

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4658147号

(P4658147)

(45) 発行日 平成23年3月23日 (2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

| | | | |
|--------------|---------------|------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | | F I | |
| GO2F | 1/139 | (2006.01) | GO2F 1/139 |
| GO2F | 1/1335 | (2006.01) | GO2F 1/1335 510 |
| GO2F | 1/1347 | (2006.01) | GO2F 1/1335 520 |
| | | | GO2F 1/1347 |

請求項の数 24 (全 40 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-554366 (P2007-554366) | (73) 特許権者 | 000005049 |
| (86) (22) 出願日 | 平成18年6月5日 (2006.6.5) | | シャープ株式会社 |
| (65) 公表番号 | 特表2008-542793 (P2008-542793A) | | 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 |
| (43) 公表日 | 平成20年11月27日 (2008.11.27) | (74) 代理人 | 110000338 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2006/311671 | | 特許業務法人原謙三国際特許事務所 |
| (87) 国際公開番号 | W02006/132384 | (72) 発明者 | ダイアナ ウルリッチ キーン |
| (87) 国際公開日 | 平成18年12月14日 (2006.12.14) | | イギリス オーエックス49 5エルエック |
| 審査請求日 | 平成19年11月26日 (2007.11.26) | | クス, オックスフォードシャー, ワトリン |
| (31) 優先権主張番号 | 0511536.5 | | トン, パイルトン レーン 8 |
| (32) 優先日 | 平成17年6月7日 (2005.6.7) | (72) 発明者 | アンソニー ジョン カーヴァー |
| (33) 優先権主張国 | 英国 (GB) | | イギリス エスエル6 3イーユー, パー |
| | | | クシャー, メイデンヘッド, コックス グ |
| | | | リーン レーン, ヨーク プレイス |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の偏光子と、第2の偏光子およびリフレクタの1つと、ディスプレイ層とを有し、上記ディスプレイ層が上記第1の偏光子と上記第2の偏光子または上記リフレクタとの間に配置されているディスプレイデバイス、および

上記ディスプレイ層と、上記第1の偏光子および上記第2の偏光子または上記リフレクタの1つとの間に配置された液晶層を含み、

上記液晶層の少なくとも2つの領域の液晶分子は、第1の視角範囲を持つ第1の表示モードを上記ディスプレイが有する第1の状態と、上記第1の視角範囲より小さい第2の視角範囲を持つ第2の表示モードを上記ディスプレイが有する第2の状態との間で切り替え可能であり、上記液晶層は、上記第1の状態において、上記第2の状態におけるのと同じ符号のリタデーションを有しており、

上記第2の状態において、上記液晶層が、上記液晶分子が第1の液晶配向を持つ第1の領域と、上記液晶分子が上記第1の液晶配向と異なる第2の液晶配向を持つ第2の領域とを少なくとも有しており、かつ、

上記第2の状態において、上記少なくとも2つの領域の液晶分子は、上記液晶層の厚みの少なくとも一部にわたって上記ディスプレイの垂直軸に対して傾斜させられ、かつ、上記ディスプレイの垂直軸と上記第1の偏光子または第1の偏光子および第2の偏光子の1つの透過軸または吸収軸とによって形成される面にほぼ平行であるディスプレイ。

【請求項2】

10

20

上記第2の表示モードにおいて、上記ディスプレイの階調曲線が視角に依って変化する請求項1記載のディスプレイ。

【請求項3】

上記第1の領域および上記第2の領域が、横方向に隣接している請求項1記載のディスプレイ。

【請求項4】

上記第2の状態において、上記第1の領域および上記第2の領域が各々、上記液晶層の厚みを貫いて広がっている請求項3に記載のディスプレイ。

【請求項5】

上記第1の領域および上記第2の領域を上記液晶層中に形成するためのパターン化された配向面を含む請求項1～4の何れか1項に記載のディスプレイ。

10

【請求項6】

上記第1の領域および上記第2の領域を上記液晶層中に形成するためのパターン化された電極膜を含む請求項1～4の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項7】

上記第2の状態において、上記第1の領域が、上記液晶層の厚みの第1の部分の貫いて広がり、上記第2の領域が、上記液晶層の厚みの第2の部分の貫いて広がっている請求項1に記載のディスプレイ。

【請求項8】

上記液晶層が、OCB液晶層である請求項7に記載のディスプレイ。

20

【請求項9】

上記液晶層が、ECB液晶層である請求項1または2に記載のディスプレイ。

【請求項10】

第1の偏光子と、第2の偏光子およびリフレクタの1つと、ディスプレイ層とを有し、上記ディスプレイ層が上記第1の偏光子と上記第2の偏光子または上記リフレクタとの間に配置されているディスプレイデバイス、および

上記ディスプレイ層と、上記第1の偏光子および上記第2の偏光子または上記リフレクタの1つとの間に配置された液晶層を含み、

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、第1の視角範囲を持つ第1の表示モードを上記ディスプレイが有する第1の状態と、上記第1の視角範囲より小さい第2の視角範囲を持つ第2の表示モードを上記ディスプレイが有する第2の状態との間で切り替え可能であり、上記液晶層は、上記第1の状態において、上記第2の状態におけるのと同じ符号のリタデーションを有しており、

30

上記液晶層と上記第1の偏光子および上記第2の偏光子または上記リフレクタの1つとの間に配置されている他の液晶層を含み、

上記第2の表示モードにおいて、上記液晶層の液晶分子が、第1の液晶配向を有し、上記他の液晶層の液晶分子が、上記第1の液晶配向と異なる第2の液晶配向を有しており、

上記第2の状態において、上記液晶層および上記他の液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記各液晶層の厚みの少なくとも一部にわたって上記ディスプレイの垂直軸に対してそれぞれ傾斜させられ、かつ、上記ディスプレイの垂直軸と上記第1の偏光子または第1の偏光子および第2の偏光子の1つの透過軸または吸収軸とによって形成される面にほぼ平行であるディスプレイ。

40

【請求項11】

上記第1の液晶配向および上記第2の液晶配向が、傾斜配向である請求項1～10の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項12】

上記第1の液晶配向は、上記ディスプレイの垂直軸に対して上記第2の液晶配向と反対の方向である請求項11に記載のディスプレイ。

【請求項13】

上記第1の液晶配向は、上記ディスプレイの垂直軸に対して上記第2の液晶配向と同じ

50

方向であり、上記第1の液晶配向は、上記第2の液晶配向と異なる傾斜角を有する請求項11に記載のディスプレイ。

【請求項14】

請求項1～9の何れか1項、もしくは請求項1～9の何れか1項に従属する場合の請求項11～13に記載のディスプレイであって、

上記第2の状態において、上記液晶層は、さらに、上記液晶分子が第3の液晶配向を持つ第3の領域と、上記液晶分子が第4の液晶配向を持つ第4の領域とを少なくとも有しており、

上記第3の液晶配向および上記第4の液晶配向は、互いに異なり、かつ上記第1の液晶配向および上記第2の液晶配向と異なるディスプレイ。

10

【請求項15】

上記液晶層が、VAN液晶層である請求項14に記載のディスプレイ。

【請求項16】

請求項2、もしくは請求項2に直接的または間接的に従属する場合の請求項3～15に記載のディスプレイであって、

上記第1の視角範囲内であるが上記第2の視角範囲の外側である少なくとも1つの角度について、上記階調曲線がほぼ平坦であるディスプレイ。

【請求項17】

上記第2の視角範囲が、上記第1の視角範囲内にある請求項1ないし16の何れか1項に記載のディスプレイ。

20

【請求項18】

上記第2の視角範囲が、法線方向を含んでいる請求項1ないし17の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項19】

上記第2の視角範囲が、上記ディスプレイに対して垂直でない二等分線を有している請求項1ないし18の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項20】

上記分子が上記第2の状態であるときに指示を表示するように構成されている請求項1ないし19の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項21】

30

表示のためのデータの内容に応じて上記指示を表示するように構成されている請求項20に記載のディスプレイ。

【請求項22】

周囲光がしきい値未満であるときに上記ディスプレイに上記第2の視角範囲を与えさせるための周囲光センサをさらに含む請求項1ないし21の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項23】

上記ディスプレイ層が、液晶ディスプレイ層である請求項1ないし22の何れか1項に記載のディスプレイ。

【請求項24】

40

車両ディスプレイを含む請求項1ないし23の何れか1項に記載のディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光の出力角度の範囲が制御可能であり、その結果として広角の観視モード(viewing mode)と狭角の観視モードとの間で切り替えることができるディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、コンピュータと共に使用されるモニタ、携帯電話中に組み込まれたスクリーン

50

、他の携帯情報デバイスなどのような電子表示デバイスは、通常、できるだけ広い視野角を有するように設計されており、その結果、上記デバイスによって表示された画像は様々な観視位置から見る事ができる。しかしながら、デバイスによって表示された画像が視角の狭い範囲のみから見えることが望ましい状況が幾つかある。例えば、混み合った列車の中でポータブル・コンピュータを使用する人は、列車中の他の同乗者がコンピュータ・スクリーンに表示されたドキュメントを読むことができないように、コンピュータの表示スクリーンが小さな視野角を有することを望むかもしれない。この理由のために、2つの動作モード間で電氣的に切り替え可能なディスプレイデバイスであって、「公共(public)」表示モードでは一般的な使用のための広視野角を有しているが、「個人(private)」表示モードに切り替えることができ、その「個人」表示モードでは狭い視野角を有しており、その結果として公的な場所で個人情報デバイスのユーザ以外の人々に見えることなく表示することができるディスプレイデバイスの開発に相当な労力が費やされてきた。

10

【0003】

そのようなディスプレイの他の用途は、自動車内のディスプレイとして存在しうる。同乗者がディスプレイを見ることができないように、あるいは、運転手がディスプレイを見ることができないように、ディスプレイの視野角を制御することがあり得る。それに代えて、フロントガラスおよび窓におけるディスプレイの反射を低減するために視野角を制御することがあり得る。その結果、例えば、夜間に、あるいは、低い光量の状態において、視野角が低減されることがあり得る。広視野角と狭視野角との間の自動切り替えを可能にし、かつディスプレイの輝度の自動制御を可能にするために、輝度センサを設けることが

20

【0004】

ディスプレイを見ることが出来る角度または位置の範囲を制限する多くのデバイスが知られている。

【0005】

米国特許第6552850号には、自動預金受払機(ATM)上での個人情報の表示のための方法が記述されている。上記自動預金受払機のディスプレイによって発せられる光は固定の偏光状態を有しており、上記自動預金受払機およびそのユーザは、上記偏光状態の光を吸収するがそれに直交する偏光状態の光を透過するシート偏光子の大きなスクリーンに囲まれている。通行人は、上記ユーザおよび上記自動預金受払機を見ることが出来るが、上記自動預金受払機のスクリーン上に表示された情報を見ることができない。

30

【0006】

既知の光の方向を制御するための素子の1つは、ベネチアンブラインドと同様の配列で設けられた、交互に並ぶ透明層および不透明層からなる「ルーバー(louvered)」フィルムである。上記フィルムは、ベネチアンブラインドと同じ原理で動作し、上記不透明層に対して平行または略平行な方向に光が進む場合に上記フィルムを光が通過することを可能にする。しかしながら、上記不透明層の面に対して大きな角度で進む光は、不透明層の1つに入射し、吸収される。上記層は、上記フィルムの表面に垂直であってもよく、上記フィルムの表面に対して何らかの他の角度をなしていてもよい。

40

【0007】

このタイプのルーバーフィルムは、多くの透明材料および不透明材料からなるシートを交互に積み重ねた後、それによって得られたブロックを上記層に直交する方向に薄く切ることにより、製造することができる。この方法は、長年にわたって知られており、例えば、米国特許第2053173号、米国特許第2689387号、および米国特許第3031351号に記述されている。

【0008】

他の製造方法が知られている。例えば、米国特許第RE27617号は、積み重ねられた層の円筒状のビレット(billet)からルーバーフィルムを連続的に切り出すプロセスについて記述している。米国特許第4766023号は、UV硬化可能な単量体で覆った後、フィルムをUV放射に曝すことにより、得られるフィルムの光学的品質および機械的堅牢

50

性がどのように改善されることができると記述している。米国特許第4764410号は、覆うフィルムに対してルーバースートを接合するためにUV硬化可能な材料を使用する、同様のプロセスについて記述している。

【0009】

ルーバースフィルムと同様の特性を持つフィルムを作製するための他の方法が存在する。例えば、米国特許第5147716号は、上記フィルムの面に直交する方向に配列された多くの細長い粒子を含む光制御フィルムについて記述している。したがって、この方向に対して大きな角度をなす光線が強く吸収される一方、この方向に伝播する光線が透過される。

【0010】

光制御フィルムの他の例は、米国特許第5528319号に記述されている。このフィルムは、概ねフィルムの面と平行に伸びる不透明領域が埋め込まれた透明体を有している。上記不透明領域は、各積み重ね(stack)がそれに隣接する積み重ねから一定間隔を置くように、複数の積み重ねに構成される。上記不透明領域は、特定の方向に上記フィルムを通る光の透過を阻む一方、他の方向の光の透過を可能にする。

【0011】

先行技術の光制御フィルムは、ディスプレイを見ることができるときの角度の範囲を制限するために、表示パネルの前に、あるいは透過型表示パネルとそのバックライトとの間に、配置することができる。言い換えれば、先行技術の光制御フィルムは、ディスプレイを「個人的」にする。しかしながら、先行技術の光制御フィルムの何れも、広い範囲の角度から見ることを可能にするために、プライバシー(privacy)機能を切ることができない。

【0012】

(広視野角を持つ)公共モードと(狭視野角を持つ)個人モードとの間で切り替えることができるディスプレイの報告がなされている。例えば、米国特許出願公開第2002/0158967号は、光制御フィルムが、個人モードを提供するためにディスプレイの正面に置かれるか、公共モードを提供するためにディスプレイの後ろまたは傍のホルダーへ機械的に引っ込められるように、光制御フィルムをディスプレイ上に移動可能に取り付けることができることを提案している。この方法は、使用時に働かなくなったり破損したりする可能性があり、また上記ディスプレイに嵩高さを付加する可動部を含んでいるという欠点を有している。

【0013】

表示パネルを可動部を備えることなく公共モードから個人モードに切り替える方法は、上記表示パネルの後ろに光制御フィルムを取り付け、電氣的にオン/オフできる拡散器を上記光制御フィルムと上記表示パネルとの間に配置することである。上記拡散器が非作動であるとき、上記光制御フィルムは視角の範囲を制限し、上記ディスプレイは個人モードにある。上記拡散器がオンされたとき、上記光制御フィルムからの狭い角度範囲の出力を持つ光が上記拡散器上に入射し、上記拡散器が光の角度の広がりを増大させるように作用する。すなわち、上記拡散器は、上記光制御フィルムの効果を相殺する。したがって、上記ディスプレイは広範囲の角度で進む光によって照らされ、上記ディスプレイは公共モードで動作する。さらに、同じ効果を達成するために、上記表示パネルの前に上記光制御フィルムを取り付け、上記光制御フィルムの前に切り替え可能な拡散器を配置することも可能である。

【0014】

上記タイプの切り替え可能なプライバシー・デバイスは、米国特許第5831698号、米国特許第6211930号、および米国特許第5877829号に記述されている。それらは、上記ディスプレイが公共モードであろうと個人モードであろうと常に、上記光制御フィルムがその上に入射する光のかなりの部分を吸収するという欠点を有している。したがって、上記ディスプレイは、本質的に、その光の使用において非効率である。さらに、上記公共モードでは上記拡散板が広範囲の角度にわたって光を広げるので、これらのディスプレイは、(上記デバイスが補正すべき公共モードで動作しているときに、パッ

10

20

30

40

50

クライトがより明るくならない限り) 公共モードにおいて、個人モードにおけるよりも薄暗い。

【0015】

これらのデバイスの他の欠点は、それらの電力消費に関するものである。そのようなデバイスはしばしば、切り替え可能な高分子分散型液晶拡散器を使用する。この拡散器は、電圧が液晶層の両端に印加されていないときには拡散性でなく、電圧を印加することにより(拡散状態となるように)オンされる。したがって、上記公共モードの動作を得るためには、上記拡散器がオンされるように上記拡散器の両端に電圧を印加することが必要である。したがって、個人モードにおいてよりも公共モードにおいてより多くの電力が消費される。これは、ほとんどの時間は公共モードで使用され、制限されたバッテリー電力を持つ携帯デバイスにとって不都合である。

10

【0016】

切り替え可能な公共/個人ディスプレイを作製する他の方法は、米国特許第5825436号の中で提示されている。この特許における光制御デバイスは、構造において上述したルーバーフィルムに類似している。しかしながら、従来のルーバーフィルム中の各不透明素子は、不透明状態から透明状態に電氣的に切り替えることができる液晶セルに置き換えられる。光制御デバイスは、表示パネルの前または後ろに配置される。セルが不透明なとき、ディスプレイは個人モードで動作する。セルが透明なとき、ディスプレイは公共モードで動作する。

【0017】

20

このデバイスの重要な欠点の1つは、適切な形状を持つ液晶セルを製造することが困難であり費用が高むというである。第2の欠点は、個人モードにおいて、まず最初に透明な材料を通過し、次に液晶セルの一部を通過するような角度で光が入射するかもしれないということである。そのような光線は、液晶セルに完全には吸収されないであろう。これは、デバイスのプライバシーを低下させる可能性がある。

