

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-37966
(P2005-37966A)

(43) 公開日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/34	G09G 3/34 C	5C080
G02F 1/167	G02F 1/167	
G09G 3/20	G09G 3/20 622A	
	G09G 3/20 623A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2004-302833 (P2004-302833)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社
(22) 出願日	平成16年10月18日 (2004.10.18)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(62) 分割の表示	特願2000-338930 (P2000-338930) の分割	(74) 代理人	100069017 弁理士 渡辺 徳廣
原出願日	平成12年11月7日 (2000.11.7)	(72) 発明者	貴志 悦朗
(31) 優先権主張番号	特願平11-317143		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
(32) 優先日	平成11年11月8日 (1999.11.8)	Fターム(参考)	5C080 AA13 BB05 DD03 EE26 FF09 JJ02 JJ04 JJ06
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

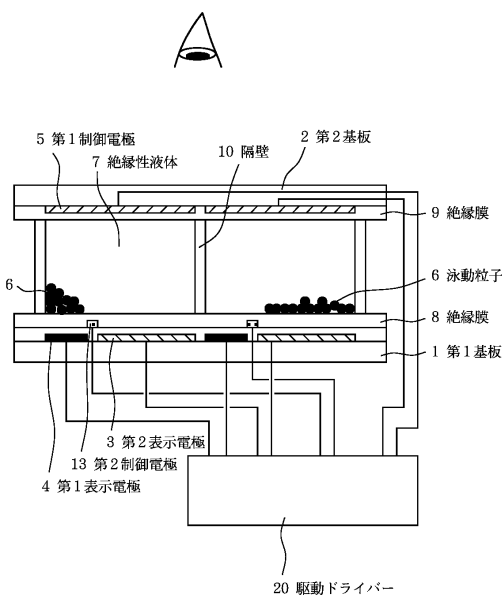
(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置およびその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 クロストークの発生を抑え、良好な表示コントラストが得られる単純マトリクス駆動が可能な水平移動型電気泳動表示装置を提供する。

【解決手段】 第1基板1上には第1表示電極4と第2表示電極3とが配置され、隔壁10を介して第2基板2が対向配置され、2つの制御電極のうち一方の第1制御電極5は第2基板上に配置され、他方の第2制御電極13は第1基板上の第1表示電極4と第2表示電極3の境界に配置され、それぞれの制御電極には独立に電圧を印加することができ、また両基板と隔壁によって形成される空間内には、透明な絶縁性液体7が充填され、透明絶縁性液体中には着色された帯電泳動粒子6が分散されている電気泳動表示装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基板と、該第 1 基板上に配置される第 1 表示電極及び第 2 表示電極と、前記第 1 基板に対向して配置される第 2 基板と、各電極に所望の電圧を印加する手段と、前記第 1 基板及び第 2 基板間に充填された透明絶縁性液体と、該透明絶縁性液体中に分散された複数の着色帯電泳動微粒子とを備え、該着色帯電泳動粒子を第 1 表示電極および第 2 表示電極間で移動させることによって表示の切り換えを行なう電気泳動表示装置であって、

前記着色帯電泳動粒子の移動を制御する電極として、前記第 2 基板上に配置される第 1 制御電極と、前記第 1 基板上の、前記第 1 表示電極と第 2 表示電極との境界部に配置される第 2 制御電極とを備え、前記第 1 制御電極と前記第 2 制御電極をそれぞれ第 1 走査電極と第 2 走査電極とし、前記第 1 表示電極と前記第 2 表示電極をそれぞれ第 1 信号電極と第 2 信号電極として、単純マトリクス画素を構成し、第 2 制御電極を順次選択して第 1 表示電極と第 2 表示電極の電圧に応じて該着色帯電泳動粒子を第 1 表示電極および第 2 表示電極のいずれかに移動させるとともに、非選択走査ラインの前記第 1 制御電極に、前記第 1 および第 2 の表示電極に対して該着色帯電泳動粒子を押し付ける方向のバイアスが印加されることを特徴とする電気泳動表示装置。

10

【請求項 2】

前記第 1 表示電極と前記第 2 表示電極との境界部に障壁または段差を有し、該障壁の先端部分または段差のエッジ部分に前記第 2 制御電極が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の電気泳動表示装置。

20

【請求項 3】

前記段差に隣接し、上段側に位置する表示電極面の下側に、前記着色帯電泳動粒子が入出可能であって、表示面観察者からは視認不可能な、遮蔽空間が形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の電気泳動表示装置。

【請求項 4】

前記着色帯電泳動粒子が表示電極間を移動するために第 1 表示電極と第 2 表示電極及び第 1 制御電極と第 2 制御電極に印加される電圧信号が、着色帯電泳動粒子を前記第 2 制御電極に移動する第 1 の期間と、第 2 制御電極に集中した着色帯電泳動粒子を目的の表示電極へと移動する第 2 の期間とからなる複合信号であることを特徴とする請求項 1 記載の電気泳動表示装置。

30

【請求項 5】

第 1 基板と、該第 1 基板上に配置される第 1 表示電極及び第 2 表示電極と、前記第 1 基板に対向して配置される第 2 基板と、各電極に所望の電圧を印加する手段と、前記第 1 基板及び第 2 基板間に充填された透明絶縁性液体と、該透明絶縁性液体中に分散された複数の着色帯電泳動微粒子とを備え、該着色帯電泳動粒子を第 1 表示電極および第 2 表示電極間で移動させることによって表示の切り換えを行なう電気泳動表示装置の駆動方法であって、

前記着色帯電泳動粒子の移動を制御する電極として、前記第 2 基板上に配置される第 1 制御電極と、前記第 1 基板上の、前記第 1 表示電極と第 2 表示電極との境界部に配置される第 2 制御電極とを備え、前記第 1 制御電極と前記第 2 制御電極をそれぞれ第 1 走査電極と第 2 走査電極とし、前記第 1 表示電極と前記第 2 表示電極をそれぞれ第 1 信号電極と第 2 信号電極として、単純マトリクス画素を構成し、第 2 制御電極を順次選択して第 1 表示電極と第 2 表示電極の電圧に応じて該着色帯電泳動粒子を第 1 表示電極および第 2 表示電極のいずれかに移動させるとともに、非選択走査ラインの前記第 1 制御電極に、前記第 1 および第 2 の表示電極に対して該着色帯電泳動粒子を押し付ける方向のバイアスが印加されることを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

40

【請求項 6】

前記着色帯電泳動粒子の移動が、着色帯電泳動粒子を一方の表示電極から前記第 2 制御電極近傍に移動する第 1 の過程と、第 1 の過程に続いて着色帯電泳動粒子を第 2 制御電極から他方の表示電極側に移動する第 2 の過程により行なわれることを特徴とする請求項 5

50

に記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 7】

前記 2 つの過程からなる着色帯電泳動粒子の移動を引き起こすために、(A) 正帯電の着色帯電泳動粒子の場合には、前記第 1 の過程において「両表示電極の電位及び第 1 制御電極の電位 > 第 2 制御電極の電位」、前記第 2 の過程において「移動前の表示電極の電位及び第 1 制御電極の電位 > 第 2 制御電極の電位 > 移動先の表示電極」の関係を満たし、(B) 負帯電の着色帯電泳動粒子の場合には、前記第 1 の過程において「両表示電極の電位及び第 1 制御電極の電位 < 第 2 制御電極の電位」、前記第 2 の過程において「移動前の表示電極の電位及び第 1 制御電極の電位 < 第 2 制御電極の電位 < 移動先の表示電極」の関係を満たすように、前記第 1 表示電極、第 2 表示電極及び制御電極に電圧を印加することを特徴とする請求項 6 記載の電気泳動表示装置の駆動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、帯電泳動粒子を移動させて表示を行う電気泳動表示装置およびその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報機器の発達に伴い、各種情報のデータ量は拡大の一途をたどり、情報の出力も様々な形態を用いてなされている。一般に、情報の出力は、ブラウン管や液晶などを用いたディスプレイ表示とプリンタなどによる紙へのハードコピー表示とに大別できる。ディスプレイ表示においては、低消費電力且つ薄型の表示装置のニーズが増しており、中でも液晶表示装置は、こうしたニーズに対応できる表示装置として活発な開発が行われ商品化されてきている。しかしながら、現在の液晶表示装置には、画面を見る角度や、反射光により、画面上の文字が見ずらく、また光源のちらつき・低輝度等から生じる視覚への負担が、未だ十分に解決されていない。またブラウン管を用いたディスプレイ表示では、コントラストや輝度は液晶表示と比較して十分あるものの、ちらつきが発生するなど後述するハードコピー表示と比較して十分な表示品位があるとはいえない。また装置が大きく重いため携帯性が極めて低い。

20

【0003】

一方、ハードコピー表示は情報の電子化により不要になるものと考えられていたが、実際には依然膨大な量のハードコピー出力が行われている。その理由として、情報をディスプレイ表示した場合、前述した表示品位に係わる問題点に加えて、その解像度も一般的には最大でも 120 dpi 程度と紙へのプリント・アウト（通常 300 dpi 以上）と比較して相当に低い。従って、ディスプレイ表示ではハードコピー表示と比較して視覚への負担が大きくなる。その結果、ディスプレイ上で確認可能であっても、一旦ハードコピー出力することがしばしば行われることになる。また、ハードコピーされた情報は、ディスプレイ表示のように表示領域がディスプレイのサイズに制限されることなく多数並べたり、また複雑な機器操作を行わずに並べ替えたり、順に確認していくことができることも、ディスプレイ表示可能であってもハードコピー表示が併用される大きな理由である。さらには、ハードコピー表示は、表示を保持するためのエネルギーは不要であり、情報量が極端に大きくない限り、何時でもどこでも情報を確認することが可能であるという優れた携帯性を有する。

30

40

【0004】

このように動画表示や頻繁な書き換えなどが要求されない限り、ハードコピー表示はディスプレイ表示と異なる様々な利点を有するが、紙を大量に消費するという欠点がある。そこで、近年においては、リライタブル記録媒体（視認性の高い画像の記録・消去サイクルが多数回可能で、表示の保持にエネルギーを必要としない記録媒体）の開発が盛んに進められている。こうしたハードコピーの持つ特性を継承した書き換え可能な第 3 の表示方式をペーパーライクディスプレイと呼ぶことにする。

50

【0005】

ペーパーライクディスプレイの必要条件は、書き換え可能であること、表示の保持にエネルギーを要さないか若しくは十分に小さいこと（メモリー性）、携帯性に優れること、表示品位が優れていることなどである。現在、ペーパーライクディスプレイとみなせる表示方式としては、例えば、サーマルプリンターヘッドで記録・消去する有機低分子・高分子樹脂マトリックス系（例えば、特許文献1、特許文献2参照）を用いた可逆表示媒体を挙げることができる。この系は一部プリペイドカードの表示部分として利用されているが、コントラストが余り高くないことや、記録・消去の繰り返し回数が150～500回程度と比較的少ないなどの課題を有している。

【0006】

また、別のペーパーライクディスプレイとして利用可能な表示方式として、Harold D. Lees等により発明された電気泳動表示装置（特許文献3参照）が知られている。他にも、特許文献4に電気泳動表示装置が開示されている。

【0007】

この表示装置は、絶縁性液体中に着色帯電泳動粒子を分散させてなる分散系と、この分散系を挟んで対峙する一対の電極からなっている。電極を介して分散系に電圧を印加することにより、着色帯電泳動粒子の電気泳動性を利用して、該着色帯電泳動粒子を粒子自身が持つ電荷と反対極性の電極側にクーロン力により吸着させるものである。表示は、この着色帯電泳動粒子の色と染色された絶縁性液体の色の違いを利用して行われる。つまり、着色帯電泳動粒子が観測者に近い光透過性の第1の電極表面に吸着させた場合には着色帯電泳動粒子の色が観察され、逆に観測者から遠い第2の電極表面に吸着させた場合には、着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なるように染色された絶縁性液体の色が観察される。

