(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7257974号
(P7257974)

(45)発行日　令和5年4月14日(2023.4.14)

(24)登録日　令和5年4月6日(2023.4.6)

(51)国際特許分類
G01N 21/17 (2006.01)

FI
G01N 21/17 625

請求項の数 13 （全31頁）

(21)出願番号　特願2019-571296(P2019-571296)
(86)(22)出願日　平成30年4月20日(2018.4.20)
(65)公表番号　特表2020-524804(P2020-524804A)
(43)公表日　令和2年8月20日(2020.8.20)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/028666
(87)国際公開番号　WO2018/236464
(87)国際公開日　平成30年12月27日(2018.12.27)
審査請求日　令和2年7月22日(2020.7.22)
審判番号　不服2022-3945(P2022-3945/J1)
審判請求日　令和4年3月15日(2022.3.15)
(31)優先権主張番号　15/629,175
(32)優先日　平成29年6月21日(2017.6.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

最終頁に続く

(73)特許権者　596130705
キヤノン ユーエスエイ，インコーポレイテッド
ＣＡＮＯＮ Ｕ．Ｓ．Ａ．，ＩＮＣ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １１７４７， メルビル， ワン キヤノン パーク
(74)代理人　100090273
弁理士　國分 孝悦
(72)発明者　エルマアナオウイ バドル
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９２６１８－３７３１， アーバイン， アルトン パークウェイ １５９７５ キヤノン ユーエスエイ， インコーポレイテッド内
合議体
審判長　福島 浩司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　光干渉断層撮影におけるクロストークの除去または軽減

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

干渉光学系であって、（ｉ）光源から光を受け取り、前記光を、物体またはサンプルに照射される第１の光であって前記干渉光学系のサンプルアームに沿って進む第１の光と、第２の参照光とに分割し、（ｉｉ）前記第２の参照光を、前記干渉光学系の参照アームに沿って送って、前記干渉光学系の前記参照アームの参照反射から反射させ、（ｉｉｉ）前記物体もしくはサンプルに照射された前記第１の光の反射光もしくは散乱光と、反射された前記第２の参照光とを互いに結合もしくは再結合させ、および／または干渉させることにより、干渉光を発生させるように動作し、前記干渉光が、１つもしくは複数の干渉縞を発生させる、干渉光学系と、

カテーテルプローブであって、前記カテーテルプローブが血管および／または前記物体もしくはサンプルのうちの１つまたは複数に配置または挿入された場合に、少なくとも前記第１の光を前記物体またはサンプルに送り、前記物体またはサンプルに照射された前記第１の光の前記反射光または散乱光を受け取るように動作する、カテーテルプローブと、

前記干渉光および／または前記１つもしくは複数の干渉縞を連続的に取得して、前記結合もしくは再結合させた光における前記干渉光または前記１つもしくは複数の干渉縞を測定するように動作する少なくとも１つの検出器と、

（ｉ）前記少なくとも１つの検出器からの信号を処理して、前記物体またはサンプルの情報を取得し、（ｉｉ）前記信号に複素共役処理およびシフト処理のうちの１つを適用するように動作する１つまたは複数のプロセッサと、

を備え、
前記参照反射は、視野の中に、視野に、視野の付近に、または視野の周辺に、前記視野からクロストークノイズが軽減または除去されるように配置されており、
前記ＯＣＴカテーテルシステムは、マルチモダリティＯＣＴカテーテルシステムであり、ダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）セグメントを含み、前記ＯＣＴカテーテルシステムは、前記ＤＣＦセグメントを使用しながらクロストーク誘起画像アーチファクトを除去または軽減するように動作し、
（ｉ）前記１つまたは複数のプロセッサが複素共役処理を適用する場合、前記参照反射は、
（ａ）前記視野の遠位エッジもしくは遠位端と、
（ｂ）前記参照反射の光路長が、前記物体もしくはサンプルの１つもしくは複数の反射よりも長く、前記参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの所定の最大反射の長さのところもしくはその付近に位置するような、前記視野の遠位エッジもしくは遠位端と、
のうちの少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端に配置され、前記少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の付近に配置され、または前記少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の周辺に配置されている、または
（ｉｉ）前記１つまたは複数のプロセッサがシフト処理を適用する場合、前記参照反射は、
（ａ）前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、
（ｂ）前記参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短くなるような、前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、ならびに
（ｃ）（ｉ）前記参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短く、かつ（ｉｉ）前記クロストークノイズがＤＣ位置の周りに分布し、もはや前記視野の所定の画像化範囲内にないような、前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、
のうちの少なくとも１つの位置に配置され、前記少なくとも１つの位置の付近に配置され、または前記少なくとも１つの位置の周辺に配置されている、
クロストークの除去または軽減の光干渉断層撮影（ＯＣＴ）カテーテルシステム。
【請求項２】
アナログ、デジタルまたは電子フィルタリングを実行して、さもなければ所定の信号周波数範囲内にエイリアシングとなるクロストークノイズを除去しまたは低減させるフィルタをさらに備える、
請求項１に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項３】
前記フィルタは、
（ｉ）前記エイリアシングを除去しまたは低減させるためのローパスフィルタ、
（ｉｉ）直流（ＤＣ）アーチファクトを除去しまたは低減させるためのハイパスフィルタ、および
（ｉｉｉ）低周波数カットオフのためのある所定の次数と高周波数カットオフのためのある次数とを有するバンドパスフィルタ、
のうちの少なくとも１つのフィルタを含みうる、請求項２に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項４】
（ｉ）前記光を生成するように動作する前記光源と、
（ｉｉ）前記光源からの前記光を伝送するためのガイドまたは導波路と、
のうちの少なくとも１つをさらに備える、請求項１に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項５】
前記光源からの前記光を偏向させて前記干渉光学系へ送り、次いで、前記干渉光学系か

ら受け取った光を前記少なくとも１つの検出器に向かって送るように動作する偏向セクションをさらに備える、
請求項１に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項６】
前記偏向セクションは、１つまたは複数の干渉計、サーキュレータ、ビームスプリッタ、アイソレータ、カプラ、融着ファイバカプラ、穴を有する部分的に切断されたミラー、およびタップを有する部分的に切断されたミラーのうちの少なくとも１つを備える、
請求項５に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項７】
前記物体またはサンプルを照射した前記第１の光と反射された前記第２の参照光との間の１つまたは複数の相対的光学特性を制御するように動作する調整セクションと、反射された前記第２の参照光を、前記調整セクションから前記少なくとも１つの検出器に向かって進ませるように動作する偏向セクションとをさらに備える、
請求項１に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項８】
（ｉ）前記１つまたは複数のプロセッサが複素共役処理を実行する場合、前記１つまたは複数のプロセッサは、
（ａ）深さ関係を捕捉するためにｚ軸アレイを反転させ、
（ｂ）アナログ、デジタルまたは電子フィルタリングを実行して、さもなければ所定の信号周波数範囲内にエイリアシングとなるクロストークノイズを除去しまたは低減させるようにさらに動作し、または、
（ｉｉ）前記１つまたは複数のプロセッサがシフト処理を実行する場合、前記１つまたは複数のプロセッサは、
（ａ）前記画像のクロストークノイズが載った領域をデジタル的手法でクロッピングして、ノイズアーチファクトがない前記物体またはサンプルの画像を有するまたは取得し、
（ｂ）前記カテーテルプローブの物理深さを正確に反映するように前記カテーテルプローブの位置を調整するようにさらに動作する、
請求項１に記載のＯＣＴカテーテルシステム。
【請求項９】
クロストークノイズの軽減または除去を実行するための光干渉断層撮影（ＯＣＴ）カテーテル装置またはシステムの作動方法であって、前記ＯＣＴカテーテル装置またはシステムは、物体またはサンプルに照射された第１の光と第２の参照光とに分割された光から干渉光および１つもしくは複数の干渉縞を発生させるように動作する干渉光学系を有し、前記ＯＣＴカテーテル装置またはシステムは、カテーテルプローブであって、前記カテーテルプローブが血管および／または前記物体もしくはサンプルのうちの１つまたは複数に配置または挿入された場合に、少なくとも前記第１の光を前記物体またはサンプルに送り、前記物体またはサンプルに照射された前記第１の光の反射光または散乱光を受け取るように動作する、カテーテルプローブを有し、前記ＯＣＴカテーテル装置またはシステムは、少なくとも１つの検出器を有し、前記ＯＣＴカテーテル装置またはシステムはダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）セグメントを含み、前記ＯＣＴカテーテル装置またはシステムは、マルチモダリティＯＣＴカテーテル装置またはシステムであり、前記ＤＣＦセグメントを使用しながらクロストーク誘起画像アーチファクトを除去または軽減するように動作し、前記方法は、
前記干渉光学系の参照反射を、視野の中に、視野に、視野の付近に、または視野の周辺に、前記視野からクロストークノイズが軽減または除去されるように配置するステップと、
前記少なくとも１つの検出器からの信号を処理して、前記信号に複素共役処理およびシフト処理のうちの１つを適用することによって前記物体またはサンプルの情報を取得するステップと、
を含み、
（ｉ）複素共役処理が適用される場合、前記参照反射を、

（ａ）前記視野の遠位エッジもしくは遠位端と、
（ｂ）前記参照反射の光路長が、前記物体もしくはサンプルの１つもしくは複数の反射よりも長く、前記参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの所定の最大反射の長さのところもしくはその付近に位置するような、前記視野の遠位エッジもしくは遠位端と、
のうちの少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端に配置し、前記少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の付近に配置し、または前記少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の周辺に配置し、または
（ｉｉ）シフト処理が適用される場合、前記参照反射を、
（ａ）前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、
（ｂ）前記参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短くなるような、前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、ならびに
（ｃ）（ｉ）前記参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短く、かつ（ｉｉ）前記クロストークノイズがＤＣ位置の周りに分布し、もはや前記視野の所定の画像化範囲内にないような、前記視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または前記視野の近位エッジよりも短い位置、
のうちの少なくとも１つの位置に配置し、前記少なくとも１つの位置の付近に配置し、または前記少なくとも１つの位置の周辺に配置する、
方法。
【請求項１０】
アナログ、デジタルまたは電子フィルタリングを実行して、さもなければ所定の信号周波数範囲内にエイリアシングとなるクロストークノイズを除去しまたは低減させることをさらに含む、
請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記クロストークノイズの約半分が、前記ＤＣ位置を超えて広がり、回り込み、それでもなお、前記視野の所定の画像化範囲および／または所定の画像信号から離れており、その結果、前記物体またはサンプルの画像のクロストークのない領域が生じるように、前記参照反射を配置することをさらに含む、
請求項９に記載の方法。
【請求項１２】
前記画像のクロストークノイズが載った領域をデジタル的手法でクロッピングして、ノイズアーチファクトがない前記物体またはサンプルの画像を有することまたは得ることをさらに含む、
請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
（ｉ）ＤＣアーチファクトがある位置またはＤＣアーチファクトがあった位置であって所定のまたは決められた数の画素がある位置に、黒の画素を置くことによって、クロッピングされた前記画像がさらに、前記物体またはサンプルが前記画像内において正確な寸法で現れるように調整されること、
（ｉｉ）追加された前記画素が、前記画像の全体と同じカラーマップにおいて表示されたより低い強度範囲を表すような画素であること、
（ｉｉｉ）追加された前記画素が、前記画像の背景と同様のまたは同じ特性を有するような画素であること、
（ｉｖ）前記同様のまたは同じ特性が、ノイズとスペックルのうちの少なくとも一方を含むこと、および
（ｖ）追加された前記画素の数が、前記カテーテルプローブ用の所定のまたは決められた寸法のカテーテルを使用したことに応じて、前記画像から測定された実際のサイズが、前記カテーテルプローブ用の前記カテーテルの物理的な実寸法を反映するような数である

こと、
のうちの少なくとも１つである、請求項１２に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
本出願は、２０１７年６月２１日に出願された米国特許出願第１５／６２９，１７５号に関係し、その優先権を主張するものである。この米国特許出願の全開示は、その全体が参照によって本明細書に組み込まれている。
【０００２】
本開示は、一般に光学画像化の分野に関し、より詳細には、クロストーク（ｃｒｏｓｓｔａｌｋ）の除去または軽減（ｍｉｔｉｇａｔｉｏｎ）を使用する光干渉断層撮影（ｏｐｔｉｃａｌ ｃｏｈｅｒｅｎｃｅ ｔｏｍｏｇｒａｐｈｙ）（ＯＣＴ）装置、システム、方法および記憶媒体に関する。このような用途の例は、限定はされないが、胃腸、心臓および／または眼科用途向けなどの生体物体であり、限定はされないが、１つまたは複数の光学プローブ、１つまたは複数のカテーテル、１つまたは複数の内視鏡、１つまたは複数のカプセルおよび１つまたは複数の針（例えば生検針）などの１つまたは複数の光学機器を介して得られた生体物体を画像化すること、評価すること、および診断することを含む。
【背景技術】
【０００３】
光干渉断層撮影（ＯＣＴ）は、組織または材料の高分解能断面画像を得るための技法であり、リアルタイム視覚化を可能にする。ＯＣＴ技法の目標は、フーリエ変換またはマイケルソン干渉計（Ｍｉｃｈｅｌｓｏｎ ｉｎｔｅｒｆｅｒｏｍｅｔｅｒ）などを介する干渉光学系または干渉法（ｉｎｔｅｒｆｅｒｏｍｅｔｒｙ）を使用することによって、光の時間遅れを測定することである。光源から光が送られ、スプリッタ（ｓｐｌｉｔｔｅｒ）（例えばビームスプリッタ）によって分割されて参照アーム（ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ ａｒｍ）およびサンプル（または測定）アームに進む。参照ビームは、参照アームの参照ミラー（部分反射要素または他の反射要素）から反射され、一方、サンプルビームは、サンプルアームのサンプルから反射されまたは散乱する。両ビームはスプリッタのところで結合し（または再結合され）、干渉縞を発生させる。この干渉計の出力は、限定はされないが、分光計（例えばフーリエ変換赤外線分光計）などの１つまたは複数の装置内の、限定はされないが、フォトダイオードまたはマルチアレイカメラなどの１つまたは複数の検出器によって検出される。この干渉縞は、サンプルアームの経路長が参照アームの経路長と光源のコヒーレンス長の範囲内で一致したときに発生する。出力ビームを評価することにより、入力放射のスペクトルを周波数の関数として導き出すことができる。干渉縞の周波数は、サンプルアームと参照アームの間の距離に対応する。この周波数が高いほど、経路長の差は大きい。
【０００４】
マルチモダリティ（ｍｕｌｔｉｍｏｄａｌｉｔｙ）ＯＣＴ（ＭＭＯＣＴ）またはＯＣＴ／レーザ組織凝固などのＯＣＴのある種の用途は、２つ以上のクラッドを有するファイバをサンプルアームで使用することがあり、時にデュアルクラッドファイバカプラを使用することがある。ダブルクラッドファイバ（ｄｏｕｂｌｅ ｃｌａｄ ｆｉｂｅｒ）（ＤＣＦ）を使用すると、コヒーレント検出において、ＤＣＦの使用に起因するクロストークノイズアーチファクトが問題となる。さらに、カップリング界面で内側クラッドモードとコアモードとの間のクロストークが起こり、これが画像アーチファクトの原因となる。カップリング界面は、限定はされないが、スプライス（ｓｐｌｉｃｅ）、コネクタ－コネクタメイト（ｃｏｎｎｅｃｔｏｒ ｔｏ ｃｏｎｎｅｃｔｏｒ ｍａｔｅ）、およびレンズからレンズへのまたはレンズからファイバへのフリースペースカップリング（ｆｒｅｅ ｓｐａｃｅ ｃｏｕｐｌｉｎｇ）を含む。このアーチファクトは、１次クロストーク部位で励振された内側クラッドモードが内側クラッド内で伝搬し、２次カップリング部位でコアに再

