

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4244321号
(P4244321)

(45) 発行日 平成21年3月25日(2009.3.25)

(24) 登録日 平成21年1月16日(2009.1.16)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 27/28	(2006.01) G02B 27/28
G02B 27/02	(2006.01) G02B 27/02
G02B 27/22	(2006.01) G02B 27/22
G02B 27/26	(2006.01) G02B 27/26
HO4N 13/04	(2006.01) HO4N 13/04

請求項の数 101 (全 79 頁)

(21) 出願番号	特願2003-520203 (P2003-520203)
(86) (22) 出願日	平成14年7月31日 (2002.7.31)
(65) 公表番号	特表2004-538529 (P2004-538529A)
(43) 公表日	平成16年12月24日 (2004.12.24)
(86) 國際出願番号	PCT/GB2002/003513
(87) 國際公開番号	W02003/015424
(87) 國際公開日	平成15年2月20日 (2003.2.20)
審査請求日	平成17年7月22日 (2005.7.22)
(31) 優先権主張番号	0119176.6
(32) 優先日	平成13年8月6日 (2001.8.6)
(33) 優先権主張国	英國 (GB)

(73) 特許権者	504011210 エーユー オプトロニクス コーポレイシ ョン AU Opttronics Corp. 台灣 シンチュー, サイエンス-ペイスト インダストリアル パーク, リーシン ロード 2, ナンバー 1
(74) 代理人	100110423 弁理士 曽我 道治
(74) 代理人	100084010 弁理士 古川 秀利
(74) 代理人	100094695 弁理士 鈴木 憲七
(74) 代理人	100111648 弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光切り替え装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空間光変調器と直列に配置された部材を備えて指向性表示装置に使用される光方向切り替え装置であって、

第1の偏光成分の光を通過させる第1の偏光モードと、第2の偏光成分の光を通過させる第2の偏光モードとの間で切り替え可能な切り替え可能偏光子と、

動作の際に、前記第1の偏光成分の光を第1の指向性分布に導き、前記第2の偏光成分の光を前記第1の指向性分布とは異なる第2の指向性分布に導くような複屈折特性を有する複屈折マイクロレンズのアレイと

を備え、

前記切り替え可能偏光子および前記複屈折マイクロレンズのアレイは、直列に配置され、空間光変調器と直列に配置された場合、前記切り替え可能偏光子が前記第1の偏光モードに設定されると、この光方向切り替え装置から出力された光が前記第1の偏光成分を有しつつ前記第1の指向性分布に導かれ、前記切り替え可能偏光子が前記第2の偏光モードに設定されると、この光方向切り替え装置から出力された光が前記第2の偏光成分を有しつつ前記第2の指向性分布に導かれるように、配列されることを特徴とする光方向切り替え装置。

【請求項 2】

前記入力光が前記切り替え可能偏光子の前に前記複屈折マイクロレンズのアレイを通過するように構成される、請求項1に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 3】

前記入力光が前記複屈折マイクロレンズのアレイの前に前記切り替え可能偏光子を通過するように構成される、請求項 1 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 4】

前記複屈折マイクロレンズのアレイの複屈折特性は、前記第 1 の偏光成分または前記第 2 の偏光成分のうちの一方に対して、対応する前記第 1 の指向性分布または前記第 2 の指向性分布が入力指向性分布とほぼ同じであるように、前記複屈折マイクロレンズのアレイが光学効果を有さないものである、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 5】

前記切り替え可能偏光子は、前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で機械的に切り替え可能である、請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 6】

前記切り替え可能偏光子は、前記第 1 の偏光モードのための第 1 の偏光子と、前記第 2 の偏光モードのための第 2 の偏光子とを備え、前記第 1 の偏光子および前記第 2 の偏光子が該装置のユーザにより交換され、それにより前記偏光モードの切り替えが行われる、請求項 5 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 7】

前記切り替え可能偏光子が、前記複屈折マイクロレンズのアレイに対してある位置および平面に第 1 の回転配向で配置されて、前記第 1 の偏光モードを提供し、前記複屈折マイクロレンズのアレイに対して同じ位置および平面に第 2 の回転配向で配置されて、前記第 2 の偏光モードを提供することにより、前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で切り替え可能である、請求項 5 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 8】

前記切り替え可能偏光子は直線偏光子であり、前記第 2 の回転配向は、前記切り替え可能偏光子の主平面における前記第 1 の回転配向に対して約 90°である、請求項 7 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 9】

前記切り替え可能偏光子は、前記切り替え可能偏光子の主平面にある軸を中心として該切り替え可能偏光子を前記第 1 の回転配向から 180°回転させることにより、前記第 2 の回転配向が得られるように構成される、請求項 7 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 10】

前記切り替え可能偏光子は、90°偏光回転子と直列の直線偏光子を含み、前記第 1 の回転配向では、該装置を通過する光が前記 90°偏光回転子の前に前記直線偏光子を通過し、それにより前記第 1 の偏光モードを提供し、前記第 2 の回転配向では、該装置を通過する光が前記直線偏光子の前に前記 90°偏光回転子を通過し、それにより前記第 2 の偏光モードを提供する、請求項 9 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 11】

前記切り替え可能偏光子は、前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で電気的に切り替え可能である、請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 12】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、固定直線偏光子、および切り替え可能波長板または切り替え可能偏光回転子を含む、請求項 11 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 13】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、セグメントが前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で選択的に切り替えられる能够性が付与されたものである、請求項 11 または 12 に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、間にギャップを有するセグメント電極を備え、前記電気的に切り替え可能な偏光子の偏光変調材料は、前記セグメント内の前記ギャップ内に配置され、前記第1の偏光モードおよび前記第2の偏光モードのうちの一方に関して前記セグメントと同じ方向に前記ギャップ内で配向される、請求項13に記載の光方向切り替え装置。

【請求項15】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、間にギャップを有する電極セグメントを備え、前記ギャップは、前記電極の電界が前記ギャップ内の偏光変調材料を切り替えるのに十分なほど小さい、請求項13に記載の光方向切り替え装置。

【請求項16】

前記偏光変調材料は、切り替えられた状態間で急激な閾値を有する、請求項15に記載の光方向切り替え装置。

【請求項17】

前記複屈折マイクロレンズのアレイがレンチキュラースクリーンを形成するように各マイクロレンズは円柱形である、請求項1に記載の光方向切り替え装置。

【請求項18】

前記複屈折マイクロレンズのアレイは、レンズ基板、平坦基板、および前記レンズ基板と前記平坦基板との間に挟まれた複屈折材料を備え、前記レンズ基板の材料の屈折率および/または分散はそれぞれ、前記複屈折材料の少なくとも1つの屈折率および/または分散とほぼ同じである、請求項1ないし17のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項19】

前記複屈折マイクロレンズのアレイは、配向手段により配向された複屈折材料を含む、請求項1ないし18のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項20】

前記配向手段は、以下の：

配向膜と、

電界と、

磁界と

の1つまたは複数により設けられる、請求項19に記載の光方向切り替え装置。

【請求項21】

前記配向手段は、以下の：

ラビングしたポリイミド膜と、

光配向膜と、

微細溝表面と

の1つまたは複数により設けられる、少なくとも1つの配向膜を備える、請求項19または20に記載の光方向切り替え装置。

【請求項22】

前記複屈折マイクロレンズのアレイの複屈折材料は液晶を含む、請求項1ないし21のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項23】

前記複屈折マイクロレンズのアレイに含まれる前記液晶は、硬化した高分子ネットワークを含む、請求項22に記載の光方向切り替え装置。

【請求項24】

前記第1の偏光成分または前記第2の偏光成分のうちの一方の光のみが、光方向切り替え装置の外側に実像を形成する、請求項1ないし23のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項25】

平面像を切り替えるようになっており、前記切り替え可能偏光子は、前記平面像の領域にわたって、前記第1の偏光モードまたは前記第2の偏光モードに均一に切り替えられるよう構成される、請求項1ないし24のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

10

20

30

40

50

【請求項 2 6】

前記複屈折マイクロレンズのアレイは、レンズ基板、平坦基板、および前記レンズ基板と前記平坦基板との間に挟まれた液晶層を備え、該液晶層は、前記レンズ基板の前記液晶の配向と、前記平坦基板の前記液晶の配向との間の相対捩れに合わせて配向される、請求項 1 ないし 2 5 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置。

【請求項 2 7】

前記複屈折マイクロレンズのアレイがレンチキュラースクリーンを形成するように各マイクロレンズは円柱形であり、前記レンズ基板の前記液晶は、前記円柱形のマイクロレンズの幾何学的マイクロレンズ軸にほぼ平行に配向される、請求項 2 6 に記載の光方向切り替え装置。

10

【請求項 2 8】

2 次元モードと 3 次元自動立体モードとの間で切り替え可能な表示装置であって、前記 2 次元モードと前記 3 次元モードとの間で切り替えを行うための、請求項 1 ないし 2 7 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 2 9】

第 1 の表示モードと第 2 の表示モードとの間で切り替えを行うための、請求項 1 ないし 2 7 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置を備え、前記第 1 の表示モードでは、異なる画像が、前記第 1 の指向性分布により形成される異なる観察ウィンドウにおいて、異なる目視者に対して表示され、前記第 2 の表示モードでは、同じ画像が前記異なる目視者に対して表示されるように構成されることを特徴とするマルチユーザ表示システム。

20

【請求項 3 0】

所定のユーザの位置または動きを感知するセンサをさらに備え、それにより、前記所定のユーザによる使用を対象としていない観察ウィンドウの画像を前記所定のユーザが見ることを防ぐように制御可能である、請求項 2 9 に記載のマルチユーザ表示システム。

【請求項 3 1】

車両で用いられて、前記第 1 の表示モードにおいて、乗客とは異なる画像が前記車両の運転者に対して表示される、請求項 2 9 または 3 0 に記載のマルチユーザ表示システム。

【請求項 3 2】

交通制御表示システムで用いられて、前記第 1 の表示モードにおいて、異なる画像が異なる車線の運転者に対して表示される、請求項 2 9 に記載のマルチユーザ表示システム。

30

【請求項 3 3】

交通制御表示システムで用いられて、前記第 1 の表示モードにおいて、異なる画像が前記交通制御表示システムから異なる距離にいる運転者に対して表示されることにより、ある車線にいる運転者が、限られた方向の範囲からの像とは異なる像を見るようにされている、請求項 2 9 に記載のマルチユーザ表示システム。

【請求項 3 4】

請求項 1 ないし 2 7 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置を含む輝度エンハンサ (brightness enhancer) を備え、第 1 の輝度モードと第 2 の輝度モードとの間で切り替えられる半透過型表示デバイスであって、前記第 1 の輝度モードにおいて、外部光が前記第 1 の指向性分布に従って、該半透過型表示デバイスの画素の反射部分に導かれるように構成されることを特徴とする半透過型表示デバイス。

40

【請求項 3 5】

請求項 1 ないし 2 7 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置を含む輝度エンハンサを備え、第 1 の輝度モードと第 2 の輝度モードとの間で切り替えられる反射型表示デバイスであって、前記第 1 の輝度モードにおいて、外部光が前記第 1 の指向性分布に従って、該反射型表示デバイスの画素に導かれるように構成されることを特徴とする反射型表示デバイス。

【請求項 3 6】

請求項 1 ないし 2 7 のいずれか一項に記載の光方向切り替え装置の使用方法であって、以下の群のデバイス：

50

2次元モードと3次元自動立体モードとの間で切り替え可能な表示装置と、マルチユーザ表示システムと、前記光方向切り替え装置により切り替え可能な輝度向上を提供する、半透過型表示デバイスと、前記光方向切り替え装置により切り替え可能な輝度向上を提供する、反射型表示デバイスと、のいずれかにおいて、光の複数の指向性分布を切り替え可能に提供することを特徴とする光方向切り替え装置の使用方法。

【請求項37】

空間光変調器から直列に配置された切り替え可能偏光子および複屈折マイクロレンズのアレイを備える光方向切り替え装置に光を入力するステップと、

前記切り替え可能偏光子が前記第1の偏光モードに設定された場合には第1の指向性分布で、前記切り替え可能偏光子が前記第2の偏光モードに設定された場合には前記第1の指向性分布とは異なる第2の指向性分布で、それぞれ前記光方向切り替え装置から光が出力されるように、第1の偏光成分の光を通過させる第1の偏光モードと第2の偏光成分の光を通過させる第2の偏光モードとの間で前記切り替え可能偏光子を切り替えるステップと

を含むことを特徴とする光の方向の切り替え方法。

【請求項38】

前記光方向切り替え装置に光を入力するステップは、光が前記切り替え可能偏光子の前に前記複屈折マイクロレンズのアレイを通過するように行われる、請求項37に記載の方法。

【請求項39】

前記光方向切り替え装置に光を入力するステップは、入力光が前記複屈折マイクロレンズのアレイの前に前記切り替え可能偏光子を通過するように行われる、請求項37に記載の方法。

【請求項40】

前記複屈折マイクロレンズのアレイの複屈折特性は、前記第1の偏光成分または前記第2の偏光成分のうちの一方に対して、対応する前記第1の指向性分布または前記第2の指向性分布が入力指向性分布とほぼ同じであるように、前記複屈折マイクロレンズのアレイが光学効果を有さないものである、請求項37ないし39のいずれか一項に記載の方法。

【請求項41】

前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で機械的に切り替えられる、請求項37ないし40のいずれか一項に記載の方法。

【請求項42】

前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光モードのための第1の偏光子と、前記第2の偏光モードのための第2の偏光子とを備え、前記切り替え可能偏光子を前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で切り替えるステップは、前記第1の偏光子と前記第2の偏光子とを交換することを含む、請求項41に記載の方法。

【請求項43】

前記切り替え可能偏光子を前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で切り替えるステップは、前記切り替え可能偏光子を前記複屈折マイクロレンズのアレイに対してある位置および平面に第1の回転配向で配置して、前記第1の偏光モードを提供すること、および前記切り替え可能偏光子を前記複屈折マイクロレンズのアレイに対して同じ位置および平面に第2の回転配向で配置して、前記第2の偏光モードを提供することを含む、請求項41に記載の方法。

【請求項44】

前記切り替え可能偏光子は、直線偏光子であり、前記第2の回転配向は、前記切り替え可能偏光子の主平面における前記第1の回転配向に対して約90°である、請求項43に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 4 5】

前記切り替え可能偏光子は、前記切り替え可能偏光子の主平面にある軸を中心として該切り替え可能偏光子を前記第1の回転配向から180°回転させることにより、前記第2の回転配向が得られるように構成される、請求項43に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記切り替え可能偏光子は、90°偏光回転子と直列の直線偏光子を含み、前記第1の回転配向では、前記装置を通過する光が前記90°偏光回転子の前に前記直線偏光子を通過し、それにより前記第1の偏光モードを提供し、前記第2の回転配向では、前記装置を通過する光が前記直線偏光子の前に前記90°偏光回転子を通過し、それにより前記第2の偏光モードを提供する、請求項45に記載の方法。

10

【請求項 4 7】

前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で電気的に切り替えられる、請求項37ないし40のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、固定直線偏光子、および切り替え可能波長板または切り替え可能偏光回転子を含む、請求項47に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記電気的に切り替え可能な偏光子はセグメント化され、
さらに、前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間でセグメントを選択的に切り替えることを含む、請求項47または48に記載の方法。

20

【請求項 5 0】

前記第1の偏光成分または前記第2の偏光成分のうちの一方の光のみが、光方向切り替え装置の外側に実像を形成するように前記切り替え可能偏光子を切り替えることを含む、請求項37ないし49のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5 1】

方向が切り替えられる前記光は、平面像を含み、前記切り替え可能偏光子を切り替えるステップは、前記切り替え可能偏光子を前記平面像の領域にわたって均一に切り替えることを含む、請求項37ないし49のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5 2】

画素のアレイを含む空間光変調器と、
前記画素のアレイとアライメントがとられる複屈折マイクロレンズのアレイと、
第1の偏光成分の光を通過させる第1の偏光モードと、第2の偏光成分の光を通過させる第2の偏光モードとの間で切り替え可能な切り替え可能偏光子と
を備え、

30

前記複屈折マイクロレンズは、動作の際に、前記第1の偏光成分の光を第1の指向性分布に導き、前記第2の偏光成分の光を前記第1の指向性分布とは異なる第2の指向性分布に導くような複屈折特性を有し、

前記画素のアレイ、前記複屈折マイクロレンズのアレイ、および前記切り替え可能偏光子は、直列に配置され、動作の際に、前記空間光変調器からの光出力が、前記複屈折マイクロレンズにより導かれて、前記切り替え可能偏光子により選択的に通過され、それにより、この指向性表示装置から方向が変調された出力光を供給するように配列され、該方向が変調された出力光は、前記切り替え可能偏光子が前記第1の偏光モードに設定された場合には第1の指向性分布を有する出力であり、前記切り替え可能偏光子が前記第2の偏光モードに設定された場合には前記第1の指向性分布とは異なる第2の指向性分布を有する出力であることを特徴とする指向性表示装置。

40

【請求項 5 3】

前記空間光変調器は、出力分解偏光子を備え、前記空間光変調器からの光出力が、第1の直線偏光方向を有するように直線偏光されるようにする、請求項52に記載の指向性表示装置。

【請求項 5 4】

50

前記マイクロレンズの複屈折特性は、該マイクロレンズのそれぞれの複屈折光軸が前記第1の直線偏光方向に対して約45°であるように構成され、

前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光成分が前記マイクロレンズのそれぞれの複屈折光軸にほぼ平行であり、前記第2の偏光成分が前記マイクロレンズのそれぞれの複屈折光軸に対して約90°であるように構成され、

前記第1の指向性分布は、前記複屈折マイクロレンズのレンズ機能によりもたらされる分布を含み、前記第2の指向性分布は、前記複屈折マイクロレンズのいかなるレンズ機能も用いずにもたらされる分布を含む、

請求項53に記載の指向性表示装置。

【請求項55】

10

前記空間光変調器は位相変調出力を供給し、前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で切り替えを行うことに加えて、前記位相変調出力の出力偏光分解を行うように構成される、請求項52に記載の指向性表示装置。

【請求項56】

第1の液晶ディスプレイ基板と第2の液晶ディスプレイ基板との間に形成された画素アレイを含む液晶ディスプレイと、

前記第1の液晶ディスプレイ基板の外側表面上に設けられる入力偏光子と、

前記第2の液晶ディスプレイ基板の外側表面と前記切り替え可能偏光子との間に設けられる前記複屈折マイクロレンズのアレイと

を備える、請求項55に記載の指向性表示装置。

【請求項57】

20

前記空間光変調器は液晶デバイスであり、該指向性表示装置は、前記第1の指向性分布または前記第2の指向性分布のためにノーマリブラックモードを提供するように構成され、さらに、前記ノーマリブラックモードの種々の表示色のためのグレースケール補正手段を含む、請求項55または56に記載の指向性表示装置。

【請求項58】

前記空間光変調器は液晶デバイスであり、該指向性表示装置は、前記第1の指向性分布および前記第2の指向性分布のためにノーマリホワイトモードを提供するように構成される、請求項55または56に記載の指向性表示装置。

【請求項59】

30

前記第1の指向性分布および前記第2の指向性分布の両方のための前記ノーマリホワイトモードは、前記空間光変調器の入力偏光子と前記空間光変調器の前記画素アレイとの間に設けられる、切り替え可能な90°偏光回転子により提供される、請求項58に記載の指向性表示装置。

【請求項60】

前記画素アレイは、反射型または半透過型の指向性表示装置を提供するように前記画素平面の反射板を含む、請求項52に記載の指向性表示装置。

【請求項61】

1つまたは複数の外部光源が、前記複屈折マイクロレンズのアレイにより集束されて、それにより、前記指向性分布のうちの1つに関して前記画素平面の反射板に画像が形成されるように構成される、請求項60に記載の指向性表示装置。

【請求項62】

40

反射型指向性表示装置として動作するように構成され、さらに、

前記複屈折マイクロレンズによる外部光源の結像が行われない標準輝度モードと、

外部光源が前記画素に結像される輝度向上モードと

を提供するように構成される、請求項61に記載の指向性表示装置。

【請求項63】

半透過型指向性表示装置として動作するように構成され、さらに、

前記複屈折マイクロレンズによる外部光源の結像が行われず、かつ前記複屈折マイクロレンズによる前記画素の透過部分の結像が行われない標準輝度モードと、

50

外部光源が前記画素の反射部分に結像されるか、または前記画素の透過部分が、修正された指向性分布で結像される輝度向上モードと

を提供するように構成される、請求項 6 1 に記載の指向性表示装置。

【請求項 6 4】

スイートスポットインジケータをさらに備える、請求項 5 2 ないし 6 3 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項 6 5】

前記スイートスポットインジケータおよびディスプレイ領域は、互いに分離され、共通のバックライト機構から入力光を受け取るように構成される、請求項 6 4 に記載の指向性表示装置。

10

【請求項 6 6】

前記スイートスポットインジケータは、さらなるマイクロレンズアレイおよびマスクを備え、前記さらなるマイクロレンズアレイおよび前記マスクは、前記さらなるマイクロレンズアレイの交互に位置するマイクロレンズからの光を覆い隠すようにアライメントがとられる、請求項 6 4 または 6 5 に記載の指向性表示装置。

【請求項 6 7】

前記スイートスポットインジケータは、前記複屈折マイクロレンズのアレイを用い、さらに、該アレイの交互に位置するマイクロレンズを遮蔽するマスクを備える、請求項 6 4 または 6 5 に記載の指向性表示装置。

【請求項 6 8】

前記入力光が前記切り替え可能偏光子の前に前記複屈折マイクロレンズのアレイを通過するように構成される、請求項 5 2 に記載の指向性表示装置。

20

【請求項 6 9】

前記入力光が前記複屈折マイクロレンズのアレイの前に前記切り替え可能偏光子を通過するように構成される、請求項 5 2 に記載の指向性表示装置。

【請求項 7 0】

前記複屈折レンズの複屈折特性は、前記第 1 の偏光成分または前記第 2 の偏光成分のうちの一方に対して、対応する前記第 1 の指向性分布または前記第 2 の指向性分布が入力指向性分布とほぼ同じであるように、前記複屈折マイクロレンズが光学効果を有さないものである、請求項 5 2 ないし 6 9 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

30

【請求項 7 1】

前記切り替え可能偏光子は、前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で機械的に切り替え可能である、請求項 5 2 ないし 7 0 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項 7 2】

前記切り替え可能偏光子は、前記第 1 の偏光モードのための第 1 の偏光子と、前記第 2 の偏光モードのための第 2 の偏光子とを備え、前記第 1 の偏光子および前記第 2 の偏光子が該装置のユーザにより交換され、それにより前記偏光モードの切り替えが行われる、請求項 7 1 に記載の指向性表示装置。

【請求項 7 3】

前記切り替え可能偏光子が、前記複屈折マイクロレンズに対してある位置および平面に第 1 の回転配向で配置されて、前記第 1 の偏光モードを提供し、前記複屈折マイクロレンズに対して同じ位置および平面に第 2 の回転配向で配置されて、前記第 2 の偏光モードを提供することにより、前記第 1 の偏光モードと前記第 2 の偏光モードとの間で切り替え可能である、請求項 7 1 に記載の指向性表示装置。

40

【請求項 7 4】

前記切り替え可能偏光子は、直線偏光子であり、前記第 2 の回転配向は、前記切り替え可能偏光子の主平面における前記第 1 の回転配向に対して約 90°である、請求項 7 3 に記載の指向性表示装置。

【請求項 7 5】

50

前記切り替え可能偏光子は、前記切り替え可能偏光子の前記主平面にある軸を中心として該切り替え可能偏光子を前記第1の回転配向から180°回転させることにより、前記第2の回転配向が得られるように構成される、請求項73に記載の指向性表示装置。

【請求項76】

前記切り替え可能偏光子は、90°偏光回転子と直列の直線偏光子を含み、前記第1の回転配向では、該装置を通過する光が前記90°偏光回転子の前に前記直線偏光子を通過し、それにより前記第1の偏光モードを提供し、前記第2の回転配向では、該装置を通過する光が前記直線偏光子の前に前記90°偏光回転子を通過し、それにより前記第2の偏光モードを提供する、請求項75に記載の指向性表示装置。

【請求項77】

前記切り替え可能偏光子は、前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で電気的に切り替え可能である、請求項52ないし70のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項78】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、固定直線偏光子、および切り替え可能波長板または切り替え可能偏光回転子を含む、請求項77に記載の指向性表示装置。

【請求項79】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、セグメントが前記第1の偏光モードと前記第2の偏光モードとの間で選択的に切り替えられることができるようにセグメント化される、請求項77または78に記載の指向性表示装置。

【請求項80】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、間にギャップを有するセグメント電極を備え、前記電気的に切り替え可能な偏光子の偏光変調材料は、前記セグメントの前記ギャップ内に配置され、前記第1の偏光モードおよび前記第2の偏光モードのうちの一方に関して前記セグメントと同じ方向に前記ギャップ内で配向される、請求項79に記載の指向性表示装置。

【請求項81】

前記電気的に切り替え可能な偏光子は、間にギャップを有する電極セグメントを備え、前記ギャップは、前記電極の電界が前記ギャップ内の偏光変調材料を切り替えるのに十分なほど小さい、請求項79に記載の指向性表示装置。

【請求項82】

前記偏光変調材料は、切り替えられた状態間で急激な閾値を有する、請求項81に記載の指向性表示装置。

【請求項83】

前記マイクロレンズは、前記複屈折マイクロレンズのアレイがレンチキュラースクリーンを形成するように円柱形である、請求項52ないし82のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項84】

前記複屈折マイクロレンズのアレイは、レンズ基板、平坦基板、および前記レンズ基板と前記平坦基板との間に挟まれた複屈折材料を備え、前記レンズ基板の材料の屈折率および/または分散はそれぞれ、前記複屈折材料の少なくとも1つの屈折率および/または分散とほぼ同じである、請求項52ないし83のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項85】

前記複屈折マイクロレンズは、配向手段により配向された複屈折材料からなる、請求項52ないし84のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項86】

前記配向手段は、以下の：

配向膜と、

電界と、

磁界と

10

20

30

40

50

の1つまたは複数により設けられる、請求項85に記載の指向性表示装置。

【請求項87】

前記配向手段は、以下の：

ラビングしたポリイミド膜と、
光配向膜と、
微細溝表面と

の1つまたは複数により設けられる、少なくとも1つの配向膜を備える、請求項85または86に記載の指向性表示装置。

【請求項88】

前記複屈折マイクロレンズの複屈折材料は液晶を含む、請求項52ないし87のいずれか一項に記載の指向性表示装置。 10

【請求項89】

前記複屈折マイクロレンズに含まれる前記液晶は、硬化した高分子ネットワークを含む、請求項88に記載の指向性表示装置。

【請求項90】

前記第1の偏光モードでは前記複屈折マイクロレンズが光出力に光学効果を与えることにより、前記第1の指向性分布が観察平面に複数の観察ウィンドウを形成する出力光を提供して、第1の画素群からの光が1つの観察ウィンドウにあり、残りの画素からなる第2の画素群からの光が別の観察ウィンドウにあるようにし、それにより、前記第1の画素群および前記第2の複数の画素それぞれを用いて異なる画像を形成することによって、異なる観察ウィンドウに異なる画像を供給し。 20

前記第2の偏光モードでは前記複屈折マイクロレンズが光出力に光学効果を与えないことにより、前記第2の指向性分布が個別の観察ウィンドウを提供しないように、構成される、請求項52ないし89のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項91】

前記観察平面の前記観察ウィンドウは、前記第1の偏光モードで、異なる画像が目視者の異なる眼に供給されることにより自動立体3D画像を供給するように構成され、それにより、2Dモードと自動立体3Dモードとの間で切り替え可能な装置を提供する、請求項90に記載の指向性表示装置。

【請求項92】

前記観察平面の前記観察ウィンドウは、前記第1の偏光モードで、異なる画像が異なる目視者に供給されるように構成され、それにより、異なる画像を異なるユーザに示すモードと、同じ画像を異なるユーザに示すモードとの間で切り替え可能な装置を提供する、請求項90に記載の指向性表示装置。 30

【請求項93】

所定のユーザの位置または動きを感知するセンサをさらに備え、それにより、表示システムが、前記所定のユーザによる使用を対象としていない観察ウィンドウの画像を前記所定のユーザが見ることを防ぐように制御可能である、請求項92に記載の指向性表示装置。

【請求項94】

車両で用いられて、異なる画像を異なるユーザに示すモードにおいて、乗客とは異なる画像が前記車両の運転者に対して表示される、請求項92または93に記載の指向性表示装置。 40

【請求項95】

交通制御表示システムで用いられて、異なる画像を異なるユーザに示すモードにおいて、異なる画像が異なる車線の運転者に対して表示される、請求項92に記載の指向性表示装置。

【請求項96】

交通制御表示システムで用いられて、異なる画像を異なるユーザに示すモードにおいて、異なる画像が前記交通制御表示システムから異なる距離にいる運転者に対して表示され 50

ることにより、ある車線にいる運転者が、限られた方向の範囲からの像とは異なる像を見るようにされている、請求項 9 2 に記載の指向性表示装置。

【請求項 9 7】

前記第 1 の偏光成分または前記第 2 の偏光成分のうちの一方の光のみが、ウィンドウ平面に実像を形成する、請求項 5 2 ないし 9 6 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項 9 8】

前記切り替え可能偏光子は、前記画素のうちの 2 つ以上に相当する領域で均一に切り替えられるように構成される、請求項 5 2 ないし 9 7 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項 9 9】

前記複屈折マイクロレンズのアレイは、レンズ基板、平坦基板、および前記レンズ基板と前記平坦基板との間に挟まれた液晶層を備え、該液晶層は、前記レンズ基板の前記液晶の配向と、前記平坦基板の前記液晶の配向との間の相対捩れに合わせて配向される、請求項 5 2 ないし 9 8 のいずれか一項に記載の指向性表示装置。

【請求項 1 0 0】

前記相対捩れは、前記空間光変調器の出力偏光を前記平坦基板における前記液晶の配向とアライメントをとるものである、請求項 9 9 に記載の指向性表示装置。

【請求項 1 0 1】

前記複屈折マイクロレンズのアレイがレンチキュラースクリーンを形成するように各マイクロレンズは円柱形であり、前記レンズ基板の前記液晶は、前記円柱形のマイクロレンズの幾何学的マイクロレンズ軸にほぼ平行に配向される、請求項 9 9 または 1 0 0 に記載の指向性表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の第 1 の態様は、光切り替えプロセスおよび装置に関する。かかる装置は、切り替え可能な 2 次元 (2D) / 3 次元 (3D) 自動立体 (autostereoscopic) 表示装置において、切り替え可能な高輝度反射型表示システムのために、マルチユーザ表示システムのために、指向性照明システムのために、または光ファイバ信号切り替えシステムのために、用いることができる。かかるシステムは、コンピュータのモニタ、遠隔通信用ハンドセット、デジタルカメラ、ラップトップおよびデスクトップコンピュータ、ゲーム装置、自動車用および他のモバイル表示アプリケーション、ならびに遠隔通信切り替えアプリケーションにおいて用いることができる。

【0 0 0 2】

本発明の第 2 の態様は、半透過反射型表示装置に関する。かかる装置は、高輝度反射型表示システムにおいて用いることができる。かかるシステムは、コンピュータのモニタ、遠隔通信用ハンドセット、デジタルカメラ、ラップトップおよびデスクトップコンピュータ、ゲーム装置、自動車用および他のモバイル表示アプリケーション、ならびに遠隔通信切り替えアプリケーションにおいて用いることができる。

【0 0 0 3】

3D ディスプレイ

通常の人間の視覚は立体的であり、すなわち、それぞれの眼がわずかに異なる世界像 (image of the world) を見ている。脳が 2 つの像 (ステレオペアと呼ばれる) を融合することにより、奥行き (depth) の感覚を与える。3 次元立体ディスプレイは、実世界のシーンを見ている場合に見られるであろう像に対応する別個のほぼ平坦な像を、それぞれの眼に対して再現する。すると脳は再びステレオペアを融合して、像の奥行きが見えるようになる。

【0 0 0 4】

図 1 a は、ディスプレイ平面 1 の表示面の平面図を示す。右眼 2 は、ディスプレイ平面上の右眼相同像点 (homologous image point) 3 を見ており、左眼 4 は、ディスプレイ平

10

20

30

40

50

面上の左眼相同像点 5 を見ており、それにより、スクリーン平面の後方にユーザが認識する見かけ上の像点 6 が生成される。

【 0 0 0 5 】

図 1 b は、ディスプレイ平面 1 の表示面の平面図を示す。右眼 2 は、ディスプレイ平面上の右眼相同像点 7 を見ており、左眼 4 は、ディスプレイ平面上の左眼相同像点 8 を見ており、それにより、スクリーン平面の前方に見かけ上の像点 9 が生成される。

【 0 0 0 6 】

図 1 c は、左眼画像 10 および右眼画像 11 の外観を示す。左眼画像 10 の相同点 5 は、基準線 12 上に位置決めされる。右眼画像 11 の対応する相同点 3 は、基準線 12 に対して異なる相対位置 3 にある。基準線 12 からの点 3 の間隔 13 は、視差 (disparity) と呼ばれ、この場合、スクリーン平面の後方にある点の正の視差 (positive disparity) である。

