

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4878146号
(P4878146)

(45) 発行日 平成24年2月15日 (2012. 2. 15)

(24) 登録日 平成23年12月9日 (2011. 12. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G O 9 G 3 / 3 4 (2 0 0 6 . 0 1) G O 9 G 3 / 3 4 C

G O 9 G 3 / 2 0 (2 0 0 6 . 0 1) G O 9 G 3 / 2 0 6 4 1 S

G O 2 F 1 / 1 6 7 (2 0 0 6 . 0 1) G O 2 F 1 / 1 6 7

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-317771 (P2005-317771)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年10月31日 (2005. 10. 31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-127676 (P2007-127676A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年5月24日 (2007. 5. 24)	(74) 代理人	100082337
審査請求日	平成20年10月30日 (2008. 10. 30)		弁理士 近島 一夫
		(74) 代理人	100089510
			弁理士 田北 高晴
		(72) 発明者	松田 陽次郎
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		審査官	山崎 仁之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子移動型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示セルごとの表示面に配置された表示電極と、前記表示面を囲んで配置された隔壁と、前記隔壁の内側空間に充填された帯電粒子と、前記表示電極との間で前記帯電粒子を移動させる黒色電極と、を備え、前記表示電極と前記黒色電極との間に電界が形成されて前記帯電粒子が移動することにより、前記表示セルに、前記帯電粒子が前記表示電極を部分的に覆う中間階調を含む表示状態が書き込まれる粒子移動型表示装置であって、

前記表示セルの前記表示面に対して面状に対向配置させた面状電極をさらに備え、
前記表示セルに表示状態が書き込まれた後、前記表示電極と前記黒色電極の電位がともに 0 V となる期間に、前記面状電極に対して、間欠的に、前記帯電粒子の帯電と同極性の電位が与えられることを特徴とする粒子移動型表示装置。

【請求項 2】

前記黒色電極が複数の表示セルに共通の電極であることを特徴とする請求項 1 に記載の粒子移動型表示装置。

【請求項 3】

前記面状電極が全ての表示セルに共通の電極であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の粒子移動型表示装置。

【請求項 4】

前記黒色電極が、前記隔壁の起立面に配置された隔壁電極であることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の粒子移動型表示装置。

【請求項 5】

前記帯電粒子が正極性に帯電している場合には、前記表示電極と前記黒色電極とに、前記面状電極の電位を越えない範囲の電位が与えられて前記電界が形成され、前記帯電粒子が負極性に帯電している場合には、前記表示電極と前記黒色電極とに、前記面状電極の電位を下回らない範囲の電位が与えられて前記電界が形成されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の粒子移動型表示装置。

【請求項 6】

前記面状電極に対して間欠的に前記電位が与えられる時間の間隔が、前記表示セルに表示状態が書き込まれてからの時間経過とともに長くなることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の粒子移動型表示装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示面の帯電粒子による被覆状態を異ならせて表示セルごとの階調を表示する粒子移動型表示装置、詳しくは、表示セルに表示させた階調を長時間保持させる駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタル技術の目覚ましい進歩により、個人が扱うことのできる情報量は飛躍的に増大している。これに伴い、情報の出力手段としてのディスプレイの開発が盛んにおこなわれており、高精細、低消費電力、軽量、薄型、等のユーザビリティの高いディスプレイへと技術革新が続いている。特に、近年では、印刷物と同等の表示品位をもつ“読み易い”高精細なディスプレイが待望されており、これは、電子ペーパー、電子ブック等の次世代の商品に欠かせない技術である。そのようなディスプレイの候補として、表示面の帯電粒子による被覆状態を異ならせて表示セルごとの階調を表示する粒子移動型表示装置がある。

20

【0003】

特許文献 1 には、Paul F. Evans 等により提案された粒子移動型表示装置の一種である電気泳動表示装置が示される。この装置は、一对の基板間に着色帯電粒子と着色剤を混入した分散液体とを挟み込んで構成され、帯電粒子と分散液体との対比色によって画像を形成する。電気泳動表示装置は、画像表示装置として一般的な液晶表示装置とは異なり、電圧の印加を停止（電界を解除）しても帯電粒子が表示面に居座って表示階調が保持される。しかし、実際には、時間経過に伴って帯電粒子が次第に熱拡散して階調表示が崩れてしまう。

30

【0004】

そこで、特許文献 2、3 に示される電気泳動表示装置では、一定周期ごとに、階調書き込み用の一对の電極を用いて表示セルの空間に電界を形成することにより、階調表示をリフレッシュしている。

【0005】

【特許文献 1】米国特許第 3 6 1 2 7 5 8 号公報

【特許文献 2】特開平 3 - 2 1 3 8 2 7 号公報

40

【特許文献 3】特開 2 0 0 2 - 1 1 6 7 3 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 2 に示される電気泳動表示装置では、階調書き込み用の一对の電極に対して、一定周期ごとに、階調書き込み時と同じ極性の電圧信号を印加することにより、熱拡散した帯電粒子を電極面に引き戻す。しかし、この方法では、一对の電極の一方にのみ帯電粒子を位置させた白黒二階調の表示の保持は可能であるが、一对の電極の中間に帯電粒子を位置させた中間階調を保持することはできない。何故なら、電圧信号が印加されるごとに、階調を変化させるような帯電粒子の移動が発生してしまうからである。

50

【 0 0 0 7 】

特許文献 3 に示される電気泳動表示装置では、一定周期ごとに、階調書き込み用の一対の電極を用いて、階調表示のリセットと階調の再書き込みとを行う。しかし、この方法では、再書き込みの一定周期ごとに画像表示が一度途絶えたり、表示画面上にリセットに伴う走査線が表示されたりするので、一般的なディスプレイとしては使いづらい。また、画面全体で画素表示をリセットして再書き込みを行う時間の間、画像が新たな画像信号（ソース出力）に追従できないし、再書き込みごとに膨大な数の薄膜トランジスタ（TFT）の駆動に伴う少くない電力消費が発生する。

