

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3782093号
(P3782093)

(45) 発行日 平成18年6月7日(2006.6.7)

(24) 登録日 平成18年3月17日(2006.3.17)

(51) Int. Cl.		F I			
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B	1/00	3 2 0 B
A 6 1 B	1/06	(2006.01)	A 6 1 B	1/06	A
A 6 1 B	5/07	(2006.01)	A 6 1 B	5/07	

請求項の数 7 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2005-156216 (P2005-156216)	(73) 特許権者	500277630
(22) 出願日	平成17年5月27日(2005.5.27)		ギブン・イメージング・リミテッド
(62) 分割の表示	特願2003-515138 (P2003-515138) の分割		イスラエル ヨクニーム 20692 イ ンダストリアル パーク ハカーメル ス トリート 2
原出願日	平成14年7月26日(2002.7.26)	(74) 代理人	100082005
(65) 公開番号	特開2005-288191 (P2005-288191A)		弁理士 熊倉 禎男
(43) 公開日	平成17年10月20日(2005.10.20)	(74) 代理人	100067013
審査請求日	平成17年6月1日(2005.6.1)		弁理士 大塚 文昭
(31) 優先権主張番号	60/307,603	(74) 代理人	100074228
(32) 優先日	平成13年7月26日(2001.7.26)		弁理士 今城 俊夫
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100086771
早期審査対象出願			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体内撮像のための嚥下可能カプセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体内撮像のための嚥下可能カプセルであって、

LED光源と、

1 画像あたりの撮像期間中において、光センサに一定量の光が収集されるかまたは30ミリ秒以下の最大発光時間内で設定された所定の制限時間が経過するかのいずれかの条件が充足されたとき、前記LED光源の動作を停止するように構成されているコントローラと、

胃腸管の画像を得るとともに、前記収集された光の量を示す信号を前記コントローラに送信する撮像器とを備えたことを特徴とする生体内撮像嚥下可能カプセル。

【請求項2】

前記コントローラは、前記撮像器からの信号に基づいて前記光の量を記録するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の生体内撮像嚥下可能カプセル。

【請求項3】

前記収集される光の量が累積的であることを特徴とする、請求項1に記載の生体内撮像嚥下可能カプセル。

【請求項4】

前記コントローラが、前記光センサからの信号に基づいて、前記反射した光の量を記録するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の生体内撮像嚥下可能カプセル。

10

20

【請求項 5】

送信機を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の嚙下可能カプセル。

【請求項 6】

前記 L E D 光源 が複数の個別の L E D を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の 生体内撮像嚙下可能カプセル。

【請求項 7】

前記 L E D 光源 は、複数の個別の L E D を含み、前記撮像器は、複数の個別の光センサを含み、複数の組の光センサの各々は、複数の組の個別の L E D の中の組と対にされ、前記コントローラは、光センサの組と L E D の組との対の各々に対し、前記 L E D の組を作動させて、前記光センサの組に反射した光の量を記録して、一定量の光が記録されると前記 L E D の組の動作を停止するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の 生体内撮像嚙下可能カプセル。

10

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

先行の仮出願

本出願は、2001年7月26日に出願されて「生体内撮像装置において照明または撮像器の利得を制御するための装置および方法 (APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING ILLUMINATION OR IMAGER GAIN IN AN IN-VIVO IMAGING DEVICE)」と題された先行の米国仮出願第 60 / 307, 603 号から利益を請求する。

20

【0002】

発明の背景

体内の通路または空洞を生体内で撮像するための装置および方法が、当該技術において公知である。このような装置は、特に、さまざまな内部の体腔において撮像を行なうためのさまざまな内視鏡的撮像システムおよび装置を含み得る。

【0003】

次に、図 1 を参照する。図 1 は、自律型生体内撮像装置の一実施例を示す概略図である。装置 10 A は、一般に、光学ウィンドウ 21 と、G I 管等の体腔または内腔の内側から画像を得るための撮像システムとを含む。撮像システムは、照明装置 23 を含む。照明装置 23 は、1 つ以上の個別の光源 23 A を含むことができ、または、1 つの光源 23 A のみを含むことができる。1 つ以上の光源 23 A は、白色発光ダイオード (L E D)、または当該技術で公知の他の任意の適切な光源であり得る。装置 10 A は、画像を捕捉する C M O S 撮像センサ 24 と、C M O S 撮像センサ 24 上にこれらの画像を集束させる光学系 22 とを含む。照明装置 23 は、光学ウィンドウ 21 を介して体内腔の内側の部分を照明する。装置 10 A は、送信機 26 と、C M O S 撮像センサ 24 の映像信号を送信するためのアンテナ 27 と、1 つ以上の電源 25 とをさらに含む。電源 25 は、酸化銀電池、リチウム電池、または高エネルギー密度を有する他の電気化学セル等の任意の適切な電源であり得るが、これらに限定されない。電源 25 は、装置 10 A の電気素子に電力を供給することができる。

30

【0004】

一般に、胃腸の適用例では、装置 10 A が胃腸 (G I) 管を通過して運ばれると、装置 10 A の多画素の C M O S センサ 24 等であるがこれに限定されない撮像器が、画像 (フレーム) を捕捉する。これらの画像は処理されて、記録または記憶用に患者が携帯する外部受信機 / レコーダ (図示せず) に送信される。次に、記録されたデータを、表示および分析用に受信機 / レコーダからコンピュータまたはワークステーション (図示せず) にダウンロードすることができ、他のシステムおよび方法もまた適切であり得る。

40

【0005】

G I 管を通過して装置 10 A が移動する間に、撮像器は、一定のまたは可変のフレーム捕捉速度でフレームを捕捉することができる。たとえば、撮像器 (図 1 の C M O S センサ 24 等であるが、これに限定されない) は、1 秒間に 2 つのフレームという一定速度 (2 H

50

z) で画像を捕捉することができる。しかしながら、特に、用いられる特定の撮像器、カメラまたはセンサレイの実現例の種類および特性と、送信機 26 の利用可能な伝送帯域幅とに依存して、他の異なるフレーム速度を用いることもできる。ダウンロードされた画像は、それらを所望のフレーム速度で再生することによって、ワークステーションによる表示が可能である。このようにして、データを調査する専門家または医師に対して映画のような映像の再生が行なわれ、これにより、医師は、G I 管を介した装置の経過を検討することができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電氣的撮像センサの限界の 1 つは、それらのダイナミックレンジが制限され得ることである。既存のほとんどの電氣的撮像センサのダイナミックレンジは、人間の目のダイナミックレンジよりも著しく低い。したがって、撮像された視野が、撮像された物体の暗い部分および明るい部分の両方を含む場合、撮像センサのダイナミックレンジが制限されていることにより、その視野の暗い部分の露出不足もしくはその視野の明るい部分の露出過多、またはその両方が生じるおそれがある。

【0007】

撮像器のダイナミックレンジを拡大するために、さまざまな方法を用いることができる。このような方法には、たとえば、撮像装置に含まれる絞りまたは絞り装置の直径を変更して撮像センサに到達する光の量を増大または減少させること等による、撮像装置に到達する光の量を変化させること、露出時間を変化させるための方法、撮像器の利得を変化させるための方法、または照明の強度を変化させるための方法を含み得る。たとえば、スチルカメラでは、フィルムの露出中にフラッシュ装置の強度を変化させることができる。

【0008】

ビデオカメラ等において一連の連続フレームが撮像されると、現時点で撮像されたフレーム内における撮像された視野の照明の強度を、1 つ以上前のフレームで行なわれた光の強度の測定結果に基づいて変更することができる。この方法は、照明の状態が、1 つのフレームから連続するフレームへと突然変化しないという仮定に基づく。

【0009】

しかしながら、たとえば G I 管を撮像するための生体内撮像装置において、この撮像装置は低いフレーム速度で作動して体内腔を通過して移動する(たとえば、腸壁の蠕動運動によって推進される)ため、或るフレームから次のフレームへと照明の状態が著しく変化することが考えられる。したがって、以前のフレームの測定結果またはデータの分析に基づいて照明を制御する方法は、特に低いフレーム速度では常に実施できるものではないおそれがある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

発明の概要

この発明の実施例は、生体内撮像装置を作動させるための装置および方法を含み、この装置が生成した照明は、たとえば、装置が生成して、装置に再び反射された照明の量に従って、強度および/または持続時間を変化させることができる。このような態様で照明を制御して、効率を一層高めることができる。

【0011】

この発明は、同様の構成要素が同様の参照番号で示された添付の図面を参照することにより、例示の目的のためだけに、この明細書において説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

発明の詳細な説明

この明細書において、この発明のさまざまな局面を説明する。説明のために、特定の構成および詳細を明示して、この発明が完全に理解されるようにする。しかしながら、この

10

20

30

40

50

明細書に示された特定の詳細がなくてもこの発明を実施し得ることも、当業者には明らかであろう。さらに、この発明を不明瞭にしないように、周知の特徴は省略または簡略化され得る。

【0013】

この発明の実施例は、特に、1つのフレーム捕捉時間またはその一部の持続時間内に行なわれる光の測定に基づいた、生体内撮像装置によってもたらされる照明の制御に基づく。

【0014】

以下に示されるこの発明の実施例は、胃腸(GI)管の撮像用に適合されているが、この明細書で開示する装置および方法を、体の他の空洞または空間を撮像するように適合させてよいことに注目されたい。

【0015】

次に、図2を参照する。図2は、この発明の一実施例に従った、自動照明制御システムを有する生体内撮像装置の一部を示す概略ブロック図である。装置30は、図1の装置10Aに対して開示されたか、または、イダン(Iddan)他への米国特許第5,604,531号もしくはグルコフスキー(Glukhovsky)他への同時係属中の米国特許出願連続番号第09/800,470号におけるような、嚥下可能な映像カプセルとして構成することができる。しかしながら、この発明のシステムおよび方法は、他の生体内撮像装置とともに用いられ得る。

【0016】

装置30は、GI管を撮像するように適合された撮像装置32を含み得る。撮像装置32は、図1のCMOS撮像センサ24等であるが、これに限定されない撮像センサ(詳細は図示せず)を含み得る。しかしながら、撮像装置32は、当該技術で公知の他の適切な任意の種類撮像センサを含んでよい。また、撮像装置32は、1つ以上のレンズ(図示せず)、1つ以上の複合レンズアセンブリ(図示せず)、1つ以上の適切な光学フィルタ(図示せず)、または当該技術で公知であって図1の光学装置22に関して上で開示されたような、GI管の画像を撮像センサ上に集束するように適合された他の任意の適切な光学素子(図示せず)等の、1つ以上の光学素子(図示せず)を含む光学装置32Aも含み得る。

【0017】

光学装置32Aは、当該技術で公知の撮像器の光感応画素(図示せず)に取付けられるか、固定されるか、上に形成されるか、または隣接するレンズ(図示せず)等の、撮像装置32内で一体化される1つ以上の光学素子(図示せず)を含むことができる。

【0018】

イダン他への米国特許第5,604,531号、またはグルコフスキー他への同時係属中の米国特許出願連続番号第09/800,470号に開示された受信機/レコーダ等であるがこれに限定されない外部受信装置(図示せず)に対し、撮像装置32が捕捉した画像を遠隔測定の様態で送信するために、装置30は、撮像装置32に適切な態様で接続された遠隔測定装置34も含み得る。

【0019】

装置30は、撮像装置32の動作を制御するために、撮像装置32に適切な態様で接続されたコントローラ/プロセッサ装置36も含み得る。コントローラ/プロセッサ装置36は、任意の適切な種類のコントローラ、たとえばアナログコントローラか、またはデータプロセッサ、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、もしくはデジタル信号プロセッサ(DSP)等のデジタルコントローラを含むが、これらに限定されない。コントローラ/プロセッサ装置36は、当該技術で公知のハイブリッドアナログ/デジタル回路も含み得る。コントローラ/プロセッサ装置36は、遠隔測定装置34による画像フレームの送信を制御するために、遠隔測定装置34に適切な態様で接続され得る。

