

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5157252号
(P5157252)

(45) 発行日 平成25年3月6日 (2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月21日 (2012.12.21)

(51) Int.Cl.	F I
G 0 9 G 3/34 (2006.01)	G 0 9 G 3/34 C
G 0 9 G 3/20 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 2 4 B
G 0 9 F 9/00 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 9 1 D
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 1 1 A
G 0 2 F 1/167 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 8 0 H
請求項の数 4 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-136529 (P2007-136529)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成19年5月23日 (2007.5.23)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-292652 (P2008-292652A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成22年2月16日 (2010.2.16)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	轟原 正義
			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	平井 栄樹
			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】 表示装置及び電子ペーパー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示の保持性を有する複数の画素を備えたアクティブマトリクス駆動の表示装置であって、

前記複数の画素のそれぞれには、データ線に接続され対応する画素を選択するための選択スイッチング素子が設けられており、

前記複数の画素のうち少なくとも1つには、

一端が電源線に接続されると共に他端が前記選択スイッチング素子のゲート電極に接続され、外部からの入力動作に感応して前記電源線からの信号を自身と同一の画素に対応する前記選択スイッチング素子に供給する外部入力スイッチと、

前記走査線と前記ゲート電極との間において前記外部入力スイッチと電氣的に並列して接続され、前記走査線から前記ゲート電極の方向へ電流を整流する整流素子と

が設けられており、

前記外部入力スイッチが、感圧スイッチング素子である

ことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記感圧スイッチング素子が、マイクロ電気機械スイッチである

ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記表示装置が、電気泳動分散液を封入してなるマイクロカプセルを一对の基板間に挟

持して構成されたもので、前記一対の基板のうちの表示側の基板の外面に、保護フィルムが貼着されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2に記載の表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のうちいずれか一項に記載の表示装置からなることを特徴とする電子ペーパー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直接入力によって表示させる機能を有した表示装置と、電子ペーパーに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶材料や電気泳動材料など、各種の電気光学材料を用いた表示装置が提供されている。

【0003】

また、従来では、例えば発光ダイオードを用いたディスプレイパネル（表示装置）に対するデジタイジングタブレット（デジタイジング装置）が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。なお、デジタイジング装置としては、前記特許文献 1 における従来の技術においても開示されているように、いくつかのタイプのものが知られている。

【0004】

デジタイザ装置は、ユーザが文字や図を書いたり、デジタイザアレイに対してスタイラスの位置を指示したりすることにより、格子上に直接データ入力できるようにしたものである。具体的には、以下に示すようなタイプのものが知られている。

（１）容量性・抵抗性アレイに対してスタイラスの先端部を直接接触させるタイプ。

（２）ユーザがデータを入力し、所望の動作を実行する際に磁気先端構造のスタイラスあるいは電磁界発生型のスタイラスと相互作用する電磁デジタイザを用いるタイプ。

（３）デジタイジングアレイに信号を送信するための RF 送信器を備えるスタイラスからなるタイプ。

（４）パッドから反射するようにスタイラスの先端部内に配置される可視光源あるいは赤外光源のような光源を組み込むタイプ。

【0005】

このようなデジタイザ装置は、表示装置となるモニタに直接設けられ、あるいはモニタとは別に設けられている。一般に、表示装置の大きさに比べて大きな作業表面を必要とするデジタイザ装置は、表示装置とは別に用意され、可搬性やコンパクト性が重要とされる場合には、表示装置に直接組み込まれて一体型のデジタイザ装置として構成されていた。

【特許文献 1】特開 2003 - 223272 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、前記のデジタイジング装置やこれを一体に備えた表示装置では、処理速度がプロセッサの能力に比例することから原理的に大面積化に対応することが困難であり、また、待機時にも電力を必要とすることなどから低消費電力化が困難である。

【0007】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的の一つは、低消費電力化が可能で、表示画面上に直接入力することで表示画面に下線やメモ等の表示をすることができる表示装置及び電子ペーパーを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明に係る表示装置は、表示の保持性を有する複数の画素を備えたアクティブマトリクス駆動の表示装置であって、前記複数の画素のそれぞれには

10

20

30

40

50

、データ線に接続され対応する画素を選択するための選択スイッチング素子が設けられており、前記複数の画素のうち少なくとも1つには、一端が電源線に接続されると共に他端が前記選択スイッチング素子のゲート電極に接続され、外部からの入力動作に感応して前記電源線からの信号を自身と同一の画素に対応する前記選択スイッチング素子に供給する外部入力スイッチと、前記走査線と前記ゲート電極との間において前記外部入力スイッチと電氣的に並列して接続され、前記走査線から前記ゲート電極の方向へ電流を整流する整流素子とが設けられており、前記外部入力スイッチが、感圧スイッチング素子であることを特徴とする。

また、表示の保持性を有する複数の画素を備えたアクティブマトリクス駆動の表示装置であって、前記複数の画素のそれぞれには、データ線に接続され対応する画素を選択するための選択スイッチング素子が設けられており、前記複数の画素のうち少なくとも1つには、一端が電源線に接続されると共に他端が前記選択スイッチング素子のゲート電極に接続され、外部からの入力動作に感応して前記電源線からの信号を自身と同一の画素に対応する前記選択スイッチング素子に供給する外部入力スイッチと、前記走査線と前記ゲート電極との間において前記外部入力スイッチと電氣的に並列して接続され、前記走査線から前記ゲート電極の方向へ電流を整流する整流素子とが設けられていることを特徴とする。

10

【0009】

本発明によれば、選択スイッチング素子とは別に外部入力スイッチを設けているので、選択スイッチング素子によって通常の表示がなされた表示画面上に、外部入力スイッチを介して直接入力することにより、前記通常の表示に対して下線やメモ等の別の表示をなさせることが可能になる。

20

また、各画素の座標位置を常に検出する必要がないためプロセッサが不要になり、さらに画素が表示の保持性を有しているので、待機時においても電力を必要とすることなく表示を保持することができ、したがって低消費電力化が可能になる。

