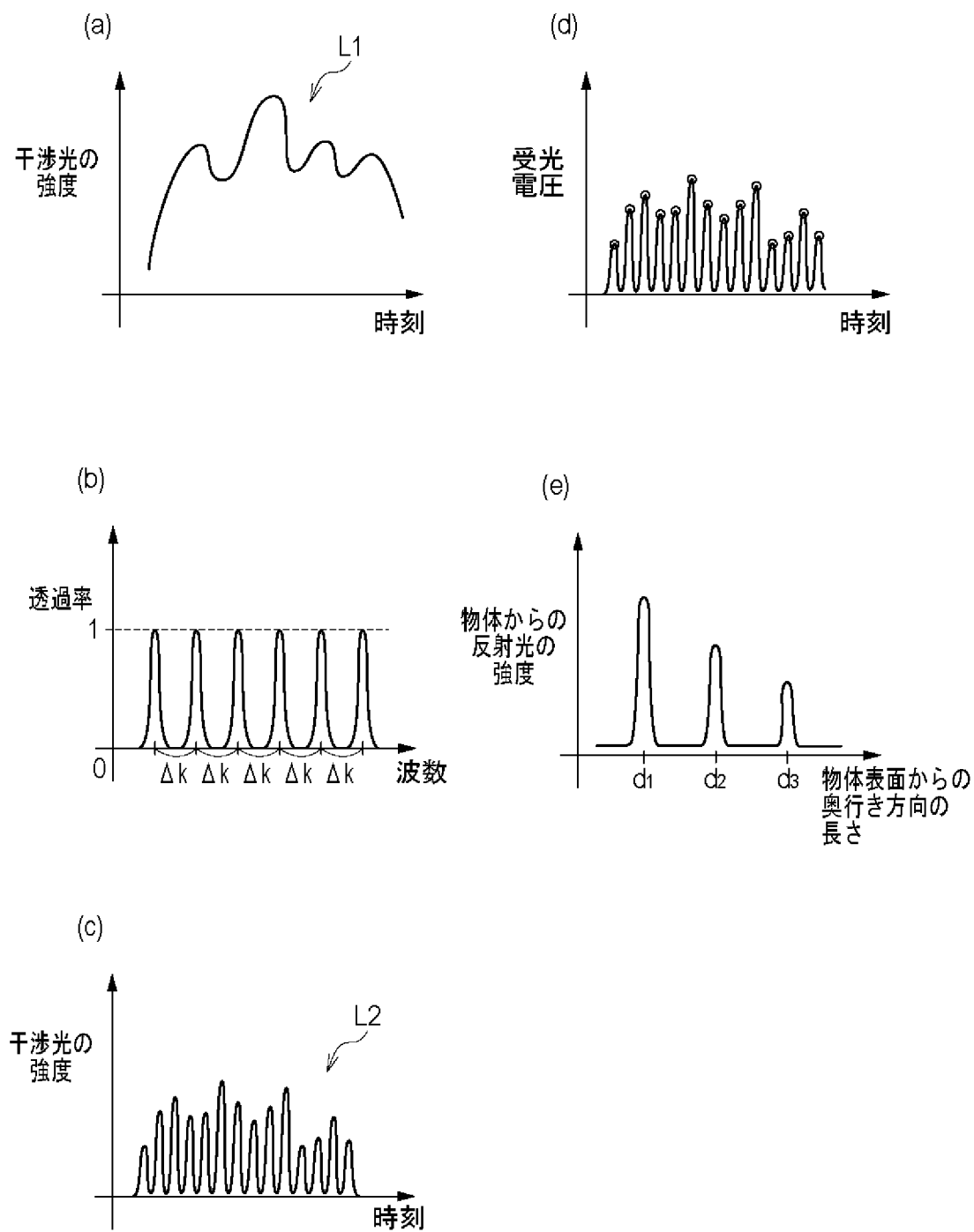
受光した前記干渉光の強度の時間波形のピーク値に基づいて前記物体の情報を取得する工程と、を有することを特徴とする光干渉断層撮像方法。

[請求項 11] 前記物体の情報を取得する工程は、前記干渉光の強度の時間波形のピーク値を取得してフーリエ変換する工程を有することを特徴とする請求項 10 に記載の光干渉断層撮像方法。

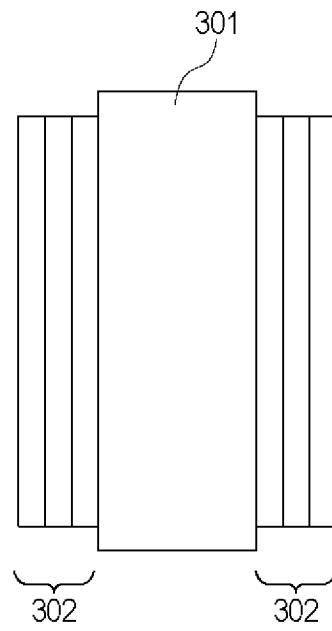
[図1]



