

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4623107号
(P4623107)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

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

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-39977 (P2008-39977)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成20年2月21日 (2008.2.21)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-198785 (P2009-198785A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成21年9月3日 (2009.9.3)	(74) 代理人	100107836
審査請求日	平成22年2月10日 (2010.2.10)		弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(72) 発明者	阿部 裕幸
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	下平 泰裕
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置及び電気泳動表示装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画素電極と、前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に配設された電気泳動粒子からなる電気泳動層と、を有する電気泳動素子を備えた画素を、平面的に配列してなる電気泳動表示装置において、

前記画素電極と前記電気泳動層との間に導電性接着剤層が設けられ、

隣り合う前記画素電極の間の領域に、感光性絶縁材料からなる絶縁層が設けられていることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項2】

前記絶縁層は、その厚さが1 μm以上であり、かつ前記導電性接着剤層の厚さ以下であることを特徴とする請求項1記載の電気泳動表示装置。

10

【請求項3】

前記感光性絶縁材料が感光性アクリル樹脂であることを特徴とする請求項1又は2に記載の電気泳動表示装置。

【請求項4】

前記絶縁層は、前記画素電極の側端面に当接して設けられていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項5】

前記絶縁層は、前記画素電極の上面の周縁部を覆って設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

20

【請求項 6】

前記絶縁層は、前記隣り合う画素電極のそれぞれの上面の周縁部上とこれらの上に連続して設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 7】

前記電気泳動層は、電気泳動粒子を封入したマイクロカプセルによって構成され、該マイクロカプセルは導電性接着剤層を介して前記画素電極上に設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項 8】

第 1 基板上に設けられた画素電極と、第 2 基板上に設けられて前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に配設された電気泳動粒子からなる電気泳動層と、を有する電気泳動素子を備えた画素を、平面的に配列してなり、前記画素電極と前記電気泳動層との間に導電性接着剤層を有する電気泳動表示装置の製造方法において

10

前記画素電極を覆った状態で前記第 1 基板上に感光性絶縁材料を配し、感光性絶縁材料層を形成する工程と、

前記感光性絶縁材料層を露光しさらに現像することでパターンニングし、隣り合う前記画素電極の間の領域に前記感光性絶縁材料からなる絶縁層を形成する工程と、を備えたことを特徴とする電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 9】

20

前記第 1 基板上の画素電極と、前記第 2 基板上に前記対向電極を介して設けられた前記電気泳動層とを、導電性接着剤層を介在させることで貼設する工程を有し、

前記絶縁層を形成する工程では、該絶縁層の厚さを、1 μm 以上、かつ前記導電性接着剤層の厚さ以下に形成することを特徴とする請求項 8 記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【請求項 10】

前記感光性絶縁材料層を形成する工程では、前記感光性絶縁材料として、感光性アクリル樹脂を用いることを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の電気泳動表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、電気泳動表示装置及び電気泳動表示装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液相分散媒と電気泳動粒子とを含む電気泳動分散液を有し、電界を印加することにより、電気泳動粒子の分布状態が変化して電気泳動分散液の光学特性が変化することを利用した、電気泳動表示装置が知られている。このような電気泳動表示装置は、バックライトが必要無いことから低コスト化や薄型化が可能となり、さらに、視野角が広くコントラストが高いことに加え、表示のメモリ性を有するために、次世代の表示デバイスとして注目を集めている。

40

【0003】

この電気泳動表示装置で画像を表示させるためには、スイッチング素子を介してメモリ回路に一旦画像信号を記憶させる。メモリ回路に記憶された画像信号は、画素電極（第 1 電極）に直接入力され、画素電極に電位を与える。すると、対向電極（第 2 電極）との間で電位差が発生することから、電気泳動素子が動作し、画像を表示するようになる（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2003 - 84314 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

ところで、電気泳動表示装置に画像を表示させるためには、電気泳動粒子を挟持する電極間に例えば1.5V程度の電圧を印加する必要がある。このとき、隣り合う画素どうして、例えば白と黒のように異なった(反転した)色を表示すると、隣り合う画素の画素電極には互いに異なる電位が印加されるようになる。すると、これら隣り合う画素電極間では大きな電位差が発生し、これにより、画素電極上に設けられた導電性接着剤層などを介して、隣り合う画素電極間でリーク電流が生じてしまう。

【0005】

このリーク電流は、1画素あたりのリーク電流が小さくても、電気泳動表示装置の表示部全体としては大きくなり、消費電力を増大させてしまう。また、反転表示領域が拡大し、これに伴って表示が複雑になると、やはり消費電力を増大させてしまう。

10

さらに、リーク電流の発生によって画素電極が化学反応を起こすおそれがあり、したがって、特に長時間使用した際に、電気泳動表示装置としての信頼性が低下するおそれがある。

【0006】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、画素間のリーク電流を抑え、製品の信頼度を向上させた、電気泳動表示装置とその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電気泳動表示装置は、画素電極と、前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に配設された電気泳動粒子からなる電気泳動層と、を有する電気泳動素子を備えた画素を、平面的に配列してなる電気泳動表示装置において、前記画素電極と前記電気泳動層との間に導電性接着剤層が設けられ、隣り合う前記画素電極の間の領域に、感光性絶縁材料からなる絶縁層が設けられていることを特徴としている。

20

【0008】

この電気泳動表示装置によれば、前記画素電極の間の領域に設けた前記絶縁層が、隣り合う画素電極間でのリーク電流、すなわち横方向の電界を遮断するので、前記画素間のリーク電流の発生が抑えられる。また、前記絶縁層が感光性絶縁材料からなっているので、該絶縁層の形成、すなわちそのパターンングが、既存の露光・現像プロセスによって容易にかつ精度良くなされたものとなる。したがって、リーク電流に起因する表示性能の低下や、消費電流の増大が防止されたことによって製品の信頼度が向上し、しかも、リーク電流を抑制するための絶縁層の製造が容易なものとなる。

30

【0009】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記画素電極と前記電気泳動層との間に導電性接着剤層が設けられている場合に、前記絶縁層は、その厚さが1 μ m以上であり、かつ前記導電性接着剤層の厚さ以下であるのが好ましい。

絶縁層が1 μ m未満であると、隣り合う画素電極間でのリーク電流を遮断する効果が十分に得られなくなるおそれがあり、さらに、その製造時において感光性絶縁材料を露光した際、この光照射により、例えば画素電極の下方に設けられた駆動素子などにダメージが与えられてしまうおそれがあるからである。また、導電性接着剤層の厚さを超えると、露光時間が長くなって生産性が低下し、さらに、絶縁層のストレス(応力)が増大し、膜剥がれが生じるおそれがあるからである。

40

【0010】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記感光性絶縁材料が感光性アクリル樹脂であるのが好ましい。

感光性アクリル樹脂は、既存の露光・現像プロセスによってレジストを用いることなく直接パターンングすることができ、したがってパターンングを容易にかつ精度良く行うことができる。

【0011】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記絶縁層が、前記画素電極の側端面に当接

50

して設けられているのが好ましい。

このようにすれば、前記絶縁層が前記画素電極の側端面からのリーク電流を遮断するので、リーク電流の発生がより良好に抑えられる。

【0012】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記絶縁層が、前記画素電極の上面の周縁部を覆って設けられているのが好ましい。

