

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-102214

(P2007-102214A)

(43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int.CI.

G02F 1/167 (2006.01)
G09F 9/37 (2006.01)

F 1

G02F 1/167
G09F 9/37

テーマコード(参考)

5C094

Z

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2006-261894 (P2006-261894)
 (22) 出願日 平成18年9月27日 (2006.9.27)
 (31) 優先権主張番号 60/721,859
 (32) 優先日 平成17年9月28日 (2005.9.28)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500327016
 シピックス・イメージング・インコーポレーテッド
 S i P i x I m a g i n g , I n c
 アメリカ合衆国 94538 カリフォルニア州 フレモント、シーブリッジ・ドライブ 47485番
 1075 Montague Expressway, Milpitas, California 95035, United States of America
 (74) 代理人 100081422
 弁理士 田中 光雄
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 瞳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気泳動ディスプレイ及びそのディスプレイをアドレス指定する方法

(57) 【要約】

【課題】低コストの電気泳動ディスプレイデバイス及びそのような電気泳動ディスプレイをアドレス指定する駆動方法を提供する。

【解決手段】本発明の電気泳動ディスプレイデバイスは、
 a) 少なくとも 1 つの導電性表面又はチップを有する可動エレメント； b) 固定電極； c) 電気泳動流体が充填されたディスプレイセル及び誘電体表面を有するディスプレイパネルであって、前記固定電極と前記可動エレメントとの間に配置されるディスプレイパネル；並びに d) 前記可動エレメントの導電性表面又はチップと前記ディスプレイパネルの誘導体表面との間に接触を形成することができる非導電性流体を含んでなる電気泳動ディスプレイデバイスである。

【選択図】図 1

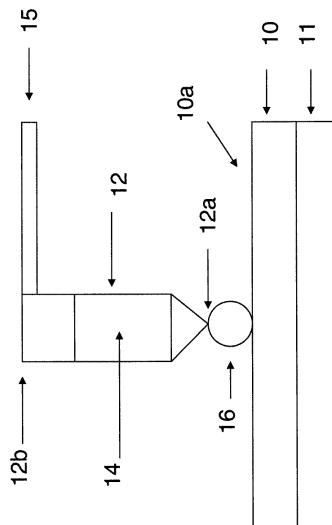


Figure 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

- a) 少なくとも 1 つの導電性表面又はチップを有する可動エレメント；
- b) 固定電極；
- c) 電気泳動流体が充填されたディスプレイセル及び誘電体表面を有するディスプレイパネルであって、前記固定電極と前記可動エレメントとの間に配置されるディスプレイパネル；並びに
- d) 前記可動エレメントの導電性表面又はチップと前記ディスプレイパネルの誘導体表面との間に接触を形成することができる非導電性流体を有してなる電気泳動ディスプレイ。

10

【請求項 2】

前記ディスプレイセルはマイクロカップをベースとするディスプレイセルである請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3】

前記可動エレメントは可動性の電極である請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4】

前記可動エレメントはボールペン、万年筆又はカリグラフィーペンの形態を有しており、該ペンの先端部の近くに導電性チップ若しくは導電性ワイヤを有する請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 5】

前記可動エレメントは、導電性のマーカーヘッド及びスプリングが装着された少なくとも 1 つのチップ取り付け部を有する請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 6】

前記可動エレメントは導電性チップを有するインクジェットプリンタである請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 7】

- a) 非導電性流体を含む可動式リザーバ；及び
- b) 電気泳動流体が充填されたディスプレイセルを有し、共通電極層と固定電極層との間に挟まれているディスプレイパネル

を有してなり、前記固定電極層は開口部を有している請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 8】

前記固定電極層は、2 つの絶縁層の間に挟まれた導電層を有してなる請求項 7 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 9】

前記非導電性流体は、脱イオン水又は有機溶媒である請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 10】

前記非導電性流体は 5 を越える誘電率を有する請求項 1 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 11】

前記有機溶媒は、プロピレンジコールモノメチルエーテルアセテート類から選ばれる液体、又はアルコール系溶媒若しくはグリセリンである請求項 9 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 12】

前記アルコール系溶媒はイソプロピルアルコールである請求項 11 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 13】

前記非導電性流体は、脱イオン水又は有機溶媒である請求項 7 記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 14】

40

50

前記有機溶媒は、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート類から選ばれる液体、又はアルコール系溶媒若しくはグリセリンである請求項13記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項15】

前記アルコール系溶媒はイソプロピルアルコールである請求項14記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項16】

i) 請求項1記載の電気泳動ディスプレイを提供すること；及び
ii) 非導電性流体を放出して、ディスプレイパネルの誘電体表面と前記可動エレメントの導電性表面又はチップとの間に接触を形成させること
を含んでなる、電気泳動ディスプレイをアドレス指定する方法。
10

【請求項17】

i) 請求項7記載の電気泳動ディスプレイを提供すること；及び
ii) 固定電極層の開口部の中に非導電性流体をリリースすること
を含んでなる、電気泳動ディスプレイをアドレス指定する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気泳動ディスプレイ及びそのディスプレイをアドレス指定する方法に関する。そのようなディスプレイ及び方法は、特に、大型の電子黒板 (electronic boards) 又は電子サイン（若しくは電光掲示板）に好適に用いられる。
20

【背景技術】

【0002】

電気泳動ディスプレイ (E P D : electrophoretic display) は、溶媒中、好ましくは着色された誘電性溶媒中において、帯電した色素粒子のマイグレーション（又は移動）に影響を及ぼす電気泳動現象に基づく非発光型デバイスである。このタイプのディスプレイは、1969年に初めて提案された。電気泳動ディスプレイは、典型的には、一対の対向するプレート状の電極を有してなり、その2枚の電極の間にはスペーサーによって前もって所定の間隔が設けられている。少なくとも1つの電極は、一般に、表示側 (viewing side) の電極は、透明である。パッシブ型の電気泳動ディスプレイには、頂部プレート及び底部プレートのロウ電極及びカラム電極が、ディスプレイを駆動するために必要とされている。対照的に、アクティブ型の電気泳動ディスプレイには、底部基材上の薄膜トランジスタ (TFT) 及び頂部表示側基材上のパターン形成されていない透明の共通導電性プレートを用いることができる。
30

【0003】

誘電性溶媒及びその中に分散されている帶電した色素粒子（帶電色素粒子）からなる電気泳動性分散物 (electrophoretic dispersion) は、前記2つの電極プレートの間に封入されている。2つの電極プレートの間に電圧変化が印加されると、帶電した色素粒子はその帶電色素粒子の極性とは反対の極性のプレートの方へ引き付けられることによって移動する。従って、透明プレート側において示される色は、電極プレートを選択的に荷電することによって決められるが、溶媒の色又は帶電色素粒子の色のいずれかであり得る。プレート極性を反転させると、粒子は反対側のプレートの方へ戻って移動し、従って色の反転が生じることになる。電圧のレンジ又はパルス時間を用いてプレート電荷を制御することによって、透明プレートにおいて、中間的色素密度に基づく中間的色密度 (intermediate color density) (又はグレーのシェード) を達成することができる。
40

