

(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  
2012 年 11 月 22 日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/157710 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/17 (2006.01) A61B 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062679
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 17 日(17.05.2012)
- (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 2011-111476 2011 年 5 月 18 日(18.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田中 正人(TANAKA Masato) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 長谷川 健美(HASEGAWA Takemi) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 菅沼 寛(SUGANUMA Hiroshi) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜

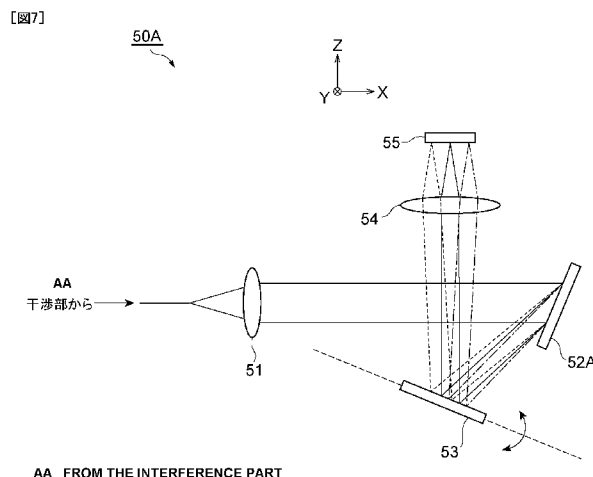
市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 祖川 伊知郎(SOGAWA Ichiro) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 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, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL TOMOGRAPHIC IMAGE ACQUISITION APPARATUS

(54) 発明の名称: 光断層画像取得装置



(57) Abstract: Provided is an optical tomographic image apparatus whereby an optical tomographic image of a subject can be acquired rapidly. This optical tomographic image acquisition apparatus is founded on FD-OCT, wherein a detection unit (50A) for detecting interference light comprises a lens (51), a reflective diffraction grating (52A), a deflection section (53), a lens (54), and a light-receiving unit (55). The interference light, having been collimated by the lens (51), is dispersed by the reflective diffraction grating (52A); each wavelength of light is outputted in different directions, depending on the wavelength, deflected by the deflection section (53), and focused by the lens (54) onto a light-receiving surface of the light-receiving unit (55). An optical tomographic image of a subject is acquired on the basis of the correspondence relationship between a light irradiation position at which the subject is irradiated and the deflection angle imparted by the deflection section (53), and on the basis of the optical power distribution detected by the light-receiving unit (55).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/157710 A1



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, 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).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

対象物の光断層画像を高速に取得することが可能な光断層画像取得装置を提供する。本発明の光断層画像取得装置はFD-OCTを基本とするものであって、干渉光を検出する検出部50Aは、レンズ51、反射型回折格子52A、偏向部53、レンズ54および受光部55を含む。レンズ51によりコリメートされた干渉光は、反射型回折格子52Aにより分光されて、各波長の光が該波長に応じて異なる方向へ出力され、偏向部53により偏向され、レンズ54により受光部55の受光面上に集光される。対象物への光照射位置と偏向部53による偏向角度との対応関係と、受光部55により検出された光パワー分布とに基づいて、対象物の光断層画像が取得される。

## 明 細 書

発明の名称：光断層画像取得装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、光断層画像取得装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 光コヒーレンストモグラフィ (Optical Coherence Tomography : OCT) に拠る光断層画像取得技術は、光の干渉を用いて対象物の深さ方向の反射量分布を測定することができる。この光断層画像取得技術は、高い空間分解能で対象物の内部の構造を画像化することができることから、近年では生体計測に応用されている。

[0003] OCTに拠る光断層画像取得装置は、光源部から出力される光を2分岐して第1分岐光および第2分岐光とし、第1分岐光を反射体に照射したときに該反射体で生じる反射光と、第2分岐光を対象物に照射したときに該対象物で生じる拡散反射光とを干渉させ、この干渉による干渉光のパワーを検出部により検出し、この検出結果を解析することで対象物の深さ方向の反射情報分布を得る。さらに、対象物への光照射位置を走査することで、対象物の断層画像を取得することができる。

[0004] OCTのうちTD-OCT (Time Domain-OCT) は、コヒーレンス長が短い光を出力する光源部を用いたときに、光源部から検出部までの両光の光路長差がある場合には干渉光の振幅が小さく、光源部から検出部までの両光の光路長差がない場合にのみ干渉光の振幅が大きくなることを利用する。このTD-OCTでは、反射体の位置に応じた対象物の深さ方向位置の反射情報を得ることができるので、反射体を移動させながら干渉光振幅を検出することにより、対象物の深さ方向の反射情報分布を得ることができる。ただし、TD-OCTでは、対象物の深さ方向の反射情報分布を得るために、機械的に反射体を移動させることが必要であるので、対象物の断層画像を取得する時間が長い。

[0005] 一方、OCTのうちFD-OCT (Fourier Domain—OCT) は、干渉信号の波長依存性を利用するものであって、TD-OCTと比べると対象物の断層画像を取得する時間が短い。光源部から出力される光を第1分岐光と第2分岐光とに等分した場合、光源部から出力される光のパワーを $P_0$ 、光の波数を $k$  ( $= 2\pi/\lambda$ )、対象物の深さ方向位置を $z$ 、対象物での反射率を $R_s$ 、反射体での反射率を $R_m$ で表したとき、波数 $k$ の光についての干渉信号の強度 $P(k)$ は、以下の式で表される： $P(k) = P_0/4 \{R_s + R_m + 2(R_s R_m)^{1/2} \cos(2kz)\}$ 。

[0006] この式から判るように、波数 $k$ の光についての干渉信号の強度 $P(k)$ は、対象物での反射率 $R_s$ の2分の1乗（反射率 $R_s$ のsquare root）に比例する振幅で、対象物の深さ方向位置 $z$ に応じた周期で振動する。したがって、検出部により検出される干渉信号のスペクトルを波数軸 $2k$ でフーリエ変換すると、その結果は、対象物の深さ方向位置 $z$ での反射率 $R_s$ （すなわち、深さ方向の反射率分布）を表すものとなる。FD-OCTは、このことを利用する。

[0007] すなわち、FD-OCTでは、対象物に対して光を照射したときに、その光が対象物の内部まで浸透し光軸に沿った各位置で拡散反射が生じると、検出部により検出される干渉信号は、対象物の内部の各位置についての信号が重なり合った形で現れる。このような干渉信号をフーリエ変換すると、対象物の深さ方向の反射分布が直接求められる。FD-OCTでは、スペクトルを測定する必要があるので、検出部として分光器を用いる。FD-OCTは、機械的に反射体を移動させる必要がないので、TD-OCTと比べると対象物の断層画像を取得する時間が短い。

## 先行技術文献

## 非特許文献

[0008] 非特許文献1：Maciej Wojtkowski他、OPTICS LETTERS、Vol. 28(2003), p1745

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0009] OCTに拠る光断層画像取得技術は、生体計測に応用される場合には、拍動等の生体の動きの影響を受けないように、かつ、測定中の生体への負荷を最小限にするように、高い走査速度が必要とされる。対象物の深さ方向の断層画像を取得する際に反射体の機械的な走査が不要であるFD-OCTは、TD-OCTと比べると対象物の断層画像を取得する時間が短いものの、更なる高速化が望まれる。

[0010] 本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、対象物の光断層画像を高速に取得することが可能な光断層画像取得装置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

