

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-519742

(P2004-519742A)

(43) 公表日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int.Cl.⁷

G02F 1/1339

F I

G02F 1/1339 500

テーマコード (参考)

2H089

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2002-582077 (P2002-582077)
 (86) (22) 出願日 平成14年4月9日 (2002.4.9)
 (85) 翻訳文提出日 平成14年12月26日 (2002.12.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2002/001290
 (87) 国際公開番号 W02002/084390
 (87) 国際公開日 平成14年10月24日 (2002.10.24)
 (31) 優先権主張番号 09/835,577
 (32) 優先日 平成13年4月17日 (2001.4.17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CN, JP, KR

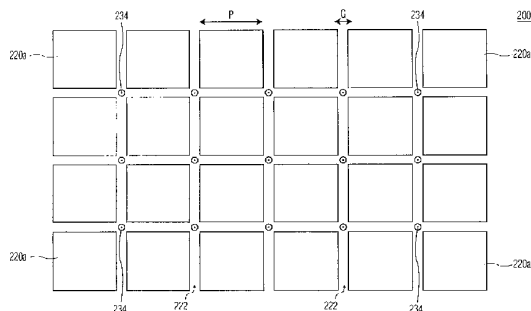
(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 Koninklijke Philips Electronics N. V.
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェeg 1
 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100114753
 弁理士 宮崎 昭彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 減少した可視アーティファクトを有するスペーサを持つ液晶表示デバイス

(57) 【要約】

ノーマリーホワイトモード反射型液晶表示 (LCD) デバイスは、画素電極間の狭い画素間ギャップと、デバイスのコントラスト比を向上させ、可視アーティファクトを減少させるような高いスペーサ密度で画素間ギャップに置かれたとても狭いスペーサとの組み合わせを含む。好ましくは、それぞれのスペーサが4つの画素電極のコーナーからおおよそ等距離に位置する。また、有益には、画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ10:1である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノーマリーホワイモード反射型液晶表示（LCD）デバイスであって、シリコン基板と、前記基板上の絶縁層と、複数の画素間ギャップにより分けられ、前記絶縁層上方の複数の画素電極と、それぞれが 4 つの前記画素電極からおおよそ等距離に位置する、前記画素間ギャップにおける複数のスペーサと、を有し、前記複数のスペーサが前記複数の画素電極の数とおおよそ等しく、隣接する画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ 10 : 1 であるデバイス。

【請求項 2】

請求項 1 記載の LCD デバイスであって、それぞれのスペーサが前記 4 つの画素電極のそれぞれのコーナーからおおよそ等距離であるデバイス。 10

【請求項 3】

請求項 1 記載の LCD デバイスであって、前記スペーサが位置する画素間ギャップの幅に対するスペーサの幅の比がおおよそ 1 : 1 より小さいデバイス。

【請求項 4】

請求項 1 記載のデバイスであって、前記画素電極の一つにそれぞれ対応する複数の液晶セルをさらに有し、前記画素電極の一つに電界が印加されたときに、対応する液晶セルの液晶分子が前記画素電極の上面に対して実質的に垂直に配向するデバイス。

【請求項 5】

ノーマリーホワイモード反射型液晶表示（LCD）デバイスであって、シリコン基板と、前記基板上の絶縁層と、複数の画素間ギャップにより分けられ、前記絶縁層上方の複数の画素電極と、前記画素間ギャップにおける複数のスペーサと、を有し、前記複数のスペーサは前記複数の画素電極の数におおよそ等しいデバイス。 20

【請求項 6】

請求項 5 記載の LCD デバイスであって、前記複数のスペーサのそれぞれが前記画素電極の少なくとも一つのコーナーに対応する画素間ギャップの位置にあるデバイス。

【請求項 7】

請求項 5 記載の LCD デバイスであって、隣接する画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ 10 : 1 であるデバイス。

【請求項 8】

請求項 5 記載の LCD デバイスであって、前記スペーサが位置する画素間ギャップの幅に対するスペーサの幅の比がおおよそ 1 : 1 よりも小さいデバイス。 30

【請求項 9】

請求項 5 記載の LCD デバイスであって、複数の液晶分子を有し、前記画素電極上の液晶層と、前記液晶層及び前記スペーサ上の透明電極と、をさらに有するデバイス。

【請求項 10】

請求項 9 記載の LCD デバイスであって、前記画素電極に電界が印加されたとき、前記液晶分子が前記画素電極の上面に対して実質的に垂直に配向するデバイス。

【請求項 11】

反射型液晶表示（LCD）デバイスであって、シリコン基板と、前記基板上の絶縁層と、複数の画素間ギャップにより分けられ、前記絶縁層上方の複数の画素電極と、前記画素電極上の液晶層と、前記画素間ギャップにおける複数の一体化スペーサと、を有し、前記複数のスペーサが前記複数の画素電極の数とおおよそ等しいデバイス。 40

【請求項 12】

請求項 11 記載の LCD デバイスであって、前記画素電極に電界が印加されないときに、前記液晶層が白色を表示するノーマリーホワイモードで動作するように配置されるデバイス。

【請求項 13】

請求項 11 記載の LCD デバイスであって、前記複数の一体化スペーサのそれぞれが前記画素電極の少なくとも一つのコーナーに対応する前記画素間ギャップの位置にあるデバイ 50

ス。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 記載の L C D デバイスであって、隣接する画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ 1 0 : 1 であるデバイス。

【請求項 1 5】

ノーマリーホワイトモード液晶表示 (L C D) デバイスの製造方法であって、基板上に絶縁層を形成する工程と、複数の画素間ギャップにより分けられ、前記絶縁層上方に複数の画素電極を形成する工程と、それぞれが 4 つの前記画素電極からおおよそ等距離であるように前記画素間ギャップに複数のスペーサを形成する工程と、を有し、前記複数のスペーサが前記複数の画素電極の数におおよそ等しい方法。

10

【請求項 1 6】

請求項 1 5 記載の方法であって、隣接する画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ 1 0 : 1 である方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 5 記載の方法であって、前記画素電極上に、複数の液晶分子を含む液晶層を形成する工程と、前記液晶層及び前記スペーサ上に透明電極を形成する工程と、をさらに有する方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 記載の方法であって、プレーナ配向されるように液晶層が形成され、前記画素電極の一つに電界が印加されないときに、前記対応する液晶セルの液晶分子が前記画素電極の上面に対して実質的に平行に配向する方法。

