

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-196062  
(P2005-196062A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>G02F 1/133</b>	G02F 1/133 560	2H088
<b>G02F 1/135</b>	G02F 1/135	2H092
<b>G02F 1/137</b>	G02F 1/137	2H093
<b>G09G 3/18</b>	G09G 3/18	5C006

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2004-4468 (P2004-4468)	(71) 出願人 000005496 富士ゼロックス株式会社 東京都港区赤坂二丁目17番22号
(22) 出願日 平成16年1月9日(2004.1.9)	(74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳
(特許庁注：以下のものは登録商標)	(74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳
1. セルフォック	(74) 代理人 100085279 弁理士 西元 勝一
	(74) 代理人 100099025 弁理士 福田 浩志
	(72) 発明者 水治 直樹 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

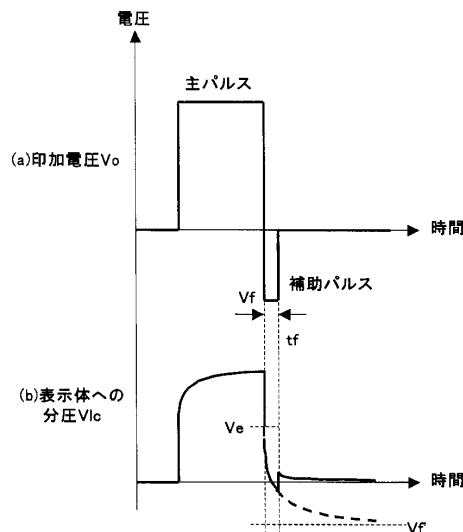
(54) 【発明の名称】 液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 残留電圧に起因するコレステリック液晶のF配向への遷移を抑制することで、正確な表示動作を行うことができる液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置を提供する。

【解決手段】 電圧印加手段から駆動パルスを印加して表示素子を駆動する際に、直前の主パルスに対して逆極性の補助パルスをこの主パルスに連続して印加し、この補助パルスによって残留電圧を相殺する。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ印加電圧に応じたコレステリック液晶の光学的性質の変化を利用して画像を表示する表示体と、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ前記表示体と直列に接続された抵抗体と、を備えた液晶表示素子に、電圧パルスを印加して該液晶表示素子を駆動する液晶表示素子の駆動方法であって、

前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記電圧パルスに連続した補助パルスを印加することを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

## 【請求項 2】

前記液晶表示素子の等価回路の充放電時定数を  $\tau$  とした場合に、前記電圧パルスの印加時間を  $3\tau$  以上とする請求項 1 に記載の駆動方法。

10

## 【請求項 3】

前記補助パルスが、前記残留電圧の減衰曲線と略対称な逆極性の指数減衰曲線で表される波形を有する請求項 1 又は 2 に記載の駆動方法。

## 【請求項 4】

前記補助パルスが、前記電圧パルスと逆極性で、且つその電圧の絶対値が時間でゼロに減衰する三角波状で表される波形を有する請求項 1 又は 2 に記載の駆動方法。

## 【請求項 5】

前記補助パルスが、前記電圧パルスと逆極性で、前記電圧パルスより印加時間が短く且つ前記電圧パルスより低電圧な矩形パルスである請求項 1 又は 2 に記載の駆動方法。

20

## 【請求項 6】

前記補助パルスが、下記関係式を満たす矩形パルスである請求項 5 に記載の駆動方法。

## 【数 1】

$$\left(\frac{V_f}{V_o}\right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} \leq \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right)^2$$

$V_o$  : 主パルスの電圧、 $V_f$  : 補助パルスの電圧、 $t_f$  : 補助パルスの印加時間、  
 $\tau$  : 系の充放電時定数、 $C_{lc}$  : 表示体の静電容量、  
 $C_{opc}$  : 抵抗体の静電容量

30

## 【請求項 7】

前記補助パルスが、下記関係式を満たす矩形パルスである請求項 5 に記載の駆動方法。

## 【数 2】

$$\left(\frac{V_f}{V_o}\right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} = \frac{1}{4} \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right)^2$$

$V_o$  : 主パルスの電圧、 $V_f$  : 補助パルスの電圧、 $t_f$  : 補助パルスの印加時間、  
 $\tau$  : 系の充放電時定数、 $C_{lc}$  : 表示体の静電容量、  
 $C_{opc}$  : 抵抗体の静電容量

40

## 【請求項 8】

前記補助パルスが、下記関係式を満たす矩形パルスである請求項 5 に記載の駆動方法。

## 【数 3】

$$t_f = \tau$$

$$V_f = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{C_{lc}}{C_{opc}} \right) \cdot V_o$$

$V_o$  : 主パルスの電圧、 $V_f$  : 補助パルスの電圧、 $t_f$  : 補助パルスの印加時間、  
 $\tau$  : 系の充放電時定数、 $C_{lc}$  : 表示体の静電容量、  
 $C_{opc}$  : 抵抗体の静電容量

10

## 【請求項 9】

前記抵抗体が光導電体である請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の駆動方法。

## 【請求項 10】

前記液晶表示素子の等価回路の充放電時定数を としてした場合に、前記電圧パルスとして 6 以上の周期を有する対称矩形波を印加する請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の駆動方法。

## 【請求項 11】

前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記液晶表示素子の種類に応じた補助パルスを印加する請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の駆動方法。

20

## 【請求項 12】

前記液晶表示素子に該液晶表示素子の種類を識別するための識別子を設け、該識別子により液晶表示素子の種類を識別して、前記液晶表示素子の種類に応じた補助パルスを印加する請求項 11 に記載の駆動方法。

## 【請求項 13】

前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記液晶表示素子の使用環境温度に応じた補助パルスを印加する請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の駆動方法。

## 【請求項 14】

所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ印加電圧に応じたコレステリック液晶の光学的性質の変化を利用して画像を表示する表示体と、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ前記表示体と直列に接続された抵抗体と、を備えた液晶表示素子に、電圧パルスを印加して該液晶表示素子を駆動する液晶表示素子の駆動装置であって、

30

前記液晶表示素子に前記電圧パルスを印加すると共に、前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記電圧パルスに連続した補助パルスを印加する電圧印加手段を備えたことを特徴とする液晶表示素子の駆動装置。

## 【請求項 15】

前記電圧印加手段は、前記電圧パルスと該電圧パルスに連続した補助パルスの波形データを予め記憶した記憶手段と、該記憶装置から読み出した波形データに基づいて前記電圧パルスと前記補助パルスとを生成するパルス生成手段と、を備えた請求項 14 に記載の液晶表示素子の駆動装置。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置に係り、特に、コレステリック液晶を利用した液晶表示素子を駆動するための液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

コレステリック液晶を利用した液晶表示素子（以下、「コレステリック液晶表示素子」という）は、無電源で表示を保持できるメモリー性を有すると共に、カラーフィルタを使

50

用せず明るく鮮やかなカラー表示が可能であることから、近年、注目を集めている。

【0003】

コレステリック液晶は螺旋状に配向した棒状分子からなり、その螺旋ピッチに一致した光を干渉反射する性質を有している。この反射特性は一般に選択反射と呼ばれている。コレステリック液晶には、図19(A)~(C)に示すように、プレーナ配向、フォーカルコニック配向、ホメオトロピック配向の3種類の配向状態がある。各々電極が設けられた一对の基板でセルを挟持し、このセル内にコレステリック液晶を封入して電極間に電圧を印加すると、コレステリック液晶は3種類の配向状態のいずれかの配向状態をとる。

【0004】

図19(A)に示すプレーナ配向、いわゆるP配向は、螺旋軸が基板面にほぼ垂直に配向した状態であり、選択反射を生じる。また、図19(B)に示すフォーカルコニック配向、いわゆるF配向は、螺旋軸が基板面にほぼ平行に配向した状態であり、選択反射を生じることなく入射した光を透過させる。図19(C)に示すホメオトロピック配向、いわゆるH配向は、一对の電極間に十分高い電圧を印加した場合に現れる配向様式であり、螺旋がほどけ分子は基板面と垂直に配向しており、選択反射を生じることなく入射した光を透過させる。

10

【0005】

これらの配向状態は、一对の電極間に印加する電圧を変化させることで、相互に遷移させることができる。例えば、P配向したコレステリック液晶に電圧を印加し、印加する電圧を徐々に上げると、電圧が $V_{pf}$ 以上で螺旋軸が回転して基板面と略平行となりF配向になる。さらに印加する電圧を上げて電圧が $V_{fh}$ 以上になると、螺旋がほどけてH配向となる。これは電圧が $V_{pf}$ 以上 $V_{fh}$ 以下ではF配向が安定な状態となり、電圧が $V_{fh}$ 以上ではH配向が安定な状態となるためである。

20

【0006】

一方、電圧が $V_{pf}$ 以下ではP配向及びF配向のいずれもが安定な双安定状態となり、電圧を印加する以前の配向状態の履歴に応じた配向状態となる。例えば、以前の配向がP配向であれば、配向状態はP配向となる。但し、以前の配向がH配向の場合には、H配向からP配向への遷移の方が、H配向からF配向への遷移よりも速いため、結果としてP配向へ遷移することになる。従って、H配向の状態では電源を遮断すると、H配向からP配向へ遷移し、コレステリック液晶の配向状態はP配向となる。

30

【0007】

図20にコレステリック液晶の電圧-反射率特性を示す。この電圧-反射率特性は、電圧をパルス状に印加し、パルスをオフしてから一定時間経過後に反射率を測定する手順を、印加電圧を変化させながら繰り返すことにより測定したものである。上述した通り、電圧-反射率特性は、 $V_{pf}$ 、 $V_{fh}$ を閾値とした3つの電圧領域毎に特徴付けられている。即ち、印加電圧が $V_{fh}$ 以下の電圧領域IではP配向とF配向が双安定な状態であるため、高反射率及び低反射率のいずれの状態をとることも可能である。また、印加電圧が $V_{pf}$ 以上 $V_{fh}$ 以下の電圧領域IIはF配向が安定な状態で低反射率となり、印加電圧が $V_{fh}$ 以上の電圧領域IIIではP配向が安定な状態で高反射率となる。

