

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4378771号  
(P4378771)

(45) 発行日 平成21年12月9日 (2009. 12. 9)

(24) 登録日 平成21年10月2日 (2009. 10. 2)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 9 G 3/34 (2006. 01)

G 0 2 F 1/167 (2006. 01)

G 0 9 G 3/20 (2006. 01)

G 0 9 G 3/34 C

G 0 2 F 1/167

G 0 9 G 3/20 6 2 1 B

G 0 9 G 3/20 6 2 3 C

G 0 9 G 3/20 6 2 3 D

請求項の数 17 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-381485 (P2004-381485)  
 (22) 出願日 平成16年12月28日 (2004. 12. 28)  
 (65) 公開番号 特開2006-189466 (P2006-189466A)  
 (43) 公開日 平成18年7月20日 (2006. 7. 20)  
 審査請求日 平成17年11月2日 (2005. 11. 2)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100080953  
 弁理士 田中 克郎  
 (74) 代理人 100093861  
 弁理士 大賀 眞司  
 (72) 発明者 宮坂 光敏  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 橋本 直明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動装置、電気泳動装置の駆動方法、電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

正に帯電した電気泳動粒子及び負に帯電した電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、前記共通電極と前記画素電極との間に電圧を印加して前記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段と、を備える電気泳動装置の駆動方法であって、

画像書き換えを行うために、前記制御手段により前記駆動手段を制御して前記共通電極と前記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間は、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とを含み、

前記リセット期間は、

最高輝度の階調に相当する第1の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第1の電圧によって、前記正に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極又は前記画素電極の一方に引き寄せるとともに、前記負に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極及び前記画素電極の他方に引き寄せる第1リセット期間と、

前記第1の電圧と逆極性でありかつ絶対値が前記第1の電圧より小さい第2の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第2の電圧によって、前記第1の電圧が印加された状態と比較して前記正に帯電した電気泳動粒子及び前記負に帯電した電気泳動粒子がより混合された分布状態を生成する第2リセット期間と、

を含むことを特徴とする、電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 2】

10

20

前記第 2 の電圧の絶対値は、前記第 1 の電圧の絶対値の 2 分の 1 であることを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 3】

前記第 1 リセット期間における前記第 1 の電圧は、前記共通電極に高電源電位  $V_{dd}$  を与えるとともに前記画素電極に前記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低い共通電位  $V_c$  を与えることにより実現され、

前記第 2 リセット期間における前記第 2 の電圧は、前記共通電極に前記共通電位  $V_c$  を与えるとともに前記画素電極に前記共通電位  $V_c$  より高く、且つ前記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低いリセット電位  $V_{RH}$  を与えることにより実現される、請求項 1 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

10

【請求項 4】

前記画像信号導入期間は、前記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を前記画素電極に与えることによって画像書き込みを行う、請求項 1 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 5】

前記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位とし、前記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) とする、請求項 4 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 6】

前記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位 ( $V_{dd} + V_{ss}$ ) / 2 とする、請求項 4 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

20

【請求項 7】

前記電気泳動装置は、一方の電極が前記共通電極と接続され、他方の電極が前記画素電極と接続されてなる保持容量を更に備える、請求項 1 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 8】

正に帯電した電気泳動粒子及び負に帯電した電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、前記共通電極と前記画素電極との間に電圧を印加して前記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、前記駆動手段を制御する制御手段と、を備える電気泳動装置の駆動方法であって、

画像書き換えを行うために、前記制御手段により前記駆動手段を制御して前記共通電極と前記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間は、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とを含み、

30

前記リセット期間は、

最低輝度の階調に相当する第 1 の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第 1 の電圧によって、前記正に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極又は前記画素電極の一方に引き寄せるとともに、前記負に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極及び前記画素電極の他方に引き寄せる第 1 リセット期間と、

前記第 1 の電圧と逆極性でありかつ絶対値が前記第 1 の電圧より小さい第 2 の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第 2 の電圧によって、前記第 1 の電圧が印加された状態と比較して前記正に帯電した電気泳動粒子及び前記負に帯電した電気泳動粒子がより混合された分布状態を生成する第 2 リセット期間と、

40

を含むことを特徴とする、電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 9】

前記第 2 の電圧の絶対値は、前記第 1 の電圧の絶対値の 2 分の 1 であることを特徴とする請求項 8 に記載の電気泳動装置の駆動方法。

【請求項 10】

正に帯電した電気泳動粒子及び負に帯電した電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、

前記共通電極と前記画素電極との間に電圧を印加して前記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、

50

前記駆動手段を制御する制御手段と、  
を備え、

画像書き換えを行うために前記駆動手段が前記共通電極と前記画素電極に電圧を与える  
画像書き換え期間には、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導  
入期間とが含まれ、

前記リセット期間は、

最高輝度の階調に相当する第 1 の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当  
該第 1 の電圧によって、前記正に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極又は前記画素電極  
の一方に引き寄せるとともに、前記負に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極及び前記画  
素電極の他方に引き寄せる第 1 リセット期間と、

10

前記第 1 の電圧と逆極性でありかつ絶対値が前記第 1 の電圧より小さい第 2 の電圧を前  
記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第 2 の電圧によって、前記第 1 の電圧が印  
加された状態と比較して前記正に帯電した電気泳動粒子及び前記負に帯電した電気泳動粒  
子がより混合された分布状態を生成する第 2 リセット期間と、

を含むことを特徴とする、電気泳動装置。

【請求項 1 1】

前記制御手段は、

前記第 1 リセット期間における前記第 1 の電圧を、前記共通電極に高電源電位  $V_{dd}$  を  
与えるとともに前記画素電極に前記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低い共通電位  $V_c$  を与えるこ  
とにより実現し、

20

前記第 2 リセット期間における前記第 2 の電圧を、前記共通電極に前記共通電位  $V_c$  を  
与えるとともに前記画素電極に前記共通電位  $V_c$  より高く、且つ前記高電源電位  $V_{dd}$  よ  
りも低いリセット電位  $V_{RH}$  を与えることにより実現する、請求項 1 0 に記載の電気泳動装  
置。

【請求項 1 2】

前記制御手段は、

前記画像信号導入期間において、前記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに  
、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を前記画素電極に与える  
ことによって画像書き込みを行う、請求項 1 0 に記載の電気泳動装置。

30

【請求項 1 3】

前記制御手段は、

前記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位とし  
、前記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) とする、請求  
項 1 2 に記載の電気泳動装置。

【請求項 1 4】

前記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位 ( $V_{dd} + V_{ss}$   
 $/ 2$ ) とする、請求項 1 2 に記載の電気泳動装置。

【請求項 1 5】

一方の電極が前記共通電極と接続され、他方の電極が前記画素電極と接続されてなる保  
持容量を更に備える、請求項 1 0 に記載の電気泳動装置。

40

【請求項 1 6】

正に帯電した電気泳動粒子及び負に帯電した電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極  
と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、

前記共通電極と前記画素電極との間に電圧を印加して前記電気泳動素子を駆動する駆動  
手段と、

前記駆動手段を制御する制御手段と、

を備え、

画像書き換えを行うために前記駆動手段が前記共通電極と前記画素電極に電圧を与える  
画像書き換え期間には、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導  
入期間とが含まれ、

50

前記リセット期間は、

最低輝度の階調に相当する第 1 の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第 1 の電圧によって、前記正に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極又は前記画素電極の一方に引き寄せるとともに、前記負に帯電した電気泳動粒子を前記共通電極及び前記画素電極の他方に引き寄せる第 1 リセット期間と、

前記第 1 の電圧と逆極性でありかつ絶対値が前記第 1 の電圧より小さい第 2 の電圧を前記共通電極と前記画素電極との間に与え、当該第 2 の電圧によって、前記第 1 の電圧が印加された状態と比較して前記正に帯電した電気泳動粒子及び前記負に帯電した電気泳動粒子がより混合された分布状態を生成する第 2 リセット期間と、

を含むことを特徴とする、電気泳動装置。

10

【請求項 17】

請求項 10 乃至 16 のいずれかに記載の電気泳動装置を備える電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動粒子を含んでなる分散系を備える電気泳動装置とその駆動方法、及びこれを用いた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

