

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4394146号
(P4394146)

(45) 発行日 平成22年1月6日(2010.1.6)

(24) 登録日 平成21年10月23日(2009.10.23)

(51) Int.Cl.

F I

GO2F 1/1335 (2006.01)

GO2F 1/1335 510

GO2F 1/13357 (2006.01)

GO2F 1/13357

GO2B 5/30 (2006.01)

GO2B 5/30

請求項の数 19 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2007-539390 (P2007-539390)
(86) (22) 出願日 平成17年9月13日(2005.9.13)
(65) 公表番号 特表2008-530585 (P2008-530585A)
(43) 公表日 平成20年8月7日(2008.8.7)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2005/017241
(87) 国際公開番号 W02006/092878
(87) 国際公開日 平成18年9月8日(2006.9.8)
審査請求日 平成19年8月21日(2007.8.21)
(31) 優先権主張番号 11/071,411
(32) 優先日 平成17年3月2日(2005.3.2)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(74) 代理人 110000729
特許業務法人 ユニアス国際特許事務所
(74) 代理人 100105717
弁理士 尾崎 雄三
(74) 代理人 100104422
弁理士 梶崎 弘一
(74) 代理人 100104101
弁理士 谷口 俊彦
(72) 発明者 ラザレフ、パヴェル、アイ、
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
002、ベルモント、リンコナーダ サー
クル 52

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像コントラストが向上した液晶表示パネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定方向の透過軸ABを有する広帯域リヤ干渉ポラー（RI - ポラー）を具備したリサイクル型バックライト構造、

各ピクセル領域の光を変調するための空間強度変調構造、

前記透過軸ABに略平行な透過軸を有する広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）、

前記ピクセル領域のそれぞれに備えられたスペクトルフィルタリング構造、を含む一連の素子と、ピクセル領域のアレイと、を具備した画像コントラストが向上した液晶表示パネルであって、

前記RI - ポラー及び前記FI - ポラーは、カスケード結晶化プロセスによって作製され、複数の層が積層された多層構造であり、各多層構造のうち少なくとも一つの層が、光学的に異方性であり、

前記透過軸ABに略平行な方向に 3.4 ± 0.3 の分子間距離を有する全体的に秩序づけられた二軸結晶構造を有し、可視光の波長帯域において透明であり、かつ π 共役系及びイオノゲン基を有する少なくとも一種の多環式有機化合物に相当する棒状超分子によって形成されていることを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項2】

前記空間強度変調構造は、前記バックライト構造に隣接する偏光方向回転素子のアレイをさらに備え、かつ前記広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）は前記スペクト

ルフィルタリング構造に隣接する、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 3】

前記表示パネルの外面上に配置された反射防止手段をさらに備える、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 4】

前記ピクセル領域は、複数のサブピクセル領域を空間的に包含し、前記スペクトルフィルタリング構造は、カラーフィルターのピクセル化されたアレイをさらに備え、かつ前記空間強度変調構造は、複数のサブピクセル領域を含む、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 5】

前記バックライト構造が、
前記空間強度変調構造に面する前面、裏面、及び端部を有する光導体、
前記光導体の端部に光学的に接続され、かつ、前記光導体に光を出射する光源、
入射する光を反射し、かつ、ランダム化することができ、かつ、前記光導体の裏面上に配置される広帯域反射体、

前記光導体の前面上に配置される広帯域リヤ干渉ポラー（RI - ポラー）、並びに
前記 RI - ポラー上に配置され、かつ前記透過軸 AB と略平行な透過軸を有するリヤ広帯域シート偏光子をさらに備える、請求項 1 または 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 6】

前記 RI - ポラーの少なくとも一つの層は、紫外線を可視光に変換する蛍光物質からなる、請求項 1 または 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 7】

前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、400nm 未満に基礎吸収端を有する、請求項 1 または 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 8】

前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、0.98 以上の透過係数を有する、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 9】

前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、可視光の波長帯域において一様に透明である、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 10】

少なくとも一つの光学的に異方性の層が、二価及び／又は三価の金属のイオンで処理されている、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 11】

少なくとも一種の有機化合物材料の分子が複素環を備える、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 12】

少なくとも一つの光学的に異方性の層が、少なくとも一種の二色性染料をベースとするリオトロピック液晶から作製されている、請求項 1 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 13】

前記空間的に包含するピクセル領域のそれぞれに存在する前記複数のサブピクセル領域は、「赤」のサブピクセル領域、「緑」のサブピクセル領域、及び「青」のサブピクセル領域を備える、請求項 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 14】

前記「赤」のサブピクセル領域は、「赤」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「緑」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収し、

前記「緑」のサブピクセル領域は、「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「赤」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収し、

10

20

30

40

50

前記「青」のサブピクセル領域は、「青」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「赤」の帯域及び「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収する、請求項 13 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 15】

前記空間的に包含するピクセル領域のそれぞれに存在する該複数のサブピクセル領域は、「シアン」のサブピクセル領域、「マゼンタ」のサブピクセル領域、及び「黄」のサブピクセル領域を備える、請求項 4 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 16】

前記「シアン」のサブピクセル領域は、「赤」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「緑」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させ、

10

前記「マゼンタ」のサブピクセル領域は、「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「赤」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させ、かつ

前記「黄」のサブピクセル領域は、「青」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「赤」の帯域及び「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させる、請求項 15 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 17】

前記偏光方向回転素子のそれぞれが液晶材料からなる、請求項 2 に記載の液晶表示パネル。

20

【請求項 18】

前記広帯域反射体が、準拡散反射体である、請求項 5 に記載の液晶表示パネル。

【請求項 19】

前記反射防止手段が、該透過軸 A B に略平行な透過軸を有するフロント広帯域シート偏光子である、請求項 3 に記載の液晶表示パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、米国仮特許出願第 60 / 557095 号 (2004 年 3 月 26 日出願) (その開示内容は、その全体が参照により本明細書に記載されているものとする) の優先権を主張するものである。

30

【0002】

本発明は、液晶表示装置の分野に関するものであり、特に、非吸収性干渉カラーフィルターおよび隣接するサブピクセル間での光リサイクリングを用いて画像コントラストを向上させた高輝度カラー液晶表示パネルに関する。

【背景技術】

【0003】

高コントラストのビデオ画像を表示できるフラットな液晶表示 (LCD) パネルに対して大きな需要がある。直視用表示構造を必要とする装置には、例えばノートブック型、ラ

40

【0004】

一般的に、通常のカラー LCD パネルは、本質的に同じ基本構造を有する。それぞれの LCD 表示パネルは、均一な照明強度の面を生成するためのバックライト構造、電氣的にアドレス可能で光強度を変調する制御素子のアレイ、及び変調素子のアレイに隣接して配置され、カラー画像を形成するため変調光のスペクトルフィルタリングをもたらすカラーフィルターのアレイ、を備えている。

【0005】

カラー LCD パネルの設計における目標は、バックライト構造からカラーフィルターアレイを通過する光の透過率を最大に引き出すことである。しかし、従来の設計及び技術を

50

用いる場合、この目標を達成することは不可能である。というのも、以下の要因により光透過が顕著に損なわれるからである。その要因とは、ＬＣＤパネルに使用される吸収型偏光子による光エネルギーの損失、ＬＣＤパネルに使用されるピクセル化された空間強度変調アレの配線及び薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）から反射される光の吸収、ＬＣＤパネルの分光フィルターに用いられている色素による光の吸収、及びＬＣＤパネル内の層間の屈折率の不整合によるフレネル損失である。そのような要因があるために、従来のカラーＬＣＤパネルの光透過効率は、典型的に５％以下である。従って、バックライト構造によって生成される光の最大９５％は、ＬＣＤパネルを通過する間に熱に変わる。従って、直視型又は投影型の表示システムにおいては、大きな供給電力を必要とし、適当な冷却手段等が必要になる大量の熱を発生させるような超高強度のバックライト光源を用なければ、従来の技術のカラーＬＣＤパネルにより高輝度の画像を得ることは不可能である。

10

【０００６】

従来技術のカラーＬＣＤパネル設計の欠点に対して、パネルの光透過効率を向上させ、生成画像の輝度を高めるためにいくつかの代替方法が提案されている。

【０００７】

例えば、コレステリック液晶（ＣＬＣ）偏光子を用いるＬＣＤパネルを、従来のＬＣＤパネルの吸収型染料偏光子の代わりに用いて、色純度の向上を図る方法や、部分的に光をリサイクルする系を用いて、ＬＣＤパネルの輝度を向上させる方法である。また、他のＬＣＤパネルでは、バックライト構造の光誘導パネルから光を取り出すホログラム拡散板と、該ホログラム拡散板によって広範に散乱される光を局所的にリサイクルするＣＬＣ偏光子とを用いて、ＬＣＤパネルの輝度を向上させている。

20

【０００８】

しかし、そのような従来のカラーＬＣＤパネルは、依然として短所及び欠点が解消されていない。特に、従来のＬＣＤパネルは、非吸収性ＣＬＣ偏光子及び局所的な光リサイクルの原理を用いているにもかかわらず、バックライト構造から視認者に至る光路に沿って、少なくとも一つの光吸収層を依然として必要とする。従って、従来のＬＣＤパネルは、光透過効率が非常に低い。そのため、従来のＬＣＤパネルを用いて高輝度のカラー画像を形成するには、高強度のバックライト光源が必要であった。そのようなバックライト光源は、非常に大きな電力を消費し、大量の熱を発生するため、ＬＣＤパネル及びバックライト構造におけるランプ（類）の両方の温度を安全な動作範囲内に維持するためにはファン等の冷却手段の使用が必要である。

30

【０００９】

一方で、広帯域の複屈折反射型偏光子が知られており、それは、該反射型偏光子の厚み軸に沿った空間に割り当てられた反復光学単位に複屈折材料が配置されたものである。この複屈折反射型偏光子は、確立されている共押出技術により、多層シート又はフィルムの形態でポリマー材料から製造することができる。この方法にはある限界がある。ポリマーはこの方法の実施に適したものであることを要する。すなわち、ポリマーが配向した際に少なくとも１つの面で屈折率が異なるような応力光係数を有するポリマーであることを要する。従って、任意のポリマー材料組み合わせを使用できるわけではない。また、あらゆるポリマー材料が共押出に適合するわけではない。多くのポリマーはガラス転移温度より高い温度で延伸するため、反射型偏光子の製造は、高温プロセスである。そのため、反射型偏光子は、独立に（個別に）しか製造することができず、この製造方法は、例えば表示装置や他の装置の製造プロセスに組み込むことができない。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

従って、従来のＬＣＤパネル装置の短所及び欠点を解消して、高輝度のカラー画像を形成可能な改良型ＬＣＤパネルが強く求められている。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

