

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-500575

(P2018-500575A)

(43) 公表日 平成30年1月11日(2018.1.11)

(51) Int.Cl.

GO1N 21/17

(2006.01)

F 1

GO1N 21/17

620

テーマコード(参考)

2GO59

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-535658 (P2017-535658)
 (86) (22) 出願日 平成28年1月1日 (2016.1.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年7月3日 (2017.7.3)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/012002
 (87) 國際公開番号 WO2016/109844
 (87) 國際公開日 平成28年7月7日 (2016.7.7)
 (31) 優先権主張番号 62/099,521
 (32) 優先日 平成27年1月4日 (2015.1.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

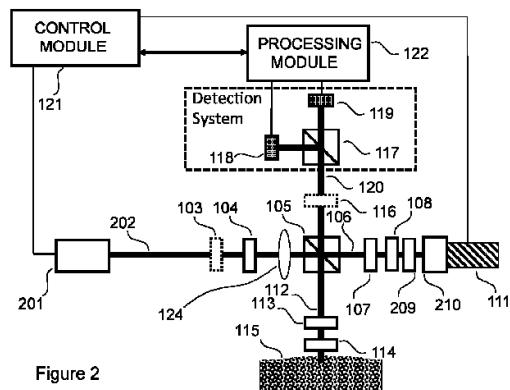
(71) 出願人 516042066
 ホーガン, ジョシュア, ノエル
 アメリカ合衆国 94022 カリフォルニア州, ロスアルトス, キングスウッド・ウェイ 620
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (72) 発明者 ホーガン, ジョシュア, ノエル
 アメリカ合衆国 94022 カリフォルニア州, ロスアルトス, キングスウッド・ウェイ 620

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】干渉システムのための基準信号フィルタ

(57) 【要約】

本発明は、特に、光学源に戻される問題の反射のない自由空間光コヒーレンス断層映像法システム(OCT)の、光ビーム干渉システムを空間的にフィルタリングすることを適用する方法及び装置を提供する。本発明は、典型的には望ましくない光学的フィードバックからの光学源の隔離をもたらすように設計されるOCTシステムの基準ビームを空間的にフィルタリングし、それにより、光学源に戻る望ましくない反射を生成しないことを教示する。様々な実施態様が教示される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

放射源を含む、

自由空間光コヒーレンス断層映像法システムであって、

前記放射源は、少なくとも 1 つのプローブビームと、1 つの基準ビームとを生成し、当該自由空間光コヒーレンス断層映像法システムの前記基準ビームは、空間的にフィルタリングされ、該空間的にフィルタリングされる基準ビームの部分が、前記空間的にフィルタリングされる基準ビームの前記部分に対応する前記プローブ放射の部分を備える、少なくとも 1 つの干渉信号を形成し、それにより、該結果として得られる干渉信号を効果的に空間的にフィルタリングする、

自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 2】

前記基準ビームは、前記基準ビームを有する表面に集束させることによって空間的にフィルタリングされ、前記表面は、前記表面の所定の領域で反射的であり、該所定の領域は、前記集束させられる基準ビームのウエストの寸法の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内にある直径を有する、請求項 1 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 3】

前記表面の前記所定の領域は、部分的に反射的であり、前記表面の反射率は、80 ~ 95 パーセントの範囲内にある、請求項 2 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 4】

前記部分的に反射的な表面は、屈折率分布型レンズの表面である、請求項 3 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 5】

前記表面の所定の領域で反射的である前記表面は、基準ミラー表面である、請求項 2 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 6】

80 ~ 95 パーセントの範囲内の反射率の所定の領域を有する第 2 の表面を更に含み、前記領域は、前記集束させられる基準ビームのウエストの寸法の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内にある直径を有し、前記第 2 の表面は、前記基準ミラー表面からの反射を受けるように方向付けられる、請求項 5 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 7】

基準放射及びプローブ放射を生成する放射源と、検出器と、基準放射のための経路であって、80 ~ 95 パーセントの範囲内で反射する部分ミラーを含む経路と、基準ミラーと、プローブ放射のための経路と、前記基準放射及び前記プローブ放射によって形成され且つ前記検出器で受信される干渉信号を捕捉し且つ処理する手段とを含み、

前記部分ミラーは、その反射表面に事前に選択される領域を有することで、前記部分ミラーの前記事前に選択される領域と前記基準ミラーとの間で反射させられる放射が選択され、実質的に全ての他の放射が前記基準信号から濾過される、

