(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7613798号
(P7613798)

(45)発行日　令和7年1月15日(2025.1.15)

(24)登録日　令和7年1月6日(2025.1.6)

(51)国際特許分類		ＦＩ	
Ｇ０２Ｆ	*1/1335(2006.01)*	Ｇ０２Ｆ	1/1335
Ｇ０２Ｆ	*1/13363(2006.01)*	Ｇ０２Ｆ	1/1335　５１０
Ｇ０２Ｆ	*1/13357(2006.01)*	Ｇ０２Ｆ	1/13363
Ｇ０２Ｆ	*1/13 (2006.01)*	Ｇ０２Ｆ	1/13357
Ｇ０２Ｆ	*1/1347(2006.01)*	Ｇ０２Ｆ	1/13　５０５

請求項の数　29　（全42頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2022-506340(P2022-506340)
(86)(22)出願日　令和2年7月31日(2020.7.31)
(65)公表番号　特表2022-543020(P2022-543020A)
(43)公表日　令和4年10月7日(2022.10.7)
(86)国際出願番号　PCT/US2020/044574
(87)国際公開番号　WO2021/026018
(87)国際公開日　令和3年2月11日(2021.2.11)
審査請求日　令和5年7月12日(2023.7.12)
(31)優先権主張番号　62/882,022
(32)優先日　令和1年8月2日(2019.8.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　516384542
リアルディー スパーク エルエルシー
アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００
(74)代理人　110000877
弁理士法人ＲＹＵＫＡ国際特許事務所
(72)発明者　ウッドゲート、グラハム ジェイ．
アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００ リアルディー スパーク エルエルシー内
(72)発明者　ロビンソン、マイケル ジー．

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　プライバシーディスプレイ用光学スタック

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ディスプレイデバイスであって、

空間的に変調された光を出力するように配置された空間光変調器であって、前記空間光変調器が、前記空間光変調器の片側に配置された表示偏光子を含み、前記表示偏光子が線形偏光子である、空間光変調器と、

前記空間光変調器における前記表示偏光子と同じ側に配置された追加の偏光子であって、線形偏光子である追加の偏光子と、

前記追加の偏光子と前記表示偏光子との間に配置された少なくとも１つの極性制御遅延器と、

前記空間光変調器、前記追加の偏光子、および前記少なくとも１つの極性制御遅延器と連続して配置された光制御フィルムと、を備え、

前記光制御フィルムが、入力面と、前記入力面に面する出力面と、前記入力面と前記出力面との間に少なくとも部分的に延在する透過領域のアレイと、前記透過領域間かつ前記入力面と前記出力面との間に少なくとも部分的に延在する吸収領域と、を備え、

前記光制御フィルムの前記吸収領域が厚さｔを有し、ｔが式

【数１】

$$t = \left(S_{IN} - {S_{IN}}^2 / 10p + S_{OUT}\right) \Big/ \left(2 * \tan\left(\mathrm{asin}(\xi / n)\right)\right)$$

によって得られ、式中、S_{IN}が前記吸収領域の入力側の開口の幅であり、S_{OUT}が前記吸収領域の出力側の開口の幅であり、ｐが前記透過領域のアレイが繰り返される方向における前記透過領域のピッチであり、ｎが前記透過領域の屈折率であり、
ξが０．６４３以上である、ディスプレイデバイス。

【請求項２】
前記光制御フィルムが、前記透過領域のアレイが少なくとも８０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有する、請求項１に記載のディスプレイデバイス。

【請求項３】
前記光制御フィルムが、前記透過領域のアレイが少なくとも９０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有する、請求項２に記載のディスプレイデバイス。

【請求項４】
前記光制御フィルムが、透過領域のアレイが最大１３０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有する、請求項２または３に記載のディスプレイデバイス。

【請求項５】
ξが０．７０７以上である、請求項１に記載のディスプレイデバイス。

【請求項６】
ξが０．９０６以下である、請求項１または５に記載のディスプレイデバイス。

【請求項７】
前記光制御フィルムが、前記空間光変調器の中心から前方に延在する光軸に向かって内側に向けられた中心線を有する透過領域のアレイが繰り返される方向における極角を伴うプロファイルを有する透過率を有する、請求項１～６のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。

【請求項８】
前記プロファイルの前記中心線が、共通点に向けられている、請求項７に記載のディスプレイデバイス。

【請求項９】
前記光制御フィルムが、前記光制御フィルム全体のすべての位置において、前記空間光変調器の平面に対する法線上に中心が置かれた前記透過領域のアレイが繰り返される方向における極角を伴うプロファイルを有する透過率を有する、請求項１～６のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。

【請求項１０】
前記透過領域が傾斜しており、その結果、前記透過領域の入力側および出力側の開口の中心間の各透過領域に関して定義された軸が、前記空間光変調器の前記中心から前方に延在する光軸に向かって内向きに向けられる、請求項１～６のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。

【請求項１１】
前記軸が、共通点に向けられている、請求項１０に記載のディスプレイデバイス。

【請求項１２】
前記透過領域が、前記光制御フィルム全体のすべての位置で、前記空間光変調器の平面に垂直である、前記透過領域の入力側および出力側の開口の中心間の各透過領域に関して定義された軸を有する、請求項１～６のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。

【請求項１３】
前記透過領域のアレイが、細長い透過領域の一次元アレイである、請求項１～１２のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１４】
前記透過領域間の前記吸収領域が、前記入力面と前記出力面との間に延在する、請求項１～１３のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１５】
前記光制御フィルムが、支持基板上に提供されている、請求項１～１４のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１６】
前記表示偏光子が、前記空間光変調器の前記出力側に配置された出力表示偏光子である、請求項１～１５のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１７】
前記ディスプレイデバイスが、前記出力表示偏光子と少なくとも１つの第１の極性制御遅延器との間に配置された反射偏光子をさらに備え、前記反射偏光子が線形偏光子である、請求項１６に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１８】
前記光制御フィルムが、前記反射偏光子と前記空間光変調器との間に配置されている、請求項１７に記載のディスプレイデバイス。
【請求項１９】
前記空間光変調器が、前記空間的に変調された光を放出するように配置された発光型空間光変調器を備える、請求項１６～１８のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２０】
前記ディスプレイデバイスが、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、前記空間光変調器が、前記バックライトから出力される前記光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、前記光制御フィルムが、前記バックライトと前記空間光変調器との間に配置されている、請求項１６または１７に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２１】
前記ディスプレイデバイスが、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、前記空間光変調器が、前記バックライトから出力される前記光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、前記光制御フィルムが、前記空間光変調器の前に配置されている、請求項１６に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２２】
前記ディスプレイデバイスが、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、前記空間光変調器が、前記バックライトから出力される前記光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、前記表示偏光子が、前記空間光変調器の入力側に配置された入力表示偏光子である、請求項１～１５のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２３】
前記光制御フィルムが、前記バックライトと前記追加の偏光子との間に配置されている、請求項２２に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２４】
前記少なくとも１つの極性制御遅延器が、切替え可能な液晶遅延器を含む、請求項１～２３のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２５】
前記切替え可能な液晶遅延器が、液晶材料の層と、前記液晶材料の前記層に隣接して配設された少なくとも１つの表面配列層と、を備える、請求項２４に記載のディスプレイデバイス。
【請求項２６】

前記切替え可能な液晶遅延器が、前記液晶材料の層に隣接して、かつその対向する側に配設され、それぞれの液晶カプセル化基板上に配置された２つの表面配列層を備える、請求項２５に記載のディスプレイデバイス。

【請求項２７】

前記光制御フィルムが、前記液晶カプセル化基板の１つ上に提供されている、請求項２６に記載のディスプレイデバイス。

【請求項２８】

前記少なくとも１つの極性制御遅延器が、少なくとも１つの受動補償遅延器をさらに含む、請求項２４～２７のいずれか一項に記載のディスプレイデバイス。

【請求項２９】

支持基板が、前記少なくとも１つの受動補償遅延器のうちの少なくとも１つの受動補償遅延器を備える、請求項２８に記載のディスプレイデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、一般に、プライバシーディスプレイおよび低迷光ディスプレイにおいて使用するための光学スタックに関する。

【背景技術】

【０００２】

プライバシーディスプレイは、通常は軸上の位置にいる主たるユーザに対して画像の視認性を提供し、通常は軸外の位置にいる窃視者に対する画像コンテンツの視認性を低下させる。

【０００３】

切替え可能なプライバシーディスプレイは、軸外の光出力の制御によって提供することができる。

【０００４】

軸外のプライバシーの制御は、コントラスト低減によって、例えば、面内スイッチングＬＣＤにおける液晶バイアス傾斜を調整することによって提供することができる。

【０００５】

制御は、軸外の輝度の低減によってさらに提供することができる。輝度の低減は、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）空間光変調器用の切替え可能なバックライトによって実現することができる。軸外の輝度の低減はまた、空間光変調器の入力および／または出力指向性輝度プロファイルを変調するように配置された切替え可能な液晶遅延器および補償遅延器によって提供することができる。

【０００６】

制御は、軸外の反射率の増加によって、さらに提供することができる。反射率の増加は、切替え可能な液晶遅延器、反射偏光子に当たる周囲光の偏光を制御するように配置された補償遅延器によって実現することができる。

【発明の概要】

【０００７】

本開示の第１の態様によれば、ディスプレイデバイスであって、空間的に変調された光を出力するように配置された空間光変調器であって、空間光変調器が、空間光変調器の片側に配置された表示偏光子を含み、表示偏光子が線形偏光子である、空間光変調器と、空間光変調器における表示偏光子と同じ側に配置された追加の偏光子であって、線形偏光子である追加の偏光子と、追加の偏光子と表示偏光子との間に配置された少なくとも１つの極性制御遅延器と、空間光変調器、追加の偏光子、および少なくとも１つの極性制御遅延器と連続して配置された光制御フィルムと、を備え、光制御フィルムが、入力面と、入力面に面する出力面と、入力面と出力面との間に延在する透過領域のアレイと、透過領域間かつ入力面と出力面との間に少なくとも部分的に延在する吸収領域と、を備える、ディスプレイデバイスが提供される。有利なことに、切替え可能なプライバシーディスプレイは

、セキュリティ係数が増加した領域と、望ましいセキュリティ係数が達成される極領域のサイズが増加した領域と、を備え得る。パブリック動作モードでは、軸外のユーザに対して、画像の視認性を高めることができる。

【０００８】

光制御フィルムは、透過領域のアレイが繰り返される方向における、少なくとも８０°幅、少なくとも９０°幅、最大１３０°幅であり得る極角の範囲で５％以上の透過率を有し得る。光制御フィルムの吸収領域は、厚さｔを有し得、ｔは、以下の式によって得られる。

【数１】

$$t = \left(S_{IN} - {S_{IN}}^2 / 10p + S_{OUT}\right) \Big/ \left(2 * \tan\left(\mathrm{asin}(\xi / n)\right)\right)$$

式中、S_{IN}は吸収領域の入力側の開口の幅、S_{OUT}は吸収領域の出力側の開口の幅、ｐはアレイが向かう方向における透過領域のピッチである。透過領域の繰り返しであり、ｎは透過領域の屈折率である。ここで、ξは０．６４３以上、ξは０．７０７以上、およびξは０．９０６以下であり得る。有利なことに、パブリック動作モードでは、軸外のユーザに対して、画像の視認性を高めることができる。

【０００９】

光制御フィルムは、空間光変調器の中心から前方に延びる光軸に向かって内側に向けられた中心線を有する透過領域のアレイが繰り返される方向における極角を有するプロファイルを有し得る透過率を有し得る。そのプロファイルの当該中心線は、共通点に向けることができる。光制御フィルムは、光制御フィルム全体のすべての位置で空間光変調器の平面の法線を中心とする透過領域のアレイが繰り返される方向における極角を有するプロファイルを有し得る透過率を有し得る。透過領域は傾斜させることができ、その結果、透過領域の入力側および出力側の開口の中心間の各透過領域に関して定義された軸は、空間光変調器の中心から前方に延在する光軸に向かって内向きに向けることができる。当該軸は、共通点に向けることができる。有利なことに、主たるディスプレイユーザに対して、画像の輝度均一性を高めることができる。軸外の窃視者に対して、画像セキュリティの均一性を高めることができる。

【００１０】

透過領域は、光制御フィルム全体のすべての位置で、空間光変調器の平面に垂直であり得る、透過領域の入力側および出力側の開口の中心間の各透過領域に関して定義された軸を有する。有利なことに、光制御フィルムは、低コストで便利にツール化することができる。

【００１１】

透過領域のアレイは、細長い透過領域の一次元アレイであり得る。有利なことに、望ましい画像セキュリティレベルのために、増加した透過が達成される。

【００１２】

透過領域間の吸収領域は、入力面と出力面との間に延在する。光制御フィルムは、支持基板上に提供することができる。光透過領域の配向の高い均一性が得られ、ディスプレイの均一性を高めることができる。

【００１３】

当該表示偏光子は、空間光変調器の出力側に配置された出力表示偏光子であり得る。ディスプレイデバイスは、出力表示偏光子と少なくとも１つの第１の極性制御遅延器との間に配置された反射偏光子をさらに備え、反射偏光子は、線形偏光子である。プライバシーモードは、軸外の窃視者位置に対する増加した反射率を伴って提供することができる。有利なことに、周囲照度を伴う環境においては、画像のセキュリティ係数を高めることができる。

【００１４】
光制御フィルムは、反射偏光子と空間光変調器との間に配置することができる。有利なことに、プライバシーモードにおいては、ディスプレイの反射率が低下せず、軸外の窃視者に対する輝度が低下するため、プライバシーモードでのセキュリティ係数が増加する。
【００１５】
空間光変調器は、空間的に変調された光を放出するように配置された発光型空間光変調器を備える。有利なことに、厚さおよびコストを減少させることができる。
【００１６】
ディスプレイデバイスは、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、空間光変調器は、バックライトからの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、光制御フィルムは、バックライトと空間光変調器との間に配置することができる。発光型ディスプレイと比較して、軸外輝度を減少させ、セキュリティ係数を有利に高めることができる。再循環光を使用するバックライトを使用して、バックライトの歩留まり、均一性、および損傷に対する復元性を有利に高めることができる。
【００１７】
ディスプレイデバイスは、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、空間光変調器は、バックライトからの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、光制御フィルムは、空間光変調器の前に配置することができる。軸外光の低減された散乱を達成することができ、有利なことに、高角度輝度を低減することができ、その結果、セキュリティ係数を増加する。
【００１８】
ディスプレイデバイスは、光を出力するように配置されたバックライトをさらに備え、空間光変調器は、バックライトからの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器を備え、当該表示偏光子は、空間光変調器の入力側に配置された入力表示偏光子であり得る。主たる正面ユーザへの前面反射を低減することができ、明るい周囲照明環境における正面ユーザの画像コントラストを有利に高めることができる。
【００１９】
光制御フィルムは、バックライトと追加の偏光子との間に配置することができる。極性制御遅延器における散乱および偏光解消を増加させることができ、有利なことに、軸外輝度の減少およびセキュリティ係数の増加を達成する。
【００２０】
少なくとも１つの極性制御遅延器は、切替え可能な液晶遅延器を含む。切替え可能な液晶遅延器は、液晶材料の層と、液晶材料の層に隣接して配設された少なくとも１つの表面配向層と、を備える。切替え可能な液晶遅延器は、液晶材料の層に隣接して、かつその対向する側に配設され、それぞれの液晶カプセル化基板上に配置された２つの表面配向層を備える。有利なことに、切替え可能なプライバシーディスプレイは、プライバシーモードにおける、軸外の窃視者に対する高い画像セキュリティと、パブリックモードにおける、軸外のユーザに対する画像視認性と、を伴って提供することができる。
【００２１】
光制御フィルムは、液晶カプセル化基板の１つ上に提供することができる。有利なことに、光学スタックの厚さを減少させることができ、光制御フィルムの平坦度を高めて、均一性の増加を達成することができる。
【００２２】
少なくとも１つの極性制御遅延器は、少なくとも１つの受動補償遅延器をさらに含む。有利なことに、プライバシーモードにおいて望ましい画像セキュリティが達成される極域のサイズを増大することができる。
【００２３】
支持基板は、少なくとも１つの受動補償遅延器のうちの少なくとも１つの受動補償遅延器を備える。有利なことに、光学スタックの厚さを減少させることができ、光制御フィル