【 0 0 0 8 】

本発明は、画像表示が書き込み時のままに長期間維持されて、ソースの画像信号に対して途切れることなく画像表示が追従でき、リセット、再書き込みに比較すれば階調保持に要する時間も電力消費もごくわずかで済む粒子移動型表示装置を提供することを目的としている。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の粒子移動型表示装置は、表示セルごとの表示面に配置された表示電極と、前記表示面を囲んで配置された隔壁と、前記隔壁の内側空間に充填された帯電粒子と、前記表示電極との間で前記帯電粒子を移動させる黒色電極と、を備え、前記表示電極と前記黒色電極との間に電界が形成されて前記帯電粒子が移動することにより、前記表示セルに、前記帯電粒子が前記表示電極を部分的に覆う中間階調を含む表示状態が書き込まれる粒子移動型表示装置である。そして、前記表示セルの前記表示面に対して面状に対向配置させた面状電極をさらに備え、前記表示セルに表示状態が書き込まれた後、前記表示電極と前記黒色電極の電位がともに 0 V となる期間に、前記面状電極に対して、間欠的に、前記帯電粒子の帯電と同極性の電位が与えられることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明の粒子移動型表示装置では、表示面に対向させた面状電極部材に、帯電粒子と同極性の電圧信号を印加して、面状電極部材と表示面との間に帯電粒子を表示面へ垂直に向かわせる電界を形成する。この電界は、帯電粒子を表示面に沿った方向（表示階調を変化させる方向）に移動させることなく、帯電粒子を表示面に押し戻して表示面に押し付ける。従って、書き込みや面状電極部材による前回の電圧印加後における熱拡散移動量がリセットされて、帯電粒子が書き込み直後の状態に復帰する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

以下、それぞれ本発明の一実施形態である電気泳動表示装置 100 ~ 300 について、図面を参照しながら詳細に説明する。電気泳動表示装置 100 ~ 300 は、白色の反射面と黒色の帯電粒子とを用いて、画素ごとの表示セルで白、黒、中間階調の表示を行うモノクロ画像表示装置である。しかし、別の色の帯電粒子を用いてカラー画像の表示を行わせてもよく、隣接する 3 つの表示セルにそれぞれ R、G、B のカラーフィルタを配置して、1 つの画素のフルカラー表示を行わせてもよい。

40

【 0 0 1 2 】

電気泳動表示装置 100 ~ 300 は、バックライトを持たない反射型であるが、本発明は、後方基板 1 に隣接させてバックライトを設けた透過型装置や半透過型装置として実施してもよい。

【 0 0 1 3 】

電気泳動表示装置 100 ~ 300 は、画素ごとに形成したスイッチング素子を、格子状に配列した多数の書き込み信号線と多数の走査信号線とによりダイナミック制御するアクティブマトリクス型であるが、本発明は、アクティブマトリクス型以外の画素駆動方式を採用してもよい。

【 0 0 1 4 】

50

電気泳動表示装置 100 ~ 300 は、無数の画素を格子状に配列した画像表示装置であるが、図 1 等では、1 つの表示セルにより代表して図示している。また、特許文献 1 ~ 3 に示される電気泳動表示装置の一般的な構造、一般的な製造方法、表面処理等については、本発明の趣旨と隔たりがあるので、煩雑を避けるべく、一部図示を省略して詳細な説明も省略する。

【0015】

本発明の粒子移動型表示装置は、一对の基板間に、帯電粒子が介在する場合と、絶縁性液体に分散した帯電粒子が介在する場合との両方で実施可能であるが、これらの実施形態の本質は同じものであることから、以下では後者の電気泳動表示装置の代表的な実施の形態について説明する。

10

【0016】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は第 1 実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの断面構成の説明図、図 2 は表示セルを駆動する回路構成の説明図、図 3 は表示セルの駆動のタイムチャート、図 4 は表示セルの階調表示の説明図、図 5 は階調表示の保持動作の説明図、図 6 は比較例の制御における表示セルの駆動のタイムチャート、図 7 は変形例の制御における表示セルの駆動のタイムチャートである。図 4 中、(a) は白表示、(b) は中間階調表示、(c) は黒表示である。図 5 中、(a) は保持制御前の状態、(b) は保持制御中の状態である。

【0017】

第 1 実施形態の電気泳動表示装置 100 の表示セル 10 は、駆動回路を配置した後方基板 1 と透明な前方基板 2 との間隙を一定に保持しつつ、表示セル 10 ごとの移動空間 10S を仕切る隔壁 3 が配置されている。移動空間 10S には、プラス帯電した黒色粒子の帯電粒子 5 を分散させた分散液体 4 が封入されている。

20

【0018】

後方基板 1 には、黒色に着色された黒色電極 7 と、白色に着色された表示電極 6 とが配置され、表示電極 6 は、黒色電極 7 に比べて面積が大きく形成されている。表示電極 6 および黒色電極 7 は、表示面を形成する透明な絶縁層 1a によって覆われている。

【0019】

観察側の前方基板 2 の移動空間 10S 側には、前方基板 2 の全体を覆って、実質的に透明な面状電極 8 が、絶縁層 1a に対向して配置されている。面状電極 8 の表面には、分散液体 4 や帯電粒子 5 に対する電気化学的な影響を避けるための絶縁層 8a が形成されている。

30

【0020】

表示セル 10 は、前方基板 2 を通して見通される絶縁層 1a の帯電粒子 5 による被覆状態を異ならせて、白、黒、中間階調（灰色）を表示する。すなわち、図 4 の (a) に示すように、黒色の黒色電極 7 に帯電粒子 5 を集めると、白色の表示電極 6 が露出し、前方基板 2 側の観察者からは主に表示電極 6 の色が観察されるため白表示となる。そして、図 4 の (c) に示すように、白色の表示電極 6 に帯電粒子 5 を集めると、白色の表示電極 6 が帯電粒子 5 で覆い隠され、前方基板 2 側の観察者からは主に帯電粒子 5 の色が観察されるため黒表示となる。また、図 4 の (b) に示されるように、白色の表示電極 6 を部分的に帯電粒子 5 で覆い隠した状態で、中間階調（灰色）を表示する。

40

【0021】

図 2 に示すように、表示基板 1 上には多数の走査信号線 47 と多数の書き込み信号線 48 とが立体交差して配置されている。多数の走査信号線 47 には、走査信号発生回路（ドライバ）41 を通じて、順番に走査信号が入力される。多数の書き込み信号線 48 には、書き込み電圧信号発生回路（ドライバ）42 を通じて、順番に書き込み電圧信号が入力される。

【0022】

走査信号線 47 と書き込み信号線 48 との交点に対応させて表示セル 10 ごとのスイッチング素子（薄膜トランジスタ素子：TFT）46 と補助容量 50 とが配置されている。

