

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4322663号
(P4322663)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int. Cl.		F I	
CO8L 53/00	(2006.01)	CO8L 53/00	
CO8K 5/01	(2006.01)	CO8K 5/01	
GO2F 1/167	(2006.01)	GO2F 1/167	
GO9F 9/00	(2006.01)	GO9F 9/00	343Z

請求項の数 31 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-502091 (P2003-502091)
 (86) (22) 出願日 平成14年6月3日(2002.6.3)
 (65) 公表番号 特表2005-509690 (P2005-509690A)
 (43) 公表日 平成17年4月14日(2005.4.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/017632
 (87) 国際公開番号 W02002/098977
 (87) 国際公開日 平成14年12月12日(2002.12.12)
 審査請求日 平成17年6月2日(2005.6.2)
 (31) 優先権主張番号 09/874,391
 (32) 優先日 平成13年6月4日(2001.6.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500327016
 シピックス・イメージング・インコーポレ
 ーテッド
 SiPix Imaging, Inc
 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 Expre
 ssway, Milpitas, Cali
 fornia95035, United
 States of America
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 睦
 (74) 代理人 100107180
 弁理士 玄番 佐奈恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロール・トゥ・ロール・ディスプレイ製造におけるマイクロカップの封止のための組成物および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電気泳動セルを封止するのに適当な組成物であって、

a) セル内に收容される電気泳動流体と非混和性であり、および電気泳動流体の比重より小さい比重を示す溶媒または溶媒混合物と、

b) 熱可塑性エラストマーと

を含み、

比重が電気泳動流体の比重より小さい組成物。

【請求項2】

前記溶媒または溶媒混合物は35ダイン/cm未満の表面張力を有する、請求項1に記載の組成物。 10

【請求項3】

前記溶媒または溶媒混合物は30ダイン/cm未満の表面張力を有する、請求項2に記載の組成物。

【請求項4】

前記溶媒または溶媒混合物はアルカン、環式アルカン、アルキルベンゼン、アルキルエステルおよびC₃-₅アルキルアルコールからなる群から選択される、請求項1に記載の組成物。

【請求項5】

前記溶媒はヘプタン、オクタン、ノナン、シクロヘキサン、デカリン、トルエン、キシ 20

レンおよびそれらの異性体ならびにそれらの混合物である、請求項 4 に記載の組成物。

【請求項 6】

前記熱可塑性エラストマーは A B A および (A B) n 型のジブロック、トリブロックおよびマルチブロックコポリマー（式中、

A はスチレン、 - 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、A および B は同じでなく、および

n 1 である）からなる群から選択される、請求項 1 に記載の組成物。

【請求項 7】

n は 1 ~ 10 である、請求項 6 に記載の組成物。

【請求項 8】

前記熱可塑性エラストマーはポリ（スチレン - b - ブタジエン）、ポリ（スチレン - b - ブタジエン - b - スチレン）、ポリ（スチレン - b - イソプレン - b - スチレン）、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 - イソプレン）、ポリ（ - メチルスチレン - b - イソプレン - 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）、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）およびそれらのグラフトコポリマーならびにそれらの誘導体である、請求項 6 に記載の組成物。

【請求項 9】

前記熱可塑性エラストマーはポリ（エチレン - コ - プロピレン - コ - 5 - メチレン - 2 - ノルボルネン）、エチレン - プロピレン - ジエンターポリマーおよびそれらのグラフトコポリマーならびにそれらの誘導体である、請求項 1 に記載の組成物。

【請求項 10】

熱可塑性エラストマーのブロックの 1 つと相溶性である熱可塑性材料を更に含む、請求項 1 に記載の組成物。

【請求項 11】

熱可塑性材料はポリスチレンおよびポリ（ - メチルスチレン）からなる群から選択される、請求項 10 に記載の組成物。

【請求項 12】

湿潤剤を更に含む、請求項 1 に記載の組成物。

【請求項 13】

前記湿潤剤は界面活性剤、ゾニル（ZONYL）フルオロ界面活性剤、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、シルウェット（SILWET）シリコーン界面活性剤およびそれらの誘導体からなる群から選択される、請求項 12 に記載の組成物。

【請求項 14】

次の薬剤：架橋剤、加硫剤、多官能性モノマーまたはオリゴマー、熱開始剤または光開始剤の 1 つまたはそれ以上を更に含む、請求項 1 に記載の組成物。

【請求項 15】

前記架橋剤は 4 , 4 ' - ジアジドジフェニルメタンまたは 2 , 6 - ジ - (4 ' - アジドベンザル) - 4 - メチルシクロヘキサノンなどのビスアジドであり、および前記加硫剤は 2 - ベンゾチアゾリルジスルフィドまたはテトラメチルチウラムジスルフィドなどのジスルフィドである、請求項 14 に記載の組成物。

【請求項 16】

電気泳動ディスプレイを製造するための封止方法であって、

a) マイクロカップ（登録商標）のアレイに電気泳動流体を充填すること；

b) セル内に収容される電気泳動流体と非混和性であり、および電気泳動流体の比重より小さい比重を示す溶媒または溶媒混合物と、

10

20

30

40

50

熱可塑性エラストマーと

を含み、比重が電気泳動流体の比重より小さい封止組成物により電気泳動流体をオーバークートすること；および

c) 封止層を形成するように封止組成物を乾燥させること
を含む、方法。

【請求項 17】

封止層をUV照射または熱焼成に付すことを更に含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記溶媒または溶媒混合物は 35 ダイン / cm 未満の表面張力を有する、請求項 16 に記載の方法。

10

【請求項 19】

前記溶媒または溶媒混合物は 30 ダイン / cm 未満の表面張力を有する、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記溶媒または溶媒混合物はアルカン、環式アルカン、アルキルベンゼン、アルキルエステルおよび C₃ - 5 アルキルアルコールからなる群から選択される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

前記溶媒はヘプタン、オクタン、ノナン、シクロヘキサン、デカリン、トルエン、キシレンおよびそれらの異性体ならびにそれらの混合物である、請求項 20 に記載の方法。

20

【請求項 22】

前記熱可塑性エラストマーは ABA および (AB)_n 型のジブロック、トリブロックおよびマルチブロックコポリマー（式中、

A はスチレン、
-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、A および B は同じでなく、および
n = 1 である）からなる群から選択される、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 23】

n は 1 ~ 10 である、請求項 22 に記載の方法。

30

【請求項 24】

前記熱可塑性エラストマーはポリ（スチレン - b - ブタジエン）、ポリ（スチレン - b - ブタジエン - b - スチレン）、ポリ（スチレン - b - イソプレン - b - スチレン）、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 - イソプレン）、ポリ（
-メチルスチレン - b - イソプレン - 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）、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）およびそれらのグラフトコポリマーならびにそれらの誘導体である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 25】

前記熱可塑性エラストマーはポリ（エチレン - コ - プロピレン - コ - 5 - メチレン - 2 - ノルボルネン）、エチレン - プロピレン - ジエンターポリマーおよびそれらのグラフトコポリマーならびにそれらの誘導体である、請求項 16 に記載の方法。

40

【請求項 26】

封止組成物は熱可塑性エラストマーのブロックの 1 つと相溶性である熱可塑性材料を更に含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 27】

熱可塑性材料はポリスチレンおよびポリ（
-メチルスチレン）からなる群から選択される、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

50

封止組成物は湿潤剤を更に含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 29】

前記湿潤剤は界面活性剤、ゾニル (ZONYL) フルオロ界面活性剤、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、シルウェット (SILWET) シリコン界面活性剤およびそれらの誘導体からなる群から選択される、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

封止組成物は次の薬剤：架橋剤、加硫剤、多官能性モノマーまたはオリゴマー、熱開始剤または光開始剤の 1 つまたはそれ以上を更に含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 31】

前記架橋剤は 4, 4' - ジアジドジフェニルメタンまたは 2, 6 - ジ - (4' - アジドベンザル) - 4 - メチルシクロヘキサノンなどのビスアジドであり、および前記加硫剤は 2 - ベンゾチアゾリルジスルフィドまたはテトラメチルチウラムジスルフィドなどのジスルフィドである、請求項 30 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

電気泳動ディスプレイ (EPD: electrophoretic display) は、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、一対の対向する離間したプレート状電極を、電極間の所定の距離を予め決定するスペーサーと共に有して成る。電極の一方は通常透明である。着色された溶媒および懸濁した帯電色素粒子から構成される懸濁物は、2つのプレート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。電圧または帯電時間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。

【0003】

他のタイプのフラットパネルディスプレイと比較した電気泳動ディスプレイ (EPD) の利点には消費電力が極めて低いことがある。この顕著な利点により EPD は、例えばラップトップ型コンピュータ、携帯電話、携帯情報端末 (PDA)、携帯型電子医療および診断装置、グローバル・ポジショニング・システム (GPS) 装置などの携帯型およびバッテリー電源式の装置に特に適する。

【0004】

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) を設けることが提案された。例えば 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・デバイスーズ (IEEE Trans. Electr. Dev.)、ED 26 巻、第 8 号、第 1148 ~ 1152 頁 (1979 年) を参照のこと。しかしながら、仕切型 EPD の場合、仕切の形成および懸濁物を封入する方法において幾つかの難点がある。更に、仕切型 EPD において異なる色の懸濁物を相互に離隔することも困難である。

