

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6420841号
(P6420841)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 9 G 3 / 3 4 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 3 4 C

G 0 2 F 1 / 1 6 7 (2006. 01)

G 0 2 F 1 / 1 6 7

G 0 9 G 3 / 2 0 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 2 0 6 2 3 C

G 0 9 G 3 / 2 0 6 4 1 C

G 0 9 G 3 / 2 0 6 4 2 J

請求項の数 2 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2016-546902 (P2016-546902)
 (86) (22) 出願日 平成26年10月6日 (2014. 10. 6)
 (65) 公表番号 特表2016-537687 (P2016-537687A)
 (43) 公表日 平成28年12月1日 (2016. 12. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/059361
 (87) 国際公開番号 W02015/054158
 (87) 国際公開日 平成27年4月16日 (2015. 4. 16)
 審査請求日 平成28年5月17日 (2016. 5. 17)
 審判番号 不服2018-130 (P2018-130/J1)
 審判請求日 平成30年1月5日 (2018. 1. 5)
 (31) 優先権主張番号 61/887, 821
 (32) 優先日 平成25年10月7日 (2013. 10. 7)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/925, 055
 (32) 優先日 平成26年1月8日 (2014. 1. 8)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 516101190
 イー インク カリフォルニア, エルエ
 ルシー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 945
 38, フリーモント, シーブリッジ
 ドライブ 47485
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹
 (74) 代理人 100181674
 弁理士 飯田 貴敏
 (74) 代理人 100181641
 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラーディスプレイデバイスの駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、電気泳動流体とを備える電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、前記電気泳動流体は、共通電極とピクセル電極の層との間で挟持されており、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる第1、第2、および第3の種類の色素粒子を含み、

(a) 前記3種類の色素粒子は、相互に異なる光学特性を有し、

(b) 前記第1の種類の色素粒子および前記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 前記第3の種類の色素粒子は、前記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

前記方法は、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を前記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、前記第1の駆動電圧は、前記視認側において前記第1の種類の色素粒子の前記光学特性を表示するように、前記共通電極に向かって前記第1の種類の色素粒子を移動させる極性を有する、ステップと、

(i i) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を前記ピクセルに印加するステップであって、前記第2の駆動電圧は、前記視認側において前記第3の種類の色素粒子の前記光学特性を表示するように、前記共通電極に向かって前記第3の種類の色素粒子を移動させる極性を有する、ステップと、

10

20

(i i i) ステップ (i i) の後に第 3 の期間にわたっていかなる駆動電圧も前記ピクセルに印加しないステップと、

前記第 3 の種類の色素粒子の前記光学特性が前記視認側に完全に表れるまでステップ (i) 、 (i i) 、および (i i i) を含む駆動サイクルを複数回繰り返すステップと、

ステップ (i) の前に振動波形を印加するステップであって、前記振動波形を印加することは、第 4 の期間にわたって一对の反対駆動パルスを前記ピクセルに繰り返し印加することにより、前記第 1 ～第 3 の種類の色素粒子の混合物のカラー状態がステップ (i) の前に形成されるようにすることを含む、ステップと

を含む、方法。

【請求項 2】

10

前記振動波形の後であるが、ステップ (i) に先立って、前記第 1 の種類の色素粒子のフル光学特性を前記第 1 の表面において生成するために駆動ステップを適用することさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、カラーディスプレイデバイスが高品質カラー状態を表示するための駆動方法を対象とする。

【背景技術】

20

【0002】

(発明の背景)

カラーディスプレイを達成するために、多くの場合、カラーフィルタが使用される。最も一般的なアプローチは、赤、緑、および青色を表示するように、ピクセル化ディスプレイの黒／白色サブピクセルの上にカラーフィルタを追加することである。赤色が所望されるとき、表示される唯一の色が赤であるように、緑および青色サブピクセルが黒色状態に変えられる。青色が所望されるとき、表示される唯一の色が青であるように、緑および赤色サブピクセルが黒色状態に変えられる。緑色が所望されるとき、表示される唯一の色が緑であるように、赤および青色サブピクセルが黒色状態に変えられる。黒色状態が所望されるとき、3つ全てのサブピクセルが黒色状態に変えられる。白色状態が所望されるとき、3つのサブピクセルは、それぞれ、赤、緑、および青に変えられ、結果として、白色状態が視認者によって見られる。

30

【0003】

そのような技法の最大の不利点は、サブピクセルのそれぞれが、所望の白色状態の約 3 分の 1 (1 / 3) の反射率を有するため、白色状態が極めて薄暗いことである。これを補うために、白色レベルが (ここで各サブピクセルがピクセルの面積のわずか 4 分の 1 である) 赤、緑、または青色レベルを犠牲にして倍増されるように、黒色および白色状態のみを表示することができる、第 4 のサブピクセルが追加されてもよい。白色ピクセルから光を追加することによって、より明るい色を達成することができるが、これは、色を非常に薄く不飽和状態にさせる色域を犠牲にして達成される。3つのサブピクセルの色飽和を低減させることによって、類似結果を達成することができる。これらのアプローチを用いても、白色レベルは、通常、白黒ディスプレイのレベルの実質的に半分未満であり、十分読みやすい白黒明度およびコントラストを必要とする電子書籍リーダーまたはディスプレイ等のディスプレイデバイスのために許容できない選択にする。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

(発明の要旨)

本発明の第 1 の側面は、視認側の第 1 の表面と、非視認側の第 2 の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられ

50

る、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

10

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

ステップ(i)および(ii)を繰り返すステップと、を含む。

【0005】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の50%未満である。一実施形態では、ステップ(i)および(ii)は、少なくとも4回繰り返される。一実施形態では、本方法はさらに、ステップ(i)の前に振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第1の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するステップを含む。一実施形態では、第1の期間は、40〜140ミリ秒であり、第2の期間は、460ミリ秒を上回るまたはそれと等しく、ステップ(i)および(ii)は、少なくとも7回繰り返される。

20

【0006】

本発明の第2の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

30

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

40

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iii) 第3の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、

ステップ(i)、(ii)、および(iii)を繰り返すステップと、を含む。

【0007】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の

50

50%未満である。一実施形態では、ステップ(i)、(ii)、および(iii)は、少なくとも4回繰り返される。一実施形態では、本方法はさらに、ステップ(i)の前に振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第1の種類の色素粒子のフルカラー状態への駆動ステップを含む。

【0008】

本発明の第3の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、少なくとも0.7Vの電圧低感度範囲を有する。

【0009】

本発明の第4の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、

(iii) 第3の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iv) 第4の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、ステップ(i) - (iv)を繰り返すステップと、を含む。

【0010】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の50%未満である。一実施形態では、ステップ(i) - (iv)は、少なくとも3回繰り返される。一実施形態では、本方法はさらに、ステップ(i)の前に振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第1の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するステップを含む。

【0011】

本発明の第5の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、

より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、
ステップ(i) および(ii)を繰り返すステップと、
を含む。

10

【0012】

一実施形態では、本方法はさらに、いかなる駆動電圧も印加されない、待機時間を備える。一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、第2の期間は、第1の期間の少なくとも2倍長い。一実施形態では、ステップ(i) および(ii)は、少なくとも3回繰り返される。一実施形態では、本方法はさらに、ステップ(i)の前に振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第2の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するステップを含む。

【0013】

20

本発明の第6の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散せられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

30

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iii) 第3の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、
ステップ(i)、(ii)、および(iii)を繰り返すステップと、
を含む。

40

【0014】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、ステップ(i)、(ii)、および(iii)は、少なくとも3回繰り返される。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために必要とされる駆動電圧の振幅と同一である。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために必要とされる駆動電圧の振幅より高い。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第1の種類の色素粒

50

子のフルカラー状態にピクセルを駆動するステップを含む。

【0015】

本発明の第7の側面は、視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法を対象とし、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

10

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、その第1の駆動電圧は、第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有し、第1の期間は、視認側における第2の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するために十分ではない、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、その第2の駆動電圧は、視認側における第1および第2の種類の色素粒子の混合状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

20

ステップ(i)および(ii)を繰り返すステップと、を含む。

【0016】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の50%未満である。一実施形態では、ステップ(i)および(ii)は、少なくとも4回繰り返される。一実施形態では、本方法はさらに、ステップ(i)の前に振動波形を備える。一実施形態では、本方法はさらに、振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、第1の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するステップを含む。

【0017】

30

本発明の第4の駆動方法は、第1の種類の色素粒子のカラー状態におけるピクセルに適用されてもよく、または第1の種類の色素粒子のカラー状態ではないカラー状態におけるピクセルに適用されてもよい。

本明細書は、例えば、以下を提供する。

(項目1)

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

40

(b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

上記方法は、少なくとも0.7Vの電圧低感度範囲を有する、方法。

(項目2)

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

50

- (a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、
- (b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、
- (c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、
- 上記方法は、以下のステップ、すなわち、
- (i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、上記第1の駆動電圧は、上記視認側における上記第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、
- (i i) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、上記第2の駆動電圧は、上記視認側における上記第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、
- ステップ(i) および(i i)を繰り返すステップと
- を含む、方法。
- (項目3)
- 上記第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、上記第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ、項目2に記載の方法。
- (項目4)
- 上記第2の駆動電圧の振幅は、上記第1の駆動電圧の振幅の50%未満である、項目2に記載の方法。
- (項目5)
- ステップ(i) および(i i)は、少なくとも4回繰り返される、項目2に記載の方法。
- (項目6)
- ステップ(i)の前に振動波形をさらに備える、項目2に記載の方法。
- (項目7)
- 上記振動波形の後であるが、ステップ(i)に先立って、上記第1の種類の色素粒子のフルカラー状態への駆動ステップをさらに含む、項目6に記載の方法。
- (項目8)
- 視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、
- (a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、
- (b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、
- (c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、
- 上記方法は、以下のステップ、すなわち、
- (i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、上記第1の駆動電圧は、上記視認側における上記第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、
- (i i) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、上記第2の駆動電圧は、上記視認側における上記第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、
- (i i i) 第3の期間にわたっていかなる駆動電圧も上記ピクセルに印加しないステッ

