

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601469号
(P5601469)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl.

F 1

G02F 1/167 (2006.01)
G09G 3/34 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)

GO2F 1/167
 GO9G 3/34 C
 GO9G 3/20 624D
 GO9G 3/20 624E
 GO9G 3/20 621A

請求項の数 7 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2010-268760 (P2010-268760)

(22) 出願日

平成22年12月1日 (2010.12.1)

(65) 公開番号

特開2012-118347 (P2012-118347A)

(43) 公開日

平成24年6月21日 (2012.6.21)

審査請求日

平成25年10月16日 (2013.10.16)

(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 100090387

弁理士 布施 行夫

(74) 代理人 100090398

弁理士 大渕 美千栄

(72) 発明者 村山 哲朗

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 小濱 健太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気泳動表示装置の駆動方法、電気泳動表示装置、及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の基板間に電気泳動粒子を含む電気泳動素子を狭持してなり、画素を複数配置する表示部を含み、一方の前記基板と前記電気泳動素子との間に前記画素に対応する画素電極が形成され、他方の前記基板と前記電気泳動素子との間に、複数の前記画素電極と対向する共通電極が形成された電気泳動表示装置の駆動方法であって、

前記共通電極に第1の電位と前記第1の電位と異なる第2の電位とを繰り返す駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、複数の前記画素電極のそれぞれに前記駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、前記共通電極と前記画素電極との間に生じた電界によって前記電気泳動粒子を移動させることで前記表示部に表示される画像を書き換える画像書き換え工程を含み、

前記画像書き換え工程は、

前記第1の電位のパルス幅が第1の幅である前記駆動パルス信号を用いる第1パルス印加工程と、

前記第1パルス印加工程の後に実行され、前記共通電極と前記画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止工程と、

前記駆動停止工程の後に実行され、前記第1の電位のパルス幅が第2の幅である前記駆動パルス信号を用いる第2パルス印加工程と、

環境温度が所定の閾値温度以上であるか否かを判定する温度判定工程と、を含み、

前記温度判定工程において前記環境温度を前記所定の閾値温度以上と判定した場合には

、前記第1パルス印加工程のみを実行する電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項2】

請求項1に記載の電気泳動表示装置の駆動方法において、

前記画像書き換え工程は、

温度判定工程において前記環境温度を所定の閾値温度以上と判定した場合には、前記第1パルス印加工程の駆動時間を短縮する電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の電気泳動表示装置の駆動方法において、

前記駆動停止工程は、

前記共通電極と複数の前記画素電極のすべてに、前記第1の電位又は前記第2の電位を印加する電気泳動表示装置の駆動方法。 10

【請求項4】

請求項1乃又は2に記載の電気泳動表示装置の駆動方法において、

前記駆動停止工程は、

前記共通電極と複数の前記画素電極のすべてをハイインピーダンス状態にする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれかに記載の電気泳動表示装置の駆動方法において、

前記第2パルス印加工程は、

前記第1の幅よりも長い第2の幅を用いる電気泳動表示装置の駆動方法。 20

【請求項6】

電気泳動表示装置であって、

一対の基板間に電気泳動粒子を含む電気泳動素子を狭持してなり、画素を複数配置する表示部と、

前記表示部を制御する制御部と、を含み、

前記表示部は、

一方の前記基板と前記電気泳動素子との間に前記画素に対応して形成された画素電極と、

他方の前記基板と前記電気泳動素子との間に、複数の前記画素電極と対向して形成された共通電極と、を含み、 30

前記制御部は、

環境温度が所定の閾値温度以上であるか否かを判定する温度判定回路を含み、

前記共通電極に第1の電位と前記第1の電位と異なる第2の電位とを繰り返す駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、複数の前記画素電極のそれぞれに前記駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、前記共通電極と前記画素電極との間に生じた電界によって前記電気泳動粒子を移動させることで前記表示部に表示される画像を書き換える画像書き換え制御を行い、

前記画像書き換え制御において、

前記第1の電位のパルス幅が第1の幅である前記駆動パルス信号を用いる第1パルス印加制御と、 40

前記第1パルス印加制御の後に実行され、前記共通電極と前記画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止制御と、

前記駆動停止制御の後に実行され、前記第1の電位のパルス幅が第2の幅である前記駆動パルス信号を用いる第2パルス印加制御と、を行い、

前記温度判定回路が前記環境温度を前記所定の閾値温度以上と判定した場合には、前記第1パルス印加制御のみを行う電気泳動表示装置。

【請求項7】

請求項6に記載の電気泳動表示装置を含む電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動表示装置の駆動方法、電気泳動表示装置、及び電子機器等に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、電源を切っても画像を保持できるメモリー性を有する表示パネルが開発され、電子時計等にも使用されている。メモリー性を有する表示パネルとしては、E P D (Electrophoretic Display) すなわち電気泳動表示装置や、メモリー性液晶表示装置等が知られている。

【0003】

10

電気泳動表示装置においては、環境温度によって表示に変化が生じることが知られている。特許文献1の発明に係る電気泳動表示装置は、環境温度の変化に応じて駆動電圧を制御することで共通電極と画素電極との間に生じる電界の強さを変化させる。例えば、電気泳動表示装置が使用される環境温度が低い場合（以下、低温という）には、これらの電極に印加するパルス信号の駆動電圧を高く設定して電界を強めることでコントラストが低下しないようにする。

【0004】

ここでのコントラストとはコントラスト比と同じ意味で用いるものとする。すなわち、白色と黒色を表示の基本色とする電気泳動表示装置においては、白色を表す到達反射率と黒色を表す到達反射率との反射率との比であるものとする。電気泳動表示装置では共通電極と画素電極との間に電界を印加し続けても反射率は飽和するが、到達反射率とは、その飽和した反射率である。到達反射率は環境温度を含む電気泳動表示装置の動作条件によって変動する。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】特開2004-085606号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

30

しかし、共通電極と画素電極とに供給するパルス信号の電力（駆動電圧×駆動時間）を大きくしても、低温で部分駆動を行う場合にはコントラストが低くなることが実験により確認されている。つまり、低温時に表示部の一部のみを書き換える部分駆動を行う場合、印加するパルス信号の駆動電圧を高くしても、駆動時間を長くしても、コントラストは低温以外の場合と比べて低下する。そのため、電気泳動表示装置の表示品質が低下するとの問題が生じ得る。

【0007】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものである。本発明のいくつかの態様によれば、低温においても高いコントラストの表示が可能な電気泳動表示装置の駆動方法等を提供する。

40

【課題を解決するための手段】**【0008】**

(1) 本発明は、一対の基板間に電気泳動粒子を含む電気泳動素子を狭持してなり、画素を複数配置する表示部を含み、一方の前記基板と前記電気泳動素子との間に前記画素に対応する画素電極が形成され、他方の前記基板と前記電気泳動素子との間に、複数の前記画素電極と対向する共通電極が形成された電気泳動表示装置の駆動方法であって、前記共通電極に第1の電位と前記第1の電位と異なる第2の電位とを繰り返す駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、複数の前記画素電極のそれぞれに前記駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、前記共通電極と前記画素電極との間に生じた電界によって前記電気泳動粒子を移動させることで前記表示部に表示される画像を書き換える画像書き換え工程を含み、前記

