

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4076222号  
(P4076222)

(45) 発行日 平成20年4月16日(2008.4.16)

(24) 登録日 平成20年2月8日(2008.2.8)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 2 F 1/167 (2006.01) G 0 2 F 1/167

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-202123 (P2003-202123)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年7月25日(2003.7.25)	(74) 代理人	100109900 弁理士 堀口 浩
(65) 公開番号	特開2005-43590 (P2005-43590A)	(72) 発明者	中井 豊 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
(43) 公開日	平成17年2月17日(2005.2.17)	(72) 発明者	榎本 信太郎 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝 研究開発センター内
審査請求日	平成16年10月12日(2004.10.12)	審査官	福島 浩司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

帯電微粒子を絶縁性液体に分散した分散液層と、  
前記分散液層を挟む第1基板及び第2基板と、  
前記第1基板の前記分散液層側の面に設けられる第1電極と、  
前記第2基板の前記分散液層側の面に設けられ、それぞれ前記第1電極よりも面積が小さくかつ交流電圧が印加される第2電極および第3電極とを具備し、  
前記第2電極と前記第3電極との間には交流電圧が印加され、  
前記第2電極と前記第3電極との間隔は、前記第2電極と前記第1電極との間の距離及び前記第3電極と前記第1電極との間の距離よりも短いことを特徴とする電気泳動表示装置

10

【請求項2】

帯電微粒子を絶縁性液体に分散した分散液層と、  
前記分散液層を挟む第1基板及び第2基板と、  
前記第1基板の前記分散液層側の面に設けられる第1電極と、  
前記第2基板の前記分散液層側の面に設けられ、それぞれ前記第1電極よりも面積が小さい第2電極、第3電極、及び第4電極とを具備し、  
前記第2電極と前記第4電極との間及び前記第3電極と前記第4電極との間には交流電圧が印加され、前記第2電極と前記第4電極との間隔及び前記第3電極と前記第4電極との間隔が、前記第1電極と前記第4電極との間の距離よりも短いことを特徴とする電気泳動

20

表示装置。

【請求項 3】

前記絶縁性液体中に分散される前記帯電微粒子が夫々色の異なる複数種類の帯電微粒子からなり、前記複数種類の帯電微粒子が同じ極性に帯電しており、かつ、(式 1) の値【数 1】

$$\operatorname{Re} \left[ \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} \right] \quad (\text{式 1})$$

(ただし、 $\varepsilon_1$  は前記絶縁性液体の複素誘電率であり、 $\varepsilon_2$  は各々の前記帯電微粒子の複素誘電率である。また、 $\operatorname{Re}$  は実数部を示す。)

を比較した際、いずれかの周波数で、前記各々の帯電微粒子の前記(式 1) の値がそれ以外の前記帯電微粒子の前記(式 1) の値よりも小さいことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電気泳動表示装置。

【請求項 4】

いずれの周波数においても、前記(式 1) の値が最も小さい前記帯電微粒子以外の前記帯電微粒子は、前記(式 1) の値が正の値をとることを特徴とする請求項 3 記載の電気泳動表示装置。

【請求項 5】

前記複数種類の帯電微粒子が、夫々シアン、イエロー、マゼンダに着色された 3 種類の帯電微粒子を含むことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の電気泳動表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気泳動表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

低消費電力化、あるいは観測者の目への負担軽減などの観点から反射型表示装置への期待が高まっている。これまでに、反射型表示装置の一つとして電気泳動表示装置が知られている。電気泳動表示装置は、電荷を有する電気泳動粒子と、絶縁性液体からなりこの電気泳動粒子が分散される分散液と、この分散液を挟んで対向する一組の電極からなる。そして、この電極を介して分散液に電場を印加することによって、電気泳動粒子をその電荷と反対極性の電極上に移動させて表示を行うものである。

【0003】

電気泳動表示装置では、電気泳動粒子が着色され、この電気泳動粒子の対比色は、色素を溶解させた前述の分散液が担っている。より詳細には、電気泳動粒子が観測者に近い一方の電極の表面に付着する場合は、電気泳動粒子の色が観測される。また、電気泳動粒子が観測者から遠い他方の電極の表面に付着する場合は、電気泳動粒子の色は分散液に隠蔽されるとともに分散液の色が観測されるというものである。

【0004】

電気泳動表示装置は、広視野角、高コントラスト、低消費電力という利点を備えている。しかしながら、分散液に溶解した色素の電気泳動粒子への吸着、及び電気泳動粒子が付着した電極表面と電気泳動粒子間への分散液の侵入などの悪影響により、高い反射率、すなわち明るさと高いコントラストを両立させることは本質的に不可能であるという大きな問題があった。

【0005】

この問題を解決するために、透明な分散液を用いて表示を行う電気泳動表示装置が提案されている(特許文献 1、及び特許文献 2 参照)。これらの方式は、第 1 の色(例えば黒)を表示するときは画素サイズにほぼ等しい画素電極全体に着色粒子を泳動させ、第 2 の色(例えば白)を表示するときは非画素部、あるいは画素の小面積部分に着色粒子を集めて画素部を透過状態にするものである。分散液に色素を溶解しないため分散液の安定性が高

10

20

30

40

50

く、また反射電極の散乱特性を制御することで良好な白表示を実現することが可能である。

【0006】

一方、電気泳動以外の力を用いて微粒子を移動して表示する方法も知られている（例えば、特許文献3参照）。これは、観測面から遠い側にある電極間に交流電界を印加することで、拡散していた微粒子を選択的に電極間の方向に引き寄せ、観測面に残った微粒子の色を表示する誘電泳動表示装置である。この方法では、複数種類の微粒子を選択的に下方に引き寄せるために、誘電特性が各色で異なるよう設定し、周波数で制御する。

【0007】

【特許文献1】

特開平9-211499号公報（第2-7頁、第1図）

【特許文献2】

特開平11-202804号公報（第3-8頁、第1図）

【特許文献3】

米国特許第6120588号明細書

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、電気泳動は電界強度に正比例した速度で電気泳動粒子が移動するため、電気泳動粒子が移動を開始する電界の閾値が存在しない。従って、単純マトリクス駆動やメモリ性の発現が実質的に困難である。閾値を発生させるために、電極表面に電気泳動粒子が吸着する方法を採る例があるが、吸着力を制御することは困難で、閾値が大きくばらつく、あるいは長期的に安定しないなどの問題が避けられない。