10

20

30

40

50

プと、

ステップ (i)、(ii)、および (iii) を繰り返すステップと
を含む、方法。

(項目 9)

上記第 1 の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、上記第 2 の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ、項目 8 に記載の方法。

(項目 10)

上記第 2 の駆動電圧の振幅は、上記第 1 の駆動電圧の振幅の 50% 未満である、項目 8 に記載の方法。

(項目 11)

ステップ (i)、(ii)、および (iii) は、少なくとも 4 回繰り返される、項目 8 に記載の方法。

(項目 12)

ステップ (i) の前に振動波形をさらに備える、項目 8 に記載の方法。

(項目 13)

上記振動波形の後であるが、ステップ (i) に先立って、上記第 1 の種類の色素粒子のフルカラー状態への駆動ステップをさらに含む、項目 12 に記載の方法。

(項目 14)

上記第 1 の期間は、40～140 ミリ秒であり、上記第 2 の期間は、460 ミリ秒を上回るまたはそれと等しく、ステップ (i) および (ii) は、少なくとも 7 回繰り返される、項目 8 に記載の方法。

(項目 15)

視認側の第 1 の表面と、非視認側の第 2 の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第 1 の種類の色素粒子、第 2 の種類の色素粒子、および第 3 の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 上記 3 種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 上記第 1 の種類の色素粒子および上記第 2 の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 上記第 3 の種類の色素粒子は、上記第 2 の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

上記方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第 1 の期間にわたって第 1 の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、上記第 1 の駆動電圧は、上記視認側における上記第 1 の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第 1 の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第 2 の期間にわたっていかなる駆動電圧も上記ピクセルに印加しないステップと、

(iii) 第 3 の期間にわたって第 2 の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、上記第 2 の駆動電圧は、上記視認側における上記第 3 の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第 3 の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iv) 第 4 の期間にわたっていかなる駆動電圧も上記ピクセルに印加しないステップと、

ステップ (i) - (iv) を繰り返すステップと

を含む、方法。

(項目 16)

視認側の第 1 の表面と、非視認側の第 2 の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第 1 の種類の色素粒子、第 2 の種類の色素粒子、および第 3 の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備え

10

20

30

40

50

る、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

上記方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、上記第1の駆動電圧は、上記視認側における上記第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、上記第2の駆動電圧は、上記視認側における上記第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第2の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

ステップ(i)および(ii)を繰り返すステップとを含む、方法。

(項目17)

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

上記方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、上記第1の駆動電圧は、上記視認側における上記第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第2の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、上記第2の駆動電圧は、上記視認側における上記第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iii) 第3の期間にわたっていかなる駆動電圧も上記ピクセルに印加しないステップと、

ステップ(i)、(ii)、および(iii)を繰り返すステップとを含む、方法。

(項目18)

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 上記3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 上記第1の種類の色素粒子および上記第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 上記第3の種類の色素粒子は、上記第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

10

20

30

40

50

上記方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を上記電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、その第1の駆動電圧は、上記第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第2の種類の色素粒子と同一の極性を有し、上記第1の期間は、上記視認側における上記第2の種類の色素粒子のフルカラー状態に上記ピクセルを駆動するために十分ではない、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧を上記ピクセルに印加するステップであって、その第2の駆動電圧は、上記視認側における上記第1および第2の種類の色素粒子の混合状態に向かって上記ピクセルを駆動するように、上記第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

10

ステップ(i)および(ii)を繰り返すステップとを含む、方法。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】図1は、本発明に適用可能な電気泳動ディスプレイ流体を描写する。

【図2】図2は、駆動方式の実施例を描写する略図である。

【図3】図3は、カラーディスプレイデバイスにおいて白色状態から赤色状態にピクセルを駆動するための典型的な波形を図示する。

【図4】図4は、本発明の第1の駆動方法を図示する。

【図5】図5および6は、本発明の第1の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

20

【図6】図5および6は、本発明の第1の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図7】図7は、本発明の第2の駆動方法を図示する。

【図8】図8および9は、本発明の第2の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図9】図8および9は、本発明の第2の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図10a】図10aおよび10bは、本発明の第3の駆動方法を図示する。図10aは、図3の波形に基づく、印加された駆動電圧対光学状態性能(a*)の関係を実証し、図10bは、図4の波形に基づく、印加された駆動電圧対光学状態性能(a*)の関係を実証する。

30

【図10b】図10aおよび10bは、本発明の第3の駆動方法を図示する。図10aは、図3の波形に基づく、印加された駆動電圧対光学状態性能(a*)の関係を実証し、図10bは、図4の波形に基づく、印加された駆動電圧対光学状態性能(a*)の関係を実証する。

【図11】図11は、本発明の第4の駆動方法を図示する。

【図12】図12および13は、本発明の第4の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図13】図12および13は、本発明の第4の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

40

【図14】図14は、カラーディスプレイデバイスにおいてピクセルを黒色状態に駆動するための典型的な波形を描写する。

【図15】図15は、本発明の第5の駆動方法を図示する。

【図16】図16は、本発明の第5の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図17】図17は、カラーディスプレイデバイスにおいてピクセルを白色状態に駆動するための典型的な波形を描写する。

【図18a】図18aおよび18bは、本発明の第6の駆動方法を図示する。

【図18b】図18aおよび18bは、本発明の第6の駆動方法を図示する。

【図19a】図19aおよび19bは、本発明の第6の駆動方法を利用する、駆動シーケ

50

ンスを描写する。

【図 19 b】図 19 a および 19 b は、本発明の第 6 の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図 20】図 20 は、駆動方式の別の実施例を描写する略図である。

【図 21】図 21 は、カラーディスプレイデバイスにおいてピクセルを中間カラー状態に駆動するための典型的な波形を描写する。

【図 22】図 22 は、本発明の第 7 の駆動方法を図示する。

【図 23】図 23 は、本発明の第 7 の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

【図 24】図 24 は、本発明の第 8 の駆動方法を図示する。

【図 25】図 25 は、本発明の第 8 の駆動方法を利用する、駆動シーケンスを描写する。

10

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明は、カラーディスプレイデバイスのための駆動方法を対象とする。

【0020】

本デバイスは、図 1 に示される電気泳動流体を利用する。流体は、誘電溶媒または溶媒混合物中に分散せられる、3 種類の色素粒子を含む。例証を容易にするために、3 種類の色素粒子は、白色粒子 (11)、黒色粒子 (12)、および着色粒子 (13) と称され得る。着色粒子は、非白色および非黒色である。

【0021】

しかしながら、本発明の範囲は、3 種類の色素粒子が視覚的に区別可能な色である限り、任意の色の色素粒子を広く包含することが理解される。したがって、3 種類の色素粒子はまた、第 1 の種類の色素粒子、第 2 の種類の色素粒子、および第 3 の種類の色素粒子とも称され得る。

20

【0022】

白色粒子 (11) については、それらは、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 Sb_2O_3 、 BaSO_4 、 PbSO_4 、または同等物等の無機色素から形成されてもよい。

【0023】

黒色粒子 (12) については、それらは、CI 色素黒色 26 または 28、もしくは同等物 (例えば、マンガンフェライトブラックスピネルまたは銅クロマイトブラックスピネル)、またはカーボンブラックから形成されてもよい。

30

【0024】

第 3 の種類の粒子は、赤、緑、青、マゼンタ、シアン、または黄色等の色であってもよい。この種類の粒子の色素は、CI 色素 PR 254、PR 122、PR 149、PG 36、PG 58、PG 7、PB 28、PB 15:3、PY 138、PY 150、PY 155、または PY 20 を含んでもよいが、それらに限定されない。これらは、色指数ハンドブック「New Pigment Application Technology」(CMC Publishing Co., Ltd, 1986) および「Printing Ink Technology」(CMC Publishing Co., Ltd, 1984) で説明される、一般的に使用されている有機色素である。具体的実施例は、Clariant Hostaperm Red D3G 70-EDS、Hostaperm Pink E-EDS、PV fast red D3G、Hostaperm red D3G 70、Hostaperm Blue B2G-EDS、Hostaperm Yellow H4G-EDS、Hostaperm Green GNX、BASF Irgazine red L 3830、Cinquasia Red L 4100 HD、および Irgazin Red L 3660 HD、Sun Chemical フタロシアニンブルー、フタロシアニングリーン、ダイアリライドイエロー、またはダイアリライド AAO T イエローを含む。

