

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 18 年 1 月 5 日 (2006.1.5)

【公表番号】特表 2004-536344 (P2004-536344A)
 【公表日】平成 16 年 12 月 2 日 (2004.12.2)
 【年通号数】公開・登録公報 2004-047
 【出願番号】特願 2003-514338 (P2003-514338)
 【国際特許分類】

G 0 2 F 1/167 (2006.01)

G 0 2 F 1/17 (2006.01)

【F I】

G 0 2 F 1/167

G 0 2 F 1/17

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 7 月 13 日 (2005.7.13)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(1) 適切に規定された寸法、形状およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成される隔離された電気泳動セルであって、該マイクロカップは電気泳動組成物が充填され、充填されたマイクロカップは電気泳動組成物より小さい比重を有するシーリング組成物から形成されるシーリング層で封止されている電気泳動セル、および

(2) インプレーンスイッチングモードを含む電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2】

前記隔離された電気泳動セルの各々は 2 つのインプレーン電極を有し、あるいは前記隔離された電気泳動セルの各々は 1 つのインプレーン電極を有する、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3】

適切に規定された寸法、形状およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成される隔離されたセルを含む電気泳動ディスプレイであって、該マイクロカップは誘電性溶媒または溶媒混合物中に分散した帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填され、充填されたマイクロカップは電気泳動組成物より小さい比重を有するシーリング組成物から形成されるシーリング層で封止され、該隔離されたセルの各々は、一方側にある透明表示層と、その反対側にある 1 つのコモン電極およびインプレーン電極を含む層とを含む、電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4】

前記隔離されたセルの各々は別個の背景層を更に含む、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 5】

前記透明表示層は無色である、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 6】

前記別個の背景層は 1 つのコモン電極およびインプレーン電極を含む層の上部にあり、あるいは前記別個の背景層は 1 つのコモン電極およびインプレーン電極を含む層の下にあ

る、請求項 4 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 7】

1 つのコモン電極およびインプレーン電極を含む前記層は背景層として機能し、およびインプレーン電極は白色であり、または着色されている、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 8】

ディスプレイはモノクロディスプレイである、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 9】

前記誘電性溶媒は無色透明である、請求項 8 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 10】

前記帯電粒子は白色であり、および前記セルは一色の背景を有する、請求項 9 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 11】

前記背景色は黒、赤、緑、青、イエロー、シアンまたはマゼンタである、請求項 10 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 12】

前記帯電粒子は一色であり、および前記セルは白色の背景を有する、請求項 9 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 13】

前記帯電粒子は黒、赤、緑、青、イエロー、シアンまたはマゼンタである、請求項 12 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 14】

前記帯電粒子は、一色の背景を有する前記セルの全てにおいて混合色である、請求項 9 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 15】

混合色は黒、白、赤、緑、青、イエロー、シアンおよびマゼンタからなる群から選択される 2 つまたはそれ以上の色である、請求項 14 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 16】

前記背景は黒、白、赤、緑、青、イエロー、シアンおよびマゼンタからなる群から選択される色である、請求項 15 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 17】

前記ディスプレイはマルチカラーディスプレイである、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 18】

前記帯電粒子は白色であり、および前記セルは異なる色の背景を有し、あるいは前記帯電粒子は黒色であり、および前記セルは異なる色の背景を有する、請求項 17 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 19】

前記セルは誘電性溶媒または溶媒混合物中に分散した異なる色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填され、および該セルの全てが白色の背景を有し、あるいは前記セルは誘電性溶媒または溶媒混合物中に分散した異なる色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填され、および該セルの全てが黒色の背景を有する、請求項 17 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 20】

前記透明表示層は着色され、またはカラーフィルターを含む、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 21】

前記隔離されたセルの各々は 1 つのコモン電極およびインプレーン電極を含む層の上部にある別個の背景層を更に含み、あるいは前記隔離されたセルの各々は 1 つのコモン電極

およびインプレーン電極を含む層の下にある別個の背景層を更に含む、請求項 20 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 22】

1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む前記層は背景層として機能し、およびインプレーン電極は白色であり、または着色されている、請求項 20 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 23】

前記帯電粒子は白色であり、および前記セルは黒色の背景を有する、請求項 20 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 24】

全ての前記セルは同じ色の透明表示層を有し、あるいは前記セルは異なる色の透明表示層を有する、請求項 23 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 25】

適切に規定された寸法、形状およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成される隔離されたセルを有する電気泳動ディスプレイの製造方法であって、

a) 透明絶縁体基材の上に放射線硬化性材料をコーティングすることにより層を形成すること；

b) マイクロエンボス加工または放射線での画像露光により放射線硬化性材料上にマイクロカップを形成すること；

c) マイクロカップに電気泳動組成物を充填すること；

d) マイクロカップを電気泳動組成物より小さい比重を有するシーリング組成物で封止すること；および

e) 封止したマイクロカップに1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む基材を、該封止したマイクロカップの各々の上へラミネートすることを含む、方法。

【請求項 26】

1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む前記基材が接着剤でコートされている、請求項 25 に記載の電気泳動ディスプレイの製造方法。

【請求項 27】

適切に規定された寸法、形状およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成される隔離されたセルを有する電気泳動ディスプレイの製造方法であって、

a) コモン電極およびインプレーン電極を含む基材の上に放射線硬化性材料をコーティングすることにより層を形成すること；

b) マイクロエンボス加工または放射線での画像露光により放射線硬化性材料上にマイクロカップを形成し、これによって、該マイクロカップの各々を1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む基材上に位置させること；

c) マイクロカップに電気泳動組成物を充填すること；

d) マイクロカップを電気泳動組成物より小さい比重を有するシーリング組成物で封止すること；および

e) 封止したマイクロカップに透明絶縁体基材をラミネートすることを含む、方法。

【請求項 28】

透明絶縁体基材が接着剤でコートされている、請求項 27 に記載の電気泳動ディスプレイの製造方法。

【請求項 29】

前記透明絶縁体基材は無色である、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 30】

前記セルは同じ色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した同じ色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記セルは異なる色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した同じ色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 32】

前記セルは同じ色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した異なる色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 33】

前記透明絶縁体基材は無色である、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 34】

前記セルは同じ色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した同じ色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 33 に記載の方法。

【請求項 35】

前記セルは異なる色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した同じ色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 33 に記載の方法。

【請求項 36】

前記セルは同じ色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した異なる色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 33 に記載の方法。

【請求項 37】

前記透明絶縁体基材は着色されている、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 38】

前記セルは黒色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した白色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 39】

前記セルは同じ色の透明絶縁体基材を有し、あるいは前記セルは異なる色の透明絶縁体基材を有する、請求項 38 に記載の方法。

【請求項 40】

前記透明絶縁体基材は着色されている、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 41】

前記セルは黒色の背景を有し、および無色透明な誘電性溶媒中に分散した白色の帯電粒子を含む電気泳動組成物が充填されている、請求項 40 に記載の方法。

【請求項 42】

前記セルは同じ色の透明絶縁体基材を有し、あるいは前記セルは異なる色の透明絶縁体基材を有する、請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

薄膜トランジスタのアレイを含む基材を、1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む層として使用する、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 44】

前記シーリング組成物は放射線、熱または湿気硬化性の組成物である、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 45】

