(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3831492号
(P3831492)
(45)発行日　平成18年10月11日(2006.10.11)　(24)登録日　平成18年7月21日(2006.7.21)

(51)Int.Cl.　F I
G09F 9/37 (2006.01)　G09F 9/37 Z
G02F 1/17 (2006.01)　G02F 1/17

請求項の数 2　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平9-255817
(22)出願日　平成9年9月19日(1997.9.19)
(65)公開番号　特開平11-119703
(43)公開日　平成11年4月30日(1999.4.30)
審査請求日　平成16年9月21日(2004.9.21)

(73)特許権者　596170170
ゼロックス　コーポレイション
ＸＥＲＯＸ　ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国　コネチカット州　スタンフォード、ロング・リッジ・ロード　８００
(74)代理人　100082164
弁理士　小堀　益
(74)代理人　100105577
弁理士　堤　隆人
(72)発明者　ニコラス・ケー・シェリドン
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９４０２２ロスアルトス　ガーランドウェイ　１０１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ディスプレイ装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の非導電性シートと、
第２の非導電性シートと、
前記第１のシートと前記第２のシート間の密閉通路手段と、
前記第２のシートが前記通路手段の中に通じている貯蔵手段を有していることと、
前記第１のシートが電極手段を有していることと、
前記第２のシートが前記貯蔵手段に関連している電極手段を有していることと、
前記貯蔵手段内の液体手段と、
前記液体手段が導電性であることと、
前記液体手段に電気的な接続を提供するために前記液体手段に接触する導電手段と、
前記第１のシートの前記電極手段を前記液体手段から絶縁するための第１の絶縁層と、
前記第２のシートの前記電極手段を前記液体手段から絶縁するための第２の絶縁層と、前記第１のシートの前記電極手段、前記第１の絶縁層、前記第２のシートの前記電極手段、前記第２の絶縁層及び前記導電手段が、前記第１のシートの前記電極手段、前記第２のシートの前記電極手段及び前記導電手段が付勢されると、電場が発生して前記液体手段を前記密閉通路手段に流入させるように、互いに、及び、前記貯蔵手段に対して構成され且つ配置されていることから成るディスプレイ装置。
【請求項２】
第１の非導電性シートと、

第２の非導電性シートと、
前記第１のシートと前記第２のシート間の密閉通路手段と、
前記第２のシートが前記通路手段の中に通じている貯蔵手段を有していることと、
前記第１のシートが電極手段を有していることと、
前記第２のシートが、各々が前記貯蔵手段に関連している電極手段を有していることと、
前記貯蔵手段内の液体手段と、
前記液体手段が非導電性であり、
前記第１のシート上の前記電極手段及び前記第２のシート上の前記電極手段が、これらが付勢されると、前記第１のシート上の前記電極手段と前記第２のシート上の前記電極手段との間に容量性エネルギーが発生して前記液体手段を前記密閉通路手段に流入させるように、互いに、及び、前記貯蔵手段に対して構成され且つ配置されていることから成るディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ディスプレイシーと、より詳細には、着色液体が画像のピクセルを生成するように各貯蔵器から開放空間に移動されることができる複数の貯蔵器の中の着色液体を利用する電子ディスプレイシートに関するものである。本発明の電子ペーパーは、２つの方式、すなわち、電気毛管ディスプレイシートと容量性ディスプレイシートで開示されている。

【０００２】

【従来の技術】

一般的には、シート形式のディスプレイ装置は、紙に書かれた文書の多数の属性を有する薄いシートから成る。ディスプレイ装置は、紙のように見え、紙に似た周囲光弁の働きを有し（周囲光が明るければ明るいほど、それはより容易に見ることができる）、紙のように曲げやすく、紙のように携帯でき、紙のようにその上に書くことがてき、紙のようにコピーすることができ、そしてほぼ紙と同様の公文書記録力を有する。

【０００３】

ディスプレイパネルが各半球上に異なるカラーを有する複数の球状粒子で構成されている“ねじれているボールパネルディスプレイ”という名称の米国特許第４，１２６，８５４号のような電界誘起ディスプレイシートを製造するための異なる方式がある。各球状粒子に印加された電界の方向に応じて、半球の一方が表示される。この方式では、白黒ディスプレイシートの場合、各ボールは白半球と黒半球とを有する。球状粒子の白黒半球は、所望の画像又はテキストを表示するように選択できる。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、電界誘起ディスプレイシートを製造するための異なる方式を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

２つの異なる方式を利用する電子ディスプレイシートが開示されている。第１の方式は電気毛管概念に基づいたものであり、第２の方式は容量性エネルギー概念に基づいたものである。両方式とも、互いに離隔され、かつ互いに平行に配置された３つの透明シートを利用する。中間に位置するシートは、着色又は彩色されたインクで満された複数の貯蔵器を有する。

【０００６】

電気毛管ティスプレイシートでは、前記貯蔵器の各々の貯蔵器は個々にアドレス指定できる電界を有する。各電界を付勢することによって、対応する貯蔵器からのインクが、中間に位置するシートと他の２つのシートの一方との間の空間の中に流出してピクセルを形成する。電界を選択的に付勢することによつて、本発明の電気毛管ディスプレイシート上に

画像が形成される。

【０００７】

容量性エネルギーディスプレイシートては、中間に位置するシート及び他のシートの一方は、２つのシート間の空間に配置された複数の電極を有する。各電極対（各シートから１つずつ）は貯蔵器に対応する。各電極対を選択的に付勢することによって、対応する貯蔵器からのインクを電極対間の空間の中に流入させる容量性エネルギーが形成される。電極間のインクはピクセルとみなされる。電極対を選択的に付勢することによって、本発明の容量性ディスプレイシート上に画像が形成される。

【０００８】

【発明の実施の形態】

図１を参照するに、本発明の電気毛管ディスプレイシート１０の断面図が示されている。電気毛管ディスプレイシート１０は、ガラス又はマイラーのような、３つの透明絶縁シート１２、１４及び１６を備えている。シート１２、１４及び１６は、互いにほぼ平行であり、互いに離隔されている。シート１２とシート１４との間の距離ｄ１及びシート１４とシート１６との間の距離ｄ２、どちらも０．０００１インチから０．０５インチの範囲内にある。以下、簡単にする目的のために、“電気毛管ディスプレイシート”は“ディスプレイシート”と記す。