びカップリングしたときに生じる。このような問題は、限定はされないが、多層クラッドファイバおよびファイバカプラなどの他のファイバ構成でも起こることがある。

【０００５】

クロストークを低減させるため、現状技術は、２つの方法、すなわち（ｉ）クロストークノイズが画像化範囲よりも深くなり、クロストークノイズが見えなくなるように、カップリング界面間のファイバセグメントを十分に長くする方法と、（ｉｉ）クロストークノイズ振幅がシステムのノイズフロア（ｎｏｉｓｅ　ｆｌｏｏｒ）よりも低くなり、クロストークノイズ振幅が見えなくなるように、サンプル信号レベルを減衰させる方法とに依存している。

【０００６】

しかしながら、これらの方法に関係したさまざまな問題が存在する。例えば、上記方法（ｉ）でカップリング界面間のファイバセグメントをより長くすることは、一部の少数の用途においては処理可能であるが、この方法は、例えば短いプローブまたは走査式プローブを必要とする用途に対して望ましくないことがある。プローブを不必要に長くすることは、プローブの使い易さを低下させ、プローブのコストを増大させうる。同様に、血管内、肺およびＧＩ管のような管腔器官の画像化において使用されるもののような走査プローブでは、プローブが長くなるほど、ノンユニフォームローテーショナルディストーション（ｎｏｎ－ｕｎｉｆｏｒｍ　ｒｏｔａｔｉｏｎａｌ　ｄｉｓｔｏｒｔｉｏｎ）（ＮＵＲＤ）が潜在的に悪化し、背景ノイズが大幅に大きくなる。背景ノイズが大きいほど、ラマン（Ｒａｍａｎ）または自家蛍光（ａｏｕｔｏ－ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ）のようなサンプルからの弱い信号の検出はより困難になりうる。

【０００７】

上記方法（ｉｉ）の追加の図によれば、方法（ｉｉ）は、光パワー（ｏｐｔｉｃａｌ　ｐｏｗｅｒ）を、材料の損傷しきい値または最大許容露光量（ｍａｘｉｍｕｍ　ｐｅｒｍｉｓｓｉｂｌｅ　ｅｘｐｏｓｕｒｅ　ｌｉｍｉｔ）によって主に制限される最大許容パワーよりもはるかに低いレベルに減衰させることに依存する。サンプルに入射するパワーを低減させると、システム感度が低下し、したがって画像侵入深さが低下する。ほとんどの用途では、サンプルの深いところにある表面下構造を適切に視覚化するために侵入深さを最大にすることが目標であるため、このことは通常、望ましくない。弱反射性のサンプルに対しては、この方法が、強い反射体（ｒｅｆｌｅｃｔｏｒ）と弱い反射体の組合せを有するサンプルに関して有害であることがある。これは、このようなサンプルでは、強い反射体からのクロストークノイズ振幅をシステムノイズフロアよりも低くするために、サンプルパワーレベルを大幅に低減させる必要が生じることが考えられ、そうなると、低反射性の構造物からの信号が、ノイズフロアよりも低くなったりまたはわずかに見えるだけになったりするためである。強い反射体には例えば、なかでも、血管壁に埋め込まれたステントストラット、またはカテーテル、内視鏡もしくはカプセル内の空気－シース（ｓｈｅａｔｈ）界面もしくはレンズ－空気界面などが含まれる。より弱い反射体には例えば、冠動脈の媒質、内膜および外膜のような血管壁の表面下構造物が含まれる。

【０００８】

したがって、上述の問題を回避するために少なくとも１つの光学装置、アセンブリまたはシステム内で使用される少なくとも１つのＯＣＴ技法および／または装置であって、クロストークノイズを軽減する少なくとも１つのＯＣＴ技法および／または装置、特に、製造および保守のコストを低減させまたは最小化するやり方でクロストークノイズを軽減する少なくとも１つのＯＣＴ技法および／または装置を提供することが望ましいであろう。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

したがって、本開示の幅広い目的は、干渉計（例えばＳＤ－ＯＣＴ、ＳＳ－ＯＣＴ、ＭＯＣＴなど）などの干渉光学系を使用するＯＣＴ装置、システム、方法および記憶媒体であって、クロストークノイズを軽減し、最小化しおよび／または適切に補償するＯＣＴ

装置、システム、方法および記憶媒体を提供することにある。本開示の１つまたは複数の態様によれば、クロストークの軽減、最小化または補償が、ダブルクラッドファイバベースのＭＭＯＣＴ装置またはシステムにおいて使用される。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本開示の１つまたは複数の態様によれば、システム感度を低減させること、または非常に長いファイバセグメントを使用すること（上述のとおり、特定の用途によってはこれが可能でないことがある）が不要である。本開示の１つまたは複数の実施形態はさらに、コアーコアカップリング効率（ｃｏｒｅ ｔｏ ｃｏｒｅ ｃｏｕｐｌｉｎｇ ｅｆｆｉｃｉｅｎｃｙ）に対する制限を緩和し、全てのカップリング部位でモードフィールド径（ｍｏｄｅ ｆｉｅｌｄ ｄｉａｍｅｔｅｒ）（ＭＦＤ）を一致させる。全てのカップリング部位でＭＦＤを一致させることは、例えばロータリージャンクション（ｒｏｔａｒｙ ｊｕｎｃｔｉｏｎ）を使用する用途では難しいことがある。

【００１１】

本開示の１つまたは複数の態様によれば、マルチモダリティ光干渉断層撮影システムの少なくとも１つの実施形態は、干渉光学系（ｉｎｔｅｒｆｅｒｅｎｃｅ ｏｐｔｉｃａｌ ｓｙｓｔｅｍ）であって、（ｉ）光源から光を受け取り、その光を、物体またはサンプルに照射される第１の光であって干渉光学系のサンプルアームに沿って進む第１の光と、第２の参照光とに分割し、（ｉｉ）第２の参照光を、干渉光学系の参照アームに沿って送って、干渉光学系の参照反射（ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ ｒｅｆｌｅｃｔｉｏｎ）から反射させ、（ｉｉｉ）物体もしくはサンプルに照射された第１の光の反射光もしくは散乱光と、反射された第２の参照光とを互いに結合もしくは再結合させ、および／または干渉させることにより、干渉光を発生させるように動作し、この干渉光が、１つもしくは複数の干渉縞を発生させる、干渉光学系と、干渉光および／または１つもしくは複数の干渉縞を連続的に取得して、結合もしくは再結合させた光の間の干渉または１つもしくは複数の干渉縞を測定するように動作する少なくとも１つの検出器とを備える。

【００１２】

１つまたは複数の実施形態では、クロストークの除去または軽減の光干渉断層撮影（ＯＣＴ）システムが、干渉光学系であって、（ｉ）光源から光を受け取り、その光を、物体またはサンプルに照射される第１の光であって干渉光学系のサンプルアームに沿って進む第１の光と、第２の参照光とに分割し、（ｉｉ）第２の参照光を、干渉光学系の参照アームに沿って送って、干渉光学系の参照反射から反射させ、（ｉｉｉ）物体もしくはサンプルに照射された第１の光の反射光もしくは散乱光と、反射された第２の参照光とを互いに結合もしくは再結合させ、および／または干渉させることにより、干渉光を発生させるように動作し、この干渉光が、１つもしくは複数の干渉縞を発生させる、干渉光学系と、干渉光および／または１つもしくは複数の干渉縞を連続的に取得して、結合もしくは再結合させた光の間の干渉または１つもしくは複数の干渉縞を測定するように動作する少なくとも１つの検出器と、を備え、参照反射は、視野（ｆｉｅｌｄ ｏｆ ｖｉｅｗ）の中に、その視野からクロストークノイズが軽減または除去されるように配置されている。１つまたは複数の実施形態では、このＯＣＴシステムは、マルチモダリティＯＣＴシステムであり、ダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）セグメントを含み、ＤＣＦセグメントの使用を必要とするコヒーレント用途においてクロストークによって誘起された画像アーチファクト（以後、クロストーク誘起画像アーチファクト（ｃｒｏｓｓｔａｌｋ ｉｎｄｕｃｅｄ ｉｍａｇｅ ａｒｔｉｆａｃｔ））を除去または軽減するように動作する。

【００１３】

（例えば、本明細書で論じられている複素共役（ｃｏｍｐｌｅｘ ｃｏｎｊｕｇａｔｅ）技法を使用する）１つまたは複数の実施形態では、参照反射は、視野の遠位エッジもしくは遠位端（ｄｉｓｔａｌ ｅｄｇｅ ｏｒ ｅｎｄ）と、参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの１つもしくは複数の反射よりも長く、参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの所定の（ｐｒｅｄｅｔｅｒｍｉｎｅｄ）最大反射の長さのところもしくはその

付近に位置するような、視野の遠位エッジもしくは遠位端と、のうちの少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端に配置され、その少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の付近に配置され、またはその少なくとも一方の遠位エッジもしくは遠位端の周辺に配置されている。

【００１４】

アナログ、デジタルまたは電子フィルタリングを実行して、さもなければ所定の信号周波数範囲内にエイリアシングとなる（ａｌｉａｓ）クロストークノイズを除去しまたは低減させるために、フィルタを使用することができる。このフィルタは、（ｉ）エイリアシング（ａｌｉａｓｉｎｇ）を除去しまたは低減させるためのローパスフィルタ、（ｉｉ）直流（ＤＣ）アーチファクトを除去しまたは低減させるためのハイパスフィルタ、および（ｉｉｉ）低周波数カットオフのためのある所定の次数と高周波数カットオフのためのある次数とを有するバンドパスフィルタ、のうちの少なくとも１つのフィルタを含むことができる。

【００１５】

（例えば本明細書で論じられているシフト（ｓｈｉｆｔ）技法を使用する）１つまたは複数の実施形態では、参照反射は、視野の所定の始まりもしくは決められた始まり（ｓｔａｒｔ）よりも短い位置、または視野の近位エッジ（ｐｒｏｘｉｍａｌ　ｅｄｇｅ）よりも短い位置、参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短くなるような、視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または視野の近位エッジよりも短い位置、ならびに（ｉ）参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短く、かつ（ｉｉ）クロストークノイズがＤＣ位置の周りに分布し、もはや視野の所定の画像化範囲内にないような、視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または視野の近位エッジよりも短い位置、のうちの少なくとも１つの位置に配置され、その少なくとも１つの位置の付近に配置され、またはその少なくとも１つの位置の周辺に配置されている。参照反射は、クロストークノイズの約半分が、ＤＣ位置を超えて広がり、回り込み、それでもなお、視野の所定の画像化範囲および／または所定の画像信号から離れており、その結果、物体またはサンプルの画像のクロストークのない領域が生じるように、配置することができる。画像のクロストークノイズが載った領域を（例えばデジタル的手法で）クロッピングして、ノイズアーチファクトがない物体またはサンプルの画像を有することまたは得ることができる。１つまたは複数の実施形態では、以下のうちの少なくとも１つが実施される：（ｉ）ＤＣアーチファクトがある位置またはＤＣアーチファクトがあった位置であって所定のまたは決められた数の画素がある位置に、黒の画素を置くことによって、クロッピングされた画像がさらに、物体またはサンプルが画像内において正確な寸法で現れるように調整されること、（ｉｉ）追加された画素が、画像の全体と同じカラーマップにおいて表示されたより低い強度範囲を表すような画素であること、（ｉｉｉ）追加された画素が、画像の背景と同様のまたは同じ特性を有するような画素であること、（ｉｖ）この同様のまたは同じ特性が、ノイズとスペックルのうちの少なくとも一方を含むこと、および（ｖ）追加された画素の数が、所定のまたは決められた寸法のカテーテルを使用したことに応じて、画像から測定された実際のサイズが、カテーテルの物理的な実寸法を反映するような数であることである。

【００１６】

少なくとも１つの実施形態では、以下のうちの少なくとも１つが存在する：（ｉ）参照反射は、反射防止（ａｎｔｉ－ｒｅｆｌｅｃｔｉｖｅ）（ＡＲ）コーティング、高反射（ｈｉｇｈ　ｒｅｆｌｅｃｔｉｏｎ）（ＨＲ）コーティングまたは部分ミラーを備えること、および（ｉｉ）参照反射は、改良または最大化された信号対雑音比（ＳＮＲ）を可能にすることである。

【００１７】

光干渉断層撮影システムは、（ｉ）光を生成するように動作する光源と、（ｉｉ）光源からの光を伝送するためのガイドまたは導波路（ｗａｖｅｇｕｉｄｅ）と、のうちの少なくとも１つをさらに含むことができる。光干渉断層撮影システムは、光源からの光を偏向

