

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5336608号
(P5336608)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.		F I	
GO2F	1/1335	(2006.01)	GO2F 1/1335 505
GO2F	1/1337	(2006.01)	GO2F 1/1337
GO2F	1/1343	(2006.01)	GO2F 1/1343
GO2B	5/20	(2006.01)	GO2B 5/20

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2011-547668 (P2011-547668)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成22年12月24日(2010.12.24)		シャープ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/073438		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(87) 国際公開番号	W02011/081105	(74) 代理人	110000338
(87) 国際公開日	平成23年7月7日(2011.7.7)		特許業務法人原謙三国際特許事務所
審査請求日	平成24年5月31日(2012.5.31)	(72) 発明者	菊池 克浩
(31) 優先権主張番号	特願2009-299202 (P2009-299202)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(32) 優先日	平成21年12月29日(2009.12.29)	(72) 発明者	越智 貴志
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		審査官	森江 健蔵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1基板と、前記第1基板に対向するように設けられた第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられ、電圧無印加時で実質的に垂直配向状態をとる誘電異方性が負の液晶層とを有し、

前記第1基板内面上に形成された少なくとも1つ以上の能動素子と、当該能動素子に接続された画素電極と、所定のカラーフィルタ着色層とを、各画素毎に備えているとともに、

前記各画素内の所定の位置に少なくとも1つの電極開口部を有する対向電極を備え、前記カラーフィルタ着色層と、前記液晶層との間には、カラーフィルタ着色層を覆うオーバーコート層が形成されていないことに加えて、

前記カラーフィルタ着色層は、層厚が1.8 μm以上3.2 μm以下であり、かつ、前記カラーフィルタ着色層の比抵抗値が1.0 × 10¹⁵ Ω・cm以上であることを特徴とする、液晶表示装置。

【請求項2】

前記カラーフィルタ着色層は、前記第1基板面内の前記能動素子上に設けた前記画素電極の下層に配置されていることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】

前記対向電極は、前記カラーフィルタ着色層に直接積層されていることを特徴とする、請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記液晶表示装置の色再現範囲を示すNTSC比が、少なくとも65%以上であることを特徴とする、請求項1から3のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記対向電極に形成した前記電極開口部は、前記画素内に形成した少なくとも1つの液晶領域の中央部近傍に配置されていることを特徴とする、請求項1から4のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記対向基板側に形成した前記電極開口部は、前記画素内において第1の方向に延びる複数の第1線状部分と、

前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2線状部分とを有し、

前記複数の第1線状部分の中の隣接する2つの第1線状部分が互いに略平行で、かつ、前記第1の方向と前記第2の方向は、略90°であることを特徴とする、請求項1から4のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記画素電極は、前記画素内の所定の位置に形成された液晶の配向を制御する少なくとも1つの開口部または切欠き部を有し、前記開口部または切欠き部は、前記画素内において第1の方向に延びる複数の第3線状部分と、

前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる複数の第4線状部分とを有し、

前記液晶層を介して上下の内面に前記対向電極と画素電極とを配置した場合に、前記第1線状部分と前記第3線状部分と、前記第2線状部分と前記第4線状部分とが、各々平行、かつ、各々交互に所定の間隔で配置されていることを特徴とする、請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記画素電極は、前記画素内の所定の位置に形成された液晶の配向を制御する少なくとも1つの開口部または切欠き部を有していることを特徴とする、請求項1から6のいずれか1項に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記画素電極は、前記開口部または切欠き部として、画素内において少なくとも第1の方向に延びる複数の第1枝部を有する第1微細パターンと、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる複数の第2枝部とを有する第2微細パターンとを備え、

前記第1の方向または前記第2の方向が、前記第1および第2基板の各外側に配置した互いに直交する偏光板の吸収軸に対して45°をなしていることを特徴とする、請求項8に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】

前記画素電極が前記複数の画素を配置した方向に延びる幹部の構造パターンを有し、

前記複数の第1微細パターンが前記幹部から前記第1の方向に延び、

前記複数の第2微細パターンが前記幹部から前記第2の方向に延びていることを特徴とする、請求項9に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高精細で、かつ、色再現性に優れた情報表示を行うのに適した液晶表示素子およびそれを備えた表示装置に関するものであり、より具体的には、上記表示装置としての携帯電話、携帯情報端末(PDA: Personal Digital Assistant)、携帯型ゲーム機器、携帯型映像機器、車載用ナビゲーション機器、ビデオカメラ、およびデジタルカメラ等に搭載される中小型用途のモバイル液晶機器や対角30インチ以上の大画面テレビなどのAV機器用の大型液晶表示機器を構成するのに好適な液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

情報インフラは日々進歩し、携帯電話、PDA、ビデオカメラ、デジタルカメラ、車載用ナビゲーション等の中小型用途のモバイル液晶機器は人々の生活に深く浸透し、この大部分に液晶表示装置が採用されている。加えて、大型フラットパネルディスプレイの分野でも高精細で解像度に優れた高コントラスト比を実現した大画面の大型液晶テレビの開発および製品化が極めて活況である。これらの液晶表示装置は、搭載される機器が扱う情報量の増加に伴い、より多くの情報を表示することが望まれ、その結果、高コントラスト、広視野角、高輝度、高い色再現性、および高精細化などの優れた表示品位の実現に対する市場の要求が高まっている。

【 0 0 0 3 】

高コントラスト化および広視野角化を実現しうる表示モードとして、垂直配向(VA; Vertical Alignment)表示モードの液晶層を利用した液晶表示装置が非常に注目されている。一般に、垂直配向(VA)表示モードの液晶表示装置は、垂直配向膜と誘電異方性が負の液晶材料とを用いて形成され、高コントラストなノーマリーブラック(NB)表示モードの液晶表示装置をラビングフリーの工程により実現できるという特徴を有している。

【 0 0 0 4 】

(従来技術1)

下掲の特許文献1には、画素電極に液晶層を介して対向する対向電極に設けた開口部の周辺に斜め電界を発生させ、それによって、開口部内で垂直配向状態にある液晶分子を中心として、周りの液晶分子を傾斜配向させることで、視角特性が改善された液晶表示装置が開示されている。

【 0 0 0 5 】

(従来技術2)

特許文献2には、特許文献1などで課題となる表示画素内での斜め電界の不均一な発生に起因した残像現象などを解消すべく、規則的に配列した複数の開口部を画素電極または対向電極に設けることによって、軸対称配向を呈する複数の液晶ドメインを画素内に有する液晶表示装置が開示されている。

【 0 0 0 6 】

(従来技術3)

特許文献3は、平行に延びる複数のスリット(開口部または切欠き部)や、突起(凸部)または窪み(凹部)を画素の電極に設けた垂直配向型液晶表示装置(MVA型液晶表示装置)を開示している。本特許文献では、液晶分子の電圧印加時での傾斜方向を規定すべく形成する配向規制手段を、画素配置に対して上下基板で各々ジグザグ形状に、すなわち、上下基板で各々2方向に配置することで、1つの画素で4分割配向を実現する技術を提案している。

【 0 0 0 7 】

(従来技術4)

特許文献4には、画素内に規則的に複数の凸部を設けることによって、凸部を中心に、液晶分子が傾斜して放射状に配向した液晶ドメインの配向状態を安定化する技術が開示されている。また、この特許文献には、凸部による配向規制力とともに、電極に設けた開口部による斜め電界を利用して液晶分子の配向を規制することによって、表示特性を改善できることが開示されている。

【 0 0 0 8 】

(従来技術5)

特許文献5には、液晶ドメインの配向状態を安定化すべく、カラーフィルタ上の対向電極内に配置するスリット構造形成部において、カラーフィルタの色層(着色層)部を除くと共に、平坦化膜を設けない構成の液晶表示装置に関する技術が開示されている。この構造の採用により、オーバーコート平坦化膜形成による製造工程の増加を抑制できると記載されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

(従来技術 6)

特許文献 6 には、能動素子が配置されたアレイ側のアクティブマトリクス (TFT) 基板にカラーフィルタ層を形成した液晶表示装置用の基板技術が開示されている。本構造の採用により、表示品位や信頼性を向上させる技術が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 日本国公開特許公報「特開平 6 - 3 0 1 0 3 6 号公報 (公開日: 1 9 9 4 年 1 0 月 2 8 日)」

10

【 特許文献 2 】 日本国公開特許公報「特開 2 0 0 0 - 4 7 2 1 7 号公報 (公開日: 2 0 0 0 年 2 月 1 8 日)」

【 特許文献 3 】 日本国公開特許公報「特開平 1 1 - 2 4 2 2 2 5 号公報 (公開日: 1 9 9 9 年 9 月 7 日)」

【 特許文献 4 】 日本国公開特許公報「特開 2 0 0 3 - 1 6 7 2 5 3 号公報 (公開日: 2 0 0 3 年 6 月 1 3 日)」

【 特許文献 5 】 日本国公開特許公報「特開 2 0 0 2 - 1 7 4 8 1 4 号公報 (公開日: 2 0 0 2 年 6 月 2 1 日)」

【 特許文献 6 】 日本国公開特許公報「特開 2 0 0 3 - 1 7 2 9 4 6 号公報 (公開日: 2 0 0 3 年 6 月 2 0 日)」

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

しかしながら、中小型を主用途とする液晶表示装置、およびフルハイビジョン (フルHD) 対応の高精彩化が進む対角 30 ~ 40 インチ台の大画面テレビ用途の液晶表示装置等では、画素ピッチが 200 μm 以下の設計を採ることになる。このため、従来技術と同様の配置に基づいて配向規制手段を設けた場合には、以下に示すような表示性能上での課題がある。

【 0 0 1 2 】

(課題 1)

画素内に所定の突起構造体を配置する従来技術 3 や、あるいは従来技術 4 のような構成を採用した場合には、有効な表示領域に対して断面構造で考えると、有効な表示領域の 20% 以上もの占有面積を有する構造体を形成することが必要となる。このために、パネルの透過率が低くなる傾向がある。

30

【 0 0 1 3 】

加えて、上下基板間で各偏光板の吸収軸を直交させて配置した場合には、この構造体部分では光抜け落ち (暗部) が生じる。また、当該構造体の表面は傾斜しているために、構造体の近傍部分での液晶分子は、傾斜した表面に対して、電圧無印加時にも傾斜した分子配向を採ることになる。このことは、黒表示状態でも光洩れが起こる要因となる。

【 0 0 1 4 】

一方、画素内の配向規制構造体としてスリット開口部を配置した場合にも、当該開口部では電界が印加されないことから、例えば垂直配向 (VA) 表示モードでは常に黒表示となり、パネルの透過率が低くなるという課題がある。

