

【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17年12月22日(2005.12.22)

【公表番号】特表2004-521377(P2004-521377A)
 【公表日】平成16年7月15日(2004.7.15)
 【年通号数】公開・登録公報2004-027
 【出願番号】特願2002-556292(P2002-556292)
 【国際特許分類第7版】

G 0 2 F 1/1333
 G 0 2 F 1/13
 G 0 2 F 1/1334
 G 0 2 F 1/1339
 G 0 2 F 1/1347
 G 0 2 F 1/137

【F I】

G 0 2 F 1/1333
 G 0 2 F 1/13 1 0 1
 G 0 2 F 1/1334
 G 0 2 F 1/1339 5 0 0
 G 0 2 F 1/1347
 G 0 2 F 1/137 5 0 0

【手続補正書】

【提出日】平成17年1月7日(2005.1.7)

【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】

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複数のセルを有して成るLCディスプレイであって、該セルには液晶組成物が充填されているLCディスプレイ。

【請求項2】

セルは寸法および形状が実質的に均一である請求項1に記載のLCディスプレイ。

【請求項3】

セルは非球形状である請求項1に記載のLCディスプレイ。

【請求項4】

セルは、約0.04～約100 μm^2 の範囲の開口面積を有するマイクロカップから形成されている請求項1に記載のLCディスプレイ。

【請求項5】

セルは、約1～約25 μm^2 の範囲の開口面積を有するマイクロカップから形成されている請求項4に記載のLCディスプレイ。

【請求項6】

セルは、円形、多角形、六角形、長方形または正方形の形状を有する開口部を有するマイクロカップから形成されている請求項1に記載のLCディスプレイ。

【請求項7】

セルは、約0.5～約10ミクロンの範囲の深さを有する請求項1に記載のLCディスプレイ。

【請求項 8】

セルは、約 2 ~ 約 6 ミクロンの範囲の深さを有する請求項 7 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 9】

セルは、約 0.05 ~ 約 20 の範囲の開口対壁割合を有する請求項 1 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 10】

セルは、約 0.2 ~ 約 9 の範囲の開口対壁割合を有する請求項 9 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 11】

所定の領域における選択されたセルは、所定の色のゲスト染料を有する LC で満たされている請求項 1 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 12】

所定の色のゲスト染料を有する LC で満たされているセルは、互いに隣接している請求項 11 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 13】

所定の色のゲスト染料を有する LC で満たされているセルは、上部で互いに積み重なっている請求項 11 に記載の LC ディスプレイ。

【請求項 14】

LC ディスプレイにおいて使用する実質的に均一な寸法および形状の適切に規定されたセルの製造方法であって、

- a) 導体フィルム上に熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層を被覆する工程、
 - b) 予めパターン形成した雄型を用いて熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層をエンボス加工する工程、
 - c) 熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層から型をリリースする工程、
 - d) 熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層を硬化させる工程、および
 - e) そのように形成したマイクロカップのアレイを LC で満たす工程
- を含んで成る方法。

【請求項 15】

該熱硬化物の前駆体は、多価アクリレートまたはメタクリレート、ビニルベンゼン、ビニルシランおよびビニルエーテルを含む多価ビニル、多価エポキシド、多価アリル、ならびに架橋可能な官能基を含むオリゴマーおよびポリマー等から成る群から選択される請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層は、そのガラス転移温度付近またはそれ以上の温度でエンボス加工される請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】

ガラス転移温度は、約 - 70 ~ 約 150 の範囲にある請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

ガラス転移温度は、約 - 20 ~ 約 100 の範囲にある請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

熱硬化物の前駆体の層の硬化は、放射線、熱、湿気による架橋、冷却または溶媒もしくは可塑剤の蒸発によって行なう請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

熱硬化物の前駆体の層の硬化は、UV、可視光、近赤外線または電子線照射によって行なう請求項 14 に記載の方法。

【請求項 21】

予めパターン形成した雄型は、熱可塑性物もしくは熱硬化物の前駆体の層を硬化させる前、間または後に、リリースする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

LC ディスプレイにおいて使用する実質的に均一な寸法および形状の適切に規定されたセ

ルの製造方法であって、

- a) 導体フィルム上に放射線硬化性組成物の層を被覆する工程、
 - b) 放射線硬化性層を画像露光する工程、
 - c) 現像液または溶媒によって非露光領域を除去して、マイクロカップのアレイを顕在化させる工程、および
 - d) マイクロカップをLCで満たす工程
- を含んで成る方法。

【請求項23】

マイクロカップはLCおよびゲスト染料で満たされている請求項22に記載の方法。

【請求項24】

該放射線硬化性組成物は、多価アクリレートまたはメタクリレート、ビニルベンゼン、ビニルシランおよびビニルエーテルを含む多価ビニル、多価エポキシド、多価アリル、ならびに架橋可能な官能基を含むオリゴマーおよびポリマー等から成る群から選択される材料を含んで成る請求項22に記載の方法。

【請求項25】

画像露光は、UV、可視光、近赤外線または電子線照射によって行なう請求項22に記載の方法。

【請求項26】

LCディスプレイにおいて使用する適切に規定されたセルのアレイを製造する方法であって、

- a) 液晶組成物とLCより小さい比重を有する熱硬化物または熱可塑性物の前駆体組成物の分散物とによりマイクロカップを充填する工程、ならびに
 - b) 熱硬化物または熱可塑性物の前駆体組成物が相分離してLC上に上澄層を形成する間またはその後該組成物を硬化させることによって、マイクロカップを封止する工程
- を含んで成る方法。

【請求項27】

液晶組成物はゲスト染料を含む請求項26に記載の方法。

【請求項28】

熱硬化物または熱可塑性物の前駆体組成物は、アクリレートまたはメタクリレート、ビニル、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、ビニルシランおよび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、ならびにそれらから誘導されるオリゴマーおよびポリマー等から成る群から選択される材料を含んで成る請求項26に記載の方法。

【請求項29】

オリゴマーおよびポリマーは架橋可能な官能基を含むものから誘導される請求項28に記載の方法。

【請求項30】

LCディスプレイにおいて使用する適切に規定されたセルを製造する方法であって、

- a) LC組成物によりマイクロカップを充填する工程、
 - b) 該LCと少なくとも部分的に非混和性であり、また、該LCより小さい比重を有する熱硬化物または熱可塑性物の前駆体組成物を該LC充填マイクロカップの上にオーバーコートすることによって、マイクロカップを封止する工程、ならびに
 - c) 該熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物を硬化させる工程
- を含んで成る方法。

