

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5450404号
(P5450404)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/02 (2006.01)
G02B 26/10 (2006.01)
G03B 21/60 (2014.01)
G03B 21/00 (2006.01)
G03B 21/14 (2006.01)

G09G 3/02 A
G02B 26/10 A
G02B 26/10 B
G03B 21/60 Z
G03B 21/00 Z

請求項の数 15 (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-515204 (P2010-515204)
(86) (22) 出願日 平成20年6月27日 (2008. 6. 27)
(65) 公表番号 特表2010-533307 (P2010-533307A)
(43) 公表日 平成22年10月21日 (2010. 10. 21)
(86) 国際出願番号 PCT/US2008/068679
(87) 国際公開番号 W02009/003192
(87) 国際公開日 平成20年12月31日 (2008. 12. 31)
審査請求日 平成23年2月10日 (2011. 2. 10)
(31) 優先権主張番号 11/769, 580
(32) 優先日 平成19年6月27日 (2007. 6. 27)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 509317689
ブリズム インコーポレイテッド
アメリカ合衆国、95134 カリフォル
ニア州、サンノゼ スイート 110、ペ
イテック ドライブ 180
(74) 代理人 110000877
龍華国際特許業務法人
(72) 発明者 ハヤール、ロジャー、エー.
アメリカ合衆国、95134 カリフォル
ニア州、サンノゼ スイート 110、ペ
イテック ドライブ 180 スプドニッ
ク インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査ビームディスプレイシステムおよび走査ビームディスプレイシステムを制御する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査ビームディスプレイシステムであって、

画像情報を伝送する光パルスを持つ少なくとも1つの励起ビームを生成する励起光源と

、

不可視のサーボビーム波長の少なくとも1つのサーボビームを生成するサーボ光源と、

前記励起ビームおよび前記サーボビームを受け取り、前記励起ビームおよび前記サーボビームを走査するビーム走査モジュールと、

走査された前記励起ビームおよび前記サーボビームを受け取る発光スクリーンであって、
(1) 前記励起ビームの光を吸収して、可視光を発光して、走査された前記励起ビーム
が伝送する画像を生成する、平行な複数の発光ストライプと (2) 前記複数の発光ストライ
プに対して平行且つ空間インターリーブされた複数のストライプデバイダとを含む発光領
域を有する発光スクリーンと、前記複数のストライプデバイダが反射する光を含む前記スクリーンの上で走査される前
記サーボビームの光を受光して、前記スクリーンの上の前記サーボビームの位置を示す監
視信号を生成する光学サーボセンサと、前記監視信号の示す前記スクリーンの上の前記サーボビームの前記位置に呼応して、前
記サーボビームと前記励起ビームとの間の関係に基づいて、走査された前記励起ビームが
伝送する前記光パルスのタイミングを調節して、前記スクリーンの上の前記励起ビームの
前記光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する制御ユニットとを備え、

10

20

前記複数のストライプデバイダの各々は、2つの隣接するストライプ間に配置されており光学反射性を持ち、

前記励起ビームおよび前記サーボビームは、前記励起ビームと前記サーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査される走査ビームディスプレイシステム。

【請求項2】

前記サーボビーム波長は、前記複数の発光ストライプが発光する前記可視光の可視スペクトル領域の各波長より大きい請求項1に記載の走査ビームディスプレイシステム。

【請求項3】

前記サーボビームおよび前記励起ビームは、共通の光路に沿って、前記ビーム走査モジュールから前記スクリーンまで協働して伝播を行う請求項1または2に記載の走査ビームディスプレイシステム。

10

【請求項4】

前記スクリーンは反射性のストライプラインを有し、

前記反射性のストライプラインは、前記スクリーンの上の前記発光領域の外に設けられた走査開始のサーボ参照マークであり、前記複数の発光ストライプに平行であり、前記複数の発光ストライプに垂直な、前記サーボビームまたは水平ビームのビーム走査の開始時における前記サーボビームの参照位置および前記励起ビームの参照位置を示し、

前記制御ユニットは、前記励起ビームが前記発光領域を走査して前記画像を生成するときに、前記走査開始のサーボ参照マークおよび前記複数のストライプデバイダからの前記サーボビームの受光に基づいて、前記スクリーンの上の前記励起ビームの前記光パルスの空間位置の前記空間位置合わせを制御する請求項1から3の何れか1項に記載の走査ビームディスプレイシステム。

20

【請求項5】

前記スクリーンは、前記発光領域の外の、前記複数の発光ストライプに垂直なビーム走査経路中に、垂直ビーム位置サーボ参照マークを有し、

前記垂直ビーム位置サーボ参照マークは、前記走査ビームにより照明されると、垂直ビーム位置サーボフィードバック光を生成することで、前記複数の発光ストライプに平行な垂直方向の垂直ビーム位置の情報を示す請求項4に記載の走査ビームディスプレイシステム。

【請求項6】

30

走査ビームディスプレイシステムであって、

画像情報を伝送する光パルスを持つ少なくとも1つの励起ビームと、前記励起ビームの波長とは異なるサーボビーム波長の少なくとも1つのサーボビームとを方向付け走査する光モジュールと、

走査された前記励起ビームおよび前記サーボビームを受け取るスクリーンであって、前記励起ビームの光を吸収して、可視光を発光して走査された前記励起ビームが伝送する画像を生成する平行な複数の発光ストライプの発光層を有するスクリーンと、

サーボフィードバック光を受け取り、前記スクリーンの上の前記サーボビームの位置を示すサーボフィードバック信号を生成する光学サーボセンサモジュールと

を備え、

40

前記励起ビームおよび前記サーボビームは、前記励起ビームと前記サーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査され、

前記スクリーンは、前記サーボビームの光を前記光モジュールへ向けて反射して前記サーボフィードバック光を生成し、

前記光モジュールは、前記サーボフィードバック信号の前記スクリーンの上の前記サーボビームの前記位置に呼応して、走査された前記励起ビームが伝送する前記光パルスのタイミングを調節して、前記スクリーンの上の前記励起ビームの前記光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する走査ビームディスプレイシステム。

【請求項7】

前記スクリーンは、前記サーボビームの光を鏡面反射する、励起光源に対向する鏡面を

50

複数有するサーボフィードバックマークと、前記サーボビームの光を拡散反射する、前記サーボフィードバックマークの外の領域とを含み、

走査された前記サーボビームと前記励起ビームとを、前記スクリーンに対して法線入射するように方向付けるべく前記スクリーンと前記光モジュールとの間に配置されたフレネルレンズをさらに備え、

前記フレネルレンズは、前記光モジュールの光軸に対して平行、且つ、オフセットをされた対称光軸を中央に有しており、前記サーボフィードバックマークが鏡面反射する前記サーボビームの光を前記光学サーボセンサ内へ方向付け、さらに、前記サーボフィードバックマークの外の前記スクリーンが拡散反射する前記サーボビームの光を前記光学サーボセンサより大きな領域に拡げて、前記サーボビームの拡散反射光の一部のみを前記光学サーボセンサ内へ方向付ける請求項 6 に記載の走査ビームディスプレイシステム。

10

【請求項 8】

前記サーボフィードバックマークは、前記スクリーンの前記平行な複数の発光ストライプに平行な平行ストライプであり、前記サーボビームの光を鏡面反射する前記励起光源に対向する鏡面を持つ請求項 7 に記載の走査ビームディスプレイシステム。

【請求項 9】

前記スクリーンに対して相対的に配置されて、前記スクリーンが発光する前記可視光の一部を受光して、第 2 のサーボフィードバック信号を生成する第 2 の光学サーボセンサモジュールを備え、

前記光モジュールは、前記サーボフィードバック信号の前記スクリーンの上の前記サーボビームの位置を、前記第 2 のサーボフィードバック信号の位置情報に関して較正する請求項 6 から 8 の何れか 1 項に記載の走査ビームディスプレイシステム。

20

【請求項 10】

前記第 2 の光学サーボセンサモジュールは、前記スクリーンが発光する互いに異なる色の可視光をそれぞれ検出する複数の光学検出器を有する請求項 9 に記載の走査ビームディスプレイシステム。

【請求項 11】

前記サーボビームは I R ビームである請求項 6 から 10 の何れか 1 項に記載の走査ビームディスプレイシステム。

【請求項 12】

走査ビームディスプレイシステムを制御する方法であって、

光パルスで変調され画像を伝送する 1 以上の励起ビームをスクリーンの上で走査して、平行な複数の発光ストライプを励起して、前記画像を形成する可視光を発光させる段階と、

30

前記 1 以上の励起ビームの光学波長とは異なる光学波長のサーボビームを前記スクリーンの上で走査する段階と、

前記スクリーンから前記サーボビームの光を検出して、前記スクリーンの上の前記サーボビームの位置を示すサーボ信号を取得する段階と、

前記スクリーンの上の前記サーボビームの前記位置に呼応して、前記 1 以上の走査励起ビームを制御して、前記スクリーンの上の各励起ビームの前記光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する段階と

40

を備え、

前記励起ビームおよび前記サーボビームは、前記励起ビームと前記サーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査される方法。

【請求項 13】

前記スクリーンから前記 1 以上の励起ビームの反射光の一部を検出して、前記スクリーンの上の励起ビームの位置を示す第 2 のサーボ信号を提供する段階と、

前記サーボ信号および前記第 2 のサーボ信号の情報を利用して、前記スクリーンの上の各励起ビームの前記光パルスの空間位置の前記空間位置合わせを制御する段階とを備える請求項 12 に記載の方法。

50

【請求項 1 4】

前記スクリーンから発光された可視光の一部を検出して、前記スクリーンの上の励起ビームの位置を示す第 2 のサーボ信号を提供する段階と、

前記サーボ信号および前記第 2 のサーボ信号の情報を利用して、前記スクリーンの上の各励起ビームの前記光パルスの空間位置の前記空間位置合わせを制御する段階とを備える請求項 1 2 または 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記スクリーンの上の前記平行な複数の発光ストライプに対して離間し且つ平行な、前記スクリーンの上の参照ラインマークからの反射光を、走査開始の基準として検出して、前記平行な複数の発光ストライプの端部に対するビームの位置を計測する段階と、

前記参照ラインマークに基づいた計測位置を利用して、前記スクリーンの上に前記画像を表示するときの各励起ビームの前記光パルスのタイミングを制御する段階と

を備える請求項 1 2 から 1 4 の何れか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本 PCT 出願は、2007 年 6 月 27 日に提出した「Servo Feedback Control Based on Invisible Scanning Servo Beam in Scanning Beam Display Systems with Light-Emitting Screens」なる名称の米国特許出願第 11/769,580 号明細書の利益を主張する。この米国特許出願第 11/769,580 号明細書の開示全体を本 PCT 出願の明細書の一部として参照により組み込む。

【背景技術】**【0002】**

本特許出願は、走査ビームディスプレイシステムに係る。

【0003】

走査ビームディスプレイシステムでは、光学ビームをスクリーン内で走査してスクリーンに画像を形成することができる。レーザディスプレイシステム等の多くのディスプレイシステムは、多数のファセットを有するポリゴンスキャナを用いて水平走査を行い、ガルボ駆動ミラー等の垂直走査ミラーを提供することで垂直走査を行っている。動作中、ポリゴンスキャナの 1 つのファセットは、ポリゴンスキャナがそのファセットの方向および位置を変更するようスピンすることで 1 つの水平ラインを走査して、次のファセットが次の水平ラインを走査する。水平走査および垂直走査は互いに同期して、スクリーンに画像を投射する。

【発明の概要】**【0004】**

本特許出願は、特に、光学的励起下での発光スクリーンの上の走査光に基づくディスプレイシステムおよびデバイスの実装を記載する。記載されるディスプレイシステムは、光学的励起下の発光スクリーンおよび少なくとも 1 つの励起光学ビームを用いて、スクリーンの上の 1 以上の発光材料を励起して、発光および画像形成を行う。このタイプのディスプレイシステムのサーボ制御メカニズムを、画像伝送励起光学ビームを走査する走査モジュールと同じものでスクリーンの上に走査される指定されたサーボビームに基づいて記載する。この指定されたサーボビームを用いて、走査励起ビームに対するサーボフィードバック制御が行われ、これにより通常の表示動作中の励起ビームにおける光パルスの適切な光学配置および正確な配信が保証される。幾つかの実装例では、多数のレーザを利用して、多数の励起レーザビームをスクリーンの上に同時に走査することができる。例えば、多数のレーザビームは、一度に一つのスクリーンのセグメントを照明して、連続して多数のスクリーンのセグメントを走査することでスクリーン全体を完成させることができる。

【0005】

一実装例では、走査ビームディスプレイシステムは、画像情報を伝送する光パルスを持つ少なくとも 1 つの励起ビームと、励起ビームの波長とは異なるサーボビーム波長の少な

10

20

30

40

50

とも1つのサーボビームとを方向付け走査する光モジュールと、走査された励起ビームおよびサーボビームを受け取るスクリーンであって、励起ビームの光を吸収して、可視光を発光して走査された励起ビームが伝送する画像を生成する平行な複数の発光ストライプの発光層を有するスクリーンと、サーボフィードバック光を受け取り、スクリーンの上のサーボビームの位置を示すサーボフィードバック信号を生成する光学サーボセンサモジュールと、を備え、励起ビームおよびサーボビームは、励起ビームとサーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査され、スクリーンは、サーボビームの光を光モジュールへ向けて反射してサーボフィードバック光を生成する。光モジュールは、サーボフィードバック信号のスクリーンの上のサーボビームの位置に呼応して、走査された励起ビームが伝送する光パルスのタイミングを調節して、スクリーンの上の励起ビームの光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する。

10

【0006】

一例では、上述のシステムのスクリーンは、サーボビームの光を鏡面反射する励起光源に対向する鏡面と、サーボビームの光を拡散反射するサーボフィードバックマークの外の領域とを含むサーボフィードバックマークを複数有する。この例では、システムは、走査されたサーボビームと励起ビームとを、スクリーンに対して法線入射するように方向付けるべくスクリーンと光モジュールとの間に配置されたフレネルレンズを備える。フレネルレンズの、フレネルレンズの中央の対称光軸は、光モジュールの光軸に対して平行であり、且つ、オフセットをされており、サーボフィードバックマークが鏡面反射するサーボビームの光を、光学サーボセンサ内へ方向付け、サーボフィードバックマークの外のスクリーンが拡散反射するサーボビームの光は、フレネルレンズにより、光学サーボセンサより大きな領域の上に拡がり、サーボビームの拡散反射光の一部を、光学サーボセンサ内へ方向付ける。

20

【0007】

別の実装例では、走査ビームディスプレイシステムを制御する方法であって、光パルスで変調され画像を伝送する1以上の励起ビームをスクリーンの上で走査して、平行な複数の発光ストライプを励起して、画像を形成する可視光を発光させる段階と、1以上の励起ビームの光学波長とは異なる光学波長のサーボビームをスクリーンの上で走査する段階と、スクリーンからサーボビームの光を検出して、スクリーンの上のサーボビームの位置を示すサーボ信号を取得する段階と、スクリーンの上のサーボビームの位置に呼応して、1以上の走査励起ビームを制御して、スクリーンの上の各励起ビームの光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する段階とを備え、励起ビームおよびサーボビームは、励起ビームとサーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査される方法が提供される。

30

【0008】

別の実装例では、走査ビームディスプレイシステムであって、画像情報を伝送する光パルスを持つ少なくとも1つの励起ビームを生成する励起光源と、不可視のサーボビーム波長の少なくとも1つのサーボビームを生成するサーボ光源と、励起ビームおよびサーボビームを受け取り、励起ビームおよびサーボビームを走査するビーム走査モジュールと、走査された励起ビームおよびサーボビームを受け取る発光スクリーンとを備える。スクリーンは、(1)励起ビームの光を吸収して、可視光を発光して、走査された励起ビームが伝送する画像を生成する、平行な複数の発光ストライプと(2)複数の発光ストライプに対して平行且つ空間インタリーブされた複数のストライプデバイダとを含む発光領域を有し、複数のストライプデバイダの各々は、2つの隣接するストライプ間に配置されており光学反射性を持つ。光学サーボセンサは、複数のストライプデバイダが反射する光を含むスクリーンの上で走査されるサーボビームの光を受光して、スクリーンの上のサーボビームの位置を示す監視信号を生成する。システムは、監視信号のスクリーンの上のサーボビームの位置に呼応して、サーボビームと励起ビームとの間の関係に基づいて、走査された励起ビームが伝送する光パルスのタイミングを調節して、スクリーンの上の励起ビームの光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する制御ユニットを備える。励起ビームおよび

40

50

サーボビームは、励起ビームとサーボビームとの間の予め定められた位置関係を有して、走査される。

【 0 0 0 9 】

別の実装例では、走査ビームディスプレイシステムは、(1) 励起光を吸収して可視光を発光する平行な複数の発光ストライプと、(2) 複数の発光ストライプに対して平行且つ空間インタリーブされた複数の光学反射性のあるストライプデバイダとを持つ発光領域を有する発光スクリーンを備え、複数のストライプデバイダの各々は2つの隣接するストライプ間に配置される。励起光の複数の励起レーザビームを生成する複数の励起レーザと、複数の励起レーザに対して位置を固定され、不可視なサーボビーム波長の少なくとも1つのサーボビームを生成する少なくとも1つのサーボ光源と、をさらに備える。システムはさらに、複数の励起レーザビームおよびサーボビームを受け取り、複数の励起レーザビームおよびサーボビームを走査するビーム走査モジュールと、スクリーンから反射されたサーボビームの光を受光して、スクリーンの上のサーボビームの位置を示す第1の監視信号を生成する少なくとも1つの第1の光学サーボセンサと、スクリーンから反射された複数の励起レーザビームの光を受光して、スクリーンの上の各励起レーザビームの位置を示す第2の監視信号を生成する少なくとも1つの第2の光学サーボセンサと、第1の監視信号および第2の監視信号に呼応して、サーボビームと各励起レーザビームとの間の関係に基づいて、各励起レーザビームが伝送する光パルスのタイミングを調節して、スクリーンの上の励起ビームの光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する制御ユニットとを備える。

10

20

【 0 0 1 0 】

また別の実装例では、走査ビームディスプレイシステムを制御する方法であって、平行な複数の発光ストライプを有するスクリーンの上で、光パルスで変調される少なくとも1つの励起ビームを、複数の発光ストライプに垂直なビーム走査方向に走査して、複数の発光ストライプを励起して、画像を形成する可視光を発光する段階を備える。スクリーンは、複数の発光ストライプに対して平行且つ空間インタリーブされた複数のストライプデバイダを持ち、各ストライプデバイダの各々は、2つの隣接するストライプ間に配置されており光学反射性を持つ。この方法はさらに、不可視なサーボビームを、励起ビームとともにスクリーンの上で走査する段階と、スクリーンから、複数のストライプデバイダが生成する光を含む走査サーボビームの光を検出して、スクリーンの上のサーボビームの位置を示す監視信号を取得する段階と、スクリーンの上のサーボビームの位置に呼応して、サーボビームおよび励起ビームの関係に基づいて、走査励起ビームが伝送する光パルスのタイミングを調節して、スクリーンの上の励起ビームの光パルスの空間位置の空間位置合わせを制御する段階とを備える。

30

【 0 0 1 1 】

これらの、およびその他の例および実装例を、図面、詳細な説明、および請求項で記載する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】画像情報を伝送する走査レーザビームの励起下で、カラー光を発光するレーザ励起可能な発光材料(例えばリン光体)から形成される発光スクリーンを有する例示的な走査レーザディスプレイシステムを示す。

40

【 0 0 1 3 】

【図 2 A】平行な発光ストライプを有するスクリーン構造の一例を示す。

【図 2 B】図 1 のスクリーンの上のカラーピクセルの構造を示す。

【 0 0 1 4 】

【図 3】スクリーンの上に多数のレーザビームを方向付ける多数のレーザを有する、プレオブジェクティブ型の走査構成の図 1 のレーザディスプレイシステムの一実装例を示す。

【 0 0 1 5 】

【図 4】ポストオブジェクティブ型のビームディスプレイシステムを例示する。

50

【図 5】連続走査ラインを多数の励起レーザビームと一つの不可視のサーボビームとで同時に走査する一例を示す。

【0016】

【図 5 A】垂直ガルボスキャナおよび水平ポリゴンスキャナが銘々のヌルの位置にあるときに、36個の励起レーザと1つのIRサーボレーザとからなるレーザアレイにより生成されるスクリーン上のビーム位置のマッピングを示す。