【０００９】

図２を参照するに、シート１２、１４及び１６を一緒に結合する方法の例が示されている。シート１２、１４及び１６は、適度に互いから離隔され、ディスプレイシート１０の周辺の周りに延ひるフレーム１７に結合されている。フレーム１７とシート１２、１４及び１６がガラスであるならば、結合は、接合面上で彩色され、その後にその融解温度に加熱されたガラスフリットによつて行われることができる。結合はまた、エポキシー又はある種の他の結合樹脂で行うこともできる。シート１２、１４及び１６か全てテフロン又はマイラーのようなプラスティック材でできているならば、結合は、当該技術分野で周知の手段を伴う熱溶接である。

【００１０】

フレーム１７は、ディスプレイシート１０の周辺の周りに延びているので、シート１２とシート１４との間及びシート１４とシート１６との間のそれぞれの空間１３及び１５を密閉する。

【００１１】

再び図１を参照するに、複数の電極１８が、シート１４に面するシート１２上に置かれ、複数の電極２０がシート１２に面するシート１４上に置かれている。電極１８及び２０は、通常、酸化インジウム／スズ（ＩＴＯ）又は酸化スズのような透明材から作られなければならない。電極１８及び２０は、正方形又は円形のような異なる形を有するように選択され得る。しかしながら、電極１８及び２Ｏの形は両方が同一であるように選択されねばならない。本発明の好ましい実施例では、電極１８及び２０の両方は、丸く隅切りされた正方形であるように選択されている。シート１２の電極１８の各々の電極はシート１４からの対応する電極２０と整列されている。

【００１２】

図３を参照するに、シート１２の電極１８の平面図の一部が示されている。シート１２の電極１８は、電極がシート１２の面の幅Ｗ及び長さＬの両方に沿って平行線を形成するように互いに隣接して配置されている。ｎ×ｎの寸法の電極１８は、互いに距離ｄ３離れて配置されている。各電極はピクセルの大きさと同じ大きさなので、寸法ｎはピクセルの大きさで規定される。距離ｄ３は、０．００１ｎと０．０５ｎの範囲内にある。シート１４の電極２０はシート１２の電極１８と同じ形状、同じ大きさ及び同じ配置である。各電極２０はその中心に、透明な電極１８を通して見ることのできる、円２１で示される開口部を有している。開口部２１は円以外のあらゆる形状をとることができる。

【００１３】

図１に戻って参照するに、シート１４に面するシート１２は低表面エネルギー絶縁体の層

２４を有する。シート１２の電極１８の上に配置された低表面エネルギー絶縁体層２４は、シート１２の全面を覆う。同様に、低表面エネルギー絶縁体層２６は、シート１４の電極２０上に配置されている。低表面エネルギー絶縁体層２４及び２６は、１枚のシートとしてシート１２及び１４に結合されるか、スパッタリング又は化学蒸着法処理によって蒸着されたテフロン（デュポン社）又は他の過フッ素処理ポリマーの層であってもよい。これらはまた、ダウコーニング社のシルガード（Ｓｙｌｇａｒｄ）１８４のようなシリコーンエラストマーであってもよい。さらに、これらは、スリーエム社のフルオラッド（Ｆｌｕｏｒａｄ） ＦＣ７２５のような過フッ素化ポリマーで上を覆われたパリレーン（Ｐａｒｙｌｅｎｅ）（ユニオンカーバイト社の製品）のような２つ以上の層構造体であってもよい。

【００１４】

シート１４は、複数の貯蔵器（液体を保持するための蓄積器）２２を有する。貯蔵器２２は絶縁層２６とシート１４を通って、各電極２０の開口部２１内で穴を形成することにより作られる。各貯蔵器の開口部の直径又はサイズは、一旦貯蔵器２２が作られると各電極２０はそれぞれの貯蔵器に露出することのないように、開口部２１の直径又はサイズより小さくされている。各貯蔵器はシート１４の厚みＷ１を通って延びている。さらに、好ましくは、シート１４は、シート１４の４つの隣接した電極２０との間に空間がある場合、厚みＷ１及び絶縁層２６を通って延びるように形成されている複数の穴２３を有する。しかしながら、電極２０の存在しないあらゆる場所に配置することが可能である。穴２３は、密閉空間１３と１５との間をつなぐ経路を提供する。

【００１５】

さらに、蒸着又はスパッタされた金、白金、酸化インシウム／スズ、又はニッケルのような材料から作られている複数の高表面エネルギープレート２８が、シート１４の貯蔵器２２の上にあるように整列された順域上にだけ、シート１２の低表面エネルキ一絶縁体層２４の上に配置されている。本発明の好ましい実施例では、高表面エネルギープレート２８の形状は円形である貯蔵器の断面形状と同じである。

【００１６】

電極１８及び２０、及び低表面エネルギ一絶縁体２４及び２６は全て透明であることに注目すべきである。高表面エネルギープレート２８もまた透明であってもよい。

【００１７】

貯蔵器２２は、水、アルコール、アセトン、ホルムアミド、エチレングリコール及びこれらと他の適当な液体との混合物のような、着色された有極性液体１1で満されている。

【００１８】

シート１４とシート１６との間の空間（通路）１５、シート１２とシート１４との間の空間（通路）１３及び穴２３は、ダウコーニング社の２００シリーズシリコーンオイル、エクソン社のイソパー又はスリーエム社のフルオリナートのような低表面エネルギー液体１2で満されている。２つの液体１1及び１2は混ざらない。液体１2は、透明であってもよく、液体１1と対照的な色で着色又は彩色されてもよい。空間１３、１５及び穴２３はまた空気のような気体で満たされていてもよい。

【００１９】

導電性液体は有極性で、通常互いに混合できる。しかしながら、互いに混合できない非導電性液体の種類がある。これらの例は、大部分の炭化水素と混合できないスリーエム社のフルオリナートのような過フッ化炭化水素であり、ダウコーニング社のＦＳ－１２６５オイルは過フッ化炭化水素又はスリーエム社のフルオリナートにも溶解できない。

【００２０】

各貯蔵器内の着色された有極性液体１1は、貯蔵器の上の高表面エネルギープレート２８に付着する。高表面エネルギープレート２８は、アドレス指定電極１８及び２０に隣接する導電性液体の配置を保持する目的に利用できるばかりでなく、導電性液体１1に電気的に接続する手段としても利用できる。高表面エネルギープレート２８は液体１2に電気的接続を提供できるので、以下、“高表面エネルギープレート”を“接続プレート”と呼ぶ