【 0 0 0 7 】

シーンにおける一般的な点に関して、図 1 a に示すようなステレオペアの各像には対応する点がある。これらの点は相同点と呼ばれる。2つの像の間の相同点の相対間隔は視差と呼ばれ、視差がゼロになる点は、ディスプレイの奥行き面 (depth plane) の点に対応する。図 1 b は、非交差性視差を有する点がディスプレイの後方に現れることを示し、図 1 c は、交差性視差を有する点がディスプレイの前方に現れることを示す。相同点の間隔、観察者までの距離、および観察者の眼間距離の大きさにより、ディスプレイで認識される奥行きの程度が決まる。

【 0 0 0 8 】

立体型ディスプレイは、従来技術において既知であり、ユーザがある種類の視認補助具を装着して、左右の眼に送られるビューを実質的に分離するようにするディスプレイを指す。例えば、視認補助具は、画像が（例えば赤色および緑色に）色分けされるカラーフィルタ、画像が直交偏光状態で符号化される偏光眼鏡、またはビューが眼鏡のシャッタの開放と同期して画像の時間的配列として符号化されるシャッタ眼鏡であってもよい。

【 0 0 0 9 】

自動立体ディスプレイは、観察者が視認補助具を装着しなくても動作する。自動立体ディスプレイでは、図 2 に示すように、空間内の限られた領域からビューのそれぞれを見ることができる。

【 0 0 1 0 】

図 2 a は、パララックス (parallax) 光学素子 17 が取り付けられた表示デバイス 16 を示す。表示デバイスは、右眼チャネルとして右眼画像 18 を生成する。パララックス光学系 17 は、矢印 19 で示される方向に光を導き、ディスプレイの前方の領域に右眼観察ウィンドウ 20 を生成するようにする。観察者は、自身の右眼 22 をウィンドウ 20 の位置に位置付ける。左眼観察ウィンドウ 24 の位置を参照のために示す。観察ウィンドウ 20 は、垂直方向に延びた光学瞳とも呼ばれる。

【 0 0 1 1 】

図 2 b は、左眼光学系を示す。表示デバイス 16 は、左眼チャネルとして左眼画像 26 を生成する。パララックス光学系 17 は、矢印 28 で示される方向に光を導き、ディスプレイの前方の領域に左眼観察ウィンドウ 30 を生成するようにする。観察者は、自身の左眼 32 をウィンドウ 30 の位置に位置付ける。右眼観察ウィンドウ 20 の位置を参照のために示す。

【 0 0 1 2 】

本システムは、ディスプレイと光学的方向制御機構 (optical steering mechanism) とを備える。左画像 26 からの光は、観察ウィンドウ 30 と呼ばれるディスプレイの前方の限られた領域に送られる。眼 32 が観察ウィンドウ 30 の位置に位置付けられている場合、観察者にはディスプレイ 16 の全体にわたって適切な画像 26 が見える。同様に、光学系は、右画像 18 用に意図された光を別個のウィンドウ 20 に送る。観察者が自身の右眼 22 をウィンドウ 20 に位置付けている場合、右眼画像はディスプレイの全体にわたって

10

20

30

40

50

見られる。概して、いずれの画像からの光も、各指向性分布 (directional distribution) に光学的に方向制御された (すなわち、導かれた) ものと考えられてよい。

【0013】

図3は、ウィンドウ平面42に左眼観察ウィンドウ36、37、38および右眼観察ウィンドウ39、40、41を生成する、ディスプレイ平面34における表示デバイス16、17の平面図を示す。ディスプレイからのウィンドウ平面の間隔は、公称視距離43と呼ばれる。ディスプレイに関して中央の位置にあるウィンドウ37、40は、ゼロ番ロープ44にある。ゼロ番ロープ44の右側にあるウィンドウ36、39は、+1番ロープ46にあり、ゼロ番ロープの左側にあるウィンドウ38、41は、-1番ロープ48にある。

10

【0014】

ディスプレイの観察ウィンドウ平面は、横方向の観察自由度が最大となるディスプレイからの距離を表す。図3の平面図に示すように、ウィンドウ平面から離れた地点には、ダイヤモンド形の自動立体観察ゾーンがある。図に見られるように、ディスプレイにわたる点それぞれからの光は、有限幅を有する円錐形で観察ウィンドウに放たれる。円錐の幅は、角度幅として定義されてよい。

【0015】

一対の観察ゾーン、例えば37、40のそれぞれに眼が位置付けられている場合、自動立体画像はディスプレイの全範囲にわたって見える。一次的には、ディスプレイの縦方向の観察自由度は、これらの観察ゾーンの長さにより決まる。

20

【0016】

図4aでは、ディスプレイのウィンドウ平面全体の強度50の変動 (1つの有形形態の光の指向性分布を構成する) を、理想的なウィンドウの場合の位置51に関して示す。右眼ウィンドウ位置の強度分布52は図3のウィンドウ41に対応し、強度分布53はウィンドウ37に対応し、強度分布54はウィンドウ40に対応し、強度分布55はウィンドウ36に対応する。

【0017】

図4bは、より現実的なウィンドウの場合の位置での強度分布を概略的に示す。右眼ウィンドウ位置の強度分布56は図3のウィンドウ41に対応し、強度分布57はウィンドウ37に対応し、強度分布58はウィンドウ40に対応し、強度分布59はウィンドウ36に対応する。

30

【0018】

図4に示すように、画像の分離品質 (quality)、およびディスプレイの横方向および縦方向の観察自由度の大きさは、ウィンドウの品質により決まる。図4aは、理想的な観察ウィンドウを示すが、図4bは、ディスプレイから出力され得る実際の観察ウィンドウの概略図である。ウィンドウ性能が不十分であることにより、いくつかのアーチファクト (artefact) が生じる可能性がある。右眼画像からの光を左眼で見た場合、およびその反対の場合、クロストークが生じる。これは、ユーザにとって視覚的歪みをもたらす可能性がある重要な3D画像劣化のメカニズムである。さらに、ウィンドウの品質が悪いと、観察者の観察自由度が低下することになる。本光学系は、観察ウィンドウの性能を最適化するように設計される。

40

【0019】

パララックスバリアディスプレイ

図5の平面図に示すように、既知のフラットパネル型の自動立体ディスプレイのあるタイプのものは、バックライトと、列および行をなして配列された電子的に調整可能な画素のアレイ (空間光変調器、SLMとして知られている) と、ディスプレイの前部に取り付けられたパララックスバリアとを備える。

【0020】

バックライト60は光出力62を生成し、光出力62はLCD入力偏光子64に入射する。光はTFT-LCD基板66を透過し、LCD画素平面67に列および行をなして配

50

列された画素の反復アレイ (repeating array) に入射する。赤色画素 68、71、73、緑色画素 69、72、75、および青色画素 70、73 はそれぞれ、個別に制御可能な液晶層を構成し、ブラックマスク 76 と呼ばれる不透明マスクの領域により分離される。各画素は、透過領域、すなわち画素開口 78 を含む。画素を通過する光は、LCD 画素平面 74 の液晶材料により位相が変調され、LCD カラーフィルタ基板 80 に配置されたカラーフィルタにより色が変調される。次に、光は出力偏光子 82 を通過し、その後、パララックスバリア 84 およびパララックスバリア基板 86 に到達する。パララックスバリア 84 は、垂直方向に延びた不透明領域により分離された、垂直方向に延びた透過領域のアレイを含み、画素 69 からの光の光線 88 で示されるように、1 つおきの画素列 69、71、73、75 からの光を右眼へと導き、光線 90 で示されるように、その間の列 68、70、72、74 からの光を左眼へと導く役割を果たす（この光方向パターン全体が、光の指向性分布の別の例となる）。観察者には、バリアの開口 92 を照明する、下にある画素からの光が見える。10

【0021】

本明細書では、SLM は、液晶ディスプレイなどの「光弁」デバイスと、エレクトロルミネッセンスディスプレイおよび LED ディスプレイなどの発光型デバイス (emissive devices) との両方を含む。

【0022】

ディスプレイの画素は、ギャップ（通常は液晶ディスプレイ、すなわち LCD のブラックマスクにより画定される）により分離された行および列として配列され、画素列のピッチの 2 倍に近いピッチの垂直方向に延びたスリットのアレイであるパララックスバリアを有する。パララックスバリアは、各画素列からの光を見ることができる角度の範囲を制限し、これにより、ディスプレイの前方の領域に観察ウィンドウを生成する。ディスプレイからの出力円錐の角度は、画素開口の幅および形状と、パララックスバリアの配向 (alignment) および収差とによって決まる。20

【0023】

各画素から観察ウィンドウまで光を方向制御するために、パララックスバリアのピッチは画素アレイのピッチの 2 倍よりもわずかに小さい。この条件は「視点補正」として知られる。このようなディスプレイにおいて、ステレオペア像の各々の水平解像度はベース LCD の半分であり、2 つのビューが生成される。30

【0024】

したがって、奇数列の画素 68、70、72、74 からの光は、左の観察ウィンドウから見ることができ、偶数列の画素 69、71、73、75 からの光は、右の観察ウィンドウから見ることができる。左眼画像データがディスプレイの奇数列に位置付けられ、右眼画像データが偶数列に位置付けられる場合、正確な「正像 (orthoscopic)」位置にいる観察者は、ディスプレイ全体の自動立体 3D 画像を見るために 2 つの画像を融合せねばならない。

【0025】

2 つのビューの間には、左眼のビューのいくらかが右眼で見えるような、またはその反対であるような光の漏れ (light leakage) があるであろう。この漏れは画像のクロストークと呼ばれる。クロストークは、3D ディスプレイを見る際の視覚歪みをもたらす重要なメカニズムであり、それを制御することが 3D ディスプレイの開発の主な原動力である。フラットパネル型の自動立体ディスプレイ（特に、LCD 技術に基づいたもの）では、ウィンドウの性能に対する制限は通常、画素の形状および開口率と光学要素の品質によって決まる。40

【0026】

パララックスバリアタイプのディスプレイでは、スリットの直下にある画素列は、ディスプレイのゼロ番ロープにある第 1 の対のウィンドウに結像される。隣接する画素列もまた、ディスプレイの +1 番および -1 番ロープにある観察ウィンドウに結像される。したがって、図 3 に見られるように、ユーザが正像ゾーンから横方向に外れた場合、不正確な

画像からの光が各眼に送られることになる。右眼が左眼用ビューを見ている場合、またはその反対の場合、その画像は、正確な正像状態と比較して、「擬似像 (pseudoscopic)」と呼ばれる。

【0027】

ディスプレイの横方向の観察自由度を拡大するために、2つ以上の画素列をバリアの各スリットの下に配置することができる。例えば、4つの列の場合、ビューが各ウィンドウごとに変わる4つのウィンドウが形成される。このようなディスプレイでは、観察者が動くと「見回す」ように見ることができる。縦方向の自由度も、このような方法によって増加する。しかしながら、この場合、ディスプレイの解像度はベースパネルの解像度の1/4に制限される。

10

【0028】

パララックスバリアは、ディスプレイの領域から光を遮ることに頼っているため、輝度およびデバイスの効率は通常、元のディスプレイの輝度の約20~40%に低下する。

【0029】

ディスプレイの画素構造に関してバリアのサブピクセル配向許容度の要件があるため、ディスプレイの観察自由度を最適化するために、パララックスバリアが容易に取り外しあり交換されることはない。2Dモードの解像度は半分である。

【0030】

パララックスバリアの光学構成要素

パララックスバリア要素が表示デバイスの前方に位置付けられるようなパララックスバリアディスプレイのあるタイプのものは、T. Okoshiによる「Three Dimensional Imaging Techniques」(Academic Press 1976)に開示されている。

20

【0031】

別のタイプのパララックスバリアディスプレイでは、G. Hamagishi等著「A Display System with 2D/3D compatibility」(Proc. SID 1998 pp915-918)に開示されるように、パララックス素子はディスプレイの後方のスリットとして具現されてよい。このようなディスプレイでは、フレネル回折のアーチファクトが生じ、得ることができる観察ウィンドウの品質が制限されることを示すことができる。

【0032】

別のタイプのパララックスバリアディスプレイでは、米国特許第4,717,949号に開示されるように、パララックス素子は暗い領域が点在している光のラインとして具現されてもよい。このようなディスプレイでは、フレネル回折のアーチファクトが生じ、得ることができる観察ウィンドウの品質が制限されることが示される(G. Woodgate等著「Flat panel autostereoscopic displays - characterisation and enhancement」Proc SPIE, Vol 3957, pp153-164, 2000)。

30

【0033】

レンチキュラーディスプレイ

立体ディスプレイ (stereoscopic displays) で用いるものとして当該技術分野において既知のパララックス光学系 (パララックスバリアを参照) の別のタイプのものは、レンチキュラースクリーンと呼ばれており、これは垂直方向に延びた円柱マイクロレンズのアレイである。本明細書中で用いる「円柱」という用語は、当該技術分野において通常の意味を有し、厳密に球面レンズ形状だけではなく非球面レンズ形状も含む。レンズのピッチは、ここでも視点補正条件に対応する。レンズの曲率は、ウィンドウ平面においてLCD画素の画像を生成するように実質的に設定される。レンズが画素から円錐形の光を集光し、それをウィンドウに分配するため、レンチキュラーディスプレイはベースパネルのフル輝度を有する。

40

【0034】

図6は、従来技術のレンチキュラーディスプレイデバイスの構造を示す。デバイスは、出力偏光子82までは図5に記載したものと同様の構成である。次に、光は、レンチキュラースクリーン基板94と、レンチキュラースクリーン基板92の表面に形成されたレン

50

チキュラースクリーン 9 6 とを通過する。パララックスバリアに関しては、レンチキュラースクリーン 9 4 が、画素 6 9 からの光線 8 8 で示されるように、1 つおきの画素列 6 9 、 7 1 、 7 3 、 7 5 からの光を右眼へと導き、画素 6 8 からの光線 9 0 で示されるように、その間の列 6 8 、 7 0 、 7 2 、 7 4 からの光を左眼へと導くのに役立つ。観察者には、レンチキュラースクリーン 9 6 の個々のレンチクル 9 8 の開口を照明する、下にある画素からの光が見える。取り込まれた光円錐の大きさは、取り込まれた光線 1 0 0 により示される。

【 0 0 3 5 】

レンチキュラーディスプレイは、T. Okoshi著「Three Dimensional Imaging Techniques」(Academic Press, 1976)に記載されている。空間光変調器を用いるあるタイプのレンチキュラーディスプレイは、米国特許第 4,959,641 号に記載されている。米国特許第 4,959,641 号の発明は、空中での (in air) 非切り替えレンチキュラー要素を説明している。

【 0 0 3 6 】

このようなディスプレイでは、レンズ 9 6 およびその付近への反射および散乱によるレンズ表面の望ましくない可視化が生じ、これが画像のコントラストを低下させる可能性がある。反射は、例えばフレネル反射によるものであろう。

【 0 0 3 7 】

観察自由度の拡大

上述のフラットパネルディスプレイの観察自由度は、ディスプレイのウィンドウ構造により制限される。

【 0 0 3 8 】

観察自由度が観察者の位置の測定およびそれに応じたパララックス素子の移動により改善されるディスプレイが、欧州特許第 0 8 2 9 7 4 3 号に記載されている。このような観察者測定装置および機械的作動は、高価かつ複雑である。

【 0 0 3 9 】

ウィンドウの光学構造が変化せず(例えば固定パララックス光学ディスプレイ)、画像データが観察者の測定位置に応じて切り替えられて、観察者がほぼ立体的な画像を維持するようにするディスプレイが、例えば欧州特許第 0 7 2 1 1 3 1 号に記載されている。

【 0 0 4 0 】

正確な観察位置を設定するためのインジケータ

観察者が自身の最適な位置を特定することができるようになるためのインジケータが実装されているディスプレイが、「Proceedings of Third International Display Workshop」(volume 2, November 27-29, 1996 E. Nakayama等著, 1996 International Conference Centre, Kobe, Japan)に記載されている。このようなインジケータは、観察者の縦方向の位置に関する情報も、観察者の横方向の位置に関する正確な情報も与えない。

【 0 0 4 1 】

別のタイプのインジケータ [欧州特許第 0 8 6 0 7 2 8 号] は、イメージディスプレイと、信号ディスプレイと、イメージディスプレイと協働して観察領域の複数の右眼および左眼観察ゾーンを形成する部分、ならびに信号ディスプレイと協働して、観察領域の少なくとも 1 つの第 1 の部分で可視の第 1 の信号画像および観察領域の少なくとも 1 つの第 2 の部分で可視の第 2 の信号画像を形成する第 2 の部分、を有するパララックス光学系を用いる。このようなインジケータは、表示面積の一部を用いるため、有効な画像面積が制限される。これは小さいディスプレイにとって特に不利であるが、それは、インジケータの高さが(ユーザにとっての可視性を維持する)ディスプレイのサイズに合わせられておらず、これに比例して小さいディスプレイのより大きい面積が覆われてしまうからである。さらに、解像度がいくらか損なわれるため、3 D 表示面積が、例えば VGA (640 × 3 × 480 画素)などの標準的な画像面積ではなくなる。

【 0 0 4 2 】

さらに、欧州特許第 0 8 6 0 7 2 8 号では、透過型ディスプレイとともに用いた場合、

10

20

30

40

50

反射された周辺光を用いてインジケータを照明することができない。欧州特許第0860728号はまた、單一部分としてインジケータ部分の輝度を高めるために、ディスプレイのカラーフィルタを交換せねばならないことを教示している。これには、LCD製造プロセスへの変更が必要であり、その結果、ディスプレイの一部が永久に失われることになる可能性がある。

【0043】

2D-3D切り替え可能ディスプレイ

上述のように、空間的に多重化された3D表示を生成するためのパララックス光学系の使用により、各画像の解像度はフル表示解像度のせいぜい半分に制限される。多くの用途でディスプレイは、わずかな時間だけ3Dモードで用いることが意図され、フル解像度でアーチファクトのない2Dモードを有することが必要とされる。

10

【0044】

パララックス光学系の効果が除去されるあるタイプのディスプレイは、Proc.SPIE vol. 1915 Stereoscopic Displays and Applications IV (1993)pp177-186「Developments In Autostereoscopic Technology at Dimension Technologies Inc.」, 1993に開示されている。この場合、切り替え可能ディフューザ素子が、光のラインを形成するために用いられる光学系に配置される。このような切り替え可能ディフューザは、例えば、高分子分散型液晶タイプのものであってよく、これは、材料にわたって印加電圧を適用することにより、分子配列が散乱モードと非散乱モードとの間で切り替わるものである。3Dモードでは、ディフューザはクリアであり、後方パララックスバリア効果 (rear parallax barrier effect) をもたらすために光のラインが生成される。2Dモードでは、ディフューザは散光性であり (scattering)、光のラインが消滅し (washed out)、均一光源の効果がもたらされる。このように、ディスプレイの出力は実質的に均等拡散 (Lambertian) であり、ウィンドウが消滅する。すると、観察者にはディスプレイがフル解像度の2Dディスプレイとして見える。このようなディスプレイでは、3Dモードでフレネル回折アーチファクトが生じ、またディフューザのクリアな状態で望ましくない残留散乱が生じ、これがディスプレイのクロストークを増加させる。したがって、このようなディスプレイは高レベルの視覚的歪みを示す可能性が高い。

20

【0045】

別のタイプの切り替え可能2D-3Dディスプレイ [例えば、欧州特許第0833183号] では、第2のLCDがディスプレイの前部に配置されて、パララックス光学系としての役割を果たす。第1のモードでは、パララックスLCDはクリアであるため、ウィンドウが形成されず、画像は2Dで見られる。第2のモードでは、パララックスバリアのスリットを生成するようにデバイスが切り替えられる。次に、出力ウィンドウが形成され、画像が3Dに見える。このようなディスプレイは、2つのLCD素子の使用によりコストおよび複雑性が増すとともに、輝度が低下するか、または消費電力が増す。反射モードの3D表示システムで用いる場合、パララックスバリアは、光をディスプレイに入る途中およびディスプレイから出る途中の両方でパララックスバリアの遮断領域により減衰するために、非常に低い輝度をもたらす。

30

【0046】

別のタイプの切り替え可能2D-3Dディスプレイ [欧州特許第0829744号] では、パララックスバリアは、半波長リターダ素子 (half-wave retarder elements) のパターン化されたアレイを含む。リターダ素子のパターンは、パララックスバリア素子のバリアスリットおよび吸収領域のパターンに対応する。3D動作モードでは、偏光子がディスプレイに加えられることにより、パターン化されたリターダのスリットを通る光が検査 (analyze) される。このようにして吸収パララックスバリアが生成される。2D動作モードでは、2D動作モードにはいかなる偏光特性も関与しないため、偏光子は完全に取り外される。したがって、ディスプレイの出力はフル解像度およびフル輝度である。1つの欠点は、このようなディスプレイはパララックスバリア技術を用いるため、3D動作モードではおそらく20~30%の輝度に制限されることである。また、ディスプレイは、バ

40

50

リアの開口からの回折により制限される観察自由度およびクロストークを有することになる。

【0047】

光の方向を切り替えるために、電気的に切り替え可能な複屈折レンズを設けることが知られている。このようなレンズを用いて、ディスプレイを2D動作モードと3D動作モードとの間で切り替えることが知られている。

【0048】

例えば、電気的に切り替え可能な複屈折液晶マイクロレンズが、European Optical Society Topical Meetings Digest Series: 13, 15-16 May 1997 L. G. Commander等著、「Electrode designs for tuneable microlenses」(pp48-58)に記載されている。

10

【0049】

別のタイプの切り替え可能2D-3Dディスプレイ[米国特許第6,069,650号、WO98/21620]では、液晶材料で充填されたレンチキュラースクリーンを含む切り替え可能マイクロレンズが、レンチキュラースクリーンの光パワーを変えるために用いられる。

【0050】

液晶フレネルレンズを含む3Dディスプレイが、S. Suyam等著「3D Display System with Dual Frequency Liquid Crystal Varifocal Lens」、SID 97 DIGEST pp273-276に記載されている。

20

【0051】

例えばより多くの光を蓄える際にバリアではなくレンズを用いることが有利であり得るが、切り替え可能レンズを含む上述の2D-3Dディスプレイは、いくつかの欠点を有する。例えば、Commander等による参考文献の電気的に切り替え可能な複屈折液晶マイクロレンズの場合、マイクロレンズの光学特性は、切り替えられていない残りの液晶および隣接するマイクロレンズのカスプ付近で生じるディスクリネーションにより制限される。

【0052】

液晶材料の温度による屈折率の変動は、レンズの焦点距離が変わることを意味する。したがって、このようなディスプレイは、温度制御しなければ、限られた動作温度範囲を有することになる。さらに、レンズの表面には電極材料が堆積されることが必要である。このことにより、2D動作モードおよび3D動作モードの両方での画像のコントラストを低下させる散乱反射が生じる。特にレンズ側の配向特性は、素子の寿命の間は、時間、温度、および物理的応力に対して維持される必要がある。

30

【0053】

別の例として、米国特許第6,069,650号およびWO98/21620に開示されるディスプレイの場合、マイクロレンズの光学性能は、上述のように、レンチキュラースクリーンの切り替えられていない領域のために制限されるであろう。したがって、2Dにいくらかのレンズ機能が残っており、これがウィンドウ平面にいくらかの強度変化をもたらす可能性があり、同様に、3Dモードにいくらかの非レンズ機能が残っており、これがディスプレイのクロストークを増加させる可能性がある。

【0054】

40

2Dディスプレイに関する複屈折レンズ

様々な無関係な用途のために、ディスプレイにおいて複屈折レンズを用いることは知られており、その用途としては例えば以下のものが挙げられる。

【0055】

LCDプロジェクタの用途のための複屈折マイクロレンズが、公開特許英文抄録(Patent Abstracts of Japan)の特開平11-271744に記載されている。当該システムの入力照明構造を図7に示す。ディレクタ方向104を有する複屈折マイクロレンズ102のアレイが、液晶層106と、赤色データ画素110、緑色データ画素112、および青色データ画素114を含む反射画素108のアレイとの上に配置される。ディスプレイは、赤色画素には第1の方向116から、緑色画素には第2の方向118から、青色画素

50

には第3の方向120から照明される。照明偏光方向124は、等方性材料126に浸漬されたレンズの異常光屈折率104に平行である。

【0056】

特開平11-271744の単色画素の照明を図8に示す。偏光状態124を有する入力光線118とほぼ同一方向に向いた入力照明円錐が、レンズ102により画素112上に集束される。光はLCD層106により変調され、画素112により反射されて、それにより、入力偏光状態124と直交する偏光成分128を有するようになる。出力光線130が生成されて、固定ビームスプリッティング構成要素(図示せず)および投影レンズ(図示せず)により集光され、投影スクリーン(図示せず)に向けられる。

【0057】

複屈折マイクロレンズのアレイを備えたLCDパネルは、赤色、緑色、青色の光からなる直線偏光された別個の円錐により照明される。複屈折レンズを取り巻く材料は、複屈折材料の遅相軸とほぼ同じ屈折率を有する。レンズの材料の複屈折の進相軸は、レンズを通る入力直線偏光が分解される(the lens is analyzed by the input linear polarization)ように構成される。したがって、レンズの動作により、緑色光は緑色画素に、赤色光は赤色画素に、青色光は青色画素に送られる。反射の際には、投影スクリーンに送られるのに有効な光は直交偏光状態である。この出力偏光状態は、屈折率が整合した複屈折マイクロレンズの遅相軸に一致する(see)ため、レンズを通る光は分解されない。このように、ディスプレイの出力はマイクロレンズの開口による光量低下を受けず(not vignette d)、デバイスからの光の完全な円錐が、投影レンズにより集光され得る。このようなデバイスは、単一の反射型LCDパネルから効率的に光を照射および集光して、低コストおよび高輝度の投影システムをもたらすことができる。このようなデバイスは、指向性表示システムでは用いられず、複屈折レンズが切り替え可能である結果でもない。

【0058】

指向性表示システム

異なる画像が異なる方向から見られ、インタラクティブな画像可視化の経験を可能にする指向性ディスプレイが、当該技術分野において既知である。例えば、プリントされたレンチキュラースクリーンが、2つの異なる広告画像を種々の方向に表示するために用いられる。

【0059】

光ファイバ液晶スイッチ

別個のレンズ、液晶層、および偏光ビームスプリッティング構成要素を用いる液晶光ファイバスイッチが、当該技術分野において既知である。例えば、「Liquid crystal technology implementation for optical switching」(Andrew Leuzinger, Integrated Communications Design-Electronics Design Magazine 4 March 2001)は、入力光ファイバと出力ファイバとの間の結合効率の制御を可能にする液晶光ファイバ切り替えシステムについて記載している。

【0060】

反射型ディスプレイ

反射型ディスプレイは当該技術分野において既知である。

【0061】

第1の種類のディスプレイ(反射により動作する透過型ディスプレイ)では、反射層が透過層の後方に配置される。ディスプレイに当たる周辺光は、反射層により反射されてディスプレイを再び通過し観察者へ向かう。このようなディスプレイでは、ディスプレイを2度通過することにより輝度が低下し、反射層からの非効率的な拡散が生じる。

【0062】

一種の半透過型ディスプレイとしても知られている、第2の種類のディスプレイ(反射により動作するバックライト透過型ディスプレイ)では、透過型ディスプレイの後部にある反射層は、さらなる光源および光導波路、例えば、1つまたは複数の発光ダイオードまたは蛍光灯を有する。薄暗い環境では、ディスプレイの輝度を高めるために光源のスイッ

10

20

30

40

50

チが入れられる。光源の使用により、ディスプレイの消費電力が増す。

【0063】

第3の種類のディスプレイ（反射型ディスプレイ）は、例えば、「Influence of rough surface upon optical characteristics of reflective LCD with a polarizer」（Y. Itoh et al, pp. 221-224, SID Digest 1998）に記載されている。ディスプレイの構造内の、実質的に画素平面のところに、反射層が組み込まれる。反射板（reflector）は、入射光の拡散をもたらすように粗面を含み得る。あるいは、ディフューザがディスプレイの前面に組み込まれてもよい。反射板に孔を設けて、一種の半透過型ディスプレイとなるようにバックライトからの光を透過できるようにしてもよい。あるいは、フロントライトを設けて、パネルの前部に配置された補助光源から照明を与えるようにしてもよい。このようなディスプレイは、周辺光源の使用効率を高めるため、光損失の増大がカラーフィルタに伴うようなカラー反射型ディスプレイで用いるのに特に適している。

【0064】

反射により動作する透過型およびバックライト透過型ディスプレイの輝度を高める装置が、「Volume Holographic Components for Display Applications」（T. J. Trout et al, pp.202-205 Society for Information Display (SID) Digest 2000）に記載されている。体積反射型ホログラム（volume reflection hologram）が反射型ディスプレイの後部に配置され、反射型ディスプレイは、別個の方向の入射光を鏡面反射の方向へ導く。カラー反射型ディスプレイを提供するために、LCD内に3つの個別のホログラフィック要素が設けられるが、これは複雑で高価な構造となる。集束および色分離（color splitting）ホログラム要素もまた、投影システムとして示されている。ホログラムは、オフアクシスの入射白色光源を、赤色、緑色、および青色の画素それぞれに集束させる役割を果たす。平面反射要素は、光を反射して投影レンズに向けて戻し、ホログラフィックレンズは反射光に実質的な影響を与えない。このようなディスプレイは、狭い照明角度範囲でしか機能しないため、直接観察システムで用いるのには適さない。

【0065】

反射により動作する透過型およびバックライト透過型ディスプレイならびに反射型ディスプレイの輝度を高める別の装置は、「Multidirectional Asymmetrical Microlens-array light control films for high performance reflective liquid crystal displays」（Yi-Pai Huang et al, SID Digest 2002）に記載されている。周辺光源からの光をLCDパネルの平面反射板へと集束および偏光する、構造化されたレンズアレイが設けられる。レンズは、反射板からの戻り経路でさらに偏向を加え、出力光が鏡面反射から分離されるようにする。このような装置は、本発明と比較して以下のような欠点を有する。

レンズ素子からの限られた光出力円錐の制限により、最適な観察ゾーンが横方向および縦方向の両方で非常に狭い。

切り替え可能輝度モードを示さない。

この引例の教示は、観察者までの観察ゾーンのサイズを拡大するために水平方向および垂直方向の集束力（focussing power）をレンズに組み込むことにより、反射される円錐を拡大するための、ディフューザの使用から離れている。

水平方向および垂直方向の集束を行いつつ、モアレ効果をなくすために、この構造は10 μm未満のフィーチャサイズを有するものとして示されている。このことにより、レンズ構造からの偏向が生じ、反射面のスポットが著しく広がり、輝度の向上が減る。

集束および偏向機能を得るために、非対称マイクロレンズの使用が必要である。このようなレンズは、必要な機能を得るために切子面から形成される。切子面は、非レンズ面における全内部反射、回折、および屈折により、望ましくない画像アーチファクトおよび光損失をもたらす。

【0066】

本発明の第1の態様によると、

固定（すなわち受動）複屈折レンズと、

再構成可能（すなわち切り替え可能あるいは可変）偏光子であって、

10

20

30

40

50

第1のモードにおいて、複屈折レンズの複屈折光軸に平行に進む光を透過するように構成され、かつ

第2のモードにおいて、複屈折レンズの複屈折光軸と直交して進む光を透過するように構成される

ようにアライメントがとられる再構成可能（または切り替え可能あるいは可変）偏光子とを備える光切り替え装置が提供される。

【0067】

あるいは、本発明の第1の態様によると、

画素のアレイを含む偏光出力空間光変調器と、

マイクロレンズアレイを含むパララックス光学系であって、マイクロレンズアレイが固定複屈折レンズアレイを含む（マイクロレンズがレンチキュラースクリーンであり得る場合）、パララックス光学系と、
10

偏光修正デバイス（polarisation modifying device）であって、

第1のモードにおいて、分解された出力偏光状態が光パワーを有するマイクロレンズ表面の第1の屈折率段差（step）に直面し、かつ

第2のモードにおいて、分解された出力偏光状態がマイクロレンズの光パワーを有する表面の第1の屈折率段差とは異なる第2の屈折率段差に直面する

ようにマイクロレンズアレイからの出力偏光を分解するように構成される、偏光修正デバイスと

を備える指向性表示装置が提供される。
20

【0068】

本発明の第1の態様では、以下の特徴が特定の利点のために任意に加えられ得る。

【0069】

偏光出力空間光変調器は、

位相変調空間光変調器と、

強度変調空間光変調器および偏光子と、

反射型ディスプレイと、

半透過型ディスプレイと

のいずれか1つを備える。

【0070】

パララックス光学系は、空間光変調器の各画素とアライメントがとられる。
30

【0071】

固定複屈折レンズは、光パワー規定表面の表面上にアライメントがとられた複屈折材料で形成される（また、光パワー規定表面は、非複屈折（等方性）光学材料上に形成され得る）。

【0072】

第1の屈折率段差は、実質的にゼロである〔分解された出力偏光に関する複屈折材料の屈折率は、光パワー規定表面材料の屈折率とほぼ一致する〕（ディスプレイに配置された画像はフル解像度の2D画像とすることができる）。