40

【0025】

色に加えて、第 1、第 2、および第 3 の種類の粒子は、光学透過、反射率、発光、また

50

は機械読取のために意図されたディスプレイの場合、可視範囲外の電磁波長の反射率の変化という意味の疑似カラー等の他の明確な光学特性を有してもよい。

【0026】

3種類の色素粒子が分散させられる溶媒は、透明かつ無色であり得る。これは、好ましくは、高い粒子移動度のために、低い粘度と、約2～約30、好ましくは、約2～約15の範囲内の誘電率とを有する。好適な誘電溶媒の実施例は、アイソパー、デカヒドロナフタレン（DECALIN）、5-エチリデン-2-ノルボルネン、脂肪油、パラフィン油、シリコン流体等の炭化水素、トルエン、キシレン、フェニルキシリルエタン、ドデシルベンゼン、またはアルキルナフタレン等の芳香族炭化水素、ペルフルオロデカリン、ペルフルオロトルエン、ペルフルオロキシレン、ジクロロベンゾトリフルオリド、3, 4, 5-トリクロロベンゾトリフルオリド、クロロペンタフルオローベンゼン、ジクロロノナン、またはペンタクロロベンゼン等のハロゲン化溶媒、および3M Company（St. Paul MN）からのFC-43、FC-70、またはFC-5060等のペルフルオロ化溶媒、TCI America（Portland, Oregon）からのポリ（ペルフルオロプロピレンオキシド）等のポリマーを含有する低分子量ハロゲン、Halocarbon Product Corp.（River Edge, NJ）からのHalocarbon Oils等のポリ（クロロトリフルオロエチレン）、AusimontからのGaidenまたはDuPont（Delaware）からのKrytox OilsおよびGreases K-Fluid Series等のペルフルオロポリアルキルエーテル、Dow-corning（DC-200）からのポリジメチルシロキサン系シリコン油を含む。

10

20

【0027】

本発明のディスプレイ流体を利用するディスプレイ層は、2つの表面、すなわち、視認側の第1の表面（16）と、第1の表面（16）の反対側の第2の表面（17）とを有する。したがって、第2の表面は、非視認側にある。「視認側」という用語は、画像が視認される側面を指す。

【0028】

ディスプレイ流体は、2つの表面の間に挟持される。第1の表面（16）側には、ディスプレイ層の最上部全体を覆って拡散する、透明電極層（例えば、ITO）である共通電極（14）がある。第2の表面（17）側には、複数のピクセル電極（15a）を備える、電極層（15）がある。

30

【0029】

ディスプレイ流体は、ディスプレイセルの中に充填される。ディスプレイセルは、ピクセル電極と整合させられる場合もあり、または整合させられない場合もある。「ディスプレイセル」という用語は、電気泳動流体で充填されるマイクロコンテナを指す。「ディスプレイセル」の実施例は、米国特許第6, 930, 818号で説明されるようなカップ様マイクロセル、および米国特許第5, 930, 026号で説明されるようなマイクロカプセルを含んでもよい。マイクロコンテナは、全て本願の範囲内である、任意の形状またはサイズであってもよい。

【0030】

ピクセル電極に対応する領域は、ピクセル（またはサブピクセル）と称され得る。ピクセル電極に対応する領域の駆動は、共通電極とピクセル電極との間に電圧電位差（または駆動電圧もしくは電場として知られている）を印加することによって達成される。

40

【0031】

ピクセル電極は、その内容がその全体で参照することにより本明細書に組み込まれる、米国特許第7, 046, 228号で説明されている。薄膜トランジスタ（TFT）バックプレーンを用いたアクティブマトリクス駆動が、ピクセル電極の層について記述されるが、電極が所望の機能を果たす限り、本発明の範囲は、他の種類の電極アドレッシングを包含することが留意される。

【0032】

50

2本の垂直な点線の間の空間は、ピクセル（またはサブピクセル）を表す。簡潔にするために、「ピクセル」が駆動方法において参照されるとき、本用語は、「サブピクセル」も包含する。

【0033】

3種類の色素粒子のうちの2つは、反対電荷極性を担持し、第3の種類の色素粒子は、わずかに帯電している。「わずかに帯電している」または「より低い電荷強度」という用語は、より強く帯電した粒子の電荷強度の約50%未満、好ましくは、約5%～約30%である、粒子の電荷レベルを指すことを意図している。一実施形態では、電荷強度は、ゼータ電位に関して測定されてもよい。一実施形態では、ゼータ電位は、CSPU-100信号処理ユニットを伴うColloidal Dynamics AcoustoSizer IIM、ESA EN# Attn フロースルーセル（K：127）によって判定される。サンプルで使用される溶媒の密度、溶媒の誘電率、溶媒中の音速、溶媒の粘度等の計器定数は、全て試験温度（25℃）で試験前に入力される。色素サンプルは、（通常、12個未満の炭素原子を有する炭化水素流体である）溶媒中に分散させられ、5～10重量%に希釈される。サンプルはまた、電荷制御剤対粒子の1：10の重量比を伴う、電荷制御剤（Berkshire Hathawayの子会社であるLubrizol Corporationから入手可能であるSolsperser 17000（R）、「Solsperser」は登録商標である）も含有する。希釈サンプルの質量が判定され、次いで、サンプルがゼータ電位の判定のためにフロースルーセルの中へ装填される。

【0034】

例えば、黒色粒子が正の電荷を持ち、白色粒子が負の電荷を持つ場合には、着色色素粒子は、わずかに帯電し得る。換言すると、本実施例では、黒色および白色粒子によって担持される電荷は、着色粒子によって担持される電荷よりはるかに強力である。

【0035】

加えて、わずかな電荷を担持する着色粒子は、他の2種類のより強く帯電した粒子のうちのいずれか1つによって担持される電荷極性と同一である、電荷極性を有する。

【0036】

3種類の色素粒子の間で、わずかに帯電している1種類の粒子は、好ましくは、より大きいサイズを有することが留意される。

【0037】

加えて、本願との関連で、高い駆動電圧（ V_{H1} または V_{H2} ）は、1つの極限カラー状態から別の極限カラー状態にピクセルを駆動するために十分である駆動電圧として定義される。第1および第2の種類の色素粒子が、より高く帯電した粒子である場合には、高い駆動電圧（ V_{H1} または V_{H2} ）は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために十分である駆動電圧を指す。例えば、高い駆動電圧 V_{H1} は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態にピクセルを駆動するために十分である駆動電圧を指し、 V_{H2} は、第2の種類の色素粒子のカラー状態から第1の種類の色素粒子のカラー状態にピクセルを駆動するために十分である駆動電圧を指す。説明されるような本シナリオでは、低い駆動電圧（ V_L ）は、（あまり帯電しておらず、サイズがより大きくあり得る）第3の種類の色素粒子のカラー状態へと第1の種類の色素粒子のカラー状態からピクセルを駆動するために十分であり得る駆動電圧として定義される。例えば、低い駆動電圧は、黒色および白色粒子が視認側で見られていない間に着色粒子のカラー状態を駆動するために十分であり得る。

【0038】

一般に、 V_L は、 V_H （例えば、 V_{H1} または V_{H2} ）の振幅の50%未満、または好ましくは、40%未満である。

【0039】

以下は、上記で説明されるような電気泳動流体によって、どのようにして異なるカラー状態が表示され得るかという駆動方式を例証する、実施例である。

【0040】

(実施例)

本実施例は、図2で実証される。白色色素粒子(21)が、負の電荷を持つ一方で、黒色色素粒子(22)は、正の電荷を持ち、両方の種類の色素粒子は、着色粒子(23)より小さい。

【0041】

着色粒子(23)は、黒色粒子と同一の電荷極性を担持するが、わずかに帯電している。結果として、黒色粒子は、ある駆動電圧下で着色粒子(23)より速く移動する。

【0042】

図2aでは、印加された駆動電圧は、+15V(すなわち、 V_{H1})である。この場合、白色粒子(21)は、ピクセル電極(25)の付近またはそこにあるように移動し、黒色粒子(22)および着色粒子(23)は、共通電極(24)の付近またはそこにあるように移動する。結果として、黒色が視認側で見られる。着色粒子(23)は、視認側における共通電極(24)に向かって移動するが、それらのより低い電荷強度およびより大きいサイズにより、黒色粒子より遅く移動する。

10

【0043】

図2bでは、-15V(すなわち、 V_{H2})の駆動電圧が印加されるとき、白色粒子(21)は、視認側における共通電極(24)の付近またはそこにあるように移動し、黒色粒子および着色粒子は、ピクセル電極(25)の付近またはそこにあるように移動する。結果として、白色が視認側で見られる。

20

【0044】

V_{H1} および V_{H2} は、反対極性を有し、かつ同一の振幅または異なる振幅を有することが留意される。図2に示される実施例では、 V_{H1} は、正(黒色粒子と同一の極性)であり、 V_{H2} は、負(白色粒子と同一の極性)である。

【0045】

図2cでは、着色粒子を視認側に駆動するために十分であり、着色粒子と同一の極性を有する、低い電圧が印加されるとき、白色粒子は、下向きに押動され、着色粒子は、視認側に到達するように共通電極(24)に向かって上方に移動する。黒色粒子は、2種類の色素粒子が接触するときに、2つのより強く逆帯電した粒子、すなわち、黒色粒子および白色粒子を相互から分離するために十分ではない低い駆動電圧により、視認側に移動することができない。

30

【0046】

図2bの白色状態から図2cの着色状態への駆動は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子(すなわち、白色)、第2の種類の色素粒子(すなわち、黒色)、および第3の種類の色素粒子(すなわち、着色)を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

40

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

その方法は、非視認側に第1および第2の種類の色素粒子を残しながら、第3の種類の色素粒子を視認側に駆動するために十分である低い駆動電圧を印加することによって、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かって電気泳動ディスプレイ内のピクセルを駆動するステップを含み、印加される低い駆動電圧の極性は、第3の種類の色素粒子の極性と同一である。