【0020】

コントローラ/プロセッサ装置36は、撮像装置32に(任意に)適切な態様で接続さ

10

20

30

40

50

れて、撮像装置 3 2 に制御信号を送信することができる。したがって、コントローラ / プロセッサ装置 3 6 は、撮像装置 3 2 から遠隔測定装置 3 4 への画像データの送信を（任意に）制御することができる。

【 0 0 2 1 】

装置 3 0 は、G I 管を照明するための照明装置 3 8 も含み得る。照明装置 3 8 は、1 つ以上の別個の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N を含んでよく、または、1 つの光源のみを含んでよい。このような光源は、たとえば、図 1 の光源 2 3 A であり得るが、これに限定されない。照明装置 3 8 の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N は、グルコフスキー他への同時係属中の米国特許出願連続番号第 0 9 / 8 0 0 , 4 7 0 号に開示された光源等の白色発光ダイオードであってよい。しかしながら、照明装置 3 8 の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N は、これらに限定されないが、当該技術で公知の白熱灯、閃光灯、ガス放電灯、または他の適切な任意の光源等であってもよい。

10

【 0 0 2 2 】

この発明の別の実施例に従い、生体内撮像装置が 1 つの光源（図示せず）を含み得ることに注目されたい。

【 0 0 2 3 】

装置 3 0 は、照明装置 3 8 の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N に適切な態様で接続されて照明装置 3 8 の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N の付勢を制御するための照明制御装置 4 0 も含み得る。照明制御装置 4 0 は、後に詳細に開示するように、1 つ以上の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N をオンもしくはオフに切換えるために、または 1 つ以上の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N によって生じた光の強度を制御するために、用いることができる。

20

【 0 0 2 4 】

コントローラ / プロセッサ装置 3 6 は、照明制御装置 4 0 に適切な態様で接続されて、照明制御装置 4 0 に制御信号を（任意に）送信することができる。このような制御信号は、撮像装置 3 2 の撮像の周期または期間に対して、照明装置 3 8 内の光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N の付勢の同期またはタイミングを取るために用いることができる。照明制御装置 4 0 は、コントローラ / プロセッサ装置 3 6 内に（任意に）一体化されてよく、または、別個のコントローラであり得る。いくつかの実施例では、照明制御装置 4 0 および / またはコントローラ / プロセッサ装置 3 6 が遠隔測定装置 3 4 の一部であり得る。

【 0 0 2 5 】

装置 3 0 は、照明装置 3 8 によって生じて G I 管の壁から反射する光を検知するための光検知装置 4 2 をさらに含み得る。光検知装置 4 2 は、フォトダイオード、フォトトランジスタ等であるがこれらに限定されない、1 つの光感応装置もしくは光センサ、または複数の個別の光感応装置もしくは光センサを含み得る。この発明の実施例の光検知装置を実現するために、当該技術で公知の適切な特性を有する他の種類の光センサを用いることもできる。

30

【 0 0 2 6 】

光検知装置 4 2 は、照明制御装置 4 0 に適切な態様で接続されて、胃腸管（または撮像装置 3 2 の視界内の他の任意の物体）の壁から反射した光の強度を表す信号を、照明制御装置 4 0 に与えることができる。作動時に、照明制御装置 4 0 は、光検知装置 4 2 から受信した信号を処理することができる、上で開示して、以下に詳細に開示するように、処理した信号に基づいて光源 3 8 A、3 8 B ~ 3 8 N の動作を制御することができる。

40

【 0 0 2 7 】

装置 3 0 は、装置 3 0 のさまざまな構成要素に電力を供給するための電源 4 4 も含み得る。説明を明らかにするために、電源 4 4 と、電源 4 4 から電力を受ける装置 3 0 の回路または構成要素との間の接続を、詳細に示さない。電源 4 4 は、たとえば電池または他の電源等の、装置 1 0 A の電源 2 5 と同様の内部電源であってよい。しかしながら、装置 3 0 が挿入可能な装置（たとえば、内視鏡様の装置、カテーテル様の装置、または当該技術で公知の他の任意の種類の生体内撮像装置）として構成されている場合、電源 4 4 は、装置 3 0 の外に配置することのできる外部電源であってもよい（このような外部の構成は、

50

説明を明瞭にするために、図2には示さない)。外部電源(図示せず)を有するこのような実施例において、外部電源(図示せず)は、絶縁ワイヤ等の適切な電気導体(図示せず)を介して、撮像装置で電力を必要とするさまざまな構成要素に接続され得る。

【0028】

装置10A等の自律型のまたは嚙下可能な生体内撮像装置に関し、電源25は好ましくは(必ずしもそうではないが)直流(DC)を供給するためのコンパクト電源であるが、外部電源は、交流(AC)もしくは直流を供給する電源を含むがこれらに限定されない、当該技術で公知の適切な任意の電源であってよく、または、当該技術で公知のように、本線に結合された電源であってよいことに注目されたい。

【0029】

次に、図3および図4を参照する。図3は、この発明の一実施例に従った、自動照明制御システムおよび4つの光源を有する生体内撮像装置の一部の概略断面図である。図4は、図3に示した装置の概略正面図である。

【0030】

装置60(その一部のみが図3に示される)は、撮像装置64を含む。撮像装置64は、図2の撮像装置32または図1の撮像装置24と同様であり得る。好ましくは、撮像装置64は、CMOS撮像装置であり得るが、他の異なる種類の撮像装置を用いてもよい。撮像装置64は、当該技術において公知であるように、CMOS撮像器回路を含み得るが、たとえばイダン他への米国特許第5,604,531号、またはグルコフスキー他への同時係属中の米国特許出願連続番号第09/800,470号に開示された、当該技術で

【0031】

装置60は、図4に示された装置60内に配置され得る4つの光源63A、63B、63Cおよび63Dを含み得る照明装置63を含み得る。光源63A、63B、63Cおよび63Dは、たとえば、グルコフスキー他への同時係属中の米国特許出願連続番号第09/800,470号に開示されたもの、または白色LED光源であってよい。また、これらに限定されないが、当該技術で公知であるか、または上で開示した、帯域制限された光源、単色性光源、赤外線光源を含む他の適切な種類の任意の光源であってよい。

【0032】

この発明の一実施例に従って、光源63A、63B、63Cおよび63Dは同一であるように示されているが、同一ではないことが考えられる複数の光源で、この発明の他の実施例を実現できることに注目されたい。光源の中には、他の光源のスペクトル分布とは異なるスペクトル分布を有し得るものがある。たとえば、同一の装置内の光源のうち、光源の1つが赤色LEDであり得、別の光源が青色LEDであり得、別の光源が黄色LEDであり得る。光源の他の構成もまた可能である。

【0033】

装置60は、円錐形であり得るか、または、他の適切な任意の形状を有し得るバツフル70も含み得る。バツフル70は、中に開口部70Aを有し得る。バツフル70は、光源63A、63B、63Cおよび63Dと光学装置62との間に介在させることができ、光源63A、63B、63Cおよび63Dから直接入来して開口部70Aに入る光の量を減じることができる。装置60は、図1の光学ドームまたはウィンドウ21と同様の透明な光学ドーム61を含み得る。光学ドーム61は、適切な透明のプラスチック材料もしくはガラスで形成するか、または、光源63A、63B、63Cおよび63Dによって生じた光の波長の少なくとも一部に対して十分な透過性を有して適切な撮像を可能にする、他の適切な任意の材料で形成することができる。

【0034】

装置60は、腸壁76から反射するか、または、腸壁76によって拡散した光を検知するための光検知装置67をさらに含み得る。光検知装置は、その光検知部67Aが光学ド

10

20

30

40

50

ーム61と対向するように、バッフル70に取付けられる。好ましくは、光検知装置67は、バッフル70の開口部70Aに入る光の量を表わすか、またはその光の量に比例する光の量を光検知装置67が検知し得る位置において、バッフル70の表面上に位置づけることができるが、必ずしもそうである必要はない。このことは、照明された物体が半拡散性であるとき(腸の表面がそうであることが考えられる)、および光検知装置67のサイズおよび撮像センサの軸75からの距離が、カプセル様の装置67の直径Dに比べて小さいときに該当すると考えられる。

【0035】

装置60(図3)は、腸壁76に隣接しているように示される。作動時に、光源63A、63B、63Cおよび63Dによって生成された光線72は、光学ドーム61を貫通することができ、腸壁76から反射され得る。反射した光線74の一部は、光学ドーム61を通過することができ、光検知装置67に到達することができる。反射した光線の他の部分(図示せず)は、開口部70Aに到達して光学装置62を通過し、撮像装置64上に集束され得る。

10

【0036】

光検知装置67によって測定された光の量は、開口部70Aに入る光の量に比例し得る。したがって、光検知装置67に到達する光の強度の測定値を用いて、以下に詳細に開示するように、光源63A、63B、63Cおよび63Dの光の出力を制御することができる。

【0037】

装置60は、照明制御装置40Aも含む。照明制御装置40Aは、光検知装置67および照明装置63に適切な態様で結合される。照明制御装置40Aは、以下に詳細に開示するように、光検知装置67から受信した信号を処理して、光源63A、63B、63Cおよび63Dを制御することができる。

20

【0038】

装置60は、図1の送信機26およびアンテナ27等であるがこれらに限定されない無線送信機装置(図3では図示せず)およびアンテナ(図3では図示せず)も含むことができ、または、任意の適切な遠隔測定装置(図2の遠隔測定装置34等であるが、これに限定されない)を含み得る。遠隔測定装置は、上で詳細に開示したように、外部受信機/レコーダ(図3では図示せず)に(また、任意に外部受信機/レコーダから)データおよび制御信号を無線で送信する(また、任意に受信する)ための送信機また送受信機であり得る。装置60は、たとえば図1の電源25、または当該技術で公知の他の適切な任意の電源等の1つ以上の電源も含み得る。

30

【0039】

次に、図5を参照する。図5は、一定の照明持続時間を有する生体内撮像装置において照明および画像捕捉のタイミングを取る方法を示す概略図である。タイミングを取るこの方法は、CMOS撮像器を有する撮像装置に特有のものであり得るが、他の種類の撮像器を有する装置で用いることもできる。

【0040】

画像捕捉の周期または期間は、時間Tに開始する。第1の画像捕捉の周期は、時間T1に終了して、持続時間T1を有する。第2の画像捕捉の周期は、時間T1に開始して時間T2に終了し、持続時間T1を有する。撮像の周期または期間の各々は、2つの部分、すなわち、持続時間T2を有する照明期間90と、持続時間T3を有する暗い期間92とを含み得る。照明期間90は、図5のハッチングされた棒状部分で表わされる。各撮像周期の照明期間90の間に、照明装置(図2の照明装置38または図3の照明装置63等であるが、これらに限定されない)はオンにされて、腸壁を照明するための光を与える。各撮像周期の暗い期間92の間に、照明装置(図2の照明装置38または図3の照明装置63等であるが、これらに限定されない)はオフに切換えられて、光を与えない。

40

【0041】

暗い期間92またはその一部は、たとえば、上で開示したように、撮像器の画素を走査

50

することによって撮像器から画像を捕捉するために、撮像器の出力信号を処理するために、および、出力信号または処理された出力信号を外部の受信機または受信機/レコーダ装置に送信するために、用いることができる。

【0042】

図5の図は、簡素化のために、画像捕捉周期の持続時間が一定であって、かつ、撮像が一定のフレーム速度で行なわれる場合を示しているが、必ずしもそうである必要はないことに注意されたい。したがって、フレーム速度、すなわち画像捕捉周期の持続時間は、たとえば胃腸管内における撮像装置の速度等の測定されたパラメータに従って、撮像中に変化し得る。

