

液晶真空充填組立てシステムの開発

株式会社 日立インダストリーズ

取締役社長 石津 尚澄

(株)日立インダストリーズ	常務取締役	電子システム事業部長	村山 孝夫
(株)日立インダストリーズ	竜ヶ崎事業所	主管技師	平井 明
(株)日立インダストリーズ	竜ヶ崎事業所	主任技師	三本 勝
(株)日立インダストリーズ	竜ヶ崎事業所	主任技師	中山 幸徳
(株)日立インダストリーズ	竜ヶ崎事業所	主任技師	内藤 正美
(株)日立インダストリーズ	竜ヶ崎事業所	技師	今泉 潔

はじめに

LCDパネルはノートパソコンへの用途を主体として生産量を増やすとともに、高精細、軽量、省スペース、低消費電力の利点を生かし、さらに、従来のトレンド以上の低価格を設定することによりCRTに取って代わるモニター市場を急速に開拓した。同様に、テレビに必要とされていた高速応答と低価格化も実現し、LCDパネルのテレビ市場への本格参加が始まっている。

パソコン用液晶表示パネルは15～20インチが主体であったが、液晶テレビではサイズが30～40インチ、あるいはそれ以上に大型化する傾向にある。LCDパネル製造工程のうちセル組立工程は、カラーフィルタ基板とTFT（薄膜トランジスタ）基板を位置決めして貼り合せ、パネル内に液晶を注入して封止するLCDパネル製造の後工程である。しかし従来の液晶注入方式では、注入に時間がかかりパネルサイズの大型化が困難であった。

他方、図1に示すようにLCDパネルの生産効率を高めるために、その製造に用いるガラス基板（マザー基板）も3年で面積が1.8倍になるという西村の法則に従って伸びてきた。しかし、従来工法では4世代（代表的なガラス基板サイズ：730mm×920mm）で限界に達していた。

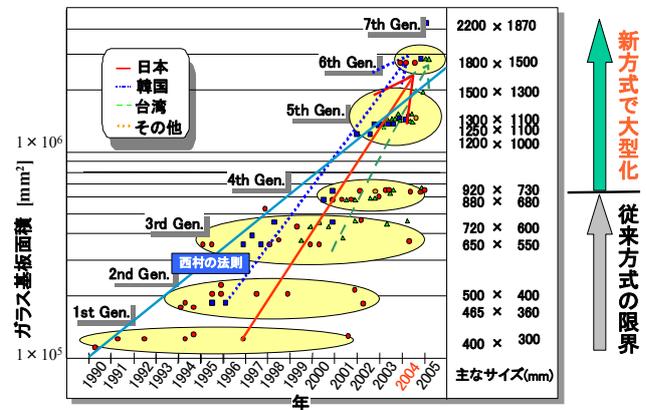


図1 LCDガラス基板のサイズ動向

液晶真空充填システムは、この限界を打開する工法を実現したものである。これにより、ガラス基板の大型化への道を拓くことができ、第6（1500mm×1850mm）、第7世代（1870mm×2200mm）と西村の法則を超える勢いで液晶パネルの世界が広がっている。また、この方式は既に第5世代（1100mm×1250mm）以上ではセル組立ての標準的な方式となっている。

開発のねらい

従来プロセスでは、貼合せ後の基板間のスペースを確保するため、TFT（薄膜トランジスタ）基板にスペーサを散布するかフォトリソグラフィで柱を形成する。CF（カラーフィルタ）基板にはシール剤を塗布し、仮硬化する。この後、両基板を重ね合わせて仮圧着し、