【0017】

【図 6】走査サーボビームに基づくサーボフィードバック制御を利用した走査ディスプレイシステムの一例を示す

【0018】

【図 7】図 6 のサーボフィードバック光を検出するサーボ検出器の一例を示す。

【0019】

【図 8】走査サーボビームに基づくサーボ制御のスクーンの例を示す。

【図 9】走査サーボビームに基づくサーボ制御のスクーンの例を示す。

【0020】

【図 10】光学信号がスクリーン上のストライプデバイダに対応しているサーボ光の光学電力を示す。

【0021】

【図 11】様々なサーボ制御機能用にフィードバック光を生成するサーボ参照マークを含む周辺参照マーク領域を有するスクリーンの一例を示す。

【0022】

【図 12】スクリーンのアクティブな蛍光領域の冒頭の参照を提供する周辺参照マーク領域のライン参照マークの冒頭を示す。

【0023】

【図 13】スクリーン上のストライプデバイダ、ライン参照マークの冒頭およびライン参照マークの終了に対応する光学信号を有するサーボ光の光学電力を示す。

【図 14】スクリーン上のストライプデバイダ、ライン参照マークの冒頭およびライン参照マークの終了に対応する光学信号を有するサーボ光の光学電力を示す。

【0024】

【図 15】励起ビームまたはサーボビームからのサーボフィードバック光を利用してスクリーンの上のストライプデバイダの位置データを計測する際にサンプリングクロック信号を利用する例を示す。

【図 16】励起ビームまたはサーボビームからのサーボフィードバック光を利用してスクリーンの上のストライプデバイダの位置データを計測する際にサンプリングクロック信号を利用する例を示す。

【図 17】励起ビームまたはサーボビームからのサーボフィードバック光を利用してスクリーンの上のストライプデバイダの位置データを計測する際にサンプリングクロック信号を利用する例を示す。

【0025】

【図 18 A】図 11 のスクリーンの垂直ビーム位置参照マークの一例を示す。

【0026】

【図 18 B】図 18 A の垂直ビーム位置参照マークを利用して、スクリーン上の垂直ビーム位置を制御するサーボフィードバック制御回路およびその動作を示す。

【図 18 C】図 18 A の垂直ビーム位置参照マークを利用して、スクリーン上の垂直ビーム位置を制御するサーボフィードバック制御回路およびその動作を示す。

【0027】

【図 19】ライン参照マークおよび垂直ビーム位置参照マークを有する図 11 のスクリーンの一例を示す。

【0028】

【図 20】励起ビームで走査されるサーボビームに基づくサーボ制御の動作を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

【図 2 1】少なくともサーボビームについて拡散反射および鏡面反射特性を有しつつも、励起ビームの透過量に影響しない I R サーボフィードバックマークを有するスクリーン設計の例を示す。

【図 2 2】少なくともサーボビームについて拡散反射および鏡面反射特性を有しつつも、励起ビームの透過量に影響しない I R サーボフィードバックマークを有するスクリーン設計の例を示す。

【図 2 3】少なくともサーボビームについて拡散反射および鏡面反射特性を有しつつも、励起ビームの透過量に影響しない I R サーボフィードバックマークを有するスクリーン設計の例を示す。

10

【 0 0 3 0 】

【図 2 4】鏡面反射性の I R フィードバックマーク、および、スクリーンの I R フィードバックマークの外に、拡散反射性の領域を有するスクリーン設計の例を示す。

【 0 0 3 1 】

【図 2 5】図 2 4 の設計に基づくシステムの例を示す。

【 0 0 3 2 】

【図 2 6】I R サーボフィードバックおよび可視光サーボフィードバックを組み合わせたシステムの例を示す。

【 0 0 3 3 】

【図 2 7 A】図 2 6 のシステムの側面を示す。

20

【図 2 7 B】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【図 2 7 C】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【図 2 7 D】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【図 2 8】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【図 2 9】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【図 3 0】図 2 6 のシステムの側面を示す。

【 0 0 3 4 】

【図 3 1】図 2 6 のシステムのシステム実装例を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

30

本願の走査ビームディスプレイシステムの例は、発光材料または蛍光材料を有するスクリーンを用いて、励起下で発光して画像を生成し、レーザビデオディスプレイシステムを含む。発光または蛍光材料を有するスクリーン設計の様々な例が利用されうる。例えば一実装例では、レーザビームにより光学的に励起可能であり、カラー画像を生成するのに好適な赤色、緑色、および青色の光をそれぞれ生成する 3 つの異なるカラーリン光体を、ピクセルドットまたは、それぞれ平行な赤、緑、および青色リン光体ストライプとしてスクリーンの上に形成してよい。

【 0 0 3 6 】

リン光体材料は、発光材料の一種である。例示された、リン光体を蛍光材料として利用する様々な記載されるシステム、デバイスおよび特徴は、他の光学的に励起可能な、発光する、非リン光体の蛍光材料から形成されるスクリーンを有するディスプレイに適用可能である。例えば、量子ドット材料は、適度な光学的励起下において発光し、故に、本願のシステムおよびデバイス用の蛍光材料として利用できる。さらに詳しくは、とりわけ、C d S e および P b S などの半導体化合物は、発光量子ドット材料として化合物のエキシトンボーア半径のオーダーの直径を有する粒子の形状に製造することができる。異なる色の光を生成すべく、異なるエネルギーバンドギャップ構造を有する異なる量子ドット材料を利用して、同じ励起光下で異なる色を発光させてよい。量子ドットのなかには、2 10 ナノメートルの寸法であり、10 50 アトムという約数十のアトムを含むものがある。量子ドットは、様々な材料内に分散され混合されて、溶液、粒子、ゼリー状の基質 (matrix) 材料および固体 (例えば固溶体) を形成しうる。量子ドットフィルムまたはフィルムスト

40

50

ライブは、本願においてはシステムまたはデバイス用のスクリーンとして基板上に形成されてよい。例えば1実装例においては、3つの異なる量子ドット材料を、光学ポンプとして走査レーザビームにより光学的に励起されるよう設計および設計して、カラー画像形成に適した赤色、緑色、および青色の光を生成してよい。このような量子ドットは、平行なライン（反復性の連続した赤色のピクセルドットライン、緑色のピクセルドットライン、および青色のピクセルドットライン）として配列されたピクセルドットとしてスクリーンの上に形成されてよい。

【0037】

ここに記載する走査ビームディスプレイシステムの例は、少なくとも1つの走査レーザビームを利用してスクリーンに堆積されたカラー発光材料を励起して、カラー画像を生成する。走査レーザビームは赤色、緑色、青色、あるいは他の可視色の画像を伝送するよう変調され、レーザビームが赤色、緑色、青色の画像により、赤色、緑色、青色のカラー発光材料を励起するよう制御される。故に、走査レーザビームは画像を伝送するが、観察者に見える可視光を直接生成はしない。スクリーンの上のカラー発光材料が走査レーザビームのエネルギーを吸収して、赤色、緑色、および青色あるいはその他の色の可視光を発光して、観察者に見える実際のカラー画像を生成する。

【0038】

蛍光材料に発光（to emit light）、または冷光を発させる（to luminesce）のに十分なエネルギーを有する1以上のレーザビームを利用した蛍光材料のレーザ励起は、光学的励起の形態の1種である。他の実装例においては、光学的励起は、スクリーンで利用される蛍光材料を励起するのに十分なエネルギーを有する非レーザ光源により生成されてよい。非レーザ励起光源の例には、様々な発光ダイオード（LED）、ライトランプ、および、高いエネルギーの光を可視領域の低いエネルギーの光に変換する蛍光材料を励起する波長またはスペクトル帯の光を生成する他の光源が含まれる。スクリーンの蛍光材料を励起する励起光学ビームは、蛍光材料による発光可視光の周波数より高い周波数の周波数あるいはスペクトル領域であってよい。故に、励起光学ビームは、紫色スペクトル領域および紫外線（UV）スペクトル領域（420nmより下の波長等）であってよい。以下で記載する例においては、UV光またはUVレーザビームが、リン光体材料または他の蛍光材料の励起光の一例として利用されているが、他の波長の光であってもよい。

【0039】

図1は、カラーリン光体ストライプを有するスクリーンを利用するレーザベースのディスプレイシステムの一例を示す。カラー画素発光領域（color pixilated light-emitting area）は、スクリーンの上の画像ピクセルを画定することに利用されてもよい。システムは、スクリーン101に少なくとも1つの走査レーザビーム120を生成および投射するレーザモジュール110を含む。スクリーン101は、垂直方向の平行なカラーリン光体ストライプを有し、2つの隣接するリン光体ストライプは、異なる色の光を発光する異なるリン光体材料から形成される。例においては、赤色のリン光体が赤色の光を発光するレーザ光を吸収し、緑色のリン光体が緑色の光を発光するレーザ光を吸収し、青色のリン光体が青色の光を発光するレーザ光を吸収する。3つのカラーリン光体ストライプは3つの異なる色である。該ストライプの特定の1空間カラー列を図1に、赤色、緑色、および青色として示す。他のカラー列を利用することもできる。レーザビーム120はカラーリン光体の光学吸収帯域内の波長であり、通常は、カラー画像用の可視の青色、緑色、赤色より短い波長である。一例としては、カラーリン光体は、420nm未満のスペクトル領域のUV光を吸収して望ましい赤色光、緑色光、青色光を生成するリン光体であってよい。レーザモジュール110は、ビーム120を生成するUVダイオードレーザなどの1以上のレーザ、ビーム120を水平および垂直に走査して、スクリーン101に1度に1画像フレームを描画するビーム走査メカニズム、およびビーム120を変調して、赤色、緑色、青色の画像チャネル用の情報を伝送する信号変調メカニズムを含みうる。このようなディスプレイシステムは、観察者とレーザモジュール110とがスクリーン101の異なる側にある背面投射型システムとして構成されてもよい。このようなディスプレイシ

10

20

30

40

50

ムは、観察者とレーザモジュール 110 とがスクリーン 101 の同じ側にある正面投射型システムとして構成されてもよい。

【0040】

図1の走査レーザディスプレイシステムの様々な特徴、モジュール、およびコンポーネントの実装例は、2006年5月2日に出願した「Display Systems and Devices Having Screens With Optical Fluorescent Materials」なる名称の米国特許出願第10/578,038号（米国特許出願公開第_____号明細書）、2007年2月15日に提出した「Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens」なる名称のPCT特許出願第PCT/US2007/004004号パンフレット（PCT特許出願公開第WO 2007/095329パンフレット）、2007年5月4日に提出した「Phosphor Compositions For Scanning Beam Displays」なる名称のPCT特許出願第PCT/US2007/068286号パンフレット（PCT特許出願公開第WO 2007/131195号パンフレット）、2007年5月15日に提出した「Multilayered Fluorescent Screens for Scanning Beam Display Systems」なる名称のPCT特許出願第PCT/US2007/68989号パンフレット（PCT特許出願公開第WO 2007/134329号パンフレット）、および、2006年10月25日に提出した「Optical Designs for Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens」なる名称のPCT特許出願第PCT/US2006/041584号パンフレット（PCT特許出願公開第WO 2007/050662号パンフレット）に記載されている。上述の特許出願の開示全体を、本願の明細書の一部として参照により組み込む。

【0041】

図2Aは、図1のスクリーン101の例示的設計を示す。スクリーン101は、走査レーザビーム120を透過させる裏面基板201を含んでよく、レーザモジュール110に対面して走査レーザビーム120を受け取る。第2の正面基板202は、裏面基板201に対して固定され、背面投射構成において観察者に対面する。カラーリン光体ストライプ層203が基板201および202の間に配置され、リン光体ストライプを含む。赤色、緑色、および青色を放出するカラーリン光体ストライプは、「R」、「G」、および「B」で表される。正面基板202は、リン光体ストライプが発光する赤色、緑色、および青色を透過させる。基板201および202は、ガラスあるいはプラスチックパネルを含む様々な材料から形成されうる。背面基板201は、薄膜層であってよく、可視エネルギーを観察者方向に再利用する構成を有する。各カラーピクセルは、3つの水平方向に隣接するカラーリン光体ストライプの部分を含み、その垂直方向寸法はレーザビーム120の垂直方向におけるビーム拡がりにより画定される。このように、各カラーピクセルは、3つの異なる色（赤、緑、および青）の3つのサブピクセルを含む。レーザモジュール110は、左から右へ、および上から下へ、1度に1つの水平ラインをレーザビーム120で走査して、スクリーン101を充てんする。レーザモジュール110とスクリーン101との間の相対位置合わせを監視および制御することで、レーザビーム120とスクリーン101の上の各ピクセル位置との間の適切な位置合わせを保証することができる。一実装例では、レーザモジュール110はスクリーン101に対して位置的に固定され、所定の方法でビーム120の走査を制御してレーザビーム120とスクリーン101の各ピクセル位置との間に適切な配置関係を守ることができる。

【0042】

図2Aにおいては、走査レーザビーム120は、ピクセル内の緑色リン光体ストライプに方向付けられ、該ピクセルに緑色の光を生成する。図2Bではさらに、スクリーン101の表面に垂直な方向B-Bからみたスクリーン101操作が示されている。各カラーストライプは縦長形状なので、ビーム120の断面は、ピクセルの各カラーストライプ内のビームの充てん率を最大化すべく、ストライプの方向に沿って延びてよい。これは、レーザモジュール110のビーム整形光学素子を利用して達成されてよい。スクリーンの上のリン光体材料を励起する走査レーザビームを生成するのに利用されるレーザ源は、シングルモードのレーザあるいはマルチモードのレーザであってよい。さらにレーザは、各リン光体ストライプの幅により制限されるビーム拡がり小さくなるように、リン光体ストラ

イブが延びる方向に垂直な方向においてシングルモードであってよい。リン光体ストライプの延びる方向において、このレーザビームは、リン光体ストライプを横切る方向のビーム拡がりよりも広い面積に拡がるようなマルチプルモードであってよい。シングルモードを1方向に利用してスクリーンの上に小さなビームフットプリントを残し、マルチプルモードをその垂直方向に利用してスクリーンの上に大きなフットプリントを残す、というこのレーザビーム利用法により、スクリーンの上に延びたカラーサブピクセルに合致する形状をビームに持たせ、マルチモードによってビームに十分なレーザ力を与えることで、スクリーンの十分な輝度を保証する。

【0043】

図3を参照すると、図1のレーザモジュール110の例示的実装例が示されている。多数レーザを有するレーザアレイ310の利用により多数のレーザビーム312を生成することで、ディスプレイ輝度を向上させるべくスクリーン101を同時走査する。信号変調コントローラ320は、レーザアレイ310のレーザの制御および変調により、レーザビーム312を変調してスクリーン101表示用画像を伝送させる。信号変調コントローラ320は、3つの異なるカラーチャネル用にデジタル画像信号を生成するデジタル画像プロセッサを1つ、およびデジタル画像信号を伝送するレーザ制御信号を生成する複数のレーザ駆動回路を含みうる。そしてレーザ制御信号が利用されて、レーザアレイ310内のレーザ（例えばレーザダイオード電流）を変調する。

【0044】

ビーム走査は、垂直走査用にガルボミラーなどの走査ミラー340、水平走査用に多面（multi-facet）ポリゴンスキャナ350を利用することで行われうる。走査レンズ360を利用して、ポリゴンスキャナ350からの走査ビームをスクリーン101上に投射することができる。走査レンズ360は、スクリーン101上にレーザアレイ310の各レーザを撮像するよう設計される。ポリゴンミラー350の異なる各反射ファセットは、N個の水平ラインを同時に走査する（Nはレーザ数を表す）。示された例において、レーザビームが先ずガルボミラー340に方向付けられ、その後、ガルボミラー340からポリゴンスキャナ350に方向付けられる。出力走査ビーム120は、その後スクリーン101上に投射される。リレー光学モジュール330がレーザビーム312の光路に配置され、レーザビーム312の空間特性を変更し、密に固まったビーム束332を生成し、これをガルボミラー340とポリゴンスキャナ350とが走査して、走査ビーム120としてスクリーン101に投射し、リン光体を励起して、リン光体が発光するカラー光により画像が生成される。リレー光学モジュール370は、スキャナ340と350との間に挿入されて、垂直スキャナ340の反射器の反射面を、ポリゴンスキャナ350の各反射ファセットに撮像して、垂直方向のポリゴンスキャナ350の薄いファセットにわたるビームウォークを防ぐ。

【0045】

レーザビーム120は空間的にスクリーン101上を走査され、異なる時に異なる色ピクセルに衝突する。故に、各変調ビーム120は、各ピクセルの赤色、緑色、および青色の画像信号を、異なるときに各ピクセルに、および異なるときに異なるピクセルに伝送する。故に、ビーム120は、信号変調コントローラ320により、異なるときに異なるピクセルについての画像情報をコード化される。故にビーム走査は、ビーム120の時間領域にコード化された画像信号をスクリーン101の空間ピクセル上にマッピングする。例えば、変調レーザビーム120は、3つの異なるカラーチャネル用の3つのカラーサブピクセル用に3つの連続したタイムスロットに均等に分割される各カラーピクセルを有することができる。ビーム120の変調は、各色の望ましいグレイスケール、各ピクセルの適切な色の組み合わせ、および望ましい画像輝度を生成すべくパルス変調を利用してよい。

【0046】

1実装例においては、多数のビーム120が、二つの隣接するビームがスクリーン101の水平ライン1本分互いに間隔を置いて垂直方向沿いに配設されるよう、スクリーン101の異なり隣接する垂直位置に方向付けられる。ガルボミラー340の任意の位置、お

10

20

30

40

50

よびポリゴンスキャナ 350 の任意の位置においては、ビーム 120 はスクリーン 101 の垂直方向に互いに位置合わせされていなくてよく、水平方向にスクリーン 101 の異なる位置にあってよい。ビーム 120 はスクリーン 101 の一部のみをカバーしてよい。

【0047】

一実装例では、ガルボミラー 340 の角度位置においては、ポリゴンスキャナ 350 のスピンにより、レーザアレイ 310 の N 個のレーザからのビーム 120 が、スクリーン 101 上の N 個の隣接する水平ラインの 1 スクリーンセグメントを走査される。ポリゴンによる走査中に、スクリーン 101 全体が走査されてフルスクリーン表示を生成するまで、ガルボミラー 340 は、線形に傾斜して、その傾斜角を、上から下への垂直方向において任意の速度で変更する。ガルボ垂直角度走査範囲の終わりには、ガルボはその最上位置へと引き返し、ディスプレイのリフレッシュレートと同期してこのサイクルを繰り返す。

10

【0048】

別の実装例では、ガルボミラー 340 の任意の位置、およびポリゴンスキャナ 350 の任意の位置においては、ビーム 120 はスクリーン 101 の垂直方向に互いに位置合わせされていなくてよく、水平方向にスクリーン 101 の異なる位置にあってよい。ビーム 120 はスクリーン 101 の一部のみをカバーしてよい。ガルボミラー 340 の固定角度位置においては、ポリゴンスキャナ 350 のスピンにより、レーザアレイ 310 の N 個のレーザからのビーム 120 が、スクリーン 101 上の N 個の隣接する水平ラインの 1 スクリーンセグメントを走査される。一つのスクリーンセグメント上の各水平走査の終わりには、ガルボミラー 340 は、異なる固定角度位置に調節されて、N 個のビーム 120 全ての垂直位置が、N 個の水平ラインの内の次に隣接するスクリーンセグメントを走査するように調節される。この処理は、スクリーン 101 全体が走査されてスクリーンディスプレイが生成されるまで繰り返される。

20

【0049】

図 3 に示す走査ビームディスプレイシステムの上述の例においては、走査レンズ 360 がビーム走査デバイス 340 および 350 の下流に配置されて、1 以上の走査励起ビーム 120 をスクリーン 101 に合焦する。この光学構成は、プレオブジェクティブ型 (pre-objective) 走査システムと称される。このようなプレオブジェクティブ型の設計においては、走査レンズ 360 内へと方向付けられる走査ビームは直交する 2 方向に走査される。故に、走査レンズ 360 は、直交する 2 方向に沿ってスクリーン 101 上に走査ビームを合焦するように設計される。直交する方向どちらにおいても適切な合焦性を達成すべく、走査レンズ 360 は複雑になる場合があり、しばしば多数のレンズ部材から形成される。例えば 1 実装例においては、走査レンズ 360 は、入力ビームが走査レンズの光軸に対して垂直な直交した 2 つの軸各々の回りを走査されるときスクリーンの焦点位置と入力走査角 (シータ) とが線形関係を有するように設計される二次元エフシータレンズであってよい。プレオブジェクティブ構成のエフシータレンズのような二次元走査レンズ 360 は、2 つの直交する走査方向に沿って光学歪みを生じ、これはスクリーン 101 のビーム位置同士を結ぶと曲線になる原因になる。走査レンズ 360 は、ボー歪 (bow distortion) を低減する目的から多数のレンズエレメントで設計される場合があり、製造費用が高くなる場合がある。

30

40

【0050】

プレオブジェクティブ型走査ビームシステム内の二次元走査レンズに関連した上述の歪の問題を避けるべく、以下のセクションにおいては、二次元走査レンズ 360 を、より簡潔で安価な一次元走査レンズで置き換えるべく実装されうるポストオブジェクティブ型の走査ビームディスプレイシステムの例を説明する。2007 年 4 月 30 日に出願した「POST-OBJECTIVE SCANNING BEAM SYSTEMS」なる名称の米国特許出願第 11 / 742, 014 号明細書 (米国特許出願公開第 _____ 号明細書) は、本願に記載されたリン光体スクリーンとともに利用されるのに適したポストオブジェクティブ型走査ビームシステムの例を記載しており、これを本願の明細書の一部として参照により組み込む。

