(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2004-530929
(P2004-530929A)
(43)公表日　平成16年10月7日(2004.10.7)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
G02F 1/1339	G02F 1/1339 500	2H089

審査請求 未請求　予備審査請求 有　（全 52 頁）

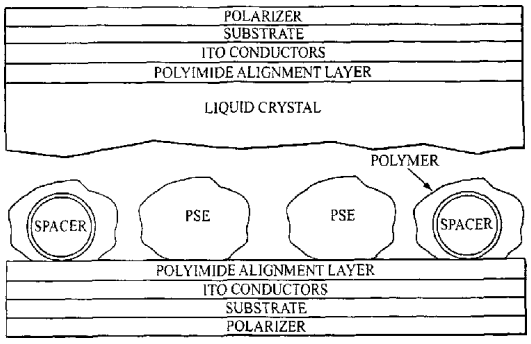
(21)出願番号	特願2003-505702(P2003-505702)
(86)(22)出願日	平成14年2月12日(2002.2.12)
(85)翻訳文提出日	平成15年8月12日(2003.8.12)
(86)国際出願番号	PCT/US2002/004066
(87)国際公開番号	WO2002/103446
(87)国際公開日	平成14年12月27日(2002.12.27)
(31)優先権主張番号	09/882,311
(32)優先日	平成13年6月15日(2001.6.15)
(33)優先権主張国	米国(US)

(71)出願人　503291668
ヴィズテック，インコーポレーティッド
アメリカ合衆国，フロリダ州　３３６１８，タンパ，１４５０２　ノース　デール　マブリー，スイート　２００
(74)代理人　100094145
弁理士　小野　由己男
(74)代理人　100106367
弁理士　稲積　朋子
(72)発明者　フリーマン，ゲイリー，エー．
アメリカ合衆国，マサチューセッツ州　０２１５９，ニュートン，４７　スティーンズ　ストリート

最終頁に続く

(54)【発明の名称】フレキシブルポリマー材料

(57)【要約】
２つのサブストレート外装品から成る液晶ディスプレイデバイスは開示される。そして、その他、透明なサブストレートのうちの少なくとも１つ、２つのサブストレートとのすきまの電界を決めるために置かれる電極、サブストレートの間に位置する一つ以上のスペーサ要素、装置のアセンブリの間、サブストレートの間で導かれていたスペーサ要素から間隔を置いて配置される、２つのサブストレートとの最も少なく一部のすきまの電気光学物質充填材、そして、重合材料がサブストレートとの最も少なく一部のすきまで満ちて、液体状態のスペーサ要素に適用されて、スペーサ要素の後、ｓｉｔｕにおいて、重合していた液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料から成る重合材料は、サブストレートの間で適当であった。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
互いに対向して間隔を置いて配置され、少なくとも一方が透明な２つのサブストレートと、
２つのサブストレートとのすきまの電界を決めるために配置される電極と、
サブストレートの間に位置し、装置の組立ての間、サブストレートの間に導かれる一つ以上のスペーサ要素と、
２つのサブストレートとの最も少なく一部のすきまの電気光学物質充填材と、
サブストレートの間の少なくとも一部のすきまに充填される重合材料であって、液体状態のスペーサ要素に適用されて、スペーサ要素がサブストレートの間に位置されたあと、元の位置で重合していた液体プレ重合体材料から成る重合材料と、
を含む液晶ディスプレイデバイス。
【請求項２】
互いに対向し少なくとも一方は透明である２つのサブストレート間にスペーサ要素を導くこと、
サブストレート間のスペーサ要素の導入の前か後に液体プレ重合体材料を一つ以上のスペーサ要素の外面に適用すること、
２つのサブストレートとのすきまの電界を決めるを位置決めすること、
２つのサブストレートとの少なくとも一部のすきまに電気光学物質を充填すること、
そして、サブストレートとの最も少なく一部のすきまで、固体重合材料充填材を元の位置に形成するために液体プレ重合体材料を重合させること、
を含む液晶ディスプレイデバイスを製造する方法。
【請求項３】
重合材料がスペーサ要素の近くにある請求項１または２の主題。
【請求項４】
液体プレ重合体材料がサブストレート間に導入される前にスペーサ要素に塗布される請求項１または２の主題。
【請求項５】
液体プレ重合体材料がサブストレート間に導入された後にスペーサ要素に塗布される請求項１または２の主題。
【請求項６】
液体プレ重合体材料が少なくともいくつかのスペーサ要素を取り囲む折り畳みシェルに入れられている請求項３の主題。
【請求項７】
液体プレ重合体材料が単量体、オリゴマー、防止剤、粘着力促進剤、重合開始剤または増進（ＰＩＥ）材料をの一つ以上から成る請求項１または２の主題。
【請求項８】
液体プレ重合体材料が２，０００，０００センチポアズ以下の粘性を有する請求項１または２の主題。
【請求項９】
重合開始または増進（ＰＩＥ）材料は、液体プレ重合体材料と接触させられる、請求項１または２の主題。
【請求項１０】
ＰＩＥ材料が、スペーサ要素に塗布される液体プレ重合体材料を混ぜ合わせられる、スペーサ要素の範囲内でか続けて担持される、溶かされるかまたは電気光学物質において懸架されるのうちのいずれかの方法により、１つの液体プレ重合体材料と接触させられる請求項９の主題。
【請求項１１】
液体プレ重合体材料およびＰＩＥ材料の両方が少なくともいくつかのスペーサ要素を取り囲む折り畳みシェルに入っている請求項１０の主題。

【請求項１２】
元の位置における重合は、光のアプリケーションによって重合を始める請求項９の主題。
【請求項１３】
液体プレ重合体材料が熱硬化性樹脂材料であり、元の位置における重合が熱のアプリケーションによる、請求項１または２の主題。
【請求項１４】
重合材料がポリマーが２つのサブストレート間に延設されたポリマー支持体である請求項１または２の主題。
【請求項１５】
重合材料が２つのサブストレート間に延設されないポリマー部材から成る請求項１または２の主題。
【請求項１６】
プレ重合体材料のない付加スペーサ要素が２つのサブストレートの間に導入される請求項１または２の主題。
【請求項１７】
スペーサ要素が多数の一般に球状であるか円筒状要素である請求項１または２の主題。
【請求項１８】
スペーサ要素がガラスを含む請求項１７の主題。
【請求項１９】
ガラスがエッチングされている請求項１８の主題。
【請求項２０】
スペーサ要素がプラスチックを含む請求項１７の主題。
【請求項２１】
プラスチックが多孔性である請求項２０に記載の主題。
【請求項２２】
スペーサ要素がナノポーラス、メソポーラスまたはマイクロポーラスである高表面積分子を含む請求項２１の主題。
【請求項２３】
スペーサ要素がランダムにサブストレートのすきまにある請求項１７の主題。
【請求項２４】
スペーサ要素が一般にサブストレートのすきまより小直径の多数の要素を含む請求項１または２の主題。
【請求項２５】
スペーサ要素がサブストレートのすきま全体にランダムに配置される多数の要素を含む請求項２４の主題。
【請求項２６】
スペーサ要素が一般にサブストレート接触していない請求項２４の主題。
【請求項２７】
スペーサ要素が１つのサブストレートだけに接触している請求項２４主題。
【請求項２８】
スペーサ要素が格子回路網構造を含む請求項１または２に記載の主題。
【請求項２９】
格子回路網構造が２次元である請求項２８の主題
【請求項３０】
格子回路網構造が３次元である請求項２８の主題
【請求項３１】
スペーサ要素がサイズおよび形状において不均一性である請求項１または２の主題。
【請求項３２】
スペーサ要素が粗面を有する請求項１または２の主題。
【請求項３３】

大部分のスペーサ要素が重合の前にサブストレートのすきまにおいて自由に移動できる請求項１または２の主題。
【請求項３４】
多孔性メンブレーンがスペーサ要素として機能する請求項１または２の主題。
【請求項３５】
多孔性メンブレーンが伸長可能な多孔性メンブレーンである請求項３４の主題。
【請求項３６】
スペーサ要素がサブストレートの非画像部分において位置する請求項１または請求項２に記載の主題。
【請求項３７】
スペーサ要素がサブストレートの周辺に沿って位置して、サブストレートとのすきまを封止している一つ以上のシール部材として役立つ請求項３６の主題。
【請求項３８】
スペーサ要素が画素間領域に位置する請求項３６に記載の主題。
【請求項３９】
プレポリマーが元の位置の重合に収縮する請求項１または２の主題。
【請求項４０】
大多数のポリマー支持体各々の２つのサブストレートに結合した請求項１４に記載の主題。
【請求項４１】
ポリマー支持体がお互いによって、相互接続しない主に別々の部材である請求項１４の主題。
【請求項４２】
１つ以上のポリマーの相互接続領域が、ポリマー支持体の大多数を相互接続する請求項１４の主題。
【請求項４３】
相互接続領域の１つがサブストレートの１つに隣接するポリマー層である請求項４２の主題。
【請求項４４】
スペーサ要素が電気光学物質のアプリケーションの前にサブストレートに乾燥吹き付けされる請求項１または２の主題。
【請求項４５】
スペーサ要素がサブストレートに湿式吹き付けされる請求項１または２の主題。
【請求項４６】
湿式噴霧のために使用される溶媒がプレ重合体材料を溶液または懸濁液の状態に含む請求項４７の主題。
【請求項４７】
ＰＩＥ材料が元の位置の重合プロセスの開始プログラムおよび触媒の一方または両方から成る請求項９の主題。
【請求項４８】
ＰＩＥ材料が光起動される請求項４７の主題。
【請求項４９】
ＰＩＥ材料が光重合開始剤を有する請求項４８の主題。
【請求項５０】
光重合開始剤が異なるスペクトル感度の複数の光重合開始剤であり、その重合は、異なる場所の異なる時間に開始することが可能である請求項４９の主題。
【請求項５１】
光が紫外線である請求項４８の主題。
【請求項５２】
ＰＩＥ材料が熱により起動する請求項４７の主題。

【請求項５３】
ＰＩＥ材料がディスプレイの組立て後のしばらくして自己起動する請求項４７の主題。
【請求項５４】
ＰＩＥ材料が光重合開始剤および触媒から成る請求項２の主題。
【請求項５５】
プレ重合体材料がピペット、注射器、または印刷のうち少なくとも一つのプロセスによりサブストレートに適用される請求項２の主題。
【請求項５６】
印刷がシルクスクリーン、グラビア、フレクソグラフ、または石版印刷方法を含む請求項５５の主題。
【請求項５７】
スペーサ要素が多孔性である私または２が多孔性マトリックスによって、構築する請求項の内容そして、プレ重合体材料は、多孔性構造の多孔性母体に吸収される。
【請求項５８】
多孔性構造がｎａｎｏｐｏｒｏｕｓなセラミックである請求項５７またはシリカの内容が基礎を形成した５８材料。
【請求項５９】
スペーサ要素が以下を含む請求項１または２の内容：電気光学物質がｉｎｔｅｒｐｏｌｙｍｅｒ地方を満たすために、形成されるポリマー回転楕円体の開いたネットワーク。
【請求項６０】
多孔性構造の有孔率が元の位置の重合する材料から成るポリマーマトリックスに、スペーサ要素の所望の粘着力を与えるのに選ばれる請求項５７の内容。
【請求項６１】
電気光学物質が液晶材料である請求項１または２の内容。
【請求項６２】
電気光学物質がｍｅｓｏｍｏｒｐｈｉｃな材料である請求項１または２の内容。
【請求項６３】
請求項１の主題または２が電界を生成するために少なくとも一つのサブストレート上の少なくとも一つの電極から成る進める。
【請求項６４】
第２のサブストレート上の少なくとも一つの電極から更に成っている請求項６３の内容。
【請求項６５】
ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料が少なくとも一つの以下から成る請求項１または２の内容：アクリル樹脂に拠点を置く接着材、エポキシに拠点を置く接着材、ウレタンに拠点を置く接着材。
【請求項６６】
ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料が主に以下のうちの１つ時までにアプリケーションによって、硬化した請求項１または２の内容：光、熱、化学添加剤の中で混在させること。
【請求項６７】
サブストレートが以下を含む請求項１または２の内容：フレキシブルポリマー材料。
【請求項６８】
ディスプレイがテキストを撓曲させることに耐えることができる請求項６７の内容が詳細な説明において、参照した。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ポリマーによって、造られる電気光学ディスプレイーコート、特にサブストレートの間に位置する要素に関するものである。
【背景技術】
【０００２】

本発明は、液晶および他の電子表示装置に関する。
商業上、まだ、ショックの結果であって、低下する力に、高度な荒々しさおよび不浸透性を維持すると共に、電子表示装置が、できるだけ薄くて軽いことはたいへん望ましい。移動電子工学、例えば携帯電話およびパーソナル携帯情報機器、ＰＤＡでは、サイズおよび重量は製品の商業的な成功に対する重大な要因である、しかし、現在、これらの装置の範囲内のディスプレイの破損は修理の主因のままである。そして、製品は返る。加えて、実際に曲げられることが可能である電子表示装置の必要は、いくつかの領域において、承認された：いわゆる＆ａｐｏｓ；電子ｐａｐｅｒ＆ａｐｏｓ；、紙がどの繊維と取り替えられるか、電子表示装置が巻かれることができるかまたは従来の紙のように折りたためた場合、表示は製品としてずっと強い興味をそそるだろう。