【0009】

一方、誘電泳動を用いた表示装置では、交流電界を印加された、観測面から遠い側に引き寄せられた微粒子が再び観測面側に戻るための復元力が存在しないため応答速度が遅いこと、またある設定周波数において、微粒子が移動するための誘電泳動力に閾値がないため、特定の色の微粒子のみを正確に動かすことが難しく、カラー化が難しいという問題がある。また、各画素に設けられた一組の電極に印加する電圧と周波数を同時に制御する必要があり、駆動上も困難が生じる。

【0010】

本発明は上記問題に鑑み、帯電微粒子を移動させる閾値を簡便に発生させることが出来、低消費電力駆動が可能な電気泳動表示装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、帯電微粒子を絶縁性液体に分散した分散液層と、分散液層を挟む第1基板及び第2基板と、第1基板の分散液層側の面に設けられる第1電極と、第2基板の分散液層側の面に設けられ、それぞれ第1電極よりも面積が小さくかつ交流電圧が印加される第2電極および第3電極とを具備し、第2電極と第3電極との間には交流電圧が印加され、第2電極と第3電極との間隔は、第2電極と第1電極との間の距離及び第3電極と第1電極との間の距離よりも短いことを特徴とする電気泳動表示装置を提供する。

【0012】

また本発明は、帯電微粒子を絶縁性液体に分散した分散液層と、分散液層を挟む第1基板及び第2基板と、第1基板の分散液層側の面に設けられる第1電極と、第2基板の分散液層側の面に設けられ、それぞれ第1電極よりも面積が小さい第2電極、第3電極、及び第4電極とを具備し、第2電極と第4電極との間及び第3電極と第4電極との間には交流電圧が印加され、第2電極と第4電極との間隔及び第3電極と第4電極との間隔が、第1電極と第4電極との間の距離よりも短いことを特徴とする電気泳動表示装置を提供する。

【0013】

本発明においては、絶縁性液体中に分散される帯電微粒子が夫々色の異なる複数種類の帯電微粒子からなり、複数種類の帯電微粒子が同じ極性に帯電しており、かつ、（式2）の

10

20

30

40

50

値

【 0 0 1 4 】

【 数 2 】

$$\operatorname{Re} \left[ \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} \right] \quad (\text{式 2})$$

【 0 0 1 5 】

(ただし、 $\varepsilon_1$  は絶縁性液体の複素誘電率であり、 $\varepsilon_2$  は各々の帯電微粒子の複素誘電率である。また、 $\operatorname{Re}$  は実数部を示す。)

を比較した際、いずれかの周波数で、各々の帯電微粒子の(式2)の値がそれ以外の帯電微粒子の(式2)の値よりも小さくても良い。 10

【 0 0 1 6 】

また、本発明においては、いずれの周波数においても、(式2)の値が最も小さい帯電微粒子以外の帯電微粒子は、(式2)の値が正の値をとっても良い。

【 0 0 1 7 】

さらに、本発明においては、複数種類の帯電微粒子が、夫々シアン、イエロー、マゼンダに着色された3種類の帯電微粒子を含んでも良い。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の各実施形態に係る電気泳動表示装置について詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。 20

【 0 0 1 9 】

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。本実施形態の電気泳動表示装置は、一方の基板に1つの電極を、他方の基板に2つの電極を形成して電気泳動現象と誘電泳動現象の双方を用いて表示を行うものである。

【 0 0 2 0 】

図1は、本実施形態の電気泳動表示装置の、1画素分を示す断面図である。実際には、このような画素が2次元マトリクス状に形成されている。

【 0 0 2 1 】

図1に示すように、本実施形態の電気泳動表示装置は、第1基板1と第2基板2とが対向して設けられ、これらの基板間に各画素を囲むように隔壁5が設けられ、第1基板1、第2基板2及び隔壁5によって形成された領域に絶縁性液体6が挟持される。絶縁性液体6は透明であり、着色帯電微粒子10が表面に電荷を有した状態で分散している。本実施形態においては、隔壁5、絶縁性液体6及び着色帯電微粒子10で分散液層を形成している。また、隔壁5で囲まれた各画素には、第1基板1に第1電極3が、第2基板2に第2電極4a及び第3電極4bが設けられている。さらに、各画素の第1電極3と第2電極4a、第3電極4bとの間に直流電圧を印加する直流電源8、第2電極4aと第3電極4bとの間に交流電圧を印加する交流電源9が設けられている。 30

【 0 0 2 2 】

第1電極3、第2電極4a及び第3電極4b上には絶縁膜が成膜されていることが好ましい。これは、着色帯電微粒子10の、これらの電極への吸着能を調整するためのものであり、成膜することが好ましいが必須ではない。図1では第1電極3表面に成膜された絶縁膜7のみ示している。 40

【 0 0 2 3 】

次に、本実施形態の電気泳動表示装置の表示方法を説明する。

【 0 0 2 4 】

各画素の光学的なオン、オフは、画素サイズにほぼ等しい第1電極3全体に着色帯電微粒子10を泳動させて着色帯電微粒子10の色を表示する、若しくは第2電極4a及び第3電極4b部分に着色帯電微粒子10を集めて画素部を透過状態にして第1電極3等により 50

白色等の着色帯電微粒子 10 の色とは異なる色を表示することにより行う。そして、このような表示を行うためには、どちらかの極性に帯電した着色帯電微粒子 10 の移動を、直流電源 8 及び交流電源 9 へ電圧を印加して制御する。