【0051】

50

図4は、図1のシステム設計に基づくポストオブジェクト型走査ビームディスプレイシステムの例示的実装例を示す。多数のレーザを有するレーザアレイ310を利用して、多数のレーザビーム312を生成してスクリーン101を同時に走査することで、ディスプレイの輝度を高める。信号変調コントローラ320は、レーザアレイ310内のレーザを制御および変調して、スクリーン101に表示させる画像を伝送するようレーザビーム312を変調するよう提供される。ビーム走査は、ポリゴンスキャナ350などの水平スキャナおよびガルバノメータスキャナ340などの垂直スキャナを有する2スキャナ設計に基づく。ポリゴンスキャナ350の異なる各ファセットは、N個の水平ラインを同時に走査する(Nはレーザ数を表す)。リレー光学モジュール330は、水平走査用ポリゴンスキャナ350のファセット寸法のレーザビーム332のコンパクトな一式を形成するよう、レーザビーム312の間隔を狭める。ポリゴンスキャナ350の下流には、一次水平走査レンズ380があり、この次に垂直スキャナ340(例えばガルボミラー)が続くが、垂直スキャナ340は、一次走査レンズ380を介してポリゴンスキャナ350から各水平走査ビーム332を受け取り、ポリゴンスキャナ350の次のファセットによる次の水平走査の前であって、各水平走査の最後に各水平走査ビーム332を垂直走査する。垂直スキャナ340は、二次元走査ビーム390をスクリーン101に方向付ける。

【0052】

この水平/垂直走査という光学設計下においては、一次元走査レンズ380は、ポリゴンスキャナ140の下流であって垂直スキャナ340の上流に配置されてスクリーン101上に各水平走査ビームを合焦し、スクリーン101の表示画像の水平ボーラを許容範囲内に最小限にとどめ、これによりスクリーン101上に視覚的に「直線である」水平走査ラインを生成する。直線の水平走査ラインを生成することのできるこのような一次元走査レンズ380は、類似性能の二次元走査レンズに比べて簡潔であり安価である。走査レンズ380の下流に存在する垂直スキャナ340は平面反射板であり、スクリーン101に対してビームを単に反射させ垂直方向に走査することで、各水平走査ビームをスクリーン101の異なる垂直位置に配置させて、異なる水平ラインを走査する。垂直スキャナ340の反射板の水平方向の寸法は、ポリゴンスキャナ350および走査レンズ380から来る各走査ビームの空間領域をカバーするのに十分な大きさを有する。図4のシステムは、一次元走査レンズ380が垂直スキャナ340の上流にあることから、ポストオブジェクト型の設計である。この特定の例においては、垂直スキャナ340の下流にはレンズあるいは他の合焦部材がない。

【0053】

とりわけ、図4のポストオブジェクト型のシステムにおいては、走査レンズから特定のビームのスクリーン101上の位置までの距離は、垂直スキャナ340の垂直走査位置に応じて変わる。故に、長い(elongated)一次元走査レンズの中心を通る直線の水平ライン沿いに固定された焦点距離を有するよう一次元走査レンズ380を設計する場合、各ビームの焦点特性を垂直スキャナ380の垂直走査位置に応じて変化させ、スクリーン101上に一貫したビーム合焦を維持せねばならない。この点に関して、垂直スキャナ340の垂直走査位置に基づいて一次元走査レンズ380に向かうビームの収束を調整するように、ダイナミックフォーカスメカニズムを実装することができる。

【0054】

例えば、レーザからポリゴンスキャナ350までの1以上のレーザビームの光路においては、固定レンズとダイナミックリフォーカスレンズとを、ダイナミックフォーカスメカニズムとして利用することができる。ダイナミックフォーカスレンズを利用して固定レンズの上流位置に各ビームを合焦する。レンズの焦点同士が一致する場合、レンズからの出力光はコリメートされる。レンズ同士の焦点間の逸脱の方向および量に応じて、コリメータレンズからポリゴンスキャナ350への出力光は、発散あるいは収束いずれかとなる。故に、2つのレンズ間の光軸沿いの相対位置が調節されると、スクリーン101上の走査光の焦点が調節されうる。リフォーカスレンズアクチュエータは、制御信号に応じてレンズ間の相対位置を調節するのに利用されうる。この特定の例において、リフォーカスレン

ズアクチュエータを利用して、ポリゴンスキャナ 350 から光路を通り一次元走査レンズ 380 へ方向付けられるビームの収束を、垂直スキャナ 340 の垂直走査と同期して調節する。図 4 の垂直スキャナ 340 は、第 1 の垂直スキャナ 350 の走査レートよりもずっと小さい走査レートで走査されるので、スクリーン 101 上の垂直走査で生じる焦点のぼらつきは、より遅い垂直走査レートで時間により変化する。これにより、図 1 のシステムで実装されるべき焦点調節メカニズムに、高い水平走査レートではなくて、より遅い垂直走査レートにおける反応スピードの下限を持たせることができる。

【0055】

スクリーン 101 上のビーム 120 は、二つの隣接するビームがスクリーン 101 の水平ライン 1 本分互いに間隔を置いて垂直方向沿いに配設されるよう、スクリーン 101 の異なり隣接する垂直位置に方向付けられる。ガルボミラー 540 の任意の位置、およびポリゴンスキャナ 550 の任意の位置においては、ビーム 120 はスクリーン 101 の垂直方向に互いに位置合わせされていなくてよく、水平方向にスクリーン 101 の異なる位置にあってよい。ビーム 120 はスクリーン 101 の一部のみをカバーしてよい。

【0056】

図 5 は、多数の走査レーザビーム 120 で一度に 1 つのスクリーンセグメントを同時走査する上述の例を示す。視覚的には、ビーム 120 は、スクリーン 101 の画像領域の先端と末端との間の 1 つのスクリーンセグメントをカバーするべくスクリーン 101 の 1 つの分厚い水平方向のストロークを一度に塗布して、その後、隣接する垂直方向にシフトしたスクリーンセグメントをカバーするべく別の分厚い水平方向のストロークを「塗布」する絵筆のように振る舞う。レーザアレイ 310 が $N = 36$ 個のレーザを有すると仮定すると、スクリーン 101 の 1080 ラインの順次走査を行うには、フルスキャンで 30 個の垂直スクリーンセグメントを走査する必要がある。故に、この構成はある効果において、スクリーン 101 を、垂直方向に多数のスクリーンセグメントに分割して、 N 個の走査ビームが一度に 1 つのスクリーンセグメントを走査して、各走査ビームがスクリーンセグメントの 1 つのラインのみを走査して、別のビームが該スクリーンセグメントの別の連続するラインを走査するようにする。1 つのスクリーンセグメントの走査の後で、 N 個の走査ビームを同時に移動させて、次に隣接しているスクリーンセグメントを走査させる。

【0057】

上述の多数のレーザビームを有する設計では、各走査レーザビーム 120 は、スクリーンセグメントの数に等しい垂直方向のスクリーン全体のライン数のみを走査する。故に、水平走査用のポリゴンスキャナ 550 は、スクリーン全体の全ラインを走査する単一のビームの設計に必要なとされる走査スピードよりも遅いスピードで動作することができる。スクリーンの上の任意の数の全水平ライン（例えば HDTV の 1080 ライン）について、スクリーンセグメントの数は、レーザの数が増えるにつれて減少する。故に、36 個のレーザでは、ガルボミラーおよびポリゴンスキャナは、フレーム毎に 30 個のラインを走査して、且つ、フレーム毎の 108 個のライン全体は、10 個のレーザのみがある場合に走査される。従って、多数のレーザの利用により、利用されるレーザ数に略比例する画像輝度を増加させることができ、同時に、走査システムのスピードを低減させることができて好適である。

【0058】

本明細書で記載する走査ディスプレイシステムは、レーザビームのオン・オフのタイミングおよびレーザビームのスクリーン 101 での蛍光ストライプに対する相対位置が分かるよう、且つ、許容しうる許容範囲（tolerance margin）に収まり、システムを一定の画質で適切に動作させるよう、製造処理中に較正することができる。しかし、スクリーン 101 およびシステムのレーザモジュール 101 のコンポーネントは、様々な要素（例えば走査デバイスジッタ、温度または湿度の変化、重力に対するシステムの方向の変化、振動によるセトリング、エージングおよびその他）により経時的に変化することがある。このような変化は、スクリーン 101 に対するレーザ源の位置に経時的に影響を及ぼすので、このような変化によって工場で設定された位置合わせを変化させることがある。このよ

10

20

30

40

50

うな変化が、表示された画像に対して、目に見える、しばしば望ましくない影響を及ぼすことがあることは注意に値する。例えば、走査励起ビーム 120 中に、レーザパルスが、走査ビーム 120 の水平走査方向のスクリーンに対する位置合わせ不良により、そのレーザパルスが意図している対象サブピクセルに隣接するサブピクセルにヒットする場合がある。このようなことが起こると、表示された画像の色が、画像に意図されている色とは変わってしまう。従って、意図された画像の赤色のピクセルがスクリーンの上では緑色のピクセルとして表示されてしまう虞がある。別の例としては、走査励起ビーム 120 のレーザパルスが、走査ビーム 120 の水平走査方向のスクリーンに対する位置合わせ不良により、意図された対象サブピクセル、および、意図された対象サブピクセルに隣接するサブピクセルの両方にヒットする場合もある。このようなことが起こると、表示された画像の色が、画像に意図されている色とは変わってしまい、画像解像度が劣化する。これら変化の目に見える影響は、スクリーンディスプレイの解像度が向上するにつれて増加する、というも、ピクセルが小さくなると、位置変化についての許容範囲も狭まるからである。加えて、スクリーンの寸法が大きくなると、変化により位置合わせに及ぼされる影響もより顕著になることが予想される、というも、大きなスクリーンで通常利用される大きなモーメントのアームで各励起ビーム 120 を走査すると、角度エラーが、スクリーンの上の大きな位置エラーに繋がりをうからである。例えば、既知のビーム角度についてのレーザビームのスクリーンの上の位置が経時的に変化すると、その結果、画像の色が変化する。この影響は顕著で、観察者にとって不快なものとなりうる。

10

【0059】

20

本明細書では、走査ビーム 120 を所望のサブピクセル上に適切に位置合わせして、所望の画質を得ることのできる様々な位置合わせメカニズムの実装例が提供される。この位置合わせメカニズムには、スクリーンの上の参照マーク（蛍光領域、および、蛍光領域の外の 1 以上の周辺領域の両方におけるものを含む）、蛍光ストライプによる赤色、緑色、および青色の発光可視光が含まれ、これにより、励起ビーム 120 が生じるフィードバック光が提供され、スクリーンの上の走査ビームの位置および他の特性が表される。フィードバック光は、1 以上のフィードバックサーボ信号を生成すべく 1 以上の光学サーボセンサを用いて計測可能であり、このフィードバックサーボ信号を利用して赤色、緑色、および青色の位置マップがスクリーンの上に生成される。レーザモジュール 110 のサーボ制御は、このフィードバックサーボ信号を処理して、スクリーンの上のビームのビーム位置および他の特性についての情報を抽出して、これに呼応して、走査ビーム 120 の方向および他の特性を調節して、ディスプレイシステムの適切な動作を保証する。

30

【0060】

例えば、フィードバックサーボ制御システムを提供して、観察者には見えない表示領域外に位置する周辺サーボ参照マークを用いて、様々なビーム特性（例えば、蛍光ストライプの垂直な水平走査方向の水平位置、蛍光ストライプの縦方向の垂直位置、画像の色（例えば色飽和度）および画像鮮鋭度を制御するスクリーンの上のビーム合焦、および、スクリーンの画像輝度および画像輝度の均一性を制御するスクリーンの上のビーム電力）を制御してよい。別の例では、スクリーン較正手順は、ディスプレイシステムのスタートアップに行われ、時間領域のスクリーン上のサブピクセルの正確な位置を有する較正マップとしてビーム位置情報を計測してよい。この較正マップは、後に、走査ビーム 120 のタイミングおよび位置を制御して所望の色純度を得る目的で、レーザモジュール 110 によって利用される。また別の例では、動的なサーボ制御システムを提供して、スクリーンの蛍光領域にサーボ参照マークを利用して観察者の観察体験の質に影響を及ぼさずにフィードバック光を提供することにより、ディスプレイシステムの通常の動作中に較正マップを定期的に更新することができる。リン光体ストライプデバイダがサーボ制御およびスクリーン較正用の他の参照マークからの励起光およびフィードバック光から生成するサーボ光を利用する例は、「Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens」なる名称の PCT 特許出願第 PCT/US2007/004004 号パンフレット（PCT 特許出願公開第 WO 2007/095329 号パンフレット）に記載されている。

40

50

【 0 0 6 1 】

本願のディスプレイシステムは、画像伝送励起光学ビームを走査する走査モジュールと同じものでスクリーンの上に走査される指定されたサーボビームに基づくサーボ制御メカニズムを提供する。この指定されたサーボビームを用いて、走査励起ビームに対するサーボフィードバック制御が行われ、これにより通常の表示動作中の励起ビームにおける光パルスの適切な光学配置および正確な配信が保証される。この指定されたサーボビームの光学波長は、励起ビームのものと異なる。一例としては、この指定されたサーボビームは、人間には見えない I R サーボビームであってよい。以下の例は、I R サーボビーム 1 3 0 を用いて、この指定されたサーボビームの特徴および動作を示す。

【 0 0 6 2 】

図 1 を参照すると、レーザモジュール 1 1 0 は、I R ビーム等の不可視サーボビーム 1 3 0 を、指定されたサーボビームの一例として生成する。レーザモジュール 1 1 0 は、サーボビーム 1 3 0 を、励起ビーム 1 2 0 とともにスクリーン 1 0 1 上に走査する。励起ビーム 1 2 0 と異なり、サーボビーム 1 3 0 は、画像データを伝送させるよう変調されるということはない。サーボビーム 1 3 0 は C W ビームであってよい。スクリーン 1 0 1 上のストライプデバイダは、サーボビーム 1 3 0 の光に対して反射性を有して、反射によりフィードバック光 1 3 2 を生成してよい。サーボビーム 1 3 0 は、励起ビーム 1 2 0 に対する空間関係が分かっている。従って、サーボビーム 1 3 0 の位置を利用して、励起ビーム 1 2 0 の位置を判断することができる。サーボビーム 1 3 0 と励起ビーム 1 2 0 との間の関係は、スクリーン 1 0 1 の非観察領域 (non-viewing area) 内のライン先頭 (S O L) マーク等の参照サーボマークを利用して判断することができる。レーザモジュール 1 0 1 は、フィードバック光 1 3 2 を受信および検出して、スクリーン 1 0 1 上のサーボビーム 1 3 0 の位置情報を取得して、この位置情報を用いてスクリーンの上の励起ビーム 1 2 0 の位置合わせを制御する。

【 0 0 6 3 】

サーボビーム 1 3 0 は人間には見えないので、画像をスクリーン 1 0 1 上に生成するシステムの通常動作中は、スクリーン 1 0 1 の顕著な視覚アーチファクトを生じさせない。例えば、サーボビーム 1 3 0 は、7 8 0 n m から 8 2 0 n m の範囲の波長を有しうる。安全性を考慮して、スクリーン 1 0 1 は、遮光して不可視サーボビーム 1 3 0 がスクリーン 1 0 1 の観察者側に存在しないようにするフィルタを有するよう形成されてよい。これに関しては、バンドパス透過範囲 (bandpass transmission range) が可視スペクトル範囲内のみにある (例えば、4 2 0 n m から 6 8 0 n m) 遮光吸収フィルタを利用して、サーボビーム 1 3 0 と励起ビーム 1 2 0 とを遮光することができる。サーボビーム 1 3 0 に基づく励起ビーム 1 2 0 のサーボ制御は、システムの通常動作中に動的に行うことができる。このサーボ設計により、サーボ動作の通常表示モード中の画像生成励起ビーム 1 2 0 の操作を防止することができるので、画像生成励起ビーム 1 2 0 のサーボ関連の操作により生じうる視覚アーチファクトが防がれる。

【 0 0 6 4 】

加えて、スクリーン 1 0 1 により散乱または反射した励起光も、システムが画像を示していない期間 (例えば、システムのスタートアップ期間、または、励起ビーム 1 2 0 がスクリーン 1 0 1 のアクティブな表示領域の外にあるとき) のサーボ制御動作に利用することができる。この場合、散乱または反射した励起光 (光 1 2 2 と称される) は、サーボ制御 (各レーザビーム 1 2 0 の水平方向の位置合わせおよび垂直方向の位置合わせ等) 用のサーボフィードバック光として利用することができる。

【 0 0 6 5 】

図 3 および 4 のシステムの例においては、サーボビーム 1 3 0 は、リレー光学モジュール 3 3 0 A または 3 3 0 B、ビームスキャナ 3 4 0 および 3 5 0、および走査レンズ 3 6 0 または 3 8 0 を含む同じ光路へと、1 以上の励起ビーム 1 2 0 とともに方向付けられる。図 5 を参照すると、サーボビーム 1 3 0 は、走査励起ビーム 1 2 0 とともに、一度に 1 つのスクリーンセグメントを、スクリーンの垂直方向に走査する。サーボビーム 1 3 0 は

不可視であり、１つの励起ビーム１２０の走査経路と重畳していても、または、励起ビーム１２０いずれの経路とも異なる自身の走査経路に存在していてもよい。サーボビーム１３０と各励起ビーム１２０との間の空間関係を既知且つ固定とすることで、スクリーン１０１上のサーボビーム１３０の位置を用いて、各励起ビーム１２０の位置を推定することができる。

【００６６】

サーボビーム１３０を生成する光源および励起ビーム１２０を生成する光源は、レーザアレイであってよい光源モジュール内の半導体レーザであってよく、このレーザアレイのレーザのうちの少なくとも１つが、サーボビーム１３０を生成するサーボレーザであってよい。一実装例では、レーザモジュール１１０のレーザアレイの各励起レーザに対するサーボレーザの位置が分かっている。サーボビーム１３０および各励起ビーム１２０は、同じリレー光学、同じビームスキャナ、および、同じ投射レンズへと方向付けられて、スクリーン１０１に投射される。従って、スクリーン１０１上のサーボビーム１３０の位置は、スクリーンの上の各励起ビーム１２０の位置と既知の関係にある。サーボビーム１３０と各励起ビーム１２０との間のこの関係を利用して、サーボビーム１３０の計測位置に基づいて励起ビーム１２０を制御することができる。サーボビーム１３０と各励起ビーム１２０との間の相対位置は、サーボフィードバックを用いて、（例えば、別個に行われうる、または、システムの電源投入期間中に行われうる較正処理中に）計測可能である。計測された相対的な位置関係は、サーボフィードバック制御に利用される。

【００６７】

図５Ａは、垂直ガルボスキャナおよび水平ポリゴンスキャナが、ブレオブジェクティブ型のディスプレイシステムの銘々のヌルの位置にあるときに、３６個の励起レーザと１つのＩＲサーボレーザとからなるレーザアレイにより生成されるスクリーン上のビーム位置のマップを示す。３６個の励起レーザは、４×９のレーザアレイに配置されて、ＩＲサーボレーザは、レーザアレイの中心に配置される。レーザビームは、スクリーンの約２０ｍｍ×２５ｍｍの領域を占めている。この例では、垂直方向の間隔は、２つの垂直方向に隣接する励起レーザ間のピクセルの半分であり、２つの隣接する励起レーザ間の水平方向の間隔は、３．５４ピクセルである。励起レーザは、水平方向および垂直方向ともに、空間的にスタガリングしているため、１つのスクリーンセグメントへの各走査によりスクリーン上に３６個の水平ラインが生成され、これは垂直方向の３６個のピクセルを占める。動作においては、図５の走査に基づいてこれら３７個のレーザビームをともに走査して、一度に１つのスクリーンセグメントを走査することで異なるスクリーンセグメントを異なる垂直位置で連続して走査して、スクリーン全体を走査する。ＩＲサーボレーザは３６個の励起レーザ各々および全てに対して固定位置にあるため、スクリーン１０１上にＩＲサーボレーザが生成するサーボビーム１３０の位置は、３６個の励起レーザの各々からの励起ビーム１２０の各ビームスポットに対して既知の関係にある。

【００６８】

図６は、不可視サーボビーム１３０を利用するサーボ制御に基づく走査ビームディスプレイシステムを示す。ディスプレイプロセッサおよびコントローラ６４０を利用して、スクリーン１０１からのサーボフィードバック光１３２を検出する放射サーボ検出器６２０からのサーボ検出器信号に基づく制御機能および制御インテリジェンスを提供することができる。単一の検出器６２０で十分であり、２以上のサーボ検出器６２０を利用してサーボ検出感度を上げることができる。

【００６９】

同様に、１以上の放射サーボ検出器６３０を利用して、スクリーンにおいて励起ビーム１２０を散乱または反射することで生成された励起サーボ光１２２を集光して、さらなるフィードバック信号をプロセッサおよびコントローラ６４０に提供することで、サーボ制御を行うことができる。フィードバック制御にサーボ光１２２を利用するという利用方法は、ＩＲサーボフィードバック制御と組み合わせて利用されるオプションの特徴であってよい。幾らかのシステム実装例では、励起ビーム１２０をスクリーン１０１の適切なリン光

