

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6334755号
(P6334755)

(45) 発行日 平成30年5月30日 (2018. 5. 30)

(24) 登録日 平成30年5月11日 (2018. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 1/04 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 5 3 0

A 6 1 B 1/06 (2006. 01)

A 6 1 B 1/06 6 1 1

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 5 1 2

G O 2 B 23/24 (2006. 01)

G O 2 B 23/24 B

H O 4 N 7/18 (2006. 01)

H O 4 N 7/18 M

請求項の数 14 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-18858 (P2017-18858)
 (22) 出願日 平成29年2月3日 (2017. 2. 3)
 (62) 分割の表示 特願2015-238784 (P2015-238784)
 の分割
 原出願日 平成21年3月18日 (2009. 3. 18)
 (65) 公開番号 特開2017-136373 (P2017-136373A)
 (43) 公開日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)
 審査請求日 平成29年3月6日 (2017. 3. 6)
 (31) 優先権主張番号 61/037, 514
 (32) 優先日 平成20年3月18日 (2008. 3. 18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 507278214
 ノバダック テクノロジーズ インコーポ
 レイテッド
 カナダ国 エル4 ダブリュ 4 ティー9
 オンタリオ ミシサーガ エクスプローラ
 ー ドライブ 5090 スイート 20
 2
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組み合わされたフルカラー反射および近赤外線画像化のための画像化システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N I R 画像およびフルカラー画像を獲得するための医用画像化システムであって、
 可視光および N I R 励起光をサンプル領域に提供するように構成されている光源と、
 画像センサを有するカメラであって、前記画像センサは、

N I R 励起光をブロックするバリアフィルタと、

積層アレイで配置されたセンサ画素とを含み、前記センサ画素は、

青色反射光を検出するように構成される第 1 のセンサ画素と、

緑色反射光を検出するように構成される第 2 のセンサ画素と、

前記サンプル領域から受光する N I R 蛍光を検出するように構成される第 3 のセン
 サ画素とを含み、前記第 3 のセンサ画素は前記画像センサの前記第 1 のセンサ画素と前記
 第 2 のセンサ画素と異なる層に配置されることを特徴とする医用画像化システム。

【請求項 2】

前記画像センサは、C M O S センサであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化シ
 ステム。

【請求項 3】

前記第 3 のセンサ画素は、赤色反射光を検知するように構成されることを特徴とする請
 求項 1 に記載の画像化システム。

【請求項 4】

前記センサ画素は、赤色反射光を検知するように構成される第 4 のセンサ画素をさらに

10

20

含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

【請求項 5】

前記第 1 のセンサ画素は第 1 の層に配置され、前記第 2 のセンサ画素は、第 2 の層に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

【請求項 6】

前記システムは、前記サンプル領域の N I R 画像及びフルカラー画像を生成するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

【請求項 7】

前記光源に提供される可視光源は、青色照射光、緑色照射光、および赤色照射光を含み、前記青色照射光は青色反射光として組織から反射され、前記緑色照射光は緑色反射光として組織から反射され、前記赤色照射光は赤色反射光として組織から反射されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

10

【請求項 8】

前記光源と前記カメラと信号通信するコントローラを含み、前記コントローラは、観察下の領域を連続的に前記青色照射光で照射し、前記観察下の領域を前記赤色照射光と前記 N I R 励起光で照射するように前記光源を制御し、前記赤色照射光と N I R 励起光の少なくとも 1 つは所定のタイミング方式にしたがって周期的にオンとオフに切り替えられ、

前記青色照射光に対応する第 1 の画像信号と、前記赤色照射光と前記 N I R 励起光に対応する第 2 の画像信号とを同時に取得し、

20

前記第 2 の画像信号から、前記赤色反射光と検知された N I R 光を前記所定のタイミング方式に基づいて決定するように構成されることを特徴とする請求項 7 に記載の画像化システム。

【請求項 9】

前記所定のタイミング方式は、前記赤色照射光と前記 N I R 励起光を交番することを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の画像化システム。

【請求項 10】

前記光源は、連続的なスペクトル範囲に渡って実質的に一定強度の可視光及び N I R 光を発光するように構成された発光体と、

時間的に連続する青色光と、時間的に不連続の赤色光及び不連続の N I R 光とを透過させる、前記発光体と観察下の領域との間に配置される複数のフィルタと、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

30

【請求項 11】

前記光源は、1 つ以上の固体源を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

【請求項 12】

前記青色照射光、前記緑色照射光、及び赤色照射光は、それぞれ青色 L E D、緑色 L E D、及び赤色 L E D により生成されることを特徴とする請求項 7 に記載の画像化システム。

【請求項 13】

前記画像化システムは、内視鏡として構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

40

【請求項 14】

前記カメラに検出される N I R 光は蛍光であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医用画像化に関し、詳細には、生態組織など、観察下の領域から、特に、内視鏡検査において使用するための可視光画像および近赤外線画像を取得するためのシステ

50

ムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近赤外線（NIR）画像化は、様々な臨床応用に関する文献において記述されてきた。典型的には、かかる画像化モダリティ（imaging modality）は、NIR内で吸光しおよび／または蛍光発光する造影剤（例えば、インドシアニンググリーン）を利用する。かかる造影剤は、疾患の検出のために、目標分子（例えば、抗体）に共役されることが可能である。造影剤は、標準の可視光画像化技術を用いて容易には見られない組織構造および組織機能（例えば、管内の血液／リンパ液／胆液の流れ）を画像化するために、静脈注射によってまたは皮下注射によって組織内に導かれることが可能である。

10

【0003】

臨床応用と無関係に、内視鏡NIR画像化装置は、実質的な特徴として、通常、複数の画像化モードを含む。例えば、内視鏡検査は、可視化およびナビゲーションの両方のために可視スペクトルカラーを利用し、NIR画像化を提供する内視鏡画像化装置は、通常、同時カラー画像を提供する。かかる同時画像化装置は、例えば、以下のように実現可能である。

