

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5965644号
(P5965644)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月8日 (2016. 7. 8)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 J 3/36 (2006. 01)	GO 1 J 3/36	
GO 1 J 3/02 (2006. 01)	GO 1 J 3/02	S
GO 1 J 3/443 (2006. 01)	GO 1 J 3/443	
GO 1 N 21/64 (2006. 01)	GO 1 N 21/64	E
HO 1 L 27/146 (2006. 01)	GO 1 N 21/64	F
請求項の数 12 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-553575 (P2011-553575)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成22年3月8日 (2010. 3. 8)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2012-520455 (P2012-520455A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成24年9月6日 (2012. 9. 6)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2010/050978		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02010/103448	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成22年9月16日 (2010. 9. 16)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成25年3月5日 (2013. 3. 5)	(74) 代理人	100070150
審査番号	不服2015-3684 (P2015-3684/J1)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成27年2月26日 (2015. 2. 26)		
(31) 優先権主張番号	09305221.5		
(32) 優先日	平成21年3月10日 (2009. 3. 10)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 時間遅延積分方式センサーを使用したイメージングに対する時間領域多重化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体のイメージングを行うイメージング・システムであり、

それぞれ1からNまでの番号が付けられたセルの、第1シーケンスと第2シーケンスを含む時間遅延積分方式 (TDI) センサーであり、前記TDIセンサーは、1の番号が付けられたセルから、2からN-1までの番号が付けられたセルを通してNの番号が付けられたセルまで電荷を移動させるように構成され、前記セルの第1シーケンスと第2シーケンスはそれぞれ、第1感受性セル、少なくとも1つの非感受性セル及び第2感受性セル、をこの順番で含み、前記セルの第1シーケンスにおける各セルは、前記TDIセンサーが第1スペクトルを有する光によって均等に照射されるときに前記第1シーケンスにおける非感受性セルのいずれかに入射する光の強度が前記第1シーケンスにおける感受性セルのいずれかに入射する光の強度より低いという意味において、感受性であるか又は非感受性であるかのいずれか一方であり、前記セルの第2シーケンスにおける各セルは、前記TDIセンサーが第2スペクトルを有する光によって均等に照射されるときに前記第2シーケンスにおける非感受性セルのいずれかに入射する光の強度が前記第2シーケンスにおける感受性セルのいずれかに入射する光の強度より低いという意味において、感受性であるか又は非感受性であるかのいずれか一方であり、前記第1シーケンスにおけるセルは、前記第2スペクトルを有する光にตอบสนองせず、前記第2シーケンスにおけるセルは、前記第1スペクトルを有する光にตอบสนองしない、TDIセンサーと；

前記物体を照らし、前記物体からの光を前記TDIセンサー上にガイドする、少なくとも

第1モード及び第2モードを有する光学系と；

前記TDIセンサーが、前記電荷を、前記光学系が前記第1モードになるときに、非感受性セルから感受性セルにシフトし、前記光学系が前記第1モードから前記第2モードへと変わるときに、感受性セルから非感受性セルにシフトするように、前記TDIセンサー及び前記光学系を同期させるコントローラと；

を有する、イメージング・システム。

【請求項2】

$i = 1$ から $N - K$ までの任意の i に対して、前記セルが：

i の番号が付けられたセルが感受性である場合、 $i + K$ の番号が付けられたセルも感受性であり、且つ

i の番号が付けられたセルが非感受性である場合、 $i + K$ の番号が付けられたセルも非感受性である、

ように関連しているよう、前記TDIセンサーに、1よりも大きい自然数 K が関連付けられている、請求項1に記載のイメージング・システム。

【請求項3】

前記非感受性セルのいずれかに入射する光の強度はゼロである、請求項1又は2に記載のイメージング・システム。

【請求項4】

前記TDIセンサーは、離散的な瞬間において前記電荷を移動させるように構成されている、請求項1、2又は3に記載のイメージング・システム。

【請求項5】

前記TDIセンサーが、行及び列に配置された複数のセルを含み、少なくとも1つの列が前記セルの第1シーケンスを有し、少なくとも1つの他の列が前記セルの第2シーケンスを有する、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のイメージング・システム。

【請求項6】

前記感受性セルは平面に配置されている、請求項1乃至5のいずれか1項に記載のイメージング・システム。

【請求項7】

前記TDIセンサーが、少なくとも前記第1スペクトルを有する光に対して不透明であって、前記非感受性セルの少なくとも1つを隠すが、前記感受性セルのいずれも隠さない不透明素子を含む、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のイメージング・システム。

【請求項8】

前記TDIセンサーが、前記第1スペクトルを有する光を、前記感受性セルのうち少なくとも1つに集めるが、前記非感受性セルのいずれにも前記光を集めない光学素子を含む、請求項1乃至7のいずれか1項に記載のイメージング・システム。

