

(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
2015 年 12 月 3 日(03.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/182633 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 3/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065172
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 27 日(27.05.2015)
- (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 2014-110052 2014 年 5 月 28 日(28.05.2014) JP
- (71) 出願人: 興和株式会社(KOWA COMPANY, LTD.)
[JP/JP]; 〒4608625 愛知県名古屋市中区錦 3 丁目
6 番 2 9 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中川 俊明(NAKAGAWA, Toshiaki); 〒
1890022 東京都東村山市野口町 2-17-4 3
興和株式会社 東京創業研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 早川 裕司, 外(HAYAKAWA, Yuzi et al.);
〒1070052 東京都港区赤坂六丁目 6 番 1 5 号
赤坂ウイングビル 4 階 特許業務法人 S A N S
U I 国際特許事務所 Tokyo (JP).

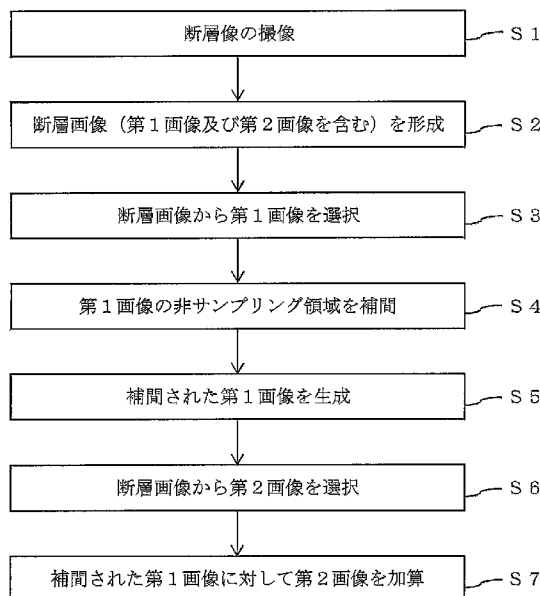
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, ST, 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, 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))

(54) Title: IMAGE-PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND IMAGE-PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム



- S1 Tomographic imaging
S2 Form tomography images (including first images and second images)
S3 Select first images from tomography images
S4 Interpolate unsampled regions between first images
S5 Generate interpolated first images
S6 Select second images from tomography images
S7 Add second images to interpolated first images

(57) Abstract: This image-processing device (50) has an image-interpolating means (51) and an image-adding means (52). The image-interpolating means (51) generates interpolated first images by using an interpolation process to obtain images for unsampled regions between sampling images consisting of first images (B1) obtained by scanning at a first sampling interval in a given direction. Using, as second images (B2), images obtained by scanning in the same direction at a second sampling interval that is shorter than the first sampling interval, for each sampling image consisting of a second image (B2), the image-adding means (52) searches the interpolated first images for an image corresponding to that sampling image and adds that sampling image to the found image.

(57) 要約: 本発明の画像処理装置 50 は、同一方向に第 1 のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第 1 画像 B1 とし、該第 1 画像 B1 の各サンプリング画像間に存在する非サンプリング領域の画像を補間処理により求め、補間された第 1 画像を生成する画像補間手段 51 と、同一方向に第 1 のサンプリング間隔よりも短い第 2 のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第 2 画像 B2 とし、第 2 画像 B2 のサンプリング画像毎に、そのサンプリング画像に対応する画像を補間された第 1 画像の中から探索し、その探索された画像にサンプリング画像を加算する画像加算手段 52 と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、断層像撮影装置などで撮影した断層画像を処理して診断用画像に適した画像を生成するための画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 眼科診断装置の一つとして、眼底の断層像を撮影するOCT(Optical Coherence Tomography)という光干渉を利用した断層像撮影装置が実用化されている。このような断層像撮影装置により、眼底の左右方向をx方向、縦方向をy方向、奥行きをz方向として、xz方向の断層画像(Bスキャン画像)を取得することができる。一般的なOCTの撮影を行えば、例えば40枚/秒の速度で断層像が撮影され、一度の検査(網膜中のある一部分での撮影)で100枚以上の網膜の断層画像群が取得できる。

[0003] しかし、これらの断層画像はノイズ等が多く含まれているので、そのままの画像一枚一枚は読影に適していない。そこで従来から、読影に適した高品質の画像を生成するために様々な画像処理の方法が提案されており、例えば、撮影済断層画像群の画像に対して加算処理をして、読影用画像を作成するという処理が行われる。特許文献1には、撮影した2次元断層像の全体を加算平均してノイズの少ない断層画像を生成する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-237238

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 加算処理を行うに際しては画像を加算していく対象となる基準画像が必要となり、撮影済断層画像群から一枚を基準画像として選択するか、又は選択した複数枚の画像を加算平均した画像を基準画像とする。一般的には、撮影開始直後は固視が安定しているという認識に基づいて、最初に形成された一枚を基準画像として選択することが多い。

[0006] しかしながら、固視微動の影響は完全に排除することはできず、仮に最初に形成された一枚であっても x 軸に沿って走査していく過程で撮影対象が動いてしまい、位置ずれを起こした画像が基準画像としてされてしまうという問題がある。

[0007] 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、固視微動の影響を極力排除した加算処理のために適切な基準画像を得ることができるとともに、当該基準画像を用いて加算処理を行うことによって読影に適した極めて高品質の読影用画像を得ることができる画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム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

[0008] 上記目的を達成するために、第一に、本発明は、被検眼眼底の断層像を撮影する断層像撮影装置において対象物の略同一位置を同一方向に所定のサンプリング間隔で走査して得られた画像を処理する画像処理装置であって、前記同一方向に第1のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第1画像とし、該第1画像の各サンプリング画像間に存在する非サンプリング領域の画像を補間処理により求め、補間された第1画像を生成する画像補間手段と、前記同一方向に前記第1のサンプリング間隔よりも短い第2のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第2画像とし、該第2画像のサンプリング画像毎に、該サンプリング画像に対応する画像を前記補間された第1画像の中から探索し、該探索された画像に前記サンプリング画像を加算する画像加算手段と、を備える画像処理装置を提供する（発明1）。