【0004】

1つの従来の構成は、可視光およびNIR光のスペクトル分離を利用し、フルカラー画像信号およびNIR画像信号は、異なる色（例えば、赤、緑、および青）およびNIRスペクトルバンドに関する別々のセンサ、または異なるスペクトルバンド（例えば、赤、緑、青、およびNIR）に透過的なフィルタ要素を有する統合フィルタを備えた単一のカラーセンサを使用して、獲得する。したがって、かかる多様式のカラー画像化装置およびNIR画像化装置は、2つの画像化モードのそれぞれに専用のセンサまたはセンサ画素を提供する。不利なことに、これは、マルチセンサ実施における画像センサの数を増大し、または同じセンサ上で、特定のセンサ画素がNIR画像化専用であり、一方、その他のセンサ画素がカラー画像化のために利用されるとき、画像解像度を損なう。

20

【0005】

もう1つの従来の構成は、可視光およびNIR光の連続的な画像化のために、単一の白黒画像センサを利用する。対象は、それにより、それぞれのスペクトルバンドに関して別々の画像フレームが獲得されて、獲得された画像フレームから合成色画像およびNIR画像が生成された状態で、赤色スペクトルバンド、緑色スペクトルバンド、青色スペクトルバンド、およびNIRスペクトルバンドを用いて連続的に照射される。しかし、画像フレームが異なる時点で順次に獲得されるこの手法は、合成色画像内および合成NIR画像内に好ましくないモーションアーチファクト（motion artifact）（すなわち、色ぶちおよび「レインボー効果（rainbow effects）」）を生成する可能性がある。これらのアーチファクトは、獲得、すなわちフレームレートを、例えば、毎秒15フレーム（fps）を超えるように、例えば、90fps、または180fpsまで増大することによって緩和可能である。高いデータ転送速度のため、高解像度画像（例えば、200万画素）または大きなダイナミックレンジ（>10ビット）を有する画像に関して高いフレームレートを実現するのは困難であり、したがって、画像サイズおよび／または解像度を限定する。

30

40

【0006】

したがって、前述の不利点を未然に防ぎ、画像解像度を損なわずおよび／または好ましくないモーションアーチファクトをもたらさない、フルカラー可視光画像およびNIR光画像の同時獲得のためのシステムおよび方法を提供することが望ましいことになる。

【発明の概要】

【0007】

本発明の一態様によれば、NIR画像およびフルカラー画像の獲得のための方法は、連続的な青色／緑色光を用いて、観察下の領域を照射するステップと、赤色光およびNIR光を用いて、その観察下の領域を照射するステップとを含み、赤色光およびNIR光のう

50

ちの少なくとも1つは、周期的にオンとオフに切り替えられる。観察下の領域から戻る青色光、緑色光、赤色光、およびNIR光は、青色光、緑色光、および組み合わせられた赤色光/NIR光を別々に検出するように構成された、1つまたは複数のセンサに導かれる。赤色光スペクトル成分およびNIR光スペクトル成分は、切り替えられる赤色およびNIR光と同期して、組み合わせられた赤色光/NIR光の画像信号から別に決定される。観察下の領域のフルカラー反射画像は、青色光、緑色光、および赤色光からレンダリング(render)および表示されて、NIR画像は、同様に、NIR光からレンダリングおよび表示される。

【0008】

本発明のもう1つの態様によれば、NIR画像およびフルカラー画像を獲得するための画像化システムは、可視光およびNIR光を観察下の領域に提供する光源と、観察下の領域から戻された青色および緑色光、ならびに組み合わせられた赤色およびNIR光を別々に検出するように構成された、1つまたは複数の画像センサを有するカメラと、光源およびカメラと信号で通信するコントローラとを含む。このコントローラは、光源を制御して、青色/緑色光を用いて組織を連続的に照射して、赤色光およびNIR光を用いて観察下の領域を照射するように構成され、赤色光およびNIR光のうちの少なくとも1つは、カメラ内の赤色画像およびNIR画像の獲得と同期して、周期的にオンとオフに切り替えられる。

【0009】

このコントローラは、組み合わせられた赤色光およびNIR光を表すセンサ信号から赤色光スペクトル成分およびNIR光スペクトル成分を別々に決定するようにさらに構成される。この画像化システムは、青色光、緑色光、および別々に決定された赤色光スペクトル成分に対応する画像信号を受信して、そこから、観察下の領域のフルカラー可視光画像をレンダリングするディスプレイをさらに含む。このディスプレイは、別々に決定されたNIR光スペクトル成分も受信して、そこから、観察下の領域のNIR画像もレンダリングする。

【0010】

このビデオ画像化システムは、青色周波帯および緑色周波帯を連続的に画像化して、赤色周波帯を断続的に画像化するように構成された3つのセンサを備えたカラーカメラを使用することができ、これにより、連続的な高品質の輝度情報と、十分に連続的な完全彩度とを提供して、生態組織など、観察下の領域の高品質ビデオ画像を生み出す。かかる構成では、赤色画像センサは、時間的に多重化されて、赤色画像およびNIR画像の両方を獲得する(すなわち、赤色画像センサが、交番して、かつ、迅速に連続して、カラー画像に必要なカラー情報に関する赤色光およびNIR画像に必要な画像情報に関するNIR光の両方を画像化すること)が可能である。そのような時間的な多重化は、NIR照射(蛍光発光に関する励起)およびカラー画像化のための赤色光を提供するために使用される照射源に結合されること(かつ、その照射源と同期されること)が可能である。次いで、画像処理は、結果として生じる画像信号を適切に分離および処理するために利用される。

【0011】

本発明の実施形態は、以下の特徴のうちの1つまたは複数を含むことが可能である。観察下の領域は、赤色光およびNIR光を用いて交番して照射されることが可能であり、赤色光の持続期間は、NIR光を用いた照射の持続期間と異なってよく、好ましくは、当該持続期間よりも長くてよい。照射は、ビデオフィールドで、またはフレームレートで切り替えられることが可能である。

【0012】

画像センサによって捕捉され、赤色光スペクトル成分またはNIR光スペクトル成分に欠けるフィールドは、対応する赤色光スペクトル成分またはNIR光スペクトル成分を含む、時間的に隣接する画像フィールドから補間されることが可能である。一実施形態では、赤色光の不在時に取得されたNIR光スペクトル成分を、組み合わせられた赤色光/NIR光から除去して、分離した赤色光スペクトル成分を取得することが可能である。これは

10

20

30

40

50

、特に、検出されたN I R信号が赤色信号の強度に匹敵する強度を有するときに有利である。

【0013】

一実施形態では、光源は、連続的なスペクトル範囲を介して、実質的に一定強度の可視光およびN I R光を発光する発光体と、時間的に連続的な青色／緑色光ならびに時間的に不連続的な赤色光およびN I R光を透過させるように発光体と観察下の領域との間に配置された複数の可動フィルタとを含むことが可能である。

