(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5926964号
(P5926964)

(45)発行日　平成28年5月25日(2016.5.25)　(24)登録日　平成28年4月28日(2016.4.28)

(51)Int.Cl.			F I		
G02F	1/1343	(2006.01)	G02F	1/1343	
G02F	1/1347	(2006.01)	G02F	1/1347	
G02F	1/133	(2006.01)	G02F	1/133	５４５
G02F	1/13363	(2006.01)	G02F	1/13363	

請求項の数 10　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願2012-16128(P2012-16128)
(22)出願日　平成24年1月30日(2012.1.30)
(65)公開番号　特開2013-156394(P2013-156394A)
(43)公開日　平成25年8月15日(2013.8.15)
審査請求日　平成27年1月23日(2015.1.23)

(73)特許権者　000103747
京セラディスプレイ株式会社
滋賀県野洲市市三宅６４１－１
(74)代理人　100103090
弁理士　岩壁　冬樹
(74)代理人　100124501
弁理士　塩川　誠人
(72)発明者　早田　祐二
東京都荒川区東日暮里５丁目７番１８号
オプトレックス株式会社内

審査官　鈴木　俊光

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示素子

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネルと、
高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネルとを備え、
前記第１液晶表示パネルは、
第１の透明電極が配置された第１透明基板と、
前記第１の透明電極に対向する第２の透明電極が配置された第２透明基板と、
前記第１透明基板と前記第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層とを含み、
前記第１の透明電極および前記第２の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、前記十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、
前記第１の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第２の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第２の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第１の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置し、
前記第２液晶表示パネルは、
第３の透明電極が配置された第３透明基板と、
前記第３の透明電極に対向する第４の透明電極が配置された第４透明基板と、

前記第３透明基板と前記第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層とを含み、
前記第３の透明電極および前記第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、前記十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、
前記第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置し、
観察者方向から見たときに、前記第１の透明電極の十字形の開口部と当該十字形の開口部に最も近い前記第２の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域である第１サブ画素領域の一辺の長さが、前記第３の透明電極の十字形の開口部と当該十字形の開口部に最も近い前記第４の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域である第２サブ画素領域の一辺の長さより短い
ことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項２】
低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネルと、
高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネルとを備え、
前記第１液晶表示パネルは、
第１の透明電極が配置された第１透明基板と、
前記第１の透明電極に対向する第２の透明電極が配置された第２透明基板と、
前記第１透明基板と前記第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層とを含み、
前記第１の透明電極と前記第２の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に配置された複数のＬ字形の開口部が設けられ、
前記各Ｌ字形の開口部は、少なくとも前記第１の透明電極と前記第２の透明電極とが重なる領域内で、当該開口部が設けられる透明電極が、複数の矩形のサブ画素領域であって隣接するサブ画素領域に接続される接続部を３つの角に有する複数の矩形のサブ画素領域に分割されるように設けられ、
前記第２液晶表示パネルは、
第３の透明電極が配置された第３透明基板と、
前記第３の透明電極に対向する第４の透明電極が配置された第４透明基板と、
前記第３透明基板と前記第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層とを含み、
前記第３の透明電極および前記第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、前記十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、
前記第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置する
ことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項３】
低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネルと、
高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネルとを備え、
前記第１液晶表示パネルは、
第１の透明電極が配置された第１透明基板と、

前記第１の透明電極に対向する第２の透明電極が配置された第２透明基板と、
前記第１透明基板と前記第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層とを含み、
前記第１の透明電極と前記第２の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、Ｉ字型の開口部が設けられ、
前記Ｉ字型の開口部が設けられる透明電極には、第１の方向に所定の間隔で設けられるＩ字型の開口部の集合である第１の開口部集合が複数設けられ、前記第１の方向に対して垂直な第２の方向に所定の間隔で設けられるＩ字型の開口部の集合である第２の開口部集合が複数設けられ、
前記第１の開口部集合同士は平行に設けられ、
前記第２の開口部集合同士は平行に設けられ、
前記第１の開口部集合に属するＩ字型の各開口部の間に、前記第２の開口部集合に属するＩ字型の開口部が設けられ、
前記第２の開口部集合に属するＩ字型の各開口部の間に、前記第１の開口部集合に属するＩ字型の開口部が設けられ、
前記第２液晶表示パネルは、
第３の透明電極が配置された第３透明基板と、
前記第３の透明電極に対向する第４の透明電極が配置された第４透明基板と、
前記第３透明基板と前記第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層とを含み、
前記第３の透明電極および前記第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、前記十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、
前記第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、前記第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、当該第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、前記第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域の中央に位置する
ことを特徴とする液晶表示素子。
【請求項４】
Ｌ字形の開口部が設けられている透明電極に対向する透明電極に、各サブ画素領域の中央部に対向する位置に、円形の開口部が設けられる
請求項２記載の液晶表示素子。
【請求項５】
十字形の開口部における横方向または縦方向と、Ｌ字形の開口部により規定される二辺のうちの一方の辺とのなす角が略４５度である
請求項２または請求項４記載の液晶表示素子。
【請求項６】
前記第１液晶表示パネルの第１透明基板と前記第２液晶パネルの第４透明基板とが外側に配置されるように積層されており、
第１透明基板における第１液晶層と反対側の面および第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に光学補償フィルムと偏光板とを備え、
第１液晶表示パネルにおける第１液晶層のリタデーションをΔｎ１・ｄ１とし、第２液晶表示パネルにおける第２液晶層のリタデーションをΔｎ２・ｄ２とし、前記光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションと前記偏光板のＴＡＣ層の厚さ方向のリタデーションとの合計をＲｔｈとしたとき、
０．６×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）≦Ｒｔｈ、および、
Ｒｔｈ≦０．９×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）の関係を満たす
請求項１から請求項５のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。
【請求項７】

前記第１液晶表示パネルの第１透明基板と前記第２液晶パネルの第４透明基板とが外側に配置されるように積層されており、
第１透明基板における第１液晶層と反対側の面に第１偏光板を備え、
第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に第２偏光板を備え、
前記第１偏光板の偏光軸は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行であり、
前記第２偏光板の偏光軸は、前記第１偏光板の偏光軸と直交する
請求項１から請求項６のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。
【請求項８】
第１液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、
第２液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる
請求項１から請求項７のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。
【請求項９】
第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとが２層に重ねて形成される
請求項１から請求項８のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。
【請求項１０】
小片の開口部の形状が、矩形または円形である請求項１から請求項９のうちのいずれか１項に記載の液晶表示素子。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＶＡ（Vertical Alignment）型の液晶表示素子に関する。
【背景技術】
【０００２】
液晶表示素子として、電圧が印加されないときの液晶層における液晶分子の配向（初期配向）が基板面に対して略垂直な垂直配向となる液晶表示素子がある。このような液晶表示素子をＶＡ（Vertical Alignment）型の液晶表示素子と呼ぶ。ＶＡ型の液晶表示素子では、誘電異方性が負である液晶が用いられる。そして、液晶層に電圧を印加することによって、液晶（液晶分子）の配向方向を基板面に平行な方向に変化させる。このようなＶＡ型の液晶表示素子の例が特許文献１に記載されている。ＴＮ（Twisted Nematic ）型の液晶表示素子やＳＴＮ（Super Twisted Nematic ）型の液晶表示素子と比較すると、ＶＡ型の液晶表示素子では応答性が高く、高コントラストの表示を実現することができる（特許文献２参照）。
【０００３】
電圧を印加していないときの液晶の配向が基板に対して完全に垂直である場合には、電圧を印加したときに液晶が傾く方向を規定することができない。その結果、液晶の配向が一様にならず表示品位が低下する。そのため、何らかの方法で、プレチルト角を付けるか、電圧印加時に液晶が傾く方向を規定する必要がある。プレチルト角を付ける方法または電圧印加時に液晶が傾く方向を規定する方法として、印加電圧による電界方向を基板面に対して斜めにする斜め電界法、電極等にリブ構造を設けるリブ法、酸化珪素（SiO_2）を基板に斜めに蒸着する斜め蒸着法等がある。また、垂直配向性の配向膜にラビング処理を施すことによって液晶の配向方向を規定することもできる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００３－２０７７８２号公報（段落０００２－０００４）
【特許文献２】特開２００６－１１３６２号公報（段落００１４）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】

ラビング処理を施す方法では、歩留まりが低下しやすく、また、複数の配向方向を混在させることによる視野角特性の向上が難しいという問題がある。また、電極等にリブ構造を設けるリブ法では、液晶表示素子の製造工程数が多くなり、生産コストが上昇するという問題がある。

【０００６】

一方、電極に開口部を形成する方法を用いて配向分割する場合、各サブ画素間での液晶配向状態のばらつきを揃えられるため、視野角等の表示品位を向上させることができる。

【０００７】

この技術を利用した表示方法に新たな付加価値をもたせるために、少ない表示エリアであっても複数の情報を表示可能な２層型の液晶表示素子が望まれている。図１８は、複数の情報が表示される液晶表示パネルの例を示す説明図である。図１８では、第１の液晶表示パネル９１に表示されるセグメント表示と第２の液晶表示パネル９２に表示されるフルドット表示を重ね、表示部９３として表示されていることを示す。

【０００８】

２層型の液晶表示素子を利用して複数の情報を表示する方法では、駆動するデューティ比に合わせて、各液晶層のリタデーションΔｎ・ｄや、誘電率異方性Δεを自由に調整しやすいため、表示の明るさや駆動電圧を液晶層ごとに変えることが可能である。

【０００９】

低デューティ比で駆動される液晶表示パネルに表示されるセグメント表示の明るさと、高デューティ比で駆動される液晶表示パネルに表示されるフルドット表示の明るさとは、近い方が好ましい。しかし、２つの液晶表示パネルを駆動するデューティ比の差が大きくなると、液晶層のリタデーション△ｎ・ｄやΔεの調整をしただけでは、２つの液晶表示パネルを同じ明るさにするための電圧調整を容易に行うことができないという問題点があった。

【００１０】

そこで、本発明は、低デューティ比で駆動される表示部と高デューティ比で駆動される表示部とを含む場合に、両表示部の明るさを近づける電圧の調整を容易に行うことができるＶＡ型の液晶表示素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明による液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第１液晶表示パネルＰ１）と、高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第２液晶表示パネルＰ２）とを備え、第１液晶表示パネルが、第１の透明電極（例えば、第１の透明電極３）が配置された第１透明基板（例えば、第１透明基板１ｓ）と、第１の透明電極に対向する第２の透明電極（例えば、第２の透明電極４）が配置された第２透明基板（例えば、第１透明基板２ｓ）と、第１透明基板と第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層（例えば、液晶層７）とを含み、第１の透明電極および第２の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、第１の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第２の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第２の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第１の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図３に例示する領域３１）の中央に位置し、第２液晶表示パネルが、第３の透明電極（例えば、第３の透明電極５）が配置された第３透明基板（例えば、第３透明基板１ｆ）と、第３の透明電極に対向する第４の透明電極（例えば、第４の透明電極６）が配置された第４透明基板（例えば、第４透明基板２ｆ）と、第３透明基板と第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層（例えば、液晶層８）とを含み、第３の透明電極および第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片

