

(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  
2016年6月9日(09.06.2016)



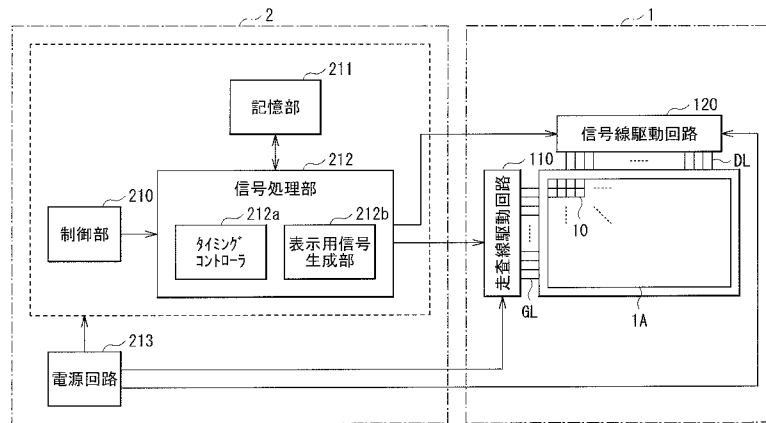
(10) 国際公開番号  
WO 2016/088502 A1

- (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/JP2015/081133
- (22) 国際出願日: 2015年11月5日(05.11.2015)
- (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 2014-243163 2014年12月1日(01.12.2014) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西池 昭仁 (NISHIIKE, Akihito); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 高梨 英彦 (TAKANASHI, Hidehiko); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 大石 雄紀 (OISHI, Yuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人つばさ国際特許事務所 (TSUBASA PATENT PROFESSIONAL CORPORATION); 〒1600022 東京都新宿区新宿1丁目15番9号 さわだビル3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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: DISPLAY DEVICE, DRIVING METHOD, AND ELECTRONIC DEVICE

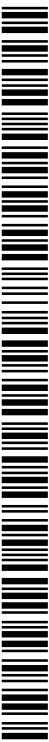
(54) 発明の名称: 表示装置および駆動方法ならびに電子機器



- 110 Scan line driving circuit
- 120 Signal line driving circuit
- 210 Control unit
- 211 Memory unit
- 212 Signal processing unit
- 212a Timing controller
- 212b Display signal generating unit
- 213 Power supply circuit

(57) Abstract: This display device includes: an electrophoretic display element that changes the optical reflectivity in accordance with an applied voltage in time series; and a driving circuit that voltage-drives the electrophoretic display element. The driving circuit is configured to apply a first voltage for display to the electrophoretic display element for one or a plurality of frame periods, and apply a second voltage different from the first voltage one or multiple times within the one or the plurality of frame periods after a first time point at which the derivative value of the optical reflectivity is maximized.

(57) 要約: 表示装置は、印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路とを備える。駆動回路は、1または複数のフレーム期間にわたって、電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、その1または複数のフレーム期間において、光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を1回または複数回印加する、ように構成されている。



WO 2016/088502 A1



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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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：表示装置および駆動方法ならびに電子機器

### 技術分野

[0001] 本開示は、電気泳動表示素子を用いた表示装置およびその駆動方法、ならびにその表示装置を備えた電子機器に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、携帯電話機または携帯情報端末（PDA）等のモバイル機器の普及に伴い、低消費電力で高品位画質の表示装置に関する需要が高まっている。最近では、電子書籍の配信事業の誕生に伴い、読書用途に適した表示品位を有する表示装置が望まれている。

[0003] このような表示装置としては、コレステリック液晶型、電気泳動型、電気酸化還元型またはツイストボール型等の様々なものが提案されているが、中でも、反射型の表示装置が有利である。反射型の表示装置では、紙と同様に、外光の反射（散乱）を利用して明表示を行うため、より紙に近い表示品位が得られるからである。

[0004] 反射型の表示装置の中でも、電気泳動現象を利用した電気泳動型の表示装置は、低消費電力であると共に応答速度が速い。例えば、高コントラストおよび高速応答を実現可能な繊維状構造体を用いた電気泳動素子が提案されている（特許文献2）。この電気泳動型の表示装置の駆動方式としては、TFT（Thin Film Transistor）等を用いたアクティブマトリクス駆動方式、あるいは分割された一対の電極で表示体を挟み、電極毎に駆動を行うセグメント方式などが挙げられる。電子書籍のように、多数の細かい文字を表示する場合には、高解像度が求められることから、アクティブマトリクス駆動方式が広く用いられている。

[0005] 電気泳動表示装置を駆動する際には、数10ms程度のフレーム（フレーム期間）を単位として電圧が印加され、1回の表示切り替え（書き込み）は、複数（例えば数10）のフレーム期間にわたって行われる。具体的には、

複数のフレーム期間にわたって、例えば正極性、負極性および0Vの各電圧の組み合わせて印加することにより、表示装置の白表示（明表示）、黒表示（暗表示）あるいは階調表示を表現することができる。

[0006] 例えば、黒表示から白表示に切り替える場合には、連続した複数のフレームにおいて白表示用の電圧（白表示電圧）を印加し続ける。逆に、白表示から黒表示への切り替えは、連続した複数のフレームにおいて黒表示用の電圧（黒表示電圧）を印加し続けることにより、所望の表示状態が得られる（例えば、特許文献1参照）。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2013-218342号公報

特許文献2：特開2012-22296号公報

### 発明の概要

[0008] しかしながら、特に白表示時における電気泳動表示素子の光学応答特性では、駆動方法において改善の余地がある。より反射率を高め、高速で明るい表示を行うなど、表示品位を向上させることが可能な駆動方法の実現が望まれている。

[0009] したがって、表示品位を向上させることが可能な表示装置およびその駆動方法、ならびに電子機器を提供することが望ましい。

[0010] 本開示の一実施の形態の第1の表示装置は、印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路とを備えたものである。駆動回路は、1または複数のフレーム期間にわたって、電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、その1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する、ように構成されたものである。

[0011] 本開示の一実施の形態の第2の表示装置は、印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路とを備えたものである。駆動回路は、1または複数のフレーム期間に

わたり、電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、その1または複数のフレーム期間において、光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する、ように構成されたものである。

[0012] 本開示の一実施の形態の第1の駆動方法は、1または複数のフレーム期間にわたり電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加することにより、電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させる際に、その1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するものである。

[0013] 本開示の一実施の形態の第2の駆動方法は、1または複数のフレーム期間にわたり電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加することにより、電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させる際に、その1または複数のフレーム期間において、光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するものである。

[0014] 本開示の一実施の形態の電子機器は、上記本開示の一実施の形態の第1の表示装置を有するものである。

[0015] 本開示の一実施の形態の第1の表示装置および第1の駆動方法ならびに電子機器では、1または複数のフレーム期間にわたり電気泳動表示素子に第1の電圧を印加することで、電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させ、第1の電圧に対応した表示（例えば、白表示）へ移行する。この1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する。これにより、電気泳動表示素子では、1または複数のフレーム期間中に第1の電圧のみを印加する場合に比べ、光学応答特性が向上し、所望の光反射率が得られる。

[0016] 本開示の一実施の形態の第2の表示装置および第2の駆動方法では、1または複数のフレーム期間にわたり電気泳動表示素子に第1の電圧を印加することで、電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させ、第1の電圧に対応した表示（例えば、白表示）へ移行する。この1または複数のフレーム

期間において、光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する。これにより、電気泳動表示素子では、1または複数のフレーム期間中に第1の電圧のみを印加する場合に比べ、光学応答特性が向上し、所望の光反射率が得られる。

[0017] 本開示の一実施の形態の第1の表示装置および第1の駆動方法ならびに電子機器によれば、1または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に第1の電圧を印加することで、電気泳動表示素子において、第1の電圧に対応した表示（例えば、白表示）を行うことができる。この1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するようにしたので、電気泳動表示素子において、所望の光反射率を得ることができる。この結果、所望のコントラスト比および明るさを実現することができる。また、垂直ブランキング期間に、第2の電圧を印加することで、第2の電圧を印加することで生じ得る瞬間的な画像のちらつきを抑制することができる。よって、表示品位を向上させることが可能となる。

[0018] 本開示の一実施の形態の第2の表示装置および第2の駆動方法によれば、1または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に第1の電圧を印加することで、電気泳動表示素子において、第1の電圧に対応した表示（例えば、白表示）を行うことができる。この1または複数のフレーム期間において、光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するようにしたので、電気泳動表示素子において所望の光反射率を得ることができる。この結果、所望のコントラスト比および明るさを実現することができる。よって、表示品位を向上させることが可能となる。

[0019] 尚、上記内容は本開示の一例である。本開示の効果は、上述したものに限らず、他の異なる効果であってもよいし、更に他の効果を含んでいてもよい。

**図面の簡単な説明**

[0020] [図1]本開示の第1実施形態の表示装置の構成を駆動装置の構成と共に表すブロック図である。

[図2]図1に示した画素部の要部構成を表す断面図である。

[図3]図2に示した表示体の構成を表す模式図である。

[図4]図1に示した表示装置の駆動方法を説明するための断面模式図である。

[図5A]図1に示した表示装置の駆動方法を説明するためのタイミング図である。

[図5B]階調表示動作の一例を説明するためのタイミング図である。

[図6]印加電圧波形に対する表示状態の遷移について説明するための模式図である。

[図7A]印加電圧波形の一例を表す模式図である。

[図7B]印加電圧波形の一例を表す模式図である。

[図7C]印加電圧波形の一例を表す模式図である。

[図7D]印加電圧波形の一例を表す模式図である。

[図8A]書き込み期間の最終フレームにおいて0Vを印加した場合の光学応答特性を表した図である。

[図8B]書き込み期間の最終フレームにおいて0Vを印加しない場合の光学応答特性を表した図である。

[図9A]印加電圧として0Vを用いない一部表示を説明するための模式図である。

[図9B]印加電圧として0Vを用いた一部表示（部分書き換え）を説明するための模式図である。

[図10A]白表示の際の印加電圧の一例を表す特性図である。

[図10B]図10Aに示した印加電圧による光学応答特性（時間に対する光反射率変化）を表す特性図である。

[図11A]白表示の際の印加電圧の一例（逆極性電圧を含む）を表す特性図である。

[図11B]図11Aに示した印加電圧による光学応答特性を表す特性図である。

[図12]図1に示した表示装置の逆極性電圧印加動作（垂直ブランキング期間）を説明するためのタイミング図である。

[図13A]図12に示した駆動動作を適用した印加電圧の一例を表す特性図である。

[図13B]図13Aに示した印加電圧による光学応答特性を表す特性図である。

[図14A]本開示の第2実施形態の表示装置の駆動動作を説明するためのタイミング図である。

[図14B]逆極性電圧を印加した場合（印加時間：1，5，10ミリ秒）と印加しなかった場合との光学応答特性の一例を表す特性図である。

[図15]逆極性電圧の印加タイミングを説明するための模式図である。

[図16]変形例1に係る表示装置の要部構成を表す断面図である。

[図17]変形例2に係る表示装置の要部構成を表す断面図である。

[図18A]適用例に係る電子ブックの構成を表す斜視図である。

[図18B]適用例に係る電子ブックの構成を表す斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明する順序は、下記の通りである。

1. 第1の実施の形態（垂直ブランキング期間に所定の逆極性電圧を印加する電気泳動型の表示装置の例）
2. 第2の実施の形態（光学応答特性における微分値が最大となる時点以降に逆極性電圧を印加する電気泳動型の表示装置の例）
3. 変形例1（TF T素子を用いない駆動方式の例）
4. 変形例2（第2電極側の電圧を変化させて逆極性電圧を印加する場合の例）
5. 適用例（電子ブックの例）

[0022] <1. 第1の実施の形態>

[構成]

図1は、本開示の第1の実施形態の表示装置（表示装置1）の構成をその



駆動装置（駆動装置 2）の構成と共に表したものである。表示装置 1 は、電気泳動現象を利用して画像を表示する電気泳動型の表示装置であり、いわゆる電子ペーパーディスプレイである。

[0023] 表示装置 1 は、例えば T F T 素子を用いたアクティブマトリクス駆動方式によって表示駆動される複数の画素 1 0（画素部 1 A）を有している。これらの複数の画素 1 0 は、電気泳動表示素子（後述の表示体 1 0 A）を含み、表示体 1 0 A の光反射率を変化させることで、文字や画像の表示を行うものである。画素部 1 A は、走査線駆動回路 1 1 0 および信号線駆動回路 1 2 0 に接続されている。走査線駆動回路 1 1 0 から行方向に沿って延設された複数の走査線 G L と、信号線駆動回路 1 2 0 から列方向に沿って延設された複数の信号線 D L との各交点に、画素 1 0 が形成されている。

[0024] 走査線駆動回路 1 1 0 は、駆動装置 2 から供給される制御信号に従って複数の走査線 G L に対して走査信号を順次印加することにより、複数の画素 1 0 を順次選択するものである。本実施の形態では、この走査線駆動回路 1 1 0 が、垂直ブランキング期間において、全画素の T F T 素子に対して同時に（一括して）出力（オン電圧を印加）できるように構成されている。信号線駆動回路 1 2 0 は、駆動装置 2 から供給される制御信号に従って、表示用信号に対応するアナログの信号を生成し、各信号線 D L に印加するものである。信号線駆動回路 1 2 0 により各信号線 D L に対して印加された表示用の信号（信号電圧）が、走査線駆動回路 1 1 0 により選択された画素 1 0 に対して印加されるようになっている。

[0025] 駆動装置 2 は、表示装置 1 を表示駆動するために必要な信号の生成および電源供給などを行う駆動部である。この駆動装置 2 は、例えば制御部 2 1 0 と、記憶部 2 1 1 と、信号処理部 2 1 2 と、電源回路 2 1 3 とを備えている。信号処理部 2 1 2 は、例えばタイミングコントローラ 2 1 2 a と表示用信号生成部 2 1 2 b とを有している。これらのタイミングコントローラ 2 1 2 a と表示用信号生成部 2 1 2 b とにより、後述する走査線 G L、信号線 D L に出力される各種信号やそれらの信号の印加タイミングを制御する信号などが生

成される。なお、この駆動装置 2 と、走査線信号回路 110 および信号線駆動回路 120 とが、本開示の「駆動回路」の一具体例に相当する。

[0026] (表示装置 1 の詳細構成例)

図 2 は、表示装置 1 の画素部 1A の要部構成を表したものである。図 3 は、表示体 10A の構成を模式的に表したものである。画素部 1A では、例えば、第 1 基板 11 上に、TFT 層 12 を介して複数の第 1 電極 (画素電極) 13 が設けられている。これらの TFT 層 12 および第 1 電極 13 を覆うように、封止層 14 が形成されており、この封止層 14 の上に表示体 10A が設けられている。表示体 10A 上には、第 2 電極 (対向電極) 19 および第 2 基板 20 がこの順に配置されている。表示体 10A は、第 1 電極 13 と第 2 電極 19 とを通じて印加された電圧に応じて光反射率が変化する (コントラストを生じさせる) ものである。表示体 10A は、特に限定されるものではないが、例えば、絶縁性液体 15 中に多孔質層 16 と泳動粒子 17 とを含むものである。この表示体 10A は、隔壁 18 によって画素 10 毎に分離されている。尚、ここでは、電気泳動素子が隔壁 18 によって区切られた構成となっているが、電気泳動素子の構成はこれに限定されず、他の構成 (例えば、カプセル状のものや隔壁無しのもの) であってもよい。

[0027] 第 1 基板 11 は、例えば無機材料、金属材料またはプラスチック材料などにより構成されている。無機材料としては、例えば、ケイ素 (Si)、酸化ケイ素 ( $SiO_x$ )、窒化ケイ素 ( $SiN_x$ ) または酸化アルミニウム ( $AlO_x$ ) などが挙げられる。酸化ケイ素には、例えばガラスまたはスピノングラス (SOG) などが含まれる。金属材料としては、例えばアルミニウム (Al)、ニッケル (Ni) またはステンレスなどが挙げられる。プラスチック材料としては、例えば、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN) またはポリエチルエーテルケトン (PEEK) などが挙げられる。