【０００３】
表示がｕｓｅｒ＆ａｐｏｓ；ｓ体にかなうことになっている場合、コンピュータまたは多機能腕時計のような着用できる電子工学は着用者にずっと快適だろう。
私が述べる厳しい屈曲寿命試験性能基準値を有するカードを欠く－液体ｃｒｙｓｔａｌ＆ａｐｏｓ；ｓヘリックス状がいずれを構築するか、異なる方位を有する。焦点円錐状態において、ヘリックス状構造は非同盟である。そして、液晶は透明である。平面状態において、ヘリックス状ｓｔｒｕｃｔｕｒｅｓ＆ａｐｏｓ；軸は、表示によって、本質的にモノクロの伝達に結果としてなっているｄｉｓｐｌａｙ＆ａｐｏｓに対して垂直な全て；ｓ面である。

【０００４】
Ｘｅｒｏｘにより開発されているＧｙｒｉｃｏｎディスプレイは顕微鏡のビーズでできている。そして、ランダムに分散して、油に満ちた空胴のフレキシブルエラストメリック母体によって、２枚のプラスチックシートの間で適当な状態に保たれる。ボールは、強く対照をなしている半球、一方上の黒およびその他上の白を有する。白い側は非常に反射する。その一方で、黒い側は光を吸収する。各々の半球にユニークな固有充電がある。そして、電界が適用される。そして、ボールｉｓｎ＆ａｐｏｓ；ｔの軸が分野によって、整列配置したときに、ｌｏボール上の力に結果としてなる。表示のために示されるボールの側は、電極に適用される電圧の有極性に依存する。これらのケースのうちの全３つにおいて、それらに高コントラストのような陽若干の機能およびプラスチックサブストレートとの互換性があると共に、彼ら全員は現在高く電圧をドライブして、遅い応答時間を有して、市販のドライブ電子工学と互換性を持たない。

【０００５】
液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）は、それらを切替えることを必要とする低駆動電圧、それらの比較的速い応答時間、ドライブエレクトロニクスの広い入手可能性および技術への重要な知的で製造投資のために魅力的である。試みは、それらをプラスチックサブストレート（分散するポリマーであることは表示する（ＰＤＬＣＤｓ）１つの実施例）と互換性を持つようにするためにポリマーマトリックスの範囲内で液晶を混在させたＬＣＤを呈するためになされた。ＰＤＬＣＤＳは、ディスプレイを組み立てる前に溶液に液晶およびｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒを混在させることにより製造される。ディスプレイを組み立てた後に、ポリマーは硬化後の、概してそばに紫外光である。重合の間、ＬＣは顕微鏡の液滴にポリマーから分かれる。ＬＣの液滴がいかなるアラインメント層と接触してもないので、分子の方位はランダムである。そして、光は液滴によって、点在する。電圧をＰＤＬＣＤの電極に適用することは液晶材分子に整列配置させられる。そして、透明になっている表示に結果としてなる。他のフレキシブルディスプレイのように、ＰＤＬＣＤｓは一般に既存のドライブ電子工学と互換性を持たない高駆動電圧を必要とした。アメリカ特許数字４，６８８，９００のような２つのＰｒｉｏｒ技術、５，３２１，５３３、５，３２７，２７１、５，４３４，６８５、５，５０４，６００、５，５３０，５６６、５，５８３，６７２、５，９４９，５０８、５，３３３，０７４および５，４７３，４５０は、硬化機構（光重合）として、光を使用しているポリマーの重合の間、全てＬＣ／ｐｏｌｙｒｎｅｒ混合の位相分離を利用する。

【０００６】
方法は、より低い駆動電圧（そしてＰＤＬＣＤｓにおいて、成し遂げられるそれら）を有するかもしれないａｎｉｓｏｔｒｏｐｉｃａｌｌｙな分散するＬＣ／ポリマー構造を成し遂げるために開発された。アメリカ特許番号５，９４９，５０８は、薄板状構造がある方法がＬＣおよびポリマーが対向するサブストレートに配置されていることをそれによって、成し遂げたことを記載する；これは、装置を切替えるのに必要な駆動電圧を減らすが、それがサブストレートのうちの１つ上のこすられたアラインメント面を有するために実際的なだけである構造に結果としてなる。この構造がｎｅｒｎａｔｉｃであるか電気的に制御複屈折（ＥＣＢ）ディスプレイで効果的な一方、概して両方のサブストレート上のアラインメント面を必要とするねじられたｎｅｒｎａｔｉｃ（ＴＮ）で表面のねじられたｎｅｒｎａｔｉｃ（ＳＴＮ）のようなディスプレイを造ることはよりむずかしくなる。アメリカ特許数字５，４７３，４５０および５，３３３，０７４は、マスクを使用している光源に装置の部分だけをさらすことによって、光重合の間、ポリマーをローカライズする方法を記載する。画素（３ｍｍ）の順序上のサイズのポリマー構造はなし遂げられる、しかし、フォトマスクが装置の範囲内で電極構造に一般に整列配置されなければならなかった時から、製造はよりむずかしくてもよい、そして、高価な視準された紫外線ソースは一般に使用されなければならない。非常に０．３ｍｍより小さい構造は、ＬＣ／ポリマー混合の固有の散乱のために、成し遂げるのが困難でもよい。アメリカ特許番号５，４７３，４５０はアラインメント層上へ光重合開始剤のパターニングを教示する、しかし、この方法はサブストレート上へ一般に化学光重合開始剤の非常に正確な、覆われた堆積を必要とする。明白なＩＴＯ電極にマスクをシルクスクリーンで作る適当なアラインメントは成し遂げるのが困難でもよい、そして、化学製品のポリイミドアラインメント面の上の導入はアラインメント面、ディスプレイのひどい外観およびより低い製造産出高に直接ＬＣの貧しいアラインメントに結果としてなることができる。

【０００７】
他の方法は、接着材要素を含んでいるプラスチックサブストレート間の粘着力を提供するために開発された。１つの方法、熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ）またはスペーサ要素のまわりの固体のコーティングとしての熱可塑性（例えば熱い溶融）接着材において、（アメリカ３特許数字４，６７８，２８４、５，１３０，８３１）。おおわれているスペーサがサブストレートの間で適当であったあと、熱および圧力は印加される。他の方法は、スペーサ要素（アメリカ特許数字５，８１２，２３２、５，５８１，３８４、６，００４，４２３）と別の固い接着材要素を使用する。

【０００８】
ショックおよび低下のための破損課題に加えて、ガラス製基板ディスプレイも、過度の温度を存続するのが困難である。表示の温度が寒さの間で循環して、熱い、それは時々スペーサおよび液晶流体間の小さい空所を開発する。空所が大きさにおいて、小さい一方、表示が修理のために返されるために、それらは十分に概して目立つ。空所は、ＬＣおよび概してガラスであるかプラスチックスペーサ間の熱膨張係数の不整合による。ガラス製基板ディスプレイが室温で、組み立てられて、それから封止されるときに、そのボリュームはそこで本質的に固定する。表示がクールダウンされるにつれて、ＬＣおよびスペーサ材料は収縮する、しかし、熱膨張係数の不整合およびスペーサの機械の不連続のために、応力はスペーサ周辺でローカライズされる。そして、空所は発達する。まず最初に、空所は真空または非常に低圧力の小さい領域である、しかし、ＬＣのより不安定な構成要素は下部のエネルギー平衡状態を達成するために空所を満たすために急速にガスの位相へ移動する。表示が室温に返されるときに、空所を満たしている蒸気は空所がＬＣの中へと戻して、吸収されるのを防止する。そして、損害は概して永続的である。他の方法の間に、表示製品は、いずれのガラスもまたはプラスチックの核を囲んでいるより柔らかい、より対応する外コーティングを有する特別に製造されたスペーサを利用することによって、この課題を解決した。外側の対応する層は表示の熱循環の間、遭遇される応力を軽減するために行う。そして、このように空所を予防する。これらのスペーサを製造することの難しさのた

め、不可欠なときに、それらが１０－２０回、規則的なスペーサよりしばしば高価で、そのようにしばしば使われる。

【発明の開示】

【０００９】

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】

一般に第１の態様の、本発明が２つのサブストレート外装品から成る液晶ディスプレイデバイスを特徴として、各々、サブストレートのうちの少なくとも１つから間隔を置いたこと－透明である（２つのサブストレートとのすきまの電界を決めるために配置される電極）一つ以上のスペーサ４つのサブストレート（装置のアセンブリの間、サブストレートの間で導かれていたスペーサ要素）の間に位置する要素２つのサブストレートとの最も少なく一部のすきまの電気光学物質充填材、そして、重合材料がサブストレートとの最も少なく一部のすきまで満ちて、液体状態のスペーサ要素に適用されて、スペーサ要素の後、ｓｉｔｕにおいて、重合していた液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料から成る重合材料は、サブストレートの間で適当であった。

【００１１】

一般に第２の態様で、本発明は各々（透明なサブストレートのうちの少なくとも１つ）に向かう２つのサブストレート間のスペーサ要素を導くことによって、液晶ディスプレイデバイスを製造することを特徴とするサブストレート間のスペーサ要素の導入の前か後に液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料を一つ以上のスペーサ要素の外面に適用すること、電気光学材料を有する２つのサブストレートとの最も少なく一部のすきまで満ちて、サブストレートとの最も少なく一部のすきまで、固体重合材料充填材を元の位置に形成するために液体ｐｒｅｐｏｌｙｉｎｅｒｉｃな材料を重合させて、２つのサブストレートとのすきまの電界を決める位置決め電極。

【００１２】

好適な実施態様において、以下の特徴の一つ以上は、組み込まれることができる。重合材料が、スペーサ要素の近くにあってもよい。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、サブストレート間のそれらのはじめにの前にスペーサ要素に塗布されることができる。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、サブストレート間のそれらのはじめにの後、スペーサ要素に塗布されることができる。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、最も少なくいくつかのスペーサ要素で、折り畳みシェル環境に入っていることができる。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、以下の材料の一つ以上を構成できる：単量体（例えば基本ポリマーチェーン材料）、オリゴマ（例えば、連結している交差のための）、防止剤（例えば、記憶の間、重合を予防するために）（粘着力プロモータ）、そして、（ＰＩＥ）材料を始めているかまたは強化している重合。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、２，０００，０００センチポアズ以下の粘性を有することができる。（ＰＩＥ）材料を始めているかまたは強化している重合は、液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料と接触して持ってこられることが可能である。ＰＩＥ材料は、以下のウェイのうちの１つの液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｅ材料と接触して持ってこられることが可能である：それは、スペーサ要素に塗布される液体５つのｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料を混ぜ合わせられる；それは、スペーサ要素の範囲内でか続けて担持される；それは、溶かされるかまたは電気光学物質の中で浮遊していた。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ材料およびＰＩＥ材料は、最も少なくいくつかのスペーサ要素で、両方とも折り畳みシェル環境に入っていることができる。重合元の位置の光のアプリケーションによって、重合を始めることを成ることができる。液体ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は熱硬化性樹脂材料であってもよい、そして、元の位置に重合することは加熱から成ることができる。重合材料は、２つのサブストレートの間で伸びるポリマー支持体から成ることができる。重合材料は、２つのサブストレートの間で伸びないポリマー部材から成ることができる。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料のない付加スペーサ要素は、サブストレートの間で導かれることができる。スペーサ要素は、以下を含むことができる：多数の一般に球面であるか円筒状要素。スペーサ要素は、ガラスを

