

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4871265号  
(P4871265)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

G02F 1/1339 (2006.01)

F 1

G02F 1/1339 500

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-509068 (P2007-509068)  
 (86) (22) 出願日 平成17年3月18日 (2005.3.18)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2005/004925  
 (87) 国際公開番号 WO2006/100713  
 (87) 国際公開日 平成18年9月28日 (2006.9.28)  
 審査請求日 平成19年6月27日 (2007.6.27)

(73) 特許権者 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号  
 (74) 代理人 100074099  
 弁理士 大菅 義之  
 (74) 代理人 100067987  
 弁理士 久木元 彰  
 (72) 発明者 富田 順二  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 能勢 将樹  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号 富士通株式会社内

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】

複数の列電極が配設された第一の基板と、前記複数の列電極に垂直に交差する方向に複数の行電極が配設されており前記第一の基板に平行になるように設けられた第二の基板と、該第一の基板と該第二の基板間に設けられた液晶層で構成される液晶パネルを備えるドットマトリクス方式の液晶表示素子であって、

前記液晶層は、

マトリクス状の各画素のエリアを規定する、接着性を有する複数の第一の壁面構造体を備え、

前記第一の壁面構造体同士の間の間隙が、隣接する画素間を連結する開口部を構成し、  
前記開口部は、

前記第一の基板及び前記第二の基板に平行な平面内において前記複数の列電極の方向に平行な方向並びに

前記第一の基板及び前記第二の基板に平行な平面内において前記複数の行電極の方向に平行な方向

に非直線的に配置される

ことを特徴とする液晶表示素子。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の液晶表示素子であって、

前記複数の第一の壁面構造体の各々は、横断面が十字形状の支柱であることを特徴とす

10

20

る液晶表示素子。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 記載の液晶表示素子であって、

前記開口部により各画素が、隣接する画素のうち少なくとも二つと連結されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 4】**

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

前記画素は矩形であることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

遮光用のブラックマトリクスを備えていないことを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

前記複数の第一の壁面構造体全体の外周に配設された接着性を有する第二の壁面構造体を備えていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 7】**

請求項 6 記載の液晶表示素子であって、

前記第二の壁面構造体の外周にはシール材が配設されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 8】**

請求項 6 記載の液晶表示素子であって、

前記第二の壁面構造体の外周にはシール材が配設されていないことを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 9】**

請求項 8 記載の液晶表示素子であって、

前記第一の基板と前記第二の基板は、前記複数の第一の壁面構造体及び前記第二の壁面構造体によって接着固定されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 10】**

請求項 6 から 9 いずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

前記液晶パネルの前記液晶層に注入される液晶は、前記第二の壁面構造体で囲まれた領域内にのみ注入されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 11】**

請求項 1 から 10 いずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

複数の前記液晶パネルが積層されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 12】**

請求項 11 記載の液晶表示素子であって、

最上位層の液晶パネルは、青色を表示することを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 13】**

請求項 1 から 12 いずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、

前記液晶層の液晶はメモリ性の液晶であることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 14】**

請求項 13 記載の液晶表示素子であって、

前記メモリ性の液晶はコレステリック液晶であることを特徴とする液晶表示素子。

**【請求項 15】**

請求項 1 から 14 いずれか 1 項記載の液晶表示素子であって、電子情報機器に搭載されていることを特徴とする液晶表示素子。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、ドットマトリクス方式の液晶表示素子に係り、特に可撓性に優れた液晶表示

10

20

30

40

50

素子に関する。

【背景技術】

【0002】

今後、電源が無くても表示保持可能で、表示内容を電気的に書き換え可能な電子ペーパーが急速に普及するものと予想されている。電子ペーパーは、従来、紙印刷物であった書籍や雑誌、新聞などを、電気的に表示書き換え可能な装置によって実現するものであり、薄く、軽く、そして見やすいという紙印刷物の優れた特性を備えるものである。電子ペーパーが紙印刷物より優れているのは、表示内容（コンテンツ）の書き換えが可能であるということである。このため、電子ペーパーは紙印刷物のように使い捨てられることはないので、紙印刷物の代替として普及した場合、紙資源消費の削減に大きく貢献でき、環境保護の観点からも非常に有用であると考えられる。10

【0003】

電子ペーパーの応用としては、電子書籍、電子新聞、電子ポスター、電子辞書などが考えられている。電子ペーパーに求められる特性としては、下記の（1）～（5）などがある。

【0004】

- (1) 電気的に表示データの書き換えが可能である
- (2) 超低消費電力である
- (3) 目に優しく、疲れにくい（非常に見やすい）
- (4) 携帯が容易（軽くて持ち運びしやすい）
- (5) 紙のように薄くて折り曲げ可能である（軽量で可撓性がある）

20

【0005】

電子ペーパーは、電気泳動方式やツイストボール方式、液晶表示ディスプレイや有機EL表示ディスプレイなどをを利用して研究・開発が行われている。

【0006】

電気泳動方式は、帯電粒子を空气中や液体中で移動させる方法である。ツイストボール方式は、二色色分けされた帯電粒子を回転させる方法である。有機EL表示ディスプレイ（有機エレクトロルミネッセンス表示ディスプレイ）は、有機材料からなる複数の薄膜を陰極と陽極で挟み込んだ構造の自発光型のディスプレイである。液晶ディスプレイは、液晶層をそれぞれ画素電極と対向電極で挟み込んだ構造を有する非自発光型のディスプレイである。30

【0007】

液晶ディスプレイによる電子ペーパーは、双安定性のある選択反射型のコレステリック液晶を用いて研究・開発が進められている。ここで、双安定性とは、液晶が2つの異なる配向状態で安定性を示す性質であり、コレステリック液晶は、プレーナ（planer）とフォーカルコニック（focal conic）という2つの安定状態が電場除去後にも長時間保持される性質を有している。コレステリック液晶では、プレーナ状態で入射光が干渉反射され、フォーカルコニック状態では入射光が透過する。このため、液晶層にコレステリック液晶を用いた液晶パネルでは、液晶層での入射光の選択反射により光の明暗を表示できるため、偏光板が不要となる。尚、コレステリック液晶はカイラネマティック液晶とも呼ばれる。40

【0008】

コレステリック液晶は、液晶の干渉で色を反射するため、積層するだけで、カラー表示が可能になる。このため、コレステリック液晶を用いる液晶表示方式（ここでは、便宜上、コレステリック液晶方式と呼ぶ）は、上記電気泳動方式などの他の方式に比べ、カラー表示の点で圧倒的に優位である。他の方式の場合には、画素毎に3色に塗り分けたカラーフィルターを配置する必要があるため、コレステリック液晶方式に比べ明度が1/3となる。このため、他の方式では、明るさの向上が、電子ペーパーを実現化する上で大きな問題となっている。

【0009】

50

このように、コレステリック液晶方式は、カラー表示が容易であるという利点を備えているが、電子ペーパーの特徴である可撓性の付与が最大の課題であった。

液晶表示素子は、数  $\mu\text{m}$  ギャップの均一なセルが必要であり、一般的には、上下のガラス基板の間に液晶層（数  $\mu\text{m}$ ）を挟み込む構造でセルが形成されている。一般的な TN (Twisted Nematic) 型や STN (Super Twisted Nematic) 型の液晶パネルでは、透明な特殊樹脂で作ったフィルム基板を用いた液晶表示素子（プラスチック液晶）も一部実現されている。プラスチック液晶は、ガラス基板の液晶に比べて薄型化や軽量化が可能であり、さらに、高耐久性があり曲げに対する強度も大きい。したがって、紙のように自由自在に折り曲げ可能であり電子ペーパーに適している。

