

【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20年5月22日(2008.5.22)

【公開番号】特開2004-4773(P2004-4773A)

【公開日】平成16年1月8日(2004.1.8)

【年通号数】公開・登録公報2004-001

【出願番号】特願2003-113086(P2003-113086)

【国際特許分類】

G 0 2 F 1/167 (2006.01)

G 0 1 N 27/447 (2006.01)

【F I】

G 0 2 F 1/167

G 0 1 N 27/26 3 0 1 Z

【手続補正書】

【提出日】平成20年4月7日(2008.4.7)

【手続補正 1】

【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】

【書類名】明細書

【発明の名称】電気泳動ディスプレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロカップより形成される複数のセルを含んで成る電気泳動ディスプレイであって、該セルの各々が、

( i ) 周囲の仕切壁、

( ii ) その内部に充填された電気泳動組成物、および

( iii ) 該電気泳動組成物と接触してその上にあるときに硬化して、該電気泳動組成物を各セル内に封入する封止層を含む、電気泳動ディスプレイ。

【請求項 2】

前記封止層が UV 硬化性封止組成物より形成されている、請求項 1 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 3】

前記 UV 硬化性封止組成物が電気泳動組成物より小さい比重を有する、請求項 2 に記載の電気泳動ディスプレイ。

【請求項 4】

電気泳動ディスプレイの製造方法であって、

a ) 電気泳動組成物をマイクロカップに充填する工程、および

b ) 電気泳動組成物と接触してその上にあるときに硬化した封止層によって、充填したマイクロカップを封止する工程を含む方法。

【請求項 5】

前記封止層が電気泳動組成物中に分散した封止組成物より形成され、および充填したマイクロカップの封止は、封止組成物が電気泳動組成物から相分離してその上に上澄層を形成する間またはその後に封止組成物を硬化させることによって実施される、請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

充填したマイクロカップの封止は、前記電気泳動組成物の上に、該電気泳動組成物と少なくとも部分的に非混和性である封止組成物をオーバーコートすることによって実施される、請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記封止組成物は電気泳動組成物より小さい比重を有する、請求項 5 または 6 に記載の方法。

**【請求項 8】**

マルチカラーの電気泳動ディスプレイの製造方法であって、

a) マイクロカップにポジ型フォトレジストの層をラミネートする工程、

b) ポジ型フォトレジストを画像露光して、マイクロカップを所定の領域にて選択的に開口させる工程、

c) 第 1 カラーの染料または色素分散物を含む誘電性溶媒または溶媒混合物中に分散した帯電色素粒子を含んで成る電気泳動組成物を、開口させたマイクロカップに充填する工程、および

d) 電気泳動組成物と接触してその上にあるときに硬化した封止層によって、充填したマイクロカップを封止して、該第 1 カラーの電気泳動組成物が充填されたマイクロカップを閉じる工程、

e) 工程 b) ~ d) を異なる領域にて繰り返して、異なるカラーの電気泳動組成物が充填された閉じたマイクロカップのグループを得る工程、および

f) 残っているポジ型フォトレジストがあるときはこれを除去する工程を含む方法。

**【請求項 9】**

前記封止層が電気泳動組成物中に分散した封止組成物より形成され、および充填したマイクロカップの封止は、封止組成物が電気泳動組成物から相分離してその上に上澄層を形成する間またはその後に封止組成物を硬化させることによって実施される、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 10】**

充填したマイクロカップの封止は、前記電気泳動組成物の上に、該電気泳動組成物と少なくとも部分的に非混和性である封止組成物をオーバーコートすることによって実施される、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記封止組成物は電気泳動組成物より小さい比重を有する、請求項 9 または 10 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

発明の背景

**a) 発明の分野**

本発明は、適切に規定された形状、寸法およびアスペクト比のセルを有して成る電気泳動ディスプレイに関し、そのようなセルには、溶媒中に分散した電荷を帯びた色素粒子（または着色粒子）が充填されている。また、本発明は、そのようなディスプレイの新規な製造方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】****b) 関連する技術の説明**

電気泳動ディスプレイは、溶媒中に懸濁している電気を帯びた色素粒子の電気泳動現象に基づく非発光デバイスである。このディスプレイは 1969 年に初めて提案された。ディスプレイは、通常、相互に対向して配置され、スペーサーを用いて離間された電極を有する 2 枚のプレートを有して成る。電極の一方は通常透明である。着色された溶媒および

電荷を帯びた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。2つの電極間に電圧差が付与されると、色素粒子は一方側に移動し、電圧差の極性に応じて色素の色または溶媒の色のいずれかを見ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

粒子の望ましくない運動、例えば沈降を防止するために、2つの電極の間に仕切（またはパーティション）を設けて空間をより小さなセルに分割することが提案された。しかしながら、仕切型電気泳動ディスプレイの場合、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った。更に、仕切型電気泳動ディスプレイ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った。

【0004】

その後、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5,930,026号は、マイクロカプセル化した電気泳動ディスプレイを開示している。この引用文献のディスプレイは、誘電性媒体と視覚的に対照をなす電荷を帯びた色素粒子の懸濁物と誘電性流体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）を有する。マイクロカプセルは、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、例えば物理的なプロセス、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、あるいは透明の導電性フィルム上に被覆できる。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。

【0005】

これらの先行技術の方法、特に米国特許5,930,026号、第5,961,804号および第6,017,584号に開示されたマイクロカプセル化方法によって製造される電気泳動ディスプレイには、多く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電気泳動ディスプレイは、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電気泳動ディスプレイは、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電気泳動ディスプレイは、解像度および色を適用する場合のアドレス性（またはアドレスビリティ、addressability）が悪い。

【0006】

【課題を解決するための手段】

発明の概要

本発明の第1の要旨は、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セルを有して成る電気泳動ディスプレイに関する。このセルには、誘電性溶媒中に分散した電荷を帯びた色素粒子（または帯電色素粒子）が充填されている。

【0007】

本発明のもう1つの要旨は、そのような電気泳動ディスプレイの新規な製造方法に関する。

【0008】

本発明の別の要旨は、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セルの

製造方法に関する。このセルは、誘電性溶媒中に分散した帯電色素粒子の懸濁物（またはサスペンション）を閉じ込め、本発明に基づいて製造されるマイクロカップ（microcup）から形成される。要約すれば、そのマイクロカップの製造方法は、予めパターンを設けた雄型によって導体フィルム上にコーティング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すること、その後、熱硬化物の前駆体層が放射線、冷却、溶媒蒸発または他の手段によって硬化する間、またはその後、型をリリースすることを含む。別法では、放射線硬化性層をコーティングした導電性フィルムを画像露光（またはイメージ通りに曝露、imagewise exposure）し、その後、露光領域が硬くなってから非露光領域を除去することによってマイクロカップを形成することができる。

