

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/108404 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/167 (2006.01) G09G 3/34 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053870
- (22) 国際出願日: 2011年2月22日(22.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-045060 2010年3月2日(02.03.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 大日本印刷株式会社(DAI NIPPON PRINTING Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 浜 秀雄(HAMA Hideo) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 本多 浩之(HONDA Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 大木 康宏(OOKI Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1628001 東

京都新宿区市谷加賀町一丁目一番一号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

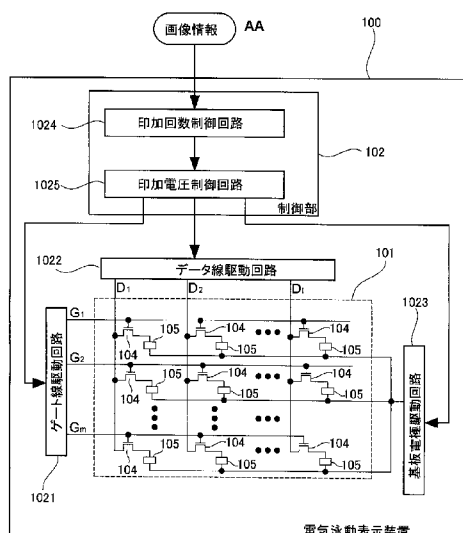
- (74) 代理人: 特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ(Takahashi, Hayashi and Partner Patent Attorneys, Inc.); 〒1440052 東京都大田区蒲田5-24-2 損保ジャパン蒲田ビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: ELECTROPHORETIC DISPLAY DEVICE AND METHOD FOR DRIVING DISPLAY PANEL

(54) 発明の名称: 電気泳動表示装置及び表示パネルの駆動方法

[図1]



AA image information
100 electrophoretic display device
102 control unit
1021 gate wire drive circuit
1022 data wire drive circuit
1023 substrate electrode drive circuit
1024 application frequency control circuit
1025 application voltage control circuit

(57) Abstract: Provided is an electrophoretic display device which comprises: a display panel comprising a plurality of transistors, in which gate electrodes of each of the plurality of transistors are connected to any of a plurality of gate wires, and either a source electrode or a drain electrode is connected to any of a plurality of data wires, while the other of the source electrode and the drain electrode is connected to one of two pixel electrodes for holding an electrophoretic display material therebetween; and a control unit for applying, in one frame period, a voltage pulse between the pixel electrodes corresponding to pixels in an image to be displayed on the display panel, the voltage pulse being applied with a frequency that corresponds to the brightness level of the pixels.

(57) 要約: 複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が電気泳動表示材料を挟持するための2つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルと、1フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の電圧パルスを実行する前記画素に対応する前記画素用電極間に印加する制御部と、を有する電気泳動表示装置を提供する。



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, —
NE, SN, TD, TG).

補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19
条(1)）

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明 細 書

発明の名称：電気泳動表示装置及び表示パネルの駆動方法

技術分野

[0001] 本発明は、電気泳動表示材料を用いる電気泳動表示装置及び電気泳動表示材料を用いる表示パネルの駆動方法などに関する。特に、電気泳動表示材料を用いて中間階調表示が可能な電気泳動表示装置及び電気泳動表示材料を用いる表示パネルの駆動方法などに関する。

背景技術

[0002] 溶媒中に帯電粒子を分散させた電気泳動表示材料を電極間に挟持し、電極間に電界を発生させることにより、帯電粒子を移動させ、表示を行う電気泳動表示装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] このような電気泳動表示装置は、電子ペーパーなどのための反射型表示装置として用いることができる。そして、このような電気泳動表示装置は、液晶を用いた表示装置に比べて視野角が広く、また、メモリー性が安定に得られることから消費電力が小さいなどの特長を有している。この特長を利用して、電気泳動表示装置は、例えば、電子値札等の表示装置、POP（Point of purchase advertising）広告などを交通機関、店頭、公共施設などの場所で情報を表示するデジタルサイネージ用の表示装置、さらに最近市場が急拡大している通信機能を用いて書籍の内容を電子的なコンテンツとして取り込んで表示を行う電子ブックリーダーなどに応用がされている。

[0004] 一般的に、書籍には挿絵や写真などが含まれ得る。また、広告などの表示を行なう場合には、写真の映像情報を表示する場合もある。このため、電気泳動表示装置は、文字のような白黒2値の画像の表示のみならず、中間階調の画像の表示を行う必要がある。

[0005] 中間階調の表示は、液晶表示装置の分野ばかりでなく電気泳動表示装置の分野でも、上述のとおり必須の表示形態であるが、一般的にはパルス幅変調方法や電圧変調方式などが知られている（例えば非特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-139738号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：R. Zehner, K. Amundson, A. Knaiian, B. Zion, M. Johnson and G. Zhou: SID '03 Symp. Digest, 126-129 (2002)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 電気泳動表示装置において、薄膜トランジスタなどを用いてアクティブマトリックス駆動を行なおうとする場合、電気泳動表示材料の体積抵抗率が小さいと、薄膜トランジスタをオン状態にして供給された電荷が、薄膜トランジスタをオフ状態にした後に電気泳動表示材料中を通じてリークするために、良好な白黒コントラスト及び中間階調による画像の書き込みが十分できないという問題があることが本願発明者により見出された。したがって、従来知られている階調表示方法が必ずしも有効に使用できないという問題がある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の目的の一つは、電気泳動表示材料のリーク電流が大きい場合に画像の書き込みが十分できないという課題を解決し、新規な中間階調表示装置および表示パネルの駆動方法を提供することにある。

[0010] 本発明の一実施形態として、複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が電気泳動表示材料を挟持するための2つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルと、1フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数

電圧パルスを前記画素に対応する前記画素用電極間に印加する制御部と、を有する電気泳動表示装置について開示を行なう。

- [0011] また、本発明の一実施形態として、複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が電気泳動表示材料を挟持するための２つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルの駆動方法であって、１フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の書込電圧パルスを前記画素に対応する前記画素用電極間に印加することを特徴とする、表示パネルの駆動方法について開示を行なう。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、電気泳動表示装置を用いて、白黒コントラストを用いた表示とともに、中間階調を用いた表示を行うことができる。特に、電気泳動表示材料を通じてリークする電流が大きいため薄膜トランジスタ等を介して駆動電源から供給される電荷が減少し、従来において画像書込みを十分行なえずに中間調表示を得ることができない場合であっても、良好な中間調表示を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の実施形態１に係る電気泳動表示装置の機能ブロック図である。
[図2]本発明の実施形態１に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおけるゲート線とデータ線との交叉部分の模式図と断面図である。
[図3]本発明の実施形態１に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおける画素の模式図である。
[図4]本発明の実施形態に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおける画素要素の等価回路図である。
[図5]本発明の実施形態に係る電気泳動表示装置の電気泳動表示材料の体積抵抗率と保持時間との関係を示す図である。

[図6] 本発明の実施形態に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおける保持電圧の時間変化の一例を示すグラフである。

[図7] 本発明の実施形態 1 に係る電気泳動表示装置において画素の明度に応じて電圧を印加する回数を算出する処理を説明するための図である。

[図8] 本発明の実施形態 1 に係る電気泳動表示装置の駆動の処理を説明するフローチャートである。

[図9] 発明の実施形態 1 に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおけるゲート線とデータ線に印加されるパルスのタイミングチャートである。

[図10] 本発明の実施形態 2 に係る電気泳動表示装置の機能ブロック図である。

[図11] 発明の実施形態 2 に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおけるゲート線とデータ線に印加されるパルスのタイミングチャートである。

[図12] 本発明の実施形態 3 に係る電気泳動表示装置の機能ブロック図である。

[図13] 本発明の実施形態 3 に係る電気泳動表示装置の表示パネルにおけるゲート線とデータ線に印加されるパルスのタイミングチャートである。

[図14] 本発明の一実施形態に係る電気泳動表示装置を実際に動作させた場合の反射率とコントラストの変化を示すグラフである。

[図15] 本発明の実施例 1 - 6 におけるゲート線、データ線及び画素要素の配置を示す図である。

[図16] 本発明の実施例 1 における電圧の印加を示す図である。

[図17] 本発明の実施例 2 における電圧の印加を示す図である。

[図18] 本発明の実施例 3 における電圧の印加を示す図である。

[図19] 本発明の実施例 4 における電圧の印加を示す図である。

[図20] 本発明の実施例 5 における電圧の印加を示す図である。

[図21] 本発明の実施例 6 における電圧の印加を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら実施形態

及び実施例として説明を行う。なお、本発明は以下に説明する実施形態及び実施例に限定されることはなく、その要旨を逸脱しない限り種々の変形を行なって実施することが可能である。

[0015] (実施形態 1)

図 1 は、本発明の実施形態 1 に係る電気泳動表示装置の機能ブロック図の一例を示す。電気泳動表示装置 100 は、表示パネル 101 と、制御部 102 とを備える。

[0016] 表示パネル 101 は、一对の基板の間に電気泳動表示材料が挟持された電気泳動表示パネルである。図 1 においては、表示パネル 101 には、表示パネル 101 のトランジスタ 104 が形成された基板にゲート線 G1、G2、…、Gm と、データ線 D1、D2、…、Dl とが配置されている。ゲート線 G1、G2、…、Gm の一端は、ゲート線駆動回路 1021 に接続され、それぞれに印加される電圧はゲート線駆動回路 1021 により制御される。また、データ線 D1、D2、…、Dl の一端はデータ線駆動回路 1022 に接続され、それぞれに印加される電圧はデータ線駆動回路 1022 により制御される。一方、表示パネル 101 の他方の基板には電極が形成されている（図示せず。）。以下では、この電極を以下では「基板電極」と呼ぶ。基板電極はブリッジ電極（図示せず。）を介して基板電極駆動回路 1023 に接続され、基板電極に印加される電圧は基板電極駆動回路 1023 により制御される。なお、基板の一方の側に形成される基板電極の数は、1 である必要はない。基板の一方を区分けして、その区分けに応じた数の基板電極を適宜、形成することができる。

[0017] 表示パネル 101 には、複数のトランジスタ 104 が配置されている。トランジスタ 104 は、ゲート線とデータ線との交叉位置に配置されている。トランジスタ 104 としては、例えば、Thin Film Transistor（薄膜トランジスタ）などが用いられる。トランジスタ 104 のゲート電極は、交叉位置に位置するゲート線に接続され、後述する画素要素 105 の画素電極が、トランジスタ 104 を介してデータ線に接続される。言

い換えると、ソース電極またはドレイン電極の一方が交叉位置に位置するデータ線に接続される。また、ソース電極またはドレイン電極の他方が画素要素 105 の一端の電極に接続されている。画素要素 105 の他端の電極（基板電極）は、基板電極駆動回路 1023 に接続されている。なお、画素要素 105 の一端の電極（画素電極）と、その電極に対向する他端の電極（基板電極）とを合わせて「画素用電極」という。1 組の画素用電極のそれぞれは、一对の基板の対向するそれぞれの面に形成され、その間に電気泳動表示材料が挟持される。したがって、画素用電極間に電圧を印加することにより、画素用電極により挟持される電気泳動表示材料に所定の電圧が印加される。なお、画素用電極が電気泳動表示材料と直接接触している必要はない。例えば、電気泳動表示材料がカプセルに封入され、そのカプセルが画素用電極間に配置されていてもよい。

[0018] 図 2（A）は、ゲート線とデータ線との交叉部分の拡大模式図の一例である。画素要素 105 の一端はトランジスタ 104 に接続されている。このトランジスタ 104 を介して画素要素 105 がデータ線 D1、D2、…、Dl のいずれかに接続される。ゲート線駆動回路 1021 によりゲート線に印加される電圧が制御され、トランジスタ 104 がオン状態になると、データ線駆動回路 1022 によりデータ線に印加される電圧と基板電極駆動回路 1023 により画素要素の他端に印加される電圧との差（以下、「書込電圧」という。）が、画素要素 105 に印加されることになる。トランジスタ 104 がオン状態となる期間（以下、「ゲート選択時間」という）は、ゲート線 G1、G2、…、Gm の個数（m）を考慮して設定することができる。一方、ゲート選択時間は前記トランジスタのキャリア移動度によっても制限される。キャリア移動度が高いほどトランジスタから高速にキャリアを画素電極に注入できるからである。一般的な非晶質シリコントランジスタの移動度は $0.6 \sim 0.8 \text{ cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ であるので、ゲート選択時間は 10 マイクロ秒程度まで短くできることが知られている。

[0019] 図 2（A）に示すように、画素要素 105 は、画素 201 と補助容量 20

2とを備えている。また、画素201と補助容量202とは、並列に接続されている。画素201は、2つの画素用電極と、画素用電極間に挟持される電気泳動表示材料とを用いて構成されている。補助容量202は、コンデンサである。補助容量202は、画素要素105の一端に接続されているトランジスタがオフ状態となり、画素要素105にデータ線の電圧が印加されない状態でも、画素201に所定の電圧を持続的に印加可能とするなどのために用いられる。なお、画素201がコンデンサとしても機能するなどの場合には、補助容量202は用いられない場合がある。

[0020] 図2(B)は、データ線に平行に表示パネルを切断した場合のトランジスタ104の断面の一例を示す。基板211上にソース／ドレイン電極214とドレイン／ソース電極215が形成されている。「ソース／ドレイン電極」、「ドレイン／ソース電極」は、一方の電極がソース電極として動作し、他方がドレイン電極として動作することを意味する。ソース／ドレイン電極214は複数のデータ線D1～D1のいずれかに接続され、ドレイン／ソース電極215は画素用電極の一方に接続される。

[0021] ソース／ドレイン電極214とドレイン／ソース電極215とは隔離されて形成され、また、その間の半導体薄膜にチャネル領域が形成される。ソース／ドレイン電極214とドレイン／ソース電極215とチャネルとの上に絶縁膜212が積層され、チャネル領域上にゲート電極216が形成される。ゲート電極216は複数のゲート線G1～Gmのいずれかに接続される。

