

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4196531号  
(P4196531)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 2 F 1/17 (2006.01) G 0 2 F 1/17

請求項の数 8 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2000-273833 (P2000-273833)	(73) 特許権者	000005496
(22) 出願日	平成12年9月8日(2000.9.8)		富士ゼロックス株式会社
(65) 公開番号	特開2002-82361 (P2002-82361A)		東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成14年3月22日(2002.3.22)	(74) 代理人	100079049
審査請求日	平成16年6月14日(2004.6.14)		弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(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	町田 義則
			神奈川県足柄上郡中井町境430グリーン テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示媒体の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、画像を切り替えるときに、前記一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルスを印加した後、前記移動すべき粒子を前記移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルスを印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法。

【請求項2】

前記一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルスを印加した後、前記移動すべき粒子を前記移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルスを印加するサイクルにおけるそれぞれの電圧パルスの印加時間の和が0.1~40msecであることを特徴とする請求項1記載の表示媒体の駆動方法。

【請求項3】

前記一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルスを印加した後、前記移動すべき粒子を前記移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルスを印加するサイクルを2回以上繰返すことを特徴とする請求項1又は2記載の表示媒体の駆動方法。

【請求項4】

10

20

透明な表示基板と、前記表示基板と間隙をもって対向する背面基板と、前記表示基板及び前記背面基板間に封入される色及び帯電極性が異なる２種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、

画像を切り替えるときに、前記表示基板及び前記背面基板に、前記背面基板に付着している粒子を表示基板側に移動させるように電圧パルス印加した後、粒子を移動すべき画素以外の画素の移動した前記粒子を前記背面基板に移動させるように電圧パルス印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法。

【請求項５】

前記表示基板及び前記背面基板に、前記背面基板に付着している粒子を表示基板側に移動させるように電圧パルス印加した後、粒子を移動すべき画素以外の画素の移動した前記粒子を前記背面基板に移動させるように電圧パルス印加するサイクルを２回以上繰返すことを特徴とする請求項４記載の表示媒体の駆動方法。

10

【請求項６】

間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる２種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、開始電圧からピーク電圧まで徐々に増加又は減少する電圧パルスを前記一对の基板の少なくとも一方に印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法。

【請求項７】

前記電圧パルスを２回以上印加することを特徴とする請求項６記載の表示媒体の駆動方法。

20

【請求項８】

間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる２種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、パルス幅が  $0.1 \sim 20 \text{ msec}$  の矩形の電圧パルスを２回以上前記一对の基板の少なくとも一方に印加すること特徴とする表示媒体の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は表示媒体の駆動方法に係り、さらに詳しくは色及び帯電極性が異なる２種類の粒子を含む表示媒体に電圧パルス印加する表示媒体の駆動方法に関する。

30

【０００２】

【従来の技術】

従来、画像表示を繰返すことが可能な表示媒体として、Twisting Ball Display（２色塗分け粒子回転表示）、電気泳動式表示媒体、磁気泳動式表示媒体、サーマルリライタブル表示媒体、及び画像を保存可能な液晶等が提案されている。

【０００３】

前記表示媒体のうち、サーマルリライタブル表示媒体や、画像を保存可能な液晶等は、画像の保存性には優れるが、背景を紙のように十分な白とすることができず、画像部と非画像部（背景）のコントラストが小さいため、鮮明な画像を表示することが困難であった。

【０００４】

40

また、電気泳動や磁気泳動を利用した表示媒体では、電界あるいは磁界によって移動可能な着色粒子が白色液体中に分散されており、例えば、画像部には着色粒子を表示面に付着させることにより着色粒子の色を表示し、非画像部には着色粒子を表示面から除去することにより白色液体の白を表示することで画像が形成される。着色粒子は電界あるいは磁界の作用がないと移動しないため、これらの表示媒体は画像を保存することができる。しかし、これらの表示媒体では、背景をきれいな白にすることはできるが、画像部では着色粒子同士の隙間に白色液体が入り込むため、十分な画像濃度が得られない。このため、画像部と非画像部の十分なコントラストが得られず、鮮明な画像を表示することが困難であった。また、表示媒体を画像表示装置から取り外したときに曲げたりすると白色液体が表示媒体から漏出するおそれがある。

50

## 【0005】

また、Twisting Ball Displayは、半面を白に、残りの反面を黒に塗分けた球状粒子を電界の作用によって反転させ、例えば、画像部では黒面が表示面側に、非画像部では白面が表示面側に向くように電界を作用させることにより、画像を表示する。この表示媒体は、電界の作用がない限り粒子は反転しないため、画像を保存できる。また、表示媒体の内部は、粒子周囲のキャビティにのみオイルが存在するが、ほとんど固体しか含有しないため、表示媒体のシート化等も比較的容易である。しかし、この表示媒体では、表示面全面が白になるように表示媒体に電界を加えても、表示媒体に入射した光のうち球と球の間隙に入り込んだ光線は反射されず内部でロスされてしまうため、原理的に100%の白色表示はできない。また、キャビティ部の光吸収や光散乱もあるため、灰色がかった白しか表示できない。さらに、粒子の反転を完全に行うことが難しく、これによってもコントラストの低下を招いてしまい、結果的に鮮明な画像を表示することが困難であった。さらに、粒子サイズは画素サイズよりも小さいことが要求されるため、高解像度の画像を表示するには色が塗り分けられた微細な粒子を製造しなければならず、高度な製造技術を要するという問題もある。

10

## 【0006】

一方、背景が白色の画像表示媒体として、導電性着色トナーと白色粒子を対向する一对の基板間に封入した媒体が提案されている。この画像表示媒体では、背面基板の電極内側表面に設けた電荷輸送層を介して導電性着色トナーへ電荷を注入し、電荷が注入された導電性着色トナーが表示基板へ、電極基板間の電界により移動し、表示基板の内側へ付着して、画像を表示する（Japan Hardcopy '99 論文集、p249-252）。この画像表示媒体は固体のみで構成されており、画素の色を原理的には完全に切り替えることができる。しかし、上記画像表示媒体では、背面基板の電極内側表面に設けた電荷輸送層に接しない導電性着色トナーや、他の導電性着色トナーから孤立している導電性着色トナーが存在し、これらの導電性着色トナーは、電荷が注入されないために電界によって移動せずにランダムに基板間に存在するため、コントラストの向上が十分でない。

20

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

発明者らは、一对の基板と、これらの基板の間に封入された、色及び帯電特性が異なる複数種類の粒子群とを含む表示媒体を提案した（特願平2000-165138）。この表示媒体も、電界が作用しない限り粒子が移動しないため、画像を保存でき、また、表示媒体が全て固体で構成されているため、液漏れも発生しない。さらに、画素の色を原理的に100%切り替えることができるため、コントラストの高い鮮明な画像を表示することが可能である。

30

## 【0008】

しかし、この表示媒体では、帯電した着色粒子を電界によって駆動し、十分な画像濃度を実現するために、基板間距離にもよるが通常数百V以上の高い電圧を印加する必要がある。これに起因して次のような幾つかの問題点があった。まず、配線を高密度化すると、放電や電氣的なリークが発生しやすく、高解像度化が難しかった。また、高電圧を制御する適当な半導体素子がないため、駆動回路の電氣的なスイッチングに機械式のリレーを使用しなければならず、回路の小型化や低コスト化が困難であった。さらに、高い印加電圧によって粒子駆動時の粒子移動速度が大きくなり、粒子間の衝突や、粒子と基板の衝突により、粒子の電気特性の変化や基板表面の劣化を招き、表示媒体の寿命が短かった。

40

## 【0009】

ところで、表示媒体の駆動方式には、単純マトリックス駆動方式とアクティブマトリックス駆動方式がある。n画素×n画素のマトリックスを構成する場合、1画素毎に駆動するアクティブマトリックス駆動方式はn×n×2の信号経路を必要とするのに対し、1ライン毎に駆動する単純マトリックス駆動方式はn+nの信号経路しか必要としない。従って、単純マトリックス駆動方式はアクティブマトリックス駆動方式に比べ、駆動回路が非常に簡単になり、コストを大幅に低下させることができるという利点を有する。

50

## 【 0 0 1 0 】

ここで、単純マトリックス駆動について説明する。単純マトリックス駆動には、それぞれ帯状の電極が等間隔に並列に形成された表示基板と背面基板を備え、これらの基板が、図1に示すように、それぞれの電極が交差するように配置された表示媒体を使用する。図1には、説明の簡略化のために、表示基板に4本の列電極(a~d)を、背面基板に4本の行電極(i~iv)を形成した、4×4の単純マトリックス構成を示す。また、単純マトリックス駆動では、表示基板及び背面基板の両方の電極が電源と接続され、画像形成時には通常全画素の色を一旦統一し、その後所望の画素の色のみを変更しており、1行毎に画像を切り替えるために、背面基板の行電極にはライン書き込み信号に応じて1行ずつ順次電圧が印加され、それと同期して画素信号に応じて表示基板の所望の列電極に電圧が印加される。

10

## 【 0 0 1 1 】

例えば、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の、i行a列及びc列、ii行b列及びd列、iii行a列及びc列の画素の色を単純マトリックス駆動によって黒から白に変える場合(図1)、まず、i行にのみ電圧 $V_{LW}$ が印加され、これと同期してa列及びc列にのみ電圧 $V_{SW}$ が印加され、両方の電圧が印加されたi行a列及びi行c列の画素の色が黒から白に変えられる。次に、ii行にのみ電圧 $V_{LW}$ が印加され、これと同期してb列及びd列にのみ電圧 $V_{SW}$ が印加され、ii行b列及びii行d列の画素の色が黒から白に変えられる。次いで、iii行にのみ電圧 $V_{LW}$ が印加され、これと同期してa列及びc列にのみ電圧 $V_{SW}$ が印加され、iii行a列及びiii行c列の画素の色が黒から白に変えられる。

20

## 【 0 0 1 2 】

従って、黒から白に変えられる画素には駆動電界として、 $(V_{SW} - V_{LW}) / d$  (dは基板間距離)が作用する。このとき、表示の切り替えを行わない画素にも $V_{SW} / d$ 又は $V_{LW} / d$ の駆動電界が作用してしまうため、 $V_{SW} / d$ 又は $V_{LW} / d$ が作用しても表示が切り替わらない、換言すれば粒子の移動が行われないことが必要となり、それと共に高い表示コントラストを得るには、 $(V_{SW} - V_{LW}) / d$ をできる限り大きくすることが必要であり、通常、 $V_{SW}$ は白粒子が移動を開始する電圧(画像濃度が変化し始める電圧、以下、粒子駆動開始電圧と称する)に設定され、 $V_{LW}$ は白粒子の粒子駆動開始電圧の極性を反転させた値に設定される。

30

## 【 0 0 1 3 】

反対に、単純マトリックス駆動によって画素の色を白から黒に切り替える場合には、 $V_{SB}$ は黒粒子の粒子駆動開始電圧に設定され、 $V_{LB}$ は黒粒子の粒子駆動開始電圧の極性を反転させた値に設定される。