【0004】

種々のピクセル構造又はセル構造の電気泳動ディスプレイが既に報告されており、例えば、パーティション型のE P D [M. A. H o p p e r および V. N o v o t n y, I E E E T r a n s . E l e c t r . D e v . , V o l . E D 2 6 , N o . 8 , 第 1 1 4 8 ~ 1 1 5 2 頁 (1979年)]、マイクロカプセル化された電気泳動ディスプレイ

[米国特許第5,961,804号及び同第5,930,026号、並びに2003年01月30日付けで出願された米国特許出願第60/443893号及び2004年01月27日付けで出願された米国特許出願第10/766757号]、及びM. A. Mossmanらの、SID '01 Digest pp. 1054(2001年)；SID IDR Proceedings, pp. 311(2001年)；及びSID '02 Digest pp. 522(2002年)に開示されているようなマイクロプリズム又はマイクログローブを用いる全反射型(TIR)の電気泳動ディスプレイなどがある。

【0005】

改良された電気泳動ディスプレイ技術は、米国特許第6,930,818号(WO01/67170に対応)、米国特許第6,672,921号(WO02/01281に対応)及び米国特許第6,933,098号(WO02/02/65215に対応)に開示されており、これらの開示事項は参考することによって本願明細書に組み込まれる。改良された電気泳動ディスプレイは、マイクロカップから形成された独立セル、並びにそこに充填されている、誘電性溶媒又は溶媒混合物中に分散された帶電色素粒子を有している。セル中で電気泳動性分散物を閉じ込め及び隔離するため、ポリマーシール層、好ましくは熱可塑性樹脂、熱可塑性エラストマー、熱硬化性樹脂及びそれらの前駆物質からなる群から選ばれる材料を含む組成物から形成されるポリマーのシール層によって、充填されたマイクロカップの頂部を封止する。最も重要な事項は、大型の電気泳動ディスプレイであっても、マイクロカップ技術(microcup technology)によって、電気泳動ディスプレイのロールツー・ロール製造(roll-to-roll)が可能となったことである。

10

20

30

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、今日において、大型の電気泳動ディスプレイ駆動用の、商業的に入手できる低コストで高い解像度の背面バックプレーン(backplane)はない。更に、ドットマトリックス・パターン化電極を有する直接駆動方式、及びTFTバックプレーンを有するアクティブマトリックス駆動方式はいずれも、大型のディスプレイに用いるには高価過ぎる駆動電子機器を必要とする。

【0007】

大型ディスプレイ用のコスト有効度の高い1つの可能性ある方法として、機構的に可動性を有する電極が考えられている。固定共通電極と可動電極との組み合わせを用いて電気泳動ディスプレイのアドレス指定(addressing)を行って、局所的電界を形成することは、チャン(Chiang)らによって提案された(「Stylus Writable Electrophoretic Display Device」、SID 1979 Digest、第44頁、参照)。この機構は、理論的には良好に機能するが、実際に適用するには問題点があった。主要な問題点は、電気泳動ディスプレイパネルの表面と可動電極との間の電気的接触が不十分であるということである。可動電極が電気泳動ディスプレイパネルの表面と接触する場合、可動電極チップ及び電気泳動ディスプレイパネルの両者の表面粗さ及び剛性のために、その界面にエアポケットが発生し、その結果、実際の接触領域(コンタクトエリア)が非常に制限される。不十分な接触によって、接触界面において電界強度の大きな損失が生じ、電気泳動ディスプレイパネル全体にわたって電界強度が減少する結果を生じる。一般に、2つの固定電極を用いる場合、電気泳動ディスプレイパネルは1V/μmよりも小さい電界強度で駆動することができる。しかしながら、可動電極を用いて一方の固定電極に置き換えると、同じ電気泳動ディスプレイ機構を用いていずれかの適度な像の変化を達成するためには、20V/μm以上の遙かに高い全体の電界強度が必要とされ得る。

【0008】

このような不十分な電気的接触を防止するための1つの方法は、可動性の接触表面を、導電性/誘電性から導電性/導電性へ変更することである。例えば、後者の場合には、プリント回路基板(PCB)を使用することができる。ビアホールを通して接続される、両

50

側のドットマトリックス・導電性パターンを有するプリント回路基板は、電気泳動ディスプレイパネルにラミネートされる。プリント回路基板の1つの導電性表面は、ラミネーションによって電気泳動ディスプレイパネルの誘導体表面にしっかりと固定される。この場合に、可動電極は、プリント回路基板の他方の導電性表面の導電性パッドに接触する。両方の接触表面が導電性であるので、接触抵抗は無視し得る。別法として、電気泳動ディスプレイパネルに導電性パッドを直接的に前付着（pre-deposite）させて、パッドとディスプレイパネルとの間にしっかりと結合を形成することもできる。その後、可動電極を導電性パッドに接触させると、電界が発生する。しかしながら、これらの方では、像（イメージ（image））の解像度（resolution）は、プリント回路基板又は前付着導電性パッドのいずれかの解像度によって制限されることが避けられない。

10

【0009】

本発明の目的は、低成本のディスプレイデバイス及びそのようなディスプレイをアドレス指定する駆動方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の第1の要旨は、

(i) 固定電極層と誘電体バリア層との間に挟まれている電気泳動ディスプレイパネル；及び

(ii) 前記誘電体層上の第2の電極としての、少なくとも1つの導電性表面又はチップを有する可動エレメント

20

を有する電気泳動ディスプレイに関する。非導電性流体は、ライティング／ドローイングプロセスの間、誘導体層と可動エレメントとの間に適用される。

【0011】

少なくとも1つの導電性表面又はチップを有する可動エレメントは、それ自体が電極であってもよいが、必ずしも必要とされるものではない。

【0012】

「電気泳動ディスプレイパネル」という用語には、既知の技術のいずれかから製造される電気泳動ディスプレイパネル、例えば、上記背景技術の欄において説明したような、常套のパーティション型、マイクロカプセルベース型又はマイクロカップベース型のいずれも含まれる。電気泳動ディスプレイパネルは、誘電性溶媒又は溶媒混合物中に分散された帯電色素粒子を有する電気泳動流体が充填されたディスプレイセル（例えば、パーティション型セル、マイクロカプセルベース型セル又はマイクロカップベース型セル）を典型的に有している。