【0014】

もう1つの実施形態では、光源は、連続的なスペクトル範囲を介して、実質的に一定強度の可視光およびN I R光を発光する発光体と、可視光およびN I R光を青色／緑色光、赤色光、およびN I R光に分離するための第1のダイクロイック(dichroic)手段と、分離された赤色光およびN I R光を時間的に不連続的な赤色光および不連続的なN I R光に変換するためのシャッタ手段と、観察下の領域に透過するために、青色／緑色光、時間的に不連続的な赤色光、および時間的に不連続的なN I R光を組み合わせるための第2のダイクロイック手段とを含むことが可能である。

【0015】

さらにもう1つの実施形態では、光源は、実質的に一定強度の緑色光および青色光を発光する第1の発光体と、切り替えられる赤色光を生み出す第2の発光体と、切り替えられるN I R励起光を生み出す第3の発光体と、観察下の領域に透過するために、切り替えられる赤色光および切り替えられるN I R光を緑色光および青色光と組み合わせるためのダイクロイック手段とを含むことが可能である。切り替えられる赤色光およびN I R光は、シャッタまたはチョッパによって、赤色光およびN I R光の連続的な強度の光ビームを中断することによって生み出されることが可能である。あるいは、切り替えられる赤色光およびN I R光は、第2の発光体および第3の発光体を電氣的にオンとオフに切り替えることによって生み出されることが可能である。

【0016】

これらの画像センサは、インタレース(interlace)走査または順次走査を用いることが可能である。

【0017】

この画像化システムは、内視鏡を含むことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0018】

以下の図面は、決して限定ではなく、本発明の例示として理解されるべき、本発明のいくつかの例示的な実施形態を示す。

【図1】本発明の一実施形態による内視鏡システムを示す図である。

【図2a】図1の内視鏡システムと共に用いられることになるマルチモード光源の例示的な実施形態を示す図である。

【図2b】図1の内視鏡システムと共に用いられることになるマルチモード光源の例示的な実施形態を示す図である。

【図2c】図1の内視鏡システムと共に用いられることになるマルチモード光源の例示的な実施形態を示す図である。

【図2d】図1の内視鏡システムと共に用いられることになるマルチモード光源の例示的な実施形態を示す図である。

【図3a】3つのセンサを備えたカラーカメラによって用いられる例示的なダイクロイックプリズムを示す図である。

【図3b】図3aのダイクロイックプリズムによって分離されたスペクトル成分に関する光透過範囲を示す図である。

【図3c】励起光がカメラに入るのをブロックするノッチフィルタの光透過範囲を示す図である。

【図4】緑色／青色光を用いた連続的な照射および赤色／N I R光を用いた、交番する照

10

20

30

40

50

射のための第 1 の実施形態のタイミング図である。

【図 5】緑色 / 青色光を用いた連続的な照射および赤色 / N I R 光を用いた、交番する照射のための第 2 の実施形態のタイミング図である。

【図 6】緑色 / 青色 / N I R 光を用いた連続的な照射および赤色光を用いた、交番する照射のための第 3 の実施形態のタイミング図である。

【図 7】積層型の画像化層 (s t a c k e d i m a g i n g l a y e r) およびこれら層の対応するスペクトル感度を有する、例示的な C M O S センサを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

カラービデオ画像は、通常、別々の赤色画像センサ、緑色画像センサ、および青色画像センサが、赤色画素情報、緑色画素情報、および青色画素情報の同時の連続アレイを提供する、3つのセンサを備えたカラーカメラを用いて取得される。フルカラービデオ画像は、すべての3つのセンサからの画像情報を組み合わせることによって生成される。カラー忠実度（すなわち、真の演色）は、医用画像化応用において非常に重要であり、すべての3つのセンサは、完全な色情報を提供するために使用される。

【 0 0 2 0 】

しかし、ヒト組織のビデオ画像内の色情報および空間情報の相対的な重要性を理解するためには、輝度および彩度の点から、かかるビデオ画像内の情報を考慮することが有用である。輝度は、画像内の明るさ情報を指し、これは、観察者が形を認識することを可能にする空間的な細部を提供する情報である。したがって、輝度の空間解像度および時間解像度は、ビデオ画像品質の認識にとって極めて重要である。彩度は、ビデオ画像内の色情報を指す。彩度は、画像特徴の彩度内の細かな細部偏差が容易には認識されず、画像品質の評価全体において、かかる偏差は、結果として、輝度内の細かな細部偏差よりも重要性が低いという、人間の視覚の属性である。彩度情報のビデオ符号化がサブサンプリングされることが多いのはこのためである。

【 0 0 2 1 】

可視光を用いて取得されたヒト組織のビデオ画像において、組織の構造的細部は、主として、画像化された光の青色波長領域内および緑色波長領域内に含まれる。青色および緑色光は、組織表面から反射される傾向があり、赤色光は、組織内で大いに分散される傾向がある。結果として、赤色画像センサに達する細かい構造的細部は赤色光内にほんのわずかしかな存在しない。人間の視覚は、空間情報の大部分を可視スペクトルの緑色部分から受信すること、すなわち、緑色光情報は、輝度に偏って寄与することにも色彩科学から知られている。ガンマ補正された色成分から輝度を計算するための標準の公式は、 $Y' = 0.2126R' + 0.7152G' + 0.0722B'$ である。このため、ヒト組織のビデオ画像の赤色成分の空間補間および / または時間補間は、それらの画像内の細かい細部の認識に著しい影響を及ぼさない。

【 0 0 2 2 】

赤色光と同じように、N I R 光は、組織内で分散されて、N I R 画像特徴を、はっきりと画定させるのではなく、散漫に画定させる傾向がある。さらに、N I R 画像は、当該領域（すなわち、造影剤が局部集束した領域）を強調表示するが、全体的な視覚化情報またはナビゲーション情報を提供しないため、N I R 内視鏡画像化装置は、連続的なカラー画像、および N I R 画像情報の重ね合わせ表示またはサイドバイサイド表示を提供することが望ましい。かかる表示において、N I R 光は、観察者に提示される空間情報により少なく寄与することにもなる。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、色照射および N I R 照射の両方の透過に適した照射ガイド、例えば、光ファイバケーブル 17 によって、内視鏡 12 に接続された、視覚的照射および N I R 照射の両方を提供するマルチモード光源 11 と、内視鏡画像ガイドに取り付けられた、それぞれ、青色画像化、緑色画像化、および赤色 / N I R 画像化のための、3つの異なるセンサ 34、36、38（図 3 a を参照されたい）を有するとして例示されるカラーカメラ 13 と、照