【0018】

特開2003-28263号公報は、液晶(LC)パネルのための切り替え可能な視野角制御機構について記述する。これは、チェス盤パターンにパターン化された追加のねじれネマチック(TN)LCパネルを用いる。狭い観視モードにおいて、標準的なTN LCパネルの制限された視野角特性を用いて、上記LCパネルが法線方向から十分離れた角度から見られたときにチェス盤パターンを出現させる。このチェス盤パターンは、観視者(viewer)を混乱させ、法線方向から十分に離れた角度から見られる画像の品質を低下させる。これは、追加のLCパネルおよび追加の偏光子が必要であるという欠点を有している。

30

【0019】

特開平9-105958号公報は、画像ディスプレイデバイスからの光路中に配置された液晶材料を含む切り替え可能な視野角制御デバイスを有するディスプレイについて記述する。狭い表示モードにおいて、上記視野角制御デバイスの液晶分子は、垂直に(すなわち、基板に直交し、上記ディスプレイの垂直軸と平行に)配向させられる。

【0020】

40

特開平9-105958号公報のディスプレイは、狭い表示モードを与えることができるが、広い表示モードを与えるように上記視野角制御デバイスをスイッチングするのが難しい。広い表示モードを得る1つの方法は、上記視野角制御デバイスの液晶材料を等方性状態へスイッチングすることである。しかしながら、これは、上記液晶材料が等方性になる温度まで上記液晶材料を加熱することを必要とし、これは望ましくない。それに代えて、広い表示モードは、液晶分子を水平に(すなわち基板と平行に)配向させるように上記視野角制御デバイスの液晶材料をスイッチングすることによっても得ることができる。しかしながら、これは液晶分子を垂直配向と水平配向との間でスイッチングすることを必要とし、これは実際に行うのが非常に難しい。

【0021】

50

Y. Hisatakeらは、SID Digest 05, page 1218において、画像ディスプレイデバイスからの光路中に配置された液晶材料を含む切り替え可能な視野角制御デバイスを有するディスプレイを開示している。上記視野角制御デバイスは、正のリタデーション状態と負のリタデーション状態との間で切り替え可能なウルトラスーパーねじれ(ultra super twisted) (「UST」)液晶セルである。上記画像ディスプレイデバイスは、ねじれネマチック液晶セルである。上記UST液晶セルが正のリタデーションを有しているときには上記ディスプレイの視野角がTN液晶セルの視野角より小さい一方、上記UST液晶セルが負のリタデーションを有しているときには上記ディスプレイの視野角がTN液晶セルの視野角より大きい。

【0022】

10

「ロケット」ソフトウェアは、公共モードと個人モードとの間でディスプレイを切り替えるさらなる方法を提供する。このソフトウェアは、液晶ディスプレイの階調曲線(grey level curve)が角度に依存し、一部の視角でコントラスト反転を示しうる、という事実を利用するものである。それは、高い視角でコントラスト反転を生じる電圧範囲内で上記デバイスを動作させることによって個人観視モードを得る。その結果、上記ディスプレイの法線方向に近い視角でのみ画像を見ることができる。このアプローチは、非常に低減された視角依存性を持つ階調曲線を有する、より新しい液晶材料では、良好な個人観視モードを得ることができないという欠点を有している。

【発明の開示】

【0023】

20

本発明は、第1の偏光子と、第2の偏光子およびリフレクタの1つと、ディスプレイ層とを有し、上記ディスプレイ層が上記第1の偏光子と上記第2の偏光子または上記リフレクタとの間に配置されているディスプレイデバイス、および上記ディスプレイ層と上記第1の偏光子および上記第2の偏光子または上記リフレクタの1つとの間に配置された液晶層を含み、上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、第1の視角範囲を持つ第1の表示モードを上記ディスプレイが有する第1の状態と、上記第1の視角範囲より小さい第2の視角範囲を持つ第2の表示モードを上記ディスプレイが有する第2の状態との間で切り替え可能であり、上記液晶層は、上記第1の状態において、上記第2の状態におけるのと同じ符号のリタデーションを有しており、上記第2の状態において、上記少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記液晶層の厚みの少なくとも一部にわたって上記ディスプレイの垂直軸に対して傾斜させられ、かつ、上記ディスプレイの垂直軸と上記第1の偏光子または第1の偏光子および第2の偏光子の1つの透過軸または吸収軸とによって形成される面にほぼ平行であるディスプレイを提供する。

30

【0024】

上記発明のディスプレイでは、上記液晶層の厚みの少なくとも一部にわたって上記液晶分子が傾斜配向(tilt alignment)を持つように上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子を配向させることによって、狭い観視モードが得られる。上記ディスプレイの垂直軸に対して垂直となるように(すなわち水平配向となるように)液晶分子をスイッチングすることによって、広い観視モードを得ることができる。傾斜配向から水平配向へのスイッチングは、特開平9-105958号公報で教示されている垂直配向から水平配向へのスイッチングよりも遥かに容易に達成できる。

40

【0025】

ディスプレイの垂直軸と上記偏光子の1つの透過軸または吸収軸とによって形成される面(透過型ディスプレイの場合)、あるいは単一の偏光子を有する反射型ディスプレイの場合に上記ディスプレイの垂直軸と上記偏光子の透過軸または吸収軸によって形成される面に平行に液晶分子を配向することは、上記狭い観視モードにおいて、上記ディスプレイを上記ディスプレイの垂直軸に沿って見る観視者が正常な階調曲線を見ることを保証する。

【0026】

上記ディスプレイ層は、いかなる適切な層(例えば、液晶層あるいは他の電気光学層)

50

であってもよい。

【0027】

上記第2の表示モードにおいて、上記ディスプレイの階調曲線が視角に依って変化するように構成されていてもよい。

【0028】

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記第2の状態において、上記液晶層の少なくとも1つの領域を通過する光の偏光状態に、角度に依存した偏光状態の変化を生じさせてもよい。

【0029】

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記第2の状態において、上記液晶層の少なくとも1つの領域を上記第1の視角範囲内の角度で通過する光の偏光状態に、実質的に変化を生じさせなくてもよい。

【0030】

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記第2の状態において、上記液晶層の少なくとも1つの領域について視角に依存した屈折率異方性を生じさせてもよい。

【0031】

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記第2の状態において、上記ディスプレイの垂直軸に沿って伝播する光について、実質的にゼロの屈折率異方性を生じさせてもよい。

【0032】

上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記第2の状態において、上記液晶層の光軸と、上記液晶層の少なくとも1つの領域についての上記偏光子の1つの透過軸との間に、視角に依存した角度を形成してもよい。

【0033】

上記ディスプレイの垂直軸に沿って伝播する光については、上記液晶層の少なくとも1つの領域の光軸が、上記偏光子の1つの透過軸にほぼ平行であってもよい。

【0034】

本発明のディスプレイは、上記第2の状態において、上記液晶層は、上記液晶分子が第1の液晶配向を持つ第1の領域と、上記液晶分子が上記第1の液晶配向と異なる第2の液晶配向を持つ第2の領域とを少なくとも有することを特徴としている。

【0035】

上記第1の領域および上記第2の領域は、横方向に隣接していてもよい。

【0036】

上記第2の状態において、上記第1の領域および上記第2の領域は各々、上記液晶層の厚みを貫いて広がっていてもよい。

【0037】

上記ディスプレイは、上記第1の領域および上記第2の領域を上記液晶層中に形成するためのパターン化された配向面を含んでいてもよい。

【0038】

上記ディスプレイは、上記第1の領域および上記第2の領域を上記液晶層中に形成するためのパターン化された電極膜を含んでいてもよい。

【0039】

第2の状態において、上記第1の領域は、上記液晶層の厚みの第1の部分を貫いて広がっていてもよく、上記第2の領域は、上記液晶層の厚みの第2の部分を貫いて広がっていてもよい。

【0040】

上記液晶層は、OCB液晶層であってもよい。

【0041】

それに代えて、上記液晶層は、ECB液晶層であってもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

本発明のディスプレイは、上記液晶層と上記出射偏光子との間に配置されている他の液晶層を含み、上記第2のモードにおいて、上記液晶層の液晶分子が、第1の液晶配向を有し、上記他の液晶層の液晶分子が、上記第1の液晶配向と異なる第2の液晶配向を有することを特徴としている。

【0043】

上記第1の液晶配向および上記第2の液晶配向は、傾斜配向であってもよい。

【0044】

傾斜配向は、上記(各)液晶層の全厚みを貫いて広がっている必要はなく、上記(各)液晶層の厚みの一部を貫いて広がっていてもよい。したがって、上記傾斜配向を与えるために、一様な傾斜状態に加えて、バンド状態、スプレイ状態、またはねじれ形状を用いてもよい。

10

【0045】

上記第1の傾斜配向は、上記ディスプレイの垂直軸に対して上記第2の傾斜配向と反対方向であってもよい。これは、上記垂直軸の両側で上記ディスプレイの垂直軸に対して大きな角度で伝播する光に異常な階調曲線を与える。

【0046】

それに代えて、上記第1の傾斜配向は、上記ディスプレイの垂直軸に対して上記第2の傾斜配向と同じ方向であってもよく、上記第1の傾斜配向は、上記第2の傾斜配向と異なる傾斜角を有していてもよい。これは、階調曲線のパターン化をもたらし、それによってプライバシーを改善する。

20

【0047】

上記第2の状態において、上記液晶層は、さらに、上記液晶分子が第3の液晶配向を持つ第3の領域と、上記液晶分子が第4の液晶配向を持つ第4の領域とを少なくとも有しており、上記第3の液晶配向および上記第4の液晶配向は、互いとは異なり、かつ上記第1の液晶配向および上記第2の液晶配向と異なってもよい。

【0048】

上記液晶層は、1つの符号の屈折率異方性を有していてもよく、上記ディスプレイは、反対の符号の屈折率異方性を有する光学補償層をさらに含んでいてもよい。これによって、水平配向以外の液晶配向について広い観視モードを得ることが可能となる。上記液晶層は、正の屈折率異方性を有していてもよく、上記光学補償層は、負の屈折率異方性を有していてもよい。上記液晶層は、VAN液晶層であってもよい。

30

【0049】

上記第1の状態において、上記液晶層の少なくとも1つの領域の液晶分子は、上記ディスプレイの垂直軸に対してほぼ垂直に配向させられていてもよい。

【0050】

上記第1の視角範囲内であるが上記第2の視角範囲の外側である少なくとも1つの角度について、上記階調曲線がほぼ平坦であってもよい。これによって、上記狭い観視モードのプライバシーがさらに改善される。なぜなら、テキストと背景との間にコントラストがないため、上記階調曲線が平坦な視角では観視者がテキストを読むことができないからである。

40

【0051】

上記第2の視角範囲は、上記第1の視角範囲内であってもよい。上記第2の視角範囲は、法線方向を含んでいてもよい。

【0052】

上記第2の視角範囲は、上記ディスプレイに対して垂直でない二等分線を有していてもよい。

【0053】

上記ディスプレイは、上記分子が上記第2の状態であるときに指示を表示するように構成されていてもよい。上記ディスプレイは、表示のためのデータの内容に応じて上記指示を表示するように構成されていてもよい。

50

【 0 0 5 4 】

上記ディスプレイは、周囲光がしきい値未満であるときに上記ディスプレイに上記第2の視角範囲を与えさせるための周囲光センサをさらに含んでもよい。

【 0 0 5 5 】

上記画像ディスプレイ層は、液晶ディスプレイ層であってもよい。

【 0 0 5 6 】

上記ディスプレイは、車両ディスプレイを含んでもよい。

【 0 0 5 7 】

したがって、例えば広い観視モードと狭い観視モードすなわち個人観視モードとの間で、その視角を切り替えることができるディスプレイを提供することが可能である。第1の液晶デバイスは、任意の適切なタイプとすることができ、かつ広い観視モードおよび狭い観視モードを提供するためにその動作を変更する必要のないディスプレイデバイスと共に使用できる。

10

【 0 0 5 8 】

そのようなディスプレイは、例えば、デスクトップ・モニタ、自動車電話、携帯情報端末(PDA)などに使用できる。そのような装置は、容易に実施でき、周知の確立された製造技術によって製造できる。一部の実施形態において、上記第1の液晶素子は、電極のパターン化や内部構造、例えば、画素の形成を必要としない。上記第1の液晶デバイスの全体にわたって視角範囲を切り替えるための単一の液晶領域を有している場合、非常に単純な電極パターンを用いることができ、その電極パターンは製造が容易である。上記ディスプレイは、上記第1の視角範囲と上記第2の視角範囲との間で切り替えることができるが、上記視野角は、例えば適切な駆動電圧を上記第1の液晶デバイスに印加することによって、連続的に、あるいは段階的に変更することができる。

20

【 0 0 5 9 】

そのようなディスプレイは、一般的な用途のための広視野角を持つ「公共」モードと、例えば公共の場所で個人情報を読むことができるように、狭い視野角を持つ「個人」モードとを必要とする用途に用いることができる。

【 0 0 6 0 】

そのようなディスプレイの他の用途は、車のダッシュボード内にある。例えば同乗者または運転手がディスプレイを見ることができないように、上記ディスプレイの視野角を制御することができる。それに代えて、特に夜間または微光の状況において、フロントガラスおよび窓での上記ディスプレイの反射を低減するために、上記視角を制御することができる。自動制御を提供するために、例えば輝度センサおよびバックライト輝度制御を設けてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

さらに他の用途では、上記液晶層が、切り替え可能な補償フィルムとして機能する。液晶ディスプレイなどのようなディスプレイには、通常、視角特性を改善するために固定的な補償フィルムが積層されている。そのような既知の構成は、一般に、一方向(通常は水平方向)で最良の結果を与えるように構成されている。回転させることができ、ランドスケープモードまたはポートレートモードで見ることができるディスプレイについては、表示内容に応じて改善された結果が得られるように補償フィルムを切り替えられることが有利である。

40

【 0 0 6 2 】

そのようなディスプレイは、上記ディスプレイデバイスによって2つ以上の画像が空間多重化され表示される用途にも用いることができる。例えば、そのようなディスプレイは、上記ディスプレイ全域で1つの画像が表示される第1のモードと、および上記ディスプレイ全域で2つ以上の異なる画像が空間多重化方式で表示される第2のモードを有していてもよい。上記第2のモードでは、表示された画像は、自動立体視ディスプレイを提供するために立体視的に関連付けてもよく、異なる観視者に異なるビュー(view)を提供するために互いに完全に独立させてもよい。上記異なる2つのモードは、異なる光学的補償を必

50

要とするかもしれないが、これを達成するためには切り替え可能な補償器を用いることができる。

【0063】

本発明を、実施例によって添付図面を参照してさらに説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0064】

図1(a)は、本発明の実施形態に係るディスプレイ13の概略平断面図である。上記ディスプレイは、所望の画像を表示するように駆動できる透過型画像ディスプレイ層1を含んでいる。画像ディスプレイ層1は、広い観視モードおよび狭い観視モードを有するディスプレイを提供するためにいかなる変更も必要としない、従来型のものであってもよい。例えば、画像ディスプレイ層1は、液晶層とすることができ、特に、上記ディスプレイに供給された画像データに応じて画素化されたフルカラーまたはモノクロのディスプレイを提供する薄膜トランジスタ(TFT)液晶パネルを含むものとして行うことができる。しかしながら、いかなる適切なディスプレイ層も使用できる。

10

【0065】

画像ディスプレイ層1は、入射偏光子2と出射偏光子3との間に配置されている。上記偏光子2,3および画像ディスプレイ層1は一緒になって画像ディスプレイデバイス4を構成する。

【0066】

上記ディスプレイは、6で示すような、比較的広角の分布範囲の全体にわたって十分な(reasonable)強度の一様性を持つ光を放射するバックライト5によって照らされる。バックライト5もまた、既知のディスプレイを照らすのに用いられている従来型のものでよい。

20

【0067】

上記ディスプレイは、バックライト5から観視者8までの光路中に配置された、7で概略的に示す1つ以上の追加の構成要素を含んでいる。上記追加の構成要素7(追加の構成要素7が1つの場合)または各追加の構成要素7(追加の構成要素7が複数の場合)は、角度による光変調をもたらす、例えば、図1(a)中に示すような狭角の配光9と図1(b)中に示すような広角の配光10との間で上記ディスプレイの出力を変化させる。

【0068】

本発明によれば、上記追加の構成要素(追加の構成要素が1つの場合)または各追加の構成要素(追加の構成要素が複数の場合)は、上記ディスプレイが狭い視角範囲9を持つ図1(a)の狭い表示モードと、上記ディスプレイが広い視角範囲10を持つ図1(b)の広い表示モードとの間で、上記ディスプレイを切り替えることができる。上記追加の構成要素(追加の構成要素が1つの場合)または各追加の構成要素(追加の構成要素が複数の場合)は、狭い表示モードにおいて、視角の関数である「階調曲線」を生成することによって、上記ディスプレイの視野角を変更することができる。しかしながら、上記広い表示モードにおいて、上記階調曲線は、実質的に視角に依存しない。上記ディスプレイは、上記追加の構成要素7(追加の構成要素7が1つの場合)または各追加の構成要素7(追加の構成要素7が複数の場合)を適切に制御することによって広い表示モードと狭い表示モードとの間で切り替え可能である。したがって、上記発明は、表示された画像を広い範囲の視角で見分けることができる「公共モード」(広い観視モード)と、表示された画像を狭い範囲の視角だけで見分けることができる「個人モード」(狭い観視モードに対応する)との間で容易に切り替えることができるディスプレイを提供する。

30

40

【0069】

周知のように、画像ディスプレイデバイスの「階調曲線」は、印加電圧に対するディスプレイデバイスの輝度の特性曲線である。(透過型ディスプレイデバイスの場合には、一定強度のバックライトについて、上記透過型ディスプレイデバイスの輝度は、上記透過型ディスプレイデバイスの透過率に比例する)。典型的な階調曲線を図6(a)中に示す。これから分かるように、約1Vの印加電圧について最高輝度(すなわち「白状態」)が得