50

画像書き換え工程は、前記第1の電位のパルス幅が第1の幅である前記駆動パルス信号を用いる第1パルス印加工程と、前記第1パルス印加工程の後に実行され、前記共通電極と前記画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止工程と、前記駆動停止工程の後に実行され、前記第1の電位のパルス幅が第2の幅である前記駆動パルス信号を用いる第2パルス印加工程と、を含む。

【0009】

本発明によれば、画像書き換え工程が第1パルス印加工程と第2パルス印加工程の間に共通電極と画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止工程を含むことにより、両電極間の電界が弱まる状態を解消して、低温においても高いコントラストの表示を可能にする。

10

【0010】

(2) この電気泳動表示装置の駆動方法において、前記画像書き換え工程は、環境温度が所定の閾値温度以上であるか否かを判定する温度判定工程を含み、前記温度判定工程において前記環境温度を前記所定の閾値温度以上と判定した場合には、前記第1パルス印加工程のみを実行してもよい。

【0011】

(3) この電気泳動表示装置の駆動方法において、前記画像書き換え工程は、温度判定工程において前記環境温度を所定の閾値温度以上と判定した場合には、前記第1パルス印加工程の駆動時間を短縮してもよい。

【0012】

これらの発明によれば、温度判定工程でコントラストの低下が生じ得る低温か否かを判断し、低温以外の場合には第1パルス印加工程のみを実行することで画像の書き換え時の反応を速める。そして、環境温度によらず高いコントラストの表示を可能にする。ここで、低温以外の場合には、低温の場合よりも短時間で到達反射率に達する可能性がある。そこで、低温以外の場合には第1パルス印加工程のパルス信号の駆動時間を短縮し、さらに画像の書き換え時の反応を速めてもよい。なお、閾値温度とは例えば10である。

20

【0013】

(4) この電気泳動表示装置の駆動方法において、前記駆動停止工程は、前記共通電極と複数の前記画素電極のすべてに、第1の電位又は第2の電位を印加してもよい。

【0014】

(5) この電気泳動表示装置の駆動方法において、前記駆動停止工程は、前記共通電極と複数の前記画素電極のすべてをハイインピーダンス状態にしてもよい。

30

【0015】

これらの発明によれば、駆動停止工程は以下の手法によって画素電極と共通電極との間に電界が生じないようにする。まず、前記駆動停止工程では、共通電極と複数の画素電極のすべてに共通の固定電位を印加してもよい。固定電位を印加することで、確実に電極間に電界が生じないようにすることができる。ここで、固定電位とは第2の電位であってもよいが、後述する逆電位パルスの電位とは異なる第1の電位であることが好ましい。また、共通電極と複数の画素電極のすべてをハイインピーダンス状態にしてもよい。このとき、電極に供給する信号を駆動しないので電力の消費を抑えることができる。

40

【0016】

(6) この電気泳動表示装置の駆動方法において、前記第2パルス印加工程は、前記第1の幅よりも長い第2の幅を用いてもよい。

【0017】

本発明によれば、第2の幅を第1の幅よりも長くすることで第2パルス印加工程において電気泳動粒子を十分に移動させることができ、その結果、コントラストを向上させることができる。

【0018】

(7) 本発明は、電気泳動表示装置であって、一対の基板間に電気泳動粒子を含む電気泳動素子を狭持してなり、画素を複数配置する表示部と、前記表示部を制御する制御部と、

50

を含み、前記表示部は、一方の前記基板と前記電気泳動素子との間に前記画素に対応して形成された画素電極と、他方の前記基板と前記電気泳動素子との間に、複数の前記画素電極と対向して形成された共通電極と、を含み、前記制御部は、前記共通電極に第1の電位と前記第1の電位と異なる第2の電位とを繰り返す駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、複数の前記画素電極のそれぞれに前記駆動パルス信号に基づく電圧を印加し、前記共通電極と前記画素電極との間に生じた電界によって前記電気泳動粒子を移動させることで前記表示部に表示される画像を書き換える画像書き換え制御を行い、前記画像書き換え制御において、前記第1の電位のパルス幅が第1の幅である前記駆動パルス信号を用いる第1パルス印加制御と、前記第1パルス印加制御の後に実行され、前記共通電極と前記画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止制御と、前記駆動停止制御の後に実行され、前記第1の電位のパルス幅が第2の幅である前記駆動パルス信号を用いる第2パルス印加制御と、を行う。10

【0019】

本発明によれば、画像書き換え制御が第1パルス印加制御と第2パルス印加制御の間に共通電極と画素電極との間に電界を生じさせない駆動停止制御を含むことにより、両電極間の電界が弱まる状態を解消して、低温においても高いコントラストの表示を可能にする。。

【0020】

(8) この電気泳動表示装置において、前記制御部は、環境温度が所定の閾値温度以上であるか否かを判定する温度判定回路を含み、前記画像書き換え制御において、前記温度判定回路が前記環境温度を前記所定の閾値温度以上と判定した場合には、前記第1パルス印加制御のみを行ってもよい。20

【0021】

これらの発明によれば、温度判定制御でコントラストの低下が生じ得る低温か否かを判断し、低温以外の場合には第1パルス印加制御のみを実行することで画像の書き換え時の反応を速める。そして、環境温度によらず高いコントラストの表示を可能にする。

【0022】

(9) 本発明は、前記電気泳動表示装置を含む電子機器であってもよい。

【0023】

本発明によれば、画像を書き換える画像書き換え制御として、少なくとも低温の場合には第1パルス印加制御、駆動停止制御、第2パルス印加制御を順に行う電気泳動表示装置を含むことで、低温においても高いコントラストの表示が可能な電子機器を提供できる。30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】第1実施形態における電気泳動表示装置のブロック図。

【図2】第1実施形態における電気泳動表示装置の画素の構成例を示す図。

【図3】図3(A)は電気泳動素子の構成例を示す図。図3(B)～図3(C)は電気泳動素子の動作の説明図。

【図4】図4(A)～図4(B)は低温時の問題を説明する図。

【図5】図5(A)～図5(B)は逆電位駆動を説明する図。40

【図6】図6(A)～図6(B)は第1実施形態の駆動方法のフローチャート。

【図7】図7(A)～図7(B)は第1実施形態の駆動方法を説明する図。

【図8】図8は第2実施形態における温度判定回路の例を示す図。

【図9】図9は第2実施形態の駆動方法のフローチャート。

【図10】図10(A)～図10(B)は第2実施形態の波形図。

【図11】図11(A)～図11(B)は適用例における電子機器を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、第2実施形態以降の説明において、第1実施形態と同様の構成については同一符号を付し、説明を省略する。50