含むことができる。ガラスは、エッチングされることができる。スペーサ要素は、プラスチックを含むことができる。プラスチックは、多孔性でもよい。スペーサ要素は、ｎａｎｏｐｏｒｏｕｓであるか、ｍｅｓｏｐｏｒｏｕｓであるかｍｉｃｒｏｐｏｒｏｕｓである高表面積分子を含むことができる。スペーサ要素は、ランダムにサブストレートとのすきまにあることができる。スペーサ要素は、以下を含むことができる：多数の要素一般にサブストレートとのすきまより小直径の。スペーサ要素は、以下を含むことができる：サブストレートとのすきま全体にランダムに配置される多数の要素。スペーサ要素は、そうすることができる一般にサブストレートと接触してない。スペーサ要素が、１つのサブストレートだけと接触してあってもよい。スペーサ要素は、以下を含むことができる：格子回路網構造。格子回路網構造は、二次元でもよい。格子回路網構造は、ｔｈｒｅｅｄｉｍｅｎｓｉｏｎａｌでもよい。スペーサ要素は、サイズおよび形状の非ユニフォームであってもよい。スペーサ要素は、肌荒れを有することができる。大部分のスペーサ要素は、重合の前にサブストレートとのすきまにおいて、回ることができてもよい。流動床は、スペーサ要素として役立つことができる。流動床は、伸長可能な流動床であってもよい。スペーサ要素は、サブストレートの非像部分に位置できる。スペーサ要素は、サブストレートの周辺に沿って位置することができて、サブストレートとのすきまを封止している一つ以上のシール部材として役立つことができる。スペーサ要素は、ｉｎｔｅｒｐｉｘｅｌ地方にあることができる。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒは、元の位置の６つの重合に縮むことができる。大多数のポリマー支持体は、各々の２つのサブストレートに保税倉庫留め置きでもよい。ポリマー支持体は、お互いによって、相互接続しない主に別々の部材であってもよい。ポリマーの領域を相互接続している一つ以上は、大多数のポリマー支持体を相互接続できる。地方を相互接続することのうちの１つは、以下を有することができる：サブストレートのポリマー隣接した一つの層。スペーサ要素は、電気光学物質のアプリケーションの前のサブストレートに対する乾燥した吹き付けられた閉路であってもよい。スペーサ要素は、サブストレートに吹き付けられる湿気であってもよい。溶液または懸濁液の状態のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料によって、特徴づけられる溶媒が、湿式の噴霧のために使うことができる。ＰＩＥ材料は、以下の一方または両方から成ることができる：元の位置の重合プロセスの開始プログラムおよび触媒。ＰＩＥ材料は、起動する光であってもよい。材料がそうすることができるＰＩＥは、以下を含む：光重合開始剤。光重合開始剤は、以下を有することができる：異なるスペクトル感度の重合が異なる場所の異なる時間に始められることが可能であるために複数の光重合開始剤。光は、紫外光であってもよい。ＰＩＥ材料は、起動する熱であってもよい。ＰＩＥ材料は、ディスプレイの組立て後のしばらくして起動するｓｅｌｆ－であってもよい。ＰＩＥ材料は、光重合開始剤および触媒から成ることができる。材料がそうすることができるｐｒｅｐｏｌｙｉｎｅｒｉｃは、次の過程のうちの少なくとも１つ時までに、サブストレートにあてはまった：ピペット、注射器または印刷。印刷は、以下を含むことができる：シルクスクリーン、グラビア、ｆｌｅｘｏｇｒａｐｈｉｃであるか石版印刷方法。スペーサ要素は多孔性マトリックスを有する多孔性構造であってもよい、そして、材料がそうすることができるｐｒｅｐｏｌｙｉｎｅｒｉｃは構造を多孔性ものの多孔性母体に吸収した。多孔性構造はｎａｎｏｐｏｒｏｕｓなセラミックであってもよい、または、シリカは材料の基礎を形成した。スペーサ要素は、以下を含むことができる：電気光学物質がインターポリマー地方を満たすために、ポリマー回転楕円体の開いたネットワークは形をなした。多孔性構造の有孔率は、元の位置の重合する材料から成るポリマーマトリックスに、スペーサ要素の所望の粘着力を与えるのに選ばれることができる。電気光学物質は、液晶材料であってもよい。電気光学物質は、ｎｉｅｓｏｒｎｏｒｐｈｉｃな材料であってもよい。本発明は、電界を生成する少なくとも一つのサブストレートおよび第２のサブストレート上の少なくとも一つの電極上の少なくとも一つの電極から更に成ることができる。材料がそうすることができるｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃは、少なくとも一つの以下から成る。アクリル樹脂に拠点を置く接着材、エポキシに拠点を置く接着材、ウレタンに拠点を置く接着材。７つのｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料は、主に以下のうちの１つ時までにアプリケーションによって、硬化できる。軽

く、熱（化学添加剤の中で混在させること）。サブストレートは、以下を含むことができる：フレキシブルポリマー材料。ディスプレイは、詳細な説明において、参照されるテキストを撓曲させることに耐えることができてもよい。

【００１３】

プラスチックｄｉｓｐｌａｙ＆ａｐｏｓ；ｓ耐久性に影響を与える２つの重要な仕様は、その圧縮および果皮強さである。加えて、スペーサ要素が単一のサイズであって、両方のサブストレートと接触して中にあるときに、アセンブルされたｃｅｌｌ＆ａｐｏｓ；それはしばしば圧縮強さがはくり強さより低いスペーサ密度により達成されるという場合である。減少することは劣化を対比すると共に、したがって、それぞれにｄｉｓｐｌａｙ＆ａｐｏｓ；ｓ圧縮およびはくり強さを改良することが可能なことは、望ましい。周囲のポリマーと同じ材料から成るスペーサ要素は、圧縮強さへの比較的ほとんど影響を有する加算はくり強さ以外に結果としてなっていないサブストレート間の付加重合体相互接続の重要な利点を提供する。スペーサおよびポリマースペーサの相対的な密度およびポリマースペーサのデュロメータを調整することによって、表示ｄｅｖｉｃｅ＆ａｐｏｓ；ｓ積層体構造の圧縮および果皮強さの改良は、成し遂げられることが可能である。

【００１４】

液体接着材の使用は、固体の接着材（例えば熱い溶融または熱可塑性材料接着材）の上の多くの利点を提供する。液体接着材は、かなりより良い表層の粘着力、破壊の前の伸びおよび、たとえば、固体の接着材より引張強さを達成できる；以下、これらのパフォーマンスパラメータが、接着性ものはどれほどの耐久消費財を結合するかについて決定している全ての重要な要因であるの詳細について説明する。

【００１５】

本発明の他の特徴および効果は以下の詳細な説明から、そして、請求項から明らかである。そして、″と名付けられる私の出願；Ｓｕｂｓｔｒａｔｅ ＳｐａｃｅｒｓのＶｉｃｉｎｉｔｉｅｓにおいて、ＬｏｃａｌｉｚｅｄされるＰｏｌｙｍｅｒを有するＥｌｅｃｔｒｏｏｐｔｉｃａｌ Ｄｉｓｐｌａｙｓの開示および請求項から、ＥｌｅｍｅｎｔｓをＩｎｉｔｉａｔｉｎｇしていて、ＥｎｈａｎｃｉｎｇしているＰｏｌｙｍｅｒｉｚａｔｉｏｎを有する″Ｅｌｅｃｔｒｏｏｐｔｉｃａｌ Ｄｉｓｐｌａｙｓ ＣｏｎｓｔｒｕｃｔｅｄはＢｅｔｗｅｅｎ Ｓｕｂｓｔｒａｔｅｓ、″および″をＰｏｓｉｔｉｏｎｅｄした；、Ｍｕｌｔｉｌａｙｅｒ Ｓｔｒｕｃｔｕｒｅを有するＥｌｅｃｔｒｏｏｐｔｉｃａｌ ＤｉｓｐｌａｙｓはＰｏｌｙｍｅｒｉｚａｔｉｏｎおよび／またはＰｈａｓｅ ＳｅｐａｒａｔｉｏｎのＲａｔｅｓをＶａｒｙｉｎｇすることによって、Ａｃｈｉｅｖｅｄした、これと共に偶数の日付（そして、引用したものとする）に出願された″。

【００１６】

好ましい実施例で、本発明によればＩｎｖｃｎｔｉｏｎのＤｅｔａｉｌｃｄ Ｄｅｓｃｒｉｐｔｉｏｎ、液晶ディスプレイデバイスは、以下の手順を使用して組み立てられる。

１．サブストレートは、さまざまな乾燥およびベーキング操作を容易にするために最終的な製品の光学特性を改善する複屈折の低レベルを有する。そして、１５０度Ｃより大きいガラス遷移温度を有するフレキシブルポリマー材料である。これらの必要条件を満たすポリマーは、ポリエステル繊維エーテルｓｕｌｐｈｏｎｅ（ＰＥＳ）である。蒸気バリヤーは、信頼性を改良するサブストレートおよびディスプレイの製品寿命の外側の表層上へおおわれている；蒸気バリヤーは、概して酸化シリコンおよび他のポリマーの薄膜積層体構造から成る。

【００１７】

２．サブストレートは概してインジウムの真空－堆積する層でおおわれている。スズの酸化物（ＩＴＯ）。そして、それは、透明導電体である。ＩＴＯは、それから化学製品、電子ビームまたはレーザーエッチングを経てパターン化される。

３．ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒはＮｏｒｌａｎｄ Ｐｒｏｄｕｃｔ＆ａｐｏｓのような市販のｐｈｏｔｏｃｕｒｅｄされたポリマーであってもよい；、ｓ ＮＯＡ－６５またはそれは以下のようなカスタムメイドの製剤であってもよい。

【００１８】
【表１】

%	材　料
50	サートマー社 SR 9644
15	サートマー社 SR 306
18.5	サートマー社 SR256
1.25	安定剤
3	アセト クァンタキュア ITX
5.5	トリエタノールアミン(TEA)
1.05	3M社 FC-430
1.6	ダウ コーニング DC-57
1.6	湿潤剤
2.5	フラテッリ ランベルティ エスカキュア KIP

４．ｐｒｅｐｏｌｙｒｎｅｒ混合は、ほぼ５０ｃｐｓの粘性を達成するのに十分な比率で、メタノールのような溶媒において、希釈される。
５．ポリイミド溶液は、サブストレートのうちの少なくとも１つのＩＴＯ側上へおおわれていて、１時間の１５０度Ｃの温度で焼いた。ポリイミド面は、それから液晶のためのアラインメント層を開発するためにこすられる。
【００１９】
６．メルクＥ７のような液晶は、ポリイミド面上へ薄膜層でおおわれている。細胞の厚みがスペーサ要素で測定された時から、液晶の正確な量は重大でない。
５．３－３．５の直径のガラススペーサ［ｔｒｎは、超音波振動タンクの，ｏｌｕｔｉｏｎにおいて、サスペンドされると共に、Ｉ０分の間のフッ化水素酸の１．２５％の溶液を使用してｓｕｒｆａｃｅ－ｅｔｃｈｅｄされる。洗浄の後、エッチングされたスペーサは、それから開始プログラムを含んでいる溶液およびシランのような粘着力プロモータへのスペーサを浸漬して、それからｓｕｂｓｔｒａｔｅ（ｓ）上へ垂直乾燥カラムの最上部に、スペーサを吹き付けることによって、メタクリル酸塩シランおよび光重合開始剤の混成でおおわれている。シランは、シラン／ポリマーインターフェースで、シランにガラス間の１０のボンディングおよびシラン／ガラスインターフェースの化学ボンディングおよびポリマーの分散を経たポリマーを改良する。。
【００２０】
６．スペーサは、ほぼ１の集中のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ溶液に混入される：　ｉ　ｗｔ／ｗｔ．スペーサは、それから超音波ミキシングを使用しているｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ溶液に分散する。。
７．エアゾール噴霧装置を用いて、ディスプレイが組み立てられるときに、ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ／スペーサ混合物はそれから少なくとも約３０のスペーサ／ｍｍ２の表面密度を達成する充分な時の間のコーティングしてないサブストレートに噴霧される。スペーサは、基体表面全体に一般にランダムに配布される傾向がある。ほぼ１０－３０のプシーのマイクロ濾過された圧縮窒素が、推進薬として使われる。圧力、混合の粘性、スペーサの相対濃度およびｐｒｅｐｏｌｙｉｎｅｒは、噴射孔形状と同様に一つのスペーサだけをｐｒｅｐｏｌｙｉｎｅｒを含んでいる液滴の若干の数でおおっているｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒを達成するように調整される。そのサブストレートは、それから混合から溶媒を除去するために１５分の間の１２０度摂氏にさらされる。。
【００２１】
８．ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ／スペーサ混合を有するサブストレートは、成層ステップの前

にポリマーにタックを提供するために概してｐｒｅｃｕｒｅステップを受ける。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒが熱および光によって、治療可能な場合、溶解力があるパン焼きステップが同様にプレ加硫ステップとして使うことができる。
９．上下のサブストレート上のＩＴＯパターン間の適当なアラインメントを維持すると共に、サブストレートはそれから一緒に積層である。。
【００２２】
８．細胞の両側は、それからスペーサ周辺で光重合開始剤の切断および遊離基の発散が生じる紫外線にさらされる。重合反応は、それから創始者に預けられた各々のスペーサに集中する開始サイトを続行する。私がステップ８の後、表示の横断面図を表すと想像する結果として生じる表示は、全くフレキシブルである。それは、曲がることの量が米国特許第６，０１９，２８４号（本願明細書に引用したものとする）に記載されている試験を撓曲させる際に特定した最少でによって、パーマネント損害なしで撓曲できる。。
【００２３】
必要でない各々のスペーサもそれの近くでもそのポリマー形式、ポリマーは１つのサブストレートから合計他のケースまで完全に伸びる。例えば、若干のスペーサはｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料で被覆されることができなかった、または、それらは不完全におおわれていることができた。
１つのサブストレートからもう一方まで完全には伸びないポリマー支持体は、まだ液晶の絶縁した領域をつくる際にためになることができて、このことにより特定の強誘電体液晶材料の可能な改良された双安定を作ることができる。そして、それは、改良された双安定を呈することができる液晶層が１つのサブストレートに沿って離散的な液滴に分けられる。
【００２４】
もう一つの実施例では、サブストレート間隔を決定する支配的なスペーサ要素サイズより小さいＰＳＥｓは、ｐｒｅｐｏｌｙｒｎｅｒ／スペーサ混合に加えられることが可能である。これらのＰＳＥｓは、概して透明度を成し遂げるために公式化されるポリマーおよび分散を減らすためにポリマーおよび液晶と同様である屈折率から成る。これらのポリマー間隔要素が、多くの方法によって、生じることができて、次の事態の前にエアゾール分散を経たサブストレート上へそれらのデポジション時に形成されさえすることができる；上記の分散は、生成されるポリマーミクロスフェアの熱およびウルトラバイオレット加硫に先行する。一旦ＰＳＥｓがサブストレート上へ堆積すると、ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ／スペーサ混合は前の通り堆積する。あるいは、ＰＳＥｓはサブストレート上へそのデポジションの前にｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ／スペーサ混合を混ぜ合わせられることが可能である。この実施例は、表示のコントラストを減らすことができるいかなる付加堅いスペーサ要素のないもサブストレート間のポリマー接点の付加位置を考慮に入れる。これは、図２に示すことができる。
【００２５】
別々の方法ステップにおいて、付加ＰＳＥｓは、堆積できる。この場合、液滴サイズがサブストレート間の所望の間隔より僅かに高いＰＳＥｓの最上部に結果としてなるために、エアゾール状況は調整される。その上、ＰＳＥｓは半硬化後の状態の表層上へ堆積する。成層に、ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒおおわれたスペーサは、液晶層で押されて、先に述べた実施例に記載の対向するサブストレートに対して押圧した；半硬化したＰＳＥｓは、また、液晶層で押されて、対向するサブストレートにより圧縮される。ＰＳＥｓは、ポリマーから成ることができる１２としての類似した光学的性質を有する、たとえば、スペーサを被覆しているポリマーが異なる機械の特性を有することができると共に、材料が公式化されることができるＰＳＥが、破壊パラメータの前にその伸びのための値を同じく有している硬化に、縮小する。このような方法で、プラスチックサブストレートは、成層細胞の完全な硬化に、次の制御量によって、一緒に実際に描画されることができる。これは、その全体的な耐久性と同様に有意に表示の屈曲実行を強化する。
【００２６】