。
【００２１】
本発明は、“電気毛管現象”と呼ばれる概念に基づいている。電気毛管現象は、ニューヨークのレインホールド出版社から１９６２年に発行されたロイド・アイ・オジポウ（Ｌｌｏｙｄ　Ｉ．　Ｏｓｉｐｏｗ）著の「界面化学」で論議されている印加電界の関数としての表面張力の変化に関連する。図１に示された構造は、電気毛管概念に関連した効果を使用して着色された有極性液体１１を一方の領域から他方の領域に移動させるように設計されている。
【００２２】
本発明の開示された実施例を理解するために、電気毛管概念を検討することが必要である。図４を参照するに、面３２上の２つの異なる種類の液体の２つの同一の大きさの小滴ａ及びｂ が示されている。見て分かるように、小滴は広がり、小滴ａは上の方へビーズ玉状になっている。結果として、小滴ｂは、小滴ａが占有する表面積Ｓ2よりも大きい表面積Ｓ1を占有する。２つの液体の表面積が異なるのは、各液体が所与の面に対して特定の接触角を生じる、面と所定のエネルギー関係を有するからである。液体と面との間の相互作用エネルギーが低くなればなるだけ、接触角はより大きくなり、共有領域はより小さくなる。
【００２３】
図５を参照するに、接触角αは、面の水平面３４と液体の小滴３８の正接線３６との間の角度である。所与の面に対する各液体の接触角は、その液体の特性、例えば表面張力と面の特性、例えば表面エネルギーに依存する。
【００２４】
図６を参照するに、その接触角α1及びα2を有する図４の２つの小滴ａ及びｂが示されている。小滴ｂの液体のように、その液体の小滴に大きな面Ｓ1を占有させる鋭接触角α2を有する液体もある。しかしながら、小滴ａの液体のように、これらの液体の一つの同一サイズの小滴に鋭接触角を有する液体で占有された表面積Ｓ1よりもより小さい面Ｓ2を占有させる鈍接触角α1を有する液体もある。
【００２５】
図７を参照するに、階段を形成するように互いに平行に、互いから離隔されて配置された２つのプレート４０及び４２が示されている。広範囲にわたる実験によって、約９５°よりも小さい接触角を有する液体の小滴が階段によって形成された隅４４に配置されると、この小滴は２つの平行なプレート４０と４２との間の空間４６の中に広がることが分かっている。しかしながら、図８を参照するに、約９５°以上の接触角を有する液体の小滴が隅４４に配置された場合には、小滴は広がらない。
【００２６】
さらに、図９を参照するに、広範囲にわたる実験によって、薄い絶縁面４８上に置かれた小滴ｃと電極４９（面４８の真下）との間に電圧Ｖを印加することによって、接触角が変更される電界が形成され、液体に印加された電圧に応じて、接触角が所望の角度に修正できることが確定された。
【００２７】
図９では、左から右に、電圧Ｖの印加前、電圧の印加中、電圧の除去後、の小滴ｃが示されている。見て分かるように、電圧Ｖの印加前の小滴ｃは上の方へビーズ玉のようになっており、鈍角α3を有する。電圧Ｖの印加中、小滴ｃの接触角は鋭角α4に変わり、結果として、小滴は膨張する。電圧Ｖの除去後、小滴の接触角は、その最初の鈍角α3に変わり、結果として、小滴は再び上の方へビーズ玉状になる。
【００２８】
電圧がオフにされると、電荷が小滴及び電極の中に残存し、結果として、小滴は広がったままであることに注目すべきである。しかしながら、小滴及び電極が放電されると、液体は上の方へビーズ玉状になる。本明細書では、用語“電界が取り除かれる”は、“液体、その対応する電極及び液体への電気接続手段が放電される”ことを意味する。

【００２９】
接触角を鈍角α3から鋭角α4に変更することによって、小滴ｃは、その最初の表面積Ｓ4（小滴ｃが電界の印加前に占有する面）よりも大きな表面積Ｓ3を占有することになる。一旦電圧が取り除かれると、小滴ｃは収縮し、その最初の形状及び表面積Ｓ4に戻る。導体の上に被覆するシリコーンエラストマーのような面上で水及び水銀のような液体に電圧Ｖを印加することによって、その表面積は１０倍だけ増加することが実験によって明らかになっている。さらに、テフロンを被覆したパリレーンのような面を利用することによって、水又は水銀の表面積は、２０から３０倍増加する。
【００３０】
本発明では、電圧を印加することによって液体の表面積を増加させる概念を、要求に応じて表面積を満たすために着色液体の表面積を膨張させるために使用している。
【００３１】
本発明の好ましい実施例では、低表面エネルギー絶縁体に対する着色された有極性液体１1の接触角は、９０°より大きくなるように選択されている。より低い表面張力を有し、第１の液体と混じらない第２の液体が存在するならば、ある面に対する第１の液体の接触角が非常に増されることは周知である。この現象は図１０及び図１１に示されている。
【００３２】
図１０では、液体の小滴ｄが面５０上に配置されている。空気５２で囲まれている小滴ｄは鋭接触角α5を有する。しかしながら、図１１では、図１０の小滴ｄと同じである小滴ｄ′は、異なる液体５４で囲まれ、図１０の面５０と同じである面５０′上に配置されている。見て分かるように、図１１では、液体５４によって、小滴ｄ′は鈍角α6を有する。この結果は、本発明の実施で非常に有用である有極性液体／低エネルギー表面結合数を大いに増加させるために利用できる。
【００３３】
再び図１を参照するに、動作中には電圧Ｖを発生する個々の電圧源は、各対の電極１８及び２０とその対応する液体１1に接続プレート２８を介して印加される。簡単にする目的のために、電極対１８及び２０の一対と電圧Ｖのための対応する接続プレート２８が示されている。しかしながら、個々にアドレス指定できる電界は、各電極対１８及び２０とその対応する接続プレート２８に印加されていることに注目すべきである。個々の電圧Ｖが電極１８及び２０とその対応する接続プレート２８に印加されると、電極１８及び２０（電極１８及び２０が付勢される）とその対応する接続プレート２８との間に電界が発生する。
【００３４】
電圧Ｖは直流又は交流のいずれであってもよい。直流電圧Ｖの場合、電極１８及び２０は、電圧Ｖの同一極に接続され、接続プレート２８は電圧Ｖの反対極に接続されている。したがって、接続プレート２８を介してその電気的接続を受ける液体１1は、電極１８及び２０の極性と反対の極性を有する。
【００３５】
動作中、一旦電圧Ｖが付勢されると、低表面エネルギー絶縁体２４及び２６の面に対する有極性液体１1の接触角は小さくなる。低表面エネルギー絶縁体２４及び２６がそれぞれ電極１８及び２０の上にあることに注目すべきである。したがって、低表面エネルギー絶縁体２４及び２６の真下の電極１８及び２０の極性と反対の極性の液体１1は、有極性液体１1の接触角を減少させる。接触角の減少によって、有極性液体１1はシート１２と１４との間の空間に吸い込まれる。
【００３６】
着色有極性液体１1は、電極１８及び２０の周囲内だけの空間１３を占有する。膨張する液体１1は電極１８及び２０の周囲に接近するにつれて、液体１1と電極１８及び２０との間の電界強度は低下し、低表面エネルギー絶縁体２４及び２６の面に対する液体１1の接触角を増加させる。この接触角の増加によって、液体の更なる拡張は止まる。
【００３７】