溶液中に電気泳動粒子を分散させてなる分散系に電界を印加した際に、クーロン力によって電気泳動粒子が泳動する現象（電気泳動現象）が知られており、当該現象を利用した電気泳動装置が開発されている。このような電気泳動装置は、例えば、特開 2002 - 116733 号公報（特許文献 1）、特開 2003 - 140199 号公報（特許文献 2）、特開 2004 - 004714 号公報（特許文献 3）、特開 2004 - 101746 号公報（特許文献 4）などの文献に開示されている。しかし、従来の電気泳動装置は画質について未だ改良の余地が多かった。以下、これについて具体的に説明する。

20

【0003】

図 12 は、アクティブマトリクス型の電気泳動装置の回路構成例を説明する図である。図示の電気泳動装置は、複数の走査線と、複数のデータ線が直交して配置され、これらの各交点に電気泳動素子を配置して構成されている。各電気泳動素子は、対向配置される共通電極と画素電極の間に分散系を介在させて構成されている。各電気泳動素子に対する電流供給は走査線及びデータ線に接続されたトランジスタによってなされる。

30

【0004】

図 13 は、図 12 に示すような構成の電気泳動装置の駆動方法についての従来例を説明する波形図である。図 13 に示す駆動方法では、画像信号導入期間に先立って、全画素を白表示にリセットするリセット期間が設けられている。このリセット期間においては、全画素の画素電極にはデータ線を介して低電源電位  $V_{ss}$ （例えば 0 V）、共通電極の電位（共通電位） $V_{com}$  としては高電源電位  $V_{dd}$ （例えば +10 V）が与えられる。また、その後の画像信号導入期間においては、共通電位  $V_{com}$  として低電源電位  $V_{ss}$ 、各画素電極には各データ線を介して、表示画像の内容に応じた電位が各画素ごとに与えられる。

40

【0005】

図 14 ~ 図 17 は、図 13 に示す従来例の駆動方法によって駆動された場合における電気泳動粒子の挙動（空間分布）を模式的に説明する図である。図 14 ~ 図 17 では、二粒子系の電気泳動装置であって、白丸で示した粒子（白粒子）がマイナスに帯電し、黒丸で示した粒子（黒粒子）がプラスに帯電している場合における各粒子の挙動が模式的に示されている。

【0006】

例えば、データ線信号  $X_1$ 、走査線信号  $Y_1$  のそれぞれが供給される画素（1, 1）の前画面が白表示、次画面が黒表示、であるとし、その場合の電気泳動粒子の挙動を図 14

50

に示す。前画面においては、図 14 (A) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_L$  (ほぼ 0 V) の各電位が与えられ、白表示 (より正確には、灰色ぎみの白) がなされる。リセット期間においては、図 14 (B) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd}$ 、画素電極には  $V_{ss}$  の各電位が与えられ、リセット動作としての白表示 (より正確には、より強い白) がなされる。次画面においては、図 14 (C) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_{dd}$  の各電位が与えられ、黒表示 (正確には灰色ぎみの黒) がなされる。このとき、画素 (1, 1) においては直前のリセット期間において強い白表示がなされているため、その後に黒表示としても各電気泳動粒子が十分に移動することができず、黒レベルが黒くならないという不都合が生じる。

【0007】

データ線信号 X1、走査線信号 Y2 のそれぞれが供給される画素 (1, 2) の前画面が白表示、次画面も白表示、であるとし、その場合の電気泳動粒子の挙動を図 15 に示す。前画面においては、図 15 (A) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_L$  (ほぼ 0 V) の各電位が与えられ、白表示 (より正確には、灰色ぎみの白表示) がなされる。リセット期間においては、図 15 (B) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd}$ 、画素電極には  $V_{ss}$  の各電位が与えられ、リセット動作としての白表示 (より正確には、より強い白表示) がなされる。次画面においては、図 15 (C) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_{dd}$  の各電位が与えられ、白表示がなされる。このとき、各電気泳動粒子が必要以上に移動することから白表示がより強い白となってしまう、他の画素との間で相対的に輝度差を生じ、視覚的に残像を生じさせてしまうという不都合が生じる。また、白表示が更に連続した場合には、白粒子が共通電極側、黒粒子が画素電極側にそれぞれ固定されてしまい、次に黒表示となった際に各粒子が移動しにくくなり、良好な黒表示が行えなくなる。また、白表示の際には各電極間に電位差がないので、各粒子が次第に拡散してしまい、白表示が徐々に灰色表示となってしまう。

【0008】

データ線信号 X2、走査線信号 Y1 のそれぞれが供給される画素 (2, 1) の前画面が黒表示、次画面は白表示、であるとし、その場合の電気泳動粒子の挙動を図 16 に示す。前画面においては、図 16 (A) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_H$  (8 V 程度) の各電位が与えられ、黒表示 (より正確には、白色ぎみの黒表示) がなされる。リセット期間においては、図 16 (B) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd}$ 、画素電極には  $V_{ss}$  の各電位が与えられ、リセット動作としての白表示 (より正確には、灰色ぎみの白表示) がなされる。次画面においては、図 16 (C) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極にも  $V_{ss}$  の各電位が与えられ、白表示がなされる。このとき、各電気泳動粒子が必要十分に移動できないことから、次画面の白表示が黒ぎみの白表示となってしまう、他の画素との間で相対的に輝度差を生じ、視覚的に残像を生じさせてしまうという不都合が生じる。具体的には、上述した画素 (1, 2) との間で白レベルに差が生じてしまう。

【0009】

データ線信号 X2、走査線信号 Y2 のそれぞれが供給される画素 (2, 2) の前画面が黒表示、次画面も黒表示、であるとし、その場合の電気泳動粒子の挙動を図 17 に示す。前画面においては、図 17 (A) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_H$  (8 V 程度) の各電位が与えられ、黒表示 (より正確には、白色ぎみの黒表示) がなされる。リセット期間においては、図 17 (B) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd}$ 、画素電極には  $V_{ss}$  の各電位が与えられ、リセット動作としての白表示 (より正確には、灰色ぎみの白表示) がなされる。次画面においては、図 17 (C) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{ss}$ 、画素電極には  $V_{dd}$  の各電位が与えられ、黒表示がなされる。このとき、各電気泳動粒子は比較的十分に移動できるので、次画面の黒表示は適切な輝度となるが、上述した画素 (1, 1) との間では黒レベルに差が生じてしまうという不都合が生じる。

## 【 0 0 1 0 】

このように、従来例の駆動方法では種々の不都合があり、電気泳動装置の画質を向上させることが難しかった。

## 【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 1 6 7 3 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 4 0 1 9 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 0 0 4 7 1 4 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 4 - 1 0 1 7 4 6 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

10

## 【 0 0 1 2 】

そこで、本発明は、電気泳動装置の画質を向上させることを可能とする技術を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 3 】

第 1 の態様の本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、上記共通電極と上記画素電極との間に電圧を印加して上記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、上記駆動手段を制御する制御手段と、を備える電気泳動装置の駆動方法であって、画像書き換えを行うために、上記制御手段により上記駆動手段を制御して上記共通電極と上記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間は、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とを含み、上記リセット期間は、中間階調よりも高輝度の第 1 の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第 1 リセット期間と、中間階調よりも低輝度の第 2 の階調と上記第 1 の階調との間に含まれる第 3 の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第 2 リセット期間と、を含むことを特徴とする電気泳動装置の駆動方法である。

20

## 【 0 0 1 4 】

かかる駆動方法によれば、第 1 リセット期間における 1 回目のリセット動作の後に中間的な階調に相当する第 2 のリセット動作がなされることにより、電気泳動粒子が動きやすい状態にすることができるので、前画面と次画面の表示内容（階調）の如何によらず、各電気泳動粒子を適切な分布状態に制御することができる。従って、各画素の階調表現が適切となり、画質を向上させることが可能となる。

30

## 【 0 0 1 5 】

上述した第 1 リセット期間においては、最高輝度に相当する電圧を上記第 1 の階調に相当する電圧として印加し、第 2 リセット期間においては、中間階調よりも低く上記第 2 の階調よりも高い輝度に相当する電圧を上記第 3 の階調に相当する電圧として印加することが好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