【0008】

しかしながら、このような電気泳動装置では、絶縁性液体に染料やイオンなどの発色材を混合しなくてはならず、このような発色材の存在は、新たな電荷の授受をもたらすために電気泳動動作において不安定要因として作用しやすく、表示装置としての性能や寿命、安定性を低下させる場合があった。

【0009】

係る問題を解決するために、第1表示電極及び第2表示電極からなる電極対を同一基板上に配置し、観察者から見て着色帯電泳動粒子を水平に移動させる表示装置が、特許文献5及び特許文献6において提案された。電気泳動特性を利用して、透明な絶縁性液体中で着色帯電泳動粒子を電圧印加により、第1表示電極面及び第2電極面間を、基板面と水平に移動させることによって表示を行うものである。

【0010】

水平移動型電気泳動表示装置においては、絶縁性液体は透明であって、観察者側から見て、第1表示電極と第2表示電極が異なる着色を呈し、いずれか一方の色を泳動粒子の色と一致させてある。例えば第1表示電極の色を黒色、第2表示電極の色を白色、泳動粒子の色を黒色とすると、泳動粒子が第1電極上に分布する場合には、第2表示電極が露出し白色を呈し、泳動粒子が第2表示電極上に分布する場合には泳動粒子色である黒色を呈す。

【0011】

ところで、画素がマトリックス状に配置された表示装置を、電氣的にアドレスする方式としては大別して、アクティブマトリックス方式と単純マトリックス方式の2つがある。

アクティブマトリックス方式では、各画素それぞれに対して薄膜トランジスタ（TFT）などのスイッチング素子を形成し、各画素に印加する電圧を画素ごとに独立に制御する。この方式を用いれば、水平移動型電気泳動表示装置を、高い表示コントラストで駆動することが可能である。しかしながら一方で、アクティブマトリックス方式はプロセスコストが高い、薄膜トランジスタのプロセス温度が高くポリマー基板上への形成が困難である、といった問題を抱える。この問題は、低コストでフレキシブルなディスプレイを目指すペーパーライクディスプレイにおいては特に重要である。これらの問題を解決するために

10

20

30

40

50

、印刷プロセスが適用可能なポリマー材料による薄膜トランジスタの形成プロセスが提案されているが、実用化の可能性は未だ未知数である。

【0012】

単純マトリックス方式は、アドレスのために必要な構成要素がX-Y電極ラインのみであるから低コストでありポリマー基板上への形成も容易である。選択画素に対して書き込み電圧を印加する場合は、選択画素を交点とするX電極ラインとY電極ラインに対して、書き込み電圧に相当する電圧を印加すればよい。ところが、水平移動型電気泳動表示装置を単純マトリックス方式により駆動しようとする、選択された画素の周辺画素まで一部書き込まれてしまう、いわゆるクロストーク現象が発生し、表示コントラストが著しく劣化してしまう。これは水平移動型電気泳動表示装置が、書き込み電圧に対して明確な閾値特性を持たないために必然的に発生する問題である。

10

【0013】

係る問題に対して、原理的に閾値を持たない電気泳動表示において、表示電極に加えて制御電極を導入し、3電極構造によって単純マトリックス駆動を実現する提案がなされている。3電極構造に関する提案は殆どが上下電極型電気泳動表示に関してなされたものであり、例えば特許文献7(特許文献8)がある。

【0014】

水平移動型電気泳動表示装置における3電極構造の提案は唯一、特許文献9(特許文献10)においてなされている。但し特許文献9(特表平8-507154号公報)においては、分散液は透明ではなく着色されていると考えられ、前述の特許文献5及び特許文献6及び本発明が対象とする、分散液が透明であることを特徴とする水平移動型電気泳動表示装置とは異なるものである。

20

【0015】

特許文献9(特表平8-507154号公報)では制御電極の配置に関して2つの構成が開示されている。図18にその2つの構成の表示装置の断面図を示す。第1の構成は水平移動型電気泳動装置の第2基板2側に第3の電極として制御電極5aが配置されるタイプであり(図18(a)参照)、第2の構成は第1基板1側の第1表示電極4と第2表示電極3との間に第3の電極として制御電極13aが配置されるタイプである。(図18(b)参照)

【0016】

第1構成、第2構成のいずれのタイプにおいても、一画素内には、複数のライン電極が集合したフォーク状第1表示電極と、第1表示電極の各ライン間に配置された複数のライン電極が集合したフォーク状第2表示電極が第1基板上に配置される。第2表示電極3上にはクロム厚膜が付与され、その結果第1表示電極4と第2表示電極3の境界に約0.3 μm の段差22が形成されている。第1構成においては制御電極5aは、第1基板1に対して25~116 μm の間隔で対向配置された第2基板2上の画素内全面に形成され、第2構成においては制御電極13aは、第1基板上の、第1表示電極4と第2表示電極3の各ライン間に配置される。図18においては説明の便宜上、第1表示電極、第2表示電極ともに1ラインで構成される場合について示してある。

30

【0017】

次に、図19および図20を用いて特許文献9(特表平8-507154号公報)における書き込み動作について説明する。図19に泳動粒子の動作状態、図20に印加パルス及び反射率変化について示す。セル構成は図18(a)と同じ(但し1画素)である。

40

【0018】

尚、以下の説明で述べる印加電圧値は本発明者が実際に行なった実験によって求められた条件であり、必ずしも特許文献9(特表平8-507154号公報)記載の条件とは一致していない。これは主に使用する泳動粒子の帯電極性、帯電量などの物性値によるところが大きい。以下の説明では、後に述べる本発明の動作説明との比較を容易にするため、本発明者が使用した泳動粒子での実験結果における印加電圧値を記載する。

【0019】

50

また特許文献 9 (特表平 8 - 507154 号公報) においては、絶縁性液体として着色液体を使用していると考えられるが、以下の説明では後に述べる本発明の動作説明との比較を容易にするため、本発明者らが独自に透明な絶縁液体を用い、また表示コントラストの発現方法についても、本発明者らが独自に泳動粒子を黒色、第 1 表示電極を黒色、第 2 表示電極を白色とする本発明の実施形態と同様の方式の構成について行なったのでその説明を行なう。

【0020】

泳動粒子 6 の帯電極性を正、第 2 表示電極 3 をコモン電極とし、第 2 表示電極 3 の接地電位を基準にして第 1 表示電極 4 に駆動電圧 V_d 、制御電極 5 a に制御電圧 V_c を印加するものとする。

10

【0021】

期間 T_a は白表示保持状態である。図 19 中、矢印はセル内の電界ベクトルの概要を示す。第 1 表示電極 4 上に集められた泳動粒子 6 は、第 1 表示電極 4 と第 2 表示電極 3 間に設けられた段差 22 によって第 2 表示電極 3 側への移動を抑制され、かつ第 1 表示電極 4 と制御電極 5 a 間に印加される保持電圧 $V_c = +250V$ によって表示電極側に押し込まれることによって安定し、反射率 (R) 70% 程度の白表示状態が保持される。保持状態において印加される $V_d = 5V$ は、黒表示状態において、段差近傍の泳動粒子が第 1 表示電極側へ移動しやすくなる傾向を抑制する役割を果たしている。

【0022】

書き込み期間 T_b においては、 $V_d = +50V$ 、 $V_c = +50V$ を印加する。第 1 表示電極 4 と制御電極 5 a とは同電位に設定されるため制御電圧による押し込みは解除され、全ての泳動粒子 6 は表示電極面に沿って段差を乗り越えて第 2 表示電極側に水平移動し、反射率 R は急激に減少する。

20

【0023】

黒表示保持状態である期間 T_c では、保持電圧 $V_c = +250V$ によって表示電極側に押し付けられ、反射率 5% 程度の黒表示状態が保持される。

続いて、特許文献 9 (特表平 8 - 507154 号公報) において開示された単純マトリックス駆動方法について図 21 および図 22 を用いながら説明する。X 方向に m 列、Y 方向に n 行の画素が配列した $m \times n$ マトリックスを有する水平移動型電気泳動表示装置を考える。画素配列に沿って、m 本の信号電極線が列方向に、n 本の信号電極線が行方向に、互いに直交するように配列されており、各交点において信号電極線は各画素の制御電極 5 a に、走査電極線は各画素内の第 1 表示電極 4 に配線されている。第 2 表示電極 3 はコモン電極とし接地電位に固定する。

30

【0024】

まず全ての走査ラインに $V_d = -50V$ 、全ての信号ラインに $V_c = 0V$ を印加し、全ての泳動粒子 6 を第 1 表示電極上に集める (図 21 (a)、全面消去)。次に Y 方向に上から順番に走査ラインを選択し書き込みを行なう。選択期間 (書き込み期間) では、走査ラインに $V_d = +50V$ を印加し、選択画素に相当する信号ラインに $V_c = +50V$ 、非選択画素に相当するラインに $V_c = +250V$ を印加する。選択画素では表示電極間に印加される駆動電圧 $V_d = +50V$ によって、泳動粒子が段差を乗り越え第 2 表示電極側に移動し書き込みが行なわれる (図 21 (b))。非選択画素においても駆動電圧 $V_d = +50V$ が印加されているが、第 1 の構成においては、泳動粒子は $V_c = +250V$ の制御電圧によって第 1 表示電極に押し付けられ移動 (書き込み) が阻止される (図 21 (c))。

40

【0025】

一方、非選択期間においては走査ラインに $V_d = +5V$ が印加され、信号ラインには $V_c = +50V$ または $+250V$ が印加される (図 22 (d) ~ (g))。いずれの場合も、泳動粒子は制御電圧によって表示電極面に押し付けられており表示状態は変化しない。

【0026】

このようにして、閾値特性を持たない水平移動型電気泳動装置において、単純マトリッ

50

クス駆動法を用いた表示書き込みが実現される。

【特許文献1】特開昭55-154198号公報

【特許文献2】特開昭57-82086号公報

【特許文献3】米国特許第3612758号明細書

【特許文献4】特開平9-185087号公報

【特許文献5】特開昭49-5598号公報

【特許文献6】特願平10-005727号公報

【特許文献7】特開昭54-085699号公報

【特許文献8】米国特許第4203106号明細書

【特許文献9】特表平8-507154号公報

【特許文献10】米国特許第5345251号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0027】

しかしながら、特許文献9（特表平8-507154号公報）で開示された水平移動型電気泳動装置は次のような問題点を抱えていた。以下にその問題点を図23を参照しながら説明する。

【0028】

第1の構成においては、段差をあまり高く設定できない、という制限がある。段差を高くしすぎると、選択期間における帯電泳動粒子の移動において、一部の泳動粒子が段差を越えられずに段差底部に残留してしまい、表示コントラストが低下する（図23（a））。段差底部への残留を引き起こさないためには、段差の高さを泳動粒子径前後に制限する必要がある。

【0029】

段差の高さが制限されるため、段差による泳動粒子の移動抑制効果は不十分である。このため、選択期間に駆動電圧 V_d が印加された状態で、非選択画素において制御電圧 V_c を印加し泳動粒子の移動を押え込む場合（図21（c））において、段差が低いために一部の泳動粒子が段差を越えて移動してしまい、結果としてクロストーク現象を引き起こし表示コントラストが劣化するという重要な問題が発生する（図23（b））。

【0030】

制御電圧 V_c を十分に大きくすれば、ある程度泳動粒子を押え込むことは可能であるが、この場合は印加電圧が上昇してしまうという弊害とともに、素子内の絶縁部材中に高電圧によって注入された電荷が電圧解除後も残留し、この残留電荷のもたらす意図せぬ電界によって泳動粒子の動作状態が不安定になる、という新たな問題が発生する。