10

20

30

40

50

射および画像の獲得を制御および同期するために、カメラ１３と光源１１とに接続されたカメラコントローラ１４とを含むＮＩＲ内視鏡画像化システム１０の例示的な実施形態を概略的に示す。コントローラ１４は、例えば、ケーブル１９によって、コントローラ１４に接続されたモニタ１５上の表示のために、獲得された可視画像およびＮＩＲ画像を処理することも可能である。画像は、ビデオレートなど、選択可能なフレームレートで、リアルタイムで獲得可能である。

【００２４】

図２ａ～２ｄは、様々な光源１１の例示的な実施形態の概略的な図を示す。例示される光源は、可視照射光を通常の色画像化モードで供給して、実質的に連続的なスペクトル分散を生み出すように構成される。この光源は、アーク灯、ハロゲンランプ、１つもしくは複数の固体源（例えば、ＬＥＤ、半導体レーザ）、またはそれらの任意の組合せであってよく、（例えば、バンドパスフィルタ、ＩＲフィルタなどを用いて）スペクトル的にフィルタリングまたは成形されることが可能である。連続的なスペクトルは、例えば、回転フィルタホイールを使用して、同時にまたは順次に原色（ＲＧＢ）として生み出されることが可能である。

【００２５】

本発明によるシステムでは、本発明のシステムと共に使用されることになる、下で詳細に記述される光源は、可視スペクトルの青色部分内および緑色部分内に連続的な、中断されない照射と、不連続的な赤色および／またはＮＩＲ光とを提供するように構成される。可視スペクトルの青色部分および緑色部分は、連続的な光源によって生み出された、または狭帯域光源（例えば、青色ＬＥＤおよび緑色ＬＥＤ）によって直接的に生み出された発光から光学的にフィルタリングされることが可能である。赤色およびＮＩＲ光は、アーク灯、ハロゲンランプ、固体源（例えば、赤色ＬＥＤおよびＮＩＲ ＬＥＤ、もしくはレーザ）、またはそれらの任意の組合せによって生み出されることが可能である。

【００２６】

次に図２ａを参照すると、一実施形態では、光源１１は、可視ＮＩＲ光発光を生み出す発光体２０２と、コリメータレンズ２０４と、赤色およびＮＩＲ光を交番して透過させ、緑色および青色光を連続的に透過させるフィルタホイールまたは往復フィルタホルダ２０８とを含む。あるいは、調整可能な電気光学フィルタまたは音響光学フィルタが使用可能である。フィルタリングされた光は、レンズ２０６によって光ガイド１７上に集束される。

【００２７】

光源１１ｂのもう一つの実施形態が、図２ｂにおいて概略的に例示される。光源１１ｂは、可視光およびＮＩＲ光発光を生み出す発光体２０２と、コリメータレンズ（collimating lens）２０４とを含む。ダイクロイックミラー２１２は、緑色／青色光を透過させて、赤色／ＮＩＲ光を別のダイクロイックミラー２１４に反射し、その別のダイクロイックミラー２１４は、ＮＩＲ光をＮＩＲミラー２１５に透過させて、赤色光を反射し、またはその逆を行う。緑色／青色光は、フィルタ２１３によってさらにバンドパスフィルタリングされることが可能である。反射された赤色およびＮＩＲ光は、例えば、（結合されて単一のチョッパホイールを形成することが可能な）チョッパホイール２１９ａ、２１９ｂによって刻まれて、次いで、ミラー２１６、２１７によって反映されて、ダイクロイックミラー２１８によって緑色／青色光と組み合わせられる、時間的に不連続的な照射を生み出す。組み合わせられた光は、次いで、既に述べたように、レンズ２０６によって光ガイド１７上に集束される。

【００２８】

図２ｃに概略的に例示された光源１１ｃのもう一つの実施形態では、発光体２０２ａは、コリメータレンズ２０４ａによって視準された緑色および青色光発光を生み出す。同様に、別々の発光体２０２ｂ、２０２ｃは、対応するコリメータレンズ２０４ｂおよび２０４ｃによって視準された、それぞれの赤色光発光およびＮＩＲ光発光を生み出す。図２ｂの実施形態のように、赤色およびＮＩＲ光は、例えば、（組み合わせられて単一のチョッパ

10

20

30

40

50

ホイールを形成することが可能な) チョップパホイール 219a、219b によって刻まれて、次いで、ダイクロイックミラー 222、228 によって、緑色/青色照射と組み合わせられる、時間的に不連続的な照射を生み出す。組み合わせられた光は、次いで、既に述べたように、レンズ 206 によって光ガイド 17 上に集束される。

【0029】

図 2d に概略的に例示された光源 11d のさらに別の実施形態では、発光体 202a は、既に述べたように、コリメータレンズ 204a によって視準された緑色および青色光発光を生み出す。しかし、図 2c の実施形態と異なり、別々の発光体 202d、202e は、この場合、電氣的に切り替えられて、制御されたタイミングで赤色光発光および N I R 光発光を生み出す。例えば、赤色光源および N I R 光源 202d、202e は、適切な、好ましくは電子的なスイッチを用いて、迅速にオンとオフに変えることができる、LED または半導体レーザなど、固体光源であってよい。図 2c を参照して上で記述されたように、赤色および N I R 照射は、対応するコリメータレンズ 204b および 204c によって視準されて、ダイクロイックミラー 222、228 によって緑色/青色照射と組み合わせられる。次いで、組み合わせられた光は、既に述べたように、レンズ 206 によって光ガイド 17 上に集束される。

【0030】

交番する赤色および N I R 照射は、赤色画像および N I R 画像が、内視鏡の赤色および N I R 照射と同期して、カメラによって獲得されるように、3 つのセンサを備えたカメラの画像獲得と同期される。