【請求項31】

熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物は、該組成物をLCに被覆した後で蒸発させる揮発性溶媒または溶媒混合物によって希釈されている請求項30に記載の方法。

【請求項32】

オーバーコートした熱硬化物の前駆体組成物を、放射線、熱、湿気、またはオーバーコートとLCとの間の界面における界面反応によって硬化させる請求項30に記載の方法。

【請求項 33】

熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物は、アクリレートまたはメタクリレート、ビニル、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、ビニルシランおよび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、ならびにそれらから誘導されるオリゴマーおよびポリマー等から成る群から選択される材料を含んで成る請求項 30 に記載の方法。

【請求項 34】

オリゴマーおよびポリマーは架橋可能な官能基を含むものから誘導される請求項 33 に記載の方法。

【請求項 35】

LCディスプレイの製造方法であって、

a) 導体フィルム上に熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層を初めにコーティングし、その後、雄型によっ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か、あるいは熱硬化物の前駆体層を画像露光して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工程、

b) そのように形成したマイクロカップのアレイをLCによって充填する工程、

c) マイクロカップを封止する工程、ならびに

d) 好ましくは接着剤層を予めコーティングした第2導体フィルムによって、LCセルの封止したアレイをラミネートする工程

を含んで成る方法。

【請求項 36】

接着剤層を予めコーティングした第2導体フィルムによって、LCセルの封止したアレイをラミネートする請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】

接着剤層は、熱、湿気または放射線によって硬化可能または架橋可能であり、ラミネートする間またはその後に硬化させる請求項 35 に記載の方法。

【請求項 38】

マルチカラーのLCディスプレイを製造する方法であって、

a) 導体フィルム上に熱可塑性物または熱硬化物の前駆体層を初めにコーティングし、その後、雄型によっ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か、あるいは熱硬化物の前駆体層を画像露光して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工程、

b) そのように形成したマイクロカップのアレイをポジ型フォトレジストの層によってラミネートする工程、

c) ポジ型フォトレジストを画像露光して所定領域においてマイクロカップを選択的に開口する工程、

d) 第1カラーのゲスト染料を有するLCを開口したマイクロカップに充填する工程、

e) マイクロカップを封止して、第1カラーのゲスト染料を有する閉じたLCを形成する工程、

f) 必要な場合に、異なる領域において工程 c) ~ e) を繰り返し、異なる色のLC流体を含むマイクロカップのグループを形成する工程、

g) 存在する場合には、残っているポジ型フォトレジストを除去する工程、ならびに

h) 接着剤層を予めコーティングした第2透明導体フィルムによって、LCセルの封止したアレイをラミネートする工程

を含んで成る方法。

【請求項 39】

マイクロカップの封止は、LCとLCより小さい比重を有する熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物の分散物とによりマイクロカップを充填し、その後、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物が相分離してLC上に上澄層を形成する間、またはその後に該組成物を硬化させることによって行なう請求項 35 に記載の方法。

【請求項 40】

マイクロカップの封止は、LCおよびゲスト染料によりマイクロカップを充填することによって行う請求項 39 に記載の方法。

【請求項 41】

マイクロカップの封止は、LCとLCより小さい比重を有する熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物の分散物とによりマイクロカップを充填し、その後、熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物が相分離してLC上に上澄層を形成する間、またはその後に該組成物を硬化させることによって行なう請求項 38 に記載の方法。

【請求項 42】

マイクロカップの封止は、LCおよびゲスト染料によりマイクロカップを充填することによって行う請求項 41 に記載の方法。

【請求項 43】

充填したマイクロカップの封止は、該LCと少なくとも部分的に非混和性であり、また、該LCより小さい比重を有する熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物を該LC上にオーバーコートし、その後、該熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物を硬化させることによって行なう請求項 35 に記載の方法。

【請求項 44】

充填したマイクロカップの封止は、該LCと少なくとも部分的に非混和性であり、また、該LCより小さい比重を有する熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物を該LC上にオーバーコートし、その後、該熱可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物を硬化させることによって行なう請求項 38 に記載の方法。

【請求項 45】

接着剤層は、ポジ型フォトレジスト上に予めコーティングされ、マイクロカップのアレイにラミネートされる請求項 35 に記載の方法。

【請求項 46】

接着剤層は、ポジ型フォトレジスト上に予めコーティングされ、マイクロカップのアレイにラミネートされる請求項 38 に記載の方法。

【請求項 47】

該接着剤は、ポジ型フォトレジストの現像剤によって現像可能である請求項 45 に記載の方法。

【請求項 48】

該接着剤は、ポジ型フォトレジストの現像剤によって現像可能である請求項 46 に記載の方法。

【請求項 49】

カラーフィルターがディスプレイ上にラミネートまたはコーティングされている請求項 38 に記載の方法。

【請求項 50】

該カラーフィルターは赤色、緑色または青色のカラーフィルターである請求項 49 に記載の方法。

【請求項 51】

LCがゲスト染料により着色されている請求項 1 に記載のLCディスプレイ。

【請求項 52】

ゲスト染料の色は、減法表色系または加法表色系である請求項 51 に記載のLCディスプレイ。

【請求項 53】

ディスプレイは液晶組成物が充填されたマイクロカップアレイの2つ以上の層を含んで成る請求項 1 に記載のLCディスプレイ。

【請求項 54】

該LCディスプレイはマルチカラーであり、カラーフィルターがディスプレイ上にラミネートまたはコーティングされている請求項 1 に記載のLCディスプレイ。

【請求項 55】

該カラーフィルターは赤色、緑色または青色のカラーフィルターである請求項 54 に記載の LC 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】改良された透過型または反射型液晶ディスプレイおよびその新規な製造方法