## 【 0 0 1 4 】

このような単純マトリックス駆動を行うには、表示媒体は、図30に示したように、粒子駆動開始電圧を超えると印加電圧-画像濃度のカーブが急峻に立ち上がり、粒子駆動開始電圧を2倍にした電圧で十分な濃度が得られるような表示特性を有していなければならない。

## 【 0 0 1 5 】

ところが、上記表示媒体では、図8に示したように、粒子駆動開始電圧が低く、しかもその後の印加電圧に対する画像濃度の変化が緩やかで、高電圧にならないと所望の画像濃度が得られなかった。従って、粒子駆動開始電圧の2倍の電圧では十分な画像濃度が得られず、単純マトリックス駆動方式で十分なコントラストの画像を表示できなかった。

40

## 【 0 0 1 6 】

本発明は、上記事実を鑑みてなされたものであり、低電圧で駆動でき、このため画像の高解像度化、駆動回路の小型化、並びに表示媒体の低コスト化及び耐久性の向上を達成することができる、2種類の粒子を含む表示媒体の駆動方法を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 7 】

また、単純マトリックス駆動方式によって高いコントラストが得られ、駆動回路の大幅な

50

低コスト化を達成することができる2種類の粒子を含む表示媒体の駆動方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明は、間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、画像を切り替えるときに、前記一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルス印加した後、前記移動すべき粒子を前記移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルス印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法を提供する。

10

【0019】

上記方法によれば、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように一对の基板に電圧パルスを1回のみ印加する従来の駆動方法と比べ、同じ駆動電圧で高い画像濃度を得ることができ、換言すれば同じ画像濃度を得るのに必要な駆動電圧の絶対値を小さくすることができる。

【0020】

上記駆動方法が、従来の駆動方法と比べて、同じ電圧を印加した時のコントラストを向上でき、同じコントラストを得るのに必要な駆動電圧の絶対値を小さくすることができる理由は、まだ完全に明らかになっていないものの次のように推測される。移動させるべき粒子をこの粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるための電界を基板間に印加する前に、この粒子をこの粒子が付着している基板側に引き寄せるように基板に電界を印加することで、この基板上にさらに粒子が堆積して、基板上での粒子の密度が高くなり、同極性に帯電している粒子間の電気的な反発力が高まって、この粒子を対向する基板へ移動させる電界を印加したときに、粒子がこの反発力によって移動しやすくなるためと考えられる。また、粒子を対向する基板に移動させる際の電界の変化が、従来の駆動方法におけるそれと比べて、一度逆方向の電界を作用させた分大きくなったためと考えられる。

20

【0021】

この駆動方法はアクティブマトリクス駆動にも単純マトリクス駆動にも適用できる。

【0022】

上記方法において、一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルス印加した後、前記移動すべき粒子を前記移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルス印加するサイクルにおけるそれぞれの電圧パルスの印加時間の和は、 $0.1 \sim 40 \text{ msec}$ であることが好ましい。印加時間が短いと印加電圧の絶対値がある程度大きくなければ粒子が移動しにくいので、粒子駆動開始電圧の絶対値を大きくすることができ、印加電圧 - 画像濃度カーブが急峻になり、本発明を単純マトリクス駆動に適用した場合でも、画像のコントラストを高くすることができる。

30

【0023】

また、このサイクルを2回以上繰返すことが好ましい。これにより、上記サイクルを一度だけ印加した場合と比べ、同じ印加電圧でより高い画像濃度を得ることができ、換言すれば、同じ画像濃度を得るための駆動電圧の絶対値を小さくすることができる。さらに、 $0.1 \sim 40 \text{ msec}$ のサイクルを複数回繰返すことによって、粒子駆動開始電圧を高く維持したまま、印加電圧 - 画像濃度カーブをより急峻にすることができ、本発明を単純マトリクス駆動に適用した場合でも、アクティブマトリクス駆動の場合と同程度の高いコントラストを提供することができる。

40

【0024】

また、本発明は、透明な表示基板と、前記表示基板と間隙をもって対向する背面基板と、前記表示基板及び前記背面基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、画像を切り替えるときに、前記表示基板及び前記背面基板に、前記背面基板に付着している粒子を表示基板側に移動させるように電圧パルス

50

を印加した後、粒子を移動すべき画素以外の画素の移動した前記粒子を前記背面基板に移動させるように電圧パルスを印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法を提供する。

【0025】

この方法は単純マトリクス駆動に適用され、この駆動方法によれば、表示を切り替える必要のない画素について、印加電圧の絶対値が小さくても動いていしまう粒子を元の基板側に引き戻すことで、見かけ上画素濃度が変化しないようにすることができ、見かけ上の粒子駆動開始電圧の絶対値を大きくすることができる。これにより、見かけ上の印加電圧 - 画像濃度カーブを急峻にすることができ、コントラストを高くすることができる。

【0026】

上記方法において、前記表示基板及び前記背面基板に、前記背面基板に付着している粒子を表示基板側に移動させるように電圧パルスを印加した後、粒子を移動すべき画素以外の画素の移動した前記粒子を前記背面基板に移動させるように電圧パルスを印加するサイクルを2回以上繰返すことが好ましい。

10

【0027】

これにより、粒子駆動開始電圧を維持したまま、見かけ上の印加電圧 - 画像濃度カーブをより急峻にすることができ、画像のコントラストをより向上できる。

【0028】

さらに、本発明は、間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、開始電圧からピーク電圧まで徐々に増加又は減少する電圧パルスを前記一对の基板の少なくとも一方に印加することを特徴とする表示媒体の駆動方法を提供する。

20

【0029】

この駆動方法では、駆動電圧をピーク電圧である極大電圧まで徐々に上げる又はピーク電圧である極小電圧まで徐々に下げるため、画像切り替え時の電界の急峻な変化がなく、不要な粒子移動が抑えられ、結果として粒子駆動開始電圧の絶対値が大きくなり、画像のコントラストを高くすることができる。この駆動方法は単純マトリクス駆動に適用することが好ましい。

【0030】

上記電圧パルスを2回以上印加することが好ましい。これにより、粒子駆動開始電圧を維持したまま、印加電圧 - 表示濃度カーブをより急峻にすることができ、画像のコントラストをより向上できる。

30

【0031】

また、本発明は、間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む表示媒体の駆動方法であって、パルス幅が0.1~20msecの矩形の電圧パルスを2回以上前記一对の基板の少なくとも一方に印加すること特徴とする表示媒体の駆動方法を提供する。

【0032】

矩形波の電圧パルスのパルス幅(1パルスの印加時間)を短くすると、粒子駆動開始電圧の絶対値を大きくすることができるが、画像濃度が低くなり、良好なコントラストを実現できない。しかし、このような短時間パルスを繰返し印加することによって、画像のコントラストを高くすることができる。この駆動方法はアクティブマトリクス駆動にも単純マトリクス駆動にも適用できる。

40

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳細に説明する。

【0034】

本発明で使用する表示媒体は、間隙をもって対向し、かつ少なくとも一方が透明な一对の基板と、前記一对の基板間に封入される色及び帯電極性が異なる2種類の粒子と、を含む

50

## 【0035】

基板は、一般に支持基体及び電極から構成することができる。支持基体としては、ガラスや、プラスチック、例えば、ポリカーボネート樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂等が挙げられる。また、電極には、インジウム、スズ、カドミウム、アンチモン等の酸化物、ITO等の複合酸化物、金、銀、銅、ニッケル等の金属、ポリピロールやポリチオフェン等の有機導電性材料等を使用することができる。これらは単層膜、混合膜あるいは複合膜として使用でき、蒸着法、スパッタリング法、塗布法等で形成できる。また、その厚さは、蒸着法、スパッタリング法によれば、通常100～2000オングストロームである。電極は、従来の液晶表示素子あるいはプリント基板のエッチング等従来公知の手段により、所望のパターン、例えば、マトリックス状に形成することができる。

10

## 【0036】

また、電極を支持基体に埋め込んでよい。この場合、支持基体の材料が後述の誘電体膜の役割を兼ね、粒子の帯電特性や流動性に影響を及ぼすことがあるので、粒子の組成等に応じて適宜選択する。

## 【0037】

さらに、電極を基板と分離させて、表示媒体の外部に配置してもよい。この場合、電極間に表示媒体が挟まれる構成となるため、電極間距離が大きくなって電界強度が小さくなるため、所望の電界強度が得られるように表示媒体の基板の厚みや基板間距離を小さくする等の工夫が必要である。

20

## 【0038】

電極が支持基体上に形成されている場合、電極の破損や粒子の固着を招く電極間のリークの発生を防止するため、必要に応じて電極上に誘電体膜を形成してもよい。誘電体膜としては、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリスチレン、ポリアミド、エポキシ、ポリイソシアネート、ポリアミド、ポリビニルアルコール、ポリブタジエン、ポリメチルメタクリレート、共重合ナイロン、紫外線硬化アクリル樹脂、フッ素樹脂等を用いることができる。また、上記した絶縁材料の他に、絶縁性材料中に電荷輸送物質を含有させたものも使用できる。電荷輸送物質を含有させることにより、粒子への電荷注入による粒子帯電性の向上や、粒子の帯電量が極度に大きくなった場合に粒子の電荷を漏洩させ、粒子の帯電量を安定させるなどの効果を得ることができる。電荷輸送物質としては、例えば、正孔輸送物質であるヒドラゾン化合物、スチルベン化合物、ピラゾリン化合物、アリールアミン化合物等が挙げられる。また、電子輸送物質であるフルオレノン化合物、ジフェノキノン誘導体、ピラン化合物、酸化亜鉛等も使用できる。さらに、電荷輸送性を有する自己支持性の樹脂を用いることもできる。具体的には、ポリビニルカルバゾール、米国特許第4806443号に記載の特定のジヒドロキシアリールアミンとビスクロロホルメートとの重合によるポリカーボネート等が挙げられる。誘電体膜は、粒子の帯電特性や流動性に影響を及ぼすことがあるので、粒子の組成等に応じて適宜選択する。基板の一方である表示基板は光を透過する必要があるため、上記各材料のうち透明のものを使用することが好ましい。

30

## 【0039】

基板の間にはスペーサが挟持される。スペーサは絶縁性の材料で形成され、具体的には、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂、電子線硬化樹脂、光硬化樹脂、ゴム等で形成することができる。

40

## 【0040】

本発明で使用する色及び帯電極性が異なる2種類の粒子としては、ガラスビーズ、アルミナ、酸化チタン等の絶縁性の金属酸化物粒子等、熱可塑性若しくは熱硬化性樹脂粒子、これらの樹脂粒子の表面に着色剤を固定したもの、熱可塑性若しくは熱硬化性樹脂中に絶縁性の着色剤を含有する粒子等が挙げられる。