体ストライプに位置合わせするには、図 6 に示すフィードバック光 1 2 2 に基づくフィードバックを行わずに I R サーボフィードバックのみで十分な場合もある。サーボ制御に、リン光体ストライプデバイダが生成するサーボ光 1 2 2 を利用する例は、参照として組み込まれる「Servo-Assisted Scanning Beam Display Systems Using Fluorescent Screens」なる名称の P C T 特許出願第 PCT/US2007/004004 号パンフレット（P C T 特許出願公開第 WO 2007/095329 号パンフレット）に記載されている。

【 0 0 7 0 】

図 6 では、励起およびサーボビーム 1 2 0 および 1 3 0 をスクリーン 1 0 1 に向けて走査および投射する走査投射モジュール 6 1 0 が提供されている。モジュール 6 1 0 は、ポストオブジェクティブ型あるいはプレオブジェクティブ型の構成いずれであってもよい。示されているように、画像データがディスプレイプロセッサおよびコントローラ 6 4 0 に供給されて、ここでは、励起レーザ 5 1 0 用の信号変調器コントローラ 5 2 0 に向けた画像データを伝送する画像データ信号が生成される。アレイ 5 1 0 の励起レーザのうちの一つであるサーボレーザは、画像データ伝送用の変調を受けない。信号変調コントローラ 5 2 0 は、異なるレーザ 5 1 0 にそれぞれ割り当てられる画像データを有する画像信号を伝送するレーザ変調信号を生成するレーザドライバ回路を含んでよい。そして、レーザ制御信号を利用してレーザアレイ 5 1 0 内のレーザ（例えばレーザダイオード電流）を変調することにより、レーザビーム 5 1 2 を生成する。また、ディスプレイプロセッサおよびコントローラ 6 4 0 は、レーザアレイ 5 1 0 のレーザ用のレーザ制御信号を生成して、レーザの方向を調節することでスクリーン 1 0 1 上の垂直ビーム位置または各レーザの D C 電力レベルを変更する。ディスプレイプロセッサおよびコントローラ 5 9 3 0 はさらに、走査投射モジュール 6 1 0 用の走査制御信号を生成して、水平ポリゴンスキャナおよび垂直スキャナを制御および同期する。

【 0 0 7 1 】

図 7 は、サーボ検出器 6 2 0 がサーボフィードバック光 1 3 2 を検出するサーボ検出器設計の一例を示す。サーボ検出器 6 2 0 は、不可視サーボビーム 1 3 0 のサーボビーム波長の光に感度を有し、可視光および励起光等の他の光に対する感度が低くなるように設計されてよい。光学フィルタ 7 1 0 を用いることで、スクリーン 1 0 1 からの光をフィルタリングし、サーボフィードバック光 1 3 2 を選択的に透過しつつ励起光および可視光等の他の波長の光を遮光することができる。このフィルタにより、サーボ検出器として、幅広い範囲の光学検出器の利用が可能となる。図 7 はさらに、励起波長のサーボフィードバック光 1 2 2 を検出する光学サーボ検出器 6 3 0 の一例を示している。サーボ検出器 6 2 0 は、励起光 1 2 0 の励起波長の光に感度を有し、サーボビーム 1 3 0 およびスクリーン 1 0 1 が発光する可視光の波長の光に対する感度が低くなるように設計されてよい。光学フィルタ 7 2 0 を用いることで、スクリーン 1 0 1 からの光をフィルタリングし、励起サーボフィードバック光 1 2 2 を選択的に透過しつつ他の波長の光を遮光することができる。サーボ検出器 6 2 0 および 6 3 0 それぞれからのサーボ検出器信号 7 2 1 および 7 2 2 は、サーボ制御動作に、プロセッサおよびコントローラ 6 4 0 へ送られる。

【 0 0 7 2 】

図 8 および 9 は、フィードバック光 1 2 2 および 1 3 2 を提供するスクリーン 1 0 1 のスクリーン設計の 2 つの例を示す。図 8 では、各ストライプデバイダ 8 1 0 にサーボおよび励起ビームに対する光学反射性を持たせることで、反射のフィードバック光 1 3 2 としての利用を可能にする。ストライプデバイダ 8 1 0 はさらに光に対して反射性および不透明性を有することで、隣接する発光ストライプ間を光学的に分離して、コントラストを向上させクロストークを低減させることができる。赤色、緑色、および青色の光を発光するリン光体ストライプ等の発光ストライプのサーボおよび励起ビームに対する反射性は、ストライプデバイダ 8 1 0 よりも低いので、サーボまたは励起ビーム 1 3 0 がストライプデバイダ 8 1 0 を通過するたびに、フィードバック光 1 3 2 にスパイクが生じる。吸収性のある黒色層 8 2 0 を各ストライプデバイダの観察者側にコーティングすることで、観察者への周辺光のグレアを低減させることができる。図 9 は、反射性のあるサーボ参照マーク

910が各ストライプデバイダ901の励起側に形成されている別のスクリーン設計を示す(例えば、反射性のあるストライプコーティング)。

【0073】

各水平走査において、ビーム120または130は、発光ストライプ上を走査し、ストライプデバイダが生成する反射を利用することで、ストライプデバイダの水平位置、2つの隣接するストライプデバイダ間の間隔、および、水平走査ビーム120または130の水平位置を示す。従って、ストライプデバイダからの反射を用いることで、ビーム120と発光ストライプとの間の水平方向の位置合わせをサーボ制御することができる。

【0074】

図10は、ストライプデバイダの位置合わせ参照マークとしての動作を示す。サーボビーム120または130がスクリーン101の水平方向に走査を行うと、サーボビーム130が発光ストライプにあるときにはサーボビームの光は低電力を示し、サーボビームがストライプデバイダにあるときにはサーボビームの光は高電力を示す。スクリーン101上のサーボビーム130のビームスポットが1つのサブピクセルの幅より小さい場合には、サーボ光の電力は、各水平走査において、高電力のピークがストライプデバイダに対応するような周期的なパターンを呈する。このパターンを用いて、プロセッサおよびコントローラ640のクロック信号のクロックサイクルに基づき、ストライプデバイダの位置および各ストライプデバイダの幅を計測することができる。この計測情報を用いて、水平走査で各励起ビーム120の位置マップを更新する。サーボビーム130のビームスポットが、サブピクセルの幅よりも大きい、3つの隣接するサブピクセルで構成される1つのカラーピクセルより小さい場合には、サーボ光132の電力は依然として、各水平走査において、高電力のピークが1つのカラーピクセルに対応するような周期的なパターンを呈するので、サーボ制御に利用可能である。

【0075】

ストライプデバイダをスクリーン101上の位置合わせ参照マークとして利用する利用法に加えて、さらに位置合わせ参照マークを実装して、ビームおよびスクリーンの相対位置、および、スクリーンの上の励起ビームの他のパラメータを判断してもよい。例えば、励起およびサーボビームの発光ストライプへの水平走査中に、ラインマークの冒頭をシステムに提供して、スクリーン101のアクティブな発光表示領域の冒頭を判断させることで、システムの信号変調コントローラが、光パルスを対象ピクセルに配信するタイミングを適切に制御することができるようにしてよい。さらには、システムにラインマークの終了を提供することで、水平走査中のスクリーン101のアクティブな発光表示領域の終了を判断させることもできる。別の例では、垂直位置合わせ参照マークをシステムに提供して、スクリーンの適切な垂直位置を走査ビームが示しているか否かを判断してもよい。参照マークの他の例としては、スクリーンの上のビームスポット径を計測する1以上の参照マーク、および、励起ビーム120の光学電力を計測するスクリーンの上の1以上の参照マーク等が挙げられる。これら参照マークは、スクリーン101のアクティブな発光領域外の領域(例えば、アクティブな発光スクリーン領域の1以上の周辺領域)に配置することができ、励起ビームおよびサーボビーム両方に利用される。

【0076】

図11は、周辺参照マーク領域を有する発光スクリーン101の一例を示す。スクリーン101には、画像表示用の互いに並行な発光ストライプを持つ中央のアクティブな発光表示領域1100と、該発光ストライプに平行な2つのストライプ周辺参照マーク領域1110および1120とが含まれる。各周辺参照マーク領域を用いることでスクリーン101に様々な参照マークを提供することができる。幾らかの実装例では、発光ストライプへの水平走査が領域1100の左側から右側へと行われる場合には、左側の周辺参照マーク領域1110のみが提供される(第2の領域1120は提供されない)。

【0077】

スクリーン101上のこの周辺参照マーク領域により、走査ディスプレイシステムは、システムの一定の動作パラメータを監視することができる。周辺参照マーク領域の参照マ

10

20

30

40

50

ークは、サーボビーム 1 3 0 から生成されるサーボフィードバック光 1 3 2 に基づくサーボ制御動作に利用することができる。励起ビーム 1 2 0 から生成されるサーボフィードバック光 1 2 2 がサーボ制御動作にも利用される場合には、周辺参照マーク領域の参照マークを、サーボフィードバック光 1 2 2 に基づくサーボ制御動作に利用することができる。幾らかの実装例においては、周辺参照マーク領域の参照マークを利用することで、サーボ制御動作に励起ビーム 1 2 0 およびサーボビーム 1 3 0 の両方を計測することができる。以下に示す参照マークの様々な例は、主に励起ビーム 1 2 0 に関するものが多く、同様の機能をサーボビーム 1 3 0 の場合にも適用することができる。

【 0 0 7 8 】

特に、周辺参照マーク領域の参照マークは、スクリーン 1 0 1 のアクティブな表示領域 1 1 0 0 外にあるので、対応するサーボフィードバック制御は、励起ビームがアクティブな蛍光表示領域 2 6 0 0 を走査して画像を表示する表示動作の期間外に行うことができる。従って、動的なサーボ動作を、観察者への画像表示に干渉することなく実装することができる。この点において、各走査は、励起ビームが動的サーボ感知および制御用に周辺参照マーク領域を走査する連続モード期間と、励起ビームがアクティブな蛍光表示領域 1 1 0 0 を走査する際に画像伝送光パルスを生成するべく励起ビーム変調を起動する表示モード期間とを含みうる。サーボビーム 1 3 0 は、画像データ伝送用の変調を受けないので、スクリーン 1 0 1 に入射するとき一定のビーム電力を有する連続ビームであってよい。フィードバック光 1 3 2 の反射サーボ光の電力は、参照マークおよびストライプデバイダ、およびスクリーン 1 0 1 上の他のスクリーンパターンにより変調される。反射サーボ光の変調電力を利用して、スクリーン 1 0 1 上のサーボビーム 1 3 0 の位置を計測することができる。

【 0 0 7 9 】

図 1 2 は、スクリーン 1 0 1 の左側の周辺領域 1 1 1 0 のライン先頭 (S O L) 参照マーク 1 2 1 0 の一例である。S O L 参照マーク 1 2 1 0 は、スクリーン 1 0 1 のアクティブな発光領域 1 1 0 0 の蛍光ストライプに平行な、光学的に反射性、拡散性、または蛍光性を有するストライプであってよい。S O L 参照マーク 1 2 1 0 は、領域 1 1 0 0 の第 1 の蛍光ストライプから既知の距離分離れた位置に固定されている。S O L パターンは、幾らかの実装例においては反射性のある単一のストライプであってよく、他の実装例においては、均一の、または、可変の間隔を有する多数の垂直ラインを含んでもよい。多数のラインは重複して選択されることで、信号対ノイズ比、位置 (時間) 計測の精度を向上させ、見失ったパルスの検出を行うことができる。

【 0 0 8 0 】

動作においては、まずは周辺参照マーク領域 1 1 1 0 を走査して、次にアクティブな領域 1 1 0 0 を走査することにより、走査励起ビーム 1 2 0 をスクリーン 1 0 1 の左から右へと走査する。ビーム 1 2 0 が周辺参照マーク領域 1 1 1 0 にある場合、システムのレーザモジュール 1 1 0 の信号変調コントローラは、ビーム 1 2 0 を、クロストークなしに適切な情報のサンプリングを保証するモードに設定する (例えば、1つのフレーム中に一度に1つのビームを、等)。走査励起ビーム 1 2 0 が S O L 参照マーク 1 2 1 0 を走査するとき、励起光 1 2 1 0 の照明により S O L 参照マーク 1 2 1 0 が反射、散乱、または発光する光は、S O L 参照マーク 1 2 1 0 付近に位置する S O L 光学検出器で計測されうる。この信号の存在は、ビーム 1 2 0 の位置を示す。S O L 光学検出器は、スクリーン 1 0 1 上の、またはスクリーン 1 0 1 外の領域 1 1 1 0 のある位置に固定されていてよい。故に、S O L 参照マーク 1 2 1 0 を利用することで、システムの寿命中に周期的に位置合わせ調節を行うことができる。

【 0 0 8 1 】

S O L 1 2 1 0 から検出されたパルスが、任意の励起ビームに関している場合、S O L 1 2 1 0 からのビームをアクティブな表示領域 1 1 0 0 の左端へと走査する時間を表す遅延の後で、レーザは、画像モードで動作して、光パルスに撮像データを載せるよう制御されうる。システムはその後、S O L パルスから、画像領域 1 1 0 0 の冒頭までの、遅延と

10

20

30

40

50

して先に計測された値を呼び出す。この処理は、各水平走査について実装されることで、各水平ラインが、画像領域を適切に開始して、各水平走査の光パルスが発光ストライプと位置合わせされることを保証してよい。この補正は、スクリーン 101 の領域 1100 のラインについて画像を塗布する前に行うことで、サーボ制御に起因する画像表示のタイムラグを防ぐ。これにより、高周波数（ライン走査レートまで）エラーおよび低周波数エラーの両方の補正が可能となる。

【0082】

サーボビーム 130 を利用して、励起ビームがアクティブな発光領域 1100 に入る前に画像伝送パルスを開始するタイミング、および、励起ビーム 120 がアクティブな発光領域 1100 で走査を行う通常表示中に画像伝送パルスを開始するタイミングの両方を制御する各励起ビーム 120 に対する位置参照を提供することができる。図 13 は、フィードバック光 132 のサーボビーム波長の光の検出信号電力を示し、スクリーン 101 上の SOL マークおよびストライプデバイダの位置を示す光学信号を示す。図 13 および 14 に示すフィードバック光の光学ピークは、鮮鋭な方形波信号であることが理想的であり、図 15 - 16 に示す立ち下がりおよび立ち上がりプロファイルを有する可能性がある。この立ち下がりおよび立ち上がりプロファイルを有するパルス信号は、端部検出により方形波状のパルス信号に変換されてよい。

【0083】

SOL マーク 1210 と同様に、ライン末 (EOL) 参照マークを、スクリーン 101 の反対側（例えば、図 11 の周辺参照マーク領域 1120）に実装することもできる。SOL マークは、レーザビームと画像領域の冒頭との適切な位置決めを保証するのに利用される。こうすることによっても全水平走査中に適切な位置決めが保証されるわけではない、というのも位置エラーがスクリーン全体に存在しうるからである。EOL 参照マークおよびライン末光学検出器を領域 1120 に実装することにより、画像領域全体のレーザビーム位置の、線形の、2つの点による補正が可能となる。図 14 は、フィードバック光 132 のサーボビーム波長の光の検出信号電力を示し、スクリーン 101 上の SOL マーク、ストライプデバイダ、および EOL マークの位置を示す光学信号を示す。

【0084】

SOL および EOL マークの両方が実装されると、EOL センサ領域に達する前に、レーザを連続して連続波 (CW) モードに起動する。ひとたび EOL 信号が検出されると、レーザは画像モードに戻されて、SOL および EOL パルス間の時間差に基づいてタイミング（または走査スピード）補正計算を行う。これら補正は、次の 1 以上のラインに適用される。SOL から EOL への多数のラインの時間計測値を平均化することでノイズを低減することができる。

【0085】

ストライプデバイダと SOL / EOL 周辺参照マークに基づき、スクリーン 101 上のサーボビーム 130 の位置を計測することができる。サーボビーム 130 は、SOL 参照マークまたは EOL 参照マークで計測することのできる各励起ビーム 120 と固定された関係にあるので、サーボビーム 130 の位置に関するエラーはいずれも、各励起ビーム 120 の対応するエラーを示しうる。従って、サーボビーム 130 の位置情報をサーボ制御に利用することで、励起ビームの位置合わせエラーを低減するべくサーボビーム 130 および各励起ビーム 120 を制御することができる。

【0086】

このサーボ制御は、各光パルスを、対象の発光ストライプの付近の、またはその中心の励起ビーム 120 に配置することで、そのストライプの発光材料を、隣接する発光ストライプ上に漏らすことなく励起するよう動作する。このサーボ制御は、このような位置決め制御を、各光パルスのタイミングを制御して水平走査中にパルスをスクリーン 101 の所望の位置に配置することにより行うよう設計することができる。故に、サーボ制御（つまり、プロセッサおよびコントローラ 640）は、走査中に光パルスのタイミングを制御するべく、各水平走査の前に各水平ラインの発光ストライプの水平位置を「知る」必要があ

10

20

30

40

50

る。各水平ラインの発光ストライプの水平位置のこの情報は、(x, y)座標のスクリーン101のアクティブな表示領域または発光領域の二次元位置「マップ」を構成し、ここでxは各ストライプデバイダの水平位置(または同義な意味では、各ストライプの中央の水平位置)であり、yは水平走査の垂直位置またはID番号である。スクリーン101のこの位置マップは、工場で計測することができ、且つ、温度、エージング、および他の要素によってシステムコンポーネントの経時的変化によって変更されてもよい。例えば、光学撮像システムの歪みおよび温度膨張効果により、ピクセル内の各ピクセルを起動する、正確なタイミングの調節が必要となる。レーザ作動が、ビームが意図されたリン光体のサブピクセルまたはストライプの中央位置に方向付けられているタイミングに適切に対応しない場合には、ビーム120は、誤ったカラーリン光体を部分的または完全に作動させる。加えて、スクリーン101の位置マップは、製造中のコンポーネントおよびデバイス許容範囲によりシステムによって変化する。

10

【0087】

従って、スクリーン101の位置マップを更新することで、更新された位置マップを利用して、通常表示中に各水平走査における励起ビーム120のパルスのタイミングを制御することが望ましい。スクリーン101の位置マップは、システムが通常表示モードにない場合(例えば、システムのスタートアップ段階において)、較正走査におけるフィードバック光122および132を利用して得ることができる。加えて、サーボフィードバック光132は、スクリーン101上に画像を生成する通常表示モードでシステムが稼働しているときに、スクリーン101の既存の位置マップの変更を監視および計測するリアルタイムビデオ表示で利用することもできる。サーボ制御のモードは動的サーボと称される。スクリーン101の動的監視は、システムがダウンタイムを経ることなく延長稼働する際に有効でありうる、というのもスクリーン101は、システムのスタートアップ段階中に更新されたスクリーン101の位置マップの重要な変更に関わりうる変更を受けている可能性があるからである。

20

【0088】

スクリーン101の位置マップは、レーザモジュール110のメモリに格納しておき、補償される影響が重要に変更されないような時間間隔で再利用してよい。一実装例では、ディスプレイシステムを起動するとき、ディスプレイシステムは、デフォルトとして、格納されている位置マップのデータに基づいて走査レーザビームのレーザパルスのタイミングを設定してよい。サーボ制御は、サーボフィードバック光132を利用してリアルタイム監視を行うよう動作して、動作中にパルスタイミングを制御する。

30

【0089】

別の実装例では、ディスプレイシステムを起動するとき、ディスプレイシステムは、デフォルトとして、励起ビーム120とサーボビーム130とを用いて較正を行い、スクリーン101全体を走査してもよい。計測された位置データは、スクリーン101の位置マップの更新に利用される。この、スタートアップ段階における最初の較正が終わると、システムは、通常表示モードに切り替えられてよく、その後、通常表示動作中に、サーボビーム130のみを用いて、スクリーン101を監視して、サーボビーム130から得られたスクリーン101上のデータを用いて、位置マップを動的に更新することができるので、各水平走査におけるビーム120のパルスのタイミングを制御することができる。

40

【0090】

スクリーン101の位置マップの較正は、多数のレーザビーム120を用いる場合、各走査ビーム120または130を連続波(CW)モードで1つのフレームに対して動作させることで得ることができ、ここでは、走査レーザビーム120および130は、図5に示されるよう一度に1つのセグメントを走査して、スクリーン全体を同時に走査する。単一のレーザを用いて1つの励起ビーム120を生成する場合には、単一の走査ビーム120をCWモードに設定して、サーボビーム130に沿って一度に1つのラインを走査して、スクリーン101全体を走査する。サーボ検出器620および630を用いて、ストライプデバイダ上のサーボ参照マークからのフィードバック光122および132により、