【0005】

懸濁物をマイクロカプセルに封入することが試みられた。米国特許第 5,961,804 号および米国特許第 5,930,026 号は、マイクロカプセル化した EPD を記載している。これらのディスプレイは、電荷を帯びた色素粒子が懸濁した誘電性流体を含む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

10

20

30

40

50

は、界面重合、イン・シトゥー重合 (in-situ polymerization)、または他の既知の方法、例えばイン・リキッド・キュアリング (in-liquid curing) またはシンプル/コンプレックス・コアセルベーションにより形成できる。マイクロカプセルは、形成後、2つの離間した電極を有するセル内に注入することができ、あるいは透明の導体フィルムへ「印刷」またはその上に被覆できる。また、マイクロカプセルは、2つの電極間に自体挟まれる透明なマトリックスまたはバインダー内に固定化することもできる。

【0006】

これらの先行技術の方法、特に米国特許第5,930,026号、第5,961,804号および第6,017,584号に開示されるようなマイクロカプセル化方法によって製造されるEPDには、幾つかの不十分な点がある。例えば、そのマイクロカプセル化方法により製造されるEPDは、マイクロカプセルの壁の化学的性質のために、環境の変化に対して敏感である(特に湿気および温度に対して敏感である)という問題点がある。第2に、マイクロカプセルに基づくEPDは、マイクロカプセルの大きい粒子寸法および薄い壁のために、引っ掻き抵抗に乏しい。ディスプレイの取扱性を改善するために、マイクロカプセルを多量のポリマーマトリックス内に埋設すると、2つの電極間の大きい距離のために応答時間が遅くなり、また、色素粒子の小さい有効量のためにコントラスト比(または明度比)が小さくなる。また、マイクロカプセル化プロセスの間、電荷制御剤は水/油界面に向かって拡散する傾向にあるので、色素粒子の表面電荷密度を増やすことが困難である。また、マイクロカプセル内の色素粒子の小さい電荷密度またはゼータ電位は、遅い応答速度をもたらす。更に、マイクロカプセルのブロードな寸法分布および大きい粒子寸法のため、先行技術のこの種のEPDは、色を適用する場合のアドレス性(またはアドレスサビリティ、addressability)および解像度が悪い。

【0007】

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)および2001年2月25日に出願された米国出願第09/784,972号に開示された。改善されたEPDのセルは、構造化二次元アレイアセンブリの一部として相互に一体に形成された複数のマイクロカップ(microcup)(登録商標)から形成される。このアレイアセンブリの各マイクロカップ(登録商標)には誘電性溶媒中の帯電色素粒子の懸濁物(またはサスペンション)または分散物(またはディスパーション)が充填され、そして電気泳動セルを形成するように封止(またはシール)されている。

【0008】

マイクロカップ(登録商標)が上に形成されている基材(または基板)ウェブは、予め形成された導体フィルム、例えばITO導体ラインなどを含むディスプレイアドレスングアレイを含む。導体フィルム(ITOライン)は放射線硬化性ポリマーの前駆体層によりコートする。その後、フィルムおよび前駆体層を放射線で画像露光してマイクロカップ(登録商標)の壁構造を形成する。露光後、硬化したマイクロカップ(登録商標)の壁を導体フィルム/支持ウェブに付着させて残しつつ、前駆体材料を未露光領域から除去する。画像露光は、導体フィルム上にコートした放射線硬化性材料の露光の像(またはイメージ)または所定のパターンを形成するように、UVまたは他の形態の放射線がフォトマスクを通過することにより実施してよい。一般的には必要ではないが、透明なマスク部分がITOライン間の空間と合わさり、不透明なマスク部分がITO材料(これはマイクロカップセルのフロア領域となるべきものである)と合わさるように、導体フィルム、即ちITOラインに対してマスクを配置および位置合わせしてよい。

【0009】

別法では、予めパターン形成した雄型で、導体フィルム上にコートした熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層をエンボス加工し、その後、型をリリースすることを含む方法によってマイクロカップアレイを製造してよい。前駆体層はエンボス加工工程の間またはその後、放射線、冷却、溶媒蒸発または他の手段によって硬化させてよい。この新規なマイクロエンボス加工法は、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0

10

20

30

40

50

9 / 5 1 8 , 4 8 8 号 (国際公開第 0 1 / 6 7 1 7 0 号 に対応) に開示されている。

【 0 0 1 0 】

広範な寸法、形状、パターンおよび開口比を有する溶媒耐性で熱機械的に安定なマイクロカップ (登録商標) を上述の方法のいずれかによって製造できる。

【 0 0 1 1 】

マイクロカップアセンブリからのモノクロ E P D の製造は、マイクロカップ (登録商標) に単一の色素懸濁組成物を充填し、マイクロカップ (登録商標) を封止し、そして最後にマイクロカップ (登録商標) の封止したアレイに、接着剤層を予めコートした第 2 の導体フィルムをラミネート (または積層) することを含む。

【 0 0 1 2 】

カラー E P D の場合、マイクロカップアセンブリからのカラー E P D の製造は、所定のマイクロカップサブセットを連続して選択的に開口および充填する方法を含む。この方法は予め形成したマイクロカップ (登録商標) にポジとして作用するフォトレジストの層をラミネートまたはコートし、ポジ型フォトレジストを画像露光することによって所定の数のマイクロカップ (登録商標) を選択的に開口させ、その後、レジストを現像し、開口させたカップに着色した電気泳動流体を充填し、そして充填したマイクロカップ (登録商標) を封止プロセスによって封止することを含む。これらの工程を繰り返して、異なる色の電気泳動流体が充填されて封止されたマイクロカップ (登録商標) を形成することができる。従って、このアレイは、カラー E P D を形成するように、色の異なる組成物が所定の領域に充填されている。様々な既知の色素および染料により、溶媒相および懸濁粒子の双方に対して幅広い色の選択肢が提供される。既知の流体塗布および充填機構を用いてよい。

【 0 0 1 3 】

マイクロカップ (登録商標) に誘電性流体中の帯電色素粒子の分散物を充填した後にマイクロカップ (登録商標) を封止 (またはシール) することは、電気泳動流体に熱可塑性物または熱硬化物の前駆体を含む溶液をオーバーコートすることによって実施できる。オーバーコート工程の間およびその後の混合の程度を低下させ、またはなくすため、電気泳動流体と非混和性であり、また、好ましくは誘電性流体より小さい比重を有する封止組成物を用いることが極めて好都合である。その後、溶媒蒸発、界面反応、湿気、熱、放射線またはこれらの組み合わせによって前駆体を硬化させることにより封止を実施する。別法では、この封止は、充填工程前に、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体を電気泳動流体中に分散することにより実施できる。熱可塑性物または熱硬化物の前駆体は、誘電性溶媒と非混和性であり、また、溶媒および色素粒子より小さい比重を有する。充填後、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体相は電気泳動流体から分離し、流体の上部に上澄み層 (または浮上層) を形成する。その後、溶媒蒸発、界面反応、湿気 (または水分) 、熱または放射線によって前駆体層を硬化させることによりマイクロカップ (登録商標) の封止を実施するのが好都合である。紫外線 (U V) 照射がマイクロカップ (登録商標) を封止する好ましい方法であるが、上述の硬化機構の 2 つまたはそれ以上を組み合わせ使用してよく、封止の処理量を増やすことができる。

【 0 0 1 4 】

また、改良された E P D は、同時係属出願である 2 0 0 1 年 2 月 2 5 日に出願された米国出願第 0 9 / 7 8 4 , 9 7 2 号に記載されるような同期化ロール・トゥ・ロール・フォトリソグラフィ露光方法によっても製造できる。揃った (または調和した) 動きを維持するように (即ち、同じ速度で動かすように) 、例えば連結器またはフィードバック回路などの機構あるいは一般的な駆動装置を用いてフォトマスクの動きを支持ウェブと同期化させてよい。露光の後、ウェブを現像領域に動かし、そこでマイクロカップ壁構造体を形成するように未露光材料を除去する。マイクロカップ (登録商標) および I T O ラインは選択された寸法を有し、また、フォトマスクと整合して位置合わせされることが好ましく、よって、完成した各ディスプレイセル (即ち、充填および封止したマイクロカップ (登録商標)) をディスプレイプロセッサによって別個にアドレッシングおよび制御することが

10

20

30

40

50

できる。ITOラインは基材ウェブ上にウェットまたはドライエッチングプロセスのいずれかで予め形成してよい。

【0015】

マイクロカップアレイからカラーディスプレイを製造するため、同期化ロール・トゥ・ロール露光フォトリソグラフィ・プロセスにより、予め選択したマイクロカップアレイのサブセットを選択的に開口、充填および封止するという連続ウェブプロセスも可能である。

【0016】

マイクロカップ(登録商標)の所望のサブセットを選択的に開口させるために、ポジとして作用するフォトレジスト組成物でラミネートまたはコートし、対応するフォトマスクを通じて画像露光し、および露光領域を現像液で現像することによって、マイクロカップアレイを一時的に封止してよい。既知のラミネートおよびコート機構を用いてよい。本明細書において用語「現像液」は、未露光のフォトレジストをその場に残しつつ、露光したフォトレジストを選択的に除去するのに適当な既知の手段を言うものである。