50

本発明は、ピクセル領域のアレイ及び一連のリサイクル型バックライト構造、空間強度変調構造、並びに前記ピクセル領域のそれぞれに付随するスペクトルフィルタリング構造を備える画像コントラストが向上した液晶表示パネルに関する。前記リサイクル型バックライト構造は、予め定められた方向の透過軸 A B を有する広帯域リヤ干渉ポラー（R I - ポラー）を備える。前記空間強度変調構造は、前記透過軸 A B に略平行な透過軸を有する広帯域フロント干渉ポラー（F I - ポラー）を備える。前記 R I - ポラー及び F I - ポラーは複数の層が積層された多層構造である。各多層構造の少なくとも一つの層は、光学的に異方性（光学異方性）であり、かつカスケード結晶化プロセス（C a s c a d e C r y s t a l l i z a t i o n P r o c e s s）によって作製されている。この層は、前記透過軸 A B に略平行な方向に 3.4 ± 0.3 の分子間距離を有する全体的に秩序づけられた二軸結晶構造を特徴とする。この層は、可視光の波長帯域において透明であり、かつ共役 π 系及びイオノゲン基を有する少なくとも一種の多環式有機化合物に相当する棒状超分子によって形成されている。

10

【0012】

本発明及びその多くの利点のより完全な説明は、添付の図面とともに考慮される以下の詳細な説明を参照することで容易に理解されるものである。詳細な説明及び添付図面のすべては本開示の一部を構成するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

先に本発明の概要を説明したが、ここに示す特定の好ましい実施態様を参照することにより、さらに理解を進めることができる。なお、特定の好ましい実施態様は、単なる例示を目的とするものであり、添付する請求の範囲の限定を意図するものではない。

20

【0014】

本発明による LCD パネルの第一の一般化された実施態様におけるサブコンポーネント構造を、より理解しやすいように図 1 に示している。第一の一般化された実施態様の LCD パネル 1 は、リサイクル型バックライト構造 2（x 及び y 座標軸にわたって実質的に均一な強度を有する広帯域の光束をもたらす準拡散反射体 3、広帯域リヤ干渉ポラー（R I - ポラー）4 並びにリヤ広帯域シート偏光子 40 を備える）と、空間強度変調構造（バックライト構造から出射される光の空間強度変調を行う偏光方向回転素子 5 のアレイ、及び広帯域フロント干渉ポラー（F I - ポラー）7 を備える）と、空間フィルタリング構造（バックライト構造によって生成される光の空間フィルタリングを行うカラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイを備える）と、偏光方向回転素子 5 のアレイ及びカラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイと協同して働く反射防止手段（70）とを備える。フロント広帯域シート偏光子を、反射防止手段として用いることができる。ピクセル駆動部 10 は、偏光方向回転素子のそれぞれを制御する。

30

【0015】

バックライト構造は、a 型及び b 型の両方の偏光状態を有するスペクトル成分からなる非偏光を生成する。R I - ポラー及び F I - ポラーは、積層された複数の層からなる多層構造であり、それらは、少なくとも可視帯域の波長において、前記 b 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光を反射し、前記 a 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる偏光を透過させる。リヤ広帯域シート偏光子 4 及びフロント広帯域シート偏光子 7 は、少なくとも、可視帯域の波長において、前記 b 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光を吸収し、前記 a 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる偏光を透過させる。

40

【0016】

各多層構造の少なくとも一つの層は、光学的に異方性（光学異方性）であり、かつカスケード結晶化プロセスによって作製されている。

【0017】

図 2 a は、積層された複数の層からなる多層構造の断面の一例を示す模式図である。この図は、X、Y 及び Z の方向を規定する座標系で表されている。図に示す多層構造は、図

50

面及び明細書を通じて異方性A層（結晶薄膜（thin crystal film、TCF）とも呼ばれる）及び等方性B層と呼ばれる二つの異なる多環式有機材料の層が交互に配置されたものを含有する。異方性TCFは、Optiva, Inc. によって開発されたカスケード結晶化プロセス（Cascade Crystallization Process）と呼ばれる方法により得ることができる（P. Lazarev及びM. Paukshto, Proceedings of the 7th International Workshop “Displays, Materials and Components”（神戸、日本、2000年11月29日～12月1日）、1159-1160頁）。この方法によれば、適当な溶媒中に溶解された有機化合物は、コロイド系（リオトロピック液晶溶液）を形成し、分子は、系の動力学的に従って凝集し、超分子を形成する。この液晶相は、本質的に、秩序系状態の前駆体であり、該超分子の配向および溶媒の除去の過程を経て、固体の異方性結晶層（結晶薄膜（TCF）とも呼ばれる）が形成される。超分子を有するコロイド系から異方性結晶薄膜を合成する方法は、以下の段階を含む。

10

【0018】

（i）基材上（または装置もしくは多層構造の層上）に上述したコロイド系を塗布する段階（該コロイド系は、チキソトロピー性を有する必要がある、それは、予め設定した温度および分散相の所定の濃度を維持することによりもたらされる）、

（ii）該溶液の粘度を低下させる任意の外部作用（加熱、剪断歪作用など）により、塗布されたコロイド系を高流動性、すなわち、粘度が減少した状態に変換する段階（この作用は、後の配向段階全体の間あるいは配向段階の最後に、必要最小限の時間付与することができる。この作用の付与により、配向段階の間、コロイド系が粘度の増加した状態に戻らないようにする）、

20

（iii）該系への外部からの配向作用の段階（該作用は、機械的因子を用いるか、またはそれ以外の手段により、発生させることができる。該外部作用の程度は、該コロイド系の動力学的単位が必要な配向を獲得しかつ異方性結晶薄膜の結晶格子の基礎として働く構造を形成するように、十分なものでなければならない）、

（iv）該層の配向している領域を、該外部作用により粘度が低下した状態から、初期と同等、あるいはそれより高粘度の状態に変換する段階（この変換は、異方性結晶薄膜の構造の劣化が起らず、かつ、表面欠陥が生じないように行われる）、

30

（v）、最終的な異方性結晶薄膜の構造を形成する溶媒除去（乾燥）の最終段階。

【0019】

得られる異方性層において、分子面は互いに平行であり、その分子は、異方性層の少なくとも一部において、三次元的結晶構造を形成する。製造技術を最適化することにより、単結晶膜も形成し得る。

【0020】

異方性層の厚みは、通常、1 μm を超えない。この層の厚みは、塗布する溶液中の固体物質の含有量を変えることにより、及び/又は、塗布する層の厚みを変えることにより、調節することができる。望ましい光学特性を有する層を得るため、混合したコロイド系を用いることができる（そのような混合物は、共同の超分子を形成することができる）。

40

【0021】

溶液における前記有機化合物の混合によって、種々の組成の混合集合体が形成される。色素混合物についてのX線回折パターンを解析することで、3.1～3.7 の範囲の分子間距離に対応する特徴的な回折ピークの存在により、超分子における分子の充填について判定することができる。一般的な場合、この値は、結晶および集合体の形態にある芳香族化合物に共通している。乾燥過程によってピーク強度およびピークの鋭さは高まるが、ピークの位置は変化しない。この回折ピークは、集合体（積層体）内の分子間距離に対応するものであり、種々の材料のX線回折パターンに見られるものである。分子（またはそのフラグメント）が平面構造を有する場合や、混合系の有機化合物の分子サイズの1方向が一致する場合において、混合は好ましい形態である。塗布された水性の層において、有

50

機分子は、一つの方向に長い距離にわたって秩序を有するため、基板表面における超分子の配向に適應する。溶媒蒸発時に分子が三次元的二軸結晶構造を形成することは、エネルギー的に有利なことである。なお、この目的のため利用できる化合物は、上記のものに限定されるものではない。

【0022】

また異方性層は、高度の光学異方性を有する。そのような層は、超分子複合体の光吸収特性に由来するE型偏光子の特性を示すものであり、また、その吸収がわずかであるスペクトル領域においては、位相差板（位相シフトフィルム）として作用する。これらの異方性層の位相差特性は、その複屈折性（複屈折）、すなわち、LLC溶液を基板に塗布する方向の屈折率とそれに垂直な方向の屈折率との差と関連する。強い（耐光性を有する）染料分子をベースとするLLC系から形成される層は、高い熱安定性と耐放射線性とを特徴とする。それらは、概ね350～700の温度範囲において安定である。

10

【0023】

この技術は他にも利点がある。異方性結晶薄膜の厚みは、液晶中の固相含量及びその塗布時のウェット厚みによって正確に制御することができる。従って、この技術は、入射光の少なくとも一つの偏光状態に対し、少なくとも一つのスペクトル領域において、干渉極値をもたらすよう、各層の厚み及び反射率並びにそれらの組み合わせを選択することが可能である。この技術は低温プロセスである。この技術によって、干渉偏光子の製造プロセスを顕著に簡略化することができる。偏光子の製造プロセスは、例えば、表示装置又は他の装置の製造プロセスに組み込むことができる。使用される多環式有機化合物は特に制限されない。

20

【0024】

このようにして、カスケード結晶化プロセスによって光学異方性のA層を得ることができる。そのような層は、光軸の一つの方向に 3.4 ± 0.3 の分子間距離を有し、全体的に秩序づけられた二軸結晶構造を特徴とする。各TCFは、少なくとも二つの屈折率 n_x 及び n_y によって特徴づけられる。これらの層は、400nm未満に基礎吸収端を有し、可視光の波長帯域において一様に透明であり、そして0.98以上の透過係数を有する。各TCFは、共役 π 系及びイオノゲン基を有する少なくとも一種の多環式有機化合物に相当する棒状の超分子によって形成されている。

【0025】

下記においてX軸は「配向」方向と呼ばれ、一方、Y軸は「横」方向と呼ばれる。

30

【0026】

B層は、等方性であり、かつカスケード結晶化プロセスによって実質的に変わらない公称屈折率（例えば $n = 1.64$ ）を有する。

【0027】

カスケード結晶化プロセスは、A層に相当するTCFの屈折率を変化させる。TCFは、配向方向に関してある一つの屈折率（例えば $n = 1.64$ ）を有し、横方向に関して異なる屈折率（例えば $n = 1.88$ ）を有する。定義により、面内軸（フィルムの表面に平行な一つの軸）に関する屈折率は、その軸に平行な偏光面を有する平面偏光された入射光について、「有効」屈折率と呼ばれる。

40

【0028】

従って、多層積層体（TCF-B-TCF-B-TCF・・・）は、横方向に関して層間で大きな屈折率差（ $\Delta n = 1.88 - 1.64 = 0.24$ ）を有する。配向方向において、種々の層の屈折率は実質的に等しい（ $\Delta n = 1.64 - 1.64 = 0$ ）。このような光学特性により、多層構造体は、図2aに示すY軸に平行な「透過」軸（30）について正確に配向される入射光の偏光成分を透過させることができる。概説された実施態様において、この透過軸は配向方向と一致する。I-ポラー（1）から出てくる光は、第一の偏光方向（a）を有するものとして示されている。

【0029】

干渉ポラー（I-ポラー）（1）を通過しない光は、第一の方向（a）と異なる偏

50

光方向 (b) を有する。偏光方向 (b) を有する光は、屈折率差に遭遇し、その結果、反射される。従って、横方向は、図 2 a に示される X 軸に平行ないわゆる「消光」軸 (2 0) と規定される。このようにして I - ポーラー (1) は、選択された第一の偏光状態 (a) を有する光を透過させ、そして第二の偏光状態 (b) を有する光を反射する。