【 0 0 0 9 】

広い範囲の寸法、形状および開口比(opening ratio)を有する、耐溶剤性を有する、熱機械的に安定なマイクロカップを上述のいずれかの方法で形成することができる。次に、マイクロカップに、誘電性溶媒中の帯電色素粒子の懸濁物を充填し、シール（または封止）する。

【 0 0 1 0 】

本発明の更にもう1つの要旨は、誘電性流体中の帯電色素粒子の分散物（またはディスパーション）を含む電気泳動流体が充填されたマイクロカップを封止（またはシール）することに関する。この封止は、種々の方法で実施できる。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するのが好ましい。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、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が電気泳動流体から分離して流体の上部に上澄層（または浮上層）を形成する。この場合、マイクロカップのシールは、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って実施するのが好都合である。紫外線照射はマイクロカップをシールする好ましい方法であるが、上述の硬化機構の2またはそれ以上を組み合わせで使用でき、シールの処理量を増やすことができる。別法では、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体を含む溶液により電気泳動流体の上を覆う（またはオーバーコート）することによってシールを実施することができる。この場合、溶媒蒸発、界面反応、湿気（または水分）、熱、放射線またはこれらの硬化機構の組み合わせによって前駆体を硬化させることによってシールを実施する。これらのシール方法は、本発明の特に特有な特徴である。

【 0 0 1 1 】

本発明の更にもう1つの要旨は、適切に規定された形状および寸法を有するセルを有して成るモノクロの電気泳動ディスプレイの製造のためのマルチステップ・プロセス（またはマルチステップの方法）に関する。このプロセスの工程は、上述のいずれかの方法によるマイクロカップの製造、マイクロカップをシールすること、および接着剤層を予め被覆した第2導体フィルムにマイクロカップのシールしたアレイを最後に積層することを含む。このマルチステップ・プロセスは、ロールからロールへと連続的に実施できる。

【 0 0 1 2 】

本発明の更にもう1つの要旨は、ボジとして作用するフォトレジストの層と予め形成したマイクロカップを積層し、ボジのフォトレジストを画像露光することによってある数のマイクロカップを選択的に開口し、その後、レジストを現像し、開いたマイクロカップに着色した電気泳動流体を充填し、シールプロセスによって充填したマイクロカップをシールすることによって、フルカラーの電気泳動ディスプレイを製造する方法に関する。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シールされたマイクロカップを形成することができる。

【 0 0 1 3 】

上述のこれらのマルチステップ・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る。従って、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、大量生産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。本発明に基づいて製造される電気泳動ディスプレイは、環境、特

に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。本発明に基づいて製造される電気泳動ディスプレイは、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・アドレスサビリティ、大きいコントラスト比および速いスイッチング速度を有する。従って、先行技術により製造される電気泳動ディスプレイの問題点は、全て解消される。

#### 【 0 0 1 4 】

#### 【 発明の実施の形態 】

#### 発明の詳細な説明

#### 定義

本明細書において、全ての技術的な用語は、特に断らない限り、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。

#### 【 0 0 1 5 】

用語「マイクロカップ(microcup)」は、マイクロエンボス加工または画像露光により形成されるカップ状の窪み（または凹部、indentation）である。

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、マイクロカップまたはセルについて記載する場合、マイクロカップまたはセルが、製造プロセスの特定のパラメーター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。

用語「アスペクト比」は、電気泳動ディスプレイの分野では一般的に知られた用語である。本願においては、マイクロカップの長さまたは幅に対する深さの比である。

#### 【 0 0 1 6 】

#### 好ましい態様

本発明の電気泳動ディスプレイは、図 1 に示すように、2つの電極プレート（10、11）（少なくとも一方（10）は透明である）および2つの電極の間で閉じ込められた適切に規定されたセル（12）の層を有して成る。セルは、適切に規定された形状および寸法を有し、着色された誘電性溶媒中に分散した帯電色素粒子で満たされている。2つの電極間に電圧差を加えると、帯電した粒子は一方の側へ移動し、色素の色または溶媒の色が透明導体フィルムを介して見えるようになる。2つの導体の少なくとも一方はパターン形成されている。そのような電気泳動ディスプレイの製造方法は幾つかの特徴を含む。

#### 【 0 0 1 7 】

#### I. マイクロカップの製造

#### I (a) エンボス加工によるマイクロカップの製造

この処理工程を図 2 a および図 2 b に示す。雄型（20）は、ウェブ（24）の上方（図 2 a）または下方（図 2 b）に配置してよい。透明の導電性基材は、ガラスプレートまたはプラスチック基材上に透明の導体フィルム（21）を形成することによって作製する。そして、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体（22）の層を導体フィルム上に被覆する。ローラー、プレートまたはベルトの形態の雄型により、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層のガラス転移温度より高い温度にて熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層をエンボス加工する。

#### 【 0 0 1 8 】

マイクロカップの製造に用いる熱可塑性物または熱硬化物の前駆体は、多官能性のアクリレートまたはメタクリレート、ビニルエーテル、エポキシドおよびそのオリゴマー、ポリマー等であってよい。多官能性アクリレートおよびそのオリゴマーが最も好ましい。多官能性エポキシドおよび多官能性アクリレートの組み合わせも非常に有用であり、望ましい物理的・機械的性質を達成できる。エンボス加工したマイクロカップの耐屈曲性を向上させるために、可撓性を付与する架橋可能オリゴマー、例えばウレタンアクリレートまた

はポリエステルアクリレートも通常加える。この組成物は、ポリマー、オリゴマー、モノマーおよび添加剤を含んでよく、あるいはオリゴマー、モノマーおよび添加剤のみを含んでよい。この種の材料のガラス転移温度（または $T_g$ ）は、通常、約 $-70 \sim 150$ 、好ましくは約 $-20 \sim 50$ の範囲にある。マイクロエンボス加工処理は、典型的には $T_g$ より高い温度で実施する。加熱した雄型または型を押し付ける加熱したハウジング基材を使用して、マイクロエンボス加工の温度および圧力を制御することができる。