[0009] 上記発明（発明1）によれば、サンプリング間隔を長くしてサンプリング画像数を減らすことによって対象物を走査する時間が短縮されるため、固視

微動の影響を極力排除した加算処理のために適切な基準画像を得ることができる。また、その基準画像に対して、サンプリング間隔を短くしてサンプリング画像数を増やした加算対象画像を用いて加算処理を行うことにより、読影に適した極めて高品質の読影用画像を得ることができる。基準画像の生成に際しては、サンプリング間隔を長くした結果、非サンプリング領域が生じてしまうが、当該非サンプリング領域の画像を補間処理によって求めることにより、サンプリング間隔を長くしたことによる基準画像の粗さを解消することができる。

[0010] 上記発明（発明１）においては、前記非サンプリング領域の画像が、その前後のサンプリング画像に基づいて形成されることが好ましい（発明２）。

[0011] 上記発明（発明１，２）においては、前記第２のサンプリング間隔が、前記第２画像のサンプリング画像がＡスキャン画像となるように設定されることが好ましく（発明３）、また、上記発明（発明３）においては、前記第１のサンプリング間隔が、前記第２のサンプリング間隔の２倍であることが好ましい（発明４）。

[0012] 第二に、本発明は、被検眼眼底の断層像を撮影する断層像撮影装置において対象物の略同一位置を同一方向に所定のサンプリング間隔で走査して得られた画像を処理する画像処理方法であって、前記同一方向に第１のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第１画像とし、該第１画像の各サンプリング画像間に存在する非サンプリング領域の画像を補間処理により求め、補間された第１画像を生成する画像補間ステップと、前記同一方向に前記第１のサンプリング間隔よりも狭い第２のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第２画像とし、該第２画像のサンプリング画像毎に、該サンプリング画像に対応する画像を前記補間された第１画像の中から探索し、該探索された画像に前記サンプリング画像を加算する画像加算ステップと、を備える画像処理方法を提供する（発明５）。

[0013] 上記発明（発明５）によれば、サンプリング間隔を長くしてサンプリング画像数を減らすことによって対象物を走査する時間が短縮されるため、固視

微動の影響を極力排除した加算処理のために適切な基準画像を得ることができる。また、その基準画像に対して、サンプリング間隔を短くしてサンプリング画像数を増やした加算対象画像を用いて加算処理を行うことにより、読影に適した極めて高品質の読影用画像を得ることができる。基準画像の生成に際しては、サンプリング間隔を長くした結果、非サンプリング領域が生じてしまうが、当該非サンプリング領域の画像を補間処理によって求めることにより、サンプリング間隔を長くしたことによる基準画像の粗さを解消することができる。

[0014] 上記発明（発明5）においては、前記非サンプリング領域の画像が、その前後のサンプリング画像に基づいて形成されることが好ましい（発明6）。

[0015] 上記発明（発明5, 6）においては、前記第2のサンプリング間隔が、前記第2画像のサンプリング画像がAスキャン画像となるように設定されることが好ましく（発明7）、また、上記発明（発明7）においては、前記第1のサンプリング間隔が、前記第2のサンプリング間隔の2倍であることが好ましい（発明8）。

[0016] 第三に、本発明は、上記発明（発明5～8）に係る画像処理方法をコンピュータに実行させることを特徴とする画像処理プログラムを提供する（発明9）。

発明の効果

[0017] 本発明の画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムによれば、固視微動の影響を極力排除した加算処理のために適切な基準画像を得ることができるとともに、当該基準画像を用いて加算処理を行うことによって読影に適した極めて高品質の読影用画像を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の一実施形態に係る画像処理システムを示す構成図である。

[図2]同実施形態に係る断層像撮影ユニットの詳細な構成を示す光学図である。

[図3]同実施形態に係る画像処理の流れを示したフローチャートである。

[図4]同実施形態において眼底を信号光で走査する状態を示した説明図である。

[図5]同実施形態において複数枚の断層画像を取得する状態を示した説明図である。

[図6]同実施形態において作成された第1画像、補間された第1画像及び第2画像を示した説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

[0020] 図1は、本発明の一実施形態に係る画像処理システム、すなわち被検眼眼底の断層画像を取得して画像処理するシステムの全体を示す構成図である。符号1で示すものは、被検眼Eの眼底（網膜）Efを観察及び撮像する眼底撮影ユニット1であり、照明光学系4、撮影光学系5、2次元CCDやCMOSで構成された撮像装置100を備えている。

[0021] 照明光学系4は、ハロゲンランプ等の観察光源とキセノンランプ等の撮影光源を備え、これらの光源からの光は照明光学系4を介して眼底Efに導かれて眼底Efを照明する。撮影光学系5は、対物レンズ、撮影レンズ、合焦レンズなどの光学系を備え、眼底Efにより反射された撮影光を撮影光路に沿って撮像装置100に導き、眼底Efの画像を撮影する。

[0022] 走査ユニット6は、後述する眼底Efにより反射された信号光を、断層像撮影ユニット2に導く。走査ユニット6は、断層像撮影ユニット2の低コヒーレンス光源20からの光を図1のx方向（水平方向）及びy方向（垂直方向）に走査するための公知のガルバノミラー11やフォーカス光学系12などを備えた機構である。

[0023] 走査ユニット6は、コネクタ7及び接続線8を介して眼底Efの断層像を撮像する断層像撮影ユニット2と光学的に接続されている。

[0024] 断層像撮影ユニット2は、例えばフーリエドメイン方式（スペクトラルドメイン法）で動作する公知のもので、図2にその詳細な構成が図示されており、波長が700nm～1100nmで数 μ m～数十 μ m程度の時間的コヒ