このようにすれば、画素電極間の上面の周縁部を覆って絶縁層が設けられているので、この画素電極からのリーク電流が、絶縁層に覆われた周縁部でなく露出した部位から生じるので、この画素電極に隣り合う画素電極までの間の距離が遠くなり、したがってリーク電流が生じにくくなる。

10

【0013】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記絶縁層が、前記隣り合う画素電極のそれぞれの上面の周縁部上とこれらの上に連続して設けられているのが好ましい。

このようにすれば、隣り合う画素電極間において、それぞれの画素電極からのリーク電流が、絶縁層に覆われた周縁部でなく露出した部位から生じるので、互いのリーク電流の経路が長く（遠く）なることにより、これらの中でリーク電流が生じにくくなる。

【0014】

また、前記電気泳動表示装置においては、前記電気泳動層が、電気泳動粒子を封入したマイクロカプセルによって構成され、該マイクロカプセルが、導電性接着剤層を介して前記画素電極上に設けられているのが好ましい。

20

このようにすれば、前記電気泳動層内において前記電気泳動粒子が均一に分布するようになるので、前記両電極の間の電位差に基づいた均一な画像表示を行うことが可能になる。

【0015】

本発明の電気泳動表示装置の製造方法は、第1基板上に設けられた画素電極と、第2基板上に設けられて前記画素電極に対向する対向電極と、前記画素電極と前記対向電極との間に配設された電気泳動粒子からなる電気泳動層と、を有する電気泳動素子を備えた画素を、平面的に配列してなり、前記画素電極と前記電気泳動層との間に導電性接着剤層を有する電気泳動表示装置の製造方法において、前記画素電極を覆った状態で前記第1基板上に感光性絶縁材料を配し、感光性絶縁材料層を形成する工程と、前記感光性絶縁材料層を露光しさらに現像することでパターンニングし、隣り合う前記画素電極の間の領域に前記感光性絶縁材料からなる絶縁層を形成する工程と、を備えたことを特徴としている。

30

【0016】

この電気泳動表示装置の製造方法によれば、隣り合う画素電極の間の領域に感光性絶縁材料からなる絶縁層を形成するので、この絶縁層が隣り合う画素電極間でのリーク電流、すなわち横方向の電界を遮断するようになり、したがって前記画素間のリーク電流の発生を抑えることができる。また、前記絶縁層を感光性絶縁材料によって形成しているので、該絶縁層の形成、すなわちそのパターンニングを、既存の露光・現像プロセスによって容易にかつ精度良く行うことができる。したがって、リーク電流に起因する表示性能の低下や、消費電流の増大を防止することにより、製品の信頼度を向上し、しかも、リーク電流を抑制するための絶縁層の製造を容易にすることができる。

40

【0017】

また、前記電気泳動表示装置の製造方法においては、前記第1基板上の画素電極と、前記第2基板上に前記対向電極を介して設けられた前記電気泳動層とを、導電性接着剤層を介在させることで貼設する工程を有し、

前記絶縁層を形成する工程では、該絶縁層の厚さを、1 μm以上、かつ前記導電性接着剤層の厚さ以下に形成するのが好ましい。

このようにすれば、前述したように、リーク電流を遮断する効果が十分に得られ、さらに画素電極の下方に設けられた駆動素子などにダメージが与えられてしまうおそれなく、また、露光時間が長くなって生産性が低下したり、絶縁層の膜剥がれが生じたりするお

50

それもなくなるからである。

【0018】

また、前記電気泳動表示装置の製造方法においては、前記感光性絶縁材料層を形成する工程では、前記感光性絶縁材料として、感光性アクリル樹脂を用いるのが好ましい。

感光性アクリル樹脂は、既存の露光・現像プロセスによってレジストを用いることなく直接パターニングすることができ、したがってパターニングを容易にかつ精度良く行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を用いて本発明を詳しく説明する。なお、以下の説明に用いる各図面では、各部材を認識可能な大きさとするため、縮尺を適宜変更している。

10

[第1実施形態]

図1は、本発明の電気泳動表示装置の第1実施形態を示す構成図であり、図1中符号1は電気泳動表示装置である。この電気泳動表示装置1は、表示部3と、走査線駆動回路6と、データ線駆動回路7と、共通電源変調回路8と、コントローラ10とを備えて構成されている。

【0020】

表示部3には、Y軸方向に沿ってM個、X軸方向に沿ってN個の画素2がマトリクス状に形成されている。走査線駆動回路6は、表示部3をX軸方向に沿って延びる複数の走査線4(Y1、Y2、...、Ym)を介して、画素2に接続されている。データ線駆動回路7は、表示部3をY軸方向に沿って延びる複数のデータ線5(X1、X2、...、Xn)を介して、画素2に接続されている。共通電源変調回路8は、共通電極電源配線15を介して画素2に接続されている。これら走査線駆動回路6、データ線駆動回路7、及び共通電源変調回路8は、コントローラ10によって制御されるようになっている。電源線13、14、及び共通電極電源配線15は、全ての画素2において共通配線として用いられている。

20

【0021】

画素2は、その回路構成を図2に示すように、駆動用TFT(Thin Film Transistor、画素スイッチング素子)24と、SRAM(Static Random Access Memory、メモリ回路)25と、電気泳動素子20とを備えて構成されている。電気泳動素子20は、画素電極21と、共通電極(対向電極)22と、電気泳動層23とからなっている。

30

【0022】

駆動用TFT24は、N-MOS(Negative Metal Oxide Semiconductor)で構成されており、そのゲート部には走査線4が、ソース側にはデータ線5が、ドレイン側にはSRAM25が、それぞれ接続されている。この駆動用TFT24は、走査線駆動回路6から走査線4を介して選択信号が入力される期間中、データ線5とSRAM25とを接続させることにより、データ線駆動回路7からデータ線5を介して入力される画像信号を、SRAM25に入力するようになっている。

40

【0023】

SRAM25は、2つのP-MOS(Positive Metal Oxide Semiconductor)25p1、25p2、及び2つのN-MOS25n1、25n2によって構成されている。P-MOS25p1、25p2のソース側には、第1の電源線13が接続され、N-MOS25n1、25n2のソース側には、第2の電源線14が接続されている。

【0024】

SRAM25のP-MOS25p1のドレイン側及びN-MOSn1のドレイン側には、駆動用TFT24と、P-MOS25p2のゲート部と、N-MOS25n2のゲート部とがそれぞれ接続されている。SRAM25のP-MOS25p2のドレイン側及びN-MOSn2のドレイン側には、P-MOS25p1のゲート部と、N-MOS25n1

50

のゲート部とがそれぞれ接続されている。

このような構成のもとにSRAM25は、駆動用TFT24から送られた画像信号を保持するとともに、画素電極21に画像信号を入力するようになっている。

【0025】

電気泳動素子20は、画素電極21と共通電極22との間の電位差によって画像を表示するものであり、その共通電極22には共通電極電源配線15が接続されている。

図3は電気泳動表示装置1の表示部3の要部断面図である。表示部3は、画素電極21を備えた素子基板(第1基板)28と、共通電極22を備えた対向基板(第2基板)29との間に、電気泳動層23を備えた構成となっている。電気泳動層23は、多数のマイクロカプセル40によって構成されたもので、マイクロカプセル40が両基板28、29間に接着剤で固定され、形成されたものである。