## 【0041】

粒子の製造に使用される熱可塑性樹脂としては、スチレン、クロロスチレン等のスチレン

50

類、エチレン、プロピレン、ブチレン、イソブレン等のモノオレフィン、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、安息香酸ビニル、酪酸ビニル等のビニルエステル、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸オクチル、アクリル酸フェニル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、メタクリル酸ドデシル等の - メチレン脂肪族モノカルボン酸エステル類、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニルブチルエーテル等のビニルエーテル類、ビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン、ビニルイソプロペニルケトン等のビニルケトン類の単独重合体あるいは共重合体を例示することができる。また、粒子の製造に使用される熱硬化性樹脂としては、ジビニルベンゼンを主成分とする架橋共重合体や架橋ポリメチルメタクリレート等の架橋樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、ポリエステル樹脂、シリコーン樹脂等を挙げることができる。特に代表的な結着樹脂としては、ポリスチレン、スチレン - アクリル酸アルキル共重合体、スチレン - メタクリル酸アルキル共重合体、スチレン - アクリロニトリル共重合体、スチレン - ブタジエン共重合体、スチレン - 無水マレイン酸共重合体、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリウレタン、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミド、変性ロジン、パラフィンワックス等を挙げることができる。

10

## 【0042】

着色剤としては、有機若しくは無機の顔料や、油溶性染料等を使用することができ、マグネタイト、フェライト等の磁性紛、カーボンブラック、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化亜鉛、フタロシアニン銅系シアン色材、アゾ系イエロー色材、アゾ系マゼンタ色材、キナクリドン系マゼンタ色材、レッド色材、グリーン色材、ブルー色材等の公知の着色剤を挙げることができる。具体的には、アニリンブルー、カルコイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリンブルー、デュポンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーンオキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C.I.ピグメント・レッド48:1、C.I.ピグメント・レッド122、C.I.ピグメント・レッド57:1、C.I.ピグメント・イエロー97、C.I.ブルー15:1、C.I.ピグメント・ブルー15:3、等を代表的なものとして例示することができる。また、空気を内包した多孔質のスポンジ状粒子や中空粒子は白色粒子として使用できる。これらは2種類の粒子の色調が異なるように選択される。

20

## 【0043】

粒子の形状は特に限定されないが、粒子と基板の物理的な付着力が小さく、粒子の流動性が良好な球状粒子が好ましい。球状の粒子を形成するには、懸濁重合、乳化重合、分散重合等が使用できる。

30

## 【0044】

粒子の一次粒子は、一般的には、1~1000 $\mu\text{m}$ であり、好ましくは5~50 $\mu\text{m}$ であるが、これに限定されない。高いコントラストを得るには、2種類の粒子の粒子径をほぼ同じにすることが好ましい。このようにすると、大きい粒子が小さい粒子に囲まれ、大きい粒子本来の色濃度が低下するという事態が回避される。

## 【0045】

粒子の表面には、必要に応じて、外添剤を付着させてもよい。外添剤の色は、粒子の色に影響を与えないように、白か透明であることが好ましい。

40

## 【0046】

外添剤としては、酸化ケイ素(シリカ)、酸化チタン、アルミナのような金属酸化物等の無機微粒子が用いられる。微粒子の帯電性、流動性、及び環境依存性等を調整するために、これらをカップリング剤やシリコーンオイルで表面処理することができる。

## 【0047】

カップリング剤には、アミノシラン系カップリング剤、アミノチタン系カップリング剤、ニトリル系カップリング剤等の正帯電性のものと、窒素原子を含まない(窒素以外の原子で構成される)シラン系カップリング剤、チタン系カップリング剤、エポキシシランカップリング剤、アクリルシランカップリング剤等の負帯電性のものがある。同様に、シリコ

50

ーンオイルには、アミノ変性シリコーンオイル等の正帯電性のものと、ジメチルシリコーンオイル、アルキル変性シリコーンオイル、 $\gamma$ -メチルスルホン変性シリコーンオイル、メチルフェニルシリコーンオイル、クロルフェニルシリコーンオイル、フッ素変性シリコーンオイル等の負帯電性のものが挙げられる。これらは外添剤の所望の抵抗に応じて選択される。

#### 【0048】

このような外添剤の中では、よく知られている疎水性シリカや疎水性酸化チタンが好ましく、特に特開平10-3177記載の $TiO(OH)_2$ と、シランカップリング剤のようなシラン化合物との反応で得られるチタン化合物が好適である。シラン化合物としてはクロロシラン、アルコキシシラン、シラザン、特殊シリル化剤のいずれのタイプを使用することも可能である。このチタン化合物は、湿式工程の中で作製される $TiO(OH)_2$ にシラン化合物あるいはシリコーンオイルを反応、乾燥させて作製される。数百度という焼成工程を通らないため、 $Ti$ 同士の強い結合が形成されず、凝集が全くなく、微粒子はほぼ一次粒子の状態である。さらに、 $TiO(OH)_2$ にシラン化合物あるいはシリコーンオイルを直接反応させるため、シラン化合物やシリコーンオイルの処理量を多くすることができて、シラン化合物の処理量等を調整することにより帯電特性を制御でき、且つ付与できる帯電能も従来の酸化チタンのそれより顕著に改善することができる。

10

#### 【0049】

外添剤の一次粒子は、一般的には5~100nmであり、好ましくは10~50nmであるが、これに限定されない。

20

#### 【0050】

外添剤と粒子の配合比は粒子の粒径と外添剤の粒径の兼ね合いから適宜調整される。外添剤の添加量が多すぎると粒子表面から該外添剤の一部が遊離し、これが他方の粒子の表面に付着して、所望の帯電特性が得られなくなる。一般的には、外添剤の量は、粒子100重量部に対して、0.01~3重量部、より好ましくは0.05~1重量部である。

#### 【0051】

所望の帯電特性が得られるように、組み合わせる粒子の組成、粒子の混合比率、外添剤の有無、外添剤の組成等を選択する。

#### 【0052】

外添剤は、2種類の粒子の一方にのみ添加してもよいし、両方の粒子に添加してもよい。両方の粒子に外添剤を添加する場合は異なる極性の外添剤を使用することが好ましい。また、両方の粒子の表面に外添剤を添加する場合は、粒子表面に外添剤を衝撃力で打込んだり、粒子表面を加熱して外添剤を粒子表面に強固に固着することが望ましい。これにより、外添剤が粒子から遊離し、異極性の外添剤が強固に凝集して、電界で解離させることが困難な外添剤の凝集体を形成することが防止され、ひいては画質劣化が防止される。

30

#### 【0053】

コントラストは、2種類の粒子の粒子径に依存する他、これらの粒子の混合比にも依存する。高いコントラストを得るには、2種類の粒子の表面積が同じくらいになるように混合比率を決定することが望ましい。このような比率から大きくずれると比率の多い粒子の色が強調される。但し、2種類の粒子の色調を同系色の濃い色調と淡い色調にする場合や、2種類の粒子が混合して作り出す色を画像に利用する場合はこの限りではない。

40

#### 【0054】

以上の構成の表示媒体を図2に示す。表示媒体1は、透明な表示基板3と、この表示基板3と微小間隙をもって対向する背面基板4と、これらの基板の間に挟まれたスペーサ5と、表示基板3、背面基板4及びスペーサ5とで形成された空間に封入された色及び帯電極性が異なる第1粒子6及び第2粒子7とを備える。表示基板3及び背面基板4上には電極8が形成され、電極8上には誘電体層9が形成されている。少なくとも表示基板3の電極8及び誘電体層9は透明な材料で形成されている。この表示媒体1の表示基板3の電極8を電圧印加手段2と接続し、背面基板4の電極を接地することができる。また、両電極を電圧印加手段2と接続してもよい。また、図3に示すように、電極8が支持基体に埋め込

50

まれた表示媒体 1 を使用してもよいし、図 4 に示すように、電極 8 を表示媒体 1 の外部に配置してもよい。

【 0 0 5 5 】

本発明の第 1 の実施の形態に係る駆動方法では、この表示媒体に画像を形成した後、その画像を切り替えるときに、一对の基板の少なくとも一方に、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるように電圧パルス印加した後、この移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるように電圧パルス印加する。

【 0 0 5 6 】

これらの電圧パルスの波形は実施例ではそれぞれ矩形波としたが、これに限らない。また、これらの電圧パルスは連続して印加する。

【 0 0 5 7 】

単純マトリクス駆動を行う場合、これらの電圧パルスの印加時間の和は  $40 \text{ msec}$  以下が好ましい。また、これらの印加時間の和は  $0.1 \text{ msec}$  以上であることが好ましい。これらの電圧パルスの印加時間の和が  $0.1 \text{ msec}$  未満であると、表示の切り替えができず、 $40 \text{ msec}$  を越えると粒子駆動開始電圧の絶対値を十分に大きくすることができない。移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるための電圧パルスの印加時間とこの移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるための電圧パルスの印加時間の比は、これらの大きさにもよるが、一般に  $10 : 1 \sim 1 : 10$  が好ましい。

【 0 0 5 8 】

上記方法において、これらの電圧パルスの印加からなるサイクルは 2 回以上繰り返すことが良好な画像濃度を得るためには好ましい。1 サイクルにおけるこれらの電圧パルスの印加時間の和が  $0.1 \sim 40 \text{ msec}$  である場合、移動すべき粒子が黒であるときは濃度低下、移動すべき粒子が白であるときは濃度上昇を招きやすいので、これを防止するために、サイクルの繰り返しは特に好ましい。この場合、各サイクルを連続して繰り返しても、断続して繰り返してもよい。また、各電圧パルスの値及びその印加時間はサイクル毎に変えてもよい。

【 0 0 5 9 】

この第 1 の実施の形態に係る駆動方法をアクティブマトリクス駆動に適用する場合は、これらの電圧パルスは基板の一方に印加されてもよいし、両方に印加されてもよい。ここで、移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板に引き寄せるための電圧パルスの印加により両基板にかかる電圧  $[ (\text{表示基板の電圧}) - (\text{背面基板の電圧}) ] V_{\text{pull}}$  の絶対値と、この移動すべき粒子をこの移動すべき粒子が付着している基板とは反対側の基板に移動させるための電圧パルスの印加により両基板にかかる電圧  $[ (\text{表示基板の電圧}) - (\text{背面基板の電圧}) ] V_{\text{push}}$  の絶対値は同じでも異なってもよいが、2 種類の粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値の大きい方以上であり、通常、2 種類の粒子の印加電圧 - 画像濃度のカーブにおける画像濃度が飽和するときの電圧の絶対値の大きい方以下とされ、所望のコントラストに応じて選択される。例えば、正に帯電した粒子を  $-200 \text{ V}$  で表示基板から背面基板に移動させる場合、換言すれば負に帯電した粒子を  $+200 \text{ V}$  で背面基板から表示基板に移動させるには、例えば、背面基板を  $0 \text{ V}$  にした状態で表示基板に  $-200 \text{ V}$  の電圧パルス印加した後に表示基板に  $+200 \text{ V}$  の電圧パルス印加してもよいし、表示基板に  $-V_a$  ( $V_a$  は正)  $\text{V}$  の電圧パルス印加すると共に背面基板に  $+(200 - V_a) \text{ V}$  の電圧パルス印加した後に、表示基板に  $+V_b$  ( $V_b$  は正)  $\text{V}$  の電圧パルス印加すると共に背面基板に  $-(200 - V_b) \text{ V}$  の電圧パルス印加してもよく、いずれにしても  $[ (\text{表示基板の電圧}) - (\text{背面基板の電圧}) ]$  が最初  $-200 \text{ V}$ 、次いで  $+200 \text{ V}$  になればよい。