液体１1が空間１３の中に移動すると、空間１３、穴２３及び空間１５の中の液体ｌ２は、貯蔵器２２の中に移動し、流入して貯蔵器の開口から空間１５に入り、液体１1及び液体ｌ2を均衡させる。

【００３８】

一旦電圧Ｖが付勢されると、着色された有極性液体１1は電極１８と２０との間の領域を占有し、したがって、電極１８と２０との間の領域は着色ピクセル又はサブピクセルとして見ることができる。電圧Ｖによって形成された電界を取り除くことによって、低表面エネルギー絶縁体２４及び２６に対する液体１1の接触角は、増加し、着色された有極性液体１1を、液体１1が湿らす接続プレート２８にだけ付着する貯蔵器に戻す。一旦電界が取り除かれると、着色された有極性液体１1は貯蔵器に戻るので、その電極の下の領域は透明領域となって見える。貯蔵器の直径及び、したがって高エネルギー接続プレート２８の直径は、貯蔵器２２内の着色された有極性液体１1を見えなくする程十分に小さい。したがって、適切な電界を付勢したり取り除いたりすることによって、画像を電気毛管ディスプレイシート１０上に表示することができる。

【００３９】

貯蔵器から液体を移動させるのに適当な電界を形成するのに必要な電圧は５ボルトから３００ボルトの範囲内である。

【００４０】

電気毛管ディスプレイシート１０は、画像を連続的に表示するために電圧Ｖをアドレス指定するための一定のパターンの印加を必要とする。アクティブマトリックスアドレス指定回路によってこのような保持電圧パターンを供給できる。

【００４１】

紙の代用物として本発明の電気毛管ディスプレイシート１０を利用するために、シート１０の最下部面６０は、有極性液体１1のカラーと対照的なカラーの材料で被覆されるか又はこのような面に接触させるかしなければならない。最下部面６０に明るい色が選択され、着色された有極性液体が濃色になるように選択されるならば、電界が付勢された場合の電極１８及び２０は、電極１８及び２０の大きさに応じて濃色のピクセル又はサブピクセルとして表示される。しかしながら、電界が取り除かれた場合の電極１８及び２０は透明のピクセルとして表示される。例えば、着色された有極性液体１1が黒く着色され、面６０が白で被覆されるならば、電界が付勢された場合の電極１８及び２０は白の背景上に黒く表示される。電界が取り除かれた場合の電極１８及び２０は、白い背景が透明の電極１８及び２０を通して見ることができるので、白として表示される。これは、白い紙の上の黒インクの物理的様相を有する。

【００４２】

貯蔵器の大きさはピクセルの領域の０．１％から１０％と、非常に小さいので、貯蔵器内のインクはほぼ目に見えないことに注目すべきである。

【００４３】

さらに、本発明の電気毛管ディスプレイシート１０は、スクリーン上に電気毛管ディスプレイシート１０の画像を映写するようにプロジェクタ上に配置される透明ディスプレイとして利用されることができる。したがって、スクリーン上ではアクティブ電界の電極１８及び２０の投影された画像だけが電極の大きさに応じて濃色のピクセル又はサブピクセルとして見える。電界が取り除かれた場合の電極は透明に表示され、これらの電極を通過する光はスクリーン上に明るい画像を形成する。

【００４４】

図１２を参照するに、本発明のさらに別の代替電気毛管ディスプレイシート８０が示されている。図１２では、素子８２、８３、８４、８５、８６、８８、９０、９２、９３、９４、９６、９８、ｌ3及びｌ4は、図１の素子１２、１３、１４、１５、１６、１８、２０、２２、２３、２４、２６、２８、１1及びｌ2のそれぞれと同じで、同じ目的に利用できる。図１２では、接続プレート９８は、液体ｌ3に電気的接続を与えるためにはもはや使用されていない。しかしながら、接続プレート９８は、液体ｌ3をプレート９８まで上げ

させ、プレート９８に付着させるために貯蔵器の上に配置されている。接続プレート９８の代わりに、導電性被覆７２が、液体ｌ３に電気的接続を与えるために使用されるめっき又は他の任意の周知の方法によって、貯蔵器９２の壁に配置されている。

【００４５】

図１２では、電圧Ｖ1は、電極８８及び９０に、及び導電性被覆９９を通してその対応する液体ｌ３に印加されている。電極８８及び９０は同一極性の電圧Ｖ1に接続され、液体ｌ３に電気的接続を与える導電性被覆９９は、反対極性の電圧Ｖ1に接続されている。

【００４６】

図１３を参照するに、本発明のさらに別の代替電気毛管ディスプレイシート１００が示されている。図１３では、素子１０２、１０３、１０４、１０５、１０６、１０８、１１０、１１２、１１３、１１４、１１６、１１８及びｌ5は、それぞれ図１の素子１２、１３、１４、１５、１６、１８、２０、２２、２３、２４、２６、２８、及びｌ2と同じで、同じ目的に利用されている。電気毛管ディスプレイシート１００では、図１の液体１1は、２つの液体ｌａ及びｌbによって置き換えられる。液体ｌａは透明導電性液体である。しかしながら、液体ｌbは、着色又は彩色された非導電性液体である。さらに、液体１５、ｌａ及びｌbは全て混合することのできない液体である。液体ｌbは、一旦液体ｌａが電極１０８及び１１０と貯蔵器１１２の一部との真中の領域の空間１０３だけに流入すると、液体ｌbが貯蔵器１１２に完全に引っ込むように、液体ｌａの下に配置されている。

【００４７】

動作中、一旦電圧Ｖ2が電極１０８及び１１０と接続プレート１１８に印加されると、接続プレート１１８と接触している導電性液体ｌａは、空間１０３の中に広がり、電極１０８と１１０との間の空間を満たす。液体ｌａが貯蔵器２２から流出すると、液体ｌbが貯蔵器２２の中に移動する。その間、液体ｌ5は、空間１２０（電極１０８及び１１０の真下の空間１０５内）を満たす。電圧Ｖ2が取り除かれると、液体ｌａは貯蔵器２２の中に戻り、したがって、液体ｌbは、液体ｌ5を押し出しながら空間１２０を満たすために流出する。