40

【 0 0 1 5 】

これらの課題は、特に、画素ピッチがより小さくなる傾向にある中小型用途の液晶表示装置またはフルHD対応の大画面液晶表示装置において、コントラスト比や輝度特性などの点で看過できないものである。

【 0 0 1 6 】

(課題 2)

広視野角液晶表示を実現する手法としては、カラーフィルタ基板上の表示電極に所定の

50

スリット開口部を配置する手法が一般的に採用されることが多い。これらの手法では、カラーフィルタの色層に直接設けた平坦化膜としてのオーバーコート層上に、対向電極と、例えばスリット状の開口部とを形成する構成が広く採られている。

【0017】

カラーフィルタの色層にオーバーコート層を設けない場合、当該色層と、液晶層を構成する部材（配向膜および液晶材料など）とが直接に接した状態が生じる。そうすると、色層から液晶層へ顔料成分が染み出し、液晶材料が汚染される。この結果、R、G、Bの各色層の画素領域で、液晶分子の配向性が変化し、不良配向の発生を誘発するおそれが高まる。

【0018】

しかしながら、カラーフィルタの色層にオーバーコート層を形成する工程の追加は、主として以下のような課題をもたらすことになる。即ち、第1には、製造時の工数が増大することに起因した製造コストが高くなるという問題と、第2には、色層とオーバーコート層との密着性が十分に保てなくなることによって起因した表示パネルの信頼性の低下、あるいは生産歩留まり等の低下が顕在化するという課題が生じる。

【0019】

本課題に対して、例えば、上記特許文献5では、カラーフィルタ基板の画素内の電極開口部に相当する部分の色層を取り除くと共に、取り除いた色層の端部を対向電極膜が覆う技術を提案している。

【0020】

しかしながら、一般的な垂直配向（VA）表示モードの液晶表示装置では、液晶層のセル厚を3～4 μm とし、色層の厚みを約1.5 μm 程度とする構成が採用されている。そうすると、色層が取り除かれた電極開口部では、色層の厚みに相当する段差が生まれることになる。この場合には、当該電極開口部近傍での段差が液晶層の配向状態の変動に及ぼす影響が非常に大きくなるため、配向異常や光洩れの発生が大いに懸念される。そのために、別途、遮光層の形成をすることなどが必要と考えられる。

【0021】

この課題は、従来構成の液晶表示装置のように、騒動素子を形成したアレイ側のアクティブマトリクス（TFT）基板に対向した対向基板側にカラーフィルタの色層を構成した場合にのみ限定されるものではなく、アクティブマトリクス（TFT）基板に色層を形成した場合についても同様に出現する。

【0022】

本発明は、上述の問題点を鑑みてなされたものであり、従来技術と比較してパネル構成を単純化しても高い表示品位を実現しうる液晶表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明に係る液晶表示装置の基本構成は、厚みと比抵抗値とを最適化したカラーフィルタ着色層をオーバーコート層で被覆していない、垂直配向（VA）表示モードの構成である。

【0024】

より詳しくは、本発明は、少なくとも対向基板上に設けた対向電極に所定の電極開口部を設けることによって、マルチドメイン液晶配向を実現する垂直配向表示モードの液晶表示装置において、能動素子を備えた第1基板、および第1基板に対向した上記対向基板としての第2基板のどちらにカラーフィルタ着色層を設けた場合でも、当該カラーフィルタ着色層にオーバーコート層を積層することなく、当該カラーフィルタ着色層の厚みおよび比抵抗値を調節するだけで、上記の課題を解決しうる技術を提案する。

【0025】

具体的には、以下に記載する発明を主眼とするものである。

【0026】

本発明に係る液晶表示装置は、電圧無印加時或いは閾値電圧以下では上下基板間で実質

10

20

30

40

50

的に液晶分子が垂直に配向する。一方、閾値電圧以上の電圧を印加した場合には、液晶分子が液晶層の厚み方向に対し所定の傾斜配向を採るといふ、所謂、垂直配向表示モードの液晶表示装置に関するものである。

【0027】

さらに、本発明では、液晶分子の配向状態を規制するための構造体として、対向電極の所定の位置にスリットなどの電極開口部を設けている。

【0028】

加えて、カラーフィルタ着色層が、各画素毎に設けられ、当該カラーフィルタ着色層と液晶層との間には、カラーフィルタ着色層を覆うオーバーコート層が形成されていない。そのようなカラーフィルタ着色層は、その層厚が $1.8\ \mu\text{m}$ 以上 $3.2\ \mu\text{m}$ 以下の範囲を採り、かつ、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が $1.0 \times 10^{15}\ \text{cm}$ 以上であることを特徴とする。

10

【0029】

上記の構成では、当該液晶表示装置は各画素を透過する光の量を変調することにより、画像の表示を行う。各画素において液晶分子は、電圧印加時に電極開口部により歪められた電気力線に略直交する方向に液晶分子が傾斜する配向を採ることで所望の液晶領域を形成できることになる。

【0030】

従来、液晶表示装置ではカラーフィルタ着色層（以下、着色層と略称する）上に、上記オーバーコート層を積層して設けることで、着色層が液晶層を汚染することを防いだり、電極開口部の形成に伴って、着色層に生じる段差の低減などを図っている。

20

【0031】

しかしながら、着色層へのオーバーコート層の積層は、新たに成膜工程が追加されることに伴う製造面でのデメリットを抱えることになる。また、当該着色層にオーバーコート層を積層した構成では、着色層とオーバーコート層との密着性が良くないという問題があるために、信頼性の低下や製造時の歩留まりの低下などを引き起こす虞が懸念される。

【0032】

本発明は、以上のような従来カラーフィルタ形成時に顕在化していた課題を解消すべく創出されたものであり、主眼とするところは、着色層に直接、ITO (Indium-Tin Oxide) 膜等の透明電極膜から構成される電極および電極開口部を形成することで、従来カラーフィルタでは必要な部材であったオーバーコート層を除いても、液晶領域内での配向性に影響を及ぼすことなく、より簡便な製造工程で高品位の液晶表示装置を提供することにある。

30

【0033】

とりわけ、本発明では、上記のような垂直配向表示モードの液晶表示装置において表示品位をさらに改善する目的でカラーフィルタの構成を改良し、液晶表示装置の色再現性と信頼性とを両立させて向上を図る技術を提供することを主旨としており、そのために、着色層の厚みを $1.8\ \mu\text{m}$ 以上で $3.2\ \mu\text{m}$ 以下の範囲に規定するものである。

【0034】

さらに、着色層の比抵抗値を $1.0 \times 10^{15}\ \text{cm}$ 以上の値に設定することにより、傾斜配向における軸対称中心（軸心）を安定に所定の位置に固定でき、それによって全方位配向を容易に実現できるので、本願の目的を達成できる。

40

【0035】

通常では、色再現範囲 (NTSC比: National Television System Committeeで定めたテレビの3原色空間を基準にした表示体の3原色空間が占める比率) を向上させるには、例えば着色層中の顔料濃度を増大させたり、着色層の厚みを増大させる手法等が採られることになる。

【0036】

しかしながら、顔料濃度を高く設定し過ぎると、動作時に、経時変化などで液晶層の信頼性の低下を招く傾向が高くなる。一方で、着色層の層厚を大きく設計した場合には、着

50

色層の形成時のバラツキの影響が大きくなり、その平坦性が悪くなるために、液晶の配向状態が局所的に乱れることがある。その結果、液晶表示装置での表示不良を招くことになる。

【0037】

以上の理由により、液晶表示装置で優れた色再現性や信頼性を達成して良好な表示品位を実現する観点から、本発明において好適なカラーフィルタ着色層の厚みを規定した。

【0038】

上述のように、本願の目的と同様な課題を解決すべく上記特許文献5に係る発明では、カラーフィルタ上の対向電極内のスリット構造形成部において、カラーフィルタの色層(着色層)部を除くと共に、段差を有した状態で当該色層部を対向電極層で覆う技術が提案

10

【0039】

しかしながら、この従来技術の手法では、オーバーコート層を除くという目的は達成できるものの、液晶ドメインの配向を制御すべきスリット構造形成部近傍で色層が欠けているために、上記問題2と共通した問題を示すことになる。即ち、この場合にはスリット構造形成部近傍で急激な段差が生じることを原因として、液晶層の厚みが局所的に大きく変化するという問題が顕在化する。

【0040】

さらに、この局所的に生じた液晶層内での段差の影響が、液晶領域における配向状態の不安定化および光洩れなどを引き起こす要因となる。実際に、特許文献5の実施形態にお

20

【0041】

一方、本願の発明では、オーバーコート層を除くという同じ目的を達成するにあたって、対向電極および電極開口部の下層となる着色層に段差を設ける必要がない。このために、特許文献5に見られるような表示上の問題は回避できるという点で、本発明は極めて有効な技術となる。

【0042】

なお、ある着目した請求項に記載された構成と、その他の請求項に記載された構成との組み合わせが、その着目した請求項で引用された請求項に記載された構成との組み合わせ

30

【発明の効果】

【0043】

本発明の液晶表示装置は、カラーフィルタ着色層と液晶層との間に、カラーフィルタ着色層を覆うオーバーコート層を形成することなく、カラーフィルタ着色層の層厚を1.8 μm 以上3.2 μm 以下とし、かつ、前記カラーフィルタ着色層の比抵抗値を $1.0 \times 10^{15} \cdot \text{cm}$ 以上としたことを特徴としている。

【0044】

これにより、液晶表示装置の製造工程を簡素化し、液晶表示装置のコストダウンを実現しながら、液晶分子の傾斜配向における軸対称中心を、各画素において安定に所定の位置に固定でき、それによって全方位配向を容易に実現できるという効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明に係る実施形態の液晶表示装置において、図2のA-A'に沿う断面を模式的に示す断面図である。

【図2】上記液晶表示装置の1画素の構成を拡大して示す概略平面図である。

【図3】カラーフィルタ着色層をアクティブマトリクス基板上の能動素子上に形成したCOA構造において、カラーフィルタ着色層にオーバーコート層を積層した従来の画素断面を模式的に示す断面図である。

50

【図4】上記COA構造において、カラーフィルタ着色層にオーバーコート層を積層していない本発明の画素断面を模式的に示す断面図である。

【図5】概略的な色再現範囲（NTSC比）を、CIE1931のxy表色系で示した色度図である。

【図6】媒体への入射光と出射光との関係を説明するための説明図である。

【図7】カラーフィルタ着色層の厚みを従来と同等の $1.5\mu\text{m}$ として顔料濃度を調節し、白電圧を印加した場合に、画素単位での配向挙動を写真撮影した図である。

【図8】カラーフィルタ着色層の厚みを $2.5\mu\text{m}$ として、厚みを増大させると共に、顔料濃度を低下させて色再現範囲の値を調節し、白電圧を印加した場合に、画素単位での配向挙動を写真撮影した図である。