また、外部入力スイッチが、電源線からの信号を選択スイッチング素子に供給するようになっているので、表示画面の面積化に伴い素子数が増えても、前記したようにプロセッサが不要であることなどから従来のような困難性を有することなく、面積化への対応が容易になる。さらに、外部入力スイッチが複数の画素のうち少なくとも1つに対して設けられていることとしたので、表示装置の全体に亘って外部入力を可能とする構成にすることもできるし、表示装置の一部の領域のみにおいて外部入力させる構成にすることもできる。

30

また、外部入力スイッチをオンにしておく時間は直接入力の際に直感的に調整できるので、オン時間を長くすることで、この外部入力スイッチに対応する画素への電荷のチャージ量を多くすることができる。したがって、外部入力スイッチのオン時間を調節することで、直接入力による表示濃淡（階調）を表現することが可能になる。

また、走査線とゲート電極との間に外部入力スイッチに電氣的に並列して接続され、走査線からゲート電極の方向へ電流を整流する整流素子が設けられているので、外部入力スイッチからの信号がゲート電極から走査線の方向に供給されるのを防ぐことができる。

【0010】

上記の表示装置は、前記外部入力スイッチが、感圧スイッチング素子であることを特徴とする。

40

本発明によれば、外部入力スイッチを感圧スイッチング素子とすることにより、直接入力する際の書き込みペンとして、電源等を必要としない、単なる加圧が可能なペンを用いることができる。

【0011】

上記の表示装置は、前記感圧スイッチング素子が、マイクロ電気機械スイッチであることを特徴とする。

本発明によれば、感圧スイッチング素子をマイクロ電気機械スイッチとすることで、アクティブマトリクス回路基板を公知の手法で製造する際、特殊な工程を必要とすることなく一般的な工程で感圧スイッチング素子（マイクロ電気機械スイッチ）を製造することが

50

できる。

【0012】

上記の表示装置は、前記表示装置が、電気泳動分散液を封入してなるマイクロカプセルを一对の基板間に挟持して構成されたもので、前記一对の基板のうちの表示側の基板の外面に、保護フィルムが貼着されていることを特徴とする。

本発明によれば、直接入力として前記の感圧スイッチング素子を押圧した際、入力面となる表示側基板の外面に保護フィルムが貼着されて保護されているので、直接入力の際の押圧力でマイクロカプセルが破壊されてしまうことが防止される。

【0013】

本発明に係る電子ペーパーは、上記の表示装置からなることを特徴とする。

10

この電子ペーパーによれば、前記したように通常の表示に対して下線やメモ等の別の表示を追加することができ、しかも低消費電力化が可能な表示装置からなっているため、一般的な表示装置としてはもちろん、通常の紙と同様に機能させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下で参照する各図面においては、理解を容易にするために、各構成要素の寸法等を適宜変更して表示している。

【0015】

〔第1実施形態〕

20

図1は、本発明の表示装置の第1実施形態を示す要部断面図であって、図1中符号1は表示装置である。この表示装置1は、本実施形態では表示素子として電気泳動素子を有して構成されたもので、素子基板2と透明基板3を有し、これら基板2、3間に電気泳動分散液を封入してなるマイクロカプセル4を挟持したものである。図2(a)、(b)は、素子基板2の概略構成を示す図であって、図2(a)は素子基板2についての要部平面図、図2(b)は図2(a)のA-A'線で断面視した要部断面図である。なお、図1は、図2(a)のA-A'線で断面視した位置における、表示装置1全体の要部断面図である。

【0016】

図3(a)及び図3(b)は、表示装置1の回路図である。図3(a)は表示装置1の等価回路図を示している。図3(a)中において符号50は単一の画素を示し、符号5は、前記画素50を選択するための選択スイッチング素子である。この選択スイッチング素子5は、薄膜トランジスタ(TFT)からなる。選択スイッチング素子5のゲート電極は、整流素子60を介して走査線51に接続されている。この整流素子60は、走査線51からゲート電極の方向に電流を整流する。走査線51は、複数の選択スイッチング素子5の各ゲート電極に対して、制御部(図示せず)からの走査信号(選択信号)を与えるようになっている。

30

【0017】

また、選択スイッチング素子5のソース電極には、データ線52が接続されており、このデータ線52は、複数の選択スイッチング素子5の各ソース電極に対して、制御部(図示せず)からのデータ信号を与えるようになっている。

40

【0018】

選択スイッチング素子5のドレイン電極(画素電極6)側には、容量素子54が設けられており、この容量素子54は、マイクロカプセル4中の電気泳動分散液の電気分極状態を保持するようになっている。なお、画素50は、選択スイッチング素子5のドレイン電極となる画素電極6と、後述する共通電極17との間に、マイクロカプセル4を挟持するものである。

【0019】

また、本実施形態では、整流素子60と並列に、外部入力スイッチ7が設けられている。この外部入力スイッチ7は、一端が電源線61に接続されると共に他端が選択スイッチ

50

ング素子 5 のゲート電極に接続されており、電源線 6 1 とゲート電極との間の接続のオンオフをなすものである。

【 0 0 2 0 】

図 1、図 2 (a)、(b) に示したように素子基板 2 は、ガラスや石英などの耐熱性の基板 2 a の内面に、下地絶縁膜 8 を介して T F T (薄膜トランジスタ) からなる選択スイッチング素子 5 を形成し、さらにこれら選択スイッチング素子 5 にそれぞれ対応して画素電極 6 を形成したもので、これによってアクティブマトリクス基板として構成されたものである。

【 0 0 2 1 】

また、この素子基板 2 には、整流素子 6 0 と、当該整流素子 6 0 に電氣的に並列に設けられた外部入力スイッチ 7 とが設けられている。

10

整流素子 6 0 は、前記の下地絶縁膜 8 の上に設けられた半導体膜 6 9 と、この半導体膜 6 9 上にゲート絶縁層 7 0 を介して設けられたゲート電極とを有して構成された素子である。この整流素子 6 0 は、外見上はトランジスタと同様の構成になっているが (図 3 (b) 参照)、ゲート電極とソース領域とが共に走査線 5 1 に接続されているため、電氣的にはダイオードなどの整流素子と同様の電氣的特性を示すようになっている (図 3 (a) 参照)。半導体膜 6 9 のソース領域 (図示せず) は接続電極 7 1 を介して上述した走査線 5 1 に接続されており、半導体膜 6 9 のドレイン領域 (図示せず) は外部入力スイッチ 7 に接続されている。