【0073】

第2の屈折率段差は、得られるレンズが実質的にディスプレイのウィンドウ平面において画素開口の画像を形成するように、実質的にゼロではない（ディスプレイに配置された画像はインターレースされたステレオ画像ペアでもよい。ディスプレイに配置された画像は、マルチビューアディスプレイでの各観察者用のインターレースされたビューの組み合わせでもよい）。

【0074】

偏光修正デバイス（PMD）（または偏光分解デバイス）は、電気的に再構成可能である。偏光修正デバイスは、切り替え可能な90°偏光回転子とすることができます。その場合、90°回転子は、導波機能を有することができ、電極間に配置された、アライメントがとられたツイステッドネマチック液晶材料を用いることができる。90°回転子は半波
40
50

長板機能を有し得る。その場合、半波長板は、波長板の複屈折光軸が電圧の印加により調整することができる、電極間に配置された均一な複屈折液晶層であってもよい。さらなる色補償波長板デバイスを組み込んでもよい。

【0075】

PMDはセグメント化され得る。その場合、セグメント間のギャップは、3D動作モードにおける電極の下の領域と同じ位相シフトを与えるように構成され得る。

【0076】

PMDは、2つのモード間で手動で再構成可能とすることができます。

偏光修正デバイスは、ある向きでは、分解された偏光がレンズが分解されている（光パワーを有する）ようなものであり、第2の向きでは、レンズの屈折率が整合している（実質的に光パワーを有さない）ように構成され得る。10

PMDは、直線偏光子を含み得る。

PMDは、直線偏光子および均一な半波長板を含み得る。

【0077】

固定直線出力偏光を有するディスプレイでは、複屈折マイクロレンズアレイは、ディスプレイの出力偏光子の後に配置され、複屈折マイクロレンズの複屈折光軸が45°で表示デバイスの出力偏光とアライメントがとられる。

【0078】

第1のモードでは、分解された出力偏光は、+45°または-45°で表示デバイスの出力偏光とアライメントをとることができます。20

【0079】

第2のモードでは、出力偏光は、+45°または-45°のもう一方で表示デバイスの出力偏光とアライメントをとることができます。

【0080】

複屈折マイクロレンズ出力は、位相変調空間光変調器の位相変調層と分解偏光子（analysing polariser）との間に配置され得る。

【0081】

複屈折マイクロレンズの複屈折光軸は、フルオン状態（full-on state）で動作している場合、0°または90°で位相変調SLMの出力偏光状態とアライメントがとられる。

【0082】

第1の動作モードでは、出力偏光子は、フルオン状態の場合、ディスプレイの出力偏光に平行または直交するように構成してもよい。

【0083】

第2の動作モードでは、出力偏光子は、フルオン状態の場合、ディスプレイの出力偏光に直交または平行するように構成してもよい。

【0084】

フルオン状態の場合に出力偏光がディスプレイの出力偏光に直交する動作モードでは、ディスプレイの電気的応答は、適切なグレースケール出力を与えるように調節することができます。

【0085】

位相変調SLMは、透過型液晶ディスプレイであってもよい。

【0086】

ディスプレイが視野角補正フィルムを有する場合、複屈折マイクロレンズは、視野角補正フィルムと分解偏光子との間に配置されてもよい。

【0087】

位相変調SLMは、反射型液晶ディスプレイとすることができます。

【0088】

ディスプレイがコントラストおよび輝度補正フィルムを有する場合、複屈折マイクロレンズは、補正フィルムと出力偏光子との間に配置される。

【0089】

10

20

30

40

50

位相変調 SLM は、半透過型液晶ディスプレイとすることもできる。

【0090】

半透過型ディスプレイの画素構造は、反射型および透過型の動作モードでほぼ同じ光学性能を与えるように構成される。

【0091】

LCD のグレースケール反応が通常はノーマリブラックまたはノーマリホワイトの動作モードに応じて用いられるように補正される、グレースケール補正装置を用いることができる。その場合、

ノーマリブラック動作モードでは、赤色、緑色、および青色のチャネルごとに別個の補正を用いることができ、かつ／または

動作モードは、出力偏光子モード位置検出器および適宜適用されるグレースケール補正により検出されてもよい。

【0092】

複屈折マイクロレンズの複屈折材料光軸の配向は、平面基板における基板にほぼ平行であり、かつ微細構造基板にほぼ平行であり得る。その場合、

平面基板と微細構造基板の相対配向は平行であってもよく、または平面基板と微細構造基板の相対配向は非平行であってもよく、

平面基板と微細構造基板の相対配向は、平面基板から微細構造基板まで進む光の偏光の平面に偏光回転を与えるように設定され、この相対配向は、微細構造表面の配向方向が円筒形マイクロレンズの幾何学的マイクロレンズ軸に平行であり得るような構成とすることができます。この回転は 45° であり得るか、または複屈折マイクロレンズの複屈折材料光軸の配向は、平面基板の基板にほぼ垂直であり、かつ微細構造基板にほぼ平行であり得る。

【0093】

複屈折レンズの配向機構は、

配向膜 (alignment layer) であって、

各基板の表面に膜が付加されてもよく、その場合、

膜はさらにラビング処理され得るか、

膜はさらに光配向処理され得るか、

膜はさらに斜方蒸着された材料であり得るか、または

膜が複製微細構造の一部として形成されてもよく、その場合、

膜は高周波数回折格子であってもよい、かつ／または

マイクロレンズおよび配向構造は、単一の複製ステップで複製されてもよく、

このような配向膜か、

電界か、または

磁界

のうちの少なくとも 1 つによるものであってよい。

【0094】

微細構造表面は、マイクロレンズのアレイから形成されてもよく、マイクロレンズは、円筒形であってもよく、

光パワー形成表面の屈折率が複屈折材料の常光線屈折率および異常光屈折率のうちの低い方の値に一致する場合、負レンズのアレイであってもよく、

光パワー形成表面の屈折率が複屈折材料の常光線屈折率および異常光屈折率のうちの高い方の値に一致する場合、正レンズのアレイであってもよく、

光学表面に形成されたさらなる微細構造の配向膜を有してもよい。

【0095】

レンチキュラーレンズのベストフォーカスは、画素の平面とは異なる平面に実質的に位置付けて、画像の画素の平面における観察者の眼の瞳孔の光学像のサイズが液晶層の間隔のサイズよりも大きいようにすることができます。

【0096】

10

20

30

40

50

ディスプレイに対して移動している観察者の測定位置を追跡するために、マイクロレンズがディスプレイの画像の画素に対して横方向に移動する、観察者追跡システムをさらに実施することができる。

【0097】

スイートスポットインジケータをさらに実施することができ、これは、

バックライトユニットであって、

バックライトは光源およびディフューザ機構を含んでもよく、

バックライトは拡散鏡を含んでもよく、かつ／または

バックライトはディスプレイ用のバックライティングシステムの一部を構成してもよい、

10

このようなバックライトユニットと、

ウィンドウ生成マスクと、

表示領域のウィンドウ平面にウィンドウ生成マスクの画像を形成するように構成されたマイクロレンズアレイを含む、パララックス光学系であって、

マイクロレンズアレイは、関連する3Dディスプレイで用いられるものとほぼ同じ複屈折材料を含んでもよく、

マイクロレンズアレイは、複屈折材料の屈折率の異常光成分 (extraordinary component) とほぼ同じ屈折率および分散を有する非複屈折材料を含んでもよく、

マスクは、1つおきのマイクロレンズからの透過光をさえぎるように構成される、パララックス光学系とを備えることができる。

20

【0098】

切り替え可能な半透過型または反射型ディスプレイであって、

バックライト (半透過型ディスプレイ用) と、

画素のアレイを含む反射型または半透過型ディスプレイと、

他の態様で説明したような、行状に配列された受動複屈折マイクロレンズのアレイであって、

行のピッチは、ディスプレイの画素の垂直方向のピッチとほぼ同じであり、

第1のモードにおいて、レンズは、ディスプレイの画素平面を公称観察者平面に実質的に結像するように構成される

受動複屈折マイクロレンズのアレイと、

30

偏光修正素子であって、

規定された観察位置の輝度を高めた第1のモードと、

標準的な輝度特性を有する第2のモードと

の間でディスプレイの出力を切り替えるように構成される偏光修正素子とを備える切り替え可能な半透過型または反射型ディスプレイ。

【0099】

自動立体ディスプレイは、観察平面におけるウィンドウのサイズが観察者の公称眼間距離と実質的に同じであるように構成され得る。

【0100】

マルチビューアディスプレイは、観察平面におけるウィンドウのサイズが観察者の眼間距離よりも大きいように構成されてもよい。

40

【0101】

さらなる態様では、本発明は、

光ファイバ切り替えシステムであって、

複屈折レンズと、

偏光修正デバイスであって、

第1のモードにおいて、光が出力光ファイバの光受入円錐 (optical acceptance cone) に実質的に結像されるように、ある屈折率段差で光パワーを有する表面 (optically powered surface) に入射する偏光状態を分解するように、かつ

第2のモードにおいて、光が出力光ファイバの光受入円錐から実質的に離れて結像さ

50

れるように、異なる屈折率段差で入射する偏光状態を分解するように構成される偏光修正デバイスと、を備える光ファイバ切り替えシステムを提供する。

【0102】

したがって、種々の態様で、本発明は特に、光切り替え機構であって、少なくとも1つの受動複屈折レンズ素子と、少なくとも1つの別個の偏光修正素子とを備え、当該偏光修正素子は、指向性モードと無指向性モードとの間で切り替え可能であることにより、

1つの動作モードでは、肉眼で見ることができるフルカラーの3Dステレオ画像を、また第2の動作モードでは、フル解像度の2D画像を適宜提供する、自動立体表示手段を提供するようにされる、光切り替え機構を提供する。

10

【0103】

切り替え可能な高輝度半透過反射型表示システムであって、第1のモードでは、実質的に無指向性の輝度性能を示すことができ、第2のモードでは、実質的に指向性の輝度性能を示すことができる、切り替え可能な高輝度半透過反射型表示システム。

マルチビューア表示手段であって、1つの動作モードでは、1つのフルカラー2D画像を1人の観察者に、かつ少なくとも第2の別の2D画像を少なくとも第2の観察者に、第2の動作モードでは、全観察者により見られるフル解像度の2D画像を、適宜提供することができる、マルチビューア表示手段。

【0104】

光入力を入力光ファイバから出力光ファイバへ切り替えることが可能な光ファイバ切り替えシステム。

20

【0105】

本発明の第1の態様の種々の特徴は、以下の利点を単独で、または任意の組み合わせで提供する。

【0106】

本発明は、高品質で、低レベルの画像クロストークしか伴わず、高輝度を有する自動立体3D画像およびフル解像度の2D画像の生成を可能にする。

30

【0107】

本発明はまた、2Dモードと、(異なり得る)画像を広範囲に及ぶ方向から異なる目視者が見ることができるモードとの間で切り替えられ得る、指向性マルチビューアディスプレイの生成を可能にする。

【0108】

固定複屈折マイクロレンズのアレイをパララックス素子として配列することにより、レンズの機能が、デバイスの出力偏光の制御によって調整され得る。

【0109】

電圧が液晶材料にわたって印加されると形成されるかまたは変化し得る、液晶層と複屈折マイクロレンズの湾曲表面との間の界面に伴うアーチファクト(ディスクリネーションを含むがそれに限定されない)が回避される。したがって、ディスプレイの画質は、2Dおよび3D構成の両方に最適化される。複屈折マイクロレンズの複雑性は、電気アドレス層(または電極)またはアドレス回路を有さないことにより最小になる。

40

【0110】

ガラスよりも堆積中の温度耐性が弱いマイクロレンズの湾曲高分子構造に透明導電性電極を堆積することは必要ではない。さらに、電極層からの反射損失(例えばフレネル反射)および吸収損失がなくなる。

【0111】

微細構造の物理的形態から生じる液晶にわたる種々の電界に対処する必要がない。

【0112】

受動素子の配向条件は、製造プロセス中にのみ維持されればよいが、従来技術の電気的に切り替え可能な複屈折マイクロレンズは、ディスプレイの寿命の間および様々な動作条件にわたって配向の完全性を維持する必要がある。

50

【0113】

本発明は、複屈折マイクロレンズにおける硬化した液晶高分子タイプの材料の使用を可能にする。これにより、複屈折材料の複屈折特性を製造時にほぼ一定にすることができる。従来技術の切り替え可能マイクロレンズデバイスで必要とされるネマチック相液晶材料の、温度に伴う液晶複屈折の変化は、電気的に切り替えられるレンズの光学特性が温度に伴って変化することを意味する。これは、生成されたウィンドウの光学品質も温度に伴って変化することを示す。したがって、従来技術のデバイスの動作温度は、電気的に切り替え可能なマイクロレンズデバイスによって異なるため、屈折率整合状態 (index matching condition) が必要であるモード (2Dモード) および高性能ウィンドウが必要であるモード (3Dモード) の性能は異なるであろう。これにより、従来技術のディスプレイの動作は、温度が変化するとその最適動作状態から離れてしまう。

10

【0114】

本発明の態様では、用いられ得る固体高分子材料は、電気的に切り替え可能なレンズに必要なネマチック相 (未硬化) 材料よりも広範囲の動作温度にわたって、最適な動作条件を維持するであろう。これは、環境的に厳しい用途、例えば自動車の用途において特に重要であり得る。

【0115】

マイクロレンズがガラス基板内にあるように配列することにより、レンズの表面からの反射を最小にすることでき、出力表面 (平坦であり得る) に反射防止コーティングを施すことができる。

20

【0116】

複屈折マイクロレンズがディスプレイの出力偏光子の後に配置される構成では、ディスプレイの2Dおよび3Dモードの輝度がほぼ同じとなり、ディスプレイのコントラスト視野角性能がほぼ同じとなる。

【0117】

複屈折マイクロレンズがSLMの位相変調層とディスプレイの出力偏光子との間に配置される構成では、

輝度はベースディスプレイと同じであり、

輝度は2Dおよび3Dモードの両方で同じであり、

3Dディスプレイの消費電力を、このモードの2Dディスプレイの消費電力と同じにすることができる。

30

視距離を、デバイスの対向基板内にレンズを組み込むことにより短縮することができる。内部マイクロレンズを有するデバイスの製造は、既知の材料および製造プロセスを用いて行うことができる。

【0118】

切り替え回転機能偏光修正デバイス (半波長板など) は、手動で再構成可能であり、これにより、システムのさらなるコストおよび複雑性が最小となる。

【0119】

単一のSLM・複屈折マイクロレンズの組み合わせを、機械的切り替え特性または電気的切り替え特性を有する製品に用いることにより、在庫を減らすことができる。最終製品の構成は、統いて取り付けられる偏光修正デバイス構成要素の選択により決まる。

40

【0120】

従来技術と比較した電気的切り替え構造のさらなる利点は、能動素子が商業的に実績のある技法により製造され得ることである。薄く平坦な基板は、低電圧を用いることができるることを意味する。標準的な液晶スペーシング技法を用いることもできる。これは、例えばマイクロレンズのフォームファクタをカバーするために用いられるような厚い液晶層に関しては当てはまらない。

【0121】

本発明の電気的に切り替え可能な波長板は、強誘電性液晶などのネマチック液晶または双安定デバイスから構成され得るため、モード間で切り替える際以外は、付加的な消費電

50

力を必要としない。

【0122】

切り替え素子は、ディスプレイ上で同時に同じ輝度の2Dおよび3Dゾーンを可能にするようにセグメント化され得る。

【0123】

当該技術は、透過型、反射型、および半透過型の液晶ディスプレイならびに発光型ディスプレイを含む、広範囲に及ぶ空間光変調器に適用することができる。

【0124】

このようなディスプレイは、ディスプレイに関するパララックス光学系の高精度のアライメントと比較して、比較的低い精度の出力に対する偏光子のアライメントしか必要としない。したがって、高精度のアライメントはディスプレイの製造中に固定されるが、低精度のアライメントは手動で行うことができ、わずか1自由度のアライメント (one degree of freedom of alignment) が必要なだけである。そのため、ユーザがディスプレイを再構成するための物理的機構は、2D動作モードと3D動作モードとの間の変換のためにパララックス光学系がディスプレイ表面に対して着脱される場合よりも、複雑性およびコストが少ない。

10

【0125】

基板内のレンチキュラーレンズの使用は、レンズ表面からのフレネル反射が空中の素子と比較して実質的に少なくなることを意味する。これは、素子が低レベルの散乱を有し、反射防止コーティングがデバイスの平外面 (plane outer surface) に適宜施され得ることを意味する。さらに、高屈折率のインジウムスズ酸化物 (ITO) 層からの反射が (電気的に切り替え可能なレンズの場合のように) 存在しないため、ディスプレイにおける素子自体の可視性が減るであろう。

20

【0126】

スイートスポットインジケータは、ディスプレイとほぼ同じ光学特性を有するように構成され得るが、ディスプレイのいかなる範囲も用いる必要がない。したがって、このようなディスプレイは、ディスプレイの範囲が制限されるハンドヘルドディスプレイに特に適している。

【0127】

ディスプレイの観察自由度は、観察者追跡機能を加えることによって高めることができ、この機能は、移動している観察者の測定位置と同期して複屈折マイクロレンズを移動させること、または観察者の測定位置に合わせて提示する画像を調整することによって実施することができる。

30

【0128】

高輝度の半透過型または反射型ディスプレイは、有利には、ディスプレイの反射板材料により規定される実質的に無指向性の特性を有する第1のモードを有し、第2のモードでは、ディスプレイの輝度が規定の角度範囲から高くなるような指向性輝度特性を有する。このようなディスプレイは、フルカラーで機能し、反射型動作モードおよび透過型動作モードの両方の輝度を高めるために用いられ得る。モード間の切り替えは、電気的に切り替え可能な偏光回転子により達成され得る。

40

【0129】

マルチビューアディスプレイは、1つの動作モードでは全目視者が同じ画像を見ることができ、第2の動作モードでは異なる目視者がディスプレイの複数の同時使用を可能にするように異なる画像を見ることができるように構成され得る。

【0130】

これは、各観察者が同じディスプレイユニットから自らが好む選択画像を見ることを可能にすることにより、1つの環境で必要なディスプレイおよびディスプレイドライバの数を減らすことができる。

【0131】

このようなディスプレイは、自動車のディスプレイ、現金自動預払機ディスプレイ、お

50

および航空機内エンターテイメント用のシートバックディスプレイ (seat-back aviation entertainment displays) などのシステムに特に適し得る。

【0132】

本発明を用いた光ファイバ切り替えシステムは、限られた数の構成要素を用いた切り替え技術を生み出すことを可能にし、それによりコストおよび複雑性が減少する。

【0133】

本発明の第2の態様によると、直視反射型光学表示装置であって、像平面に外部光源の像のアレイを形成することが可能なレンズのアレイと、実質的に上記像平面に設けられて、上記像のアレイを反射する反射板手段と、なお、反射板手段およびレンズのアレイは、上記像のアレイが各像の光をほぼ同じ指向性分布に導くレンズのアレイを介して、上記反射板手段により反射されるように構成され、反射された像の光を変調するように構成された画素のアレイを有する画像表示装置と、を備え、

反射板手段は、画像の有限部分 (finite portion) それぞれが、画像の有限部分それぞれを形成するレンズ開口が像平面に沿って延びる平坦な反射板により結像され得るレンズ開口とは異なるレンズ開口を通して反射されるようにする光偏向反射板である、直視反射型光学表示装置が提供される。

【0134】

あるいは、本発明の第2の態様によると、直視反射型表示光学装置であって、表示装置と、レンズアレイと、光偏向反射板と、を備え、

レンズアレイは、少なくとも1つのモードで、実質的に光偏向反射板の平面に外部光源の像の第1のアレイを形成するように構成され、光偏向反射板は、第1のレンズ開口から第2のレンズ開口へ光線を導くように構成される、直視反射型表示光学装置が提供される。

【0135】

本発明の第2の態様（および任意に本発明の第1の態様）は、画像が実質的に空間光変調器の平面において観察者により見られるディスプレイである、直視型表示装置に関する。これは、空間光変調器からの画像が別個の投影レンズにより拡大される投影表示装置とは対照的である。拡大された画像は、別個の投影スクリーンまたは拡大虚像の平面において観察者により見られる。

【0136】

本発明の第2の態様では、以下の特徴が特定の利点のために加えられ得る。

【0137】

第2のレンズ開口の位置は、レンズアレイの平面にあることが好ましく、第3のレンズ開口から空間的に分離されており、

第3のレンズ開口は、レンズアレイの平面にあり、第1のレンズ開口が実質的に偏向反射板の平面にある平面 (plane surface) により結像され得る位置にある。

【0138】

さらに、装置は、

規定された観察位置の輝度を高めた第1のモードと、

第1のモードとは異なる輝度特性を有する第2のモード

との間で切り替えることができ、

輝度特性は、ベースディスプレイとほぼ同じである。

【0139】

第1のモードと第2のモードとの間の切り替えは、切り替えレンズの焦点距離の制御により行うことができ、

10

20

30

40

50

第1のモードでは、レンズは、実質的に反射板の平面に外部光源の第1の画像を生成するように構成される第1の焦点距離を有し、

第2のモードでは、レンズは、実質的に無限遠で外部光源を結像するように構成される第2の焦点距離を有し、

切り替え機構は、

能動(切り替え)複屈折レンズと、

受動(固定)複屈折レンズおよび偏光分解デバイスと、

によるものである。

【0140】

表示装置は、

反射モードで動作する透過型ディスプレイ、

反射型ディスプレイ、または

半透過型ディスプレイ

とすることができる、表示装置の画像要素は、行および列をなして配列される。

【0141】

偏向反射板は、

平面反射版およびディフューザであって、

ディフューザは、反射板とほぼ同じ平面にあり、

反射板およびディフューザは単一の要素に結合され、

反射板およびディフューザは、反射型ディスプレイの反射板およびディフューザを含むことができる、

平面反射板およびディフューザ、または

反射および拡散の機能を組み合わせるように構成されるホログラムとすることができる。

【0142】

ディフューザは、

水平方向に光を拡散し(レンズアレイは垂直方向の集光をもたらす)、

水平方向および垂直方向に光を拡散し、

反射された光の偏光は実質的に修正されない。

【0143】

反射板は、開口のアレイにより分離された反射板のアレイであってもよく、

反射板のアレイのピッチは、レンズのアレイのピッチとほぼ同じであり、

第1の方向の画像要素のピッチは、実質的に第1の方向の反射板のアレイのピッチの整数倍であり、

第1の方向は垂直方向であり、

反射板は傾斜表面のアレイである。

【0144】

反射板は、偏光感受型反射フィルム(polarization sensitive reflecting film)を備えることができ、

偏光感受型フィルムの偏光軸は、複屈折マイクロレンズの複屈折材料の軸とアライメントがとられる。

【0145】

レンズアレイは、

円柱レンズを含むことができ、

ディスプレイの行に平行に配向されることができ、

2本の軸を中心として非ゼロ曲率を有するレンズを含むことができる。

【0146】

レンズアレイ、ディフューザ、および反射板は、アライメントをとった単一の要素に組み合わせることができ、ディスプレイの後部に配置することができる。

【0147】

10

20

30

40

50

レンズアレイは、ディスプレイの前部に配置することができ、ディフューザおよび反射板は、ディスプレイの後部に配置することができる。

【0148】

したがって、種々の態様で、本発明は、高輝度半透過型および反射型表示システムを提供する。さらに、本発明は、第1のモードでは実質的に指向性の輝度性能を示すことができ、第2のモードでは実質的に無指向性の輝度特性を示すことができる。

【0149】

本発明の第2の態様の種々の特徴は、以下の利点を単独で、または組み合わせて提供される。

【0150】

本発明は、周囲を照明する環境で用いるために反射モードで動作しているディスプレイ上に、高輝度画像を生成することを可能にする。このようなモードは、観察者および光源が適切な位置にある場合、反射型または半透過型表示システムの輝度を実質的に増加させる。

【0151】

本発明は、高輝度観察領域を、周辺光源からの鏡面反射領域から分離することを可能にし、それにより、観察された画像のコントラストが向上する。

【0152】

本発明はまた、例えば十分に照明された環境で用いるために、およびバックライトとともに用いるために高輝度モードをオフにすることができる、切り替え可能ディスプレイを可能にする。

【0153】

本発明は、オールカラーで機能し、単一の構成要素で、限られたカラーバンドに制限されずにこれを達成することができる。本発明では、光学素子をディスプレイのカラーフィルタとアライメントをとらせる必要がないため、コストおよび複雑性が減る。

【0154】

屈折型および反射型の光学構成要素は、体積反射型ホログラムなどの回折光学系の使用と比べて、ディスプレイの出力の均一性を、広範囲に及ぶ可視波長に対して高めることを可能にする。

【0155】

レンズは、システムのコストを削減するために、非切り替え式にされ得る。

【0156】

後部反射レンズおよび反射板構造を含む実施形態では、レンズのピッチはいくつかの構成の画素ピッチと同じに設定する必要がない。これにより、画素ピッチの異なるベースディスプレイパネルとともに、同じ素子を用いることができる。レンズおよび反射板素子は、アライメントがとられた単一の構成要素に統合して、標準的なディスプレイシステムとの整合を簡略化することができる。レンズのピッチを画素ピッチよりも小さくすることにより、モアレ効果を減少させ、デバイスの厚さを抑えることができる。

【0157】

後部反射型偏光フィルムを含む実施形態では、反射素子は、パターン化される必要がないため、パネル画素との高精度のアライメントを必要とせずに、レンズに対して好都合にアライメントがとられてもよい。

【0158】

本発明は、能動複屈折レンズまたは受動（非切り替え）レンズを用いて、システムの光学構成要素の数を減らすことができる。

【0159】

受動複屈折レンズは、他の箇所で説明される利点を有する。

【0160】

反射板が実質的にディスプレイの画素の平面にある実施形態では、レンズ集束作用（lens focusing action）は、パネルへの照明の円錐角を広げる。したがって、必要な拡散特

10

20

30

40

50

性を維持しつつ、修正されていないディスプレイと比べて、平坦でない(bumpy)反射板の表面レリーフのrms値を減らすことが可能であり得る。これは、液晶層の厚さの変動を低減することができ、液晶配向の均一性を増大させることができ、したがって液晶モードのコントラスト特性を向上させることができるという利点を有する。

【0161】

外部素子は、輝度向上素子を可能にするために用いられる場合、予め製造されたディスプレイに有利に嵌められ得る。外部デバイスは、画素の内部に平坦でない反射板を用いず、したがって、液晶モードの選択をデバイスの厚さの変化に影響を受けないものに制限しない。

【0162】

第1の態様による光切り替え装置は、第2の態様によるデバイスのレンズアレイとして用いられ得る。このような組み合わせでは、第1の態様および第2の態様の特徴のいずれもが、ともに組み合わせられ得る。

【0163】

次に、本発明の実施形態を、添付図面を参照して一例として説明する。

【0164】

簡潔するために共通の参照符号が付された共通の要素を用いる種々の実施形態のいくつかとその説明は、繰り返さない。さらに、各実施形態の要素の説明は、他の実施形態の同一の要素および対応する効果を有する要素にも同様に、必要に応じて変更を加えて適用される。また、ディスプレイである実施形態を示す図は、簡単のためにディスプレイのほんの一部を示す。実際、ディスプレイの全体にわたって構成が繰り返されている。

【0165】

図9aは、本発明の第1の例示的な実施形態の光方向切り替え装置(すなわち光指向性分布切り替え装置)を示す。図9aに示すように、光方向切り替え装置は、受動複屈折マイクロレンズと、切り替え可能または可変偏光修正デバイス146(偏光子とも呼ばれ得る)とを備える。この実施形態では、複屈折マイクロレンズは、レンズ基板132に、微細構造表面136が形成された等方性材料134が堆積されることにより提供される。異常光屈折率の方向を規定する規定された複屈折光軸方向140を有する複屈折材料138、すなわち複屈折材料のダイレクタが、微細構造表面136上に配置される。平面(plane surface)144を有するマイクロレンズ対向基板142が、レンズ基板132と平行に配置されて、複屈折材料138のサンドウィッチを形成する。切り替え可能偏光修正デバイス146は、受動複屈折マイクロレンズデバイスの片側に配置される。

【0166】

図9aの実施形態は、本発明の単純な実施形態を表す。本装置は、2つの指向性分布間での光の切り替えを必要とする任意の用途で用いることができる。1つの特に望ましい用途は、液晶表示デバイスなどの表示デバイスとともに、またはその一部として、本装置を用いることである。したがって、以下で説明する実施形態の多くは、そのような表示デバイスの一部に関連した、またはその一部を形成する、光方向切り替え装置のものである。とはいえ、以下の表示デバイスの実施形態のコンテキストで説明される光方向切り替え装置の多くの好ましい特徴は、本発明の光方向切り替え装置、例えば図9aに示す光方向切り替え装置に、単独または任意の組み合わせで、液晶表示デバイス以外の表示デバイスでの使用のために、また実際には表示デバイスまたは表示用途以外のデバイスおよび用途で用いるために、またはそれらとともに用いるものとして、適用することもできることを理解するべきである。さらに、好ましい特徴は、このような他のデバイスまたは用途の構造または動作モードに従って、直接、同様に、または同等に、これらのデバイスまたは用途において実施することができる。

【0167】

図9aに示す装置の動作は、様々なディスプレイ、特に切り替え可能な2D-3Dディスプレイ、および他の用途でのその使用に関して、以下で説明する。概して、図9aの装置を以下の表示用途の実施形態を含むその実際的な用途の大部分で実施する場合、入力光

10

20

30

40

50

が偏光修正デバイス 146（この場合、偏光修正デバイス 146 は、複屈折レンズを通る光に関する偏光分解器として機能する）に到達する前に複屈折マイクロレンズを通過するように装置を構成することが適切である。多くの場合、その理由は、複屈折レンズが、表示デバイスの光変調素子、例えば画素の近くに配置され得るようにするためである。とはいって、図 9 a に示す装置は、光がどのみち装置を通過するように、すなわち、偏光修正デバイスの前に複屈折マイクロレンズを通過するように、または複屈折マイクロレンズの前に偏光修正デバイスを通過するように構成するかまたは用いることができ、これは以下で説明する他の実施形態にも当てはまるこことを理解するべきである。

【0168】

動作の際には、図 9 a の装置は、1 つの偏光構成要素の光により照明されると、レンズが物体の実像を形成するように動作するように構成され得る。物体は、例えば、レンズの近くに配置され得る光源であり得る。光源は、例えば、表示デバイスの画素であり得る。実像は物体に対してレンズの反対側になければならない。実像はウィンドウ平面に位置付けられ得る。ウィンドウ平面は、ほぼ平坦であり得るが、当該技術分野において既知のように、レンズの結像特性に起因する収差により歪められる。

【0169】

第 2 の偏光構成要素の光に関しては、レンズは異なる光学機能を有し得るため、実像はウィンドウ平面に形成されない。第 2 の偏光構成要素の光に関しては、レンズは、実質的に光パワーを有さず、それにより光源からの光線が実質的に修正されないように構成され得る。この場合、物体および像は、レンズの同じ側の略同じ平面にあることになる。したがって、レンズは、この偏光モードでは物体の実像を形成するように動作しない。

【0170】

このような構成は、有利には、レンズの光学特性の切り替えにより、第 1 のモードでは観察ウィンドウが形成されるようにし、第 2 のモードでは観察ウィンドウがないようにすることを可能にする。

【0171】

このような装置は、例えば、画素のアレイを含む空間光変調器がレンズの物体平面に配置される、両眼視差効果を用いた切り替え可能な 2D - 3D ディスプレイで用いられることが有利であり得る。第 1 の（自動立体 3D）偏光モードでは、レンズは、実質的に、表示画素に対してレンズの反対側にあるウィンドウ平面に、表示画素の実像を形成する。実質的にウィンドウ平面に位置付けられる観察者の各眼は、レンズの光学開口において平坦な像を含むステレオ画像ペアのうちの一方を見る。第 2 の（2D）偏光モードでは、レンズは光パワーを実質的に有さないように構成されるため、物体の像は実質的に物体の平面にある。したがって、像はレンズの同じ側にあるため、実像ではない。観察者は両眼で、物体平面の表示画素の平面において同じ平面像を見ることができる。この偏光モードでは、有利には、観察者には空間光変調器のフル画素解像度が見える。

【0172】

このような装置はまた、例えば、画素のアレイを含む空間光変調器がレンズの物体平面に配置される、切り替え可能な高輝度反射型ディスプレイで用いられることが有利であり得る。第 1 の偏光モードでは、レンズは、レンズの反対側の実際のウィンドウ平面に物体を結像する。ウィンドウ平面に位置付けられた観察者は、適切に配置された外部光源の、輝度を高めた像を見る能够である。第 2 のモードでは、像は実質的に物体平面と同じレンズの側にあり、輝度向上は見られない。

【0173】

動作の際には、装置は、切り替え可能偏光子が、例えば 2D - 3D 切り替え装置または切り替え可能な反射型表示輝度向上装置などにおいて、平面像を切り替えるように構成され得るようになっている。観察者は、第 1 の偏光モードでは実質的に表示デバイスのレンズの開口の平面において、第 2 の偏光モードでは表示デバイスの画素の平面において、平面像を見る。ここでは、像とは第 1 の偏光モードのウィンドウ平面における画素の実像を指すのではない。切り替え可能偏光子は、隣接するレンズが同じ偏光モードで動作するよう