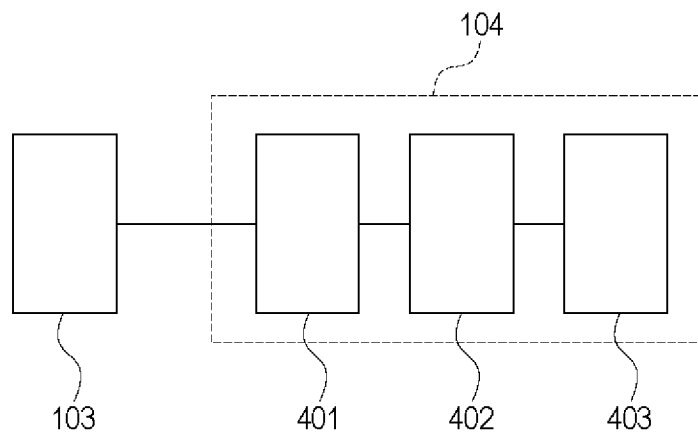
[図2]



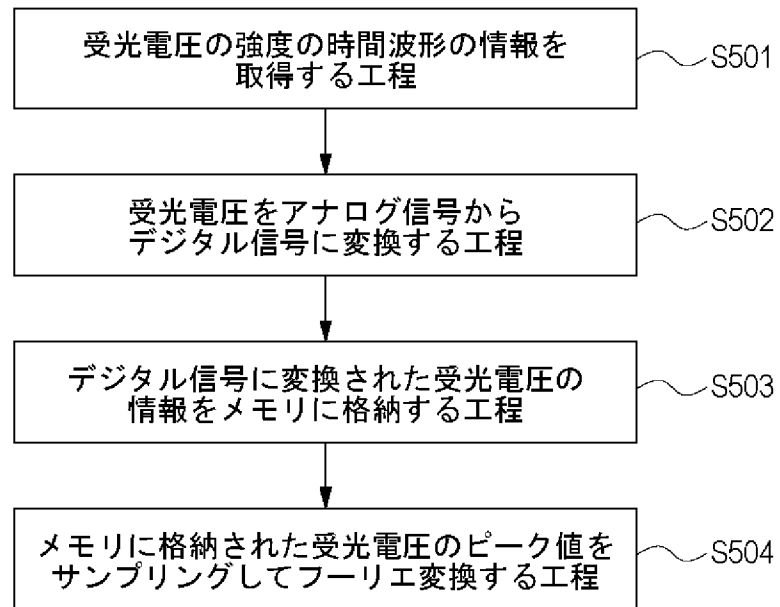
[図3]



[図4]

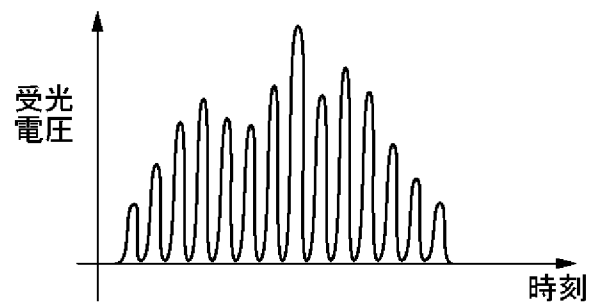


[図5]

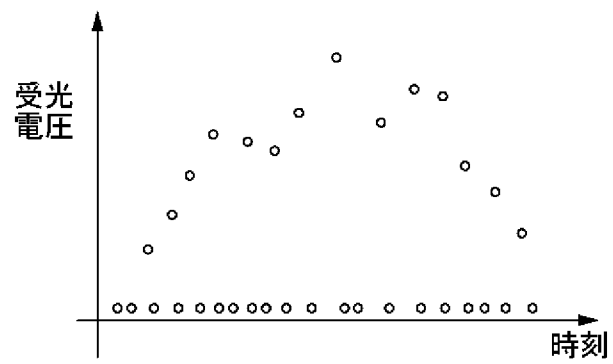


[図6]

(a)