10

【図9】緑色（G）画素の着色層厚 $1.5\mu\text{m}$ での顔料濃度を基準とした緑色（G）の相対的顔料濃度とカラーフィルタ基板の比抵抗値との関係を示す図である。

【図10】カラーフィルタ基板の比抵抗値と、その比抵抗値を種々の条件で変化させた場合での安定した放射状配向の可否との関係を示す図である。

【図11】図1の構成におけるカラーフィルタ着色層の比抵抗値が低い場合に、液晶層に形成される等電位面の様子を示す説明図である。

【図12】画素領域における液晶分子の配向状態を、吸収軸が直交する一对の直線偏光板を通して観察した結果を示す模式図であり、（a）は、所定の白電圧印加時に画素内の液晶分子の電傾方向が定まらずに軸心が形成されていない状態を示し、（b）は、軸対称中心（軸心）の位置が開口部の中心部近傍に定まらずに画素内の任意の位置に形成された状態を示す。

20

【図13】図1の構成の液晶層において、配向不良発生のメカニズムを概説するための説明図であり、特に、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が十分に高い場合を示す。

【図14】所定の白電圧印加時に軸対称中心（軸心）の位置が開口部の中心部近傍に定まり、正常で、かつ、安定な軸対称配向が得られた状態を、吸収軸が直交する一对の直線偏光板を通して観察した結果を示す模式図である。

【図15】カラーフィルタ着色層を構成する着色層の比抵抗を変動させた場合での軸対称配向形成のメカニズムを概説するための概略図であり、（a）は、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の値よりも十分に小さい状態を示し、（b）は、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の許容下限値よりも少し小さい状態を示し、（c）は、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の許容下限値以上の状態を示す。

30

【図16】比較例1としての液晶表示装置での画素断面を示す模式図である。

【図17】実施例1としての液晶表示装置での画素断面を示す模式図である。

【図18】図17の液晶表示装置において、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が低い場合の電界シミュレーションの結果を示す模式図である。

【図19】図17の液晶表示装置において、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が高い場合の電界シミュレーションの結果を示す模式図である。

【図20】実施例2の液晶表示装置において、上下基板構成の一例を概略的に示す平面図である。

【図21】実施例3の液晶表示装置において、アクティブマトリクス基板の一例を概略的に示す平面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0046】

〔実施の形態〕

本発明の実施の一形態について図1～15に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、以下で参照する各図面は、説明等の便宜上、本発明の一実施形態の構成部材のうち、本発明を説明するために必要な主要部材のみを簡略化して表示したものである。また、各図中の部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各部材の寸法比率等を忠実に表したものであるのではない。

【0047】

50

(画素の構成)

図2は、本実施形態の液晶表示装置1の1画素の構成を拡大して示す概略平面図であり、図1は、図2のA-A'に沿う断面を模式的に示す断面図である。

【0048】

ここで、図2に示すように、各画素領域に配置されたゲート配線2および補助容量配線3の延伸方向に平行な方向をx方向とし、x方向に直交する方向、すなわち、1画素を構成するR(赤)画素、G(緑)画素およびB(青)画素毎に配置されたソース配線4の延伸方向を、y方向とする。

【0049】

R画素、G画素およびB画素は、それぞれ、隣り合うソース配線4の間に設けられ、y方向に並置された2つのサブ画素領域5を備えたストライプ状をなしている。したがって、1画素は、y方向に並置された2つのサブ画素領域5が、x方向に3列(3色分)配列されることによって形成されている。

【0050】

各サブ画素領域5に配置された画素電極16は、2つの矩形を、矩形の幅より細い接続部16aによって接続した形状を有している。したがって、各サブ画素領域5には、2つずつ画素領域が形成されている。

【0051】

各サブ画素領域5では、図1に示すように、アクティブマトリクス基板(第1基板)10と対向する対向基板(第2基板)11に、カラーフィルタ着色層12を介して、対向電極(共通電極)13が積層されている。各サブ画素領域5に形成された2つの画素領域の各略中央部に対応した対向電極13の略中央部には、対向電極13を貫通した電極開口部14が設けられている。さらに、対向電極13および電極開口部14を覆って、配向膜が形成されている。

【0052】

一方、アクティブマトリクス基板10には、透明樹脂からなる絶縁膜15を介して、画素電極16が設けられ、画素電極16を覆って、配向膜が形成されている。なお、x方向およびy方向に隣接する画素電極16間にも、電極開口部として機能する間隙が形成されている。次いで、アクティブマトリクス基板10と対向基板11との間隙を保持すべく補助容量配線3上の遮光部に、所定のスペーサが配置されている。また、両基板10, 11は、シール樹脂を介して貼合されている。

【0053】

以上の構成により、対向電極13と画素電極16とに挟まれた液晶層17に電圧が印加されると、電極開口部14を中心として、液晶分子18が放射状に配向する放射状配向を実現することができる。

【0054】

なお、1画素を構成するR画素、G画素およびB画素が、ゲート配線2に印加されるゲート信号によって選択され、駆動すべきR画素、G画素およびB画素に対して、ソース配線4および能動素子としてのTFT6(Thin Film Transistor)を通じて各色毎の映像信号が供給される。液晶層17に印加された電圧は、補助容量配線3と画素電極16とによって形成される補助容量によって、一定期間保持される。

【0055】

なお、図2には、図示の便宜上、TFT6を1つのみ示したが、R画素、G画素およびB画素の各サブ画素領域5ごとに、1つずつのTFT6が設けられている。

【0056】

また、カラーフィルタ着色層12内には、R画素、G画素およびB画素をそれぞれ区画するように、ブラックマトリクス19が設けられている。

【0057】

(垂直配向(VA)表示モード用カラーフィルタの特徴)

本発明において適用できるカラーフィルタとしては、上記のように、対向基板11側に

10

20

30

40

50

カラーフィルタ着色層 1 2 を形成した構成を採用することが可能であるが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、カラーフィルタ着色層 1 2 をアクティブマトリクス基板 1 0 上の能動素子の上部に形成した別構成を採用してもよい。

【 0 0 5 8 】

この別構成を採用することで、対向基板 1 1 側の構成を単純化することが可能となるために、液晶表示装置 1 の製造工程を全体として簡略化できると共に、アクティブマトリクス基板 1 0 と対向基板 1 1 との貼り合わせ精度が多少低くても、高開口率で高精細の表示装置を量産できるという効果を奏する。

【 0 0 5 9 】

従来の大多数の液晶表示装置で用いられるカラーフィルタ基板では、カラーフィルタ着色層上にオーバーコート層を設けて、カラーフィルタ着色層の保護をする工程と、レベリングを目的として、局所的な段差を平坦化する工程とを併用することが多い。したがって、当該オーバーコート層に共通電極（対向電極）を形成する手法が周知な手法として採られている。

【 0 0 6 0 】

このような従来構造のカラーフィルタ基板の場合には、オーバーコート層を形成するために、例えばウエットプロセスまたはドライプロセスなどを経た塗布工程および成膜工程の追加が必要となり、製造工数が増大する。

【 0 0 6 1 】

したがって、オーバーコート層をカラーフィルタ基板に形成することは、基板製造時のコスト効率が悪くなるだけでなく、カラーフィルタ着色層との密着性が低下することによる膜剥がれも発生しやすくなるため、信頼性や歩留りが低下する課題などが顕在化する虞がある。

【 0 0 6 2 】

そこで、本発明では、例えば、対向基板 1 1 において、後述する所定の厚み d （図 1 参照）を有するカラーフィルタ着色層 1 2 に、配向規制用の電極開口部 1 4 を画素領域内の特定の位置に配置した対向電極 1 3 を直接的に積層し、オーバーコート層を設けない構成を採用して、上述した種々の課題を解決し得る手法を提供する。

【 0 0 6 3 】

その課題解決のために、本発明では特に、垂直配向表示モードの液晶表示装置 1 を用い、対向基板 1 1 上のカラーフィルタ着色層 1 2 に対して、
（ 1 ）カラーフィルタ着色層 1 2 に用いる顔料の濃度を所定の範囲で設定すること、
（ 2 ）カラーフィルタ着色層 1 2 の膜厚を所定の範囲で規定すること、
などのような規定を設けている。

【 0 0 6 4 】

さらに、前述した別構成のカラーフィルタは、COA（Color Filter on Array）と呼ばれている。図 3 は、従来の COA 構造を示す断面図であり、図 4 は、本発明の COA 構造を示す断面図である。なお、図 1 を参照して説明した部材と対応する部材には、便宜上同じ符号を付している。

【 0 0 6 5 】

通常のコア構造では、例えば、図 3 に示したように、アクティブマトリクス基板 1 0 としてのガラス基板上に設けられたソース配線 4 を含む配線金属および TFT 素子を覆うように、カラーフィルタ着色層 1 2 が形成され、その上部にはオーバーコート層等の絶縁層 2 0 と画素電極 1 6 としての ITO 電極とが配置されている。また、対向基板 1 1 としてのガラス基板には、対向電極 1 3 としての ITO 電極が積層され、各サブ画素領域の略中央部に対応した対向電極 1 3 の略中央部には、対向電極 1 3 を貫通した電極開口部 1 4 が設けられている。

【 0 0 6 6 】

これに対し、本発明を採用した COA 構造の場合には、図 4 に示したように、カラーフィルタ着色層 1 2 の比抵抗値を高くすることによって、オーバーコート層を配置すること

10

20

30

40

50

無く、斜め電界を発生させることを可能にしている。これにより、簡便な工程を経て、高開口率で、かつ、高精細の表示装置が量産できるという効果を期待できる。

【0067】

(カラーフィルタの色再現性)

なお、カラーフィルタ着色層12に用いる顔料濃度を、上記所定の範囲よりも低い範囲で構成した場合には、カラーフィルタ着色層12が液晶層17を汚染するなどの影響による表示不良を抑制できるようになるが、一方で、この顔料濃度を所定の範囲よりも低く設定することは、カラーフィルタ着色層12での表色能を低下させることに繋がるために、色再現範囲が低下することになる。

【0068】

ここで、表示媒体での表示可能な色の範囲を色純度といい、色の範囲は例えばCIE1931のx y Y表色系で示したx y色度図などを用いて表現可能である。全ての色はxとyによる2次元平面、および明度を表すY値で示される。液晶表示装置での表示色も、R、G、Bの3原色を混合した加法混色で表現され、x y色度図においてこの3原色の各色座標を基に表示された三角形の面積を色再現範囲として規定できる。