50

スクリーン 101 上のレーザ位置を計測する。

【0091】

サーボ検出器 620 および 630 からのサーボ検出器信号は、電子「ピーク」検出器を介して送信可能であり、電子「ピーク」検出器は、サーボ信号が最高の相対振幅にあるときはいつも、電子パルスを生成する。これらパルス間の時間は、デジタル回路またはマイクロコントローラ内のサンプリングクロックにより計測可能であり、サンプリングクロックは、プロセッサおよびコントローラ 640 が、水平走査における各励起ビーム 120 の光パルスのタイミングを制御するのに利用される。

【0092】

一実装例では、電子ピーク検出器からの 2 つの隣接するパルス間の時間を用いることで、スクリーン 101 上の走査ビーム 120 または 130 の走査スピードに基づき 2 つの隣接する電子パルスを生成する 2 つの位置の間隔を判断することができる。この間隔を用いて、サブピクセル幅およびサブピクセル位置を判断することができる。

10

【0093】

別の実装例では、サーボ計測および補正は、相対的な時間計測に基づいて行われる。ビーム走査レートおよびサンプリングクロックの周波数に応じて、各サブピクセルには規準となるクロック数がある。光学歪み、スクリーンの欠陥、または歪みおよび欠陥の組み合わせによって、任意のサブピクセルにおける 2 つの隣接するパルス間のクロックサイクル数は、クロックサイクル規準数から変化しうる。このクロックサイクルのばらつきは、サブピクセル毎に符号化してメモリに格納することができる。または、変化が通常は隣接するサブピクセル間では重要な変化ではないことから、補正値を算出して、N 個（任意の数）の隣接するサブピクセルについて利用することもできる。

20

【0094】

図 15 は、水平走査の一部の走査時間の関数として検出された反射フィードバック光、ピーク検出器の各出力およびサンプリングクロック信号の一例を示す。示されているのは、サンプリングクロックの 9 個のクロックサイクルに対応する幅を有する規準サブピクセル、および、8 個のクロックサイクルに対応する隣接する短いサブピクセルである。幾らかの実装例では、1 つのサブピクセルの幅は、10 から 20 個のクロックサイクルに対応してよい。サーボ制御用のデジタル回路またはマイクロコントローラのサンプリングクロック信号のクロックサイクルが、エラー信号の空間解像度を決定づける。この空間解像度を向上させる技術の一例には、多くのフレームを平均化して、エラー信号の空間解像度を効果的に増加させる、というものがある。

30

【0095】

図 16 は、規準サブピクセルがサンプリングクロックの 9 個のクロックサイクルの幅に対応し、隣接する長いサブピクセルが 10 個のクロックサイクルの幅に対応するような、1 つの水平走査の一部の走査時間の関数として検出された反射フィードバック光、ピーク検出器の各出力およびサンプリングクロック信号の一例を示す。

【0096】

較正中に、スクリーンの上の塵などの汚れ、スクリーンの欠陥、またはその他の要素により、スクリーン 101 上の 2 つの隣接するサブピクセル間のサーボ参照マークにより生成されたであろう反射フィードバック光において光パルスが紛失する場合があります。図 17 は 1 つのパルスが紛失した例を示す。或るパルスが、1 つのサブピクセルのクロック規準数からの最大予測偏差内のサブピクセルのクロックサイクル規準数内でサンプリングまたは検出されない場合に、パルスが紛失したと判断される。パルスの紛失が起これば、1 つのサブピクセルのクロックサイクル規準数は、その紛失したサブピクセルについては推定値を用いて、次のサブピクセルに、両方のサブピクセルについての時間補正を含ませることができる。時間補正は両方のサブピクセルの平均をとることで、検出精度を上げることができる。この方法は、紛失したパルスが連続して複数ある場合にも拡張できる。

40

【0097】

上述のサンプリングクロック信号を利用してスクリーン 101 の位置マップを計測する

50

方法は、スクリーン 101 からの励起サーボフィードバック光 122 またはサーボフィードバック光 132 による検出とともに行うことができる。励起ビーム (1 または複数) 120 は、CW モードの較正走査中にスクリーン 101 の全ての水平ラインを走査するので、励起サーボフィードバック光 122 からの位置データは、スクリーン 101 の各全てのサブピクセルに対してデータを提供することができる。しかし、サーボビーム 130 およびそれに対応するフィードバック光 132 から得られる位置データは、スクリーンセグメント 1 つについて 1 つの水平走査ラインしかカバーされない (図 5 参照)。1 つのスクリーンセグメントについてサーボビーム 130 から計測された位置データは、そのスクリーンセグメントの全ての水平ラインを代表する走査として利用することができる、このスクリーンセグメントの全てのラインに対する位置データを更新することができる。2 つ以上の

10

【0098】

各レーザの垂直位置は、アクチュエータ、垂直スキャナ、各レーザビームの光路における調節可能なレンズ、またはこれらその他のメカニズムの組み合わせを利用することで監視および調節可能である。垂直参照マークをスクリーンの上に提供することで、スクリーンからレーザモジュールへ垂直サーボフィードバックが行うことができる。1 以上の反射性、蛍光性、または透過性を有する垂直参照マークをスクリーン 101 の画像領域の隣に提供することで、各励起ビーム 120 の垂直位置を計測することができる。図 11 を参照すると、この垂直参照マークは、周辺参照マーク領域に位置している。1 以上の垂直マ

20

【0099】

図 18A は、垂直参照マーク 2810 の一例を示す。マーク 2810 は、一对の同一の三角形の参照マーク 2811 および 2812 を示しており、これらは、互いから垂直方向にも水平方向にも分離され隔離されつつも、水平方向における重畳を維持している。各三角形の参照マーク 2811 または 2812 は、水平方向にマークを走査する場合に、ビーム 120 が部分的に各マークと重畳するように、垂直方向に領域内にばらつくような方向

30

に配置される。ビーム 120 の垂直位置が変化すると、ビーム 120 のマーク上の重畳領域の寸法も変わる。2 つのマーク 2811 および 2812 の相対位置により、所定の垂直ビーム位置が定義され、この所定の垂直位置における水平ライン沿いの走査ビームは、2 つのマーク 2811 および 2812 の陰影領域が示す均等な領域を走査する。ビーム位置がこの所定の垂直ビーム位置の上方にある場合、ビームの見る第 1 のマーク 2811 のマーク面積は、第 2 のマーク 2812 のマーク面積より大きく、ビーム位置が垂直方向の上方へと移動するにつれて、ビームが見るこのマーク面積の差が増大する。逆に、ビーム位置がこの所定の垂直ビーム位置の下方にある場合、ビームの見る第 2 のマーク 2812 のマーク面積が、第 1 のマーク 2811 のマーク面積より大きく、ビーム位置が垂直方向の下方へと移動するにつれて、ビームが見るこのマーク面積の差が増大する。

40

【0100】

各三角形のマークからのフィードバック光は、マーク上で積分されて、2 つのマークの積分信号を比較することで差動信号を生成する。差動信号の符号は、所定の垂直ビーム位置からのオフセットの方向を示し、差動信号のマグニチュードは、オフセットの量を示す。励起ビームは、各三角形からの統合光が等しい場合 (つまり、差動信号がゼロである場合)、適切な垂直位置にある。

【0101】

図 18B は、図 18A の垂直参照マーク用のレーザモジュール 110 における垂直ビーム位置サーボフィードバック制御の一部である信号処理回路の一部を示す。PIN ダイオードプリアンプ 2910 は、2 つのマーク 2811 および 2812 から 2 つの反射信号に

50

ついで、差動信号を受信して増幅し、増幅差動信号を積分器 2920 に送る。アナログ・デジタル・コンバータ 2930 は、差動信号をデジタル信号に変換する。デジタルプロセッサ 2940 は、差動信号を処理して、垂直ビーム位置の調節量および調節方向を判断することで、垂直アクチュエータ制御信号を生成する。この制御信号は、デジタル・アナログ・コンバータ 2950 によりアナログ制御信号に変換され、アクチュエータを調節する垂直アクチュエータコントローラ 2960 へ送られる。図 18C は、単一の光学検出器の利用による差動信号の生成を示す。

【0102】

図 19 は、ライン先頭 (SOL) 参照マークおよび垂直ビーム位置参照マークを有する図 11 のスクリーンの一例を示す。多数の垂直ビーム位置参照マークをそれぞれ異なる垂直位置に配置することで、全てのスクリーンセグメントにおける励起ビーム 120 の垂直位置検出を行う。図 19 の例は、SOL 参照マークが垂直ビーム位置参照マークとスクリーン表示領域との間に配置され、左から右へと行われる水平走査において、励起ビーム 120 またはサーボビーム 130 が、垂直ビーム位置参照マークの後で SOL 参照マークにヒットする例を示している。左から右へと行われる水平走査の別の実装例においては、SOL 参照マークが垂直ビーム位置参照マークとスクリーン表示領域との間に配置され、励起ビーム 120 またはサーボビーム 130 は、垂直ビーム位置参照マークの前に SOL 参照マークにヒットする。加えて、励起ビーム 120 についての垂直ビーム位置参照マークとは別に、多数の垂直ビーム位置参照マークを、それぞれ異なる垂直位置に配置することもできる (例えば、1 つの垂直参照マークをサーボビーム 130 に配置して、各スクリーンセグメントにおいてサーボビーム 130 の垂直位置検出を行う)。これらの垂直参照マークは、図 19 では番号「1910」で表されている。SOL 参照 1210、垂直参照マーク 1910、および、発光領域 1110 のストライプ構造の周期的パターンの組み合わせにより、不可視サーボビーム 130 の位置情報、励起ビーム 120 の位置情報、および、スクリーン 101 のピクセルの水平パラメータが、走査ディスプレイシステムのサーボ制御用に提供される。

【0103】

図 20 は、通常表示モード中のサーボビーム 130 を利用するサーボ制御の動作例を示し、ここでは、各励起ビーム 120 が、スクリーン 101 への画像形成用の光パルスを送送するのに利用され、サーボ制御には利用されない。サーボビーム 130 は CW ビームであり、走査変調励起レーザビーム 120 で、スクリーンセグメント毎に 1 つの水平ラインを走査する。サーボフィードバック光 132 が 1 以上のサーボ検出器 620 で検出されることで、通常表示中のスクリーン 101 のサーボビーム 130 の位置合わせエラーが計測される。各励起レーザビーム 120 の位置合わせを、計測されたサーボビーム 130 の位置合わせエラーに基づいて調節することで、励起レーザビーム 120 の位置合わせエラーが低減される。他の実装例では、スクリーン 101 が発光する赤色、緑色、および青色の光または走査励起ビーム 120 の背面反射励起光の一部を利用して、サーボビーム 130 を介して得られた計測値を較正する較正メカニズムを提供することができる。

【0104】

不可視 IR サーボビーム 130 を用いてレーザモジュール 110 にフィードバック光 132 を提供する上述の例においては、スクリーン 101 上の互いに並行なリン光体ストライプ、および、ストライプデバイダを用いることで、ストライプデバイダでのサーボビーム 132 の反射により、背面反射フィードバック光 132 が生成される。または、スクリーン 101 は、所望のフィードバック光 132 を生成するよう構成される IR フィードバックマークを含むよう設計されてもよい。IR フィードバックマークは、ストライプデバイダまたはリン光体ストライプに関して特別な空間関係を有するように登録することができる (例えば、サーボフィードバックマークは、スクリーンの 2 つの互いに平行な隣接する発光ストライプ間の発光ストライプまたは仕切り (デバイダ) に位置合わせされる)。以下に示す例においてはこのような位置の登録は不要であり、IR フィードバックマーク同士が、ストライプデバイダまたはリン光体ストライプに関して固定および既知の空間関

10

20

30

40

50

係を有して、IRフィードバックマークの位置と、リン光体ストライプおよびストライプデバイダの位置とが固定および既知のマッピングをなされていればよい。

【0105】

図21は、IRフィードバックマークをリン光体層の励起側に含む発光スクリーン101の設計の一例を示す。このスクリーン101は、励起ビーム120により励起されると赤色、緑色および青色の光を発光する互いに並行なリン光体ストライプと、リン光体層2110の励起側で、励起ビーム120とIRサーボビーム130とに対向するバックパネル2112と、リン光体層2110の観察者側に位置するフロントパネル2111と、を有するリン光体ストライプ層2110を含む。本例では、IRフィードバックマーク2120は、バックパネルの背面に形成されて、IRフィードバック光132を、IRサーボビーム130を反射または拡散することにより、IRフィードバック光132を提供する。他の実装例では、IRフィードバックマーク2120は、他の位置に配置されてもよく、リン光体層2110の励起側あるいは観察者側いずれに配置されてもよい。

10

【0106】

IRフィードバックマーク2120は、サーボビーム130のスクリーンでの位置登録を行うよう設計されて、様々な較正での実装が可能である。例えば、IRフィードバックマーク2120は、リン光体層2110の互いに平行なリン光体ストライプに平行な、周期的且つ互いに平行なストライプであってよい。IRフィードバックマーク2120は、水平方向に、ストライプデバイダまたはリン光体層2110のリン光体ストライプに対して任意の位置に配置されてよい(例えば、ストライプから水平方向に外れた位置、またはリン光体ストライプの中央の位置)。各IRフィードバックマーク2120の幅は、IRサーボフィードバック光132の検出がピーク検出器に基づいて行われる場合、スクリーン101上のIRサーボビーム130のビームスポットの幅に等しくてよい。スクリーン101上のIRサーボビーム130のビームスポットの幅よりも幅の広いIRフィードバックマーク2120は、IRサーボフィードバック光132の検出が、SOLマーク等の位置参照に関する各IRフィードバックマーク2120の位置に基づいて行われる場合に利用可能である。IRフィードバックマーク2120の幅は、各リン光体ストライプの幅より狭くてよい(例えば、リン光体ストライプの幅の半分であってよい)。2つの隣接するIRフィードバックマーク2120間の間隔は、2つの隣接するリン光体ストライプ間の間隔よりも広くてよい。一例では、IRマークの間隔が、25mmであり、リン光体ストライプの間隔が1.5mmであってよい。

20

30

【0107】

IRフィードバックマーク2120は、IRフィードバックマーク2120を取り囲む領域、および、その間にある領域と、光学的性質を異ならせることで、IRフィードバックマーク2120の光学検出により、IRフィードバックマーク2120のスクリーンの上の位置を登録させつつ、同時に、励起ビーム120に、IRフィードバックマーク2120を取り囲む領域、および、その間にある領域と、実質的に同じ光学透過(optical transmission)を維持させることができる。従って、IRフィードバックマーク2120の存在は、スクリーン101のリン光体層に到達する励起ビーム120上のマーク2120の形状を光学インプリントすることにより励起ビーム120の光学透過に対する光学干渉を起こさない。この点においては、IRフィードバックマーク2120は、様々な構成で実装されうる。例えば、各IRフィードバックマーク2120は、励起側に対向して、光を光学的に鏡面反射する滑らかな表面を有するよう形成されてよく、IRフィードバックマーク2120を取り囲む領域、および、その間にある領域は、異なる方向に拡がるように光学的拡散反射を行うよう構成される。鏡面反射IRフィードバックマーク2120は、拡散反射を行う、マーク2120を取り囲む領域、および、その間にある領域と、互いに同じ光学透過特性を有する。拡散背景における鏡面反射マーク2120の上述の設計とは異なり、IRフィードバックマーク2120は、さらに、光を拡散反射するよう設計されてもよく、マーク2120を取り囲む領域、および、その間にある領域が、鏡面反射するよう構成されてもよい。別の例では、IRフィードバックマーク2120は、サーボビ

40

50

ームの波長およびサーボ波長と大いに異なる励起ビーム 1 2 0 の波長において透過性または反射性を有してよい。例えば、I R フィードバックマーク 2 1 2 0 は、励起ビーム 1 2 0 の光に対して光学的透過性を有し、サーボビーム 1 3 0 の光に対して光学的反射性を有することで、I R フィードバックマーク 2 1 2 0 を、励起ビーム 1 2 0 に対して光学的に「不可視」として、サーボビーム 1 3 0 を反射することで、I R サーボフィードバック光 1 3 2 を生成してもよい。

【 0 1 0 8 】

図 2 2 および 2 3 は、I R サーボビーム 1 3 0 の垂直位置を計測する垂直参照マーク 1 9 1 0 を有するスクリーンレイアウト構成の例を示す。図 2 2 では、垂直参照マーク 1 9 1 0 は、スクリーンの端部に位置しており、好適にはスクリーンの主要表示領域の外に位置している。図 2 3 では、垂直参照マーク 1 9 1 0 は、スクリーンの両端部および中間部に位置しており、励起ビーム 1 2 0 の光を同様に光学透過する特性を有してよい。

10

【 0 1 0 9 】

図 2 4 は、鏡面反射を行う I R フィードバックマークと、光学的に拡散を行う、I R フィードバックマークを取り囲む領域、および、その間にある領域とを有するスクリーン設計の特定の例を示す。本例においては、I R フィードバックマークは、滑らかな表面を有するフィルムストライプから形成されることで、入射する I R サーボ光 1 3 0 を鏡面反射 2 4 3 0 する。2 つの I R フィードバックマーク間のスクリーン領域は、入射する I R サーボ光 1 3 0 の反射において光を拡散する粗い表面を有するフィルム層により形成されることで、異なる方向に拡散して拡散反射円錐を形成する拡散反射 2 4 4 0 を行う。2 つの領域 2 4 1 0 および 2 4 2 0 は互いに、励起ビーム 1 2 0 の光を略同じように光学透過する。

20

【 0 1 1 0 】

I R サーボフィードバックについて上述したスクリーン設計は、スクリーンから光学的に遠いフィールドのスクリーンからの I R サーボビーム 1 3 0 の鏡面反射および拡散反射という光学的に異なる振る舞いを用いて、図 2 5 の例に示すようなサーボ検出を促すことができる。

【 0 1 1 1 】

図 2 5 は、図 2 4 のスクリーン設計に基づき I R サーボフィードバックを行う走査ビームディスプレイシステム 2 5 0 0 の一例を示す。レーザモジュール 1 1 0 は、I R サーボビーム 1 3 0 および励起ビーム 1 2 0 の両方を、I R フィードバックマークを有するスクリーン 1 0 1 へ投射および走査する。レーザモジュール 1 1 0 は、対称光軸 2 5 0 1 を有し、その周りでビーム走査を行う。スクリーン 1 0 1 は、図 2 4 の設計に基づいて図 2 1 または 2 2 に示す構成を有する。フレネルレンズ層等の光学テレセントリックレンズ 2 5 1 0 を提供して、入射する走査ビーム 1 2 0 および 1 3 0 をレーザモジュール 1 1 0 からスクリーン 1 0 1 へと、実質的にスクリーン 1 0 1 の法線方向に導く。テレセントリックレンズ 2 5 1 0 は、レーザモジュール 1 1 0 の光軸 2 5 0 1 に平行であり、且つ、それに対してオフセット 2 5 0 3 を有するような対称光軸 2 5 0 2 を有するよう構成される。図では、フレネルレンズ 2 5 1 0 は、スクリーン 1 0 1 の背面の中央に、空隙 2 5 2 0 を持って形成されている。

30

40

【 0 1 1 2 】

I R サーボ検出は、スクリーン 1 0 1 の I R フィードバックマークから入射する I R サーボ光 1 3 0 からの戻り鏡面反射 2 4 3 0 の光路沿いに位置する I R サーボ検出器 2 5 3 0 を用いて行われる。I R サーボ検出器 2 5 3 0 の位置は、スクリーン 1 0 1 の各 I R フィードバックマークから入射する I R サーボ光 1 3 0 からの戻り鏡面反射 2 4 3 0 を受け取るためのオフセット 2 5 0 3 により決定される。各 I R フィードバックマークの鏡面反射方向とは異なる方向の戻り I R 光は、フレネルレンズ 2 5 1 0 により方向付けられ、鏡面反射からの逸脱が、I R サーボ検出器 2 5 3 0 の孔を超える範囲を超えると、I R サーボ検出器 2 5 3 0 から逸脱する。この設計では、I R サーボ検出器 2 5 3 0 は、I R フィードバックマーク間の領域からの拡散反射 2 4 4 0 する戻り I R サーボ光のほんの僅かな

50

部分しか受け取らず、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 は、拡散反射 2 4 4 0 する戻り I Rサーボ光の大部分を集光しない。対照的に、スクリーン 1 0 1 上の各 I Rフィードバックマークから入射する I Rサーボ光 1 3 0 の、戻り鏡面反射 2 4 3 0 する光は、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 によりその大部分が集光される。この差異に基づき、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 からの検出器信号を用いて、I Rフィードバックマークへ走査 I Rサーボビーム 1 3 0 がヒットしたことを判断することができる。

【 0 1 1 3 】

励起ビーム 1 2 0 の光は、さらに、スクリーン 1 0 1 の鏡面および拡散領域により反射して戻る。故に、励起波長で鏡面反射する光は、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 の同じ位置へと戻るよう方向付けられる。波長選択光学ビームスプリッタを用いて、サーボ波長の集光と、励起波長の集光とを、別個の光学検出器（つまり、I Rサーボ光を受信する I Rサーボ検出器 2 5 3 0、および、励起波長のフィードバック光を受信する別のサーボ検出器は）用の 2 つの別個の信号に分離する。