#### 【0019】

図2 aおよび図2 bに示すように、前駆体層が硬化してマイクロカップ(23)のアレイを生じる間、またはその後、型を離す（またはリリースする）。前駆体の硬化は、冷却、放射線、熱または湿気による架橋によって行うことができる。熱硬化物の前駆体の硬化をUV照射によって実施する場合、2つの図面に示すように、ウェブの下方からまたは上方から透明導体フィルムにUVを照射してよい。別法では、型の内部にUVランプを配置してよい。この場合、型は予めパターン形成した雄型を通して熱硬化物の前駆体層にUV光を照射できるように透明である必要がある。

#### 【0020】

##### 雄型の製造

雄型は、フォトリソスト・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。雄型の製造の代表的な例を図3に示す。電気メッキを用いて（図3 a）、ガラスベース(30)にクロムインコネルのようなシード・メタルの薄い層(31)（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、フォトリソストの層(32)により被覆して、UVに曝露する。マスク(34)をUVとフォトリソストの層(32)との間に配置する。フォトリソ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。残った硬化フォトリソストを乾燥し、シード・メタルの薄層をスパッタ形成する。このようにして電鍍用のマスター（図3 b）が完成する。電鍍用の典型的な材料はニッケル・コバルト(33)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ニッケルスルファメート電鍍によってニッケルにより形成してよい。型（図3 d）のフロア（底部分）は典型的には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。

#### 【0021】

##### I (b) 画像露光によるマイクロカップの製造

別法では、導体フィルム(52)上に被覆した放射線硬化性材料(51)をUVまたは他の形態の放射線にマスク(50)を介して画像露光する（図4 a）ことにより、マイクロカップを形成できる。導体フィルム(52)は、プラスチック基材(53)上に存在する。

ロール・トゥ・ロール・プロセスの場合、フォトマスクをウェブと同調させてウェブと同じスピードで移動させてよい。図4 aのフォトマスク(50)において、暗い方形部(54)は、不透明な領域を示し、暗い方形部の間の空間(55)は、光が通過する領域を示す。UVは光が通過する領域(55)を通して放射線硬化性材料に達する。露光した領域は硬化し、その後、露光されない領域（マスクの不透明な領域により保護されている）は、適当な溶媒または現像液により除去してマイクロカップ(56)を形成する。溶媒または現像液は、放射線硬化性材料の粘度を下げるか、あるいはそれを溶解するために一般

的に使用されているもの、例えばメチルエチルケトン、トルエン、アセトン、イソプロパノール等から選択される。

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 b および図 4 c は、画像露光によりマイクロカップを形成する 2 つの他のオプションを示す。これらの 2 つの図面における特徴は、図 4 a と本質的に同じであり、対応する部分は、同じ番号を付している。図 4 b において、使用する導体フィルム ( 5 2 ) は、不透明であり、予めパターン形成されている。この場合、フォトマスクとして作用する導体パターンを介して放射線感応性材料を画像露光することが有利であり得る。その後、UV 照射後に非露光領域を除去することによってマイクロカップ ( 5 6 ) を形成できる。図 4 c において、導体フィルム ( 5 2 ) は、不透明であり、ラインのパターンが形成されている。第 1 のフォトマスクとして作用する導体ラインパターン ( 5 2 ) を介して放射線硬化性材料をその底部から露光する。導体ラインに対して垂直なラインパターンを有する第 2 のフォトマスク ( 5 0 ) を介して他方側から第 2 の露光を実施する。その後、非露光領域を溶媒または現像液により除去すると、マイクロカップ ( 5 6 ) が現れる。

#### 【 0 0 2 3 】

一般的に、マイクロカップはいずれの形態であってもよく、その寸法および形状は種々であってよい。1 つのシステムにおいて、マイクロカップは、実質的に一様な寸法および形状であってよい。しかしながら、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は、緑色のマイクロカップまたは青色のマイクロカップと異なる形状および寸法を有してよい。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、幾つかの大きい赤色マイクロカップおよび幾つかの小さい青色マイクロカップから成ってよい。3 つの色に対して同じ形状および数とする必要は必ずしもない。

#### 【 0 0 2 4 】

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。

#### 【 0 0 2 5 】

反射型電気泳動ディスプレイの場合、各々の個々のマイクロカップのディメンションは、約  $10^2 \sim 5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$  、好ましくは約  $10^3 \sim 5 \times 10^4 \mu\text{m}^2$  である。マイクロカップの深さは、約 3 ～ 約 100 ミクロン、好ましくは約 10 ～ 約 50 ミクロンの範囲である。開口部の壁に対する割合は、約 0.05 から約 100 、好ましくは約 0.4 ～ 約 20 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で約 15 ～ 約 450 ミクロン、好ましくは約 25 ～ 約 300 ミクロンである。

#### 【 0 0 2 6 】

### II . 懸濁物 / 分散物の調製

マイクロカップには、誘電性溶媒中に分散させた帯電色素粒子が充填されている。この分散物は周知の方法 ( 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、第 3,668,106 号ならびにアイ・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 ) E D - 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 ) ) に基づいて調製できる。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、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・オイルズ (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) (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。

#### 【0027】

懸濁媒体は、染料または色素 (顔料) により着色してよい。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) 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سف (BASF) 製)、アントロキノ・ブルー (anthroquinone blue)、アントロキノ・イエロー (anthroquinone yellow) 114、アントロキノ・レッド (anthroquinone red) 111, 135、アントロキノ・グリーン (anthroquinone green) 28 (アルドリッチ製)。非溶解性色素の場合、媒体の色をもたらし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色素粒子が帯電している場合、帯電色素粒子 (または帯電着色粒子) 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、媒体の色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。

#### 【0028】

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<sub>2</sub>、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) AAO 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。粒子は、許容できる光学的性質を有する必要があり、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。

#### 【0029】

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-170C、FC-171、FC-176、FC430、FC431およびFC-740（3M製）およびゾニル（Zonyl）フルオロ界面活性剤、例えばゾニル（Zonyl）FSA、FSE、FSN、FSN-100、FSO、FSO-100、FSDおよびUR（デュボン製）が含まれる。

#### 【0030】

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中に加え、得られる混合物をボールミルで数時間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、懸濁媒体の色を発生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。

