

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4578097号
(P4578097)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

F 1

G02F 1/167

請求項の数 47 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2003-521439 (P2003-521439)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月16日 (2002.8.16)
 (65) 公表番号 特表2005-500571 (P2005-500571A)
 (43) 公表日 平成17年1月6日 (2005.1.6)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/026077
 (87) 國際公開番号 WO2003/016993
 (87) 國際公開日 平成15年2月27日 (2003.2.27)
 審査請求日 平成17年8月15日 (2005.8.15)
 (31) 優先権主張番号 60/313,146
 (32) 優先日 平成13年8月17日 (2001.8.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500327016
 シピックス・イメージング・インコーポレーテッド
 S i P i x I m a g i n g , I n c
 アメリカ合衆国94538カリフォルニア
 州 フレモント、シーブリッジ・ドライブ
 47485番
 1075 Montague Expressway, Milpitas, California 95035, United States of America
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 阜二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デュアルモードスイッチングを伴う電気泳動ディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気泳動セルのアレイを含む電気泳動ディスプレイにおいて、
 上記電気泳動セルの各々が、
 a) 頂部電極を含む頂部層と、
 b) 底部電極と少なくとも一つのインプレーン電極とを含む底部層と、
 c) 着色された光透過性のものである誘電溶媒、若しくは着色された光透過性のものである溶媒混合物内に分散された荷電色素粒子を含む電気泳動混合物であって、荷電色素粒子は同じ電荷極性を帶び同じ色であり、上記電気泳動セルの各々が3色システムを与える、電気泳動混合物と
 を含み、

上記3色が、荷電色素粒子の色であるか、誘電溶媒若しくは溶媒混合物の色であるか、又は、上記誘電溶媒若しくは溶媒混合物を介して観察される背景の色であることを特徴とする電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2】

上記電気泳動セルがマイクロカップから準備される、請求項1に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3】

上記電気泳動セルがマイクロチャネルから準備される、請求項1に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4】

上記電気泳動セルがマイクロカプセルから準備される、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 5】

上記底部層が一つのインプレーン電極を有する、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 6】

上記底部層が層の左右の側面に夫々 2 つのインプレーン電極を有し、底部電極がその 2 つのインプレーン電極の間にある、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 7】

インプレーン電極と底部電極の間にギャップがある、請求項 5 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 8】

2 つのインプレーン電極を底部電極から分離するギャップがある、請求項 6 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 9】

上記の荷電色素粒子が白である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 10】

上記の荷電色素粒子が、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された色である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

10

【請求項 11】

上記誘電溶媒若しくは溶媒混合物が、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された色である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 12】

上記底部層が、黒、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された色である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 13】

底部電極と少なくとも一つのインプレーン電極を含む底部層の頂部上にある背景層を、更に含む請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 14】

30

底部電極と少なくとも一つのインプレーン電極を含む底部層の頂部の下にある背景層を、更に含む請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 15】

反射面を有する背景層を、更に含む請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 16】

上記背景の色が、黒、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された色である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 17】

上記電気泳動ディスプレイがモノクロディスプレイである、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

40

【請求項 18】

全ての上記電気泳動セルが白荷電色素粒子を有する、請求項 17 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 19】

全ての上記電気泳動セルが、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された同一の色の荷電色素粒子を有する、請求項 17 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 20】

全ての上記電気泳動セルが、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択された同一の色の誘電溶媒若しくは溶媒混合物を有する、請求項 17 に記載の電

50

気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 1】

全ての上記電気泳動セルが黒の背景の色を有する、請求項 1 7 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 2】

全ての上記電気泳動セルが、赤、緑、青、黄色、シアン、マゼンタ及びそれらの混合色からなるグループから選択された同一の背景の色を有する、請求項 1 7 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 3】

上記電気泳動ディスプレイがマルチカラーディスプレイである、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。 10

【請求項 2 4】

上記電気泳動セルが、異なる色の誘電溶媒若しくは溶媒混合物内に分散された白荷電色素粒子を含む電気泳動混合物で充填されている、請求項 2 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 5】

上記の異なる色が、赤、緑、青、黄色、シアン及びマゼンタからなるグループから選択される、請求項 2 4 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 6】

上記の異なる色が、赤、緑若しくは青である、請求項 2 5 に記載の電気泳動ディスプレイ。 20

【請求項 2 7】

上記背景の色が黒である、請求項 2 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2 8】

電気泳動セルの各々が 3 色システムを与えるような電気泳動セルを含む電気泳動ディスプレイの製造のプロセスにおいて、

- a) 頂部電極層を放射硬化部材で覆うステップと、
- b) マイクロエンボス、又はフォトリソグラフィにより、放射硬化部材上に開口電気泳動セルを形成するステップと、
- c) 着色された光透過性のものである誘電溶媒、若しくは着色された光透過性のものである溶媒混合物内に分散された、同じ電荷極性を帯び同じ色である荷電色素粒子を含む電気泳動混合物で、開口電気泳動セルを充填するステップと、
- d) 充填された電気泳動セルを密閉するステップと、
- e) 密閉されたセルに対して、底部電極及びインプレーン電極を含む層で薄膜をはるステップを含み、

上記 3 色が、荷電色素粒子の色であるか、誘電溶媒若しくは溶媒混合物の色であるか、又は、上記誘電溶媒若しくは溶媒混合物を介して観察される背景の色であることを特徴とする電気泳動ディスプレイの製造のプロセス。 30

【請求項 2 9】

ステップ (e) が、接着層で実施される請求項 2 8 に記載の電気泳動ディスプレイの製造のプロセス。 40

【請求項 3 0】

上記の少なくとも一つのインプレーン電極と上記頂部及び底部電極が、能動マトリクスシステムにより駆動される、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 1】

上記能動マトリクスシステムが薄膜トランジスタ (TFT) を含む、請求項 3 0 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 2】

底部電極が TFT によりスイッチされ、少なくとも一つのインプレーン電極が別の TFT によりスイッチされる、請求項 3 0 に記載の電気泳動ディスプレイ。 50

【請求項 3 3】

上記 TFT が走査線及び信号線のマトリクスにより制御される、請求項 3 2 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 4】

頂部電極が、透明導体部材である、請求項 3 0 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 5】

上記の少なくとも一つのインプレーン電極と上記頂部及び底部電極が、受動マトリクスシステムにより駆動される、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 6】

電気泳動セルが、透明である上記頂部層と上記底部層の間に挟まれ、上記頂部層は複数の行電極を含み、上記底部層は複数の列電極、及び複数のインプレーン電極を含む、
請求項 3 5 に記載の電気泳動ディスプレイ。 10

【請求項 3 7】

透明であり、電気泳動セルの頂部を介して平行に走る水平方向の電極バーを、上記行電極が含む、請求項 3 6 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 8】

透明であり、電気泳動セルの底部を介して平行に走る鉛直方向の電極バーを、上記列電極が含む、請求項 3 6 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3 9】

透明であり、電気泳動セルの底部を介して平行に走る鉛直方向の電極バーを、上記インプレーン電極が含む、請求項 3 6 に記載の電気泳動ディスプレイ。 20

【請求項 4 0】

上記インプレーン電極が列電極の間に配置され、電気泳動セルの側面に整列する、請求項 3 9 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4 1】

上記インプレーン電極が能動マトリクスシステムにより駆動され、上記頂部及び底部電極が受動マトリクスシステムにより駆動される、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4 2】

上記能動マトリクスシステムが薄膜トランジスタ (TFT) を含む、請求項 4 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。 30

【請求項 4 3】

上記インプレーン電極が受動マトリクスシステムにより駆動され、上記頂部及び底部電極が能動マトリクスシステムにより駆動される、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4 4】

上記能動マトリクスシステムが薄膜トランジスタ (TFT) を含む、請求項 4 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4 5】

上記荷電色素粒子が正荷電であることを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。 40

【請求項 4 6】

上記荷電色素粒子が負荷電であることを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4 7】

上記モノクロディスプレイがハイライト特性を更に含むことを特徴とする請求項 17 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】**【背景技術】****【0 0 0 1】**

電気泳動ディスプレイ（E P D）は、溶媒内に懸濁される荷電色素粒子に影響する電気泳動現象に基づく非発光デバイスである。この一般的なタイプのディスプレイは1969年に最初提案された。通常、E P Dは、一対の対向する間隙のあるプレート状の電極を含み、電極間の所定の距離を予め定めるスペーサを伴う。通常、視覚する面であるが電極の少なくとも一つは、透明である。受動タイプのE P Dに対しては、頂部プレート（視聴面）と底部プレート夫々の上の列と行の電極は、ディスプレイを駆動するのに必要である。対照的に、底部プレート上の薄膜トランジスタアレイと、頂部視聴基板上の非パターン透明導体プレートは、能動マトリクスタイプのE P Dのために必要とされる。着色誘電体溶媒とその中に散乱する荷電色素粒子とからなる電気泳動流体が、2つの電極間に封入される。

10

【0002】

電位差が2つの電極間に課されると、色素粒子は、色素粒子の極性と反対の極性のプレートに引かれて移動する。よって、透明プレートにて示される色は、プレートを溶媒の色か若しくは色素粒子の色かに選択して荷電することで、決定され得る。プレート電極の反転により、粒子は反対のプレートに戻され、これにより色が逆転する。透明プレートに引かれる色素粒子の中間レベルによる中間色密度（即ちグレーの暗度）は、電圧範囲でプレート荷電を制御することによって、得られる。このタイプの反射E P Dディスプレイ内ではバックライトは必要ではない。但し、暗闇の中でのディスプレイの可視性を高めるのに付加されることもあり得る。

【0003】

異なる画素若しくはセル構造のE P Dは既に開示されており、例えば、パーティションタイプのE P D（エム・エー・ホバー及びブイ・ノボトニ I E E E T r a n s . E l e c t r . D e v . 2 6 (8) : 1 1 4 8 - 1 1 5 2 (1 9 7 9) ）と、（米国特許第5961804号及び第5930026号に記述される）マイクロカプセル化E P Dがそうである。これらの各々は、以下に示すように固有の問題点がある。

20

【0004】

パーティションタイプのE P Dでは、沈積のような望ましくない動きを回避するために、スペースをより小さいセルに分割するための2電極間のパーティションがある。しかしながら、パーティションの形成において、即ち、ディスプレイを流体で充填し、ディスプレイ内に流体を封入し、異なる色の懸濁液を互いに分離し続けるプロセスにおいて、困難が存在する。かようなパーティションタイプのディスプレイのためのロールからロールへの製造プロセスの展開においても、更により難しい問題点が存在する。