ムの平坦度を高めて、均一性の増加を達成することができる。

【００２４】

本開示の実施形態は、様々な光学システムにおいて使用することができる。本実施形態は、様々なプロジェクタ、投影システム、光学部品、ディスプレイ、マイクロディスプレイ、コンピュータシステム、プロセッサ、自己完結型プロジェクタシステム、視覚的および／または視聴覚システム、ならびに電気的および／または光学的デバイスを含み得、またはそれらと共に動作し得る。本開示の態様は、光学および電気デバイス、光学システム、プレゼンテーションシステム、または任意のタイプの光学システムを含み得る任意の装置に関連する実質的に任意の装置を伴って使用することができる。よって、本開示の実施形態は、光学システム、視覚的および／または光学的提示において使用されるデバイス、視覚的周辺機器など、ならびに多数のコンピューティング環境において使用することができる。

【００２５】

開示された実施形態の詳細に進む前に、開示は他の実施形態が可能であるため、開示は、その適用または作成において、示された特定の配置の詳細に限定されないことを理解されたい。さらに、本開示の態様は、それ自体で固有の実施形態を定義するために、異なる組み合わせおよび配置で説明され得る。また、本明細書で使用される用語は、説明を目的とするものであり、限定を目的とするものではない。

【００２６】

指向性バックライトは、光導波路の入力開口側に配置された独立したＬＥＤ光源の変調を通して通常制御される実質的に出力面全体から発する照明を制御する。放出された光の方向分布を制御することで、一人の視聴者だけがディスプレイを限られた角度範囲から見ることができる、セキュリティ機能のための一人視聴と、照明が主に小さな角度の方向分布で提供される高い電気効率と、時系列立体視および自動立体視表示のための左右の目の交互のディスプレイと、低コストと、を達成することができる。

【００２７】

本開示のこれらおよび他の利点および特徴は、本開示全体を読むことにより当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００２８】

実施形態は、添付の図に例として示され、同様の参照番号は、同様の部分を示す。

【図１】交差輝度増強フィルムを備えるバックライトと、光制御フィルムと、入力および出力表示偏光子を伴う透過型空間光変調器と、反射偏光子と、極性制御遅延器と、追加の偏光子と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。

【図２】図１のプライバシーディスプレイを側面視で示す概略図である。

【図３Ａ】旋光フィルムを備えるバックライトと、追加の偏光子と、極性制御遅延器の受動遅延器上に配置された光制御フィルムと、極性遅延器の液晶遅延器と、入力および出力偏光子を伴う透過型空間光変調器と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。

【図３Ｂ】旋光フィルム上に配置された光制御フィルムを備えるバックライトと、追加の偏光子と、極性制御遅延器と、入力および出力偏光子を伴う透過型空間光変調器と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。

【図４】切替え可能なプライバシーディスプレイ装置用の極性制御遅延器および光制御フィルムを側面斜視で示す概略図であり、光制御フィルムの支持基板は、一対の交差したＡプレートのうちの１つによって提供される。

【図５】出力表示偏光子を伴う発光型空間光変調器と、光制御フィルムと、反射偏光子と、極性制御遅延器と、追加の偏光子と、を備える切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。

【図６】出力表示偏光子と、光制御フィルムと、極性制御遅延器と、追加の偏光子と、光

制御フィルムであって、光制御フィルムの支持基板には、タッチスクリーンの検出電極を設けられている、光制御フィルムと、を伴う空間光変調器を備える切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。

【図７Ａ】入力面と出力面との間に延在する透過領域のアレイと、透過領域間および前記入力面と前記出力面との間に少なくとも部分的に延在する吸収領域であって、透過領域は平行である、吸収領域と、を備える光制御フィルムを側面斜視で示す概略図である。

【図７Ｂ】入力面と出力面との間に延在する透過領域のアレイと、透過領域間かつ前記入力面と前記出力面との間に少なくとも部分的に延在する吸収領域と、を備える光制御フィルムであって、透過領域は先細である、光制御フィルムを側面斜視で示す概略図である。

【図８】光制御フィルムの横角による透過の変動を示す概略グラフである。

【図９Ａ】図１のディスプレイ装置のプライバシー動作モードにおける動作を上面視で示す概略図である。

【図９Ｂ】図１のディスプレイ装置のパブリック動作モードにおける動作を上面視で示す概略図である。

【図１０Ａ】交差輝度増強フィルムを備えるバックライトの輝度の方向による変化を示す概略グラフである。

【図１０Ｂ】透過領域のアレイが透過する方向において、すべての方位角で９６°の幅を超える極角の範囲で、透過率が５％以上の光制御フィルムを備えるバックライトの輝度方向による変化を示す概略グラフである。

【図１０Ｃ】図１の極性制御遅延器の透過方向による変化を示す概略グラフである。

【図１０Ｄ】図１の極性制御遅延器および反射偏光子の反射方向による変化を示す概略グラフである。

【図１１】空気中の単一表面のフレネル反射の方向による変化を示す概略グラフである。

【図１２】図１に示すタイプのディスプレイの横角による輝度の変化、図１０Ａのバックライトプロファイル、ならびにプライバシー動作モードにおけるディスプレイの図１０Ｂおよび図１０Ｃの透過プロファイルを示す概略グラフである。

【図１３】図１０Ａのバックライトプロファイルと、図１０Ｂおよび図１０Ｃの透過プロファイルと、図１０Ｄの反射プロファイルと、を備え、ディスプレイ正面の輝度の場合、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、図１に示されるタイプのディスプレイのプライバシーモードにおけるセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。

【図１４】図１に示すタイプのディスプレイの横角による輝度の変化、図１０Ａのバックライトプロファイル、ならびにパブリック動作モードにおけるディスプレイの図１０Ｂの透過プロファイルを示す概略グラフである。

【図１５】図１０Ａのバックライトプロファイルと、図１０Ｂの透過プロファイルと、図１１の反射プロファイルと、を備え、ディスプレイ正面の輝度の場合、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、図１に示されるタイプのディスプレイのプライバシーモードにおけるセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。

【図１６】従来技術の切替え不可能なプライバシーディスプレイの横角による輝度および透過の変化を示す概略グラフである。

【図１７】図１０Ａのバックライトプロファイルと、透過率が正面透過率の５％である７０°の横幅を備える光制御フィルムの透過プロファイルと、図１１のディスプレイ正面の輝度の場合の反射プロファイルと、を備え、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、従来の切替え不可能なプライバシーディスプレイのセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。

【図１８】入力面と出力面との間に延在する透過領域のアレイと、透過領域間かつ入力面と出力面との間に少なくとも部分的に延在する吸収領域と、を備える光制御フィルムであって、透過領域は先細であり、透過領域は傾斜しており、その結果、透過領域の入力側および出力側の開口の中心間の各透過領域に関して定義された軸が、空間光変調器の中心か

ら前方に延在する光軸に向かって内向きに向けられる、光制御フィルムを側面斜視で示す概略図である。
【図１９】プライバシー動作モードにおける図１８の光制御フィルムを備える図１のディスプレイ装置の動作を上面視で示す概略図である。
【図２０】湾曲した透過型空間光変調器と、湾曲したバックライトと、湾曲した複数の遅延器と、湾曲した光制御フィルムと、を備えるディスプレイ装置を上面視で示す概略図である。
【図２１】湾曲した発光型空間光変調器と、湾曲した複数の遅延器と、湾曲した光制御フィルムと、を備えるディスプレイ装置を上面視で示す概略図である。
【図２２Ａ】プライバシー動作モードにおける図１の光学スタックを通る空間光変調器からの出力光の伝搬を側面視で示す概略図である。
【図２２Ｂ】プライバシー動作モードにおける図１の光学スタックを通る周囲照明光の伝搬を上面視で示す概略図である。
【図２３Ａ】パブリック動作モードにおける図１の光学スタックを通る空間光変調器からの出力光の伝搬を側面視で示す概略図である。
【図２３Ｂ】図２３Ａの透過光線の極性方向による出力輝度の変化を示す概略グラフである。
【図２３Ｃ】パブリック動作モードにおける図１の光学スタックを通る周囲照明光の伝搬を上面視で示す概略図である。
【図２３Ｄ】図２３Ｃの反射光線の極性方向による反射率の変化を示す概略グラフである。
【発明を実施するための形態】
【００２９】
ここで、本開示の目的のための光学遅延器に関連する用語について説明する。
【００３０】
一軸複屈折材料を備える層には、光学異方性を支配する方向があるが、それに垂直な（またはそれに対する所与の角度で）すべての方向は同等の複屈折を有する。
【００３１】
光遅延器の光軸は、複屈折が発生しない一軸複屈折材料内の光線の伝播方向を指す。これは、例えば対称線に平行であるか、または主光線が伝播するディスプレイ面に垂直であり得る光学システムの光軸とは異なる。
【００３２】
光軸に直交する方向に伝搬する光の場合、遅軸に平行な電気ベクトル方向の直線偏光が最も遅い速度で進むとき、光軸は遅軸になる。遅軸方向は、設計波長で屈折率が最も高い方向である。同様に、速軸方向は、設計波長で屈折率が最も低い方向である。
【００３３】
正の誘電異方性の一軸複屈折材料の場合、遅軸方向は複屈折材料の異常軸である。負の誘電異方性の一軸複屈折材料の場合、速軸方向は複屈折材料の異常軸である。
【００３４】
半波長および四分の一波長という用語は、典型的には５００ｎｍ～５７０ｎｍであり得る設計波長λ_0に対する遅延器の動作を指す。本実施形態では、別段の指定がない限り、例示的な遅延値が５５０ｎｍの波長に対して提供される。
【００３５】
遅延器は、それに入射する光波の２つの垂直偏光成分間の位相シフトを提供し、２つの偏光成分に与える相対位相の量Γによって特徴付けられており、これは、複屈折Δｎおよび遅延器の厚さｄに次のように関係している。

$$\Gamma = 2 . \pi . \Delta n . d / \lambda_0 \quad 式１$$

【００３６】
式１において、Δｎは、異常な屈折率と通常の屈折率との差として定義される。

$$\Delta n = n_e - n_o \quad 式２$$

【００３７】

半波長遅延器の場合、ｄ、Δｎ、およびλ_0の関係は、偏光成分間の位相シフトがΓ＝πであるように選択される。四分の一波長位相差板、ｄ、Δｎ、およびλ_0の関係は、偏光成分間の位相シフトがΓ＝π／２であるように選択される。

【００３８】

本明細書における半波長遅延器という用語は、典型的には、遅延器に垂直に、かつ空間光変調器に垂直に伝搬する光を指す。

【００３９】

ここで、一対の偏光子間の透明な遅延器を通る光線の伝播のいくつかの態様を説明する。

【００４０】

光線の偏光状態（ＳＯＰ）は、任意の２つの直交する偏光成分間の相対的な振幅および位相シフトによって表される。透明な遅延器は、これらの直交偏光成分の相対的な振幅を変化させず、それらの相対的な位相にのみ作用する。直交偏光成分間に正味の位相シフトを提供すると、ＳＯＰが変化するが、正味の相対位相を維持すると、ＳＯＰが保たれる。本記載では、ＳＯＰは偏光状態と称する場合がある。

【００４１】

直線ＳＯＰは、振幅がゼロではない偏光成分と、振幅がゼロの直交偏光成分と、を有する。

【００４２】

直線偏光子は、直線偏光子の電気ベクトル透過方向に平行な直線偏光成分を有し、異なるＳＯＰで光を減衰させる独自の直線ＳＯＰを透過する。

【００４３】

吸収偏光子は、入射光の１つの偏光成分を吸収し、かつ第２の直交偏光成分を透過する偏光子である。吸収直線偏光子の例として、ダイクロイック偏光子がある。

【００４４】

反射偏光子は、入射光の１つの偏光成分を反射し、かつ第２の直交偏光成分を透過する偏光子である。直線偏光子である反射偏光子の例として、３Ｍ社製のＤＢＥＦ（商標）またはＡＰＦ（商標）のような多層ポリマーフィルムスタック、またはＭｏｘｔｅｋ製のＰｒｏＦｌｕｘ（商標）のようなワイヤグリッド偏光子がある。反射直線偏光子は、コレステリック反射材料と、直列に配置された四分の一波長板と、をさらに備え得る。

【００４５】

線形偏光子と平行線形分析偏光子との間に配置され、相対的な正味の位相シフトを導入しない遅延器は、線形偏光子内の残留吸収以外の光の完全な透過を提供する。

【００４６】

直交偏光成分間の相対的な正味の位相シフトを提供する遅延器は、ＳＯＰを変化させ、分析偏光子で減衰を提供する。

【００４７】

本開示において、「Ａプレート」とは、その光軸が層の平面に平行である複屈折材料の層を利用する光学遅延器を指す。

【００４８】

「正のＡプレート」とは、正の複屈折Ａプレート、つまり正のΔｎを伴うＡプレートを指す。

【００４９】

本開示において、「Ｃプレート」とは、その光軸が層の平面に垂直である複屈折材料の層を利用する光学遅延器を指す。「正のＣプレート」とは、正の複屈折Ｃプレート、つまり正のΔｎを伴うＣプレートを指す。「負のＣプレート」とは、負の複屈折Ｃプレート、つまり負のΔｎを伴うＣプレートを指す。

【００５０】

「Ｏプレート」とは、その光軸が層の平面に平行な成分と層の平面に垂直な成分とを有する複屈折材料の層を利用する光学遅延器を指す。「正のＯプレート」とは、正の複屈折Ｏプレート、つまり正のΔｎを伴うＯプレートを指す。

【００５１】
無彩色遅延器を提供することができ、遅延器の材料は、波長λに伴って変化する遅延Δｎ．ｄが提供されている。

$$\Delta n \cdot d / \lambda = k \quad \text{式３}$$

【００５２】
式中、ｋは実質的に定数である。
【００５３】
適切な材料の例には、帝人フィルム製の変性ポリカーボネートが含まれる。本実施形態では、以下に説明するように、輝度低下が少ない極角度視方向と輝度低下が増加した極角度視方向との間の色の変化を有利に最小化するために、無彩色遅延器を提供することができる。
【００５４】
ここで、遅延器および液晶に関連して本開示で使用される様々な他の用語を説明する。
【００５５】
液晶セルは、Δｎ．ｄによって得られる遅延を有し、Δｎは、液晶セル内の液晶材料の複屈折であり、ｄは、液晶セルの厚さであり、液晶セル中の液晶材料の配向には依存していない。
【００５６】
均一配向とは、分子が基板に実質的に平行に配向する、切替え可能な液晶ディスプレイにおける液晶の配向を指す。均一配向は、平面配向と呼ばれることもある。均一配向は、典型的には、２度などの小さなプレチルトを伴って提供され得、その結果、液晶セルの配向層の表面における分子は、以下に説明されるようにわずかに傾斜する。プレチルトは、セルの切替えにおける縮退を最小限に抑えるように配置されている。
【００５７】
本開示において、垂直配向は、棒状液晶分子が基板に対して実質的に垂直に配向される状態である。ディスコティック液晶では、垂直配向は、ディスク状の液晶分子によって形成される柱構造の軸が表面に垂直に配向される状態として定義される。垂直配向では、プレチルトは配向層に近い分子の傾斜角であり、通常は９０度に近く、例えば８８度になり得る。
【００５８】
ねじれ液晶層では、ネマティック液晶分子のねじれ構成（らせん構造またはらせんとしても知られている）が提供される。ねじれは、配向層の非平行配向によって達成することができる。さらに、コレステリックドーパントを液晶材料に添加して、ねじれ方向（時計回りまたは反時計回り）の縮退を解消し、緩和（通常は駆動されていない）状態におけるねじれのピッチをさらに制御することができる。超ねじれ液晶層は、１８０度を超えるねじれを有する。空間光変調器において使用されるねじれネマティック層は、通常、９０度のねじれを有する。
【００５９】
正の誘電異方性を伴う液晶分子は、印加された電界によって、均一配向（Ａプレート遅延器配向など）から垂直配向（ＣプレートまたはＯプレート遅延器配向など）に切り替えられる。
【００６０】
負の誘電異方性を伴う液晶分子は、印加された電界によって、垂直配向（ＣプレートまたはＯプレート遅延器配向など）から均一配向（Ａプレート遅延器配向など）に切り替えられる。
【００６１】
棒状分子は正の複屈折を有するため、式２に記載されているように$N_e > N_o$となる。ディスコティック分子は負の複屈折を有するため、$n_e < n_o$である。
【００６２】
Ａプレート、正のＯプレート、および正のＣプレートなどの正の遅延器は、通常、延伸

フィルムまたは棒状液晶分子によって提供され得る。負のＣプレートなどの負の遅延器は、延伸フィルムまたはディスコティック様の液晶分子によって提供され得る。

【００６３】

平行液晶セル配向とは、平行またはより一般的には逆平行である均一配向層の配向方向を指す。事前傾斜させた垂直配向の場合、配向層は、実質的に平行または逆平行である成分を有し得る。ハイブリッド配向液晶セルは、１つの均一配向層および１つの垂直配向層を有し得る。ねじれ液晶セルは、例えば互いに９０度に向けられた、平行な配向を有しない配向層によって提供され得る。