【背景技術】

【0001】

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液晶ディスプレイに関し、そのようなセルには、液晶が好ましくはゲスト染料と共に充填されている。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】

b) 背景技術

ポリマー分散液晶 (PDLCP: Polymer dispersed Liquid Crystal) ディスプレイは通常、互いに対向して配置され、スペーサで隔間された電極付きの 2 枚の透明板を有する。2 枚の板の間には PDLCP の薄いフィルムが閉じ込められている。PDLCP フィルムは 200 ミクロン以下の厚さであり得るが、通常は 2 ミクロン ~ 50 ミクロンの間の厚さを有する。酸素および湿気はいずれも液晶を化学的に攻撃し得、これらを排除するためにセルはハーメチックにシールされる。PDLCP 技術の詳細な報告は P. S. Drzaic による書籍「液晶分散物 (Liquid Crystal Dispersions)」(1995 年)に見ることができる。

【0003】

PDLCP は典型的にはポリマーバインダー中に分散した低分子量のネマティック液晶のミクロンサイズの小滴から成る。ネマティック小滴は光を強く散乱させ、この物質は白色の不透明または半透明な外観を呈する(「オフ状態」)。2 枚の電極間に電圧差を印加すると(「オン状態」)、液晶の常光屈折率 (ordinary refractive index) が等方性ポリマーマトリックスの屈折率とほぼ整合するように電界が小滴を配向させて、小滴の散乱力を実質的に減少させ、これにより光を透過させる。このようにして、セルはオン状態では透明または透過性であり、オフ状態では不透明である。

【0004】

ゲスト - ホスト PDLCP ディスプレイにおいては、カラーコントラストの高いディスプレイを製造するため、染料、特に多色性または二色性染料がゲストとして液晶に添加される。例えば、棒状構造を有する二色性染料を液晶に添加する場合、染料分子は液晶に対して平行に配向する特性を有するので、対向電極に電界を印加することにより液晶の分子の向きが変化すると染料分子の向きも変化する。この染料は配向方向に依存して着色または非着色状態になるので、2 枚の電極に電圧を印加することにより着色状態(「オフ状態」)と無色状態(「オン状態」)との間で切り替えることができる。コントラスト比を向上させるためにゲスト - ホスト PDLCP ディスプレイにおいて二色性または多色性染料を用いることは当該技術分野において周知である。

【0005】

PDLCP ディスプレイは透過型および/または反射型であり得る。透過型 PDLCP ディスプレイは内部照明源を有する。2 枚の電極に電圧を印加することにより光はセルを透過することができる。透過型 PDLCP ディスプレイの典型的な例には PDLCP オーバーヘッドプロジェクタがある。反射型 PDLCP ディスプレイは典型的には透過状態において視認可能となる反射性の黒色または着色フィルターを有する。反射型 PDLCP ディスプレイは

PDA (携帯情報端末: Personal Digital Assistant) デバイスに見られ得る。透過型および反射型 PDLCD ディスプレイは、偏光器が無いので特に魅力的である。偏光器は光を実質的に低減し、直視型および投影型のディスプレイの双方の輝度を減少させる。また、偏光器がないことはより優れた視野角を提供する。

【0006】

従来のプロセスにより製造される PDLCD ディスプレイには多くの難点がある。例えば、ポリマー分散液晶は粒子寸法分布が非常に広い小滴を典型的に有し、このため著しいヒステリシス、高駆動電圧、低コントラスト比、望ましくない赤色の滲み (bleedthrough) および低レベルの多重化をもたらす。しかしながら、PDLCD フィルムのヒステリシスは再現性のあるグレースケールを示すように低くしなければならず、デバイスの低電圧駆動および高コントラスト比はほとんどの PDA 用途に対して必須である。ヒステリシスおよび駆動電圧を低減し、多重化レベルを向上させるためのミクロンサイズ範囲の単分散液晶粒子が米国特許第 5,835,174 号 (Clíkemanら)、同第 5,976,405 号 (Clíkemanら)、および同第 6,037,058 号 (Clíkemanら) に教示されている。単分散粒子から作製した PDLCD デバイスのコントラスト比はほとんどの用途に対して低いまま維持される。PDLCD フィルムの厚さおよび駆動電圧をトレードオフすることなくコントラスト比を向上させるために、ゲスト染料、好ましくは多色性染料または二色性染料が必要である。しかしながら、従来のプロセスでは製造プロセスの間に液晶相中にゲスト染料を高濃度で正確に閉じ込めることはできず、低濃度の染料しか単分散ポリマー粒子中に封入できない。ゲスト染料は粒子の外に残されるものもあり、このため D_{min} (バックグラウンドの最小光学濃度) の増加および低コントラスト比を招く。

【0007】

高駆動電圧の要件を緩和し、高コントラスト比および高レベルの多重化を可能にし、また、ヒステリシスを低減するような単分散液晶ドメインを形成することが非常に望ましい。

【発明の要旨】

【0008】

本発明の第 1 の要旨は、実質的に均一な形状、寸法およびアスペクト比を有するセルを有して成る液晶 (LC: liquid crystal) ディスプレイに関する。このセルには、LC が好ましくはゲスト染料を有して充填されている。

【0009】

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

【0010】

本発明の別の要旨は、実質的に均一な形状、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、好ましくはゲスト染料を有する LC 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 (または導電性) 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、熱可塑性物または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前、その間、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体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。

【0011】

実質的に単分散の寸法および形状を有する、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。ほとんどのディスプレイ用のマイクロカップの寸法はサブミクロン ~ 10 ミクロン、より好ましくは 0.5 ミクロン ~ 5 ミクロンの範囲にある。形状は、液晶とマイクロカップとの間の界面の全面積をより大きくする形状が好ましいが、任意の形状であってよい。次に、マイクロカップに好ましくはゲスト染料を有する LC を充填し、シール (または封止) する。

【0012】

本発明の更にもう1つの要旨は、LCが好ましくはゲスト染料を有して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含む封止（またはシーラント）組成物をLC相中に分散することにより実施するのが好ましい。封止組成物は、LCと非混和性であり、LC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分離してLC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封止組成物によりLC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。封止組成物に用いる溶媒は重要である。これはLCと非混和性であり、LCより小さい比重を有することが好ましい。また、良好な均一コーティングを確保するには封止組成物の表面張力および粘度を調節することも重要である。その後、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封止組成物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もまた本発明の特有な特徴である。

