

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4867247号
(P4867247)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl.

F 1

G09G 3/34 (2006.01)

G09G 3/34

G02F 1/167 (2006.01)

G02F 1/167

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/20

C

6 4 2 J

6 4 1 B

6 4 1 A

G09G 3/20

G09G 3/20

G09G 3/20

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2005-267543 (P2005-267543)

(22) 出願日

平成17年9月14日 (2005.9.14)

(65) 公開番号

特開2007-79170 (P2007-79170A)

(43) 公開日

平成19年3月29日 (2007.3.29)

審査請求日

平成20年9月12日 (2008.9.12)

(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 100095728

弁理士 上柳 雅善

(74) 代理人 100107261

弁理士 須澤 修

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(72) 発明者 石井 潤一郎

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

(72) 発明者 長崎 慎太郎

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表示装置、駆動装置及び駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルと、前記電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、前記電気泳動表示パネルの表示色を前記電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動手段と、を備え、前記駆動手段は、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替前の表示色の切替面積に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記駆動手段は、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧を印可するための駆動パルスの数を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記駆動手段は、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧の印可時間を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記駆動手段は、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項 5】

電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルの電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、電気泳動表示パネルの表示色を電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動装置において、

前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替前の表示色の切替面積に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする駆動装置。

【請求項 6】

電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルの電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、電気泳動表示パネルの表示色を電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動方法において、

前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替前の表示色の切替面積に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする駆動方法。

【請求項 7】

(

10

電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルの電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、電気泳動表示パネルの表示色を電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動方法において、

前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、表示色の切替面積を算出し、この算出結果に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動表示パネルを備えた表示装置、電気泳動表示パネルを駆動する駆動装置及び駆動方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、液体中に分散した帯電粒子が電界印可により泳動する現象、つまり、電気泳動現象を利用した電気泳動表示パネルを備えた表示装置が提案されている。この種の電気泳動表示パネルは、電極間に、例えば白色と黒色の電気泳動粒子を封入した電気泳動層を設け、電極間にプラス電位又はマイナス電位の駆動電圧を印可することにより、白黒の電気泳動粒子のいずれかを表示面側へ移動させ、表示面の表示色を白や黒にすることができる（例えば、特許文献1参照）。また、この種の電気泳動表示パネルには、表示変化のない状態が長時間継続すると、駆動電圧を印加した際の電気泳動粒子の泳動が遅くなることが知られている（例えば、特許文献2参照）。

30

【特許文献1】特開昭52-70791号公報

【特許文献2】特開昭51-41992号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

電気泳動表示パネルは、表示変化のない状態が長時間継続すると泳動特性が変化するため、例えば白黒二色の粉末流体方式の電気泳動表示パネルでは、ある表示領域Aを白色表示の状態（白色粒子が表示面側、黒色粒子が表示面と反対側の状態）が10分間継続した後、その隣の表示領域Bが白色表示に切り替えられ、その後、両方の表示領域A、Bが黒色に切り替えられると、表示領域Aが、表示領域Bに比して若干白っぽい黒となり、隣接する表示領域間で色（到達反射率やコントラスト）が異なってしまう問題が生じる。

40

また、発明者らは、電気泳動表示パネルには、表示切替を行う際、色を切り替える面積が広いと、同じ駆動電圧を印可しても色が十分に切り替わらなくなる現象、つまり、切替面積に応じて泳動特性が変化する現象を見出した。この現象により、異なる面積の表示色を切り替えると、広い面積の方が到達反射率が低くなり、不均一が生じる問題があった。

【0004】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる表示装置、電気泳動表示パネルを駆動する駆動装置及び駆動方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0005】

上述課題を解決するため、本発明は、表示装置において、電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルと、前記電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、前記電気泳動表示パネルの表示色を前記電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動手段とを備え、前記駆動手段は、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする。

この発明によれば、電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給するので、泳動特性の変化を補って表示色を切り替えることができ、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。10

【0006】

上記構成において、前記駆動手段は、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替前の表示色の連続表示時間に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することができる。この場合、切替前の表示色の連続表示時間に応じて、前記駆動電圧を印可するための駆動パルスの数を変化させた駆動信号を供給するか、切替前の表示色の連続表示時間に応じて、前記駆動電圧の印可時間を変化させた駆動信号を供給するか、切替前の表示色の連続表示時間に応じて、前記駆動電圧を変化させた駆動信号を供給するように構成すればよい。これらの構成によれば、表示色の連続表示時間に応じて変化する表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。20

【0007】

上記構成において、前記駆動手段は、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、表示色の切替面積に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することができる。この場合、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧を印可するための駆動パルスの数を変化させた駆動信号を供給するか、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧の印可時間を変化させた駆動信号を供給するか、表示色の切替面積に応じて、前記駆動電圧を変化させた駆動信号を供給するように構成すればよい。これらの構成によれば、表示色の切替面積に応じて変化する表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。

【0008】

また、本発明は、電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルの電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、電気泳動表示パネルの表示色を電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動装置において、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする。

この発明によれば、電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給するので、泳動特性の変化を補って表示色を切り替えることができ、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。

【0009】

また、本発明は、電極間に色及び極性が異なる2種類の電気泳動粒子を有する電気泳動表示パネルの電極間に駆動電圧を印可するための駆動信号を供給し、電気泳動表示パネルの表示色を前記電気泳動粒子の各色の間で変化させる駆動方法において、前記電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給することを特徴とする。

この発明によれば、電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給するので、泳動特性の変化を補って表示色を切り替えることができ、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0010】

本発明は、電気泳動表示パネルの表示色を切り替える場合、切替時の泳動特性に応じて駆動力を変化させた駆動信号を供給するので、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳述する。