もう一つの実施例ではスペーサも個々に、または、中で、小さいグループが、また、ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ．の量を含む折り畳みシェルに入っているこれは、マイクロカプセル化として一般に分類される種々の周知の技術により達成されることができる。マイクロカプセル化プロセスは一般のいくつかのカテゴリに分類される。そして、その全ては本発明に適用されることができる：界面重合、元の位置の重合、物理的な方法（例えばｃｏｅｘｔｒｕｓｉｏｎおよびコアセルベーション）。サブストレートがちょうど記載されているカプセル化された要素という形をとっている液晶材料およびポリマーコートのスペーサ要素と共に積層ときに、マイクロカプセルはｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒをリリースしている成層プロセスの間、圧壊される。他の実施例のように、スペーサは成層の間、両方のサブストレートに対して押圧される。その一方で、リリースされたｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒはスペーサ要素を囲んでいるままで、２つのサブストレートと接触して持ってこられている。表示は、それから前の通り紫外光およびｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒにさらされる重合させる（両方のサブストレートにスペーサを結合している硬化したポリマーに結果としてなること）。

【００２７】

他のマイクロカプセル化技術が本発明のための適当な特性を有するマイクロカプセルを作成するために用いることができる一方、特に本発明にかなり適している２つのカプセル化技術は元の位置の重合および界面重合である。

元の位置の重合のテクニックは油／水エマルジョンを利用する。そして、それは水性の環境のスペーサ／ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ混合を分散させることにより形成される。水性の位相のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒを乳状にする前に、スペーサは混合されて、１：２の比率のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒに、完全にｗｔ／ｗｔ．を分散させた。乳化のための結果として生じるｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ液滴１３は、液滴の範囲内で含まれる５つ未満のスペーサを有する直径１５－３０ミクロンである。方法の目標は、カプセルにつき１つのスペーサだけを有するカプセルを作製することである。方法パラメータのより厳しい制御は、複数のスペーサを有するカプセルを最小化する液滴サイズ上のより少ない偏差を達成できる。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ（例えばガラス）より異なる密度の材料から成るスペーサを用いて、１つのスペーサを含んでいないカプセルの数は浮揚のような密度－ソート方法を経た完結したカプセルをソートすることによって、最小化されることができる、または、ｃｅｎｔｒｉｆｕｇｅ．Ｔｈｅ単量体は水性の位相に導入されて、重合して、ポリマーを水性の位相のための高い内部位相のための親和性により形成する。このように、乳状にされた油のような液滴周辺で凝縮する。１つの特に役立つ元の位置の重合プロセスにおいて、尿素およびホルムアルデヒドは、ポリエステル繊維（アクリル酸）（米国特許番号４，００１，１４０参照）がある場合には、縮合する。結果として生じるカプセル盤は尿素／ホルムアルデヒド共重合体である。そして、それはスペーサ／ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ液滴を囲む。カプセルは、明白で堅い。カプセルシェルが成層の後、表示のままだった時から、透明度は重要である；あまりに対応するシェル材料が成層の間、圧壊していなくて、適切にｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒをリリースしていないシェルに結果としてなった時から、剛性はカプセルシェルの重要な特徴である。メラミンに基づくシェル材料も、必要特性スライドおよび剛性を有する。

【００２８】

表示において、使用する電気光学材料は、液晶のいかなるタイプでもありえる；たとえば、少し例を挙げれば、本発明はｎｅｒｎａｔｉｃな、ゆがんだｎｅｒｎａｔｉｃな、超ねじれネマティック、ｆｅｒｒｏｌｅｃｔｒｉｃな、反強誘電性の、コレステロール液晶ディスプレイに、利点を提供する。本発明も、非ＬＣＤディスプレイに利点を提供する。たとえば、ｅｌｅｃｔｒｏｐｈｏｒｅｔｉｃなおよびＧｙｒｉｃｏｎディスプレイの耐久性は、この方法によって、かなり強化されることができる。

【００２９】

他の好ましい例として、液晶ディスプレイデバイスは、以下の手順を使用して組み立てられる。

１．サブストレートは、さまざまな乾燥およびベーキング操作を容易にするために最終的

な製品の光学特性を改善する複屈折の低レベルを有する。そして、１５０度Ｃより大きいガラス遷移温度を有するフレキシブルポリマー材料である。これらの必要条件を満たすポリマーは、ポリエステル繊維エーテルｓｕｌｐｈｏｎｅ（ＰＥＳ）である。蒸気バリヤーは、信頼性を改良する１４のサブストレートおよびディスプレイの製品寿命の外側の表層上へおおわれている；蒸気バリヤーは、概して酸化シリコンおよび他のポリマーの薄膜積層体構造から成る。

【００３０】

２．サブストレートは概してインジウムスズ酸化物（ＩＴＯ）の真空－堆積する層でおおわれている。そして、それは透明導電体である。ＩＴＯは、それから化学製品、電子ビームまたはレーザーエッチングを経てパターン化される。

３．ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒはＮｏｒｌａｎｄ　Ｐｒｏｄｕｃｔ＆ａｐｏｓのような市販のｐｈｏｔｏｃｕｒｅｄされたポリマーであってもよい；、ｓ　ＮＯＡ－６５またはそれは以下のようなカスタムメイドの製剤であってもよい。

【００３１】

【表２】

%	材　料
50	サートマー社 SR 9644
15	サートマー社 SR 306
18.5	サートマー社 SR256
1.25	安定剤
3	アセト クァンタキュア ITX
5.5	トリエタノールアミン(TEA)
1.05	3M社 FC-430
1.6	ダウ コーニング DC-57
1.6	湿潤剤
2.5	フラテッリ ランベルティ エスカキュア KIP

４．混合が１：２５比率でメタノールのような溶媒において、希釈されるｐｒｅｐｏｌｙｒｎｅｒは、重量によって、分かれる。

５．ポリイミド溶液は、サブストレートのうちの少なくとも１つのＩＴＯ側上へおおわれていて、１時間の１５０度Ｃの温度で焼いた。ポリイミド面は、それから液晶のためのアラインメント層を開発するためにこすられる。

【００３２】

６．３－３．５の直径のガラススペーサ［ＴＭが、使われる。スペーサは、かなりの数のメルクＥ７のような液晶に混入される（表示が１を有する最少の約３０のスペーサ／ｍｍ２で５の表面密度を生じるのに十分な密度を有する組み立てる）。スペーサは、基体表面全体に一般にランダムに配布される傾向がある。

７．液晶／スペーサ混合は、ポリイミド面上へ薄膜層でおおわれている。細胞の厚みがスペーサ要素で測定された時から、液晶の正確な量は重大でない。

【００３３】

８．ＰＳＥｓは、エアゾール分散を経たコーティングしてないサブストレート上へ堆積する。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒ製剤の粘性は調整される。そして、必要に応じて、ｐｒｅｐｏｌｙｒｎｅｒはエアゾールパラメータがほぼ３０％、スペーサ直径より大きいＰＳＥｓの粒径を達成するように調整することに加えて溶媒において、希釈される。そのサブストレートは、それから混合から溶媒を除去するために１５分の間の１２０度摂氏にさらされる。

【００３４】
９．ＰＳＥｓを有するサブストレートは、成層ステップの前にポリマーにタックを提供するために概してプレ加硫ステップを受ける。ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒが熱および光によって、治療可能な場合、溶解力があるパン焼きステップが同様にプレ加硫ステップとして使うことができる。
１０．上下のサブストレート上のＩＴＯパターン間の適当なアラインメントを維持すると共に、サブストレートはそれから一緒に積層である。図４は、成層の前にちょうどサブストレートを表す。
【００３５】
１１．細胞の両側は、それからスペーサ周辺で光重合開始剤の切断および遊離基の発散が生じる紫外線にさらされる。重合反応は、それから各々のＰＳＥに集中する開始サイトを続行する。
異なるスペクトル感度を有する２つ以上の光重合開始剤は、いつの重合が特定のサイトで始められるかについて制御するために用いることができる。光源の光子エネルギーが特定の閾値を上回るときに、光重合開始剤の切断が起こるので、光重合開始剤は特定の値より少なく概して波長の光に影響される；このように、可視光に影響される光重合開始剤は、通常また、紫外光に影響される。この特徴を働かせている一実施例は、スペーサ要素をＵＶ感光性光重合開始剤で被覆することになっていて、ＰＳＥｓ１６のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒを有するために可視軽い感光性光重合開始剤を含むことになっている。アセンブリは最初に可視光にさらされる。そして、ＰＳＥポリマーの縮みのために一緒に２つのサブストレートを描画するＰＳＥｓだけの硬化に結果としてなる。アセンブリはそれから紫外線にさらされる。そして、スペーサを囲んでいるポリマーに硬化させる。
【００３６】
例えば他の実施例、粘着力プロモータのような合成物を強化している他の重合または添加剤において、ＰＳＥｓの中で、涙特性の前に伸びを改良するウレタンは、全てまたは若干のサブセットに加えられる。この種のウェイにおいて、はくり強さは更に強化されることができる。
１つの可能なポリマーは、材料の製造された光学等級バージョンの広い選択の有効性として、１つの０のウェルとして優れた光学明快さを有するアクリル接着材である。たとえば、また、使われるかもしれない他のポリマーは、一般的に、ポリマーのこれらの種類がアクリル樹脂のそれらに等しい光学的性質を有しないにもかかわらず、エポキシまたはウレタンである。アクリル接着材は、遊離基開始によって、硬化する反動的なクロス連結している構造上の接着材である。それらは、付加重合によって、メタクリル酸塩１つの５つの単量体および加硫に基づく。遊離基の形成は、接着材の突然で急速な連鎖反応および硬化を始める。他方、重合がウレタンおよびエポキシによって、象徴した凝結は、およそ一定の、通常下の反応率で進行する。アクリルベースの接着材の重合の開始のための遊離基の生成は、レドックス反応（例えばその含んでいるジメチルアニリンおよび過酸化物）により達成されることができる。連鎖反応の性質のため、遊離基は単量体から単量体まで広がることができる。そして、加硫は重合開始の位置から最高２．５ｍｍを伝播できる。この加硫伝搬現象の結果、加速装置および単量体は、完全な加硫を達成するために完全には混在する必要はない。硬化のための他のいくつかの方法に対するこのリード、そこにおいて、加速装置が、一つのの中でを表層に許すことのラッカーまたは薄膜層の形であることがありえる。＆ａｐｏｓと呼ばれる関連した他の加硫方法；ｈｏｎｅｙｍｏｏｎ＆ａｐｏｓにおいて、；、または、＆ａｐｏｓ；ｎｏ－ｍｉｘ＆ａｐｏｓ；工業用語で、２つの部品接着材が使われることそれ｜｜完全に全ての材料を重合させるために充分な遊離基の生成の各々の他の（いかなる必需品を混在させずに）意志結果と接触して持ってこられる。
【００３７】
Ａｃｒｙｌｉｃｓは、また、同様に波長の、そして、可視域の光による若干の例の４００ナノメートルより少なく、紫外光への露出によって、硬化できる。ｐｈｏｔｏｃｕｒａｂｌｅな接着材の場合、遊離基ソースは、光重合開始剤と呼ばれて、光への暴露上の遊離基