【0030】

高解像度のカラー画像を形成するという目的においては、ピクセル化されたアレイ 6 の空間的周期は、LCD パネルの全長及び高さのサイズと比べて相対的に小さくなるように選択される。本発明の一実施態様において、LCD パネルの各ピクセル構造 9 は、図 2 b に示すとおり、「赤」のサブピクセル 8 R、「緑」のサブピクセル 8 G、及び「青」のサブピクセル 8 B から構成される。図に示すとおり、各「赤」のサブピクセル構造 8 R は、第一の偏光方向回転素子 5 R (これは連続する液晶層の一部である) に隣接する「赤」帯域カラーフィルター 6 R を備える。各「緑」のサブピクセル構造 8 G は、第二の偏光方向回転素子 5 G (これは連続する液晶層の一部である) に隣接する「緑」帯域カラーフィルター 6 G を備える。各「青」のサブピクセル素子 8 B は、第三の偏光方向回転素子 5 B (これは連続する液晶層の一部である) に隣接する「青」帯域カラーフィルター 6 B を備える。各「赤」のサブピクセル構造の出力強度 (すなわち明るさ又は暗さのレベル) は、電気制御される空間偏光方向回転素子 5 R の電極にパルス幅変調電圧信号 V_R を印加することにより制御される。各「緑」のサブピクセル構造の出力強度は、電気制御される偏光方向回転素子 5 G の電極にパルス幅変調電圧信号 V_G を印加することにより制御される。各「青」のサブピクセル構造の出力強度は、電気制御される偏光方向回転素子 5 B の電極にパルス幅変調電圧信号 V_B を印加することにより制御される。電圧 V_R 、 V_G 、 V_B のパルス幅を単に変化させるという LCD パネル技術において周知の方法により、各サブピクセル構造のグレースケール強度 (すなわち輝度) レベルを制御することができる。

【0031】

図 1 に示す LCD パネル構造の一実施態様において、スペクトルフィルタリングは、空間強度変調の後に行われる。図 3 及び図 4 に示すこの LCD パネル構造の具体的態様においては、そこで使用されるスペクトルフィルタリングの機能および空間強度変調を実現するために直線偏光法が用いられている。

【0032】

図 3 及び図 4 に示す実施態様において、バックライト構造 2 は、準拡散反射体 3、光導板 11、一対のエッジ照明光源 12 及び 13 (図 3 及び 4 において後者は示されていないので、この素子は図 1 を参照のこと)、並びに光源 12 及び 13 によって生成される光束を光導板 11 の端部にそれぞれつなげる一対の集束鏡 14 及び 15 (図 1 参照) を備える。光導板 11 は光透過性材料からなることが好ましい。偏光されていない光 (非偏光) を発する一対の小型蛍光管が光源 12 及び 13 として働く。

【0033】

バックライトの動作中、光源 12 及び 13 によって生成される光束は、集束鏡 14 及び 15 の働きにより光導板 11 の端部に導かれる。光導板 11 において、光は、通常の様式で内部全反射を示す。この実施態様において、光導板 11 の前面は、非常に細かいピット (穴) を有しているため、界面において内部全反射の条件が崩れ、偏光方向回転素子のアレイの方向に光を放出させることができるようになっている。非偏光面を生成する多くの他の手法が存在するが、それらは、本発明の LCD パネルの任意の特定の実施態様の構造に用いることができる。

【0034】

単なる例示であるが、第一の実施態様の LCD パネルにおいて用いられるスペクトルフィルタリング機能は、RGB (赤、緑、青) 加法三原色系に基づいている。しかし、その代わりとして、LCD パネルにおけるスペクトルフィルタリング機能は、CMY (シアン、マゼンタ、黄) 減法三原色系に基づくものであってもよい。

【0035】

LCD パネルの具体的な第一の実施態様において、バックライトパネル内にある光源の

発光スペクトルは「白」であるとみなされ、LCDパネルのスペクトルフィルタリング機能はRGB（赤、緑、青）表色系に基づく。従って、カラーフィルター6R、6G、及び6Bのそれぞれは、光源の「赤」、「緑」及び「青」の帯域のスペクトル成分すべてがそれぞれ表示用カラー画像の生成に使用されるような通過帯域特性を有するように設計される。この実施態様において、各カラーフィルター6R、6G及び6Bは、「通過帯域」干渉カラーフィルターとして用いられる。

【0036】

図3及び図4に示す第一の実施態様においては、広帯域リヤ干渉ポラー（RI - ポラー）4は、a型の偏光状態を有する光を透過させ、b型の偏光状態を有する光を反射する偏光リファレンスとして作用する。同様に、広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）7は、a型の偏光状態を有する光を透過させ、b型の偏光状態を有する光を反射する。b型の直線偏光状態を有する入射光に対する広帯域リヤ干渉ポラー（RI - ポラー）4の反射特性を、図5Aにグラフとして示している。また、b型の直線偏光状態を有する入射光に対する広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）7の反射特性を、図5Bにグラフとして示している。a型の直交する直線偏光状態を有する入射光に対して、これらのパネル（4及び7）の広帯域透過特性は、可視スペクトル領域内にあるすべての波長について実質的に一定である。

【0037】

図3及び図4に示す具体的な第一の実施態様において、偏光方向回転素子5のアレイは光がLCDパネルの対応するピクセルを通過する際、a型の直線偏光の電場をb型の偏光状態の電場に、またはその逆に回転させる電子制御素子のアレイとして作用する。このような偏光方向回転素子のそれぞれは、連続する液晶層の一部（領域）である。図3及び図4に示す具体的な第一の実施態様において、電子制御される直線偏光方向回転素子のそれぞれは、ねじれ角度が90°に等しいねじれネマチック（TN）液晶層の一部として作用し、その作動は、当該技術において周知のように、（ピクセル駆動部10による）印加電圧によって制御される。液晶層のそのような電気制御される部分を直線偏光方向回転素子と呼ぶこととする。直線偏光方向回転素子の構成には、薄膜トランジスタ（TFT）を用いることができ、それにより、液晶分子の配向を行い、そして、対応する素子が透過光の偏光方向を回転させないために必要な電圧降下を、液晶材料の層にもたらすことができる。電氣的にインアクティブな状態（すなわち印加電圧ゼロの状態）において、セル出力における光の電場強度は実質的にゼロであり、従って「暗」のサブピクセルレベルとなる（図3参照）。電氣的にアクティブな状態において（すなわち、しきい電圧VTが印加される時）、セル出力における光の電場強度は、実質的にゼロではなく、従って「明」のサブピクセルレベルとなる（図4参照）。

【0038】

図3及び図4に示す具体的な第一の実施態様において、カラーフィルター6のピクセル化されたアレイは、単一の平面内に形成された通過帯域素子のアレイとして用いられる。広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）7は、カラーフィルター6のピクセル化されたアレイ上に積層される。図3及び図4に示すとおり、ピクセル化された通過帯域パネル6の各通過帯域素子は、サブピクセルの透過帯域に合致する狭い波長帯域内の光を透過させ、その波長帯域外の光を吸収する。それと同時に、広帯域フロント干渉ポラー（FI - ポラー）7は、広い波長帯域において、a型の偏光状態を有する光を透過させ、b型の偏光状態を有する光を反射する。

【0039】

図5Cに示すように、カラーフィルター6のピクセル化されたアレイにおいて「青」のサブピクセルに付随する各通過帯域カラーフィルターは、「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内、又は「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ100%を吸収する一方で、「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約70%が、通過帯域カラーフィルターを通過するように特別に設計されている。

【0040】

図 5 D に示すように、干渉カラーフィルタ 6 のピクセル化されたアレイにおいて「緑」のサブピクセルに付随する各通過帯域カラーフィルタは、「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内、又は「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ 100% を吸収する一方で、「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約 70% が、通過帯域カラーフィルタを通過するように特別に設計されている。

【0041】

図 5 E に示すように、カラーフィルタ 6 のピクセル化されたアレイにおいて「赤」のサブピクセルに付随する各通過帯域カラーフィルタは、「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内、又は「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ 100% を吸収する一方で、「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約 70% が、通過帯域カラーフィルタを通過するように特別に設計されている。

10

【0042】

本発明による LCD パネルは、光リサイクル系を用いる。この系は、従来の LCD パネルデザインに伴う大きなエネルギー損失を回避し、それにより、バックライト構造が生成する光エネルギーをより十分に利用するため、本開示の LCD パネルに実装される。それぞれの具体的な実施態様に対する光リサイクル系の詳細を以下に説明するが、便宜のために、これに関連する光リサイクルの一般的な原理を概説する。

【0043】

光リサイクル系を図 3 及び図 4 に模式的に示し、以下により詳細に説明する。本発明のこの光リサイクル系により、バックライト光源によって生成される光を高効率で利用できる LCD パネルを設計することが可能となるが、これは、最大効率が約 5% である従来の LCD パネルと顕著に異なるものである。本発明の特徴は、液晶表示装置の「暗」状態において光が節約されることである。

20

【0044】

図 3 及び図 4 に示すとおり、バックライト構造内で生成される非偏光は、a 型及び b 型の両方の偏光状態を有するスペクトル成分で構成されている。a 型の偏光状態のスペクトル成分のみが、バックライトパネル 2 に隣接する広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 を通過し、一方、b 型の偏光状態のスペクトル成分は、エネルギーの損失又は吸収なく、反射される。広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 から反射されたスペクトル成分は、準拡散反射体 3 に入射し、偏光状態の逆転 (a 型から b 型、又はその逆) を受ける。この反射過程は波長に依存しない。b 型から a 型に逆転された偏光状態を有するスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 を通過するようになる。次いで、広帯域リヤ干渉ポラーを通過した光は、リヤ広帯域シート偏光子 40 に入射するが、そこで、可視帯域内の波長を有し、かつ b 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光は吸収され、可視帯域内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光は透過する。

30

【0045】

「赤」、「緑」、又は「青」のサブピクセル (8R、8G 又は 8B) に付随する直線偏光方向回転素子 6R、6G、又は 6B が、図 3 に示すようなインアクティブ状態に駆動されるとき、透過光のスペクトル成分は、偏光状態の直交変換 (a 型から b 型、又はその逆) により変換され、所定の素子が駆動されるインアクティブ状態にตอบสนองして「暗」のサブピクセルレベルが生成される。

40

【0046】

「赤」のサブピクセル 8R が図 3 に示すその「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、又は「青」の帯域 ($\Delta\lambda_R$ 、 $\Delta\lambda_G$ 又は $\Delta\lambda_B$) 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 及びリヤ広帯域シート偏光子 40 を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子 5R を通過すると、偏光状態は a 型から b 型に変わる。次いで、b 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポラー (FI - ポラー) 7 から反射される。b 型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」