ーレンス長の光を発光する低コヒーレンス光源 20 を有する。

[0025] 低コヒーレンス光源 20 で発生した低コヒーレンス光 L O は、光ファイバ 22 a により光カプラ 22 に導かれ、参照光 L R と信号光 L S に分割される。参照光 L R は、光ファイバ 22 b、コリメータレンズ 23、ガラスブロック 24、濃度フィルタ 25 を経て光路長を合わせるための光軸方向に移動可能な参照ミラー 26 に到達する。ガラスブロック 24、濃度フィルタ 25 は、参照光 L R と信号光 L S の光路長（光学距離）を合わせるための遅延手段として、また参照光 L R と信号光 L S の分散特性を合わせるための手段として機能する。

[0026] 信号光 L S は、接続線 8 に挿通された光ファイバ 22 c により図 1 の走査ユニット 6 を経由して眼底 E f に到達し、眼底を水平方向（x 方向）並びに垂直方向（y 方向）に走査する。眼底 E f に到達した信号光 L S は、眼底 E f で反射し、上記の経路を逆にたどって光カプラ 22 に戻ってくる。

[0027] 参照ミラー 26 で反射した参照光 L R と眼底 E f で反射した信号光 L S は、光カプラ 22 により重畳され干渉光 L C となる。干渉光 L C は、光ファイバ 22 d により OCT 信号検出装置 21 に導かれる。干渉光 L C は、OCT 信号検出装置 21 内でコリメータレンズ 21 a によって平行な光束とされたのち、回折格子 21 b に入射し分光され、結像レンズ 21 c により CCD 21 d に結像される。OCT 信号検出装置 21 は、分光された干渉光により眼底の深度方向（z 方向）の情報を示す OCT 信号を発生する。

[0028] 本実施形態に係る画像処理システムには、例えば、断層像撮影ユニット 2 と接続されたパーソナルコンピュータ等によって構成される画像処理装置 3 が設けられる。画像処理装置 3 には、CPU、RAM、ROM などで構成された制御部 30 が設けられ、制御部 30 は画像処理プログラムを実行することにより、全体の画像処理を制御する。

[0029] 表示部 31 は、例えば、LCD などのディスプレイ装置によって構成され、画像処理装置 3 で生成あるいは処理された断層画像や正面画像などの画像を表示したり、被検者に関する情報などの付随情報などを表示したりする。

[0030] 入力部 32 は、例えば、マウス、キーボード、入力ペンなどの入力手段で、表示部 31 に表示された画像に対して入力操作を行う。また、操作者は入力部 32 により画像処理装置 3 などに指示を与えることができる。

[0031] 画像処理装置 3 には断層画像形成部 41 が設けられる。断層画像形成部 41 は、フーリエドメイン法（スペクトラルドメイン法）などの公知の解析方法を実行する専用の電子回路、または、前述の CPU が実行する画像処理プログラムにより実現され、OCT 信号検出装置 21 が検出した OCT 信号に基づいて、眼底 Ef の断層画像を形成する。断層画像形成部 41 で形成された断層画像は、例えば半導体メモリ、ハードディスク装置等により構成された記憶部 42 に格納される。記憶部 42 は、さらに上述した画像処理プログラムなども格納する。

[0032] また、画像処理装置 3 には画像処理部 50 が設けられ、画像処理部 50 は画像補間手段 51 及び画像加算手段 52 を有している。画像補間手段 51 は、断層画像形成部 41 で形成された断層画像から、非サンプリング領域が存在するように第 1 のサンプリング間隔で走査して得られた第 1 画像を選択し、当該第 1 画像の非サンプリング領域の画像を補間処理によって求め、補間された第 1 画像を生成する。また、画像加算手段 52 は、断層画像形成部 41 で形成された断層画像から、第 1 のサンプリング間隔よりも短い第 2 のサンプリング間隔で走査して得られた第 2 画像を選択し、当該第 2 画像を補間された第 1 画像に対して加算する。

[0033] 次に、本実施形態での画像処理を図 3 に示すフローチャートを参照しながら説明する。この画像処理は、制御部 30 が記憶部 42 に格納された画像処理プログラムを読み出して実行することにより行われる。

[0034] まず、ステップ S1 において行われる断層像の撮像に先立ち、被検眼 E と眼底撮影ユニット 1 のアライメントを行い、眼底 Ef にピントが合わされる。この状態で、低コヒーレンス光源 20 をオンにして、断層像撮影ユニット 2 からの信号光を走査ユニット 6 で x, y 方向に掃引し、眼底 Ef を走査する。この状態が図 4 に図示されており、網膜の黄斑部が存在する領域 R が、

x軸と平行な方向に、それぞれn本の走査線 y_1 、 y_2 、 $\dots$ 、 y_n で走査される。

[0035] 眼底E fで反射された信号光L Sは、断層像撮影ユニット2において参照ミラー26で反射された参照光L Rと重畳される。それにより干渉光L Cが発生し、OCT信号検出装置21からOCT信号が発生する。断層画像形成部41は、このOCT信号に基づいて眼底E fの断層画像を形成し（ステップS2）、形成された断層画像は記憶部42に格納される。

[0036] 図5には、網膜の黄斑部のほぼ中心を通過する走査線 y_j で得られたxz断層画像（Bスキャン画像）の異なる時間 t_i （ $i=1\sim N$ ）での断層画像 T_i （ $i=1\sim N$ ）が図示されている。これらの断層画像 T_i （ $i=1\sim N$ ）は、断層画像形成部41で時間 t_i （ $i=1\sim N$ ）毎に形成され、記憶部42に順次格納される。

[0037] 本実施形態では、異なる時間での略同一箇所の断層画像 T_i （ $i=1\sim N$ ）が100枚形成され（すなわち、 $N=100$ ）、記憶部42に格納される。ここで、断層画像 T_i （ $i=1\sim 100$ ）は、全て略同じ位置、つまり略同じ走査線 y_j で全て同一方向、すなわちx軸に沿って図4における左から右の方向に走査して得られた画像であるが、100枚のうち最初に形成された断層画像 T_1 のみサンプリング間隔が他の断層画像とは異なっている。