これにより、いわゆる白リセット等、全画素を高輝度な状態とする第 1 リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向と、第 2 リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向とが逆方向となり、第 2 リセット動作をより効果的に行うことが可能となる。

40

## 【 0 0 1 7 】

より具体的には、上記第 1 リセット期間における上記第 1 の階調に相当する電圧は、上記共通電極に高電源電位  $V_{dd}$  を与えるとともに上記画素電極に上記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低い共通電位  $V_c$  を与えることにより実現され、上記第 2 リセット期間における上記第 3 の階調に相当する電圧は、上記共通電極に上記共通電位  $V_c$  を与えるとともに上記画素電極に上記共通電位  $V_c$  より高く、且つ上記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低いリセット電位  $V_{RH}$  を与えることにより実現されることが好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

50

高電源電位や共通電位を利用することにより、第 1 の階調に相当する電圧及び第 3 の階調に相当する電圧として適切な電圧を容易に生成し得る。

【 0 0 1 9 】

また、上記画像信号導入期間は、上記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を上記画素電極に与えることによって画像書き込みを行うことが好ましい。より具体的には、上記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位（すなわち  $V_{ss} < V_c < V_{dd}$  の条件を満たす電位）とし、上記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) とするとよい。 $V_{DH}$  及び  $V_{DL}$  は、例えば  $V_{DH} = V_{dd}$ 、 $V_{DL} = V_{ss}$  とすることができる。

10

【 0 0 2 0 】

これにより、高輝度階調（例えば白表示）の場合又は低輝度階調の場合にも、画素電極と共通電極の間に電位差が残るので、電気泳動粒子の拡散を抑制し、階調を適切に維持することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

上記共通電位  $V_c$  は、高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位 ( $(V_{dd} + V_{ss}) / 2$ ) とすると好適である。

【 0 0 2 2 】

これにより、共通電位  $V_c$  を容易に生成することができる。

【 0 0 2 3 】

また、電気泳動装置には、一方の電極が上記共通電極と接続され、他方の電極が上記画素電極と接続されてなる保持容量が更に備わっていることが好ましい。

20

【 0 0 2 4 】

これにより、共通電極の電位をより安定させることが可能となり、電気泳動素子に印加される電圧をより安定させることができる。

【 0 0 2 5 】

第 2 の態様の本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、上記共通電極と上記画素電極との間に電圧を印加して上記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、上記駆動手段を制御する制御手段と、を備える電気泳動装置の駆動方法であって、画像書き換えを行うために、上記制御手段により上記駆動手段を制御して上記共通電極と上記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間は、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とを含み、上記リセット期間は、中間階調よりも低輝度の第 1 の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第 1 リセット期間と、中間階調よりも高輝度の第 2 の階調と上記第 1 の階調との間に含まれる第 3 の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第 2 リセット期間と、を含むことを特徴とする電気泳動装置の駆動方法である。

30

【 0 0 2 6 】

かかる駆動方法においても、第 1 リセット期間における 1 回目のリセット動作の後に中間的な階調に相当する第 2 のリセット動作がなされることにより、電気泳動粒子が動きやすい状態にすることができるので、前画面と次画面の表示内容（階調）の如何によらず、各電気泳動粒子を適切な分布状態に制御することができる。従って、各画素の階調表現が適切となり、画質を向上させることが可能となる。

40

【 0 0 2 7 】

上述した第 1 リセット期間においては、最低輝度に相当する電圧を上記第 1 の階調に相当する電圧として印加し、第 2 リセット期間においては、中間階調よりも高く上記第 2 の階調よりも低い輝度に相当する電圧を上記第 3 の階調に相当する電圧として印加することが好ましい。

【 0 0 2 8 】

50

これにより、いわゆる黒リセット等、全画素を低輝度な状態とする第1リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向と、第2リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向とが逆方向となり、第2リセット動作をより効果的に行うことが可能となる。

#### 【0029】

より具体的には、上記第1リセット期間における上記第1の階調に相当する電圧は、上記共通電極に低電源電位  $V_{ss}$  を与えるとともに上記画素電極に上記低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い共通電位  $V_c$  を与えることにより実現され、上記第2リセット期間における上記第3の階調に相当する電圧は、上記共通電極に上記共通電位  $V_c$  を与えるとともに上記画素電極に上記共通電位  $V_c$  より低く、且つ上記低電源電位  $V_{ss}$  よりも高いリセット電位  $V_{RL}$  を与えることにより実現されることが好ましい。

10

#### 【0030】

低電源電位や共通電位を利用することにより、第1の階調に相当する電圧及び第3の階調に相当する電圧として適切な電圧を容易に生成し得る。

#### 【0031】

また、上記画像信号導入期間は、上記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を上記画素電極に与えることによって画像書き込みを行うことが好ましい。より具体的には、上記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位（すなわち  $V_{ss} < V_c < V_{dd}$  の条件を満たす電位）とし、上記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) とするとよい。 $V_{DH}$  及び  $V_{DL}$  は、例えば  $V_{DH} = V_{dd}$ 、 $V_{DL} = V_{ss}$  とすることができる。

20

#### 【0032】

これにより、低輝度階調（例えば黒表示）の場合又は高輝度階調の場合にも、画素電極と共通電極の間に電位差が残るので、電気泳動粒子の拡散を抑制し、階調を適切に維持することが可能となる。

#### 【0033】

上記共通電位  $V_c$  は、高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位 ( $(V_{dd} + V_{ss}) / 2$ ) とすると好適である。

#### 【0034】

これにより、共通電位  $V_c$  を容易に生成することができる。

30

#### 【0035】

また、電気泳動装置には、一方の電極が上記共通電極と接続され、他方の電極が上記画素電極と接続されてなる保持容量が更に備わっていることが好ましい。

#### 【0036】

これにより、共通電極の電位をより安定させることが可能となり、電気泳動素子に印加される電圧をより安定させることができる。

#### 【0037】

第3の態様の本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させてなる電気泳動素子と、上記共通電極と上記画素電極との間に電圧を印加して上記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、上記駆動手段を制御する制御手段と、を備え、画像書き換えを行うために上記駆動手段が上記共通電極と上記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間には、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とが含まれ、上記リセット期間は、中間階調よりも高輝度の第1の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第1リセット期間と、中間階調よりも低輝度の第2の階調と、上記第1の階調との間に含まれる第3の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第2リセット期間と、を含むことを特徴とする電気泳動装置である。

40

#### 【0038】

かかる構成によれば、各画素の階調表現が適切となり、画質を向上させることが可能と

50



なる。

【0039】

上述した制御手段は、上記第1リセット期間において、最高輝度に相当する電圧を上記第1の階調に相当する電圧として印加し、上記第2リセット期間において、中間階調よりも低く上記第2の階調よりも高い輝度に相当する電圧を上記第3の階調に相当する電圧として印加することが好ましい。

【0040】

これにより、いわゆる白リセット等、全画素を高輝度な状態とする第1リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向と、第2リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向とが逆方向となり、第2リセット動作をより効果的に行うことが可能となる。

10

【0041】

より具体的には、上記制御手段は、上記第1リセット期間における上記第1の階調に相当する電圧を、上記共通電極に高電源電位  $V_{dd}$  を与えるとともに上記画素電極に上記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低い共通電位  $V_c$  を与えることにより実現し、上記第2リセット期間における上記第3の階調に相当する電圧を、上記共通電極に上記共通電位  $V_c$  を与えるとともに上記画素電極に上記共通電位  $V_c$  より高く、且つ上記高電源電位  $V_{dd}$  よりも低いリセット電位  $V_{RH}$  を与えることにより実現することが好ましい。

【0042】

高電源電位や共通電位を利用することにより、第1の階調に相当する電圧及び第3の階調に相当する電圧として適切な電圧を容易に生成し得る。

20

【0043】

また、上記制御手段は、上記画像信号導入期間において、上記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を上記画素電極に与えることによって画像書き込みを行うことが好ましい。より具体的には、制御手段は、上記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位（すなわち  $V_{ss} < V_c < V_{dd}$  の条件を満たす電位）とし、上記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) とするとよい。 $V_{DH}$  及び  $V_{DL}$  は、例えば  $V_{DH} = V_{dd}$ 、 $V_{DL} = V_{ss}$  とすることができる。