[0011] 本発明の一側面に係る光断層画像取得装置は、（１）光を出力する光源部と、（２）光源部から出力される光を２分岐して第１分岐光および第２分岐光とし、第１分岐光を反射体に照射するとともに当該照射に伴う反射体からの反射光を入力し、第２分岐光を対象物に照射するとともに当該照射に伴う対象物からの拡散反射光を入力し、反射体からの反射光と対象物からの拡散反射光とを互いに干渉させて干渉光を出力する干渉部と、（３）対象物への第２分岐光の照射位置を走査する走査部と、（４）干渉部から出力される干渉光を検出する検出部と、（５）検出部による検出の結果を解析して対象物の光断層画像を求める解析部と、を備えることを特徴とする。

[0012] さらに、本発明の一側面に係る光断層画像取得装置において、検出部は、（ａ）干渉部から出力される干渉光を分光して、各波長の光を所定の平面上であって該波長に応じて異なる方向へ出力する分光部と、（ｂ）分光部から出力される各波長の光を所定の平面に対して偏向角度方向に偏向させる偏向部と、（ｃ）偏向部により偏向された各波長の光を集光する集光部と、（ｄ）集光部により光が集光される受光面上の各位置に到達する光のパワーを検出する受光部と、を含むことを特徴とする。そして、解析部は、走査部による照射位置と偏向部による偏向角度との対応関係と、受光部により検出され

た光パワー分布とに基づいて、対象物の光断層画像を求めることを特徴とする。

[0013] 本発明の一側面に係る光断層画像取得装置において、光源部から波長範囲  $1200\text{ nm} \sim 1400\text{ nm}$  ( $1200\text{ nm}$ 以上 $1400\text{ nm}$ 以下) または波長範囲  $1500\text{ nm} \sim 1800\text{ nm}$  ( $1500\text{ nm}$ 以上 $1800\text{ nm}$ 以下) を含む帯域の光を出力することができる。

### 発明の効果

[0014] 本発明によれば、対象物の光断層画像を高速に取得することが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施形態の光断層画像取得装置1の概略構成を示す図である。

[図2]FD-OCTの原理を説明する図である。

[図3]FD-OCTの原理を説明する図である。

[図4]本実施形態の光断層画像取得装置1の干渉部20の構成例を示す図である。

[図5]本実施形態の光断層画像取得装置1の干渉部20の構成例を示す図である。

[図6]本実施形態の光断層画像取得装置1の干渉部20の構成例を示す図である。

[図7]本実施形態の光断層画像取得装置1の検出部50の構成例を示す図である。

[図8]本実施形態の光断層画像取得装置1の検出部50の構成例を示す図である。

[図9]本実施形態の光断層画像取得装置1の検出部50の受光部55における受光の様子を説明する図である。

[図10]本実施形態の光断層画像取得装置1の測定部40を説明する図である。

[図11]本実施形態の光断層画像取得装置1の動作を説明するタイミングチャ

ートである。

[図12]本実施形態の場合と通常のFD-OCTの場合との比較の一例を纏めた図表である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0017] 図1は、本実施形態の光断層画像取得装置1の概略構成を示す図である。光断層画像取得装置1は、FD-OCTに拠って対象物2の光断層画像を取得するものであって、光源部10、干渉部20、参照部30、測定部40、検出部50、解析部60および表示部70を備える。

[0018] 光源部10は、帯域を有する光を出力する。OCTでは、対象物2の深さ方向の空間分解能は光の帯域幅に反比例し、スペクトル形状にも依存する。したがって、光源部10として、広帯域かつ平坦度の高いスペクトルを有した光を出力することができるものを用いることができる。例えば、希土類元素が添加されたガラスを光増幅媒体として備え広帯域の自然放出(ASE)光を出力することができるASE光源、光導波路における非線形光学現象によって帯域が拡大されたスーパーコンティニウム(SC)光を出力することができるSC光源、スーパールミネッセントダイオード(SLD)を含む光源、等を用いることができる。

[0019] 干渉部20は、光源部10から出力される光を2分岐して第1分岐光および第2分岐光とし、第1分岐光を反射体31に照射するとともに当該照射に伴う反射体31からの反射光を入力し、第2分岐光を対象物2に照射するとともに当該照射に伴う対象物2からの拡散反射光を入力し、これら反射光と拡散反射光とを互いに干渉させて、この干渉による干渉光を検出部50へ出力する。

[0020] 参照部30は、干渉部20と反射体31との間の光学系と、反射体31と、を含み、干渉部20からの第1分岐光を反射体31へ導き、反射体31か

らの反射光を干渉部 20 へ導く。測定部 40 は、干渉部 20 と対象物 2 との間の光学系であり、干渉部 20 からの第 2 分岐光を対象物 2 へ導き、対象物 2 からの拡散反射光を干渉部 20 へ導く。また、対象物 2 への第 2 分岐光の照射位置を走査する走査部 41 が設けられている。

[0021] 検出部 50 は、干渉部 40 から出力される干渉光を検出する。解析部 60 は、検出部 50 による検出の結果を解析して対象物 2 の光断層画像を求める。表示部 70 は、解析部 60 により求められた対象物 2 の光断層画像を表示する。

[0022] F D-O C T では、検出部 50 により干渉信号のスペクトルを測定し、解析部 60 により該スペクトルをフーリエ変換することで対象物 2 の深さ方向の反射情報分布を得ることができる。F D-O C T では、機械的に反射体 31 を移動させる必要がないので、T D-O C T と比べると対象物 2 の断層画像を取得する時間が短い。

[0023] 図 2 および図 3 は、F D-O C T の原理を説明する図である。図 2 に示されるように、対象物 2 における深さ方向を  $z$  軸とし、対象物 2 中の 2 つの深さ方向位置にある反射面 A, B を考える。このとき、図 3 の (a) 部に示されるように、検出部 50 により検出される干渉信号は、対象物 2 中の反射面 A からの拡散反射光の成分と、対象物 2 中の反射面 B からの拡散反射光の成分とを含む。

[0024] 反射面 A の深さ方向位置と反射面 B の深さ方向位置とが互いに異なるので、干渉信号に含まれる反射面 A, B それぞれからの拡散反射光の成分は、対象物 2 の深さ方向位置  $z$  に応じて互いに異なる周期で振動する。したがって、検出部 50 により検出される干渉信号のスペクトルを波数軸  $2k$  でフーリエ変換すると、その結果は、図 3 の (b) 部に示されるように、対象物 2 の深さ方向位置  $z$  での反射率（すなわち、深さ方向の反射率分布）を表すものとなる。

[0025] 本実施形態の光断層画像取得装置 1 は、F D-O C T を基本とするものであるが、従来の F D-O C T より高速に断層画像を取得することを可能とする。

[0026] 図4～図6それぞれは、本実施形態の光断層画像取得装置1の干渉部20の構成例を示す図である。

[0027] 図4に示される第1構成例の干渉部20Aは、ハーフミラーを含み、マイケルソン干渉計を構成している。干渉部20Aのハーフミラーは、光源部10から到達した光のうち、一部を反射させて第1分岐光として参照部30へ出力し、残部を透過させて第2分岐光として測定部40へ出力する。また、干渉部20Aのハーフミラーは、参照部30から到達した反射光を透過させるとともに、測定部40から到達した拡散反射光を反射させて、これら反射光と拡散反射光とを互いに干渉させて、この干渉による干渉光を検出部50へ出力する。