【0031】

段差の高さが制限される弊害は他にもある。段差の高さが十分でないため、第1表示電極と第2表示電極との間の面積差をあまり大きく設定できない。面積差を大きく設定すると、面積の小さい電極面上に泳動粒子を集めようとしても泳動粒子が溢れ出てしまうからである（図23（c））。表示コントラストは、第1表示電極と第2表示電極の面積比で決定されるため、結果として表示コントラストが制限されてしまう。

【0032】

さらに、第1の構成においては、段差による移動抑制効果は下段側から上段側への方向に限定され、上段側から下段側への移動はむしろ加速される。従って、書き込み方向は一方方向のみに限られ、まず最初に全画面の泳動粒子を下段側に集め全面リセットしたのち、一方方向への書き込みを行なうという駆動法に限定されてしまう。書き込みを双方向に対して行なうことはできず、画面の一部のみを選択的に書き換えるような駆動はできない。

【0033】

一方、第2の構成においては、選択期間においては、非選択画素に対しては表示電極と制御電極間に電圧を印加することによって泳動粒子の移動を双方向に対して阻止することが可能であり、また選択画素に対しては表示電極と制御電極間の電圧を0Vにすることに

10

20

30

40

50

よって泳動粒子の移動をスムーズに行なうことができる。この場合は段差は必ずしも必須な構成要素ではないと考えられる。

【0034】

しかしながら、第2の構成において、制御電極が阻止することができるのは、あくまで表示電極間の移動のみであって、表示電極面内での移動については制御不能である。このため非選択期間において表示電極と制御電極間に印加される制御電圧によって、表示電極面内に均一に分散していた泳動粒子は制御電極から反発する方向に移動し、表示電極面内において図24(a)、(b)に示すような分布の偏りが発生し表示コントラストが著しく低下してしまう、という問題がある。

【0035】

本発明は、このような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、クロストークの発生を抑え、良好な表示コントラストが得られる単純マトリクス駆動が可能で、また着色帯電泳動粒子の保持に要する制御電圧を大幅に低減することが可能な水平移動型電気泳動表示装置およびその駆動方法を提供することを目的とするものである。

【0036】

また、本発明は、第1表示電極と第2表示電極との面積比を従来より大きく設定でき、コントラストの向上を実現した電気泳動表示装置およびその駆動方法を提供することを目的とするものである。

【0037】

また、本発明は、双方向の書き込み駆動ができ、また表示画面の一部分のみを書き換える部分書き換えが可能な電気泳動表示装置およびその駆動方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0038】

本発明者は、以上述べた問題点を分析し鋭意検討した結果、
(a)上記の第1の構成及び第2の構成は、それぞれ全く異なる種類の問題を抱えていること、
(b)それぞれの問題点は、相手の構成を導入することによって解決できること、を見出した。

【0039】

そこで、以上述べた問題点を解決するために、本発明においては以下に記載する新規な構成の電気泳動表示装置及びその駆動方法を提案する。

本発明の第一の発明は、第1基板と、該第1基板上に配置される第1表示電極及び第2表示電極と、前記第1基板に対向して配置される第2基板と、各電極に所望の電圧を印加する手段と、前記第1基板及び第2基板間に充填された透明絶縁性液体と、該透明絶縁性液体中に分散された複数の着色帯電泳動微粒子とを備え、該着色帯電泳動粒子を第1表示電極および第2表示電極間で移動させることによって表示の切り換えを行なう電気泳動表示装置であって、

前記着色帯電泳動粒子の移動を制御する電極として、前記第2基板上に配置される第1制御電極と、前記第1基板上の、前記第1表示電極と第2表示電極との境界部に配置される第2制御電極とを備え、前記第1制御電極と前記第2制御電極をそれぞれ第1走査電極と第2走査電極とし、前記第1表示電極と前記第2表示電極をそれぞれ第1信号電極と第2信号電極として、単純マトリクス画素を構成し、第2制御電極を順次選択して第1表示電極と第2表示電極の電圧に応じて該着色帯電泳動粒子を第1表示電極および第2表示電極のいずれかに移動させるとともに、非選択走査ラインの前記第1制御電極に、前記第1および第2の表示電極に対して該着色帯電泳動粒子を押し付ける方向のバイアスが印加されることを特徴とする電気泳動表示装置である。

【0040】

前記第1表示電極と前記第2表示電極との境界部に障壁または段差を有し、該障壁の先端部分または段差のエッジ部分に前記第2制御電極が配置されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

前記段差に隣接し、上段側に位置する表示電極面の下側に、前記着色帯電泳動粒子が入出可能であって、表示面観察者からは視認不可能な、遮蔽空間が形成されていることが好ましい。

【0041】

前記着色帯電泳動粒子が表示電極間を移動するために第1表示電極と第2表示電極及び第1制御電極と第2制御電極に印加される電圧信号が、着色帯電泳動粒子を前記第2制御電極に移動する第1の期間と、第2制御電極に集中した着色帯電泳動粒子を目的の表示電極へと移動する第2の期間とからなる複合信号であることが好ましい。

【0042】

本発明の第二の発明は、第1基板と、該第1基板上に配置される第1表示電極及び第2表示電極と、前記第1基板に対向して配置される第2基板と、各電極に所望の電圧を印加する手段と、前記第1基板及び第2基板間に充填された透明絶縁性液体と、該透明絶縁性液体中に分散された複数の着色帯電泳動微粒子とを備え、該着色帯電泳動粒子を第1表示電極および第2表示電極間で移動させることによって表示の切り換えを行なう電気泳動表示装置の駆動方法であって、

前記着色帯電泳動粒子の移動を制御する電極として、前記第2基板上に配置される第1制御電極と、前記第1基板上の、前記第1表示電極と第2表示電極との境界部に配置される第2制御電極とを備え、前記第1制御電極と前記第2制御電極をそれぞれ第1走査電極と第2走査電極とし、前記第1表示電極と前記第2表示電極をそれぞれ第1信号電極と第2信号電極として、単純マトリクス画素を構成し、第2制御電極を順次選択して第1表示電極と第2表示電極の電圧に応じて該着色帯電泳動粒子を第1表示電極および第2表示電極のいずれかに移動させるとともに、非選択走査ラインの前記第1制御電極に、前記第1および第2の表示電極に対して該着色帯電泳動粒子を押し付ける方向のバイアスが印加されることを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法である。

【0043】

前記2つの過程からなる着色帯電泳動粒子の移動を引き起こすために、

(A) 正帯電の着色帯電泳動粒子の場合には、前記第1の過程において「両表示電極の電位及び第1制御電極の電位 > 第2制御電極の電位」、前記第2の過程において「移動前の表示電極の電位及び第1制御電極の電位 第2制御電極の電位 > 移動先の表示電極」の関係を満たし、

(B) 負帯電の着色帯電泳動粒子の場合には、前記第1の過程において「両表示電極の電位及び第1制御電極の電位 < 第2制御電極の電位」、前記第2の過程において「移動前の表示電極の電位及び第1制御電極の電位 第2制御電極の電位 < 移動先の表示電極」の関係を満たすように、

前記第1表示電極、第2表示電極及び制御電極に電圧を印加することが好ましい。

【発明の効果】

【0044】

本発明によって次のような効果が得られた。

第1に、水平移動型電気泳動装置においてクロストーク現象の見られない、良好な表示コントラストが得られる単純マトリクス駆動が実現された。これは新規な構成と駆動方法によって、従来問題であった、非選択画素内の泳動粒子のホールド不良によるクロストークの発生を、ほぼ完全に抑えこめたことによる。

【0045】

第2に、2つの異なる制御電極の導入によって、泳動粒子の保持に要する制御電圧を大幅に低減できるようになった。

第3に、高い障壁または段差を導入する構成においては、第1表示電極と第2表示電極との面積比を従来より大きく設定できるようになった。これによって、クロストーク抑制とは別の理由による、更なるコントラストの向上が実現された。

【0046】

第4に、双方向の書き込み駆動ができるようになった。このため、初期全面リセットの

10

20

30

40

50

必要がなく、また表示画面の一部分のみを書き換える部分書き換え駆動ができるようになった。

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

以下、本発明の電気泳動表示装置（以下、表示装置と記す）の実施態様について順に説明する。

（代表的な実施態様の基本的な構成と動作）

図1は本発明の表示装置の代表的な一例を示す断面図である。図1では説明の便宜上2画素からなる構成を示している。第1基板1上には第1表示電極4と第2表示電極3とが配置されており、また隔壁10を介して第2基板2が対向配置されている。本発明の構成上の顕著な特徴は、2つの制御電極を備えていることにある。第1制御電極5は第2基板上に配置され、第2制御電極13は第1基板上の第1表示電極4と第2表示電極3の境界に配置される。それぞれの制御電極には独立に電圧を印加することができる。両基板と隔壁によって形成される空間内には、透明な絶縁性液体7が充填され、透明絶縁性液体中には着色された帯電泳動粒子6が分散されている。20は駆動ドライバーを示す。なお、本実施態様において、透明な絶縁性液体とは、例えば無色透明な絶縁性液体を用いることが好ましい。

10

【0048】

表示電極の平面形状に特に限定はなく、代表的なストライプ形状（図2（a））のほか、方形（図2（b））、円形などの閉ループ形状など、任意の形状が適用可能である。いずれの形状においても、第2制御電極13は第1表示電極4と第2表示電極3との境界領域に形成される。

20

【0049】

図1の構成の具体的なサイズとしては、例えば画素サイズ $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ に対して、泳動粒子径 $5\mu\text{m}$ 、第1基板と第2基板の間隔 $70\mu\text{m}$ 、各電極の全画素面積に対する面積比として、第1表示電極25%、第2表示電極70%、第2制御電極5%程度が好適である。

【0050】

セル構成部材の配色は任意の組み合わせが可能であり、例えば泳動粒子6を黒、第1表示電極4を黒、第2表示電極3を白、第2制御電極13を白、第1制御電極5を透明に組み合わせた場合、白表示と黒表示の切り換えが行なえる。第2表示電極3及び第2制御電極13の着色がRGBである画素を並べることによってカラー化表示を行なうことも可能である。

30

【0051】

以下、図3および図4を用いて本実施態様の構成を単純マトリックス駆動する方法について説明しながら、本発明の特徴について述べる。

以下の説明では泳動粒子6の帯電極性を正とし、第1表示電極4に駆動電圧 V_{d1} 、第2表示電極3に駆動電圧 V_{d2} 、第1制御電極5に制御電圧 V_{c1} 、第2制御電極13に制御電圧 V_{c2} を印加するものとする。図中、矢印はセル内の電界ベクトルの概要を示す。

40

【0052】

X方向にm列、Y方向にn行の画素が配列した $m \times n$ マトリックスを有する水平移動型電気泳動表示装置を考える。画素配列に沿って、m本の信号電極線が列方向に、n本の信号電極線が行方向に、互いに直交するように配列されており、各交点において信号電極線は各画素の制御電極に、第1走査電極線は各画素内の第1表示電極に、第2走査電極線は各画素内の第2表示電極に配線されている。

【0053】

まず、第1表示電極に $V_{d1} = -50\text{V}$ 、第2表示電極に $V_{d2} = 0\text{V}$ 、第1制御電極に $V_{c1} = 0\text{V}$ 、第2制御電極に $V_{c2} = 0\text{V}$ をそれぞれ印加し、全ての泳動粒子6を第1表示電極4上に集め全面を白表示状態にリセットする（図3（a））。