【0069】

液晶表示装置の色再現範囲は、通常は日本や米国などで汎用されているNTSC色空間を基準にしたNTSC比として百分率表記することが可能である。なお、上記NTSC色空間は、前記NTSCで規格化されたテレビの色空間を指す。また、3原色の色座標(x, y)は、各々、R(0.67, 0.33)、G(0.21, 0.71)、B(0.14, 0.08)と表される。即ち、NTSC比とは、図5に示す基準となるNTSC色空間に対して、被検対象の液晶表示装置の表示色空間が占める割合を示すものである。通常、この色再現範囲の値が大きいくほど、色合いの選択肢が増加して、より深い色合いを表現できる傾向を示す。

【0070】

従来、ブラウン管(CRT)モニタの色再現性の能力は、NTSC比で表すと72%とされている。そのために液晶表示装置の表示品位の改善に関しての目標基準値もNTSC比が72%とされている。なお、パネル輝度を重視した場合には、明度向上分による色純度の低下等も考慮すると、NTSC比を少なくとも65%以上とすることが好ましい。

【0071】

一般に色純度または色濃度と、輝度または明度とは、トレードオフの関係があると考えられる。これは、同一の顔料を着色層とするカラーフィルタ基板を用いた場合に、より深い色合いを実現するには着色層の厚みを相対的に大きくする必要が生じるが、この場合には同時に基板を透過する光量が低下するために、表示装置全体としての輝度が低下する傾向が生じるからである。

【0072】

したがって、色鮮やかな表示装置を実現するためには、NTSC比が少なくとも65%以上の値を取るように色再現範囲の特性を設計することが必要になる。このために、カラーフィルタ着色層の濃度や厚みを所定の範囲の設定値として規定することが極めて重要となる。

【0073】

通常、カラーフィルタの着色層の特性と色合いとの関係では、同一の着色層での色濃度が大きくなると明度が低くなり、同時に着色層での比抵抗値は低くなる傾向がある。ここで、液晶表示装置用途のカラーフィルタでは、一般的に着色層の濃度において、緑色(G)領域の濃度が他の赤色(R)領域および青色(B)領域の濃度に比較して大きくなるために、緑色(G)領域の比抵抗値が相対的に他の色領域よりも低くなる。したがって、液晶表示装置の色再現範囲と輝度との均衡を保ちつつ最適化するには、主として緑色(G)領域の色設計に配慮することが重要となる。

【0074】

色設計が異なる種々の液晶表示装置用の緑色(G)領域の着色層での色再現範囲(NT

10

20

30

40

50

S C比)と緑色(G)領域の明度(Y値)との関係について、例えば、着色層厚を一定に設定して評価すると、色再現範囲(N T S C比)が大きくなり、より鮮明な画像を実現させるにつれて、緑色(G)領域の明度(Y値)が小さくなることが確認される。通常、緑色(G)領域の明度(Y値)が50%よりも小さくなると、液晶表示装置の輝度低下を防ぐ対処が必要になることから、当該明度(Y値)を50%以上に設定することが好ましい。

【0075】

以上より、色再現範囲と明度との関係を考慮した場合には、少なくとも色再現範囲(N T S C比)が65%以上の色再現範囲を示し、かつ、緑色(G)領域の明度(Y値)が50%以上の範囲にあることが、液晶表示装置の表示品位を向上させるために重要となる。

10

【0076】

(カラーフィルタの設計)

ここで、光が光吸収性媒体に入射および出射する場合の光強度と光吸収性媒体の厚みおよび濃度との関係は、模式的に図6に示す構成に基づいて、L a m b e r t - B e e rの法則から導くことが可能である。

【0077】

即ち、光吸収性媒体の透過スペクトルは以下の式1で表現できる。

【0078】

$$I(\lambda) / I_0(\lambda) = T(\lambda) = \exp\{-k(\lambda) \cdot c \cdot d\} \quad (\text{式1})$$

(ここで、透過率 $T(\lambda)$ は入射光強度 $I_0(\lambda)$ に対する出射光強度 $I(\lambda)$ の割合を、 c は基材を含めた光吸収性媒体の濃度を、 d は当該媒体の厚み(光路長)を、 $k(\lambda)$ は基材を含めた光吸収性媒体に固有の吸収係数を示すものとする。)

20

上述のL a m b e r t - B e e rの法則から導いた式1の関係は、カラーフィルタに光が入射および出射する場合の透過スペクトルにも当てはめて考察することが可能である。

【0079】

現在、液晶表示装置などに主に用いられるカラーフィルタは、顔料分散タイプでは基材となる透明樹脂層に着色能力を有する顔料が所定の濃度で分散して含有されている。一般的には、基材として使用されている樹脂層は光を殆ど吸収しない設計を採ることから上式の $k(\lambda)$ を可視光領域では0として近似でき、顔料の種類が決まれば、その濃度とカラーフィルタの厚みだけで透過スペクトルが決定できる。

30

【0080】

例えば、赤色(R)のカラーフィルタに使われる顔料は、青から緑の領域に相当する可視光の短波長領域の光は吸収し、赤色に相当する長波長領域は吸収しにくいために、赤く見えることになる。即ち、赤色の顔料では上式1での吸収係数 $k(\lambda)$ が短波長領域では大きく、長波長領域では小さいという特徴を有する。

【0081】

また、顔料の種類を種々選択することで、濃度と光路長を調整して、透過スペクトルを所望の設計値に調節することが可能となる。これにより、表示装置全体の色味を変化させることができる。

【0082】

一例としては、赤色(R)領域の吸収係数が0、青色(B)から緑色(G)領域の吸収係数がある値をとる顔料の場合には、厚み若しくは濃度が高くなればなるほど、青色(B)から緑色(G)領域の透過率は低くなるが、赤色(R)領域の透過率は変化せず、結果として赤色(R)が濃くなる。

40

【0083】

一方、濃度若しくは厚みが小さくなれば、赤色の透過率は変化しないが、他色の透過率が徐々に高くなるために、その結果として、赤色が薄くなっていく。また、上式1では濃度と厚みは積の関係になっていることから、その積の値が一定であれば、例えば、濃度が半分になっても厚みが2倍になれば、理論上では透過スペクトルが同じとなり色味は変化しないこととなる。

50

【 0 0 8 4 】

吸収係数 と、透過率および透過スペクトルとの関係について補足する。吸収係数は波長依存性を持つ。すなわち、 α は波長の関数であり、例えば、赤色のカラーフィルターは、赤色に相当する波長域に対する α は、ほぼ 0 であり、青色、緑色に相当する波長域に対する α は大きな値を持つ。したがって、カラーフィルターの膜厚 d が大きくなると、赤色の波長域では、透過率はほぼ変化しないが、他の波長域の透過率は大きく変化し、結果として、可視光領域の透過スペクトルは変化する。

【 0 0 8 5 】

このことから、顔料濃度と膜厚が決まれば、透過スペクトルが決定され、例えば、赤色の波長域の透過率は膜厚 d に依存せず一定になるという関係が導かれる。

10

【 0 0 8 6 】

垂直配向表示モードの液晶表示装置では、上下基板間で電圧を印加した場合に電界強度に応じて、液晶層内の液晶分子が、図 3 および図 4 に示すように、電傾効果 (Electroclinic Effect) により等電位面に沿って配向することになる。特に、当該液晶表示装置では、電圧変調時に効率よく一様な液晶分子配向を実現するために、所定の配向規制構造体を設置することによって液晶分子の電傾方位を規定する手法が採用される。例えば、突起構造物やスリットなどの電極開口部を設ける手法が知られている。本願では、対向電極または画素電極の少なくとも一方に、丸穴またはスリットなどの電極開口部または切り欠き部を設けている。

【 0 0 8 7 】

20

本発明では、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各着色層に直接的に電極開口部を形成した対向電極を用いて垂直配向表示モード用のカラーフィルタ基板を構成し、そのカラーフィルタ基板を用いることによって、色再現範囲 (NTSC 比) が少なくとも 65% 以上の色再現性に優れた液晶表示装置を実現することを目的とする。本願において、緑色 (G) 領域の表示色特性を規定する場合には、D65 光源を用いて 2° 視野で規定した CIE 1931 の x y Y 表色系で示した x y 色度図に基づいて、表示色特性を求める。

【 0 0 8 8 】

特に、カラーフィルタ着色層においてオーバーコート層を除去した構成に関して、図 1 および図 2 の構成と同様の構成を備えた垂直配向表示モードの液晶表示装置について表示性能の比較検証を行った。

30

【 0 0 8 9 】

色再現範囲 (NTSC 比) が少なくとも 65% となるように顔料を選択し、次の 2 つの場合について比較検討した。すなわち、

(1) カラーフィルタ着色層 12 の厚み d を従来の当該着色層と同等の $1.5 \mu\text{m}$ として顔料濃度を調節した場合と、

(2) 上記厚み d を $2.5 \mu\text{m}$ として、厚み d を増大させると共に顔料濃度を低下させて色再現範囲の値を調節した場合と

である。

【 0 0 9 0 】

図 7 および図 8 は、それぞれ上記 (1)(2) の場合に対応しており、電圧印加時 (白電圧印加時) において、電極開口部 14 を中心とする画素領域の配向状態を示す写真である。

40

【 0 0 9 1 】

図 7 に示すように、上記 (1) の場合には、赤色 (R) 画素と青色 (B) 画素はほぼ同じ暗線の形を示している。すなわち、暗線の形は \times 形状であり、 \times の中心は画素領域のほぼ中央にある。したがって、この暗線の形は、液晶分子 18 の放射状配向が得られていることを示している。

【 0 0 9 2 】

一方、緑色 (G) 画素では、他の色とは異なり、配向中心が定まらず、放射状配向が得られていない。この結果、緑色 (G) 画素の配向不良が R、G、B 各画素で構成される 1 画素領域の表示不良として視認される結果、歩留まりの低下や表示の色付を招く。

50

【0093】

これに対し、図8に示すように、上記(2)の場合には、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の全ての画素領域において配向が揃い、配向不良を引き起こす現象は生じていない。すなわち、全ての画素領域において、暗線の形は十字形状であり、十字の中心は画素領域のほぼ中央にある。

【0094】

なお、上記(2)の場合の顔料濃度は、着色層厚が $1.5\mu\text{m}$ のときの顔料濃度の60%まで薄く設定したものに相当する。

【0095】

一般的に赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の各画素で配向状態が異なるのは、そもそも各画素で顔料濃度に差があることに起因している。すなわち、前述したように、通常では緑色(G)画素の顔料濃度は、他色に比べて非常に大きいことが要因である。このために、緑色(G)画素では液晶材料と顔料を分散させた着色層との接触による汚染等により配向状態の乱れを引き起こして表示不良を招くことが顕著に認められる。このため、本願のようにカラーフィルタ着色層12の厚みを所定の範囲で調整できた場合には、特に緑色(G)画素においては、上記の配向不良を改善できる効果が大きくなる。

