

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4789922号
(P4789922)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int. Cl. F I
 G O 1 N 21/17 (2006.01) G O 1 N 21/17 6 2 0
 A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

請求項の数 19 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-505060 (P2007-505060)	(73) 特許権者	506321458
(86) (22) 出願日	平成17年3月22日 (2005. 3. 22)		カリフォルニア インスティテュート オブ テクノロジー
(65) 公表番号	特表2007-530945 (P2007-530945A)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 1 1 2 5、パサデナ、エム/エス 2 0 1 - 8 5、イースト カリフォルニア ブールバード 1 2 0 0、オフィス オブ テクノロジー トランスファー
(43) 公表日	平成19年11月1日 (2007. 11. 1)	(74) 代理人	100095407
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/009334		弁理士 木村 満
(87) 国際公開番号	W02005/094449	(72) 発明者	ヤン、チャングエイ
(87) 国際公開日	平成17年10月13日 (2005. 10. 13)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 1 1 0 5、パサデナ、イースト エリザベス ストリート 1 2 6 9
審査請求日	平成20年2月29日 (2008. 2. 29)		
(31) 優先権主張番号	60/555, 628		
(32) 優先日	平成16年3月23日 (2004. 3. 23)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 前方走査撮像光ファイバ検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

近位端と遠心端とを含み、軸を定義し、光ファイバの前記近位端は光源に隣接して、前記遠心端は第 1 の斜面を成す光ファイバと、

前記光ファイバの前記遠心端に隣接する屈折レンズ要素とを備え、前記レンズ要素と前記光ファイバ両方が前記軸に対して回転可能に構成され、前記光ファイバと前記レンズはお互いに前記軸に対して相対的に回転する様に構成され、

前記軸に対して前記光ファイバを回転させるように適合されたモータをさらに備え、

前記モータが前記レンズ要素を前記軸に対して回転させる様に前記モータをレンズに結合させる結合機構をさらに備え、前記結合機構は、前記レンズ要素を前記軸に対して、前記軸に対して前記光ファイバが回転する回転率と異なる速度で回転させる様に適合された

ことを特徴とする光装置。

【請求項 2】

前記レンズ要素が、前記軸に対して第 1 の回転位置にあるとき、実質上、光ファイバの第 1 の斜面に相補的な第 2 の斜面を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 3】

前記レンズ要素が G R I N レンズを含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 4】

前記レンズ要素が前記 G R I N レンズの端面に付着された光ウェッジ要素を含む、こと

を特徴とする請求項 3 に記載の光装置。

【請求項 5】

前記レンズ要素を前記軸に対して前記光ファイバと異なる、又は同じ回転方向に回転させる様に適合された第 2 のモータをさらに備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 6】

結合機構が歯止め装置（ラチェット）と爪（ボール）形の結合器を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 7】

光装置が光コヒーレンス断層映像法を用いた顕微鏡検出器である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

10

【請求項 8】

前記ファイバの前記遠心端に、前記軸に対して垂直な面に対して角度を持って切断された GRIN レンズが位置する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 9】

前記ファイバの前記遠心端に、GRIN レンズと該 GRIN レンズの端面に取り付けられた光ウェッジ要素が位置する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の光装置。

【請求項 10】

近位端と遠心端とを含み、軸を定義し、光ファイバの前記近位端は光源に隣接している、前記遠心端は第 1 の屈折レンズ要素に隣接している光ファイバと、

20

前記第 1 のレンズ要素に隣接する第 2 の屈折レンズ要素と、を備え、

第 2 の屈折レンズ要素は前記軸に対して回転する様に構成されており、前記第 1 のレンズ要素は前記軸に対して前記第 2 のレンズ要素とは別に回転する様に構成され、

前記ファイバに連結された第 1 のモータと、第 2 のレンズ要素に連結された第 2 のモータを備え、第 1 のモータが前記軸に対して第 1 のレンズ要素を回転する様に構成され、第 2 のモータが前記軸に対して第 2 のレンズ要素を第 1 のレンズ要素と異なる、もしくは、同じ方向に回転する様に構成され、