#### 【0031】

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、流動床コーティングおよび溶媒蒸発が含まれる。

#### 【0032】

黒/白電気泳動ディスプレイの場合、懸濁物は、黒色溶媒中に分散した酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )の帯電白色粒子または誘電性溶媒中に分散した帯電黒色粒子を含む。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-70（バース製）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。減法混色の原色の場合、帯電 $\text{TiO}_2$ 粒子をシアン、イエローまたはマゼンタ色の誘電性溶媒に懸濁させてよい。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。加色法の場合、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溶媒中に帯電 $\text{TiO}_2$ 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。

#### 【0033】

### III. マイクロカップのシーリング

マイクロカップのシーリング（または封止）は、幾つかの方法で実施できる。好ましい方法は、多官能性アクリレート、アクリル化オリゴマーおよび光開始剤を含むUV硬化性組成物を、着色誘電性溶媒中に分散している帯電色素粒子を含む電気泳動流体中に分散させる方法である。UV硬化性組成物は、誘電性溶媒に対して非混和性であり、誘電性溶媒および色素粒子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を用いて過剰の流体を掻きとって除去する。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、メタノールまたはその水溶液を使用してマイクロカップの仕切壁の上部表面の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。このようにして充填したマイクロカップを乾燥すると、UV硬化性組成物は電気泳動流体の上部に浮かんでくる。それが上に浮かんでくる間またはその後、上澄部のUV硬化性層を硬化す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硬化してマイクロカップをシールしてもよい。別法では、適当な場合、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硬化してマイクロカップをシールしてもよい。

#### 【0034】

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物質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。有用な界面活性剤には、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。

#### 【0035】

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適合性(または相溶性)である場合、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、放射線、熱、湿気または界面反応によって硬化する熱硬化物の前駆体の薄層をオーバーコートし、充填したマイクロカップの表面で硬化することによって行うことができる。界面重合およびその後のUV硬化は、シーリング方法に非常に有用である。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相当抑制される。この場合、好ましくはUV照射による、後硬化工程によってシーリングが完了する。混合を更に減らすために、オーバーコート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。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て使用する場合、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。使用する染料が熱硬化物の前駆体において少なくとも部分的に溶解する場合、2段階オーバーコートプロセスが特に有用である。

#### 【0036】

### IV. モノクロ電気泳動ディスプレイの製造

このプロセスを図5に示すようなフローダイアグラムによって説明する。同じ色の組成物の懸濁物によって全てのマイクロカップを充填する。このプロセスは、以下の工程を含んで成る連続的なロール・トゥ・ロール・プロセスとすることができる：

1. 導体フィルム(61)上に適宜溶媒を含む熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層(60)をコートする。溶媒は存在する場合には容易に蒸発する。
2. 予めパターン形成した雄型(62)によって、熱硬化物の前駆体層のガラス転移温度より高い温度にて熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層をエンボス加工する。
3. 熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層を適当な手段によって硬化する好ましくはその間またはその後、その層から型を離す。
4. 着色誘電性溶媒と非相溶性であり、着色誘電性溶媒および色素粒子より小さい比重を有する熱硬化物の前駆体を少なくとも含む着色誘電性溶媒中の帯電色素分散物(64)を上述のように形成したマイクロカップ(63)のアレイに充填する。
5. 熱硬化物の前駆体が分離して液相の上部に上澄相を形成する間またはその後、好ましくはUV(65)のような放射線によって、または熱もしくは湿気によって、熱硬化物の前駆体を硬化させることによってマイクロカップをシールし、そのようにして、着色誘電性溶媒中の色素分散物を含む閉じた電気泳動セルを形成する。
6. 感圧接着剤、ホットメルト接着剤、熱、湿気または放射線硬化性接着剤であってよい接着剤層(67)を予め被覆した第2導体フィルム(66)によって電気泳動セルのシールしたアレイをラミネートする。

## 【 0 0 3 7 】

ラミネートの接着剤は、上部の導体フィルムが放射線に対して透明である場合には、それを介してUV ( 6 8 ) のような放射線によって後硬化させてよい。出来あがったプロダクトを積層工程の後に切断してよい ( 6 9 ) 。

## 【 0 0 3 8 】

上述のマイクロカップの形成は、熱硬化物の前駆体を被覆した導体フィルムを画像露光し、その後、非露光領域を適当な溶媒によって除去する別の方法によって置換するのが好都合である場合がある。別法では、マイクロカップのシールは、熱硬化物の前駆体組成物の層を電気泳動流体の表面の上に直接にオーバーコートして硬化させることによって行ってもよい。

## 【 0 0 3 9 】

## V . マルチカラー電気泳動ディスプレイの製造

マルチカラー電気泳動ディスプレイの製造の場合、異なる色の懸濁物を含むマイクロカップを形成するために追加の工程が必要である。これらの追加の工程には次のものが含まれる：

( 1 ) 除去可能支持体、例えばPET - 4 8 5 1 ( セント - ゴベイン ( Saint-Gobain ) 製、マサチューセッツ州ウスター )、ノボラックポジフォトレジスト、例えばマイクロポジット ( Microposit ) S 1 8 1 8 ( シップレイ ( Shipley ) 製 ) およびアルカリ発現性 ( alkali-developable ) 接着剤層、例えばナコー ( Nacor ) 7 2 - 8 6 8 5 ( ナショナル・スターチ ( National Starch ) 製 ) およびカーボセット ( Carboset ) 5 1 5 ( B F グッドリッチ ( Goodrich ) 製 ) の混合物から少なくとも成るポジとして作用するドライフィルムフォトレジストを、既に形成したマイクロカップに積層すること、

( 2 ) フォトレジストの画像露光によってマイクロカップの有る数を選択的に開口し、除去可能支持体フィルムを除去し、現像液、例えば希釈したマイクロポジット 3 5 1 現像液 ( シップレイ製 ) によってポジ型フォトレジストを現像すること、

( 3 ) 帯電白色色素 (  $TiO_2$  ) 粒子および第 1 原色の染料または色素を含む電気泳動流体を開いたカップに充填すること、および

( 4 ) モノクロディスプレイの製造にて説明したように充填したマイクロカップをシールすること。

これらの追加の工程を繰り返して第 2 および第 3 の原色の電気泳動流体を充填したマイクロカップを形成する。

## 【 0 0 4 0 】

より詳しくは、マルチカラー電気泳動ディスプレイは、図 6 に示すような工程に基づいて製造できる：

1 . 導体フィルム ( 7 1 ) 上に熱硬化物の前駆体の層 ( 7 0 ) を被覆する。

2 . 予めパターン形成した雄型 ( 図示せず ) によって熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層のガラス転移温度より高い温度にてその層をエンボス加工する。

