

LCD用スペーサの 散布装置と散布技術

日清エンジニアリング株式会社

上福岡事業所 博士(工学)
石戸 克典

「カラーフィルターにおける新しい材料開発と製造プロセス 全集」
技術情報協会、第2節 (2006) pp.194-201

平成18年7月31日 発行誌 別刷



日清エンジニアリング株式会社

LCD用スペーサの散布装置と散布技術

日清エンジニアリング株式会社

上福岡事業所 博士(工学)

石戸 克典

1. はじめに

液晶は、その名の通り液体と固体の中間的な性質を持つやや粘り気のある透明な液状物質である。その分子配列は規則的で結晶性を示すが、分子の相互作用が固体に比べ非常に弱く、外部から磁界や電界を加えると容易にその分子配列を変える性質を持っている。さらに、液晶は細長い分子構造をしており、分子の長軸方向と単軸方向では光の屈折率が異なるため、分子の配列を変化させることによって光の通り方を容易に変えることができる。この性質を利用したのが液晶ディスプレイである。

2. 液晶スペーサの役割・種類

液晶ディスプレイは図1のように偏光板、ガラス板、透明電極、配向膜、カラーフィルターと、これらによって挟まれる液晶、液晶に厚みを持たせるためのスペーサより構成されている。スペーサは2枚の基板の間隔を一定に保ち、そこに注入される液晶の厚みを一定にするために必要なギャップ制御粉体で、建物でいえばちょうど柱の役目をしている。このスペーサ粒子にはプラスチックスペーサやシリカスペーサがあり、いずれも粒径のそろった球形をしており、液晶の厚さに応じて2～8ミクロンのものがよく用いられている。

3. 散布装置に求められる性能

スペーサ粒子はギャップコントロール粒子として重要な役割を担っているが、一方では液晶の電気光学的な機能を阻害する異物でもあり、なるべく少ない数で安定したギャップが維持できるようにしなければならない。そのためスペーサ粒子の分散に関しては次の3つの条件が要求される。

1次粒子に分散していること（**単分散性**）

基板内で分散密度が一定していること（**面内均一性**）

基板間の平均分散密度が一定していること（**連続安定性**）

の条件は、スペーサが凝集しているとその部分のギャップが大きくなってしまったり、数十個集まったような凝集体では一画素を覆い隠してしまうこともあり、表示欠陥を生じやすいという理由からである。

については基板内で分散密度に差があると液晶の厚さが不均一になり、表示の色むらが生じて

しまうためである。通常、分散密度は、やわらかいプラスチックスペーサでは1平方ミリ当たり100～200個、固いシリカスペーサでは1平方ミリ当たり20～60個が一般的で密度のバラツキは±10%以内が目標となっている。

は液晶ディスプレイを連続製造するときに重要であり、基板毎に一定以内の分散密度が得られるようなスペーサ散布装置が要求される。

4. 液晶スペーサの散布法

液晶ディスプレイの製造プロセスは複雑であるが、基本的には図2に示すように、透明導電膜形成、液晶注入、モジュール組立に大別される。液晶スペーサの散布工程は透明導電膜形成と液晶注入の間に位置し、当初、その方法は液体フロンによる湿式散布法が用いられていた。

湿式散布法は図3のように液体中にスペーサ粒子を分散し、これを送液ポンプと二流体ノズルを用いて、チャンバ内で基板上に噴霧する方法である。噴霧液体はチャンバ内ですばやく蒸発させ、液滴による基板の汚染を防ぎながらスペーサを基板上に付着させていく。液体としてのフロンが禁止されてからは純水や純水・アルコール混合液による噴霧に切り替わっているが、スペーサ粒子を1個1個に分散することが難しかったり、使用する液体により基板が汚れるなど課題も多く残っていた。

