

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5097926号
(P5097926)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.

F 1

G02F 1/139 (2006.01)

G02F 1/139

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1337

請求項の数 22 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-90212 (P2001-90212)
 (22) 出願日 平成13年3月27日 (2001.3.27)
 (65) 公開番号 特開2001-296563 (P2001-296563A)
 (43) 公開日 平成13年10月26日 (2001.10.26)
 審査請求日 平成20年3月27日 (2008.3.27)
 (31) 優先権主張番号 00302479.1
 (32) 優先日 平成12年3月27日 (2000.3.27)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 511076424
 ヒューレット・パッカード デベロップメント カンパニー エル.ピー.
 Hewlett-Packard Development Company, L.P.
 アメリカ合衆国 テキサス州 77070
 ヒューストン コンパック センタードライブ ウエスト 11445
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (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】双安定ネマチック液晶デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネマチック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対して電場を印加する電極と、少なくとも前記第一のセル壁の内側表面上にあり、前記液晶材料の分子の配列をもたらす表面配列とからなる双安定ネマチック液晶デバイスであって、

前記表面配列が、直立したポストのアレイを含み、前記ポストは、ポストに隣接する前記液晶材料のダイレクタを、実質的に同じ方位角方向において二つの異なる傾斜角のうちの一方をとるように誘導するための形状及び/又は配向を有し、

前記配置は、適切な電気信号が前記電極に印加された後に二つの安定な液晶配向状態が存在しうるよう構成され、

前記直立したポストのそれぞれが、前記セル壁に対して平行な平面において、一方の軸が他方の軸よりも長い楕円形または菱形の断面形状を有する、双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 2】

前記液晶材料が負の誘電異方性を有し、前記第二のセル壁が、前記ダイレクタの局部的ホメオトロピック配列を誘導する表面配列を有する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 3】

前記ポストが、0.5ないし5μmの範囲の高さを有する、請求項1に記載の双安定ネ

10

20

マチック液晶デバイス。

【請求項 4】

前記ポストが、0.9ないし1.3μmの範囲の高さを有し、前記セル壁間の間隔が約3μmである、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 5】

前記ポストの側壁の少なくとも一部が、前記第一のセル壁の平面の法線に対して傾斜している、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 6】

前記傾斜角が、5ないし7°の範囲にある、請求項5に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。 10

【請求項 7】

前記傾斜角が、約5°である、請求項5に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 8】

前記ポストの各々が、0.2ないし3μmの範囲の幅を有する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 9】

前記ポストが、ランダムまたは疑似ランダムアレイに配置されている、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。 20

【請求項 10】

前記ポストが、相互に0.1ないし5μmの間隔を置いている、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 11】

前記液晶材料が、界面活性剤を含有する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 12】

前記ポストが、フォトレジストまたはプラスチック材料から形成される、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 13】

前記セル壁上に設けられた検光子及び偏光子をさらに含む、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。 30

【請求項 14】

前記ポストが、液晶材料にホメオトロピック配列を誘導する材料によって処理されておらず、またはそうした材料から形成されていない、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 15】

前記第二のセル壁上の表面配列が、直立したポストのアレイを含み、前記ポストは、ポストに隣接する前記液晶材料のダイレクタを、実質的に同じ方位角方向において二つの異なる傾斜角のうちの一方をとるように誘導するための形状及び/又は配向を有する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 16】

前記液晶材料が、それに溶解した多色性染料を有する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 17】

前記ポストの形状及び/又は配向が、前記ポストに隣接する一つの方位角ダイレクタ配向のみを優位にするようなものであり、この配向が各ポストにつき同一である、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 18】

前記ポストの形状及び/又は配向が、ポストに隣接する一つの方位角ダイレクタ配向のみを優位にするようなものであり、この配向が前記二つの状態の一方において散乱効果を生じるようにポスト毎に変化する、請求項1に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。 50

【請求項 19】

前記第二のセル壁の内側表面は、前記第一のセル壁の表面上の配列により誘導されたものと実質的に同一の方位角方向においてプレーナー配列を成すように局部液晶ダイレクタを誘導する配列を有する、請求項 1 に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 20】

前記液晶ダイレクタが、前記第一のセル壁と前記第二のセル壁との間でねじれている、請求項 1 に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 21】

前記ねじれが、前記液晶材料をカイラルにドープすることにより誘導される、請求項 20 10 に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【請求項 22】