3 . 好ましくは、冷却あるいは放射線、熱または湿気による架橋によって熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層が硬化する間、またはその後、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層から型を外す。

4 . 少なくとも接着剤層 ( 7 3 )、ポジフォトレジスト ( 7 4 ) および除去可能プラスチックカバーシート ( 図示せず ) を有して成るポジ型ドライフィルムフォトレジストをそのように形成したマイクロカップ ( 7 2 ) のアレイに積層する。

5 . UV、可視光、または他の放射線によってポジ型フォトレジストを画像露光し ( 図 6 c )、カバーシートを除去し、現像して露光領域においてカップを開く。工程 4 および 5 の目的は、所定領域においてマイクロカップを選択的に開くことである ( 図 6 d ) 。

6 . 開いたマイクロカップに、少なくとも第 1 の原色の染料または色素および熱硬化物の前駆体 ( 7 6 ) ( 溶媒と非相溶性であり、溶媒および色素粒子より小さい比重を有する ) を含む誘電性溶媒中の帯電した白色色素分散物 ( 7 5 ) を充填する。

7 . マイクロカップをシールして、熱硬化物の前駆体が分離して液相の上部に上澄相を

形成する（図 6 e）間またはその後、（好ましくは放射線、例えば UV によって、好ましが劣るが、熱または湿気によって）熱硬化物の前駆体を硬化させることによって、第 1 の原色の電気泳動流体を含む、閉じた電気泳動セルを形成する。

8．上述の工程 5 ～ 7 を繰り返して、異なる領域に異なる色の電気泳動流体を含む、適切に規定されたセルを形成してよい（図 6 e、図 6 f および図 6 g）。

9．第 2 の予めパターン形成した透明導体フィルム（77）（感圧接着剤、ホットメルト接着剤、熱、湿気または放射線硬化性接着剤であってよい接着剤層（78）を予め被覆してある）に対して位置合わせした状態で電気泳動セルのシールしたアレイをラミネートする。

10．接着剤を硬化させる。

#### 【0041】

上述のプロセスにおいて説明したマイクロカップの形成は、熱硬化物の前駆体を被覆した導体フィルムを画像露光し、その後、非露光領域を適当な溶媒によって除去する別の方法によって置換するのが好都合である場合がある。別法では、マイクロカップのシールは、熱硬化物の前駆体物質の層を液相の表面の上に直接被覆することによって行ってもよい。

#### 【0042】

説明した本発明の方法によって製造されるディスプレイの厚さは、1 枚の紙のように薄くすることができる。ディスプレイの幅は、被覆ウェブの幅（典型的には 3 ～ 90 インチ）である。ディスプレイの長さは、ロールのサイズに応じて、数インチから何千フィートのいずれにもすることができる。

#### 【0043】

##### 【実施例】

当業者が本発明をより明確に理解して実施できるように、以下に実施例を説明する。これらは、本発明の範囲を制限するものと理解すべきではなく、単に、本発明を例示して代表するものであると理解すべきである。

#### 【0044】

##### 実施例 1

マイクロエンボス加工によるマイクロカップの形成

ニッケル・クロム・バード・タイプ（Nickel Chrome bird type）のフィルムアプリケーションター（3 ミル（mil）の開口部）を使用して、表 1 に示す組成物をマイラー（Mylar）J 101 / 200 ゲージに被覆した。溶媒を蒸発させて T g が室温より低い粘着性のフィルムを後に残すことによって形成する。

#### 【0045】

##### 【表 1】

表 1 : PMMA含有組成物 (エンボス加工用)

番号	種 類	材 料	供給者	重量%
1	エポキシアクリレート	エベクリル(Ebecryl) 3 6 0 5	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	7.3 5
2	モノマー	サートマー(Sartomer) S R 2 0 5	サートマー (Sartomer)	9.5 9
3	ウレタンアクリレート	エベクリル(Ebecryl) 6 7 0 0	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	4.8 7
4	ポリメチルメタクリレート	エルバサイト(Elvacite) 2 0 5 1	アイシーアイ (ICI)	9.1 1
5	光開始剤	ダロキュア(Darocur) 1 1 7 3	チバ(Ciba)	1.4 5
6	カチオン性光開始剤	シラキュア(Cyracure) U V I 6 9 7 6	ユニオン・カーバイド (Union Carbide)	0.6 0
7	溶媒	アセトン	アルドリッチ (Aldrich)	6 7.0 3
		合計		1 0 0.0 0

## 【 0 0 4 6 】

マイクロエンボス加工用に、予めパターン形成したステンシル（フォト・ステンシル製、コロラド州コロラド・スプリングス）を雄型として使用し、フレコテ（Frekote）7 0 0 - N C（ヘンケル（Henkel）製）を離型剤として使用した。その後、圧力ローラーを使用して室温にて被覆フィルムをステンシルによってエンボス加工した。次に、金属フルオリドランプ（3 6 5 n mにて8 0 m W / c m<sup>2</sup>の強度）を備えたロクタイト・ゼータ（Loctite Zeta）7 4 1 0 露光ユニットを用いてマイラーフィルムを介して被覆を約2 0 分間UV硬化させた。その後、エンボス加工したフィルムを型から外し、光学的表面形状測定および顕微鏡測定すると、によって6 0 μ m ~ 1 2 0 μ m（2 0 0 ~ 4 0 0 d p i）の横断方向ディメンションおよび5 μ m ~ 3 0 μ mの深さを有する適切に規定されたマイクロカップが得られた。

## 【 0 0 4 7 】

## 実施例 2

固体オリゴマー、モノマーおよび接着剤を含む組成物を表 2 に示す。この混合物のガラス転移温度も室温より低い。粘着性の被覆を、先と同様に、マイラー（Mylar）J 1 0 1 / 2 0 0 ゲージに形成する。加熱圧力ローラーまたはラミネーターを使用して3 2 および6 0 にてエンボス加工を実施できる。適切に規定された高い解像度を有するマイクロカップ（1 0 0 ~ 4 0 0 d p i）（深さ5 ~ 3 0 ミクロン）が得られた。