の開口部が設けられ、十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図３に例示する領域３１）の中央に位置し、観察者方向から見たときに、第１の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第２の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図５に例示するサブ画素領域３５）である第１サブ画素領域（例えば、セグメント表示部サブ画素領域）の一辺の長さが、第３の透明電極の十字形の開口部とその十字形の開口部に最も近い第４の透明電極の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図５に例示するサブ画素領域３５）である第２サブ画素領域（例えば、フルドット表示部サブ画素領域）の一辺の長さより短いことを特徴とする。

【００１２】

本発明による他の液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第１液晶表示パネルＰ１）と、高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第２液晶表示パネルＰ２）とを備え、第１液晶表示パネルが、第１の透明電極（例えば、第１の透明電極３）が配置された第１透明基板（例えば、第１透明基板１ｓ）と、第１の透明電極に対向する第２の透明電極（例えば、第２の透明電極４）が配置された第２透明基板（例えば、第１透明基板２ｓ）と、第１透明基板と第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層（例えば、液晶層７）とを含み、第１の透明電極と第２の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に配置された複数のＬ字形の開口部（例えば、Ｌ字形の開口部２１）が設けられ、各Ｌ字形の開口部は、少なくとも第１の透明電極と第２の透明電極とが重なる領域内で、その開口部が設けられる透明電極が、複数の矩形のサブ画素領域であって隣接するサブ画素領域に接続される接続部（例えば、接続部２２）を３つの角に有する複数の矩形のサブ画素領域（例えば、第２サブ画素領域２０）に分割されるように設けられ、第２液晶表示パネルが、第３の透明電極（例えば、第３の透明電極５）が配置された第３透明基板（例えば、第３透明基板１ｆ）と、第３の透明電極に対向する第４の透明電極（例えば、第４の透明電極６）が配置された第４透明基板（例えば、第４透明基板２ｆ）と、第３透明基板と第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層（例えば、液晶層８）とを含み、第３の透明電極および第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図３に例示する領域３１）の中央に位置することを特徴とする。

【００１３】

本発明によるさらに他の液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第１液晶表示パネルＰ１）と、高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネル（例えば、図１に例示する第２液晶表示パネルＰ２）とを備え、第１液晶表示パネルが、第１の透明電極（例えば、第１の透明電極３）が配置された第１透明基板（例えば、第１透明基板１ｓ）と、第１の透明電極に対向する第２の透明電極（例えば、第２の透明電極４）が配置された第２透明基板（例えば、第１透明基板２ｓ）と、第１透明基板と第２透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第１液晶層（例えば、液晶層７）とを含み、第１の透明電極と第２の透明電極のうちいずれか一方の透明電極に、Ｉ字型の開口部が設けられ、Ｉ字型の開口部が設けられる

透明電極には、第１の方向（例えば、図１１に例示する方向６２）に所定の間隔（例えば、間隔４１）で設けられるＩ字型の開口部（例えば、開口部４２）の集合である第１の開口部集合（例えば、第１の開口部集合４５）が複数設けられ、第１の方向に対して垂直な第２の方向（例えば、方向７２）に所定の間隔（例えば、間隔４３）で設けられるＩ字型の開口部（例えば、開口部４４）の集合である第２の開口部集合（例えば、第２の開口部集合４６）が複数設けられ、第１の開口部集合同士が平行に設けられ、第２の開口部集合同士が平行に設けられ、第１の開口部集合に属するＩ字型の各開口部の間に、第２の開口部集合に属するＩ字型の開口部が設けられ、第２の開口部集合に属するＩ字型の各開口部の間に、第１の開口部集合に属するＩ字型の開口部が設けられ、第２液晶表示パネルが、第３の透明電極（例えば、第３の透明電極５）が配置された第３透明基板（例えば、第３透明基板１ｆ）と、第３の透明電極に対向する第４の透明電極（例えば、第４の透明電極６）が配置された第４透明基板（例えば、第４透明基板２ｆ）と、第３透明基板と第４透明基板との間に封止され、電圧が印加されていないときに垂直配向となる第２液晶層（例えば、液晶層８）とを含み、第３の透明電極および第４の透明電極に、それぞれ隣接する十字形の開口部の間に小片の開口部が設けられ、十字形と小片の開口部が全体として格子状に形成されており、第３の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンと、第４の透明電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンとが同じであり、その第４の透明電極に設けられる十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、第３の透明電極において縦方向および横方向に２つずつ並ぶ４つの十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域（例えば、図３に例示する領域３１）の中央に位置することを特徴とする。

【００１４】

また、Ｌ字形の開口部が設けられている透明電極に対向する透明電極には、各サブ画素領域の中央部に対向する位置に、円形の開口部（例えば、円形状の開口部２３）が設けられていてもよい。

【００１５】

また、十字形の開口部における横方向または縦方向と、Ｌ字形の開口部により規定される二辺のうちの一方の辺とのなす角が略４５度であることが好ましい。

【００１６】

また、液晶表示素子は、第１液晶表示パネルの第１透明基板と第２液晶パネルの第４透明基板とが外側に配置されるように積層されており、第１透明基板における第１液晶層と反対側の面および第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に光学補償フィルム（例えば、図１に例示する光学補償フィルムｆ１，ｆ２）と偏光板とを備えていてもよい。ここで、第１液晶表示パネルにおける第１液晶層のリタデーションをΔｎ１・ｄ１とし、第２液晶表示パネルにおける第２液晶層のリタデーションをΔｎ２・ｄ２とし、光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションと偏光板のＴＡＣ層の厚さ方向のリタデーションとの合計をＲｔｈとしたとき、０．６×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）≦Ｒｔｈ、および、Ｒｔｈ≦０．９×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）の関係を満たすことが好ましい。

【００１７】

液晶表示素子は、第１液晶表示パネルの第１透明基板と第２液晶パネルの第４透明基板とが外側に配置されるように積層されており、第１透明基板における第１液晶層と反対側の面に第１偏光板（例えば、第１偏光板９）を備え、第４透明基板における第２液晶層と反対側の面に第２偏光板（例えば、第２偏光板１０）を備え、第１偏光板の偏光軸が、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行であり、第２偏光板の偏光軸が、第１偏光板の偏光軸と直交することが好ましい。

【００１８】

例えば、第１液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、第２液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる。

【００１９】

具体的には、液晶表示素子は、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとが２層に重ねて形成される。

【００２０】

また、例えば、小片の開口部の形状は、矩形または円形である。

【発明の効果】

【００２１】

本発明によれば、低デューティ比で駆動される表示部と高デューティ比で駆動される表示部とを含む場合に、両表示部の明るさを近づける電圧の調整を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の液晶表示素子の構成例を示す模式的断面図。

【図２】液晶表示素子のリタデーションを示す説明図。

【図３】第１の実施形態において電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【図４】十字形の開口部の幅等を示す説明図。

【図５】第１の透明基板１ｓおよび第２の透明基板２ｓに設けられた電極の各開口部の位置関係を示す説明図。

【図６】液晶分子の配向方向と各偏光板の偏光軸との関係の例を示す模式図。

【図７】矩形の開口部を長方形とした場合の例を示す説明図。

【図８】第２の実施形態において第１液晶表示パネルの電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【図９】サブ画素領域の例を示す説明図。

【図１０】コモン電極に円形の開口部を設けた場合の例を示す説明図。

【図１１】第２の実施形態の変形例において第１液晶表示パネルの電極に設けられる開口部の例を示す説明図。

【図１２】第２の実施形態の変形例の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【図１３】実施例１の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【図１４】実施例１の第２液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【図１５】実施例２の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【図１６】比較例の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図。

【図１７】実施例１、実施例２及び比較例における偏光顕微鏡観察の結果を示す図。

【図１８】第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとが液晶表示素子の同一画面上に表示された例を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【００２３】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【００２４】

［実施形態１］

図１は、本発明の液晶表示素子の構成例を示す模式的断面図である。本発明の液晶表示素子はＶＡ型である。液晶表示素子は、低デューティ比で駆動される第１液晶パネルＰ１と、高デューティ比で駆動される第２の液晶パネルＰ２を含んでいる。ここで、低デューティ比による駆動とは、スタティック～１／８デューティの駆動であり、高デューティ比による駆動とは、１／８デューティを超える駆動である。換言すれば、デューティの分母をｎとすると、ｎが９以上の整数の場合を高デューティ比と規定し、ｎが８以下の正の整数の場合を低デューティ比と規定している。なお、スタティックはｎが１の１／１デュー

ティと見なすことができる。

【００２５】

本実施形態では、第１液晶表示パネルでは、セグメント表示が行われ、第２液晶表示パネルでは、フルドット表示が行われる場合を例に説明する。また、本実施形態では、液晶表示素子が、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとを２層に重ねることにより形成されるものとする。

【００２６】

第１液晶表示パネルＰ１は、第１透明基板１ｓおよび第２透明基板２ｓを含み、第１透明基板１ｓと第２透明基板２ｓとの間に液晶層７が封止される。液晶層７の液晶分子は、電圧が印加されていないときに垂直配向となり、電圧が印加されると、第１透明基板１ｓおよび第２透明基板２ｓに対して水平に配向する。

【００２７】

以下、第１透明基板１ｓおよび第２透明基板２ｓを単に透明基板１ｓ，２ｓと記す場合がある。なお、透明基板１ｓ，２ｓ間に液晶層７を封止するために用いられる周辺シール材の図示は省略している。第１透明基板１ｓには、第１の透明電極３が配置される。第２透明基板２ｓには、第１の透明電極３に対向するように第２の透明電極４が配置される。本実施形態では、第１の透明電極３がセグメント電極であり、第２の透明電極４がコモン電極である場合を例に説明する。ただし、第１の透明電極３をコモン電極とし、第２の透明電極４をセグメント電極としてもよい。

【００２８】

第１液晶表示パネルＰ１には、表示パターンの形状に合わせて設けられる１つ以上のセグメント電極（第１の透明電極３）が配置され、コモン電極（第２の透明電極４）が、少なくとも表示パターンに対向する領域に配置される。

【００２９】

透明基板１ｓ，２ｓは、例えば、ガラス基板である。また、第１の透明電極３および第２の透明電極４は、例えば、ＩＴＯ（Indium Tin Oxide）によって形成される。

【００３０】

第２液晶表示パネルＰ２は、第３透明基板１ｆおよび第４透明基板２ｆを含み、第３透明基板１ｆと第４透明基板２ｆとの間に液晶層８が封止される。液晶層８の液晶分子も、電圧が印加されていないときに垂直配向となり、電圧が印加されると、第３透明基板１ｆおよび第４透明基板２ｆに対して水平に配向する。