10

【0026】

すなわち、素子基板28の画素電極21と電気泳動層23との間には、導電性の接着剤からなる接着剤層(導電性接着剤層)30aが設けられており、対向基板29の共通電極22と電気泳動層23との間には、バインダ(接着剤)からなるバインダ層30bが設けられている。接着剤層30aについては、後述するようにマイクロカプセル40内の電気泳動粒子の応答性を高め、表示の切り替え速度を速めるべく、その導電性が十分に高められている。また、この接着剤層30aは、本実施形態では厚さ20 μ m程度の薄厚に形成されている。したがって、画素電極21とマイクロカプセル40との間の抵抗が十分に小さくなっており、これらの間の導電性が十分に高くなっている。

20

【0027】

素子基板28は、合成樹脂やガラスなどからなる矩形の基板の内面側に、図示しないものの、前記した駆動用TFT24やSRAM25、各種配線を形成し、さらにその上に、アクリル樹脂等からなる平坦化層(図示せず)を形成したものである。そして、このように平坦化層で平坦化された内面上には、前記SRAM25に接続して画素電極21が形成されている。画素電極21は、各画素2ごとに独立して設けられた平面視矩形のもので、Al(アルミニウム)や銅(Cu)、さらにはAlCu等によってマトリクス状に形成されたものである。なお、本実施形態では、導電性に優れ、かつ、耐食性にも優れたAlCuにより、画素電極21が形成されている。

【0028】

対向基板29は、画像を表示する側となるもので、透明樹脂やガラスなどの透光性材料によって形成された矩形のものである。この対向基板29の内面側には、全ての画素2において共通な共通電極22が設けられている。共通電極22は、透光性の導電材料からなるもので、例えばITO(インジウム・スズ酸化物)、IZO(インジウム・亜鉛酸化物)、MgAg(マグネシウム銀)等によって形成されたものである。

30

【0029】

前記画素電極21、21間、すなわち、隣り合う画素電極21、21の間の領域には、絶縁層31が形成されている。この絶縁層31は、感光性絶縁材料によって形成されたもので、具体的には、感光性アクリル樹脂やポリシラザンなどが用いられ、特に感光性アクリル樹脂が好適とされる。したがって、本実施形態では、感光性アクリル樹脂によって絶縁層31が形成されているものとする。この感光性アクリル樹脂は、後述するようにローラコーター法やスピンコート法などによって前記画素電極21を覆った状態で素子基板28上に塗布され、その後、露光・現像によってパターンングされ、形成されたものである。

40

【0030】

この絶縁層31は、本実施形態では、隣り合う画素電極21、21のそれぞれ上面の周縁部21a上と、これら画素電極21、21の間に連続して設けられたものである。すなわち、絶縁層31は、隣り合う画素電極21、21のそれぞれの側端面21bに当接し、さらにその上面が、画素電極21の上面より電気泳動層23側に突出した状態で、設けられたものである。つまり、絶縁層31と画素電極21とを示す平面図である図4に示すよ

50

うに、絶縁層 31 は、画素電極 21 間の領域に沿って平面視格子状に形成され、かつ、画素電極 21 の上面部を枠状に縁取るように、その一部が画素電極 21 上に形成されたものである。

【0031】

ここで、この絶縁層 31 はその厚さ、つまり画素電極 21 の上面より電気泳動層 23 側に突出した高さが、 $1\ \mu\text{m}$ 以上であり、かつ前記接着剤層 30a の厚さ以下、すなわち $20\ \mu\text{m}$ 程度以下に形成されているのが好ましい。 $1\ \mu\text{m}$ 未満であると、隣り合う画素電極 21、21 間でのリーク電流を遮断する効果が十分に得られなくなるおそれがあり、さらに、後述するようにその製造時において感光性絶縁材料（感光性アクリル樹脂）を露光した際、この光照射により、画素電極 21 の下方に設けられた駆動用 TFT 24 や SRAM 25 などにダメージを与えてしまうおそれがあるからである。

10

【0032】

また、接着剤層 30a の厚さを超えると、後述するようにこの絶縁層 31 をパターンニングする際の露光時間が長くなり、生産性が低下してしまうからであり、さらに、絶縁層 31 のストレス（応力）が増大し、膜剥がれが生じるおそれがあるからである。なお、この絶縁層 31 が接着剤層 30a を越えて電気泳動層 23 側に突出すると、前記マイクロカプセル 40 を損傷してしまうおそれが生ずる。しかし、マイクロカプセル 40 は十分な柔軟性を有しているため、絶縁層 31 が電気泳動層 23 側に多少突出していても、これによってすぐに損傷してしまうといったことはない。本実施形態では、画素電極 21 の上面より電気泳動層 23 側に突出した高さが、 $1.8\ \mu\text{m}$ 程度になっている。

20

【0033】

電気泳動層 23 を構成するマイクロカプセル 40 は、ポリメタクリル酸メチル、ポリメタクリル酸エチル等のアクリル樹脂、ユリア樹脂、アラビアゴム等の透光性を持つ高分子樹脂によって形成されたもので、例えば $50\ \mu\text{m}$ 程度の粒径に形成されたものである。これらマイクロカプセル 40 は、前述したように画素電極 21 と共通電極 22 との間に挟持され、さらに前記の接着剤層 30a とバインダ層 30b とによって各電極上、すなわち各基板上に固定されたものである。なお、これらマイクロカプセル 40 は、一つの画素 2 内に複数縦横に配列された構成になっている。また、これらマイクロカプセル 40 間には、その隙間を埋めるように、前記のバインダ層 30b を構成するバインダが設けられている。

30

【0034】

マイクロカプセル 40 の内部には、図 5 に示すように、分散媒 41 と、電気泳動粒子である多数の白色粒子 42、及び多数の黒色粒子 43 とが封入されている。

分散媒 41 としては、例えば水、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、オクタノール、メチルセルソルブ等のアルコール系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル等の各種エステル類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等のケトン類、ペンタン、ヘキサン、オクタン等の脂肪族炭化水素、シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン等の脂環式炭化水素、ベンゼン、トルエン、キシレン、ヘキシルベンゼン、ヘプチルベンゼン、オクチルベンゼン、ノニルベンゼン、デシルベンゼン、ウンデシルベンゼン、ドデシルベンゼン、トリデシルベンゼン、テトラデシルベンゼン等の長鎖アルキル基を有するベンゼン類等の芳香族炭化水素、塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン等のハロゲン化炭化水素、カルボン酸塩又はその他の種々の油類等の単独又はこれらの混合物に界面活性剤等を配合したものからなり、白色粒子 42 と黒色粒子 43 とをマイクロカプセル 40 内に分散させる液体である。

40

【0035】

白色粒子 42 は、二酸化チタン、亜鉛華、三酸化アンチモン等の白色顔料からなる粒子（高分子あるいはコロイド）であり、例えば負に帯電されたものである。黒色粒子 43 は、アニリンブラック、カーボンブラック等の黒色顔料からなる粒子（高分子あるいはコロイド）であり、例えば正に帯電されたものである。

なお、このような顔料には、必要に応じ、電解質、界面活性剤、金属石鹸、樹脂、ゴム

50

、油、ワニス、コンパウンド等の粒子からなる荷電制御剤、チタン系カップリング剤、アルミニウム系カップリング剤、シラン系カップリング剤等の分散剤、潤滑剤、安定化剤等を添加することができる。