熱圧着でシール剤を本硬化して2枚の基板を接着する。さらに、スクライブで基板を分断、洗浄した後、液晶注入工程に送る。液晶注入工程では、パネルを熱、または窒素雰囲気中でパージする前処理を経てバッファ室に送り、パネル内の空気を排気、次段の液晶注入室で液晶注入皿にパネルの液晶注入口を当てる。続いて、液晶注入室を大気に開放あるいは加圧することにより、毛細管現象を利用してパネル内に液晶を充填する。パネル内に液晶を注入した後、UV（紫外線）硬化樹脂で注入口を封止し、注入口の周りに付着した液晶を拭き取る。その後、液晶基板の面取りを行い、洗浄、偏光フィルムの貼付けを経て、基板は回路基板実装工程に送られる。

液晶注入工程を短縮するための具体策として、予め一方の基板の上に液晶を滴下したLCD用ガラス基板を真空中で貼り合わせる滴下工法が古くから提案されていた。この方法を用いたセル組立てプロセスを図2に示す。このプロセスでは、スペーサを散布するかフォトリソグラフィで柱を形成したTF T基板上に直接液晶を滴下し、一方のCF基板にはシール剤を塗布して両基板を真空貼合せ装置に送る。そして、貼合せ装置内を真空排気する。チャンバ内が一定の真空圧となった状態で上下に配置したTF T基板とCF基板との位置決めを行い、貼合せ

る。貼合せを行った基板は、貼合せ装置内で位置がずれないように仮止めした後に搬出し、UV照射装置でシール剤を仮硬化、その後、硬化炉でシール剤を本硬化する。続いて、基板を分断し面取りを行った後、偏光フィルムの貼付けを経て、基板を回路基板実装工程に送り出す。

しかし、この滴下工法を大型のマザー基板に適用するには、真空中での基板の保持方法に課題があり実用化に至っていなかった。この課題を解決するために、当社では静電吸着を始めとする各種吸着法を利用した基板保持法を考案・実用化するとともに、クリーンな環境で、高精度に位置決めする大型ガラス基板にも対応可能な機構、ならびに装置を開発した。さらに、プロセス評価を通して、シール剤をはじめとする滴下工法に適した材料の開発にも協力した。

装置の概要

真空貼合せ装置は、「液晶真空充填組立てシステム」の中核となる装置で、シール剤を塗布した一方の基板と、液晶を滴下した他方の基板を、各基板に設けられたの位置合せマークを用いて真空中で位置決めし、その後大気圧で圧着して貼り合わせる装置である。

図3に真空貼合せ装置の外観写真を、図4にその概略構成図を示す。この装置は、内部に上基板テーブル、下基板テーブル及び基板支持機構が設けられた真空チャンバ、下基板テーブルを高精度に位置決めするXYθステージ、上基板テーブル上下機構、基板マーク認識カメラ、