50

られ、印加電圧を約 3 V に増加させることによって実質的にゼロの輝度の状態、すなわち「黒状態」がもたらされる。これを図 6 (a) 中に黒の実線で示す。この黒の実線は、ディスプレイの垂直軸からの $\pm 10^\circ$ の視角に対応する。したがって、この階調曲線を有するディスプレイを、1 V または 3 V の何れかの電圧を印加することによって動作させた場合、上記ディスプレイを白/黒表示モードで動作させることができる。中間の電圧が印加された場合、最大輝度レベルと最小輝度レベルとの中間の輝度レベルが得られる。上記中間の輝度レベルは「グレーレベル(grey levels)」として知られている。ほとんどの動作において、画像ディスプレイデバイスに印加される電圧は、最大輝度の状態および最小輝度の状態に加えて中間の階調が得られるように制御される。図 6 (a) の階調曲線は、ねじれネマチック液晶ディスプレイデバイスについて得られたものであるが、多くのディスプレイデバイスが同様の階調曲線を有している。

10

【 0 0 7 0 】

第 1 の直線偏光子と第 2 の直線偏光子との間に配置された液晶層によって形成されるディスプレイデバイスが、上記ディスプレイデバイスを通して光の透過に影響を与えることが知られている。上記ディスプレイデバイスは、上記ディスプレイデバイスを通して透過される光の強度だけでなく上記ディスプレイデバイスを通して透過される光の強度の角度分布にも影響を与える。強度の角度分布は、光の伝播の方向と上記ディスプレイの垂直軸との間の角度に依存する光の偏光状態の変化から生じる。これらの角度に依存した偏光の変化は、光が第 2 の偏光子を通過する時に角度に依存した強度の変化に変換される。液晶分子を再配向させ、それによって上記液晶層の光学効果を変化させるように、電界を上記液晶層に印加することによって、光が上記液晶層を通過するときに発生する偏光の変化を制御でき、それゆえ上記ディスプレイデバイスの透過率を制御できる。

20

【 0 0 7 1 】

液晶ディスプレイデバイスの透過率の角度への依存、およびその結果として生じる観視者が見る光の強度の角度への依存は、これまで欠点と見なされていた。液晶ディスプレイの強度の視角への依存を除去する、あるいは少なくとも低減することに相当な労力が注がれてきた。例えば、液晶ディスプレイの透過率の視角への依存を低減するために、上記液晶ディスプレイを通る光路中に光学補償フィルムを配置することに関して、相当な文献がある。対照的に、本発明は、視角に依る強度の変化を利用し、上記ディスプレイの階調曲線を制御することで、多くの観視者が表示された画像を見ることができ広い視野、あるいは 1 人だけの観視者または少数の観視者が表示された画像を見ることができ狭い視野の何れかを上記ディスプレイが持つことを可能にする。

30

【 0 0 7 2 】

図 1 (a) および図 1 (b) のディスプレイ 1 3 の追加の構成要素 7 は、少なくとも 1 つの液晶層を含んでいる。上記液晶層(あるいは、追加の構成要素が 2 つ以上の液晶層を含む場合、液晶層の組合せ)の分子は、電界の印加または除去によって、1 つの液晶状態と他の液晶状態との間で切り替え可能になる。上記分子が 1 つの液晶状態にあるとき、上記ディスプレイの階調曲線は視角に依って著しく変化せず、その結果として、図 1 (b) 中に示すように、図 6 (a) 中に示す階調曲線に類似した正常な階調曲線が広い視角範囲 10 の全体にわたって見え、上記ディスプレイは、広い観視モードとなる。上記追加の構成要素(追加の構成要素が 1 つの場合)または各追加の構成要素(追加の構成要素が複数の場合)の分子がそれらの他の状態に切り替えられると、ディスプレイの階調曲線は視角に依って変化する。その結果、図 1 (a) 中に示すように、正常な階調曲線は、狭い視角範囲 9 でのみ見え、上記ディスプレイは、その狭い観視モードとなる。便宜上、広い表示モードおよび狭い表示モードをもたらす追加の液晶層 7 (1 つまたは複数) の液晶状態をそれぞれ、「広い状態」および「狭い状態」と呼ぶ。

40

【 0 0 7 3 】

上記追加の構成要素 7 の液晶層 (1 つまたは複数) のための多くの実現可能なダイレクタ方位がある。追加の構成要素 7 は、例えば、非ねじれネマチック液晶層、ねじれネマチック (TN) 液晶層、超ねじれネマチック (STN) 液晶層、垂直配向ネマチックの (V

50

A N) 液晶層、ハイブリッド配向ネマチック (H A N) 液晶層、電界制御複屈折 (E C B) 液晶層、または光学補償バンド (O C B) 液晶層 (セルや 180°ねじれセルなど) を含みうる。しかしながら、上記液晶材料は、ネマチック液晶材料に限定されない。

【0074】

一般には、狭い状態または広い状態のうちの1つを維持するために上記追加の液晶層 (1つまたは複数) に電界を印加することが必要であろう。しかしながら、双安定性液晶層を使用すれば、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) を広い状態から狭い状態へあるいは逆へ切り替えるためにだけ電圧を印加することが必要であり、上記2つの状態の何れかに上記液晶層 (1つまたは複数) を維持するためには電圧を印加することが必要でないであろう。したがって、双安定性液晶層の使用は、ディスプレイの電力消費を削減するであろう。

10

【0075】

図1(a)および図1(b)のディスプレイでは、バックライト5によって放射された光が、入射偏光子2を通過した後、上述したように少なくとも1つの液晶層を含む追加の構成要素7に入射する。上記追加の液晶層 (1つまたは複数) は、それらの広い状態に切り替えられたときに、その偏光状態を実質的に変化させることなく光を透過し、その結果として、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) から出る光は、まだ本質的には入射偏光子2によって形成された偏光状態を有する。しかしながら、それらの狭い状態では、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) は、この光の視角に依存した偏光状態の変化を発生させる。この実施形態では、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) は高い視角で入射する光の偏光状態を変化させる一方、低い視角で入射する光の偏光状態を実質的に変化させない。その結果、上記追加の液晶層 (追加の液晶層が1つの場合) または各追加の液晶層 (追加の液晶層が複数の場合) がその狭い状態にあるとき、透過型ディスプレイ層1への光入力の偏光状態は、低い視角に対してのみ入力偏光子2によって形成された偏光状態と同じである。高い視角に対しては、ディスプレイ層1への光入力の偏光状態は、偏光子2によって形成された偏光状態と同じではない。したがって、ディスプレイ層1に入射する光の角度に依存した偏光状態は、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) に印加された電界に依存する。

20

【0076】

上記光は、その後、透過型ディスプレイ層1を通過する。透過型ディスプレイ層1の構造は変わりがなく、透過型ディスプレイ層1は通常動作する。透過型ディスプレイ層1に入射する光の偏光状態が、入力偏光子2によって形成された偏光状態と実質的に同じである場合、すなわち、光の偏光状態が上記追加の液晶層 (1つまたは複数) を通過することによって著しく変化しない場合、図1(b)中に示すように、上記ディスプレイは広い視角範囲10にわたって標準的な階調曲線を有し、上記ディスプレイは、その広い観視モードとなるであろう。しかしながら、透過型ディスプレイ層1に入射する光の偏光状態が、上記入力偏光子によって形成された偏光状態と実質的に異なる場合、上記ディスプレイの階調曲線が高い視角で変化させられるので、上記ディスプレイは正常に見えない。その結果、図1(a)中に示すように、上記ディスプレイは、狭い視角範囲9でのみ正常な階調曲線を有するであろう。狭い視角範囲9の外側の視角に対しては、例えば図1(a)中に示す角度範囲11および12では、後段でより詳細に述べるように、上記ディスプレイは異常な階調曲線を有し、上記ディスプレイは、狭い表示モードで動作するであろう。したがって、上記ディスプレイは、上記追加の液晶層 (1つまたは複数) の状態に依存して広い観視モードまたは狭い観視モードのいずれかとなる。

30

40

【0077】

狭い視角範囲9の角度の広さは、狭い状態の追加の液晶層 (1つまたは複数) によって生じさせられた角度に依存した偏光の変化に依存する。典型的には、個人表示モードでは約40°の視角範囲が望まれる。通常、上記観視窓 (viewing window) は、上記表示スクリーンの垂直軸に対して対称である。その場合、典型的な観視窓は、法線の片側の約20°から法線の反対側の約20°にまで及ぶであろう。

50

【0078】

図1(c)および図1(d)は、本発明の代替の実施形態に係るディスプレイ13'の概略平断面図である。この場合もまた、ディスプレイ13は、入射偏光子2と出射偏光子3との間に配置された透過型画像ディスプレイ層1を有するディスプレイデバイス4を含んでいる。画像ディスプレイ層1は、例えばTFT液晶層などのような任意の透過型ディスプレイ層とすることができる。

【0079】

ディスプレイ13'は、適切なバックライト5によって照らされる。

【0080】

ディスプレイ13'は、図1(a)および図1(b)のディスプレイ13に概ね類似しており、この場合もまた、少なくとも1つの液晶層を含む追加の構成要素7を含んでいる。しかしながら、ディスプレイ13'では、上記追加の構成要素(1つまたは複数)は、図1(a)および図1(b)のディスプレイ13でのように入射偏光子2と画像ディスプレイ層1との間に配設されるのではなく、画像ディスプレイ層1と出射偏光子3との間に配設されている。

10

【0081】

図1(c)のディスプレイ13'では、バックライト5からの光は、入力偏光子2を通過した後、画像ディスプレイ層1を通過する。画像ディスプレイ層1の各画素から出てくる光の偏光状態は、その画素に印加された画像データに依存する。従来のディスプレイでは、各画素から出てくる光の偏光状態は、出射偏光子3を透過する時にそれぞれの強度に変換されるであろう。しかしながら、ディスプレイ13'では、画像ディスプレイ層1から出た光は1つ以上の追加の液晶層7を通過し、上記1つ以上の追加の液晶層7は、図1(a)および図1(b)を参照して上述したように、偏光状態を実質的に変化させることなく光を透過させるか、例えば、高い視角で伝播する光の偏光状態を変化させる一方、低い視角で伝播する光の偏光状態を実質的に無変化のままにしておくことによって、視角に依存した偏光状態の変化を引き起こすかのいずれかとなりうる。上記追加の液晶層(1つまたは複数)が、偏光状態の変化を引き起こすか、偏光状態を実質的に変化させることなく光を透過するかは、上記追加の液晶層(1つまたは複数)に印加された電界に依存する。

20

【0082】

上記追加の液晶層(1つまたは複数)が、それまたはそれらを通過する光の偏光に対して殆どまたは全く影響を与えない場合、出射偏光子3に入射する光の偏光状態は、ディスプレイ層1の各画素から出てくる偏光状態と実質的に同じになるであろう。その結果、ディスプレイ13'が広い角度範囲10にわたって正常な階調曲線を有し、表示された画像が多く観視者8, 8', 8"に見えるであろう。このように、上記ディスプレイは、図1(d)中に示すように、広い表示モード、すなわち「公共モード」で動作する。

30

【0083】

他方、追加の液晶層7(1つまたは複数)が高い視角で伝播する光の偏光状態を変化させる場合、出射偏光子3に入射する偏光状態は、高い視角では、上記画像ディスプレイ層の個々の画素から出てくる偏光状態とは著しく異なるであろう。したがって、上記ディスプレイは高い視角で異常な階調曲線を有するので、ディスプレイ13'は高い視角で正常な表示をもたらさない。追加の液晶層7(1つまたは複数)は、上記ディスプレイの垂直軸に近い角度で伝播する光の偏光状態を著しく変化させないので、低い視角でのみ正常な階調曲線が見られる。したがって、表示された画像は、単一のユーザにのみ見え、上記ディスプレイは、狭い表示モード、すなわち「個人モード」で動作する。図1(a)および図1(b)の実施形態と同様に、狭い視角範囲9の角度の広さは、追加の液晶層7(1つまたは複数)によって引き起こされる角度に依存した偏光状態の変化によって決まる。

40

【0084】

視角に依存した光の偏光状態の変化を引き起こすために、実効屈折率異方性(「n」と表す)が視角の関数として著しく変化する、および/または、液晶層の光軸の有効な方

50

位が角度の関数として偏光方向に対して回転させられる、液晶モードを使用することが必要である。さらに、上記垂直軸に沿って伝播する光について屈折率異方性が小さくなるように、および/または、垂直入射で伝播する光について上記液晶層の光軸の有効方位が偏光方向に対して回転させられないように、上記追加の液晶層が構成されている場合、垂直入射で伝播する光については偏光状態が実質的に変化させられず、高い視角で伝播する光についてのみ偏光状態の変化が生じる。

【0085】

図2(a)は、上記複数の構成要素をより詳細に示す図1(a)および図1(b)に係るディスプレイ13の一参考形態の概略断面図である。ディスプレイ13は、入力偏光子2、画像ディスプレイ層1、追加の液晶層7、および出射偏光子3を含んでいる。この実施形態では、画像ディスプレイ層1は、複数の透明基板(図示しない)の間に配置されたねじれネマチック(「TN」)液晶層1である。TN液晶層1は、実際にはTN液晶パネルの中に組み込まれるが、ネマチック液晶層1の液晶分子26を配向させるための配向面、および液晶層1の1つ以上の画素に電界を印加するための電極膜などのような、上記TN液晶パネルの他の構成要素は、従来のものでよく、図2(a)では明瞭にするために省略している。

10

【0086】

図2(a)は、使用時にバックライト(図示しない)によって照らされる透過型ディスプレイを示す。それに代えて、上記発明は、図2(a)の偏光子2,3のうちの1つがリフレクタに置き換えられた反射型ディスプレイにも適用できる。上記リフレクタがその全領域にわたって完全には反射しない場合(例えば上記リフレクタが透過する部分を含んでいる場合)、半透過型ディスプレイを得ることができる。

20

【0087】

追加の液晶層7は、この参考形態では、図2(a)中に示すような傾斜した状態と、図2(c)中に示すようなような水平(ゼロ傾斜)状態との間で切り替えることができる液晶層である。この場合にもまた、上記追加の液晶層は実際には液晶パネルの中に組み込むことができるが、基板、液晶分子27を配向させるための配向面、および電界を印加するための電極膜などのような上記液晶パネルの他の構成要素は、従来のものでよく、図2(a)では明瞭にするために省略している。

【0088】

本願において、上記用語「水平状態」あるいは「水平配向」は、上記液晶分子が上記ディスプレイの垂直軸に対して垂直に配向させられた液晶状態を指す。上記用語「垂直状態」あるいは「垂直配向」は、上記液晶分子が上記ディスプレイの垂直軸と平行に配向させられた液晶状態を指す。上記用語「傾斜状態」あるいは「傾斜(した)配向」は、上記垂直軸に対して($90 - \theta$)°(ここで θ が 0 から 90°)の角度で(つまり、 $\theta = 0$ が水平配向に相当し、 $\theta = 90^\circ$ が垂直配向に相当するように)液晶分子が配向させられた液晶状態を指す。

30

【0089】

電圧が液晶層7に印加されていないときに水平配向が安定するように、液晶層7を 0° プレチルト配向面で配列させることができる。正の誘電異方性(+)を持つ液晶材料を用いることによって、適切な電圧を上記液晶層に印加することにより傾斜配向を得ることができる。それに代えて、電圧が上記液晶層に印加されていないときに一様な傾斜配向が安定するように、上記デバイスは、プレチルトを持つ配向面を有していてもよい。この場合、負の誘電異方性(-)を持つ液晶材料を用いることによって、適切な電圧を上記液晶層に印加することにより水平配向を得ることができる。

40

【0090】

図2(b)は、ディスプレイ13の複数の構成要素の方位角の方位を示す。図(i)は、上記入射偏光子の透過軸の方位角の方位を示す。また、図(ii)は、入射偏光子2に隣接するTN液晶層1の分子26の方位角の方位が上記入射偏光子の透過軸と実質的に平行であることを示す。TN液晶層1は、その厚みの全域で約 90° のねじれを有しており

50

、それゆえ、出射偏光子 3 に隣接する液晶分子の方位角の方位は、図 (i v) 中に示すように、入力偏光子 2 に隣接する液晶分子の方位角の方位に対して約 90° である。上記 TN 液晶層の約 90° のねじれの結果として、図 (i i i) 中に示す TN 液晶層の (層厚方向の) 中央の分子の方位角の方位は、上記入射偏光子の透過軸に対して約 45° である。

【 0 0 9 1 】

追加の液晶層 7 中の液晶分子 2 7 の方位角の方位を図 (v) 中に示し、出射偏光子 3 の透過軸の方位角の方位を図 (v i) 中に示す。これらから分かるように、それらの方位は両方とも、出射偏光子 3 に隣接する TN 液晶層の表面において液晶分子の方位角の方位とほぼ平行となるように向けられている。

【 0 0 9 2 】

上記ディスプレイの垂直軸に沿って伝播し、かつ追加の液晶層 7 の方位角の方位に平行または垂直の何れかの方向に偏光させられた光が、追加の液晶層 7 を通過する時に偏光状態の変化を受けないように、図 2 (b) 中に示す方位角の方位は設定されている。これらの偏光方向は、上記ディスプレイの黒状態および白状態に対応し、出射偏光子 3 から出てくる時の強度は、TN 液晶層 1 によって意図されるようになるであろう。上記 TN 液晶層から出てくる光が中間階調 (mid-grey scale) を表すように意図されている場合、上記光の偏光状態は、追加の液晶層 7 の分子の方位角の方位に対して完全に平行でも完全に垂直でもないであろう。しかしながら、上記偏光の楕円率は、追加の液晶層 7 によって変化させられる一方、追加の液晶層 7 の液晶分子の方位角の方向に平行に偏光させられる光、および上記方位角の方向に垂直に偏光させられる光の割合は、変化しないであろう。それゆえ、出射偏光子 3 から出てくる時の強度は、TN 液晶層 1 によって意図されるようになるであろう。