また、これら電気泳動粒子（白色粒子42、黒色粒子43）の比重は、これらを分散させる分散媒41の比重とほぼ等しくなるように設定されている。

【0036】

白色粒子42及び黒色粒子43は、前記のように負あるいは正に帯電されていることから、分散媒41中において、画素電極21と共通電極22との間の電位差によって発生する電場中を移動（泳動）するようになっている。ここで、白色粒子42及び黒色粒子43は、溶媒中のイオンによって覆われており、これらの粒子の表面にはイオン層44が形成されている。なお、これら白色粒子42や黒色粒子43などの帯電粒子は、10kHz以上の周波数の電界を印加しても、電界にほとんど反応せず、したがってほとんど移動しない。また、帯電粒子の周りのイオンは、帯電粒子に比べてその径がはるかに小さいので、電界の周波数が10kHz以上の電界を印加すると、電界に応じて移動する。

10

【0037】

図6は、マイクロカプセル40内の電気泳動粒子の動作を説明するための図である。ここでは、イオン層44が形成されない理想的な場合を例に挙げて説明する。画素電極21と共通電極22との間で相対的に共通電極22の電位が高くなるように電圧が印加されると、図6(a)に示すように、正に帯電された黒色粒子43はクーロン力によってマイクロカプセル40内で画素電極21側に引き寄せられる。一方、負に帯電された白色粒子42はクーロン力によってマイクロカプセル40内で共通電極22側に引き寄せられる。この結果、マイクロカプセル40内の表示面側（対向基板29側）には白色粒子42が集まることになり、表示面にはこの白色粒子42の色（白色）が表示されるようになる。

20

【0038】

逆に、画素電極21と共通電極22との間で相対的に画素電極21の電位が高くなるように電圧が印加されると、図6(b)に示すように、負に帯電された白色粒子42がクーロン力によって画素電極21側に引き寄せられる。一方、正に帯電された黒色粒子43はクーロン力によって共通電極22側に引き寄せられる。この結果、マイクロカプセル40の表示面側には黒色粒子43が集まることになり、表示面にはこの黒色粒子43の色（黒色）が表示されるようになる。

30

なお、白色粒子42、黒色粒子43に用いる顔料を、例えば赤色、緑色、青色等の顔料に代えることにより、赤色、緑色、青色等を表示する電気泳動表示装置1とすることも可能である。

【0039】

[電気泳動表示装置の製造方法]

このような構成の電気泳動表示装置1を製造するには、図3に示したように素子基板28側と対向基板29側とをそれぞれ形成しておき、その後、これらの間に電気泳動層23を挟持した状態で、これら素子基板28側と対向基板29側とを貼着する。

すなわち、素子基板28として、従来と同様にして基板（図示せず）上に前記駆動用TFT24やSRAM25、各種配線を形成し、さらにその上にアクリル樹脂等からなる平坦化層（図示せず）を形成する。前記駆動用TFT24やSRAM25の形成にあたっては、低温ポリシリコンプロセスによってポリシリコンTFTを形成するのが好ましい。

40

【0040】

次に、この素子基板28上に、AlCu膜（図示せず）をスパッタ法等によって形成し、さらに公知のレジスト技術、エッチング技術等によってパターンニングすることにより、図7(a)に示すように多数の画素電極21を形成する。これにより、アクティブマトリクス基板が得られる。

【0041】

次いで、前記画素電極21を覆った状態で前記素子基板28上に、感光性アクリル樹脂（感光性絶縁材料）をロールコート法で塗布し、図7(b)に示すように感光性絶縁材

50

料層 3 2 を形成する。その際、この感光性絶縁材料層 3 2 から得られる絶縁層 3 1 の厚さが、1 μm 以上、20 μm 程度以下となるのが好ましく、したがって本実施形態では、この感光性絶縁材料層 3 2 を 1.8 μm 程度に形成する。

【0042】

次いで、前記感光性絶縁材料層 3 2 を所定のマスク（図示せず）を用いて露光処理し、さらに、露光後の感光性絶縁材料層 3 2 を直接現像処理することにより、パターンニングする。これにより、図 7（c）に示すように、隣り合う画素電極 2 1、2 1 のそれぞれ上面の周縁部 2 1 a 上と、これら画素電極 2 1、2 1 の間に連続した状態で、絶縁層 3 1 を形成する。なお、用いる感光性アクリル樹脂としては、ポジ型、ネガ型のいずれでもよく、前記のマスクとしては、当然ながら、用いる型に対応したものをを用いる。また、本実施形態では、より精度よくパターンニングするため、ポジ型の感光性アクリル樹脂を用いている。

10

【0043】

一方、対向基板 2 9 として PET（ポリエチレンテレフタレート）等の透明基板を用意し、この対向基板 2 9 上（内面）に、ITO 等の透明導電材料をスパッタ法等によって成膜し、共通電極 2 2 を形成する。次いで、この共通電極 2 2 上に前記バインダ層 3 0 b を介してマイクロカプセル 4 0 を固着し、電気泳動層 2 3 を形成する。その後、この電気泳動層 2 3 の内面側に、導電性接着剤を塗布して接着剤層 3 0 a を形成する。本実施形態では、該接着剤層 3 0 a の導電性を高め、マイクロカプセル 4 0 内の電気泳動粒子の応答性を高めるべく、該接着剤層 3 0 a の厚さを 20 μm 程度に形成する。これにより、図 7（d）に示すように、共通電極 2 2、電気泳動層 2 3、接着剤層 3 0 a を形成した対向基板 2 9 側を得る。

20

【0044】

このようにして素子基板 2 8 側と対向基板 2 9 側をそれぞれに用意したら、それぞれの内面側を突き合わせ、前記接着剤層 3 0 a を画素電極 2 1 及び絶縁層 3 1 に当接し接着する。これにより、図 3 に示したように、素子基板 2 8 側と対向基板 2 9 側とが接着剤層 3 0 a によって貼着されてなる、電気泳動表示装置 1 が得られる。

【0045】

[電気泳動表示装置の駆動方法]

次に、本実施形態の電気泳動表示装置 1 の駆動方法について説明する。

30

図 8 は、本発明に係る電気泳動表示装置 1 のタイミングチャートを示す図である。本図では、電源オフ期間、画像信号入力期間、画像表示期間、及び電源オフ期間の順序で動作を行い、画像が表示される様子を示している。これらの動作を以下の表にまとめる。

【0046】

【表 1】

シーケンス	動作目的	電源線の状態		共通電極22の状態	表示画像
		第1の電源線13	第2の電源線14		
1	電源オフ期間	切断	切断	切断	前画像
2	画像信号入力期間	5V	0V	切断	変化なし
3	画像表示期間	ハイレベル(15V)	ローレベル(0V)	パルス	新画像
4	電源オフ期間	切断	切断	切断	新画像

10

20

30

【0047】

40

まず、画像信号入力期間について説明する。図1に示した共通電源変調回路8は、第1の電源線13におよそ5Vの電位を供給し、第2の電源線14にローレベルであるおよそ0Vを供給することで、図2に示したSRAM25を駆動させる。

図1に示した走査線駆動回路6は、走査線Y1に選択信号を供給する。この選択信号により、走査線Y1に接続された画素2の駆動用TFT24が駆動され、走査線Y1に接続された画素2のSRAM25は、データ線X1、X2、...、Xnにそれぞれ接続される。