20

【請求項 1 9】

請求項 1 5 記載の方法であって、前記スペーサが位置する画素間ギャップの幅に対するスペーサの幅の比がおおよそ 1 : 1 より小さい方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコンデバイス上の液晶 (L C O S) のような液晶表示 (L C D) デバイスの分野に関し、特にそのような L C D デバイス用の一体化 (i n t e g r a t e d) スペーサの構成に関する。

30

【0 0 0 2】

【従来の技術】

反射型 L C D デバイスはよく知られている。そのようなデバイス、特にアクティブマトリクスデバイスの例は、U S P 6 , 0 2 3 , 3 0 9 及び U S P 6 , 0 5 2 , 1 6 5 において示される。以下の記述に関して、そのようなデバイスの従来の形態は良く知られていると考えられるので、本発明に影響する形態のみを記述する。

【0 0 0 3】

図 1 は、典型的な従来技術の反射型 L C D デバイス 1 0 0 の一部を示し、図 2 は、その従来技術の反射型 L C D デバイス 1 0 0 の一部の平面図を示す。反射型 L C D デバイス 1 0 0 は、関係のある部分において、シリコン基板 1 1 0、絶縁層 1 1 2、液晶 (L C) 層 1 1 4、インジウム錫酸化物 (I T O) のような透明電極 1 1 6、及び透明 (例えばガラス) 層 1 1 8 を有する。反射ミラー (画素) 金属層 1 2 0 が絶縁層 1 1 2 上の液晶層 1 1 4 の下方に与えられる。ミラー金属層 1 2 0 は、複数の個別の反射画素電極 1 2 0 a を含む。セルギャップ又は画素間ギャップである領域 1 2 2 は、画素電極 1 2 0 a 間に位置する。

40

【0 0 0 4】

また、絶縁層 1 1 2 中であって、ミラー金属層 1 2 0 と基板 1 1 0 との間には、遮光金属層 1 2 4 及びルーティング (r o u t i n g) 金属層 1 2 8 , 1 3 0 が与えられる。金属層 1 2 8 , 1 3 0 は、下にある基板 1 1 0 に作製された画素素子用の M O S トランジスタ (図 1 に示さず) のゲート電極及びソース電極に接続され得る、互いに直交する行及び列

50

を形成する。また、金属プラグ 1 3 2 は、遮光金属層 1 2 4 並びに第 3 及び第 4 の金属層 1 2 8 , 1 3 0 の種々の部分を相互に接続するために与えられる。

【 0 0 0 5 】

反射型 L C D デバイス 1 0 0 において、光マスクは使用されない。しかしながら、複数のスペーサ又は柱 1 3 4 が、透明電極 1 1 6 及び透明層 1 1 8 を支持するために、並びに液晶層 1 1 4 のためのギャップを付与するために、与えられる。

【 0 0 0 6 】

図 2 において分かるように、スペーサ 1 3 4 は、反射型 L C D デバイス 1 0 0 において、画素電極 1 2 0 a 間に散在的に置かれる。従来のデバイス 1 0 0 において、画素電極 1 2 0 a の通常の幅「P」は 1 0 μ m をとり得、セルギャップ 1 2 2 の通常の幅「G」は 5 μ m をとり得る。すなわち、セルギャップに対する画素のサイズ比は約 2 : 1 をとり得る。 10

【 0 0 0 7 】

しかしながら、従来の反射型 L C D デバイス 1 0 0 において、スペーサ 1 3 4 は、以下で説明するように、表示において望ましくない可視アーティファクトを引き起こす。

【 0 0 0 8 】

図 3 A , 3 B は、スペーサ 1 3 4 の近くに位置する液晶セルにおけるプレーナ配向した L C 分子の例を示す。一方、図 3 C , 3 D は、スペーサ 1 3 4 の近くに位置する液晶セルにおける垂直配向した L C 分子の例を示す。

【 0 0 0 9 】

図 3 A , 3 B は、この後、特に従来の「ノーマリーブラック」モード L C D デバイスにおいて、スペーサ 1 3 4 が望ましくない可視アーティファクトを引き起こすメカニズムを説明するために使用されるであろう。「ノーマリーブラック」モード L C D デバイスにおいて、画素電極に電界が印加されないときは、液晶セルはスイッチ O F F となり黒画素を表示し、画素電極に電界が印加されるときは、液晶セルは O N 状態となり白画素を表示する。 20

【 0 0 1 0 】

図 3 A は、液晶セルに電界が印加されないときに、液晶セルにおいてプレーナ配向した L C 分子の光軸の配列を示す。図 3 B は、液晶セルに電界が印加されるときに、液晶セルにおいて垂直配向した L C 分子の光軸の配列を示す。プレーナ配向した L C 層に電界を印加しないと、L C 分子は、露出した表面に平行に配向する傾向がある。したがって、図 3 A に示すように、セルに電界が印加されないと、L C 分子は、液晶セルの上部及び底部に対して、すなわち下にある画素電極 1 2 0 a の上面及び積層された透明電極 1 1 6 の底面に平行に、配向する傾向がある。一方、図 3 B に示すように、液晶セルに電界を印加するとき、L C 分子は、電界に平行に、すなわち下にある画素電極の上面及び積層された透明電極の底面に垂直に、配向する傾向がある。 30

【 0 0 1 1 】

図 3 A から明確に分かるように、すぐ近くのスペーサの歪み効果のために、液晶セルに電界を印加しないときに、L C 分子配向は不均一となる。すなわち、液晶セルのエッジ近傍の L C 分子は、セルにおける L C 分子配列に歪みを生じながら、すぐ近くのスペーサ 1 3 4 の側部に配向する傾向がある。ノーマリーブラックモードデバイスにおいては、ある量の光は、L C 分子配列が歪んでいる領域の近傍の画素電極により反射され、表示の黒レベルが下がる。これは、表示における減少したコントラスト比と、反射型 L C D デバイスにおけるスペーサ 1 3 4 の構成により起こるアーティファクトの可視パターンとを生じる。 40

【 0 0 1 2 】

したがって、減少した可視アーティファクト及び増加したコントラスト比を有するスペーサを持つ反射型液晶表示デバイスを提供することが望ましい。他の及びさらなる目的並びに効果は以下で明らかになるであろう。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