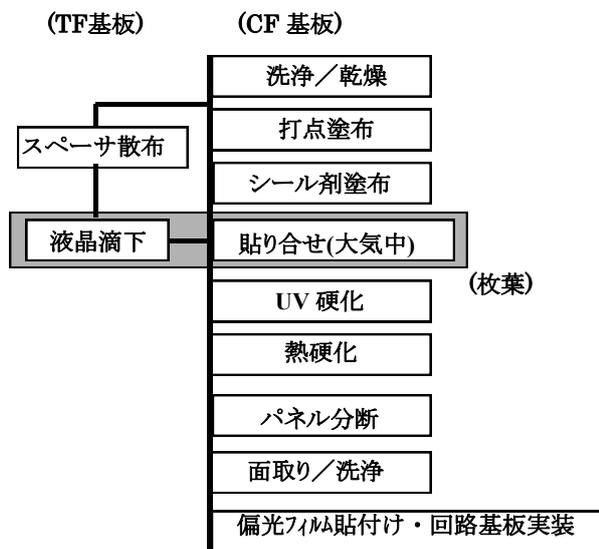


図2 液晶滴下によるセル組立てプロセス



図3 真空貼合せ装置の外観

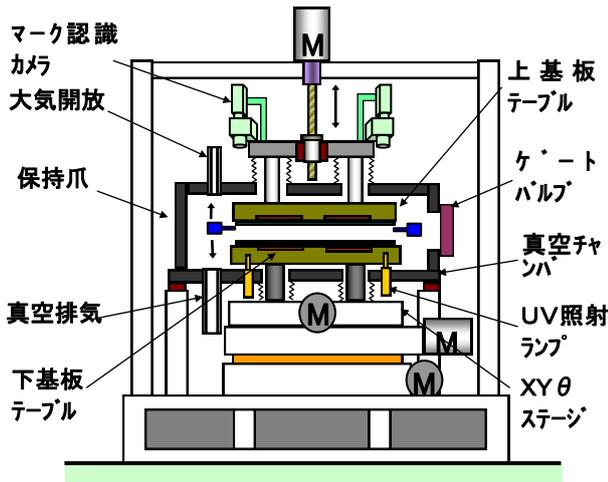


図4 真空貼合せ装置の構成

UV照射ランプ等から構成されている。

上基板テーブル及び下基板テーブルには基板を吸着保持するための真空吸着孔と静電チャックが設けられている。真空チャンバ内部に設けた可動部は真空チャンバの外部から駆動され、それらの駆動機構は真空ベローズ等の真空遮断機構によってチャンバ内部と隔離されている。

次に真空貼合せ装置の動作を説明する。

(1) 上基板の供給・保持

まず、シール剤を塗布した面が下側になるように一方のガラス基板を反転する。その後ロボットアーム等を用いゲートバルブを通して真空チャンバの内部に基板を挿入する。そして、真空吸着によって上基板テーブルの下面に基板を保持し、さらに上基板テーブルに設けられた静電チャックに通電し、真空中でも基板が保持できるようにしておく。

(2) 上基板マークの探索とカメラの位置決め

貼合せ装置のマーク認識カメラと、カメラの移動機構を用い、上基板のマークが各カメラの視野中心に来るようにカメラを位置決めする。

(3) 下基板の供給・保持

基板の上に液晶を滴下した下基板を、同じくロボットアーム等を用いて真空チャンバ内に挿入する。続いて、左右の保持爪とロボットアームの上下動作を連動して基板を下基板テーブル上に移載した後、真空吸着および静電チャックを用いて基板を保持する。

(4) 真空引きと静電チャックによる基板の保持

真空チャンバのゲートバルブを閉じ、チャンバ内の真空引きを開始する。チャンバ内の真空度が所定の圧力到達するのを待って、上基板テーブルを位置決め高さまで下降する。

(5) 上下基板の認識・位置決め

微調整用カメラ4台を用いて上下基板の微調整用マークのずれ量を検出し、下基板テーブルのXYθステージを用い上/下基板の位置を精密に一致させる。

(6) 基板の貼合せ・仮硬化

基板の位置決め後、上基板テーブルをさらに下降して基板を所定の圧力まで加圧する。この加圧により上基板に塗布されたシール剤が潰れ、液晶とともにシール内部の真空が保てるようになる。その後、両基板の位置がずれないようにUV光を照射してシール剤の仮硬化を行なう。

(7) ギャップ出し

チャンバ内を大気圧に開放する。この動作により、大気圧によって基板上に散布されたスペーサ径及び滴下された液晶量で決まるセルギャップまで、パネルは均一に加圧プレスされる。

(8) 基板の搬出

左右の保持爪で基板の周縁部を支持するとともに、下静電チャックの内部に組み込んだ昇降式の井桁機構により基板の中央部を持ち上げ、基板の撓みを抑制した状態で基板をロボットアームに移載してチャンバの外に搬出する。