【００６４】

透過型空間光変調器は、例えば、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる米国特許第８，２３７，８７６号に開示されるように、入力表示偏光子と出力表示偏光子との間に遅延器をさらに備え得る。そのような遅延器（図示せず）は、本実施形態の受動遅延器とは異なる場所にある。そのような遅延器は、軸外の観察位置に対するコントラスト低下を補償し、これは、本実施形態の軸外の観察位置に対する輝度低下とは異なる効果である。

【００６５】

ここで、プライバシーディスプレイの外観に関する用語について説明する。

【００６６】

ディスプレイのプライベート動作モードは、画像がはっきりと見えないように、観察者が低いコントラスト感度を見るモードである。コントラスト感度は、静止画像における様々なレベルの輝度を識別する能力の尺度である。逆コントラスト感度は、高い視覚的セキュリティレベル（ＶＳＬ）が低い画像の視認性に対応するという点で、視覚的セキュリティの尺度として使用することができる。

【００６７】

観察者に画像を提供するプライバシーディスプレイの場合、視覚的なセキュリティは、以下のように得られる。

$$VSL = (Y + R) / (Y - K) \quad 式４$$

【００６８】

式中、ＶＳＬは、視覚的なセキュリティレベルであり、Ｙは、窃視者の観察角度におけるディスプレイの白色状態の輝度であり、Ｋは、窃視者の観察角度におけるディスプレイの黒色状態の輝度であり、Ｒは、ディスプレイからの反射光の輝度である。

【００６９】

パネルのコントラスト比は、以下のように得られる。

$$C = Y / K \quad 式５$$

【００７０】

高コントラストの光学ＬＣＤモードの場合、白色状態の透過率は、視野角に伴って実質的に一定のままである。本実施形態のコントラスト低減液晶モードでは、白色状態の透過率は、典型的には、黒色状態の透過率が増加するにつれて減少し、以下のようになる。

$$Y + K \sim P.L \quad 式６$$

【００７１】

次いで、視覚的なセキュリティレベルは、さらに以下のように得られる。

$$VSL = \left(\frac{C + I.\rho / \pi.(C+1)/(P.L)}{(C-1)} \right) \quad 式７$$

【００７２】

式中、軸外の相対輝度Ｐは通常、正面の輝度のパーセンテージとして定義され、窃視者角度におけるＬであり、ディスプレイは、画像コントラスト比Ｃと、表面反射率ρと、を有し得る。

【００７３】

軸外の相対輝度Ｐは、プライバシーレベルとも称する。ただし、このようなプライバシーレベルＰは、正面の輝度と比較した特定の極角におけるディスプレイの相対輝度を説明するものであり、プライバシーの外観の尺度ではない。

【００７４】
ディスプレイは、ランバート周囲照度Ｉで照らされ得る。したがって、完全に暗い環境では、高コントラスト表示のＶＳＬは約１．０になる。周囲照度が増加すると、知覚される画像のコントラストが劣化し、ＶＳＬが増加し、プライベート画像が知覚される。
【００７５】
一般的な液晶ディスプレイの場合、パネルのコントラストＣは、ほぼすべての表示角度で１００：１を超えているため、視覚的なセキュリティレベルを以下のように概算することができる。

$$VSL = 1 + I.\rho / (\pi.P.L) \quad 式８$$

【００７６】
知覚画像のセキュリティは、目の対数応答から判定することができ、その結果、セキュリティ係数Ｓは、以下の式で得られる。

$$S = \log_{10}(V) \quad 式９$$

【００７７】
Ｓの望ましい限界は、以下のように判定された。第１のステップでは、プライバシーディスプレイデバイスが提供された。プライバシーレベルの変化、極視角を伴うディスプレイデバイスのＰ（θ）、および極視角を伴うディスプレイデバイスの反射率ρ（θ）の変化の測定が、明所視測定機器を使用して行われた。実質的に均一な輝度のライトボックスなどの光源は、反射のための入射方向に沿って、プライバシーディスプレイデバイスを照らすように配置された照明領域から、ディスプレイデバイスの法線に対する０°を超える極角における観察者位置への照明を提供するように配置された。極視角を伴う実質的にランバート発光ライトボックスの照度の変化Ｉ（θ）は、反射率ρ（θ）の変化を考慮に入れて、極視角を伴う記録された反射輝度の変化を測定することによって判定された。Ｐ（θ）、ｒ（θ）、およびＩ（θ）の測定値を使用して、ゼロ仰角軸に沿った極視角によるセキュリティ係数Ｓ（θ）の変化を判定した。
【００７８】
第２のステップでは、（ｉ）最大フォント高さ３ｍｍの小さなテキスト画像と、（ｉｉ）最大フォント高さ３０ｍｍの大きなテキスト画像と、（ｉｉｉ）動画と、を含む一連の高コントラスト画像が、プライバシーディスプレイに提供された。
【００７９】
第３のステップでは、各観察者（必要に応じて１０００ｍｍで見るための視力補正を使用）が１０００ｍの距離から画像の各々を見て、ディスプレイの中心線またはその近くのディスプレイ上の位置から片方の目で画像が見えなくなるまで、ゼロ高度における極座標角度を調整した。観察者の目の極位置が記録された。関係Ｓ（θ）から、当該極位置におけるセキュリティ係数が判定された。測定は、様々な画像、様々なディスプレイ輝度Y_{max}、様々なライトボックス照度Ｉ（ｑ＝０）、様々な背景照明条件、および様々な観察者に対して繰り返された。
【００８０】
上記の測定値から、Ｓ＜１．０は、低い、まったくない視覚的なセキュリティを提供し、１．０≦Ｓ＜１．５は、画像コンテンツのコントラスト、空間周波数、および時間周波数に依存する視覚的なセキュリティを提供し、１．５≦Ｓ＜１．８は、ほとんどの画像およびほとんどの観察者に対して、許容できる画像の不視認性（つまり、画像のコントラストが観察できない）を提供し、Ｓ＞１．８は、すべての観察者に対して、画像コンテンツに関係なく、完全な画像の不視認性を提供する。
【００８１】
プライバシーディスプレイと比較して、望ましい広角ディスプレイは、標準的な周囲照度条件で容易に観察される。画像の視認性の１つの尺度は、以下の式で得られるミシェルソンコントラストなどのコントラスト感度によって得られる。

$$M = (I_{max} - I_{min}) / (I_{max} + I_{min}) \quad 式１０$$

【００８２】

そこで、

$$M=((Y+R)-(K+R))/((Y+R)+(K+R))=(Y-K)/(Y+K+2.R) \quad 式11$$

【００８３】

したがって、視覚的なセキュリティレベル（ＶＳＬ）は、１／Ｍと同等である（ただし、同一ではない）。本考察では、所与の軸外の相対輝度Ｐに対して、広角画像の視認性Ｗは、以下のように概算される。

$$W=1/VSL=1/(1+I.\rho/(\pi.P.L)) \quad 式12$$

【００８４】

本考察では、望ましい白色点（u_w'、v_w'）からの出力色（$u_w'+\Delta u'$，$v_w'+\Delta v'$）の色変化Δεは、典型的なディスプレイのスペクトル光源を想定し、ＣＩＥＬＵＶ色差メトリックによって決定することができ、以下の式で得られる。

$$\Delta\varepsilon=(\Delta u'^2+\Delta V'^2)^{1/2} \quad 式13$$

【００８５】

反射屈折要素は、屈折および反射の両方を使用し、これは、内部全反射または金属化表面からの反射である可能性がある。

【００８６】

ここで、様々な指向性ディスプレイデバイスの構造および動作を説明する。本記載では、共通の要素は共通の参照番号を有する。任意の要素に関する開示は、同じまたは対応する要素が提供される各デバイスに適用されることに留意されたい。よって、簡潔にするために、そのような開示は繰り返されない。

【００８７】

軸外の視野角で高輝度を提供する空間光変調器および／またはバックライトに対して高い視覚的なセキュリティレベルを提供することが望ましい場合がある。ここで、切替え可能なプライバシーディスプレイの構造を説明する。

【００８８】

図１は、交差輝度増強フィルム４０Ａ、４０Ｂを備えるバックライト２０と、光制御フィルム７００と、入力および出力表示偏光子２１０、２１８を伴う透過型空間光変調器４８と、反射偏光子３０２と、極性制御遅延器３００と、追加の偏光子３１８と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置１００を側面斜視で示す概略図であり、図２は、図１のプライバシーディスプレイ１００を側面視で示す概略図である。

【００８９】

ディスプレイデバイス１００は、空間的に変調された光を出力するように配置された空間光変調器４８を備える。ディスプレイデバイス１００は、光を出力するように配置されたバックライト２０をさらに備え、空間光変調器４８は、バックライト２０からの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器４８を備える。空間的に変調された光は、バックライト２０からの光を変調する制御可能な画素によって提供される。透過型空間光変調器４８は、カプセル化基板２１２、２１６と、赤、緑、および青の画素２２０、２２２、２２４を有する液晶層２１４と、を備える液晶ディスプレイを備え得る。空間光変調器４８は、その対向する側に、入力表示偏光子２１０と、出力表示偏光子２１８と、を有する。出力表示偏光子２１８は、空間光変調器４８の画素２２０、２２２、２２４からの光に対して高い消光比を提供するように配置されている。典型的な偏光子２１０、２１８は、ダイクロイック偏光子などの吸収偏光子であり得る。

【００９０】

本実施形態では、空間光変調器４８は、空間光変調器の出力側に配置された表示偏光子２１８を含み、表示偏光子２１８は、線形偏光子である。追加の偏光子３１８は、空間光変調器における表示偏光子と同じ側に配置され、追加の偏光子３１８は、線形偏光子である。

【００９１】

ここで、バックライト２０についてさらに説明する。バックライト装置２０は、後部反

射器３と、導波路１と光源１５とを備える照明装置と、を備える。光源１５からの光線４１２は、入力側２を通って入力され、導波路１の表面６、８内を案内する。光は、抽出特徴部１２によって出力され、後方反射器３に入射し、後方反射器３は、散乱または鏡面反射のいずれかによって、導波路１を通って、導波路１の第１の表面６から出る光を受容するように配置された交差輝度増強フィルム４０Ａ、４０Ｂに向かって光を反射し得る。本実施形態では、「交差」は、遅延器の平面内の２つの遅延器の光軸間の実質的に９０°の角度を指す。

【００９２】

輝度向上フィルム４０Ａ、４０Ｂは各々、光導波路１と空間光変調器４８との間に配置されたプリズム面４２Ａ、４２Ｂを伴うプリズム層を備え、光導波路１からの出力光を受容する。導波路からの光線４１２は、空間光変調器４８を通して出力光を向ける。

【００９３】

プリズム面４２Ａ、４２Ｂは細長く、旋フィルムおよびさらなる旋フィルムの細長いプリズム面の向きが交差している。光軸１９９に近い方向にある光は、反射器３に向かって反射されて戻されるが、表面６をほぼかすめる光線４１０は、法線方向に出力される。

【００９４】

光学スタック５は、拡散器と、旋光フィルムと、他の既知の光学バックライト構造と、を備え得る。例えば、非対称表面レリーフの特徴を備え得る非対称拡散器は、横方向と比較して仰角方向への拡散が増加した状態で、光学スタック５に提供され得る。有利なことに、画像の均一性を高めることができる。

【００９５】

任意選択として、反射偏光子２０８を入力表示偏光子２１０とバックライト２０との間に提供して、再循環光を提供し、表示効率を高めることができる。有利なことに、効率が向上させることができる。

【００９６】

バックライト２０の光再循環構成要素３、４０Ａ、４０Ｂ、２０８は、導波路からの出力光の混合を達成する。そのような再循環は製造上の欠陥に耐性があり、バックライト２０は、以下に図３Ａを参照して示すコリメートされたバックライトよりも大きなサイズ、低コスト、およびより高い輝度均一性を有利に提供され得る。ただし、このようなバックライトは、以下で説明するように、プライバシー動作モードにおけるセキュリティ係数を低下させ得る、より高い極角における輝度の増加を提供する。

【００９７】

プライバシーモードにおける高いセキュリティ係数を達成し、パブリック動作モードにおける望ましい輝度を達成しながら、低い製造コストで高均一性バックライトを提供することが望ましいであろう。

【００９８】

光制御フィルム７００は、バックライト２０と空間光変調器４８との間に配置されている。光制御フィルム７００は、入力面７０６と、入力面７０６に面する出力面７０８と、入力面７０６と出力面７０８との間に延在する光透過領域７０４のアレイと、透過領域間かつ入力面と出力面との間に延在する吸収領域７０２と、を備える。

【００９９】

光制御フィルム７００は、バックライト２０の反射偏光子２０８と表示入力偏光子２１０との間に配置されている。光制御フィルム７００は、支持基板７１０をさらに備え得る。有利なことに、光制御フィルムの平坦度を高めて、均一性の増加を達成することができる。光制御フィルムの構造および動作については、以下でさらに説明する。

【０１００】

切替え可能なプライバシーディスプレイを提供することが望ましいであろう。光制御フィルム７００は、空間光変調器４８、追加の偏光子３１８、および極性制御遅延器３００と連続して配置されている。

【０１０１】

極性制御遅延器３００は、（ｉ）透明なカプセル化基板３１２、３１６の間に配置され、かつ表示偏光子２１８と追加の偏光子３１８との間に配置された液晶材料の層３１４を備える切替え可能な液晶遅延器３０１と、（ｉｉ）少なくとも１つの受動補償遅延器３３０と、を備える。

【０１０２】

偏光子制御遅延器３００は、追加の偏光子３１８と表示偏光子２１８との間に配置されている。偏光子２１８、３０２、３１８の間に配置された極性制御遅延器３００の動作の一般原理を、図２２Ａ～図２３Ｄに関して以下に説明する。

【０１０３】

極性制御遅延器３００は、切替え可能な液晶遅延器３０１を含む。切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料の層３１４に隣接して配設された液晶材料表面配向層４０９、４１１の層３１４を備える。切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料３１４の層に隣接してその対向する側に配設され、かつそれぞれの液晶カプセル化基板３１２、３１６上に配置された２つの表面配向層４０９、４１１を備える。さらなる電極４１３、４１５が、液晶層３１４の両端に駆動電圧を提供するように配置されている。プライバシー動作モードでは、第１のＡＣ電圧がドライバ３５０によって印加され、パブリック動作モードでは、ゼロまたはプライバシーモードとは異なる電圧であり得る第２のＡＣ電圧が、電極４１３、４１５を介してドライバ３５０によって印加される。

【０１０４】

ディスプレイデバイス１００は、出力表示偏光子２１８と少なくとも１つの第１の偏光子制御遅延器３００との間に配置された反射偏光子３０２をさらに備え、反射偏光子３０２は線形偏光子である。反射偏光子３０２は、機能および動作において、上記の反射偏光子２０８とは異なる。反射偏光子３０２は、正面反射の増加およびセキュリティ係数の向上を実現し、反射偏光子２０８は、バックライトの再循環効率および均一性の向上を実現する。

【０１０５】

代替の実施形態（図示せず）では、さらなる偏光子制御遅延器を、入力偏光子２１０と、バックライトと入力偏光子２１０との間に配置されたさらなる追加の偏光子との間に配置することができる。さらなる代替の実施形態（図示せず）では、さらなる追加の偏光子を、反射偏光子３０２と出力偏光子２１８との間に配置してもよい。さらなる偏光子制御遅延器を、出力偏光子２１８とさらなる追加の偏光子との間に配置してもよい。さらなる追加の偏光子およびさらなる追加の極性制御遅延器は、パブリック動作モードでは、軸外のユーザに対して、有利に増加した輝度を達成し得、プライバシー動作モードでは、望ましい画像セキュリティ係数のためにより狭いスイッチオン角度を達成し得る。

【０１０６】

ここで、代替のディスプレイ構造を示す。

【０１０７】

図３Ａは、旋光フィルム５０を備えるバックライト２０と、追加の偏光子３１８と、極性制御遅延器３００の受動Ｃプレート遅延器３３０上に配置された光制御フィルム７００と、極性遅延器３００の液晶遅延器３０１と、入力および出力偏光子２１０、２１８を伴う透過型空間光変調器４８と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置を側面斜視で示す概略図である。ディスプレイデバイス１００は、光を出力するように配置されたバックライト２０をさらに備え、空間光変調器４８は、バックライト２０からの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器４８を備え、当該表示偏光子は、空間光変調器４８の入力側に配置された入力表示偏光子２１０である。

【０１０８】

図３Ａは、極性制御遅延器３００が、追加の偏光子３１８と空間光変調器４８の入力偏光子２１０との間に配置されている、図１の代替案を示している。反射偏光子３０２は、省略されている。ディスプレイ１００からの正面反射が低減され、有利なことに、高照度におけるディスプレイのコントラストの増加を達成する。さらに、ディスプレイの前面の