【００４８】

最下部面１２４から電気毛管ディスプレイシートを見る人は、電圧Ｖ2が取り除かれるとき、空間１２０内の着色又は彩色された液体ｌbを見るだろう。したがって、空間１２０は液体ｌbのカラーのピクセルとして見える。しかしながら、電圧Ｖ2が付勢されると、液体ｌbが貯蔵器２２の中に戻り、透明液体ｌ５が空間１２０の中に流入する。その結果、空間１２０は透明ピクセルとして見える。したがって、電気毛管ディスプレイシート１００は、印加電圧Ｖ2によって形成された電界が取り除かれると、ピクセルを生成し、電界が印加電圧Ｖ2によって形成されると、ピクセルを透明にする。対照的に、図１の電気毛管ディスプレイシート１０は、電界が印加電圧Ｖによって形成されると、ピクセルを生成し、印加電圧Ｖによって形成された電界が取り除かれると、ピクセルを透明にする。電気毛管ディスプレイシート１０、８０及び１００は、総天然色の画像を表示するように変更可能である。図１４を参照するに、カラー電気毛管ディスプレイシート１３０の平面図の一部が示されている。本方式では、各対の電極１３２及び１３４（電極１３２の下）の大きさを減少し、３対の電極を各ピクセルに充て、異なるカラーインク（例えば、赤ｌR、緑ｌG、青ｌB）を各対の電極の貯蔵器の中に配置することによって、カラー電気毛管ディスプレイシート１３０を生成することができる。

【００４９】

例えば、ピクセルＰ１及びＰ２の各ピクセルは、３対の電極（１３２R、１３４R）、（１３２G、１３４G）及び（１３２B、１３４B）を含んでいる。電極（１３２R、１３４R）はその対応する貯蔵器の中に赤インクを含んでおり、電極（１３２G、１３４G）はその対応する貯蔵器の中に緑インクを含んでおり、電極（１３２B、１３４B）はその対応する貯蔵器の中に青インクを含んでいる。本方式では、電界が各電極対、及びその対応する貯蔵器の中の液体に印加されると、各電極対の下の領域は異なるカラーサブピクセルを形成し、各ピクセルは３つの電極対を有するので、３つのサブピクセルを組み合わせると一つの着

色されたピクセルとして表示される。したがって、各ピクセルの適切な電極を選択することによって、異なるカラーを各ピクセル上に形成することができる。本ディスプレイ１３０では、非導電性液体（貯蔵器の外側の液体）が透明であるならば、画像はパステルカラーを示す。非導電性液体が（例えば）黒く着色され、ディスプレイを背後から照らすと、非常に幅広のカラー域を有する画像を示す。

【００５０】

カラーを達成するためのさらに他の方法は、各カラーに対して１つ、そして重層のピクセル配列の、２つ以上のディスプレイシートのスタックを有することである。この場合は、減色染料（シアン、マゼンタ及び黄）の使用が最も適している。

【００５１】

本明細書に開示された両方の方式のカラー電気毛管ディスプレイシートでは、赤インク、青インク及び緑インクは、カラーのスペクトルを形成できる任意の３つの補色によって置き換えられてもよいことに注目にすべきである。

【００５２】

図１５を参照するに、本発明の容量性エネルギーディスプレイシート２１０の断面図が示されている。容量性ディスプレイシート２１０は、３つの透明シート２１２、２１４及び２１６を備えている。シート２１２、２１４及び２１６は、互いにほぼ平行で、これらは互いに離隔されている。シート２１２と２１４との間の距離ｄ1及びシート２１４と２１６との間の距離ｄ2は、０．０００１インチから０．０５インチの範囲内にある。

【００５３】

図１６を参照するに、シート２１２、２１４及び２１６を一緒に結合する方法の例が示されている。シート２１２、２１４及び２１６は、互いに適当に離隔されていて、ディスプレイシート２１０の周辺の周りに配置されているフレーム２１７に結合されている。フレーム２１７とシート２１２、２１４及び２１６がガラスであるならば、結合は、隣接面上に塗られ、ほぼその溶融温度まで加熱されたガラスフリットによって行われる。結合はまた、エポキシー又は他の結合樹脂を用いて行なってもよい。シート２１２、２１４及び２１６がテフロン又はマイラのようなプラスティック材によって作られているならば、結合は、当該技術分野で周知の手段によって達成される熱溶接であってもよい。一旦シート２１２、２１４及び２１６がフレーム２１７によって一緒に結合されると、シート２１２と２１４との間の密閉空間２１３及びシート２１４と２１６との間の密閉空間２１５が形成される。

【００５４】

再び図１５を参照するに、複数の透明電極２１８がシート２１４に面するシート２１２上に配置され、複数の透明電極２２０がシート２１２に面するシート２１４上に配置されている。透明電極は、ＩＴＯ（酸化インジウム／スズ）、酸化スズ、薄いシートの金等から製造されることができる。電極２２０は、ディスプレイがいくつかの種類の反射読み出しのために使用される場合のように、本ディスプレイのいくつかの実施例では不透明で、反射することもある。電極２１８及び２２０は、正方形又は円形のような異なる形状を有するように選択することができる。しかしながら、電極２１８及び２２０の形状は通常同一である。本発明の好ましい実施例では、両方の電極２１８及び２２０は、丸い隅を有する正方形であるように選択されている。シート２１２の電極２１８の各電極は、シート２１４からの対応する電極２２０と整列されている。

【００５５】

図１７を参照するに、容量性ディスプレイシート２１０の平面図が示されている。見て分かるように、シート２１２の電極２１８は、シート２１２の面の幅Ｗ及び長さＬの両方に沿って平行線を形成するように互いに隣接して配置されている。寸法ｎ×ｎの電極２１８は、互いに離れた距離ｄ3をおいて配置されている。距離ｄ3は、０．００１ｎから０．０５ｎの範囲内にある。