【0013】

本発明の更にもう1つの要旨は、LCディスプレイのヒステリシスが無いことに関する。本発明のLCディスプレイは液晶および好ましくはゲスト染料が充填された実質的に単分散のマイクロカップから成る。カップの等方的な屈折率がLCの常光屈折率と整合するようにマイクロカップの組成を最適化する。従来のPDLCディスプレイと同様に、本発明のLCディスプレイは電界の存在しない場合に光を強く散乱させる（「オフ状態」）。2枚の電極間に電圧差を印加すると、電界によりLCが配向し、散乱力が実質的に減少して、光が「オン状態」を透過することができる。しかしながら、本発明のLCディスプレイは、従来のPDLCディスプレイとは異なり、はるかに小さな電圧で光学的に最も透明な状態に達し、印加電圧を除くと、望ましくないヒステリシス無しに、元の「オフ」状態に戻る。本発明のディスプレイの低駆動電圧、速い応答時間およびヒステリシスが無いことは、低消費電力、再現性のあるグレースケールおよびビデオレートが高く求められる高品質ディスプレイ用途に対して重要である。

【0014】

本発明の更にもう1つの要旨は、マイクロカップの層のスタック（または積み重なった物もしくは積層体）を含むLCディスプレイの製造に関する。このプロセスの工程は、上述のいずれかの方法によって導電性基板の上に第1のマイクロカップの層を形成すること、マイクロカップにLC組成物を充填すること、封止すること、および接着剤層を予めコーティングした第2の導電性基板によって、封止したマイクロカップを最後にラミネート（または積層）することを含む。接着剤はホットメルト、熱硬化性、湿気硬化性または放射線硬化性接着剤であってよい。特に関心があることに、紫外線硬化性接着剤を本発明において使用する。コントラスト比を向上させるため、マイクロカップアレイの層を2つ以上用いてよい。このプロセスの工程は、マイクロカップを形成すること、LC組成物を充填すること、封止すること、マイクロカップを形成する組成物の第2の層によって、封止したマイクロカップアレイをオーバーコーティングまたはラミネートすること、上述のいずれかの方法、好ましくはエンボス加工方法によって第2のマイクロカップアレイを形成すること、マイクロカップの充填工程および封止工程を何度か繰り返すこと、マイクロカップを形成する組成物のもう1つの層によって、封止したマイクロカップアレイをオーバーコーティングまたはラミネートすること、および接着剤層を予めコーティングした第2の導電性基板によって、マイクロカップの層のスタックを最後にラミネートすることを含む。

【0015】

本発明の更にもう1つの要旨は、(R、G、B)カラーフィルターおよび好ましくはブラックマトリクスを予めコーティングした導電性基板を用いることによって、フルカラーの反射型LCディスプレイを製造する方法に関する。別法では、フルカラーディスプレイは、ポジ型(またはポジとして作用する)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、ポ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第1のカラーのゲスト染料(好ましくは二色性染料)を有するLC組成物を充填し、上述の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製造できる。これらの工程を繰り返して、第2および第3のカラーのゲスト染料を有するLC組成物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。コントラスト比および彩度を改善するためにブラックバックグラウンドを用いてよい。

【0016】

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LC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。ディスプレイは非常に薄く、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き得る。本発明に基づいて製造されるLCディスプレイは、好ましいアスペクト比および実質的に単分散の形状および寸法のセルを有するので、本発明に基づいて製造されるディスプレイは、望ましくないヒステリシスが存在しないことにより、低消費電力、速い応答時間、高レベルの多重化、高コントラスト比および再現性のあるグレースケール表示などの多くの望ましい特性を示す。

【発明の詳細な説明】

【0017】

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。

【0018】

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、好ましくはゲスト染料を有する液晶が充填されている。

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「単分散」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、例えば直径、長さ、幅および高さなどの寸法について狭い分布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、PDLC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。

【0019】

好ましい態様

図1aに示すように、典型的なPDLCディスプレイには、少なくとも一方(10)は透明な(または透過性の)2枚の電極板(10、11)、および等方性ポリマーマトリクス中で分散した液晶ドメインの層が含まれる。また、図1aは、電圧(13)を2枚の電極板(10、11)に印加していない場合に液晶分子の方向がランダムなことを示す。よって、入射光(14)はランダムな向きの液晶分子によって散乱する(15)。

【0020】

図1bは、電圧(13)を2枚の電極板に印加した場合に液晶分子が所定の方向に向いていることを示す。よって、液晶の常光屈折率はポリマーマトリックス(12)の等方性の屈折率と整合するので、入射光(16)は透過する(17)。

【0021】

本発明のモノクロ液晶ディスプレイは、図1cに概略的に示すように、2枚の電極(10、11)間に閉じ込められ、適切に規定されたセル(18)を含む。このセル(18)は実質的に均一な形状および寸法を有し、LC組成物で充たされている。観者側にある電極は透明であり、2枚の電極の少なくとも一方はパターン形成されている。赤色(R)、緑色(G)および青色(B)などの三原色フィルターを用いる場合(図1d)、全範囲の色(フルカラー)を得ることができる。

【0022】

別法では、本発明のフルカラーディスプレイは、R、GおよびBのゲスト染料、好ましくはそれぞれ二色性染料を含むLC組成物を、適切に規定せられたセル(1、2および3)に充填することによって得てよい。例えば、セル(1)は赤色ゲスト染料を有するLCで充填し、隣のセル(2)は緑色ゲスト染料を有するLCで充填し、および、隣のセル(3)は青色ゲスト染料を有するLCで充填する。LCを含有するセルの層の数は2以上であってよい(図1e)。

【0023】

このようなLCディスプレイの製造方法にはいくつかの局面がある。

【0024】

I. マイクロカップの製造

(a) 雄型の製造

雄型は、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。雄型の製造の代表的な例を図2a~2dに示す。電気メッキを用いて(図2a)、ガラスベース(20)にクロムインコネルのようなシード・メタルの薄い層(21)(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(22)により被覆して、UVに曝露する。マスク(24)をUVとフォトレジストの層(22)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・メタルの薄層を再びスパッタ形成する。このようにして電鍍用のマスター(図2b)が完成する。電鍍用の典型的な材料はニッケル・コバルト(23)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)」(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2d)のフロア(底部分)は典型的には1~5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。