30

【0013】

ライティング／ドローイングプロセスの間、（電気泳動ディスプレイパネルの誘導体層側の）可動エレメントの導電性表面又はチップと、（電気泳動ディスプレイパネルの反対側の）固定電極層との間に電界が発生し、可動エレメントのコンタクト・ポイントに最も高い電界強度が位置する。誘導体バリア層の表面を横切って可動エレメントが動く際に、電界のピークもそれに伴って動く。固定電極と可動エレメントのコンタクト・ポイントとの間で電気泳動ディスプレイパネルにかかる電界の強度が十分である場合、適用された電界の極性に従って帯電色素粒子が移動し、像を形成する。従って、可動エレメントが動く際に、電界の影響下で帯電色素粒子が移動することによって、像が形成される。従って、可動エレメントの移動によって、電気泳動ディスプレイパネル上に像が書かれた／描かれた（ライティングされた／ドローイングされた）という認識が提供される。

40

【0014】

固定電極及び可動エレメントによって形成される電界が電気泳動流体に効果的に適用されること、及び可動エレメントと誘導体バリア層との間の不十分な接触界面のために前記電界が失われたりしないことを確実にするため、可動エレメントと誘導体バリア層との間に非導電性流体を適用したり又は分配したりする。非導電性流体は、ディスプレイパネル上の誘導体表面に存在する凹凸部及び細孔に入り、ディスプレイパネルの誘導体表面と可

50

動エレメントとの間のコンタクト界面（又は接触界面）からエアポケットを排除する傾向を有している。流体と誘導体表面との間及び流体と可動エレメントとの間に密接な接触が形成されることによって、電気泳動流体には十分な電界強度が配分される。

【0015】

多くの非導電性流体は、電界内において強い分極能を有する良好な誘電性物質であって、固定電極層と可動エレメントの導電性表面又はチップとの間の複層ディスプレイパネルへ特別な液体層を付与する衝撃を最小化することができる。付与された液体層に配分される電界強度の部分は、電気泳動流体によって形成される電界強度と比較して無視することができる。使用する非導電性流体の特性に応じて、電気泳動ディスプレイパネルに少なくとも1つの導電性表面又はチップを有する可動エレメントをアドレス指定させるために必要とされる全電界強度を、劇的に低下させることができる。非導電性流体の選択基準は、非導電性流体が誘導体層の中で膨潤や浸透を生じないことである。10

【0016】

電気泳動ディスプレイパネルの誘導体バリア層と可動エレメントとの間に非導電性流体を使用することのもう1つの利点は、電気泳動ディスプレイパネルの機械的強度要求を軽減するということである。これによって、ディスプレイパネルの誘導体バリア層と可動エレメントとの間の接触圧の必要性が排除される。これによって、誘導体バリア層の摩耗抵抗性及び可動エレメントの表面円滑性の必要性も低減される。

【0017】

本発明の他の利点は、像の解像度が流体経路の寸法によって制御されることに関連しており、その流体経路は非常に小さくすることができる。20

【0018】

本発明の第2の要旨は、上述のような電気泳動ディスプレイのアドレス指定の方法を提供する。

【0019】

上述したように、可動エレメントによって非導電性流体を適用して、ディスプレイパネルの誘導体表面と可動エレメントの導電性表面又はチップとの間に接触を形成することができる。可動エレメント（例えばインクジェットヘッド）によって流体をディスペンスすることができ、可動エレメントがその他の位置に移動した後、流体はディスペンス部（ディスペンスサイト）に残る。30

【0020】

ローラなどの形態の可動エレメントを非導電性流体の小滴に接触するように移動させて、コンタクト・ポイントにて帶電色素粒子を駆動させることができる。可動エレメントのディスペンス速度は、帶電色素粒子の移動速度を上回ることができ、従って、書き込み（ライティング）速度の著しい向上がもたらされる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は本発明の電気泳動ディスプレイを示している。このディスプレイは、固定電極層（11）、電気泳動ディスプレイパネル（10）、導電性チップを有する可動エレメント（12）及び可動エレメントの本体部に充填された非導電性流体（14）を有している。ディスプレイパネルの片側は誘導体層（10a）を有している。可動エレメントから小滴の形態で放出される流体は、可動エレメント（12）の導電性チップと電気泳動ディスプレイパネル（10）との間に接触を生じさせ、更に可動エレメント（12）の導電性チップと固定電極層（11）との間に、一時的ではあるが、一体化された電界が形成される。可動エレメントは2つの部分12a及び12bを有している。部分12aは、上述したように、導電性であって、電源（図示せず）に接続されている。他の部分12bはロボットアーム（15）に連結することができ、可動エレメントの動きはロボットアーム（15）によって制御される。

【0022】

可動エレメントを所望の位置に移動させると、電気信号によって作動させて、可動エレ

メントの導電性チップ（12a）から所定量の非導電性流体（14）が放出される。電気泳動ディスプレイの誘導体表面と可動エレメントの導電性端部（12a）との間の距離は、放出される導電性流体小滴の寸法よりも小さく制御することができる。その結果、放出された非導電性流体の小滴（16）は、電気泳動ディスプレイパネル（10）の誘電体表面と、可動エレメント（12）の導電性チップの両方に接触するようになる。その接触が形成されるとすぐに、可動エレメント（12）の導電性チップと固定電極層（11）との間の電位差によって、ディスプレイパネル内で帶電色素粒子を駆動させるために十分な電界が形成される。

【0023】

非導電性流体の小滴は、その小滴が放出されたスポットにデポジット（付着）させることができる。接触が必要ではなくなった場合には、小滴を可動エレメントの中へ戻すことができる。

【0024】

本発明のために好適な非導電性流体は、高い誘電率（好ましくは5より大きい誘電率）を有し、誘電体層との親和性を有さず（incompatible）、必要な場合には妥当な蒸発速度を有し、適用量で環境に対して有害ではない有機流体であってよい。非導電性流体の例には、脱イオン水（DI）及び有機液体（又は溶媒）、例えば、イソプロパノール及び他のアルコール系溶媒、グリセリン又はプロピレンギリコールモノメチルエーテルアセテート類から選ばれる液体が含まれるが、これらに限定されない。これらの中で、脱イオン水（DI）及びイソプロパノールがより好ましい。

【0025】

図2は、本発明のもう1つの態様を示している。この態様において、可動エレメント（22）は、ボールペンの形態にて構成されている。可動エレメント（22）の頂部の回転ボール（22a）は、導電性であって、電源（図示せず）に接続されている。ペンの形態の可動エレメントの内側液体リザーバには、非導電性流体（24）が充填されている。導電性の回転ボール（22a）によって、電気泳動ディスプレイパネル（20）の誘導体表面（20a）上に非導電性流体が放出され、ペン形態の可動エレメント導電性表面と電気泳動ディスプレイパネルとの間に接触が形成される。従って、ペン形態の可動エレメント導電性表面（22）と固定電極層（21）との間に電界が形成される。