【 0 0 9 3 】

追加の液晶層 7 の実効屈折率異方性、すなわち「実効 n 」は、追加の液晶層 7 の屈折率楕円体を横切り、かつ光の伝播方向に垂直な断面の断面積を得ることにより算出される。これを図 3 (a) 中に示す。図 3 (a) において、図 (1) および図 (2) は、上記ディスプレイの垂直軸に対して液晶層 7 の分子が傾斜させられている場合 (図 2 (a) 中に示すモードに対応する) に、左および右から伝播する光を示す。図 (3) および (4) は、追加の液晶層 7 の分子が上記ディスプレイの垂直軸に対して 90° である場合 (図 2 (c) 中に示すモードに対応する) における、左および右から伝播する光をそれぞれ示す。図 3 (a) (1) および図 3 (a) (2) は、追加の液晶層 7 の分子が傾斜させられているときには左から入射する光が小さな実効 n を受ける一方、光が右から入射するときには実効 n が大きいことを示す。したがって、図 2 (a) 中に示す追加の液晶層 7 は、光の伝播の角度に依存し、左から伝播する光については小さく、右から伝播する光については大きい実効 n を発生させる。このように、図 2 (a) の表示モードは、狭い表示モードであり、垂直軸の左に向かう方向から上記ディスプレイを見る観視者 (例えば観視者 8 ') は、図 3 (a) (2) 中に示すように生じさせられた高い実効 n の結果として異常な階調曲線を見るであろう。しかしながら、法線方向に沿って、あるいは垂直軸の右から、ディスプレイを見る観視者、例えば、図 2 (a) の観視者 8 , 8 " などは、上記追加の液晶層がこれらの視角に対して低い実効 n を生じるので、正常な階調曲線を見るであろう。

【 0 0 9 4 】

図 2 (c) は、図 2 (a) のディスプレイ 1 3 を示すが、上記ディスプレイの垂直軸にほぼ垂直に、水平配向に、液晶分子 2 7 が配向させられるように、追加の液晶層がスイッチングされている。図 2 (d) は、複数の構成要素の方位角の方位を示す。これから、図 2 (b) と変わっていないことが分かるであろう。液晶層 7 は、図 2 (c) の水平配向において、図 2 (a) の傾斜配向におけるのと同じ符号のリタデーションを有している。追加の液晶層 7 の分子が上記ディスプレイの垂直軸に対してほぼ垂直に配向させられているとき、上記追加の液晶層は、左から伝播する光 (図 3 (a) (3))、右から伝播する光 (図 3 (a) (4))、または垂直軸に沿って伝播する光の偏光状態に、殆どまたは全く

10

20

30

40

50

変化を生じさせない。

【0095】

したがって、図2(c)中に示すように上記追加の液晶層の分子が上記垂直軸に対して垂直に配向させられているとき、広い視角範囲にわたって正常な階調曲線を見ることが出来る。観視者8、8'、および8''は全て、正常な階調曲線を見るであろうし、その結果、上記ディスプレイは、その広い観視モードにある。

【0096】

図3(b)は、追加の液晶層7を通して伝播する光が遭遇する屈折率楕円体15の断面を示す。図3(b)(1)~図3(b)(3)は、追加の液晶層7が図2(a)中に示すような傾斜した状態に置かれているときの、液晶分子の屈折率楕円体を示す。また、図3(b)(4)~図3(b)(6)は、追加の液晶層7が図2(c)中に示すようなゼロ傾斜状態にあるときの、屈折率楕円体を示す。図3(b)(1)および図3(b)(4)は、上記光軸に対して-30°の角度で上記光軸の左から伝播する光(すなわち、図3(a)(1)および図3(a)(3)に対応する)を表す。図3(b)(2)および図3(b)(5)は、上記垂直軸に沿って伝播する光を表し、図3(b)(3)および図3(b)(6)は、上記垂直軸に対して+30°の角度で上記垂直軸の右から伝播する光(図3(a)(2)および図3(a)(4)に対応する)を表す。図3(b)(1)~図3(b)(6)は、画像ディスプレイ層1を通過した後の入射光の偏光方向も示す。この偏光方向を矢印14によって表す。図3(b)(1)~図3(b)(6)中に示す偏光方向14は、白表示レベルのための有効な偏光方向である。上記白表示レベルは、図2(a)および図2(c)の出射偏光子3を最小の減衰で通過することを意味する。

【0097】

図3(b)(3)は、上記入射光が上記法線方向から横方向に30°で伝播している(すなわち、上記ディスプレイの垂直軸から横にずらされた位置から上記ディスプレイを見ている観視者に対応する)とき、(上記屈折率楕円体の光の伝播方向に垂直な断面の断面積によって表される)実効屈折率異方性が大きく、上記光の偏光方向と上記液晶分子の光軸との間の角度もまた大きい(上記液晶分子の光軸は上記屈折率楕円体の長軸に相当する)ことを示す。大きいn、および上記偏光方向と上記光軸との間の大きい角度の組み合わせは、上記光の偏光状態を変化させるのに有効であり、その結果、ここでは上記光の一部が出射偏光子3に吸収される。同様の変化が、上記法線方向に対して+30°の角度で入射する任意の偏光状態の光についてなされるであろうから、階調曲線の形状が変化させられる。したがって、垂直軸の左に位置し、30°の視角で上記ディスプレイを見る観視者は、異常な階調曲線を見るであろう。

【0098】

追加の液晶層7に入射する光が上記垂直軸に沿って伝播するときにもなお、上記光は比較的大きなnを受けるであろう。しかしながら、ここでは、図3(b)(2)中に示すように、上記光の偏光方向と上記追加の液晶層の分子の光軸との間の角度はゼロである。したがって、上記偏光状態に対する変化はない。これは、黒レベルまたは中間の階調(intermediate grey levels)を生成するように意図された他の偏光状態の光に適用される。したがって、上記垂直軸に沿って見られる階調曲線は不変である。

【0099】

追加の液晶層7に入射する光が上記法線方向に対して-30°の角度で伝播しているとき、図3(b)(1)中に示すように、上記光が受ける実効nは小さい。したがって、たとえ上記光の偏光方向と上記液晶層の分子の光軸との間の角度が比較的大きくても、低いnは、光の偏光状態の変化が無視できることを意味する。これは、他の階調を与えるように意図された他の偏光方向の光に適用される。したがって、上記垂直軸の右から30°の視角で上記ディスプレイを見る観視者(図2(a)中の「観視者8」で表す)は、正常な階調曲線を見るであろう。したがって、図2(a)中の観視者8'などのような上記垂直軸の左側の観視者は異常な階調曲線を見るので、この実施形態はプライバシーを与える。垂直入射で上記ディスプレイを見る観視者(図2(a)中の観視者8)、あるいは上

10

20

30

40

50

記垂直軸の右に位置する観視者（観視者 8"）は、正常な階調曲線を見て、それゆえ、表示される画像に対する変化を実質的に知覚しないであろう。

【0100】

追加の液晶層 7 の分子が図 2 (c) のゼロ傾斜状態を有しているとき、上記垂直軸に対して $\pm 30^\circ$ で伝播する光は、図 3 (b) (4) および図 3 (b) (6) 中に示すように、低い n を見る。この場合にもまた、垂直軸に沿って伝播する光は、大きな n を見るであろう。しかしながら、図 3 (b) (5) 中に示すように、上記光の偏光方向と上記液晶層の分子の光軸との間の角度はゼロである。したがって、図 3 (b) 中に示す入射角の何れについても偏光状態に顕著な変化はないであろう。また、図 3 (b) の中に示す全ての入射角について正常な階調曲線が観測され、それによって広い表示モードが提供されるであろう。

10

【0101】

図 2 (b) および図 2 (d) は、追加の液晶層 7 の液晶分子の方位角の方向が上記出射偏光子の透過軸と平行であることを示す。すなわち、図 2 (a) の傾斜配向において、追加の液晶層 7 の液晶分子は、上記ディスプレイの垂直軸および出射偏光子 3 の透過軸によって形成される面と平行である。しかしながら、追加の液晶層 7 の液晶分子は、図 2 (a) の狭い観視モードの傾斜配向において、次の面

- 1) 上記ディスプレイの垂直軸および出射偏光子 3 の吸収軸によって形成される面、
- 2) 上記ディスプレイの垂直軸および出射偏光子 3 の透過軸によって形成される面、
- 3) 上記ディスプレイの垂直軸および入射偏光子 2 の吸収軸によって形成される面、また
- 4) 上記ディスプレイの垂直軸および入射偏光子 2 の透過軸によって形成される面のうちの何れか 1 つと平行になりうる。

20

【0102】

図 2 (a) の上記傾斜状態においてこれらの面のうちの 1 つと平行に液晶分子を配向させることは、上記狭い観視モードにおいて、上記ディスプレイの垂直軸に沿って上記ディスプレイを見る観視者が正常な階調曲線を見ることを保証する。

【0103】

1 つだけの偏光子を有する反射型ディスプレイの場合には、追加の液晶層 7 の液晶分子について 2 つの可能な方位角の方位があるであろう。透過型ディスプレイの場合、原理的には追加の液晶層 7 の液晶分子について 4 つの可能な方位角の方位があるが、（多くの場合にそうなるであろうように）入射偏光子 2 の透過軸が上記出射偏光子の透過軸に対して平行または垂直の何れかの方向に配向させられている場合、上記液晶分子について異なる可能な方位角の方位が 2 つだけあるであろう。

30

【0104】

注目すべきは、上記狭い観視モードにおいて、上記ディスプレイが、上記液晶分子の面に垂直な方向には狭い視野角を有するが、上記液晶分子の面に平行な方向には広い視野角を有するであろうということである。多くの場合には垂直方向のプライバシーを提供するよりも横方向のプライバシーを提供することの方が重要であるので、使用時に上記狭い観視モードにおいて上記液晶分子の面が垂直に伸びるように上記ディスプレイが配向させられている場合、これは、多くの用途において適切なプライバシーを提供するであろう。しかしながら、それが横方向および垂直方向の両方のプライバシーを提供することを望む場合、あるいは上記狭い観視モードにおける上記液晶分子の面が垂直に伸びるように上記ディスプレイが配向させられていない場合、互いに重ね合わされた 2 つの液晶層を用いてもよい。上記狭い観視モードにある 1 つの層中の液晶分子の面を、上記狭い観視モードにある他の層中の液晶分子の面に対して角度（好ましくは約 90° ）をなすように配置することによって、横方向および垂直方向の両方のプライバシーを得ることが可能である。

40

【0105】

図 2 (a) 中に示す狭い表示モードにおいて、画像は、上記垂直軸に沿って上記ディスプレイを見る観視者 8 に対して表示され、上記垂直軸の右に位置する観視者 8" に対して

50

も表示される。一部の用途においては、上記画像が1人だけの観視者、例えば上記垂直軸に沿って上記ディスプレイを見る観視者8などに見えるように、画像がさらに小さい角度の範囲で表示されることが望ましい。これを達成する1つの方法は、その狭いモードにおいて、液晶分子が1つの液晶状態をとる少なくとも1つの第1の領域と、液晶分子がもう1つの異なる液晶状態をとる第2の領域とを有するようにパターン化された追加の液晶層7を用いることである。これを達成する1つの方法を図4(a)中に示す。これは、その傾斜した状態で、第1の傾斜状態を液晶分子がとる第1の領域16と、第1の領域16でとられる上記傾斜状態とは異なる第2の傾斜状態を液晶分子がとる第2の領域17とを有する液晶層の断面である。第1の傾斜状態にある液晶分子は、上記垂直軸に対して、第2の傾斜状態にある液晶分子とは反対方向に傾斜させられている。図2(a)を参照して上述したように、第2の領域17は、上記垂直軸の左から上記ディスプレイを見る観視者8'に対して異常な階調曲線を与える。第1の領域16は、上記ディスプレイの垂直軸の右に位置する観視者8''に対しても、完全に対応する様式で異常な階調曲線を与える。

10

【0106】

図4(b)は、図4(a)のパターン化傾斜液晶層7'を組み入れたディスプレイ20の断面図である。図4(b)のディスプレイ20は、図2(a)の一般的な傾斜した液晶層7がパターン化液晶層7'で置き換えられているのは別にして、概ね図2(a)のディスプレイに相当しており、ここではその説明を繰り返さない。

【0107】

広い表示モードを得るために、第1の領域16および第2の領域17の全ての液晶分子が上記ディスプレイの垂直軸にほぼ垂直となるように、ディスプレイ20のパターン化傾斜液晶層7'がスイッチングされる。その結果、図2(c)を参照して上述したように、広い表示モードが得られる。

20

【0108】

パターン化液晶層を追加の液晶層7として使用する場合、上記発明は、2つだけの異なる液晶状態を持つようにパターン化された液晶層に限定されない。一例として、図4(c)は、その狭いモードにおいて、4つの異なる液晶状態が存在する領域を提供するようにパターン化された液晶層の平面図である。図4(a)の領域16, 17に加えて、第3の領域18および第4の領域19が存在し、上記液晶層がその狭いモードに切り替えられたときに、領域16, 17, 18, 19の各々における液晶状態が互いに異なるようになっている。第3の領域18, 19の液晶分子は、互いに反対であり、かつ、第1の領域16および第2の領域17における液晶分子の方位角の方向に垂直である、方位角の方向に配向させられている。この実施形態は、4つの異なる液晶状態のみに限定されるものではなく、5つ以上の異なる液晶状態を提供することもできる。

30

【0109】

パターン化された傾斜を持つ第1および第2の領域を有する液晶層は、図4(a)および図4(b)の液晶層7'のように、1次元に沿って制限される視角範囲を提供できる。例えば、観視範囲は、横方向には制限できるが、垂直方向には無制限であろう。図4(c)中に示すようにパターン化された液晶層を使用することは、表示された画像の観視範囲を、2つの直交する次元、例えば横次元および垂直次元の両方で制限することを可能にする。表示された画像は、上記ディスプレイの垂直軸に対してほぼ回転対称である狭い範囲の視角からのみ知覚することができる。これは、望まれない観視者が画像を見ることをより困難にすることによって、改善されたセキュリティを提供する。

40

【0110】

図4(a)または図4(c)中に示すようなパターン化された液晶層は、任意の従来の技術によって得ることができる。例えば、1つ以上のパターン化された配向面を、上記追加の液晶層の上面および/または下面に隣接するように配置することができる。それに加えて、あるいはそれに代えて、1つ以上のパターン化された電極を上記追加の液晶層の上面および/または下面に隣接するように設けることができ、その結果、上記追加の液晶層の複数領域を互いに独立してアドレスすることができる。

50

【 0 1 1 1 】

注目すべきは、例えば図 4 (a) または図 4 (b) 中に示すような液晶層のパターン化は、原画像の上にパターンを重ねることによって、表示された画像のプライバシーを向上させることができるということである。ここまで述べた実施形態で生じうる 1 つの短所は、階調曲線が上記ディスプレイの全領域にわたって一様に変化した場合、テキストを含む画像が、異常な色あるいは反転したコントラストを用いて表示されるであろう、ということである。しかしながら、上記テキストは、まだ読むことができるであろう。表示された画像の上にパターンを重ねた場合であって、パターン化された液晶層を追加の液晶層として用いた場合、上記テキストの上に上記パターンが重ねられ、上記パターンによって上記テキストがさらに壊されるであろう。

10

【 0 1 1 2 】

例えば第 1 の領域 1 6 の 1 つと第 1 の領域 1 6 の他の 1 つとに、僅かに異なる液晶状態が存在するように構成することで、より一層のプライバシーを達成することができる。一例として、図 4 (b) のように上記追加の液晶層がその狭い状態で傾斜状態をとる場合、第 1 の領域 1 6 の 1 つと第 1 の領域 1 6 の他の 1 つとで傾斜角が異ならせることができる (全ての第 1 の領域 1 6 中の液晶分子が上記垂直軸の同じ側に傾斜させられている場合) 。同様に、第 2 の領域 1 7 のうちの 1 つと第 2 の領域 1 7 の他の 1 つとで傾斜角が異ならせることができる (全ての第 2 の領域 1 7 中の液晶分子が上記垂直軸の同じ側に傾斜させられている場合) 。第 1 または第 2 の領域の異なる領域中で異なる傾斜角を得ることは、適切な配向面の使用によって、あるいは、第 1 または第 2 の領域の異なる領域に異なる電界を印加するように電極膜を構成することによって、実現できる。異なる傾斜角を持つ異なる第 1 の領域を設けることは、上記パネルにわたって階調曲線のさらなる変化を引き起こす。これは、表示された画像のプライバシーをさらに向上させることができる。この実施形態は、人間の目が規則的パターンを除去するように適応されるために個人的にすることが特に難しい、動画に関して使用した場合に、特に有効であろう。

20

【 0 1 1 3 】

第 1 または第 2 の領域の異なる領域に異なる電界を印加するために電極膜を用いることによって第 1 または第 2 の領域の異なる領域中で異なる傾斜角が得られるディスプレイでは、これら領域の傾斜角を時間とともに変化させることが可能である。これは、異常な階調曲線が見られる表示領域中の階調曲線を時間とともに変化させ、その結果、異常な階調曲線が見られる表示領域中の観視者が表示された画像を読み取るのをより困難にする。