したがって、本発明の目的は、減少した可視アーティファクト及び増加したコントラスト 50

比を有するスペーサを持つ反射型液晶表示（ＬＣＤ）デバイスを提供することである。

【００１４】

本発明の一態様によれば、ノーマリーホワイトモード反射型ＬＣＤデバイスは、シリコン基板と、基板上の絶縁層と、複数の画素間ギャップにより分けられ、絶縁層上方の複数の画素電極と、画素間ギャップにおける複数のスペーサとを有し、複数のスペーサは複数の画素電極と数においてほぼ等しい。好ましくは、それぞれのスペーサが４つの画素電極のコーナーからおおよそ等距離に位置する。また、有益には、画素間ギャップの幅に対する画素電極の幅の比が少なくともおおよそ１０：１である。

【００１５】

【発明の実施の形態】

10

図４は、本発明の一つ又はそれ以上の態様に係る反射型ＬＣＤデバイス２００の一部の簡略化された断面図を示し、図５は、本発明の反射型ＬＣＤデバイス２００の一部の平面図を示す。明確にするために、本発明に関するデバイスのその部分が図示される。

【００１６】

反射型ＬＣＤデバイス２００は、関係のある部分において、連続的に絶縁層２１２が与えられるシリコン基板２１０と、液晶層２１４と、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）のような透明電極２１６と、透明（例えばガラス）層２１８とを有する。第１金属層２２０は、液晶層２１４の下、絶縁層２１２上に与えられる。第１金属層２２０は、複数の個別の反射画素電極２２０ａを含む。セルギャップ、又は画素間ギャップである領域２２２は、画素電極２２０ａ間に位置する。また、遮光第２金属層２２４が第１金属層２２０と基板２１０との間に与えられる。第３及び第４金属層２２８，２３０が第２金属層２２４と基板２１０との間に与えられる。金属プラグ２３２は、第２、第３及び第４金属層の種々の部分と相互に接続するように与えられる。

20

【００１７】

複数の一体化スペーサ又は柱２３４は、ガラス層２１８を支持し、液晶層２１４のためのギャップを与えるように、与えられる。

【００１８】

ここで、好ましい実施の形態の種々の適切な形態の説明が記述される。

有益には、反射型ＬＣＤデバイス２００は、ノーマリーホワイトモードデバイスとして動作する。すなわち、反射型ＬＣＤデバイス２００の液晶セルに電界が印加されないときに、セルは最大強度の光を反射して白画素を表示する。一方、ノーマリーホワイトモード液晶セルに電界を印加するとき、セルは黒画素を表示する。ノーマリーホワイトモードデバイスにおいて、すぐ近くのスペーサ２３４による液晶セルや画素のエッジでのＬＣ分子の配列のいかなる歪みや不均一性は、黒状態のときの液晶セルにおける支配的な均一電界のために、黒レベルでの影響が最小になるであろう。一方、電界を印加しないときの、画素のエッジ近くのＬＣ分子の配列のいかなる歪みや不均一性は、液晶セルが白状態であり、光が画素電極２００ａから強く反射されるので、ほとんど目立たない効果を生じる。したがって、ノーマリーホワイトモード反射型ＬＣＤデバイスは、より大きいコントラスト比を示す。

30

【００１９】

好ましくは、ＬＣＤデバイス２００のＬＣ層のＬＣ分子は、図３Ａに示すように、セルに電界を印加しないときに、セルの上面及び底面の露出した表面（すなわち、下にある画素電極２２０ａの上面及び積層された透明電極２２６の底面）に平行に通常配向するようにプレーナ配向する。一方、セルに電界が印加されるとき、ＬＣ分子は、図３Ｂに示すように、電界に実質的に平行（すなわち、下にある画素電極の上面及び積層された透明電極の底面に実質的に垂直）に配向する。

40

【００２０】

さらに、図５で分かるように、反射型ＬＣＤデバイス２００において、スペーサ２３４は、有益には、セルギャップ領域２２２において均一に配置される。それぞれのスペーサ２３４は、４つの画素電極２２０ａのコーナー間でおおよそ等しく離される。有益には、反

50

射型LCDデバイス200は、画素毎におおよそ一つのスペーサの高いスペーサ密度を有する。通常、画素サイズは、表示を見る人（viewer）の解像度限界で選ばれる。したがって、画素毎にほぼ一つのスペーサの高いスペーサ密度を使用することにより、スペーサにより生じるいかなるアーティファクトは、見る人により解像されるにはともに近すぎる距離で起こる。したがって、スペーサにより生じるいかなるアーティファクトも減少する。

【0021】

LCDデバイス200において4つの画素電極200aの4つのコーナーからおおよそ等距離でスペーサ234を置くことにより、スペーサは、4つの個別の液晶セルのそれぞれからできるだけ離して置かれ、それにより、スペーサ234により起こるセルのコーナーでのLC分子の配列のいかなる歪みや不均一性が減少する。

10

【0022】

有益には、LCDデバイス200において、画素電極220aの幅「P」は $10\mu\text{m}$ であり、セルギャップ222の幅「G」は $1\mu\text{m}$ である。すなわち、セルギャップ幅に対する画素幅の比は、好ましくはおおよそ10:1又はそれ以上である。減少したセルギャップ幅で、すぐ近くのスペーサ234によるLC分子配列の歪みや不均一性により影響されるいかなる液晶セルのわずかな部分が減少する。

【0023】

好ましくは、一体化スペーサ234は、絶縁層212上方に被膜（例えば、 Si_3N_4 ； SiO_2 ）を所望の高さで与え、被着した材料をエッチングして一体化スペーサ234を得ることにより形成され得る。スペーサ234の高さは、液晶層214用の所望のギャップを与えるように選択される。本実施の形態においては、スペーサ234は、 $1 - 2\mu\text{m}$ の高さを有し得る。

20

【0024】

一方、スペーサ234は、また、スペーサ234から4つの個別の液晶セルのそれぞれまでの距離を増加するため、及びスペーサ234によるセルのコーナーでのLC分子の配列のいかなる歪みや不均一性を減少するための、幅に狭く製造される。本実施の形態においては、スペーサ234は、 $0.6\mu\text{m}$ の幅を有し得る。すなわち、 $1\mu\text{m}$ のセルギャップ又は画素間ギャップについて、スペーサが位置するセルギャップ又は画素間ギャップの幅に対するスペーサ幅の比は、好ましくはおおよそ0.6又はそれより小さい。しかしながら、好ましくは、スペーサが、図5に示すように、実質的に垂直方向に延在する画素間ギャップの交差部に位置すると、スペーサが位置する画素間ギャップの幅に対するスペーサ幅の比は、おおよそ1.0又はそれより小さくなり得る。