前記ねじれは、前記第一のセル壁上の前記ポストにより誘導される方位角方向に対してゼロでない角度を成す前記液晶ダイレクタのプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列が生成されるように、前記第二のセル壁を処理することによって誘導される、請求項 20 に記載の双安定ネマチック液晶デバイス。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【産業上の利用分野】**

本発明は、双安定ネマチック液晶デバイスに関する。

【0002】**【従来の技術】**

液晶デバイスは典型的には、間隔を置いて向かい合った一対の半透明なセル壁からなり、液晶（液晶）材料がそれらの間に挟まれている。セル壁は液晶材料を整列させるための電場を加える透明な電極パターンを有する。

【0003】

液晶（L C）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的性質を有する。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配向はダイレクタ（配向ベクトル）と呼ばれる。ダイレクタがセル壁の平面に対して垂直に配向される時、これをホメオトロピック配列と呼ぶ。セル壁の平面に沿った、またはセル壁の平面に対してある角度をなしたダイレクタの配列を、それぞれプレーナー型均質配列、及び傾斜型均質配列と呼ぶ。

【0004】

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）及びスマートチックの三つのタイプが存在する。本発明は、任意選択的にカイラルな、或いはカイラルにドープされていてもよい、ネマチック液晶材料を使用したデバイスに関する。

【0005】

ネマチック液晶材料を利用する典型的な液晶ディスプレイは单安定性であり、電場の印加が液晶分子を「オン」状態に整列させ、電場の除去が液晶分子の予め定められた「オフ」状態への復帰を許容する。このような单安定性モードの例には、ねじれネマチック（TN）モード、超ねじれネマチック（STN）モード、及びハイブリッド配列ネマチック（HAN）モードがある。「オン」ピクセルの各々は、しきい値を上回る電場に維持しなければならないが、これは複合ディスプレイのマトリックスアドレス指定において問題を生じうる。こうした問題は、各ピクセルを薄膜トランジスター（TFT）で駆動すれば克服できるが、大面積のTFTアレイを製造するのは困難であり、かつ製造コストが増大する。

【0006】

多数の双安定液晶デバイスが提案されており、そこではネマチック液晶がダイレクタについて一つより多い安定な配向を有し、適切な波形によりアドレス指定された時に、これが二つの安定な状態の間で切り換えられる。

【0007】

10

20

30

40

50

米国特許第4,333,708号は、安定な構成相互間でのスイッチングが、電場に応答する回位の動きによって行われる、多安定液晶デバイスを開示している。

【0008】

WO 91/11747及びWO 92/00546では、SiOコーティングの厚みと蒸着を慎重に制御することによって、双安定表面を提供する提案がなされている。ダイレクタの第一の安定なプレーナー配向を得ることができ、第二の安定な配向では、ダイレクタは当該表面の平面内にある第一の配向に対して90°をなす方位角（当該表面の平面内で）にあり、約30°傾斜している。

【0009】

GB 2,286,467では、ダイレクタが表面に対して平坦であり、二つの表面配向が回折格子の寸法の精密な制御により安定化されている複回折格子（bigrating）表面を使用することにより、方位角的に双安定な表面を達成する提案がなされている。 10

【0010】

"Mechanically Bistable Liquid-Crystal Display Structure", R N Thurston et al, IEEE Trans. on Elec. Devices, Vol. ED-27, No. 11, Nov. 1980においては、「垂直 - 水平」及び「水平 - 水平」と呼ばれる二つの双安定ネマチック液晶モードが記載されている。垂直 - 水平モードにおいては、セル壁は両方とも処理されており、約45°の傾斜を与えるようになっている。これはダイレクタが、デバイスの主表面に対して垂直な平面内において、二つの状態の間でスイッチングされることを許容する。水平 - 水平モードにおいては、ダイレクタはデバイスの主表面に対して平行な平面内において、二つの角度の間でスイッチング可能である。 20

【0011】

WO 97/14990及びWO 99/34251は、ホメオトロピックな局部ダイレクタを備えた単回折格子の使用を記載しており、これは同一の方位角平面内において、異なる傾斜角を持つ二つの安定状態を有している。ホメオトロピック配列は、自発的ホメオトロピック配向を生ずる材料層に単回折格子を形成するか、或いはより具体的には、回折格子表面をレシチンのようなホメオトロピック誘導性配列剤でコーティングすることにより達成される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明者らは、実質的に同一の方位角方向においてダイレクタが二つの傾斜角のいずれかをとることを可能にするように形成した、特徴（造作）のアレイを使用することで、双安定ネマチック液晶デバイスを構築できることを見出した。セルは電場の印加によって二つの傾斜状態の間でスイッチング可能であり、かくして電場を除去した後も残存するように情報を表示する。 30