30

【 0 1 1 4 】

1 つ以上の方向で異常な階調曲線を得る他の方法は、図 4 (d) 中に示すように一方を他方の上に積み重ねた 2 つの同様の液晶層を用いることである。図 4 (d) は、一方を他方の上に積み重ねた 2 つの液晶層 7 a , 7 b の断面図である。図 4 (d) 中に示す液晶層 7 a , 7 b の各々は、液晶分子が狭い状態にスイッチングされたときに、そのほぼ全領域にわたって一様な傾斜状態を有する。第 1 の液晶層 7 a 中の液晶分子は、第 2 の層 7 b 中の液晶分子の傾斜方向とは反対の方向に傾斜させられる。

【 0 1 1 5 】

図 4 (e) は、2 つの積み重ねられた液晶層を 7 a , 7 b を上記追加の液晶層として組み入れたディスプレイ 2 1 の概略断面図である。追加の液晶層 7 a , 7 b は、実際には 1 枚または 2 枚の液晶パネル内に組み入れることができるが、基板、液晶分子を配向させるための配向面、および電界を印加するための電極膜などのような、上記パネルの他の構成要素は、従来のものでよく、図 4 (e) では明瞭にするために省略している。ディスプレイ 2 1 の残りの構成要素は、図 2 (a) のディスプレイのものに相当し、それらの説明は繰り返さない。上層 7 a は、上記ディスプレイの垂直軸の右に位置する観視者 8 " に向けられた異常な階調曲線を与える。下側の液晶層 7 b は、その狭いモードにおいて、上記垂直軸の左側に位置する観視者 8 ' に向けられた異常な階調曲線を与える。その結果、正常な階調曲線は、観視者 8 を含む、上記垂直軸周辺の狭い視角領域でのみ知覚される。

40

【 0 1 1 6 】

50

広視野角モードを得るために、両方の液晶層 7 a , 7 b が一様な 0 ° 傾斜状態を持つように切り替えられ、その結果、各層 7 a , 7 b の液晶分子は、上記ディスプレイの垂直軸に垂直に、水平配向に、配列させられる。

【 0 1 1 7 】

図 4 (e) の実施形態では、液晶層 7 a , 7 b の一方を他方から独立してスイッチングすることを可能にするように追加の液晶層 7 a , 7 b をアドレスする複数の電極を、正常な階調曲線の可変領域が得られるように構成することが可能であろう。

【 0 1 1 8 】

図 4 (a) の液晶層 7 ' の第 1 の領域 1 6 および第 2 の領域 1 7 における傾斜状態、あるいは、図 4 (d) の第 1 の液晶層 7 a および第 2 の液晶層 7 b の傾斜状態は、等しく反対の傾斜状態とすることができる。すなわち、上記ディスプレイの垂直軸に対する傾斜角の大きさは、両方の領域で同じであるが、一方の領域（または 1 つの液晶層）中の液晶分子は、他の領域（または他の液晶層）中の液晶分子とは反対方向に傾斜させられる。これは、狭い表示モードにおいて、上記垂直軸に対してほぼ対称な視角範囲を与える。それに代えて、上記傾斜角の大きさを、第 1 の液晶領域 1 6 と第 2 の液晶領域 1 7 との間で、あるいは第 1 の液晶層 7 a と第 2 の液晶層 7 b との間で異ならせることができる。これは、狭い表示モードにおいて、上記垂直軸に対して対称でない視角範囲を与える。

【 0 1 1 9 】

図 2 (a) ~ 図 2 (d) の実施形態において、狭い観視モードの傾斜状態は、追加の液晶層 7 の厚さにわたって一様な傾斜配向を有している。しかしながら、これは上記発明にとって不可欠ではなく、狭い観視モードにおいて液晶層 7 の厚さの一部にわたって傾斜状態が存在することだけが必要である。

【 0 1 2 0 】

図 4 (b) のディスプレイ 2 0 の液晶層 7 ' において、液晶領域 1 6 、 1 7 の各々は、上記液晶層の厚みを貫いて広がっている。上記発明のさらなる実施形態において、異なる液晶状態を有する第 1 および第 2 の領域は、単一の液晶層内に異なる深さで設けられる。この実施形態を図 5 (a) および図 5 (b) 中に示す。図 5 (a) および図 5 (b) は、上記発明のこの実施形態に係るディスプレイ 2 2 の概略断面図である。

【 0 1 2 1 】

ディスプレイ 2 2 は、入射偏光子 2、透過型ディスプレイ層 1、および出射偏光子 3 を含んでいる。追加の液晶層 7 は、ディスプレイ層 1 と出射偏光子 3 との間に配置されている。図 5 (a) 中に示す実施形態において、ディスプレイ層 1 は TN 液晶層であるが、上記発明はこの特定の画像ディスプレイ層に限定されるものではない。

【 0 1 2 2 】

ディスプレイ 2 2 の追加の液晶層 7 は、セル液晶層である。セルは、P J B o s らによって "Mol. Cryst. Liq. Cryst.", Vol. 113, pp329-339 (1984) に記述されている。知られているように、セルは、第 1 基板と第 2 基板との間に配置されたネマチック液晶材料を含み、各基板は、配向膜に隣接する液晶分子に低いプレチルト配向を生じさせるように構成された配向層を有している。

【 0 1 2 3 】

セルに電界が印加されていないとき、上記液晶分子は、「H - 状態」とも呼ばれるスプレイ状態をとる。図 5 (a) は、セル液晶層 7 に電圧が印加されておらず、それゆえに上記分子がスプレイ状態をとるときの、ディスプレイ 2 2 を示す。これから、液晶分子が、セル液晶層 7 の厚さの全体にわたって、上記ディスプレイの垂直軸に、垂直またはほぼ垂直であることが分かるであろう。したがって、上記セル液晶層に電界が印加されていないときには、上記セル液晶層は、図 2 (c) 中に示す一様なゼロ傾斜液晶配向と実質的に同一の効果を生じ、広い範囲の視角にわたって正常な階調曲線が得られる。

【 0 1 2 4 】

知られているように、セル液晶層に印加される電圧が十分に増大されると、上記液晶分子は、「V 状態」とも呼ばれるベンド状態をとる。図 5 (b) は、液晶分子にベンド状

10

20

30

40

50

態をとらせるために、十分に大きな電圧がセル液晶層7に印加されたときのディスプレイ22を示す。ここでは、2つの別個の傾斜状態が存在する、上記液晶層中の第1の領域と第2の領域とを識別できることが分かるであろう。第1および第2の液晶領域は、図5(b)中の破線によって示され、16および17でそれぞれ識別される。(傾斜状態が存在する両方の領域16, 17が液晶層7の厚さの一部分にわたってのみ広がっていることが分かるであろう。)

下側の液晶領域16では、ディスプレイの垂直軸の右に位置する観視者8''に対して異常な階調曲線を与えるように、上記分子が傾斜させられている。図5(b)中の液晶領域16は、図4(a)中の第1の液晶領域16、あるいは図4(d)中の上側の液晶層7aと全く同じように作動する。逆に、上側の液晶層領域17中の液晶分子は、下側の液晶層領域16中の分子と反対方向に傾斜させられ、その結果、上記ディスプレイの垂直軸の左に位置する観視者8'に対して異常な階調曲線を与える。図5(b)中の上部の液晶領域17は、図4(a)中の第2の液晶領域17、あるいは図4(d)中の下側の液晶層7bと同じように動作する。したがって、セル液晶層7がベンド状態に置かれているときには、ディスプレイ22は、上記法線方向に近い観視方向(viewing directions)に対してのみ正常な階調曲線を与えるであろう。したがって、ディスプレイは、狭い表示モードで動作する。したがって、図5(a)および図5(b)のディスプレイ22は、図4(b)のディスプレイ20、あるいは図4(e)のディスプレイ21と同じように動作し、正常な階調曲線が狭い視角範囲内でのみ見られる狭い観視モードを提供するか、あるいは正常な階調曲線が広い視角範囲について見られる広い観視モードを提供するように、切り替えることができる。図5(a)および図5(b)のディスプレイ22と、図4(b)のディスプレイ20または図4(e)のディスプレイ21との間の違いは、図5(a)および図5(b)のディスプレイ22では、第1および第2の液晶領域16、17が、互いに横方向に隣接しているのではなく、上記液晶層の厚み方向の異なる深さにあるということである。

【0125】

図2(a)~図2(d)の参考形態に関して上述したように、上記液晶分子は、好ましくは、上記ディスプレイの垂直軸と、偏光子2, 3のうちの1つの透過軸または吸収軸とによって形成される面内にある。

【0126】

周知のように、図5(b)中に示す上記ベンド状態は、閾電圧より大きな電圧をセル液晶層7に印加することにより、図5(a)中に示す0ボルトのディスプレイ状態から核生成されなければならない。ディスプレイ22を公共モードに切り替えるために、セル液晶層7に印加される電圧が低下されるか、あるいはゼロに設定され、その結果、再びV状態からの核生成によって図5(a)の低い傾斜のディスプレイ状態が達成される。(適切な高いプレチルトを有する配向面の使用により、核生成の必要を回避することが可能かもしれない。)

図6(a)~図6(c)は、図5(a)および図5(b)のディスプレイ22について得られた結果を示す。図6(a)は、セル液晶層7がない状態で得られた階調曲線を示す。すなわち、図6(a)の階調曲線は、入射偏光子と出射偏光子との間に配置されたねじれネマチック液晶層を含む従来のディスプレイについて得られたものである。

【0127】

図6(a)は、上記垂直軸に対して -50° の視角、上記垂直軸に対して -10° の視角、上記垂直軸に対して 10° の視角、および上記垂直軸に対して 50° の視角について得られた階調曲線を示す。実際、上記ディスプレイの光学的性質は対称であり、その結果、 -50° の視角についての階調曲線は、 $+50^\circ$ の視角についての階調曲線とほぼ一致し、 -10° の視角についての階調曲線は、 $+10^\circ$ の視角についての階調曲線とほぼ一致する。上記階調曲線では視角に依って幾らかの変化があるが、 $\pm 10^\circ$ の視角だけでなく $\pm 50^\circ$ の視角でも正常な階調曲線が見られることが分かるであろう。

【0128】

図6(b)は、セル液晶層7がTN液晶ディスプレイ層1と出射偏光子7との間に配置された図5(a)のディスプレイ22についての階調曲線を示す。図6(b)の階調曲線は、ディスプレイ22がその広い観視モードとなるように、図5(a)中に示す低い傾斜のスプレイ状態にスイッチングされたセル液晶層で得られたものである。図6(b)の階調曲線が図6(a)の階調曲線に概ね似ていることが分かるであろう。これは、上記セル液晶層が、その低い傾斜のスプレイ状態にあるときには、上記ディスプレイの階調曲線に対して比較的小さい影響しか与えないことを示している。 $\pm 10^\circ$ に対する階調曲線は実質的に影響を受けず、 -10° の視角についての階調曲線は、 $+10^\circ$ の視角についての階調曲線と一致したままである。 $\pm 50^\circ$ の視角についての階調曲線は、図6(a)から図6(b)へと僅かに変化しており、もはや互いに一致しない。しかしながら、まだ $\pm 50^\circ$ の視角について本質的に正常な階調曲線が得られる。したがって、画像ディスプレイ層1に表示された画像は、少なくとも -50° から少なくとも 50° までの視角範囲を有し、広い観視モードを提供するのである。

【0129】

図6(c)は、セル液晶層7が図5(b)中に示すベンド状態に切り替えられたときのディスプレイ22についての階調曲線を示す。まず、 $+10^\circ$ および -10° の視角についての階調曲線が、図6(b)と比較して比較的不変であることが分かるであろう。 -10° の視角についての階調曲線はもはや $+10^\circ$ の視角についての階調曲線と一致しないが、本質的に正常な階調曲線が $\pm 10^\circ$ の角度の視角について存在することは明らかである。

【0130】

しかしながら、セル液晶層7をそのベンド状態へスイッチングすることによって、 $\pm 50^\circ$ の視角についての階調曲線が著しく変化させられることが分かるであろう。 $\pm 50^\circ$ の視角についての階調曲線は、上記ディスプレイ層を通過する画像が増加されるに従って単調に減少する輝度を示さない。実際、 50° の視角についての階調曲線は、高い印加電圧で最高輝度を与え、約1.7Vの印加電圧で最小の輝度を有する。(白表示を得るための)1Vの電圧あるいは(黒状態を得るための)2.5Vの電圧の何れかを印加することによって単純な黒/白画像を表示する場合には、 $\pm 50^\circ$ の視角の観視者が非常に低いコントラストを持つ画像を見ることが明らかであり、 -50° の視角の観視者は、コントラストが逆転されて表示された画像を見らるであろう。対照的に、 $\pm 10^\circ$ の視角で上記ディスプレイを見る観視者は、正常に近い画像を見るであろう。したがって、高い視角の画質は遥かに低くなり、低い視角に対してのみ良好な画像が表示され、それによって狭い観視モードが提供される。上記狭い観視モードでは、画像が高レベルのプライバシーで表示される。

【0131】

図5(a)および図5(b)の実施形態において、セル液晶層7はその全領域にわたって一様の液晶配向を有することができる。これは、上記ディスプレイの全領域にわたって上記セル液晶層がその狭い状態にスイッチングされたときに、上記階調曲線が同様に影響を受けることを意味するであろう。これは、高レベルのプライバシーで非テキスト画像を表示するのに適しているに違いないが、単にコントラストが反転されたテキストは容易に読むことができるので、テキストを表示するには適さないかもしれない。図5(a)および図5(b)の実施形態が、単一の様なセル液晶層で使用される場合、狭い観視モードにおける意図された視角範囲の外側の視角についての階調曲線を狭い観視モードにおいてできるだけ平坦にすることが望ましいかもしれない。その結果、高い視角では非テキスト画像およびテキストの両方がほぼコントラストなしに表示される。ほぼ平坦な階調曲線は、例えば、厚さ、光学異方性、傾斜形状などのような液晶材料のパラメータを適切に選択することによって得ることができる。(この発明の他の実施形態も、狭い観視モードにおける意図された視角範囲の外側でほぼ平坦な階調曲線を有するように構成することができる)。

【0132】

この実施形態の変形では、ディスプレイ 22 の異なる領域についての階調曲線が異なる様式で影響を受けるように、セル液晶層 7 を駆動するのに用いる複数の電極をパターン化することができる。例えば、上記セル液晶層の一部の領域に電圧を印加し上記セル液晶層の他の領域には電圧を印加しないように、上記セル液晶層に電圧を印加するための複数の電極をパターン化することができる。上記セル液晶層をその狭い状態へスイッチングするように上記複数の電極に電圧が印加されると、これは、上記セル液晶層の一部の領域（電圧が印加された領域に対応する）においてベンド状態の形成をもたらす一方、上記セル液晶層の他の領域（上記複数の電極によって電圧が電極によって印加されなかった領域に対応する）では低い傾斜のスプレイ状態が残存するであろう。セル液晶層 7 の、ベンド状態に切り替えられた領域は、コントラスト反転と共に異常な階調曲線を与える一方、上記セル液晶層の、低い傾斜のスプレイ状態が残存する領域は、実質的に影響を受けない階調曲線を与えるであろう。結果として生じる上記ディスプレイの領域にわたる階調曲線の変化は、錯乱を招き、画像およびテキストの両方にプライバシーを与えるのに非常に有効であろう。

10

【0133】

上記セル液晶層に印加される電圧が上記セル液晶層の領域間で変化するように、より複雑な電極のパターン化を用いるか、あるいは多重化などのような駆動技術を用いることによって、上記セル液晶層のパターン化をさらに複雑にすることができる。この場合、上記階調曲線に生じさせられる変形の量が、上記セル液晶層の領域間でより大きく変化し、その結果、より複雑なパターンの錯乱が生じるであろう。人間の目は単純なパターンを除去する能力が非常に高いので、これは、動画像を個人的にするのに特に有効かもしれない。

20

【0134】

上記駆動技術は、さらに、セル液晶層の、時間とともに変化するパターン化を提供するのに適用できる。これは、またもや、異常な階調曲線が見られる観視領域 (viewing regions) で時間とともに変化する階調曲線を与え、その結果、異常な階調曲線が見られる観視領域で観視者が表示された画像を読み取るのをより困難にする。

【0135】

図 5 (a) および図 5 (b) の実施形態において、セル液晶層 7 はゼロのねじれを有している。結果として、セル液晶層を低い傾斜のスプレイ状態からベンド状態にスイッチングするために、ベンド状態の核生成が必要である。このプロセスは、遅く、転移を開始させることを核生成の種に要求する。上記ベンド状態の核生成の必要を回避するために、上記セル液晶層に電圧が印加されていないときの安定した液晶状態が 180° ねじれ状態となるように、適切なキラルドーパントを上記セル液晶層の液晶材料に添加することが可能である。上記セル液晶層に電圧が印加されているとき、高電圧のベンド状態への転移を核生成なしに達成することができ、その結果、上記転移はゼロねじれのセル液晶層よりも遥かに速くなる。 180° ねじれセル液晶層で得られた高電圧のベンド状態は、図 5 (b) 中に示すベンド状態に非常に類似しており、この場合にもまた、上記ディスプレイに対して狭い観視モードを提供するであろう。

30

【0136】

180° ねじれセル液晶層を用いる場合、上記セル液晶層に電圧が印加されず、かつ上記液晶分子が 180° ねじれ状態をとっているときに、上記セル液晶層の効果によって入射光の偏光面が 180° (または 180° の整数倍) 回転させられるように、上記セル液晶層が正確な光学的厚さを有することが好ましい。その結果、上記セル液晶層は、 180° ねじれ状態にスイッチングされたときには階調曲線に影響を与えず、広い範囲の視角にわたって正常な階調曲線が見られるであろう。

40

【0137】

一例として、上記液晶層にわたって 180° のねじれを持つ 4 mm 厚の液晶層を得るためには、8 mm のピッチを持つキラルドーパントを使用することを必要とするであろう。上記ねじれは、左旋性 (s 型) であってもよく、右旋性 (r 型) であってもよい。キラル