させて干渉光学系へ送り、次いで、干渉光学系から受け取った光を前記少なくとも１つの検出器に向かって送るように動作する、偏向セクション（ｄｅｆｌｅｃｔｉｎｇ　ｓｅｃｔｉｏｎ）をさらに含むことができる。この偏向セクションは、１つまたは複数の干渉計（例えばマイケルソン干渉計）、サーキュレータ（ｃｉｒｃｕｌａｔｏｒ）、ビームスプリッタ、アイソレータ（ｉｓｏｌａｔｏｒ）、カプラ、融着（ｆｕｓｉｏｎ）ファイバカプラ、穴を有する部分的に切断されたミラー、およびタップ（ｔａｐ）を有する部分的に切断されたミラーのうちの少なくとも１つを含むことができる。参照アームは、偏向セクションと参照反射との間に延びることができる。サンプルアームは、偏向セクションと物体またはサンプルとの間に延びることができる。１つまたは複数の実施形態では、参照アームは、物体またはサンプルから間隔を置いて配置されており、サンプルアームは、参照アームの一部分と物体またはサンプルとの間に延びている。１つまたは複数の実施形態では、参照アームとサンプルアームとが重なっており（ｏｖｅｒｌａｐ）、もしくは偏向セクションと参照反射との間の共通経路（ｃｏｍｍｏｎ　ｐａｔｈ）を共用しており、サンプルアームは、偏向セクションと物体またはサンプルとの間に延びており、および／または、サンプルアームは、参照反射を経由してもしく参照反射を通って延びている。

【００１８】

光干渉断層撮影システムは、物体またはサンプルを照射した第１の光と反射された第２の光との間の１つまたは複数の相対的光学特性を制御するように動作する調整セクションをさらに含むことができ、偏向セクションは、さらに、プローブからの光を調整セクションに送り、前記少なくとも１つの検出器に向かって進ませるように動作する。調整セクションを使用して、クロストークノイズを軽減または除去するように、参照反射（および／または参照アーム）を配置、再配置または調整することができる。

【００１９】

１つまたは複数の実施形態では、光干渉断層撮影システムは、シースと、コイルと、プロテクタと、光学プローブとを含むカテーテルをさらに含み、（ｉ）コイルは、その近位端から遠位端へトルクを伝え、（ｉｉ）評価中の物体またはサンプルの全方向像を見るために光学プローブの遠位先端もスピンするように、コイルは光学プローブと／に固定されており、（ｉｉｉ）カテーテルは、少なくともサンプルアームに配されており、（ｉｖ）物体またはサンプルの３次元データを取得するために、光学プローブを、回転スピン中に同時に縦方向に平行移動させ、その結果として螺旋走査パターンを得て、（ｖ）この平行移動は、光学プローブの先端を近位端に向かって引き戻すことによって実行される。

【００２０】

光干渉断層撮影システムは、前記少なくとも１つの検出器からの信号を処理して物体またはサンプルの情報を取得するように動作する少なくとも１つのプロセッサをさらに含むことができる。

【００２１】

本開示の別の態様によれば、物体またはサンプルに照射された第１の光と第２の参照光とに分割された光から干渉光および１つもしくは複数の干渉縞を発生させるように動作する干渉光学系と、少なくとも１つの検出器とを有する光干渉断層撮影（「ＯＣＴ」）装置またはシステムを使用して、クロストークノイズの軽減または除去を実行するための方法は、干渉光学系の参照反射を、視野の中に、その視野からクロストークノイズが軽減または除去されるように配置することを含む。このＯＣＴ装置またはシステムは、マルチモダリティＯＣＴ装置またはシステムとすることができ、ダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）セグメントを含むことができ、ＤＣＦセグメントの使用を必要とするコヒーレント用途においてクロストーク誘起画像アーチファクトを除去または軽減するように動作することができる。

【００２２】

配置するステップは、参照反射を、視野の遠位遠位エッジもしくは遠位端と、参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの１つもしくは複数の反射よりも長く、参照反射の光路長が、物体もしくはサンプルの所定の最大反射の長さのところもしくはその付近に位置

するような、視野の遠位遠位エッジもしくは遠位端と、のうちの少なくとも一方の遠位遠位エッジもしくは遠位端に配置し、その少なくとも一方の遠位遠位エッジもしくは遠位端の付近に配置し、またはその少なくとも一方の遠位遠位エッジもしくは遠位端の周辺に配置することをさらに含むことができる。

【００２３】

この方法は、アナログ、デジタルまたは電子フィルタリングを実行して、さもなければ所定の信号周波数範囲内にエイリアシングとなるクロストークノイズを除去しまたは低減させることをさらに含むことができる。このフィルタリングのステップは、（ｉ）エイリアシングを除去しまたは低減させるためのローパスフィルタ、（ｉｉ）直流（ＤＣ）アーチファクトを除去しまたは低減させるためのハイパスフィルタ、および（ｉｉｉ）低周波数カットオフのためのある所定の次数と高周波数カットオフのためのある次数とを有するバンドパスフィルタ、のうちの少なくとも１つのフィルタを使用することができる。

【００２４】

本明細書で論じられている方法の１つまたは複数の実施形態は、参照反射を、視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または視野の近位エッジよりも短い位置、参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短くなるような、視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または視野の近位エッジよりも短い位置、ならびに（ｉ）参照反射の光路長が、所定のまたは決められた第１のサンプル反射よりも短く、かつ（ｉｉ）クロストークノイズがＤＣ位置の周りに分布し、もはや視野の所定の画像化範囲内にないような、視野の所定の始まりもしくは決められた始まりよりも短い位置、または視野の近位エッジよりも短い位置、のうちの少なくとも１つの位置に配置し、その少なくとも１つの位置の付近に配置し、またはその少なくとも１つの位置の周辺に配置することをさらに含む。参照反射の配置は、クロストークノイズの約半分が、ＤＣ位置を超えて広がり、回り込み、それでもなお、視野の所定の画像化範囲および／または所定の画像信号から離れており、その結果、物体またはサンプルの画像のクロストークのない領域が生じるように実行することができる。

【００２５】

本明細書で論じられている１つまたは複数の方法は、画像のクロストークノイズが載った領域をデジタル的手法でクロッピングして、ノイズアーチファクトがない物体またはサンプルの画像を有することまたは得ることをさらに含む。１つまたは複数の実施形態では、以下のうちの少なくとも１つが実施される：（ｉ）ＤＣアーチファクトがある位置またはＤＣアーチファクトがあった位置であって所定のまたは決められた数の画素がある位置に、黒の画素を置くことによって、クロッピングされた画像がさらに、物体またはサンプルが画像内において正確な寸法で現れるように調整されること、（ｉｉ）追加された画素が、画像の全体と同じカラーマップにおいて表示されたより低い強度範囲を表すような画素であること、（ｉｉｉ）追加された画素が、画像の背景と同様のまたは同じ特性を有するような画素であること、（ｉｖ）この同様のまたは同じ特性が、ノイズとスペックルのうちの少なくとも一方を含むこと、および（ｖ）追加された画素の数が、所定のまたは決められた寸法のカテーテルを使用したことに応答して、画像から測定された実際のサイズが、カテーテルの物理的な実寸法を反映するような数であることである。

【００２６】

１つまたは複数の方法は、（ｉ）第２の参照光を、干渉光学系の参照アームに沿って送って、干渉光学系の参照反射から反射させること、（ｉｉ）光源から光を受け取ること、（ｉｉｉ）干渉光を発生させるために、光源から光を、第１の光と第２の参照光とに分割すること、ならびに（ｉｖ）少なくとも１つの検出器を介して、干渉光および／または１つもしくは複数の干渉縞を取得して、干渉または１つまたは複数の干渉縞を測定すること、のうちの少なくとも１つをさらに含む。１つまたは複数の実施形態では、参照アームは、干渉光学系のサンプルアームの少なくとも一部分と重なる。第１の光は、干渉光学系のサンプルアームに沿って進む。

【００２７】

本開示のさらなる態様によれば、物体またはサンプルに照射された第１の光と第２の参照光とに分割された光から干渉光および１つもしくは複数の干渉縞を発生させるように動作する干渉光学系と、少なくとも１つの検出器とを有するＯＣＴ装置またはシステムを使用して、クロストークノイズ軽減または除去を実行するための方法であり、干渉光学系の参照反射を、視野の中に、その視野からクロストークノイズが軽減または除去されるように配置することを含む方法を、１つまたは複数のプロセッサに実行させるように働くプログラムを記憶するために、コンピュータ可読記憶媒体が使用される。上述のとおり、このＯＣＴ装置またはシステムは、マルチモダリティＯＣＴ装置またはシステムとすることができ、ダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）セグメントを含むことができ、ＤＣＦセグメントの使用を必要とするコヒーレント用途においてクロストーク誘起画像アーチファクトを除去または軽減するように動作することができる。この参照反射は、本明細書の１つまたは複数の実施形態に記載されたとおりに配置することができる。

【００２８】

本開示の少なくとも１つの別の態様によれば、干渉計などの干渉光学系内の光学構成要素の数を減らしまたは最小化することにより、ＯＣＴ装置、システムおよび記憶媒体の製造と保守のうちの少なくとも一方のコストを低減させるために、本明細書で論じられているＯＣＴ技法が使用される。プローブは、参照アームおよびサンプルアームを含むことができ、光ファイバおよび他の光学材料を含むことができる。１つまたは複数の実施形態では、１つまたは複数の測定を実施する間の経路長の不一致（ｍｉｓｍａｔｃｈ）、分散（ｄｉｓｐｅｒｓｉｏｎ）のミスマッチおよび／または偏光（ｐｏｌａｒｉｚａｔｉｏｎ）のミスマッチを防ぐために、参照アームとサンプルアームがプローブハウジングに含まれている。

【００２９】

本開示のさらなる態様によれば、ＯＣＴ（例えばＳＳ－ＯＣＴ、ＳＤ－ＯＣＴ、ＭＭＯＣＴなど）のために、通常のプローブおよび共通経路プローブが提供される。通常のプローブと共通経路プローブとの１つまたは複数の違いは、単一の参照表面上の特定のコーティングに関係することがある。

【００３０】

本開示の他の態様によれば、本明細書では、ＯＣＴを使用する１つまたは複数の追加の装置、１つまたは複数のシステム、１つまたは複数の方法および１つまたは複数の記憶媒体が論じられている。本開示のさらなる特徴は、一部については、以下の説明からおよび添付図面を参照することにより理解可能であり、別の一部については、以下の説明からおよび添付図面を参照することにより明白である。

【００３１】

本開示のさまざまな態様を示す目的上、同様の符号は同様の要素を示し、図面には、使用することができる単純化された形態が示されている。しかしながら、本開示は、示された正確な構成および手段によって限定されないこと、または示された正確な構成および手段に限定されないことが理解される。本開示の主題を当業者が実施および使用するのを支援するため、添付図面および図を参照する。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】図１は、光学プローブ用途でクロストークの除去または軽減のＯＣＴ技法を利用することができるシステムの一実施形態を示す、本開示の１つまたは複数の態様に基づく図である。

【図２】図２は、光学プローブ用途でクロストークの除去または軽減のＯＣＴ技法の少なくとも１つの実施形態とともに使用することができるカテーテルの一実施形態を示す、本開示の１つまたは複数の態様に基づく図である。

【図３】図３（ａ）～図３（ｂ）は、それぞれ、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用される複素共役法およびシフト法のそれぞれの方法の少なくとも１つの実施形態の、本開示の１つまたは複数の態様に基づくフローチャートである。

【図４】図４（ａ）～図４（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用される画像取得法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがない場合の反射率プロファイル（ｒｅｆｌｅｃｔｉｖｉｔｙ　ｐｒｏｆｉｌｅ）のグラフである。
【図５】図５（ａ）～図５（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用される画像取得法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがある場合の反射率プロファイルのグラフである。
【図６】図６（ａ）～図６（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用される複素共役法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがない場合の反射率プロファイルのグラフである。
【図７】図７（ａ）～図７（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用される複素共役法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがある場合の反射率プロファイルのグラフである。
【図８】図８（ａ）～図８（ｂ）は、回転ＤＣＦカテーテルプローブを使用する血管内ＯＣＴシステムの少なくとも１つの実施形態を使用して取得した、本開示の１つまたは複数の態様に基づく画像であり、それぞれ、図４（ａ）～図５（ｄ）の画像取得法を使用して取得した画像、および図６（ａ）～図７（ｄ）の複素共役法を使用して取得した画像である。
【図９】図９（ａ）～図９（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用されるシフト法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがない場合の反射率プロファイルのグラフである。
【図１０】図１０（ａ）～図１０（ｄ）は、本開示の１つまたは複数の態様に基づく、少なくとも１つのＯＣＴ装置またはシステムとともに使用されるシフト法の少なくとも１つの実施形態のクロストークノイズがある場合の反射率プロファイルのグラフである。
【図１１】図１１（ａ）～図１１（ｆ）は、回転ＤＣＦカテーテルプローブを使用する血管内ＯＣＴシステムの少なくとも１つの実施形態を使用して取得した、本開示の１つまたは複数の態様に基づく画像であり、図４（ａ）～図５（ｄ）の画像取得法を使用して取得した画像（図１１（ａ）および図１１（ｄ）参照）、図６（ａ）～図７（ｄ）の複素共役法を使用して取得した画像（図１１（ｃ）および図１１（ｆ）参照）、および図９（ａ）～図１０（ｄ）のシフト法を使用して取得した画像（図１１（ｂ）および図１１（ｅ）参照）である。
【図１２】図１２Ａは、クロストークの軽減または除去のＯＣＴ技法の少なくとも１つの実施形態とともに使用することができる、限定はされないが、眼科用途などのベンチトップ（ｂｅｎｃｈ－ｔｏｐ）用の光学システムの、本開示の１つまたは複数の態様に基づく略図である。図１２Ｂは、クロストークの軽減または除去のＯＣＴ技法の少なくとも１つの実施形態とともに使用することができる、限定はされないが、眼科用途などのベンチトップ用の別の光学システムの、本開示の１つまたは複数の態様に基づく略図である。
【図１３】図１３は、クロストークの軽減または除去のＯＣＴ技法の１つまたは複数の実施形態とともに使用することができるコンピュータの一実施形態の、本開示の１つまたは複数の態様に基づく略図である。
【図１４】図１４は、クロストークの軽減または除去のＯＣＴ技法の１つまたは複数の実施形態とともに使用することができるコンピュータの代替実施形態の、本開示の１つまたは複数の態様に基づく略図である。
【発明を実施するための形態】
【００３３】
本明細書には、ＯＣＴ技法を使用して画像化を実行するための１つまたは複数の装置、光学システム、方法および記憶媒体が開示されている。本開示の少なくとも１つの態様によれば、本明細書で論じられている１つまたは複数の装置、光学システム、方法および記憶媒体は、ＯＣＴ技法を使用してクロストークノイズを除去または軽減する。１つまたは複数の実施形態では、このことが、ダブルクラッドファイバベースの（ＤＣＦベースの）