【0008】

上記のコレステリック液晶表示素子では、コレステリック液晶を用いた表示体に、薄膜トランジスタ、薄膜ダイオード、MIM(Metal Insulator Metal)素子、バリスタ素子などの能動素子や光導電体を介して電圧を印加することができる(特許文献1)。これらの能動素子や光導電体は、所定の抵抗値を有する抵抗体とみなすことができる。即ち、コレステリック液晶表示素子を駆動することは、誘電体であるコレステリック液晶表示体の静電容量を、抵抗体を介して充放電する過程とみなすことができる。

40

【0009】

例えば、抵抗体として光導電体を用いた場合について説明する。図1に示すように、光導電体を用いた光書込型の表示素子10は、コレステリック液晶を用いた表示層3と光導電体4とがそれぞれ層状に積層され、その積層体が一对の電極2、2'間に挟持されて構

50

成されている。この表示素子 10 では、露光手段 30 を用いて光導電体 4 へ画像を投影すると共に、電圧印加手段 20 によって電極 2、2' 間に電圧を印加することにより、投影された画像の明部分では光導電体 4 が低抵抗化して表示層 3 へ高電圧が分圧され、投影された画像の暗部分では光導電体 4 が高抵抗化して表示層 3 へ低電圧が分圧される。表示層 3 に印加される電圧が高いほど高い反射率が得られるので、投影画像の明暗に対応して生じた電圧差によって、表示層 3 の反射率分布が変化し、画像が表示される。

#### 【0010】

上記では、光導電体を抵抗体とし、コレステリック液晶表示体を誘電体として説明したが、一般に、光導電体とコレステリック液晶表示体の各々は、抵抗成分と容量成分とを有している。このため、光書込型表示素子の等価回路は、図 2 に示すように、抵抗とコンデンサとが並列に接続された 2 つの回路を、直列に接続した構成となる。図中、 $R_{lc}$  と  $C_{lc}$  はコレステリック液晶表示体の電気抵抗と静電容量であり、 $R_{opc}$  と  $C_{opc}$  は光電導体の電気抵抗と静電容量である。通常、コレステリック液晶表示体の電気抵抗  $R_{lc}$  は、明部分の光電導体の電気抵抗  $R_{opc}$  より十分に大きくなるように設定する。

10

#### 【0011】

図 21 に、この回路に駆動パルスとして対称な矩形波を印加した場合の、表示層 3 に印加される電圧  $V_{lc}$  の過渡応答を示す。電圧を印加した直後の  $V_{lc}$  は容量分圧  $V_o \cdot C_{opc} / (C_{opc} + C_{lc})$  であるが、経時的に抵抗分圧  $V_o \cdot R_{lc} / (R_{opc} + R_{lc})$  へと緩和する。表示層 3 の表示状態、即ち、その配向状態は、駆動パルスをオフする瞬間の抵抗分圧によって決まる。投影された画像の明部分（明書込時）の抵抗分圧を  $V_p$ 、暗部分（暗書込時）の抵抗分圧を  $V_d$  とすると、コレステリック液晶の閾（しきい）電圧  $V_{pf}$  または  $V_{fh}$  の値が  $V_p$  と  $V_d$  の間になるように、抵抗分圧  $V_p$  と  $V_d$  とを設定することで、投影された画像を記録し且つ表示することができる。

20

【特許文献 1】特開 2002 - 341789 号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

しかしながら、上記のごとく、抵抗体を介してコレステリック液晶表示体に電圧を印加して液晶表示素子を駆動する場合には、抵抗体を介さずに駆動する場合に比べ、コレステリック液晶の反射率が低下する、という問題がある。

30

#### 【0013】

例えば、図 17 に示すように、光導電体を介して表示層に電圧を印加して画像を記録し表示する場合には、明書込時の反射率と暗書込時の反射率との差がなるべく大きくなるように、所定値（図では 350 ~ 500 V の範囲）の電圧を印加する。この印加電圧における明書込時の反射率は、表示層単体に電圧を印加した場合の反射率よりも低くなる。

#### 【0014】

上記の反射率の低下は、駆動パルスをオフしたときに発生する残留電圧に起因したものである。例えば、 $V_d < V_{fh} < V_p$  の関係がある場合には、明書込時の抵抗分圧  $V_p$  が印加された状態では、コレステリック液晶の配向状態は H 配向となる。この H 配向の状態で電源が遮断されると、H 配向から P 配向へ遷移し、コレステリック液晶の配向状態は P 配向となるが、残留電圧が  $V_{pf}$  以上  $V_{fh}$  以下であると、更に P 配向の一部が F 配向へと遷移する。即ち、明表示を書き込んだ後に暗表示が上書きされる。この結果、反射率の低下が生じるのである。

40

#### 【0015】

コレステリック液晶表示素子では、コレステリック液晶の配向状態に基づく光学特性（例えば、反射率）の変化を利用して表示動作を行うため、予期せぬ配向状態への遷移が発生すると、正確な表示動作を行うことができなくなる。

#### 【0016】

残留電圧は、コレステリック液晶表示体と抵抗体との間に蓄積される電荷によって発生し、経時的に指数減衰する。このときの減衰曲線  $V_{lc}(t)$  は、 $R_{lc} \gg R_{opc}$  の場合に

50

は、下記式(1)で表すことができる。

【0017】

【数4】

$$V_{ic}(t) = V_e \cdot \exp(-t/\tau) \quad \text{式(1)}$$

【0018】

但し、上記式(1)で用いられる  $V_e$  と  $\tau$  の各々は下記式で表される。なお、 $\tau$  は系(図2に示す等価回路)の充放電時定数である。

【0019】

【数5】

$$V_e = \left( \frac{R_{lc}}{R_{opc} + R_{lc}} - \frac{C_{opc}}{C_{opc} + C_{lc}} \right) \cdot V_o \quad \sim \quad \frac{C_{lc}}{C_{lc} + C_{opc}} \cdot V_o$$

$$\tau = (C_{lc} + C_{opc}) \frac{R_{lc} \cdot R_{opc}}{R_{lc} + R_{opc}} \quad \sim \quad (C_{lc} + C_{opc}) \cdot R_{opc}$$

【0020】

上記式(1)に従えば、 $V_e$  または  $\tau$  の値を小さくすることにより、残留電圧の影響が低減される。しかしながら、他の特性とのトレードオフを生じたり、材料特性上の制約があるため、 $V_e$  や  $\tau$  の値を小さくすることは難しく、実際に残留電圧を低減することは容易ではなかった。

【0021】

本発明は、上記問題を解決すべく成されたものであり、本発明の目的は、残留電圧に起因するコレステリック液晶のF配向への遷移を抑制することで正確な表示動作を行うことができる液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0022】

上記目的を達成するために本発明の液晶表示素子の駆動方法は、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ印加電圧に応じたコレステリック液晶の光学的性質の変化を利用して画像を表示する表示体と、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ前記表示体と直列に接続された抵抗体と、を備えた液晶表示素子に、電圧パルス印加して該液晶表示素子を駆動する液晶表示素子の駆動方法であって、前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記電圧パルスに連続した補助パルスを印加することを特徴としている。

【0023】

本発明の駆動方法では、電圧パルスの印加終了直後に表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、この電圧パルスに連続した補助パルスを印加するので、補助パルスによって残留電圧が相殺され、残留電圧に起因したコレステリック液晶のP配向からF配向への遷移が抑制される。その結果、予期せぬ表示体の光学的性質の変化が防止され、正確な表示動作を行うことができる。

【0024】

上記の駆動方法においては、液晶表示素子の等価回路の充放電時定数を  $\tau$  とした場合に、電圧パルス(主パルス)の印加時間を  $3\tau$  以上とすることが好ましい。 $3\tau$  以上の長さの主パルスを印加して表示体へ電荷を十分に蓄積した後に、逆極性の補助パルスを印加することで、残留電圧を効率よく相殺することができる。

【0025】

補助パルスは、残留電圧の減衰曲線と略対称な逆極性の指数減衰曲線で表される波形を有するパルスとすることができる。指数減衰曲線で表される波形の補助パルスによれば、

10

20

30

40

50

あらゆる時刻で残留電圧を相殺することができる。また、補助パルスは、電圧パルスと逆極性で、且つその電圧の絶対値が時間でゼロに減衰する三角波状で表される波形を有するパルスとしてもよい。

【0026】

補助パルスとしては、電圧パルスと逆極性で、前記電圧パルスより印加時間が短く且つ前記電圧パルスより低電圧な矩形パルスが好ましい。矩形パルスとすることで、駆動回路の構成が簡単になる。

【0027】

補助パルスが矩形パルスである場合には、矩形パルスが下記関係式を満たすことが好ましい。この場合に、コレステリック液晶の反射率の低下を最も小さくすることができる。

10

【0028】

【数6】

$$\left(\frac{V_f}{V_o}\right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} \leq \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right)^2$$

$V_o$  : 主パルスの電圧、 $V_f$  : 補助パルスの電圧、 $t_f$  : 補助パルスの印加時間、

$\tau$  : 系の充放電時定数、 $C_{lc}$  : 表示体の静電容量、

$C_{opc}$  : 抵抗体の静電容量

20

【0029】

また、上記の関係を満たす範囲中でも、矩形パルスが下記関係式を満たす範囲がより好ましい。この場合に、コレステリック液晶の反射率を低減することができる。低減効果が得られるのは、 $(V_f/V_o)^2 \cdot (t_f/\tau)$  は補助パルスによって表示体を与えられる電気エネルギーを表し、これが一定であれば、コレステリック液晶は比較的最適値に近い応答を示すためであると推測される。

【0030】

【数7】

$$\left(\frac{V_f}{V_o}\right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} = \frac{1}{4} \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right)^2$$