[0038] 具体的には、図6（a1）に示すように、断層画像 T_1 のみサンプリング間隔が他の断層画像のサンプリング間隔の2倍になっており、図6（a2）に示すように断層画像 T_1 以外の断層画像 T_i （ $i=2\sim 100$ ）は11ラインのサンプリング画像からなるところ、断層画像 T_1 は、サンプリング画像間にサンプリング画像と等間隔に非サンプリング領域が存在するように、6ラインのサンプリング画像からなっている。それぞれのサンプリング画像はz方向に定められた画素数の長さを有する領域であり、図6（a1）及び（a2）に示すように、この領域それぞれはz方向に延びるライン（幅が1画素分の幅）で、Aスキャン画像と呼ばれるラインである。つまり、本実施形態においては、断層画像 T_1 以外の断層画像 T_i （ $i=2\sim 100$ ）の形成時には

、サンプリング画像がAスキャン画像となるようにサンプリング間隔が設定されている一方、断層画像 T_1 の形成時には、サンプリング間隔が他の断層画像のサンプリング間隔の2倍に、すなわちAスキャン画像の間にAスキャン画像と同幅の非サンプリング領域が生じるようにサンプリング間隔が設定されている。

[0039] 一般に、断層画像の加算処理においては、撮影開始直後は固視微動が少ないという認識に基づいて、最初に形成された一枚を加算処理の基準画像として選択するが、断層画像の対象物である網膜層L（眼底組織）の走査に時間が掛かれば、たとえ最初に形成された一枚であっても対象物が動いてしまい、位置ずれを起こした画像が基準画像としてされてしまう。しかし、上述のように、最初に形成される断層画像 T_1 のみサンプリング間隔を2倍にしてサンプリング画像数を減らすことにより、非サンプリング領域が生じてしまうものの、網膜層Lを素早く走査することができるため、結果として固視微動の影響を極力排除した断層画像 T_1 を得ることができる。

[0040] 続いてステップS3において、断層画像 T_i （ $i = 1 \sim 100$ ）の中からその最初に形成された断層画像 T_1 を第1画像B1として選択し、それを記憶部42に記憶する。

[0041] 続いてステップS4において、図6（b）に示すように、記憶部42に記憶された第1画像B1の非サンプリング領域に対して補間処理を行い、補間された第1画像 $B1'$ を生成する（ステップS5）。補間処理は、補間処理を行う非サンプリング領域の前後のサンプリング画像に基づいて当該非サンプリング領域の画像を形成することによって行う。具体的には、非サンプリング領域の両隣の画素の画素値から補間して画素値を求める公知の内挿法によって形成する。このようにして補間された第1画像 $B1'$ が生成されたら、それを記憶部42に記憶する。この補間された第1画像 $B1'$ が後続の加算処理における基準画像となる。

[0042] 加算処理の基準画像が定まったところで、ステップS6において、断層画像 T_i （ $i = 1 \sim 100$ ）の中から第1画像B1（断層画像 T_1 ）以外の断層

画像 T_i を、基準画像に対して加算していく加算対象画像となる第2画像 B_2 として選択し、それを記憶部42に記憶する。続いてステップS7において、基準画像である補間された第1画像 B_1' に対して第2画像 B_2 を加算する。具体的には、第1画像 B_1 として選択した断層画像 T_i 以外の全ての断層画像、又は断層画像 T_i 以外の断層画像 T_i から任意に選択した一部の断層画像を、一枚ずつ記憶部42から呼び出して第2画像 B_2 とし、第2画像 B_2 のサンプリング画像（Aスキャン画像）毎に、当該サンプリング画像に対応する画像を補間された第1画像 B_1' の中から探索し、探索された画像に当該サンプリング画像を加算していく処理を繰り返す。

[0043] ステップS7における、補完された第1画像 B_1' のどの領域に第2画像 B_2 の各サンプリング画像が対応するのかの探索は、例えば、次に示した相関係数 r を算出することによって行うことができる。なお、第2画像 B_2 の探索対象のサンプリング画像を A_s 、補間された第1画像 B_1' の各領域画像を A_c とする。

[0044] [数1]

$$r = \frac{\sum_{k=1}^n \{A_c(k) - \bar{A}_c\} \{A_s(k) - \bar{A}_s\}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n \{A_c(k) - \bar{A}_c\}^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n \{A_s(k) - \bar{A}_s\}^2}}$$

[0045] ここで、上記式（数1）における $A(k)$ は画素値の集合（画素数 n ）、 $\bar{A}$ （上に横線）は画素値の平均である。上記式（数1）を用いて、探索対象のサンプリング画像 A_s と補間された第1画像 B_1' の各領域画像 A_c について相関係数 r を算出し、相関係数 r が最大になるようにマッチングすることにより、当該サンプリング画像 A_s が補間された第1画像 B_1' のどの領域に対応するのかが探索することができる。

[0046] なお、探索対象となるサンプリング画像 A_s の全体ではなく、所定の領域のみを用いてマッチングを行うことによって、探索時間の短縮を図ることができる。例えば、関心領域として合計輝度値が大きくなるか、輝度値のコントラスト（最大値、最小値）が大きいか、又はエッジ強度の合計値が大きくな

る網膜層の領域若しくは病変のある領域を設定し、当該関心領域のみについてマッチングしてもよい。

[0047] また、補間された第1画像 B_1' の全ての領域画像 A_c を探索領域とせず、所定の領域のみを探索領域としてマッチングを行うことによって、探索時間の短縮を図ることができる。例えば、探索対象となるサンプリング画像 A_s の第2画像 B_2 における位置を基準位置とし、その基準位置及び左右両隣の計三つの領域に対応する補間された第1画像 B_1' の領域のみを探索領域とし、当該三つの探索領域のみについてマッチングしてもよい。