【0013】

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。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の一つの側面によれば、ネマチック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対して電場を印加する電極と、少なくとも第一のセル壁の内側表面上にあり、液晶分子の配列をもたらす表面配列とからなる双安定ネマチック液晶デバイスが提供される。ここで表面配列は特徴（造作）のアレイを含み、この特徴はその特徴に隣接するダイレクタが実質的に同じ方位角方向にある二つの異なる傾斜角をとるように誘導するための形状及び／又は配向を有し、その配置は、適切な電気信号が電極に印加された後に二つの安定な液晶分子構成が存在しうるようになっている。

【0015】

驚くべきことに本発明者らは、ダイレクタの配向は、アレイ又は格子によってではなく、

10

20

30

40

50

特徴（造作）の幾何学的形状によって誘導されることを見出した。

【0016】

好みしい実施例では、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実質的に同じ方位角方向において二つの異なる傾斜角のうち一方をとることを可能にする形状又は配向を有する、その他の隆起からなることができる。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る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。

10

【0017】

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橢円形または菱形の場合は、方位角方向を定める单一の局部ダイレクタ配向を誘導しうる。こうした配向は、極めて広範囲のポスト形状によって誘導されう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優勢に、好み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。

20

【0018】

局所的なダイレクタの配向はポストの幾何学的形状によって決定されるので、アレイが規則邸なアレイである必要はない。好みしい実施例では、ポスト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る。この配置は、規則的な構造の使用に由来する回折色を排除するという利点を有する。こうしたアレイは拡散手段として作用し得るものであり、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、アレイは規則的にされ、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。

30

【0019】

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。ポストをコーティング処理してホメオトロピック配列を誘導することは必要でない。

【0020】

一つの実施形態においては、ある程度のねじれが液晶ダイレクタに付与されるが、これはデバイスの光学的特性を改善しうる。カイラルな、又はカイラルにドープされた液晶材料を使用して、このねじれを付与することができる。加えて、または代替的に、第二のセル壁の内側表面を処理して、第一のセル壁上にある特徴によって誘導される方位角方向に関してゼロではない角度を有するプレーナー型または傾斜プレーナー型の配列を誘導することにより、ねじれを付与することができる。

40

【0021】

好みしくは第二のセル壁は、ホメオトロピック局部配列を誘導するように処理されるが、これはレシチンまたはクロム錯体のような周知の表面処理剤によって達成される。このモードにおいては、負の誘電異方性のネマチック液晶を使用し、エネルギーがより低い高傾斜状態からエネルギーがより高い低傾斜状態へのスイッチングを容易にするのが更に望ましい。しかしながら本発明者らは、プレーナー配列もまた、光学的に明確な状態相互間での双安定スイッチングを許容することを見出した。このプレーナー配列は、第二の表面上にある単回析格子を使用することにより達成され、これは他方の表面上にある好みしい方

50

向と平行に整列した溝を有する。正の誘電異方性のネマチック液晶もまた使用できる。便宜上、本発明では以後、第二のセル壁上のホメオトロピック配列について述べるが、本発明がこの実施例に限定されることは理解されよう。

【0022】

使用時はこのデバイスには、液晶材料のスイッチング状態相互間を判別させる手段を備える。例えば偏光子及び検光子が、液晶デバイス製造技術の当業者によく知られた方法で、液晶セルのいずれかの側に設けられる。直交する偏光子の間では、大きく傾斜した状態は暗く現れ、小さく傾斜した状態は複屈折が増大するため明るく現れる。代替的に多色性染料を液晶材料に溶解してもよく、任意選択的にセル上に单一の偏光子を設けてもよい。しかしながらこのデバイスは、偏光子または他の判別手段なしに製造販売してもよい。

10

【0023】

液晶材料が二つの異なる傾斜状態をとるのを可能にするならば、ポストはいかなる高さであってもよい。この高さは、液晶材料及びセル特性の相違に伴い異なってくる。好ましい高さの範囲は、0.5ないし5μm、特に0.9ないし1.3μm(約3μmのセル間隔)である。ポストが低すぎると、プレーナー配列が優位を占める傾向にあり、一方ポストが高すぎると、高傾斜即ちホメオトロピック配向が優位を占めることになる。