[0028] TFT 層 12 は、画素を選択するためのスイッチング素子 (TFT 素子) が形成された層である。TFT 素子は、例えば、チャンネル層としてアモルフ

アスシリコン、ポリシリコンまたは酸化物などの無機半導体層を用いた無機 T F T でもよいし、ペンタセンなどの有機半導体層を用いた有機 T F T でもよい。また、T F T 素子の種類は特に限定されず、例えば逆スタガー構造（いわゆるボトムゲート型）であってもよいし、スタガー構造（いわゆるトップゲート型）であってもよい。T F T 素子は、画素 1 0 毎に配置され、それぞれが第 1 電極 1 3 に電氣的に接続されている。

[0029] 第 1 電極 1 3 は、例えば、金（A u）、銀（A g）または銅（C u）などの導電性材料のうち少なくとも 1 種を含んでいる。この第 1 電極 1 3 は、画素部 1 A において、マトリクス状に複数配置されている。

[0030] 封止層 1 4 は、粘着性をもつ樹脂材料から構成されている。

[0031] 絶縁性液体 1 5 は、例えば有機溶媒などの非水溶媒であり、具体的には、パラフィンまたはイソパラフィンなどである。この絶縁性液体 1 5 の粘度および屈折率は、できるだけ低いことが好ましい。泳動粒子 1 7 の移動性（応答速度）が向上すると共に、それに応じて泳動粒子 1 7 の移動に要するエネルギー（消費電力）が低くなるからである。また、絶縁性液体 1 5 の屈折率と多孔質層 1 6 の屈折率との差が大きくなるため、その多孔質層 1 6 の光反射率が高くなるからである。

[0032] なお、絶縁性液体 1 5 は、必要に応じて、各種材料を含んでいてもよい。例えば、絶縁性液体 1 5 は、着色剤、電荷制御剤、分散安定剤、粘度調製剤、界面活性剤または樹脂などを含んでいてもよい。

[0033] 泳動粒子 1 7 は、第 1 電極 1 3 と第 2 電極 1 9 との間を移動可能な 1 または 2 以上の荷電粒子であり、絶縁性液体 1 5 中に分散されている。この泳動粒子 1 7 は、絶縁性液体 1 5 中で第 1 電極 1 3 と第 2 電極 1 9 との間を移動可能になっている。泳動粒子 1 7 は、例えば、有機顔料、無機顔料、染料、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材料（樹脂）などのいずれか 1 種類または 2 種類以上の粒子（粉末）である。なお、泳動粒子 1 7 は、上記した粒子を含む樹脂固形分の粉砕粒子またはカプセル粒子などでもよい。ただし、炭素材料、金属材料、金属酸化物、ガラスまたは高分子材

料に該当する材料は、有機顔料、無機顔料または染料に該当する材料から除かれることとする。この泳動粒子17としては、上記の中のいずれか1種類が用いられてもよいし、複数種類のものが用いられてもよい。

[0034] 絶縁性液体15中における泳動粒子17の含有量（濃度）は、特に限定されないが、例えば、0.1重量%～10重量%である。泳動粒子17の遮蔽（隠蔽）性および移動性が確保されるからである。この場合には、0.1重量%よりも少ないと、泳動粒子17が多孔質層16を遮蔽しにくくなる可能性がある。一方、10重量%よりも多いと、泳動粒子17の分散性が低下するため、その泳動粒子17が泳動しにくくなり、場合によっては凝集する可能性がある。

[0035] この泳動粒子17は、また、任意の光反射特性（光反射率）を有している。泳動粒子17の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも泳動粒子17が多孔質層16を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。泳動粒子17の光反射率と多孔質層16の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

[0036] 泳動粒子17の具体的な形成材料は、例えば、コントラストを生じさせるために泳動粒子17が担う役割に応じて選択される。例えば、泳動粒子17により明表示（白表示）される場合の材料は、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、チタン酸バリウムまたはチタン酸カリウムなどの金属酸化物であり、中でも、酸化チタンが好ましい。電気化学的安定性および分散性などに優れていると共に、高い反射率が得られるからである。一方、泳動粒子17により暗表示（黒表示）される場合の材料は、例えば、炭素材料または金属酸化物などである。炭素材料は、例えば、カーボンブラックなどであり、金属酸化物は、例えば、銅-クロム酸化物、銅-マンガン酸化物、銅-鉄-マンガン酸化物、銅-クロム-マンガン酸化物または銅-鉄-クロム酸化物などである。中でも、炭素材料が好ましい。優れた化学的安定性、移動性および光吸収性が得られるからである。

[0037] 泳動粒子17により明表示される場合、外部から視認される泳動粒子17

の色は、コントラストを生じさせることができれば特に限定されないが、例えば白色または白色に近い色であることが望ましい。一方、泳動粒子17により暗表示される場合、外部から視認される泳動粒子17の色は、コントラストを生じさせることができれば特に限定されないが、黒色または黒色に近い色であることが望ましい。いずれの場合でも、コントラストが高くなるからである。

[0038] なお、泳動粒子17は、絶縁性液体15中で長期間に渡って分散および帯電しやすいと共に多孔質層16に吸着しにくいことが好ましい。このため、静電反発により泳動粒子17を分散させるために分散剤（または電荷調整剤）を用いたり、泳動粒子17に表面処理を施してもよく、両者を併用してもよい。

[0039] 多孔質層16は、例えば、図3に示したように、繊維状構造体16Aにより形成された3次元立体構造物（不織布のような不規則なネットワーク構造物）である。この多孔質層16は、繊維状構造体16Aが存在していない箇所、泳動粒子17が通過するための複数の隙間（細孔H）を有している。

[0040] 多孔質層16には、1または2以上の非泳動粒子16Bが含まれており、この非泳動粒子16Bは、繊維状構造体16Aにより保持されている。3次元立体構造物である多孔質層16では、1本の繊維状構造体16Aがランダムに絡み合っているもよいし、複数本の繊維状構造体16Aが集合してランダムに重なっているもよいし、両者が混在しているもよい。繊維状構造体16Aが複数本である場合、各繊維状構造体16Aは、1または2以上の非泳動粒子16Bを保持していることが好ましい。なお、図3では、複数本の繊維状構造体16Aにより多孔質層16が形成されている場合を示している。

[0041] 多孔質層16が3次元立体構造物であるのは、その不規則な立体構造により外光が乱反射（多重散乱）されやすいため、多孔質層16の光反射率が高くなると共に、その高い光反射率を得るために多孔質層16が薄くて済むからである。これにより、コントラストが高くなると共に、泳動粒子17を移動させるために必要なエネルギーが低くなる。また、細孔Hの平均孔径が大

きくなると共にその数が多くなるため、泳動粒子17が細孔Hを通過しやすくなるからである。これにより、泳動粒子17の移動に要する時間が短くなると共に、その泳動粒子17の移動に要するエネルギーも低くなる。

[0042] 繊維状構造体16Aに非泳動粒子16Bが含まれているのは、外光がより乱反射しやすくなるため、多孔質層16の光反射率がより高くなるからである。これにより、コントラストがより高くなる。

[0043] 繊維状構造体16Aは、繊維径（直径）に対して長さが十分に大きい繊維状物質である。この繊維状構造体16Aは、例えば、高分子材料または無機材料などのいずれか1種類または2種類以上を含んでおり、他の材料を含んでいてもよい。高分子材料は、例えば、ナイロン、ポリ乳酸、ポリアミド、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリアクリロニトリル、ポリエチレンオキシド、ポリビニルカルバゾール、ポリビニルクロライド、ポリウレタン、ポリスチレン、ポリビニルアルコール、ポリサルフォン、ポリビニルピロリドン、ポリビニリデンフロリド、ポリヘキサフルオロプロピレン、セルロースアセテート、コラーゲン、ゼラチン、キトサンまたはそれらのコポリマーなどである。無機材料は、例えば、酸化チタンなどである。中でも、繊維状構造体16Aの形成材料としては、高分子材料が好ましい。反応性（光反応性など）が低い（化学的に安定である）ため、繊維状構造体16Aの意図しない分解反応が抑制されるからである。なお、繊維状構造体16Aが高反応性の材料により形成されている場合には、その繊維状構造体16Aの表面は任意の保護層により被覆されていることが好ましい。

[0044] 繊維状構造体16Aの形状（外観）は、上記したように繊維径に対して長さが十分に大きい繊維状であれば、特に限定されない。具体的には、直線状でもよいし、縮れていたり、途中で折れ曲がっていてもよい。また、一方向に延在しているだけに限らず、途中で1または2以上の方向に分岐していてもよい。この繊維状構造体16Aの形成方法は、特に限定されないが、例えば、相分離法、相反転法、静電（電界）紡糸法、熔融紡糸法、湿式紡糸法、乾式紡糸法、ゲル紡糸法、ゾルゲル法またはスプレー塗布法などであること

が好ましい。繊維径に対して長さが十分に大きい繊維状物質を容易かつ安定に形成しやすいからである。

[0045] 繊維状構造体16Aの平均繊維径は、特に限定されないが、できるだけ小さいことが好ましい。光が乱反射しやすくなると共に、細孔Hの平均孔径が大きくなるからである。ただし、平均繊維径は、繊維状構造体16Aが非泳動粒子16Bを保持できるように決定されるとよい。このため、繊維状構造体16Aの平均繊維径は、 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。なお、平均繊維径の下限は、特に限定されないが、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ であり、それ以下でもよい。この平均繊維径は、例えば、走査型電子顕微鏡(SEM)などを用いた顕微鏡観察により測定される。なお、繊維状構造体16Aの平均長さは、任意でよい。

[0046] 細孔Hの平均孔径は、特に限定されないが、できるだけ大きいことが好ましい。泳動粒子17が細孔Hを通過しやすくなるからである。このため、細孔Hの平均孔径は、 $0.1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ であることが好ましい。

[0047] 多孔質層16の厚さは、特に限定されないが、例えば、 $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ である。多孔質層16の遮蔽性が高くなると共に、泳動粒子17が細孔Hを通過しやすくなるからである。

[0048] 特に、繊維状構造体16Aは、ナノファイバーであることが好ましい。立体構造が複雑化して外光が乱反射しやすくなるため、多孔質層16の光反射率がより高くなると共に、多孔質層16の単位体積中に占める細孔Hの体積の割合が大きくなるため、泳動粒子17が細孔Hを通過しやすくなるからである。これにより、コントラストがより高くなると共に、泳動粒子17の移動に要するエネルギーがより低くなる。ナノファイバーとは、繊維径が $0.001\mu\text{m}\sim 0.1\mu\text{m}$ であると共に長さが繊維径の100倍以上である繊維状物質である。ナノファイバーである繊維状構造体16Aは、高分子材料を用いて静電紡糸法により形成されていることが好ましい。繊維径が小さい繊維状構造体16Aを容易かつ安定に形成しやすいからである。

[0049] この繊維状構造体16Aは、泳動粒子17とは異なる光学的反射特性を有

していることが好ましい。具体的には、繊維状構造体 16 A の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層 16 が全体として泳動粒子 17 を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。上記したように、泳動粒子 17 の光反射率と多孔質層 16 の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

[0050] 非泳動粒子 16 B は、繊維状構造体 16 A に固定されており、電氣的に泳動しない粒子である。この非泳動粒子 16 B の形成材料は、例えば、泳動粒子 17 の形成材料と同様であり、後述するように、非泳動粒子 16 B が担う役割に応じて選択される。この非泳動粒子 16 B は、泳動粒子 17 とは異なる光学的反射特性を有している。非泳動粒子 16 B の光反射率は、特に限定されないが、少なくとも多孔質層 16 が全体として泳動粒子 17 を遮蔽可能となるように設定されることが好ましい。上記したように、泳動粒子 17 の光反射率と多孔質層 16 の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせるためである。

[0051] ここで、非泳動粒子 16 B の具体的な形成材料は、例えば、コントラストを生じさせるために非泳動粒子 16 B が担う役割に応じて選択される。具体的には、非泳動粒子 16 B により明表示される場合の材料は、明表示される場合に選択される泳動粒子 17 の材料と同様である。一方、非泳動粒子 16 B により暗表示される場合の材料は、暗表示される場合に選択される泳動粒子 17 の材料と同様である。中でも、非泳動粒子 16 B により明表示される場合に選択される材料としては、金属酸化物が好ましく、酸化チタンがより好ましい。電気化学的安定性および定着性に優れていると共に、高い反射率が得られるからである。コントラストを生じさせることができれば、非泳動粒子 16 B の形成材料は、泳動粒子 17 の形成材料と同じ種類でもよいし、違う種類でもよい。

[0052] なお、非泳動粒子 16 B により明表示または暗表示される場合に視認される色は、泳動粒子 17 が視認される色について説明した場合と同様である。

[0053] 多孔質層 16 の形成手順の一例は、以下の通りである。最初に、有機溶剤



などに繊維状構造体 16 A の形成材料（例えば高分子材料など）を分散または溶解させて、紡糸溶液を調製する。続いて、紡糸溶液に非泳動粒子 16 B を加えたのち、十分に攪拌して非泳動粒子 16 B を紡糸溶液中に分散させる。最後に、紡糸溶液を用いた静電紡糸法により紡糸を行う。これにより、繊維状構造体 16 A により非泳動粒子 16 B が保持され、多孔質層 16 が形成される。

[0054] 第 2 電極 19 は、例えば透明導電膜により構成されている。透明導電膜としては、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ITO）、酸化アンチモン－酸化スズ（ATO）、フッ素ドープ酸化スズ（FTO）またはアルミニウムドープ酸化亜鉛（AZO）などが挙げられる。ここでは、第 2 電極 19 は、例えば、全画素 10 に共通の電極として、第 2 基板 20 の一面に形成されているが、第 1 電極 13 と同様に分割されていてもよい（複数、形成されていてもよい）。

[0055] 第 2 基板 20 は、第 1 基板 11 と同様の材料により構成されている。但し、第 2 基板 20 の上面に画像が表示されることから、第 2 基板 20 には、光透過性を有する材料が用いられる。この第 2 基板 20 の一面に接して、もしくは第 2 基板 20 よりも上の層に、図示しないカラーフィルタが設けられていてもよい。

[0056] [駆動方法]

本実施の形態の表示装置 1 では、画素部 1 A を画素 10 毎に電圧駆動することにより、上記のように、例えば泳動粒子 17 の光反射率と多孔質層 16 の光反射率との違いを利用してコントラストを生じさせ、白表示、黒表示または階調表示を行うことができる。具体的には、画素 10 毎に第 1 電極 13 と第 2 電極 19 との間に電圧が印加されることで、この印加電圧の大きさおよび極性に応じて泳動粒子 17 が、第 1 電極 13 と第 2 電極 19 との間を移動する。これにより、例えば泳動粒子 17 の光反射特性と多孔質層 16 の光反射特性とのうちのどちらか一方または両方を利用して、画素 10 毎の光反射率を変化させることができる。

[0057] 図4に、表示装置1の表示動作の一例について模式的に示す。このように、例えば第2電極19を一定の電位（例えば0V）に保持しつつ、各第1電極13には、正極性の電位（ここでは一例として+15Vとする）、または負極性の電位（ここでは一例として-15Vとする）が与えられる。あるいは、第1電極13には、0Vが印加されてもよい。これにより、画素10毎に、第1電極13および第2電極19間に電位差が生じ、表示体10Aには正極性、負極性または0Vの電圧が印加される。この結果、正または負（ここでは例えば負）に帯電した泳動粒子17が、第1電極13側または第2電極19側へ移動する。