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る腕時計1の外観構成を示す図である。この図に示すように、腕時計1は、時計ケース2と、この時計ケース2に取り付けられ、ユーザの手首に巻き付けられる一対の時計バンド3とを備えている。時計ケース2は正面に時刻を表示するための時刻表示窓4が形成され、時刻を表示する表示パネル5を時刻表示窓4から視認可能に構成されている。また、時刻表示窓4には透明樹脂や透明ガラス等から形成されたカバーボディ6が嵌め込まれ、このカバーボディ6により表示パネル5が保護されている。さらに、時計ケース2には、時刻修正やモード変更等の各種指示を行うための操作ボタン8が設けられている。

10

【0012】

上記表示パネル5は、複数のセグメントにより各種情報を表示するセグメント表示パネルが適用され、この表示パネル5の表示領域5Rには、図2に示すように、0～9の数字を表示するためのセグメント（いわゆる7セグメント）5Aが4列配列され、左2列のセグメント5Aにより時刻の「時」が表示され、右2列のセグメント5Aにより「分」が表示される。また、「時」のセグメント5Aと「分」のセグメント5Aの間には、「時」、「分」の区切りを示す文字（本例ではコロン）を表示するための正面視円形のセグメント5Bが配置されている。

20

また、同図に示すように、各セグメント5A、5Bには、背景を表示する背景セグメント5Cが各々設けられており、これら背景セグメント5Cにより、各セグメント5A、5Bにより表示される1文字（数字、コロン）毎に、背景（黒色又は白色の背景）が表示される。本実施の形態では、この表示パネル5に電気泳動表示パネルが用いられているが、その詳細な構成については後述する。また、以下の説明において、セグメント5A～5Cのそれぞれを特に区別する必要がないときは、セグメント5Xと表記する。

30

【0013】

上記時計ケース2内には、表示パネル5と一体的に構成された時刻表示ユニット10が配置されている。この時刻表示ユニット10は、図3に断面図を示すように、回路基板11Aと、表示枠11Bと、ディスプレイ基板11Cと、透明基板11Dと、これらを保持する回路押さえ13とを備えている。

ディスプレイ基板11Cは、その上面に、各セグメント5A～5Cに対応するセグメント電極14と、共通電極用セグメント電極15とが設けられている。

このディスプレイ基板11Cの下面には、表示枠11Bを介して回路基板11Aが配置され、この回路基板11Aには、表示駆動回路40や制御部50等を構成する素子16が実装されている。上記回路基板11Aの上面には、上記素子16（表示駆動回路40等）に配線接続された接点11A1が設けられると共に、上記ディスプレイ基板11Cの下面には、各電極14、15に配線接続された接点11C1が設けられ、これら接点11A1及び11C1は、表示枠11Bを貫通する接続コネクタ17を介して導通している。

40

【0014】

さらに、回路基板11Aの側面には、スイッチ用電極18が設けられ、このスイッチ用電極18は、回路押さえ13に設けられた板ばね19を介して導通可能に構成され、この板ばね19が上記操作ボタン8の押下操作によって変形した場合に、この変形した板ばね19を介して導通する。この導通／非導通は、上記素子16（本実施形態では制御部50）によって検出される。また、上記回路基板11Aの下面には、上記素子16に駆動電力を供給する電池（電源）20が着脱自在に設けられる。更に、この回路基板11Aには、

50

上記素子 16 を覆う回路枠 21 が固定され、この回路枠 21 によって素子 16 が保護されている。なお、上記電池 20 には、一次電池であるボタン電池が適用されるが、これに限らず、二次電池を適用してもよい。

【 0 0 1 5 】

上記透明基板 11D には、ディスプレイ基板 11C 側の面に、ITO (Indium-Tin Oxide) 蒸着等で形成された透明の共通電極 25 が設けられ、この透明の共通電極 25 とディスプレイ基板 11C のセグメント電極 14 との間には、電気泳動層 30 が設けられると共に、透明の共通電極 25 と共通電極用セグメント電極 15 との間には、共通電極用導通材 26 が介挿されている。この共通電極用導通材 26 は、例えば、導電性ゴムで形成され、この導電性ゴムが共通電極 25 と共通電極用セグメント電極 15 との間の間隙に合わせて変形することにより、これら電極 25 、 15 間の導通が確実に確保されている。

10

【 0 0 1 6 】

上記電気泳動層 30 は、図 4 に示すように、複数のマイクロカプセル 31 から構成され、これらマイクロカプセル 31 には、電気泳動分散液 33 が封入され、この電気泳動分散液 33 には、黒色の電気泳動粒子（以下、黒粒子という）34 と、白色の電気泳動粒子（以下、白粒子という）35 とが混合されて、二色の粉末流体方式の電気泳動層を構成している。これら黒粒子 34 及び白粒子 35 は互いに異なる極性に帯電しており、本実施形態では、黒粒子 34 がプラスに帯電し、白粒子 35 がマイナスに帯電している。

【 0 0 1 7 】

上記構成により、表示駆動回路 40 により共通電極用セグメント電極 15（図 2）が 0V 電位（アース電位：L 電位という）に保持されて共通電極 25 が 0V 電位とされると共に、所定のセグメント電極 14 がプラス電位（H 電位という）とされた場合、セグメント電極 14 から共通電極 25 に向かう電界が発生し、マイクロカプセル 31 内のプラスに帯電した黒粒子 34 が共通電極 25 側に移動し、マイナスに帯電した白粒子 35 がセグメント電極 14 側に移動する。

20

これとは逆に、表示駆動回路 40 により共通電極用セグメント電極 15 がプラス電位（H 電位）に保持されて共通電極 25 が H 電位とされると共に、所定のセグメント電極 14 が L 電位とされた場合、マイクロカプセル 31 内のマイナスに帯電した白粒子 35 が共通電極 25 側に移動し、プラスに帯電した黒粒子 34 がセグメント電極 14 側に移動する。