【0026】

1. 第1実施形態

本発明の第1実施形態について図1～図7(B)を参照して説明する。

【0027】

1.1. 電気泳動表示装置

1.1.1. 電気泳動表示装置の構成

図1は、本実施形態に係るアクティブマトリックス駆動方式の電気泳動表示装置100のブロック図である。

【0028】

電気泳動表示装置100は、制御部6、記憶部160、表示部5を含む。制御部6は、表示部5を制御し、走査線駆動回路61、データ線駆動回路62、コントローラー63、共通電源変調回路64を含む。走査線駆動回路61、データ線駆動回路62、共通電源変調回路64は、それぞれコントローラー63と接続されている。コントローラー63は、記憶部160から読み出される画像信号等や図外から供給される同期信号に基づいて、これらを総合的に制御する。なお、制御部6は記憶部160を含む構成であってもよい。例えば、記憶部160は、コントローラー63に内蔵されたメモリーであってもよい。

【0029】

ここで、記憶部160は、SRAM、DRAM、その他のメモリーであってもよく、少なくとも表示部5に表示させる画像のデータ(画像信号)を記憶している。また、記憶部160には、コントローラー63によって制御に必要な情報が記憶されてもよい。

【0030】

表示部5には、走査線駆動回路61から延びる複数の走査線66と、データ線駆動回路62から延びる複数のデータ線68とが形成されており、これらの交差位置に対応して複数の画素40が設けられている。

【0031】

走査線駆動回路61は、m本の走査線66(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)により各画素40に接続されている。走査線駆動回路61は、コントローラー63の制御に従って1行目からm行目までの走査線66を順次選択することで、画素40に設けられた駆動用TFT41(図2参照)のオンタイミングを規定する選択信号を供給する。

【0032】

データ線駆動回路62は、n本のデータ線68(X_1, X_2, \dots, X_n)により各画素40に接続されている。データ線駆動回路62は、コントローラー63の制御に従って、画素40のそれぞれに対応する1ビットの画像データを規定する画像信号を画素40に供給する。なお、本実施形態では、画素データ「0」を規定する場合には、ローレベルの画像信号を画素40に供給し、画像データ「1」を規定する場合には、ハイレベルの画像信号を画素40に供給するものとする。

【0033】

表示部5には、また、共通電源変調回路64から延びる低電位電源線49(V_{ss})、高電位電源線50(V_{dd})、共通電極配線55(V_{com})、第1のパルス信号線91(S_1)、第2のパルス信号線92(S_2)が設けられており、それぞれの配線は画素40と接続されている。共通電源変調回路64は、コントローラー63の制御に従って上記配線のそれぞれに供給する各種信号を生成する一方、これら各配線の電気的な接続及び切断(ハイインピーダンス化、 $H_i - Z$)を行う。

【0034】

1.1.2. 画素部分の回路構成

図2は、図1の画素40の回路構成図である。なお、図1と同じ配線には同じ番号を付してあり、説明は省略する。また、全画素に共通の共通電極配線55については記載を省略している。

【0035】

画素40には、駆動用TFT(Thin Film Transistor)41と、ラッチ回路70と、ス

10

20

30

40

50

イッチ回路 80 が設けられている。画素 40 は、ラッチ回路 70 により画像信号を電位として保持する S R A M (Static Random Access Memory) 方式の構成をとる。

【 0 0 3 6 】

駆動用 T F T 41 は、N - M O S トランジスタからなる画素スイッチング素子である。駆動用 T F T 41 のゲート端子は走査線 66 に接続され、ソース端子はデータ線 68 に接続され、ドレイン端子はラッチ回路 70 のデータ入力端子に接続されている。ラッチ回路 70 は転送インバーター 70t と帰還インバーター 70f とを備えている。インバーター 70t, 70f には、低電位電源線 49 (V_{ss}) と高電位電源線 50 (V_{dd}) から電源電圧が供給される。

【 0 0 3 7 】

スイッチ回路 80 は、トランスマッショングート T G 1, T G 2 からなり、ラッチ回路 70 に記憶された画素データのレベルに応じて、画素電極 35 (図 3 (B)、図 3 (C) 参照) に信号を出力する。なお、V_a は、1 つの画素 40 の画素電極へ供給される電位 (信号) を意味する。

【 0 0 3 8 】

ラッチ回路 70 に画像データ「1」(ハイレベルの画像信号) が記憶されて、トランスマッショングート T G 1 がオン状態となると、スイッチ回路 80 は V_a として信号 S₁ を供給する。一方、ラッチ回路 70 に画像データ「0」(ローレベルの画像信号) が記憶されて、トランスマッショングート T G 2 がオン状態となると、スイッチ回路 80 は V_a として信号 S₂ を供給する。このような回路構成により、制御部 6 はそれぞれの画素 40 の画素電極に対して供給する電位 (信号) を制御することが可能である。なお、画素 40 の回路構成は一例であり、図 2 に示すものに限られない。

【 0 0 3 9 】

1.1.3. 表示方式

本実施形態の電気泳動表示装置 100 は、二粒子系マイクロカプセル型の電気泳動方式であるとする。分散液は無色透明、電気泳動粒子は白色又は黒色のものであるとすると、白色又は黒色の 2 色を基本色として少なくとも 2 色を表示できる。ここでは、電気泳動表示装置 100 は、基本色として黒色と白色とを表示可能であるとして説明する。そして、黒色を表示している画素を白色で表示すること、又は白色を表示している画素を黒色で表示することを反転と表現する。

【 0 0 4 0 】

図 3 (A) は、本実施形態の電気泳動素子 32 の構成を示す図である。電気泳動素子 32 は素子基板 30 と対向基板 31 (図 3 (B)、図 3 (C) 参照)との間に挟まれている。電気泳動素子 32 は、複数のマイクロカプセル 20 を配列して構成される。マイクロカプセル 20 は、例えば無色透明な分散液と、複数の白色粒子 (電気泳動粒子) 27 と、複数の黒色粒子 (電気泳動粒子) 26 とを封入している。本実施形態では、例えば白色粒子 27 は負に帯電しており、黒色粒子 26 は正に帯電しているとする。

【 0 0 4 1 】

図 3 (B) は、電気泳動表示装置 100 の表示部 5 の部分断面図である。素子基板 30 と対向基板 31 は、マイクロカプセル 20 を配列してなる電気泳動素子 32 を狭持している。表示部 5 は、素子基板 30 の電気泳動素子 32 側に、複数の画素電極 35 が形成された駆動電極層 350 を含む。図 3 (B) では、画素電極 35 として画素電極 35A と画素電極 35B が示されている。画素電極 35 により、画素ごとに電位を供給することが可能である (例えば、V_a、V_b)。ここで、画素電極 35A を有する画素を画素 40A とし、画素電極 35B を有する画素を画素 40B とする。画素 40A、画素 40B は画素 40 (図 1、図 2 参照) に対応する 2 つの画素である。