10

【0096】

赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の全画素で、安定した配向状態を得ることのできるカラーフィルタ着色層12の厚みを検討した結果、その厚みは、 $1.8\mu\text{m}$ 以上で $3.2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましいと判明した。その理由は以下の観点から導くことが可能である。

20

【0097】

色再現範囲がNTSC比で少なくとも65%以上を実現する、ある種の顔料を用いたカラーフィルタ(CF)について以下に考察した。従来の緑色(G)画素の着色層厚を $1.5\mu\text{m}$ にした場合の顔料濃度を100%とした初期設定において、緑色(G)の顔料濃度とカラーフィルタ着色層の比抵抗値との関係を図9に示す。

【0098】

また、カラーフィルタ着色層での比抵抗値と、その比抵抗値を種々の条件で変化させた場合について安定した放射状配向が得られるかどうかの可否性との関係を図10に示す。図10の結果から、液晶領域の安定な配向状態を実現するには、 $1.0 \times 10^{15}(\cdot\text{cm})$ 以上という高い比抵抗値を採ることが必要であると示唆される。

30

【0099】

したがって、この好適な比抵抗値を達成できる緑色(G)の顔料濃度を上記の図9に示す関係から導くと、緑色(G)の顔料濃度は、上記初期設定の約80%以下にすることが極めて重要となる。

【0100】

ここで、上述のLambert-Beerの法則から導いた式1の関係を適用して、最適なカラーフィルタ着色層12の厚み d は $1.8\mu\text{m}$ 以上と求められる。

【0101】

上記比抵抗値の測定は、被検対象の顔料成分を含むカラーフィルタ着色層に対して、直流4端子法などの公知の手法を用いることにより行うことができる。例えば、本願では、室温下で所定のカラーフィルタ着色層を評価サンプルとして、高感度ソースメータ(Keithley社製6430型)を用いて測定することで、比抵抗値を定量した。

40

【0102】

一方、現実の製造工程の観点では、例えば、カラーフィルタ着色層の層厚が増大すると、必要量の顔料をベース樹脂に均一に分散させる工程での課題や、あるいは着色した樹脂を均一に成膜およびパターンニングする際の問題が大きくなり、特に均一性や生産歩留まり等の観点から多くの生産課題を抱えることとなる。このために、実際上で制御可能な着色層の厚みの上限値は $3.2\mu\text{m}$ よりも小さい範囲が妥当である。

【0103】

50

以上より、本願では、好適なカラーフィルタ着色層12の厚みを、 $1.8\ \mu\text{m}$ 以上で、かつ、 $3.2\ \mu\text{m}$ 以下であると規定する。なお、図8に示す結果に基づいて、カラーフィルタ着色層12の厚みの範囲の1つ選択肢を、 $1.8\ \mu\text{m}$ 以上 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下としてもよいし、他の選択肢を $2.5\ \mu\text{m}$ 以上 $3.2\ \mu\text{m}$ 以下としてもよい。

【0104】

(電極開口部の変形例)

なお、上述したように本実施形態では、各画素内に少なくとも1つ以上の放射状の液晶配向を実現すべく、対向電極の略中央部に円形の電極開口部を配置した垂直配向表示モードの液晶表示装置の構成に基づいて、その特徴について説明した。

【0105】

さらに、他の配向規制構造体を用いた構成にも本発明を適用することができる。例えば、上下基板に各々異なる方向に延びる直線状の配向規制構造体を周期的に屈曲して配置し、上下で平行かつ交互に当該配向規制構造体を組み合わせることによって、各画素単位で4分割配向を実現する構成でもよい。この場合には、対向電極には屈曲した直線から構成される周期的なジグザグ形状の電極開口部を配置することになるが、それ以外の特徴については、最適な着色層の厚みの範囲を含めて上記の内容を援用できるものである。

【0106】

また、他の変形例としては、例えば、基板上に周期的に形成した微細なスリット開口をフィッシュボーン形状(魚の骨状)に形成してもよい。

【0107】

(緑色(G)領域での表示不良の発生メカニズムとその対策)

前述したように、同一の着色層での顔料濃度が増大するにつれて、画素の明度が低くなり、同時に着色層での比抵抗値は小さくなる傾向がある。さらに、緑色(G)領域では、所望の色再現範囲を実現するために他の色領域に比べてより高濃度で設計する場合が多く、比抵抗値が小さくなる課題が生じやすい。

【0108】

したがって、一般的なカラーフィルタ基板では、通常、色度バランスおよびホワイトバランスを考慮した結果、緑色(G)領域の顔料濃度が他の色領域に比べて最も大きくなる。このために、緑色(G)領域の比抵抗値について以下で議論することが、本願の目的上で重要となる。

【0109】

一般にカラーフィルタ基板での着色層の比抵抗値が小さい場合には、図11に示すように、対向基板11の電極開口部14におけるカラーフィルタ着色層12が絶縁体として作用しない。この結果、等電位面が電極開口部14に潜り込まないので、斜め電界が発生しない。そのために、画素内の液晶分子18は、配向方向が定まらずに不安定な状態を採りやすくなる。

【0110】

この状態で、液晶層17の上下に一对の直交する直線偏光板19を配置して観察すると、図12の(a)(b)のように乱れた配向状態を示す傾向が強くなる。

【0111】

ここで、図12の(a)は、所定の電圧印加時に画素内の液晶分子18の電傾方向が定まらず、軸対称中心(軸心)が形成されていない状態を示している。この場合には、白電圧印加時の静的な状態に加えて小さな電圧変化が必要となる中間調状態間での表示においても応答速度が遅くなったり、不良な配向状態に起因した斜め方向での表示品位の低下をもたらす要因となる。

【0112】

また、図12の(b)は、所定の電圧印加時に画素内の液晶分子18が傾斜して、ある程度の軸対称配向を採るものの、軸心の位置が電極開口部14の中心部近傍に定まらず、画素内の任意の位置に形成された状態を示している。この場合にも、軸心が電極開口部14の中心近傍に定まらないために、上記の図12の(a)と同様に、白電圧印加時または

10

20

30

40

50

中間調状態同士間での表示不良や応答速度が遅くなる問題が生じたり、軸対称中心（軸心）がずれることに起因した表示ざらつきなどが発生することがある。

【0113】

一方、カラーフィルタ着色層12の比抵抗値が、本願に規定する所定の範囲を満足し、十分に高い値となった場合には、図13に示すように、対向基板11の電極開口部14には電気力線が生じない。この結果、等電位面が電極開口部14に潜り込み、斜め電界が発生する。そのために、画素内の液晶分子18は等電位面に沿って平行になるように倒れる傾向を有するために、電極開口部14の中心部近傍では、液晶分子18の倒れる方向性が定まることになる。この場合には、画素毎に、電極開口部14近傍を中心として等電位面が、対向電極13の法線方向を向いて集中することになる。

10

【0114】

この状態で、液晶層17の上下に一对の直交する直線偏光板を配置して観察した場合には、図14に示すように、画素領域の中央に軸心が固定された正常で、かつ、安定な放射状の軸対称配向が得られることになる。

【0115】

次に、液晶表示装置において、カラーフィルタ着色層の比抵抗値の変化が、液晶層内の配向状態に及ぼす影響について図15の(a)~(c)を用いて概説する。なお、図中の画素内に生じる軸対称中心（軸心）の模式図は、“液晶分子が電界により倒れない領域（軸心の起点）”の観察状態が良く判るようにするために、円偏光板を用い、光学顕微鏡によって観察した例として示している。

20

【0116】

本願の液晶表示装置で白電圧印加状態について検討すると、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の値よりも十分に小さい場合には、図15の(a)に示すように、電極開口部への等電位面の潜り込みが極端に小さくなる。この結果、等電位面が基板に対して略平行に形成され角度がつかない傾向があり、“液晶分子が電界により倒れない領域（軸心の起点）”がほとんど生じないことになる。

【0117】

この場合には、電圧印加時に液晶分子の倒れる現象が画素周辺部から発生する傾向があるために、多様な方向から生じた電傾配向が競合する。これにより、画素内の任意の位置に軸対称中心（軸心）が形成される。この状態では、画素毎に形成される軸対称中心（軸心）の位置が安定に定まる傾向が極めて小さいために、表示不良や表示ざらつきなどが問題となる。

30

【0118】

次に、図15の(b)は、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の許容下限値よりも少し小さい場合の状態を例示した概説図である。この場合には、電圧印加により等電位面が電極開口部に潜り込む角度や密度が比較的小さくなる。この結果、“液晶分子が電界により倒れない領域（軸心の起点）”が小さいものになり、軸対称中心（軸心）の安定性が低いものとなりやすい。

【0119】

他方、図15の(c)は、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が所定の許容下限値以上の状態を例示した概説図である。この場合には、電圧印加により等電位面が電極開口部に潜り込む角度や密度が大きくなる。この結果、“液晶分子が電界により倒れない領域（軸心の起点）”が比較的大きくなり軸対称中心が安定に生じることになる。

40

【0120】

以上より、本願に開示する手法に従えば、全方位配向となる軸対称状の液晶配向を容易に安定して達成できることになり広視野角特性が実現できる。この現象に関しては、以下の項で電界シミュレーションを用いた考察でも検討した。

【0121】

上述のメカニズムにより、軸対称状の配向の発生や本発明で示す緑色（G）領域での配向状態の乱れが発現する。ここで、本願においてカラーフィルタ基板での緑色（G）領域

50

とは、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の各画素に対応した着色層のうち特に波長520から570nmの範囲に極大吸収波長を有する着色層に対応した画素領域を指す。

【0122】

本発明において、上述した軸対称状の液晶配向が良好な状態とは、カラーフィルタ着色層上に設けた電極に、各画素に対応した所定位置に電極開口部を形成した液晶表示装置において、上下基板間に白電圧を印加した場合に、電極開口部の範囲内に軸対称中心（軸心）が安定に形成される状態をいう。なお、上記白電圧は、例えば、256階調に対応する電圧を規定した場合の256階調電圧に相当する。

【0123】

一方、同様の条件下で、軸対称中心（軸心）が形成されない状態、若しくは電極開口部の範囲内から外れた位置に軸対称中心（軸心）が形成された状態のことを、液晶配向が不良な状態という。

【実施例】

【0124】

以下に、具体的な実施例等で更に詳細に説明するが、本発明はこれらの例示のみに限定されるものではない。

【0125】

（実施例1）

本発明の一実施例について図1および図2に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0126】

まず、図1に示す構成のカラーフィルタ着色層12において、通常の擬似白色LEDをバックライトに用いた時に、色再現範囲がNTSC比で72%となるように、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の各色顔料濃度をそれぞれ調整し、厚みを2.4μmに設定した各色のカラーフィルタ着色層12を用意した。