[0058] この例では、第1電極13に+15Vが印加された画素10では、泳動粒子17が第1電極13側へ移動することにより、泳動粒子17が多孔質層16によって遮蔽される。即ち、多孔質層16の光反射率が支配的となり、多孔質層16の光反射率に対応した表示状態（以下では、一例として白表示状態として説明する）となる。一方で、第1電極13に-15Vが印加された画素10では、泳動粒子17が第2電極19側へ移動することにより、泳動粒子17が多孔質層16から露出する。即ち、泳動粒子17の光反射率が支配的となり、泳動粒子17の光反射率に対応した表示状態（以下では、一例として黒表示状態として説明する）となる。なお、0Vの印加理由については後述する。

[0059] 但し、電気泳動型の表示装置1では、白表示から黒表示、または黒表示から白表示へ移行する際に、表示体10Aの光学応答特性に応じて、時系列で光反射率が変化する性質を持つ。このため、そのような時系列的な変化を考慮した電圧駆動を行うことが望ましい。即ち、所望の表示状態（階調）を達成するために、例えば数フレームから数10フレームに相当する期間（以下、「書き込み期間」と称する）を、画像表示または画像書き換えの単位期間として、印加電圧波形（例えば電圧印加時間およびタイミングなど）が設定される。また、この書き込み期間中に所定のタイミングで0Vを印加することも有効である。このように、電圧印加の時間やタイミングなどを適切に設

定することにより、1つの書き込み期間の終了時には、所望の表示状態となるような駆動を行う。以下に、この駆動動作の一例として、黒表示から白表示へ移行する（切り替える）場合の駆動動作について説明する。

[0060]（基本的な表示駆動動作：階調表示）

まず、図4、図5Aおよび図5Bを参照して、表示装置1の基本的な表示駆動について説明する。なお、図5Aにおいて、 $(V_s)$ は信号線DLに印加される電圧波形を、 $(V_{g1})$ 、 $(V_{g2})$ 、… $(V_{gn})$ は、1～nライン目の走査線GLに印加される電圧波形を、それぞれ示している。また、本明細書においては、1フレーム期間 $(1V)$ が、走査期間 $V_{scan}$ （全ての走査線GLを線順次で走査するのに要する時間）と垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ とを含むものとする。フレーム周波数は、例えば40～100Hzであり、1フレーム期間 $V$ は、例えば10～25ms（ミリ秒）である。また、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ は、例えば0.1～4ms程度に設定される。なお、本明細書では、走査線GLに印加される電圧波形の一例として、n型のTF T素子を用いた場合の波形を示すが、p型のTF T素子を用いた場合には、オン/オフの切り替えの電圧波形は図示したものと反転する。

[0061] このように、1フレーム期間 $V$ （ここではNo. 9フレーム）において、信号線DLに電位 $V_{sig}$ が印加される一方で、各走査線GLには線順次でオン電位 $V_{on}$ が印加される。これにより、選択された画素10では、TF T素子を介して、電位 $V_{sig}$ に応じた表示用の電圧が表示体10Aに印加される。詳細には、例えば1ライン目の走査線GLにオン電位 $V_{on}$ が印加されることで、1ライン目の画素10のTF T素子がオン状態となり、その時の信号線DLの電位 $V_{sig}$ が選択され、第1電極13に印加される。これにより、表示体10Aには、第1電極13および第2電極19間の電位差に応じた電圧が印加され、この印加電圧は、TF T素子がオフ状態となった後（オフ電位 $V_{off}$ が印加された後）も、画素10内に形成された容量素子（図示せず）によって保持される。このような動作が画素10毎に行われ、容量素子により保持された電圧（第1電極13と第2電極19との間の電位差に相当）によって

、表示体10Aが画素10毎に駆動される。各画素10では、その印加電圧に応じて、上述したように泳動粒子17が電極間を移動し、光反射率が変化する。このような電圧駆動が複数フレームにわたって連続して行われる。

[0062] 図5Bに、一例として、表示体10Aに印加される電圧波形とそれに応じた光学応答波形（光反射率の時間的変化）について模式的に示す。例えば、電圧波形V11のように、フレーム1～4において連続的に正極性の電圧を印加したのち、フレーム5～12において連続的に負極性の電圧を印加する駆動を行った場合、表示体10Aの光学応答特性は、例えば波形S11を示す。即ち、フレーム1の開始時点からフレーム4の終了時点に向かって、光反射率が徐々に上昇し（立ち上がり）、黒表示状態から白表示状態へ移行する。また、フレーム5の開始時点からフレーム12の終了時点に向かって、光反射率が徐々に減少し（立ち下がり）、白表示状態から黒表示状態へ移行する。

[0063] 他方、電圧波形V12のように、小刻みに印加電圧を変化させてもよい。例えば、フレーム(n-6)、(n-5)において連続的に正極性の電圧を印加したのち、フレーム(n-4)、(n-3)において0Vを印加する。その後、フレーム(n-2)、(n-1)において連続的に負極性の電圧を印加し、最後のフレーム(n)において再び0Vを印加する。このような駆動を行った場合、表示体10Aの光学応答特性は、例えば波形S12を示す。即ち、フレーム(n-6)の開始時点からフレーム(n-5)の終了時点に向かって、光反射率が徐々に上昇し、例えば階調表示状態から白表示状態へ移行する。また、フレーム(n-4)の開始時点からフレーム(n-3)の終了時点までは、直前フレームの表示状態（白表示状態）が維持される。その後、フレーム(n-2)の開始時点からフレーム(n-1)の終了時点に向かって、光反射率が徐々に減少し、白表示状態から階調表示状態へ移行する。フレーム(n)では、その直前のフレームの表示状態（階調表示状態）が維持される。

[0064] 図6に、上記のような電圧印加に対するフレームの階調変化のイメージを

示す。このように、電圧波形V13として、例えばフレーム1～9に相当する期間T1に正極性の電圧を連続して印加したのち、フレーム10, 11に相当する期間T2に負極性の電圧を連続して印加し、続いてフレーム12に相当する期間T3に0Vを、フレーム13に相当する期間T4に負極性の電圧をそれぞれ印加する。この場合、フレーム1～13に模式的に示したような階調変化を生じる。このように、フレーム単位でのパルス幅変調(PWM: Pulse Width Modulation)方式により、階調表示が可能である。

[0065] 上記のように、表示体10A(電気泳動表示素子)を含む画素部1Aにおける画像表示または画像切り替えの際には、書き込み期間毎に、正極性電圧、負極性電圧および0Vなどを組み合わせた電圧波形を、表示体10Aの光学応答特性に応じて設定する。ここで説明した例では、正極性の電圧印加により、白表示状態に向かって表示を切り替え、負極性の電圧印加により、黒表示状態に向かって表示を切り替えることができる。

[0066] (0V印加による効果)

これらの正極性電圧および負極性電圧に加え、更に0Vの印加を組み合わせることで、より極め細やかな階調表示を実現できる。図7A～図7Dに、一例として、黒表示状態から、白表示状態または低階調状態への切り替えの際の電圧波形を示す。図7Aの例では、1書き込み期間Wの全フレーム(例えば500ms)において正極性電圧を印加している。このような電圧印加により、極限の黒表示状態(全黒表示状態)から極限の白表示状態(全白表示状態)へ切り替えることができる。図7Bの例では、1書き込み期間Wのうちの前半の期間T5において正極性電圧を印加し、その後の期間T6では0Vを印加している(例えば、 $T5 < T6$ )。図7Cの例では、1書き込み期間Wのうちの間欠的なフレームにおいて正極性電圧を印加し、その他のフレームでは0Vを印加している(正極性電圧と0Vとを交互に繰り返し印加している)。図7Dの例では、1書き込み期間Wのうちの前半の期間T7において正極性電圧を印加し、その後の期間T8において負極性電圧を印加している(例えば、 $T7 > T8$ )。これらの図7Bないし図7Dに示した例で

は、いずれも、全黒表示状態から低階調状態へ切り替えることができる。このように、階調表示のための印加電圧波形のパターンは複数あり、例示したものに限定されるものではない。

[0067] また、書き込み期間の最終フレームに0Vを印加することにより、以下のようなメリットがある。図8Aに、書き込み期間Wの最終フレーム $f_{EN}$ に0Vを印加する場合の電圧波形 $V_g$ 、 $V_s$ と、その印加電圧に対する表示体10Aの光学応答特性の波形 $S_{21}$ とを示す。また、図8Bには、比較例として、書き込み期間Wの最終フレーム $f_{EN}$ に0Vを印加しない場合の電圧波形 $V_g$ 、 $V_s$ と、その印加電圧に対する表示体10Aの光学応答特性の波形 $S_{22}$ とを示す。なお、図8Aおよび図8Bにおいて、画素10の容量素子( $C_s$ )に保持された電圧チャージ分を斜線で示す。図8Bに示した比較例では、最終フレーム $f_{EN}$ において、その直前のフレームで印加された電圧が容量素子 $C_s$ に残る。このため、表示体10Aには電圧が印加され続けることとなり、光反射率が上昇し続ける。このため、所望の光反射率を得にくい。これに対し、図8Aに示したように、最終フレーム $f_{EN}$ に0Vを印加した場合、最終フレーム $f_{EN}$ では、容量素子 $C_s$ がディスチャージされ、その直前のフレーム終了時点での光反射率が維持される。このため、所望の光反射率を得易い。つまり、印加電圧×時間による階調制御が容易となる。このように、TFT素子を用いた電圧駆動においては、書き込み期間Wの最終フレームにおいて0Vを印加することが望ましい。

[0068] 更に、次のような場合においても、0Vを印加することが有効である。図9Aおよび図9Bに、表示画面のうちの一部において表示画像を書き換える動作(部分書き換え動作)について模式的に示す。図9Aの例は、0Vを用いない場合の例であり、表示画面D0のうち一部の領域D1のみの画像を変更する場合であっても、画像を変更しない領域D2も含めた全画面で走査がなされ、正極性電圧または負極性電圧が全画素10に印加される。これに対し、図9Bに示した例では、表示画面D0のうち領域D1においてのみ正極性電圧または負極性電圧が印加され、領域D2では0Vが印加される。こ

のように、部分書き換え時に0Vを用いることで、表示品位の向上につながる。このため、表示体10Aでは、0V印加時においても光学応答特性が変化しにくい特性（メモリー性）をもつことが望ましい。

[0069]（光反射率を高めるための駆動動作）

上述のように、表示装置1では、印加電圧に応じて画素10毎に光反射率を変化させ、これを利用して白表示、黒表示あるいは階調表示がなされる。このような電気泳動表示素子を用いた表示装置1では、視認性を高めるために、特に白表示時における光反射率が高いことが望まれている。

[0070] ここで、図10Aに、黒表示から白表示へ切り替える際の印加電圧波形の一例を示す。また、図10Bには、図10Aに示した電圧波形を印加した場合の表示体10Aの光学応答特性について示す。前述のように、表示体10Aの光学応答特性では、複数フレームにわたって（時系列で）徐々に光反射率が上昇する。例えば、図10Aおよび図10Bに示したように、正極性電圧を400ms印加し続けることで、所望の反射率（ここでは1とする）に達する。

[0071] このような書き込み期間の途中において、白表示状態へ移行させるための電圧（ここでは正極性電圧）とは逆極性の電圧または0V（ここでは負極性電圧）を印加することにより、結果として白表示時における光反射率を高めることができる。図11Aおよび図11Bにその一例を示す。図11Aは、黒表示から白表示へ切り替える際の印加電圧波形の一例である。この例では、正極性電圧を印加し始めてから約100ms経過後の1フレームに相当する期間に、逆極性電圧として負極性電圧を印加している。逆極性電圧を印加した後は、再び正極性電圧を印加し続ける。図11Bは、図11Aに示した電圧波形に応じた表示体10Aの光学応答特性について示したものである。このように、逆極性電圧を書き込み期間の途中で印加した場合、それにより瞬間的に光反射率が低下するものの、その後は再び光反射率が上昇する。このときの光反射率の上昇率は、正極性電圧のみを印加し続けた場合（図10B）と比べ、大きくなる。この結果、正極性電圧のみを印加した場合よりも

早いタイミングで（この例では、200ms程度経過後に）所望の反射率に達し易い。このように、白表示または白表示への切り替えの際に、逆極性電圧を印加することで、光反射率を高めることが可能である。

[0072] ところが、白表示の途中において逆極性電圧を印加した場合、結果的に光反射率は高くなるものの、1フレームにわたって逆極性電圧を印加することから、白表示の途中で一時的に黒表示へ推移し（瞬間的に光反射率が低下し）、その後再び白表示に戻る。このような現象は、画像のちらつきとして視認される（画像にちらつきが生じる）。これは、表示品位の低下につながる。

[0073] （垂直ブランキング期間における逆極性電圧印加）

そこで、本実施の形態では、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に、上記のような逆極性電圧を印加する駆動を行う。図12は、本実施の形態の駆動動作を説明するためのタイミング図である。図12において、 $(V_s)$ は信号線DLに印加される電圧波形を、 $(V_{g1})$ 、 $(V_{g2})$ 、… $(V_{gn})$ は、1～nライン目の走査線GLに印加される電圧波形を、それぞれ示している。この例においても、フレーム周波数は、例えば40～100Hzであり、1フレーム期間 $V$ は、例えば10～25ms（ミリ秒）である。また、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ は、例えば0.1～4ms程度に設定することができる。

[0074] 具体的には、1または複数のフレーム期間 $V$ にわたって印加される表示用の電圧（第1の電圧）とは異なる電圧（第2の電圧）が、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に印加される。例えば、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ において、その直前の走査期間 $V_{scan}$ に正極性電圧が印加されている場合、その逆極性電圧（負極性電圧）または0Vが印加される。詳細には、信号線DLには、走査期間 $V_{scan}$ において正極性の電位 $V_{sig}(+)$ が印加されたのち、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ において、負極性の電位 $V_{sig}(-)$ が印加される。このとき、信号線駆動回路120によって、全信号線DLに対して電位 $V_{sig}(-)$ が出力される。一方、走査線DLには、走査線駆動回路110により、全画素10のTFT素子に同時に（期間 $T_9$ において）オン電位が印加される。これにより、



画素部 1 A 内の全ての T F T 素子が期間 T 9 においてオン状態に制御される。即ち、全画素 1 0 が選択され、各画素 1 0 の第 1 電極 1 3 に負極性の電位  $V_{sig(-)}$  が印加される。これにより、T F T 素子がオン状態となっている期間 T 9 において、各画素 1 0 に負極性電圧が印加される。

[0075] 逆極性電圧（ここでは負極性電圧）の印加タイミングは、1つの垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  内で特に限定されない。また、逆極性電圧は、垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  内において、1回だけ印加されてもよいし、複数回にわたって印加されてもよい。また、図 1 2 の例では 1 フレーム期間  $V$  のみの図示であるが、書き込み期間全体としては、複数の垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  が存在する。逆極性電圧は、それらの複数の垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  のそれぞれにおいて、1回または複数回にわたって印加されてもよい。あるいは、逆極性電圧は、複数の垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  のうちの選択的な垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  において、1回または複数回にわたって印加されてもよい。但し、望ましくは、後述の第 2 の実施の形態において説明するように、光学応答特性において光反射率の微分値がピークとなる時点以降に、逆極性電圧または 0 V が印加される。より効果的に光反射率を向上させることができるためである。

[0076] 逆極性電圧の印加時間は、例えば 0.1 ~ 4.0 m s であることが望ましい。4.0 m s 以上に設定しても構わないが、フレーム期間  $V$  が長くなり、表示書き換えに時間を要することとなる。なお、ここでは、表示用の正極性電圧とは異なる電圧として、負極性電圧を印加する場合について説明したが、負極性電圧の代わりに 0 V を印加してもよい。また、表示体 1 0 A の光学特性により、白表示へ切り替えるための電圧が負極性電圧である場合には、その逆極性の電圧として正極性電圧を印加すればよいことは言うまでもない。

[0077] 垂直ブランキング期間  $V_{BL}$  では、上記のようにして負極性電圧を印加した後、走査期間  $V_{scan}$  において印加していた正極性電圧と同極性または同電位となる電圧を印加することが望ましい。これは、負極性または 0 V の電圧が、次の走査期間まで容量素子に保持され続けることを防ぐためである。具体的