[0048] ステップS7における、探索対象のサンプリング画像 A_s を探索された補間された第1画像 B_1' の対応領域に加算する処理は、第2画像 B_2 の各サンプリング画像について繰り返し行われる。また、以上説明したステップS6及びS7を加算対象としたい所望の枚数の断層画像 T_i について繰り返し、補間された第1画像 B_1' への加算処理が終了した後にその平均を求めることにより、高解像度の読影用画像を生成することができる。

[0049] このように、本実施形態に係る画像処理システムによれば、固視微動の影響を極力排除した加算処理のために適切な基準画像を得ることができるとともに、当該基準画像を用いて加算処理を行うことによって読影に適した極めて高品質の読影用画像を得ることができる。

[0050] 以上、本発明に係る画像処理システムについて図面に基づいて説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、種々の変更実施が可能である。また、本発明は、眼底断層画像以外の画像を処理する画像処理システムにも適用可能である。

[0051] 例えば、本実施形態においては、異なる時間での略同一箇所の断層画像 T_i ($i = 1 \sim N$) が100枚形成される過程で、100枚のうち最初に形成された断層画像 T_1 のみサンプリング間隔が他の断層画像とは異なっているが、これに限られるものではなく、最初に形成された断層画像 T_1 以外の断層画像 T_i のサンプリング間隔も他の断層画像と異なるサンプリング間隔となってもよい。例えば、断層画像 T_i のうち最初に形成された10枚をサンプリン

グ間隔の広い断層画像とし、残りの90枚をサンプリング画像の細かい断層画像としてもよい。

[0052] また、サンプリング間隔を3段階、4段階と変化させてもよく、粗いが速い走査から、細かいが遅い走査へと、徐々にサンプリング間隔及び走査速度を変更していてもよい。例えば、最初是对象物に対して5ラインのAスキャン画像が生じるようなサンプリング間隔で走査し、次是对象物に対して9ラインのAスキャン画像が生じるようなサンプリング間隔で走査し、次是对象物に対して17ラインのAスキャン画像が生じるようなサンプリング間隔で走査し、と徐々にサンプリング間隔を短く、サンプリング数を多くしていてもよい。

符号の説明

- [0053]
- | | |
|-----|-----------|
| 1 | 眼底撮影ユニット |
| 2 | 断層像撮影ユニット |
| 3 | 画像処理装置 |
| 4 | 照明光学系 |
| 5 | 撮影光学系 |
| 6 | 走査ユニット |
| 20 | 低コヒーレンス光源 |
| 21 | OCT信号検出装置 |
| 30 | 制御部 |
| 31 | 表示部 |
| 32 | 入力部 |
| 41 | 断層画像形成部 |
| 42 | 記憶部 |
| 50 | 画像処理部 |
| 51 | 画像補間手段 |
| 52 | 画像加算手段 |
| 100 | 撮像装置 |

請求の範囲

- [請求項1] 被検眼眼底の断層像を撮影する断層像撮影装置において対象物の略同一位置を同一方向に所定のサンプリング間隔で走査して得られた画像を処理する画像処理装置であって、
- 前記同一方向に第1のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第1画像とし、該第1画像の各サンプリング画像間に存在する非サンプリング領域の画像を補間処理により求め、補間された第1画像を生成する画像補間手段と、
- 前記同一方向に前記第1のサンプリング間隔よりも短い第2のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第2画像とし、該第2画像のサンプリング画像毎に、該サンプリング画像に対応する画像を前記補間された第1画像の中から探索し、該探索された画像に前記サンプリング画像を加算する画像加算手段と、を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記非サンプリング領域の画像が、その前後のサンプリング画像に基づいて形成されることを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記第2のサンプリング間隔が、前記第2画像のサンプリング画像がAスキャン画像となるように設定されることを特徴とする、請求項1又は2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記第1のサンプリング間隔が、前記第2のサンプリング間隔の2倍であることを特徴とする、請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 被検眼眼底の断層像を撮影する断層像撮影装置において対象物の略同一位置を同一方向に所定のサンプリング間隔で走査して得られた画像を処理する画像処理方法であって、
- 前記同一方向に第1のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第1画像とし、該第1画像の各サンプリング画像間に存在する非サンプリング領域の画像を補間処理により求め、補間された第1画像を生成する画像補間ステップと、

前記同一方向に前記第1のサンプリング間隔よりも短い第2のサンプリング間隔で走査して得られた画像を第2画像とし、該第2画像のサンプリング画像毎に、該サンプリング画像に対応する画像を前記補間された第1画像の中から探索し、該探索された画像に前記サンプリング画像を加算する画像加算ステップと、を備える画像処理方法。