【００３１】

以下、第１透明基板１ｆおよび第２透明基板２ｆを単に透明基板１ｆ，２ｆと記す場合がある。なお、透明基板１ｆ，２ｆ間に液晶層８を封止するために用いられる周辺シール材の図示は省略している。第３透明基板１ｆには、第３の透明電極５が配置される。第４透明基板２ｆには、第３の透明電極５に対向するように第４の透明電極６が配置される。

【００３２】

第２液晶表示パネルＰ２には、第３の透明電極５として、複数の列電極が配置され、第４の透明電極６として、列電極に直交する複数の行電極が配置される。なお、第３の透明電極５として、複数の行電極が配置され、第４の透明電極６として、行電極に直交する複数の列電極が配置されるようにしてもよい。本実施形態では、第３の透明電極５が列電極であり、第４の透明電極６が行電極である場合を例に説明する。

【００３３】

透明基板１ｆ，２ｆは、例えば、ガラス基板である。また、第３の透明電極５および第４の透明電極６は、例えば、ＩＴＯ（Indium Tin Oxide）によって形成される。

【００３４】

第１液晶表示パネルＰ１の第１透明基板１ｓには、液晶層７と反対側の面に光学補償フィルムｆ１および第１偏光板９が設けられる。また、第２液晶表示パネルＰ２の第４透明基板２ｆには、液晶層８と反対側の面に光学補償フィルムｆ２および第２偏光板１０が設けられる。なお、光学補償フィルムｆ１，ｆ２は、各透明基板と偏光板との間にそれぞれ

設けられる。
【００３５】
偏光板９，１０は、互いの吸収軸が直交するように配置される。換言すれば、偏光板９，１０は、互いの偏光軸が直交するように配置される。偏光板９，１０の配置の詳細については後述する。
【００３６】
なお、図１では、第１偏光板９側の面の方向から画像を観察する場合を例にする。この場合、第２偏光板１０側にバックライト（図示略）を配置する。ただし、第１偏光板９側にバックライトを設け、第２偏光板１０側の面から画像を観察する構成であってもよい。
【００３７】
図２は、液晶表示素子のリタデーションを示す説明図である。ここで、第１液晶表示パネルにおける第１液晶層のリタデーションをΔｎ１・ｄ１とし、第２液晶表示パネルにおける第２液晶層のリタデーションをΔｎ２・ｄ２とする。本実施形態では、液晶表示素子が第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとを２層に重ねることにより形成されるため、各液晶層のリタデーションの合計Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２が非常に大きくなる。そのため、電圧非印加時や電源オフ時の透過率の角度依存性が大きくなる（すなわち、斜め方向から見たときの透過率が大きくなる）。そこで、広い視野角を得るためには、本実施形態のように、光学補償フィルムｆ１，ｆ２を用いた方が好ましい。
【００３８】
図２に例示するように、第１偏光板９，１０には、それぞれＰＶＡ（polyvinyl alcohol）層を挟むようにＴＡＣ（Triacetylcellulose）層が設けられる。偏光板に設けられるＴＡＣ層は、厚さ方向のリタデーションを有している。このリタデーションは、約５０ｎｍとされている。以下、第１偏光板９におけるＴＡＣ層の厚さ方向のリタデーションをＲｔｈ・ｐ１、第２偏光板１０におけるＴＡＣ層の厚さ方向のリタデーションをＲｔｈ・ｐ２とする。
【００３９】
また、図２に例示するように、光学補償フィルムを２枚使用する場合において、光学補償フィルムｆ１の厚さ方向のリタデーションをＲｔｈ・ｆ１、光学補償フィルムｆ２の厚さ方向のリタデーションをＲｔｈ・ｆ２とする。この場合、光学補償フィルムの厚さ方向に対するリタデーションの合計をＲｔｈすると、以下に示す式１が成り立つ。
【００４０】
Ｒｔｈ＝Ｒｔｈ・ｆ１＋Ｒｔｈ・ｆ２＋Ｒｔｈ・ｐ１＋Ｒｔｈ・ｐ２　（式１）
【００４１】
ここで、広い視野角を得るためには、リタデーションＲｔｈが、以下に示す式２の関係を満たすことが望ましい。
【００４２】
０．６×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）≦Ｒｔｈ≦０．９×（Δｎ１・ｄ１＋Δｎ２・ｄ２）　（式２）
【００４３】
第１の透明電極３（セグメント電極）および第２の透明電極４（コモン電極）には、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状になるように規則的に設けられる。なお、各電極に設けられる十字形の開口部および小片の開口部のパターンは同じである。ここでは、小片の開口部として、矩形の開口部を設ける場合を例にして説明する。なお、図１に示す模式的断面図では、各電極に設けられる開口部の図示を省略している。
【００４４】
同様に、第３の透明電極５および第４の透明電極６にも、それぞれ十字形の開口部および小片の開口部が格子状になるように規則的に設けられる。ここでは、小片の開口部として、矩形の開口部を設ける場合を例にして説明する。なお、図１に示す模式的断面図では、第３の透明電極５および第４の透明電極６における開口部の図示を省略している。
【００４５】

図３は、第１の実施形態において電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図３には、第４の透明電極６に設けられた十字形の開口部および矩形の開口部が例示されているが、第３の透明電極５にも第４の透明電極６と同じパターンの十字形の開口部および矩形の開口部が設けられる。同様に、第１の透明電極３および第２の透明電極４にも、十字形の開口部および矩形の開口部が設けられる。

【００４６】

十字形の各開口部１１は、十字形の横方向に伸びる部分がそれぞれ直線上に並び、十字形の縦方向に伸びる部分がそれぞれ直線上に並ぶように設けられる。また、十字形の縦、横それぞれに伸びる部分の端部（以下、十字形の端部と記す）１２同士が向き合っている部分に、矩形の開口部１５が設けられる。すなわち、図３に示すように、隣接する十字形の端部１２の間に矩形の開口部１５が設けられる。

【００４７】

十字形の各開口部１１の形状および大きさは同一であり、矩形の各開口部１５の形状および大きさも同一である。また、十字形の縦方向に伸びる部分と横方向に伸びる部分とのなす角は直角であることが好ましい。矩形の開口部は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、縦方向に伸びる部分が並ぶ上記直線上に配置される。特に、十字形の開口部の中心同士を結ぶ直線上に矩形の開口部の中心が位置するように矩形の開口部を配置することが好ましい。

【００４８】

図４は、十字形の開口部１１の幅等を示す説明図である。十字形の開口部１１の縦、横に伸びる部分の幅は一定である。そして、十字形の縦に伸びる部分の幅と、横に伸びる部分の幅とは共通である。以下、この幅を、「十字形の開口部の幅」と記す（図４参照）。

【００４９】

矩形の開口部１５において、矩形の一組の対辺は、その矩形に近接する十字形の開口部１１の端部１２と平行になるように設けられる。そして、十字形の開口部１１の端部１２と平行になる矩形の辺の長さは、十字形の開口部１１の幅と等しい。また、開口部１５は正方形の開口部であってもよい。この場合、正方形の各辺の長さが十字形の開口部１１の幅と等しくなるように、矩形の開口部１５が設けられる。

【００５０】

矩形の開口部の各辺は、十字形の開口部の横方向に伸びる部分の方向、または、十字形の開口部の縦方向に伸びる部分の方向に平行である。

【００５１】

なお、図３および図４では、十字形の開口部１１同士の間に２つの矩形の開口部１５を設ける場合を示しているが、十字形の開口部１１同士の間に設ける矩形の開口部１５の数は１つであっても、あるいは３つ以上であってもよい。本実施形態では、第１の透明電極３および第２の透明電極４には、十字形の開口部１１同士の間に矩形の開口部１５が１つ設けられ、第３の透明電極５および第４の透明電極６には、十字形の開口部１１同士の間に矩形の開口部１５が２つ設けられる場合を説明する。

【００５２】

また、十字形の開口部１１における凹部の頂点（以下、凹頂点と記す。）から、その凹頂点に最も近い十字形の端部までの長さを「十字形の開口部１１の長さ」と記す（図４参照）。十字形の開口部１１の長さは縦方向と横方向とで共通である。

【００５３】

また、２つの十字形の開口部間に設けられる矩形の開口部の配置態様は、縦方向と横方向で共通であることが好ましい。すなわち、矩形の開口部の数、形状、開口部の大きさは、縦方向と横方向で同じであることが好ましい。

【００５４】

また、後述のサブ画素領域内で液晶分子の配向を均一にするためには、後述のサブ画素領域において対角の頂点となる十字形の開口部の凹頂点同士を結ぶ仮想線を対称にして、矩形の開口部を同一形状、同一配置とすることが好ましい。この仮想線を基準にして対称

配置された矩形の開口部によって、サブ画素領域の中心部分だけでなくサブ画素領域の外縁部分においても、仮想線と平行な液晶分子の配向が得られる。

【００５５】

また、十字形の開口部１１における凹頂点から、隣接する十字形の開口部において対応する位置に存在する凹頂点までの距離を「十字形の開口部１１のピッチ」と記す（図４参照）。十字形の開口部１１のピッチは、縦方向と横方向とで共通である。

【００５６】

第４の透明電極６における十字形および矩形の開口部の並び方と、第３の透明電極５における十字形および矩形の開口部の並び方は同一である。そして、十字形の開口部および矩形の開口部の大きさと形状は、第４の透明電極６と第３の透明電極５とで共通である。ただし、第４の透明電極６および第３の透明電極５の各開口部は、第４の透明電極６および第３の透明電極５を対向させたときに、十字形の開口部の位置が互いにずれるように設けられる。

【００５７】

同様に、第２の透明電極４における十字形および矩形の開口部の並び方と、第１の透明電極３における十字形および矩形の開口部の並び方は同一である。そして、十字形の開口部および矩形の開口部の大きさと形状は、第２の透明電極４と第１の透明電極３とで共通である。ただし、第２の透明電極４および第１の透明電極３の各開口部は、第２の透明電極４および第１の透明電極３を対向させたときに、十字形の開口部の位置が互いにずれるように設けられる。

【００５８】

図３に示すように、十字形の開口部１１および矩形の開口部１５を格子状に規則的に設けることにより、十字形の開口部１１の凹頂点３３を頂点とする正方形の領域３１が形成される。具体的には、正方形の領域３１は、縦方向および横方向に２つずつ並んだ４つの十字形の開口部１１において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形である。

【００５９】

第４の透明電極６に対向する第３の透明電極５に設けられた十字形の開口部（図３において図示せず。）は、表示の観察者方向から見たときに、この正方形の領域３１内に含まれる。換言すれば、第３の透明電極５に対向する第４の透明電極６の十字形の開口部１１は、観察者方向から見たときに、第３の透明電極５側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形（具体的には、縦方向および横方向に２つずつ並んだ４つの十字形の開口部において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形）の領域に位置するように配置される。

【００６０】

同様に、第２の透明電極４に対向する第１の透明電極３に設けられた十字形の開口部（図３において図示せず。）は、表示の観察者方向から見たときに、この正方形の領域３１内に含まれる。換言すれば、セグメント電極（第１の透明電極３）に対向するコモン電極（第２の透明電極４）の十字形の開口部１１は、観察者方向から見たときに、第１の透明電極３側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形（具体的には、縦方向および横方向に２つずつ並んだ４つの十字形の開口部において、対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形）の領域に位置するように配置される。