30

【0005】

マイクロカプセル化E P Dは、誘電溶媒と視覚上対照をなす荷電色素粒子と誘電流体との電気泳動混合物を、夫々内部に有するマイクロカプセルの実質的な2次元配置を有する。通常マイクロカプセルは水溶液の中で作成され、有用な対照率を達成するため、平均粒子サイズは比較的大きい（50-150ミクロン）。2つの対向する電極が大きいカプセルに対して必要であるので、マイクロカプセルのサイズが大きくなると、粗末なかき疵抵抗が生じ、所与の電圧にも遅い応答時間となる。また、水溶液内で作成されるマイクロカプセルの親水性シェルは、通常、高湿度と温度状況に感應してしまう。これらの欠点を回避するためマイクロカプセルが大量のポリママトリクス内に埋め込まれると、マトリクスの利用により更に応答時間が遅くなり対照率が低くなってしまう。切替率を向上させるため、荷電制御剤がしばしばこのタイプのE P Dで必要になる。しかしながら、水溶液内のマイクロカプセルプロセスは、利用可能な荷電制御剤のタイプに限定を与えてしまう。マイクロカプセルシステムに関連する他の欠点には、色利用のための粗末な解像度や粗末なアドレス可能性が含まれる。

40

【0006】

米国特許第3612758号は別のタイプのE P Dを開示し、そこでは電気泳動セルが、誘電体溶液内で散乱する荷電色素粒子を含む並行ライン貯蔵部から、形成される。チャネル類似電気泳動セルは、透明導電体に覆われ、且つ該透明導電体と電気的に接触してい

50

る。パネルが見られる側からの透明ガラス層は、透明導電体の上に横たわる。

【0007】

E P D アレイを形成するためマイクロチャネル、マイクログルーブ、又はマイクロコラムを利用しても、依然、コラム方向に沿って望ましくない粒子の沈積、即ちクリーム化が生じる問題がある。更に、2つの電極間に電気泳動流体を内部に封入するためのシームレスの、エアポケットの無い連続的なシール処理を欠くため、ロールからロールへの製造が特に困難になる。

【0008】

改良されたE P D 技術及びロールからロールへの製造プロセスは、(WO 01 / 671
70に対応する) 2000年3月3日出願の米国特許出願番号09 / 518448号、2
001年1月11日出願の米国特許出願番号09 / 759212号、(WO 02 / 012
81に対応する) 2000年1月28日出願の米国特許出願番号09 / 606654号、
及び、2001年2月15日出願の米国特許出願番号09 / 784972号の、同時係属
出願にて最近開示された。これらの全ては、参照の上ここに組み込まれる。改良されたE
P D は、明確な形状、サイズ及びアスペクト比のマイクロカップから形成され、且つ誘電
体溶媒に拡散された荷電色素粒子で充填された閉じられたセルを含む。マイクロカップを
含むこの改良技術により、モノクロのE P D で高い映像の品質がもたらされる。カラーデ
ィスプレイも、異なる色(例えば、赤、緑、若しくは青)の色素で充填されたマイクロカ
ップで形成された小ピクセルの空間的に隣接するアレイにより、作成され得る。しかしな
がら、従来のアップ/ダウンスイッチングモードのみ備えるこのタイプのシステムには大
きな欠点がある。即ち、“ターンオフ状態の”カラーピクセルから反射されるホワイトラ
イトは、“ターンオン状態の”カラーの彩度を減少させてしまう。この点については、以
下の“詳細な説明”にてより詳しく示す。

【0009】

この後者の欠点は、“オフ状態”的ピクセルをブラック状態にスイッチし“オン状態”的
のピクセルを所望の色状態に保持するポリマ散乱液体結晶のようなオーバレイシャッタデ
バイスにより軽減され得るが、この方法の短所は、オーバレイデバイス、シャッタデバイス
に結合する(背景につき最小限の光学密度である)高度の“D min”、及び、複雑な
駆動回路設計の、高いコストである。

【0010】

一方で、通常のアップ/ダウンスイッチングモードのカラーディスプレイは、ディスプレ
イの可視側上にカラーフィルタオーバレイを被せることにより、形成され得る。しかしな
がら、暗い“D min”と、高品質の“ホワイト”状態の不足することとは、カラーフ
ィルタを利用する反射式カラーディスプレイに対する大きな問題である。

【0011】

“インプレーン”スイッチコンセプトは、イー・キシその他による“5.1 : deve
lopment of In-Plane E P D ”、キャノンリサーチセンタ、S I D
00 Digest、ページ24-27と、サリー・エー・スワンソンその他による“5.
2 : High Performance E P D ”、アイビーエムアルマデンリサーチセ
ンタ、S I D 00 Digest、ページ29-31とに開示されている。これらの先行技
術システムでは、カラー効果は、ホワイト又はブラック粒子を伴うカラー背景を利用して
達成される。これらの先行システムの短所は、高品質の“ホワイト”と高品質の“ブラン
ク”的状態が不足することである。

【0012】

従って、効率的に、特にロールからロールへの製造プロセスによっても製造され得る高
品質フルカラーキャパシティを伴う改良E P D に対する要求は、依然存在する。

【発明の概要】

【0013】

本発明は、従来の上下スイッチングとインプレーンスイッチングの両方を含む改良され
たE P D に関する。換言すれば、改良されたE P D はデュアルスイッチングモードを有す

10

20

30

40

50

る。

【0014】

本発明のモノクロＥＰＤはテキストの色と異なる選択のハイライトカラーを表示することができる。例えば、白背景、青テキスト、及び赤ハイライトが、ディスプレイの選択されたどの領域にも示され得る。更に、本発明のフルカラーのＥＰＤは、高い色の彩度の高いコントラスト像を表示できる。高い質の黒及び白の状態の両方が、本発明のフルカラーディスプレイで可能である。本発明のＥＰＤは複雑な回路設計を必要とせず、低コスト及び高産出のロールからロールへの製造プロセスと両立する。

【0015】

この明細書内で別途定義されないのであれば、全てのテクニカルタームは、当業者により共通に利用され得且つ理解されるような従来の定義に従って、本明細書で利用される。“明確な”、“アスペクト比”、及び“画像に関する露出”などの用語は、上記で示された同時係属出願と同様に定義される。

【0016】

本発明の範囲は、従来のＥＰＤ、及び、マイクロカップ、マイクロチャネル、マイクロカプセルなどから製造されるＥＰＤを含むことが、理解される。

【0017】

“従来のＥＰＤ”という用語は、公知の電気泳動セルを示す。電気泳動セルはどの形状及びサイズであってもよく、ディスプレイは例えば、パーティションタイプのディスプレイを含む。

【0018】

“マイクロチャネル”という用語は、例として、米国特許第3612758号に開示されるタイプの電気泳動セルを示す。

【0019】

“マイクロカップ”は、カップ類似のくぼみを示し、露出されていない又は露出された領域を除去する開発工程とマイクロエンボシング即ち画像様式露光のような方法によって、形成され得る。同様に、集合状の複数形態の“マイクロカップ”は、概略、構造化された2次元マイクロカップアレイを作成すべく統合して形成若しくは結合された複数のマイクロカップを含むマイクロカップアセンブリを示す。マイクロカップの次元は、上記に示した同時係属出願に開示されている。

【0020】

I . 従来のＥＰＤの短所

(1) アップ／ダウンスイッチングのみを伴うＥＰＤ

図1のＥＰＤは、アップ／ダウンスイッチングモードのみを有する。図中のセルは、ホワイトの正荷電粒子が彩色（赤、緑及び青）誘電流体内に拡散された懸濁液により、充填されている。図1の3つのセルは、頂部と底部の電極（図示せず）間で異なる電位差により帯電されていることが示されている。緑及び青のセルでは、頂部電極は低電位であり、これら2つのセル内のホワイト正荷電粒子は透明である頂部の可視側電極にまで移動し、結果として、粒子の色（即ち、ホワイト）が2つのセル内の透明導体膜を介して観察者に反射される。赤いセルでは、底部電極が低電位となっている。その結果、ホワイト正荷電粒子はセルの底部に移動し、媒質（即ち、赤）が頂部の透明導体膜を介して見られる。図1に示されるシナリオでは、緑と青のピクセルから反射される白の光が、赤ピクセルの色彩度を大きく減じてしまう。

【0021】

(2) インプレーンのスイッチングモードのみを伴うＥＰＤ

図2A - 図2Dは、インプレーンのスイッチングモードのみを伴う先行技術のＥＰＤの短所を示す。

【0022】

図2Aでは、ホワイト荷電粒子が内部に拡散された色の無い誘電体溶媒が、セルに充填される。セルの背景は彩色（即ち、赤、緑又は青）されている。インプレーン電極間に電

10

20

30

40

50

位差があれば、ホワイト粒子はセルのどちらかの側面に移動し、背景の色（即ち、赤、緑又は青）は頂部の透明開口部から見られる。インプレーン電極間に電位差が無ければ、粒子は誘電体媒質内に散乱し、結果として白色（即ち、粒子の色）が頂部の透明開口部から見られる。色の無い媒質、彩色の背景、及びホワイト粒子をかのように構成しても、結果として高密度の黒の状態を欠くディスプレイになってしまう。

【0023】

図2Bでは、セルは、ブラック粒子が内部に拡散された色の無い流体で充填される。セルの背景は、彩色（即ち、赤、緑又は青）されている。インプレーン電極間に電位差があれば、粒子はセルのどちらかの側面に移動し、背景の色（即ち、赤、緑又は青）は頂部の透明開口部から見られる。インプレーン電極間に電位差が無ければ、粒子は誘電体媒質内に散乱し、結果として黒色（即ち、粒子の色）が頂部の透明開口部から見られる。媒質、背景、及び粒子をかのように構成しても、結果として望ましくないDmin及びコントラスト比を伴う濁ったホワイト状態になってしまう。