この湿式散布方式に代わる方法として提案されたのが静電ガンを用いる乾式散布法である。この方法は図4のようにコロナガンによってスペーサを強制的に帯電させ静電気力によって基板上に付着させる方式であり、スペーサの使用効率や分散性は湿式法に比べ非常に良好であったが、1ショットごとにミリグラム単位の正確な微量計量を必要とすること、スペーサ粒子の帯電が雰囲気湿度によって影響されること、基板上の密度分布の均一性に難があったことなどに問題があった。

これらの問題を解決する方法として新しく開発されたのが摩擦帯電(別名トリボ帯電)式の乾式スペーサ散布装置である。その代表的な方式が、微量定量フィーダーと摩擦帯電を使った乾式液晶スペーサ散布装置「ディスパ・ミューR」(日清エンジニアリング製)である。これは、現在、国内外の液晶パネルメーカーにその散布性能が認められ、多くの製造ラインに採用されるようになっている。以下、その原理・構造について述べる。

5. 乾式液晶スペーサ散布装置「ディスパ・ミューR」の原理と構造

5.1 ディスパ・ミューRの特徴と要素技術

ディスパ・ミューRは、スペーサの微量定量供給、完全分散、高使用効率、短時間散布をコンセプトとし、優れた粉粒体分散定量供給技術を基に開発された液晶スペーサ乾式散布装置であり、

以下のような要素技術から構成されている。

スペーサの供給...ロール細溝充填方式

スペーサの分散...高速気流 + 摩擦帯電方式

スペーサの散布...ジグザグノズルによるガススプレー方式

基板への付着 ...スペーサ粒子の帯電による静電付着方式

5. 2 ディスパ・ミュー R の基本装置構成

ディSPA・ミュー R は図 5 に示すようにスペーサを定量供給するフィーダー、スペーサを一次粒子に分散する細管、基板上にスペーサを均一に散布するノズルユニット、基板上にスペーサを散布する密閉容器の散布チャンバそしてフィーダー、ノズル、散布チャンバなどを制御するコントロールボックスから構成されている。(表 1 に、小型基板の場合の装置使用例を示す。)

フィーダー内に投入されたスペーサは、ロールと呼ばれる金属円筒の側面に彫られた細い溝に充填される。フィーダーは密閉構造になっているため、外部より供給される圧縮ガスによってスペーサは溝から飛散し、ガスとともに細管内に移動する。スペーサの飛散量(散布量)はロールの回転数と回転時間(散布時間)に比例する。フィーダー部ではロール溝から如何に定量性良く細管内にスペーサを供給するかが、散布密度の均一性に大きく影響してくる。

細管内に供給されたスペーサは高速気流によって細管内を移動し、細管内壁と接触したりベンド部で衝突したりして分散しながら散布ノズル部に到達する。細管の途中にはスペーサ濃度計があり、ここで細管内を移動するスペーサの濃度を監視し、フィーダー異常やスペーサ不足の警報を出すようになっている。

ノズル部では細管ノズルをジグザグに動かし、ちょうどペンキをスプレーガンで塗るのと同じように圧縮ガスとともに基板上にスペーサを吹き付ける。

ノズルから出たスペーサは細管内で分散と同時に細管内壁との摩擦によって帯電しているため、散布チャンバー内空間では再凝集することなくテーブル上に置かれた基板に向かって吹き付けられる。基板上では気流は基板平面に沿って流れるが、スペーサは帯電しているため静電気力で基板に付着する。スペーサは基板に付着してもすぐには放電しないので基板上ではスペーサ同士が反発し合い、再凝集することなく図 6 のように一定間隔を保って付着する。また、散布チャンバを強制荷電することで、チャンバ壁面への付着低減・散布性能向上を図っている。