#### 【0010】

ここで、液晶パネルの均一なセルギャップを実現している従来の構成について説明する。

#### 【0011】

図1は、支柱スペーサを用いて均一なセルギャップを実現しているドットマトリクス構造の液晶表示素子のセル構造を示す分解図である。

#### 【0012】

同図に示す液晶表示素子は、第一の基板（上面基板）1と第二の基板（下面基板）2との間に液晶層が挟持された構造となっている。液晶層は、シール材や接着性支柱5等で構成されている。第一の基板1の表面には複数の透明な列電極（不図示）が形成されている。また、第二の基板2の裏面には該列電極と垂直に交差する複数の透明な行電極（不図示）が形成されている。上記列電極が形成された第一の基板1上の液晶層側にはシール材3が形成されている。

#### 【0013】

シール材3は、印刷工程で作製される熱硬化型またはUV硬化型の接着剤であり、液晶層の外周部を構成している。シール材3の一辺3aの中央には開口部が設けられており、その開口部の両端が延伸して液晶の注入口4を形成している。すなわち、シール材3の一部が液晶の注入口4となっており、この注入口4を介して、シール材3で囲まれた領域内に液晶を注入するように構成されている。

#### 【0014】

シール材3に囲まれた領域内には、液晶層のスペーサとしての役割を果たす複数の接着性支柱5が形成されている。これらの接着性支柱5は液晶層の各画素の四隅に形成されている。

#### 【0015】

接着性支柱5は円柱形状をしており、第二の基板2と接着可能な部材である。このため、シール材3及び接着性支柱5が形成された第一の基板1と第二の基板2とを重ね合わせると、第一の基板1と第二の基板2はシール材3及び接着性支柱4によって固着される。シール材3は、例えば、加熱すると硬化する部材である。

#### 【0016】

液晶層に選択反射型のコレステリック液晶を用いた上記構成の液晶表示素子では、上方または下方の対向位置に電極が設けられていない画素間の部分が常時点灯してしまう。このため、この常時点灯を防止して画素のコンストラストを向上させるために、第二の基板2上にブラックマトリクス6を形成するようにしている。このブラックマトリクス6は、下方または上方に電極（行電極または列電極）が配設されていない液晶層の部分（画素の四方）に対応した格子状のパターンとなっている。

#### 【0017】

上記構成の液晶表示素子においては、接着性支柱5がスペーサとして機能するので第一の基板1と第二の基板2間の幅（セルギャップ）が均一に保たれる。

接着性支柱6のような支柱は、例えば、実開昭58-13515号公報や特開平8-76131号公報に開示されているようなフォトリソグラフィによるパターニングで形成することができる。

**【0018】**

上記構成の液晶表示素子において、注入口4からコレステリック液晶を注入することにより、選択反射型のコレステリック液晶表示素子を実現できる。しかしながら、選択反射型のコレステリック液晶表示素子では、均一なセルギャップを実現しただけでは可撓性を付与することはできない。

**【0019】**

液晶は液体であるため、液晶パネルを曲げたり、その表示面を押したりすると、それらの動作によって加わる力によって液晶が流動し、表示状態が変化してしまう。TN型やSTN型の液晶パネルの表示は、常時、電気的に駆動状態であるので、表示状態が変化しても、すぐに元の状態に復帰することができる。しかし、表示のメモリ性を有するコレステリック液晶では、再駆動されるまで、表示は元に戻らない。10

**【0020】**

コレステリック液晶表示素子において、図1に示すような接着性支柱5のような支柱を形成する方法については、例えば、特開2000-146527号公報に開示されているが、この公報に開示されている発明は、セルギャップの均一性の確保を主な目的としたものであり、液晶パネルを曲げる、その表示面が押圧された場合において、コレステリック液晶表示素子のメモリ性を保持するものではない。

**【0021】**

選択反射型のコレステリック液晶を電子ペーパーに応用するためには、電子ペーパーを押したり、曲げたりしても表示が変化しない構造を実現することが最大の課題であった。20

図1に示す支柱構造を有する液晶セルを0.125μmのフィルム基板を用いて作製したところ、手に持つだけで、表示が変化してしまった。この液晶セルの支柱構造では、表示変化を防ぐためには、頑丈な筐体が必要であり、その液晶セルを可撓性のある電子ペーパーに応用することはできなかった。

**【0022】**

本発明者は、従来支柱構造を有するコレステリック液晶を用いた液晶セルが、その表示面を押す力で表示変化してしまうメカニズムを、実験により突き止めた。このメカニズムについては、本発明者が先に出願した特願平16-82380号に開示している。

**【0023】**

上記表示変化の原因は、表示面に加わる押圧力や液晶セルの曲げに起因する液晶（コレステリック液晶）の流動性であり、この流動性を抑制することで表示変化の問題を解決することができる。円柱や角柱を用いたスペーサ構造では、液晶の流動性を抑制することはできない。セルギャップ均一化のためのストライプ構造の支柱も提案されているが、この構造では液晶は容易に流動してしまう。30

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0024】**

**【特許文献1】** 実開昭58-13515号公報

**【特許文献2】** 特開平8-76131号公報

**【特許文献3】** 特開2000-147527号公報40

**【特許文献4】** 特願平16-81380号

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0025】**

本発明の目的は、表示面が押圧されたり、素子が曲げられたりしても、表示が変化しないマトリクス構造の液晶表示素子を実現することである。

**【課題を解決するための手段】****【0026】**

本発明は、第一の電極が配設された第一の基板と、第二の電極が配設された第二の基板と、該第一の基板と該第二の基板間に設けられた液晶層で構成される液晶パネルを備える50

ドットマトリクス方式の液晶表示素子を前提とする。

**【0027】**

本発明の第一態様の液晶表示素子は、前記液晶層は、各画素の各辺の側面に配設された接着性を有する第一の壁面構造体と、該第一の壁面構造体の周囲に配設された接着性を有する第二の壁面構造体を備えていることを特徴とする。

**【0028】**

本発明の第二態様の液晶表示素子は、第一の態様において、複数の前記液晶パネルが積層されていることを特徴とする。

本発明の第三態様の液晶表示素子は、前記第一または第二態様の液晶表示素子において、前記第一の壁面構造体は、例えば、隣接する画素間を連結する開口部を有する。

10

**【0029】**

本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記画素は矩形であることを特徴とする。この場合、前記開口部は、例えば、各画素の少なくとも二辺の側壁に設けられる。

**【0030】**

本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記開口部は、例えば、縦方向に非直線的に配置される。

本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記開口部は、例えば、横方向に非直線的に配置される。

20

**【0031】**

本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記開口部は、例えば、縦方向及び横方向に非直線的に配置される。

本発明の第四態様の液晶表示素子は、本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記第一の壁面構造体は、例えば、各画素の側面全体を囲んでいる。この場合、例えば、前記液晶層における前記第一の壁面構造体に囲まれた画素内の液晶は、滴下されたものである。

**【0032】**

本発明の第五態様の液晶表示素子は、上記構成の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記第二の壁面構造体の外周にはシール材が配設されていることを特徴とする。この場合、例えば、前記液晶パネルの液晶層に注入される液晶は、前記第二の壁面構造体で囲まれた領域内にのみ注入されている。

30

**【0033】**

本発明の第六態様の液晶表示素子は、上記構成の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記第二の壁面構造体の外周にはシール材が配設されていないことを特徴とする。