30

【0025】

したがって、好ましい実施の形態においては、ノーマリーホワイトモード反射型LCDデバイスは、デバイスのコントラスト比を増加し、可視アーティファクトを減少するために、狭い画素間ギャップと、高いスペーサ密度（画素毎に一つのスペーサ）で画素間ギャップにおいて置かれたとても狭いスペーサとの組み合わせを有する。

【0026】

本発明は、それらの好ましい実施の形態に関して特別に示され、記述されているが、請求項により規定された発明の範囲を逸脱しないで、詳細に種々の変更をなし得ることが当業者により理解されるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来の反射型液晶表示（LCD）デバイスの一部の簡略化した断面図を示す。

【図2】図2は、図1に示す反射型LCDデバイスの一部の平面図を示す。

【図3A】図3Aは、液晶セルにおけるLC分子の光軸の配列を示す。

【図3B】図3Bは、液晶セルにおけるLC分子の光軸の配列を示す。

【図3C】図3Cは、液晶セルにおけるLC分子の光軸の配列を示す。

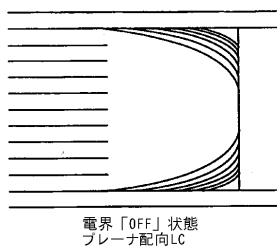
【図3D】図3Dは、液晶セルにおけるLC分子の光軸の配列を示す。

50

【図 4】図 4 は、本発明の一つ又はそれ以上の態様に係る一体化スペーサを有する反射型 LCD デバイスの一実施の形態の一部の簡略化した断面図を示す。

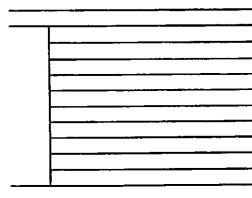
【図 5】図 5 は、図 4 に示す反射型 LCD の一部の平面図を示す。

【図 3 A】



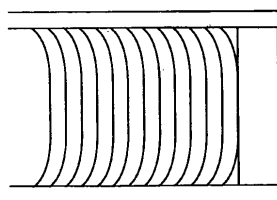
電界「OFF」状態
プレーナ配向 LC

【図 3 D】



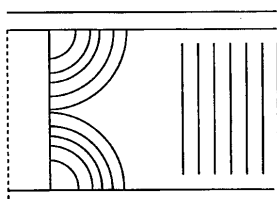
電界「ON」状態
垂直配向 LC

【図 3 B】



電界「ON」状態
プレーナ配向 LC

【図 3 C】



電界「OFF」状態
垂直配向 LC

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
24 October 2002 (24.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/084390 A2

(51) International Patent Classification: G02F 1/1339, 1/1362 (74) Agent: RAAP, Adriaan, Y.; Internationaal Octrooibureau B.V., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

(21) International Application Number: PCT/IB02/01290 (81) Designated States (national): CN, JP, KR.

(22) International Filing Date: 9 April 2002 (09.04.2002) (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

Published:
without international search report and to be republished upon receipt of that report

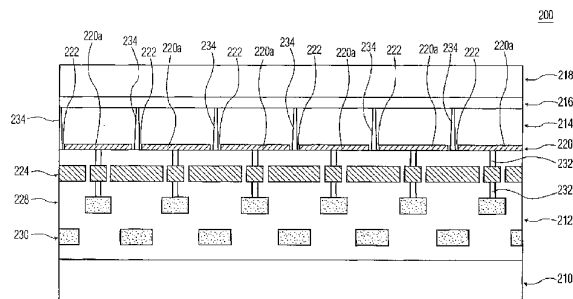
(30) Priority Data: 09/835,577 17 April 2001 (17.04.2001) US

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(71) Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).

(72) Inventors: JANSSEN, Peter, J., M.; Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL); MELNIK, George, A.; Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE HAVING SPACERS WITH REDUCED VISIBLE ARTIFACTS



(57) Abstract: A normally-white mode reflective liquid crystal display (LCD) device includes a combination of a narrow inter-pixel gap between pixel electrodes, and very narrow spacers placed in the inter-pixel gaps at a high spacer density to increase the contrast ratio of the device and to reduce visible artifacts. Preferably, each spacer is located approximately equidistant from the corners of four pixel electrodes. Also, beneficially, the ratio of the width of the pixel electrodes to the width of the inter-pixel gaps is at least approximately 10:1.

WO 02/084390 A2

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

1

Liquid crystal display device having spacers with reduced visible artifacts

BACKGROUND OF THE INVENTION

1) Field of the Invention

This invention pertains to the field of liquid crystal display (LCD) devices, such as liquid crystal on silicon (LCOS) devices, and more particularly to an arrangement of integrated spacers for such an LCD device.

2) Description of the Related Art

Reflective LCD devices are well known. Examples of such devices, and in particular active matrix devices, are shown in U.S. Patent Nos. 6,023,309 and 6,052,165. With reference to the following description, familiarity with conventional features of such devices will be assumed, so that only features bearing on the present invention will be described.

FIG. 1 shows a portion of a typical prior art reflective LCD device 100, and FIG. 2 shows a top plan view of a portion of the prior art reflective LCD device 100. The reflective LCD device 100 comprises, in relevant part, a silicon substrate 110, an insulating layer 112, a liquid crystal (LC) layer 114, a transparent electrode 116, such as indium-tin-oxide (ITO), and a transparent (e.g., glass) layer 118. A reflective mirror (pixel) metal layer 120 is provided beneath the liquid crystal layer 114 on the insulating layer 112. The mirror metal layer 120 includes a plurality of individual reflective pixel electrodes 120a. Cell gap, or inter-pixel gap, regions 122 are located between the pixel electrodes 120a.

Also provided in the insulating layer 112 and between the mirror metal layer 120 and the substrate 110 are a light shield metal layer 124 and routing metal layers, 128 and 130. The metal layers 128 and 130 form mutually-orthogonal row and column lines, which may be connected to gate and source electrodes of MOS transistors (not shown in FIG. 1) for pixel elements fabricated in the underlying substrate 110. Also, metal plugs 132 are provided for connecting various portions of the light shield metal layer 124 and the third and fourth metal layers 128, 130 with each other.

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

2

In the reflective LCD device 100, a light mask is not used. However, a plurality of spacers or pillars 134 are provided for supporting the transparent electrode 116 and the transparent layer 118 and providing a gap for the liquid crystal layer 114.