【 0 0 2 5 】

まず、直流電源 8 から第 1 電極 3 と、第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b との間に電圧を印加する。この電圧による電界の向きに応じて、絶縁性液体 6 中の着色帯電微粒子 10 は第 1 電極 3 側、若しくは第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 側に移動する。そして、観測面を図面上方とすると、第 1 電極 3 に着色帯電微粒子 10 が移動した場合は着色表示、第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b に着色帯電微粒子 10 が移動した場合は透明表示となる。従って、図中、第 1 電極 3 を透明として第 1 基板 1 下に白色の反射体を設ける、若しくは拡散反射板を設けることにより、白表示が可能となる。反射体を他の色とすれば他の色の表示も可能である。また第 1 電極 3 を反射性材料で構成しても、同様に白表示が可能である。第 1 電極 3 が透明である場合は、どちらを観測面としても良い。第 1 電極 3 の面積よりも、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の面積が小さいことにより、着色表示と透明表示とのコントラスト比を高くすることが出来る。第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b との面積比がほぼコントラスト比に等しくなるため、第 1 電極 3 の面積は、第 2 電極 4 a の面積や第 3 電極 4 b の面積の約 5 倍以上であることが好ましい。また、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b の面積は同じでも異なっても良い。面積、形状が異なっている場合は、電界強度が不均一になるので、誘電泳動の効果が強くなり好ましい。また、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の形状として、電極をパターンニングする際にパターンニング形状が凹凸を有するものとして電界集中部を設けても、電界強度が不均一になり、誘電泳動の効果が強くなり好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間には交流電源 9 から交流電圧が印加される。この場合、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間隙が広がると、これらの電極間に生じる相互作用は、第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a との間隙の相互作用や第 1 電極 3 と第 3 電極 4 b との間隙の相互作用よりも小さくなってしまふ。その結果、第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b から出た電気力線の大半が第 1 電極 3 に到達してしまい、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間で誘電泳動力が生じなくなる。したがって、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間隙を狭く保つことが必要であり、これにより、これらの電極間に生じる電界はその周辺より強くなり電界強度の分布が生じる。具体的には、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間隔は、第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a との間隔、第 1 電極 3 と第 3 電極 4 b との間隔よりも狭くすることが好ましい。その結果、着色帯電微粒子 10 の誘電特性に応じ、(式 3)

【 0 0 2 7 】

【 数 3 】

$$\operatorname{Re} \left[ \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} \right] \quad (\text{式 3})$$

【 0 0 2 8 】

(ただし、 $\varepsilon_1$  は絶縁性液体の複素誘電率であり、 $\varepsilon_2$  は着色帯電微粒子の複素誘電率である。また、 $\operatorname{Re}$  は実数部を示す。)

の値が正であれば、着色帯電微粒子 10 を動かす力(誘電泳動力)が生じ、着色帯電微粒子 10 はより電界の強い領域に移動する。従って、着色帯電微粒子 10 と絶縁性液体 6 の複素誘電率を調整すれば、着色帯電微粒子 10 を第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間に引き寄せる力が働く。つまり、着色帯電微粒子 10 に働く力は、着色帯電微粒子 10 の帯電量に依存した電気泳動力と、着色帯電微粒子 10 の帯電量には依存しない、複素誘電率に依存した誘電泳動力の合力として表される。第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b は、着色帯電微粒子 2 が画素内で偏りなく均一に移動するために、対称点である画素の中央部に設けられることが好ましいが、着色帯電微粒子 2 の均一な移動に障害がない範囲であればどこに設けられても良い。また、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の組を複数設けた場合には、画

10

20

30

40

50

素の中央部にある必要はない。

【 0 0 2 9 】

ここで、第 1 電極 3 と第 2 及び第 3 電極 4 a、4 b との間に直流電圧を印加して、第 1 電極 3 側に着色帯電微粒子 1 0 を動かす方向に電気泳動力を発現させ、同時に、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間に交流電圧を印加して、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間に着色帯電微粒子 1 0 を引き寄せる誘電泳動力を発現させる。誘電泳動力は、電界強度の変化により発生する力であるから、着色帯電微粒子 1 0 が第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b の近傍から離れると電界強度の変化は急激に弱まるため、電界強度の二乗の微分に比例する誘電泳動力も極端に弱まる。その結果、誘電泳動力は、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に限定される。

10

【 0 0 3 0 】

まず第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に微粒子が集められている状態を考える。ここで第 1 電極 3 に電位を与えて、第 1 電極 3 に向けた電気泳動力を発生させる。電気泳動力が誘電泳動力より強くなる限りは、着色帯電微粒子 1 0 は第 1 電極 3 に向かって移動することは出来ない。従って、電気泳動力が誘電泳動力より強くなるように電圧を印加した場合に、着色帯電微粒子 1 0 が第 1 電極 3 側に引き寄せられ、電気泳動力と誘電泳動力の双方を用いることによって閾値が発生したことになる。

【 0 0 3 1 】

また、電気泳動力が誘電泳動力よりも強くなるよう第 1 電極 3 に電圧が印加され、第 1 電極 3 側に引き寄せられている状態を考える。この場合は、着色帯電微粒子 1 0 が第 1 電極 3 に反発するような電圧を第 1 電極 3 に与え、着色帯電微粒子 1 0 が第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b 側へ向かうような電気泳動力を発生させる。すると、電気泳動力により第 1 電極 3 から離れ第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に引き寄せられた着色帯電微粒子 1 0 は、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍での誘電泳動力で、さらに第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に引き寄せられる。

20

【 0 0 3 2 】

なお、本実施形態のように誘電泳動力を発生させるためには、常時、商用電力と同じ 5 0 ~ 6 0 H z を含む、数 1 0 H z ~ 1 M H z 程度の交流電圧を印加しなければならない。しかし、交流電圧を印加するための消費電力は容量に比例し、電圧の二乗に比例するが、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間の静電容量は画素容量に比較して小さく、また、第 2、第 3 電極 4 a、4 b 間に発生する電界は 1 ~ 3 V / ミクロン程度でよいから、交流電界発生に必要な電力はきわめて小さい。従って常時交流電圧を印加することによる電力消費は無視できるといえる。

30

【 0 0 3 3 】

また、第 2、第 3 電極 4 a、4 b 近傍に集められた着色帯電微粒子 1 0 は、帯電しているため比較的低い周波数では電気泳動的性質も併せ持つ。その結果交流電界に若干追従することになり、着色帯電微粒子 1 0 は振動する。従って、交流電界を印加することで、絶縁性液体 6 中の不純物イオンの偏在や、着色帯電微粒子 1 0 の凝集を防ぐことが出来、安定した状態を保持することが出来る。