マルチモダリティＯＣＴ装置またはシステムにおいてクロストークノイズを除去または軽減することを含む。

【００３４】

次に、図の詳細を参照する。図１は、光学プローブ用途でＯＣＴ技法を利用するように動作するＯＣＴシステム１００（本明細書では「システム１００」（ｓｙｓｔｅｍ　１００またはｔｈｅ　ｓｙｓｔｅｍ　１００）と呼ぶ）を示す、本開示の１つまたは複数の態様に基づく図である。システム１００は、光源１０１、参照アーム１０２、サンプルアーム１０３、偏向されたセクション（ｄｅｆｌｅｃｔｅｄ　ｓｅｃｔｉｏｎ：以後、「被偏向セクション」）または偏向セクション１０８、参照ミラー（「参照反射（ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ　ｒｅｆｌｅｃｔｉｏｎ）」、「参照反射体（ｒｅｆｅｒｅｎｃｅ　ｒｅｆｌｅｃｔｏｒ）」、「部分反射ミラー（ｐａｒｔｉａｌｌｙ　ｒｅｆｌｅｃｔｉｎｇ　ｍｉｒｒｏｒ）」および「部分反射体（ｐａｒｔｉａｌ　ｒｅｆｌｅｃｔｏｒ）」とも呼ぶ）１０５、および１つまたは複数の検出器１０７を備える。１つまたは複数の実施形態では、システム１００は、患者インタフェース装置またはユニット（「ＰＩＵ」）１１０およびカテーテル１２０（図１では概略的に示されている。図２には、実施形態の一例が示されており、この例については後にさらに論じる）を含み、サンプル１０６と（例えばカテーテル１２０および／またはＰＩＵ１１０を介して）相互作用する。１つまたは複数の実施形態では、システム１００が干渉計を含み、または、限定はされないが、少なくとも光源１０１、参照アーム１０２、サンプルアーム１０３、偏向セクション１０８および参照ミラー１０５などのシステム１００の１つもしくは複数の構成要素によって干渉計が画定される。

【００３５】

光源１０１は、偏向セクション１０８に入射する光を生成するように動作し、偏向セクション１０８は、光源１０１からの光を、参照アーム１０２へ進む参照ビームとサンプルアーム１０３へ進むサンプルビームとに分割する。偏向セクション１０８は、参照ミラー１０５、１つまたは複数の検出器１０７およびサンプル１０６に対して、角度を付けて配置するまたは配することができる。参照ビームは、参照アーム１０２の参照ミラー１０５から反射され、一方、サンプルビームは、サンプル１０６から反射されまたは散乱して、サンプルアーム１０３のＰＩＵ（患者インタフェースユニット）１１０およびカテーテル１２０を通過する。参照ビームとサンプルビームとの両ビームは、偏向セクション１０８で結合（または再結合）し、干渉縞を発生させる。システム１００および／またはシステム１００の干渉計の出力は、例えば、限定はされないが、フォトダイオードまたはマルチアレイカメラなどの１つまたは複数の検出器１０７によって連続的に取得される。１つまたは複数の検出器１０７は、カップリングされ、結合しまたは再結合したこれらの２つの放射ビームまたは光ビーム間の（例えば参照アーム１０２からの参照ビームとサンプルアーム１０３からのサンプルビームとの間の）干渉または干渉縞を測定する。１つまたは複数の実施形態では、参照ビームとサンプルビームとは、フリンジ効果（ｆｒｉｎｇｅ　ｅｆｆｅｃｔ）が生み出され、その効果が１つまたは複数の検出器１０７によって測定可能であるような態様で異なる光路長を進んだビームである。システム１００および／またはシステム１００の干渉計の出力から得られたアナログ電気信号は、限定はされないが、コンピュータ１２００（図１参照。後にさらに論じる図１３にも示されている）、コンピュータ１２００’（例えば後にさらに論じる図１４参照）などのコンピュータによって分析されるデジタル信号に変換される。１つまたは複数の実施形態では、光源１０１は、放射源または幅広い波長帯で放射する広帯域光源である。１つまたは複数の実施形態では、このアナログ電気信号を光学スペクトルに変換するために、ソフトウェアおよび電子回路を含むフーリエ解析器が使用される。

【００３６】

被偏向セクション１０８は、光源１０１からの光を、それぞれ参照ミラー１０５およびサンプル１０６に至る参照アーム１０２およびサンプルアーム１０３に偏向させ（または分割し）、次いでその光を結合または再結合させ、参照ミラー１０５およびサンプル１０６から受け取った結合または再結合した光を、少なくとも１つの検出器１０７に向かって

送るように動作することが好ましい。１つまたは複数の実施形態では、システム１００の被偏向セクション１０８は、本明細書に記載されたとおりに動作する１つもしくは複数の干渉計もしくは光学干渉システムを含み、またはそのような１つもしくは複数の干渉計もしくは光学干渉システムを備え、この１つもしくは複数の干渉計もしくは光学干渉システムは、限定はされないが、サーキュレータ、ビームスプリッタ（例えば図１参照）、アイソレータ、カプラ（例えば融着ファイバカプラ（ｆｕｓｉｏｎ ｆｉｂｅｒ ｃｏｕｐｌｅｒ）、穴を有する部分的に切断されたミラー、タップを有する部分的に切断されたミラーなどを含む。１つまたは複数の実施形態では、この干渉計または光学干渉システムは、限定はされないが、光源１０１、参照アーム１０２、サンプルアーム１０３、被偏向セクション１０８および／または参照反射１０５のうちの１つまたは複数の構成要素などの、システム１００の１つまたは複数の構成要素を含む。１つまたは複数の実施形態では、被偏向セクションまたは偏向セクション１０８は、限定はされないが、共通経路干渉計、共通経路光学干渉システムなどの共通経路構成要素を含む。

【００３７】

干渉計（例えばマイケルソン干渉計）の１つまたは複数の実施形態では、光源１０１などの光源が、スプリッタに入射する光を生成するように動作し、このスプリッタは、光源１０１からの光を、参照アームへ進む参照ビームとサンプルアームへ進むサンプルビームとに分割し、参照アームとサンプルアームが物理的に別々のアームである。このような干渉計では、（ビームスプリッタまたは本明細書に記載された他の適当な構成要素とすることができる偏向セクション１０８などの）偏向セクションを、（参照ミラー１０５などの）参照ミラー、（検出器１０７などの）少なくとも１つの検出器および（サンプル１０６などの）サンプルに対して角度を付けて配置するまたは配することができる。参照ビームは、参照アームの（参照反射１０５などの）参照ミラーから反射され、一方、サンプルビームは、サンプルアームの（サンプル１０６などの）サンプルから反射されまたは散乱する。

【００３８】

１つまたは複数の実施形態では、参照反射体または参照反射１０５は、システム１００内の（ｉ）画像視野（ｉｍａｇｅ ｆｉｅｌｄ ｏｆ ｖｉｅｗ）（ＦＯＶ）の始まりまたは画像化の近位エッジ（例えば後にさらに論じる図４（ａ）～図５（ｄ）参照）、（ｉｉ）画像化の遠位エッジまたは画像ＦＯＶの終端（例えば後にさらに論じる図６（ａ）～図７（ｄ）参照）、および（ｉｉｉ）画像ＦＯＶの所定の始まりまたは所望の始まりよりも短い位置（例えば後にさらに論じる図９（ａ）～図１０（ｄ）参照）のうちの少なくとも１つの位置に配される。複素共役法（後にさらに論じる）を使用するときには、参照反射体または参照反射１０５は、画像ＦＯＶの終端または画像化の遠位エッジに配されることが好ましい。シフト法（後にさらに論じる）を使用するときには、参照反射体または参照反射１０５は、画像ＦＯＶの所定の始まりまたは所望の始まりよりも短い位置に配されることが好ましい。１つまたは複数の実施形態は、クロストークノイズを低減させまたは軽減するために選択された方法に応じて、参照反射１０５を参照アーム１０２に沿って配置（または再配置する）ことを可能にする調整セクションまたは構成要素を含む（例えば後にさらに論じる図１２Ａの調整セクション９０４参照）。１つまたは複数の実施形態では、参照反射１０５は、１つまたは複数の別個の（ｄｉｓｃｒｅｔｅ）反射体（例えば、後に論じる図４（ａ）、図５（ａ）、図６（ａ）、図７（ａ）、図９（ａ）および図１０（ａ）のそれぞれに示された３つの別個の反射体参照）と相互作用する。

【００３９】

本開示のＯＣＴ技法の１つの用途は、図１に概略的に示されたカテーテル１２０とともにこの技法を使用することである。図２は、シース１２１と、コイル１２２と、プロテクタ１２３と、光学プローブ１２４とを含むカテーテル１２０の一実施形態を示す。図１に概略的に示されているように、カテーテル１２０は、プルバック（ｐｕｌｌｂａｃｋ）とともにコイル１２２をスピンさせるためにＰＩＵ１１０に接続されていることが好ましい（例えば、ＰＩＵ１１０の少なくとも１つの実施形態は、プルバックとともにコイル１２

２を回転させるように動作する）。コイル１２２は、その近位端から遠位端へトルクを伝える。１つまたは複数の実施形態では、限定はされないが、血管、心臓などの中空器官などの評価中の生体器官、サンプルまたは材料の全方向像を見るために光学プローブ１２４の遠位先端もスピンするように、コイル１２２が、光学プローブ１２４と／に固定されている。例えば、血管内画像、胃腸管または他の細いエリアなどのアクセスするのが難しい内部器官へのアクセスを提供するために、ＯＣＴ干渉計の（図１に示されたサンプルアーム１０３などの）サンプルアームに、光ファイバカテーテルおよび内視鏡を置くことができる。カテーテル１２０または内視鏡の内側の光学プローブ１２４を通過する光ビームを関心の表面を横切って回転させると、１つまたは複数のサンプルの断面画像が得られる。３次元データを取得するため、この回転スピン中に光学プローブ１２４を同時に縦方向に平行移動させ、その結果としてヘリカルスキャンパターンを得る。この平行移動は、最も一般的には、プローブ１２４の先端を近位端に向かって引き戻すことによって実行されており、したがってプルバックと呼ばれている。

【００４０】

１つまたは複数の実施形態では、プローブ（例えばカテーテル１２０（例えば図１～２参照））、針、カプセル、患者インタフェースユニット（例えば患者インタフェースユニット１１０）などのうちの１つまたは複数の構成要素などの１つまたは複数の構成要素を、光学構成要素、光源（例えば光源１０１）、偏向セクション（例えば偏向または被偏向セクション１０８）、サンプルアーム１０２、モータなどの別の１つまたは複数の構成要素に接続するために、患者ユーザインタフェース１１０は、回転ジャンクションなどの接続構成要素（またはインタフェースモジュール）を備える、または含む。このモータは、接続構成要素および／または患者ユーザインタフェース１１０などに動力を供給するように動作する（例えばプルバック、スピンまたは回転などを制御するために１つまたは複数のモータを使用することができる）。例えば、接続部材またはインタフェースモジュールがロータリージャンクションであるとき、そのロータリージャンクションは、接触ロータリージャンクション、レンズなしロータリージャンクション、レンズベースのロータリージャンクション、または当業者に知られている他のロータリージャンクションのうちの少なくとも１つのロータリージャンクションとすることができる。

【００４１】

フーリエドメイン（Ｆｏｕｒｉｅｒ　ｄｏｍａｉｎ）光干渉断層撮影（ＦＤＯＣＴ）では、波長に依存する検出器電流$I_D(k)$のフーリエ解析（例えば高速フーリエ変換）を処理することによって、サンプル反射率プロファイルの近似

【数１】

$$r_S(z_S) = \sqrt{R_S(z_S)}$$

を再構成することができる。

ここで、ｋは波数であり、波長λに関係し、ｋ＝２π／λである。スペクトルドメイン（ｓｐｅｃｔｒａｌ　ｄｏｍａｉｎ）光干渉断層撮影（ＳＤ－ＯＣＴ）では、連続波広帯域光源から光が放出されたときに、分光計の出力に位置するアレイ検出器によってスペクトル成分$I_D(k)$を同時に捕捉することができる。掃引光源（ｓｗｅｐｔ　ｓｏｕｒｃｅ）光干渉断層撮影（ＳＳ－ＯＣＴ）では、狭帯域光源の波長が適時に迅速に掃引されたときに、単一の検出器によってスペクトル成分$I_D(k)$を逐次的に捕捉することができる。$I_D(k)$を捕捉するプロセスはＦＤＯＣＴ法のタイプに依存するが、サンプル反射率プロファイル$r_S(z_S)$は、$i_D(z)$から同様の手法で推定される。ここで、$i_D(z)$は、$I_D(k)$の逆フーリエ変換であり、以下の式１によって与えられる。

【数２】

$$i_D(z) = \frac{\rho}{8}\left[\gamma(z)[R_R + R_{S1} + R_{S2} + \cdots]\right] \quad \text{「ＤＣ項」}$$

$$+\frac{\rho}{4}\left[\gamma(z) \otimes \sum_{n=1}^{N} \sqrt{R_R R_{Sn}}\left(\delta\left(z \pm 2(z_R - z_{Sn})\right)\right)\right] \quad \text{「相互相関項」}$$

$$+\frac{\rho}{8}\left[\gamma(z) \otimes \sum_{n \neq m=1}^{N} \sqrt{R_{Sn} R_{Sm}}\left(\delta\left(z \pm 2(z_{Sn} - z_{Sm})\right)\right)\right] \quad \text{「自己相関項」}$$

【００４２】

サンプル反射率プロファイル

【数３】

$$r_S(z_S) = \sqrt{R_S(z_S)} = \sum_{n=1}^{N} \sqrt{R_{Sn}}\,\delta(z_S - z_{Sn})$$