【００５６】

シート２１２の電極２１８の下に置かれているシート２１４の電極２２０は、シート２１

２の電極と同じ形状、大きさ及び配置を有することに注目すべきである。
【００５７】
図１５及び図１７の両方を参照するに、シート２１４は複数の貯蔵器（液体を保持するための蓄積器）２２２を有する。この貯蔵器は、好ましくは、シート２１４の幅Ｗ１を通って各電極２２０の中心に穴を形成することによって形成される。図１７では、貯蔵器２２２は電極２１８の中心で円として示されている。
【００５８】
シート２１４はシート２１４の幅Ｗ１を通る複数の穴２２３も有する。穴２２３は、電極２２０の間にある。穴２２３は、空間２１３と空間２１５との間に通じる経路を与える。
【００５９】
再び図１５を参照するに、貯蔵器２２２は、ダウコーニング社のシリーズ２００のシリコーンオイル、エクソン社のアイソパアー（ＩｓｏｐａR）、鉱油、変圧器油、ひまし油等のような着色又は彩色された誘電体（非導電性）の液体２２４で満たされる。簡単にする目的のために、以下、“着色又は彩色された誘電体の液体”は“インク”と呼ぶ。各貯蔵器２２２の中のインク２２４は、貯蔵器の上の電極２１８に付着するために満ちあふれさせてもよい。しかしながら、インクはリセット状態の電極２１８と２２０との間の空間２２７を満たさない。空間２１３及び２１５と穴２２３は、インク２２４とは異なる誘電率を有する誘電体の液体２２６で満たされている。この液体は、透明であってもいいし、液体２２４と対照的なカラーで着色又は彩色されてもよい。空間２１３及び２１５と穴２２３はまた、空気のような気体で満たされてもよい。
【００６０】
本発明は、“容量性エネルギーディスプレイ”と呼ばれる概念に基づいている。図１５に示された構造は、容量性エネルギーを印加することによってインクを一方の領域から他方の領域へ移動させるように設計されている。電界によって誘電体の液体を移動させる概念は、ニューヨークのハフナー出版社から出版された“電気及び磁気の古典理論”（第２版）という題名の本の中でマックス・アブラハム及びリチャード・ベッカーによって詳細に論じられている。
【００６１】
本発明の開示された実施例を理解するために、容量性エネルギーの概念を検討する必要がある。図１８を参照するに、インク２３２（誘電液体）を含むタブ２３０の断面が示されている。タブ２３０内にはインク２３２がプレート２３４と２３６との間の空間２３８の一部を満たすように配置された２つの導体２３４及び２３６がある。
【００６２】
図１８では、電圧Ｖ3は２つのプレート２３４と２３６との間に印加されている。本例では、正の極性がプレート２３４に接続され、負の極性がプレート２３６に接続されている。しかしながら、プレート２３４及び２３６に対する電圧Ｖ3の極性の接続順序は重要でない。
【００６３】
電圧Ｖ3を印加しなければ、ガラス板とガラス板の外側との間のインクのレベルはレベル２３３にある。しかしながら、一旦電圧Ｖ3が２つのプレート２３４及び２３６に印加されると、２つのプレート２３４と２３６との間の空間２３８内のインク２３２をレベル２３５に上昇させ、代わりにプレート２３４及び２３６の外側のインクのレベルをレベル２３７に減少させる容量性エネルギーが２つのプレート２３４と２３６との間に形成される。この概念は、本発明ではインクを移動させて要求に応じて表面積を満たすために使用されている。
【００６４】
図１５に戻って参照するに、電圧Ｖ4を発生する個々の電圧源が、シート２１２上の各電極２１８及びシート２１４上のその対応する電極２２０に印加されて、電極２１８と２２０との間に容量性エネルギーが形成される。電圧Ｖ4は、交流又は直流であってもよい。直流電圧の場合、電圧Ｖ4の正の極性は電極２１８に接続され、電圧Ｖ4の負の極性は電極

２２０に接続されている。これらの電圧は、ディスプレイの動作に影響を及ぼさないで反転され得る。電圧Ｖ4のための全ての電圧源は個々にアドレス指定できる。したがって、各対の電極２１８及び２２０はその他の電極とは無関係に付勢されることができる。

【００６５】

本明細書では、“電極を付勢すること”は、２つの対応する電極との間に接続された電圧源を付勢すること”を意味し、“作動しない電極”は、２つの対応する電極間に接続された電圧が取り除かれた”ことを意味することに注目されたい。

【００６６】

動作中、対応する各電極対２１８及び２２０に電圧Ｖ4を印加しなければ、インク２２４は貯蔵器２２２内にあるので、電極２１８と２２０との間の空間２２７は透明領域として見える。貯蔵器２２２の直径は、貯蔵器２２２の中のインクの可視性を低くするだけ十分に小さい。

【００６７】

しかしながら、図１５を参照するに、動作中、電圧Ｖ4が付勢され、電極２１８と２２０との間の容量性エネルギーによって、インク２２０が上昇して、空間２１３に流入し、電極２１８と２２０との間の空間２２７を満たす。電極の周辺の外側には、インク２２４を引き込むいかなる容量性エネルギーもないので、インク２２４は電極２１８と２２０の周辺内の空間２１３だけを占有する。

【００６８】

インク２２４が電極２１８と２２０との空間に移動すると、インクは、空間２１３、穴２２３及び空間２１５内の液体２２６を移動させ貯蔵器２２２に流入させて、貯蔵器の開口から空間２１５に入らせ、インク２２４及び液体２２６を均衡させる。

【００６９】

一旦電極が付勢されると、インク２２４は電極２１８と２２０との間の空間を占有するので、電極２１８と２２０との間の空間は着色されたピクセル又はサブピクセルとして見える。したがって、選択的電極を付勢することによって、画像が容量性エネルギーディスプレイシート２１０上に表示される。

【００７０】

本発明の容量性エネルギーディスプレイシート２１０を紙として利用するためには、シート２１６の最下部面２４０がインクのために使用されるカラー以外のくすんだカラーで着色されるか、又は面２４０をインク２２４のために使用されるカラー以外のカラーを有する不透明な面に対して配置することができる。

【００７１】

本方式の場合、作動電極は、電極の大きさに応じて暗いピクセル又はサブピクセルとして表示され、作動しない電極は透明ピクセルとして表示される。例えば、インク２２４が黒で、面２４０が白ならば、白い背景は透明電極を通して見ることができるので、作動電極は白い背景上に黒として表示され、作動しない電極は白として表示される。

【００７２】

しかしながら、本発明のディスプレイシート２１０は、スクリーン上に容量性エネルギーディスプレイシート２１０の画像を投影するためにプロジェクタ上に配置される透明ディスプレイとして利用され得る。したがって、スクリーン上では映写された作動電極の画像だけが電極の大きさに応じて暗い又は着色されたピクセルあるいはサブピクセルとして見え、作動していない電極は透明に表示されるので、光は、スクリーン上にいかなる画像も投影せずにこれらの作動しない電極を通過する。