前記モータが前記第 1 のレンズ要素および前記第 2 のレンズ要素を前記軸に対して回転させる様に前記モータをレンズに結合させる結合機構をさらに備え、前記結合機構は、前記第 1 のレンズ要素および前記第 2 のレンズ要素を前記軸に対して、前記軸に対して前記光ファイバが回転する回転率と異なる速度で回転させる様に適合された、

30

ことを特徴とする光装置。

【請求項 11】

前記第 1 のレンズ要素が、前記軸に垂直な面に対して第 1 の角度を持って切断された GRIN レンズを含む、ことを特徴とする請求項 10 に記載の光装置。

【請求項 12】

前記第 2 のレンズ要素が、前記軸に垂直な面に対して第 2 の角度を持って切断された第 2 の GRIN レンズを含み、前記第 2 の角度が実質的に前記第 1 の角度と同じである、ことを特徴とする請求項 11 に記載の光装置。

【請求項 13】

40

前記第 1 のレンズ要素が、取り付けられた GRIN レンズと光ウェッジ要素を含み、前記ウェッジ要素が前記軸に垂直な面に対して第 1 の角度を持った端面を提供する、ことを特徴とする請求項 10 に記載の光装置。

【請求項 14】

前記第 2 のレンズ要素が、取り付けられた第 2 の GRIN レンズと第 2 の光ウェッジ要素を含み、前記第 2 のウェッジ要素が前記軸に垂直な面に対して第 2 の角度を持った端面を提供し、前記第 2 の角度が実質的に前記第 1 の角度と同じである、ことを特徴とする請求項 11 に記載の光装置。

【請求項 15】

近位端と遠心端とを含み、軸を定義する光ファイバを含む前方走査検出器を用いて細胞

50

組織標本の前方走査体積を撮像する方法であって、前記光ファイバの近位端は光源に隣接して、遠心端は第1の屈折レンズ要素に隣接して、前記検出器はさらに第1のレンズ要素に隣接して位置する第2の屈折レンズ要素を持つ撮像端を含み、前記第2のレンズ要素は前記軸に対して回転する様に構成され、前記第1のレンズ要素は前記第2の要素とは別に前記軸に対して回転する様構成され、

前記ファイバに連結された第1のモータと、第2のレンズ要素に連結された第2のモータを備え、第1のモータが前記軸に対して第1のレンズ要素を回転する様に構成され、第2のモータが前記軸に対して第2のレンズ要素を第1のレンズ要素と異なる、もしくは、同じ方向に回転する様に構成され、

前記モータが前記第1のレンズ要素および前記第2のレンズ要素を前記軸に対して回転させる様に前記モータをレンズに結合させる結合機構をさらに備え、前記結合機構は、前記第1のレンズ要素および前記第2のレンズ要素を前記軸に対して、前記軸に対して前記光ファイバが回転する回転率と異なる速度で回転させる様に適合され、

撮像方法は、

検出器の撮像端を撮像される細胞組織標本に隣接して置き、

光束を前記ファイバの近位端に光源から供給し、

前記光ファイバを保持する内管を第1の速度で回転し、

同時に、前記第2のレンズ要素を保持する外管を第1の速度と異なる第2の速度で回転する、

ことを特徴とする方法。

【請求項16】

細胞組織標本からの反射光がファイバに収集され、さらに、光コヒーレンス断層映像法撮像システムを用いて細胞組織標本からの前記反射光を捉える、ことを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記光束は赤外もしくは近赤外波長周波数帯域の1つの波長を持つ、ことを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項18】

内管と外管のそれぞれが約1ヘルツから約1キロヘルツの間で回転している、ことを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項19】

内管が約100ヘルツで回転して、外管が約1ヘルツで回転している、ことを特徴とする請求項18に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[関連出願への相互参照]

本出願は、2004年3月23日に出願された、米国仮出願番号60/555,628 (弁護士訴訟事件一覧表番号020859-005500US; 依頼人参照番号CIT-4060-P)であって、内容が参照によって完全にここに組み込まれる出願の優先権を主張する。