50

ドーパント R 8 1 1 (メルク(Merck)から入手可能な Z L I 3 7 8 6 としても知られている) およびキラルドーパント S 8 1 1 (メルクから入手可能な Z L I 8 1 1 としても知られている) は、適切なドーパントである。これらキラルドーパントは、反対の意味で(in opposite senses) 1 1 という低い螺旋誘起力(helical twisting power)を有している。上記螺旋誘起力(HTP)は、 $HTP = 100 / (\text{ピッチ} \times \text{重量濃度})$ として定義できる。したがって、 $HTP = 11$ のキラルドーパントを用いて8mmのピッチを得るためには、1.14重量%の濃度のキラルドーパントを必要とする。

【0138】

上記追加の液晶層のための一部の液晶モードは、液晶層をパターン化するか、あるいは2つの追加の液晶層を設ける必要なしに、上記狭い観視モードにおいて上記垂直軸の両側で異常な階調(grey scale)を与えるであろう。図7(a)および図7(b)は、本発明のさらなる実施形態に係るディスプレイを示し、ここでは、単一の追加の液晶層が、狭い観視モードにおいて上記垂直軸の両側で異常な階調を与える。ディスプレイ23は、入射偏光子2と出射偏光子3との間に配置された画像ディスプレイ層1を含んでいる。画像ディスプレイ層1は、任意の適切な画像ディスプレイ層1とすることができ、図7(a)および図7(b)中ではねじれネマチック液晶層として示している。ディスプレイ23は、透過型ディスプレイであり、使用時に適切なバックライト(図示しない)によって照らされる。

10

【0139】

ディスプレイ23は、広い観視モードと狭い観視モードとの間で上記ディスプレイを切り替えることを可能にするために設けられた追加の構成要素7をさらに含んでいる。追加の構成要素7は、液晶層24および固定リターダー25を含んでいる。図7(a)および図7(b)は、追加の液晶層24と入射偏光子2との間に配置された固定リターダーを示すが、それに代えて、追加の液晶層24と出射偏光子3との間に固定リターダー25を配設することによっても、上記実施形態を実現できる。この場合にもまた、実際には追加の液晶層24を液晶パネルに組み入れることができるが、基板、液晶分子27を配向させるための配向面、および電界を印加するための電極膜などのような、上記パネルの他の構成要素は、従来のものでよく、図7(a)では明瞭にするために省略している。

20

【0140】

光が上記垂直軸に対して角度をなしてディスプレイ23を通過して伝播するとき、固定リターダー25および追加の液晶層24は両方とも、0でない実効屈折率異方性 n を有するであろう。上記発明のこの実施形態によれば、上記液晶分子が広い状態にスイッチングされているときに、追加の液晶層24は、上記固定リターダーの屈折率異方性と反対の符号の屈折率異方性を有する。固定リターダー25および追加の液晶層が適切に選択されている場合、固定リターダー25によって発生させられるリタレーションが、その広い状態にある追加の液晶層24によって発生させられるリタレーションに、大きさが等しく、符号が反対となるように、それを構成することができる。その結果、固定リターダーのリタレーションは、追加の液晶層のリタレーションによって相殺される。したがって、固定リターダー25と上記追加の液晶層との組合せは、全リタレーション(overall retardation)を与えない。その結果、上記ディスプレイを通過して伝播する光の偏光状態は、上記垂直軸に平行であっても上記垂直軸に対して角度をなしていても、変化しない。したがって、上記ディスプレイを通過して伝播する光は、正常な階調曲線を有するであろう。その結果、正常な階調曲線が広い視角範囲にわたって見られ、それによって広い観視モードを上記ディスプレイに与えるであろう。

30

40

【0141】

追加の液晶層24がその狭い状態にスイッチングされているとき、そのリタレーションが変化し、その結果、固定リターダー25のリタレーションは、上記追加の液晶層のリタレーションを正確に補償せず、光は、固定リターダー25および追加の液晶層24を通過する時に0でない全リタレーションを受けるであろう。0でない全リタレーションは、上記垂直軸に対して角度をなして伝播する光の偏光状態の変化をもたらし、それによって視

50

角に依る偏光状態の変化を生じさせるであろう。リターダ－２５の存在は、この実施形態が、広い観視モードにおいて水平配向を有するものに限定されないことを意味する。これは、上記垂直軸に対して一部の角度で伝播する光に対して異常な階調曲線をもたらし、それゆえ、狭い表示モードを提供する。一例として、この実施形態の１つの実施において、追加の液晶層２４は、垂直に配向したネマチック液晶層である。電圧が印加されていないときには、図７（ａ）中に示すように、VAN液晶層２４の液晶分子２７は、上記ディスプレイの垂直軸と平行に配向させられる。VAN液晶層は正の屈折率異方性を有しており、それゆえ、固定リターダ－２４は負の屈折率異方性を有するように選択される。図７（ａ）および図７（ｂ）の特定の実施において、固定リターダ－２５は、その光軸が上記リターダ－の面に垂直となるように構成された負の一軸性リターダ－である。したがって、固定リターダ－２５の光軸は、ディスプレイ２３の垂直軸と平行である。リターダ－２５は、例えばディスコティック液晶層などのようなディスコティックなリターダ－とすることができる。

10

【０１４２】

上記垂直軸に沿って上記ディスプレイを通して伝播する光は、固定リターダ－２５の光軸と平行に伝播しており、また、図７（ａ）中に示すようにVAN液晶層２４の液晶分子２７が上記ディスプレイの垂直軸と平行に配向させられているときに、VAN液晶層２４の光軸と平行である。したがって、実効屈折率異方性は０であり、光は、固定リターダ－２５およびVAN液晶層２４を通過する結果として、その偏光状態の変化を受けない。それゆえ、上記ディスプレイの輝度は、画像ディスプレイ層１、入射偏光子２、および出射偏光子３によって決定され、広い範囲の視角にわたって正常な階調曲線が得られる。したがって、ディスプレイ２３は、広い観視モードで動作する。

20

【０１４３】

適切な電圧がVAN液晶層２４に印加されているときには、図７（ｂ）中に示すように、上記液晶分子は傾斜した状態をとり、その状態では上記液晶分子はもはや上記ディスプレイの垂直軸と平行でない。その結果として、光が上記垂直軸に対して角度をなして上記ディスプレイを通して伝播すると、固定リターダ－２５のリタレーションが上記VAN液晶層のリタレーションを正確に補償せず、光は、固定リターダ－２５およびVAN液晶層２４を通過する時に０でない全リタレーションを受けるであろう。０でない全リタレーションは、上記画像ディスプレイ層を通過し上記垂直軸に対して角度をなして伝播している光の偏光状態の変化をもたらすであろう。この偏光状態の変化は、出射偏光子３によって輝度の変化に変換され、それによって異常な階調曲線を与える。

30

【０１４４】

この実施形態では、上記VAN液晶層の傾斜した状態が、上記分子の傾斜した状態における上記分子の方位角の方向が出射偏光子３の透過軸に対して平行または垂直となるような状態であることが好ましい。この配向では、ディスプレイ２３の垂直軸に沿って伝播する光は、固定リターダ－２５およびVAN液晶層２４を通過する結果として、その偏光状態の変化を受けないであろう。したがって、上記ディスプレイの垂直軸に沿ってディスプレイ２３を通して伝播する光は、正常な階調曲線を有するであろう。それゆえ、ディスプレイ２３は、上記垂直軸に沿ってあるいは上記垂直軸に近い方向に沿って見る観視者が正常な階調曲線を見ることができ、上記垂直軸から十分にずれた視角で見る観視者が異常な階調曲線を見ることができ、狭い視角モードを提供するであろう。

40

【０１４５】

全リタレーションを与えないように２つの層を設計することは、上記VAN層および上記リターダ－に対して適切な厚さを選択することを本質的に必要とする。例えば、液晶MLC-6883から作られた6mm厚のVAN層は $n = 0.1086$ を有しており、上記層に対して $n \cdot d = 651 \text{ nm}$ の値を与える。 $n = -0.093$ を有するディスコティックフィルムの厚さは、高い視角でVAN層のリタレーションを補償するために7mmであるべきである。

【０１４６】

50

図7(a)および図7(b)の実施形態は、上記広い観視モードにおいて水平の液晶配向を必要としないので、特に有利である。この実施形態は、より大きな設計の選択をもたらすのとは別に、正確な水平の液晶配向を得るのが実際には困難になる可能性があるという利点を有する。多くの場合において、「水平の」配向は、実際には1~2°の残留傾斜を有し、これは広い観視モードを劣化させるであろう。リターダー25の使用はそのような残留傾斜を補償し、正確な水平配向がない状態であっても、良好な広い観視モードを得ることを可能にする。

【0147】

図8(a)~図8(c)は、図7(a)および図7(b)のディスプレイ23についての結果を示す。図8(a)は、VAN液晶層24および固定リターダー25がないときの、TN液晶層1についての階調曲線を示す。図8(a)の結果は、図6(a)の結果に対応するものであり、それゆえ、さらなる説明をしない。

10

【0148】

図8(b)は、上記液晶分子が上記ディスプレイの垂直軸と概ね平行に配向させられるように、上記VAN液晶層がスイッチングされている図7(a)のディスプレイ23についての階調曲線を示す。上記階調曲線が、図8(a)のものと比較して実質的に変化していないことが分かるであろう。上記垂直軸に対して±50°の視角では、階調曲線はTN液晶層に対する約2.2Vの印加電圧について最小の輝度を示し、より高い印加電圧については輝度が僅かに増大するが、本質的には正常な階調曲線が得られる。-50°の視角についての階調曲線がもはや+50°の視角についての階調曲線と正確に一致しないことも分かるであろう。しかしながら、上記階調曲線は、少なくとも±50°までの全ての視角で本質的に正常であり、その結果、広視野角モードが得られる。

20

【0149】

図8(c)は、上記VAN液晶層の液晶分子をそれらの傾斜した配向にするように上記VAN液晶層に電圧が印加されるとき、図7(b)のディスプレイについて得られた階調曲線を示す。-10°の視角についての階調曲線はもはや+10°の視角についての階調曲線と正確に一致せず、両方の階調曲線がTN液晶層1に印加される電圧が増加するに従って輝度の単調減少を示すが、±10°の視角についての階調曲線が著しい影響を受けないことが分かるであろう。±10°の視角について正常な階調曲線が得られる。

【0150】

しかしながら、±50°の視角についての階調曲線が著しく変化させられていることが分かるであろう。-50°の視角についての階調曲線は、最初は比較的低い輝度を有しており、上記TN液晶層に印加される電圧が約1.7Vまで増大されるのに従って最大値まで増大する。その後、上記輝度は、上記TN液晶層に印加される電圧のさらなる増大にしたがって、減少する。逆に、+50°の視角についての階調曲線は、最初は上記TN液晶層に印加される電圧が増大されるのに従って減少し、約1.7Vの印加電圧についてはほとんど0になる。その後、上記輝度は、上記TN液晶に印加される電圧がさらに増大されるのに従って、徐々に増大する。したがって、±50°の視角でディスプレイを見る観視者は、これらの角度での異常な階調曲線のせいで、崩れた画像を見るであろう。したがって、上記ディスプレイは、狭い視角範囲では個人モードで動作する。

30

40

【0151】

図7(a)および図7(b)の実施形態では、上記ディスプレイの狭い観視モードにおいて、追加の液晶層の一部の領域がそれらの広い状態となり、他の領域がそれらの狭い状態となるようにパターン化された電極膜を用いて追加の液晶層24を駆動することができる。図5(a)および図5(b)を参照して上述したように、これは、狭い観視モードにおけるプライバシーをさらに改善する。

【0152】

図7(a)および図7(b)の実施形態において、追加の液晶層24および固定リターダー25は、上記画像ディスプレイ層と上記出射偏光子との間に配置されている。それに代えて、それらを入射偏光子2と画像ディスプレイ層1との間に配置することもできる。

50

その場合、固定リターダー 25 を、入射偏光子 2 と追加の液晶層 24 との間、あるいは追加の液晶層 24 と画像ディスプレイ層 1 との間に配置することができる。

【0153】

図 5 (a) および図 5 (b) の実施形態と、図 7 (a) および図 7 (b) の実施形態とは、90°ねじれネマチック液晶層によって形成された画像ディスプレイ層で示す。その結果として、出射偏光子 3 の透過軸は、入射偏光子 2 の透過軸に対して 90°に向けられる。(入射偏光子 2 の透過軸を図 5 (a)、図 5 (b)、図 7 (a)、および図 7 (b) の紙面にぶつかるように描き、出射偏光子 3 の透過軸をこれらの図の紙面に平行となるように描いている。)しかしながら、これらの実施形態は上記画像ディスプレイ層のためのこの特定の形態に限定されるものではなく、これらの実施形態では、90°以外のねじれを持つねじれネマチック液晶層も、それに応じて上記入射偏光子および上記出射偏光子の透過軸を調節すれば、用いることができる。実際、これらの実施形態は、上記画像ディスプレイ層にねじれネマチック液晶層を用いたものに限定されるものではなく、いかなる適切な透過型画像ディスプレイ層も使用できる。

10

【0154】

図 9 (a) および図 9 (b) は、上記発明のさらなる実施形態に係るディスプレイ 28 の概略断面図である。図 9 (a) は、その広い観視モードにあるディスプレイを示し、図 9 (b) は、その狭い観視モードにあるディスプレイを示す。前出の実施形態のように、ディスプレイ 28 は、入射偏光子 2 と出射偏光子 3 との間に配置された画像ディスプレイ 1 を含んでいる。そのディスプレイは、角度による光変調をもたらすための追加の構成要素 7 も含んでおり、それゆえに上記ディスプレイが広い観視モードまたは狭い観視モードで動作することを可能にする。

20

【0155】

図 9 (a) および図 9 (b) の実施形態において、追加の構成要素 7 は、電界制御複屈折 (ECB) モードの液晶層である。上記 ECB 液晶層は、実際には液晶パネルに組み入れることができるが、基板、液晶分子 27 を配向させるための配向面、および電界を印加するための電極膜などのようなパネルの他の構成要素は、従来のものでよく、図 9 (a) および図 9 (b) では明瞭にするために省略している。

【0156】

電圧が印加されていないとき、図 9 (a) 中に示すように ECB 液晶層 7 の液晶分子は、上記ディスプレイの基板 (図 9 (a) または図 9 (b) の中には示さない) の面と平行に配向させられ、かつ出射偏光子 3 の透過軸に平行な方位角の方位に配向させられている。それに代えて、上記 ECB 液晶分子を、上記基板の面と平行であるが出射偏光子 3 の透過軸に垂直な方位角の方位に配向させてもよい。垂直軸に沿って (上記基板の面と垂直に) 上記ディスプレイを通じて伝播する光は、ECB 液晶層 7 の光軸に対して垂直に伝播している。したがって、実効屈折率異方性は 0 であり、その結果として、光はその偏光状態の変化を受けない。軸外方向 (すなわち上記ディスプレイの基板に垂直な方向ではない) に伝播する光は、ECB 液晶層 7 を通過する時に、実質的にゼロの有効リタデーションを受け、その結果として、光はその偏光状態の変化を受けない。したがって、上記ディスプレイの輝度は、上記画像ディスプレイ層 (図 9 (a) 中のモバイル A S V LCD パネル)、入射偏光子 2、および出射偏光子 3 によって決定され、広い範囲の視角にわたって正常な階調曲線が得られる。したがって、上記ディスプレイは、広い観視モードで動作する。

30

40

【0157】

適切な電圧が上記 ECB 液晶層に印加されているとき、上記 ECB 液晶分子は傾斜した状態をとり、この状態ではもはや、図 9 (b) 中に示すように上記 ECB 液晶分子が上記ディスプレイの基板と平行でない。その結果として、上記ディスプレイを通過して軸外方向 (すなわち上記基板に垂直な方向ではない) に光が伝播するとき、上記光は、ECB 液晶層 7 を通過する時に 0 でない全リタデーションを受けるであろう。0 でない全リタデーションは、画像ディスプレイ層 1 を通過し上記垂直軸に対して角度をなして伝播している

50

光の偏光状態の変化をもたらすであろう。この偏光状態の変化は、出射偏光子3によって輝度の変化に変換され、それによって異常な軸外の階調曲線を与える。上記ECB液晶層の傾斜した分子構造は、傾斜の面に対して対称であり、それゆえ、分子傾斜の面に対して対称的に上記ECB液晶層を通して伝播する光は、等しい量のリタデーションを受ける。その結果、プライバシー関数(階調曲線)は、図10(b)中に示すようにECB分子配向の面に対して対称である。

【0158】

この実施形態では、上記ECB液晶層の傾斜した状態が、傾斜した状態にあるECB液晶分子の方位角の方向が出射偏光子3の透過軸と平行または垂直となるように、なっていることが好ましい。この配向では、上記ディスプレイの垂直軸に沿って伝播する光は、それがECB液晶層7を通過する結果としてその偏光状態の変化を受けないであろう。したがって、ディスプレイの垂直軸に沿ってディスプレイを通して伝播する光は、正常な階調曲線を有するであろう。それゆえ、上記ディスプレイは、上記垂直軸に沿ってあるいは上記垂直軸に近い方向に沿って見る観視者が正常な階調曲線を見ることができ、上記垂直軸から十分にずれた視角で見る観視者が異常な階調曲線を見よう、狭い視角モードを提供するであろう。