は、式１の相互相関項（ｃｒｏｓｓ－ｃｏｒｒｅｌａｔｉｏｎ　ｔｅｒｍｓ）に埋め込まれている。「Ａスキャン（Ａ－ｓｃａｎ）」またはＯＣＴ深さプロフィールを得るために、式１は、さらに単純化され、以下の式２によって与えられる。

【数４】

$$i_D(z) = \frac{\rho}{8}\left[\gamma(z)[R_R + R_{S1} + R_{S2} + \cdots]\right] \quad \text{「ＤＣ項」}$$

$$+\frac{\rho}{4}\sum_{n=1}^{N} \sqrt{R_R R_{Sn}}\left[\gamma[2(z_R - z_{Sn})] + \gamma[-2(z_R - z_{Sn})]\right] \quad \text{「相互相関項」}$$

$$+\frac{\rho}{8}\sum_{n \neq m=1}^{N} \sqrt{R_{Sn} R_{Sm}}\left[\gamma[2(z_{Sn} - z_{Sm})] + \gamma[-2(z_{Sn} - z_{Sm})]\right] \quad \text{「自己相関項」}$$

【００４３】

式２から分かるように、サンプルフィールド反射率プロファイル$r_S(z_S)$は相互相関項に再現されており、反射率プロファイルのゼロ位置は参照反射体の位置z_Rにある。干渉計は反射体からの往復の距離を測定するため、サンプル反射体変位は２倍になっており、サンプル反射体は、コヒーレンス関数ｒ（ｚ）による畳込みによってぼやける。ガウススペクトルの場合、コヒーレンス関数ｒ（ｚ）は、

【数５】

$$\gamma(z) = e^{-z^2 \Delta k^2}$$

によって与えられる。

【００４４】

相互相関項に示されているように、参照反射体の反対端に、修正された反射率プロファイルの鏡像が現れる。１つまたは複数の実施形態において、複素共役効果と呼ばれるこの効果は、検出された実信号の逆フーリエ変換がエルミート（Ｈｅｒｍｉｔｉａｎ）対称でなければならないことに由来する。したがって、参照距離に対する正および負の距離は互いの共役複素数であり、この場合、検出された信号は必然的に実信号であるため、全く同じである。

【００４５】

図４（ａ）～図４（ｄ）は、クロストークノイズがない場合の、別個のサンプル反射体（例えば参照反射が画像視野（ＦＯＶ）の始まりにある３つの別個の反射体の例示的なサンプル反射率プロファイル（図４（ａ）～図４（ｂ）参照））およびガウス形スペクトルの例に対する式１および式２の結果を示す。例として、例示の目的上、図４（ａ）～図４

（ｄ）は、自己相関項（ａｕｔｏ－ｃｏｒｒｅｌａｔｉｏｎ　ｔｅｒｍｓ）を無視し、または自己相関項を含まない。さらに、多くの用途で参照反射率はサンプル反射率よりもはるかに大きいため、自己相関項の振幅は、相互相関項よりもはるかに小さいことがある。図４（ｃ）は、クロストークがない場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャンを示す。図４（ｄ）は、クロストークがない場合の合成Ａスキャン（ｒｅｓｕｌｔａｎｔ　Ａ－ｓｃａｎ）を示す。

【００４６】

本明細書で論じられているいくつかの例は、ダブルクラッドファイバ（ＤＣＦ）に焦点を合わせているが、本開示の特徴は、限定はされないが、多層クラッドファイバおよびファイバカプラなどの他のファイバにも適用可能である。１つまたは複数の実施形態において、ＤＣＦコアは、通常、ＯＣＴ単一モード励振およびコヒーレント検出に使用され、一方、クラッドは、特に、用途に応じて蛍光検出または凝固エネルギーの送達に使用される。ＤＣＦの使用は、単純化にされた光送達および異なるモダリティの信号の共存を可能にするため、１つまたは複数の用途ではＤＣＦの使用が有益である。

【００４７】

上述のとおり、カップリング界面で内側クラッドモードとコアモードとの間のクロストークが起こることがあり、これが画像アーチファクトの原因となることがある。カップリング界面は、限定はされないが、スプライス、コネクター－コネクタメイト、およびレンズからレンズへのまたはレンズからファイバへのフリースペースカップリングを含む。このアーチファクトは、１次クロストーク部位で励振された内側クラッドモードが内側クラッド内で伝搬し、２次カップリング部位でコアに再びカップリングしたときに生じる。内側クラッドの中を進む光は、コアの中を進む光に比べて位相のずれ（ｐｈａｓｅ　ｓｈｉｆｔ）を蓄積し、次いで参照アームと干渉し、主画像に対してΔL_mだけずれたサンプル画像の減衰した望まれていないいくつかの複製を生成する。ここで、ｍは、異なるクラッドモードを表し、それぞれのクラッドモードは、$\Delta L_m = \Delta n_m \cdot l_{DCF}$によって与えられる遅延を有する。$l_{DCF}$は、進んだ物理的距離であり、$\Delta n_m = n_{core_eff} - n_{m,clad_eff}$は、特定の内側クラッドモードの有効屈折率$n_{m,clad_eff}$と基本コアモードの有効屈折率$n_{core_eff}$との屈折率の差である。

【００４８】

内側クラッドモードは、基本コアモードよりも低い有効屈折率を有するため、サンプル信号よりも短い経路長のところにクロストークアーチファクトが現れる。さらに、より低い有効屈折率を有するより低次のクラッドモードは、より高次のクラッドモードよりも短い経路長のところに現れる。これは、より低次のクラッドモードは、同じクラッド材料（すなわち同じ屈折率n_{clad}）内でより小さな経路を進むためである。一例として、長さが１．５ｍ、波長約１．３ミクロンでの開口数（ＮＡ）が０．５クラッド、クラッド半径が約６２．５ミクロンのＤＣＦファイバセグメントでは、内側クラッド内に数千のモードが存在する可能性がある。Δn_m＝約０．００１～約０．００３では、これらの数千の内側クラッドモードが、２重パスプロセスのそれぞれパスで（単一のパスについて）約１．５ｍｍから４．５ｍｍの光路長遅延を蓄積する可能性がある。言い換えると、全体の長さ遅延は、距離全体で約３ｍｍから９ｍｍになる可能性があり、これは、１．５ｍｍから４．５ｍｍの深さオフセットまたは遅延に対応する。

【００４９】

コア内でのＯＣＴ励振は、通常、低いＮＡを有し、したがって、コアを通る主として弾道および準弾道光子を集める。サンプル経路でＳＭＦを利用する１つまたは複数の用途では、コアの低いＮＡおよび小さな開口サイズのために、大部分の多重散乱光子が阻止される。しかしながら、ＤＣＦを使用すると、大きなクラッド開口および高いＮＡによって、多重散乱光子および一部の単回または準単回散乱光子を集めることができる。このことは、特に高散乱媒質に当てはまる。

【００５０】

ＯＣＴ励振が低ＮＡのコアを通してであること、および内側クラッドにおいて集められ

た光の強度が、受光角度（ａｃｃｅｐｔａｎｃｅ　ａｎｇｌｅ）の増大とともに低下する傾向があることを考えると、クラッド内に集められた光は、より低次のクラッドモードに向かってよりバイアスされる傾向がある。さらに、多くの用途で画像中の最も強い信号の源である傾向がある鏡面反射は、より小さな角度に対し（ｓｕｂｔｅｎｄ）、したがって、鏡面反射は、コアおよびより低次の内側クラッドモードによって主に集められる。

【００５１】

図４（ａ）～図５（ｄ）の場合のように、参照反射体が所望の画像化視野（ＦＯＶ）の始まりに置かれているとき（例えば図４（ａ）および図５（ａ）参照）、クロストークノイズに関して、より浅い深さは、ゼロ経路またはＤＣ位置３１のより近くに現れ、より深い構造物は、ゼロ経路位置からより遠くに現れる（例えば図５（ａ）～図５（ｄ）参照）。図５（ａ）～図５（ｄ）は、ＤＣＦが使用されているときの、図４（ａ）～図４（ｄ）と同じ別個のサンプル反射体およびガウススペクトルの例（すなわち、図５（ａ）～図５（ｄ）は、３つの別個の反射体を有し、参照反射が画像ＦＯＶの始まりにある例示的なサンプル反射率プロファイル（図５（ａ）および図５（ｂ）参照）を示す）、クロストークがある場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャン（図５（ｃ））、およびクロストークがある場合の合成Ａスキャン（図５（ｄ））を示し、クロストークノイズが顕在するときを示している。図５（ｃ）は、大きな深さ範囲にまたがり、ゼロ経路位置またはＤＣ位置３１を横切る強いサンプル反射体R_{S1}からのクロストーク（本明細書では「Ｘトーク」とも呼ぶ）（例えばサンプルの第１の反射／反射体値、サンプルに対する所定の第１の位置における、使用されている光学部品に基づくサンプルの第１の反射値など）、およびその大部分がノイズフロアよりも低いためにＤＣ付近のはるかに幅の狭い範囲にまたがるR_{S2}からのはるかに弱いクロストークノイズ（例えばサンプルの第２の反射／反射体値、サンプルに対する所定の第２の位置における、使用されている光学部品に基づくサンプルの第２の反射値など）を示している。R_{S3}からのクロストーク（例えばサンプルの第３の反射／反射体値、サンプルに対する所定の第３の位置における、使用されている光学部品に基づくサンプルの第３の反射値など）は、非常に小さく、そのため、その全てがノイズフロアよりも低い。合成Ａスキャンである図５（ｄ）は、画像ＦＯＶの相当な部分にまたがる重なったクロストークノイズを有する、所望の信号を示している。１つまたは複数の実施形態では、Z_R（参照反射深さ）が参照反射または反射体１０５に置かれる。R_{S1}およびR_{S2}はサンプル１０６に位置することができ、Z_Sは、サンプル１０６の始まりに位置することができる。少なくとも１つの実施形態では、R_{S1}、R_{S2}およびR_{S3}がサンプル１０６の内側に位置し、サンプル１０６の始まりに位置するZ_S（例えば、サンプルの始まり、近位サンプル深さ、最小サンプル深さなど）よりも長い。１つまたは複数の実施形態では、Z_RとZ_Sが互いに等しく、例えば$Z_R = Z_S$＝１メートルである。１つまたは複数の実施形態では、$Z_R = Z_S$＋深さであり、例えば$Z_R = Z_S$＋５ｍｍである。１つまたは複数の実施形態の別の例によれば、$Z_R = Z_S$＝１メートル－２ｍｍである。Z_R、Z_S、R_{S1}、R_{S2}およびR_{S3}のうちの１つまたは複数の運動または配置は、使用される方法、例えば複素共役法、シフト法などによって異なることがある。

【００５２】

本開示の別の態様によれば、上述のとおり、本明細書では、クロストークノイズを低減させまたは軽減するために、信号処理を実行するための１つまたは複数の方法が提供される。図３（ａ）および図３（ｂ）は、それぞれ、画像中のクロストークノイズを低減させまたは軽減するための複素共役法およびシフト方法のフローチャートを示す。複素共役法は、以下のうちの１つまたは複数を含むことが好ましい：（ｉ）（参照反射体１０５などの）参照反射体（または参照アーム）を、画像視野（ＦＯＶ）の遠位エッジまたは遠位端に配置または提供すること（図３（ａ）のステップＳ３００参照）、（ｉｉ）深さ関係を捕捉するためにｚ軸アレイを反転させる（ｆｌｉｐｐｉｎｇ）こと（図３（ａ）のステップＳ３０１参照）、および（ｉｉｉ）必要に応じてフィルタリングを実行すること（例えばＤＣアーチファクトをフィルタリングすることである（図３（ａ）のステップＳ３０２参照））。シフト法は、以下のうちの１つまたは複数を含むことが好ましい：（ｉ）（参

照反射体１０５などの）参照反射体（または参照アーム）を、画像視野（ＦＯＶ）の近位エッジよりも短い距離のところに配置または提供すること（図３（ｂ）のステップＳ３０３参照）、画像のクロストークノイズが載った領域をデジタル的手法で切り取る（ｃｒｏｐｐｉｎｇ：クロッピングする）こと（図３（ｂ）のステップＳ３０４参照）、および（ｉｉｉ）プローブの物理深さを正確に反映するようにカテーテルプローブの位置を調整することである（図３（ｂ）のステップＳ３０５参照）。複素共役法とシフト法のそれぞれの方法の追加の詳細が後段において論じられており、図４（ａ）～図１１（ｆ）などの本開示の図に示されている。１つまたは複数の実施形態では、必要がないときにフィルタリング（例えばステップＳ３０２）が省かれる。

【００５３】

第１の実施形態 － 複素共役法

１つまたは複数の実施形態では、図６（ａ）～図７（ｄ）に示された実施形態などのように、ＦＯＶの遠位エッジ（例えば所定の深さ、所望の最大深さなど）に参照アームが置かれる。ＤＣ付近でクロストークノイズアーチファクトはもはや重ならず、むしろナイキスト周波数の付近でエイリアシングする（例えば信号が反転し、より高周波数の信号が、ナイキスト周波数の周辺または付近で鏡像をなす）（例えば図７（ｃ）参照）。例えば、ＯＣＴモダリティ用の参照反射がＦＯＶの遠位エッジの付近に配置された（すなわち参照反射の光路長がサンプル反射よりも長く、所望の最大サンプル反射の長さ付近に位置する）ダブルクラッドファイバセグメントを使用するマルチモダリティＯＣＴシステムを、第１の実施形態の一例として使用することができる。

