

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-59913

(P2018-59913A)

(43) 公開日 平成30年4月12日(2018.4.12)

(51) Int.Cl.

G01J 3/32 (2006.01)
G01N 21/27 (2006.01)

F 1

G01J 3/32
G01N 21/27

テーマコード(参考)

2 G02 O
2 G05 9

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2017-176332 (P2017-176332)
 (22) 出願日 平成29年9月14日 (2017.9.14)
 (31) 優先権主張番号 15/283,765
 (32) 優先日 平成28年10月3日 (2016.10.3)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 596170170
 ゼロックス コーポレイション
 XEROX CORPORATION
 アメリカ合衆国、コネチカット州 06856、ノーウォーク、ピーオーボックス 4505、グローバー・アヴェニュー 45
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 ロバート・ピー・ハーロスキ
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14580 ウエブスター スプリング・メドウ・レーン 473
 F ターム(参考) 2G020 BA20 CA02 CA12 CC29 CC31
 CC63 CD12 CD24 CD35
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハイパースペクトルイメージングシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】動いているシーンについてのプリンタモニタによってハイパースペクトル情報を収集するのを容易とする。

【解決手段】ハイパースペクトルイメージングシステムは、第1の光を受光して偏光するように構成された入射偏光子と、波長依存の方法で第1の光の偏光を変化させるための液晶可変リターダと、波長依存偏光された第1の光を受光するように構成された出射偏光子と、液晶可変リターダに電気的に接続された電圧源と、電圧源に接続されたコントローラであって、液晶可変リターダに印加される電圧を制御して第1の光の遅延特性を制御するように構成されたコントローラとを備える。リニアイメージセンサは、第1の光の像を取得するような方向に延在する長さを有し、リニアイメージセンサの一部に対応する出力信号を生成するために、第1の光が出射偏光子を通過した後に液晶可変リターダの遅延特性の関数として像を収集するようにコントローラと同期する。

【選択図】図3

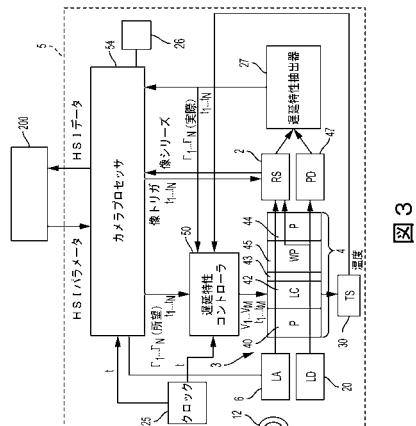


図3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ハイパースペクトルイメージングシステムにおいて、
第1の光を受光して偏光するように構成された入射偏光子と、
波長依存の方法で前記第1の光の偏光を変化させるように前記第1の光の経路に沿って前記入射偏光子の後に配置された液晶可変リターダと、
前記波長依存偏光された第1の光を受光して前記第1の光の偏光状態情報を光強度として検出可能な形態に変換するように構成された出射偏光子と、
前記液晶可変リターダに電気的に接続された電圧源と、
前記電圧源に接続されたコントローラであって、前記液晶可変リターダに印加される電圧を制御して前記第1の光の遅延特性を制御するように構成されたコントローラと、
前記第1の光の像を取得するような方向に延在する長さを有するリニアイメージセンサであって、前記リニアイメージセンサの一部に対応する出力信号を生成するために、前記第1の光が前記出射偏光子を通過した後に前記液晶可変リターダの遅延特性の関数として前記像を収集するように前記コントローラと同期するリニアイメージセンサと
を備える、システム。

【請求項 2】

前記リニアセンサが1次元センサアレイである、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記リニアセンサが、前記リニアセンサを形成するとともにピニングされる画素を有する2次元センサアレイである、請求項1に記載のシステム。

【請求項 4】

前記リニアイメージセンサが全幅アレイセンサである、請求項1に記載のシステム。

【請求項 5】

前記リニアセンサの一部が単一の画素に対応する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 6】

前記リニアセンサの一部がともにピニングされる複数の画素に対応する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 7】

スペクトル情報を生成するように前記出力信号の変換を実行するようにプログラミングされたプロセッサをさらに備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項 8】

前記変換がフーリエ変換である、請求項7に記載のシステム。

【請求項 9】

プリンタにおいて、

I) 光源と、

II) 前記光源からの光を受光して入射光から出射光を形成するように位置決めされた像担持面であって、プロセス方向に前記像担持面を移動するようにドラム又はベルト上に配設された像担持面と、

III) ハイパースペクトルイメージングシステムと、

IV) スペクトル情報への出力信号の変換を実行するプロセッサと
を備え、前記ハイパースペクトルイメージングシステムが、

前記出射光を受光して偏光するように構成された入射偏光子と、

波長依存の方法で前記出射光の偏光を変化させるように前記出射光の経路に沿って前記入射偏光子の後に配置された液晶可変リターダと、

前記波長依存偏光された出射光を受光して前記出射光の偏光状態情報を光強度として検出可能な形態に変換するように構成された出射偏光子と、

前記液晶可変リターダに電気的に接続された電圧源と、

前記電圧源に接続されたコントローラであって、前記液晶可変リターダに印加される電圧を制御して前記出射光の遅延特性を制御するように構成されたコントローラと、

10

20

30

40

50

クロスプロセス方向において前記出射光の像を取得するような方向に延在する長さを有するリニアイメージセンサであって、前記リニアイメージセンサの一部に対応する前記出力信号を生成するために、前記出射光が前記出射偏光子を通過した後に前記液晶可変リターダの遅延特性の関数として前記像を収集するように前記コントローラと同期するリニアイメージセンサと
を備える、プリンタ。

【請求項 10】

前記リニアセンサが 1 次元センサアレイである、請求項 9 に記載のプリンタ又は複写機。
。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

プリンタによって使用するためのハイパースペクトルイメージングシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

原色像が感光体上に積み重ねられてフルカラー像として排出シートに転写されるカラープリンタが知られている。

【0003】

カラープリンタは、一般に、感光体上に形成された像又は排出シートに転写された像の測定を行うことができるモニタを含む制御システムを有する。これらのモニタは、典型的には、光学式濃度計の形態である。それから収集された情報は、プリンタの動作を助ける様々な方法で感光体又は排出シートへのプリンタ出力を変更するために制御システムによって使用される。これらの影響は、リアルタイムフィードバックループ、オフライン校正プロセス、又は位置合わせシステムにおいて発生する可能性がある。

20

【0004】

典型的には、モニタに依拠する制御システムを使用するプリンタは、ここでは「テストパッチ」と称されるものの意図的な作成を必要とする。テストパッチは、作成された後、モニタによって様々な方法で測定される。これらのテストパッチは、所望の暗値、所望のカラーブレンド、及び / 又はラインパターンなどの特定の形状の像であるか、又は、それらは、重ね合わされた像の位置合わせ（「基準」又は「位置合わせ」マーク）を判定するのに特に有用な形状からなるものとすることができます。

30

【0005】

従来の濃度計は、部分的に、それらが情報を収集する空間の制限と情報が収集されるスペクトルの部分における制限とに起因して生成することができる情報量に制限される。

【0006】

ハイパースペクトルイメージング（HSI）は、電磁スペクトルのUV、可視及び / 又は赤外線部分全体からの情報の収集及び処理を含む。ハイパースペクトルイメージヤは、シーン内の位置におけるスペクトル情報のバンドをイメージングする。HSIは、シーンからの情報の深さを増やすために頻繁に使用される。HSIの周知のアプリケーションは、産業及び農業の分類、農業及び防衛のリモートセンシング、脅威の特定、さらには医学などの様々な分野に富んでいる。

40

【0007】

ハイパースペクトル像を生成する技術は、2015年10月14日に出願された米国特許出願第14/883,404号、2014年10月29日に出願された米国特許出願第14/527,347号及び2014年10月29日に出願された米国特許出願第14/527,378号に記載されている。いくつかの技術によれば、ハイパースペクトルイメージング測定システムは、シーンの連続像を収集するために使用される2次元像センサを含む検出器を備える。測定システムは、連続像のそれぞれにおいて、像センサにおける所

50

定画素（又はセンサ領域）がシーンの所定部分から異なるスペクトル情報を収集するように構成されている。像が収集された後、各画素（又はセンサ領域）についてのハイパースペクトル情報は、情報に対するフーリエ変換を行うことによって一連の像から得られる。前記技術によれば、イメージヤ及びシーンは、静止したままであるか、又は、変換プロセスが所定画素及びシーンの対応する部分からスペクトル情報を提供するようにイメージヤとシーンとの間の相対的な動きが補償される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本開示の態様によれば、上述した情報収集技術は、リニアセンサアレイを使用して（像担持面上のテストパッチなどの）動いているシーンについてのプリンタモニタによってハイパースペクトル情報を収集するのを容易とするように変更される。10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の態様は、プリンタによって使用するためのハイパースペクトルイメージング（HSI）システムを対象としている。イメージングシステムは、（イメージングシステムに入射される）第1の光を受光して偏光するように構成された入射偏光子と、波長依存の方法で第1の光の偏光を変化させるように第1の光の経路に沿って入射偏光子の後に配置された液晶可変リターダと、波長依存偏光された第1の光を受光して第1の光の偏光状態情報を光強度として検出可能な形態に変換するように構成された出射偏光子とを含む。電圧源が液晶可変リターダに電気的に接続され、コントローラが電圧源に接続されている。コントローラは、液晶可変リターダに印加される電圧を制御して第1の光の遅延特性を制御するように構成されている。イメージングシステムは、さらに、第1の光の像を取得するような方向に延在する長さを有するリニアイメージセンサを備え、リニアイメージセンサは、第1の光が出射偏光子を通過した後に液晶可変リターダの遅延特性の関数として像を収集するようにコントローラと同期する。センサは、リニアイメージセンサの一部に対応する出力信号を生成する。20

【0010】

本開示の他の態様は、光源と、光源からの光を受光して入射光から出射光を形成するように配置され、プロセス方向に像担持面を移動するようにドラム又はベルト上に配設された像担持面とを備えるプリンタを対象としている。プリンタは、さらに、本開示の第1の態様を参照して記載されるようなHSIシステムを備える。プリンタは、さらに、クロスプロセス方向における出射光の像を取得するような方向に延在する長さを有するリニアイメージセンサを備える。リニアイメージセンサは、リニアイメージセンサの一部に対応する出力信号を生成するために出射光が出射偏光子を通過した後に液晶可変リターダの遅延特性の関数として像を収集するようにコントローラと同期する。プリンタは、さらに、スペクトル情報を取得するように出力信号の変換を実行するためのプロセッサを備える。30

【0011】

以下の議論は、以下の定義を有するいくつかの用語を使用する。「液晶可変リターダ」又は「液晶可変リターダ装置」は、2つの透明な典型的にはガラス基板の間に挟まれた液晶材料を含む少なくとも1つの液晶（LCD）セルを指す。典型的にはインジウムスズ酸化物又はITOなどの透明導電体からなるガラス基板上に配設された透明電極層は、液晶分子の配向、したがって液晶可変リターダの光学的遅延特性を変化させるために使用される液晶セル内の電界を発生させるために備えられる。好みのアライメント方向においてラビングされて液晶分子を配向させる電極層上に配設されたポリイミド配向層などの追加層がセルの内部に設けられてもよい。液晶可変リターダを含む単一のLCDセルの代わりに、いくつかのものがあつてもよい。40