50

【0054】

次に、Y方向に上から順番に走査ラインを選択し書き込みを行なう。まず選択期間においては、第1走査ラインに $V_{d1} = +50V$ 、第2走査ラインに $V_{d2} = 0V$ を印加し、表示電極間に駆動バイアスを発生させると同時に、黒表示に切り換えたい選択画素(図3(b))に相当する第1信号ラインに $V_{c1} = +60V$ を、第2信号ラインに $V_{c2} = 50V$ を印加する。第2制御電極13を第1表示電極4と同電位にすることによって、従来例(図24(b))と同様にして、泳動粒子6を駆動バイアスに従って第2表示電極へと移動する。ここで第1制御電極には、非選択ラインにおける保持動作のために、 V_{d1} 、 V_{c1} より+10V大きい電圧 $V_{c1} = +60V$ が印加されるが、駆動バイアスによる泳動粒子の移動に対するこの制御バイアス(+10V)の影響は殆どない。

10

【0055】

また、非選択画素に相当する第1信号ラインには $V_{c1} = +120V$ を、第2信号ラインには $V_{c2} = 70V$ を印加する(図3(c))。 $V_{d1} < V_{c2}$ であるから、泳動粒子6には特表平8-507154号公報の第1の構成で問題であったような(図23(c))、第2表示電極3へと移動する駆動バイアスは発生しない。逆に、特表平8-507154号公報の第2の構成で問題であったように(図24(a))、泳動粒子6は $V_{d1} - V_{c2} = -20V$ のバイアスによって、第1表示電極上において第2制御電極から離れる方向に移動しようとするが、本発明においては第1制御電極に印加された $V_{c1} = +120V$ によって表示電極面に押し付ける方向の電界ベクトル成分が発生しているために、泳動粒子6は移動することなく白表示状態を安定に保持することができる。

20

【0056】

一方、非選択期間においては第1走査ライン、第2走査ラインともに、 $V_{d1} = V_{d2} = +50V$ が印加される。同時に、選択画素列に相当する第1信号ラインには第1信号ラインに $V_{c1} = +60V$ 、第2信号ラインには $V_{c2} = 50V$ を印加する(図4(d)、(f))。この状態では泳動粒子6は、第1制御電極5と、第1基板上の各電極間に発生する+10Vの制御バイアスによって、表示電極面に緩やかに押し付けられ表示状態が維持される。

【0057】

また、非選択画素列に相当する第1信号ラインには $V_{c1} = +120V$ 、第2信号ラインには $V_{c2} = +70V$ が印加される(図4(e)、(g))。図3(c)の場合と同様に、泳動粒子6は $V_{d1} - V_{c2} = -20V$ のバイアスによって各表示電極上において第2制御電極から離れる方向に移動しようとするが、本発明においては、第1制御電極に印加された $V_{c1} = +120V$ によって表示電極面に押し付ける方向の電界ベクトル成分が発生しているために、泳動粒子6は移動することなく各表示状態を安定に保持することができる。

30

【0058】

このように本発明においては、非選択画素の表示保持動作に関して特表平8-507154号公報で開示された第1の構成及び第2の構成が抱える異なる種類の問題を、2つの制御電極を導入することによってそれぞれ互いに補い合うことが可能となり、効果的に解決することができる。

40

【0059】

また、本発明においては、泳動粒子を保持するのに要する制御電圧を大幅に低減することが可能となる。特表平8-507154号公報の第1の構成では、制御電圧 V_c を+250Vにしても不十分であったが、本実施態様においては制御電圧 $V_{c1} = +120V$ 、 $V_{c2} = +70V$ で十分な効果を発揮することができる。

【0060】

このようにして、本発明による水平移動型電気泳動装置において、単純マトリックス駆動を行なうことによって、クロストークすることなくコントラストの高い表示を形成することができる。

【0061】

50

(他の代表的な実施態様の構成及び動作)

次に、図5に、本発明の他の代表的な構成の断面図を示す。図5では説明の便宜上2画素からなる構成を示している。図5では、第1基板上に第1表示電極及び第2表示電極が配置され、第2基板2が隔壁10を介して第1基板に対向配置されており、第2基板2上には第1制御電極5が形成されている。第1表示電極4と第2表示電極3との間には、本構成の特徴である障壁11が配置され、該障壁11の先端部に第2制御電極13が配置されている。両基板と隔壁によって形成される空間内には、透明な絶縁性液体7が充填され、透明絶縁性液体7中には着色された帯電泳動粒子6が分散されている。セル構成部材の配色については図1と同様である。

【0062】

本実施態様における構成上の顕著な特徴は、障壁11が泳動粒子の粒子径の数倍から数十倍程度、好ましくは3~10倍の高さを有することにある。十分に高い障壁を設けることによって、泳動粒子6が電極面に沿って両表示電極間を直接的に水平移動することをほぼ禁止することができる。また高い障壁によって、表示電極の面積が小さい場合でも泳動粒子を溢れ出すことなく保持することができるため、第1表示電極と第2表示電極間に大きな面積差を設定でき、表示コントラストを大幅に向上できる。

【0063】

なお、泳動粒子の粒子径は、0.1~20 μm 、好ましくは0.5~10 μm が望ましい。

第1表示電極4と第2表示電極3の面積比は大きいほど望ましいが、面積が小さい方の表示電極(図5の場合、第1表示電極4)と障壁11、隔壁10(または障壁)で囲まれる空間に画素内の全泳動粒子が収納されることが必要である。従って、障壁11を高くするほど面積比を大きく、表示コントラストを大きくすることができる。

【0064】

図5の構成の具体的なサイズとしては、例えば画素サイズ100 μm ×100 μm に対して、泳動粒子径5 μm 、第1基板と第2基板の間隔80 μm 、障壁の高さ40 μm 、全画素面積に対する面積比として、第1表示電極15%、第2表示面積80%、障壁5%程度が好適である。

【0065】

次に、図6および図7を用いて本発明の駆動法における顕著な特徴である、書き込み動作について説明する。図6に各過程における泳動粒子の動作状態、図7に各過程ごとの印加パルス及び反射率変化について示す。セル構成は図5と同じ(但し1画素)である。

【0066】

以下の説明では泳動粒子6の帯電極性を正とし、第1表示電極4に駆動電圧 V_{d1} 、第2表示電極3に駆動電圧 V_{d2} 、第1制御電極5に制御電圧 V_{c1} 、第2制御電極13に制御電圧 V_{c2} を印加するものとする。

【0067】

期間 T_a は白表示保持状態である。図6中、矢印はセル内の電界ベクトルの概要を示す。全ての泳動粒子6は第1表示電極4と障壁11及び隔壁10で囲まれた空間内に収納されており、かつ第1表示電極4と第1制御電極5の間に印加される保持電圧によって表示電極側に押し付けられ、反射率85%程度の白表示状態が安定に保持される。

【0068】

本発明においては、障壁11によって、泳動粒子の第2表示電極3側への直接的な水平移動をほぼ完全に禁止しているため、特表平8-507154号公報の構成に比べて、泳動粒子の移動を禁止し表示状態を保持するための制御電圧を大幅に小さくすることが可能である。

【0069】

書き込みは、期間 T_{b1} 、 T_{b2} において行なわれる。まず期間 T_{b1} において $V_{d1} = V_{d2} = V_{c1} = 0\text{V}$ 、 $V_{c2} = -50\text{V}$ を印加し、全ての泳動粒子6を障壁11の先端に配置された第2制御電極に移動する。

10

20

30

40

50

【0070】

次に、期間 T_{b2} において $V_{d1} = V_{c1} = +100V$ 、 $V_{c2} = +50V$ 、 $V_{d2} = 0V$ を印加し、期間 T_{b1} において第2制御電極に集められた泳動粒子6を第2表示電極へと移動させる。この時、第1表示電極4には第2制御電極13に対して $+50V$ のバイアスが印加されているため、全ての泳動粒子6は、第1表示電極側には戻ることなく、障壁11を越え第2表示電極側へと移動し、反射率 R は急激に減少する。

【0071】

期間 T_c は黒表示保持状態であり、第2表示電極側に移動した泳動粒子6が、第2表示電極3と第1制御電極5の間に印加される保持電圧によって表示電極側に押し付けられ、反射率10%程度の黒表示状態が安定に保持される。

10

【0072】

続いて、図8~10を見ながら本実施態様における単純マトリクス駆動方法について説明する。図3および図4の場合と同様に $m \times n$ マトリクスを有する水平移動型電気泳動表示装置を考える。図3および図4においては走査ラインを表示電極、信号ラインを制御電極に配線し、初期に全面をリセットし、各ライン毎に書き込みを一方向のみに対して行なう場合について説明したが、本実施態様では、第1走査ラインを第1制御電極、第2走査ラインを第2制御電極に、また第1信号ラインを第1表示電極、第2信号ラインを第2表示電極にそれぞれ配線し、各ライン毎に書き込みを双方向に対して行なう場合について説明する。この場合、初期全面リセットは不要である。

【0073】

書き込みは、 Y 方向に上から順番に走査ラインを選択し、表示データに従って白表示または黒表示の信号電圧を印加することによって行なう。

20

選択期間においては第1走査ラインに $V_{c1} = 0V$ (期間 T_{b1}) / $+100V$ (期間 T_{b2})、第2走査ラインに $V_{c2} = -50V$ / $+50V$ を印加する。同時に、黒表示書き込みを行なう画素(図8(a))に相当する第1信号ラインに $V_{d1} = 0V$ / $+100V$ を、第2信号ラインに $V_{d2} = 0V$ / $0V$ を印加する。また、白表示書き込みを行なう画素(図8(b))に相当する第1信号ラインに $V_{d1} = 0V$ / $0V$ を、第2信号ラインに $V_{d2} = 0V$ / $+100V$ を印加する。書き込みの動作については図6および図7において説明済みであるので省略する。

【0074】

一方、非選択期間においては、第1走査ラインに $V_{c1} = +50V$ / $+150V$ 、第2走査ラインに $V_{c2} = 0V$ / $+100V$ が印加される。信号ラインに関しては、選択期間と同様に、黒表示書き込み信号として第1信号ラインに $V_{d1} = 0V$ / $+100V$ が、第2信号ラインに $V_{d2} = 0V$ / $0V$ が印加される(図9(c), (d))。また、白表示書き込み信号として第1信号ラインに $V_{d1} = 0V$ / $0V$ が、第2信号ラインに $V_{d2} = 0V$ / $+100V$ が印加される(図10(e), (f))。いずれの場合においても、泳動粒子6は、第1制御電極と各表示電極間にバイアスされる保持電圧によって、表示状態を安定に保持する。

30

【0075】

(構成のバリエーション)

本発明の構成は、図1のタイプに限定されるものではない。以下本発明において有効な構成について図を用いながら順に説明する。

40

【0076】

図11(a)に、障壁が段差であるタイプを示す。第2制御電極は段差のエッジ部に配置される。駆動方法は図5と同様であるが、書き込みは一方向のみに限定される。段差12の高さは泳動粒子径の数倍~数十倍、具体的には3~10倍と大きく、泳動粒子の水平移動をほぼ禁止する機能を有していることが特徴であり、特表平8-507154号公報において提案された段差とは、高さ及び機能が異なるものである。

【0077】

図11(b)に、図5の変形として、面積の大きい第2表示電極面3を第1表示電極面

50

4よりも高い位置に配置する構成を示す。図5の構成において表示電極面を斜めから観察する場合、障壁11が視界を遮る領域が表示電極面上に発生する。これは第2制御電圧の配置された障壁11の先端部と泳動粒子6の充填面上端との距離が大きい第2表示電極面3において特に顕著であり、障壁11と第2制御電極を透明部材で構成してもやや表示視野角特性に影響を与える場合がある。面積の大きい第2表示電極面3を第1表示電極面4よりも高い位置に配置することによって、第2表示電極面3における充填面上端と障壁先端間の距離を第1表示電極と同程度に揃えることが可能となる。この構成ではさらに、第1表示電極面4と第2表示電極面3の最表面にある泳動粒子6の、水平方向への移動しにくさの程度を等しくするという効果もある。