30

【0031】

更に、下記関係式を満たす範囲が特に好ましい。

【0032】

【数8】

$$t_f = \tau$$

$$V_f = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right) \cdot V_o$$

40

【0033】

抵抗体としては、薄膜トランジスタ、薄膜ダイオード、MIM素子、バリスタ素子などの能動素子、光導電体、熱電導体などを用いることができる。例えば、抵抗体を光導電体とした場合には、この光導電体に画像を投影すると、画像の明部分において光導電体が低抵抗化して表示層へ高電圧が分圧されると共に、暗部分において光導電体が高抵抗化して表示層へ低電圧が分圧される。この結果、画像の明部分ではコレステリック液晶が高反射率なP配向状態となり、画像の暗部分ではコレステリック液晶が低反射率なF配向状態となる。この通り、投影画像の明暗に対応して生じた電圧差によって、表示体の反射率分布が変化し、画像が記録され且つ表示される。

50

## 【0034】

上記の駆動方法では、液晶表示素子の等価回路の充放電時定数をとした場合に、電圧パルスとして6以上の周期を有する対称矩形波を印加することが好ましい。一般に、液晶に直流電圧を印加すると、内部に含まれるイオン性不純物の偏在や電気分解が発生して特性が劣化することが知られているが、上記の対称矩形波を印加することで、この問題を回避することができる。

## 【0035】

表示体に残留する残留電圧は液晶表示素子の種類によって異なるので、電圧パルスの印加終了直後に表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、液晶表示素子の種類に応じた補助パルスを印加することが好ましい。例えば、液晶表示素子に該液晶表示素子の種類を識別するための識別子を設け、この識別子によって液晶表示素子の種類を識別して、液晶表示素子の種類に応じた補助パルスを印加することができる。また、表示体に残留する残留電圧は液晶表示素子の使用温度環境によっても変化する。従って、電圧パルスの印加終了直後に表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、液晶表示素子の使用環境温度に応じた補助パルスを印加することが好ましい。

10

## 【0036】

上記目的を達成するために本発明の液晶表示素子の駆動装置は、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ印加電圧に応じたコレステリック液晶の光学的性質の変化を利用して画像を表示する表示体と、所定の容量成分と所定の抵抗成分とを備え且つ前記表示体と直列に接続された抵抗体と、を備えた液晶表示素子に、電圧パルスを印加して該液晶表示素子を駆動する液晶表示素子の駆動装置であって、前記液晶表示素子に前記電圧パルスを印加すると共に、前記電圧パルスの印加終了直後に前記表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、前記電圧パルスに連続した補助パルスを印加する電圧印加手段を備えたことを特徴としている。

20

## 【0037】

本発明の駆動装置では、印加電圧に応じたコレステリック液晶の光学的性質の変化を利用して画像を表示する表示体と該表示体と直列に接続された抵抗体とを備えた液晶表示素子に、電圧印加手段によって電圧パルスを印加すると共に、電圧パルスの印加終了直後に表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、電圧パルスに連続した補助パルスを印加する。

30

## 【0038】

本発明の駆動装置では、電圧印加手段により、電圧パルスの印加終了直後に表示体に残留する残留電圧を打ち消すように、電圧パルスに連続した補助パルスを印加するので、補助パルスによって残留電圧が相殺され、残留電圧に起因したコレステリック液晶のP配向からF配向への遷移が抑制される。その結果、予期せぬ表示体の光学的性質の変化が防止され、正確な表示動作を行うことができる。

## 【0039】

上記の電圧印加手段は、例えば、電圧パルスと該電圧パルスに連続した補助パルスの波形データを予め記憶した記憶手段と、該記憶装置から読み出した波形データに基づいて電圧パルスと補助パルスとを生成するパルス生成手段と、で構成することができる。

40

## 【0040】

また、上記の駆動装置は、前記液晶表示素子と前記電圧印加手段とが電氣的に接続されるように、前記液晶表示素子を保持する保持手段と、前記電圧印加手段が前記電圧パルスを印加するタイミングを制御する制御手段と、を更に備えていてもよい。

## 【発明の効果】

## 【0041】

本発明の液晶表示素子の駆動方法及び駆動装置によれば、残留電圧に起因するコレステリック液晶のF配向への遷移を抑制することができ、正確な表示動作を行うことができる、という効果が得られる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

50



## 【0042】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。本実施の形態は、本発明の駆動方法及び駆動装置を、光導電体を用いた光書込型の表示素子を駆動する場合に適用したものである。

## 〔液晶表示素子〕

まず、本実施の形態で駆動対象となる光書込型の液晶表示素子の構成について説明する。図1に示すように、この表示素子10は、一对の基板1、1'を備えており、これら基板1と基板1'の間には、コレステリック液晶を用いた表示層3と光導電体4とがそれぞれ層状に積層された積層体と、該積層体を挟持する一对の電極2、2'とが設けられている。

10

## 【0043】

上述した通り、表示層3と光導電体4の各々は、抵抗成分と容量成分とを有しているので、表示層3の電気抵抗を $R_{lc}$ 、静電容量を $C_{lc}$ 、光導電体4の電気抵抗を $R_{opc}$ 、静電容量を $C_{opc}$ とすると、表示素子10は、図2に示す等価回路で表すことができる。

## 【0044】

基板1、1'としては、ガラスや樹脂；例えば、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PC（ポリカーボネート）、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリイミド、PES（ポリエーテルスルホン）等の透明基板が用いられる。光導電体4に有機材料を用いる場合には高温で熱処理を行う必要がないので、PETフィルム等の安価な樹脂フィルムが使用される。これら透明基板の一方の表面にITO（酸化インジウム錫）等の透明電極膜が蒸着

20

## 【0045】

表示層3に用いられるコレステリック液晶としては、1)ネマチック液晶組成物にカイラル剤と呼ばれる光学活性化合物等を添加したもの、2)コレステロール誘導体などのようにそれ自身光学活性な液晶性組成物、等を用いることができる。

## 【0046】

前者の場合、ネマチック液晶組成物としては、シアノビフェニル系、フェニルシクロヘキサン系、フェニルベンゾエート系、シクロヘキシルベンゾエート系、アゾメチン系、アゾベンゼン系、ピリミジン系、ジオキサン系、シクロヘキシルシクロヘキサン系、アルケニル系、スチルベン系、トラン系等、公知のネマチック液晶組成物を用いることができる。カイラル剤としては、コレステロール誘導体、2-メチルブチル基等の光学活性基を有する化合物等を用いることができる。

30

## 【0047】

コレステリック液晶には、色素、微粒子等の添加物を適宜加えてもよい。また、コレステリック液晶は、架橋性高分子や水素結合性ゲル化剤等を用いてゲル化されていてもよく、高分子液晶、中分子液晶、低分子液晶、又はこれらの混合物のいずれでもよい。

## 【0048】

コレステリック液晶は、バインダ中にこれを分散した形態で用いてもよい。この場合、液晶はバインダ中で孤立分散していてもよく、連通して連続相を形成していてもよい。液晶をバインダ中に分散する方法としては、(1)表示材料を芯材料としたマイクロカプセルを形成してこれをバインダ中に分散する方法、(2)表示材料と非相溶性バインダ溶液中に分散してこれを乾燥する方法、(3)バインダと表示材料とを溶媒・加熱等の相溶化手段を用いて一旦均一に溶解し、次いで熱や光などの外部刺激を加えて表示材料とバインダとを相分離させる方法、などを利用できる。

40

## 【0049】

(1)のマイクロカプセルを作製する方法としては、相分離法、液中乾燥法、融解分散冷却法、スプレードライイング法、パン-コーティング法、気中懸濁被覆法、粉床法等の各種界面沈積法の外、界面重合法、in-situ重合法、液中硬化被覆法等の界面反応法を用いることができる。マイクロカプセルの殻の材料としては、ゼラチン-アラビアゴム系、ポリビニルアルコール基剤系、ポリアミド基剤系、ポリウレタン、ポリウレア基剤系、尿素

50

ホルムアルデヒド基剤系の材料を用いることができる。

【0050】

(2)の分散・乾燥方法としては、ポリビニルアルコール、アルキルセルロース、ゼラチンなど水溶性高分子を溶解した水溶液中に、液晶材料のような非水溶性の表示材料を分散して、これを塗布・乾燥する方法が一例として挙げられる。

【0051】

(3)の相分離方法としては、(a)溶媒誘起相分離法；樹脂と表示材料とを共溶媒に溶解して均一溶液として溶媒乾燥によって相分離を誘起する方法、(b)熱誘起相分離法；樹脂と表示材料とを加熱・溶融して均一溶液として冷却によって相分離を誘起する方法、(c)重合相分離法；重合性モノマーやオリゴマーと表示材料との混合溶液を、光、熱、電子線、硬化剤添加などで重合を開始せしめ相分離を誘起する方法、などが利用できる。(c)の例のごとく、バインダは最終組成物ではなくその前駆体の形で用いてもよい。例えば、樹脂であればモノマーやオリゴマーの形態で、ガラスやセラミックであれば金属アルコキシドなどのゾル-ゲル材料の形態で使用することもできる。この場合、基板上に塗布した後、加熱、紫外線照射、電子線照射など適当な硬化処理によって前駆体から最終組成物へ転換する工程が必要となる。

10

【0052】

表示層3を層状に形成する方法としては、スクリーン印刷、凸版印刷、凹版印刷、平板印刷、フレクソ印刷等の印刷法や、スピンコート法、バーコート法、ディップコート法、ロールコート法、ナイフコート法、ダイコート法等の塗布法が用いられる。

20

【0053】

光導電体4としては、(a)無機半導体材料；アモルファス・シリコン、ZnSe、CdSなどの化合物半導体、(b)有機半導体材料；アントラセン、ポリビニルカルバゾールなど、(c)光照射によって電荷を発生する電荷発生材料と電界によって電荷移動を生ずる電荷輸送材料との複合体、等を用いることができる。これらの中でも、(b)や(c)の有機光導電体は、比較的抵抗値が高く、これを用いた表示素子において反射率低下の問題を生じ易い。従って、本発明の好適な対象となる。