10

20

30

40

50

に、均等に切り替えられ得る。これにより、表示された画像の領域と同じ動作モードで見ることが可能になる。したがって、切り替え可能偏光子の複雑性およびコストが有利に低減される。さらに、レンズアレイと切り替え可能偏光子との間隔に制約はない。均一な面積にわたるレンズアレイと切り替え可能偏光子との間の視差はない。

【0174】

図9bは、光方向切り替え装置が、切り替え可能な2D-3D表示デバイスにおいて、またはそれと合体させて用いられる実施形態を示す。図9aに示すタイプの指向性分布切り替えデバイスは、LCDの前面に取り付けられる。バックライト60が、LCD入力偏光子64に入射する光出力62を生成する。光はTFT-LCD基板66を透過して、LCD画素平面67に列および行をなして配列された画素の反復アレイに入射する。赤色画素68、71、74、緑色画素69、72、75、および青色画素70、73はそれぞれ個別に制御可能な液晶層を構成し、ブラックマスク76と呼ばれる不透明マスクの領域により分離される。各画素は、透過領域、すなわち画素開口78を含む。画素を通過する光は、LCD画素平面67の液晶材料により位相が変調され、LCDカラーフィルタ基板80に配置されたカラーフィルタにより色が変調される。次に、光は出力偏光子82を通過し、マイクロレンズ対向(キャリア)基板142、複屈折光軸方向140を有する複屈折マイクロレンズ138、等方性微細構造材料134、およびレンズ基板132を通過する。デバイスの出力に、偏光修正デバイス146が加えられる。本実施形態では、複屈折マイクロレンズは、円柱レンズアレイとして構成される。各レンズは、ディスプレイ全体にわたって一方向に延び、レンズはディスプレイを横切って垂直方向に反復する。バックライト60、LCD64、66、67、80、82、および複屈折マイクロレンズ構造142、138、134、132の組み合わせがまとめられて、ディスプレイ148が形成される。

【0175】

LCDのダイレクタの方向を、図9aおよび後続の図に示す。これは、複屈折材料の複屈折の異常成分の方向を示す。

【0176】

複屈折マイクロレンズは、ディスプレイの出力偏光子と分解偏光子との間に挟まれる。

【0177】

この実施形態の複屈折マイクロレンズは、

その熱膨張が表示基板の熱膨張とほぼ一致するように構成される基板と、

複屈折材料の常光線屈折率とほぼ同じ屈折率を有する非複屈折材料の層と、

非複屈折材料上に形成された微細構造表面と、

微細構造表面の平面にほぼアライメントがとられた均一な複屈折光軸方向を有する複屈折材料と、

を備え、

微細構造は、等方性材料の表面に形成された細長い凹面のアレイの形態を有する。

【0178】

本明細書では、複屈折材料の光軸の方向(ダイレクタ方向、または異常軸方向)は、複屈折光軸と呼ばれる。これは、幾何光学により通常の方法で規定されるレンズの光軸と混同されるべきではない。

【0179】

バックライトは、ディスプレイの後部を照明する。偏光子は、バックライトからの光を分解し、次に光はLCDの画素に入射する。LCDは、ある種の位相変調空間光変調器(SLM)であり、画素の出力偏光を分解する偏光子を用いて、位相変調を強度変調に変換するようにする。

【0180】

入射光の位相は、画素にわたる電圧に従って変調され、この電圧は、この特定の実施形態の薄膜トランジスタツイステッドネマチック(TFT-TN)型LCDの場合、デバイスのアクティブ基板上のマトリクスアドレス方式のトランジスタ(matrix addressed tra

10

20

30

40

50

nsistors) のアレイを用いて制御される。次に、出力は、LCDの対向基板上またはアクティブ基板上に直接配置されたカラーフィルタのアレイを透過する。ブラックマスクは、アドレス指定用電子部品 (addressing electronics) を遮蔽し、かつ明確に規定された画素開口を形成するために用いられる。次に、この光はLCDの出力偏光子により分解される。次に、出力光は、複屈折マイクロレンズのアレイと、続く分解偏光子 146 とに入射する。

【0181】

この実施形態では、観察者には、ディスプレイの各画素は実質的にレンズアレイの開口において、空間中に2次元平面で見える。このディスプレイは、平坦な表示デバイスに対する両眼視差効果を用い、有利には、不透明画像の表示を可能にする。これは、レンズが 10 以下で説明する光パワーを有する全ての実施形態に適用される。

【0182】

図10aは、3D動作モードでのLCD出力偏光子から観察者への光の伝播を、拡大形態で示す。LCD出力偏光子 82 は、垂直面に対して 45° の最大透過の方向 149 を有し、複屈折マイクロレンズ 138 は、0° の複屈折材料光軸の方向 140 を有し、偏光修正デバイス 146 は、分解偏光子として機能する直線偏光子からなり、0° の最大透過の方向 151 を有する。光は、方向 150 に沿って観察者へ導かれる。

【0183】

図10bは、2D動作モードでのLCD出力偏光子から観察者への光の伝播を、拡大形態で示す。LCD出力偏光子 82 は、垂直面に対して 45° の最大透過の方向 149 を有し、複屈折マイクロレンズ 138 は、0° の複屈折材料光軸の方向 140 を有し、偏光修正デバイス 146 (分解偏光子として機能する直線偏光子) は、この場合、90° の最大透過の方向 151 を有して配置されることにより切り替えられる。光は、方向 152 に沿って観察者へ導かれる。

【0184】

図10は、3Dおよび2Dモードでの複屈折マイクロレンズの動作方法を示す。この場合、微細構造と複屈折材料との組み合わせから形成されるマイクロレンズは、レンチキュラーであり、すなわち、対称の垂直軸を有する円柱レンズである。このような構成により、水平パララックスのみをもたらすことができ、これは、目視者の目のほぼ水平方向の間隔による自動立体視の用途 (autostereoscopic applications) に十分である。本発明は 30 、2次元のレンズアレイに適用することもできる。

【0185】

透過型 TFT TN - LCD からの光の出力偏光方向は、垂直面に対して 45° または 45° 付近に概ね設定される。図10aのマイクロレンズに入射した光は、垂直または水平直線偏光に分割され得る。垂直偏光状態は、複屈折材料の異常軸および高分子の屈折率 (polymer index) に一致する。これらの屈折率は異なるため、レンズの曲率は光学効果を有し、レンズ機能が存在する。次に、図6に示すように、レンチキュラーは観察空間にウィンドウを生成する。透過軸が垂直に位置する直線偏光子が、複屈折マイクロレンズの後に配置される場合、観察空間で分解される光は観察ウィンドウに導かれる光であり、これにより3D画像が生成される。このモードでは、指向性分布は3D指向性分布である。

【0186】

水平軸では、LCDからの分割された出力線形偏光状態は、複屈折材料の常光線屈折率に一致する。これは高分子材料に一致する屈折率であるため、界面では屈折率の変化が見られず、この偏光状態ではレンズは機能を有さない。したがって、図10bに示すように透過軸が水平である出力偏光子が配置される場合、もたらされる出力光は、光の成分がマイクロレンズアレイにより実質的に修正されていないものであり、したがって、ウィンドウは生成されず、ディスプレイは、ベースパネルの指向性分布が実質的に修正されずに、フル解像度の2Dディスプレイであるように見える。

【0187】

本発明は、デバイスの透過型の動作モードに限定されない。概して、表示デバイスは、

10

20

30

40

50

透過型、発光型、または反射型、あるいはそれらの組み合わせをも含む、任意のタイプの空間光変調器を用いて、各画素による光出力を変調することができる。ディスプレイは、バックライト構造の一部としてミラーを有するように構成することができ、それにより、ディスプレイの前部を通って入射する光は、ディスプレイを通って観察者に反射し戻される。

【0188】

本発明は、TFT TN-LCD効果に限定されない。限定はされないが、横電界方式 (IPS)、垂直アラインメント方式 (VA)、アドバンストスーパーV方式 (ASV) および発光型のディスプレイ、例えば、エレクトロルミネッセンス、有機エレクトロルミネッセンス、プラズマ、プラズマアドレス液晶、真空蛍光を含む、他の効果を用いてよい。

10

【0189】

偏光修正デバイス146 (すなわち切り替え可能偏光子)

上述の実施形態では、切り替え可能偏光子、すなわち偏光修正デバイス146は、単に直線偏光子からなり、直線偏光子は、上述のように、2つの位置間で90°だけ機械的に再位置決めされるか、または回転されることにより、切り替えられる。しかしながら、多くの用途では、ディスプレイは矩形、ほぼ矩形、または1:1以外のアスペクト比を有する他の何らかの形状である。このような場合、偏光子は、同様に上述の2つの切り替え可能位置間を移動可能となる場合でも、ディスプレイの形状に一致するようにされることはできない。この問題は、以下で説明されるさらなる実施形態により対処され、それらの実施形態では、ディスプレイの形状に関して偏光修正デバイス146の範囲の位置決めを保つような方法で、偏光修正デバイスが再位置決めされる必要がある構成が提供される。以下で説明されるさらに他の実施形態では、偏光修正デバイス146は、電気的に切り替え可能な形態で実施される。

20

【0190】

図11は、偏光修正デバイス146として用いられる偏光子スタックの1つの構成を示す。図11aは、デバイスの平面図を示す。基板156は、片側に偏光子158が取り付けられ、他方の側に半波長板160が取り付けられる。図11bは、デバイスの構成要素の軸の向きを概略的に示す。偏光子158は、垂直面に対して0°の最大透過の軸162を有し、半波長板160は、垂直面に対して45°の実効複屈折光軸方向164を有する。

30

【0191】

偏光子スタックは、透過軸が垂直方向に位置する直線偏光子と、搭載基板とを含み、搭載基板は、例えば、複屈折光軸が垂直面に対して45°で位置する広帯域半波長板であり得る、例えば非複屈折プラスチックの、90°偏光回転素子であってよい。波長板は、直線偏光を、複屈折光軸方向に入射偏光の角度の2倍回転させる役割を果たす。したがって、半波長板は、90°偏光回転機能を有する。半波長板は、ツイステッドネマチックセルなどの別のタイプの90°偏光回転素子で置き換えてよい。

【0192】

図12aは、3Dモードのディスプレイの構成を示す。LCD出力偏光子82は、(垂直面に対して)45°の透過軸149を有し、次に、垂直面に対して0°の光軸方向140を有する複屈折マイクロレンズ138が続き、次に、45°の複屈折光軸方向164を有する半波長板160と、垂直面に対して90°の最大透過軸方向162を有する偏光子158とが続く。3D出力指向性分布150は、観察者(図示せず)に向かっている。

40

【0193】

図12bは、2Dモードのディスプレイの構成を示す。LCD出力偏光子82は、45°の透過軸148を有し、次に、光軸方向140を有する複屈折マイクロレンズ138が続き、次に、垂直面に対して90°の最大透過軸方向162を有する偏光子158が続き、次に、-45°の複屈折光軸方向164を有する半波長板160が続く。2D出力指向性分布154は観察者(図示せず)に向かっている。

50

【0194】

図12aは、図10aと同等の構成の偏光子スタックの使用を示す。ディスプレイからの3D出力は垂直偏光状態であり、半波長板は水平面に対してこの偏光を回転させ、出力偏光子はこの偏光状態で透過させる。LCDからの水平な2D出力は、半波長板により垂直に回転され、出力分解偏光子により消される。

【0195】

図12bは、分解偏光子スタックがディスプレイから取り外され、水平軸または垂直軸を中心として回転し、ディスプレイの前部に配置し直される、2Dモードの偏光子構成を示す。次に、分解偏光子162は、複屈折マイクロレンズ138からのレンズ機能に対応する垂直偏光を消し、レンズ機能に対応しない水平偏光を透過させる。出力偏光は、次に半波長板に入射するが、後続の偏光子がないため、これはディスプレイ出力に対して有用な機能とはならない。したがって、この向きでは、ディスプレイはフル解像度の2D画像を有する。

10

【0196】

図11および図12の半波長板および偏光子の向きは、半波長板が3Dモードではなく2Dモードで用いられるように、またはその逆となるように確保することができる。最適な選択は、半波長板の空間的な偏光特性を考慮することにより行うことができる。複数のスタックの半波長板を用いて両方の向きでの性能を向上させててもよい。

【0197】

説明した実施形態では、LCDの出力偏光は、45°に規定される。本発明はこれに限定されず、未修正のディスプレイを最適に設計する際に、角度を任意に設定することができる。システムの残りの部分の構成要素の角度は、それに応じて調整される。したがって、複屈折光軸は、もはやレンチキュラーの延伸軸と平行にアライメントがとられない。複屈折光軸は、入力偏光が2つの直交成分に分解されるように、LCDの出力偏光に関して設定される。

20

【0198】

図13および図14は、2Dモードおよび3Dモードそれぞれの場合の、スタックを通る偏光の伝播の代替的な図を示す。

【0199】

図13では、指向性ディスプレイ148の後に、偏光子158、基板156、および半波長板160を含む偏光修正デバイス146が続く。光は、方向166に沿って伝播するように示される。出力偏光子82の後に、光168は45°偏光される。複屈折レンズ138の後に、光は2つの成分に分割され得る。垂直成分170はレンズ機能に対応するため、3Dモードの指向性情報を含む。水平成分172はレンズ機能に対応しないため、2Dモードの指向性情報を含む。偏光子158は、垂直偏光状態170を消し、垂直偏光状態172を通過させる。出力波長板160は、出力偏光状態の位相を修正するが、人間の視覚は偏光に敏感ではないため、波長板160のユーザにはいかなる効果も見えず、対応する2D指向性分布を有する2D出力が与えられる。

30

【0200】

図14では、指向性ディスプレイ148の後に、偏光子158、基板156、および半波長板160を含む偏光修正デバイス146が続く。光は、方向166に沿って伝播するように示される。出力偏光子の後に、光168は45°偏光される。複屈折レンズ138の後に、光は2つの成分に分割され得る。垂直成分170はレンズ機能に対応するため、3Dモードの指向性情報を含む。水平成分172はレンズ機能に対応しないため、2Dモードの指向性情報を含む。波長板160は、垂直偏光170を水平方向に、垂直偏光172を垂直方向に回転させる。偏光子158は、垂直偏光状態172を消し、水平偏光状態170を通過させて、3D出力を与える。

40

【0201】

次にさらなる実施形態に移ると、図15aは、指向性ディスプレイ148と、それに続いて、切り替え可能波長板176および直線偏光子184を含む偏光修正デバイス146

50

の別の形態の実施態様とを示す。これらは、任意の好適な方法で構造的に取り付けることができ、ここでは以下のように構造的に取り付けられる。切り替え可能波長板 176 は、一対の透明電極 178 間に挟まれ、一対の透明電極 178 は、ディスプレイ 148 と電極基板 180 とに取り付けられる。偏光回転の補正 (Pancharatnam 補正であり得る) を行うために任意の波長板 (またはフィルム) 182 が、電極基板 180 に取り付けられ、直線偏光子 184 は、この任意の波長板 (またはフィルム) 182 に取り付けられる。これは、ディスプレイの視野角を有利に広げ得る。

【0202】

3D モードの場合にシステムを通る光の伝播も示される。光は、方向 166 に沿って伝播するように示される。出力偏光子 82 の後に、光 168 は 45° 偏光される。複屈折レンズ 138 の後に、光は 2 つの成分に分割され得る。垂直成分 170 はレンズ機能に対応するため、3D モードの指向性情報 (すなわち指向性分布) を含む。水平成分 172 はレンズ機能に対応しないため、2D モードの指向性情報 (すなわち指向性分布) を含む。2D 動作モードでは、切り替え可能波長板 176 の光軸は、水平入力偏光と平行にアライメントがとられ、したがって、複屈折マイクロレンズから出力される偏光状態に回転を与えない。任意の波長板 182 の機能は、波長板の色彩 (chromatic) および視野角性能を改善する役割を果たし、その機能は当該技術分野において既知であるため、ここでは説明しない。水平偏光状態 (2D 指向性情報を有する) は、次に出力偏光子を透過する。

【0203】

3D 動作モードでは、切り替え可能波長板 176 は、その光軸が垂直面に対して 45° であるように電気的に制御される。切り替え可能波長板 160 は、垂直偏光 170 を水平に、水平偏光 172 を垂直に回転させる。偏光子 184 は、垂直偏光状態 172 を消し、水平偏光状態 170 を通過させて、3D 出力を与える。

【0204】

図 15b は、LCD 出力偏光子 82 から、複屈折レンズ 138、切り替え可能波長板 176、および出力分解偏光子 184 を通る光の伝播を概略的に示す。電極および任意の波長板 (例えば Pancharatnam 補正用) は、説明の便宜のために取り外されている。3D 動作モードでは、半波長板 176 は、45° の複屈折光軸方向 164 を有する。図 15c に示すように 2D 動作モードでは、半波長板 180 は、90° の複屈折光学軸方向 164 を有する。

【0205】

したがって、この場合、機械的に切り替えられる素子は、透明電極の間に配置された液晶層 (インジウムスズ酸化物、ITO) などの、電子的に切り替えられる 90° 回転機能により置き換えられている。1つの動作モードでは、デバイスの光軸が一方向にあるように、デバイスにわたって電界が印加される。第 2 の動作モードでは、電界は変更または除去され、デバイスの光軸が異なる向きに変えられる。

【0206】

90° 回転機能は、切り替え可能半波長板、例えば、強誘電性 LCD セルまたはネマチックの電気制御複屈折セルであり得る。任意に、デバイスは、TN セルなどの導波モードデバイスであり得る。このようなデバイスは当該技術分野において既知である。

【0207】

この能動デバイスのスペクトルおよび / または視野角性能を改善するために、能動デバイスを、「Pancharatnam」構成に関して適切な向きの半波長板などの、受動波長板構成要素と組み合わせてもよい。広帯域性能のための波長板の組み合わせは、例えば、Proc. Ind. Acad. Sci. vol41 No.4, section A, pp130, S. Pancharatnam 「Achromatic Combinations of Birefringent Plates」, 1955 に開示されている。

【0208】

以下の説明では、90° 回転デバイスが半波長板として機能すると仮定する。非 Pancharatnam 構成では、切り替え可能波長板の異常軸の向きは 0° または 45° である。Pancharatnam 構成では、切り替え可能波長板の向きは、例えば + / -

10

20

30

40

50

22.5°とすることができる、受動波長板は、例えば67.5°とすることができる。

【0209】

従来技術のシステムでは、複屈折レンズ自体が、例えば、微細構造と、各表面に電極が配置された平面基板との間に挟まれた液晶材料からなる。これにより、電子的に切り替え可能な2D/3Dディスプレイを作製するために、切り替え可能なレンズが製造される。しかしながら、これらのレンズは、いずれのモードでも低い光学的品質（液晶材料のディスクリネーションなど）を示し、微細構造表面上に複雑な電極構造を配置する必要がある。これらのレンズは、温度に伴う液晶材料屈折率（liquid crystal material indices）の複屈折の変化に起因する温度依存性能も示す。これらのレンズはまた、ITOなどの部分反射性電極材料に覆われた湾曲レンズ表面から光が反射されることによる、拡散前方散乱効果（diffuse frontal scatter effects）をもたらす。拡散散乱は、明るく照明された環境で用いられる場合、ディスプレイのコントラストを低下させる役割を果たす。

【0210】

しかしながら、本発明の上述の電気的に切り替えられる実施形態では、装置は、別個の偏光感受型結像素子および能動偏光切り替え像素子を含む。この利点は、標準的かつ商業的に実績のある、低レベルの複雑性および製造コストを有する薄型セル切り替え像素子（thin-cell switching element）を用いることにより、レンズを直接切り替えることに関連する問題が軽減されることである。このようなデバイスは、広範囲に及ぶ温度で動作することもでき、湾曲レンズ表面からの反射による散乱が減少する。このようなデバイスは、標準的なセルスペーシング技法を用いることもできる。微細構造の物理的リリーフ（physical relief）の結果として、種々の電界強度を考慮に入れる必要がない。

【0211】

受動複屈折マイクロレンズは、製造が比較的簡単でもあり、電極層を用いた電子駆動方式に適合させる必要がない。特に、複屈折材料の屈折率特性は、硬化LC材料が用いられる場合、硬化中に実質的に設定され得る。これは、動作温度が変わっても、基板およびLC材料の屈折率がほぼ同じに維持されることを意味する。ネマチック相材料（電気的に切り替えられるレンズの従来技術の手法に通常必要であるようなもの）を用いたデバイスでは、材料の屈折率の変化が温度に伴って生じる。これは、温度に伴うレンズの特性の変化につながり、2Dモードを達成するためには屈折率整合に、3Dモードを達成するには規定された焦点距離に依存する。したがって、2Dモードおよび3Dモードにおけるレンズの動作様式（regime of operation）は、本発明と比較して制限され得る。

【0212】

この実施形態の別個の切り替えられる90°回転素子（rotator element）のさらなる利点は、1つの基板が高度に構造化される（例えばマイクロレンズである）場合のLCセルのスペーシングと比較して、実績のあるLCセルスペーシング技法を用いて都合よく製造され得るということである。さらに、微細構造表面への電気的接触により、セル全体の望ましくない電気的接触がより起こりやすくなり得る。湾曲表面への電極層の取り付けはあまり丈夫ではないため、電極がより剥がれやすくなる。デバイスの厚さを増すことになり得る電界強度の変化を説明する必要があり得る。微細構造表面ではセグメント化された素子の製造はより難しい。これにより、セグメント化された素子の製造がより実現可能なる。

【0213】

図16は、セグメント化された能動偏光回転切り替え素子を示す。全表示範囲190は、偏光回転が0°または90°であり得るセクションに分割され得る。このように、ディスプレイは、フル解像度2D画像の領域192と、指向性3D画像の領域194とを含み得る。これは、例えば3D画像の周囲に2Dテキストを加えるのに有用であり得る。本発明のディスプレイでは、これらの領域はほぼ等しい輝度を有し、これは本発明の特に有利な点である。セクションは、間にギャップを有するセグメント化された電極によりもたらされる。このセグメント化手法は、偏光修正デバイス146の他の電気的な切り替え形態に適用することができる。

10

20

30

40

50

【0214】

図17は、図16のディスプレイの断面の、基板上の2つのセグメント化された電極198間のギャップ196の領域の細部を示す。均質な透明電極200が、対向する基板上に設けられる。ギャップ196は、2つのセグメント化された電極198間に形成され、2つのセグメント化された部分間の電導を防止する。電界線197を示してある。液晶切り替え材料の歪場 (distorted field) 領域が、セグメント化された電極間のギャップの領域199に形成される。

【0215】

図17はさらに、デバイス性能に対するギャップ196の影響を示す(すなわち、ギャップ196は、歪場領域199を形成する。ディスプレイの出力は、特に3Dモードでは均一であることが望ましい。セグメント化された電極間のギャップが目に見える場合、それらは、ディスプレイ表面の平面に線の格子として現れ、最終画像に視覚的に妨げとなるアーチファクトが生じることになる。これは、ギャップが、3D奥行き面を遮る2D平面アーチファクトとして現れ、視覚的歪みを引き起こすからである。さらなる実施形態では、この効果は、3Dモードではギャップが電極と同じ切り替え材料の配向を有するようになる、配向膜の配向およびデバイスの切り替えにより軽減される。あるいは、ギャップは、材料がギャップにわたって切り替えられることを電極の電界 (fringing field) が生ずるほど十分に小さくすることができる。このような性能は、切り替えられた状態間で急激な閾値を有する材料、例えば2値切り替え状態材料(強誘電性液晶など)を用いることにより改善することができる。セグメントの数を増やして、2D背景における3Dウィンドウの位置決めの柔軟性を高めてもよい。)

10
20

【0216】

複屈折マイクロレンズアレイ構造

図18aは、1つの複屈折マイクロレンズ構造の細部を示す。LCD対向基板80に続いている、出力偏光子82およびマイクロレンズ対向基板142がある。配向膜202がマイクロレンズ対向基板142上に形成され、第2の配向膜204が等方性レンズ微細構造134上に形成され、等方性レンズ微細構造134はレンズ基板132に取り付けられる。ダイレクタ配向方向140を有する複屈折材料が、配向膜202と204との間に挟まれており、配向膜の配向を呈する。

30

【0217】

したがって、LCD対向基板の外側表面には、偏光子(およびおそらくは、当該技術分野において既知の視野角補正フィルム)が取り付けられている。複屈折マイクロレンズスタックは、この外側表面に取り付けられる。スタックは、片側に液晶配向膜が取り付けられたマイクロレンズ対向基板を含む。

【0218】

複屈折マイクロレンズは、少なくとも1つのレンズ形成材料が全てのレンズについて一定の複屈折光軸方向を有する複屈折性を有する、レンズのアレイを含む。例えば、レンズは、平面基板と凹状の高分子成形基板(concave moulded polymer substrate)との間のギャップを充填することにより形成された凸状の複屈折レンズであり得る。複屈折材料は、例えば、ギャップを充填する液晶材料であってよく、各基板に取り付けられた、または各基板上の、配向膜により配向される。

40

【0219】

微細構造表面は、例えば、円柱マイクロレンズ、円形マイクロレンズ、オフアクシスレンズ(off-axis lens)、プリズムまたは回折構造を個別に、または組み合わせて含む構造として具現され得る。

【0220】

一実施形態では、高分子の屈折率および分散は、複屈折材料の少なくとも1つの屈折率(例えば、常光線成分の屈折率)および/または分散とほぼ同じであるように設定される。高分子および基板材料は、実質的に非複屈折性である(したがって、切り替えられたク

50

リア状態 (clear state) では、レンズ構造の可視性はわずかでしかない)。

【0221】

複屈折レンズは、

配向膜を平面基板および複製微細構造表面に (またはその上に) 取り付ける (または形成する) こと、および

微細構造表面と平面基板との間のギャップを、高温にて液晶材料で充填すること、により形成され得る。材料は配向膜の配向を呈し、レンズはそれに従って形成される。

【0222】

充填は高温で行われ得る。未硬化型の液晶材料の場合、セルは、従来の技法、例えば熱硬化性シール剤を用いてシールする必要があり得る。任意に、複屈折材料は、高分子ネットワークに硬化され得る。硬化は、既知の手段、例えばUV光により行ってもよい。複屈折材料は、市販のものなどの硬化した液晶高分子材料、例えばMerck Ltd. 製のRM257であってもよい。

10

【0223】

安定した (fixed) 高分子ネットワークの場合、配向状態は製造時に補正するだけよい。また、安定した高分子ネットワーク材料は、未硬化の液晶材料よりも、温度により屈折率が変化しにくい。

【0224】

複製高分子微細構造の原型を (例えば、レーザ走査、フォトレジスト、ダイヤモンドルーリング (diamond ruling)、フォトレジストパターニング、およびリフローにより) 作製し (mastering)、光学微細構造を (例えば、ホットエンボス加工、射出成形、またはUVエンボス加工により) 複製するプロセスは、当該技術分野において既知である。この材料の残留複屈折は、マイクロレンズスタックの出力側における偏光クロストークを回避するために最小にするべきである。出力分解偏光子が適用される場合、偏光クロストークの結果として、3Dモードおよび2Dモードが混合されてしまう。

20

【0225】

配向膜は、例えばスピンドルコーティング、ロールコーティング、スプレーコーティング、または蒸着コーティング (evaporated coatings) を用いて、平面および複製微細構造表面に取り付けられるか、またはその上に形成され得る。配向膜はそれぞれ、当該技術分野において既知の標準的なラビング技法を用いてラビングすることができ、それにより、液晶分子が表面とほぼ平行に配向し、縮退を解くために小さいプレチルト角を有する (with small pretilt to remove degeneracy)、ホモジニアス (平行) 配向となる。

30

【0226】

例えば、図19aに示すように、配向膜は、マイクロレンズの長軸に逆平行にラビングした、スピンドルコーティングした (spun) ポリイミドなどのラビング処理によるホモジニアス配向膜であってよい。

【0227】

配向膜方向およびプレチルト特性は、当該技術分野において既知のように、偏光および非偏光に適切に曝された光配向膜を用いることによっても生み出すことができる。マイクロレンズ対向基板配向膜202は配向方向206を有し、マイクロレンズ基板配向膜204は、206に逆平行の配向方向208を有する。逆平行配向により、セル構造の厚さを通してほぼ均一なプレチルトが与えられる。

40

【0228】

ラビング方向の向きは、LCDの出力偏光によって決まるが、幾何学的マイクロレンズ軸の向きは垂直であるように設定される。

【0229】

円柱レンズは、(曲率を有する) 縁が第1の直線方向に掃引された (swept) レンズを指す。幾何学的マイクロレンズ軸は、第1の直線方向に、すなわち、縁の掃引方向に平行にレンズの中心に沿ったライン、として定義される。2D-3D型ディスプレイでは、幾何学的マイクロレンズ軸は垂直であるため、ディスプレイの画素の列に平行である。本明細

50

書中で説明する輝度向上ディスプレイでは、幾何学的マイクロレンズ軸は水平であるため、ディスプレイの画素の行に平行である。

【0230】

さらなる実施形態では、図19cは、複屈折レンズアレイの構成のための機構を示す。マイクロレンズ対向基板142上の配向膜202は、液晶材料の複屈折光軸の向き207が垂直面に対して45°であるように配列される。微細構造レンズ表面配向膜204では、配向の向き(alignment orientation)209は、レンズに平行となるように設定される。その場合、出力偏光子の向きは、3Dモードでは垂直面に対して0°であり、2Dモードでは90°である。このような構成は、本明細書で説明する他の実施形態にも適用することができる。

10

【0231】

図19cの実施形態は、レンズセルの構成に特に有利である。既知のTFT-LCDデバイスの一般的に用いられている出力偏光方向は、垂直面に対して45°に設定される。動作の際には、この偏光状態は、複屈折マイクロレンズアレイの常光軸または異常光軸に入射するべきである。1つの構成は、配向膜を、垂直面に対して45°となるように、ディスプレイの出力偏光の方向に平行または逆平行な微細構造表面に取り付けるかまたは形成することであろう。これは、幾何学的マイクロレンズ軸方向とは異なる方向である。

【0232】

微細構造表面における液晶材料の配向は、その上に形成される配向膜と、微細構造表面自体との両方の影響を受ける可能性がある。特に、微細構造自体は、複屈折マイクロレンズの液晶材料にいくつかの好ましい配向特性を与える。これにより、複屈折材料のディスクリネーションなどの望ましくないアーチファクトが、複屈折マイクロレンズ構造に生じる可能性がある。このようなアーチファクトは、例えば散乱レベルの増加、画像クロストークの増加、および画像コントラストの低下により、レンズの光学性能を低下させ得る。

20

【0233】

配向膜の配向方向(orientation direction)を、円柱レンズの幾何学的マイクロレンズ軸の方向にほぼ平行に、または他のタイプの非対称微細構造の長軸にほぼ平行にさせることができが有利であり得る。例えば、長軸は微細構造の溝の方向により決定され得る。ラビング処理により生成される配向膜の場合、良好な配向品質(alignment quality)は、円柱レンズの幾何学的マイクロレンズ軸の方向に沿って、または他のタイプの非対称微細構造の長軸にほぼ平行に、ラビングすることにより、さらに容易に得ることができる。

30

【0234】

一実施形態では、波長板を用いて、複屈折レンズの前にディスプレイからの出力偏光を回転させて、マイクロレンズ対向基板に当たる光の偏光方向が垂直であり、かつ複屈折マイクロレンズの両基板における配向方向が垂直であるようにすることができる。これにより、ディスクリネーションが生じず、表示性能が向上し得る。しかしながら、このような素子を組み込むことにより、デバイスの製造コストおよび製造上の複雑性が増すことになる。レンズと画素平面との間の付加的な構成要素もまた、ディスプレイの視距離を延長することになり、これは望ましくない。

40

【0235】

図19cで説明する本発明の実施形態では、マイクロレンズ対向基板配向膜202の配向方向207は、LCDからの出力偏光方向に平行または垂直に設定されるが、微細構造表面配向膜204の配向方向209は、幾何学的マイクロレンズ軸方向に平行に設定される。したがって、複屈折材料は、レンズセルの厚さを通して約45°のねじれを受ける。あるいは、例えば約135°のねじれ角を用いてもよい。このようなねじれは、セルを通る光の偏光方向を導いて、セルへの入力偏光が垂直面に対して45°であり、微細構造表面の出力偏光方向が垂直面に対して0°であるようにすることができる。さらに、レンズセルの導光特性がレンズ表面全体で得られるようにセルの厚さを増すことが望ましい場合がある。

50

【0236】

したがって、この微細構造表面では、微細構造表面の配向が配向膜204の方向209に平行であるため、上述のディスクリネーションが回避される。

【0237】

このような素子は、画質を最適化しつつ、従来のTFT-TN-LCDとともに用いられるレンズセルの製造のコストおよび複雑性を減らすことが有利である。

【0238】

図19dに示すように、本発明は、微細構造表面における配向方向209がレンズアレイの軸に平行に設定される構成に限定されない。TFT-LCDの出力偏光子82からの直線出力偏光状態方向211は、マイクロレンズ対向基板配向膜202の配向方向207に平行に配向される。微細構造表面配向膜204は、方向207に逆平行な配向方向213を有し、したがって、レンズの幾何学的マイクロレンズ軸に対してある角度をつけて傾斜する。