の形成に結果としてなる。２００－３００ナノメートルの範囲の光を有する光重合開始剤として作用する合成物は、ｂｅｎｚｏｉｎｅエーテル、活性ベンゾフェノンおよび関連した合成物である；ベンジルジアルキルアミノｍｏｒｐｈｏｌｉｎｙｌケトンは、可視波長－活性光重合開始剤の実施例である。光重合開始剤は、切断として公知の方法の光によって、遊離基を形成しているセグメントに解離される。同等の混合硬化システムの１つの実施例は、１つの構成要素のコバルト色の塩加速装置および他の要素のヒドロペルオキシドを使用するアメリカ特許番号４，３３１，７９５に表現される。反動的な希釈剤および周期的単量体を組み込むことによるＵＶ硬化バイア陽イオン重合であるエポキシは、また、公式化されることができる。たとえば、ウレタンのＵＶ－始められた陽イオン硬化は、Ａｌｌｉｅｄ Ｓｉｇｎａｌ Ｉｎｃにより製造されるそれのようなビニルエーテルおよびポリウレタンオリゴマに、形成の基礎をおくことにより達成されることができる。

【００３８】

本発明の実施例の大きな種類を、実践できる。光重合の率は、光源の強度を調整することにより制御されることができる。スペーサ要素は、多孔性構造およびｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒであってもよいそれから、このようにより良い粘着力を提供して、ポリマーおよび間隔のより良い相互浸透を提供するために多孔性マトリックスに吸収するできる。スペーサ要素は、ビーズまたはカン状体の形で概してガラスから成ることができる、それはそれから改良された粘着力のための表面積を増やすためにエッチングされる。１の一つ以上の層エッチングされることができるかまたはエッチングされることができなかったガラススペーサ上へ、結合薬品がおおわれていることができるシランのような粘着力プロモータｐｒｅｐｏｌｙｒｎｅｒ．を有するガラススペーサのコーティングスペーサ要素は、活発な像部分である表示の領域において、要求されることより高い集中のｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒに混ぜられることが可能である；混合はそれからｉｎｔｅｒｐｉｘｅｌ地方への印刷またはピペット方法を経たサブストレートまたは画像が発表されない周辺部上へ堆積する。そして、このように映像コントラストまたは品質に悪影響を与えることのない付加サポートを提供される。開始プログラムは、起動する単に熱だけまたはフォト活性か他の起動方法と同様に起動する熱１８だけであってもよい。ポリマーは、サブストレートに、そして、硬化に以下の最初のボンディングを契約するために選択される；２つのサブストレートはこのように一緒に描画される。そして、表示の耐久性を増やす；ポリマーがスペーサ要素周辺でローカライズされるときに、これは特に効果的である。そして、そのことは先に述べていた。スペーサ要素は伸長可能な流動床の一つ以上のシートであってもよいそのサブストレートの間に積層に、間隔を決定する要素はサブストレートの間にある。サブストレートの一つ以上は、ガラスまたは他の剛性材料の中でありえる。

【００３９】

本発明の他の実施例は、以下の請求項の範囲内である。

【図面の簡単な説明】

【００４０】

【図１】図１の８つのＢｒｉｃｆ Ｄｅｓｃｒｉｐｔｉｏｎは、発展中の光への暴露の前に成層の後、ｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料でおおわれている球面スペーサを使用する液晶ディスプレイデバイスの横断面を示す。

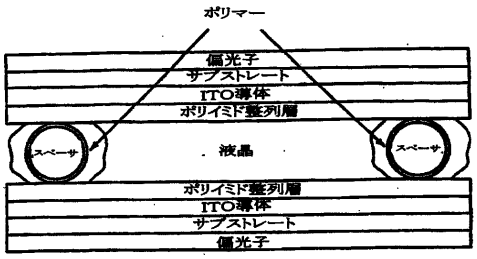
【図２】図２は、ＰＳＥｓがｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料を沈澱させる前に適用されるポリマースペーサ要素（ＰＳＥｓ）を含んでいるｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料でおおわれている球面スペーサを使用する液晶ディスプレイデバイスの横断面を示す。図は、成層の前にちょうど示される。

【図３】図３は、ＰＳＥｓがｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料を沈澱させた後に適用されるポリマースペーサ要素（ＰＳＥｓ）を含んでいるｐｒｅｐｏｌｙｍｅｒｉｃな材料でおおわれている球面スペーサを使用する液晶ディスプレイデバイスの横断面を示す。

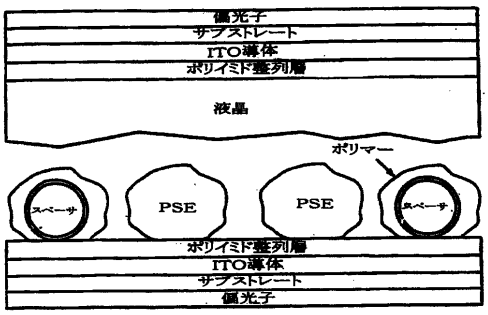
【図４】図４は、対向するサブストレート上へ堆積するポリマースペーサ要素（ＰＳＥｓ）を有する液晶に混入される球面スペーサを使用する液晶ディスプレイデバイスの横断面を示す。

【図５】図５は、ｍｅｓｈｌｉｋｅ間隔膜を使用する液晶ディスプレイデバイスの横断面を示す。

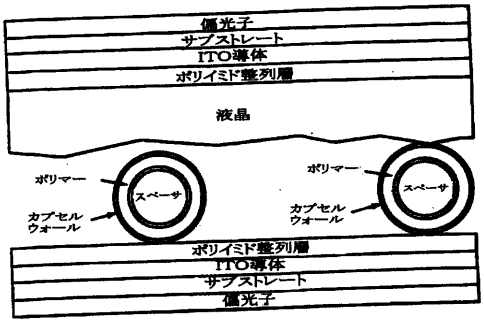
【図１】



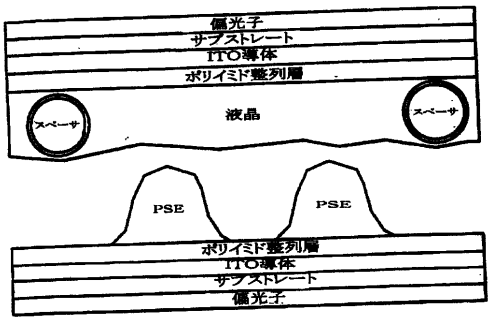
【図２】



【図３】



【図４】



【図５】


サブストレート，ITO，ポリイミド，偏光子ラミネート
メッシュ状フィルム間隔要素
サブストレート，ITO，ポリイミド，偏光子ラミネート

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
27 December 2002 (27.12.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/103446 A1

(51) International Patent Classification[7]: G02F 1/1339

(21) International Application Number: PCT/US02/04066

(22) International Filing Date: 12 February 2002 (12.02.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/882,311 15 June 2001 (15.06.2001) US

(63) Related by continuation (CON) or continuation-in-part (CIP) to earlier application:
US 09/882,311 (CON)
Filed on 15 June 2001 (15.06.2001)

(71) Applicant *(for all designated States except US)*: **VIZTEC, INC.** [US/US]; Suite 200, 14502 North Dale Mabry, Tampa, FL 33618 (US).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant *(for US only)*: **FREEMAN, Gary, A.** [US/US]; 47 Stearns Street, Newton, MA 02159 (US).

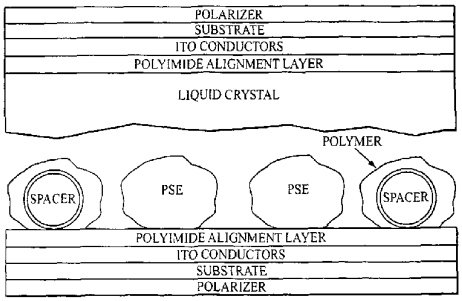
(74) Agent: **LEE, G., Roger**; Fish & Richardson, 225 Franklin Street, Boston, MA 02110-2804 (US).

(81) Designated States *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Designated States *(regional)*: ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: ELECTROOPTICAL DISPLAYS CONSTRUCTED WITH POLYMER-COATED ELEMENTS POSITIONED BETWEEN SUBSTRATES



(57) Abstract: There is disclosed a liquid crystal display device comprising two substrates facing and spaced from each other, at least one of the substrates being transparent, electrodes positioned to establish an electric field in the space between the two substrates, one or more spacer elements located between the substrates, the spacer elements having been introduced between the substrates during assembly of the device, an electrooptic material filling at least a portion of the space between the two substrates, and a polymeric material filling at least a portion of the space between the substrates, the polymeric material comprising a liquid prepolymeric material that was applied to the spacer elements in liquid form and having been polymerized in situ after the spacer elements were in place between the substrate.

WO 02/103446 A1

WO 02/103446 A1

Published:
— *with international search report*

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

Electrooptical Displays Constructed with Polymer-Coated Elements Positioned Between Substrates

Background of the Invention

This invention relates to liquid crystal and other electronic displays.

Commercially, it is highly desirable for an electronic display to be as thin and light as possible while still maintaining a high degree of ruggedness and imperviousness to forces that are a consequence of shock and drop. In the area of mobile electronics, such as cell phones and personal digital assistants (PDAs), size and weight are critical factors to the commercial success of a product, but currently breakage of the displays within these devices remains the primary cause of repairs and product returns. In addition, the need for electronic displays that can actually be bent has been acknowledged in several areas: so-called 'electronic paper' in which fiber paper is replaced with a display would be much more compelling as a product if the electronic display could be rolled up or folded like traditional paper; wearable electronics such as computers or multifunction watches would be much more comfortable to the wearer if the display were to conform to the user's body; chip cards which have strict flexure life-test performance standards would be able to incorporate flexible displays and still conform to those standards. Replacement of the glass substrates within displays with plastic film has been an area of active research within the display community for a number of years.

Electrophoretic displays achieve images via electrophoretics--the rapid migration of microparticles in colloidal suspensions. Light scattering particles are moved within a dyed colloidal suspension by electrostatic forces. The particles will either move toward the viewer, in which case, the typically white particles are seen by the viewer, or to the surface away from the viewer, in which case, the white particles will be hidden by the dark dye.

Cholesteric displays are another display technology being attempted on plastic substrates. When sandwiched between conducting electrodes, cholesteric liquid-crystal material can be switched between two stable states--the so-called focal conic and planar

states--in which the liquid crystal's helical structures have different orientations. In the focal conic state, the helical structures are unaligned and the liquid crystal is transparent. In the planar state, the helical structures' axes are all perpendicular to the display's surface resulting in essentially monochromatic transmission by the display.

The Gyricon display being developed by Xerox, is made of microscopic beads, randomly dispersed and held in place between two plastic sheets by a flexible elastomeric matrix of oil-filled cavities. The balls have strongly contrasting hemispheres, black on one side and white on the other. The white side is highly reflective, while the black side absorbs light. Each hemisphere has a unique intrinsic charge, resulting in a force on the ball when an electric field is applied and the axis of the ball isn't aligned with the field. The side of the ball presented for display depends on the polarity of the voltage applied to the electrode. In all three of these cases, while they have some positive features such as high contrast and compatibility with plastic substrates, they all currently high drive voltages, have slow response times, and are not compatible with commercially available drive electronics.

Liquid crystal displays (LCDs) are attractive because of the low drive voltages required to switch them, their relatively fast response times, the wide availability of drive electronics, and the significant intellectual and manufacturing investment in the technology. Attempts have been made to develop LCDs that intermixed the liquid crystal within a polymer matrix in order to make them compatible with plastic substrates, one example being polymer dispersed displays (PDLCDs). PDLCDs are fabricated by intermixing the liquid crystal and a prepolymer into a solution prior to assembling the display. After assembling the display, the polymer is cured, typically by ultraviolet light. During the polymerization the LC separates out from the polymer into microscopic droplets. Since the droplets of LC are not in contact with any alignment layer, the orientation of the molecules is random and light is scattered by the droplets. Applying a voltage to the electrodes of the PDLCD causes the LC molecules to become aligned, resulting in the display becoming transparent. Like the other flexible displays, PDLCDs required high drive voltages not generally compatible with existing drive electronics.

Prior art such as U.S. Patents Nos. 4,688,900, 5,321,533, 5,327,271, 5,434,685, 5,504,600, 5,530,566, 5,583,672, 5,949,508, 5,333,074, and 5,473,450 all make use of phase separation of an LC/polymer mixture during polymerization of the polymer using light as the curing mechanism (photopolymerization).

Methods have been developed to achieve anisotropically dispersed LC/polymer structures which might have drive voltages lower then those achieved in PDLCDs. U.S. Patent No. 5,949,508 describes a method in which a lamellar structure is achieved whereby the LC and polymer are disposed on opposite substrates; this reduces the drive voltages necessary to switch the device, but results in a structure where it is only practical to have the rubbed alignment surface on one of the substrates. While this structure is effective with nematic or electrically controlled birefringence (ECB) displays, it becomes more difficult to construct displays such as twisted nematic (TN) and super twisted nematic (STN) which typically require alignment surfaces on both substrates. U.S. Patents Nos. 5,473,450 and 5,333,074 describe methods of localizing the polymer during photopolymerization by exposing only portions of the device to the light source using masks. Polymer structures of a size on the order of a pixel (~0.3 mm) are achievable, but manufacturing may be more difficult since the photomask must generally be aligned to the electrode structure within the device and expensive collimated UV light sources must generally be employed. Structures much smaller than 0.3 mm may be difficult to achieve due to the inherent scattering of the LC/polymer mixture. U.S. Patent No. 5,473,450 teaches the patterning of photoinitiator onto the alignment layer, but this method generally requires a highly accurate, screened deposition of the chemical photoinitiator onto the substrates. Proper alignment of the silk-screening mask to the clear ITO electrodes may be difficult to achieve, and the introduction of chemicals directly onto the polyimide alignment surface may result in poor alignment of the LC to the alignment surface, poor appearance of the display and lower manufacturing yields.

