

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5225526号
(P5225526)

(45) 発行日 平成25年7月3日 (2013.7.3)

(24) 登録日 平成25年3月22日 (2013.3.22)

(51) Int.Cl.
GO2F 1/1337 (2006.01)

F I
GO2F 1/1337

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-90213 (P2001-90213)	(73) 特許権者	511076424
(22) 出願日	平成13年3月27日 (2001.3.27)		ヒューレット・パカード デベロップメント カンパニー エル. ビー.
(65) 公開番号	特開2001-281659 (P2001-281659A)		Hewlett-Packard Development Company, L.P.
(43) 公開日	平成13年10月10日 (2001.10.10)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
審査請求日	平成20年3月27日 (2008.3.27)		ヒューストン コンパック センタ ド
(31) 優先権主張番号	00302480.9		ライブ ウェスト 11445
(32) 優先日	平成12年3月27日 (2000.3.27)	(74) 代理人	100087642
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 古谷 聡
		(74) 代理人	100076680
			弁理士 溝部 孝彦
		(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 液晶デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液晶材料の層を囲む第一のセル壁及び第二のセル壁と、前記液晶材料の少なくとも幾らかに電場を加えるための電極と、液晶分子に所望の配列を付与するための、少なくとも前記第一のセル壁の内側表面上の表面配列構造とからなる液晶デバイスであって、

前記表面配列構造が、前記所望の配列を生成する形状及び／又は配向を有するポストのランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイからなり、前記ポストが、三角形、四角形、円形、楕円形又は多角形の断面を有し、対角線又は軸線の1つに沿って、前記第一のセル壁の平面の法線に対して傾斜しており、四角形の断面を有する場合には、対角線の1つに沿って傾斜している、液晶デバイス。

【請求項 2】

前記ポストの幾何学的形状及び間隔が、前記液晶材料に局所的なプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列をとらせるようなものである、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記第二のセル壁の内側表面が、前記液晶材料の局所的ホメオトロピック配列を生ずるように処理され、それにより前記セルがハイブリッド配列ネマチックモードで作用する、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記第二のセル壁の内側表面が、前記第一のセル壁上の配列方向に対して実質的に直角をなして、前記液晶材料の局所的プレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生ずるよう

に処理され、それにより前記セルがＴＮまたはＳＴＮモードで作用する、請求項２に記載のデバイス。

【請求項５】

前記ポストの幾何学的形状及び間隔が、前記液晶材料に局所的なホメオトロピック配列をとらせるようなものである、請求項１に記載のデバイス。

【請求項６】

前記ポストが、単一の方位角方向において液晶ダイレクタの実質的に一様なプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生ずるように形成され及び／又は配向されている、請求項１に記載のデバイス。

【請求項７】

前記セル壁に設けられた検光子及び偏光子をさらに含む、請求項１に記載のデバイス。

【請求項８】

前記ポストが、前記デバイスの異なる領域において異なる高さ、異なる形状、異なる傾斜、及び／又は異なる配向を有する、請求項１に記載のデバイス。

【請求項９】

前記ポストの傾斜角及び配向が、前記デバイス全体にわたって一様である、請求項１に記載のデバイス。

【請求項１０】

請求項１による液晶デバイスの製造に使用するセル壁であって、壁と、その一方の表面上にあり液晶材料のダイレクタを整列させるための配列表面ミクロ構造とからなり、前記ミクロ構造が前記所望の配列を生成する形状及び／又は配向を有するポストのランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイからなり、前記ポストが、三角形、四角形、円形、楕円形又は多角形の断面を有し、対角線又は軸線の１つに沿って、前記第一のセル壁の平面の法線に対して傾斜してあり、四角形の断面を有する場合には、対角線の１つに沿って傾斜している、セル壁。

【請求項１１】

請求項１０によるセル壁を製造する方法であって、壁の表面にフォトレジスト材料を適用し、適用されたフォトレジスト材料を、ランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイパターンを有するマスクを通して適切な光源に露光し、未露光のフォトレジスト材料を除去し、露光されたフォトレジスト材料を硬化して、前記壁上に配列ポストのランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイを形成することからなる方法。

【請求項１２】

請求項１０によるセル壁を製造する方法であって、壁の表面にプラスチック材料を適用し、このプラスチック材料に配列ポストのランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイをエンボス加工することからなる方法。

【請求項１３】

請求項１による液晶デバイスを製造する方法であって、請求項１０による第一のセル壁を第二のセル壁に対して固着し、離間したセル壁を有しその内側表面の各々が少なくとも一つの電極構造を担持するセルを生成すべく、前記セル壁の少なくとも一方が電極構造を有するようにし、前記セルを液晶材料で充填し、前記セルをシールすることからなる方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

【０００１】

本発明は、液晶デバイスにおける液晶の配列に関する。

【背景技術】

【０００２】

液晶（ＬＣ）材料は棒状又は細長い葉状の分子であり、その長軸および短軸に沿って異なる光学の性質を有する。これらの分子はある程度の長い範囲にわたって秩序を示し、局所的に見れば近隣の分子と同様の配向をとる傾向がある。これらの分子の長軸の局所的な

10

20

30

40

50

配向は「ダイレクタ（配向ベクトル）」と呼ばれる。液晶材料には、ネマチック、コレステリック（カイラルネマチック）およびスメクチックの三種類がある。ディスプレイデバイスに使用される液晶では、液晶は通常、「オフ」状態において所定の仕方で配列されねばならず、また「オン」状態では異なる所定の仕方で配列されねばならない。それによってディスプレイは、それぞれの状態で異なる光学的性質を有するようになる。ホメオトロピック（ダイレクタがセル壁の面に実質的に垂直）とプレーナー（ダイレクタがセル壁の面に実質的に平行に傾いている）というのが、主要な二つの配列である。実際には、プレーナー配列はセル壁の面に対して傾斜しており、この傾きはスイッチングを補助するのに有用でありうる。本発明は、液晶ディスプレイにおける配列に関わるものである。