【００６１】

第４の透明電極６に対向する第３の透明電極５に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、正方形の領域３１（図３参照）の中央位置に存在することが好ましい。この場合、第３の透明電極５に対向する第４の透明電極６の十字形の開口部１１は、観察者方向から見たときに、第３の透明電極５側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形の領域の中央位置に配置されることになる。

【００６２】

同様に、第２の透明電極４に対向する第１の透明電極３に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、正方形の領域３１（図３参照）の中央位置に存在すること

が好ましい。この場合、セグメント電極（第１の透明電極３）に対向するコモン電極（第２の透明電極４）の十字形の開口部１１は、観察者方向から見たときに、セグメント電極側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形の領域の中央位置に配置されることになる。

【００６３】

図５は、第１の透明基板１ｓおよび第２の透明基板２ｓに設けられた電極の各開口部の位置関係を示す説明図である。図５では、第１の透明基板１ｓおよび第２の透明基板２ｓを対向させた状態において各開口部を観察者方向から見た場合を模式的に表している。図５において、実線で示した十字形および矩形の開口部は第２の透明基板２ｓに設けられた電極の開口部を表し、破線で示した十字形および矩形の開口部は第１の透明基板１ｓに設けられた電極の開口部を表す。

【００６４】

なお、以下の説明では、第１の透明基板１ｓにおける第１の透明電極３と第２の透明基板２ｓにおける第２の透明電極４との関係について説明するが、第３の透明基板１ｆにおける第３の透明電極５と第４の透明基板２ｆにおける第４の透明電極６との関係も同様である。ただし、両者は、小片の開口部の数が異なり、十字形の開口部のピッチが異なる。

【００６５】

コモン電極側の十字形の開口部１１と、その開口部１１に最も近いセグメント電極側の十字形の開口部４１とに着目する。このとき、コモン電極側の十字形の開口部１１の凹頂点のうちの１つと、セグメント電極側の十字形の開口部４１の凹頂点のうちの１つが互いに向き合う。この凹頂点をそれぞれ凹頂点３３ａ，３４ａとする（図５参照）。そして、コモン電極側の開口部１１の凹頂点３３ａと、セグメント電極側の開口部４１の凹頂点３４ａとを対角の頂点とする矩形を定めることができる。以下、この各凹頂点３３ａ、３４ａで区画される矩形の領域３５を、サブ画素領域と記す。

【００６６】

図５では、サブ画素領域３５となる矩形を１つだけ明示しているが、サブ画素領域３５は複数存在する。例えば、コモン電極側における１つの十字形の開口部１１に着目した場合、その開口部１１の周囲に４つのサブ画素領域３５が存在する。セグメント電極側における１つの十字形の開口部４１に着目した場合にも、その開口部４１の周囲に４つのサブ画素領域３５が存在する。

【００６７】

以下、第１の透明電極３の十字形の開口部と、その十字形の開口部に最も近い第２の透明電極４の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域として規定される第１サブ画素領域をセグメント表示部サブ画素領域と記すことがある。また、第３の透明電極５の十字形の開口部と、その十字形の開口部に最も近い第４の透明電極６の十字形の開口部の対向する凹頂点同士を対角の頂点とする正方形の領域として規定される第２サブ画素領域をフルドット表示部サブ画素領域と記すことがある。

【００６８】

本例では、第１の透明電極３および第３の透明電極５に設けられた十字形の開口部は、観察者方向から見たときに、図３に例示する正方形の領域３１の中心位置に存在しているものとする。換言すれば、第１の透明電極３および第３の透明電極５にそれぞれ対向する第２の透明電極４および第４の透明電極６の十字形の開口部１１は、観察者方向から見たときに、それぞれ第１の透明電極３および第３の透明電極５側の十字形の開口部の凹頂点を頂点とする正方形の領域の中心位置に存在しているものとする。このとき、サブ画素領域３５となる矩形は正方形となる。このように、サブ画素領域３５となる矩形が正方形となることが好ましい。

【００６９】

本実施形態では、第１の透明電極３（セグメント電極）と第２の透明電極４（コモン電極）の関係、および、第３の透明電極５と第４の透明電極６の関係においてサブ画素領域３５が形成されるように、各電極にそれぞれ十字形および矩形の開口部を設ける。このよ

うにすることで、各電極間の液晶層７および液晶層８（図１参照）に電圧を印加した際、サブ画素領域３５における液晶分子の配向方向が規定される。

【００７０】

具体的には、第１の透明電極３および第３の透明電極５側の１つの十字形の開口部に着目した場合、その開口部４１の周囲の４つのサブ画素領域３５においてそれぞれ、液晶分子はほぼ一方向に配向する。すなわち、サブ画素領域において、開口部４１の凹頂点とその対角の頂点とを結ぶ対角線とほぼ同じ方向に配向する。従って、１つの十字形の開口部の周囲では、液晶分子はその開口部を中心として４方向に配向する。なお、第２の透明電極４および第４の透明電極６側の十字形の開口部に着目した場合でも、その開口部の周囲では、液晶分子はその開口部を中心として４方向に配向する。このように、十字形の開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分に対して、液晶はほぼ４５°方向に配向するため、明るい表示が得られることになる。

【００７１】

なお、開口部と重なる領域の液晶には電圧が印加されず、各電極間の液晶層に電圧を印加した場合であっても、開口部と重なる領域は光透過状態にならない。

【００７２】

本実施形態では、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さが、フルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように、十字形の開口部および矩形の開口部を設ける。すなわち、本実施形態では、低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネルＰ１におけるサブ画素領域の一辺の長さが、高デューティ比で駆動される第２液晶表示パネルＰ２におけるサブ画素領域の一辺の長さより短くなる。そのため、第２液晶表示パネルＰ２では明るく広い視野角が得られるとともに、第１液晶表示パネルＰ１では、表示の明るさを低下させることができる。したがって、第１液晶表示パネルＰ１と第２液晶表示パネルＰ２との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【００７３】

また、サブ画素領域の一辺の長さが短いということは、サブ画素領域を区画する開口部が密に存在することになり、画素領域の単位面積当たりの開口部占有面積が大きいこととなる。また、開口部の占有面積が大きくなると、画素領域における表示の寄与面積が小さくなり、開口部がない画素に比べると表示が暗くなる。したがって、フルドット表示領域よりもセグメント表示領域における単位面積当たりの開口部の占有面積が大きくなり、フルドット表示領域よりも明るさを抑えることができ、セグメント表示領域とフルドット表示領域の表示の明るさを合わせることができる。換言すれば、セグメント表示領域の画素における開口部の占有面積をフルドット表示領域の画素における開口部の占有面積よりも大きくすることで、セグメント表示部の表示の明るさを低下させることができ、セグメント表示部とフルドット表示部の明るさの調整を簡便にすることができる。

【００７４】

次に、第１偏光板９および第２偏光板１０の配置について説明する。第１偏光板９は、第１偏光板９自身の偏光軸が、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分、または、縦方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように配置される。そして、第２偏光板１０は、第２偏光板１０自身の偏光軸が第１偏光板９の偏光軸と直交するように配置される。この結果、第２偏光板１０の偏光軸は、十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分と平行になる。

【００７５】

図６は、液晶層への電圧印加時における液晶分子３８の配向方向と、各偏光板の偏光軸との関係の例を示す模式図である。図６に示す例では、第１偏光板９（図６において図示略）の偏光軸６１が、十字形の開口部の横方向に伸びる部分と平行であり、第２偏光板１０（図６において図示略）の偏光軸７１が、十字形の開口部の縦方向に伸びる部分と平行である場合を例示している。

【００７６】

上記のように第１偏光板９および第２偏光板１０を配置した場合、十字形の開口部の周

辺のサブ画素領域における液晶分子３８は、第１偏光板９の偏光軸６１および第２偏光板１０の偏光軸７１それぞれに対して、ほぼ４５度をなす方向に配向する。従って、液晶層に対する電圧印加時に、第２偏光板１０を通過した直線偏光は、液晶の複屈折性により、第１偏光板９を通過しやすくなる。よって、液晶表示素子の透過率は向上する。

【００７７】

なお、上記のような偏光板９，１０の配置は、第１偏光板９を、第１偏光板９自身の吸収軸が、十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように配置し、第２偏光板１０の吸収軸が第１偏光板９の吸収軸と直交するように第２偏光板１０を配置することと同じである。

【００７８】

以下、十字形や矩形の各開口部やサブ画素領域３５の好ましい寸法について説明する。

【００７９】

既に説明したように、矩形の開口部１５において、矩形の一組の対辺は、その矩形に近接する十字形の開口部１１の端部１２と平行になるように設けられる。そして、十字形の開口部１１の端部１２（図４参照）に平行な矩形の開口部１５の辺の長さは、十字形の開口部１１の幅と等しい。ここで、十字形の開口部１１の幅、および、十字形の開口部１１の端部１２（図４参照）に平行な矩形の開口部１５の辺の長さは、７～１４μｍの範囲内に設定されていることが好ましい。

【００８０】

十字形の開口部１１の幅、および、十字形の開口部１１の端部１２に平行な矩形の開口部１５の辺の長さが７μｍ未満である場合、各開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、電圧印加時の液晶分子の良好な配向状態を得にくくなるためである。また、十字形の開口部１１の幅、および、十字形の開口部１１の端部１２に平行な矩形の開口部１５の辺の長さが１４μｍよりも長いと、開口部の面積が大きくなり（すなわち、点灯に寄与しない部分の面積が増加し）、光透過率が低下するためである。

【００８１】

なお、低デューティ比で駆動される第１液晶表示パネルＰ１のように透過率を低下させる必要がある場合、点灯に寄与しない部分を多くするため、十字形の開口部１１の幅、および、十字形の開口部１１の端部１２に平行な矩形の開口部１５の辺の長さを１４μｍより大きくしても差し支えない。

【００８２】

また、小片の開口部１５の形状は、矩形または円形である。なお、小片の開口部１５の形状は、多角形や楕円形であってもよいが、四角形以上の正多角形または円形が好ましく、正方形がより好ましい。図７は、開口部１５を長方形とした場合の例を示す説明図である。この場合、十字形の開口部１１の端部１２に対して平行となる開口部１５の一対の辺を短辺とし、もう一対の辺を長辺とすればよい。

【００８３】

また、第１の実施形態では、十字形の開口部の長さ（図４参照）は５～４０μｍの範囲内の長さであることが好ましく、特に、５～３０μｍの範囲内にあることが好ましい。十字形の開口部の長さが５μｍ未満である場合、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、電圧印加時の良好な液晶分子の配向状態を得にくくなるためである。