改良された自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 8】

前記部分ミラーの前記事前に選択される領域は、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の値の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内の直径を有する、請求項 7 に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 9】

基準放射及びプローブ放射を生成する放射源と、検出器と、基準放射のための経路と、基準ミラーと、プローブ放射のための経路と、前記基準放射及び前記プローブ放射によって形成され且つ前記検出器で受信される干渉信号を捕捉し且つ処理する手段とを含み、

前記基準ミラーは、その反射表面に事前に選択される領域を有することで、前記所定の領域から反射される放射が選択され、実質的に全ての他の放射が前記基準信号から濾過さ

10

20

30

40

50

れる、

改良された自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【請求項 10】

前記基準ミラーの前記事前に選択される領域は、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の値の1～4倍と略等しい範囲内の直径を有する、請求項9に記載の自由空間光コヒーレンス断層映像法システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の参照)

10

この実用新案登録出願整理番号第C I 1 5 0 1 0 1 U Sは、仮出願整理番号第C I 1 5 0 1 0 1 P Rの優先権を主張する。この出願は、それらが恰も本明細書中に示されているかのように、それらの全文を参照として援用する、「A polarized OCT system with improved SNR」という名称の米国仮特許出願第6 2 / 0 9 6 , 9 0 9号、整理番号C I 1 4 1 1 0 1、及び整理番号C I 1 4 1 1 0 1 U S、米国特許出願第1 4 / 9 7 5 , 7 4 5号、「Multiple Reference Non-Invasive Analysis System」という名称の米国特許第7 , 5 2 6 , 3 2 9号、「Frequency Resolved Imaging System」という名称の米国特許第7 , 7 5 1 , 8 6 2号、及び「Orthogonal reference analysis system with enhanced SNR」という名称の米国特許第8 , 3 1 0 , 6 8 1号にも関する。

【0002】

20

この出願に記載し且つ例示する発明は、組織のような標的の非侵襲的撮像、分析及び測定の分野に関する。用途は、組織の皮下の指紋を撮像すること、非侵襲的に組織を解析して組織又は組織流体中のグルコースの濃度のような検体の濃度を測定すること、内境界膜(I L M)と網膜色素上皮(P R E)との間の眼の網膜の部分から成る層の厚さのような特定の組織層の厚さを測定することを含むが、これらに限定されない。具体的には、本発明は、皮膚組織及び網膜組織を非限定的に含む組織を撮像し且つ解析するための光コヒーレンス断層映像法(光コヒーレンストモグラフィ)(O C T)のような非侵襲性干渉技術の性能を改良することに関する。

【背景技術】

【0003】

30

O C Tは、網膜撮像及び解析のような、眼科解析のために組織を撮像するのに一般的に用いられる。O C Tは、皮膚組織を撮像するためにも用いられ、O C Tは、グルコース濃度を測定する技術として探究されている。例えば、Motamedi, et al.による「Method for noninvasive analyte sensing」という名称のMotamediらによる米国特許第6 , 7 2 5 , 0 7 3号は、O C Tを用いてグルコース濃度を測定することを記載している。

【0004】

40

従来技術と一致する、偏光多重基準システムO C TシステムのようなO C Tシステムが、図1に描かれている。スーパールミネッセントダイオード(S L D)1 0 1のような広帯域光源が、ファイバコリメータ(図示せず)を用いてある長さの光ファイバ1 2 3を通じてファイバ結合され、コリメートされた光ビーム1 0 2を放射し、コリメートされた光ビーム1 0 2は、半波長板1 0 4を通じて任意の偏光子1 0 3を透過され、偏光ビームスプリッタ1 0 5によって基準放射1 0 6及びプローブ放射1 1 2に分割される。光ファイバ1 2 3の長さは、光学放射をフィルタリングする空間フィルタとして作用し、それにより、干渉信号の質を向上させる。

【0005】

基準放射1 0 6は、減衰器1 0 7及び四分の一波長板1 0 8を透過させられ、次に、部分反射ミラー1 0 9を部分的に透過させられて、ボイスコイル又は圧電デバイスのような振動変換デバイス1 1 1(oscillating translation device)に取り付けられた基準ミラー1 1 0に至る。部分ミラー1 0 9及び基準ミラー1 1 0の組み合わせは、参照として本明細書に援用する特許に記載されている