【 0 0 4 2 】

一方、対向基板 31 は透明基板であり、表示部 5 において対向基板 31 側に画像表示がなされる。表示部 5 は、対向基板 31 の電気泳動素子 32 側に、平面形状の共通電極 37 が形成された共通電極層 370 を含む。なお、共通電極 37 は透明電極である。共通電極

10

20

30

40

50

37は、画素電極35と異なり全画素に共通の電極であり、電位V_{com}が供給される。

【0043】

共通電極層370と駆動電極層350との間に設けられた電気泳動表示層360に電気泳動素子32が配置されており、電気泳動表示層360が表示領域となる。共通電極37と画素電極（例えば、35A、35B）との間の電位差に応じて、画素毎に所望の表示色を表示させることができる。

【0044】

図3(B)では、共通電極側電位V_{com}が画素40Aの画素電極の電位V_aよりも高電位である。このとき、負に帯電した白色粒子27が共通電極37側に引き寄せられ、正に帯電した黒色粒子26が画素電極35A側に引き寄せられるため、画素40Aは白を表示していると視認される。

【0045】

図3(C)では、共通電極側電位V_{com}が画素40Aの画素電極の電位V_aよりも低電位である。このときは逆に、正に帯電した黒色粒子26が共通電極37側に引き寄せられ、負に帯電した白色粒子27が画素電極35A側に引き寄せられるため、画素40Aは黒を表示していると視認される。なお、図3(C)の構成は図3(B)と同様であり説明は省略する。また、図3(B)、図3(C)ではV_a、V_b、V_{com}を固定された電位として説明したが、実際にはV_a、V_b、V_{com}は時間とともに電位が変化するパルス信号である。

【0046】

1.2. 電気泳動表示装置の駆動方法

1.2.1. 低温で部分駆動を行う場合の問題

ここで、低温時に表示部5の一部のみを書き換える部分駆動を行う場合を考慮する。このとき、共通電極37と画素電極35に供給するパルス信号の電力（駆動電圧×駆動時間）を大きくしても、低温においては低温以外と比べてコントラストが低くなることが実験により確認されている。このとき、パルス信号の電力の大きさによらずコントラストが低下していることから、電気泳動素子にかかる電界が弱められて電気泳動粒子が移動しないことが原因と考えられる。

【0047】

図4(A)～図4(B)は、低温時の部分駆動における問題を説明する図である。図4(A)～図4(B)において、共通電極37から画素40Aの画素電極35Aに向かう矢印は電界を表している。なお、画素40Aと画素40Bの回路構成は図2と同じであり、それぞれのラッチ回路に保持された画像データに応じて、V_a、V_bとしてS1またはS2を出力する。V_a、V_b、V_{com}は、ハイレベル(VH)、ローレベル(VL)、またはハイインピーダンス状態(Hi-Z)をとり得るものとする。図4(A)～図4(B)では、図3(B)～図3(C)で記載を省略した接着層38を含むが、説明の都合上、縮尺は変えている。実際には接着層38は薄く、画素電極35A、35Bと電気泳動素子とは近接している。なお、画素電極の近傍39は、接着層38における画素電極35A付近の領域を示している。

【0048】

接着層38は絶縁性の良い接着剤で形成されるが、例えば接着層38に含まれるイオンがキャリアとなり、実際にはある程度の伝導性を有する。このようなイオンの存在により、画素電極35Aが電気泳動素子と接して配置されているように考えることができる。

【0049】

図4(A)は、黒色で表示されている画素40Aを白色で表示するために電界を印加した場合を表している。なお、画素40Bの画素電極35Bには共通電極37と同じパルス信号に基づく電圧が印加されるので電界は生じない。図4(A)のように、ある時間において、画素電極35Aにはパルス信号のローレベルの電位VLが、共通電極37と画素電極35Bにはハイレベルの電位VHが印加されている。画素40Aでは、負に帯電した白色粒子が共通電極37側に引き寄せられるので、画素40Aの表示色は黒色から白色へと

10

20

30

40

50

変化していく。

【0050】

図4(B)は、時間が経過して電気泳動粒子がそれ以上は移動せず反射率が飽和した状態を示している。このとき、共通電極37と画素電極35A、35Bに印加する電圧は図4(A)と同じであるが矢印が表すように電界が弱まっている。これは、接着層38に含まれるイオンが画素40Aの画素電極の近傍39から無くなることで、画素電極35Aが電気泳動素子と接して配置されているとはみなせなくなるためだと推測される。電界が弱まることによって電気泳動粒子が移動しなくなり、到達反射率に影響を与えてコントラストが低下すると推測される。

【0051】

接着層38に用いる接着剤にもよるが、ある特定の方向の電界をかけた場合にはイオンが反発しやすいと考えられる。また、部分駆動を行うと隣接する画素には電界が印加されていない状態があり得る(図4(A)～図4(B)の画素40B)。そのため、部分駆動では反発したイオンが逃げやすく、電界が弱まってコントラストの低下が生じると考えられる。このとき、イオンの反発は特定の方向の電界に対して生じるため、後述する逆電位駆動による部分駆動は影響を受けやすい。一方、全面駆動においては、隣接する画素に電界が印加されていない状態が長く続くことはないため、この現象は生じにくくと考えられる。

【0052】

ここで、低温においては例えば分散液の粘性が高くなるため、電界の弱まりは電気泳動粒子の移動量に大きな影響を与える。そのため、特に低温の部分駆動においてはコントラストの低下が問題になると考えられる。いくつかの実験によると、低温とは例えば10以下である。

【0053】

1.2.2. 逆電位駆動パルスについて

電気泳動表示装置では、応答速度を速めるために、逆電位駆動パルスを含むパルス信号を用いた部分駆動(以下、逆電位駆動とする)が行われることがある。

【0054】

図5(A)は共通電極に供給されるパルス信号Vcomに含まれる逆電位駆動パルスの例を示す。なお、図3(A)～図4(C)と同じ要素には同じ記号を付しており説明を省略する。Vcomは、あるパルス幅T7で第1の電位を共通電極に印加するパルスの後に、短いパルス幅T8で第2の電位を共通電極に印加するパルス(逆電位駆動パルス)が続き、それが繰り返される。ただし、白色表示又は黒色表示のパルス印加工程の最後では例外的に第1の電位を共通電極に印加して終了する。パルス幅の短い逆電位駆動パルスにより、部分書き換え時の駆動時間を短縮することができる。ここで、白色表示をする場合には第1の電位はVHであり、黒色表示をする場合には第1の電位はVLである。また、例えば、T8はT7の1%～15%程の短い時間であってもよい。

【0055】

この例では、画素40Aの画素電極へ供給されるVaはVcomの反転信号であり、画素40Bの画素電極へ供給されるVbはVcomと同じ信号である。画素40Aはパルス印加工程(白色表示)で黒色から白色へと書き換えられ、パルス印加工程(黒色表示)で白色から黒色へと書き換えられる。一方、画素40Bは共通電極と画素電極との間に電界を生じないため書き換えが行われず、黒色表示を続ける。