【0003】

10

ハイブリッド配列ネマチック（HAN）セル、ホメオトロピック配列ネマチック（VAN）セル、ねじれネマチック（TN）セル、および超ねじれネマチック（STN）セルは、消費財およびその他の製品のディスプレイデバイスに広く使用されている。これらのセルは、間隔を置いて向かい合った一対のセル壁からなり、それらの間にネマチック液晶材料がはさまれる。これらの壁は透明な電極パターンを有し、これらのパターンは間に画素を画定する。

【0004】

TN及びSTNディスプレイでは、各々の壁の内側表面が処理されて、ネマチックダイレクタの単一方向性のプレーナー配列を生ずるようにされ、その場合に配列方向は相互に90°である。こうした配置によって、ネマチックダイレクタはTNセル内で4分の1の螺旋を描くことになり、画素が「電界オフ」状態のときには、偏光は90°回転しそ導かれる。STNセルでは、ネマチック液晶にはカイラルな添加物がドーブされて、よりピッチの短い螺旋が生成され、これが「電界オフ」状態において偏光面を回転させる。「電界オフ」状態は、セルが直交した偏光子又は平行な偏光子の何れを通して観察されるかによって、白または黒となる。画素の両端に電圧を印加すると、ネマチックダイレクタはホメオトロピック配列で壁に垂直に配列されるので、偏光面は「電界オン」状態では回転されない。

20

【0005】

HANセルでは、ネマチック液晶をホメオトロピック配列で配列させるように一方の壁が処理され、他方の壁はプレーナー配列を誘導するように処理されるが、通常はスイッチングを容易にするため幾らかの傾斜角が付与される。液晶は正の誘電率異方性を有し、電場を加えると液晶のダイレクタは壁に直角に配列されるので、セルは複屈折「電界オフ」状態から非複屈折「電界オン」状態へ切り替わる。

30

【0006】

VANモードでは、負の誘電率異方性のネマチック液晶が「電界オフ」状態ではホメオトロピックに配列されており、「電界オン」状態で複屈折となる。コントラスト向上のためにダイクロイック染料が使用されることもある。

【0007】

液晶（液晶）のプレーナー配列は通常、液晶セルの内壁上にある薄いポリイミド配列層を単一方向に研磨（ラビング）することによって実現される。これは僅かなプレチルト角の付与された、単一方向の配列を生じさせる。"Pretilt angle control of liquid-crystal alignment by using projections on substrate surfaces for dual-domain TN-LCD" T. Yamamoto et al, J. SID, 4/2, 1996では、ラビングされた配列層に小さな突起を組み入れることによって、ラビングされた表面のプレチルト角を増大させることが提案されている。

40

【0008】

デバイスの光学的特性に対して望ましい影響を有するとはいえ、ラビング処理は理想的なものではない。というのは、これは多くの処理ステップを必要とし、また一様なディスプレイ基板を与えるためには、ラビングパラメータの精密な誤差制御が必要とされるからである。さらに、ラビングは配列層の下側にあるアクティブマトリクス素子に対し、静的

50

および機械的な損傷を生じさせうる。ラビングはまた、ディスプレイの製造に対して有害なダストを生成する。

【 0 0 0 9 】

最近、光配列技術が導入されている。それによれば、一定のポリマーコーティングを偏光した紫外線光に曝露すると、プレーナー配列を誘導することができる。これはラビングに伴う問題点の幾つかを回避するが、コーティングは液晶材料に敏感であり、また通常は小さなプレチルト角しか付与しない。

【 0 0 1 0 】

代替手段は、酸化ケイ素 (S i O) のパターン化された傾斜蒸着を用いて、配列層を形成することである。これはまた、望ましい光応答をもたらす。しかしながらこのプロセスは、真空蒸着およびリソグラフィプロセスが付加されるため、複雑である。さらに、一様性を与えるためには S i O 蒸着の処理パラメータの制御が極めて重要であるが、これを大きな面積について達成することは、通常は困難である。

【 0 0 1 1 】

液晶の配列に関する方法についての有用な概要は "Alignment of Nematic Liquid Crystals and Their Mixtures", J. Cognard, Mo液晶ryst. Liq. Cryst. 1-78 (1982) Supplement 1に見られる。

【 0 0 1 2 】

表面ミクロ構造を用いて液晶を配列させることは、長年にわたって周知である。例えば "The Alignment of Liquid Crystals by Grooved Surfaces" D. W. Berriman, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 23 215-231 (1973) に記述がある。

【 0 0 1 3 】

プレーナー配列のメカニズムには、液晶材料の変形に由来する歪みエネルギーを最小にするために、液晶分子が溝に沿って配列することが含まれると考えられる。かかる溝は、フォトレジストその他の適当な材料で単回折格子を形成することで備えることができる。

【 0 0 1 4 】

G B 2 2 8 6 4 6 7 には、感光性ポリマーをレーザから発せられた光の干渉パターンに曝露することによって、セルの少なくとも一方の壁面上にシヌソイド複回折格子 (bigrating) を設けることが提案されている。この複回折格子は、液晶分子が、例えば 45° 又は 90° 離れた、二つの異なるプレーナー角方向に存在することを許容する。非対称な複回折格子構造は、片方または両方の角方向において、傾斜を付与することが可能である。回折格子による配列の他の例は、W O 9 6 / 2 4 8 8 0、W O 9 7 / 1 4 9 9 0、W O 9 9 / 3 4 2 5 1、および "The liquid crystal alignment properties of photolithographic gratings", J. Cheng and G. D. Boyd, Appl. Phys. Lett. 35(6) 15 September 1979 に記述がある。"Mechanically Bistable Liquid-Crystal Display Structures", R. N. Hurston et al, IEEE trans. on Electron Devices, Vol. ED-27 No 11, November 1980 には、四角形構造物の周期的アレイによる液晶プレーナー配列が理論付けされている。