【 0 1 1 4 】

走査 I Rビーム 1 3 0 は C Wビームであってよい。このようにして、スクリーンの上の I Rフィードバックマークへの各ヒットは、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 で光パルスを生成する。各水平走査において、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 は、スクリーンの上の互いに異なる I Rフィードバックマークに対応する光パルスのシーケンスをそれぞれ検出する。I Rサーボ検出器 2 5 3 0 の検出器出力は、リン光体ストライプデバイダを I Rフィードバックマークとして用いるで得られる図 1 3 - 1 7 に示す検出器出力に類似しているが、I Rサーボ検出器 2 5 3 0 の検出器出力のパルス間隔のほうが時間的に長く、I Rフィードバックマーク間隔に対応する、という点は異なる。同様に、S O L または E O L 信号を用いて、垂直 I Rサーボビーム 1 3 0 の水平位置を判断し、垂直参照マークを用いて、走査 I Rサーボビーム 1 3 0 の垂直位置を判断することができる。

【 0 1 1 5 】

図 1、6、および 7 のシステム例においては、励起サーボフィードバック光 1 2 2 を、不可視サーボビーム 1 3 0 に基づくサーボフィードバックと組み合わせて利用することができる。組み合わせのサーボ制御を有するこのようなシステムでは、I Rサーボ光フィードバックおよび励起光サーボフィードバックの両方からの位置計測を用いて、互いを校正することができる。例えば、このようなディスプレイシステムは、励起ビーム 1 2 0 および I Rサーボビーム 1 3 0 を用いて校正を行ってスクリーン 1 0 1 全体を走査して、スクリーン 1 0 1 の位置マップを計測して、励起ビーム 1 2 0 から得られた位置マップを利用することで I Rサーボビーム 1 3 0 から得られた位置マップを校正することができる。この校正に基づいて、システムの通常動作においては、励起光サーボフィードバックに基づくフィードバックではなくて、I Rサーボビーム 1 3 0 からのフィードバックを用いることで、スクリーン 1 0 1 を監視して、各水平走査におけるビーム 1 2 0 のパルスのタイミングを制御することができる。

【 0 1 1 6 】

幾らかの実装例においては、スクリーン 1 0 1 は、励起ビーム 1 2 0 からの励起光の光学的損失を低減させることで、可視光を生成する目的に励起光をなるべく多く利用することができる。例えば、スクリーンは、例えば、リン光体層の励起側の光学層を利用して励起ビームの光をリン光体層へと透過して、リン光体層からリン光体層へ戻る励起光を再利用することで、レーザモジュール 1 1 0 へ戻る光学反射をなくすよう設計することができる。このような設計においては、励起ビーム 1 2 0 からの光を用いて、サーボビーム 1 2 2 を生成するのは難しい。以下のセクションでは、スクリーン 1 0 1 のリン光体層が発光する可視光を用いて、可視サーボビームを生成して、不可視 I Rサーボフィードバックに加えて第 2 のフィードバックメカニズムを提供するシステム設計を説明する。

【 0 1 1 7 】

図 2 6 は、I Rサーボビーム 1 3 0 に基づいてサーボフィードバックを行い、スクリーンのリン光体層から発光される可視光の検出に基づいて第 2 のサーボフィードバックを提

10

20

30

40

50

供する走査ビームディスプレイシステム 2600 の一例を示す。このシステムでは、スクリーン外の光学サーボ感知ユニット 2610 を用いて、スクリーン 101 から発光される赤色、緑色、および青色の光を検出する。サーボ感知ユニット 2610 は、スクリーン 101 から発光される可視光を検出できる位置に配置されてよく（例えば、スクリーン 101 の観察者側、図示されているスクリーン 101 の励起側）、サーボ感知ユニット 2610 の位置は、スクリーン設計およびシステムレイアウトに基づき選択可能である。3つの光学検出器 PD1、PD2、および PD3 が、感知ユニット 2610 内に提供されることで、それぞれ赤色、緑色、および青色の蛍光が検出される。各光学検出器は、スクリーン 101 の一部または全体から受光するように設計される。バンドパス光学フィルタは、各光学検出器の正面に配置されて、指定の色を選択して、他の色の光は拒絶する。この感知ユニット 2610 は、レーザモジュール 110 に対してサーボフィードバック信号 2612 を生成して、システム動作を制御する。

10

【0118】

図 26 のディスプレイシステムの水平方向の位置合わせ不良を補正する方法に、フィードバック信号 2612 内に検出される位置エラーに基づき光パルスのタイミングを制御させるよう、レーザモジュール 110 のディスプレイプロセッサをプログラミングする方法がある。例えば、レーザモジュール 110 は、変調レーザビーム 120 が伝送する変調画像信号を、緑色検出器が出力を有し、赤色検出器および青色検出器が出力を有さない場合、1 サブカラーピクセルタイムスロット分、遅延させ、青色検出器が出力を有し、赤色検出器および緑色検出器が出力を有さない場合には、2 サブカラーピクセルタイムスロット分、遅延させてよい。空間位置合わせエラーを時間遅延により補正する、というこの方法は、遅延プロセッサによりデジタル方式で行うことができる。レーザモジュール 110 の光学走査および撮像ユニットに対して物理的調節を行う必要はない。または、レーザモジュール 110 内のコントローラユニットを調節することで、スクリーン 101 の励起ビーム 120 の位置を物理的にシフトして、スクリーン 101 のレーザ位置を、サーボ感知ユニット 2610 が検出するエラーに応じて 1 つのサブピクセル分、水平方向に左右に調節することもできる。走査レーザビーム 120 の物理調節による光学的な位置合わせと、光パルスのタイミング制御による電子およびデジタル位置合わせとを組み合わせることで、適切な水平方向の位置合わせを制御することができる。

20

【0119】

テストパターンを用いて、図 26 のディスプレイシステム 2600 の水平方向の位置合わせをチェックすることもできる。例えば、赤色、緑色、および青色のいずれか 1 つのフレームを、位置合わせのテスト用のテストパターンとして利用することができる。図 27 A は、水平方向の位置合わせにエラーがなく適切である場合の、サーボ感知ユニット 2610 の検出器とともに埋め込まれたカラーピクセルと、対応する 3 つの検出器 PD1、PD2、および PD3 の出力を示す。図 27 B、27 C、および 27 D は、水平方向に位置合わせ不良が存在する場合の、3 つの検出器 PD1、PD2、および PD3 が生成する 3 つの互いに異なる応答を示す。検出器の応答は、レーザモジュール 110 へ供給されて、時間遅延技術への利用用途に、または、水平方向の位置合わせ不良を補正するビーム撮像光学の調節の用途に利用される。

30

40

【0120】

故に、図 26 のスクリーンが発光する可視光の感知に基づくサーボフィードバック制御は、システム 2600 が観察者に対して画像を表示していないときに、システム 2600 の指定された較正動作中に、稼動される。この種類のフィードバック制御は「静的」である、というのも、システムは、自身の通常表示モード外で稼動しており、スクリーン 101 の位置合わせ条件を計測するテストパターンにより稼動しているからである。例えば、このような静的なサーボフィードバックアルゴリズムは一度、ディスプレイシステムの電源投入時に行うことができ、または、システムがスクリーン 101 への通常の画像表示を開始する前の、工場における初期マップ生成時に行うことができ、ディスプレイシステムは、レーザパルスをサブピクセルの中央位置に位置合わせする初期クロック較正を行うよ

50

う制御されてよい。静的なサーボ制御とは異なり、動的サーボ制御は、システムの通常表示動作モード中にも実装することができる。例えば、動的なサーボフィードバックアルゴリズムが、ディスプレイシステムの通常動作中に連続して行われる。この動的なサーボフィードバックにより、温度変化、スクリーンの動き、スクリーンの歪み、システムのエージング、およびレーザとスクリーンとの間の位置合わせに変更をきたすような他の要素に対して、パルス、サブピクセルの中央位置に時間合わせされて (timed) おくことができる。動的なサーボ制御は、ビデオデータがスクリーンに表示されているときに行われ、観察者には分からないように設計される。この動的な制御は、図 26 のシステム 2600 の不可視なサーボ制御により行われる。

【0121】

図 28 は、走査ビームディスプレイシステム 2600 のスクリーン 101 の観察者側の蛍光スクリーン 101 から離れた位置に配設された可視光サーボ光学センサ 4501 を用いた光学サーボ設計の一例を示す。光学センサ 4501 は、スクリーン 101 全体の視野を有するよう構成および配置されてよい。集光レンズをスクリーン 101 とセンサ 4501 との間で利用することで、スクリーン 101 からの蛍光の集光を促すことができる。光学センサ 4501 は、少なくとも 1 つの光学検出器を含むことで、スクリーン 101 が発光する異なる色から選択された色 (例えば赤色、緑色、および青色から選択された緑色) の蛍光を検出することができる。ある実装例においてサーボ制御に利用される特定の技術によっては、サーボ制御用に単一の色用の単一の検出器で十分な場合もあり、他の実装例においては、スクリーン 101 からの蛍光の 2 以上の色を検出するのに 2 つ以上の光学検出器が必要となる場合もある。さらなる検出器を用いて、サーボ制御に検出冗長性を与えることもできる。参照信号を生成する参照マーク、この参照信号の検出、および参照マークからの参照信号に基づく制御機能に関して、サーボ制御を、システムの参照マークの制御機能と組み合わせることができる。以下で説明する例においては、蛍光ストライプを有するスクリーン領域外のライン参照マークの冒頭を、走査ビームの光パルスのタイミングの静的なサーボ制御における、タイミング参照として利用することができる。

【0122】

図 28 の例では、光学センサ 4501 は、スクリーン 101 が発光するそれぞれ 3 つの異なる色を検出する 3 つのサーボ光学検出器 (フォトダイオード) 4510、4520、および 4530 を含む。フォトダイオード 4510、4520、および 4530 は、3 つのグループに分類配置されて、各グループが、赤色フィルタ 4511、緑色フィルタ 4521、および青色フィルタ 4531 によりフィルタリングされることにより、3 つのフォトダイオード 4510、4520、および 4530 がそれぞれ、3 つの異なる色を受光する。各フィルタは、様々な構成で実装することができる (例えば、1 つのフォトダイオードに、観察スクリーンからの赤色、緑色、および青色のいずれか 1 つのみに対する感度を持たせるフィルムの構成)。

【0123】

各カラーグループの検出器回路は、プリアンプ 4540、信号積分器 (例えば電荷積分器) 4541、A/D コンバータ 4540 を含むことで、赤色、緑色、または青色の検出器信号をデジタル化して、デジタルサーボ回路 4550 (マイクロコンピュータであってもマイクロプロセッサであってもよい) での処理に備えさせてよい。スクリーン 101 から発光される蛍光の赤色、緑色、および青色の光の強度を計測してよく、計測結果をデジタルサーボ回路 4550 へ送る。デジタルサーボ回路 4550 は、リセット信号 4552 を用いて、積分器 4541 をリセットして、検出器の積分動作を制御してよい。これら信号を用いて、デジタルサーボ回路 4550 は、スクリーン 101 に走査レーザビームの位置合わせエラーがあるか否かを判断し、検出器エラーに基づいて、スクリーン 101 のサブピクセル上にレーザパルスをセンタリングするべく、レーザクロックを時間的に早めるか、遅らせるか、を決定してよい。

【0124】

ここで説明する静的なサーボ制御動作は、ディスプレイシステムがスクリーンに画像を

10

20

30

40

50

表示する通常動作中でないときに行われる。故に、通常動作中のガルボ垂直スキャナとポリゴン水平スキャナとを用いる両方向の通常のフレーム走査を避けることができる。ガルボスキャナによる垂直走査を利用して、走査レーザビームを所望の垂直位置へ方向付け、この位置で固定して、レーザパルスタイミングの異なる時間遅延で繰り返し水平走査を行い、水平走査のレーザタイミングエラーを示す所望のエラー信号を取得してよい。加えて、静的なサーボ動作中には、画像信号を伝送しない特別なレーザパルスパターン（例えば図27A D、および29）を利用して、エラー信号を生成することもできる。

【0125】

静的なサーボ制御では、レーザのレーザパルスパターンは、スクリーン101上のレーザパルスの位置エラーに比例する信号を生成するよう選択することができる。多数のレーザを利用する一実装例では、各レーザに、スクリーン101に、一度に一つパルスを与え、残りのレーザは起動停止される。この動作モードにより、静的なサーボ制御処理中に、各レーザのタイミングを計測して、個々に補正することができる。

【0126】

図29および30は、静的なサーボ制御を実装するエラー信号を生成する技術の一例を示す。図29は、レーザパルスの周期的なパルスパターンを有する走査レーザビーム上に変調されるテスト光パルスパターンの一例を示す。このテストパルスパターンのパルス時間幅は、2つの隣接するサブピクセル間のボーダの幅（ d ）より大きく、1つのサブピクセル（1つの蛍光ストライプ）の幅（ D ）の2倍より小さい、スクリーンの上の空間幅に対応している。例えば、このパルスパターンのパルス時間幅は、1つのサブピクセルの幅（ D ）に等しい空間幅に対応している。パルスパターンの繰り返し時間は、1つのカラーピクセル（3つの連続した蛍光ストライプ）の幅に等しいスクリーンの上の2つの隣接するレーザパルスの空間間隔に対応する。

【0127】

動作中、図29のレーザパルスパターンのタイミングは、各レーザパルスが、1つのサブピクセルと、それに隣接するサブピクセルとに部分的に重畳して、この2つの隣接するサブピクセルにおける互いに異なる色の光を励起するよう調節される。故に、2つの隣接するサブピクセル（例えば、赤色のサブピクセルと緑色のサブピクセル）に重畳するレーザパルスは、赤色のサブピクセルと重畳して赤色光を生成する赤色励起部分と、これに隣接する緑色のサブピクセルに重畳して緑色光を生成する緑色励起部分とを有する。発光される赤色光および発光される緑色光の相対電力レベルを用いて、レーザパルスの中央が、2つの隣接するサブピクセルのボーダの中央と、レーザパルスの中央およびボーダの中央の間の位置オフセットとにあるか、を判断する。位置オフセットに基づき、サーボ制御は、レーザパルスパターンのタイミングを調節して、オフセットを低減して、レーザパルスの中央をボーダの中央に位置合わせする。この位置合わせが完了すると、サーボ制御は、レーザパルスパターンのタイミングを早める、または遅延させて、各レーザパルスを、サブピクセル幅の半分の量、シフトして、レーザパルスの中央を、2つの隣接するサブピクセルいずれかの中央に配置する。これにより、レーザとカラーピクセルとの間の位置合わせが完了する。上述の処理中に、垂直スキャナは、位置合わせ中のレーザを固定垂直位置に向けるよう固定されて、水平ポリゴンスキャナは、レーザビームを繰り返し同じ水平ライン沿いに走査して、エラー信号を生成する。

【0128】

上述の処理では、発光された赤色光と発光された緑色光の相対電力レベルを用いて、レーザパルスの中央と、2つの隣接するサブピクセル間のボーダの中央との間の位置オフセットが判断された。この技術を実装する一つの方法は、2つの異なるリン光体材料が発光した光量間の差異に基づいて、差動信号を利用するものである。図28のサーボ検出の複数の要素が、実装例に影響を与えうる。例えば、異なる色を発光する異なる蛍光材料は、任意の励起波長で異なる発光効率を有することがあり、これにより、同じ走査励起ビームの下で、2つの隣接するサブピクセルが、互いに異なる電力レベルを有する2つの異なる色（例えば、緑と赤）の光を発光することがある。別の例では、赤色、緑色、および青色を

10

20

30

40

50

透過するカラーフィルター 4 5 1 1、4 5 2 1、および 4 5 3 1 が、異なる透過値を有してよい。また別の例では、光学検出器 4 5 1 0、4 5 2 0、および 4 5 3 0 が、3つの異なる色について互いに異なる検出器効率を有するので、検出器に入力される異なる色の光の同じ量について、検出器出力が異なりうる。今、レーザパルスの中央が、2つの隣接するサブピクセル間のボーダの中央に位置合わせされているので、レーザパルスが2つの隣接するサブピクセル間で均等に分割される条件を考慮する。上述の、および他の要素によって、2つの隣接するサブピクセルの発光色に対応するサーボ光学検出器は、レーザパルスが2つの隣接するサブピクセル間で均等に分割される場合、2つの異なる信号レベルの2つの検出器出力を生成しうる。故に、任意のディスプレイシステムにおいては、サーボ検出器信号は、上述の、および他の要素を補正して (account for)、正確にレーザパルスの位置オフセットを表すよう較正することができる。較正は、ハードウェア設計により、図 2 8 のサーボデジタル回路 4 5 5 0 のデジタル信号処理のソフトウェアにより、または、ハードウェア設計と信号処理ソフトウェアとの組み合わせにより、行うことができる。以下のセクションでは、レーザパルスが2つの隣接するサブピクセル間で均等に分割される場合に、適切な較正が実装され、2つの異なるサーボ光学検出器からの較正された検出器出力が均一である、と仮定する。

【 0 1 2 9 】

従って、適切な位置合わせ条件の下では、レーザパルス各々が、緑色のサブピクセルで半分のパルスを有し、同じパルスの残りの半分が、隣接する赤色のサブピクセルの上にある。このパルスパターンにより、位置合わせが適切な場合には、サーボ検出器上に同量の赤色および緑色の光が生成される。従って、赤色検出器と緑色検出器との間の検出器出力電圧の差は、位置合わせが適切か否かを示すエラー信号となる。位置合わせが適切な場合、赤色検出器と緑色検出器との間の差異信号はゼロとなり、位置合わせが適切な位置合わせから、ずれている場合には、差異は、位置合わせにおけるオフセットの方向を示す正の値、または、負の値をとる。2つのカラーチャネル間で差動信号を利用することにより、観察スクリーンのリン光体から発される光の振幅の絶対値を計測しなくてもよくなる。または、2つの異なるカラーチャネル (青色および赤色検出器、または緑色および青色検出器) 間の差異を利用することによっても、位置合わせエラーを示すことができる。幾らかの実装例では、青色光は入射励起レーザ光波長に最も近いので、サーボ制御には緑色および赤色検出器間の差異を利用することが、より实际的である。参照マークからの光を検出する光学センサは、図 2 8 のスクリーンから蛍光フィードバック光を検出する光学センサ 4 5 0 1 とは別個であるが、検出信号を生成する用途に利用可能であり、デジタルサーボ回路 4 5 5 0 に接続される。

【 0 1 3 0 】

静的なサーボ制御では、タイミング走査の開始は、まず、走査レーザビームのテストパルスパターンを用いて補正されうる。タイミングは、水平走査沿いの第 1 の隣接ピクセル群 (例えば、5 ピクセル) について補正され、同じサイズの次の隣接ピクセル群 (例えば、次の 5 ピクセルの群) について補正され、また次の 5 ピクセルの群について補正され、といった具合に、最終的に走査全体が、あるレーザについて補正されるまで行われる。ここで、5 ピクセルという数は、あくまで例示目的で選択されているに過ぎない。このような分類を利用することで、サーボ制御に必要な時間を減らすことができ、1つの群に互いに異なるピクセルにより生成された信号が積分された場合に、エラー信号の信号対ノイズ比を増加させることができる。実際には、各群のピクセル数は、ディスプレイシステムの特定の要件に基づいて選択されてよい。例えば、小さなタイミングエラーにより多数の連続ピクセルがサーボ制御で一群とみなされる場合、および、大きなタイミングエラーにより、サーボ制御で少数の連続ピクセルを同じグループに分類する必要があるような場合、当初のタイミングエラーの厳密さが問われうる。各計測において、走査ビームのタイミングエラーは、デジタルサーボ回路 4 5 5 0 のデジタルクロックの 1 つのクロックサイクルへと補正されうる。図 2 8 では、デジタルサーボ回路 4 5 5 0 は、各個々のレーザをタイミング制御して、各ピクセルのレーザパルスのタイミングを補正するのに利用されるマイ

クロントローラである。

【0131】

とりわけ、様々なリン光体により、蛍光発光が持続する。このリン光体の特性により、リン光体は、レーザパルスが次のピクセルに移ると、光を生成することができるようになる。図28を参照すると、信号積分器4541は、プリアンプ4540の出力に接続されて、各サーボ検出器に、リン光体のこの効果をオフセットさせる。積分器4541を用いることで、積分器のリセットラインを低くして積分器を積分モードに設定する場合に、多数のピクセルで任意のプリアンプ4540用に全ての光を効果的に「足し合わせる」ことができる。マイクロコントローラがA/Dサンプルを開始すると、任意の色について足し合わせられた光がサンプリングされる。各積分器4541のリセットライン4552は、積分器電圧がゼロに戻され、積分器4541がリセットされるまで、「高」に保たれ、続いて、「低」に戻されることで、新たな積分期間が再開され、積分器4541が光の足し合わせを再開する。