【請求項9】

前記光学素子は、前記光を少なくとも2つの感受性セルに集める円柱レンズ又はレンズのアレイを含む、請求項8に記載のイメージング・システム。

【請求項10】

前記光学系は、

第3スペクトルを有する光を発する第1光源、及び

前記第3スペクトルとは異なる第4スペクトルを有する光を発する第2光源、を含む、

前記第1スペクトル及び第2スペクトルは前記TDIセンサーが検出する光の特性であり、前記第3スペクトル及び第4スペクトルは前記光学系が前記物体を照らす光の特性である、請求項1に記載のイメージング・システム。

【請求項11】

物体のイメージングを行う方法であり、

TDIセンサーに対して物体を動かすステップであり、前記TDIセンサーは、それぞれ1から N までの番号が付けられたセルの、第1シーケンスと第2シーケンスを含む時間遅延積分

10

20

30

40

50

方式（TDI）センサーであり、前記TDIセンサーは、1の番号が付けられたセルから、2からN-1までの番号が付けられたセルを通してNの番号が付けられたセルまで電荷を移動させるように構成され、前記セルの第1シーケンスと第2シーケンスはそれぞれ、第1感受性セル、少なくとも1つの非感受性セル及び第2感受性セル、をこの順番で含み、前記セルの第1シーケンスにおける各セルは、前記TDIセンサーが、第1スペクトルを有する光によって均等に照射されるとき、前記第1シーケンスにおける非感受性セルのいずれかに入射する光の強度が、前記第1シーケンスにおける感受性セルのいずれかに入射する光の強度より低いという意味において、感受性であるか又は非感受性であるかのいずれか一方であり、前記セルの第2シーケンスにおける各セルは、前記TDIセンサーが、第2スペクトルを有する光によって均等に照射されるとき、前記第2シーケンスにおける非感受性セルのいずれかに入射する光の強度が、前記第2シーケンスにおける感受性セルのいずれかに入射する光の強度より低いという意味において、感受性であるか又は非感受性であるかのいずれか一方であり、前記第1シーケンスにおけるセルは、前記第2スペクトルを有する光に応答せず、前記第2シーケンスにおけるセルは、前記第1スペクトルを有する光に応答しない、ステップと、

10

少なくとも第1モード及び第2モードを有する光学系により、それぞれ第1モード又は第2モードを使用して、前記物体を照らし、前記物体からの光を前記TDIセンサー上にガイドするステップと、

前記TDIセンサーが、前記光学系と同期して、前記電荷を、前記光学系が前記第1モードになるときに、非感受性セルから感受性セルにシフトし、前記光学系が前記第1モードから前記第2モードへと変わるときに、感受性セルから非感受性セルにシフトするステップとを有する、

20

方法。

【請求項12】

前記物体からの光を前記TDIセンサー上にガイドするステップは、前記物体の光学像を前記TDIセンサー上に形成するステップを含み、前記電荷は、前記TDIセンサー上の前記像の動きに従って移動させられる、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

第1態様において、本発明は、1からNまでの番号が付けられたセルのシーケンスを含む時間遅延積分方式（TDI）センサーに関し、そのTDIセンサーは、その1の番号が付けられたセルから、2からN-1までの番号が付けられたセルを通してNの番号が付けられたセルまで電荷を転送するように構成されている。

【0002】

第2態様において、本発明は、イメージングシステムに関する。

【0003】

第3態様において、本発明は、イメージング法に関する。

【背景技術】

【0004】

40

蛍光イメージングにおいて、所定のサンプルにおいて多数の蛍光ラベル（フルオロフォア（fluorophore））の存在を同時に検出することがしばしば必要である。様々な方法が蛍光ラベルを区別するために使用されてよい。

【0005】

第1方法において、それらのラベルによって発せられる光は、波長によって、例えばダイクロイックミラーを使用することによって多数の検出器に分けられる。

【0006】

もう1つの方法は、異なるラベルは、励起に関して通常異なる波長の光に敏感であるという事実を使用する。例えば、レーザーなどの、それぞれ波長が異なる光源のセットは、交互に作動する。その光源の各々は、通常は、特定の蛍光ラベルのセットを励起する。様

50

々なラベルの別々のイメージが、次の光源に切り替える前に、すなわち、照明光の周波数を変更する前に、各検出器を読み出すことによって読み出すことが出来る。当該技術は、時間共有又は時間領域多重化の一例である。異なる周波数の光を検出するために1つの検出器を使用することを可能にすることは利点である。当該技術は、従って、各波長に対して個別の検出器を供給することに関する必要性を回避する。

