

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4793754号
(P4793754)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

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

請求項の数 8 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-23497 (P2006-23497) (22) 出願日 平成18年1月31日 (2006.1.31) (65) 公開番号 特開2007-206267 (P2007-206267A) (43) 公開日 平成19年8月16日 (2007.8.16) 審査請求日 平成20年11月14日 (2008.11.14)</p> <p>前置審査</p>	<p>(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 (72) 発明者 小松 友子 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 森江 健蔵</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置、電子機器、電気泳動表示装置の駆動方法、およびコントローラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の画像において第2の階調を表示し且つ第2の画像において第1の階調を表示する第1の画素、前記第1の画像及び前記第2の画像において前記第2の階調を表示する第2の画素、前記第1の画像において第1の階調を表示し且つ前記第2の画像において第2の階調を表示する第3の画素、及び前記第1の画像及び前記第2の画像において前記第1の階調を表示する第4の画素を含む表示部と、

前記第1の画素に形成された第1の画素電極、前記第2の画素に形成された第2の画素電極、前記第3の画素に形成された第3の画素電極、及び前記第4の画素に形成された第4の画素電極と、

前記第1の画素電極、前記第2の画素電極、前記第3の画素電極、及び前記第4の画素電極に対向する共通電極と、

前記第1の画素電極、前記第2の画素電極、前記第3の画素電極、及び前記第4の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備え、

前記表示部に表示される画像を、前記第1の画像から前記第2の画像へ変更する切り替え期間において、

前記第1の画素は、前記第2の階調から前記第1の階調に書き換えられ、

前記第2の画素は、前記第2の階調から前記第1の階調に書き換えられた後に前記第2の階調に書き換えられ、

前記第3の画素は、前記第1の階調から前記第2の階調に書き換えられ、

前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項 2】

前記電気泳動粒子は、前記第 1 の階調の第 1 の電気泳動粒子と前記第 2 の階調の第 2 の電気泳動粒子とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 の電気泳動粒子は負に帯電し、前記第 2 の電気泳動粒子は正に帯電していることを特徴とする請求項 2 に記載の電気泳動表示装置。

10

【請求項 4】

前記第 1 の階調は白であり、前記第 2 の階調は黒であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置を備えた電子機器。

【請求項 6】

第 1 の画像において第 2 の階調を表示し且つ第 2 の画像において第 1 の階調を表示する第 1 の画素、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 2 の階調を表示する第 2 の画素、前記第 1 の画像において第 1 の階調を表示し且つ前記第 2 の画像において第 2 の階調を表示する第 3 の画素、及び前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 1 の階調を表示する第 4 の画素を含む表示部と、前記第 1 の画素に形成された第 1 の画素電極、前記第 2 の画素に形成された第 2 の画素電極、前記第 3 の画素に形成された第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素に形成された第 4 の画素電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に対向する共通電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備えた電気泳動表示装置の駆動方法であって、

20

前記表示部に表示される画像を、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像へ変更する切り替え期間において、

前記第 1 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換え、

30

前記第 2 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えた後に前記第 2 の階調に書き換え、

前記第 3 の画素を、前記第 1 の階調から前記第 2 の階調に書き換え、

前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されることを特徴とする電気泳動表示装置の駆動方法。

【請求項 7】

第 1 の画像において第 2 の階調を表示し且つ第 2 の画像において第 1 の階調を表示する第 1 の画素、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 2 の階調を表示する第 2 の画素、前記第 1 の画像において第 1 の階調を表示し且つ前記第 2 の画像において第 2 の階調を表示する第 3 の画素、及び前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 1 の階調を表示する第 4 の画素を含む表示部と、前記第 1 の画素に形成された第 1 の画素電極、前記第 2 の画素に形成された第 2 の画素電極、前記第 3 の画素に形成された第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素に形成された第 4 の画素電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に対向する共通電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備えた電気泳動表示装置を制御するためのコントローラであって、

40

前記表示部に表示される画像を、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像へ変更する切り替

50

え期間において、

前記第 1 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換え、

前記第 2 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えた後に前記第 2 の階調に書き換え、

前記第 3 の画素を、前記第 1 の階調から前記第 2 の階調に書き換え、

前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されることを特徴とするコントローラ。

【請求項 8】

前記電気泳動表示装置は、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に電圧を供給する駆動回路を備え、

前記駆動回路を制御することにより前記第 1 の画素、前記第 2 の画素、前記第 3 の画素、及び前記第 4 の画素の表示を書き換えることを特徴とする請求項 7 に記載のコントローラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動表示装置および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気泳動表示装置は、少なくとも一方が透明な一組の対向電極板間に、1つ又は複数の種類の電気泳動粒子と電気泳動分散媒とを含む電気泳動分散液を封止することにより構成される。2つの電極間に電圧を印加することにより電気泳動粒子が電気泳動分散媒中を移動し、その分布が変わることにより光学的反射特性が変化して情報の表示が可能となる。

【0003】

特許文献 1 には、電子インクを用いたアクティブマトリクス型の電気泳動表示装置において、表示内容の変更を行う際、すべての画素電極を同じ電位にした上で、共通電極と画素電極の間に電圧を印加することにより、それまで表示していた内容を表示領域全体にわたって消去し、その後新たな表示内容を表示させることにより、駆動電圧を抑え、かつ誤書き換えを防止することができる駆動方法が開示されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 149115 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上述の駆動方法によると表示部に残像が残りやすい。この場合の残像には、画像切り替え時に発生する消去時残像と、電気泳動表示素子に繰り返し電圧を印加することによって起こる経時的残像が含まれる。