【0043】

一般に、適切な画像の捕捉を確実にするために、異なる種類の光制御の方法を用いることができる。

【0044】

第1の方法では、照明装置63が標的組織を照明している間に、光検知装置67に当たる光の量を連続して測定および記録し、光検知装置67が検出した光子の累積的な総数を表わす累積値を提供することができる。この累積値が一定の値に到達すると、照明装置63は照明装置63内に含まれる光源63A、63B、63Cおよび63Dをオフに切換えることによって電源を切断することができる。このようにして、測定された光の量が、(平均的に)適切に露出されたフレームを生じるのに十分なものになると、照明装置63が、装置60によって確実にオフにされ得る。

【0045】

第1の方法の利点の1つは、光源(光源63A、63B、63Cおよび63D等)がそれらの最大の光出力能力またはほぼ最大の光出力能力で作動している場合、このようにしてオフに切換えることにより、一定の持続時間の照明期間(図5の照明期間90等)内のエネルギーの消費量と比べて、エネルギーを節約できることである。

【0046】

第1の方法の別の利点は、一定の照明期間を用いるときに比べ、第1の方法により、撮像周期内の照明期間の持続時間を短縮できることである。装置60等の移動式の撮像装置では、理想的に、照明期間を実際にできる限り短くすることが望ましいと考えられる。なぜなら、このことによって、装置60がGI管内を移動することによる画像の不鮮明さを防止または低減するためである。したがって、一般に(照明装置によって十分な光が生成されて、適切な画像の露出が確保されると想定した場合)、移動式の撮像装置では、照明期間が短いほど、結果として得られる画像が鮮明になる。

【0047】

これは、シャッターによって作動する通常のカメラにおいてシャッター速度を高め、露光の持続時間を減少させて、動く物体または像の画像の不鮮明さを防止することと幾分似ていると考えられるが、この発明の実施例では一般にシャッターが存在せず、照明期間が制御可能な態様で短縮されて、装置がGI管内を移動することによる画像の不鮮明さを低減するという点が異なる。

【0048】

次に、図6および図7を参照する。図6は、この発明の一実施例に従った、光検知フォトダイオードおよび発光ダイオードに結合された照明制御装置に対する1つの可能な構成を示す概略図である。図7は、この発明の一実施例に従った、図6の照明制御装置を詳細に示す概略図である。

【0049】

図6の照明制御装置40Bは、光検知装置として作動し得るフォトダイオード67Bに適切な態様で接続され得る。他の適切な任意の検知装置または光センサを用いてよい。照明制御装置40Bは、発光ダイオード(LED)63Eに適切な態様で接続され得る。LED63Eは、上に開示した白色LEDであってよく、または、撮像する対象(胃腸壁等)を照明するのに適切な他の任意の種類のLEDであってよい。照明制御装置40Bは、

10

20

30

40

50

フォトダイオード 67B から電流信号を受信することができる。受信した信号は、フォトダイオード 67B に当たる光（矢印 81 によって概略的に示す）に比例し得る。照明制御 40B は、受信した信号を処理して、光を測定する期間の持続時間中にフォトダイオード 67B を照明した光の量を求めることができる。照明制御 40B は、光を測定する期間の持続時間中にフォトダイオード 67B を照明した光の量に基づいて、LED 63E の付勢を制御することができる。処理と付勢の制御との種類の例は、以下に詳細に開示する。照明制御装置 40B は、生体内撮像装置内に含まれる他の回路の構成要素から制御信号を受信することもできる。たとえば、制御信号は、タイミングおよび/または同期信号、オン/オフ切換信号、リセット信号等を含み得る。

【0050】

光検知装置および光発生装置は、ダイオード以外の適切な任意の光発生装置または光検知装置であってよい。

【0051】

図 7 は、照明制御装置 40B の 1 つの可能な実施例を示す。照明制御装置 40B は、たとえば積分器装置 80、比較器装置 82、および LED ドライバ装置 84 を含み得る。積分器装置 80 は、フォトダイオード 67B に結合されて、フォトダイオード 67B から、フォトダイオード 67B に当たる光の強度を示す信号を受信して、フォトダイオード 67B に当たる光の量を記録して総和する。積分器装置 80 は、比較器装置 82 に適切な態様で接続され得る。

【0052】

積分器装置 80 は、フォトダイオード 67B に当たる光の量を記録して総和し、受信した信号を積分して、積分された信号を比較器装置 82 に出力することができる。積分された信号は、積分の期間にわたってフォトダイオード 67B に当たる光子の累積数に比例するか、または累積数を示し得る。比較器装置 80 は、LED ドライバ装置 84 に適切な態様で接続され得る。比較器装置 80 は、積分された信号の値と、予め設定されたしきい値とを連続して比較することができる。積分された信号の値がしきい値に等しいとき、比較器装置 82 は、LED ドライバ装置 84 を制御して、LED 63E への電力をオフに切換えることにより、LED 63E の動作を停止する。

【0053】

したがって、照明制御装置 40A は、図 7 および図 8 の照明制御装置 40B と同様に構成されて、作動することができる。

【0054】

図 7 に示される回路は、アナログ回路として実現することができるが、以下に（図 11 を参照して）詳細に開示するように、照明制御装置を実現する際に、デジタル回路および/またはハイブリッドアナログ/デジタル回路を用いてよいことに注目されたい。

【0055】

次に、図 8 を参照する。図 8 は、一実施例に従った、制御された可変の照明持続時間を有する生体内撮像装置において、照明および画像捕捉のタイミングを取る方法を理解するのに有用な概略図である。

【0056】

画像捕捉の周期または期間は、時間 T に開始する。第 1 の画像捕捉周期は、時間 T₁ に終了し、持続時間 T₁ を有する。第 2 の画像捕捉周期は、時間 T₁ に開始して時間 T₂ に終了し、持続時間 T₁ を有する。各撮像周期において、持続時間 T₄ を有する期間は、容認可能な最大照明期間を規定する。容認可能な最大照明期間 T₄ は、一般に、GI 管内を装置 60 が移動することによって画像が過剰に不鮮明になるか、またはかすれることのない撮像を可能にするほどの、十分に短い期間であり得る。時間 T_M は、第 1 の撮像周期の開始時間に対する、容認可能な最大照明期間 T₄ の終了時間である。

【0057】

容認可能な最大照明期間 T₄ は、特に、（異なる患者で用いられる複数の装置で演繹的に求めることができるような）GI 管内の撮像装置によって得られる一般的または平均

10

20

30

40

50

的な（または最大の）速度と、撮像センサの種類（たとえば装置50のCMOSセンサ64等）と、その走査時間の要件と、他の製造上およびタイミングの考慮事項とを考慮した、工場出荷時に予め設定されたものであり得る。この発明の1つの実現例によると、1秒当たり2つのフレームの撮像である $T_1 = 0.5$ 秒である場合、 T_4 の持続時間は、20～30ミリ秒の範囲内の値を有するように設定することができる。しかしながら、この持続時間は、例示としてのみ示されたものであり、 T_4 は、他の異なる値を有してよい。一般に、30ミリ秒未満の容認可能な最大照明期間 T_4 を用いることにより、GI管内を撮像装置が移動することによって生じる画像の不鮮明さによる過剰な劣化なく、捕捉されたほとんどの画像フレームは、容認可能な画像品質を生じることができる。

【0058】

期間 T_5 は、撮像周期の全持続時間 T_1 と容認可能な最大照明期間 T_4 との差として規定される（ $T_5 = T_1 - T_4$ ）。

【0059】

第1の撮像周期の開始時間 T において、照明装置（図3の照明装置63等であるが、これに限定されない）がオンにされて、腸壁を照明するための光を与える。光検知装置67は、腸壁76から反射および/または拡散された光を検知して、装置60の照明制御装置40Aに信号を与える。この信号は、開口部70Aに入る光の平均量に比例し得る。光検知装置67によって与えられた信号は、図7および図8の照明制御装置40Bに関して上で詳細に開示したように、照明制御装置40Aによって積分され得る。

【0060】

積分された信号を、（たとえば図8の比較器装置82等の比較器によって）予め設定されたしきい値と比較することができる。積分された信号がしきい値に等しい場合、照明制御装置40Aは、照明装置63の光源63A、63B、63Cおよび63Dの動作を止める。時間 T_{E1} は、照明制御装置が第1の撮像周期内において光源63A、63B、63Cおよび63Dをオフにする時間である。時間 T に開始して時間 T_{E1} に終了する期間が、第1の撮像周期に対する照明期間94である（94が付されてハッチングされた棒状部分によって表わされる）。照明期間94は、持続時間 T_6 を有する。第1の撮像周期に対し、 $T_6 < T_4$ であることが認識できる。

【0061】

時間 T_{E1} の後に、画素CMOSセンサ64の走査を開始することができ、画素データ（および可能性として他のデータ）は、装置60の送信機（図3では図示せず）または遠隔測定装置によって送信され得る。

【0062】

好ましくは、CMOSセンサ64の画素の走査は、照明が終了する時間 T_{E1} と同じぐらい早くに開始することが可能である。たとえば、照明制御装置40Aは、時間 T_{E1} においてCMOSセンサに制御信号を送信して、CMOSセンサ64の画素の走査を開始することができる。しかしながら、画素の走査は、画素の走査およびデータ送信の動作のために十分な時間を利用することができる場合、容認可能な最大照明期間 T_4 の終了時間である時間 T_M の後の、予め設定された時間に開始されることも可能である。

【0063】

第2の撮像周期の開始時間 T_1 において、照明装置63は、再びオンにされる。光検知装置67は、腸壁76から反射および/または拡散された光を検知して、装置60の照明制御装置40Aに信号を与える。この信号は、開口部70Aに入る光の平均量に比例し得る。

【0064】

光検知装置67によって与えられた信号は、積分されて、第1の撮像周期に関して上で開示したように、しきい値と比較され得る。積分された信号がしきい値と等しいとき、照明制御装置40Aは、照明装置63の光源63A、63B、63Cおよび63Dをオフにする。しかしながら、図8に示される特定の概略的な例において、第2の撮像周期において光検知装置67に到達する光の強度は、第1の撮像周期において光検知装置67に到達

10

20

30

40

50

する光の強度よりも低い。

【 0 0 6 5 】

異なる撮像周期における照明強度または強度対時間のグラフのこのような差は、特に、腸壁 7 6 から離れる装置 6 0 の動きか、腸壁 7 6 に対する装置 6 0 の位置または配向の変化か、または、装置 6 0 の視野内にある腸壁 7 6 の部分における光吸収、光反射もしくは光拡散の特性の変化によることが考えられる。

【 0 0 6 6 】

したがって、積分器装置の、積分された信号出力がしきい値に到達するのに、一層長い時間がかかる。したがって、照明制御装置 4 0 A は、時間 T_{E2} において照明装置 6 3 をオフにする ($T_{E2} > T_{E1}$ であることに注目されたい)。

10

【 0 0 6 7 】

時間 T_1 に開始して時間 T_{E2} に終了する期間は、第 2 の撮像周期に対する照明期間 9 6 である。照明期間 9 6 (9 6 が付されてハッチングされた棒状部分によって表わされる) は、持続時間 T_7 を有する。第 2 の撮像周期において、 $T_7 < T_4$ であることが認識できる。

【 0 0 6 8 】

したがって、異なる撮像周期内における照明期間の持続時間は、変化することが考えられ、特に、光検知装置 6 7 に到達する光の強度に依存し得る。

【 0 0 6 9 】

時間 T_{E2} の後に、CMOS センサ 6 4 の画素の走査を開始することができ、画素データ (および可能性として他のデータ) は、図 8 の第 1 の撮像周期に関して上で詳細に開示したように、送信され得る。