【0047】

第3の種類の色素粒子のカラー状態、すなわち、赤色(図2c参照)にピクセルを駆動するために、本方法は、第1の種類の色素粒子のカラー状態、すなわち、白色(図2b参

50

照) から開始する。

【0048】

第3の種類の粒子の色が視認側で見られるとき、他の2種類の粒子は、非視認側（視認側の反対側の側面）で混合させられ、第1および第2の種類の粒子の色の間の中間カラー状態をもたらし得る。第1および第2の種類の粒子が黒および白であり、第3の種類の粒子が赤である場合には、図2cで、赤色が視認側で見られるときに、灰色が非視認側にある。

【0049】

駆動方法は、理想的には、図2cのシナリオで色の明度（すなわち、黒色粒子が見られることを防止する）および色の純度（すなわち、白色粒子が見られることを防止する）の両方を確保するであろう。しかしながら、実践では、この所望の結果は、粒径分布および粒子電荷分布を含む、種々の理由で、達成することが困難である。

【0050】

これに対する1つの解決策は、第1の種類の色素粒子のカラー状態（すなわち、白色）から第3の種類の色素粒子のカラー状態（すなわち、赤色）に駆動する前の振動波形の使用である。振動波形は、多くのサイクルにわたって一対の反対駆動パルスを繰り返すことから成る。例えば、振動波形は、20ミリ秒間の+15Vパルス、および20ミリ秒間の-15Vパルスから成ってもよく、そのような一対のパルスは、50回繰り返される。そのような振動波形の合計時間は、2000ミリ秒になるであろう。「msec」という表記は、ミリ秒を表す。

【0051】

振動波形は、駆動電圧が印加される前に、光学的状態（黒、白、または赤色）にかかわらず、ピクセルに印加されてもよい。振動波形が印加された後、光学的状態は、純白色、純黒色、または純赤色にならないであろう。代わりに、カラー状態は、3種類の色素粒子の混合物に由来するであろう。

【0052】

上記のような方法について、ピクセルが第1の種類の色素粒子のカラー状態（すなわち、白色）に駆動される前に、振動波形が印加される。この追加振動波形があると、たとえば白色状態が、振動波形がない場合と測定可能に同一であっても、第3の種類の色素粒子のカラー状態（すなわち、赤色）が、色の明度および色の純度の両方で振動波形がない場合より有意に良好となるであろう。これは、赤色粒子からの白色粒子のより良好な分離、ならびに赤色粒子からの黒色粒子のより良好な分離の指標である。

【0053】

振動波形内の駆動パルスのそれぞれは、完全黒色状態から完全白色状態、または逆も同様に、駆動するために必要とされる駆動時間の半分を超えずに印加される。例えば、完全黒色状態から完全白色状態、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために300ミリ秒かかる場合、振動波形は、それぞれ多くても150ミリ秒にわたって印加される、正および負パルスから成ってもよい。実践では、パルスは、より短いことが好ましい。

【0054】

本願の全体を通じた図面の全てにおいて、振動波形が短縮される（すなわち、パルスの数が実際の数より少ない）ことが留意される。

【0055】

駆動方法は、振動波形後に白色状態に向かってピクセルを駆動するように、高い負駆動電圧（ V_{H2} 、例えば、-15V）が t_2 の期間にわたって印加される、図3に示されている。白色状態から、ピクセルは、 t_3 の期間にわたって低い正電圧（ V_L 、例えば、+5V）を印加すること（すなわち、図2bから図2cにピクセルを駆動すること）によって、着色状態（すなわち、赤色）に向かって駆動されてもよい。

【0056】

駆動期間「 t_2 」は、 V_{H2} が印加されたときに白色状態にピクセルを駆動するために十分な期間であり、駆動期間「 t_3 」は、 V_L が印加されたときに白色状態から赤色状態

10

20

30

40

50

にピクセルを駆動するために十分な期間である。駆動電圧は、好ましくは、DC平衡を確保するように、振動波形の前に t_1 の期間にわたって印加される。「DC平衡」という用語は、本願の全体を通して、ある期間（例えば、波形全体の期間）にわたって統合されたときに、ピクセルに印加される駆動電圧が実質的にゼロであることを意味することを意図している。

【0057】

（第1の駆動方法：）

本発明の第1の駆動方法は、図4で図示されている。これは、図3の t_3 の駆動期間に取って代わるために使用される、駆動波形に関する。

【0058】

最初のステップでは、高い負駆動電圧（ V_{H2} 、例えば、 $-15V$ ）が印加され、その後、赤色状態に向かってピクセルを駆動するように正駆動電圧（ $+V'$ ）が続く。 $+V'$ の振幅は、 V_H （例えば、 V_{H1} または V_{H2} ）の振幅の50%未満である。

【0059】

本駆動波形では、高い負駆動電圧（ V_{H2} ）が、視認側に向かって白色粒子を押動するように t_4 の期間にわたって印加され、次いで、その後、白色粒子を引き下ろし、視認側に向かって赤色粒子を押動する、 $+V'$ の正駆動電圧を t_5 の期間にわたって印加する。

【0060】

一実施形態では、 t_4 は、20～400ミリ秒の範囲内であってもよく、 t_5 は、 ≥ 200 ミリ秒であってもよい。

【0061】

図4の波形は、少なくとも4サイクル（ $N \geq 4$ ）、好ましくは、少なくとも8サイクルにわたって繰り返される。赤色は、各駆動サイクル後に、より強くなる。

【0062】

図4の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

（a）3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

（b）第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

（c）第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

その方法は、以下のステップ、すなわち、

（i）第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、その第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

（ii）第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、その第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、ステップ（i）および（ii）を繰り返すステップと、を含む。

【0063】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

【0064】

一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の50%未満である。

10

20

30

40

50

【0065】

記述されるように、図4に示されるような駆動波形は、図3のt3の駆動期間に取って代わるために使用されてもよい（図5参照）。換言すると、駆動シーケンスは、振動波形であってもよく、その後が続いて、t2の期間にわたって白色状態に向かって駆動し、次いで、図4の波形を印加する。

【0066】

別の実施形態では、t2の期間にわたって白色状態に駆動するステップが排除されてもよく、この場合、図4の波形を印加する前に、振動波形が印加される（図6参照）。

【0067】

一実施形態では、図5または図6の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

10

【0068】

（第2の駆動方法：）

本発明の第2の駆動方法は、図7で図示されている。これは、同様に図3のt3の駆動期間に取って代わるために使用され得る、駆動波形の代替案に関する。

【0069】

本代替的波形では、待機時間「t6」が追加されている。待機時間中、いかなる駆動電圧も印加されない。図7の波形全体はまた、複数のサイクル（例えば、 $N \geq 4$ ）にわたって繰り返される。

【0070】

図7の波形は、特に、誘電層の抵抗が、例えば、低温で高いときに、電気泳動ディスプレイデバイス内の誘電層に貯蔵された電荷不均衡を解放するように設計されている。

20

【0071】

本願との関連で、「低温」という用語は、約10℃を下回る温度を指す。

【0072】

待機時間は、おそらく、誘電層に貯蔵された不要な電荷を放散し、白色状態に向かってピクセルを駆動するための短いパルス（「t4」）、および赤色状態に向かってピクセルを駆動するためのより長いパルス（「t5」）を効率的にさせることができる。結果として、本代替的駆動方法は、高帯電色素粒子からの低帯電色素粒子のより良好な分離をもたらすであろう。待機時間（「t6」）は、誘電層の抵抗に応じて、5～5,000ミリ秒の範囲内であり得る。

30

【0073】

図7の本駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

（a）3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

（b）第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

（c）第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

40

その方法は、以下のステップ、すなわち、

（i）第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、その第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

（ii）第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、その第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

（iii）第3の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと

50

ステップ (i)、(ii)、および (iii) を繰り返すステップと、を含む。

【0074】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

【0075】

一実施形態では、第2の駆動電圧の振幅は、第1の駆動電圧の振幅の50%未満である。

【0076】

記述されるように、図7に示されるような駆動波形はまた、図3のt3の駆動期間に取って代わるために使用されてもよい(図8参照)。換言すると、駆動シーケンスは、振動波形であってもよく、その後が続いて、t2の期間にわたって白色状態に向かって駆動し、次いで、図7の波形を印加する。

【0077】

別の実施形態では、t2の期間にわたって白色状態に駆動するステップが排除されてもよく、この場合、図7の波形を印加する前に、振動波形が印加される(図9参照)。

【0078】

別の実施形態では、図8または図9の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

【0079】

本願で参照される駆動期間のうちのいずれかの長さは、温度依存性であり得ることに留意されたい。

【0080】

(第3の駆動方法：)

図10aは、図3の波形に基づく、印加された駆動電圧(V')と光学的性能との関係を実証する。示されるように、印加される正駆動電圧V'は、上記で説明されるカラーディスプレイデバイスの赤色状態性能に影響を及ぼし得る。ディスプレイデバイスの赤色状態性能は、 $L \times a \times b \times$ 表色系を利用して、 $a \times$ 値として表される。

【0081】

図10aの最大 $a \times$ は、約3.8Vである、図3の印加された駆動電圧V'において出現する。しかしながら、 ± 0.5 Vの変更が印加された駆動電圧に行われる場合、結果として生じる $a \times$ 値は、最大 $a \times$ のおよそ90%である、約3.7となり、したがって、依然として許容できるであろう。本許容差は、例えば、ディスプレイデバイスの電子構成要素における変動、経時的なバッテリー電圧の降下、TF-Tバックプレーンのバッチ変動、ディスプレイデバイスのバッチ変動、または温度および湿度変動によって引き起こされる、駆動電圧の変化に適応するために有益であり得る。