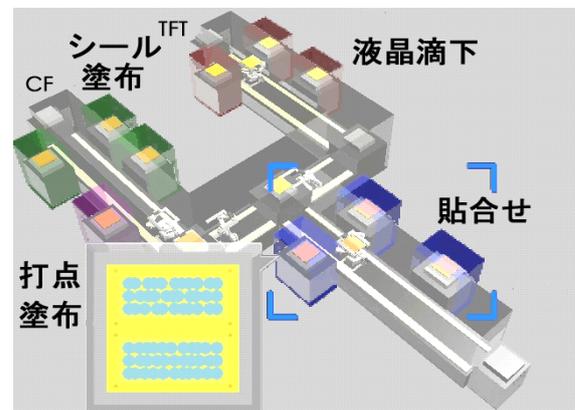


図5 液晶真空充填組立てラインの構成

図5に液晶真空充填組立てシステムを用いたラインの基本構成を示す。このラインは液晶滴下ディスペンサ、導通剤打点塗布ディスペンサ、シール剤塗布ディスペンサ、位置決め・反転装置、真空貼合せ装置を含み、それらの装置間にクリーンロボットを配して基板を搬送する構成となっている。

技術上の特徴

液晶真空充填組立てシステムは、従来のプロセスとは大きく装置構成が異なっている。

真空貼合せ装置は、従来プロセスにおける大気貼合せ装置の持つガラス基板の位置決め/貼り合せ機能を、ギャップ出し装置の持つギャップ出し機能を、また液晶注入装置の持つ、パネル内の脱気とパネル内への液晶注入機能を持ち、注入後の洗浄、注入口の封止工程を不要としている。

この装置は、大型の2枚のガラス基板を真空中で保持する静電チャック等の保持機構を持ち、位置決め機構をチャンバ外に設置することにより、チャンバ内のクリーン度を維持し、真空中で、高精度に位置決めを行い、大気圧で均一に貼合せが出来ることを特徴としている。

実用上の効果

液晶真空充填組立てシステムの効果を列挙すると以下ようになる。

① 高粘度液晶、大型狭ギャップパネルのセル組立て工程に対応できる。これにより、高品質の大型液晶テレビを実現することが可能となり、大型CRTに変わる大型液晶テレビの市場を創生したと言える。

② 液晶注入時間を大幅に短縮できる。すなわち、従来プロセスでは20インチLCDパネルで20時間以上を要していた液晶注入時間が、新プロセスでは4分以下の液晶滴下時間に置き換えられ生産タクトを大幅に短縮、パネルの価格低減

が可能となった。

③ パネルの枚葉処理が可能であり、リードタイムが短縮されるため大量の不良発生を未然に防止できる。不良防止による価格低減効果がある。

④ スループット確保のために設置されていた多数の液晶注入装置の設置スペースを大幅に縮減できる。さらに、液晶注入口をふさぐ封止装置が不要となり、洗浄装置も削減できる。即ち、設備の導入費用を低減できる。

⑤ 液晶の注入量を正確に制御でき、液晶の利用効率(歩留まり)を向上できる。すなわち、従来プロセスでは約50パーセントであった液晶利用効率が新プロセスでは90～95パーセントまで向上する。液晶パネル生産時のランニングコストを低減できる。

⑥ シール剤として熱併用のUV硬化樹脂を使用しているため、ガラス基板の熱伸びによる位置ずれが発生しにくい。これにより、高品質の液晶テレビを提供できる。

本システムは、第5世代ガラス基板を始めとする、量産ラインにおいて適用され、液晶パネルの大型化、品質向上および低価格化に貢献している。

工業所有権の状況

液晶真空充填組立てシステムに関連して、国内外に出願した特許は37件、このうち国内9件、国外7件が既に登録されている。

むすび

液晶パネルを始めとするフラットパネルディスプレイは、高速応答、高精細化、大型化、低消費電力化等を始めとする諸性能を向上し、また生産性向上による価格の低減を続けながら、情報伝達の媒体として市場の拡大を続けていく。当社はセル組立てラインに用いる真空貼り合せを始めとする各種の設備の技術開発、コストの低減も含めた設備開発を継続していく。