10

【0024】

図2Cは、彩色の粒子（即ち、赤、緑又は青）が内部に拡散された色の無い流体で充填されるセルを示す。セルの背景は、黒である。インプレーン電極間に電位差があれば、彩色された荷電粒子はセルのどちらかの側面に移動し、背景の色（即ち、黒）は頂部の透明開口部から見られる。インプレーン電極間に電位差が無ければ、彩色の粒子は誘電体媒質内に散乱し、結果として粒子の色（即ち、赤、緑又は青）が頂部の透明開口部から見られる。この設計では、黒状態が高密度となる。しかしながら、高密度の白状態は不可能である。結果として、このタイプの反射ディスプレイは、Dmin領域で濁った背景若しくは低程度の反射となるようである。

20

【0025】

図2Dでは、セルは、彩色の粒子（即ち、赤、緑又は青）が内部に拡散された色の無い流体で充填される。セルの背景は、白である。インプレーン電極間に電位差があれば、粒子はセルのどちらかの側面に移動し、背景の色（即ち、白）が頂部の透明開口部から見られ、結果として高密度白状態となる。インプレーン電極間に電位差が無ければ、粒子は流体内に散乱し、結果として粒子の色（即ち、赤、緑又は青）が頂部の透明開口部から見られる。高密度の黒状態はこの設計では実現不可能である。

30

【0026】

要するに、インプレーンのスイッチングモードのみでは、高密度黒状態の無い反射カラーディスプレイか、高密度白状態の無いディスプレイかの、いずれかとなってしまう。コントラスト比及びカラー彩度は、このタイプのインプレーンのスイッチング反射カラーディスプレイでは、貧弱である。全てのインプレーンスイッチングEPDでは、インプレーン電極の向い側の基板は、通常、透明の絶縁体であり、それは通常、ディスプレイの可視側である。

【0027】

I I . 本発明の電気泳動ディスプレイ

図3は、本発明の通常の電気泳動セルの側面図を示す。カップ類似セルのみが示されているが、本発明の範囲は、マイクロチャネルなどから作成されたセル、及び全てのタイプの従来の電気泳動セルを、含むことが理解される。

40

【0028】

セル（30）は、頂部層（31）と底部層（32）との間に挟まれる。頂部層は、透明頂部電極（図示せず）を含む。左手側にインプレーンスイッチング電極（34）、底電極（35）及び右手側に別のインプレーン電極（36）を含む層（32a）と、任意として彩色背景層（32b）とから、底部層（32）は構成される。底電極（35）から2つのインプレーン電極（34、36）を分離する、ギャップ（37）がある。

【0029】

背景層（32b）は、電極層（32a）の頂部上（図示せず）にあってもよく、電極層（32a）の下部にあってもよい。一方、層32aは、背景層として機能し得、この場合

50

、層 3 2 a は黒でも他の色であってもよい。

【 0 0 3 0 】

別の形態は、底部層が唯一のインプレーンスイッチング電極を有し、一つの底部電極が間にギャップを備えるものである。

【 0 0 3 1 】

通常、図 3 のセルは、白粒子（39）が内部に拡散されたクリアなしかし彩色された（即ち、赤、緑又は青）誘電媒質（38）で充填され、セルの背景の色は通常黒である。粒子は、正に荷電されていても負に荷電されていてもよい。例示のために、この出願の全体において、粒子は正に荷電されていると想定している。

【 0 0 3 2 】

ディスプレイの個別のセル内の荷電粒子は、同じ色でも異なる色でもよい。個別のセルは、混合された色の荷電粒子を含む電気泳動流体で充填されてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 4 A - 図 4 C に示されるように、二重のスイッチングモードにより、粒子は垂直（上／下）方向にも平面（右／左）方向にも動くことになる。例えば、図 4 A では、頂部電極の電位が低くセットされ、底部電極及びインプレーン電極が高くセットされる。白粒子は、頂部透明導体膜に移動して集まり、白色（即ち、粒子の色）が観察者に見られる。

【 0 0 3 4 】

図 4 B では、インプレーン電極は低電位にセットされ、頂部及び底部電極は高電位にセットされる。このシナリオでは、白粒子はセルの側面に移動し、頂部透明導体膜を介して見られる色は、従って背景の色（即ち、黒）である。

【 0 0 3 5 】

図 4 C では、頂部電極の電位が高くセットされ、底部電極が低くセットされ、インプレーン電極が低くセットされると、白粒子はセルの底部へ移動する。このシナリオでは、図 4 C の赤セル内で示されるように、流体の色（即ち、赤、緑又は青）が頂部透明導体膜を介して観察者に見られる。フルカラーディスプレイで赤ピクセルを示すには、緑と青のセルの白粒子が図 4 C に示す如く側面か頂部（図示せず）かに引き付けられればよい。通常後者よりもより良い色彩度をしめですから、前者のほうが好ましい。従って、二重スイッチングモード技術は、第 1 のフルカラー E P D を提供し、高品質の赤、緑、青、黒、及び白を含む全ての色が同一装置で利用可能である。

【 0 0 3 6 】

更に、背景色は、通常利用される黒色の変わりにどの色（例えば、シアン、黄色又はマゼンタ）であってもよい。例えば、図 3 のセルが、正荷電粒子が内部に拡散する赤のクリアな誘電媒質で充填され、セルの背景色が黄色であってもよい。この場合、粒子が頂部に移動すれば、白色（即ち、粒子の色）が観察者から見られ、粒子がセルの底を覆うように移動すれば、媒質の色（即ち、赤）が透明導体を介して見られる。しかしながら、白粒子がセルの側面に移動すれば、頂部透明導体膜を介して見られる色は、オレンジの色調である。

【 0 0 3 7 】

他の色調即ち色合いは、異なる粒子／媒質／背景の色の組み合わせを利用することにより達成され得る。例えば、白／赤／シアン、白／赤／マゼンタ、白／青／黄色、白／青／シアン、白／青／マゼンタ、白／緑／黄色、白／緑／シアン、白／青／マゼンタ、などである。

【 0 0 3 8 】

フルカラーディスプレイを得るために好ましい組み合わせは、白粒子、黒背景、及び加法混色の色（即ち、赤、緑又は青）が各々に彩色された流体、である。

【 0 0 3 9 】

本発明の別の実施形態は、ハイライトオプションを備えるモノクロディスプレイである。この場合、ディスプレイ内の全てのセルは、同一の背景色を有し、同じ電気泳動流体（即ち、同じ粒子／溶媒色組み合わせを有する）が充填される。例えば、ディスプレイが白

10

20

30

40

50

粒子を持ち、溶媒が原色（赤、緑又は青）のうちの一つであり、背景色が溶媒色と対照をなす色である、などである。この構成は、色付きのハイライトオプションを備える比較的簡素な2色の装置には、有用である。例えば、白粒子を有するE P D、黄色の誘電体媒質、及び黒背景は、図4D（平面図）に示すように各々のセル即ちピクセルにて、少なくとも3つの異なる色を表示できる。白粒子が頂部可視面電極に引き寄せられると、白色が見られる。白粒子が底部電極に一様に引き寄せられると、黄色が頂部可視面電極を介して見られる。白粒子がセルの両方の側面のインプレーン電極に引き寄せられると、黒色が頂部か紙面電極を介して見られる。粒子が中間状態に駆動されれば中間色も実現できる。ディスプレイのどのピクセルでもハイライトが可能であるというこの非常に望ましい特性は、粒子、溶媒及び背景に対して予め選択された色を備えさせる低コストのモノクロE P Dを駆動する本発明の2重のスイッチングメカニズムを利用することにより、実現可能である。

10

【0040】

要するに、2重のスイッチングモードを備える本発明のE P Dは、従来の達成不能な高品質フルカラーE P DとモノクロE P Dに対して、モノクロディスプレイのどのピクセルをもハイライトカラーにできるものである。

【0041】

I I I . 本発明の電気泳動セルの準備

マイクロカップは、（W O 0 1 / 6 7 1 7 0 に対応する）2 0 0 0 年 3 月 3 日出願の米国特許出願番号 0 9 / 5 1 8 4 8 8 号、及び 2 0 0 1 年 2 月 1 5 日出願の米国特許出願番号 0 9 / 7 8 4 9 7 2 号に開示されるような、マイクロエンボス又はフォトリソグラフィによって、概略、製造され得る。

20

【0042】

図面ではカップ類似のセルのみが示されているが、従来の電気泳動セル、及び、マイクロチャネル、マイクロコラムなどから形成される電気泳動セルも、本発明の範囲内であることが、理解されるべきである。

【0043】

III (a) マイクロエンボスによるマイクロカップアレイの準備

雄モールドの準備

ダイヤモンド回転プロセスを行うことや、フォトレジストプロセスを行いレジスト成長後エッチングや電気めっきをすることなどの、適宜の方法によって、雄モールドが形成され得る。雄モールドのためのマスター・テンプレートは、電気めっきなどの適宜の方法によって製造され得る。電気めっきによって、ガラス基底には、クロムインコネルなどのシードメタルの薄層（通常 3 0 0 0 ）がスパッタされる。続いて、フォトレジスト層がコートされUV（紫外線）に晒される。マスクが、UVとレジスト層の間に配置される。フォトレジストの晒された領域は強固になる。晒されない領域は、適切な溶媒で洗われることによって、除去される。残余の強固なフォトレジストは乾燥され、シードメタルの薄層で再びスパッタされる。続いてマスターは電気鋳造に備える。電気鋳造に利用される通常の材料は、ニッケルコバルトである。一方で、マスターは、“Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media” SPIE Proc. 1663: 324 (1992) に述べられるように、電気鋳造によるニッケル、又は非電着性金属析出のニッケル蒸着で、構成することができる。モールド底部は通常、約 5 0 から 4 0 0 ミクロンの厚さである。マスターは、“Replication techniques for micro-optics” SPIE Proc. 3099: 76 - 82 (1997) に述べられるように、eビームライティング、ドライエッチング、レーザライティング又はレーザインタフェースを含む他のマイクロエンジニアリング技術を利用して形成することも可能である。一方、モールドは、ダイヤモンドターニング、又は、プラスチック、セラミック若しくはメタルを利用するフォトマシーニングによって、形成され得る。

30

【0044】

40

50

かように準備された雄モールドは、通常、約3～500ミクロン、好ましくは約5～100ミクロン、最も好ましくは約10～50ミクロンの突出を備え、円形、矩形、又は他の図形のどの形状であってもよい。雄モールドは、帯状、ローラ、又はシートの形状であってもよい。間断の無い製造のためには、ベルト又はローラタイプのモールドが好ましい。紫外線硬化樹脂混合物を塗布する前に、モールドは、デモールドプロセスで助力となるモールドリリースで処理される。デモールドプロセスを更に改良するために、導体とマイクロカップとの間の接着を向上するプライマ若しくは接着促進層が、導体膜に予めコートされてもよい。