【0056】

図5(B)は、図5(A)の例による画素40A、画素40Bの色の変化を示す図である。まず、画素40Aについて説明する。画素40Aは区間t1以前には黒色で表示されているものとする。区間t1(図5(A)のT7に対応)では、画素電極の電位はVLで共通電極の電位はVHであるため白色表示に近づく。しかし、その後の区間t2(図5(A)のT8に対応)では、画素電極の電位はVHで共通電極の電位はVLであるため黒色表示に近づく。しかし、T7 > T8であるため、画素40Aはパルス印加工程(白色表示

10

20

30

40

50

)の最後には白色で表示される。また、画素 40A は Vcom の極性が反転したパルス印加工程(黒色表示)の最後には黒色で表示される。なお、区間 t3 は前記の区間 t1 に対応し、区間 t4 は前記の区間 t2 に対応する。

【0057】

一方、画素 40B は、常に Vcom と同じ信号が画素電極に供給されているので電位差が生じることではなく区間 t1 以前の黒色表示を維持し続ける。このようにパルス幅の短い逆電位駆動パルスを使用することで部分書き換え時の駆動時間を短縮することができる。

【0058】

しかし、図 5(A) のように、画素 40A の電極間には白色表示の場合にも、黒色表示の場合にも、一方に偏った電界が印加されることになる。このことは、逆電位駆動においては低温時にコントラストが低下の影響を受けやすいことを示す。

10

【0059】

そこで、この問題を解決する本実施形態の電気泳動表示装置の駆動方法を図 6(A)～図 6(B) を参照して説明する。以下においては、逆電位駆動が行われるとして説明するが、逆電位駆動以外の部分駆動(図 5(A) で T7 = T8 の場合)であっても同じ駆動方法を用いることが可能である。

【0060】

1.2.3. フローチャート

図 6(A) は、第 1 実施形態における電気泳動表示装置の駆動方法を示すメインルーチンのフローチャートである。

20

【0061】

コントローラー 63(図 1 参照) は表示部 5 に表示させる画像を書き換える場合、まず、記憶部 160 から画像信号を取得して、走査線駆動回路 61、データ線駆動回路 62 を制御して各画素にデータを転送するデータ転送工程を実行する(S2)。

【0062】

次に、コントローラー 63 は、共通電源変調回路 64 によって、画像信号に基づいて表示部 5 に表示させる画像を書き換える画像書き換え工程を実行する(S6)。画像書き換え工程では、低温においても高いコントラストの表示を行うために、以下のサブルーチンのフローチャートに従う。

【0063】

30

図 6(B) は、第 1 実施形態における画像書き換え工程 S6 のサブルーチンのフローチャートである。本実施形態では、画像書き換え工程 S6 は、第 1 パルス印加工程 S60、駆動停止工程 S80、第 2 パルス印加工程 S82 を含む。ここで、共通電極に供給するパルス信号を駆動パルス信号とよぶ。逆電位駆動では、複数の画素電極のうち書き換えを行う画素の画素電極には駆動パルス信号を反転させた信号を供給し、書き換えを行わない画素の画素電極には駆動パルス信号と同じ信号を供給する。

【0064】

第 1 パルス印加工程 S60 は、駆動パルス信号として第 1 の電位のパルス幅が第 1 の幅である第 1 パルス信号に基づく電圧を印加する。第 1 の電位とは白色を表示する場合にはハイレベル(VH)、黒色を表示する場合にはローレベル(VL)である。第 1 パルス印加工程 S60 では、特定の方向に偏った電界を電気泳動素子にかけるため、接着層 38 のイオンの流出が原因と考えられる電界が弱まる現象が生じる。そのため、低温において第 1 パルス印加工程 S60 を終了しても得られる画像のコントラストは低い。

40

【0065】

そこで、本実施形態では、第 1 パルス印加工程 S60 に続いて電極へのパルス信号の駆動を停止する駆動停止工程 S80 を設ける。駆動停止工程 S80 の間、共通電極と画素電極には同じ固定電位が印加されるので電界を生じない。すると、特定方向の電界に反発して画素電極の近傍から他の領域に移動したイオンが、電界が無くなることで拡散し、再び画素電極の近傍に存在するようになると考えられる。そのため、駆動停止工程 S80 の後には、電界が弱められることがなくなる。なお、駆動停止工程 S80 では、共通電極と画

50

素電極がハイインピーダンス状態とされることで電界を生じないようにしてよい。

【0066】

第2パルス印加工程S82は、駆動パルス信号として第1の電位のパルス幅が第2の幅である第2パルス信号に基づく電圧を印加する。第2の幅は、第1パルス信号の第1の幅よりも長く、電界が電気泳動粒子に作用する時間が長い。そのため、白色を表す到達反射率を上げる、又は黒色を表す到達反射率を下げることができ、コントラストを向上させることができる。なお、第2パルス印加工程S82では、第1パルス印加工程S60によってある程度所望の反射率まで近付けており、長いパルス幅のパルス信号に基づく電圧を印加してもフリッカは発生しない。

【0067】

1.2.4. 波形図と色の変化の例

図7(A)～図7(B)は、第1実施形態の駆動方法によって逆電位駆動を行う場合の波形図等を示す。なお、図中のVa、Vb、VcomやVH、VLは、図3(A)～図4(C)と同じであり説明を省略する。

【0068】

図7(A)は、第1実施形態の電気泳動表示装置の駆動方法によって、画素40Aを黒色から白色に変化させ、画素40Bを黒色のまま維持する場合の波形図を示す。

【0069】

第1パルス印加工程では、VaはVcomを反転させた信号であり、VbはVcomと同じ信号である。ここで、白色表示をする場合には第1の電位はVHである。第1の電位のパルス幅(第1の幅)T1に比べて、第2の電位のパルス幅T2を短くすることで、第1パルス印加工程の駆動時間を短くすることができる。

【0070】

低温時(例えば10以下)に、第1パルス印加工程は、例えばT1を500ms、T2を10msとするパルスを10回繰り返す第1パルス信号を用いる。

【0071】

駆動停止工程では、Vcom、Va、Vbともに固定電位のVHであり、電界は生じない。駆動停止工程の期間T3に、画素40Aの画素電極付近の領域から離れたイオンが拡散により戻ってくるため、電界を弱める原因が無くなり電気泳動粒子を移動させやすくなる。例えば、期間T3は500msであり、実験によるとT3を500ms以上とすると良好な結果が得られることがわかっている。

【0072】

第2パルス印加工程では、第1パルス印加工程と同じく、VaはVcomを反転させた信号であり、VbはVcomと同じ信号である。十分な反射率が得られるまで電気泳動粒子を移動させられるように、T4(第2の幅)をT1(第1の幅)以上の値にしている。例えば、T4は1500msであり、実験によるとT4を500ms～1500msとすると良好な結果が得られることがわかっている。なお、図7(A)の第2パルス印加工程では、パルス信号はただ1つのパルスから成るが、パルスが繰り返される信号であってもよい。