【0017】

従って、アレイには、幾つかの異なる色の組成物(典型的には三原色)が所定のセルパターンにて連続的に充填され得る。例えば、画像露光方法ではポジとして作用するフォトレジストの上部ラミネートまたはコーティング(これは当初、空のマイクロカップ(登録商標)を封止する)を用いてよい。その後、マイクロカップ(登録商標)の第1の選択したサブセットのみを露光するように、マスク(例えば、記載したロール・トゥ・ロール・プロセスにおけるループレジスト)を通じてマイクロカップ(登録商標)を露光する。現像液による現像は露光したフォトレジストを除去し、よって、第1のマイクロカップサブセットを開口させて、選択した色の色素分散組成物を充填でき、そして本明細書中に記載の方法のいずれかによって封止できる。露光および現像工程を繰り返して、第2の選択したマイクロカップサブセットを露光および開口させ、第2の色素分散組成物を充填し、その後、封止する。最後に、残りのフォトレジストを除去し、第3のマイクロカップサブセットを充填および封止する。

【0018】

また、等方性カップ材料の常光屈折率(ordinary refractive index)と適合する常光屈折率を有する適当な液晶組成物により電気泳動流体を置き換えた場合、液晶ディスプレイ(LCD: liquid crystal display)を上述のような方法によって製造することもできる。「オン」状態では、マイクロカップ(登録商標)中の液晶は電界の向きに配向し、透明である。「オフ」状態では、液晶は配向しておらず、光を散乱させる。LCDの光散乱効果を最大限にするために、マイクロカップ(登録商標)の直径は典型的には0.5~10ミクロンの範囲にある。

【0019】

このロール・トゥ・ロール・プロセスは、複数の処理ステーションに順にウェブを搬送およびガイドすることによって、単一の連続ウェブに一連の処理を施すために用いることができる。換言すれば、マイクロカップ(登録商標)を連続的に順に形成、充填またはコート、現像、封止およびラミネートし得る。

【0020】

マイクロカップディスプレイの製造に加えて、同期化ロール・トゥ・ロール・プロセスを、支持ウェブ基材、例えばパターン形成した導体フィルムおよびフレキシブル回路基板などの上に形成可能な電子デバイス用の広範な構造または離れたパターンを製造するのに適用できる。本明細書に記載のEPDマイクロカップのための方法および装置におけるように、対象とするデバイスの構造的要素に対応する複数のフォトマスク部分を含む予めパターン形成したフォトマスクを作製できる。そのような各フォトマスク部分は、放射線に対する透明性または不透明性を有する予め選択した領域を有し、よって、そのような構造的要素の像を露光の間、対応させて位置合わせしたウェブ部分上に形成することができる。この方法は、構造材料を選択的に硬化させるために使用してよく、また、ポジまたはネ

10

20

30

40

50

ガとして作用するフォトレジスト材料を製造工程の間に露光するために使用してよい。

【0021】

これらの多段階プロセスは、ロールからロールへと連続的または半連続的に実施でき、これらのプロセスは、大量に低コストで製造する場合に特に適当である。また、これらのプロセスは、ディスプレイ製品を製造するための他のプロセスと比較して、効率的であり、低コストである。マイクロカップ（登録商標）を含む改良されたEPDは、環境、例えば湿度および温度に対して敏感ではない。ディスプレイは薄く、フレキシブルであり、耐久性であり、取り扱いが容易であり、フォーマットに対して融通がきく。このEPDは、好ましいアスペクト比および適切に規定された形状および寸法を有するので、双安定性の反射型ディスプレイは、優れたカラー・アドレスビリティ、大きいコントラスト比および彩度、速いスイッチング速度および応答時間を有する。

10

【発明の要旨】

【0022】

連続ウェブプロセスによるマイクロカップ（登録商標）の封止は、改善されたEPDのロール・トゥ・ロール製造において最も重要な工程の1つである。高品質ディスプレイを製造するために、封止層（またはシーリング層）は少なくとも次の特徴を有する必要がある：（1）取り込み気泡、ピンホール、クラック発生または洩出などの欠陥がないこと；（2）EPD用の電気泳動流体などのディスプレイ流体に対する良好なフィルム一体性（またはフィルム完全性）およびバリア特性；および（3）良好な被覆性および付着性。EPDに用いられる電気泳動溶媒の殆どは表面張力が小さく、また粘度が小さいため、途切れがなく（またはシームレスな）、欠陥がない封止をマイクロカップ（登録商標）に対する良好な付着性と共に実現することは大きな課題であった。

20

【0023】

次の成分：

（1）マイクロカップ（登録商標）内のディスプレイ流体と非混和性であり、ディスプレイ流体の比重より小さい比重を示す溶媒または溶媒混合物と、

（2）熱可塑性エラストマーと

を含む新規な封止オーバーコート組成物を用いる連続ウェブプロセスによって、電気泳動流体などのディスプレイ流体を充填したマイクロカップ（登録商標）を途切れなく、かつ欠陥なしに封止できることが判った。

30

【0024】

マイクロカップ（登録商標）に対する良好な適合性（または相溶性）およびディスプレイ流体に対する良好なバリア特性を有する熱可塑性エラストマーを少なくとも含む組成物が特に有用である。有用な熱可塑性エラストマーの例には、式ABAまたは $(AB)_n$ （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）で表されるジブロック、トリブロックまたは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。代表的なコポリマーには、ポリ（スチレン-b-ブタジエン）、ポリ（スチレン-b-ブタジエン-b-スチレン）、ポリ（スチレン-b-イソプレン-b-スチレン）、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）およびポリ（ 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）が含まれる。熱可塑性エラストマーの製造の説明は、N. R. Legge、G. HoldenおよびH. E. Schroeder編、「サーモプラスチック・エラストマー（Thermoplastic Elastomers）」、ハンサー出版（Hanser Publisher）（1987年）にある。例えばクラトン（Kraton）DおよびGシリーズ（シェル・ケミカル（Shell Chemical）社製）などの市販で入手可能なスチレンブロックコポリマーが特に有

40

50

用である。また、例えばポリ(エチレン-コ-プロピレン-コ-5-メチレン-2-ノルボルネン)またはEPDM(エチレン-プロピレン-ジエンターポリマー)ゴムおよびそれらのグラフトコポリマーなどの結晶性ゴムも極めて有用であることが判った。理論に拘束されるものではないが、熱可塑性エラストマーの硬いブロックは封止オーバーコートに乾燥させる間およびその後相分離し、軟らかい連続相の物理的架橋剤として機能する。本発明の封止組成物はコーティングおよび乾燥プロセスの間に亘って封止層の弾性(modulus、または引張り応力)およびフィルム一体性を著しく高める。小さい臨界表面張力(40ダイン/cm未満)および高い弾性またはショアA硬さ(60より大きい)を有する熱可塑性エラストマーが有用であることが判り、これはおそらく、ディスプレイ流体上でのそれらの好都合な濡れ性およびフィルム一体性に起因すると考えられる。

10

【0025】

マイクロカップ(登録商標)内のディスプレイ流体と非混和性であり、また、ディスプレイ流体の比重より小さい比重を有する溶媒または溶媒混合物中に熱可塑性エラストマーが溶解する。オーバーコート組成物としては、マイクロカップ表面および電気泳動流体上での濡れ性が比較的良好であるため、表面張力の小さい溶媒が好ましい。35ダイン/cm未満の表面張力を有する溶媒または溶媒混合物が好ましい。30ダイン/cm未満の表面張力がより好ましい。適当な溶媒にはアルカン(好ましくは C_{6-12} アルカン、例えばヘプタン、オクタンまたはイソパー(Isopar)溶媒(エクソン・ケミカル(Exxon Chemical)社製)、ノナン、デカンおよびそれらの異性体など)、シクロアルカン(好ましくは C_{6-12} シクロアルカン、例えばシクロヘキサンおよびデカリンなど)、アルキルベンゼン(好ましくはモノまたはジ- C_{1-6} アルキルベンゼン、例えばトルエンおよびキシレンなど)、アルキルエステル(好ましくは C_{2-5} アルキルエステル、例えばエチルアセテートおよびイソブチルアセテートなど)および C_{3-5} アルキルアルコール(例えばイソプロパノールおよびそれらの異性体など)が含まれる。

20

【0026】

また、この新規な封止組成物を用いる連続ウェブプロセスにより、マイクロカップ(登録商標)から作製される電気泳動セルを途切れなく(または継ぎ目なく)、かつ欠陥なしに封止できることに加えて、この組成物は他の多くの利点がある。例えば、この組成物はまた、コーティングプロセスの間に亘って、充填されたマイクロカップ(登録商標)上に良好な濡れ性を示し、溶媒が完全に蒸発する前であっても、ディスプレイ流体上に良好なフィルム一体性を示す。この結果、コーティングの一体性が維持され、電気泳動流体上でのデウェッティング(dewetting)またはビーディング(beading)は観察されない。加えて、本発明の組成物により、より幅広いマイクロカップ(登録商標)、特に100ミクロン以上の幅を有するマイクロカップ(登録商標)の連続封止が可能となる。より幅広いマイクロカップ(登録商標)は、マイクロカップ開口対壁比が大きく、ディスプレイコントラスト比が優れていることから、ある用途において好ましい。更に、本発明の封止組成物により、これまでの封止組成物を用いて得ることが通常困難であった厚さ3ミクロン以下の封止層の形成が可能となる。より薄い封止層は上部および底部電極間の距離を縮め、スイッチング速度の高速化をもたらす。