【0012】

「ハイパースペクトルイメージングシステム」又は「HSIシステム」は、光学系、リニアセンサ、及びプロセッサの組み合わせを指す。プロセッサは、プロセッサ及びイメー50

ジセンサを含むシステムの全ての要素を含み且つホストとは独立して機能する装置を意味するスタンダロン装置に存在してもよい。あるいは、プロセッサ及び／又はイメージセンサは、関連する全ての組み合わせを有するホストシステムの要素であってもよい。「ホストシステム」又は「ホスト」は、HSIシステムに対してHSIパラメータを送信し且つ応答においてHSIデータを受信するオプションの装置である。HSI要素（LC可変リターダ、遅延特性コントローラ及び電圧源）を有するホストシステムである装置の例が図2に示されている。

【0013】

「プリンタ」は、例えば、レーザプリンタ及び複写機を含む任意の種類の印刷装置を指す。

10

【0014】

本開示の性質及び動作モードは、添付図面とともに以下の詳細な説明においてより完全に記載される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本開示の態様にかかるハイパースペクトルイメージングシステムを備えるプリンタのモニタの例の概略図である。

【図2】図2は、本開示の態様にかかるハイパースペクトルイメージングシステムを備えるモニタを含む電子写真カラープリンタの基本要素例の簡略化された概略図である。

【図3】図3は、ハイパースペクトルイメージングシステムを備えるモニタの例の概略図を示している。

20

【図4】図4は、ハイパースペクトルイメージング光路の例の光線図を示している。

【図5】図5は、位相遅延対液晶電圧の例のグラフを示している。

【図6】図6は、モニタのリニアセンサからのデータのセットの例の概略図である。

【図7】図7は、検出された強度対位相遅延のグラフを示している。

【図8】図8は、各像画素における検出された強度対波長のグラフを示している。

【図9】図9は、複数の積層された液晶セルから構成される液晶可変リターダ装置の実施形態を示している。

【図10】図10は、単一の液晶層の各側に1対の電極を有する液晶可変リターダ装置の1つの実施形態の電極パネルの平面図を示している。

30

【図11A】図11Aは、標準的な逆並列アライメント液晶セルと光学補償ベンドセルの実施形態との比較を示している。

【図11B】図11Bは、標準的な逆並列アライメント液晶セルと光学補償ベンドセルの実施形態との比較を示している。

【図12】図12は、光学補償ベンドセルの光線図を示している。

【図13】図13は、ハイパースペクトルイメージングシステムを動作させる方法の実施形態のフローチャートを示している。

【図14】図14は、ハイパースペクトルイメージングシステムを校正する方法の実施形態のフローチャートを示している。

【図15】図15は、ハイパースペクトルイメージングシステムを校正する方法の代替実施形態のフローチャートを示している。

40

【図16】図16は、遅延特性の閉ループ制御のフローチャートを示している。

【図17】図17は、イメージングシステムの視野内にスペーサを有する液晶可変リターダを有するハイパースペクトルイメージングシステムの一部の実施形態を示している。

【図18】図18は、スペーサがリニアセンサの画素間に有するスペーサを有する液晶可変リターダの実施形態を示している。

【図19】図19は、湾曲した液晶可変リターダを有するイメージングシステムの一部の実施形態を示している。

【図20】図20は、校正光源に結合するために偏光ビームスプリッタを使用するハイパースペクトルイメージングモニタの実施形態を示している。

50

【図21】図21は、全視野にわたって校正光源を用いてイメージングシーケンスを実行する方法の実施形態のフローチャートを示している。

【図22】図22は、2成分電界の図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1は、本開示の態様にかかるハイパースペクトルイメージング(HSI)機能を有するモニタを含むプリンタの一部の実施形態の例の概略図である。モニタは、像担持面10上の像からスペクトル情報を取得するように構成されることができる。モニタは、光源15(例えば、LEDアレイ又は希ガスランプ)及び検出器モジュール1を含む。検出器モジュール1は、レンズアレイ6、フィルタ4、及び場合によっては他の光学素子を含む光学系3と、リニアセンサアレイ2とを含む。10

【0017】

プリンタは、印刷像を生成するための従来の方法で像担持面をプロセス方向に移動させるモータ(図示しない)によって駆動されるドラム又は感光体ベルト13(図2に示される)上に像担持面を有して構成されていることが理解される。本開示の態様によれば、モニタは、像担持面がモニタを通過して本願明細書において記載されるように像(例えば、テストパッチ)からのデータ収集を可能とするように構成されている。モニタの位置は、プリンタにおいて使用可能な空間によって部分的に決定される。

【0018】

光学系3は、像担持面10と、像担持面10から受光した光をフィルタリングして後述するようにスペクトル的に時間変化する信号を生成するフィルタ4との間に介在するレンズアレイ6を含む。レンズアレイは、例えば、所定の受容角 θ を有するセルフォック(Sel foc)(登録商標)レンズ又は他のマイクロレンズ構成を含むことができる。セルフォック(Sel foc)(登録商標)レンズは、放物型屈折率分布を持つファイバロッドから構成された屈折率分布型レンズである。20

【0019】

光学系からの光は、リニアセンサアレイ2によって検出される。いくつかの実施形態において、リニアセンサアレイ2は、例えば、全幅アレイ(FWA)センサである。全幅アレイセンサは、移動する像担持面の略全幅(プロセス方向に対して垂直)に延在するセンサとして定義される。全幅アレイセンサは、クロスプロセス(又は高速走査)方向に所定の等間隔で配置された(例えば、1/600インチ毎(インチあたり600スポット))複数のセンサを含むことができる(例えば、米国特許第6,975,949号明細書を参照)。コンタクトイメージセンサ、CMOSアレイセンサ又はCCDアレイセンサなどの他のリニアアレイセンサもまた使用可能であることが理解される。リニアセンサは、動きの方向に対して垂直にアライメントされた1次元アレイのセンサから構成されることができるか、又は、動きの方向に平行な方向に延在するセンサが単一の出力を提供するためにともにビニングされる2次元アレイのセンサから構成されることが理解される。リニアセンサ及び光源は、それらの長さがクロスプロセス方向に延在するようにアライメントされる。30

【0020】

図2は、本開示にかかるHSI測定機能をそれぞれ備える1つ以上のモニタ52、56及び58を備えるカラープリンタの基本要素の簡略化された概略図である。具体的には、連続した原色像が感光体ベルト13上に積み重ねられ且つ積み重ねられた重畳像がワンステップでフルカラー像として排出シートに直接転写される「イメージ・オン・イメージ(image-on-image)」電子写真カラープリンタが示されている。1つの実装において、ゼロックス社のiGen5(登録商標)デジタル印刷機が利用可能である。しかしながら、任意の技術を使用するモノクロ機、感光性基材上に印刷する機械、複数の感光体を有する電子写真機、又はインクジェットベースの機械などの任意の印刷機が本開示を同様に有益に利用することができることが理解される。40

【0021】

10

20

30

40

50

具体的には、図2に示される実施形態は、電子写真技術において一般に知られている印刷されることになる各原色について1セットである一連の印刷ステーションがこれに沿って配設される像担持面を有する感光体ベルト13を含む。例えば、感光体13上にシアン色分解像を形成するために、帯電コロトロン12C、イメージングレーザ14C、及び現像ユニット16Cが使用される。連続的な色分解のために、同等の要素12M、14M、16M(マゼンタの場合)、12Y、14Y、16Y(イエローの場合)、及び12K、14K、16K(ブラックの場合)が設けられる。連続的な色分解は、感光体13の表面上に重ね合わされて構築された後、合成されたフルカラー像は、転写ステーション20において排出シート(図示しない)に転写される。そして、排出シートは、電子写真においてよく知られているように定着器30を通過する。像を形成するためのプリンタの動作は、ホストプロセッサ200によって制御される。

10

【0022】

図2にも示されているように、モニタ56、52及び58などのモニタは、制御装置54(例えば、プロセッサ)に対してフィードバックを提供するように構成されている。56、52及び58などのモニタは、感光体13上に形成された像(モニタ56及び58など)又は排出シートに転写された像(モニタ52など)の測定を行うことができる装置である。これらのモニタのうちの1つ以上は、例えば、本開示の態様にかかるHSI測定機能を有するように構成されることができる。任意数のモニタが設けられることができ、それらは、図示された位置のみならず、必要に応じてプリンタのどこにでも配置されることができる。そこから収集された情報は、リアルタイムフィードバックループ、オフライン校正プロセス、位置合わせシステムなどにおいて、プリンタの動作を支援する様々な方法で制御装置54によって使用される。制御装置54は、プリンタのホストプロセッサ200のパーティション、専用プロセッサなどとすることができることが理解される。システム全体におけるプロセッサの特定の配置に関して、限定は意図されておらず、また、暗示されるべきでもない。

20

【0023】

典型的には、56、52及び58などのモニタに依拠する制御システムを使用するプリンタは、印刷された後に1つ又は他のモニタによって様々な方法で測定されるテストパッチの意図的な作成を必要とする。様々な像品質システムは、様々なときに、特定の位置において感光体13上に配置されることになる特定の種類のテストマークを必要とする。これらのテストマークは、14C、14M、14Y及び14Kなどの1つ以上のレーザによって感光体13上に形成される。テストパッチの印刷は、例えば、ホストプロセッサ200によって制御されることができる。

30

【0024】

本開示の態様によれば、リニアセンサアレイ2からの信号が後述するような方法で印刷される像のスペクトル特性を判定するために使用可能であるように校正手順を行うことができる。

【0025】

「レーザ印刷」の技術分野においてよく知られているように、感光体13及び(図示しない回転ミラーなどの)他のハードウェアの動きによる様々なレーザの変調を調整することにより、レーザは、特にこれらの領域が各現像ユニット16C、16M、16Y、16Kによって現像された後に所望のテストマークを形成するように感光体13上に放電する。テストマークは、何らかの目的のために、それらがプリンタ内の他の場所の(典型的には固定された)モニタによってその後に測定されることができる位置において感光体13上に配置される。いくつかの実施形態において、トナーが光センサから排出シートに転写される転写ステーション20の直前又は直後に上述したモニタが配置されることがある。

40

【0026】

例えば、液晶フーリエ変換イメージング分光計と題された2015年10月14日に出願された同時係属中の米国特許出願第14/883,404号に記載されているようなス

50

ペクトルフィルタリングを有するH S I測定システムは、本開示の態様にかかるモニタにおいて使用可能である。

【0027】

図3は、H S I測定機能（本願明細書においてはH S Iイメージヤ又はH S I測定システムとも称される）を有するモニタ5などの装置の内部概略図を示している。装置は、本願明細書において記載されるようにプリントアなどのホスト装置と通信することができる。これは、1つのそのような装置の单なる例である。光は、アパートチャ12を通って装置に入射し、レンズアレイ6、フィルタ4を通して光学系3に入射した後、リニア検出器2に伝播する。検出器の動作原理が何であれ、検出器は、上記特定された同時係属中の特許出願に記載されているようにプロセッサ54によって処理されることができる電圧信号に受光した光を変換する。装置はまた、メモリ26を含むことができる。メモリ26は、アプリケーション、プロセッサが光学系を操作するための制御及び構成情報、及びモニタ5によって生成されたデータの形態で到来する命令を含む、プロセッサ54を動作させるための命令を記憶することができる。2つ以上のモニタは、プロセッサ54を共有することができる。クロック25は、フレームが既知の時間に収集されるように、プロセッサ54及び遅延特性コントローラ50を調整する。