【0045】

マイクロカップは、2001年2月15日出願の米国特許出願番号09/784972号で開示される、バッチ処理で、又は、連続するロールからロールへの処理で、形成され得る。

【0046】

マイクロエンボス・プロセスの最初のステップでは、紫外線硬化樹脂が、ローラコーティング、ダイコーティング、スロットコーティング、スリットコーティング、ドクターブレードコーティングなどの適宜の方法により、透明のパターン付き導体膜上に通常被膜される。導体膜は、テレフタル酸ポリエチレン、ナフタール酸ポリエチレン、ポリアラミド、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ポリスルフォン及びポリカーボネイトなどの、プラスチック基板上に被膜をスパッタすることにより、通常準備される。利用される放射硬化部材は、多機能アクリル酸塩若しくはメタクリル酸塩、ビニルエーテル、エポキシド、それらの低重合体若しくは重合体、などの熱可塑性若しくは熱硬化性先駆物質である。多機能アクリル酸及びその低重合体が、最も好ましい。多機能エポキシド及び多機能アクリル酸の混合物は、所望の物理化学的特性を得るのに最も有用である。紫外線硬化樹脂は、施与の前に脱気されるのが好ましく、溶媒を含んでもよい。溶媒は、もし含まれるとしても、直ぐに蒸発する。

【0047】

導体膜／基板上に被膜される放熱硬化樹脂は、加圧下で雄モールドによりエンボスされる。雄モールドが金属性且つ不伝導性であれば、導体膜／基板は、樹脂硬化に利用される光化学放射に対して、通常、透過性である。逆に言えば、光化学放射に対して、雄モールドは透過でよく、導体膜／基板は不伝導性でよい。放射に晒された後、放射硬化部材は硬化する。続いて雄モールドは形成されるマイクロカップから外される。

【0048】

III(b) フォトリソグラフィによるマイクロカップアレイの準備

マイクロカップアレイの準備のためのフォトリソグラフィ・プロセスが、図5(A)及び図5(B)に示される。

【0049】

図5(A)及び図5(B)に示されるように、透過性のパターン付き導体膜(52)上に公知の方法で被膜された放射硬化部材(51a)を、紫外線(若しくは、放射、電子ビームなどの他の形態)にマスク(56)を介して露光し、マスク(56)を介して突起する像に対応する壁(51b)を形成して、マイクロカップアレイは準備される。導体膜(52)はプラスチック基板(53)上にある。

【0050】

図5(A)でのフォトマスク(56)では、陰影ある矩形(54)は、利用される放射に対して不伝導性の領域であることを示す。陰影ある矩形の間のスペース(55)は放射透過性領域であることを示す。紫外線は、開口領域(55)を介して放射硬化部材(51a)上に放射される。

【0051】

図5(B)に示されるように、露光領域(51b)は硬化し(マスク(56)の不伝導性領域(54)により保護された)露光されない領域は適切な溶媒即ちデベロッパにより除去され、マイクロカップ(57)を形成する。溶媒即ちデベロッパは、メチルエチルケ

10

20

30

40

50

トン、トルエン、アセトン、イソプロパノールなどの放射硬化部材を溶融又は分散するのに通常利用されるものから選択される。

【0052】

一方で、露光は、フォトマスクを導体膜／基板の下に配置することでなされ得る。この場合、導体膜／基板は、露光のために利用される放射波長に透過でなくてはならない。

【0053】

上述の方法に従って準備されるマイクロカップの開口部は、円形、矩形、長方形、六角形その他どんな形でもよい。開口部の間の区画領域は、所望の機械的特性を保持しつつ高彩度及びコントラストを得るために、小さくされるのが好ましい。結果的に、蜂の巣形状開口部が、例えば、円形開口部よりも好ましい。

10

【0054】

反射式電気泳動ディスプレイに対して、個々の個別のマイクロカップの大きさは、約 10^2 ～約 $1 \times 10^6 \mu\text{m}^2$ の範囲であり、好ましくは約 10^3 ～ $1 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ の範囲であるのが好ましい。マイクロカップの深さは、約5～200ミクロンの範囲であり、約10～約100ミクロンの範囲であるのが好ましい。全体領域に対する開口部の割合は、ここで全体領域は壁中心から計測される壁を含む一つのカップの領域として定義されるが、約0.05～約0.95の範囲であり、好ましくは約0.4～約0.9の範囲である。

【0055】

セルの色付き背景層は、底部層に色付き層をペイント、プリント、コート又はラミネートすることによって、付加され得る。

20

【0056】

III(c) 懸濁液の準備

セルは、誘電媒質内に分散され電界の影響下移動する荷電色素粒子で満たされる。懸濁液は、電界で移動しない付加的な色素を含んでもよい。分散は、米国特許第6017584号、第5914806号、第5573711号、第5403518号、第5380362号、第4680103号、第4285801号、第4093534号、第4071430号及び第3668106号などの、公知の方法に従って準備される。I E E E T r a n s . E l e c t r o n . D e v i c e , E D - 2 4 , 8 2 7 (1 9 7 7) , 及び、J . A p p l . P h y s . 4 9 (9) : 4 8 2 0 (1 9 7 8) を参照されたい。

【0057】

30

粒子の高い移動性のために、誘電溶質は、低粘性と、約2～約30の範囲好ましくは約2～約15の範囲の誘電率を備える。適切な誘電溶媒の例は、デカハイドロナフタレン(D E C A L I N)、5エチルイデーネ2ノルボルネーネなどの炭化水素、トルエン、キシレン、フェニールキシリルエタン、ドデシルベンゼーネ及びアルキルナフタレンなどの芳香族炭化水素、ジクロロ三フッ化ベンゼン、3、4、5-トリクロロ三フッ化ベンゼン、五フッ化クロロベンゼン、ジクロロノナー-ネ、五クロロベンゼンなどのハロゲン溶媒、フッ化デカリ、フッ化トルエン、フッ化キシレン、ミネソタ州セントポールの3MカンパニからのF C - 4 3 、F C - 7 0 及びF C - 5 0 6 0 の低分子重ハロゲンなどのフッ化溶媒を含む。その低分子重ハロゲンは、オレゴン州ポートランドのT C Iアメリカからのポリマ(酸化フッ化プロピレン)、ニュージャージ州リバーエッジのハロカーボンプロダクトカンパニからのハロカーボンオイルのようなポリマ(三フッ化クロロエチレン)、G a l d e n , H T - 2 0 0 のようなフッ化ポリアルキレザ、及び、デラウエア州デュポンからのオーシモント若しくはクリトックスオイル・グリースKフルイドシリーズからのフッ素環を含む。好適な実施形態では、ポリマ(三フッ化クロロエチレン)が、誘電溶媒として利用される。別の好適な実施形態では、ポリマ(酸化フッ化プロピレン)が、誘電溶媒として利用される。

40

【0058】

対照をなす色素は、染料でも顔料でもよい。非イオンアゾ及びアントラキノン染料は、特に有用である。有用な染料の例は以下のものを含むが、それらに限定されるものではない。アリゾナ州ピラムプロダクト会社からのオイルレッドイージーエヌ、スードンレッド

50

、スーダンブルー、オイルブルー、マクロレックスブルー、ソルベントブルー35、ピラムスピリットブラック及びファストスピリットブラック、オールドリッチからのスーダンブラックB、BASFからのサーモプラスチックブラックX-70、オールドリッチからのアントラキノン・ブルー、アントラキノン・イエロー114、アントラキノン・レッド111と135、アントラキノン・グリーン28である。フッ化溶媒が用いられているとき、フッ素化染料は特に有用である。対照をなす顔料の場合は、溶媒の色素も、誘電溶媒内に拡散されてもよく、非荷電であるのが好ましい。対照をなす色付き色素粒子が荷電されるならば、荷電された原色粒子の荷電とは逆の荷電を担持するのが好ましい。対照をなす色付き色素粒子と原色粒子とが同じ電荷を担持するならば、異なる電荷密度を備えるか、異なる電気泳動の移動性を備えるか、しなければならない。EPDで利用される染料又は顔料は、化学的に安定であり懸濁液内で他の成分と混在し得るものでなければならない。

10

【0059】

荷電原色粒子は白が好ましく、有機色素でもTiO₂のように無機色素でもよい。

【0060】

色付き色素粒子が利用されるならば、フタロシアニン・ブルー、フタロシアニン・グリーン、ジアリリド・イエロー、ジアリリドAAOTイエロー、サンケミカルからのキナクリドーネ、アゾ、ローダミン、ペリレン色素シリーズ、カントケミカルからのハンザイエロー-G粒子、フィシャからのカーボンランプブラックなどから、選択される。粒子サイズは、0.01~5ミクロンの範囲が好ましく、0.05~2ミクロンの範囲がより好ましい。粒子は、受容可能な光学的特性を有し、誘電媒質によって膨脹や軟化をすることは許されず、化学的に安定的でなければならない。結果として懸濁液は、通常の操作状況の下で、沈積や乳化や凝集に抗して安定的でもあらねばならない。

20

【0061】

移動色素粒子は、元来の荷電を示すか、若しくは、荷電制御剤を利用して明確に荷電されるか、若しくは、誘電溶媒に懸濁する際には荷電を得る。適切な荷電制御剤は公知である。それらは本質的に重合体でも非重合体でもよく、イオンでも非イオンでもよい。エアロゾルOT、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、メタルソープ、琥珀酸ポリブテン、無水マレイン酸共重合体、ビニールピリジン共重合体、(インターナショナルスペシャルティプロダクトからのガネックスのような)ビニールピロリドン共重合体、アクリル酸共重合体、及びN,Nジメチルアミノエチル(メタ)アクリレート共重合体を含む。フッ化表面活性剤は、フッ化カーボン溶媒で荷電制御剤として特に有用である。これらは、3MカンパニーからのFC-170C、FC-171、FC-176、FC431及びFC-740などのFCフッ化表面活性剤や、デュポンからのゾニールFSA、FSE、FSN、FSN-100、FSO、FSO-100、FSDのようなゾニール・フッ化表面活性剤を含む。