【0082】

図10aの概念に基づいて、最大 $a \times$ 値の90%以上を伴う赤色状態に駆動することができる、駆動電圧V'の範囲を見出すように、研究が行われた。換言すると、範囲内の駆動電圧のうちのいずれかが印加されるとき、光学的性能は有意に影響を受けない。したがって、範囲は、「電圧低感度」範囲と称され得る。「電圧低感度」範囲が広くなるほど、駆動方法は、バッチ変動および環境変化に対して寛容である。

【0083】

図4では、本研究のために考慮される3つのパラメータ、すなわち、t4、t5、およびNがある。電圧低感度範囲に及ぼす3つのパラメータの効果は、双方向性かつ非線形である。

【0084】

図10aのモデルに従って、図4の波形の最も広い電圧低感度範囲を達成するように、3つのパラメータの最適な値セットを見出すことができる。結果は、図10bで要約される。

【0085】

10

20

30

40

50

一実施例では、 t_4 が40～140ミリ秒であるとき、 t_5 は、460ミリ秒を上回るまたはそれと等しく、 N は、7を上回るまたはそれと等しく、図10bに基づく電圧低感度範囲（すなわち、3.7V～6.5V）は、図10aに基づく電圧低感度範囲（すなわち、3.3V～4.7V）の幅の2倍である。

【0086】

上記で議論される最適化されたパラメータはまた、本発明の駆動方法のうちのいずれかに適用可能である。

【0087】

したがって、第3の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、少なくとも0.7Vの電圧低感度範囲を有する。

【0088】

そのような方法では、そのような範囲内の駆動電圧が印加されるとき、達成されるカラー状態の光学的品質は、最大許容「 a^* 」値の少なくとも90%である。

【0089】

図10aおよび10bに示されるデータは、周囲温度下で収集されることも留意される。

【0090】

(第4の駆動方法：)

本発明の第4の駆動方法は、図11で図示されている。これは、同様に図3の t_3 の駆動期間に取って代わるために使用され得る、駆動波形に関する。

【0091】

最初のステップでは、高い負駆動電圧(V_{H2} 、例えば、-15V)が、 t_7 の期間にわたってピクセルに印加され、その後に t_8 の待機時間が続く。待機時間後、正駆動電圧(V' 、例えば、 V_{H1} または V_{H2} の50%未満)が、 t_9 の期間にわたってピクセルに印加され、その後に t_{10} の第2の待機時間が続く。図11の波形は、 N 回繰り返される。上記で説明されるような「待機時間」という用語は、いかなる駆動電圧も印加されない期間を指す。

【0092】

本駆動方法は、低温で特に効果的であるだけでなく、ディスプレイデバイスの製造中に引き起こされる構造的変動のより良好な許容差をディスプレイデバイスに提供することもできる。したがって、その有用性は、低温駆動に限定されない。

【0093】

図11の波形では、第1の待機時間 t_8 が、非常に短い一方で、第2の待機時間 t_{10} は、より長い。 t_7 の期間はまた、 t_9 の期間より短い。例えば、 t_7 は、20～200ミリ秒の範囲内であってもよく、 t_8 は、100ミリ秒未満であってもよく、 t_9 は、100～200ミリ秒の範囲内であってもよく、 t_{10} は、1000ミリ秒未満であってもよい。

【0094】

図12は、図3および図11の組み合わせである。図3では、白色状態が t_2 の期間中に表示される。一般的な法則として、本期間内の白色状態が良好であるほど、最後に表示されるであろう赤色状態が良好になる。

【0095】

振動波形では、正／負パルスペアは、好ましくは、50～1500回繰り返され、各パルスは、好ましくは、10ミリ秒にわたって印加される。

【0096】

一実施形態では、 t_2 の期間にわたって白色状態に駆動するステップが排除されてもよく、この場合、図11の波形を印加する前に、振動波形が印加される（図13参照）。

【0097】

図11の第4の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、

(iii) 第3の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(iv) 第4の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、ステップ(i)－(iv)を繰り返すステップと、を含む。

【0098】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

【0099】

一実施形態では、ステップ(i)－(iv)は、少なくとも3回繰り返される。

【0100】

一実施形態では、第2の駆動電圧は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために十分な駆動電圧の50%未満である。

【0101】

別の実施形態では、図12または図13の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

【0102】

(第5の駆動方法：)

図2(a)に示されるように、黒色粒子および赤色粒子は、同一の電荷極性を担持するため、同一の方向へ移動する傾向がある。たとえば黒色粒子が、それらのより高い電荷、おそらくまた、より小さいサイズにより、ある駆動電圧下で赤色粒子より速く移動しても、赤色粒子のうちのいくつかは、黒色状態の品質を劣化させるように、黒色粒子を伴う視認側に依然として駆動されてもよい。

【0103】

図14は、黒色状態に向かってピクセルを駆動するための典型的な波形を描写する。振動波形（上記で説明される）が、色の明度および純度を確保するように含まれる。示されるように、高い正駆動電圧（ V_{H1} 、例えば、+15V）が、振動波形後に黒色状態に向かってピクセルを駆動するように、 t_{12} の期間にわたって印加される。駆動電圧は、D

10

20

30

40

50

C平衡を確保するように、振動波形の前に t_{11} の期間にわたって印加される。

【0104】

本発明の第5の駆動方法は、図15で図示されている。これは、黒色状態に向かってピクセルを駆動するために、図14の波形の終わりに追加される駆動波形に関する。複合波形はさらに、赤色粒子からの黒色粒子のより良好な分離を提供し、より少ない赤色の着色を伴って、黒色状態をより飽和させることができる。

【0105】

図15では、 V_{H2} (負) の短いパルス「 t_{13} 」が印加され、その後に、 V_{H1} (正) のより長いパルス「 t_{14} 」および t_{15} の待機時間 (0 V) が続く。そのようなシーケンスは、少なくとも1回、好ましくは、少なくとも3回 (すなわち、 $N \geq 3$ である) 、より好ましくは、少なくとも5〜7回適用される。

10

【0106】

パルス「 t_{14} 」は、通常、パルス「 t_{13} 」の長さの少なくとも2倍である。

【0107】

V_{H2} の短いパルス「 t_{13} 」は、ピクセル電極に向かって黒色および赤色粒子を押動し、 V_{H1} のより長い「 t_{14} 」は、それらを共通電極側 (すなわち、視認側) に押動するであろう。2種類の色素粒子の速度が同一の駆動電圧下で同一ではないため、本非対称駆動シーケンスは、赤色粒子よりも黒色粒子の利益になるであろう。結果として、黒色粒子を赤色粒子からより良好に分離することができる。

20

【0108】

待機時間「 t_{15} 」は、ディスプレイデバイス内の誘電層に応じて随意である。より低温で、誘電層の抵抗は、より顕著であることが一般的であり、この場合、誘電層に閉じ込められた電荷を放出するために、待機時間が必要とされ得る。

【0109】

図15の第5の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

30

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

40

(iii) 随意に、第3の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、
ステップ(i)、(ii)、および存在する場合は(iii)を繰り返すステップと、を含む。

【0110】

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

【0111】

図16は、図14の波形および図15の波形を組み合わせるシーケンスを示す。しかし

50

ながら、粒子速度およびシーケンスのサイクル数（ N ）に応じて、「 t_{12} 」が短縮され得ることも留意される。換言すると、「 t_{12} 」の終わりに、ピクセルは、完全黒色状態である必要はない。代わりに、図15の波形は、シーケンス内の数（ N ）が最後にピクセルを黒色状態に駆動するために十分であるならば、灰色を含む、黒色から白色の任意の状態を開始し得る。

【0112】

図14-16で説明されるような方法はまた、低温でピクセルを黒色状態に駆動するために利用されてもよい。この場合、期間 t_{14} は、 t_{13} より長くなければならず、待機時間 t_{15} は、少なくとも50ミリ秒である必要がある。

【0113】

一実施形態では、図16の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

【0114】

（第6の駆動方法：）

図17は、ピクセルを白色状態に駆動するための典型的な波形を描写する。振動波形（上記で説明される）が、色の明度および純度を確保するように含まれる。 V_{H2} の駆動電圧は、振動波形後に t_{17} の期間にわたって印加される。駆動電圧は、DC平衡を確保するように、振動波形の前に t_{16} の期間にわたって印加される。

【0115】

本発明の第6の駆動方法は、図18（a）および18（b）で図示されている。これは、図17の波形における t_{17} に取って代わる波形に関する。

【0116】

本駆動方法は、低温駆動のために特に好適であるが、低温駆動に限定されない。

【0117】

図18（a）では、 V_{H1} （正）の短いパルス「 t_{18} 」が印加され、その後に、 V_{H2} （負）のより長いパルス「 t_{19} 」および t_{20} の待機時間（0V）が続く。図18（b）に示されるように、 t_{19} の間に印加される負駆動電圧（ V'' ）の振幅は、 V_{H2} の振幅より高くあり得る（例えば、 $-15V$ の代わりに $-30V$ ）。

【0118】

そのようなシーケンスは、少なくとも1回、好ましくは、好ましくは、3回（すなわち、 N は、図18（a）および18（b）で ≥ 3 である）、より好ましくは、少なくとも5〜7回適用される。

【0119】

t_{19} は、 t_{18} より長くなくてはならないことが留意される。例えば、 t_{18} は、20〜200ミリ秒の範囲内であってもよく、 t_{19} は、1000ミリ秒未満であってもよい。待機時間 t_{20} は、少なくとも50ミリ秒である必要がある。