[0022] ソース／ドレイン電極214とドレイン／ソース電極215とチャネル領域とゲート電極の上には絶縁保護層213が形成され、その上に画素用電極の一方が形成される。なお、図2(B)では、薄膜トランジスタの構造は、ゲート電極がチャネル領域に対して上側に配置されているトップゲート型となっている。しかし、薄膜トランジスタの構造はトップゲート型に限定されることはなく、ゲート電極がチャネル領域に対して下側に配置されているボトムゲート型であってもよい。また、薄膜トランジスタは、非晶質シリコンなどのシリコン系薄膜トランジスタや酸化物薄膜トランジスタ、あるいは、

有機薄膜トランジスタであってもよい。

[0023] また、基板 2 1 1 に対向する基板 2 1 7 には、画素用電極の他方である基板電極 2 1 8 が形成される。基板電極 2 1 8 は、基板電極駆動回路 1 0 2 3 に接続される。また、画素用電極間 2 1 9 には、電気泳動表示材料が配置され封止される。これにより電気泳動表示材料が 2 つの画素用電極により挟持されることになる。

[0024] 図 3 (A) 及び図 3 (B) は画素 2 0 1 の断面の模式図である。図 3 (A) 及び図 3 (B) において、例えば、画素用電極 3 0 1 が基板電極駆動回路 1 0 2 3 へ接続され、画素用電極 3 0 2 がトランジスタ 1 0 4 のドレイン／ソース電極 2 1 5 に接続される（画素用電極 3 0 1 がトランジスタ 1 0 4 のドレイン／ソース電極 2 1 5 に接続され、画素用電極 3 0 2 が基板電極駆動回路 1 0 2 3 へ接続されてもよい。）。また、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との間には、電気泳動表示材料が挟持され保持されている。また、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との少なくとも一方は透明な電極であり、表示パネル 1 0 1 の外部より電気泳動表示材料が視認可能となっている。例えば、ドレイン／ソース電極 2 1 5 に接続されていない画素用電極およびそれが形成された基板（図示せず）が透明となる。

[0025] 電気泳動表示材料は、複数の帯電粒子を液体などの溶媒に分散させたものである。複数の帯電粒子はそれぞれ黒、白などの色を有しており、同じ色の帯電粒子は同じ極性の電荷により帯電している。もし異なる色の帯電粒子が他に存在するならば、それらの異なる色の帯電粒子は、異なる極性の電荷により帯電している。したがって、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との間に書込電圧を印加し、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との間に電界を発生させると、この電界により、ある色の帯電粒子は、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との一方の側へ泳動して移動する。また、もし異なる色の帯電粒子が存在するならば、画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との他方の側へ泳動して移動することとなる。また、逆の向きの電界を画素用電極 3 0 1 と画素用電極 3 0 2 との間に発生させると、ある色の帯電粒子は、画

素用電極 301 と画素用電極 302 との他方の側へ泳動して移動する。もし異なる色の帯電粒子が存在するならば、画素用電極 301 と画素用電極 302 との一方へ泳動して移動することとなる。

[0026] 図 3 (A) と図 3 (B) とにおいて、例えば、画素用電極 301 およびそれが形成された基板（図示せず）が透明であるとする。帯電粒子 303 が黒色を有し、プラスの極性の電荷により帯電しているとする。また、帯電粒子 304 が白色を有し、マイナスの極性の電荷により帯電しているとする。画素用電極 301 と画素用電極 302 とに電圧を印加し、画素用電極 301 の電圧を画素用電極 302 の電圧よりも大きくすると、画素用電極 301 から画素用電極 302 の向きの電界が発生し、図 3 (A) に示すように、帯電粒子 303 が画素用電極 302 の側に移動し、帯電粒子 304 が画素用電極 301 の側に移動する。これにより、画素用電極 301 の側から電気泳動表示材料を見た場合、白色に見える。すなわち、画素用電極 301 が表示する画素が白く見えることになる。一方、画素用電極 302 の電位を画素用電極 301 の電位よりも大きくすると、画素用電極 302 から画素用電極 301 の向きの電界が発生し、図 3 (B) に示すように、帯電粒子 303 が画素用電極 301 の側に移動し、帯電粒子 304 が画素用電極 302 の側に移動する。これにより、画素用電極 301 の側から電気泳動表示材料を見た場合、黒色に見える。すなわち、画素用電極 301 が表示する画素が黒く見えることになる。

[0027] なお、図 3 では、黒色の帯電粒子 303 が画素用電極 302 の側に存在するときには、白色の帯電粒子 304 が画素用電極 301 の側に存在し、また、黒色の帯電粒子 303 が画素用電極 301 の側に存在するときには、白色の帯電粒子 304 が画素用電極 302 の側に存在するように示されている。しかし、帯電粒子の存在の態様は、これらの場合に限定されることはない。例えば、電圧を印加する条件によっては、黒色の帯電粒子 303 と白色の帯電粒子 304 とが、同一の電極の側に混在する場合もある。例えば、黒色の帯電粒子 303 と白色の帯電粒子 304 とが画素用電極 301 の側に位置す

る場合、画素用電極 301 の側から電気泳動表示材料を見た場合、灰色に見える場合もあり得る。

[0028] また、画素用電極 301 の側に存在する例えば白色を有する帯電粒子の数に応じて、画素用電極 301 の側から電気泳動表示材料を見た場合、どの程度の白色であるかが決定される。言い換えると、白色についての反射率が決定される。画素用電極 301 の側に存在する帯電粒子の数は、一般的には、画素用電極 301 と画素用電極 302 とに電圧が印加される前の帯電粒子の分布と、画素用電極 301 と画素用電極 302 とに印加された電圧の大きさ、時間とに依存する。したがって、電気泳動表示材料の、帯電粒子の色に対応する反射率が変化することになる。そこで、電気泳動表示材料の「応答時間」を、次のように定義する。すなわち、電気泳動表示材料を挟持する 2 つの電極の間に第 1 の直流電圧を印加して、一方の電極の側に表示される色を、第 1 色（例えば白色）に設定し、その後、第 1 の直流電圧を遮断する。そして、2 つの電極の間に電圧差がない状態を一定時間以上経過させた後、2 つの電極の間に第 2 の直流電圧を印加して、一方の電極の側に表示される色を、第 2 色（例えば黒色）に遷移させる。このとき、2 つの電極の間に挟持されている電気泳動表示材料の反射率が、前記第 2 の直流電圧の印加によって最大値または最小値をとるまでの時間を、「応答時間」という。ここに、反射率とは、電気泳動表示材料が表示する色の反射率をいう。換言すると、電気泳動表示材料の表示する色が、前記第 2 の直流電圧の印加により第 1 色から第 2 色に遷移するまでの時間を「応答時間」という。

[0029] 図 4 は、画素要素 105 の等価回路を表わす。すなわち図 4 は、図 2 と図 3 に示した画素 201 を、電気泳動表示材料による画素容量と電気抵抗との並列回路で表している。したがって、図 4 の等価回路に前記書込電圧を印加した後、トランジスタをオフ状態にすると、画素 201 の電気泳動表示材料には画素 201 又は補助容量 202 に蓄積された電荷による電圧（以下、「保持電圧」といい、「 V_H 」と表す。）が加わり、前記帯電粒子が移動し白又は黒の色表示が実現される。このような過渡現象は等価回路を用いて数値

的に解析することができる。それによると前記電気抵抗 R の大きさによって前記保持電圧の大きさが異なってくる。すなわち、前記保持電圧の大きさは、補助容量 202 （以下、「 C_s 」と表わす。）と画素の電気容量（以下、「 C 」と表わす。）の和と前記画素の電気抵抗（以下、 R と表す。）の積である減衰時間「 TCR 」

$$TCR = (C_s + C) \times R \quad (\text{式 } 1)$$

を用いて、

$$V_H = V_{H0} \times \exp(-t / TCR) \quad (\text{式 } 2)$$

と表すことができる。式2において「 V_{H0} 」は前記トランジスタをオフ状態にした直後の保持電圧の大きさであり、前記書込電圧にほぼ等しく、「 t 」は前記トランジスタをオフ状態にしたときを起点とした経過時間である。したがって、前記書込電圧も前記保持電圧も画素 201 に印加される電圧であるが、書き込み電圧がゲート選択時間の間、画素 201 に印加される電圧であるのに対して、保持電圧は前記トランジスタをオフ状態にしたときに画素 201 に印加される実効的な電圧である。前記減衰時間は、画素の電荷が前記電気泳動表示材料中をリークして流れる電流（以下、「リーク電流」という。）により消失する時間に対応している。したがって、式2にあるように、前記減衰時間が短いほど保持電圧（ V_H ）が短時間に減少することとなる。

[0030] 図5に示すように、経過時間 t が0のときは式2より V_H / V_{H0} は1となり、保持電圧は初期値となるが、例えば、経過時間 t が TCR のときには、 V_H / V_{H0} は0.37と小さくなり、さらに経過時間 t が $5 \times TCR$ のときにはほとんど0となるので、 $5 \times TCR$ 以上の時間では前記帯電粒子には保持電圧による電圧が全くかからず、それまでに帯電粒子の電界応答による泳動が終了していなければ、前記電気泳動表示パネルへの画像の書込みが十分にできないことになる。

[0031] したがって、前記減衰時間（ TCR ）の大きさが問題となる。一般的に、式1の電気抵抗 R は体積抵抗率 ρ を用いると、

$$R = \rho \times d / S \quad (\text{式 } 3)$$

と表すことができる。式2および式3において、 d は前記電気泳動表示材料の厚み、 S は前記画素電極の面積である。式3より前記体積抵抗率 ρ が大きいほど、前記減衰時間が大きくなるので、長時間一定の保持電圧が電気泳動表示材料に印加し続けることができる。

[0032] 前記保持電圧の大きさが所定の値（例えば、初期値の90%）を保持する時間（以下、「保持時間」という。）と体積抵抗率との関係を、式1～式3を用いて得た結果を図6に示す。

図6に示すように、体積抵抗率が一定値（例えば、 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ ）以上であれば、電気泳動表示材料の応答時間（例えば、400ミリ秒）と前記保持時間が同程度の大きさとなるので、応答時間の期間、保持電圧は所定の値以上に保たれることとなるので、例えば、1フレーム期間を応答時間にとればゲート線 G_1 、 G_2 、…、 G_m をフレーム期間中に1回のみ選択走査し、それに同期してそれぞれのデータ線に電圧を印加するという通常のアクティブマトリックス方式の駆動法によって、電気泳動表示パネルへの画像書き込みが十分できることになる。

[0033] この場合において、中間調表示は、画素容量と補助容量に蓄積する電荷量を制御することによって行なうことができる。電荷量の制御は、従来の方法である電圧変調方式又はパルス幅変調方式によって行なうことができる。

[0034] 一方、体積抵抗率(ρ)の大きさが $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下、特に $10^9 \Omega \text{ cm}$ 程度の値のときは、前記保持時間の大きさは1ミリ秒程度（図6）と、電気泳動表示材料の応答時間（例えば、400ミリ秒）と比べて著しく小さくなるので、応答時間のほとんどの期間、保持電圧はほぼ0となる。したがって、1フレーム期間を応答時間（例えば、400ミリ秒）にとっても、前記ゲート選択時間は応答時間よりも短く（例えば100マイクロ秒）になるので、ゲート線 G_1 、 G_2 、…、 G_m を1フレーム期間中に1回のみ選択走査し、それに同期してそれぞれのデータ線に電圧を印加するという通常のアクティブマトリックス方式の駆動法によっては、電気泳動表示パネルへの画像書き込み

が十分できないことになる。さらに、体積抵抗率が、例えば、 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下と小さいために前記保持電圧が応答時間内に減少すると、白表示の明度レベルを制御すること自体が困難となる。このため、前記電圧変調方式又はパルス幅変調方式による階調の制御ができないこととなる。

[0035] 本発明の一実施形態によれば、1画面の画像を表示終わるのに必要な時間である1フレーム期間をゲート線G1、G2、…、Gmの順に電圧パルスを印加するという操作を複数回（n回）行なう時間にとれば、ゲート線G1、G2、…、Gmの選択に同期して前記画素201に電圧パルスを印加すれば画素201に電圧が印加される回数に応じて画素に電荷が継続的に供給されるので、明度レベルを制御できるようになる。したがって、体積抵抗率が小さい（例えば、 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下）場合であっても1フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の書込電圧を前記画素用電極間に印加し明度レベルを制御できるようになるので、体積抵抗率が小さい（例えば、 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下）場合であっても、前記電圧変調方式又はパルス幅変調方式の階調を用いずに中間調表示を行なうことができるようになる。

[0036] 本発明の一実施形態にかかる電気泳動表示材料の体積抵抗率は $10^7 \Omega \text{ cm}$ 以上 $10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以下が好ましい。体積抵抗率が $10^7 \Omega \text{ cm}$ 未満であると前記リーク電流が大きく、そのため前記保持時間が短くなるので、十分な白黒表示コントラストが得られない。また、体積抵抗率が $10^{12} \Omega \text{ cm}$ より大きいと、上述のとおり、前記リーク電流が小さいために通常の電圧変調方式又はパルス幅変調方式の階調制御方法が有効に使用できるからである。

[0037] 本発明の一実施形態においては、例えば、所定の色の反射率を最小または最大の状態、あるいは所定の値にしておき、画素用電極301と画素用電極302との間に前記書込電圧が印加される回数に応じて、色の反射率を制御することが可能となる。本実施形態の特徴の一つは、応答時間の長さをよりも短い時間の電圧の印加を繰り返す回数を制御することにより、例えば白色反射率などを制御することである。なお、書込電圧の印加開始から印加終了

までの電圧の変化を「書込電圧パルス」という。通常は、書込電圧パルスの時間に対する電圧の大きさは方形となることが好ましいが、電圧発生回路などの動作によってはオーバーシュート、アンダーシュートなどにより、厳密な方形となっていない場合もある。書込電圧パルスのパルス幅は通常、上述したゲート選択時間となる。

[0038] また、前記画素用電極間に印加した電圧の履歴などを用いて、各画素の色の反射率などが算出されていれば、その色の反射率などと、次の時点において各画素が有すべき色の反射率などを用いて、画素用電極間に書込電圧パルスを印加すべき回数を算出し、書込電圧の印加を行うこともできる。