20

【 0 0 7 0 】

簡単にするために、図 8 の図は、画像捕捉の周期の持続時間 T_1 が一定であり、かつ、撮像が一定のフレーム速度で行なわれる場合を示しているが、このことが必ずしも強制されないことに注目されたい。したがって、フレーム速度と、したがって画像捕捉周期の持続時間 T_1 とは、胃腸管内における撮像装置の速度等の測定されたパラメータに従って、撮像中に変化し得る。このような場合、撮像周期の持続時間は、装置 6 0 の測定された速度にตอบสนองして短縮または拡大されて、フレーム速度をそれぞれ増大または減少させることができる。

30

【 0 0 7 1 】

たとえば、2000 年 5 月 15 日に出願され、本願の譲受人に譲渡され、この明細書においてそのすべてがあらゆる目的のために引用によって援用される同時係属中の米国特許出願連続番号第 09 / 571, 326 号は、特に、生体内撮像装置のフレーム速度を制御するための装置および方法を開示している。

【 0 0 7 2 】

上に開示した自動的な照明制御方法は、可変のフレーム速度を有する装置で用いるように適合され得る。このような適合は、撮像周期のさまざまな持続時間を考慮することができ、実現例は、特に、画素の走査およびデータの送信を完了するのに必要とされる時間の量、装置 6 0 が利用することのできるパワーの利用可能な量、および他の考慮事項に依存し得る。

40

【 0 0 7 3 】

この方法を適合させる簡単な方法は、撮像装置の最大フレーム速度を制限して、最大フレーム速度が用いられているときでも、期間内において画素の走査およびデータの送信用に十分な時間が残っているようにすることであると考えられる。

【 0 0 7 4 】

次に、図 9 を参照する。図 9 は、可変のフレーム速度と、可変の制御された照明持続時間とを有する生体内撮像装置において照明および画像捕捉のタイミングを取る方法を理解するのに有用な概略図である。

【 0 0 7 5 】

50

図9の第1の撮像周期は、図8の第1の撮像周期と同様であるが、図9の照明期間98の持続時間(98が付されてハッチングされた棒状部分によって示される)が、図8の照明期間94の持続時間よりも長い点が異なる。図9の第1の撮像周期は時間Tに開始して時間T1に終了し、持続時間T1を有する。時間 T_M は、容認可能な最大照明期間T4の終了を示す。図9の第2の撮像周期は、時間T1に開始して時間T3に終了する。第2の撮像周期の持続時間T8は、第1の撮像周期の持続時間T1よりも短い($T8 < T1$)。第2の撮像周期の持続時間T8は、撮像装置で利用することのできる最大フレーム速度と一致する。第2の撮像周期の照明期間100(図9の、100が付されてハッチングされた棒状部分によって表わされる)は、上で詳細に開示したように、照明制御装置によって、光の強度に依存してタイミングを取られる。期間102(102が付され、ドットが付された棒状部分によって表わされる)は、撮像器の画素を走査して、走査したフレームデータを送信するのに必要とされる時間の量T9を表わす。 T_M は、各撮像周期の開始時間に対する、容認可能な最大照明期間の終了時間を表わす。したがって、フレーム速度を上昇させた場合、可能な最大のフレーム速度においても、画素を走査してデータを送信するのに十分な時間が存在する。

【0076】

一般に、一定のフレーム速度を有する生体内撮像装置の一例において、64,000個の画素を有するCMOSセンサ(256×256の画素アレイに配置されたCMOSセンサ等であるが、これに限定されない)の画素を走査して、外部の受信機レコーダにアナログデータ信号を送信するのに必要な時間は、約0.4ミリ秒であり得る(1画素当たり約6マイクロ秒の走査およびデータ送信時間と仮定する)ことに注目されたい。したがって、約20~30ミリ秒の最大照明期間とすると、フレーム速度は、1秒間に2フレームより著しく高くなることはないと考えられる。代替的なフレーム速度を用いてもよい。

【0077】

しかしながら、画素の走査およびデータの送信に必要な時間を実質的に短縮することが可能であり得る。たとえば、CMOSの画素アレイのクロック速度を高めることにより、個々の画素を走査するのに必要とされる時間を3ミリ秒または3ミリ秒未満にまで減じることが可能である。加えて、送信機26のデータ転送速度を高めて、アレイの画素を走査して画素データを外部受信機/レコーダに送信するのに必要とされる時間全体を、さらに短縮することもできる。

【0078】

したがって、フレーム速度が一定の装置だけでなく、1秒当たり約4~8フレーム、またはそれよりも高いフレーム速度も可能であり得る、フレーム速度が可変の生体内撮像装置も実現することができる。

【0079】

光検知装置の、積分された出力が、良好で平均的な画像の品質を確保するように適合されたしきい値に到達したときに照明装置をオフにするための上で開示した方法を実現する際に、設計者は、利用可能な最大光出力能力の付近で照明装置(たとえば図3の照明装置63等)を作動させる傾向がある。このことは、有利であると考えられる。なぜなら、照明期間の持続時間の短縮を達成して、移動によって誘発される画像の不鮮明さを減じることによって画像の鮮明度を高めることができるためである。

【0080】

可能な最大光出力能力の付近で照明装置を作動させることは、必ずしも常に可能ではなく、または、必ずしも常に所望されないことがあり得る。したがって、照明装置63の最大光出力よりも少ない所定の光出力で、照明装置63の作動を開始することが望まれることがあり得る。

【0081】

第2の照明制御方法において、図3の照明装置63は、各照明周期の最初に、第1の光出力レベルでまず作動することができる。光検知装置67を用いて、短い照明サンプリング期間中の光の量を測定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

次に、図 1 0 A、図 1 0 B および図 1 0 C を参照する。図 1 0 A は、この発明の別の実施例に従った、自動照明制御方法を用いた生体内撮像装置の撮像周期を概略的に示すタイミング図である。図 1 0 B は、図 1 0 A で示した自動照明制御方法を用いた場合に可能な、時間の関数として光強度の一例を示す例示的かつ概略的なグラフである。図 1 0 C は、図 1 0 A で示した自動照明制御方法を用いた場合に可能な、時間の関数として光強度の別の例を示す概略的なグラフである。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 A、図 1 0 B および図 1 0 C において、グラフの水平軸は、時間を任意の単位で表わす。図 1 0 B および図 1 0 C において、垂直軸は、照明装置 6 3 (図 3) によって出力された光の強度 I を表わす。

10

【 0 0 8 4 】

図 1 0 A に示された自動照明制御方法は、全照明期間 1 0 8 内に含まれる照明サンプリング期間 1 0 4 を用いることによって作用する。撮像周期 1 1 0 は、全照明期間 1 0 8 および暗い期間 1 1 2 を含む。照明装置 6 3 は、全照明期間 1 0 8 の持続時間内に腸壁 7 6 を照明することができる。暗い期間 1 1 2 は、上で詳細に開示したように、C M O S 撮像器 6 4 の画素を走査して、画像データを処理および送信するために用いることができる。

【 0 0 8 5 】

撮像周期の全照明期間は時間 T に開始して時間 T_M に終了する。時間 T_M は、撮像周期 1 1 0 の開始時間 T を基準にして固定されており、容認可能な最大照明時間を表わす。実際に、時間 T_M は、上で説明したように、画像が不鮮明になる可能性を減じるように選択することができる。たとえば、時間 T_M は、撮像周期 1 1 0 の開始時間 T から 2 0 ミリ秒として選択することができる(すなわち、全照明期間 1 0 8 の持続時間を 3 0 ミリ秒に設定することができる)が、時間 T_M および全照明期間 1 0 8 の、より大きなまたはより小さな他の値を用いることもできる。

20

【 0 0 8 6 】

全照明期間 1 0 8 は、照明サンプリング期間 1 0 4 と主な照明期間 1 0 6 とを含み得る。照明サンプリング期間 1 0 4 は、時間 T に開始して時間 T_S に終了する。主な照明期間 1 0 6 は、時間 T_S に開始して時間 T_M に終了する。

【 0 0 8 7 】

この方法の例示的な実施例において、照明サンプリング期間 1 0 4 の持続時間を、約 2 ~ 5 ミリ秒に設定することができるが、特に、光検知装置 6 7 の種類および特性、光に対する感度、その信号対雑音比 (S/N)、照明装置 6 3 が照明サンプリング期間 1 0 4 中に作動する強度 I_1 、ならびに、他の実現例および製造上の考慮事項に依存して、より大きなまたはより小さな他の持続時間の値を用いてもよい。

30

【 0 0 8 8 】

図 1 0 B および図 1 0 C に戻ると、照明サンプリング期間 1 0 4 の間に、照明装置 6 3 は、光の強度が I_1 であるように作動する。光検知 6 7 は、腸壁 7 6 から反射し、腸壁 7 6 によって拡散した光を検知することができる。照明制御装置 4 0 A は、強度の信号を積分して、照明サンプリング周期 1 0 4 の持続時間内に光検知装置 6 7 に到達する光の量 Q を求めることができる。照明制御装置 4 0 A は、次に、値 Q と主な照明期間 1 0 6 の既知の持続時間とから、主な照明期間 1 0 6 の持続時間中に照明装置 6 3 が作動して C M O S センサ 6 4 の適切かつ平均的な露出をもたらすことが必要とされる、光の強度 I_N を計算することができる。一実施例において、受取った光の概算された総量は、1組の撮像周期全体にわたって実質的に一定であるように保たれるか、または、特定の目標範囲内に保たれる。計算は、たとえば、受取られるか、または適用されることが望まれる一定の光の量から、サンプリング期間 1 0 4 中に記録された光の量を差し引き、主な照明期間 1 0 6 に相当する一定期間でその結果を割ることによって行なうことができる。この計算を行なうための1つの可能な方法は、等式 1 を用いて以下になる。

40

【 0 0 8 9 】

50

$$I_N = (Q_T - Q) / T_{MAIN} \quad \text{等式 1}$$

ここで、

T_{MAIN} は、主な照明期間 106 の持続時間であり、

Q_T は、CMOS センサ 64 の適切かつ平均的な露出を確保するために撮像周期内で光検知装置 67 に到達しなければならない光の総量であり、

Q は、撮像周期の照明サンプリング期間 104 の持続時間内に光検知装置 67 に到達する光の量である。

【0090】

Q_T の値を演繹的に求め得ることに注目されたい。

【0091】

図 10B は、例示的な撮像周期に対する時間の関数として照明装置 63 によって生じた光の強度を示すグラフを概略的に示す。照明サンプリング期間 104 の間に、光の強度は値 I_1 を有する。照明サンプリング期間 104 の終了後、光の強度 $I_N = I_2$ は、上の等式 1 で開示したように、または他の適切な任意の種類のアナログまたはデジタル計算を用いることによって、計算することができる。

【0092】

たとえば、図 2 のコントローラ/プロセッサ 36 によって計算をデジタル式に行なう場合、 I_N の値は、主な照明期間 106 の持続時間に比べ、極めて短時間で（たとえば 1 マイクロ秒未満等において）計算され得る。

【0093】

図 2 の照明制御装置 40 か、図 6 の照明制御装置 40B か、または図 3 の照明制御装置 40A に含まれ得るアナログ回路（図示せず）によって I_N の計算が行なわれる場合、計算時間は、主な照明期間 106 の持続時間に比べ、同じく短いことが考えられる。

【0094】

図 10B に示される、撮像周期に対する I_2 の計算が完了した後に、照明制御装置 40A は、撮像装置の照明装置の光出力の強度を I_2 に変化させることができる。このことは、たとえば、図 7 の LED ドライバ装置 84 から出力される電流の量を増大させることによって、または、光源 63A、63B、63C および 63D に電流を供給するために照明制御装置 40A 内に含まれ得る 1 つ以上の LED ドライバ装置（詳細には図示せず）から出力される電流の量を増大させることによって、行なうことができる。主な照明期間 108 の終了時（時間 T_M ）において、照明制御装置 40A は、新規の撮像周期（図示せず）の開始である時間 T_1 まで、照明装置 63 をオフに切換えることができる。新規の撮像周期の開始時に、光の強度は再び値 I_1 に切換えられて、新規の照明サンプリング期間が開始する。