【００８４】

また、十字形の開口部の長さが４０μｍより長いと、開口部の面積が大きくなり、点灯しない部分の面積が増加するため、光透過率が低下するためである。また、液晶表示素子における第２液晶表示パネルＰ２のように高いデューティ比で駆動される場合に、十字形の開口部の長さが４０μｍより長いと、電圧を印加しない場合の透過率が高くなり、コントラスト比が低下する。よって、第１液晶表示パネルＰ１における電極であっても、第２液晶表示パネルＰ２における電極であっても、十字形の開口部の長さを４０μｍ以下とすることが好ましい。

【００８５】

また、サブ画素領域３５（図５参照）は正方形であることが好ましく、また、サブ画素領域３５の一辺の長さが２０～６０μｍの範囲内に設定されていることが好ましい。サブ画素領域３５の一辺の長さが２０μｍ未満であると、電極パターニングの影響を受け、サブ画素領域３５内での液晶分子の配向状態にばらつきが生じるためである。また、サブ画素領域３５に比べて相対的に開口部の占める割合が大きくなり、光の透過率が低下するためである。また、サブ画素領域３５の一辺の長さが６０μｍより大きいと、液晶層に電圧を印加したときのサブ画素領域３５内での液晶分子の配向方向を一方向に揃えにくくなるためである。また、サブ画素領域３５の面積が大きくなると、表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

【００８６】

また、十字形の開口部のピッチは、６０～１４０μｍの範囲内に設定されていることが好ましい。十字形の開口部のピッチが６０μｍ未満であると、電極パターニングの影響を受け、サブ画素領域３５内での液晶分子の配向状態にばらつきが生じるためである。また、サブ画素領域３５に比べて相対的に開口部の占める割合が大きくなり、光の透過率が低下するためである。また、十字形の開口部のピッチが１４０μｍより大きいと、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、サブ画素領域３５内での液晶分子の配向方向を一方向に揃えにくくなるためである。また、十字形の開口部のピッチが大きいと、表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

【００８７】

本実施形態において、第２の透明電極４（コモン電極）には、前述の十字形の開口部１１および矩形の開口部１５を規則的に設ければよい。換言すれば、第２の透明電極４全体に十字形の開口部１１および矩形の開口部１５が一様な配列となるように各開口部を設ければよい。なお、第１の透明電極３（セグメント電極）の形状は、表示したい内容に応じて予め定められている。所望の形状の第１の透明電極３を形成する場合には、例えば、その第１の透明電極３を抜き出す前の大きな透明電極板に、前述の十字形の開口部および矩形の開口部を規則的に設け、その透明電極板から所望の形状の第１の透明電極３を抜き出せばよい。

【００８８】

第１の透明電極３が複数存在する場合にも、前述の十字形の開口部および矩形の開口部を規則的に設けた大きな透明電極から第１の透明電極３を複数抜き出せばよい。この場合、個々の第１の透明電極３全体に十字形の開口部および矩形の開口部が一様な配列で設けられる。このように第１の透明電極３を作成すれば、開口部の形成に用いるフォト版の設計を早く終えることができる点で好ましい。

【００８９】

このような液晶表示素子では、各電極の間の液晶層に電圧を印加していない場合、その液晶層の液晶分子は垂直配向となる。すると、第２偏光板１０を通過したバックライトの光は第１偏光板９に達し、第１偏光板９で吸収される。従って、バックライトの光は液晶表示素子を通過せず、黒色表示となる。

【００９０】

また、各電極の間の液晶層７および液晶層８に電圧を印加した場合、液晶層７の液晶分子は透明基板１ｓ，２ｓ（図１参照）に対して平行になり、液晶層８の液晶分子は透明基板１ｆ，２ｆ（図１参照）に対して平行になる。このとき、既に説明したように、各液晶分子は、各電極の十字形の各開口部の周囲において、開口部を中心として４方向に配向する。すなわち、十字形の開口部の周囲の４つのサブ画素領域では、その開口部の凹頂点とその対角の頂点とを結ぶ対角線の方向に液晶分子が配向する。十字形の各開口部の周囲では、液晶分子が開口部を中心として４方向に配向するため、広い視野角を実現することができる。４つの十字形の開口部で区画されるサブ画素領域はそれぞれの十字形の凹頂点の液晶分子の配向に支配され、１つのサブ画素領域において４つの方向に液晶分子が配向することになる。これを４ドメイン型の配向と称する。

【００９１】

また、上述するように、十字形の開口部の周辺のサブ画素領域における液晶分子は、第１偏光板９の偏光軸６１および第２偏光板１０の偏光軸７１に対して、それぞれほぼ４５度をなす方向に配向した状態になる（図６参照）。従って、第２偏光板１０を通過した直線偏光は、液晶の複屈折性により、第１偏光板９を通過しやすくなり、液晶表示素子の透過率は向上する。その結果、明るい表示が得られる。

【００９２】

なお、本実施形態では、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さが、フルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように、十字形の開口部および矩形の開口部を設ける場合について説明した。ただし、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さとフルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さを同じにしてもよい。この場合、第２液晶表示パネルＰ２における十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、第１液晶表示パネルＰ１における十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分との交差角を変えるように回転させればよい。

【００９３】

このように交差角を変えることにより、第１液晶表示パネルＰ１の透過率が低下するため、第１液晶表示パネルＰ１における表示の明るさを低下させることができる。このようにしても、第１液晶表示パネルＰ１と第２液晶表示パネルＰ２との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【００９４】

［実施形態２］

第２の実施形態の液晶表示素子は、第１の透明電極３および第２の透明電極４に設けられる開口部の形態の他は、第１の実施形態と同様である。第２の実施形態の液晶表示素子の模式的断面図も図１と同様であり、以下、適宜図１を参照して説明する。

【００９５】

図８は、第２の実施形態において第１液晶表示パネルＰ１の電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図８（ａ）が第１の透明電極３（セグメント電極）の例を示し、図８（ｂ）が第２の透明電極４（コモン電極）の例を示している。

【００９６】

図８に例示する液晶表示素子では、第１の透明電極３（セグメント電極）に、規則的に配置された複数のＬ字形の開口部が設けられる。ただし、開口部が設けられる電極は、第１の透明電極３（セグメント電極）ではなく、第２の透明電極４（コモン電極）であってもよい。すなわち、第１の透明電極３と第２の透明電極４のうちいずれか一方の透明電極に、規則的に配置された複数のＬ字形の開口部が設けられていればよい。また、図８（ｂ）に示す例では、第２の透明電極４（コモン電極）には、開口部は設けられていない。

【００９７】

なお、図８（ａ）では、説明を簡単にするために、Ｌ字形の開口部が上下左右に並ぶように回転された状態で図示されている。

【００９８】

図８（ａ）に示すように、第１の透明電極３（セグメント電極）は、Ｌ字形状の開口部２１が規則的に配置されることによって、複数の矩形の領域に分割されたようになっている。以下、このように分割された矩形を第３サブ画素領域と記す。具体的には、第１の透明電極３（セグメント電極）は、以下に説明する複数の第２サブ画素領域２０が並ぶ構造になっている。なお、図示していないが、高デューティ比で駆動されるフルドット表示部における電極には、第１実施形態と同様の第２サブ画素領域が４つの十字形開口部で規定されている。

【００９９】

各第３サブ画素領域２０は、一つのＬ字形状の開口部２１によって、矩形を構成する４つの角のうちの１つの角と、その角から伸びる二辺が規定される。また、第３サブ画素領域２０の残りの３つの角は開口しており、その開口している３つの角を介して、各第３サブ画素領域２０は、隣接する４つの第３サブ画素領域２０に接続される。以下、各第３サ

ブ画素領域２０の説明において、この３つの角に付随し、他の第３サブ画素領域２０に接続される部位（領域）を接続部と記す。

【０１００】

例えば、図８（ａ）に図示する第３サブ画素領域ｓ５では、右上の角とその角から伸びる上辺と右辺が、Ｌ字形状の開口部（第１の開口部）によって規定される。そして、左辺は、第１の開口部の１つ左に設けられたＬ字形状の開口部（第２の開口部）によって規定され、下辺は、第１の開口部の１つ下に設けられたＬ字形状の開口部（第３の開口部）によって規定される。

【０１０１】

図９は、第３サブ画素領域の例を示す説明図である。図９に例示する第３サブ画素領域２０は、図８に例示する第３サブ画素領域ｓ５に対応する。図９に例示する第３サブ画素領域ｓ５は、左上の角部（矩形の一角を形成する一定の領域）に、上方向に隣接する第３サブ画素領域ｓ２（図示せず）との接続部２２を有している（図９参照）。

【０１０２】

同様に、図９に例示する第３サブ画素領域ｓ５は、右下の角部に、右方向に隣接する第３サブ画素領域ｓ６（図示せず）との接続部２２を有している。また、図９に例示する第３サブ画素領域ｓ５は、左下の角部に下方向に隣接する第３サブ画素領域ｓ８（図示せず）との接続部２２および左方向に隣接する第３サブ画素領域ｓ４（図示せず）との接続部２２を有している（図９参照）。すなわち、第３サブ画素領域は、Ｌ字形状の開口部によって規定される角（図９に示す例では、右上の角）の対角線上に位置する角部に２つの接続部を有する形になっている。

【０１０３】

言い換えると、第１の透明電極３（セグメント電極）にこのようなＬ字形の開口部を設けることによって、第１の透明電極３が複数の矩形の第３サブ画素領域に分割される。その際、第３サブ画素領域は、隣接する第３サブ画素領域との接続に用いられる接続部を、開口部によって規定される右上の角以外の３つの角部に有する。なお、Ｌ字形の開口部は、少なくとも第１の透明電極３と第２の透明電極４とが重なる領域内に設けられる。

【０１０４】

第２の透明電極４（コモン電極）は、少なくとも第１の透明電極（セグメント電極）が重なる領域に配置されていればよい。

【０１０５】

なお、第２の実施形態の液晶表示素子において、第２液晶表示パネルＰ２の電極（すなわち、第３の透明電極５および第４の透明電極６）に設けられる十字形の開口部および小片の開口部の態様は、第１の実施形態と同様である。

【０１０６】

第３サブ画素領域２０は、一辺のサイズ（図８（ａ）におけるα）が４０～８５μｍであることが好ましい。一辺のサイズを４０μｍよりも小さくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が大きくなり過ぎて液晶の配向状態が悪くなるからである。

【０１０７】

また、一辺のサイズを８５μｍよりも大きくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなって第３サブ画素領域の中央まで液晶配向が得られにくくなり、液晶の配向状態が悪くなるからである。また、第３サブ画素領域の一辺のサイズが大きいと表示された画像が粗く見えたり、応答速度が遅くなったりするためである。

【０１０８】

また、第３サブ画素領域２０の形状は正方形であることが好ましい。換言すると、Ｌ字形状の開口部２１の内角は９０度であることが好ましい。

【０１０９】

なお、上記説明では、第２の透明電極４（コモン電極）に開口部が設けられていない場合を例に説明したが（図８（ｂ）参照）、第２の透明電極４（コモン電極）に開口部を設けるようにしてもよい。