【0024】

ポストは任意の使いやすい幅(寸法)でよい。好ましい幅の範囲は0.2ないし3μmである。好ましくはポストは相互に、0.1から5μmの距離だけ離して置かれる。

20

【0025】

ポストは一つのセル壁のみに備えさせてもよいし、または任意に両方のセル壁に備えさせてもよい。

【0026】

任意選択的に、配列用ポストには、セルのスペーサとなるより背の高いポストを点在配置させてもよい。

【0027】

セル壁はガラス、またはPES、PET、PEEKまたはポリアミド等の硬質または非硬質のプラスチック材料から形成できる。

【0028】

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、周知の仕方で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。

30

【0029】

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、或いは例えばラビング、光配列、単回折格子などの在来の手段によって、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。

40

【0030】

特徴の形状及び/又は配向は好ましくは、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、二つの状態のうちの一方で散乱効果が付与されるようにしてよい。

【0031】

【発明の実施の形態】

50

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。

【0032】

図2に概略的に示した双安定ネマチックセルは、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。液晶分子は橢円で表しており、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。

【0033】

第一のセル壁2の内側表面は、四角形ポスト10の規則的な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。10 ポスト10は約1μmの高さであり、セルギャップは典型的には3μm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。

【0034】

四角形ポストのこのようなアレイは、方位角平面内に二つの好ましい配列方向を有する。これらはポストの二つの対角線に沿っている。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。

【0035】

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。20 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、セルの法線からの傾きの大きさ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。対角線に沿って充分にポストを傾斜すれば、逆傾斜状態を除去するのにも役立つ。液晶の性質及びセル間隔に左右されるが、好ましくはポストは少なくとも5°だけ傾斜している。30

【0036】

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。40 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。

【0037】

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様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。

【0038】

10

20

30

40

50

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。

【0039】

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、プレーナー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。

10

【0040】

図4は本発明の代替的な実施例に関するポストの疑似ランダムアレイを示し、これは相互干渉作用のない双安定スイッチングを与える。それぞれの四角形ポストは約 $0.8 \times 0.8 \mu\text{m}$ であり、疑似ランダムアレイは $56 \mu\text{m}$ の繰り返し距離を有する。

【0041】

【実施例】

セルの製造

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ティング手順を用いて、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、 $1.3 \mu\text{m}$ の最終厚みまでスピンドルコートした。

20

【0042】

適切な寸法の四角形の不透明領域のアレイを四角形のアレイ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に稀釈した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(またはブレーズ角)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。現像液への曝露もまた、ポストの形状に影響を与える。

30

【0043】

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。

【0044】

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ピース(Micropearl)を基板2、4の周辺周囲に用い、これらの基板と一緒にし、 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。このセルにネマチック液晶混合物(Merck社製ZLI 4788-000)を毛管充填した。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、こ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。

40

実験結果

図5および図6は、42.5で記録した双安定セルのスイッチング応答を示す。セルは次の特性を有していた。

スペーシング： $3 \mu\text{m}$

ポスト高さ： $1.4 \mu\text{m}$

50

ポスト間のギャップ(間隔) : 0 . 7 μm

オフセット角 : 12°

液晶 : 3 % の N 6 5 (Norland社製) でドープした Z L I 4 7 8 8 - 0 0 0 (Merck社製)

界面活性剤オリゴマーを液晶に少量添加すると、スイッチングが改良されることが判明した。在来の液晶デバイスにおけるスイッチングは、液晶に少量の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。本発明者らは液晶を N 6 5 紫外線硬化型接着剤 (Norland社製) でドープし、等方性相にある間に硬化した。ドープされた液晶を次にマスフィルターにかけて、鎖長の長いものを除去した。本発明者らは、液晶への 3 重量 % の N 6 5 のドープが最適であることを見出した。

【 0 0 4 5 】

直流バランスされた単極パルスをセルに印加し、透過率に及ぼす影響を記録した。各試験パルスは振幅 V、持続時間 である、その次に振幅は V の約 5 % であるが持続時間が 20 倍の、極性が反対の別のパルスが続く。この第二のパルスはスイッチングを生ずるには小さすぎるが、多くの試験パルスが加えられた後に、セルに電荷が蓄積することを防止した。図 5 および図 6 は、透過率の変化をパルス長および振幅の関数として示す。図 5 は高エネルギー状態から低エネルギー状態へのスイッチングの結果を示し、図 6 は反対方向のスイッチングの結果を示す。黒い部分は透過率が変化してセルがスイッチングされたことを示す。白い部分は透過率に変化がなくスイッチングが起きなかったことを示す。