[0028] 図5に示される第2構成例の干渉部20Bは、光カプラを含み、マイケルソン干渉計を構成している。干渉部20Bの光カプラは、光源部10から到達した光を2分岐して、一方の第1分岐光を参照部30へ出力し、他方の第2分岐光を測定部40へ出力する。また、干渉部20Bの光カプラは、参照部30から到達した反射光と測定部40から到達した拡散反射光とを互いに干渉させて、この干渉による干渉光を検出部50へ出力する。

[0029] 図6に示される第3構成例の干渉部20Cは、光カプラ21、22および光サーキュレータ23、24を含み、マッハツェンダ干渉計を構成している。光カプラ21は、光源部10から到達した光を2分岐して、一方の第1分岐光を光サーキュレータ23へ出力し、他方の第2分岐光を光サーキュレータ24へ出力する。光サーキュレータ23は、光カプラ21から到達した第1分岐光を参照部30へ出力し、参照部30から到達した反射光を光カプラ22へ出力する。光サーキュレータ24は、光カプラ21から到達した第2分岐光を測定部40へ出力し、測定部40から到達した拡散反射光を光カプラ22へ出力する。光カプラ22は、光サーキュレータ23から到達した反射光と光サーキュレータ24から到達した拡散反射光とを互いに干渉させて、この干渉による干渉光を検出部50へ出力する。

[0030] なお、参照部30における反射体31への光照射および測定部40におけ

る対象物 2 への光照射それぞれに際しては、集光して照射してもよいし、コリメートして照射してもよい。また、光路上に、光減衰器、強度変調器、偏波変調器、位相変調器または光アイソレータ（一方向に光が伝播する部分のみ）が挿入されていてもよい。

[0031] 図 7 および図 8 それぞれは、本実施形態の光断層画像取得装置 1 の検出部 50 の構成例を示す図である。

[0032] 図 7 に示される第 1 構成例の検出部 50 A は、レンズ 51、反射型回折格子 52 A、偏向部 53、レンズ 54 および受光部 55 を含む。レンズ 51 は、干渉部 20 から光ファイバを経由して出力されて到達した干渉光をコリメートし、そのコリメートした干渉光を反射型回折格子 52 A へ入射させる。図 7 では、レンズ 51 から反射型回折格子 52 A への干渉光の進行方向は紙面内でこれを X 方向、紙面と垂直な方向を Y 方向、X 方向および Y 方向と垂直な方向を Z 方向と規定する。分光部としての反射型回折格子 52 A は、XZ 平面（紙面）に垂直な格子面上に Y 方向に延在する多数の格子が一定周期で配列されたものであり、レンズ 51 によりコリメートされて到達した干渉光を分光して、各波長の光を XZ 平面上であって該波長に応じて異なる方向へ出力する。

[0033] 偏向部 53 は、XZ 平面に平行な軸を中心にして回転自在であり、反射型回折格子 52 A から出力される各波長の光を XZ 平面に対して偏向角度方向に偏向させる。偏向部 53 として、ガルバノミラーまたはポリゴンミラーを用いることができる。集光部としてのレンズ 54 は、XZ 平面に平行な光軸を有し、偏向部 53 により偏向された各波長の光を受光部 55 の受光面上に集光する。レンズ 54 は  $f\theta$  レンズであることができ、この場合には、受光部 55 の受光面上の位置と波長  $\lambda$  および偏向角度との関係が単純比例関係になる。また、レンズ 54 はテレセントリック光学系であることができ、この場合には、受光部 55 の受光面上の各位置での集光能力のばらつきがなくなる。受光部 55 は、XZ 平面に垂直な受光面を有し、レンズ 54 により光が集光される受光面上の各位置に到達する光のパワーを検出する。

[0034] 図8に示される第2構成例の検出部50Bは、図7に示された第1構成例の検出部50Aと比較すると、反射型回折格子52Aに替えて透過型回折格子52Bを含む点で相違し、その他の構成については同様である。反射型回折格子52Aおよび透過型回折格子52Bの何れの場合にも、回折格子面の法線に対する光の入射角 $\theta_{in}$ と回折角 $\theta_{out}$ との間には、以下の式で表される関係がある： $\sin\theta_{in} + \sin\theta_{out} = Nm\lambda$ 。Nは回折格子の単位長さあたりの溝本数、mは回折次数であり、 $\lambda$ は波長である。

[0035] 検出部50では、干渉部20から出力された干渉光は、レンズ51によりコリメートされた後、反射型回折格子52Aまたは透過型回折格子52Bにより分光されて、各波長の光がXZ平面上であって該波長に応じて異なる方向へ出力される。反射型回折格子52A、反射型回折格子52Bから出力された各波長の光は、偏向部53によりXZ平面に対して偏向角度方向に偏向され、レンズ54により受光部55の受光面上に集光される。受光部55では、レンズ54により光が集光される受光面上の各位置に到達する光のパワーが検出される。

[0036] 図9は、本実施形態の光断層画像取得装置1の検出部50の受光部55における受光の様子を説明する図である。偏向部53における偏向角度が一定である場合、同図に示されるように、受光部55の受光面においてXZ平面に平行な干渉光のスペクトルが得られる。また、偏向部53における偏向角度が異なると、受光部55の受光面に干渉光が到達するY方向位置が異なる。

[0037] そこで、本実施形態では、走査部41による照射位置と偏向部53による偏向角度とを互いに対応付ける。そして、解析部60は、走査部41による照射位置と偏向部53による偏向角度との対応関係と、受光部55により検出された光パワー分布とに基づいて、対象物2の光断層画像を求めることができる。以下では、対象物2が血管であるとして、本実施形態の動作および光断層画像取得装置1を使用した光断層画像取得方法について説明する。

[0038] 図10は、本実施形態の光断層画像取得装置1の測定部40を説明する図である。ここでは、一例として血管内の断層画像取得を想定している。測定部40は、第2分岐光および拡散反射光を導光する光ファイバを含み、その光ファイバの先端部分が対象物2（血管）内に挿入される。光ファイバの先端部分から血管内壁へ向けて第2分岐光が出射され、その第2分岐光が照射された血管からの拡散反射光が光ファイバの先端部分に入射される。また、光ファイバの先端部分から第2分岐光が照射される位置は、走査部41により血管の周方向および軸方向に走査される。なお、対象物2が生体である場合、光源部10は、波長範囲1200nm～1400nm（1200nm以上1400nm以下）または波長範囲1500nm～1800nm（1500nm以上1800nm以下）を含む帯域の光を出力することができる。

[0039] 図11は、本実施形態の光断層画像取得装置1の動作を説明するタイミングチャートである。同図には、上から順に、（A）走査部41による対象物2（血管）における周方向の光照射位置、（B）偏向部53による偏向角度、（C）受光部55の受光面におけるY方向の光入射位置、および、（D）受光部55による受光のオン／オフ、それぞれのタイミングが示されている。

[0040] 受光部55は、所定の周期で繰り返し測定を行い、1周期内で所定の時間だけ受光し、その間に検出された光量を検出する。この所定の時間内に偏向部53が一方向に回転される。このとき、受光部55の受光面に到達する光はY方向にふれるが、露光時間中におけるその範囲が受光面のY方向サイズになるようにあわせる。そして、受光部55の光到達位置が受光面全体にふれる間に対象物2（血管）における周方向の光照射位置が測定範囲をカバーしていれば、対象物2（血管）の各走査位置の深さ方向の情報が一括測定できることになり、1回の測定で対象物2（血管）の深さ方向および周方向走査方向を軸とする2次元の断層画像を取得することができる。これによりOCT測定的高速化を図ることができる。