【0073】

図7(B)は、図7(A)の例による画素40A、画素40Bの色の変化を示す図である。まず、第1パルス印加工程では画素40Aの反射率が白色を表す到達反射率R2の85%程度まで変化しているが、接着層のイオンが電界で反発して流出することにより、それより反射率を上げることができない。そこで、駆動停止工程によりイオンが拡散して分布が均一になるのを待って第2パルス印加工程を行う。そして、第2パルス印加工程では、パルス幅の長い第2パルス信号によって到達反射率R2を得ることができる。なお、画素40Bには電界が生じておらず電気泳動粒子の移動がない。よって画素40Bは黒色のままである。

【0074】

2. 第2実施形態

10

20

30

40

50

本発明の第2実施形態について図8～図10(B)を参照して説明する。なお、これらの図において、図1～図7(B)と同じ要素には同じ符号を付してあり説明を省略する。

【0075】

2.1. 温度判定回路

第2実施形態の電気泳動表示装置100は、第1実施形態の電気泳動表示装置100の構成に加えて温度判定回路を含む。第2実施形態の電気泳動表示装置100は、温度判定回路により環境温度を測定し、低温時に限って駆動停止制御と第2パルス印加制御を行う。この制御によって、低温以外の場合には駆動時間を短縮して画像の書き換え時の反応を速める。そして、環境温度によらず高いコントラストの表示を可能にする。温度判定回路は例えば制御部の一部であってもよい。

10

【0076】

図8は本実施形態の制御部6に含まれる温度判定回路65の具体例を示している。なお、その他の構成は第1実施形態と同じであり(図1参照)、図示および説明を省略する。温度判定回路65は、分割抵抗のうち接地電位に接続される抵抗をサーミスター133とする。サーミスター133は、例えばNTC(Negative Temperature Coefficient)サーミスターであり、温度の上昇に対して抵抗値が小さくなる。なお、高電位(例えばVDD)側に接続される他方の抵抗131は固定の抵抗値をもつ。

【0077】

温度判定回路65は、閾値温度に対応する閾値電位 V_{TH} と抵抗分割された電位とをコンパレーター132で比較して、温度判定信号130をコントローラー63に出力する。環境温度が閾値温度未満の場合には、低温であって、コントラスト低下の問題が生じる。例えば、環境温度が低下して閾値温度よりも低くなった場合には、コンパレーター132の非反転入力端子に入力される抵抗分割された電位は閾値電位 V_{TH} よりも高くなる。このとき、温度判定回路65はローレベルの温度判定信号130を出力する。第2実施形態に係る電気泳動表示装置100のコントローラー63は、温度判定信号130がローレベル(低温)であるかハイレベル(低温以外)であるかによって、以下のように駆動方法を変更する。

20

【0078】

2.2. フローチャート

図9は、第2実施形態における画像書き換え工程S6のサブルーチンのフローチャートである。なお、第2実施形態における電気泳動表示装置の駆動方法を示すメインルーチンは第1実施形態のもの(図6(A))と同一であり説明は省略する。また、図6(B)と同じ工程には同じ番号を付しており説明は省略する。

30

【0079】

本実施形態では、画像書き換え工程S6は、温度判定工程S50、第1パルス印加工程S60を含み、駆動停止工程S80、第2パルス印加工程S82は環境温度が閾値温度未満の場合(低温)に限って実行される。

【0080】

温度判定工程S50は、コントローラー63が、温度判定信号130に基づいて低温か、低温でないかを判断する工程である。

40

【0081】

低温であっても第1パルス印加工程S60が行われ、その後、温度判定工程S50で低温と判断された場合(S70Y)には駆動停止工程S80と第2パルス印加工程S82が実行される。このとき、低温にもかかわらず高いコントラストの表示が可能になる。

【0082】

温度判定工程S50で低温以外と判断された場合には、駆動停止工程S80と第2パルス印加工程S82は実施されない(S70N)。低温以外の場合には、コントラスト低下の問題はないため駆動停止工程S80を行う必要はない。また、第1パルス印加工程S60だけで十分なコントラストが得られるので第2パルス印加工程S82を行う必要もない

50

。このように、第2実施形態における画像書き換え工程は、温度判定工程S50を含むことによって、低温以外のときには不要な工程を省略するので、駆動時間を短縮して画像の書き換え時の反応を速めることができる。

【0083】

なお、第1パルス印加工程S60は、低温の場合とそれ以外の場合で駆動時間を変更してもよい。例えば、低温以外の場合に第1パルス印加工程S60の途中で到達反射率に達する場合には、駆動時間を短縮してもよい。これにより、更に画像の書き換え時の反応を速めることができる。また、本実施形態では低温以外の場合には駆動停止工程S80と第2パルス印加工程S82が省略されるが、駆動停止工程S80だけを省略するとしてもよい。このとき、環境温度によらず確実に高いコントラストの画像表示を行うことができる

10

。

【0084】

2.3. 波形図の例

図10(A)～図10(B)は、第2実施形態の駆動方法によって逆電位駆動を行う場合のパルス信号の波形図を示す。なお、図7(A)と同じ要素には同じ番号を付しており説明は省略する。

【0085】

図10(A)は、低温の場合における第2実施形態のパルス信号の波形図である。第1パルス印加工程は第1実施形態の場合(図7(A))と同じであるので説明を省略する。駆動停止工程では、共通電極と画素電極とをハイインピーダンス状態にすることで共通電極と画素電極との間に電界を生じさせない。このとき、共通電極と画素電極とを共通の電位に固定する第1実施形態の場合と比べて消費電力を抑えることができる。第2パルス印加工程では、第1実施形態とは異なり、複数回繰り返されるパルスからなるパルス信号を用いている。このとき、パルス幅T5(第2の幅)は逆電位パルスの幅T6よりも長く、さらにT1(第1の幅)以上であることが好ましい。

20

【0086】

図10(B)は、低温以外の場合における第2実施形態のパルス信号の波形図である。このとき、第1パルス印加工程のみが実行される。第1パルス印加工程のパルス信号は、低温の場合(図10(A))と同じパルス幅T1、T2をもつが、駆動時間は短くなっている。低温では、例えば分散液の粘性が高くなるため駆動時間を長くすることがある。しかし、低温以外ではより短い駆動時間で到達反射率に達することができる。本実施形態では、第1パルス印加工程のみを実行するだけでなく、駆動時間も調整して、さらに画像の書き換え時の反応を速めている。

30

【0087】

3. 適用例

本発明の適用例について図11(A)～図11(B)を参照して説明する。前記の電気泳動表示装置100は、様々な電子機器に適用され得る。

【0088】

例えば、図11(A)は電子機器の1つである腕時計1000の正面図である。腕時計1000は、時計ケース1002と、時計ケース1002に連結された一対のバンド1003とを備える。時計ケース1002の正面には、電気泳動表示装置100からなる表示部1004が設けられ、表示部1004は時刻表示を含む表示1005を行っている。時計ケースの側面には、2つの操作ボタン1011と1012とが設けられている。なお、操作ボタン1011、1012によって、表示1005として時刻、カレンダー、アラームなど様々な表示形態が選択されてもよい。