【 0 0 4 6 】

高エネルギー状態から低エネルギー状態へのスイッチングは一般に符号と無関係であるが、このことは、この方向におけるスイッチングが誘電率異方性を介して行なわれていることを示す。別の方におけるスイッチングには符号依存性があり、このスイッチングが線形電子光学効果によって媒介されていることが示される。本発明者らの考えるところでは、これは恐らく撓電 (flexoelectric) 効果である。図 5 では、非スイッチング域は図 6 のスイッチング域と一致する。これは、高エネルギー状態から低エネルギー状態へのスイッチングが撓電効果によって妨害されることを示唆する。

【 0 0 4 7 】

本発明者らは一連のさらなる実験で、デバイスのスイッチング特性を最適化する方向で、セルのパラメータを変化させた。好適なセル構造は、セルギャップ 3 μm 、ポスト寸法 1 μm 、ポストの一方の対角線に沿ったオフセット角 5°、S 1 8 1 3 のコーティング 1 . 1 μm 、及び N 6 5 の初期濃度 3 % というものである。

ポストアレイの S E M による考察

四角形の孔を備えたマスクを用いて形成した実験的ポストアレイの S E M 像を図 7 から図 10 に示す。図 7 および図 8 のポストは 0 . 7 μm の四角形不透明領域と、90 % の S 1 8 1 3 と、5° のオフセット角を用いて形成した。よく見れば 0 . 7 μm の「四角形」ポストは完全な四角ではなく、かなり丸い上部を持っていることに気づくであろう。これらのポストの基部は、ポストの上部よりも丸みはずつと少ない。このことは、この丸みが現像過程に起因するということと矛盾しない。ポストの上部は基部よりも長時間、現像液に曝される。したがって、上部はより侵されやすい。ポストを構成する未曝露のレジストであっても、レジストに幾らかの限られた溶解性を有するので、これによって角などの鋭い特徴 (造作) が最初に侵される。大きなポストほどより丸みは少ない。例えば図 9 は幾つかの 2 μm のポストを示す。

【 0 0 4 8 】

図 7 および図 8 で特に明白な他の特徴は、ポストの側面の波打ちである。これは基板から反射された光の干渉に起因すると考えられる。というのは、これらのポストアレイは 442 nm のレーザビームで露光されているからである。この影響は、コヒーレントでない、多波長を放射する U V ランプを用いるマスクアライナで露光した回折格子では殆ど明らかでなく、干渉の影響は減少される。これらの波打ちは、スイッチングに影響を与えるとは

10

20

30

40

50

思われない。

【0049】

S E M 像から見られる別の興味ある特徴は、最もブレーズされたポストでさえも、張り出しがないことである。例えば図10は、30度で露光された、顕著な張り出しのない0.7 μmのポストを幾つか示している。この場合も、張り出しは現像液に極めて侵されやすいものであると考えられる。

丸められたポストについてのコンピュータシミュレーション

本発明者らは、図7および図8の丸くなつた0.7 μmポストに極めて類似するコンピュータモデルを作成した。これらのポストは先のシミュレーションで用いた理想的な四角形ポストからは程遠いが、これらのより現実的なポストは依然として同様の、ブレーズされた対角線沿いに配列された、二つの異なる大きさの傾きをもつ状態を与える。これら二つの状態のエネルギーは先の場合よりも僅かに低いが、傾いた状態は依然として最低のエネルギーをもつ。ポストに鋭い縁が存在することは本質的ではないと思われる。これら二つの状態は(既に考察したように)、液晶がポスト周囲で歪ませられる仕方のために発生すると考えられる。これは、ポストの断面がどのような形状であっても正しいと思われる。円筒形のポストであっても、同じ二つの方位角配列をもたらすはずである。しかしながら円筒状の対称性がある場合は、液晶の方位角配列を固定するものがなく、全ての方向で縮重が生じうる。ポストは、この縮重性を向上させる何らかの非対称性を必要とする。これは例えば、少量のブレーズを有する橢円形、菱形、または四角形の断面である。橢円形ポストの例を図11に挙げる。右側にあるものは張り出しを有する。今度は図12を参照すると、ポストの形状及び/又は配向が、ポストに隣接する一つの方位角ダイレクタの配向のみを優位にするようなものである例が示してある。図12の左側の実施例においては、この配向は、二つの状態のうち一方で散乱効果を起こすように、ポスト毎に変化している。図12の右側の実施例においては、方位角ダイレクタの配向はディスプレイ全体にわたって一様であるが、ポストの傾斜角は変化しており、これはグレースケールを提供しうる。