50

ように複数の基準信号を生成する。

【0006】

反射された基準放射は四分の一波長板108を通じて戻されると、その偏光ベクトルは、偏光ベクトルが偏光ビームスプリッタ105によって図1の破線のボックス内に描かれる検出システムに向かって再度方向付けられるように、回転させられる。

【0007】

プローブ放射112は、第2の四分の一波長板113を透過させられ、基準経路内の光学素子の影響を補償する反射防止被覆ブランクを透過させられる。プローブ放射112は、標的115内の成分によって散乱させられる。プローブ放射の一部は、四分の一波長板113を通じて後方散乱させられ、四分の一波長板113の二度の通過は、その偏光ベクトルを90度だけ回転させ、それにより、この散乱させられたプローブ放射が、検出系に向かって偏光ビームスプリッタ105を透過させられるのを可能にする。

10

【0008】

合成された散乱させられたプローブ放射及び反射させられた基準放射は、任意的な第2の半波長板116を透過させられて、第2の偏光ビームスプリッタ117に至り、第2の偏光ビームスプリッタは、反射させられた基準放射及び散乱させられたプローブ放射の成分の1つのセットを検出器118に反射し、反射させられた基準放射及び散乱させられたプローブ放射の成分の直交セットを検出器119に送り、それにより、バランスの取れた検出を達成する。

20

【0009】

幾つかの実施態様において、任意的な第2の半波長板116は存在しないが、第2の偏光ビームスプリッタ117は、光ビーム120の周りで45度回転させられるので、偏光ビームスプリッタ117は、再び、反射させられた基準放射及び散乱させられたプローブ放射の成分の1つのセットを検出器118に反射し、反射させられた基準放射及び散乱させられたプローブ放射の成分の直交セットを検出器119に送る。

30

【0010】

OCTシステムの動作は、制御モジュール121によって制御される。検出される信号は、処理モジュール122によって処理されて、標的の撮像及び解析をもたらす。OCTシステムは、典型的に、基準放射及びプローブ放射を集束させる1つ又はそれよりも多くのレンズを含む。図1に描く実施態様では、単一のレンズ124が、基準放射及びプローブ放射の両方を集束させる。そのようなシステムは、典型的に、1つ又はそれよりも多くの検出器レンズも含む。

30

【0011】

描写する実施態様において、コリメートされた光ビーム102を放射するスーパールミネッセントダイオード(SLD)及びレンズの組み合わせ101のような広帯域光源は、コリメートされたビームを光学系の残部に送出するファイバコリメータを介してSLDを結合するファイバを含む。そのようなファイバ結合システムにおいて、ファイバは、高品質のコリメートされたビームを送出する空間フィルタとして作用する。ファイバベースのOCTシステムでは、(自由空間OCTシステムと対照的に)、ビームスプリッタ機能は、典型的に、ファイバにおいても達成され、従って、広範囲のファイバベースの空間フィルタリングがある。

40

【0012】

しかしながら、SLD源とコリメートされたビームとの間のファイバ結合のない自由空間ベースのOCTシステムでは、空間フィルタリングの欠如は、OCTシステムの性能を低下させる。SLDの出力をピンホールを通じて集束させることによって空間フィルタリングを達成するアプローチは、複雑さを加えることに加えて、反射させてSLDに光を戻すという望ましくない結果を有し、それは許容できない雑音に関連する問題を引き起こし得る。

【0013】

典型的には偏光成分を用いる、光アイソレータを、SLD源とピンホールとの間に設置

50

して、ピンホールから SLD に反射させられて戻る望ましくない光を実質的に低減させることができる。しかしながら、このアプローチは、コスト及び複雑さに関連する追加的な光学部品(optical component)を必要とする。

【0014】

ファイバベースの OCT システムは、光ビームのファイバ空間フィルタリングの利点を有するが、自由空間 OCT システムは、潜在的に極めて低コストであり、それにより、有意な商業的利点をもたらすという、有意な利点を有する。従って、SLD に戻される望ましくない反射がなく、追加的な光学部品を必要としない、空間フィルタリングを有する自由空間 OCT システムの必要は、満たされていない。

【発明の概要】

【0015】

本明細書に記載する発明は、光学源に戻る問題の反射が実質的でない自由空間光コヒーレンス断層映像法(OCT)システムの光ビームに対して空間フィルタリングを適用する方法及び装置を提供する。本発明は、OCT システムの基準ビームを空間的にフィルタリングすることを提供する。空間的にフィルタリングされる基準ビームは、空間的にフィルタリングされる基準ビームに対応するプローブ放射の部分との干渉信号を形成するだけであり、それにより、完全な干渉信号を効果的に空間的にフィルタリングする。参照ビームを空間的にフィルタリングすることに起因する望ましくない反射は、望ましくない光学フィードバックからの光学源の隔離を提供する OCT 設計から利益を享受し、それにより、光学源への望ましくない反射を生成せずに空間フィルタリングを達成する。