40

【0089】

また、例えば図11(B)は電子機器の1つである電子ペーパー1100の斜視図である。電子ペーパー1100は可撓性を有し、電気泳動表示装置100からなる表示領域1101と本体1102を備える。

【0090】

50

電気泳動表示装置 100 を含む電子機器は、低温においても高いコントラストの表示を行うことができる。

【0091】

4. その他

前記の実施形態においては、電気泳動表示装置は、黒色粒子および白色粒子による白黒二粒子系の電気泳動が行われるものに限られず、青白等の一粒子系の電気泳動を行っても良く、また、白黒以外の組み合わせでも構わない。そして、駆動方式はアクティブマトリックス方式に限らずセグメント方式であってもよい。

【0092】

そして、電気泳動表示装置に限らず、メモリー性の表示手段に前記の駆動方法が適用されてもよい。例えば、ECD (Electrochromic Display = エレクトロクロミックディスプレイ)、強誘電性液晶ディスプレイ、コレステリック液晶ディスプレイ等である。

【0093】

これらの例示に限らず、本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【符号の説明】

【0094】

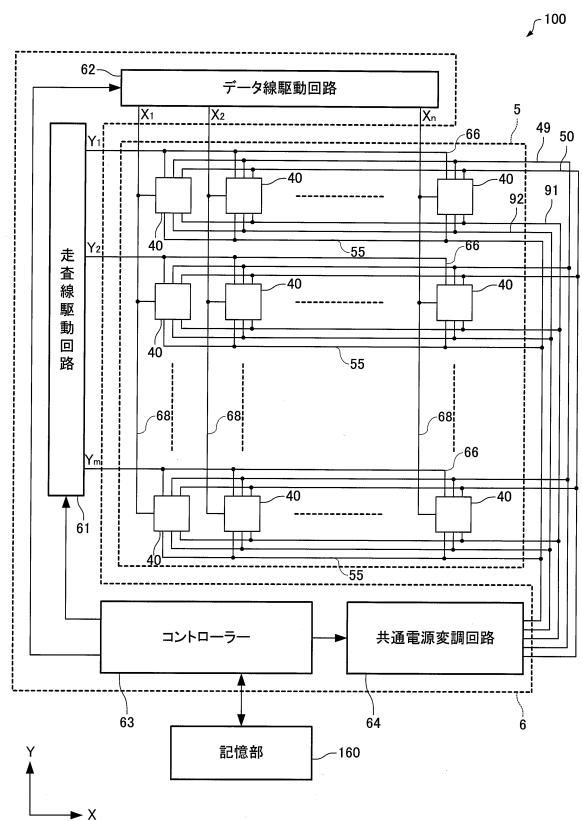
5 ... 表示部、6 ... 制御部、20 ... マイクロカプセル、26 ... 黒色粒子、27 ... 白色粒子、30 ... 素子基板、31 ... 対向基板、32 ... 電気泳動素子、35 ... 画素電極、35A ... 画素電極、35B ... 画素電極、37 ... 共通電極、38 ... 接着層、39 ... 画素電極の近傍、40 ... 画素、40A ... 画素、40B ... 画素、41 ... 駆動用 TFT (Thin Film Transistor)、49 ... 低電位電源線 (Vss)、50 ... 高電位電源線 (Vdd)、55 ... 共通電極配線 (Vcom)、61 ... 走査線駆動回路、62 ... データ線駆動回路、63 ... コントローラー、64 ... 共通電源変調回路、65 ... 温度判定回路、66 ... 走査線、68 ... データ線、70 ... ラッチ回路、80 ... スイッチ回路、91 ... 第1のパルス信号線 (S1)、92 ... 第2のパルス信号線 (S2)、100 ... 電気泳動表示装置、130 ... 低温判定信号、131 ... 抵抗、132 ... コンパレーター、133 ... サーミスター、160 ... 記憶部、350 ... 駆動電極層、360 ... 電気泳動表示層、370 ... 共通電極層、1000 ... 腕時計、1002 ... 時計ケース、1003 ... バンド、1004 ... 表示部、1005 ... 表示、1011 ... 操作ボタン、1012 ... 操作ボタン、1100 ... 電子ペーパー、1101 ... 表示領域、1102 ... 本体