厚さが減少し、偏光子２１８の散乱出力面を提供する実施形態において、増加した画像解像度を達成する。

【０１０９】

光制御フィルム７００は、追加の偏光子３１８と表示偏光子２１０との間に配置されている。図３Ａは、光制御フィルム７００の支持基板７１０が省略され、光制御フィルム７００が受動遅延器３３０上に提供されている、図１の別の代替案を示している。有利なことに、厚さおよびコストを減少させることができ、均一性を維持することができる。

【０１１０】

代替の実施形態（図示せず）では、光制御フィルム７００を３１２、３１６に取り付けることができる。有利なことに、厚さを低減することができ、光制御フィルム７００の平坦性を達成して、出力の均一性を高めることができる。

【０１１１】

図３Ａは、図１および図２のバックライト２０と比較した１つの代替バックライト２０をさらに示している。図１と比較して、後部反射器３は鏡面反射器であり、導波路は、導波路１の出力面６をかすめる出力角度に近い出力光を提供するように配置された表面構造を有する。図１５に記載されるように、有利なことに、そのようなバックライトは、図１のバックライト２０の光出力よりも狭い光出力立体角を達成することができる。有利なことに、セキュリティ係数が増加し、プライバシーのためのスイッチオン角度がより狭いプライバシーディスプレイを提供することができる。

【０１１２】

さらに詳細に論じられていない図３Ａの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１１３】

図３Ｂは、旋光フィルム５０上に配置された光制御フィルム７００を備えるバックライト２０と、追加の偏光子３１８と、極性遅延器３００と、入力および出力偏光子２１０、２１８を伴う透過型空間光変調器４８と、を備える、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置１００を側面斜視で示す概略図である。

【０１１４】

光制御フィルム７００は、バックライト２０と追加の偏光子３１８との間に配置されている。光制御フィルム内の残留遅延、散乱、および迷光は、軸外の観察位置に対する極性制御遅延器のコントラストを低下させない。有利なことに、軸外の窃視者に対するセキュリティ係数は、図３Ａの配置と比較して増加させることができる。

【０１１５】

図３Ｂは、旋光フィルム５０によって提供される光制御フィルムのための別の代替基板を示している。有利なことに、厚さおよびコストを減少させることができ、均一性を高めることができる。

【０１１６】

さらに詳細に論じられていない図３Ｂの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１１７】

図４は、切替え可能なプライバシーディスプレイ装置用の極性制御遅延器３００および光制御フィルム７００を側面斜視で示す概略図であり、光制御フィルム７００の支持基板は、一対の交差したＡプレート３３０Ａ、３３０Ｂのうちの１つによって提供される。図１、図２および図３ＡのＣプレート遅延器と比較して、Ａプレートは、配向層４０９、４１１の均一配向を伴う液晶モードにおいて、高いセキュリティ係数の増加した領域を提供し得る。

【０１１８】

光制御フィルム７００は、受動遅延器３３０Ａ上に提供することができる。有利なことに、厚さおよびコストを減少させることができ、均一性を維持することができる。図４の極性制御遅延器３００は、追加の偏光子３１８と入力偏光子２１０との間、または追加の

偏光子３１８と空間光変調器４８の出力偏光子２１８との間に提供することができる。

【０１１９】

さらに詳細に論じられていない図４の実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１２０】

発光型空間光変調器４８を使用して切替え可能なプライバシーディスプレイを提供することが望ましい場合がある。

【０１２１】

図５は、出力表示偏光子２１８を伴う発光型空間光変調器４８と、光制御フィルム７００と、反射偏光子３０２と、極性制御遅延器３００と、追加の偏光子３１８と、を備える切替え可能なプライバシーディスプレイ装置１００を側面斜視で示す概略図である。

【０１２２】

発光型空間光変調器は、空間光変調器４８の画素平面２１４からの反射の視認性を低減するように配置された、クォーター波長板２０５と表示偏光子２１８とをさらに備える。

【０１２３】

空間光変調器４８は、空間的に変調された光を放出するように配置された発光型空間光変調器を備える。空間光変調器４８は、図１の透過性画素と比較して、自己発光画素２２０、２２２、２２４のアレイを伴うＯＬＥＤディスプレイまたはマイクロＬＥＤディスプレイであり得る。

【０１２４】

光制御フィルム７００は、反射偏光子３０２と空間光変調器４８との間に配置されている。光制御フィルム７００は、反射偏光子３０２と表示偏光子２１８との間に配置されている。

【０１２５】

代替の実施形態では、図５の発光型空間光変調器４８は、本明細書の他の場所で説明されているように、透過型空間光変調器４８およびバックライト２０によって提供することができる。バックライト２０は、発光型空間光変調器４８の放出方向と比較して、高い極角でより低い輝度を提供することができる。有利なことに、高角度での輝度を減少させて、プライバシー動作モードにおける軸外の窃視者に対するセキュリティ係数を高めることができる。

【０１２６】

さらに詳細に論じられていない図５の実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１２７】

図６は、出力表示偏光子２１８を伴う空間光変調器４８と、極性制御遅延器３００と、追加の偏光子３１８と、光制御フィルム７００であって、光制御フィルムの支持基板にはタッチスクリーンの電極が提供されている、光制御フィルム７００と、を備える切替え可能なプライバシーディスプレイ装置１００を側面斜視図で示す概略図である。

【０１２８】

ディスプレイデバイス１００は、光を出力するように配置されたバックライト２０をさらに備え、空間光変調器４８は、バックライト２０からの出力光を受容し、かつ空間的に変調するように配置された透過型空間光変調器４８を備え、光制御フィルムは、空間光変調器４８の前に配置されている。

【０１２９】

電極５００およびドライバ４５２は、支持基板７１０上に配置され、さらなる電極５０２およびドライバ４５４は、基板５１０上に提供されており、基板７１０、５１０の間に誘電体５０１が提供されている。近接した指２５は、タッチ入力を提供するために検出され得る投影された磁力線５７０、５７２を変調することができる。光制御フィルム７００は、画素平面２１４から分離されており、モアレを有利に低減することができる。基板の数を減らすことができ、厚さとコストを有利に減少させることができる。

【０１３０】
さらに詳細に論じられていない図６の実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。
【０１３１】
ここで、光制御フィルム７００の構造と動作について説明する。
【０１３２】
図７Ａは、入力面７０６と、入力面７０６に面する出力面７０８と、入力面７０６と出力面７０８との間に延在する光透過領域７０４のアレイと、透過領域間かつ入力面７０６と出力面７０８との間に部分的に延在する吸収領域７０２と、を備える、光制御フィルム７００を側面斜視図示す概略図である。
【０１３３】
透過領域７０４のアレイは、ｙ軸方向に細長い、細長透過領域７０４の一次元アレイである。
【０１３４】
透過領域７０４間の吸収領域７０２は、入力面７０６と出力面７０８との間に延在する。光制御フィルム７００は、支持基板７１０上に提供されている。基板７１０は、光制御フィルムの入力側７０６または出力側７０８に配置することができる。
【０１３５】
光透過領域７０４は、平行な側面を有し、最大光透過の方向、例えば光線４９０が光制御フィルム７００の平面に垂直であるように、光制御フィルム７００の平面に表面法線を有する。透過領域７０４は、光制御フィルム７００全体のすべての位置で、空間光変調器の４８の平面（ｘ－ｙ面）に垂直である、透過領域７０４の入力側および出力側７０６、７０８の開口７１６、７１８の中心７０５、７０７間の各透過領域７０４に関して定義された軸７０９を有する。
【０１３６】
図７Ａの配置では、光制御フィルム７００が、光制御フィルム全体のすべての位置において、空間光変調器４８の平面（ｘ－ｙ面）に対する法線上に中心が置かれた透過領域のアレイが繰り返される（ｘ軸）方向における極角を伴うプロファイルを有する透過率を有する。
【０１３７】
図７Ａの実施形態では、光吸収領域７０４は、光制御フィルムの入力側と出力側７０６、７０８との間に延在しない。むしろ、透過性材料の層７０９が、光制御フィルム全体に提供され得る。そのような層は、製造中に光透過領域７０４の支持を提供することができる。
【０１３８】
さらに詳細に論じられていない図７Ａの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。
【０１３９】
次に、光制御フィルムの代替構造について説明する。
【０１４０】
図７Ｂは、入力面７０６と出力面７０８との間に延在する透過領域７０２のアレイと、透過領域７０４間および入力面７０６と出力面７０８との間に延在する吸収領域７０２と、を備える光制御フィルム７００であって、透過領域７０４は、入力側の開口７１６の幅S_{IN}が出力側７０８の開口７１８の幅S_{OUT}よりも小さくなるように、先細である、光制御フィルム７００を側面斜視で示す概略図である。図７Ａの光制御フィルム７００と比較して、そのような配置は、以下でさらに説明するように、軸上方向で増加した輝度均一性を有利に提供することができる。
【０１４１】
さらに詳細に論じられていない図７Ｂの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１４２】
ここで、図７Ａおよび７Ｂの構造の光透過について説明する。
【０１４３】
図８は、様々な光制御フィルム７００に対して、光透過領域７０４が繰り返される方向における横角による透過の変化を示す概略グラフである。
【０１４４】
照明下では、図７Ａの構造は、横角に入射角を伴う三角形のプロファイルを提供すると予想される。すなわち、透過は、フィルム７００の平面に垂直な方向１９９において最大である。非ゼロの横角では、光透過領域７０４の入力開口７１６を通過するいくつかの光線が吸収領域７０２に入射し、それによって輝度が低下する。理想的な非散乱配置では、そのようなプロファイルは実質的に三角形のプロファイルを提供する。実際には、いくらかの光は、光吸収領域７０４によって透過され得る。さらに、回折からの散乱を含む散乱は、光を広げて、修正された三角形のプロファイルを提供し、軸の近く、およびそうでなければすべての光が吸収される角度の近くで、プロファイルがいくらか丸みを帯びる。光制御フィルム７００の透過が入力照明の５％に低下する角度を使用して、フィルムによって提供される極角４６０の角度範囲を記述することは便利である。これは、光吸収領域７０２における軸上光線の損失のために、正面透過と比較したフィルムの透過とは異なる。
【０１４５】
ここで、従来の空間光変調器の前面にルーバフィルムを追加することによってユーザが提供する、既知の切替え不可能なプライバシーディスプレイについて説明する。
【０１４６】
プロファイル４５６は、１つのタイプの切替え不可能なプライバシーディスプレイにおいて使用するための既知の従来技術の光制御フィルム用である。このようなプロファイルは、５％の透過率の角度である、６６°の極角の範囲４６０を提供する。４５°では、プライバシーで使用するためのある程度の画像セキュリティを提供するために、輝度が低下する。以下でさらに説明するように、切替え不可能なプライバシーディスプレイにおいて使用するためのそのようなフィルムは、パブリック動作において、軸外の視聴者に対して、望ましくないほど低い画像の視認性を提供する。さらに、そのようなフィルムは、約７０％の正面透過を提供し、そのような損失は、輝度の望ましくない損失および／または消費電力の増加を提供する。
【０１４７】
プロファイル４５４は、軸外で受動的な輝度の減少および受動的な反射率の増加を提供する、別のタイプの切替え不可能なプライバシーディスプレイにおいて使用するための異なる既知の従来技術の光制御フィルム用である。そのようなプロファイルは、７２°の極角の範囲４６０を提供する。４５°では、輝度が低下し、反射率が増加して、プライバシー動作の画像セキュリティが向上する。しかしながら、そのようなフィルムは、パブリック動作において望ましくない軸外輝度および軸外反射率を提供する。
【０１４８】
プロファイル４５０、４５２は、本開示の実施形態にとって望ましいプロファイルである。このようなプロファイルは、軸外角度で高輝度を提供し、軸外の窃視者に対して望ましいセキュリティ係数を達成できないため、切替え不可能なプライバシーディスプレイで使用するのに望ましいプロファイルではない。
【０１４９】
プロファイル４５０は、$S_{OUT}=S_{IN}$および図７Ａに示されているように、側面が平行な光透過領域によって提供することができる。有利なことに、プロファイル４５０は、より高い正面透過率を有し、光制御フィルム７００の複製に使用するためのツールは、例えば、マスクを通してコリメートされた光におけるフォトレジスト露光によって便利に製造され得る。
【０１５０】
プロファイル４５２は、$S_{OUT}>S_{IN}$および図７Ｂに示されているように、側面が先

細の光透過領域によって提供することができる。有利なことに、プロファイル４５２は、ユーザの視線方向に近い領域における均一性を高め、ディスプレイの均一性を高める。

【０１５１】

本開示の光制御フィルム７００は、透過領域のアレイが少なくとも８０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有し得、かつ透過領域のアレイが少なくとも９０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有し得る。

【０１５２】

さらに、光制御フィルム７００は、透過領域のアレイが最大１３０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を有し得る。

【０１５３】

光制御フィルム７００の吸収領域７０２は、厚さｔを有し得、ｔは、以下の式によって得られる。

【数２】

$$t = \left(S_{IN} - {S_{IN}}^2 / 10p + S_{OUT}\right) \Big/ \left(2 * \tan\left(\mathrm{asin}\left(\xi / n\right)\right)\right)$$

式１４

式中、S_{IN}は、吸収領域の入力側７０６の開口７１６の幅であり、S_{OUT}は、吸収領域７０２の出力側の開口７１８の幅であり、ｐは、透過領域のアレイが繰り返される方向における透過領域７０４のピッチであり、ｎは、透過領域の屈折率であり、ξは、０．６４３以上であり得るか、またはξは、０．７０７以上であり得る。さらに、ξは、０．９０６以下であってもよい。

【０１５４】

例示的な実施形態では、図７Ａに示されるような光制御フィルム７００は、４５°で１５％を超える透過率で、９８°の極角の範囲４６０（その場合、ξ＝０．７５５）を伴うプロファイル４５０を提供する。そのようなプロファイルは、正面から高い伝送効率を有利に達成する。

【０１５５】

さらなる例示的な実施形態では、図７Ｂに示されるような光制御フィルム７００は、４５°で２０％を超える透過率で、１０６°の極角の範囲４６０（その場合、ξ＝０．７９９）を伴うプロファイル４５２を提供する。そのようなプロファイルは、軸上の方向の近くで均一な透過の拡張された領域を有利に達成する。望ましくは、正面から見たディスプレイの均一性は、プロファイル４５０と比較して増加し得る。

【０１５６】

層７００の厚さ７０６、およびルーバ７０２、７０４の幅は、光制御フィルムに垂直な方向における吸収の２％～３０％であり、好ましくは、光制御フィルムに垂直な方向における吸収の４％～２０％であり、最も好ましくは、光制御フィルム７００に垂直な方向における吸収の６％～１０％である、少なくとも１つの方位角配向で４５度で吸収を提供するように選択される。

【０１５７】

ここで、プライバシーおよびパブリック動作モードにおける図１～６のディスプレイの動作について概要を説明する。

【０１５８】

図９Ａは、プライバシー動作モードにおける図１のディスプレイデバイスの動作を上面視で示す概略図であり、図９Ｂは、パブリック動作モードにおける図１のディスプレイデバイスの動作を上面視で示す概略図である。さらに詳細に論じられていない図９Ａおよび９Ｂの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０１５９】
光円錐４８０は、バックライト２０（または発光型空間光変調器４８）から出力され、円錐４８０よりも狭い透過光円錐４８２を伴う光制御フィルム７００を通して向けられる。
【０１６０】
図９Ａでは、極性制御遅延器３００は、円錐サイズ４８４を伴って、軸外輝度を低減するように配置されている。正面観察者４５は、高輝度および高画像視認性を伴うディスプレイ全体から光線４４５を見る。軸外窃視者４７は、輝度が低下し、画像の安全性が向上したディスプレイ全体から光線４４７を見る。窃視者４７に近いディスプレイのいくつかの領域は、望ましくないほどより高い輝度を有し得る。
【０１６１】
図９Ｂに示されるようなパブリック動作モードでは、円錐幅４８６は実質的に増加し、両方のユーザは、光制御フィルム７００およびバックライト２０の透過円錐４８２内で高い画像視認性を伴うディスプレイ全体から光を見ることができる。
【０１６２】
ここで、切替え可能なプライバシーディスプレイの例示的な実施形態について説明する。本例示的な実施形態では、５００mmの平面においてユーザ４５によって見られる視野６００および１４インチのランドスケープディスプレイから０度の横角がマークされ、ユーザ４７によって見られる視野６０２は、ディスプレイから７００mm、および横角が４５度の平面が示されている。
【０１６３】
図１０Ａは、図１に示されるような交差輝度増強フィルムを備えるバックライト２０の輝度の方向による変化を示す概略グラフである。図１０Ｂは、透過領域７０４のアレイが繰り返される方向における１００°である極角の範囲４６０で、５％以上の透過率を有する光制御フィルム７００を備えるバックライトの輝度方向による変化を示す概略グラフである（その場合、ξ＝０．７６６）。
【０１６４】
ここで、極性制御遅延器３００の例示的な実施形態が得られる。
【０１６５】
図１０Ｃは、配置の例示的な実施形態についての図１の極性制御遅延器の透過方向による変化を示す概略グラフであり、表１に示されている。図１０Ｄは、配置の例示的な実施形態についての図１の極性制御遅延器の反射率の方向による変化を示す概略グラフであり、ディスプレイ１００は、反射偏光子３０２をさらに備える。
【表１】