[0039] なお、画素用電極 301 と画素用電極 302 との一方が画素に対応する画素電極であり、画素用電極 301 と画素用電極 302 との他方がその画素に対応する基板電極である。一般的には、基板電極は透明であり、基板電極の上方から画像を見ることができる。また、画素電極はトランジスタ 104 に接続される場合が多い。また、基板電極は基板電極駆動回路 1023 に接続される場合が多い。したがって、ゲート線 G1、G2、…、Gm 及びデータ線 D1、D2、…、Dl の電圧を制御することにより、個々の画素要素ごとに画素電極に異なる電圧が印加可能である。一方、基板電極には共通の電圧が印加されることになる。なお、全ての基板電極に、共通の電圧が印加されることは必須ではない。例えば、複数の基板電極が個形成される場合には、基板電極それぞれに異なる電圧を印加することができる。

[0040] 制御部 102 は、1 フレーム期間に、表示パネル 101 に表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の書込電圧パルスを前記画素に対応する前記画素用電極間に印加する。

[0041] 「1 フレーム期間」とは、1 枚の静止画を表示パネル 101 に表示する制御を行なう期間である。本発明の一実施形態においては、1 枚の静止画を表示するために、ゲート線 G1～Gm の選択が所定の回数、行なわれる。ゲート線 G1～Gm の選択が連続して所定の回数行なわれるのに要する時間が 1 フレーム期間となる。言い換えると、「1 フレーム期間」とは、一つの画像

を表示するために、画像書込の処理が開始されてから終了するまでの期間である。すなわち、ゲート線 G 1、G 2、…、G m がそれぞれ所定の回数 (n) である複数回選択される期間である。言い換えると、トランジスタ 104 をオン状態にさせる電圧のパルスがゲート線 G 1、G 2、…、G m に印加される総数が $m \times n$ となるまでに要する時間であり、前画像等を消去する時間や全画素をほぼ同時に選択して所定の処理を行う時間は含まれない。また「一つの画像」とは、表示パネル 101 を用いて表示すべき画像である。通常は、一つの静止画像である。

[0042] 「画像の画素の明度レベル」は、画像を表示パネル 101 に表示する際の、表示パネル 101 の各画素位置の明るさのレベルである。例えば、画素情報が画素ごとの明るさに 8 ビットを用いて画像を表現している場合には、0 から 255 までの明るさのレベルが存在する。

[0043] 「画像の画素の明度レベルに応じた回数」とは、電気泳動表示材料が例えば白色から黒色との範囲を表示可能である場合、1 フレーム期間の開始時に表示パネル 101 の画素の色が白色であるときには、画像の画素の明度が小さいほど多くなる。また、1 フレーム期間の開始時に表示パネル 101 の画素の色が黒色であるときには、画素の明度が大きいほど多くなる。「画像の画素の明度」とは、画像の画素の明るさをいう。例えば、画像の画素の色を色相、明度、彩度で表現した場合の明度である。

[0044] 制御部 102 の構成の一例としては、次に説明される印加電圧制御回路 1025 と印加回数制御回路 1024 とにより構成する例がある。

[0045] 印加電圧制御回路 1025 は、前記複数のゲート線と前記複数のデータ線とにより電圧パルスを発生させて画素用電極間に印加する回路である。

[0046] 制御部 102 (印加電圧制御回路 1025) は、基板電極駆動回路 1023 に基板電極の電圧を例えば 0 V に設定させ、ゲート線駆動回路 1021 にゲート線 G 1、G 2、…、G m にトランジスタ 104 をオン状態にさせる電圧のパルスを順次印加させ、データ線駆動回路 1022 には、ゲート線によりパルスが印加されるトランジスタのソース電極またはドレイン電極に電圧

パルスを印加させ、画素用電極 301 と画素用電極 302 との間に所定の大
きさの書込電圧パルスを印加させる。例えば 1 フレーム期間を応答時間にと
ることができる。このときゲート選択時間は、応答時間よりも短いこととな
る。例えば、ゲート選択時間は、0 より大きく、かつ、応答時間を $n \times m$ の
値で除算した時間の長さ以下とすることができる。ここに、 $n \times m$ は、1 フ
レーム時間の間にゲート線が選択される回数である。また、1 フレーム期間
は応答時間より長くとることもでき、短くとることも可能である。基板電極
の電圧は一定値（例えば 0 V）とすることもできるし、交番電圧などのよう
に時間に応じて変動することもできる。

[0047] 表示パネル 101 に表示すべき画像の、ゲート線 G1 とデータ線 D1 と
の交叉位置の画素に、例えば、基板電極の側から見て、黒色あるいはそれに
近い色を表示すべき場合には、ゲート線 G1 に電圧パルスが印加される時
、データ線駆動回路 1022 は、データ線 D1 に接続された画素の画素電極
から黒色の帯電粒子を遠ざける電圧パルスを印加する。黒色の帯電粒子 303
が正の電荷により帯電していれば、画素電極に、基板電極の電圧よりも高
い電圧が印加されるように、データ線 D1 に高い電圧を印加する。例えば、
画素電極の電圧が 0 V であれば、正の電圧（例えば 15 V）をデータ線 D1
に印加する。また溶媒の色が黒色で、帯電粒子が白色であれば、帯電粒子を
基板電極から遠ざける電圧を印加することになる。

[0048] 印加回数制御回路 1024 は、1 フレーム期間に、画像の画素の明度レベ
ルに応じた回数の前記電圧パルスを前記画素に対応する前記画素電極に印加
する。

[0049] なお、画像は、基板電極が形成されている基板上に所定の方法でカラーフ
ィルターを形成し、前記中間調表示を利用してフルカラー表示を行なうこと
もできる。また、前記帯電粒子は、黒色帯電粒子に限定されず、例えば赤色
帯電粒子など任意の色の帯電粒子を用いても良い。前記帯電粒子として例え
ば赤、青、緑等の各色の帯電粒子を用いることにより、表示パネルの一部ま
たは画素の一部を各色の帯電粒子を配置することにより、エリアカラーまた

はフルカラーの表示を行なうこともできる。

[0050] 図7は、制御部102（印加回数制御回路1024）が、取得した画像情報の画素の明度レベルに応じて、印加電圧制御回路1025に電圧パルスを印加させる回数を算出する一例を示す。電圧パルスを印加する前の状態においては、白色などの所定の色の反射率などが最小の状態にあり、電圧パルスを複数回印加することにより、その色の反射率などが徐々に上昇する。そこで、例えば、画素の明度レベルが0以上63以下であれば、印加電圧制御回路1025を用いて、対応する画素には、電圧を印加しない。また、64以上127以下であれば、印加電圧制御回路1025を用いて、対応する画素には1回電圧を印加する。また、128以上191以下であれば、印加電圧制御回路1025を用いて、対応する画素には2回の電圧を印加し、192以上225以下であれば、印加電圧制御回路1025を用いて、対応する画素には電圧を3回印加する、などのように電圧の印加回数を算出する。ただし、「電圧を印加しない」と記載したが、後に説明する実施例のように、色の反射率を実質的に変更しない電圧を印加する場合がある。

[0051] なお、上記の例では最大明度を得られる前記電圧の印加回数を説明の便宜上3回としたが、数十回から数百回程度のこともある。前記書込電圧の大きさ又は前記ゲート選択時間の長さによっても最大明度を得られる前記電圧の印加回数は変化する。例えば、ゲート選択時間は、ゲート線G1、G2、…、Gmを順次選択して電圧パルスを印加する繰返し回数をn回とすれば、1フレーム期間を $m \times n$ で割った値にとることができる。一例として、1フレーム期間を応答時間（例えば、400ミリ秒）にとり、ゲート線の数（m）を240、繰返し回数nを30としたときのゲート選択時間は約55マイクロ秒となる。なお、1フレーム期間を前記応答時間等に固定したときゲート選択時間は短いほどゲート線の本数を増やすことができるためより高精細な表示が可能となる。一般的に非晶質シリコントランジスタではゲート選択時間を前述のように10マイクロ秒程度まで短くとることができる。より移動度の大きい薄膜トランジスタ（例えば、多結晶シリコントランジスタ、酸

化物トランジスタ等）を用いることにより、前記ゲート選択時間をより短縮することもできる。また、ゲート線G 1、G 2、…、G mを順次選択して電圧パルス印加する繰返し回数（n）は最大明度を得られる前記電圧の印加回数に等しくするか又は大きくすることができる。例えば、前記繰返し回数が30回のとき、所定の明度を得られる前記電圧の印加回数が10回である場合には、前記繰返し回数30回のうち、電圧を10回印加し、残りの20回は電圧を印加しないようにすれば良い。また、上記例では4階調レベルを例示したが、任意の階調レベルに適用することができる。

[0052] また、色の反射率が最小の状態に無いときには、画素の明度レベルがその状態の反射率よりも小さいレベルである場合がある。この場合には、画素の明度レベルとそのレベルとの差に応じて、負の回数を算出することもできる。この場合、負の回数の絶対値が大きいと、色の反射率が小さくなるように画素用電極間に書込電圧を印加することにする。例えば、印加回数制御回路1024は、印加電圧制御回路1025を用いて、負の回数に対しては正の回数の電圧を印加するときの画素電極と基板電極との間の電位差と逆の電位差となるように画素電極と基板電極とに書込電圧を印加する。また、その際の印加回数は、負の回数の絶対値とすることが考えられる。具体的な例を挙げると、正の回数それぞれに対して、印加回数制御回路1024が、印加電圧制御回路1025を用いて、画素電極に15Vを印加し、基板電極に0Vを印加すると仮定した場合、負の回数として-3が算出されると、画素電極に0V、基板電極に15Vを印加することを3回行なう。

[0053] 図8は、本実施形態に係る電気泳動表示装置100により実行される処理の流れを説明するフローチャートの一例である。ステップS501において、画像を表わす画像情報を取得する。画像情報は、電気泳動表示装置100の外部から送信される場合や、電気泳動表示装置100の図示されていない記憶回路などから読出される場合もある。ステップS502においては、取得された画像情報が表わす画像の各画素の明度レベルを算出する。ステップS503において、算出された明度レベルを用いて、各画素に対応する画素

電極と基板電極との間に書込電圧パルスを印加する回数を算出する。ステップS505においては、印加電圧制御回路1025を用いて、各画素に対応する画素電極と基板電極とに、ステップS504に算出された回数の書込電圧パルスを印加する。

[0054] 図9は、ゲート線G1、G2、G3、…、Gmとデータ線D1、D2、…、Dlとに印加される電圧のタイミングチャートの一例を示す。図9においては、Tが1フレーム期間に対応している。Tをn分割した T/n の時間の間に、順次ゲート線G1、G2、G3、…、Gmが一回選択され、1個の書込電圧パルスが印加される。したがって、1フレーム期間の間に、各ゲート線がn回選択され、画素の明度レベルに応じて算出された回数の書込電圧パルスを画素電極と基板電極に印加する構成となっている。

[0055] 図9を参照すると、1回目の印加においては、 T/n の間に、ゲート線G1、G2、G3、…、Gmそれぞれは、パルスP11、P21、P31、…、Pm1が印加される。同様にn回目の印加においては、 T/n の間に、ゲート線G1、G2、G3、…、Gmそれぞれは、パルスP1n、P2n、P3n、…、Pmnが印加される。

[0056] また、データ線D1、D2、…、Dlそれぞれには、ゲート線G1にP11が印加される間、d111、d121、…、d1l1の電圧が印加され、ゲート線G2にP21が印加される間、d211、d221、…、d2l1が印加される。したがって、例えば、ゲート線G3とデータ線D2との交叉位置の画素について、k回または-k回の回数を印加回数制御回路1024が算出した場合には、d321、d322、d323、…、d32nのうち、k個のものが画素の反射率を変化させる電圧（例えば、kの符号に応じて15Vや-15V）となり、残りが画素の反射率を実質的に変化させない電圧（例えば、0V）となる。画素の反射率を変化させる電圧となるk個のものは、d321、d322、d323、…、d32nのうちの最初のk個であってもよい。あるいは、最後のk個であってもよい。あるいは、ランダムにd321、d322、d323、…、d32nの中からk個が選択されて

もよい。

[0057] なお、ゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G mの全てがそれぞれ 1 回選択され、次に連続してゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G mの全てがそれぞれ 1 回選択されてもよいし、ゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G mの全てがそれぞれ 1 回選択されてから所定の時間が経過した後に、次にゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G mの全てがそれぞれ 1 回選択されるようになっていてもよい。ゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G mの全てがそれぞれ 1 回選択される期間のことを「1 フィールド期間」という場合がある。

[0058] 図 9 を参照すると、1 フレーム期間である T の時間内に、各ゲート線を複数回選択されることになる。これは、通常のアクティブマトリックス駆動によって 1 フレーム期間に各ゲート線を 1 回選択するだけでは、電気泳動表示材料の体積抵抗率（例えば $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ ）が小さく、したがって電気泳動表示材料のリーク電流が大きくなる場合には、ゲート線選択時のデータ線から注入された電荷が減少し、電気泳動表示材料に印加される実効的な電圧（上述の保持電圧）が低下するからである。このため、反射率の変化が不十分となる。

[0059] 以上のように、本願発明者は、保持電圧に応じて電気泳動表示材料の反射率が変化する現象に着目し、各画素に対応する画素電極と基板電極との間に書込電圧を印加する回数に応じて保持電圧を大きくすることができることに想到し、中間階調の表示を行なうことができることを見出した。

[0060] 本実施形態では、表示すべき画素の明度レベルに応じた回数の書込電圧パルスが画素電極と基板電極との間（画素用電極間）に印加されるので、この印加回数に応じて、中間階調の明るさや種々の色の表示が可能となる。

[0061] （実施形態 2）

本発明の実施形態 2 として、制御部による書込電圧パルスの印加の前に、表示されている画像を消去するための電圧を印加する電気泳動表示装置について主に説明する。

[0062] 図 10 は、本発明の実施形態 2 に係る電気泳動表示装置の機能ブロック図

の一例を示す。電気泳動表示装置 700 は、表示パネル 101 と、制御部 701 とを備える。制御部 701 の構成の一例としては、画像消去回路 702 を有し、さらに印加電圧制御回路 1025 と、印加回数制御回路 1024 とを用いて構成する例がある。また、電気泳動表示装置 700 は、必要に応じて、印加電圧制御回路 1025 と、ゲート線駆動回路 1021 と、データ線駆動回路 1022 と、基板電極駆動回路 1023 とを備えていてもよい。従って、本実施形態に係る電気泳動表示装置は、実施形態 1 に係る電気泳動表示装置がさらに画像消去回路 702 を備える構成となっていると説明することができる。