【 0 0 6 0 】

図 5 には、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第 1 の実施の形態の方法が適用されたアクティブマトリクス

駆動により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、両基板に印加される粒子駆動電圧パルス〔（表示基板に印加される電圧パルス） - （背面基板に印加される電圧パルス）〕の一例を示す。

【 0 0 6 1 】

一方、単純マトリックス駆動では両基板の電極が電源に接続され、前述のとおり画像形成前に一旦全画素の色を統一する（初期化）。その後所望の画素の色を切り替える場合に第1の実施の形態に係る駆動方法が適用される。具体的には、背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と同じである電圧パルスを背面基板の所望の行電極に、行電極に印加する電圧パルスの極性を反転させた電圧パルスを表示基板の所望の列電極にそれぞれ同時に印加して、背面基板に印加された電圧から表示基板に印加された電圧を引いた値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧以上になるようにする。ここでは、通常、背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧と同じ電圧パルスが行電極に印加され、列電極にこの粒子の粒子駆動開始電圧の極性を反転させた電圧パルスが印加される。次いで、この粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と反対である電圧パルスを背面基板の前記行電極に、行電極に印加する電圧パルスの極性を反転させた電圧パルスを表示基板の所望の列電極にそれぞれ同時に印加して、表示基板に印加された電圧から背面基板に印加された電圧を引いた値が背面基板に付着していた粒子の粒子駆動開始電圧以上になるようにする。ここでは、通常、背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧と同じ電圧パルスが列電極に印加され、行電極にこの粒子の粒子駆動開始電圧の極性を反転させた電圧パルスが印加される。

【 0 0 6 2 】

図6（A）～（C）には、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第1の実施の形態の方法が適用された単純マトリックス駆動により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、表示基板に印加される電圧パルス（ $V_S$ ）、背面基板に印加される電圧パルス（ $V_L$ ）、これらの電圧パルスにより基板間に印加される粒子駆動電圧パルス（ $V$ ）〔（表示基板に印加される電圧パルス） - （背面基板に印加される電圧パルス）〕の一例をそれぞれ示す。

【 0 0 6 3 】

本発明の第2の実施の形態に係る駆動方法では、この表示媒体に画像を形成した後、画像を切り替えるときに、前記表示基板及び前記背面基板に、前記背面基板に付着している粒子を表示基板側に移動させるように電圧パルスを印加した後、粒子を移動すべき画素以外の画素の移動した前記粒子を前記背面基板に移動させるように電圧パルスを印加する。

【 0 0 6 4 】

具体的には、表示基板及び背面基板の電極を電源に接続し、初期化した後所望の画素の色を切り替える場合に第2の実施の形態に係る駆動方法が適用され、背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と反対である電圧パルスを背面基板の所望の行電極に、行電極に印加する電圧パルスの極性を反転させた電圧パルスを表示基板の所望の列電極にそれぞれ同時に印加して、表示基板に印加された電圧から背面基板に印加された電圧を引いた値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧以上になるようにする。ここでは、通常、背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧と同じ電圧パルスが列電極に印加され、行電極にこの粒子の粒子駆動開始電圧の極性を反転させた電圧パルスが印加される。次いで、この粒子駆動開始電圧と同じである電圧パルスを背面基板の前記行電極に、行電極に印加する電圧パルスの極性を反転させた電圧パルスを表示基板の所望の列電極にそれぞれ別々に（同期しないで）印加する。

【 0 0 6 5 】

また、背面基板に付着した粒子を表示基板に移動させるための電圧パルスの印加時間（ $t_{push}$ ）、及び粒子を移動すべき画素以外の画素の表示基板に移動した粒子を背面基板に移動させるための電圧パルスの印加時間（背面基板から表示基板に移動した粒子の粒子駆動

10

20

30

40

50

開始電圧の極性を反転させた電圧パルス行列電極に印加する時間  $t_{\text{Spull}}$  と、行電極にこの粒子の粒子駆動開始電圧と同じ電圧パルス行列電極に印加する時間  $t_{\text{Lpull}}$  のそれぞれ) は、ともに  $0.1 \sim 40 \text{ msec}$  が好ましい。また、 $t_{\text{push}}$ 、 $t_{\text{Spull}}$  及び  $t_{\text{Lpull}}$  は同じでも異なってもよい。

【0066】

さらに、これらの電圧パルスの波形は実施例ではそれぞれ矩形波としたが、これに限らない。また、これらの電圧パルスは連続して印加してもよいし、断続して印加してもよい。

【0067】

図7(A)～(C)には、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第2の実施の形態の方法により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、表示基板に印加される電圧パルス ( $V_S$ )、背面基板に印加される電圧パルス ( $V_L$ )、これらの電圧パルスにより基板間に印加される粒子駆動電圧パルス ( $V$ ) [ (表示基板に印加される電圧パルス) - (背面基板に印加される電圧パルス) ] の一例をそれぞれ示す。

【0068】

第2の実施の形態に係る駆動方法において、これらの電圧パルスの印加からなるサイクルは2回以上繰り返すことが、良好な画像濃度を得るためには、好ましい。この場合、各サイクルを連続して繰り返しても、断続して繰り返してもよい。また、各電圧パルスの値及びその印加時間はサイクル毎に変えてもよい。

【0069】

本発明の第3の実施の形態に係る駆動方法では、画像を形成するとき、開始電圧からピーク電圧まで徐々に増加又は減少する電圧パルスを一对の基板の少なくとも一方に印加する。1パルスの最後の値が必ずしもピーク電圧でなくてよい。

【0070】

このような電圧パルスとしては、例えば、三角形波、鋸波、正弦波、階段状のパルス波等が挙げられる。

【0071】

この第3の実施の形態に係る駆動方法は前述のとおり単純マトリクス駆動に適用することが好ましい。その場合は、電圧パルスは基板の両方に印加され、初期化の後、背面基板の行電極には、そのピーク電圧の絶対値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と反対である電圧パルスが印加される。また表示基板の列電極には、列電極に印加された電圧パルスの極性を反転させた電圧パルスが印加される。このとき、列電極に印加される電圧パルスのピーク電圧から行電極に印加される電圧パルスのピーク電圧を引いた値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧以上になるようにする。

【0072】

また、このパルスの印加時間は、そのピーク電圧及び所望のコントラストにもよるが、 $1 \sim 100 \text{ msec}$  が好ましく、 $1 \sim 40 \text{ msec}$  がより好ましい。

さらに、このような電圧パルスを2回以上印加することが好ましく、所望のコントラストにもよるが、3回以上繰り返すことがより好ましい。この場合、電圧パルスを連続して印加しても、断続して印加してもよい。また、電圧パルスのピーク値及び印加時間は同じでも、異なってもよい。

【0073】

本発明の第4の実施の形態に係る駆動方法では、画像を形成するとき、パルス幅が  $0.1 \sim 20 \text{ msec}$  の矩形の電圧パルスを2回以上一对の基板の少なくとも一方に印加する。

【0074】

パルス幅が  $0.1 \text{ msec}$  未満だと、画像形成又は画像表示切り替えができず、 $20 \text{ msec}$  を越えると、粒子駆動開始電圧が高くなる。

【0075】

10

20

30

40

50

また、パルスの印加回数は1回であると、良好な濃度が得られない。パルスの印加回数は所望のコントラストにもよるが、3回以上が好ましい。

【0076】

この第4の実施の形態に係る駆動方法をアクティブマトリックス駆動に適用する場合は、基板間に印加される電圧の絶対値は2種類の粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値の大きい方以上であり、通常、2種類の粒子の印加電圧 - 画像濃度のカーブにおける画像濃度が飽和するときの電圧の絶対値の大きい方以下とされ、所望のコントラストに応じて選択される。また、この場合電圧パルスは基板の一方に印加されてもよいし、基板の両方に印加されてもよい。さらに、この第4の実施の形態に係る駆動方法を単純マトリックス駆動に適用する場合は、電圧パルスは基板の両方に印加され、初期化の後、背面基板の行電極には、その電圧の絶対値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と反対である電圧パルスが印加される。また表示基板の列電極には、その電圧の絶対値がこの粒子の粒子駆動開始電圧の絶対値以下であり、かつその符号がこの粒子の粒子駆動開始電圧の符号と同じである電圧パルスが印加される。このとき、表示基板に印加された電圧から背面基板に印加された電圧を引いた値が背面基板に付着した粒子の粒子駆動開始電圧以上になるようにする。

10

【0077】

【実施例】

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。なお、特に断りのない限り、部とは重量部を示す。

20

(比較例1)

イルメナイトを硫酸に溶解させた後、鉄分を分離し、得られた $TiOSO_4$ に水を加えて加水分解して $TiO(OH)_2$ を生成させた。次いで、上記手法で調整された、水 $500\text{ cm}^3$ 中に分散された $TiO(OH)_2$ 100部を室温で攪拌しながら、これにイソプロピルトリメトキシシラン50部を滴下した。次いで、得られた混合液中の微粒子をろ過し、水による洗浄を繰り返した。このようにして得られたイソプロピルトリメトキシシランで表面処理されたチタン化合物を150で乾燥し、サンプルミルを用いて2分間粉碎して、平均一次粒子径 $30\text{ nm}$ の外添剤を得た。

【0078】

上記の外添剤0.4重量部を、酸化チタン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状粒子(積水化成工業(株)製、テクポリマーMBX-20-ホワイト)を分級することにより得た体積平均粒径が $20\text{ }\mu\text{m}$ の粒子100重量部に加え、攪拌して第1粒子を得た。

30

【0079】

また、第2粒子として、カーボン含有架橋ポリメチルメタクリレートの球状粒子(積水化成工業(株)製、テクポリマーMBX-20-ブラック)を分級することにより得た体積平均粒径が $20\text{ }\mu\text{m}$ の粒子を使用した。

【0080】

前記第1粒子と第2粒子を重量比2対1の割合で混合した。

【0081】

表示基板及び背面基板として、 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1.1\text{ mm}$ の7059ガラス支持基体上に透明ITO電極を各画素毎に形成し、その上に厚さ $5\text{ }\mu\text{m}$ のポリカーボネート樹脂(三菱ガス化学社製、PC-Z)層を形成したものを使用した。 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 0.3\text{ mm}$ のシリコンゴムシートの中央部から $20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ の正方形を切り抜いたものをスペーサとして使用し、これを背面基板上に置いた。次いで、上記により得られた混合粒子約 $27\text{ mg}$ を前記スペーサの中央の正方形に切り抜かれた空間にスクリーンを通して振るい落とす。その後、スペーサ上に表示基板を密着させ、両基板をダブルクリップで加圧保持して、スペーサーと両基板とを密着させ、表示媒体を作成した。