配向タイプ	LC 層 314 遅延	受動遅延器 330 タイプ	受動遅延器 330 遅延
均一	1000nm		
垂直			
		負の C プレート	-800nm

表１

【０１６６】
図１１は、空気中の単一表面のフレネル反射の方向による変化を示す概略グラフである。そのような反射は、パブリックモードとプライバシーモードの両方の動作モードのセキュリティ係数Ｓおよび画像の視認性Ｗの計算に含まれる。
【０１６７】
ここで、極性制御遅延器３００のさらなる非限定的な代替案について説明する。
【０１６８】
１つの代替案では、切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料４１４の層４１３に隣接してその対向する側に配設され、各々が隣接する液晶材料において、垂直配向を提供するように配置された２つの表面配向層を備え得る。切替え可能な液晶遅延器３０１の液晶

材料４１４の層４１３は、負の誘電異方性を伴う液晶材料を備え得る。液晶材料４１４の層４１３は、５００ｎｍ～１０００ｎｍの範囲、好ましくは６００ｎｍ～９００ｎｍの範囲、最も好ましくは７００ｎｍ～８５０ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有し得る。

【０１６９】

垂直配向を提供する２つの表面配向層が提供される場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、その光軸が遅延器の平面に垂直である遅延器を備え得、少なくとも１つの受動遅延器は、－３００ｎｍ～－９００ｎｍの範囲、好ましくは－４５０ｎｍ～－８００ｎｍの範囲、最も好ましくは－５００ｎｍ～－７２５ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１７０】

あるいは、垂直配向を提供する２つの表面配向層が提供される場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂは、交差する遅延器の平面内に光軸を有する一対の遅延器を備え得、一対の遅延器の各遅延器は、３００ｎｍ～８００ｎｍの範囲、好ましくは５００ｎｍ～７００ｎｍの範囲、最も好ましくは５５０ｎｍ～６７５ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。有利なことに、この場合、広角動作モードにおける視野の拡大が提供され得る。さらに、広角動作モードにおけるゼロ電圧動作が提供され得、消費電力を低減する。

【０１７１】

別の代替案では、切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料４１４の層４１３に隣接してその対向する側に配設され、各々が隣接する液晶材料において、均一配向を提供するように配置された２つの表面配向層を備え得る。液晶の対向する側での垂直配向と比較して、有利なことに、圧力印加の間の液晶材料の流れの視認性に対する復元性の増加が達成され得る。

【０１７２】

切替え可能な液晶遅延器３０１の液晶材料４１４の層４１３は、正の誘電異方性を伴う液晶材料を備え得る。液晶材料４１４の層４１３は、５００ｎｍ～９００ｎｍの範囲、好ましくは６００ｎｍ～８５０ｎｍの範囲、最も好ましくは７００ｎｍ～８００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有し得る。

【０１７３】

均一配向を提供する２つの表面配向層が提供される場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、その光軸が遅延器の平面に垂直である遅延器を備え得、少なくとも１つの受動遅延器は、－３００ｎｍ～－７００ｎｍの範囲、好ましくは－３５０ｎｍ～－６００ｎｍの範囲、最も好ましくは－４００ｎｍ～－５００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１７４】

あるいは、均一配向を提供する２つの表面配向層が提供される場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂは、交差する遅延器の平面内に光軸を有する一対の遅延器を備え得、一対の遅延器の各遅延器は、３００ｎｍ～８００ｎｍの範囲、好ましくは３５０ｎｍ～６５０ｎｍの範囲、最も好ましくは４５０ｎｍ～５５０ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。有利なことに、この場合、圧力印加の間の液晶材料の流れの視認性に対する復元力の増加が達成され得る。

【０１７５】

別の代替案では、切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料４１４の層４１３に隣接してその対向する側に配設された２つの表面配向層を備え得、表面配向層の１つは、隣接する液晶材料において、垂直配向を提供するように配置され、表面配向層の他方は、隣接する液晶材料において、均一配向を提供するように配置されている。

【０１７６】

均一配向を提供するように配置された表面配向層が、液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０との間にある場合、液晶材料４１４の層４１３は、７００ｎｍ～２０００ｎ

ｍの範囲、好ましくは１０００ｎｍ～１５００ｎｍの範囲、最も好ましくは１２００ｎｍ～１５００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有し得る。

【０１７７】

均一配向を提供するように配置された表面配向層が、液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０との間にある場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、その光軸が遅延器の平面に垂直である遅延器を備え得、少なくとも１つの受動遅延器は、－４００ｎｍ～－１８００ｎｍの範囲、好ましくは－７００ｎｍ～－１５００ｎｍの範囲、最も好ましくは－９００ｎｍ～－１３００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１７８】

均一配向を提供するように配置された表面配向層が、液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂとの間にある場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂは、交差する遅延器の平面内に光軸を有する一対の遅延器を備え得、一対の遅延器の各遅延器は、４００ｎｍ～１８００ｎｍの範囲、好ましくは７００ｎｍ～１５００ｎｍの範囲、最も好ましくは９００ｎｍ～１３００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１７９】

垂直配向を提供するように配置された表面配向層が、液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０との間にある場合、液晶材料４１４の層４１３は、５００ｎｍ～１８００ｎｍの範囲、好ましくは７００ｎｍ～１５００ｎｍの範囲、最も好ましくは９００ｎｍ～１３５０ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有し得る。

【０１８０】

垂直配向を提供するように配置された表面配向層が液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０との間にある場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、その光軸が遅延器の平面に垂直である遅延器を備え得、少なくとも１つの受動遅延器は、－３００ｎｍ～－１６００ｎｍの範囲、好ましくは－５００ｎｍ～－１３００ｎｍの範囲、最も好ましくは－７００ｎｍ～－１１５０ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１８１】

垂直配向を提供するように配置された表面配向層が液晶材料４１４の層４１３と補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂとの間にある場合、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂは、交差する遅延器の平面内に光軸を有する一対の遅延器を備え得、一対の遅延器の各遅延器は、４００ｎｍ～１６００ｎｍの範囲、好ましくは６００ｎｍ～１４００ｎｍの範囲、最も好ましくは８００ｎｍ～１３００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。有利なことに、この場合、圧力印加の間の液晶材料の流れの視認性に対する復元力の増加が達成され得る。

【０１８２】

各配向層は、表示偏光子の電気ベクトル透過方向に平行または反平行または直交する液晶層の平面内の成分を伴うプレチルト方向を有するプレチルトを有し得る。有利なことに、ディスプレイは、横方向の狭い視野角と、水平軸を中心としたディスプレイの回転のための広い視野の自由度と、を備え得る。そのようなディスプレイは、正面のディスプレイのユーザにとっては見やすく、軸外のディスプレイのユーザにとっては見づらい場合がある。

【０１８３】

少なくとも１つの受動遅延器は、交差する遅延器の平面内に光軸を有し得る、光軸の少なくとも２つの異なる向きを伴う少なくとも２つの受動遅延器を備え得る。均一配向を伴う液晶遅延器の視野が広がり、圧力印加の間の液晶材料の流れの視認性に復元力がもたらされる。

【０１８４】

一対の受動遅延器は、表示偏光子の電気ベクトル透過に平行な電気ベクトル透過方向に

対して、それぞれ４５°および１３５°で延在する光軸を有し得る。受動遅延器は、低コストおよび高均一性を有利に達成するために、延伸フィルムを使用して提供することができる。

【０１８５】

切替え可能な液晶遅延器３０１は、一対の受動遅延器の間に提供することができる。有利なことに、複数の遅延器の厚さおよび複雑さを低減することができる。

【０１８６】

透明電極および液晶配向層は、切替え可能な液晶遅延器３０１に隣接する一対の受動遅延器の各々の片側に形成することができ、切替え可能な液晶遅延器３０１がその間に提供される第１および第２の基板をさらに備え得、第１および第２の基板は各々、一対の受動遅延器のうちの１つを備え、一対の受動遅延器の各々は、１５０ｎｍ～８００ｎｍの範囲、好ましくは２００ｎｍ～７００ｎｍの範囲、最も好ましくは２５０ｎｍ～６００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する遅延を有する。

【０１８７】

１つの代替案では、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、遅延器の平面に垂直な光軸を有する遅延器を備え得る。有利なことに、受動遅延器スタックの厚さおよび複雑さを低減することができる。

【０１８８】

少なくとも１つの受動補償遅延器３３０Ａ、３３０Ｂは、受動遅延器の平面に垂直な光軸を有する２つの受動遅延器を備え得、切替え可能な液晶遅延器３０１は、２つの受動遅延器の間に提供される。有利なことに、複数の遅延器の厚さおよび複雑さを低減することができる。広幅モードおよびプライバシーモードの両方において高い正面効率が達成され得、広角モードの広い視野、および窃視者は、広範囲の軸外の観察位置から画像データを知覚することができない可能性がある。

【０１８９】

切替え可能な液晶遅延器３０１に隣接する２つの受動遅延器の各々の片側に、透明電極および液晶配向層を形成することができる。切替え可能な液晶遅延器３０１が提供され得る第１および第２の基板であり、第１および第２の基板は各々、２つの受動遅延器のうちの１つを備える。２つの受動遅延器は、－３００ｎｍ～－７００ｎｍの範囲、好ましくは－３５０ｎｍ～－６００ｎｍの範囲、最も好ましくは－４００ｎｍ～－５００ｎｍの範囲における５５０ｎｍの波長の光に対する総遅延を有し得る。

【０１９０】

別の代替案では、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、遅延器の平面に垂直な成分と遅延器の平面内の成分とを伴う光軸を有する遅延器を備え得る。有利なことに、広角モードにおける視野が拡大され、窃視者は、広範囲の軸外の観察位置から画像データを知覚することができない可能性がある。

【０１９１】

受動遅延器の平面内の成分は、表示偏光子の電気ベクトル透過に平行または垂直な電気ベクトル透過方向に対して、０°で延在し得る。少なくとも１つの受動遅延器は、受動遅延器の平面に垂直な光軸を有する受動遅延器、または交差する受動遅延器の平面内に光軸を有する一対の受動遅延器をさらに備え得る。

【０１９２】

少なくとも１つの受動補償遅延器３３０の遅延は、切替え可能な液晶遅延器３０１の遅延と等しく、かつ対極であり得る。

【０１９３】

切替え可能な液晶遅延器３０１は、第１および第２のプレチルトを備え得、少なくとも１つの受動補償遅延器３３０は、第１および第２のプレチルトを伴う補償遅延器３３０を備え得、補償遅延器３３０の第１のプレチルトは、液晶遅延器の第１のプレチルトと同じであり、補償遅延器３３０の第２のプレチルトは、液晶遅延器の第２のプレチルトと同じである。

【０１９４】
　切替え可能な液晶遅延器３０１は、液晶材料４１４の層４１３を制御するための電圧を印加するように配置された電極をさらに備え得る。電極は、液晶材料４１４の層４１３の対向する側にあり得る。ディスプレイは、液晶層の制御によって切り替えることができ、切替え可能なプライバシーディスプレイ、または軸外迷光が低減された他のディスプレイを有利に達成する。ディスプレイは、少なくとも１つの切替え可能な液晶遅延器３０１の電極間に印加される電圧を制御するように構成された制御システムをさらに備え得る。
【０１９５】
　ここで、図１０Ａ～１０Ｄの構成要素を備えるディスプレイ１００の出力について説明する。
【０１９６】
　図１２は、図１に示すタイプのディスプレイの横角による輝度の変化、図１０Ａのバックライトプロファイル、ならびに図１０Ｂおよび図１０Ｃの透過プロファイルを示す概略グラフである。プロファイル４３０は、図１０Ａのバックライト輝度の横方向の変化である。プロファイル４３２は、図１０Ｂの光制御フィルム７００の透過率の横方向の変化である。プロファイル４３４は、プライバシー動作モードにおける図１０Ｃの極性制御遅延器の変化である。プロファイル４３６は、プライバシー動作モードにおけるディスプレイ１００の出力輝度の結果として得られるプロファイルである。
【０１９７】
　図１３は、図１０Ａのバックライトプロファイルと、図１０Ｂおよび図１０Ｃの透過プロファイルと、図１０Ｄの反射プロファイルと、を備え、ディスプレイ正面の輝度の場合、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、図１に示されるタイプのディスプレイのプライバシーモードにおけるセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。正面観察者４５は、ディスプレイ全体にわたって高い画像視認性（Ｓ＜０．１）を提供する視野６００を有する。有利なことに、明るく、かつ読取りやすい画像が見られる。軸外ユーザ４７は、有利にはすべての画像データがプライベートである（Ｓ＜１．０）視野６１０を有し、ディスプレイの一部は、すべての画像データについて不視認性である（Ｓ≧１．８）。
【０１９８】
　図１４は、図１に示すタイプのディスプレイの横角による輝度の変化、図１０Ａのバックライトプロファイル、ならびに図１０Ｂおよび図１０Ｃの透過プロファイルを示す概略グラフである。プロファイル４３０は、図１０Ａのバックライト輝度の横方向の変化である。プロファイル４３２は、図１０Ｂの光制御フィルム７００の透過率の横方向の変化である。プロファイル４３４は、パブリック動作モードにおける極性制御遅延器の変化である。プロファイル４３６は、パブリック動作モードにおけるディスプレイ１００の出力輝度の結果として得られるプロファイルである。ディスプレイ１００は、輝度が正面輝度の５％以上である９０°の角度幅４３８を達成する。
【０１９９】
　図１５は、図１０Ａのバックライトプロファイルと、図１０Ｂの透過プロファイルと、図１１の反射プロファイルと、を備え、ディスプレイ正面の輝度の場合、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、図１に示されるタイプのディスプレイのプライバシーモードにおけるセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。正面観察者４５は、ディスプレイ全体にわたって高い画像視認性（Ｓ＜０．１）を提供する視野６００を有する。有利なことに、明るく、かつ読取りやすい画像が見られる。軸外ユーザ４７は、有利には画像データが不視認性である（Ｓ＜１．０）視野６１０を有する。有利なことに、データは複数のユーザによって共有される。
【０２００】
　ここで、従来技術の切替え不可能なプライバシーディスプレイの動作について説明する。
【０２０１】
　図１６は、例示的な従来技術の切替え不可能なプライバシーディスプレイの横角による

輝度および透過率の変化を示す概略グラフである。当該従来技術のディスプレイは、図１０Ａと同じ輝度プロファイルと、横方向の輝度プロファイル４３０と、を伴うバックライトによって提供され得る。当該ディスプレイの出力に、透過領域のアレイが７０°幅で繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を伴う従来技術の光制御フィルムが、ユーザによって取り付けられる。当該先行技術のディスプレイの出力輝度プロファイルは、プロファイル４３７によって示されている。

【０２０２】

図１７は、図１０Ａのバックライトプロファイルと、透過率が正面透過率の５％である７０°の横幅を備える光制御フィルムの透過プロファイルと、図１１のディスプレイ正面の輝度の場合の前面反射プロファイルと、を備え、ルクスで測定された値Ｉの照度の半分であるニットで測定される値Y_{max}である、従来の切替え不可能なプライバシーディスプレイのセキュリティ係数Ｓの方向による変化を示す概略グラフである。

【０２０３】

そのようなディスプレイは、ディスプレイの特性が固定されるように、単一の動作モードを有する。軸外の窃視者の視野６１０を考慮すると、軸外の情報を隠すことが望ましい場合、そのようなディスプレイは、プライバシーレベルＳ＞１．０を達成するが、一部のタイプの画像データは、Ｓ＜１．５としてディスプレイ全体で視認性である。有利なことに、比較のために、図１３の本実施形態は、軸外の窃視者に対する画像セキュリティおよび画像不視認性の向上を達成する。

【０２０４】

軸外のユーザの視野６１０を考慮すると、軸外の情報をディスプレイすることが望ましい場合、しかしながら、いくつかのタイプの画像データコンテンツは、Ｓ＞１．０としてディスプレイ全体で不視認性である。有利なことに、比較のために、図１５の本実施形態は、軸外のユーザに対する画像視認性の向上を達成する。