【0239】

代替的な実施形態では、マイクロレンズは、観察平面において複数の重複ウィンドウを形成することによりディスプレイの有効視野角を広げるために、垂直とはわずかに異なる角度で傾斜され得る。この場合、微細構造表面の複屈折材料の光軸は、レンズセルにねじれができるようレンズの溝に平行にされ得る。次に、出力偏光子修正素子は、微細構造の表面において材料の複屈折光軸に平行または直交であるような向きにされる。あるいは、レンズの材料は、マイクロレンズの軸とは無関係に配向されてもよい。

【0240】

あるいは、配向機構が複製微細構造の製造中に形成され得るように、当該配向機構を、マイクロレンズのレンズ状微細構造の上に重ねられた回折レリーフ構造 (diffractive relief structure) などの溝付き微細構造として組み込んでもよい。これは、セルの製造のコストおよび複雑性を減らすという点で特に有利である。溝付き微細構造を用いた液晶の配向は当該技術分野において既知である。

【0241】

マイクロレンズアレイに回折構造を加えること、当該技術分野において既知であり、例えば、S. Traut, H. P. Herzig「Holographically recorded gratings on microlenses for a miniaturized spectrometer array」, Opt. Eng. vol39(1)290-298 (January 2000)が挙げられる。このような構造は、マイクロレンズの表面上の複屈折材料を配向させるのに用いられ得る。

【0242】

フォトレジストをマイクロレンズの表面にコーティングし、回折構造を記録し、次に銅シムを成長させて複製のマスターを作製することによるこの種類の技法は、レンズ表面上に微細構造配向膜を形成するために用いられ得る。この技法は、別個に配向膜を作製する必要をなくすという点で特に有利である。回折構造は、最終画像における回折アーチファクトを回避するために、可視光の波長のピッチ以下のピッチを有することが理想的であろう。

【0243】

配向膜の方向およびプレチルト特性は、当該技術分野において既知のように、偏光および非偏光に適切に曝された光配向膜を用いることによっても生み出すことができる。

【0244】

図18aは、2つのホモジニアス配向膜（例えばラビングにより形成された）の使用を示す。製造中は、パネルの作製完了後に、またはLCD対向基板の反対側にカラーフィルタを作製した後に、光学素子を嵌めることができ。配向膜は、素子の視野角性能を最適化するために、平行または逆平行であり得る。

【0245】

図18bは、図18aと同じではあるが、この場合はホメオトロピック配向膜202およびホモジニアス配向膜204を有する構造を示す。配向膜202のところの複屈折分子

10

20

30

40

50

210は、表面にほぼ垂直に配向されるが、配向膜204のところの複屈折屈折分子212は、表面にほぼ平行に配向される。

【0246】

図19bは、図18bと同等の配向膜方向の概略図を示す。マイクロレンズ対向基板配向膜202は、ホメオトロピック配向方向214を有するが、マイクロレンズ基板配向膜204は、ホモジニアス配向方向216を有する。

【0247】

図18bおよび図19bからわかるように、対向基板上の配向膜は、ホメオトロピック配向膜などのノンラビング配向膜で置き換えることができる。この場合、液晶の配向は、対向基板ではほぼ垂直である。複製微細構造は、あるプレチルトを有するホモジニアス配向膜を有し、それにより、液晶分子が複製表面にほぼ平行に配向される。レンズのパワーのほとんどが湾曲表面にあるため、このような配向技法により図18aのデバイスと同様の光学性能がもたらされ得るが、レンズ表面にわたる屈折率分布(index profile)はいくらか変化すると予想される。光軸を所望の出力偏光にほぼ平行に保つことにより、レンズからの望ましくない位相複屈折効果(phase birefringence effect)により液晶モード性(liquid crystal mode properties)が阻害されることを回避することを保証するよう注意するべきである。

【0248】

図18cは、複屈折分子を複屈折光軸方向220に配向するための電界218の使用を示す。上述の実施形態で説明した配向膜は省く。

【0249】

図18dは、複屈折分子の配向のための、マイクロレンズ対向基板142上のホモジニアス配向膜202と電界218との組み合わせの使用を示す。

【0250】

任意に、配向機構は、高分子ネットワークの硬化の少なくとも一部の前またはその間に、デバイスに電界または磁界を印加することによるものであり得る。この場合、図18cでは付加的な配向膜がないものとして、また図18dでは図示のように平面基板上に、または複製微細構造上に、単一の付加的ホモジニアス配向膜が配置されているものとして示されるように、配向膜の一方または両方を任意に省くことができる。電界および/または磁界は、最終的なデバイスの一部ではない外部電極により、構造体に印加され得る。なお、電界の方向は、正の誘電異方性を有する材料の場合、セルを横切る方向ではなくセルに沿っている。負の誘電異方性を有する材料の場合、電界はセルを横切る方向に印加され得る。

【0251】

図20aは、配向膜202がディスプレイの出力偏光子82上に直接配置される構成を示す。マイクロレンズ対向基板142は、事実上取り除かれている。配向層202および204は、上述のように、形成されるかまたは省略され得る。このような構成により、ディスプレイの視距離が有利に短縮され得る。

【0252】

図20bは、レンズ微細構造134の光学表面の向きが反転した構成を示す。この場合、等方性高分子材料134は、液晶材料の常光線屈折率および異常光屈折率のうちの高い方に、通常は異常光屈折率に整合した屈折率を有する。

【0253】

図21は、等方性微細構造134に形成された正レンズ(複屈折材料138の異常光屈折率に整合した屈折率を有する)が偏光子82上に配置された別の構成を示す。

【0254】

図22は、等方性材料の屈折率が複屈折材料138の常光線屈折率に整合している、偏光子表面82上の等方性微細構造134に形成された負の高分子レンズ(negative polymer lens)の同様の状況を示す。

【0255】

10

20

30

40

50

複屈折材料を配向させるための電界および磁界は、必要な場合は付加的な配向膜と組み合わせて、上述の構造全てにおいて用いることができる。

【0256】

上記の実施形態のいずれにおいても、配向膜は、光配向膜であっても、斜方蒸着された酸化ケイ素であっても、他の既知の配向膜であってもよい。

【0257】

概して、2つの膜の間隔を設定するためにレンズと平坦基板との間の間隔を用いて、その後、その間に液晶材料を充填することができる。こうすることにより、多くの従来のLCDセルでは必要であるさらなるスペーサ材料を用いる必要がなくなる。具体的には、レンズは平坦基板222または偏光子82に接するようにされ得る。

10

【0258】

基板上の配向膜として標準的な高温ポリイミドを用いない上述の実施形態、例えば図18b、図18c、および図18dに示す実施形態は、低温処理が可能であり、それにより用いることができるレンズ材料の範囲が広がるという利点を有する。ノンラビング配向膜のさらなる利点は、マイクロレンズ表面が平坦ではないために生じやすいラビングの程度のばらつき(rubbing variations)が回避されることである。

【0259】

あるいは、例えば日産化学工業株式会社(Nissan Chemical Industries, Ltd.)製の低温配向膜材料を用いてもよい。

【0260】

20

レンズの結像特性

レンチキュラー複屈折レンズの光学設計は、3Dディスプレイ用レンチキュラースクリーンの従来の設計手法および要件に従って実施されてよく、これらの要件は当該技術分野において既知である。

【0261】

空間光変調器

上述の実施形態は、LCDに加えて、ある範囲の発光型ディスプレイ、例えばエレクトロルミネッセンスディスプレイまたはプラズマディスプレイについて実施することができる。ほとんどの場合、ディスプレイの出力は、偏光子が嵌められ、その次に光方向切り替え装置の複屈折マイクロレンズおよび分解偏光子が嵌められることを必要とする。

30

【0262】

発光技術がもともと偏光している(the emissive technology is intrinsically polarised)場合、偏光子を省略するか、または高透過効率クリーンアップ偏光子(high transmission efficiency clean-up polariser)を用いることができる。

【0263】

本発明は、液晶ディスプレイなどの反射型および半透過型ディスプレイにも適用することができる。

【0264】

2偏光子複屈折マイクロレンズディスプレイの制約

上述の実施形態は、(従来技術のデバイスと比較して)複屈折レンズを切り替える必要を回避するという利点を有するが、それにもかかわらず、以下のように、ある状況では不利であり得るいくつかの特徴を有する。

40

【0265】

上述の本発明の実施形態は、2Dモードおよび3Dモードそれぞれの輝度が、修正されていないディスプレイの輝度の、名目上は50%、通常は40~45%しかない、切り替え可能レンチキュラーディスプレイを提供する。

【0266】

さらに、このようなディスプレイの公称視距離は、液晶表示層とパララックス光学系との間隔により決まる。

【0267】

50

説明となる一例を挙げると小型のハンドヘルドディスプレイでは、約400mmの視距離が望ましい場合が多い。例えば、4.7インチVGAのストライプ画素構成ディスプレイ（横（640×3）×縦480のカラー画素）は、横方向に50μmおよび高さ150μmのカラーサブ画素ピッチを有する。通常の3Dディスプレイは、サイズ65mmの（人間の公称眼間距離と等しい）ウインドウを有することが必要である。この場合、0.5mm厚の対向基板が用いられる場合、画素平面とパララックス光学系（1.5に等しい屈折率を有する）の開口との間の間隔により、430mmの視距離がもたらされる。

【0268】

このような構成では、画素平面と複屈折マイクロレンズの光学開口との間の間隔は、偏光子の厚さおよびLCD対向基板の厚さを含まなければならない。したがって、偏光子の厚さが0.2mmである場合、LCD対向基板の厚さは0.3mmである必要がある。標準的な対向基板の厚さは1.1mmであり、0.5mmの可能性を考慮して（with consideration of 0.5mm likely）0.7mmである。したがって、小型ディスプレイの場合、対向基板のガラスは、現在入手可能な量産材料を用いるには薄すぎる可能性が高い。しかしながら、ガラスまたは好適なプラスチック基板が薄いほど、将来の経済的利用可能性は高くなり得る。さらに、用いられる可能性がある非常に狭い間に配置可能な他の基板は、マイクロレンズを組み込んだLCDプロジェクタの分野で開発されており、これは画素平面とマイクロレンズ光学開口との間の間隔が約50μmでよい。対向基板は、配向膜の処理およびLCDへの嵌合前にガラスおよび複製感光性高分子に作製されるため、処理温度に耐えることができねばならない。しかしながら、この技法でさえも、薄い対向基板を有する本発明の上述の実施形態に常に適用可能であるわけではなく、これは、大量生産で用いられる既知の偏光子が十分に安定していないからである。この最後の態様に関するこの問題は、以下の実施形態により回避される。

【0269】

「1出力偏光子」実施形態

次に、上述の制約を軽減するさらなる実施形態を説明する。これらのさらなる実施形態により、ディスプレイの輝度が、2Dモードおよび3Dモードの両方について、名目上はベースパネル輝度の100%になる。さらに、これらの実施形態のデバイスは、既知の製造プロセスを用いて短い視距離をもたらすことができる。基本的に、複屈折マイクロレンズアレイは、LCDの対向基板内に、または対向基板の付属物として、すなわち、位相変調層（すなわち液晶層）と1つの分解偏光子との間に配置される。したがって、実際には、基本ディスプレイ（basic display）の出力（分解）偏光子の役割および光方向切り替え装置の出力（分解）偏光子の役割が共有される。

【0270】

図23は、ディスプレイの1つのそのようなさらなる実施形態を示し、このディスプレイは、LCD入力偏光子64に入射する光出力62を生成するバックライト60と、LCD TFT基板66と、列および行をなして配列された画素アレイを含むLCD画素平面67と、続いてLCD対向基板80と、複屈折レンズのアレイ138と、続いて等方性レンズ微細構造134と、続いてレンズ基板132とを含む。上述のアイテムは、指向性表示装置236としてまとめ得る。指向性表示装置236の次に、偏光修正デバイス146が配置される。上述の「2出力偏光子」実施形態と比較して、LCD出力偏光子82が省かれている。

【0271】

2Dモードでのディスプレイの動作の1つの例示的構成もまた、伝播方向238に沿って示される。偏光修正デバイス146は、水平方向に直線偏光された光を透過させ、垂直方向に偏光された光を消光する。LCD入力偏光240は、90°であり、画素開口78の液晶材料のON状態によって、ツイステッドネマチック層により水平方向の偏光（角度0°）242に回転され、それにより、ノーマリホワイト（NW）モードを提供する。NWモードのON状態では、液晶層に電圧は印加されない。電圧は、OFF状態または中間レベルに出力を切り替えるために印加される。複屈折マイクロレンズ138は、この偏光

10

20

30

40

50

では屈折率が整合しているため、照明に対しても指向性も与えない。偏光修正デバイス 146 の出力は、水平直線偏光 244 である。

【0272】

図 24 は、伝播方向 238 に沿ったディスプレイの 3D 動作の構成を示す。この場合、偏光修正デバイス 146 は、垂直方向に直線偏光された光を透過させ、水平方向に偏光された光を消光するようになっている。LCD 入力偏光 240 は 90° であり、液晶材料の ON 状態により、ツイステッドネマチック層によって水平偏光（角度 0°）242 に回転されず、それにより、ノーマリブラック（NB）モードを提供する。NB モードの ON 状態では、液晶層に電圧が印加される。OFF 状態または中間レベルに出力を切り替えるために、電圧が減圧されながら印加される。複屈折マイクロレンズ 138 に入射する偏光状態 246 には、複屈折レンズ 138 により指向性が与えられる。この場合、偏光修正デバイス 146 は、3D モード照明構造を透過するように垂直直線偏光状態 248 を透過させるように構成される。

【0273】

図 25 は、2D モードのこの実施形態の動作を概略的に示す。ほとんどの標準的な TFT-TN-LCD では、入力偏光子 64 は、-45° の最大透過の方向 250 を有するように構成され、それにより、位相変調層が -45° の直線偏光状態で照明されるようにする。LC 層に続く対向基板 80 の出力偏光 252 は、NW モードの ON 状態（0 ボルト動作）の場合、+45° まで 90° 回転する。この偏光状態は、光軸 254 が -45° にある複屈折マイクロレンズアレイ 138 に入射する。出力直線偏光子 258 の偏光の透過の方向 256 は、2D モード照明構造を透過するように +45° に向けられる。

【0274】

この装置の動作は、図 25 に、例示のために TFT-TN-LCD を用いて示されるが、他の位相変調 LC 効果を用いてもよい。この場合、ディスプレイの動作は、-45° の直線偏光状態で位相変調層を照明するディスプレイの入力偏光子から開始することにより、最もよく理解することができる。標準的なノーマリホワイト TFT-TN-LCD では、ディスプレイの 0 ボルト動作により、この偏光状態が名目上は 90° 回転され（偏光状態には通常いくらかの楕円率があるが）、この偏光状態は次に +45° に向けられた出力偏光子に入射し、それにより透過される。LCD の画素に電圧を増加しながら印加すると、入射偏光が徐々に回転を弱め、十分な電圧になると光の偏光がほぼ回転しなくなり、それにより出力偏光子（入力偏光子と直交している）において消光されるように、位相変調層の位相が調整される。

【0275】

この実施形態のディスプレイでは、複屈折マイクロレンズは、複屈折光軸方向がディスプレイの偏光軸に、この場合は -45° に平行にアライメントがとられるような向きにされる。

【0276】

ON 状態では、複屈折マイクロレンズに入射する光の偏光状態は、レンズが光学機能を有さないようなものである。これは、複屈折材料の常軸の屈折率が高分子材料の屈折率と整合するためである。その場合、標準的な LCD に関しては、偏光状態は +45° に向けられた出力偏光子を透過する。

【0277】

OFF 強度レベルを形成するために分割される偏光状態成分は、位相変調層により回転されない。このため、現れる偏光はレンズ機能に対応することになる。しかしながら、出力偏光子はこの光を消光する向きにされ、それにより、レンズ機能は最終的な表示出力では不可視となる。したがって、ディスプレイの輝度および切り替え特性は、複屈折素子および偏光修正デバイスを加えることにより、このモードの標準的なディスプレイ構成からは実質的に変わらない。

【0278】

図 26 は、3D モードのこの実施形態の装置の動作を概略的に示す。入力偏光子 64 は

10

20

30

40

50

、 - 45° の最大透過の方向 250 を有するように構成される。LC層に続く対向基板 80 の出力偏光方向 253 は、NBモードのON状態では回転しない。この偏光状態は、光軸 254 が - 45° にある複屈折マイクロレンズアレイ 138 に入射する。出力直線偏光子 258 の偏光の透過の方向 260 は、3Dモード照明構造（指向性分布）が透過されるように、- 45° に向けられる。偏光子 258 は、水平軸 262 または垂直軸 264 を中心として回転することができる。

【0279】

したがって、前段落を要約すると、出力偏光子は、- 45° で、入力偏光子および複屈折マイクロレンズアレイの複屈折光軸に平行になるように、調整される。これにより、偏光子を、例えば取り外すこと、水平軸または垂直軸を中心として回転させること、および交換することにより、再構成することができる。その偏光が 45° であるため、正確な偏光状態を得るために回転機能デバイス（波長板など）を加える必要がない。10

【0280】

他の箇所で説明したように、代替的には、レンズの光軸の向きは、マイクロレンズ対向基板の配向方向が - 45° であり、一方、微細構造表面の配向方向が 0° 、すなわち幾何学的マイクロレンズ軸に平行であるように構成され得る。この実施形態では、出力偏光子 258 は、レンズ 138 の複屈折光軸に平行または直交にアライメントがとられた最大透過の方向 260 を有する。

【0281】

画素に電界が印加されない場合、偏光は名目上 + 45° に回転されるため、高分子材料に屈折率整合した複屈折レンズに対応する。出力偏光子は、この偏光状態を消光する。したがって、ディスプレイは、3Dモードではノーマリブラック（NB）ディスプレイとなる。デバイスのオン状態は、画素に電圧を加えることにより達成される。これにより、入力偏光の位相が変調され、- 45° の偏光成分が生成される。次に、この偏光成分は複屈折マイクロレンズ機能に対応し、ウィンドウが生成される。次に、この偏光状態は出力偏光子により透過される。20

【0282】

したがって、この構成により、2Dモードおよび3Dモード両方でフル輝度の画像を得ることができる。受動複屈折マイクロレンズを用いることは、切り替えによるアーチファクト（switching artefacts）によるレンズのディスクリネーションが生じず、切り替え複屈折マイクロレンズよりもデバイスの製造コストおよび複雑性が減ることを意味する。さらに、このレンズは、（未硬化）ネマチック相の液晶材料と比較して、デバイスの動作温度の変化に対してより安定性がある。30

【0283】

受動複屈折レンズは、任意である硬化可能な液晶材料の使用により、切り替え複屈折マイクロレンズよりも機械的に安定にすることもできる。これは、ディスプレイに圧力が加わる場合、例えばディスプレイがタッチスクリーン表示デバイスを構成し、かつ当該デバイスとして用いられる場合、この実施形態が応力による液晶の流動または複屈折の変動を受けないことを意味する。

【0284】

レンズは、部分反射型導電コーティングが湾曲表面に堆積されず、レンズ表面での反射による散乱が少ないことが有利である。40

【0285】

さらに、マイクロレンズとディスプレイの画素平面との間には偏光子がない。したがって、マイクロレンズはディスプレイの対向基板内に配置することができ、それによりレンズと画素平面との間隔が短縮される。これにより、視距離を短くすることができる。したがって、この実施形態は、視距離が短いことが好ましいハンドヘルドディスプレイなどの小型ディスプレイに特に有用である。例えば、4.7インチVGAのストライプパネルは、50 μm の画素間隔を有し、0.5 mm 厚の対向基板では 430 mm の視距離を与える。50

【0286】

LCD対向基板は、LCDの組み立て前に、複屈折マイクロレンズアレイを含んで製造され得る。このようなプロセスは、LCD投影システムの異なる用途のための非複屈折マイクロレンズアレイの組み立てが知られている。複屈折材料は、LCD組み立ての温度および化学的適合性の要件に耐えることができる材料が用いられる場合、LCDの組み立て前に加えられてもよく、あるいは代替的に、組み立て後に充填されてもよい。概して、構成要素の組み立て中に対向基板に偏光子を設ける必要がないため、製造は簡略化される。

【0287】

図27aは、この実施形態の複屈折層の両側で用いられる配向膜のラビング（すなわち配向）方向の一例を示す。マイクロレンズ対向基板配向膜202はホモジニアス配向方向268を有し、微細構造表面204は逆平行ホモジニアス配向270を有する。

10

【0288】

図27bは、この実施形態で用いられ得る代替的な配向膜を示す。LCD対向基板80であり得るデバイスのマイクロレンズ対向基板のラビングステップを省くために、マイクロレンズ対向基板202上にホメオトロピック配向膜276が用いられる。微細構造表面配向膜204ではホモジニアス配向276が用いられる。

【0289】

図28aは、複屈折マイクロレンズアレイの複屈折光軸がレンズアレイの円柱レンズの幾何学的マイクロレンズ軸に平行であるようにON状態の出力偏光が調整された、さらなる「1出力偏光子」実施形態を示す。ディスプレイの円柱マイクロレンズの幾何学的マイクロレンズ軸に平行な配向膜を生成することが好都合であり得る。これは、画素平面とレンズアレイとの間で適当な偏光回転機能を用いることにより達成される。回転機能は、例えば半波長板またはTN導波素子(guiding element)から生成することができる。より詳細には、図28aは、半波長板278がLCD画素平面67と複屈折マイクロレンズアレイ138との間に挿入されている、本発明のディスプレイの素子の機能の概略図を示す。透過軸250が垂直面に対して-45°に設定されたLCD入力偏光子64に続いて、NWのON状態で45°の偏光状態方向252を有するLCD対向基板80を照明するLC層がある。半波長板278は、67.5°の複屈折光軸方向280を有して構成される。これに続いて、垂直面に対して0°の複屈折光軸方向282を有する複屈折マイクロレンズアレイ138と、垂直面に対して90°の透過軸方向284を有する直線出力偏光子258がある。

20

【0290】

あるいは、例えば図28bで2Dの動作モードについて示すように、複屈折レンズ138には複屈折材料のねじれがあり得る。透過軸250が垂直面に対して-45°に設定されたLCD入力偏光子64に続いて、NWのON状態で+45°の偏光状態方向252を有するLCD対向基板80を照明するLC層がある。マイクロレンズ対向基板配向膜202は、45°の配向方向253を有する。2Dの場合、これに続いて、垂直面に対して0°の複屈折光軸方向282を有する微細構造表面配向膜204と、垂直面に対して90°の透過軸方向284を有する直線出力偏光子258とがある。3Dモードでは、偏光子は90°回転され、TFT-TNディスプレイはNBモードに構成される。

30

【0291】

図29は、図24に示す実施形態と同じではあるが、偏光修正デバイス146が、ここでは切り替え可能な90°偏光回転子176、例えば半波長板、および(直線)偏光子184から形成されている点が異なる、さらに別の「1出力偏光子」実施形態を示す。これらは、任意の好適な方法で物理的に取り付けられてよく、図29に示すように、ここでは電極基板180の両側に形成されている。電極基板180は、切り替え可能回転子176の1つの透明電極178を一方の表面上に保持している。切り替え可能回転子176の第2の透明電極178は、レンズ基板132の外側表面上に保持されている。偏光子184は、電極基板180の他方の表面上に配置される。切り替え可能波長板176の液晶材料を配向させるために、好適な配向膜(図示せず)を電極178の表面上に配置してよい。

40

50

【0292】

したがって、図29に示すように、この実施形態では、切り替え可能波長板などの90°偏光回転子を用いることにより、2D動作モードと3D動作モードとの間の電気的切り替えが可能になる。2D動作モードでは、切り替え可能波長板は、出力偏光子の透過軸に平行に配向した複屈折光軸を有し、それにより出力偏光が影響を受けない。3Dモードでは、波長板は出力偏光子に対して45°に向けられるため、マイクロレンズ機能に対応する偏光状態は、90°回転され、出力偏光子により透過される。前述のように、ディスプレイは、2Dモードではノーマリホワイトモードで、3Dモードではノーマリブラックで動作することになる。切り替え可能波長板を、付加的な受動波長板 (passive waveplate) と組み合わせることにより、Pancharatnamタイプの広帯域構成がもたらされる。

【0293】

あるいは、当該技術分野において既知のように、切り替え可能波長板は、導波モード (guided mode) の偏光回転子で置き換えてよい。

【0294】

上記の「1出力偏光子」実施形態には前述の利点があるにもかかわらず、これらの実施形態は全て、1つの特徴、すなわち、2Dモードではノーマリホワイトモードで動作し、3Dモードではノーマリブラックモードで動作するという特徴を共有している。あるいは、3DモードをNWに構成し、2DモードをNBに構成してもよい。

【0295】

概して、ほとんどのTFT-TNディスプレイは、ノーマリホワイトモードで動作する。これは、ディスプレイの構成および動作において視野角および輝度を均一にするのに利点を有する。このLC効果のために、ノーマリブラックモードは概して、ノーマリホワイトモードよりも小さい視野角特性および低い均一性を有する。

【0296】

次に、2Dモードおよび3Dモードの両方がノーマリホワイトモードとして実施されるようにする、さらなる実施形態（本明細書中以下では「デュアルノーマリホワイト」実施形態と呼ぶ）を説明する。

【0297】

第1の「デュアルノーマリホワイト」実施形態は、図30aに示すとおりであり、さらなる切り替え可能な90°偏光回転子290がLCD入力偏光子64とLCD-TFT基板66との間に設けられているという点を除いて、図29に示す実施形態と同じである。これは、任意の好適な方法で物理的に取り付けられてよく、ここでは、切り替え可能回転子290の第1の透明電極288がLCD-TFT基板66の外側表面上に設けられ、付加的な電極基板286がLCD入力偏光子64とLCD-TFT基板66との間に設けられ、この付加的な電極基板286が、一方の表面上に第2の回転子透明電極288を、他方の表面上にLCD入力偏光子64を保持することにより実施される。

【0298】

第2の「デュアルノーマリホワイト」実施形態は、図30bに示され、切り替え可能な90°偏光回転子176と、透明電極178と、電極基板180と、偏光子184とを含む偏光機構 (polarising arrangement) が偏光子184のみに置き換えられている点を除いて、図30aに示す第1の「デュアルノーマリホワイト」実施形態と同じである。したがって、図30bのこの第2の「デュアルノーマリホワイト」実施形態全体は、单一偏光子指向性表示デバイス236からなり、当該デバイス236では、電極基板286と、第2の切り替え可能な90°偏光回転層290を電極層間に挟んだ一対の透明電極288とが、LCD入力偏光子64とLCD-TFT基板66との間に取り付けられている。複屈折マイクロレンズ138に続いてレンズ基板があり、それに続いて、この実施形態では偏光子186である偏光修正デバイス146がある。

【0299】

このように、図30aおよび図30bはそれぞれ、動作モードが2Dモードおよび3D

10

20

30

40

50

モード両方についてノーマリホワイトであるディスプレイを示す。このLC効果のために、ノーマリホワイト動作では、ノーマリブラックモード動作よりも高いコントラストおよび優れた視野角性能が得られる。この場合、ノーマリホワイト動作では、入力偏光子は、3Dモードのために入力切り替え可能波長板により回転され、出力偏光はそれに従ってアライメントがとられる。

【0300】

出力偏光子は、図30aに示す能動デバイスまたは図30bに示す受動デバイスであつてよく、能動偏光回転デバイスは取り外されて、入力切り替え可能波長板と同期してモード間で変換されるように機械的に再構成される偏光子292で置き換えられる。

【0301】

図31aは、図30aのディスプレイの2Dモードの場合の動作を示す。LCD入力偏光子の透過軸方向250は、-45°に設定される。切り替え可能半波長板290の光軸方向293は、入力偏光方向250とアライメントがとられるため、入力偏光方向250にはいかなる影響も及ぼさない。NWモードのON状態では、画素平面67のLC層は、偏光を90°回転させて、LCD対向基板80に45°の偏光方向294を与える。複屈折マイクロレンズ138の複屈折光軸方向296が-45°に設定されるため、入射偏光状態の屈折率は等方性材料の屈折率に整合し、レンズ効果は生じない。切り替え可能波長板176は、45°にアライメントがとられた複屈折光軸方向298を有するため、ここでも偏光に影響が及ぼされない。出力偏光子184は、45°に向けられた透過軸方向300を有し、2D偏光を透過させるようにする。

【0302】

図31bは、図30aのディスプレイの3Dモードの場合の動作を示す。第1の切り替え可能波長板の光軸方向293は、入力偏光方向250に対して45°に設定され、それにより偏光状態は+45°まで90°回転する。NWモードのON状態のツイステッドネマチックセルは、入力偏光を90°回転させて-45°の偏光状態を与え、この偏光が、-45°の光軸方向296を有する複屈折マイクロレンズ138に入射する。したがってレンズ機能がもたらされる。光は、0°の複屈折光軸方向298を有する第2の波長板176により回転され、それにより、45度の偏光方向300を有する最終出力偏光子184を透過する。

【0303】

図30bのディスプレイの動作は同様である。

【0304】

図32aは、2D動作モードおよび3D動作モード両方がNWモードであるさらなる実施形態を示す。バックライト60がLCD入力偏光子64を照明し、LCD入力偏光子64はLCD TFT基板66にほぼ直線の偏光を生成する。光の偏光は、LCD画素平面67の各画素により変調され、光はLCD対向基板80から出力偏光子184まで透過される。電極基板180が取り付けられている。透明電極178は、切り替え可能な90°偏光回転子176を挟んでいる。偏光回転子176の出力側には複屈折レンズ138が形成され、これは、屈折率の1つが等方性レンズ微細構造134の屈折率にほぼ整合した複屈折材料を含む。等方性レンズ微細構造がレンズ基板132に取り付けられる。

【0305】

動作の際には、液晶ディスプレイデバイス60、64、66、67、80、184は、従来のノーマリホワイト動作モードで動作する。偏光子64、184はさらに、当該技術分野において既知のように、広視野角フィルム(wide angle viewing films)を組み込んでもよい。

【0306】

2Dモードのデバイスの動作方法を図32bに示す。LCD出力偏光子184は、垂直面に対して+45°傾斜した直線偏光状態295を生成する。これは、垂直面に対して45°傾斜した光軸方向297を有する切り替え可能波長板176に入射する。したがって、波長板176は偏光状態にいかなる影響も及ぼさず、この偏光状態は、-45°の複屈

10

20

30

40

50

折光軸方向 299 を有する複屈折レンズ 138 に入射する。偏光状態は、レンズ基板の等方性材料の屈折率に整合したレンズの常光線屈折率に一致するため、レンズ機能は見られない。

【0307】

図 32c に示すように、3D 動作モードでは、波長板 176 は、垂直面に平行な光軸方向 297 を有するため、入力偏光が 90° 回転される。これにより、複屈折レンズアレイ 138 に入射する偏光は、複屈折材料の異常軸に平行となり、レンズ効果がもたらされる。したがって、この動作モードでは観察ウィンドウが生成される。

【0308】

他の箇所で説明するように、切り替え可能波長板 176 は、他の既知のタイプの偏光回転素子で置き換えられてもよい。さらに、複屈折レンズ 138 は、微細構造表面の複屈折材料の配向がレンズ軸に平行となるように、ねじれを含み得る。

【0309】

この構成は、2D - 3D 両方の動作モードがノーマリホワイトであるフル輝度の 2D - 3D 切り替え可能ディスプレイが作製され得るという利点を有する。しかしながら、画素層とレンズ開口との間の構成要素の数が多いことは、ディスプレイの視距離が比較的長くなる可能性が高く、これはいくつかの用途では望ましくない場合があることを意味する。あるいは、材料の薄層をその構成中で用いてもよい。例えば、マイクロシートガラス (microsheet glass) や高分子フィルムである。さらに、LCD 対向基板の処理温度に耐えることができる偏光素子 (polariser elements) が必要であり得る。

【0310】

反射型「1 偏光子」複屈折マイクロレンズディスプレイ

上述の実施形態は全て、透過型または発光型のディスプレイからなる。次に、反射型ディスプレイが実施される他の実施形態（以下、「反射型実施形態」と称する）を説明する。図 33a は、第 1 の反射型実施形態を示す。これは、ディスプレイの透過性または反射性の部分がある半透過型ディスプレイについても動作する。

【0311】

図 33a に示すように、この第 1 の反射型実施形態は、LCD TFT 基板 66 と、切り替え可能 LCD 層を有するミラーのアレイからなる LCD 反射画素平面 302 を含み、ミラーのアレイはそれぞれ、反射画素開口 304 を形成する。LCD 対向基板 80 が画素平面に配置され、それに続く波長板スタック 306 が、ディスプレイの偏光特性を調整するために、このタイプの反射型ディスプレイにおいて一般的に用いられる。波長板スタック上にマイクロレンズ対向基板 142 が配置され、その外側表面には、等方性レンズ微細構造 134 に伴って複屈折マイクロレンズ 138 のアレイが配置される。層 134 を支持するためにレンズ基板が用いられる。この実施形態では直線偏光子 308 からなる偏光修正デバイス 146 は、表示システムの出力側に配置される。