50

スイッチング素子 46 は、ソース電極が書き込み信号線 48、ドレイン電極が表示電極 6、ゲート電極が走査信号線 47 にそれぞれ接続されている。従って、書き込み信号線 48 に書き込み電圧を印加しつつ走査信号線 47 に走査信号を入力すれば、表示セル 10 ごとの表示電極 6 に個別の書き込み電圧を印加して、個別の階調を書き込むことができる。

【0023】

黒色電極 7 は、表示基板 1 上の多数の表示セル 10 で共通に接続され、接地電位 V_{com} に接続されている。面状電極 8 は、表示基板 1 上のすべての表示セル 10 に対して共通で、押さえ付け電圧発生回路を兼ねた書き込み電圧信号発生回路（ドライバ）42 によって、押さえ付け電圧を入力される。

【0024】

メモリ性を有する電気泳動表示装置 100 では、図 3 に示すように、帯電粒子 5 を移動させて表示セル 10 ごとに階調を書き込む書き込み動作期間 T_w と、帯電粒子 5 の位置を保持している保持動作期間 T_h とを繰り返す。

【0025】

書き込み動作期間 T_w では、まず、表示電極 6 に正の書き込み電圧信号を印加して、図 4 の (a) に示すように、帯電粒子 5 を一度黒色電極 7 に集める白リセットを行う。そして、白リセット後に、表示する濃度階調に応じた負の電圧の書き込み電圧信号を表示電極 6 に印加して、図 4 の (b) に示すように、帯電粒子 5 で表示電極 6 を所望の割合だけ覆った階調を書き込む。

【0026】

図 3 に示すように、白リセットでは、「黒色電極 7 の電圧 < 表示電極 6 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を印加することで、プラス帯電した帯電粒子 5 を黒色電極 7 面に移動させる。また、階調の書き込みでは、「表示電極 6 の電圧 < 黒色電極 7 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を印加することで、プラス帯電した帯電粒子 5 を必要な割合だけ表示電極 6 面に移動させる。

【0027】

なお、図 4 の (b) に示すように、中間階調を表示する場合は、表示電極 6 に印加する電圧の大きさ以外に、印加時間やパルス数、これらの組み合わせを変えることによって表示電極 6 の帯電粒子 5 による被覆率を制御できる。書き込み電圧信号の印加後は、各電極に直接 0 V を印加するか、帯電粒子 5 の舞い上がりを抑制するために徐々に電圧を減衰させて 0 V を印加する。

【0028】

そして、書き込み動作期間 T_w に続く保持動作期間 T_h では、表示電極 6、黒色電極 7、および面状電極 8 に 0 V を印加して、次の書き込み動作期間 T_w が来るまで階調を保持する。しかし、書き込み電圧信号発生回路 42（図 2）は、図 3 に示すように、書き込み動作の直後から期間 T_r が経過するごとに、帯電粒子 5 と同極性の押さえ付け電圧を面状電極 8 に印加する。期間 T_r は、熱拡散によって帯電粒子 5 の位置が動いてしまう期間より短く設定されている。

【0029】

これにより、図 5 の (a) に示すように、期間 T_r に熱拡散し始めた帯電粒子 5 が、図 5 の (b) に示すように、絶縁層 1a（表示面）に押し戻されて押し付けられる。このため、絶縁層 1a 上で帯電粒子 5 の位置（表示電極 6 の帯電粒子 5 による被覆率）を動かすことなく、帯電粒子 5 の拡散を防ぐことができる。帯電粒子 5 の位置が動かないことから、面状電極 8 を用いた保持動作がユーザーに視認されることはない。

【0030】

第 1 実施形態における面状電極 8 の駆動方法の本質は、面状電極 8 に押さえ付け電圧を印加して帯電粒子 5 を表示電極 6 および黒色電極 7 上に押し戻すことで、表示セル 10 の表示階調の長期保持をアシストすることにある。これは、図 10 に示すような、上下の書き込み電極 7E、6E 間で帯電粒子 5 の位置を制御する従来の構成と駆動方法では困難である。これに対して、第 1 実施形態の電気泳動表示装置 100 によれば、ユーザーに書き

10

20

30

40

50

換えを感じさせることなく、中間階調を含めた階調表示の保持を長時間にわたり実現できる。また、TFT駆動回路を介さずに、コモン電極である面状電極8に押さえ付け電圧を一括印加するため、消費電力を最小限にとどめることができる。

【0031】

第1実施形態では、表示電極6、黒色電極7、および面状電極8の電位関係によって、帯電粒子5を表示電極6および黒色電極7上に貼り付けることで、中間階調を含めた表示をおこなう。よって、面状電極8に押さえ付け電圧を印加することで階調表示を含めた表示保持をアシストできる。このような構成であれば、本発明の粒子移動型表示装置は、図1～図5に示した構成に限定されるものではない。

【0032】

なお、図3に示す面状電極8の駆動では、同じ長さの期間 T_r ごとに、押さえ付け電圧が印加されるが、特にこれに限定されるものではない。例えば、図6に示すように、徐々に期間 T_r が長くなるように設定されてもよい。これは、書き込み動作(T_w)直後では、帯電粒子5が拡散してしまう間隔が早く、以後、押さえ付け電圧を印加するごとにこの間隔が長くなるような場合に適用される。これは、分散液体4の界面における残留DCによる反電場の影響が書き込み動作(T_w)直後で大きいことが1つの要因である。また、繰り返しの押さえ付けによって帯電粒子5の堆積状態が安定化されて分子間引力が働き易くなることも1つの要因である。面状電極8に印加される電圧の大きさについても特に限定されるものではなく、期間 T_r 毎に同一の電圧が印加される場合や、異なる電圧が印加される場合など、帯電粒子5が拡散してしまう特性にあわせて設定すればよい。

【0033】

< 比較例の制御 >

図1、図2に示す第1実施形態の構成を用いて、図7に示すような面状電極8の駆動を行った場合を比較例として検討する。メモリ性を有する電気泳動表示装置100では、帯電粒子5を移動させる書き込み動作期間 T_w と、帯電粒子5の位置を保持している保持動作期間 T_h を繰り返す。書き込み動作期間 T_w において、帯電粒子5を表示電極6または黒色電極7上に移動させる書き込み動作をおこなう。

【0034】

「黒色電極7の電圧<表示電極6の電圧 面状電極8の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加することで、プラス帯電した帯電粒子5を黒色電極7面に移動させると、図4の(a)に示すように、前方基板2側の観察者からは主に表示電極6の色が観察されるため、表示セル10は白表示を行う。また、「表示電極6の電圧<黒色電極7の電圧 面状電極8の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加することで、プラス帯電した泳動粒子5を表示電極6面に必要量だけ移動させることができる。これらの制御については上述したとおりである。