【0095】

図 10C は、別の異なる例示的な撮像周期に対する時間の関数として、照明装置 63 によって生じた光の強度を示すグラフを概略的に示す。照明の強度 I_1 は、上で開示したように、照明サンプリング期間 104 の全体にわたって用いられる。しかしながら、この撮像周期において、照明サンプリング期間 104 に測定された Q の値は、図 10B の照明サンプリング期間に測定された Q の値よりも大きい。このことは、たとえば、腸壁 76 に対する撮像装置 60 の位置の移動によって生じ得る。したがって、計算された値である I_3 は、図 10B に示された撮像周期の I_2 の値よりも小さい。また、 I_3 の値は、 I_1 の値よりも小さい。したがって、図 10C に示される主な照明期間 106 の間に照明装置 63 が発する光の強度は、図 10C の照明サンプリング期間 104 の間に照明装置 63 が発する光の強度よりも低い。

【0096】

I_3 の計算された値が I_1 の値に等しい場合（図 10B ~ 図 10C では図示していない場合）、照明の強度は、全照明期間 108 の持続時間中に、初期値である I_1 に維持され得、照明強度の変更が、時間 T_M において行なわれないことに注目されたい。

【0097】

10

20

30

40

50

上で開示した第2の照明制御方法の利点は、この方法が、少なくとも最初に、照明装置63をその最大の光出力強度で作動させることを防止できることにある。このことは、たとえば図1の電源25等の電源の性能を高めるのに有用であることが考えられ、その有用な稼働寿命を延ばし得る。当該技術では、多くの電池および電気化学的セルが、その最大電流出力付近で作動すると最適な態様で機能しないことが公知である。第2の照明方法を用いると、光源(図3の光源63A、63B、63Cおよび63D等)は、それらの最大出力の光強度の僅か一部であり得る光強度 I_1 で最初に作動する。したがって、最大の光出力強度が現時点でのフレーム捕捉に必要なとされないことが決まっている場合において、光源は、第2の光強度のレベル(たとえば、光強度のレベル I_1 よりも低い光強度のレベル I_3 等)で作動することができる。したがって、第2の照明制御方法は、撮像装置の電池または他の電源から引かれて照明装置63を作動させるのに必要とされる電流を減じることができ、これにより、撮像装置で用いられる電池または他の電源の有用な稼働寿命を延ばすことができる。

10

【0098】

この発明の実施例が、1つの光検知素子および/または1つの光源を用いることに限定されないことが、当業者によって認識されるであろう。

【0099】

次に、図11を参照する。図11は、この発明の一実施例に従った、複数の光源を制御するための複数の光検知装置を含む照明制御装置を示す概略図である。

【0100】

照明制御装置120は、それぞれ複数のアナログ-デジタル(A/D)変換装置124A、124B、...124Nで適切にインターフェイスされた複数の光検知装置122A、122B、...122Nを含む。A/D変換装置は、処理装置126に適切な態様で接続される。処理装置126は、複数のLED光源130A、130B、...130Nに適切な態様で接続された複数のLEDドライバ128A、128B、...128Nに対し、適切な態様で接続される。

20

【0101】

光検知装置122A、122B、...122Nによって検知された光の強度を表わす信号が、それぞれA/D変換装置124A、124B、...124Nに与えられ、これらの変換装置は、デジタル化された信号を出力する。デジタル化された信号は、信号を処理することのできる処理装置126によって受信され得る。たとえば、処理装置136は、信号の積分を行なって、光検知装置122A、122B、...122Nによって検知された光の量を計算することができる。計算された光の量は、光検知装置122A、122B、...122Nのすべてを合わせたものによって検知された光を全部合わせた量であり得、または、光検知装置122A、122B、...122Nの個々の光検知装置の各々に対して別個に計算された光の個々の量であり得る。

30

【0102】

処理装置136は、計算された光の量をさらに処理して、LEDドライバ128A、128B、...128Nに制御信号を与えることができ、これらのLEDドライバは、次いで、LED光源130A、130B、...130Nに適切な電流を与える。

40

【0103】

図11の照明制御装置120が、処理および制御の異なる方法を用いて作動し得ることに注目されたい。

【0104】

この発明の一実施例に従い、光検知装置122A、122B、...122Nのすべては、1つの光検知素子として用いられ得、光を全部合わせた量を用いて計算を行なって、LED光源130A、130B、...130Nのすべてを合わせたものの動作を同時に制御する。この実施例において、照明制御装置120は、一定の照明強度を用いて照明の終了時間を計算する、上で開示して図5、図8、および図9に示した第1の照明制御方法を用いて実現することができる。

50

【0105】

代替的に、この発明の別の実施例に従い、照明制御装置120は、上で詳細に開示したように、照明サンプリング期間に第1の照明強度 I_1 を用い、かつ、主な照明期間で用いるために第2の光強度 I_N を計算する、上で開示して図10A~10Cに示した第2の照明制御方法を用いて実現することができる。このような場合、照明サンプリング期間104の全体にわたって用いられる照明強度 I_1 （図10A~10C参照）は、LED光源130A、130B、...130Nのすべてに等しいことが考えられ、主な照明期間106（図10A~10C）の全体にわたって用いられる照明強度 I_N は、LED光源130A、130B、...130Nのすべてに等しいことが考えられる。

【0106】

この発明の別の実施例に従い、光検知装置122A、122B、...122Nの各々は、別個の光検知装置として用いられ得、計算が、光検知装置122A、122B、...122Nの各々によって検知された光の個々の量を用いて行なわれて、LED光源130A、130B、...130Nの各々の動作を異なった態様で別個に制御することができる。この第2の実施例において、照明制御装置120は、LED光源130A、130B、...130Nの各々に対して一定の照明強度を用いてLED光源130A、130B、...130Nの各々に対する照明の終了時間を別個に計算することのできる、上で開示して図5、図8、および図9に示した第1の照明制御方法を用いて実現することができる。このような態様で、光源130A、130B、...130Nの組（1つの組が1つを含み得る）は、センサ122A、122B、...122Nの組と対にされ得る。

【0107】

代替的に、この発明の別の実施例に従い、照明制御装置120は、上で詳細に開示したように、照明サンプリング期間に第1の照明強度 I_1 を用い、かつ、主な照明期間に用いるために第2の光強度 I_N を計算する、上で開示して図10A~10Cに示した第2の照明制御方法を用いて実現することができる。このような場合、照明強度 I_1 は、LED光源130A、130B、...130Nのすべてに等しいことが考えられ、照明強度 I_N は、LED光源130A、130B、...130Nのすべてに等しいことが考えられる。

【0108】

一般に、この実施例は、撮像装置内の光源130A、130B、...130Nおよび光検知装置122A、122B、...122Nの位置づけが次のように構成されている場合に、すなわち、適度に効果的な照明の「ローカル制御」が確実に可能になり、異なる光源間のクロストークが確実に十分低いレベルとなって、制御ループ内で1つ以上の光源に関連する1つ以上の光検知装置からの信号を処理することによって、1つ以上の光源130A、130B、...130Nによって生じる照明強度の適度なローカル制御を可能にするように構成されている場合に、用いることができる。

【0109】

次に、図12を参照する。図12は、この発明の一実施例に従った、4つの光検知装置および4つの光源を有する自律型撮像装置の正面図を示す概略図である。

【0110】

装置150は、4つの光源163A、163B、163Cおよび163D、ならびに4つの光検知装置167A、167B、167Cおよび167Dを含む。光源163A、163B、163Cおよび163Dは、上で開示したように白色LED光源であってよく、または、他の適切な光源であってよい。光検知装置167A、167B、167Cおよび167Dは、開口部62を取巻くバッフル70の表面上に取付けられる。装置150の正面部は、4つの四分円170A、170B、170Cおよび170Dを含み得る。装置150は、上で詳細に開示して図面に示したように（図1および図2参照）、照明制御装置（図12の正面図では図示せず）と、画像の処理および送信のためのすべての光学構成要素、撮像構成要素、電気回路、および電源とを含み得る。

【0111】

四分円は、点線間の領域170A、170B、170Cおよび170Dによって概略的

10

20

30

40

50

に示される。この発明の一実施例に従い、装置 150 は、4つの独立したローカル制御のループを含み得る。たとえば、四分円 170 A 内に位置づけられた光源 163 A および光検知装置 167 A は、図 2 の照明制御装置 40 に光源 38 A ~ 38 N および光検知装置 42 が結合されるのと同様の態様で、照明制御装置（図示せず）に適切な態様で結合される。光検知装置 167 A からの信号を用いて、上で開示した任意の照明制御方法を用い、光源 163 A の照明パラメータを制御することができ、四分円 170 A に対するローカル制御のループを形成する。

【0112】

同様に、光検知装置 167 B からの信号を用いて、上で開示した任意の照明制御方法を用い、光源 163 B の照明パラメータを制御することができ、四分円 170 B に対するローカル制御のループを形成する。さらに、光検知装置 167 C からの信号を用いて、上で開示した任意の照明制御方法を用い、光源 163 C の照明パラメータを制御することができ、四分円 170 C に対するローカル制御のループを形成する。光検知装置 167 D からの信号を用いて、上で開示した任意の照明制御方法を用い、光源 163 D の照明パラメータを制御することができ、四分円 170 D に対するローカル制御のループを形成する。

10

【0113】

異なるローカル制御のループ間に何らかのクロストークまたは相互依存性が存在し得ることに注意されたい。なぜなら、実際に、光源 163 A によって生じた光の一部が腸壁から反射するか、または腸壁によって拡散することが考えられ、他の四分円 170 B、170 C および 170 D のそれぞれに対する他のローカル制御のループの一部を形成する光検知装置 167 B、167 C および 167 D に到達し得るためである。

20

【0114】

装置 150 内の光検知装置 167 A、167 B、167 C および 167 D、ならびに光源 163 A、163 B、163 C および 163 D の位置の構成は、このようなクロストークを減じるように設計することができる。

【0115】

この発明の他の実施例では、「ファジー論理」の方法またはニュートラルネットワークの実現例等の処理方法を用いて、異なるローカル制御のループの動作を共にリンクすることが可能であり得る。このような実現例において、光検知装置の 1 つからの情報が、他のローカル制御のループ内の光源の光強度の制御に影響を及ぼし得るように、異なるローカル制御のループを共に結合することができる。

30

【0116】

図 12 に示された撮像装置 150 が 4 つの光源と 4 つの光検知装置とを含むものの、光源の数を変化させてよく、異なる数の（4 よりも多いか、または少ない）光源で、この発明の実施例の撮像装置を構成することに注目されたい。同様に、光検知装置の数も変化させてよく、適切なまたは実用的な任意の数の光検知装置を用いてよい。加えて、装置内の光検知装置の数が、装置内に含まれる光源の数と必ずしも一致する必要がないことに注目されたい。したがって、たとえば 3 個の光検知装置と 6 個の光源とを有した装置を構成することができる。または、別の例において、10 個の光検知装置と 9 個の光源とを有した装置を構成することができる。

40

【0117】

光源の数と光検知装置の数とを決定する要因には、特に、装置内の光源および光検知装置の幾何学的な（2次元および3次元の）配置、互いに対する配置、光源のサイズおよび利用可能なパワー、光検知装置のサイズおよび感度、ならびに製造上および配線上の考慮事項が含まれ得る。

【0118】

ローカル制御のループの数もまた、特に、所望の照明の均一性の程度、異なるローカル制御のループ間のクロストークの程度、利用可能な照明制御装置の処理パワー、および他の製造上の考慮事項によって決定され得る。