【0006】

そこで、本発明の目的は、電気泳動表示装置の残像を軽減することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る電気泳動表示装置は、第 1 の画像において第 2 の階調を表示し且つ第 2 の画像において第 1 の階調を表示する第 1 の画素、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 2 の階調を表示する第 2 の画素、前記第 1 の画像において第 1 の階調を表示し且つ前記第 2 の画像において第 2 の階調を表示する第 3 の画素、及び前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 1 の階調を表示する第 4 の画素を含む表示部と、前記第 1 の画素に形成された第 1 の画素電極、前記第 2 の画素に形成された第 2 の画素電極、前記第 3 の画素に形成された第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素に形成された第 4 の画素電

10

20

30

40

50

極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に対向する共通電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備え、前記表示部に表示される画像を、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像へ変更する切り替え期間において、前記第 1 の画素は、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられ、前記第 2 の画素は、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられた後に前記第 2 の階調に書き換えられ、前記第 3 の画素は、前記第 1 の階調から前記第 2 の階調に書き換えられ、前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されるものである。

10

【 0 0 0 8 】

これにより、切り替え期間において、電気泳動素子に繰り返し同じ電圧が印加されて同じ階調を表示し続けることが緩和され、電気泳動粒子の電圧遮断後の保持特性の低下による残像を軽減することができる。

【 0 0 0 9 】

また、前記電気泳動粒子は、前記第 1 の階調の第 1 の電気泳動粒子と前記第 2 の階調の第 2 の電気泳動粒子とを含むことが望ましい。

また、前記第 1 の電気泳動粒子は負に帯電し、前記第 2 の電気泳動粒子は正に帯電しているようにしてもよい。

20

また、前記第 1 の階調は白であり、前記第 2 の階調は黒であるようにすることができる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明に係る電子機器は、上述した電気泳動表示装置を表示部として備えるあらゆる機器を含むもので、ディスプレイ装置、テレビジョン装置、電子ブック、電子ペーパー、時計、電卓、携帯電話、携帯情報端末等を含む。また、「機器」という概念からはずれるもの、例えば可撓性のある紙状／フィルム状の物体、これら物体が貼り付けられた壁面等の不動産に属するもの、車両、飛行体、船舶等の移動体に属するものも含む。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る電気泳動表示装置の駆動方法は、第 1 の画像において第 2 の階調を表示し且つ第 2 の画像において第 1 の階調を表示する第 1 の画素、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 2 の階調を表示する第 2 の画素、前記第 1 の画像において第 1 の階調を表示し且つ前記第 2 の画像において第 2 の階調を表示する第 3 の画素、及び前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 1 の階調を表示する第 4 の画素を含む表示部と、前記第 1 の画素に形成された第 1 の画素電極、前記第 2 の画素に形成された第 2 の画素電極、前記第 3 の画素に形成された第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素に形成された第 4 の画素電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備えた電気泳動表示装置の駆動方法であって、前記表示部に表示される画像を、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像へ変更する切り替え期間において、前記第 1 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換え、前記第 2 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えた後に前記第 2 の階調に書き換え、前記第 3 の画素を、前記第 1 の階調から前記第 2 の階調に書き換え、前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されるものである。

30

40

これにより、切り替え期間において、電気泳動素子に繰り返し同じ電圧が印加されて同じ階調を表示し続けることが緩和され、電気泳動粒子の電圧遮断後の保持特性の低下による残像を軽減することができる。

50

【 0 0 1 2 】

本発明に係るコントローラは、第 1 の画像において第 2 の階調を表示し且つ第 2 の画像において第 1 の階調を表示する第 1 の画素、前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 2 の階調を表示する第 2 の画素、前記第 1 の画像において第 1 の階調を表示し且つ前記第 2 の画像において第 2 の階調を表示する第 3 の画素、及び前記第 1 の画像及び前記第 2 の画像において前記第 1 の階調を表示する第 4 の画素を含む表示部と、前記第 1 の画素に形成された第 1 の画素電極、前記第 2 の画素に形成された第 2 の画素電極、前記第 3 の画素に形成された第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素に形成された第 4 の画素電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に対向する共通電極と、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極と、前記共通電極との間に配置された電気泳動粒子と、を備えた電気泳動表示装置を制御するためのコントローラであって、前記表示部に表示される画像を、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像へ変更する切り替え期間において、前記第 1 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換え、前記第 2 の画素を、前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えた後に前記第 2 の階調に書き換え、前記第 3 の画素を、前記第 1 の階調から前記第 2 の階調に書き換え、前記第 2 の画素が前記第 2 の階調から前記第 1 の階調に書き換えられる期間において、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間には電位差が発生し、前記第 3 の画素電極及び前記第 4 の画素電極には前記共通電極と同電位が印加されるものである。

10

これにより、切り替え期間において、電気泳動素子に繰り返し同じ電圧が印加されて同じ階調を表示し続けることが緩和され、電気泳動粒子の電圧遮断後の保持特性の低下による残像を軽減することができる。

20

また、前記電気泳動表示装置は、前記第 1 の画素電極、前記第 2 の画素電極、前記第 3 の画素電極、及び前記第 4 の画素電極に電圧を供給する駆動回路を備え、前記駆動回路を制御することにより前記第 1 の画素、前記第 2 の画素、前記第 3 の画素、及び前記第 4 の画素の表示を書き換えることが望ましい。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

実施の形態 1 .