【0035】

次に、書き込み動作期間 T_w に続く保持動作期間 T_h においては、表示電極6、黒色電極7、および面状電極8に0Vを印加する保持動作がおこなわれ、表示電極6または黒色電極7上に貼り付いた帯電粒子5の位置が保持される。

【0036】

ところで、第1実施形態の電気泳動表示装置100では、帯電粒子5と液晶セル10の内壁面との間に貼り付く力を持たせることでメモリ性を持たせている。しかし、実際には図5の(a)に示すように、長時間の表示保持においては帯電粒子5が熱拡散してしまうために、表示階調が崩れてしまう場合がある。

【0037】

< 第2実施形態 >

図8は第2実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図、図9は階調表示の保持動作の説明図である。図8中、(a)は白表示、(b)は中間階調表示、(c)は黒表示である。図9中、(a)は保持制御前の状態、(b)は保持制御中の状態である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

第2実施形態の電気泳動表示装置200は、1つの表示セル10で1つの画素を表示するモノクロ画像表示装置であって、黒色電極17が隔壁3の表面に配置される以外、概略、図1～図7を用いて説明した第1実施形態の電気泳動表示装置100と同様に構成され、同様に駆動制御される。従って、図8中、図1、図4と共通な構成部材については、共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 9 】

図8の(a)に示すように、第2実施形態の電気泳動表示装置200は、後方基板1の上に多数の表示セル10を格子状に配列しており、1つの表示セル10は、表示される画素のサイズが $75\mu\text{m} \times 75\mu\text{m}$ で、平面形状が正方形である。

10

【 0 0 4 0 】

後方基板1としてガラス基板を使用し、後方基板1の上には、不図示のスイッチング素子(薄膜トランジスタ素子: TFT)や、その他の駆動に必要な配線やドライバ集積回路(IC)が配置されている。

【 0 0 4 1 】

次に、このように電子回路を形成した後方基板1の上に、微細な表面凹凸形状を有する反射面(表示電極16)が形成される。まず、後方基板1に感光性樹脂を塗布した後に紫外線露光および現像を行うことで、微細な表面凹凸形状を形成する。この表面凹凸形状の上にアルミニウム薄膜を積層して、表示セル10ごとの輪郭にパターニングすることにより表示電極16が形成される。表示電極16は、不図示のコンタクトホールを通じて、第1実施形態における表示電極6と同様に、図2に示すスイッチング素子46のドレイン電極に接続されている。

20

【 0 0 4 2 】

表示電極16は、微細な表面凹凸形状の上に形成されているので、反射光を散乱させて高品質な反射照明を行う反射電極として機能する。そして、表面凹凸形状の高さやピッチを制御することで、視野角を拡大させるとともに外光を効率良く反射できる。表示電極16の上には絶縁層1aを形成して平坦な表示面を形成する。

【 0 0 4 3 】

なお、隣接する3つの表示セル10にRGBのカラーフィルタ層を配置して1つの画素のフルカラー表示を行う場合、絶縁層1aを、カラーレジスト材料を用いたRGBのカラーフィルタ層として形成することができる。

30

【 0 0 4 4 】

次に、平坦化された絶縁層1aの上に感光性樹脂を $18\mu\text{m}$ 積層して、格子パターンを露光硬化させ、未露光部分を現像除去することにより、高さ $18\mu\text{m}$ 、幅 $5\mu\text{m}$ の隔壁3を形成する。

【 0 0 4 5 】

そして、隔壁3を形成した表示基板1の全面にチタン薄膜層をスパッタリング形成した後に、隔壁3の表面部分を残してパターニング除去することにより、隔壁電極17を形成する。隔壁電極17は、表面処理によって黒色に着色され、塩基性の絶縁層17aによって被覆されている。隔壁電極17は、表示基板1上のすべての表示セル10に共通な共通電極として一体に形成される。

40

【 0 0 4 6 】

次に、各表示セル10の移動空間10Sに帯電粒子5を分散させた分散液体4を充填する。帯電粒子5には粒径 $1\sim 2\mu\text{m}$ 程度のカーボンブラックを含有したポリスチレン-ポリメチルメタクリレート共重合体樹脂を使用する。分散液体4にはイソパラフィン(商品名: アイソパー、エイクソン社製)を用いる。また、荷電制御剤としてコハク酸イミド(商品名: OLOA1200、シェブロン社製)を含有させることで、帯電粒子5をプラス帯電とする。

【 0 0 4 7 】

次に、前方基板2として、ポリカーボネート基板を用意し、前方基板2のシート全面に

50

インジウム - スズ酸化物 (ITO) で透明な面状電極 8 を形成する。面状電極 8 は、隔壁電極 17 とは独立した全画素に共通なコモン電極として一体に形成され、表面に絶縁層 8a が形成される。

【0048】

最後に、面状電極 8 を形成した前方基板 2 を、帯電粒子 5 が充填された後方基板 1 の上に重ねて配置して周囲を密封した後に、後方基板 1 上の配線を不図示のドライバ集積回路に接続して、第 2 実施形態の電気泳動表示装置 200 が完成される。

【0049】

次に、図 3 を用いて駆動方法について説明する。電気泳動表示装置 200 には表示メモリ性があり、表示状態を書き換える書き込み動作期間 T_w と表示状態を保持する保持動作期間 T_h とを繰り返す。保持動作期間 T_h は、前の画像が書き込まれてから次の画像に書き直されるまでの期間で、ユーザーの使用環境により変化する。

【0050】

書き込み動作期間 T_w においては、コモン電極である隔壁電極 17 には 0 V、面状電極 8 には +15 V の一定電圧が印加されており、スイッチング素子 46 (図 2) で制御される表示電極 16 によって、各表示セル 10 (画素) の書き込み動作がおこなわれる。例えば、白書き込みを行う表示セル 10 の表示電極 16 には、図 8 の (a) に示すように、+10 V が印加され、黒書き込みを行う表示セル 10 の表示電極 16 には、図 8 の (c) に示すように、-10 V が印加される。また、中間階調の表示を行う表示セル 10 の表示電極 16 には、図 8 の (b) に示すように、白リセット後、-10 V ~ +10 V の表示階調に応じた電圧が印加される。書き込み動作の後、保持動作として全ての電極に 0 V が印加される。