【0016】

本発明は、改善された自由空間光学コヒーレンス断層映像法システムを提供する。放射源と、少なくとも 1 つのプローブビームと、1 つの基準ビームとを含む、システムにおいて、本発明のシステムは、基準ビームが空間的にフィルタリングされることで、空間的にフィルタリングされる基準ビームの部分が、空間的にフィルタリングされる基準ビームの部分に対応するプローブ放射の部分を備える、少なくとも 1 つの干渉信号を形成し、それにより、結果として得られる干渉信号を効果的に空間的にフィルタリングする。

【0017】

基準ビームは、基準ビームを所定の領域で反射的である表面に集束させることによって空間的にフィルタリングされ、その領域は、コリメートされるビームの直径より実質的に小さい直径を有し、典型的に、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内にある。

【0018】

好適な実施態様において、その領域は、部分的に反射的であり、80 ~ 95 % の範囲内の反射率を備える。

【0019】

代替的な実施態様において、部分的に反射的な表面は、屈折率分布型レンズの表面である。

【0020】

他の実施態様において、所定の反射率の領域を有する表面は、基準ミラーの表面である。その領域は、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内の直径を有する。フーリエ領域 OCT 又は従来的な領域 OCT のような、これらの実施形態の一部では、部分ミラーがない。

【0021】

代替的な実施態様では、反射率の基準ミラー領域に加えて、80 ~ 95 % の範囲内の反射率の所定の領域も有し、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の 1 ~ 4 倍と略等しい範囲内の直径も有する、追加的な又は第 2 の表面が、基準ミラー表面からの反射を受けるように方向付けられる。

【0022】

1 つの実施態様において、本発明は、改良された自由空間光コヒーレンス断層映像法シ

10

20

30

40

50

ステムを提供し、当該システムは、幾つかある必要なコンポーネントの中でも、基準放射及びプローブ放射を生成する放射源と、検出器と、基準放射のための経路であって、(80～95パーセントの範囲内で反射する)部分ミラーを含む経路と、基準ミラーと、プローブ放射のための経路と、基準放射及びプローブ放射によって形成され且つ検出器で受信される干渉信号を捕捉し且つ処理する手段とを含み、改良点は、部分ミラーが、その反射表面に事前に選択される領域を有することで、部分ミラーの事前に選択される領域と基準ミラーとの間で反射させられる放射が選択され、実質的に全ての他の放射が基準信号から濾過されることを含む。

【0023】

部分ミラーの事前に選択される領域は、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の値の1～4倍と略等しい範囲内の直径を有する。

【0024】

代替的に、改良された自由空間光コヒーレンス断層映像法システムを提供する実施態様において、当該システムは、基準放射及びプローブ放射を生成する放射源と、検出器と、基準放射のための経路と、基準ミラーと、プローブ放射のための経路と、基準放射及びプローブ放射によって形成され且つ検出器で受信される干渉信号を捕捉し且つ処理する手段とを含む、全ての機能的なコンポーネントを含み、改良点は、基準ミラーが、その反射表面に事前に選択される領域を有することで、所定の領域から反射される放射が選択され、実質的に全ての他の放射が前記基準信号から濾過されることを含む。事前に選択される領域は、集束させられる基準ビームのウエストの寸法の値の1～4倍と略等しい範囲内の直径を有する。

【0025】

図面に示されて或いは発明の詳細な説明において議論されて、様々な他の実施態様が本発明に含められている。

【0026】

図面は、本発明を理解する助けとして意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】光ビームを空間的にフィルタリングする長さのファイバを用いるOCTシステムを描写する従来技術の例示である。