【 0 0 1 5 】

液晶のホメオトロピック配列も、制御が難しいプロセスであり、通常はレシチンまたはクロム錯体といった、表面用の化学処珪剤が用いられる。これらの化学処理剤は経時的に安定でなく、処理される表面に対して極めて一様には接着しないことがある。ホメオトロピック配列は、特殊なポリイミド樹脂 (日本合成ゴム社製) を使用して実現されてきた。これらのポリイミドは高い硬化温度を必要とするが、これはガラス転移温度の低いプラスチック基板にとっては望ましくない。無機酸化物層も、適切な角度で蒸着されればホメオトロピック配列を誘導する。これは真空プロセスを必要とするが、こうしたプロセスはプレーナー配列に関して上述した不具合を被る。ホメオトロピック配列を生成する別の可能性は、P T F E などの表面エネルギーの低い材料を使用することである。

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

液晶デバイスのための、より制御可能で、かつ製造可能性のある配列を得ることが望ま

10

20

30

40

50

しい。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の一側面によれば、液晶材料の層を囲む第一のセル壁及び第二のセル壁と、液晶材料の少なくとも幾らかに電場を加えるための電極と、液晶分子に配列を付与するための、少なくとも第一のセル壁の内側表面上の表面配列構造とからなる液晶デバイスが提供される。この表面配列構造は、所望の配列を生成する形状及び／又は配向を有する特徴（造作）のランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイを含むものである。

【0018】

驚くべきことに本発明者らは、ダイレクタの配向は、特徴（造作）が配置されたアレイまたは格子によってではなく、これらの特徴の幾何学的形状により誘導されることを見出した。

10

【0019】

特徴は規則的な格子ではなく、ランダムまたは疑似ランダムなアレイに配置されているので、規則的な回折格子構造の使用に由来する回折色は減少し、恐らく実質的には排除される。こうしたアレイは拡散手段として作用しうるものであり、一部のディスプレイにおける外部拡散手段の必要性を取り除く。もちろん、ディスプレイに回折色が望ましい場合には、アレイはよりランダムでなくされ、ポストは所望の干渉効果を生ずるような間隔で配置される。このように、必要な配列を与え、またテクスチャのある表面からもたらされる光学効果を緩和または増強するように、構造を個別に最適化することができる。

20

【0020】

ランダムまたは疑似ランダム配列を使用すると、二つの表面上の規則的アレイの間の位相調整の変動の結果として発生する、例えばモアレ効果などの光学的効果及び液晶配列効果は緩和される。

【0021】

配列のための望ましい特徴は、ラビングまたは無機酸化物の蒸着なしに、従って、これらの製造方法に関連する問題点なしに形成される。

【0022】

好ましい実施例では、特徴（造作）は複数の直立したポスト（柱）状のものからなる。またこの特徴は、小丘状、ピラミッド状、ドーム状、壁状、および液晶ダイレクタが特定のディスプレイモードのために所望の配列をとることを可能にする形状及び／又は配向を有する、その他の隆起からなることができる。この特徴が壁をなす場合、それは直線状（例えば単一回折格子）、屈曲状（例えばL型または山型）、または湾曲状（例えば環状壁）であることができる。本発明はこれ以降、便宜上ポストに関して説明する。しかしながら、本発明がこの実施例に限定されないことは理解されよう。ポストは実質的に真っ直ぐな、デバイスの主平面に対して垂直又は傾斜した側面を有することができ、或いはポストは湾曲又は不規則な表面形状又は構成を有していてもよい。例えばポストの断面は、三角形、四角形、円形、楕円形、または多角形であってよい。

30

【0023】

本明細書では、「方位角方向」という用語は次の通りに用いられる。セル壁がX、Y平面にあるとして、これらのセル壁に対する法線がZ軸であるとする。同じ方位角方向の二つの傾斜角とは、同じX、Z平面にある二つの異なるダイレクタ配列を意味し、ここでXはダイレクタのX、Y平面上への投影と考える。

40

【0024】

ダイレクタは局部的に、ポストの特定の形状に依存する配向に対して整列する傾向がある。四角形ポストのアレイでは、ダイレクタはポストの二つの対角線のいずれかに沿って整列することになる。他の形状を選択した場合には、二つより多い方位角方向が存在する場合もあるし、一つしかない場合もある。例えば等辺三角形のポストは、角を二等分する線に実質的に沿った、三つの方向を誘導できる。一つの軸が他の軸より長い楕円形または菱形の場合は、方位角方向を定める単一の局部ダイレクタ配向を誘導しうる。こうした配

50

向は、極めて広範囲のポスト形状によって誘導されることが理解されよう。さらにまた、四角形ポストをその対角線の一つに沿って傾けると、一つの方向を他の方向よりも好ましいものとして選択することが可能である。同様に、円筒形ポストを傾けることにより、傾斜方向に配列を誘導できる。

【0025】

より低くより太いポストはプレーナー配列を誘導しやすく、一方より高くより細いポストはホメオトロピック配列を誘導しやすい。中間の高さと太さのポストは傾斜配列を誘導しうるものであり、ダイレクタが実質的に同じ方位角方向でもって二つの傾斜角のいずれをとることもできる双安定性配列を生ずる。適切な寸法および間隔を有するポストを提供することによって、広い範囲の配列方向、すなわちプレーナー型、傾斜型、およびホメオトロピック型の配列方向を容易に達成することができ、したがって本発明の種々の側面を、所望の液晶ディスプレイモードに利用することができる。

10

【0026】

ポストは任意の適切な手段によって形成できる。例えばフォトリソグラフィ、エンボス加工、鋳造、射出成形、或いはキャリヤ層からの転写などである。プラスチック材料のエンボス加工は、ポストを簡単に、かつ低コストで形成可能にするため、特に好ましい。適切なプラスチック材料は当業者に周知のところであり、例えばポリメチルメタクリレートである。