【0078】

10

図12に、図11(a)で示した段差タイプのバリエーションを示す。上段側に位置する第2表示電極面3の下側の段差壁面部に、表示面観察者からは視認不可能な、遮蔽空間15を形成することによって、第1表示電極面上の泳動粒子充填体積を増やすと同時に、第1表示電極4と第2表示電極3との実効的な面積比を、見かけ上大きくして表示コントラストを向上させることができる。例えば段差断面を逆テーパ形状にする構成(図12(a))、オーバーハング形状にする構成(図12(b))によって、遮蔽空間15を形成することができる。

【0079】

以上の記述においては説明の便宜上、第1表示電極と第2表示電極が一画素内に一対配置された構成について示してきたが、本発明においては一画素内の電極数について特に限定はなく、複数の表示電極対が配置される構成が可能であることはいうまでもない。図13に一画素内に電極対が2組配置される構成について示す。図13(a)は図1のタイプ、図13(b)は図5タイプに相当する。いずれの場合も第2制御電極及び障壁は、第1表示電極と第2表示電極の全ての境界に形成される。

20

【0080】

(構成部材の材料・製造方法)

以下、本実施態様の表示装置の製造方法について、図1を用いて説明する。

まず、第1基板1上に、第1表示電極4及び第2表示電極3を形成しパターンニングする。同様に、第2基板2上に第1制御電極5を形成しパターンニングする。基板の材料としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエーテルサルフォン(PES)等のポリマーフィルム或いはガラス、石英等の無機材料を使用することができる。表示電極材料は、パターンニング可能な導電性材料ならどのようなものを用いてもよく、第1制御電極材料としては、酸化インジウムスズ(ITO)などの透明電極を用いる。

30

【0081】

次に表示電極上に絶縁層を形成する。絶縁層の材料としては薄膜でピンホールが形成しづらく、低誘電率の材料が好ましく、例えば、アモルファスフッ素樹脂、高透明ポリイミド、PET等を使用できる。絶縁層の膜厚としては、100nm~1μm程度が好適である。

【0082】

続いて絶縁層上に第2制御電極13を形成しパターンニングする。第2制御電極材料は、パターンニング可能な導電性材料ならどのようなものを用いてもよく、例えば酸化インジウムスズ(ITO)などの透明電極を用いる。第2制御電極13の色は透明でもよいが、第1表示電極か第2表示電極のいずれか一方に一致させてもよい。

40

【0083】

表示電極面3、4及び第2制御電極面13の着色は、電極材料、あるいは電極材料の上に形成される絶縁層材料そのものの色を利用してよく、又は所望の色の材料層を電極上、絶縁層上、基板面上に形成してもよい。また、絶縁層などに着色材料を混ぜ込んでよい。

【0084】

次に、第1制御電極5上及び第2制御電極13上にそれぞれ絶縁層8、9を形成する。

50

絶縁層の材料、膜厚については前述の通りである。

次に、第2基板上に隔壁10を形成する。隔壁10の配置に制限はないが、画素間で泳動粒子6が移動しないように、各画素の周囲を取り囲むように配置するのがよい。隔壁材料としてはポリマー樹脂を使用する。隔壁形成はどのような方法を用いてもよい。例えば、光感光性樹脂層を塗布した後、露光及びウエット現像を行う方法、又は別に作製した障壁を接着する方法、印刷法によって形成する方法、或いは光透過性の第1基板表面にモールドによつて形成しておく方法等を用いることができる。

【0085】

次に、隔壁で囲まれた各画素空間に透明な絶縁性液体7及び着色帯電泳動粒子6を充填する。絶縁性液体7としては、シリコンオイル、トルエン、キシレン、高純度石油等の無色透明液体を使用する。黒色帯電泳動粒子6としては、絶縁性液体中で良好な帯電特性を示す材料を用いる。例えば、ポリエチレン、ポリスチレン等の樹脂にカーボンなどを混ぜたものを使用する。泳動粒子6の粒径に制限はないが、通常は約0.1~20μm、好ましくは約0.5~10μmのものを使用する。

10

【0086】

最後に、第1基板1の第2基板2との接合面に接着層を形成した後、第1基板及び第2基板の位置合わせを行い、熱をかけて接着する。これに、電圧印加手段を接続して表示装置が完成する。

【0087】

次に図5、図11、図12に示すような障壁または段差のある構成の製造方法について補足する。第1基板上に表示電極、絶縁層を形成したのち、障壁11または段差12を形成する。障壁または段差は、隔壁形成と同様の材料及び形成方法によって形成することができる。但し、第2制御電極13及び第2表示電極3は障壁先端または段差上面に形成する必要がある。

20

【0088】

例えば障壁の場合は、障壁用厚膜、第2制御電極膜、レジスト膜を順次全面に形成した後、最上面のレジスト膜をパターンニングし、第2制御電極膜、段差用厚膜を順次ドライエッチングまたはウエットエッチングすればよい。第2表示電極膜は、マグネトロンスパッタ法によってITOを低温成膜してもいいし、ポリアニリンなどの有機導電性材料を印刷法によって形成してもよい。

30

【0089】

段差の場合には、段差用厚膜を形成後、第2表示電極膜及び第2制御電極膜を成膜・パターンニングし、次にレジスト膜を新たに形成・パターンニングし、段差用厚膜をドライエッチングまたはウエットエッチングすればよい。また、エッチング方式及び条件を調整することによって、図12に示すような、逆テーパ形状(図12(a))、或いはオーバーハング形状(図12(b))の断面を持つ段差を形成することができる。

【実施例】

【0090】

以下、実施例に従って本発明を更に詳しく説明する。

実施例1

本実施例では、図1の示すセル構成を用いて、3×3マトリックス表示セルを作成し、一方向書き込みによる単純マトリックス駆動を行なった。

40

【0091】

作成した3×3マトリックス表示セルの平面図を図14に示す。一画素サイズは1mm×1mm、第1表示電極、第2制御電極、第2表示電極の面積比は20:5:75とした。

【0092】

以下、図14及び図1を見ながら、セルの製造方法について簡単に説明する。厚さ200μmのPETフィルムからなる第1基板1上に、まずアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂からなる絶縁着色層を全面に形成した。次に、第2表示電極3としてI

50

ITOを低温成膜し、フォトリソグラフィ及びドライエッチングにより図14に示す形状にパターニングした。次に、第1表示電極4として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、同様にしてパターニングした。

【0093】

次に、表示電極上にアクリル樹脂からなる絶縁層を1 μ mの厚さに形成した。続いて第2制御電極13として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、同様にしてパターニングした。次に、全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層8を200nmの厚さに形成した。

【0094】

続いて、PETフィルムからなる第2基板2上に制御電極5としてITOを低温成膜したのち、図14に示す形状にパターニングした。次に全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層9を200nmの厚さに形成した。この上に、隔壁10を形成した。隔壁10は、光感光性エポキシ樹脂を塗布した後、露光及びウエット現像を行うことによって形成し、70 μ mの高さとした。形成された隔壁内に透明絶縁性液体7及び黒色帯電泳動粒子6を充填した。

10

【0095】

絶縁性液体7としては、シリコンオイルを使用した。黒色帯電泳動粒子6としては、ポリスチレンとカーボンの混合物で、平均粒径5 μ m位のものを使用した。シリコンオイル中での泳動粒子6は正帯電極性を示した。次に、第1基板1の第2基板2との接着面に熱融着性の接着層パターンを形成し、第2基板2の隔壁上に、位置合わせを行ないながら第1基板1を置き、熱をかけて貼り合わせた。これに不図示の電圧印加回路を接続して表示装置とした。

20

【0096】

以下、本実施例における駆動方法の説明を行なう。

第1表示電極を第1走査ライン(S11~S13)、第2表示電極を第2走査ライン(S21~S23)、第1制御電極を第1信号ライン(I11~I13)、第2制御電極を第2信号ライン(I21~I23)とした。

【0097】

図15(a)に、各走査ライン及び信号ラインに印加した駆動パルスのタイムチャート図を、図15(b)に各期間における表示状態の変化を示した。1走査ライン選択期間(TR, T1, T2, T3)を50msに設定した。

30

【0098】

駆動は、まず最初に全面を白表示にリセットし、次に走査ライン毎に、設定した表示パターンに対応する選択画素(1, 2), (2, 1), (2, 3), (3, 2)に対して、一方向(白表示 黒表示)への書き込みを行なった。尚、本実施例においては図3及び図4で説明した駆動方法によって書き込みを行なった。書き込み時の泳動粒子の詳しい動作については、図3及び図4と同様であるので説明を省略する。

【0099】

以下、タイムチャート図に従って駆動方法を順に説明する。期間TRにおいては、全ての第1走査ラインS11~S13に対してVd1 = -50V、全ての第2走査ラインS21~S23に対してVd2 = 0V、全ての第1信号ラインI11~I13に対してVc1 = 0V、全ての第2信号ラインI21~I23に対してVc2 = 0Vを印加し、全画素を白表示にリセットした。

40

【0100】

次に、期間T1において選択走査ラインであるS11、S21に対してVd1 = +50V、Vd2 = 0V、非選択走査ラインであるS12、S22、S13、S23に対してVd1 = +50V、Vd2 = 0Vを印加し、選択画素(1, 2)に相当する第1信号ラインI12にVc1 = +60V、第2信号ラインI22にVc2 = +50Vを印加し、非選択画素(1, 1), (1, 3)に相当する第1信号ラインI11, I13にVc1 = +120V、第2信号ラインI21, I23にVc2 = +70Vを印加した。その結果、選択走査ライン上の選択画素(1, 2)のみが黒表示に書き換えられ、非選択画素(1, 1),

50

(1 , 3) 及び非選択走査ライン上の各画素では白表示が保持された。

【 0 1 0 1 】

以下、期間 T 2、T 3 において選択画素パターンに従って同様の駆動を行なった結果、目的の表示パターンが良好なコントラストで得られた。得られた表示には、クロストーク現象、及び泳動粒子の移動不良、保持不良によるコントラストの劣化は一切認められず、白表示と黒表示の平均的なコントラストは 1 0 : 1 程度の高い値を示した。また、駆動に要した制御電圧は最大で + 1 2 0 V であった。

【 0 1 0 2 】

実施例 2

本実施例では図 5 に示したセル構成で、3 × 3 マトリックス表示セルを作成し、双方向書き込みによる単純マトリックス駆動を行なった。図 5 の構成を用いるため、泳動子の水平方向への移動を双方向に対して禁止することができ、従って黒表示 白表示及び白表示黒表示の双方向に対して書き込みを行なうことができる。双方向書き込み駆動は、特表平 8 - 5 0 7 1 5 4 号公報で開示された第 1 の構成では困難であって、障壁の構造が対称である本発明の特徴の一つである。

【 0 1 0 3 】

作成した 3 × 3 マトリックス表示セルの平面図を図 1 6 に示す。一画素サイズは 1 m m × 1 m m、第 1 表示電極、第 2 制御電極、第 2 表示電極の面積比は 1 8 : 5 : 7 7 とした。

【 0 1 0 4 】

以下、図 5 及び図 1 6 を見ながら、セルの製造方法について簡単に説明する。厚さ 2 0 0 μ m の P E T フィルムからなる第 1 基板 1 上に、まずアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂からなる絶縁着色層を全面に形成した。次に第 2 表示電極 3 として I T O を低温成膜し、フォトリソグラフィ及びドライエッチングにより図 1 6 に示す形状にパターンニングした。次に、第 1 表示電極 4 として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、同様にパターンニングした。

【 0 1 0 5 】

次に、エポキシ樹脂を 3 0 μ m の膜厚で塗布し、続いて第 2 制御電極膜として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、続いてレジスト膜を塗布し、図 1 6 に示すような形状にパターンニング、最後に C F ₄ 及び O₂ ガスによる反応性ドライエッチングを行ない、高さ 3 0 μ m の障壁 1 1 上に炭化チタンからなる第 2 制御電極 1 3 が配置された構造体を形成した。次に、全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層 8 を 2 0 0 n m の厚さに形成した。