【0048】

図1に示したデータ線駆動回路7は、データ線X1、X2、...、Xnに画像信号を供給し、走査線Y1に接続された画素2のSRAM25に画像信号を入力する。

画像信号が入力されると、走査線駆動回路6は、走査線Y1への選択信号の供給を停止

50

し、走査線 Y 1 に接続された画素 2 の選択状態を解除する。この動作を走査線 Y m に接続された画素 2 に対して行われるまで続け、すべての画素 2 の S R A M 2 5 に画像信号を入力する。

【 0 0 4 9 】

次に、画像表示期間について説明する。

共通電源変調回路 8 は、第 1 の電源線 1 3 におよそ 1.5 V のハイレベルの電位を供給することで、画像表示期間に移行する。

S R A M 2 5 がハイレベルで駆動されるようになると、5 V で S R A M 2 5 に入力した画像信号は、ハイレベルで保持される。

【 0 0 5 0 】

共通電極 2 2 には、共通電源変調回路 8 から共通電極電源配線 1 5 を介して、ハイレベルの期間とローレベルの期間とを一定周期で繰り返すパルス状の信号が入力される。

S R A M 2 5 に入力された画像信号がローレベルである画素 2 では、S R A M 2 5 から画素電極 2 1 にハイレベルが入力される。

そして、パルス状の信号が入力されている共通電極 2 2 の電位がローレベルのときに、両電極 2 1、2 2 の間に大きな電位差が発生し、白色粒子 4 2 は画素電極 2 1 に引き寄せられ、黒色粒子 4 3 は共通電極 2 2 に引き寄せられるので、この画素 2 には黒色が表示される。

【 0 0 5 1 】

一方、画像信号として 5 V の電位が S R A M 2 5 に入力された画素 2 では、S R A M 2 5 から画素電極 2 1 にローレベルが入力される。

そして、パルス状の信号が入力されている共通電極 2 2 の電位がハイレベルのときに、両電極 2 1、2 2 の間に大きな電位差が発生し、黒色粒子 4 3 は画素電極 2 1 に引き寄せられ、白色粒子 4 2 は共通電極 2 2 に引き寄せられるので、この画素 2 には白色が表示される。

画像表示期間により画像が表示されると、共通電源変調回路 8 は、電源線 1 3、1 4、及び共通電極電源配線 1 5 を電氣的に切断し、電源オフ期間となる。

【 0 0 5 2 】

[リーク電流の抑制]

図 9 は、図 1 に示した表示部 3 における隣り合う画素 2 (2 A、2 B) の模式図である。図示左側の画素 2 A は、駆動用 T F T 2 4 a、S R A M 2 5 a、及び画素電極 2 1 1 を備えている。図示右側の画素 2 B は駆動用 T F T 2 4 b、S R A M 2 5 b、及び画素電極 2 1 2 を備えている。画素電極 2 1 1、2 1 2 の間には、絶縁層 3 1 が形成されている。

【 0 0 5 3 】

S R A M 2 5 a は P - M O S 2 5 a p 1、2 5 a p 2、N - M O S 2 5 a n 1、2 5 a n 2 により構成されており、S R A M 2 5 b は P - M O S 2 5 b p 1、2 5 b p 2、N - M O S 2 5 b n 1、2 5 b n 2 により構成されている。

【 0 0 5 4 】

隣り合う画素電極 2 1 には異なる電位が入力されている。例えば、画素電極 2 1 1 にはハイレベルが入力され、画素電極 2 1 2 にはローレベルが入力されている。そのため、画素 2 A では黒色が表示され、画素 2 B では白色が表示されている。

このとき、画素電極 2 1 1、2 1 2 の間には大きな電位差による電場が発生しているので、接着剤層 3 0 a を介してリーク電流が流れ易くなる。

【 0 0 5 5 】

従来の電気泳動表示装置では、図 3 に示した画素電極 2 1、2 1 間に絶縁層 3 1 が形成されておらず、リーク経路を遮断することができなかったので、画素電極 2 1、2 1 間での横方向電界によってリーク電流が発生していた。このようなリーク電流は、マイクロカプセル 4 0 内の電気泳動粒子の応答性を高めるべく、接着剤層 3 0 a の導電性が高められていることから、より発生し易くなっている。

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

これに対して本発明では、隣り合う画素電極 21 (211)、21 (212) 間のリーク経路、すなわち横方向の電界を、絶縁層 31 によって遮断するので、リーク電流の発生を良好に抑えることができる。すなわち、絶縁層 31 を画素電極 21 (211)、21 (212) 間に形成しているため、画素電極 21 の側端面 21b からのリーク電流を遮断することができ、したがってリーク電流の発生をより良好に抑えることができる。また、絶縁層 31 を、隣り合う画素電極 21 (211)、21 (212) のそれぞれの上面の周縁部 21a 上とこれらと間に連続して形成しているため、これら画素電極 21 (211)、21 (212) 間において、それぞれの画素電極 21 からのリーク電流が、絶縁層 31 に覆われた周縁部 21a でなく露出した部位から生じるようになり、したがって、互いのリーク電流の経路が長く(遠く)なることにより、これら間でのリーク電流を抑えることができる。さらに、絶縁層 31 の上面を、画素電極 21 の上面から電気泳動層 23 側に突出させているため、絶縁層 31 の上側を越えて回り込むリーク電流の経路を長く(遠く)し、これによってもこれら間でのリーク電流を生じにくくし、リーク電流を抑えることができる。

10

【0057】

また、この電気泳動表示装置 1 の製造方法によれば、絶縁層 31 を感光性アクリル樹脂で形成しているため、この絶縁層 31 の形成、すなわちそのパターンニングを、既存の露光・現像プロセスによって容易にかつ精度良く行うことができる。

したがって、得られた電気泳動表示装置 1 は、リーク電流に起因する表示性能の低下や、消費電流の増大が防止されたことによって製品の信頼度が向上し、しかも、リーク電流を抑制するための絶縁層 31 の製造が容易なものとなる。

20

【0058】

[変形例]

図 10 は、本発明に係る電気泳動表示装置 101 の構成図である。この電気泳動表示装置 101 が前記電気泳動表示装置 1 に係る回路構成と異なるところは、共通電源変調回路 108 が第 1 の制御線 111 及び第 2 の制御線 112 を介して画素 102 に接続されている点である。

【0059】

図 11 は、画素 102 の回路構成図である。画素 102 は、SRAM 25 と第 1 の電極 21 との間にスイッチ回路 135 が設置されている。スイッチ回路 135 は、第 1 のトランスファゲート 136、及び第 2 のトランスファゲート 137 を備えている。トランスファゲート 136、137 は、並列に接続された P-MOS 及び N-MOS により構成されている。

30

【0060】

トランスファゲート 136、137 のゲート部は、SRAM 25 が接続されている。第 1 のトランスファゲート 136 のソース側は第 1 の制御線 111 に接続されている。第 2 のトランスファゲート 137 のソース側は第 2 の制御線 112 に接続されている。トランスファゲート 136、137 のドレイン側は、画素電極 21 に接続されている。

【0061】

図 10 に示した電気泳動表示装置 101 では、SRAM 125 に入力された画像信号に基づいて、何れか 1 つのトランスファゲートが駆動される。駆動されたトランスファゲートと接続された制御線は、画素電極 21 と接続されて、この制御線の電位が画素電極 21 に入力される。これにより、画素 102 に画像が表示される。