【 0 0 2 2 】

20

外部入力スイッチ 7 は、第 2 層間絶縁膜 1 5 に形成されており、上部電極 7 a と、下部電極 7 b と、空隙部 1 6 とを有した感圧型の機械スイッチである。上部電極 7 a、下部電極 7 b 及び空隙部 1 6 は、それぞれ平面視で重なる位置に配置されている。上部電極 7 a は、上述の電源線 6 1 に接続されている。下部電極 7 b は、半導体膜 6 9 のドレイン領域及び選択スイッチング素子 5 に接続されている。空隙部 1 6 の一部は、上部電極 7 a の外側に開口したものとなっている (図 2 (a) 参照)。

【 0 0 2 3 】

この外部入力スイッチ 7 は、後述するようにペン等によって表示面側となる透明基板 3 側が押圧 (加圧) されることにより、図 1 中に二点鎖線で示すように空隙部 1 6 上に位置する上部電極 7 a が凹み、空隙部 1 6 内に露出する下部電極 7 b に接触するようになっている。このように、空隙部 1 6 の直上に位置する上部電極 7 a の一部が、入力部として機能する感圧部となっている。上部電極 7 a と下部電極 7 b とが接触した状態では、これらの間が導通し、電源線 6 1 が下部電極 7 b に導通することになり、電源線 6 1 からの信号が下部電極 7 b に供給されるようになっている。したがって、下部電極 7 b には、走査線 5 1 からの走査信号と、電源線 6 1 からの信号とが供給されるようになっている。

30

【 0 0 2 4 】

空隙部 1 6 の幅と深さとの関係について、図 1 には理解を容易にするため実際の寸法より深さを大幅に深くした構成が示されているが、実際には、上部電極 7 a の僅かな撓みにより、撓んだ上部電極 7 a が下部電極 7 b と接触するように、その深さが浅く形成されている。

40

【 0 0 2 5 】

選択スイッチング素子 5 は、前記の下地絶縁膜 8 の上に設けられた半導体膜 9 と、この半導体膜 9 上にゲート絶縁層 1 0 を介して設けられたゲート電極 1 1 と、半導体膜 9 のソース領域 (図示せず) に接続するソース電極 1 2 と、半導体膜 9 のドレイン領域 (図示せず) に接続するドレイン電極 1 3 とを有して構成されたものである。

【 0 0 2 6 】

ゲート電極 1 1 は、前記したように下部電極 7 b に接続されており、ソース電極 1 2 は、データ線 5 2 に接続されている。ドレイン電極 1 3 は、画素電極 6 に接続されている。画素電極 6 に平面視で重なる領域には、容量線 5 3 に接続された容量素子 5 4 が設けられている (図 2 (a) 参照)。

50

【 0 0 2 7 】

図 2 (b) に示すように、ゲート電極 1 1 や容量線 5 3 の上には、これらを覆って第 1 層間絶縁膜 1 4 が形成されている。ソース電極 1 2 は、第 1 層間絶縁膜 1 4 に形成されたコンタクトホールを介して該第 1 層間絶縁膜 1 4 上に引き出されている。ドレイン電極 1 3 は、該ソース電極 1 2 と同様に、コンタクトホールを介して該第 1 層間絶縁膜 1 4 上に電氣的に引き出され、該第 1 層間絶縁膜 1 4 上に形成されている。

【 0 0 2 8 】

第 1 層間絶縁膜 1 4 上には、ソース電極 1 2、ドレイン電極 1 3 を覆うように第 2 層間絶縁膜 1 5 が形成されている。第 2 層間絶縁膜 1 5 上には、画素電極 6 及び上記の上部電極 7 a が設けられている。画素電極 6 と上記の上部電極 7 a とは同一層に形成されてはい

10

【 0 0 2 9 】

図 1 に示したように透明基板 3 は、透明樹脂等からなるフィルム状で可撓性の透明基板 3 a の内面に、ITO 等からなる透明の共通電極 1 7 を形成したもので、その外面側を表示面 (観測面) 側とするものである。ここで、この透明基板 3 a としては、例えばポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリカーボネイト (PC) などが好適に用いられる。なお、可撓性の基板に限定されるものではなく、薄く形成された無機ガラスや、硬質樹脂などを用いた構成であってもよい。

【 0 0 3 0 】

20

このような構成からなる素子基板 2 と透明基板 3 との間には、特に前記の画素電極 6 上にマイクロカプセル 4 が配置されており、これによってマイクロカプセル 4 は、表示装置 1 の表示領域を形成している。マイクロカプセル 4 は、前述したように表示材料としての電気泳動分散液を封入したもので、全てがほぼ同一の直径に形成されたものであり、直径が例えば約 3 0 μm 程度に形成されたものである。なお、本実施形態では、図 1 に示すように、マイクロカプセル 4 は予め加圧された状態で素子基板 2 と透明基板 3 との間に挟持されており、これによって各マイクロカプセル 4 は、球状でなく、側面が楕円状となる偏平な形状となっている。

【 0 0 3 1 】

電気泳動分散液は、電気泳動粒子と、これを分散させる液相分散媒とからなるものである。液相分散媒としては、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、またはこれらの混合物に界面活性剤等を配合したものをを用いることができる。