このように、表示駆動回路 40 が、共通電極 25 及び各セグメント電極 14 を L 電位又は H 電位に保持する駆動信号を供給することによって、外部から視認される透明基板 11D 側（共通電極 25 側）への黒粒子 34 と白粒子 35 との各移動量が調整され、外部から視認されるセグメント 5X の表示色が黒と白との間で変更される。

30

【 0 0 1 8 】

また、共通電極 25 とセグメント電極 14 との間に電位差が生じない場合には、電気泳動粒子（黒粒子 34 、白粒子 35 ）の移動が生じないため、セグメント 5X の表示色は変化せずに以前の状態が維持される。

なお、本実施の形態では、表示駆動回路 40 が昇圧回路を内蔵し、電池 20 から供給される電圧（例えば 3V ）を昇圧して +12V の電圧を生成して、この +12V の電圧、或いは、0V の電圧を駆動電圧としてセグメント電極 14 及び共通電極 25 に印可している。

40

【 0 0 1 9 】

図 5 は、時刻表示ユニット 10 の電気的構成を示している。

制御部 50 は、ディスプレイ基板 11C に設けられた配線パターンを介して表示駆動回路 40 や電池 20 と電気的に接続され、この制御部 50 は、計時回路 51 と、入出力回路（I/O）52 と、電圧制御回路 53 と、操作制御回路 54 と、制御回路（制御手段）57 とを備えている。計時回路 51 は、図示しない発振回路の発振パルスをカウントすることにより時刻を計時するものであり、この計時回路 51 は、入出力回路 52 を介して表示駆動回路 40 と接続されている。

また、電圧制御回路 53 は、電池 20 からの供給電力を制御部 50 内の各部と表示駆動

50

回路 4 0 とに供給するものであり、操作制御回路 5 4 は、上記スイッチ用電極 1 8 の導通 / 非導通を検出することにより、操作ボタン 8 の操作を検出し、この検出結果を制御回路 5 7 に通知する。

【 0 0 2 0 】

また、制御回路 5 7 は、この時刻表示ユニット 1 0 全体を中枢的に制御するものであり、C P U、R O M、R A M 等を有し、C P U がR O Mに記憶された制御プログラムを実行することにより、制御部 5 0 の各部の動作を制御すると共に、入出力部（I / O）5 2 を介して表示駆動回路 4 0 に各種信号を出力する。

表示駆動回路 4 0 は、上記したように、表示パネル 5 を駆動する回路であり、制御回路 5 7 の指示の下、計時回路 5 1 により計時されている時刻情報を取得し、指示された書換間隔で上記電極間に駆動電圧を印加する駆動信号を供給して表示パネル 5 の各セグメント 5 X の表示色を変化させ、現在時刻を表示パネル 5 に表示させる。

【 0 0 2 1 】

次に、表示パネル 5 の描画動作を説明する。本実施形態では、制御回路 5 7 が、セグメント 5 X 毎に現在の描画レベル（以下、現在レベルという）を管理すると共に、セグメント 5 X 毎に目標の描画レベル（以下、目標レベルという）を設定し、現在レベルと目標レベルとを比較し、現在レベルが目標レベルと一致するように描画処理を行っている。

この描画レベルには、図 6 に示すように、黒レベル 1 ~ 8 と白レベル 1 ~ 8 の計 16 種類のレベルが設定され、表示パネル 5 の階調範囲（反射率並びにコントラスト値の範囲に相当）が黒レベル 1 ~ 4 と白レベル 1 ~ 4 の 8 階調に相当し、この階調範囲を超えるレベル（黒レベル 5 ~ 8 、白レベル 5 ~ 8 ）は、上記階調最大レベル（黒レベル 4 、白レベル 4 ）に一定時間以上保持された場合に、保持時間に応じて設定されるレベルとされている。

【 0 0 2 2 】

なお、上記黒レベル 1 ~ 3 及び白レベル 1 ~ 3 は黒と白の中間色（グレースケール）の範囲に相当しており、中間色を作成する場合は、中間色の描画レベルを目標レベルに設定し、そのレベルに応じたパルス数の駆動信号（後述する駆動信号 C O M ）により描画処理を行うこととしている。すなわち、例えば、白レベル 4 から中間色として黒レベル 1 に表示変化を行う場合においては、目標レベルを黒レベル 1 とし、後述する駆動方式に従ってパルス信号を 4 回印可することになる。一方、白レベル 4（白色）から黒レベル 4（黒色）に表示変化を行う場合はパルス信号を 7 回印加することになる（詳細な説明は後述）。このように白レベル 4（白色）から黒レベル 4（黒色）に到達させるための 7 回よりも少ない、4 回というパルス数の駆動信号を印加することによって、マイクロカプセル 3 1 内の白粒子 3 5 並びに黒粒子 3 4 の移動量（移動距離）を少なくし、その位置関係を任意に制御することによって本実施例においては中間色を実現している。

【 0 0 2 3 】

図 7 は、表示パネル 5 の駆動信号の波形の一例を示す図である。この図は、表示駆動回路 4 0 により、7 つのセグメント 5 A を、「3」の表示から「4」の表示へ変更する場合を示している。また、この図において、共通電極 2 5 に供給される駆動信号（駆動電圧）を C O M 、黒から白に切り替えるセグメント 5 X A に対応するセグメント電極 1 4 への駆動信号（駆動電圧）を S E G 1 、白から黒に切り替えるセグメント 5 X B に対応するセグメント電極 1 4 への駆動信号（駆動電圧）を S E G 2 と表記している。以下、駆動信号 S E G 1 、S E G 2 を特に区別する必要のないときは駆動信号 S E G と表記する。