【0028】

【図2】基準ビーム及びプローブビームの両方を集束させる単一のレンズを用いる自由空間OCTシステムを描写する本発明の実施態様の例示である。

【0029】

【図3】光学源によって放射される光ビームのコリメーション及び調整の両方に対する典型的なアプローチの例示である。

【0030】

【図4A】削減された面積の反射領域及び部分ミラー光学素子の任意的な角度付き特徴を描写する偏光された部分ミラー光学素子の例示である。

【図4B】削減された面積の反射領域及び部分ミラー光学素子の任意的な角度付き特徴を描写する偏光された部分ミラー光学素子の例示である。

【図4C】削減された面積の反射領域及び部分ミラー光学素子の任意的な角度付き特徴を描写する偏光された部分ミラー光学素子の例示である。

【図4D】削減された面積の反射領域及び部分ミラー光学素子の任意的な角度付き特徴を描写する偏光された部分ミラー光学素子の例示である。

【0031】

【図5A】本発明の代替的な実施態様を描写している。

【図5B】本発明の代替的な実施態様を描写している。

【発明を実施するための形態】

【0032】

10

20

30

40

50

本明細書に記載する発明は、光コヒーレンス断層映像法(OCT)システムのような干渉光学システムの基準ビームを空間的にフィルタリングし、それにより、関連する干渉信号の信号対雑音比を改善する方法、装置及びシステムを提供する。空間的にフィルタリングされた基準ビームは、基準ビームの空間的にフィルタリングされた部分に対応するプローブ放射の部分だけで干渉信号を形成するので、基準ビームを空間的にフィルタリングすることは、それにより、干渉信号を効果的に空間的にフィルタリングする。

【 0 0 3 3 】

図 1 は、本明細書において前に議論した。

【 0 0 3 4 】

好適な実施態様が図 2 に描写されており、多くの点において(同じ番号で示されるよう)図 1 に描写されるシステムと同じである。しかしながら、部分ミラー 209 、そして、任意的に、基準ミラー 210 (reference mirror) は、異なるものであり、図 4 においてより詳細に記載されている。その上、コリメートされた光ビーム 202 を出力する光学源 201 (optical source) は、自由空間構成(free space configuration)であり、図 3 により詳細に描写されている。

10

【 0 0 3 5 】

図 3 の破線のボックス 303 は、その光出力が典型的には非球面レンズ(又は代替的にレンズ系)であるレンズ 305 によってコリメートされる、トランジスタアウトライン缶(transistor outline can)(又は代替的にチップレベルデバイス(chip level device))内の SLD 304 を描写している。代替的な実施態様において、コリメートされたビームは、アナモルフィック対のプリズム 306 及び 307 によって丸くされて、(図 2 の 202 に対応する)コリメートされた丸いビーム 308 を出力する。

20

【 0 0 3 6 】

シート 4 の図 4 A には、図 2 の基準経路(reference path)が再び示されており、(図 2 の)部分ミラー 209 を含む光学素子が、図 4 B 、 4 C 及び(任意的に) 4 D により詳細に描写されている。光学素子 412 は、片面に部分ミラー面又はコーティング 413 を有する。好適な実施形態において、部分反射ミラーは、80% ~ 95% の範囲内の反射率を有さなければならない。他の表面 414 は、(実施形態に依存して)反射防止コーティングされてよく、コーティングされなくてよく、或いは特定の反射率のためにコーティングされてよい。

30

【 0 0 3 7 】

図 4 C は、本発明の鍵となる重要な特徴を描写している。図 4 C は、図 4 B の部分ミラー面 413 の端面図を描写しており、部分ミラーが、典型的には、中央にあり、典型的には(必ずしも必要でないが)丸い、小さい領域 15 に閉じ込められることを示している。この所定の部分反射領域 415 の最適な大きさは、レンズ 124 によって集束させられる光ビームのビームウエスト(beam waist)に依存する。

【 0 0 3 8 】

集束ビームのウエストの直径は、コリメートされたビームの直径及び集束レンズの焦点距離に依存する。典型的な用途において、集束ビームのウエストの直径は、20 ~ 50 ミクロンである。従って、所定の反射領域 415 の直径は、典型的には、20 ~ 60 ミクロンである。図 4 D は、図 4 B と同じ光学系の図を示しており、(図 4 C の領域 415 に類似する)所定の部分反射領域 416 を含まない表面の任意の傾斜したプロファイル 417 を示している。傾斜したプロファイルは、経路上にない放射を光学系から光学システムの反射領域 415 に導き、それにより、そのような放射が雑音(ノイズ)を生成するのを防止する。