30

【0027】

また、マイクロカップ(登録商標)への封止剤の付着性を向上させ、また、コーティングプロセスの許容度を拡張するために共溶媒(または助溶剤)および湿潤剤も組成物中に含めてもよい。また、熱可塑性エラストマーのブロックの1つと混和性である、例えば架橋剤、加硫剤、多官能性モノマーまたはオリゴマー、および高Tgポリマーなどの他の成分も、オーバーコーティングプロセスの間またはその後の封止層の物理機械的特性を高めるために極めて有用である。封止されたマイクロカップ(登録商標)は、バリア特性を更に向上させるためにUV照射または熱焼成(または加熱乾燥)による後処理に付してよい。また、マイクロカップ(登録商標)への封止層の付着性は後硬化反応によっても向上させることができ、これはおそらく、マイクロカップ-封止層の相間(または界面)における相互浸透ネットワークの形成に起因すると考えられる。

40

50

【発明の詳細な説明】

【0028】

I. 定義

本明細書において、全ての技術的な用語は、特に断りのない限り、それらが一般的に使用されているように、また、当該分野の当業者に理解されるように、従来から用いられている定義に基づいて使用する。

【0029】

用語「マイクロカップ(microcup) (登録商標)」は、上記の同時係属特許出願に記載されるようなマイクロエンボス加工または画像露光などの方法により形成されるカップ状の窪み(または凹部、indentation)である。同様に、全記載における複数形「マイクロカップ(microcups)」は、概して、構造化二次元マイクロカップアレイを構成するように一体的に形成または結合されたそのような複数のマイクロカップ(登録商標)を含むマイクロカップアセンブリを言うものである。

10

用語「セル」は、本発明に関連して、シールされたマイクロカップ(登録商標)から形成される単一のユニットを意味することを意図する。セルには、溶媒または溶媒混合物中で分散する帯電色素粒子が充填されている。

用語「適切に規定された」は、マイクロカップ(登録商標)またはセルについて記載する場合、マイクロカップ(登録商標)またはセルが、製造プロセスの特定のパラメータに基づいて予め決められる明確な形状、寸法およびアスペクト比を有することを意味することを意図する。

20

用語「アスペクト比」は、当該技術分野では一般的に知られた用語であり、マイクロカップ開口部の幅に対する深さの比または直径に対する深さの比である。

用語「画像露光(またはイメージ通りに曝露、imagewise exposure)」は、放射線硬化性材料またはフォトレジスト組成物を放射線、例えば紫外線(UV)で本発明の方法の1つを用いて露光し、これにより、マイクロカップ(登録商標)の構造に対応(または一致)するパターンまたは「像(またはイメージ)」を形成するように、そのように露光した材料の一部を制御することを意味し、例えば、この露光はマイクロカップ壁に対応する材料部分では制限し、マイクロカップ(登録商標)のフロア部分を未露光のまま残す。マイクロカップアレイの所定の部分にてフォトレジストを選択的に開口させる場合、画像露光は、カップ開口部に対応する材料部分を露光し、マイクロカップ壁を未露光のまま残すことを意味する。このパターンまたは像は、フォトマスクを通じる露光などの方法により、または別法では制御された粒子ビーム露光などにより形成してよい。

30

【0030】

II. マイクロカップアレイ

図1および2は、例示的なマイクロカップアレイアセンブリの態様の、明瞭にするために簡素化した概略断面図であり、3つのマイクロカップセル(12a、bおよびc)で構成されるマイクロカップアレイアセンブリ(10)を示す。

【0031】

図1に示すように、アレイ(10)の各セル(12)は2枚の電極プレート(11、13)を含み、その少なくとも一方(11)は、例えばITO電極のように透明であり、電極(11)および(13)はセル(12)の対向する2つの面と接している。

40

【0032】

マイクロカップセルアレイアセンブリ(10)は、2枚の電極層(11)および(13)の間に封じ込められたセル(12)の層を形成するように、1つの面内で互いに隣接して配置された複数のセルを含む。3つの例示的なセル(12a)、(12b)および(12c)を図示し、これらはその各々の電極プレート(11a)、(11b)および(11c)(透明)および(13a)、(13b)および(13c)(背面プレート)に接しており、そのような多数のセルが好ましくは二次元的に(図1の紙面の右/左および手前/奥に向かって)配置されて、任意に選択された面積および二次元的形状を有するシート様ディスプレイを形成することが理解される。明瞭化のために図1は各セル(12)がセル

50

1個分の幅を有する別個の電極プレート(11)および(13)に接している例を示すが、同様に、幾つかのマイクロカップセルが1枚の電極プレート(11)または(13)に接してよい。

【0033】

セルは適切に規定された形状および寸法を有し、これには帯電色素粒子(15)が懸濁および分散する着色された誘電性溶媒(14)が充填されている。セル(12)には、(例えばモノクロディスプレイにおいて)色素および溶媒で構成される同じ組成物が各々充填されていてよく、または(例えばカラーディスプレイにおいて)色素および溶媒で構成される異なる組成物が充填されていてよい。図1は、各セル(12a)、(12b)および(12c)に異なるハッチング模様にて示すように異なる3つの色の組み合わせを示し、溶媒を(14a)、(14b)、(14c)にて各々示し、色素粒子を(15a)、(15b)、(15c)にて各々示す。

10

【0034】

マイクロカップセル(12)は、アレイ(10)の面内でセルに両側で接する囲いの壁(16)およびセルに一方の面(この例では電極(13)に隣接する面)で接するフロア(または底)(17)を各々含む。反対側の面(電極(11)に隣接する面)では、各セルはシールキャップ部(18)を含む。シールキャップ部は透明電極(11)に(図1に示すように)隣接し、シールキャップ(18)は透明な組成物を含む。図1の例では、フロア(17)およびシールキャップ(18)は隣接する電極(13)および(11)とそれぞれ区別される別個のセル部分として図示するが、本発明のマイクロカップアレイ(10)の別の態様は、一体的なフロア/壁構造または一体的なシールキャップ/電極構造を有し得る。

20

【0035】

図2は、図1のEPDの概略断面図であるが、セルの2つ(12aおよび12c)が帯電して色素が一方のプレートに向かって移動している点で異なる。2枚の電極(11、13)間に電圧差を付与すると、帯電粒子(15)は移動して(即ち、粒子および電極の電荷に応じて電極(11または13)に向かって)、色素粒子(15)の色または溶媒(14)の色のいずれかが透明導体フィルム(11)を通して見られる。2つの導体(11)または(13)の少なくとも一方がパターン形成され(別々にアドレス可能な部分)、各セルについて、または予め定義されたセルグループ(例えばピクセルを形成する)についてのいずれかにて選択的な電界を形成することができる。

30

【0036】

図2の例では、セルの2つを帯電した状態で図示し(12aおよび12c)、これらセルでは色素(15aおよび15c)が各透明電極プレート(11aおよび11c)へ移動している。残りのセル(12b)はニュートラル(または中性)のままであり、色素(15b)が溶媒(14b)中に亘って分散している。

【0037】

図3A~3Cは、例示的なマイクロカップアレイ部分の外形を示し、図3Aは斜視図を示し、図3Bは平面図を示し、図3Cは立面図を示す(明瞭化のために垂直方向の縮尺を拡大している)。反射型EPDの場合、各々の個々のマイクロカップ(登録商標)の開口面積は、好ましくは約 10^2 ~約 $5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ 、より好ましくは約 10^3 ~約 $5 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ の範囲内であり得る。マイクロカップ(12)の幅 w (隣り合う壁(16)間の距離)は広範に様々であり得、所望の最終的なディスプレイ特性に適應するように選択できる。マイクロカップ開口部の幅 w は、開口部のエッジからエッジまでで好ましくは約 15 ~約 $450 \mu\text{m}$ 、より好ましくは約 25 ~約 $300 \mu\text{m}$ の範囲内であり得る。各マイクロカップ(登録商標)は最終のディスプレイのピクセルの小さいセグメントを形成してよく、またはフルピクセルであってよい。

40

【0038】

カップ幅 w に対する壁厚 t は広範に様々であり得、所望の最終ディスプレイ特性と適應するように選択できる。マイクロカップ壁厚さは典型的にはマイクロカップ幅の約0 .