【0044】

これにより、高輝度階調（例えば白表示）の場合又は低輝度階調の場合にも、画素電極と共通電極の間に電位差が残るので、電気泳動粒子の拡散を抑制し、階調を適切に維持することが可能となる。

30

【0045】

上記共通電位  $V_c$  は、高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位 ( $(V_{dd} + V_{ss}) / 2$ ) とすると好適である。

【0046】

これにより、共通電位  $V_c$  を容易に生成することができる。

【0047】

また、電気泳動装置には、一方の電極が上記共通電極と接続され、他方の電極が上記画素電極と接続されてなる保持容量が更に備わっていることが好ましい。

40

【0048】

これにより、共通電極の電位をより安定させることが可能となり、電気泳動素子に印加される電圧をより安定させることができる。

【0049】

第4の態様の本発明は、電気泳動粒子を含有する分散系を共通電極と画素電極との間に介在させる電気泳動素子と、上記共通電極と上記画素電極との間に電圧を印加して上記電気泳動素子を駆動する駆動手段と、上記駆動手段を制御する制御手段と、を備え、画像書き換えを行うために上記駆動手段が上記共通電極と上記画素電極に電圧を与える画像書き換え期間には、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とが含まれ、上記リセット期間は、中間階調よりも低輝度の第1の階調に相当する電圧

50

を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第1リセット期間と、中間階調よりも高輝度の第2の階調と、上記第1の階調との間に含まれる第3の階調に相当する電圧を上記共通電極と上記画素電極との間に与え、当該電圧によって上記電気泳動粒子を移動させる第2リセット期間と、を含むことを特徴とする電気泳動装置である。

【0050】

かかる構成によっても、各画素の階調表現が適切となり、画質を向上させることが可能となる。

【0051】

上述した制御手段は、上記第1リセット期間において、最低輝度に相当する電圧を上記第1の階調に相当する電圧として印加し、上記第2リセット期間において、中間階調よりも高く上記第2の階調よりも低い輝度に相当する電圧を上記第3の階調に相当する電圧として印加することが好ましい。

10

【0052】

これにより、いわゆる黒リセット等、全画素を低輝度な状態とする第1リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向と、第2リセット動作の際の電気泳動粒子の移動方向とが逆方向となり、第2リセット動作をより効果的に行うことが可能となる。

【0053】

より具体的には、上記制御手段は、上記第1リセット期間における上記第1の階調に相当する電圧を、上記共通電極に低電源電位  $V_{ss}$  を与えるとともに上記画素電極に上記低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い共通電位  $V_c$  を与えることにより実現し、上記第2リセット期間における上記第3の階調に相当する電圧を、上記共通電極に上記共通電位  $V_c$  を与えるとともに上記画素電極に上記共通電位  $V_c$  より低く、且つ上記低電源電位  $V_{ss}$  よりも高いリセット電位  $V_{RL}$  を与えることにより実現することが好ましい。

20

【0054】

低電源電位や共通電位を利用することにより、第1の階調に相当する電圧及び第3の階調に相当する電圧として適切な電圧を容易に生成し得る。

【0055】

また、上記制御手段は、上記画像信号導入期間において、上記共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位又は負の電位を上記画素電極に与えることによって画像書き込みを行うことが好ましい。より具体的には、制御手段は、上記共通電位  $V_c$  を高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位（すなわち  $V_{ss} < V_c < V_{dd}$  の条件を満たす電位）とし、上記画素電極に与える電位を  $V_{DH}$ （ $V_{DH} > V_c$ ）又は  $V_{DL}$ （ $V_{DL} < V_c$ ）とするとよい。 $V_{DH}$  及び  $V_{DL}$  は、例えば  $V_{DH} = V_{dd}$ 、 $V_{DL} = V_{ss}$  とすることができる。

30

【0056】

これにより、低輝度階調（例えば黒表示）の場合又は高輝度階調の場合にも、画素電極と共通電極の間に電位差が残るので、電気泳動粒子の拡散を抑制し、階調を適切に維持することが可能となる。

【0057】

上記共通電位  $V_c$  は、高電源電位  $V_{dd}$  と低電源電位  $V_{ss}$  との中間電位（ $V_{dd} + V_{ss}$ ）/ 2 とすると好適である。

40

【0058】

これにより、共通電位  $V_c$  を容易に生成することができる。

【0059】

また、電気泳動装置には、一方の電極が上記共通電極と接続され、他方の電極が上記画素電極と接続されてなる保持容量が更に備わっていることが好ましい。

【0060】

これにより、共通電極の電位をより安定させることが可能となり、電気泳動素子に印加される電圧をより安定させることができる。

50

## 【 0 0 6 1 】

第5の態様の本発明は、上述した電気泳動表示装置を用いて構成される電子機器である。ここで「電子機器」とは、一定の機能を奏する機器一般をいい、その構成に特に限定が無いが、例えば、電子ペーパー、電子ブック、ICカード、PDA、電子手帳等が含まれる。

## 【 0 0 6 2 】

これにより、表示部の画質に優れた電子機器が得られる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 6 3 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

10

## 【 0 0 6 4 】

図1は、一実施形態の電気泳動表示装置の回路構成を概略的に説明するブロック図である。図1に示す本実施形態の電気泳動表示装置1は、コントローラ11、表示部12、走査線駆動回路13、データ線駆動回路14を含んで構成されている。

## 【 0 0 6 5 】

コントローラ11は、走査線駆動回路13及びデータ線駆動回路14を制御するものであり、図示しない画像信号処理回路やタイミングジェネレータなどを含んで構成されている。このコントローラ11は、表示部12に表示させる画像を示す画像信号（画像データ）、画像書き換え時のリセットを行うためのリセットデータ、その他各種信号（クロック信号等）を生成し、走査線駆動回路13又はデータ線駆動回路14へ出力する。

20

## 【 0 0 6 6 】

表示部12は、X方向に沿って平行に配列された複数本のデータ線と、Y方向に沿って平行に配列された複数本の走査線と、これらのデータ線と走査線の各交点に配置される画素回路とを備えており、各画素回路に含まれる電気泳動素子によって画像表示を行うものである。

## 【 0 0 6 7 】

走査線駆動回路13は、表示部12の各走査線と接続されており、これらの走査線のいずれかを選択し、当該選択した走査線に所定の走査線信号Y1、Y2、...、Ymを供給する。この走査線信号Y1、Y2、...、Ymは、アクティブ期間（Hレベル期間）が順次シフトする信号となっており、各走査線に出力されることにより、各走査線に接続された画素回路が順次オン状態とされる。

30

## 【 0 0 6 8 】

データ線駆動回路14は、表示部12の各データ線と接続されており、走査線駆動回路13によって選択された各画素回路に対してデータ信号X1、X2、...、Xnを供給する。

## 【 0 0 6 9 】

なお、上述したコントローラ11が本発明における「制御手段」に相当し、走査線駆動回路13及びデータ線駆動回路14が本発明における「駆動手段」に相当する。

## 【 0 0 7 0 】

図2は、各画素回路の構成を説明する回路図である。図2に示す画素回路は、スイッチング用のトランジスタ21、電気泳動素子22、保持容量23を含んで構成されている。トランジスタ21は、例えばNチャネルトランジスタであって、そのゲートが走査線24に接続され、ソースがデータ線25に接続され、ドレインが電気泳動素子22の画素電極に接続されている。電気泳動素子22は、各画素ごとに設けられる画素電極と、各画素共通に用いられる共通電極26との間に分散系を介在させて構成されている。保持容量23は、電気泳動素子22と並列に接続されている。より具体的には、保持容量23は、一方の電極がトランジスタのソースに接続され、他方の電極が共通電極26に接続されている。