40

【 0 0 3 9 】

代替的な実施態様において、レンズ 124 は、ホログラフィックレンズ(holographic lens)である。

【 0 0 4 0 】

幾つかの実施形態において、基準放射(reference radiation)及びプローブ放射(probe

50

radiation)の両方を集束させる单一のレンズ 124 が、2つのレンズによって置き換えられている。図 5 A は、図 2 の单一のレンズ 124 が基準経路内のレンズ 524 によって並びにプローブ経路内のレンズ 525 によって置き換えられた、図 2 のシステムのサブセットを描写している。幾つかの実施態様において、1つのレンズは、屈折率分布型レンズである。代替的な実施態様において、両方のレンズは、GRIN (gradient index)(屈折率分布型) レンズである。

【0041】

縮小された大きさの部分ミラーを有することの効果は、それがピンホールとして効果的に挙動し、それにより、基準ビーム(reference beam)を空間的にフィルタリングすることである。好適な実施態様において、空間的にフィルタリングされた基準放射の部分でない放射は、(本明細書中に参照として援用する)米国仮特許出願第 62/096,909 号に記載された技法によって伝搬して光学源に戻されることが実質的に防止される。

10

【0042】

図 4 D は、光学素子 412 (optic) の角度付きバージョンを提供する代替的な実施態様を描写しており、417 によって示すように、部分ミラー 416 は、平坦な表面であるが、光学部品のその側面の残部は傾斜させられている。角度付き光学素子は、それがノイズを発生させ得ないよう、光学系からの望ましくない放射を方向付ける。

【0043】

(図 2 の) 単一のレンズ 124 が基準経路レンズ 524 及びプローブ経路レンズ 525 と置換されている、シート 5 の図 5 B に描写される幾つかの実施態様において、基準経路レンズ 525 及び部分ミラー 525 は、GRIN (勾配屈折率) レンズの面 528 上の縮小された部分反射要素 530 を備える GRIN レンズ 526 と置換されており、縮小された面積(area)の部分反射要素の大きさ及び位置は、所望の基準放射のみが縮小された面積の部分反射要素によって反射させられ、それにより、基準放射を空間的にフィルタリングするような、大きさ及び位置である。この実施態様の利点は、縮小された面積の部分反射要素が集束ビームのウエスト内の場所に物理的に固定され、それにより、コンポーネント(構成部品)の整列(位置合わせ)に余り敏感でないことである。

20

【0044】

他の実施態様において、基準ミラー 210 を備える光学素子は、縮小された面積の反射領域(region)を含み、幾つかの実施態様において、基準ミラー光学素子の残部も、図 4 D に描写されるのと同様に傾斜させられる。幾つかの実施態様において、基準ミラー 210 に対するこの変更は、部分ミラー 209, 413 と類似の変形の代替である。更なる実施態様において、部分ミラー及び基準ミラーの両方は、予め選択された反射率の領域を有し、部分ミラーの場合、反射率は 80 ~ 95 % であり、基準ミラーの場合、反射率は約 10 0 % である。典型的には、縮小された面積の反射要素(部分ミラー又は完全ミラーのいずれか)は円形であるが、幾つかの実施態様では、橢円のような他の形状が好ましい。

30

【0045】

好適な実施態様を多重基準 OCT システムの偏光バージョンに関して記載したが、本発明を任意の(偏光又は非偏光)自由空間 OCT システムに適用することができ、或いは正に如何なる自由空間干渉計システムにも適用することができる。フーリエ領域(Fourier domain) OCT、従来的な時間領域(time domain) OCT 又は全域(full field) OCT の場合には、いずれも部分ミラーを必要とせず、基準ミラーは縮小された面積の領域反射要素を含む。

40

【0046】

本発明は、一般的に、自由空間 OCT システムに適用可能であり、空間的にフィルタリングされた基準ビームを提供し、空間的にフィルタリングされた基準ビームの部分は、空間的にフィルタリングされた基準ビームの部分に対応するプローブ放射の部分のみを備える少なくとも 1 つの干渉信号を形成し、それにより、その結果得られる干渉信号を効果的に空間的にフィルタリングする。

【0047】

50

好適な実施態様において、縮小された面積の反射領域は、有効な（又は反射的な）ピンホールとして作用する。他の実施態様では、基準ビームを空間的にフィルタリングするために、1つ又はそれよりも多くの実際のピンホールが使用される。そのようなピンホールは、20～60ミクロンの直径を有する。幾つかの実施態様において、基準ビームは、集束された基準ビームのウエストの小さい丸い部分のみを透過するピンホール内に集束され、それにより、基準ビームを空間的にフィルタリングする。