【0007】

それらの2つの方法は、固定された数の光源を使用して検出可能なフルオロフォアの数を増やすように組み合わせることが出来る。個別に検出され得るフルオロフォアの合計数は、異なる光源の数及び検出器の数の両方よりも大きくてよいことが知られている。

【0008】

時間領域多重化を用いる走査型顕微鏡において、走査毎の合計の積分時間は、センサー毎に単一のタイプのフルオロフォアを検出することに比べて増加する。しかし、時間領域多重化は、未だに、少なくとも2つの理由から同じ面積の多重走査を行うことに対して有利である。第1に、より少ない時間が、そのサンプルの走査（例えば、走査方向を逆にするか又はそのサンプルを次の走査のために開始位置に戻すこと）のための「オーバーヘッド（overhead）」に失われる。第2に、そのシステムにおける時間の変化は、異なる励起及び/又は蛍光波長から得られるイメージの相互的なアライメントに、より少ない影響を与える。

【0009】

時間領域多重化は、焦点を共有する走査（例えば、非ピクセル化されたセンサーを使用する）、単純なライン・センサー及びフルフレーム・センサーに対して、特に適切である。ライン・センサー及び連続的に動いているサンプルの場合、光源は、通常、単一の走査の後に、同じ物体の2つ又はそれ以上の異なる完全なイメージが取得されているように、そのピクセル行が読み出される毎に切り替えられる。

【0010】

時間遅延積分方式（TDI）は、単純なライン・センサーを使用することに比較してしばしばより速いと知られているイメージング法である。それは、明視野及び他のイメージング・モダリティの両方に適用することができる。TDIは、通常、多数の隣り合ったピクセル行を有する特別な電荷結合素子（CCD）を使用する。その物体の画像がセンサーにおいて連続的に走査されると、そのセンサーにおける蓄積電荷は、ピクセルの各行から同期化された方法で次の行へと移動する。毎回、ピクセルの最後の行からの信号だけが読み出され、メモリに保存される。この方法において、信号は、同じ走査速度において単純なライン・センサーで可能なよりもはるかに長い積分時間でそのセンサーに蓄積する。

【0011】

まとめると、蛍光走査イメージングの様々な応用に対し、複数のフルオロフォアを研究対象の物体において同時に検出することが有利であると考えられている。この目的において、異なる波長の光を放射する複数の光源が利用され得る。それらの光源は、その物体を異なる波長の光に交互にさらすように、操作することができる。その物体からの蛍光を検出するセンサーは、2つの連続する照明周期の間に読み出されてよい。

【0012】

図1は、TDIイメージングの原理を説明する。物体12が、光源（非表示）によって照射され、物体経路14に沿って一定速度で移動する。その図において、物体12の模範的な発光点だけが図に描かれている。たとえばレンズ又はレンズ系を有する結像光学系20が、TDIセンサ22上に物体12の光学像24を生成する。物体12が物体経路14に沿って動くと、その像24は、像経路26に沿ってTDIセンサー22を横切って移動する。示される例において、物体経路14は直線であるが、他の経路もTDIセンサー22の設計によっては予想されてよい。示される例において、像経路26もまた直線である。物体12及びその像24は、矢印14、26によって示されるように反対方向に動いていることに注目されたい。センサー22は、複数の平行な行28を有し、各行は、複数のピクセル（セル）を有する。それらの行22は、第1行30及び最後の行32を有する。物体12が図に示されるように初期位置にある間、物体12によ

10

20

30

40

50

て放射される光16は、第1行30に入射する。物体12が最終位置（矢印14の先端に対応する）にあると、その物体によって放射される光18は、センサー22の最後の行32に入射する。電荷が、そのTDIセンサー22のピクセル上にその光学像24の光度及びそれらのピクセルが像24にさらされる間の時間の両方の関数として蓄積する。その蓄積電荷は、センサー22を通して、その光学像24の動作と同期してシフトされる。センサー22によって構築される信号は、従って、ピクセル行22の数に等しい倍数によって、同等の単純なライン・センサーの信号よりも大きい。TDIセンサー22の連続した2回の読み出しの間に、物体12は、その物体12の対象の特徴のサイズに比べてかなりのサイズであり得る走査長さの分だけ動く。しかし、TDIセンサー22全体を読み出す前における光源の切り替えなどのイメージング・モード間での切り替えは、センサー22上の対応する像の混合につながる可能性があることが問題である。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、時間領域多重化TDIイメージング法を提供することである。本発明のもう1つの目的は、時間領域多重化TDIイメージング・システムを提供することである。