【0025】

(b) 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3aおよび図3bに示す。雄型(30)は、ウェブ(34)の上方(図3a)または下方(図3b)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(31)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(32)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。

【0026】

マイクロカップ(33)の製造に用いる熱可塑性物または熱硬化物の前駆体(32)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 ~ 約150、好ましくは約-20 ~ 約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。

【0027】

図3aおよび図3bに示すように、前駆体層が硬化してマイクロカップ(33)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)。前駆体層の硬化は、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(34)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。

【0028】

図4aおよび4bはマイクロエンボス加工によって製造した2種のマイクロカップアレイのSEM写真を示す。

【0029】

(c) 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5a)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。

【0030】

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5a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)を通過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、放射線硬化性材料を溶解または分散させ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。

【0031】

図5bおよび図5c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5a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5bにおいて、使用する導体フィルム(52)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機能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有り得る。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(56)を形成できる。図5cにおいて、導体フィルム(52)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(52)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(50)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(56)が現れる。

【0032】

一般的に、マイクロカップ(56)は液晶ドメインの光散乱効果を最大限にするようにいずれの形態であってもよい。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る。しかしながら、異なる形状および寸法を有するマイクロカップを異なる色に対して用いてもよい。例えば、赤色のゲスト染料を有するLC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。また、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もよい。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。図6a~6fは本発明において使用され得るマイクロカップパターンの6つの例を示す。

【0033】

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もよい。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比を達成するために小さく維持することが好ましい。

【0034】

本発明のLC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0.04~約100 μm^2 、好ましくは約0.6 μm^2 ~約36 μm^2 の範囲であり得る。マイクロカップの深さは、約1~約10ミクロン、好ましくは約2~約6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~約20、好ましくは約0.2~約10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通常は約0.5~約6ミクロン、好ましくは約1~約4ミクロンである。

【0035】

11. 液晶、二色性染料およびそれらの混合物

以上のようにして製造したマイクロカップのアレイに液晶を、通常はコーティング法によって充填する。ディスプレイにモノクロの色を付与し、また、コントラストを増大させるため、液晶は二色性染料も含み得る。

【0036】

本発明において使用され得る液晶材料は当該技術分野において周知である。本発明において使用され得る液晶材料の例には、E7、TL205、TL213、BL006およびBL037(イー・メルク社(E. Merck Co.)製、ドイツ)があるが、これに限定されない。また、他の液晶材料も米国特許第5,835,174号(Clikemanら)に列挙されている。また、コレステリック液晶も同じ用途に使用してよい。

【0037】

本発明において液晶は好ましくはゲスト染料を含む。本発明のゲスト染料は二色性であり、当該技術分野において周知である。米国特許第5,589,100号を参照でき、これには、アリアルアゾまたはポリ(アリアルアゾ)二色性染料を液晶と一緒に使用できることが述べられており、また、本発明に適する他の二色性染料が列挙されている。

【0038】

染料を混ぜることによって、着色するだけでなく、いくつかのディスプレイ用途においてコントラストを実質的に向上させることもできる。適切には、染料は高い配向パラメータおよびホスト液晶材料中での適当な溶解度を有していなければならない。高い配向パラメータは、液晶ホスト材料の分子の形状と同様、分子長さ対幅の割合の大きな細長い形状

を有する染料によって助長される。ゲスト染料を有する LC は、例えば高コントラスト、高消光度ならびに化学的および光化学的安定性などの良好な視野特性を提供するであろう。本発明において使用する高い二色比を有する二色性染料の例にはブルー A B 2、レッド A R 1 およびイエロー A G 1 (フンクチオンフルイド社 (Funktionfluid GmbH) 製、ドイツ) ならびに S I - 4 8 6 (黄色)、S I 4 2 6 (赤色)、M 4 8 3 (青色)、S 3 4 4 (黒色)、S 4 2 8 (黒色) および S 7 (黒色) (三井東圧社製) がある。

【0039】

また、ノニオン性アゾおよびアントラキノン染料も有用である。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) E G N、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) 3 5、ピラム・スピリット・ブラック (Pylam Sprit 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 - 7 0 (バspf (BA SF) 製)、アントロキノン・ブルー (anthroquinone blue)、アントロキノン・イエロー (anthroquinone yellow) 1 1 4、アントロキノン・レッド (anthroquinone red) 1 1 1、1 3 5、アントロキノン・グリーン (anthroquinone green) 2 8 (アルドリッチ製)。いずれにせよ、染料または色素は化学的に安定でなければならず、マイクロカップ材料中において低い溶解度を有する必要がある。液晶または染料は、どのような場合もマイクロカップを攻撃してはならない。

【0040】

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、UV 硬化性封止組成物を LC 組成物中に分散させる方法である。UV 硬化性組成物は LC と非混和性であり、LC より小さい比重を有する。UV 硬化性組成物および LC 組成物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。揮発性溶媒を使用して粘度およびコーティングの被覆率 (coverage) を制御し、LC 相からの封止剤相の分離を容易にしてよい。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 LC 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、熱または湿気硬化性封止組成物を用いる場合には、熱または湿気あるいはそれらの組合せ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。

【0041】

界面活性剤を使用して、マイクロカップ壁への封止剤の付着および LC とシーリング物質との間の界面における濡れ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 (3 M 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、ならびにシルウェット (Silwet) 界面活性剤 (OSI 製) が含まれる。

【0042】

別法では、LC および封止組成物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可塑性物または熱硬化物の前駆体組成物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。LC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ア層を形成することによって相当抑制できる。その後、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LCの比重より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LCまたは染料と非混和性であり、LC相の比重より小さい比重を有することが好ましい。使用する染料が封止剤層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。封止剤層とLC層との間の混合を更に減らすために、封止剤層のオーバーコーティングの前に、充填したマイクロカップアレイを冷却してよい。

【0043】

別法では、充填したマイクロカップのシーリングは、接着剤層をリリース基板から充填したマイクロカップに転写ラミネートし、好ましくはその後、熱、放射線によってまたは単に溶媒蒸発によって接着剤層を硬化させ、リリース基板を最後に剥離することによって行うことができる。転写ラミネートプロセスによるシーリングにおいても、充填したマイクロカップを冷却することは有用である。