30

図 1 は、実施の形態 1 による電気泳動表示装置 1 0 の電氣的な全体構成を示す図である。電気泳動表示パネル A (表示部) は複数の画素から構成されており、これらの画素は、後述するスイッチング素子としての T F T (Thin Film Transistor) 1 0 3 や、この T F T 1 0 3 に接続された画素電極 1 0 4 を含んで構成されている。一方、素子基板 1 0 0 の周辺領域には、走査線駆動回路 1 3 0 やデータ線駆動回路 1 4 0 が形成されている。また、素子基板 1 0 0 の電気泳動表示パネル A には、図示の X 方向に沿って平行に複数本の走査線 1 0 1 が形成されている。また、これと直交する Y 方向に沿って平行に複数本のデータ線 1 0 2 が形成されている。そして、各画素は走査線 1 0 1 とデータ線 1 0 2 との交差に対応してマトリクス状に配列されている。

【 0 0 1 4 】

40

電気泳動装置の周辺回路には、コントローラ (制御部) 3 0 0 が設けられている。このコントローラ 3 0 0 は画像信号処理回路およびタイミングジェネレータを含んでいる。ここで、画像信号処理回路は、画像データ及び対向電極制御信号を生成し、それぞれデータ線駆動回路 1 4 0 及び対向電極変調回路 1 5 0 に入力する。対向電極変調回路 1 5 0 は画素の共通電極及び保持容量の対向電極にそれぞれバイアス信号 V com 及び電源電圧 V s を供給する。例えば、正又は負の高レベルのバイアス信号 V com (リセット信号) によって画像のリセットが設定される。リセット信号は、データ線駆動回路 1 4 0 が画像データを出力する前の所定期間に出力される。リセットは、分散媒中を泳動している電気泳動粒子を画素電極又は共通電極に引き寄せ、空間的な状態を初期化するために用いられる。また、タイミングジェネレータは、リセット設定や画像データが画像信号処理回路から出力され

50

るときに、走査線駆動回路 130 やデータ線駆動回路 140 を制御するための各種タイミング信号を生成する。

【0015】

図 2 は、電気泳動表示装置 10 の各画素の構造を示す図である。i 行、j 列目の画素 (i, j) は TFT 103、画素電極 104 及び保持容量 Cs を含んで構成されている。TFT 103 のゲート端子が走査線 101 に接続され、そのソース端子がデータ線 102 に接続されている。さらに、TFT 103 のドレイン端子が画素電極 104 及び保持容量 Cs に接続されている。保持容量 Cs は TFT 103 によって画素電極 104 に印加された電圧を保持する。画素は、画素電極 104 と共通電極 Com との間に電気泳動層を挟持して構成されているので、電極面積、電極間の距離、および電気泳動層の誘電率に応じた画素容量 C_{epd} を形成している。共通電極 Com は配線 201 を介して対向電極変調回路 150 に接続されている。また、保持容量 Cs の他方は保持容量線 106 に接続されている。保持容量線 106 は対向電極変調回路 150 で電源 Vs に接続されている。

10

【0016】

このような電気泳動表示装置 10 の駆動について、まず、リセット動作について説明する。リセットタイミングにおいて、走査線駆動回路 130 が全走査線 101 に対して選択信号を出力し、全走査線信号がアクティブになると、これら走査線 101 に接続される全ての画素に接続される TFT 103 がオン状態となる。このときデータ線駆動回路 140 は、全データ線に対してハイレベル、若しくはローレベルを出力する。この信号は、全ての画素電極に対して供給される。また、対向電極変調回路 150 は共通電極 Com に対し、全データ線にハイレベルが供給されている時はローレベルを、全データ線にローレベルが供給されている時はハイレベルの信号を供給する。このとき、全ての画素の画素電極と共通電極の間には同様の電位差が与えられるので、全画素領域に於いて電気泳動表示素子が第 1 の階調、若しくは第 2 の階調にリセットされる。

20

次に、画像の書き込み動作について説明する。画像書き込み動作時は、走査線駆動回路 130 は走査線 101 に順次選択信号を供給する。j 番目の走査線 101 に選択信号が供給され選択状態となると、この走査線 101 に接続された TFT 103 がオン状態になる。このとき、走査線選択に同期してデータ線駆動回路 140 から供給されるデータ信号 X_i (画像信号) が画素電極 104 に書き込まれる。このとき、データ信号 X_i の電圧レベルで保持容量 Cs も充電され、TFT 103 の遮断後も画素 (画素電極と共通電極) の電荷保持を図り、電気泳動粒子による画像の維持を図る。各画素がデータ信号の電圧レベルに応じた表示を行うことによって画像が表示される。

30

【0017】

次に、電気泳動表示装置 10 の動作時における表示画像変更時の詳しい動作について説明する。まず、比較例の電気泳動表示装置において、残像が発生する仕組みについて説明する。

図 3 は比較例の電気泳動表示装置の残像を説明する図である。図 4 は比較例の電気泳動表示装置のコントローラによる共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートである。また、図 5 は比較例の電気泳動表示装置の表示画像変更時の動作を模式的に示した図である。

40

【0018】

図 3 ~ 図 5 を用いて、消去時残像と経時的残像について説明する。

ここで、電気泳動粒子は、負に帯電した白い電気泳動粒子 (第 1 の粒子) と、正に帯電した黒い電気泳動粒子 (第 2 の粒子) を含むものとする。また、白を第 1 の階調、黒を第 2 の階調とする。