10

【0028】

光学系3は、後により詳細に説明するように、リレーレンズ又は他のリレー光学装置を含むことができる。光学系は、上述したようにレンズアレイ6及びフィルタ4を含む。典型的には、イメージングレンズは、像センサ又は検出器に対して固定されている。他の光学素子は、色収差補償装置などを光学系に又はシステムの他の場所に含めることができる。

20

【0029】

フィルタ4は、光学偏光子40、44の間に配置された液晶可変リターダ42を含む。レンズアレイ6を通過した後、光は、入射偏光子40、液晶可変リターダ42、任意の補償層43、任意の波長板45及び出射偏光子44を通過する。そして、光は、リニアセンサ2にあたる。特定の実施形態において、可変リターダの光軸は、名目上、偏光子に対して45度である。第1の偏光子を通過する入射光の所定波長について、システムは、光学的遅延特性が増加するにつれて、光の透過と非透過との間で振動する。この振動は、遅延特性が増加するにつれてリターダが光の偏光状態を周期的に変化させ、出射偏光子がその偏光状態に基づいてリターダの後で光を交互に遮断又は通過させるように機能するために生じる。遅延特性は、後述するように、光路遅延又は光学的位相遅延として記載されることができる。ここで、光学的位相遅延は、波長によって除算された光路遅延に比例する。例えば、所定フィルタにおいて、入射偏光子40は、第1の方向に入射した光を偏光するように適合されたリニア偏光子とることができ、出射偏光子44は、第1の方向に直交する方向に入射した光を偏光する偏光子である。他の例において、偏光子40は、第1の方向（例えば、右円偏光）に入射した光を偏光する円偏光子とことができ、偏光子44は、第1の方向とは反対方向に入射した光を偏光する偏光子である（例えば、左円偏光子）。

30

【0030】

インターフェログラムと総称される光学的遅延特性の関数としての強度振動は、入射波長に依存する周期で生じる。固有の入射波長のそれぞれは、異なる速度で遅延特性の関数としての強度で振動し、入射波長の組み合わせからの強度振動は、線形的に合計する。

40

【0031】

H S Iイメージヤの他の要素は、遅延特性又は位相補償層又は補償器43から構成されることがある。そのような補償層は、像における各点で静的位相遅延を適用し、通常は液晶装置に対して電圧波形を印加することによってサンプリングされるインターフェログラムの異なる部分のサンプリングを可能とする。そのような補償層の1つの実施形態は、H S I機能が不活性であるときに液晶装置と組み合わせて正味ゼロの遅延特性を達成する。これは、非ハイパースペクトル方法でH S I態様がモニタの通常のハイパースペクトル

50

動作を妨害するのを防止することができる。

【0032】

光は、光検出器47への第2の経路をとることができる。いくつかの実施形態において、得られた検出信号は、遅延特性抽出器27によって抽出され、プロセッサ54及び遅延特性コントローラ50に送られる。遅延特性抽出器は、光検出器47若しくはリニア検出器2又はその双方によって生成された信号から液晶可変リターダの遅延特性を抽出することができる。それは、別個の電子回路又はプロセッサから構成されることが可能、又は、プロセッサ54内に存在する機能とすることができます。検出信号は、一般に、リニアセンサ2からプロセッサ54に直接送られ、そのため、存在する場合には要求しているシステム又はホストに送信される前にハイパースペクトル像データへと処理されることができる。さらに、後により詳細に説明するように、液晶可変リターダは、温度計などの温度センサ30を含むことができる。そのような温度計は、サーミスタを電極にパターニングすることによってLC可変リターダのLCセル内で製造されることができる。それはまた、サーミスタ、又は、要素がLC可変リターダと熱的に接続されるか又は1つ以上のLCセルのおおよその温度を検知することを意味する、熱接触する同様の電子部品とすることができます。HSIデータは、遅延特性コントローラの制御のもとに液晶可変リターダによって提供される複数の時間及び複数の遅延特性においてモニタによって取得された複数の像を処理することによって取得される。

10

【0033】

遅延特性抽出器27は、リニアセンサ2からの一連の像、リニアセンサからの一連の部分像、リニアセンサからの選択された画素値、リニアセンサからの単一の画素値における情報、又は、光検出器47若しくは他の光センサからの信号のいずれかから、各時点における実際の遅延特性を抽出することができる。遅延特性抽出は、記録されたインターフェログラムにおける各点での位相遅延を抽出するために、Mitsuo Takeda、Hideki Ina及びSeiji Kobayashi、「コンピュータベースのトポグラフィ及び干涉計についての干渉縞パターン解析のフーリエ変換法」、J. Opt. Soc. Am. 72、156-160(1982年)に記載されたような方法にしたがって行うことができる。そして、システムは、プロセッサ54がHSIデータを生成してホスト装置又はモニタ上の要求アプリケーションに送信するようにその後に処理する既知の遅延特性における一連の像を有する。あるいは、遅延特性コントローラが十分に高い精度を有する場合、遅延特性抽出器の必要はない。これは、各像の取得が遅延特性コントローラのタイミングと同期しており、シリーズ内の各像の遅延特性がモニタプロセッサ54によって指令されたものに十分に近いためである。

20

【0034】

本開示の態様によれば、上述したように、HSIイメージャは、検出器2が検知素子のリニアアレイである全幅アレイ(FWA)ラインイメージャ構成として構成されている。そのような構成において、HSIイメージャは、リニアアレイ上に1Dシーンをイメージングする。光学系は、セルフォック(SELFOC)(登録商標)レンズアレイ(SLA)などの1:1正立イメージングシステムを備えることができる。1Dシーンは、複写印刷システムのクロスプロセス方向に向けられた排出用紙又は感光体ベルトなどのある媒体に関する情報のラインとすることができる。1Dシーンは、上述したように、排出シート又は感光体がベルト又はドラム上のHSIイメージャを通過するのにともない収集される。

30

【0035】

各波長及びハイパースペクトル像における各点におけるスペクトル分解能は、式 $= 2 / \lambda$ によって与えられる。ここで、 λ は、ラジアンで表されるインターフェログラムが記録された光学的位相遅延の範囲である。この式から、中心波長よりも著しく小さい波長差を解決するために、インターフェログラムは、光学的位相遅延 $\Delta\phi$ の範囲で記録されなければならないことは明らかである。この要件は、通常は $\Delta\phi = 2\pi$ の範囲を超えてそれらの構成液晶ステージの位相遅延を走査する必要はない液晶チューナブル

40

50

フィルタから現在の実施形態を区別する。さらにまた、位相遅延の範囲は、次式によって表される波長 λ 、液晶複屈折率 n 、及び液晶層の位置依存有効厚さ d の関数である：

$= 2 \pi n(\lambda, T, V) / (\lambda_x - \lambda_y)$ 。ここで、複屈折率は、波長 λ 、温度 T 、及び時間依存液晶電圧 V の関数であり、通常偏光及び異常偏光を有する液晶可変リターダに対して垂直に入射する 2 つの光線間の複屈折率を表す。イメージセンサ上の所定画素の位置による主光線の入射角の変化、及び光学的位相遅延範囲の対応する位置依存性は、位置依存有効厚さ d に組み込まれる。

【0036】

検出器 2 の出力信号は、典型的には、センサによって検出された像データのフレームを表し、各フレームは、液晶可変リターダの特定の状態において取得され、メモリに記憶されるか又は制御装置 54 に直接転送される。10

【0037】

上述したように、HSI イメージャは、その間に各フレーム毎に位相遅延が変化する時間の関数として情報のフレーム（この場合、「フレーム」は 1D アレイである）を生成するように構成されている。適切なハイパースペクトル情報を得るために N 個のフレームが必要とされる（例えば、完全なインターフェログラムがイメージセンサにおいて生成される）場合、及び、各フレームがキャプチャするために時間 dT を要する場合、及び、プロセス方向における媒体の速度が P である場合、HSI イメージャが HSI 情報を取得する媒体上のプロセス方向における等価距離 dy は、 $dy = P * N * dt$ であることが理解される。複写印刷システムがプロセス方向において距離 dy にわたって感光体（又は排出用紙）において同じ像情報を生成するように構成されている場合、 N フレーム / ラインの情報をキャプチャした結果は、各位置 x におけるハイパースペクトル情報を与える特定のイメージセンサ位置（例えば、画素又は所定のセンサ領域）に対応する各クロスプロセス位置 x 毎にフーリエ変換ができる、情報は、距離 dy にわたって平均化される。そして、このハイパースペクトル情報は、複写印刷システムの性能を評価するために使用可能であり、 x 方向においてプリンタ性能を調整するために複写プリンタシステムコントローラに対するフィードバック情報を生成するために使用されることもできる。この構成は、「空間的に分解されたリニア HSI」又は「空間的に分解された ILS」と称することができる。同じ情報は、 y に沿った任意の位置において距離 dy にわたって印刷されることになるが、クロスプロセス方向 x における像情報は変化することが理解される。20

【0038】

液晶リターダ及びイメージセンサは、同一又は共役の像平面に配置されることから、イメージセンサは、像における各画素において強度振動又はインターフェログラムを独立してサンプリング及び記録することができる。検出器の各画素からの時間の関数（すなわち、インターフェログラム）としての信号出力は、上記特定された同時係属中の特許出願に記載されているように、信号出力（すなわち、インターフェログラム）のフーリエ変換によってその画素についてのスペクトル情報信号（すなわち、時間の関数としてのスペクトル情報）に変換することができる。30

【0039】

例えば従来の非ハイパースペクトルイメージングについて遅延特性を 0 に保持するなど、長期間にわたって特定の遅延特性が必要とされる場合、可変リターダの遅延特性は、所望値に設定できることにより、経時的にその値に維持することができる。他のモダリティにおいて、経時的な平均遅延特性が所望のものであるような方法で遅延特性を連続的に変化させることにより、効果的な遅延特性が経時的に達成されることがある。40

【0040】

HSI フィルタ要素 4 は、多くの異なる構成を有することができる。図 4 は、その一例を示している。図 4 に示される実施形態において、光 32 及び 34 の 2 つの非偏光のコリメートされた単色ビームが、上側ビームが下側ビーム λ_2 よりも短い波長 λ_1 を有して示されている。光路は、入射光を偏光する入射偏光子 40 を有する。可変リターダ 42（本50