前記シーリング組成物はアクリレート、メタクリレート、スチレン、-メチルスチレン、ブタジエン、イソプレン、アリルアクリレート、多価アクリレート、多価メタクリレート、シアノアクリレート、多価ビニル、多価エポキシド、多価イソシアネート、多価アリル、および架橋可能な官能基を含むオリゴマーまたはポリマーからなる群より選択される材料を含む、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 46】

前記シーリング組成物は熱可塑性エラストマーを含む、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 47】

前記熱可塑性エラストマーはスチレンまたは-メチルスチレンのジブロックまたはトリブロックコポリマーである、請求項 46 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 48】

前記熱可塑性エラストマーは S B (ポリ(スチレン - b - ブタジエン))、S B S (ポリ(スチレン - b - ブタジエン - b - スチレン))、S I S (ポリ(スチレン - b - イソブレン - b - スチレン))、S E B S (ポリ(スチレン - b - エチレン / ブチレン - b - スチレン))、ポリ(スチレン - b - ジメチルシロキサン - b - スチレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - イソブレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - イソブレン - b - - メチルスチレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - プロピレンスルフィド - b - - メチルスチレン)またはポリ(- メチルスチレン - b - ジメチルシロキサン - b - - メチルスチレン)である、請求項 46 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 49】

前記シーリング組成物は放射線、熱または湿気硬化性の組成物である、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 50】

前記シーリング組成物はアクリレート、メタクリレート、スチレン、 - メチルスチレン、ブタジエン、イソブレン、アリルアクリレート、多価アクリレート、多価メタクリレート、シアノアクリレート、多価ビニル、多価エポキシド、多価イソシアネート、多価アリル、および架橋可能な官能基を含むオリゴマーまたはポリマーからなる群より選択される材料を含む、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 51】

前記シーリング組成物は熱可塑性エラストマーを含む、請求項 3 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 52】

前記熱可塑性エラストマーはスチレンまたは - メチルスチレンのジブロックまたはトリブロックコポリマーである、請求項 51 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 53】

前記熱可塑性エラストマーは S B (ポリ(スチレン - b - ブタジエン))、S B S (ポリ(スチレン - b - ブタジエン - b - スチレン))、S I S (ポリ(スチレン - b - イソブレン - b - スチレン))、S E B S (ポリ(スチレン - b - エチレン / ブチレン - b - スチレン))、ポリ(スチレン - b - ジメチルシロキサン - b - スチレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - イソブレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - イソブレン - b - - メチルスチレン)、ポリ(- メチルスチレン - b - プロピレンスルフィド - b - - メチルスチレン)またはポリ(- メチルスチレン - b - ジメチルシロキサン - b - - メチルスチレン)である、請求項 51 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 54】

工程 (c) および (d) は、(1) シーリング組成物と電気泳動組成物との混合物を充填すること、および (2) シーリング組成物が相分離して電気泳動組成物の上に上澄層を形成する間またはその後、シーリング組成物を硬化させることによって、充填したマイクロカップを封止することによって実施する、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 55】

工程 (d) は、(1) 電気泳動組成物の上にシーリング組成物をオーバーコートすること、および (2) 該シーリング組成物を硬化させることによって実施する、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 56】

工程 (c) および (d) は、(1) シーリング組成物と電気泳動組成物との混合物を充填すること、および (2) シーリング組成物が相分離して電気泳動組成物の上に上澄層を形成する間またはその後、シーリング組成物を硬化させることによって、充填したマイクロカップを封止することによって実施する、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 57】

工程 (d) は、(1) 電気泳動組成物の上にシーリング組成物をオーバーコートすること、および (2) 該シーリング組成物を硬化させることによって実施する、請求項 27 に

記載の方法。

【請求項 58】

1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む前記層は1つのコモン電極および2つのインプレーン電極を含み、あるいは1つのコモン電極およびインプレーン電極を含む前記層は1つのコモン電極および1つのインプレーン電極を含む、請求項3に記載の電気泳動ディスプレイ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】インプレーンスイッチング電気泳動ディスプレイ

【背景技術】

【0001】

電気泳動ディスプレイ（EPD：electrophoretic display）は、着色された（または色付きの）誘電性溶媒中に懸濁している帯電色素粒子に作用する電気泳動現象に基づく非発光デバイスである。この一般的なタイプのディスプレイは1969年に初めて提案された。EPDは、典型的には、一对の対向する離間したプレート状電極を、電極間における所定の距離を予め決めるスペーサーと共に有して成る。少なくとも一方の電極（典型的には表示（viewing）側）は透明である。パッシブタイプのEPDの場合、ディスプレイを駆動するには上部（表示側）および底部プレートにそれぞれある行および列電極が必要である。他方、アクティブタイプのEPDの場合には、底部プレートにある薄膜トランジスタ（TFT）のアレイおよび上部表示基板にあるパターン形成していないコモン透明導体プレートが必要である。着色された誘電性溶媒およびその中で分散している帯電色素粒子で構成される電気泳動流体が2つの電極の間に閉じ込められている。

【0002】

2つの電極間に電圧差が付与されると、色素粒子はその極性と反対の極性のプレートに引き寄せられることによって移動する。よって、プレートを選択的に帯電させることによって、透明プレートにて見られる色を溶媒の色または色素粒子の色のいずれかに決定できる。プレート極性を反転させることで粒子を反対側のプレートへ戻して移動させることができ、これにより色を反転できる。電圧レンジでプレートの帯電を制御することによって、中間の色素濃度による中間色濃度（またはグレーの濃さ）を透明プレートにて実現できる。このタイプの反射型EPDディスプレイではバックライトは不要である。

【0003】

透過型EPDは米国特許第6,184,856号に開示されており、これにはバックライト、カラーフィルタおよび2つの透明電極を有する基材が使用されている。電気泳動セルはライトバルブとして機能する。集合した状態では、粒子はセルの横方向領域の被覆を最小限にするように配置され、これによりバックライトはセルを通過できる。分布した（または散らばった）状態では、粒子はピクセルの横方向領域を覆うように配置され、バックライトを散乱させ、または吸収する。しかしながら、このデバイスに用いられるバックライトおよびカラーフィルタは多大な電力を消費し、PDA（携帯情報端末：Personal Digital Assistant）および電子書籍などの携帯型デバイスには望ましくない。

【0004】

EPDの通常の上部/底部（またはトップ/ボトム）電極スイッチングモードの他に、反射型「インプレーン（in-plane：または平面もしくは面内）」スイッチングEPDが、E. Kishira、「5.1：In-Plane式EPDの開発（development of In-Plane EPD）」、キヤノンリサーチセンター、SID 00ダイジェスト、第24～27頁（2000年）およびSally A. Swansonら、「5.2：高性能電気泳動ディスプレイ（High Performance Electrophoretic Displays）」、IBMアルマデ

ンリサーチセンター、SID 00 ダイジェスト、第29～31頁(2000年)に開示されている。しかしながら、これらの文献にはモノクロのインプレーンスイッチングEPDしか開示されていない。マルチカラーディスプレイを製造するため、カラーフィルターあるいは隔離されたカラーピクセルまたはセル構造のいずれかが色分解および演色のために必要である。カラーフィルターは典型的には高価であり、電力効率が高くない。他方、インプレーンスイッチングモードにおける色分解および演色のために、隔離されたピクセルまたはセルを製造することはこれまで教示されていない。