[0041] なお、同図では、対象物2（血管）に対してビームを回転走査した場合を

想定しているが、往復運動でも構わず、また、非露光時に変速・停止しても構わない。また、受光部 55 の受光面における Y 方向の光入射位置は、露光時間内では等速運動しているのが望ましい。

[0042] 図 12 は、本実施形態の場合と通常の F D-O C T の場合との比較の一例を纏めた図表である。ここでは、通常の F D-O C T の場合、受光部 55 が 512 ピクセルの 1 次元センサであるとし、本実施形態の場合、受光部 55 が 640 × 512 ピクセルの 2 次元センサであるとした。通常の F D-O C T では、1 ポイントの測定が 9 k H z で行われるが、全周にわたって測定する速さは 14 H z であり、軸方向 5 m m の長さを測定するのに 18 秒必要である。一方、本実施形態の場合には、一周分の情報を一括して取り込め、この速さが 90 H z であり、軸方向 5 m m の長さを測定するのに必要な時間は 2.8 秒である。このように、通常の F D-O C T と比較して、本実施形態では、対象物 2 の光断層画像を高速に取得することができる。

[0043] 対象物 2 としての血管の断層画像を取得する場合には、視野を確保するため、生食等の透明液をフラッシュして血液を置換する。通常の O C T では測定時間がかかるので、血液の流れを一時的に止める（閉塞する）ことが必要があった。しかし、本実施形態では、測定を短時間に行うことができるので、非閉塞状態で測定できるようになり、患者の負担軽減に有効となる。

### 産業上の利用可能性

[0044] 対象物の光断層画像を高速に取得することが可能な光断層画像取得装置に適用できる。

### 符号の説明

[0045] 1…光断層画像取得装置、2…対象物、10…光源部、20, 20A, 20B, 20C…干渉部、30…参照部、31…反射体、40…測定部、41…走査部、50, 50A, 50B…検出部、51…レンズ、52A…反射型回折格子、52B…透過型回折格子、53…偏向部、54…レンズ、55…受光部、60…解析部、70…表示部。

## 請求の範囲

### [請求項1]

光を出力する光源部と、

前記光源部から出力される光を2分岐して第1分岐光および第2分岐光とし、前記第1分岐光を反射体に照射するとともに当該照射に伴う前記反射体からの反射光を入力し、前記第2分岐光を対象物に照射するとともに当該照射に伴う前記対象物からの拡散反射光を入力し、前記反射体からの反射光と前記対象物からの拡散反射光とを互いに干渉させて干渉光を出力する干渉部と、

前記対象物への前記第2分岐光の照射位置を走査する走査部と、

前記干渉部から出力される干渉光を検出する検出部と、

前記検出部による検出の結果を解析して前記対象物の光断層画像を求める解析部と、

を備え、

前記検出部が、

前記干渉部から出力される干渉光を分光して、各波長の光を所定の平面上であって該波長に応じて異なる方向へ出力する分光部と、

前記分光部から出力される各波長の光を前記所定の平面に対して偏向角度方向に偏向させる偏向部と、

前記偏向部により偏向された各波長の光を集光する集光部と、

前記集光部により光が集光される受光面上の各位置に到達する光のパワーを検出する受光部と、

を含み、

前記解析部が、前記走査部による照射位置と前記偏向部による偏向角度との対応関係と、前記受光部により検出された光パワー分布とに基づいて、前記対象物の光断層画像を求める、

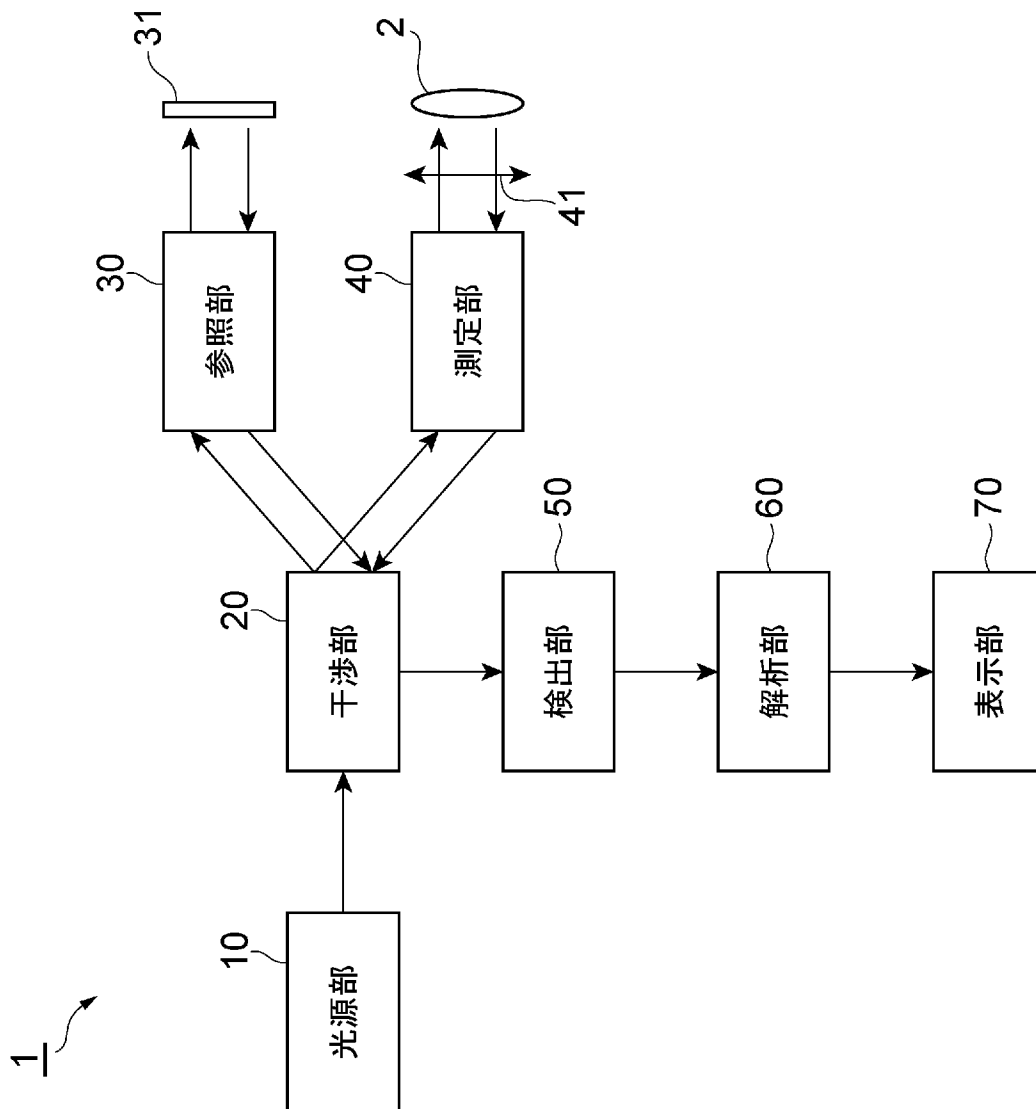
ことを特徴とする光断層画像取得装置。

### [請求項2]

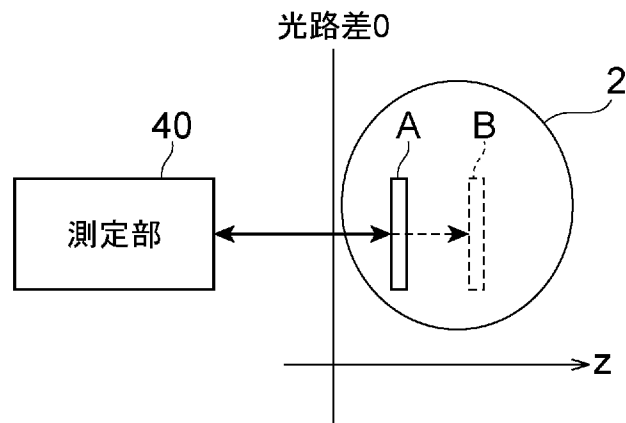
前記光源部が、波長範囲1200nm～1400nmまたは波長範囲1500nm～1800nmを含む帯域の光を出力する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光断層画像取得装置。