**【0034】**

この場合、例えば、前記第一の基板と前記第二の基板は、前記第一及び第二の壁面構造体によって接着固定されている。

本発明の第七態様の液晶表示素子は、本発明の第二態様の液晶表示素子において、最上位層の液晶パネルは、青色を表示することを特徴とする。

40

**【0035】**

本発明の第八態様の液晶表示素子は、上記各態様の液晶表示素子において、ブラックマトリクスを備えていないことを特徴とする。

本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記第一の壁面構造体は、例えば、横断面が十字形状である。また、本発明の第一または第二態様の液晶表示素子において、前記液晶層の液晶は、例えば、メモリ性の液晶である。該メモリ性の液晶は、例えば、コレステリック液晶である。

**【0036】**

本発明の電子情報機器は、上記本発明の第一乃至第八態様のいずれか1つの液晶表示素子を搭載している。

50

**【発明の効果】****【0037】**

第一態様の液晶表示素子においては、前記第一及び第二の壁面構造体が接着性を有するので、これらの壁面構造体はスペーサとして機能し、セルギャップの均一性、液晶層の耐圧力、及び液晶表示素子の耐衝撃性が向上する。

**【0038】**

第二態様の液晶表示素子においては、複数の液晶パネルが積層されるので、各液晶パネルの表示色を異らせることにより、カラー表示が可能となる。

第三態様の液晶表示素子においては、隣接する画素間に開口部を介して連結されるので、開口部を液晶の注入路として活用することで、液晶層内の全ての画素に液晶を注入することができる。

10

**【0039】**

第四態様の液晶表示素子においては、液晶の滴下により、液晶層の全ての画素に液晶を注入した後、第一の基板と第二の基板を貼り合わせることで、液晶表示素子を作製できる。第四態様の液晶表示素子は、隣接する画素間に開口部が設けられない。このため、画素内の液晶の流動性を完全に防止できる。また、さらに、第一壁面構造体の体積及び表面積を大きくできる。したがって、第三態様の液晶表示素子よりも、表示面に対する耐押圧力を向上できる。

**【0040】**

第五態様の液晶表示素子では、シール材に液晶が接触しないので、液晶がシール材により汚染される事態を回避できる。このため、シール材の選択肢が増え、安価な材料や接着力の強い材料をシール材として使用することが可能となる。

20

**【0041】**

第六態様の液晶表示素子では、シール材を省略できるので、安価な液晶表示素子を実現できる。

第七態様の液晶表示素子では、最上位の液晶パネルの表示色が、人間の眼の光波長に対する視覚感度が低い青色となるので、最上位の液晶パネルの開口部が点灯状態となつても表示の品質に対する影響は小さい。

**【0042】**

第八態様の液晶表示素子では、ブラックマトリクスを省略できるので、安価な液晶表示素子を実現できる。

30

**【図面の簡単な説明】****【0043】**

**【図1】**支柱スペーサを用いて均一なセルギャップを実現している従来のドットマトリクス構造の液晶表示素子におけるセル構造を示す分解図である。

**【図2】**本発明の実施形態である液晶表示素子の全体構成を示す分解図である。

**【図3】**本実施形態の液晶表示素子における支柱の配置構成を示す模式図である。

**【図4】**本実施形態の液晶表示素子において支柱間に設けられる画素の開口部の配置構成を示す図である。

**【図5】**本実施形態の液晶表示素子の実施例1における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

40

**【図6】**本実施形態の液晶表示素子の実施例2における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

**【図7】**本実施形態の液晶表示素子の実施例3における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

**【図8】**本実施形態の液晶表示素子の実施例4における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

**【図9】**本実施形態の液晶表示素子の実施例5における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

**【図10】**本実施形態の液晶表示素子の実施例6における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

50

す図である。

【図11】本実施形態の液晶表示素子の実施例7における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

【図12】本実施形態の液晶表示素子の実施例8における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

【図13】本実施形態の液晶表示素子の実施例9における液晶層の支柱配置パターンを示す図である。

【図14】実施例10の液晶層を有する本実施形態の液晶表示素子の全体構成を示す分解図である。

【図15】実施例10の液晶層における壁面構造体のパターンを示す図である。 10

【図16】本発明の実施例11である選択反射型のコレステリック液晶を用いたカラー液晶表示素子の横断面図である。

【図17】(a)～(c)は、それぞれ、実施例11のカラー液晶表示素子におけるB(青色)表示パネル、G(緑色)表示パネル及びR(赤色)表示パネルの支柱配置パターンを示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0044】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

図2～図3は、本発明の一実施形態である、コレステリック液晶を用いたマトリクス方式液晶表示素子のセル構造を示す図である。図2は上記実施形態の液晶表示素子の全体構成を示す分解図、図3は上記実施形態の液晶表示素子における支柱の配置構成を示す模式図、図4は上記実施形態の液晶表示素子において支柱間に設けられる開口部の配置構成図である。 20

##### 【0045】

まず、図2を参照して、本実施形態のマトリクス方式液晶表示素子(以下、単に液晶表示素子と記載)の全体構成を説明する。図2において、図1と同一の構成要素には同じ符号を付与している。

##### 【0046】

図2に示す本実施形態のマトリクス方式液晶表示素子10のセル構造が、従来のマトリクス方式液晶表示素子と異なる最大の特徴は、液晶層における支柱(接着性支柱)15の形状である。 30

##### 【0047】

液晶表示素子10の液晶層に設けられる支柱15は、横断面が十字形状の壁面構造体(第一の壁面構造体)であり、例えば、フォトリソグラフィにより作製される。この支柱15は、対向する第二の基板2と接着する性質を有する材料である。支柱15は、各画素の四方に設けられる。また、液晶層のスペーサは、この壁面構造体と従来型の球状スペーサまたは柱状スペーサと併用しても良い。

##### 【0048】

図3は、支柱15の配置形態(配置パターン)を示す模式図である。

列電極21と行電極(走査電極)23が交差する部分が画素25となるが、この画素25の四方に支柱15が設けられる。全ての支柱15の外周には、液晶が注入される領域(液晶注入領域)16の外枠を規定している壁面構造体(第二の壁面構造体)17が配設されている。この壁面構造体17は、全体が略矩形状であり、その一辺17aの中央には液晶の注入口14が設けられている。すなわち、この注入口14は、壁面構造体17の一部である。この壁面構造体17は、接着性を有する部材である。支柱15及び壁面構造体17は、同一部材であってもよく、この場合、それらをフォトリソグラフィ工程で同時に形成することが可能である。 40

##### 【0049】

壁面構造体17の外側には、所定距離だけ離れて、シール材13が配設されている。このシール材13は、液晶表示素子セルの外周に配設される。本実施例は、基板1と基板2 50

を貼りあわせる際に、接着性を有する壁面構造体 17 をシール材 13 と併用できるような構成となっている。

#### 【0050】

上述したように、選択反射型のコレステリック液晶は、画素間の電極が無い間隙部分では、常時点灯となるため、ブラックマトリクスを設けることが必要となる。このため、本実施例でも、ブラックマトリクス 6 を第二の基板 2 の裏面上に設けている（図 2 参照）。図 3 に示すように、ブラックマトリクス 6 は支柱 15 と縦方向（表示面に垂直な方向）に重なる位置に設けられる。

#### 【0051】

図 4 に示すように、隣接する画素 25 間は支柱 15 間に設けられた開口部 27 を介して連結されている。この開口部 27 は、液晶層の全ての画素 25 に液晶を注入するために設けられる。液晶は、例えば、真空注入法などにより注入される。