【0027】

少なくとも第一のセル壁上に、複数の直立した高いまたは細いポストを設けることによって、液晶分子は、ダイレクタがポストの局所表面の面に実質的に平行で、且つセル壁の面に対して垂直な状態をとるように誘導される。

20

【0028】

ポストがセル壁に垂直であれば、液晶はセル壁の面に90°で実質的にホメオトロピックに配列される。しかしながら幾つかの用途については、傾きが数度のホメオトロピック配列を達成することが望ましい。これは、垂線に対して傾いたポストを用いることによって容易に達成できる。ポストがさらに傾斜するにつれて、法線からの液晶の平均傾斜角は増大する。したがって本発明は、任意の好適な傾き角を持つ液晶のホメオトロピック配列を誘導する簡単な方法を提供する。

【0029】

フォトレジストを露光する場合には、フォトレジスト材料の屈折率を考慮するために、所望の角度に対して既知のようにスネルの法則によって関連付けられた角度でもって、適切なマスクを通じてフォトレジストを光源に曝露することにより、所望のポスト傾斜角を容易に達成することができる。

30

【0030】

ポストの好ましい高さは、セルの厚み、ポストの太さおよび数、液晶材料などのファクタに依存する。ホメオトロピック配列については、ポストは少なくとも、平均ポスト間隔に等しい垂直高さを有することが好ましい。ポストは、全部又は幾つかがセル全体にわたっていてもよく、それによってスペーサとしても機能する。

【0031】

一つの電極構造（通常はインジウムスズ酸化物などの透明な導体である）が、周知の仕方それぞれのセル壁の内側表面上に設けられることが好ましい。例えば、第一のセル壁に複数の「行」電極を設け、第二のセル壁に複数の「列」電極を設けることができる。しかしながら、一方の壁、好ましくは第一のセル壁の上だけに、平坦な（インターデジタル即ち櫛形の）電極構造を設けることも可能である。

40

【0032】

第二のセル壁の内側表面は低い表面エネルギーを持つようにすることができ、それによって任意の特定の配列型を生ずる傾向を殆ど又は全く示さないようにし、かくしてダイレクタの配列が基本的に、第一のセル壁上の特徴によって決定されるようにしうる。しかしながら、第二のセル壁の内側表面には、局所ダイレクタの所望される配列を誘導する表面

50

配向が設けられることが好ましい。この配列はホメオトロピック、プレーナー、或いは傾斜配列であってよい。この配列は、適切な形状及び／又は配向の特徴のアレイによって、或いはラビング、光配列、単回折格子などの在来的手段によって、或いはホメオトロピック配列を誘導する剤で壁表面を処理することによって設けることができる。

【 0 0 3 3 】

プレーナー配列および傾斜配列については、特徴の形状は好ましくは、この特徴に隣接する一つの方位角ダイレクタ配向だけを好ましく選ぶようなものとされる。この配向はそれぞれの特徴について同じであってもよく、或いは配向を特徴ごとに異ならせて、二つの状態のうち的一方で散乱効果が付与されるようにしてもよい。

【 0 0 3 4 】

代替的に、特徴の形状は、複数の安定した方位角ダイレクタ配向をもたらすようなものであってもよい。かかる配列は、双安定性ねじれネマチック（ＢＴＮ）モードなどのディスプレイモードに有用である。これらの方位角ダイレクタ配列は、エネルギーが実質的に等しいものでもよく（例えば、垂直な等辺三角形のポストはエネルギーの等しい三つの方位角配列のダイレクタを与える）、或いは一つまたはより多くの配列ダイレクタが異なるエネルギーを有し、一つ又はより多くの低エネルギー配列が好ましく選ばれるとしても、少なくとも一つの他の安定な方位角配列が得られるようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

液晶デバイスは典型的にはディスプレイデバイスとして用いられ、スイッチされた状態とスイッチされていない状態を識別する手段、例えば偏光子またはダイクロイック染料が備えられる。

【 0 0 3 6 】

セル壁は、ガラスなどの非可撓性材料、或いは、例えばポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）などの、液晶ディスプレイ製造技術の当業者に周知の剛性または可撓性プラスチックから形成できる。

【 0 0 3 7 】

多くのディスプレイについて、視野全体にわたって均一な配列を得ることが望ましい。こうしたディスプレイでは、ポストは全て実質的に同じ形状、寸法、配向および傾斜角でよい。しかしながら、配列の変化が望ましい場合、これらのファクタまたはその何れかを、所望の効果を生ずるように変えることができる。例えば、異なる配列方向が望ましい場合、ポストは異なる領域で違う配列を有することができる。４分割されたサブピクセルを有するＴＮセルは、視野角を改善するために、こうした異なる配向を使用するディスプレイモードの一例である。代替的に、ポストの高さが変わったとすると、液晶との相互作用の強さが変化し、グレースケールを与えることができる。同様にして、ポストの形状変化は、液晶との相互作用の強さを変化させる。

【 0 0 3 8 】

任意選択的に、特徴を両方の壁上に設けて、両方の壁の領域で所望の局所的ダイレクタ配列をもたらすことができる。それぞれの壁上に異なる特徴を備えさせることもでき、所望の配列に応じて、特徴をそれぞれの壁の異なる領域で個別に変化させることもできる。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 9 】

以下では添付図面を参照して、本発明を例に基づいてさらに説明する。

【 0 0 4 0 】

図２に概略的に示した液晶セルは、第一のセル壁２と第二のセル壁４とを含み、これらは負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料層を挟んでいる。液晶分子は楕円で表しており、その長軸が局所ダイレクタを示す。それぞれのセル壁の内側表面には、透明な電極パターン、例えば第一のセル壁２上の行電極１２および第二のセル壁４上の列電極１４が、周知の仕方で設けられている。この液晶配列は双安定性である。