【0054】

上記(c)の電荷発生材料としては、例えば、ペリレン系、フタロシアニン系、ビスアゾ系、ジチオピトケロピロール系、スクワリリウム系、アズレニウム系、チアピリリウム・ポリカーボネート系化合物などを用いることができる。また、電荷輸送材料としては、例えば、トリニトロフルオレン系、ポリビニルカルバゾール系、オキサジアゾール系、ピラリゾン系、ヒドラゾン系、スチルベン系、トリフェニルアミン系、トリフェニルメタン系、ジアミン系化合物や、LiClO<sub>4</sub>を添加したポリビニルアルコールやポリエチレンオキシドのようなイオン導電性材料を用いることができる。複合形態としては、積層体、混合物、マイクロカプセル等が知られている。

30

【0055】

[液晶表示素子の駆動装置]

次に、本実施の形態に係る駆動装置の構成について説明する。

【0056】

本実施の形態に係る駆動装置は、図1に示すように、駆動対象である表示素子10の一对の電極2、2'間に駆動パルスを印加する電圧印加手段20、光導電体4へ画像を投影する露光手段30、及び電圧印加手段20と露光手段30とを制御する制御手段40から構成されている。

40

【0057】

表示素子10は、駆動装置に設けられた保持機構(図示せず)により駆動装置に着脱自在に保持されており、コネクタ(図示せず)を介して電圧印加手段20と電氣的に接続されている。

【0058】

電圧印加手段20は、図3に示すように、駆動パルスの波形を時間分解した波形データ

50

が予め記憶されたメモリ 21、制御手段 40 からの制御信号に従ってクロック信号を生成するオシレータ 22、クロック信号により起動されるカウンタ 23、メモリ 21 から読み出されたデータをアナログ変換する D/A コンバータ 24、及びアナログ変換された信号を電圧増幅して表示素子 10 へ出力するアンプ 25 から構成され、制御手段 40 に接続されている。

【0059】

露光手段 30 は、例えば、光導電体 4 へ投影する画像（光パターン）を生成するパターン生成手段（図示せず）と、生成された画像を光導電体 4 へ投影する画像投影手段（図示せず）とから構成され、制御手段 40 に接続されている。

【0060】

パターン生成手段としては、（1）液晶ディスプレイなどのデジタルミラーデバイスなどの光変調素子を光源；例えば、放電ランプ、蛍光ランプ、白熱ランプ、発光ダイオード、エレクトロルミネセンス素子などと組み合わせたものや、（2）発光型ディスプレイ；例えば、CRT、無機エレクトロルミネセンス、有機エレクトロルミネセンス、プラズマディスプレイ、フィールドエミッションディスプレイなど、を用いることができる。

【0061】

画像投影手段としては、レンズやレンズアレイ；例えば、セルフオックレンズアレイなどの結像手段や、キャピラリープレートなどの光の広がりを抑制する手段を用いることができる。液晶表示素子とパターン生成手段とを、光の広がりによるボケが無視できる程度に密着して配置できる場合には、画像投影手段を省略してもよい。

【0062】

制御手段 40 は、電圧印加手段 20 に制御信号を出力する制御信号出力手段（図示せず）と、露光手段 30 に画像データを出力する画像データ出力手段（図示せず）とから構成されている。

【0063】

次に、上記駆動装置の動作（駆動方法）について説明する。

【0064】

制御手段 40 から露光手段 30 に画像データが出力されると、露光手段 30 による露光と同期して電極 2、2' 間に駆動パルスが印加されるように、制御手段 40 から電圧印加手段 20 に制御信号が出力される。

【0065】

電圧印加手段 20 では、この制御信号に従ってオシレータ 21 でクロック信号が生成される。このクロック信号によりカウンタ 23 が起動され、予めメモリ 21 に記憶された駆動パルス波形のデータが時系列の順に読み出される。メモリ 21 から読み出されたデータは、D/A コンバータ 24 によりアナログ変換され、アンプ 25 により電圧増幅されて、表示素子 10 の電極 2、2' 間に駆動パルスが印加される。

【0066】

表示素子 10 では、露光手段 30 から投影された画像の明部分において光導電体 4 が低抵抗化して表示層 3 へ高電圧が分圧されると共に、暗部分において光導電体 4 が高抵抗化して表示層 3 へ低電圧が分圧される。このように、投影画像の明暗に対応して生じた電圧差によって、表示層 3 の反射率分布が変化し、画像が記録され且つ表示される。

【0067】

[ 駆動パルス ]

電圧印加手段 20 から印加される駆動パルスは、図 4 ~ 図 6 に示すように、表示素子を駆動するための主パルスと、この主パルスに連続して印加される逆極性の補助パルスと、から構成されている。主パルスだけを印加する場合には、主パルスをオフにすると、コレステリック液晶からなる表示層 3 への蓄積電荷に起因して残留電圧が発生するが、図示するように、直前の主パルスに対して逆極性の補助パルスを主パルスに連続して印加することによって、残留電圧を相殺するように、容量分圧を印加することができる。これにより、残留電圧に起因したコレステリック液晶の P 配向から F 配向への遷移が抑制され、表示

10

20

30

40

50

層 3 の反射率の低下が防止される。また、明表示が暗表示で上書きされることがなく、正確な表示動作を行うことができる。

【 0 0 6 8 】

また、補助パルスを印加しない場合には、蓄積電荷はゼロへ収束するように時間変化するが、補助パルスを印加した場合には、ゼロを超えて逆極性の値へ収束するように変化する。この状態で、蓄積電荷がゼロになる瞬間に補助パルスの印加を打ち切ることで、補助パルスを印加しない場合より早く蓄積電荷をゼロにして、蓄積電荷による残留電圧の影響を低減することができる。

【 0 0 6 9 】

駆動パルスを構成する主パルスは、系（図 2 に示す等価回路）の充放電時定数を  $\tau$  とした場合に、 $3\tau$  以上の長さを有していることが好ましい。 $3\tau$  以上の長さの主パルスを印加して表示層 3 へ電荷を十分に蓄積した後に、逆極性の補助パルスを印加することによって、残留電圧を効率よく相殺することができる。

【 0 0 7 0 】

次に、補助パルスの形状等について説明する。

【 0 0 7 1 】

残留電圧は経時的に指数減衰するので、これを相殺する補助パルスの形状としては、図 4 に示すような、残留電圧と大きさの絶対値と時定数とが等しい指数減衰関数が好ましい。この指数減衰関数  $V_f$  は、下記式（2）のように時間  $t$  の関数で表される。

【 0 0 7 2 】

【数 9】

$$V_f(t) = -V_o \cdot \frac{C_{lc}}{C_{opc}} \cdot \exp(-t/\tau) \quad \text{式 (2)}$$

【 0 0 7 3 】

上記式（2）で表される波形の補助パルスは、あらゆる時刻で残留電圧を相殺することができるという利点がある一方、波形が複雑なため駆動回路が複雑になるという問題がある。そこで、式（2）を 1 次近似して、下記式（3）及び（4）で表される三角波としてもよい（図 5 参照）。

【 0 0 7 4 】

【数 10】

$$V_f(t) = -V_o \cdot \frac{C_{lc}}{C_{opc}} \cdot (1 - t/\tau) \quad (t < \tau) \quad \text{式 (3)}$$

$$V_f(t) = 0 \quad (t \geq \tau) \quad \text{式 (4)}$$

【 0 0 7 5 】

さらに簡略化して、補助パルスの形状を、次の式（5）及び（6）で表される矩形波としてもよい（図 6 参照）。この場合、電圧印加手段 20 は、図 13 に示すような、直流電圧  $V_o$  と  $-V_f$  を切り替えるだけの簡単な回路構成とすることができる。なお、詳細な構成については後述する。

【 0 0 7 6 】

【数 11】

$$V_f(t) = -V_f \quad (t < t_f) \quad \text{式 (5)}$$

$$V_f(t) = 0 \quad (t \geq t_f) \quad \text{式 (6)}$$

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

補助パルスの形状を矩形波とする場合には、補助パルスの印加時間  $t_f$  を系の充放電時定数  $\tau$  と等しくすることが望ましい。この理由は以下のように説明できる。残留電圧の指数減衰曲線は、図 7 に破線で示すように、切片  $V_e$ 、傾き  $-V_e/\tau$  の減衰直線で近似することができる。蓄積電荷は残留電圧に比例するため、時刻  $t$  でゼロに減衰する。上述した通り、補助パルスの印加時間を、蓄積電荷がゼロになる時間と等しくすることが望ましい。即ち、補助パルスの印加時間  $t_f$  を、時定数  $\tau$  と等しくすることが望ましいのである。

【0078】

一例として、 $\tau = 6.4 \text{ ms}$  の系に、 $t_f = 5, 10, 20 \text{ ms}$  の補助パルスを印加した場合の、表示層 3 に印加される電圧の過渡応答  $V_{lc}(t)$  をシミュレーションした結果を図 8 に示す。 $\tau$  の値に最も近い  $t_f = 5 \text{ ms}$  において、残留電圧の振幅が最小となり、これより  $t_f$  が長くなると大きく逆極性側へ振れること、即ち、補助パルスにより表示層 3 に逆極性の電圧が印加されることが分る。

10

【0079】

補助パルスを印加すると、上記の減衰直線は逆極性側へ平行移動するが、その際には、図 7 に実線で示すように、切片が  $V_e/2$  になるように平行移動させるのが好ましい。この理由は以下のように説明できる。

【0080】

発明者等の行った実験によれば、図 9 に示すように、P 配向状態のコレスティック液晶に、経時変化する電圧  $V_{lc}(t)$  を印加したときの反射率の低下割合  $A_f$  は、近似的に  $V_{lc}(t)$  の 4 乗の積分値の平方根に比例する、という結果が得られている。この結果は、下記の関係式で表すことができる。なお、反射率の低下割合  $A_f$  は、反射率の低下が全く見られない場合を 0、反射率が完全に失われた場合を 1 とした場合の、反射率低下の割合を表し、例えば、 $A_f = 0.2$  では、当初の反射率の 2 割が失われたことを意味する。