40

図 11 の回路構成を備えた電気泳動表示装置 101 においても、隣り合う画素 102 に異なる電位が入力されていると、電位差による電場が発生する。しかし、画素電極 21 間に図 3 の絶縁層 31 を備えることで、リーク電流を抑えることができる。

【0062】

[第 2 実施形態]

図 12 は、本発明の電気泳動表示装置の第 2 実施形態を示す図であって、表示部 3 の要部断面図である。

50

この第2実施形態が図3に示した第1実施形態と異なるところは、絶縁層31の構成にある。すなわち、図12に示した絶縁層31は、画素電極21、21間の領域のみを覆ったもので、その上面が、画素電極21の上面より電気泳動層23側に突出して形成されている。ただし、十分にリーク電流を抑制することができるならば、画素電極21の上面より突出していなくてもよい。

図13は、この第2実施形態において、絶縁層31及び画素電極21のみを示した表示部3の平面図である。絶縁層31は、画素電極21間の領域に沿って、平面視格子状に形成されている。

【0063】

このような構造で絶縁層31が形成すれば、隣り合う画素電極21、21の側端面21b間のリーク電流の経路を絶縁層31で遮断し、リーク電流を抑えることができる。また、絶縁層31の上面を画素電極21から電気泳動層23側に突出させているので、絶縁層31の上側を回りこむリーク電流を遮断し、よりリーク電流を抑えることができる。さらに、絶縁層31は、画素電極21の上面に形成されていないので、画像表示に有効な画素電極21の面積を大きくすることができる。

【0064】

[第3実施形態]

図14は、本発明の電気泳動表示装置の第3実施形態を示す図であって、表示部3の要部断面図である。

この第3実施形態が図3に示した第1実施形態と異なるところも、絶縁層31の構成にある。すなわち、図14に示した絶縁層31は、画素電極21、21間の領域において、その中央部にのみ形成されており、画素電極21とは離れて形成されている。また、絶縁層31の上面は、画素電極21の上面から電気泳動層23側に突出している。

図15は、この第3実施形態において、絶縁層31及び画素電極21のみを示した表示部3の平面図である。絶縁層31は、画素電極21間の領域で、画素電極21を囲って全体として平面視格子状に形成されている。

【0065】

このように形成された絶縁層31は、画素電極21の表面ではなく、画素電極21、21間の領域でリーク電流の経路を遮断し、リーク電流を抑えることができる。なお、画素電極21と絶縁層31との間の溝は、接着剤層30aの逃げとして機能する。そのため、接着剤層30aの表面が平坦化し易くなる。また、絶縁層31は、画素電極21の上面に形成されていないので、画像表示に有効な画素電極21の面積を大きくすることができる。

【0066】

[第4実施形態]

図16は、本発明の電気泳動表示装置の第4実施形態を示す図であって、表示部3の要部断面図である。

この第4実施形態が図3に示した第1実施形態と異なるところも、絶縁層31の構成にある。すなわち、図16に示した絶縁層31は、画素電極21、21のそれぞれの側端面21bに接して形成されている。また、これら絶縁層31の上面は、画素電極21の上面から電気泳動層23側に突出して形成されている。

図17は、この第4実施形態において、絶縁層31及び画素電極21のみを示した表示部3の平面図である。形成された絶縁層31は、画素電極21の周囲を囲んだ形状になっている。

【0067】

このように形成された絶縁層31は、画素電極21の側端面21bからのリーク電流の経路を遮断するので、リーク電流を抑えることができる。さらに、絶縁層31を画素電極21の上面より電気泳動層23側に突出させているので、絶縁層31の上側を回りこむリーク電流を遮断し、よりリーク電流を抑えることができる。また、絶縁層31は、画素電極21の上面に形成されていないので、画像表示に有効な画素電極21の面積を大きくす

10

20

30

40

50

ることができる。

【0068】

なお、これら第2実施形態～第4実施形態においても、絶縁層31については感光性アクリル樹脂（感光性絶縁材料）で形成するので、これら絶縁層31の形成、すなわちそのパターンングを、既存の露光・現像プロセスによって容易にかつ精度良く行うことができる。

【0069】

[電子機器]

前述した電気泳動表示装置1は、様々な電子機器に適用される。以下に、前述の電気泳動表示装置1を備えた電子機器の例について説明する。まず、電気泳動表示装置1をフレキシブルな電子ペーパーに適用した例について説明する。図18はこの電子ペーパーの構成を示す斜視図であり、電子ペーパー1000は本発明の電気泳動表示装置1を表示部として備えたものである。すなわち、この電子ペーパー1000は、従来の紙と同様の質感及び柔軟性を有するシートからなる本体1001の表面に、本発明の電気泳動表示装置1を備えたものである。

10

【0070】

図19は、電子ノート1100の構成を示す斜視図であり、電子ノート1100は、図18で示した電子ペーパー1000が複数枚束ねられ、カバー1101に挟まれて構成されたものである。カバー1101には、例えば外部の装置から送られる表示データを入力する表示データ入力手段（図示は省略）が設けられている。これにより、その表示データに応じて、電子ペーパー1000が束ねられた状態のまま、表示内容を変更したり更新したりできるようになっている。

20

【0071】

また、前述した例に加えて、他の例として、液晶テレビ、ビューファインダ型やモニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等が挙げられる。本発明に係る電気泳動表示装置1は、こうした電子機器の表示部としても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】電気泳動表示装置の構成図である。

【図2】画素の回路構成を示す図である。

【図3】第1実施形態に係る表示部の部分断面図である。

【図4】画素電極及び絶縁層の平面図である。

【図5】マイクロカプセルの構成図である。

【図6】マイクロカプセルの動作を説明した図である。

【図7】(a)～(d)は電気泳動表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図8】タイミングチャートを示す図である。