As can be seen in FIG. 2, the spacers 134 are placed sporadically between pixel electrodes 120a in the reflective LCD device 100. In the prior art device 100, a typical width "P" of the pixel electrode 120a may be 10 μm , and a typical width "G" of a cell gap 122 may be 5 μm . That is, a ratio of a size of a pixel to a cell gap may be approximately 2:1.

However, in the prior art reflective LCD device 100, the spacers 134 produce undesirable visible artifacts in the display, as will be explained below.

FIGS. 3A-B illustrate an example of planar aligned LC crystal molecules in a liquid crystal cell which is located near a spacer 134. Meanwhile, FIGS. 3C-D illustrate an example of vertically aligned LC crystal molecules in a liquid crystal cell which is located near a spacer 134.

FIGS. 3A-B will hereafter be used to explain a mechanism by which the spacers 134 produce undesirable visible artifacts, particularly in a prior art "normally-black" mode LCD device. In the "normally-black" mode LCD device, when no electric field is applied to the pixel electrodes, the liquid crystal cells are turned off to display a black pixel, and when an electric field is applied to the pixel electrodes, the liquid crystal cells are turned on to display a white pixel.

FIG. 3A illustrates the orientation of the optical axes of the planar aligned LC molecules in the liquid crystal cell when no electric field is applied to the liquid crystal cell, and FIG. 3B illustrates the orientation of the optical axes of the LC molecules in the same liquid crystal cell when an electric field is applied to the cell. With no voltage applied to the planar aligned LC layer, the LC molecules tend to align themselves in parallel to exposed surfaces. Therefore, as shown in FIG. 3A, with no voltage applied to the cell the LC molecules tend to align with the top and bottom surfaces of the liquid crystal cell, i.e., in parallel with the top surface of the underlying pixel electrode 120a and the bottom surface of the overlying transparent electrode 116. In contrast, as shown in FIG. 3B, when an electric field is applied to the liquid crystal cell, the LC molecules tend to align themselves in parallel with the electric field, i.e., perpendicular to the top surface of the underlying pixel electrode and the bottom surface of the overlying transparent electrode.

As can be clearly seen in FIG. 3A, because of the distorting effect of a nearby spacer, when no electric field is applied to the liquid crystal cell the LC molecule alignment is non-uniform. That is, the LC molecules near the edge of the liquid crystal cell tend to

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

3

align to the sides of the nearby spacers 134, producing a distortion in the LC molecule orientation in the cell. In the normally-black mode device, some light is reflected by the pixel electrodes near the areas where the LC molecule orientation is distorted, causing the black level of the display to be made less black. This produces a reduced contrast ratio in the display and also a visible pattern of artifacts which follows the arrangement of the spacers 134 in the reflective LCD device.

Accordingly, it would be desirable to provide a reflective liquid crystal display device having spacers with reduced visible artifacts and increased contrast ratio. Other and further objects and advantages will appear hereinafter.

SUMMARY OF THE INVENTION

It is therefore an object of the invention to provide a reflective liquid crystal display (LCD) device having spacers with reduced visible artifacts and increased contrast ratio.

In accordance with one aspect of the invention, a normally-white mode reflective LCD device comprises a silicon substrate, an insulating layer on the substrate, a plurality of pixel electrodes above the insulating layer separated by a plurality of inter-pixel gaps, and a plurality of spacers in the inter-pixel gaps, wherein the plurality of spacers are approximately equal in number to the plurality of pixel electrodes. Preferably, each spacer is located approximately equidistant from the corners of four of the pixel electrodes. Also, beneficially, the ratio of the width of the pixel electrodes to the width of the inter-pixel gaps is at least approximately 10:1.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 shows a simplified cross-sectional view of a portion of a prior-art reflective liquid crystal display (LCD) device;

FIG. 2 shows a top plan view of a portion of the reflective LCD device shown in FIG. 1.

FIGS. 3A-D illustrate various orientations of the optical axes of the LC molecules in liquid crystal cells;

FIG. 4 shows a simplified cross-sectional view of a portion of one embodiment of a reflective LCD device having integrated spacers in accordance with one or more aspects of the invention; and

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

4

FIG. 5 shows a top plan view of a portion of the reflective LCD device shown in FIG. 4.

DETAILED DESCRIPTION

5 FIG. 4 shows a simplified cross-sectional view of a portion of a reflective LCD device 200 in accordance with one or more aspects of the invention, and FIG. 5 shows a top plan view of a portion of the prior art reflective LCD device 200. For clarity, those portions of the device relating to the present invention are illustrated.

The reflective LCD device 200 comprises, in relevant part, a silicon substrate
10 210 on which are successively provided an insulating layer 212, a liquid crystal layer 214, a transparent electrode 216, such as indium-tin-oxide (ITO), and a transparent (e.g., glass) layer 218. A first metal layer 220 is provided on the insulating layer 212 beneath the liquid crystal layer 214. The first metal layer 220 includes a plurality of individual reflective pixel electrodes 220a. Cell gap, or inter-pixel gap, regions 222 are located between the pixel
15 electrodes 220a. Also, a light shield second metal layer 224 is provided between the first metal layer 220 and the substrate 210. Third and fourth metal layers 228 and 230 are provided between the second metal layer 224 and the substrate 210. Metal plugs 232 are provided for connecting various portions of the second, third, and fourth metal layers with each other.

20 A plurality of integrated spacers or pillars 234 are provided for supporting the glass layer 218 and providing a gap for the liquid crystal layer 214.

An explanation of various pertinent features of the preferred embodiment will now be described.

Beneficially, the reflective LCD device 200 operates as a "normally-white"
25 mode device. That is, when no electric field is applied to a liquid crystal cell of the reflective LCD device 200, the cell reflects a maximum intensity of light to display a white pixel. On the other hand, when an electric field is applied to the normally-white mode liquid crystal cell, the cell displays a black pixel. In the normally-white mode device, any distortion or non-uniformity of the orientation of the LC molecules at the edge of a liquid crystal cell or
30 pixel due to a nearby spacer 234 will have a minimized effect on the black level because of the dominating uniform electric field in the liquid crystal cell when it is in the black state. Meanwhile, any distortion or non-uniformity of the orientation of the LC molecules near the edge of the pixel when no electric field is applied produces a less noticeable effect, as the liquid crystal cell is in the white state and light is strongly reflected from the pixel electrode

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

5

200a. Therefore the normally-white mode reflective LCD device exhibits a greater contrast ratio.