【 0 0 4 1 】

第一のセル壁 2 の内側表面は、四角形ポスト 10 のアレイでテクスチャ化されており、第二のセル壁 4 の内側表面は平坦である。ポストは、以下に図 4 を参照して述べるように、疑似ランダムアレイをなしている。ポスト 10 は約 $1\ \mu\text{m}$ の高さであり、セルギャップは典型的には $3\ \mu\text{m}$ である。平坦な表面は処理され、ホメオトロピック配列を付与するようにされる。ポストにはホメオトロピック的な処理はされていない。

【0042】

四角形ポストのかかるアレイは、ポストの二つの対角線沿いに、液晶ダイレクタの方位角方向について好ましい二つの配列を有する。図 1 は、周囲に歪んだ液晶を備えたポストを通じてとった断面を、一つの角から対角線方向に反対側にある角にまでわたって示す。ポストの周囲のこの配列は、次に、ポスト上方の液晶の配列の種となる傾向があり、かくして平均的な配列もこの対角方向に沿うことになる。

10

【0043】

ポストを一方の対角線沿いに傾けることによって（図 2）、その配列方向を好ましく選ぶことが可能である。本発明者らはこの幾何学的形状のコンピュータシミュレーションを通じて、方位角配列方向は一つしか存在しないものの、実際にはエネルギーが同じ程度で、液晶がどの位傾いているかが異なる二つの状態が存在することを見出した。図 2 はその二つの状態の概略図である。一方の状態（図 2 の左側に示す）では液晶は大きく傾いており、他方の状態では液晶はポストの周囲で平面状をなしている。液晶配向の正確な性質は構造の詳細によるが、ある範囲のパラメータに関しては、傾きが異なる二つの別個の状態が存在する。これら二つの状態は、偏光子 8 および検光子 6 を介して見ることで識別できる。傾斜が小さな状態は高い複屈折を示し、傾斜が大きな状態は小さな複屈折を示す。

20

【0044】

本発明の範囲を如何なる形でも制限するものではないが、本発明者らの考察によれば、これら二つの状態は、液晶がポストによって変形される仕方によって生ずるものであろう。ポスト周囲における流れは、方向が鋭く変化するポストの前縁および後縁部分で、エネルギー密度の高い領域を生じさせる。これは図 1 において、ポストの下側左と上側右の角に見ることができる。このエネルギー密度は液晶分子が傾いていると減少するが、これは厳しい方向変化が少なくなるためである。このことは、セル全体にわたって分子がホメオトロピックでいられる限界のところで明らかである。その場合、ポストの縁部に歪みの大きな領域は存在しない。したがって、傾きが大きな状態ではこの歪みエネルギーは減少するが、ポストの基部におけるより大きな曲げ/スプレー変形エネルギーという犠牲が払われる。ポスト間の平坦な表面と接触している液晶は傾いていないが、ポストの周囲で傾きを取り入れていくにつれて、鋭い方向変化を受ける。

30

【0045】

傾きが小さな状態では、エネルギーは反対の意味でバランスしている。すなわちポストの前縁および後縁部分の周囲での大きな変形は、ポストの周囲で傾きが一樣であるためポスト基部において曲げ/スプレー変形がないことによって、部分的にバランスされている。本発明者らによるコンピュータシミュレーションが示唆するところでは、現在の構成では、傾きが大きな状態ほどエネルギー状態は低い。

【0046】

40

このことは、コンピュータシミュレーションの結果と実際のセルによって裏付けられる。直交した偏光子の間の適当な角度から見ると、セルは常に、二つの状態のうち暗い方に落ち着く。図 2 からは、傾きが大きな状態が小さな複屈折を有し、したがって傾きが小さな状態よりも暗く表れることが分かる。傾きの大きな状態における傾斜の正確な量は、液晶材料の弾性定数およびポスト材料の平面定着エネルギーの関数である。

【0047】

ポストは以下に述べるように、ガラス基板上のフォトリソ層のハードコンタクトマスクによる露光を用いて形成できる。例を挙げれば、ポストは $0.7 \times 0.7\ \mu\text{m}$ 四方、そして代表的には $1.5\ \mu\text{m}$ までの高さである。

【0048】

50

図4は疑似ランダムアレイのポストのユニットセルを示す。四角形ポストの各々は約 $0.8 \times 0.8 \mu\text{m}$ であり、疑似ランダムアレイの反復距離は $56 \mu\text{m}$ である。ポストの位置は効率的にランダム化されるが、ポストの配向は一定に維持される。この場合には、液晶を整列させる規則的な格子は存在しないので、いかなる配列もポストに起因することになる。本発明者らは実験により、正の誘電異方性の液晶材料でなるHANセルでは、液晶は規則的なアレイの場合のように、ポストの対角線に沿って整列することを見出した。

【0049】

さて図3を参照すると、四角形のポストの周囲における液晶配列に関するコンピュータ生成モデルが図示されている。これは図2に示したものと同様であるが、第二のセル壁の内側表面は、プレーナ配列を与えるように処理されている。図3の左側に示された状態では、局所ダイレクタは大きく傾いており、他方では局所ダイレクタはポストの周囲で平坦である。図2に示したセルと同様に、これら二つの状態の間のスイッチングは、適切な電気信号を印加することによって行なわれる。

【0050】

本発明者らは、ポストによるホメオトロピック配列について、幾つかのコンピュータシミュレーションを行なった。一つの基板上には 300 nm にわたるアレイをなす四角形ポストを用いて $3 \mu\text{m}$ の厚みのセルをモデル化し、他方の基板は平坦であるが強いプレーナ配列を与える材料としてモデル化した。本発明者らは種々のポストの高さとスペーシングをモデル化し、いつ液晶がポストの周囲でホメオトロピック配列をとるかを見た。図11は、下部基板上で約 $1.8 \mu\text{m}$ の高さの単一のポストを含む領域についての、コンピュータシミュレーションした側面図を示す。ポスト周囲では液晶は強く傾いているが、ポストの上では上部基板との相互作用のために配列はより平坦である。