には、期間T10において、信号線駆動回路120によって、全信号線DLに対して、例えば正極性の電位Vsig(+)が印加される。一方、走査線DLには、走査線駆動回路110により、全画素10のTF T素子に同時に（期間T10において）オン電位が印加される。これにより、画素部1A内の全てのTF T素子が期間T10においてオン状態に制御される。即ち、期間T10において、全画素10が選択され、各画素10に正極性電圧が印加される。

[0078] 尚、垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>内で、走査線GLに複数回にわたってオン電位Vonを印加する場合、その間隔（ここでは、期間T9と期間T10との間の電位Voffが印加される時間）は、フレーム毎に固定であってもよいし、可変であってもよい。

[0079] この垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>が終了すると、次フレームの走査期間V<sub>scan</sub>において線順次で画素10が選択され、表示体10Aには、再び表示用の電圧（例えば正極性電圧）が印加される。上記のようにして、複数フレームにわたって電圧駆動が行われ、1書き込み期間において1つの画像が表示される（画像が切り替えられる）。

[0080] 図13Aおよび図13Bに、垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>に逆極性電圧を印加した場合の電圧波形と光学応答特性の一例を示す。図13Aは、複数のフレーム期間にわたって白表示へ切り替えるための印加電圧波形の一例である。この例では、正極性電圧の印加開始時点から約100ms経過後（5フレーム目の垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>）に、逆極性電圧として負極性電圧が印加されている。また、その後も計3フレームにわたって、それぞれの垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>に、負極性電圧が印加されている。つまり、書き込み期間内の計4回の垂直ブランキング期間V<sub>BL</sub>にそれぞれ負極性電圧が印加されている。そして、この計4回の負極性電圧印加後は、再び正極性電圧が印加しつ続けられている。

[0081] 図13Bは、図13Aに示した印加電圧波形に応じた表示体10Aの光学応答特性について示したものである。このように、正極性電圧の印加途中に

逆極性電圧を印加することで、光反射率は、瞬間的に（数ms程度）若干低下するものの、応答特性全体としては、正極性電圧のみを印加し続けた場合（図10B）と比べ、上昇する。この結果、正極性電圧のみを印加した場合よりも早いタイミングで（この例では、200ms程度経過後に）所望の反射率に達し易い。したがって、白表示または白表示への切り替えの際に、表示用の電圧と逆極性電圧を印加することで、光反射率を高めることが可能である。

[0082] また、そのような逆極性電圧を、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に印加することにより、走査期間 $V_{scan}$ に印加する場合に比べ、逆極性電圧印加による一時的な黒表示への推移（瞬間的な光反射率の低下）が視認されにくい。これにより、上述のような画像のちらつきが視認されにくくなる（画像のちらつきが生じにくくなる）。

[0083] 以上説明したように本実施の形態では、1または複数のフレーム期間 $V$ にわたって電気泳動表示素子（表示体10A）に、表示用の電圧（例えば正極性電圧）が印加されることで、表示体10Aの光反射率が変化し、その印加電圧（正極性電圧）に対応した表示（例えば、白表示）へ移行する。この1または複数のフレーム期間中における1または複数の垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に、上記印加電圧（正極性電圧）とは異なる電圧（例えば負極性電圧または0V）が印加される。これにより、表示体10Aでは、1または複数のフレーム期間 $V$ に正極性電圧のみが印加される場合に比べ、光学応答特性が向上し、所望の光反射率が得易くなる。この結果、所望のコントラスト比および明るさを実現することができる。また、本実施の形態では、上記の逆極性電圧が、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に印加されることで、逆極性電圧の印加によって生じ得る瞬間的な画像のちらつきを抑制することができる。よって、表示品位を向上させることが可能となる。

[0084] 以下、上記第1の実施の形態の他の実施の形態および変形例について説明する。以下では、上記第1の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

## [0085] &lt;第2の実施の形態&gt;

上記第1の実施の形態の表示装置およびその駆動方法は、光反射率を高めるための逆極性電圧（または0V、以下同様）を、視認性の観点から垂直ブランキング期間に印加する、というものである。本実施の形態は、上記第1の実施の形態とは異なる観点から逆極性電圧の印加タイミングを設定したものである。本実施の形態では、逆極性電圧の印加による光反射率向上の効果をより高めることができる。尚、本実施の形態の手法（本開示における第2の表示装置および第2の駆動方法）を実現するための表示装置および駆動装置の基本構成は、上記第1の実施の形態の表示装置1および駆動装置2と同様である。また、基本的な駆動動作（複数フレームからなる書き込み期間にわたって印加電圧波形を設定し、階調表示を行う動作）は、上記第1の実施の形態と同様である。

[0086] 但し、本実施の形態では、1または複数のフレーム期間において、表示用の電圧（例えば正極性電圧）とは異なる電圧（例えば負極性電圧または0V）が、光学応答特性における光反射率の微分値がピークとなる時点 $P_L1$ （第1の時点）以降に、1回または複数回、印加される。具体的には、上述したような逆極性電圧（または0V）が、白表示へ移行する際の光学応答特性において、光反射率の増加傾向が最大となる時点以降に、印加される。これにより、表示体10Aでは、1または複数のフレーム期間中に正極性電圧のみを印加する場合に比べ、光学応答特性が効果的に向上し、所望の光反射率を得易くなる。よって、上記第1の実施の形態と同等の効果を得ることができる。

[0087] 図14A、図14Bおよび図15を参照して、上記の時点 $P_L1$ について説明する。図14Aは、本実施形態の表示装置の駆動動作を説明するためのタイミング図である。図14Bは、逆極性電圧を印加した場合（印加時間：1, 5, 10ms）と印加しなかった場合との光学速度（光反射率の微分値）の一例を表す特性図である。図14において、光学速度が正である場合、光反射率が増加傾向にあり、現時刻における光反射率が直前時刻の光反射率よ

りも高くなっていることを示す。一方、光学速度が負である場合、光反射率が減少傾向にあり、現時刻における光反射率が直前の光反射率よりも低くなっていることを示している。図15は、逆極性電圧の印加タイミングを説明するための模式図である。

[0088] 図14Aの上図は、例えば250msの期間にわたって連続的に正極性電圧を印加した場合（逆極性電圧を印加しない場合）の電圧波形の一例である。また、図14Aの下図は、正極性電圧の印加途中に、逆極性電圧（負極性電圧）を離散的に（複数回にわたって）印加した場合の印加電圧波形の一例である。図14Aの下図において、正極性電圧は、所定の期間（60ms）にわたって連続的に、かつ複数回にわたって印加されている。負極性電圧は、60ms置きに、所定の時間 $f t$ （1, 5, 10ms）、複数回にわたって印加されている。

[0089] 逆極性電圧が印加される時間（パルス幅） $f t$ は、例えば0.1~25msである。この時間 $f t$ は、フレーム周波数に応じて適切な値に設定されればよい。例えば、フレーム周波数が100Hzである場合には、時間 $f t$ は、0.1~10msとすることができる。フレーム周波数が80Hzである場合には、時間 $f t$ は、0.1~12.5msとすることができる。フレーム周波数が65Hzである場合には、時間 $f t$ は、0.1~15.4msとすることができる。フレーム周波数が50Hzである場合には、時間 $f t$ は、0.1~20msとすることができる。フレーム周波数が40Hzである場合には、時間 $f t$ は、0.1~25msとすることができる。

[0090] 逆極性電圧が印加されるタイミングは、上記の時点 $P_L1$ 以降であれば特に限定されない。即ち、本実施の形態では、逆極性電圧は、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ に印加されてもよいし、走査期間 $V_{scan}$ に印加されてもよい。また、垂直ブランキング期間 $V_{BL}$ と走査期間 $V_{scan}$ との両方において逆極性電圧が印加されてもよい。

[0091] また、逆極性電圧を2回以上印加する場合には、2回目以降の印加タイミングは、1つ前の逆極性電圧の印加による光反射率の減少分を、その後の正

極性電圧の印加による光反射率の増加分が上回る時点  $P_L2$ （第2の時点）以降であることが望ましい。具体的には、図15に模式的に示したように、1回目の逆極性電圧の印加タイミング  $t_{11}$  は、光反射率の微分値に相当する光学速度特性  $S_3$  において、最初の最大値をとる時点  $P_L1$  以降に設定される。また、2回目の逆極性電圧の印加タイミング  $t_{12}$  は、1回目の逆極性電圧の印加による光反射率の減少分（面積  $m_L$  に相当）を、その後の正極性電圧の印加による光反射率の増加分（面積  $m_H$  に相当）が上回る（面積差（ $m_H - m_L$ ）が0以上になる）時点  $P_L2$  以降に設定される。

[0092] <変形例1>

図16は、上記第1の実施の形態の変形例（変形例1）に係る表示装置の要部構成を表したものである。上記第1の実施の形態では、TFT素子を用いたアクティブマトリクス駆動方式により表示駆動を行う場合の構成例を示したが、本開示の表示装置および駆動方法は、TFT素子を用いない駆動方式にも適用可能である。例えば、パッシブマトリクス駆動方式あるいはセグメント駆動方式などが挙げられる。この場合、図16に示したように、基板11上に第1電極13が形成され、封止層14によって覆われている。この封止層14上には、上記第1の実施の形態と同様、表示体10A、第2電極19および第2基板20が配置されている。また、表示体10Aは隔壁18によって複数の領域に分割されている。第1電極13と第2電極19とは、いずれも全体として格子状に配置された電極である。

[0093] 本変形例においても、第1電極13および第2電極19のそれぞれに所定の電位が印加されることで、これらの電位差に対応した電圧が表示体10Aに印加される。これにより、表示体10Aでは、印加電圧に応じて光反射率が時系列で変化し、白表示、黒表示および階調表示がなされる。このとき、上記第1の実施の形態と同様、1または複数のフレーム期間において、所定のタイミング（上記第1の実施の形態または第2の実施の形態において説明したタイミング）で、表示用の電圧とは異なる電圧を印加することで、表示体10Aの光学応答特性が向上し、所望の光反射率が得られる。よって、上

記第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態とほぼ同等の効果を得ることができる。

[0094] <変形例 2>

図 17 は、上記第 1 の実施の形態の変形例（変形例 2）に係る表示装置の要部構成を表したものである。上記第 1 の実施の形態では、表示用の電圧（第 1 の電圧）とは異なる電圧（第 2 の電圧）を表示体 10A に印加する際に、第 1 電極 13 の電位を変化させる（第 1 電極 13 にパルス電圧を印加する）駆動について説明した。しかしながら、本開示の第 2 の電圧を印加する駆動方法は、これに限定されない。本変形例のように、例えば第 2 電極 19 の電位を変化させるようにしてもよい。

[0095] 具体的には、上述したような逆極性電圧（または 0V）を表示体 10A に印加するタイミングにおいて、第 2 電極 19 の電位を例えば 0V から所定の電位へ変化させる。一例としては、表示用の電圧として +15V の正極性電圧が印加されている（例えば第 1 電極 13 が +15V で、第 2 電極 19 が 0V である）フレーム期間に、逆極性電圧を印加する場合には、次のような駆動を行う。即ち、第 1 電極 13 を +15V に維持しつつ、第 2 電極 19 の電位を 0V から +30V に変化させる。これにより、表示体 10A には、-15V の負極性電圧が印加される（第 1 電極 13 と第 2 電極 19 の電位差が -15V となる）。その後、第 2 電極 19 の電位を 0V に戻すことで、上記第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態と同様、逆極性電圧による光反射率向上の効果を得ることができる。なお、逆極性電圧の印加タイミングおよび印加時間（パルス幅）は、上記第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態と同様である。

[0096] <適用例>

次に、上述の実施の形態および変形例において説明した表示装置の適用例について説明する。ただし、以下で説明する電子機器の構成はあくまで一例であり、その構成は適宜変更可能である。

[0097] 図 18A および図 18B は、適用例に係る電子ブック（電子ブック 3）の

外観構成を表している。この電子ブック3は、例えば、表示部810および非表示部（筐体）820と、操作部830とを備えている。なお、操作部830は、図18Aに示したように非表示部820の前面に設けられていてもよいし、図18Bに示したように上面（あるいは側面）に設けられていてもよい。

[0098] 以上、実施形態を挙げて本開示を説明したが、本開示は実施形態で説明した態様に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、本開示の第2の電圧として、第1の電圧と逆極性の電圧または0Vを印加する場合を例に挙げて説明したが、第2の電圧は、必ずしも逆極性電圧でなくてもよく、第1の電圧と異なる電圧であればよい。例えば、第2の電圧は、0Vであってもよい。あるいは、第1の電圧が黒表示から白表示に移行させるための正極性の電圧である場合には、第2の電圧は、第1の電圧未満の電圧であればよい。但し、上記実施の形態のように、第2の電圧として第1の電圧の逆極性の電圧を印加することで、効果的に反射率を向上させることができる。尚、上記実施の形態等において説明した効果は一例であり、本開示の効果は、他の効果であってもよいし、更に他の効果を含んでいてもよい。

[0099] 尚、本開示内容は以下のような構成であってもよい。

(1)

印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、  
前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路と  
を備え、

前記駆動回路は、

1または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、

前記1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、前記第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する

ように構成された



表示装置。

(2)

前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、

前記第2の電圧は、前記第1極性とは逆の第2極性の電圧である

上記(1)に記載の表示装置。

(3)

前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、

前記第2の電圧は、0Vまたは前記第1の電圧未満の電圧である

上記(1)に記載の表示装置。

(4)

前記垂直ブランキング期間において、前記第2の電圧の印加後に、前記第1の電圧と同極性または同電位の電圧を印加する

上記(1)～(3)のいずれかに記載の表示装置。

(5)

前記電気泳動表示素子を含むと共に、各々がTF T素子を用いて駆動される複数の画素を有し、

前記垂直ブランキング期間では、前記複数の画素の前記TF T素子を同時にオン状態とすることにより、前記複数の画素に同時に前記第2の電圧を印加する

上記(1)～(4)のいずれかに記載の表示装置。

(6)

前記電気泳動表示素子は、第1電極と第2電極との間に、絶縁性液体と、繊維状構造体と、電気泳動粒子とを有するものである

上記(1)～(5)のいずれかに記載の表示装置。

(7)

印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、

前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路と  
を備え、

前記駆動回路は、

1 または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、

前記1または複数のフレーム期間において、前記光反射率の微分値が最大となる第1の時点以降に、前記第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するように構成された  
表示装置。

(8)

前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、

前記第2の電圧は、前記第1極性とは逆の第2極性の電圧である  
上記(7)に記載の表示装置。

(9)

前記第2の電圧を複数回にわたって印加する場合に、

1回目の前記第2の電圧の印加タイミングは、前記第1の時点以降であり、

2回目以降の前記第2の電圧の印加タイミングは、1つ前の回に印加された第2の電圧による光反射率の減少分を、その直後に印加された第1の電圧による光反射率の増加分を上回る第2の時点以降である

上記(7)または(8)に記載の表示装置。

(10)

前記第2の電圧の印加時間は、0.1～25ミリ秒である

上記(7)～(9)のいずれかに記載の表示装置。

(11)

1または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加することにより、前記電気泳動表示素子の光反射率を時系列で

変化させる際に、

前記 1 または複数の期間における 1 または複数の垂直ブランキング期間に、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加する  
駆動方法。

(12)

前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、前記第 1 極性とは逆の第 2 極性の電圧である  
上記 (11) に記載の駆動方法。

(13)

前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、0V または前記第 1 の電圧未満の電圧である  
上記 (11) に記載の駆動方法。

(14)

前記垂直ブランキング期間において、前記第 2 の電圧の印加後に、前記第 1 の電圧と同極性または同電位の電圧を印加する

上記 (11) ~ (13) のいずれかに記載の駆動方法。

(15)

前記電気泳動表示素子は、各々が TFT 素子を用いて駆動される複数の画素を含み、

前記垂直ブランキング期間では、前記複数の画素の前記 TFT 素子を同時にオン状態とすることにより、前記複数の画素に同時に前記第 2 の電圧を印加する

上記 (11) ~ (14) のいずれかに記載の駆動方法。

(16)

