

スペーサ散布装置

「2006 LCD 工場・装置・設備」別刷
(Electronic Journal 電子ジャーナル 別冊)
2005年10月、237-240ページ

上福岡事業所長 村田 博

海外事業部長 博士(工学) 石戸 克典

海外事業部 有賀 伸哉

日清エンジニアリング株式会社

スペーサ散布装置

日清エンジニアリング株式会社

1. はじめに

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。

2. 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ふことや、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個が一般的である。

は液晶ディスプレイを連続製造するとき重要であり、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。

3. 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1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²⁾。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。

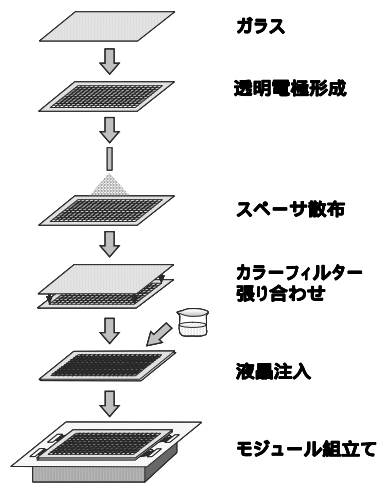


図1 液晶ディスプレイの製造プロセス

湿式散布法は図2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。

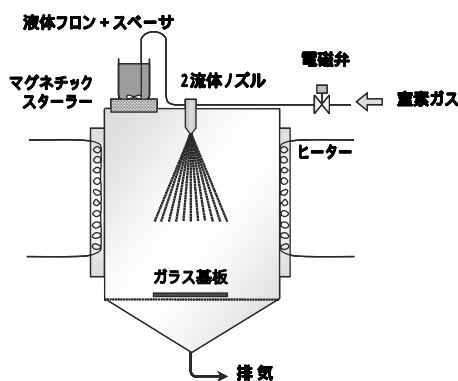


図2 湿式散布法

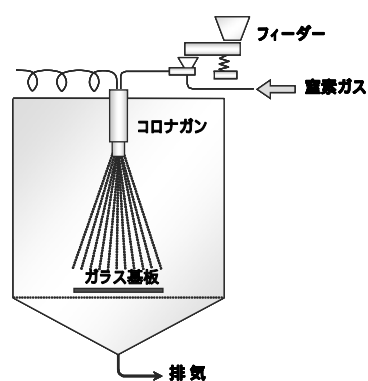


図3 乾式散布法

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3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。

日清エンジニアリング(株)はこれらの問題を解決する方法として微量定量フィーダーと摩擦帯電による新しい乾式液晶スペーサ散布装置「ディスパ・ミューR」を開発し、国内外の液晶パネルメーカーに提案したところ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た。

4. 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

4.1 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、長年培ってき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... ジグザグノズルもしくはポイント散布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及びチャンバー電圧印加による静電付着方式

4.2 ディスパ・ミューRの基本装置構成

ディスパ・ミューRは図4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散布チャンバーそしてそれらを制御するコントロールボックスから構成されている。

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排出し、ガスとともに細管内に移動する。スペーサの排出量(散布量)はロールの回転数と回転

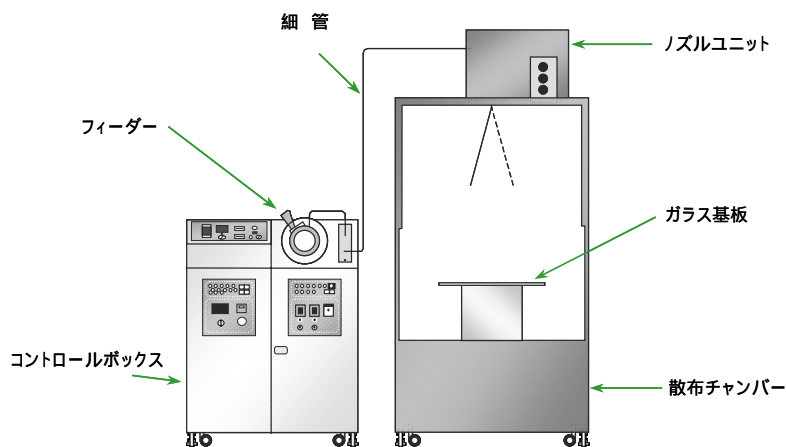


図4 乾式液晶スペーサ散布システム「ディスパ・ミューR」

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、散布密度の面内均一性に大きく寄与し、また、スペーサを連続的に供給できる構造であることからスペーサ散布密度の調整を容易にしている。

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バ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帯電モニター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、帯電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X、Y方向に動かすジグザグ散布と、ノズルを基板上的複数のポイントに向けて散布するポイント散布とがあり、どちらも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、スペーサ同士が反発し合い、再凝集することなく図5のように一定間隔を保って基板に付着する。このとき、散布チャンバーにある一定の高電圧を印加することにより、テーブルへの電気力線を積極的に制御し、スペーサを基板に向かわせることでスペーサの消費効率を向上させている。



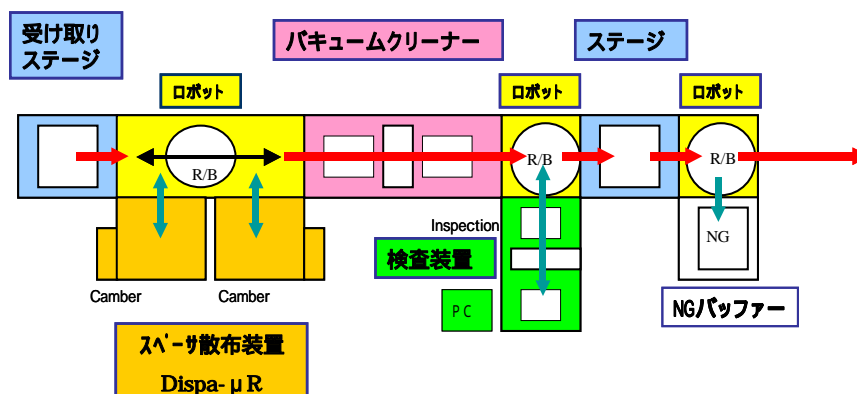
図5 散布後の顕微鏡写真

5. 自動散布システム

図6にディスパ・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、テーブル上に置かれる。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上にスペーサを散布する（ジグザグ散布の場合）。散布が終了すると基板は持ち上げられ、ロボットアームに受け取られ、バキュームクリーナーで凝集体を除去後、スペーサチェック部に搬送される。



図6 自動散布システムと構成



スペーサチェッカでは 密度検査カメラ（CCD カメラ）及び塊検査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パ・ミューR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下流装置へ受け渡し一連の作業を終了する。



図7 「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R『G6シリーズ』の写真

また、大型基板へも対応しており、第6世代用散布装置の特徴は、従来固定されていた基板テーブルを回転させ、ノズルの位置を基板の外側に配置することにより、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。

6. 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つ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、大型基板で用いられる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いる。一方、表示性能向上のためにODF用固着スペーサや3ミクロン以下の小粒子固着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・散布にますます高度な技術が要求されている。

今後も日清エンジニアリングは装置メーカーの一員としてこれらの要求に応え、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ていきたい。