6. 自動散布システム

図 7 にディSPA・ミュー R を用いた自動散布システムの一例を示す。上流から搬送されてきた

ガラス基板をロボットアームにより受け取り、除電を行ったのちチャンバー内に挿入する。スペーサは基板に静電付着するので、基板の表面電位の分布がスペーサの均一散布に大きく影響する。そのため、散布前の除電は充分に行う必要がある。チャンバー内に挿入された基板はテーブル面からの上昇ピンによって受け取られ、テーブル上に真空吸着される。入り口シャッターを閉じたのちフィーダーのロールを所定の回転数で回転させ、スペーサをノズルより基板に吹き付ける。このときノズルはX方向、Y方向同時に駆動させ、ジグザグの軌跡で基板の上にスペーサを散布する。散布が終了すると基板は剥離帯電を防止するため傾斜しながら持ち上げられ、出口側ロボットアームに受け取られ、USクリーナーで凝集体を除去後、スペーサチェッカー部に搬送される。

スペーサチェッカーでは顕微鏡およびCCDカメラによって散布密度と凝集体の有無を自動測定し、OK・NGの判定をする。このとき測定された散布密度のデータをディスプレイ・ミューラにフィードバックし、ロール回転数を制御することもできる。測定が終了した基板は搬送ロボットによってカセットに収納され一連の作業を終了する。

また、大型基板への対応も可能になっており、第6世代用散布装置では、従来固定されていた基板テーブルを回転させることにより、凝集体の落下防止性能を格段に向上し、散布性能の均一性と省スペースを同時に解決している。(図8参照)

7. メンテナンス

散布密度の均一性や連続安定性はスペーサの帯電や基板の帯電に大きく影響されるので、スペーサの保管方法や基板の除電装置については日常の管理が必要である。散布チャンバ内壁やノズルへのスペーサの付着は少なくなるように工夫されているが、定期的な清掃は必要である。

8. おわりに

液晶ディスプレイはブラウン管ディスプレイとほぼ同等の表示機能を持ち、いまやFPDがブラウン管ディスプレイを台数でもしのぐようになってきたが、製造コストの面ではまだ大きな課題を残している。近年は、プラズマディスプレイ、SED等の新FPD技術開発競争が激しくなり、コスト削減が非常に重要となっている。このため大型のガラス基板から一度に何枚ものパネルを作ることによってコスト低減を図っているが、大型基板で最近用いられるフォトスペーサ(柱状スペーサ)のコスト増がネックとなっている。その意味で、リワークのできるスペーサ散布技術は大型液晶ディスプレイになってもコストダウンの切り札として期待されている。

液晶スペーサの散布工程において、第7世代のマザーガラス(1870mm×2200mm)から第8世代(2200mm×2400mm)という超大型のマザーガラスへの対応や、主にテレビ用途向けのスペーサ定点散布への対応が急がれており、最近インクジェット方式の定点湿式散布装置が紹

介されている。また、カラーフィルターメーカーや液晶ディスプレイメーカーと散布装置メーカーが協力して乾式の定点散布に取り組んでいる例もある。一方、表示性能向上のために固着スペーサやより小粒径のスペーサ等の多種多様なスペーサも次々に開発されており、分散・散布・異物除去やリワークにますます高度な技術が要求されてきている。

今後も散布装置メーカーはこれらの困難な諸要求に応え、液晶ディスプレイの品質向上とコストダウンに貢献できるよう努力し続けていかなければならない。

【参考文献】

- 1) 村田 博, 原 文雄: 液晶スペーサ散布装置, 電子材料(別冊), 工業調査会, pp.112-115, (1996)
- 2) 村田 博: 液晶スペーサの散布技術, 月刊ディスプレイ, 2月号, pp.45-50, (1998)
- 3) 村田 博: 液晶スペーサの乾式散布技術, パウダーコーティング, Vol.4 No.3, pp.82-85, (2004)
- 4) 日清エンジニアリング: スペーサ散布装置, 2006 LCD 工場・装置・設備, 電子ジャーナル, 第5編 第18章 第6節, (2006)