【0044】

IV. モノクロLCディスプレイの製造

このプロセスを図7に示すようなフローダイアグラムによって説明する。同じ色の組成物のゲスト染料を含むLC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. 透明導体フィルム(71)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(70)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(72)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. LCと非相溶性であり、LC相より小さい比重を有する熱硬化物の前駆体を含むLC組成物(74)を上述のように形成したマイクロカップ(73)のアレイに充填する。

5. 熱硬化物の前駆体が分離してLC相の上部に上澄相を形成する間またはその後、好ましくは溶媒蒸発、UV(75)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、LCおよび好ましくはゲスト染料を含む閉じたLC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(77)を予め被覆した第2導体フィルム(76)によってLCセルのシールしたアレイをラミネートする。

【0045】

ラミネートの接着剤は、熱によって、または、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(78)のような放射線によって硬化させてよい。ラミネートしたプロダクトをデバイスの組立てに適当な寸法に切断してよい(79)。

【0046】

上述のマイクロカップの形成は、熱硬化性物の前駆体(より詳細には放射線硬化性組成物)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、上述のオーバーコートまたは転写ラミネートプロセスにより、その後、充填したマイクロカップの表面で封止剤を硬化させることによって行ってもよい。

【0047】

コントラスト比を改善するために、マイクロカップアレイのより多くの層を用いることができる(図1c)。よって、充填したマイクロカップの上で封止剤層を硬化させた後(

工程 5)、シールしたマイクロカップアレイの上に、マイクロカップを形成する組成物の別の層をコートする。適当なコントラスト比が得られるまで工程 2 ~ 5 を何度か繰り返す。その後、多層マイクロカップスタック(または積層体)を第 2 の導体層でラミネートし、ディスプレイの組立てに適当な寸法に切断する。2 つの導体フィルムの少なくとも一方を予めパターン形成することに留意するのが重要である。また、少なくとも観者側にある導体フィルムは透明である。

【0048】

V. マルチカラー LC ディ스플레이の製造

本発明のマルチカラー LC ディ스플레이は、前節にて製造したモノクロディスプレイの下方に位置する(R、G、B)カラーフィルターおよびブラックマトリックスを用いることによって製造できる(図 1 d)。あるいは、本発明のフルカラーディスプレイは、異なる色のゲスト染料を含む LC をマイクロカップに充填することによって製造できる(図 1 e)。このようなカラーディスプレイには、モノクロディスプレイの製造にて説明したプロセスに加えて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-4851 (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) S1818 (シップレイ (Shipley) 製) およびアルカリ現像可能な (alkali-developable) 接着剤層、例えばナコー (Nacor) 72-8685 (ナショナル・スターチ (National Starch) 製) およびカーボセット (Carboaset) 515 (BF グッドリッチ (Goodrich) 製) の混合物から少なくとも成るポジ型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、ある数のマイクロカップを選択的に開口し、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 351 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) 第 1 原色のゲスト染料を有する LC 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 LC を充填したマイクロカップを形成する。

【0049】

より詳しくは、マルチカラー LC ディ스플레이は、図 8 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 (81) 上に 熱可塑性物または熱硬化物の前駆体の層 (80) 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、溶媒蒸発、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 ポジ型フォトレジスト (84) 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 (82) のアレイに積層する。 マイクロカップとレジストとの間の付着を改善するため、ポジ型ドライフィルムフォトレジストは接着剤層 (83) を含んでいてよい。

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 8 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 8 d)。

6. 開いたマイクロカップに、第 1 の原色の ゲスト染料 (85) を含む LC 組成物 および封止組成物 (86) (LC 相と非相溶性であり、LC 相より小さい比重を有する) を充填する。

7. 封止剤が分離して液晶相の上部に上澄相を形成する(図8e)間またはその後、封止剤層を溶媒蒸発によって硬化させることによって、または好ましくは放射線、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硬化させることによってマイクロカップをシールして、第1の原色のゲスト染料を有するLCを含む、閉じたLC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ゲスト染料を有するLCを含む、適切に規定されたセルを形成してよい(図8e、図8fおよび図8g)。

9. 第2の透明導体フィルム(87)(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(88)を予め被覆してある)に対してLC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。

【0050】

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、熱硬化性物の前駆体(より詳細には放射線硬化性組成物)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。

【0051】

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。

【実施例】

【0052】

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。

【0053】

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

ITO導体層を予めコートした2ミル(mil)PETフィルム(シェルダール(Sheldahl)製、ノースフィールド、ミネソタ)上に表1に示す組成物をマイラド・バー#6で被覆した。予めパターン形成(4×4×4ミクロン)したコバルト・ニッケル雄型および離型剤フレコート(Frekote)700-NC(ヘンケル製)をマイクロエンボス加工に用いた。コーティングの厚さは約5ミクロンに制御した。その後、加圧ローラーを90°にて用いてステンシルによって、被覆したフィルムをエンボス加工した。その後、365nmで80mW/cm²の強度を有する金属フッ化物ランプを備えるキュアゾーン(Cure Zone)露光装置(ADACテクノロジーズ(ADAC Technologies)社製)を用いて、マイラー(Mylar)フィルムを介して約1分間に亘ってコーティングを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離し、適切に規定された(4×4×4ミクロン)マイクロカップを顕在化させた。このマイクロエンボス加工はGBCラミネーターを90°にて用いて実施した。

【0054】

【表 1】

マイクロカップ用のUV硬化性アクリレート調製物

番号	種類	材料	供給者	部
1	エポキシアクリレート	エベクリル(Ebecryl)600	ユーシービー・ケミカルズ (UCB Chemicals)	55
2	ポリエステルアクリレート	エベクリル830	ユーシービー・ケミカルズ	15
3	ウレタンアクリレート	エベクリル6700	ユーシービー・ケミカルズ	10
4	シリコンアクリレート	エベクリル350	ユーシービー・ケミカルズ	5
5	モノマー	サートマーSR238	サートマー(Sartomer)	10
6	モノマー	サートマーSR306	サートマー	5
7	モノマー	サートマーSR351	サートマー	5
8	光開始剤	イルガキュア(Irgacure) 500	チバ(Ciba)	1
9	共同剤	メチルジエタノールアミン	アルドリッチ(Aldrich)	0.5
10	溶媒	MEK	アルドリッチ	100