20

【0081】

【数 12】

$$A_f \propto \sqrt{\int_0^{\infty} V_{lc}^4(t) dt}$$

【0082】

上記の関係式から分るように、反射率の低下割合  $A_f$  は、 $V_{lc}(t)$  の 4 乗の積分値の平方根に比例する、という強い電圧依存性を有する。従って、 $A_f$  を低減するには、 $|V_{lc}(t)|$  の最大値を低減することが有効である。 $|V_{lc}(t)|$  の最大値は、減衰直線を  $V_e$  から逆極性側へ平行移動させたとき、はじめは切片に等しいため次第に低下するが、切片が  $V_e/2$  以下では  $V_{lc}(t)$  に等しくなり、ここで反転して増加する。このため、 $|V_{lc}(t)|$  の最大値は、結局、切片が  $V_e/2$  の時に最小となる。切片が  $V_e/2$  になるように減衰直線を平行移動させるためには、補助パルスの誘電分圧を  $V_e/2$  とする必要がある。

30

【0083】

補助パルスとして印加する電圧を  $V_f$  とすると、この条件は下記式 (7) で表される。

【0084】

40

【数 13】

$$\left( \frac{C_{opc}}{C_k + C_{opc}} \right) \cdot V_f = \frac{V_e}{2} \quad \text{式 (7)}$$

【0085】

上記式 (7) に  $V_e$  の値を代入すると、下記式 (9) で表される関係を得ることができる。即ち、補助パルスが矩形波の場合は、補助パルスの電圧  $V_f$  と補助パルスの印加時間  $t_f$  とが、下記式 (8) 及び (9) の関係を満たすことが好ましい。この場合に、コレスティック液晶 (表示層) の反射率の低下を最小とすることができる。

50

【 0 0 8 6 】

【 数 1 4 】

$$t_f = \tau \quad \text{式 (8)}$$

$$V_f = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{C_{lc}}{C_{opc}} \right) \cdot V_o \quad \text{式 (9)}$$

【 0 0 8 7 】

一例として、 $\tau = 6.4 \text{ ms}$  の場合の、数種類の  $V_f$ 、 $t_f$  に対する  $A_f$  の変化のシミュレーション結果を図 11 に示す。補助パルスの印加時間  $t_f$  を一定とした場合には、反射率の低下割合  $A_f$  は、補助パルスの電圧  $V_f$  に対して下に凸の放物線状に変化する。上記式 (8) 及び (9) から計算される好適な  $V_f$ 、 $t_f$  の組合せは、 $t_f = 6.4 \text{ ms}$ 、 $V_f = 150 \text{ V}$  である。シミュレーション結果によれば、この組合せに最も近い値である  $t_f = 5 \text{ ms}$ 、 $V_f = 150 \text{ V}$  の場合に  $A_f$  が最小となる。この結果からも、上記式 (8) 及び (9) の関係を満たす場合に、コレステリック液晶の反射率の低下が最小となることが裏付けられる。

10

【 0 0 8 8 】

なお、 $t_f = 5 \text{ ms}$  以外の場合でも、反射率の低下割合  $A_f$  の値が最小値になるように電圧  $V_f$  の値を選択することで、一定の  $A_f$  低減効果を得ることができる。検討の結果、 $A_f$  の値が最小となる  $V_f$  と  $t_f$  の組合せでは、図 12 に示すように、 $(V_f / V_o) = 1 / (t_f / \tau)$  の関係が成立する。上記式 (8) 及び式 (9) がこの式の解となるように比例係数を決定することによって下記式 (10) の関係を得る。即ち、補助パルスが矩形波の場合は、補助パルスの電圧  $V_f$  と補助パルスの印加時間  $t_f$  とが、下記式 (10) の関係を満たす場合に、一定の  $A_f$  低減効果を得ることができる。

20

【 0 0 8 9 】

【 数 1 5 】

$$\left( \frac{V_f}{V_o} \right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} = \frac{1}{4} \left( \frac{C_{lc}}{C_{opc}} \right)^2 \quad \text{式 (10)}$$

30

【 0 0 9 0 】

上記式 (10) の関係を満たす場合に  $A_f$  低減効果が得られるのは、 $(V_f / V_o)^2 \cdot (t_f / \tau)$  は補助パルスによって表示層に与えられる電気エネルギーを表し、これが一定であれば、コレステリック液晶は比較的最適値に近い応答を示すためであると推測される。

【 0 0 9 1 】

図 11 の例では、補助パルスを印加しない場合、即ち、電圧  $V_f = 0$  において、 $A_f = 0.2$  の反射率低下が生じている。補助パルスを印加した場合に、 $A_f$  が  $0.2$  以下では、 $A_f$  が  $V_f$  に対して 2 次関数的に変化するため、 $A_f$  が  $0.2$  以下となる  $V_f$  の範囲は、 $A_f$  が最小となる  $V_f$  の値の 2 倍以下と見積もられる。このことから下記式 (11) の関係が導かれる。この範囲に含まれる  $V_f$ 、 $t_f$  の組合せであれば、 $A_f$  低減効果を得ることができる。

40

【 0 0 9 2 】

## 【数 16】

$$\left(\frac{V_f}{V_o}\right)^2 \cdot \frac{t_f}{\tau} \leq \left(\frac{C_{lc}}{C_{opc}}\right)^2 \quad \text{式 (11)}$$

$V_o$  : 主パルスの電圧、 $V_f$  : 補助パルスの電圧、 $t_f$  : 補助パルスの印加時間、  
 $\tau$  : 系の充放電時定数、 $C_{lc}$  : コレステリック液晶表示層の静電容量、  
 $C_{opc}$  : 抵抗体の静電容量

## 【0093】

10

一例として、 $\tau = 6.4 \text{ ms}$  の系に、 $t_f = 5 \text{ ms}$ 、 $V_f = 0, 50, 150, 250 \text{ V}$  (但し、 $V_o = 400 \text{ V}$ ) の補助パルスを印加した場合の、 $V_{lc}(t)$  のシミュレーションの結果を図 10 に示す。上記式 (11) から計算される好適な  $V_f$  は  $150 \text{ V}$  である。 $V_f = 150 \text{ V}$  では、補助パルスの印加期間の略真中で  $V_{lc}(t)$  はゼロと交差する。これより低電圧では残留電圧の相殺が不十分となり、これより高電圧では却って逆極性の電圧が印加されてしまうことが分る。

## 【0094】

20

以上説明した通り、本実施の形態に係る駆動方法及び駆動装置によれば、電圧印加手段から駆動パルスを印加して表示素子を駆動する際に、直前の主パルスに対して逆極性の補助パルスをこの主パルスに連続して印加するので、補助パルスによって残留電圧を相殺することができる。これにより、残留電圧に起因したコレステリック液晶の P 配向から F 配向への遷移が抑制され、表示層の反射率の低下が防止される。また、明表示が暗表示で上書きされることがなく、正確な表示動作を行うことができる。

## 【0095】

30

なお、上記実施の形態では、コレステリック液晶からなる表示層と光導電体とを備えた表示素子を駆動する例について説明したが、表示素子には、その用途に応じて、接着層や遮光層等、様々な機能を備えた層を適宜設けることができる。表示層及び光導電体以外の層を設けると、図 2 に示すような単純な等価回路では表わせない場合もある。しかしながら、これらの部材は十分高抵抗な絶縁体か、逆に十分低抵抗な導電体として扱える場合が多い。このため、前者の場合は、分圧補正を行って表示層と抵抗体とへ正味に印加される電圧  $V_o$ 、 $V_f$  を求めることにより、後者の場合は、他層の存在を無視することにより、本発明を適用することができる。

## 【0096】

また、静電容量  $C_{lc}$ 、 $C_{opc}$ 、電気抵抗  $R_{lc}$ 、 $R_{opc}$  を、実際の表示素子を用いて評価するのは困難であるが、表示層と抵抗体とからなるテストピースを作製してこれらの値を評価することができる。この場合、静電容量と電気抵抗は一般に電圧依存性を有するため、実際の駆動時に各要素に加わる電圧に近い条件で評価を行う必要がある。また、静電容量と電気抵抗は一般に周波数依存性を有するため、主パルスの周波数での値を評価する必要がある。

## 【0097】

40

また、上記実施の形態では、電圧印加手段 20 を、図 3 に示す回路で構成したが、他の構成とすることもできる。例えば、補助パルスが矩形波の場合は、図 13 に示すような、直流電圧  $V_o$  と  $-V_f$  を切り替えるだけの簡単な回路構成とすることができる。この回路では、D/A コンバータとアンプの配置する代わりに、 $V_o$  電源 31、 $-V_o$  電源 32、 $-V_f$  電源 33、及びセクタ 34 が配置されており、メモリ 21 から読み出されたデータに応じて、セクタ 34 で電圧  $V_o$ 、 $-V_o$ 、 $-V_f$ 、GND のいずれかが選択され、選択された電圧が表示素子 10 に出力される。この構成によれば、高価な D-A コンバータやアンプが不要であり、データ量を圧縮してメモリー容量を低減することができるので、駆動装置の製造コストの低減に寄与することができる。

## 【0098】

50

また、表示色や光感度や感光波長が異なる何種類ものコレステリック液晶表示素子が市場に流通することが予想される。また、表示素子の種類毎に、系の時定数や表示層及び抵抗体の静電容量が異なることも想定される。このような場合には、補助パルスの電圧  $V_f$  と補助パルスの印加時間  $t_f$  の値を表示素子の種類に応じて変動させると共に、表示素子側に識別子を設けて、その識別子に基づいて  $V_f$  と  $t_f$  とを自動的に設定できるようにすることが好ましい。