【００５４】

図６（ａ）～図６（ｄ）は、３つの別個の反射体を有し、参照反射が画像ＦＯＶの終端にある例示的なサンプル反射率プロファイル（図６（ａ）および図６（ｂ）参照）、クロストークがない（または実質的にない）場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャン（図６（ｃ））、およびクロストークのない（または実質的にない）場合の合成Ａスキャン（図６（ｄ））を示す。これは、図７（ｄ）に示されているように、大部分のクロストークノイズが所望の画像化ＦＯＶを超えており、したがって、所望の信号に影響を及ぼすことなく大部分のクロストークノイズをフィルタリングすることができるため、有利である。図７（ａ）～図７（ｄ）は、３つの別個の反射体を有し、参照反射が画像ＦＯＶの終端にある例示的なサンプル反射率プロファイル（図７（ａ）および図７（ｂ）参照）、クロストークがある場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャン（図７（ｃ））、ならびにクロストークがある場合の合成Ａスキャンであって、z_{max}におけるおよびz_{max}を超えるフィルタリングが追加された合成Ａスキャン（図７（ｄ））を示す。アンチエイリアジングフィルタリングの追加に加えて、１つまたは複数の実施形態では、コヒーレンスロールオフ効果（すなわち、ＤＣ３１から遠ざかるほど、このコヒーレンス効果による信号振幅の低下は大きくなる）および検出帯域幅のために、ナイキスト周波数の近くの信号およびナイキスト周波数を超える信号の振幅が低減される。図７（ｄ）は、図５（ａ）～図５（ｄ）に示された上述の方法に示されたクロストーク強度と同様のクロストーク強度を有するクロストークノイズが、同じ例示的なフィールド反射率プロファイルから大幅に低減され、ほぼ完全に除去されることを示している。本明細書では複素共役法と呼ぶ図６（ａ）～図７（ｄ）に示された方法は、深さ関係を適正に捕捉するためにｚ軸アレイを反転させる追加のステップを含む（図６（ｄ）および図７（ｂ）参照）。この方法の追加の特徴は、ＤＣアーチファクトが、強く重要な信号がＤＣアーチファクトによって隠される可能性があるＦＯＶの始まりではなく、画像化ＦＯＶの遠位エッジのより近くにあることである。１つまたは複数の実施形態では大部分の画像内容がＤＣから離れて位置しているはずであるため、画像信号について心配することなくＤＣアーチファクトをさらにフィルタリングすることができる。バンドパスフィルタを使用して、例えばＤＣアーチファクトとナイキスト周波数を超える信号の両方をフィルタリングすることができる。フィルタリングを電子的に実行して、所望の信号周波数範囲に潜在的にエイリアシングする可能性があるクロストークを除去し、または低減させることができる

。アナログフィルタリングは、エイリアシングを除去しもしくは低減させるためのローパスフィルタとすることができ、またはＤＣアーチファクトを除去しもしくは低減させるためのハイパスフィルタとすることができる。このアナログフィルタは、低周波数カットオフのためのある次数と高周波数カットオフのためのある次数とを有するバンドパスフィルタとすることができる。

【００５５】

ＤＣＦカテーテルプローブを利用する血管内ＯＣＴを含む１つまたは複数の実施形態では、カテーテルシース外層からの反射が、それが実際のカテーテル半径に対応し、そのため、シースおよびカテーテル遠位光学部品からの反射がゼロ反射率位置の近くに位置するように置かれる。強力な反射体であるシースおよびカテーテル光学部品は、複素共役効果によりＤＣ付近で折り重なり、最終的に所望の画像と重なるいくつかのクロストークノイズアーチファクトをもたらす。図８（ａ）～図８（ｂ）は、上述の図４（ａ）～図５（ｄ）に関する方法（左側の図８（ａ）参照）と、図６（ａ）～図７（ｄ）に関する複素共役法（右側の図８（ｂ）参照）との比較を示す。画像化されたサンプルは、それぞれの先端がカテーテルから異なる深さのところにあるステンレス鋼ピンセット（ｔｗｅｅｚｅｒｓ）である。これらの画像は、回転ＤＣＦカテーテルプローブを使用する血管内ＯＣＴシステム、ならびに図８（ａ）および図８（ｂ）に関して論じた方法を使用して取得したものである。図８（ａ）から分かるように、図４（ａ）～図５（ｄ）の方法は、画像のかなり大きな部分と重なる相当なクロストークノイズを生じる。他方、図８（ｂ）に示されているように、本開示の複素共役法の少なくとも１つの実施形態は、クロストークノイズのない画像を示し、カテーテルプローブ反射の両端にＤＣおよび自己相関アーチファクトがある。このことは、カテーテル反射の明瞭な視覚化を可能にする。

【００５６】

第２の実施形態　－　シフト法

クロストークを低減させるための別の方法は、画像ＦＯＶの近位エッジよりも短い距離のところに参照アーム（Z_R参照）を置くことを含み（図９（ａ）～図１０（ｄ）参照）、この場合、例えクロストークノイズがＤＣの周りに分布しているとしても（例えば図１０（ｃ）参照）、クロストークノイズは、もはや、所望の画像化範囲に入らない。例えば、ＯＣＴモダリティ用の参照反射がＦＯＶの近位エッジよりも短い光路長のところに配置された（すなわち、クロストークノイズがＤＣの周りに分布し、もはや所望の画像化範囲にないような態様で、参照反射の光路長が第１の所望のサンプル反射よりも短い）ダブルクラッドファイバセグメントを使用するマルチモダリティＯＣＴシステムを、第２の実施形態の一例として使用することができる。

【００５７】

図９（ａ）～図９（ｄ）は、３つの別個の反射体を有し、参照反射が画像ＦＯＶの所望の始まりよりも短い例示的なサンプル反射率プロファイル（図９（ａ）～図９（ｂ）参照）、クロストークのない（または実質的にない）場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャン（図９（ｃ））、ならびにクロストークのない（または実質的にない）場合の合成Ａスキャンであって、深さアレイのデジタルクロッピングおよび反転後の合成Ａスキャン（図９（ｄ））を示す。これは、図１０（ｄ）に示されているように、大部分のクロストークノイズが所望の画像化ＦＯＶを超えており、したがって、所望の信号に影響を及ぼすことなく大部分のクロストークノイズをフィルタリングすることができるため、有利である。図１０（ａ）～図１０（ｄ）は、３つの別個の反射体を有し、参照反射が画像ＦＯＶの所望の始まりよりも短い例示的なサンプル反射率プロファイル（図１０（ａ）および図１０（ｂ）参照）、クロストークがある場合のフーリエドメイン低コヒーレンス干渉法によるＡスキャン（図１０（ｃ））、ならびにクロストークがある場合の合成Ａスキャンであって、深さアレイのデジタルクロッピングおよび反転後の合成Ａスキャン（図１０（ｄ））を示す。参照アームを置くことは、クロストークノイズの約半分が、ＤＣ３１を超えて広がり、回り込み、それでもなお、所望の画像信号から離れており、その結果、ＦＯＶが出発ＦＯＶよりも小さくなるとはいえ、クロストークのない画像化領

域が生じるようなやり方で実行することができる。次いで、例えば図１０（ｄ）に示されているように、（例えばノイズアーチファクトのない所望のサンプルの画像を有するために）クロストークノイズが載った領域をデジタル的手法でクロッピングし、プローブの真の物理深さを反映するようにカテーテルプローブの位置を調整することができる。使用可能なＦＯＶが低減する可能性があるが、１つまたは複数の実施形態では、予想されるクロッピングされた領域を所望のＦＯＶにプラスしたものに等しいＦＯＶから始めることによって、そのような状況が補償される。ＤＣアーチファクトがあった位置であり、適切な数の画素がある位置に、黒の画素を置くことによって、クロッピングされた画像を、サンプルが正確な寸法で現れるようにさらに調整することができる。１つまたは複数の実施形態では、追加された画素は、画像の全体と同じカラーマップに表示されたより低い強度範囲を表すような画素である。追加される画素は、画像の背景と同様の特性（例えばノイズ、スペックルなど）を有するような画素とすることができる。追加される画素の数は、ある寸法のカテーテルが使用される場合に、画像から測定された実際のサイズが、カテーテルの物理的な実寸法を反映するような数とすることができる。

【００５８】

図１１（ａ）～図１１（ｆ）は、同じＭＭＯＣＴシステムおよび上で説明した回転ＤＣＦカテーテルプローブを使用して取得された、図４（ａ）～図５（ｄ）の上述の方法（図１１（ａ）および図１１（ｄ）参照）、複素共役法（図１１（ｂ）および図１１（ｅ）参照）、およびシフト法（図１１（ｃ）および図１１（ｆ）参照）の比較を示し、図１１（ａ）～図１１（ｃ）は極座標系で表示されており、図１１（ｄ）～図１１（ｆ）は、デカルト座標系で表示されている。図１１（ａ）～図１１（ｆ）は、回転ＤＣＦカテーテルを使用する血管内ＯＣＴシステムを使用して取得された、管状血管組織を模した模型の画像である。見て分かるとおり、図４（ａ）～図５（ｄ）の上述の方法を使用して得られた結果は、画像の相当な部分と完全に重なった相当なクロストークを示している（図１１（ａ）および図１１（ｄ）参照）。シフト法では、クロストークノイズが、画像の望まれていない部分に完全に含まれており（図１１（ｂ）および図１１（ｅ）参照）、図１１（ｅ）に示されているようにデジタル的手法で除去されている。他方の複素共役法は、完全に除去されたクロストークノイズを示しており、（図１１（ｃ）および図１１（ｆ）参照）ＤＣノイズは、画像ＦＯＶの終端エッジに押しやられている。

【００５９】

図２に示されているように、カテーテル１２０は、シース１２１内に配する、または配置することができる。シース１２１は、透明または半透明とすることができ、押出し成形されたものとすることができ、単層または多層とすることができる。１つまたは複数の実施形態では、シース１２１は、限定はされないが、ＯＣＴ針、ＯＣＴカプセルなどの任意の用途のプローブとともに使用される。カテーテル１２０がシース１２１とともに使用されているのは、例示が目的であり、任意のプローブまたはカテーテルを、シース１２１および／または本明細書で論じられているＯＣＴ技法とともに使用することができる。

【００６０】

本開示の１つまたは複数のさらなる態様によれば、本明細書に開示されたクロストークの除去または軽減のＯＣＴ技法とともにベンチトップシステムが利用される。図１２Ａは、クロストークの除去または低減のＯＣＴ技法を利用することができる、眼科用途向けなどのベンチトップ用システムの一例を示す。光源１０１から光が送られ、偏向セクション１０８によって分割されて参照アーム１０２およびサンプルアーム１０３に進む。参照ビームは、長さ調整セクション９０４を通過し、参照アーム１０２の（図１に示された参照ミラーまたは参照反射１０５などの）参照ミラーから反射され、一方、サンプルビームは、（例えばＰＩＵ１１０およびカテーテル１２０を介して）サンプルアーム１０３のサンプル１０６から反射されまたは散乱する。一実施形態では、両ビームが偏向セクション１０８で結合し、干渉縞を発生させる。１つまたは複数の実施形態では、これらのビームがコンバイナ９０３に進み、コンバイナ９０３は、サーキュレータ９０１および偏向セクション１０８によって両ビームを結合し、結合したビームは、（１つまたは複数の検出器１

０７などの）１つまたは複数の検出器に送られる。この干渉計の出力は、１つまたは複数の検出器１０７などの１つまたは複数の検出器によって連続的に取得される。このアナログ電気信号は、限定はされないが、コンピュータ１２００（図１２Ａ参照。後にさらに論じる図１３にも示されている）、コンピュータ１２００’（例えば後にさらに論じる図１４参照）などのコンピュータによって分析するためにデジタル信号に変換される。

【００６１】

本開示の１つまたは複数のさらなる態様によれば、本明細書に開示されたクロストークの除去または軽減のＯＣＴ技法とともに別の１つまたは複数のシステムが利用される。図１２Ｂは、クロストークの除去または低減ＯＣＴ技法を利用することができる、眼科用途向けのシステムの一例１００”を示す。光源１０１から光が送られ、ＯＣＴ画像化エンジン１５０の内側に位置する偏向セクション１０８（例えばビームスプリッタまたは本明細書で論じられている他の偏向セクションもしくは被偏向セクション）によって分割されて参照アーム１０２およびサンプルアーム１０３に進む。１つまたは複数の実施形態では、ＯＣＴ画像化エンジン１５０は、さらに、（偏向セクション１０８を収容しまたは含む）ＯＣＴ干渉計１５１と、掃引光源エンジン１５２とを含む。参照ビームは、（図１にも示されている参照ミラーまたは参照反射１０５などの）参照ミラーの距離を変化させるように動作することができる長さ調整セクション９０４を通過することができ、参照アーム１０２の参照反射１０５から反射され、一方、サンプルビームは、サンプルアーム１０３のサンプル１０６から反射されまたは散乱する。一実施形態では、両ビームが偏向セクション１０８で結合し、干渉縞を発生させる。１つまたは複数の実施形態では、結合したビームは、１つまたは複数の検出器に送達される。干渉計１５１の出力は、１つまたは複数の検出器１０７などの１つまたは複数の検出器によって連続的に取得される。このアナログ電気信号は、限定はされないが、コンピュータ１２００（図１２Ｂ参照。後にさらに論じる図１３にも示されている）、コンピュータ１２００’（例えば後にさらに論じる図１４参照）などのコンピュータによって分析するためにデジタル信号に変換される。１つまたは複数の実施形態では、本明細書で論じられているようにサンプルビームがサンプル１０６から反射されまたは散乱するように、サンプルアーム１３０は、ＰＩＵ１１０およびカテーテル１２０を含む。１つまたは複数の実施形態では、カテーテル１２０（またはカテーテル１２０の１つもしくは複数の構成要素）のプルバック動作を制御するため、および／またはカテーテル１２０（またはカテーテル１２０の１つもしくは複数の構成要素）の回転もしくはスピンを制御するために、ＰＩＵ１１０は、１つまたは複数のモータを含む。例えば、ＰＩＵ１１０は、プルバックモータ（ＰＭ）およびスピンモータ（ＳＭ）を含むことができ、および／または、プルバックモータＰＭおよび／もしくはスピンモータＳＭを使用してプルバックおよび／もしくは回転特徴を実行するように動作するモーション制御ユニット１１２を含むことができる。本明細書で論じられているとおり、ＰＩＵ１１０は、ロータリージャンクション（例えば図１２Ｂに示されたロータリージャンクションＲＪ）を含むことができる。サンプル１０６の１つまたは複数の映像または画像をカテーテル１２０が得ることができるように、ロータリージャンクションＲＪをスピンモータＳＭに接続することができる。コンピュータ１２００（またはコンピュータ１２００’）を使用して、プルバックモータＰＭ、スピンモータＳＭおよび／またはモーション制御ユニット１１２のうちの１つまたは複数を制御することができる。ＯＣＴシステムは、ＯＣＴエンジン１５０、コンピュータ（例えばコンピュータ１２００、コンピュータ１２００’など）、ＰＩＵ１１０、カテーテル１２０、モニタなどのうちの１つまたは複数を含むことができる。ＯＣＴシステムの１つまたは複数の実施形態は、限定はされないが、血管系（ａｎｇｉｏ　ｓｙｓｔｅｍ）、外部ディスプレイ、１つまたは複数の病院ネットワーク、外部記憶媒体、電源、ベッドサイドコントローラ（これは例えばＢｌｕｅｔｏｏｔｈ技術または知られている他の無線通信法を使用してＯＣＴシステムに接続されていてもよい）などの１つまたは複数の外部システムと相互作用する。