30

【0062】

適切な荷電色素粒子分散は、グラインド、ミル、摩滅、微小流動化、及び超音波技術を含む公知の方法を利用して、製造され得る。例えば、微細粉末の形態の色素粒子が懸濁溶媒に付加され、結果として混合物は数時間ボールミルされ即ち摩滅され、高度に凝集した乾燥色素粉末が一次的な粒子に粉碎される。あまり好ましくないが、誘電溶媒の色を生成するための染料即ち色素は、ボールミルプロセスの間に懸濁液に付加されてもよい。

40

【0063】

色素粒子の沈積若しくは乳化は、適切なポリマで粒子をマイクロカプセル化し特定の重力を誘電溶媒のそれに調和させることにより、排除される。色素粒子のマイクロカプセル化は、化学的に若しくは物理的に為され得る。通常のマイクロカプセルプロセスは、界面重合、インシトゥー重合、位相分離、コアセルベーション、静電被膜、スプレー乾燥、流動層コーティング、及び蒸発を、含む。

【0064】

III(d)マイクロカップの充填及び密閉

50

充填と密閉の手続きは、同時係属出願の（W O 0 1 / 6 7 1 7 0 に対応する）米国特許出願番号 0 9 / 5 1 8 4 8 8 および前述の米国特許出願番号 0 9 / 7 8 4 9 7 2 に示される。それらの開示内容は、全体として本明細書内に参照されて組み込まれる。

【 0 0 6 5 】

マイクロカップが電気泳動流体で充填されると、それらはシールされる。マイクロカップのシールの決定的なステップは、複数のやり方で為され得る。まず好ましい方法は、紫外線硬化混合物を、色付き誘電溶媒内に分散された荷電色素粒子を含む粒子電気泳動流体の中に分散することである。適切な紫外線硬化部材は、アクリレート、メタクリレート、スチレン、アルファメタルスチレン、ブタジエン、イソブレン、アリルアクリレート、多価アクリレート若しくはメタクリレート、シアノアクリレート、（ビニールベンゼン、ビニールシラン、ビニールレザー、多価エポキシド、多価イソシアネート、多価アリルおよびオリゴマを含む）多価ビニール、若しくは（クロスリンク可能な機能グループを含む）ポリマを含む。紫外線硬化混合物は、誘電溶媒とは混合不可能であり、電気泳動流体即ち誘電溶媒および色素流体の組み合わせよりも小さい特定の重力を有する。2つの要素、紫外線硬化混合物と電気泳動流体は、インラインのミキサで十分にブレンドされ、ミラッド（Myrad）バー、グラビア、ドクターブレード、スロットコーティング若しくはスリットコーティングなどの精密なコーティング機構によって、マイクロカップ上に直後にコートされる。過剰な流体は、ワイヤーブレード若しくは類似の装置により除去される。ヘプタン、イソプロパノール及びメタノールのような少量の弱い溶媒若しくは溶媒混合物は、マイクロカップの区画壁の頂部表面上の残余の電気泳動流体を除去するのに利用され得る。揮発性有機溶媒は電気泳動流体の粘性と範囲を制御するのに利用され得る。このように充填されたマイクロカップは続いて乾燥され、紫外線硬化混合物が電気泳動流体の頂部に浮かぶ。表面に浮かぶ紫外線硬化層が頂部に浮く間若しくはその後、その紫外線硬化層を硬化させることによってマイクロカップは密閉され得る。紫外光、又は、可視光、赤外線若しくは電子ビームなどの他の形態の放射が、密閉層を硬化しマイクロカップを密閉するに、利用され得る。一方で、熱又は湿気硬化混合物が利用されるならば、熱又は湿気も密閉層を硬化しマイクロカップを密閉するのに利用され得る。

【 0 0 6 6 】

アクリル酸モノマー及びオリゴマーに対して所望の密度及び溶解度の区別を示す誘電溶媒の好ましいグループは、イタリアのオージモント、デラウェア州のデュポン、及びこれらのフッ化エーテルなどのハロゲン化炭化水素、フッ化溶媒、及びそれらの派生物である。界面活性剤は、電気泳動流体とシール材料との間のインタフェースでの接着及び湿潤を改良するのに、利用され得る。界面活性剤は、3MカンパニーからのFC界面活性剤、デュポンからのフッ化界面活性剤、フッ化アクリレート、フッ化メタクリレート、フッ素置換ロングチェーンアルコール、（水素に対する）フッ素置換ロングチェーンカルボキシル酸、及びそれらの派生物を含む。

【 0 0 6 7 】

一方で、電気泳動流体及びシールの先駆体は、マイクロカップの中に続いて充填され、特にシールの先駆体が誘電溶媒と少なくとも部分的に融和する場合に、混合することを回避する。従って、マイクロカップのシールは、充填されたマイクロカップの表面への放射、熱、溶媒蒸発、湿気若しくは界面反応により硬化するシール部材の薄層を、オーバコートすることにより、為され得る。揮発性有機溶媒は、コーティングの粘性及び厚みを調整するのに利用され得る。揮発性溶媒が保護膜で利用される場合、シール層と電気泳動流体との間の混合の程度を小さくするために、それは誘電溶媒と混合不可能であることが好ましい。混合の程度を更に小さくするため、保護膜の固有の重力が電気泳動流体のそれよりも相当に低いことが、より望ましい。同時係属出願の、2001年7月4日出願の米国特許出願番号 0 9 / 8 7 4 3 9 1 号では、熱可塑性エラストマーが好ましいシール部材として開示されている。

【 0 0 6 8 】

熱可塑性エラストマーの例は、ABA若しくは(AB)_nの定式で表される2ブロック

、3ブロック又はマルチブロックの共重合体を含む。ここでAは、スチレン、-メチルスチレン、エチレン、プロピレン若しくはノルボネンである。Bは、ブタジエン、イソブレン、エチレン、プロピレン、ブチレン、ジメチルシロキサン若しくは硫化プロピレンである。AとBは定式内で同一物ではあり得ない。数nは1以上であり、1以上10以下であるのが好ましい。代表的な共重合体は、(スチレン-b-ブタジエン)重合体、(スチレン-b-ブタジエン-b-スチレン)重合体、(スチレン-b-イソブレン-b-スチレン)重合体、(スチレン-b-エチレン/ブチレン-b-スチレン)重合体、(スチレン-b-ジメチルシロキサン-b-スチレン)重合体、(-メチルスチレン-b-イソブレン)重合体、(-メチルスチレン-b-硫化プロピレン-b--メチルスチレン)重合体、及び、(-メチルスチレン-b-ジメチルシロキサン-b--メチルスチレン)重合体を、含む。シリカ粒子や界面活性剤などの付加物は、膜の完全性及びコートの品質向上させるのに利用され得る。

【0069】

一方で、紫外線硬化の前に為される界面重合は、シール処理に非常に有用であることが見出されている。電気泳動層と保護膜との間の混合は、界面重合によるインターフェースにて薄いバリア層を形成することにより、相当に抑制される。その後の硬化ステップ、好ましくは紫外線放射により、シールは完了される。利用される染料が熱硬化性先駆体内で少なくとも一部溶解する場合、2ステップの保護膜プロセスは特に有用である。

【0070】

III(e)マイクロカップのラミネーション

シールされたマイクロカップは、他の電極膜、好ましくは接着層で、ラミネートされる。適切な接着剤は、圧力感知接着剤のアクリル及びゴムタイプ、例えばマルチ機能アクリレート、エポキシド、ビニールレザー若しくはチオーレンを含む紫外線効果接着剤、エポキシ、ポリウレタン、シアノ化アクリレートなどの湿気若しくは熱硬化接着剤を、含む。

【0071】

本発明の一つの実施形態では、薄膜トランジスタを含む基板が、底部層電極の一つとして利用され能動駆動機構もたらし、この文脈では頂部電極は透過性である。

【0072】

IV. デュアルモードスイッチングの操作

IV(a)受動マトリクス

(1)電極回路設計

図6Aは、2層受動マトリクス電極回路設計の側面図である。図6Bは、デュアルモードのための2層受動マトリクス電極回路設計の頂面図を示す。セル(60)は、一つの頂部層(61)と底部層(62)との間に挟まれる。水平方向のバーは、透過性がありセルの頂部を介して走るロー電極(63)である。底部層(62)は、セルの左側面にある一つのインプレーン電極(64)と、一つの底部コラム電極(65)と、右側にある別のインプレーン電極(66)とから構成される。インプレーン電極とインプレーン電極とコラム電極との間には、ギャップ(67)がある。

【0073】

頂部ロー電極、底部コラム電極、及びインプレーン電極の断面は、ディスプレイセルを画定する。

【0074】

(2)駆動タイミングシーケンス

この発明のデュアルモードスイッチングを示すため、共通の黒背景とクリアな色付き溶媒内に分散される正荷電白粒子とを含む電気泳動セルが、利用される。

【0075】

純白状態は、粒子を引き上げるために粒子の極性と逆の極性により、選択されたセル若しくはピクセルの頂部ロー電極(63)を荷電し、粒子と同じ極性で底部電極(65)及びインプレーン電極(64)を荷電することによって、生成され得る。観察者は、頂部透

10

20

30

40

50

明導体層を介して白色を見る。

【0076】

図7Aはセルのアレイの断面図であり、純白状態を示す。全セル内の白粒子がセルの頂部に移動すると、結果として色（即ち、白）が、透明導体膜（図示せず）を介して頂部から見られる。図7Bは純白状態を示すセルのアレイの頂面図である。

【0077】

真黒状態は、例えば、2ステップの駆動プロセスにより達成され得る。第1のステップでは、ロー電極（63）の電圧が高く設定され、コラム電極（65）と2つのインプレーン電極（64）の電圧は低く設定される。その結果として、白粒子が最初セルの底部に引き寄せられる。第2のステップにて、インプレーンの電圧が低く設定され、コラム電極の電圧が高く設定され、そしてロー電極も高く設定される。かような設定の下にて、白粒子は、電界に駆動され、セルの側面に移動して覆い、結果として頂部の透明導体膜を介して黒背景色が見られる。10

【0078】

また一方で、1ステップの駆動プロセスを用いることで真黒状態が達成されることも可能である。より詳しく言うと、選択されたセルのロー（63）及びコラム（65）電極を高電圧に設定しインプレーン電極（64）を低電圧に設定することにより、黒い炉が見られ得る。ロー及びコラム電極に印加される電圧は、同じでなくともよい。このことにより、頂部ロー電極（63）と底部コラム電極（65）の両方からの電界が、選択されたセル内の粒子をセルの端部方向に素早く移動するよう付勢でき、よって、高品質の真黒状態が実現される。20