【0014】

これらの目的は、独立請求項の特徴によって成し遂げられる。さらなる明細書及び望ましい実施形態は、従属請求項において概説される。

【課題を解決するための手段】

20

【0015】

本発明の第1態様によると、セルのシーケンスにおける各セルは、TDIセンサーが、第1スペクトルを有する光によって均等に照射されているとき、非感受性セルのいずれかに入射する光の強度は、感受性セルのいずれかに入射する光の強度のせいぜい90%であるという意味において、感受性又は非感受性であるかのいずれか一方であり、そのセルのシーケンスは：第1感受性セル、少なくとも1つの非感受性セル、及び第2感受性セルをこの順番で含む。電荷は、連続的なステップにおいて移動されてよく、各ステップは、

$$Q_{\text{後}}(i+1) = Q_{\text{前}}(i) \quad (i = 1 \text{ から } N-1)$$

を満たすように電荷移動を含み、 $Q_{\text{前}}(i)$ は、シフトの前の*i*の番号が付けられたセルであり、 $Q_{\text{後}}(i)$ は、そのシフトの後の*i*の番号が付けられたセルである。1から*N*までのセルは、構成は同じであり、その場合、それらの位置及び/又は方向においてのみ異なる。第1スペクトルは、特に、複数の光源の組み合わせたスペクトルであってよく、その場合、非感受性セルは、その複数の光源のいずれかによって放たれた光に「盲目」である。それに代えて（又はさらに）、感受性セル及び非感受性セルは、TDIセンサーが照射されるときにセルにおいて電荷が生成される速度によって特徴付けられてよい。さらに正確には、それらのセルの各々は、電荷を保持するための容量が付随していてよく、TDIセンサーが第1スペクトルを有する光によって均等に照射されるとき、感受性セルの各々がその容量の少なくとも50%に相当する電荷を蓄積する時点、及び非感受性セルの各々がその容量の最大でも40%（望ましくは最大でも20%、又は最大でも10%、又は最大でも5%）に相当する電荷を蓄積する時点があり得る。

30

40

【0016】

$i = 1$ から $N-K$ である任意の i に対して、セルは：

i の番号が付けられたセルが感受性である場合、 $i + K$ の番号が付けられたセルも感受性である、及び

i の番号が付けられたセルが非感受性である場合、 $i + K$ の番号が付けられたセルも非感受性である

よう、それらのセルが関連付けられるように、TDIセンサーは、1よりも大きい自然数 K に関連付けられていてよい。それらのセルは、従って、周期的な方法で設定される。これは、そのTDIセンサーが、例えば、 K 個の代わる代わる照らす光源によって、周期的に照射される場合に特に便利である。例えば、セルのシーケンスは、 i ($i = 1$ から N) の番号が

50

付けられたセルが、 $i-1$ がKの整数倍である場合に感受性であり、 $i-1$ がKの整数倍でない場合は非感受性であるように、設計されてよい。定数Kは、例えば、2、3、4、又は他の如何なる自然数であってよい。

【0017】

TDIセンサーは、非感受性セルのいずれかに入射する光の強度がゼロであるように、特に設計されていてよい。そのような構成では、全ての光はそれらの非感受性セルから遮断される。

【0018】

TDIセンサーは、離散的な瞬間に電荷を移動させるように構成されてよい。その離散的な瞬間は、等間隔であってよい。これは、そのTDIセンサーが1つ又はそれ以上の周期的にパルスを発する光源と共に使用されるときに便利である。

10

【0019】

TDIセンサーは、行及び列において配置された複数のセルを含んでよく、各列は、上記に記載されたようにセルのシーケンスを含む。それらの列は、同一に構成されてよく、その場合、各行は、感受性セルだけか又は非感受性セルだけのいずれか一方を含む。しかし、複数のセルは、例えば、円の一部分に沿って、又は同心円の部分に沿ってなど、非常に異なって配置することができることが指摘される。これは、物体をTDIセンサーに関して回転させることによって、その物体を走査することに関して便利であり得る。

【0020】

感受性セルは、平面に配置されてよい。非感受性セル又は少なくともそれらのいくつかは、同じ平面に配置されてよい。その代わりに、それらの非感受性セルの全て又は少なくともいくつかは、その平面の後ろに配置されてよく、その「後ろ」という用語は、その平面の、入射光が通常到達しない側を呼ぶ。例えば、非感受性セルは、感受性セルが非感受性セルを入射光から少なくとも部分的に隠すように、対応する感受性セルの後ろに配置され得る。

20

【0021】

TDIセンサーは、少なくとも第1スペクトルを有する光に対して不透明である不透明素子を含んでよく、その不透明素子は、非感受性セルの少なくとも1つを隠すが、感受性セルのいずれも隠さない。その不透明素子は、反射性又は吸収性、又は両方の組み合わせであってよい。望ましい実施形態によると、その不透明素子は、遠赤外から遠紫外線までの全てのスペクトルに対して不透明である。別の望ましい実施形態によると、その不透明素子は、第1スペクトルに含まれる周波数よりも高い周波数又は低い周波数を有する光に対して透明である。そのような光の検出に対して、TDIセンサーは、従来型のTDIセンサーとして使用することができる。