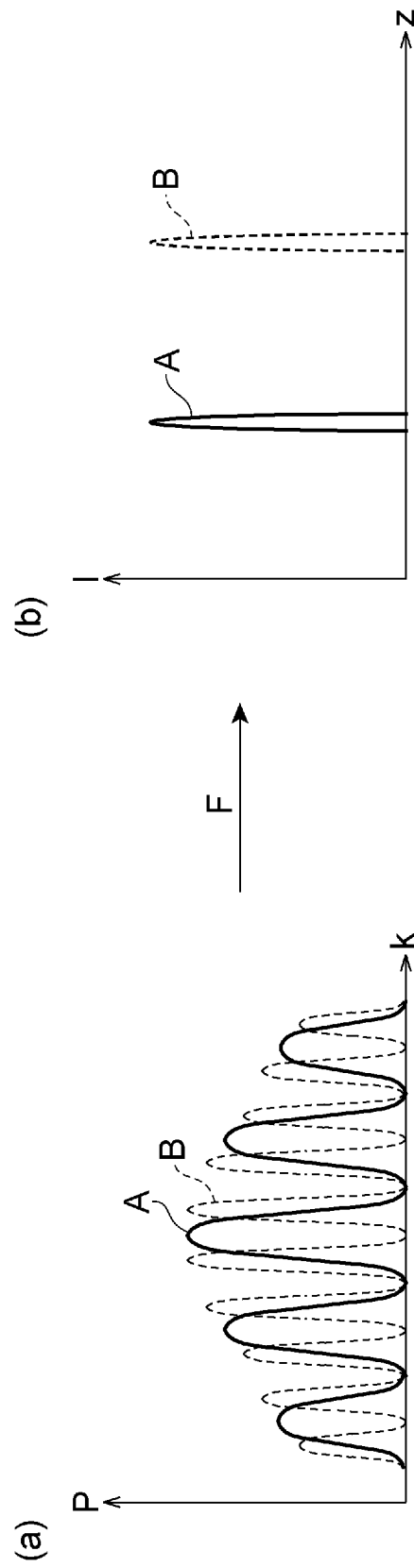
[図1]



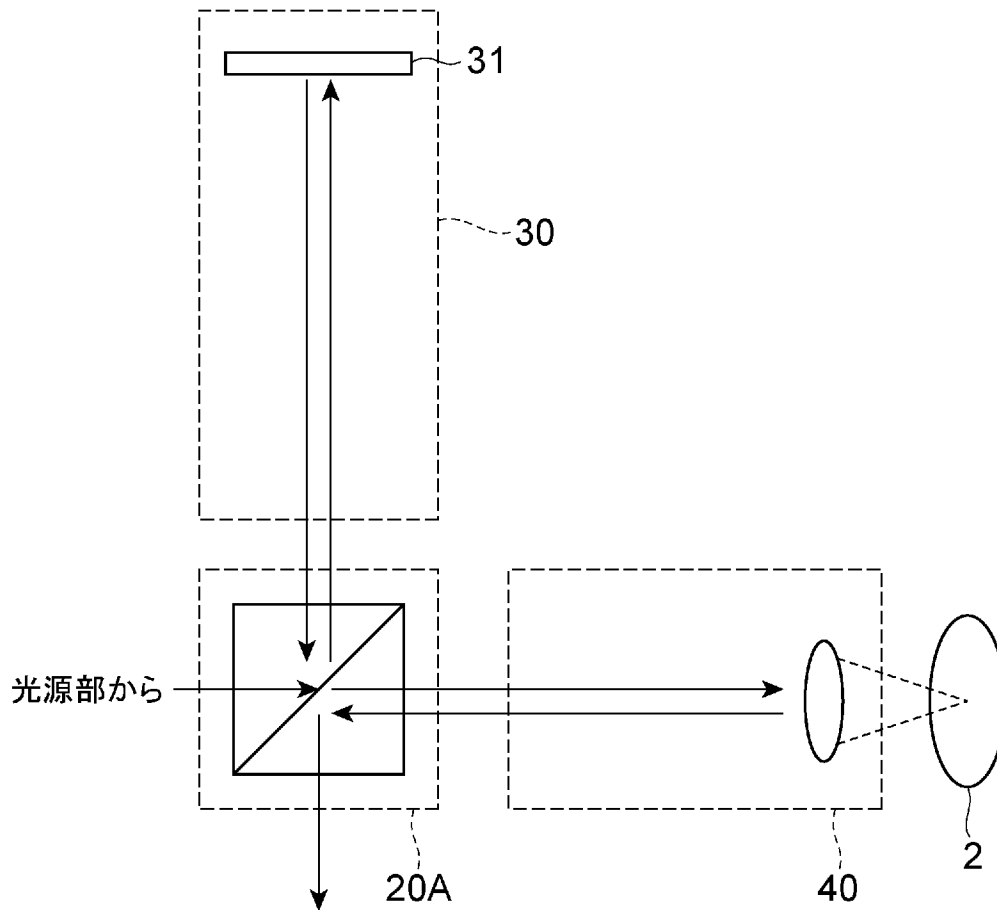
[図2]



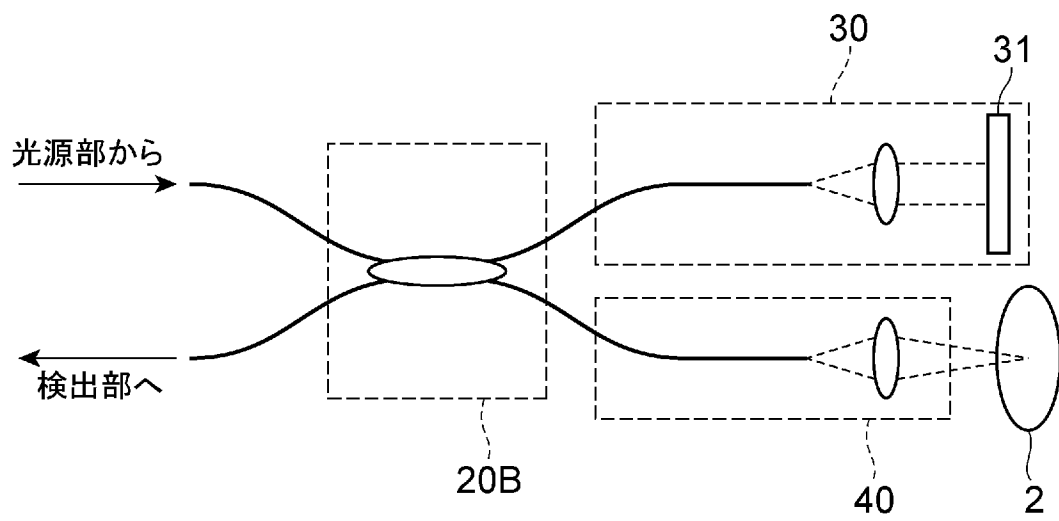
[図3]