【０１１０】
図１０は、第２の透明電極４（コモン電極）に円形の開口部を設けた場合の例を示す説明図である。図１０（ａ）は、第１の透明電極３（セグメント電極）の例を示す平面図であり、図１０（ｂ）は、第２の透明電極４（コモン電極）の例を示す平面図である。なお、図１０（ａ）に例示するセグメント電極は、図８（ａ）に例示したセグメント電極と同様である。
【０１１１】
図１０（ｂ）に示すように、第２の透明電極４に、第３サブ画素領域２０の中央部に対向する位置に円形状の開口部２３を形成してもよい。なお、ここでは、第２の透明電極４に円形状の開口部を形成する場合を例に説明したが、第２の透明電極４に形成する開口部の形状は、矩形状であってもよく、楕円形状であってもよい。すなわち、第２の透明電極４に形成する開口部の形状を、小径のドット状にすればよい。
【０１１２】
このように、第２の透明電極４において、第３サブ画素領域２０の中心部に対向する位置に円形の開口部を設けることで、液晶の配向状態をより安定させることができ、さらに応答速度を速めることができる。通常、円形の開口部の直径は、７～１４μｍであることが好ましい。直径を７μｍよりも小さくすると、開口部により生じる斜め電界の影響が小さくなり、液晶の配向状態が悪くなるからである。また、１４μｍよりも大きくすると、開口部によって点灯しない部分が増えるため、透過率が低下するからである。なお、透過率を低下させる必要がある場合には、円形の開口部の直径を１４μｍより大きくしても差し支えない。
【０１１３】
また、上記説明では、第１の透明電極３（セグメント電極）側にＬ字形状の開口部を形成し、その対向電極である第２の透明電極４（コモン電極）側に円形状の開口部を形成する例を示した。ただし、第２の透明電極４（コモン電極）にＬ字形状の開口部を形成し、第１の透明電極３（セグメント電極）に円形状の開口部を形成するようにしてもよい。
【０１１４】
また、Ｌ字形状の開口部２１や円形状の開口部２３の配置は、各セグメント電極に対してそれぞれ個別に決定してもよいが、表示領域全体を通して一様な配列となるようにしたほうが、フォト版の設計を早く終えることができる点で好ましい。この場合、表示領域全体に対して開口部の配置を決めた後で、各セグメント電極の部分あるいは表示パターンとなる領域の電極部分に開口部を残すようにすればよい。
【０１１５】
また、第１偏光板９自身の吸収軸が十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように第１偏光板９が配置され、第２偏光板１０の吸収軸が第１偏光板９の吸収軸と直交するように第２偏光板１０が配置される。このとき、Ｌ字形の開口部の伸びる部分（すなわち、Ｌ字形の開口部により規定される二辺のうちの一方）と、偏光板の偏光軸および吸収軸とのなす角が、ほぼ４５°になることが望ましい。すなわち、十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、Ｌ字形の開口部の伸びる部分とのなす角が、ほぼ４５°になることが望ましい。開口部をこのように形成することで、応答速度を速めることができる。
【０１１６】
また、第１、第２の実施形態において、液晶表示素子に、ＶＡ用の光学補償フィルムとして使用されているＣプレートや２軸フィルムを設けてもよい。これらを設けることにより、オフ（ＯＦＦ）時の透過率の角度依存性が良好になり、さらに広視野角が得られる。
【０１１７】
以上のように、第２の実施形態では、第１液晶表示パネルＰ１の液晶層７における液晶配向を、第１の透明電極３（セグメント電極）にＬ字形の開口部を設けることで回転配向型としている。回転配向型としたことで、直交する２方向に偏光軸を有する偏光板を通過するとき、回転配向した一部の光が透過できないようにすることができる。そして、第２

液晶表示パネルＰ２の液晶層８における液晶配向を、各電極に十字形の開口部を設けることで、４方向に配向する４ドメイン型にした。このようにすることで、第２液晶表示パネルＰ２では明るく広い視野角が得られ、第１液晶表示パネルＰ１では、第１の実施形態と同様に、表示の明るさを大きく低下させることができるため、第１液晶表示パネルＰ１と第２液晶表示パネルＰ２との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【０１１８】

次に、第２の実施形態の変形例を説明する。上記説明では、第１液晶表示パネルＰ１の液晶層７における液晶配向を回転配向型にするため、セグメント電極にＬ字形の開口部を設ける場合について説明した。本変形例では、セグメント電極に設けられる開口部の形状がＬ字形以外の場合を説明する。

【０１１９】

図１１は、第２の実施形態の変形例において第１液晶表示パネルＰ１の電極に設けられる開口部の例を示す説明図である。図１１（ａ）が第１の透明電極３（セグメント電極）の例を示し、図１１（ｂ）が第２の透明電極４（コモン電極）の例を示している。

【０１２０】

図１１に例示する液晶表示素子では、第１の透明電極３（セグメント電極）に、Ｉ字型の開口部が設けられる。

【０１２１】

第１の透明電極３（セグメント電極）には、第１の方向６２に所定の間隔４１で設けられるＩ字型の開口部４２の集合（以下、第１の開口部集合４５と記す。）が複数設けられる。さらに、第１の透明電極３（セグメント電極）には、第１の方向６２に対して垂直な第２の方向７２に所定の間隔４３で設けられるＩ字型の開口部４４の集合（以下、第２の開口部集合４６と記す。）が複数設けられる。

【０１２２】

このとき、第１の開口部集合４５同士は平行に設けられ、第２の開口部集合４６同士も平行に設けられる。また、第１の開口部集合４５に属するＩ字型の各開口部４２の間に、第２の開口部集合４６に属するＩ字型の開口部４４が設けられる。同様に、第２の開口部集合４６に属するＩ字型の各開口部４４の間に、第１の開口部集合４５に属するＩ字型の開口部４２が設けられる。ただし、各開口部は、少なくとも第１の透明電極３と第２の透明電極４とが重なる領域内に設けられる。また、各開口部４２の間に設けられる開口部４４の中心が、間隔４１の中央に位置し、各開口部４４の間に設けられる開口部４２の中心が、間隔４３の中央に位置する。

【０１２３】

また、本変形例の第３サブ画素領域４０は、図１１（ａ）に示すように、第１の方向６２に平行に設けられるＩ字型の開口部４２と、第２の方向７２に平行に設けられるＩ字型の開口部４４の向かい合う長辺同士を対辺とする四角形の領域として規定される。

【０１２４】

なお、図１１（ｂ）に例示するコモン電極は、図１０（ｂ）に例示したコモン電極と同様である。すなわち、第２の透明電極４において、第３サブ画素領域４０の中心に対向する位置に円形状の開口部２３が形成される。ただし、コモン電極には、開口部が形成されていなくてもよい。

【０１２５】

図１２は、本変形例の第１液晶表示パネルＰ１におけるセグメント電極及びコモン電極の一部を示す拡大図である。図１２（ａ）では、長さが７０μｍ、幅が１０μｍのＩ字型の開口部が配置され、平行に配置されるＩ字型の開口部間の幅が４０μｍである場合のセグメント電極を例示している。この場合、第３サブ画素領域４０の一辺の長さは４０μｍになる。また、図１２（ｂ）では、第３サブ画素領域４０の中心に対向する位置に直径１０μｍの開口部２３が形成されているコモン電極を例示している。

【０１２６】

本変形例では、第１の透明電極３（セグメント電極）側に矩形の開口部を形成し、その対向電極である第２の透明電極４（コモン電極）側に円形状の開口部を形成する例を示した。ただし、第２の透明電極４（コモン電極）に矩形の開口部を形成し、第１の透明電極３（セグメント電極）に円形状の開口部を形成するようにしてもよい。

【０１２７】

また、第１偏光板８の吸収軸が十字形の各開口部の縦方向に伸びる部分、または、横方向に伸びる部分のいずれかと平行になるように第１偏光板８が配置され、第２偏光板９の吸収軸が第１偏光板８の吸収軸と直交するように第２偏光板が配置される。このときＩ字形の開口部の伸びる部分と、偏光板の吸収軸とのなす角がほぼ４５°になることが好ましい。換言すれば、十字形の開口部の横方向に伸びる部分または縦方向に伸びる部分と、Ｉ字形の開口部の伸びる部分とのなす角をほぼ４５°とする。開口部をこのように配置にすることで応答速度を向上することができる。

【０１２８】

以上のように、第２の実施形態の変形例では、第１液晶表示パネルＰ１の液晶層７における液晶配向を、第１の透明電極３（セグメント電極）においてＩ字型の開口部を垂直に交互に設けることで回転配向型とし、第２液晶表示パネルＰ２の液晶層８における液晶配向を、各電極に十字形の開口部を設けることで、４方向に配向する４ドメイン型にした。このようにすることで、第２液晶表示パネルＰ２では明るく広い視野角が得られ、第１液晶表示パネルＰ１では、表示の明るさを大きく低下させることができるため、第１液晶表示パネルＰ１と第２液晶表示パネルＰ２との明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。

【実施例１】

【０１２９】

実施例１は、第１の実施形態の液晶表示素子を実現した実施例である。

【０１３０】

図１３（ａ）は、実施例１の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図１３（ｂ）は、実施例１の第１液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。図１４（ａ）は、実施例１の第２液晶表示パネルにおける列電極の一部を示す拡大図である。図１４（ｂ）は、実施例１の第２液晶表示パネルにおける行電極の一部を示す拡大図である。

【０１３１】

第１液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具体的には、十字形の開口部の長さを１０μｍ、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを１０μｍ、十字形の開口部のピッチを６０μｍとし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を１つ設ける（図１３参照）。ここで、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に３０μｍずれるようにパターニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが２０μｍの正方形になる。

【０１３２】

次に、第１透明基板１ｓおよび第２透明基板２ｓの液晶層側の面に、垂直性の配向膜を成膜し、リタデーションΔｎ・ｄを４６９ｎｍにした。また、液晶材料として、誘電異方性（Δε）が－４．４のものを用い、第１透明基板１ｓおよび第２透明基板２ｓの間に液晶層７（図１参照）を封止した。

【０１３３】

一方、第２液晶表示パネルでは、縦方向に伸びる短冊状の複数の列電極と、これに交差する短冊状の複数の行電極をパターニングした。具体的には、各列電極および各行電極を、それぞれ線幅３４０μｍ、線間１０μｍとした。また、第２液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具

体的には、十字形の開口部の長さを１０μｍ、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを１０μｍ、十字形の開口部のピッチを１００μｍとし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を３つ設ける（図１４参照）。第１液晶表示パネルと同様に、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に５０μｍずれるようにパターニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが４０μｍの正方形になる。

【０１３４】

次に、第３透明基板１ｆおよび第４透明基板２ｆの液晶層側の面に、垂直性の配向膜を成膜し、リタデーションΔｎ・ｄを９００ｎｍにした。また、液晶材料として、誘電異方性（Δε）が－２．７のものを用い、第３透明基板１ｆおよび第４透明基板２ｆの間に液晶層８（図１参照）を封止した。