1 または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に表示用の第 1 の電圧を印加することにより、前記電気泳動表示素子の光反射率を時系列で

変化させる際に、

前記 1 または複数のフレーム期間において、前記光反射率の微分値が最大となる第 1 の時点以降に、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加する駆動方法。

(17)

前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、前記第 1 極性とは逆の第 2 極性の電圧である  
上記 (16) に記載の駆動方法。

(18)

前記第 2 の電圧を複数回にわたって印加する場合に、

1 回目の前記第 2 の電圧の印加タイミングは、前記第 1 の時点以降であり

、  
2 回目以降の前記第 2 の電圧の印加タイミングは、1 つ前の回に印加された第 2 の電圧による光反射率の減少分を、その直後に印加された第 1 の電圧による光反射率の増加分を上回る第 2 の時点以降である

上記 (16) または (17) に記載の駆動方法。

(19)

前記第 2 の電圧の印加時間は、0.1～25 ミリ秒である

上記 (16) ～ (18) のいずれかに記載の駆動方法。

(20)

印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、  
前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路と  
を備え、

前記駆動回路は、

1 または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第 1 の電圧を印加し、

前記 1 または複数のフレーム期間における 1 または複数の垂直ブランキン

グ期間に、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加する  
ように構成された  
表示装置を有する電子機器。

[0100] 本出願は、日本国特許庁において 2014 年 12 月 1 日に  
出願された日本特許出願番号第 2014-243163 号を基礎として優先権を主張するものであり、この出願のすべての内容を参照によって本出願に援用する。

[0101] 当業者であれば、設計上の要件や他の要因に応じて、種々の修正、コンビネーション、サブコンビネーション、および変更を想到し得るが、それらは添付の請求の範囲やその均等物の範囲に含まれるものであることが理解される。

## 請求の範囲

- [請求項1] 印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と、  
前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路とを備え、  
前記駆動回路は、  
1 または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、  
前記1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、前記第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加するように構成された表示装置。
- [請求項2] 前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、  
前記第2の電圧は、前記第1極性とは逆の第2極性の電圧である請求項1に記載の表示装置。
- [請求項3] 前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、  
前記第2の電圧は、0Vまたは前記第1の電圧未満の電圧である請求項1に記載の表示装置。
- [請求項4] 前記垂直ブランキング期間において、前記第2の電圧の印加後に、前記第1の電圧と同極性または同電位の電圧を印加する請求項1に記載の表示装置。
- [請求項5] 前記電気泳動表示素子を含むと共に、各々がTF T素子を用いて駆動される複数の画素を有し、  
前記垂直ブランキング期間では、前記複数の画素の前記TF T素子を同時にオン状態とすることにより、前記複数の画素に同時に前記第2の電圧を印加する

請求項 1 に記載の表示装置。

[請求項6] 前記電気泳動表示素子は、第 1 電極と第 2 電極との間に、絶縁性液体と、繊維状構造体と、電気泳動粒子とを有するものである

請求項 1 に記載の表示装置。

[請求項7] 印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と

、

前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路と

を備え、

前記駆動回路は、

1 または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第 1 の電圧を印加し、

前記 1 または複数のフレーム期間において、前記光反射率の微分値が最大となる第 1 の時点以降に、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加する

ように構成された

表示装置。

[請求項8] 前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、前記第 1 極性とは逆の第 2 極性の電圧である

請求項 7 に記載の表示装置。

[請求項9] 前記第 2 の電圧を複数回にわたって印加する場合に、

1 回目の前記第 2 の電圧の印加タイミングは、前記第 1 の時点以降であり、

2 回目以降の前記第 2 の電圧の印加タイミングは、1 つ前の回に印加された第 2 の電圧による光反射率の減少分を、その直後に印加された第 1 の電圧による光反射率の増加分を上回る第 2 の時点以降である

請求項 7 に記載の表示装置。

[請求項10] 前記第 2 の電圧の印加時間は、0.1～25 ミリ秒である

請求項 7 に記載の表示装置。

[請求項11]

1 または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に表示用の第 1 の電圧を印加することにより、前記電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させる際に、

前記 1 または複数の期間における 1 または複数の垂直ブランキング期間に、前記第 1 の電圧とは異なる第 2 の電圧を印加する駆動方法。

[請求項12]

前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、前記第 1 極性とは逆の第 2 極性の電圧である請求項 1 1 に記載の駆動方法。

[請求項13]

前記第 1 の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第 1 極性の電圧であり、

前記第 2 の電圧は、0 V または前記第 1 の電圧未満の電圧である請求項 1 1 に記載の駆動方法。

[請求項14]

前記垂直ブランキング期間において、前記第 2 の電圧の印加後に、前記第 1 の電圧と同極性または同電位の電圧を印加する

請求項 1 1 に記載の駆動方法。

[請求項15]

前記電気泳動表示素子は、各々が T F T 素子を用いて駆動される複数の画素を含み、

前記垂直ブランキング期間では、前記複数の画素の前記 T F T 素子を同時にオン状態とすることにより、前記複数の画素に同時に前記第 2 の電圧を印加する

請求項 1 1 に記載の駆動方法。

[請求項16]

1 または複数のフレーム期間にわたって電気泳動表示素子に表示用の第 1 の電圧を印加することにより、前記電気泳動表示素子の光反射率を時系列で変化させる際に、

前記 1 または複数のフレーム期間において、前記光反射率の微分値



が最大となる第1の時点以降に、前記第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する

駆動方法。

[請求項17] 前記第1の電圧は、前記電気泳動表示素子を黒表示状態から白表示状態へ移行させるための第1極性の電圧であり、

前記第2の電圧は、前記第1極性とは逆の第2極性の電圧である  
請求項16に記載の駆動方法。

[請求項18] 前記第2の電圧を複数回にわたって印加する場合に、

1回目の前記第2の電圧の印加タイミングは、前記第1の時点以降であり、

2回目以降の前記第2の電圧の印加タイミングは、1つ前の回に印加された第2の電圧による光反射率の減少分を、その直後に印加された第1の電圧による光反射率の増加分を上回る第2の時点以降である  
請求項16に記載の駆動方法。

[請求項19] 前記第2の電圧の印加時間は、0.1～25ミリ秒である

請求項16に記載の駆動方法。

[請求項20] 印加電圧に応じて時系列で光反射率が変化する電気泳動表示素子と

、  
前記電気泳動表示素子を電圧駆動する駆動回路と  
を備え、

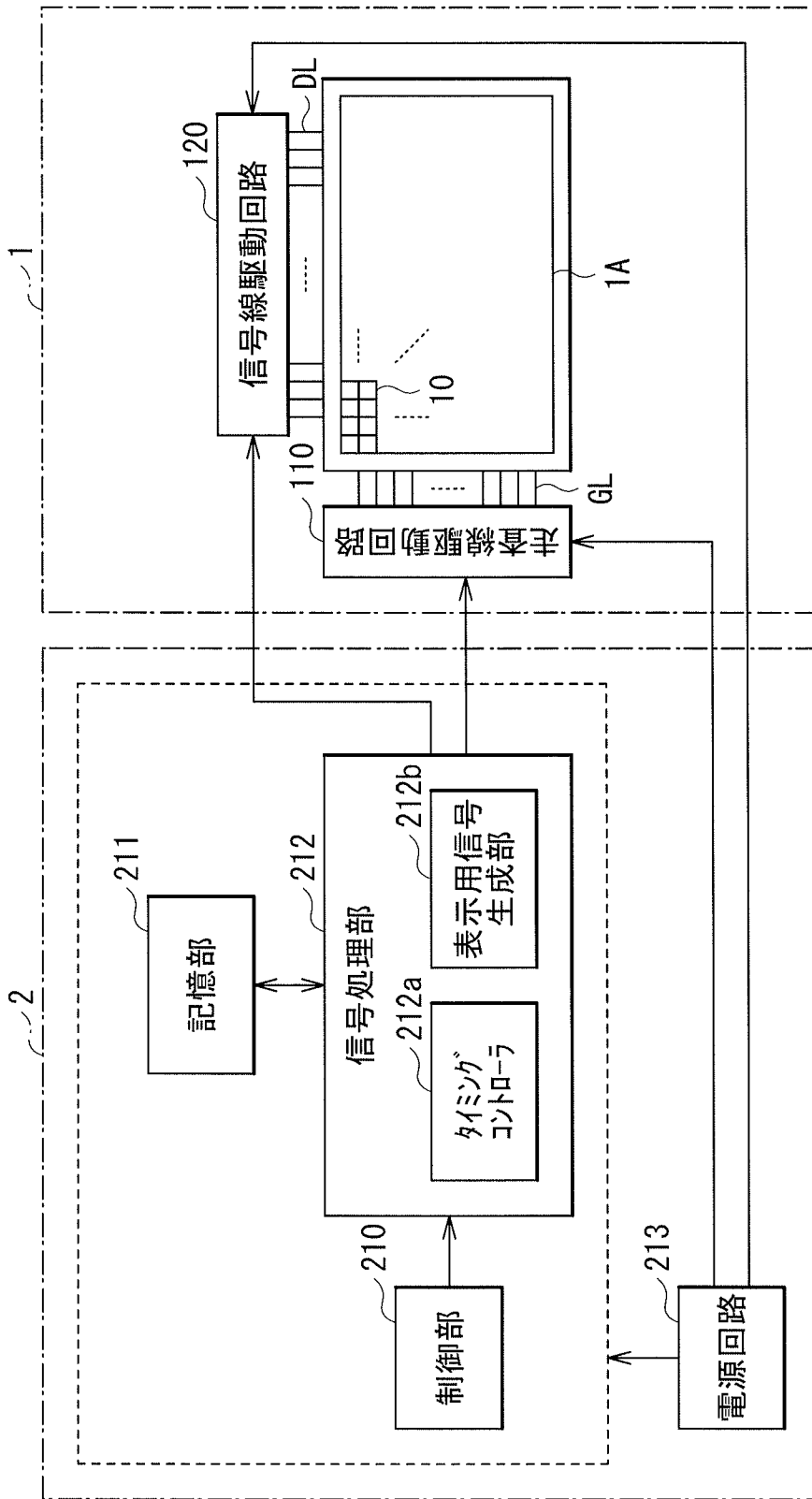
前記駆動回路は、

1または複数のフレーム期間にわたって、前記電気泳動表示素子に表示用の第1の電圧を印加し、

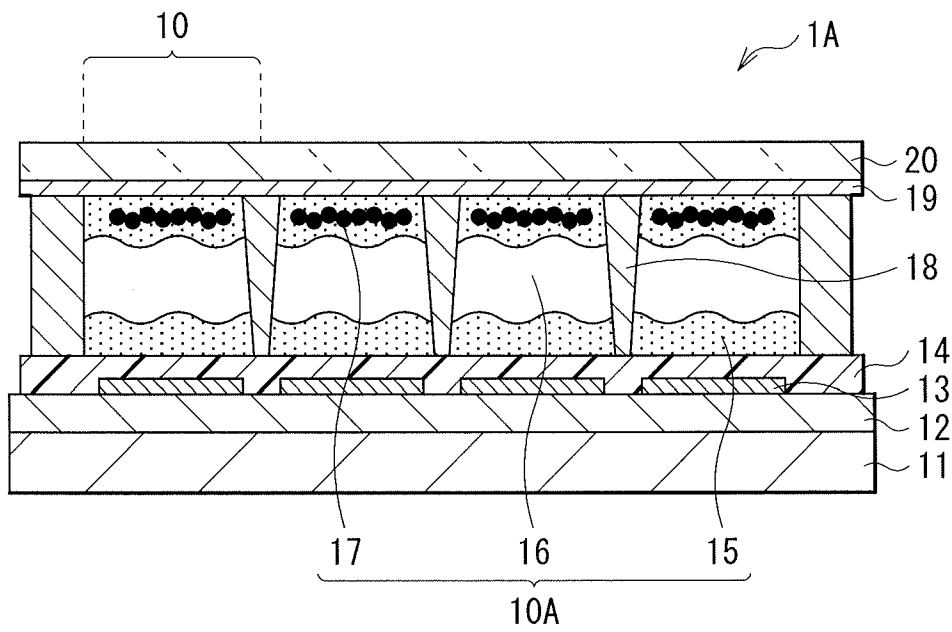
前記1または複数のフレーム期間における1または複数の垂直ブランキング期間に、前記第1の電圧とは異なる第2の電圧を印加する  
ように構成された

表示装置を有する電子機器。

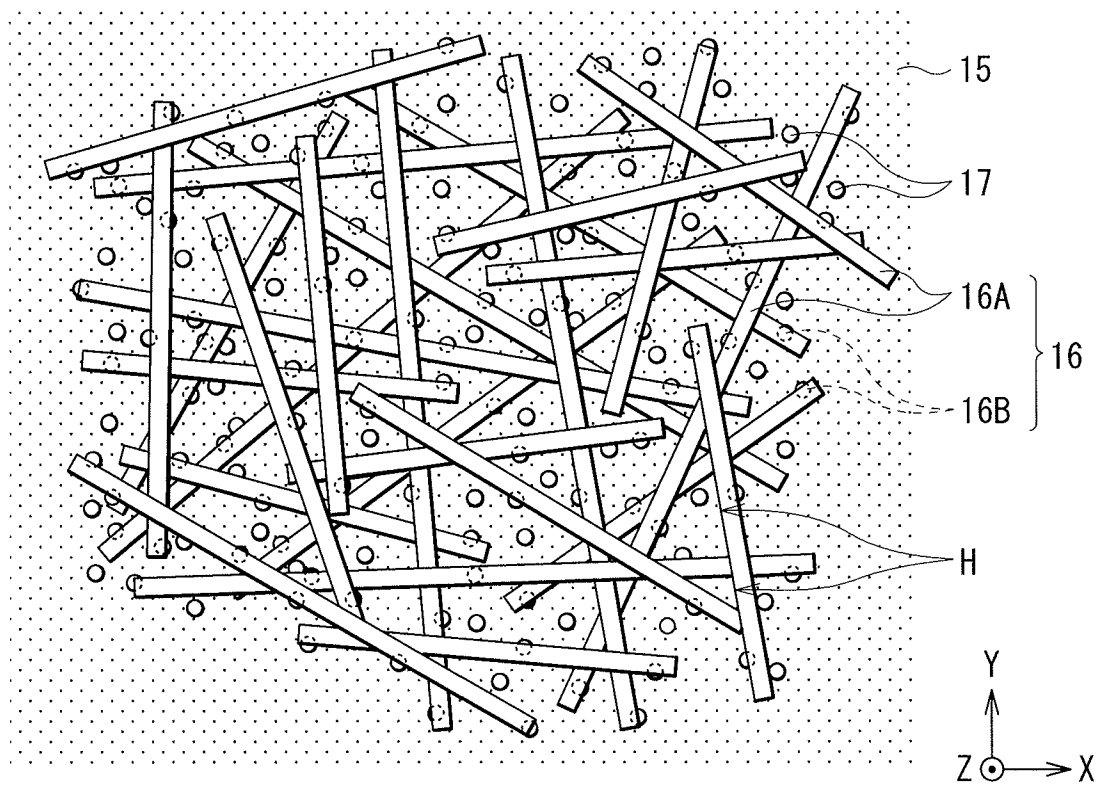
[図1]