【0005】

異なるピクセルまたはセル構造を有するEPDが従来技術、例えば仕切り型EPD(M. A. HopperおよびV. Novotny、アイ・イー・イー・イー・トランス・エレクトロン・デバイシーズ(IEEE Trans. Electr. Dev.)、ED26巻、第8号、第1148～1152頁(1979年))およびマイクロカプセル化EPD(米国特許第5,961,804号および同第5,930,026号)において報告されており、これらの各々は以下に記載するような個々の問題点を有している。

【0006】

仕切り型EPDでは、粒子の望ましくない運動、例えば沈降を防止するために、空間をより小さなセルに分割するように2つの電極の間に仕切(またはパーティション)が設けられている。しかしながら、仕切りの形成、ディスプレイに流体を充填し、ディスプレイに流体を閉じ込め、異なる色の懸濁物を互いに分離した状態に保つというプロセスは困難である。

【0007】

マイクロカプセル化EPDは、誘電性流体と帯電色素粒子の分散物との電気泳動組成物をそれぞれが有するマイクロカプセルの実質的に2次元的なアレンジメント(または配置)を有し、この粒子は誘電性溶媒と視覚的に対照をなす。マイクロカプセルは、典型的には水性溶液中で調製されて有用なコントラスト比を得、その平均粒子寸法は比較的大きい(50～150ミクロン)。マイクロカプセル寸法が大きいために、引掻抵抗に乏しく、大きいカプセルに対して大きい隙間が2つの電極間において必要となるので所定の電圧に対する応答時間が遅くなる。また、水性溶液中で調製したマイクロカプセルの親水性シェルは典型的には高い湿度および温度状態に対して敏感である。これらの欠点を回避するために多量のポリマーマトリックス中にマイクロカプセルを埋め込むと、マトリックスを使用していることにより、応答時間が更に遅くなり、および/またはコントラスト比が小さくなる。スイッチング速度を向上させるため、このタイプのEPDではしばしば帯電制御剤が必要である。しかしながら、水性溶液中でのマイクロカプセル化プロセスにより、使用可能な帯電制御剤のタイプが制限される。マイクロカプセルシステムに関する他の短所には、解像度が低いことおよび色を適用する場合のアドレス性(addressability: アドレスサビリティ)が低いことがある。

【0008】

近年、改善されたEPD技術が、同時係属出願である2000年3月3日に出願された米国出願第09/518,488号(国際公開第01/67170号に対応)、2001年1月11日に出願された米国出願第09/759,212号、2000年6月28日に出願された米国出願第09/606,654号(国際公開第02/01281号に対応)および2001年2月15日に出願された米国出願第09/784,972号に開示された。これら全ては参照することにより本明細書に組み込まれる。改善されたEPDには、適切に規定された形状、寸法およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成されており、また誘電性溶媒中に分散した帯電色素粒子が充填されている、閉じられ、隔離されたセルが含まれる。電気泳動流体は各マイクロカップ内にて隔離され、封止されている。

【0009】

実際、マイクロカップ構造によって、フォーマットに対して融通がきき、EPDを製造するのに効率的なロール・トゥ・ロール連続製造プロセスを実施できる。このディスプレイは、ITO/PETなどの導体フィルムでできている連続ウェブ上に、例えば(1)I

T O / P E T フィルム上に放射線硬化性組成物をコーティングし、(2) マイクロエンボス加工またはフォトリソグラフィ法によりマイクロカップ構造を形成し、(3) 電気泳動流体を充填し、マイクロカップを封止し、(4) 封止したマイクロカップに他の導体フィルムをラミネートし、および(5) アセンブリ(または組立て)に望ましい寸法またはフォーマットヘディスプレイをスライスおよび切断することによって、製造できる。

【 0 0 1 0 】

この E P D 設計の利点は、マイクロカップ壁が事実上、上部および底部基材を所定の距離だけ離して維持するビルトイン(または組込み)スペーサーとなっていることにある。マイクロカップディスプレイの機械的特性および構造的一体性は、スペーサー粒子を使用することによって製造したものを含む従来のいかなるディスプレイよりも極めて優れている。加えて、マイクロカップを含むディスプレイは、ディスプレイが曲がり、丸められ、例えばタッチスクリーンに適用した場合などの圧縮圧力下にあるときの信頼性の高いディスプレイ性能を含む望ましい機械的特性を有する。また、ディスプレイパネルの寸法を制限および予め決定し、所定の領域内にディスプレイ流体を閉じ込めていたエッジシール接着剤は、マイクロカップ技術を使用することにより不要となる。エッジシール接着法により製造される従来のディスプレイ内のディスプレイ流体は、何らかによりディスプレイが切断されたり、またはディスプレイに穴が開いたときには完全に漏れ出てしまう。損傷したディスプレイは最早機能しない。これに対してマイクロカップ技術により製造されるディスプレイ内のディスプレイ流体は各セル内に封入および隔離されている。このマイクロカップディスプレイは、アクティブ領域にあるディスプレイ流体を失うことによってディスプレイ性能を損なうという危険性なしに、ほぼあらゆる大きさに切断できる。換言すれば、このマイクロカップ構造はフォーマットに対して融通のきくディスプレイの製造方法を可能にし、この方法により、任意の所望のフォーマットへとスライスおよびダイシングできる大面積シートフォーマットでディスプレイを連続生産できる。隔離されたマイクロカップまたはセル構造は、例えば色およびスイッチング速度などの所定の特性が異なる流体をセルに充填する場合に特に重要である。マイクロカップ構造なしには、隣接する領域内の流体が相互に混合することまたは動作中にクロストークが生じることを防止するのは困難である。

【 0 0 1 1 】

従って、マルチカラーディスプレイは、異なる色(例えば赤、緑または青)の色素が充填されたマイクロカップから形成される小さいピクセルを有する空間的に隣接するアレイを用いて製造してよい。しかしながら、伝統的な上部/底部電極スイッチングモードを有するこのタイプのシステムには重大な欠点がある。「ターン・オフ」状態の着色されたピクセルから反射される白色光は「ターン・オン」状態の色の彩度を大きく減少させる。これに関するより詳細な内容は下記の「発明の詳細な説明」の欄にて述べる。

【 0 0 1 2 】

この欠点は各ピクセルを黒色にスイッチングする(または切り替える)ように、例えばポリマー分散液晶などのオーバーレイ・シャッター・デバイスによって改善できるが、この方法の短所はオーバーレイ・デバイスが高コストで駆動回路設計が複雑なことである。

【 0 0 1 3 】

従って、改善された特性を有し、効率的な方法で製造することもできる E P D が依然として必要とされている。

【 発明の要旨 】

【 0 0 1 4 】

本発明は、イメージを形成するためにインプレーンスイッチング(in-plane switching: または平面スイッチングもしくは I P S) モードを備える改善された E P D に関する。より詳細には、本発明の E P D は、適切に規定された寸法、形状およびアスペクト比を有するマイクロカップから形成される隔離されたセルを含み、セル内の粒子の運動をインプレーンスイッチングモードで制御する。本発明の E P D は連続ロール・トゥ・ロール製造プロセスで製造することができ、これにより得られるディスプレイは彩度およびコントラ