願明細書においては液晶セルとも称される)は、第1の偏光子に対して45度の配向方位を有する。

【0041】

図5に示されるように、液晶可変リターダ42に印加される各電圧は、液晶可変リターダの遅軸に対して垂直な成分に対して液晶可変リターダの遅軸に平行な偏光成分との間ににおいて測定されるように特性複屈折又は光学的位相遅延を生み出す。図5におけるプロットは、電圧の関数としての液晶可変リターダの平衡位相遅延、すなわち、液晶がその電圧において完全に緩和するのを可能とした後に所定電圧において得られた位相遅延を示している。液晶可変リターダは、その構成LCセル上の1つ以上の電極に時間依存電圧波形を印加するコントローラを有する。この電圧波形は、光学的位相遅延を所定波長について経時的に名目上一定の速度で変化させるように選択されることができる。または、リターダを指定した時間において指定した遅延特性にさせるように選択されることができる。出射偏光子44(本願明細書においてはアナライザとも称される)は、液晶可変リターダによって誘導される偏光の変化を光強度の変化に変換する。偏光子のうちの1つ以上は、ワイヤグリッド偏光子から構成されることができる。

10

【0042】

図6は、モニタのリニアセンサからのデータセットの概略図である。時間 t_1 、 t_2 ・ \dots t_n におけるデータの行は、情報の複数のフレーム f_i に対応する。各フレームは、リニアセンサ長に沿って収集されるクロスプロセス方向に沿った情報を含む。クロスプロセス方向に沿った部分は、単一の画素又はともにビニングされた複数の画素に対応することができる。各フレームは、プロセス方向においてモニタに対して移動するため、テストパッチの均一部分に沿った異なる位置の像に対応する。印刷されたテストパッチは、(例えば、リニアセンサの所定画素又は所定グループのビニングされた画素が直列フレームにわたってテストパッチから同じ情報を受信するように)プロセス方向において均一な印刷像を達成するという目的で印刷される。典型的には、テストパッチはまた、(例えば、リニアセンサの全ての画素が直列フレームにわたってテストパッチから同じ情報を受信するように)クロスプロセス方向において均一な印刷像を達成するという目的で印刷されるが、テストパターンは、クロスプロセス方向における変化を有していてもよい。

20

【0043】

各フレームがキャプチャされるのにともない、フィルタは異なる状態になる。フレームは、所定画素からの出力(すなわち、様々なフレームにおける)がその所定画素についてのインターフェログラムを構成するように時間 N^*d_t にわたってとられる。(図3に示される)プロセッサ54は、プリントが意図した目的を満たすテストパッチを良好に印刷した方法を判定するように、(例えば、ルックアップテーブルの形態で)印刷された画像のスペクトル特性が互いに及び/又は標的スペクトル特性と比較されることができるように、上述したように、クロスプロセス方向に沿った所定位置についてのスペクトル情報をもたらす(それぞれ期間Tにわたって所定画素又はビニング画素の出力から構成される)信号 S_1 、 S_2 ・ \dots S_m のうちの所定のもののフーリエ変換を実行する。プロセッサ54又はコントローラ200は、意図した目的を達成するようにいかなる障害にも対処するためにプリント要素のうちの1つ以上に調整を行うことができる。

30

【0044】

(検出強度が経路遅延の関数である)リニアアレイ2によって撮像された信号 S_i の強度における得られた時間依存変形が図7に示されており、検出強度対波長(すなわち、信号 S_i のフーリエ変換後)が図8に示されている。図7の上側曲線は、図4におけるより短波長光線32の検出強度変化に対応しているとともに、図7の下側曲線は、より長波長光線34の検出強度変化に対応している。同様に、図8におけるピーク46は、より短波長光線32に対応しているとともに、ピーク48は、より長波長光線34に対応している。

40

【0045】

いくつかの実施形態は、低い液晶駆動電圧及び/又は高速液晶応答時間を維持しながら

50

、2つの偏光成分間の高い光路遅延によって遅延特性を達成する。フーリエ変換分光法の技術分野において知られているように、高い光路遅延は、高スペクトル分解能を生み出し、したがって有益である。しかしながら、高い光路遅延は、一般に、液晶のより大きな全厚を暗示する。低い駆動電圧及び応答時間を維持するために、図9に示されるように、単一の厚い液晶セルは、直列に複数のセルに分割することができる。

【0046】

セル厚の2乗のような所定の電圧スケールにおける個々のセルについての液晶応答時間のため、同一の経路遅延、單一セル、及び2つのセルにわかれたものを有する2つの液晶可変リターダ（モジュールとも称される）は、4倍異なるスイッチング時間を有する。逆に、スイッチング時間が一定に保たれている場合、2つのモジュールは、スイッチング電圧が4倍異なる。図9の実施形態は、4つのLCセル52から構成されている。セルスタックは、電圧波形の適切な選択によって光路遅延並びに液晶応答時間を管理する中央コントローラ（例えば、コントローラ50）によって制御することができる。当該技術分野において知られているように、図9に示される実施形態などの光学部品の多層スタックは、各光学界面における反射防止コーティングの適切な選択及び適用からの利益を得る。

【0047】

多層液晶スタックの1層又はセルが任意の対称性破壊特徴を有する場合、これらの特徴は、全体としてスタックが良好な対称性を保持するように層間において交互にされるべきであるか又は対向されるべきである。そのような対称性破壊特徴は、対称性破壊特徴がテスト方向に沿って又はその反対に向けられるかどうかの概念を一般に指す極性を有すると考えることができる。電極が電圧源に接続される極性は、1つのそのような特徴であり、極性の概念は即時的である。液晶のアライメント方向は、他のそのような特徴であり、極性の概念は、図11AなどのLC導波器に並列な平面内のセルの断面図においてみられるように液晶セルの最上部電極のラビング方向を考慮することによって具体的にすることができる。ラビング方向が右向きである場合、示されているように、セルが正極性を有するということができるのに対して、左向きのラビング方向を有する鏡像セルは、負極性を有する。

【0048】

従来の逆並列セルについて、全ての液晶分子は、電極のラビング方向に対応する同一方向に配向する傾向がある。そのような構成は、入射角が法線から外れるのにともない入射角における光路遅延の1次依存性を有する。それらのアライメント方向が互いに対向するように2つの逆並列セルが逆極性を有して積層されている場合、入射角における光路遅延の1次依存性は、等しく且つ反対であり、したがって互いに打ち消し合う。したがって、液晶セルのスタックの対称性破壊特徴の極性の配置に注意を払うことにより、2次以上の光路遅延の入射角依存性並びに他の有利な動作特性を維持することが可能である。

【0049】

アプリケーションが、ハイパースペクトル映画のように、連続して複数のハイパースペクトル像を撮影することを要求する場合には、LC可変リターダセルの応答時間を短縮することがより重要になる。典型的に、LCセルはオンとされた後、受動的に緩和する方が可能とされる。1つの実施形態において、LCセルは、最大光学的位相遅延を有する構成と最小光学的位相遅延を有する構成との間ににおいて能動的にスイッチングされる。この能動的スイッチングは、多くの方法で実施されることができる。1つの実施形態において、従来のようにLC材料を取り囲む1対の電極の各電極は、1対の櫛形電極によって置き換えられている。

【0050】

図10は、従来の構成における1つの平面電極に代わるパネル60上の1組の櫛形電極62及び64を示している。この実施形態において、パネル60は、液晶セルを形成するために液晶材料を取り囲み、その上に電極層が存在する光学的に透明な基板を指す。したがって、このパネルは、LC材料の反対側に複製されることになる。1つの実施形態において、LC材料を取り囲むパネルは、1つが基板に対して主に垂直方向電界をスイッキン

10

20

30

40

50

グし且つ他の対が主に並列方向に電界をスイッチングするのを可能とする電極のセットを含む。電極の各セットに対する電圧の正確な印加により、L C 分子は、垂直及び並列方向の間、又はより一般には最小光学的位相遅延を提供する方向と最大光学的位相遅延を提供する方向との間ににおいて時間内に制御可能に回転することができる。これらの実施形態は、能動的オン及び能動的オフ実施形態と称することができ、L C 材料は、材料をスイッチングするよりもむしろ状態間ににおいて「オン」状態に能動的にスイッチングされた後、それが受動的に緩和するのを可能とする。

【 0 0 5 1 】

応答時間の他の様は、L C 材料自体の選択である。L C 材料を選択する場合、光学的複屈折、誘電率異方性、及び回転粘度などの複数の要因のバランスをとる必要がある。高い光学複屈折率を有するL C 材料は、より厚いL C セルと同じ光学的遅延特性を達成するより薄いL C セルをもたらし、そのような高い複屈折材料の典型的には増加する回転粘度によって部分的に相殺される低下した応答時間及び／又は駆動電圧における利点を有する。
10

【 0 0 5 2 】

高誘電率異方性を有するL C 材料は、低い誘電率異方性材料であるがより低い駆動電圧からのものと同一の応答を生み出す。低い回転粘度を有するL C 材料は、より高い回転粘度を有する材料よりも速い応答時間を有する。後により詳細に説明するように、光学分散並びに屈折率及び回転粘度の温度依存性などの材料依存特性は、システム性能から校正されることが可能であるが、L C 材料は、校正後のシステム性能を最適化するようにさらに選択されることができる。他の実施形態において、これがL C スイッチング時間を低減させることから、L C により大きな「プレチルト」角を与えるためにL C 材料及び／又はL C セル調製物が使用されてもよい。
20

【 0 0 5 3 】

高速応答時間に加えて、高視野角は、ハイパースペクトルイメージング要素の有用性を向上させる。ハイパースペクトルイメージングシステムは現在存在するが、それらの多くは、使用される光学フィルタの角度依存特性に起因して視野角が制限されている。ここで用いられる場合、「視野角」は、所定波長についての光学的位相遅延の不变のレベル及びL C 可変リターダ要素の法線からの入射光の角度のずれに対する液晶可変リターダ要素の所定状態を指す。
30

【 0 0 5 4 】

典型的には、液晶ディスプレイ（LCD）は、光透過と光不透明状態との間を交互にすることができる交差した偏光子間ににおいてスイッチング可能な半波長板として設計されている。ここで使用される用語「視野角」は、特定のコントラスト比がオン状態とオフ状態との間に達成される角度を指す通常のLCDに適用されるような従来の使用法とは異なる。ここでの実施形態において、L C は、高次波長板として機能することができる。像内の単一の開口数（NA）を有する円錐形の光線によって形成されることから、円錐形の各光線は、L C 可変リターダセルを介して異なる入射角で進行する。単一の像画素を形成する光線の円錐内で最大遅延を有する光線と最小遅延を有する光線との間の所定波長における光学的位相遅延の差異を考える。位相におけるこの差異が ラジアンに近付くにつれて、この像画素において記録されたインターフェログラムのコントラストは低下する。
40

【 0 0 5 5 】

高い全光学的位相遅延は、所定波長において高スペクトル分解能を達成するために必要である。しかしながら、単一の像画素に対応する光線の入射光の角度にわたる光学的位相遅延の平均変化は、ラジアンよりも著しく小さくなければならない。角度の関数としての光学的位相遅延の変化は、全光学的位相遅延に比例し、そのため、角度の関数としての最小位相遅延変化を有する高い全光学的位相遅延という上記2つの相反する要求を組み合わせることから、高スペクトル分解能イメージングは困難である。したがって、高スペクトル分解能HSIデータを成功裏に得るために、イメージングNAが像画素を形成する光
50