【0048】

基準ビームのみを空間的にフィルタリングすることは、その内容を本明細書中に参照として援用する、「A polarized OCT system with improved SNR」という名称の米国仮特許出願第62/096,909号に記載されている望ましくない雑音生成光学フィードバックから光学源を隔離する技法の利用を可能にする。幾つかの実施態様において、基準ビームは、集束ビームのウエストに関連する小さな領域でのみ反射する反射面に基準ビームを集束させることによって空間的にフィルタリングされる。

【0049】

所定の反射領域を有し、反射領域の大きさが集束ビームのウエストに関連する、実施態様において、415は、典型的には80～95%の反射率を有する、部分反射面である。幾つかの実施態様において、部分反射面415は、GRINレンズの表面413である。代替的に、所定の反射領域を有する表面が、基準ミラー面210である。

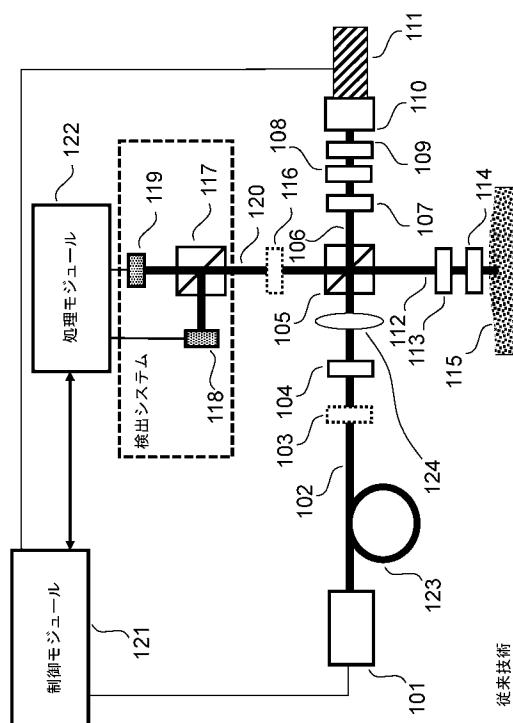
【0050】

当業者は、本発明の精神及び範囲内で、多くの変更および変形を行い得る。従って、請求項の範囲内で、本発明は、本明細書に具体的に記載される方法と別な方法で実施されてよいことが理解されるべきである。