以下のプロセスは実施例 1 と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 0 6 】

次に、本実施例における駆動方法の説明を行なう。

第 1 制御電極を第 1 走査ライン (S 1 1 ~ S 1 3)、第 2 制御電極を第 2 走査ライン (S 2 1 ~ S 2 3)、第 1 表示電極を第 1 信号ライン (I 1 1 ~ I 1 3)、第 2 表示電極を第 2 信号ライン (I 2 1 ~ I 2 3) とした (図 1 6)。

【 0 1 0 7 】

図 1 7 (a) に、各走査ライン及び信号ラインに印加した駆動パルスのタイムチャート図を、図 1 7 (b) に各期間における表示状態の変化を示した。本実施例においては、図 6 ~ 図 1 0 において説明した駆動方法によって書き込みを行なった。一走査ラインあたりの選択期間は、期間前半 3 0 m s e c、期間後半 3 0 m s e c とした。書き込み時の泳動粒子の詳しい動作については、図 6 ~ 図 1 0 と同様であるので説明を省略する。

【 0 1 0 8 】

本実施例においては双方向への書き込みが可能であるので、初期動作として全面リセットをする必要はない。そこで初期表示パターンとして期間 T 0 に示すパターンを与え、全画素を各走査ライン (S 1 ~ S 3) ごとに反転表示することとする。

【 0 1 0 9 】

以下、タイムチャート図に従って駆動方法を順に説明する。期間 T 1 において一行目の

走査ラインを選択し、S 1 1 に対して $V_{c1} = 0 V$ (期間前半 T 1 1) / + 1 0 0 V (期間後半 T 1 2)、S 2 1 に対して $V_{c2} = - 5 0 V / + 5 0 V$ を印加、非選択走査ラインである S 1 2、S 1 3 に対して $V_{c1} = + 5 0 / + 2 0 0 V$ を印加、S 2 2、S 2 3 に対して $V_{c2} = 0 V / + 1 0 0 V$ をそれぞれ印加し、同時に画素 (1 , 1)、(1 , 3) に相当する第 1 信号ライン I 1 1、I 1 3 及び第 2 信号ライン I 2 1、I 2 3 にそれぞれに白表示書き込みパルスとして、 $V_{d1} = 0 V / 0 V$ 、 $V_{d2} = 0 V / + 1 0 0 V$ を印加し、また画素 (1 , 2) に相当する第 1 信号ライン I 1 2 及び第 2 信号ライン I 2 2 にそれぞれに黒表示書き込みパルスとして、 $V_{d1} = 0 V / + 1 0 0 V$ 、 $V_{d2} = 0 V / 0 V$ を印加した。その結果、選択された一行目の走査ライン上の全ての画素が書き換えられ反転表示された。また 2、3 行目の非選択走査ライン上の各画素では初期表示状態が保持された。

10

【 0 1 1 0 】

以下、期間 T 2、T 3 において同様の駆動を行なった結果、目的の反転表示パターンが良好なコントラストで得られた。得られた表示には、クロストーク現象、及び泳動粒子の移動不良、保持不良によるコントラストの劣化は一切認められず、白表示と黒表示の平均的なコントラストは 1 2 : 1 程度の高い値を示した。また、駆動に要した制御電圧は最大で + 2 0 0 V であった。

【 0 1 1 1 】

比較例 1

比較例 1 として、特表平 8 - 5 0 7 1 5 4 号公報において開示された図 1 8 (a) に示すセル構成で、3 × 3 マトリックス表示セルを作成し、一方向書き込みによる単純マトリックス駆動を行なった。

20

【 0 1 1 2 】

作成した 3 × 3 マトリックス表示セルの平面図を図 2 5 に示す。一画素サイズは 1 m m × 1 m m、第 1 表示電極と第 2 表示電極の面積比 3 5 : 6 5、第 1 基板と第 2 基板間の間隔 7 0 μ m、段差高 5 μ m とし、平均粒子径 5 μ m の正帯電泳動粒子を用いた。表示電極と泳動粒子の配色は図 1 と同様である。

【 0 1 1 3 】

以下、図 1 8 (a) 及び図 2 5 を見ながら、セルの製造方法について簡単に説明する。厚さ 2 0 0 μ m の P E T フィルムからなる第 1 基板 1 上に、まずアルミナなどの白色顔料を分散させたアクリル樹脂からなる絶縁着色層を全面に形成した。次に、第 1 表示電極 4 として暗黒色の炭化チタン膜を成膜し、フォトリソグラフィ及びドライエッチングにより図 2 5 に示す形状にパターンニングした。

30

【 0 1 1 4 】

次にエポキシ樹脂を 5 μ m の膜厚で塗布し、続いて第 2 表示電極として I T O 薄膜をマグネトロンスパッタ法によって低温成膜した。続いてレジスト膜を塗布し、図 2 5 に示すような形状にパターンニング、最後に C F₄ 及び O₂ ガスによる反応性ドライエッチングを行ない、高さ 5 μ m のステップ上に I T O からなる第 2 表示電極が配置された構造体を形成した。次に、全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層 8 を 2 0 0 n m の厚さに形成した。

40

【 0 1 1 5 】

続いて、P E T フィルムからなる第 2 基板 2 上に制御電極 5 a として I T O を低温成膜したのち、図 2 5 に示す形状にパターンニングし、次に全面にアモルファスフッ素樹脂からなる絶縁層 9 を 2 0 0 n m の厚さに形成した。この上に、隔壁 1 0 を形成した。隔壁 1 0 は、光感光性エポキシ樹脂を塗布した後、露光及びウエット現像を行うことによって形成し、7 0 μ m の高さとした。形成された隔壁内に透明絶縁性液体 7 及び黒色帯電泳動粒子 6 を充填した。

【 0 1 1 6 】

透明絶縁性液体 1 としては、シリコンオイルを使用した。黒色帯電泳動粒子 6 は、実施例 1 と同じくポリスチレンとカーボンの混合物で、平均粒径 5 μ m 位のものを使用した

50

。シリコンオイル中での泳動粒子 6 は正帯電極性を示した。次に、第 1 基板 1 の第 2 基板 2 との接着面に熱融着性の接着層パターンを形成し、第 2 基板 2 の隔壁上に、位置合わせを行ないながら第 1 基板 1 を置き、熱をかけて貼り合わせた。これに不図示の電圧印加回路を接続して表示装置とした。

【0117】

以下、駆動方法について説明する。第 1 表示電極を走査ライン (S1 ~ S3)、制御電極を信号ライン (I1 ~ I3) とし、第 2 表示電極をコモン電極として接地電位に固定した。

【0118】

図 26 (a) に、各走査ライン及び信号ラインに印加した駆動パルスのタイムチャート図を、図 26 (b) に各期間における表示状態の変化を示した。1 走査ライン選択期間 (TR, T1, T2, T3) は 50 msec に設定した。

【0119】

駆動は、まず最初に全面を白表示にリセットし、次に走査ライン毎に、設定した表示パターンに対応する選択画素 (1, 2), (2, 1), (2, 3), (3, 2) に対して、一方向 (白表示 黒表示) への書き込みを行なった。尚、本比較例においては図 19、図 20 および図 21、図 22 で説明した駆動方法によって書き込みを行なった。書き込み時の泳動粒子の詳しい動作については、図 19、図 20 および図 21、図 22 と同様であるので説明を省略する。

【0120】

以下、タイムチャート図に従って駆動方法を順に説明する。期間 TR においては、全走査ライン S1 ~ S3 に対して $V_d = -50V$ 、全信号ライン I1 ~ I3 に対して $V_c = 0V$ を印加し、全画素を白表示にリセットした。

【0121】

次に、期間 T1 において選択走査ラインである S1 に対して $V_d = +50V$ 、非選択走査ラインである S2、S3 に対して $V_d = +5V$ を印加し、選択画素 (1, 2) に相当する信号ライン I2 に $V_c = +50V$ を、非選択画素 (1, 1), (1, 3) に相当する信号ライン I1, I3 には $V_c = +250V$ を印加した。その結果、選択走査ライン S1 の選択画素 (1, 2) のみが黒表示に書き換えられ、非選択画素 (1, 1), (1, 3)、及び非選択走査ライン S2, S3 における各画素では白表示が保持された。但し、非選択画素 (1, 1), (1, 3) においては制御電圧 $V_c = +250V$ による泳動粒子の押し込みは不十分であり、図 23 (c) に示したように一部の泳動粒子が第 2 表示電極側に移動してしまい、図 26 (b) に示すような灰色がかかった表示になってしまった。

【0122】

以下、期間 T2、T3 において選択画素パターンに従って同様の駆動を行なった結果、目的の表示パターンが得られたが、白表示が全体的に灰色がかかっており表示コントラストは劣悪であった。白表示と黒表示の平均的なコントラストは 3 : 1 程度であった。また、本比較例で用いた制御電圧は +250V であったが、まだ不十分であり更に増大させる必要があった。

【産業上の利用可能性】

【0123】

本発明の電気泳動表示装置は、クロストーク現象の見られない、良好な表示コントラストが得られる単純マトリクス駆動が実現できるので、ペーパーライクディスプレイ等に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図 1】本発明の表示装置の代表的な一例を示す断面図である。