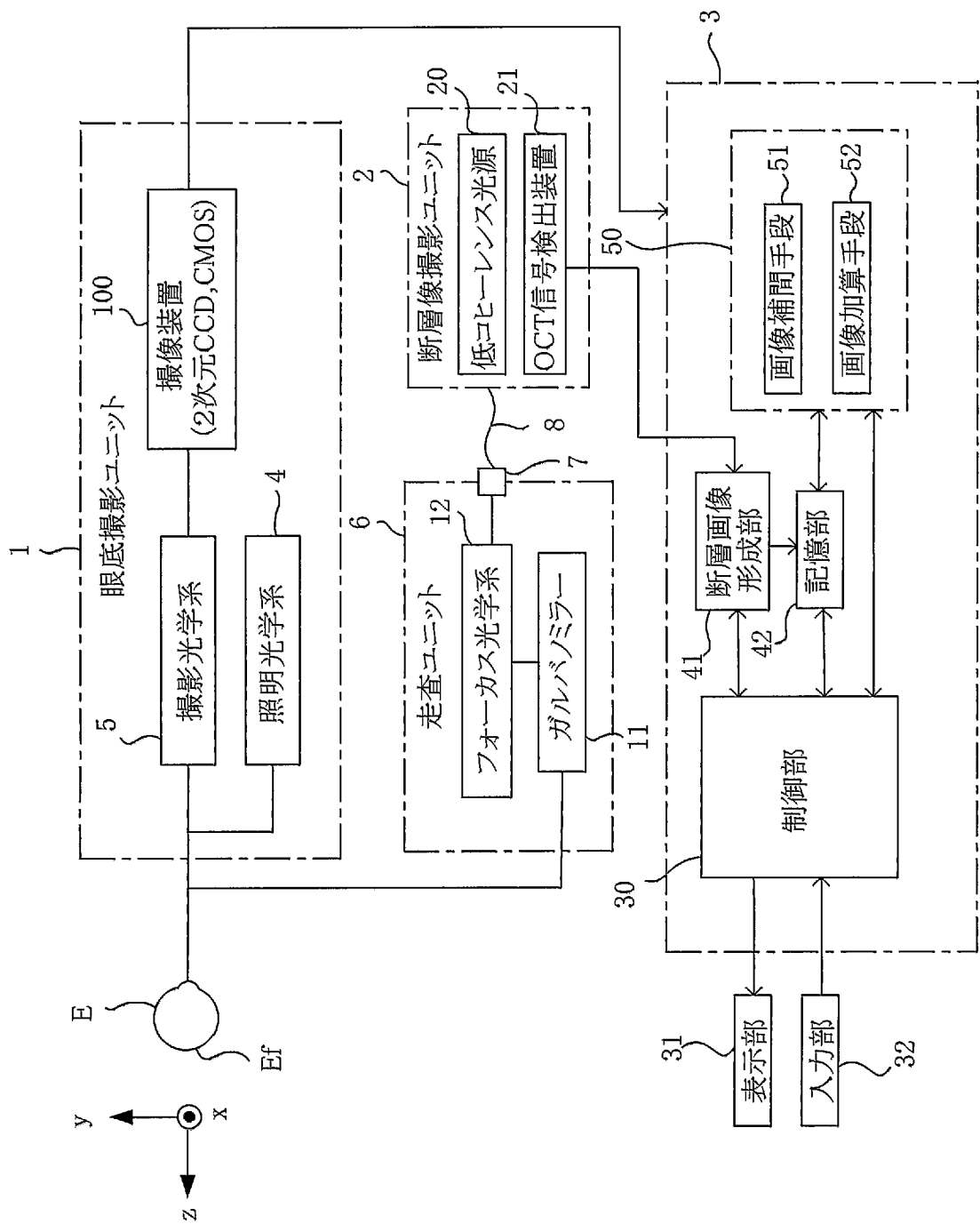
[請求項6] 前記非サンプリング領域の画像が、その前後のサンプリング画像に基づいて形成されることを特徴とする、請求項5に記載の画像処理方法。

[請求項7] 前記第2のサンプリング間隔が、前記第2画像のサンプリング画像がAスキャン画像となるように設定されることを特徴とする、請求項5又は6に記載の画像処理方法。

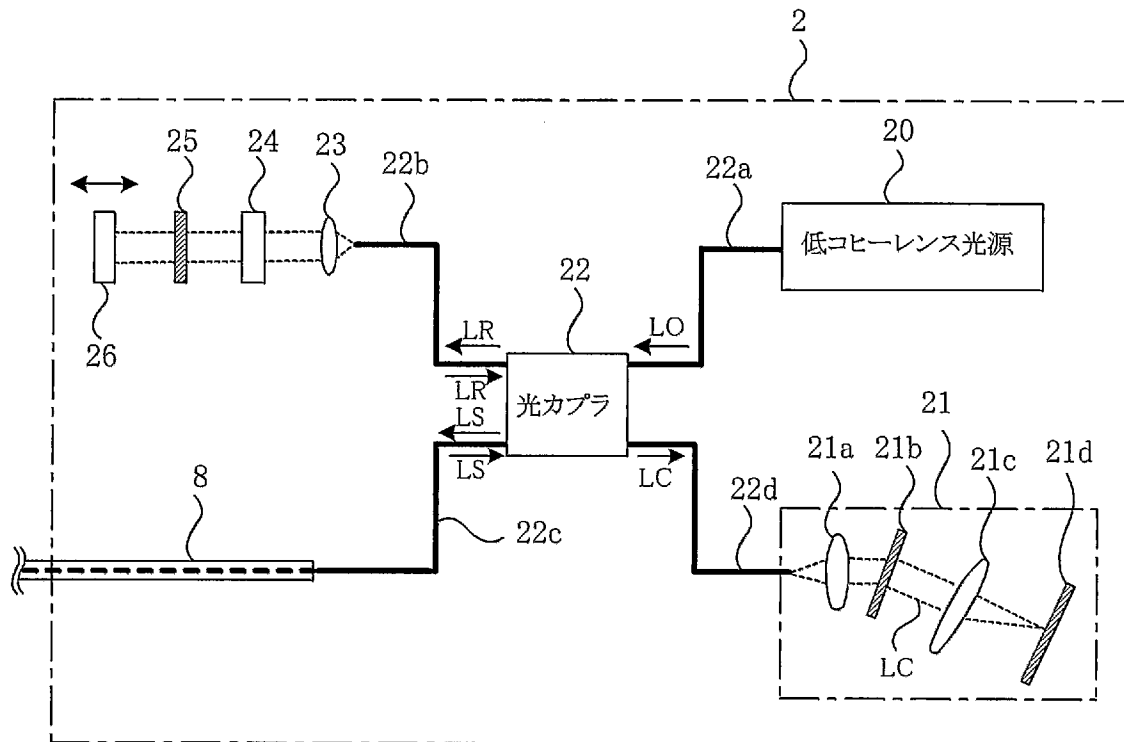
[請求項8] 前記第1のサンプリング間隔が、前記第2のサンプリング間隔の2倍であることを特徴とする、請求項7に記載の画像処理方法。

[請求項9] 請求項5～8に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させることを特徴とする画像処理プログラム。