【0002】

本発明は一般に光検出器、より特に、光コヒーレンス断層映像法(OCT)や他の光イメージング手法に用いられる光検出器に関する。

【背景技術】

【0003】

OCTはレーザーに基づいた近赤外もしくは赤外レーザー光を皮膚下の細胞組織構造を非破壊的に撮像する手法である。数マイクロメートル(μm)の空間解像度を持つ、ほぼミリメートル(mm)程度の撮像深は、ほぼ100マイクロワットの実用的な光フルエンスレベルのOCTを用いて比較的容易に達成される。したがって、OCTは最低限に侵襲的な

10

20

30

40

50

外科手術中に用いられても良い、生体外、生体内の細胞組織構造撮像の用途にとっても有効である。現在、側撮像内視鏡システムと前方撮像内視鏡システムの両方が知られている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前方OCT撮像を遂行可能な針内視鏡の構成はとても重大な設計課題を提起する。現在の内視鏡は通常は5ミリメートル厚以上である。そのような検出器の厚さは、特に、約2ミリメートル幅の正面を向いた撮像領域と比べられた場合、画像誘導外科手術用の針内視鏡としては望ましくない。薄い内視鏡を作成する上での1つの大切な課題は、検出器の侵襲性を最小化するために検出器の直径を約2ミリメートル以下にしつつ、十分な走査体積をカバー可能な検出ビーム偏向システムを設計することが困難であることにある。十分な画像情報を提供する適当なOCTの走査体積は、長さが約3ミリメートルで、最大の円周の場所で約2ミリメートルの直径を持つ円錐状の体積である。

10

【0005】

従って、上述の、及び、他の問題を打開する走査体積のOCT撮像に有用な前方撮像内視鏡針といった検出器を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、撮像利用、特にOCTを撮像手法として用いる利用に有用な前方撮像光内視鏡検出器を提供する。本発明の内視鏡検出器は、有利に、内視鏡針先端に接近した周辺

20

【0007】

本発明によると、検出器は、光ファイバの近位端が光源に隣接し、遠心端が第1の傾斜面である、近位端と遠心端を備え、軸を定義する光ファイバを含む。屈折レンズ要素が光ファイバの遠心端に隣接して置かれている。レンズ要素と傾斜したファイバ端は共に、光源から光が供給された場合に円錐状の走査体積を撮像する様に軸に対して別々に回転する様に設定されている。調査中の標本から反射された光はファイバで集められ撮像システムで解析される。このような検出器は、例えば、直径が1ミリメートルもしくはそれ以下といったとても小型になり得、最低限に侵襲的な外科手術での使用に有利である。

【0008】

30

本発明のひとつの観点によると、一般に光ファイバの近位端が光源に隣接し、遠心端が第1の傾斜面である、近位端と遠心端を備え、軸を定義する光ファイバを含む光装置が提供される。装置はまた通常、光ファイバの遠心端に隣接する屈折レンズ要素を備え、レンズ要素と光ファイバは共に軸に対して回転し、レンズ要素と光ファイバはお互いに対して軸に対して回転するよう設置されている。

【0009】

本発明の別の観点によると、一般に光ファイバの近位端が光源に隣接し、遠心端が第1の屈折レンズ要素に隣接する、近位端と遠心端を備え、軸を定義する光ファイバを含む光装置が提供される。装置はまた通常、第1の屈折レンズ要素に隣接する第2の屈折レンズ要素を備え、第2の屈折レンズ要素は軸に対して回転する様に設置されており、第1の屈折レンズ要素は第2の屈折レンズ要素とは別に軸に対して回転する様に設置されている。

40

【0010】

本発明のさらに別の観点によると、一般に光ファイバの近位端が光源に隣接し、遠心端が第1の屈折レンズ要素に隣接する、近位端と遠心端を備え、軸を定義する光ファイバを含む前方走査検出器を用いた細胞組織標本の前方走査体積を撮像するための方法が提供される。検出器はさらに、通常、第1の屈折レンズ要素に隣接する第2の屈折レンズ要素を備えた撮像端を備え、第2の屈折レンズ要素は軸に対して回転する様に設置されており、第1の屈折レンズ要素は第2の屈折レンズ要素とは別に軸に対して回転する様に設置されている。方法は通常、検出器の撮像端を撮像される細胞組織標本に近接した位置におき、ファイバの近位端に光源からの光束を提供し、細胞組織標本の円錐状の走査体積を撮像す