スト比が改善される。

【発明の詳細な説明】

【0015】

本明細書において特に断りのない限り、全ての技術的な用語は、それらが当該分野の当業者に一般的に使用および理解されているように、従来から用いられている定義に基づいて使用する。用語「セル」、「マイクロカップ (microcup)」、「適切に規定された (well-defined)」、「アスペクト比」および「画像露光 (imagewise exposure: イメージ通りに露光)」は上記で示した同時係属出願明細書に定義されているものと同様である。

【0016】

用語「隔離された」は個々に封止されている電気泳動セルを言うものであり、セル内の流体は1つのセルから他のセルに移ることができない。

【0017】

I. 従来の上部/底部スイッチングを用いる電気泳動ディスプレイの短所

図1のEPDは従来の上部/底部 (またはトップ/ボトム) 電極スイッチングモードを有する。セルには、白色帯電粒子が着色された (赤、緑および青の) 誘電性溶媒中に分散している懸濁物が充填されている。図1中の3つ全てのセルは、上部および底部電極 (またはトップおよびボトム電極、図示せず) の間の電圧差によって帯電した状態にて示す。緑および青のセルでは、白色粒子は透明な上部表示電極へ移動し、これにより、粒子の色 (すなわち白) が見る者に対し、2つのセルにある透明導体フィルムを通して映る。赤のセルでは、白色粒子はセルの底部へ移動し、溶媒の色 (すなわち赤) が上部の透明導体フィルムを通して見られる。図1において、緑および青のセルから反射される白色光は赤色の彩度およびコントラスト比を減少させる。

【0018】

上述の問題に加えて、極性の非常に小さい誘電性溶媒、例えばパーフルオロおよび炭化水素溶媒中にて染料の溶解度が小さく、また速さ (fastness) が劣ることは、上部/底部タイプのEPDにて高いコントラスト比を実現するのに問題であった。

【0019】

II. 本発明の電気泳動ディスプレイ

図2は、本発明の典型的な電気泳動セルを図示する。セル (20) は上部層 (またはトップレイヤー) (21) および底部層 (またはボトムレイヤー) (22) を含む。底部層はインプレーンスイッチング電極 (23) および (24) ならびに背景 (またはバックグラウンド) 層 (25) を有する。2つのインプレーン電極の間にはコモン電極 (29) が隙間 (30) により分離されて配置されている。別法では、底部層は1つのみのインプレーンスイッチング電極および1つのコモン電極をそれらの間に隙間を設けて有してよい。もう1つの別法では、背景層 (25) が底部層 (図示せず) にある電極の上部にある。また、インプレーン電極層は背景層としても機能してよく、この場合、インプレーン電極は白色であるか、または着色されていてよい。

【0020】

典型的には、図2のセルには透明な誘電性溶媒 (32) 中の着色された (または色付きの) 粒子 (31) の分散物が充填されている。この粒子は白色、黒色または色付き (すなわち赤、緑または青) であってよい。背景層 (25) は無色、白色、黒色または色付きであってよい。充填したセルは、次いで、シーリング層 (26) でシール (または封止) する。その後、透明絶縁体層 (27) および好ましくは接着層 (28) を有する上部層 (21) を、シールしたセルの上にラミネートする (または重ねる)。

【0021】

好ましくは、マイクロカップアレイはアップサイドダウン (または倒置) 方式で作製される。この方式では、同時係属特許出願である2000年3月3日に出願された米国出願第09/518,488号 (国際公開第01/67170号に対応)、2001年1月11日に出願された米国出願第09/759,212号、2000年6月28日に出願された米国出願第09/606,654号 (国際公開第02/01281号に対応) および2

001年2月15日に出願された米国出願第09/784,972号(これら全ては援用することによって本明細書に組み込まれる)に開示されるようなマイクロエンボス加工またはフォトリソグラフィのいずれかによって、マイクロカップアレイを上部透明絶縁体基材に形成する。マイクロカップに電気泳動流体を充填し、次いで、シーリング層でシールする。その後、パターン形成された電極および好ましくは接着層を有する底部層を、シールしたマイクロカップの上にラミネートする。底部電極基材にカラー層を塗る、印刷する、コーティングするまたはラミネートすることによって、カラーの背景を加えることができる。

【0022】

インプレーンスイッチングモードの利点の1つは、透明プラスチック絶縁体基材にマイクロカップを形成できることである。これにより、例えばITO/PETなどの脆い導体電極をマイクロエンボス加工および他のウェブ取扱い工程の間に壊す危険性がなくなる。パターン形成されたインプレーン導体フィルムは、充填およびシールしたマイクロカップの上にラミネートする最終工程においてのみ使用されてディスプレイパネルの作製が完了する。

【0023】

(1) 反射型モノクロディスプレイ

図3Aに示すようなセルにおいては、白色粒子が無色透明な誘電性溶媒中に分散している。全てのセルの背景は同一色(黒、青、シアン、赤、マゼンタなど)である。コモン(図示せず)および2つのインプレーンスイッチング電極(図示せず)の間に電圧差があるときは、白色粒子はセルの側面へ移動し、これにより、背景の色が上部(またはトップもしくは上面)透明開口部を通して見られる。コモンおよび2つのインプレーン電極の間に電圧差がないときは、白色粒子は誘電性溶媒中で分布し、この結果、粒子の色(すなわち白)が上部透明絶縁体層を通して見られる。

【0024】

別法では、図3Bに示すように、全てのセルにおいて同一色の粒子が無色透明な誘電性溶媒中に分散し、セルの背景は白色である。コモン(図示せず)および2つのインプレーンスイッチング電極(図示せず)の間に電圧差があるときは、着色粒子はセルの側面へ移動し、これにより、背景の色(すなわち白)が上部透明開口部を通して見られる。コモンおよび2つのインプレーン電極の間に電圧差がないときは、着色粒子は誘電性溶媒中で分布し、この結果、粒子の色が上部透明層を通して見られる。

【0025】

(2) 反射型マルチカラーディスプレイ

図4A~4Dは本発明のマルチカラーディスプレイを図示する。

【0026】

図4Aにおいて、セルには白色帯電粒子が分散している無色の誘電性溶媒が充填され、セルは異なる背景色(すなわち赤、緑または青)を有する。コモンおよび2つのインプレーン電極(図示せず)の間に電圧差があるときは、白色粒子はセルの各側面へ移動し、背景の色(すなわち赤、緑または青)が上部透明開口部から見られる。コモンおよび2つのインプレーン電極の間に電圧差がないときは、粒子は誘電性溶媒中で分布し、これにより、白色(すなわち粒子の色)が上部透明開口部から見られる。

【0027】

図4Bでは、セルには黒色粒子が分散している無色の誘電性溶媒が充填され、セルは異なる背景色(すなわち赤、緑または青)を有する。コモンおよびインプレーン電極(図示せず)の間に電圧差があるときは、粒子はセルの各側面へ移動し、背景の色(すなわち赤、緑または青)が上部透明開口部から見られる。コモンおよびインプレーン電極の間に電圧差がないときは、粒子は誘電性溶媒中で分布し、これにより、黒色(すなわち粒子の色)が上部透明開口部から見られる。