【0019】

図 3 (a) の状態では、表示部に、第 1 の階調 (白) の背景上に第 2 の階調 (黒) で「H」の文字が表示されている。ここで「H」の文字の領域を領域 a、それ以外の背景の領域を領域 b とする。「H」を書き込む直前には表示部全体が白表示になっている。「H」書き込み時には、図 4 に示すように共通電極には第 2 の電圧 (low レベル) が印加され

50

る。また、領域 a に対応する画素電極にのみ第 1 の電圧 (high レベル) が印加され、背景の領域 b に対応する画素電極には第 2 の電圧 (low レベル) が印加される。これにより、図 5 (a) に示すように領域 a においてのみ正に帯電した黒い電気泳動粒子が共通電極側に移動し、「H」の文字が表示される。「H」の文字の書き込み後は、共通電極と全ての画素電極に第 2 の電圧 (low レベル) が印加され、表示内容が保持される。

【0020】

次に、図 3 (b) の状態では、表示画像を変更する前に表示部全体を白表示にして画像を消去している。画像消去時には、図 4 に示すように共通電極に第 1 の電圧 (high レベル) を印加し、全ての画素電極に第 2 の電圧 (low レベル) を印加する。これにより、図 5 (b) に示すように領域 a で黒い電気泳動粒子が画素電極側に移動し、表示部全体が白になる。

10

【0021】

この時、図 3 (b) に示すように、領域 b よりも領域 a の方が反射率の低い白、すなわち灰色に近い白になって残像を形成している。これは、領域 a と領域 b では電気泳動粒子の初めの分布状態が異なっていたにもかかわらず、領域 a と領域 b に同じ電界を同じ時間印加したため、電気泳動粒子の移動量に差がでて階調に僅かな差が出たためである。

【0022】

ここで、電気泳動粒子の移動量 D は、黒い電気泳動粒子の移動度を μ_B 、白い電気泳動粒子の移動度を μ_W 、電界強度を E 、黒い電気泳動粒子を表示側 (ここでは共通電極側) に移動させるための電圧印加時間を T_B 、白い電気泳動粒子を表示側に移動させるための電圧印加時間を T_W とすると、以下の数 1 に示す式で表すことができる。

20

【数 1】

$$D = \int_0^{T_W} \mu_W E(t) dt = \int_0^{T_B} \mu_B E(t) dt$$

電気泳動粒子の移動度とは、電気泳動粒子にある強さの電界を一定時間印加したときの電気泳動粒子の移動距離である。電気泳動粒子の電界中での移動度は、電気泳動粒子の持つ電荷や、重さ、電気泳動粒子が分散している溶媒の粘度等によって決まる。

30

【0023】

次に、図 3 (c) の状態では、表示部に、第 1 の階調 (白) の背景上に第 2 の階調 (黒) で「I」の文字が表示されている。ここで「I」の文字の領域を領域 c とする。「I」書き込み時には、図 4 に示すように共通電極には第 2 の電圧 (low レベル) が印加される。また、領域 c に対応する画素電極に第 1 の電圧 (high レベル) が印加され、それ以外の領域に対応する画素電極には第 2 の電圧 (low レベル) が印加される。これにより、図 5 (c) に示すように領域 c においてのみ正に帯電した黒い電気泳動粒子が共通電極側に移動し、「I」の文字が表示される。

【0024】

この時、図 3 (c) に示すように、前に表示された文字「H」の部分が薄い灰色の残像として残ってしまう。このように画像切り替え時に発生する残像を消去時残像という。

40

【0025】

「I」の文字の書き込み後は、図 5 (d) に示すように共通電極と全ての画素電極に第 2 の電圧 (low レベル) が印加され、図 3 (d) に示すように表示内容が保持される。

この時、図 3 (d) の状態では、図 3 (c) の状態に比べて領域 b が反射率の低い白、すなわち灰色に近い白になっている。これは、電気泳動素子に繰り返し電圧を印加することによって起こる経時的残像によるものである。

【0026】

電気泳動素子のある部分に繰り返し同じ電圧を印加して同じ階調を表示し続けると、電圧印加を遮断したときの電気泳動粒子の保持特性が低下する。電気泳動粒子の保持特性が

50

低下すると、図5(d)に示すように電気泳動素子に電界をかけない時に電気泳動粒子が僅かに移動し、画像のコントラストが悪くなる場合がある。

すなわち、白を表示している領域で、白を書き込む電圧を印加し続けると、電圧をけなくなったときに反射率の低い白、すなわち灰色に近い白になってしまう。

【0027】

図5(b)の状態では、領域bに対応する電気泳動素子は、領域aに比べて白を書き込む電圧の印加が過剰である。このような電圧印加を繰り返すと、電圧印加を遮断したときの領域bの電気泳動粒子の保持特性が低下していき、図3(d)に示すように領域bに経時的残像が発生するようになる。

【0028】

このような経時的残像は、数十分～数時間おきにリフレッシュのための電圧印加を行うことにより解消されるが、頻繁なリフレッシュ動作は消費電力の増大につながるという問題がある。

【0029】

次に、本発明による電気泳動表示装置10の表示画像変更時の動作について説明する。

図6は本発明の実施の形態1による電気泳動表示装置の残像を説明する図である。図7は本発明の実施の形態1による電気泳動表示装置のコントローラによる共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートである。また、図8は本発明の実施の形態1による電気泳動表示装置の表示画像変更時の動作を模式的に示した図である。