#### 【0099】

例えば、図14に示すように、表示素子10に識別子41を設けて、表示素子10の種類を表わす識別コード等を記録しておくと共に、上記の駆動装置の電圧印加手段20を所定の回路構成とすることで、メモリ21種類の識別と、表示素子の種類に応じた  $V_f$  と  $t_f$  の設定（即ち、駆動パルスの波形データの設定）とを実現することができる。識別子41としては、導電パターン、バーコードなどの光学パターン、RF-ID等を用いることができる。

10

#### 【0100】

図14に示す回路は、図3に示す回路と同様に、メモリ21、オシレータ22、カウンタ23、DAコンバータ24、及びアンプ25を備えている。メモリ21は、複数のバンク（図では、バンク1#～4#）に分割されており、複数のバンクの各々には、対応する種類の表示素子を駆動する駆動パルスの波形データが予め記憶されている。

#### 【0101】

この回路は、更に、識別子41から識別コードを読み取るための識別子読取機42、及び識別コードとバンクとの対応関係を格納したルックアップテーブル（LUT）43を備えており、識別子読取機42で識別コードが読み取られると、LUT43を参照して識別コードに応じたバンクが指定され、指定されたバンクから所望の駆動パルスの波形データが読み出される。読み出されたデータは、DAコンバータ24でアナログ変換され、アンプ25で電圧増幅されて、表示素子10に出力される。

20

#### 【0102】

なお、識別子41に、識別コードの代わりに、補助パルスの電圧  $V_f$  と補助パルスの印加時間  $t_f$  の値を記録しておくこともできる。この場合には、メモリ21のバンクの各々に、 $V_f$  と  $t_f$  の組合せに応じて駆動パルスの波形データを予め記憶しておくと共に、LUT43に、 $V_f$  と  $t_f$  の組合せとバンクとの対応関係を格納しておいて、LUT43を参照して  $V_f$  と  $t_f$  の組合せに応じたバンクを指定し、指定されたバンクから所望の駆動パルスの波形データを読み出す。

30

#### 【0103】

また、一般に、系の時定数やコレステリック液晶の静電容量は、温度依存性を有しているので、液晶表示素子の使用環境温度に応じて、適切な補助パルスの電圧  $V_f$  と補助パルスの印加時間  $t_f$  とを設定することが望ましい。

#### 【0104】

例えば、図15に示すように、表示素子10又は駆動装置の表示素子10が保持された位置の近傍に温度センサ51を設けて、表示素子10の使用環境温度を検出すると共に、上記の駆動装置の電圧印加手段20を所定の回路構成とすることで、使用環境温度に応じて適切な  $V_f$  と  $t_f$  とを設定することができる。

40

#### 【0105】

図15に示す回路は、図3に示す回路と同様に、メモリ21、オシレータ22、カウンタ23、DAコンバータ24、及びアンプ25を備えている。メモリ21は、複数のバンク（図では、バンク1#～4#）に分割されており、複数のバンクの各々には、表示素子10の使用環境温度に応じて駆動パルスの波形データが予め記憶されている。この回路は、更に、表示素子10の使用環境温度とバンクとの対応関係を格納したLUT52を備えており、温度センサ51で使用環境温度が検出されると、LUT52を参照して使用環境温度に応じたバンクが指定され、指定されたバンクから所望の駆動パルスの波形データが読み出される。読み出されたデータは、DAコンバータ24でアナログ変換され、アンプ

50



25で電圧増幅されて、表示素子10に出力される。

【0106】

また、上記実施の形態では、駆動パルスとして直流パルスを印加する例について説明したが、一般に、液晶に直流電圧を印加すると、内部に含まれるイオン性不純物の偏在や電気分解が発生して特性が劣化することが知られている。従って、この問題を回避するために、図16に示すように、主パルスを周期6以上の対称矩形波とすることが好ましい。なお、図16では1周期の主パルスを印加しているが複数周期の主パルスを印加することもできる。

【0107】

また、上記実施の形態では、抵抗体として光導電体を用いる例について説明したが、薄膜トランジスタ、薄膜ダイオード、MIM素子、バリスタ素子などの能動素子や、熱電導体などを抵抗体として用いることもできる。

10

【0108】

また、上記実施の形態では、表示モードとして選択反射モードを利用する場合について説明したが、本発明はF配向への部分的な遷移を抑制し、完全に近いP配向を得る手段を与えるものである。従って、これ以外のP配向とF配向の光学的相違に基づいた表示モードであっても、同様の効果を得ることができる。このような表示モードとしては、例えば、選択反射波長を可視域ではなく、紫外域や赤外域として光散乱強度の強弱で表示を行う散乱-透過モード、旋光度や複屈折率の相違を利用した表示モード等が利用できる。この場合、補助部材として偏光板や位相差板と併用してもよい。また、液晶中に2色性色素を加えることにより、ゲスト-ホストモードによる表示としてもよい。

20

【実施例】

【0109】

以下に本発明を、実施例により具体的に説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。なお、以下では「%」は「質量(重量)%」を表し、「部」は「質量(重量)部」を表す。

【0110】

[液晶表示素子の作製]

ネマチック液晶「E7」(メルク社製)84部に、カイラル剤「R811」(メルク社製)12.8部と、カイラル剤R1011(メルク社製)3.2部とを添加して、青緑色の光を選択反射するコレステリック液晶を得た。

30

【0111】

得られたコレステリック液晶10部に対して、ポリイソシアネート化合物「タケネートD-110N」(武田薬品工業社製)1部と、酢酸エチル100部とを加えて、油相組成物を調製した。この油相組成物を、1%のポリビニルアルコール水溶液1000部の中に投入し、攪拌・乳化して約10 $\mu$ m径のo/wエマルジョンを作製した。得られたエマルジョンを、60で3時間加熱して、ポリウレタンを壁材とするマイクロカプセルを形成した。マイクロカプセル(固形成分)を遠心分離により沈降させて回収し、更に12%のポリビニルアルコール水溶液を加えて、表示層用塗料を調整した。

【0112】

次に、市販のITO蒸着PET樹脂フィルムを準備し、このフィルムのITO面上に、アプリケーションを用いて上記の表示層用塗料を塗布し、乾燥膜厚が30 $\mu$ mの表示層を形成した。

40

【0113】

次に、市販のカーボンブラックの水分散体「WAカラーブラックA01」(大日精化社製)とポリビニルアルコール溶液とを混合して、遮光層を形成するための黒色塗料を準備した。この黒色塗料をアプリケーションを用いて上記表示層上に塗布し、乾燥膜厚が3 $\mu$ mの遮光層を形成した。

【0114】

次に、2液ウレタン系接着剤「DICDRY」(大日本インキ化学工業社製)を、バー

50

コート法を用いて上記遮光層上に  $3 \text{ g} / \text{m}^2$  の塗布量で塗布し、接着層を形成した。以上の工程により、ITO膜を介して表示層、遮光層及び接着層がこの順に積層された樹脂フィルム（表示層側基板）が得られた。

【0115】

一方、市販のITO蒸着PET樹脂フィルムのITO面上に、第1電荷発生層、電荷輸送層、第2電荷発生層の3層構造を備えた光導電体を形成した。まず、フタロシアニン顔料を分散したポリビニルブチラル樹脂のアルコール溶液をスピコートして厚さ  $0.1 \mu\text{m}$  の第1電荷発生層を形成し、次いでジアミン系電荷輸送材料とポリカーボネート樹脂のクロロベンゼン溶液をアプリケーションでコートして厚さ  $3 \mu\text{m}$  の電荷輸送層を形成する。次いで、再度、フタロシアニン顔料を分散したポリビニルブチラル樹脂のアルコール溶液をスピコートして厚さ  $0.1 \mu\text{m}$  の第2電荷発生層を形成して、3層構造の光導電体を得ることができる。この工程により、ITO膜を介して抵抗体である光導電体が積層された樹脂フィルム（抵抗体側基板）が得られた。

10

【0116】

最後に、表示層側基板と抵抗体側基板とを、表示層側基板の接着層と抵抗体側基板の光導電体とが密着するように、ラミネーターを通して貼合して、光書込型の液晶表示素子を得た。

【0117】

また、比較のために、表示層側基板と市販のITO蒸着PET樹脂フィルムとを、表示層側基板の接着層と樹脂フィルムのITO面とが密着するように貼合して、光導電体が設けられていない液晶表示素子を作製した。

20

【0118】

[電圧 - 反射率特性の測定]

次に、図1に示す駆動装置と同じ構成の駆動装置を用いて、上記の液晶表示素子に駆動パルスを印加し、電圧 - 反射率特性を測定した。

【0119】

補助パルスを加えずに駆動した場合の電圧 - 反射率特性を図17に示す。駆動周波数は  $10 \text{ Hz}$ 、2サイクルとして、明書込時には  $650 \text{ nm}$  の単色光を強度  $500 \mu\text{W} / \text{cm}^2$  で照射し、反射率としては反射スペクトルを視感度曲線で重み付け平均した視感反射率を用いた。図17から分るように、光導電体が設けられていない液晶表示素子（表示層単体）では、反射率は最大で  $29\%$  であるのに対して、光導電体を設けた場合（光書込型の液晶表示素子の場合）には明表示時の反射率は  $25\%$  に低下した。この通り、光書込型の液晶表示素子を駆動する場合には、表示層単体を駆動する場合に比べ、表示層の反射率が低下する。

30

【0120】

次に、補助パルスを加えて駆動した場合の反射率変化を測定した。主パルスの電圧  $V_0$  を  $V_0 = 400 \text{ V}$  に固定し、補助パルスの印加時間  $t_f$  を  $t_f = 5, 10, 20 \text{ ms}$  と変化させて、反射率の低下割合  $A_f$  の補助パルスの電圧  $V_f$  に対する依存性を調べた。但し、反射率の低下割合  $A_f$  は、 $A_f = (R_s - R_0) / R_0$  で定義される。ここで、 $R_s$  は光書込型の液晶表示素子の明表示時の反射率、 $R_0$  は表示層単体の反射率である。