【図9】隣り合う画素の模式図である。

【図10】電気泳動表示装置の構成図である。

【図11】画素の回路構成を示す図である。

【図12】第2実施形態に係る表示部の部分断面図である。

【図13】第2実施形態に係る画素電極及び絶縁層の平面図である。

【図14】第3実施形態に係る表示部の部分断面図である。

【図15】第3実施形態に係る画素電極及び絶縁層の平面図である。

【図16】第4実施形態に係る表示部の部分断面図である。

【図17】第4実施形態に係る画素電極及び絶縁層の平面図である。

【図18】本発明に係る電気泳動表示装置を備えた電子機器の一例を示す図である。

【図19】本発明に係る電気泳動表示装置を備えた電子機器の一例を示す図である。

【符号の説明】

30

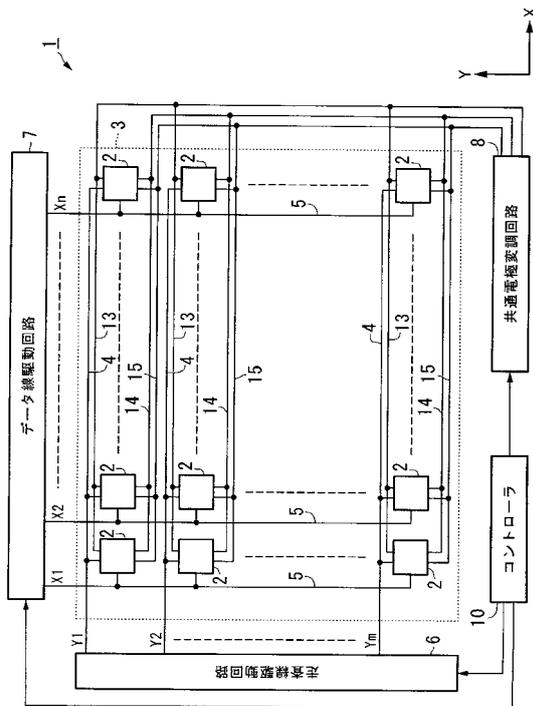
40

50

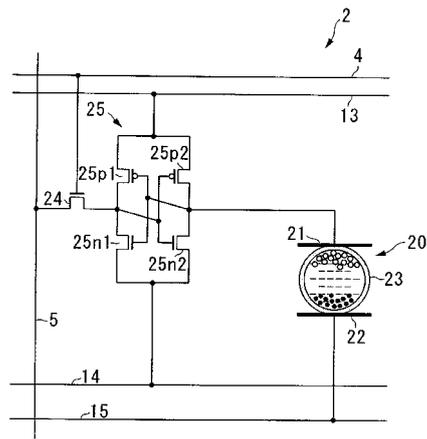
【0073】

1 ... 電気泳動表示装置、2 ... 画素、3 ... 表示部、21 ... 画素電極、21a ... 周縁部、21b ... 側端面、22 ... 共通電極（対向電極）、23 ... 電気泳動層、24 ... 駆動用TFT、25 ... SRAM、28 ... 素子基板（第1基板）、29 ... 対向基板（第2基板）、30a ... 接着剤層（導電性接着剤層）、30b ... バインダ層、31 ... 絶縁層、32 ... 感光性絶縁材料層、40 ... マイクロカプセル、41 ... 分散媒、42 ... 白色粒子、43 ... 黒色粒子