Preferably, the LC layer of the LCD device 200 is planar aligned such that, when no electric field is applied to the cell, the LC molecules are generally aligned in parallel with the top and bottom exposed surfaces of the cell (i.e., the top surface of the underlying pixel electrode 220a and the bottom surface of the overlying transparent electrode 226), as illustrated in FIG. 3A. Meanwhile, when the electric field is applied to the cell, the LC molecules are aligned substantially parallel to the electric field (i.e., substantially perpendicular to the top surface of the underlying pixel electrode and the bottom surface of the overlying transparent electrode), as illustrated in FIG. 3B.

Moreover, as can be seen in FIG. 5, in the reflective LCD device 200 the spacers 234 are beneficially placed uniformly in the cell gap regions 222, each of the spacers 234 being approximately equally spaced between corners of four pixel electrodes 220a. Beneficially, the reflective LCD device 200 has a high spacer density of approximately one spacer per pixel. Typically, a pixel size is chosen to be at the resolution limit of a viewer of the display. Therefore, by utilizing a high spacer density of approximately one spacer as one per pixel, any artifacts produced by spacers occur at distances generally too closely spaced together to be resolved by a viewer. Accordingly, visibility of any artifacts produced by the spacers is reduced.

By placing the spacers 234 approximately equidistant from four corners of four pixel electrodes 200a in the LCD device 200, the spacers are placed as far as possible from each of the four individual liquid crystal cells to thereby reduce any distortion or non-uniformity of the orientation of the LC molecules at the corner of a cell caused by the spacer 234.

Beneficially, in the LCD device 200 a width "P" of the pixel electrode 220a is 10 μm , and a width "G" of a cell gap 222 is 1 μm . That is, the ratio of the pixel width to the cell gap width is preferably approximately 10:1 or greater. With a reduced cell gap width, the fractional portion of any liquid crystal cell affected by distortion or non-uniformity of LC molecule orientation due to a nearby spacer 234 is reduced.

Preferably, the integrated spacers 234 may be formed by uniformly applying a coating (e.g., Si_3N_4 ; SiO_2) over the insulating layer 212 to a desired height, and etching the coated material to produce the integrated spacers 234. The height of the spacers 234 is selected to provide the desired gap for the liquid crystal layer 214. In one embodiment, the spacers 234 may have a height of 1-2 μm .

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

6

Meanwhile, the spacers 234 are also fabricated to be narrow in width to increase the distance from the spacer 234 to each of the four individual liquid crystal cells, and to reduce any distortion or non-uniformity of the orientation of the LC molecules at the corner of a cell due to the spacer 234. In one embodiment, the spacers 234 may have a width of 0.6 μm . That is, for a cell gap or inter-pixel gap of 1 μm , a ratio of a spacer width to a width of a cell gap or inter-pixel gap in which the spacer is located is preferably approximately 0.6 or less. However, as the spacer is preferably located at an intersection of inter-pixel gaps extending in substantially perpendicular directions, as shown in FIG. 5, the ratio of the spacer width to the width of the inter-pixel gap in which the spacer is located may be as large as approximately 1.0 or less.

Accordingly, in the preferred embodiment, a normally-white mode reflective LCD device uses a combination of narrow inter-pixel gaps and very narrow spacers placed in the inter-pixel gaps at a high spacer density (say, one spacer per pixel) to increase the contrast ratio of the device and reduce visible artifacts.

While the present invention has been particularly shown and described with reference to the preferred embodiments thereof, it will be understood by those skilled in the art that various changes in detail may be made without departing from the scope of the invention as defined by the claims.

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

7

CLAIMS:

1. A normally-white mode reflective liquid crystal display (LCD) device ,
comprising:
 - a silicon substrate;
 - an insulating layer on the substrate;
 - 5 a plurality of pixel electrodes above the insulating layer separated by a
plurality of inter-pixel gaps; and
 - a plurality of spacers in the inter-pixel gaps, each spacer located approximately
equidistant from four of the pixel electrodes,
 - wherein the plurality of spacers are approximately equal in number to the
10 plurality of pixel electrodes, and
 - wherein a ratio of a width of a pixel electrode to a width of an adjacent inter-
pixel gap is at least approximately 10:1.
2. The LCD device of claim 1, wherein each spacer is located approximately
15 equidistant from a corner of each of the four pixel electrodes.
3. The LCD device of claim 1, wherein a ratio of a width of a spacer to a width
of an inter-pixel gap in which the spacer is located is less than approximately 1:1.
- 20 4. The LCD device of claim 1, further comprising a plurality of liquid crystal
cells each corresponding to one of the pixel electrodes, and wherein when an electric field is
applied to a one of the pixel electrodes, liquid crystal molecules of the corresponding liquid
crystal cell align themselves substantially perpendicularly to a top surface of the pixel
electrode.
- 25 5. A normally-white mode reflective liquid crystal display (LCD) device,
comprising:
 - a silicon substrate;
 - an insulating layer on the substrate;

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

8

a plurality of pixel electrodes above the insulating layer separated by a plurality of inter-pixel gaps; and
 a plurality of spacers in the inter-pixel gaps,
 wherein the plurality of spacers are approximately equal in number to the plurality of pixel electrodes.

6. The LCD device of claim 5, wherein each of the plurality of spacers is at a location in the inter-pixel gap corresponding to a corner of at least one of the pixel electrodes.

10 7. The LCD device of claim 5, wherein a ratio of a width of a pixel electrode to a width of an adjacent inter-pixel gap is at least approximately 10:1.

8. The LCD device of claim 5, wherein a ratio of a width of a spacer to a width of an inter-pixel gap in which the spacer is located is less than approximately 1:1.

15 9. The LCD device of claim 5, further comprising:
 a liquid crystal layer on the pixel electrodes, comprising a plurality of liquid crystal molecules; and
 a transparent electrode on the liquid crystal layer and the spacers.

20 10. The LCD device of claim 9, wherein the liquid crystal molecules align themselves substantially perpendicularly to a top surface of the pixel electrode when an electric field is applied to the pixel electrode.

25 11. A reflective liquid crystal display (LCD) device, comprising:
 a silicon substrate;
 an insulating layer on the substrate;
 a plurality of pixel electrodes above the insulating layer separated by a plurality of inter-pixel gaps;
 30 a liquid crystal layer on the pixel electrodes; and
 a plurality of integrated spacers in the inter-pixel gaps,
 wherein the plurality of spacers are approximately equal in number to the plurality of pixel electrodes.