【0051】

つまり、第 1 実施形態における駆動制御と同様に、「隔壁電極 17 の電圧 < 表示電極 16 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加することで、正極性に帯電した帯電粒子 5 を隔壁電極 17 の表面に移動させることにより、表示電極 16 を見通させる白表示となる。また、「表示電極 16 の電圧 < 隔壁電極 17 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加することにより、帯電粒子 5 によって表示電極 16 を覆い隠した黒表示となる。

【0052】

なお、帯電粒子 5 を負極性に帯電させている場合には、「隔壁電極 17 の電圧 > 表示電極 16 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加して、帯電粒子 5 を隔壁電極 17 に移動させることにより、表示電極 16 を見通させる白表示を得る。また、「表示電極 16 の電圧 > 隔壁電極 17 の電圧 面状電極 8 の電圧」の関係を満たす電圧を各電極に印加して帯電粒子 5 を表示電極 16 に移動させることにより、帯電粒子 5 によって表示電極 16 を覆い隠した黒表示を得る。

【0053】

第 2 実施形態では、長期の表示保持を実現するため、書き込み動作の直後から期間 T_r (600 sec) が経過するごとに、図 9 の (b) に示すように、DC + 5 V (1 sec) の押さえ付け電圧をコモン電極である面状電極 8 に印加する。期間 T_r は、図 9 の (a) に示すように、熱拡散によって帯電粒子 5 の位置が動いて光学的変化が生じてしまう期間を予め実験により求めることで設定した。実験の結果、この期間が約 620 sec であったため、期間 T_r を 600 sec に設定した。

【0054】

図 9 の (b) に示すように、隔壁電極 17 および表示電極 16 を 0 V に保持した状態で、面状電極 8 に帯電粒子 5 と同極性の電圧を印加することで、帯電粒子 5 を表示電極 16 および隔壁電極 17 上に押さえ付けることができる。このため、帯電粒子 5 の位置を動かすことなく拡散を防ぐことができるため、ユーザーに書き換えを感じさせることなく、中間階調を含めた画素表示の保持を長時間にわたり実現できる。また、スイッチング素子 46 を用いる TFT 駆動回路を介して駆動をおこなうわけではなく、コモン電極である面状

10

20

30

40

50

電極 8 に押さえ付け電圧を一括で印加するだけでよく、電力消費を最小限にとどめることができる。

【 0 0 5 5 】

< 第 3 実施形態 >

図 10 は第 3 実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図である。図 10 中、(a) は白表示、(b) は中間階調表示、(c) は黒表示である。

【 0 0 5 6 】

第 3 実施形態の電気泳動表示装置 300 は、隔壁電極 27 が隔壁 3 の根元に配置される以外は、第 2 実施形態の電気泳動表示装置 200 と同様に構成されて、同様に駆動制御される。従って、図 10 中、図 8 と共通な構成部材については、共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

図 10 の (a) に示すように、第 3 実施形態の電気泳動表示装置 300 は、不図示のスイッチング素子等を配置した後方基板 1 の上に多数の表示セル 10 を格子状に配列しており、表示セル 10 ごとに階調を書き込んでモノクロ画像を表示する。

【 0 0 5 8 】

後方基板 1 の上には、微細な表面凹凸形状を有する反射面を兼ねた表示セル 10 ごとの表示電極 16 が配置され、透明な絶縁層 1a によって平坦化されている。表示電極 16 は、不図示のコンタクトホールを通じて、第 1 実施形態における表示電極 6 と同様に、図 2 に示すスイッチング素子 46 のドレイン電極に接続されている。

【 0 0 5 9 】

平坦化された絶縁層 1a の上には、隔壁電極 27 が配置され、隔壁電極 27 上に導電性材料を用いた隔壁 3 が配置されている。隔壁電極 27 は、絶縁層 1a の全面にチタン薄膜層をスパッタリング形成して、導電性のフィラーを混合した感光性樹脂層を積層し、感光性樹脂層をパターンニングして隔壁 3 を形成した後に、格子状の隔壁 3 をマスクパターンとしてチタン薄膜層を選択エッチングすることにより形成されている。隔壁電極 17 を通じて導電性の隔壁 3 の表面が、図 2 に示す黒色電極 7 と同様に、表示基板 1 上のすべての表示セル 10 に共通なコモン電極となっている。

【 0 0 6 0 】

隔壁 3 によって仕切られた表示セル 10 の移動空間 10S には、正極性に帯電させた帯電粒子 5 を分散させた分散液体 4 が充填されている。分散液体 4 が充填された隔壁 3 の上には、面状電極 8 を形成した透明な前方基板 2 を重ねて周囲を封止してある。後方基板 1 上の配線は、図 2 に示すように、走査信号発生回路 41 および書き込み信号発生回路 (押さえ付け電圧発生回路) 42 に接続されている。

【 0 0 6 1 】

次に、図 10 を用いて第 3 実施形態の電気泳動表示装置 300 の駆動方法について説明する。電気泳動表示装置 300 には表示メモリ性があり、図 6 に示すように、表示状態を書き換える書き込み動作期間 T_w と表示状態を保持する保持動作期間 T_h とを繰り返す。

【 0 0 6 2 】

書き込み動作期間 T_w において、コモン電極である隔壁 3 に 0 V、面状電極 8 には + 15 V の一定電圧が印加されており、図 2 に示すスイッチング素子 46 で制御される表示電極 16 によって表示セル 10 ごとの書き込み動作がおこなわれる。例えば、白書き込みを行う画素の表示電極 16 には、図 10 の (a) に示すように + 10 V が印加され、黒書き込みを行う画素の表示電極 16 には、図 10 の (c) に示すように、- 10 V が印加される。また、階調表示をおこなう画素の表示電極 16 には、階調濃度に応じた - 10 V ~ + 10 V の電圧が印加される。書き込み動作の後、保持動作として全ての電極に 0 V が印加される。

【 0 0 6 3 】

そして、第 2 実施形態では、長期の表示保持を実現するため、図 6 に示すように、書き込み動作の直後から、期間 T_{r1} 、 T_{r2} 、 T_{r3} ・・・ T_{rn-1} 、 T_{rn} の間隔で、

10

20

30

40

50

DC + 10 V (500 msec) の押さえ付け電圧をコモン電極である面状電極 8 に印加する。期間 $Tr1$ 、 $Tr2$ 、 $Tr3 \cdots Trn - 1$ 、 Trn は、拡散によって帯電粒子 5 の位置が動いて光学的変化が生じてしまう期間を予め実験により求めることで設定した。