【0312】

図 33b は、2D 動作モードのこの実施形態の動作を示す。直線偏光子 308 は、90° の透過軸方向 310 を有する。直線偏光子 308 を通過した光 (This light) は、0° の複屈折光軸方向 312 を有する複屈折マイクロレンズ 138 に常光線屈折率で入射する (incident on the ordinary index of the birefringent microlenses 138)。光は、波長板スタック 306 を通過して、反射画像層 302 に当たる。光は反射されるが、説明を明確にするために、層 302 を透過するように示される（すなわち、当該技術分野の慣例のように、「展開されて」、すなわち入力経路および出力経路を連続的に示して図示される）。光は、波長板スタック 306、複屈折マイクロレンズ 138、および偏光子 308 を通過して戻る。光は屈折率が整合したレンズ 138 に入射したため、指向性は与えられず、ディスプレイは 2D ディスプレイとなり、すなわち、出力照明は複屈折材料の常軸に一致するため、レンズには対応せず、続いて偏光子を透過する。したがって、フル輝度およびフル解像度の画像が見られる。

【0313】

10

20

30

40

50

図33cは、3D動作モードのこの実施形態の動作を示す。直線偏光子308は、2Dモードでのその回転配向（rotational alignment）と比較して90°回転され、それにより0°の透過軸方向310を有するようになる。直線偏光子308を通過した光は、0°の複屈折光軸方向312を有する複屈折マイクロレンズ138に異常光屈折率で入射する。光は、波長板スタック306を通過して、反射画素層302に当たる。光は反射されるが、説明を明確にするために、層302を透過するように示される（すなわち展開されて示される）。光は、波長板スタック306、複屈折マイクロレンズ138、および偏光子308を通過して戻る。光は屈折率が整合していないレンズ138に入射したため、3D指向性が与えられ、ディスプレイは3Dディスプレイとなる。

【0314】

10

これは、入射偏光が、高分子微細構造に屈折率が整合していない異常光屈折率に平行であるため、入射光がマイクロレンズアレイ機能により画素平面上に結像されることも意味する。したがって、装置外部の（outside world）光源がディスプレイの画素に結像される。

【0315】

これは、ディスプレイが図33dに示されるような光源に対して正確な向きに配置される場合、ディスプレイの輝度を高めるのに役立ち得る。図33dは、3D動作モードでは、外部光源314からの光が複屈折レンズアレイ138により集束されて、画素平面反射板302に画像316を形成することを示す。次に、光は反射し戻されて、観察ウィンドウ37、40の領域に光源の像318が形成される。

20

【0316】

周辺光源は、画素平面上に結像され、観察者のウィンドウ平面に向けて拡散される。ディスプレイが正確な位置にある場合、これは、所定の光源に関してディスプレイの輝度を高めるために用いられ得る。

【0317】

この実施形態によるディスプレイ全体が、2D動作モードおよび3D動作モードでフル輝度を示すことができ、これは、低消費電力表示システムおよび周辺照明により動作するディスプレイの場合に特に有利である。

【0318】

この実施形態は、複屈折光軸および偏光修正デバイス軸を適当に変更することにより、種々のベースLCD偏光構成に適合させることができる。

30

【0319】

図33eは、切り替え可能偏光子が電気的に切り替え可能である、第2の反射型実施形態を示す。この実施形態は、図33aに示す実施形態と同じではあるが、偏光修正デバイス146が、ここでは切り替え可能90°偏光回転子176、例えば半波長板、および（直線）偏光子184から形成されている点が異なる。これらは、任意の好適な方法で物理的に取り付けられてよく、図33eに示すように、ここでは電極基板180の両側に形成されている。電極基板180は、切り替え可能偏光子176の1つの透明電極178を一方の表面上に保持している。切り替え可能回転子176の第2の透明電極178は、レンズ基板132の外側表面上に保持されている。偏光子184は、電極基板180の外側表面上に配置される。

40

【0320】

図33fは、図33eのデバイスの2Dモードの場合の動作を示す。偏光子184は、垂直面に対して90°の直線偏光透過方向320を有し、この偏光は、90°の複屈折光軸方向322を有する切り替え可能偏光回転子176に入射するため、偏光回転は行われない。光は、0°の複屈折偏光軸方向324を有する複屈折マイクロレンズ138に入射し、それにより、入射偏光は屈折率が整合し、レンズ機能は生じない。光は、波長板スタック306を通過し、画素平面302で反射して戻り、波長板スタック306を通過する（図33fでは展開図で示す）。最終偏光子184を通って出力される偏光は、複屈折マイクロレンズの常軸方向に一致し、切り替え可能偏光回転子176の光軸方向322に平

50

行であり、最終的に偏光子 184 を透過する。したがって、要約すると、2D 動作モードでは、90° の偏光入力は切り替え可能波長板により回転されず、レンズは屈折率が整合するため、いかなる指向性出力も生じない。

【0321】

図33gは、図33eのデバイスの3Dモードの場合の動作を示す。偏光子184は、90°の直線偏光透過方向320を有し、この偏光は、45度の複屈折光軸方向322を有する切り替え可能偏光回転子176に入射するため、90°の偏光回転が行われ、回転子からの出力偏光は垂直面に対して0°となる。光は、0°の複屈折光軸方向324を有する複屈折マイクロレンズ138に入射し、それにより、入射偏光は屈折率が整合せず、レンズ機能がもたらされる。光は、波長板スタック306を通過し、画素平面302に反射して戻り、波長板スタック306を通過する。最終偏光子184を通って出力される偏光は、複屈折マイクロレンズの異常軸方向に一致する。この偏光状態は、切り替え可能偏光回転子176の光軸方向322に対して45°であるため、90°回転されて、偏光子184の透過軸方向320に平行になり、偏光子184を通過するようになる。したがって、要約すると、3D動作モードでは、入力偏光状態は90°回転され、出力偏光は0°でマイクロレンズに入射し、レンズ機能が動作可能となる。

【0322】

上記の実施形態は、半透過型ディスプレイにおいて代替的に実施することができる。図45は、半透過型ディスプレイの画素の例の詳細を示す。赤色画素326、青色画素328、および緑色画素330が、わずかなギャップ332により分離されて示される。各画素は、ディスプレイの前方からの光を反射するように構成された反射領域336と、バックライトからの光を透過するように構成された開口領域462（すなわちクリア画素開口（clear pixel aperture））とを含む。

【0323】

半透過型ディスプレイでは、ディスプレイは、反射モードおよび透過モードの両方で動作する。画素はほぼ反射性であり、少なくとも1つの孔を有する、すなわち部分的に透過性であることにより、バックライトからの光がユーザに届くようになる。したがって、ディスプレイは、広範囲に及ぶ照明条件で動作することができる。これは、自動車用途およびカメラなどの、明るい太陽光照明から暗い屋内および夜間の状況（scene）まで照明が変わり得る用途で特に有用である。自動立体ディスプレイは、同様の条件で動作する必要があり得る。

【0324】

3D動作モードまたはマルチユーザ動作モードでは、観察ウィンドウが透過モードおよび反射モードの両方で同様であるべきである。したがって、例えば図45に示すように、透過開口は、反射画素とほぼ同じ幅を有するようにされ得る。その場合、ウィンドウの出力は、反射動作モードおよび透過動作モードの両方でほぼ同じ外形（profile）となる。

【0325】

半透過型ディスプレイでは、反射性および透過性の平面は、ディスプレイの構成要件によりわずかに異なり得る。しかしながら、間隔の差は概して、マイクロレンズの焦点深度に対して十分に小さい割合となる。

【0326】

ノーマリブラックモードのグレースケール応答の補正

上述の実施形態のいくつかでは、ノーマリブラックモードが3D動作モードに用いられる。これにより、異なる色の間のグレースケールの均一性が欠如するが、これは以下のようにして軽減することができる。

【0327】

図34aは、ノーマリホワイトディスプレイTFT-TN-LCDの概略的な画素応答342に関する、入力電圧340に対する各色の正規化透過率338のグラフを示す。低電圧では、デバイスは最大透過を有するため、デバイスはノーマリホワイト（NW）である。

10

20

30

40

50

【0328】

図34bに示すように、これを、ノーマリブラックモードの概略的なグレースケール応答と比較し得る。図34bは、ノーマリブラック(NB)のTN-LCD画素に関する、入力電圧340に対する出力グレーレベル344のグラフを、赤色波長346、緑色波長348、および青色波長350で示す。

【0329】

この場合、これら3色は、特に低グレースケールで異なる応答を有する。

【0330】

以下の説明では、TNセルが、赤色チャネルと緑色チャネルとの間の同調波長(tuning wavelength)（例えば、複屈折と物理的厚さとの積がその半分になる波長）と同等の光学的厚さを有するように設計されると仮定する。赤色チャネルに関しては、セルの設計は、非駆動状態では、完全に回転した出力を与えるには遅延(retardance)が小さすぎ、したがって赤色のコントラストが制限されることを意味し得る。緑色チャネルの非駆動状態に関しては、セルの遅延が大きすぎるため、電圧を上げることによりセルの遅延が減り、それにより緑色が遅延極小点(retardance minimum)を通過し、青色チャネルに関しても同様である。セルがオン状態に駆動されると、3つのチャネルの透過率は名目上は同じになる。ノーマリブラック動作では、赤色チャネルの出力コントラストは、オフ状態の出力偏光子の向きを調整し、グレースケール補正方式によりデータ信号を反転することにより最適化され得る。緑色チャネルおよび青色チャネルの出力は、グレースケール補正方式を用いて信号を反転およびオフセットすることにより調整され得る。

10

20

【0331】

色補正アルゴリズムを用いて、このモードのディスプレイの色性能を最適化してもよい。これを図35に示す。画像データ入力352がグレースケール補正ユニット354により処理され、偏光修正デバイス146の設定により規定されたデバイスの動作モードに基づいて、適切な最終グレースケール応答が与えられる。適切に補正されたデータ信号358がディスプレイ360に送られる。グレースケール補正ユニット356の実装は、ハードウェアまたはソフトウェアで行なうか、またはそれら2つの間で分けることができる。

【0332】

必要なコントラストの変化に合わせて、オファクシスの視野角を用いてディスプレイを最適化するよう注意せねばならない。レンズの複屈折光軸方向は、複屈折マイクロレンズの可変厚波長板の作用を最小にするように、出力分解器(analyzer)に厳密に一致するべきである。

30

【0333】

さらに、前述の実施形態のいくつかでは、2Dモードはノーマリホワイトモードで動作し、3Dモードはノーマリブラックモードで動作するが、出力偏光子およびマイクロレンズアレイの相対的な向きを変えることにより、これを逆にすることができる（すなわち、2Dモードがノーマリブラックモードで動作し、3Dモードがノーマリホワイトモードで動作するようになる）。

【0334】

本発明では、TN効果以外の効果を用いるベースパネルを用いてもよく、その場合、配向構成は、出力偏光およびその効果の観察特性に応じて性能を最適化するように調整され得る。

40

【0335】

観察者追跡および観察者位置

上記の実施形態の全てにおいて、マイクロレンズアレイが、観察者の位置の測定に用いられる検出器からの信号と同期して動くようにすることによって、観察者追跡を実施することができる。このようにして、観察者は、広範囲に及ぶ観察位置から3D画像を見続ける。水平パララックスを用いるディスプレイの場合、この動きは、単一の水平軸のみで起こり得る。

【0336】

50

観察者追跡センサを有さないシステムでは、最適な観察位置にいるか否かをユーザに教えるインジケータ、すなわち「スイートスポット」を実施することができる。観察者が正確な（正像）スイートスポット位置にいる場合、観察者は左眼で左画像を、右眼で右画像を見る。観察者が不正確な（疑視像）位置にいる場合、画像はスワップされ、ユーザは通常、視覚的歪みを経験する。

【0337】

本発明のさらなる実施形態では、スイートスポットインジケータ366が、ディスプレイからデバイスを分離するように構成され得る（すなわち、いずれのSLM画素も用いない）。

【0338】

スイートスポットインジケータは、切り替え可能2D-3Dディスプレイの光学出力に適合し得る。

【0339】

図36は、スイートスポットインジケータの全体的動作を示す。3Dディスプレイは、右眼ウィンドウ362および左眼ウィンドウ364をディスプレイのウィンドウ平面42に生成するように構成される。右眼374を右眼ウィンドウ362に位置付け、左眼376を左眼ウィンドウ364に位置づけた観察者には、ディスプレイ全体にわたって3D画像が見える。インジケータ366は、ディスプレイウィンドウ平面42と一致した（ただし、図36では説明のために分離してある）スイートスポットウィンドウ平面368に、一連の反復したウィンドウを生成するように構成される。スイートスポットウィンドウ平面368は、黒色ウィンドウ370およびカラー（coloured）ウィンドウ372の反復アレイからなる。各ウィンドウ370、372は、ディスプレイウィンドウ362、364の幅のほぼ2倍である。

【0340】

インジケータおよび表示画像の両方が、同じ表示ケースに収容され得る。インジケータは、3D視に適応される場合、ディスプレイの上または下に配置される。

【0341】

図37は、インジケータ部の後部を照明するための、LCDのバックライトからの光の使用を示す。より詳細には、図37bは、スイートスポットインジケータ366のためのこの照明方法を示し、ここでは、冷陰極蛍光灯382からの光が、ディスプレイ380の照明のために反射板386および導光体（light guide）384により集光され、バックライトシステムもまた、スイートスポットインジケータ366を照明するために用いられる。あるいは、バックライト導光体384を、スイートスポットインジケータ366の下の領域に延在させてもよい。

【0342】

スイートスポットインジケータを組み込んださらなる実施形態は、以下のとおりである。

【0343】

パララックス光学系が、光源およびマスクアレイを3Dディスプレイのウィンドウの平面と同じ場所に位置する平面に結像するように構成される。目視者がディスプレイの正像位置にいる場合、インジケータは黒色に見え、ディスプレイの擬視像位置にいる場合、インジケータはカラー、例えば赤色に見える。スイートスポット指示のためのパララックス光学系は、画像表示に用いられるパララックス光学系からは分離されており、それにより、3D視の際に、ディスプレイの画像範囲全体を用いることが有利に可能となる。スイートスポット指示のためのパララックス光学系は、例えば、レンチキュラースクリーン、ホログラム、またはパララックスバリアであってよい。

【0344】

図38は、本発明の一実施形態を示し、ここでは、インジケータとして用いられるパララックス光学系は、交互に位置するレンズからの光を覆い隠す（obscure）ようにアライメントがとられたレンチキュラースクリーンおよびマスクを含む。より詳細には、バック

10

20

30

40

50

ライト 388 が、ウィンドウ生成マスク 392 を照明する実質的な拡散照明 (substantially diffuse illumination) 390 を生成するように構成される。スペーサ材料 394 が、レンズアレイ 396 からウィンドウ生成マスク 392 を分離しており、レンズアレイ 396 は、高屈折率材料 398 および低屈折率材料 400 の微細構造材料からなる。基板 404 に取り付けられたレンズプロッキングマスク 402 は、レンズアレイ 396 の交互に位置するレンズからの光を遮るように構成される。レンズは、ディスプレイの画像部分の複屈折マイクロレンズアレイで用いられる複屈折材料の異常光屈折率とほぼ同じ屈折率および分散特性を有する非複屈折高分子材料で充填される。したがって、レンズは、ディスプレイに用いられるのとほぼ同じ光学性能を有するが、いかなる偏光子も必要としない。レンズプロッキングマスクは、実質的にレンズの光学開口の平面に配置され、(図示のように) 画素平面とレンズとの間、またはレンズと観察者との間にあってもよい。

【0345】

図 39 に示すさらなる実施形態では、ディスプレイの画像部分で用いられるのと同じ複屈折パララックス光学系が、スイートスポットインジケータとして用いられ、これは、パララックス光学機能をもたらすために、中間レンズおよび適当な偏光子 406 を遮蔽する付加的なマスク 402 を有する。より詳細には、バックライト 388 が、偏光子 406 およびウィンドウ生成マスク 392 を照明する実質的な拡散照明 390 を生成するように構成される。スペーサ材料 394 が、複屈折レンズアレイ 138 および等方性レンズ微細構造からウィンドウ生成マスク 392 を分離する。基板 404 に取り付けられたレンズプロッキングマスク 402 は、レンズアレイ 138 の交互に位置するレンズからの光を遮るように構成される。あるいは、インジケータが、適切なウィンドウ構造を作成するために表示データを含む画素を有する画像表示マイクロレンズアレイの代替のマイクロレンズを遮蔽するマスクを含むことができる。

【0346】

有利には、バックライトは、LED またはエレクトロルミネッセンスディスプレイなどの狭帯域光源であってよく、それにより、インジケータの可視性が最大になり、システム内の光が効率的に利用される。任意に、既存のバックライトからの光を用いてもよく、その場合、偏光子、画素開口、および透明電極材料 (例えばITO) を省くことができる。インジケータ照明は、ディスプレイの 2D 動作中はオフにすることができる。

【0347】

上述の実施形態では、概ね平均眼間距離のサイズである観察ウィンドウが生成される自動立体 3D ディスプレイに言及した。ディスプレイはステレオペアを生成し、正確な位置にいる観察者は奥行きのある画像を見る。しかしながら、本発明は、2D 画像と 3D 画像との間での切り替えに限定されず、むしろ本発明は、光出力が 1 つの位置または指向性分布から別の位置または指向性分布に切り替えられる任意の用途で具現することができるこことが認められよう。

【0348】

このような用途の一例は、上述の 3D モードと同等である、いわゆるマルチユーザディスプレイであり、異なる画像が異なる目視者に対して (ディスプレイに対する各目視者の異なる位置を利用して) 表示されることが必要である。さらに、目視者全員に対する同じ画像の表示は、上述の 2D モードと同等である。

【0349】

第 1 のマルチユーザ実施形態を図 40 に示す。図 40 は、観察ウィンドウ 408、410、412、414 を生成する、例えば自動車のダッシュボード上で用いるための複屈折マイクロレンズディスプレイ 406 の平面図を示す。ウィンドウサイズは、目視者の眼間距離よりも大きく構成される。運転者は、自身の右眼 416 をウィンドウ 408 に、同様に左眼 418 も同じウィンドウ 408 に位置付ける。同様に、乗客は自身の左眼 422 および右眼 420 を 1 つのウィンドウ 414 に位置付ける。2 ビューディスプレイ (two view display) の場合、ウィンドウ 408 および 412 が同じ情報を含み、ウィンドウ 410 および 414 が同じ情報を含む。収差設計のために、ディスプレイを用いる乗客と運転

10

20

30

40

50

者との間にウィンドウ 410 および 412 があることが好都合であり得る。第 1 の画像 426 および第 2 の画像 428 が入力された場合、画像信号インターラーサ 424 が、画像 426 を例えばディスプレイの偶数列へ、画像 428 を例えばディスプレイの奇数列へ入れる。ディスプレイの光学素子は、画像 426 をウィンドウ 408 にいる運転者に向か、画像 428 をウィンドウ 414 にいる乗客に向ける。ディスプレイは、上述の 2D - 3D ディスプレイと同じ方法で動作するが、異なる目視者が異なるウィンドウに位置付けられ得るよう、観察ウィンドウは実質的に大きい。このようなディスプレイは、車内または機内のエンターテイメント、ナビゲーション、および情報システムなどの自動車用途に適している可能性がある。

【0350】

10

このディスプレイは、2つの同時画像チャンネル、例えばTVおよびナビゲーションを表示することができる。ウィンドウは、運転者の位置からのみナビゲーションチャンネルが見えるように構成される。1人または複数人の乗客は、TVチャンネルを見ることができる。同じディスプレイを、右ハンドル仕様 (configuration) または左ハンドル仕様に合わせて電気的に構成してもよい。エンターテイメントチャンネルは、車両が停止している際には全ての目視者が見るように電気的に切り替えることができる。

【0351】

ディスプレイは、上記の実施形態のいずれにおいても、上述のような受動マイクロレンズ構成を含み、第 1 のモードでは標準的な 2D ディスプレイと同様に動作する。すなわち、同じ画像が全観察ウィンドウに提示され、すなわち、乗客全員がディスプレイ表面上で同じ画像を見ることができる。

20

【0352】

第 2 の動作モードでは、ディスプレイは、少なくとも 2 つのグループの異なる画像を含む、出力ウィンドウのアレイを有するように構成される。

【0353】

図 41 は、図 40 のディスプレイのウィンドウの構成を概略的に示す。強度 430 が、理想的なウィンドウの位置 432 に対してプロットされている。運転者の眼 416、418 は、画像 426 を見ることができるウィンドウ 408 に位置付けられている。乗客の眼 420、422 は、画像 428 を見ることができる別のウィンドウに位置付けられている。観察者は、必ずしもディスプレイの隣接ウィンドウにいる必要はない。

30

【0354】

例えば、ディスプレイから 1000 mm の距離を隔てて幅 250 mm の観察ウィンドウを有することが必要な、50 μm の画素ピッチを有する 4.7 インチ VGA のディスプレイの場合では、マイクロレンズと画素平面との間の対向基板用の間隔は、約 0.3 mm であろう。したがって、これは、複合材料の対向基板が製造用に構成される、前述の内部マイクロレンズ構成に適している。

【0355】

上述の 2D - 3D 実施形態と同様に、データはディスプレイ上の列でインターレースされる。図示の例では、偶数列は画像 1 データを示し、奇数列は画像 2 データを示す。

【0356】

40

1 つの動作モードでは、車両の運転者が頭の位置を動かしても、エンターテイメント画像を見ることができないようにすることが望ましい場合がある。運転者が不正確な観察位置に移動しようとすると、ディスプレイが消えるように、付加的なセンサを実施してもよい。

【0357】

マルチユーザディスプレイの別の実施形態では、図 42 に示すように、交通信号表示システムが構成され得る。図 42 は、観察ウィンドウ 434、436、438、440 を生成する、例えば車線信号システムで用いるための本発明の複屈折マイクロレンズディスプレイ 406 の平面図を示す。ウィンドウサイズは、目視者の眼間距離よりも大きいように構成される。ある車線にいる運転者は、自身の右眼 442 をウィンドウ 434 に、左眼 4

50

44もウィンドウ434に位置付ける。同様に、別の車線にいる運転者は、自身の左眼448および右眼446をウィンドウ440に位置付ける。第1の画像450および第2の画像454が入力された場合、正確な画像が正確な方向に送られるように、画像信号インタレーサ424が複合インタレース画像(composite interlaced image)をディスプレイ406上に結像する。ディスプレイの光学素子は、画像450をウィンドウ440にいる運転者に向け、画像454をウィンドウ434にいる運転者に向け、例えば個別の車線に對して個別の命令を与える。非指向性出力モード(2D-3D実施形態の2Dモードに相当する)に切り替えることにより、ディスプレイが両方のレーンに對して同じ命令を表示することもある。

【0358】

10

ディスプレイは、ディスプレイを歩いて通り過ぎるユーザの注意を引くために、異なるウィンドウに異なるデータを有するように構成することもできる。このようなディスプレイは、例えば、情報キオスク(information kiosks)、自動販売機、および公開表示情報システムに適用可能であり得る。

【0359】

複屈折マイクロレンズディスプレイ406は、本発明による光方向切り替え装置を組み込んだ任意の好適なディスプレイから形成されてよく、すなわち、空間光変調器は、例えばLCDディスプレイであってよい。1つの動作モードでは、信号により観察者全員に同じ画像が表示され、第2の動作モードでは、ある車線にいる観察者は限られた範囲の方向からしか信号を見ることができない。これは例えば、光の近くにいるユーザのみが自らの命令を遂行することができるようとする用途を有し得る。

20

【0360】

切り替え可能半透過型表示システム

さらなる実施形態では、本発明の光指向性分布切り替え装置は、半透過型または反射型ディスプレイの輝度向上を補助するものとして用いられ得る。

【0361】

図33dを再び参照すると、光源314は、観察ウィンドウ37、40における3D画像の輝度を高めるために、レンズアレイ138により3Dディスプレイの画素反射板平面302上に結像され得る。

【0362】

30

図43は、第1の切り替え可能な輝度補助実施形態の半透過型ディスプレイの側面図を示す。バックライト60が、LCD入力偏光子64を照明し、LCD入力偏光子64に続いて、LCD TFT基板66および半透過画素平面468がある。LCD対向基板80が設けられ、それに続いて、複屈折マイクロレンズアレイ138、等方性レンズ微細構造134、レンズ基板132、および直線偏光子466と切り替え可能な90度偏光回転子176とを含む偏光修正デバイスがある。

【0363】

この半透過型LCDは、透過および反射された光を変調するように構成される。

【0364】

40

図44は、輝度向上モードを有する2D半透過型表示システムの1つの画素構成を示す。画素は、垂直画素ギャップ332および水平画素ギャップ333により分離された、赤色画素326、青色画素328、および緑色画素330の列として配列されている。この場合、クリア画素開口は、2つの領域456、458に分割され、画素の残りの部分は反射性460である。したがって、画素はそれぞれ、バックライトからの光が透過され得る孔を有する反射電極の領域を含む。

【0365】

図45は、反射性および透過性の領域の配列が、单一の画素開口462が画素326のほぼ半分を覆い、残りの部分が反射画素開口336であるように変化した、1つの他の画素構成を示す。

【0366】

50

ディスプレイの複屈折マイクロレンズ構造は、図33eに関して説明したものと同様の方法で動作する。しかしながら、本実施形態では、レンズは列ではなく行をなして配列され、それにより、それぞれの眼がディスプレイ上に、同じ画像輝度で同じ画像を見るようになる。レンズのピッチは、画素行のピッチとほぼ同じである。

【0367】

この実施形態のディスプレイにより生成されるウィンドウは、3D画像を観察者に提供するという目的を有するのではなく、ディスプレイ輝度が高められた領域であり、次にこれを説明する。

【0368】

図46は、半透過型画素構造333、460、456、458を有する反射型バックプレーン上に配置された複屈折レンズ138のアレイを示す。外部発光体468からの光は、レンズ138を通してバックプレーンの反射部分に集束され、そこから観察者472へ向けて散乱し戻される。バックライトからの光は、画素の半透過領域456、458を通過して、同様に観察者へ向けて集束される。

10

【0369】

第1の動作モードでは、偏光修正デバイスは、レンズがいかなる光パワーも示さないように構成されるため、このデバイスは、標準的な半透過型ディスプレイとして動作する。図46に示すように、第2の動作モードでは、偏光修正デバイスは、レンズが光パワーを有し、かつ外部光源を画像のアレイとして画素平面の反射部分に結像するように構成される。画素平面の反射部分は、実質的に外部光源の画像のアレイの像平面にあるが、反射部分上の画像のスポットサイズを拡大するために、像をデフォーカスするいくつかの相対的な変位が行われる場合がある。

20

【0370】

光は反射板により拡散され、その一部はマイクロレンズに入射し、このマイクロレンズは入力レンズとは異なるマイクロレンズとして図示されているが、同じレンズであってもよい。レンズは画素からの光を集光し、それを観察者に向けて分布し、輝度を高めた画像を与える。アレイのレンズはそれぞれ、画像のアレイの各画像からとほぼ同じ指向性分布を形成する。この指向性分布が観察ゾーンを画定する。しかしながら、実際には、画像のアレイの各画像からの光の指向性分布にはわずかな相違があり得る。これは、少なくとも以下の理由によるものである。

30

各出力レンズ光軸に関する画像の相対部分は、例えば観察ウィンドウを生成する必要に応じて、ディスプレイにわたって変わり得る。これは、例えば、画像のアレイのピッチがレンズのアレイのピッチとわずかに異なる、密接に配置された外部光源により引き起こされ得る。

レンズの収差特性は、マイクロレンズアレイの光軸に関するスポットの相対位置によって変わり得る。

反射板における反射による光の角度分布は、種々の画像ごとに異なり得る（例えば、実質的に画像に位置付けられたランダムディフューザの場合）。

【0371】

以下により詳細に説明するように、観察者に対して結像されるのに必要な光の方向471は、ディスプレイの平坦な表面からの光の鏡面反射の方向469とは異なるため、有利なことに、ディスプレイのコントラストが、デバイスの平坦な界面からの光の鏡面反射によって低下することはない。

40

【0372】

レンズは、画素の透過部分から効率的に光を集光し、高輝度でそれらの光を観察者へ向けて分布するためにも用いることができる。

【0373】

このシステムの利点は、ディスプレイの輝度がレンズの集束作用により向上し得ることであるが、輝度を高めた領域の大きさは制限される可能性があり、ユーザがディスプレイを適切な向きにすることが必要である。周囲照明が不適切である場合、ユーザはディスプ

50

レイを従来の広角動作モードで用いることを選択できる。これは、高輝度低電力モード構成であるハンドヘルドの電池式デバイスに特に有効であり得る。輝度向上はフルカラーであるため、装置はフルカラーまたはモノクロディスプレイで用いることができる。

【0374】

ディスプレイが、レンズの切り替えを必要としない単一の輝度向上動作モードで永久に動作する必要がある場合がある。この場合、レンズはパッシブレンズであってよく、複屈折性である必要はない。あるいは、前述のように、本発明の第1の態様による受動複屈折レンズおよび偏光修正デバイスの代わりに、能動複屈折レンズを本発明において用いてよい。能動複屈折レンズは、例えば、切り替え可能液晶層、および微細構造レンズ表面と平坦基板との間に挟まれた関連する切り替え電極を含み、前述の利点を有する。

10

【0375】

本発明の別の実施形態では、図49に示すように、反射層は反射様式 (configuration) で動作する透過型ディスプレイの後部に配置され得る。外部光源500は、ディスプレイの前部を照明し、このディスプレイは、前面に切り替え可能偏光子502と、複屈折マイクロレンズアレイ138とを含み、複屈折マイクロレンズアレイ138は、第1の動作モードでディスプレイを通る入射光を集束する役割を果たす。レンズアレイの個々のレンズはそれぞれ、結像光学開口541を含む。

【0376】

第1のレンズの開口541からの光は、LCD基板504と、画素開口領域508および画素ギャップ領域510を含む位相変調LC層506とを通過する。次に、光はLCD基板512および後部偏光子514を通過し、基板520に取り付けられた偏向反射パターン層 (patterned deflecting reflector layer) 516に当たる。偏向反射パターン層516は、反射領域518および開口領域519を含む。反射領域518のピッチは、レンズ138のピッチとほぼ同じである。

20

【0377】

開口領域519を通過する周辺光源500からの光は、入力側からの光を反射するように構成されたバックライトユニット522に入射する。半透過反射型ディスプレイでは、バックライトユニット522は、さらなる光源 (図示せず) によってディスプレイの後部から照明を行うこともできる。

【0378】

30

バックライトから入射する光線524は、開口領域519を透過するが、反射領域518に入射する光526は、バックライトユニットに再び導かれて、再循環され得る。

【0379】

第1のモードの動作では、外部光源は、レンズ138によって、実質的に画像のアレイの像平面にある偏向反射領域518に、画像のアレイとして集束される。これらの領域は、光源を偏向させるために、例えば、拡散反射板、例えば金属化された粗面 (roughened-metallised-surface) を含んでもよい。特に、偏向板 (deflector) は水平偏向特性のみを与えることができるが、レンズは垂直方向に拡散を行う。したがって、偏向反射板518は、第1のレンズ開口541からの光を第2のレンズ開口543に偏向する機能を有し、第2のレンズ開口543は、画像を形成する第1のレンズ開口が、像平面に沿って延びる平坦な反射板により結像される開口とは異なる開口である。これは、図51aおよび図51bを参照してより詳細に説明する。

40

【0380】

偏向反射領域から反射された光528は、隣接するレンズ開口543によりこのように取り込まれ、ディスプレイ前方の円錐内に位置する観察者530に向けて結像される。外部光源の各像は、それぞれの第2のレンズ開口543によりほぼ同じ指向性分布に導かれる。方向528は、ディスプレイのコントラスト比を高めるために、鏡面反射529の方向とは分離される。

【0381】

したがって、偏向反射板518は、レンズアレイの第1の開口から第2の開口へ光を導

50

く役割を果たす。図49および図50に示す向きでは、第1のレンズ開口541および第2のレンズ開口543は、アレイのうちの異なるレンズであるが、これは周辺光源500の全ての位置についてはいえない。周辺光源の位置によっては、同じレンズの異なる部分（すなわち、異なるレンズ開口）により、本発明の輝度向上をもたらすことが可能である場合がある。例えば、ディスプレイは、幾何学的マイクロレンズ軸が水平である円柱レンズのアレイ138として構成されてもよい。図49に示すように、標準的な動作モードでは、光源500はディスプレイの上方に配置され、それにより、光が第1のレンズ541から入り、反射されて、第2のレンズ543により出力指向性分布に結像される。この場合、明らかに、各像は、各像を形成するレンズとは異なるレンズを介して反射される。あるいは、光源500はディスプレイの片側に、ただしアレイ138の円柱レンズの光軸上に配置されてもよい。その場合、レンズアレイ138は、実質的に反射板の平面にある第1の画像のアレイに光源500を結像する。すると、同じレンズが反射板からの光を集光し、有利に輝度が向上された出力指向性分布をもたらす。しかしながら、光偏向反射板の使用により、像の各有限部分それぞれが、像の有限部分を形成するレンズの部分（すなわちレンズ開口）が像平面に沿って延びる平坦な反射板により反射され得るレンズの部分（すなわちレンズ開口）とは異なるレンズの領域（すなわちレンズ開口）に向けて反射される。したがって、偏向反射板518を、レンズをずらす（shifting）または変えるのではなく、光が導かれるレンズ開口をずらすまたは変えるものとみなすべきである。