【0120】

図18（a）および18（b）に示されるような第6の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

（a）3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

（b）第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

（c）第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

（i）第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有

10

20

30

40

50

する、ステップと、

(i i) 第 2 の期間にわたって第 2 の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第 2 の駆動電圧は、視認側における第 1 の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第 1 の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(i i i) 第 3 の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、

ステップ (i) および (i i) を繰り返すステップと、
を含む。

【 0 1 2 1 】

一実施形態では、第 1 の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第 2 の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

10

【 0 1 2 2 】

図 1 8 (a) に示されるような一実施形態では、第 2 の電圧は、第 1 の種類の色素粒子のカラー状態から第 2 の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために必要とされる駆動電圧である。

【 0 1 2 3 】

図 1 8 (b) に示されるような別の実施形態では、第 2 の電圧は、第 1 の種類の色素粒子のカラー状態から第 2 の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために必要とされる駆動電圧の振幅より高い振幅を有する。

【 0 1 2 4 】

20

図 1 9 a および 1 9 b は、図 1 7 の t 1 7 が、それぞれ、図 1 8 (a) および 1 8 (b) の波形と置換される、シーケンスを示す。

【 0 1 2 5 】

振動波形では、正／負パルスペアは、好ましくは、50～1500 回繰り返され、各パルスは、好ましくは、10 ミリ秒にわたって印加される。

【 0 1 2 6 】

一実施形態では、図 1 9 a または図 1 9 b の駆動シーケンスは、DC 平衡状態である。

【 0 1 2 7 】

(第 7 の駆動方法 :)

本発明の第 7 の駆動方法は、中間カラー状態 (例えば、灰色) に向かってピクセルを駆動する。

30

【 0 1 2 8 】

図 2 0 は、駆動方式を図示する。示されるように、黒色状態のピクセル (図 2 0 a 参照) は、低い負駆動電圧 (V_L 、例えば、 $-5V$) が印加されたときに、灰色状態に向かって駆動される。本プロセスでは、低い駆動電圧は、ピクセル電極側に向かって赤色粒子を押動し、黒色および白色粒子の混合物が視認側で見られる。

【 0 1 2 9 】

本駆動方法は、図 2 1 に示されている。高い正駆動電圧 (V_{H1} 、例えば、 $+15V$) が、振動波形後に、黒色状態に向かってピクセルを駆動するように、t 2 2 の期間にわたって印加される。黒色状態から、ピクセルは、t 2 3 の期間にわたって低い負駆動電圧 (V_L 、例えば、 $-5V$) を印加することによって、灰色状態に向かって駆動され、すなわち、図 2 0 (a) から図 2 0 (b) に駆動されてもよい。

40

【 0 1 3 0 】

駆動期間 t 2 2 は、 V_{H1} が印加されたときにピクセルを黒色状態に駆動するために十分な期間であり、t 2 3 は、 V_L が印加されたときにピクセルを黒色状態から灰色状態に駆動するために十分な期間である。振動波形に先立って、 V_{H1} のパルスは、好ましくは、DC 平衡を確保するように t 2 1 の期間にわたって印加される。

【 0 1 3 1 】

図 2 2 は、図 2 1 の t 2 3 の駆動期間に取って代わるために使用され得る、駆動波形に関する。最初のステップでは、高い正駆動電圧 (V_{H1} 、例えば、 $+15V$) が、視認側

50

に向かって黒色粒子を駆動するように、 t_{24} の短期間にわたって印加されるが、 t_{24} は、ピクセルを完全黒色状態に駆動するためには十分ではなく、その後が続いて、灰色状態に向かってピクセルを駆動するように、 t_{25} の期間にわたって低い負駆動電圧(V_L 、例えば、 $-5V$)を印加する。 V_L の振幅は、 V_H (例えば、 V_{H1} または V_{H2})の50%未満である。

【0132】

図22の波形は、少なくとも4サイクル($N \geq 4$)、好ましくは、少なくとも8サイクルにわたって繰り返される。

【0133】

両方とも周囲温度において、期間 t_{24} は、約100ミリ秒未満であり、 t_{25} は、通常、100ミリ秒を上回る。

【0134】

図22に示されるような第7の駆動方法は、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

(a) 3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

(b) 第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

(c) 第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

その方法は、以下のステップ、すなわち、

(i) 第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、その第1の駆動電圧は、第2の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第2の種類の色素粒子と同一の極性を有し、第1の期間は、視認側における第2の種類の色素粒子のフルカラー状態にピクセルを駆動するために十分ではない、ステップと、

(ii) 第2の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、その第2の駆動電圧は、視認側における第1および第2の種類の色素粒子の混合状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

ステップ(i)および(ii)を繰り返すステップと、を含む。

【0135】

記述されるように、第2の駆動電圧は、本方法では、第1の駆動電圧の約50%である。

【0136】

図23は、 t_{23} の駆動期間が図22と置換される、図21の波形および図22の波形の組み合わせを示す。換言すると、駆動方法は、4つの段階から成る。第1の段階は、DC平衡段階(t_{21})であり、第2の段階は、振動ステップであり、第3の段階は、ピクセルを黒色状態に駆動すること(t_{22})である。第3の段階では、波形は、ピクセルを良好な黒色状態に駆動する限り、任意の波形であり得る。第4の段階は、より長い期間にわたる低い負駆動電圧が続く、短期間にわたる高い正駆動電圧から成る。第4の段階は、記述されるように、7回繰り返される。

【0137】

図23では、 t_{22} は随意であり得ることが留意される。

【0138】

低い負電圧(V_L)を変化させることによって、より明るく、またはより暗くなるように、灰色状態を変調することが可能である。換言すると、波形シーケンスおよび形状は、同一であってもよいが、 V_L の振幅は、異なる灰色レベルを表示させるように変動する(

10

20

30

40

50

例えば、 -4 V 、 -5 V 、 -6 V 、または -7 V ）。本特徴は、潜在的に、駆動回路内の参照テーブルのための必要空間を縮小し、その結果として、費用を低減させ得る。図示されるような駆動方法は、第3の種類の色素粒子からの色干渉をほとんど伴わずに、（第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子の）中間状態の高い品質を生じることができ

【0139】

一実施形態では、図23の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

【0140】

（第8の駆動方法：）

本発明の第8の駆動方法は、図24で図示されている。これは、白色状態（すなわち、第1の種類の色素粒子のカラー状態）にないピクセルに適用されることを意図している。

【0141】

最初のステップでは、高い負駆動電圧（ V_{H2} 、例えば、 -15 V ）が、 $t26$ の期間にわたって印加され、その後に $t27$ の待機時間が続く。待機時間後、正駆動電圧（ V' 、例えば、 V_{H1} または V_{H2} の50%未満）が、 $t28$ の期間にわたって印加され、その後に $t29$ の第2の待機時間が続く。図24の波形は、 N 回繰り返される。上記で説明されるような「待機時間」という用語は、いかなる駆動電圧も印加されない期間を指す。

【0142】

本駆動方法は、低温で特に効果的であり、また、赤色状態への全体的な駆動時間を短縮し得る。

【0143】

期間 $t26$ は、通常、完全黒色状態から完全白色状態に駆動するために必要とされる時間の約50%の範囲内で、かなり短く、したがって、ピクセルを完全白色状態に駆動するために十分ではないことが留意される。期間 $t27$ は、100ミリ秒未満であってもよく、期間 $t28$ は、100～200ミリ秒の範囲であってもよく、期間 $t29$ は、1000ミリ秒未満であってもよい。

【0144】

また、図11の波形が、白色状態（すなわち、第1の種類の色素粒子の色）であるピクセルに印加されることが開示される一方で、図24の波形は、白色状態ではないピクセルに印加されることを意図していることを除いて、図24の波形は、図11の波形に類似することも留意される。

【0145】

図25は、図24の波形が黒色状態（すなわち、第2の種類の色素粒子のカラー状態）であるピクセルに印加される、実施例である。

【0146】

振動波形では、正／負パルスペアは、好ましくは、50～1500回繰り返され、各パルスは、好ましくは、10ミリ秒にわたって印加される。

【0147】

図24の第8の駆動方法は、図11の方法のように、以下のように要約され得る。

視認側の第1の表面と、非視認側の第2の表面と、流体が共通電極とピクセル電極の層との間で挟持され、全て溶媒または溶媒混合物中に分散させられる、第1の種類の色素粒子、第2の種類の色素粒子、および第3の種類の色素粒子を含む、電気泳動流体とを備える、電気泳動ディスプレイのための駆動方法であって、

（a）3種類の色素粒子は、相互と異なる光学特性を有し、

（b）第1の種類の色素粒子および第2の種類の色素粒子は、反対電荷極性を担持し、

（c）第3の種類の色素粒子は、第2の種類の色素粒子と同一の電荷極性を有するが、より低い強度にあり、

本方法は、以下のステップ、すなわち、

（i）第1の期間にわたって第1の駆動電圧を電気泳動ディスプレイ内のピクセルに印加するステップであって、第1の駆動電圧は、視認側における第1の種類の色素粒子のカ

10

20

30

40

50

ラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第1の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(i i) 第2の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、

(i i i) 第3の期間にわたって第2の駆動電圧をピクセルに印加するステップであって、第2の駆動電圧は、視認側における第3の種類の色素粒子のカラー状態に向かってピクセルを駆動するように、第3の種類の色素粒子と同一の極性を有する、ステップと、