Other methods have been developed for providing adhesion between plastic substrates involving adhesive elements. In one method, a thermoset (e.g., epoxy) or thermoplastic (e.g., hot melt) adhesive as a solid coating around the spacer elements (U.S.

Patents Nos. 4,678,284, 5,130,831). Heat and pressure are applied after the coated spacers are in place between the substrates. Other methods use solid adhesive elements separate from the spacer elements (U.S. Patents Nos. 5,812,232, 5,581,384, 6,004,423).

In addition to the breakage problems due to shock and drop, glass substrate displays also have difficulty surviving extremes of temperature. When the temperature of a display is cycled between cold and hot it will sometimes develop small voids between the spacers and the liquid crystal fluid. While the voids are small in size, they typically are noticeable enough that the display will be returned for repair. The voids are due to the mismatch in the thermal coefficients of expansion between the LC and the typically glass or plastic spacers. When a glass substrate display is assembled at room temperature and then sealed, its volume is essentially fixed at that point. As the display is cooled down, both the LC and spacer material will contract but due to the mismatch in the thermal coefficients of expansion and the mechanical discontinuity at the spacers, stress is localized around the spacers and voids develop. Initially, the voids are small areas of vacuum or very low pressure, but the more volatile components of the LC quickly move to a gaseous phase to fill the void to achieve a lower energy equilibrium state. When the display is returned to room temperature, the vapor filling the voids prevents the voids from being absorbed back into the LC, and the damage is typically permanent. Display manufactures have solved this problem by, amongst other methods, utilizing specially fabricated spacers that have a softer, more compliant exterior coating surrounding a core of either glass or plastic. The outer compliant layer acts to relieve the stresses encountered during thermal cycling of the display, thus preventing the voids. Because of the difficulty of manufacturing these spacers, they are often 10 – 20 times more expensive than regular spacers and so are often used only when absolutely necessary.

Summary of the Invention

In general, in a first aspect, the invention features a liquid crystal display device comprising two substrates facing and spaced from each other, at least one of the substrates being transparent, electrodes positioned to establish an electric field in the space between the two substrates, one or more spacer elements located between the

substrates, the spacer elements having been introduced between the substrates during assembly of the device, an electrooptic material filling at least a portion of the space between the two substrates, and a polymeric material filling at least a portion of the space between the substrates, the polymeric material comprising a liquid prepolymeric material that was applied to the spacer elements in liquid form and having been polymerized in situ after the spacer elements were in place between the substrate.

In general, in a second aspect, the invention features manufacturing a liquid crystal display device by introducing spacer elements between two substrates that face each other, at least one of the substrates being transparent, applying a liquid prepolymeric material to the exterior surfaces of one or more spacer elements before or after introduction of the spacer elements between the substrates, positioning electrodes to establish an electric field in the space between the two substrates, filling at least a portion of the space between the two substrates with an electro-optic material, and polymerizing the liquid prepolymeric material in situ to form solid polymeric material filling at least a portion of the space between the substrates.

In preferred implementations, one or more of the following features may be incorporated. The polymeric material may be in the vicinity of the spacer elements. The liquid prepolymeric material may be applied to the spacer elements prior to their introduction between the substrates. The liquid prepolymeric material may be applied to the spacer elements after their introduction between the substrates. The liquid prepolymeric material may be encased in a collapsible shell surrounding at least some of the spacer elements. The prepolymeric material can constitute one or more of the following materials: monomers (e.g., basic polymer chain material), oligomers (e.g., for cross linking), inhibitors (e.g., to prevent polymerization during storage), adhesion promoters, and polymerization initiating or enhancing (PIE) materials. The liquid prepolymeric material may have a viscosity equal to or less than 2,000,000 centipoise. A polymerization initiating or enhancing (PIE) material may be brought into contact with the liquid prepolymeric material. The PIE material may be brought into contact with the liquid prepolymeric material in one of the following ways: it is mixed with the liquid

prepolymeric material applied to the spacer elements; it is carried on or within the spacer elements; it is dissolved or suspended in the electrooptic material. The liquid prepolymer material and the PIE material may both be encased in a collapsible shell surrounding at least some of the spacer elements. The polymerization in-situ may comprise initiating polymerization by application of light. The liquid prepolymeric material may be a thermoset material, and the polymerizing in situ may comprise the application of heat. The polymeric material may comprise polymer supports that extend between the two substrates. The polymeric material may comprise polymer members that do not extend between the two substrates. Additional spacer elements without prepolymeric material may be introduced between the substrates. The spacer elements may comprise a large number of generally spherical or cylindrical elements. The spacer elements may comprise glass. The glass may be etched. The spacer elements may comprise plastic. The plastic may be porous. The spacer elements may comprise high-surface area particles that are nanoporous, mesoporous, or microporous. The spacer elements may be randomly located in the space between the substrates. The spacer elements may comprise a large number of elements generally of smaller diameter than the space between the substrates. The spacer elements may comprise a large number of elements randomly positioned across the space between the substrates. The spacer elements may generally not be in contact with the substrates. The spacer elements may be in contact with only one substrate. The spacer elements may comprise a lattice network structure. The lattice network structure may be two-dimensional. The lattice network structure may be three-dimensional. The spacer elements may be non-uniform in size and shape. The spacer elements may have a rough surface. Most of the spacer elements may be free to move around in the space between the substrates prior to polymerization. A porous membrane may serve as a spacer element. The porous membrane may be an extensible porous membrane. The spacer elements may be located in non-image areas of the substrate. The spacer elements may be located along the peripheries of the substrates and serve as one or more sealing members sealing the space between the substrates. The spacer elements may be located at interpixel regions. The prepolymer may contract upon in situ

polymerization. The majority of the polymer supports may be bonded to each of the two substrates. The polymer supports may be primarily separate members not interconnected with one another. One or more interconnecting regions of polymer may interconnect a majority of the polymer supports. One of the interconnecting regions may comprise a layer of polymer adjacent one of the substrates. The spacer elements may be dry sprayed on to the substrate before application of the electrooptic material. The spacer elements may be wet sprayed on to the substrate. A solvent may be used for wet spraying comprises the prepolymeric material in solution or suspension. The PIE material may comprise one or both of the following: an initiator and an accelerant of the in situ polymerization process. The PIE material may be light activated. The PIE material may comprises a photoinitiator. The photoinitiator may comprise a plurality of photoinitiators of different spectral sensitivities, so that polymerization may be initiated at different times in different locations. The light may be ultraviolet light. The PIE material may be heat activated. The PIE material may be self- activated after a period of time following assembly of the display. The PIE material may comprise both a photoinitiator and an accelerant. The prepolymeric material may applied to the substrates by at least one of the following processes: pipette, syringe, or printing. The printing may comprise a silk screen, gravure, flexographic, or lithographic process. The spacer elements may be porous structures with a porous matrix, and the prepolymeric material may absorbed into the porous matrix of the porous structures. The porous structures may be nanoporous ceramic or silica based materials. The spacer elements may comprise an open network of polymer spheroids formed so that the electrooptic material fills inter-polymer regions. The porosity of the porous structure may be selected to yield a desired adhesion of the spacer element to a polymer matrix comprising the in situ polymerized material. The electrooptic material may be a liquid crystal material. The electrooptic material may be a mesomorphic material. The invention may further comprise at least one electrode on at least one substrate to generate the electric field and at least one electrode on the second substrate. The prepolymeric material may comprises at least one of the following: acrylic-based adhesive, epoxy-based adhesive, urethane-based adhesive. The

prepolymeric material may be primarily cured by application by one of the following: light, heat, intermixing of a chemical additive. The substrates may comprise a flexible polymer material. The display may be capable of withstanding the flexing text referenced in the detailed description.

Two important specifications that impact a plastic display's durability are its compressive and peel strength. In addition, when spacer elements are a single size and are in contact with both substrates in the assembled cell, it is often the case that the compressive strength is achieved with a lower spacer density than peel strength. It is therefore desirable to be able to independently improve a display's compression and peel strength while reducing contrast degradation. Spacer elements composed of the same material as the surrounding polymer provide the significant benefit of additional polymer interconnections between the substrates resulting in added peel strength but with relatively little impact on compressive strength. By adjusting the relative densities of the spacers and the polymer spacers and the durometer of the polymer spacers, improvements in compressive and peel strengths of the display device's laminate structure can be achieved.

Use of liquid adhesives provides a number of benefits over solid adhesives such as hot melts or thermoplastic adhesives. Liquid adhesives can achieve significantly better surface adhesion, elongation before break, and tensile strength, for instance, than solid adhesives; these performance parameters are all important factors determining how durable the adhesive bond will be.

Other features and advantages of the invention will be apparent from the following detailed description and from the claims, and from the disclosure and claims of my applications entitled "Electrooptical Displays with Polymer Localized in Vicinities of Substrate Spacers," Electrooptical Displays Constructed with Polymerization Initiating and Enhancing Elements Positioned Between Substrates," and "Electrooptical Displays with Multilayer Structure Achieved by Varying Rates of Polymerization and/or Phase Separation," filed on even date herewith (and incorporated by reference).

Brief Description of the Drawings

Figure 1 shows a cross section of a liquid crystal display device that uses spherical spacers coated with a prepolymeric material after lamination prior to exposure to the developing light.

Figure 2 shows a cross section of a liquid crystal display device that uses spherical spacers coated with a prepolymeric material including polymer spacer elements (PSEs) wherein the PSEs are applied prior to depositing the prepolymeric material. The view is shown just prior to lamination.

Figure 3 shows a cross section of a liquid crystal display device that uses spherical spacers coated with a prepolymeric material including polymer spacer elements (PSEs) wherein the PSEs are applied after depositing the prepolymeric material.

Figure 4 shows a cross section of a liquid crystal display device that uses spherical spacers mixed into the liquid crystal with polymer spacer elements (PSEs) deposited onto the opposing substrate.

Figure 5 shows a cross section of a liquid crystal display device that uses a mesh-like spacing membrane.

Detailed Description of the Invention

According to the present invention, in the preferred embodiment, a liquid crystal display device is assembled using the following procedure:

1. The substrates are a flexible polymer material with a low level of birefringence to improve the optical qualities of the final product and having a glass transition temperature greater than 150 degrees C in order to facilitate the various drying and baking operations. A polymer that meets these requirements is poly ether sulphone (PES). A vapor barrier is coated onto the outside surface of the substrate to improve the reliability and product life of the display; the vapor barrier is typically composed of a thin film laminate structure of silicon oxide and another polymer.

2. The substrates are coated with a vacuum-deposited layer of typically indium tin oxide (ITO), which is a transparent conductor. The ITO is then patterned via chemical, electron beam, or laser etching.

3. The prepolymer may be a commercially available photocured polymer such as Norland Product's NOA-65 or it may be a custom formulation such as the following:

%	Material
50	Sartomer Co. SR 9644
15	Sartomer Co. SR 306
18.5	Sartomer Co. SR256
1.25	Stabilizer
3	Aceto Quantacure ITX
5.5	Tri ethanol amine (TEA)
1.05	3M Corp. FC-430
1.6	Dow Corning DC-57
1.6	Wetting Agent
2.5	Fratelli Lamberti Escacure KIP

4. The prepolymer mixture is diluted in a solvent such as methanol at a ratio sufficient to achieve a viscosity of approximately 50 cps.

5. A polyimide solution is coated onto the ITO side of at least one of the substrates and baked at a temperature of 150 degrees C for one hour. The polyimide surface(s) are then rubbed to develop an alignment layer for the liquid crystal.

6. A liquid crystal such as Merck E7 is coated in a thin layer onto the polyimide surface. The exact quantity of liquid crystal is not critical since the thickness of the cell is determined by the spacer elements.

5. Glass spacers of a diameter of 3 – 3.5 μm are surface-etched using a 1.25% solution of hydrofluoric acid for 10 minutes while suspended in solution in an ultrasonic vibration tank. After washing, the etched spacers are then coated with a mixture of methacrylate silane and a photoinitiator by immersing the spacers into a solution containing the initiator and an adhesion promoter such as a silane and then spraying the spacers into the top of a vertical drying column onto the substrate(s). Silanes improve the

bonding between glass and polymers via chemical bonding at the silane/glass interface and a dispersion of the polymer into the silane at the silane/polymer interface.

6. Spacers are mixed into the prepolymer solution in a concentration of approximately 1:1 wt/wt. The spacers are then dispersed into the prepolymer solution using ultrasonic mixing.