50

0.1 ~ 約1倍であり、より好ましくはマイクロカップ幅の約0.05 ~ 約0.25倍である。全体に対する開口部の面積比は好ましくは約0.1 ~ 約0.98、より好ましくは約0.3 ~ 約0.95の範囲内である。

【0039】

マイクロカップ壁高さh（これはカップ深さを規定する）は、明瞭化のためにその典型的な比例寸法を超えて拡大して示す。EPDの場合、マイクロカップ（登録商標）の高さは、典型的には約5 ~ 約100ミクロン（ μm ）、好ましくは約10 ~ 約50ミクロンの範囲内である。LCDの場合、この高さは、典型的には約1 ~ 10ミクロン、およびより好ましくは約2 ~ 5ミクロンの範囲内である。

【0040】

簡素化および明瞭化のため、本発明のマイクロカップアレイアセンブリに関する本明細書中の説明において、直線状の二次元アレイアセンブリに配置された正方形のマイクロカップ（登録商標）を想定するものとする。しかしながら、マイクロカップ（登録商標）は正方形である必要はなく、長方形（または矩形）、円形、または所望であればより複雑な形状であってよい。例えば、マイクロカップ（登録商標）は六角形であってよく、六方最密アレイに配置されていてよい。あるいは、三角形のカップが六角形のサブアレイを形成するように向いており、そしてそのサブアレイが六方最密アレイ状に配置されていてよい。

【0041】

一般的に、マイクロカップ（登録商標）はいずれの形態であってよく、その寸法、パターンおよび形状はディスプレイ全体で種々であってよい。このことはカラーEPDにおいて好都合である。光学的効果を最大限とするために、異なる形状および寸法が混合状態のマイクロカップ（登録商標）を形成してもよい。例えば、赤色の分散物を充填したマイクロカップ（登録商標）は、緑色のマイクロカップ（登録商標）または青色のマイクロカップ（登録商標）と異なる形状または寸法を有してよい。更に、ピクセルは、異なる色の異なる数のマイクロカップ（登録商標）から成ってよい。例えば、ピクセルは、幾つかの小さい緑色マイクロカップ（登録商標）、幾つかの大きい赤色マイクロカップ（登録商標）および幾つかの小さい青色マイクロカップ（登録商標）から成ってよい。3つの色に対して同じ形状および数とする必要はない。

【0042】

マイクロカップ（登録商標）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。

【0043】

III. マイクロカップアレイの製造

マイクロカップ（登録商標）は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。

【0044】

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、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によって洗浄して除去する。残った硬化フォトレジストを乾燥し、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。電鍍用の典型的な材料

10

20

30

40

50

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)」(SPIE Proc.) 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)は典型的には約50~400ミクロンである。マスターは、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)(例えば「リプリケーション・テクニクス・フォー・マイクロ・オブティックス (Replication techniques for micro-optics)」(SPIE Proc.) 第3099巻、第76~82頁(1997年)に記載されているようなもの)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。

【0045】

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、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雄型が好ましい。

【0046】

マイクロカップ形成

マイクロカップ(登録商標)はバッチ式プロセスまたは同時係属出願である2001年2月25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・ロールプロセスで形成できる。後者は、電気泳動ディスプレイまたはLCDにおいて使用する区画(またはコンパートメント)を製造するための低コストで高生産性の連続式製造技術を提供するものである。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。UV硬化性樹脂はディスプレイ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。UV硬化性樹脂は任意の適当な手段、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プレイする。ディスプレイは可動式または固定式のいずれでもよい。導体フィルムをUV硬化性樹脂の上に重ねる。適当な導体フィルムの例には、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のプラスチック基材上の透明導体ITOが含まれる。樹脂とプラスチックとの間の適当な結合を確保し、また、マイクロカップ(登録商標)のフロアの厚さを制御するために、必要に応じて圧力を加えてよい。ラミネートローラ、真空モールド、プレス装置または他の同様の手段を用いて圧力を加えてよい。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。型成形した形状を転写シート上へ良好に転写するためには、導体フィルムはUV硬化性樹脂に対する付着性が良好な必要があり、UV硬化性樹脂は型表面からのリリース特性(または解放特性)が良好でなければならない。

【0047】

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4および5に図示する。

【0048】

上部露光

図4Aおよび4Bに示すように、マイクロカップアレイ(40)は、既知の方法により導体電極フィルム(42)に被覆した放射線硬化性材料(41a)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)にマスク(46)を通じて露光して、マスク(46)を通じて投射した像(またはイメージ)に対応する壁(41b)を形成す

10

20

30

40

50

ることによって製造できる。ベース導体フィルム(42)は、好ましくは支持基材ベースウェブ(43)(これはプラスチック材料を含んでいてよい)に設けられる。

【0049】

図4A中のフォトマスク(46)では、黒っぽい四角形(44)は不透明な領域を示し、黒っぽい四角形の間スペースはマスク(46)の透明領域(45)を示す。透明領域(45)を通じて放射線硬化性材料(41a)上にUVを照射する。この露光は放射線硬化性材料(41a)上に直接に行うことが好ましく、即ち、UVが基材(43)またはベース導体(42)を通過しないことが好ましい(上部露光)。よって、基材(43)も導体(42)もUVまたは他の放射線の適用波長に対して透明である必要はない。

【0050】

図4Bに示すように、露光領域(41b)が硬化し、その後、未露光(または非露光)領域(マスク(46)の不透明領域(44)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(47)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(MEK)、トルエン、アセトンまたはイソプロパノールなどの、放射線硬化性材料の粘性を低下させ、または溶解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。マイクロカップ(登録商標)の製造は、導体フィルム/基材支持ウェブの下にフォトマスクを配置し、そしてこの場合はフォトマスクを通じて底部側からUV光を照射し、基材を放射線に対して透明とすべきことによって同様に実施できる。

【0051】

不透明な導体ラインを介する露光

画像露光により本発明のマイクロカップアレイを作製するためのまた別の方法を図5Aおよび5Bに図示する。不透明な導体ラインを用いる場合、この導体ラインは底部からの露光に対するフォトマスクとして用いることができる。導体ラインと垂直な不透明なラインを有する第2のフォトマスクを介する上部からの追加露光によって耐久性を有するマイクロカップ壁が形成される。

【0052】

図5Aは本発明のマイクロカップアレイ(50)を製造するために上部および下部露光の原理の双方を用いたものを図示する。ベース導体フィルム(52)は不透明であり、ライン状にパターン形成されている。ベース導体(52)および基材(53)にコートした放射線硬化性材料(51a)を、第1のフォトマスクとして機能する導体ラインパターン(52)を通じて底部側から露光する。導体ライン(52)と垂直なライン状パターンを有する第2のフォトマスク(56)を通じて「上部」側から第2の露光を実施する。ライン(54)の間スペース(55)はUV光に対して実質的に透明である。この方法において、壁材料(51b)を横向きの一方向に下から上へと硬化させ、それと垂直な方向に上から下へと硬化させて、一体のマイクロカップ(57)を形成するように結合させる。

【0053】

図5Bに示すように、その後、未露光領域を上述のように溶媒または現像液で除去してマイクロカップ(57)を顕在化させる。

【0054】

IV. 本発明の封止組成物および方法

新規な封止オーバーコート組成物は次の成分：

(1) マイクロカップ(登録商標)内のディスプレイ流体と非混和性であり、ディスプレイ流体の比重より小さい比重を示す溶媒または溶媒混合物と、

(2) 熱可塑性エラストマーと

を含む。

【0055】

マイクロカップ(登録商標)に対する良好な適合性およびディスプレイ流体に対する良好なバリア特性を有する熱可塑性エラストマーを含む組成物が特に有用である。有用な熱可塑性エラストマーの例には、ABAおよび(AB)n型のジブロック、トリブロックおよびマルチブロックコポリマー(式中、Aはスチレン、 -メチルスチレン、エチレン、

10

20

30

40

50

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）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 -メチルスチレンのジブロックまたはトリブロック copolymer、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（ -メチルスチレン - b - イソプレン）、ポリ（ -メチルスチレン - b - イソプレン - 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）、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）などである。熱可塑性エラストマーの製造の説明は、N. R. Legge、G. HoldenおよびH. E. Schroeder編、「サーモプラスチック・エラストマー（Thermoplastic Elastomers）」、ハンサー出版（Hanser Publisher）（1987年）にある。例えばクラトン（Kraton）DおよびGシリーズ（クラトン・ポリマー（Kraton Polymer）（テキサス州ヒューストン）製）などの市販で入手可能なスチレンブロック copolymerが特に有用である。また、例えばポリ（エチレン - コ - プロピレン - コ - 5 - メチレン - 2 - ノルボルネン）または例えばヴィスタロン（Vistalon）6505（エクソン・モービル（テキサス州ヒューストン）製）などのEPDM（エチレン - プロピレン - ジエンターポリマー）ゴムおよびそれらのグラフト copolymerなどの結晶性ゴムも極めて有用であることが判った。

【0056】

理論に拘束されるものではないが、熱可塑性エラストマーの硬いブロックは封止オーバーコート乾燥させる間およびその後相分離し、軟らかい連続相の物理的架橋剤として機能する。本発明の封止組成物は封止層のコーティングおよび乾燥プロセスの間に亘って封止層の弾性およびフィルム一体性を著しく高める。小さい臨界表面張力（40ダイン/cm未満）および高い弾性またはショアA硬さ（60より大きい）を有する熱可塑性エラストマーが有用であることが判り、これはおそらく、ディスプレイ流体上でのそれらの好都合な濡れ性およびフィルム一体性に起因すると考えられる。