【0028】

図4Cは、異なる色(すなわち赤、緑または青)の粒子が分散している無色の誘電性溶

媒が充填されているセルを示す。セルの背景は黒である。コモンおよびインプレーン電極（図示せず）の間に電圧差があるときは、着色帯電粒子はセルの各側面へ移動し、背景の色（すなわち黒）が上部透明開口部から見られる。コモンおよびインプレーン電極の間に電圧差がないときは、着色粒子は誘電性溶媒中で分布し、これにより、粒子の色（すなわち赤、緑または青）が上部透明開口部から見られる。この設計では黒状態は高い質を有する。

【 0 0 2 9 】

図 4 D では、セルには異なる色（すなわち赤、緑または青）の粒子が分散している無色の誘電性溶媒が充填されている。セルの背景は白である。コモンおよびインプレーン電極（図示せず）の間に電圧差があるときは、粒子はセルの各側面へ移動し、背景の色（すなわち白）が上部透明開口部から見られ、これにより、質の高い白状態が得られる。コモンおよびインプレーン電極の間に電圧差がないときは、粒子は誘電性溶媒中で分布し、これにより、粒子の色（すなわち赤、緑または青）が上部透明開口部から見られる。

【 0 0 3 0 】

図 4 A ~ 4 D に示すように、インプレーンスイッチングモードにより粒子を平面（右 / 左）方向に動かすことができ、粒子、背景および流体の異なる色組合せ（それぞれが個々に白、黒、赤、緑または青である）を様々なマルチカラー E P D を形成するために使用できる。

【 0 0 3 1 】

加えて、誘電性溶媒中の粒子は混色であってよく、また、セルは同じ背景色を有する。

【 0 0 3 2 】

本発明の別法の反射型ディスプレイにおいては、ディスプレイの上部透明表示層は着色されていてよく、またはカラーフィルターが付されていてよい。この場合、透明な無色または着色された誘電性溶媒中の白色帯電粒子を含む電気泳動組成物がセルに充填され、また、セルの背景は黒色であってよい。モノクロディスプレイでは、各ピクセルにある透明表示層は同じ色（例えば黒、赤、緑、青、イエロー、シアン、マゼンタなど）を有する。マルチカラーディスプレイでは、透明表示層は異なる色を有してよい。

【 0 0 3 3 】

III . 本発明のマイクロカップアレイの製造

マイクロカップは一般的に、2000年3月3日に出願された米国特許出願第09/518,488号（国際公開第01/67170号に対応）および2001年2月15日に出願された米国特許出願第09/784,972号に開示されるようなマイクロエンボス加工またはフォトリソグラフィによって製造できる。

【 0 0 3 4 】

III (a) マイクロエンボス加工によるマイクロカップアレイの製造

雄型の製造

雄型は任意の適切な方法、例えばダイヤモンド・ターン・プロセスまたはフォトレジスト・プロセスおよびその後のエッチングまたは電気メッキによって製造できる。雄型のためのマスターテンプレートは任意の適切な方法、例えば電気メッキによって製造できる。電気メッキを用いて、ガラスベースにクロムインコネルのようなシード・メタルの薄い層（典型的には3000オングストローム）をスパッタ形成する。次に、フォトレジストの層により被覆して、放射線、例えば紫外線（UV）に曝露する。マスクをUVとフォトレジストの層との間に配置する。フォトレジストの露光領域は硬化状態となる。次に、非露光領域を適当な溶媒で洗浄することにより除去する。残った硬化フォトレジストを乾燥させ、シード・メタルの薄層を再度スパッタ形成する。このようにして電鍍用のマスターが完成する。電鍍に用いられる典型的な材料はニッケル・コバルトである。別法では、マスターは、「コンティニュアス・マニユファクチャリング・オブ・シン・カバー・シート・オブティカル・メディア（Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media）」、S P I E P r o c . 第1663巻、第324頁（1992年）に記載されているように無電解ニッケル付着または電鍍によってニッケルにより形成してよい。型のフ

ロア（底部分）は典型的には厚さ約 50 ～ 400 ミクロンである。マスターは、例えば「リプリケーション・テクニクス・フォー・マイクロ・オプティクス（Replication techniques for micro-optics）」、S P I E P r o c . 第 3099 巻、第 76 ～ 82 頁（1997 年）に記載されているように、e（電子）-ビーム・ライティング、ドライ・エッチング、ケミカル・エッチング、レーザー・ライティングまたはレーザー・インタフェアランス（laser interference）を含む他のマイクロエンジニアリング技術を用いて形成することもできる。別法では、型はプラスチック、セラミックまたは金属を用いるフォトマシニング（photomachining、光学的加工）によって形成できる。

【0035】

このようにして製造される雄型は典型的には約 1 ～ 500 ミクロン、好ましくは約 2 ～ 100 ミクロン、および最も好ましくは約 4 ～ 50 ミクロンの突起を有する。雄型はベルト、ローラーまたはシートの形態であってよい。連続製造にはベルトタイプの型が好ましい。UV 硬化性樹脂組成物を適用（または塗布）する前に、脱型プロセスを支援するように雄型を離型剤で処理してよい。

【0036】

マイクロカップはバッチ式プロセスまたは 2001 年 2 月 15 日に出願された米国出願第 09/784,972 号に開示されるような連続ロール・トゥ・ロールプロセスのいずれかで形成できる。

【0037】

マイクロエンボス加工プロセスの第 1 工程では、まず、任意の適切な手段、例えばローラー・コーティング、ダイ・コーティング、スロット・コーティング、スリット・コーティングおよびドクター・ブレード・コーティングなどによって UV 硬化性樹脂を基材（好ましくは透明絶縁体）上にコートする。適当な透明絶縁体基材には、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリアラミド、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ポリスルホン、エポキシおよびそれらの複合材料などが含まれる。使用される放射線硬化性材料は熱可塑性物または熱硬化物の前駆体、例えば多官能性アクリレートまたはメタクリレート、ビニルエーテル、エポキシドならびにそれらのオリゴマーおよびポリマーなどである。多官能性アクリレートおよびそれらのオリゴマーが最も好ましい。また、多官能性エポキシドおよび多官能性アクリレートの組合せも、所望の物理・機械的特性を得るのに非常に有用である。UV 硬化性樹脂はデイスペンスの前に脱ガス処理してよく、また、これは場合により溶媒を含んでいてよい。溶媒は、存在する場合には容易に蒸発する。

【0038】

基材上にコートした放射線硬化性材料を圧力下にて雄型によりエンボス加工する。雄型が金属製で不透明な場合、プラスチック絶縁体は典型的には、樹脂を硬化させるのに用いる化学線に対して透明である。逆に、化学線に対して雄型が透明であり、プラスチック絶縁体が不透明であってよい。プラスチック絶縁体は典型的には表示側であるので、これは透明であることが好ましい。この場合、電極は不透明であってよい。別法では、電極を有する基材に対してマイクロエンボス加工を実施してよい。

【0039】

放射線で露光した後、放射線硬化性材料は硬化する。その後、雄型を外し、形成されたマイクロカップを現す。

【0040】

III (b) フォトリソグラフィによるマイクロカップアレイの製造

マイクロカップアレイを製造するためのフォトリソグラフィ・プロセスを図 5A および 5B に図示する。

【0041】

図 5A および 5B に示すように、マイクロカップアレイ（50）は、任意の既知の方法により絶縁体基材ベース（53）上に被覆した放射線硬化性材料（51a）を UV 光（あるいは別法では他の形態の放射線および電子ビームなど）でマスク（56）を通じて露光