【０２０５】

換言すれば、透過領域のアレイが８０°幅（ξ＞０．６４３）繰り返される方向における極角の範囲で５％以上の透過率を伴う本実施形態の光制御フィルム７００は、従来のディスプレイと比較して、パブリックモードにおける画像視認性の向上、およびプライバシーモードにおける画像セキュリティの向上を達成することができる。

【０２０６】

プライバシーディスプレイの輝度およびセキュリティレベルの均一性を高めることが望ましいであろう。

【０２０７】

図１８は、本実施形態のディスプレイデバイス１００用の光制御フィルム７００を側面斜視で示す概略図である。図１９は、プライバシー動作モードにおける図１８の光制御フィルムを備える図１のディスプレイデバイスの動作を上面視で示す概略図である。

【０２０８】

光制御フィルム７００は、入力面７０６と出力面７０８との間に延在する透過領域７０４のアレイと、透過領域間の吸収領域７０２と、を備える。吸収領域７０４は、入力面７０６と出力面７０８との間に延在し、透過領域７０４は先細になっている。透過領域７０２が傾斜しており、その結果、透過領域７０４の入力側および出力側の開口７１６、７１８の中心７０５、７０７間の各透過領域７０４に関して画定された軸７０９が、空間光変調器４８の中心から前方に延在する光軸４４０に向かって内向きに向けられる。

【０２０９】

換言すれば、光制御フィルム７００は、空間光変調器４４８の中心から前方に延在する光軸４４０に向かって内側に向けられた中心線７０９を有する透過領域のアレイが繰り返される方向における極角を伴うプロファイルを有する透過率を有する。そのプロファイルの当該中心線７０９は、共通点４４２に向けられている。

【０２１０】

透過領域７０４は傾斜しており、その結果、透過領域７０４の入力側および出力側７０

６、７０８の開口７１６、７１８の中心７０５、７０７間の各透過領域７０４に関して画定された軸７０９が、空間光変調器４８の中心から前方に延在する光軸７０９に向かって内向きに向けられ、当該軸は、共通点４４２に向けられている。

【０２１１】

よって、図９Ａの配置と比較して、光円錐４８２は、透過領域７０４が繰り返される方向において、ディスプレイ全体の画像点のために正面ユーザに向かって傾斜している。光円錐４８２の中心はユーザ４５に向けられており、よって、例えば図１４のプロファイル４３２の透過によるプロファイルにおけるロールオフがあまり視認されないか、またはまったく視認されないので、見られる画像の均一性が増加する。有利なことに、ディスプレイの均一性が向上する。さらに、軸外の窃視者は、図１３の視野６１０で示されているものと比較して、ディスプレイ全体の点の低光レベルにおける均一性の向上を見るので、セキュリティ係数Ｓの均一性が向上する。有利なことに、画像のセキュリティが向上する。

【０２１２】

さらに、点４４２に向かうそのような光の瞳孔形成は、先細の光透過領域によって達成され、照明の均一性の向上を達成する。そのような先細は、突出する表面なしで瞳孔形成され得、光透過領域７０４の複製に適し得るツールを提供する。

【０２１３】

さらに詳細に論じられていない図１８および図１９の実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０２１４】

ここで、輝度均一性およびセキュリティ係数均一性を改善するために湾曲した光制御フィルム７００を備える実施形態について説明する。

【０２１５】

図２０は、湾曲した透過型空間光変調器４８と、湾曲したバックライト２０と、湾曲した複数の遅延器３００と、湾曲した光制御フィルム７００と、を備えるディスプレイ装置を上面視で示す概略図であり、図２１は、湾曲した発光型空間光変調器４８と、湾曲した遅延器と、湾曲した光制御フィルム７００と、を備えるディスプレイ装置を上面視で示す概略図である。

【０２１６】

ディスプレイ１００全体の画像点からの光は、それぞれの要素の曲率によって共通点４４２に向けられる。共通点４４２は、図２０に示されるように、観察者４５に対して公称視距離にあり得るか、または代替として、異なる距離にあり得る。好ましくは、距離は、図２１に示されるように、公称視距離と同じかそれよりも長い。

【０２１７】

図９Ａの配置と比較して、光円錐４８０、４８２、４８４は、ディスプレイ全体で、正面ユーザ４５に向かって傾斜している。例えば、図１４の輝度プロファイル４３０、４３２、４３４（および反射偏光子３０２が提供される場合の対応する前面反射率プロファイル）の変化は、ディスプレイ全体であまり視認されないか、またはまったく視認されない。有利なことに、ディスプレイの均一性が向上する。さらに、軸外の窃視者は、ディスプレイデバイス１００全体の点の低光レベルにおける輝度の均一性の増加（および反射偏光子３０２が提供される場合の反射率の均一性）を見るので、図１３の視野６１０によって示されたものと比較して、セキュリティ係数Ｓの均一性が向上する。有利なことに、画像のセキュリティが向上する。

【０２１８】

さらに詳細に論じられていない図２０および２１の実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０２１９】

ここで、図１の切替え可能な極性制御遅延器の動作原理について説明する。

【０２２０】

図２２Ａは、プライバシー動作モードにおける図１の光学スタックを通る空間光変調器

からの出力光の伝搬を側面視で示す概略図である。

【０２２１】

液晶材料４１４の層３１４がプライバシーモードで動作するように駆動される場合、遅延器３００は、切替え可能な遅延器の平面に垂直な軸に沿って通過する出力光線４００への偏光成分３６０の全体的な変換を提供しないが、遅延器の平面に垂直に鋭角であるいくつかの極角のために通過する光線４０２への偏光成分３６１の全体的な変換を提供する。

【０２２２】

出力偏光子２１８からの偏光成分３６０は、反射偏光子３０２によって透過され、遅延器３００に入射する。軸上の光は、成分３６０から変更されていない偏光成分３６２を有し、一方、軸外の光は、遅延器３００によって変換される偏光成分３６４を有する。少なくとも、偏光成分３６１は直線偏光成分３６４に変換され、追加の偏光子３１８によって吸収される。より一般的には、偏光成分３６１は、追加の偏光子３１８によって部分的に吸収される楕円偏光成分に変換される。

【０２２３】

図１０Ａに示される光透過の極分布は、基礎となる空間光変調器４８の輝度出力の極分布を変更する。空間光変調器４８が指向性バックライト２０を備える場合、軸外の輝度は、上記のようにさらに低減され得る。

【０２２４】

さらに詳細に論じられていない図２２Ａの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０２２５】

有利なことに、軸上の観察者に対して高輝度を維持しながら、軸外の窃視者に対して低輝度を有するプライバシーディスプレイが提供される。

【０２２６】

ここで、プライバシーモードで動作するディスプレイについて、周囲光源６０４からの光に対する反射偏光子３０２の動作について説明する。

【０２２７】

図２２Ｂは、プライバシー動作モードにおける図１の光学スタックを通る周囲照明光の伝搬を上面視で示す概略図である。

【０２２８】

周囲光源６０４は、偏光されていない光でディスプレイデバイス１００を照らす。追加の偏光子３１８は、追加の偏光子３１８の電気ベクトル透過方向３１９に平行な直線偏光成分である第１の偏光成分３７２を伴って、ディスプレイデバイス１００に垂直な光線４１０を透過する。

【０２２９】

両方の動作状態において、偏光成分３７２は、遅延器３００によって変更されないままであり、その結果、透過偏光成分３８２は、反射偏光子３０２および出力偏光子２１８の透過軸に平行であり、その結果、周囲光は空間光変調器４８を通して向けられ、失われる。

【０２３０】

比較すると、光線４１２の場合、軸外光は、反射偏光子３０２に入射する偏光成分３７４が反射され得るように、遅延器３００を通して向けられる。このような偏光成分は、遅延器３００を通過した後、成分３７６に再変換され、追加の偏光子３１８を透過する。

【０２３１】

よって、液晶材料の層３１４が当該２つの状態の第２の状態にあるとき、反射偏光子３０２は、遅延子３００の平面に垂直な軸に沿って、追加の偏光子３１８を通過し、次いで遅延器３００を通過する周囲光線４１０に対して反射光を提供しないが、遅延器３００の平面に垂直に鋭角であるいくつかの極角度で、追加の偏光子３１８を通過し、次いで遅延器３００を通過する周囲光のための反射光線４１２を提供し、ここで、反射光４１２は、遅延器３００を通過して戻り、次いで、追加の偏光子３１８によって透過される。

【０２３２】

よって、遅延器３００は、切替え可能な遅延器の平面に垂直な軸に沿って、追加の偏光子３１８を通過し、次いで、遅延器３００を通過する周囲光線４１０への偏光成分３８０の全体的な変換を提供しないが、遅延器３００の平面に垂直に鋭角であるいくつかの極角度で、吸収性偏光子３１８を通過し、次いで、遅延器３００を通過する周囲光線４１２への偏光成分３７２の全体的な変換を提供する。

【０２３３】

よって、図１０Ｄに示される光反射の極分布は、遅延器３００のプライバシー状態によって、典型的な窃視者位置で高い反射率を提供できることを示している。よって、プライバシー動作モードでは、図１０Ｄに示すように、軸外のディスプレイ位置の反射率が増加し、図１０Ａに示すように、空間光変調器からの軸外光の輝度が減少する。

【０２３４】

パブリック動作モードでは、制御システム７１０、７５２、３５０は、切替え可能な液晶遅延器３０１を、切替え可能な液晶遅延器３０１の平面の法線に傾斜した軸に沿って通過する光の偏光成分に位相シフトが導入される第２の遅延器状態に切り替えるように配置されている。

【０２３５】

比較として、立体角範囲４０２Ｄは、パブリック動作モードにおける立体角範囲４０２Ｂと実質的に同じであり得る。出力立体角範囲４０２Ｃ、４０２Ｄのそのような制御は、光源のセット１５、１７および少なくとも１つの切替え可能な液晶遅延器３００の同期制御によって達成され得る。

【０２３６】

有利なことに、プライバシーモードは、軸外ディスプレイのための低い画像視認性で達成され得、大きな立体角範囲は、複数のユーザ間でディスプレイ画像を共有し、かつ画像空間均一性を高めるために、パブリック動作モードのために高効率で提供され得る。

【０２３７】

追加の偏光子３１８は、吸収性ダイクロイック偏光子であり得るディスプレイ出力偏光子２１８と同じ空間光変調器４８の出力側に配置される。表示偏光子２１８および追加の偏光子３１８は、平行である電気ベクトル透過方向２１９、３１９を有する。以下で説明するように、そのような平行配向は、中央の観察位置に高い透過率を提供する。

【０２３８】

バックライトからの出力光を受信するように配置された透過型空間光変調器４８、バックライト２０と空間光変調器４８との間の空間光変調器の入力側に配置された入力偏光子２１０、空間光変調器４８の出力側に配置された出力偏光子２１８、出力偏光子２１８の出力側に配置された追加の偏光子３１８、少なくとも１つの追加の偏光子３１８と出力偏光子３１８との間に配置された液晶材料の層３１４を備える切替え可能な液晶遅延器３００であって、この場合、追加の偏光子３１８は、出力偏光子２１８の出力側に配置される、液晶遅延器３００、ならびに光源１５、１７および少なくとも１つの切替え可能な液晶遅延器３００を同期的に制御するように構成された制御システム７１０。

【０２３９】

制御システム７１０は、切替え可能な液晶遅延器３０１の制御を達成するために、電圧ドライバ３５０の制御を提供するように配置された電圧コントローラ７５２の制御をさらに備える。

【０２４０】

さらに詳細に論じられていない図２２Ｂの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。

【０２４１】

有利なことに、軸外の観察者に対して低い反射率を維持しながら、軸外の窃視者に対して高い反射率を有するプライバシーディスプレイが提供される。上記のように、そのような増加した反射率は、周囲が照らされた環境でのディスプレイの強化されたプライバシー性能を提供する。

【０２４２】
ここで、パブリック動作モードについて説明する。
【０２４３】
図２３Ａは、パブリック動作モードにおける、図１の光学スタックを通る空間光変調器からの出力光の伝搬を側面視で示す概略図であり、図２３Ｂは、図２３Ａの透過光線の極性方向による出力輝度の変化を示す概略グラフである。
【０２４４】
さらに詳細に論じられていない図２３Ａおよび２３Ｂの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。
【０２４５】
液晶遅延器３０１が当該２つの状態のうちの第１の状態にあるとき、遅延器３００は、切替え可能な遅延器３０１の平面に垂直に、または切替え可能な遅延器３０１の平面に垂直に鋭角で通過する出力光への偏光成分３６０、３６１の全体的な変換を提供しない。すなわち、偏光成分３６２は、偏光成分３６０と実質的に同じであり、偏光成分３６４は、偏光成分３６１と実質的に同じである。よって、図２３Ｂの角度透過プロファイルは、広い極域にわたって実質的に均一に透過している。有利なことに、ディスプレイを広い視野に切り替えることができる。
【０２４６】
図２３Ｃは、パブリック動作モードにおける図１の光学スタックを通る周囲照明光の伝搬を上面視で示す概略図であり、図２３Ｄは、図２３Ｃの反射光線の極性方向による反射率の変化を示す概略グラフである。
【０２４７】
よって、液晶遅延器３０１が当該２つの状態のうちの第１の状態にあるとき、遅延器３００は、遅延器３００の平面に垂直である、または遅延器３００の平面に垂直に鋭角にある、追加の偏光子３１８を通過し、次いで遅延器３００を通過する周囲光線４１２への偏光成分３７２の全体的な変換を提供しない。
【０２４８】
パブリック動作モードでは、入力光線４１２は、追加の偏光子３１８を透過した後、偏光状態３７２を有する。正面方向と軸外方向の両方で、偏光変換は発生せず、よって、反射偏光子３０２からの光線４０２の反射率は低い。光線４１２は、反射偏光子３０２によって透過され、表示偏光子２１８、２１０または図１のバックライトにおいて失われる。
【０２４９】
さらに詳細に論じられていない図２３Ｃおよび２３Ｄの実施形態の特徴は、特徴の潜在的な変化を含む、上記で論じた同等の参照番号を伴う特徴に対応すると想定され得る。
【０２５０】
有利なことに、パブリック動作モードでは、広い視野全体で高輝度および低反射率が提供される。このようなディスプレイは、複数の観察者が高コントラストで便利に見ることができる。
【０２５１】
ここで、他のタイプの切替え可能なプライバシーディスプレイについて説明する。
【０２５２】
プライバシー動作モードとパブリック動作モードとの間で切り替えることができるディスプレイデバイス１００は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる米国特許第９，５１９，１５３号に記載されているように、画像化導波路と光源のアレイとを備える。画像化導波路は、プライバシーモードにおいて高輝度の軸上と低輝度の軸外を提供するように制御され得る光学窓に光源のアレイを画像化し、パブリック動作のために大きな立体角の円錐を伴って高輝度を提供する。
【０２５３】
本明細書で使用され得るように、「実質的に」および「ほぼ」という用語は、対応する用語および／またはアイテム間の相対性に対して業界で認められた公差を提供する。この

ような業界で認められた公差は、０パーセント～１０パーセントの範囲であり、構成要素の値、角度などに対応するが、これらに限定されない。アイテム間のそのような相対性は、約０パーセント～１０パーセントの範囲である。

【０２５４】

本明細書に開示された原理による様々な実施形態が上記で説明されたが、それらは単なる例として提示されたものであり、限定ではないことを理解されたい。よって、本開示の幅および範囲は、上記の例示的な実施形態のいずれによっても制限されるべきではなく、本開示から発行される請求項およびそれらの同等物に従ってのみ定義されるべきである。さらに、上記の利点および特徴は、記載された実施形態において提供されるが、上記の利点のいずれかまたはすべてを達成するプロセスおよび構造へのそのような発行された請求項の適用は制限されるべきではない。

【０２５５】

加えて、本書のセクションの見出しは、３７　ＣＦＲ　１．７７に基づく提案との一貫性を保つため、または組織的な手がかりを提供するために提供されている。これらの見出しは、本開示から発行され得る請求項に記載されている実施形態を制限または特徴付けるべきではない。具体的には、例として、見出しは「技術分野」に言及しているが、請求項は、いわゆる分野を説明するために、この見出しの下で、選択された言語によって制限されるべきではない。さらに、「背景」における技術の説明は、特定の技術が本開示における任意の実施形態の先行技術であることを認めるものとして解釈されるべきではない。また、「要約」は、発行された請求項において記載された実施形態の特徴と見なされるべきではない。さらに、本開示における単数形の「発明」への言及は、本開示における新規性の単一の点のみがあると主張するために使用されるべきではない。本開示から発行される複数の請求項の制限に従って複数の実施形態を説明することができ、よって、そのような請求項は、それによって保護される実施形態およびそれらの同等物を定義する。すべての場合において、そのような請求項の範囲は、この開示に照らしてそれ自体のメリットで考慮されるべきであるが、本書に記載された見出しによって制約されるべきではない。