7. Using an aerosol spray system, the prepolymer/spacer mixture is then sprayed onto the uncoated substrate for a sufficient time to achieve a surface density of at least about 30 spacers/mm2 when the display has been assembled. The spacers tend to be distributed generally randomly across the substrate surface. Micro-filtered compressed nitrogen at approximately 10 – 30 psi is used as the propellant. The pressure, viscosity of the mixture, relative concentrations of spacers and prepolymer, as well as nozzle orifice shape are adjusted to achieve the prepolymer coating single spacers with some number of droplets containing prepolymer only. That substrate is then exposed to 120 degrees centigrade for 15 minutes to remove the solvents from the mixture.

8. The substrate with the prepolymer/spacer mix will typically undergo a pre-cure step to provide a tack to the polymer prior to the lamination step. If the prepolymer is curable by both heat and light, then the solvent bake step can be used as the pre-cure step as well.

9. The substrates are then laminated together while maintaining the proper alignment between the ITO patterns on the upper and lower substrates.

8. Both sides of the cell are then exposed to UV light that causes scission of the photoinitiator and release of free radicals around the spacers. The polymerization reaction will then proceed with the initiation sites centered around each spacer that was deposited with the initiator. Figure 1 depicts a cross-sectional view of the display after step 8.

The resulting display is quite flexible. It can be flexed without permanent damage by at least the amount of flexing specified in the flexing tests described in U.S. Patent No. 6,019,284, hereby incorporated by reference.

It is not necessary that polymer form in the vicinity of each spacer, nor that the polymer extend fully from one substrate to another in all cases. Some spacers, for example, may not have been coated with prepolymeric material, or they may have been imperfectly coated.

Polymer supports that do not extend fully from one substrate to the other may still be of benefit in creating isolated regions of liquid crystal, and thereby make possible improved bistability of certain ferroelectric liquid crystal materials, which may exhibit improved bistability if the liquid crystal layer is divided into discrete droplets along one substrate.

In another embodiment, PSEs smaller than the predominant spacer element size that determines the substrate spacing can be added to the prepolymer/spacer mix. These PSEs are composed of a polymer formulated to typically achieve a transparency and an index of refraction that is the same as the polymer and liquid crystal to reduce dispersion. These polymer spacing elements can be produced by a number of methods and may even be formed at the time of their deposition onto the substrate via aerosol dispersion followed by heat and ultraviolet cure of the polymer microspheres generated. Once the PSEs are deposited onto the substrate, the prepolymer/spacer mix is deposited as before. Alternatively, the PSEs may be mixed with the prepolymer/spacer mix prior to its deposition onto the substrate. This embodiment allows for additional points of polymer contact between the substrates without any additional rigid spacer elements that can reduce the contrast of the display. This can be seen in figure 2.

In a separate process step, additional PSEs may be deposited. In this case, the aerosol conditions are adjusted so that the droplet size results in the tops of PSEs being slightly higher than the desired spacing between the substrates. Additionally, the PSEs are deposited onto the surface in a semi-cured state. Upon lamination, the prepolymer covered spacers are pushed through the liquid crystal layer and pressed against the opposing substrate as in the previously described embodiments; the semi-cured PSEs are also pushed through the liquid crystal layer and compressed by the opposing substrate. The PSEs may be composed of a polymer that, while having similar optical properties as

the polymer coating the spacers, may have different mechanical properties, for instance, the PSE material may be formulated to shrink upon curing as well as having a value for its elongation before break parameter. In this way, the plastic substrates can actually be drawn together by a controlled amount subsequent to a full cure of the laminated cell. This will significantly enhance the flexure performance of the display as well as its overall durability.

In another embodiment, the spacers either individually or in small groups are encased in a collapsible shell that also contains a quantity of prepolymer. This can be achieved by a variety of well-known techniques classified generally as microencapsulation. Microencapsulation processes fall into several general categories, all of which can be applied to the present invention: interfacial polymerization, in situ polymerization, physical processes such as coextrusion, and coacervation. When the substrates are laminated together with the liquid crystal material and the polymer-coated spacer elements taking the form of the just-described encapsulated elements, the microcapsules are crushed during the lamination process releasing the prepolymer. As in other embodiments the spacers are pressed against both substrates during lamination, while the released prepolymer remains surrounding the spacer elements and is being brought into contact with the two substrates. The display is then exposed to ultraviolet light as before and the prepolymer is polymerized, resulting in the cured polymer bonding the spacer to both substrates.

While other microencapsulation techniques can be used to create microcapsules with the appropriate characteristics for this invention, two encapsulation techniques that are particularly well suited to the present invention are in-situ polymerization and interfacial polymerization.

The technique of in situ polymerization utilizes an oil/water emulsion, which is formed by dispersing the spacer/prepolymer mix in an aqueous environment. Prior to emulsifying the prepolymer in the aqueous phase, the spacers are mixed and fully dispersed into the prepolymer in a ratio of 1:2 wt/wt. The resulting prepolymer droplets

due to emulsification will be 15 – 30 microns in diameter with less than 5 spacers contained within the droplet. A goal of the process is to create capsules with only one spacer per capsule. Tighter control of process parameters can achieve less deviation on droplet size which will minimize capsules with more than one spacer. By using a spacer composed of a material of different density than the prepolymer, e.g. glass, the number of capsules not containing one spacer can be minimized by sorting the finished capsules via such density-sorting methods as flotation or centrifuge.The monomers are introduced into the aqueous phase, polymerize, and form a polymer with higher affinity for the internal phase than for the aqueous phase, thus condensing around the emulsified oily droplets. In one especially useful in situ polymerization processes, urea and formaldehyde condense in the presence of poly (acrylic acid) (See, e.g., U.S. Pat. No. 4,001,140). The resulting capsule wall is a urea/formaldehyde copolymer, which encloses the spacer/prepolymer droplet. The capsule is clear and rigid. Transparency is important since the capsule shell will remain in the display after lamination; rigidity is an important feature of the capsule shell since an overly compliant shell material will result in the shell not crushing and properly releasing the prepolymer during lamination. Melamine-based shell materials also have the required qualities transparency and rigidity.

The electro-optic material used in the display can be any type of liquid crystal; for instance, the invention provides benefits to nematic, twisted nematic, super-twisted nematic, ferrolectric, anti-ferroelectric, cholesteric liquid crystal displays, to name a few. The invention also provides benefits to non-LCD displays. For instance, the durability of electrophoretic and Gyricon displays can be significantly enhanced by this method.

In another preferred embodiment, a liquid crystal display device is assembled using the following procedure:

1. The substrates are a flexible polymer material with a low level of birefringence to improve the optical qualities of the final product and having a glass transition temperature greater than 150 degrees C in order to facilitate the various drying and baking operations. A polymer that meets these requirements is poly ether sulphone (PES). A vapor barrier is coated onto the outside surface of the

substrate to improve the reliability and product life of the display; the vapor barrier is typically composed of a thin film laminate structure of silicon oxide and another polymer.

2. The substrates are coated with a vacuum-deposited layer of typically indium tin oxide (ITO), which is a transparent conductor. The ITO is then patterned via chemical, electron beam, or laser etching.

3. The prepolymer may be a commercially available photocured polymer such as Norland Product's NOA-65 or it may be a custom formulation such as the following:

%	Material
50	Sartomer Co. SR 9644
15	Sartomer Co. SR 306
18.5	Sartomer Co. SR256
1.25	Stabilizer
3	Aceto Quantacure ITX
5.5	Tri ethanol amine (TEA)
1.05	3M Corp. FC-430
1.6	Dow Corning DC-57
1.6	Wetting Agent
2.5	Fratelli Lamberti Escacure KIP

4. The prepolymer mixture is diluted in a solvent such as methanol at a ratio of 1:25 parts by weight.

5. A polyimide solution is coated onto the ITO side of at least one of the substrates and baked at a temperature of 150 degrees C for one hour. The polyimide surface(s) are then rubbed to develop an alignment layer for the liquid crystal.

6. Glass spacers of a diameter of 3 – 3.5 μm are used. The spacers are mixed into a liquid crystal such as Merck E7 in large numbers (with a density sufficient to produce a surface density of at least about 30 spacers/mm2 when the display has

been assembled). The spacers tend to be distributed generally randomly across the substrate surface.

7. The liquid crystal/spacer mix is coated in a thin layer onto the polyimide surface. The exact quantity of liquid crystal is not critical since the thickness of the cell is determined by the spacer elements.

8. The PSEs are deposited onto the uncoated substrate via aerosol dispersion. The viscosity of the prepolymer formulation is adjusted and the prepolymer is diluted, as necessary, in a solvent in addition to adjusting the aerosol parameters to achieve particle sizes of the PSEs that are approximately 30% larger than the spacer diameter. That substrate is then exposed to 120 degrees centigrade for 15 minutes to remove the solvents from the mixture.

9. The substrate with the PSEs will typically undergo a pre-cure step to provide a tack to the polymer prior to the lamination step. If the prepolymer is curable by both heat and light, then the solvent bake step can be used as the pre-cure step as well.

10. The substrates are then laminated together while maintaining the proper alignment between the ITO patterns on the upper and lower substrates. Figure 4 depicts the substrates just prior to lamination.

11. Both sides of the cell are then exposed to UV light that causes scission of the photoinitiator and release of free radicals around the spacers. The polymerization reaction will then proceed with the initiation sites centered around each PSE.

Two or more photoinitiators with different spectral sensitivities may be used to control when polymerization is initiated at a particular site. Since scission of the photoinitiator occurs when the photon energy of the light source exceeds a certain threshold, photoinitiators will typically be sensitive to light of wavelengths less than a specific value; thus, a photoinitiator sensitive to visible light will usually also be sensitive to ultraviolet light. One embodiment using this feature would be to coat the spacer elements with a UV sensitive photoinitiator and to have the prepolymer of the PSEs

contain a visible light sensitive photoinitiator. The assembly is first exposed to visible light, resulting in the curing of only the PSEs, which, due to the shrinkage of the PSE polymer, draw the two substrates together. The assembly is then exposed to UV light, causing the polymer surrounding the spacers to be cured.

In another embodiment, other polymerization enhancing compounds such as adhesion promoters, or additives such as urethanes which improve elongation before tear properties are added to all, or some subset, of the PSEs. In such a way, peel strength can be further enhanced.

One possible polymer are acrylic adhesives which have excellent optical clarity as well as the availability of a wide selection of manufactured optical grade versions of the material. Other polymers that might also be used are, for instance, epoxies or urethanes, though typically these classes of polymers do not have the optical properties equal to those of the acrylics. Acrylic adhesives are reactive cross-linking structural adhesives that cure by means of free-radical initiation. They are based on the methacrylate monomers and cure by addition polymerization. The formation of free radicals initiates a sudden and rapid chain reaction and curing of the adhesive. Condensation polymerization, on the other hand, typified by urethane and epoxies, proceeds at an approximately constant, usually lower reaction rate. Generation of free radicals for initiation of polymerization of acrylic based adhesives can be accomplished by a redox reaction such as that involving dimethyl aniline and peroxide. Because of the nature of the chain reaction, the free radicals can propagate from monomer to monomer and the cure itself can propagate up to 2.5mm from the point of polymerization initiation. As a result of this cure propagation phenomenon, the accelerator and monomer do not have to be fully intermixed to achieve a full cure. This leads to several other methods for curing, where the accelerator can be in the form of a lacquer or thin layer on one surface allowing for the priming and storing of parts. In another related cure method termed 'honeymoon' or 'no-mix' in industry parlance, a two part adhesive is used which when brought into contact with each other (without any intermixing necessary) will result in the generation of sufficient free radicals to fully polymerize all the material.

Acrylics can also be cured by exposure to ultraviolet light less than 400nm in wavelength, and in some instances by light in the visible range as well. In the case of photocurable adhesives, the free radical source is termed a photoinitiator and results in the formation of free radicals on exposure to light. Compounds which act as photoinitiators with light in the range of 200 – 300 nm are benzoine ethers, activated benzophenones and related compounds; benzyl dialkyl amino morpholinyl ketone is an example of a visible wavelength-activated photoinitiator. Photoinitiators are disassociated into segments forming free radicals by light in a process known as scission. One example of an equal mix curing system is embodied in U.S. Patent No. 4,331,795 which uses a cobalt salt accelerator in one component and a hydroperoxide in the other element. Epoxies may also be formulated that can be UV-cured via cationic polymerization by incorporating reactive diluents and cyclic monomers. UV-initiated cationic curing of urethanes may be accomplished, for instance, by basing the formation on vinyl ether and polyurethane oligomers such as that manufactured by Allied Signal Inc.

A great variety of embodiments of the invention may be practiced. The rate of photopolymerization may be controlled by adjusting the intensity of the light source. The spacer elements may be porous structures, and the prepolymer is then allowed to absorb into the porous matrix in order to provide better interpenetration of the polymer and spacing, thus providing better adhesion. The spacer elements may be composed of glass, typically in the form of beads or rods, which are then etched to increase the surface area for improved adhesion. One or more layers of a an adhesion promoter such as a silane coupling agent may be coated onto the glass spacers which may or may not have been etched, prior to the coating of the glass spacers with the prepolymer. The spacer elements may be admixed to the prepolymer in concentrations higher than what would be desired in regions of the display that are active image areas; the mixture is then deposited onto the substrate via printing or pipette methods into the interpixel regions or the perimeter where no image is presented, thus provided additional support without adversely affecting the image contrast or quality. The initiator may be solely heat activated or heat

activated as well as photo-activated or other activation method. The polymer is chosen so as to contract following initial bonding to the substrates and upon curing; the two substrates are thus drawn together, increasing durability of the display; this is particularly effective when the polymer is localized around the spacer element, as has been previously described. The spacer element may be one or more sheets of an extensible porous membrane that when laminated in between the substrates is the element that determines the spacing between the substrates. One or more of the substrates may be of glass or other rigid material.