して、マスク（５６）を通じて投射された像（またはイメージ）に対応する壁（５１ｂ）を形成することによって製造できる。

【００４２】

図５Ａ中のフォトマスク（５６）では、黒っぽい四角形（５４）は用いる放射線に対して不透明な領域を示し、黒っぽい四角形の間のスペース（５５）は放射線に透明な領域を示す。開口領域（５５）を通じて放射線硬化性材料（５１ａ）上にＵＶを照射する。

【００４３】

図５Ｂに示すように、露光領域（５１ｂ）が硬化し、その後、未露光（または非露光）領域（マスク（５６）の不透明領域（５４）で保護されている）を適当な溶媒または現像液で除去してマイクロカップ（５７）を形成する。溶媒または現像液は、例えばメチルエチルケトン、トルエン、アセトンまたはイソプロパノールなどの、放射線硬化性材料を溶解または分散させるために一般的に用いられているものから選択される。

【００４４】

別法では、絶縁体基材の下にフォトマスクを配置することによって露光を実施することができる。この場合、露光に使用する放射線波長に対して基材は透明でなければならない。

【００４５】

上述の方法によって製造されるマイクロカップの開口部は、円形（または丸い形状）、正方形、矩形、六角形または他のいずれかの形状であってよい。開口部の間の仕切領域は、望ましい機械的性質を維持しながらも、大きい彩度およびコントラストを達成するために小さく維持することが好ましい。従って、ハニカム形状の開口部が、例えば円形開口部より好ましい。

【００４６】

反射型電気泳動ディスプレイの場合、各個のマイクロカップの寸法は、約 $10^2 \sim 10^6 \mu\text{m}^2$ 、好ましくは約 $10^3 \sim 10^5 \mu\text{m}^2$ の範囲内であり得る。マイクロカップの深さは約 $5 \sim 200$ ミクロン、好ましくは約 $20 \sim 100$ ミクロンの範囲内である。開口部対全面積比（または全面積に対する開口部の比、全面積は壁中心から測定される壁を含む１つのカップの面積として定義される）は約 $0.2 \sim 0.95$ 、好ましくは約 $0.5 \sim 0.9$ の範囲内にある。開口部の距離は開口部のエッジからエッジまで通常は約 $15 \sim 450$ ミクロン、好ましくは約 $25 \sim 300$ ミクロンの範囲内にある。

【００４７】

ＩＩＩ（ｃ）マイクロカップのシーリング

マイクロカップに電気泳動流体を充填した後、これらをシール（または封止）する。マイクロカップをシーリングするという重要な工程は多くの方法で実施できる。好ましい方法は、着色された誘電性溶媒中に分散した帯電色素粒子を含む電気泳動流体にＵＶ硬化性組成物を分散させることである。適当なＵＶ硬化性材料には、アクリレート、メタクリレート、スチレン、アルファ-メチルスチレン、ブタジエン、イソプレン、アリルアクリレート、多価アクリレートまたはメタクリレート、シアノアクリレート、ビニルベンゼン、ビニルシラン、ビニルエーテルを含む多価ビニル、多価エポキシド、多価イソシアネート、多価アリル、および架橋性（または架橋可能な）官能基を含むオリゴマーまたはポリマーなどが含まれる。ＵＶ硬化性組成物は、誘電性溶媒に対して非混和性であり、電気泳動流体（すなわち誘電性溶媒および色素粒子の組合せ）より小さい比重を有する。２つの成分（ＵＶ硬化性組成物および電気泳動流体）をインラインミキサーで十分にブレンドして、精密なコーティング機構、例えばマイラド・バー（Myrad bar）、グラビア印刷、ドクター・ブレード、スロット・コーティングまたはスリット・コーティングによってマイクロカップ上に直ちに被覆する。ワイパーブレードまたは同様のデバイスにより過剰の流体を除去する。少量の弱い溶媒または溶媒混合物、例えばイソプロパノールまたはメタノールを使用してマイクロカップの仕切壁の上部表面上にある電気泳動流体の残留分を除去してよい。揮発性有機溶媒を使用して電気泳動流体の粘度および被覆率（coverage）を制御

してよい。その後、このようにして充填したマイクロカップを乾燥させ、そして、UV硬化性組成物は電気泳動流体の上面に浮かんでくる。それが上に浮かんでくる間またはその後、上澄部のUV硬化性層を硬化させることによってマイクロカップを封止できる。UVまたは他の形態の放射線、例えば可視光、IRおよび電子線ビームを使用してシーリング層を硬化させてマイクロカップをシールしてもよい。別法では、熱または湿気硬化性組成物を用いる場合には、熱または湿気を利用してシーリング層を硬化させてマイクロカップをシールしてもよい。

【0048】

アクリレートモノマーおよびオリゴマーに対して望ましい密度および溶解度差を示す誘電性溶媒の好ましいグループは、ハロゲン化炭化水素およびその誘導体である。界面活性剤を使用して、電気泳動流体とシーリング材料との間の界面における濡れおよび付着を改善することができる。界面活性剤には、FC界面活性剤(3M社製)、ゾニル(Zonyl)フルオロ界面活性剤(デュポン製)、フルオロアクリレート、フルオロメタクリレート、フッ素置換長鎖アルコール、パーフルオロ置換長鎖カルボン酸およびそれらの誘導体が含まれる。

【0049】

別法では、シーリング前駆体が誘電性溶媒と少なくとも部分的に相溶性である場合、混合を避けるために電気泳動流体およびシーリング前駆体をマイクロカップ内に順に被覆してもよい。従って、マイクロカップのシーリングは、充填したマイクロカップの表面で放射線、熱、湿気または界面反応によって硬化可能なシーリング材料の薄層をオーバーコートすることによって実施できる。揮発性有機溶媒を使用して、コーティングの粘度および厚さを調節することができる。揮発性溶媒をオーバーコートに使用する場合、シーリング層と電気泳動流体との間の混合の程度を小さくするため、揮発性溶媒は誘電性溶媒と非混和性であるのが好ましい。混合の程度を更に減らすため、オーバーコーティングの比重が電気泳動流体の比重より相当小さいことが非常に望ましい。同時係属特許出願である2001年6月4日出願された米国出願第09/874,391号では、熱可塑性エラストマーが好ましいシーリング材料として開示されている。

【0050】

有用な熱可塑性エラストマーの例には、ABAおよび(AB)_nタイプ(式中、Aはスチレン、 α -メチルスチレン、エチレン、プロピレンまたはノルボルネンであり; Bはブタジエン、イソプレン、エチレン、プロピレン、ブチレン、ジメチルシロキサンまたはプロピレンスルフィドであり; また、AおよびBは式中で同じではない)のジブロック、トリブロックおよびマルチブロックコポリマーが含まれる。数字nは1であり、好ましくは1~10である。特に有用なのはスチレンまたは α -メチルスチレンのジブロックまたはトリブロックコポリマー、例えばSB(ポリ(スチレン-b-ブタジエン))、SBS(ポリ(スチレン-b-ブタジエン-b-スチレン))、SIS(ポリ(スチレン-b-イソプレン-b-スチレン))、SEBS(ポリ(スチレン-b-エチレン/ブチレン-b-スチレン))、ポリ(スチレン-b-ジメチルシロキサン-b-スチレン)、ポリ(α -メチルスチレン-b-イソプレン)、ポリ(α -メチルスチレン-b-イソプレン-b- α -メチルスチレン)、ポリ(α -メチルスチレン-b-プロピレンスルフィド-b- α -メチルスチレン)、ポリ(α -メチルスチレン-b-ジメチルシロキサン-b- α -メチルスチレン)などである。