【0119】

50

この発明の発明者は、撮像器の一部ではない専用の光検知装置を用いる代わりに、または、専用の光検知装置を用いることに加え、撮像器自体の1つ以上の光感応性の画素を用いて照明制御を行なうことも可能であることを認識している。加えて、CMOS撮像器のICの表面上の画素アレイに一体化された特別な光検知素子を用いることも可能であり得る。

【0120】

たとえば、CMOSタイプの撮像器を有する撮像器において、CMOS撮像器の画素のいくつかを照明の制御用に用いることができ、または代替的に、撮像器の画素アレイ内に特別に製造された光検知素子（アナログフォトダイオード等）を形成することができる。

【0121】

次に、図13を参照する。図13は、この発明の一実施例に従った、照明制御のために用いることのできる、CMOS撮像器の表面上における画素の配置を概略的に示す上面図である。図13の画素の配置が概略的な図にすぎず、撮像器上の回路における実際の物理的な配置は図示されていないことに注意されたい。

【0122】

CMOS撮像器160の表面は、144個の正方形の画素を含む12×12のアレイによって概略的に示される。正規の画素160Pは、白色の正方形によって概略的に示される。CMOS撮像器は、ハッチングされた正方形によって概略的に示される、16個の制御画素160Cも含む。

【0123】

CMOS撮像器160内の画素の数が、説明を簡単かつ明瞭にするためだけに、任意に144として選択されているものの、所望であれば画素の数をそれよりも多くまたは少なくしてよいことに注意されたい。一般には、適切な画像解像度をもたらすために、より大きな数の画素を用いることができる。たとえば、GI管の撮像には、256×256の画素アレイが適切であり得る。

【0124】

この発明の一実施例によると、制御画素160Cは、制御画素として作動するように割当てられたCMOS撮像器の正規の画素であり得る。この発明に従い、制御画素160Cは、正規の撮像素素160Pとは異なる時間に走査され得る。この実施例は、この実施例が正規のCMOS画素アレイの撮像器によって実現され得るという利点を有する。

【0125】

図10Aに戻り、図10Aのタイミング図をここでも用いて、制御画素を用いた自動照明制御方法を示すことができる。この方法は、各撮像周期110の開始時に制御画素160Cの高速走査を用いることによって作用することができる。照明装置（図示せず）は、撮像周期110の開始時に（時間T2に）オンにされ得る。制御画素160Cの走査は、正規の画素160Pの走査と同様に行なわれ得るが、すべての制御画素160Cの走査が、照明サンプリング期間104内に生じる点が異なる。制御画素160Cは、照明サンプリング期間104の持続時間内に順次走査され得る。このことは、当該技術で公知のように、画素の読出線（図示せず）を適切な態様でアドレス指定することによってCMOS画素アレイ内の所望の任意の画素を無作為に走査する能力によって可能となる。

【0126】

制御画素160Cが順次（次々に）走査されるため、最初に走査される制御画素が、次に走査される制御画素よりも短い期間だけ露光されることに注目されたい。したがって、各制御画素は、それが異なる露出期間だけ露光されてから、走査される。

【0127】

腸壁から反射する光の強度が照明サンプリング期間104の持続時間内に著しく変化しないと仮定した場合、制御画素160Cのすべてに対して測定された平均の光強度、または、制御画素160Cのすべてに到達する光の、計算された平均量を計算によって補正することにより、この漸増的な画素の露出時間を補償することが可能となり得る。たとえば、画素の強度の加重平均を計算することができる。

10

20

30

40

50

【0128】

代替的に、この発明の別の実施例に従い、照明装置63は、照明サンプリング期間104の終了後にオフにされ得る（このターンオフは、図10Aには図示していない）。このターンオフにより、制御画素160Cが露光されていない間における画素160Cの走査が可能になり得、したがって、上で述べた、制御画素の漸増的な露光を防ぐことができる。

【0129】

すべての制御画素160Cの走査（読出）が完了し、走査された制御画素の信号値が（アナログまたはデジタルの計算または処理によって）処理された後に、主な照明期間で必要とされる照明強度の値が、照明制御装置40Aによって（または図2の照明制御装置40によって計算され得る）。

10

【0130】

LEDドライバ装置84から必要とされる電流または必要とされる照明強度の計算は、上で開示したように既知の値 I_1 （図10B参照）を用いて行なうことができ、照明装置63がオフにされた期間の持続時間を考慮してもよく、または考慮しなくてもよい（この持続時間は、制御画素160Cを走査するのに必要とされる既知の時間から、および、データの処理および/または計算に必要とされる適切な時間から、適切な態様で求められ得る）。照明装置63は、次に、オンにされ得（このターンオンは、説明を明瞭にするため、図10Aには図示していない）、計算された電流値を用いて主な照明期間106の終了時の時間 T_M まで必要とされる照明強度の値 I_2 （図10B参照）を生じる。

20

【0131】

制御画素160Cの数が少ない場合、制御画素160Cを走査するのに必要とされる時間が、全照明期間108の全持続時間に比べて短くなり得ることに注目されたい。たとえば、1つの制御画素を走査するための走査時間が約6マイクロ秒である場合、16個の制御画素を走査するには約96マイクロ秒が必要とされ得る。必要とされる光強度を計算するのに必要とされる時間もまた、短くなり得るため（数マイクロ秒または数十マイクロ秒が必要とされ得る）、照明サンプリング期間104の終了時に照明装置63がオフにされる期間は、一般に20～30ミリ秒であり得る主な照明期間108の僅かな一部を含み得る。

【0132】

各画素に対して読出された強度が、画素アレイ160の全体内における特定の制御画素の位置に従って異なる態様で重み付けされ得る、加重平均を計算することもまた可能であり得る。このような重み付けの方法は、当該技術で公知の、中央に偏った強度の重み付けを得るためか、縁（または周縁）に偏った重み付けを含むがこれに限定されない、当該技術で公知の他の任意の種類に偏った測定値を得るためか、または当該技術で公知の他の適切な任意の種類に重み付けを得るために、用いることができる。このような補償または重み付けの計算は、撮像装置に含まれる照明制御装置（図示せず）によって、または、図13に示されたCMOS撮像器160を含む撮像装置に含まれる、任意の適切な処理装置（図示せず）もしくは制御装置（図示せず）によって、行なうことができる。

30

【0133】

したがって、平均化または重み付けの計算が用いられる場合、制御画素の読出および任意の種類に補償または重み付けの計算が完了した後に、照明制御装置（図示せず）は、制御画素160Cによって検知された光の、重み付けされた（および/または補償された）量の値を計算して、この値を I_2 の値を計算するために用いることができる。

40

【0134】

制御画素160Cの数と正規の画素160Pとの比が小さな数であるべきことに注意されたい。示された16/144の比は、例示としてのみ（説明を明瞭にするために）与えられる。実際の実現例において、この比は、特に、撮像器のCMOSアレイ内の画素の総数と、用いられる制御画素の数とに依存して異なり得る。たとえば、典型的な256×256のCMOS画素アレイにおいて、照明制御のために、照明制御画素として16～12

50

8個の画素を用いることが実用的であり得る。しかしながら、 256×256 のCMOS画素アレイ内の制御画素の数は、16個の制御画素よりも少ないか、または、128個の制御画素よりも多くなってもよい。

【0135】

一般に、制御画素の数および制御画素と正規の画素との比は、特に、撮像器の画素アレイ上で利用可能な画素の総数、特定の撮像器の画素走査速度、走査用に割当てられた時間内に実際に走査され得る制御画素の数、および照明サンプリング期間の持続時間に依存し得る。

【0136】

CMOS撮像器の画素アレイの画素のいくつかの(たとえば図13に示された例等)自動照明制御方法を用いる実施例の利点は、撮像器の表面の外側に配置され得る光感応センサ(たとえば図3の光検知装置67等)とは対照的に、制御画素160Cが、撮像器の表面上に配置された撮像画素でもあるために、撮像器の表面に到達する光の量を実際に検知することである。このことは、特に、光検知の精度が一層高いために有利となり得、また、光学系内の最適な場所に光検知装置を正確に配置する必要もなくすることができ、加えて、制御画素は、撮像器の他の(非制御の)画素と同様の信号対雑音特性および温度依存特性を有し得る。

10

【0137】

制御画素を用いる別の利点は、外付けの光検知装置の必要がないことであり、これは、撮像装置のアセンブリのコストを下げて単純化することを可能にする。

20

【0138】

撮像器160等のCMOS撮像器において、照明サンプリング期間104の後の制御画素160Cの走査が、画素をリセットしないことに注目されたい。したがって、制御画素160Cは、主な照明期間106の間に光を引続き検知し、撮像器160の他の正規の画素160Pのすべてとともに、時間 T_M の後に走査される。したがって、捕捉された画像は、完全な画素の情報を含む。なぜなら、制御画素160Cおよび正規の画素160Pが同じ持続時間だけ露光されたからである。したがって、画像の品質または解像度は、制御画素160Cを用いて照明を制御することによって著しく影響を受けない。

【0139】

また、撮像器160上の制御画素160Cの配置が、撮像器の中心に対して対称になっているが、他の適切な任意の画素の配置を用いてよいことに注目されたい。撮像器160上の制御画素の数および分布は、用いられる平均化の種類に従って変更または適合され得る。

30

【0140】

さらに、別個に処理され得るグループに制御画素をグループ化して、別個に制御され得る複数の光源を用いる撮像器内のローカルな照明制御を可能にすることができる。

【0141】

次に、図14を参照する。図14は、この発明の一実施例に従った、撮像装置内のローカルな照明制御で用いられるのに適切な制御画素のグループの例示的な分布を示す、CMOS撮像器の画素の概略上面図である。

40

【0142】

示された撮像器170は、400個の画素を有する 20×20 の画素アレイである。制御画素は、ハッチングされた正方形170A、170B、170Cおよび170Cによって概略的に表わされ、残りの撮像器の画素は、ハッチングされていない正方形170Pによって概略的に表わされる。制御画素の4つのグループが、撮像器170上に示される。

【0143】

第1の画素のグループは、撮像器170の表面の左上の象限内に配置された4つの制御画素170Aを含む。第2の画素のグループは、撮像器170の表面の右上の象限内に配置された4つの制御画素170Bを含む。第3の画素のグループは、撮像器170の表面の右下の象限内に配置された4つの制御画素170Cを含む。第4の画素のグループは、

50

撮像器 170 の表面の上左下の象限内に配置された 4 つの制御画素 170 D を含む。

【0144】

撮像器 170 が、複数の光源を有する自律型撮像装置（図 12 の装置 150 等であるが、これに限定されない）に配置される場合、制御画素 170 A、170 B、170 C および 170 D の 4 つのグループの各々は、上で開示したように走査されて処理され、撮像器 170 の 4 つの象限のそれぞれに到達する照明のレベルをローカル制御するためのデータを与えることができる。4 つのグループの各々内の各画素に対して走査されたデータは、撮像器のそれぞれの象限に対する照明強度の所望の値を計算するために処理され得る。別個のローカル制御のループを用いて照明を制御するための方法は、図 12 の装置 150 に関して上で開示した任意の方法と同様であり得るが、装置 150 では、光検知装置が撮像器の外部の装置であり、撮像器 170 では、検知用に用いられる制御画素が、撮像器 170 と一体化した部分である撮像器の画素である点が異なる。

10

【0145】

制御画素を用いる照明制御方法は、上で開示したように、積分されたセンサの信号がしきい値のレベルに到達したときに照明を中止する閉ループの方法を用いて実現され得、または、上で開示したように、照明サンプリング期間に最初の照明強度を用い、制御画素の走査から計算もしくは算出された値に従って（必要であれば）照明強度を適合させるか、もしくは変更することによって実現され得る。