【0382】

有利には、アレイ138のレンズは、切子面のない連続的な表面レリーフレンズである。切子面のないレンズを用いることができることにより、望ましくない画像アーチファクトおよび光損失を被ることなく、輝度およびコントラストの向上という利点を得ることができる。

【0383】

偏向反射領域518の幅は、開口領域519の幅と比較して、反射向上モードのディスプレイの観察自由度を高めるために大きくしてもよく、またはバックライトモードのディスプレイの観察自由度を高めるために小さくしてもよい。

【0384】

このように、外部光源は、ディスプレイを効率的に照明し、一定範囲の観察位置から見た場合により高い輝度の動作モードを提供するために用いられ得る。この実施形態に関して特に有利なのは、ディスプレイデバイスの内部構造の修正が不要であり、輝度向上素子がディスプレイの外側表面に加えられることである。これにより、ベースLCDパネルの既存の製造方法の変更を最小限に抑えることで、システムのコストが削減される。

【0385】

ディスプレイは、例えば、第1のモードではノーマリブラック方式（configuration）で、第2のモードではノーマリホワイト方式で動作することができる。レンズ138は行をなして配列され、水平軸に関してディスプレイを傾斜させることにより、最適な輝度を得ることができる。

【0386】

第2の動作モードでは、例えば偏光子502を再構成することにより、他の箇所で説明するようにレンズの光学効果をなくすことができる。これは、複屈折レンズ138の効果をなくす役割を果たす。この場合、ディスプレイは、第1のモードの最良の観察位置と比較して低い輝度を有する、ほぼ均一な観察領域を有することになる。あるいは、レンズ138および切り替え可能偏光子502を、固定焦点距離を有するレンズで置き換えることにより、ディスプレイが集束構成で永久に動作するようにしてもよい。

【0387】

この実施形態の受動複屈折レンズおよび切り替え偏光子は、非切り替えレンズまたは能動切り替えレンズで置き換えてよいことは明らかであろう。これは、本明細書中で説明する実施形態に適用される。

【0388】

10

20

30

40

50

図50は、さらなる構成要素がディスプレイの後部に配置された、図49の実施形態とは異なる代替的な輝度向上表示システムを示す。この場合、ディスプレイは、前部偏光子532と、位相変調画素層534と、後部偏光子536とを含む透過型ディスプレイである。第1の動作モードでは、周辺光源500からの光がディスプレイを通過し、後部ディスプレイ偏光子536で偏光される。半波長板などの切り替え可能な90°偏光回転子が、レンズ138が集束作用を有するように複屈折レンズのアレイ138に当たる光の偏光を配向するように配置される。次に光は、基板520上に形成された、反射領域518および開口領域519を含むパターン偏向反射板516上に集束される。偏向反射板518から第2の開口543へ反射される第1の開口541からの光は、観察者の眼530が位置付けられているディスプレイの観察ゾーンに向けて結像される。前述のように、高輝度の領域が再び形成される。

【0389】

第2の動作モードでは、切り替え可能偏光回転子538は、レンズ138が実質的に集束作用を示さないようにレンズ138に当たる出力偏光方向が設定されるように構成される。次に、光はパターン反射素子516に当たる。光の一部は反射され、残りはバックライトに透過し、バックライトにおいて拡散および再反射される。反射素子518のピッチの整数は、この動作モードにおいてモアレ効果を回避するために、ディスプレイの画素の垂直方向のピッチとほぼ同じに設定され得る。

【0390】

レンズに対する偏向反射板の相対位置は、デバイスの平面における光源の鏡面反射529から反射板518の出力を分離するように設定される。有利には、このような素子は、いくつかの異なるパネル画素ピッチを有して用いられ得る。

【0391】

デバイスは、切り替え可能回転子538と、固定焦点レンズで置き換えられた複屈折レンズ138とで構成されてもよい。この場合、反射板のピッチは、モアレを回避するためにパネルの画素の垂直方向のピッチに基づく必要がない。

【0392】

有利には、付加的な素子はディスプレイの個別素子として組み立てられ、組み立て時間、ひいてはディスプレイのコストが削減される。特に有利なのは、このような素子を、原材料を減らし、かつ開発費(non recurring engineering costs)を削減する役割を果たすいくつかの異なるパネル設計とともに用いることができるることである。

【0393】

図51aは、本発明の偏向反射板の作用をさらに示す。レンズアレイ540は、画像データ画素を含むディスプレイパネル539に周辺光源500を結像させるように配列される。光は、第1のレンズ開口541により結像されて、例えばディフューザ542およびパターン平面反射板544を含み得る偏向反射素子に集束される。1つの入力光線547についての反射板からの反射光分布は、例えば円錐546により示される。

【0394】

したがって、偏向反射板542、544からの光は、第2のレンズ開口543へ導かれる。第2のレンズ開口は、別個のレンズであってもよく、同じレンズの一部であってもよい。第2のレンズ開口において、偏向反射板からの光は、ほぼコリメートにされ、観察者530に向けて導かれる。

【0395】

図51bは、本発明の偏向反射板と比較した平面反射板の作用を示す。レンズは開口541において、光源500からの光を反射平面上に集束する。平面反射板は、例えば、ディフューザ54とレンズ基板との境界における平面フレネル反射により形成され得るよう、光線547を反射して光線549とし、関連する光の入力光円錐がレンズにより開口545においてコリメートにされる。しかしながら、平面反射板からの出力光線549の方向は、例えば図示のように(as marked)システムの他の平面からの鏡面反射529の方向に平行となる。したがって、偏向反射板の作用がなければ、システムは鏡面反射方向

10

20

30

40

50

(specular direction) に光を導く。そのため、必要な変調光が鏡面反射に加えられ、画像のコントラストが低下することになる。さらに、直交（紙面に垂直な）方向では、反射板により光円錐に指向性が与えられないため、この方向の照明範囲が制限される。したがって、偏向反射板は、円柱マイクロレンズの幾何学的レンズ軸に平行な方向のディスプレイの観察自由度を高める役割を果たす。

【0396】

あるいは、第2の方向に光パワーを有するレンズが、ディスプレイの観察自由度を高めるために用いられ得る。

【0397】

図51cは、金属化されたパターン構造552を有する粗面により形成されるようなパターン偏向反射板の使用を示す。あるいは、偏向反射板の表面は、少なくとも1つの微細なピッチのマイクロレンズアレイの形態を有してもよい。偏向反射板は、単独で、または屈折性光学構成要素と組み合わせて、ホログラフィック素子から形成されてもよい。

10

【0398】

図51dは、金属化されたパターン傾斜表面 (patterned metallised tilted surface) 554上に偏向反射板が形成され、それにより光円錐を観察者へ、ディスプレイの残りの部分の平面の鏡面反射方向を避けて (away from) 導くようとする、代替構成を示す。このような構成は、必要なレンズ開口を充填するために必要とされる出力拡散円錐556のサイズを縮小することにより、ディスプレイの輝度を有利に高める。概して、光源がユーザ位置に関してディスプレイの上方に配置されるため、偏向の向きがユーザの幾何学的形状 (user geometry) を満たすように整合され得ることは、予測されるであろう。パターン偏向反射板554を、各パターン領域のマイクロプリズムのアレイで構成して、有利にプリズムの高さを低くし、かつ製造公差を緩和するようにすることもできる。

20

【0399】

反射板素子544は、3M Corporation製のDBEF（商標）などの偏光感受型反射フィルムのパターン層として構成されてもよい。

【0400】

図52は、前部偏光子532と、位相変調画素層534と、後部偏光子536とを含む透過型空間光変調器が周辺光源（図示せず）により照明される、本発明の一実施形態を示す。入射光線558は、透過型ディスプレイ532、534、536により変調されて、偏光方向560を有するように偏光される。第1の動作モードでは、切り替え可能偏光回転子561が、偏光状態562が受動複屈折レンズのアレイ138の異常光屈折率に平行となるように偏光方向560を回転させるように配置される。これにより、レンズは集束作用を有し、ディフューザ564および偏光感受型反射フィルム566のシートを含む反射素子の平面において、光源の画像を実質的に生成する役割を果たす。フィルム566は、3M corporation製のDBEF（商標）であってよい。フィルム566から反射される光は、光の一部が鏡面反射方向を避けて導かれるように、円錐568に拡散される。偏光された反射光は、レンズ138によりコリメートにされ、偏光状態570が後部ディスプレイ偏光子536の透過方向に平行となるように、偏光回転子561を透過する。次に、光は、例えば光線571に沿って観察者に向けて導かれる。

30

【0401】

反射型表示システムは、光源572およびライトパイプ574も含む。光源572からの光線577は、フィルム566により偏光方向576を有するように偏光され、その透過方向に直交するディスプレイの後部偏光子536に入射して、吸収される。

40

【0402】

第2の動作モードを図53において説明する。切り替え可能偏光回転子561は、出力偏光状態578が複屈折レンズ138の常光線屈折率に平行となり、それにより実質的に集束作用を有さず透過するように構成される。光は、ディフューザ564および偏光反射フィルム566を通過し、偏光反射フィルム566からライトパイプ574に入射する。光は、ライトパイプにより反射されて、ディスプレイ536の後部偏光子に偏光状態で

50

透過し戻され、そこから観察者に向けて透過する。

【0403】

光源572からの光線577は、ライトパイプ574によりフィルム566を通ってディスプレイへ導かれ、ディスプレイにおいて偏光子536により透過される。

【0404】

このようにして、切り替え可能高輝度反射モードディスプレイが構成され得る。有利には、反射素子は、パターン層ではなく連続層であってよく、それによりパターン反射層の作製およびアライメントのコストが削減される。

【0405】

システムの厚さを低減するために、切り替え可能偏光回転子561は、レンズ138と反射板566との間に配置されてもよい。偏光回転子は、位相変調液晶層などの電子偏光回転子スイッチであってもよい。

【0406】

ディスプレイが輝度向上モードである図52の構成では、バックライトからの光は、ディスプレイの入力偏光子において消される。図54に示すように、このモードでバックライトをさらに用いることが可能である。偏光子536からの偏光は、切り替え可能偏光回転子561に入射する。偏光状態は、90°回転され、複屈折マイクロレンズ138に異常光屈折率で入射する。次に、光は、ディフューザ564およびミラー素子580を含む反射板上に集束する。次に、光は、円錐内でレンズアレイに向けて反射し戻され、レンズアレイにおいて再びコリメートにされ、例えば光線571に沿って、パネル536、534、532を通ってディスプレイの観察ゾーンに向けて導かれる。

【0407】

バックライト光源572からの光線582は、拡散反射板564、580から反射され、レンズアレイ138および偏光回転子561を通過する。次に、光は偏光子536に入射し、偏光子536では1つの直線偏光状態が透過する。前述のように、ディスプレイは、第2のモードでは、切り替え可能偏光回転子561の切り替えによりほぼ無修正の指向性分布を有して動作する。上記の全ての実施形態のように、切り替え可能偏光回転子561およびレンズ138は、電子的に切り替え可能なレンズまたは固定焦点距離レンズで置き換えてよい。

【0408】

光ファイバ切り替えシステム

本発明の別の実施形態では、本発明の光方向切り替え装置は、例えば図47に示すように構成された光ファイバ切り替え素子として用いられてもよい。光ファイバ474は、光の円錐476を出力し、これが光方向切り替え装置に入射する。この例では、光方向切り替え装置は、0°の複屈折光軸を有する複屈折マイクロレンズ478と、それに続く90°の光軸を有する半波長板スイッチ478と、90°の透過軸を有する偏光子480とを含む。出力光ファイバ482は、複屈折マイクロレンズ478の焦点に配置される。図47は、OFF構成を示し、その場合、偏光子480の出力からの光の円錐484は、光円錐484が出力ファイバ482の光受入円錐よりも広がっている(diverges away from)。

【0409】

入力ファイバからの照明は、複屈折マイクロレンズに入射する。非偏光出力光は、2つの偏光に分割される。1つの偏光状態は、マイクロレンズにより出力光ファイバに結像される。光はアライメントをとったされた波長板に入射するため、回転されず、続いて偏光子により吸収される。したがって、集束した光は出力光ファイバに到達しない。

【0410】

図48は、ON状態のデバイスの構成を示す。複屈折レンズ478からの光の偏光状態は、90°回転されるため、出力ファイバ482に集束される光円錐486は、出力偏光子480を透過し、出力ファイバの受光円錐に入る。

【0411】

10

20

30

40

40

50

直交偏向状態では、レンズ手段の屈折率整合は集束が行われないことを意味し、光は光ファイバ素子の開口を実質的にそれる。

【0412】

波長板が出力偏光状態を回転させるために切り替えられる場合、集束された光は光ファイバの出力開口に收まり、発散している光は吸収される。

【0413】

このように、このシステムは、光ファイバの出力を切り替えることができる。このようなシステムは、従来の光ファイバイスイッチと比較して構成要素の数が少なく、双方向性 (bi-directional) である。

【0414】

上述の実施形態は単なる例に過ぎず、本発明は、異なる指向性分布間で光を切り替えるために、任意の装置、デバイス、システム、または機構等に具現することができることは、理解されるであろう。

【0415】

例えば、本発明に記載される実施形態は、概して、出力指向性分布が入力指向性分布とほぼ同じである第1または第2のモードのうちの一方に言及している。これは、例えば、複屈折材料の常光線屈折率を、微細構造表面を形成するために用いられる等方性材料の屈折率とほぼ同じに設定することにより達成され得る。本発明の範囲内で、第1および第2のモードの両方を、入力指向性分布が修正されるように構成することができる。これは、例えば、複屈折材料の異常光屈折率および常光線屈折率の両方を、隣接する材料、例えば微細構造表面を形成するために用いられる等方性材料の屈折率、あるいは等方性材料が設けられない場合は空気の屈折率とは異なるように設定することにより達成される。その場合、第1および第2の出力指向性分布は互いに異なり、かつ入力指向性分布とは異なる。

【図面の簡単な説明】

【0416】

【図1a】3Dディスプレイにおけるスクリーン平面の後方の物体の見かけ上の奥行きの生成を示す。

【図1b】3Dディスプレイにおけるスクリーン平面の前方の物体の見かけ上の奥行きの生成を示す。

【図1c】ステレオペア画像の各画像上の対応する相同点の位置を示す。

【図2a】自動立体3Dディスプレイの前方のウィンドウを見ている右眼の構成を概略的に示す。

【図2b】自動立体3Dディスプレイの前方のウィンドウを見ている左眼の構成を概略的に示す。

【図3】3Dディスプレイの出力円錐からの観察ゾーンの生成を平面図で示す。

【図4a】自動立体ディスプレイの理想的なウィンドウのプロファイルを示す。

【図4b】自動立体3Dディスプレイからの観察ウィンドウの出力プロファイルの概略図を示す。

【図5】パララックスバリアディスプレイの構造を示す。

【図6】レンチキュラースクリーンディスプレイの構造を示す。

【図7】入力照明として複屈折マイクロレンズを用いる投影光学系の構造を示す。

【図8】出力照明器として複屈折マイクロレンズを用いる投影光学系の構造を示す。

【図9a】光方向切り替え装置を示す。

【図9b】受動複屈折マイクロレンズディスプレイの構造を示す。

【図10a】図9bのディスプレイの3Dモードの偏光子構成を示す。

【図10b】図9bのディスプレイの2Dモードの偏光子構成を示す。

【図11a】1つの分解偏光子 (analyzing polariser) 構成を平面図で示す。

【図11b】図11aの分解偏光子構成を概略正面断面図で示す。

【図12a】図11の偏光子構成を用いた3Dモードの偏光子構成を示す。

【図12b】図11の偏光子構成を用いた2Dモードの偏光子構成を示す。

10

20

30

40

50

【図13】2Dモードの分解偏光子構成を示す。

【図14】3Dモードの分解偏光子構成を示す。

【図15a】電子的に切り替え可能な波長板の分解偏光子構成を示す。

【図15b】3Dモードで動作している図15aの構成の概略正面断面図を示す。

【図15c】2Dモードで動作している図15aの構成の概略正面断面図を示す。

【図16】セグメント化された切り替え可能波長板を示す。

【図17】切り替え可能波長板の電極間のギャップの効果を示す。

【図18a】両基板における複屈折材料の配向がほぼ平行な、複屈折マイクロレンズ構成の構造の平面図を示す。

【図18b】微細構造基板における複屈折材料の配向がほぼ平行であり、平面基板における配向がほぼ垂直である、複屈折マイクロレンズ構成の構造の平面図を示す。 10

【図18c】製造中に配向が外部電界により生成される、複屈折マイクロレンズ構成の構造の平面図を示す。

【図18d】製造中に1つの表面上の配向膜と外部電界との組み合わせにより配向が生成される、複屈折マイクロレンズ構成の構造の平面図を示す。

【図19a】図18aの構成の配向方向を示す。

【図19b】図18bの構成の配向方向を示す。

【図19c】ツイステッド複屈折材料の複屈折マイクロレンズ構成の構造の配向方向を示す。 20

【図19d】微細構造表面における配向方向が幾何学的なマイクロレンズの軸と平行ではない、複屈折マイクロレンズ構成の構造の配向方向を示す。

【図20a】配向膜がディスプレイの出力偏光子上に配置される構成を示す。

【図20b】等方性レンズ微細構造の向きが反転した図20aと同様の構成を示す。

【図21】複製微細構造がディスプレイ上に配置され、平面基板が取り付けられた構成を示す。 30

【図22】等方性レンズ微細構造の向きが反転した図21と同様の構成を示す。

【図23】2Dモードの内部マイクロレンズシステムの構成を示す。

【図24】3Dモードの内部マイクロレンズシステムの構成を示す。

【図25】図23の内部マイクロレンズ構成の概略正面断面図を示す。

【図26】図24の内部マイクロレンズ構成の概略正面断面図を示す。 30

【図27a】図25および図26のディスプレイの配向方向を示す。

【図27b】図25および図26のディスプレイの代替的な配向方向を示す。

【図28a】45°の出力偏光を有するディスプレイのために補正された内部マイクロレンズ構成の概略正面断面図を示す。

【図28b】ツイステッド複屈折マイクロレンズを用いた内部マイクロレンズ構成の概略正面断面図を示す。

【図29】2Dモードと3Dモードとの間での電子的な切り替えを可能にするために切り替え可能な波長板を用いる、内部マイクロレンズ構成を示す。

【図30a】一対の切り替え可能な波長板を用いた、2Dモードおよび3Dモードのノーマリホワイト(NW)動作を示す。 40

【図30b】切り替え可能な波長板および機械的に再構成可能な波長板を用いた、2Dモードおよび3DモードのNW動作を示す。

【図31a】図30aのノーマリホワイト2Dモードの偏光構成の概略正面断面図を示す。

【図31b】図30aのノーマリホワイト3Dモードの偏光構成の概略正面断面図を示す。

【図32a】ノーマリホワイト3Dモードの偏光構成の概略正面断面図を示す。

【図32b】図32aの2Dモードの偏光構成の概略正面断面図を示す。

【図32c】図32aの3Dモードの偏光構成の概略正面断面図を示す。

【図33a】反射型ディスプレイの構成を示す。 50

【図33b】2Dモードの反射型ディスプレイの偏光構成の概略正面断面図を示す。
 【図33c】3Dモードの反射型ディスプレイの偏光構成の概略正面断面図を示す。
 【図33d】反射型ディスプレイの3Dモードの像の輝度に対する、周辺照明の効果を示す。

【図33e】電気的に切り替え可能な反射型ディスプレイの構成を示す。
 【図33f】2Dモードの図33eのディスプレイの偏光構成の概略正面断面図を示す。
 【図33g】3Dモードの図33eのディスプレイの偏光構成の概略正面断面図を示す。
 【図34a】ノーマリホワイトモードのグレースケール応答の概略図を示す。
 【図34b】ノーマリブラックモードのグレースケール応答の概略図を示す。
 【図35】偏光切り替え機構の構成に基づいて像データを調整する装置を示す。 10
 【図36】スイートスポットインジケータにおけるウィンドウの生成を示す。
 【図37】スイートスポットインジケータ光学デバイスを照明するためのLCDバックライトからの光の使用を示す。

【図38】内部非複屈折マイクロレンズを用いたスイートスポットインジケータを示す。
 【図39】内部複屈折マイクロレンズを用いたスイートスポットインジケータを示す。
 【図40】複屈折マイクロレンズタイプのディスプレイを備えるマルチビューア表示装置を示す。 20

【図41】図40aのディスプレイの概略的なウィンドウ構造を示す。
 【図42】上述のタイプの複屈折マイクロレンズディスプレイを用いた交通信号表示システムを示す。
 【図43】切り替え可能な高輝度半透過型ディスプレイを示す。
 【図44】切り替え可能な高輝度半透過型ディスプレイの画素構造を示す。
 【図45】切り替え可能な高輝度半透過型ディスプレイの代替的な画素構造を示す。
 【図46】切り替え可能な高輝度半透過型ディスプレイの動作の方法を示す。
 【図47】光ファイバの入力開口から実質的に逸れて光を分布する第1の動作モードの、光ファイバ切り替えシステムを示す。

【図48】光が出力光ファイバの開口へ向けて導かれる、図47の光ファイバ切り替えシステムの第2の動作モードを示す。
 【図49】外部光学構成要素を用いた輝度向上反射型ディスプレイ構成を示す。 30
 【図50】ディスプレイの後部に配置された構成要素を用いた、輝度向上反射型ディスプレイ構成を示す。

【図51a】第1の光学開口を第2の光学開口に結像させる、偏向反射板の動作を示す。
 【図51b】第1の光学開口を第3の光学開口に結像させる、実質的に偏向反射板の平面にある平面(planar surface)の動作を示す。
 【図51c】代替的な偏向反射板を示す。
 【図51d】偏向反射板が傾斜した拡散反射表面を含むことにより、入射光線を出力レンズアレイの必要な集光開口(collection aperture)に向けるようにする装置を示す。
 【図52】複屈折レンズが偏光修正素子と協働して用いられる輝度向上反射型ディスプレイの第1の動作モードを示す。
 【図53】図52のディスプレイの第2の動作モードを示す。 40
 【図54】輝度向上反射型ディスプレイの代替的なバックライト構成を示す。

【図 1 a】

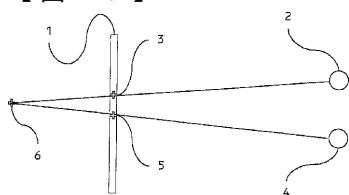


FIG.1a

【図 1 b】

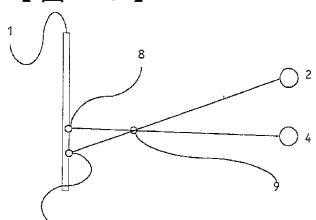


FIG.1b

【図 1 c】

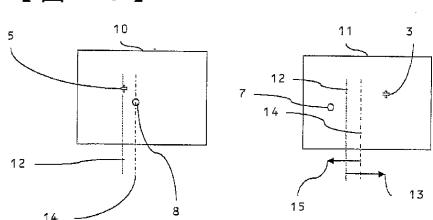


FIG.1c

【図 2 a】

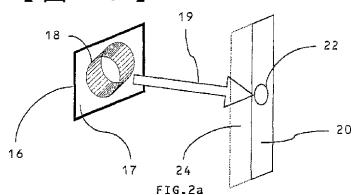


FIG.2a

【図 2 b】

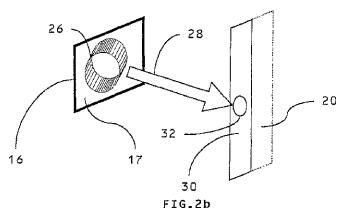


FIG.2b

【図 3】

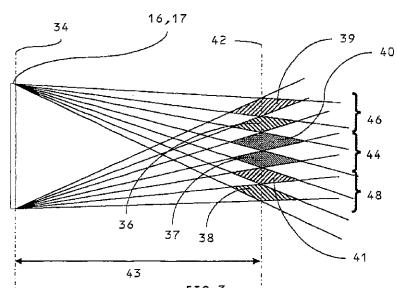


FIG.3

【図 4 a】

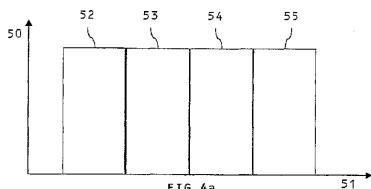


FIG.4a

【図 4 b】

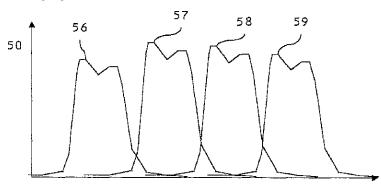


FIG.4b

【図 5】

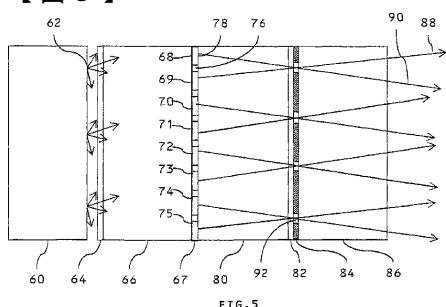


FIG.5

【図 6】

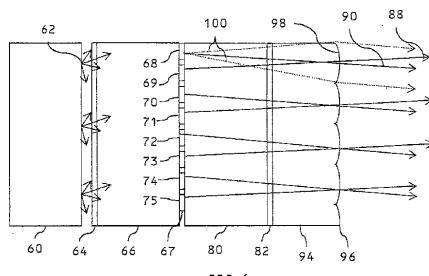


FIG.6

【図 7】

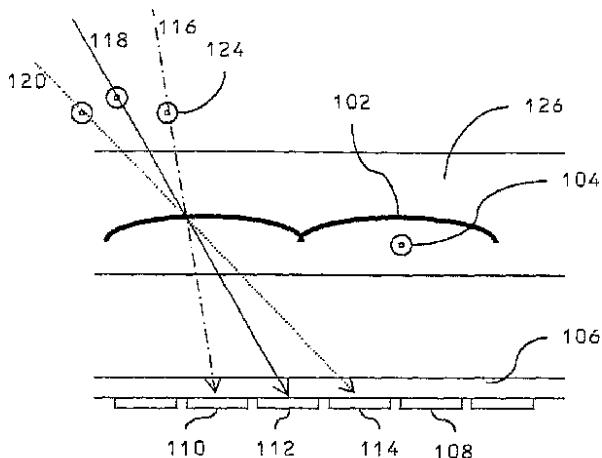
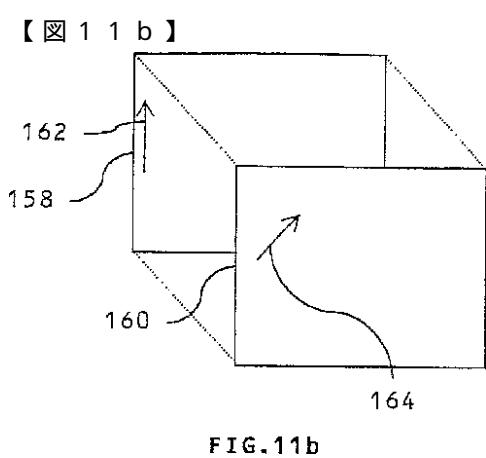
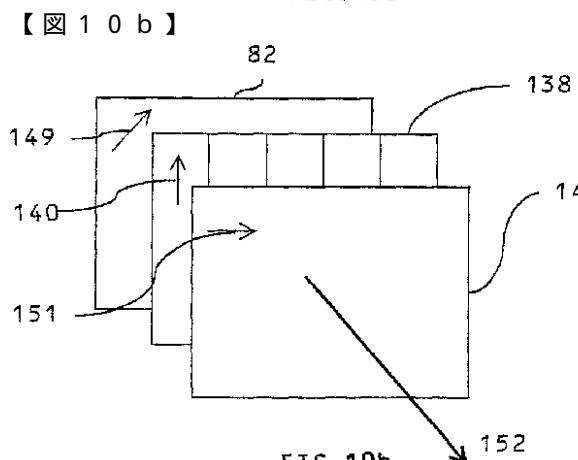
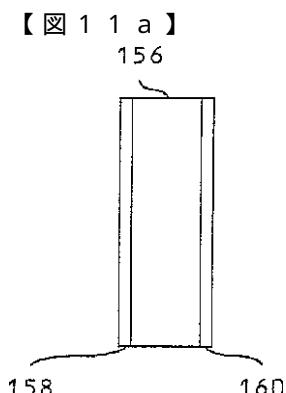
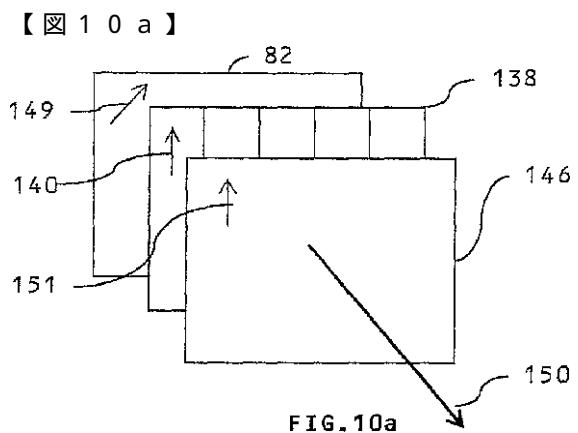
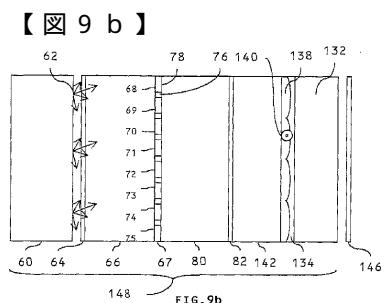
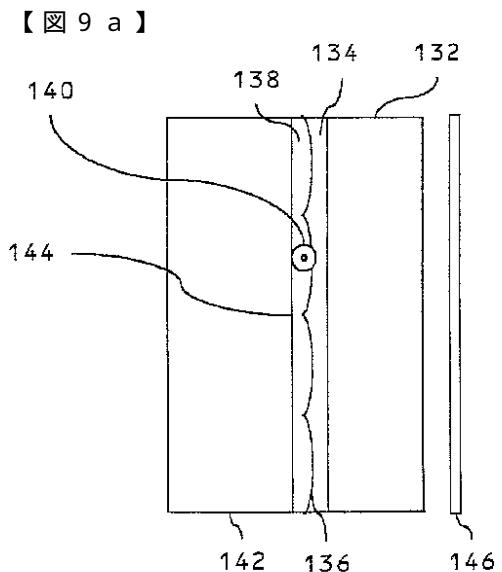
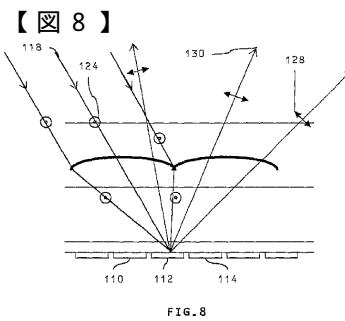
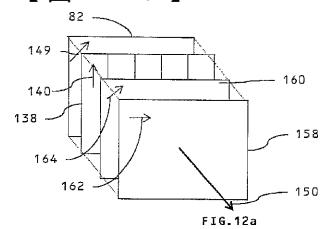