50

るために内管を第1の速度で回転させると同時に外管を第2の速度で回転させることを含む。

【0011】

図面と請求項を含む明細書の残りの部分を参照することで、本発明の他の特徴や有利性を理解できる。本発明の様々な実施例の構成と動作と同様に本発明のさらなる特徴や有利性は添付の図面に対して詳細に以下に記述されている。図面中、同様の参照番号は同一のもしくは機能的に類似の要素を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明は、光コヒーレンス断層映像法(OCT)のような撮像手法に用いられる、検出器前部の円錐状の体積を光学的に走査する、新しい検出器、システム、及び、方法を提供する。本発明の検出器が有効な他の有効な撮像手法は、光ドップラー断層映像法(ODT)やスペckル非相関断層撮影法(SDT)を含む。

【0013】

1つの実施例による検出器10が図1に示されている。示されている通り、検出器10は光ファイバ20とファイバ20の端に近接したレンズ要素30を含む。チューブ40がファイバ20を取り囲む。チューブ40はまた、ファイバ20に対するレンズ要素30の回転を促進するためにレンズ要素30につながれている。ファイバ20は自身が1つの観点に置いては、図5を参照して以下に詳しく記述される様にチューブ40と独立して回転しても良い。

【0014】

1つの観点に置いては、ファイバ20は、(必要に応じてマルチモードファイバが用いられても良いが)図1に示される様に角度 θ を持つ傾斜切断部の端を持つ単モードファイバを含む。ファイバ20の遠心端に近接しておかれた(図示されていない)光源からの入力光は、ファイバ20に入り、レンズ要素30に近接したファイバ20の端から出る。ファイバ20から出る光は集光レンズ要素30の入射光である。1つの観点に置いては、光源が赤外もしくは近赤外波長領域で平行光線を提供することが望ましい。もちろん必要に応じて他の波長が用いられても良い。有効な光源の一例は、赤外もしくは近赤外波長領域を放射するレーザもしくはダイオードレーザである。図2と図3は集光レンズ要素30が構成される2つの可能な方法を示す。

【0015】

1つの実施例によると、図2に示されている通り、レンズ要素30は一端で角度 θ_1 を持つ様に切断され研磨された(円筒形の)GRINレンズ31を含む。角度 θ_1 はGRINレンズ31とファイバ20の端が図1に示された様式で位置する様に、GRINレンズ31からの出光が前方で焦点が合う様に選ばれている。1つの観点では、従って、角度 θ_1 はファイバ端の角度 θ に相当(例えば1度もしくは2度以内)近くなくてはならない。

【0016】

図3に示されている別の実施例によると、レンズ要素30は(円筒形の)GRINレンズ32とGRINレンズ32に取り付けられた角度のついたガラスウェッジ要素34を含む。ウェッジ要素34は好ましくは円筒状のガラス要素から形成されて(例えば切断され研磨されて)いる。ウェッジ要素34はのり付けされたり、もしくは他の方法でGRINレンズ32に固定されている。ウェッジ34による切断角は上述と同じ考慮事項で決定されている。例えば、角度 θ_1 はファイバ端の角度 θ に相当(例えば1度もしくは2度以内)近くなくてはならない。

【0017】

1つの観点によると、図2に示されているGRINレンズ要素30(もしくは図3に示されているGRINウェッジ構成)の固定されたファイバ方向に対する回転は、前方光束の角度を前方軸に対してゼロからある決まった角度へと変化する。ゼロ角度は、2つの要素が図1に示される様に配置されている場合に達成される。最大角は、2つの要素が図4に示される様に配置されている場合に達成される。ゼロ角度と最大角の視覚化はそれぞれ

10

20

30

40

50

多少異なった検出器の形態を示す図5Bと図5Aに見られる。これら2つの方向性の間のレンズ要素30の連続的な回転はゼロ角度と最大角の間の値の完全に網羅する。従って、1つの観点によると、撮像される円錐状の走査体積のために両方の要素の回転が許される。例えば、ファイバ20をある速度で回転させ、図2のGRINレンズ31（または図3のGRINウェッジ構成）を別の速度で回転させることで前方の円錐状の体積の撮像が許される。