40

【0082】

この表示媒体の表示基板の電極を電源に接続し、背面基板の電極を接地し、表示媒体に電圧を印加して初期化し、第1粒子及び第2粒子の平均帯電量をチャージ・スペクトログラ

50

フ法で測定したところ、それぞれ  $-15 \text{ fC}$ 、 $+15 \text{ fC}$ であった。

【0083】

この表示媒体の表示基板のITO電極に $+500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に $+500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。負の矩形の電圧の値を徐々に下げながら、上記手順を繰り返した。同様に、この表示媒体の表示基板のITO電極に $-500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に $-500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。正の矩形の電圧の値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図8に示す。

10

【0084】

図8に示すように、印加電圧が約 $+350 \text{ V}$ で白濃度がほぼ飽和し、約 $-400 \text{ V}$ で黒濃度がほぼ飽和した。また、視覚的に良好な白濃度(0.4)を達成するのに必要な印加電圧は約 $+300 \text{ V}$ であり、視覚的に良好な黒濃度(1.3)を達成するのに必要な印加電圧は約 $-270 \text{ V}$ であった。

【0085】

また、画素の色が黒から白に変化しはじめる粒子駆動開始電圧は約 $80 \text{ V}$ であり、画素の色を白から黒に切り替える場合も、粒子駆動開始電圧が約 $-80 \text{ V}$ であった。この表示媒体の電極を単純マトリクス駆動に適するように変更し、これを単純マトリクス駆動した場合、 $V_{SW}$ 又は $V_{LB}$ として $80 \text{ V}$ を越える電圧を印加したり、 $V_{LW}$ 又は $V_{SB}$ として $-80 \text{ V}$ 未満の電圧を印加すると、黒濃度が低下したり、白濃度が上昇してしまう。従って、 $V_{SW}$ 又は $V_{LB}$ は $80 \text{ V}$ 以下に、 $V_{LW}$ 又は $V_{SB}$ は $-80 \text{ V}$ 以上にしなければならず、表示を切り替えるために両基板に印加される電圧は $160 \text{ V} [V_{SW} - V_{LW}]$ 又は $-160 \text{ V} [V_{SB} - V_{LB}]$ となる。図8より、 $160 \text{ V}$ で表示できる黒濃度は約0.95であり、また $-160 \text{ V}$ で表示できる白濃度は約0.75であり、画像表示は可能であるが、コントラストが小さく、鮮明な画像を表示することができない。また、粒子駆動開始電圧付近では、印加電圧に対する画像濃度の立ち上がりが緩やかであるため、表示むらが発生しやすく、画質が著しく劣化する。

20

30

【0086】

従って、この表示媒体の駆動方法を単純マトリクス駆動方法に適用した場合、コントラストが不十分で、かつ画質が悪いことがわかる。

(実施例1)

比較例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に $+500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した直後、表示基板のITO電極に前記正の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ負の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に $+500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。同様に、この表示媒体の表示基板のITO電極に $-500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した直後、前記負の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ正の矩形の電圧パルス $25 \text{ msec}$ 印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に $-500 \text{ V}$ の矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図9に

40

50

示す。なお、参考までに、比較例 1 の結果も図 9 に示す。

【 0 0 8 7 】

図 9 に示すように、印加電圧が約 + 3 0 0 V で白濃度がほぼ飽和し、約 - 2 8 0 V で黒濃度がほぼ飽和した。また視覚的に良好な白濃度 ( 0 . 4 ) を達成するのに必要な印加電圧は約 2 4 0 V であり、視覚的に良好な黒濃度 ( 1 . 3 ) を達成するのに必要な印加電圧は約 - 2 2 0 V であり、比較例 1 よりも絶対値が小さい電圧で所望のコントラストが得られた。また、同じ電圧を印加した場合には、より高いコントラストが得られた。

( 実施例 2 )

実施例 1 で使用した表示媒体の表示基板の I T O 電極に + 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板の I T O 電極に + 2 0 0 V の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した直後、表示基板の I T O 電極に - 2 0 0 V の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計 ( X - R i t e 社製、X - R i t e 4 0 4 A ) で測定した。上記パルス対の印加と濃度測定を繰り返した。結果を図 1 0 に示す。

10

【 0 0 8 8 】

図 1 0 に示すように、表示媒体に駆動電圧パルスを繰り返して印加すると、黒画像濃度が徐々に増加し、5 回でほぼ飽和することがわかる。なお、図 1 0 には、全面を白にした後、- 2 0 0 V の電圧を 1 回だけ 2 5 m s e c 印加したときの濃度 ( 1 . 0 ) を従来の駆動方法による表示濃度として示した。

( 実施例 3 )

実施例 1 で使用した表示媒体の表示基板の I T O 電極に + 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板の I T O 電極に正の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した直後、表示基板の I T O 電極に前記正の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ負の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した。このパルス対の印加を連続的に 5 回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計 ( X - R i t e 社製、X - R i t e 4 0 4 A ) で測定した。その後、表示基板の I T O 電極に + 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。同様に、実施例 1 で使用した表示媒体の表示基板の I T O 電極に - 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板の I T O 電極に負の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した直後、表示基板の I T O 電極に前記負の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ正の矩形の電圧パルスを 2 5 m s e c 印加した。このパルス対の印加を連続的に 5 回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計 ( X - R i t e 社製、X - R i t e 4 0 4 A ) で測定した。その後、表示基板の I T O 電極に - 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図 1 1 に示す。なお、参考のため実施例 1 の結果も図 1 1 に示した。

20

30

【 0 0 8 9 】

図 1 1 に示すように、印加電圧が約 + 2 8 0 V で白濃度がほぼ飽和し、約 - 2 4 0 V で黒濃度がほぼ飽和した。また、視覚的に良好な白濃度 ( 0 . 4 ) を達成するのに必要な印加電圧は約 + 2 2 0 V、視覚的に良好な黒濃度 ( 1 . 3 ) を達成するのに必要な印加電圧は約 - 1 9 0 V であり、実施例 1 の結果よりさらに良好であった。

40

( 実施例 4 )

実施例 1 で使用した表示媒体の表示基板の I T O 電極に + 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板の I T O 電極に正の矩形の電圧パルスを印加した直後、表示基板の I T O 電極に前記正の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ負の矩形の電圧パルスを印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計 ( X - R i t e 社製、X - R i t e 4 0 4 A ) で測定した。その後、+ 5 0 0 V の矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。電圧パルスの電圧及びパルス印加時間 ( 正のパルスと負のパルスの印加時間の和であり、両パルスの印加時間

50

は同じにした)を変えながら、上記手順を繰り返し、印加時間と粒子駆動開始電圧との関係を求めた。結果を図12に示す。同様に、実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルス印加した直後、表示基板のITO電極に前記負の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ正の矩形の電圧パルス印加した。電圧印加停止後、表示基板の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。電圧パルスの電圧及びパルス印加時間(正のパルスと負のパルスの印加時間の和であり、両パルスの印加時間は同じにした)を変えながら、上記手順を繰り返し、印加時間と粒子駆動開始電圧との関係を求めた。結果を図13に示す。

10

**【0090】**

図12及び図13をみると、パルス印加時間のある時間(本実施例では30~40msec)より短くしていくと、粒子駆動開始電圧の絶対値が高くなっていることがわかる。パルス印加時間が20msecで好ましい粒子駆動開始電圧が得られることがわかる。

(実施例5)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルス10msec印加した直後、表示基板のITO電極に前記正の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ負の矩形の電圧パルス10msec印加した。電圧印加停止後、表示基板の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。電圧パルスの絶対値を変えながら、上記手順を繰り返した。同様に、実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルス10msec印加した直後、表示基板のITO電極に前記負の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ正の矩形の電圧パルス10msec印加した。電圧印加停止後、表示基板の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite 404A)で測定した。その後、-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。電圧パルスの電圧を変えながら、上記手順を繰り返した。結果を図14に示す。なお、参考のため実施例1の結果を図14に示す。

20

30

**【0091】**

図14に示すように、実施例1のときより、粒子駆動開始電圧の絶対値が大きくなっており、印加電圧に対する画像濃度の立上りが急峻になっていることがわかる。

**【0092】**

この表示媒体の電極を単純マトリックス駆動に適するように変更したものを単純マトリックス駆動する場合、画素の色を黒から白へ切り替えるのに必要な粒子駆動開始電圧は約120Vであり、画素の色を黒から白に切り替えるために印加できる電圧は約240Vとなる。この電圧値で表示できる白濃度は図14より約0.45であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な白濃度を低下させることができる。

**【0093】**

また、単純マトリックス駆動で画素の色を白から黒へ切り替えるときの粒子駆動開始電圧は約-110Vであり、画素の色を白から黒に切り替えるために印加できる電圧は約-220Vとなる。この電圧値で表示できる黒濃度は図14より約1.20であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な黒濃度を上げることができる。

40

**【0094】**

以上より、この表示媒体の駆動方法を単純マトリックス駆動方法に適用しても、比較例1と異なり、十分なコントラストと良好な画質の画像を表示できることがわかる。

(実施例6)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に

50

+ 200 Vの矩形の電圧パルス印加直後、表示基板のITO電極に - 200 Vの矩形の電圧パルス印加した。電圧印加停止後、表示基板の画像濃度を濃度計 (X - R i t e社製、X - R i t e 4 0 4 A) で測定した。その後、表示基板のITO電極に + 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。パルス印加時間 (正のパルスと負のパルスの印加時間の和であり、両パルスの印加時間は同じにした) を変えながら、上記手順を繰り返し、パルス印加時間と画像濃度との関係を求めた。結果を図15に示す。なお、図15には、全面を白にした後、- 200 Vの電圧を1回だけ25 msec印加したときの濃度 (1.0) を従来の駆動方法による表示濃度として示した。

【0095】

図15から、印加時間が短くなる程画像濃度は低くなるが、印加時間が10 ~ 20 msecでも、従来の駆動方法と同程度の画像濃度が得られることがわかる。

10

(実施例7)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に + 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に + 200 Vの矩形の電圧パルス10 msec印加した直後、表示基板のITO電極に - 200 Vの矩形の電圧パルス10 msec印加した。電圧印加停止後、表示基板の画像濃度を濃度計 (X - R i t e社製、X - R i t e 4 0 4 A) で測定した。上記パルス対の印加と濃度測定を繰り返した。結果を図16に示す。

【0096】

図16に示すように、パルス印加時間が短いため、画像濃度は実施例2のそれより低いが、電圧パルスを繰返して印加するにつれて黒画像濃度が徐々に増加することがわかる。またこのとき、粒子駆動開始電圧はパルスの印加回数に依らずほとんど変化しなかった。なお、図16には、全面を白にした後、- 200 Vの電圧を1回だけ25 msec印加したときの濃度 (1.0) を従来の駆動方法による表示濃度として示した。

20

(実施例8)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に + 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルス10 msec印加した直後、表示基板のITO電極に前記正の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ負の矩形の電圧パルス10 msec印加した。このパルス対の印加を連続的に5回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板の画像濃度を濃度計 (X - R i t e社製、X - R i t e 4 0 4 A) で測定した。その後、表示基板のITO電極に + 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。同様に、実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に - 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルス10 msec印加した直後、表示基板のITO電極に前記負の矩形の電圧パルスと絶対値が同じ正の矩形の電圧パルス10 msec印加した。このパルス対の印加を連続的に5回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板の画像濃度を濃度計 (X - R i t e社製、X - R i t e 4 0 4 A) で測定した。その後、表示基板のITO電極に - 500 Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。電圧パルスの絶対値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図17に示す。なお、参考のため実施例5の結果を図17に示す。