【 0 0 3 4 】

着色帯電微粒子 1 0 が第 1 電極 3 側に移動した時は、着色帯電微粒子 1 0 は第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b からの距離が遠いため誘電泳動力は働かず、電気泳動力を零にした状態でもブラウン運動で若干拡散する程度にとどまる。また、第 1 電極 3 側に移動した着色帯電微粒子 1 0 も、第 2、第 3 電極 4 a、4 b 間に印加された微小な交流電圧の影響で、僅かに電気泳動力の変化を受け、微小な振動を起こす場合がある。これは着色帯電微粒子 1 0 の吸着、凝集を防ぐ効果がある。また、電気泳動力を完全に平均的に零にする必要はなく、第 1 電極 3 方向に僅かな電気泳動力を誘起させておくことも可能である。例えば、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に着色帯電微粒子 1 0 を引き寄せている場合は、誘電泳動による力を超えない範囲であれば、電気泳動力を誘起させても問題ない。また、第 1 電極 3 側に着色帯電微粒子 1 0 を引き寄せている場合は、僅かな電気泳動力を誘起させ続ける

40

50

ことで着色帯電微粒子10が第1電極3から離れずに安定し、直流電圧による劣化を最低限に抑えながら、第1電極3からの着色帯電微粒子10の拡散を防ぐことができる。

【0035】

なお、誘電泳動力を発生させるために、第2電極4a及び第3電極4bの2つの電極を設ける例を示したが、これに限定されるものではなく、第2電極4a及び第3電極4bの組を、複数組設けても良い。また、着色帯電微粒子10が高濃度に分散されている場合は、第2電極4a、第3電極4b近傍に全ての着色帯電微粒子10を集めることは困難であることから、第2電極4a及び第3電極4bはコントラスト比を確保した上である程度の面積を必要とする。

【0036】

また、本実施形態の電気泳動表示装置では、中間調の表示も可能である。一般に着色帯電微粒子10の帯電量や誘電特性は、その製法上必然的にある分布を有する。そこで、第2電極4a及び第3電極4bから第1電極3へと移動する着色帯電微粒子10の量を、第2電極4a及び第3電極4bと、第1電極3との間の電位差により制御することにより、中間調表示が可能となるのである。すなわち、これらの電極間の電位差がある値となる場合、電気泳動力と誘電泳動力のバランスで、電気泳動力が強い着色帯電微粒子10のみが第1電極3に移動する。この電位差を調整することで、第1電極3側に移動する着色帯電微粒子の量を制御し、中間調表示が可能となる。なお、このバランスの制御を、第2電極4aと第3電極4bとの間に印加する交流電圧、あるいは周波数を調整することにより行うことも可能であるが、第1電極3の電位を調整する方法がより簡便である。

【0037】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。本実施形態の電気泳動表示装置は、着色帯電微粒子を画素の一部に集めて消色状態とした場合の、実質的開口率を高くするための構成を示したものである。本実施形態においては、第1の実施形態と構成が異なる点のみを説明し、同様の部分は省略する。

【0038】

図2は、本実施形態の電気泳動表示装置の、1画素分を示す断面図である。

【0039】

図2に示すように、本実施形態の電気泳動表示装置は、第2電極4a及び第3電極4bとが、夫々画素の両端部に設けられる点が第1の実施形態とは異なる。そして、第2電極4aと対になる第5電極20と、第3電極4bと対になる第6電極21とを有する。

【0040】

本実施形態においては、第1交流電源22により第2電極4aと第5電極20との間に交流電圧が印加され、第2交流電源23により第3電極4bと第6電極21との間に交流電圧が印加される。また、第2電極4aと第5電極20との間の距離、及び第3電極4bと第6電極21との間の距離は、第2電極4aや第3電極4b、第5電極20、第6電極21と、第1電極3との距離よりも小さいものとする。すると、これらの交流電圧により誘電泳動力が発生し、第2電極4a及び第5電極20近傍、第3電極4b及び第6電極21近傍に着色帯電微粒子10が引き寄せられる。このとき、第2電極4a、第5電極20、第3電極4b、及び第6電極21は、画素のコーナー部にあることから、消色表示時の実質的な開口率を高めることが可能となる。図2では、第1交流電源22と第2交流電源23とを設けた図を示しているが、これに限定されるものではなく第2電極4aと第5電極20との間と、第3電極4bと第6電極21との間の双方に交流電圧を印加する交流電源を1つ設けても良い。

【0041】

また、第1電極3は直流電源8に接続されており、直流電圧が印加される。すると、第1電極3と、第2電極4aや第3電極4b、第5電極20、第6電極21との間には電気泳動力が発生し、この電気泳動力が上述した誘電泳動力よりも大きい値となった場合に、着色帯電微粒子10は第1電極3側へと移動する。よって、本実施形態によれば、第1の実

10

20

30

40

50

施形態と同様に、着色帯電微粒子 10 に閾値特性を持たせて移動させ、表示を行うことが出来るのみならず、消色表示の際の開口率を高めることが出来ることから、コントラストの高い表示が可能となる。

【 0 0 4 2 】

( 第 3 の実施形態 )

次に、本発明の第 3 の実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。本実施形態の電気泳動表示装置は、誘電泳動力を第 1 の実施形態よりも広い領域で発生させることにより、安定に表示を行うものである。本実施形態においては、第 1 の実施形態と構成が異なる点のみを説明し、同様の部分は省略する。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、本実施形態の電気泳動表示装置の、1画素分を示す断面図である。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、本実施形態の電気泳動表示装置は、第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間に第 4 電極 4 c が設けられる点が第 1 の実施形態とは異なる。そして、第 2 電極 4 a と第 4 電極 4 c との間には第 1 交流電源 2 2 により交流電圧が印加され、第 3 電極 4 b と第 4 電極 4 c との間には第 2 交流電源 2 3 により交流電圧が印加され、誘電泳動力が誘起される。ここで、第 4 電極 4 c は一定電圧に保たれる。また、第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b には、第 4 電極 4 c の電位を中心にして、正負にそれぞれ逆位相となる交流電圧を印加してもよいし、第 4 電極 4 c の電位に一定のバイアスをかけた電位を基準として、第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b に正負にそれぞれ逆位相となるよう交流電圧を印加してもよい。これ以外にも、第 2 電極 4 a と第 4 電極 4 c との間と、第 3 電極 4 b と第 4 電極 4 c との間とに交流電圧を印加する交流電源を 1 つ設けた構成としても良い。