【0057】

マイクロカップ（登録商標）内のディスプレイ流体と非混和性であり、また、ディスプレイ流体の比重より小さい比重を有する溶媒または溶媒混合物中に熱可塑性エラストマーが溶解する。オーバーコート組成物としては、マイクロカップ壁および電気泳動流体上での濡れ性が比較的良好であるため、表面張力の小さい溶媒が好ましい。35ダイン/cm未満の表面張力を有する溶媒または溶媒混合物が好ましい。30ダイン/cm未満の表面張力がより好ましい。適当な溶媒にはアルカン（好ましくはC₆₋₁₂アルカン、例えばヘプタン、オクタンまたはイソパー（Isopar）溶媒（エクソン・ケミカル（Exxon Chemical）社製）、ノナン、デカンおよびそれらの異性体など）、シクロアルカン（好ましくはC₆₋₁₂シクロアルカン、例えばシクロヘキサンおよびデカリンなど）、アルキルベンゼン（好ましくはモノまたはジ - C₁₋₆アルキルベンゼン、例えばトルエンおよびキシレンなど）、アルキルエステル（好ましくはC₂₋₅アルキルエステル、例えばエチルアセテートおよびイソブチルアセテートなど）およびC₃₋₅アルキルアルコール（例えばイソプロパノールおよびそれらの異性体など）が含まれる。アルキルベンゼンおよびアルカンの混合物が特に有用である。

【0058】

更に、組成物は、熱可塑性エラストマーのブロックの1つと相溶性である熱可塑性材料を含んでよい。熱可塑性材料はポリスチレンおよびポリ（ -メチルスチレン）からなる群から選択することができる。

また、マイクロカップ（登録商標）への封止剤の付着性を向上させ、よりフレキシブルなコーティングプロセスを提供するために湿潤剤（例えばFC界面活性剤（3M社製）、

10

20

30

40

50

ゾニル (Zonyl) 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、ならびにシルウェット (Silwet) シリコン界面活性剤 (OSi (コネチカット州グリーンウィッチ) 製) など) も組成物中に含めてよい。また、架橋剤 (例えば 4, 4'-ジアジドジフェニルメタンおよび 2, 6-ジ-(4'-アジドベンザル)-4-メチルシクロヘキサノンなどのビスアジド)、加硫剤 (例えば 2-ベンゾチアゾリルジスルフィドおよびテトラメチルチウラムジスルフィドなど)、多官能性モノマーまたはオリゴマー (例えばヘキサンジオール、ジアクリレート、トリメチロールプロパン、トリアクリレート、ジビニルベンゼン、ジアリルナフタレンなど)、熱開始剤 (例えばジラウロイルペルオキシド、ベンゾイルペルオキシド) および光開始剤 (例えばイソプロピルチオキサントン (ITX)、イルガキュア (Irgacure) 651 およびイルガキュア 369 (チバ・ガイギー (Ciba-Geigy) 製) など) を含む他の成分も、更に組成物に含まれてよく、オーバーコートングプロセスの間またはその後の架橋または重合反応によって封止層の物理機械的特性を高めるために極めて有用である。

10

【0059】

封止組成物は、典型的には、部分的に充填されたマイクロカップ (登録商標) 上にオーバーコートし、オーバーコートしたマイクロカップ (登録商標) は室温で乾燥させる。封止したマイクロカップ (登録商標) は、オプションとして、バリア特性を更に向上させるために UV 照射または熱焼成 (または加熱乾燥) による後処理に付してよい。また、マイクロカップ (登録商標) への封止層の付着性は後硬化反応によっても向上させることができ、これは、マイクロカップ - 封止層の相間 (または界面) における相互浸透ネットワークの形成によるものと思われる。

20

【0060】

V. マイクロカップアレイからの電気泳動ディスプレイの製造

電気泳動セルを製造する好ましい方法を図 6A ~ 6D に概略的に図示する。

【0061】

図 6A に示すように、マイクロカップアレイ (60) は、上記第 III 節に記載する選択的な方法のいずれによっても製造できる。本明細書中に記載する方法によって作製される未充填のマイクロカップアレイは、典型的には基材ウェブ (63) を含み、このウェブ (63) の上にはベース電極 (62) が堆積 (または蒸着) される。マイクロカップ壁 (61) は基材 (63) から上方に延びて開口したカップを形成する。

30

【0062】

図 6B に示すように、着色された誘電性溶媒組成物 (64) 中における帯電色素粒子 (65) の懸濁物をマイクロカップ (登録商標) に充填する。図示する例では、組成物は各カップで同じであり、即ち、モノクロディスプレイである。本発明の封止プロセス (または方法) を実施する際、マイクロカップ (登録商標) は (溢れ出るのを防止するため) 部分的に充填することが好ましく、これは電気泳動流体を揮発性溶媒 (例えばアセトン、メチルエチルケトン、イソプロパノール、ヘキサンおよびパーフルオロ溶媒 FC-33 (3M 社製) など) で希釈し、揮発性溶媒を蒸発させることによって行い得る。例えば HT-200 (オーシモント社 (ニュージャージー州ソロフェア) 製) などの高沸点パーフルオロ溶媒をディスプレイ流体の連続相として用いる場合、部分充填の程度を制御するために FC-33 などのパーフルオロ揮発性溶媒を用いることが特に好ましい。

40

【0063】

図 6C に示すように、充填後、マイクロカップ (登録商標) を本発明の封止組成物でシールしてシーリング層 (66) を形成する。封止組成物は、典型的には、部分的に充填したマイクロカップ (登録商標) 上にオーバーコートし、ディスプレイ流体上で乾燥させる。場合により、バリア特性を更に向上させるために、シールしたマイクロカップ (登録商標) を UV 照射または熱焼成 (または加熱乾燥) による後処理に付してよい。

【0064】

図 6D に示すように、電気泳動マイクロカップセルの封止したアレイ (60) に第 2 の

50

導体フィルム(67)、好ましくは感圧接着剤、ホットメルト接着剤または熱、湿気もしくは放射線硬化性接着剤であってよい接着剤層(68)を予め被覆した導体(67)をラミネート(または積層)する。上部の導体フィルムが放射線に対して透明であれば、放射線、例えばUVなどによって上部の導体フィルムを通じてラミネート接着剤を後硬化させてよい。

【0065】

V I . 色素 / 溶媒懸濁または分散組成物の調製

本発明のEPDの様々な態様について本明細書にて説明するように、マイクロカップ(登録商標)には、誘電性溶媒中に分散させた帯電色素粒子(例えば図6Bの溶媒(64)および色素粒子(65))が好ましくは充填されている。この分散物は当該技術分野にて周知の方法、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号に基づいて調製できる。また、アイ・イー・イー・イー・トランス・エレクトロン・デバイスズ(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)も参照のこと。

【0066】

帯電色素粒子は、それが中で懸濁する媒体と視覚的にコントラストを為す。その媒体は、粒子の大きい移動性のためには、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)、低分子量のハロゲン含有ポリマー、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(Halocarbon Oils)(ハロカーボン・プロダクト社(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およびフルオロールインク(Fluorolink)(オーシモント(Ausimont、ニュージャージー州ソロフェア)製)またはクライトックス・オイル(Krytox Oils)およびグリースK-フルイッド・シリーズ(Greases K-Fluid Series)(デュボン(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。

【0067】

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)、スーダン・ブラック(Sudan Black)B(アルドリッチ(Aldrich)製)、サーモプラスチック・ブラック(Thermoplastic Black)X-70(バspf(BASF)製)、およびアントラキノン・ブルー(anthraquinone blue)、アントラキノン・イエロー(an

10

20

30

40

50

thraquinone yellow) 1 1 4、アントラキノン・レッド (anthraquinone red) 1 1 1、1 3 5、アントラキノン・グリーン (anthraquinone green) 2 8 (アルドリッチ製)。パーフルオロ溶媒を用いる場合、フッ素化色素が特に有用である。色素の場合、媒体の色をもたらし移動しない色素粒子を誘電性媒体中に分散させてもよい。これらの色粒子は帯電していないのが好ましい。媒体中で色を生じさせる移動しない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。いずれにせよ、媒体の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を有する必要がある。

10

【 0 0 6 8 】

移動する帯電色素粒子は、有機色素であっても、無機色素であってもよく、例えば TiO_2 、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) A A O T 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)、カーボン・ランプブラック (Carbon Lampblack) (フィッシャー (Fisher) 製) であってよい。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。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。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がある。

20

【 0 0 6 9 】

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が含まれる：エアロゾル (Aerosol) O T、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、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 - 1 7 0 C、FC - 1 7 1、FC - 1 7 6、FC 4 3 0、FC 4 3 1 および FC - 7 4 0 (3 M 製) およびゾニル (Zonyl) フルオロ界面活性剤、例えばゾニル (Zonly) F S A、F S E、F S N、F S N - 1 0 0、F S O、F S O - 1 0 0、F S D および U R (デュポン製) が含まれる。

30

【 0 0 7 0 】

適当な帯電色素粒子分散物は、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。

40

【 0 0 7 1 】

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する適当なポリマーによる粒子のマイクロカプセル化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、