【００７３】

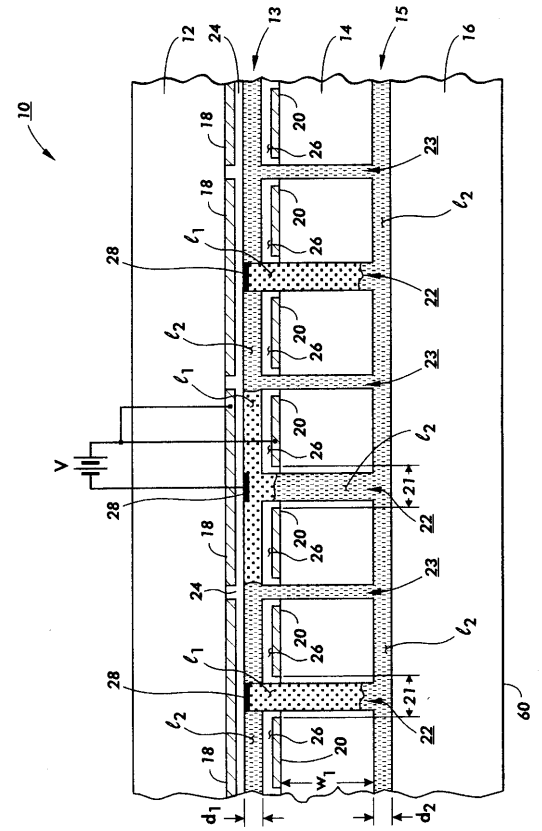
図１５の実施例に開示されたオイル基剤のインクは鉄分を含む液体で置き換えてもよいことに注目されたい。

【００７４】

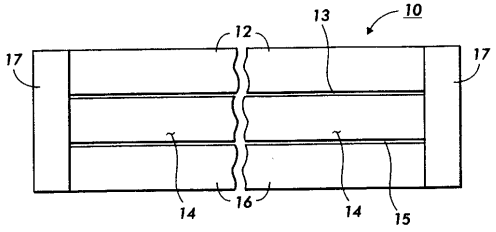
カラー容量性エネルギーディスプレイシートを生成するために、図１５の容量性エネルギーディスプレイシートを図４に示された配置と同じ配置を有するように変更してもよい。

【００７５】
カラー容量性エネルギーディスプレイシートでは、カラーのスペクトルを形成できる任意の補色をインクとして使用してもよいことに注目されたい。
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明の電気毛管ディスプレイシートの断面図である。
【図２】　図１の異なるシートを一緒に結合する方法の例を示す図である。
【図３】　図１の電気毛管ディスプレイシートの平面図の一部を示す。
【図４】　面上の２つの異なる種類の液体の同一サイズの小滴ａ及びｂを示す図である。
【図５】　面に対する液体の小滴の接触角を示す図である。
【図６】　接触角α1及びα2を有する図４の２つの小滴ａ及びｂを示す図である。
【図７】　２つの平行プレートによって形成された空間の中に広がる液体の小滴を示す図である。
【図８】　２つの平行プレートによって形成された空間の中に広がらない液体の小滴を示す図である。
【図９】　電圧を液体の小滴に印加することによって、小滴の接触角を変えることができることを示す図である。
【図１０】　空気で囲まれ、かつ鋭角の接触角を有する小滴を示す図である。
【図１１】　異なる液体によって囲まれ、かつ今度は鈍角を有する図１０の同一小滴を示す図である。
【図１２】　本発明の他の電気毛管ディスプレイシートを示す図である。
【図１３】　本発明のさらに他の電気毛管ディスプレイシートを示す図である。
【図１４】　本発明のカラー電気毛管ディスプレイシートの平面図の一部を示し。
【図１５】　本発明の容量性エネルギーディスプレイシートの断面図を示す。
【図１６】　図１５の異なるシートを一緒に結合する方法の例を示す図である。
【図１７】　図１５の容量性エネルギーディスプレイシートの平面図を示す。
【図１８】　誘電液体を含むタブの断面図を示す。
【符号の説明】
１０：　電気毛管ディスプレイシート
１２、１４、１６：　絶縁シート
１３、１５：　密閉空間
１７：　フレーム
１８、２０：　電極
２２：　貯蔵器
２４、２６：　絶縁体層