【図 2】本発明の表示装置の代表的な一例を示す平面図である。

【図 3】本発明の表示装置の単純マトリクス駆動法の一例を示す図である。

【図 4】図 3 の表示装置の単純マトリクス駆動法の他の部分を示す図である。

10

20

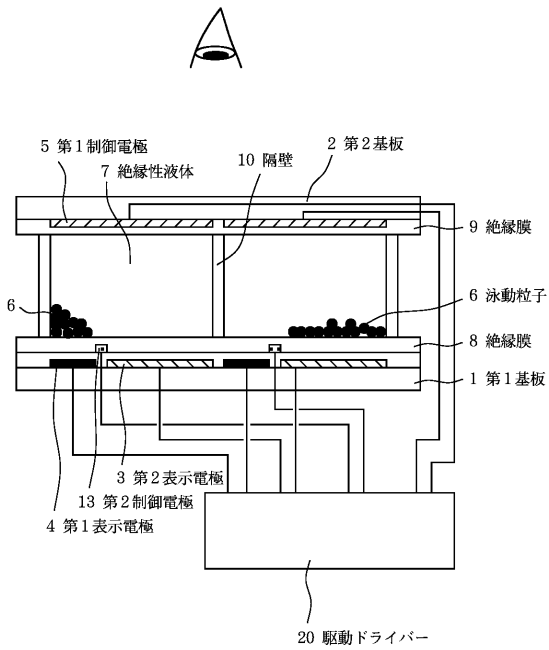
30

40

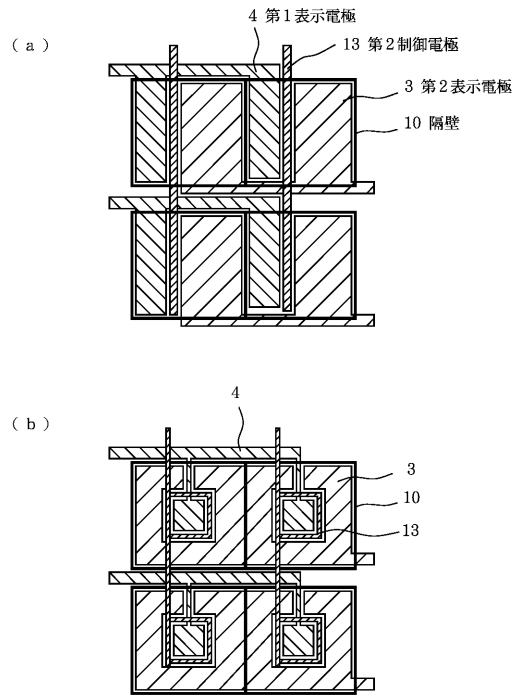
50

- 【図5】本発明の表示装置の他の例を示す断面図である。
- 【図6】本発明の表示装置の駆動方法及び動作状態の一例を示す図である。
- 【図7】図6の表示装置の駆動方法及び動作状態の他の部分を示す図である。
- 【図8】本発明の表示装置の単純マトリクス駆動法の他の例を示す図である。
- 【図9】図8の表示装置の単純マトリクス駆動法の他の部分を示す図である。
- 【図10】図8の表示装置の単純マトリクス駆動法の他の部分を示す図である。
- 【図11】本発明の表示装置の他の例を示す断面図である。
- 【図12】本発明の表示装置の他の例を示す断面図である。
- 【図13】本発明の表示装置の他の例を示す断面図である。
- 【図14】本発明の実施例1において作成した3×3マトリクスを示す平面構成図である。 10
- 【図15】本発明の実施例1で行なった駆動のタイムチャート及び表示パターンを示す図である。
- 【図16】本発明の実施例2において作成した3×3マトリクスを示す平面構成図である。
- 【図17】本発明の実施例2で行なった駆動のタイムチャート及び表示パターンを示す図である。
- 【図18】従来例における表示装置を示す断面図である。
- 【図19】従来例における表示装置の駆動方法及び動作状態を示す図である。
- 【図20】図19の表示装置の駆動方法及び動作状態の他の部分を示す図である。 20
- 【図21】従来例における表示装置の単純マトリクス駆動法を示す図である。
- 【図22】図21の表示装置の単純マトリクス駆動法の他の部分を示す図である。
- 【図23】従来例における表示装置の問題点を示す説明図である。
- 【図24】従来例における表示装置の他の問題点を示す説明図である。
- 【図25】比較例1で作成した3×3マトリクスを示す平面構成図である。
- 【図26】比較例1で行なった駆動のタイムチャート及び表示パターンを示す図である。
- 【符号の説明】
- 【0125】
- 1 第1基板
 - 2 第2基板 30
 - 3 第2表示電極
 - 4 第1表示電極
 - 5 第1制御電極
 - 5 a 制御電極
 - 6 泳動粒子
 - 7 透明絶縁性液体
 - 8、9 絶縁膜
 - 10 隔壁
 - 11 障壁
 - 12 段差 40
 - 13 第2制御電極
 - 13 a 制御電極
 - 15 遮蔽空間
 - 20 駆動ドライバー
 - 22 段差

【 図 1 】

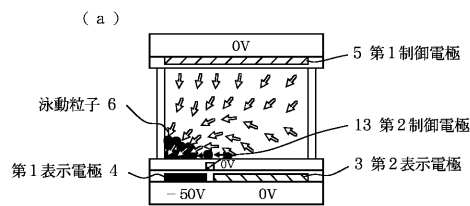


【 図 2 】

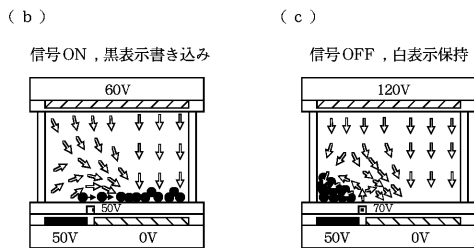


【 図 3 】

初期リセット (全面)

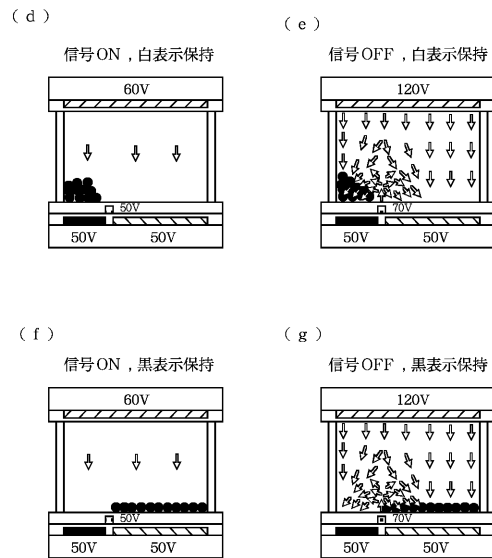


選択走査ライン

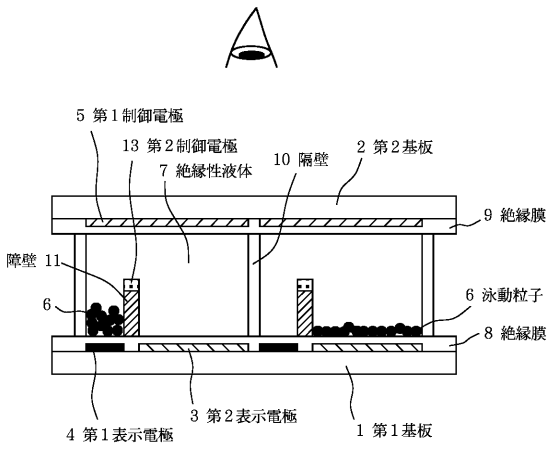


【 図 4 】

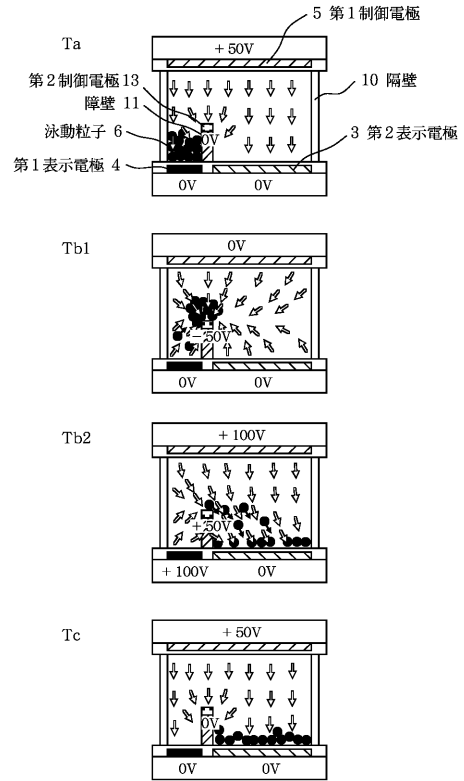
非選択走査ライン



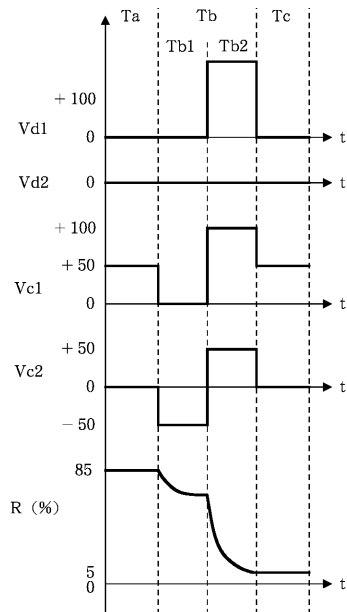
【 図 5 】



【 図 6 】



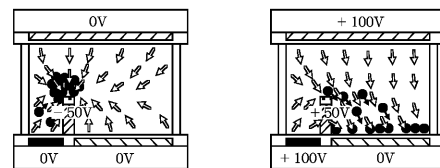
【 図 7 】



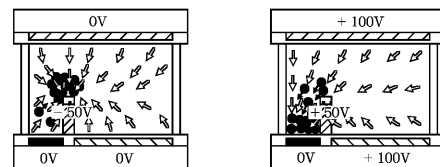
【 図 8 】

選択走査ライン

(a) 黒表示書き込み



(b) 白表示書き込み

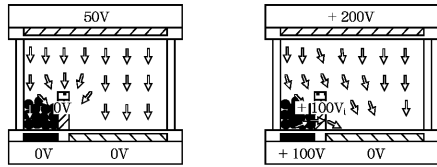


【 図 9 】

非選択走査ライン

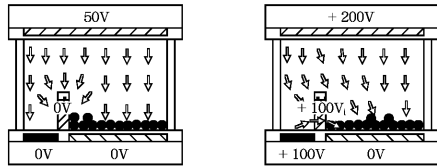
(c)

黒表示信号、白表示保持状態



(d)

黒表示信号、黒表示保持状態

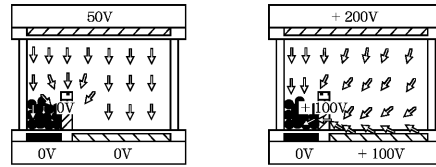


【 図 1 0 】

非選択走査ライン

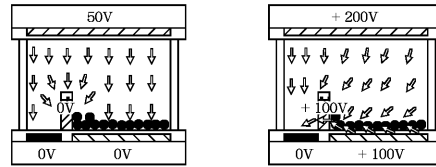
(e)

白表示信号、白表示保持状態



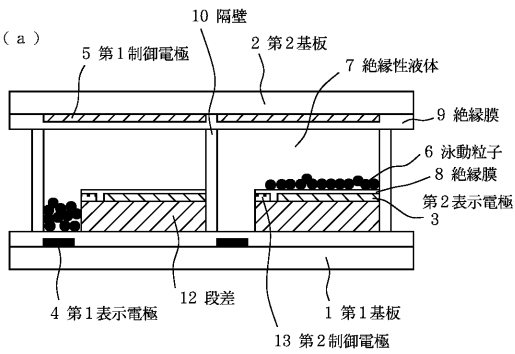
(f)

白表示信号、黒表示保持状態

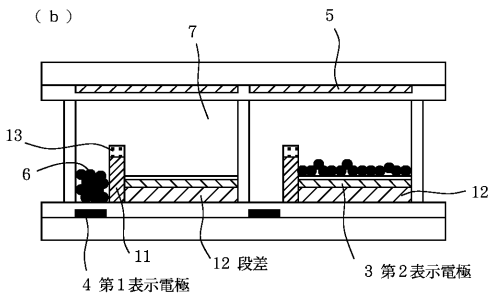


【 図 1 1 】

(a)

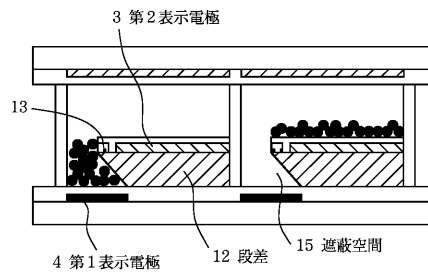


(b)

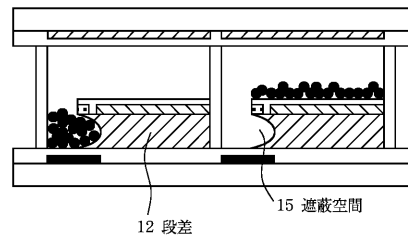


【 図 1 2 】

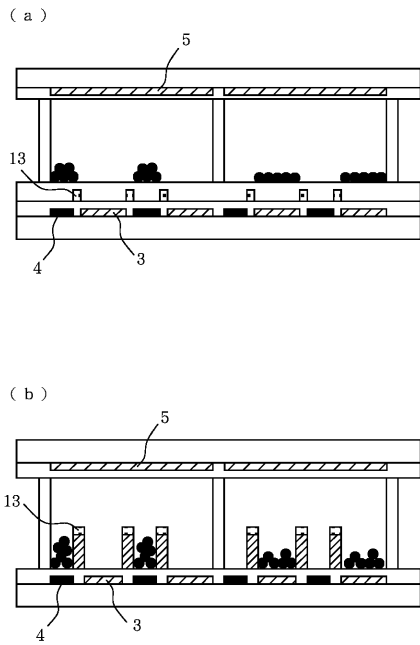
(a)