【0026】

別法として、可動エレメントを万年筆の形態にて構成することもできる。万年筆形態の可動エレメントのチップ（又は頂部）は、導電性であって、電源（図示せず）に接続される。

【0027】

同様にして、電源に接続されている、導電性の細い銅ワイヤを有するカリグラフィー・ブラシ（又はカリグラフィー・ペン）を可動エレメントとして用いて、電気泳動ディスプレイのアドレス指定を行うこともできる。非導電性流体はインク溜め又はリザーバの中に独立して配置することができる。

【0028】

図3は、本発明のもう1つの態様を示している。この態様において、可動エレメント（32）はチップ取り付け部（32a）を有している。チップ取り付け部は、内部に導電性ワイヤを有する消去可能なドライ・マーカーヘッド（33）を有している。消去可能なドライ・マーカーヘッド（33）は、フェルト材料又は吸収性フォーム材料から形成されていることが好ましい。可動エレメント（32）の本体部（即ち、リザーバ）の中には、非導電性流体（34）が充填されている。この本体部もフェルト材料又は吸収性フォーム材料から形成されていることが好ましい。アドレス指定プロセス（即ち、書き込みプロセス）の際には、その流体は、導電性ヘッド（33）を通して、電気泳動ディスプレイパネル（30）の誘導体表面（30a）に適用される。フェルト材料の毛細管現象によって、流体は、可動エレメントのリザーバから、適用されるべき導電性マーカーヘッドを通して、電気泳動ディスプレイパネル（30）の誘導体表面へ連続的に取り出され及び補充される

10

20

30

40

50

。このようにして、可動エレメント(32)の導電性マーカーヘッドと固定電極層(31)との間に電界が形成される。

【0029】

図3ではそこに示すように、チップ取り付け部にスプリング(35)が装着されていてもよい。書き込みプロセスにおいて、導電性マーカーヘッドはディスプレイパネルの誘導体表面に接触する必要がある。しかしながら、ディスプレイパネル表面のひっかき傷(scratch)を防止するため、スプリング(35)を用いることによって接触圧の制御がより良好に行われる。

【0030】

図4は、本発明のもう1つの態様を示している。この態様において、電気泳動ディスプレイをアドレス指定するために、可動式のインクジェットプリンタを用いている。ディスプレイパネル(40)は、誘導体表面(40a)及び固定電極層(41)を有している。圧電性インクジェットノズル(43)には非導電性流体(44)が充填されている。ノズル(43)のチップ(43a)は導電性であって、電源(図示せず)に接続されている。ノズル(43)は、電気泳動ディスプレイパネルから所定の間隔をおいて配置されている。ディスプレイパネルとノズルのチップとの間隔は、放出される非導電性流体小滴の垂直方向直径よりも小さく設定されている。ノズルの導電性チップに非導電性流体の小滴が形成されると、該小滴は電気泳動ディスプレイパネル(40)の誘導体表面に接触する。それによって、ノズルの導電性チップと固定電極層(41)との間に必要な電界が形成され、コンタクト領域にて電気泳動ディスプレイパネルに粒子の移動が生じる。

10

20

30

【0031】

図5は、インクジェットプリント技術を用いて電気泳動ディスプレイのアドレス指定を行う別の方法を示している。この場合に、電気泳動ディスプレイは、共通の電極層(52)、電気泳動ディスプレイパネル(50)及び固定電極(51)を有している。固定電極層(51)は、パターン形成された開口部(53)を有している。共通電極層(52)と固定電極(51)とは、同じ電源の異なる極に接続されている。固定電極(51)は、第1の絶縁層(51a)、導電層(51b)及び第2の絶縁層(51c)を有している。図5に示すように、1つの絶縁層(51a)は、電気泳動ディスプレイパネル(50)に接觸している。

【0032】

非接触相の間、電気泳動ディスプレイパネルに接觸している絶縁層(51a)及び開口部(53)内部の空気によって、電気回路は開いた状態に保たれている。しかしながら、リザーバ(例えはインクジェットノズル)(55)から開口部の中へ非導電性流体(54)がディスペンス(又は分配供給)されると、その流体は固定電極の導電層(51b)及び電気泳動ディスプレイパネルの表面に接觸して、共通電極層(52)とインクジェットノズルとの間に電界バスを形成する。形成された電界は、電気泳動ディスプレイパネル内の帶電色素粒子に、像を形成するような動きを生じさせる。この態様において、導電層を金属ワイヤメッシュ又は薄い銅箔によって形成することもできるし、開口部を打ち抜き加工、レーザ加工等によって形成することもできる。

40

【0033】

図5の態様において、書き込み側は、表示側であってもよいし、非表示側であってもよい。固定電極(51)が透明ではない場合には、非表示側に書き込みを行うことができる。しかしながら、固定電極(51)が透明である場合、固定電極の側を表示側とすることができます、その後、表示側に書き込みを行うことができる。このことは本発明の他の態様にも当てはまる。換言すれば、本発明は、表示側又は非表示側のいずれにも書き込みを行うことができるという融通性を提供する。

40

【0034】

本発明の特定の態様を参照しながら、本発明について説明したが、当業者は、種々の変更を行うことができるということ、及び本発明の範囲及び精神から逸脱することなく、均等な置き換えを行うことができるということを理解されたい。更に、特定の状況、材料、

50

組成物、方法、方法の工程について、本発明の対象、精神及び範囲に適合させるために種々の変更を行うことができる。そのような変更はすべて、特許請求の範囲に記載した範囲内のものであることを意図している。

【0035】

従って、先行技術が許容する限り、及び明細書を考慮して、本発明は、特許請求の範囲に記載した事項によって規定されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】図1は、本発明の電気泳動ディスプレイの1つの態様例を示す模式図である。