50

流動床コーティングおよび溶媒蒸発が含まれる。

【 0 0 7 2 】

黒 / 白 E P D の場合、懸濁物は、黒色染料または分散した非帯電黒色粒子を含む黒色誘電性溶液中に分散した酸化チタン (TiO_2) の帯電白色粒子を含む。黒色染料または染料混合物、例えばピラム・スピリット・ブラックおよびファスト・スピリット・ブラック (ピラム・プロダクツ社(アリゾナ州)製)、スーダン・ブラック B (アルドリッチ製)、サーモプラスチック・ブラック X - 7 0 (バسف製) または非溶解性黒色色素、例えばカーボンブラックを使用して溶媒の黒色を発現させることができる。他の着色した懸濁物の場合、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。

10

【 実施例 】

【 0 0 7 3 】

実施例 1 : マイクロカップ形成

3 5 重量部のエベクリル (Ebecryl) 6 0 0 (ユー・シー・ビー (UCB) 製)、4 0 部の S R - 3 9 9 (サートマー (Sartomer) 製)、1 0 部のエベクリル 4 8 2 7 (ユー・シー・ビー製)、7 部のエベクリル 1 3 6 0 (ユー・シー・ビー製)、8 部の H D D A (ユー・シー・ビー製)、0 . 0 5 部のイルガキュア (Irgacure) 3 6 9 (チバ・スペシャルティ・ケミカルズ (Ciba Specialty Chemicals) 製)、および 0 . 0 1 部のイソプロピルチオキサントン (I T X、アルドリッチ (Aldrich) 製) を均一に混合して用いてマイクロエンボス加工に用いた。

20

【 0 0 7 4 】

実施例 2 : マイクロカップアレイの製造

5 部のエベクリル 8 3 0、2 . 6 部の S R - 3 9 9 (サートマー製)、1 . 8 部のエベクリル 1 7 0 1、1 部の P M M A (分子量 $M_w = 3 5 0, 0 0 0$ 、アルドリッチ製)、0 . 5 部のイルガキュア 5 0 0、および 4 0 部のメチルエチルケトン (M E K) を含むプライマー溶液を、2 ミル (mil)、6 0 オーム / スクエアの I T O / P E T フィルム (シェルドール・インク (Sheldahl Inc. (ミネソタ州) 製) の上に # 3 マイラド・バー (Myrad bar) を用いて被覆し、乾燥させ、ゼータ (Zeta) 7 4 1 0 ($5 W / c m^2$ 、ロックタイト (Loctite) 製) 露光装置を空気中で 1 5 分間用いて UV 硬化させた。実施例 1 で製造したマイクロカップ調製物を、処理 I T O / P E T フィルム上に目標厚さ約 $5 0 \mu m$ とし、6 0 (長さ) \times 6 0 (幅) μm の繰り返し突起正方形パターンを 2 0 ~ 5 0 μm の突起高さおよび幅 1 0 μm の隔壁ラインで有する N i - C o 雄型によってエンボス加工し、P E T 側から 2 0 秒間 UV 硬化させ、2 インチの剥離バーによって約 4 ~ 5 フィート / 分の速度で外した。2 5 ~ 5 0 μm の範囲の深さを有する適切に規定されたマイクロカップ (登録商標) が、対応する突起高さを有する雄型を用いて製造された。また、例えば 7 0 (Length: 長さ) \times 7 0 (Width: 幅) \times 3 5 (Depth: 深さ) \times 1 0 (Partition: 隔壁)、1 0 0 (L) \times 1 0 0 (W) \times 3 5 (D) \times 1 0 (P)、および 1 0 0 (L) \times 1 0 0 (W) \times 3 0 (D) \times 1 0 (P) μm の様々な寸法のマイクロカップアレイを同じ手順で製造することができた。

30

40

【 0 0 7 5 】

実施例 3 : 色素分散物

6 . 4 2 グラムの T i ピュア R 7 0 6 を、1 . 9 4 グラムのフルオロールインク D (オーシメント製)、0 . 2 2 グラムのフルオロールインク 7 0 0 4 (同じくオーシメント製)、0 . 3 7 グラムのフッ素化銅フタロシアニン色素 (3 M 製) および 5 2 . 5 4 グラムのパーフルオロ溶媒 H T - 2 0 0 (オーシメント製) を含む溶液中にホモジナイザーで分散させた。

50

【0076】

実施例4：色素分散物

TiピュアR706およびフルオロールインクをポリマー被覆TiO₂粒子PC-9003（エリメンティス（Elimentis、ニュージャージー州ヒューストン）製）およびクライトックス（デュポン製）でそれぞれ置換した以外は、実施例3の手順に従った。

【0077】

実施例5：マイクロカップシーリング

実施例3で調製した電気泳動流体を、揮発性パーフルオロ共溶媒（または助溶剤）FC-33（3M製）で希釈し、実施例2で製造した35ミクロン深さのマイクロカップアレイ上に被覆した。揮発性共溶媒を蒸発させて、部分的に充填されたマイクロカップアレイを現した。その後、万能ブレードアプリータ（3ミル（mil）の開口部）を使用して、部分的に充填されたマイクロカップ（登録商標）上にヘプタン中のポリイソブレン（97%シス、アルドリッチ製）の7.5%溶液をオーバーコートした。その後、オーバーコートしたマイクロカップ（登録商標）を室温で乾燥させた。許容できる付着性および均一性を有する約7~8ミクロン厚さ（乾燥時）の途切れのない（またはシームレスな）シーリング層がマイクロカップアレイ上に形成された。シール（または封止）したマイクロカップアレイに取り込まれた気泡は顕微鏡で観察されなかった。接着剤層を予めコートした第2のITO/PET導体を、シールしたマイクロカップ（登録商標）にラミネートした。電気泳動セルは良好な耐屈曲性を示すと共に、満足できるスイッチング特性を示した。66のオープンで5日間のエージング後、重量損失は観測されなかった。

10

20

【0078】

実施例6：マイクロカップシーリング

ブレードアプリータ（2ミル（mil）の開口部）を使用して、ポリイソブレン層の厚さを4ミクロンにまで小さくしたこと以外は、実施例5の手順に従った。ピンホールおよびシーリング層の破れが顕微鏡下で明瞭に観察された。

【0079】

実施例7~14：マイクロカップシーリング

シーリング層をポリスチレン、ポリビニルブチラール（ブトバー（Butvar）72（ソルティア・インク（Solutia Inc.、ミズーリ州セントルイス）製））、ならびにSIS（クラトン（Kraton）D1107、15%スチレン）、SBS（クラトンD1101、31%スチレン）、SEBS（クラトンG1650およびFG1901、30%スチレン）およびEPDM（ヴィスタロン（Vistalon）6505、57%エチレン）などの熱可塑性エラストマーでそれぞれ置換したこと以外は、実施例5の手順に従った。結果を表1にまとめる。表1から判るように、熱可塑性エラストマーにより、大きな開口部を有するマイクロカップ（登録商標）上であっても、より薄く、より高品質なシーリング（または封止）が可能となった。

30

【0080】

【表 1】

表 1 マイクロカップのシーリング

実施例 番号	封止ポリマー	コーティング 溶液	見積 乾燥厚さ	カップ寸法 (LxWxDxP) μm	コーティング 品質 (外観)	コーティング 品質 (顕微鏡)
比較例 6	ポリイソプレン (97%シス)	ヘプタン中 7.5%	4~5 μm	60x60x35x10	可	ピンホール 層破れ
比較例 5	ポリイソプレン (97%シス)	ヘプタン中 7.5%	7~8 μm	60x60x35x10	良	良
比較例 7	ポリスチレン	トルエン中 30%	7~8 μm	60x60x35x10	非常に悪い、 激しい デウェーティング	不完全な シーリング、 欠陥
比較例 8	ブトパー72	イソプロパノ ール中 8.5%	4~5 μm	60x60x35x10	悪い再現性	可
9	SIS(クラトンD1107) ; 15%スチレン	ヘプタン中 4%	4~5 μm	70x70x35x10	良	良
10	SIS(クラトンD1107) ; 15%スチレン	ヘプタン中 4%	3~4 μm	100x100x30x10	良	良
11	SBS(クラトンD1107) ; 31%スチレン	トルエン/ヘプ タン(20/80)中 10%	4~5 μm	70x70x35x10	良	良
12	SEBS(クラトンFG1901, 30%スチレン, 1.5%無水マレイン酸)	キシレン/イソ パーE(5/95)中 10%	4~5 μm	70x70x35x10	良	良
13	SEBS(クラトンG1650, 30%スチレン)	トルエン/ヘプ タン(5/95)中 5%	4~5 μm	70x70x35x10	良	良
14	EPDM(ヴィスタロン 6505, 57%エチレン)	イソパーE中 10%	4~5 μm	70x70x35x10	良	良

10

20

【0081】

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本発明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。

30

【0082】

例えば、本発明のマイクロカップ(登録商標)の製造方法は、例えば液晶ディスプレイのためのマイクロカップ(登録商標)アレイを製造するために使用してもよい。同様に、本発明のマイクロカップ(登録商標)の選択的な充填、シールおよびITOラミネート方法は、液晶ディスプレイの製造に適用してもよい。