比較例との違いは、変更前の画像(第1の画像)「H」から変更後の画像(第2の画像)「I」へ書き替える間の消去時間(切り替え期間)における制御方法である。

【0030】

図6(b)の状態と図3(b)の状態を比較すると、表示画像を変更する前に表示部全体を白表示にして画像を消去している点は同様であるが、図4と図7を比較して分かるように、領域bの画素電極と領域cの画素電極に印加される電圧が異なっている。図4および図5(b)に示すように、比較例では全ての画素電極に第2の電圧(lowレベル)が印加されるが、図7および図8(b)に示すように、電気泳動表示装置10では領域bの画素電極と領域cの画素電極には第1の電圧(highレベル)が印加され、領域aの画素電極にのみ第2の電圧(lowレベル)を印加する期間(第1の期間)が設けられている。

【0031】

領域bと領域cについては「H」の表示期間中から白表示されているため、消去時にさらに白表示にするための電圧印加を行うと、白表示のための電圧印加が過剰になってしまう。上述したように、このような電圧印加を繰り返すと、電圧印加を遮断したときの領域bの電気泳動粒子の保持特性が低下していき、図3(d)に示すように領域bに経時的残像が発生するようになる。

このため、実施の形態1では、領域aにのみ電位差が発生するように電圧を印加し、電気泳動粒子の電圧遮断後の保持特性の低下による残像を軽減している。

【0032】

図9は、本発明の実施の形態1による電気泳動表示装置10のコントローラ300による共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートである。

図9の例では、消去時間において、領域aの画素電極と共通電極の間にのみ電位差を与えることにより表示部全体を白表示にした後、共通電極に第2の電圧(lowレベル)を印加し、全画素電極に第1の電圧(highレベル)を印加することにより表示部全体を黒表示する期間(第2の期間)、その後、逆に共通電極に第1の電圧を印加し、全画素電極に第2の電圧を印加することにより表示部全体を白表示する期間(第3の期間)を設けている。

【0033】

図10は、図2に示す画素回路を用いて、消去時間に図7に示すような駆動を行ったと

10

20

30

40

50

きの画素電極にかかる電圧を詳しく説明する図である。図中、COMは共通電極の電圧、Scan、Dataはそれぞれ走査線信号、およびデータ線信号、 v_a 、 v_b はそれぞれ領域aおよび領域bの画素電極の電圧、 $v_a - COM$ 、 $v_b - COM$ はそれぞれ共通電極から見た領域aおよび領域bの画素電極の電位である。

【0034】

図に示すように、共通電極を第1の電圧(highレベル)にしたとき、画素電極は常に以下の式で表される電位 v を有している。

$$v = C_{epd} \cdot V / C_{epd} \cdot C_s$$

ここで、 V はTFT103がオン状態の時に画素電極にかかる電圧、 C_{epd} は画素容量、 C_s は保持容量である。

10

【0035】

このように、画素電極には常に電圧 v がかかっているため、結果的に白表示のための電圧印加が過剰になる。なお、ここで、領域aと領域bでの白表示のための電圧印加の過剰分はそれぞれ図中の面積1、面積2で表される。面積1および面積2は共に、 $-C_s \cdot V / C_{epd} \cdot C_s$ で表され等しくなっている。

この過剰分を補正するため、図9に示すように、第1の期間の後に、共通電極に第2の電圧(lowレベル)を印加し、全画素電極に第1の電圧(highレベル)を印加することにより表示部全体を黒表示する第2の期間と、共通電極に第1の電圧を印加し、全画素電極に第2の電圧を印加することにより表示部全体を白表示する第3の期間を設け、第1の期間における白表示のための電圧印加の過剰分を相殺して補正する。

20

【0036】

このとき、図11に示すように、回路シミュレータ等をつかって過渡解析を行うことにより第2の期間と第3の期間を決定するのが望ましい。

以下に、TFT103のオン電流 I_{on} を、オフ電流 I_{off} を一定とした場合の概算値を示す。

第1の期間後の白表示のための電圧印加の過剰分は、数2に示される式で表される。

【数2】

$$\int v(t) = \frac{C_{epd}}{C_{epd} C_s} VT_1 - \frac{1}{2} \left(\frac{C_{epd}}{C_{epd} C_s} V \right)^2 \frac{C_s + C_{epd}}{I_{off}}$$

30

ここで、 T_1 は第1の期間の長さである。第2の期間の長さを T_2 、第3の期間を T_3 とすると、以下の関係が成り立つ。

【数3】

$$\frac{C_{epd}}{C_{epd} C_s} VT_1 - \frac{1}{2} \left(\frac{C_{epd}}{C_{epd} C_s} V \right)^2 \frac{C_s + C_{epd}}{I_{off}} - VT_2 + VT_3 = 0$$

40

【0037】

図12は、本発明の実施の形態1による電気泳動表示装置10のコントローラ300による共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートである。

図12の例では、消去時間において、変更後の画像を表示させる直前に全白(第1の階調)表示を行うため、共通電極に第1の電圧(highレベル)を印加し、全画素電極に第2の電圧(lowレベル)を印加する点は図6の例と同じである。

【0038】

50

図 1 2 の例では、消去時間において、短い時間で全白表示と全黒表示を繰り返し行う第 4 の期間を設けている。全白表示と全黒表示の繰り返しは、1 ミリ秒 ~ 1 0 ミリ秒程度の周期で行うのが適当である。

【 0 0 3 9 】

図 1 2 に示す例のように、短い時間で全白表示と全黒表示を繰り返すことにより、分散媒中で電気泳動粒子がよく攪拌され、消去時残像、および経時的残像の軽減を図ることができる。