【 0 0 2 4 】

同図に示すように、制御回路 5 7 から表示駆動回路 4 0 への表示切替信号（ドライバデータ）の出力が開始されたタイミング（タイミング M 1 A ）から書換が終了するタイミング（M 1 B ）までが書換期間 T a に設定され、この書換期間 T a 以外が休止期間 T b に設定される。この書換期間 T a は、表示駆動回路 4 0 が共通電極 2 5 及び各セグメント電極 1 4 に対して駆動信号（駆動電圧）C O M 、S E G を供給して各セグメント 5 X の表示色を切り替え、時刻表示等を変更する期間である。また、休止期間 T b は、表示駆動回路 4

10

20

30

40

50

0が時刻表示等の切り替え後に、次の表示切替信号が入力されるまで待機する期間であり、この休止期間 T_b においては、表示駆動回路 40 はその動作モードを省電力モードとする。また、休止期間 T_b においては、表示駆動回路 40 の駆動信号 COM、SEG を出力する出力端がハイインピーダンス状態となる。したがって、休止期間 T_b においては、共通電極 25 と各セグメント電極 14 との間に電位差が生じることがないため、各セグメント 5X の表示色が書換期間 T_a において変化した色に維持される。

【0025】

この書換期間 T_a において、本実施の形態では、白から黒への表示色の切り替えと、黒から白への表示色の切り替えとを同時に行うこととしている。具体的には、表示駆動回路 40 は、各セグメント 5X のセグメント電極 14 に対して、そのセグメント 5X が表示すべき表示色（ここでは白或いは黒）に対応する電圧の駆動電圧を印加する駆動信号 SEG を出力し、共通電極 25 に対して、電圧が時系列的に表示色のそれぞれに対応した電圧に変化する駆動信号 COM を出力する。

このような駆動信号 COM として、本実施の形態では、表示切替信号（ドライバデータ）に応じて電圧値が H 電位（+12V）と L 電位（0V）との間でパルス状に変化するパルス信号が用いられている。このとき、駆動信号 COM の 1 パルスのパルス幅 W は、図示せぬ発振回路から出力される信号を分周して生成可能な周期（本例では 125ms）に設定されており、この分周信号に基づいて駆動信号 COM を生成可能としている。この駆動信号 COM のパルス数は表示切替信号の出力回数に対応し、このパルス数が適宜調整されることで、各セグメント 5X の表示色の階調が調整される。

【0026】

この結果、書換期間 T_a において、駆動信号 COM の電圧が L 電位のときには、そのパルス幅 W の間、H 電位の駆動信号 SEG 2 が供給されているセグメント 5XB のセグメント電極 14 と共通電極 25 との間に電界が発生し、マイクロカプセル 31 の中の黒粒子 34 が共通電極 25 側に移動すると共に、白粒子 35 がセグメント電極 14 側に移動することで 1 階調分、セグメント 5XB の表示色が黒に変化する。続いて、駆動信号 COM の電圧が H 電位になったときには、そのパルス幅 W の間、L 電位の駆動信号 SEG 1 が供給されているセグメント 5XA のセグメント電極 14 と共通電極 25 との間に電界が発生し、マイクロカプセル 31 の中の白粒子 35 が共通電極 25 側に移動すると共に、黒粒子 34 がセグメント電極 14 側に移動することで 1 階調分、セグメント 5XA の表示色が白に変化する。以降同様にして、駆動信号 COM の電圧の時系列的变化に応じて黒粒子 34 及び白粒子 35 が共通電極 25 及びセグメント電極 14 との間で少しずつ順次移動することで、各セグメント 5XA、5XB の表示色が段階的に変化し、この書換期間 T_a の経過時には、セグメント 5XA の表示色が白になると共に、セグメント 5XB の表示色が黒になり、7つのセグメント 5A が「3」の表示から「4」の表示へと変更される。

【0027】

次に描画処理について説明する。図 8 は描画処理の基本動作を示すフローチャートである。なお、この描画処理は、時刻更新（本例では 1 分間隔で時刻更新）や、操作ボタン 8 の押下指示による表示更新指示（例えば背景パターンの更新指示等）によってセグメント 5X の更新が生じた場合をトリガとして実行される処理である。以下、図 8 に示すように、現在レベルが黒レベル 4 の 4 つのセグメント 5X に対し、そのうちの 2 つのセグメント 5XW を白レベル 4 に変更する場合を例に説明する。なお、初期状態では、目標レベルは全て黒レベル 4（現在レベルと一致するレベル）であるものとする。

【0028】

まず、制御回路 57 は、セグメント更新が発生すると、更新すべきセグメント 5XW の目標レベルを、目標の白レベル 4 に更新し（ステップ S1）、EPD 描画トリガを ON に設定する（ステップ S2）。EPD 描画トリガを ON に設定すると、制御回路 57 は、表示駆動回路 40 への表示切替信号（ドライバデータ）の出力を開始する。詳述すると、制御回路 57 は、全セグメント 5X の現在レベルと目標レベルとを比較し、現在レベルと目標レベルとが異なるセグメント 5X（5XW）を特定すると共に、白黒のいずれに変化さ

10

20

30

40

50

せるかを特定し、この特定結果に基づき、白／又は黒への表示切り替えを指示する表示切替信号（ここでは白への表示切り替えを指示する信号）を表示駆動回路40に出力する（ステップS3）。

これによって、表示切替信号が入力されたタイミングで、表示駆動回路40から、セグメント5XWのセグメント電極14を白に対応するL電位にする駆動信号SEGが outputされると共に、共通電極25をH電位にする駆動信号COMが所定期間（125ms）出力され、セグメント5XWの表示色が黒レベル4から黒レベル3へと1階調分変更される。