30

40

【0097】

図17から、印加時間が短い粒子駆動電圧のパルスを複数回繰返して印加することによって、実施例5と比較して、粒子駆動開始電圧を維持したまま、印加電圧 - 表示濃度カーブの立上りをより急峻にできることがわかる。

【0098】

この表示媒体の電極を単純マトリックス駆動に適するように変更したものを単純マトリックス駆動する場合、画素の色を黒から白へ切り替えるのに必要な粒子駆動開始電圧は実施例5と同様に約120 Vであり、画素の色を黒から白に切り替えるために印加できる電圧

50

は約240Vとなる。この電圧値で表示できる白濃度は約0.35であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な白濃度を低下させることができる。

【0099】

また、単純マトリックス駆動で画素の色を白から黒に切り替えるのに必要な粒子駆動開始電圧は実施例5と同様に約-110Vであり、画素の色を白から黒に切り替えるために印加できる電圧は約-220Vとなる。この電圧値で表示できる黒濃度は図17より約1.35であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な黒濃度を上げることができる。

【0100】

以上より、この表示媒体の駆動方法を単純マトリックス駆動方法に適用しても、比較例1と異なり、アクティブマトリックス駆動方式に近い十分なコントラストと良好な画質の画像を表示できることがわかる。

10

(実施例9)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルスを20ms印加した直後、表示基板のITO電極に黒粒子の見かけ上の粒子駆動開始電圧(-110V)の極性を反転させた正の電圧パルスを20ms印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。負の矩形の電圧パルスの値を徐々に下げながら、上記手順を繰り返した。同様に、この表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルスを20ms印加した直後、表示基板のITO電極に白粒子の見かけ上の粒子駆動開始電圧(+110V)の極性を反転させた負の矩形の電圧パルスを20ms印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。正の矩形の電圧の値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図18に示す。なお、参考のために比較例1の結果を図18に示す。

20

【0101】

図18に示すように、比較例1の駆動方法によるものと比べ、粒子駆動開始電圧の絶対値を大きくすることができた。これは、比較例1の駆動方法では絶対値の低い電界を印加しても移動しやすかった粒子を、上記粒子駆動方法では移動前の基板へ引き戻し、見かけ上粒子が移動していない状態にしたためである。

30

【0102】

この表示媒体の電極を単純マトリックス駆動に適するように変更したものを単純マトリックス駆動する場合、画素の色を黒から白へ切り替えるのに必要な粒子駆動開始電圧は図18から約110Vであり、画素の色を黒から白に切り替えるために印加できる電圧は約220Vとなる。この電圧値で表示できる白濃度は約0.60であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な白濃度を低下させることができる。

【0103】

また、単純マトリックス駆動で画素の色を白から黒に切り替えるのに必要な粒子駆動開始電圧は図18より約-110Vであり、画素の色を白から黒に切り替えるために印加できる電圧は約-220Vとなる。この電圧値で表示できる黒濃度は図18より約1.05であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な黒濃度を上げることができる。

40

【0104】

以上より、比較例1の駆動方法によって単純マトリックス駆動を行った場合と比べ、コントラストを改善できることがわかる。

(実施例10)

表示基板及び背面基板に帯状のITO電極を等間隔で並列に形成し、両基板をその電極が交差するように配置したことを除いて実施例1と同様に表示媒体を作成し、この表示基板

50

の電極と背面基板の電極を電源に接続し、表示基板のITO電極に+110Vの矩形の電圧パルスを、背面基板のITO電極に-110Vの矩形の電圧パルスをそれぞれ同時に印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に-110Vの矩形の電圧パルスを、背面基板のITO電極に+110Vの矩形の電圧パルスをそれぞれ同時に20ms印加した直後、表示基板のITO電極に+110Vの矩形の電圧パルスを、背面基板のITO電極に-110Vの矩形の電圧パルスをそれぞれ別々に10msずつ印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。上記パルス対の印加と濃度測定を繰り返した。結果を図19に示す。なお、表示基板のITO電極に-110Vの矩形の電圧パルスを、背面基板のITO電極に+110Vの矩形の電圧パルスをそれぞれ同時に20ms 1回のみ印加した結果を従来の駆動方法による表示濃度として図19に示す。

10

#### 【0105】

図19から、電圧パルスを繰返して印加すると、表示濃度が徐々に増加し、4回で飽和することがわかる。なお、このとき粒子駆動開始電圧は、電圧パルスを繰返し印加してもほとんど変化しなかった。

#### (実施例11)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の矩形の電圧パルスを20ms印加した直後、表示基板のITO電極に黒粒子の見かけ上の粒子駆動開始電圧(-110V)の極性を反転させた正の電圧パルスを20ms印加した。このパルス対の印加を連続的に5回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。負の矩形の電圧パルスの値を徐々に下げながら、上記手順を繰り返した。同様に、この表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルスを20ms印加した直後、表示基板のITO電極に白粒子の見かけ上の粒子駆動開始電圧(+110V)の極性を反転させた負の矩形の電圧パルスを20ms印加した。このパルス対の印加を連続的に5回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。正の矩形の電圧の値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図20に示す。なお、参考のために比較例1の結果を図20に示す。

20

30

#### 【0106】

この表示媒体の電極を単純マトリクス駆動に適するように変更したものを単純マトリクス駆動する場合、画素の色を黒から白に切り替えるために印加できる電圧は実施例9と同じ約220Vとなる。この電圧値で表示できる白濃度は約0.50であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な白濃度を低下させることができる。

#### 【0107】

また、単純マトリクス駆動で画素の色を白から黒に切り替えるために印加できる電圧も実施例9と同じ約-220Vとなる。この電圧値で表示できる黒濃度は図20より約1.20であり、比較例1の粒子駆動方法に比べ、表示可能な黒濃度を上げることができる。

40

#### 【0108】

以上より、比較例1の駆動方法によって単純マトリクス駆動を行った場合と比べ、コントラストを改善できることがわかる。

#### (実施例12)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、図21に示すように、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の鋸波の電圧パルスを30ms印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定し

50

た。その後、+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。負の鋸波のピーク電圧の値を徐々に下げながら、上記手順を繰り返した。同様に、この表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、図21に示すように、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の鋸波の電圧パルスを30msec印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。正の鋸波のピーク電圧の値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図22に示す。なお、図22に示す電圧は1パルス中のピーク電圧を示す。

【0109】

図22から、画素の色を黒から白に切り替える場合の粒子駆動開始電圧は約120V、白から黒に切り替える場合の粒子駆動開始電圧は約-120Vである。従って、この方法を単純マトリクス駆動に応用する場合、これらの電圧を印加したときに両基板にかかる電圧は約±240Vで、約240Vで表示できる白濃度は図22より約0.60である。また、約-240Vで表示できる黒濃度は約1.00である。以上より、比較例1の駆動方法を単純マトリクス駆動に応用した場合と比べ、コントラストが改善されることがわかる。

(実施例13)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極にピーク電圧が-240Vの鋸波の電圧パルスを30msec印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。上記パルスの印加と濃度測定を繰り返した。結果を図23に示す。

【0110】

図23から、電圧パルスを繰返して印加すると、3回まで表示濃度が徐々に増加することがわかる。なお、このとき、粒子駆動開始電圧は、電圧パルスを繰返し印加してもほとんど変化しなかった。

(実施例14)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に負の鋸波の電圧パルスを30msec印加した。このパルスの印加を3回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。負の鋸波のピーク電圧の値を徐々に下げながら、上記手順を繰り返した。同様に、実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルス印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の鋸波の電圧パルスを30msec印加した。このパルスの印加を3回繰り返した後、電圧印加を停止し、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。正の鋸波のピーク電圧の値を徐々に上げながら、上記手順を繰り返した。結果を図24に示す。なお、図24の印加電圧は1パルス中のピーク電圧を示す。また、参考のために実施例12の結果を示す。

【0111】

図24から、電圧パルスを複数回繰返して印加することによって、粒子駆動開始電圧を維持したまま、印加電圧-表示濃度カーブの立上りをより急峻にすることができることがわかる。この方法を単純マトリクス駆動に応用する場合、表示を切り替えるべき画素において両基板に印加される電圧は、実施例12と同様に約±240Vで、約240Vで表示できる白濃度は約0.55であり、実施例11よりさらに、白濃度を低下させることができる。

【0112】

また、約-240Vで表示できる黒濃度は図24より約1.10であり、実施例12よりさらに、黒濃度を上げることができる。

10

20

30

40

50

## (比較例2)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス  
を印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に  
負の矩形の電圧パルスを1回印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃度を濃度  
計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、+500Vの矩形  
の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。負のパルスの電圧及びパルス印加  
時間を変えながら、上記手順を繰り返し、印加時間と粒子駆動開始電圧との関係を求めた  
。結果を図25に示す。同様に、実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に  
-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。次いで、この表  
示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電圧パルスを1回印加した。電圧印加停止後  
、表示基板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定  
した。その後、-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を黒にした。  
正のパルスの電圧及びパルス印加時間を変えながら、上記手順を繰り返し、印加時間と粒  
子駆動開始電圧との関係を求めた。結果を図26に示す。

10

## 【0113】

図25及び図26から、1パルスの印加時間が20msec以下であると、粒子駆動開始  
電圧の絶対値が高くなるのがわかる。

## (比較例3)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス  
を印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に  
-200Vの矩形の電圧パルスを1回印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画像の濃  
度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。その後、+500  
Vの矩形の電圧パルスを印加して、表示基板の全面を白にした。パルス印加時間を変えな  
がら、上記手順を繰り返した。結果を図27に示す。

20

## 【0114】

図27に示したように、パルス幅を小さくすると、画像濃度も徐々に低下することがわか  
る。

## (実施例15、比較例4)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス  
を印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に  
-200Vの矩形の電圧パルスを5msec印加した。電圧印加停止後、表示基板上の画  
像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。次いで、上  
記パルスの印加及び濃度測定を繰り返した。結果を図28に示す。

30

## 【0115】

図28に示したように、繰り返し回数が増えるにつれて表示濃度を徐々に高くなり、5回で  
濃度がほぼ飽和した。また、このとき、粒子駆動開始電圧は電圧パルスを繰り返し印加して  
もほとんど変化しなかった。

## 【0116】

なお、パルス印加回数が1回のは、比較例4とした。

## (実施例16)

実施例1で使用した表示媒体の表示基板のITO電極に+500Vの矩形の電圧パルス  
を印加して、表示基板の全面を白にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に  
負の矩形の電圧パルスを5msec印加した。パルスの印加を5回繰り返した後、表示基  
板上の画像の濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。上  
記負の矩形のパルスの電圧を変えながら、上記手順を繰り返した。同様に、実施例1で使  
用した表示媒体の表示基板のITO電極に-500Vの矩形の電圧パルスを印加して、表  
示基板の全面を黒にした。次いで、この表示媒体の表示基板のITO電極に正の矩形の電  
圧パルスを5msec印加した。パルスの印加を5回繰り返した後、表示基板上の画像の  
濃度を濃度計(X-Rite社製、X-Rite404A)で測定した。上記正の矩形の  
パルスの電圧を変えながら、上記手順を繰り返した。結果を図29に示す。なお、比較の