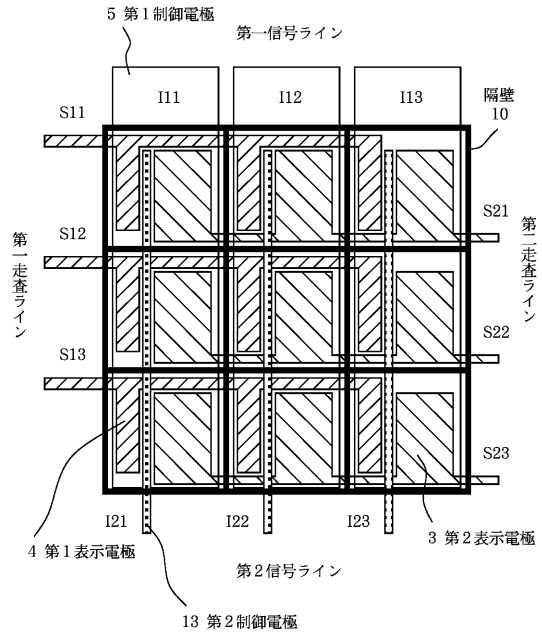
(b)



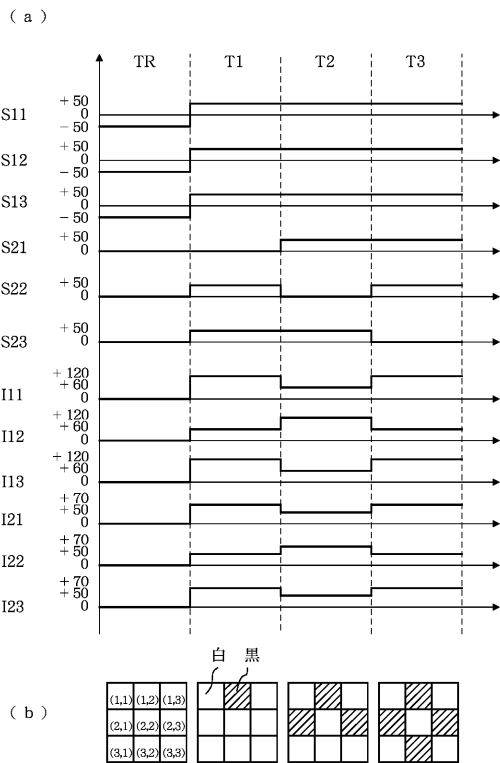
【 図 1 3 】



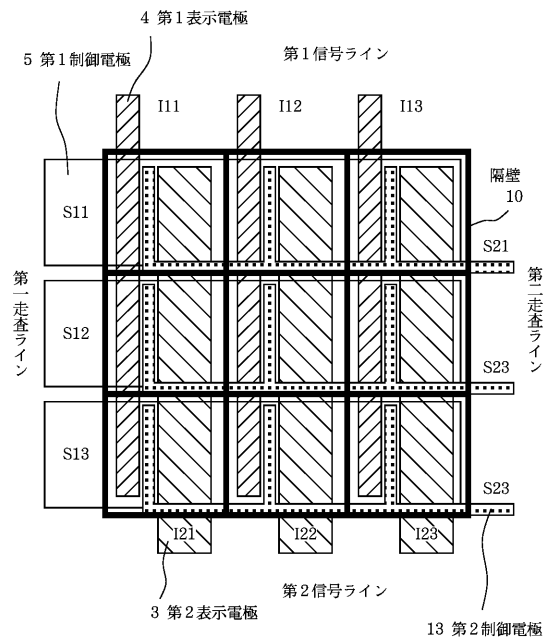
【 図 1 4 】



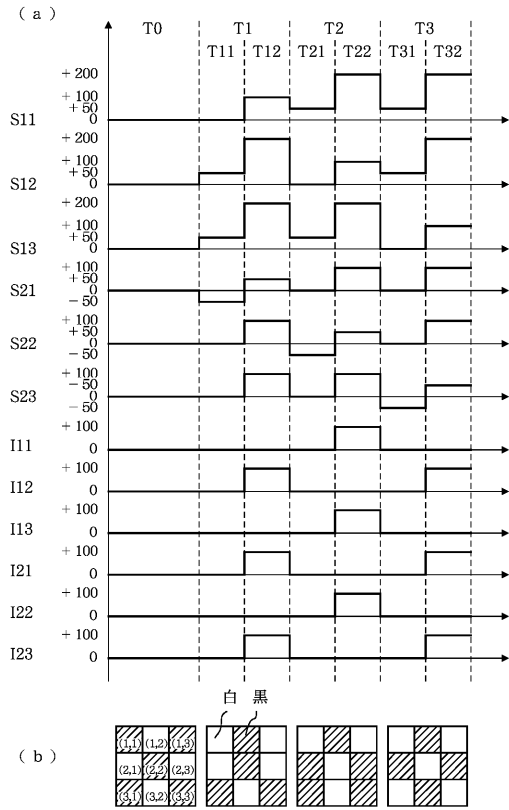
【 図 1 5 】



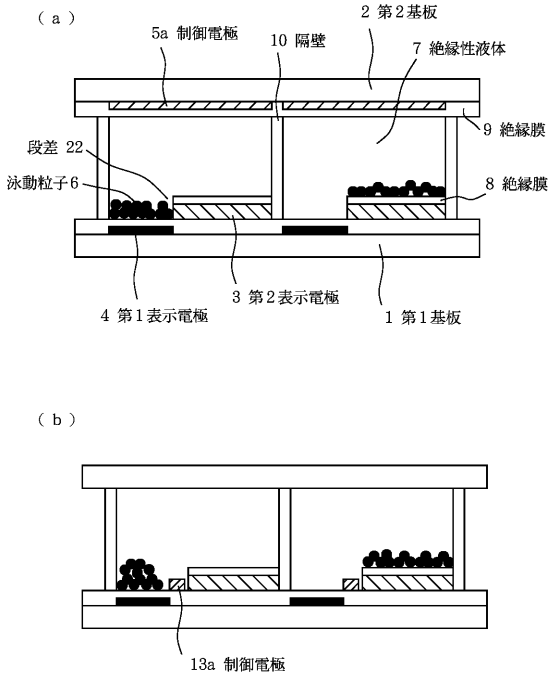
【 図 1 6 】



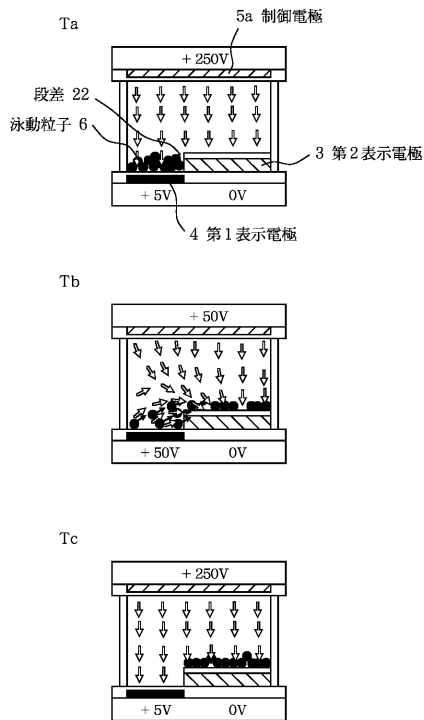
【 図 1 7 】



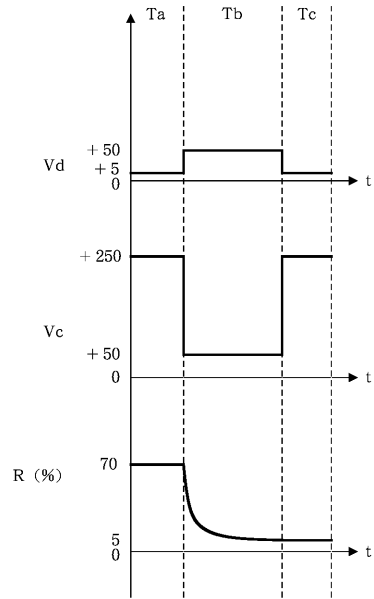
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



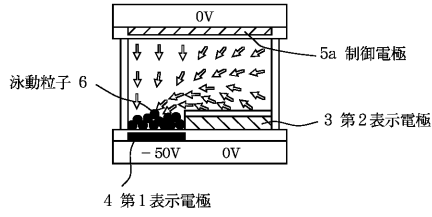
【 図 2 0 】



【 図 2 1 】

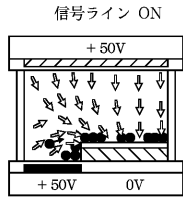
初期リセット (全面)

(a)

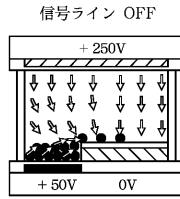


選択走査ライン

(b)



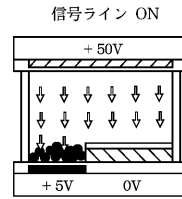
(c)



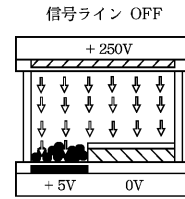
【 図 2 2 】

非選択走査ライン

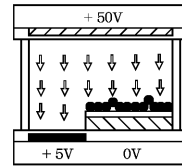
(d)



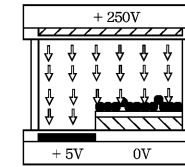
(e)



(f)

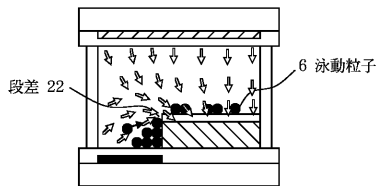


(g)

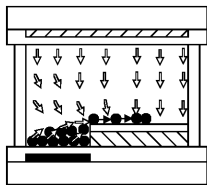


【 図 2 3 】

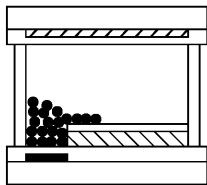
(a)



(b)

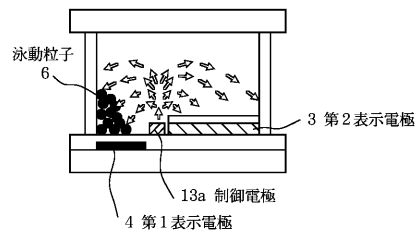


(c)

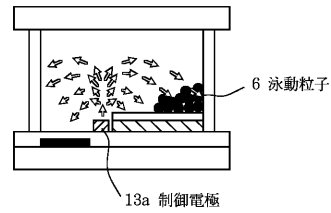


【 図 2 4 】

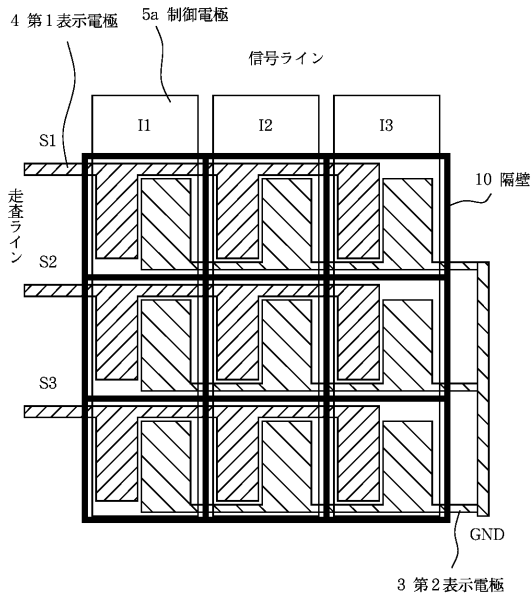
(a)



(b)



【 図 2 5 】



【 図 2 6 】