10

#### 【0052】

ところで、本実施形態の液晶表示素子 10 のセル構造では、支柱 15 が十字形状であるため、画素 25 間を連結する開口部 27 を極めて微小にすることが可能である。このように、開口部 27 を極めて微小にした場合、支柱 15 をブラックマトリクスの代替として利用できるため、ブラックマトリクス 6 を省略することも可能となる。

#### 【0053】

図 2 ~ 図 4 に示す本実施形態の液晶表示素子 10 では、画素の外周が、四辺の中央部の微小な間隙（開口部 27）を除いて、十字構造の壁面構造体である支柱 15 によって囲まれるため、画素内部に注入された液晶の流動が制限される。このため、表示面に押圧力が加わった場合や素子が折り曲げられた場合でも、画素の表示変化を防止できる。

20

#### 【0054】

実際、本実施形態の液晶表示素子 10 を、画素ピッチが 0.24mm、開口部 27 が 0.03mm、表示サイズが 3.8 インチ、0.125mm の厚さのフィルム基板、液晶層の厚さが 4.0 μm のコレステリック液晶表示素子として作製し、それに対して実用試験を実施した。その結果、そのコレステリック液晶表示素子は、曲率半径が 60mm となるように曲げても表示に変化が生じないことを確認できた。従来の図 1 に示すコレステリック液晶表示素子の場合には、素子を手に持つだけで、表示が変化した。

#### 【0055】

30

このように、本実施形態の液晶表示素子 10 により、（電子ペーパーに応用可能な）可撓性のある選択反射型液晶表示素子を実現することが可能である。

また、本実施形態の液晶表示素子 10 は、図 2 に示すように、シール材 13 の内側に、シール材と併用した形で壁面構造体 17 が配設された構造となっている。このため、本実施形態の液晶表示素子 10 では、液晶は壁面構造体 17 の外部に漏れず、従来の液晶表示素子のように、シール材 13 と液晶が接触することは無い。従来の液晶表示素子では、液晶がシール材に接触して不純物に汚染されることを回避するため、シール材に高価な材料を用いる必要があった。また、シール材として接着力が強い材料を選定することも困難であった。

#### 【0056】

40

本実施形態の液晶表示素子 10 は、壁面構造体 17 が接着力を有する材料であるので、シール材 13 を省略した構造にすることも可能である。また、シール材を使用する構造にした場合でも、上記理由により、シール材 13 を限定する必要もない。このため、本実施形態の液晶表示素子 10 により、安価な液晶表示素子を実現することが可能となる。

#### 【0057】

##### [実施例 1]

図 5 は、上述した液晶表示素子 10 における支柱 15 の配置パターン（支柱配置パターン）を示す図である。液晶表示素子 10 では、画素 25 は、それに隣接する全ての画素と開口部 27 を介して連結されている。しかしながら、開口部 27 は液晶を各画素 25 に注入するために必要なものであり、隣接する画素 25 間に必ず設ける必要はない（画素 25

50

を、4つの隣接する全ての画素と開口部27で連結する必要はない)。

#### 【0058】

##### [実施例2]

図6は、液晶表示素子10における支柱配置パターンの他の構成例を示す。

図6に示す例では、画素25は隣接する3つの画素と開口部27を介して連結されている。このため、例えば、画素25aと画素25bは開口部27で連結されていない。図6に示す支柱構造は、実施例1の液晶表示素子において、左右に隣接する支柱15同士が交互に連結されるようにパターニングすることによって形成される。このとき、奇数行と偶数行とでは、連結する支柱15を左右に1個分だけシフトさせる。

#### 【0059】

10

##### [実施例3]

図7は、液晶表示素子10における支柱の配置パターンのさらに他の構成例を示す。

図7に示す例では、画素25は、隣接する2つの画素と開口部27を介して連結されている。図7に示す支柱構造は、実施例1の液晶表示素子において、上下に隣接する支柱15同士が交互に連結されるようにパターニングすることによって形成される。このとき、奇数列と偶数列とでは、連結する支柱15を上下に1個分だけシフトさせる。

#### 【0060】

本実施例の液晶表示素子の基本構造においては、開口部27が少ないほど、画素25内に注入された液晶の流動性は強く制限されるため、素子の曲げや表示面への押圧力に対する表示変化の耐性は強くなる。また、開口部27の間隙幅が小さいほど、上記表示変化耐性は向上する。但し、開口部27の隙間が小さいほど、液晶注入工程で要する時間が増加する。また、液晶は温度が高いと粘性が低下するため、液晶注入工程では液晶を加熱することが望ましい。加圧することも時間短縮には有効である。

20

#### 【0061】

##### [実施例4]

図8は、本実施形態における液晶表示素子における支柱配置パターンの別の構成例を示す図である。

#### 【0062】

30

同図に示す支柱は4種類あり、一つは略L字状の支柱35-1であり、他の3つは、その支柱35-1を時計回りに90度、180度、270度回転させた形状となっている。支柱35-2が90度回転させたもの、支柱35-3が180度回転させたもの、支柱35-4が270度回転させたものである。

#### 【0063】

本実施例では、画素25の四方にこれら4種類の支柱35-1~35-4を配置する。すなわち、左上隅に支柱35-1を、右上隅に支柱35-2を、右下隅に支柱35-3を、左下隅に支柱35-4を配設する。

#### 【0064】

画素25の外周をこれら4種類の支柱35(35-1~35-4)で囲む構成としたため、本実施例における開口部37は、実施例1の開口部27を上下または左右に移動した位置に配置される。

40

#### 【0065】

実施例1の支柱15のパターン構成では、開口部27が上下または左右に直線的に並ぶため、画素15内の液晶がこの直線方向に沿って流動しやすい構成となっている。実際、実施例1の液晶表示素子10を試作して実験したところ、開口部27が直線的に並ぶ部分から表示が変化することが判明した。

#### 【0066】

そこで、図8に示すように開口部37が直線的に並ばないように支柱37をパターニングすることにより、実施例1の液晶表示素子10で問題となつた表示変化を防止することが可能となつた。

#### 【0067】

50

**[実施例 5]**

図9は、本実施形態の液晶表示素子における支柱配置パターンのさらに別の例を示す図である。

**[0068]**

実施例5では、実施例2と同様な方法で、実施例4の隣接する支柱35同士を連結する。この結果、画素25aは左右の画素25c、25dと下方の画素25eと開口部37を介して連結されるが、上方の画素25bとは連結されない。

**[0069]**

このように、実施例5では、各画素25は、上下左右に隣接する4つの画素の内、3つの画素と開口部37を介して連結される。

10

**[実施例 6]**

図10は、本実施形態の液晶表示素子における支柱配置パターンのさらに別の例を示す図である。

**[0070]**

実施例6では、実施例3と同様な方法で、実施例4の隣接する支柱35同士を連結する。この結果、画素25aは左の画素25cと下方の画素25eと開口部37を介して連結されるが、上方の画素25b及び右方の画素25dとは連結されない。

**[0071]**

このように、実施例6では、各画素25は、上下左右に隣接する4つの画素の内、2つの画素と開口部37を介して連結される。

20

実施例5と実施例6の液晶表示素子においては、実施例4の液晶表示素子よりも効果的に、画素25内部の液晶の流動を抑制することができる。

**[0072]**

上記実施例4～6の液晶層の場合、支柱が微細であるとフォトリソグラフィ工程でパターンの一部（例えば、細長い部分）が欠損することがあり、歩留まりの低下が懸念される。例えば、支柱において、細長い形状部分の幅が約10μm、長さが約150μmであった場合、フォトリソグラフィ工程で形成された支柱は倒れやすく、剥離してしまう確率が高い。