40

上記液晶表示素子の各層の電気抵抗、静電容量、時定数は、以下の通りである。光導電体の電気抵抗  $R_{opc} = 10 \text{ M}$ 、表示層の電気抵抗  $R_{lc} = 100 \text{ M}$ 、光導電体の静電容量  $C_{opc} = 0.40 \text{ nF}$ 、表示層の静電容量  $C_{lc} = 0.37 \text{ nF}$ 、時定数  $\tau = 6.7 \text{ ms}$ 。

【0121】

図18(A)に  $A_f$  の測定（実験）結果を示す。一方、図18(B)には  $A_f$  の計算結果を示す。計算によれば、補助パルスの印加時間  $t_f$  が時定数  $\tau$  に最も近い  $t_f = 5 \text{ ms}$  において、 $A_f$  の値が最小となる。 $t_f = 5 \text{ ms}$  において  $A_f$  を最小とする補助パルスの電圧  $V_f$  の値は、計算では  $280 \text{ V}$  であるのに対し、実験では  $220 \text{ V}$  であり、両者は略一致していた。実験結果から分るように、補助パルスを印加することで、反射率の低下割合  $A_f$  を補助パルスがない場合の  $1/4$  に低減することができた。また、実験結果は計算結果とよ

50

く一致していた。

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図1】液晶表示素子とその駆動装置の構成を示す概略図である。

【図2】液晶表示素子の等価回路を示す図である。

【図3】駆動装置の電圧印加手段の回路構成を示すブロック図である。

【図4】駆動パルスの波形の一例を示す線図である。

【図5】駆動パルスの波形の変形例を示す線図である。

【図6】駆動パルスの波形の変形例を示す線図である。

【図7】補助パルスの印加時間  $t_f$  を時定数 と等しくする理由を説明する図である。 10

【図8】補助パルスを印加した場合に表示層に印加される電圧の過渡応答  $V_{lc}(t)$  のシミュレーション結果を示す線図である。

【図9】反射率の低下割合  $A_f$  の電圧依存性を示す図である。

【図10】補助パルスを印加した場合に表示層に印加される電圧の過渡応答  $V_{lc}(t)$  のシミュレーション結果を示す線図である。

【図11】補助パルスの印加電圧  $V_f$ 、印加時間  $t_f$  を変化させた場合の反射率の低下割合  $A_f$  のシミュレーション結果を示す線図である。

【図12】  $(V_f/V_0) \sim 1/(t_f/)$  の関係が成立する場合に、一定の  $A_f$  低減効果が得られることを示す線図である。

【図13】駆動装置の電圧印加手段の他の回路構成を示すブロック図である。 20

【図14】駆動装置の電圧印加手段の他の回路構成を示すブロック図である。

【図15】駆動装置の電圧印加手段の他の回路構成を示すブロック図である。

【図16】駆動パルスの波形の変形例を示す線図である。

【図17】補助パルスを印加しない場合の反射率低下の様子を示すグラフである。

【図18】補助パルスの印加電圧  $V_f$ 、印加時間  $t_f$  を変化させた場合の反射率の低下割合  $A_f$  を示すグラフであり (A) は測定結果を示し、(B) は計算結果を示す。