【0051】

別法では、界面重合およびその後のUV硬化がシーリング方法に非常に有利であることがわかった。電気泳動層とオーバーコートとの間の混合は、界面重合によって界面に薄いバリヤー層を形成することによって著しく抑制される。その後、後硬化工程(好ましくはUV照射による)によってシーリングが完了する。使用する染料が熱硬化物の前駆体中で少なくとも部分的に溶解する場合、2ステップオーバーコートプロセスが特に有用である。

【0052】

III (d) マイクロカップのラミネーション

その後、シールしたマイクロカップに、パターン形成されたインプレーン導体フィルムおよび好ましくは接着層を含む上部層をラミネートする（または重ね合わせる）。適当な接着材料にはアクリルおよびゴムタイプの感圧接着剤、例えば多官能性アクリレート、エポキシドまたはビニルエーテルなどを含むUV硬化性接着剤、ならびにエポキシ、ポリウレタンおよびシアノアクリレートなどの湿気または熱硬化性接着剤が含まれる。

【0053】

第III (a) ~ III (d) 節の方法により製造されるセルは、透明表示層を上部に、インプレーン電極を有する層を底部にしてアップサイドダウン方式で利用できる。

【0054】

III (e) 別法

別法では、マイクロエンボス加工プロセスにおいて、UV硬化性樹脂を任意の適当な手段、例えばコーティング、浸漬および注ぎなどで雄型の上へディスペンスする。ディスペンスは可動式または固定式であってよい。ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリアラミド、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ポリスルホン、エポキシおよびそれらの複合材料などのプラスチック基材上のパターン形成されたインプレーン導体フィルムをUV硬化性樹脂の上に重ねる。樹脂とプラスチック基材との間で適当な結合を確保し、また、マイクロカップのフロアの厚さを制御するように圧力を加えてよい。雄型が金属製で不透明な場合、プラスチック基材は典型的には、樹脂を硬化させるのに用いる化学線に対して透明である。逆に、化学線に対して雄型が透明であり、プラスチック基材が不透明であってよい。

【0055】

UV放射線で露光した後、UV硬化性樹脂は硬化し、その後、雄型を外すことができる。形成されたマイクロカップアレイは、上述と同様にして充填およびシールする。その後、シールしたマイクロカップに透明絶縁体層を、好ましくは接着剤を用いてラミネートする。

【0056】

好ましい程度は劣るが、インプレーン電極を有する基材に対してフォトリソグラフィ露光を実施してもよい。放射線硬化性材料を、パターン形成された導体フィルム上にコートする。図5に示すように、および上記第III (b) 節にて説明したように、放射線硬化性材料をフォトマスクを通して放射線で露光することによってマイクロカップを形成する。

【0057】

その後、このようにして製造されるマイクロカップを上述のように充填およびシールし、これに透明絶縁体層を好ましくは接着剤でラミネートする。

【0058】

この節に開示したマイクロカップの製造方法のいずれにおいても、薄膜トランジスタ (TFT) のアレイを含む基材を底部インプレーン電極層として使用でき、またこの場合には、TFT層はアクティブ駆動機構も提供する。

【0059】

IV. 懸濁物の調製

マイクロカップに充填される懸濁物は誘電性溶媒をその中に分散している帯電色素粒子と共に含み、この粒子は電界の作用により移動する。懸濁物は、電界内で移動しない別の着色剤を場合により含んでいてよい。この分散物は当該分野において周知の方法、例えば米国特許第6,017,584号、第5,914,806号、第5,573,711号、第5,403,518号、第5,380,362号、第4,680,103号、第4,285,801号、第4,093,534号、第4,071,430号および第3,668,106号など、また、アイ・イー・イー・イー・トランス・エレクトロン・デバイシーズ (IEEE Trans. Electron Devices)、ED-24、827頁 (1977年) およびジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス (J. Appl. Phys.)、49 (9)、4820

頁（１９７８年）に記載されるような方法に基づいて調製できる。

【００６０】

この懸濁流体媒体は、粒子の大きい移動性のため好ましくは小さい粘度および約２～約３０、好ましくは約２～約１５の範囲にある誘電率を有する誘電性溶媒である。適当な誘電性溶媒の例には以下のものが含まれる：炭化水素、例えばデカヒドロナフタレン（デカリン（DECALIN））、５－エチリデン－２－ノルボルネン、脂肪油、パラフィン油、芳香族炭化水素、例えばトルエン、キシレン、フェニルキシリルエタン、ドデシルベンゼンおよびアルキルナフタレン、ハロゲン化溶媒、例えばジクロロベンゾトリフルオライド、３，４，５－トリクロロベンゾトリフルオライド、クロロペンタフルオロ－ベンゼン、ジクロロノナン、ペンタクロロベンゼンならびにパーフルオロ溶媒、例えばパーフルオロデカリン、パーフルオロトルエン、パーフルオロキシレン、FC－４３、FC－７０およびFC－５０６０（３Ｍ社（ミネソタ州セントポール）製）、低分子量のフッ素含有ポリマー、例えばポリ（パーフルオロプロピレンオキサイド）（ティシーアイ・アメリカ（TCI America、オレゴン州ポートランド）製）、ポリ（クロロトリフルオロエチレン）、例えばハロカーボン・オイルズ（Halocarbon Oils）（ハロカーボン・プロダクト社（Halocarbon Product Corp.、ニュージャージー州リバーエッジ）製）、パーフルオロポリアルキルエーテル、例えばガーデン（Galden）、HT－２００およびフルオロリンク（Fluorolink）（オーシモント（Ausimont）製）またはクライトックス・オイル（Krytox Oils）およびグリーシーズＫ－フルイド・シリーズ（Greases K-Fluid Series）（デュポン（Du Pont、デラウェア州）製）。１つの好ましい態様では、ポリ（クロロトリフルオロエチレン）を誘電性溶媒として使用する。もう１つの好ましい態様では、ポリ（パーフルオロプロピレンオキサイド）を誘電性溶媒として使用する。