【0029】

続いて、制御回路57は、セグメント5XWの現在レベルを、黒レベル4から黒レベル3に更新し（ステップS4）、更新後の全セグメント5Xの現在レベルが目標レベルと全て一致したか否かを判定し（ステップS5）、一致していない場合は（ステップS5：NO）、ステップS3の処理に移行する。

従って、制御回路57は、全セグメント5Xの現在レベルと目標レベルとが一致するまで、現在レベルと目標レベルとが一致しないセグメント5XWの表示色を目標レベルに向けて階調変化させるべく、表示切替信号を表示駆動回路40に間欠的に出力し、また、表示切替信号を出力する毎に現在レベルを1ずつ変更する処理を実行する。この結果、図7に例示するように、現在レベルと目標レベルとの差に応じた回数だけ電圧レベルが切り替わる駆動信号COMが共通電極25に供給され、セグメント電極14が白に対応するL電位に保持されたセグメント5XWの表示色が、目標レベルと一致する白レベル4の表示色に変更される。

10

20

そして、制御回路57は、全セグメント5Xの現在レベルと目標レベルとが一致する（ステップS5：YES）、EPD描画トリガをOFFに設定する。以上が描画処理の基本動作である。すなわち、この描画処理を実行することにより、目標レベルと現在レベルとの差に応じたパルス数の駆動信号COMが供給され、駆動信号SEGにより白又は黒にすべき電位レベルに保持されたセグメント5Xの表示色が、目標レベルの表示色に切り替えられる。

【0030】

ところで、本実施形態では、表示色が中間色でない黒及び白のセグメント5Xに対し、一定時間毎に、表示色の階調を更新する画面リフレッシュ処理と、黒及び白の連続表示時間に応じて現在レベルのレベル値を更新する現在レベル更新処理とを実行している。

30

【0031】

詳述すると、制御回路57は、図9に示すように、予め定めた更新周期（リフレッシュ周期）に至ると、全セグメント5Xの現在レベルを参照し、現在レベルが黒レベル4以上（黒レベル4～8）のセグメント5Xに対して、黒を書き込む描画処理を行うと共に、現在レベルが白レベル4以上（白レベル4～8）のセグメント5Xに対して白を書き込む描画処理を行う（画面リフレッシュ処理（ステップS10））。このため、制御回路57は、黒レベル4以上のセグメント5Xに対しては黒への表示切替信号を出力して表示駆動回路40により表示色を1階調分変更させる処理（黒書き込み）と同一処理を実行すると共に、白レベル4以上のセグメント5Xに対しては白への表示切替信号を出力して表示駆動回路40により表示色を1階調分変更させる処理（白書き込み）と同一処理を実行する。

40

これによって、黒レベル4以上及び白レベル4以上のセグメント5X、つまり、表示パネル5の最大黒レベル及び最大白レベルとされたセグメント5Xの表示色が、時間の経過等により中間色レベルにずれてしまい、そのままの状態が継続されてしまう事態を回避することができ、階調（反射率及びコントラスト）ずれを解消することができる。

【0032】

次いで、制御回路57は、上記画面リフレッシュ処理の後、現在レベルが黒レベル4以上（黒レベル4～8）及び白レベル4以上（白レベル4～8）のセグメント5Xの現在レベルのレベル値を1ずつ増やし、具体的には、黒レベル4は黒レベル5へ、・・・、黒レベル7は黒レベル8へ、・・・、白レベル4は白レベル5へ、・・・、白レベル7は白レベル8へと更新する（現在レベル更新処理（ステップS11））。この場合、黒レベル及

50

び白レベルが描画レベル（図6参照）の最大レベルのものについては（黒レベル8、白レベル8）、現在レベルをそのレベルに維持する。なお、画面リフレッシュ処理の後に現在レベルを+1のレベルに更新する方法について述べたが、これに限らず、画面リフレッシュ処理を複数回（例えば10回）実行したら現在レベルを+1のレベルに更新するようにしてもよい。

【0033】

このように、本実施形態では、表示色が中間色でない黒及び白のセグメント5Xについては、現在レベルを、その表示色の連続表示時間に比例してレベル値が高くなる値に更新するので、かかるセグメント5Xの表示色を切り替える場合、切替前の表示色の連続表示時間が長いほど、目標レベルと現在レベルとの差を大きくすることができ、表示切替時（描画処理時）に供給される駆動信号COMのパルス数を増やすことができる。

10

【0034】

従って、本実施形態では、表示変化のない状態が長時間継続すると電気泳動粒子の泳動が遅くなる泳動特性を有する電気泳動表示パネル5を、表示色の連続表示時間が長いほど、同一の目標レベルに表示色を切り替える場合に供給される駆動信号COMのパルス数を増やして駆動するので、泳動特性の変化に合わせて表示パネル5の駆動力（駆動電圧×電圧印加時間）を変化させ、泳動特性の変化を補って表示色を黒又は白に確実に切り替えることができる。この結果、表示色の連続表示時間に応じて変化する表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示が回避され、表示品質（デザイン性、見た目、見易さ）が向上する。

20

しかも、本実施形態では、表示色の連続表示時間に応じて駆動力（駆動信号COMのパルス数）を段階的に増やすので、必要以上の駆動力をかけることがなく、低消費電力化を図ることが可能である。

【0035】

（第2実施形態）

第2実施形態に係る腕時計1は、表示色の切替面積に応じて、色切替時の駆動信号COMのパルス数を変更する点を除いて、第1実施形態に係る腕時計1と同一である。以下、同一部分については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分を詳細に説明する。

図10は、第2実施形態にかかる腕時計1の描画処理を示すフローチャートである。以下、現在レベルが黒レベル4の4つのセグメント5Xに対し、そのうちの2つのセグメント5XWを白レベル4に変更する場合を例に説明する。なお、初期状態では、目標レベルは全て黒レベル4（現在レベルと一致するレベル）である。