【0055】

実施例 2

マイクロエンボス加工によるマイクロカップの形成

表 2 に示す調製物を被覆して 4 × 4 × 4 ミクロンの雄型でエンボス加工したこと以外は実施例 1 と同じに実施した。

【0056】

【表 2】

マイクロカップ用のUV硬化性アクリレート調製物

番号	種類	材料	供給者	部
1	エポキシアクリレート	エベクリル600	ユーシービー・ケミカルズ	50
2	ポリエステルアクリレート	エベクリル830	ユーシービー・ケミカルズ	15
3	ウレタンアクリレート	エベクリル6700	ユーシービー・ケミカルズ	10
4	シリコンアクリレート	エベクリル350	ユーシービー・ケミカルズ	5
5	モノマー	ポリ(エチレングリコール) メタクリレート	アルドリッチ	5
6	モノマー	サートマーSR238	サートマー	5
7	モノマー	サートマーSR306	サートマー	5
8	モノマー	サートマーSR351	サートマー	5
9	光開始剤	イルガキュア907	チバ	0.5
10	溶媒	MEK	アルドリッチ	300

【0057】

マイラド・バー#12 を用いた。制御厚さは 5 ミクロンとした。マイクロエンボス加工は 90 に加熱した加圧ローラー (GBC ラミネーター) を用いて実施した。

【0058】

実施例 3

マイクロエンボス加工によるマイクロカップの形成

I T O 導体層を予めコートした 2 ミル (mil) P E T フィルムと予めパターン形成 (4 × 4 × 4 ミクロン) したコバルト・ニッケル型との間に表 3 に示す組成物を、加圧ローラーを用いてラミネートした。P F T / I T O フィルムをコロナ放電 (エレクトロ - テクニックプロダクツ (Electro-Technic Products) 製、モデル B D - 10 A、シカゴ、イリノイ) により 5 秒間処理した。コバルト・ニッケル型は離型剤フレコート 750 - N C で前処理した。その後、P E T / I T O フィルムを介して約 1 分間に亘ってコーティングを U V 硬化させた。その後、エンボス加工したフィルムを型から離し、適切に規定された (4

× 4 × 4 ミクロン) マイクロカップ (ミットヨ厚さゲージによる測定で 5 . 5 ミクロンの厚さを有する) を顕在化させた。

【 0 0 5 9 】

【 表 3 】

マイクロカップ用のUV硬化性アクリレート調製物

番号	種類	材料	供給者	部
1	エポキシアクリレート	エベクリル600	ユーシービー・ケミカルズ	40
2	ポリエステルアクリレート	エベクリル830	ユーシービー・ケミカルズ	15
3	ウレタンアクリレート	エベクリル6700	ユーシービー・ケミカルズ	10
4	シリコンアクリレート	エベクリル350	ユーシービー・ケミカルズ	5
5	モノマー	ポリ(エチレングリコール) メタクリレート	アルドリッチ	15
6	モノマー	サートマーSR238	サートマー	5
7	モノマー	サートマーSR306	サートマー	5
8	モノマー	サートマーSR351	サートマー	5
9	光開始剤	イルガキュア907	チバ	0.5

【 0 0 6 0 】

実施例 4

液晶溶液を充填したマイクロカップの形成

実施例 3 で形成したマイクロカップをヘキサンで、その後に M E K で洗浄し、そしてオープン (6 6) で 1 0 分間乾燥させた。1 重量% のシルウェット (Silwet) L 7 6 0 8 (O S i スペシャルティーズ (O S i Specialties) 製) を含む液晶 B L 0 0 6 (イー・メルク社 (E. Merck Co.) 製、ドイツ) 溶液を 9 倍の体積の M P K と混合し、これにより得られた溶液をマイラド・バー# 1 6 を用いてマイクロカップ上に被覆した。マイクロカップ内の過剰な溶媒をオープン (6 6) で 1 0 分間蒸発させた。

【 0 0 6 1 】

実施例 5

青色二色性染料を含む液晶溶液を充填したマイクロカップの形成

実施例 3 で形成したマイクロカップをヘキサンで、その後に M E K で洗浄し、そしてオープン (6 6) で 1 0 分間乾燥させた。3 重量% の二色性染料ブルー A B 2 (フンクチオンフルイド社 (Funktionfluid GmbH) 製、ドイツ) および 1 重量% のシルウェット L 7 6 0 8 (O S i スペシャルティーズ製) を含む液晶 B L 0 0 6 (イー・メルク社製、ドイツ) 溶液を 9 倍の体積の M P K と混合し、これにより得られた溶液をマイラド・バー# 1 6 を用いてマイクロカップ上に被覆した。マイクロカップ内の過剰な溶媒をオープン (6 6) で 1 0 分間蒸発させた。

【 0 0 6 2 】

実施例 6

黒色二色性染料混合物を含む液晶溶液を充填したマイクロカップの形成

実施例 3 で形成したマイクロカップをヘキサンで、その後に M E K で洗浄し、そしてオープン (6 6) で 1 0 分間乾燥させた。3 種の二色性染料ブルー A B 2、レッド A R 1 およびイエロー A G 1 (フンクチオンフルイド社製、ドイツ) を一緒に混合することにより黒色二色性染料を調製した。2 重量% の黒色二色性染料混合物および 1 重量% のシルウェット L 7 6 0 8 (O S i スペシャルティーズ製) を含む液晶 B L 0 0 6 (イー・メルク社製、ドイツ) 溶液を 9 倍の体積の M P K と混合し、これにより得られた溶液をマイラド・バー# 1 6 を用いてマイクロカップ上に被覆した。マイクロカップ内の過剰な溶媒をオープン (6 6) で 1 0 分間蒸発させた。

【 0 0 6 3 】

実施例 7

2 ステップ (オーバーコート) プロセスによるマイクロカップのシーリング

アイソパー E (Isopar E) (エクソン・ケミカル製) 中のヴィスタロン (Vistalon) 0106 (エクソン・モービル・ケミカル製) の 10% 溶液を、実施例 4、5 および 6 にて形成した BL006 が充填されたマイクロカップのサンプル上に被覆した。コーティング層は均一で透明であった。#3 マイラド・バーを用いて、重量被覆率が 0.39 mg/inch^2 のシーリングポリマー層を得、このシーリングポリマー層の厚さを測定したところ $0.7 \mu\text{m}$ であった。#8 マイラド・バーを用いて、重量被覆率が 0.75 mg/inch^2 のシーリングポリマー層を得、このシーリングポリマー層の厚さを測定したところ $1.3 \mu\text{m}$ であった。ヴィスタロン 0106 の密度は 0.9 g/cm^3 であった。