**[0073]**

このため、支柱を図11に示すような形状に変えてみたところ、フォトリソグラフィ工程での現像時において剥離による欠損を防止できた。

30

**[実施例 7]**

図11は、本実施形態の液晶表示素子における支柱配置パターンのさらに別の例を示す図である。

**[0074]**

実施例7の液晶層では、支柱45aと支柱45bの2種類の支柱を交互に配置したパターン構成となっている。支柱45bは、支柱45aをその中心を軸として180度時計回りに回転させることによって得られる形状となっている。

**[0075]**

実施例7の液晶層では、隣接する画素25の開口部47が直線的に並ぶこと無いので、画素25内の液晶の流動性を抑止できる。また、1つ1つの支柱45（45a、45b）は対称性が高い形状である（点対称の形状となっている）ため、フォトリソグラフィ工程で剥離され難いことが判明した。

40

**[0076]**

**[実施例 8]**

図12は、本実施形態の液晶表示素子における支柱配置パターンのさらに別の例を示す図である。

**[0077]**

実施例8の液晶層は、実施例7の液晶層における2種類の支柱45a、45bを、実施例5の液晶層と同様な規則で連結したものである。すなわち、実施例8の液晶層は、実施

50

例 7 の液晶層における横方向に隣接する 2 つの支柱（支柱 4 5 a と支柱 4 5 b ）を連結・統合した構成となっている。

#### 【 0 0 7 8 】

この隣接する 2 つの支柱 4 5 （支柱 4 5 a と支柱 4 5 b ）の連結・統合は、奇数行と偶数行では 1 個分だけずらすようにする。この結果、全ての奇数行は、支柱 4 5 1 の同一配置パターン（第 1 の配置パターン）を有する。また、全ての偶数行は、支柱 4 5 1 の同一配置パターン（第 2 の配置パターン）を有する。

#### 【 0 0 7 9 】

実施例 8 の液晶層では、各画素 2 5 は 3 個の開口部 4 7 を有し、左右及び上もしくは下に存在する 3 個の隣接画素と開口部 4 7 を介して連結する。しかしながら、奇数行と偶数行とでは開口部 4 7 の配列位置が異なるため、画素 2 5 の開口部 4 7 は直線的に並ばない。このため、画素 2 5 内の液晶の流動性は実施例 7 よりも抑制される。

#### 【 0 0 8 0 】

##### 〔 実施例 9 〕

図 1 3 は、本実施形態の液晶表示素子における支柱配置パターンのさらに別の例を示す図である。

#### 【 0 0 8 1 】

実施例 9 の液晶層は、実施例 7 の液晶層における 2 種類の支柱 4 5 a 、 4 5 b を、実施例 6 の液晶層と同様な規則で連結したものである。実施例 9 の液晶層は、実施例 7 の液晶層における 2 種類の支柱（支柱 4 5 a と支柱 4 5 b ）を、縦方向と横方向の両方向で連結・統合した構成となっている。具体的には、縦方向に配設された開口部 4 7 t を 1 つ置きに連結すると共に、横方向に配設された開口部 4 7 y を 1 つ置きに連結している。

#### 【 0 0 8 2 】

上記のように開口部 4 7 t と開口部 4 7 y を連結した結果、実施例 9 の液晶層の画素 2 5 は、2 つの開口部 4 7 （開口部 4 7 t と開口部 4 7 y ）を有する。実施例 9 の液晶層の画素 2 5 は、左もしくは右の隣接する画素と、上もしくは下の隣接する画素の 2 つの画素と、開口部 4 7 （開口部 4 7 t と開口部 4 7 y ）を介して連結する。しかしながら、これらの開口部 4 7 は直線状に並ばない。したがって、実施例 9 の液晶層の画素は、実施例 7 液晶層の画素よりも内部の液晶の流動性は抑制される。また、実施例 9 の画素は実施例 8 の画素よりも開口部の数が少ないので、実施例 9 の画素の方が実施例 8 の画素よりも注入された液晶の流動性は小さい。

#### 【 0 0 8 3 】

##### 〔 実施例 10 〕

図 1 4 は、別の構成の液晶層を有する本実施形態の液晶表示素子の全体構造を示す分解図である。

#### 【 0 0 8 4 】

図 1 4 に示す液晶表示素子 5 0 において、図 2 の液晶表示素子 1 0 が備える構成要素と同じ構成要素には同じ符号を付与している。

液晶表示素子 5 0 の特徴は、液晶層において、画素 5 5 間が開口部で連結されていないことである。すなわち、図 1 5 に示す様に、液晶表示素子 5 0 においては、液晶層の画素 5 5 は四方を接着性の壁面構造体（第一の壁面構造体）5 9 で密閉されている。すなわち、各画素 5 5 は、周囲の側面全体を壁面構造体（第一の壁面構造体）5 9 で覆われおり、隣接する画素とは連結されない構成となっている。このため、画素 5 5 内の液晶の流動性は完全に防止される。また、第一の壁面構造体 5 9 の外周に、矩形状の第二の壁面構造体 5 7 を配設する。第二の壁面構造体 5 7 も接着性を有する。第一の壁面構造体 5 9 と第二の壁面構造体 5 7 は同一部材であり、同じ工程で形成される。また、第二の壁面構造体 5 7 の外周に、矩形状のシール材 5 4 を配設する。第一及び第二の壁面構造体（5 9 , 5 7 ）とシール材 5 4 は同じ部材を使用することができ、同一工程で形成可能である。

#### 【 0 0 8 5 】

実施例 1 0 の液晶表示素子 5 0 の製造工程において、画素 5 5 への液晶の注入は、例え

10

20

30

40

50

ば、画素 5 5 に液晶を滴下することにより行う。そして、画素 5 5 内への液晶注入が完了した後、壁面構造体 5 7 , 5 9 とシール材 5 4 を利用して第一の基板 1 と第二の基板 2 を貼りあわせる（接合する）ことにより、液晶セルが作製される。

#### 【 0 0 8 6 】

実施例 1 0 も、画素内に注入される液晶がシール材 5 4 と接触しない構造となっている。第一及び第二の壁面構造体 5 9 、 5 7 の内部もしくは第一の壁面構造体 5 9 の内部のみに液晶を滴下すればいいからである。このため、シール材 5 4 に安価な材料や接着性の高い材料を使用できる。また、第一及び第二の壁面構造体（ 5 9 , 5 7 ）が接着性を有するため、シール材 5 4 を省略することも可能である。

#### 【 0 0 8 7 】

ところで、上記画素に液晶（コレステリック液晶）を滴下し、その後 2 つの基板を貼り合わせる工程の際に、液晶に気泡が入る可能性がある。このため、液晶の滴下及び基板の貼り合わせは真空中で実施することが望ましい。

#### 【 0 0 8 8 】

実施例 1 0 の液晶表示素子 5 0 は、実施例 1 ~ 9 の液晶表示素子を製造する工程に新たな工程を追加することによっても製造可能である。例えば、実施例 1 ~ 9 の液晶表示素子の製造工程において、画素に液晶を注入した後、開口部を閉口する工程を行う。この場合、例えば、開口部は可能な限り小さくし、液晶注入後、加熱・加圧によって、開口部が閉口するまで壁面構造体を押し広げる（膨張させる）。

#### 【 0 0 8 9 】

##### [ 実施例 1 1 ]

図 1 6 及び図 1 7 は、本発明の実施例 1 1 であるカラー液晶表示素子の要部を示す図である。図 1 6 は、選択反射型のコレステリック液晶を用いたカラー液晶表示素子の横断面図である。