30

【0036】

まず、制御回路57は、セグメント更新が発生すると、更新すべきセグメント5XWの目標レベルを、目標の白レベル4に更新し（ステップS1）、次に、目標レベルと現在レベルとを比較して各色の切替面積を算出し、各色の切替面積に応じて切替対象のセグメント5Xの現在レベルを更新する現在レベル更新処理を実行する（ステップS1A）。本実施形態では、各セグメント5Xが略同じ面積であるのを前提とし、各色の切替面積を、色を切り替えるセグメント5Xの数で判断することとしている。

具体的には、例えば、黒から白へ切り替えるセグメント5Xの数が $2 \sim k_1$ （ k_1 は2以上の整数）の場合は、それらセグメント5Xの現在レベルを1つ増やし（黒レベル4を黒レベル5に更新し）、 $(k_1 + 1) \sim m_1$ （ m_1 は k_1 以上の整数）の場合には、それらセグメント5Xの現在レベルを2つ増やし（黒レベル4を黒レベル6に更新し）、 $(m_1 + 1) \sim n_1$ （ n_1 は m_1 以上の整数）の場合には、それらセグメント5Xの現在レベルを3つ増やす（黒レベル4を黒レベル7に更新する）といったように黒から白への切替面積に応じて現在レベルの黒レベルのレベル値を高い値に更新する。

40

同様に、白から黒へ切り替えるセグメント5Xの数が $2 \sim k_2$ （ k_2 は2以上の整数）の場合は、そのセグメント5Xの現在レベルを1つ増やし（白レベル4を白レベル5に更新し）、 $(k_2 + 1) \sim m_2$ （ m_2 は k_2 以上の整数）の場合は、そのセグメント5Xの現在レベルを2つ増やし（白レベル4を白レベル6に更新し）、 $(m_2 + 1) \sim n_2$ （ n_2 は m_2 以上の整数）の場合には、それらセグメント5Xの現在レベルを3つ増やす（白レベル4を白レベル7に更新する）といったように白から黒への切替面積に応じて現在レベルの黒レベルのレベル値を高い値に更新する。

50

2 は m_2 以上の整数) の場合は、そのセグメント $5 \times$ の現在レベルを 3 つ増やす (白レベル 4 を白レベル 7 に更新する) といったように白から黒への切替面積に応じて現在レベルの白レベルのレベル値を高い値に更新する。

【 0037 】

続いて、制御回路 57 は、第 1 実施形態と同様に、EPD 描画トリガを ON に設定し (ステップ S2) 、表示駆動回路 40 により、白へ変更するセグメント $5 \times W$ のセグメント電極 14 を白に対応する L レベルにする駆動信号 SEG を供給させると共に、共通電極 25 に、目標レベルと現在レベルとの差に応じたパルス数の駆動信号 COM を供給させ、表示色を黒から白へと変更させる (ステップ S2 ~ 6) 。

【 0038 】

このように、本実施形態では、黒から白へ、及び、白から黒へ表示色を変更するセグメント $5 \times$ については、現在レベルを、各色のセグメント $5 \times$ の切替面積に比例してレベル値が高い値に設定するので、各色の切替面積が広いほど、描画処理時に駆動される駆動信号 COM のパルス数を増やすことができる。

【 0039 】

従って、本実施形態では、切替面積が広いほど色が切り替わり難くなる泳動特性を有する電気泳動表示パネル 5 を、切替面積が広いほど、同一の目標レベルに表示色を切り替える場合に供給される駆動信号 COM のパルス数を増やして駆動するので、泳動特性の変化に合わせて表示パネル 5 の駆動力 (駆動電圧 × 電圧印加時間) を変化させ、泳動特性の変化を補って広い面積の表示色を黒又は白に確実に切り替えることができる。この結果、表示色の切替面積に応じて変化する表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示が回避され、表示品質 (デザイン性、見た目、見易さ) が向上する。

また、本実施形態は、表示色の切替面積に応じて駆動力 (駆動信号 COM のパルス数) を段階的に増やすので、必要以上の駆動力をかけることがなく、低消費電力化を図ることが可能である。

【 0040 】

上述した実施形態は、あくまで本発明の一態様に過ぎず、本発明の範囲内で任意に変形が可能である。例えば、上述の実施形態では、切替前の表示色の連続表示時間に応じて駆動信号 COM のパルス数を変化させる態様と、表示色の切替面積に応じて駆動信号 COM のパルス数を変化させる態様とについて各々例示したが、これに限らず、切替前の表示色の連続表示時間と切替面積との両方に応じて、駆動信号 COM のパルス数 (駆動パルス数) を変化させてもよい。

【 0041 】

また、上述の各実施形態では、電気泳動表示パネル 5 の泳動特性に応じて駆動パルス数を増やす場合について例示したが、要は、切替時の泳動特性に応じて電気泳動表示パネル 5 の駆動力を変化させればよい。この電気泳動表示パネル 5 の駆動力を変化させる方法としては、駆動パルス数を変化させる方法以外に、駆動信号 COM の 1 パルス当たりの駆動電圧の印可時間を変化させる方法、及び、駆動電圧を変化させる方法とが考えられる。

このため、切替前の表示色の連続表示時間が長いほど、或いは、表示色の切替面積が大きいほど、駆動電圧の印可時間を長く、或いは、駆動電圧を上げるように構成しても、上記実施形態と同様に、表示切替時の泳動特性の違いによる色の不均一表示を回避して表示品質を向上させることが可能となる。

従って、本発明は、切替前の表示色の連続表示時間、或いは、表示色の切替面積の少なくともいずれかに応じて、駆動パルス数、駆動電圧の印可時間、及び、駆動電圧の少なくともいずれかを変化させるように構成すればよい。なお、中間色を描画する場合においても、意図した階調の中間色となるように駆動パルス数を設定する方法に限らず、駆動信号 COM の 1 パルス当たりの駆動電圧の印可時間を設定する方法、及び、駆動電圧を設定する方法を適宜適用してもよい。