【0146】

画素のグループの信号またはデータ（画素の変化を表わす）は、中央に偏るか、もしくは周縁に偏った平均化を行なうための平均化法または加重平均法を用いることにより、または、当該技術で公知の他の任意の平均化または処理の方法に従って、処理され得る。上で開示したように処理の結果を用いて、光源（たとえば、図 12 の 4 つの光源 163 A、163 B、163 C および 163 D の配置と同様の配置で撮像装置内に配置された 4 つの光源等）を制御することができる。

20

【0147】

撮像器の表面上の制御画素の数および制御画素の分布が、特に、所望の種類の前平均化、ローカルな照明制御グループの必要数、撮像装置内で利用可能な光源の数および位置、利用可能な処理装置が利用することのできる計算パワー、照明制御装置の速度、ならびに他の設計上の考慮事項に従って変化し得ることを、当業者は認識するであろう。

30

【0148】

この発明の別の実施例によると、図 13 の制御画素 160 C は、正規の画素 160 P とは異なった態様で構成された、特別に作製された画素であり得る。この実施例によると、制御画素 160 C は、当該技術で公知であるように、適切な読出またはサンプリングの回路（図示せず）を有するアナログフォトダイオードとして作製され得る。

【0149】

この実現例は、制御画素 160 C として働くアナログフォトダイオードが同時に読出され得る、特別に作製されたカスタム CMOS 撮像器を用い得、このことは、有利であることが考えられる。なぜなら、画素の構成が一様な正規の CMOS 画素アレイにおいて実現される同数の制御画素を順次走査するのに必要とされる時間よりも、読出または走査の時間が短縮され得るためである。

40

【0150】

アナログフォトダイオードまたは他の公知の種類の前専用のセンサが撮像装置の CMOS 画素アレイ内に一体化される場合、アナログフォトダイオードが配置された領域が、正規の CMOS アレイの画素とともに走査されないため、捕捉された画像が、「欠落した」画像の画素を有することに注目されたい。したがって、画像データは、「欠落した画素」を有する。しかしながら、CMOS 画素アレイ内に少数のアナログフォトダイオードまたは他の専用の制御画素が含まれている場合、欠落した画素が画像の品質を著しく劣化させないことが考えられる。加えて、このような専用のアナログフォトダイオードまたは他の制御画素を画素アレイ内に分散させることができ、互いに十分に離して配置することができ

50

るため、画像の品質は、欠落した画像の画素によって僅かに影響を受けるに過ぎないと考えられる。

【0151】

照明制御方法が、図1の装置10A等の自律型撮像装置で用いるために開示されているが、撮像器および照明装置を有する他の生体内撮像装置、たとえば撮像センサアレイを有する内視鏡またはカテーテル様の装置か、または内視鏡の動作経路を通じた挿入が可能な、生体内撮像を行なうための装置等において、これらの照明制御方法を適合させてまたは適合させずに用いることもできる。

【0152】

加えて、この明細書に開示された照明制御方法を、CMOS撮像器等の適切な撮像器を含み、かつ、照明源を含むか、または作動する態様で照明源に接続される、スチルカメラおよびビデオカメラにおいて用いることができる。

10

【0153】

加えて、選択された正規の画素を制御画素として用いるか、またはアナログフォトダイオード等の特別に作製された制御画素を用いる、CMOS画素アレイの撮像器で実現される制御画素の使用を、カメラ内に一体化され得るか、または、カメラの外部に存在して、作動する態様でカメラに接続され得るフラッシュ装置または別の照明装置の照明を制御するために適用することができる。

【0154】

カメラのCMOS撮像器の一部である制御画素を用いる利点には、特に、上で詳細に開示したように、構成および操作が簡単であること、加重平均法および偏らせる方法を含む、制御可能な態様で互換性を有する複数の平均化法の実現および使用が可能であること、および、照明制御の精度が上昇することが含まれ得る。

20

【0155】

加えて、特に、カメラに含まれているか、または作動する態様でカメラに接続されている光源が、唯一の利用可能な照明源であるという条件下で作動するカメラにおいて（たとえば、海底で作動するカメラ、または、通常は暗く、接近しにくい領域で監視またはモニタを行なうように設計されているカメラにおいて）、上に開示した照明制御方法を用いることにより、シャッタのないカメラの使用が可能になり得る。このことは、有利にも、このような装置の信頼性を高め、それらのコストを下げ、それらの構成および動作を単純化

30

【0156】

上で開示したこの発明の実施例において、制御画素の数および配置は一定であったが、この発明の別の異なる実施例に従い、制御画素の数および/または幾何学的な構成（配置）をダイナミックに変更または制御することに注目されたい。たとえば、一時的に図2に戻ると、光検知装置42は、CMOS画素アレイの1つ以上の制御画素を表わし得、照明制御装置40および/またはコントローラ/プロセッサ装置36は、画像捕捉周期で用いられる制御画素の数を変更するように、および/または、撮像装置32の画素アレイ上における制御画素の配置を変更するように、構成することができる。

【0157】

制御画素の数および/または配置のこのような変更は、照明サンプリング期間104（図10A）の間に制御画素として走査されるように選択された画素の数および/または配置を変化させることによって、非限定的な例において行なうことができる。このような変更により、異なった平均化のための構成および方法の使用が可能となり得、異なる撮像周期に対する、異なる偏らせの方法を変化させることができる。

40

【0158】

加えて、ダイナミックに制御可能な制御画素の構成を用いることにより、1つの撮像周期内に2つ以上の照明サンプリング期間を実現すること、および、これらの2つ以上の照明サンプリング期間の各々に対して異なる画素の数または構成を用いることが可能となり得る。

50

【0159】

また、遠隔測定装置34(図2)に無線で送信される命令により、制御画素の数および/または構成を遠隔で制御することも可能となり得、この場合、遠隔測定装置は、データの送信と、外部の送信機装置(図2には図示せず)によって遠隔測定装置に送信される制御データの受信とが可能で送受信機装置として構成することができる。

【0160】

上で開示したすべての実施例が、光検知素子(たとえば図3の光検知装置67、図2の光検知装置42、または図13の制御画素160C等)に到達する光の量の測定および処理に基づいた、照明装置(たとえば図3の照明装置63等)から出力される光を変化させることに基づいていたが、別の手法を用いてもよいことに注目されたい。光検知装置(たとえば光検知装置67または制御画素160C等)に到達する光の量の測定結果に基づいて、撮像器の画素増幅器(図示せず)の利得を変化させることが可能となり得る。このような実施例では、撮像装置の照明装置(たとえば図3の照明装置63または図2の照明装置38等)は、一定の期間、一定の照明強度で作動することができ、撮像装置の制御画素または光検知装置に到達する光が測定される。次に、撮像器の画素増幅器の利得または感度を変更して、適切な撮像を行なうことができる。たとえば、照明サンプリング期間中に光検知装置に十分な光が到達しない場合は、画素増幅器の利得を増大させて、露出不足を防ぐことができる。照明サンプリング期間中に光検知装置に光が過剰に到達する場合は、画素増幅器の利得を減少させて、露出過多を防ぐことができる。照明サンプリング期間中に光検知装置に到達する光の量が適切な露出を確保するのに十分である場合は、画素増幅器の利得を変化させない。

10

20

【0161】

このような自動的な利得制御により、一定の条件下において、いくつかの場合では撮像器の信号対雑音比(S/N)が変化し得ることに注目されたい。たとえば、CMOS画素アレイの撮像器において画素増幅器の利得を増大させると、 S/N 比が低下し得る。

【0162】

図15Aは、この発明の一実施例に従った方法の一連のステップを示す。代替的な実施例において、他のステップおよび他の一連のステップを用いてよい。

【0163】

ステップ500において、生体内撮像装置等の装置は、光源をオンにする。

30

【0164】

ステップ510において、装置は、受取った光の量を装置またはセンサに記録する。このことは、たとえば、装置上のセンサ、または可能性として外部センサに対することが考えられる。

【0165】

ステップ520において、装置は、記録した光の量を求める。

【0166】

ステップ530において、記録した光の量がしきい値よりも少ない場合、この装置の方法はステップ520を繰返す。しきい値以上である場合、この方法はステップ540に進む。

40

【0167】

ステップ540において、この方法はステップ500において繰返される。なぜなら、一般に、この装置が一連の撮像周期にわたって作動するためである。しかしながら、この方法を繰返さなくてもよい。

【0168】

図15Bは、この発明の代替的な実施例に従った方法の一連のステップを示す。さらに別の実施例において、他のステップおよび他の一連のステップを用いてよい。

【0169】

ステップ600において、生体内撮像装置等の装置は、第1の強度で光源をオンにする。光は、一般に、第1の一定期間、すなわち、サンプリング期間中に作動する。

50

【0170】

ステップ610において、装置は、光源が第1の強度で作動している間に受取った光の量を装置またはセンサに記録する。この記録は、たとえば、装置上のセンサ、または可能性として外部センサに対する、受取った光のものであり得る。

【0171】

ステップ620において、装置は、第2の期間中の光の動作に対する強度を決定する。この決定は、たとえば、第1および第2の期間の両方の間に、受取った光の総量が、確実に一定の範囲内に入るか、または一定の目標付近となるように設計され得る。強度を決定する他の方法を用いてよい。

【0172】

ステップ630において、光は第2の強度で作動する。この光は、一般に、第2の一定期間だけ作動する。

【0173】

ステップ640において、この方法はステップ600において繰返される。なぜなら、一般に、この装置が一連の撮像期間にわたって作動するためである。しかしながら、この方法を繰返さなくてもよい。

【0174】

この発明を、限られた数の実施例に関して説明してきたが、この発明の範囲および精神の範囲内にある、この発明の多くの変形、変更および他の応用を行なってよいことが、当業者によって認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0175】

【図1】先行技術の自律型生体内撮像装置の一実施例を示す概略図である。

【図2】この発明の一実施例に従った、自動照明制御システムを有する生体内撮像装置の一部を示す概略ブロック図である。

【図3】この発明の一実施例に従った、自動照明制御システムと4つの光源とを有する生体内撮像装置の一部の概略断面図である。

【図4】図3に示された装置の概略正面図である。

【図5】この発明の一実施例に従った、一定の照明持続時間を有する生体内撮像装置において照明および画像捕捉のタイミングをとる方法を示す概略図である。

【図6】この発明の一実施例に従った、光検知フォトダイオードおよび発光ダイオードに結合された照明制御装置に対する、1つの可能な構成を示す概略図である。

【図7】この発明の一実施例に従った、図6の照明制御装置を詳細に示す概略図である。

【図8】この発明の一実施例に従った、可変の制御された照明持続時間を有する生体内撮像装置において照明および画像捕捉のタイミングをとる方法を理解するのに有用な概略図である。

【図9】この発明の一実施例に従った、可変フレーム速度および可変の制御された照明持続時間を有する生体内撮像装置において照明および画像捕捉のタイミングをとる方法を理解するのに有用な概略図である。

【図10A】この発明の別の一実施例に従った、自動照明制御方法を用いる生体内撮像装置の撮像周期を概略的に示すタイミング図である。

【図10B】この発明の一実施例に従い、図10Aに示された自動照明制御方法を用いたときに可能な、時間の関数としての光の強度を示す例示的かつ概略的なグラフである。

【図10C】この発明の一実施例に従い、図10Aに示された自動照明制御方法を用いたときに可能な、時間の関数としての光の強度の別の例を示す、例示的かつ概略的な別のグラフである。