【図2】図2は、本発明の電気泳動ディスプレイのもう1つの態様例を示す模式図である 10

。 【図3】図3は、本発明の電気泳動ディスプレイのもう1つの態様例を示す模式図である 。

。 【図4】図4は、本発明の電気泳動ディスプレイのもう1つの態様例を示す模式図である 。

。 【図5】図5は、本発明の電気泳動ディスプレイの更にもう1つの態様例を示す模式図である。

【図1】

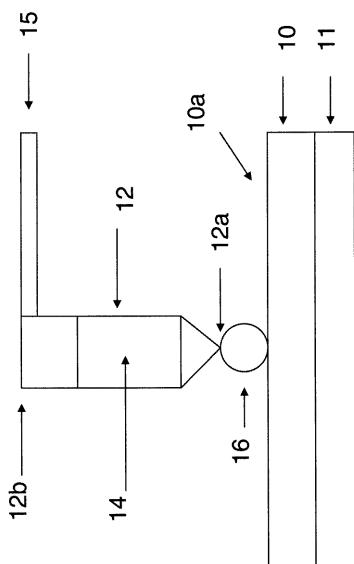


Figure 1

【図2】

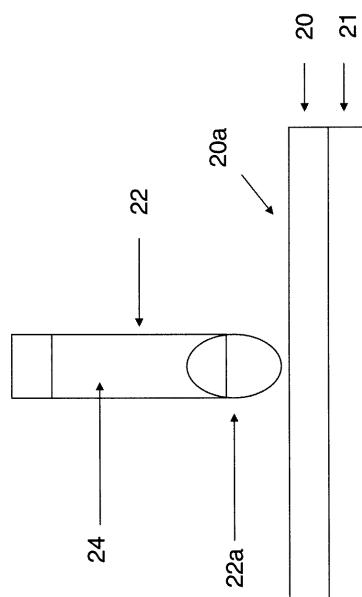


Figure 2

【図3】

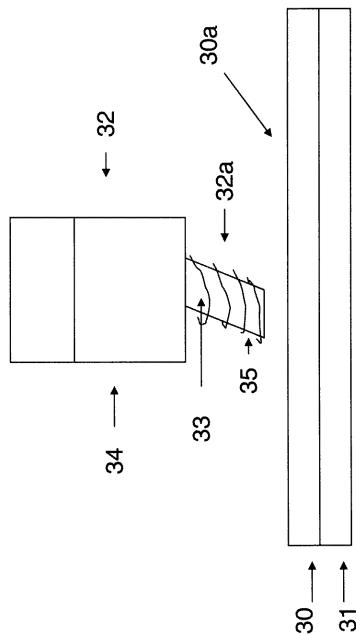


Figure 3

【図4】

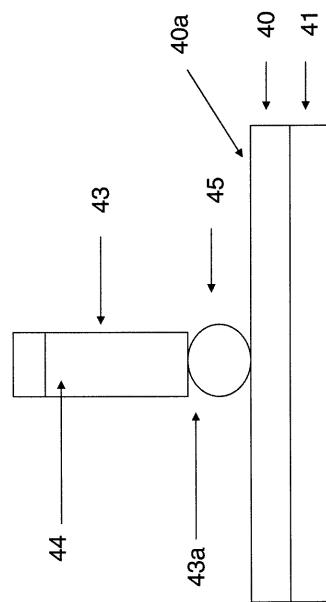


Figure 4

【図5】

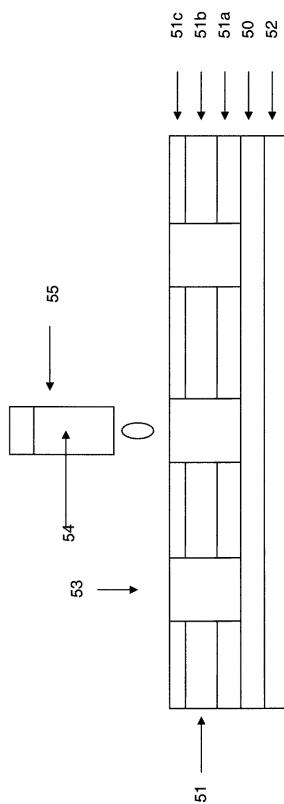


Figure 5

フロントページの続き

(74)代理人 100107180

弁理士 玄番 佐奈恵

(72)発明者 シャオジヤ・ワン

アメリカ合衆国 94539 カリフォルニア州フレモント、ブライアント・ストリート 43500 番
、ナンバー・ビー 4

(72)発明者 デイビッド・モ里斯

アメリカ合衆国 95132 カリフォルニア州サンノゼ、エル・グランデ・コート 3644 番

(72)発明者 ワン・フェイ

アメリカ合衆国 94539 カリフォルニア州フレモント、ブライアント・ストリート 43500 番
、ナンバー・ビー 3

(72)発明者 アンドリュー・ホ

アメリカ合衆国 94403 カリフォルニア州サン・マテオ、パーク・プレイス 1025 番、ナンバ
ー 329

F ターム(参考) 5C094 AA02 AA14 AA23 AA55 BA75 EA10 FB04 FB16 GA10 HA10

【外國語明細書】

ELECTROPHORETIC DISPLAY AND METHODS OF ADDRESSING SUCH DISPLAY

FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to electrophoretic displays and methods of addressing such displays. The displays and methods are especially suitable for large size electronic boards or signs.

BACKGROUND OF THE INVENTION

The electrophoretic display (EPD) is a non-emissive device based on the electrophoresis phenomenon influencing the migration of charged pigment particles in a solvent, preferably a colored dielectric solvent. This type of display was first proposed in 1969. An electrophoretic display typically comprises a pair of opposed, spaced-apart plate-like electrodes, with spacers predetermining a certain distance between them. At least one of the electrodes, typically on the viewing side, is transparent. For the passive type of electrophoretic displays, row and column electrodes on the top and bottom plates, respectively, are needed to drive the displays. In contrast, an array of thin film transistors (TFTs) on the bottom substrate and a common, non-patterned transparent conductor plate on the top viewing substrate may be used for the active type electrophoretic displays.

An electrophoretic dispersion composed of a dielectric solvent and charged pigment particles dispersed therein is enclosed between the two electrode plates. When a voltage difference is imposed between the two electrode plates, the charged pigment particles migrate by attraction to the plate of polarity opposite that of the charged pigment particles. Thus, the color showing at the transparent plate, determined by selectively charging the electrode plates, may be either the color of the solvent or the color of the charged pigment particles. Reversal of plate polarity will cause the particles to migrate back to the opposite plate, thereby reversing the color. Intermediate color density (or shades of gray) due to intermediate pigment density at the transparent plate may be obtained by controlling the plate charge through a range of voltages or pulsing times.

Electrophoretic displays of different pixels or cell structures have been reported previously, for example, the partition-type EPD [M.A. Hopper and V. Novotny, IEEE Trans. Electr. Dev., Vol. ED 26, No. 8, pp. 1148-1152 (1979)], the

microencapsulated electrophoretic display (US Patent Nos. 5,961,804 and 5,930,026 and US applications, Serial Number 60/443,893, filed January 30, 2003 and Serial Number 10/766,757, filed on January 27, 2004) and the total internal reflection (TIR) type of electrophoretic display using microprisms or microgrooves as disclosed in M.A. Mossman, et al, SID 01 Digest pp. 1054 (2001); SID IDRC proceedings, pp. 311 (2001); and SID'02 Digest, pp. 522 (2002).