【0064】

実験の結果、書き込み動作直後では、帯電粒子 5 が拡散してしまう間隔が早く、以後押さえ付け電圧を印加するごとに、この間隔が長くなった。このため、期間 $Tr1$ 、 $Tr2$ 、 $Tr3 \cdots Trn - 1$ 、 Trn を、それぞれ 5 sec、10 sec、30 sec \cdots 600 sec、600 sec と設定した。ここで、 $Tr13$ 以降はすべて 600 sec に設定した。

10

【0065】

第3実施形態の電気泳動表示装置 300 では、面状電極 8 に帯電粒子 5 と同極性の電圧を印加することで、帯電粒子 5 を表示電極 16 および隔壁 3 表面上に押さえ付けることができる。このため、帯電粒子 5 の位置を動かすことなく拡散を防ぐことができるため、ユーザーに書き換えを感じさせることなく、中間階調を含めた画素表示の保持を長時間にわたり実現できる。また、多数のスイッチング素子 46 を個別に駆動して再書き込みを行うわけではなく、コモン電極である面状電極 8 に押さえ付け電圧を一括で印加するだけでよく、電力の消費を最小限にとどめることができる。

【0066】

< 比較例の電気泳動表示装置 >

20

図 11 は比較例の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図である。図 11 中、(a) は白表示、(b) は中間階調表示、(c) は黒表示である。

【0067】

比較例の電気泳動表示装置 500 は、階調の書き込みを行うためのコモン電極が前方基板 2 に配置される以外は第1実施形態の電気泳動表示装置 100 と同様に構成されている。従って、図 11 中、図 1 と共通する構成部材には共通の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0068】

図 11 の (a) に示すように、特許文献 1 には、観察側の前方基板 2 に透明な面状電極 57 を設けた比較例の電気泳動表示装置 500 が示される。比較例の電気泳動表示装置 500 は、後方基板 1 の上に多数の表示セル 10 を格子状に配列しており、表示セル 10 ごと

30

の表示電極 56 と多数の表示セル 10 に共通なコモン電極である面状電極 57 との間に印加される電圧極性と電圧レベルとによって、表示セル 10 に階調を書き込む。

【0069】

すなわち、図 11 の (a) に示すように、表示電極 56 に正の書き込み電圧を印加して、正極性に帯電した帯電粒子 5 を面状電極 57 に貼り付けた場合は、前方基板 2 を通じて帯電粒子 5 の色が視認される。また、図 11 の (c) に示すように、表示電極 56 に負の書き込み電圧を印加して、泳動粒子 5 を下面の表示電極 56 に貼り付けた場合は、前方基板 2 を通じて分散液体 4 の色が視認される。さらに、図 11 の (a) に示す状態から表示電極 56 に印加する負の書き込み電圧の印加時間を制御して、図 11 の (b) に示すよう

40

に、帯電粒子 5 を面状電極 57 と表示電極 56 との間に浮遊させた場合は、中間階調の表示を行うことができる。また、帯電粒子 5 と分散液体 4 の比重を一致させているので、書き込み動作後に印加電圧を切っても帯電粒子 5 の位置が動かないため、表示セル 10 における表示階調の保持を行うことができる。

【0070】

しかし、実際には、帯電粒子 5 の比重が均一ではないので、時間経過とともに浮き沈みする帯電粒子 5 が発生するし、図 5 に示すように、熱拡散によっても帯電粒子 5 が移動するので、1 日、1 ヶ月、数年といったスパンでの表示階調の保持は不可能である。

【0071】

また、特許文献 2 に示される電気泳動表示装置では、一定周期ごとに表示信号と同極性

50

のリフレッシュ信号を印加する。しかし、この方法では、階調表示を保持することが困難である。図11の(a)、(c)に示すように、帯電粒子5が面状電極57と表示電極56とのいずれかに貼り付いた状態である二値表示であれば、上記リフレッシュ信号により帯電粒子5が面状電極57や表示電極56に押し付けられることで階調表示を保持できる。しかし、図11の(b)に示すような中間階調の表示では、帯電粒子5が面状電極57と表示電極56との間に浮遊した状態であるため、リフレッシュ信号によって帯電粒子5の位置が動いてしまうために表示が崩れてしまう。

【0072】

また、特許文献3に示される電気泳動表示装置では、一定周期ごとに同一画像を再書き込みする。つまり、保持した階調が劣化する前に、リセット動作、書き込み動作および保持動作を再びおこなって表示を書き換える。しかし、この方法では、ユーザーに書き換えを感じさせてしまうためにユーザビリティが落ちてしまう。また、再書き込みをおこなうために、そのつど無数のスイッチング素子46を作動させることとなり、TFT駆動回路が少なくない電力を消費してしまう。

【0073】

< 発明との比較 >

第1実施形態の電気泳動表示装置100は、表示セル10ごとの表示面に配置された表示電極6、黒色電極7と、表示面を囲んで配置された隔壁3と、隔壁3の内側空間に充填された帯電粒子5とを備える。そして、表示セル10の表示面に対して面状に対向配置させた面状電極8と、所定の階調が表示された表示セル10の面状電極8に対して、間欠的に、帯電粒子5の帯電と同極性の電圧信号を印加する書き込み電圧信号発生回路42とを備える。

【0074】

これにより、表示面に対向させた面状電極8に、帯電粒子5と同極性の電圧信号を印加して、面状電極8と表示面との間に帯電粒子5を表示面へ垂直に向かわせる電界を形成する。この電界は、帯電粒子5を表示面に沿った方向(表示階調を変化させる方向)に移動させることなく、帯電粒子5を表示面に押し戻して表示面に押し付ける。従って、書き込みや面状電極8による前回の電圧印加の後の熱拡散移動量がリセットされて、帯電粒子5が書き込み直後の垂直分布状態に復帰する。

【0075】

第1実施形態の電気泳動表示装置100は、表示面に2つの表示電極である表示電極6、黒色電極7が配置されて、一方の黒色電極7が帯電粒子5と同色に着色され、書き込み電圧信号発生回路42は、表示電極6、黒色電極7間に電界を形成して帯電粒子5を移動させることにより、表示面に階調を表示させる。従って、分散液体4よりも比重の大きな帯電粒子5を用いて、表示電極6、黒色電極7間で帯電粒子5のシャッターを移動させるように階調表示を行える。黒色電極は、表示面の輪郭部分を一周させてブラックマトリックスを兼ねることができる。