【図11】この発明の一実施例に従った、複数の光源を制御するための複数の光検知装置を含む照明制御装置を示す概略図である。

【図12】この発明の一実施例に従った、4つの光検知装置と4つの光源とを有する自律型撮像装置の正面図を示す概略図である。

10

20

30

40

50

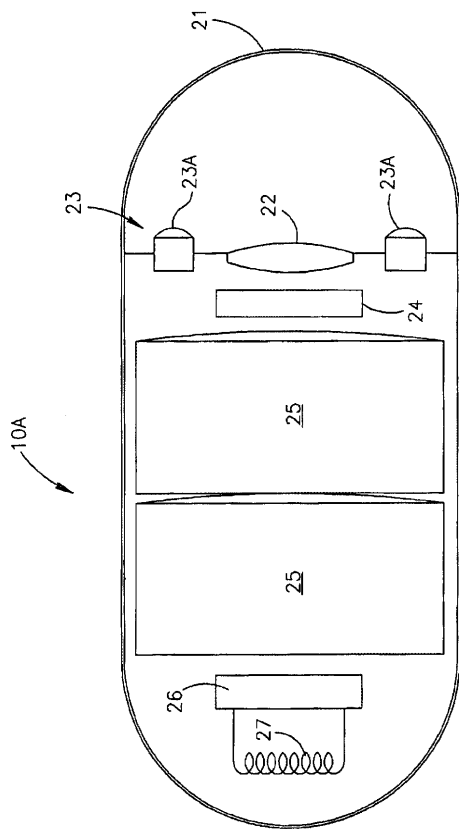
【図13】この発明の一実施例に従った、照明制御のために用いることのできるCMOS撮像器の表面上における画素の配置を示す概略上面図である。

【図14】この発明の一実施例に従った、撮像装置においてローカルな照明制御で用いられるのに適切な制御画素のグループの例示的な分布を示す、CMOS撮像器の画素の概略上面図である。

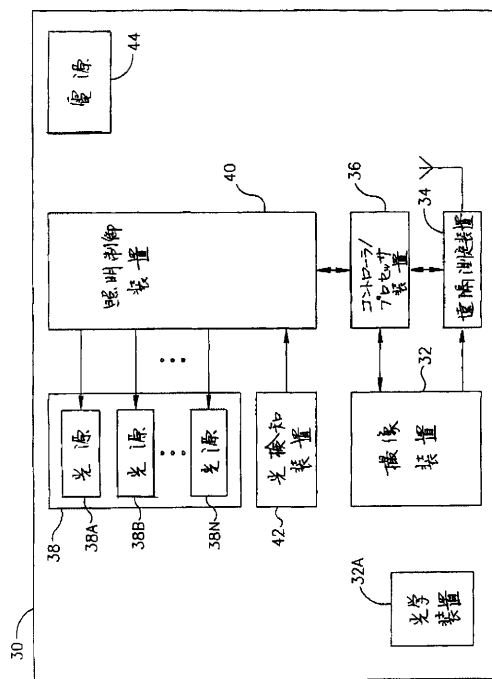
【図15A】この発明の一実施例に従った方法の一連のステップを示す図である。

【図15B】この方法の代替的な一実施例に従った方法の一連のステップを示す図である。

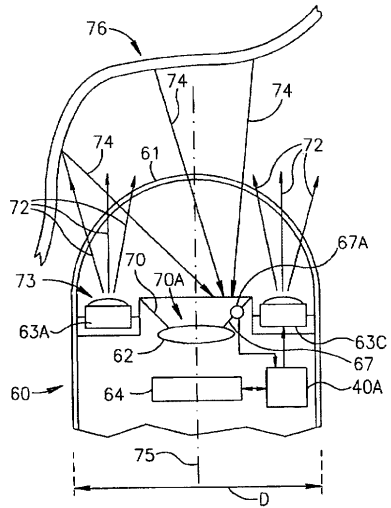
【図1】



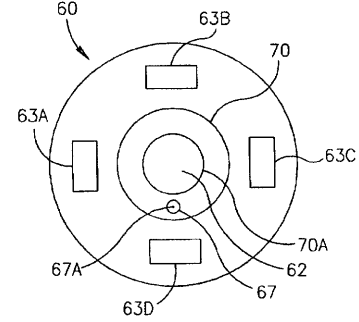
【図2】



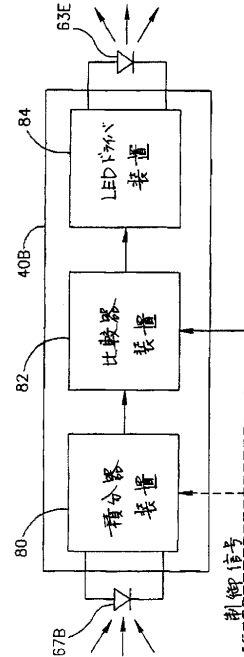
【 図 3 】



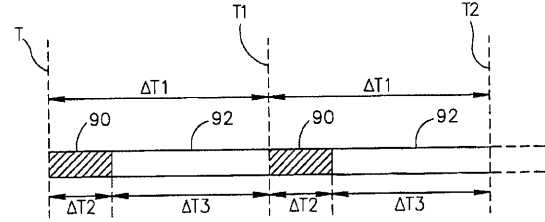
【 図 4 】



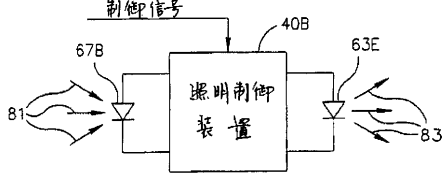
【 図 7 】



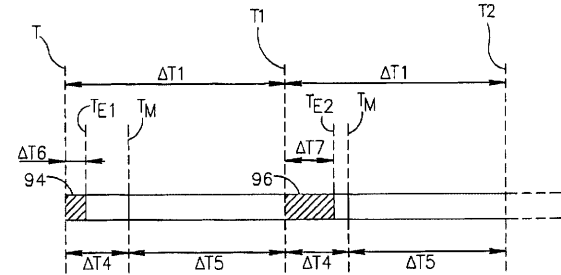
【 図 5 】



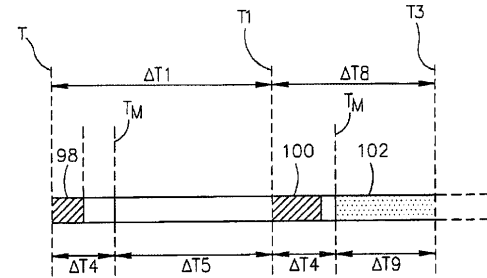
【 図 6 】



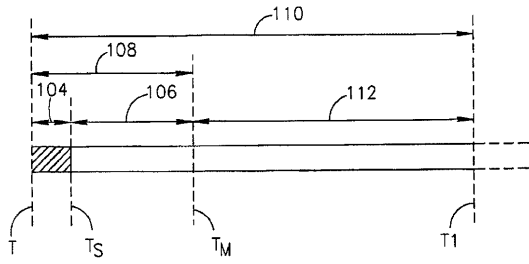
【 図 8 】



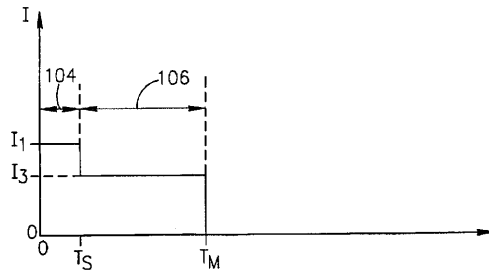
【 図 9 】



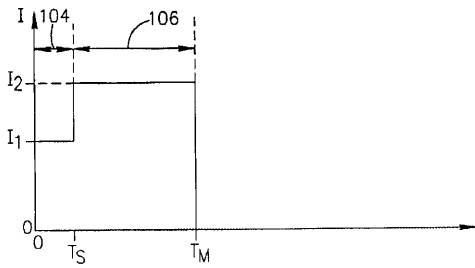
【 10 A 】



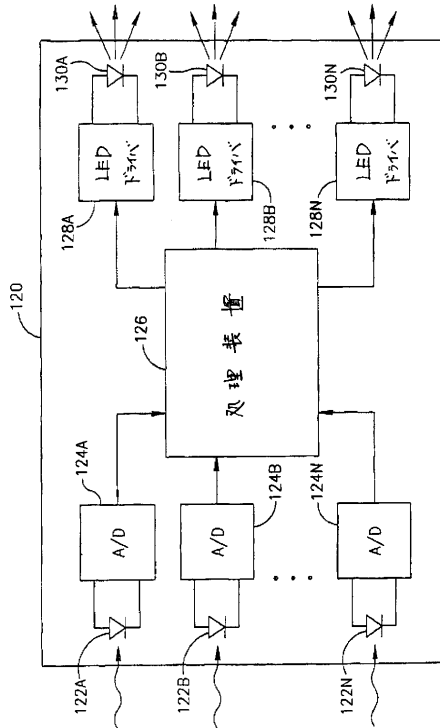
【 10 C 】



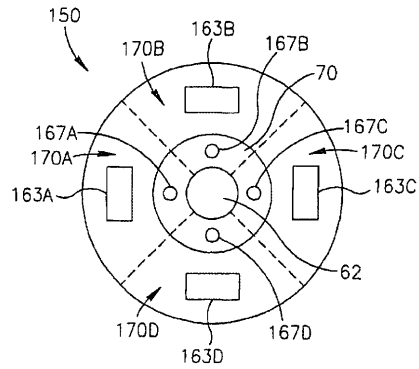
【 10 B 】



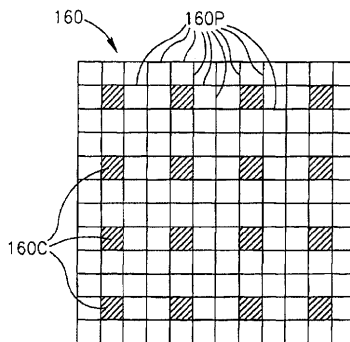
【 11 】



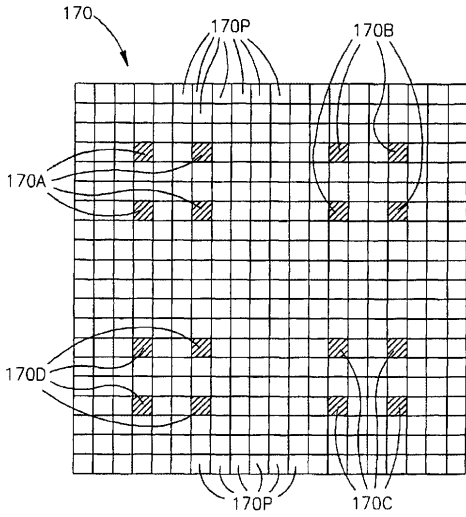
【 12 】



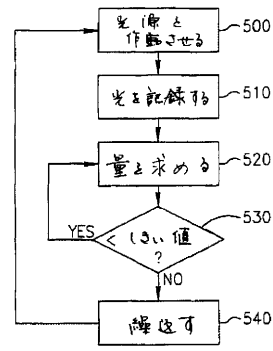
【 13 】



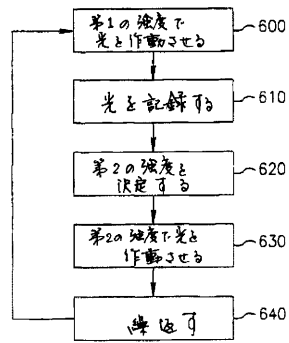
【図14】



【図15A】



【図15B】



フロントページの続き

- (72)発明者 アブニ, ドブ
イスラエル, 34525 ハイファ、スコット・ストリート、7
- (72)発明者 グルコフスキー, アルカディ
イスラエル, 36790 ネシェール、ハヌリオト・ストリート、24/5

審査官 門田 宏

- (56)参考文献 特開平11-290269(JP,A)
特開平07-275200(JP,A)
特開昭55-121779(JP,A)
特開2001-112740(JP,A)
実公昭47-004376(JP,Y1)
実公昭47-041473(JP,Y1)
米国特許第6709387(US,B1)
MARK APPELYARD, A Randomized Trial Comparing Wireless Capsule Endoscopy With Push Entero-
scopy for the Detection of S, Gastroenterology, 2000年12月, Vol.119, No.6, 143
1-1438

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|------|---|------|
| A61B | 1/00 | - | 1/32 |
| A61B | 5/07 | | |