[0063] 本実施形態においては、制御部 701 による書込電圧パルスの印加の前に、画素用電極間に、いずれかの極性の消去電圧が印加される。この場合、消去電圧は、画素用電極間の全てにほぼ同時に印加されるようになっていてもよい。このようにすると全画素の表示内容を一度に消去等でき消去電圧の印加時間を短縮できるからである。

[0064] 画像消去回路 702 と、印加電圧制御回路 1025 と、印加回数制御回路 1024 とが制御部 701 に備わっている場合には、印加回数制御回路 1024 による電圧の印加の前に、複数の画素に対応する画素電極と基板電極との間に電位差を生じさせる消去電圧を印加する。消去電圧により、いずれかの極性の電位差が画素電極と基板電極との間に生ずる。消去電圧による電位差の極性、大きさ及び印加時間は、消去電圧を印加した後の表示パネル 101 の画素全体における色の反射率をどのように設定するか依存して適宜設定される。

[0065] 例えば、消去電圧を印加した後に、画素全体を黒色にしたい場合、黒色の帯電粒子が正の電荷を帯電していれば、全ての画素電極よりも全ての基板電極の電位を低くするように、ゲート線駆動回路 1021、データ線駆動回路 1022、基板電極駆動回路 1023 を動作させる。例えば、基板電極駆動回路 1023 は 0 V を印加し、データ線駆動回路 1022 は、全てのデータ線に 15 V を印加し、ゲート線駆動回路 1021 は、全てのゲート線に、ト

ランジスタ 104 をオン状態にする電圧を印加する。これにより、全ての画素電極にほぼ同時に消去電圧が印加される。ゲート線駆動回路 1021 が、全てのゲート線に、トランジスタ 104 をオン状態にする電圧を印加する時間の長さは、応答時間以上とするのが好ましい。通常、消去電圧の印加時間が応答時間以上でないと前記帯電粒子が一方の電極（例えば、画素電極）から他方の電極にすべて移動することができないからである。ただし、消去電圧を印加する前の電圧の印加の状況によっては、トランジスタ 104 をオン状態にする電圧を印加する時間の長さは応答時間よりも短くしてもよい場合がある。

[0066] また、画像消去回路 702 は、消去電圧を 1 または複数回に分けて印加してもよい。例えば、100 ミリ秒ずつ 5 回の消去電圧の印加を 50 ミリ秒の時間間隔をあけて印加する。あるいは、500 ミリ秒の長さの消去電圧を印加する場合、250 ミリ秒の消去電圧を印加し、100 ミリ秒の電圧を印加しない時間があり、その後 250 ミリ秒の消去電圧を印加してもよい。あるいは、200 ミリ秒の消去電圧を印加し、電圧を印加しない時間を経過した後、200 ミリ秒より長い 300 ミリ秒の消去電圧を印加してもよい。あるいは、逆に最初に 300 ミリ秒の消去電圧の印加を行ない、電圧を印加しない時間を経過した後、200 ミリ秒の消去電圧を印加する。また、消去電圧を 1 または複数回に分けて印加する場合、消去電圧の印加の時間長の和は、応答時間以上が好ましい場合や、消去電圧を印加する前の電圧印加の状況などによっては、応答時間未満が好ましい場合もある。なお、消去電圧を、電圧印加の間に、電圧印加を行なわない休止時間を、挿入して複数回に分けて印加する場合を、「消去電圧を間欠して印加する」という。

[0067] なお、基板電極の電圧を基準にすれば、「複数の画素に対応する画素電極と基板電極との間に電位差を生じさせる消去電圧を印加する」ことは、前記画素電極にいずれかの極性の消去電圧を印加すると言い換えることができる。

[0068] 図 11 は、本実施形態におけるゲート線 G1、G2、G3、…、Gm とデ

ータ線 D_1 、 D_2 、 $\dots$ 、 D_l とに印加される電圧のタイミングチャートの一例を示す。図 9 に示すタイミングチャートに従って、ゲート線 G_1 、 G_2 、 G_3 、 $\dots$ 、 G_m とデータ線 D_1 、 D_2 、 $\dots$ 、 D_l とに電圧を印加するに先だって、ゲート線 G_1 、 G_2 、 G_3 、 $\dots$ 、 G_m それぞれに、時間 E_t の幅を有するパルス p_{e1} 、 p_{e2} 、 p_{e3} 、 $\dots$ 、 p_{em} をほぼ同時に印加する。同時に、データ線 D_1 、 D_2 、 $\dots$ 、 D_l には、パルス d_{e1} 、 d_{e2} 、 $\dots$ 、 d_{el} を印加する。このようなパルス p_{e1} 、 p_{e2} 、 p_{e3} 、 $\dots$ 、 p_{em} 、 d_{e1} 、 d_{e2} 、 $\dots$ 、 d_{el} の印加により、表示パネル 101 は、所定の一色だけの画像が表示され、パルス p_{e1} 、 p_{e2} 、 p_{e3} 、 $\dots$ 、 p_{em} 、 d_{e1} 、 d_{e2} 、 $\dots$ 、 d_{el} を印加する前に表示されていた画像が消去される。なお、 E_t は、上述したように応答時間以上となることが好ましいが、所定の場合には応答時間未満とするのが好ましいこともある。

[0069] パルス p_{e1} 、 p_{e2} 、 p_{e3} 、 $\dots$ 、 p_{em} 、 d_{e1} 、 d_{e2} 、 $\dots$ 、 d_{el} を印加した後は、図 8 のフローチャートに従って、取得した画像情報の画素の明度レベルを算出し、画素電極と基板電極とに書込電圧パルスを印加する回数を算出し、書込電圧パルスの印加を行なう。

[0070] 本実施形態によれば、画像の表示に先立って、その前に表示パネルに表示されていた画像が消去され、特定の一色の表示がされるので、前に表示されていた画像の影響を排除して中間階調を含む画像の表示を容易に行なうことができる。

[0071] (実施形態 3)

本発明の実施形態 3 として、制御部による書込電圧パルスの印加の前に、画素電極と基板電極との間に交番電圧を印加する電気泳動表示装置について説明する。

[0072] 図 12 は、本発明の実施形態 3 に係る電気泳動表示装置の機能ブロックの一例を示す。電気泳動表示装置 900 は、表示パネル 101 と、制御部 901 を備える。制御部 901 の構成の一例としては、交番電圧印加回路 902 と、印加電圧制御回路 1025 と、印加回数制御回路 1024 とをさらに備

える例がある。また、電気泳動表示装置 700 は、必要に応じて、ゲート線駆動回路 1021 と、データ線駆動回路 1022 と、基板電極駆動回路 1023 とを備えていてもよい。したがって、本実施形態に係る電気泳動表示装置は、実施形態 1 に係る電気泳動表示装置がさらに交番電圧印加回路 902 を備える構成となっていると説明することができる。

[0073] 本実施形態においては、書込電圧パルスの印加に先立って、画素用電極間に交番電圧が印加される。交番電圧とは、所定の周波数にて正の電圧と負の電圧とが交互に交替する電圧である。また、一般的には、正の電圧と負の電圧との絶対値は略等しい。ただし、正の電圧と負の電圧との絶対値は異なってもよい。例えば、10ヘルツにて、15Vと-15Vとが交互に繰り返される電位である。また、交番電圧は、画素電極の全てにほぼ同時に印加されるようになっていてもよい。

[0074] 制御部 901 が交番電圧印加回路 902 を備える場合には、交番電圧印加回路 902 は、印加回数制御回路 1024 による書込電圧パルスの印加の前に、各画素に対応する画素用電極間に、ほぼ同一に交番電圧を生じさせる電圧を印加する。

[0075] 本実施形態では、例えば、基板電極駆動回路 1023 は 0V を印加し、データ線駆動回路 1022 は、全てのデータ線に交番電圧を印加し、ゲート線駆動回路 1021 は、全てのゲート線に、トランジスタ 104 をオン状態にする電圧を印加するようになっていてもよい。これにより、全ての画素用電極間にほぼ同時に交番電圧が印加される。

[0076] なお、基板電極の電圧を基準にすれば、「画素電極と基板電極とに、交番電圧を生じさせる電圧を印加する」ことは、画素電極に交番電圧を印加すると言い換えることができる。

[0077] 交番電圧の正の電圧と負の電圧との大きさ、周波数、パルスの幅、印加時間は、交番電圧を印加した後の表示パネル 101 の画素全体における色の反射率をどのようにするか、などに依存して適宜設定される。

[0078] 図 13 は、本実施形態におけるゲート線 G1、G2、G3、…、Gm とデ

ータ線 D 1、D 2、…、D l とに印加される電圧のタイミングチャートの一例を示す。図 9 に示すタイミングチャートに従って、ゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G m とデータ線 D 1、D 2、…、D l とに電圧を印加するに先だって、ゲート線 G 1、G 2、G 3、…、G m それぞれに、時間 P t の幅を有するパルス p a 1、p a 2、p a 3、…、p a m をほぼ同時に印加する。同時に、データ線 D 1、D 2、…、D l には、交番電圧 d p 1、d p 2、…、d p l を印加する。このようなパルス p a 1、p a 2、p a 3、…、p a m、d p 1、d p 2、…、d p l の印加により、表示パネル 101 には、色の反射率が所定の周波数にて変化することになる。交番電圧の印加の後には、表示パネル 101 には交番電圧の周波数、最大電圧、最小電圧、印加時間及び最後のパルスの電位に応じた反射率の色の色が表示される。

[0079] 交番電圧のパルスの印加時間は応答時間以下が好ましい。ただし、交番電圧のパルスの印加時間が前記電気泳動表示材料の応答時間以下であるときは、交番電圧の最後のパルスの極性として、前記画素が例えば黒色になるように選択した場合であっても、前記帯電粒子の応答が不十分となり、前記帯電粒子の泳動距離が短くなるので、実施形態 2 におけるように消去電圧を加えて前記画素を黒色にした後よりも、黒色の反射率が高くなる場合がある。したがって、実施形態 1 にて説明したように、印加回数制御回路 1024 の動作においては、負の回数などが用いられる必要がある。

[0080] なお、交番電圧の印加により、帯電粒子および帯電粒子の周囲に存在するイオンが交番電圧に応答する。このため、前記電気泳動表示材料の帯電粒子等の分散性が高まり、帯電粒子の凝集が抑制され、帯電粒子の画素電極と基板電極との間の移動が良好となる。

[0081] また、本実施形態に係る電気泳動表示装置は、実施形態 2 に係る電気泳動表示装置のように、画像消去回路を有していてもよい。この場合、印加回数制御回路 1024 による書込電圧パルスの印加の前に、消去電圧の印加と交番電圧の印加とが行なわれる。消去電圧の印加を行ってから、交番電圧の印加を行ってもよいし、交番電圧の印加を行ってから、消去電圧の印加

を行なってもよい。ただし、消去電圧の印加の前に交番電圧の印加を行なうのが好ましい。

[0082] あるいは、画像消去回路を用いる代わりに、交番電圧の最初の数個の電圧パルスに印加によってすべての画素の表示履歴を消失させることができることを利用して、前記交番電圧の最後のパルスを消去電圧となるパルスとして印加することができる。この交番電圧及び消去電圧の印加は、書込電圧パルスの印加の前に印加される正の電圧と負の電圧とが交互に交替する電圧パルス列が印加されるとき、電圧パルス列の最後のパルスを除く電圧パルス列が交番電圧であり、電圧パルス列の最後のパルスが消去電圧のパルスであるとも説明ができる。したがって、交番電圧の最後のパルスの極性は、消去電圧の極性と逆の極性となる。

[0083] 交番電圧の最後のパルスを消去電圧となるパルスとして印加することにより、交番電圧の印加に消去電圧の印加が含まれるので、実施形態2で例示した消去電圧をさらに印加する必要がなくなるので、前記表示パネルへの画像の書き込みをより高速に行なうことができるようになる。ここで、表示履歴がないとは、交番電圧を印加する直前の画素の明度に応じて交番電圧を印加した後の画素の明度が影響を受けないことをいう。

[0084] なお、上述のように交番電圧の最後の電圧パルスが消去電圧のパルスとして作用させるようになっている場合には、消去電圧の印加時間は、交番電圧の最後の電圧パルスの印加時間と同じであってもよいし、長くなってもよい。消去電圧の印加時間を交番電圧の最後の電圧パルスの印加時間と同じとすれば、消去電圧の印加を交番電圧の印加として行なうことができ、回路などの構成を簡略化できるなどの効果がある。また、消去電圧の印加時間は、消去電圧の前に印加される交番電圧の影響により前記帯電粒子の分散性が向上しているので前記応答時間以下の印加時間で前記画素を黒色または白色とすることができるので、前記電気泳動表示材料の応答時間の長さ以下とすることもできる。

[0085] 本実施形態では、交番電圧が印加されるので、帯電粒子の画素電極と基板

電極との間の移動が良好となる。さらに、前記交番電圧の最後の電圧パルス
を消去電圧として作用させることができるため、より高品質な画像の中間階
調表示などの高速表示が可能となる。

[0086] (測定例)

以上説明した実施形態に係る電気泳動表示装置を実際に動作させた場合の
反射率とコントラストの変化について実際に測定を行なった。すなわち、一
般的な電気泳動表示材料を、画素電極と基板電極との間に挟持するように保
持して封入し、黒色の帯電粒子が基板電極の側に存在し、白色の帯電粒子が
画素電極の側に存在する状態から、白色の帯電粒子が基板電極の側に存在し
、黒色の帯電粒子が画素電極の側に存在する状態になるように、黒色の帯電
粒子と白色の帯電粒子を移動させるために所定の書込電圧パルスを画素電極
と基板電極の間に印加した。すなわち、ゲート線にゲート選択時間が100
マイクロ秒の電圧パルスを印加することを100ミリ秒の時間間隔を開けて
所定の回数繰り返し行ない、データ線にはゲート線の選択に同期して所定の
電圧パルスを繰り返し印加した。

[0087] 図14は、ゲート線にこのような電圧パルスを印加した回数に対して、黒
色の反射率である黒反射率と、白色の反射率である白反射率と、黒反射率に
対する白反射率の大きさであるコントラストとの変化のグラフを示す。