40

## 【 0 0 7 1 】

図3は、電気泳動素子の構成例を説明する模式断面図である。図3に示すように本実施

50

形態の電気泳動素子 22 は、ガラス又は樹脂等からなる基板 31 上に形成された画素電極 33 と、ガラス又は樹脂等からなる基板 32 上に形成された共通電極 34 との間に、電気泳動素子 36、37 を含有する分散系 35 を介在させて構成されている。本実施形態では、電気泳動素子 36 は電氣的にマイナスに帯電した白色の粒子（白粒子）であり、電気泳動素子 37 は電氣的にプラスに帯電した黒色の粒子（黒粒子）であるものとする。画素電極 33 と共通電極 34 の間に印加する電圧を制御することにより、これらの電気泳動粒子 36、37 の空間的配置を変化させ、各画素を白色から黒色まで階調変化させて画像表示がなされる。

#### 【0072】

本実施形態の電気泳動表示装置 1 はこのような構成を有しており、次に当該電気泳動表示装置 1 における各電気泳動素子の駆動方法について説明する。

#### 【0073】

図 4 は、本実施形態の電気泳動表示装置 1 における各電気泳動素子の駆動方法について説明する波形図である。本実施形態の電気泳動表示装置 1 においては、画像書き換えを行うために、コントローラ 11 により走査線駆動回路 13 及びデータ線駆動回路 14 を制御し、各電気泳動素子 22 の共通電極と画素電極に電圧を与える画像書き換え期間には、リセット期間と、当該リセット期間の後に設けられる画像信号導入期間とが含まれる。そして、図示のようにリセット期間には、中間階調よりも高輝度の第 1 の階調に相当する電圧を共通電極と画素電極との間に与え、当該電圧によって電気泳動粒子を移動させる第 1 リセット期間  $r_1$  と、中間階調よりも低輝度の第 2 の階調と第 1 の階調との間に含まれる第 3 の階調に相当する電圧を共通電極と画素電極との間に与え、当該電圧によって電気泳動粒子を移動させる第 2 リセット期間  $r_2$  が含まれる。

#### 【0074】

ここで、リセット期間は、電気泳動素子 22 の応答時間  $t_{res}$  の 0.5 倍（0.5  $t_{res}$ ）から 2 倍（2  $t_{res}$ ）の範囲内に設定することが望ましい。一般に、リセット期間が 0.5  $t_{res}$  よりも短いと電気泳動粒子の電気泳動が不十分となり、リセットが十分に効かない一方で、2  $t_{res}$  よりも長いと視覚的にちらつきを生じさせるからである。また、第 2 リセット期間  $r_2$  は、リセット期間全体の 40% ~ 60% 程度に設定することが望ましい。第 2 リセット期間がリセット期間全体の 40% よりも長いと画素の階調が白色から灰色へとなるように電気泳動粒子が動き始める一方、60% よりも短いと第 1 リセット期間  $r_1$  において白色に画像消却が可能となるからである。

#### 【0075】

本実施形態では、第 1 リセット期間  $r_1$  においては第 1 の階調に相当する電圧として、最高輝度（すなわち、最も強い白色）に相当する電圧を印加することにより、全画素を最高階調にリセットする。また、第 2 リセット期間  $r_2$  においては第 3 の階調に相当する電圧として、中間階調よりも低く第 2 の階調よりも高い輝度に相当する電圧を印加することにより、全画素を中間階調にリセットする。より具体的には、第 1 リセット期間における第 1 の階調に相当する電圧は、共通電極に高電源電位  $V_{dd}$ （例えば +10V）を与えるとともに画素電極に  $V_{dd}$  よりも低い共通電位  $V_c$ （例えば +5V）を与えることにより実現される。このとき、画素電極からみた共通電極の電位は  $V_{dd} - V_c$  となる。本実施形態では  $V_{ss} < V_c < V_{dd}$  と設定してあるので、 $V_{dd} - V_c$  は正電位となり、負に帯電した粒子（例えば白粒子）は共通電極に引き寄せられる。また、第 2 リセット期間における第 3 の階調に相当する電圧は、共通電極に共通電位  $V_c$ （例えば +5V）を与えるとともに画素電極に共通電位  $V_c$  より高く、且つ高電源電位  $V_{dd}$  よりも低いリセット電位  $V_{RH}$ 、すなわち  $V_c < V_{RH} < V_{dd}$  の関係を満たす電位（例えば +7.5V）を与えることにより実現される。このとき、画素電極からみた共通電極の電位は  $V_c - V_{RH}$  となり、 $V_c < V_{RH} < V_{dd}$  であるので  $V_c - V_{RH}$  は負電位となり、正に帯電した粒子（例えば黒粒子）が共通電極に引き寄せられる。

#### 【0076】

また、画像信号導入期間においては、共通電極に所定の共通電位  $V_c$  を与えるとともに

、当該共通電位  $V_c$  を基準として相対的に正の電位  $V_{DH}$  ( $V_{DH} > V_c$ ) 又は負の電位  $V_{DL}$  ( $V_{DL} < V_c$ ) を画素電極に与えることによって画像書き込みを行う。この共通電位  $V_c$  は、高電源電位  $V_{dd}$  よりも低く低電源電位  $V_{ss}$  よりも高い電位 ( $V_{ss} < V_c < V_{dd}$ ) であればよい。共通電位  $V_c$  は、例えば、高電源電位  $V_{dd}$  (例えば  $+10V$ ) と低電源電位  $V_{ss}$  (例えば  $0V$ ) との中間電位 ( $(V_{dd} + V_{ss}) / 2 (= +5V)$ ) とすることにより、容易に生成することができる。

#### 【0077】

図5～図8は、本実施形態の駆動方法によって駆動させる電気泳動粒子の挙動を模式的に説明する図であり、図4に例示した駆動波形に対応した各電気泳動素子36、37の挙動が示されている。なお、以下では説明の便宜上、電気泳動素子36（マイナスに帯電）を「白粒子」、電気泳動素子37（プラスに帯電）を「黒粒子」と称する。

10

#### 【0078】

図5は、データ線信号  $X_1$ 、走査線信号  $Y_1$  のそれぞれが供給される画素  $(1, 1)$  において、前画面が白表示であり、次画面を黒表示とする場合の電気泳動粒子の挙動を模式的に示している。前画面においては、図5(A)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DL}$  (ほぼ  $0V$ ) の各電位が与えられ、共通電極（上側電極）に白粒子、画素電極（下側電極）に黒粒子がそれぞれ引き寄せられ、画素  $(1, 1)$  はほぼ最高輝度の階調、すなわち白表示となる。第1のリセット期間  $r_1$  においては、図5(B)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd} (+10V)$ 、画素電極には  $V_c (+5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子及び黒粒子の分布にはほとんど変化がなく、リセット動作としての白表示がなされる。第2のリセット期間  $r_2$  においては、図5(C)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極にはリセット電位  $V_{RH} (+7.5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられるが、電圧がそれほど高くないため図示のように両粒子が適度に混合した分布状態となり、リセット動作としての中間階調表示がなされる。その後、次画面においては、図5(D)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DH}$  (本例では  $V_{dd}$ ) の各電位が与えられ、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられ、画素  $(1, 1)$  はほぼ最低輝度の階調、すなわち黒表示となる。事前に中間階調表示によるリセット動作がなされることで、各電気泳動粒子が動きやすい状態となるため、前画面の表示内容によらず適切な階調での黒表示が実現される。

20

30

#### 【0079】

図6は、データ線信号  $X_1$ 、走査線信号  $Y_2$  のそれぞれが供給される画素  $(1, 2)$  において、前画面が白表示であり、次画面も白表示とする場合の電気泳動粒子の挙動を模式的に示している。前画面においては、図6(A)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DL}$  (ほぼ  $0V$ ) の各電位が与えられ、共通電極（上側電極）に白粒子、画素電極（下側電極）に黒粒子がそれぞれ引き寄せられ、画素  $(1, 2)$  はほぼ最高輝度の階調、すなわち白表示となる。第1のリセット期間  $r_1$  においては、図6(B)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd} (+10V)$ 、画素電極には  $V_c (+5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子及び黒粒子の分布にはほとんど変化がなく、リセット動作としての白表示がなされる。第2のリセット期間  $r_2$  においては、図6(C)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極にはリセット電位  $V_{RH} (+7.5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられるが、電圧がそれほど高くないため図示のように両粒子が適度に混合した分布状態となり、リセット動作としての中間階調表示がなされる。その後、次画面においては、図6(D)に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DL}$  (本例では  $V_{ss}$ ) の各電位が与えられ、白粒子は共通電極、黒粒子は画素電極にそれぞれ引き寄せられ、画素  $(1, 2)$  はほぼ最高輝度の階調、すなわち白表示となる。事前に中間階調表示によるリセット動作がなされることで、各電気泳動粒子が動きやすい状態となるため、前画面の表示内容によらず適切な階調での白表