【００６２】

本明細書においてそうではないと論じられていない限り、同様の符号は同様の要素を示

す。例えば、クロストークノイズを低減させまたは除去するために使用されているＯＣＴ法に応じて、参照反射１０５（および／または参照アーム１０２）の位置間には変動または差が存在するが、限定はされないが、偏向セクション１０８または偏向セクション１０８の他の構成要素など、それらの１つまたは複数の特徴は互いに同じまたは同様であることがある。システム１００および／またはシステム１００の１つもしくは複数の要素（例えば、偏向セクション１０８、参照アーム１０２、サンプルアーム１０３など）は、上で論じたシステム１００’および／もしくはシステム１００”ならびに／またはシステム１００’および／もしくはシステム１００”の同様の符号の要素、あるいは後に本明細書でさらに論じる同様の符号の追加の要素と同じまたは同様の方式で動作することができることを当業者は理解するであろう。システム１００’および／またはシステム１００’の同様の符号の１つまたは複数の要素（例えば、偏向セクション１０８、参照アーム１０２、サンプルアーム１０３など）の他の代替実施形態は、本明細書で論じられているとおり他の変形実施形態を有するが、限定はされないが、システム１００および／もしくはシステム１００”などの本明細書で論じられている他の任意のシステムの同様の符号の要素または本明細書で論じられているカテーテル１２０と同じまたは同様の方式で動作することができることを当業者は理解するであろう。実際、上述のとおり、システム１００、１００’および１００”の間にはある違いが存在するが、システム１００、１００’および１００”の間には多くの類似性がある。

【００６３】

電力を計算し、および／またはクロストークを除去し、低減させ、もしくは最小化する、多くのデジタルおよびアナログ的手法が存在する。少なくとも１つの実施形態では、本明細書に記載されたＯＣＴ装置、システム、方法および／または記憶媒体の制御および監視に、１台の専用コンピュータが使用される。

【００６４】

コンピュータシステム１２００のさまざまな構成要素が図１３に示されている。コンピュータシステム１２００は、中央処理ユニット（「ＣＰＵ」）１２０１、ＲＯＭ１２０２、ＲＡＭ１２０３、通信インタフェース１２０５、ハードディスク（および／または他の記憶装置）１２０４、スクリーン（またはモニタインタフェース）１２０９、キーボード（または入力インタフェース。キーボードに加えてマウスまたは他の入力装置を含むこともできる）１２１０、および（例えば図１３に示されている）上述の構成要素のうちの１つまたは複数の構成要素間のバスまたは他の接続線（例えば接続線１２１３）を含むことができる。さらに、コンピュータシステム１２００は、上述の構成要素のうちの１つまたは複数の構成要素を備えることができる。例えば、コンピュータシステム１２００は、ＣＰＵ１２０１、ＲＡＭ１２０３、（通信インタフェース１２０５などの）入力／出力（Ｉ／Ｏ）インタフェース、およびバス（このバスは、コンピュータシステム１２００の構成要素間の通信システムとして１本または数本の線１２１３を含むことができる。１つまたは複数の実施形態では、コンピュータシステム１２００および少なくともコンピュータシステム１２００のＣＰＵ１２０１が、１本または数本の線１２１３を介して、本明細書において上で論じたシステム１００などのシステムの上述の１つまたは複数の構成要素と通信する）を含むことができ、１つまたは複数の他のコンピュータシステム１２００は、上述の他の構成要素の１つまたは複数の組合せを含むことができる。ＣＰＵ１２０１は、記憶媒体に記憶されたコンピュータ実行可能命令を読み出し、実行するように構成されている。このコンピュータ実行可能命令は、本明細書に記載された方法および／または計算を実行するための命令を含むことができる。システム１２００は、ＣＰＵ１２０１の他に１つまたは複数の追加のプロセッサを含むことができ、ＣＰＵ１２０１を含むこのようなプロセッサを、クロストークの低減または除去に使用することができる。システム１２００はさらに、ネットワーク接続を介して（例えばネットワーク１２０６を介して）接続された１つまたは複数のプロセッサを含むことができる。ＣＰＵ１２０１、およびシステム１２００によって使用される追加のプロセッサは、同じ電気通信ネットワーク内または異なる電気通信ネットワーク内に位置することができる（例えばクロストークの低減または除

去の実行を遠隔操作で制御することができる）。
【００６５】
Ｉ／Ｏまたは通信インタフェース１２０５は、入力および出力装置に通信インタフェースを提供する。入力および出力装置は、光源１０１、分光計、マイクロホン、通信ケーブルおよびネットワーク（有線または無線）、キーボード１２１０、マウス、タッチスクリーンまたはスクリーン１２０９、ライトペンなどを含むことができる。モニタインタフェースまたはスクリーン１２０９は、それに通信インタフェースを提供する。
【００６６】
本明細書で論じられているＯＣＴを介してクロストークの低減または除去を実行するための方法などの本開示の方法および／またはデータは、コンピュータ可読記憶媒体に記憶することができる。限定はされないが、ハードディスク（例えばハードディスク１２０４、磁気ディスクなど）、フラッシュメモリ、ＣＤ、光学ディスク（例えばコンパクトディスク（「ＣＤ」）、デジタルバーサタイルディスク（「ＤＶＤ」）、Ｂｌｕ－ｒａｙ（商標）ディスクなど）、光磁気ディスク、（ＲＡＭ１２０３などの）ランダムアクセスメモリ（「ＲＡＭ」）、ＤＲＡＭ、リードオンリーメモリ（「ＲＯＭ」）、分散型計算システムの記憶装置、メモリカードもしくはその他同種のもの（例えば、限定はされないが、不揮発性メモリカード、ソリッドステートドライブ、ＳＲＡＭなどの他の半導体メモリ）、これらの任意選択の組合せ、サーバ／データベースなどのうちの１つまたは複数などの、一般的に使用されているコンピュータ可読で、および／またはコンピュータが書込み可能な記憶媒体を使用して、上述のコンピュータシステム１２００のプロセッサまたはＣＰＵ１２０１などのプロセッサに、本明細書に開示された方法のステップを実行させることができる。このコンピュータ可読記憶媒体は、非一時的コンピュータ可読媒体とすることができ、および／またはコンピュータ可読媒体は、全てのコンピュータ可読媒体を含むことができ、唯一の例外は一時的な伝搬信号である。このコンピュータ可読記憶媒体は、限定はされないが、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、レジスタメモリ、プロセッサキャッシュなど、所定の期間もしくは限られた期間もしくは短い期間の間、および／または電力が存在するときにだけ情報を記憶する媒体を含むことができる。本開示の実施形態は、上述の実施形態のうちの１つもしくは複数の実施形態の機能を実行するために、記憶媒体（より完全にはこれを「非一時的コンピュータ可読記憶媒体」と呼ぶこともできる）に記録されたコンピュータ実行可能命令（例えば１つもしくは複数のプログラム）を読み出し、実行し、および／または上述の実施形態のうちの１つもしくは複数の実施形態の機能を実行するための１つもしくは複数の回路（例えば特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ））を含む、システムまたは装置のコンピュータによって実現することもでき、ならびに、例えば、上述の実施形態のうちの１つもしくは複数の実施形態の機能を実行するために、記憶媒体からコンピュータ実行可能命令を読み出し、実行し、および／または上述の実施形態のうちの１つもしくは複数の実施形態の機能を実行するようにこの１つもしくは複数の回路を制御することにより、システムまたは装置のコンピュータによって実行される方法によって実現することもできる。
【００６７】
本開示の少なくとも１つの態様によれば、限定はされないが、上述のコンピュータ１２００のプロセッサなどのプロセッサに関係した上述の方法、システムおよびコンピュータ可読記憶媒体は、図に示されたハードウェアなどの適当なハードウェアを利用して達成することができる。本開示の１つまたは複数の態様の機能は、図１３に示されたハードウェアなどの適当なハードウェアを利用して達成することができる。このようなハードウェアは、標準デジタル回路などの知られている技術のうちの任意の技術、ソフトウェアおよび／またはファームウエアプログラムを実行するように動作可能な知られているプロセッサのうちの任意のプロセッサ、プログラマブルリードオンリーメモリ（ＰＲＯＭ）、プログラマブルアレイロジックデバイス（ＰＡＬ）などの１つまたは複数のプログラム可能デジタル装置またはシステムを利用して実施することができる。ＣＰＵ１２０１（図１３に示されている）はさらに、１つもしくは複数のマイクロプロセッサ、ナノプロセッサ、１つ

もしくは複数のグラフィクス処理ユニット（「ＧＰＵ」。ビジュアル処理ユニット（「ＶＰＵ」）とも呼ばれる）、１つもしくは複数のフィールドプログラマブルゲートアレイ（「ＦＰＧＡ」）または他のタイプの処理構成要素を含むことができ、かつ／あるいは、１つもしくは複数のマイクロプロセッサ、ナノプロセッサ、１つもしくは複数のＧＰＵ、１つもしくは複数のＦＰＧＡまたは他のタイプの処理構成要素からなることができる。さらに、本開示のさまざまな態様は、ソフトウェアおよび／またはファームウエアプログラムによって実施することができ、このソフトウェアおよび／またはファームウエアプログラムは、適当な記憶媒体（例えばコンピュータ可読記憶媒体、ハードドライブなど）、または輸送可能性および／もしくは配布のための（フロッピーディスク、メモリチップなどの）媒体に記憶することができる。このコンピュータは、コンピュータ実行可能命令を読み出し、実行するための別々のコンピュータのネットワークまたは別々のプロセッサのネットワークを含むことができる。このコンピュータ実行可能命令は、例えばネットワークまたは記憶媒体からコンピュータに提供することができる。

【００６８】

上述のとおり、コンピュータまたはコンソールの代替実施形態１２００’のハードウェア構造が図１４に示されている。コンピュータ１２００’は、中央処理ユニット（ＣＰＵ）１２０１、グラフィカル処理ユニット（ＧＰＵ）１２１５、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）１２０３、ネットワークインタフェース装置１２１２、操作インタフェース１２１４、例えばユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）、およびメモリ、例えばハードディスクドライブまたはソリッドステートドライブ（ＳＳＤ）１２０７を含む。コンピュータまたはコンソール１２００’は、ディスプレイ１２０９を含むことが好ましい。コンピュータ１２００’は、操作インタフェース１２１４またはネットワークインタフェース１２１２を介して、ロータリージャンクション、モーション制御ユニットおよび／または１つもしくは複数のモータと接続することができる。１つまたは複数の実施形態では、コンピュータ１２００’などのコンピュータがＭＣＵを含む。操作インタフェース１２１４は、マウス装置１２１１、キーボード１２１０またはタッチパネル装置などの操作ユニットと接続されている。コンピュータ１２００’は、それぞれの構成要素を２つ以上含むことができる。あるいは、コンピュータ１２００、コンピュータ１２００’などのコンピュータの設計によっては、ＣＰＵ１２０１またはＧＰＵ１２１５の代わりに、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）または他の処理ユニットを使用することもできる。

【００６９】

ＳＳＤ１２０７にはコンピュータプログラムが記憶されており、ＣＰＵ１２０１は、そのプログラムをＲＡＭ１２０３にロードし、そのプログラムの中の命令を実行して、本明細書に記載された１つまたは複数のプロセス、ならびに基本的な入力、出力、計算、メモリ書込みおよびメモリ読出しプロセスを実行する。

【００７０】

コンピュータ１２００、１２００’などのコンピュータは、画像化を実行するために、ＰＩＵ１１０（ならびに／またはＰＩＵ１１０とともに使用されるロータリージャンクションおよび／もしくは少なくとも１つのモータ）、およびシステム１００、１００’、１００”などのシステムの１つまたは複数の他の構成要素と通信することができ、取得したデータから画像を構成または再構成する。モニタまたはディスプレイ１２０９は、構成された画像または再構成された画像を表示する。モニタまたはディスプレイ１２０９は、画像化する対象についての他の情報を表示することができる。モニタ１２０９はさらに、ユーザがＯＣＴシステム（例えばシステム１００、システム１００’、システム１００”など）を操作するためのグラフィカルユーザインタフェースを提供することができる。（例えば、限定はされないが、マウス装置１２１１、キーボード１２１０、タッチパネル装置などの）操作ユニットからコンピュータ１２００’の操作インタフェース１２１４に操作信号が入力され、その操作信号に対応して、コンピュータ１２００’は、画像化を設定、変更、開始または終了するよう、システム（例えばシステム１００、システム１００’、システム１００

”など）に命令する。レーザ源１０１および本明細書で論じられているシステムの他の構成要素は、ステータス情報および制御信号を送受信するためにコンピュータ１２００、１２００’と通信するためのインタフェースを有することができる。

【００７１】

本開示、ならびに／または本開示の装置、システムおよび記憶媒体の１つもしくは複数の構成要素、ならびに／または本開示の方法は、適当な光学アセンブリまたはＯＣＴプローブとともに使用することができ、この適当な光学アセンブリまたはＯＣＴプローブは、限定はされないが、Ｔｅａｒｎｅｙ他の米国特許第７，８７２，７５９号、８，２８９，５２２号および８，９２８，８８９号に開示されているものなど、１つまたは複数の生体構造物のマルチモダリティ顕微画像化を提供する装置および方法、Ｔｅａｒｎｅｙ他の米国特許第７，８８９，３４８号に開示されているものなど、光ルミネセンス画像化を容易にする装置および方法、ならびに米国特許９，３３２，９４２号、米国特許出願公開第２００９／０１９２３５８号、２０１０／００９２３８９号、２０１２／０１０１３７４号および２０１６／０２２８０９７号に開示された、マルチモダリティ画像化を対象とする開示を含む。これらの特許および特許出願公開はそれぞれ、その全体が参照によって本明細書に組み込まれている。