#### 【 0 0 9 0 】

同図に示すように、実施例 1 1 のカラー液晶表示素子は、R（赤色）表示パネル（液晶パネル）6 1 0 、 G（緑色）表示パネル（液晶パネル）6 2 0 及び B（青色）表示パネル（液晶パネル）6 3 0 を順に積層した構成となっており、B 表示パネル 6 3 0 が最上層となっている。

#### 【 0 0 9 1 】

R 表示パネル 6 1 0 、 G 表示パネル 6 2 0 及び B 表示パネル 6 3 0 は、それぞれ、図 1 7 ( a ) ~ ( c ) を示すような支柱配置パターンを有している。すなわち、R 表示パネル 6 1 0 は実施例 1 の支柱配置パターン（図 5 参照）、G 表示パネル 6 2 0 は実施例 4 の支柱配置パターン（図 8 参照）、B 表示パネル 6 3 0 は実施例 4 の支柱配置パターンを有している。但し、B 表示パネル 6 3 0 の支柱パターンは、実施例 4 の支柱パターンを変形した構造となっている。これにより、G 表示パネル 6 2 0 と B 表示パネル 6 3 0 との間では、支柱間の開口部が縦方向（表示面に対して垂直な方向）に直線状に配置されないような構造となっている。

#### 【 0 0 9 2 】

このような構造としたのは、3 つのパネル 6 1 0 ~ 6 3 0 の液晶層での支柱配置パターンを、全て実施例 1 の構成にすると、縦方向に隣接する R G B の各パネルの開口部が直線的に配置されてしまうからである。支柱間の開口部に有る液晶は常時点灯状態となるので、R G B の各パネルの開口部が縦方向に直線的に配置されてしまうと、利用者の目には R G B 3 色が全て点灯しているように見え、表示のコントラストが低下してしまう。このため、開口部の位置にブラックマトリクスを設ける必要が生じる。本実施例では、上記のように、G 表示パネル 6 2 0 の開口部と R 表示パネル 6 3 0 の開口部が縦方向に直線的に配置されないように工夫することで、ブラックマトリクスを不要にしている。

#### 【 0 0 9 3 】

すなわち、図 1 6 に示すように、R 表示パネル 6 1 0 の画素 2 5 R 間の開口部 6 1 7 、 G パネル 6 2 0 の画素 2 5 G 間の開口部 6 2 7 及び B パネル 6 3 0 の画素 2 5 B 間の開口

10

20

30

40

50

部 637 が縦方向に直線的に配置されないように構成している。このため、支柱が完全な透明体で無ければ、下層パネル（本実施例では、R 表示パネル 610 と G 表示パネル 620）の開口部（617、627）での点灯状態によるノイズ光は軽減される。支柱の透明度が低ければ、最上層パネル（本実施例では、B 表示パネル 630）の開口部 637 のみが、下層パネル（610、620）の開口部（617、627）に対して縦方向（真上）の位置に配置されないように構成してもよい。

#### 【0094】

ブラックマトリクスを設けない構造とした場合、最上層パネルの画素の開口部が点灯状態となるが、本実施例では、最上層パネルを光波長に対する人間の目の感度特性が低い B（青色）表示パネル 630 としている。このため、本実施例のカラー液晶表示素子においては、ブラックマトリクスを省略しても、カラー液晶表示素子の表示特性の劣化を低減でき、その表示性能は実用上問題ないレベルとなる。したがって、本実施例のカラー液晶表示素子により、ブラックマトリクスを省いた安価なカラー液晶表示素子を実現することが可能となる。10

#### 【0095】

上記各実施例において、開口部が少ないほど、液晶の注入時間が長くなることが予想されるが、液晶注入時に液晶の温度を上昇させて液晶の粘度を低下させれば、プロセス的に問題とならない時間で液晶表示素子を作製することが可能である。

#### 【0096】

以上、説明したように本発明の実施形態によれば、双安定性を備えたコレステリック液晶表示素子において、課題であった表示面への押圧による表示状態の変化を防止させることができる。また、耐押圧や耐曲げ強度が向上するので、コレステリック液晶表示素子に可撓性を付与することが可能となる。また、ブラックマトリクスが不要となるので、安価なコレステリック液晶表示素子を実現できる。また、シール材に液晶が接触しないため、シール材に安価な材料を使用できる。また、支柱の外周にある壁面構造体の接着力を高めることによりシール材を省略することも可能となる。このようにすれば、さらに安価なコレステリック液晶表示素子を提供できる。また、第二の壁面構造体は、略矩形状の囲い構造であるが、シール材を併用する場合には、囲い構造でなくても良い。さらにその場合には、第二の壁面構造体は、各画素に配置した第一の構造体の形状と一致させても良い。図示しないが、画素の端列の第一の壁面構造体と画素周囲の第二の壁面構造体は、接觸していることが望ましく、第二の壁面構造体により、端列の画素まで、液晶の流動性を低減することが可能となる。2030

#### 【0097】

ところで、上記実施例の支柱は、いずれも十字形状を基本とした形状であり、開口率を最も大きくできる形状となっているが、本発明の支柱の形状は実施例で示した形状に限定されるものではない。例えば、十字形を変形した形状など様々な形状が考えられる。また、隣接する画素との開口部は、必ずしも 1 つである必要は無い。隣接する画素との間に、小さな開口部を複数設けるようにしてもよい。さらに、画素内部に円柱や角柱を併設するような構成にしてもよい。このような構成とすれば、液晶の流動を防止できるのに加え、画素の変形を小さくできるという相乗効果も見込まれる。40

#### 【0098】

また、壁面構造と従来型のスペーサと併用しても良い。

また、上記実施例は単純マトリクス方式の液晶表示素子であるが、本発明はアクティブマトリクス方式の液晶表示素子にも容易に適用可能である。また、上記実施例では画素の形状は矩形となっているが、本発明の画素の形状は矩形に限定されるものではなく、その他の形状であってもよい。

#### 【0099】

また、さらに、本発明はコレステリック液晶表示素子以外にも、表示のメモリ性を有する他の液晶を使用する液晶表示素子にも適用可能である。

本発明は、可撓性に優れ、耐衝撃性や表示面への耐押圧性に優れているので、電子ペー50

バーの表示素子として好適である。

【産業上の利用可能性】

【0100】

本発明は、電子ペーパーの表示素子以外にも、電子ブック、電子新聞、電子ポスター、さらには、PDA (Personal Data Assistant) などの携帯端末や腕時計などの可携性が要求される携帯機器の表示素子にも好適である。また、将来実現が期待されているペーパー型コンピュータのディスプレイの表示素子や、店舗などに飾られる陳列用ディスプレイなど様々な分野の表示機器にも適用可能である。

【符号の説明】

【0101】

10 10 液晶表示素子

- 1 第一の基板  
2 第二の基板  
6 ブラックマトリクス  
13 シール材  
14 注入口  
15、35-1~35-4、45a、45b、451、452 支柱  
16 液晶注入領域  
17 壁面構造体  
17a 壁面構造体の一辺

10

- 21 列電極  
23 行電極  
24、25a、25b、25c、25d、25e 画素  
27、47、47t、47y 開口部

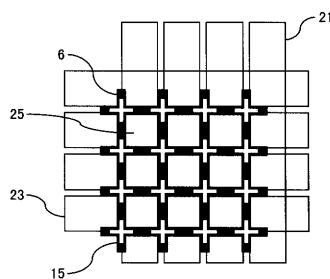
20

50 液晶表示素子

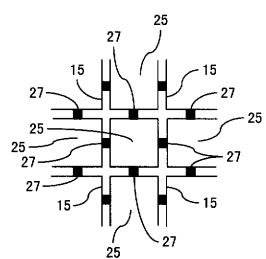
- 54 シール材  
55 画素  
57 第二の壁面構造体  
59 第一の壁面構造体  
610 R (赤色) 表示パネル (液晶パネル)  
25R 画素  
617 開口部  
620 G (緑色) 表示パネル (液晶パネル)  
25G 画素  
627 開口部  
630 B (青色) 表示パネル (液晶パネル)  
25B 画素  
637 開口部