線に対応する角度範囲を低減するように低減されなければならないか、又は、液晶可変リターダの視野角が大きくされなければならない。イメージングNAを低減することは、システムの光学的スループットを低下させることから、高い光学的スループットを維持しながら、高スペクトル分解能を有する像に対する視野角を増加させる技術を開発することが大抵の場合に望ましい。

【0056】

拡張された視野角を達成するLCセルの1つの特定の実施形態は、piセル又は光学補償ペンド(OCB)セルとして知られている並列ラビング層を使用する。液晶セルの内部の2つのアライメント層は、図11Aにおける70として示される逆並列方向に対して図11Aにおける72として示される並列方向にラビングができる。これは、セルの上半分をセルの下半分と上半分との間の鏡面途中に対して下半分の鏡像のように作用させ、上述したように逆アライメント方向を有する2つの逆並列セルを積層するのと同様の対称効果を招く。図12に示されるセルを介して異なる角度で進む光線は、通常及び異常偏光の間の入射角における1次に対して同じ光路差を見る。光路差の一次偏差は、セルの上半分及び下半分において逆符号を有し、したがって互いに打ち消し合うことから、この入射角に対する1次不变性が生じる。

【0057】

他の実施形態において、二重ネマチックセルは、図9を参照して上述したように、他方に対して一方が180度回転するLCアライメント方向を有して図11Aにおける70などの2つの従来の逆並列セルを積層することを含む。これは、互いに積み重ねられた別個のセルに収容された上半分及び下半分を除き、piセルと同様に行い、それにより、減少した駆動電圧及び/又はより速い応答という利点を提供する。他の実施形態は、二重ネマチックセルのスタック、單一又は複数ドメイン、垂直配向(VA)LCセル及び面内スイッチング(IPS)LCセルを含むことができる。

【0058】

互いに90度でそれらのアライメント方向を有する2つの二重ネマチックセルを積層することは、正及び負の遅延特性の双方を達成することができ且つ同様に高視野角を有する液晶可変リターダを提供する。

【0059】

光線が複屈折媒体を通って進行するとき、それらは、波動ベクトル及びポインティングベクトルがもはや平行である「ビームウォークオフ(beam walk-off)」と称される効果を受けることができる。第1のウォークオフが第2のウォークオフによって補正されることから、対向対称性を有する2つの層の実施形態は、この改善策を提供する。一般に、LCセルの対称性保存の構成において、2つのセル又は逆対称性を有する2つのセルの半分との間ににおいてキャンセルされたウォークオフは、このウォークオフを補正することができる。波動ベクトルがLC導波器に対して垂直又は並列である場合にビームウォークオフが最小であることから、IPS LCセルは、ウォークオフの問題を有しない。ウォークオフが補正されない場合、像は、LC可変リターダの遅延特性の電圧の関数としてドリフトすることがあり、フーリエ変換が得られると像内のエッジにアーチファクトを形成する。しかしながら、像位置合わせ技術により、液晶の分散効果を無視し、このウォークオフをアルゴリズム的に補正することがなおも可能であってもよい。

【0060】

HIS機能を有するモニタの構造の実証された異なる実施形態を有することにより、議論は、追加の要素及びモニタを動作させる方法並びにそれらの校正にここで変わる。

【0061】

図13は、図3のシステム図に関連してみた場合により良好に理解されることができるHISシステムを動作させるフローチャートの実施形態を示している。80において、図3におけるプロセッサ54は、ハイパースペクトル像データの必要とされる特徴を記述するか又はユーザ若しくはスタンドアロンモニタ上で実行されるアプリケーションによって設定される、ホスト装置上で実行されるアプリケーションによって指定されたHISパラ

メータを受信する。HSIパラメータは、例えば、所定時間で取得されることになる所定のスペクトル分解能を有する特定のハイパスペクトル像データを要求することができる。または、それらは、事前に知られた特定のスペクトル特徴を区別するのを可能とするハイパスペクトル像データの最小セットを要求することができる。82において、プロセッサ54は、遅延特性₁、sub₂…N、及び時間t₁<t₂<…<t_Nで取得されるべき像数Nを判定する。クロック25は、像取得時間、リニアセンサ取得時間、リニアセンサトリガ時間、遅延特性コントローラによって制御される遅延特性の変化などのハイパスペクトルイメージングプロセスにおいてイベントを同期させることができる。プロセッサ54は、遅延特性コントローラに対して指定された時間で一連の遅延特性を送信する。遅延特性コントローラは、所望の時間において所望の遅延特性をとり、時系列で一連の電圧を生成する。電圧時間は、数又は値において遅延特性時間とは異なっていてもよい。電圧は、第1の時間における第1の遅延特性から第2の時間における第2の遅延特性へとなど、液晶可変リターダに遅延特性をスイッチングさせる。ほとんどの場合、異なる時間間隔内であるが同一の遅延特性へのスイッチングは、異なる電圧シリーズを必要とする。

10

【0062】

上記使用される電圧という用語は、ベクトルの各要素がシステム接地などの基準電圧に応答して1つの特定の電極電位に対応するベクトルを指す。いくつかの実施形態において、そのようなベクトルは、各電極に印加される位相、振幅及び周波数によって特徴付けられるAC電圧のベクトルとすることができます。異なる周波数を使用することにより、遅延特性コントローラは、周波数依存性誘電率異方性などの一部の液晶の不均一な周波数依存性を利用することができます。モニタプロセッサはまた、プロセッサによって指令される遅延特性における一連の像を生成するために、84においてリニアセンサ2をサンプリングするように遅延特性時系列の時点でリニアセンサ2をトリガすることができます。

20

【0063】

遅延特性抽出器27は、リニアセンサ2からの一連の像の情報、リニアセンサからの一連の部分像、リニアセンサからの選択された画素値、リニアセンサからの単一画素のいずれかから、又は、光検出器47若しくは他の光センサからの信号から各時点での実際の遅延特性を抽出することができます。遅延特性抽出は、記録されたインターフェログラムにおける各点での位相遅延を抽出するために、Mitsuo Takeda、Hiideki Ina及びSeiji Kobayashi、「コンピュータベースのトポグラフィ及び干渉計についての干渉縞パターン解析のフーリエ変換法」、J. Opt. Soc. Am. 72、156-160(1982年)に記載されたような方法にしたがって行うことができる。そして、システムは、プロセッサ54が86においてHSIデータを生成してホスト装置又はモニタ上の要求アプリケーションに送信するようにその後に処理する既知の遅延特性における一連の像を有する。あるいは、遅延特性コントローラが十分に高い精度を有する場合、遅延特性抽出器の必要はない。これは、各像の取得が遅延特性コントローラのタイミングと同期しており、シリーズ内の各像の遅延特性がプロセッサ54によって指令されたものに十分に近いためである。

30

【0064】

いくつかの液晶材料は、特定の駆動周波数における誘電率異方性の符号の変化を経験する。この周波数以下で材料を駆動することは、分子を駆動電界に対して並列又は垂直に整列させ、この周波数を超える駆動は、分子をより低周波数でそれらのアライメントに対して90度で整列させる。この特徴は、駆動周波数の選択によって2つの配向間に於いて液晶をスイッチングすることによって能動的オン及び能動的オフの実施形態において使用可能である。

40

【0065】

ハイパスペクトルイメージングシステムの特性は、校正を必要とすることがある。例えば、LCDセルは、不均一な厚さを有することがあり、各画素位置において主要光線の角度における計算された波長の依存性もあることから、イメージセンサ上の位置の関数とし

50

ての単色光源の計算された波長は、均一に現れないことがある。レーザなどの単色光源の処理されたHSIデータセットが全ての像画素において同じ波長でスペクトルピークを示すように、校正はこの情報を考慮する。例えば、レーザ光源は、532ナノメートルの波長を有することができる。HSIイメージセンサを介してレーザ光源からの光を導いた後にレーザ光源からの光のHISデータを取得することによってイメージセンサ上の特定点でのピーク波長を判定することは、540ナノメートルで検出されたピークをもたらすことができる。アプリケーションソフトウェアは、このオフセットを調整するようにプログラミングされることができる。位置の関数としてこのオフセットを滑らかに変化させる性質に起因して、校正処理は、像面におけるいくつかの点又は画素ピニング領域において行った後に像面全体にわたって補間されてもよく、又は全ての画素において個別に行うことができる。

【0066】

さらに、LCの屈折率／分散並びにその回転粘度及び他の材料パラメータは、温度の関数として変化することがあり、スイッチングプロセスにおいて固有のいくつかのヒステリシスが存在することがある。したがって、遅延特性コントローラは、時間のみならずイメージング速度及び動作温度などの関数としてLC可変リターダ内のLCセルの電極に対して正確な電圧を提供するよう校正されて最適化されなければならない。この遅延特性コントローラの校正又はスペクトルオフセットの上記校正は、複数の既知のスペクトル線を有する蛍光電球又は他の光源においてHSIイメージセンサをポイントティングすることによって支援することができる。これは、光学分散が存在し且つ複数のスペクトルピークが分散を推定するために必要とされる場合に特に有用である。

【0067】

再度図1を参照すると、イメージングされることになる被写体を照明するために開口から離れる方向を向いた光源15が存在することがわかる。図3を参照すると、この実施形態においてはHSI光路内部のセンサ又は素子を照明することができるレーザダイオード20の形態で第2の光源もまたみることができる。あるいは、レーザダイオード20はまた、発光ダイオード、スーパーレミネッセント発光ダイオード、フィルタリングされた広帯域光源、又は既知のスペクトル特性の任意の他の光源とすることもできる。光源はまた、シーンの一般的な照明を単に提供してもよい。単色外向き光源は、イメージングラマン分光法などの分光源として有用とすることができます。光源は、暗視用赤外線LED、通常の白色LEDよりも平坦なスペクトル出力を有する真の「白色」光源を形成するように組み合わせた特定スペクトル出力を有する1つ以上のLEDなどの照明に使用される広帯域外向き又は内向き光源から構成されてもよい。

【0068】

校正プロセスにおいて、装置の一部として含まれる光源は、校正用光源として使用可能である。光源は、各像画素において計算されたスペクトルが可能な最高スペクトル分解能で校正用光源の既知のスペクトルを正確に反映するように、それらの特性に基づいてハイパースペクトルシステムの様々な性能特性の調整を可能とするスペクトル特性を把握していかなければならない。

【0069】

遅延特性コントローラは、理論的には、LC可変リターダの現在の状態を把握することができる。例えば、LC可変リターダは、電源投入時に又は動作中の任意の時点で所定状態に初期化することができる。LC可変リターダを初期化するための1つの可能な方法は、その最小又は最大遅延特性状態で迅速に平衡になるのに十分な高電圧でそれを駆動することである。遅延特性コントローラが指定された時間での遅延特性などの入力から電圧対時間を出力するように移行するために、遅延特性コントローラは、基準として、ルックアップテーブル、物理モデル、発見的アルゴリズムなどを使用することができる。液晶可変リターダの開始遅延特性もまた考慮することができる。