【0159】

上述した実施形態の実施例として、5ミクロン厚のECB液晶パネルを作製し、複屈折 $n = 0.0823$ を有する液晶ZLI-4619-100で満たした。上記層の全リタデーションは、 $n \cdot d = 411 \text{ nm}$ であった。この層を、携帯電話に使用される一般的な表示パネルである「モバイルASV」LCDパネル1に追加した。上記モバイルASV LCDパネルは、VAN液晶モードに基づくものであって、パネル1を通して透過する光の偏光が直線偏光ではなく円偏光となるように光学位相差フィルム $29 \cdot 30$ を追加したものである。本発明は、光が追加の液晶層7によって透過されるときに直線偏光させられ、図9(a)および図9(b)中に示すように上記追加のECB液晶パネルが上記位相差フィルムと1つの偏光子との間に配置されていることを必要とする。この配置では、光が直線偏光させられる。

【0160】

図9(a)および図9(b)は画像ディスプレイ層1をモバイルASV LCDパネルとして示すが、本実施形態は、この特定の画像ディスプレイ層に限定されるものではない。ECB液晶層は、他の画像ディスプレイ層に対して角度による光変調をもたらすために用いることができる。

【0161】

図10(a)および図10(b)は、3つの階調値において、モバイルASV LCDパネルを有するディスプレイについて強度を角度の関数として示す。ECB液晶パネル7は、上記ディスプレイの上記出射偏光子と上述したモバイルASVパネルの上記複数リタダーとの間に挟持されている。図10(a)では、上記ECB液晶層の分子が上記パネルの面内に配向させられるように、0ボルトがECB液晶パネル7に印加されている。図10(b)では、図9(b)中に示すように傾斜した状態が達成されるように電圧がECB液晶パネル7に印加されている。ECB液晶層7に印加された0の電圧では、全ての入射角で暗階調から明階調までの一様な輝度の向上があることが、図10(a)から分かるであろう。したがって、広い観視モードが得られる。しかしながら、電圧が上記ECB液晶パネルに印加されているときには、高入射角での輝度はもはや、図10(b)中に示す階調に従って単調に増加しない。それゆえ、これらの高入射角での画質が崩され、狭い観視モードが提供されるであろう。

【0162】

ECB液晶パネル7は、画像ディスプレイ層1における、バックライト5または観視者の何れかに対向する側に配置することができる。しかしながら、上記画像ディスプレイ層としてモバイルASV LCDパネルを用いる場合、上記バックライトからのそれら反射(stray reflections)を回避するために、画像ディスプレイ層1における、観視者に対向

10

20

30

40

50

する側にECB液晶層7を配置することが有利である。さらに、偏光子2, 3、リターダ-2, 9、画像ディスプレイパネル1、およびECB液晶パネル7が屈折率整合材料によって光学的に結合されていることが有利である。

【0163】

上述したように、上記狭い観視モードにおける表示された画像のプライバシーを向上させるために、追加の液晶層7の異なる領域で異なる角度の液晶分子の傾斜が得られるように、本発明のディスプレイの追加の液晶層7にパターン化された電極を設けてもよい。追加の液晶層7を駆動するのにパターン化電極を用いることで生じうる1つの欠点は、狭い観視モードにおいて、上記ディスプレイを軸外方向に見る観視者に見えるよう意図されたパターンまたは画像が、特に上記ディスプレイの角または縁で、上記ディスプレイをその垂直軸に沿って見る観視者にも見える可能性があるということである。この効果を図11中に示す。ここでは、観視者8は上記ディスプレイをその垂直軸に沿って見ているが、上記ディスプレイの縁から観視者の目に達する光が上記表示パネルの法線方向に対して大きな角度で放射されることが分かるであろう。

10

【0164】

通常はスイッチングされない追加の液晶層7の領域に小さな電圧を印加すれば、この問題を回避できる。したがって、これらの低電圧領域についての階調曲線の変化は、小さな入射角では高電圧領域と一致する。しかしながら、上記低電圧領域についての階調曲線の変化は、視角の増大につれて小さいままである。これは、小さな角度ではプライバシー・パターンをより見えにくくする一方、大きな角度ではプライバシー効果を維持する。上記ECBパネルの異なる領域に小さい電圧および大きな電圧を与えるのに適した電極レイアウト31を図12中に示す。これは英国特許出願公開第2413394号および欧州特許出願公開第1589366号でより詳細に記述されている。これらの文献は、参照によって本明細書に組み込まれるものとする。

20

【0165】

図12の電極レイアウト31は、上記電極材料が上記ディスプレイの可視領域のほぼ全体を覆うことができるという利点も有している。電極領域間の間隙は、10mmという小さいものとすることができる。これは、上記電極材料からの光損失の結果として、上記広い観視モードにおいて電極のパターン化がユーザに見えることを防止する。

30

【0166】

上述したように、上記発明を透過型ディスプレイに関して述べたが、上記発明は透過型ディスプレイに限定されない。それに代えて、上記発明は、反射型ディスプレイまたは半透過型ディスプレイに適用することができる。

【0167】

ここに述べた実施形態の何れにおいても、上記ディスプレイの上記画像ディスプレイ層をその視角特性を変化させるような方法で駆動できる場合、そのような駆動技術は、上述した発明の実施形態の何れとも組み合わせることができる。例えば、上記ディスプレイの上記画像ディスプレイ層が必然的に、特定の駆動法で高い視角でコントラスト反転を示す場合(例えば、上記画像ディスプレイ層が、特定の電圧範囲内で高い視角でコントラスト反転を示す液晶材料を含む場合)、上記画像ディスプレイ層を、上記狭い観視モードにおいて、例えば「ロケット」ソフトウェアに類似した技術を用いて、高い視角でコントラスト反転を示すような駆動法で駆動することができる。

40

【0168】

ここで述べた実施形態のうちの何れも、上記ディスプレイが、いつ上記個人モード、すなわち狭い視角モードにあるのかについての指示をユーザに与えるように構成することができる。例えば、上記ディスプレイが上記個人モードにあることを示すように画像またはアイコンを表示させるソフトウェア内でこれを提供することができる。そのようなアイコンは、例えば上記ディスプレイのスクリーンの下端に表示された画像の上に、重ねられてもよく、単語「個人的(private)」を含んでいてもよい。それに代えて、上記ディスプレイが上記個人モードに切り替えられたときに、上記追加の構成要素の上記画像ディスプレ

50

イの部分適切なアイコンを表示するよう作動させるように、上記画像ディスプレイ内または上記追加の構成要素内でこの機能を提供することができる。

【0169】

ここで述べたディスプレイは、表示される画像の内容が適切なタイプであるときに、上記ディスプレイを、自動的に個人モードに切り替えるデバイスまたは装置と組み合わせてもよく、上記デバイスまたは装置と協働するように設けてもよい。例えば、上記ディスプレイを複数のインターネット・ページを見るために使用する場合、上記複数のインターネット・ページに関連付けられた複数のソフトウェア・フラグの何れかを、上記ディスプレイに個人モードの動作を開始させるのに用いてもよい。そのような用途の例は、ブラウザを安全な暗号化されたモードで動作させている場合、例えば、個人の銀行の詳細を見ている場合や、安全なトランザクションを実行している場合などである。

10

【0170】

さらに、上記ディスプレイが、データ入力のためのディスプレイの一部であるか、あるいはデータ入力のためのディスプレイに関連付けられており、かつ、入力しているあるいは入力しようとしているデータのタイプが個人表示モードを必要とするものであるときに、上記ディスプレイが上記個人モードに切り替わるように構成することも可能である。例えば、個人識別番号(「PIN」)の入力は、上記ディスプレイを自動的に個人モードに切り替えさせることができる。そのような装置は、例えば、小売商店内で「チップ・アンド・ピン(chip and pin)」技術と共に使用することができる。

【0171】

20

上述した実施形態において、液晶層7, 15は、上記狭い観視モードを生じさせる配向において、上記広い観視モードを生じさせる配向において液晶層7, 15が有するリタレーションと同じ符号の、正または負のリタレーションを有している。材料のリタレーションの符号は、光軸に平行な方向で測定された屈折率が光軸に垂直な方向で測定された屈折率よりも大きい場合に、正となるように定義される。

【0172】

上述した実施形態では、上記ディスプレイの広い観視モードにおける追加の液晶層7の状態は、水平または垂直の液晶状態であった。しかしながら、上記発明は、原理上、これに限定されない。

【0173】

30

本発明のディスプレイが、上記狭い観視モードにおいて上記垂直軸の両側で異常な階調を得るために、例えば図4(a)~図4(c)の何れかに示すような、パターン化された追加の液晶層7を必要とする否か(あるいは、それに代えて、図4(d)および図4(e)中に示す2つの追加の液晶層を必要とする)は、追加の液晶層7の液晶モードに依存する。上記追加の液晶層のための一部の液晶モードは、上記液晶層をパターン化したり2つの追加の液晶層を設けたりする必要なしに、上記狭い観視モードにおいて上記垂直軸の両側で異常な階調を与えるであろう。

【0174】

上述した実施形態の多くにおいて、上記狭い視角範囲は、その二等分線が上記ディスプレイの垂直軸に平行またはほぼ平行となるようになっていた。しかしながら、一部の用途においては、上記狭い視角範囲が、その二等分線が上記ディスプレイの垂直軸と平行でないようになっていたことが望ましいかもしれない。上記特徴は、上記ディスプレイが、自動車用途に、例えば車両のダッシュボード内に使用される場合に望ましいかもしれない。そのような装置は、上記狭い視角モードにおいて、同乗者または運転手が表示された画像を見ることができないように使用することができる。これは、例えば、図2(a)中に示す狭い視角範囲の二等分線が上記ディスプレイの垂直軸と平行ではない図2(a)~図2(d)中に示すディスプレイを用いることによって達成できる。

40

【0175】

表示された画像は低い照明状態ではより明るく見えるので、ディスプレイ上の画像が意図した観視者以外の人々に見えるという問題は、低い周囲光の条件でより重大となりうる

50

。したがって、上述したディスプレイは周囲光センサを含むことが可能であり、周囲光のレベルが予め設定された閾値未満に低下したことを上記周囲光センサからの出力が示すときに、上記ディスプレイが個人モードに切り替わるように構成できる。

【図面の簡単な説明】

【0176】

【図1(a)】本発明の第1の実施形態に係るディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイの概略平面図である。

【図1(b)】図1(a)のディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイを示す。

【図1(c)】本発明の第2の実施形態に係るディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイの概略平面図である。

【図1(d)】図1(c)のディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイを示す。

【図2(a)】本発明の参考とするディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイを示す。

【図2(b)】本発明の参考とするディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイを示す。

【図2(c)】図2(a)のディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイを示す。

【図2(d)】図2(a)のディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイを示す。

【図3(a)】本発明のディスプレイの動作原理を示す。

【図3(b)】本発明のディスプレイの動作原理を示す。

【図4(a)】本発明の一実施形態を示す。

【図4(b)】本発明の一実施形態を示す。

【図4(c)】本発明の他の実施形態を示す。

【図4(d)】本発明の他の実施形態を示す。

【図4(e)】本発明の他の実施形態を示す。

【図5(a)】本発明のさらなる実施形態のディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイの概略断面図である。

【図5(b)】図5(a)のディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイの概略断面図である。

【図6(a)】図5(a)のディスプレイの動作を示す。

【図6(b)】図5(a)のディスプレイの動作を示す。

【図6(c)】図5(a)のディスプレイの動作を示す。

【図7(a)】本発明のさらなる実施形態に係るディスプレイであって、その公共モードにあるディスプレイの概略断面図である。

【図7(b)】図7(a)のディスプレイであって、その個人モードにあるディスプレイを示す。

【図8(a)】図7(a)のディスプレイの動作を示す。

【図8(b)】図7(a)のディスプレイの動作を示す。

【図8(c)】図7(a)のディスプレイの動作を示す。

【図9(a)】本発明のさらなる実施形態に係るディスプレイであって、その広い観視モードにあるディスプレイの概略断面図である。

【図9(b)】本発明のさらなる実施形態に係るディスプレイであって、その狭い観視モードにあるディスプレイの概略断面図である。

【図10(a)】図9(a)のディスプレイについての3つの階調値(greylevel values)における強度を角度の関数として示す。

【図10(b)】図9(b)のディスプレイについての3つの階調値における強度を角度の関数として示す。

10

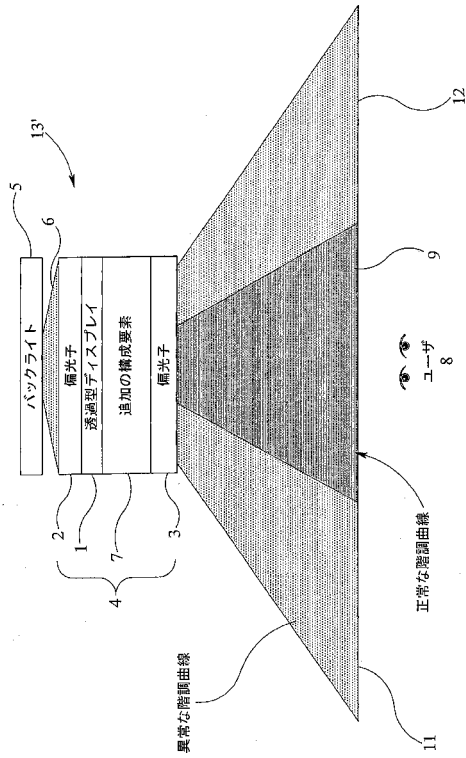
20

30

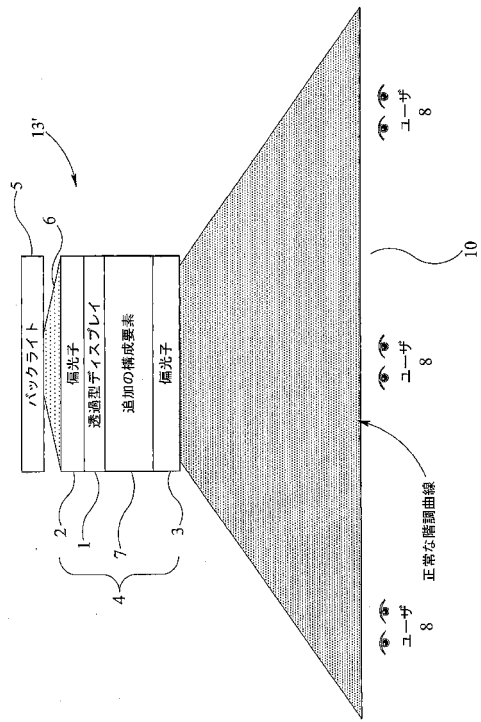
40

50

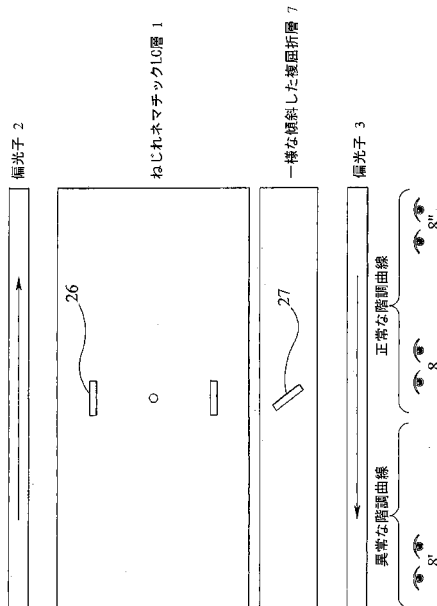
【図1(c)】



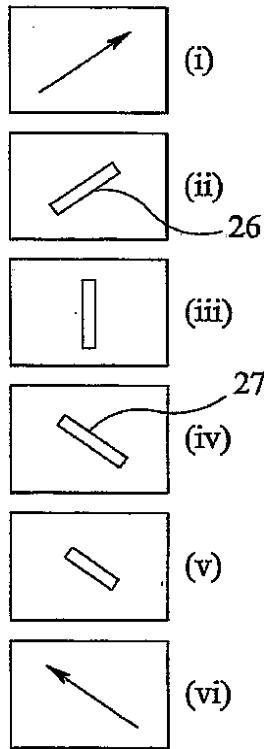
【図1(d)】



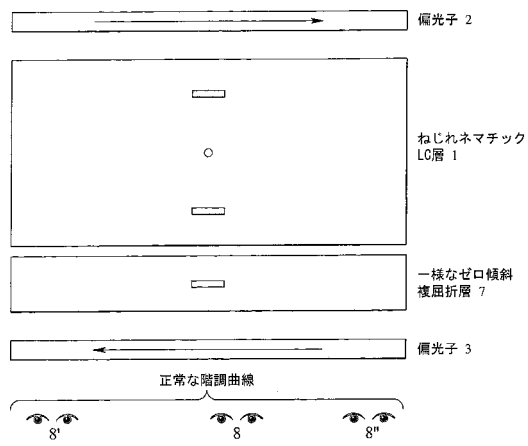
【図2(a)】



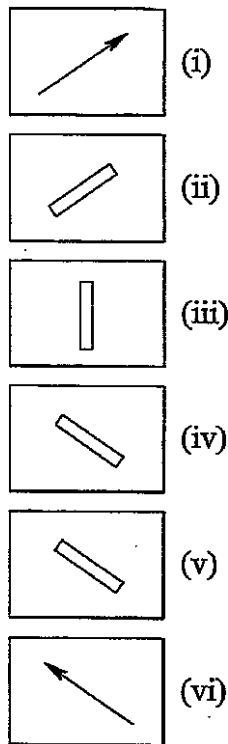
【図2(b)】
FIG 2(b)



【図 2 (c)】



【図 2 (d)】
FIG 2(d)