【0079】

図8Aは、（図7Aに示すものと）同一のセルのアレイの断面図であり、本発明の真黒状態を示す。全てのセルの白粒子はセルの側面に移動し、背景の色（即ち、黒）が頂部透明導体膜から見られる。図8Bは真黒状態を示すセルのアレイの頂面図である。

【0080】

選択されたセルの色付き（即ち、赤、青、若しくは緑）状態は、頂部（ロー）電極（63）の電圧が高く設定され、コラム電極（65）の電圧が低く設定されれば、達成され得る。この場合、セル内の白粒子は、電界に駆動され、底部のコラム電極に移動する。セルの底部は白粒子により覆われ、誘電溶媒の色（即ち、赤、青、若しくは緑）が頂部透明導体層を介して見られる。選択されたピクセルのセル内の荷電された白粒子を底部に移動させることにより、本発明ではどんな色の組み合わせも達成できる。粒子を底部コラム電極部分的に移動させる電圧を調整することにより、グレースケールも得ることができる。30

【0081】

図9Aは、（図7Aお呼び図8Aに示すものと）同一のセルのアレイの断面図であり、本発明同じEPDディスプレイの白、黒及び2色の状態を示す。白粒子が頂部ロー電極（63）まで移動したセルは、白色を示す。黒粒子が底部コラム電極（65）まで移動したセルは、誘電溶媒の色（即ち、赤、青、若しくは緑）を示す。白粒子がセルの側面まで移動したセルは、黒色を示す。図9Bは、複数職を示すセルのアレイの頂面図である。

【0082】

セル内の2つのインプレーン電極（64）を利用してデュアルスイッチモードが上記では示されているが、同じ結果は、一つのみのインプレーン電極を利用してても、多数のインプレーン電極を利用してても、達成しうる。40

【0083】

I V (b) T F T 能動マトリクス

(1) 電極回路設計

LCDディスプレイシステムで利用されるTFT（薄膜トランジスタ）能動マトリクスが、米国特許第5132820号に開示される。このようなTFT技術も、本発明のデュアルモードEPDに応用可能である。好適な実施形態では、ITOなどの透明導体部材からなる頂部層電極が、ディスプレイの頂部表面全体を覆うワンピース形状である。頂部電極はグ50

ラウンド(0V)に接続する。図10Aは、 2×2 アレイのセルの底部電極層の頂面図を示す。図10Bは、TFT接続の詳細を示す。個々のセル(100)は、一つの底部電極(101)と二つのインプレーン電極(102)を含む。底部電極の各々は、TFT(104a)のソース(103a)に接続する。個々のセルのインプレーン電極は、別のTFT(104b)のソース(103b)に接続する。TFT(104a, 104b)のドレーン(105a, 105b)は、デバイスの底部面を介して鉛直に走る信号線(106a, 106b)に接続する。TFT(104a, 104b)のゲート(107a, 107b)は、走査線(108)に接続し、該走査線(108)は装置の底部面を介して水平方向に走る。走査線及び信号線はマトリクス構造を形成するが、互いに絶縁されている。

【0084】

10

デュアルモードスイッチングでは、個々のセルに対して2つのTFT(104a, 104b)が、底部電極(101)とインプレーン電極(102)を独立して制御するのに要求される。セル(100)の行(ロー)が走査されると、走査線(108)は、セルの行上のTFT(104a, 104b)のゲート(107a, 107b)に電圧を印加し、このことでTFTが付けられる(ターンオンされる)。同時に、個々の電極のための信号が、TFTのドレーン(105a, 105b)に接続する信号線(106a, 106b)に印加される。これらの信号は、底部電極とインプレーン電極の各々に接続するTFTのソース(103a, 103b)に、スイッチされる。信号は、個々のセルの所望のバイアス状況を形成する。信号キャパシタ(109a, 109b)は、電圧保持のため付加され、よって、電極の電圧はスイッチング後もセルにバイアスを与え続ける。この駆動機構はスイッチング時間を劇的にスピードアップする。更に、信号キャパシタ(109a, 109b)がチャージされた後、駆動機構は次の行をスイッチし続けられる。電極の個々の行のためのスイッチング時間は、信号キャパシタのためのチャージ時間でしかない。このことにより、ディスプレイの応答時間が大きく減少する。

20

【0085】

(2) 駆動タイミングシーケンス

本発明のデュアルモードスイッチングを示すため、通常の黒背景と、クリアな色付き溶媒に分散された正荷電白粒子とを含む電気泳動セルが利用される。

【0086】

30

好適な実施形態では、デバイスの頂部電極は恒常に接地(0V)する。図10Cに示されるように、走査線は、走査行上の全TFTをターンオンするために、 V_{on} の電圧に設定されている。信号線の電圧は、底部電極及びインプレーン電極にスイッチされる。底部電極及びインプレーン電極が両方とも負電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの底部面に移動する。セルの底部は、白粒子により覆われ、誘電溶媒の色(即ち、赤、緑若しくは青)が頂部透明導体層を介して見られる。

【0087】

図10Dで示されるように、底部電極とインプレーン電極の両方が正電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの頂部面に移動する。セル内の白粒子がセルの頂部に移動すると、結果として白色が導体層を介して頂部から見られる。

【0088】

40

図10Eで示されるように、底部電極が0Vに設定され、インプレーン電極が負電圧に設定されると、粒子は小さいインプレーン電極の領域に移動し、結果として黒背景が頂部透明導体膜を介して見られる。

【0089】

セルの行が走査された後、個々のセルの信号キャパシタは信号線電圧に従ってチャージされる。セルの行が走査されない場合は、非走査位相となる。非走査位相の間、信号キャパシタにより設定される電圧を伴う電極は、電界を生成し続け粒子の動きを制御し続ける。

【0090】

この設計の走査時間の限界は、信号キャパシタの放電時間により決定される。良好なス

50

イッティングスピードを維持するため、電圧が 10 パーセント以上降下する間にキャパシタはリフレッシュ（再チャージ）されることが必要である。個々のピクセルは素早くチャージされリフレッシュされ得るので、ディスプレイ応答（オン / オフ）時間はピクセルオン / オフ時間により決定される。従って、線から線への走査の遅延は、無視できる。

【0091】

V I (c) 受動マトリクスと TFT 能動マトリクスとの組み合わせ

(1) 電極回路設計

この新しい設計では、受動マトリクス電極及び TFT 能動マトリクスは、駆動電極設計内で利用される。図 11 A は駆動回路設計の頂部図を示し、図 11 B は駆動回路設計の奢侈品を示す。底部電極層（117）は、底部列（コラム）電極（111）とインプレーン電極（112）を含む。個々のセルのインプレーン電極は、TFT（113）のソースに接続する。TFT のドレーンは、デバイスの底部面を介して鉛直に走る信号線（114）に接続する。TFT のゲートは、デバイスの底部面を介して水平方向に走る走査線（115）に接続する。走査線及び信号線は、マトリクス構造を形成するが、2つのタイプの線は互いに絶縁されている。セル（110）は、頂部層（116）と底部層（117）との間に挟まれている。水平方向のバーは、透明でありセル（110）の頂部を介して走る頂部行電極（118）である。2つのインプレーン電極（112）と列（コラム）電極（111）分離するギャップ（119）がある。頂部行電極の断面、底部列電極、インプレーン電極が、ディスプレイセルを画定する。

【0092】

頂部行電極（118）と底部列電極（111）は、上下方向の粒子の動きを制御する受動素子を形成する。インプレーン電極（112）と底部列電極（111）は、粒子のインプレーンの動きのためのバイアス電圧を与える。インプレーン電極は TFT 能動マトリクスにより制御される。

【0093】

(2) 駆動タイミングシーケンス

本発明のデュアルモードスイッチングを示すため、通常の黒背景と、クリアな色付き溶媒に分散された正荷電白粒子とを含む電気泳動セルが利用される。

【0094】

図 11 C に示すように、走査信号は、走査行上の全 TFT をターンオンするために、V on の電圧に設定されている。信号線の電圧は、インプレーン電極にスイッチされる。底部列（コラム）電極及びインプレーン電極が両方とも低電圧に設定され頂部行（ロー）電極が高電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの底部面に移動する。セルの底部は従つて白粒子により覆われ、誘電溶媒の色（即ち、赤、緑若しくは青）が頂部透明導体層を介して見られる。

【0095】

図 11 D で示されるように、底部電極とインプレーン電極の両方が高電圧に設定され頂部行（ロー）電極が低電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの頂部面に移動する。セル内の白粒子がセルの頂部に移動すると、白色が頂部から見られセルは白状態になる。

【0096】

図 11 E で示されるように、頂部行（ロー）電極と底部列（コラム）電極が高電圧に設定され、インプレーン電極が低電圧に設定されると、粒子は小さいインプレーン電極の領域に移動し、結果として黒背景が頂部透明導体膜を介して見られる。

【0097】

この設計は、インプレーンのスイッチング時間を減少させる利点がある。インプレーン電極が TFT により制御されるので、信号キャパシタはインプレーン電極上の電圧を保持する。非走査位相の間には、信号キャパシタにより設定された電圧を伴う電極は、電界を生成し続け粒子の動きを制御し続ける。

【0098】

V I (d) 受動マトリクスと TFT 能動マトリクスの別の組み合わせ

10

20

30

40

50

(1) 電極回路設計

別の新しい設計では、受動マトリクスと TFT 能動マトリクスが駆動電極設計内で利用される。図 12 A は頂面図を示し、図 12 B は駆動回路設計の斜視図を示す。底部電極層 (127) は、底部列電極 (121) とインプレーン電極 (122) を含む。個々のセルの底部電極は、TFT のソース (123) に接続する。TFT のドレーンは、デバイスの底部面を介して鉛直に走る信号線 (124) に接続する。TFT のゲートは、デバイスの底部面を介して水平方向に走る走査線 (125) に接続する。走査線と信号線はマトリクス構造を形成するが、それらは互いに絶縁されている。セル (120) は、頂部層 (126) と底部層 (127)との間に挟まれている。水平方向のバーは、透明でありセルの頂部を介して走る頂部行 (ロー) 電極 (128) である。2つのインプレーン電極 (122) と底部電極 (121) とを分離するギャップ (129) がある。頂部行電極の断面、底部電極、インプレーン電極が、ディスプレイセルを画定する。