【００７２】

特定の実施形態に関して本明細書の開示を説明したが、それらの実施形態は単に本開示の原理および用途を例示しているだけであること（ならびにそれらの実施形態は本開示に限定されないこと）を理解すべきである。したがって、それらの例示的な実施形態には数多くの変更を加えることができること、および本開示の趣旨および範囲を逸脱しない他の構成を考案することができることを理解すべきである。そのような全ての変更ならびに等価の構造および機能を包含するように、添付の特許請求の範囲には最も幅広い解釈が与えられる。

【図面】

【図１】

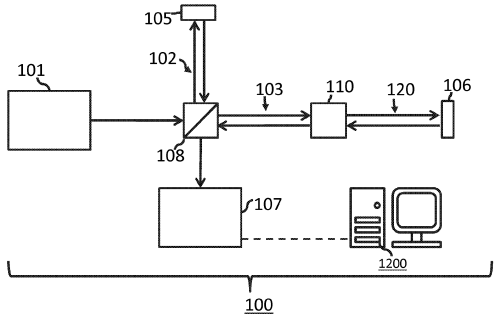


FIG. 1

【図２】

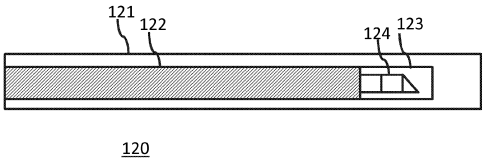


FIG. 2

【図３】

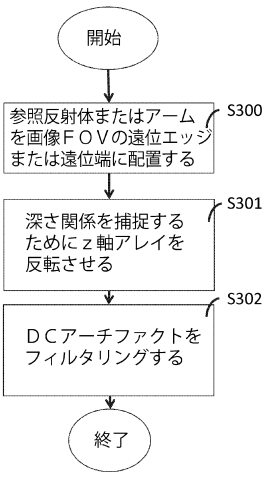


FIG. 3(a)

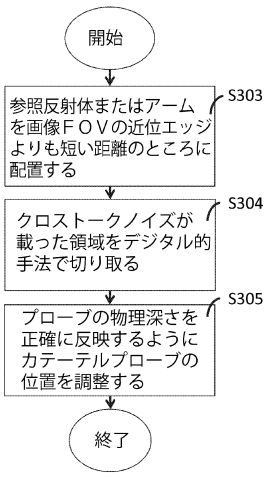


FIG. 3(b)

【図４】

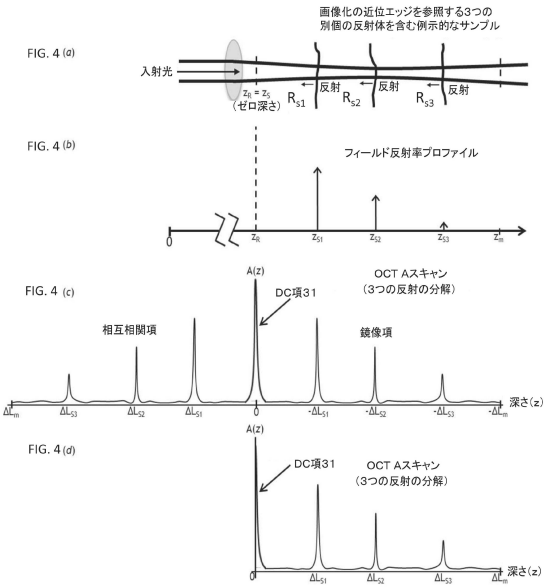


FIG. 4

【図５】

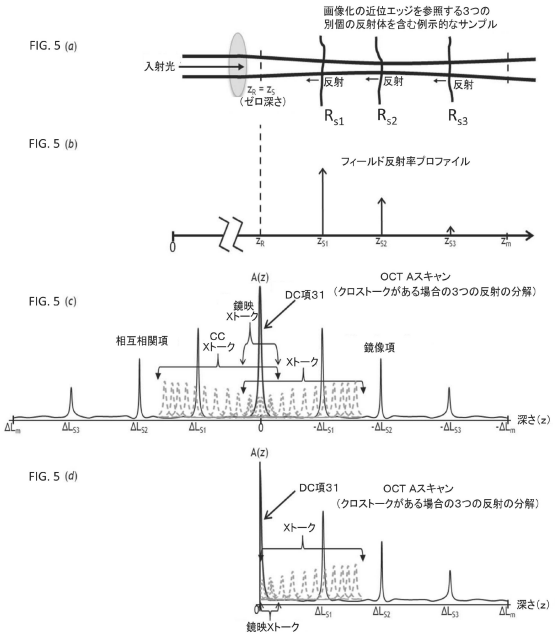


FIG. 5

【図６】

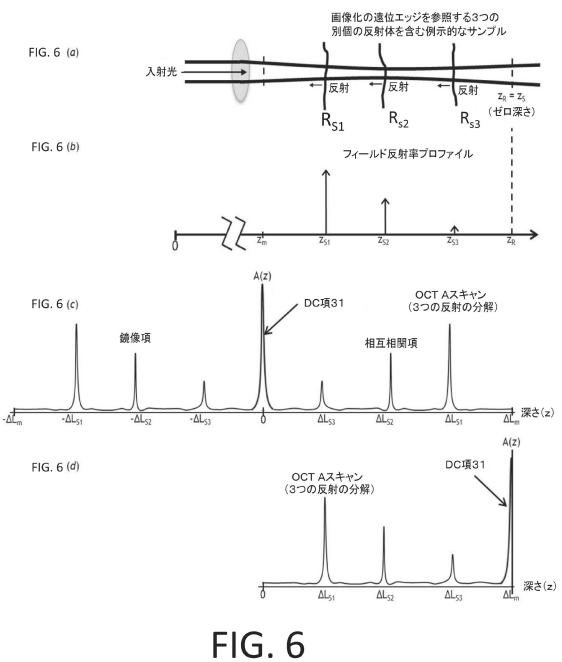


FIG. 6

【図７】

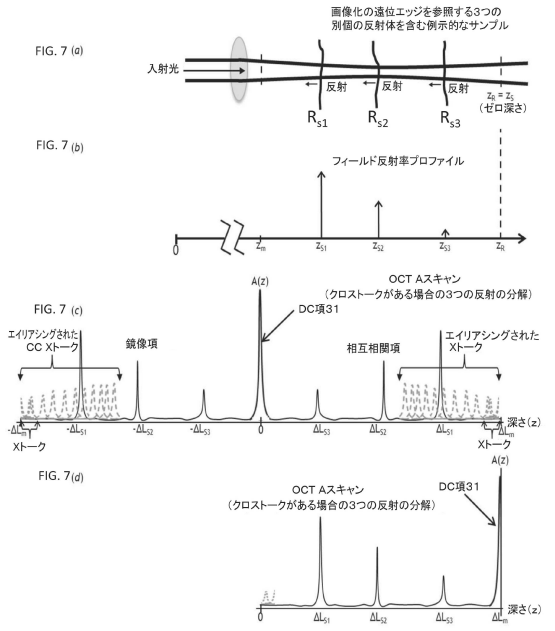


FIG. 7

【図８】

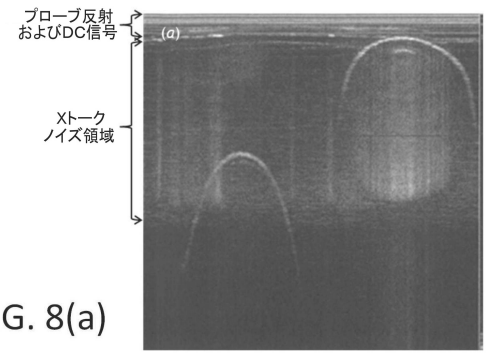


FIG. 8(a)

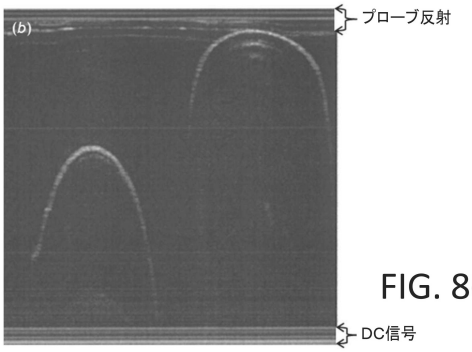


FIG. 8(b)

【図９】

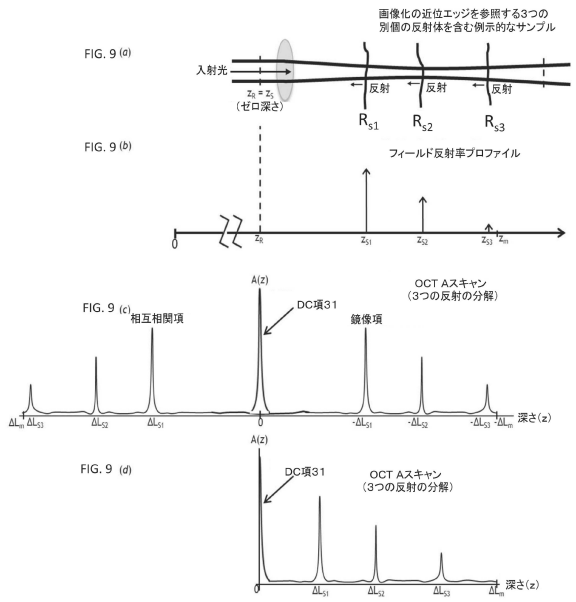


FIG. 9

【図１０】

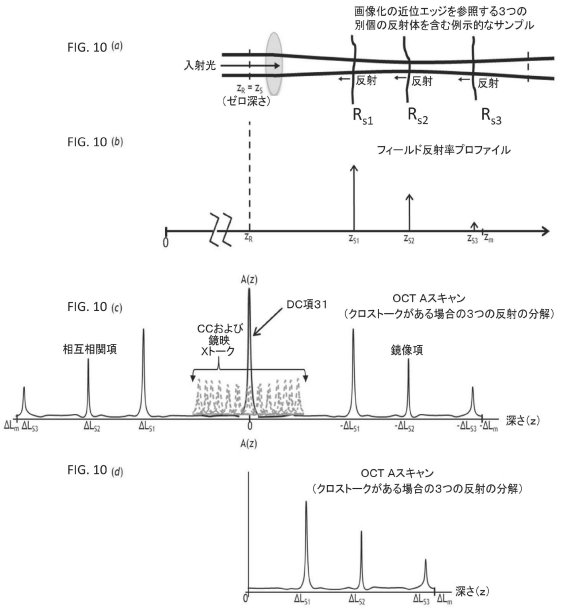


FIG. 10

【図１１】

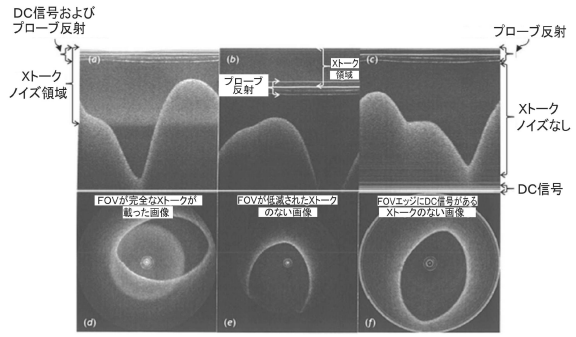


FIG. 11

【図１２】

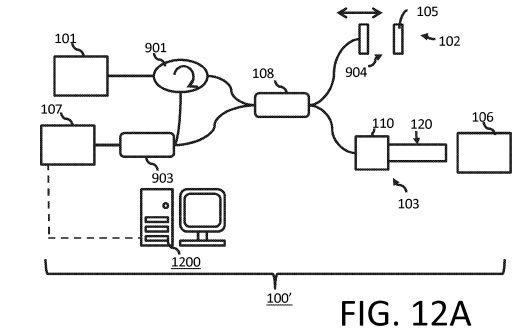


FIG. 12A

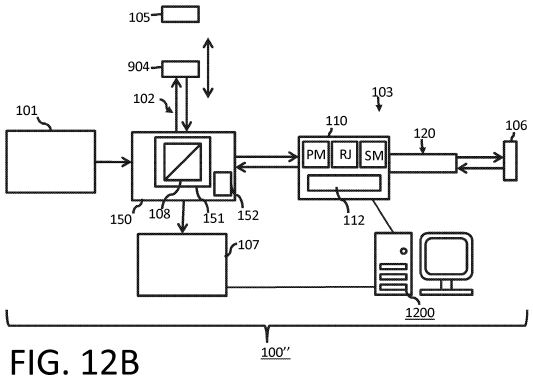


FIG. 12B

【図１３】

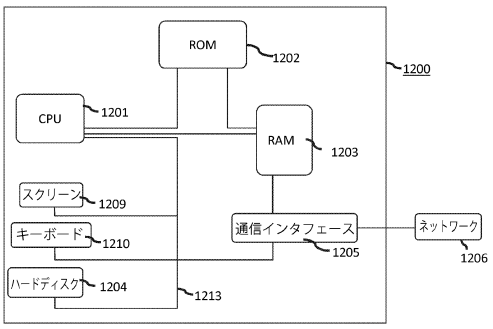


FIG. 13

【図１４】

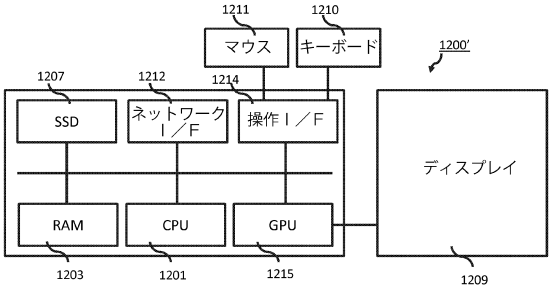


FIG. 14

フロントページの続き

早期審査対象出願

審判官　伊藤 幸仙
審判官　樋口 宗彦

(56)参考文献　特開２０１４－０７６４０３（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５１３２６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－７９６６０（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１２／１０１３７４（ＵＳ，Ａ１）
特表２０１５－５０６７７２（ＪＰ，Ａ）
米国特許第１０３２３９２６（ＵＳ，Ｂ２）
米国特許出願公開第２０１３／００３０７４（ＵＳ，Ａ１）
欧州特許出願公開第３１２７４７２（ＥＰ，Ａ１）
特開２０１４－８１３０１（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５２３１０４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01N 21/00 - 21/61
A61B 3/00 - 3/18
A61B 1/00 - 1/32
A61B 9/00 - 10/06