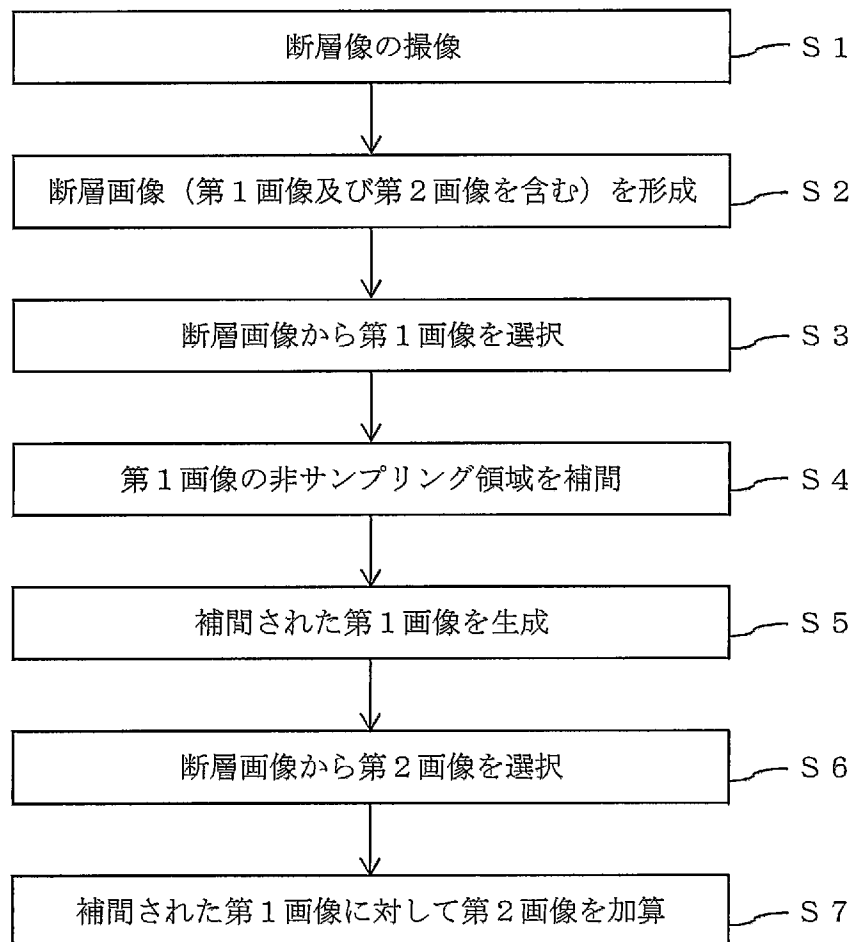
[図1]



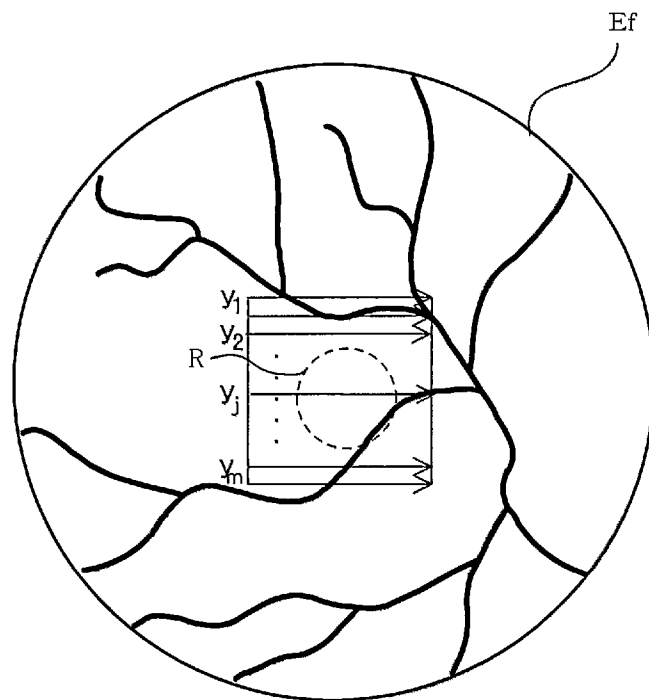
[図2]



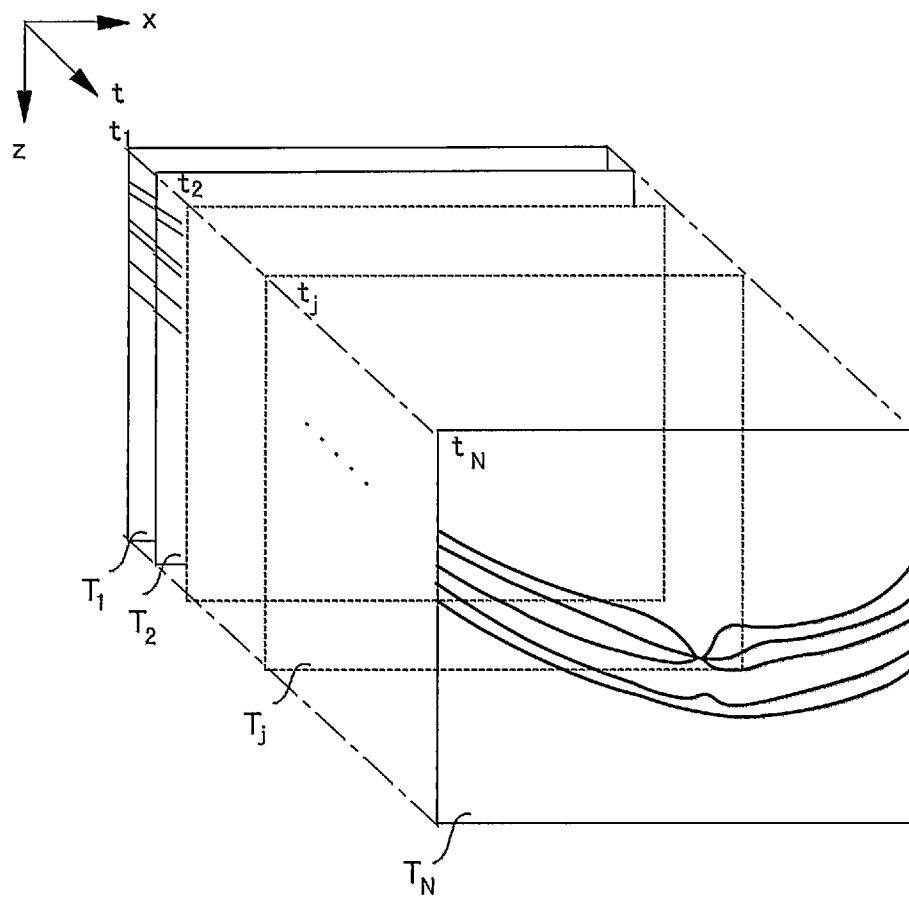
[図3]