40

50

示が実現される。

#### 【 0 0 8 0 】

図 7 は、データ線信号 X 2、走査線信号 Y 1 のそれぞれが供給される画素 ( 2 , 1 ) において、前画面が黒表示であり、次画面を白表示とする場合の電気泳動粒子の挙動を模式的に示している。前画面においては、図 7 ( A ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DH}$  (本例では  $V_{dd}$  だが、リークの影響により +9V 程度に低下) の各電位が与えられ、共通電極 (上側電極) に黒粒子、画素電極 (下側電極) に白粒子がそれぞれ引き寄せられ、画素 ( 2 , 1 ) はほぼ最低輝度の階調、すなわち黒表示となる。第 1 のリセット期間  $r_1$  においては、図 7 ( B ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd} (+10V)$ 、画素電極には  $V_c (+5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は共通電極、黒粒子は画素電極にそれぞれ引き寄せられ、リセット動作としての白表示がなされる。ただし本例では、各電気泳動粒子が十分に移動しきらないため、最高輝度の階調とはならない。第 2 のリセット期間  $r_2$  においては、図 7 ( C ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極にはリセット電位  $V_{RH} (+7.5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられるが、電圧がそれほど高くないため図示のように両粒子が適度に混合した分布状態となり、リセット動作としての中間階調表示がなされる。その後、次画面においては、図 7 ( D ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  として  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DL}$  (本例では  $V_{ss} = 0V$ ) の各電位が与えられ、白粒子は共通電極、黒粒子は画素電極にそれぞれ引き寄せられ、画素 ( 2 , 1 ) はほぼ最高輝度の階調、すなわち白表示となる。事前に中間階調表示によるリセット動作がなされることで、各電気泳動粒子が動きやすい状態となるため、前画面の表示内容によらず適切な階調での白表示が実現される。

#### 【 0 0 8 1 】

図 8 は、データ線信号 X 2、走査線信号 Y 2 のそれぞれが供給される画素 ( 2 , 2 ) において、前画面が黒表示であり、次画面も黒表示とする場合の電気泳動粒子の挙動を模式的に示している。前画面においては、図 8 ( A ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DH}$  (本例では  $V_{dd}$  だが、リークの影響により +9V 程度に低下) の各電位が与えられ、共通電極 (上側電極) に黒粒子、画素電極 (下側電極) に白粒子がそれぞれ引き寄せられ、画素 ( 2 , 2 ) はほぼ最低輝度の階調、すなわち黒表示となる。第 1 のリセット期間  $r_1$  においては、図 8 ( B ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_{dd} (+10V)$ 、画素電極には  $V_c (+5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は共通電極、黒粒子は画素電極にそれぞれ引き寄せられ、リセット動作としての白表示がなされる。ただし本例では、各電気泳動粒子が十分に移動しきらないため、最高輝度の階調とはならない。第 2 のリセット期間  $r_2$  においては、図 8 ( C ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  としては  $V_c (+5V)$ 、画素電極にはリセット電位  $V_{RH} (+7.5V)$  の各電位が与えられる。このとき、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられるが、電圧がそれほど高くないため図示のように両粒子が適度に混合した分布状態となり、リセット動作としての中間階調表示がなされる。その後、次画面においては、図 8 ( D ) に示すように、共通電位  $V_{com}$  として  $V_c (+5V)$ 、画素電極には  $V_{DH}$  (本例では  $V_{dd} = +10V$ ) の各電位が与えられ、白粒子は画素電極、黒粒子は共通電極にそれぞれ引き寄せられ、画素 ( 2 , 2 ) はほぼ最低輝度の階調、すなわち黒表示となる。事前に中間階調表示によるリセット動作がなされることで、各電気泳動粒子が動きやすい状態となるため、前画面の表示内容によらず適切な階調での黒表示が実現される。

#### 【 0 0 8 2 】

このように本実施形態によれば、第 1 リセット期間における 1 回目のリセット動作の後に中間的な階調に相当する第 2 のリセット動作がなされることにより、電気泳動粒子が動きやすい状態にすることができるので、前画面と次画面の表示内容 (階調) の如何によらず、各電気泳動粒子を適切な分布状態に制御することができる。従って、各画素の階調表

現が適切となり、画質を向上させることが可能となる。

【0083】

次に、本実施形態にかかる電気泳動表示装置を備える電子機器の例について説明する。

【0084】

図9は、電気泳動表示装置を備える電子機器の例について説明する斜視図であり、電子機器の一例として、いわゆる電子ペーパーが例示されている。図9(A)に示すように、本実施形態の電子ペーパー100は、上述した電気泳動表示装置1を表示部101として備えている。また、図9(B)は、電子ペーパー100を2つ折りに構成した場合の例であり、電気泳動表示装置1を表示部101a及び101bとして備えている。なお、例示の電子ペーパーの他にも、表示部を備える各種の電子機器（例えば、ICカード、PDA、電子手帳等）について電気泳動表示装置1を適用し得る。

10

【0085】

なお、本発明は上述した実施形態の内容に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。

【0086】

例えば、上述した実施形態では第1リセット期間においていわゆる白リセットを行う場合の実施形態を例示していたが、第1リセット期間において全画素を黒表示にする場合（いわゆる黒リセット）においても本発明を適用することが可能である。

【0087】

図10は、第1リセット期間において黒リセットを行う場合における各電気泳動素子の駆動方法について説明する波形図である。なお、上述した実施形態の場合と重複する説明については省略する。図10に示す駆動方法では、第1リセット期間r1において、中間階調よりも低輝度の第1の階調に相当する電圧を共通電極と画素電極との間に与え、当該電圧によって電気泳動粒子を移動させる。また、第2リセット期間r2において、中間階調よりも高輝度の第2の階調と第1の階調との間に含まれる第3の階調に相当する電圧を共通電極と画素電極との間に与え、当該電圧によって電気泳動粒子を移動させる。

20

【0088】

図10に示す例では、第1リセット期間r1においては第1の階調に相当する電圧として、最低輝度（すなわち、最も強い黒色）に相当する電圧を印加することにより、全画素を最低階調にリセットする。また、第2リセット期間r2においては第3の階調に相当する電圧として、中間階調よりも高く第2の階調よりも低い輝度に相当する電圧を印加することにより、全画素を中間階調にリセットする。より具体的には、第1リセット期間における第1の階調に相当する電圧は、共通電極に低電源電位 $V_{ss}$ （例えば0V）を与えると同時に画素電極に $V_{ss}$ よりも高い共通電位 $V_c$ （例えば+5V）を与えることにより実現される。このとき、画素電極からみた共通電極の電位は $V_{ss} - V_c$ となる。本実施形態では $V_{ss} < V_c < V_{dd}$ と設定してあるので、 $V_{ss} - V_c$ は負電位となり、正に帯電した粒子（例えば黒粒子）は共通電極に引き寄せられる。また、第2リセット期間における第3の階調に相当する電圧は、共通電極に共通電位 $V_c$ （例えば+5V）を与えると同時に画素電極に共通電位 $V_c$ より低く、且つ低電源電位 $V_{ss}$ よりも高いリセット電位 $V_{RL}$ 、すなわち $V_{ss} < V_{RL} < V_c$ の関係を満たす電位（例えば+2.5V）を与えることにより実現される。このとき、画素電極からみた共通電極の電位は $V_c - V_{RL}$ となり、 $V_{ss} < V_{RL} < V_c$ であるので $V_c - V_{RL}$ は正電位となり、負に帯電した粒子（例えば白粒子）が共通電極に引き寄せられる。