10

【0132】

図30は、レーザタイミングの変更により、エラー信号が、規準位置から、図29のレーザパルスパターンを用いて赤色および緑色のサブピクセル間にダイレクトにセンタリングされるよう変更される様子を示す。図29のレーザパルスパターンに基づく差動信号のエラー電圧が、図30に示すように、ゼロに等しい場合、赤色および緑色サーボ検出器には赤色および緑色光が同量あり、レーザパルスのタイミングは、2つの隣接するサブピクセル間のボーダの直ぐ上にある。このように、各サンプルのエラー信号は、前のリセットパルスの後の期間におけるレーザタイミングエラーのみを表す。このスキームを利用すると、補正されたレーザタイミングマップを、全スクリーンタイミングが各レーザについて補正されるまで、全ての水平掃引の各レーザについて生成可能となる。各レーザからの水平走査ビームの垂直位置は、垂直スキャナを用いて変更される。

20

【0133】

静的なサーボエラーを生成する上述の技術では、2つの隣接するサブピクセル間のボーダが位置合わせ参照として利用されて、レーザパルスパターンのレーザパルスを位置合わせする。または、各サブピクセルの中央を、位置合わせ参照として直接利用して、2つの隣接するサブピクセル間のボーダを利用せずに、レーザパルスをサブピクセルの直接上にセンタリングすることもできる。この代替法では、単一のカラーサーボ光学検出器からの出力は、サーボ制御用のエラー信号を生成するのに十分である。図12のライン先頭(SOL)周辺位置合わせ参照マーク等の位置合わせ参照マークおよびSOLマークからのフィールドバック光を検出する別個のSOL光学検出器を利用することで、タイミング参照を提供して、位置合わせを助けることができる。図28を参照すると、SOL光学検出器は、自身の出力をデジタルサーボ回路4550へと送るように接続されている。

30

【0134】

この代替的な静的サーボ技術は、以下のような実装が可能である。パルス幅が1つのサブピクセル幅(D)以下に相当するような走査レーザビームを変調するのに利用される1つのピクセル内の1つのサブピクセルに対応する、少なくとも1つのパルスを有するテストパルスパターンを利用する。水平走査では、SOL信号がSOL光学検出器により検出された後で、レーザタイミングを走査における第1サブピクセル群に調節する。SOL信号からのタイミング参照に基づいて、レーザパルスパターンのレーザタイミングを調節して、蛍光スクリーンが発光する3色(例えば緑色光(または赤色、または青色))のいずれか1つについて検出された光学電力を最大化する。この調節は、ピクセル毎に一度レーザにパルスを与えて、レーザタイミングを調節することにより行われる。緑色光が、最初の5ピクセルで最大化されている場合、次の5つの緑色のサブピクセルにパルスを与える。1つの水平走査中に1クロックサイクル分、タイミングを早めて、その後、スクリーンの同じ垂直位置での次のレーザ水平走査において1クロックサイクル分、遅延させる。最大の緑色光を生成するタイミングは、正しいレーザタイミングとして選択される。クロックサイクルを早めることによる出力信号がクロックサイクルを遅延させることによる出力

40

50

信号と等しい場合には、レーザタイミングは適切であるので、変更しない。次に、次の5つのピクセルを、早められたクロックサイクルおよび遅延されたレーザクロックサイクルにより照明して、最大の緑色光を生成するタイミングを、この5つのピクセルの群について選択する。この動作は、スクリーンの終点に達するまで、スクリーンの水平の長さの方向に繰り返される。この方法ではさらに、レーザからのビームがスクリーンの水平方向を掃引する際に、各レーザについて補正されるレーザクロックが生成されうる。

【0135】

上述の静的なサーボ制御動作は、ディスプレイシステムが通常動作中でないときに行われるので、画像信号を伝送しないテストパルスパターン（例えば図29）が利用されうる。通常動作中に不可視IRサーボフィードバックを用い、スクリーンの上の画像を見ながら、動的なサーボ補正を行う。

10

【0136】

任意の水平走査では、全てのレーザの位相を、デジタル回路4550の1クロックサイクル分、早める。この動作により、1クロックサイクル上の走査距離により、全てのレーザビームのスクリーンの上の位置がシフトされ、このシフトは、走査距離が小さいと小さい（例えば、サブピクセル幅の十分の一未満）。故に、サブピクセル（緑色検出器）が発光するカラー光の振幅は、僅かに変化する。次のフレームでは、全てのレーザの位相が、1クロックサイクル遅延される。規準レーザパルス位置が最初に補正される場合、2つの異なり、連続した画像フレームの、遅延され、早められた走査の振幅はそれぞれ、計測および観察対象として選択された色のうちいずれについても等しい必要がある。2つの異なるフレームの、遅延され、早められた走査の振幅が互いに異なる場合には、レーザタイミングエラーがあり、レーザタイミングに対する補正を行い、エラー信号を監視しながら後続の画像フレームの差異を低減して、新たに生成されるエラー信号に基づいて補正を更新することができる。差異の符号は、レーザタイミングエラーのオフセットの方向を示し、これにより、サーボ制御では補正を行ってオフセットを無視することができる。上述の第2の静的なサーボ制御と同様に、動的なサーボ制御用のエラー信号を生成するには、単一のカラーサーボ光学検出器からの出力で十分である。

20

【0137】

図31は、動的な不可視サーボフィードバックおよび可視光静的サーボフィードバックの両方に基づく走査ビームシステムのより詳細な例を示す。IRサーボ検出器620が、スクリーン101の励起側に配設されて、スクリーン101から反射したIRサーボ光132を検出し、可視光サーボ検出器3110をスクリーン101の観察者側に配設して、ディスプレイプロセッサおよびコントローラ640に供給される可視光サーボ検出器信号を提供するスクリーンが発光する可視光3120を検出する。可視光静的サーボフィードバックを用いることで、システムの較正実行中に動的なIRサーボフィードバックの位置マップを較正して、較正された動的IRサーボフィードバックをシステムの通常動作中に利用することで、ビーム位置合わせエラーを補正する。

30

【0138】

本明細書は多数の詳細を含むが、これら詳細は本発明の範囲の限定として、または請求されうるものに対する限定として捉えられるべきではなく、むしろ本発明の特定の実施形態に特有の特徴の記載として捉えられるべきである。本明細書で記載した、別の実施形態において記載したある特徴は、単一の実施形態で組み合わせられて実施されてもよい。また逆に、単一の実施形態において記載された様々な特徴を多数の実施形態で別個に、または任意の適切なサブコンビネーションとして実施してもよい。さらには、上述の記載において特徴はあるコンビネーションにおいて機能しているかもしれないし、当初はそうのように請求されるかもしれないが、請求されたコンビネーションから1以上の特徴を幾らかの場合に除去して、請求されたコンビネーションをコンビネーションのなかのサブコンビネーション、又はサブコンビネーションの変形例としてもよい。

40

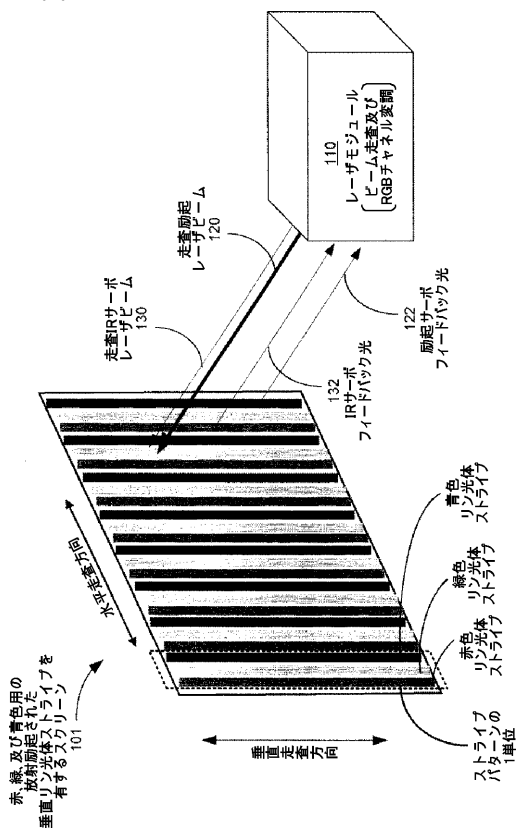
【0139】

幾らかの実装例のみを開示した。しかし、本特許出願の記載および例示に基づいて変形

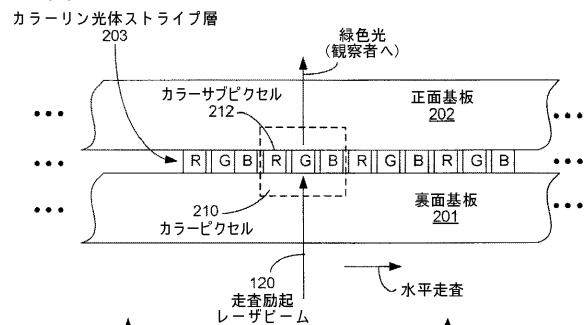
50

例、改善例、および他の実装例を行うこともできることを理解されたい。

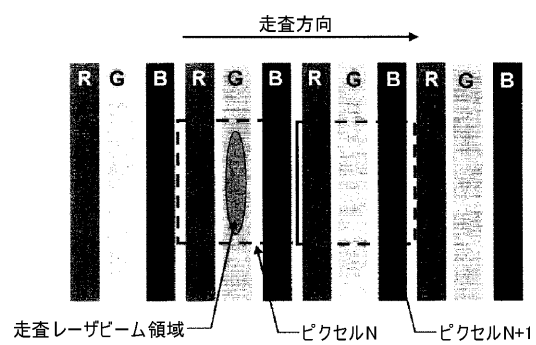
【図 1】



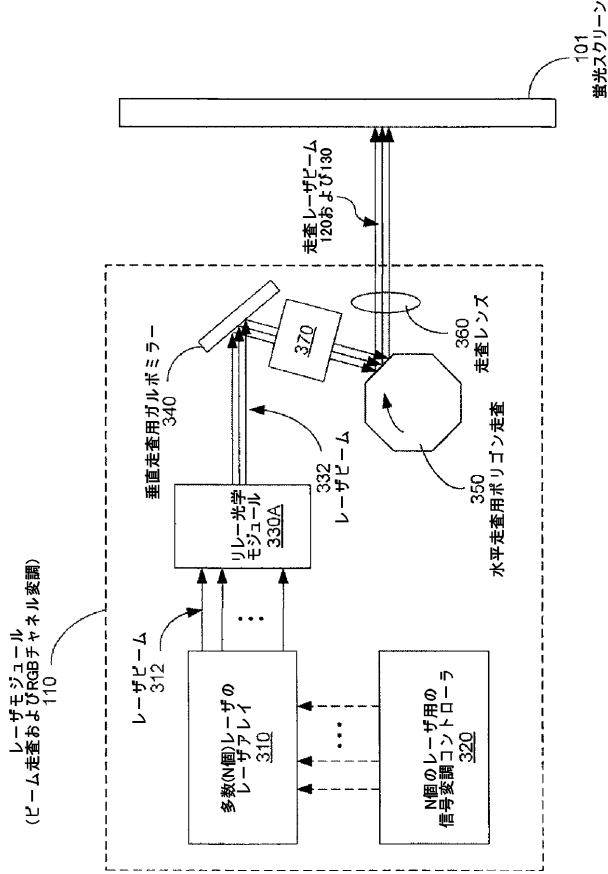
【図 2 A】



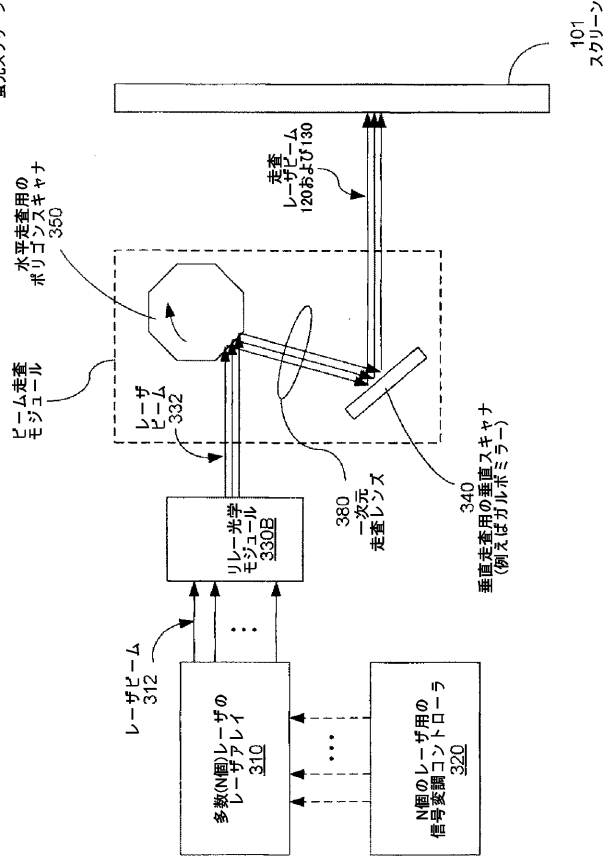
【図 2 B】



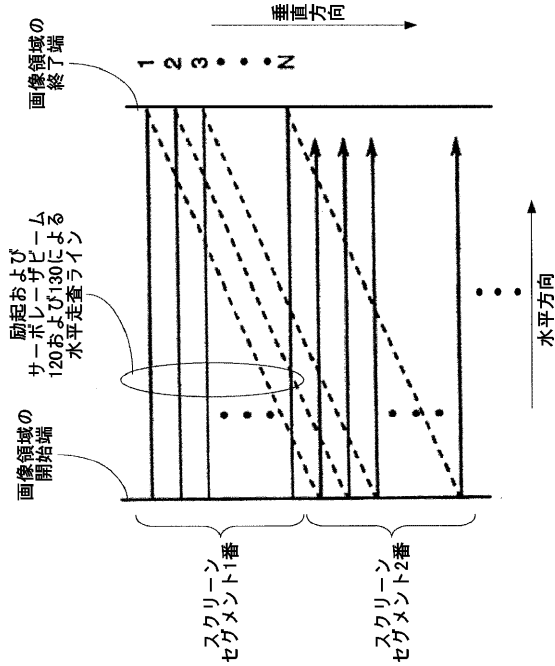
【図 3】



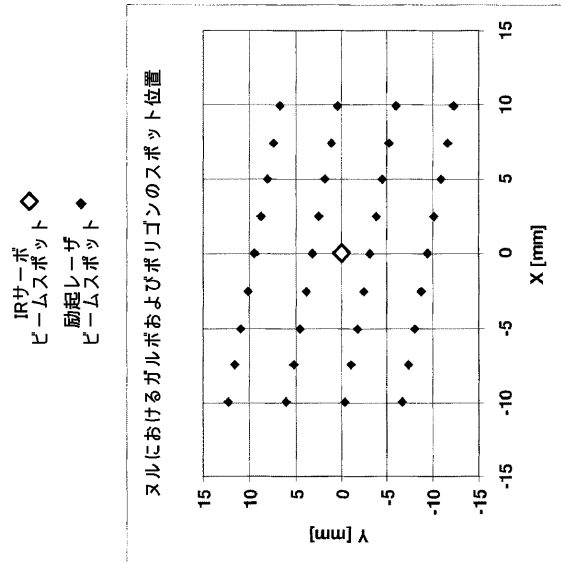
【図 4】



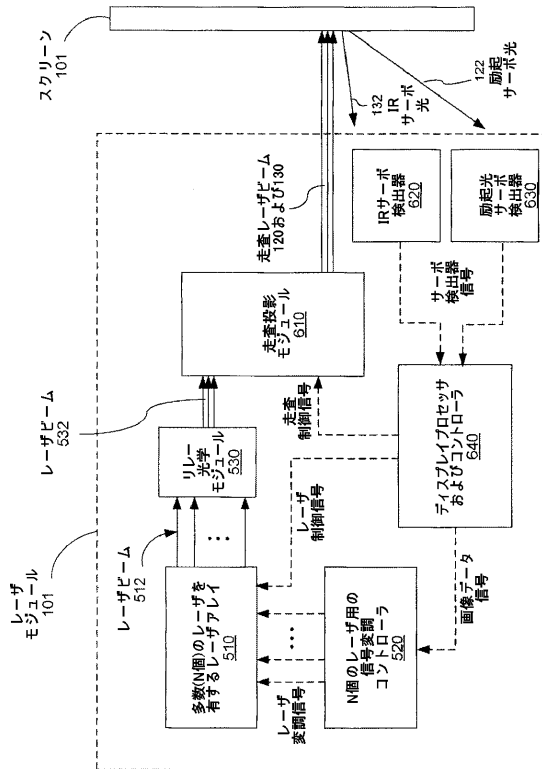
【図 5】



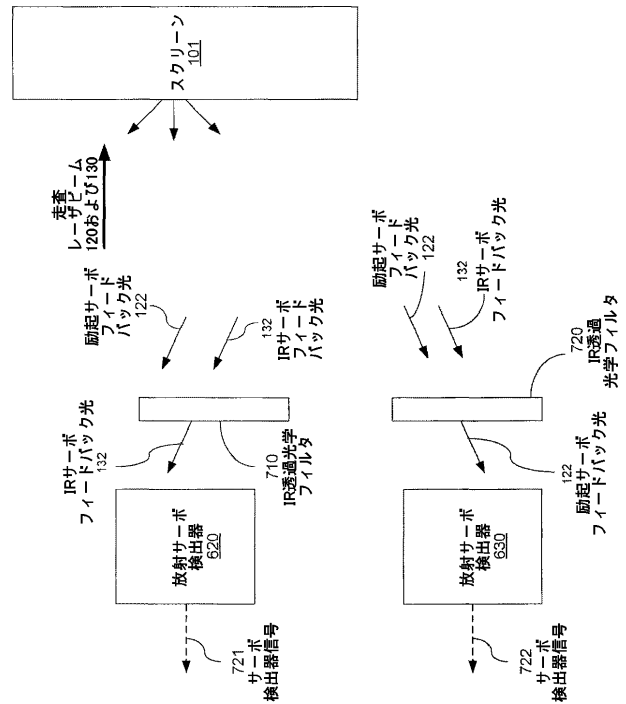
【図 5 A】



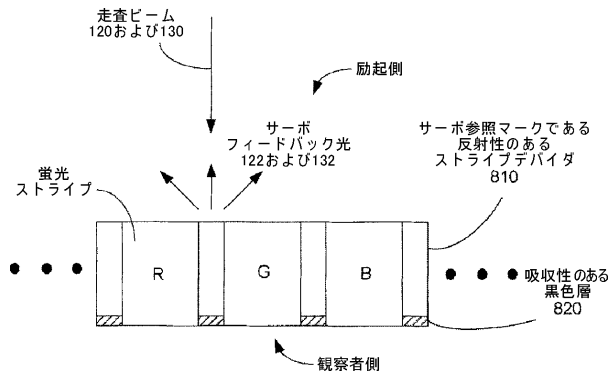
【 図 6 】



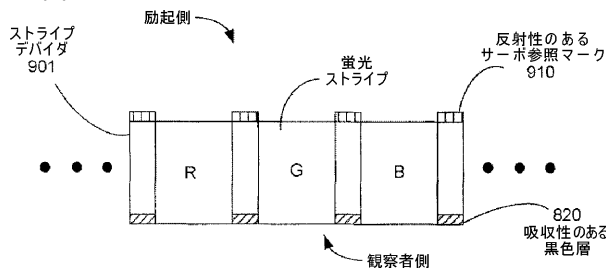
【 図 7 】



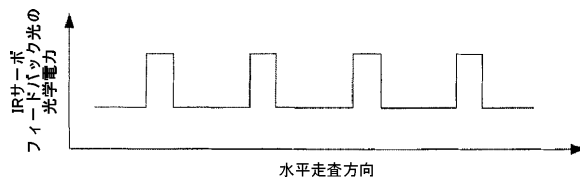
【 図 8 】



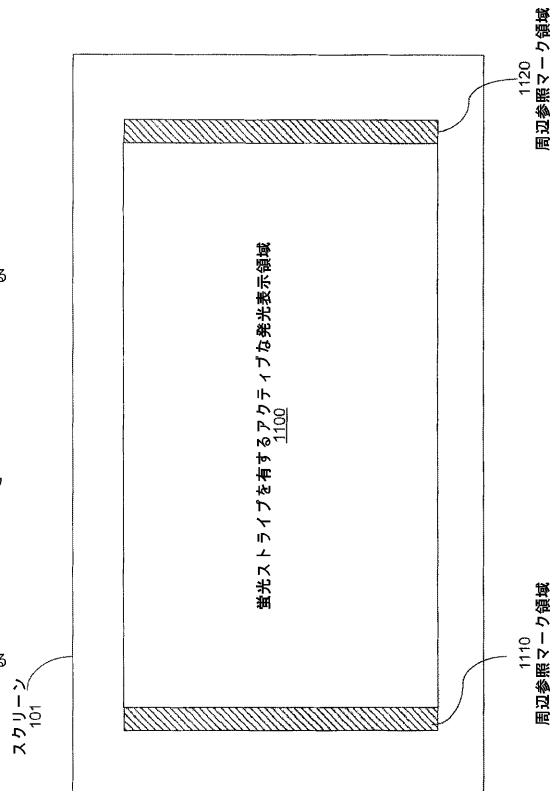
【 図 9 】

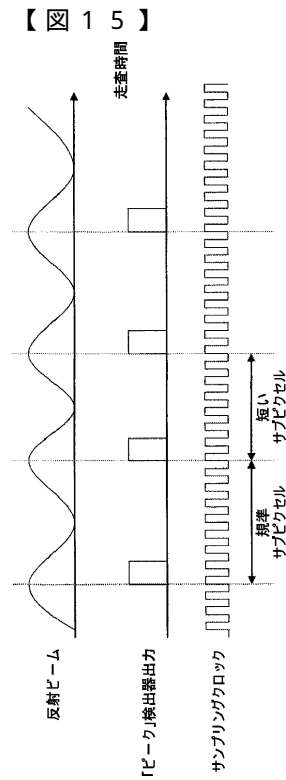
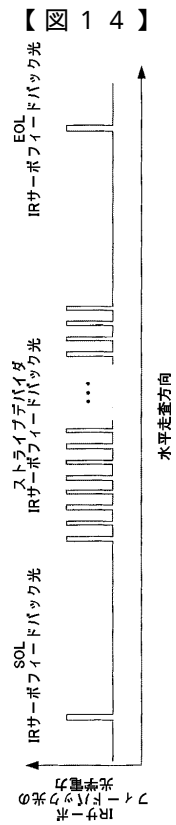
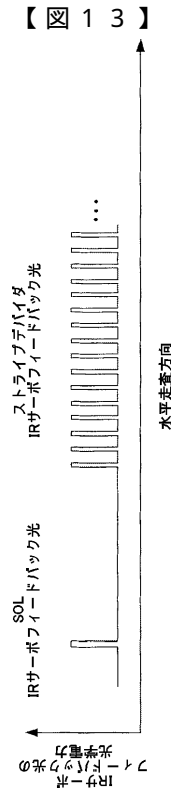
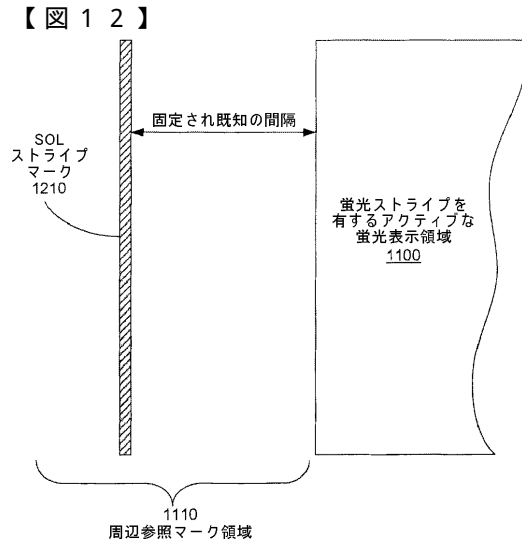