[0088] 図14のグラフに示すように、ゲート線にゲート選択時間が100マイク
ロ秒の電圧パルスを印加する回数が増える程、白反射率が上昇していること
がわかる。また、コントラストも上昇していることがわかる。

[0089] (実施例)

図15から図21を参照して、本発明の種々の実施例について説明を行な
う。

[0090] 図15は、図16から図21までの実施例に共通して用いられる表示パネ
ルの模式図である。図15を参照すると、3本のゲート線G1、G2、G3
が配置され、2本のデータ線D1、D2がゲート線G1、G2、G3に略直
交して配置されている。そして、G1とD1、G2とD1、G3とD1、G

1とD2、G2とD2及びG3とD2との交叉位置それぞれに画素要素1、2、3、4、5、6が配置されている。図16から図21に示した実施例では、1フレーム期間Tは9個の前記フィールド期間からなる。したがって、画素要素1、2、3、4、5、6は、前記ゲート線の第一の走査では画素要素1と4、画素要素2と5、画素要素3と6が順次選択され、これが9回繰返されて走査が行なわれる。

[0091] したがって、以下に説明する実施例においては、例えば印加回数制御回路1024が印加電圧制御回路1025を用いて、それぞれの画素要素に最大9回の書込電圧パルスを印加できる。また、最大9回の書込電圧パルスの印加の前後には、画素要素1が最も所定の色の反射率の変化が大きくなり、次いで、画素要素2と5が、その次が画素要素3と4が続くように書込電圧パルスの印加回数が制御される。また、画素要素6は、反射率が変化しないように制御される。例えば、最大9回の書込電圧パルスの印加の後には、画素要素1が白色となり、画素要素2と5がやや薄い灰色となり、画素要素3と4が灰色となり、画素要素6が黒色となるように制御される。なお、以下の例では、白色の帯電粒子が正に帯電し、黒色の帯電粒子が負に帯電した場合を例として説明しているが、帯電の極性が逆の場合も本発明の方法と同様の方法が適用される。

[0092] (実施例1)

図16は、それぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パルスを印加する前に、消去電圧を印加する場合について説明する図である。すなわち、主に実施形態2に対応している。

[0093] 図16に示すように、最大9回の書込電圧パルスの印加の前に、消去電圧(図16ではリセットパルスと表記されている)が印加される。消去電圧の印加は、例えば前述のとおり、全てのゲート線に同時に電圧パルスを印加して画素電極間にトランジスタ104をオン状態とする電圧パルスを印加し、これに同期して全てのデータ線に消去電圧を印加することにより行なう。なお、消去電圧を印加する期間が長くなればそれに応じてゲート選択時間を長

くすることができる。例えば、消去電圧の印加をする時間が応答時間程度であればゲート選択時間も応答時間程度にとることができる。消去電圧の大きさは、 $-V$ となっている。この消去電圧の印加により、全ての画素要素は黒色となる。なお、消去電圧は応答時間程度の期間、印加することが好ましい。例えば、消去電圧を応答時間以上印加する。このように応答時間程度の期間、消去電圧を印加することにより、反射率が略最小または略最大となるからである。これによって、消去電圧の印加の後、制御部による書込電圧パルスの印加によって中間階調表示を良好に行なうことができる。ただし、消去電圧を印加する前の電圧印加の状況によっては帯電粒子の分散性に違いがあるので消去電圧の印加期間は応答時間未満とできる場合もある。

[0094] 消去電圧の印加の後、ゲート線 G_1 、 G_2 、 G_3 が $T/9$ の間に順次走査され、それに同期してデータ線 D_1 、 D_2 には、おのこの画素要素に所望の電圧が印加されるように、所定の書込電圧パルスが印加され、これが9回繰り返される。画素要素1には、毎回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素2と5とには、6回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素3と4とには、3回 V の書込電圧パルスが印加される。また、画素要素6には、毎回 $0V$ が印加される場合と $-V$ が印加される場合とがある。 $-V$ の電圧を消去電圧として印加されたので、 $0V$ が印加されても、 $-V$ が印加されても、帯電粒子の実質的な移動は発生しないからである。

[0095] なお、消去電圧の印加の後の書込電圧パルスの印加による平均の電圧値は、画素要素1～6について、図16に示すように、それぞれ V 、 $2V/3$ 、 $V/3$ 、 $V/3$ 、 $2V/3$ 、 0 または $-V$ となる。各画素要素の明度は、この平均の電圧値に応じた明度となる。

[0096] (実施例2)

図17は、制御部が、それぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パルスを印加する前に、消去電圧を1または複数回間欠して印加する場合について説明する図である。すなわち、主に実施形態2に対応する。

[0097] 図17に示すように、最大9回の書込電圧パルスの印加の前に、消去電圧

−Vを印加することと消去電圧の印加をしないことを交互に繰り返している。消去電圧の印加等は、例えば前述のとおり、全てのゲート線にトランジスタ104をオン状態とする電圧パルスを印加し、これに同期して全てのデータ線に電圧パルスを印加して、画素電極間に消去電圧を印加することと消去電圧を印加しないことを交互に繰り返すことにより行なう。パルス状の消去電圧（あるいは、間欠した消去電圧）を印加することにより、全ての画素要素は黒色となる。

[0098] 間欠した消去電圧を用いる理由は、直流電圧を連続して長時間印加すると、表示のいわゆる焼き付きや溶媒の対流によってコントラストの低下が生じるからである。間欠した消去電圧の印加により、直流電圧の印加時間を短くすることができ、表示の焼き付きや溶媒の対流によるコントラストの低下を抑制し、表示の品質を向上させることができる。

[0099] また、間欠した消去電圧の印加時間の総和は、応答時間程度となることが好ましい。例えば、間欠した消去電圧の印加時間を応答時間以上とする。このような間欠した消去電圧の印加により、反射率が略最小または略最大となるからである。これによって、印加回数制御回路1024による電圧パルスの印加によって中間階調表示を良好に行なうことができる。ただし、消去電圧を印加する前の電圧印加の状況によっては帯電粒子の分散性に違いがあるので消去電圧の印加期間の総和は応答時間以下とできることもある。

[0100] 1または複数回間欠した消去電圧の印加の後、ゲート線G1、G2、G3がT/9の間に順次走査され、それに同期してデータ線D1、D2には、おのおのの画素要素に所望の電圧が印加されるように、所定の電圧パルスが印加され、これが9回繰り返される。画素要素1には、毎回Vの書込電圧パルスが印加され、画素要素2と5とには、6回Vの書込電圧パルスが印加され、画素要素3と4とには、3回Vの書込電圧パルスが印加される。また、画素要素6には、毎回0Vが印加される場合と−Vが印加される場合とがある。

[0101] （実施例3）

図18は、制御部がそれぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パル

スを印加する前に、交番電圧が印加される場合について説明する図である。
すなわち、主に実施形態 3 に対応している。

[0102] 図 18 に示すように、最大 9 回の電圧の印加の前に、 V と $-V$ との電圧を交互に印加している。交番電圧の印加は、例えば前述のとおり、全てのゲート線にトランジスタ 104 をオン状態とする電圧パルス印加し、これに同期して全てのデータ線に電圧パルス印加して画素電極間に交番電圧を印加することにより行なう。その後、ゲート線 G_1 、 G_2 、 G_3 が $T/9$ の間に順次走査され、それに同期してデータ線 D_1 、 D_2 には、おのこの画素要素に所望の電圧が印加されるように、所定の電圧パルスが印加され、これが 9 回繰り返される。画素要素 1 には、毎回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素 2 と 5 とには、6 回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素 3 と 4 とには、3 回 V の書込電圧パルスが印加される。また、画素要素 6 には、毎回 $0V$ が印加される場合と $-V$ が印加される場合とがある。

[0103] 交番電圧は交互に正極性と負極性との間を遷移する電圧パルスであるから、電気泳動表示材料の帯電粒子は、交番電圧の極性に反応し、例えば白色の帯電粒子と黒色の帯電粒子とは互いに別の電極方向へ移動する。したがって、交番電圧の最後の電圧パルスの極性に応じて、電気泳動表示材料は、所定の反射率になる。交番電圧の最後の極性の電圧パルスによって実現される電気泳動表示材料の反射率は、消去電圧を印加した場合と同様の効果となることから、書込電圧パルスの印加に先立って交番電圧を印加するときは、交番電圧の最後のパルスの極性を、画像を消去すべき極性に選択すること、すなわち交番電圧の最後のパルスの極性が前記消去電圧の極性にすること、により、新たな消去電圧を印加することを省略することができる。このため、短時間に中間階調表示を行なうことができる。

[0104] なお、交番電圧の周波数は、10 ヘルツ以上 200 ヘルツ以下の範囲が好ましく、特に 20 ヘルツ以上 100 ヘルツ以下の範囲がより好ましい。交番電圧の周波数が小さく、例えば 10 ヘルツ未満であると、表示パネルにフリッカが表示されていると視認され、表示の品質が損なわれる場合がある。ま

た、電気泳動表示材料に含まれるイオン物質が数十キロヘルツ程度の高い周波数まで応答するので、交番電圧の周波数が高く、例えば200ヘルツを超えると、帯電粒子の分散性を向上させる効果は生じるかもしれないが、帯電粒子の交番電圧への追随性が低くなる。このため、書込電圧パルスの印加によって中間階調表示が良好に行えなくなる場合がある。

[0105] (実施例4)

図19は、制御部がそれぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パルスを印加する前に、交番電圧を印加し、消去電圧を印加することを、交番電圧、消去電圧の順で行なう場合について説明する図である。すなわち、主に実施形態3に対応し、例えば実施形態3に係る電気泳動表示装置が、画像消去回路を有する場合である。

[0106] 図19に示すように、1画素要素あたり最大9回の書込電圧パルスの印加の前に、まず、 V と $-V$ との電圧を交互に印加して交番電圧を印加し、 $-V$ の消去電圧を印加している。交番電圧と消去電圧の印加は、例えば前述の通り、全てのゲート線にトランジスタ104をオン状態とする電圧パルスを印加し、これに同期して全てのデータ線に電圧パルスを印加して画素電極間に交番電圧と消去電圧とをこの順に印加することにより行なう。その後、ゲート線G1、G2、G3が $T/9$ の間に順次走査され、それに同期してデータ線D1、D2には、おのこの画素要素に所望の電圧が印加されるように所定の電圧パルスが印加され、これが9回繰り返される。画素要素1には、毎回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素2と5とには、6回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素3と4とには、3回 V の書込電圧パルスが印加される。また、画素要素6には、毎回0Vが印加される場合と $-V$ が印加される場合とがある。

[0107] なお、本実施例において、交番電圧の印加の後に印加される $-V$ の消去電圧の印加時間は、応答時間よりも小さいのが好ましい。その消去電圧を応答時間程度印加しなくても、その消去電圧の印加の前に交番電圧が印加されているので、帯電粒子の均一分散性が高まっている。このため、 $-V$ の交番電

圧を印加した直後から1フレーム期間内においては、 $-V$ の消去電圧の印加による帯電粒子の移動が良好となると考えられ、応答時間よりも小さい消去電圧の印加であっても反射率を略最小または略最大とすることができる。印加回数制御回路1024による消去電圧の印加によって中間階調表示が良好に行える。もし、消去電圧の印加時間が長くなると、電気泳動表示材料の溶媒の対流などが生じ、反射率が、最小の反射率から大きくなったり、最大の反射率から小さくなったりもする。また、消去電圧の印加時間を応答時間より小さくすることにより、画像を表示パネルに表示するのに要する時間を短縮することができる。

[0108] (実施例5)

図20は、制御部がそれぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パルスを印加する前に、交番電圧を印加し、パルス状の消去電圧を印加することを、交番電圧、消去電圧の順に行なう場合について説明する図である。すなわち、主に実施形態3に対応し、例えば実施形態3に係る電気泳動表示装置が、画像消去回路を有する場合であり、実施形態2の変形として画像消去回路がパルス状の消去電圧を印加する場合に対応している。

[0109] 図20に示すように、1画素要素あたり最大9回の書込電圧パルスの印加の前に、 V と $-V$ との電圧を交互に印加している。そして、 $-V$ の消去電圧を間欠して印加している。交番電圧と消去電圧の間欠印加は、例えば前述のとおり、全てのゲート線にトランジスタ104をオン状態とする電圧パルスを印加し、これに同期して全てのデータ線に電圧パルスを印加して画素電極間に交番電圧と消去電圧を間欠して印加することにより行なう。その後、ゲート線G1、G2、G3がT/9の間に順次走査され、それに同期してデータ線D1、D2には、おのこの画素要素に所望の電圧が印加されるように所定の電圧パルスが印加され、これが9回繰り返される。画素要素1には、毎回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素2と5とには、6回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素3と4とには、3回 V の書込電圧パルスが印加される。また、画素要素6には、毎回0Vが印加される場合と $-V$ が印加

される場合とがある。

[0110] なお、間欠した消去電圧の印加時間の総和は、応答時間よりも小さいのが好ましい。応答時間程度の時間、間欠した消去電圧を印加しなくても、その消去電圧の印加の前に交番電圧が印加されているので、帯電粒子の均一分散性が高まっている。このため、消去電圧の印加による帯電粒子の移動が良好となると考えられ、応答時間よりも小さい消去電圧の印加であっても反射率を略最小または略最大とすることができる。これによって印加回数制御回路 1024 による電圧パルスの印加によって中間階調表示が良好に行える。また、間欠した消去電圧の印加時間を小さくすることにより、画像を表示パネルに表示するのに要する時間を短縮することができる。

[0111] (実施例 6)

図 21 は、制御部がそれぞれの画素要素にそれぞれの回数の書込電圧パルスを印加する前に、交番電圧を印加し、その後、 $-V$ の電圧パルスを所定回数印加する場合について説明する図である。すなわち、主に実施形態 3 に対応し、例えば実施形態 3 に係る電気泳動表示装置が、画像消去回路を有する場合である。