30

40

【0089】

また、画像信号導入期間においては、共通電極に所定の共通電位 $V_c$ を与えると同時に、当該共通電位 $V_c$ を基準として相対的に正の電位 $V_{DH}$ （ $V_{DH} > V_c$ ）又は負の電位 $V_{DL}$ （ $V_{DL} < V_c$ ）を画素電極に与えることによって画像書き込みを行う。この共通電位 $V_c$ は、例えば、高電源電位 $V_{dd}$ （例えば+10V）と低電源電位 $V_{ss}$ （例えば0V）との中間電位（ $(V_{dd} + V_{ss}) / 2$ （= +5V））とすることにより、容易に生成することができる。

50

## 【 0 0 9 0 】

なお、図 1 0 に示す駆動方法によって駆動される電気泳動粒子の挙動は概ね上述した図 5 ~ 図 8 の場合と共通するものであるためここでは説明を省略する。本例の駆動方法によっても上記実施形態の場合と同様に、第 1 リセット期間における黒リセットの後、中間的な階調に相当する第 2 のリセット動作がなされることにより、電気泳動粒子が動きやすい状態にすることができるので、前画面と次画面の表示内容（階調）の如何によらず、各電気泳動粒子を適切な分布状態に制御することができる。従って、各画素の階調表現が適切となり、画質を向上させることが可能となる。

## 【 0 0 9 1 】

また、上述した実施形態では、電気泳動素子として上下方向に離間して画素電極と共通電極を配置した構造のものを例示していたが、画素電極と共通電極とが左右方向に離間して配置される構造（いわゆるインプレーン型）の電気泳動素子を採用することも可能である。

10

## 【 0 0 9 2 】

図 1 1 は、インプレーン型の電気泳動素子の構成例を説明する図である。図 1 1 ( A ) に示す電気泳動素子 2 2 a は、基板 4 1 と基板 4 3 の間に各電気泳動粒子 4 6、4 7 を含む分散系 4 5 を介在させており、一方の基板 4 3 側にそれぞれ設けられた画素電極 4 2 と共通電極 4 4 の間に電圧を印加することにより、各電気泳動粒子 4 6、4 7 を移動させて表示を行う。また、図 1 1 ( B ) に示す電気泳動素子 2 2 b は、基本的には図 1 1 ( A ) に示す電気泳動素子 2 2 a と同様な構成を有しており、画素電極 4 2 と共通電極 4 4 とを同一平面上ではなくオーバーラップさせるように配置した点が異なっている。これらのような構造の電気泳動素子を採用した電気泳動表示装置に対しても本発明を適用することが可能である。

20

## 【 0 0 9 3 】

また、上述した実施形態では、正負のそれぞれに帯電した 2 種類の電気泳動粒子を含む分散系（2 粒子系）を採用した場合を例に挙げて説明していたが、正負いずれかに帯電した 1 種類の電気泳動粒子を含む 1 粒子系の場合であっても同様に本発明を適用することが可能である。

## 【 0 0 9 4 】

また、上述した実施形態では、白粒子及び黒粒子を含んでなる分散系を例示していたが、各電気泳動粒子が有する色はこれに限定されず、任意に選択することができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 9 5 】

【図 1】一実施形態の電気泳動表示装置の回路構成を概略的に説明するブロック図である。

【図 2】各画素回路の構成を説明する回路図である。

【図 3】電気泳動素子の構成例を説明する模式断面図である。

【図 4】各電気泳動素子の駆動方法について説明する波形図である。

【図 5】電気泳動粒子の挙動を模式的に説明する図である。

【図 6】電気泳動粒子の挙動を模式的に説明する図である。

40

【図 7】電気泳動粒子の挙動を模式的に説明する図である。

【図 8】電気泳動粒子の挙動を模式的に説明する図である。

【図 9】電気泳動表示装置を備える電子機器の例について説明する斜視図である。

【図 1 0】第 1 リセット期間において黒リセットを行う場合における各電気泳動素子の駆動方法について説明する波形図である。

【図 1 1】インプレーン型の電気泳動素子の構成例を説明する図である。

【図 1 2】アクティブマトリクス型の電気泳動装置の回路構成例を説明する図である。

【図 1 3】図 1 2 に示すような構成の電気泳動装置の駆動方法についての従来例を説明する波形図である。

【図 1 4】図 1 3 に示す従来例の駆動方法によって駆動された場合における電気泳動粒子

50



の挙動（空間分布）を模式的に説明する図である。

【図 1 5】図 1 3 に示す従来例の駆動方法によって駆動された場合における電気泳動粒子の挙動（空間分布）を模式的に説明する図である。

【図 1 6】図 1 3 に示す従来例の駆動方法によって駆動された場合における電気泳動粒子の挙動（空間分布）を模式的に説明する図である。

【図 1 7】図 1 3 に示す従来例の駆動方法によって駆動された場合における電気泳動粒子の挙動（空間分布）を模式的に説明する図である。

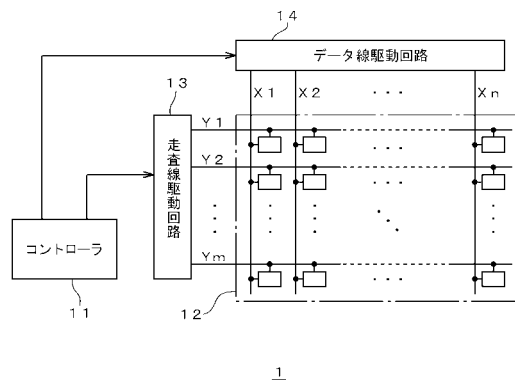
【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

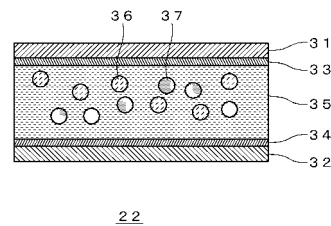
1 ... 電気泳動表示装置、 1 1 ... コントローラ、 1 2 ... 表示部、 1 3 ... 走査線駆動回路、 1 4 ... データ線駆動回路、 2 1 ... トランジスタ、 2 2 ... 電気泳動素子、 2 3 ... 保持容量、 3 3 ... 画素電極、 3 4 ... 共通電極、 3 5 ... 分散系、 3 6、 3 7 ... 電気泳動粒子、 1 0 0 ... 電子ペーパー