【 0 0 4 5 】

さらに、第 1 電極 3 と第 4 電極 4 c との間には、直流電源 8 により直流電圧が印加される。

【 0 0 4 6 】

このような構成により、本実施形態においては、第 2 電極 4 a と第 4 電極 4 c との間、及び第 3 電極 4 b と第 4 電極 4 c との間で交流電界が発生することから、誘電泳動に必要な電界が変化している領域がより広く形成される。また第 4 電極 4 c と第 1 電極 3 との間には直流電圧が印加されることになり、着色帯電微粒子 10 を十分に基板側に引き寄せることが可能となる。その結果、より多くの粒子へ等しい誘電泳動力を作用させることができるため、第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b、及び第 4 電極 4 c 近傍から電気泳動力で第 1 電極 3 に移動する際の閾値をより安定させることが可能である。

【 0 0 4 7 】

なお、誘電泳動力により第 2 電極 4 a、第 3 電極 4 b、及び第 4 電極 4 c 近傍に着色帯電微粒子 10 が集まる際には、着色帯電微粒子 10 は高密度で集まるため、より集まりやすいような構造が望ましい。図 4 に、第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b、第 4 電極 4 c の構造を示す。図 4 ( a ) は、第 1 の実施形態に関する、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の構造の例である。第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b を厚膜に形成し、これらの電極間が正対している部分の面積を大きくすることにより、これらの電極間の間隙をより多くし、着色帯電微粒子 10 をより多く集められるような構造である。また、図 4 ( b ) に示すように、第 2 基板 2 に凹状の溝を形成し、この溝部の斜面をも覆うように第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b を形成しても、同様に広い面積で電界を発生して着色帯電微粒子 10 を集める効果が期待できる。図 4 ( c ) は第 3 の実施形態に関するものである。図 4 ( c ) では図 4 ( b ) と同様に、第 2 基板 2 に凹状の溝を形成し、この溝部の斜面をも覆うように第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b を形成し、溝部の内部に第 4 電極 4 c を形成している。そして、第 2 電極 4 a と第 4 電極 4 c との間と、第 3 電極 4 b と第 4 電極 4 c との間とに交流電圧を印加して、第 4 電極 4 c を一定電圧とすることで、より広い面積で電界を発生させることにより、効率よく溝に着色帯電微粒子 10 を集められる。図 4 ( c ) では、更に第 2 電極 4 a と、第 3 電極 4 b とに印加する交流電圧を、逆位相にすることで、第 2 電極 4 a と第 3 電

10

20

30

40

50

極 4 b との間で発生する電界も誘電泳動力の発生に利用することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

( 第 4 の実施形態 )

次に、本発明の第 4 の実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。本実施形態の電気泳動表示装置は、誘電泳動力を発生させるための第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の位置が第 1 電極 4 a に近く、第 1 電極 4 a と第 2 電極 4 b との間、及び第 1 電極 4 a と第 3 電極 4 c との間で電界により誘電泳動力を発生させるものである。本実施形態においては、第 1 の実施形態と構成が異なる点のみを説明し、同様の部分は省略する。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、本実施形態の電気泳動表示装置の、1 画素分を示す断面図である。

10

【 0 0 5 0 】

図 5 に示すように、本実施形態の電気泳動表示装置においては、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b は、夫々画素の両端部の隔壁 5 に接して形成される。ただし、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b は、第 1 電極 3 に近接して位置していれば良く、必ずしも隔壁 5 に接している必要は無い。第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a との距離、及び第 1 電極 3 と第 3 電極 4 b との距離は、開口率を低下させないために、約 5  $\mu\text{m}$  ~ 約 20  $\mu\text{m}$  とすることが好ましい。また、第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b を、隔壁 5 と第 1 電極 3 との間に設けても良い。第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b は、図 5 中では別々の電源に接続された図となっているが、実際は全画素共通の交流電源 9 に接続され、微小な交流電圧が印加されている。一方、第 1 電極 3 には、画素毎に画像信号に応じて直流電圧が印加される。第 1 電極 3 の電位が第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b に印加される交流電圧に近い場合は、第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a との間や第 1 電極 3 と第 3 電極 4 b との間で発生する電界が支配的になり、誘電泳動力によりこれらの電極間に着色帯電微粒子 10 が集められる。一方、第 1 電極 3 の電位差が第 2 電極 4 a や第 3 電極 4 b に印加される交流電圧に比較して大きい場合は、第 1 電極 3 と第 2 電極 4 a との間や第 1 電極 3 と第 3 電極 4 b との間の電気泳動力が支配的となり、着色帯電微粒子 10 の帯電極性に応じて、第 1 電極 3、あるいは第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 側に移動する。したがって、第 1 電極 3 側、若しくは第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 側に着色帯電微粒子 10 を移動させるのには電気泳動力を利用し、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 側に着色帯電微粒子 10 を引き寄せた状態を保つには誘電泳動力を利用するのである。第 1 電極 3 側に着色帯電微粒子 10 を引き寄せた状態を保つのに電気泳動力を利用しても良い。

20

30

【 0 0 5 1 】

本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、電気泳動力と誘電泳動力により、着色帯電微粒子 10 の移動に対して閾値特性を付与することが出来る。また、本実施形態においては、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b が第 1 基板 1 近傍に設けられることから、作製が容易になり、また開口率を高めることも出来る。

【 0 0 5 2 】

( 第 5 の実施形態 )

次に、本発明の第 5 の実施形態に係る電気泳動表示装置について説明する。本実施形態の電気泳動表示装置は、シアン、マゼンタ、イエローの 3 色の着色帯電微粒子 10 を用いて、カラーの表示を行うものである。本実施形態においては、第 1 の実施形態と構成が異なる点のみを説明し、同様の部分は省略する。

40

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、第 1 ~ 第 4 の実施形態で説明した各種の画素構成を用いることが出来るが、ここでは第 1 の実施形態で説明した図 1 を用いて説明を行う。

【 0 0 5 4 】

図 1 では 3 色の区別は行っていないが、充填される絶縁性液体 6 には、シアン、マゼンタ、イエローの 3 色に着色された 3 種類の着色帯電微粒子 10 が分散されている。帯電極性は同一としている。

【 0 0 5 5 】

50

各着色微粒子は、上述した(式3)で表される値Kを縦軸に、また周波数を横軸に取った場合に、図6のようになる特性を有している。図6中、Cで示される点線はシアンの特性を示し、Mで示される点線はマゼンタの特性を示し、Yで示される点線はイエローの特性を示す。(式3)の縦軸の値Kは、上述したように誘電泳動力の強さに比例する値であり、例えば第1周波数 $f_1$ ではシアンC、第2周波数 $f_2$ ではマゼンタM、第3周波数 $f_3$ ではイエローYの着色帯電微粒子10が、3種類の中で最も誘電泳動力が小さくなる。