An improved electrophoretic display technology was disclosed in US Patent No. 6,930,818 (corresponding to WO01/67170), US Patent No. 6,672,921 (corresponding to WO02/01281) and US Patent No. 6,933,098 (corresponding to WO02/02/65215), the contents of all of which are incorporated herein by reference in their entirety. The improved electrophoretic display comprises isolated cells formed from microcups and filled with charged pigment particles dispersed in a dielectric solvent or solvent mixture. To confine and isolate the electrophoretic dispersion in the cells, the filled microcups are top-sealed with a polymeric sealing layer, preferably formed from a composition comprising a material selected from the group consisting of thermoplastics, thermoplastic elastomers, thermosets and precursors thereof. Most significantly, the microcup technology has made roll-to-roll manufacturing of electrophoretic displays, even large size electrophoretic displays, possible.

However, currently there are no commercially available low cost high resolution backplanes for driving large size electrophoretic displays. In addition, both direct drive with a dot matrix patterned electrode and active matrix drive with a TFT backplane need driving electronics that are too expensive for large size displays.

Mechanically movable electrode is considered one of the possible cost effective ways for the large size displays. Addressing an electrophoretic display with the combination of a stationary common electrode and a movable electrode to generate a local electric field was proposed by Chiang et al (see "A Stylus Writable Electrophoretic Display Device", SID 1979 Digest, page 44). The mechanism worked well in theory, but ran into difficulty in practical applications. The main obstacle is the poor electrical contact between the movable electrode and the surface of the electrophoretic display panel. When the movable electrode is in contact with the surface of the electrophoretic display panel, due to rigidity and

surface roughness of both the movable electrode tip and the electrophoretic display panel, the interface is dominated by air pockets and as a result, there is very limited true contact area. The poor contact results in a significant loss of electric field intensity at the contact interface and diminishes the electric field intensity across the electrophoretic display panel. Typically, when two stationary electrodes are used, an electrophoretic display panel can be driven at a field intensity of less than 1V/um. However, when a movable electrode is used to replace one of the stationary electrodes, a much higher overall electric field intensity, over 20V/um, may be needed to achieve any reasonable image change in the same electrophoretic display set-up.

One way to avoid this poor electric contact is to change the movable contact surface from conductive/dielectric to conductive/conductive. For example, in the latter scenario, a printed circuit board (PCB) can be used. The printed circuit board, with dot matrix conductive pattern on both sides that are connected through via holes, is laminated onto the electrophoretic display panel. The lamination secures the contact of one conductive surface of the printed circuit board with the dielectric surface of the electrophoretic display panel. The movable electrode, in this case, is in contact with the conductive pads on the other conductive surface of the printed circuit board. Since both of the contact surfaces are conductive, the contact resistance is negligible. Alternatively, conductive pads may be directly pre-deposited onto the electrophoretic display panel to form a secured bond between the pads and the display panel. The movable electrode is then in contact with the conductive pads to generate an electric field. However, in these methods, the resolution of the image is inevitably limited by the resolution of either the printed circuit board or the pre-deposited conductive pads.

SUMMARY OF THE PRESENT INVENTION

The objective of the present invention is to provide low cost display devices and driving methods for addressing such displays.

The first aspect of the present invention is directed to an electrophoretic display which comprises (i) an electrophoretic display panel sandwiched between a stationary electrode layer and a dielectric barrier layer and (ii) a movable element having at least a conductive surface or tip as the second electrode on the dielectric

layer side. A non-conductive liquid is to be applied between the movable element and the dielectric layer during the writing/drawing process.

The movable element having at least a conductive surface or tip may be itself an electrode; but this is not required.

It is also noted that the term "electrophoretic display panel" broadly covers electrophoretic display panels prepared from any of the known technologies, such as the conventional partition type, the microcapsule-based type or the microcup-based type, illustrated in the Background of the Invention section above. The electrophoretic display panel typically comprises display cells (e.g., partition type cells, microcapsule-based cells or microcup-based cells) filled with an electrophoretic fluid which comprises charged pigment particles dispersed in a dielectric solvent or solvent mixture.

In the writing/drawing process, an electrical field is created between the conductive surface or tip of the movable element (on the dielectric layer side of the electrophoretic display panel) and the stationary electrode layer (on the opposite side of the electrophoretic display panel), with the highest field intensity located at the contact point of the movable element. As the movable element moves across the surface of the dielectric barrier layer, the peak of the electric field moves with it. When the strength of the electric field across electrophoretic display panel between the contact point of the movable element and the stationary electrode is sufficient, the charged pigment particles would move, according to the polarity of the applied electric field, to form an image. Therefore as the movable element moves, images are formed due to the movement of the charged pigment particles under the influence of the electric field. Therefore the movement of the movable element provides the perception that images are being written/drawn on the electrophoretic display panel.

To ensure the electric field created by the movable element and the stationary electrode is efficiently applied to the electrophoretic fluid and is not lost due to the poor contact interface between the movable element and the dielectric barrier layer, a non-conductive liquid is applied or dispensed between the movable element and the dielectric barrier layer. The non-conductive liquid has the tendency to fill in any pores and surface irregularities on the dielectric surface of the display panel to extrude air pockets from the contact interface between the movable element and the

dielectric surface of the display panel. Due to the intimate contact created between the liquid and the dielectric surface and between the liquid and the movable element, sufficient electric field strength can be allocated to the electrophoretic fluid.

Many non-conductive liquids are good dielectric materials with strong polarization ability in an electric field that can minimize the impact of adding an extra liquid layer to the multi-layer display panel between the conductive surface or tip of the movable element and the stationary electrode layer. The portion of the electrical field strength allocated to the added liquid layer is negligible compared to the electric field strength experienced by the electrophoretic fluid. Depending on the properties of the non-conductive liquid used, the total electric field needed to address an electrophoretic display panel with a movable element having at least a conductive surface or tip can be reduced drastically. The selection criterion for the non-conductive liquid is that the non-conductive liquid should not cause swelling or permeation through the dielectric layer.

The other advantage of the use of a non-conductive liquid between the movable element and the dielectric barrier layer of the electrophoretic display panel is to ease the mechanical strength requirement of the display panel. It eliminates the need of contact pressure between the movable element and the dielectric barrier layer of the display panel. It also reduces the requirement on surface smoothness of the movable element and abrasion resistance of the dielectric barrier layer.

Other advantages of this invention include the resolution of the image controlled by the size of the liquid path which can be very small.

The second aspect of the present invention provides methods of addressing such an electrophoretic display.

As stated, the non-conductive liquid can be applied by the movable element to create contact between the conductive surface or tip of the movable element and the dielectric surface of a display panel. The liquid can also be dispensed by the movable element (such as an inkjet head) and the liquid would remain at the dispensing site after the movable element has moved to other locations.