【0070】

遅延特性コントローラの重要な態様は、遅延特性が異なって達成されなければならない

10

20

30

40

50

ときに時系列が記述する場合であっても、所定の遅延特性シリーズについての正確な電圧シリーズを生成するその能力である。遅延特性コントローラの出力は、したがって、遅延特性シリーズのみならず遅延特性シリーズ及び時系列の双方に機能的な依存性を有する必要がある。時系列は、一般に順序付けられるが遅延特性シリーズは順序付けられないことに留意すべきである。隣接する遅延特性シリーズメンバー間の時間間隔が液晶可変リターダの緩和時間よりも長い場合、システムは、断熱的に駆動されるといわれ、電圧シリーズは、入力時系列とは相対的に独立していなければならない。しかしながら、隣接する遅延特性シリーズメンバー間の時間間隔が液晶可変リターダの緩和時間よりも短い場合、システムは、必要とされる電圧シリーズが時系列に強く依存していることから、動的に駆動されるといわれる。換言すれば、遅延特性コントローラは、動的遅延特性コントローラである。

10

【0071】

図14は、校正方法の実施形態を示している。90において、HSIシステムは、光源によって照明される。光源は、外部風景から最初に反射するよりもむしろハイパースペクトル成分に直接渡す光線を生成する単色内向き光源とすることができます。92において、光源は、HSIシステムによってサンプリングされ、94において、システムの性能特性を校正するために使用される。これは、例えば、最適なLC駆動波形の遅延特性コントローラの校正又は判定を可能とすることができます。そのような校正は、工場出荷時の設定で行うことができる。

20

【0072】

校正はまた、例えば、LC可変リターダの経年劣化のために補償するように、図15におけるように通常の使用中に更新することができます。光は、100においてLC可変リターダにおいて受光され、遅延特性コントローラ50によって判定される電圧のセットは、102においてLC可変リターダを駆動するために使用可能である。この電圧のセットは、LC可変リターダを駆動するとともに、ハイパースペクトル画像データ104は、図3におけるレーザダイオード20などの校正用光源から又は近くの蛍光灯からの光を含む受光した光100からキャプチャされる。校正用光源のスペクトル特性が既知であることを考えると、LC可変リターダの時間依存性光学遅延特性を計算する、すなわち、校正遅延特性を測定することが可能であり、電圧波形を同期させるために遅延特性コントローラによって使用された所望の遅延特性と比較することが可能である。そして、遅延特性コントローラは、106において時間の関数としての遅延特性をより正確に制御するための電圧波形を生成するように所望の遅延特性と実際の遅延特性との間の不一致に基づいて更新することができます。例えば、測定された中心波長は、遅延特性コントローラの適切な調整後及びそれが時間依存性駆動電圧波形を生成した後、同様により良好なスペクトル分解能で、100において受光した光の既知の中心波長により密接に近似させることができる。他のオプションは、線形軌跡をたどる遅延特性対時間特性を有することになる。性能特性、校正情報、及び校正に使用される光の特性のいずれか又は全ては、比較及び調整を可能するために例えばプロセッサ54のメモリに埋め込まれたルックアップテーブルに記憶することができます。

30

【0073】

HSIシステムは、校正データ自体を生成するよりも、他のソースからの校正データを使用してもよいことに留意すべきである。上記自己校正プロセスにおいて生成された校正データは、HSIシステムのメモリに記憶されてもよいが、メモリはまた、他のソースなどから利用可能なシステムに備えられる校正データを記憶してもよい。利用可能な校正データが、システムが上述したプロセスを行う場合のみであるように意図される限はなく、また、何ら仮定すべきでもない。

40

【0074】

いくつかの実施形態において、画素ビニングを実行することが有利であることがあり、それによってリニアセンサの領域における隣接画素に記録された強度値は、リニアセンサ上で直接又はソフトウェアで後にともに加算される。それらが読み出される前に画素がリ

50

ニアセンサにおいてともにビニングされる場合、リニアセンサのフレームレートを向上させることが一般に可能である。これは、リニアセンサとプロセッサ54などのリニアセンサからのデータを記録する装置との間の固定された最大通信速度を仮定する。それゆえに、ビニングされた画素数を変えることは、空間分解能とイメージング速度との間ににおいてトレードオフするのを可能とし、イメージング速度とスペクトル分解能との間のトレードオフもあることから、画素ビニングは、スペクトル及び空間分解能とイメージング速度の間ににおいてトレードオフするためのさらに他の方法である。さらに、画素ビニングは、特に信号が弱く且つ最小空間分解能が必要とされる場合、像の信号対雑音比を増加させるために重要であり得る。極限において、全ての画素がともにビニングされることができ、実施形態は、非イメージングフーリエ分光計として機能する。

10

【0075】

画素ビニングは、所定波長における光学的位相遅延の位置依存変動及び液晶可変リターダの状態など、リニアセンサの様々な滑らかに変化する位置依存量の校正のために特に有用であり得る。信頼性の高い校正情報を得るために、あまり多くない空間分解能が校正を必要とする量の滑らかに変化する性質のために必要とされるのに対して、高い信号対雑音比を達成するために必要であってもよい。HSIシステムの視野全体での校正情報は、測定された結果から補間することができる。

【0076】

温度は、誘電率異方性、回転粘度、及び弾性定数などの液晶材料の動的特性に影響を与えるとともに複屈折性に影響を与えることから、遅延特性コントローラは、異なる時系列を考慮するのに加えて、必要に応じて異なる温度を考慮する能力を有することができる。しかしながら、液晶材料の融点が動作温度に対して十分に高い場合、液晶材料は温度への感受性がないことから、これはオプションである。コントローラは、完全に工場で校正されることができ、完全に開ループとすることができます、この実施形態において、この校正が位相基準に十分に依存可能である場合、レーザダイオード20は必要とされず、遅延特性抽出器27も必要とされない。しかしながら、校正が工場で決定される場合であっても、取得された像の実際の遅延特性を把握するために位相基準を有することが有用であり得る。

20

【0077】

所望であれば、遅延特性コントローラは、図15を参照して上述したように、ハイパスペクトル像データの取得の間に自己を更新することができる。それは、遅延特性抽出器27又はおそらくはプロセッサ54によって報告される実際の遅延特性シリーズと要求された遅延特性シリーズを比較し、両者の差異に基づいて遅延特性コントローラを更新することによってこれを行う。要求された実際の遅延特性シリーズからの誤差信号を生成し、リアルタイムに閉ループ方法で液晶可変リターダを駆動するために誤差信号を使用することもさらに可能であり、それによって誤差信号は、開ループ遅延特性コントローラによって計算される電圧に対する補正を計算するために使用される。図16は、そのようなプロセスの例を示している。

30

【0078】

110において、図3の遅延特性コントローラ50は、時間 t_i で所定の遅延特性 τ_i を設定する。そして、シーン像 $S C_i$ は、112においてリニアセンサによってキャプチャされる。そして、遅延特性抽出器は、114において前フレームの遅延特性 τ_{i-1} を抽出する。そして、システムは、116において意図される遅延特性 τ_i と実際の遅延特性 τ_j との差異を求めるこによって遅延特性誤差を計算し、118において別個のコントローラ入力として誤差信号を印加する。そして、システムは、119において反復し、必要に応じて処理を繰り返す。それゆえに、システムは、遅延特性コントローラへの直接フィードバックを有する閉ループのように動作する。

40

【0079】

他の変更例及び実施形態が可能である。イメージング時間を短縮するために、例えば、システムは、既知のスペクトル帯域に対するリニアセンサにあたる光を制限するためにH

50

S I 要素の前にベイヤーフィルタなどの光学的バンドパスフィルタを含むことができ、エイリアシングなしでインターフェログラムのサブサンプリングを可能とする。各像画素において記録された信号をフィルタリングした電子ディジタル又はアナログバンドパスフィルタは、同じ効果を達成する。シャープカットオフを有するフィルタのシャープカットオフ付近で発生するスペクトル特徴をイメージングしている場合、光学フィルタはまた、スペクトル分解能を高めることができる。ここで使用される場合、通過帯域と遮断帯域との間のシャープカットオフ又は遷移は、フィルタが存在しない場合に単色光源から得られるスペクトルピークの最大半値全幅よりも鋭いものである。そのようなフィルタは、スペクトルピークがフィルタカットオフ以下又は以上で発生したかどうかに関する情報をもたらす。

10

【0080】

異なる種類の光学フィルムなどの他の種類の光学フィルタ又は光学部品もまた、特定の実施形態において使用されることができる。例えば、フィルムなどの遅延特性補償装置は、L C 可変リターダの「オン」又は「オフ」状態において特定の遅延特性を達成するために使用可能である。フィルタ又はフィルムはまた、液晶の分散効果を補正するために色補正を提供することができる。または、標準的な反射防止コーティングは、L C 可変リターダのL C セル上又はその内部に使用可能である。

【0081】

L C 電極は、グラフェン、インジウムスズ酸化物、又は高い導電性及び高い光透過性を有する他の材料から構成されることができる。特に、本開示の多層実施形態を考慮する場合、電極から反射又は吸収される光は最小化されなければならず、したがって、電極層に高い光学的透明性を維持することが有利である。

20

【0082】

上述した実施形態の多くは、モニタが強要なしで動作するのを可能とするためにゼロ遅延特性モードを有するH S I 要素を有する従来のカメラと同様のシステムにおけるH S I 要素の存在を仮定している。しかしながら、リニアセンサの最終焦点面にもそれに近接してもH S I 要素を有しないが、代わりに、リレー光学系の1つ以上のセットによってリニアセンサの焦点面の共役に且つリニアセンサの焦点面に連結されたH S I 要素を有することが望ましいことがある。これは、個々の像フレームの取得によって液晶可変リターダの駆動の同期を可能とする。

30

【0083】

あるいは、入射光に対して装置を透明にすることに加えて、入射光に対して偏光子を完全に透明にすることもまた望ましい場合がある。この実施形態において、モニタが非ハイパースペクトルモードで動作する場合、システムは、偏光子によって光を失わない。1つの実施形態において、システムは、少なくとも2つの状態間でスイッチングができるスイッチング可能な偏光子を使用する。一方の状態は、光の一方のみの偏光を名目上透過し、直交する偏光を吸収、反射又は遮断する。他の状態は、双方の偏光を透過する。H . R e n 及びS . T . W u 、「スイッチング可能な偏光子及びディスプレイについての異方性液晶ゲル」、A p p l . P h y s . L e t t . 8 1 、 1 4 3 2 - 1 4 3 4 (2 0 0 2) に記載されたような異方性液晶ゲルを使用してそのような偏光子を作製することができる。これらの偏光子はまた、低動作電圧、高コントラスト比、広帯域幅、広視野角、及び高速応答時間という望ましい特性を有する。

40

【0084】

液晶可変リターダにおける液晶セルのうちの1つ以上に適用される他の変更例は、これらのセルの平坦性を含む。その開口にわたる液晶可変リターダ、すなわち、光が図3のリニアセンサ2又は光センサ47に通過する液晶可変リターダの部分の状態の制御は、液晶セルが均一な厚さである場合により容易となる。所定点での応答時間は、セルの厚さ、並びに温度、駆動電圧及び他のセル特性の非分離型関数である。したがって、セルに印加される所定電圧波形は、厚さが異なるセル内の点において異なる応答を引き起こす。これらの応答の差異はまた、温度の関数として変化する。これは、特に遅延特性が開口にわたる