40

50

ために比較例 1 の結果も図 29 に示す。

【0117】

図 29 から、比較例 1 に比べ、印加電圧に対する表示濃度の立上りが急峻になっていることがわかる。本実施例では、画素の色を黒から白へ切り替えるための粒子駆動開始電圧が約 120 V であり、白から黒へ切り替えるための粒子駆動開始電圧が約 -120 V である。この方法を単純マトリックスに应用する場合、表示を切り替えるべき画素において両基板に印加される電圧は約 ±240 V となる。約 120 V で表示できる白濃度は図 29 より約 0.50 であり、比較例 1 により単純マトリックス駆動を行う場合と比べ、白濃度を低下させることができる。

【0118】

また、本実施例では、約 -240 V で表示できる黒濃度は図 29 より約 1.10 であり、比較例 1 により単純マトリックス駆動を行う場合と比べ、黒濃度を上げることができる。

【0119】

【発明の効果】

請求項 1 又は 2 に記載の駆動方法によれば、所望の画像濃度を得るための駆動電圧を低電圧化することが可能となり、これによって高解像度化、駆動回路の小型化及び低コスト化を図ることができ、表示媒体の耐久性を大きく向上させることができる。

【0120】

また、請求項 3 に記載の駆動方法によれば、単純マトリックス駆動方式によっても、高いコントラストを実現することができ、単純マトリックス駆動による表示特性の大幅な向上が達成できる。またこれにより、単純マトリックス駆動方式を具現化することが可能となり、駆動回路の大幅な低コスト化を実現することができる。

【0121】

さらに、請求項 4 ~ 8 に記載の駆動方法によれば、従来の駆動方法に比べて、単純マトリックス駆動による表示コントラストを大きく向上することができ、粒子表示媒体における単純マトリックス駆動方式の具現化に大きく寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 単純マトリックス駆動用の表示媒体の電極の配列を示す図である。

【図 2】 本発明に係る表示媒体の概略構成を示す断面図である。

【図 3】 本発明に係る別の表示媒体の概略構成を示す断面図である。

【図 4】 本発明に係るさらに別の表示媒体の概略構成を示す断面図である。

【図 5】 正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第 1 の実施の形態の方法が適用されたアクティブマトリックス駆動により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、両基板に印加される粒子駆動電圧パルス [ (表示基板に印加される電圧パルス) - (背面基板に印加される電圧パルス) ] の一例を示す。

【図 6】 図 6 (A) ~ (C) には、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第 1 の実施の形態の方法が適用された単純マトリックス駆動により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、表示基板に印加される電圧パルス ( $V_S$ )、背面基板に印加される電圧パルス ( $V_L$ )、これらの電圧パルスにより基板間に印加される粒子駆動電圧パルス ( $V$ ) [ (表示基板に印加される電圧パルス) - (背面基板に印加される電圧パルス) ] の一例をそれぞれ示す。

【図 7】 図 7 (A) ~ (C) には、正に帯電した黒粒子と負に帯電した白粒子を含み、表示基板の全面が黒にされた表示媒体の画素の色を、第 2 の実施の形態の方法が適用された単純マトリックス駆動により黒から白に、次いで白から黒に変更する場合に、表示基板に印加される電圧パルス ( $V_S$ )、背面基板に印加される電圧パルス ( $V_L$ )、これらの電圧パルスにより基板間に印加される粒子駆動電圧パルス ( $V$ ) [ (表示基板に印加される電圧パルス) - (背面基板に印加される電圧パルス) ] の一例をそれぞれ示す。

【図 8】 比較例 1 の方法における印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図 9】 実施例 1 の方法における印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図10】 実施例2の方法による電圧パルス印加回数と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図11】 実施例3の方法における印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図12】 実施例4の方法による黒表示時の電圧パルス印加時間と粒子駆動開始電圧の関係を示すグラフである。

【図13】 実施例4の方法による白表示時の電圧パルス印加時間と粒子駆動開始電圧の関係を示すグラフである。

【図14】 実施例5の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図15】 実施例6の方法による電圧パルス印加時間と反射濃度の関係を示すグラフである。

10

【図16】 実施例7の方法による電圧パルス印加回数と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図17】 実施例8の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図18】 実施例9による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図19】 実施例10の方法による電圧パルス印加回数と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図20】 実施例11の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図21】 実施例12で使用した電圧パルスを説明する図である。

【図22】 実施例12の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図23】 実施例13の方法による電圧パルス印加回数と反射濃度の関係を示すグラフである。

20

【図24】 実施例14の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図25】 比較例2の方法による黒表示時の電圧パルス印加時間と粒子駆動開始電圧の関係を示すグラフである。

【図26】 比較例2の方法による白表示時の電圧パルス印加時間と粒子駆動開始電圧の関係を示すグラフである。

【図27】 比較例3の方法による電圧パルス印加時間と反射濃度の関係を示すグラフである。

【図28】 実施例15の方法による電圧パルス印加回数と反射濃度の関係を示すグラフである。

30

【図29】 実施例16の方法による印加電圧と反射濃度の関係を示すグラフである。

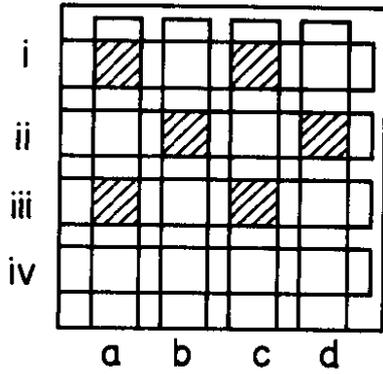
【図30】 単純マトリクス駆動に好ましい表示特性を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

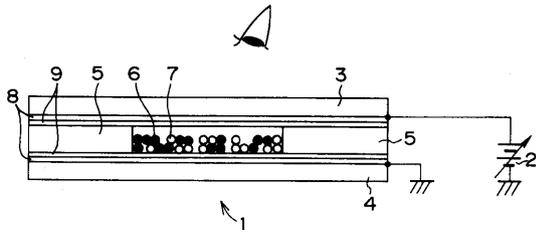
- 1 表示媒体
- 2 電圧印加手段
- 3 表示基板
- 4 背面基板
- 5 スペース
- 6 第1粒子
- 7 第2粒子
- 8 電極
- 9 誘電体層

40

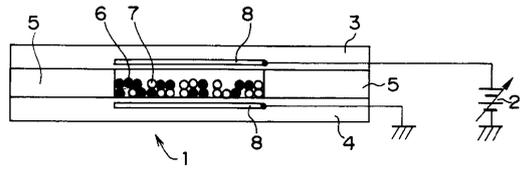
【図1】



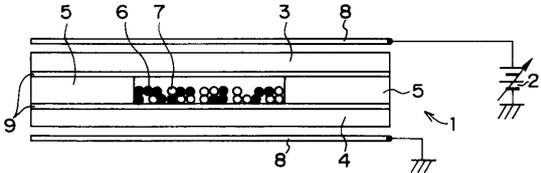
【図2】



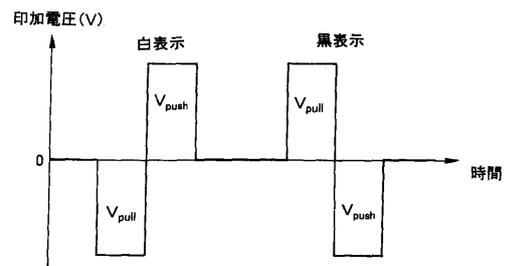
【図3】



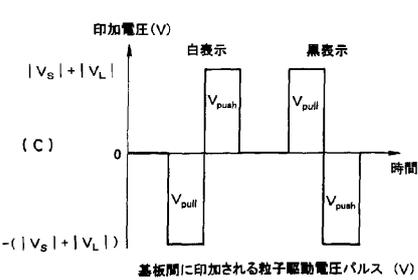
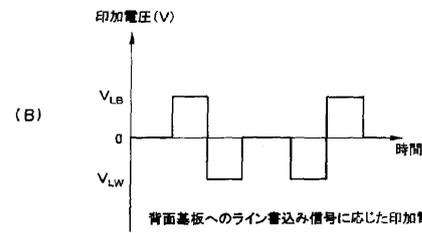
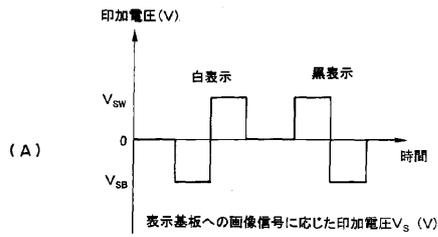
【図4】



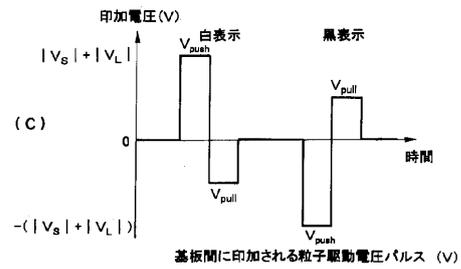
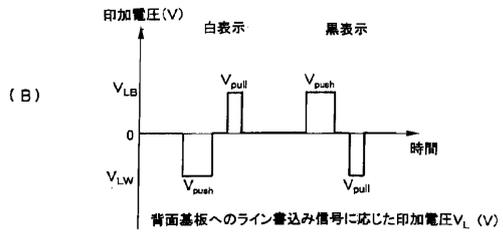
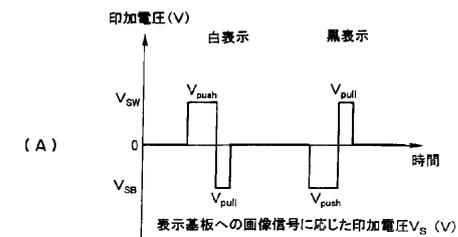
【図5】