【0056】

シアンとマゼンタ、イエローが所望量ずつ混色した色を表示する場合の、表示方法について説明する。

【0057】

まず第1電極3の電位を誘電泳動力が支配的になるよう設定して、全ての着色帯電微粒子10を第2電極4aと第3電極4b近傍に集める。その後、所望量のシアンの着色帯電微粒子10を移動させるために、第2電極4a及び第3電極4bに第1周波数 $f_1$ の交流電圧を印加しながら、第1電極3に、電気泳動により着色帯電微粒子10を第1電極3側に引き寄せようような極性で電位を与える。この場合、図6に示すように、最も誘電泳動力の弱いシアンの着色帯電微粒子10が、第2電極4a及び第3電極4bの近傍から離れて第1電極3側に移動する。このとき、シアンの次に誘電泳動力の弱いマゼンタの着色帯電微粒子10が移動しない範囲に、マゼンタの誘電泳動力が電気泳動力に打ち勝つよう第1電極3の電位を設定すればよく、その範囲で各電極間を移動する着色帯電微粒子10の量を制御すると、中間調を表示することが可能である。

【0058】

次に、所望量のマゼンタの着色帯電微粒子10を移動させるために、シアンの着色帯電微粒子10を第1電極3側に移動させた後に、第2電極4a及び第3電極4bに第2周波数 $f_2$ の交流電圧を印加し、同様に第1電極3に適当な電圧を印加して、マゼンタの着色帯電微粒子10のみを第1電極3側に移動させる。既に第1電極3に移動したシアンの着色帯電微粒子10は、その間第1電極3に保持される。

【0059】

次に、所望量のイエローの着色帯電微粒子10を移動させるために、シアンとマゼンタの着色帯電微粒子10を第1電極3側に移動させた後に、第2電極4a及び第3電極4bに第3周波数 $f_3$ の交流電圧を印加し、第1電極3に適当な電圧を印加して、イエローの着色帯電微粒子10のみを移動させる。これにより、シアン、マゼンタ、イエローが所望量混色したカラー表示が可能となる。

【0060】

画素の情報を書き換える場合は、一旦、第1電極3に逆バイアスの電圧を印加して、電気泳動力で、第2電極4a及び第3電極4b近傍にシアン、マゼンタ、イエローの全ての着色帯電微粒子10を集めた後、同様のプロセスを繰り返せばよいし、他の色を表示する場合も、同様に、交流電圧の周波数と電気泳動力と誘電泳動力とのバランスを制御して行えばよい。また、着色帯電微粒子10の移動が完了した後は、第1電極3の電圧は、発生する電気泳動力が誘電泳動力より弱くなるように設定されていれば、0Vに限定されるものではない。また、第2電極4a及び第3電極4bに印加される電圧は、第2電極4a及び第3電極4b近傍に残った着色帯電微粒子10が拡散しない程度の誘電泳動力が生じていればよく、交流電圧の振幅は下げることが出来る。また周波数も同様であり、消費電力の観点からは、画面を書き換えない場合は交流電圧の振幅を下げ、周波数も下げることが望ましい。さらに、各周波数において、最も(式3)の値Kが小さい粒子については、その値Kの符号が負であっても良いが、それ以外の粒子に関しては、Kの符号が正であることが好ましい。

【0061】

本実施形態においては、第1の実施形態と同様に、着色帯電微粒子10に閾値特性を持たせて移動させ、表示を行うことが出来るのみならず、交流電圧の周波数と、直流電圧の電位を制御することにより、複数種類の着色帯電微粒子10に夫々異なる閾値特性を持たせ

10

20

30

40

50

て移動させ、カラー表示を行うことが出来るものである。

【0062】

これらの実施形態においては、第1基板や第2基板としては、ガラス、石英の透明材料の他、アクリル系樹脂、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PEE（ポリエーテルサルフォン）、ポリカーボネート（PC）などの透明なポリマーフィルム等を用いてもよい。また、第2基板側を観測面とした場合などは、第1基板は透明である必要はなく、ステンレス薄膜など金属や、ポリイミド樹脂からなる基板を用いることも可能である。また、第1電極や第2電極、第3電極はITO（酸化インジウムスズ合金）、IZO（酸化インジウム亜鉛合金）など透明電極材料や、それらの微粒子、PEDOT（Bayer製）など透明有機導電材料の他、光反射性部材（アルミ、銀あるいは、それらを主成分とした合金）などを用いてスパッタ、蒸着、塗布等の方法により形成することが出来る。

10

【0063】

さらに、誘電率が低く無色透明の絶縁性液体としては着色帯電微粒子の移動速度を向上するために粘度の低いものを用いることが好ましく、イソパラフィン、シリコンオイル、トルエン、キシレン等を用いることができる。着色帯電微粒子としては、帯電特性や、分散特性が良好なものが好ましく、ポリエチレン、ポリウレタンなどを用いることができる。帯電微粒子は、着色せずに材料の色を用いた帯電微粒子としても良いし、所望の色に着色した着色帯電微粒子としても良い。カラー表示を行う際の着色帯電微粒子はこれらの材料に顔料を混ぜたものや、それらをマイクロカプセル化で複合化したものなどを用いることができる。黒色を表示する際にはカーボンブラックを用いても良い。また、着色帯電微粒子の複素誘電率を調整する観点から、導電性の高い材料、例えば金属・半導体を微粒子化したものや導電性樹脂を着色帯電微粒子に付加して、着色帯電微粒子の導電率を調整することも有効である。

20

【0064】

これらの材料以外にも、本発明の範囲を逸脱しない範囲で様々な材料、作製方法等を用いることができる。

【0065】

【実施例】

以下、図面を参照して、具体例をさらに詳細に説明する。

（実施例1）

30

第1の実施形態に関する実施例1について説明する。図1に示すように、ガラス基板上に配線、薄膜トランジスタが形成された（図示せず）アクティブマトリクス基板1（第1基板）を用い、この各画素の薄膜トランジスタのソース電極と電気的に接続するように、ITOを第1電極3として成膜し、画素電極形状にパターンニングした。