30

40

【 0 0 3 2 】

また、電気泳動粒子は、液相分散媒中で電位差による電気泳動により移動する性質を有する有機あるいは無機の粒子 (高分子あるいはコロイド) である。

【 0 0 3 3 】

この電気泳動粒子としては、例えば、アニリンブラック、カーボンブラック、チタンブラック等の黒色顔料、二酸化チタン、亜鉛華、三酸化アンチモン等の白色顔料、モノアゾ、ジスアゾン、ポリアゾ等のアゾ系顔料、イソインドリノン、黄鉛、黄色酸化鉄、カドミウムイエロー、チタンイエロー、アンチモン等の黄色顔料、モノアゾ、ジスアゾ、ポリアゾ等のアゾ系顔料、キナクリドンレッド、クロムバーミリオン等の赤色顔料、フタロシアニンブルー、インダスレンブルー、アントラキノン系染料、紺青、群青、コバルトブル

50

一等の青色顔料、フタロシアニングリーン等の緑色顔料等の１種又は２種以上を用いることができる。

【００３４】

さらに、これらの顔料には、必要に応じ、電解質、界面活性剤、金属石鹼、樹脂、ゴム、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。

【００３５】

マイクロカプセル４の壁膜を形成する材料としては、アラビアゴム・ゼラチンの複合膜、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、尿素樹脂などの化合物が使用できる。

10

【００３６】

なお、この第１実施形態の表示装置１においては、マイクロカプセル４に電気泳動粒子が二種類封入されており、一方が負に、他方が正に帯電している。これら二種類の電気泳動粒子としては、例えば白色顔料である二酸化チタンと、黒色顔料であるカーボンブラックが用いられる。そして、このような白色、黒色の二種類の電気泳動粒子を用いることにより、例えば文字等の表示をなす場合に、黒色の電気泳動粒子によって文字等を表示し、白色の電気泳動粒子によってその背景を表示することができる。

【００３７】

また、電気泳動粒子を一種類のみ用い、これを共通電極１７側、あるいは画素電極６側に泳動させることで、表示をなすようにしてもよい。

20

【００３８】

また、これらマイクロカプセル４は、例えば透明基板３に対して、その共通電極１７上にてバインダ１８により固定されている。このバインダ１８としては、マイクロカプセル４の壁膜に対する親和性が良好で、共通電極１７に対する密着性に優れ、かつ絶縁性を有するものが使用可能である。例えば、ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、エチレン・酢酸ビニル共重合体、シリコーン樹脂等を用いることができる。

【００３９】

一方、これらマイクロカプセル４は、素子基板２に対して、その画素電極６及び上部電極７ａ上にて例えば両面接着シート（図示せず）により固定されている。この両面接着シートは、例えば厚さが約２５μｍ程度に形成されたゴム系やアクリル系などの粘着性を有するもので、素子基板２の画素電極６上及び上部電極７ａ上に固着され、かつマイクロカプセル４に固着することにより、マイクロカプセル４を素子基板２上に保持固定している。なお、このような両面接着シートを用いることなく、この素子基板２側についても、前記のバインダ１８を用いて接着するようにしてもよい。

30

このような構成によってマイクロカプセル４は、素子基板２と透明基板３との間に挟着され、表示装置１を構成している。

【００４０】

また、本実施形態では、特に透明基板３の外面に透明な保護フィルム１９が貼着されている。この保護フィルム１９としては、各種の透明フィルムが使用可能であり、前記した透明基板３ａと同様の材料、すなわちポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエーテルスルホン（ＰＥＳ）、ポリカーボネイト（ＰＣ）なども使用可能である。

40

【００４１】

この保護フィルム１９は、直接入力のため透明基板３側を押圧し、前記の外部入力スイッチ７を加圧することでオンした際、透明基板３側への押圧力によってマイクロカプセル４が破壊されてしまうのを防止するためのものである。すなわち、外部入力スイッチ７をオンにすべく、透明基板３側を押圧した際、この押圧力をマイクロカプセル４も受けることになる。その際、透明基板３側の許容曲率半径 r_1 が、マイクロカプセル４の許容できる曲率半径 r_2 を下回らないように、 $r_1 > r_2$ となるように設計する必要がある。そして、透明基板３単独ではこの条件が満たされないような場合には、保護フィルム１９を貼着することで透明基板３を補強し、これによって過剰な押圧によるマイクロカプセル４の

50

破壊を防止しているのである。

【0042】

例えば、外部入力スイッチ7の空隙部16の最小幅をW、外部入力スイッチ7の空隙部16の最大深さをh、マイクロカプセル4が許容できる曲率半径を $r (= r_2)$ とすると、空隙部16の深さhは、1次までのマクローリン展開に基づき、

$$h < W^2 / 8r$$

を満たすようにして設計される。

【0043】

具体的には、空隙部16の最小幅Wが200 μ mであり、マイクロカプセル4が許容できる(耐えうる)曲率半径 $r (= r_2)$ が1cmである場合、 $W^2 / 8r = 500$ nmとなるため、空隙部16の深さを、マージンをとって例えば450nmに設計すればよいことになる。

10

【0044】

そして、このような条件のもとで、マイクロカプセル4が耐えうる曲率半径 $r (= r_2)$ を、透明基板3側の曲率半径 r_1 が下回らないように、保護フィルム19を貼着し、透明基板3と保護フィルム19を合わせた基板全体の曲率半径 r_1 が、 r_2 以上となるように補強すればよいのである。

【0045】

また、この表示装置1には、前記した走査線51やデータ線52に駆動信号を供給するための制御部(図示せず)が設けられており、この制御部に表示データが入力され、あるいは予めメモリ(図示せず)に記憶された表示データに基づき、表示を行うようになっている。すなわち、一般の表示装置が備える通常の表示機能を有したものとなっているのである。

20

【0046】

次に、このような構成からなる表示装置1の製造方法を説明する。

まず、図4(a)に示すように、後述するレーザーアニール工程での熱に耐えうる基板2a(ガラス基板、石英基板など)を用意し、その表面(内面)に SiO_2 等からなる下地絶縁膜8を形成する。続いて、下地絶縁膜8上にポリシリコンからなる半導体膜9及び半導体膜69を形成する。この半導体膜9及び半導体膜69の形成方法としては、例えばCVD法等によってアモルファスシリコンを堆積し、レーザーアニール法で多結晶化してポリシリコンとした後、公知のリソグラフィ技術、エッチング技術を用いて所望形状にパターニングすることにより、所望の形状の半導体膜9及び半導体膜69を得る。