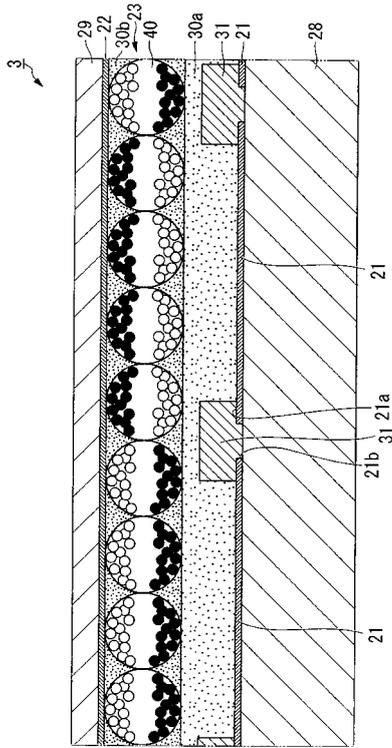
【図1】



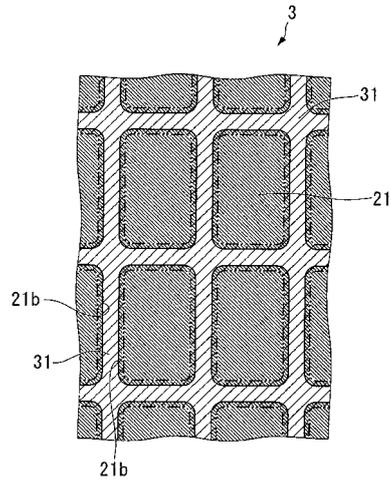
【図2】



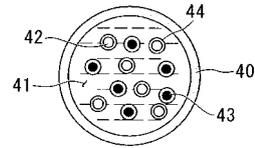
【 図 3 】



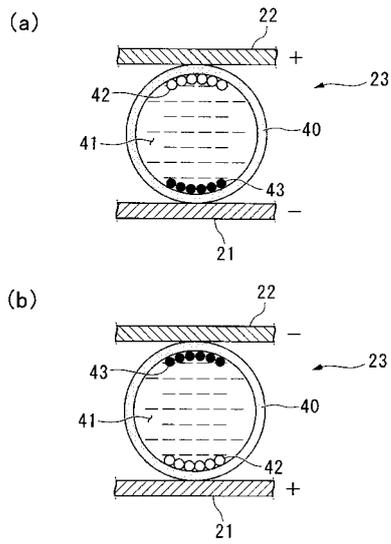
【 図 4 】



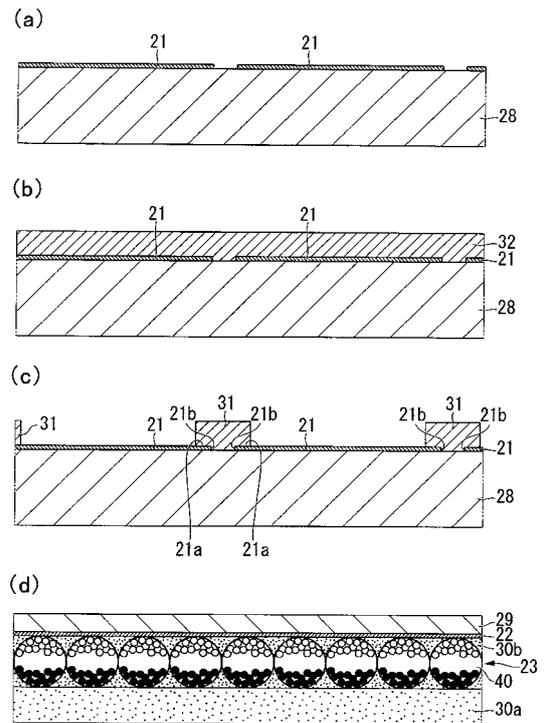
【 図 5 】



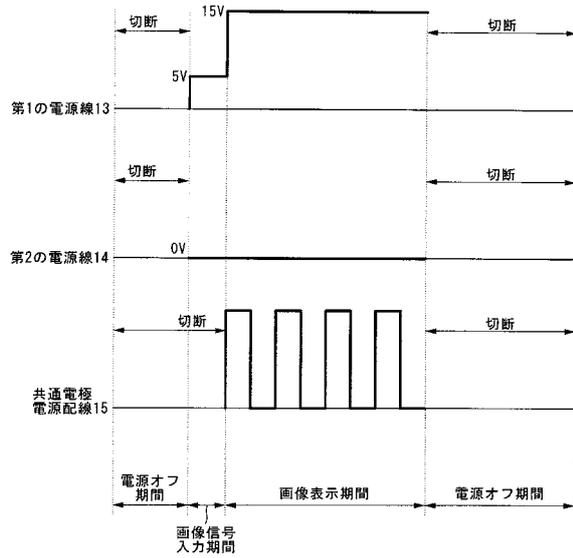
【 図 6 】



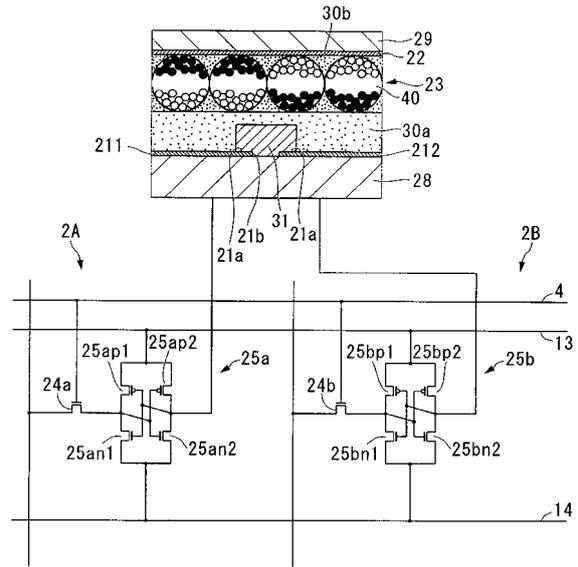
【 図 7 】



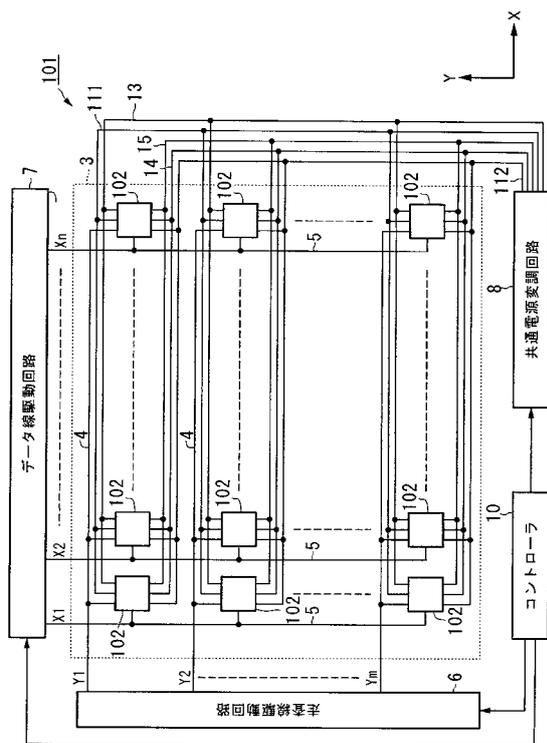
【図8】



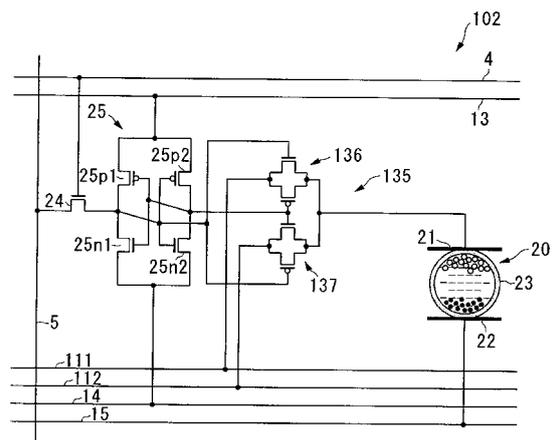
【図9】



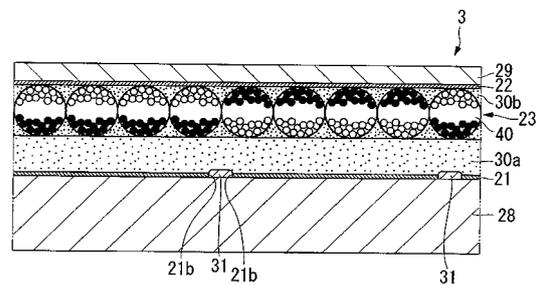
【図10】



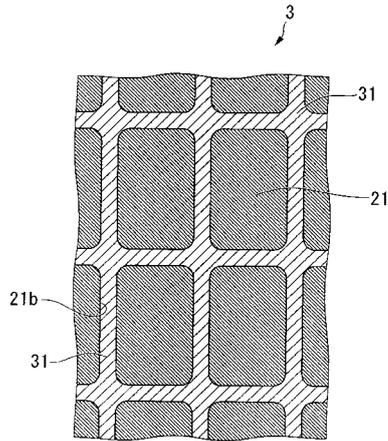
【図11】



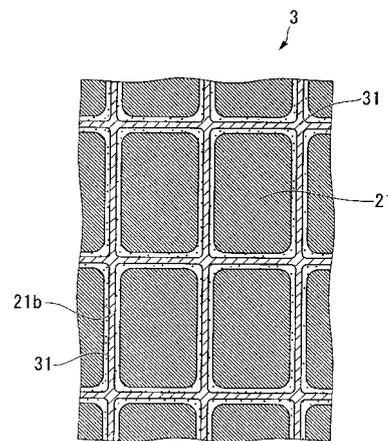
【図12】



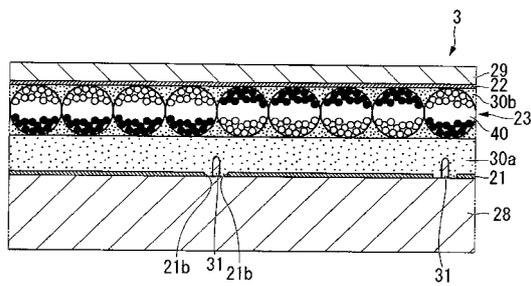
【図13】



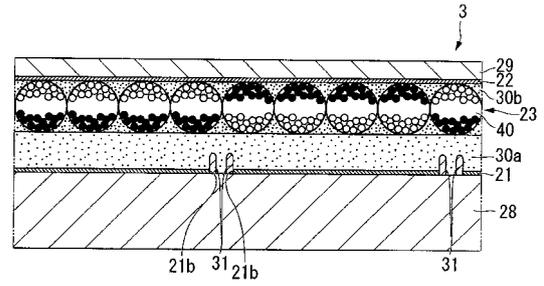
【図15】



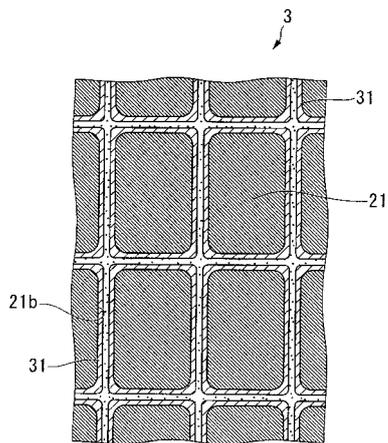
【図14】



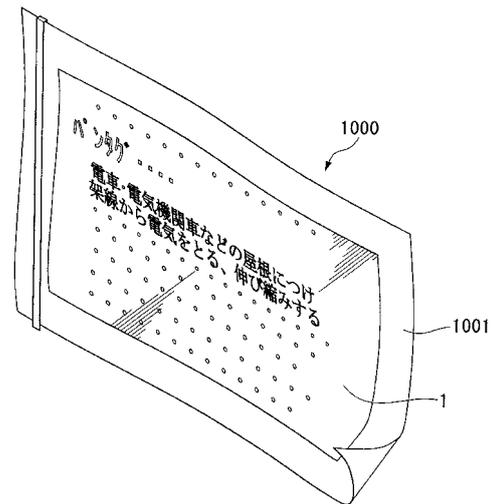
【図16】



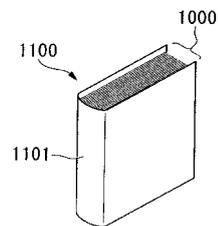
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

審査官 森江 健蔵

(56)参考文献 特開2008-209584(JP,A)
特開2007-213014(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/167