【0018】

レンズ要素30の焦点距離とファイバ20の先端からの距離は、好ましくは出力光前方で適切は所望の距離で焦点が合う様に選択されている。例えば、OCT撮像システムでは、焦点はOCT撮像能力の透過距離の半分に選ばれても良い。多くの用途において有効な焦点距離は約2ミリメートルである、しかしながら、約0.1ミリメートルから10ミリメートル以上の焦点距離が使用可能である。

10

【0019】

図5は本発明の別の実施例による検出器110と検出器走査システムを示す。示された実施例では、光検出器110は、1対のGRINレンズと、適切な角度に切断された1対の円筒状のガラス要素を含む。示されている通り検出器110は光ファイバ120とファイバ120の端に近接したファイバレンズ要素125を含む。第1の管140（内管）がファイバ120を取り囲む。内管140はまたレンズ要素125の回転を促進するためにファイバレンズ要素125に連結される。第二の回転可能な管150（外管）がファイバレンズ要素125に対してレンズ要素130の回転を促進するために管140と屈折レンズ要素130を取り囲む。示されている通り、ファイバ120の遠心端にある（示されていない）光源からの入力光がファイバ120に入り、内管140内のファイバ端から出る。1つの観点では、光ファイバ120が内管内にファイバレンズ要素125の焦点に固定されている。好ましい観点では、レンズ要素125はGRINレンズを含む。GRINレンズは、示されている様に、斜めに切断されていてもよく、（例えば図3を参照して上述された様なウェッジ34と同じに）角度のついたウェッジ要素に固定されていても良い。この場合、出光はGRINレンズによって平行にされ、角度のついたガラスウェッジ要素で角度に関して移動させられる。傾いた光束は、示された1つの観点では第2のガラスウェッジ要素とGRINレンズ対を含み外管に固定されたレンズ要素130で焦点を合わせられる。

20

30

【0020】

レンズ要素130のファイバレンズ要素125に対する回転は、前方軸に対する前方光束の角度を変える。例えば、図5Aは最大角を提供する方向を示し、図5Bはゼロ角度を提供する方向を示す。第1と第2の傾面の方向の角差が（図5Bに示される方向に円筒が位置する場合は $\theta = 0$ ）で与えられるとすると、前方軸に対し出光束で作られる角度は

【数1】

$$\psi \approx \theta \sqrt{(n-1)^2 (1 - \cos(\Delta\phi))^2 + \sin(\Delta\phi)^2}$$

40

で近似される。ここで、 n は円筒の屈折率である。ファイバレンズ要素125をレンズ要素130に対して回転させることによって、前方軸に対して出光束が成す角度 ψ はゼロから $2(n-1)$ ラジアン変化できる。両方のレンズを同調して回転すると出光束は完全な円錐を走査する。出力の焦点が検出器の先端から2ミリメートルで、その距離で直径2ミリメートルの走査範囲を保証する場合、切断角 ψ は約0.19ラジアン（約11度）でなくてはならない。1つの観点では、最小の角度が与えられた場合、設計はGRINレンズを与えられた傾斜角で単純に切断することでさらに単純化できガラスウェッジ要素の必要がなくなる。

【0021】

50

1つの実施例では、(それぞれレンズ要素130とファイバ120を保持している)外管と内管は好ましくは二つの異なるモータに図5Cで示される様にギアで取り付けられている。図1の実施例では管40とファイバ20は同様に異なるモータに接続されていても良い。どちらの場合においても、参照面に対する屈折レンズ要素とファイバの一回転は円錐状の走査を完結させる。従って、これら二つの動作を組み合わせることで上述された検討材料で与えられた前方軸からの最大角をもつ安定した円錐と等しい走査体積を形成する。それぞれのモータは好ましくは1つもしくは複数の1ヘルツから約1キロヘルツ以上の範囲の回転速度を提供する。また、それぞれのモータは接続された要素を他方のモータと同じもしくは反対の方向に回転できても良い。さらに、ファイバ120はファイバレンズ要素125と共に回転する必要はない。つまり、内管はファイバ120が回転することなしに回転しても良い。内管と外管の両方の回転に1つのモータが使用されても良いことも理解されなくてはならない。この場合、モータと両管を連結する歯止め装置(ラチェット)と爪(ボール)形の構造が管を異なる回転速度で回転させるために用いられても良い。側走査検出器のための、同様の回転作動システムとOCT撮像装置へのファイバ接続はオプティクスレターズ21巻(1996年)543頁の「光コヒーレンス断層映像法のための光ファイバカテーテル内視鏡の単一モード走査」に示され、参照により援用される。