30

【0022】

その代わりに又はさらに、そのTDIセンサーは、第1スペクトルを有する光を、少なくとも1つの感受性セルに集め、非感受性セルには集めないように、光学素子を含んでよい。さらに詳しくは、その光学素子は、第1スペクトルに属する周波数を有する入射平面波を焦点合わせするように構成されてよい。

【0023】

40

その光学素子は、光を少なくとも2つの感受性セルに集めるために、円柱レンズ又はレンズのアレイを含んでよい。上記で述べたように、それらのセルは、例えば、行及び列において配置されてよく、各行は、例えば、感受性セルだけ又は非感受性セルだけのいずれか一方を含み、異なる列のセルは、異なるシーケンスに属している（すなわち、電荷は行に沿ってではなく、列に沿って移動する）。感受性セルだけを含む行及び非感受性セルだけを含む行は、感受性行及び非感受性行としてそれぞれ呼んでよい。この場合、入射光を関連する行に集めるため及び入射光の少なくとも重要な部分が非感受性行に到達することを防ぐために、各感受性行の前に円柱レンズを配置することが特に便利であるかもしれない。

【0024】

50

上記で紹介したセルのシーケンスは、第1シーケンスであってよく、TDIセンサーは、1からNまでの番号が付けられたセルの第2シーケンスを含んでよい。そのTDIセンサーは、1の番号が付けられたセルから2からN-1までの番号が付けられたセルを通して、Nの番号が付けられたセルまで電荷を移動させるように構成されており、セルの第2シーケンスにおける各セルは、TDIセンサーが、第2スペクトルを有する光によって均等に照射されているとき、その第2シーケンスにおける非感受性セルのいずれかに入射する光の強度が、その第2シーケンスにおける感受性セルのいずれかに入射する光の強度のせいぜい90%（望ましくは最大でも10%）であるという意味において、感受性又は非感受性のいずれか一方であり、その第2シーケンスのセルは：第1感受性セル、少なくとも1つの非感受性セル、及び第2感受性セル、をこの順番で含み、第1シーケンスのセルは、第2スペクトルを有する光に 10 応答せず、第2シーケンスにおけるセルは、第1スペクトルを有する光に 応答しない。TDIセンサーは、従って、上記で考察された種類のセルの少なくとも2つのシーケンスを含んでよいが、それらのスペクトル応答（spectral response）は異なる。従って、異なるスペクトル又は異なる「カラー」が、同時ではあるが独立して検出され得る。

【0025】

本発明の第2態様に従って、イメージング・システムは、

本発明の第1態様に関して上記に記載されたTDIセンサー；

物体を照らし、その物体からの光をTDIセンサーにガイドするための、少なくとも第1モード及び第2モードを有する光学系；

TDIセンサーが、その光学系が第1モードになるとき、電荷を非感受性セルから感受性セルにシフトし、その光学系が第1モードからもう1つのモードに移るとき、電荷を感受性セルから非感受性セルにシフトするように、そのTDIセンサー及び光学系を同期化するためのコントローラ；

を含む。そのイメージング・システムは、物体をTDIセンサーに対して動かすためのスキャナをさらに含んでよい。そのスキャナは、その物体をTDIセンサーに対して直線経路に沿って平行移動させるように構成されていてよい。その物体の動作に関連する速度は、その物体が走査される間は一定であってよい。

【0026】

その光学系は、さらに、

第3スペクトルを有する光を発するための第1光源；及び

第3スペクトルとは異なる第4スペクトルを有する光を発するための第2光源；

を含んでよい。その第3スペクトルを有する光及び第4スペクトルを有する光は、例えば、異なる周波数成分を含むか又は異なって偏光されてよい。上記で紹介した第1スペクトル及び第2スペクトルは、TDIセンサーの検出特性に関係し、一方、第3スペクトル及び第4スペクトルは、物体を照らすための光に関係することに注目されたい。特に、イメージングされる光が、物体を照らす光とは異なる他の周波数成分を有する蛍光イメージングなどの応用に対し、検出システムを蛍光の光に適合させることが有利であり、その場合、また、当然のことながらこの場合だけではないが、第1スペクトル（及び／又は第2スペクトル）は、第3スペクトル（及び／又は第4スペクトル）とは異なってよい。或いは、第3スペクトル及び／又は第4スペクトルは、第1スペクトル又は第2スペクトルと同一であってよい 40