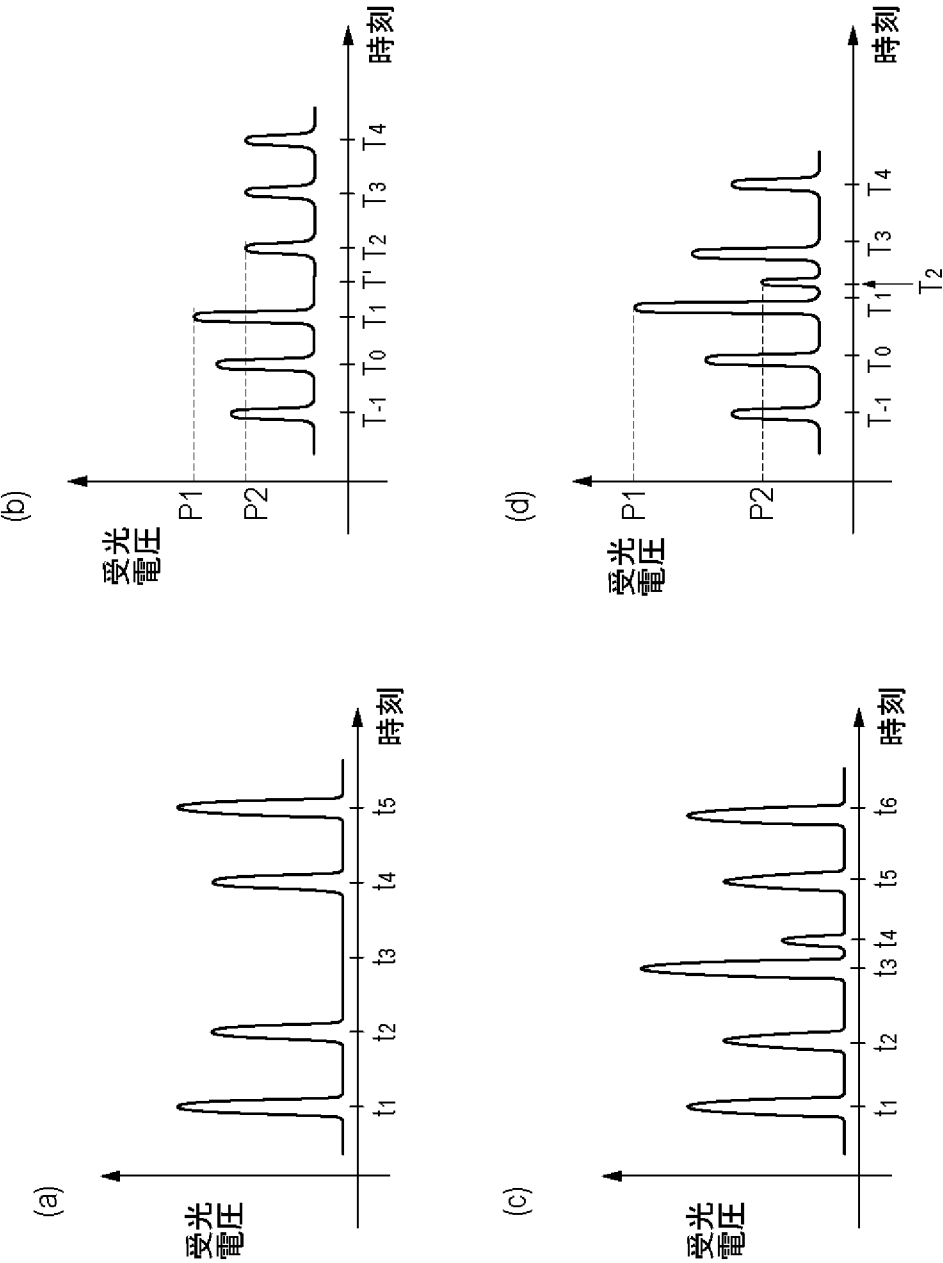
(b)



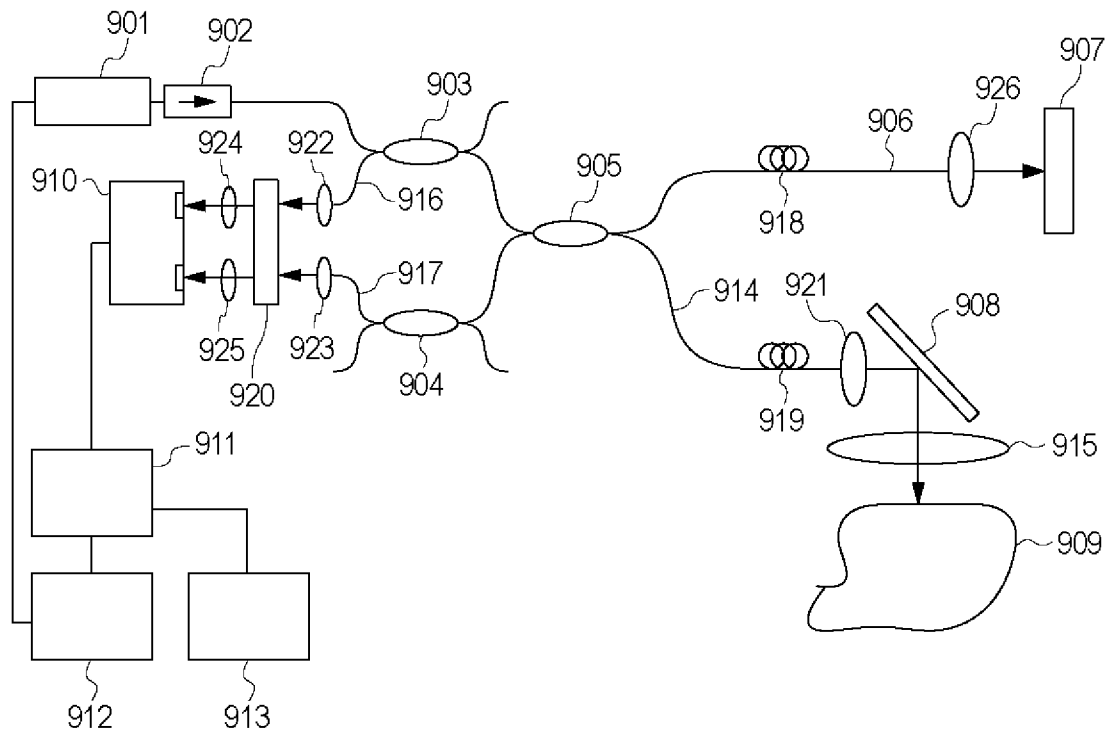
[図7]