Other embodiments of the invention are within the following claims.

What is claimed is:

1. A liquid crystal display device, comprising:

two substrates facing and spaced from each other, at least one of the substrates being transparent;

electrodes positioned to establish an electric field in the space between the two substrates;

one or more spacer elements located between the substrates, the spacer elements having been introduced between the substrates during assembly of the device;

an electrooptic material filling at least a portion of the space between the two substrates; and

a polymeric material filling at least a portion of the space between the substrates, the polymeric material comprising a liquid prepolymeric material that was applied to the spacer elements in liquid form and having been polymerized in situ after the spacer elements were in place between the substrates.

2. A method of manufacturing a liquid crystal display device, comprising:

introducing spacer elements between two substrates that face each other, at least one of the substrates being transparent;

applying a liquid prepolymeric material to the exterior surfaces of one or more spacer elements before or after introduction of the spacer elements between the substrates;

positioning electrodes to establish an electric field in the space between the two substrates;

filling at least a portion of the space between the two substrates with an electro-optic material; and

polymerizing the liquid prepolymeric material in situ to form solid polymeric material filling at least a portion of the space between the substrates.

3. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the polymeric material is in the vicinity of the spacer elements.

4. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the liquid prepolymeric material is applied to the spacer elements prior to their introduction between the substrates.

5. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the liquid prepolymeric material is applied to the spacer elements after their introduction between the substrates.

6. The subject matter of claim 3 wherein the liquid prepolymeric material is encased in a collapsible shell surrounding at least some of the spacer elements.

7. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the liquid prepolymeric material comprises one or more of the following: monomer, oligomer, inhibitor, adhesion promoter, polymerization initiating or enhancing (PIE) material.

8. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the liquid prepolymeric material has a viscosity equal to or less than 2,000,000 centipoise.

9. The subject matter of claim 1 or 2 wherein a polymerization initiating or enhancing (PIE) material is brought into contact with the liquid prepolymeric material.

10. The subject matter of claim 9 wherein the PIE material is brought into contact with the liquid prepolymeric material in one of the following ways: it is mixed with the liquid prepolymeric material applied to the spacer elements; it is carried on or within the spacer elements; it is dissolved or suspended in the electrooptic material.

11. The subject matter of claim 10 wherein the liquid prepolymer material and the PIE material are both encased in a collapsible shell surrounding at least some of the spacer elements.

12. The subject matter of claim 9 wherein the polymerization in-situ comprises initiating polymerization by application of light.

13. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the liquid prepolymeric material is a thermoset material, and the polymerizing in situ comprises the application of heat.

14. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the polymeric material comprises polymer supports that extend between the two substrates.

15. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the polymeric material comprises polymer members that do not extend between the two substrates.

16 The subject matter of claim 1 or 2 wherein additional spacer elements without prepolymeric material are introduced between the substrates.

17. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements comprise a large number of generally spherical or cylindrical elements.

18. The subject matter of claim 17 wherein the spacer elements comprise glass.

19. The subject matter of claim 18 wherein the glass is etched.

20. The subject matter of claim 17 wherein the spacer elements comprise plastic.

21. The subject matter of claim 20 wherein the plastic is porous.

22. The subject matter of claim 21 wherein the spacer elements comprise high-surface area particles that are nanoporous, mesoporous, or microporous.

23. The subject matter of claim 17 wherein the spacer elements are randomly located in the space between the substrates.

24. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements comprise a large number of elements generally of smaller diameter than the space between the substrates.

25. The subject matter of claim 24 wherein the spacer elements comprise a large number of elements randomly positioned across the space between the subtrates.

26. The subject matter of claim 24 wherein the spacer elements are generally not in contact with the substrates.

27. The subject matter of claim 24 wherein the spacer elements are in contact with only one substrate.

28. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements comprise a lattice network structure.

29. The subject matter of claim 28 wherein the lattice network structure is two-dimensional.

30. The subject matter of claim 28 wherein the lattice network structure is three-dimensional.

31. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements are non-uniform in size and shape.

32. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements have a rough surface.

33. The subject matter of claim 1 or 2 wherein most of the spacer elements are free to move around in the space between the substrates prior to polymerization.

34. The subject matter of claim 1 or 2 wherein a porous membrane serves as a spacer element.

35. The subject matter of claim 34 wherein the porous membrane is an extensible porous membrane.

36. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements are located in non-image areas of the substrate.

37. The subject matter of claim 36 wherein the spacer elements are located along the peripheries of the substrates and serve as one or more sealing members sealing the space between the substrates.

38. The subject matter of claim 36 wherein the spacer elements are located at interpixel regions.

39. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the prepolymer contracts upon in situ polymerization.

40. The subject matter of claim 14 wherein the majority of the polymer supports are bonded to each of the two substrates.

41. The subject matter of claim 14 wherein the polymer supports are primarily separate members not interconnected with one another.

42. The subject matter of claim 14 wherein one or more interconnecting regions of polymer interconnects a majority of the polymer supports.

43. The subject matter of claim 42 wherein one of the interconnecting regions comprises a layer of polymer adjacent one of the substrates.

44. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements are dry sprayed on to the substrate before application of the electrooptic material.

45. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements are wet sprayed on to the substrate.

46. The subject matter of claim 47 wherein a solvent used for wet spraying comprises the prepolymeric material in solution or suspension.

47. The subject matter of claim 9 wherein the PIE material comprises one or both of the following: an initiator and an accelerant of the in situ polymerization process.

48. The subject matter of claim 47 wherein the PIE material is light activated.

49. The subject matter of claim 48 wherein the PIE material comprises a photoinitiator.

50. The subject matter of claim 49 wherein the photoinitiator comprises a plurality of photoinitiators of different spectral sensitivities, so that polymerization may be initiated at different times in different locations.

51. The subject matter of claims 48 or 49 wherein the light is ultraviolet light.

52. The subject matter of claim 47 wherein the PIE material is heat activated.

53. The subject matter of claim 47 wherein the PIE material is self activated after a period of time following assembly of the display.

54. The subject matter of claim 2 wherein the PIE material comprises both a photoinitiator and an accelerant.

55. The subject matter of claim 2 wherein the prepolymeric material is applied to the substrates by at least one of the following processes: pipette, syringe, or printing.

56. The subject matter of claim 55 wherein the printing comprises a silk screen, gravure, flexographic, or lithographic process.

57. The subject matter of claims 1 or 2 wherein the spacer elements are porous structures with a porous matrix, and the prepolymeric material is absorbed into the porous matrix of the porous structures.

58. The subject matter of claim 57 wherein the porous structures are nanoporous ceramic or silica based materials.

59. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the spacer elements comprise an open network of polymer spheroids formed so that the electrooptic material fills inter-polymer regions.

60. The subject matter of claim 57 wherein the porosity of the porous structure is selected to yield a desired adhesion of the spacer element to a polymer matrix comprising the in situ polymerized material.

61. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the electrooptic material is a liquid crystal material.

62. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the electrooptic material is a mesomorphic material.

63. The subject matter of claim 1 or 2 further comprising at least one electrode on at least one substrate to generate the electric field.

64. The subject matter of claim 63 further comprising at least one electrode on the second substrate.

65. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the prepolymeric material comprises at least one of the following: acrylic-based adhesive, epoxy-based adhesive, urethane-based adhesive.

66. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the prepolymeric material primarily cured by application by one of the following: light, heat, intermixing of a chemical additive.

67. The subject matter of claim 1 or 2 wherein the substrates comprise a flexible polymer material.

68. The subject matter of claim 67 wherein the display is capable of withstanding the flexing text referenced in the detailed description.

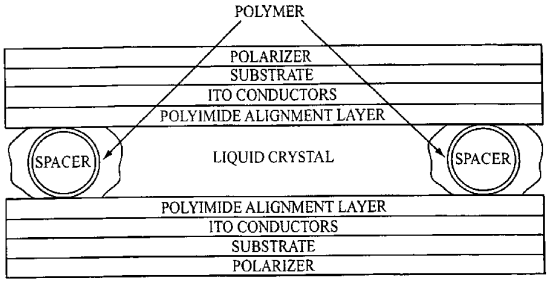

POLYMER
POLARIZER
SUBSTRATE
ITO CONDUCTORS
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
SPACER
LIQUID CRYSTAL
SPACER
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
ITO CONDUCTORS
SUBSTRATE
POLARIZER

FIG. 1

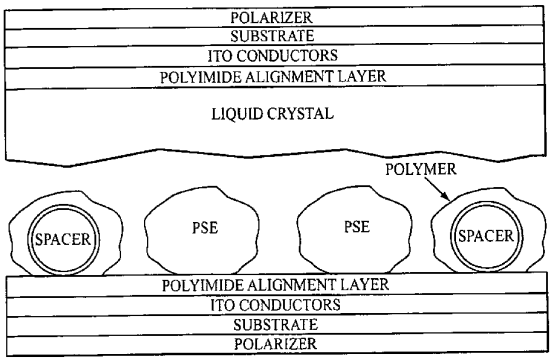

POLARIZER
SUBSTRATE
ITO CONDUCTORS
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
LIQUID CRYSTAL
POLYMER
SPACER
PSE
PSE
SPACER
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
ITO CONDUCTORS
SUBSTRATE
POLARIZER

FIG. 2

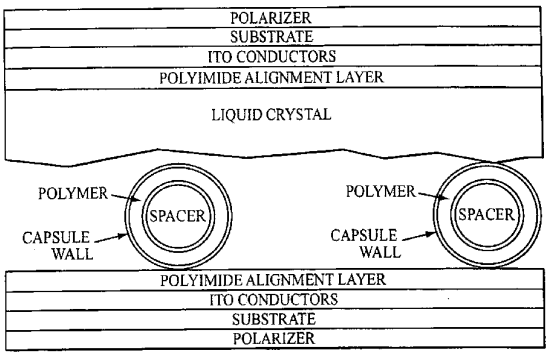

POLARIZER
SUBSTRATE
ITO CONDUCTORS
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
LIQUID CRYSTAL
POLYMER
SPACER
CAPSULE WALL
POLYMER
SPACER
CAPSULE WALL
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
ITO CONDUCTORS
SUBSTRATE
POLARIZER

FIG. 3

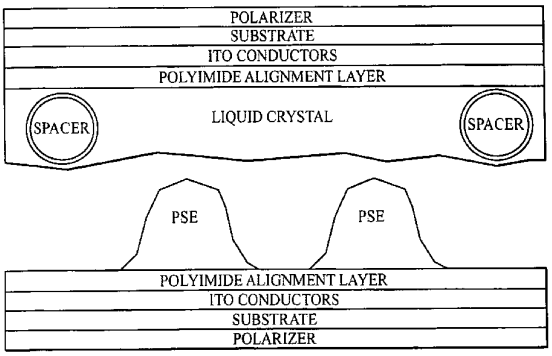

POLARIZER
SUBSTRATE
ITO CONDUCTORS
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
SPACER
LIQUID CRYSTAL
SPACER
PSE
PSE
POLYIMIDE ALIGNMENT LAYER
ITO CONDUCTORS
SUBSTRATE
POLARIZER

FIG. 4

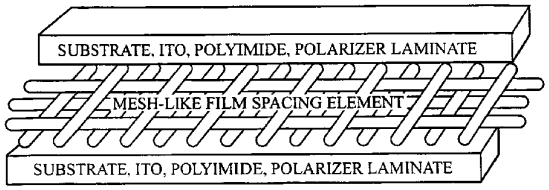

SUBSTRATE, ITO, POLYIMIDE, POLARIZER LAMINATE
MESH-LIKE FILM SPACING ELEMENT
SUBSTRATE, ITO, POLYIMIDE, POLARIZER LAMINATE

FIG. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US02/04066

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(7) : G02F 1/1339
US CL : 349/155, 156, 157
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
U.S. : 349/155, 156, 157

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
NONE

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
NONE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6,078,378 A (LU et al) 20 June 2000 (20.06.2000), abstract.	1-68
X	US 6,049,366 A (HAKEMI et al) 11 April 2000 (11.04.2000), abstract and cols. 4-6, 21-24.	1-68
X	US 5,729,312 A (YAMAGISHI et al) 17 March 1998 (17.03.1998), col. 17, lines 40-60.	1-68

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 April 2002 (15.04.2002)	21 JUN 2002
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer Kenneth Allen Parker Telephone No. (703) 308-0956

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

Ｆターム(参考) 2H089 LA07 LA08 LA09 LA11 MA03X MA07X NA05 NA15 NA17 PA01
QA02 QA12 TA01 TA02 TA04 TA06