【 0 0 4 0 】

電子機器

図 1 3 は、本発明の電気泳動表示装置を適用した電子機器の具体例を説明する斜視図である。図 1 3 (A) は、電子機器の一例である電子ブックを示す斜視図である。この電子ブック 1 0 0 0 は、ブック形状のフレーム 1 0 0 1 と、このフレーム 1 0 0 1 に対して回動自在に設けられた (開閉可能な) カバー 1 0 0 2 と、操作部 1 0 0 3 と、本発明の電気泳動表示装置によって構成された表示部 1 0 0 4 と、を備えている。

10

【 0 0 4 1 】

図 1 3 (B) は、電子機器の一例である腕時計を示す斜視図である。この腕時計 1 1 0 0 は、本発明の電気泳動表示装置によって構成された表示部 1 1 0 1 を備えている。

【 0 0 4 2 】

図 1 3 (C) は、電子機器の一例である電子ペーパーを示す斜視図である。この電子ペーパー 1 2 0 0 は、紙と同様の質感および柔軟性を有するリライタブルシートで構成される本体部 1 2 0 1 と、本発明の電気泳動表示装置によって構成された表示部 1 2 0 2 を備えている。

20

【 0 0 4 3 】

例えば電子ブックや電子ペーパーなどは、白地の背景上に文字を繰り返し書き込む用途が想定されるため、消去時残像や経時的残像の解消が必要とされる。

なお、本発明の電気泳動表示装置を適用可能な電子機器の範囲はこれに限定されず、帯電粒子の移動に伴う視覚上の色調の変化を利用した装置を広く含むものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 4 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の電氣的な全体構成を示す図である。

30

【 図 2 】 図 2 は、電気泳動表示装置の各画素の構造を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、比較例の電気泳動表示装置の残像を説明する図である。

【 図 4 】 図 4 は、比較例の電気泳動表示装置の共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートである。

【 図 5 】 図 5 は、比較例の電気泳動表示装置の表示画像変更時の動作を模式的に示した図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の残像を説明する図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートの例である。

40

【 図 8 】 図 8 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の表示画像変更時の動作を模式的に示した図である。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の電気泳動表示装置の共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートの例である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、消去時間に図 7 に示すような駆動を行ったときの画素電極にかかる電圧を詳しく説明する図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、消去時間に図 9 に示すような駆動を行ったときの画素電極にかかる電圧を詳しく説明する図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、本発明の実施の形態 1 による電気泳動表示装置の電気泳動表示装置

50

の共通電極および画素電極へ印加する電圧の制御方法を示すタイミングチャートの例である。

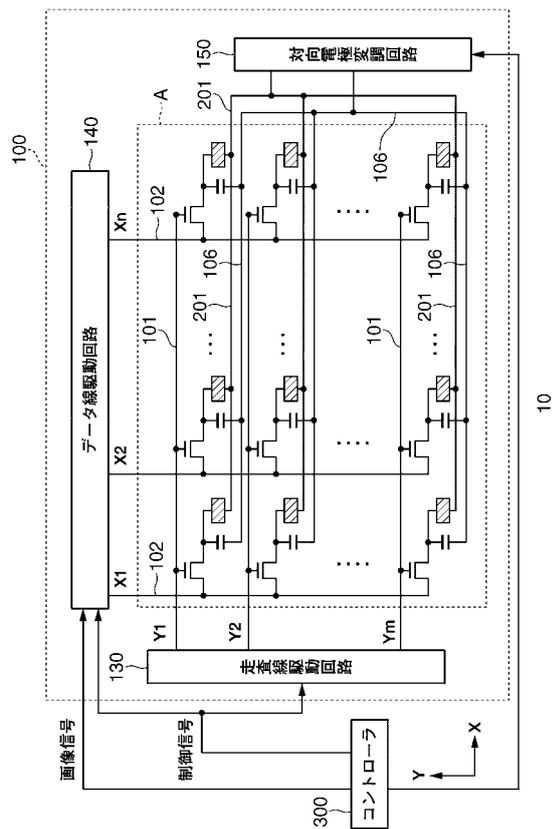
【図13】図13(A)~(C)は、本発明による電子機器の例を示した図である。

【符号の説明】

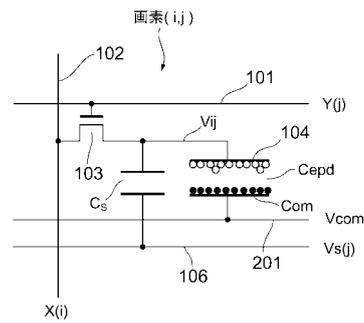
【0045】

10 電気泳動表示装置、100 素子基板、101 走査線、102 データ線、103 TFT、104 画素電極、106 保持容量線、130 走査線駆動回路、140 データ線駆動回路、150 対向電極変調回路、201 配線、300 コントローラ