【0127】

なお、本実施例ではカラーフィルタ着色層12の厚みを2.4μmに設定したので、厚みを1.5μmに設定した場合に比べて顔料濃度を減じることが可能となり、比抵抗値も 3.0×10^{-5} （Ω・cm）と比較的高く維持できた。

【0128】

また、対向電極13には、アクティブマトリクス（TFT）基板10側の画素電極16を構成する2つの矩形電極の各中心部近傍に対応する位置に、所定の円形状の電極開口部14を配置した。この電極開口部14の直径を、約15μmに設定した。

【0129】

円形状の電極開口部14が配向制御構造体として機能するには、少なくとも10μm以上であればよいことが確認されている。なお、この電極開口部14は小さい方が開口率の観点からは望ましいが、生産バラツキ等の製造面の課題を考慮して、上記のとおり、約15μmに設定した。

【0130】

以上の構成により、電圧印加状態において各画素領域で顕著な配向乱れ等も発生せず、また、斜め方向から観た場合にも色味変化などの表示不良を認めることがなく高品位表示を実現できた。

【0131】

なお、実施例1に示す結果に基づいて、カラーフィルタ着色層12の厚みの範囲の1つ選択肢を、1.8μm以上2.4μm以下としてもよいし、他の選択肢を2.4μm以上3.2μm以下としてもよい。

【0132】

（実施例2）

本実施例では、実施例1と同様の構成のカラーフィルタ着色層を用いた液晶表示装置において、種々の色再現範囲に設定した場合での液晶表示装置の視認性を比較検証した。その評価結果について以下に示す。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 3 】

〔表示視認性評価〕

<目的>

カラーフィルタ着色層の条件を種々調整することにより、色再現範囲（NTSC比）が表示視認性に及ぼす影響について評価する。

【 0 1 3 4 】

<評価サンプル>

実施例 1 で検討したカラーフィルタ着色層と同種の構成材料を用いて、着色層の顔料濃度および層厚を調節することで、色再現範囲の異なる評価用のカラーフィルタ基板を作製した後、実施例 1 と同様に、図 1 および図 2 に示すように構成した、評価対象の液晶表示装置を得た。

10

【 0 1 3 5 】

<表示視認性の評価>

上記被検体の液晶表示装置に対して同一のモジュール輝度の環境下、液晶表示装置から所定距離はなれた位置で、色彩輝度計 BM - 5 A（トプコン社製）を用いて、上述の色再現範囲（NTSC比）および相対 Y 値を求めた。

【 0 1 3 6 】

<評価結果>

【 0 1 3 7 】

【表 1】

20

NTSC 比	相対 Y 値	着色層厚(μ m)	G 層比抵抗値 (Ω · c m)	視認性
55%	121%	1.3	3.2×10^{15}	×
60%	114%	1.6	3.2×10^{15}	△
65%	109%	1.8	3.2×10^{15}	○
70%	102%	2.1	3.2×10^{15}	◎
72%	100%	2.2	3.2×10^{15}	◎
75%	95%	2.5	3.2×10^{15}	◎
80%	88%	3.1	3.2×10^{15}	◎◎

30

【 0 1 3 8 】

〔視認性確認の判定指標〕

以下の判定指標は、従来のブラウン管（CRT）モニタの表示品位を基準にした比較を表している。

【 0 1 3 9 】

- × …… CRT よりも明らかに悪い（液晶表示装置単独で認識される）
- …… CRT よりも悪い（side by side で確認されるレベル）
- …… CRT よりも若干悪いが許容範囲
- …… CRT とほぼ同等
- …… CRT よりも鮮やか

40

なお、上記「side by side」とは、2つの装置を横に並べて比較確認するという意味である。つまり、「side by side で確認されるレベル」とは、被検体の液晶表示装置の横に CRT を並べて比較すると、被検体の液晶表示装置の表示品位は、CRT より劣ることが認識されるが、逆に言うと、単体（個別）としてそれぞれを観察した場合には、表示品位の差に気付かないレベルという意味である。

【 0 1 4 0 】

<結論>

本検証結果から色再現範囲（NTSC比）が 65% 以上の条件を採れば、従来のブラウン管（CRT）モニタと比較して、良好な表示視認性が実現することが確認された。

【 0 1 4 1 】

50

(比較例 1)

本比較例では、前述の実施例 1 とは、カラーフィルタ着色層 1 2 を備えた対向基板 1 1 のみ異なる構成を採ったものである。即ち、本比較例では、図 1 6 に示すように、各色に対応したカラーフィルタ着色層 1 2 上にオーバーコート層 3 0 を介して対向電極 1 3 および電極開口部 1 4 を配置した。カラーフィルタ着色層 1 2 の厚みは $1.5 \mu\text{m}$ 、オーバーコート層 3 0 の厚みは $2.0 \mu\text{m}$ に設定した。

【0142】

(比較例 2)

本比較例では、前述の実施例 1 と同様にオーバーコート層を設けず、従来のカラーフィルタ基板の場合と同様に、カラーフィルタ着色層 1 2 の厚みを $1.5 \mu\text{m}$ に設定した。

10

【0143】

(比較例 1 および 2 の表示性能)

比較例 1 および比較例 2 のどちらの場合にも、着色層の顔料濃度を実施例 1 の場合に比べて高くすることが必要になり、そのために比抵抗値が $7.0 \times 10^{-3} (\Omega \cdot \text{cm})$ と低くなった。これにより、図 7 に示すように、特に緑色 (G) 画素で配向不良が発生し、斜め方向から観た場合にも色味変化することが確認された。

【0144】

(比抵抗値の設定による配向状態のシミュレーション)

ここで、実施例 1 と比較例 2 との関係から、カラーフィルタ着色層の顔料濃度を減じてその厚みを厚く設定し、それによって比抵抗値を高くすることで配向状態を安定化できる理由について、図 1 7 ~ 1 9 を用いて以下に考察して記載する。

20

【0145】

両者の液晶表示装置の断面概略図を図 1 7 に示す。上下基板に 5 V の電圧を印加した状態での等電位線の発生状況について電界シミュレーションを行い、その結果から液晶の配向状態について考察した。なお、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が低い状態 (比較例 2 に近い場合) は導体の状態として近似した。そのときのシミュレーション結果を図 1 8 に示した。一方、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が高い状態 (実施例 1 に近い場合) はカラーフィルタ層を絶縁体として近似した。そのときのシミュレーション結果を図 1 9 に示した。両者を比較した結果は以下のとおりである。

【0146】

カラーフィルタ着色層の比抵抗値が高くなる場合には、図 1 9 のように電極開口部付近に等電位線が入り込んで斜め電界が効率よく発生するので、放射状の液晶配向を実現できることが示唆される。

30

【0147】

これに対して、カラーフィルタ着色層の比抵抗値が低く導体に近い場合には、図 1 8 のように斜め電界が十分に発生しないので、液晶分子の電傾配向が定まらず不安定な配向となることが確認できる。このようにカラーフィルタ基板の比抵抗値を高く設定する方が配向安定化との関係で重要となることが示唆された。

【0148】

本実施例においても、カラーフィルタ着色層の厚みを大きく設定することで従来品に比べて顔料濃度を下げると共に、結果的に比抵抗値が大きくなるために、垂直配向表示での電傾効果がより有効に実現できること、および配向性を大幅に改善できることを確認した。

40

【0149】

(実施例 3 および 4)

本実施例では、垂直配向表示モードの液晶表示装置において、上記の実施例 1 とは異なる液晶ドメイン配向を採る画素設計を行った。例えば、実施例 3 では、その液晶表示装置の平面概略図を図 2 0 に示すように、上下基板に各々異なる方向に延びる直線状の配向規制構造体を周期的に屈曲して配置し、さらに上下で平行かつ交互に当該配向規制構造体を組み合わせて各画素単位で 4 分割配向を実現する場合の変形例を示す。

50

【0150】

具体的には、前記対向基板11側に形成した前記電極開口部14は、前記画素内において第1の方向に延びる複数の第1線状部分14aと、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる第2線状部分14bとを有している。なお、複数の第1線状部分14aのうちの隣接する2つの第1線状部分14aが互いに略平行で、かつ、前記第1の方向と前記第2の方向とは、略90°をなしている。複数の第2線状部分14bのうちの隣接する2つの第2線状部分14bも互いに略平行になっていることは言うまでもない。

【0151】

一方、前記画素電極16は、前記画素内の所定の位置に形成された液晶の配向を制御する少なくとも1つの開口部または切欠き部を有し、前記開口部または切欠き部は、前記画素内において第1の方向に延びる複数の第3線状部分31aと、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる複数の第4線状部分31bとを有している。なお、前記液晶層17を介して上下の内面に前記対向電極13と画素電極16とを配置した場合に、第1線状部分14aと第3線状部分31aと、第2線状部分14bと第4線状部分31bとが、各々平行、かつ、各々交互に所定の間隔で配置されている。

10

【0152】

この構成により、本実施例3では、電圧印加時には画素単位で図中矢印方向（つまり、上記第1の方向に交差する方向で、かつ第1線状部分14aに向かう方向、または上記第2の方向に交差する方向で、かつ第2線状部分14bに向かう方向）の電傾方向を有する周期的な4分割配向を発生させることができ、それによって広視野角表示を実現することができる。

20

【0153】

他方、実施例4では、液晶表示装置のアクティブマトリクス基板10の平面概略図を図21に示すように、基板上の画素電極に周期的に形成した微細なスリット開口をフィッシュボーン形状（魚の骨状）に形成した。この構成では、上下基板間に電界を発生させたときの電傾効果を利用して、微細に形成したスリットに沿った平行な方向に液晶ドメインを効率よく形成すべく、上下基板間のスリット開口の配置を定めている。

【0154】

具体的には、前記画素電極16は、前記開口部または切欠き部として、画素内において少なくとも第1の方向に延びる複数の第1枝部32aを有する第1微細パターンと、前記第1の方向とは異なる第2の方向に延びる複数の第2枝部32bとを有する第2微細パターンとを備えている。上記第1の方向および第2の方向は、どちらも画素の中心に向かっている。これにより、上記第1の方向に一致した電傾方向L1に沿って液晶分子が配向したドメインが、第1微細パターンによって形成されるとともに、上記第2の方向に一致した電傾方向L2に沿って液晶分子が配向したドメインが、第2微細パターンによって形成される。

30

【0155】

なお、画素電極16を挟む2つのソース配線4の中心線Myに対して、上記第1微細パターンおよび第2微細パターンと、対称形状の第3微細パターンおよび第4微細パターンが形成されている。また、画素電極16を挟む2つのゲート配線2の中心線Mxに対して、上記第1微細パターンおよび第3微細パターンは、第2微細パターンおよび第4微細パターンと対称関係になっている。