【0027】

TDIセンサーは、第1TDIセンサーであってよく、イメージング・システムは、上記に記載されたタイプの第2TDIセンサーを含んでよい。その第1TDIセンサー及び第2TDIセンサーは、それらのスペクトル応答において異なる。従って、異なる周波数が、異なるTDIセンサーを使用して、異なる照明モードの時間領域多重化と組み合わせることでイメージングされ得る。

【0028】

本発明の第3態様に従って、物体をイメージングする方法は、

本発明の第1態様に関して上記に記載されたようなTDIセンサーに対して物体を動か

10

20

30

40

50

すステップ；

を含み、その方法は、

第1モードを使用して、その物体を照らし、その物体からの光をTDIセンサーにガイドするステップ；

蓄積された電荷を非感受性セルに移動させるステップ；

第2モードを使用して、その物体を照らし、その物体からの光をTDIセンサーにガイドするステップ；

前記電荷を感受性セルに移動させるステップ、

の連続ステップをさらに有する。

【0029】

物体を照らすステップ及び前記電荷を移動させるステップは、前記電荷がシーケンスにおける最後のセルに達するまで繰り返してよい。その電荷が最後のセルに達すると、その最後のセルは、例えば、電荷の量を電圧に変換することによって読み出されてよい。従って、TDIセンサーに基づいた時間遅延積分方式の利点が、時間領域多重化の利点と組み合わせられ得る。当該技術は、物体の2つの異なる画像を単一走査の間にセンサーにおいて構築することを可能にする。

【0030】

これに関連して、物体からの光をTDIセンサーにガイドするステップは、その物体の光学像をそのTDIセンサー上に形成するステップを含んでよい；その方法は、次に、そのTDIセンサー上の像の動きに従って、電荷を移動させるステップを含んでよい。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】TDIイメージング・システムの例の概略的な上面図である。

【図2】TDIセンサーの例の概略的な前面図である。

【図3】イメージング法のステップを説明するフローチャートである。

【図4】TDIセンサーの例の概略的な前面図であり、そのセンサーの2つの連続的な状態を示す図である。

【図5】TDIセンサーの例の概略的な側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

異なる図に見られる同一又は似た参照記号は、他に特定しない場合は、同一又は似た要素に言及する。

【実施例】

【0033】

図2は、TDIセンサー22の前面図を概略的に表わす。各小型長方形は、CCDの個別のピクセル（セル）を表わす。TDIセンサー22は、特に、1からNまでの番号が付けられたセル、42、44、42、44、42、44、42のシーケンスを含む。示されている例において、 $N=7$ である。実際には、そのシーケンスにおけるセルの数は、通常、はるかに大きい。そのセンサーは、電荷を1の番号が付けられたセル（図において、最初の行30において一番上のセル42）から、2からN-1の番号が付けられたセルを通して、Nの番号が付けられたセル（図において、最後の行32の最下部のセル42）までシフトするように構成されている。各セル42、44は、センサー22が第1スペクトルを有する光によって均等に照らされるとき、非感受性セル44のいずれかに入射する光の強度は、感受性セル42のいずれかに入射する光の強度のせいぜい10%であるという意味で、感受性であるか又は非感受性であるかの何れか一方である。その非感受性セルのいずれかに入射する光の強度は、可能な限り低い（例えば、感受性セルのいずれかに入射する光の強度のせいぜい10%、又はせいぜい20%）ことが望ましいが、本出願に記載されている方法は、そのTDIセンサーが均等に照らされる場合、非感受性セルの何れかに入射する光の強度が、感受性セルのいずれかに入射する光の強度よりも著しく低い限り、なおも適切に機能する。そのTDIセンサーの均等な照射は、セルを特徴付ける目的のみで、ここで推定されていることに注意されたい。実際には、そのTDIセ

10

20

30

40

50

ンサーは、不均等に照射され、物体の光学像にさらされる。例において、セル42、44、42、44、42、44、42のシーケンスは、感受性セル42及び非感受性セル44の交互に替わるシリーズを表わす。その例において、感受性セル42及び非感受性セル44は全てが、それらが適切な周波数（波長）の光にさらされた場合に、電荷を蓄積するという意味において本質的に感光性である。それらは、入射光が非感受性セル44に達することを防ぐことによって、それぞれ感受性及び非感受性にされる。この目的を達するために、センサー22は、第1スペクトルを有する光に不透明な、非感受性セル44を隠すが、感受性セル42は隠さない不透明素子40を含む。不透明素子40のうち1つによって覆われた行28及び覆われていない行は、本出願において、露出していない行及び露出した行、又は感受性行及び非感受性行としてそれぞれ呼ぶ。注目すべきは、センサー・ピクセル（セル）は、走査方向（x軸に平行）において、垂直方向（y軸に平行）におけるそれらの拡張の半分である物理的寸法を有し、単一の画像に対応する連続した行が、通常のピクセル距離の2倍に分離されることである。その代わりに、垂直方向におけるピクセルのビニング（binning）又は画像のサブサンプリング（subsampling）は、ソフトウェアにおいてなし遂げられる。さらに注目すべきは、シーケンスにおける最後のセルは、代替的に非感受性セルであり得ることである。従って、その最後のセルを読み出す時間間隔及びTDIセンサーを光にさらす時間間隔は、読み出されるデータの質に影響を与えることなく重なり得る。