【0050】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、実質的に同一の方位角方向においてダイレクタが二つの傾斜角のいずれかをとることを可能にするように形成した、特徴(造作)のアレイを使用することで、双安定ネマチック液晶デバイスを構築できる。

【0051】

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. ネマチック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対して電場を印加する電極と、少なくとも前記第一のセル壁の内側表面上にあり、前記液晶材料の分子の配列をもたらす表面配列とからなる双安定ネマチック液晶デバイスであって、前記表面配列が特徴のアレイを含み、この特徴はその特徴に隣接するダイレクタが実質的に同じ方位角方向にある二つの異なる傾斜角をとるように誘導するための形状及び/又は配向を有し、その配置は適切な電気信号が前記電極に印加された後に二つの安定な液晶分子構成が存在しうるようになっていることからなるデバイス。

2. 前記液晶材料が負の誘電異方性を有し、前記第二のセル壁が、前記ダイレクタの局部的ホメオトロピック配列を誘導する表面配列を有する、上記1のデバイス。

3. 前記特徴がポストである、上記1のデバイス。

4. 前記特徴が0.5ないし5 μmの範囲の高さを有する、上記1のデバイス。

5. 前記特徴が0.9ないし1.3 μmの範囲の高さを有し、前記セル壁間の間隔が約3 μmである、上記1のデバイス。

6. 前記ポストの側壁の少なくとも一部が、前記第一のセル壁の平面の法線に対して傾斜している、上記3のデバイス。

7. 前記傾斜角が5ないし7°の範囲にある、上記6のデバイス。

10

20

30

40

50

- 8 . 前記傾斜角が約 5° である、上記 6 のデバイス。
- 9 . 前記特徴の各々が 0 . 2 ないし 3 μm の範囲の幅を有する、上記 1 のデバイス。
- 10 . 前記特徴がランダムまたは疑似ランダムアレイに配置されている、上記 1 のデバイス。
- 11 . 前記特徴が相互に 0 . 1 ないし 5 μm の間隔を置いている、上記 1 のデバイス。
- 12 . 前記液晶材料が界面活性剤を含有する、上記 1 のデバイス。
- 13 . 前記特徴がフォトレジストまたはプラスチック材料から形成される、上記 1 のデバイス。
- 14 . 前記セル壁上に設けられた検光子及び偏光子をさらに含む、上記 1 のデバイス。
- 15 . 前記特徴が、液晶材料にホメオトロピック配列を誘導する材料によって処理されておらず、またはそうした材料から形成されていない、上記 1 のデバイス。 10
- 16 . 前記の第二のセル壁の表面配列が特徴のアレイを含み、この特徴はその特徴に隣接する液晶ダイレクタが実質的に同じ方位角方向にある二つの異なる傾斜角をとるように誘導するための形状及び／又は配向を有する、上記 2 のデバイス。
- 17 . 前記液晶材料がそれに溶解した多色性染料を有する、上記 1 のデバイス。
- 18 . 前記特徴の形状及び／又は配向が、前記特徴に隣接する一つの方位角ダイレクタ配向のみを優位にするようなものであり、この配向が各特徴につき同一である、上記 1 のデバイス。
- 19 . 前記特徴の形状及び／又は配向が、前記特徴に隣接する一つの方位角ダイレクタ配向のみを優位にするようなものであり、この配向が前記二つの状態の一方において散乱効果を生じるよう特徴毎に変化する、上記 1 のデバイス。 20
- 20 . 前記第二のセル壁の内側表面が配列を備え、この配列は局部液晶ダイレクタを誘導して、前記第一のセル壁の表面上にある配列により誘導されたのと実質的に同一の方位角方向においてプレーナー配列をとらせる、上記 1 のデバイス。
- 21 . 前記液晶ダイレクタが前記第一のセル壁と前記第二のセル壁との間でねじれている、上記 1 のデバイス。
- 22 . 前記ねじれが前記液晶材料をカイラルにドープすることにより誘導される、上記 2 1 のデバイス。
- 23 . 前記ねじれが、前記第二のセル壁を処理し、前記第一のセル壁上の前記特徴によって誘導された方位角方向に対してゼロでない角度をもって、前記局部液晶ダイレクタのプレーナー型又は傾斜プレーナー型の配列を生成させることによって誘導される、上記 2 1 のデバイス。 30
- 【図面の簡単な説明】**
- 【図 1】**本発明による单一のポストおよび周囲の液晶を介してとった概略断面図である。この断面は X、Y 平面にあり、橢円は局所ダイレクタに対応する長軸を持つ液晶分子を表わす。
- 【図 2】**本発明による一実施例の双安定ネマチックデバイスの单一のポストと周囲の液晶を、ポストの一方の対角線を介してとった、異なる状態にある概略断面図を示す。
- 【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单一のポストと周囲の液晶を、ポストの一方の対角線を介してとった、異なる状態にある概略断面図を示す。 40
- 【図 4】**疑似ランダムアレイのポストを有する、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】**本発明による実験用セルの透過率の変化を、パルス長および振幅の関数として、二つの状態間のスイッチングに関して示す。
- 【図 6】**本発明による実験用セルの透過率の変化を、パルス長および振幅の関数として、二つの状態間のスイッチングに関して示す。
- 【図 7】**本発明による液晶デバイス製造に用にられたポストのアレイの SEM 顕微鏡写真である。
- 【図 8】**本発明による液晶デバイス製造に用にされたポストのアレイの SEM 顕微鏡写真である。 50