【図19】(A) ~ (C) はコレステリック液晶の配向状態を説明する図である。

【図20】コレステリック液晶の電圧 反射率特性を示す図である。

【図21】従来の駆動パルスの波形と表示層に印加される電圧の過渡応答  $V_{lc}$  とを示す線図である。 30

【符号の説明】

【0123】

1, 1' 基板

2, 2' 電極

3 表示層

4 光導電体

10 表示素子

20 電圧印加手段

21 メモリ

22 オシレータ 40

23 カウンタ

24 D/Aコンバータ

25 アンプ

30 露光手段

31  $V_0$ 電源

32 -  $V_0$ 電源

33 -  $V_f$ 電源

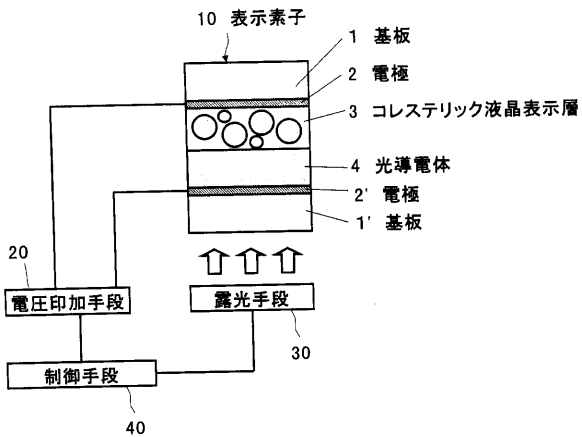
34 セレクタ

40 制御手段

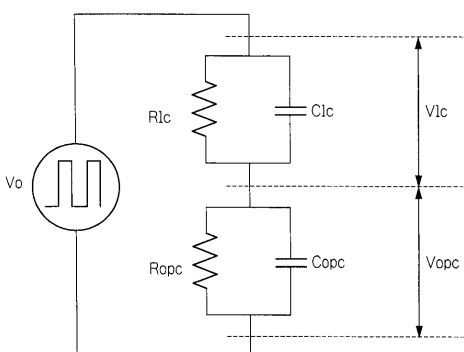
41 識別子 50

- 4 2 識別子読取機
- 4 3 , 5 2 ルックアップテーブル ( L U T )
- 5 1 温度センサ

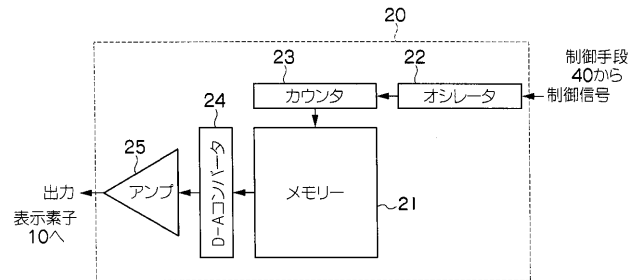
【 図 1 】



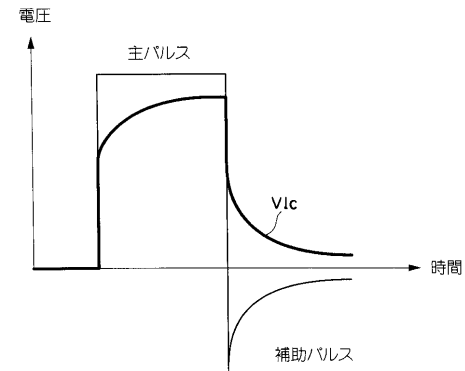
【 図 2 】



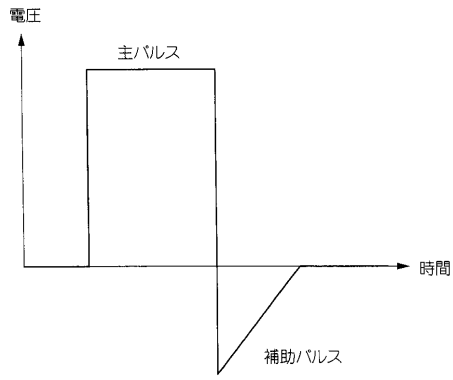
【 図 3 】



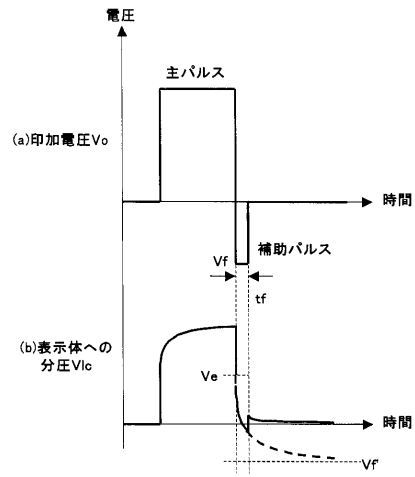
【 図 4 】



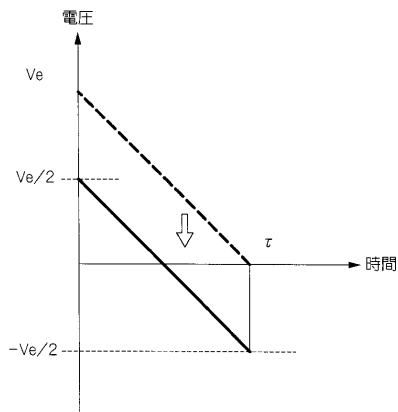
【 図 5 】



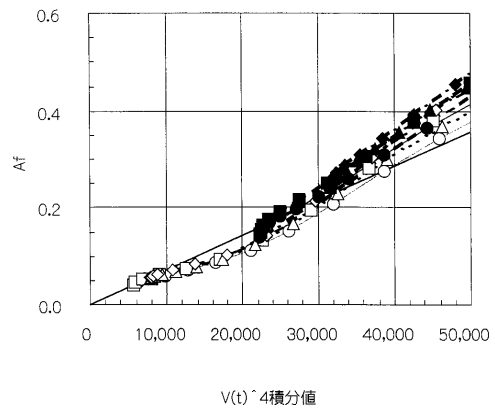
【 図 6 】



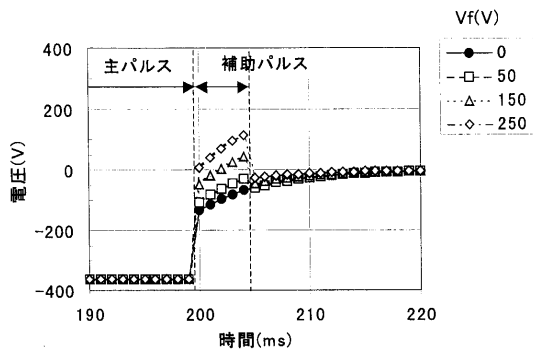
【 図 7 】



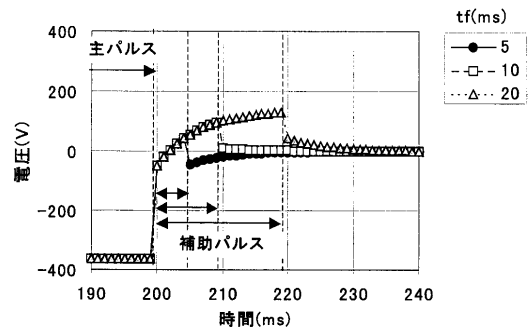
【 図 9 】



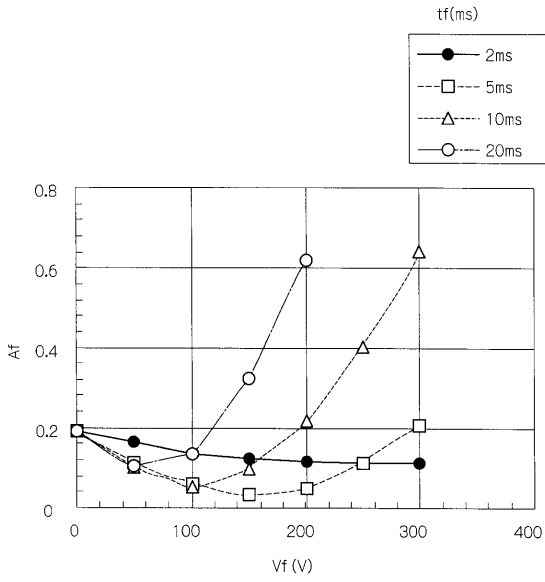
【 図 8 】



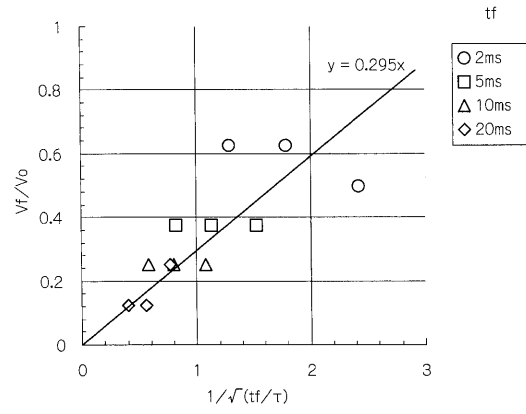
【 図 10 】



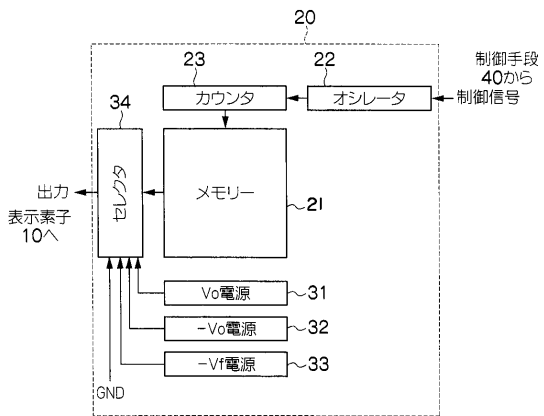
【図 1 1】



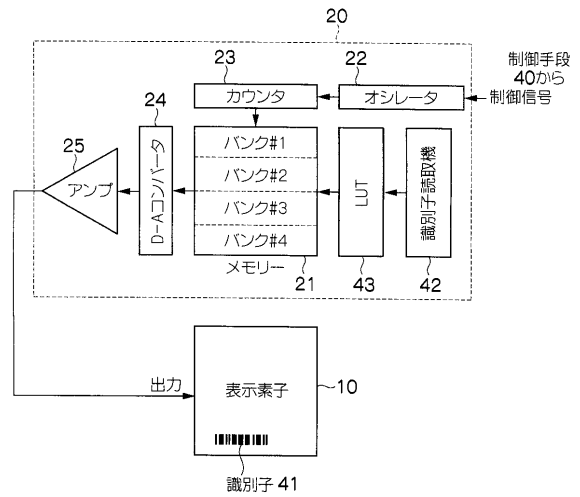
【図 1 2】



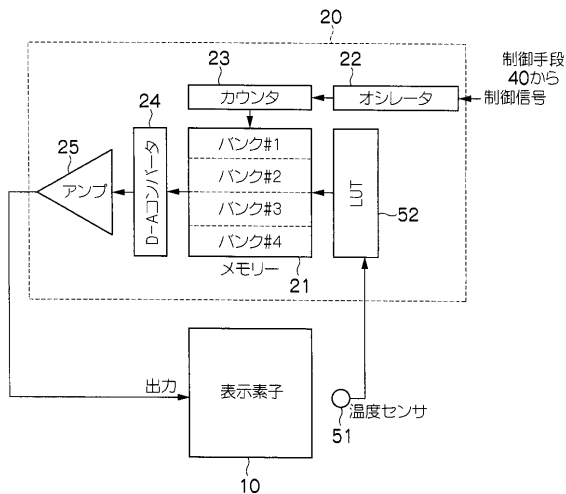
【図 1 3】



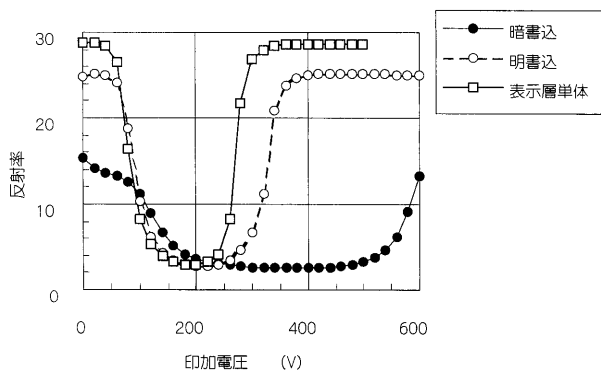
【図 1 4】



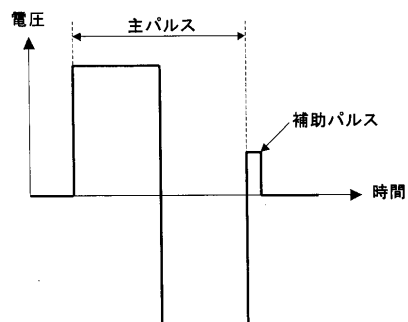
【 図 1 5 】



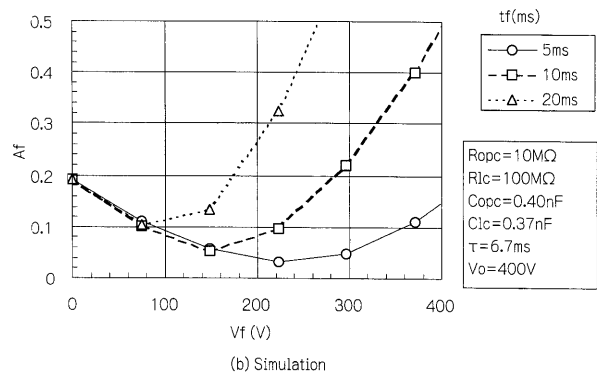
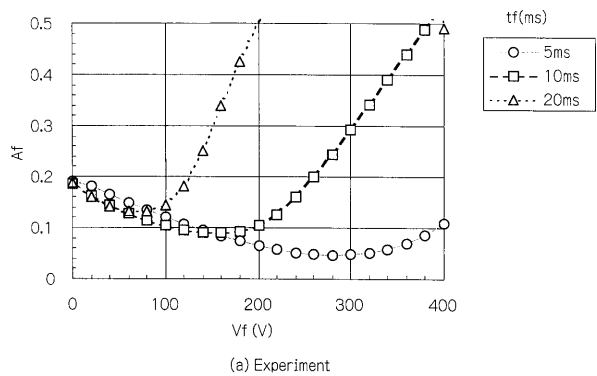
【 図 1 7 】



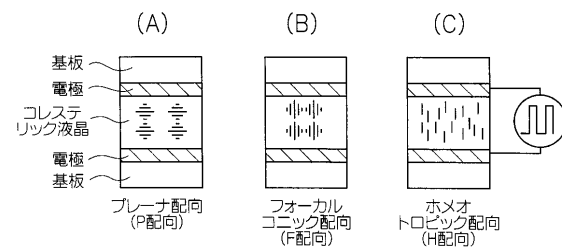
【 図 1 6 】



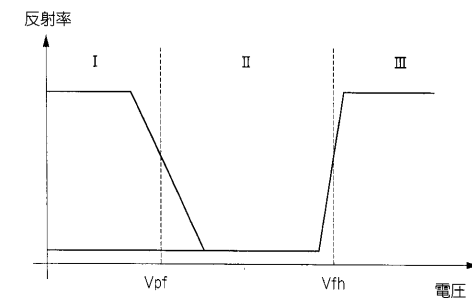
【 図 1 8 】



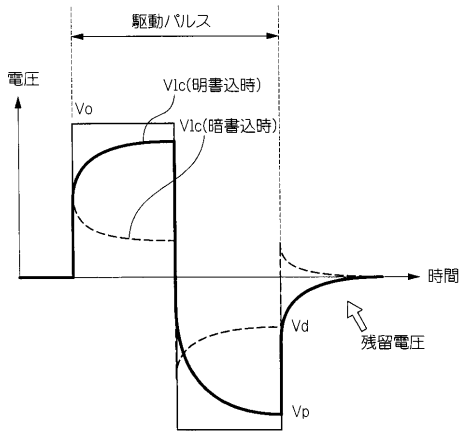
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】





---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 滋

神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内

F ターム(参考) 2H088 GA03 GA17 HA02 HA06 HA09 JA14 MA02  
2H092 LA02 LA05 LA07 LA12 LA15 NA01 NA21 PA06 QA11  
2H093 NA11 NA43 NC03 NC09 NC21 NC27 NC28 NC49 NC57 NC63  
NC65 NC73 ND04 ND44 ND60 NF14  
5C006 AF13 AF21 AF62 AF82 BA01 BA19 BB16 BB17 BB28 BD01  
BF22 BF25 BF38 BF42 FA38 FA54 GA02