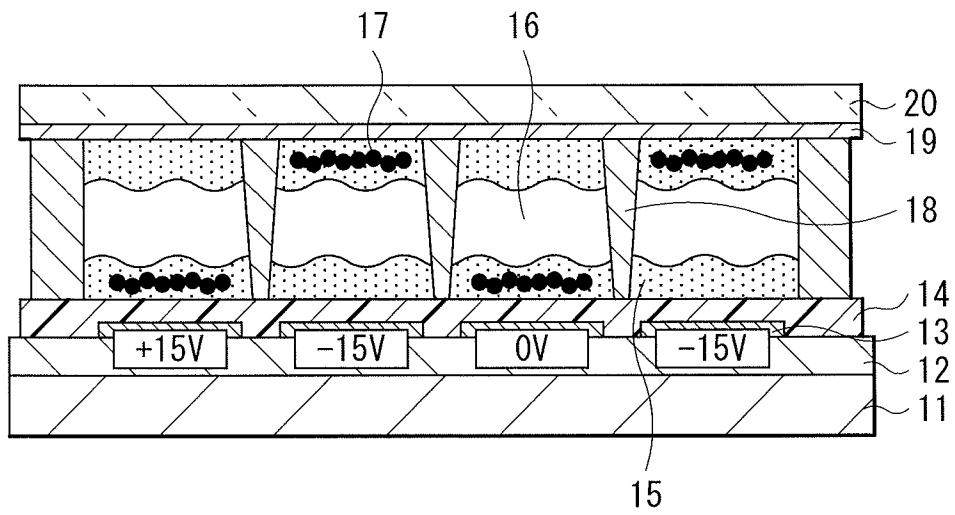
[図2]



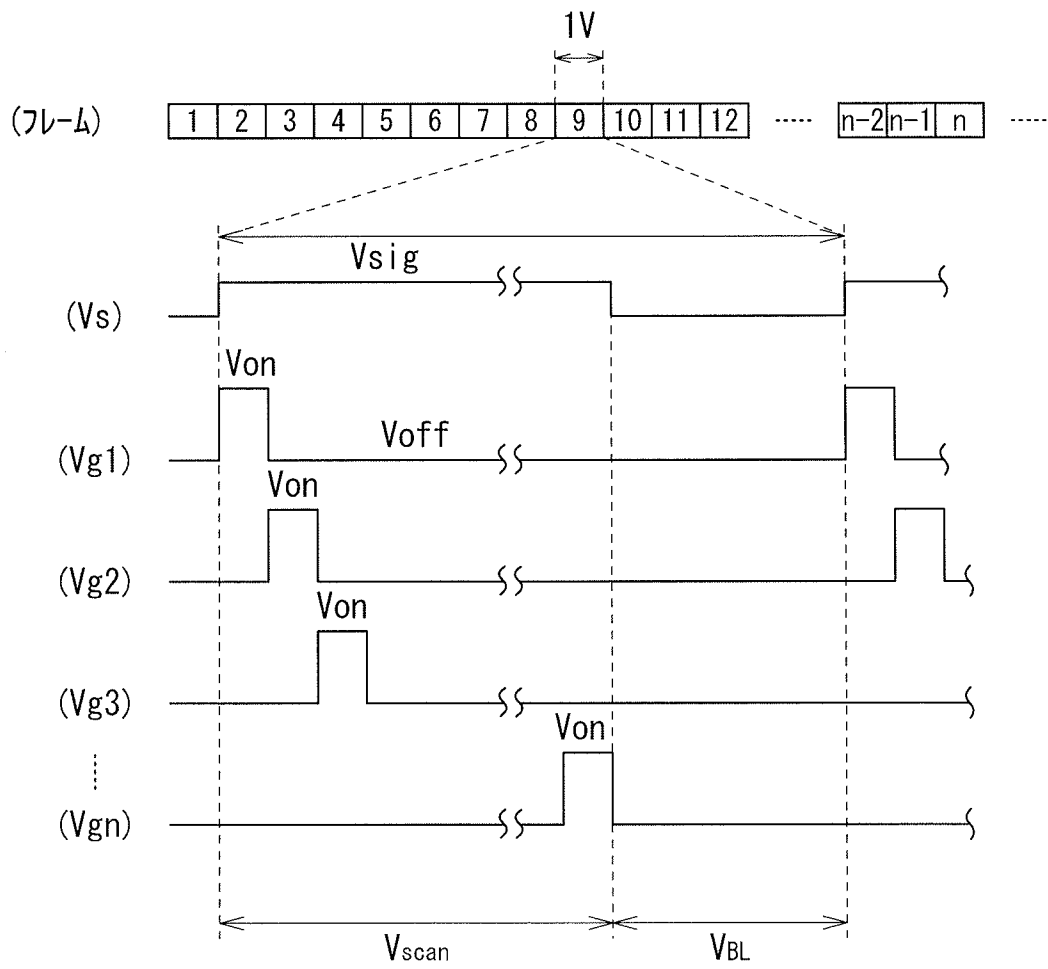
[図3]



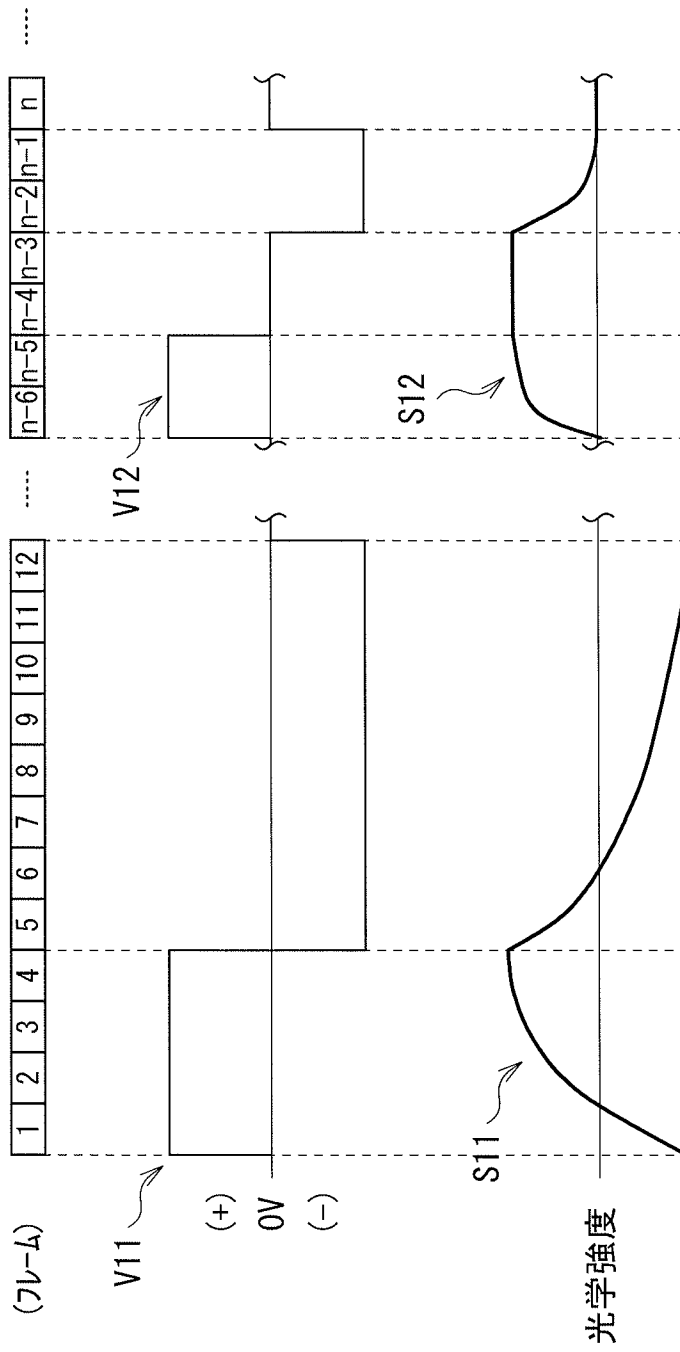
[図4]



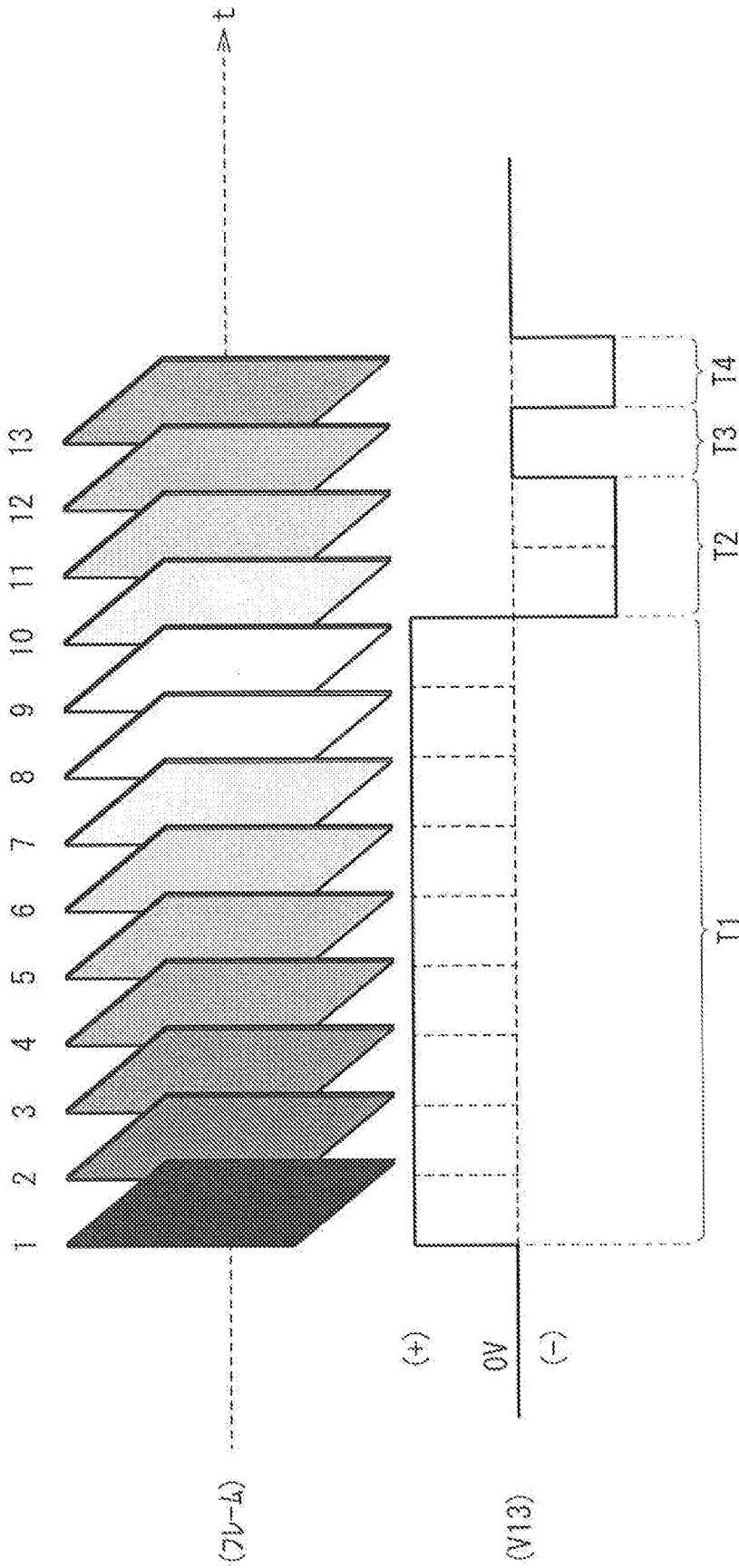
[図5A]



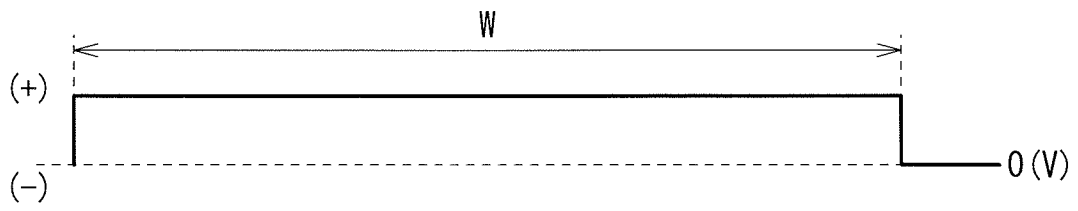
[図5B]



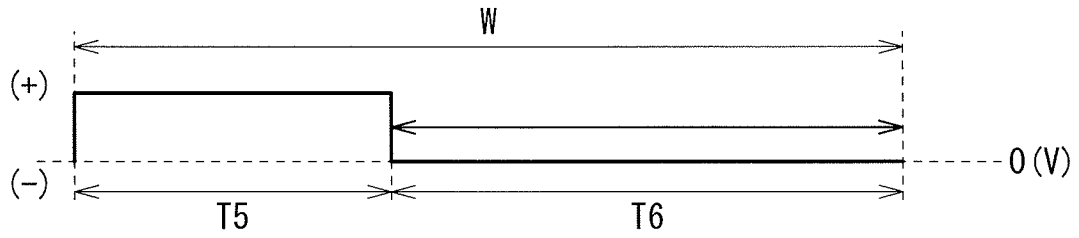
[図6]



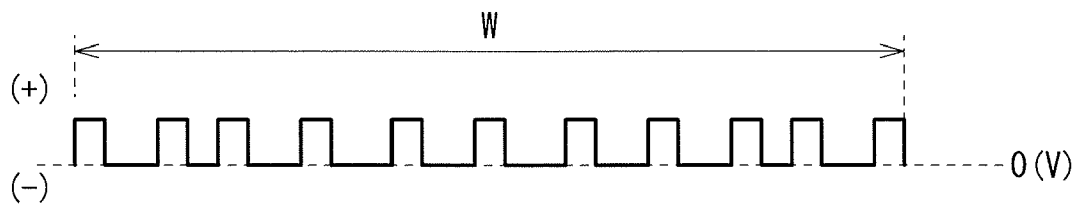
[図7A]



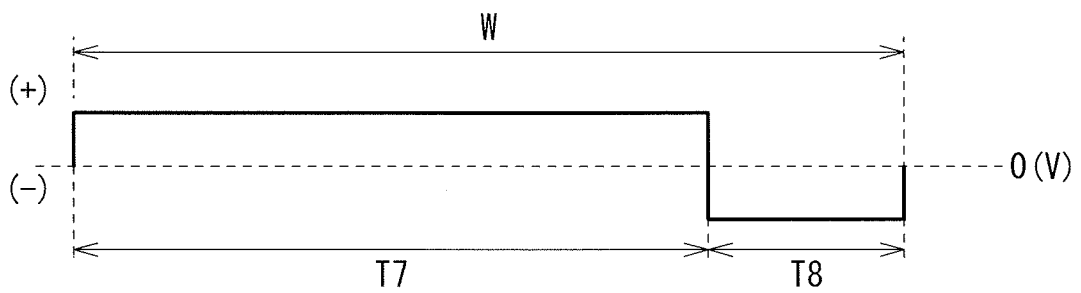
[図7B]



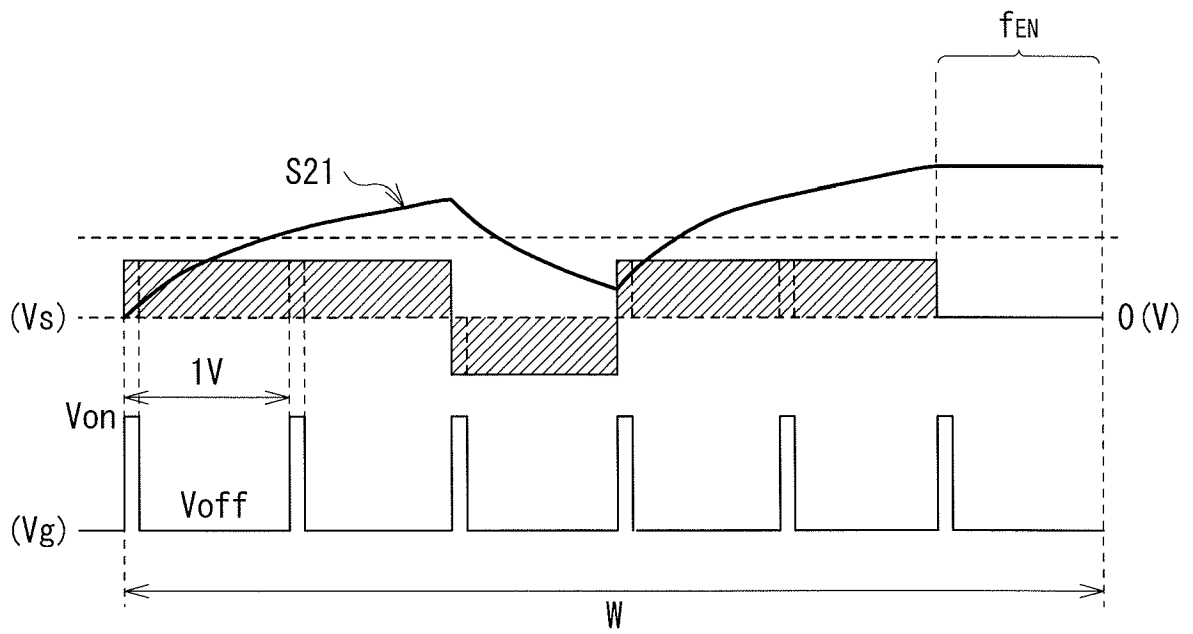
[図7C]