50

、及び「青」のスペクトル成分 ($\Delta\lambda R$ 、 $\Delta\lambda G$ 及び $\Delta\lambda B$) は、偏光方向回転素子 5 R を再度通過し、偏光状態を b 型から a 型に変える。最終的に、a 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 及び広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 を通過してバックライト構造に戻り、リサイクルされる。b 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 2 5 R 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって吸収される。一方、a 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 3 5 R 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって透過される。そして、「赤」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター 6 R を通過する一方、「緑」又は「青」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「赤」のスペクトル成分 (矢印 4 5 R 参照) は、偏光方向回転素子 5 R を通過し、偏光状態を a 型から b 型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 は、変換された「赤」のスペクトル成分を吸収する (矢印 5 5 R 参照)。

【0047】

「緑」のサブピクセル 8 G が図 3 に示すその「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、及び「青」の帯域 ($\Delta\lambda R$ 、 $\Delta\lambda G$ 又は $\Delta\lambda B$) 内の波長を有し、かつ a 型の偏光を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 及びリヤ広帯域シート偏光子 4 0 を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子 5 G を通過すると、偏光状態は a 型から b 型に変わる。次いで、b 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポラー (FI - ポラー) 7 から反射される。b 型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」、及び「青」のスペクトル成分 ($\Delta\lambda R$ 、 $\Delta\lambda G$ 及び $\Delta\lambda B$) は、偏光方向回転素子 5 G を再度通過し、偏光状態を b 型から a 型に変える。最終的に、a 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 及び広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 を通過して、バックライト構造に戻り、リサイクルされる。b 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 2 5 G 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって吸収される。一方、a 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 3 5 G 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって透過される。そして、「緑」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター 6 G を通過する一方、「赤」又は「青」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「緑」のスペクトル成分 (矢印 4 5 G 参照) は、偏光方向回転素子 5 G を通過し、偏光状態を a 型から b 型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 は、変換された「緑」のスペクトル成分を吸収する (矢印 5 5 G 参照)。

【0048】

「青」のサブピクセル 8 B が図 3 に示すその「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、及び「青」の帯域 ($\Delta\lambda R$ 、 $\Delta\lambda G$ 又は $\Delta\lambda B$) 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 及びリヤ広帯域シート偏光子 4 0 を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子 5 B を通過すると、偏光状態は a 型から b 型に変わる。次いで、b 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポラー (FI - ポラー) 7 から反射される。b 型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」、及び「青」のスペクトル成分 ($\Delta\lambda R$ 、 $\Delta\lambda G$ 及び $\Delta\lambda B$) は、偏光方向回転素子 5 B を再度通過し、偏光状態を b 型から a 型に変える。最終的に、a 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 及び広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) 4 を通過して、バックライト構造に戻り、リサイクルされる。b 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 2 5 B 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって吸収される。一方、a 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 3 の矢印 3 5 B 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって透過される。そして、「青」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター 6 B を通過する一方、「緑」又は「赤」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「青」のスペクトル成分 (矢印 4 5 B 参照) は、偏光方向回転素子 5 B を通過し、偏光

10

20

30

40

50

状態を a 型から b 型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 は、変換された「青」のスペクトル成分を吸収する（矢印 5 5 B 参照）。

【 0 0 4 9 】

直線偏光回転素子が図 4 に示すようなアクティブ状態に駆動されるとき、該素子は、波長に依存することなく、偏光状態の変換を行わずにスペクトル成分を透過させ、所定の素子が駆動されるアクティブ状態に応答して「明」のサブピクセルレベルを生成する。

【 0 0 5 0 】

「赤」のサブピクセル 8 R が図 4 に示すような「明」状態に駆動されるとき、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4 及びリヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 R、広帯域フロント干渉ポーラー（F I - ポーラー）7 に吸収されずに通過し、「赤」の通過帯域カラーフィルター 6 R、並びにフロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。この状態において、「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 又は「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 R を通過し、「赤」の通過帯域カラーフィルター 6 R によって吸収される。

【 0 0 5 1 】

「緑」のサブピクセル 8 G が図 4 に示すような「明」状態に駆動されるとき、「緑」の帯域 $\Delta \lambda R$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 G、広帯域フロント干渉ポーラー（F I - ポーラー）7 に吸収されずに通過し、「緑」の通過帯域カラーフィルター 6 G、並びにフロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。この状態において、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 又は「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 G を通過し、「緑」の通過帯域カラーフィルター 6 G によって吸収される。

【 0 0 5 2 】

「青」のサブピクセル 8 B が図 4 に示すような「明」状態に駆動されるとき、「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 B、広帯域フロント干渉ポーラー（F I - ポーラー）7 に吸収されずに通過し、「青」の通過帯域カラーフィルター 6 B、並びにフロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。この状態において、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 又は「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 B を通過し、「青」の通過帯域の直線偏光干渉カラーフィルター 6 B によって吸収される。

【 0 0 5 3 】

LCD パネルの具体的な第二の実施態様（図 6、7 及び 8 参照）においも、バックライトパネル内にある光源の発光スペクトルは「白」とであるとみなされ、LCD パネルのスペクトルフィルタリング機能は CMY（シアン、マゼンタ、黄）表色系に基づく。従って、カラーフィルター 6 C、6 M、及び 6 Y のそれぞれは、光源の「シアン」、「マゼンタ」及び「黄」の帯域のスペクトル成分すべてが表示用カラー画像の生成に使用されるような一つの「吸収帯域」特性と二つの「通過帯域」特性とを有するよう、設計される。この実施態様において、各カラーフィルター 6 C、6 M 及び 6 Y は、一つの「吸収帯域」特性と二つの「通過帯域」特性とを有するカラーフィルターとして用いられる。

【 0 0 5 4 】

図 6 及び図 7 に示す第二の実施態様において、広帯域リヤ干渉ポーラー（R I - ポーラー）4 は、a 型の偏光状態を有する光を透過させ、b 型の偏光状態を有する光を反射する、偏光リファレンスとして作用する。同様に、広帯域フロント干渉ポーラー（F I - ポー

10

20

30

40

50

ラー) 7 は、a 型の偏光状態を有する光を透過させ、b 型の偏光状態を有する光を反射する。b 型の直線偏光状態を有する入射光に対する広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) 4 の反射特性は、図 8 A にグラフとして示すとおりである。また、b 型の直線偏光状態を有する入射光に対する広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 の反射特性は、図 8 B にグラフとして示すとおりである。これらの干渉ポラー (4 及び 7) の、a 型の直交する直線偏光状態を有する入射光に対する広帯域透過特性は、可視スペクトル領域内にあるすべての波長について実質的に一定である。

【0055】

図 6 及び図 7 に示す具体的な第二の実施態様において、偏光方向回転素子 5 のアレイは、電子制御素子のアレイとして用いられ、それらの素子は、光が LCD パネルの対応するピクセルを通過する際、a 型の直線偏光状態を有する電場を b 型の偏光状態 (またその逆) に回転する。図 6 及び図 7 に示す具体的な第二の実施態様において、電子制御される直線偏光方向回転素子のそれぞれは、ねじれ角度が 90° に等しいねじれネマチック (TN) 液晶セルとして作用させることができ、その作動は、当該技術において周知のように、制御電圧によって制御される。直線偏光方向回転素子を構成するため、薄膜トランジスタ (TFT) を用いることができ、それにより、液晶分子の配向を行い、そして、対応する素子が透過光の偏光方向を回転させないための電圧降下を、液晶材料の層にもたらすことができる。その電氣的にインアクティブな (すなわち、電圧が印加されていない) 状態において、セル出力に存在する光の電場強度は実質的にゼロであり、従って「暗」のサブピクセルレベルがもたらされる (図 6 参照)。その電氣的にアクティブな (すなわち、しきい電圧 V_T が印加される) 状態において、セル出力における光の電場強度は、実質的にゼロではなく、従って「明」のサブピクセルレベルがもたらされる (図 7 参照)。

【0056】

図 6 及び図 7 に示す具体的な第二の実施態様において、カラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイは、単一の面内に形成された二つの「通過帯域」特性を有する吸収帯域フィルターのアレイとして用いられる。広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 は、カラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイに積層される。図 6 及び図 7 に示すとおり、各吸収帯域フィルターは、二つの波長帯域にあるスペクトル成分を有する光を透過させ、ある狭い波長帯域のスペクトル成分を有する光を吸収する。それと同時に、広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 は、a 型の偏光状態を有する光を透過させ、広い波長帯域において b 型の偏光状態を有する光を反射する。

【0057】

図 8 C に示すとおり、カラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイにおいて「シアン」のサブピクセルに付随する各吸収帯域カラーフィルターは、「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内及び「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約 70% を透過させる一方で、「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ 100% が吸収されるように特別に設計されている。

【0058】

図 8 D に示すとおり、カラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイにおいて「マゼンタ」のサブピクセルに付随する各吸収帯域カラーフィルターは、「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内及び「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約 70% を透過させる一方で、「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ 100% が吸収されるように特別に設計されている。

【0059】

図 8 E に示すとおり、カラーフィルター 6 のピクセル化されたアレイにおいて「黄」のサブピクセルに付随する各吸収帯域カラーフィルターは、「緑」の帯域 $\Delta\lambda_G$ 内及び「赤」の帯域 $\Delta\lambda_R$ 内の波長を有するスペクトル成分すべての約 70% を透過させる一方で、「青」の帯域 $\Delta\lambda_B$ 内の波長を有するスペクトル成分すべてのほぼ 100% が吸収されるように特別に設計されている。

【0060】

本発明のＬＣＤパネルは、光リサイクル系を用いる。この系は、従来のＬＣＤパネルデザインに伴う光エネルギー損失を回避し、それにより、バックライト構造が生成する光エネルギーをより十分に利用するため、本開示のＬＣＤパネルに実装される。

【００６１】

本発明の第二の実施態様では、単一の偏光状態の光が、バックライト構造からＬＣＤパネルのそれらの構造（又はサブパネル）に伝播され、伝播される偏光の空間強度変調及びスペクトルフィルタリングが、サブピクセルで起こる。光リサイクル系を図６及び図７に模式的に示し、以下においてより詳細に説明する。本発明の光リサイクル系により、バックライト光源によって生成される光を高効率で利用できるＬＣＤパネルを設計することが可能となるが、これは、最大効率が約５％である従来のＬＣＤパネルと顕著に異なるものである。

10

【００６２】

図６及び図７に示すとおり、バックライト構造内で生成される非偏光は、ａ型及びｂ型の両方の偏光状態を有するスペクトル成分で構成されている。ａ型の偏光状態のスペクトル成分のみが、バックライトパネル２に隣接する広帯域リヤ干渉ポラー（ＲＩ－ポラー）４を通過し、一方、ｂ型の偏光状態のスペクトル成分は、エネルギーの損失又は吸収なく、反射される。広帯域リヤ干渉ポラー（ＲＩ－ポラー）４から反射されたスペクトル成分は、準拡散反射体３に入射し、偏光状態の逆転（ａ型からｂ型、又はその逆）を受ける。この反射過程は波長に依存しない。ｂ型からａ型に逆転された偏光状態を有するスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー（ＲＩ－ポラー）４を通過する。

20

【００６３】

「シアン」、「マゼンタ」、又は「黄」のサブピクセル（８Ｃ、８Ｍ及び８Ｙ）に付随する直線偏光方向回転素子５Ｃ、５Ｍ、及び５Ｙが、図６に示すようなインアクティブ状態に駆動されるとき、透過光のスペクトル成分は、偏光状態の直交変換（ａ型からｂ型、又はその逆）により変換され、所定の素子が駆動されるインアクティブ状態に応答して「暗」のサブピクセルレベルが生成される。