A movable element in the form of a roller or the like may move to be in contact with the non-conductive liquid droplets to drive the charged pigment particle at the contact point. The dispensing speed of the movable element may exceed the

moving speed of the charged pigment particles, thus providing significant writing speed enhancement.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figures 1-5 illustrate different designs of electrophoretic displays of the present invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PRESENT INVENTION

Figure 1 illustrates an electrophoretic display of the present invention which comprises a stationary electrode layer (11), an electrophoretic display panel (10), a movable element (12) having a conductive tip and a non-conductive liquid (14) filled in the body of the movable element. One side of the display panel has a dielectric surface (10a). The liquid released from the movable element in the form of droplets causes contact between the electrophoretic display panel (10) and the conductive tip of the movable element (12) which in turn forms a temporary yet an integrated electrical field between the stationary electrode layer (11) and the conductive tip of the movable element (12). The movable element comprises two parts 12a and 12b. The part, 12a, as stated, is conductive and is connected to a voltage source (not shown). The other part, 12b, may be linked to a robotic arm (15) which controls the movement of the movable element.

When the movable element is moved to a desired location, an electric signal triggers the release of a predetermined amount of the non-conductive liquid (14) from the conductive tip of (12a) of the movable element. The distance between the conductive end (12a) of the movable element and the dielectric surface of the electrophoretic display panel may be controlled to be less than the size of the non-conductive liquid droplet released. As a result, the droplet (16) of the non-conductive liquid released will come in contact with both the conductive tip of the movable element (12) and the dielectric surface of the electrophoretic display panel (10). As soon as the contact is established, the voltage difference between the stationary electrode layer (11) and the conductive tip of the movable element (12) forms an electric field sufficient to drive the charged pigment particles in the electrophoretic display panel.

The droplet of the non-conductive liquid can be deposited on the spot where

the droplet is released. The droplet may be withdrawn back into the movable element after the contact is no longer necessary.

Suitable non-conductive liquids for the purpose of the present invention may be organic fluids that have a high dielectric constant (preferably higher than 5), are incompatible with the dielectric layer, have a reasonable evaporation time if needed, and are non-hazardous to environment at the application dosage. Examples of the non-conductive fluids include, but are not limited to, deionized (DI) water and organic liquids, such as isopropanol and other alcoholic liquids, glycerin or liquids from the propylene glycol monomethyl ether acetate family. Among them, the deionized water and isopropyl alcohol are the more preferred.

Figure 2 illustrates an alternative design of the present invention. In this design, the movable element (22) is configured into the shape of a ball point pen. The rolling ball (22a) at the tip of the pen-shape movable element (22) is conductive and is connected to a voltage source (not shown). The internal liquid reservoir of the pen-shaped movable element is filled with a non-conductive liquid (24). The rotation of the conductive rolling ball (22a) causes the release of the non-conductive liquid onto the dielectric surface (20a) of the electrophoretic display panel (20) to create contact between the conductive surface of the pen-shaped movable element and the electrophoretic display panel. An electric field is thus generated between the stationary electrode layer (21) and the conductive surface of the pen-shaped movable element (22).

Alternatively, the movable element may also be configured into the shape of a fountain pen, with the tip of the fountain pen-shaped movable element being conductive and connected to a voltage source.

Similarly, a calligraphy brush with thin conductive copper wires that are connected to a voltage source may also be used as a movable element to address such an electrophoretic display. The non-conductive fluid can be placed aside separately in an ink fountain or reservoir.

Figure 3 illustrates another alternative design. In this figure, the movable element (32) has a tip fixture (32a). The tip fixture comprises a dry erasable marker head (33) with conductive wires embodied inside. The dry erasable marker head (33) is preferably formed of a felt material or absorbent foam material. The non-conductive liquid (34) is filled in the body (i.e., reservoir) of the movable element

(32), which body is also preferably formed of a felt material or absorbent foam material. During the addressing (i.e., writing) process, the liquid is applied to the dielectric surface (30a) of an electrophoretic display panel (30) through the conductive head (33). Because of the capillary effect of the felt material, the liquid may be continuously drawn and replenished from the reservoir of the movable element through the conductive marker head to be applied to the dielectric surface of the electrophoretic display panel (30). An electric field thus is generated between the stationary electrode layer (31) and the conductive marker head of the movable element (32).

In Figure 3, the tip fixture (32a) may be spring loaded (35) as shown. In the writing process, the conductive marker head needs to be in contact with the dielectric surface of the display panel. However in order to avoid scratch of the display panel surface, spring(s) (35) are used to better control the contact pressure.

Figure 4 illustrates a further alternative design. In this design, a movable inkjet printer is used to address the electrophoretic display. The display panel (40) has a dielectric surface (40a) and a stationary electrode layer (41). The piezo inkjet nozzles (43) are filled with the non-conductive liquid (44). The tips (43a) of the nozzles (43) are conductive and are connected to a voltage source. The nozzles (43) are placed at a predetermined distance from the electrophoretic display panel. The distance between the tips of the nozzles and the display panel is shorter than the vertical diameter of the droplet of the non-conductive liquid released. When a droplet of the non-conductive liquid is formed at the conductive tip of a nozzle, the droplet (45) is in contact with the dielectric surface of the electrophoretic display panel (40), thus forming the necessary electrical field between the stationary electrode layer (41) and the conductive tip of the nozzles to cause particle movement in the electrophoretic display panel at the area of contact.

Figure 5 illustrates an alternative method of using inkjet printing to address an electrophoretic display. The electrophoretic display, in this case, has a common electrode layer (52), an electrophoretic display panel (50) and a stationary electrode (51). The stationary electrode layer (51) has patterned openings (53). The common electrode layer (52) and the stationary electrode (51) are connected to different polarities of the same voltage source. The stationary electrode (51) comprises a first insulating layer (51a), a conductive layer (51b) and a second insulating layer (51c).

One of the insulating layers (51a) is in contact with the electrophoretic display panel (50) as shown in Figure 5.

During the non-contact phase, the insulating layer (51a) in contact with the electrophoretic display panel and the air inside the openings (53) would keep the electrical circuit open. However, when the reservoir (e.g., inkjet nozzle) (55) dispenses the non-conductive liquid (54) into the openings, the liquid, in contact with the surface of the electrophoretic display panel and the conductive layer (51b) in the stationary electrode, forms an electric field path between the inkjet nozzle and the common electrode layer (52). The electric field formed causes movement of the charged pigment particles in the electrophoretic display panel to form an image. In this design, the conductive layer may be formed of a metal wire mesh or thin copper foil and the openings may be formed by means of punching, laser cutting or the like.

In the design of Figure 5, the writing side can be either the viewing side or the non-viewing side. If the stationary electrode (51) is non-transparent, the writing may be performed on this non-viewing side. However, if the stationary electrode (51) is transparent, the side of the stationary electrode may be the viewing side and the writing is then performed on the viewing side. This also applies to other designs of the present invention. In other words, the present invention provides the flexibility that the writing can be performed on either the viewing side or the non-viewing side.