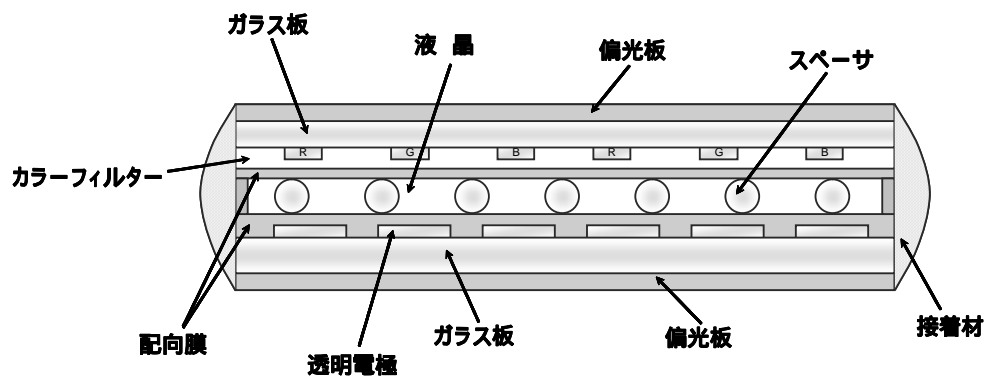


図1 液晶ディスプレイの構造

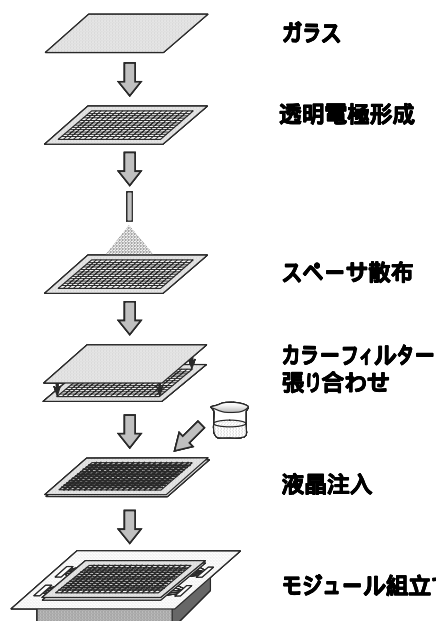


図2 液晶ディスプレイの製造プロセス

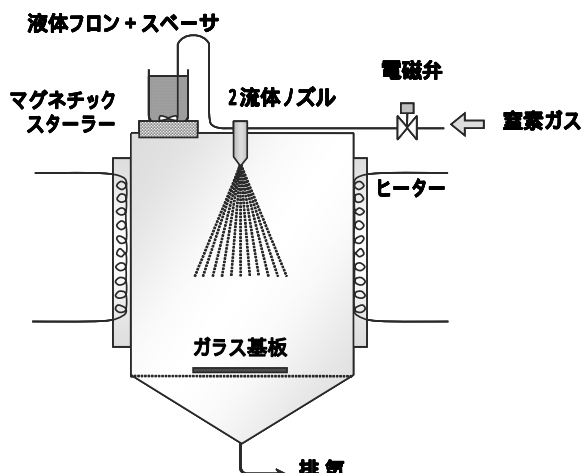


図3 湿式散布法

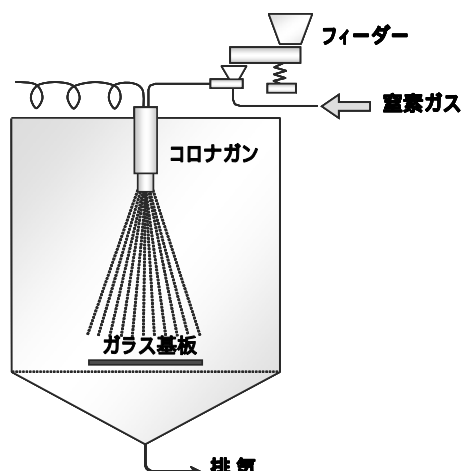


図4 乾式散布法

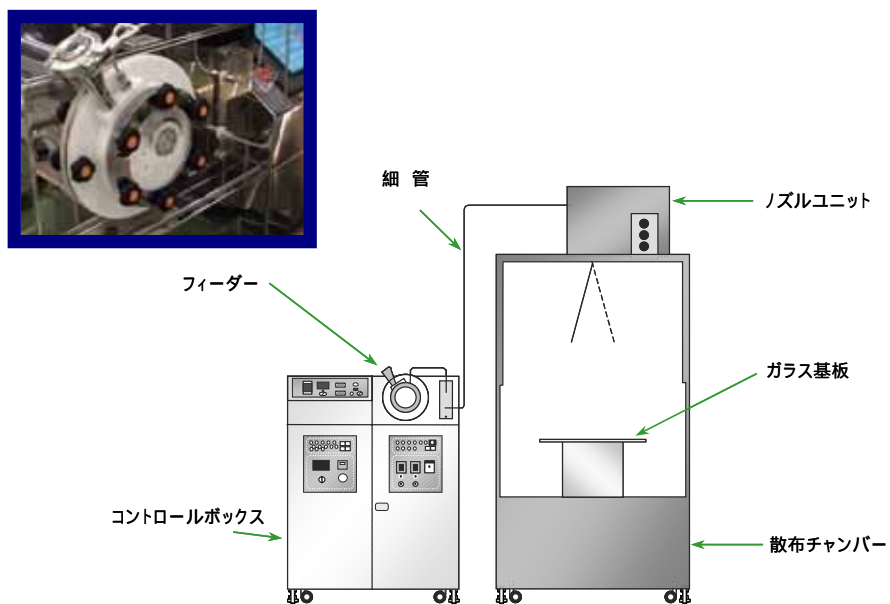


図5 乾式液晶スペーサ散布システム「ディスパ・ミュール」

表 1 . 装置仕様例