(i v) 第4の期間にわたっていかなる駆動電圧もピクセルに印加しないステップと、ステップ(i) - (i v)を繰り返すステップと、を含む。

【0148】

10

一実施形態では、第1の種類の色素粒子は、負の電荷を持ち、第2の種類の色素粒子は、正の電荷を持つ。

【0149】

一実施形態では、ステップ(i) - (i v)は、少なくとも3回繰り返される。

【0150】

一実施形態では、第2の駆動電圧は、第1の種類の色素粒子のカラー状態から第2の種類の色素粒子のカラー状態に、または逆も同様に、ピクセルを駆動するために十分な駆動電圧の50%未満である。

【0151】

一実施形態では、図25の駆動シーケンスは、DC平衡状態である。

20

【0152】

本発明は、その具体的実施形態を参照して説明されているが、本発明の真の精神および範囲から逸脱することなく、種々の変更が行われ得、均等物が置換され得ることが、当業者によって理解されるべきである。加えて、特定の状況、材料、組成物、プロセス、1つまたは複数のプロセスステップを、本発明の目的および範囲に適合させるように、多くの修正が行われ得る。全てのそのような修正は、本明細書に添付される請求項の範囲内であることを意図している。

【図 1】

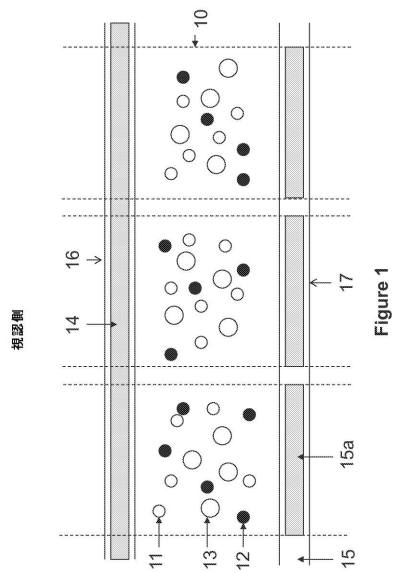


Figure 1

【図 2】

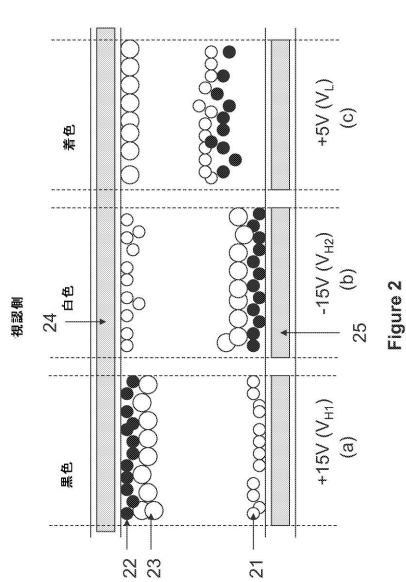


Figure 2

【図 3】

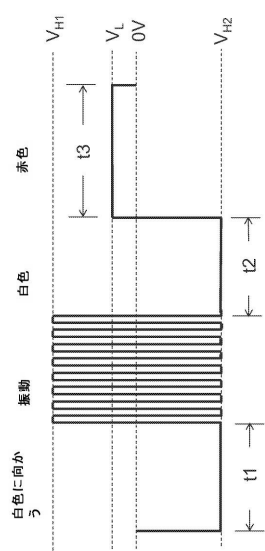


Figure 3

【図 4】

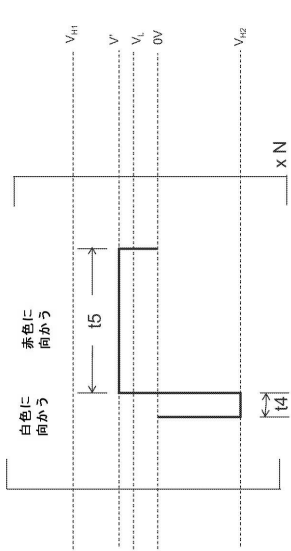


Figure 4

【図 5】

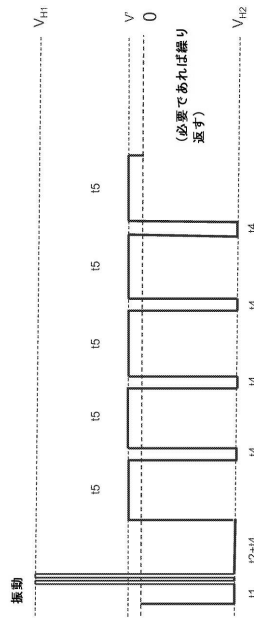


Figure 5

【図 6】

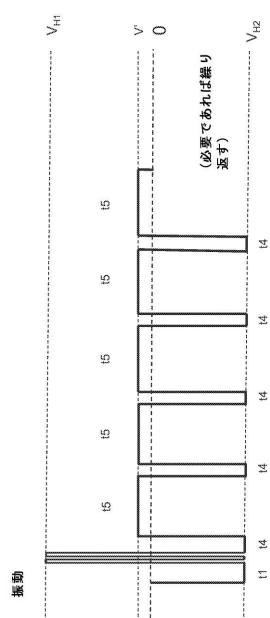


Figure 6

【図 7】

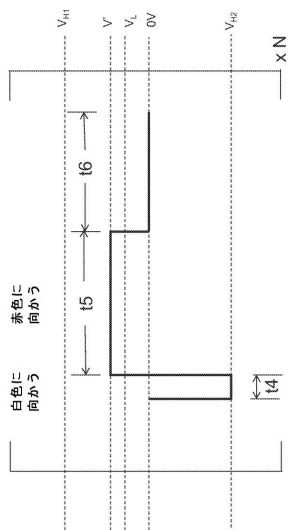


Figure 7

【図 8】

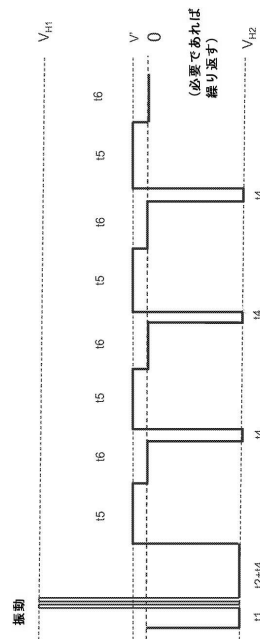


Figure 8

【図 9】

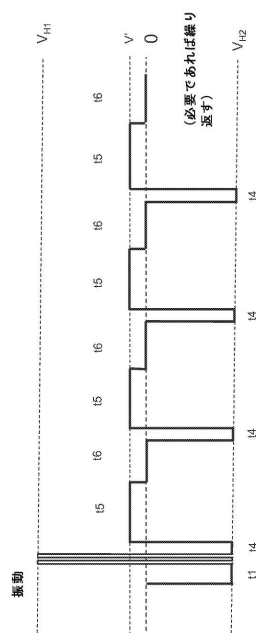


Figure 9

【図 10 a】

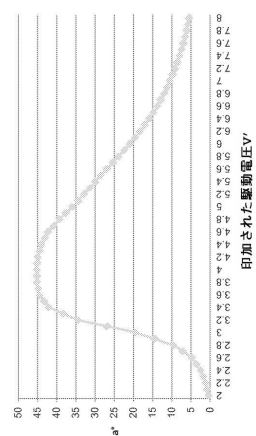


Figure 10a

【図 10 b】

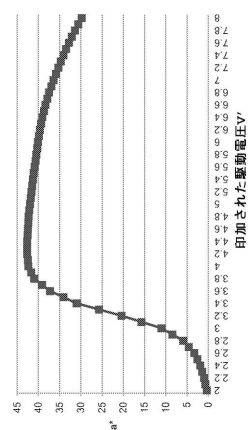


Figure 10b

【図 1 1】

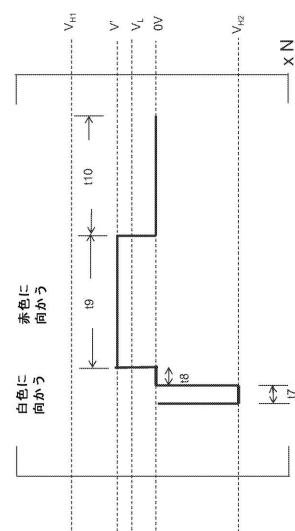


Figure 11

【図 1 2】

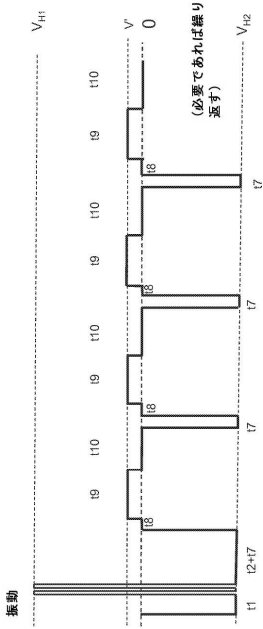


Figure 12

【図 1 3】

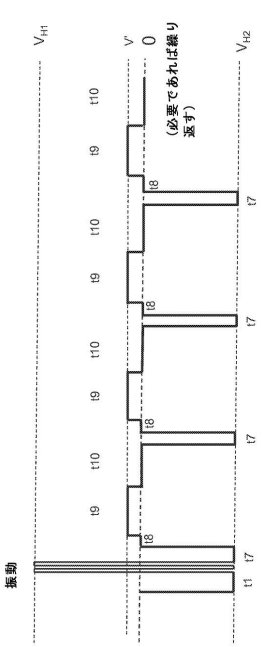


Figure 13

【図 1 4】

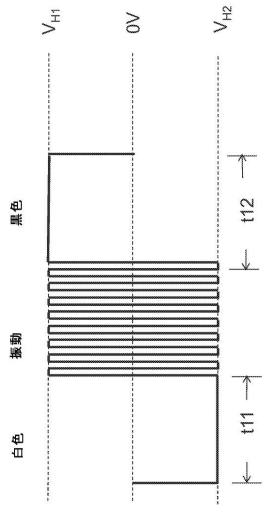


Figure 14

【図 1 5】

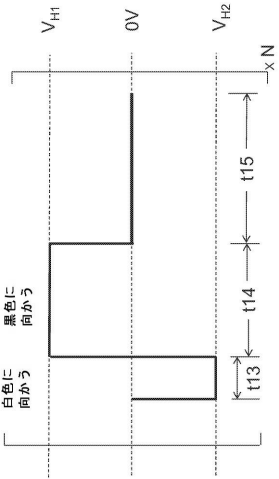


Figure 15

【図 1 6】

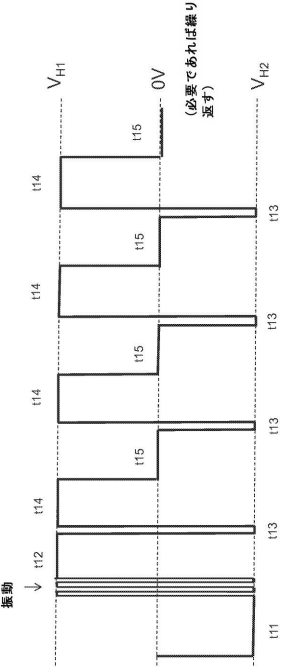


Figure 16

【図 1 7】

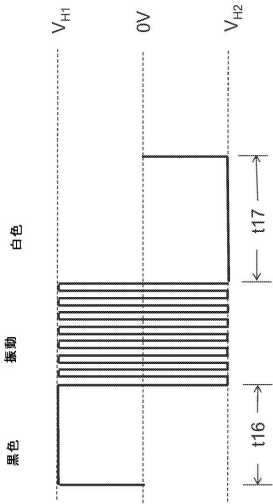


Figure 17

【図 1 8 a】

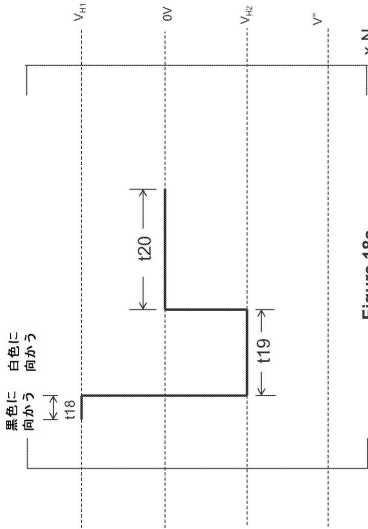