30

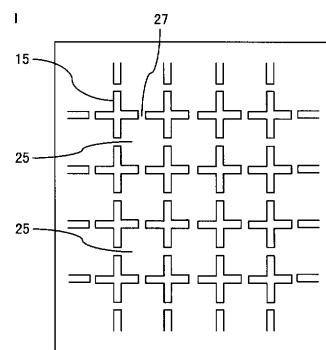
【図3】



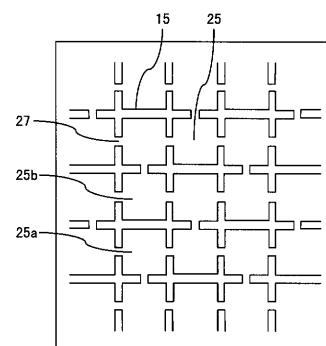
【図4】



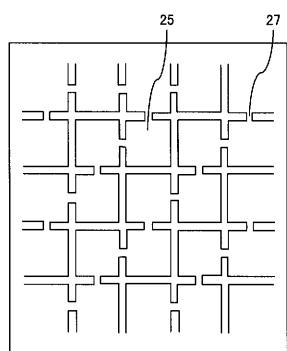
【図5】



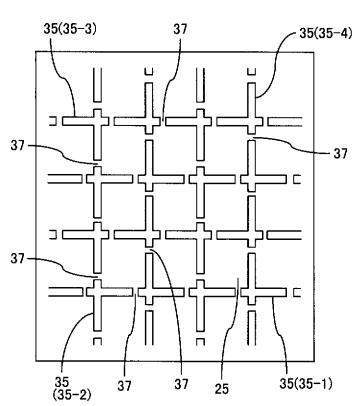
【図6】



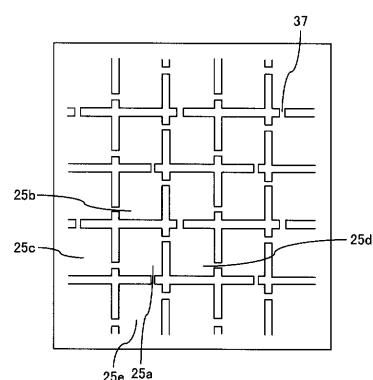
【図7】



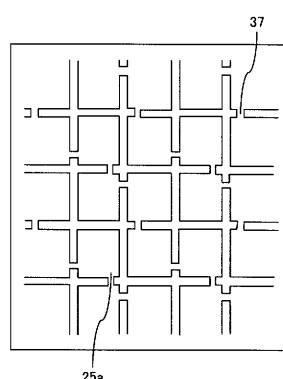
【図8】



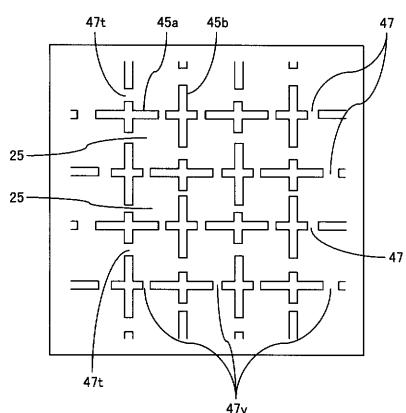
【図9】



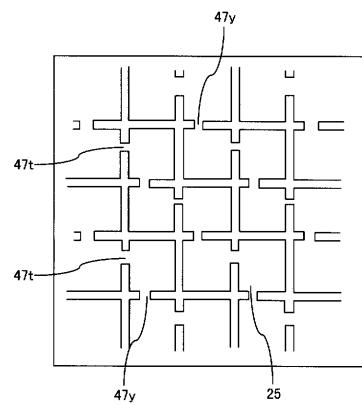
【図10】



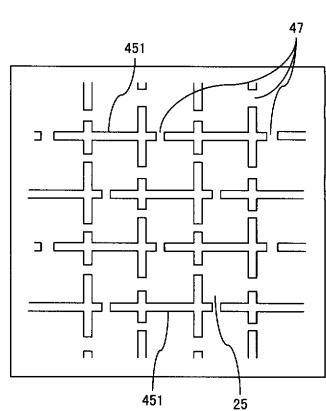
【図11】



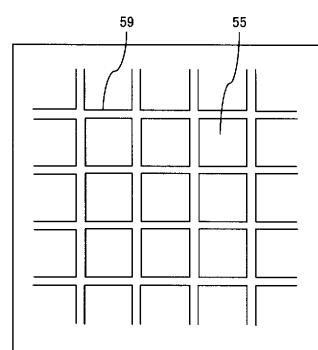
【図13】



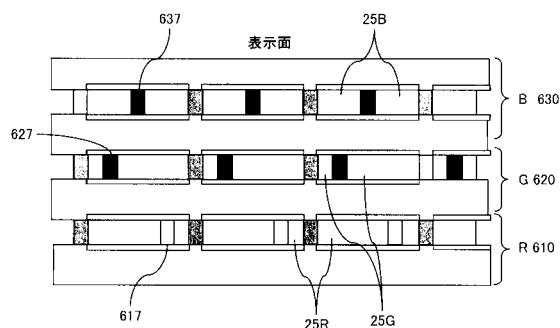
【図12】



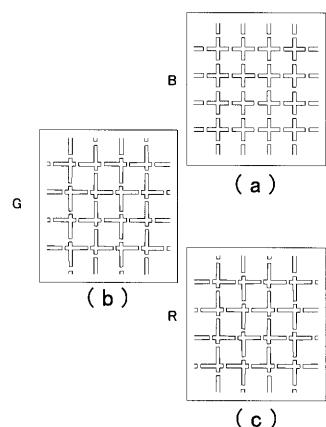
【図15】



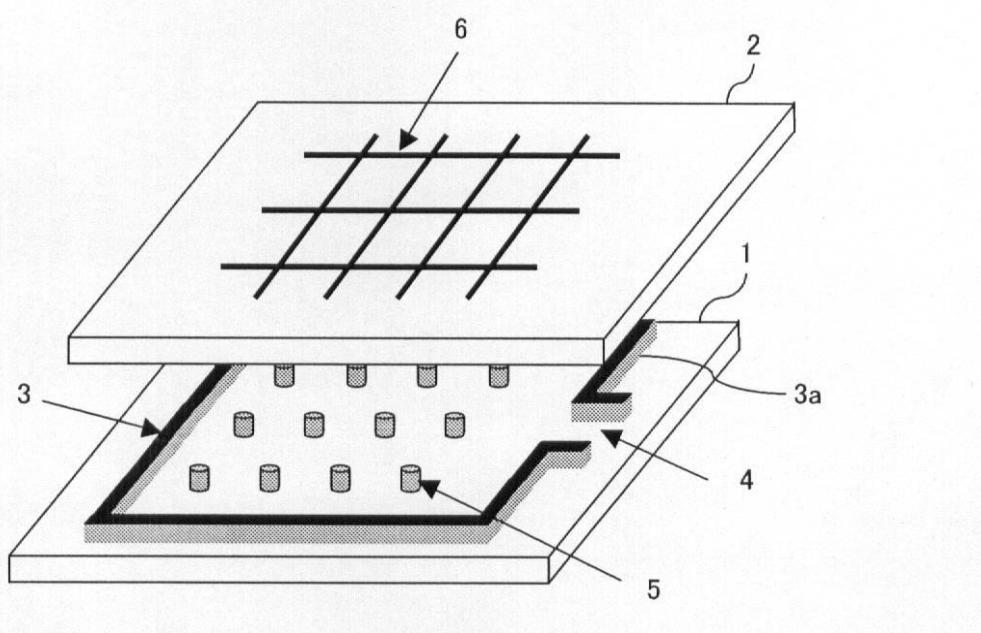
【図16】



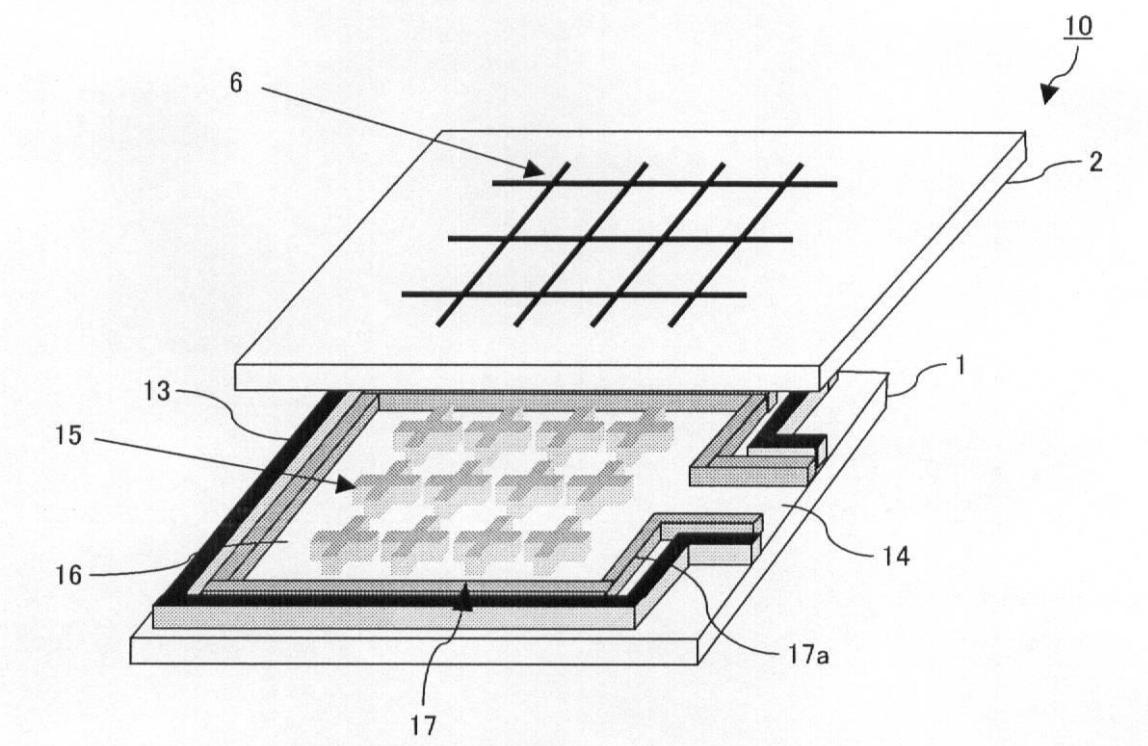
【図17】



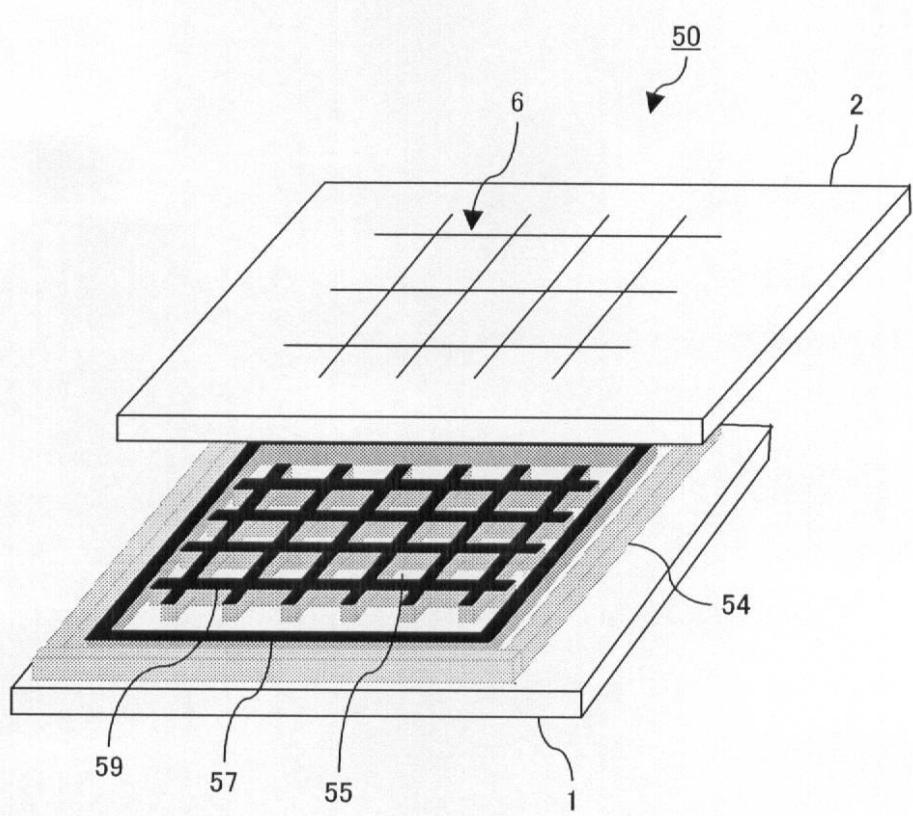
【図1】



【図2】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 新海 知久  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 藤田 都志行

(56)参考文献 特開平11-281983(JP,A)  