【 0042 】

また、上述の実施形態では、電気泳動表示パネル 5 がセグメント方式の場合を例示した

10

20

30

40

50

が、これに限らず、ドットマトリックス方式にも適用が可能である。要は、表示単位（セグメント、ドット）毎の表示色の連続表示時間や表示切替面積に基づき、駆動パルス数や駆動電圧の印可時間や駆動電圧を変化させればよい。

また、表示単位間で面積が異なる場合、例えば、セグメント方式の場合には、表示単位（セグメント）毎の面積値を予め記憶し、これら面積値に基づいて表示色の切替面積（白から黒、若しくは、黒から白へ切り替える各切替面積）を演算により求め、この切替面積値に応じて駆動パルス数、駆動電圧の印可時間、及び、駆動電圧の少なくともいずれかを変化させるように構成すればよい。このように、表示色の切替面積の演算を行った上で、その面積値に応じた駆動を行うことで、色の不均一表示を回避しつつ、より低消費電力化を図ることができる。

10

【0043】

また、上述の実施形態では、腕時計に本発明を適用する場合について述べたが、これに限らず、置時計、壁掛時計、柱時計、懐中時計等の各種時計等の、電気泳動表示パネルを備えてこれを駆動する駆動装置を備えた表示機能付き電子機器（表示装置）に広く適用することができる。例えば、PDA（Personal Digital Assistants）、携帯電話機等の電気泳動表示パネルを適用可能な表示機能付き電子機器に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の第1実施形態に係る腕時計の外観構成を示す図である。

20

【図2】腕時計の表示パネルの説明に供する図である。

【図3】腕時計の時刻表示ユニットを模式的に示す断面図である。

【図4】表示パネルの構成を説明するための断面図である。

【図5】時刻表示ユニットの電気的構成を示すブロック図である。

【図6】描画レベル表を示す図である。

【図7】表示パネルの駆動信号の波形の一例を示す図である。

【図8】描画処理を示すフローチャートである。

【図9】画面リフレッシュ処理と現在レベル更新処理を示すフローチャートである。

【図10】第2実施形態にかかる腕時計の描画処理を示すフローチャートである。

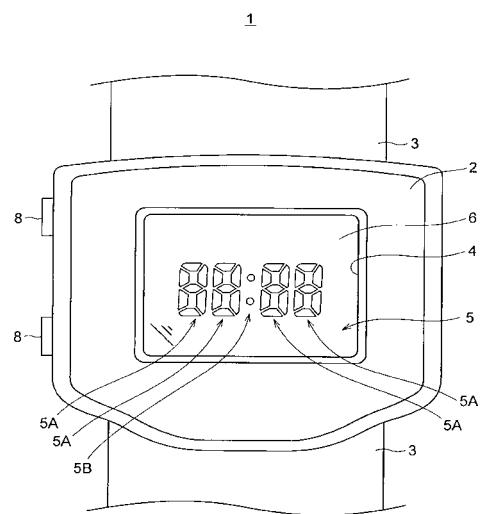
【符号の説明】

【0045】

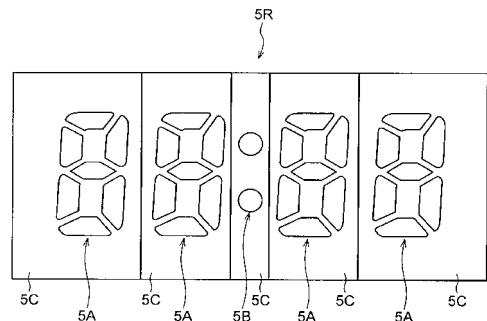
30

1 … 腕時計、5 … 表示パネル、5 A、5 B、5 C、5 X、5 X A、5 X B、5 X W … セグメント、5 R … 表示領域、10 … 時刻表示ユニット、11 A … 回路基板、11 B … 表示枠、11 C … ディスプレイ基板、11 D … 透明基板、12 … 透明基板、14 … セグメント電極、17 … 接続コネクタ、20 … 電池、25 … 共通電極、26 … 共通電極用導通材、30 … 電気泳動層、31 … マイクロカプセル、34 … 黒粒子、35 … 白粒子、40 … 表示駆動回路、50 … 制御部、51 … 計時回路、52 … 入出力回路、53 … 電圧制御回路、54 … 操作制御回路、57 … 制御回路、SEG、SEG1、SEG2、COM … 駆動信号。