30

【0047】

次に、図4(b)に示すように、半導体膜9及び半導体膜69を覆ってゲート絶縁層10を形成し、さらにその上にA1等からなる導電膜(図示せず)を形成する。そして、公知のリソグラフィ技術、エッチング技術を用いてこの導電膜をパターニングすることにより、ゲート電極11と、走査線51と、容量線53とを形成する。次いで、ゲート電極11及び走査線51をそれぞれマスクにして半導体膜9及び半導体膜69に例えばN型不純物をイオン注入し、ソース領域(図示せず)、ドレイン領域(図示せず)をそれぞれ形成する。

40

【0048】

次いで、図4(c)に示すように、半導体膜9、半導体膜69、ゲート電極11、走査線51及び容量線53を覆うように SiO_2 等からなる第1層間絶縁膜14を形成すると共に、半導体膜9及び半導体膜69のソース領域及びドレイン領域に通じる貫通孔20と、ゲート電極11に通じる貫通孔21とを当該第1層間絶縁膜14に形成する。

【0049】

次いで、この貫通孔20及び貫通孔21を埋め込むようにA1等からなる導電膜を形成し、さらにこの導電膜をパターニングすることにより、図5(a)に示すように接続電極71と、下部電極7bと、ソース電極12を含むデータ線52と、ドレイン電極13とを形成する。

50

【 0 0 5 0 】

次いで、これらの表面を覆うように、C V D法等で SiO_2 や SiN 等からなる第2層間絶縁膜15を形成する。続いて、公知のリソグラフィー技術、エッチング技術を用いて第2層間絶縁膜15をパターンニングし、図5(b)に示すように下部電極7bの直上に空隙部16を形成する。これにより、空隙部16の底部に下部電極7bを露出させる。

【 0 0 5 1 】

次いで、第2層間絶縁膜15、及び後工程で形成する画素電極6、上部電極7aとの間で選択比がとれる材料を、C V D法等によって成膜し、図5(c)に示すように空隙部16を埋め込む。具体的には、C V D法によってアモルファスシリコンを堆積し、空隙部16を埋め込んだ状態に犠牲層22を形成する。

10

【 0 0 5 2 】

続いて、C M P(化学機械研磨)法等により、第2層間絶縁膜15上の犠牲層22を除去し、空隙部16内にのみ犠牲層22を残す。その後、第2層間絶縁膜15をパターンニングし、図6(a)に示すようにドレイン電極13に通じる貫通孔23を形成する。

【 0 0 5 3 】

なお、犠牲層22の形成に関しては、前記のC V D法等の気相法によることなく、例えばインクジェット法(液滴吐出法)等の液相法を採用することもできる。特に、インクジェット法を採用すれば、犠牲層の材料を選択的に配することができるため、空隙部16内にのみ犠牲層22を形成することが可能になり、C M P法等の処理が不要になる。空隙部16が、犠牲層の形成材料を受けてこれを外に流れ出させることなく、空隙部16内に溜めるように機能するため、第2層間絶縁膜15上に犠牲層が形成されてしまうことが容易に防止できるからである。

20

【 0 0 5 4 】

次いで、この貫通孔23を埋め込むようにAl等からなる導電膜(図示せず)を形成し、さらにこの導電膜をパターンニングすることにより、図6(b)に示すように画素電極6及び上部電極7aを形成する。この画素電極6及び上部電極7aの厚さについては、例えば200nm~300nm程度とされる。このような厚さにすれば、十分な可撓性と強度とを併せ持つようになる。すなわち、後述するように外部入力スイッチ7では、透明基板3側が押圧(加圧)されて弾性変形した際、上部電極7aも空隙部16内に容易に撓んで下部電極7bに接触するようになる。また、押圧力が解除されたことによる透明基板3側の弾性復帰に伴い、下部電極7bから容易に離間するようになる。そして、例えば前記厚さとすることで上部電極7aは、前記した弾性変形・弾性復帰が、多数回(例えば数万回から数十万回)に亘って支障なく繰り返し動作可能となるのである。なお、上部電極7aについては、図6(a)に示したように、空隙部16の開口部内、すなわち該空隙部16内の犠牲層22が外側に露出するように形成する。

30

【 0 0 5 5 】

次いで、空隙部16内の犠牲層22をエッチングし、図6(c)に示すように空隙部16内の犠牲層22を除去する。エッチングとしては、例えばエッチングガスとして XeF_2 を用いたドライエッチングが好適に採用される。ただし、他のエッチャントを用いたドライエッチングや、ウエットエッチングも採用可能である。

40

【 0 0 5 6 】

なお、このようなエッチングによる犠牲層22の除去に要する時間を短縮するため、外側に露出する空隙部16内の犠牲層22の面積を大きくする目的で、空隙部16上に位置する上部電極7aに多数の小さな貫通孔(図示せず)を開けるようにしてもよい。このような貫通孔を形成することで、例えば空隙部16の中心部における犠牲層22についても当初からエッチング除去することができ、犠牲層22の除去に要する時間を短縮することができる。

【 0 0 5 7 】

このようにして、素子基板2が得られる。また、特に外部入力スイッチ7については、いわゆるM E M S(Micro Electro Mechanical Systems)からなるスイッチ、すなわちマ

50

イクロ電気機械スイッチとなる。

【 0 0 5 8 】

また、このような素子基板 2 とは別に、透明基板 3 a の内面に共通電極 1 7 を形成した透明基板 3 を用意する。次いで、共通電極 1 7 の内面に、バインダ 1 8 を用いてマイクロカプセル 4 を均一に固着するとともに、この透明基板 3 の外面に、保護フィルム 1 9 を貼着する。

【 0 0 5 9 】

そして、このようにして形成した透明基板 3 側を、両面接着シート（図示せず）を介して素子基板 2 の画素電極 6 ・上部電極 7 a 側に接着・固定することにより、図 1 に示した表示装置 1 を得る。