【0064】

実施例 8

2 ステップ (オーバーコート) プロセスによるマイクロカップのシーリング

実施例 7 と同じ手順の後、実施例 5 にて形成したのと同様に BL006 を充填したマイクロカップ上に、2-プロパノール中のカルボキシ化アクリルコポリマー、アンフォマー (Amphomer) 28-4910 (ナショナル・スターチ (National Starch) 製) の 10% 溶液を被覆することによって、マイクロカップをシールした。コーティング層は均一で透明であった。#3 マイラド・バーを用いて、重量被覆率が 0.44 mg/inch^2 のシーリングポリマー層を得、このシーリングポリマー層の厚さを測定したところ $0.6 \mu\text{m}$ であった。#8 マイラド・バーを用いて、重量被覆率が 1.0 mg/inch^2 のシーリングポリマー層を得、このシーリングポリマー層の厚さを測定したところ $1.3 \mu\text{m}$ であった。アンフォマー 28-4910 の密度は約 1.2 g/cm^3 であった。

【0065】

実施例 9

従来の重合誘発型相分離 P D L C ディスプレイ

比較のために、従来の重合誘発型相分離ポリマー分散液晶ディスプレイを作製した。ノランド 65 (ノランド (Norland) 製) に対して液晶 E7 (イー・メルク社製、ドイツ) を種々の割合で混合し、ITO でコートした 2 枚のガラスの間に、 $4.5 \mu\text{m}$ 、 $25 \mu\text{m}$ または $50 \mu\text{m}$ のいずれかのスペーサーと共に挟んだ。キュアゾーン露光装置 (ADAC テクノロジーズ) の下での UV 硬化時間を最適化するためにステップウェッジを使用した。図 9a は、上記手順によって作製した重合誘発型相分離 P D L C についての典型的なヒステリシスカーブを示す。

【0066】

実施例 10

シビックス社のヒステリシスフリーな液晶ディスプレイ

実施例 1、2 または 3 にて形成したマイクロカップを用いて単層液晶ディスプレイを組み立てた。実施例 4、5 および 6 に記載の手順により、二色性染料を有する、または有しない液晶をマイクロカップに充填した。その後、これらの LC 充填マイクロカップを実施例 7 または 8 に記載の手順によってシールした。本発明に従って作製された液晶ディスプレイについては、ヒステリシスは見られなかった。(図 9b を参照のこと。)

【0067】

実施例 11

多層ディスプレイの組立ておよびその性能

表示性能を向上させるように多層液晶ディスプレイを組み立てた。実施例 10 に記載するようにして単層液晶ディスプレイを作製した。同様の手順を用いて、第 1 の LC ディスプレイの上部に第 2 のマイクロカップ層をエンボス加工し、染料を有する、または有しない LC を充填し、そして LC ディスプレイの第 2 の層をシールした。第 1 層上の第 2 層マイクロカップの位置合せは、最大の光散乱に対して約 $0 \sim 10$ 度で第 1 層からずれるようにした。2 つの 2 層アレイをラミネートして 4 層の液晶ディスプレイを積み重ねた。上昇および下降の際の応答時間がそれぞれ約 1 m秒 および約 10 m秒 (40 ボルトにて) である高コントラストのディスプレイを得た。ヒステリシスループは見られなかった。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 8 】

【 図 1 a 】 図 1 a は典型的な P D L C デバイスの「オフ」状態を示す。

【 図 1 b 】 図 1 b は典型的な P D L C デバイスの「オン」状態を示す。

【 図 1 c 】 図 1 c は本発明の L C ディスプレイの概略図である。

【 図 1 d 】 図 1 d は本発明の L C ディスプレイの概略図である。

【 図 1 e 】 図 1 e は本発明の L C ディスプレイの概略図である。

【 図 2 a 】 図 2 a 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 2 b 】 図 2 b 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 2 c 】 図 2 c 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 2 d 】 図 2 d 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 3 a 】 図 3 a は L C D の製造のためのロール・トゥ・ロール・プロセス、特に U V 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 3 b 】 図 3 b は L C D の製造のためのロール・トゥ・ロール・プロセス、特に U V 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 4 a 】 図 4 a はマイクロエンボス加工により製造されるマイクロカップアレイの S E M 写真である。

【 図 4 b 】 図 4 b はマイクロエンボス加工により製造されるマイクロカップアレイの S E M 写真である。

【 図 5 a 1 】 図 5 a 1 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 5 a 2 】 図 5 a 2 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 5 b 1 】 図 5 b 1 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 5 b 2 】 図 5 b 2 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 5 c 1 】 図 5 c 1 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 5 c 2 】 図 5 c 2 は熱硬化性物の前駆体を被覆した導体フィルムを U V 放射線で画像露光することを含む、マイクロカップを製造するための別のプロセス工程を示す。

【 図 6 a 】 図 6 a は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 6 b 】 図 6 b は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 6 c 】 図 6 c は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 6 d 】 図 6 d は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 6 e 】 図 6 e は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 6 f 】 図 6 f は異なる形状およびパターンを有するマイクロカップアレイの例を示す。

【 図 7 】 図 7 はモノクロ L C D を製造するためのフローチャートである。

【 図 8 a 】 図 8 a は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す。

【 図 8 b 】 図 8 b は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す。

【 図 8 c 】 図 8 c は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す。

- 【図 8 d】図 8 d は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す
- 【図 8 e】図 8 e は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す
- 【図 8 f】図 8 f は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す
- 【図 8 g】図 8 g は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す
- 【図 8 h】図 8 h は三原色ゲスト染料を用いるフルカラーディスプレイの製造方法を示す
- 【図 9 a】図 9 a は、従来の P D L C デバイスについての典型的なヒステリシスカーブを示す。
- 【図 9 b】図 9 b は、本発明の典型的なマイクロカップ L C D においてヒステリシスループが存在しないことを示す。