10

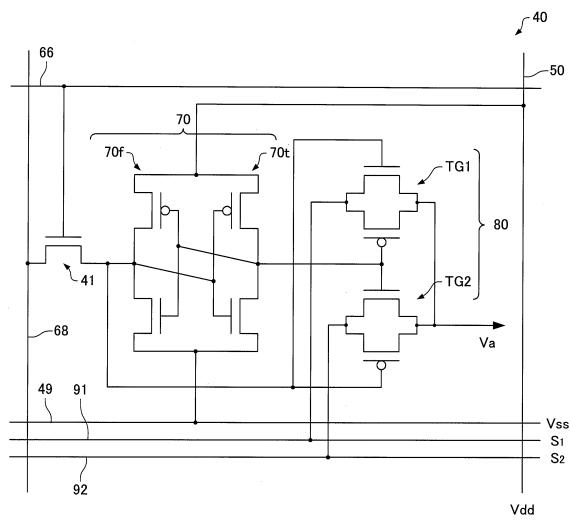
20

30

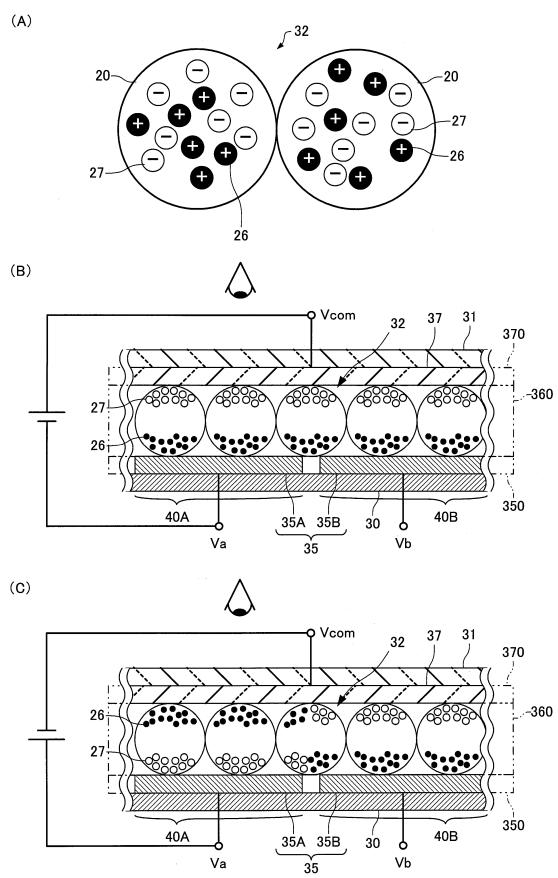
【図1】



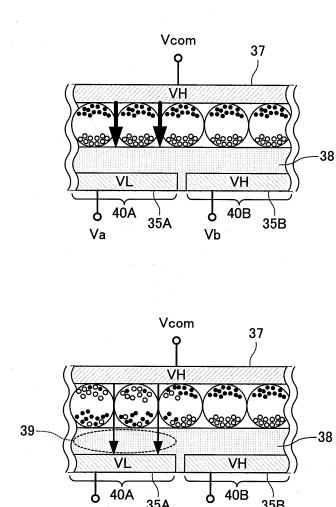
【図2】



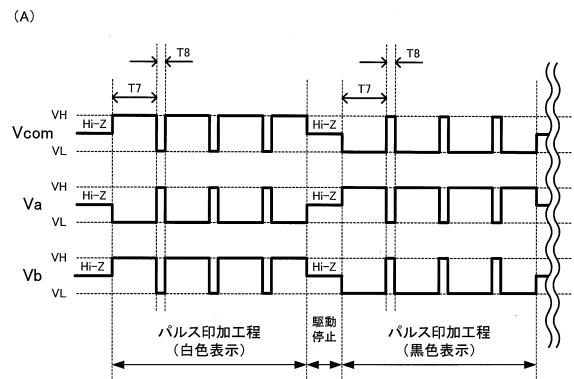
【図3】



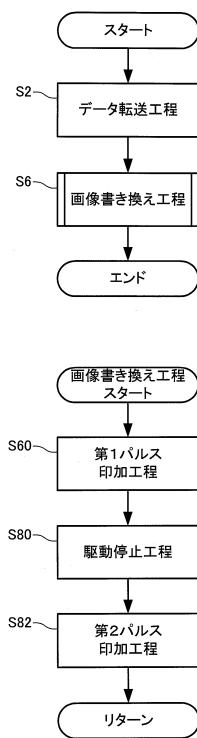
【図4】



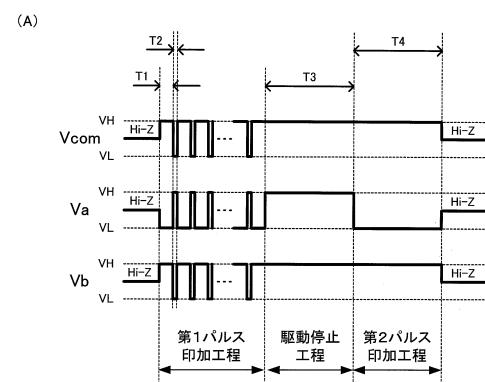
【図5】



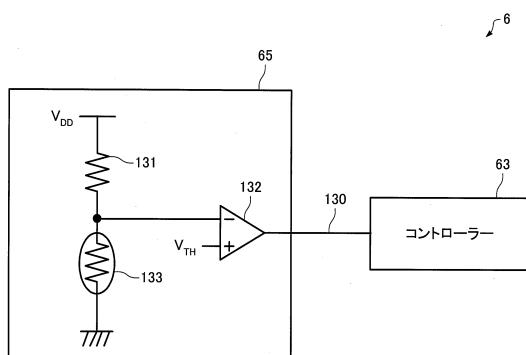
【図6】



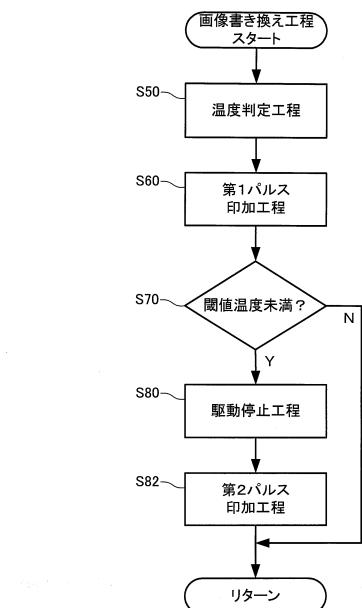
【図7】



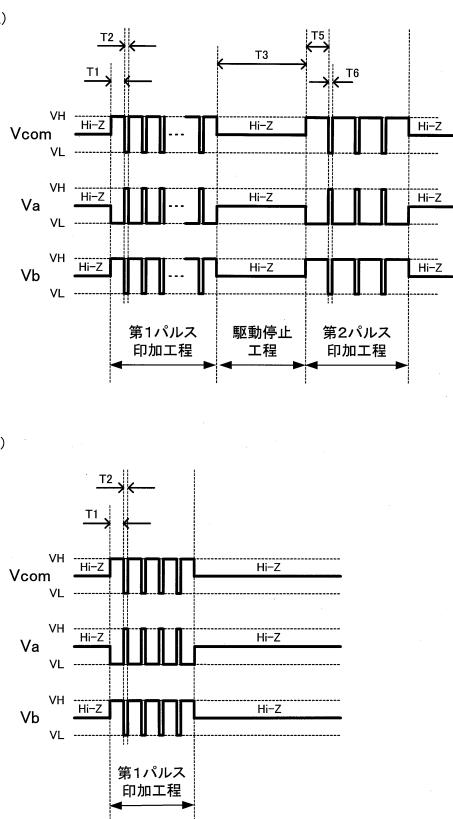
【図8】



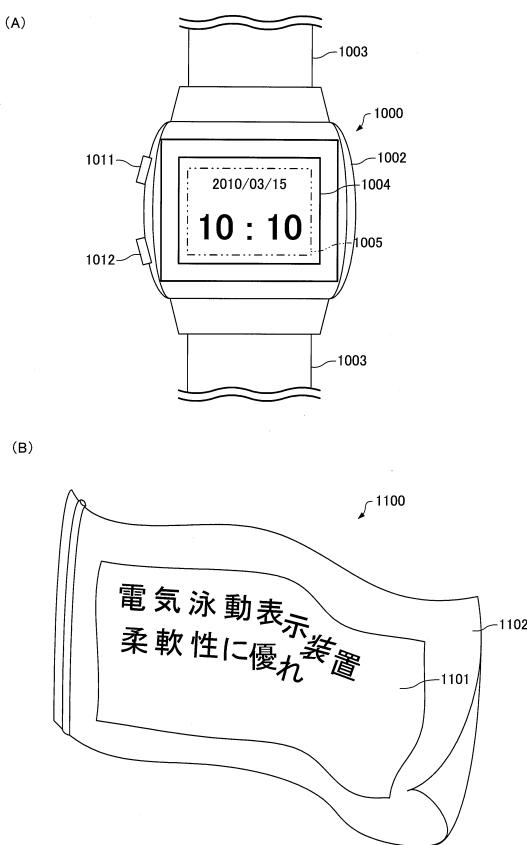
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 09 G 3/20 6 4 2 E
G 09 G 3/20 6 2 1 D
G 09 G 3/20 6 2 1 B

(56)参考文献 特開2009-069467 (JP, A)

特開2010-022141 (JP, A)

特開2009-186499 (JP, A)

特表2007-506127 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 F 1 / 167