[0112] 図 21 に示すように、1 画素要素あたり最大 9 回の書込電圧パルスの印加の前に、 V と $-V$ との電圧を交互に印加している。そして、 $-V$ の電圧パルスを、所定回数印加し、交番電圧の印加は、例えば前述のとおり、全てのゲート線にトランジスタ 104 をオン状態とする電圧パルスを印加し、これに同期して全てのデータ線に電圧パルスを印加して画素電極間に交番電圧を印加することにより行なう。その後、ゲート線 $G1$ 、 $G2$ 、 $G3$ が $T/12$ の間に順次走査され、それに同期してデータ線 $D1$ 、 $D2$ には、おのおのの画素要素に所望の電圧が印加されるように所定の電圧パルスが印加され、これが 11 回繰り返される。最初の 2 回のゲート線の走査で各画素要素には $-V$ の書込電圧パルスを、所定回数 (2 回) 印加し、その後、画素要素 1 には、毎回 V の書込電圧パルスが印加され、画素要素 2 と 5 とには、6 回の V の書込電

圧パルスが印加され、画素要素 3 と 4 とには、3 回 V の書込電圧パルスが印加される。また、画素要素 6 には、毎回 0 V が印加される場合と -V の書込電圧パルスが印加される場合とがある。

[0113] 交番電圧により正極性と負極性との電圧パルスが交互に印加される。このため、電気泳動表示材料は、交番電圧の極性に反応し、白色の帯電粒子と黒色の帯電粒子は、互いに反対の方向に移動する。したがって、交番電圧の最後の電圧パルスの極性に応じて、電気泳動表示材料は所定の反射率を有することになる。すなわち、交番電圧の最後の電圧パルスによって設定された反射率は、消去電圧の印加と同等の効果を有するものとなり、印加回数制御回路 1024 により印加される複数回の電圧パルスの極性が交番電圧の最後の電圧パルスの極性と逆の場合には、新たに消去電圧を印加することが不要となる。したがって、より短時間に効率的に中間階調表示を行なうことができる。

[0114] しかし、電気泳動表示装置の構成などによっては、交番電圧の最後の電圧パルスによって得られる反射率が所定の基準に達せず、例えば、消去電圧によって黒色の状態にしたいのに、交番電圧の最後の電圧パルスによってその所望の黒色の状態が得られないことがある。この場合であっても本実施例によれば、新たに全画素要素にほぼ同時に消去電圧を印加することなく、印加回数制御回路 1024 により印加される複数回の電圧パルスのうち、最初の数回の書き込み電圧の極性を交番電圧の最後の電圧パルスと同じ極性にし、それに続く他の電圧パルスの極性を交番電圧の最後の電圧パルスの極性と逆にする。これにより、効率的に中間階調の表示が行える。交番電圧を印加回数制御回路 1024 によって複数回の電圧パルスの印加に先立って加えているので、電気泳動表示材料の白色の帯電粒子と黒色の帯電粒子の分散性が高まり、印加回数制御回路によって印加される電圧パルスの最初の数回の電圧パルスによって所望の黒色の状態が得られる。

[0115] 本実施例においては、交番電圧が最初に印加されているので、帯電粒子の周囲に存在していたイオンが帯電粒子から離れるなどの現象により帯電粒子

の画素電極と基板電極との間の移動が良好となる。したがって、消去電圧を印加する時間は応答時間よりも短い時間で済むことになる。交番電圧が最初に印加されている他の実施例においても同様である。

符号の説明

[0116] １００ 電気泳動表示装置、１０１ 表示パネル、１０２ 制御部、１
０２１ ゲート線駆動回路、１０２２ データ線駆動回路、１０２３ 基板
電極駆動回路、１０３ 印加回数制御回路、１０２４ 印加回数制御回路、
１０２５ 印加電圧制御回路

請求の範囲

- [請求項1] 複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が電気泳動表示材料を挟持するための2つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルと、
- 1 フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の電圧パルスを実記画素に対応する前記画素用電極間に印加する制御部と、を有する電気泳動表示装置。
- [請求項2] 前記電気泳動表示材料の体積抵抗率が $10^{12}\Omega\text{cm}$ 以下である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] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、いずれかの極性の消去電圧が印加される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4] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とする請求項3に記載の電気泳動表示装置。
- [請求項5] 前記複数の電圧パルスの印加時間の和が前記電気泳動表示材料の応答時間以下であることを特徴とする請求項4に記載の電気泳動表示装置。
- [請求項6] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に交番電圧が印加される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7] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、交番電圧を印加した後、いずれかの極性の消去電圧を印加する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8] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とし、前記複数の電圧パルス

の印加時間の総和が応答時間以下であることを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 9] 前記消去電圧の極性は、前記交番電圧の最後のパルスの極性と逆であることを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 10] 前記消去電圧の印加時間が、前記交番電圧の最後のパルスの印加時間以上であり、前記電気泳動表示材料の応答時間の長さ以下であることを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 11] 複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が電気泳動表示材料を挟持するための 2 つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルの駆動方法であって、

1 フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の書込電圧パルスを実記画素に対応する前記画素用電極間に印加することを特徴とする、表示パネルの駆動方法。

[請求項 12] 前記電気泳動表示材料の体積抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする請求項 11 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 13] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、いずれかの極性の消去電圧が印加されることを特徴とする請求項 11 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 14] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とする請求項 13 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 15] 前記複数の電圧パルスの印加時間の和が前記電気泳動表示材料の応答時間以下であることを特徴とする請求項 14 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 16] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ

同時に交番電圧が印加されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項17] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、交番電圧を印可した後、いずれかの極性の消去電圧を印加することを特徴とする請求項 1 1 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項18] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とし、前記複数の電圧パルスの印加時間の総和が応答時間以下であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項19] 前記消去電圧の極性は、前記交番電圧の最後のパルスの極性と逆であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項20] 前記消去電圧の印加時間が、前記交番電圧の最後のパルスの印加時間以上であり、前記電気泳動表示材料の応答時間の長さ以下であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

補正された請求の範囲
[2011年6月30日(30.06.2011)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が、体積抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である電気泳動表示材料を挟持するための 2 つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルと、

1 フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数の電圧パルスを実記画素に対応する前記画素用電極間に印加する制御部と、を有する電気泳動表示装置。

[請求項 2] (削除)

[請求項 3] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、いずれかの極性の消去電圧が印加される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 4] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とする請求項 3 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 5] 前記複数の電圧パルスの印加時間の和が前記電気泳動表示材料の応答時間以下であることを特徴とする請求項 4 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 6] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に交番電圧が印加される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 7] 前記制御部による前記電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、交番電圧を印加した後、いずれかの極性の消去電圧を印加する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 8] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とし、前記複数の電圧パルスの印加時間の総和が応答時間以下であることを特徴とする請求

項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 9] 前記消去電圧の極性は、前記交番電圧の最後のパルスの極性と逆であることを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 10] 前記消去電圧の印加時間が、前記交番電圧の最後のパルスの印加時間以上であり、前記電気泳動表示材料の応答時間の長さ以下であることを特徴とする請求項 7 に記載の電気泳動表示装置。

[請求項 11] (補正後) 複数のトランジスタを備え、前記複数のトランジスタそれぞれのゲート電極が複数のゲート線のいずれかに接続され、ソース電極及びドレイン電極の一方が複数のデータ線のいずれかに接続され、前記ソース電極及びドレイン電極の他方が、体積抵抗率が $10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下である電気泳動表示材料を挟持するための 2 つの画素用電極の一方に接続されている表示パネルの駆動方法であって、

1 フレーム期間に、前記表示パネルに表示すべき画像の画素の明度レベルに応じた回数 of 書込電圧パルス を前記画素に対応する前記画素用電極間に印加することを特徴とする、表示パネルの駆動方法。

[請求項 12] (削除)

[請求項 13] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に、いずれかの極性の消去電圧が印加されることを特徴とする請求項 11 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 14] 前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とする請求項 13 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 15] 前記複数の電圧パルスの印加時間の和が前記電気泳動表示材料の応答時間以下であることを特徴とする請求項 14 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 16] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ同時に交番電圧が印加されることを特徴とする請求項 11 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 17] 前記書込電圧パルスの印加の前に、全ての前記画素用電極間にほぼ

同時に、交番電圧を印可した後、いずれかの極性の消去電圧を印加することを特徴とする請求項 1 1 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 18]

前記消去電圧は、一つの電圧パルスまたは同じ極性の間欠した複数の電圧パルスとして印加されることを特徴とし、前記複数の電圧パルスの印加時間の総和が応答時間以下であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 19]

前記消去電圧の極性は、前記交番電圧の最後のパルスの極性と逆であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

[請求項 20]

前記消去電圧の印加時間が、前記交番電圧の最後のパルスの印加時間以上であり、前記電気泳動表示材料の応答時間の長さ以下であることを特徴とする請求項 1 7 に記載の、表示パネルの駆動方法。

条約第19条（1）に基づく説明書

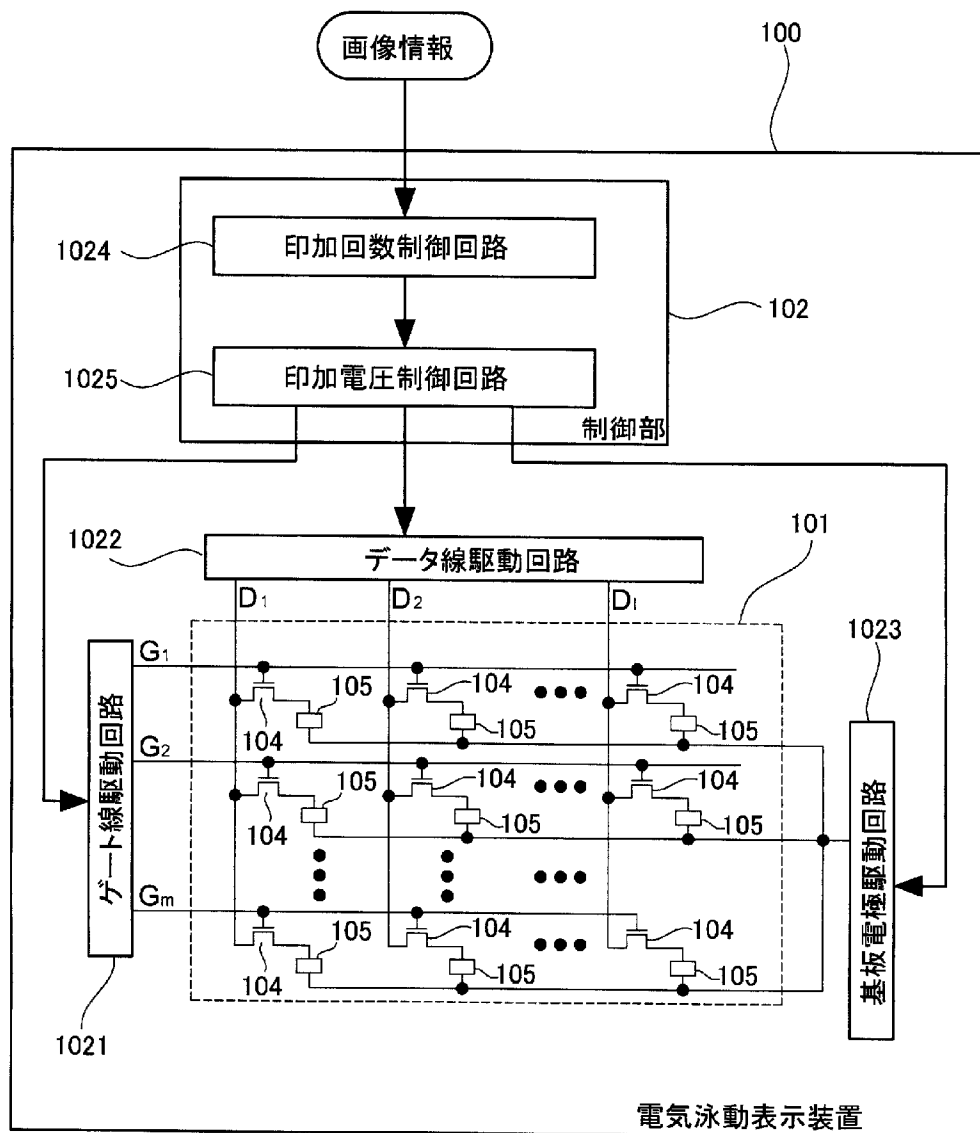
請求項1および請求項11において、電気泳動表示材料の体積抵抗率が $10^{-12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることを明確にしました。

国際調査報告に挙げられた引用例には、電気泳動表示材料の体積抵抗率についての直接的な記載はありません。また、国際調査報告に挙げられた JP 2010-26159 A（セイコーエプソン株式会社）の段落[0030]には、「全画素部100への電圧書き込みが終了した後に、共通電極110を高インピーダンス状態とする。それにより、全画素部100において電荷が保持され、黒浮きを抑えることができる。」と記載され、JP 2010-26159 A（セイコーエプソン株式会社）においては、電気泳動表示材料の体積抵抗率はかなり高くなっている必要があることが記載されています。

一方、本発明においては、本願の段落[0034]－[0036]にも記載されているように、電気泳動表示材料の体積抵抗率が $10^{-12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であっても中間階調表示が可能となる効果を得ることができます。

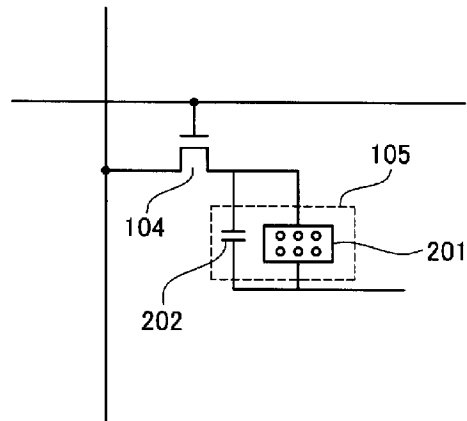
以上

[図1]