【図面】

【図１】

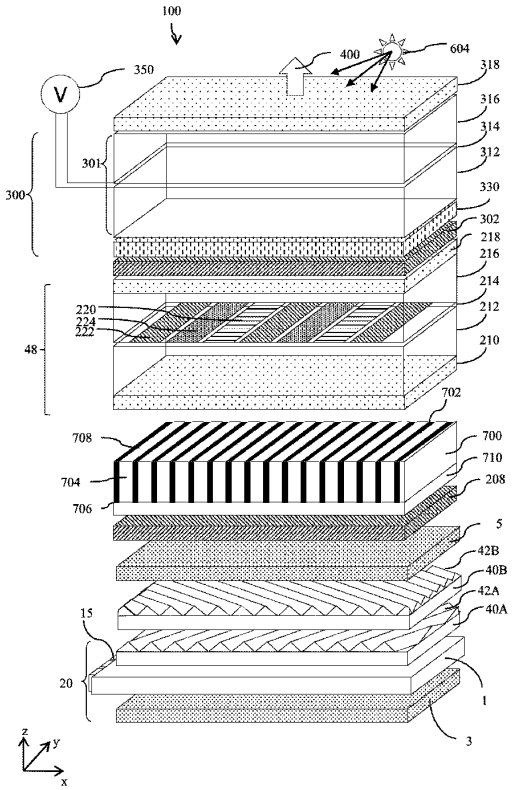


FIG. 1

【図２】

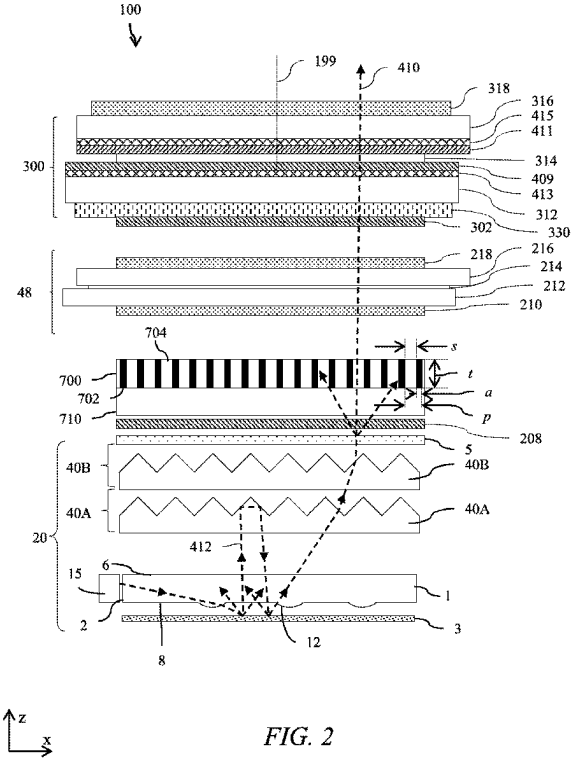


FIG. 2

【図３Ａ】

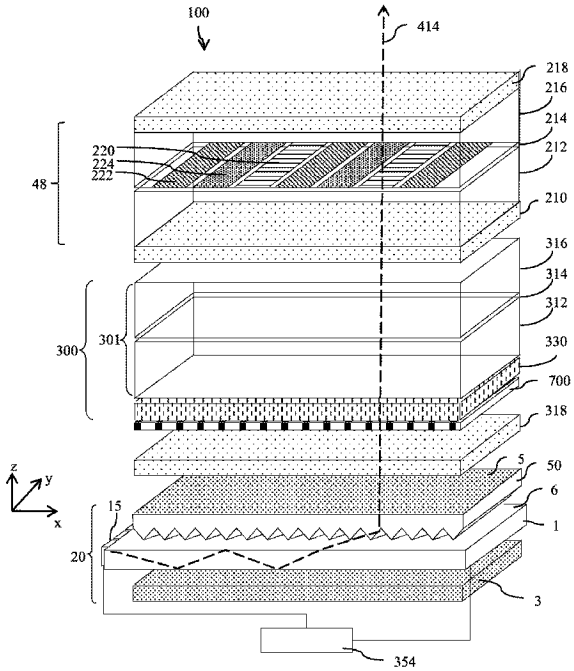


FIG. 3A

【図３Ｂ】

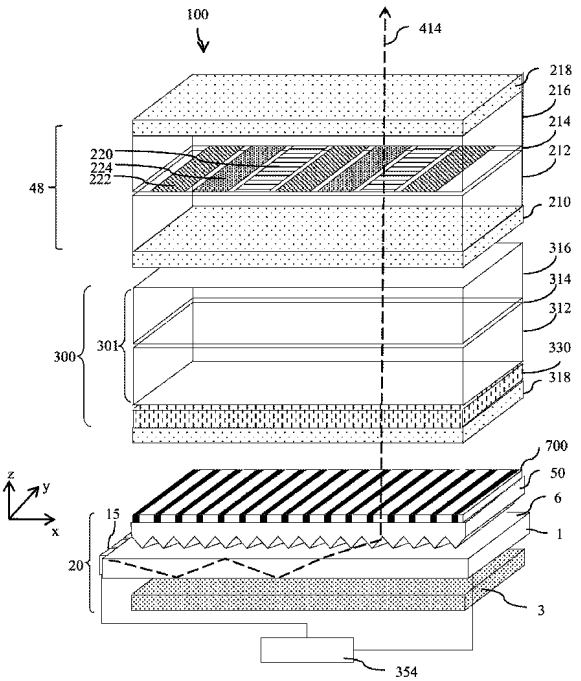


FIG. 3B

【図４】

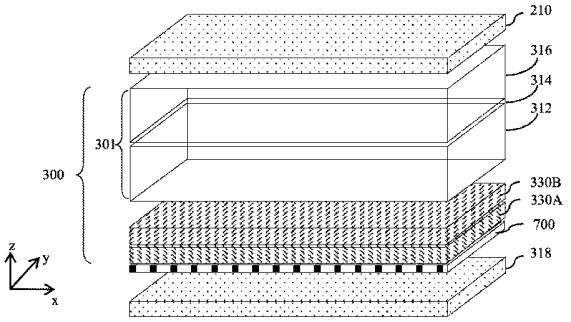


FIG. 4

【図５】

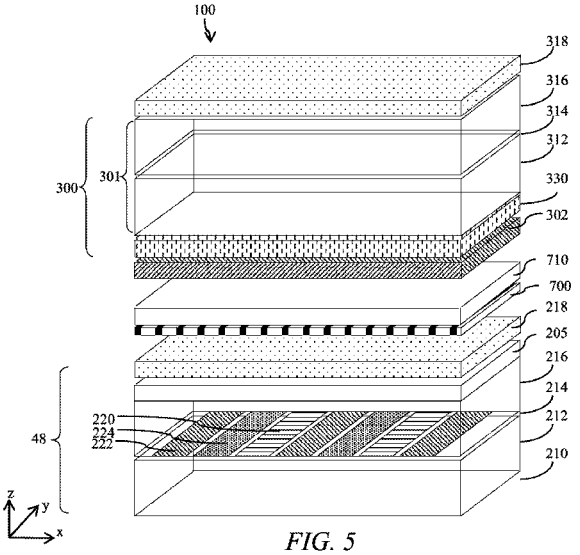


FIG. 5

【図６】

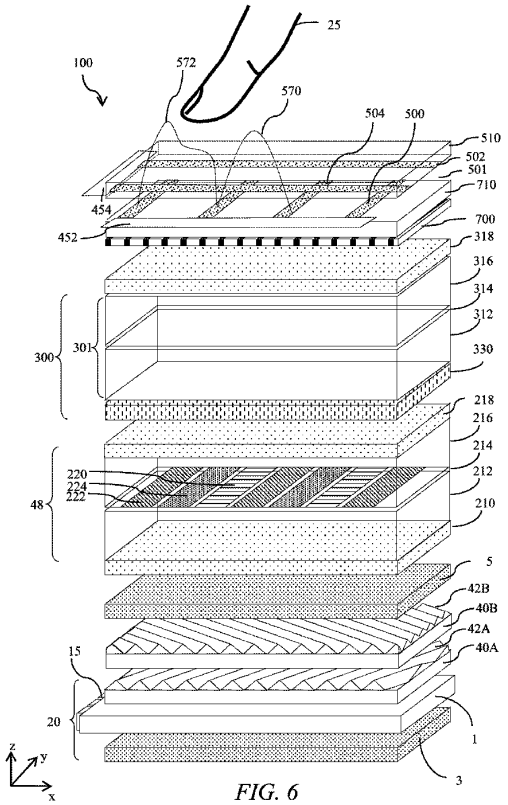


FIG. 6

【図７Ａ】

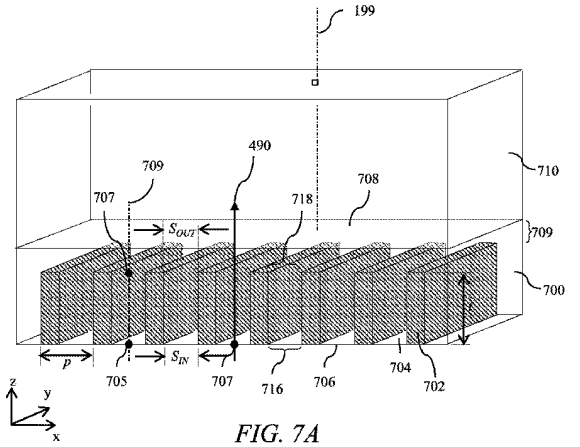


FIG. 7A

【図７Ｂ】

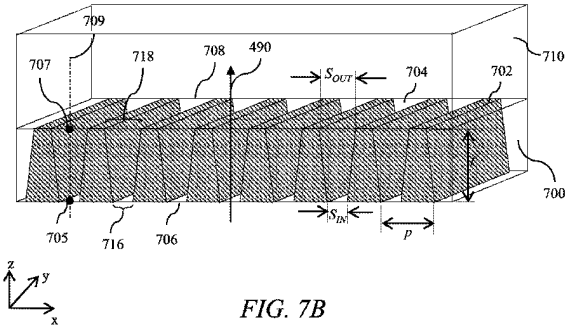
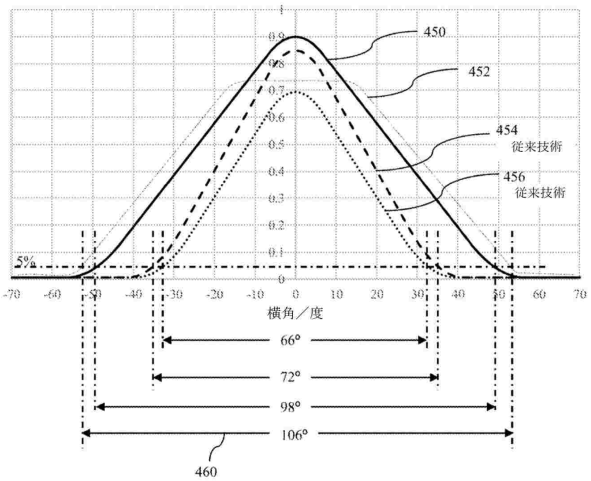


FIG. 7B

【図８】



【図９Ａ】

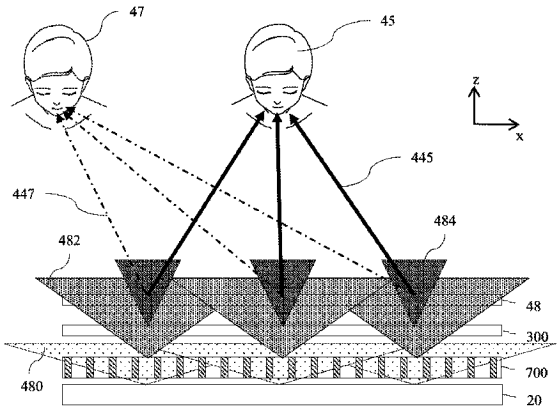


FIG. 9A

【図９Ｂ】

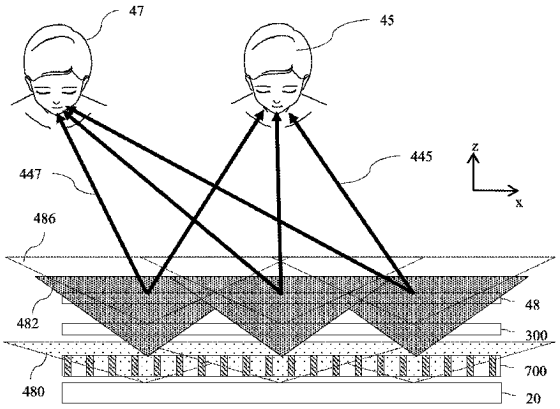
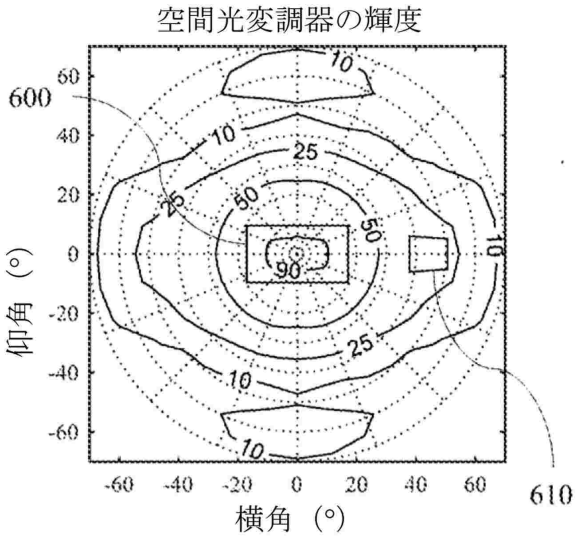
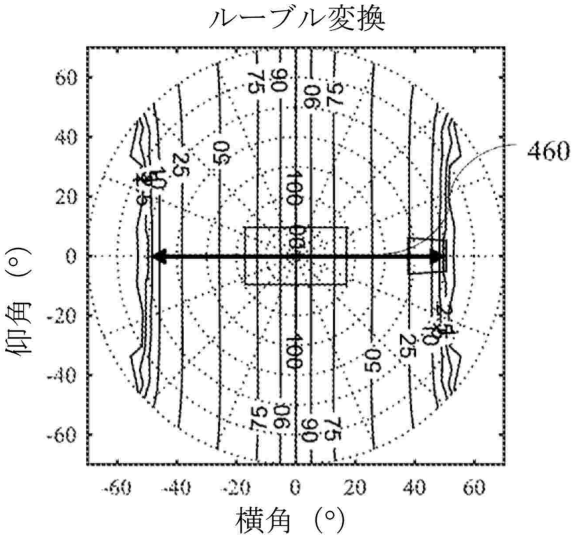