## 【 0 0 4 8 】

## 【 表 2 】

表 2 : オリゴマー、モノマー、接着剤および溶媒を含むエンボス加工組成物

番号	種 類	材 料	供給者	重量%
1	エポキシアクリレート	エベクリル(Ebecryl) 3 9 0 3	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	1 7 . 2 1
2	モノマー	HDODA	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	8 . 6 1
3	ウレタンアクリレート	エベクリル(Ebecryl) 4 8 2 7	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	2 . 8 7
4	光開始剤	イルガキュア(Irgacure) 5 0 0	チバ(Ciba)	1 . 4 3
5	スリッパ	エベクリル(Ebecryl) 1 3 6 0	ユーシービー・ケミカルズ(UCB Chemicals)	1 . 6 0
6	溶媒	アセトン	アルドリッチ (Aldrich)	6 8 . 2 6
		合計		1 0 0 . 0 0

## 【 0 0 4 9 】

## 実施例 3

## 誘電性溶媒中の色素分散物の調製

ポリスチレン ( 0 . 8 9 g、ポリサイエンシズ・インク (Polysciences, Inc.) 製、分子量 5 0 0 0 0 ) および A O T ( 0 . 0 9 4 g、アメリカン・シアナミド (American Cyanamide) 製、ジオクチルスルホスクシン酸ナトリウム ) を熱キシレン (アルドリッチ製) 1 7 . 7 7 g に溶解した。この溶液に T i - ピュア (Pure) R - 7 0 6 ( 6 . 2 5 g ) を加え、2 0 0 r p m で、1 2 時間以上アトライターで粉砕した。低粘度の安定な分散物が得られた。オイル・ブルー (Oil-blue) N ( 0 . 2 5 g、アルドリッチ製) を加えて分散物を着色した。次に、2 4 ミクロンのスパーサーで離された 2 つの I T O 導体プレートに有する標準的な電気泳動セルで懸濁物を試験した。約 6 0 H z のスイッチング速度および 8 0 ボルトにおける 8 . 5 m s e c の立ち上がり時間を有する、大きいコントラストの白と青の交互の画像が観察された。

## 【 0 0 5 0 】

## 実施例 4

オイル・レッド (Oil Red) E G N (アルドリッチ製) および 2 4 ミクロンのスパーサーに有する電気泳動セルを使用した以外は、実施例 3 の実験を繰り返した。6 0 H z のスイッチング速度および 6 0 ボルトにおける 1 2 m s e c の立ち上がり時間を有する、大きいコントラストの赤と白の交互の画像が観察された。

## 【 0 0 5 1 】

## 実施例 5

T i - ピュア (Pure) R - 7 0 6 ( 1 1 2 g ) を、無水マレイン酸コポリマー (ベーカー・ヒュー (Baker Hughes) X - 5 2 3 1 ) 1 1 . 2 g、3 , 4 - ジクロロベンゾトリフルオライド 2 4 g および 1 , 6 - ジクロロヘキサン 2 4 g (双方ともアルドリッチ製) を含む溶液中、アトライターで粉砕した。同様に、カーボンブラック 1 2 g を、アルキル化ポリビニルピロリドン (ガネックス (Ganex) V 2 1 6、I S P 製) 1 . 2 g、3 , 4 - ジクロロベンゾトリフルオライド 3 4 g、および 1 , 6 - ジクロロヘキサン 3 4 g (アル

ドリッチ製)を含む溶液中、100 にて粉碎した。そして、これらの2つの分散物を均一に混合して試験した。10 Hzまでのスイッチング速度および100ボルトにおける約36 msecの立ち上がり時間を有する、大きいコントラストの黒と白の交互の画像が観察された。

#### 【0052】

##### 実施例 6

##### 1 ステッププロセスによるマイクロカップのシーリング

HDDA (1, 6 - ヘキサジオールジアクリレート、アルドリッチ製) 中にベンジルジメチルケタール (エサキュア (Esacure) KB 1、サートマー (Sartomer) 製) を1重量%含むUV硬化性組成物0.05ミリリットルを、FC-43 (3M社製) に2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 7, 7, 8, 8, 9, 9, 10, 10, 10 - ノナデカフルオロ - 1 - デカノール (アルドリッチ製) を0.5重量%含む誘電性溶媒に分散させた。次に、得られた分散物を実施例2にて形成したマイクロカップのアレイに直ちに充填した。過剰の流体をワイパー・ブレードによって掻き取って除去した。HDDA溶液を少なくとも30秒間相分離させ、約1分間UV照射する ( $10 \text{ mW} / \text{cm}^2$ ) ことによって硬化させた。マイクロカップの上部に硬質の透明な層が認められ、マイクロカップがシールされた。

#### 【0053】

##### 実施例 7

##### 2 ステップ (オーバーコートおよびUV硬化) プロセスによるマイクロカップのシーリング

実施例5で調製した電気泳動流体を実施例2で形成したマイクロカップのアレイに被覆した。ノーランド (Norland) 光学接着剤NOA 60 (ノーランド・プロダクツ・インク (Norand Products Inc.)、ニュージャージー州ニュー・ブランズウィック) の薄い層で充填したマイクロカップを被覆した。UV接着剤の過剰分をマイラー (Mylar) フィルムのストリップで掻き取って吸収紙できれいにした。次に、ロクタイト・ゼータ (Loctite Zeta) 7410 UV露光ユニットによる約15分の露光の下、オーバーコートした接着剤を直ちに硬化した。マイクロカップを完全にシールして空気のポケットは見られなかった。硬化接着剤層の厚さは、ミットヨ (Mitutoyo) 厚さゲージで測定したところ、約5 ~ 10ミクロンであった。

#### 【0054】

##### 実施例 8

##### 2 ステップ (オーバーコートおよび湿気硬化) プロセスによるマイクロカップのシーリング

ノーランド (Norland) 光学接着剤をインスタント・クレイジー・グルー (Instant Crazy glue) (エルマーズ・プロダクツ・インク (Elmer's Products Inc.) オハイオ州コロンバス) に置換した以外は、実施例7の実験を繰り返した。オーバーコートした接着剤を空気中の湿気によって5分間硬化させた。マイクロカップを完全にシールして空気のポケットは見られなかった。硬化接着剤層の厚さは、ミットヨ (Mitutoyo) 厚さゲージで測定したところ、約5 ~ 10ミクロンであった。