【0076】

第2実施形態の電気泳動表示装置200は、隔壁3の起立面に配置された隔壁電極17と、表示電極6と隔壁電極17との間に電界を形成して帯電粒子5を移動させることにより、表示面に階調を表示させる書き込み電圧信号発生回路42とを備える。従って、表示面から帯電粒子5を完全退去させて、隔壁3で囲まれた表示面全体で透光を許す明るい表示が可能である。

【0077】

第1実施形態の電気泳動表示装置100は、書き込み電圧信号発生回路42は、帯電粒子5が正極性に帯電している場合には、面状電極8の電位を越えない範囲の電圧を用いて保持用の電界を形成し、帯電粒子5が負極性に帯電している場合には、面状電極8の電位を下回らない範囲の電圧を用いて保持用の電界を形成する。従って、面状電極8に帯電粒子5が集まって階調書き込みを妨げることがない。

【0078】

第 1 実施形態の電気泳動表示装置 1 0 0 は、書き込み電圧信号発生回路 4 2 は、保持用の電圧信号を印加する時間間隔を、階調表示からの時間経過とともに長くする。従って、長期的な電力消費と印加パルス数を減らしつつ、帯電粒子 5 の拡散性向の高い書き込み直後には頻繁な保持動作を繰り返して階調変化を抑制することができる。

【 0 0 7 9 】

第 1 実施形態の電気泳動表示装置 1 0 0 は、表示セル 1 0 ごとの表示面の帯電粒子 5 による被覆状態を異ならせて表示セル 1 0 ごとの階調を表示する。そして、複数の表示セル 1 0 の表示面に対して共通に対向させた面状電極 8 を設け、書き込み電圧信号発生回路 4 2 は、所定の階調が表示された面状電極 8 に対して、間欠的に、帯電粒子 5 の帯電と同極性の電圧信号を印加する。従って、書き込みや面状電極 8 による前回の電圧印加の後の熱拡散移動量がリセットされて、帯電粒子 5 が書き込み直後の垂直分布状態に復帰し、書き込んだ階調が長期間に渡って安定に保持される。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 0 】

【図 1】第 1 実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの断面構成の説明図である。

【図 2】表示セルを駆動する回路構成の説明図である。

【図 3】表示セルの駆動のタイムチャートである。

【図 4】表示セルの階調表示の説明図である。

【図 5】階調表示の保持動作の説明図である。

【図 6】比較例の制御における表示セルの駆動のタイムチャートである。

20

【図 7】変形例の制御における表示セルの駆動のタイムチャートである。

【図 8】第 2 実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図である。

【図 9】階調表示の保持動作の説明図である。

【図 1 0】第 3 実施形態の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図である。

。

【図 1 1】比較例の電気泳動表示装置における表示セルの階調表示の説明図である。

【符号の説明】

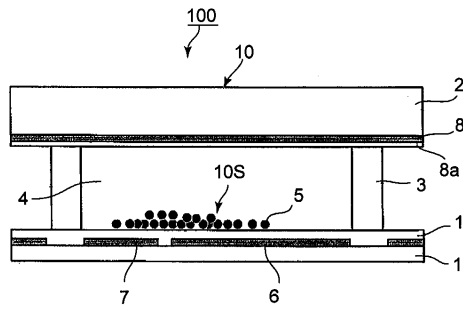
【 0 0 8 1 】

- 1 後方基板
- 2 前方基板
- 3 隔壁
- 4 分散液体
- 5 帯電粒子
- 6、7、1 6 表示電極（表示電極、黒色電極、表示電極）
- 8 面状電極部材（面状電極）
- 1 0 表示セル
- 1 7、2 7 隔壁電極
- 4 2 保持制御手段、階調制御手段（書き込み電圧信号発生回路、押さえ付け電圧発生回路）
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 電気泳動表示装置