【0051】

本発明者らはコンピュータシミュレーションで、ポストの高さが 0.2 から $2.6 \mu\text{m}$ まで変化する影響を、ポスト間のギャップを 0.6 から $1.2 \mu\text{m}$ まで変化させてモデル化した。ポストの高さが増加するにつれて、配列は単なるプレーナから、プレーナ状態とより傾いた状態の間の双安定状態、或いは多安定状態へと進む。さらにポストの高さが増加すると、プレーナ状態は過度に高いエネルギーとなり、極めて大きな傾きのホメオトロピック状態だけが存在する。この知見は、ポストの高さが平均のポストスペーシングと大体等しいときにホメオトロピック配列が始まることを示す。この効果は、断面が極めて小さなポストに至るまで同様に生ずると期待される。ホメオトロピック配列に関してポスト断面に予想される上限は、ポスト幅がセルギャップのオーダとなる時点にある。

【0052】

図6及び7を参照すると、ランダムまたは疑似ランダムのアレイをなす場合に、液晶の配列をもたらす種々のポスト形状の例が示されている。図6に示すポストは楕円形の断面を有し、液晶ダイレクタは楕円の長軸に沿って局部的に整列する。図7の等辺三角形のポストでは、同じエネルギーの三つのダイレクタ配列が可能であり、そのいずれもが三角形の角を等分に二分する線に平行である。このような配列の一つが図示されている。ポストをその頂点の一つの方に傾斜させると、その配列方向を優位にできる。別の方法として、この三角形を引き延ばすと、一つのダイレクタ配向が優位になる。例えば二等辺三角形では、その三角形の主軸に沿うダイレクタ配列が優位である。いずれの場合も、ポストの高さに応じて、液晶は局部的にプレーナ型または傾斜プレーナ型の配列をとることになる。第二のセル壁の内側表面を処理して局部ホメオトロピック配列を付与すれば、電場を加えることにより、正の誘電異方性を有する液晶分子がホメオトロピック配向でもって、電場に整列するようになる。従って、セルはHANモードで機能する。第二のセル壁に異なるプレーナ配列を、やはりポストを用いるなどして付与すれば、例えばTNモードまたは(カイラルにドーブした液晶材料でもって)STNモードのような他のディスプレイモードも使用できる。

【0053】

図8から図11は、本発明の代替的な実施例によるデバイスのポストの斜視図を示す。

10

20

30

40

50

これらのポストは擬似ランダムアレイに配置されている。図 8 では、楕円形のポストが示されており、楕円は長軸が互いに平行となるように配置されている。ポストは高さに応じて、一様なプレーナー配列、双安定性または多安定性配列（プレーナー又は傾斜）、或いはホメオトロピック配列（傾斜していることもある）のいずれかを生じる。図 9 では、楕円形のポストがランダムに配向されており、ネマチックダイレクタについて、長い範囲にわたり強く好まれる配向が存在しないという配列構造をもたらす。この構造、およびこれに似た他の構造は、散乱モードのディスプレイにおける正の誘電率異方性のある液晶材料についての使用が見込まれる。図 10 は、異なる領域で制御された配列をもたらす、またグレースケールなどの異なる効果をもたらすために使用される、複数の異なる形状および寸法のポストの配置を示す。他の配置及び効果ももちろん可能である。例えば擬似ランダム配置にある種々のポスト寸法と配向を示す図 12 に図示されているように、ポストは異なる領域において異なる高さのものであってよい。図 11 のポストは、ディスプレイの異なる領域で異なる角度で傾いており、それによって液晶配列に異なる傾斜角を生じさせ、また例えば H A N モードでグレースケールを生じさせる可能性を生み出す。H A N ディスプレイモードでは、ポストの高さを変えるとスイッチング性能に変化が生ずる。

セルの製造

非限定的な例として、典型的なプロセスを以下に述べる。インジウムスズ酸化物（ITO）で被覆した清浄なガラス基板 2 を使用し、在来のリソグラフィと湿式エッチング手順を用いて、電極パターン 12 を形成した。この基板を適切なフォトレジスト（Shipley 社製 S1813）で、 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ の最終厚みまでスピコートした。

【0054】

適切な寸法の不透明領域のアレイを、例えば図 4 に対応するユニットセルでもって備えたフォトマスク（Compugraphics International PLC 社製）を基板に堅固に接触させ、適切な UV 源を用いてフォトレジストを $\sim 100\text{ mW/cm}^2$ で 10 秒間露光した。脱イオン水で 1 : 1 に希釈した Microposit Developer を用いて基板を約 20 秒間現像し、洗浄し乾燥した。この基板を 365 nm の UV 源を用いて 30 mW/cm^2 で 3 分間投光露光し、85 で 12 時間焼き固めた。次いで 254 nm の UV 源を用いて基板を $\sim 50\text{ mW/cm}^2$ で 1 時間、強く紫外線硬化した。セルの壁面に対する垂直に対してオフセットした角度でもって、UV 源を用いマスクを通して露光することによって、傾いたポストを生成できた。この傾斜角（またはブレード角）はオフセット角度に対し、スネルの法則によって関連している。ポストは多少丸くなった縁部を持つが、張り出しは必ずしも有しない。その正確な形状は、微細な特徴のフォトリソグラフィの技術でよく知られ理解されているように、処理パラメータに左右される。

【0055】

電極パターン 14 を備えた第二の清浄な ITO 基板 4 を使用して、ステアリルカルボキシクロム錯体を用い、周知の仕方で処理することによって、液晶にホメオトロピック配列をもたらした。