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

9

12. The LCD device of claim 11 wherein the liquid crystal layer is arranged to operate in a normally-white mode to display a white color when no electric field is applied to the pixel electrodes .
- 5 13. The LCD device of claim 11, wherein each of the plurality of integrated spacers is at a location in the inter-pixel gap corresponding to a corner of at least one of the pixel electrodes .
14. The LCD device of claim 11, wherein a ratio of a width of a pixel electrode
10 to a width of an adjacent inter-pixel gap is at least approximately 10:1.
15. A method of producing a normally-white mode liquid crystal display (LCD) device , comprising:
forming an insulating layer on a substrate ;
15 forming a plurality of pixel electrodes above the insulating layer separated by a plurality of inter-pixel gaps ; and
forming a plurality of spacers in the inter-pixel gaps, each said spacer being formed approximately equidistant from four of the pixel electrodes ,
wherein the plurality of spacers are approximately equal in number to the
20 plurality of pixel electrodes .
16. The method of claim 15, wherein a ratio of a width of a pixel electrode to a width of an adjacent inter-pixel gap is at least approximately 10:1.
- 25 17. The method of claim 15, further comprising:
forming a liquid crystal layer on the pixel electrodes , comprising a plurality of liquid crystal molecules; and
forming a transparent electrode on the liquid crystal layer and the spacers.
- 30 18. The method of claim 17, wherein the liquid crystal layer is formed to be planar aligned wherein when no electric field is applied to one of the pixel electrodes, liquid crystal molecules of the corresponding liquid crystal cell align themselves substantially in parallel to a top surface of the pixel electrode

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

10

19. The method of claim 15, wherein a ratio of a width of a spacer to a width of an inter-pixel gap in which the spacer is located is less than approximately 1:1.

WO 02/084390

PCT/IB02/01290

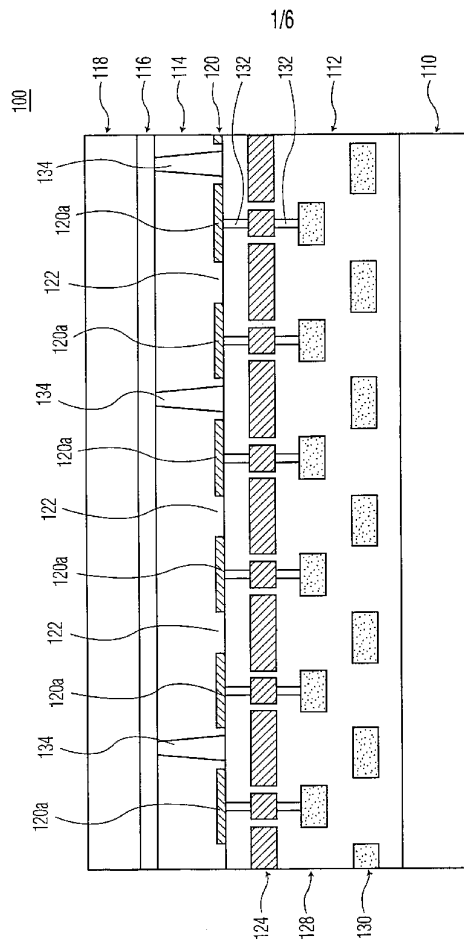
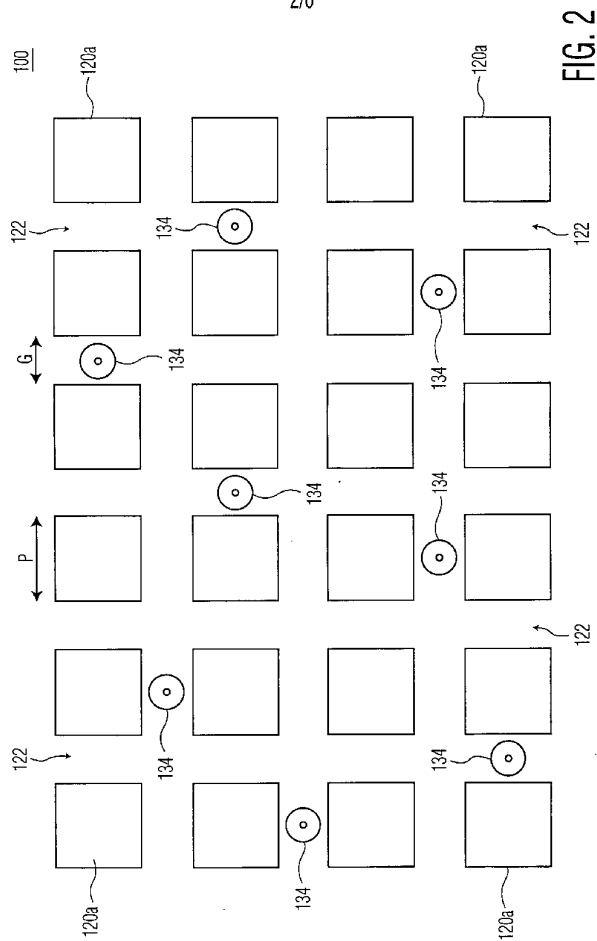