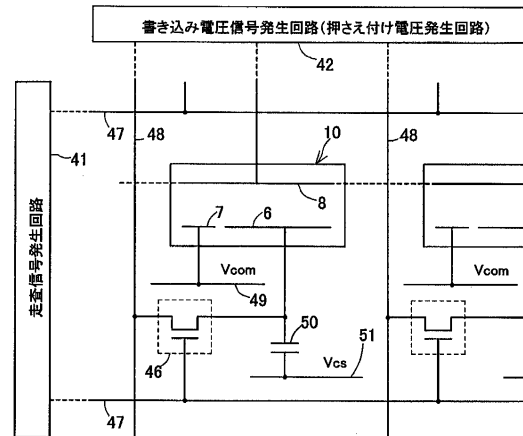
30

40

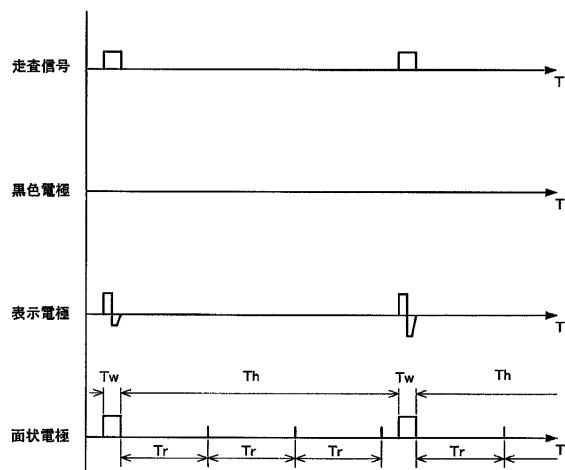
【図 1】



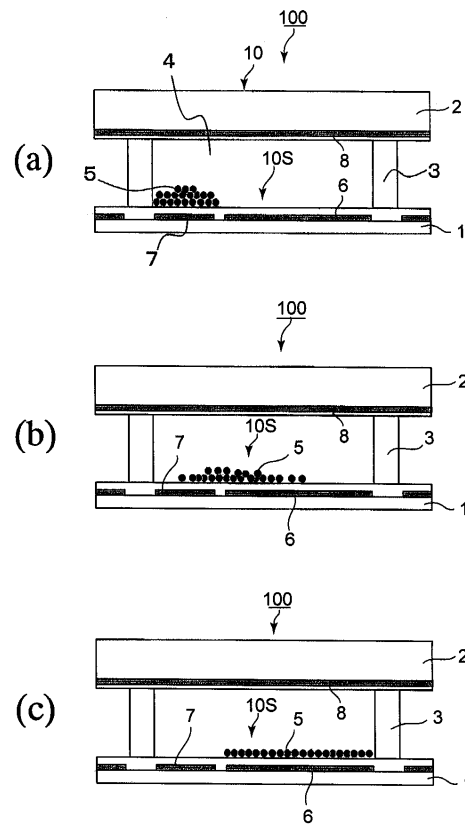
【図 2】



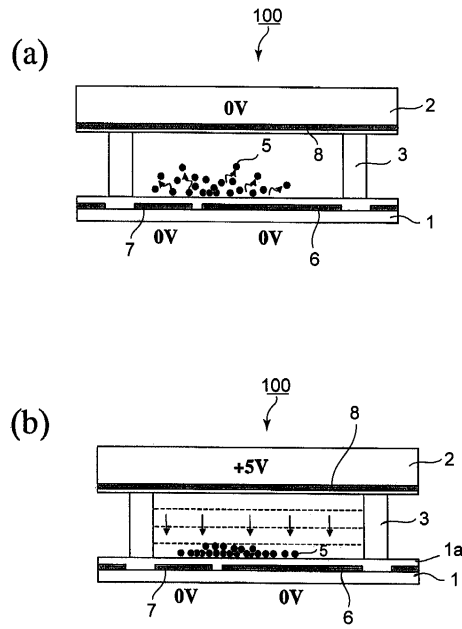
【図 3】



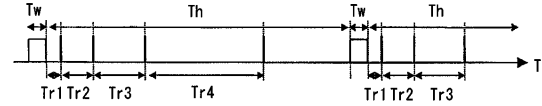
【図 4】



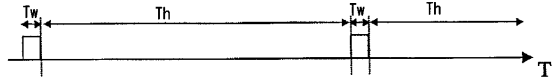
【図 5】



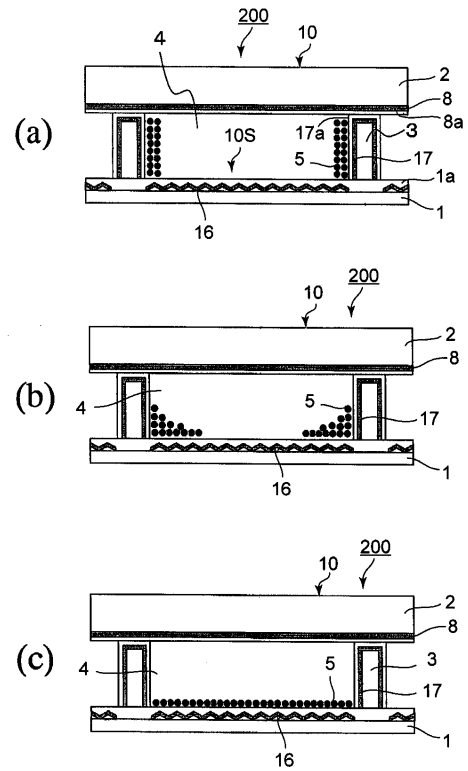
【図 6】



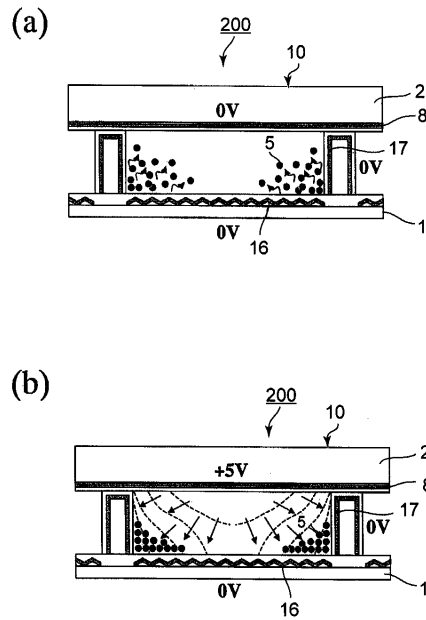
【図 7】



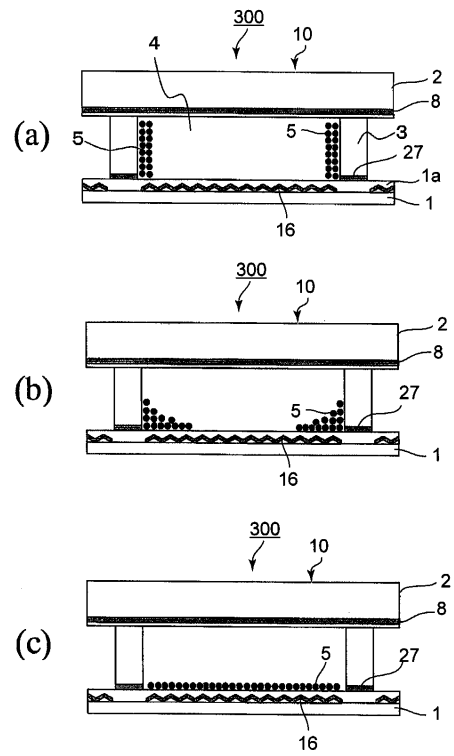
【図 8】



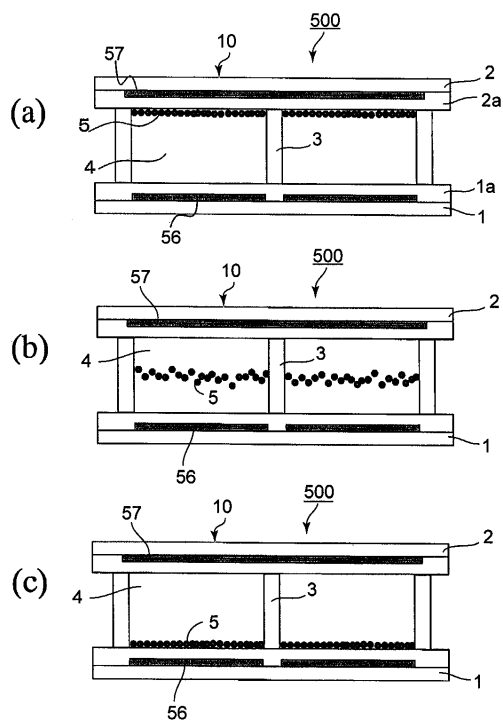
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-037966(JP,A)
特開2004-101940(JP,A)
特開平03-213827(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09G	3 / 34
G02F	1 / 167
G09G	3 / 20