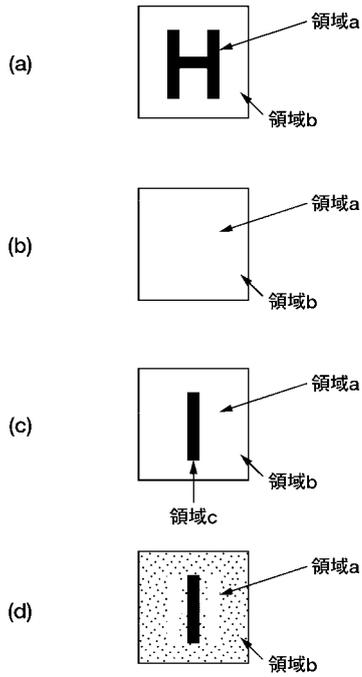
【図1】



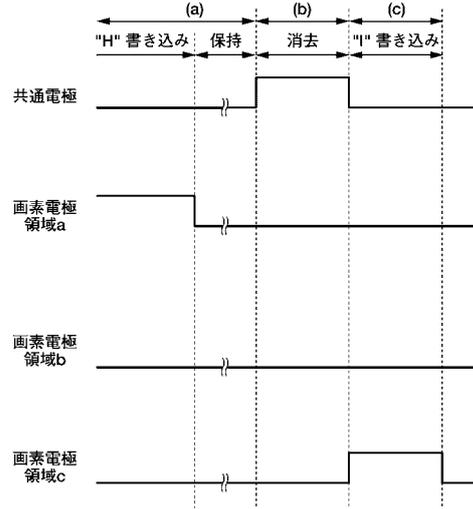
【図2】



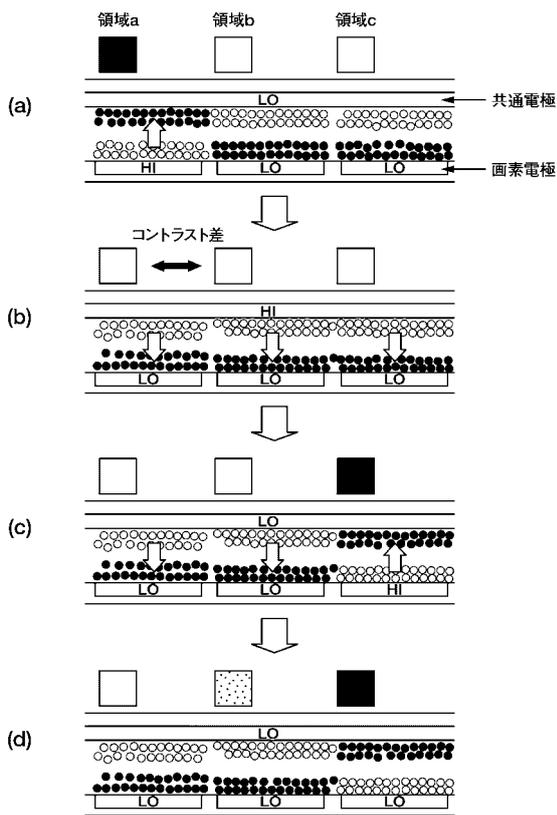
【 図 3 】



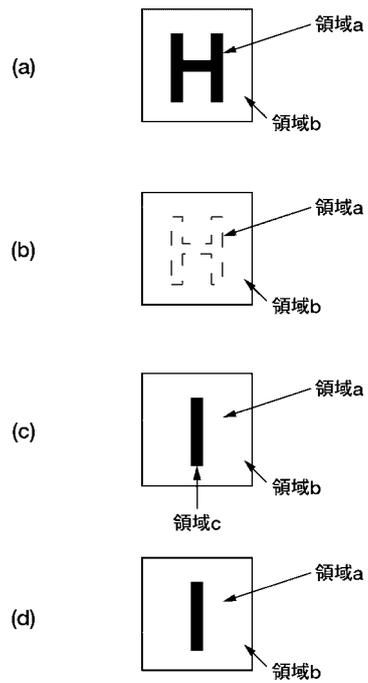
【 図 4 】



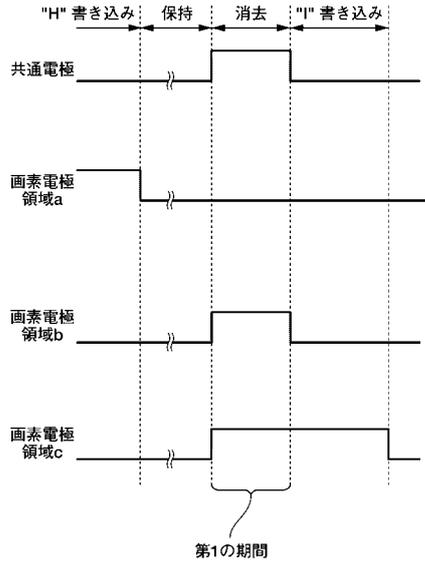
【 図 5 】



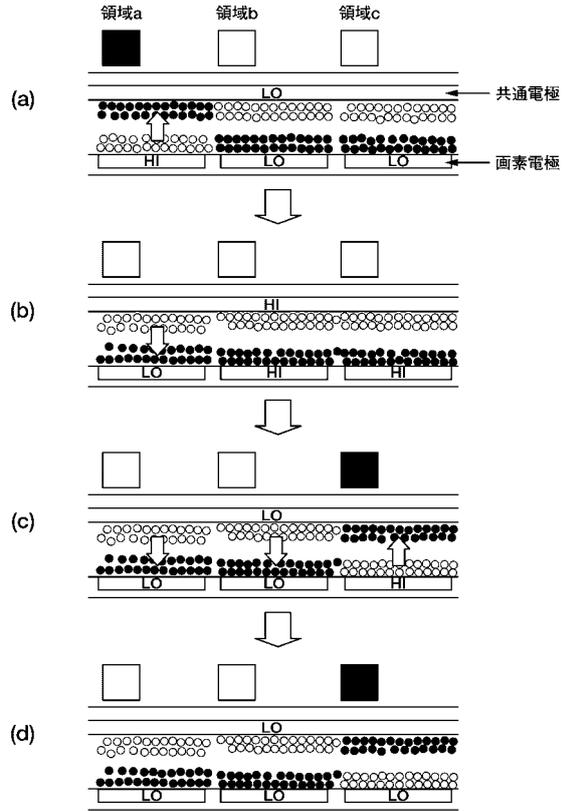
【 図 6 】



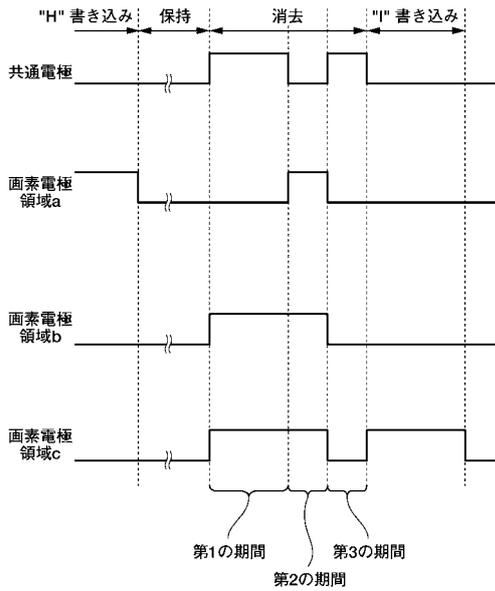
【図7】