10

【0022】

各光束路方向沿いの深さ方向に分解した像を作成するためにOCT撮像法を用いることで、撮像針(検出器)前方の構造の3次元像が構成できる。たとえば、前方走査体積の断層映像を得るために本発明の検出器と共に撮像フーリエ領域OCT(FDOCT)機関が用いられる。大きな走査体積(例えば3-4ミリメートル前方及び前方距離4ミリメートルで直径4ミリメートル)で、本発明による針内視鏡は前例のない前方走査能力を持つ。例えば、内管を100ヘルツでそして外管を1ヘルツで回転させることにより、3次元の、合計毎秒 10^8 ボクセルの画像が各走査で1000ピクセルを100キロヘルツで取得する能力を持ったOCT撮像システムで作成することができる。

20

【0023】

この革新的なしかも優雅に単純な設計は非常に小型な検出器の製造を可能にする。例えば、直径が1ミリメートル以下の検出器(例えば500マイクロン以下)である。このような装置は現存する内視鏡撮像技術に対して飛躍的な進歩を提供する。本発明の検出器の小型のサイズと前方断層撮影能力は、最低限に可能な侵襲的な外科手術手法の画像ガイダンスを形成する。

30

【0024】

発明が特定の実施例によって記述されてはいるものの、本発明は開示された実施例に制限されたものではないことを理解されなくてはならない。それとは反対に、当業者には明白な様にさまざまな変形例や類似例を網羅する意図がある。例えば、平坦な端面を持つ代わりに、GRINレンズは角度を持って切断されていてもよく、ウェッジ要素が取り付けられていて、望ましい斜面、つまり θ_1 を提供する様に切断されていても良い。加えて、レンズ要素とファイバを保持している管は柔軟性のある素材もしくは剛体の素材で構成されていても良い。従って添付された請求項の範囲は、そのような変形例、類似例を網羅するにふさわしい最も広く解釈されるべきである。

40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、1つの実施例による、ファイバとレンズ要素を含む検出器の設計の側面図を示す。

【図2】図2は、1つの実施例による、レンズ要素の設計の側面図を示す。

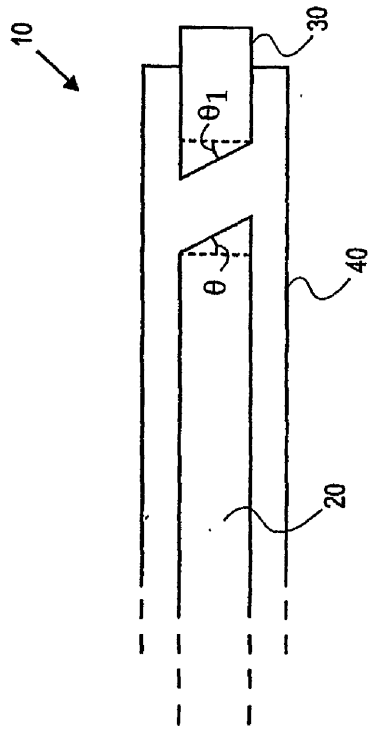
【図3】図3は、レンズ要素の設計の別の実施例を示す。

【図4】図4は、前方軸に対して前方光が最大角になる図1の要素の方向を示す。

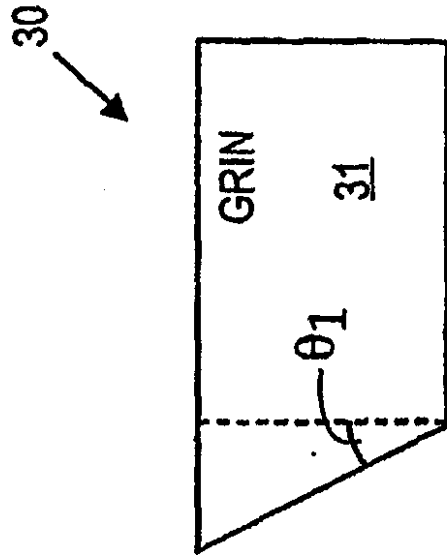
【図5】Aは本発明の別の実施例による、検出器の設計の側面図を示す。Bは前方軸に対して前方光がゼロになる、Aの要素の方向を示す。Cは1つの実施例による回転駆動システムを示す。