【 0 0 6 0 】

次に、この表示装置 1 による表示方法について説明する。

図 1 に戻って、この表示装置 1 は、画素電極 6 と共通電極 1 7 との間に印加する電圧（電界）の方向を変えることにより、マイクロカプセル 4 中の電気泳動粒子を所望の電極側に集め、これによって所望の表示が行えるようになっている。

【 0 0 6 1 】

つまり、電気泳動粒子として例えば前記したように白色と黒色の二種類のものを用い、一方の粒子、例えば白色の粒子を負に帯電させ、他方の粒子となる黒色の粒子を正に帯電させておく。そして、表示を行うとき、所望の画素電極 6 に対して信号を入力することで、表示面となる透明基板 3 側（共通電極 1 7 側）が、画素電極 6 側に対して相対的に負になるように電界をかける（電圧を印加する）。すると、黒色の粒子が透明基板 3 側に、また白色粒子が素子基板 2 側にそれぞれ泳動する。したがって、文字等の実質的な表示をなす部分が黒色の粒子によって透明基板 3 側に表示され、その背景となる部分が白色の粒子によって透明基板 3 側に表示されることにより、所望の表示がなされる。

【 0 0 6 2 】

また、このような電気泳動粒子を分散させた電気泳動分散液を有してなる電気泳動素子は、表示の保持性を有している。すなわち、一旦所望の表示を行うと、その後電源を切って画素電極 6 と共通電極 1 7 との間に印加される電圧をゼロにしても、電気泳動粒子はそのままの状態に保持され、したがって電源が入っていたときの表示状態がそのままに保持される。また、再度電源を入れ、新たに表示データを入力することにより、保持していた表示をキャンセルして新規な表示を行うことができる。また、電気泳動素子自体の保持性に加えて、容量素子 5 4 によっても表示が保持される。

【 0 0 6 3 】

なお、この表示装置 1 においては、電源として例えば電池などを有していてもよく、専用のアダプターを介して外部電源から電力が供給されるように構成されていてもよい。もちろん、切換手段を有することにより、電源が選択できるようになっていてもよい。

【 0 0 6 4 】

このような表示装置 1 により、例えば通常の表示機能で表示を行う場合、制御部から走査線 5 1 やデータ線 5 2 に電気信号を出力し、選択スイッチング素子 5 を介して各画素 5 0 の表示（黒表示または白表示）を調整し、表示面となる透明基板 3 側に所望の表示を行わせる。

【 0 0 6 5 】

また、このように所望の表示をなさせた状態で、この表示内容に対して下線やメモ等を加えたい場合には、適宜な書き込みペンを用い、表示装置 1 の透明基板 3 側、本実施形態では保護フィルム 1 9 上に、書き込みを行う。なお、書き込みペンとしては、電源等を必要とせず、また磁気等による特別な機能を有する専用のものを用いることなく、そのペン先が適宜な太さ（幅）のもので、保護フィルム 1 9 を損傷しないようなものであれば、任意のものが使用可能である。また、適当なものが無い場合には、指先で書き込むことも可能である。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

このようにしてペン等で書き込みを行うと、表示装置 1 は、書き込みによる押圧（加圧）がなされた画素 50 のみにおいて、例えば黒色の粒子が透明基板 3 側に、また白色粒子が素子基板 2 側にそれぞれ泳動することにより、黒色の表示がなされる。

【0067】

すなわち、書き込みによる押圧がなされた画素 50 では、外部入力スイッチ 7 を構成する空隙部 16 上の上部電極 7a がその押圧力を受け、空隙部 16 内に撓んで下部電極 7b に接触し、両者の間が導通する。すると、電源線 61 からの信号が上部電極 7a 及び下部電極 7b を介して選択スイッチング素子 5 のゲート電極 11 に供給される。ゲート電極 11 に電源線 61 からの信号が供給されることによって、半導体膜 69 のソース側からドレイン側へデータ線 52 からの信号が供給され、当該信号が画素電極 6 に供給される。このため、画素 50 が黒色の表示をなすようになる。よって、前記の通常表示機能による表示とは別に、直接入力による新たな表示がなされるようになる。なお、書込を行う場合、データ線 52 には、表示用の信号ではなく書き込み用の信号が供給されるようにしておく。

10

【0068】

さらに、例えば、多数の画素から表示面全体で考えた場合に、例えば、文字等を表示している領域の余白部分が白色を表示しているときに、余白部分にペン等によって下線等を書き込むことで、書き込んだ部分を白色表示から黒色表示に変化させることができる。よって、元々の表示に加えて、新たに直接書き込んだ部分を、併せて表示させることができるのである。なお、新たに書き込んだ部分についても、各画素 50 が表示の保持性を有していることから、書き込みが終了した後にも、その表示は消えることなくそのままに保持される。

20

【0069】

また、書き込みを行う際、外部入力スイッチ 7 をオンにしておく時間を変化させることで、この書き込み（直接入力）による表示に関して、その濃淡（階調）を表現することができる。すなわち、書き込みを行う際に例えばゆっくりと線を引き、一つの一つの外部入力スイッチ 7 に対して長いオン動作をなさせることにより、これら外部入力スイッチ 7 に対応する画素電極 6 への電荷のチャージ量を多くすることができる。このようにすることにより、比較的多くの黒色粒子を透明基板 3 に泳動させ、かつ同程度の白色粒子を画素電極 6 側に泳動させることにより、比較的濃い（黒い）色の表示をなすことができる。

【0070】

30

また、速く線を引き、一つの一つの外部入力スイッチ 7 に対して短いオン動作をなさせた場合には、これら外部入力スイッチ 7 に対応する画素への電荷のチャージ量を少なくすることができる。その場合、比較的少ない数の黒色粒子を透明基板 3 に泳動させ、かつ同程度の白色粒子を画素電極 6 側に泳動させることにより、この画素については比較的淡い色（灰色）の表示をなすことができる。