【図 3 (a)】

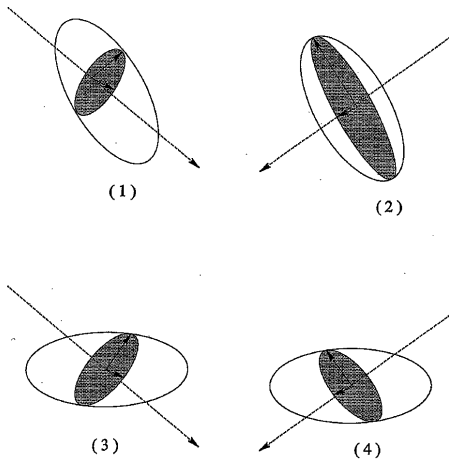
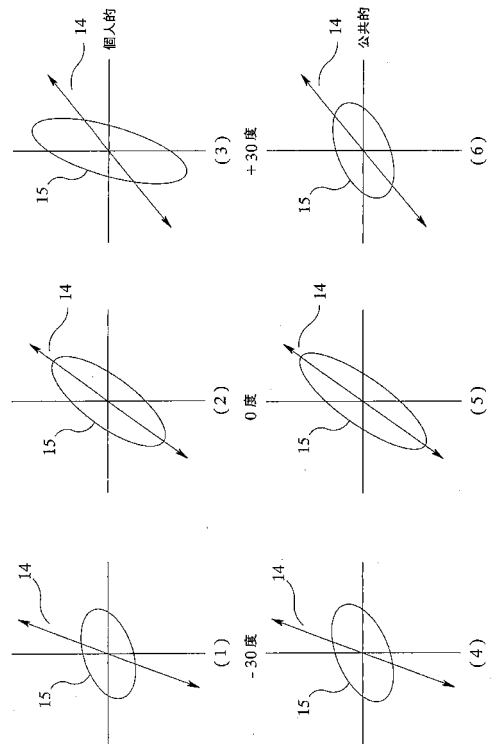
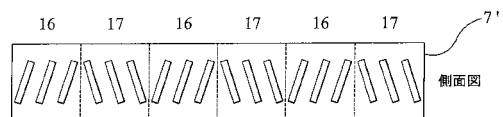


FIG 3(a)

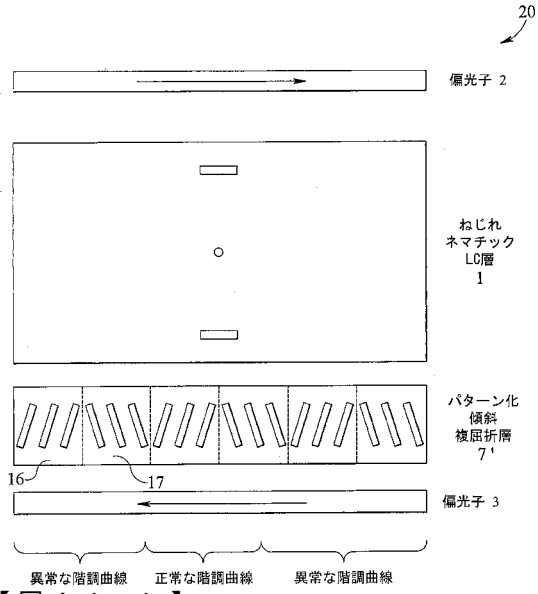
【図 3 (b)】



【図 4 (a)】



【図4(b)】



【図4(d)】

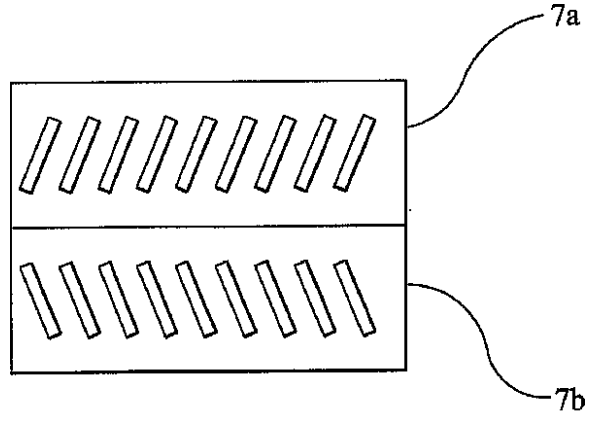
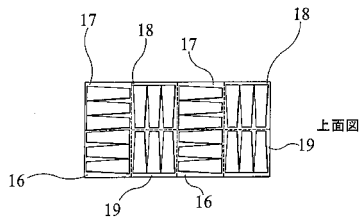
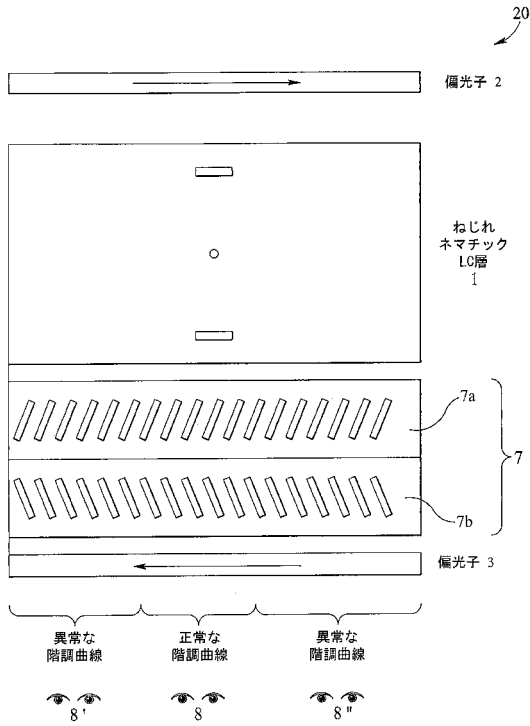


FIG 4(d)

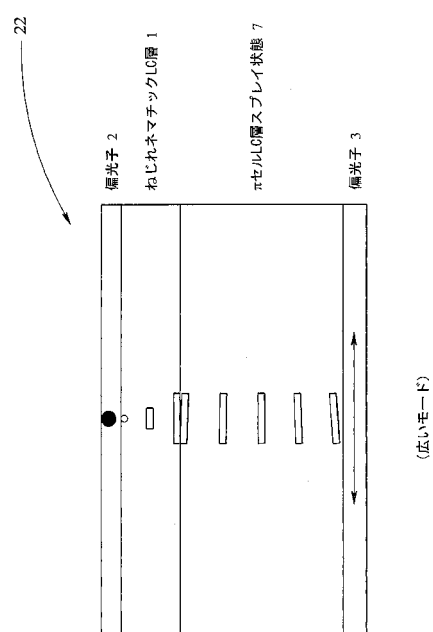
【図4(c)】



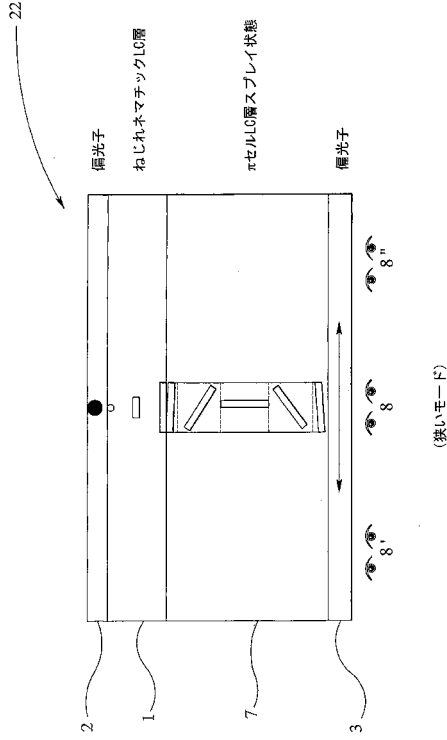
【図4(e)】



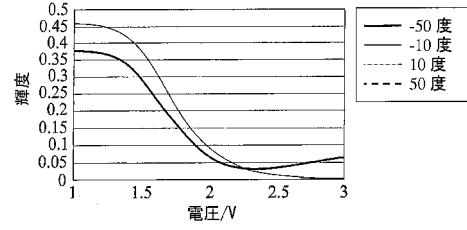
【図5(a)】



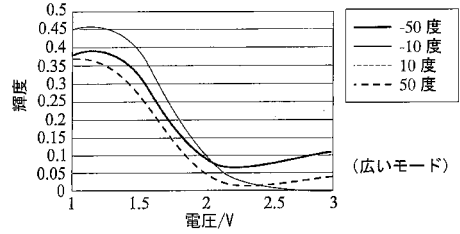
【図5(b)】



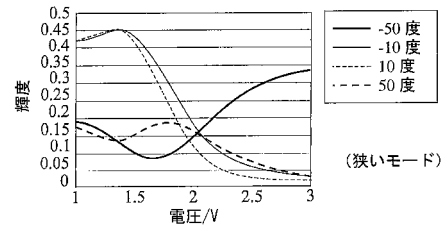
【図6(a)】



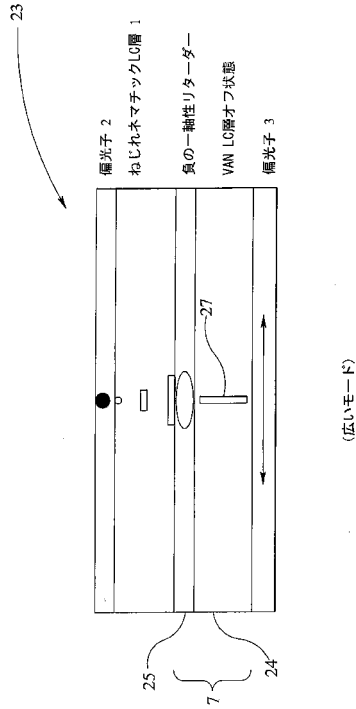
【図6(b)】



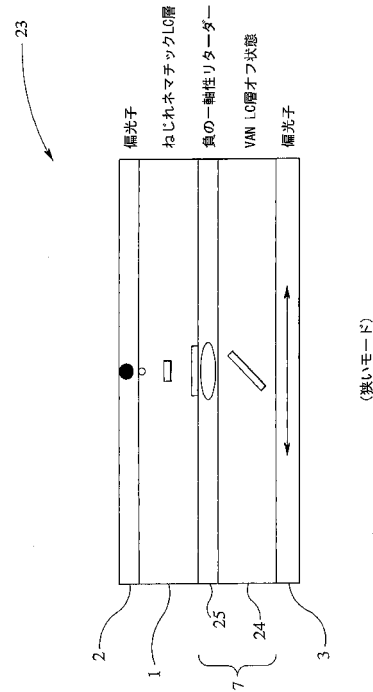
【図6(c)】



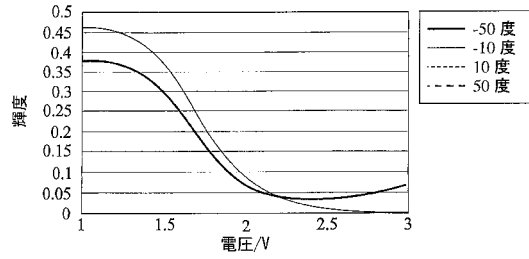
【図7(a)】



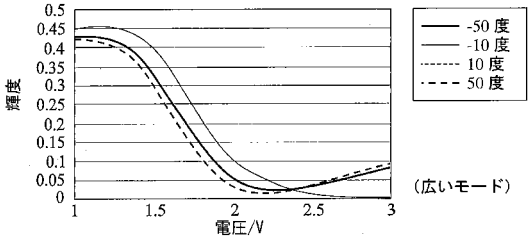
【図7(b)】



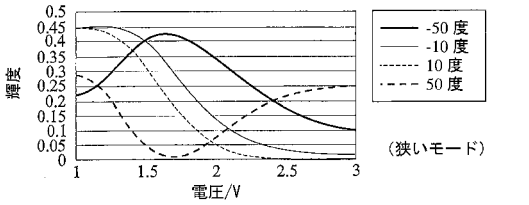
【図8(a)】



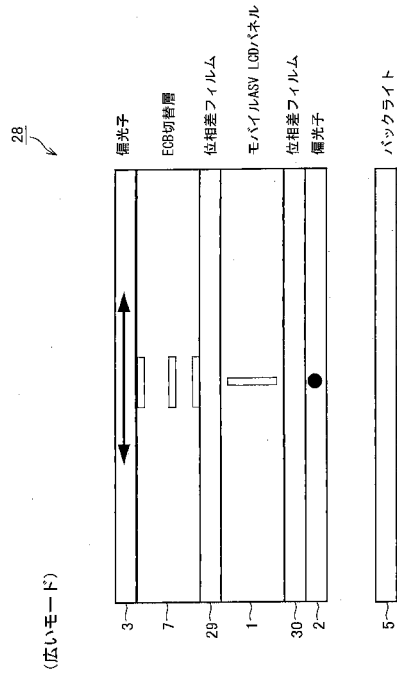
【図8(b)】



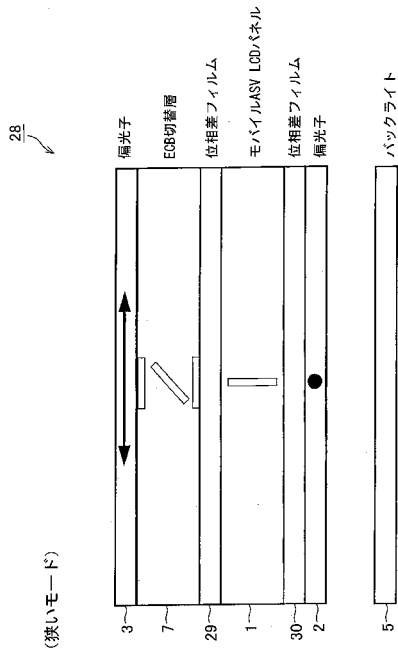
【図8(c)】



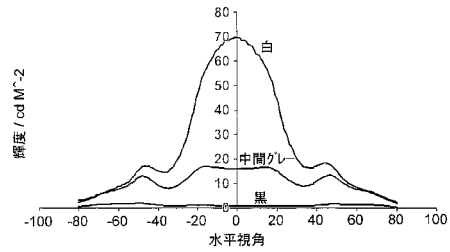
【図9(a)】



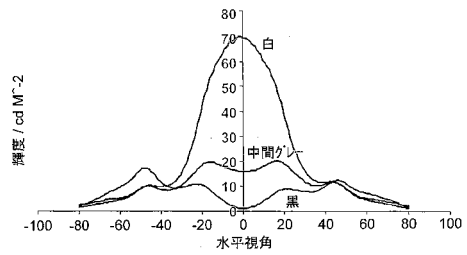
【図9(b)】



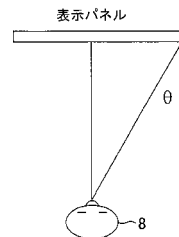
【図10(a)】




【図10(b)】



【図11】



【 1 2】

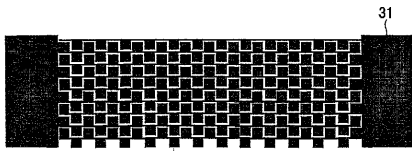


FIG 12

フロントページの続き

- (72)発明者 ポール アントニー ガス
イギリス オーエックス3 9ジェイエル, オックスフォードシャー, オックスフォード, ヘディントン, アッシュ グローヴ 16
- (72)発明者 ヘザー アン スティーヴンソン
イギリス オーエックス4 3ティーエル, オックスフォードシャー, オックスフォード, リトルモア, カウリー ロード 130
- (72)発明者 エマ ジェイン ウォルトン
イギリス オーエックス3 9ユーユー, オックスフォードシャー, オックスフォード, ベックリー, アピントン コテージ 2

審査官 右田 昌士

- (56)参考文献 特開平11-174489(JP, A)
特開平11-007045(JP, A)
特開平09-197405(JP, A)
特表2001-523359(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/139
G02F 1/1335
G02F 1/13363
G02F 1/1347
G09F 9/35
G02B 5/30

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 显示 | | |
| 公开(公告)号 | JP4658147B2 | 公开(公告)日 | 2011-03-23 |
| 申请号 | JP2007554366 | 申请日 | 2006-06-05 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 夏普株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 夏普公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 夏普公司 | | |
| [标]发明人 | ダイアナウルリッチキーン アンソニージョンカーヴァー ポールアントニーガス ヘザーアンステイヴンソン エマジェインウォルトン | | |
| 发明人 | ダイアナ ウルリッチ キーン アンソニー ジョン カーヴァー ポール アントニー ガス ヘザー アン スティヴンソン エマ ジェイン ウォルトン | | |
| IPC分类号 | G02F1/139 G02F1/1335 G02F1/1347 G02F1/133 G02F1/1337 | | |
| CPC分类号 | G02F1/13471 G02F1/1323 G02F2001/133761 | | |
| FI分类号 | G02F1/139 G02F1/1335.510 G02F1/1335.520 G02F1/1347 | | |
| 优先权 | 2005011536 2005-06-07 GB | | |
| 其他公开文献 | JP2008542793A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

显示第一偏振器 (2) 和第二偏振器 (3) (或在反射显示第一偏振器的情况下 (2之间) 和一个反射器), 并且所述第一包括: (4) 具有一个偏振器 (2) 和第二偏振器 (3) (或反射器) 设置在 (1) 的显示层的显示装置。显示层 (1), 所述第一偏振器 (2) 和第二偏振器 (3) (或偏振器 (2) 中的一个与反射器中的一个之间的第一并且布置液晶层 (7)。液晶层 (7) 的至少一个区域的液晶分子具有一个第一状态, 上述1度的视角范围内比具有第一视角的第一显示模式的范围内的显示所述第二观看角度小并且第二状态, 其中具有该范围的第二显示模式包括在显示器中。在第二状态中, 液晶分子, 所述至少一个区域, 相对于液晶层的厚度的至少一部分倾斜, 以显示器的垂直轴, 而垂直轴显示上述第一在第一偏振器和第一偏振器和第二偏振器之一的透射轴或吸收轴中。

1 (a)