【００６１】

移動しない流体着色剤は、染料または色素（顔料）により形成してよい。ノニオン性アゾおよびアントラキノン染料が特に有用である。有用な染料の例には次のものが含まれるが、それらに限定されるものではない：オイル・レッド（Oil Red）EGN、スーダン・レッド（Sudan Red）、スーダン・ブルー（Sudan Blue）、オイル・ブルー（Oil Blue）、マクロレックス・ブルー（Macrolex Blue）、ソルベント・ブルー（Solvent Blue）３５、ピラム・スピリット・ブラック（Pylam Spirit Black）およびファスト・スピリット・ブラック（Fast Spirit Black）（ピラム・プロダクツ（Pylam Products）社（アリゾナ州）製）、サーモプラスチック・ブラック（Thermoplastic Black）X－７０（バسف（BASF）製）、アントラキノン・ブルー（anthraquinone blue）、アントラキノン・イエロー（anthraquinone yellow）１１４、アントラキノン・レッド（anthraquinone red）１１１および１３５、アントラキノン・グリーン（anthraquinone green）２８およびスーダン・ブラック（Sudan Black）B（アルドリッチ（Aldrich）製）。パーフルオロ溶媒を用いる場合、フッ素化染料が特に有用である。色素の場合、移動しない流体着色剤を生じる色素粒子を誘電性媒体中に分散させてもよく、これらの着色粒子は帯電していないのが好ましい。移動しない流体着色剤を生じる色素粒子が帯電している場合、帯電した移動する色素粒子の電荷と反対の電荷を帯びているのが好ましい。双方の種類の色素粒子が同じ電荷を帯びている場合、これらは、異なる電荷密度または異なる電気泳動移動度を有する必要がある。移動しない流体着色剤を生じさせる染料または色素は、化学的に安定であり、また、懸濁物中の他の成分との適合性（または相溶性）を有する必要がある。

【００６２】

移動する帯電色素粒子は白色であることが好ましく、有機色素または無機色素、例えばTiO₂であってよい。

【００６３】

着色された移動する粒子を使用する場合、これらはフタロシアニン・ブルー（phthalocyanine blue）、フタロシアニン・グリーン（phthalocyanine green）、ジアリリド・イエロー（diarylide yellow）、ジアリリド（diarylide）AAOTイエロー（Yellow）、およびキナクリドン（quinacridone）、アゾ（azo）、ローダミン（rhodamine）、ペリレ

ン (perylene) 色素シリーズ (サン・ケミカル (Sun Chemical) 製)、ハンサ・イエロー (Hansa yellow) G パーティクルズ (particles) (関東化学製) およびカーボン・ランプブラック (Carbon Lampblack) (フィッシャー (Fisher) 製) により形成してよい。サブミクロンの粒子寸法が好ましい。これらの粒子は、許容できる光学的性質を有する必要がある。また、誘電性溶媒によって膨潤したり、軟化してはならず、また、化学的に安定である必要がある。また、得られる懸濁物は、通常の使用条件において、沈降、クリーミングまたは凝集に抗して安定である必要もある。

【0064】

移動する色素粒子は、元々電荷を示しても、あるいは帯電制御剤を用いて顕在化するように帯電させてもよく、あるいは誘電性溶媒に懸濁させた時に電荷を得てもよい。適当な帯電制御剤は、当該技術分野において周知であり、本来的にポリマー性のものであっても、非ポリマー性のものであってもよく、また、イオン性または非イオン性であってもよく、以下のイオン性界面活性剤を含む：エアロゾル (Aerosol) OT、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム、金属石鹸、ポリブテンスクシンイミド、無水マレイン酸コポリマー、ビニルピリジンコポリマー、ビニルピロリドンコポリマー (例えばガネックス (Ganex)、インターナショナル・スペシャルティ・プロダクツ (International Specialty Products) 製)、(メタ) アクリル酸コポリマー、および N, N - ジメチルアミノエチル (メタ) アクリレートコポリマー。フルオロ界面活性剤は、パーフルオロカーボン溶媒における帯電制御剤として特に有用である。それには、FC フルオロ界面活性剤、例えば FC - 170C、FC - 171、FC - 176、FC 430、FC 431 および FC - 740 (3M 社製) およびゾニル (Zonyl) フルオロ界面活性剤、例えばゾニル FSA、FSE、FSN、FSN - 100、FSO、FSO - 100、FSD および UR (デュポン製) が含まれる。

【0065】

適当な帯電色素分散物は、いずれの周知の方法で製造してもよく、そのような方法には、粉碎 (grinding)、摩砕 (milling)、摩擦 (attriting)、マイクロ流動化 (microfluidizing) および超音波を利用する技術が含まれる。例えば、微粉末の形態の色素粒子を懸濁溶媒中に加え、得られる混合物を数時間、ボールミルで粉碎または摩滅させて、非常に凝集した乾燥色素粉末を一次粒子に解砕する。好ましい程度は劣るが、移動しない流体着色剤を提供する染料または色素をボールミル処理の間、懸濁物に加えてよい。

【0066】

色素粒子の沈降またはクリーミングは、誘電性溶媒の比重に適合させるのに適当なポリマーで粒子をマイクロカプセル化することによって解消できる。色素粒子のマイクロカプセル化は、化学的または物理的に行うことができる。典型的なマイクロカプセル化方法には、界面重合、イン・シトゥー重合、相分離、コアセルベーション、静電コーティング、噴霧乾燥、流動床コーティングおよび溶媒蒸発が含まれる。

【0067】

色素懸濁物の場合、多くの可能性がある。減法混色の表色系の場合、帯電 TiO_2 粒子をシアン、イエローまたはマゼンタ色の誘電性流体に懸濁させてよい。シアン、イエローまたはマゼンタ色は、染料または色素を使用することによって発現させることができる。加法混色の表色系の場合、染料または色素を使用することによって発現させた赤、緑または青色の誘電性流体中に帯電 TiO_2 粒子を懸濁させてよい。赤、緑、青色系が大部分の用途に好ましい。

【0068】

本発明の特定の態様を参照しつつ本発明を説明して来たが、本発明の真の概念および範囲を逸脱することなく種々の変更が成され得、また均等物で置換され得ることは当業者に理解されるべきである。加えて、特定の状況、材料、組成物、プロセス、処理工程 (1つまたはそれ以上) に適用するため、本発明の目的、概念および範囲に対して多くの改変がなされ得る。そのような全ての改変は添付の特許請求の範囲内に属することを意図するものである。

【 0 0 6 9 】

従って、本発明が、本明細書の内容を考慮し、特許請求の範囲によって、従来技術の許容し得る限りにおいて広く規定されることを望むものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

全ての図面は概略的に示してあり、一定の縮尺で示していないことに留意されたい。

【 0 0 7 1 】

【 図 1 】 図 1 は上部 / 底部スイッチングモードのみを有する従来の E P D の一般的欠点を図示する。

【 図 2 】 図 2 は本発明の代表的な電気泳動セルおよびインプレーンスイッチング電極の一般的な配置を図示する。

【 図 3 A 】 図 3 A は本発明のモノクロディスプレイを図示する。

【 図 3 B 】 図 3 B は本発明のモノクロディスプレイを図示する。

【 図 4 A 】 図 4 A は本発明のマルチカラーのシナリオ（またはプラン）を図示する。

【 図 4 B 】 図 4 B は本発明のマルチカラーのシナリオを図示する。

【 図 4 C 】 図 4 C は本発明のマルチカラーのシナリオを図示する。

【 図 4 D 】 図 4 D は本発明のマルチカラーのシナリオを図示する。

【 図 5 A 】 図 5 A はフォトマスクを通してのフォトリソグラフィ画像露光を含むマイクロカップの製造を図示する。

【 図 5 B 】 図 5 B はフォトマスクを通してのフォトリソグラフィ画像露光を含むマイクロカップの製造を図示する。