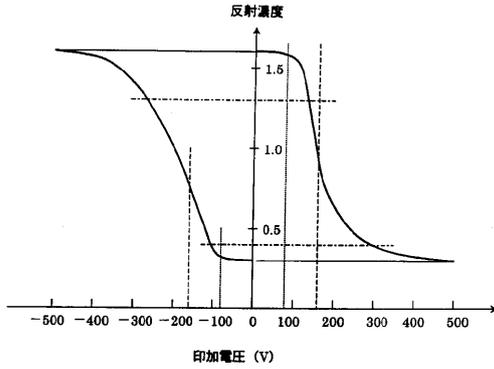
【図6】



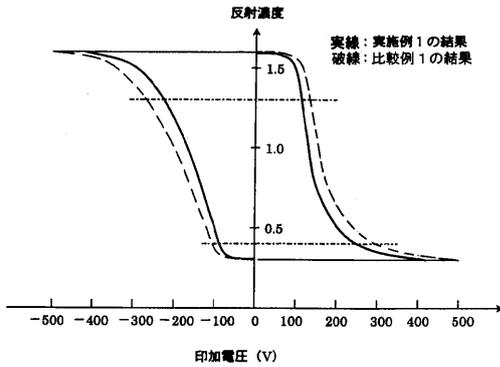
【図7】



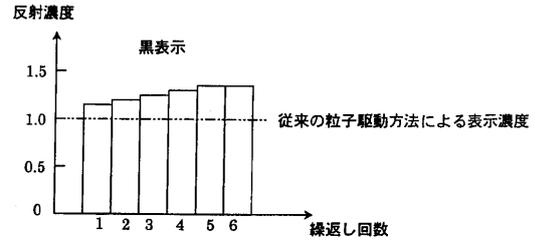
【図 8】



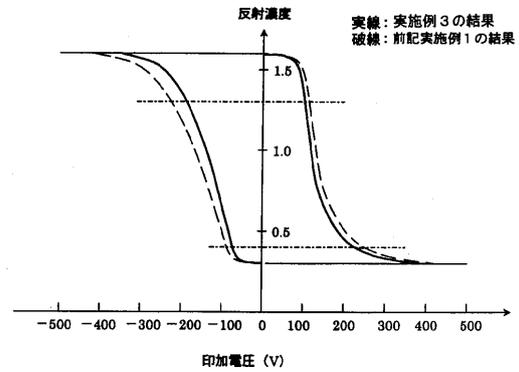
【図 9】



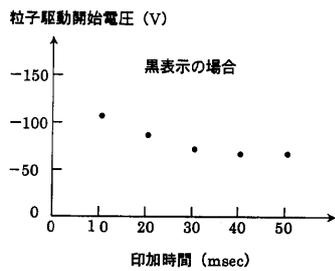
【図 10】



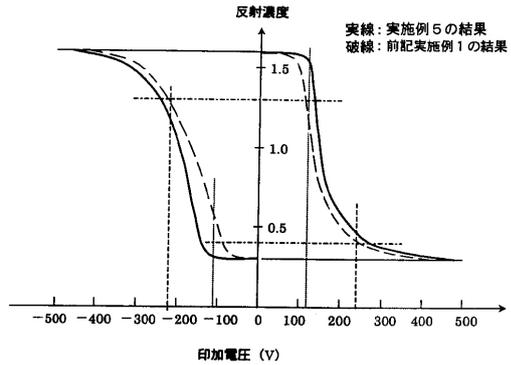
【図 11】



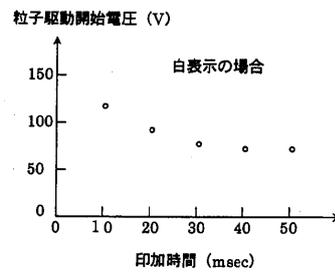
【図 12】



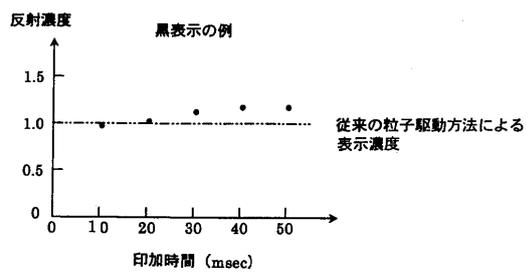
【図 14】



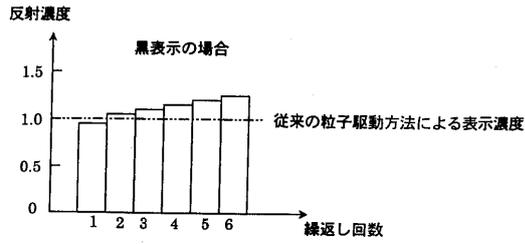
【図 13】



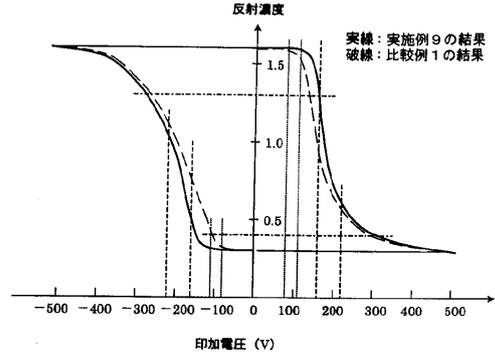
【図 15】



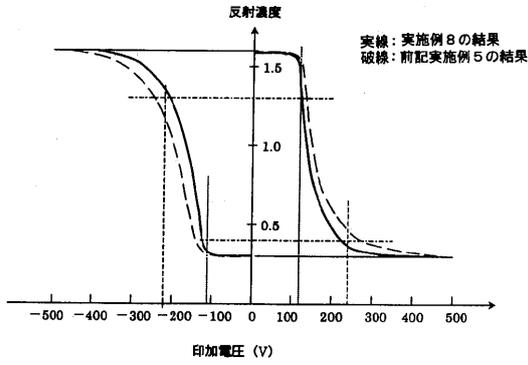
【図16】



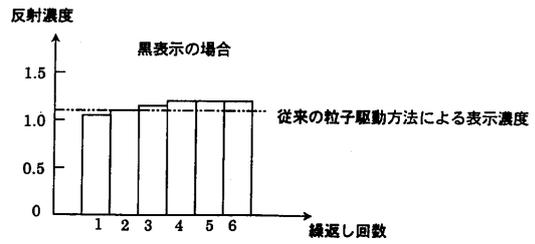
【図18】



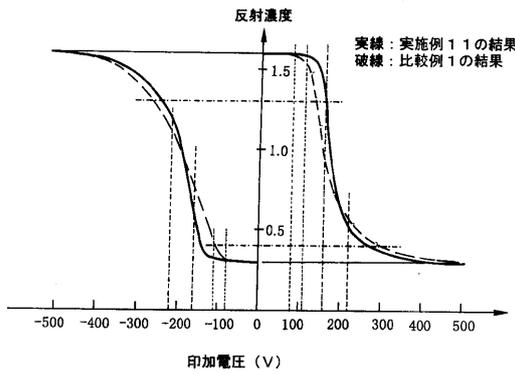
【図17】



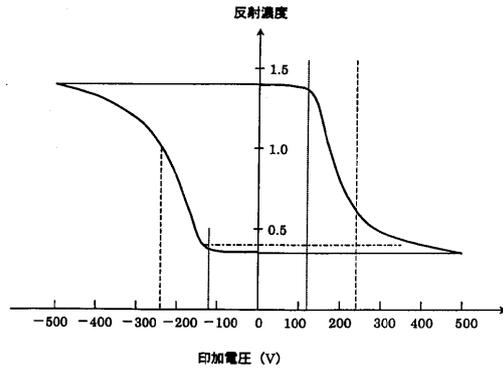
【図19】



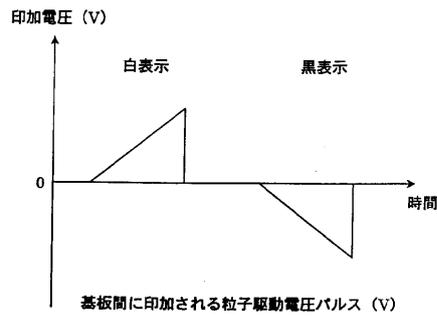
【図20】



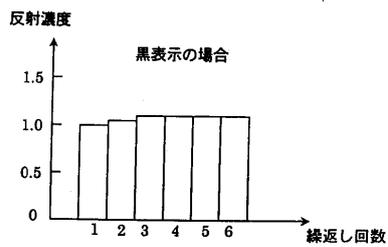
【図22】



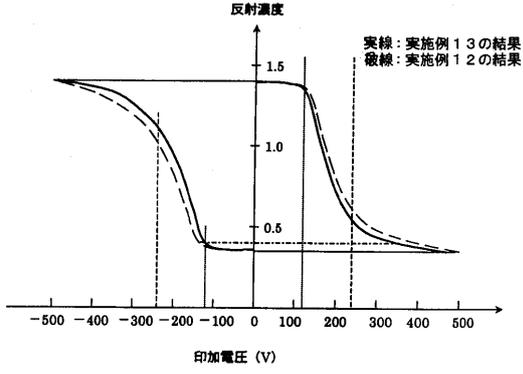
【図21】



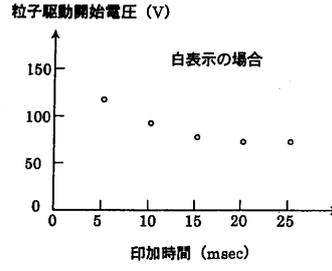
【図23】



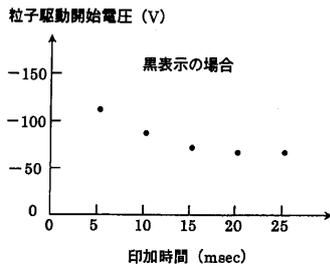
【図 24】



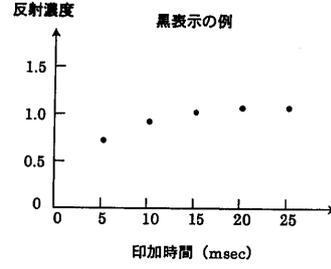
【図 26】



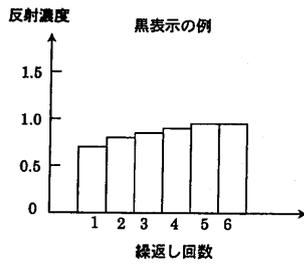
【図 25】



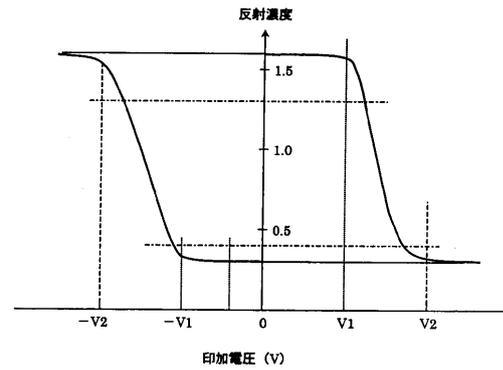
【図 27】



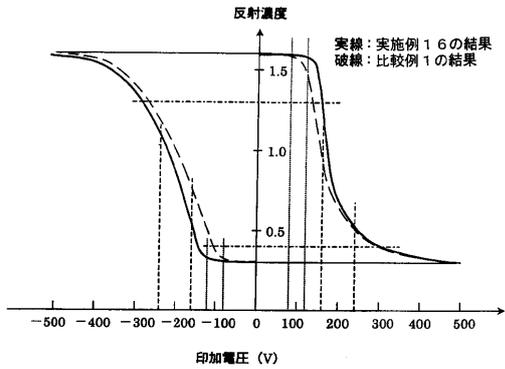
【図 28】



【図 30】



【図 29】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 重廣 清  
神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 山口 善郎  
神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 酒巻 元彦  
神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
- (72)発明者 松永 健  
神奈川県足柄上郡中井町境4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

審査官 福島 浩司

(56)参考文献 特開平1 1 - 1 1 9 2 6 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02F 1/17