【０１３５】

第１偏光板９として、株式会社ポラテクノ製の０００Ｒ２２０Ｎ－ＶＨ３９Ｌ２ＳＺ－Ｋ１（Ｒｅ＝７ｎｍ以下、Ｒｔｈ＝２２０ｎｍの光学補償フィルム付偏光板）を用いた。第２偏光板１０として、株式会社ポラテクノ製の０４５Ｒ６６０Ｎ２－ＶＨ３９Ｌ２Ｓ（Ｒｅ＝４５ｎｍ、Ｒｔｈ＝６６０ｎｍの光学補償フィルム付偏光板）を用いた。

【０１３６】

液晶表示素子の長辺方向を基準軸として、観察者方向から見たときの基準軸から第１偏光板９（図１参照）の吸収軸までの反時計回りの角度をθ１とした場合、θ１＝０°になるように第１偏光板９を配置した。また、基準軸から第２偏光板１０（図１参照）の吸収軸までの反時計回りの角度をθ２とした場合、θ２＝９０°になるように第２偏光板１０を配置した。なお、本実施例では、第１偏光板９と第２偏光板１０の吸収軸が直行するように配置したが、第１偏光板９と第２偏光板１０の偏光軸が直行するように配置してもよい。

【０１３７】

本実施例の液晶表示素子は、リタデーションの合計Ｒｔｈ（Ｒｔｈ・ｆ１＋Ｒｔｈ・ｆ２＋Ｒｔｈ・ｐ１＋Ｒｔｈ・ｐ２）が、Ｒｔｈ＝２２０ｎｍ＋６６０ｎｍ＋５０ｎｍ＋５０ｎｍ＝９８０ｎｍになる。これは、上記式２の関係を満たす。

【０１３８】

以上のように作製した液晶表示素子の第２液晶表示パネルを、デューティ比１／４８で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

【０１３９】

また、以上のように作製した液晶表示素子の第１液晶表示パネルを、デューティ比１／４で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。さらに、後述する比較例の場合と比較すると、第１液晶表示パネルの明るさを約３０％低下させることができるので、電圧の調整しやすく、第１液晶表示パネルの明るさを第２液晶表示パネルの明るさに近づけることができた。

【実施例２】

【０１４０】

実施例２は、第２の実施形態の液晶表示素子を実現した実施例である。

【０１４１】

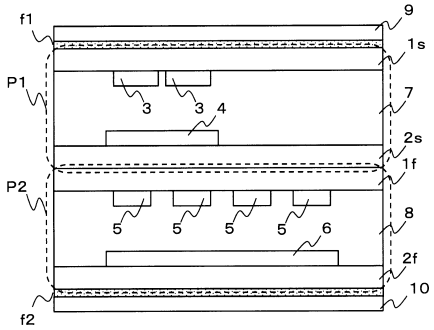
図１５（ａ）は、実施例２の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図１５（ｂ）は、実施例２の第１液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。なお、第２液晶表示パネルの電極の形態は、図１４に例示する実施例１の態様と同様である。

【０１４２】
第１液晶表示パネルにおいて、セグメント電極には、規則的に配置された複数のＬ字形の開口部を設ける。具体的には、Ｌ字形の開口部の幅を１０μｍ、サブ画素領域の一辺のサイズを５５μｍとする。また、第１液晶表示パネルのコモン電極には、サブ画素領域の中央部に円形の開口部を設ける（図１５参照）。
【０１４３】
なお、透明基板１ｓ，２ｓに成膜する配向膜および液晶層７に封止される液晶材料は、第１の実施例と同様である。また、本実施例の第２液晶表示パネルは、第１の実施例の第２液晶表示パネルと同様である。また、第１偏光板９および第２偏光板１０に用いられた素材および配置方法も、第１の実施例と同様である。すなわち、本実施例の液晶表示素子も、リタデーションの合計Ｒｔｈが上記式２の関係を満たす。
【０１４４】
以上のように作製した液晶表示素子の第２液晶表示パネルを、デューティ比１／４８で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。
【０１４５】
また、以上のように作製した液晶表示素子の第１液晶表示パネルを、デューティ比１／４で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。さらに、後述する比較例の場合と比較すると、第１液晶表示パネルの明るさを約４０％低下させることができるので、電圧の調整しやすく、第２液晶表示パネルの明るさを第２液晶表示パネルの明るさに近づけることができた。
【０１４６】
［比較例］
比較例では、第１液晶表示パネルにおける電極の形態と、第２液晶表示パネルの電極の形態とが同一である場合について説明する。図１６（ａ）は、比較例の第１液晶表示パネルにおけるセグメント電極の一部を示す拡大図である。図１６（ｂ）は、比較例の第１液晶表示パネルにおけるコモン電極の一部を示す拡大図である。
【０１４７】
第１液晶表示パネルにおいて、セグメント電極及びコモン電極に形成する開口部の形状及び大きさをほぼ同一にする。具体的には、十字形の開口部の長さを１０μｍ、十字形の開口部の幅および正方形の開口部の一辺の長さを１０μｍ、十字形の開口部のピッチを１００μｍとし、隣接する十字形の開口部の間に、正方形の開口部を３つ設ける（図１６参照）。ここで、十字形の各開口部の横方向に伸びる部分が、液晶表示素子の長辺と平行になるようにした。また、セグメント電極およびコモン電極を対向させたときに、セグメント電極の十字形の開口部とコモン電極の十字形の開口部とが縦方向および横方向に５０μｍずれるようにパターニングした。この場合、サブ画素領域は、一辺の長さが４０μｍの正方形になる。
【０１４８】
なお、透明基板１ｓ，２ｓに成膜する配向膜および液晶層７に封止される液晶材料は、第１の実施例と同様である。また、本実施例の第２液晶表示パネルは、第１の実施例の第２液晶表示パネルと同様である。また、第１偏光板９および第２偏光板１０に用いられた素材および配置方法も、第１の実施例と同様である。すなわち、本実施例の液晶表示素子も、リタデーションの合計Ｒｔｈが上記式２の関係を満たす。
【０１４９】
以上のように作製した液晶表示素子の第２液晶表示パネルを、デューティ比１／４８で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。

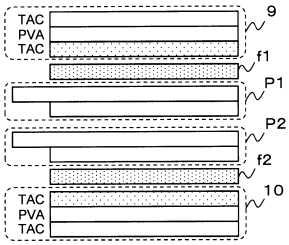
【０１５０】
また、以上のように作製した液晶表示素子の第１液晶表示パネルを、デューティ比１／４で駆動したところ、良好な視認性が得られた。すなわち、電圧非印加時や電源オフ時には良好な黒色表示が得られ、電源をオンとして液晶に電圧を印加した場合には、視野角が広く、明るい白色表示が得られた。
【０１５１】
しかし、比較例の場合、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルの明るさが大きく異なる。そのため、第１液晶表示パネルの電圧を調整して、第２液晶表示パネルの明るさに近づけることを試みた。しかし、比較例の第１液晶表示パネルでは、電圧に対する明るさの変化量が大きいため、電圧を調整するだけで明るさを第２液晶表示パネルと同じにするのは困難であった。
【０１５２】
この結果から、実施例１に示すように、セグメント表示部サブ画素領域の一辺の長さがフルドット表示部サブ画素領域の一辺の長さより短くなるように十字形の開口部および矩形の開口部を設けることで、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。
【０１５３】
また、実施例２に示すように、第１液晶表示パネルのセグメント電極にＬ字形の開口部を設けることで第１液晶表示パネルの液晶配向を回転配向型とし、第２液晶表示パネルの各電極に十字形の開口部を設けることで液晶配向を４ドメイン型にすることで、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことが可能になる。
【０１５４】
すなわち、実施例１と実施例２のいずれの場合も、第１液晶表示パネルの明るさを低下させているため、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整が容易になる。
【０１５５】
図１７は、液晶層に電圧を印加した状態で、両電極が対向する領域に対して偏光顕微鏡観察を行った結果を示す。図１７（ａ）は、実施例１の第１液晶表示パネル（すなわち、セグメント表示部）を偏光顕微鏡観察した結果である。図１７（ｂ）は、実施例２の第１液晶表示パネル（すなわち、セグメント表示部）を偏光顕微鏡観察した結果である。図１７（ｃ）は、比較例の第１液晶表示パネル（すなわち、セグメント表示部）を偏光顕微鏡観察した結果である。図１７（ｄ）は、実施例１、実施例２および比較例の第２液晶表示パネル（すなわち、フルドット表示部）を偏光顕微鏡観察した結果である。
【０１５６】
図１７を参照すると、図１７（ａ）および図１７（ｂ）に示す観察結果の方が、図１７（ｄ）に示す観察結果よりも透過率が低下していることがわかる。一方、図１７（ｃ）に示す観察結果と、図１７（ｄ）に示す観察結果を比較すると、透過率にほとんど差がないことがわかる。このように、第１液晶表示パネルの明るさがすでに低下していることから、第１液晶表示パネルと第２液晶表示パネルとの明るさを同じにするための電圧調整を容易に行うことができる。また、本発明は種々偏光が可能である。さらに、デューティ比に係らず、表示領域によって表示の明るさを変えるために、開口部の占有面積やサブ画素領域の配向のドメイン種を変更してもよい。
【産業上の利用可能性】
【０１５７】
本発明は、ＶＡ型の液晶表示素子に好適に適用可能である。
【符号の説明】
【０１５８】
１ｓ　第１透明基板
２ｓ　第２透明基板

１ｆ　第３透明基板
２ｆ　第４透明基板
３　第１の透明電極
４　第２の透明電極
５　第３の透明電極
６　第４の透明電極
７，８　液晶層
９　第１偏光板
１０　第２偏光板
１１，４１　十字形の開口部
１５，４２，４３　矩形の開口部
２０，４０　第３サブ画素領域
２１　Ｌ字形の開口部
２２　接続部
２３　円形状の開口部
３１，３５　サブ画素領域
３３，３３ａ，３４ａ　凹頂点
９１　セグメント表示部
９２　フルドット表示部
９３　表示部
ｆ１，ｆ２　光学補償フィルム
Ｐ１　第１液晶表示パネル
Ｐ２　第２液晶表示パネル