50

代わりに液晶可変リターダの開口内の1点でのみ測定される場合、遅延特性コントローラの校正を非常に困難とする。

【0085】

開口内にスペーサを含めることは、LCセルを均一な厚さにする1つの方法を提供する。しかしながら、スペーサは、液晶材料を変位し、したがって、それらは、それらが存在する位置において液晶可変リターダの遅延特性変動を変化させる。これは、ハイパースペクトル像データにおけるアーチファクトとして、それらの外観をもたらす。しかしながら、これらのアーチファクトの有意性を低減するためにオプションが存在する。

【0086】

1つの実施形態において、スペーサは、イメージングシステムの光軸に沿ってみたときにそれらが生み出す閉塞スポットのサイズ又は直径がスペーサの高さに比べて小さいサイズを有するように、高アスペクト比を有する。これは、低アスペクト比のスペーサに対する像における最小限の中斷を引き起こす。

10

【0087】

他の実施形態において、液晶セル、複数の液晶セル又は液晶可変リターダは、HSIイメージヤ内のイメージング光学系の焦点面から離れるように移動することができる。実際には、液晶可変リターダの液晶セルは、個々に、それらが（図3に示される）HSIフィルタの入射偏光子と出射偏光子との間にある限り、イメージング光学系に対して任意の位置に配置されることができる。液晶セルは、互いに隣接することができるか、又はそれらは別個とすることができる。1つ以上は、イメージング光学系（例えば、レンズアレイ）の焦点面内、共役焦点面内、フーリエ面内、イメージング光学系とイメージングされることになる風景との間、イメージング光学系とリニアセンサとの間などにあることができる。セルが十分に均一な平坦性を有する限り、像内の所定点を構成する光線は、液晶セルの異なる点を通過することができる。これらの点の全てが所定セル内で同じ厚さを有することから、これらの光線は全て、同じ遅延特性を経験する。焦点面から離れたセルを移動することは、セルの開口内の任意のスペーサによって引き起こされる閉塞スポットのぼけを生じさせる。図17は、この例を示している。コンピュータ撮像の分野からのそれらの活用原則などのいくつかの実施形態において、リニアセンサ2はまた、イメージング光学系の焦点面から離れて存在してもよいことに留意されたい。リニアセンサアレイがイメージング光学系の焦点面内に存在しない場合、上述したようにスペーサによって生じられるスポットをぼかすために、液晶セルは、リニアセンサの焦点面に存在するべきではない。

20

【0088】

図18において、液晶可変リターダの1つ以上の液晶セルを表すことができる液晶セル120は、2枚のパネル間に挟まれた液晶材料124を有するが、また、122などのスペーサも有する。セル120は、ここで、リニアセンサ2が存在することができる場所であるイメージング光学系の焦点面から離れて存在する。光は、イメージング光学系22を通過し、全ての光線は、リニアセンサ2にあたる前にセル120の同じ厚さを経験する。スペーサ122が閉塞することがある領域において、光は光が領域126にわたってぼかされる。例えば、1ミクロンの直径を有するスペーサが10ミクロン毎に正方形グリッド上に配置された場合、スペーサは、領域内の液晶セルの開口の約1%を閉塞する。LC可変リターダセルがリニアセンサ又はイメージング光学系の焦点面に直接あった場合、スペーサは、可視のアーチファクトを形成する。焦点面から離れてセルを移動させることは、ハイパースペクトル像データの空間範囲にわたってこれらのアーチファクトの効果を拡散し、それゆえに希釈する。

30

【0089】

スペーサ及びリニアセンサに関する他のオプションは、図18に示されるように、リニアセンサの画素間にスペーサを構築することを含む。図18において、リニアセンサ2の個々の画素128は、リニアセンサの上面に構築された液晶セルの122などのスペーサ間に存在する。図17及び図18は、単にハイパースペクトルイメージングシステムの一部にすぎず、他の要素は、電極、LC材料、波長板、偏光子などの上述したものは、これ

40

50

らの部分を使用して完全なハイパースペクトルイメージングシステムに含まれることに留意されたい。

【0090】

他の実施形態は、均一な厚さを有するがそれ自体が平坦ではないLCセルの使用を含む。広視野のイメージングシステムについて、所定視点の中心光線は、図19に示されるように、非常に斜めの角度でハイパースペクトルモニタに入ることができる。イメージング光学系22に入射する光は、斜めの角度で到来する。リニアセンサ2の前のLCセル130を湾曲させることにより、視野内の所定点の中心光線は、視点に関係なく垂直に液晶セルに入射される。

【0091】

上述したように、図3におけるレーザダイオード20によって提供されるように、単色光源又は校正用光源によってリニアセンサを照明する際の効果が存在してもよい。図20におけるシステムは、像光を閉塞することなく像光をとる同じ幾何学的経路を介してリニアセンサの完全な照明を可能とする。システムの第1の偏光子の代わりに144などの偏光ビームスプリッタを利用する。この実施形態において、レーザ光学系142を通るレーザダイオード20からのレーザ光は、1つのポートを介して偏光ビームスプリッタに入る垂直(V)偏光を有し、イメージング光学系22を通るシーン140からの像光は、第2のポートを介して偏光ビームスプリッタに入る水平(H)偏光を有する。液晶セルのラビング方向は、解析器がH又はV偏光方向のいずれかと整列されて2つの偏光方向間において名目上45度である。必要に応じて、2つの分析器又は出射偏光子148及び162、及び2つのLC可変リターダ146及び160を介して、2つのリニアセンサ150及び164を使用することは、光の他の偏光のキャプチャを可能とし、名目上100%光スループットを増加させる。この2つのリニアセンサの実施形態は、校正用光源がない場合にもさらに有利である。

10

20

30

40

【0092】

図20における照明幾何は、遅延特性が全視野にわたって各点で測定されるのを可能とする。この情報は、上述したようにリアルタイムの閉ループ制御を可能とすることができ、又は像の解析においてハイパースペクトル像データを生成するのを可能とすることができる。この構成は、システムが時間及び空間の各点において遅延特性を測定するために単色像源からの光のフレームと像データのフレームをインターリーブするのを可能とする。光源をサンプリングするために使用される露光時間は、光源のパワーを上げた場合に短縮することができる。図21は、そのような方法の実施形態を示している。

【0093】

図21において、システムは、170において、時間 t_i において、遅延特性 τ_i における遅延特性を設定する。そして、シーンSC_iは、像データの1つのフレームをもたらすために172においてキャプチャされる。そして、レーザが174においてオンとされ、レーザ光の像是、176において、レーザ像L_iとしてキャプチャされる。そして、レーザは、178においてオフとされ、プロセスは、179において次の設定で繰り返す。このようにして、システムは、システムの動作の調整、又はデータの処理の調整などを可能とするように、多くの異なる時点での複数点における遅延特性をキャプチャする。

【0094】

さらに他の変更例は、液晶可変リターダの制御を含む。液晶材料の動的制御が問題となり得ることから、断熱的であるが、リターダの受動的緩和時間よりもはるかに高速に遅延特性の制御された変化を可能とする方法でリターダを駆動することが有利であり得る。これは、電圧波形の適切な選択によってリターダの緩和又は応答時間を大幅に低減させることによって行うことができる。液晶可変リターダの応答時間は、駆動電圧が十分に高い場合に非常に短くすることができる。したがって、2成分電界によって液晶可変リターダを駆動することが有用であり得る。

【0095】

50

ここで使用される場合、2成分電界は、液晶材料をセルの層に対して垂直に整列させる第1の成分又は垂直成分と、液晶をセルの層と並列に整列させる第2の成分又は並列成分とを有する。これらの成分は、例えば、図22におけるように、垂直及び並列電界を生成するための電極駆動電位の組み合わせと、正及び負の誘電率異方性を形成する駆動周波数の組み合わせとによって生成されることができる。図22における並列電界186は、電極182上に配置された正電圧及び電極184上の負電圧から生じることができる。垂直電界188は、下図における電極182上に配置された正電圧及び電極184上に配置された負電圧から生じることができる。そして、垂直成分は、正の誘電率異方性を有する周波数 f_1 における垂直電界又は負の誘電率異方性を有する周波数 f_2 における並列電界とすることができます。そして、並列成分は、正の誘電率異方性を有する周波数 f_1 における並列電界又は負の誘電率異方性を有する周波数 f_2 における垂直電界とすることができます。

10

【0096】

並列（又は垂直）電界のみが使用された場合、第1の成分 E_A は、周波数 f_1 （ f_2 ）における電界振幅であり、第2の成分 E_B は、周波数 f_2 （ f_1 ）における電界振幅である。あるいは、電界について周波数 f_1 のみ（又は周波数 f_2 のみ）を使用することができる。この場合、成分 E_A は、並列（又は垂直）電界であり、成分 E_B は、垂直（又は並列）電界である。液晶導波器配向190は、 $\arctan(E_A/E_B)$ によって与えられる角度シータ（θ）を断熱的に追跡し、この角度に対する緩和時間は、 $t_{relax} = (E_c^2 / (E_A^2 + E_B^2)) t_{relax}$ によって与えられる。ここで、 t_{relax} は、液晶セルの受動（電界オフ）緩和時間であり、 E_c は、セルの中間点において有限歪みを形成するための臨界電界応答である。LC導波器の向きの変更は、緩和時間が液晶導波器の向きの変更間の任意時間よりもはるかに高速であるのを確実にすることによって任意に速くすることができる。これは、所望の液晶導波器配向、したがって液晶可変リターダの所望の遅延特性に到達するように正確な比率で、電界成分 E_A 及び E_B を十分に大きくすることによって達成されることがある。より一般には、2成分電界のうちの一方の成分は、そのセルの遅延特性を増加させるために液晶可変リターダのセル内の液晶分子を回転するために正のトルクを加えることができ、他方の成分は、遅延特性を減少させるために負のトルクを加えることができる。両成分の同時印加は、成分の大きさによって決定される速度で、成分の比によって設定された角度で液晶分子を平衡に到達させる。それゆえに、2成分電界は、原理的に、液晶分子の導波器の任意の制御、したがって液晶可変リターダの遅延特性の任意の制御を可能とする。

20

【0097】

より高速な駆動時間に関する他の考慮事項は、液晶材料自体の選択にある。強誘電性液晶又はポリマーネットワーク液晶は、より高速な応答時間を持つ。ポリマーネットワーク液晶材料は、ポリマーネットワークが埋め込まれた液晶材料を有する。

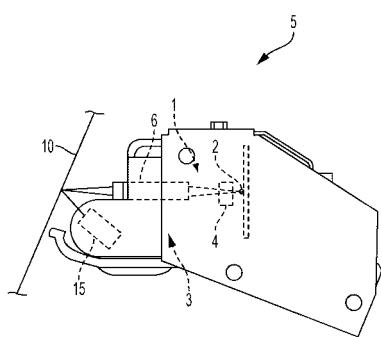
30

【0098】

上記開示された並びに他の特徴及び機能のいくつか、又はその代替例は、望ましくは、多くの他の異なるシステム又は用途に組み合わせることができることが理解される。また、様々な現在予見される又は予測されない代替例、変更例、変形例、又は改良は、当業者によって後になされることができる、以下の特許請求の範囲によっても包含されることが意図される。