【００６４】

「シアン」のサブピクセル８Ｃが図６に示すように「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、又は「青」の帯域（ $\Delta\lambda_R$ 、 $\Delta\lambda_G$ 又は $\Delta\lambda_B$ ）内の波長を有し、かつａ型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー（ＲＩ－ポラー）４及びリヤ広帯域シート偏光子４０を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子５Ｃを通過すると、偏光状態はａ型からｂ型に変わる。次いで、ｂ型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポラー（ＦＩ－ポラー）７から反射される。ｂ型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」、及び「青」のスペクトル成分（ $\Delta\lambda_R$ 、 $\Delta\lambda_G$ 及び $\Delta\lambda_B$ ）は、偏光方向回転素子５Ｃを再度通過し、偏光状態をｂ型からａ型に変える。最終的に、ａ型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子４０及び広帯域リヤ干渉ポラー（ＲＩ－ポラー）４を通過してバックライト構造に戻り、リサイクルされる。ｂ型の偏光状態を有する「白」の自然光（図６の矢印２５Ｃ参照）は、フロント広帯域シート偏光子７０によって吸収される。一方、ａ型の偏光状態を有する「白」の自然光（図６の矢印３５Ｃ参照）は、フロント広帯域シート偏光子７０によって透過される。そして、「シアン」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター６Ｃを通過する一方、「マゼンタ」又は「黄」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「シアン」のスペクトル成分（矢印４５Ｃ参照）は、偏光方向回転素子５Ｃを通過し、偏光状態をａ型からｂ型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子４０は、変換された「シアン」のスペクトル成分を吸収する（矢印５５Ｃ参照）。

30

40

【００６５】

「マゼンタ」のサブピクセル８Ｍが図６に示すように「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、又は「青」の帯域（ $\Delta\lambda_R$ 、 $\Delta\lambda_G$ 又は $\Delta\lambda_B$ ）内の波長を有し、かつａ型の偏光状態を有するバックライト構造内のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー

50

(R I - ポーラー) 4 及びリヤ広帯域シート偏光子 4 0 を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子 5 M を通過すると、偏光状態は a 型から b 型に変わる。次いで、b 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポーラー (F I - ポーラー) 7 から反射される。b 型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」、及び「青」のスペクトル成分 ($\Delta \lambda R$ 、 $\Delta \lambda G$ 及び $\Delta \lambda B$) は、偏光方向回転素子 5 M を再度通過し、偏光状態を b 型から a 型に変える。最終的に、a 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 及び広帯域リヤ干渉ポーラー (R I - ポーラー) 4 を通過してバックライト構造に戻り、リサイクルされる。b 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 6 の矢印 2 5 M 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって吸収される。一方、a 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 6 の矢印 3 5 M 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって透過される。そして、「マゼンタ」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター 6 M を通過する一方、「シアン」又は「黄」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「マゼンタ」のスペクトル成分 (矢印 4 5 M 参照) は、偏光方向回転素子 5 M を通過し、偏光状態を a 型から b 型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 は、変換された「マゼンタ」のスペクトル成分を吸収する (矢印 5 5 M 参照) 。

【 0 0 6 6 】

「黄」のサブピクセル 8 Y が図 6 に示すように「暗」状態に駆動されるとき、「赤」、「緑」、又は「青」の帯域 ($\Delta \lambda R$ 、 $\Delta \lambda G$ 又は $\Delta \lambda B$) 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト構造内のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー (R I - ポーラー) 4 及びリヤ広帯域シート偏光子 4 0 を通過する。該スペクトル成分が偏光方向回転素子 5 Y を通過すると、偏光状態は a 型から b 型に変わる。次いで、b 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、吸収されることなく、広帯域フロント干渉ポーラー (F I - ポーラー) 7 から反射される。b 型の偏光状態を有する反射された「赤」、「緑」、及び「青」のスペクトル成分 ($\Delta \lambda R$ 、 $\Delta \lambda G$ 及び $\Delta \lambda B$) は、偏光方向回転素子 5 Y を再度通過し、偏光状態を b 型から a 型に変える。最終的に、a 型の偏光状態を有する変換されたスペクトル成分は、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 及び広帯域リヤ干渉ポーラー (R I - ポーラー) 4 を通過してバックライト構造に戻り、リサイクルされる。b 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 6 の矢印 2 5 Y 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって吸収される。一方、a 型の偏光状態を有する「白」の自然光 (図 6 の矢印 3 5 Y 参照) は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 によって透過される。そして、「黄」のスペクトル成分を有する光の部分は、カラーフィルター 6 Y を通過する一方、「シアン」又は「マゼンタ」のスペクトル成分を有する光の部分は、該カラーフィルターによって吸収される。「黄」のスペクトル成分 (矢印 4 5 Y 参照) は、偏光方向回転素子 5 Y を通過し、偏光状態を a 型から b 型に変える。次いで、リヤ広帯域シート偏光子 4 0 は、変換された「黄」のスペクトル成分を吸収する (矢印 5 5 Y 参照) 。

【 0 0 6 7 】

直線偏光回転素子が図 7 に示すようなアクティブ状態に制御されるとき、該素子は、波長に依存することなく、偏光状態の変換を行わずにスペクトル成分を透過させ、所定の素子が駆動されるアクティブ状態に応答して「明」のサブピクセルレベルを生成する。

【 0 0 6 8 】

「シアン」のサブピクセル 8 C が図 7 に示すように「明」状態に駆動されるとき、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー (R I - ポーラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 C、広帯域フロント干渉ポーラー (F I - ポーラー) 7 に吸収されずに通過し、「シアン」の吸収帯域カラーフィルター 6 C によって吸収される。サブピクセル 8 C のこの状態において、「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 又は「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト構造内のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポーラー (R I - ポーラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 C、広帯域フロント干渉ポーラー (F I - ポーラー) 7 に吸収されずに通過し、そ

して「シアン」の吸収帯域カラーフィルター 6 C を通過する。「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 内及び「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有するスペクトル成分は、カラーフィルター 6 C の出力において互いに混合され、シアン色の光を生成する。そしてシアン色の光は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。

【 0 0 6 9 】

「マゼンタ」のサブピクセル 8 M が図 7 に示すように「明」状態に駆動されるとき、「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 M、広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 に吸収されずに通過し、「マゼンタ」の吸収帯域カラーフィルター 6 M によって吸収される。サブピクセル 8 M のこの状態において、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 又は「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト構造内のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 M、広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 に吸収されずに通過し、そして「マゼンタ」の吸収帯域カラーフィルター 6 M を通過する。「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 内及び「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有するスペクトル成分は、カラーフィルター 6 M の出力において互いに混合され、マゼンタ色の光を生成する。そしてマゼンタ色の光は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。

【 0 0 7 0 】

「黄」のサブピクセル 8 Y が図 7 に示すように「明」状態に駆動されるとき、「青」の帯域 $\Delta \lambda B$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト光のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 Y、広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 に吸収されずに通過し、「黄」の吸収帯域カラーフィルター 6 Y によって吸収される。サブピクセル 8 Y のこの状態において、「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 又は「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 内の波長を有し、かつ a 型の偏光状態を有するバックライト構造内のスペクトル成分は、広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) 4、リヤ広帯域シート偏光子 4 0、直線偏光方向回転素子 5 Y、広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) 7 に吸収されずに通過し、そして「黄」の吸収帯域カラーフィルター 6 Y を通過する。「赤」の帯域 $\Delta \lambda R$ 内及び「緑」の帯域 $\Delta \lambda G$ 内の波長を有するスペクトル成分は、カラーフィルター 6 Y の出力において互いに混合され、黄色の光を生成する。そして黄色の光は、フロント広帯域シート偏光子 7 0 を通過する。

【 0 0 7 1 】

(具体的実施態様の説明)

本開示の好ましい一実施態様は、所定方向の透過軸 A B を有する広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) を具備したリサイクル型バックライト構造、各ピクセル領域の光を変調するための空間強度変調構造、前記透過軸 A B に略平行な透過軸を有する広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー)、前記ピクセル領域のそれぞれに備えられたスペクトルフィルタリング構造、を含む、一連の素子と、ピクセル領域のアレイと、を具備した画像コントラストが向上した液晶表示パネルであって、前記 R I - ポラー及び前記 F I - ポラーは、カスケード結晶化プロセスによって作製され、複数の層が積層された多層構造であり、各多層構造のうち少なくとも一つの層が、光学的に異方性であり、

前記透過軸 A B に略平行な方向に 3.4 ± 0.3 の分子間距離を有する全体的に秩序づけられた二軸結晶構造を有し、可視光の波長帯域において透明であり、かつ π 共役系及びイオノゲン基を有する少なくとも一種の多環式有機化合物に相当する棒状超分子によって形成されていることを特徴とする液晶表示パネルである。本開示の液晶表示パネルの一変形例において、前記バックライト構造は前記空間強度変調構造に面する前面、裏面、及び端部を有する一連の光導体を備え、さらに、記光導体の端部に光学的に接続され、かつ、前記光導体に光を出射する光源と、入射する光を反射し、かつ、ランダム化することができ、かつ、前記光導体の裏面上に配置される広帯域反射体と、前記光導体の前面上に配

置される広帯域リヤ干渉ポラー（R I - ポラー）と、前記 R I - ポラー上に配置され、かつ該透過軸 A B と略平行な透過軸を有するリヤ広帯域シート偏光子とを備える。本開示の液晶表示パネルの他の変形例において、前記空間強度変調構造はさらに、前記バックライト構造に隣接する偏光方向回転素子のアレイを備え、かつ、前記広帯域フロント干渉ポラー（F I - ポラー）はスペクトルフィルタリング構造に隣接する。本開示の液晶表示パネルのさらなる変形例において、該ピクセル領域は複数のサブピクセル領域を空間的に包含し、前記スペクトルフィルタリング構造はカラーフィルターのピクセル化されたアレイをさらに備え、かつ、前記空間強度変調構造は、複数のサブピクセル領域を含む。本発明の液晶表示パネルの一実施態様においては、さらに、該表示パネルの外面上に配置された反射防止手段を備える。本開示の液晶表示パネルの可能な変形例において、前記反射防止手段は、該透過軸 A B に略平行な透過軸を有するフロント広帯域シート偏光子である。

10

【0072】

前記バックライト構造は、電磁気スペクトルの可視帯域内にある波長を有し、かつ a 型及び b 型の偏光を有するスペクトル成分からなる光を生成するための光源を備える。前記バックライト構造はさらに、前記可視帯域内の波長を有するスペクトル成分からなる偏光を反射して前記バックライト構造内で一以上の反射をもたらすための広帯域反射体を備える。この広帯域反射体は、前記スペクトル成分の偏光状態を、a 型の偏光状態からそれに直交する b 型の状態に変換し、また、b 型の偏光状態から a 型の状態に変換する。