【図9】本発明による液晶デバイス製造に用にられたポストのアレイのS E M顕微鏡写真である。

【図10】本発明による液晶デバイス製造に用にられたポストのアレイのS E M顕微鏡写真である。

【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。

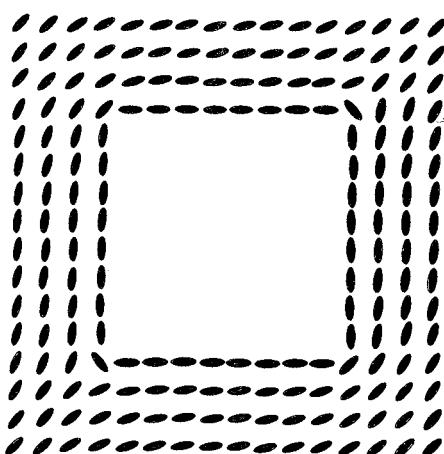
【図12】本発明のさらなる実施例によるデバイスの、異なる特徴のアレイを示す図である。

【符号の説明】

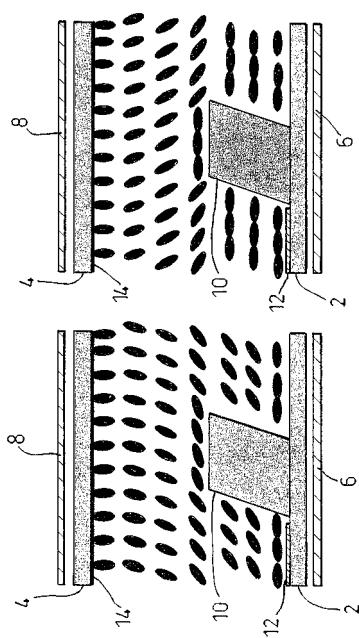
- 2 第一のセル壁
- 4 第二のセル壁
- 6 検光子
- 8 偏光子
- 10 四角形のポスト
- 12 行電極
- 14 列電極