40

【図1】



义 1

【 図 2 】

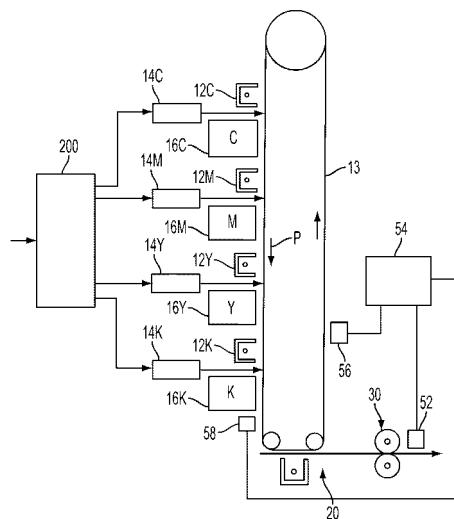
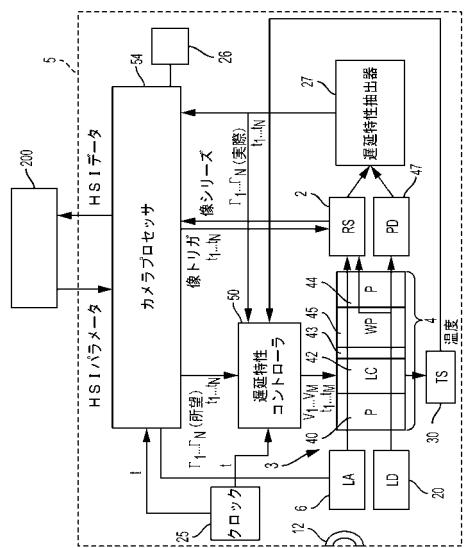


图 2

【図3】



3
三

【図4】

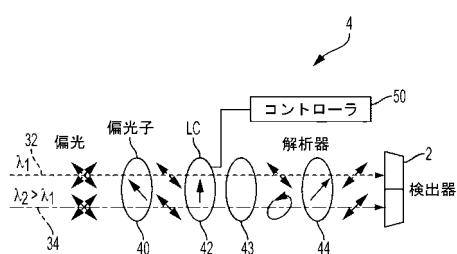


図 4

【図5】

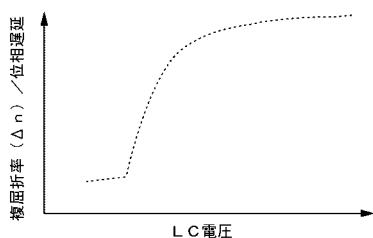


図5

【図6】

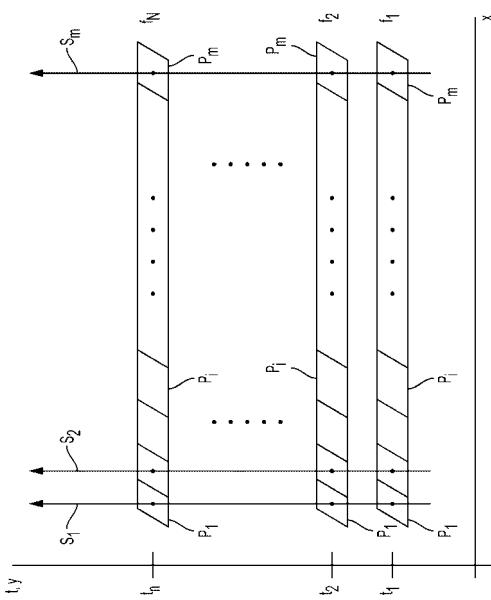


図6

【図7】

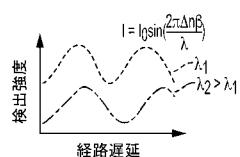


図7

【図8】

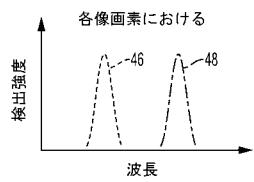


図8

【図9】

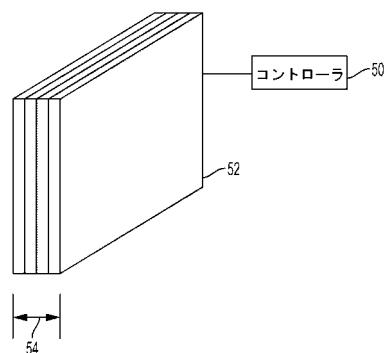


図9

【図 10】

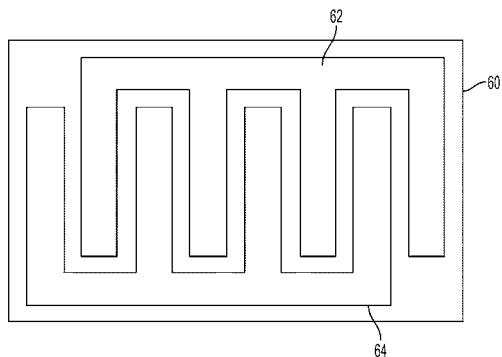


図 10

【図 11 A】

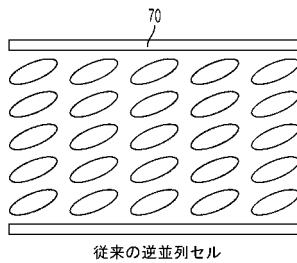


図 11 A

【図 11 B】

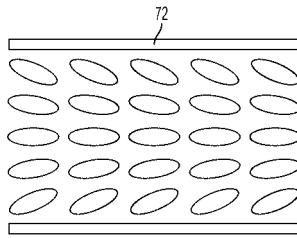


図 11 B

【図 12】

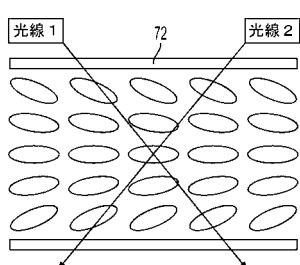


図 12

【図 13】

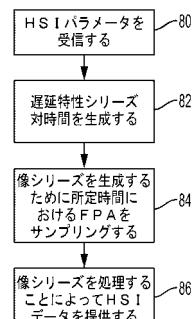


図 13

【図14】

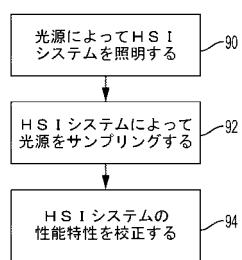


図14

【図15】

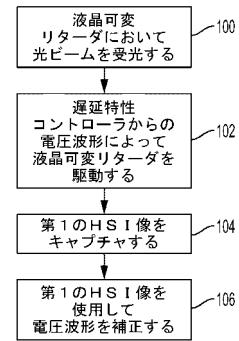


図15

【図16】

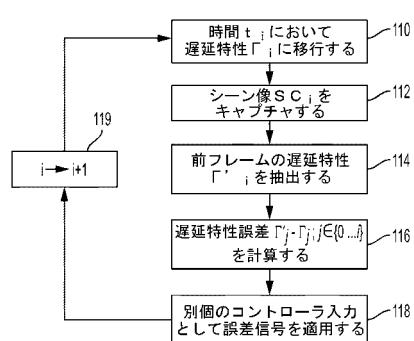


図16

【図17】

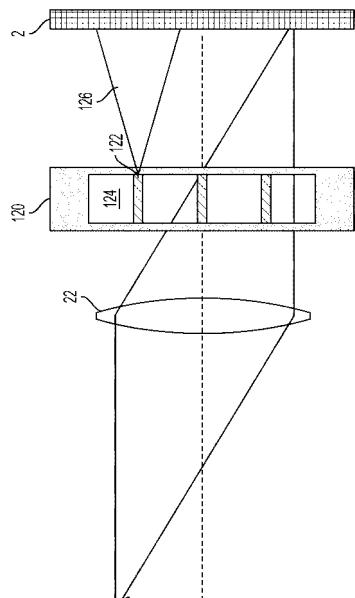


図17

【図 18】

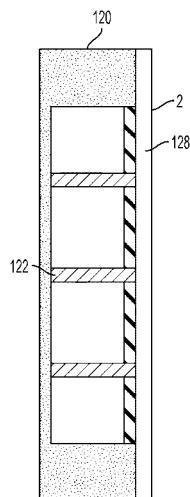


図 18

【図 19】

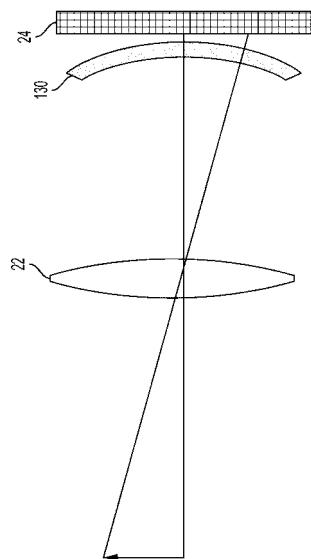


図 19

【図 20】

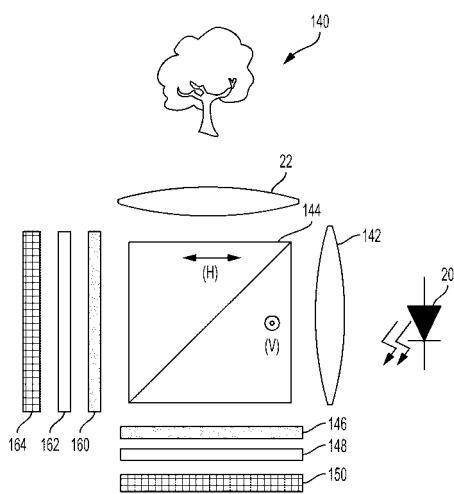


図 20

【図 21】

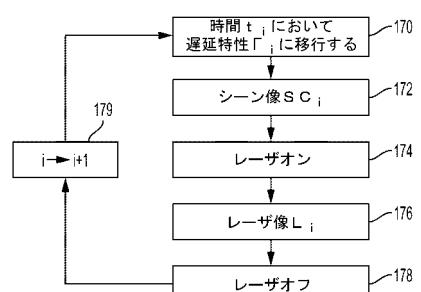


図 21

【図 2 2】

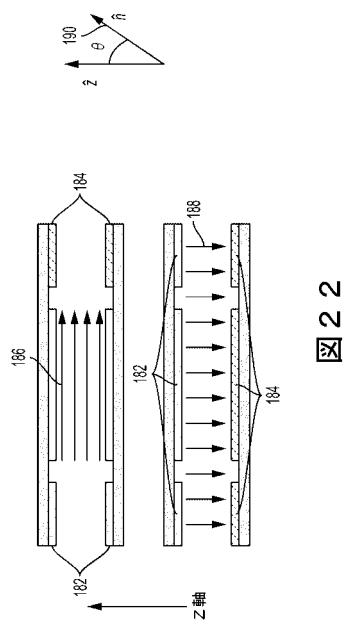


図 2 2

フロントページの続き

F ターム(参考) 2G059 AA02 AA05 BB15 DD12 EE02 EE10 EE11 FF01 FF04 GG01
GG02 JJ02 JJ11 JJ18 JJ19 JJ20 JJ22 JJ23 KK03 KK04
KK10 LL02 MM01 MM10 MM14 NN02 NN06 NN08 NN10