適応スペーサ	シリカ、プラスチック、1 μ m以上
消費ガス	0.08 m ³ /min、0.4 MPa 乾燥空気または乾燥窒素
散布時間	10 sec (標準)
基板サイズ	700 mm x 700 mm
散布密度	数個 / mm ² ~ 数百個 / mm ²
排気量	0.1 m ³ /min

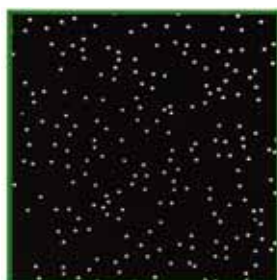


図6 散布後の顕微鏡写真



図7 自動散布システムと構成

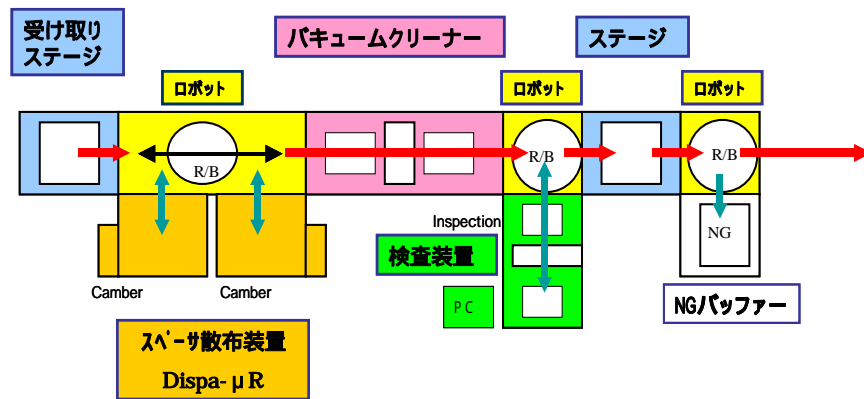


図8 「第6世代ガラス基板(1800mm*1500mm)」に対応する液晶スペーサ散布装置、ディスパ・ミュール『G6シリーズ』の写真