【0031】

図 3a は、図 1 の 3 つのセンサを備えたカメラ 13、特に、赤色/N I R、緑色、および青色光をそれぞれ 3 つの異なる画像センサ 34、36、および 38 に導くために使用される光学ビームスプリッタをより詳細に示す。N I R 蛍光応用では、カメラは、励起バンドブロックフィルタ 32 も含むことが好ましい。このビームスプリッタは、例えば、複数のダイクロイックプリズム、キューブスプリッタ、プレートスプリッタ、またはペリクルスプリッタ (p e l l i c l e s p l i t t e r) で作られることが可能である。図 3b は、図 3a による内視鏡から受信された光の分光組成を示す。図 3c は、可視 N I R スペクトル範囲内におけるその他の波長を透過させる間に、励起光の透過をブロックするノッチフィルタ 31 として実現される、励起バンドブロックフィルタ 32 を介して透過した光の分光組成を例示する。このフィルタ 32 の透過特性は、カラー画像を劣化させる可能性がある、可視スペクトルを中断する、所望されない N I R 波長もブロックするように設計されることが可能である。

【0032】

図 4 は、例えば、3 つのセンサを備えたカメラを使用した、同時カラー N I R 画像化モードの第 1 の例示的な実施形態に関するタイミング図を示す。この実施形態では、カメラセンサは、動作の円滑な表示のための空間解像度および時間解像度の有利な組合せを表すインタレース読み出しフォーマットを利用する。図 2a ~ 2d に例示された光源のいずれかがこの実施形態と共に使用可能である。光源は、連続的な青色/緑色照射と、交番して赤色および N I R 照射とを提供する。ハーフフレームは、画像センサ上に交番して露出される。すなわち、偶数ラインを有する第 1 のフィールド (ハーフフレーム) が奇数ラインを有する第 2 のフィールド (ハーフフレーム) と交番する。30 f p s のフルフレームレートを示す、図 4 のタイミング図では、1 つのフィールド期間 (16.7 m s) は N I R 照射を提供し、その後、赤色照射の 2 つのフィールド期間 (33.3 m s) が続く。すなわち、サンプルまたは組織は、2 つのフィールド期間 (33.3 m s) の間にフルスペクトルカラー (R G B) を用いて照射され、第 3 のフィールド期間の間に G B および N I R を用いて照射される。フルカラーの可視画像を再構成するために、欠けている赤色情報は、N I R 照射を有するフィールドに隣接するフィールド同士の間で補間される。青色および緑色画像情報は常に利用可能であり、それにより、最適かつ連続的な輝度情報を提供する。N I R 画像は、それぞれのハーフフレーム内で第 6 番目のフィールドごとに生成され

、欠けているラインは空間的に補間される。蛍光フィールドが表示されるとき、画像は、表示された画像が偶数ラインおよび奇数ラインの間で補間された状態で、3つのフィールドごとに更新される。

【0033】

すべての図面で、「IR」という用語は、「NIR」の代わりに、または「NIR」と交換可能に使用される。

【0034】

カラー画像データおよびNIR画像データが処理されると、信号はビデオモニタに送出され、2つの別々の同時視像（1つはカラー、もう1つは蛍光）として、または（例えば、その組織内で自然に発生している色と対照をなす色を蛍光信号に割り当てることによって）組み合わせられたカラーおよび蛍光画像信号として表示されることが可能である。

10

【0035】

図5は、同時カラーNIR画像化モードの第2の例示的な実施形態に関するタイミング図を示す。この実施形態では、カメラセンサは、順次走査センサ読出しフォーマットを利用し、それぞれのフィールド期間の間に（G/B/RがG/B/NIRと交番して）完全なフレームが読み出される。図2a～2dで例示される光源のいずれかが、この実施形態と共に使用可能である。光源は、連続的な青色/緑色照射、および交番する赤色およびNIR照射を提供する。図5のタイミング図では、1つのフィールド期間（16.7ms）は、NIR照射を提供し、その後に、赤色照射の1つのフィールド期間（16.7ms）が続く。すなわち、サンプルまたは組織は、1つのフィールド期間（16.7ms）の間にフルスペクトルカラー（RGB）を用いて照射され、第3のフィールド期間の間にGBおよびNIRを用いて照射される。この場合、完全な可視スペクトルカラー画像は、1つおきのフレーム内のすべての画素で利用可能である。交番するフレームでは、青色および緑色情報は直接的に獲得され、一方、赤色情報は、隣接するフレーム同士の間で補間される。図4の実施形態と異なり、空間補間は求められない。さらなる画像処理および表示は、これまでの実施形態で記述されたのと同じように実現されることが可能である。

20

【0036】

図6は、第3の例示的な実施形態に関するタイミング図を示し、緑色/青色照射およびNIR照射は両方とも連続的であり、一方、赤色照射だけが変調される。図4の実施形態のように、ハーフフレームは、画像センサ上に交番して露出される。すなわち、偶数ラインを有する第1のフィールド（ハーフフレーム）が、奇数ラインを有する第2のフィールド（ハーフフレーム）と交番する。30fpsのフルフレームレートを示す、図6のタイミング図では、1つのフィールド期間（16.7ms）は、（NIR+GB）照射を提供し（赤色照射がオフに切り替えられ）、その後に、（NIR+RGB）の2つのフィールド期間（33.3ms）が続く。NIR画像信号が、赤色反射信号と比較して小さい場合、NIR画像信号は、視覚（RGB）画像全体に著しい影響を及ぼさないことになり、結果として、カラー画像は、補正なしに、従来のカラー画像処理によって生成されることが可能である。そうでない場合、赤色照射がオフに切り替えられたとき、赤色画像チャンネル内で取得されたNIR寄与は、図6のタイミング図において最後のラインから2番目に示されるように、赤色画像信号を取得するために、空間的補間および時間補間によって（NIR+R）画像データから除去されることが可能である。あるいは、図5に例示されたものと類似の順次走査画像センサ読出しを有するセンサは、交番するフレーム内でRGBおよび（RGB+IR）画像獲得と共に使用されることが可能である。

30

40

【0037】

さらにもう1つの例示的な実施形態（図示せず）では、緑色/青色照射、および赤色照射は連続的であり、一方、NIR照射は変調される。このタイミング方式は、赤色画像信号およびNIR画像信号がほぼ同じ大きさを有する場合、最も良好に適用可能である。この実施形態では、光源は、完全な可視スペクトルを有する中断されない照射と、NIR光を有する断続的な照射とを提供する。タイミング図は、NIR照射と赤色照射とが交換された状態で、図6に示された図と本質的に同じである。断続的なNIR照射は、インタレ