【0034】

図2を参照して上記で考察された実施形態の変化形において、ストライプ状のカラー・フィルタが、不透明素子40を置き換える。そのフィルタは、ある一定の波長のみを遮断するマスクを提供する。そのようなマスクを用いて、TDIセンサーは、例えば、1つの波長範囲に対して、時間領域多重化センサーとして使用されてもよい一方、他の波長に対して「完全な」TDIセンサーとしてまだ機能することができる。

【0035】

図3は、図1に示された物体12の走査の間にTDIセンサー22における信号を取得するための方法を、図1に示されるTDIセンサー22の代わりに図2に示される改善されたTDIセンサーを採用して説明する。対象の物体は、走査の間に実質的に一定の速度で動くことに注目することが重要である。第1に、第1光源（「光源A」）が、オンに切り替えられる（S1）。信号（「画像A」）がそのセンサーにおいて、その物体の光学像が1つのピクセルの高さを移動するのに大まかにかかる時間の間、取得される（S2）。次に、光源Aは、オフに切り替えられ（S3）、センサーにおける全ての電荷は、次のピクセル行に移動し（S4）、第2光源（光源B）がオンに切り替えられる（S5）。この場合もまた、信号（「画像B」）がそのセンサーにおいて、その物体の光学像が1つのピクセルを移動するのに大まかにかかる時間の間、取得され（S8）、全てのプロセス（ステップS1からS8まで）が繰り返される。従って、その光源の切り替えは、各ピクセル行から関連する次の行までの蓄積電荷の移動に同期している。センサーの最後の行から読まれる出力信号は、異なる光源に交互に関連するピクセル行に対応する。出力信号のインターレースを解除するステップ（de-interlacing）は、2次元画像をもたらし、各画像は、異なる光源に関連する。

【0036】

図4は、図2に示されるセンサー22における電荷の1つのピクセル行28から次のピクセル行28までの移動を説明する。図の左部分は、電荷がシフトされる直前の状況を説明する。右部分は、そのシフトの後の状況を示す。シフトの前に、画像Aの一部が、蓄積電荷の形で露出した行（図において影が付いた行28）において構築されている間に、画像Bの一部は、露出していない行（図において白い行28）に保存された。次に、露出した行のいずれかに保存された電荷はどれも、次の露出していない行へと下方にシフトされ、一方で、露出していない行に保存された電荷はどれも次の露出した行に下方にシフトされる。従って、移動の後に、画像Aの部分は、露出していない行に保存され、画像Bの部分は、露出した行に保存される。最後の行32における電荷の値が読み出され、コンピュータに保存される。光源Bは次に、センサーにおいて画像Bをさらに構築するようにオンに切り替えられる。露出していない行が、入射光の一部分をなおも受けるように、その入射光から完全に

遮断されていない場合、元の画像A及びBはなおも、画像処理を使用して、その電荷の値から導くことが出来る。

【 0 0 3 7 】

図2乃至4を参照して説明された実施形態の拡張型は、2つよりも多い光源を含む。M個の光源が使用されるとき、全てのM番目の行だけが露光され、全ての光源を交互に替えるサイクルは、M行の走査に一致している。

【 0 0 3 8 】

図5は、単純な吸収又は反射マスクよりもむしろレンズ又はマイクロレンズのアレイが使用される望ましい実施形態を説明する。示されるのは、光46の平面波によって照らされるTDIセンサー22の側面図である。光46は、円柱レンズ48のアレイによって、感受性セル42の行に焦点合わせされ、非感受性セル44の中間の行には光は残さない。それらの円柱レンズ48は、光46を走査方向（x方向）においてのみ焦点合わせする。それらは、従って、普通の焦点の代わりに焦線（focal lines）（y方向に延びる）を生成する。円柱レンズ48は、光が非感受性セル44に到達することを、よりさらに効果的に防ぐために強度マスクとさらに組み合わせてもよい。その代わりに、レンズのアレイは、球面焦点レンズの2次元アレイであってもよい。

【 0 0 3 9 】

本発明は、TDIセンサーの時間領域多重化を含む如何なる応用に使用されてもよい。具体的には、それは、複数のフルオロフォアでの蛍光イメージング、多重カラー明視野イメージング、及び蛍光イメージングを明視野イメージングに単一走査において組み合わせることに適用されてよい。