【0071】

また、外部入力スイッチ 7 がオンされたときに、白色粒子が透明基板 3 に、黒色粒子が画素電極 6 側に、それぞれ泳動するように印加電圧を反転させるための部分消去ボタンを表示装置 1 に設けておくこともできる。この構成によれば、表示がなされた状態で、当該表示における所望の部分をペンによってなぞることで「消しゴム」のように消去することができる。なお、この場合、ペン先の太目のペンを用いると、部分消去の効率が良くなる。

40

【0072】

また、所望の表示をなさせた状態でこの表示内容に対して加筆するのではなく、白紙の状態から直接入力で新たに書き込みたい場合には、例えば表示装置 1 に設けられたオールクリアーのボタンを押圧し、表示画面を全て白色表示にする。そして、その状態で前記したように書き込みを行うことにより、所望の表示をなさせることができる。なお、前記のオールクリアーのボタンについても、外部入力スイッチ 7 と同様に、感圧式のマイクロ電気機械スイッチによって、例えば、表示領域の隅に形成することができる。

【0073】

50

このように、本実施形態によれば、選択スイッチング素子 5 とは別に外部入力スイッチ 7 を設けているので、選択スイッチング素子 5 によって通常の表示がなされた表示画面上に、外部入力スイッチ 7 を介して直接入力（書き込み）を行うことにより、通常の表示に対して下線やメモ等の別の表示をなさせることができる。

【0074】

また、各画素 50 の座標位置を常に検出する必要がないためプロセッサが不要になり、さらに画素 50 が表示の保持性を有しているので、待機時においても電力を必要とすることなく表示を保持することができる。したがって、低消費電力化が可能になる。

【0075】

また、外部入力スイッチ 7 が、電源線 61 からの信号を同一の画素 50 に設けられた選択スイッチング素子 5 に供給するようになっており、したがって個々に独立して機能するようになっているので、表示画面の大面積化に伴い素子数が増えても、前記したようにプロセッサが不要であることなどから従来のような困難性を有することなく、大面積化への対応が容易になる。さらに、外部入力スイッチ 7 が複数の画素のうち少なくとも 1 つに対して設けられていることとしたので、表示装置 1 の全体に亘って外部入力を可能とする構成にすることもできるし、表示装置 1 の一部の領域のみにおいて外部入力させる構成にすることもできる。

【0076】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態に係る電子ペーパーを説明する。

図7は、本発明の電子ペーパーの一態様を示す斜視図である。この電子ペーパー 110 は、上記の表示装置 1 と、本体部 111 と、操作部 112 などから構成されたものである。

【0077】

電子ペーパー 110 は、内蔵する記憶部のデータなどを表示装置 1 に表示するとともに、当該データが表示された状態で、ペン 113 により所望の内容を加筆することが可能な、いわゆる「電子お絵かきボード」である。また、操作部 112 には、前述のオールクリアボタンや、部分消去ボタンが含まれている。

【0078】

このような電子ペーパー 110 は、営業マンが少人数の商談において商品説明をする際に用いるのに好適であり、例えば、商品のカタログが表示されている状態で、商品のアピールポイントを強調しながら説明することができる。

【0079】

図8は、本発明における異なる態様の電子ペーパー 120 を示す図である。電子ペーパー 120 は、前記表示装置 1 の基板 2a を可撓性材料によって構成した表示装置 131 と、当該表示装置と同等の柔軟性を有する本体部 121 と、複数のメンブレンスイッチから構成された操作部 122 などから構成されている。なお、ポリオレフィン系樹脂フィルムなどの可撓性材料によって基板 2a を構成するためには、例えば、本出願人による特開平 10 - 125929 や、特開平 10 - 125931 などに記載されている技術を好適に用いることができる。

【0080】

操作部 122 には、前述のオールクリアボタンや、部分消去ボタンなどが含まれており、当該ボタン部分をペン 113 や、指で押すことにより希望する機能を実現することができる。また、複数のボタンは、外部入力スイッチ 7 によって形成しても良い。この場合、表示装置 131 の外周部に前述したプロセスにより、必要な数量の外部入力スイッチ 7 を形成する。

【0081】

電子ペーパー 120 の態様は、紙に近いものであり、例えば、1mm以下の厚さに構成することができる。このため、軽量で持ち易く、例えば、薄手のペーパーフォルダによって持ち歩き、必要な場面で取り出して、その場で要点をマーキングしながら説明するなど、

10

20

30

40

50

使い勝手に優れている。

【0082】

このような電子ペーパー110、電子ペーパー120によれば、前述したように直接入力による書き込みが可能であり、また、低消費電力化、大面積化への対応が可能になり、さらに、書き込みペンとして、電源等を必要としない、単なる加圧が可能なペンを用いることが可能になる。

【0083】

なお、本発明の表示装置の応用としては、前記電子ペーパー以外にも、例えば電子ノートや電子ブック、パーソナルコンピュータ、携帯電話などの、表示部を備えた機器等を挙げることができる。

10

【0084】

また、本発明の表示装置は前記実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更を行うことができる。例えば、前記実施形態では、マイクロカプセル4の保護等を目的として透明基板3の外面に保護フィルム19を貼着したが、本発明はこれに限定されることなく、透明基板3の強度が十分であれば、保護フィルム19の貼着を省略することもできる。

【0085】

また、前記実施形態では電気泳動分散液を封入してなるマイクロカプセル4を用いたが、マイクロカプセル4を用いることなく、電気泳動分散液を直接基板間に挟持し、封止するようにしてもよい。

20

【0086】

また、前記実施形態では、表示装置の各画素を構成する表示素子が電気泳動素子である例を示したが、特に表示の保持性を有するものであれば、電気泳動素子以外の表示素子を用いた表示装置にも適用可能である。例えば、コレステリック液晶を用いた液晶素子からなる表示装置や、酸化還元反応を用いたエレクトロクロミック素子からなる表示装置、さらには、異なる二つの色を有する粒子を反転させることで表示を行う素子からなる表示装置などにも、本発明を適用することができる。