【0099】

頂部行電極とインプレーン電極は受動素子を形成する。インプレーン電極と底部電極は、粒子のインプレーンの動きのためのバイアス電圧を与える。底部電極は TFT 能動マトリクスにより制御される。

【0100】

(2) 駆動タイミングシーケンス

本発明のデュアルモードスイッチングを示すため、通常の黒背景と、クリアな色付き溶媒に分散された正荷電白粒子とを含む電気泳動セルが利用される。

【0101】

図 12 C に示すように、走査信号は、走査行上の全 TFT をターンオンするために、 V_{on} の電圧に設定されている。信号線の電圧は、底部電極にスイッチされる。底部電極及びインプレーン電極が両方とも低電圧に設定され頂部電極が高電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの底部面に移動する。セルの底部は白粒子により覆われ、誘電溶媒の色（即ち、赤、緑若しくは青）が頂部透明導体層を介して見られる。

【0102】

図 12 D で示されるように、底部電極とインプレーン電極の両方が高電圧に設定され頂部電極が低電圧に設定されると、セル内の粒子はセルの頂部面に移動する。セル内の白粒子がセルの頂部に移動すると、結果として白色が頂部から見られセルは白状態になる。

【0103】

図 12 E で示されるように、頂部行 (ロー) 電極と底部列 (コラム) 電極が高電圧に設定され、インプレーン電極が低電圧に設定されると、粒子は小さいインプレーン電極の領域に移動し、結果として黒背景が頂部透明導体膜を介して見られる。

【0104】

この設計は、上下のスイッチング時間を減少させる利点がある。底部電極が TFT により制御されるので、信号キャパシタは底部電極上の電圧を保持する。非走査位相の間には、信号キャパシタにより設定された電圧を伴う電極は、電界を生成し続け粒子の動きを制御し続ける。このことにより、セルのスイッチング時間が実効的に減少する。

【0105】

本発明は特定の実施形態を参照して説明したが、発明の精神及び範囲から乖離することなく種々の変更が可能であり均等物による置換も可能であることは、当業者には理解されるところである。更に、特定の状況、部材、混合物、プロセス、プロセスステップ、若しくはステップを、本発明の目的、精神及び範囲に適合させるべく、多くの修正が為され得る。かような修正の全ては、添付の請求項の範囲内となるように意図される。

【0106】

従って、本発明は、先行技術が許容されるのと同程度に幅広く、明細書を参照しつつ、添付の請求項の範囲により画定されることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0107】

10

20

30

40

50

【図1】上下スイッチングモードのみ伴う従来のEPDの通常の欠点を示す。

【図2A】インプレーンスイッチングモードのみ伴うEPD内の純白又は真黒状態の不足点を示す。

【図2B】インプレーンスイッチングモードのみ伴うEPD内の純白又は真黒状態の不足点を示す。

【図2C】インプレーンスイッチングモードのみ伴うEPD内の純白又は真黒状態の不足点を示す。

【図2D】インプレーンスイッチングモードのみ伴うEPD内の純白又は真黒状態の不足点を示す。

【図3】本発明の典型的な電気泳動セル、及び上下とインプレーンのスイッチング電極の概略の配置を示す。 10

【図4A】デュアルモードを伴う改良されたEPDの種々の可能なシナリオを示す。

【図4B】デュアルモードを伴う改良されたEPDの種々の可能なシナリオを示す。

【図4C】デュアルモードを伴う改良されたEPDの種々の可能なシナリオを示す。

【図4D】本発明のハイライトオプションを示す(頂面図)。

【図5】フォトマスクを介する画像方式フォトリソグラフィ露光を含むマイクロカップの製造を示す。

【図6A】2層ITO電極システムを示す。

【図6B】2層ITO電極システムを示す。

【図7A】本発明の純白状態を示す、側断面図である。 20

【図7B】本発明の純白状態を示す、頂面図である。

【図8A】本発明の真黒状態を示す、側断面図である。

【図8B】本発明の真黒状態を示す、頂面図である。

【図9A】本発明のマルチカラー状態を示す、側断面図である。

【図9B】本発明のマルチカラー状態を示す、頂面図である。

【図10A】TFT能動駆動機構を示す。

【図10B】TFT能動駆動機構を示す。

【図10C】TFT能動駆動機構を示す。

【図10D】TFT能動駆動機構を示す。

【図10E】TFT能動駆動機構を示す。 30

【図11A】能動及び受動駆動機構の組み合わせを示す。

【図11B】能動及び受動駆動機構の組み合わせを示す。

【図11C】能動及び受動駆動機構の組み合わせを示す。

【図11D】能動及び受動駆動機構の組み合わせを示す。

【図11E】能動及び受動駆動機構の組み合わせを示す。

【図12A】能動及び受動駆動機構の別の組み合わせを示す。

【図12B】能動及び受動駆動機構の別の組み合わせを示す。

【図12C】能動及び受動駆動機構の別の組み合わせを示す。

【図12D】能動及び受動駆動機構の別の組み合わせを示す。

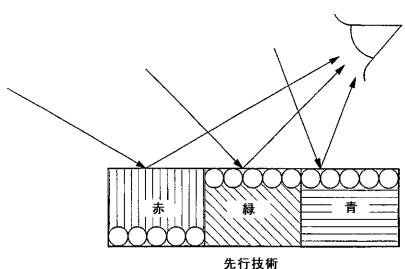
【図12E】能動及び受動駆動機構の別の組み合わせを示す。 40

【符号の説明】

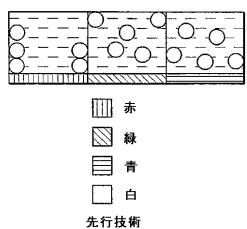
【0108】

30 . . . セル、31 . . . 頂部層、32 . . . 底部層、34、36 . . . インプレーン
スイッチング電極、35 . . . 底電極、37 . . . ギャップ、38 . . . 誘電媒質、39
. . . 白粒子。

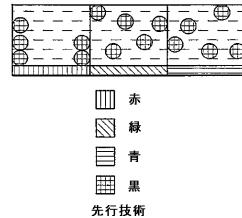
【図1】



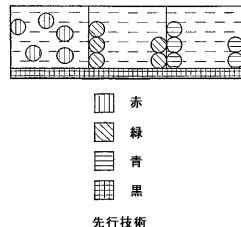
【図2 A】



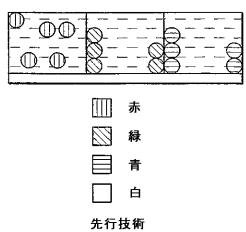
【図2 B】



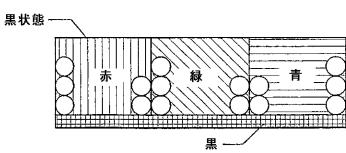
【図2 C】



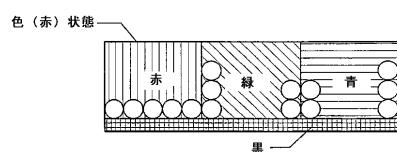
【図2 D】



【図4 B】



【図4 C】



【図3】

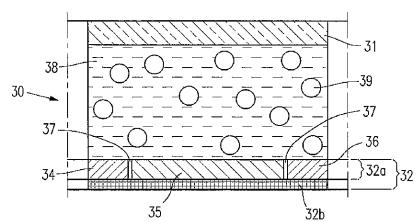
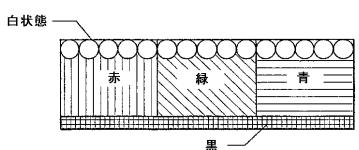
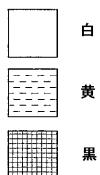
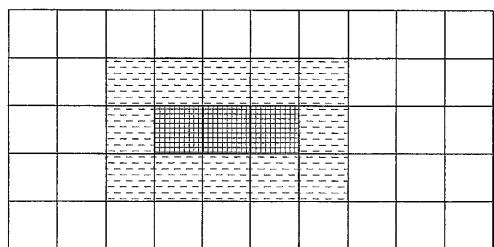


FIG. 3

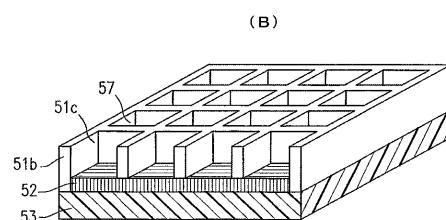
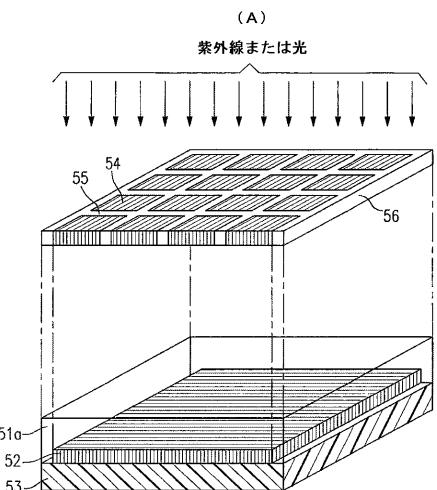
【図4 A】