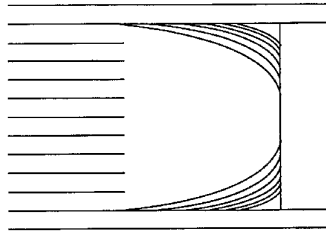
FIG. 1



WO 02/084390

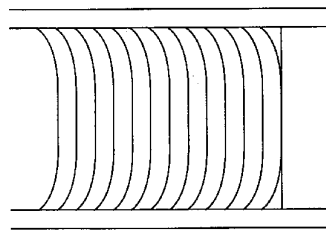
PCT/IB02/01290

3/6



FIELD "OFF" STATE
PLANAR ALIGNED LC

FIG. 3A



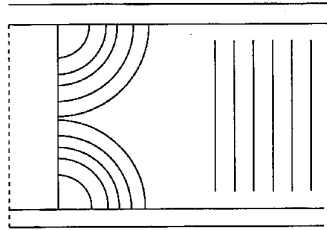
FIELD "ON" STATE
PLANAR ALIGNED LC

FIG. 3B

WO 02/084390

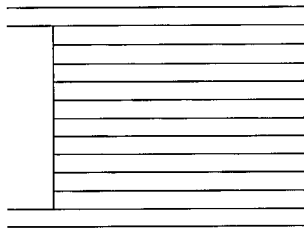
PCT/IB02/01290

4/6



FIELD "OFF" STATE
VERTICALLY ALIGNED LC

FIG. 3C



FIELD "ON" STATE
VERTICALLY ALIGNED LC

FIG. 3D

FIG. 4

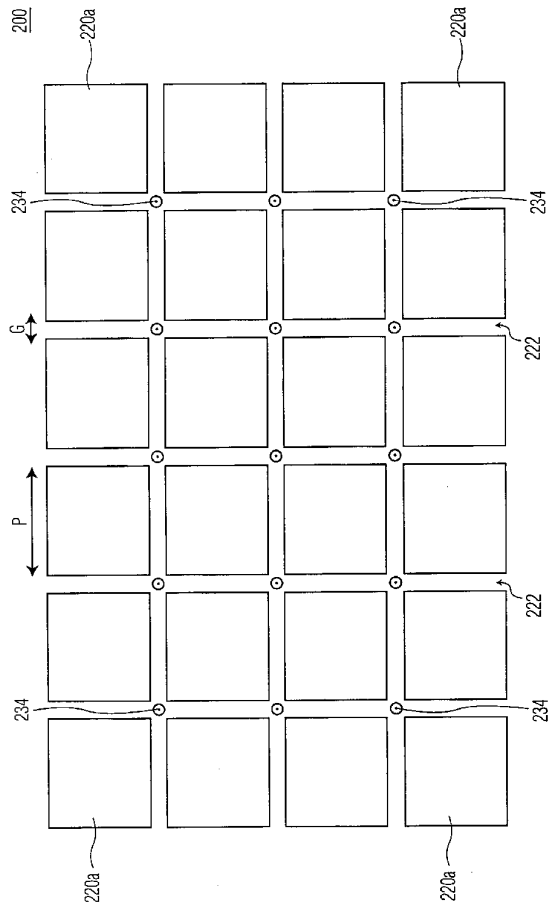


FIG. 5

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

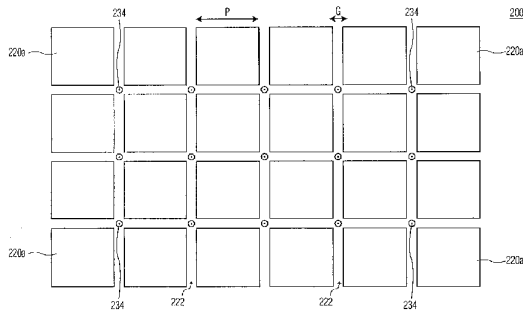
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
24 October 2002 (24.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/084390 A3

- (51) International Patent Classification: G02F 1/1339, 1/1362 (74) Agent: RAAP, Adriaan, Y.; Internationaal Octrooibureau B.V., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (21) International Application Number: PCT/IB02/01290 (81) Designated States (national): CN, JP, KR.
- (22) International Filing Date: 9 April 2002 (09.04.2002) (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/835,577 17 April 2001 (17.04.2001) US Published: with international search report
- (71) Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL). (88) Date of publication of the international search report: 15 May 2003
- (72) Inventors: JANSSEN, Peter, J., M.; Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL); MELNIK, George, A.; Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL). For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE HAVING SPACERS WITH REDUCED VISIBLE ARTIFACTS



(57) Abstract: A normally-white mode reflective liquid crystal display (LCD) device includes a combination of a narrow inter-pixel gap between pixel electrodes, and very narrow spacers placed in the inter-pixel gaps at a high spacer density to increase the contrast ratio of the device and to reduce visible artifacts. Preferably, each spacer is located approximately equidistant from the corners of four pixel electrodes. Also, beneficially, the ratio of the width of the pixel electrodes to the width of the inter-pixel gaps is at least approximately 10:1.

WO 02/084390 A3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/IB 02/01290
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G02F1/1339 G02F1/1362 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 051 446 A (BASHIR RASHID ET AL) 18 April 2000 (2000-04-18) column 5, line 44 -column 6, line 05; figure 36A	1-19
P, X	WO 01 77747 A (DIGITAL REFLECTION INC) 18 October 2001 (2001-10-18) page 20, line 06 -page 21, line 05; figure 5A	1-19
A	US 5 764 324 A (LU MINHUA ET AL) 9 June 1998 (1998-06-09) column 4, line 25 - line 56; figure 3B	1
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed ** later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 January 2003		Date of mailing of the international search report 30/01/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Diet, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational Application No.
PCT/IB 02/01290

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6051446	A	18-04-2000 DE 19916059 A1	21-10-1999
WO 0177747	A	18-10-2001 AU 5141701 A	23-10-2001
		WO 0177747 A2	18-10-2001
		US 2002001056 A1	03-01-2002
US 5764324	A	09-06-1998 JP 3201990 B2	27-08-2001
		JP 10206845 A	07-08-1998
		KR 271201 B1	01-11-2000

フロントページの続き

(74)代理人 100121083

弁理士 青木 宏義

(72)発明者 ジャンセン ペーター ジェイ エム

オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6

(72)発明者 メルニク ジョージ エイ

オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6

F ターム(参考) 2H089 LA09 LA16 LA19 LA20 NA12 RA04 TA02 TA17

专利名称(译)	具有间隔物的液晶显示装置具有减少的视觉伪影		
公开(公告)号	JP2004519742A	公开(公告)日	2004-07-02
申请号	JP2002582077	申请日	2002-04-09
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司的Vie		
[标]发明人	ジャンセンペータージェイエム メルニクジョージエイ		
发明人	ジャンセン ペーター ジェイ エム メルニク ジョージ エイ		
IPC分类号	G02F1/1339 G02F1/1362		
CPC分类号	G02F1/136277 G02F1/13394		
FI分类号	G02F1/1339.500		
F-TERM分类号	2H089/LA09 2H089/LA16 2H089/LA19 2H089/LA20 2H089/NA12 2H089/RA04 2H089/TA02 2H089/TA17		
代理人(译)	宫崎明彦		
优先权	09/835577 2001-04-17 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

常白模式反射型液晶显示 (LCD) 器件放置在具有高间隔物密度的像素间间隙中，这提高了器件的对比度并减少了可见伪像，包括非常狭窄的垫片组合。优选地，每个间隔物位于与四个像素电极的角大致等距的位置。同样有利的是，像素电极的宽度与像素间间隙的宽度之比至少约为 10 : 1。