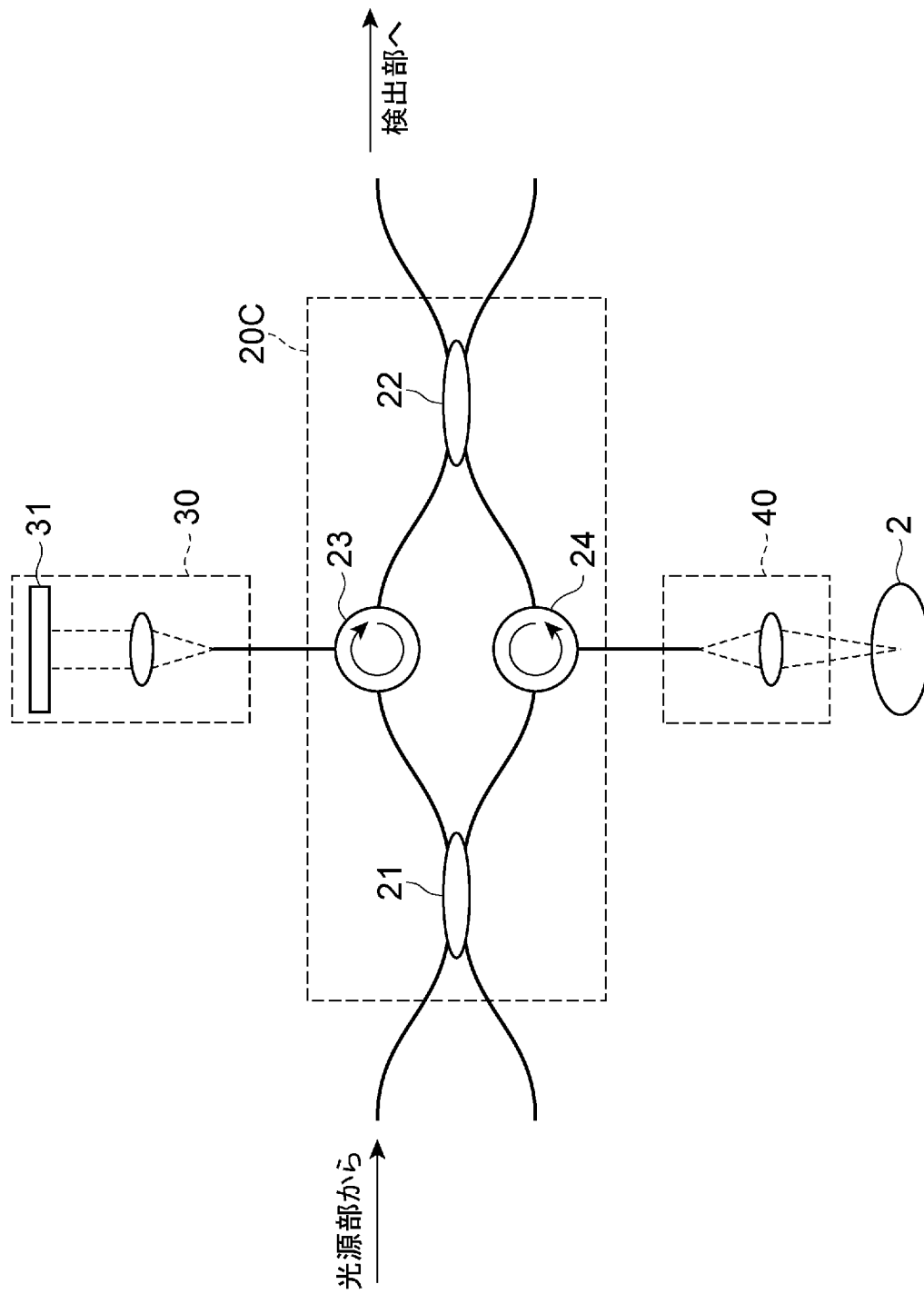
[図4]



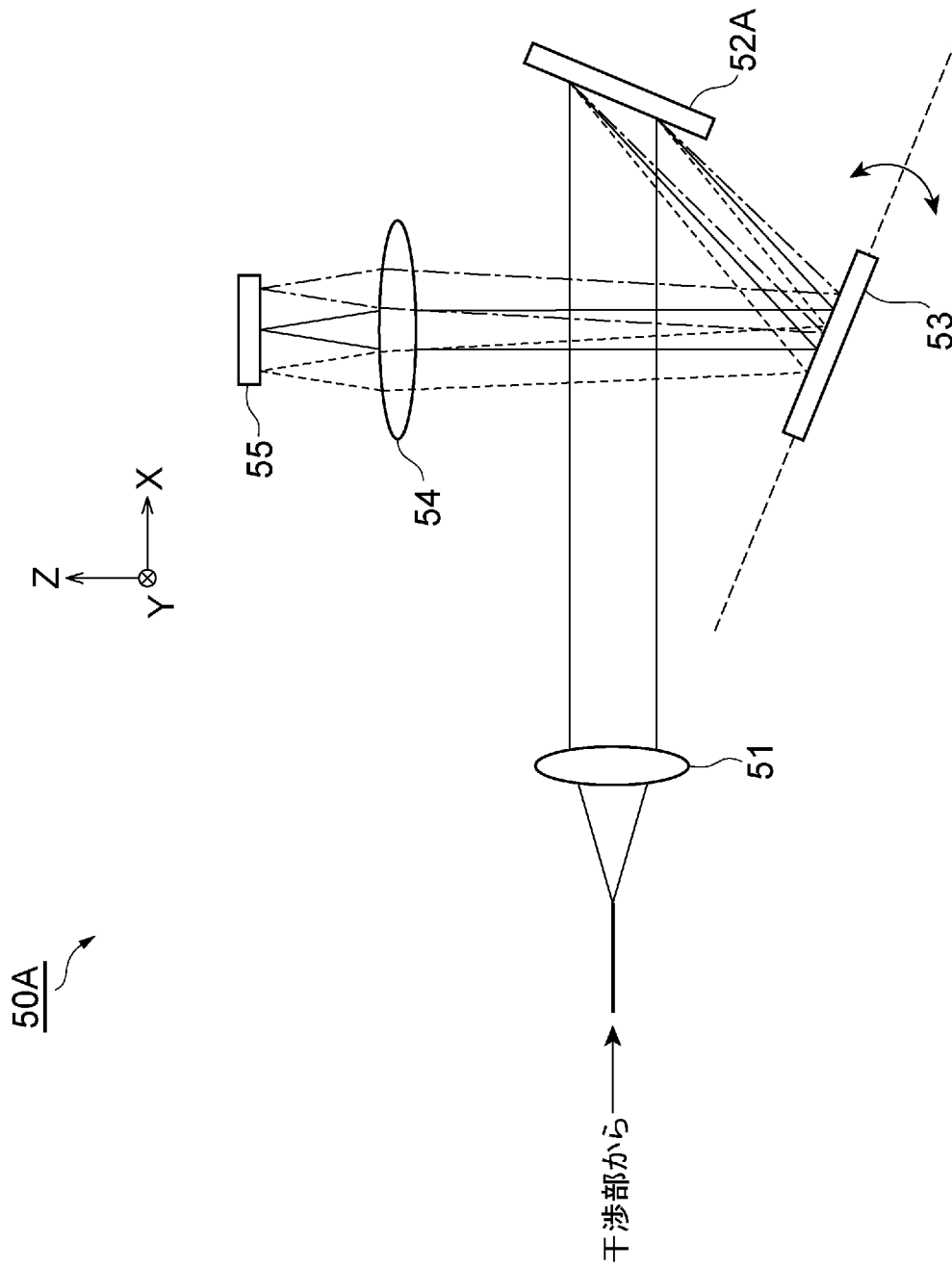
[図5]