【0073】

20

前記複数のピクセル領域は、前記バックライト構造に対して範囲を規定することができる所定の表示領域を空間的に包含する。前記ピクセル領域のそれぞれは、複数のサブピクセル領域を空間的に包含し、そして、前記ピクセル領域のそれぞれにある前記サブピクセル領域のそれぞれは、電磁気スペクトルの可視帯域において所定のスペクトル帯域を有する。

【0074】

広帯域リヤ干渉ポラー（R I - ポラー）は、少なくとも前記可視帯域内の波長を有し、かつ前記 b 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光を反射し、かつ、少なくとも前記可視帯域内の波長を有し、前記 a 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる偏光を透過させるためのものである。

30

【0075】

偏光方向回転素子のそれぞれは、前記サブピクセル領域の一つに隣接し、そして、前記偏光方向回転素子に印加されるサブピクセル駆動信号に応答して、前記偏光方向回転素子を通過する偏光の偏光状態を選択的に変換する。

【0076】

空間強度変調構造はさらに、広帯域フロント干渉ポラー（F I - ポラー）を備える。この F I - ポラーは、少なくとも前記可視帯域内の波長を有し、前記 b 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる光を反射し、かつ、少なくとも前記可視帯域内の波長を有し前記 a 型の偏光状態を有するスペクトル成分からなる偏光を透過させるためのものであり、それゆえに、前記偏光変換素子のアレイと協同して働く。従って、前記 F I - ポラーは、偏光の空間強度を変調することで、前記 F I - ポラーに隣接する前記サブピクセル領域のそれぞれにおいて「暗」又は「明」の強度レベルをもたらす。

40

【0077】

本開示の液晶表示パネルの一実施態様において、R I - ポラーの少なくとも一つの層は、紫外線を可視光に変換する蛍光物質からなる。本開示の液晶表示パネルの可能な変形例において、前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、400nm 未満に基礎吸収端を有する。本開示の液晶表示パネルの他の可能な変形例において、前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、0.98 以上の透過係数を有する。本開示の液晶表示パネルのさらに他の可能な変形例において、前記多層構造のそれぞれにおける少なくとも一つの透明な層は、可視光の波長帯域において一様に透明である

50

。

【 0 0 7 8 】

好ましい他の実施態様において、本発明が提供する液晶表示パネルは、少なくとも一つの光学異方性層が、二価及び／又は三価の金属のイオンで処理されており、それにより、前記層は不溶性の状態に変えられている。他の液晶表示パネルにおいて、少なくとも一種の有機化合物材料の分子は複素環を備える。本発明の一変形例において、液晶表示パネルは、少なくとも一種の二色性染料をベースとするリオトロピック液晶から作製された少なくとも一つの光学異方性層を備える。

【 0 0 7 9 】

本開示の液晶表示パネルの他の変形例において、前記空間的に包含するピクセル領域のそれぞれに存在する前記複数のサブピクセル領域は、「赤」のサブピクセル領域、「緑」のサブピクセル領域、及び「青」のサブピクセル領域を備える。前記「赤」のサブピクセル領域は、「赤」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「緑」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収する。一方、前記「緑」のサブピクセル領域は、「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「赤」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収する。一方、前記「青」のサブピクセル領域は、「青」の帯域内にある光のスペクトル成分を透過させ、かつ「赤」の帯域及び「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて吸収する。

【 0 0 8 0 】

本開示の液晶表示パネルのさらに他の変形例において、前記空間的に包含するピクセル領域のそれぞれに存在する前記複数のサブピクセル領域は、「シアン」のサブピクセル領域、「マゼンタ」のサブピクセル領域、及び「黄」のサブピクセル領域を備える。前記「シアン」のサブピクセル領域は、「赤」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「緑」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させる。一方、前記「マゼンタ」のサブピクセル領域は、「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「赤」の帯域及び「青」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させる。一方、前記「黄」のサブピクセル領域は、「青」の帯域内にある光のスペクトル成分を吸収し、かつ「赤」の帯域及び「緑」の帯域内にある光のスペクトル成分をほぼすべて透過させる。

【 0 0 8 1 】

本開示の液晶表示パネルの可能な変形例において、前記偏光変換素子のそれぞれは液晶材料からなる。液晶表示パネルのさらに可能な変形例において、前記広帯域反射体は準拡散反射体である。

【 0 0 8 2 】

本発明の理解をさらに容易にするため、以下の実施例が参照される。なお、以下の実施例は本発明の例示を目的とするものであって、その技術的範囲を限定しようとするものではない。

【 0 0 8 3 】

実施例 1

典型的な干渉ポラー（R I - ポラー又は F I - ポラー）は、透明な基板上に配置される複屈折材料及び等方性材料が交互に配置される層を用いて構成することができる。該偏光子は透過軸 A B を有する。偏光されていない光が広帯域多層無損失偏光子に入射すると、該透過軸 A B に略直交する偏光状態を有する光の一部は、広帯域多層無損失偏光子から反射される。それぞれの層の屈折率及び厚み並びに層の総数を操作することにより、望ましい性能を得ることができる。この偏光子デザインの最も重要な局面の一つは、この基本構造の選択である。以下の検討において、垂直入射を想定し、そして基板の屈折率を 1.5 に固定する。典型的に、広帯域多層無損失偏光子は、入射光の偏光面において高い屈折率及び低い屈折率を有する二重層の周期的構造の形態で設計することができる。すなわち、十分な性能が得られるまで、同じ対の層が繰り返し付加される。この構造は、 $(H L)^N$ である（H 及び L は、高屈折率層及び低屈折率層をそれぞれ表し、かつ N はこれら

10

20

30

40

50

の対の数である)の形態である。以下、そのような構造を、合計Nの高屈折率層を含むキャビティと呼ぶ。光学的厚み(物理的厚みと屈折率との積)が、ある特定の波長の四分の一(四分の一波長厚み)の奇数倍に等しいとき、該構造は、特定の波長において最大の反射をもたらす。

【0084】

明らかとおり、単一のキャビティは、単一波長の前後に狭く集中した反射をもたらす、その帯域幅は、キャビティにおける層の屈折率差及び層数に依存する。従って、複数のキャビティの構造が重要となる。そのような構造において、各キャビティは、異なる波長を中心とする。そのような構造は以下の式で表すことができる。

【数1】

$$(H_1L_1)^{N-1}H_1C_{12}(H_2L_2)^{N-1}H_2C_{23}\dots(H_mL_m)^{N-1}H_m$$

式中、 C_{12} はキャビティ1とキャビティ2との間にある結合層を表す。 C_{12} 値は、通常 L_1 及び L_2 の平均として選ばれる。さらに、キャビティの間の波長間隔は、各キャビティの帯域幅に基づいて慎重に選択すべきである。帯域幅が狭ければ狭いほど、より小さい間隔を選択すべきである。

【0085】

図9は、6つのキャビティを有し、各キャビティが15のH層(合計95のH層)を有するほぼ完全な広帯域多層無損失偏光子の反射スペクトルを示す。500nm~700nmの帯域においてほぼ100%の反射が得られることがわかる。高屈折率が2.2である場合は、7層からなるキャビティがわずか4つ(すなわち、合計28のH層)を用いることで、同様の性能を得ることができる。また、広い波長帯域において偏光子の反射が高度に均一であることは、そのような偏光子を用いる表示装置において演色が高品質となることにも寄与する。

【0086】

以上の場合のすべてにおいて、層の厚みは、各キャビティにおいて四分の一波長である。ここで層の厚みを増加させることについて再度検討する。上述したとおり、層の厚みが増すにしたがって帯域幅は減少する。このことは、波長の同じ範囲をカバーするのにより多くのキャビティが必要であることを意味する。例えば、厚みが四分の三波長となる場合、図9と同様の性能を得るためには、それぞれが17のH層を有するキャビティを11個(すなわち、合計187のH層)用いる必要がある。これは、より薄い層の場合に比べて、層の数が2倍を超えている。

【0087】

カスケード結晶化プロセスによって該偏光子層を得て、層の光学特性を調べるために解析をおこなった。アセナフト[1, 2-b]キノキサリンのスルホ誘導体の混合物(12g)を攪拌しながら20の温度で65.0gの脱イオン水に導入した。次いで、25%アンモニア水溶液5.3mlを添加し、その混合物を攪拌して完全に溶解させた。スルホン化アセナフト[1, 2-b]キノキサリン水溶液の電子吸収スペクトルを図10に示す。該溶液を、ロータリーエバポレーターで30%に濃縮し、そして、マイヤーロッド#2.5を用い15mm/sの線速度で20の温度においてガラス基板表面に積層した。このプロセスは65%の相対湿度において行った。次いで、同じ湿度及び温度においてフィルムを乾燥させた。

【0088】

フィルムの光学特性を調べるため、Cary-500分光光度計を用いて400~800nmの波長範囲で偏光における光透過スペクトルを測定した(図11)。偏光子及び検光子の偏光軸に平行な直線偏光と垂直な直線偏光(それぞれT_{par}及びT_{per})とを用いて、該フィルムの光透過を測定した。図10によって、430nmを超える波長の可視スペクトル領域において、該フィルムの吸光度が非常に低いことがわかる。

【0089】

得られたデータを用いて、配向方向に平行な偏光及び垂直な偏光についての屈折率(n

10

20

30

40

50

n_e , n_o .) 及び吸光係数 (k_e , k_o .) を計算した。計算された係数を図 12 に示す。得られた層は、光学異方性であり、かつ可視スペクトル領域において 0.21 から 0.38 まで増加する高い位相差特性 $\Delta n = n_o - n_e$ を示している。吸光係数 k_e 及び k_o が低い値であることは、層の透過率が高いことを裏付けている。

【0090】

実施例 2

以下に記載する実験は、ある面内に偏光された光に対する反射が最大であり、それと垂直に偏光された光を透過する I - ポーラー試料を実際に作製することを目的としたものである。

【0091】

式 $(HL)^N \cdot H$ で表される積層構造を仮定した。ただし、H 及び L は、それぞれ、高屈折率の複屈折結晶薄膜 (TCF) 及び等方性材料からなる低屈折率の中間層を表し、N はこれらの対の数を表す。種々の中間層の候補から、SDC, Inc の Crystal Coat (商標) MP1175UV を選択した。積層構造の (幾何学的厚み x と屈折率 n との積として定義される) 光学的厚みが四分の一波長 (QW) の奇数倍に等しいとき、特定の波長において最大の反射特性を示した。

【0092】

Optiva Inc. の Bordeaux 505sf インクを用いて試料を製造した。固形分が 13.01% の (Bordeaux MNL001563 - 55% 及び MNL002188 - 45%) を用いて、11、10.5、10、9.5、9、及び 8% の濃度を有する一連の希釈インクを調製した。予備検討によって、予めプラズマ処理されたピンホールがない基板の場合、9 ~ 10.5 重量% の濃度範囲においてコーティングの品質が非常によいこと、また、さらなる留意点として、コーティングの品質がマイヤーロッドの種類に大きく左右されることがわかった。そして、HS2 ロッドのみが、局所的な厚みムラの顕著な発生を伴うことなく良好な外観のコーティングをもたらした。なお、そのような厚みムラは、Bordeaux インクをベースとする反射性が高い TCF によく見られるものである。問題なく TCF を Ba 型に変換することができた。