50

ースカメラの場合、第3番目のフィールドごとに同時に起こるように同期され、順次走査カメラの場合、1つおきのフィールドごとに同時に起こるように同期される。NIR照射が提供されるすべてのフィールドに関して、赤色画像センサは、 $(R + NIR)$ 画像信号を獲得することになる。NIR画像信号は、適切な先行する「赤色だけの」画像フィールドおよび後続の「赤色だけの」画像フィールドから赤色信号値を補間して、 $(R + NIR)$ 信号から赤色画像信号を除去することによって、 $(R + NIR)$ 画像信号から抽出可能である。赤色画像信号およびNIR画像信号は同じ大きさのものであるため、かかる補間および除去は、適度に正確なNIR画像信号値を提供することになる。カラー画像は、青色画像信号および緑色画像信号と組み合わせて、赤色画像信号に関して獲得および補間された値を使用して処理される。結果として生じるカラー画像情報およびNIR画像情報は、次いで、既に記述されたように、表示されるか、または記録されることが可能である。

10

【0038】

前述の実施形態のいずれかにおいて、NIR内視鏡画像化システムは、光源が、完全な可視スペクトルまたはNIRスペクトルを用いて連続的な照射を提供して、カメラが、連続的な形で対応するカラー画像またはNIR（吸光または蛍光）画像を獲得して、高い空間解像度を提供するように動作されることも可能である。結果として生じる、個々の（カラーまたはNIR）照射モード／画像化モードのいずれかのビデオ画像は、後で、表示および／または記録されることが可能である。

【0039】

前述の実施形態で記述されたように、カラーNIR画像化を実現することによって、画像解像度を損なわず、および／または好ましくないモーションアーチファクトをもたらさずに、ビデオレートでフルカラー可視光画像およびNIR光画像を獲得して、表示することが可能である。さらに、鋭角が可視フィールドを通して迅速に移動した結果として、何らかの残余色ぶち（例えば、赤色画像またはNIR画像の不連続的な獲得）が発生した場合、これらの比較的小さな影響は、最小追加処理時間を用いて、欠けている（赤色／NIR）ビデオフィールドを時間的に補間することによって緩和されることが可能である。

20

【0040】

本発明は、詳細に示され、記述された好ましい実施形態に関して開示されているが、それらに関する様々な修正形態および改善形態は、当業者に容易に明らかになるであろう。例えば、G／BおよびR／NIRに関する別々の画像センサ、またはRGB画像およびNIR蛍光画像に関する単一のカラーセンサを使用する代わりに、CMOS技術で実現される、カリフォルニア州、サンノゼのFoveon, Inc. から市販の積層画素（stacked pixel）設計を用いた、3色RGBセンサを備えた単一の直接的な画像センサが使用可能である。かかるセンサは、図7に概略的に例示される。このセンサ設計は、NIRに敏感な層を追加することによって、4色に拡張されることが可能である点を理解されよう。赤色画像、緑色画像、青色画像、およびNIR画像は、それにより、画像センサ内で異なる深度で獲得される。4層センサの場合、赤色およびNIR照射を多重化することは不要になる。しかし、3層センサの場合、赤色およびNIR照射は、3つのセンサを備えた従来のカメラに関して上で記述されたように、依然として、多重化される必要があることになる。NIR励起光をブロックするための適切なバリアフィルタは、蛍光画像化応用に関しても必要とされることになる。

30

40

【0041】

本発明は、詳細に示され、記述された現在の好ましい実施形態に関して例示され、記述されているが、本発明の趣旨および範囲から決して逸脱せずに、様々な修正および構造上の変更が行われることが可能であるため、示された詳細に限定されることが意図されない。これらの実施形態は、本発明の原理および実際の応用を説明し、それによって、当業者が、本発明、および企図される特定の使用に適した様々な修正を伴う様々な実施形態を最もよく利用することを可能にするために、選択され、記述された。