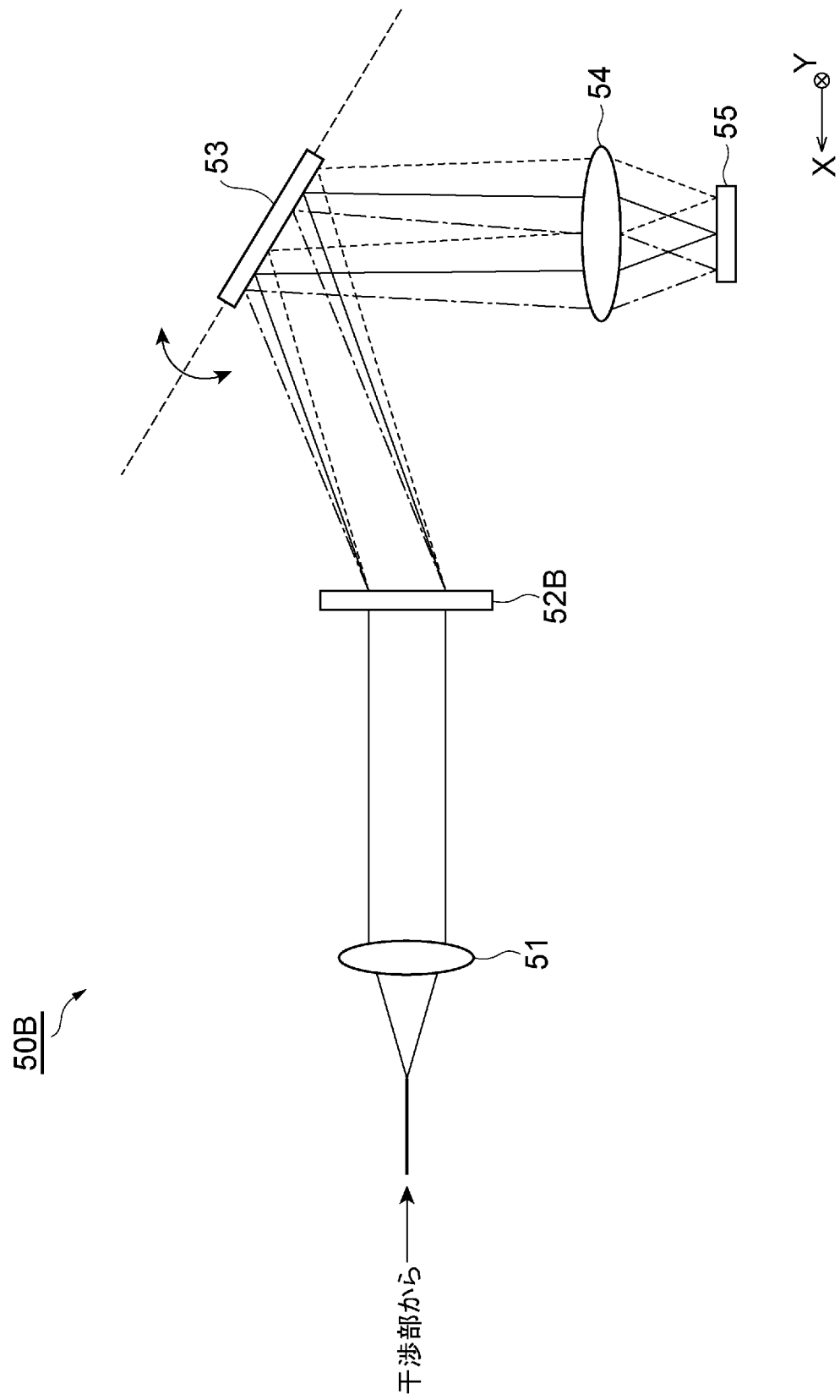
[図6]



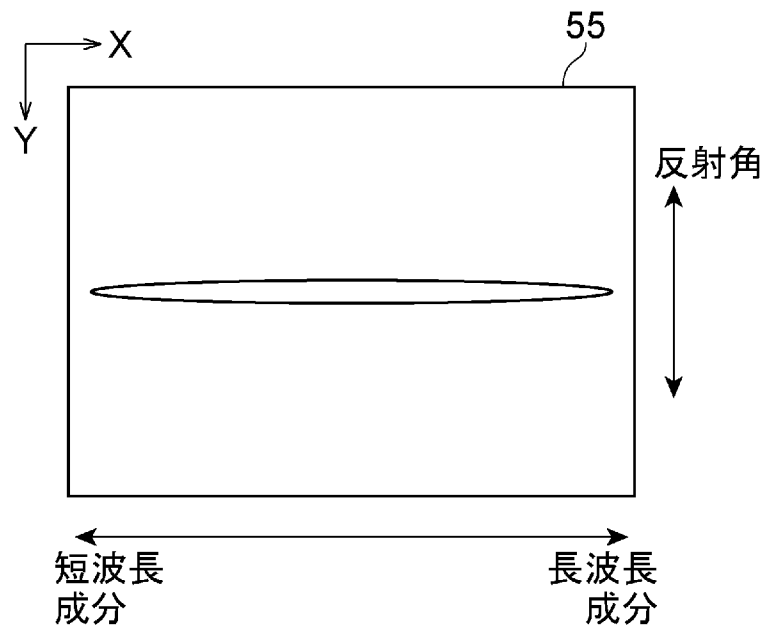
[図7]



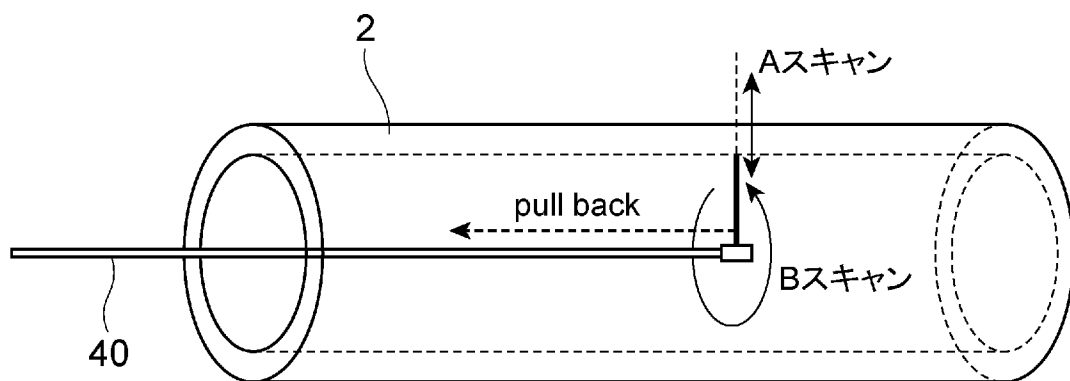
[図8]