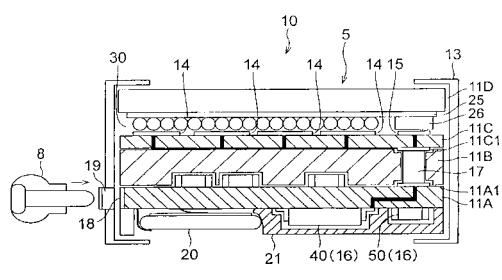
【図1】



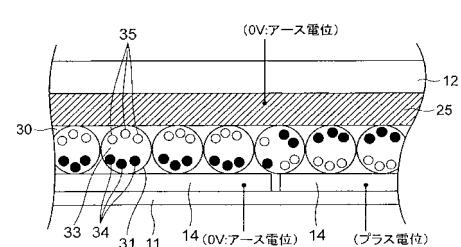
【図2】



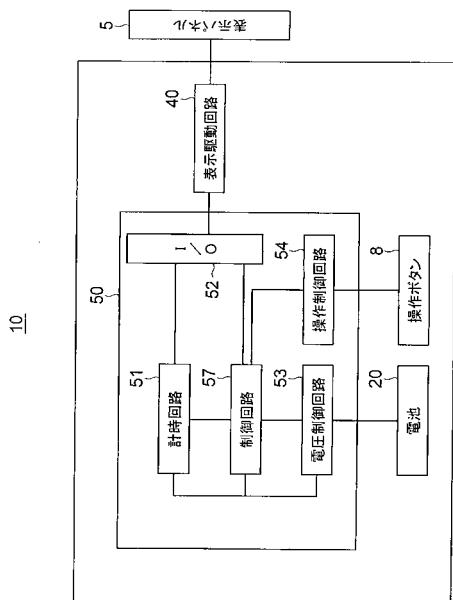
【図3】



【図4】



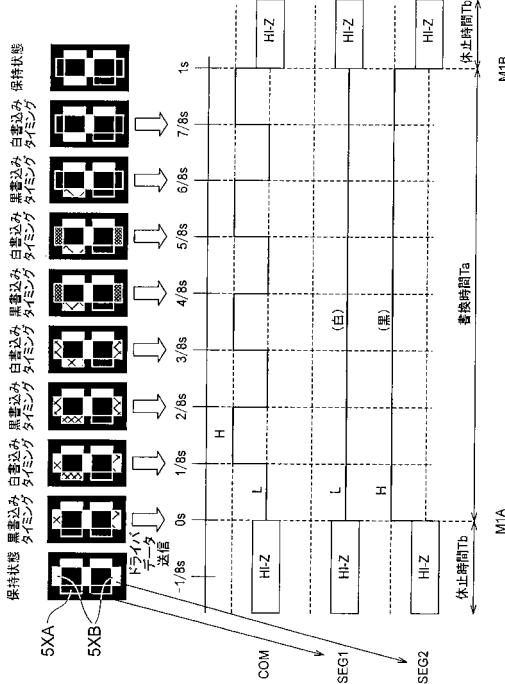
【図5】



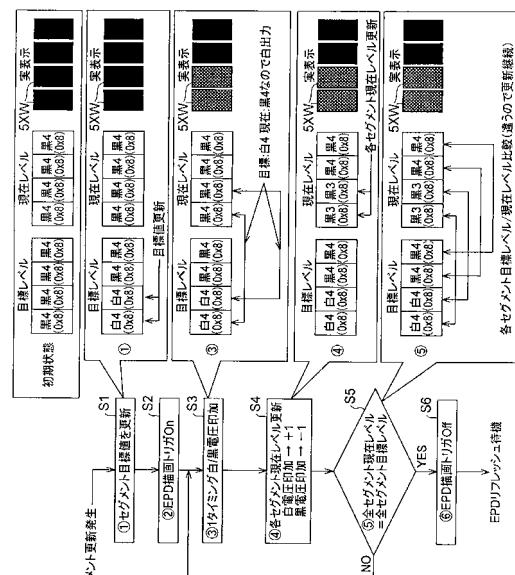
【図6】

名称	値(16進数)	値(10進数)
黒レベル8	0x8	-8
黒レベル7	0x9	-7
黒レベル6	0xA	-6
黒レベル5	0xB	-5
黒レベル4	0xC	-4
黒レベル3	0xD	-3
黒レベル2	0xE	-2
黒レベル1	0xF	-1
白レベル1	0x0	0
白レベル2	0x1	1
白レベル3	0x2	2
白レベル4	0x3	3
白レベル5	0x4	4
白レベル6	0x5	5
白レベル7	0x6	6
白レベル8	0x7	7

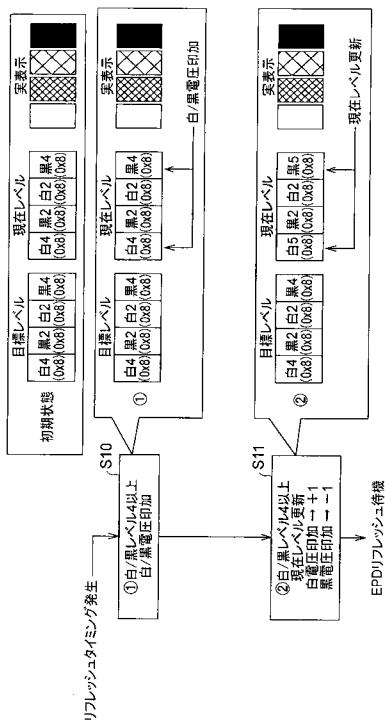
【図7】



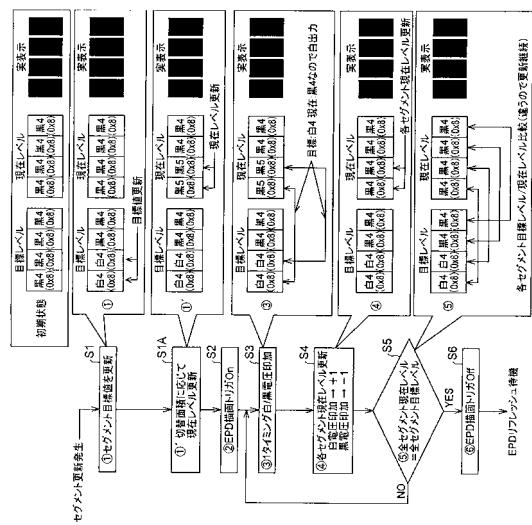
【図8】



【図9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 09 G 3/20 6 4 1 C
G 09 G 3/20 6 1 2 U
G 09 G 3/20 6 4 2 L

審査官 中村 直行

(56)参考文献 国際公開第2005/054933 (WO, A1)

国際公開第2005/019912 (WO, A1)

特開2004-271609 (JP, A)

特開2005-345624 (JP, A)

特開2005-345625 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 09 G 3 / 0 0 - 3 / 3 8
G 02 F 1 / 1 6 7