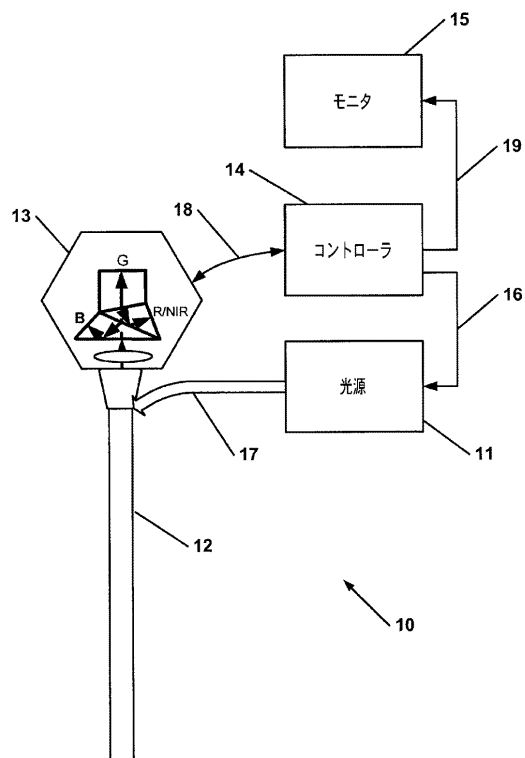
【0042】

新規なものとして特許請求され、特許証によって保護されることが望まれる範囲は、添

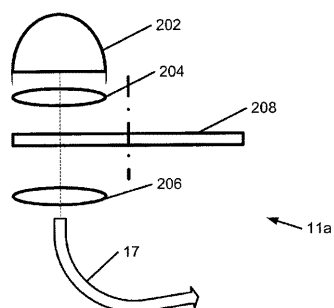
50

付の特許請求の範囲内で記載され、特許請求の範囲で列挙された要素の均等物を含む。

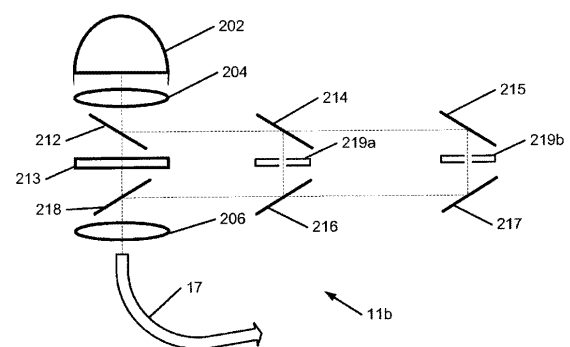
【図 1】



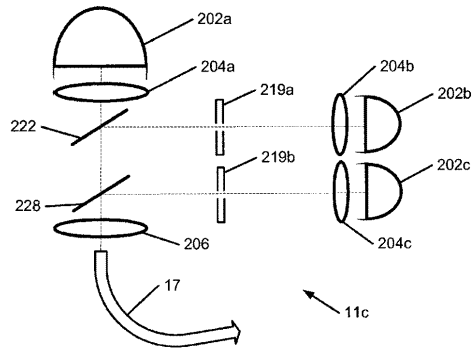
【図 2 a】



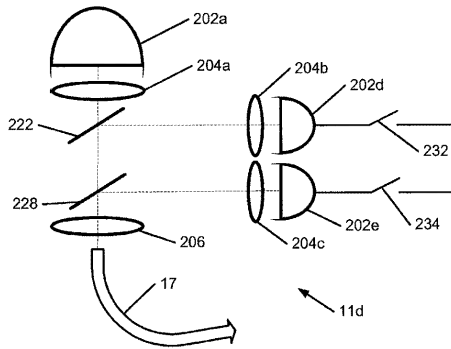
【図 2 b】



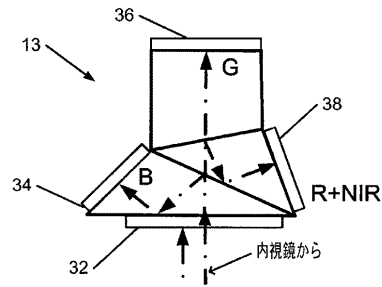
【図 2 c】



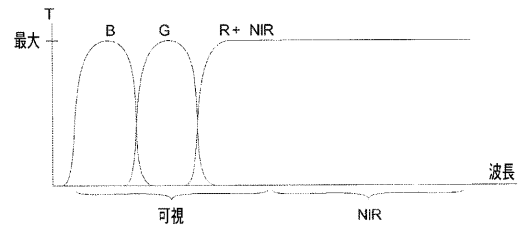
【図 2 d】



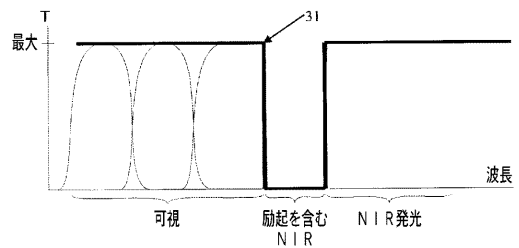
【図 3 a】



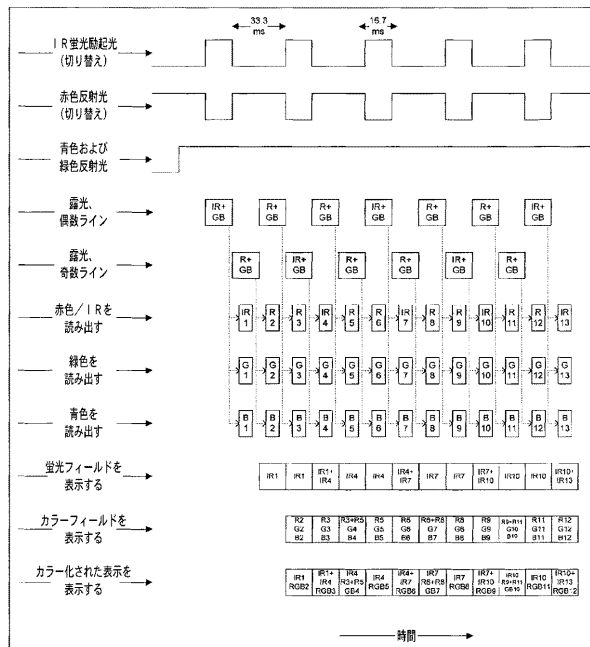
【図 3 b】



【図 3 c】

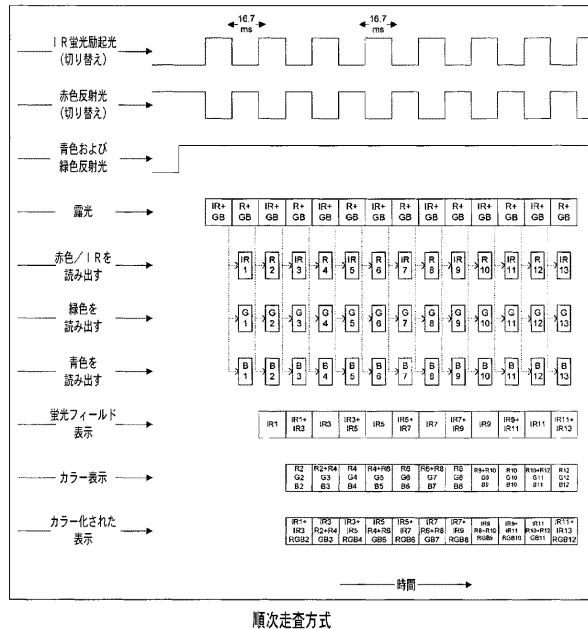


【図 4】

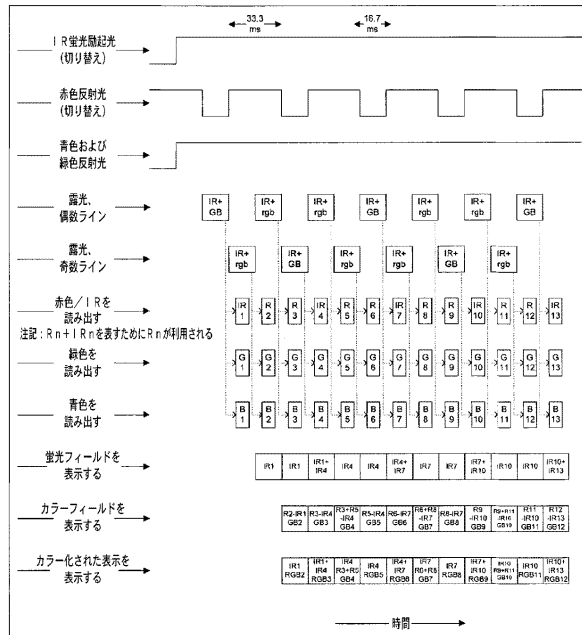


インタレース読み方式

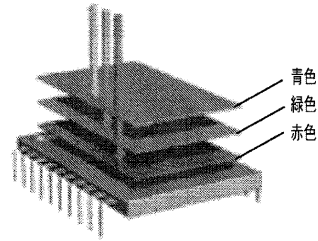
【図 5】



【 図 6 】



【圖 7】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 9/09 (2006.01) H 0 4 N 9/09 A
- (74)代理人 100130409
弁理士 下山 治
- (74)代理人 100146293
弁理士 西川 恵雄
- (74)代理人 100134474
弁理士 坂田 恭弘
- (74)代理人 100188857
弁理士 木下 智文
- (72)発明者 ジョン フェングラー
カナダ ブイ7ジー 2エル8 ブリティッシュ コロンビア ノース パンクーバー ラッセル
アベニュー 1181
- (72)発明者 ポール ウェストウィック
カナダ ブイ6イー 1ジェイ3 ブリティッシュ コロンビア パンクーバー ネルソン スト
リート 1169 ナンバー 408
- (72)発明者 アーサー イー. ベイリー
カナダ ブイ7ジェイ 2エス5 ブリティッシュ コロンビア ノース パンクーバー クレス
トリン プレイス 2826
- (72)発明者 ポール コットル
カナダ ブイ5ティー 2エス7 ブリティッシュ コロンビア パンクーバー イースト 15
アベニュー 1255 ナンバー 5

審査官 森川 能匡

- (56)参考文献 特開平10-151104(JP,A)
特開平02-049302(JP,A)
特開平10-201707(JP,A)
米国特許第06958862(US,B1)
Paul M. Hubel, John Liu, Rudolph J. Guttosch, Spatial frequency response of color image sensors: Bayer color filters and Foveon X3, Proceedings of SPIE, 2004年, Vol. 5301, p.402-406

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2

专利名称(译)	用于组合全色和近红外成像的成像系统		
公开(公告)号	JP6334755B2	公开(公告)日	2018-05-30
申请号	JP2017018858	申请日	2017-02-03
[标]申请(专利权)人(译)	诺瓦达克技术公司		
申请(专利权)人(译)	Nobadaku Technologies公司		
当前申请(专利权)人(译)	Nobadaku Technologies公司		
[标]发明人	ジョンフェングラー ポールウェストウィック アーサーイーベイリー ポールコットル		
发明人	ジョン フェングラー ポール ウェストウィック アーサー イー.ベイリー ポール コットル		
IPC分类号	A61B1/04 A61B1/06 A61B1/00 G02B23/24 H04N7/18 H04N9/09		