特開昭63-116126(JP,A)  
特開2004-219948(JP,A)  
特開2001-311952(JP,A)  
特開2004-198643(JP,A)  
特開2001-337332(JP,A)  
国際公開第03/019275(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02F 1/1339

专利名称(译)	液晶显示元件		
公开(公告)号	<a href="#">JP4871265B2</a>	公开(公告)日	2012-02-08
申请号	JP2007509068	申请日	2005-03-18
[标]申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士通株式会社		
[标]发明人	富田順二 能勢将樹 新海知久		
发明人	富田 順二 能勢 將樹 新海 知久		
IPC分类号	G02F1/1339		
CPC分类号	G02F1/13394 G02F1/133305 G02F1/133512 G02F1/1341 G02F1/134327 G02F1/13718		
F1分类号	G02F1/1339.500		
其他公开文献	JPWO2006100713A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

## 8】

夹在下基板1和上基板2之间的液晶层包括十字形支撑件15，壁表面结构17和密封构件14。支撑件15设置在每个像素的四个侧面。连续像素通过支撑件15之间的开口连接。壁表面结构17设置在以栅格形式布置的支撑件15的周边中。支撑件15和壁表面结构17是具有粘合性的相同构件，并且同时通过使用光刻的图案化形成。壁表面结构17的一部分是液晶的入口14。密封构件13设置在壁表面结构17的周边。从入口14倾倒的液晶通过开口27注入所有像素中。由于支撑件15之间的开口保持点亮，因此黑色矩阵6位于在上基板2上设置覆盖所有支撑件15的顶侧的栅格形状。