50

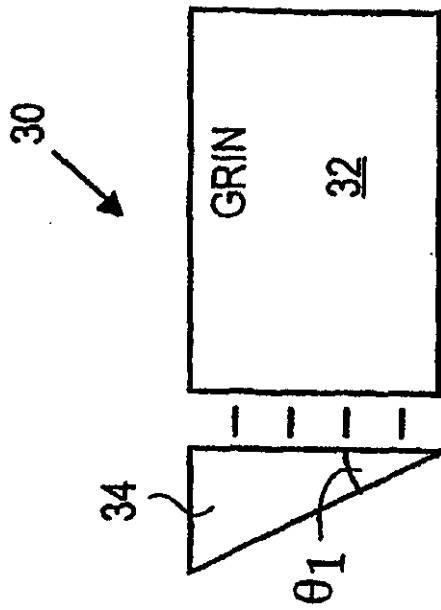
【 図 1 】



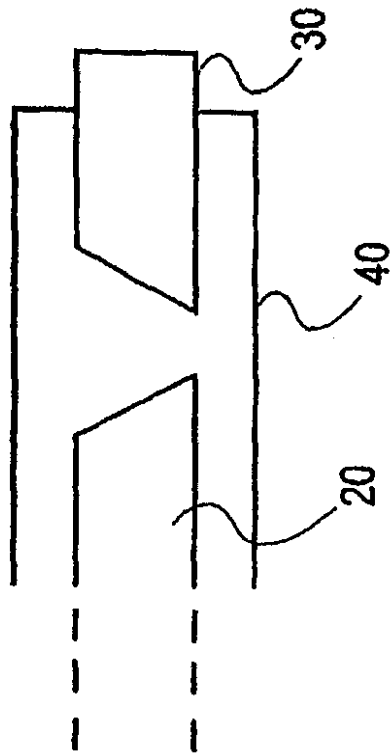
【 図 2 】



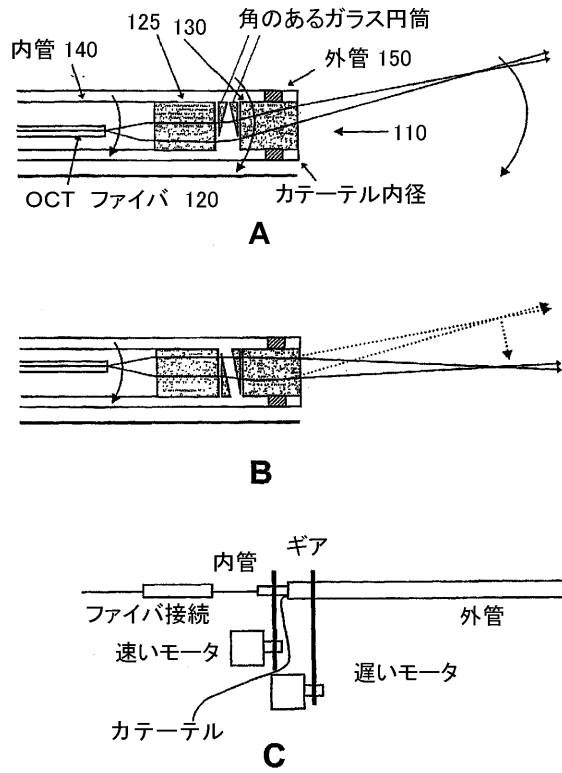
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

審査官 越柴 洋哉

(56)参考文献 特表2001-515382(JP,A)
特開平11-056786(JP,A)
特開2002-000550(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/17-21/61
A61B 1/00- 1/32