CPC分类号	A61B1/0005 A61B1/00186 A61B1/043 A61B1/045 A61B1/0638 A61B1/0646 A61B5/0062 A61B5/0071 A61B5/0075 A61B5/0086 A61B5/418 A61B1/00009 A61B1/00043 A61B1/00045 A61B1/00163 A61B1/04 A61B1/042 A61B1/06 A61B1/0669 G02B27/1013 G06T2207/10048 H04N5/33 H04N5/332 A61B5/7425		
FI分类号	A61B1/04.530 A61B1/06.611 A61B1/00.512 G02B23/24.B H04N7/18.M H04N9/09.A A61B1/04.370 A61B1/06.B		
F-TERM分类号	2H040/CA07 2H040/DA02 2H040/GA05 4C161/AA22 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/DD01 4C161/FF03 4C161/GG01 4C161/HH51 4C161/JJ17 4C161/LL03 4C161/MM04 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ03 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR03 4C161/RR04 4C161/RR14 4C161/RR15 4C161/RR18 4C161/RR26 4C161/WW01 4C161/WW15 4C161/WW17 5C054/AA01 5C054/CA04 5C054/CA05 5C054/CC07 5C054/CG08 5C054/EA01 5C054/FE09 5C054/FF02 5C054/GB01 5C054/HA12 5C065/AA04 5C065/AA06 5C065/BB13 5C065/BB38 5C065/CC01 5C065/DD19 5C065/EE06 5C065/FF05		
代理人(译)	大冢康弘 下山 治		
优先权	61/037514 2008-03-18 US		
其他公开文献	JP2017136373A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

获取NIR图像和全色图像的图像系统。 用于获取生态学组织，用于向被观察区域提供可见光和NIR光的光源11的NIR图像和全色图像的成像系统10中，从下观察区域返回的并且一个或多个图像传感器被配置为分别检测蓝色反射光，绿色反射光和组合的红色反射光/检测到的NIR光。源11和一个控制器14与相机13连通和信号控制光源11，使用所述时间上连续的蓝色/绿色照射光，并且使用红色照明光和NIR激励光，观察下为了照射该区域。至少红色照明光和NIR激励光，取得红色光图像和NIR光图像的照相机13和在同步中的一个，周期性地接通和关断。 点域1

(51) Int. Cl.			F I		
A 6 1 B	1/04	(2006. 01)	A 6 1 B	1/04	5 3 0
A 6 1 B	1/06	(2006. 01)	A 6 1 B	1/06	6 1 1
A 6 1 B	1/00	(2006. 01)	A 6 1 B	1/00	5 1 2
G O 2 B	23/24	(2006. 01)	G O 2 B	23/24	B
H O 4 N	7/18	(2006. 01)	H O 4 N	7/18	M

請求項の数 14 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-18858 (P2017-18858)	(73) 特許権者	507278214
(22) 出願日	平成29年2月3日 (2017. 2. 3)		ノバダック テクノロジーズ インコーポ
(62) 分割の表示	特願2015-238784 (P2015-238784)		レイテッド
	の分割		カナダ国 エル4ダブリュ 4 ティー9
原出願日	平成21年3月18日 (2009. 3. 18)		オンタリオ ミシサーガ エクスプローラ
(65) 公開番号	特開2017-136373 (P2017-136373A)		ードライブ S O 9 0 スイート 2 0
(43) 公開日	平成29年8月10日 (2017. 8. 10)		2
審査請求日	平成29年3月6日 (2017. 3. 6)	(74) 代理人	100076428
(31) 優先権主張番号	61/037, 514		弁理士 大塚 康徳
(32) 優先日	平成20年3月18日 (2008. 3. 18)	(74) 代理人	100115071
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組み合わせされたフルカラー反射および近赤外線画像化のための画像化システム