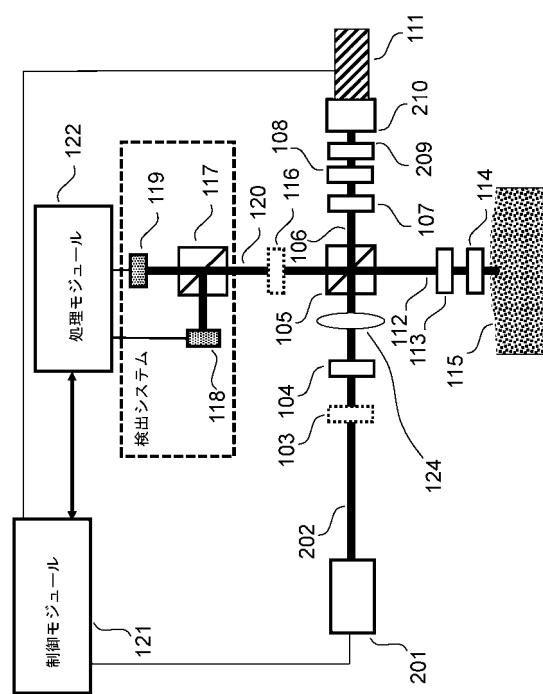
10

20

【図1】



【図2】



【図3】

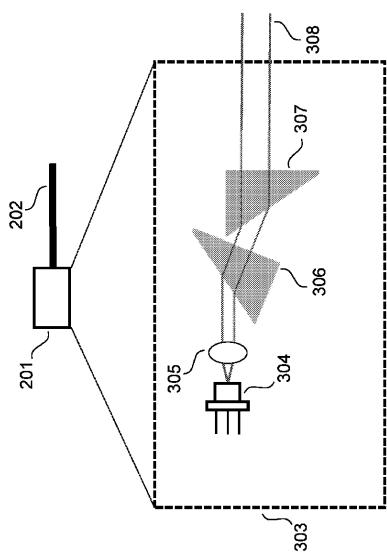


Figure 3

【図4A】

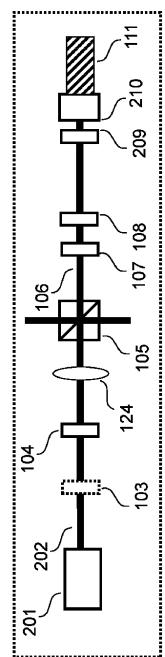


Figure 4A

【図4B】

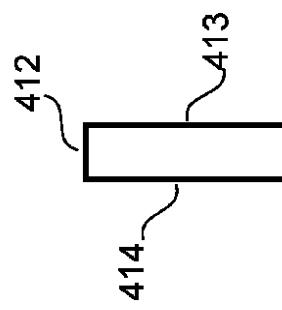


Figure 4B

【図4C】

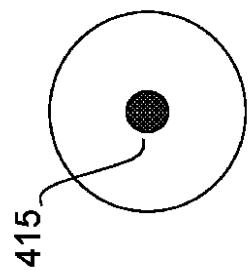


Figure 4C

【図4D】

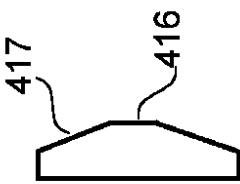
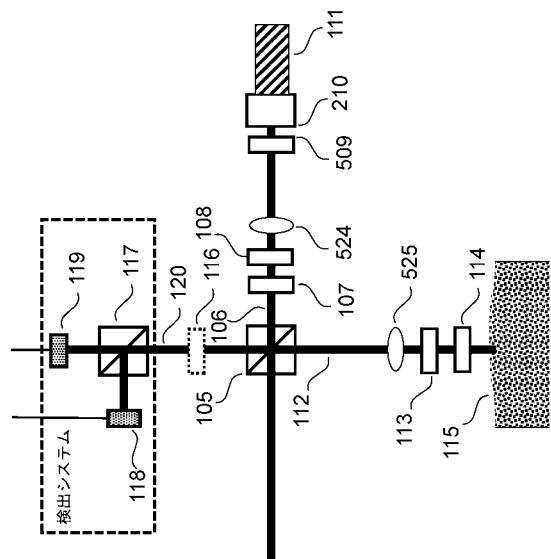


Figure 4D

【図 5 A】



【図 5 B】

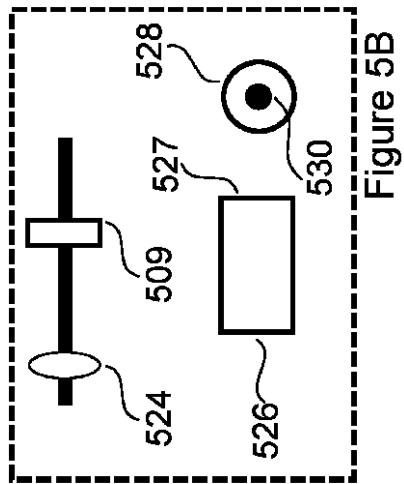


Figure 5B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 16/12002
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01B 9/02 (2016.01) CPC - G01B 9/02029; G01B 9/02063; G01B 9/02064; A61B 5/0066 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) IPC(8): G01B 9/02 (2016.01) CPC: G01B 9/02029; G01B 9/02063; G01B 9/02064; A61B 5/0066		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched IPC(8): G01B 9/02 (2016.01); USPC: 356/496,497,500,498; CPC: G01B 9/02029; G01B 9/02063; G01B 9/02064; A61B 5/0066 (keyword limited; terms below)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase; PubWEST; Dialog ProQuest; Google Scholar Search Terms Used: optical, coherence, tomography, OCT, filtered, reference, interference, probe, gradient, partially reflective, signal, spatial, beam		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2013/0027711 A1 (HAJIAN et al.) 31 January 2013 (31.01.2013), entire document, especially; FIG 1, para [0001], [0036]-[0038], [0040]-[0044]	1, 9 — —
A	US 2011/0134436 A1 (PODOLEANU et al.) 09 June 2011 (09.06.2011), entire document, especially; para [0002], [0020], [0056], [0058]	1, 9 — —
A	US 2006/0089548 A1 (HOGAN) 27 April 2006 (27.04.2006), entire document	2-8, 10 — —
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 30 April 2016 (30.04.2016)	Date of mailing of the international search report 20 MAY 2016	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300	Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774	

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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

F ターム(参考) 2G059 AA01 AA06 BB08 BB12 EE09 FF02 GG02 GG04 JJ11 JJ12
JJ13 JJ19 JJ20 JJ21 KK01 LL04 NN06