【0056】

紫外線硬化接着剤（Norland Optical Adhesives 社製 N73）中に含まれた適切なスペーサービーズ（Micropearl）を基板 2、4 の周囲に用い、これらの基板を一緒にし、 365 nm の UV 源を用いて硬化することによって、実験用の液晶セルを形成した。このセルに、正の誘電異方性のネマチック液晶混合物、例えば ZLI 2293（Merck 社製）を毛管充填した。在来の液晶デバイスにおけるスイッチングは、液晶に界面活性剤オリゴマーを添加すると改善されることが分かっている。例えば、G P Bryan-Brown, E L Wood and I C Sage, Nature Vol. 399 p.338 (1999) を参照されたい。任意選択的に、液晶材料中に界面活性剤を溶解させることができる。液晶セルのスペーシング、アセンブリおよび充填方法は、液晶ディスプレイ製造技術の当業者には周知であり、そうした在来の方法もまた、本発明によるデバイスのスペーシング、アセンブリおよび充填に使用可能である。

【発明の効果】

【0057】

以上のように本発明によれば、液晶デバイスのための、より制御可能で、かつ製造可能性のある配列が、主としてアレイの表面の特徴（造作）の幾何学的形状を調節することによって誘導される。これによって種々の型の配列を容易に得ることができる。

【 0 0 5 8 】

以下、本発明の種々の実施態様を例示的に示すが、これらは本発明を限定するものではない。

１．液晶材料の層を囲む第一のセル壁及び第二のセル壁と、前記液晶材料の少なくとも幾らかに電場を加えるための電極と、液晶分子に所望の配列を付与するための、少なくとも前記第一のセル壁の内側表面上の表面配列構造とからなる液晶デバイスであって、

前記表面配列構造が、前記所望の配列を生成する形状及び／又は配向を有する特徴のランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイからなる、液晶デバイス。

10

【 0 0 5 9 】

２．前記特徴の幾何学的形状及び間隔が、前記液晶材料に局所的なプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列をとらせるようなものである、上記１に記載のデバイス。

３．前記第二のセル壁の内側表面が、前記液晶材料の局所的ホメオトロピック配列を生ずるように処理され、それにより前記セルがハイブリッド配列ネマチックモードで作用する、上記２に記載のデバイス。

４．前記第二のセル壁の内側表面が、前記第一のセル壁上の配列方向に対して実質的に直角をなして、前記液晶材料の局所的プレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生ずるように処理され、それにより前記セルがＴＮまたはＳＴＮモードで作用する、上記２に記載のデバイス。

20

５．前記特徴の幾何学的形状及び間隔が、前記液晶材料に局所的なホメオトロピック配列をとらせるようなものである、上記１に記載のデバイス。

６．前記特徴が、単一の方位角方向において液晶ダイレクタの実質的に一様なプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生ずるように形成され及び／又は配向されている、上記１に記載のデバイス。

７．前記特徴が、複数の方位角方向において液晶ダイレクタの実質的に一様なプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生ずるように形成され及び／又は配向されている、上記１に記載のデバイス。

８．前記特徴が前記第一のセル壁の平面の法線に対して傾斜しているポストからなる、上記１に記載のデバイス。

30

９．前記セル壁に設けられた検光子及び偏光子をさらに含む、上記１に記載のデバイス。

１０．前記特徴が、前記デバイスの異なる領域において異なる高さ、異なる形状、異なる傾斜、及び／又は異なる配向を有する、上記１に記載のデバイス。

１１．前記ポストの傾斜角及び配向が、前記デバイス全体にわたって一様である、上記１に記載のデバイス。

１２．上記１による液晶デバイスの製造に使用するセル壁であって、壁と、その一方の表面上にあり液晶材料のダイレクタを整列させるための配列表面ミクロ構造とからなり、前記ミクロ構造が前記所望の配列を生成する形状及び／又は配向を有する特徴のランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイからなる、セル壁。

40

１３．上記１２によるセル壁を製造する方法であって、壁の表面にフォトレジスト材料を適用し、適用されたフォトレジスト材料を、ランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイパターンを有するマスクを通して適切な光源に露光し、未露光のフォトレジスト材料を除去し、露光されたフォトレジスト材料を硬化して、前記壁上に配列特徴のランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイを形成することからなる方法。

１４．上記１２によるセル壁を製造する方法であって、壁の表面にプラスチック材料を適用し、このプラスチック材料に配列特徴のランダムまたは疑似ランダムな二次元アレイをエンボス加工することからなる方法。

１５．上記１による液晶デバイスを製造する方法であって、上記１１による第一のセル壁を第二のセル壁に対して固着し、離間したセル壁を有しその内側表面の各々が少なくとも

50

一つの電極構造を担持するセルを生成すべく、前記セル壁の少なくとも一方が電極構造を有するようにし、前記セルを液晶材料で充填し、前記セルをシールすることからなる方法。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一つの側面による液晶デバイスのポスト周囲を介してとった、セル壁に平行な概略断面図である。楕円の長軸は、液晶ダイレクタの典型的な配向を表す。

【図 2】 ポストの対角線に沿ってとった、本発明の別の側面によるデバイスの一部を紹介する、セル壁に垂直な概略断面図である。

【図 3】 本発明による別の実施例の双安定ネマチックデバイスのポストの側面に平行で近接した、セル壁に垂直な横断面図である。

【図 4】 疑似ランダムアレイをなすポストを有する、本発明によるデバイスのユニットセルの平面図である。

【図 5】 本発明による別の実施例のポストの側面に平行で近接した、セル壁に垂直な横断面図である。

【図 6】 楕円形ポストについての、図 1 と同様の概略断面図である。

【図 7】 三角形ポストについての、図 1 と同様の概略断面図である。

【図 8】 本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【図 9】 本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【図 10】 本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【図 11】 本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【図 12】 本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【符号の説明】