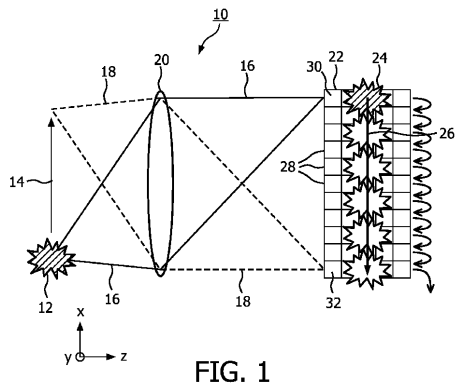
【 0 0 4 0 】

本発明は、図表及び上記の記載において詳しく説明且つ記載されてきている一方、それらの図表及び記載は、模範的であって限定的ではないと見なされるべきである。本発明は、開示される実施形態に限定されない。上記に記載されない均等物、組み合わせ及び改良形もまた、本発明の範囲から離れずに具現化されてよい。

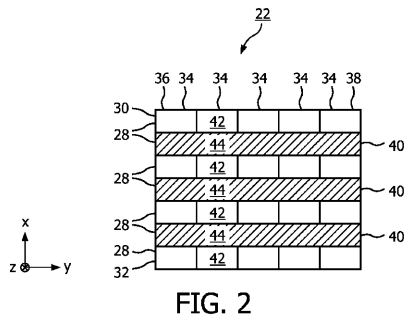
【 0 0 4 1 】

「含む」という動詞及びその派生語は、その「含む」が言及する事項における他のステップまたは要素の存在を除外しない。単数形を表わす用語は、それが言及する対象物の複数形を除外しない。また、単一のユニットは、その請求項において述べられる数個の手段の機能を供給してよいことに留意すべきである。ある一定の特徴が相互的に異なる従属請求項に列挙されているという単なる事実は、これらの特徴の組み合わせを有利に使用することはできないということは示さない。請求項における参照符号はいずれも、その範囲を限定するものとして解釈するべきではない。

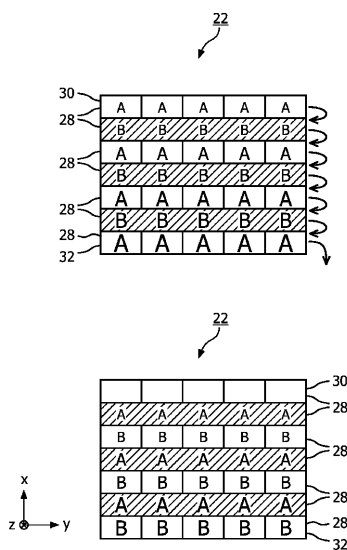
【図 1】



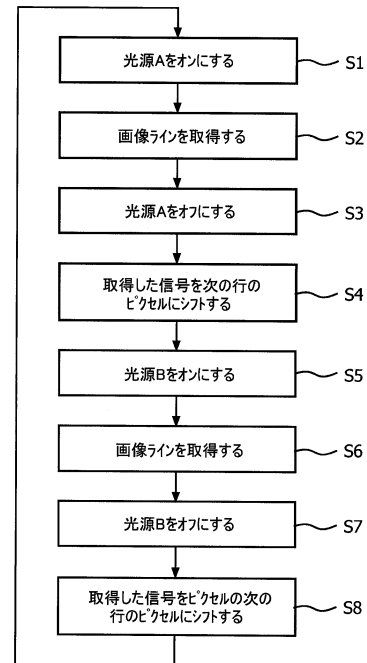
【図 2】



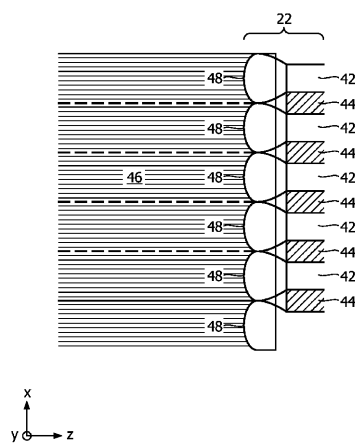
【図 4】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/372 (2011.01) H 0 1 L 27/14 A
H 0 4 N 5/335 7 2 0

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 キーフト, エリック エル

オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス 4 4, フィリッ
プス・アイピー・アンド・エス・エヌエル内

合議体

審判長 郡山 順

審判官 尾崎 淳史

審判官 高 見 重雄

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 4 1 3 3 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 3 2 9 6 7 (J P , A)

特開平 1 - 2 2 8 2 7 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

IPC G01J 3/00-3/52 H04N 5/33-5/335