【 図 1 0 】

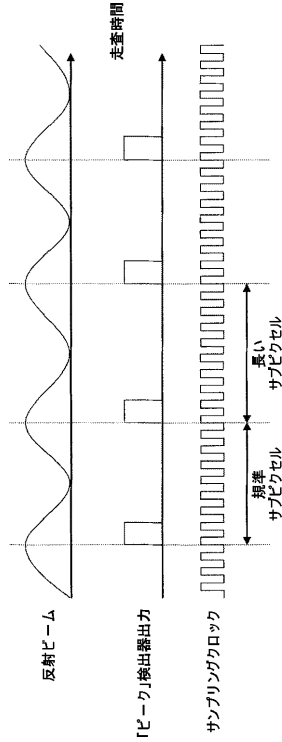


【 図 1 1 】

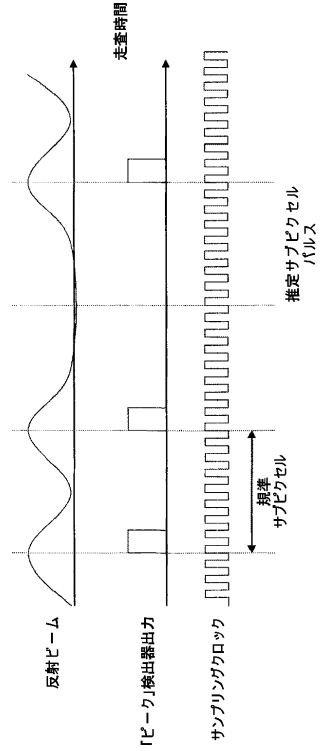




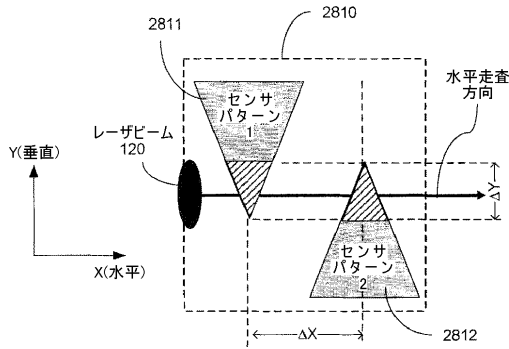
【図16】



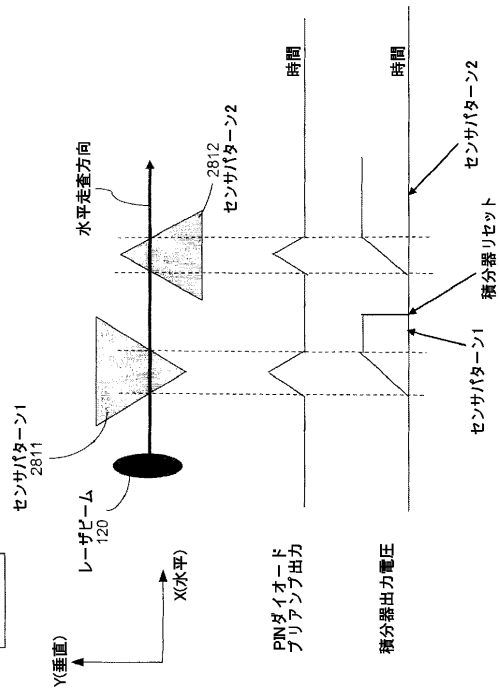
【図17】



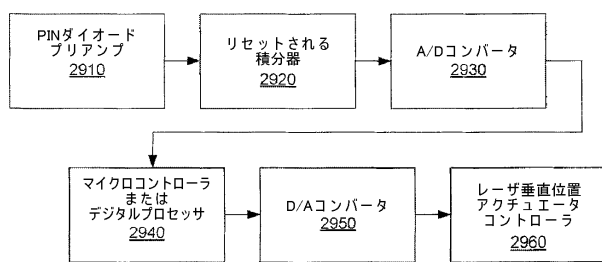
【図18A】



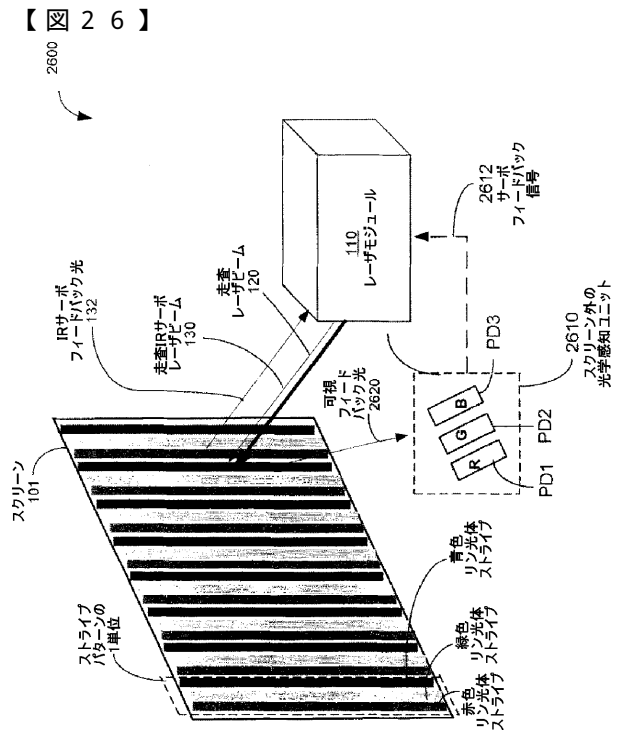
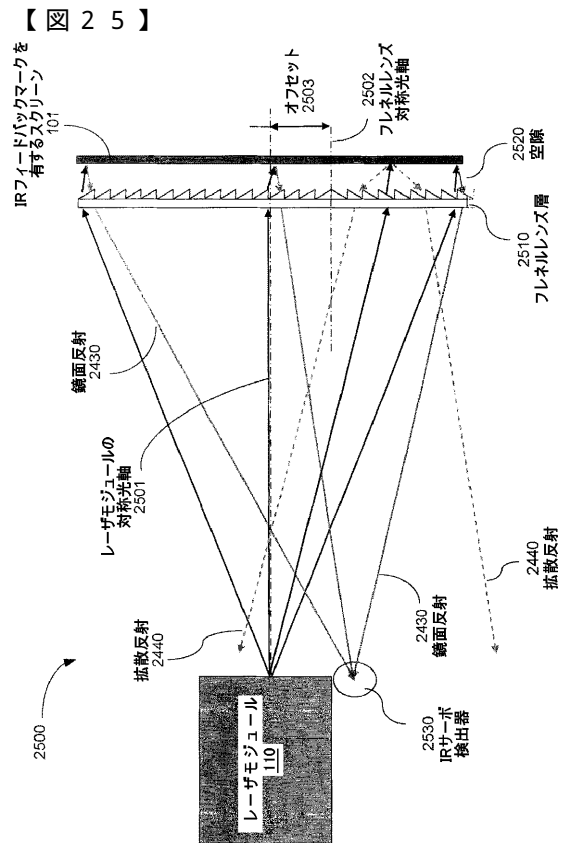
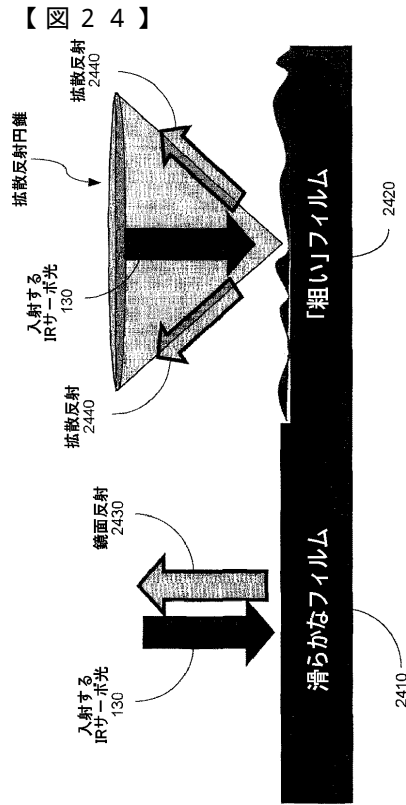
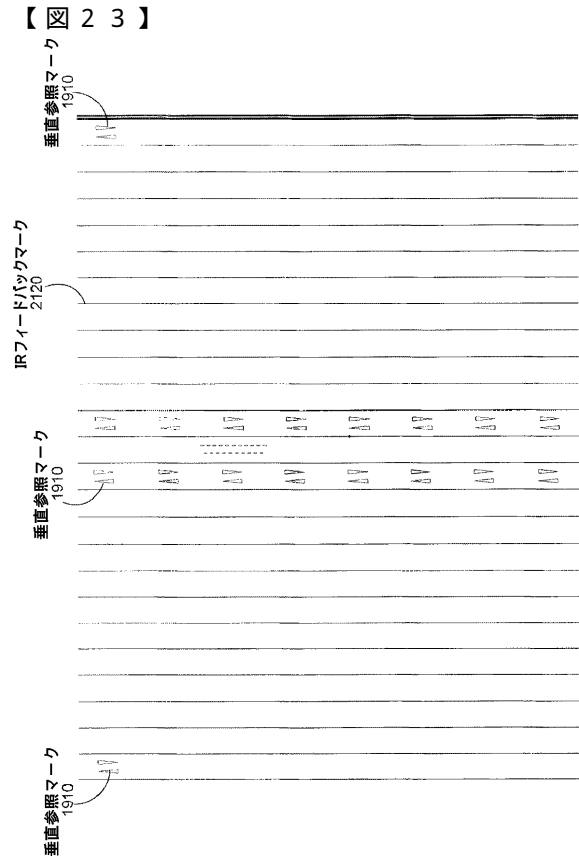
【図18C】



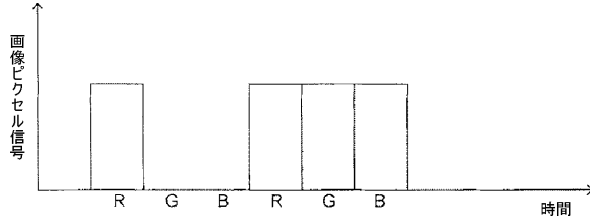
【図18B】



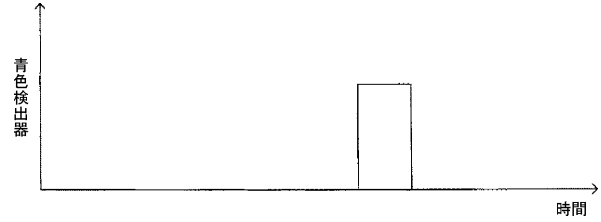
位置エラー電圧=(センサパターン1 - センサパターン2) / (センサパターン1 + センサパターン2)



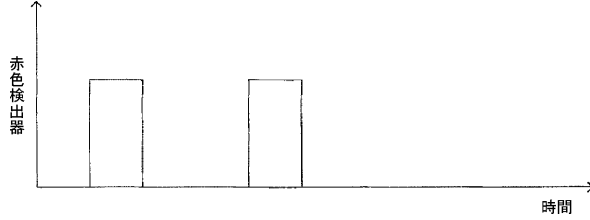
【図 27 A】



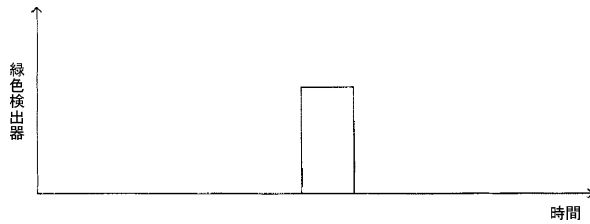
【図 27 D】



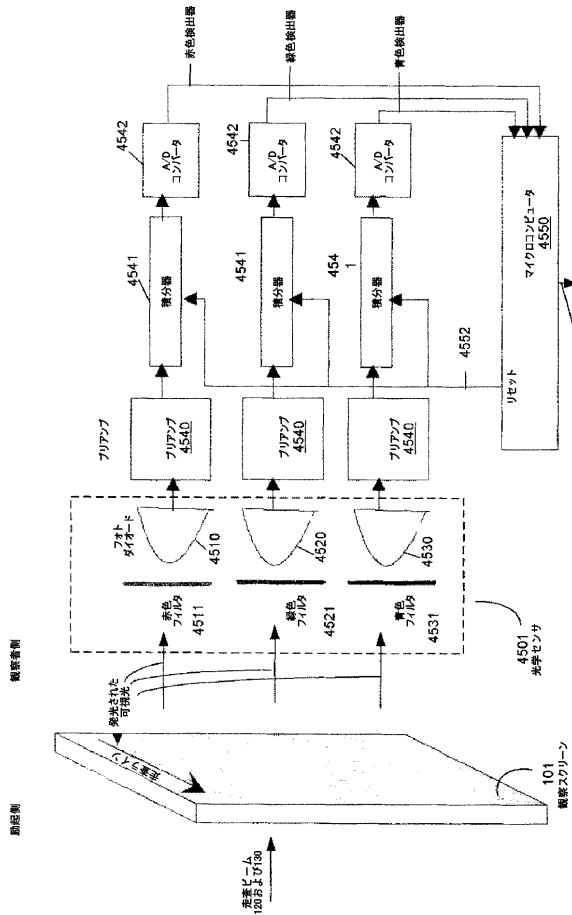
【図 27 B】



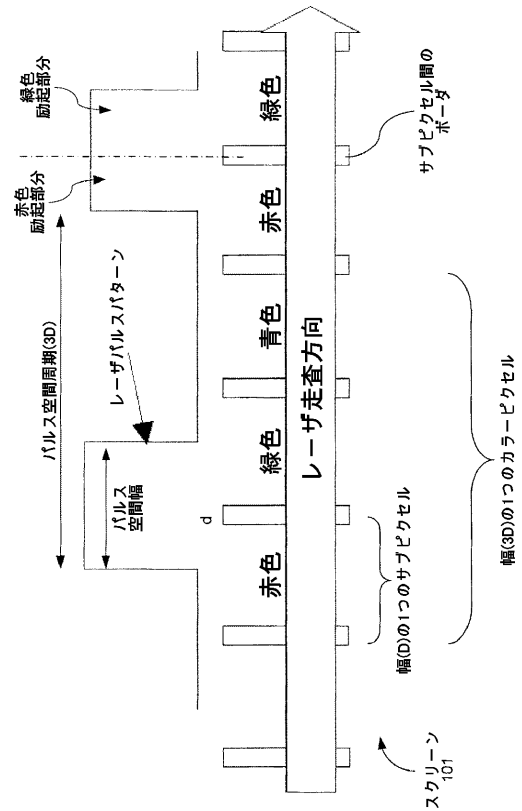
【図 27 C】



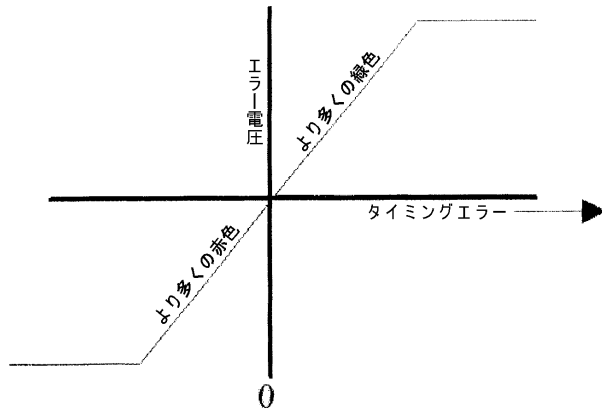
【図 28】



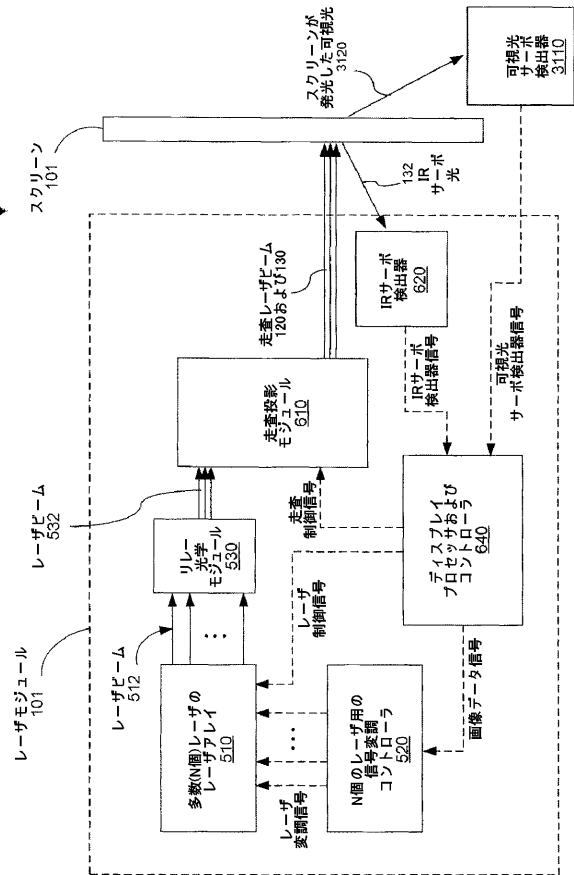
【図 29】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 27/18 (2006.01) G 0 3 B 21/14 Z
 G 0 2 B 27/18 Z

(72)発明者 バトラー、クリストファー ジェイ .
 アメリカ合衆国、9 5 1 3 4 カリフォルニア州、サンノゼ スイート 1 1 0、ベYTEック ド
 ライブ 1 8 0 スプドニック インコーポレイテッド内

(72)発明者 ケント、デーヴィッド エル .
 アメリカ合衆国、9 5 1 3 4 カリフォルニア州、サンノゼ スイート 1 1 0、ベYTEック ド
 ライブ 1 8 0 スプドニック インコーポレイテッド内

(72)発明者 カルズニー、ミハイル
 アメリカ合衆国、9 5 1 3 4 カリフォルニア州、サンノゼ スイート 1 1 0、ベYTEック ド
 ライブ 1 8 0 スプドニック インコーポレイテッド内

審査官 井口 猶二

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 2 9 2 0 1 (J P , A)
 特表 2 0 0 8 - 5 3 8 1 4 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 6 / 1 0 7 7 2 0 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 9 G 3 / 0 2
 G 0 2 B 2 6 / 1 0
 G 0 2 B 2 7 / 1 8
 G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 0
 G 0 3 B 2 1 / 6 0