2 第一のセル壁

4 第二のセル壁

6 検光子

8 偏光子

10 四角形のポスト

12 行電極

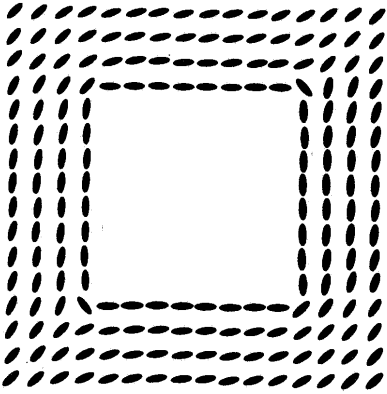
14 列電極

10

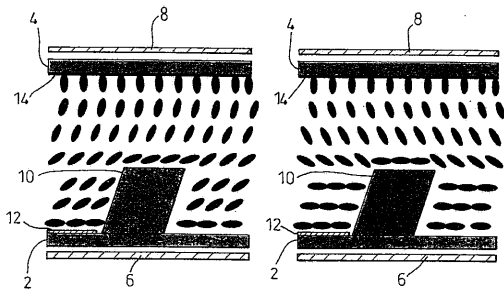
20

30

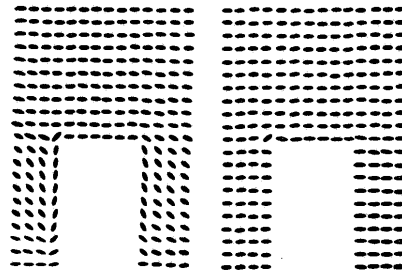
【図 1】



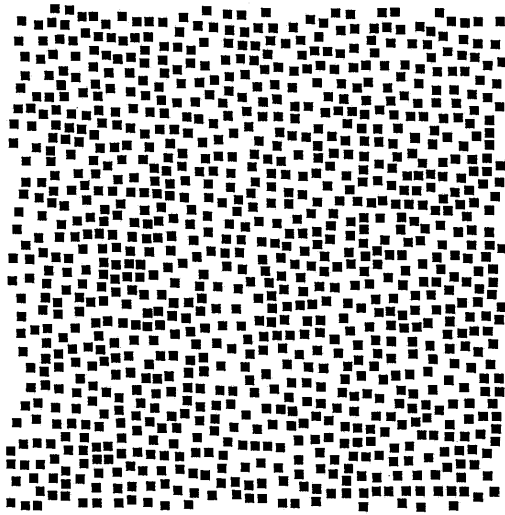
【図 2】



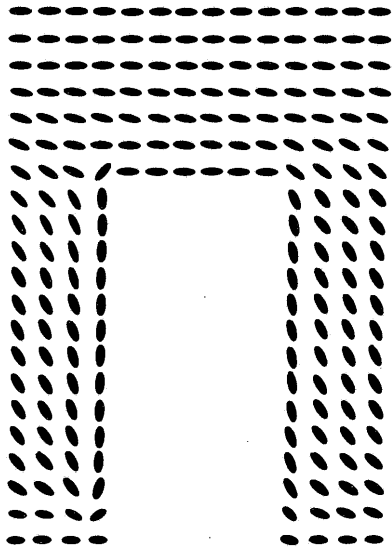
【図 3】



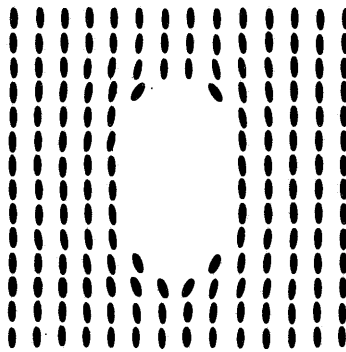
【図 4】



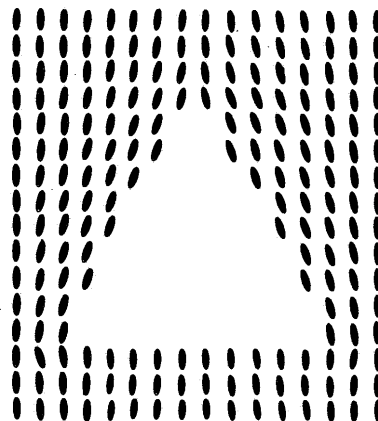
【図 5】



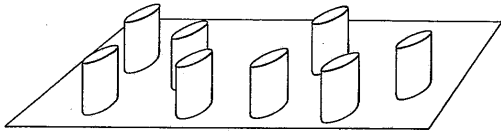
【図 6】



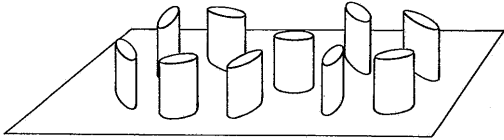
【図 7】



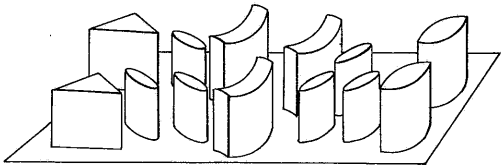
【図 8】



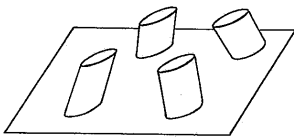
【図 9】



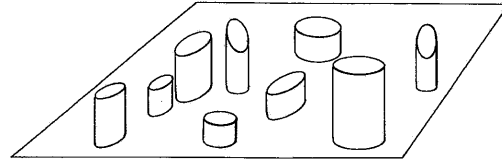
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 ステファン・クリストファー・キトソン
イギリス国サウス・グロウセスターシャー・ビーエス 3 5 ・ 2 ワイエイ , ソーンバーリー , チェビ
オット・ドライブ・ 1 7
- (72)発明者 ジョン・クリストファー・ルディン
イギリス国ロンドン・エヌダブリュー 6 ・ 6 エイチビー , ハービスト・ロード・ 1 4 3 エイ
- (72)発明者 クリストファー・ニュートン
イギリス国ネイルシー・ビーエス 1 9 ・ 2 ユーエス , セント・オーステル・クローズ・ 1 7

審査官 磯野 光司

- (56)参考文献 特開平 0 3 - 2 0 9 2 2 0 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 8 0 3 3 5 (J P , A)
特開平 0 4 - 2 2 5 3 2 5 (J P , A)
特開平 0 2 - 1 3 7 8 1 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 6 0 7 0 6 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 1 3 7 9 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 1 3 3 7