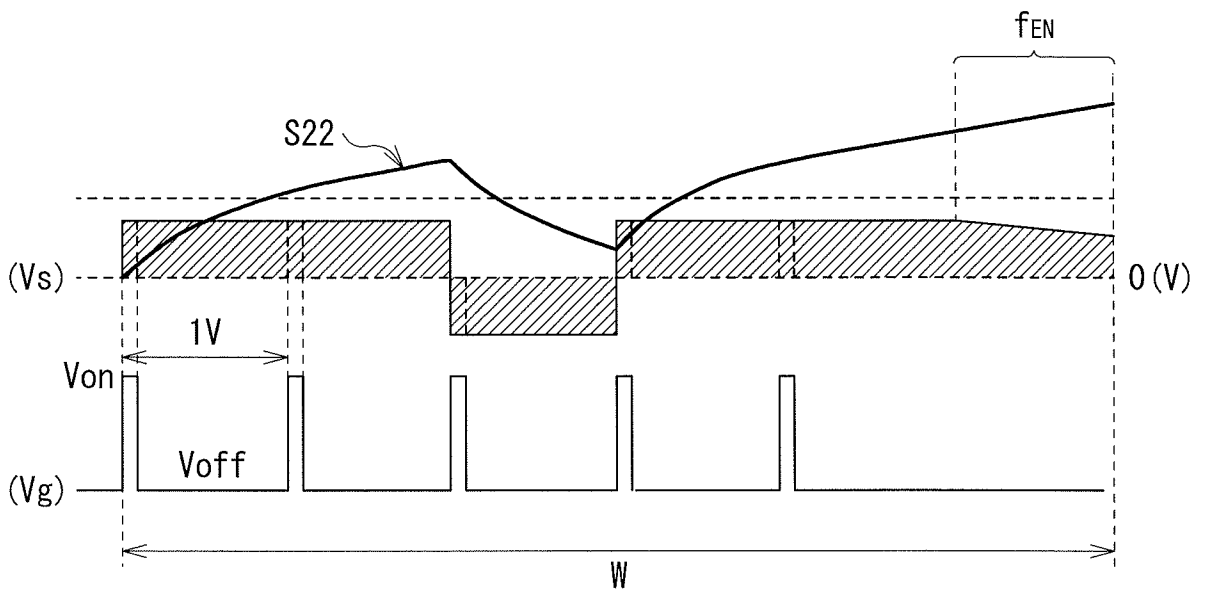
[図7D]



[図8A]

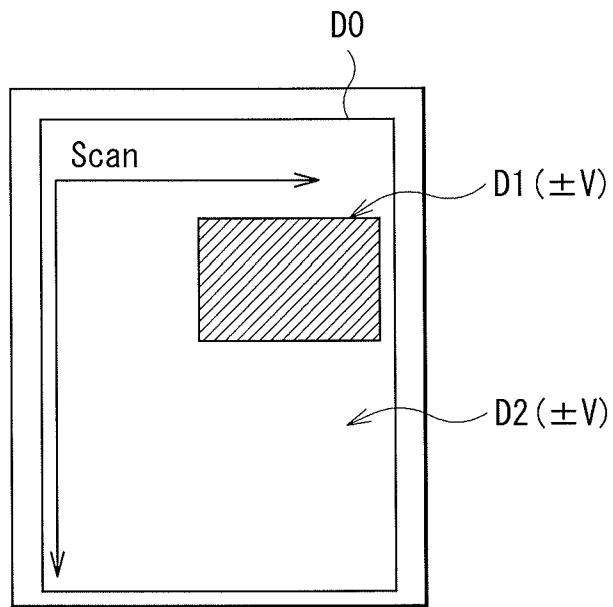


[図8B]

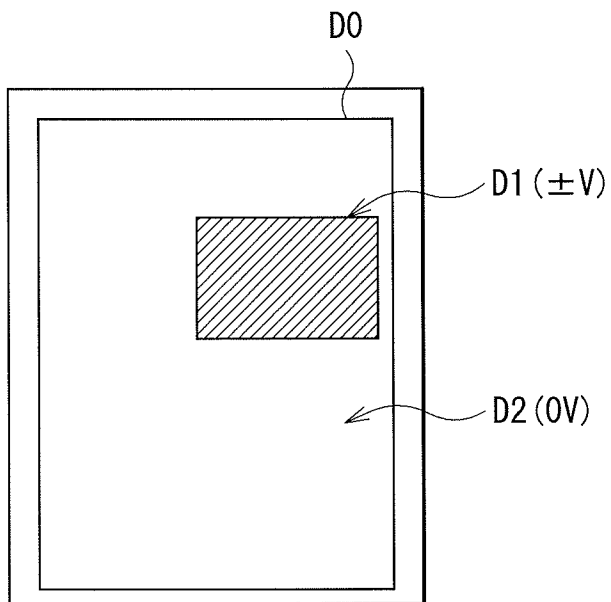




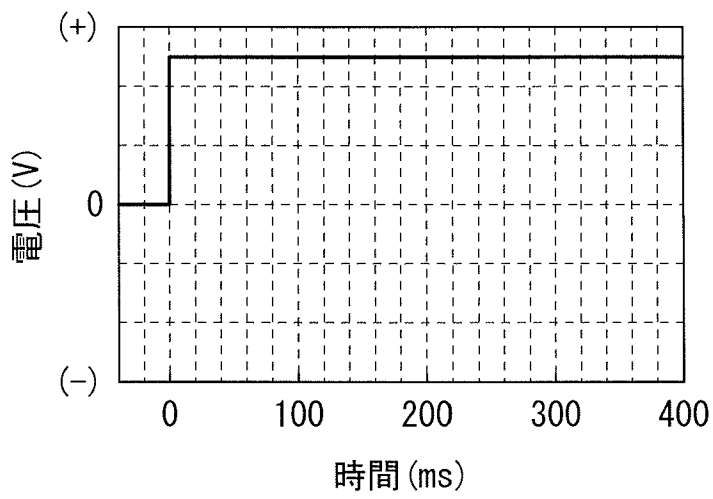
[図9A]



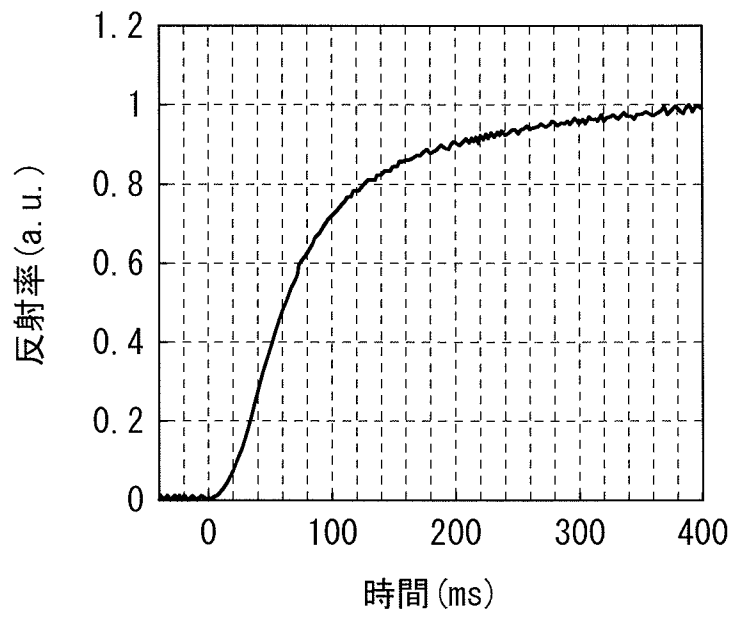
[図9B]



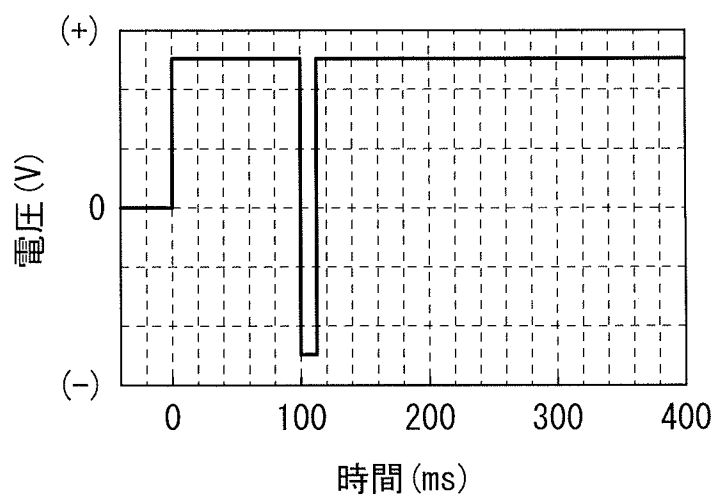
[図10A]



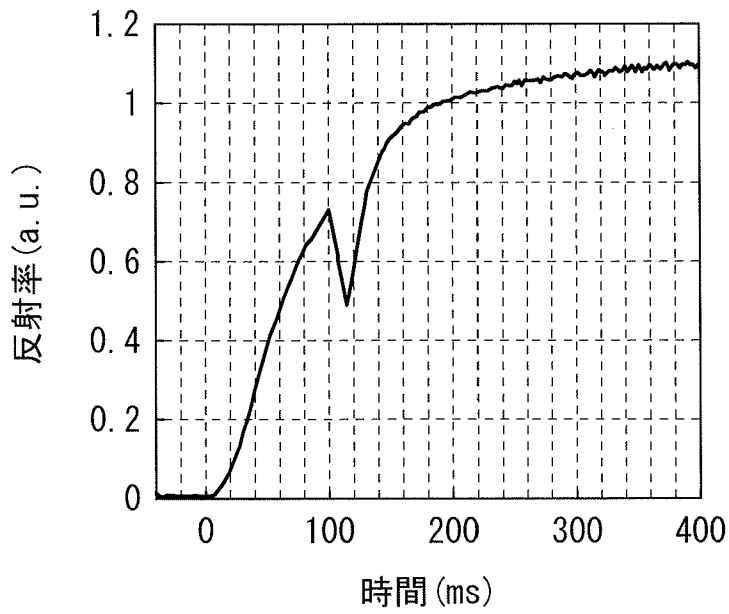
[図10B]



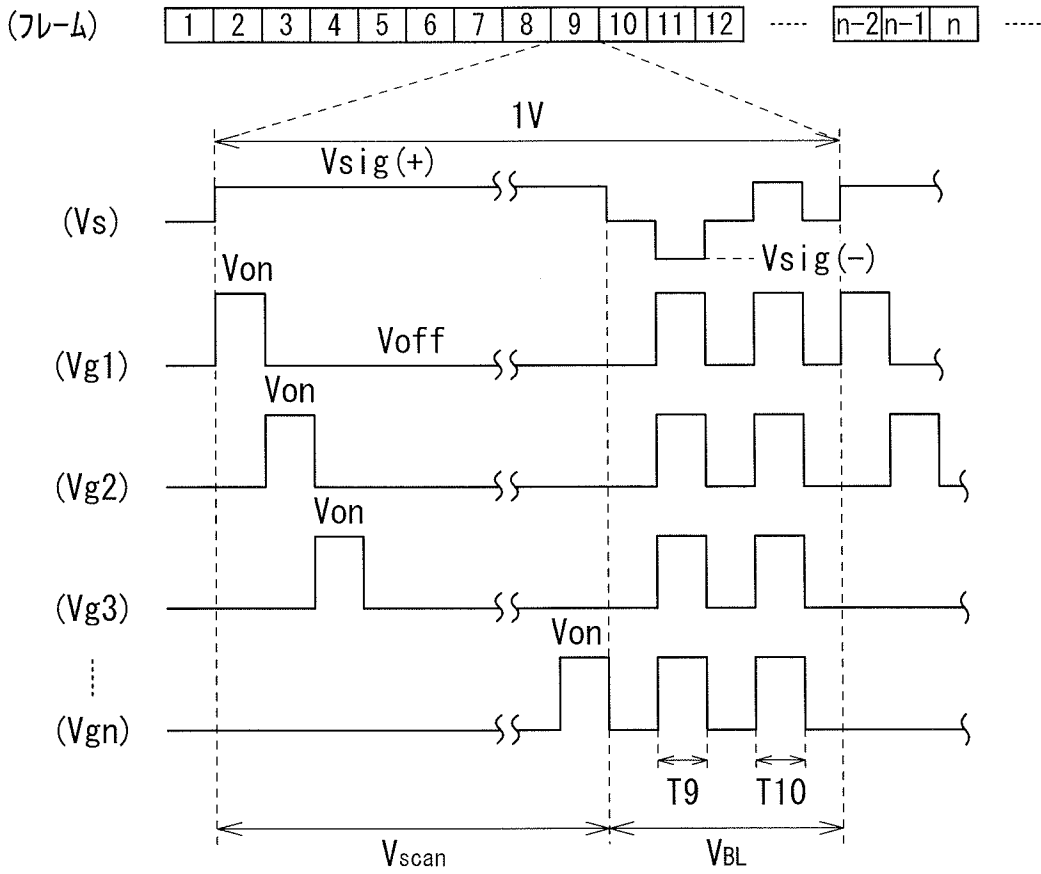
[図11A]



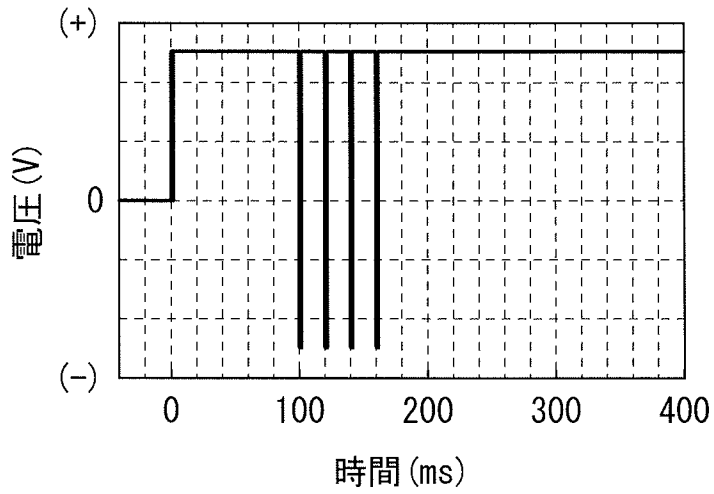
[図11B]