#### 【0055】

##### 実施例 9

##### 2 ステップ (オーバーコートおよび界面重合) プロセスによるマイクロカップのシーリング

電気泳動流体を0.3重量%のテトラエチレンペンタアミン (アルドリッチ) を含む3, 4 - ジクロロベンゾトリフルオライド溶液に置換し、また、インスタント・クレイジー・グルーを無水エーテル中脂肪族ポリイソシアネート (デスモドゥル (Desmodur) N 3300、バイエル・コーポレイション (Bayer Corp.) 製) 溶液に置換した以外は、実施例8を繰り返した。高度に架橋した薄いフィルムが、オーバーコートのほとんど直ぐ後に観察された。エーテルを室温にて蒸発させると、誘電性溶媒は、マイクロカップ内で完全にシ

ールされた。空気のポケットは見られなかった。

【 0 0 5 6 】

本発明の特定の態様を参照して本発明を説明したが、本発明の概念および範囲から逸脱することなく、種々の変更を為すことができ、また、等価物を代用できることが当業者によって理解されよう。特定の状況、材料、組成物、方法、方法の1またはそれ以上の工程、本発明の目的、概念および範囲に適合するように多くの修正を為し得る。そのような修正は全て添付の請求項の範囲内のものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の電気泳動ディスプレイの模式図である。

【図2a】 図2aは、電気泳動ディスプレイの製造のためのロール・トゥ・ロール・プロセス、特にUV硬化性組成物を被覆した導体フィルムをエンボス加工することによるマイクロカップの製造を示す。

【図2b】 図2bは、電気泳動ディスプレイの製造のためのロール・トゥ・ロール・プロセス、特にUV硬化性組成物を被覆した導体フィルムをエンボス加工することによるマイクロカップの製造を示す。

【図3a】 図3aは、マイクロエンボス加工用の雄型を製造する典型的な方法を示す。

【図3b】 図3bは、マイクロエンボス加工用の雄型を製造する典型的な方法を示す。

【図3c】 図3cは、マイクロエンボス加工用の雄型を製造する典型的な方法を示す。

【図3d】 図3dは、マイクロエンボス加工用の雄型を製造する典型的な方法を示す。

【図4a】 図4aは、熱硬化物の前駆体を被覆した導体フィルムをUV照射で画像露光することを含む、マイクロカップを製造する別の処理工程を示す。

【図4b】 図4bは、熱硬化物の前駆体を被覆した導体フィルムをUV照射で画像露光することを含む、マイクロカップを製造する別の処理工程を示す。

【図4c】 図4cは、熱硬化物の前駆体を被覆した導体フィルムをUV照射で画像露光することを含む、マイクロカップを製造する別の処理工程を示す。

【図5】 図5は、黒/白電気泳動ディスプレイまたは他の単一色電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6a】 図6aは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6b】 図6bは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6c】 図6cは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6d】 図6dは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6e】 図6eは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6f】 図6fは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6g】 図6gは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【図6h】 図6hは、マルチカラー電気泳動ディスプレイを製造する場合のフローチャートである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