【0093】

異なるロッド (HS1.5、HS2、MR2.5、及び MR#3) 並びに種々のインク濃度 (9、9.5、10、10.5%) を用いて一連のコーティングを調製した。Carry 500 分光光度計を用いて光学パラメーターを測定した。図 13 は吸光係数を示し、図 14 は屈折率 n_o ($n_e = 1.5$) を示している。これらの結果をシミュレーションに用いた。

【0094】

中間層の種々の候補から、SDC, Inc. による Crystal Coat (商標) MP1175UV を選択した。これは、浸漬塗布及びスピンコーティングによる塗布を目的とした紫外線硬化型耐性コーティング材料である。製造者が提供する典型的な値によれば、屈折率は 1.49 である。化学的に、これは、アクリル酸の有機溶媒混合物溶液である。MR ロールリング法及びスピンコーティング (~8000 rpm) 法を用いて、この材料の良好なコーティングが得られた。硬化は、~15 fpm の速度で 6 インチ UV ランプ (300 wpi) 下、3 回通過により行った。

【0095】

プラズマ処理の直後に積層を行った場合、MP1175UV からなるラッカー層上の TCF コーティングは良好であった。一方、プラズマ処理の直後でない場合は、濡れ性に問題が生じた。

【0096】

まず、試料を Ba 型に変換する際に問題が生じた。すなわち、その後のすすぎ工程においてコーティングが剥離した。しかし、この問題は、試料を 17.5% BaCl₂ 溶液の容器に浸漬後、1% APS 溶液中に浸漬することにより、解消された。

【0097】

10

20

30

40

50

複屈折フィルムの厚みは、図 15 に示すように決定されるが、より厚いものによる操作が好ましいことを付言しておく。使用したコーティング法により、 $5\lambda/4$ (λ は波長 $\sim 630\text{ nm}$) に略等しい光学的厚み (物理的厚みと屈折率との積) を有する層の形成が可能である。このため、 $390 \sim 400\text{ nm}$ の値を、使用フィルムの物理的厚みとして選んだ。

【0098】

T C F / ラッカー / T C F 構造の試料を数種、調製した。残念ながら、第二の T C F 塗布により、ラッカー中に多数のひびが入った。取り付けたマイヤーロッドが、非常に薄いラッカー層の表面を傷つけていることが分かった。この傷のため、この種の多層コーティングの典型的な試料を得るには支障があった。この傷の問題は、ラッカーの硬度が十分に

10

【0099】

傷の発生を防止するために、ローリング (MR) 法を用いてラッカー上に T C F をコーティングした。この場合、傷はほとんど生じなかったが、層の性能が落ち、厚みムラが生じた。

【0100】

しかしながら、測定によれば (図 16 参照)、スペクトルはより滑らかになり、単一のピークが $600 \sim 800\text{ nm}$ の範囲にあることがわかった。最大反射率は $45 \sim 52\%$ であった。なお、最大反射率の値は、測定される表面領域の質に左右される。測定領域が傷を含む場合、明らかに反射率は低下する。

20

【0101】

3 つの T C F 層を有する積層体を作製した。そして、多層構造の法線に対して 30 度で光線を当てた (入射させた) とき、最高 62% の反射率が得られた (図 17)。 $360\text{ nm} \sim 420\text{ nm}$ の厚みのラッカー層を塗布することにより、4 つの T C F 層を有するコーティングが得られ (図 18)、それは、多層構造の法線に対して 30 度で光線を当てた (入射させた) とき、反射率が 75% であった。

【図面の簡単な説明】

【0102】

30

【図 1】本発明による一般化された L C D パネルの構造を示す図である。

【図 2】図 2 a は、複数の層の積層体を備える多層構造の断面を示す図である。図 2 b は、図 1 の L C D パネルの一部を示し、そのピクセル構造に付随して電子制御される偏光回転素子を示す図である。

【図 3】図 1 に示す L C D パネルの第一の特定の態様による具体的なピクセル構造の拡大断面を示す模式図である。ここで、該 L C D パネルの空間強度変調素子は、直線偏光回転素子を用いて実現されており、それに与えられるピクセル駆動信号は、具体的なピクセル構造の R G B (赤、緑、青) サブピクセルのそれぞれにおいて、「暗」の出力レベルをもたらすよう選択されている。

【図 4】図 1 に示す L C D パネルの第一の特定の態様による具体的なピクセル構造の拡大断面を示す模式図である。ここで、該 L C D パネルの空間強度変調素子は、直線偏光回転素子を用いて実現されており、それに与えられるピクセル駆動信号は、具体的なピクセル構造の R G B サブピクセルのそれぞれにおいて、「明」の出力レベルをもたらすよう選択されている。

40

【図 5】図 5 A は、図 3 及び図 4 に示す L C D パネルの広帯域リヤ干渉ポラー (R I - ポラー) の反射特性を示す模式図である。図 5 B は、図 3 及び図 4 に示す L C D パネルの広帯域フロント干渉ポラー (F I - ポラー) の反射特性を示す模式図である。図 5 C は、図 3 及び図 4 に示す L C D パネルの「青」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図である。図 5 D は、図 3 及び図 4 に示す L C D パネルの「緑」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図であ

50

る。図 5 E は、図 3 及び図 4 に示す LCD パネルの「赤」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図である。

【図 6】図 1 に示す LCD パネルの第二の特定の態様による具体的なピクセル構造の拡大断面を示す模式図である。ここで、該 LCD パネルの空間強度変調素子は、直線偏光回転素子を用いて実現されており、それに与えられるピクセル駆動信号は、具体的なピクセル構造の CMY (シアン、マゼンタ、黄) サブピクセルのそれぞれにおいて、「暗」の出力レベルをもたらすよう選択されている。

【図 7】図 1 に示す LCD パネルの第二の特定の態様による具体的なピクセル構造の拡大断面を示す模式図である。ここで、該 LCD パネルの空間強度変調素子は、直線偏光回転素子を用いて実現されており、それに与えられるピクセル駆動信号は、具体的なピクセル構造の CMY サブピクセルのそれぞれにおいて、「明」の出力レベルをもたらすよう選択されている。

【図 8】図 8 A は、図 6 及び図 7 に示す LCD パネルの広帯域リヤ干渉ポラー (RI - ポラー) の反射特性を示す模式図である。図 8 B は、図 6 及び図 7 に示す LCD パネルの広帯域フロント干渉ポラー (FI - ポラー) の反射特性を示す模式図である。図 8 C は、図 6 及び図 7 に示す LCD パネルの「シアン」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図である。図 8 D は、図 6 及び図 7 に示す LCD パネルの「マゼンタ」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図である。図 8 E は、図 6 及び図 7 に示す LCD パネルの「黄」の各サブピクセル領域に付随するカラーフィルターの透過特性を示す模式図である。

【図 9】15 H 層 (高屈折率は 1.8 に設定され、低屈折率は 1.5 に設定される) を有する 4 分の 6 波長キャビティ (空胴キャビティ) の構造について、偏光子の反射率を波長の関数として示したものである。

【図 10】濃度が 25 mg / l のスルホン化アセナフト [1, 2 - b] キノキサリン水溶液の吸収スペクトルである。

【図 11】スルホン化アセナフト [1, 2 - b] キノキサリン誘導体の混合物から調製された層について、透過係数の波長依存性を示す透過スペクトルである。

【図 12】スルホン化アセナフト [1, 2 - b] キノキサリン誘導体の混合物から調製された層について、配向方向に平行及び垂直に測定された、屈折率 (n_e , n_o) 及び吸光係数 (k_e , k_o) の波長依存性を示す。

【図 13】シミュレーションに使用された吸光係数を表す図である。

【図 14】シミュレーションに使用された屈折率を表す図である。

【図 15】TCFBordeaux 層の 4 分の 1 波長厚み、 $\lambda (2k + 1) / (4 \times n_o (\lambda))$ 、($k = 1$ または 2) を示す図である。