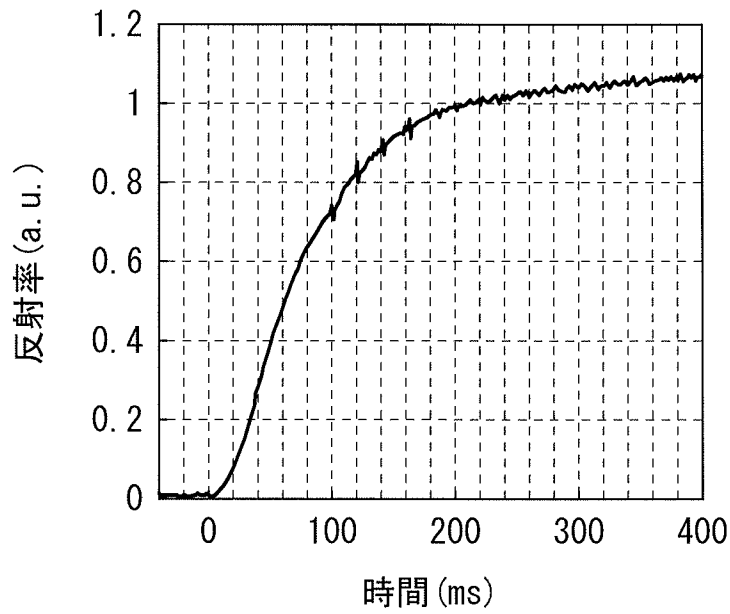
[図12]



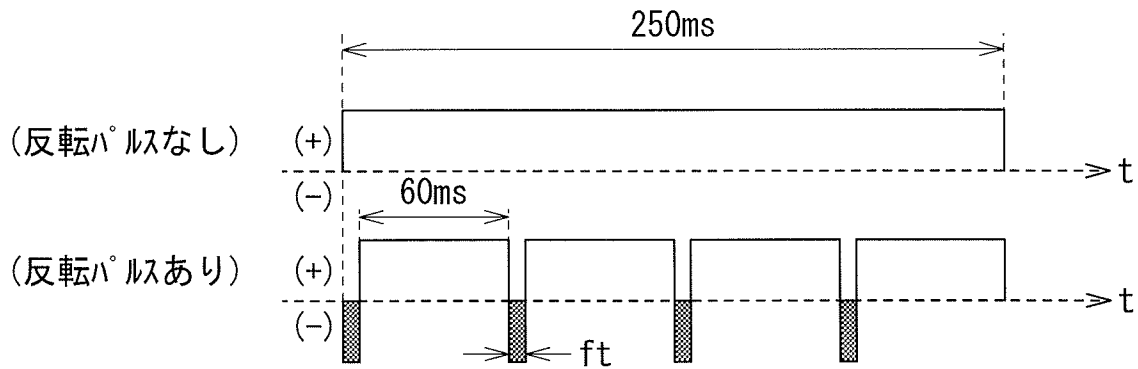
[図13A]



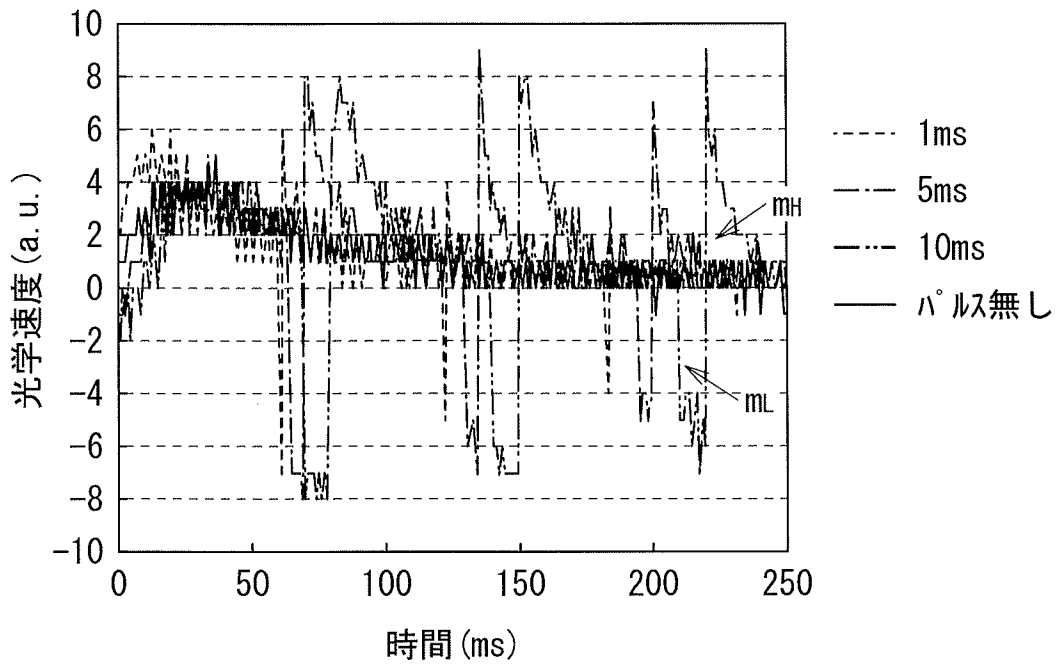
[図13B]



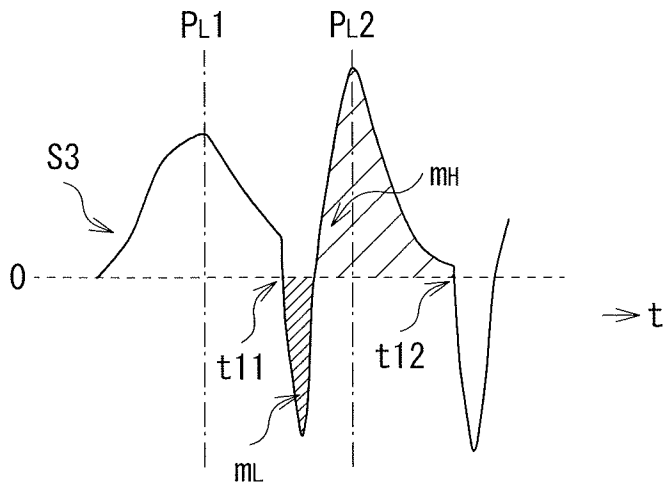
[図14A]



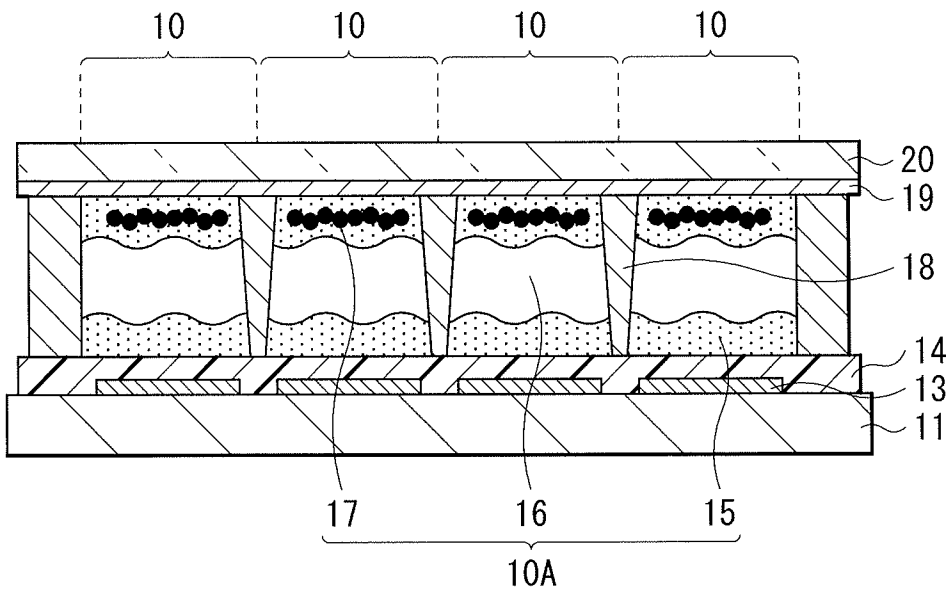
[図14B]



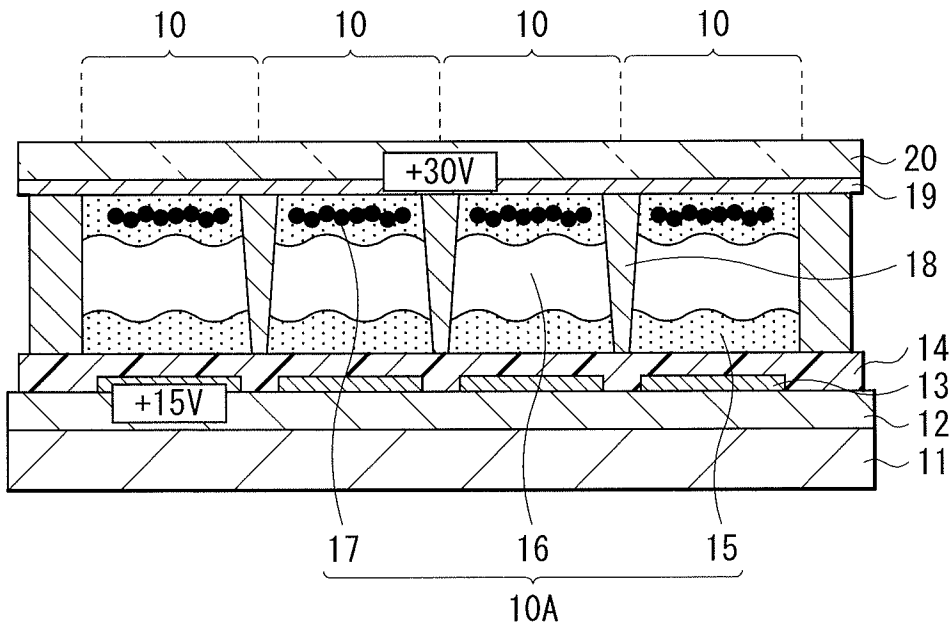
[図15]



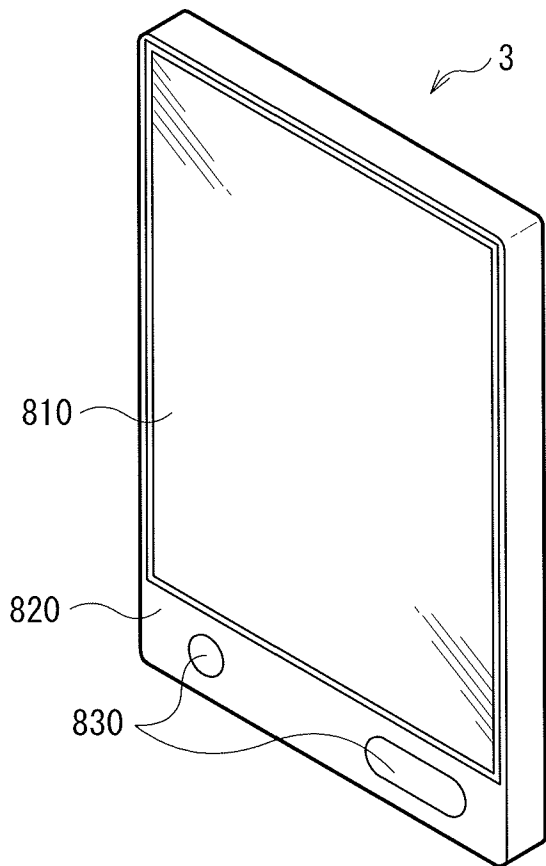
[図16]



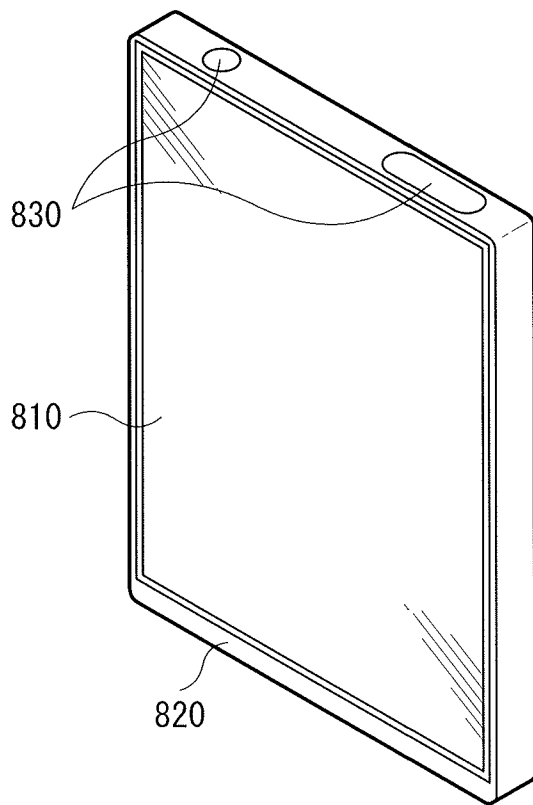
[図17]



[図18A]



[図18B]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/081133

**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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2013-37366 A (Samsung Display Co., Ltd.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0140], [0304] to [0430]; fig. 1 to 2, 30 to 44	1, 3-5, 7, 10-11, 13-16, 19-20
Y	& US 2013/0038621 A1 paragraphs [0184], [0348] to [0473]; fig. 1 to 2, 30 to 44 & EP 2557560 A2 & KR 10-2013-0018493 A & CN 102930839 A	1-2, 6, 11-12
X	JP 2011-85619 A (Seiko Epson Corp.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraphs [0061] to [0075], [0083]; fig. 14 to 15	1, 3, 5, 7, 10-11, 13, 15-16, 19-20
Y	(Family: none)	1-2, 6, 11-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 21 January 2016 (21.01.16)	Date of mailing of the international search report 02 February 2016 (02.02.16)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/081133

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-220693 A (NLT Technologies, Ltd.), 12 November 2012 (12.11.2012), paragraphs [0022] to [0076]; fig. 1, 3 to 25 & US 2012/0256893 A1 paragraphs [0070] to [0174]; fig. 1, 3 to 25 & EP 2509064 A2 & CN 102736350 A	7-9, 16-18
X Y	JP 2011-99898 A (Seiko Epson Corp.), 19 May 2011 (19.05.2011), paragraphs [0027] to [0087]; fig. 1 to 10 & US 2011/0102480 A1 paragraphs [0051] to [0159]; fig. 1 to 10 & CN 102054439 A	7-10, 16-20 1-2, 6, 11-12
Y	JP 2012-194366 A (Sony Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0019] to [0064]; fig. 1 to 2 (Family: none)	6
A	JP 2008-129179 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 05 June 2008 (05.06.2008), entire text; all drawings & US 2008/0117165 A1 & EP 1936598 A2	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 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（IPC））  
 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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2016年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2016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 2013-37366 A（三星ディスプレイ株式会社）2013.02.21, [0140], [0304] - [0430], 図1-2, 30-44 & US 2013/0038621 A1, [0184], [0348] - [0473], FIG	1, 3-5, 7, 10-11, 13-16, 19-20
Y	S. 1-2, 30-44 & EP 2557560 A2 & KR 10-2013-0018493 A & CN 102930839 A	1-2, 6, 11-12

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 21.01.2016	国際調査報告の発送日 02.02.2016
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 橋本 直明 電話番号 03-3581-1101 内線 3226
	2G 9707

C (続き) . 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 2011-85619 A (セイコーエプソン株式会社) 2011.04.28, [0061] - [0075], [0083], 図14-15 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 7, 10-11, 13, 15-16, 19-20
Y		1-2, 6, 11-12
X	JP 2012-220693 A (NLTテクノロジー株式会社) 2012.11.12, [0022] - [0076], 図1, 3-25 & US 2012/0256893 A1, [0070] - [0174], FIGS. 1, 3-25 & EP 2509064 A2 & CN 102736350 A	7-9, 16-18
X	JP 2011-99898 A (セイコーエプソン株式会社) 2011.05.19, [0027] - [0087], 図1-10 & US 2011/0102480 A1, [0051] - [0159], FIGS. 1-10 & CN 102054439 A	7-10, 16-20
Y		1-2, 6, 11-12
Y	JP 2012-194366 A (ソニー株式会社) 2012.10.11, [0019] - [0064], 図1-2 (ファミリーなし)	6
A	JP 2008-129179 A (富士ゼロックス株式会社) 2008.06.05, 全文全図 & US 2008/0117165 A1 & EP 1936598 A2	1-20