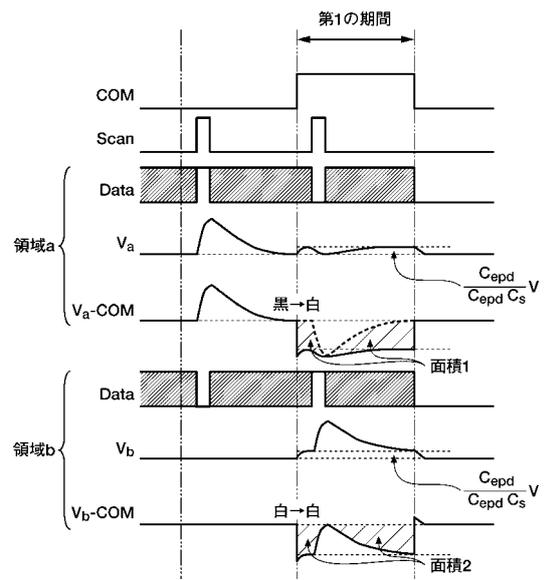
【図8】



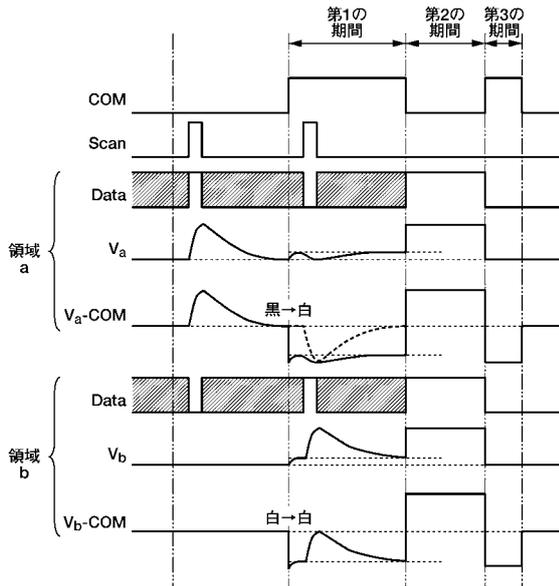
【図9】



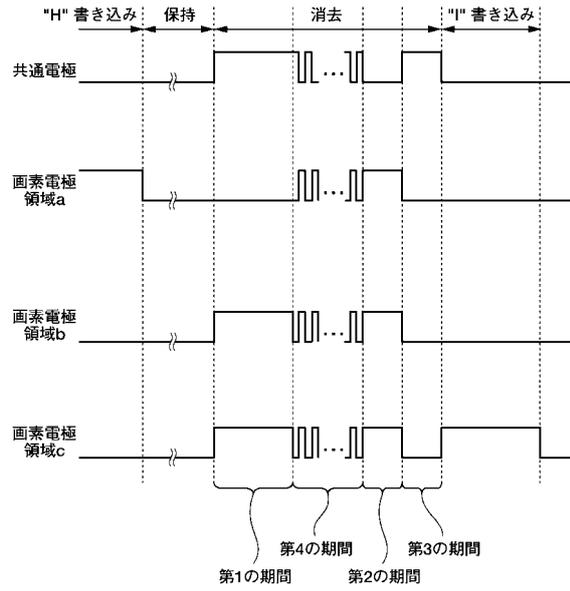
【図10】



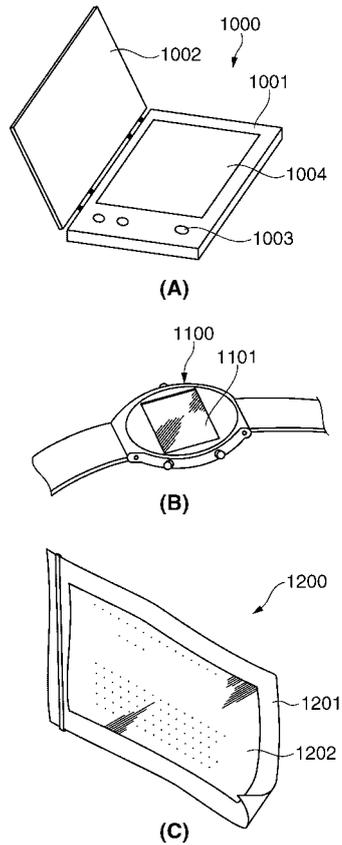
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005 - 115066 (JP, A)
特開2005 - 283820 (JP, A)
特開2003 - 307755 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/167