40

【0156】

これにより、上記第2の方向の逆方向に一致した電傾方向L3に沿って液晶分子が配向したドメインが、第3微細パターンによって形成されるとともに、上記第1の方向の逆方向に一致した電傾方向L4に沿って液晶分子が配向したドメインが、第3微細パターンによって形成される。以上の第1から第4の微細パターンによって、1画素に電傾方向が互いに異なる4つのドメインが形成される。

【0157】

なお、図20および図21に示すように、前記第1の方向または前記第2の方向が、ア

50

クティブマトリクス基板 10 および対向基板 11 の各外側に配置した互いに直交する偏光板の吸収軸 A1 および A2 に対して 45° をなすように設定すると、各階調における画素の輝度を最大化することができる。

【0158】

以上のように上記実施例 2 および 3 においても、上述した配向安定性や信頼性の改善を図ることができるという効果が得られる。

【0159】

(実施例 5)

本実施例では、前述した COF 構造のアクティブマトリクス基板 10 を用意し、アクティブマトリクス基板 10 上に設けたカラーフィルタ着色層 12 において、通常の擬似白色 LED をバックライトに用いた時に、色再現範囲が NTSC 比で 72% となるように、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の各色顔料濃度をそれぞれ調整し、厚みを 2.2 μm に設定した。

【0160】

一方、対向基板 11 の画素領域には、所定の電極開口部 14 を配置した対向電極 13 を形成し、実施例 1 等と同様の工程を経て、両基板を貼合して液晶表示装置を構成した。

【0161】

本実施例の液晶表示装置では、カラーフィルタ着色層 12 の厚みを 2.2 μm に設定したことから、着色層の顔料濃度を減じることができ、その比抵抗値も 3.2×10^{15} (Ω・cm) と比較的高く維持できた。このため本実施例においても、電圧印加状態において各画素領域で顕著な配向乱れ等も発生せず、また、斜め方向から観た場合にも色味変化などの表示不良が認めることがなく高品位表示を実現できた。

【0162】

本発明に係る上記表示装置の特徴点について、以下に補足する。

【0163】

本発明によれば、さらに、同様の技術思想に基づいて、第 1 基板面内の前記能動素子上に設けた前記画素電極の下層に、着色層を配置することも可能である。そのため、本発明は、着色層を、対向電極を備えた第 2 基板側に配置した構成に限定されるものではなく、第 1 基板側に配置した構成にも有用なものである。

【0164】

なお、着色層を第 2 基板側に配置した場合、対向電極が着色層に直接積層され、着色層を第 1 基板側に配置した場合、画素電極が着色層に直接積層される。いずれにしても、着色層にオーバーコート層を積層しないため、液晶表示装置の製造工程を簡略化し、コストダウンを実現することができる。

【0165】

また、画素電極を着色層に直接積層した構成では、第 1 基板と第 2 基板との貼り合わせ精度が多少低くても、高開口率で高精細の表示装置を量産できる。

【0166】

本発明の液晶表示装置では、色再現範囲を示す NTSC 比が、少なくとも 65% 以上であることを特徴とする。これにより、特に着色層のうちで顔料濃度が大きく、液晶領域の配向状態が不安定となる傾向がある緑色着色層において、NTSC 比が少なくとも 65% 以上の値を採ることにより、優れた色再現性などの表示品位の改善に寄与するという効果が得られる。

【0167】

本発明の液晶表示装置では、前記対向電極に形成した前記電極開口部は、前記画素内に形成した少なくとも 1 つの液晶領域の中央部近傍に配置されていることを特徴とする。

【0168】

すなわち、本発明は、電圧印加時に液晶領域内の電極開口部近傍に位置する対称心を中心とする放射状に液晶分子が配向することにより全方位配向を実現できる液晶表示素子に対応している。このことにより、極めて視野角特性の対称性に優れた表示装置を実現でき

10

20

30

40

50

ることになる。

【0169】

また、上記の構成は比較的単純なので、画素ピッチが比較的小さい中小型の垂直配向型の液晶表示装置に、容易に応用できるという特徴を有する。

【0170】

さらに、1画素内を複数のサブ領域に分割した場合にも、各サブ領域の略中央部に配置する電極開口部近傍を中心とした放射状ドメインを得ることができる。したがって、液晶領域内で液晶分子の自己光学補償が遂行される作用により、広い視野角が実現できることになる。

【0171】

本発明の液晶表示装置は、1つの画素内において、電極開口部としての第1線状部分および第2線状部分を、互いに異なる方向に延ばし、かつ、略90°の関係となるように、対向電極に配置したので、電圧印加時に、各線状部分に直交するように、液晶分子が一様に配向したドメインを形成することができる。これにより、各画素毎に、マルチ配向を実現できるため、広視野角表示が実現できる。

【0172】

上記の構成は、画素ピッチが比較的大きい大型の垂直配向(VA)表示モードの液晶表示装置などに幅広く適用することが可能である。

【0173】

本発明の液晶表示装置は、1つの画素内において、画素電極の開口部または切欠き部としての第3線状部分および第4線状部分を、互いに異なる方向に延ばし、かつ、前記第1線状部分と前記第3線状部分と、前記第2線状部分と前記第4線状部分とが、各々平行、かつ、各々交互に所定の間隔を持つように、第3線状部分および第4線状部分を画素電極に配置したので、1つの画素内に配向が互いに異なる4つのドメインを効率よく実現できる。また、偏光板の吸収軸に対して45°の方向に配向方向を揃えると、複屈折成分による光の損失が無く相対透過率を最も大きくするように設計することが可能であるという効果を奏する。

【0174】

本発明の液晶表示装置では、画素電極での画素内に対応した所定の位置に、液晶の配向を制御する少なくとも1つの開口部または切欠き部を形成することで、閾値電圧以上の電圧印加した場合での液晶領域の配向状態をより安定化させて良好な表示品位を達成できるという効果を奏する。

【0175】

本発明に係る液晶表示装置は、開口部または切欠き部として、複数の枝部を有する微細パターンを、互いに異なる2方向に延びるように、画素電極に形成し、かつ、上記2方向を偏光板の吸収軸に対し45°をなすように設定することで、各画素毎にマルチ配向を効率よく実現でき、相対透過率を向上させることができるという効果を奏する。

【0176】

本発明に係る液晶表示装置では、さらに上述した方向の異なる微細パターンが、画素電極に形成した幹部の構造パターンから延びていることを特徴とする。当該構成に係る液晶表示装置では、より高品位のマルチ配向を実現できるという効果を奏する。

【0177】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0178】

本発明は、比較的近距离の観察者に対して高精細の情報表示を行うのに適した液晶表示素子およびそれを備えた表示装置に適用することができ、より具体的には、携帯電話、情報携帯端末(PDA)、携帯型ゲーム機器、携帯型映像機器、カーナビゲーション機器、

10

20

30

40

50

ビデオカメラ、デジタルカメラ等に搭載される中小型の液晶パネルや、あるいは対角30インチ以上の大画面テレビなどのAV機器用の大型液晶表示機器を構成するのに好適な液晶表示装置に広く適用できる。

【符号の説明】

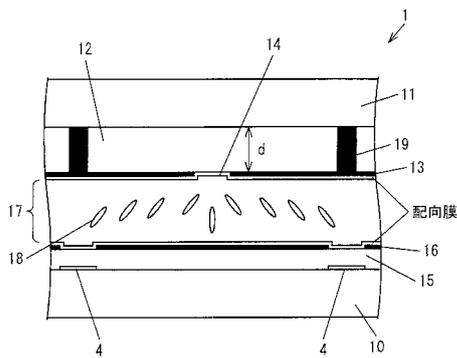
【0179】

- 1 液晶表示装置
- 5 サブ画素領域
- 6 TFT(能動素子)
- 10 アクティブマトリクス基板(第1基板)
- 11 対向基板(第2基板)
- 12 カラーフィルタ着色層
- 13 対向電極
- 14 電極開口部
- 14 a 第1線状部分
- 14 b 第2線状部分
- 16 画素電極
- 17 液晶層
- 18 液晶分子
- 20 絶縁層(オーバーコート層)
- 31 a 第3線状部分
- 31 b 第4線状部分
- 32 a 第1枝部
- 32 b 第2枝部
- d 厚み(層厚)