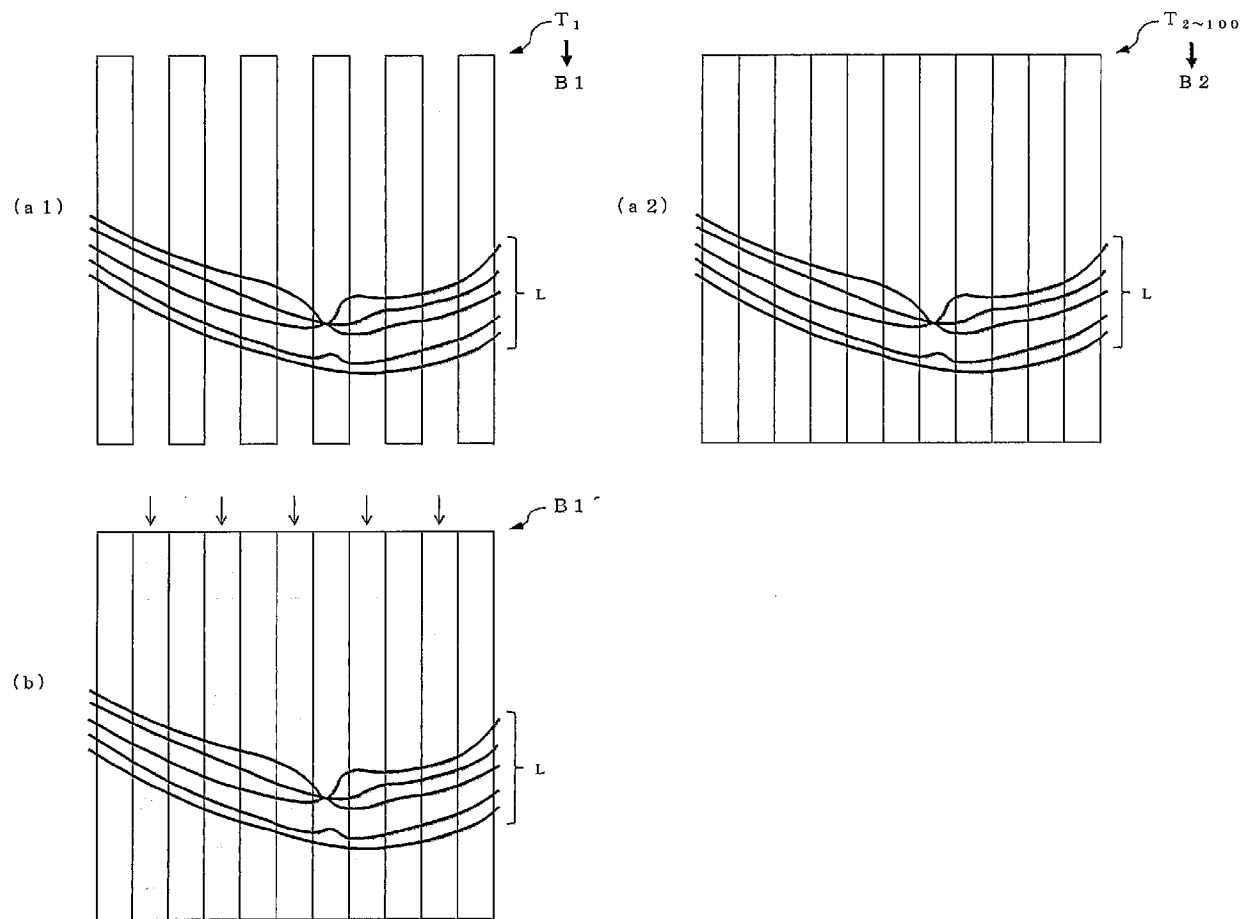
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B3/10(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)

A61B3/10

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2013-34658 A (Nidek Co., Ltd.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraph [0006] (Family: none)	1-9
A	JP 2010-99146 A (Canon Inc.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0069] to [0073] & US 2010/0195050 A1 & US 2012/0140177 A1 & WO 2010/047034 A1	1-9
A	JP 2014-83263 A (Nidek Co., Ltd.), 12 May 2014 (12.05.2014), paragraphs [0066] to [0068] & US 2014/0111767 A1	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
14 August 2015 (14.08.15)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065172

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 2012-75640 A (Nidek Co., Ltd.), 19 April 2012 (19.04.2012), paragraph [0063] & US 2012/0083667 A1	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B3/10(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. A61B3/10

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2013-34658 A（株式会社ニデック）2013.02.21, [0006]（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2010-99146 A（キヤノン株式会社）2010.05.06, [0069]-[0073] & US 2010/0195050 A1 & US 2012/0140177 A1 & WO 2010/047034 A1	1-9
A	JP 2014-83263 A（株式会社ニデック）2014.05.12, [0066]-[0068] & US 2014/0111767 A1	1-9

☒ 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 5

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 8 . 2 0 1 5

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）

増淵 俊仁

2 Q

4 7 4 7

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 2012-75640 A (株式会社ニデック) 2012.04.19, [0063] & US 2012/0083667 A1	1-9