【0083】

従って、本発明が、必要であれば本明細書の内容を考慮し、従来技術の許容し得る限り広いものとなるように特許請求の範囲により規定されることを望むものである。

【図面の簡単な説明】

40

【0084】

【図1】図1はEPDの概略断面図であり、ニュートラル状態にある3つのマイクロカップセルを示す。

【図2】図2は、図1のEPDの概略断面図であるが、セルの2つが帯電して色素が一方のプレートに向かって移動している点で異なる。

【図3A】図3Aは例示的なマイクロカップアレイの外形を示し、図3Aは斜視図を示す。

【図3B】図3Bは例示的なマイクロカップアレイの外形を示し、図3Bは平面図を示す。

【図3C】図3Cは例示的なマイクロカップアレイの外形を示し、図3Cは立面図を示し

50

、明瞭化のために垂直方向の縮尺を拡大している。

【図4】図4 Aおよび4 Bは熱硬化物の前駆体をコートした導体フィルムをUV放射線でフォトマスクを通じてフォトリソグラフィ画像露光することを伴う、マイクロカップ（登録商標）を製造するための基本的なプロセス工程を示す（「上部露光」）。

【図5】図5 Aおよび5 Bは上部露光および底部露光の原理を組み合わせた画像フォトリソグラフィを伴う、マイクロカップ（登録商標）を製造するための別のプロセス工程を示し、これにより、上部フォトマスク露光で1つの横方向に、不透明なベース導体フィルムを通じた底部露光でこれに垂直な横方向に壁を硬化させるものである（「組み合わせ露光」）。

【図6】図6 A～6 Dはマイクロカップアレイの一連の断面図であり、モノクロディスプレイを組み立てる工程を図示する。

10

【図1】

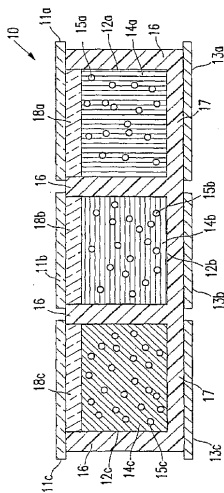


FIG. 1

【図2】

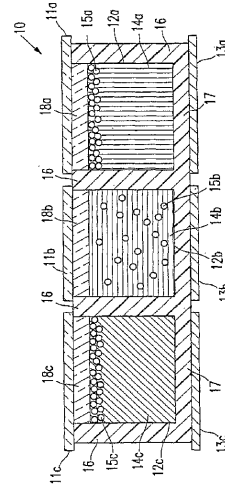


FIG. 2

【図 3 A】

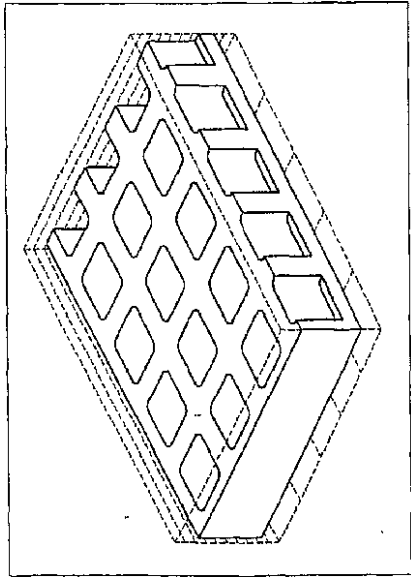


FIG. 3A

【図 3 B】

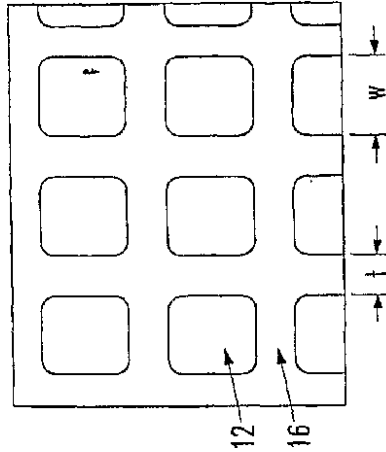


FIG. 3B

【図 3 C】

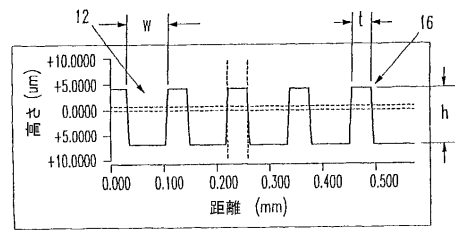


FIG. 3C

【図 4】

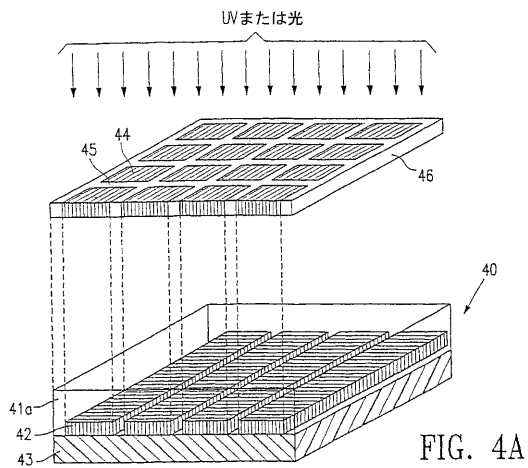


FIG. 4A

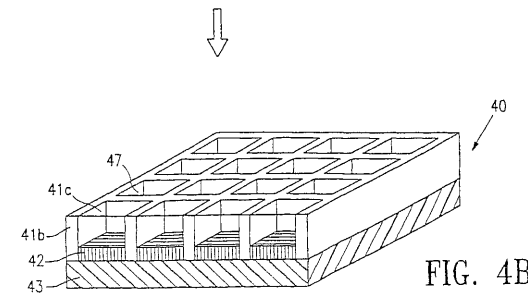


FIG. 4B

【図 5】

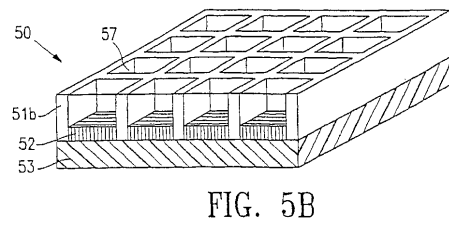


FIG. 5B

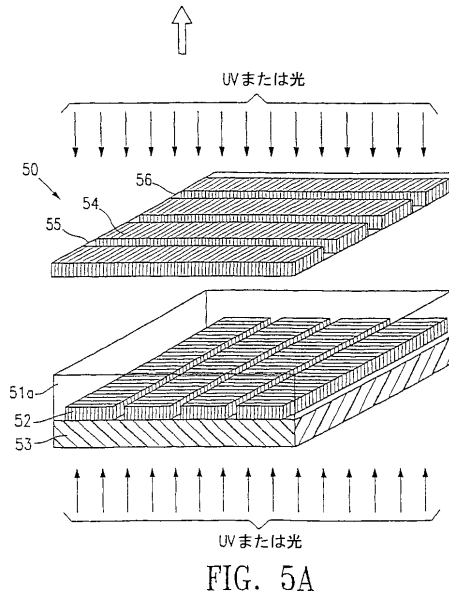


FIG. 5A

【図6】

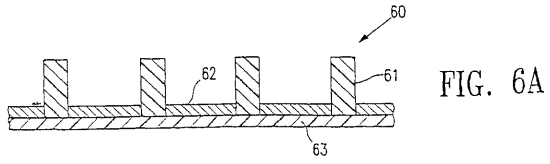


FIG. 6A

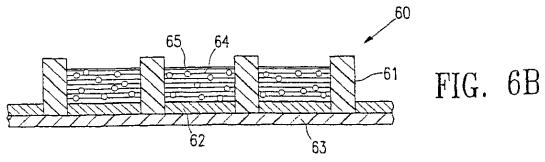


FIG. 6B

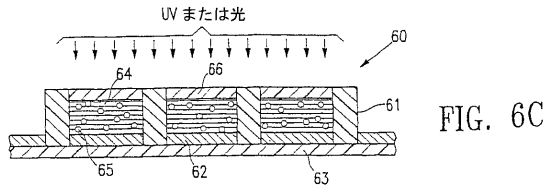


FIG. 6C

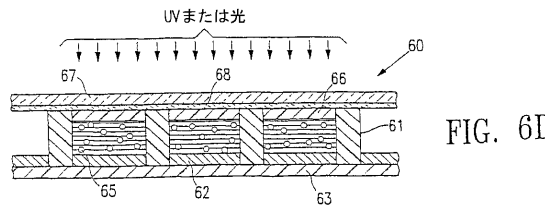


FIG. 6D

フロントページの続き

- (72)発明者 ザン・ホンメイ
アメリカ合衆国94086カリフォルニア州サニーベイル、アパートメント・ナンバー・ディ、イ
ースト・レッド・オーク・ドライブ209番
- (72)発明者 シャオジャ・ワン
アメリカ合衆国94539カリフォルニア州フレモント、オリーブ・アベニュー2589番
- (72)発明者 ロン・チャン・リアン
アメリカ合衆国95014カリフォルニア州クペルティノ、パシフィカ・ドライブ20142番

審査官 和田 勇生

- (56)参考文献 特開2001-343672(JP,A)
特開平09-274169(JP,A)
特開平09-005724(JP,A)
特開平11-237617(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08L 53/00
C08K 5/01
G02F 1/167
G09F 9/00