【図 16】多層コーティングの反射率に対する光散乱の影響を表す図である。

【図 17】多層 (3 TCF) コーティングの反射率スペクトルである。

【図 18】多層 (4 TCF) コーティングの反射率スペクトルである。

10

20

30

【図 1】

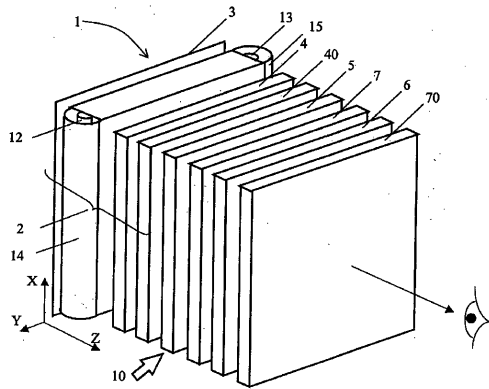


FIGURE 1

【図 2 A】

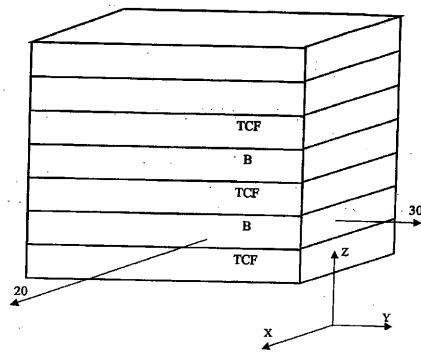


Figure 2a

【図 2 B】

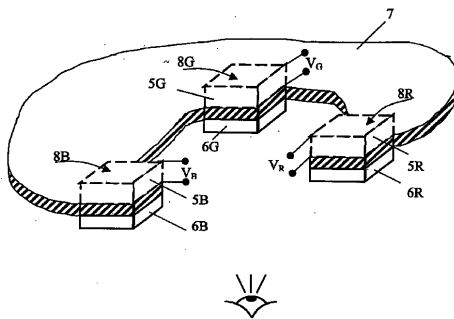


FIGURE 2B

【図 3】

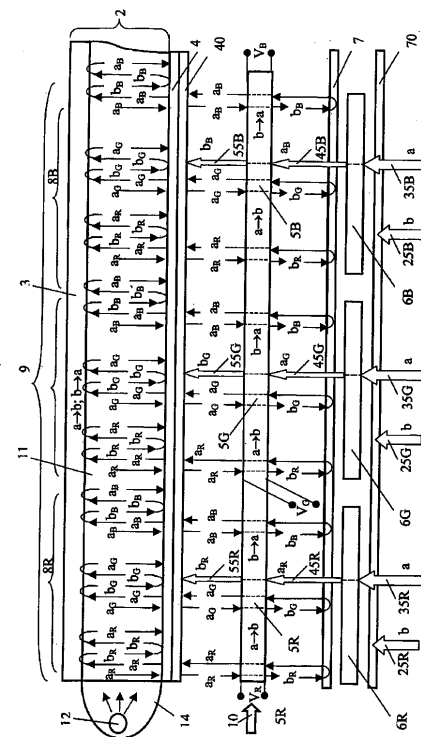


FIGURE 3

【 図 4 】

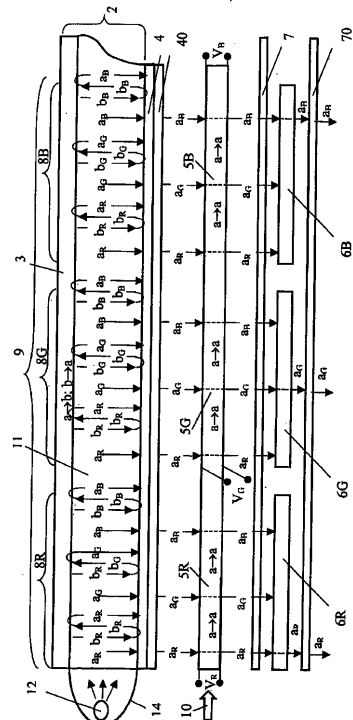


FIGURE 4

【 図 5 A 】

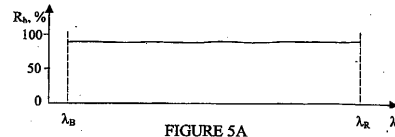


FIGURE 5A

【 図 5 B 】

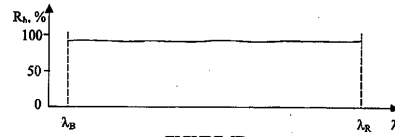


FIGURE 5B

【 図 5 C 】

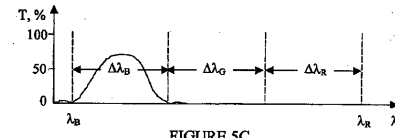


FIGURE 5C

【 図 5 D 】

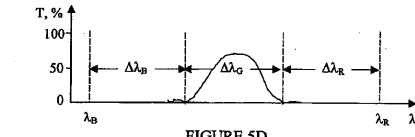


FIGURE 5D

【 図 5 E 】

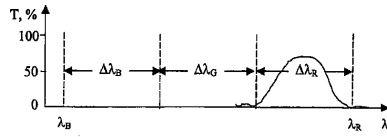


FIGURE 5E

【 図 6 】

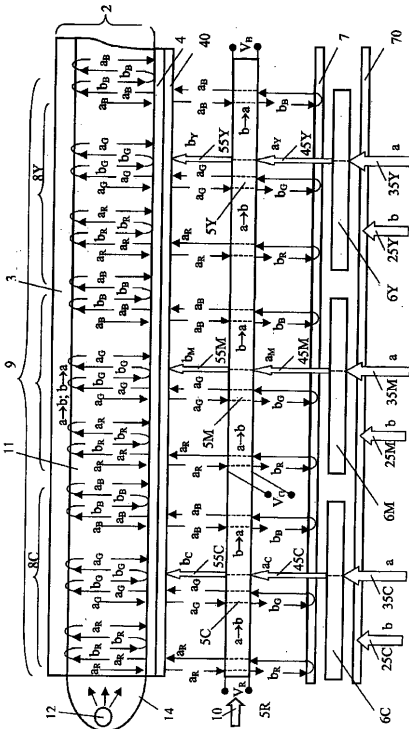


FIGURE 6

【圖 7】

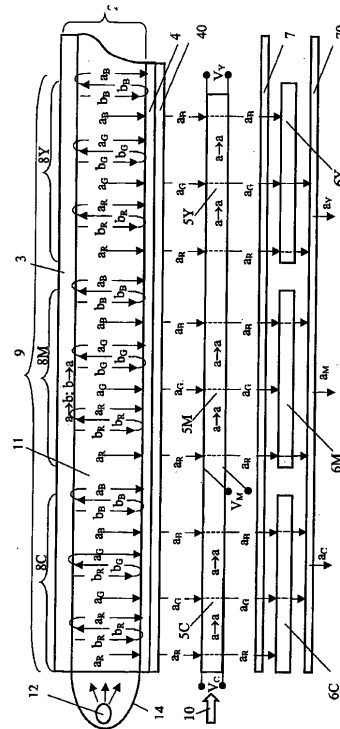
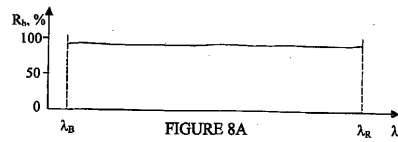
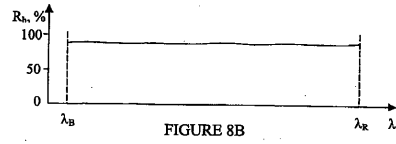


FIGURE 7

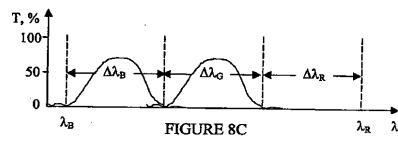
【図 8 A】



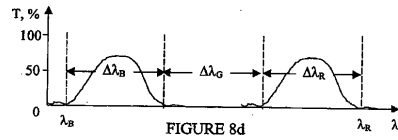
【図 8 B】



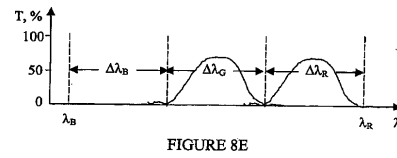
【図 8 C】



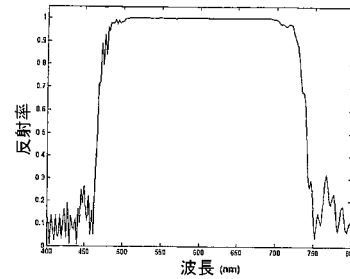
【図 8 D】



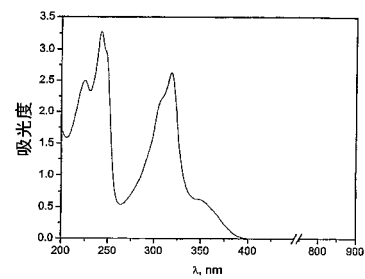
【図 8 E】



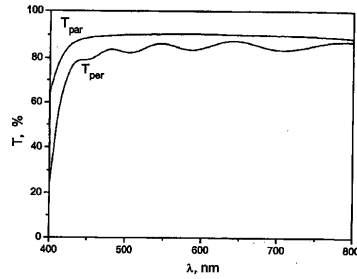
【図 9】



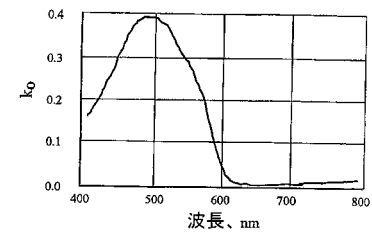
【図 10】



【図 11】



【図 13】



【図 14】

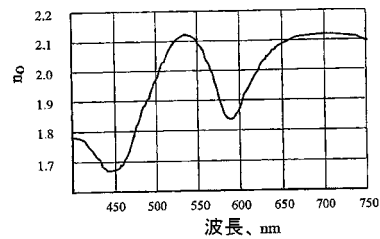


FIGURE 11

【図 12】

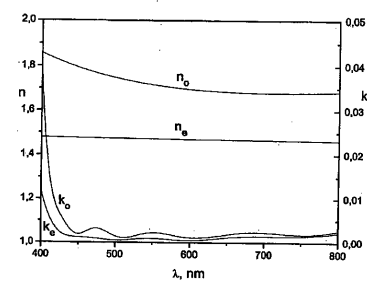
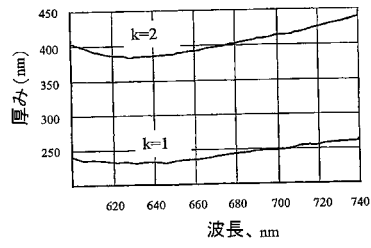
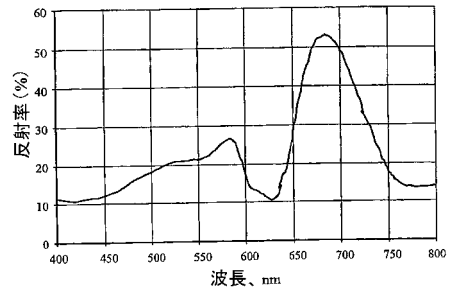


FIGURE 12

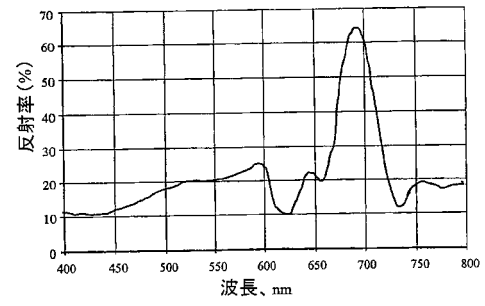
【図 15】



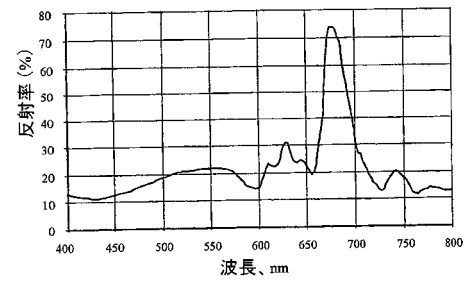
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 パウクシト、マイケル、ブイ .
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 4 0 4、フォスター シティ、ピアリー レーン 8 2
0

審査官 藤田 都志行

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 2 1 9 8 0 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 1 2 7 8 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 8 2 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02F 1/1335

G02F 1/13357

G02B 5/30

专利名称(译)	液晶显示面板具有改善的图像对比度		
公开(公告)号	JP4394146B2	公开(公告)日	2010-01-06
申请号	JP2007539390	申请日	2005-09-13
[标]申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
[标]发明人	ラザレフパヴェルアイ パウクシトマイケルブイ		
发明人	ラザレフ、パヴェル、アイ. パウクシト、マイケル、ブイ.		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13357 G02B5/30		
CPC分类号	G02F1/133536 G02B6/0056 G02F1/133514 G02F1/13362 G02F2001/133521 G02F2201/17 Y10T428/10		
FI分类号	G02F1/1335.510 G02F1/13357 G02B5/30		
代理人(译)	尾崎雄三 Kajisaki浩一 谷口俊彦		
优先权	11/071411 2005-03-02 US		
其他公开文献	JP2008530585A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种具有改善的图像对比度的液晶显示板。它包括像素区域阵列和一系列再循环背光结构(2)，空间强度调制结构，空间滤波结构(6)。回收型背光结构(2)具有宽带后干涉极性(RI-极4)。空间强度调制结构包括宽带前干扰极(FI-Polar 7)。RI-极(4)和FI-极(7)是由多个堆叠层组成的多层结构。每个多层结构的至少一层是光学各向异性的，并且通过级联结晶方法制备。该层的特征在于全局有序的双轴晶体结构，其在基本平行于透射轴AB的方向上具有 3.4 ± 0.3 的分子间距离。该层由棒状超分子形成，所述棒状超分子在可见光的波长带中是透明的并且对应于至少一种具有共轭 π -系统和离子基团的多环有机化合物。

【图1】