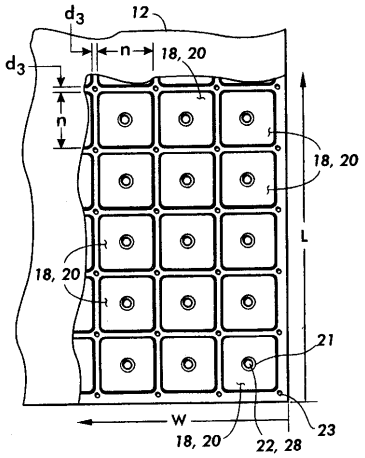
【図１】



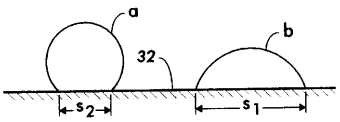
【図２】



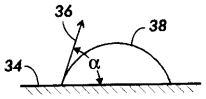
【図３】



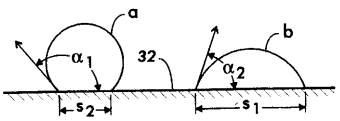
【図４】



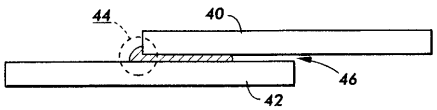
【図５】



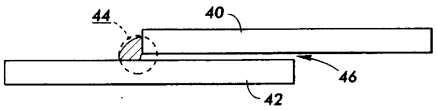
【図６】



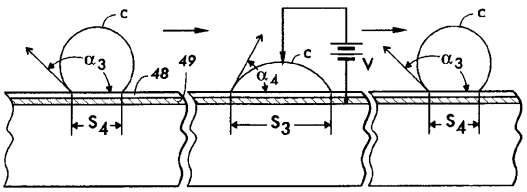
【図７】



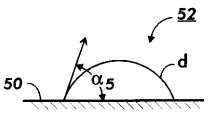
【図８】



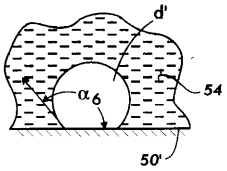
【図９】



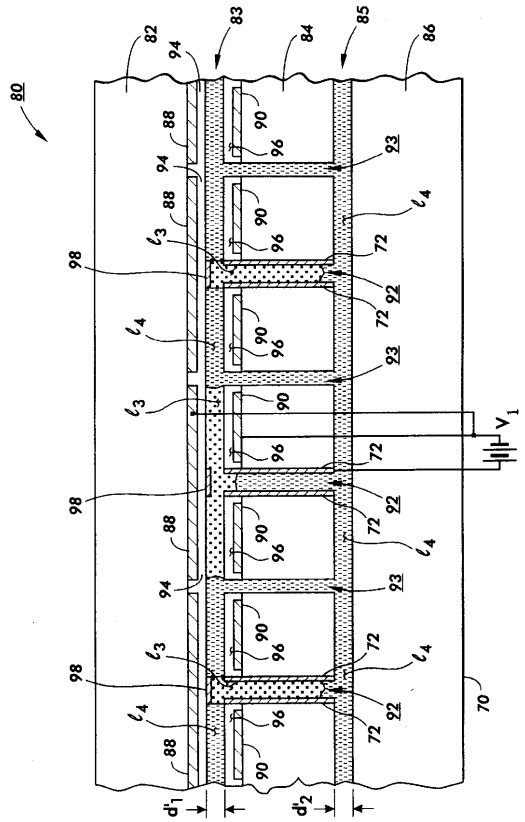
【図１０】



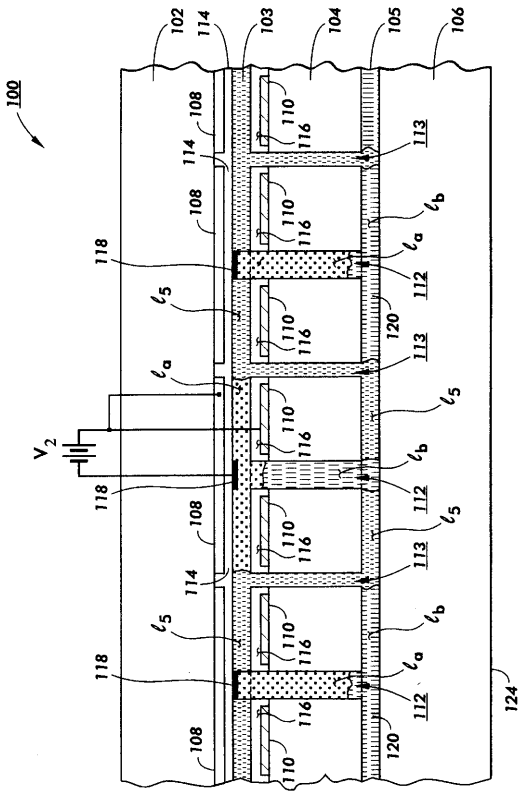
【図１１】



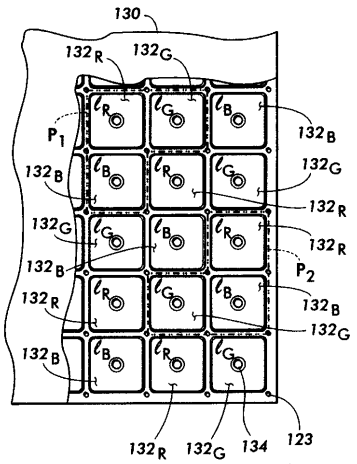
【図１２】



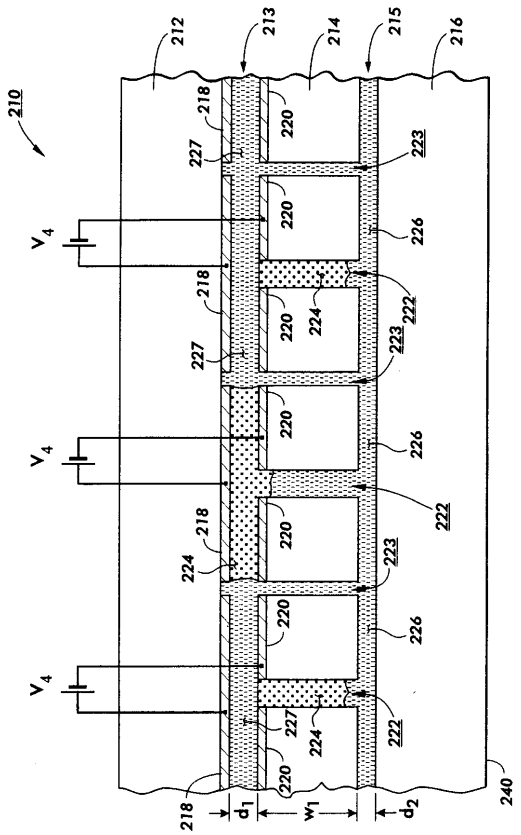
【図１３】



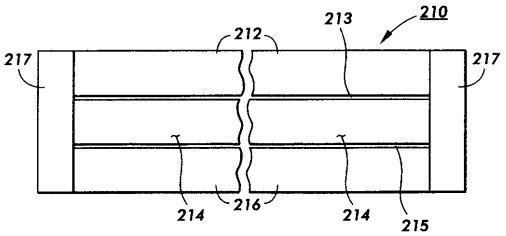
【図１４】



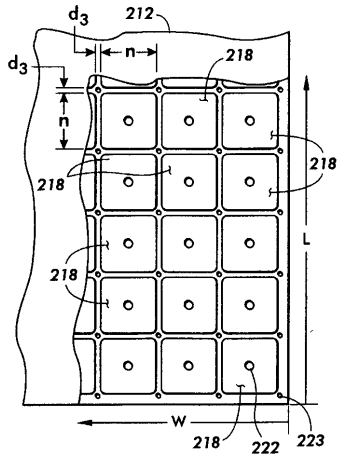
【図１５】



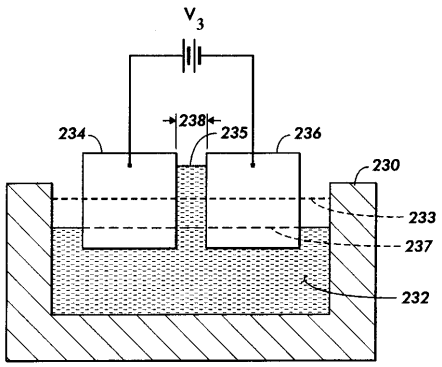
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

審査官　波多江　進

(56)参考文献　特開平１０－７４０５５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３９７９９（ＪＰ，Ａ）
特開平８－２５４９６２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－２０６８５８（ＪＰ，Ａ）
特公昭６３－３６５１３（ＪＰ，Ｂ２）
特開平７－１９９８３３（ＪＰ，Ａ）
特公昭５５－３９８０６（ＪＰ，Ｂ２）
米国特許第４５８３８２４（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G09F 9/37
G02F 1/17