FIG. 9B

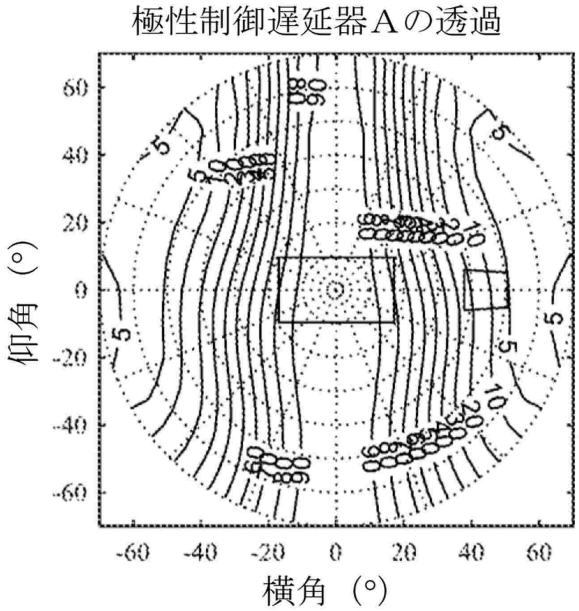
【図１０Ａ】



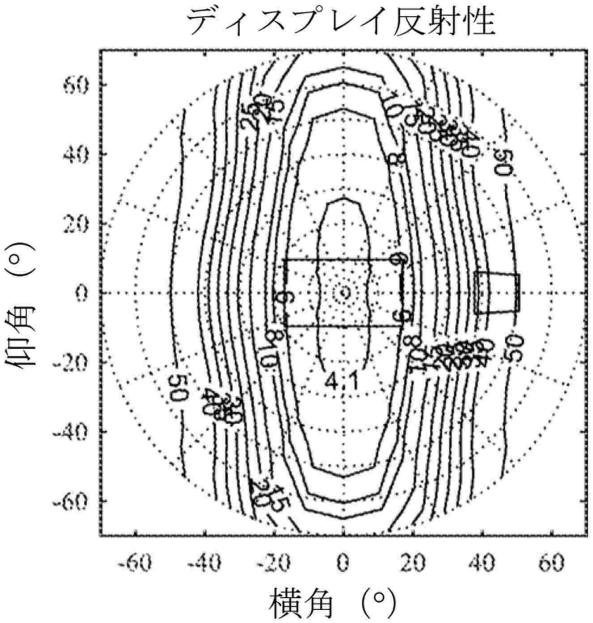
【図１０Ｂ】



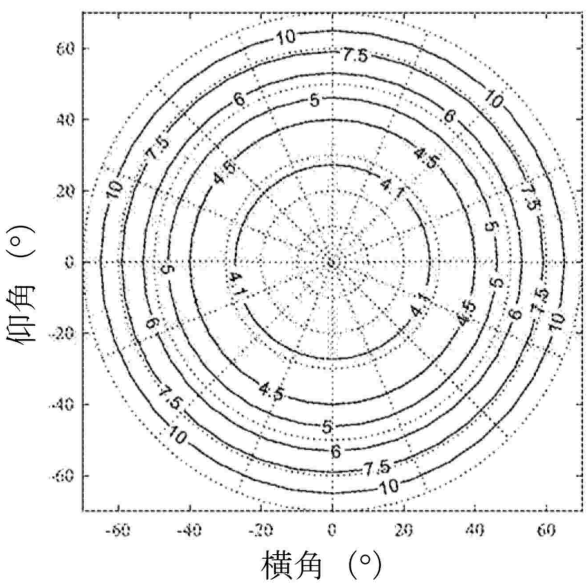
【図１０Ｃ】



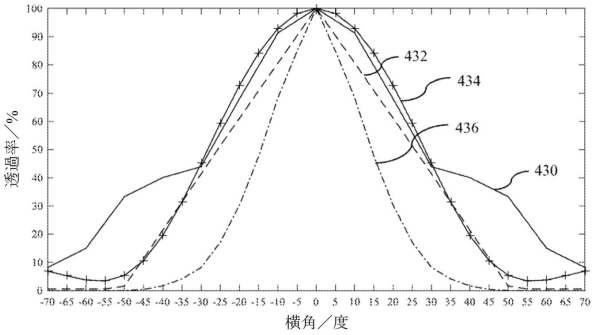
【図１０Ｄ】



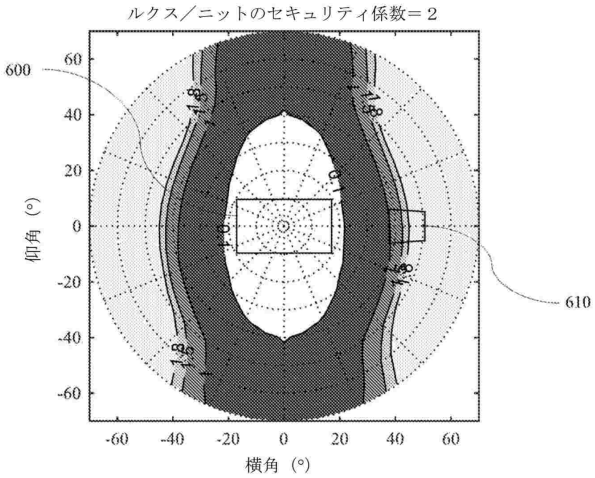
【図１１】



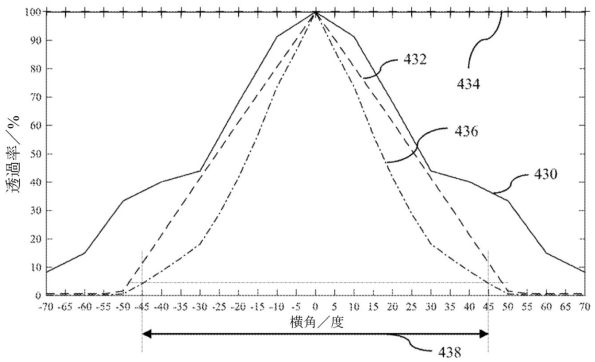
【図１２】



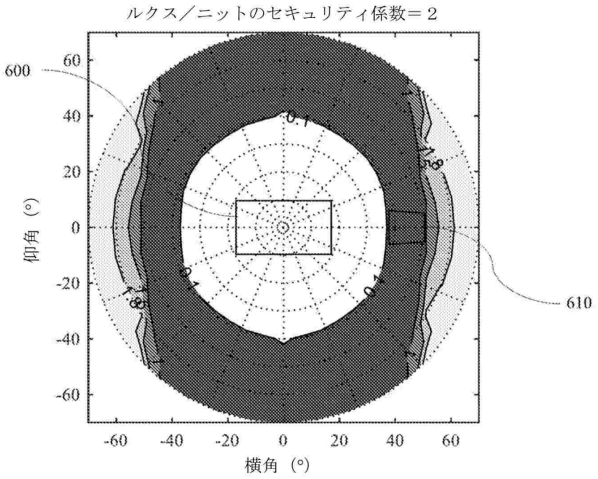
【図１３】



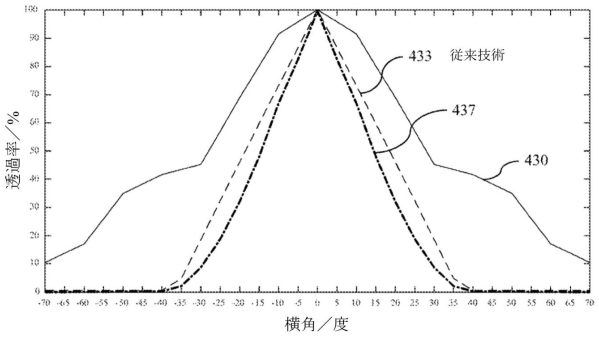
【図１４】



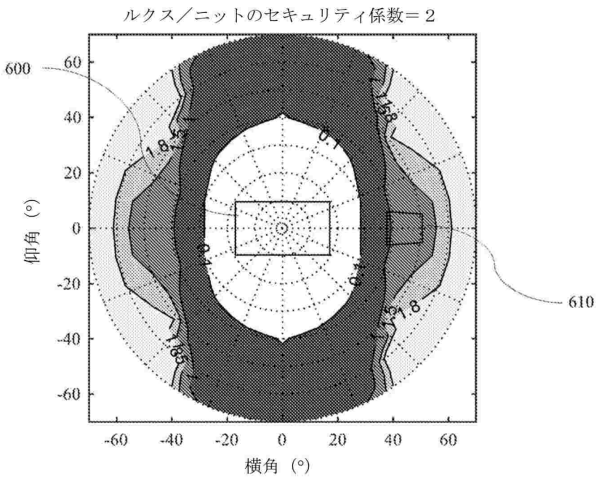
【図１５】



【図１６】



【図１７】



【図１８】

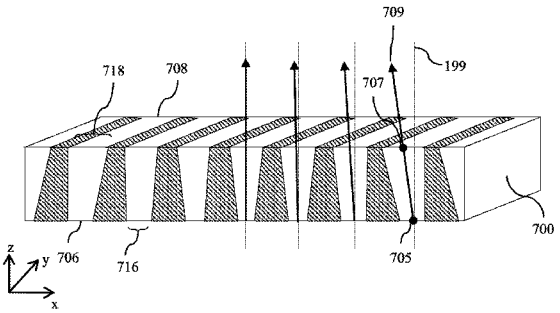


FIG. 18

【図１９】

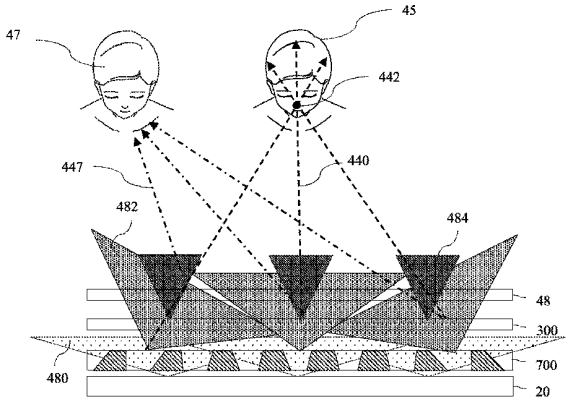


FIG. 19

【図２０】

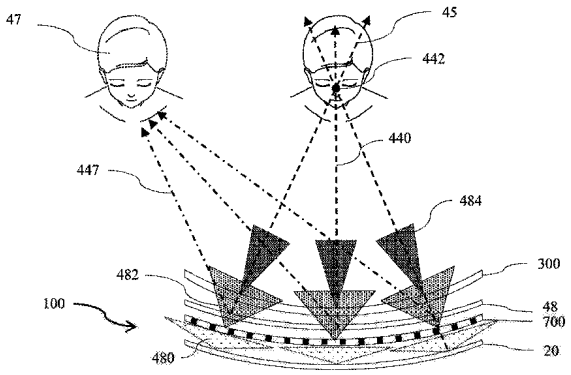


FIG. 20

【図２１】

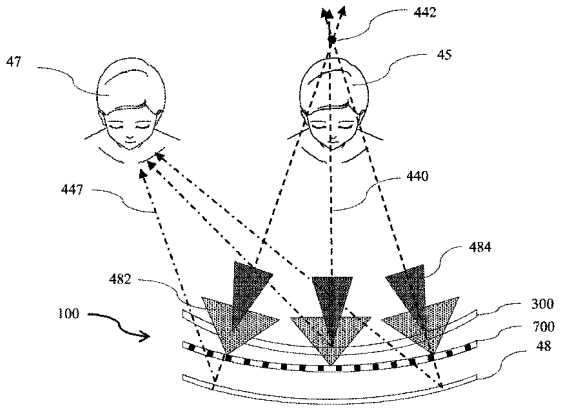


FIG. 21

【図２２Ａ】

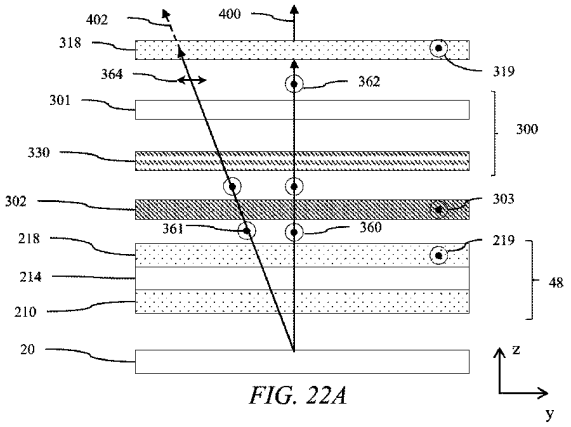


FIG. 22A

【図２２Ｂ】

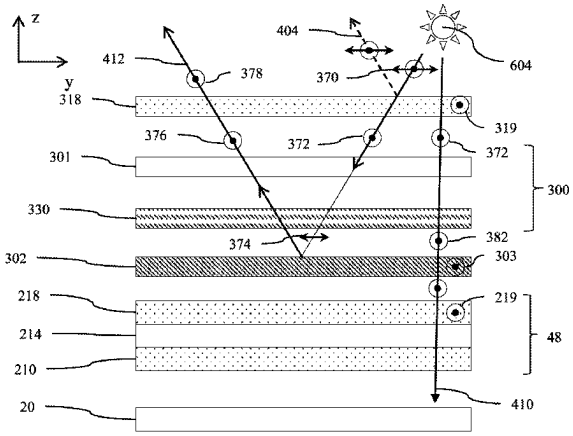


FIG. 22B

【図２３Ａ】

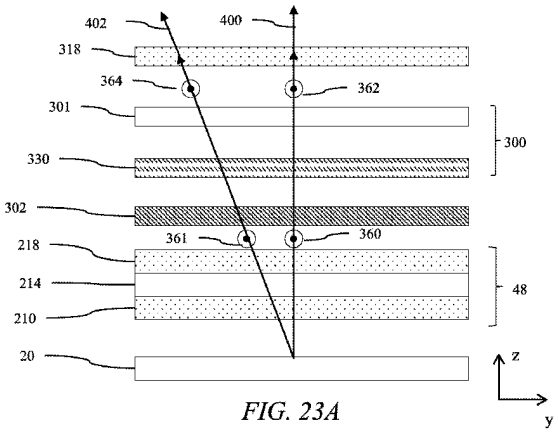
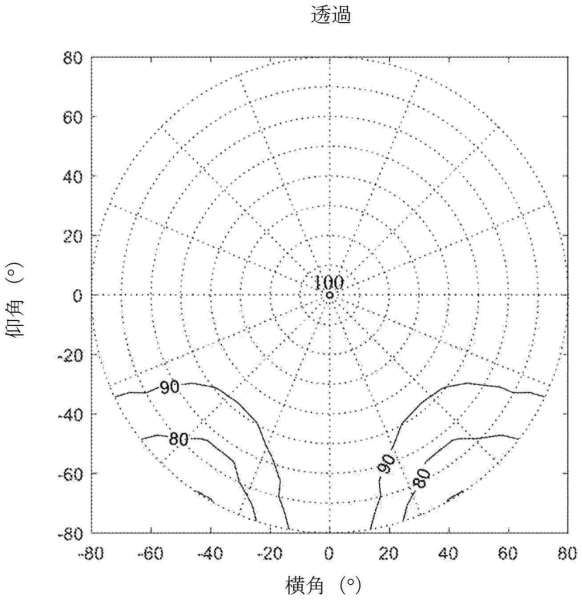


FIG. 23A

【図２３Ｂ】



【図２３Ｃ】

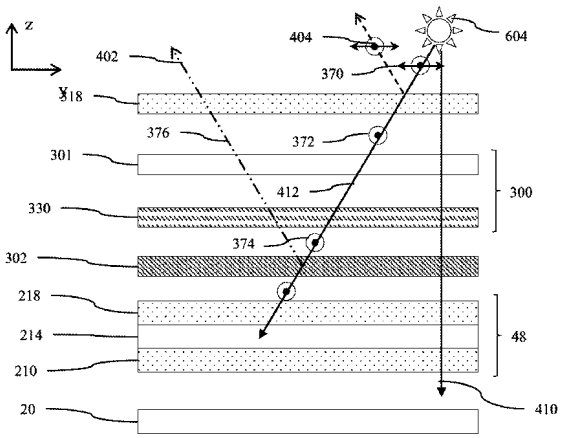
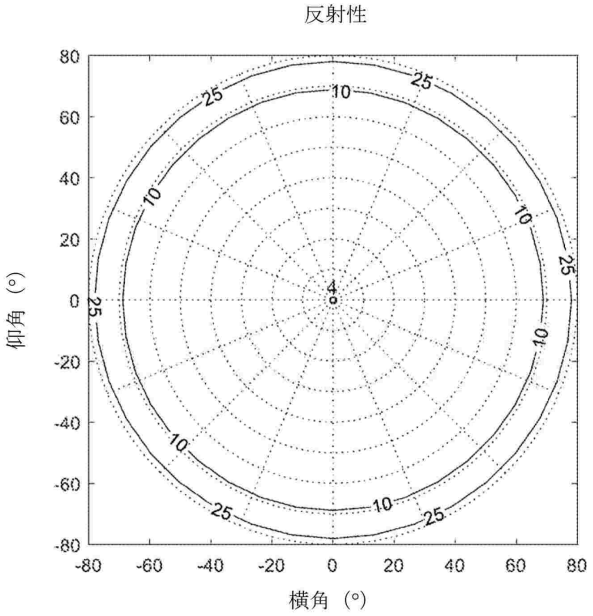


FIG. 23C

【図２３Ｄ】



フロントページの続き

(51)国際特許分類　　ＦＩ
Ｇ０２Ｂ　5/00 (2006.01)　　Ｇ０２Ｆ　1/1347
Ｇ０２Ｂ　5/00　Ｃ

アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００ リアルディー スパーク エルエルシー内
(72)発明者　ハロルド、ジョナサン
アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００ リアルディー スパーク エルエルシー内
(72)発明者　ラムゼイ、ロバート エー．
アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００ リアルディー スパーク エルエルシー内
(72)発明者　イハス、ベン
アメリカ合衆国、９０２１２ カリフォルニア州、ビバリー ヒルズ、ウィルシェア ブールバード ９７７７、スウィート４００ リアルディー スパーク エルエルシー内

審査官　磯崎 忠昭
(56)参考文献　国際公開第２０１９／１４７７６２（ＷＯ，Ａ１）
特開平０９－１９７４０５（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００５／０２５９１９３（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１１－０９５７１９（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｆ　１／１３３５
Ｇ０２Ｆ　１／１３３６３
Ｇ０２Ｆ　１／１３３５７
Ｇ０２Ｆ　１／１３
Ｇ０２Ｆ　１／１３４７
Ｇ０２Ｂ　５／００