【0066】

次に、アクティブマトリクス基板1に感光性ポリイミドを用いて隔壁5を高さ10ミクロンに形成し、透明フッ素系樹脂をディップコートし、第1電極3を形成したアクティブマトリクス基板1表面に絶縁膜7を0.2μmの厚さとなるよう形成した。

【0067】

一方、ガラス基板2（第2基板）には、対向の共通電極としてストライプに配置した第2電極4a及び第3電極4bを、フォトリソグラフィ工程を用いて形成した。第2電極4aと第3電極4bとの間は5μm、これらの電極の幅は夫々20μmとした。

40

【0068】

着色帯電微粒子10を分散した絶縁性液体6は、以下の通り作製した。着色帯電微粒子10として、粒径0.5μmのカーボンブラックを、また絶縁性液体6としてエクソンモービル社製のIsopar Gを用い、両者を着色帯電微粒子10の混合重量率が1%となるように混合し、分散安定性向上のため、微量の界面活性剤を添加した。

【0069】

着色帯電微粒子10を分散した絶縁性液体6を、隔壁5を形成したアクティブマトリクス基板1上にディップコートして画素内に充填した後、ガラス基板2をアクティブマトリク

50

ス基板 1 上に被せて圧着し、電気泳動表示装置を得た。

【0070】

この電気泳動表示装置について、アクティブマトリクス基板 1 裏面に白色板を配置し、光学特性を評価した。第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間には、30 Hz で 0 V を中心に振幅 2 V の交流電圧を逆位相で印加した。まず、第 1 電極 3 を +10 V に印加し、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に全ての着色帯電微粒子 10 を集めた。誘電泳動の効果により、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に着色帯電微粒子 10 が効率よく集められ、白表示となった。ここで第 1 電極 3 の電圧を 0 V にすると、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍に集められた着色帯電微粒子 10 は、誘電泳動の効果により第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍から離れることなく、白表示が保持された。このとき、着色帯電微粒子 10 が集まった状態で交流電圧が印加されているため、微視的には着色帯電微粒子 10 はわずかに振動しており、その結果着色帯電微粒子 10 の凝集が起こらず分散が安定した。

10

【0071】

次に第 1 電極 3 の電位を 0 V から -10 V まで少しずつ変化させた。-2 V までは着色帯電微粒子 10 は第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b 近傍から離れず、白表示が保持されたままであった。第 1 電極 3 の電位が -2 V 以下になると、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b の近傍に存在していた着色帯電微粒子 10 の一部が少しずつ第 1 電極 3 に向かって移動を始め、それに伴い、画素領域の反射率は徐々に低下した。更に第 1 電極 3 の電位を下げると、大半の着色帯電微粒子 10 は第 1 電極 3 に向かい、-8 V で画素の反射率は最小値となり飽和して、黒表示となった。

20

【0072】

この状態で第 1 電極 3 の電位を 0 V に戻すと、第 1 電極 3 近傍まで移動した着色帯電微粒子 10 は、第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b に印加された交流電圧によりかすかに振動するが、平均的には移動することは無く、黒表示を維持した。白表示の際に得られた白反射率は 60%、黒表示の際に得られた黒反射率は 6%、コントラストは 10 であった。また応答速度は 100 ミリ秒であった。本実施例より、誘電泳動力と電気泳動力とのバランスにより着色帯電微粒子 10 に閾値特性を持たせて移動させ、表示を行うことが出来ることが分かる。

【0073】

(実施例 2)

第 5 の実施形態に関する実施例 2 について図 1 及び図 6 を用いて説明する。図 1 に示すように、ガラス基板上に配線、薄膜トランジスタが形成された(図示せず)アクティブマトリクス基板 1 (第 1 基板)を用い、この各画素の薄膜トランジスタのソース電極と電氣的に接続するように、ITO を第 1 電極 3 として成膜し、画素電極形状にパターンニングした。

30

【0074】

次に、アクティブマトリクス基板 1 に感光性ポリイミドを用いて隔壁 5 を高さ 30 ミクロンに形成し、透明フッ素系樹脂をディップコートし、第 1 電極 3 を形成したアクティブマトリクス基板 1 表面に絶縁膜 7 を 0.2 μm の厚さとなるよう形成した。

【0075】

一方、ガラス基板 2 (第 2 基板)には、対向の共通電極としてストライプに配置した第 2 電極 4 a 及び第 3 電極 4 b を、フォトリソグラフィ工程を用いて形成した。第 2 電極 4 a と第 3 電極 4 b との間は 10 μm、これらの電極の幅は夫々 20 μm とした。

40

【0076】

着色帯電微粒子 10 を分散した絶縁性液体 6 は、以下の通り作製した。基材となるポリスチレン樹脂中に微細なカーボンブラックを添加してポリスチレン樹脂の導電率を調整した後、表面に顔料を付着させた。顔料の色はシアン、マゼンタ、イエローを用いて、色の異なる 3 種類を作製した。更にその上に誘電率アクリル系樹脂をコーティングしてマイクロカプセル化することで、色、誘電率、導電率が異なる 3 種類の着色帯電微粒子 10 を得た。平均粒径は 0.5 μm であった。

50

## 【0077】

そして、絶縁性液体6としてエクソンモービル社製のIsopar Gを用い、得られた着色帯電微粒子10全体の混合重量率が1%となるように、各色の着色帯電微粒子10を混合し、黒色になるように比率を調整した。分散安定性向上のため、微量の界面活性剤を添加した。その結果、帯電微粒子の帯電極性は正となった。また誘電特性は、図6に示すものとして、第1周波数 $f_1$ は50Hz、第2周波数 $f_2$ は300Hz、第3周波数 $f_3$ は1000Hzとした。

## 【0078】

着色帯電微粒子10を分散した絶縁性液体6を、隔壁5を形成したアクティブマトリクス基板1上にディップコートして画素内に充填した後、ガラス基板2をアクティブマトリクス基板1上に被せて圧着し、電気泳動表示装置を得た。