While the present invention has been described with reference to the specific embodiments thereof, it should be understood by those skilled in the art that various changes may be made and equivalents may be substituted without departing from the true spirit and scope of the invention. In addition, many modifications may be made to adapt a particular situation, materials, compositions, processes, process step or steps, to the objective, spirit and scope of the present invention. All such modifications are intended to be within the scope of the claims appended hereto.

It is therefore wished that this invention to be defined by the scope of the appended claims as broadly as the prior art will permit, and in view of the specification.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. An electrophoretic display, which comprises:
 - a) a movable element having at least a conductive surface or tip;
 - b) a stationary electrode;
 - c) a display panel which comprises a dielectric surface and display cells filled with an electrophoretic fluid and said display panel is positioned between the movable element and the stationary electrode; and
 - d) a non-conductive liquid capable of establishing contact between the dielectric surface of said display panel and said conductive surface or tip of the movable element.
2. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said display cells are microcup-based display cells.
3. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said movable element is a movable electrode.
4. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said movable element has the configuration of a ball point pen, a fountain pen or a calligraphy pen with a conductive tip or conductive wire at the vicinity of the tip of the pen.
5. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said movable element has a conductive marker head and at least one spring loaded tip fixture.
6. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said movable element is an inkjet printer with a conductive tip.
7. An electrophoretic display, which comprise:
 - a) a movable reservoir containing a non-conductive liquid;
 - b) a display panel which comprises display cells filled with an electrophoretic fluid and said display panel is sandwiched between a common electrode layer and a stationary electrode layer and said stationary electrode layer comprises openings.
8. The electrophoretic display of Claim 7 wherein said stationary electrode layer comprises a conductive layer sandwiched between two insulating layers.
9. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said non-conductive liquid is de-ionized water or an organic liquid.

10. The electrophoretic display of Claim 1 wherein said non-conductive liquid has a dielectric constant of above 5.

11. The electrophoretic display of Claim 9 wherein said organic solvent is an alcoholic liquid, glycerin or a liquid from the propylene glycol monomethyl ether acetate series.

12. The electrophoretic display of Claim 11 wherein said alcoholic liquid is isopropyl alcohol.

13. The electrophoretic display of Claim 7 wherein said non-conductive liquid is de-ionized water or an organic liquid.

14. The electrophoretic display of Claim 13 wherein said organic liquid is an alcoholic liquid, glycerin or a liquid from the propylene glycol monomethyl ether acetate series.

15. The electrophoretic display of Claim 14 wherein said alcoholic liquid is isopropyl alcohol.

16. A method for addressing an electrophoretic display, which method comprises

- i) providing an electrophoretic display of Claim 1; and
- ii) releasing the non-conductive liquid to establish contact between the conductive surface or tip of the movable element and the dielectric surface of the display panel.

17. A method for addressing an electrophoretic display, which method comprises

- i) providing an electrophoretic display of Claim 7; and
- ii) releasing the non-conductive liquid into the openings in the stationary electrode layer.

ABSTRACT

The present invention relates to electrophoretic displays and methods of addressing such displays. The displays and methods are especially suitable for large size electronic boards or signs.

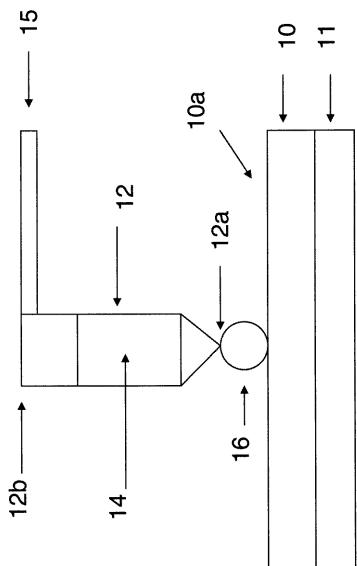


Figure 1

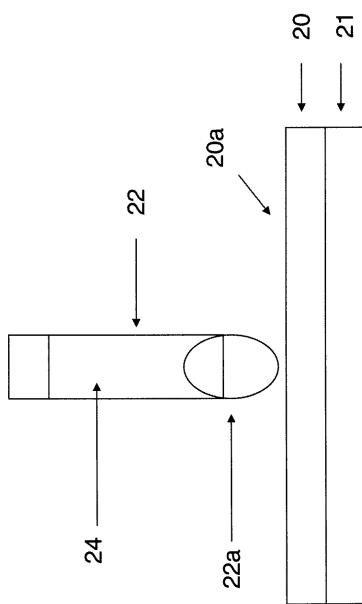


Figure 2

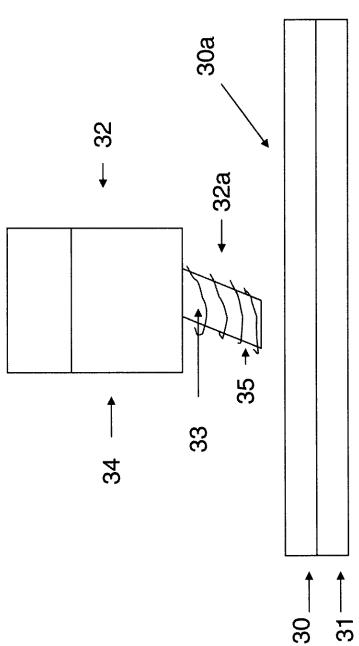


Figure 3

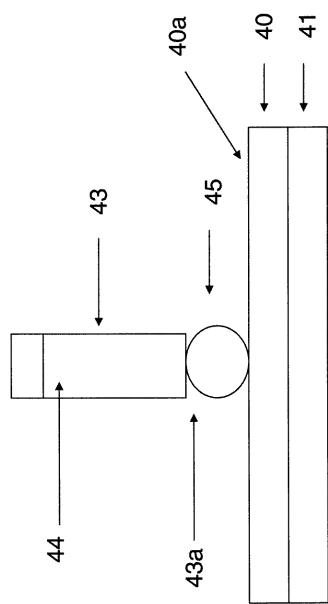


Figure 4

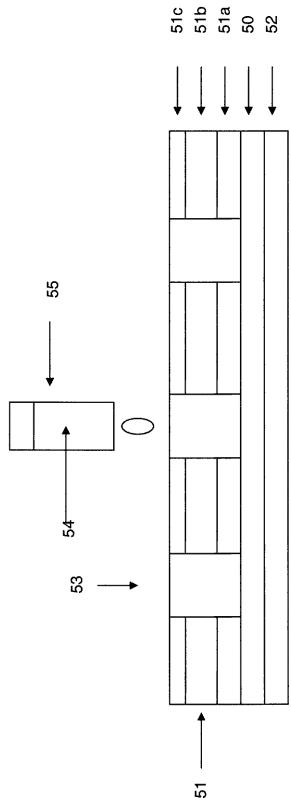


Figure 5