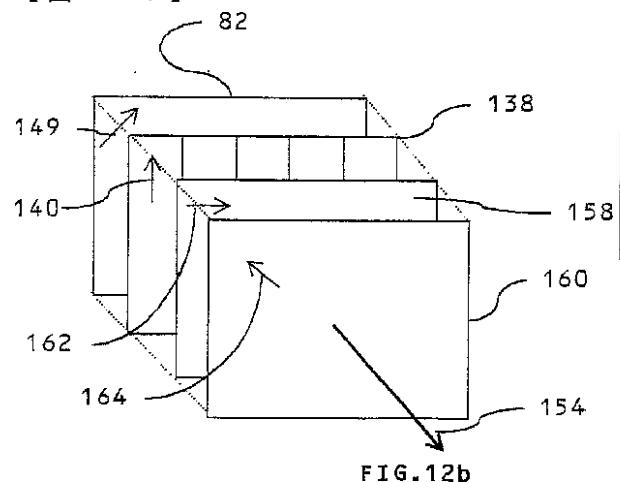
FIG.7



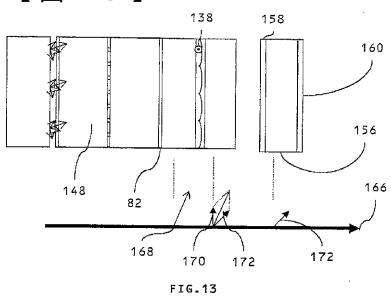
【図 12 a】



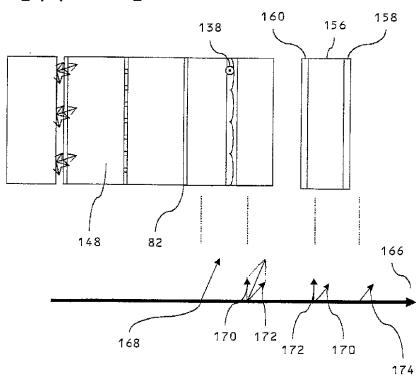
【図 12 b】



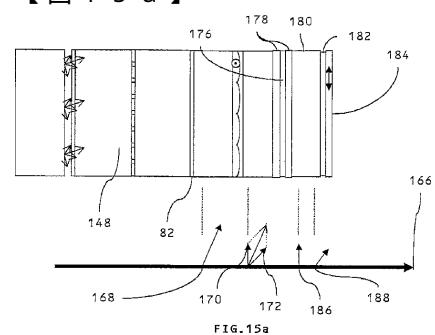
【図 13】



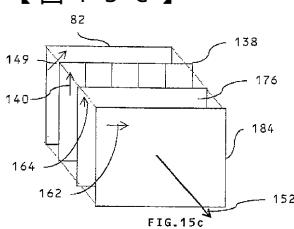
【図 14】



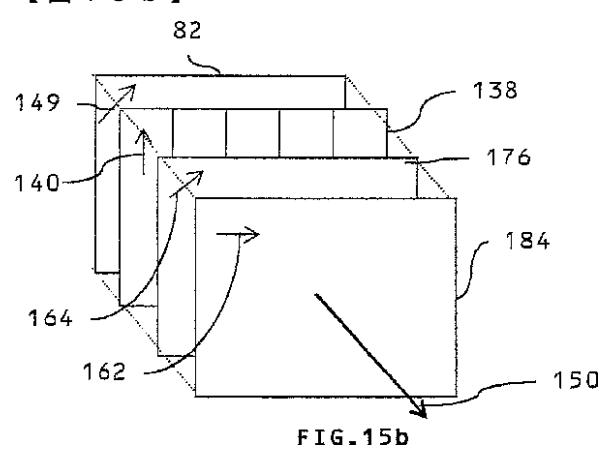
【図 15 a】



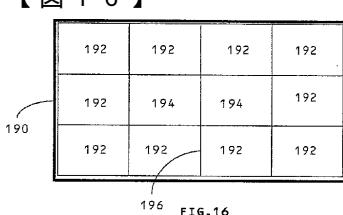
【図 15 c】



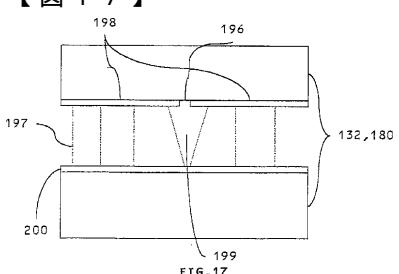
【図 15 b】

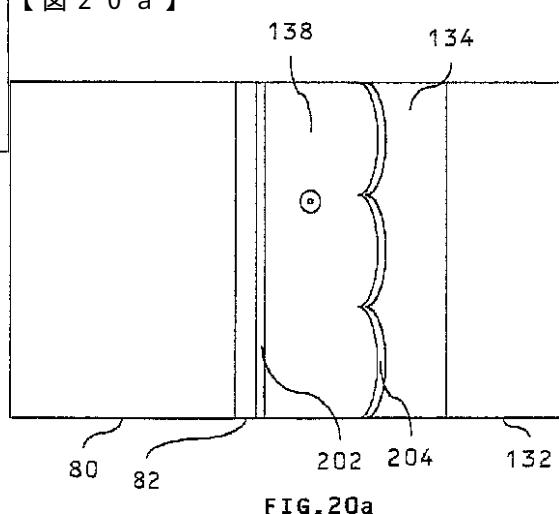
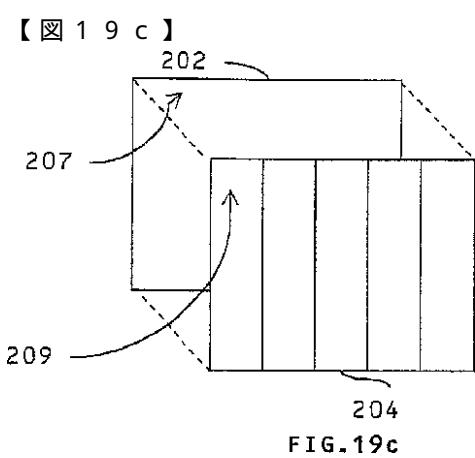
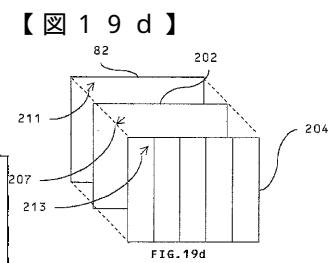
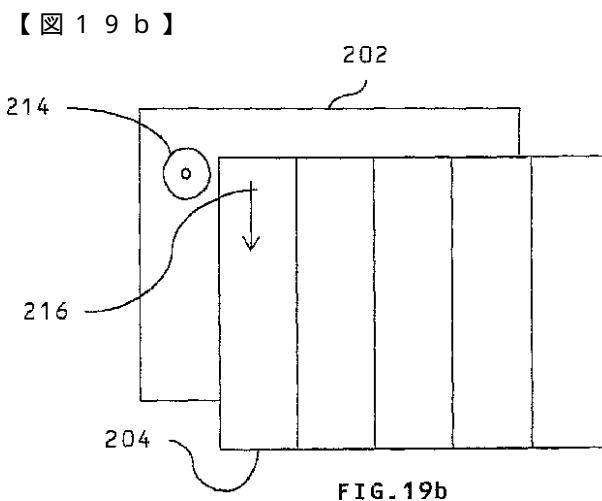
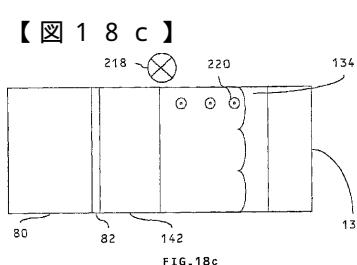
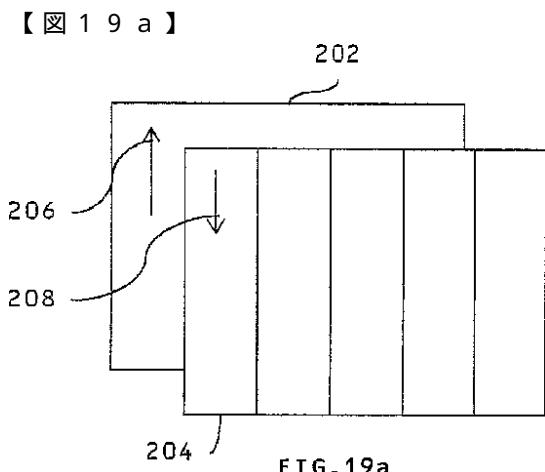
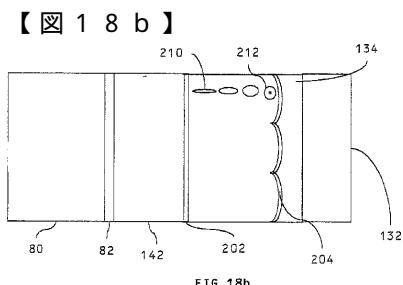
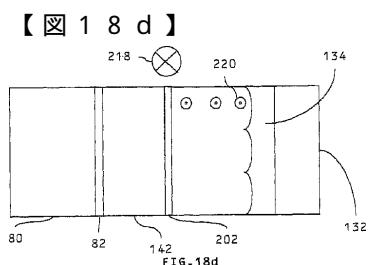
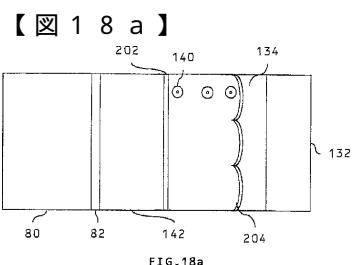


【図 16】



【図 17】





【図 20b】

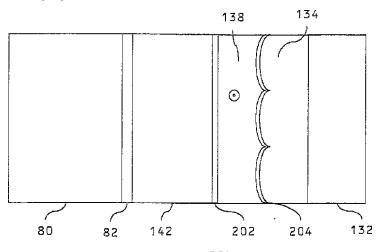


FIG.20b

【図 22】

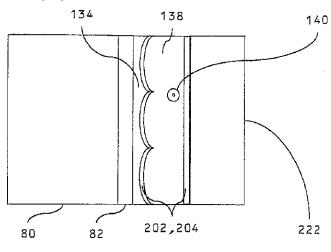


FIG.22

【図 21】

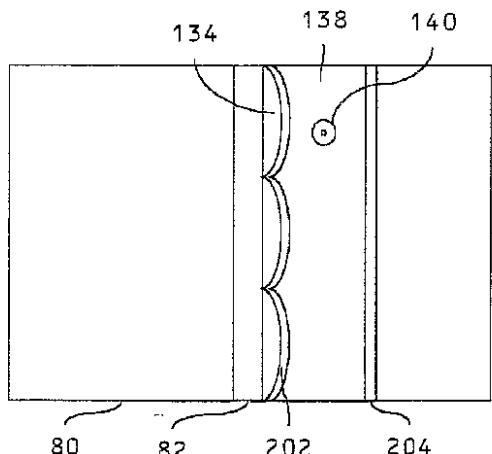


FIG.21

【図 23】

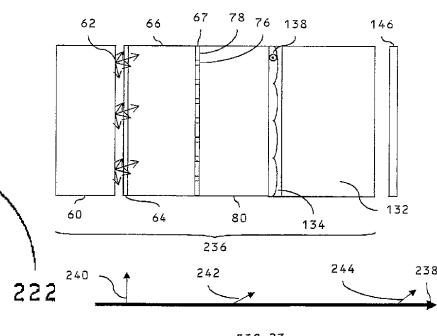


FIG.23

【図 24】

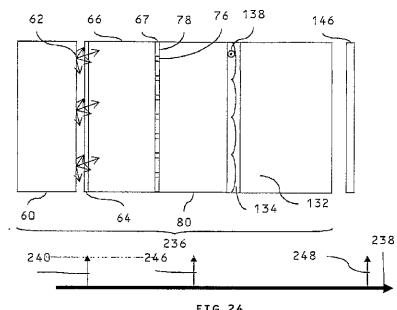


FIG.24

【図 26】

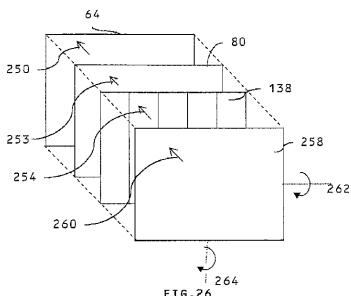


FIG.26

【図 25】

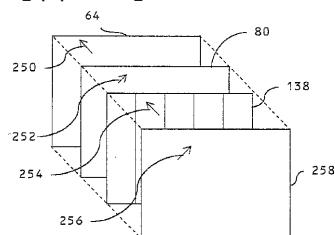


FIG.25

【図 27a】

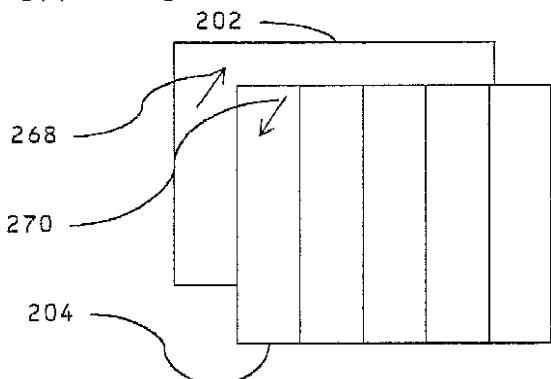


FIG.27a

【図 27 b】

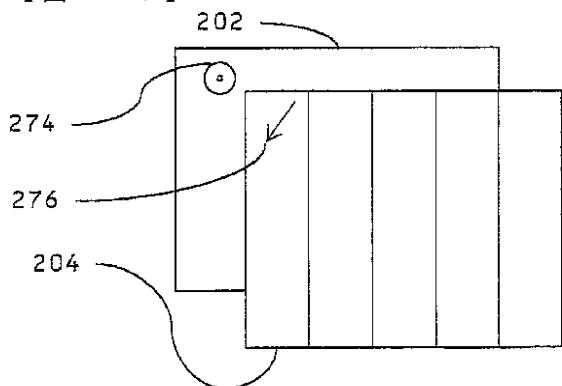


FIG.27b

【図 29】

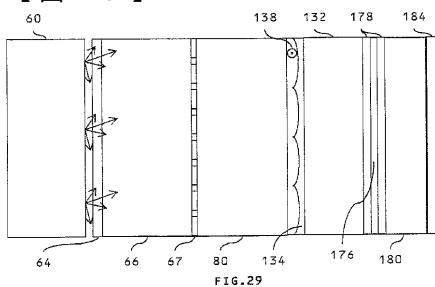


FIG.29

【図 28 a】

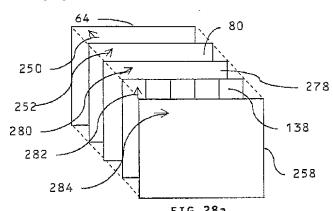


FIG.28a

【図 30 a】

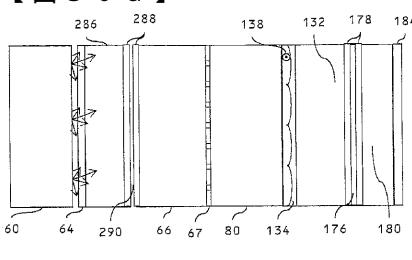


FIG.30a

【図 28 b】

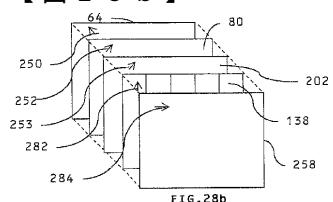


FIG.28b

【図 30 b】

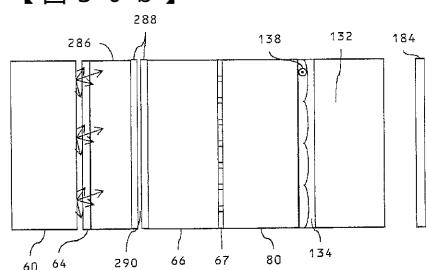


FIG.30b

【図 32 a】

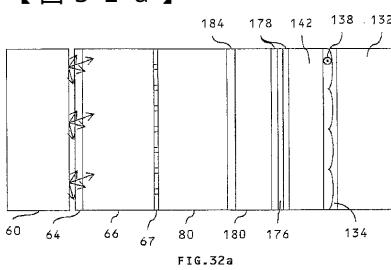


FIG.32a

【図 31 a】

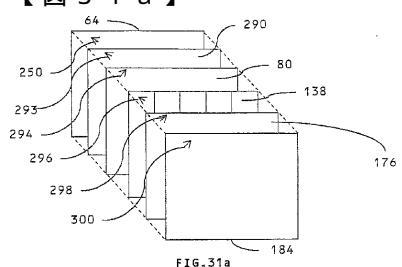


FIG.31a

【図 31 b】

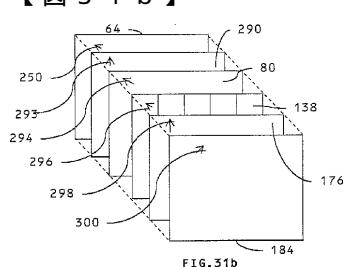


FIG.31b

【図 32 b】

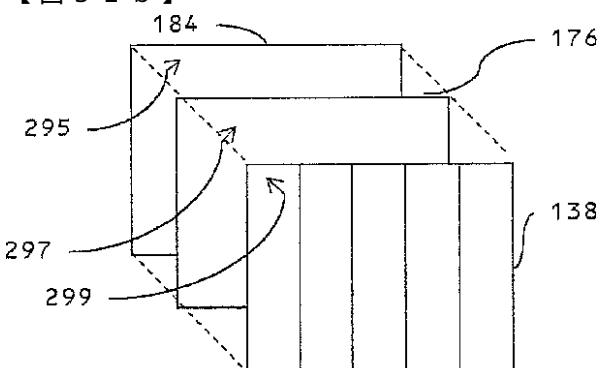
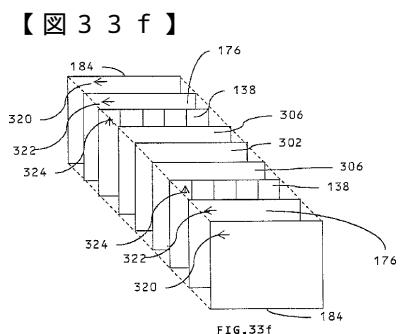
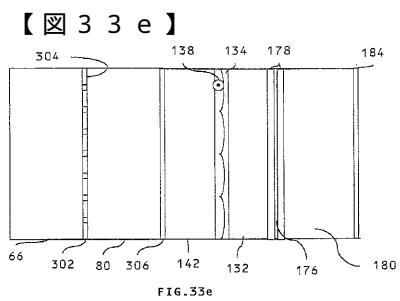
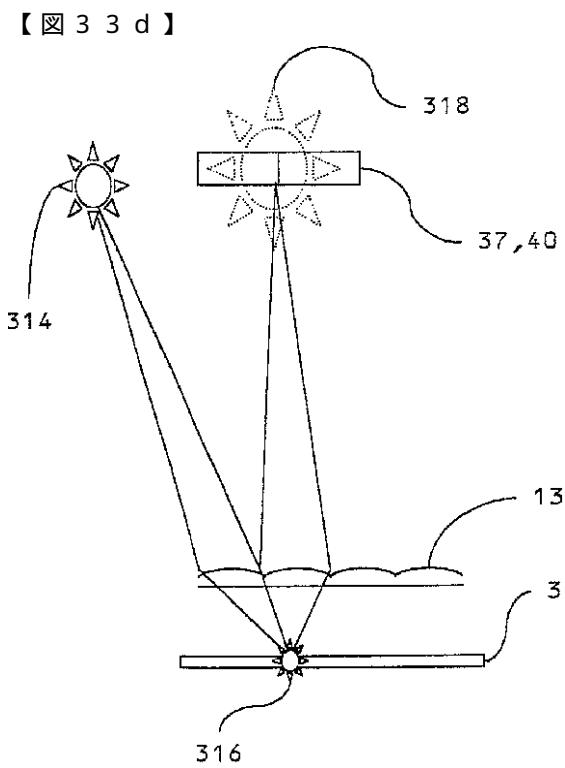
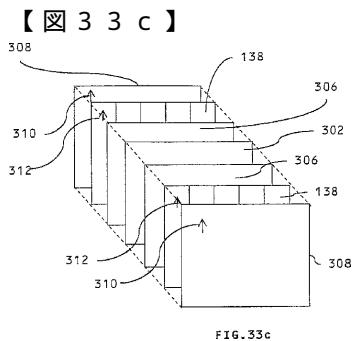
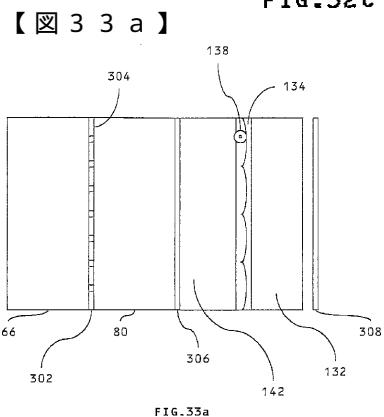
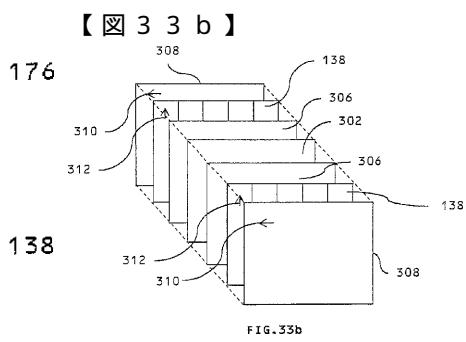
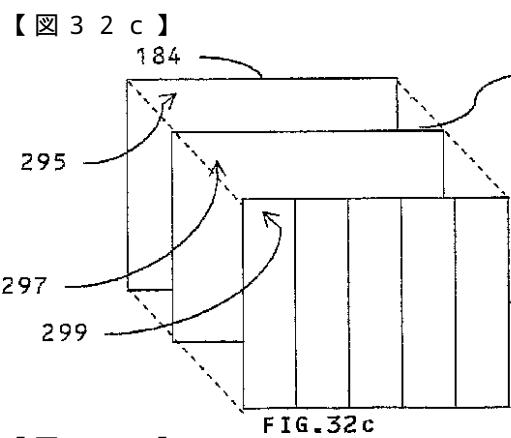
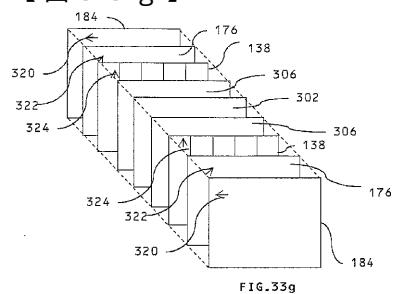


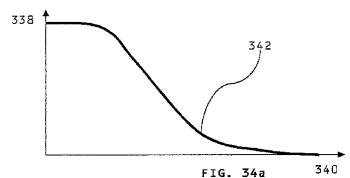
FIG.32b



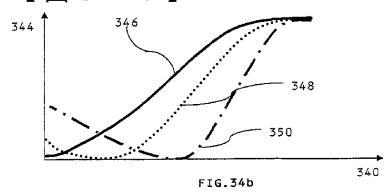
【図33g】



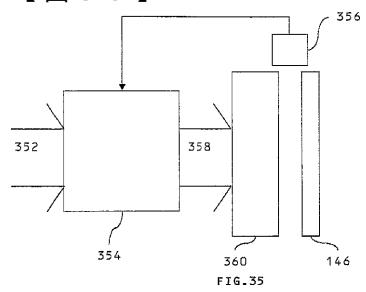
【図34a】



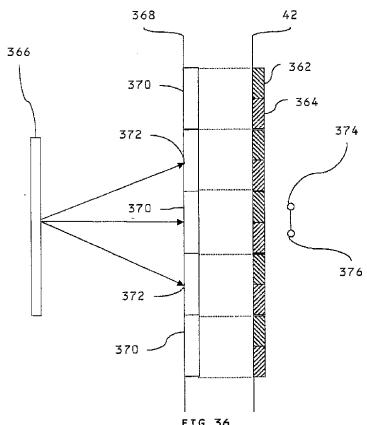
【図34b】



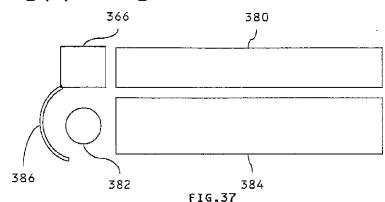
【図35】



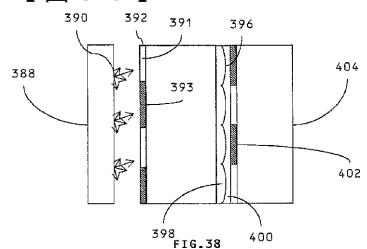
【図36】



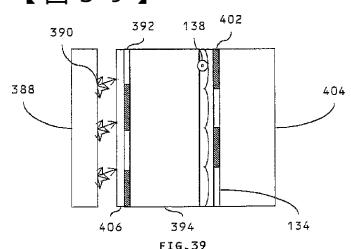
【図37】



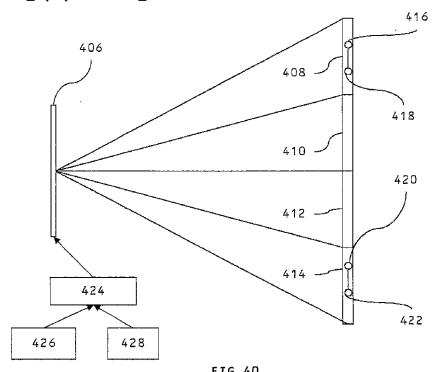
【図38】



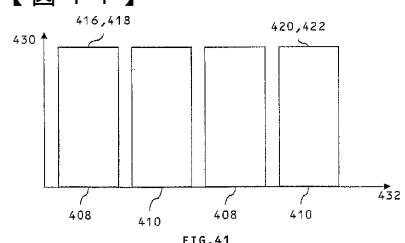
【図39】



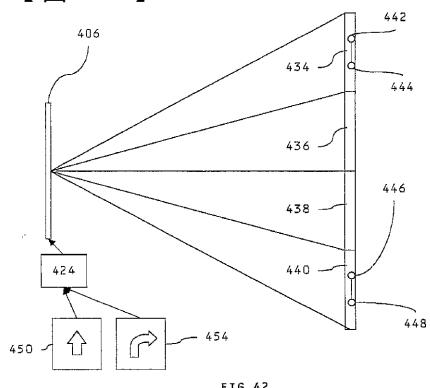
【図40】



【図41】



【図42】



【図44】

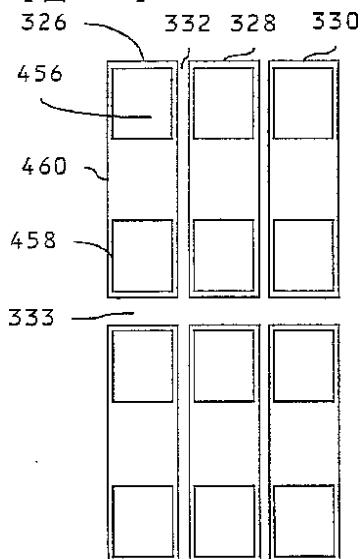


FIG. 44

【図43】

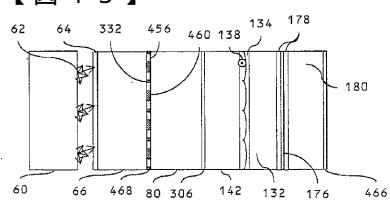


FIG. 43

【図45】

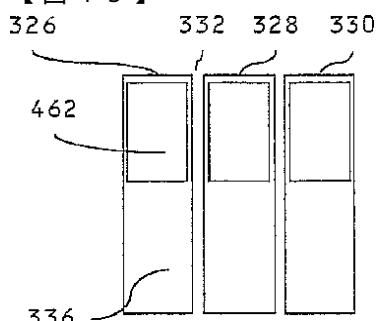


FIG. 45

【図46】

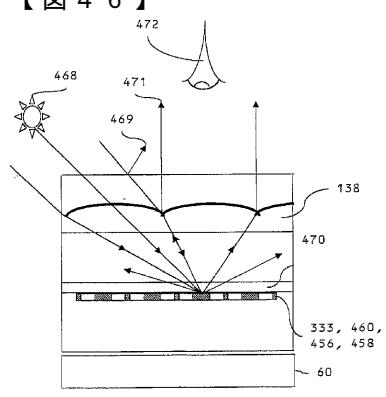


FIG. 46

【図47】

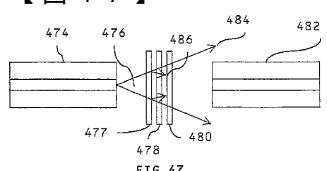


FIG. 47

【図48】

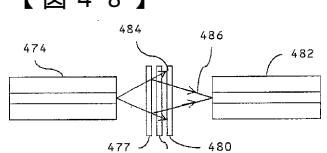


FIG. 48

【図 49】

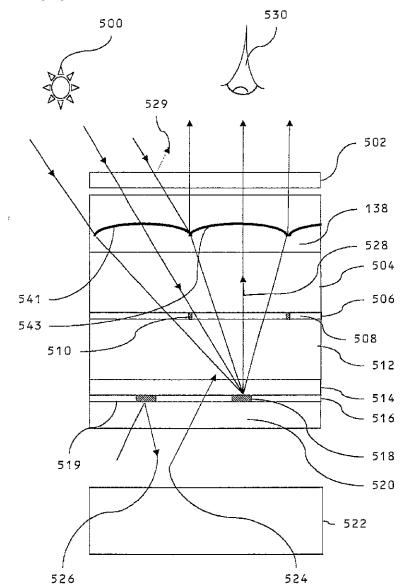


FIG. 49

【図 50】

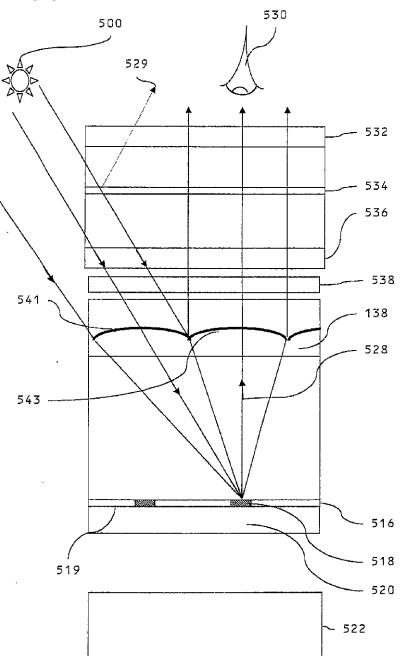
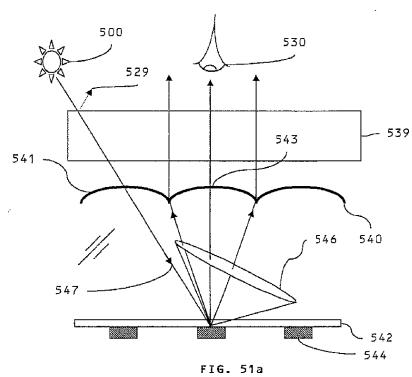


FIG. 50

【図 51a】



【図 51b】

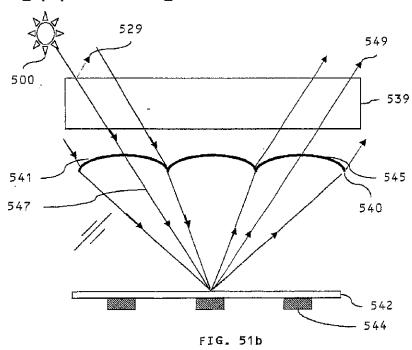


FIG. 51b

【図 51c】

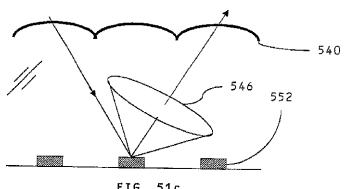


FIG. 51c

【図 51d】

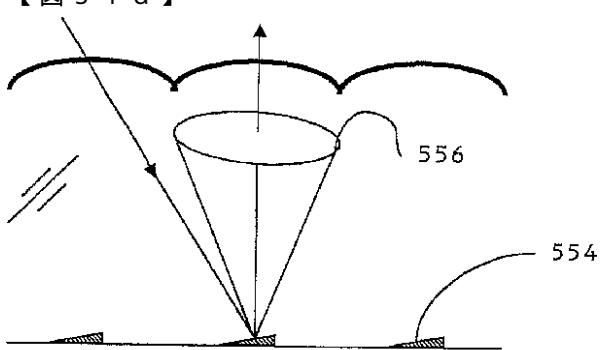


FIG. 51d

【図52】

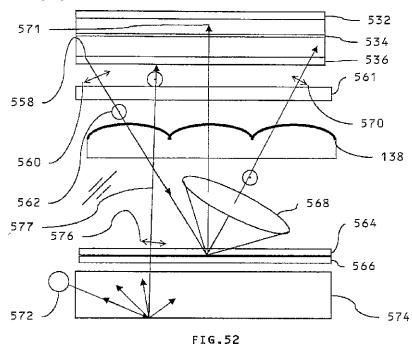


FIG.52

【図54】

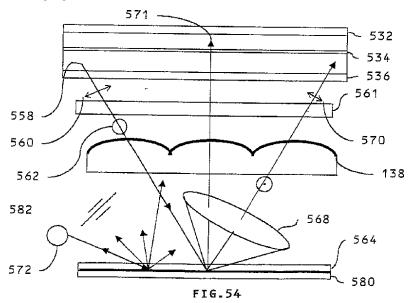


FIG.54

【図53】

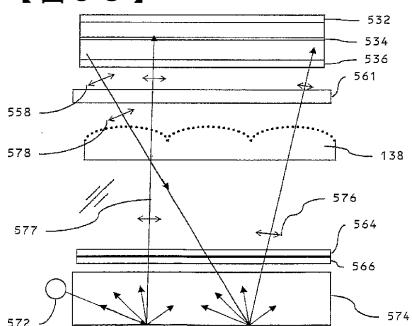


FIG.53

フロントページの続き

(74)代理人 100147500

弁理士 田口 雅啓

(72)発明者 ウッドゲート、グレアム・ジョン

イギリス国、オックスフォードシャー・アールジー 9・1 エイチエフ、ヘンリー・オン・チームズ
、ヴィカレジ・ロード 9

(72)発明者 ハロルド、ジョナサン

イギリス国、ウォーウィックシャー・シーヴィ 34・6 アールエフ、ウォーウィック、ロヴィンス
・グローヴ 8

審査官 河原 正

(56)参考文献 特開平 08-068961 (JP, A)

特開平 09-203980 (JP, A)

特開昭 61-160715 (JP, A)

特開 2000-075405 (JP, A)

特開昭 60-010224 (JP, A)

特開平 11-027607 (JP, A)

特開平 10-229567 (JP, A)

特開平 10-260376 (JP, A)

特開平 03-005706 (JP, A)