10

## 【0079】

この電気泳動表示装置について、アクティブマトリクス基板1裏面に白色板を配置し、光学特性を評価した。第2電極4aと第3電極4bとの間には、50Hzで0Vを中心に振幅2Vの交流電圧を逆位相で印加した。まず、第1電極3を+10Vに印加し、第2電極4a及び第3電極4b近傍に全ての着色帯電微粒子10を集めた。誘電泳動の効果により、第2電極4a及び第3電極4b近傍に着色帯電微粒子10が効率よく集められ、白表示となった。ここで第1電極3の電圧を0Vにすると、第2電極4a及び第3電極4b近傍に集められた着色帯電微粒子10は、誘電泳動の効果により第2電極4a及び第3電極4b近傍から離れることなく、白表示が保持された。このとき、着色帯電微粒子10が集まった状態で交流電圧が印加されているため、微視的には着色帯電微粒子10はわずかに振動しており、その結果着色帯電微粒子10の凝集が起こらず分散が安定した。

20

## 【0080】

次に第1電極3の電位を0Vから-10Vまで少しずつ変化させた。-2Vまでは着色帯電微粒子10は第2電極4a及び第3電極4b近傍から離れず、白表示が保持されたままであった。第1電極3の電位が-2V以下になると、第2電極4a及び第3電極4bの近傍に存在していたシアンの着色帯電微粒子10の一部が少しずつ第1電極3に向かって移動を始め、それに伴い、画素領域の反射率は徐々に低下し、シアン色を呈した。更に第1電極3の電位を下げると、大半のシアンの着色帯電微粒子10は第1電極3に向かい、-8Vで全てのシアンの着色帯電微粒子10が移動した。マゼンタ、イエローの着色帯電微粒子10は誘電泳動力により第2電極4a及び第3電極4bの近傍から離れないため、混色はなく、シアンの着色帯電微粒子10のみを移動させることができた。

30

## 【0081】

次に第2電極4a及び第3電極4bに印加する交流電圧の周波数を300Hzにした。第1電極3の電位を同様に0Vから-10Vまで変化させた。-2V以下でマゼンタの着色帯電微粒子10が移動を始め、-8Vで全てのマゼンタの着色帯電微粒子10が移動し、ブルーを呈した。

## 【0082】

最後に、第2電極4a及び第3電極4bに印加する交流電圧の周波数を1000Hzにした。第1電極3を同様に0Vから-10Vまで変化させた。-2V以下でイエローの着色帯電微粒子10が移動を始め、-8Vですべてのイエローの着色帯電微粒子10が移動し、黒色を呈した。

40

## 【0083】

この状態で第1電極3の電位を0Vに戻すと、第1電極3近傍まで移動した着色帯電微粒子10は、第2電極4a及び第3電極4bに印加された交流電圧によりかすかに振動するが、平均的には移動することは無く、黒表示を維持した。白表示の際に得られた白反射率は60%、黒表示の際に得られた黒反射率は6%、コントラストは10であった。また応答速度は各色の移動毎に100ミリ秒であった。本実施例によっても、誘電泳動力と電気泳動力とのバランスにより着色帯電微粒子10に閾値特性を持たせて移動させ、表示を行うことが出来ることが分かる。また、本実施例によれば、誘電泳動力と電気泳動力とのバ

50

ランスにより各色の着色帯電微粒子 10 の閾値特性を異なるものとして移動させ、カラー表示を行うことが出来ることが分かる。

【0084】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、帯電微粒子を移動させる閾値を簡便に発生させることが出来、低消費電力駆動が可能な電気泳動表示装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る電気泳動表示装置の1画素分を示す断面図である。

【図2】 本発明の第2の実施形態に係る電気泳動表示装置の1画素分を示す断面図である。

10

【図3】 本発明の第3の実施形態に係る電気泳動表示装置の1画素分を示す断面図である。

【図4】 第1、第2、及び第3電極の構造例を示す部分断面図である。

【図5】 本発明の第4の実施形態に係る電気泳動表示装置の1画素分を示す断面図である。

【図6】 シアン、マゼンタ、イエローの3色に着色された3種類の着色帯電微粒子の、周波数と値Kとの関係の例を示した図である。

【符号の説明】

1 ... 第1基板

20

2 ... 第2基板

3 ... 第1電極

4 a ... 第2電極

4 b ... 第3電極

4 c ... 第4電極

5 ... 隔壁

6 ... 絶縁性液体

7 ... 絶縁膜

8 ... 直流電源

9 ... 交流電源

30

10 ... 着色帯電微粒子

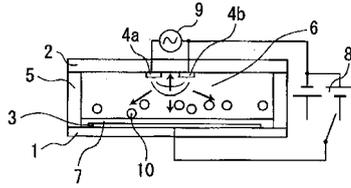
20 ... 第5電極

21 ... 第6電極

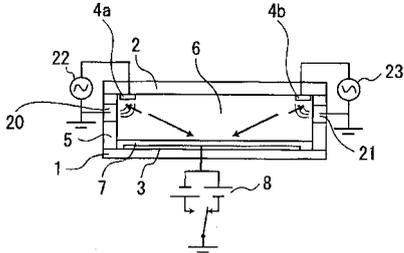
22 ... 第1交流電源

23 ... 第2交流電源

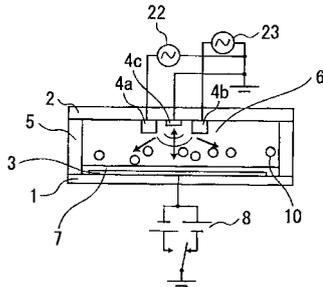
【 図 1 】



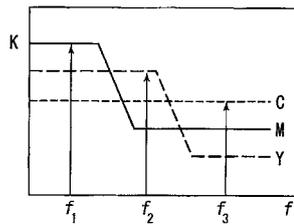
【 図 2 】



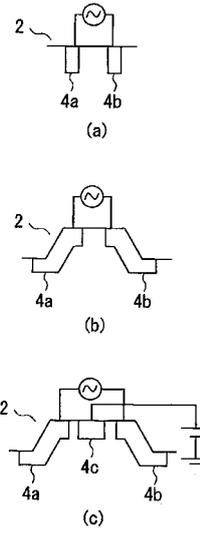
【 図 3 】



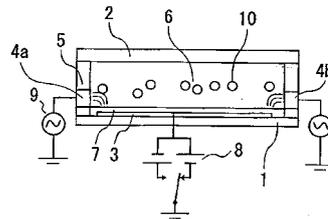
【 図 6 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-040967(JP,A)  
特開2003-066004(JP,A)  
特開2002-350903(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02F 1/167