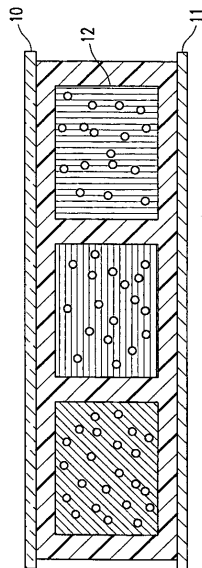
【補正対象項目名】全図



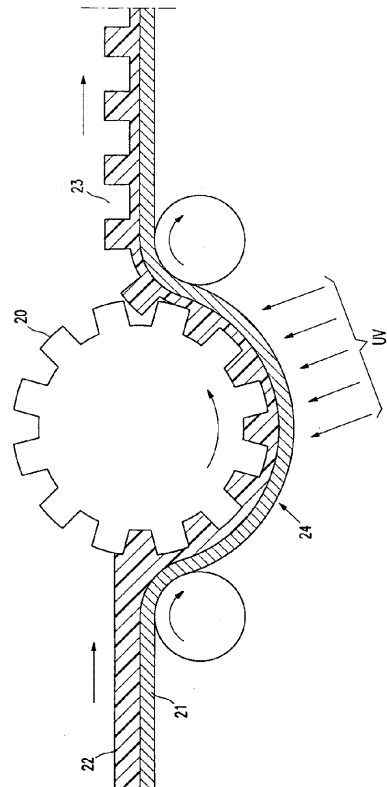
【補正方法】変更

【補正の内容】

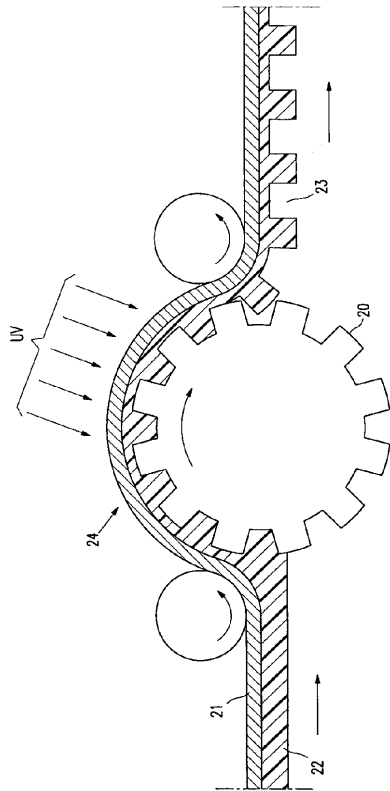
【図 1】



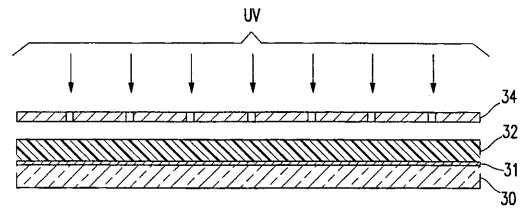
【図 2 a】



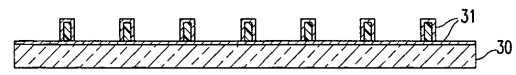
【図 2 b】



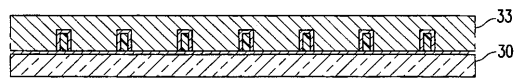
【図 3 a】



【図 3 b】



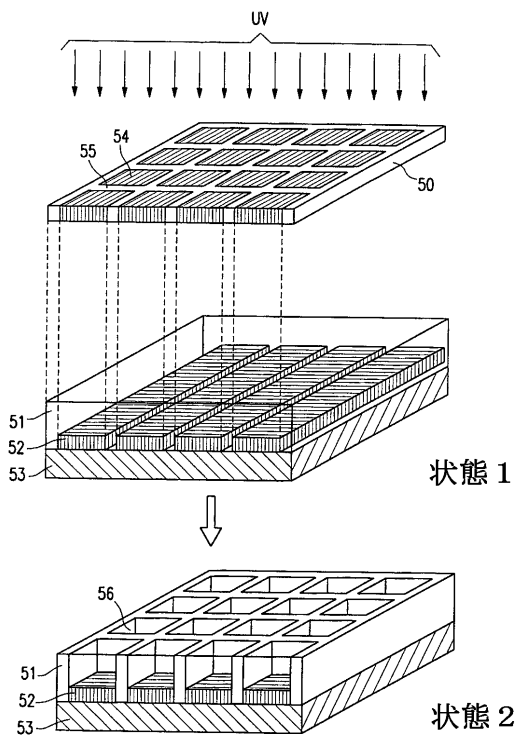
【図 3 c】



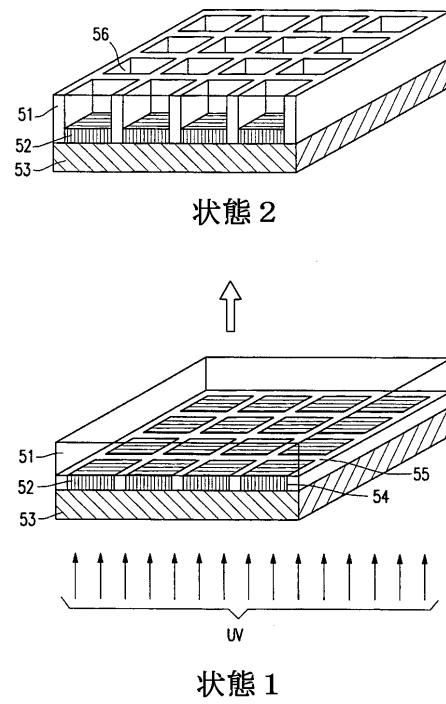
【図 3 d】



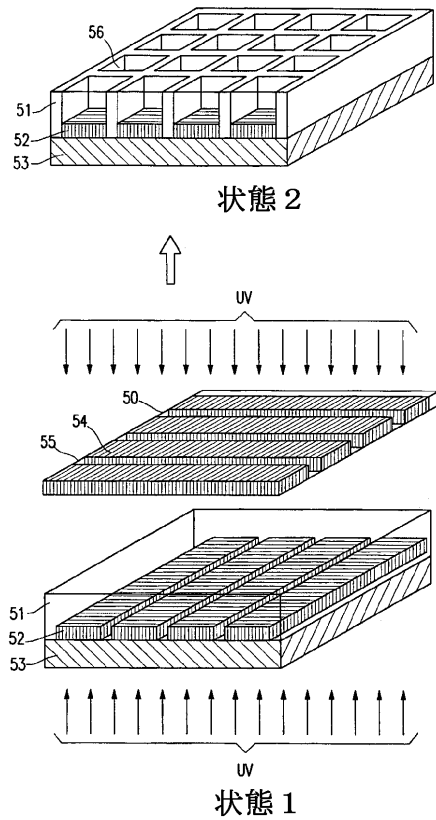
【図 4 a】



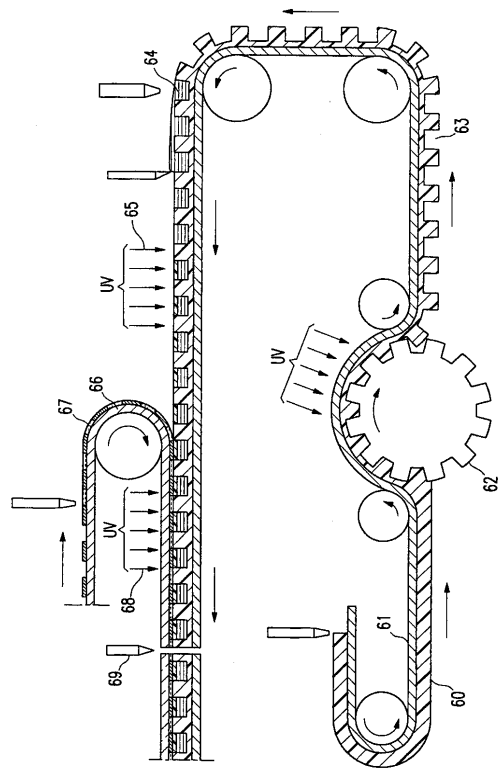
【図 4 b】



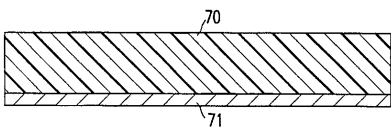
【図 4 c】



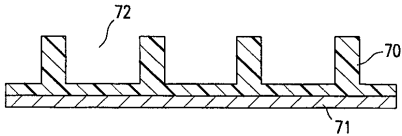
【図 5】



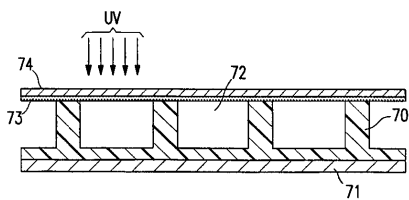
【図 6 a】



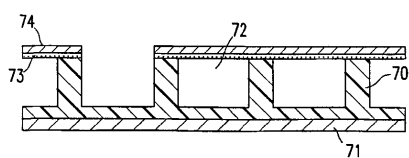
【図 6 b】



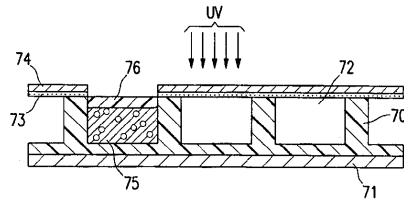
【図 6 c】



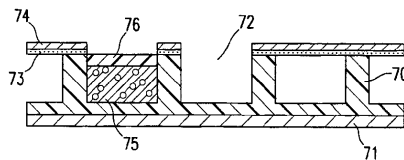
【図 6 d】



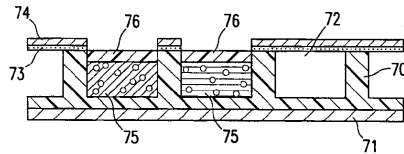
【図 6 e】



【図 6 f】



【図 6 g】



【図 6 h】