Figure 18a

【図 1 8 b】

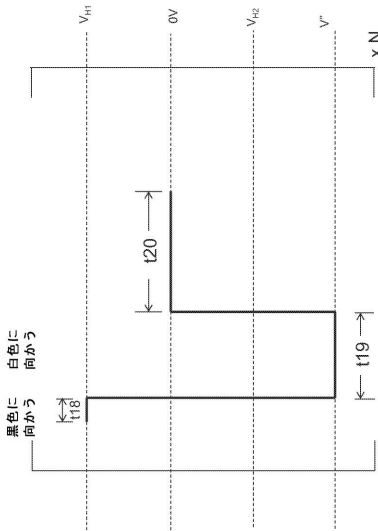


Figure 18b

【図 19 a】

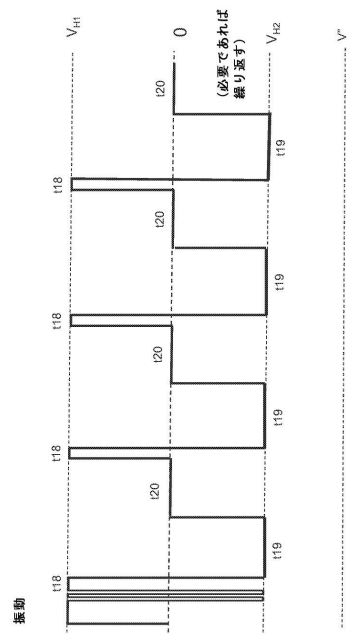


Figure 19a

【図 19 b】

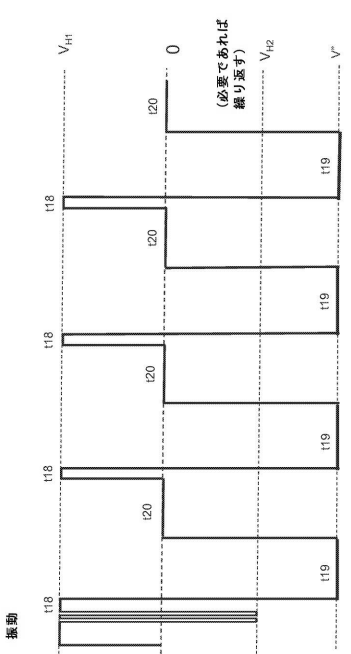


Figure 19b

【図 20】

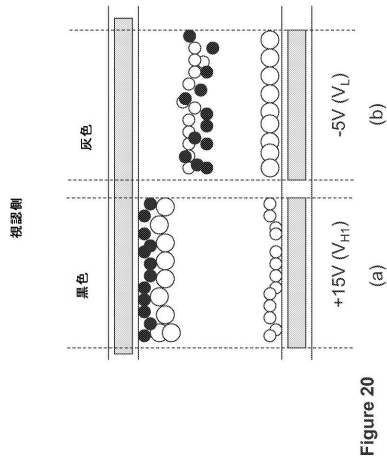


Figure 20

【図 21】

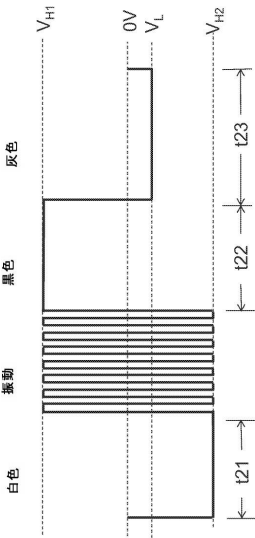


Figure 21

【図 2 2】

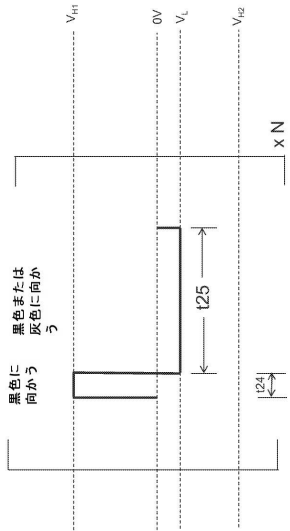


Figure 22

【図 2 3】

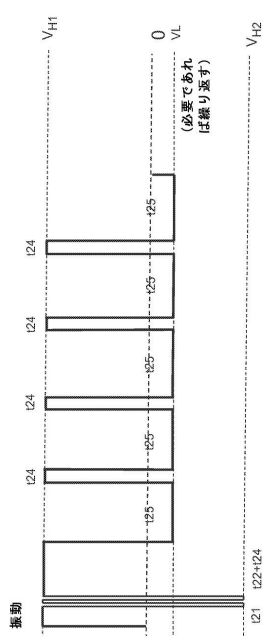


Figure 23

【図 2 4】

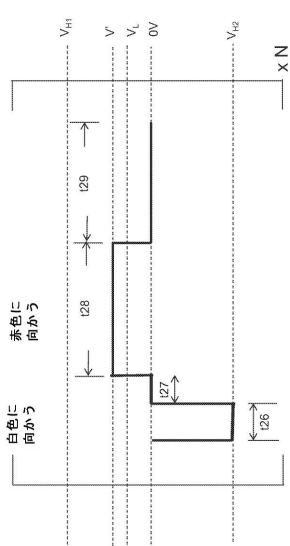


Figure 24

【図 2 5】

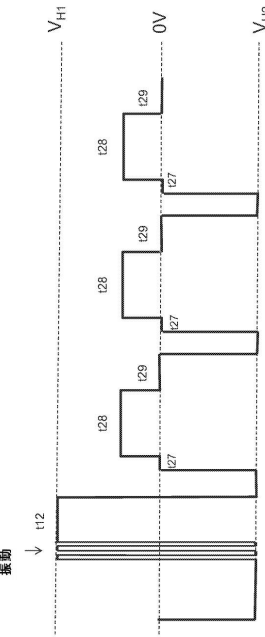


Figure 25

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/942,407
(32)優先日 平成26年2月20日(2014.2.20)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/979,464
(32)優先日 平成26年4月14日(2014.4.14)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 62/004,713
(32)優先日 平成26年5月29日(2014.5.29)
(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

- (72)発明者 リン, クレグ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 フアン, ジョーチェン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 チェン, ヘンーチェ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 ラクストン, ピーター
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 ワン, ミン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 チェン, ピンーユエ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5
(72)発明者 ザン, ホンメイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 3 8, フリーモント, シーブリッジ ドライブ 4
7 4 8 5

合議体

審判長 中塚 直樹

審判官 清水 稔

審判官 ▲うし▼田 真悟

- (56)参考文献 特開2009-145751 (JP, A)
特開2008-304530 (JP, A)
特開2010-181477 (JP, A)
特開2012-220693 (JP, A)
特表2007-531049 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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