10

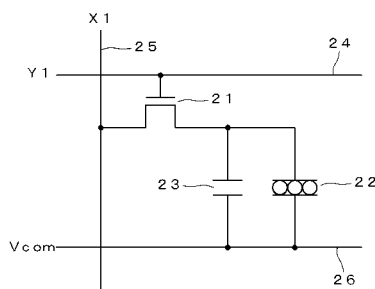
【図 1】



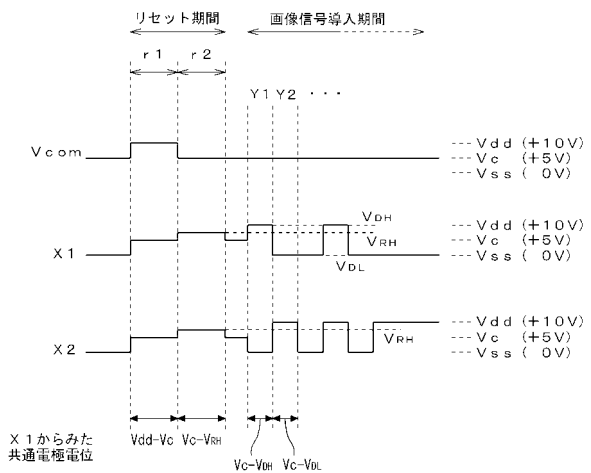
【図 3】



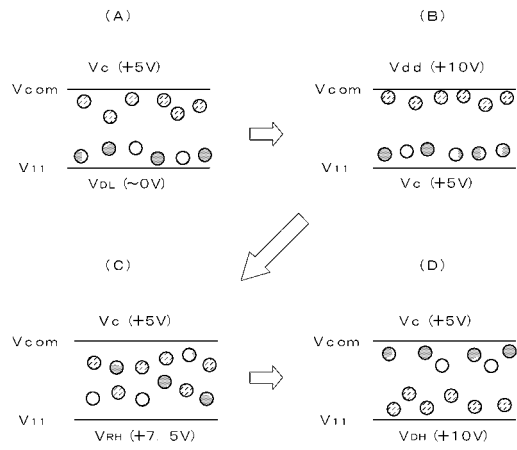
【図 2】



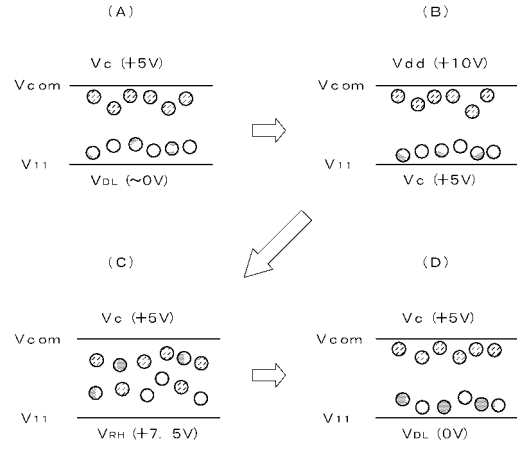
【図 4】



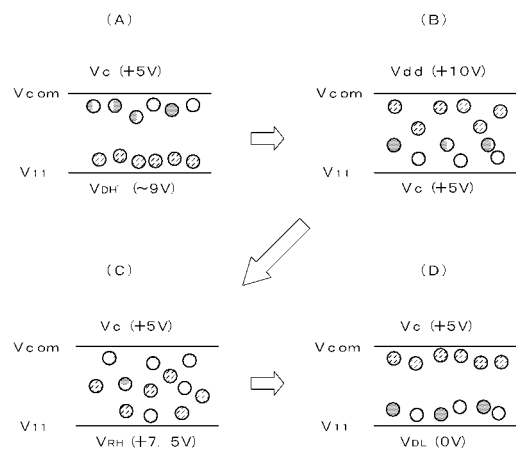
【図 5】



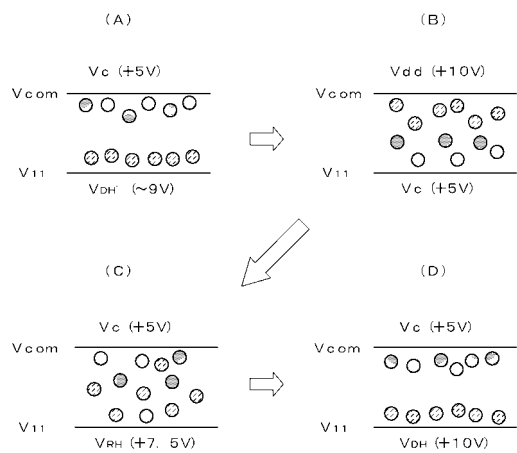
【図 6】



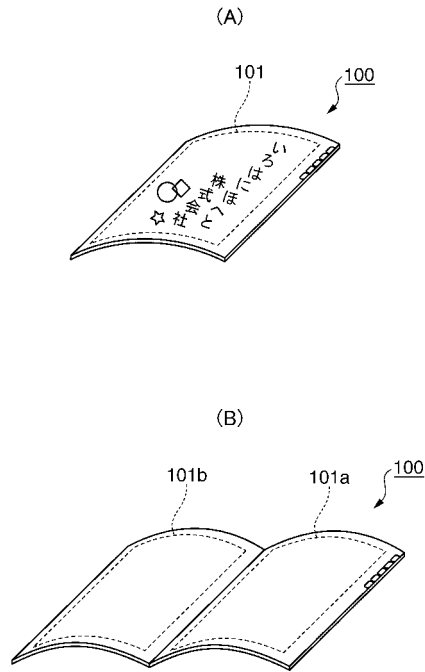
【図 7】



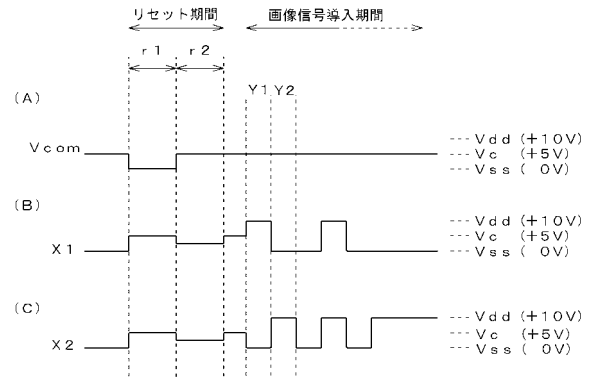
【図 8】



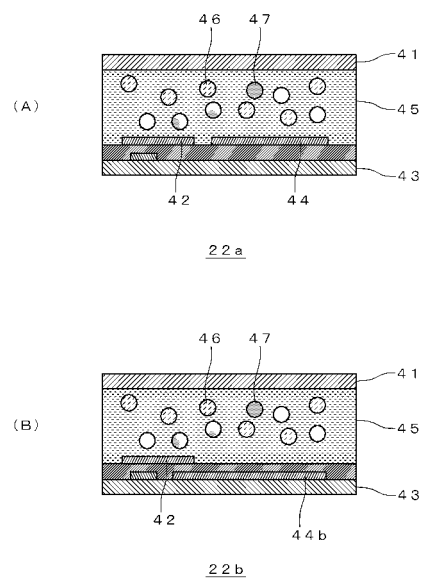
【図 9】



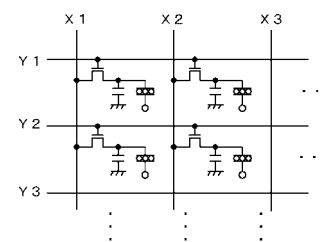
【図 10】



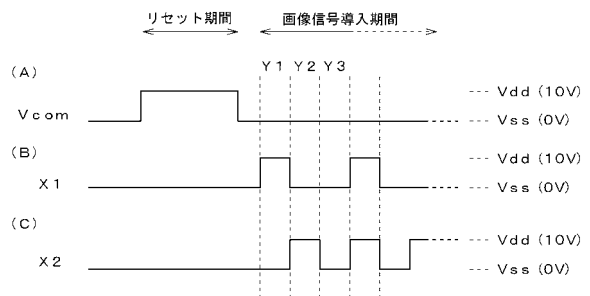
【図 11】



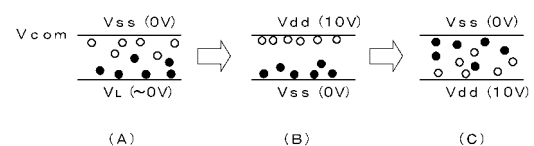
【図 12】



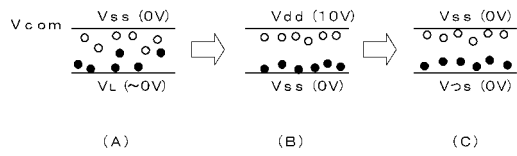
【図 13】



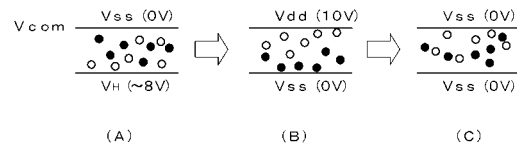
【図 14】



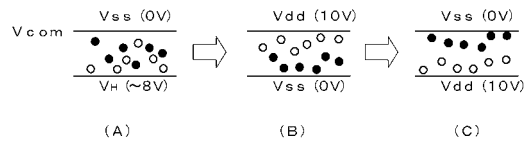
## 【図 15】



## 【図 16】



## 【図 17】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	G 0 9 G	3/20	6 2 4 B
	G 0 9 G	3/20	6 2 4 D
	G 0 9 G	3/20	6 2 4 E
	G 0 9 G	3/20	6 4 2 A
	G 0 9 G	3/20	6 4 2 E

(56)参考文献 国際公開第2004/072942(WO,A1)  
 国際公開第2006/031347(WO,A1)  
 国際公開第03/100757(WO,A1)  
 特表2007-531049(JP,A)  
 国際公開第2004/109642(WO,A1)  
 特開平09-185087(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
 G 0 9 G 3 / 3 4  
 G 0 2 F 1 / 1 6 7  
 G 0 9 G 3 / 2 0