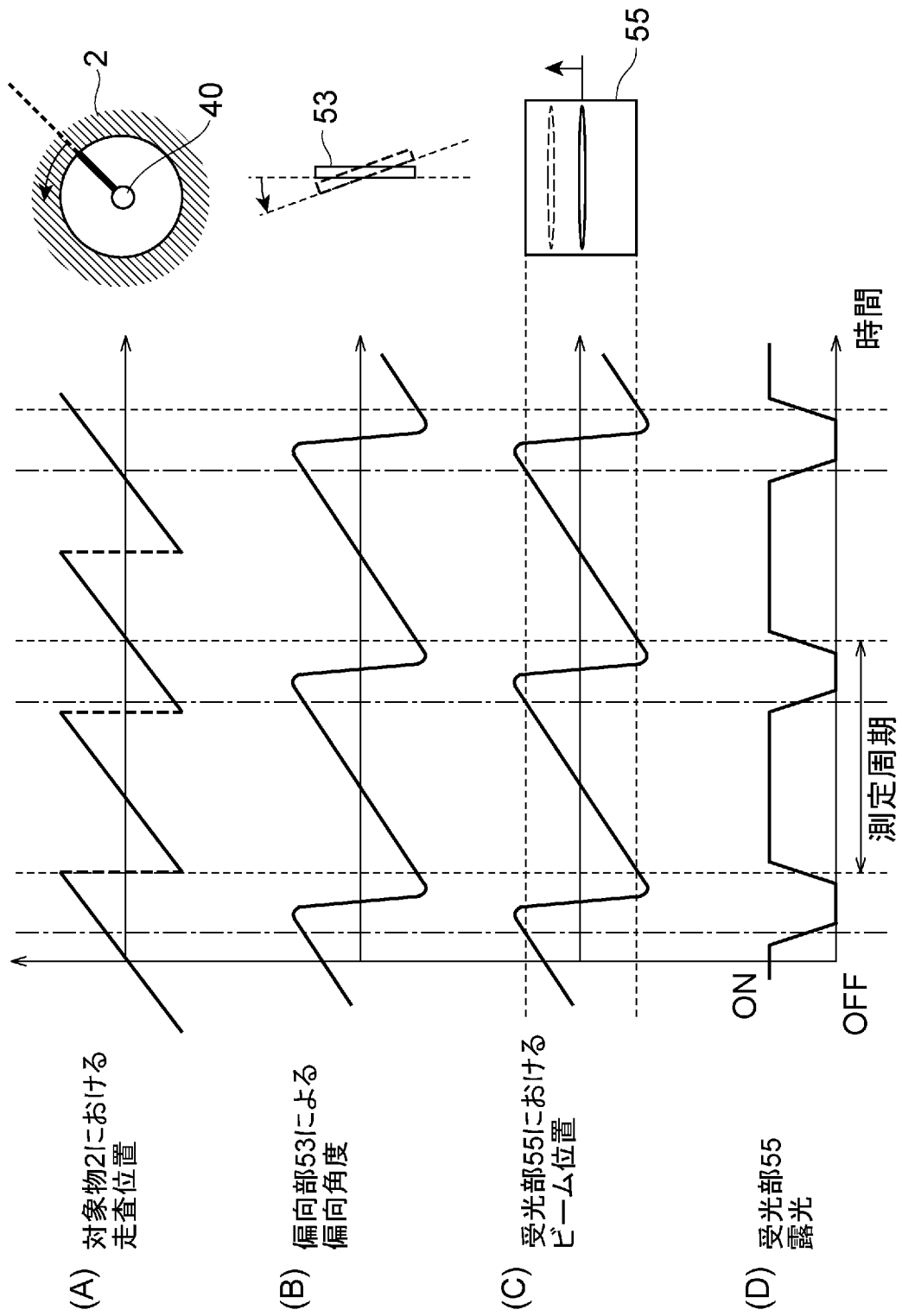
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

|              | 通常のFD-OCT | 本実施形態   |
|--------------|-----------|---------|
| 受光部55のタイプ    | ラインアレイ    | エリアアレイ  |
| ピクセル数        | 512       | 640×512 |
| Aスキャン速度      | 9kHz      | 90Hz    |
| Bスキャン速度      | 14Hz      | 90Hz    |
| プルバック時間(5mm) | 18sec     | 2.8sec  |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062679

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/17(2006.01) i, A61B1/00(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)

G01N21/00-21/61, A61B1/00-1/32, A61B3/00-3/16, A61B9/00-10/00

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII), WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2006-132996 A (Shofu Inc.),<br>25 May 2006 (25.05.2006),<br>paragraphs [0029] to [0037], [0075]; fig. 1<br>(Family: none)                       | 1, 2                  |
| Y         | JP 2008-224473 A (Fujifilm Corp.),<br>25 September 2008 (25.09.2008),<br>paragraphs [0003], [0066] to [0070]; fig. 13<br>& US 2008/0225301 A1      | 1, 2                  |
| Y         | JP 2008-309613 A (Kowa Co., Ltd.),<br>25 December 2008 (25.12.2008),<br>paragraphs [0027] to [0029], [0054] to [0062];<br>fig. 3<br>(Family: none) | 1, 2                  |

☒ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
14 August, 2012 (14.08.12)Date of mailing of the international search report  
28 August, 2012 (28.08.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062679

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2009-541770 A (Optopol Technology Spolka Akcyjna),<br>26 November 2009 (26.11.2009),<br>entire text; all drawings<br>& US 2009/0262359 A1 & EP 1870028 A1<br>& WO 2007/148310 A2 | 1, 2                  |
| A         | JP 2009-300097 A (Fujifilm Corp.),<br>24 December 2009 (24.12.2009),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                 | 1, 2                  |

## 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, A61B1/00(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. G01N21/00-21/61, A61B1/00-1/32, A61B3/00-3/16, A61B9/00-10/00

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 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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), WPI

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2006-132996 A (株式会社松風) 2006.05.25, 段落 0 0 2 9 - 段落 0 0 3 7、段落 0 0 7 5、図 1 (ファミリーなし)                  | 1, 2           |
| Y               | JP 2008-224473 A (富士フイルム株式会社) 2008.09.25, 段落 0 0 0 3、段落 0 0 6 6 - 段落 0 0 7 0、図 1 3 & US 2008/0225301 A1 | 1, 2           |
| Y               | JP 2008-309613 A (興和株式会社) 2008.12.25, 段落 0 0 2 7 - 段落 0 0 2 9、段落 0 0 5 4 - 段落 0 0 6 2、図 3 (ファミリーなし)     | 1, 2           |

☒ 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

1 4 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 8 . 2 0 1 2

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)

横尾 雅一

2 W

3 7 1 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<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2009-541770 A (オプトポール テクノロジー スポルカ アク<br>シジナ) 2009. 11. 26, 全文、全図 & US 2009/0262359 A1 & EP 1870028<br>A1 & WO 2007/148310 A2 | 1, 2           |
| A                     | JP 2009-300097 A (富士フイルム株式会社) 2009. 12. 24, 全文、全<br>図 (ファミリーなし)                                                                 | 1, 2           |