時刻	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈	t ₉	-----	t _{N-1}	t _N
受光電圧	0	1	10	0	15	3	0	2	12	-----	0	0

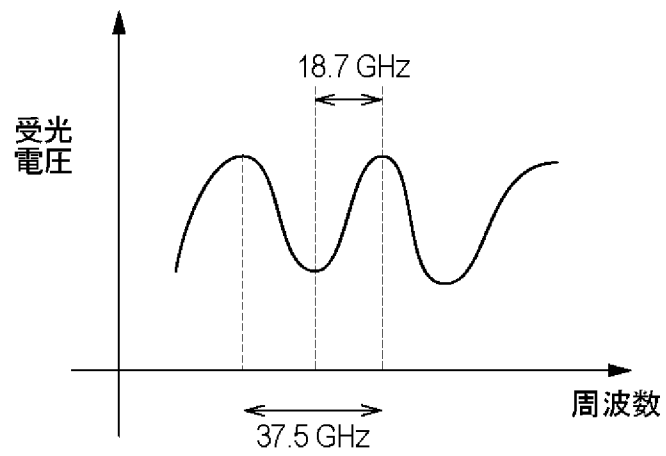
[図8]



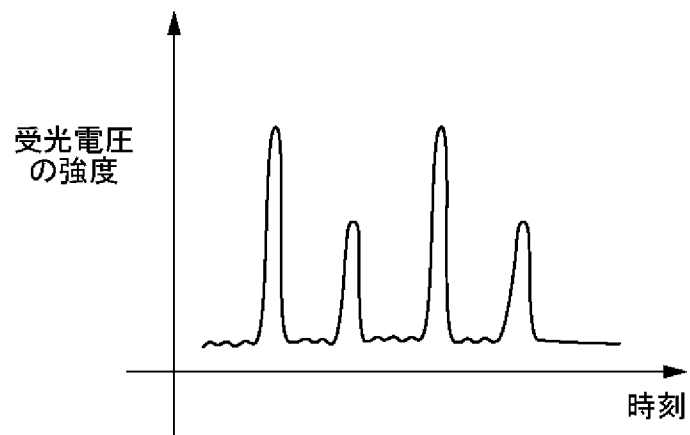
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/17 (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)

G01N21/00-21/01, 21/17-21/61, A61B3/00-3/18, 10/00

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-206374 A (Terumo Corp.), 20 October 2011 (20.10.2011), paragraphs [0073] to [0075]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-11
A	JP 2010-32426 A (Canon Inc.), 12 February 2010 (12.02.2010), claims 1 to 3 & US 2010/0027019 A1 & EP 2149776 A1 & CN 101639339 A	1-11
A	JP 2008-275528 A (Fujifilm Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0026], [0027], [0043]; fig. 1, 4 & US 2009/0244546 A1	1-11



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, 2013 (06.02.13)

Date of mailing of the international search report

19 February, 2013 (19.02.13)

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. G01N21/17(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. G01N21/00-21/01, 21/17-21/61, A61B3/00-3/18, 10/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)

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
A	JP 2011-206374 A (テルモ株式会社) 2011. 10. 20 【0073】～【0075】, 図3, 図4 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2010-32426 A (キヤノン株式会社) 2010. 02. 12 【請求項1】～【請求項3】 & US 2010/0027019 A1 & EP 2149776 A1 & CN 101639339 A	1-11

☒ 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

0 6 . 0 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 2 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

横井 亜矢子

2W

9 7 0 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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
A	JP 2008-275528 A (富士フイルム株式会社) 2008.11.13 【0026】、【0027】、【0043】、図1、図4 & US 2009/0244546 A1	1-11