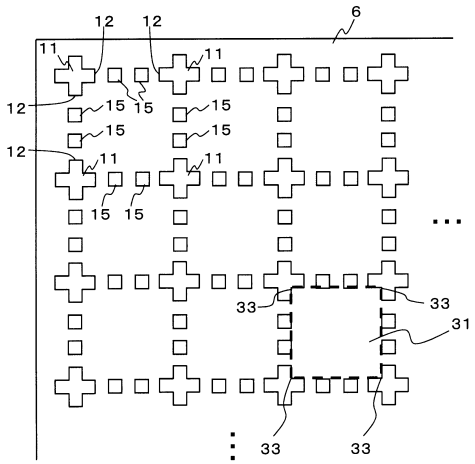
【図１】



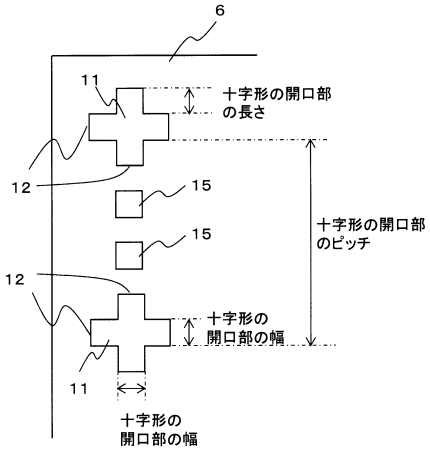
【図２】



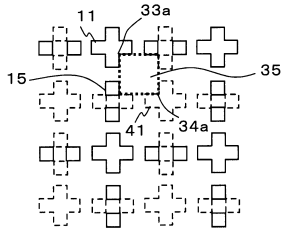
【図３】



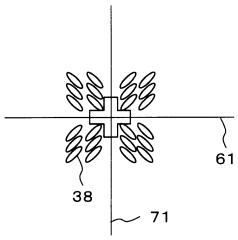
【図４】



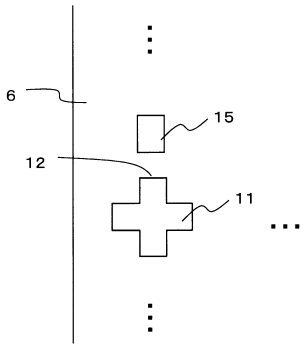
【図５】



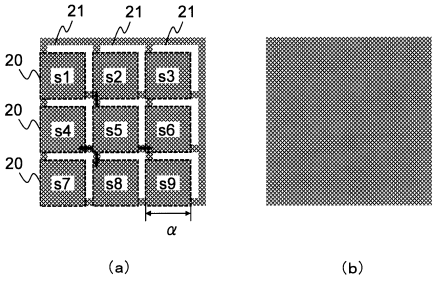
【図６】



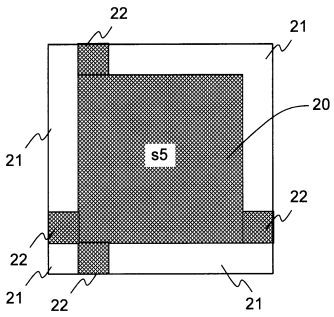
【図７】



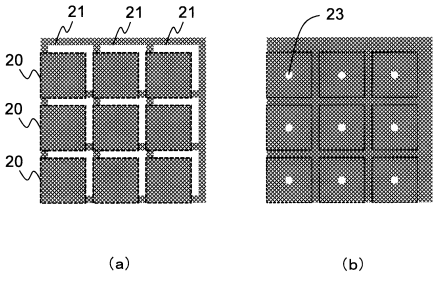
【図８】



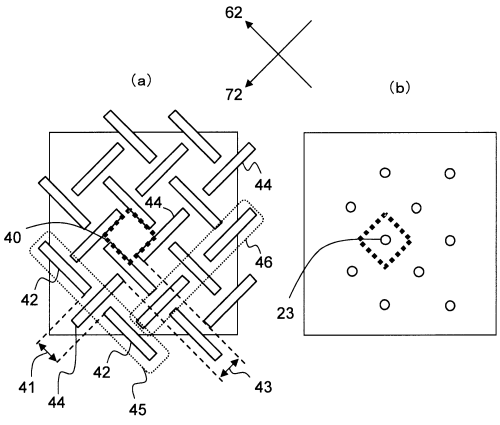
【図９】



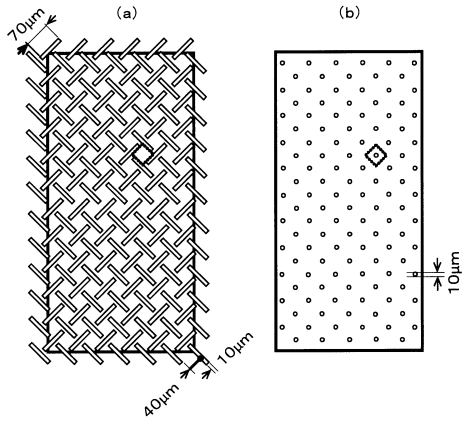
【図１０】



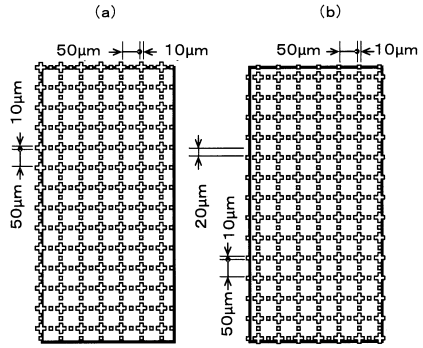
【図１１】



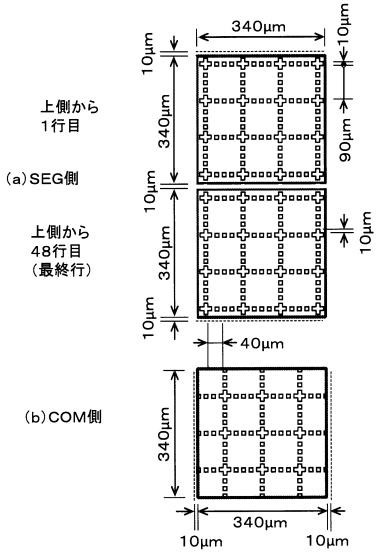
【図１２】



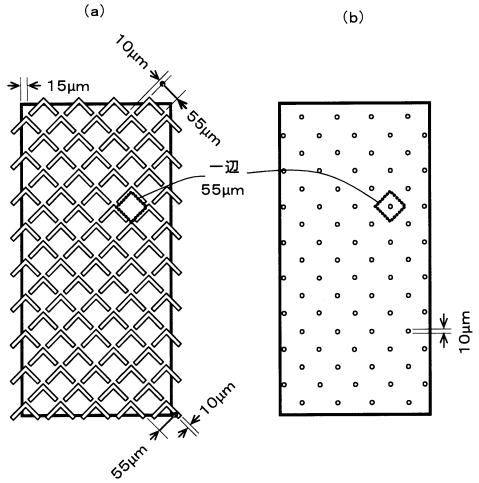
【図１３】



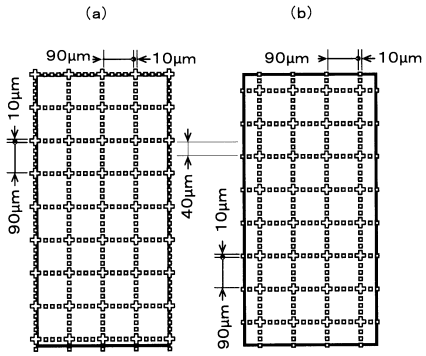
【図１４】



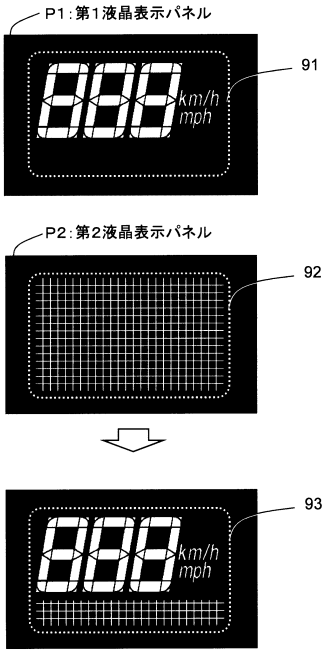
【図１５】



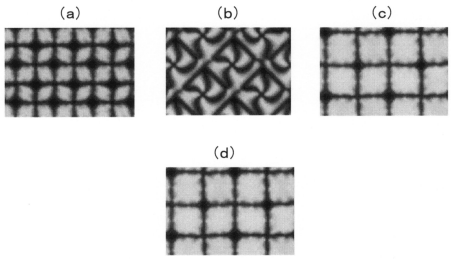
【図１６】



【図１８】



【図１７】

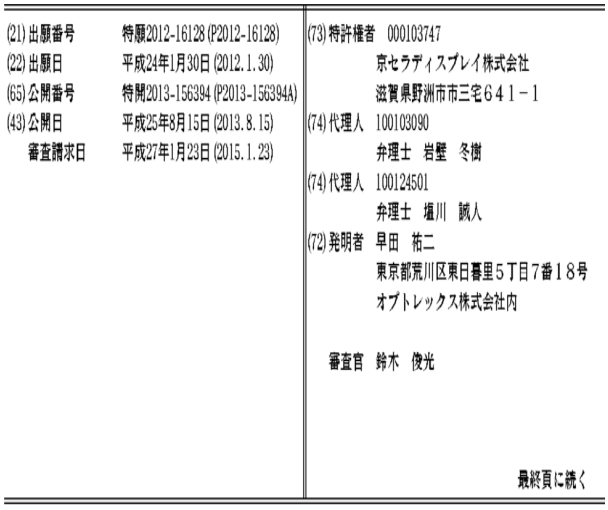


フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００５－３０１０２６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第００／０３６５８２（WO，Ａ１）
特開２００８－０７０４７０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２５２２９８（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－２５６３００（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１１８２４７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｆ　１／１３４３
Ｇ０２Ｆ　１／１３３７
Ｇ０２Ｆ　１／１３４７
Ｇ０２Ｆ　１／１３３

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	JP5926964B2	公开(公告)日	2016-05-25
申请号	JP2012016128	申请日	2012-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	京瓷显示器株式会社		
申请(专利权)人(译)	京瓷显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	京瓷显示器有限公司		
[标]发明人	早田祐二		
发明人	早田 祐二		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1347 G02F1/133 G02F1/13363		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/1347 G02F1/133.545 G02F1/13363 G02F1/1333 G02F1/1337.505		
F-TERM分类号	2H189/AA27 2H189/HA16 2H189/JA10 2H189/JA30 2H189/JA33 2H189/LA03 2H189/LA16 2H189/LA17 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FD10 2H191/FD13 2H191/GA04 2H191/HA11 2H191/HA34 2H191/HA37 2H191/JA10 2H191/LA21 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FD10 2H291/FD13 2H291/GA04 2H291/HA11 2H291/HA34 2H291/HA37 2H291/JA10 2H291/LA21		
代理人(译)	岩冬树 盐川正人		
审查员(译)	铃木俊光		
其他公开文献	JP2013156394A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：在单个液晶显示器中便于调节电压以使两个显示器的亮度彼此接近，其中一个显示器以低占空比驱动而另一个显示器是以高占空比驱动。解决方案：在观察者方向上，第一子像素区域由正方形区域（35）形成，该正方形区域具有作为对角线上的角的第一透明电极的十字形开口的角和十字的角。最接近十字形开口的第二透明电极的开口形状彼此面对。第二子像素区域由正方形区域（35）形成，所述正方形区域具有作为对角线上的角的第三透明电极的十字形开口的角部和第四透明的十字形开口的角部。最接近十字形开口的电极彼此面对。第一子像素区域的边长小于第二子像素区域的长度。