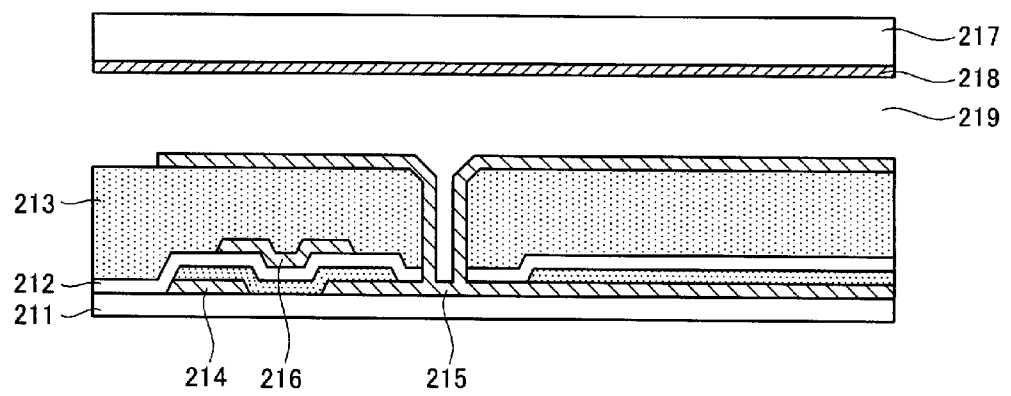


[図2]

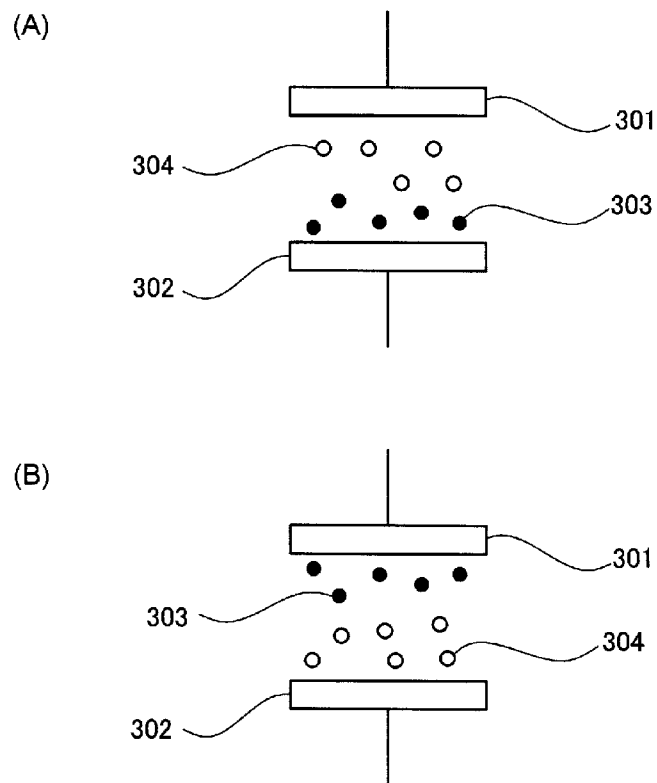
(A)



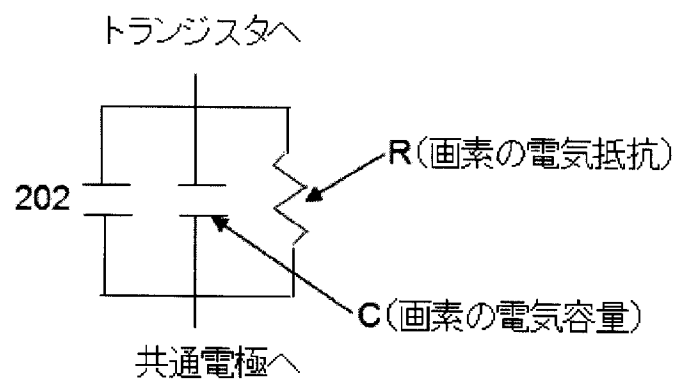
(B)



[図3]



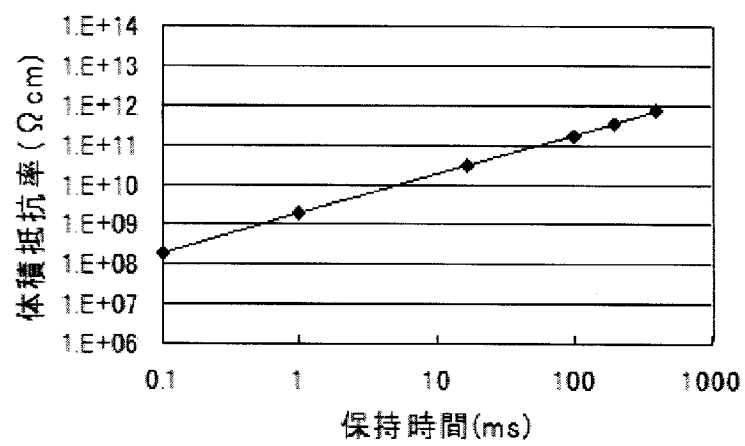
[図4]



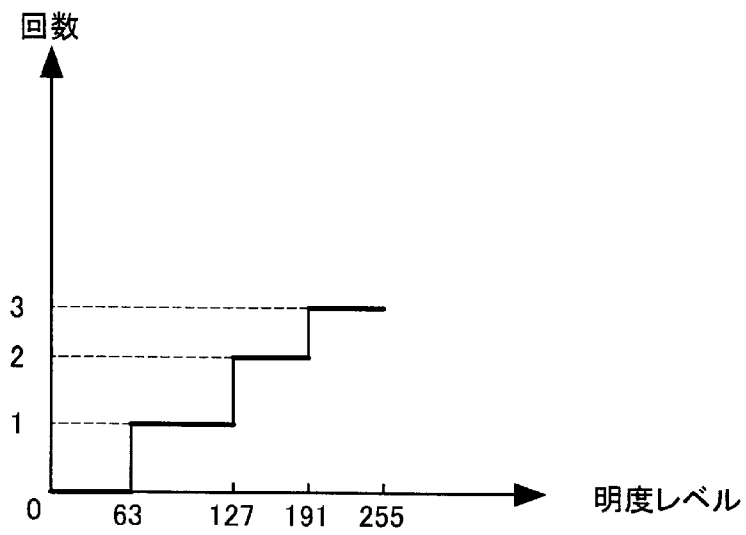
[図5]

t/TCR	$VH/VH0$
0	1.00
1	0.37
2	0.14
3	0.05
4	0.02
5	0.01
6	0.00

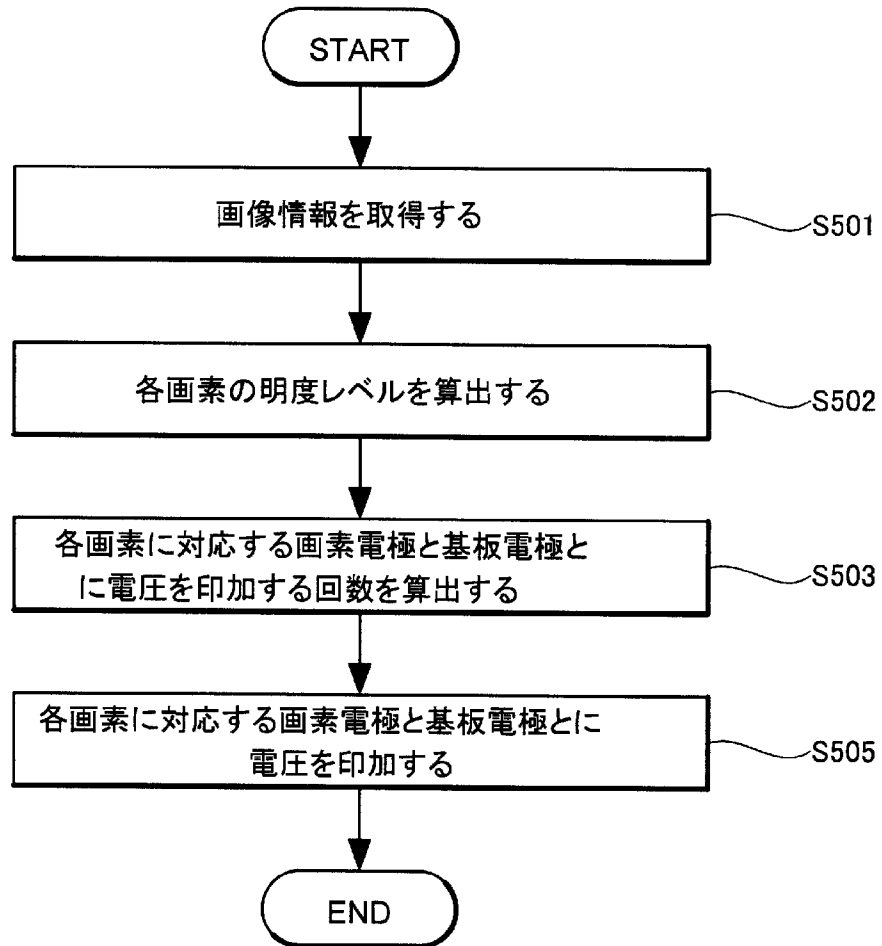
[図6]



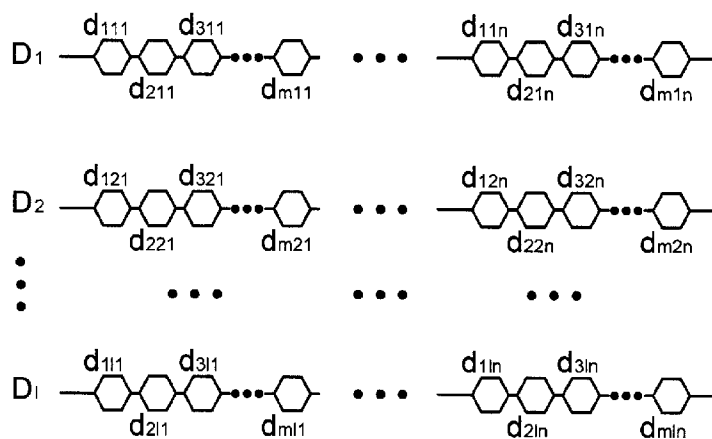
[図7]



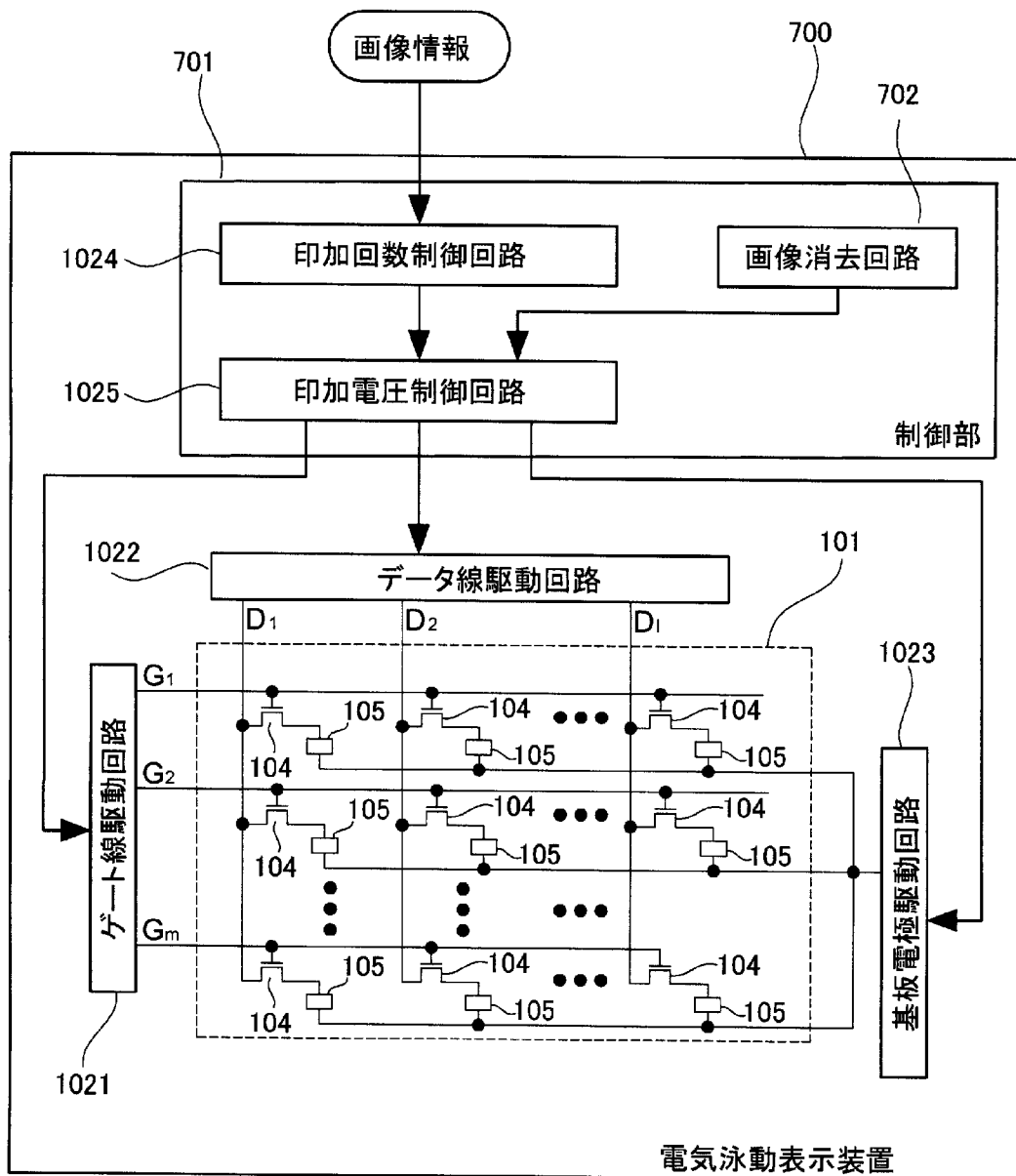
[図8]



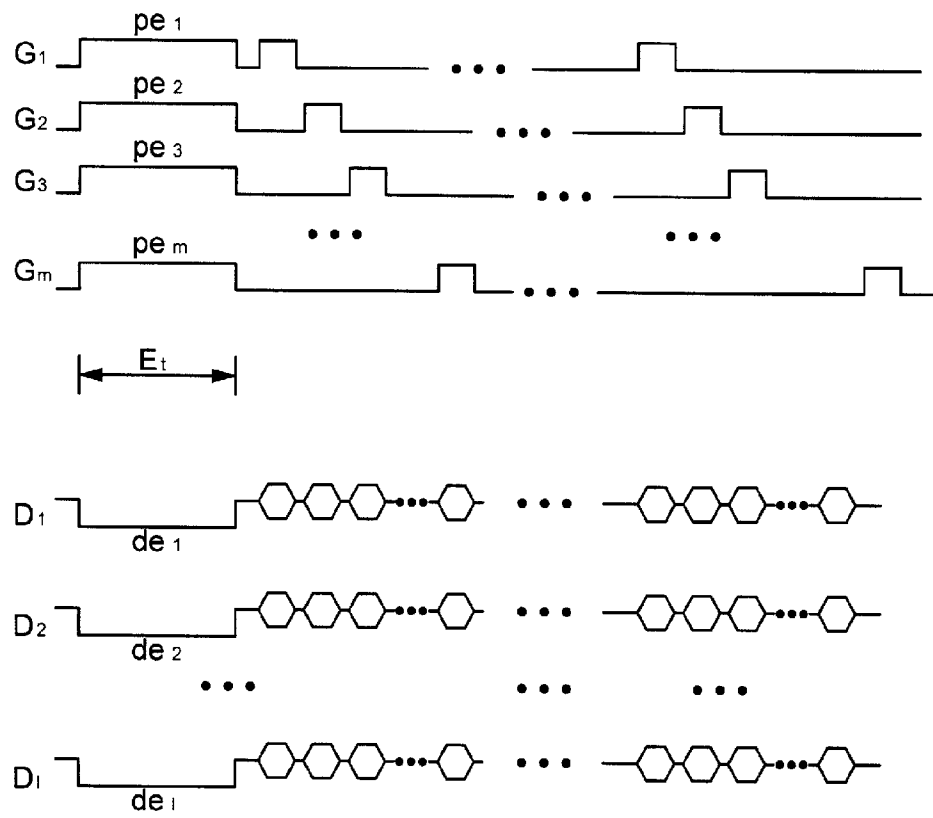
The diagram illustrates the timing of the parallel-to-serial converter. It shows m input signals $G_1, G_2, G_3, \dots, G_m$. Each signal has a pulse. The pulses are labeled $P_{11}, P_{21}, P_{31}, \dots, P_{ml}$ for the first group and $P_{1n}, P_{2n}, P_{3n}, \dots, P_{mn}$ for the second group. The time axis t shows a period T divided into n intervals of T/n .