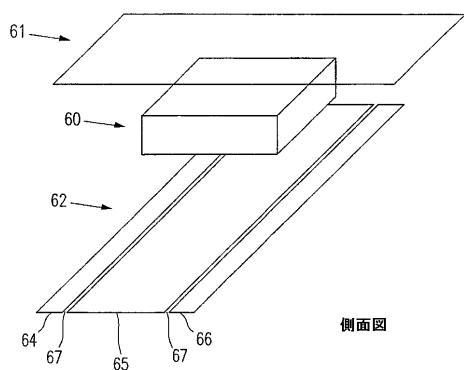
【図 4 D】



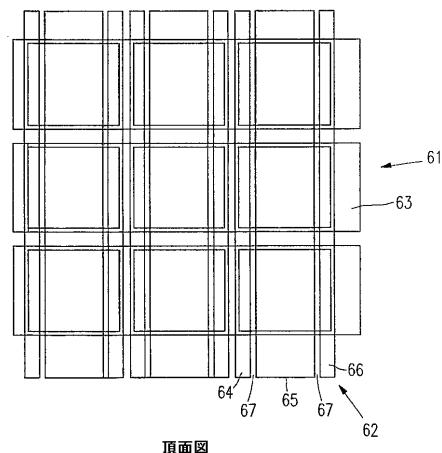
【図 5】



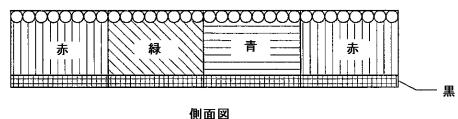
【図 6 A】



【図 6 B】



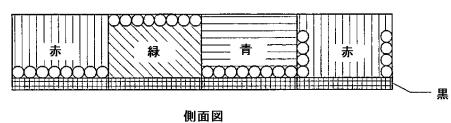
【図 7 A】



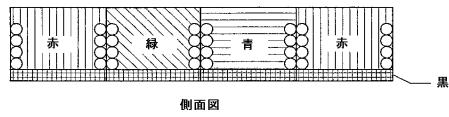
【図 7 B】



【図 9 A】



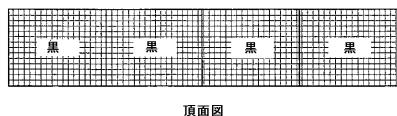
【図 8 A】



【図 9 B】



【図 8 B】



【図 10 A】

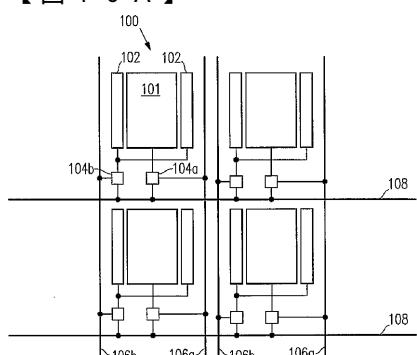
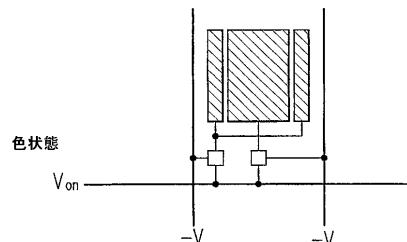
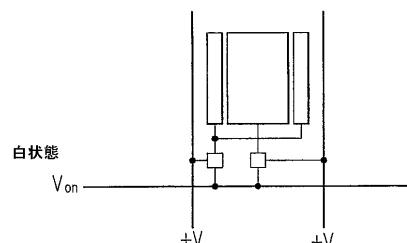


FIG. 10A

【図 10 C】



【図 10 D】



【図 10 B】

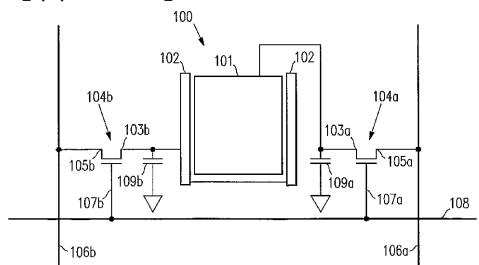
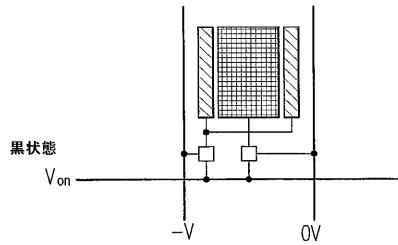
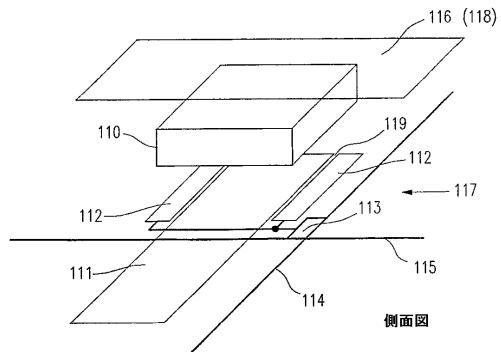


FIG. 10B

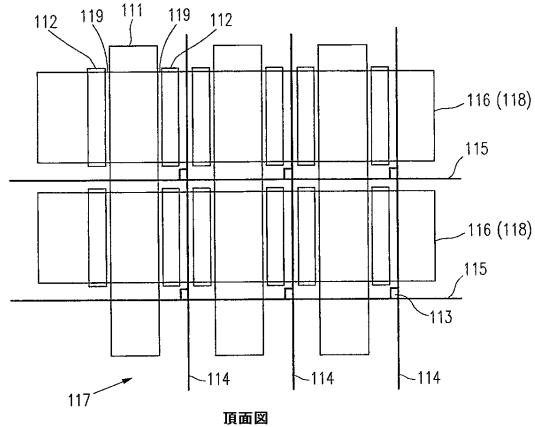
【図 10 E】



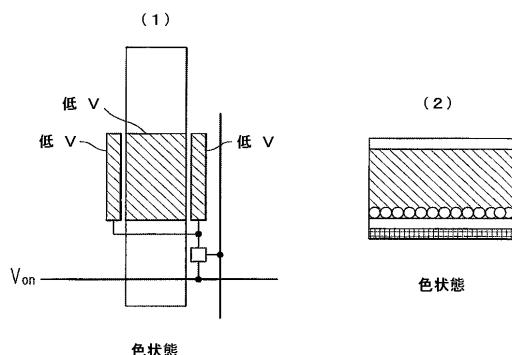
【図 11 B】



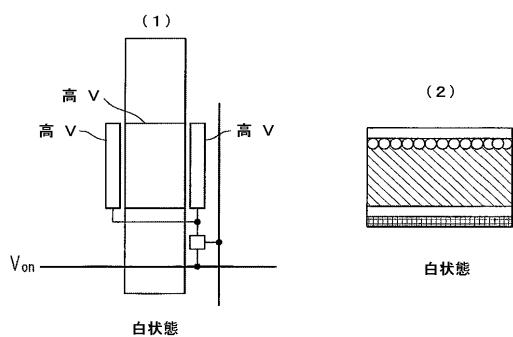
【図 11 A】



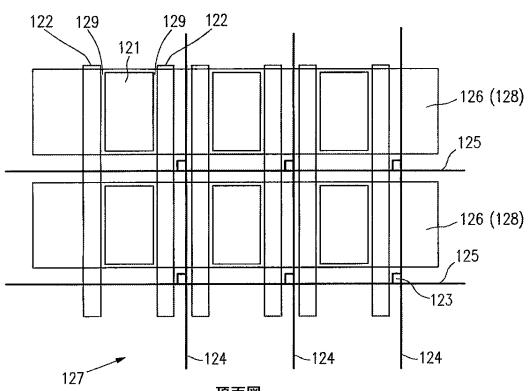
【図 11 C】



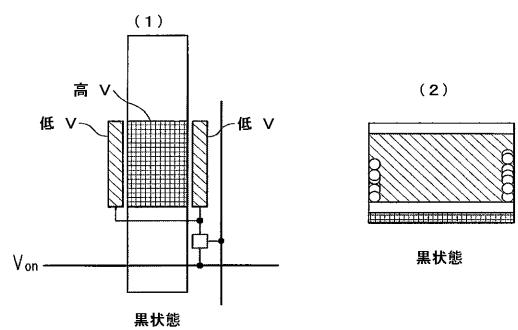
【図 11 D】



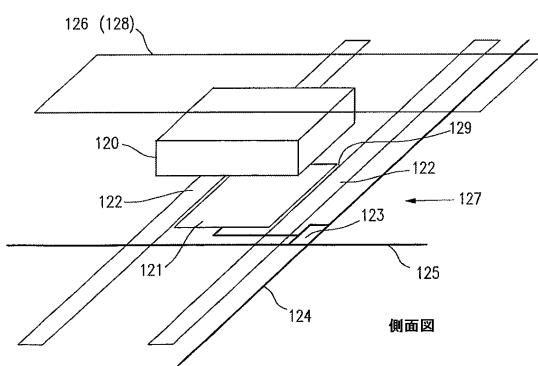
【図 12 A】



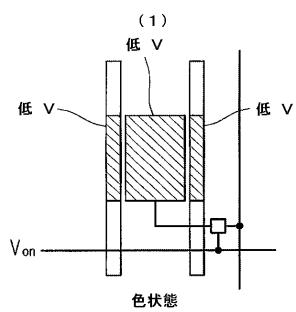
【図 11 E】



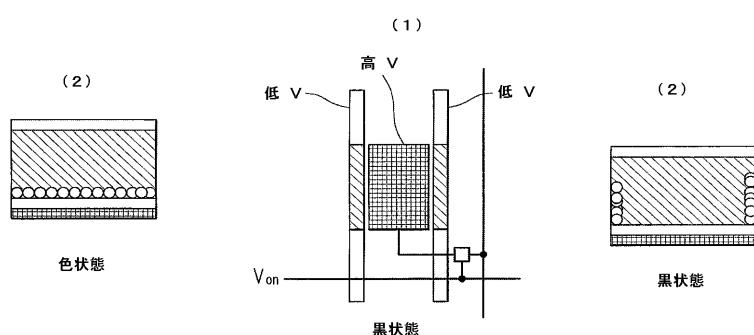
【図 12 B】



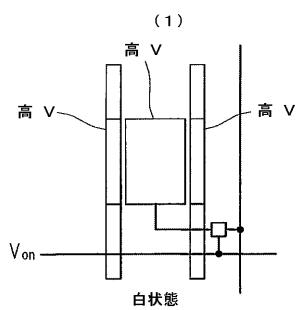
【図 1 2 C】



【図 1 2 E】



【図 1 2 D】



フロントページの続き

(72)発明者 ロン・チャン・リアン

アメリカ合衆国95014カリフォルニア州クペルティノ、パシフィカ・ドライブ20142番

(72)発明者 ジェリー・チュン

アメリカ合衆国94040カリフォルニア州マウンテン・ビュー、モンテレナ・コート100番

(72)発明者 ディビッド・チェン

アメリカ合衆国90621カリフォルニア州ブエナ・パーク、リッジリー・アベニュー8312番

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 国際公開第99/053373(WO,A1)

特開2001-356373(JP,A)

国際公開第00/077570(WO,A1)

特表2002-511607(JP,A)

特表2003-502695(JP,A)

国際公開第00/077571(WO,A1)

特許第4093958(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/167

G09F 9/37