10

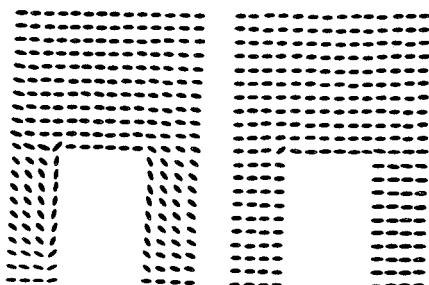
【図1】



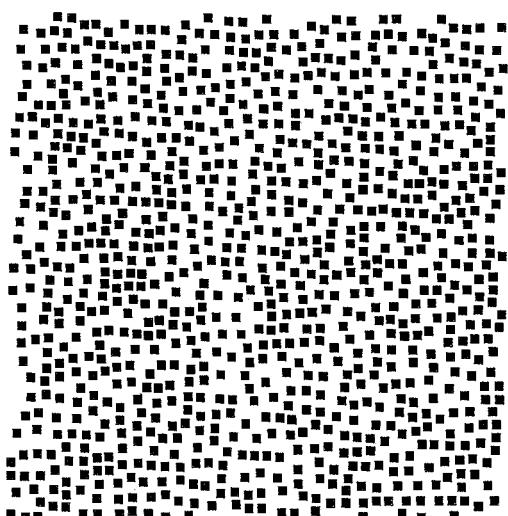
【図2】



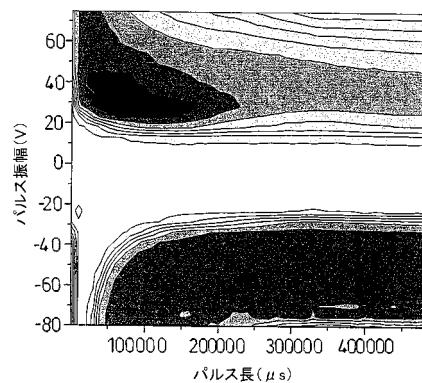
【図 3】



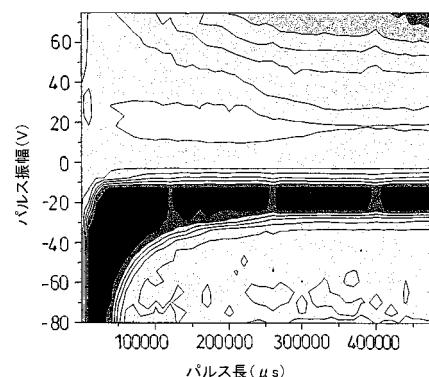
【図 4】



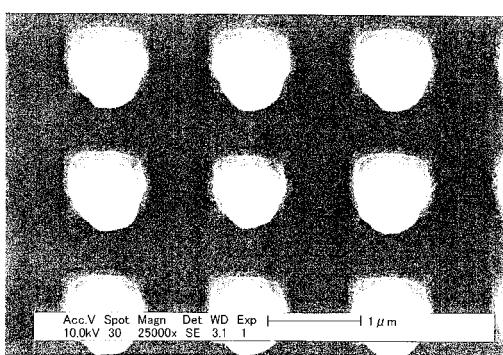
【図 5】



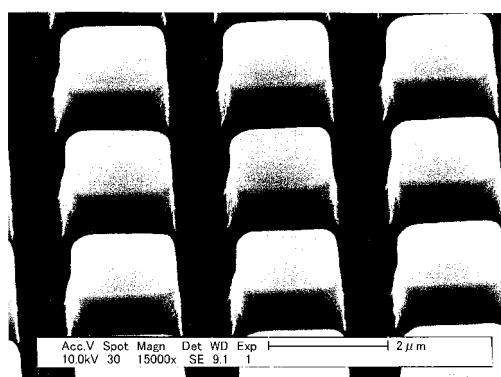
【図 6】



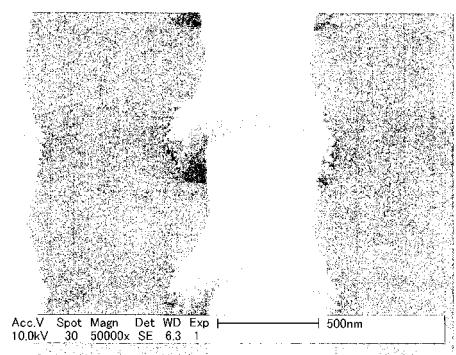
【図 7】



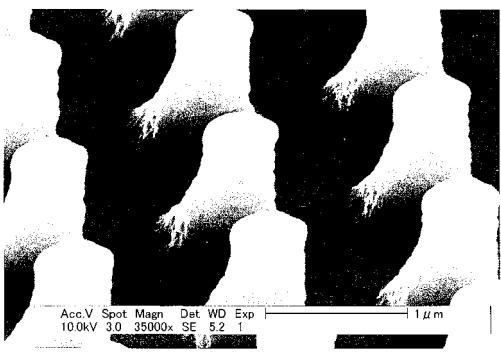
【図 9】



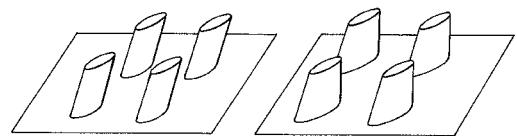
【図 8】



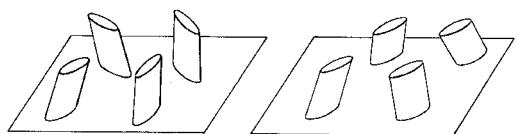
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



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・シア・ビーエス35・2ワイエイ, ソーンバーリー, チェビ
オット・ドライブ・17
(72)発明者 エイドリアン・デレク・ゲイソ
イギリス国サウス・ノースソマーセット・ビーエス20・6キューエス, ポーティスヘッド・セン
ト・メアリーズ・ロード, キャペノール・コート・コテージ

審査官 森江 健蔵

(56)参考文献 特開平02-137819(JP,A)
特開平10-333121(JP,A)
特開2002-311436(JP,A)
特表平10-513276(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/139
G02F 1/1337