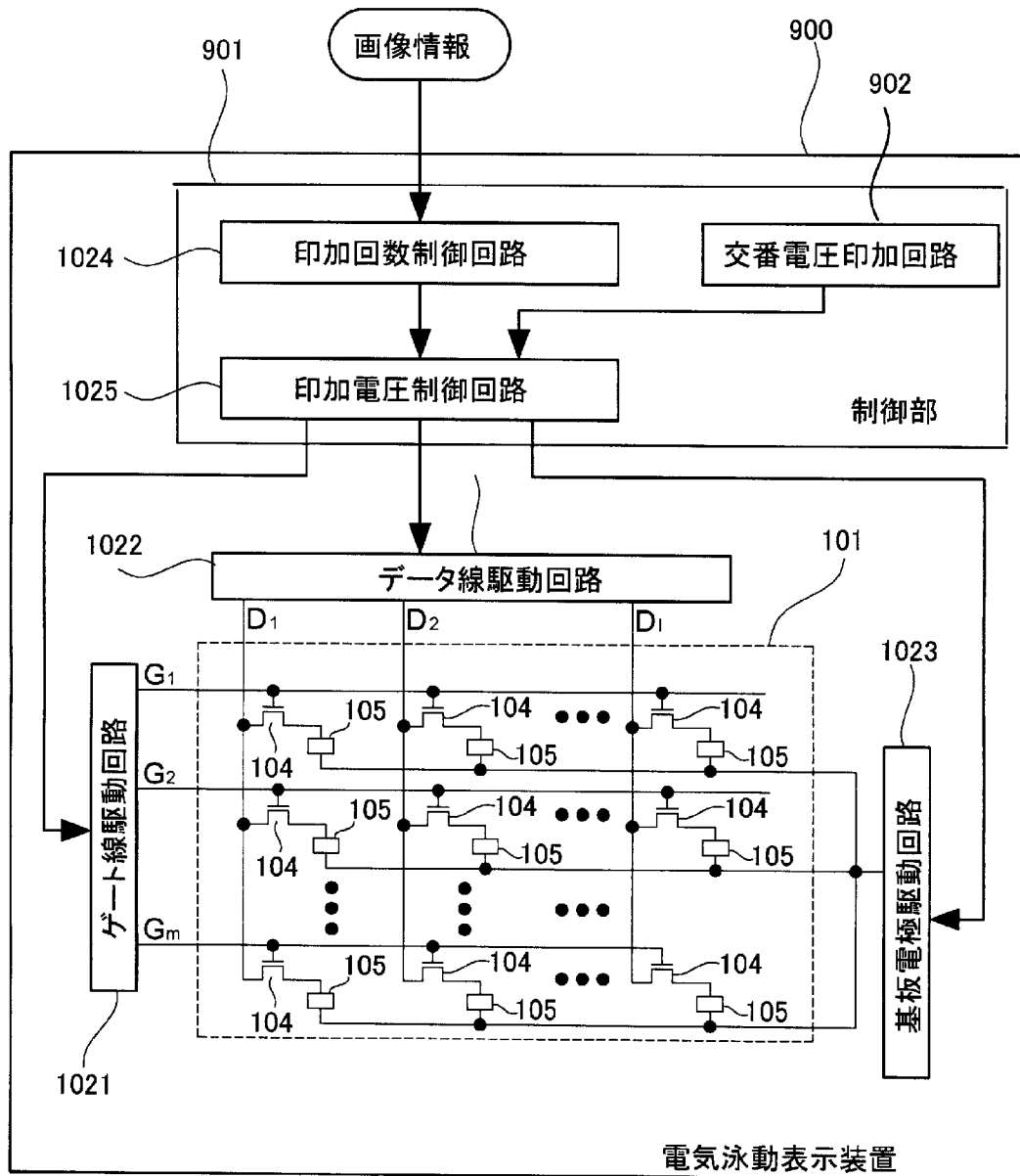
[図10]



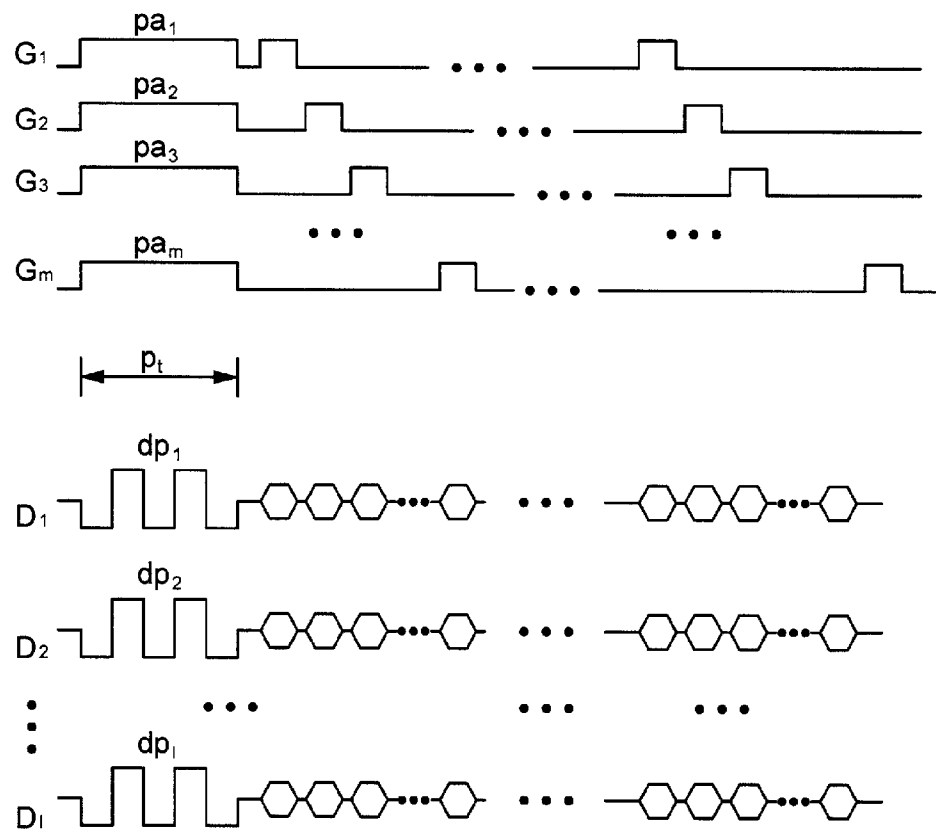
[図11]



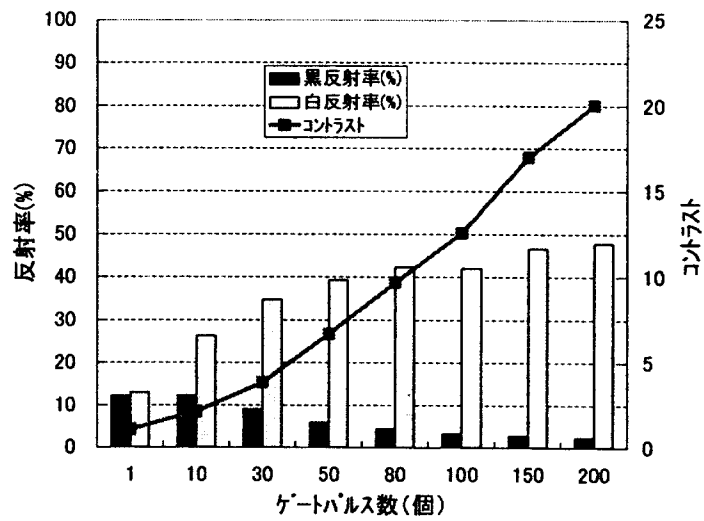
[図12]



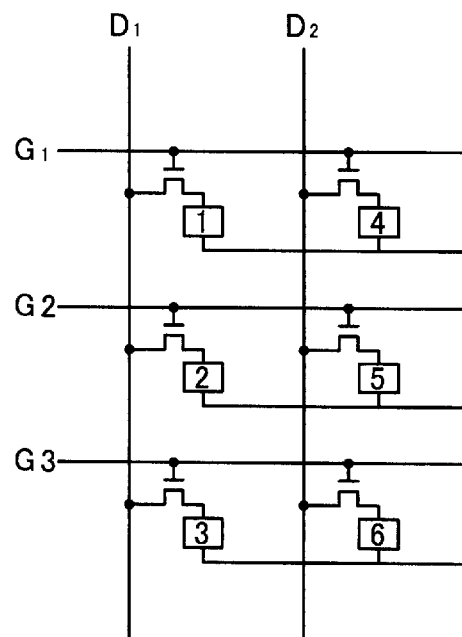
[図13]



[図14]



[図15]



[図16]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 期間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	reset (1ハルス)	リセットハルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
	1	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	2	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	3	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	5	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	6	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	8	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	9	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧 平均		V	2/3*V	1/3*V	1/3*V	2/3*V	0 -V

[図17]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 時間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	reset (間欠ハル ス)	リセットハルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
		休止期間	0	0	0	0	0	0
		リセットハルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
		休止期間	0	0	0	0	0	0
		リセットハルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
		休止期間	0	0	0	0	0	0
中間調 書き込 み	1	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	2	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	3	ゲートハルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	5	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	6	ゲートハルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	8	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	9	ゲートハルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧 平均		V	2/3*V	1/3*V	1/3*V	2/3*V	0 -V

[図18]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 時間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	交番電 圧	交番電圧期 間	±V	±V	±V	±V	±V	±V
中間調 書き込 み	1	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	2	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	3	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	5	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	6	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	8	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	9	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧平均		V	2/3*V	1/3*V	1/3*V	2/3*V	0 -V

[図19]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 時間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	交番電 圧	交番電圧期 間	±V	±V	±V	±V	±V	±V
	reset	リセットパルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
中間調 書き込 み	1	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	2	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	3	ゲートパルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	5	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	6	ゲートパルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	8	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	9	ゲートパルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧平均		V	2/3*V	1/3*V	1/3*V	2/3*V	0 -V

[図20]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 時間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	交番電 圧	交番電圧期 間	±V	±V	±V	±V	±V	±V
	reset (開次ハ ルス)	リセットハ ルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
		休止期間	0	0	0	0	0	0
		リセットハ ルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
		休止期間	0	0	0	0	0	0
中間調 書き込 み	1	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	2	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	3	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	5	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	6	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	8	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	9	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧平均		V	2/3*V	1/3*V	1/3*V	2/3*V	0 -V

[図21]

項目 書込	書込み 番号	電圧印加 時間	画素電圧					
			画素 1 (White)	画素 2 (Gray1)	画素 3 (Gray2)	画素 4 (Gray2)	画素 5 (Gray1)	画素 6 (Black)
全画素 同時書 込み	交番電 圧	交番電圧期 間	±V	±V	±V	±V	±V	±V
中間調 書き込 み	1	ゲートハ ルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
	2	ゲートハ ルス幅	-V	-V	-V	-V	-V	-V
	3	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	4	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	5	ゲートハ ルス幅	V	V	V	V	V	0 -V
	6	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	7	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	8	ゲートハ ルス幅	V	V	0	0	V	0 -V
	9	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	10	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	11	ゲートハ ルス幅	V	0	0	0	0	0 -V
	電圧平均		V	4/11*V	1/11*V	1/11*V	4/11*V	-2/11*V -V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053870

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/167(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G3/34(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/167, G09G3/20, G09G3/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-26159 A (Seiko Epson Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0019] to [0031]; fig. 5 (Family: none)	1-2, 11-12 3-10, 13-20
Y	JP 2009-69411 A (Mitsubishi Pencil Co., Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), fig. 5 (Family: none)	3-10, 13-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 March, 2011 (18.03.11)

Date of mailing of the international search report
29 March, 2011 (29.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/167(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G3/34(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/167, G09G3/20, G09G3/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-26159 A（セイコーエプソン株式会社）2010.02.04, 【0019】 - 【0031】、図5	1 - 2、11 - 12
Y	（ファミリーなし）	3 - 10、13 - 20
Y	JP 2009-69411 A（三菱鉛筆株式会社）2009.04.02, 図5	3 - 10、13 - 20
	（ファミリーなし）	

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

奥田 雄介

2 L

3 6 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3293