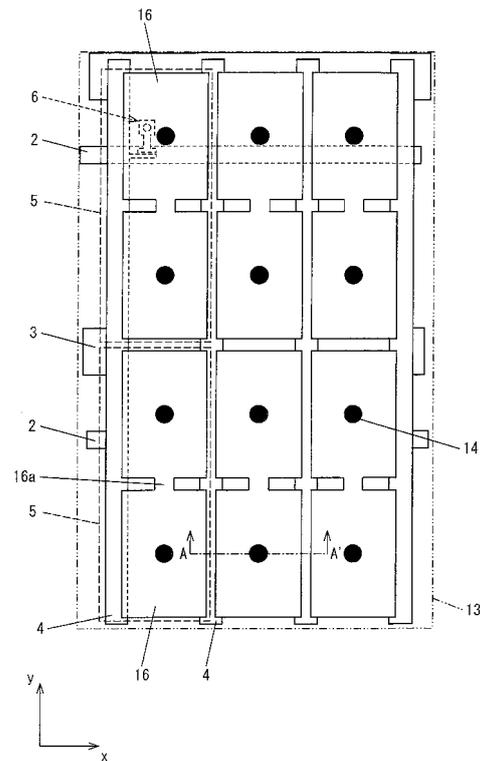
10

20

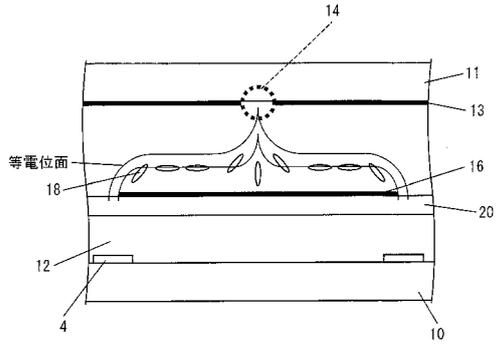
【図1】



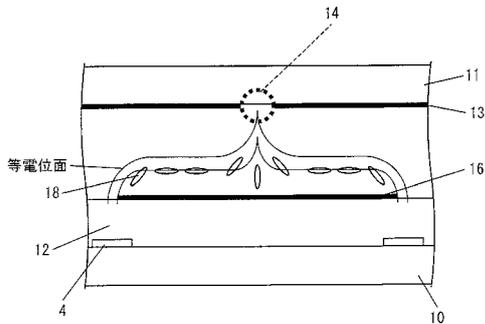
【図2】



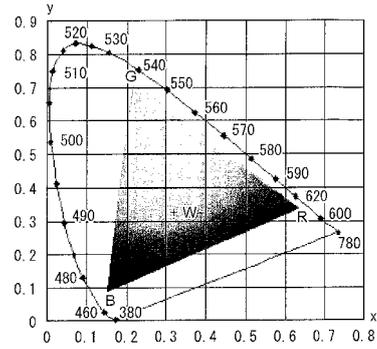
【図3】



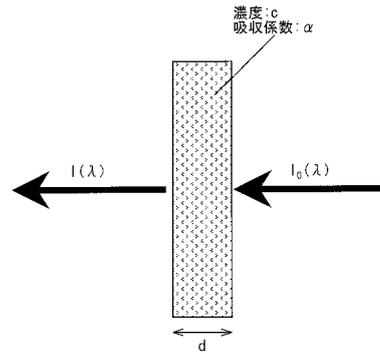
【図4】



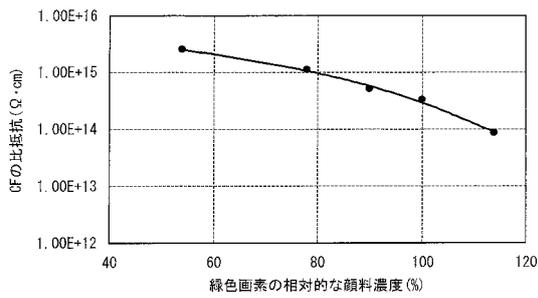
【図5】



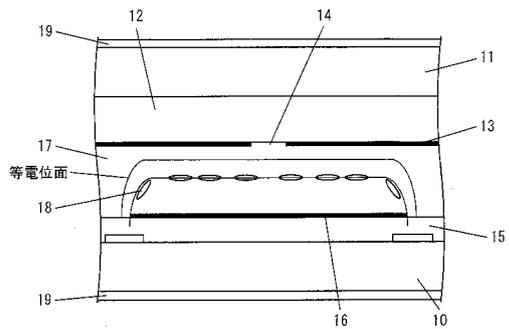
【図6】



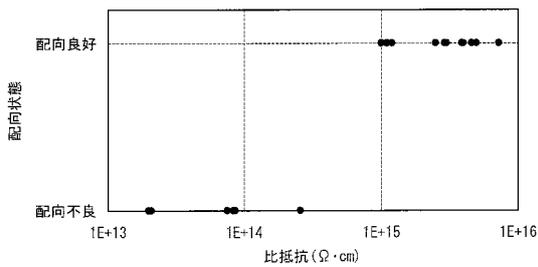
【図9】



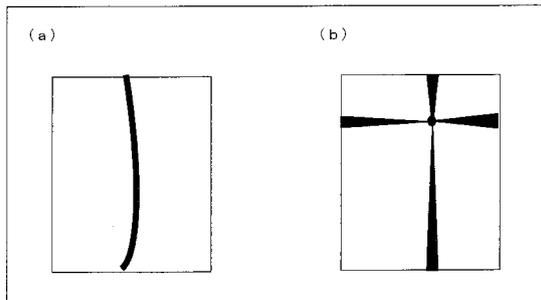
【図11】



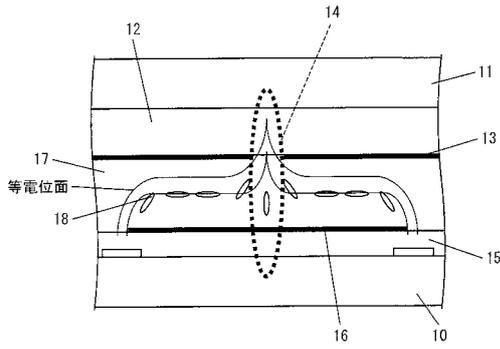
【図10】



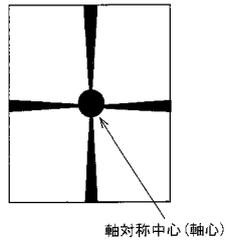
【図12】



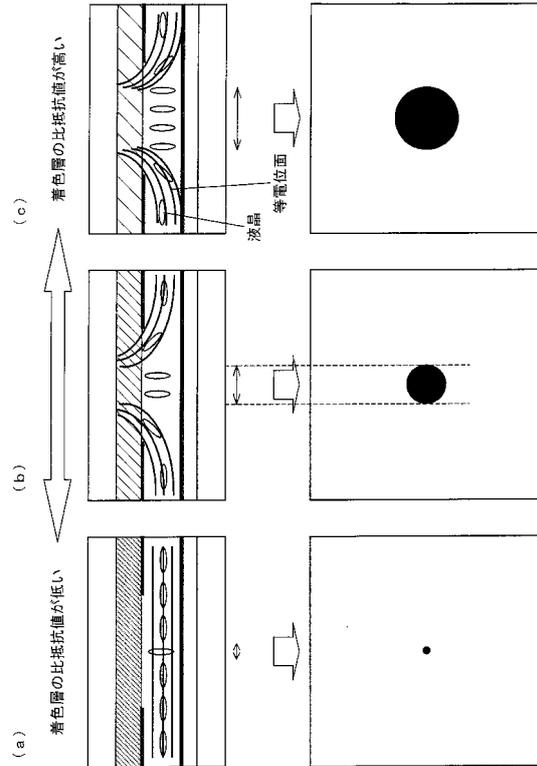
【図13】



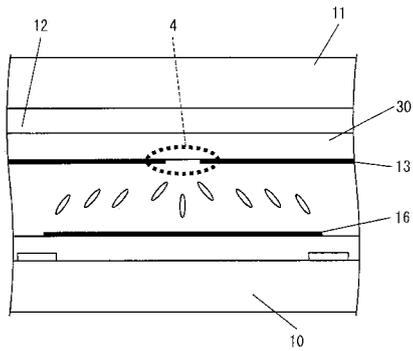
【図14】



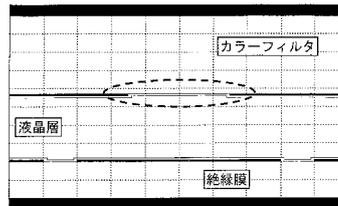
【図15】



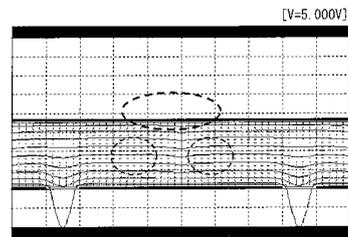
【図16】



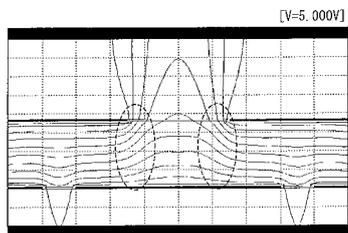
【図17】



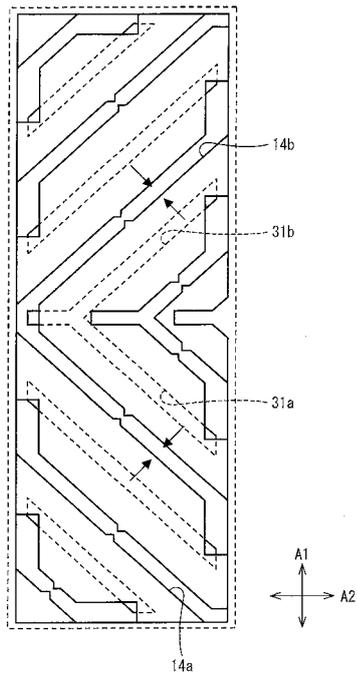
【図18】



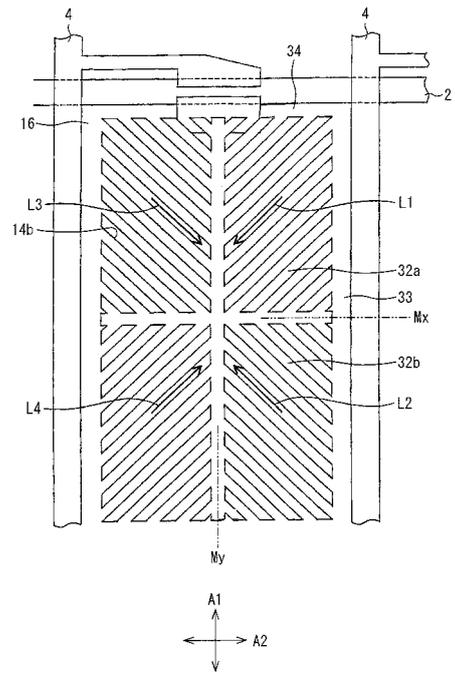
【図19】



【図20】

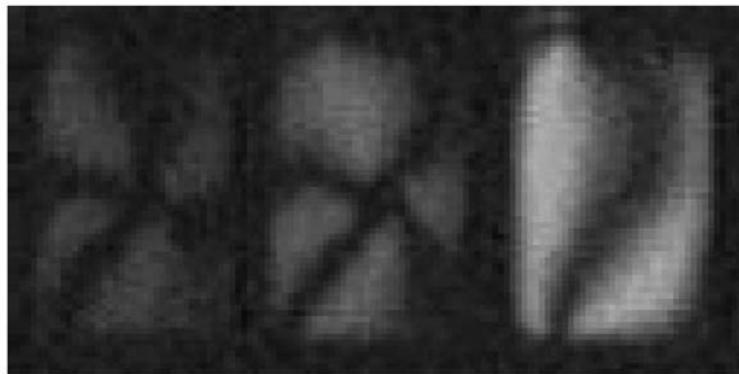


【図21】



【図7】

着色層の厚み：1.5 μ mの場合
(顔料濃度：高い)



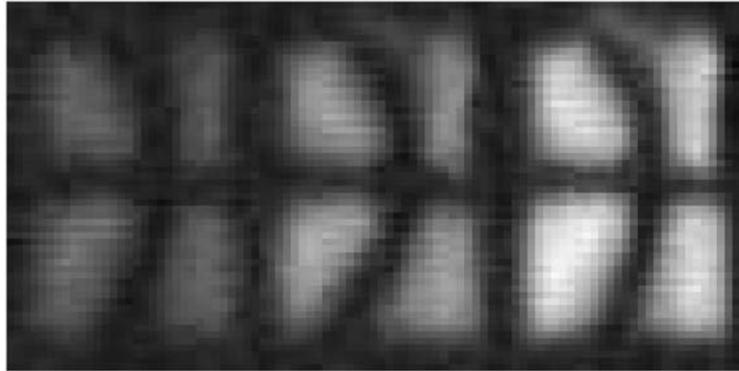
R

B

G

【図8】

着色層の厚み： $2.5\mu\text{m}$ の場合
(顔料濃度：低い)



R

B

G

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-048521(JP,A)
特開2003-172946(JP,A)
特開2005-055594(JP,A)
特開2007-171747(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1335
G02B 5/20