【0087】

また、前記実施形態では、外部入力スイッチ7の上部電極7aが電源線61に接続され、整流素子60のソース領域が走査線51に接続された例を示したが、これに限られることは無い。例えば、上部電極7aと整流素子60のソース領域とを共通の電源線に接続する構成であっても構わない。これにより、表示装置1の回路を簡単にすることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明の第1実施形態に係る表示装置の概略構成を示す要部断面図である。

【図2】(a)は要部平面図、(b)は(a)のA-A'線要部断面図である。

【図3】(a)(b)は、図1、図2に示した表示装置の等価回路図である。

【図4】(a)～(c)は図1に示した表示装置の製造工程説明図である。

【図5】(a)～(c)は図1に示した表示装置の製造工程説明図である。

【図6】(a)～(c)は図1に示した表示装置の製造工程説明図である。

40

【図7】本発明の第2実施形態に係る電子ペーパーの概略構成を示す斜視図である。

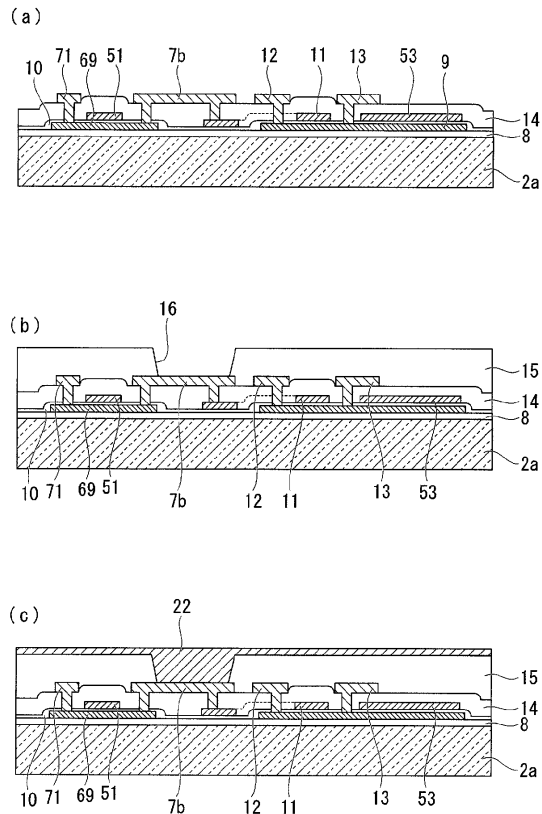
【図8】電子ペーパーの他の概略構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

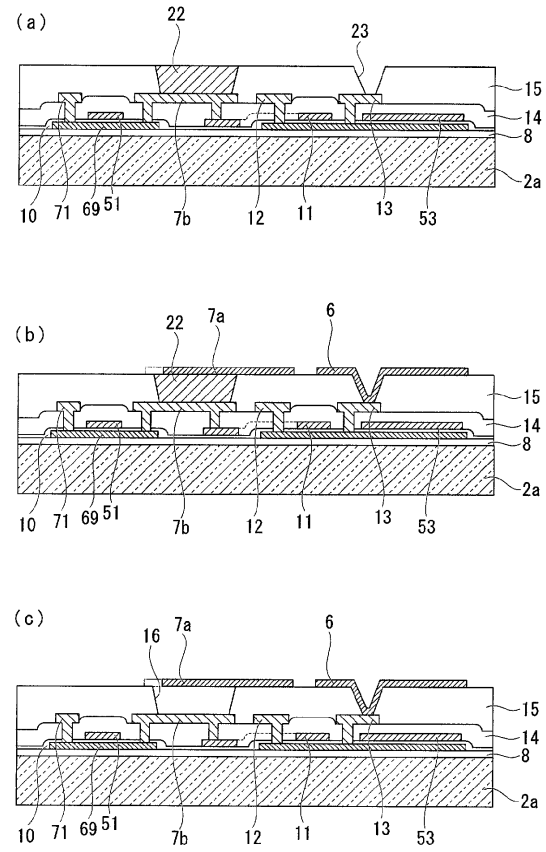
【0089】

1...表示装置 2...素子基板 3...透明基板 4...マイクロカプセル 5...選択スイッチング素子 6...画素電極 7...外部入力スイッチ 7a...上部電極 7b...下部電極 16...空隙部 50...画素 60...整流素子 61...電源線 110、120...電子ペーパー

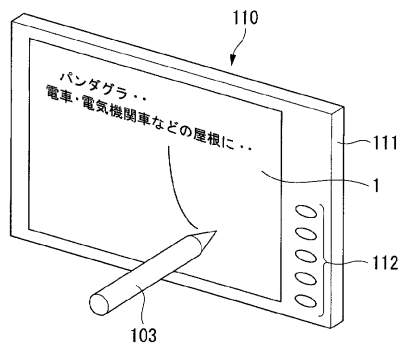
【図 5】



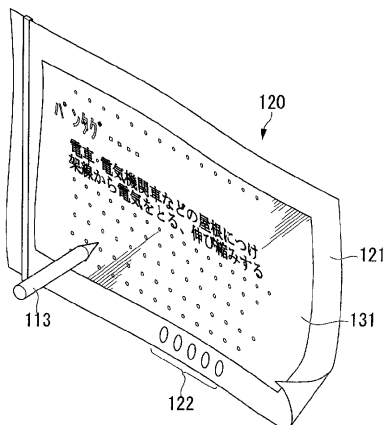
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 9 F	9/00	3 6 6 A
G 0 9 F	9/30	3 3 8
G 0 9 F	9/30	3 4 9 Z
G 0 2 F	1/167	

(72)発明者 小松 友子

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

審査官 橋本 直明

(56)参考文献 特開2001-183630(JP,A)

特表2002-502128(JP,A)

特開2004-264846(JP,A)

特開2004-354580(JP,A)

特開2005-062768(JP,A)

特表2005-538443(JP,A)

特開2006-293374(JP,A)

特表2007-503639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 9 G 3 / 3 4

G 0 2 F 1 / 1 6 7

G 0 9 F 9 / 0 0

G 0 9 F 9 / 3 0

G 0 9 G 3 / 2 0