

ガラス基板の大型化に対応する 液晶真空充填システム

One Drop Filling for Liquid Crystal Display Panel Produced from Larger-sized Mother Glass

平井 明 Akira Hirai

三本 勝 Masaru Mitsumoto

阿部 猪佐雄 Isao Abe

石田 茂 Shigeru Ishida

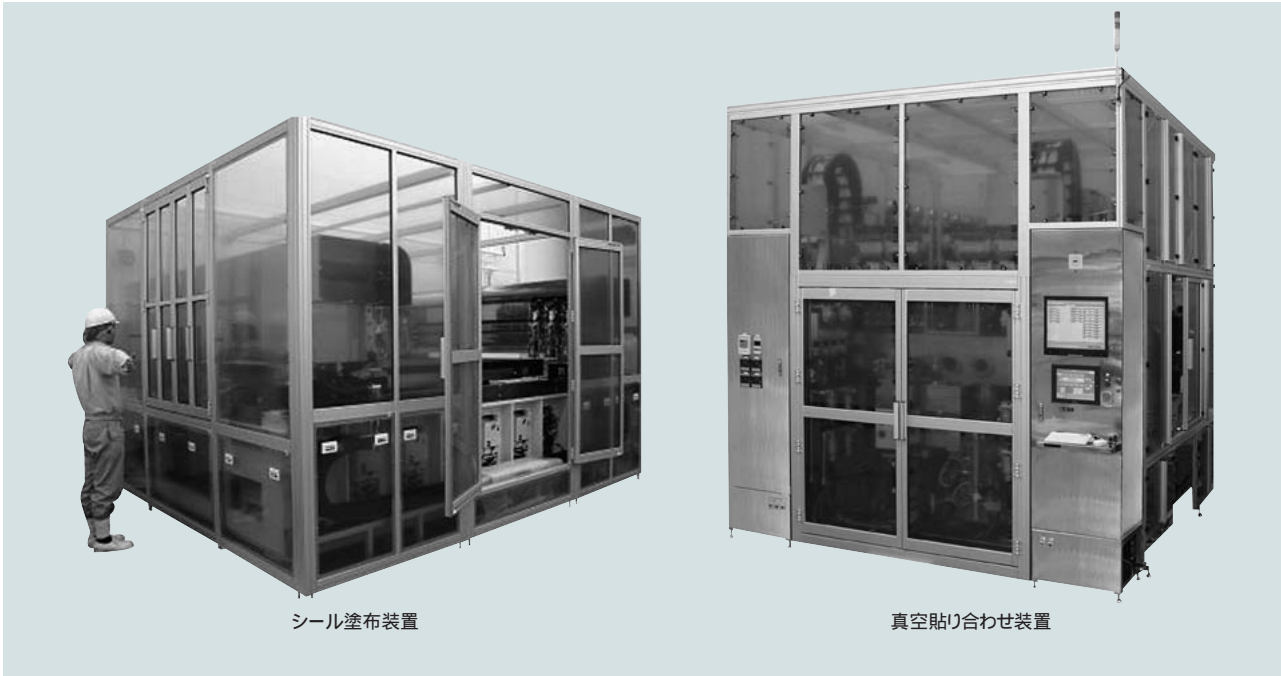


図1 液晶真空充填システムを構成するシール塗布装置と真空貼り合わせ装置
株式会社日立プラントテクノロジーは、液晶パネルの大型化を可能にした真空充填システムを構成するシール塗布装置と真空貼り合わせ装置を提供している。

液晶パネルのセル組立ラインは、液晶の駆動回路を搭載したTFT(薄膜トランジスタ)基板と、カラー表示をするためのCF(カラーフィルタ)基板の2枚のガラス基板を、液晶を間に挟んだ状態で組み立てる工程である。

液晶真空充填システムは、一方の基板に直接液晶を滴下し、シールを描写した他方の基板と真空中で位置決めして貼り合わせる滴下工法を実現したものである。これにより、液晶注入に長時間を要するという従来の液晶注入方式における欠点を排除し、タクトを大幅に短縮するとともに液晶パネル大型化への道を開拓している。

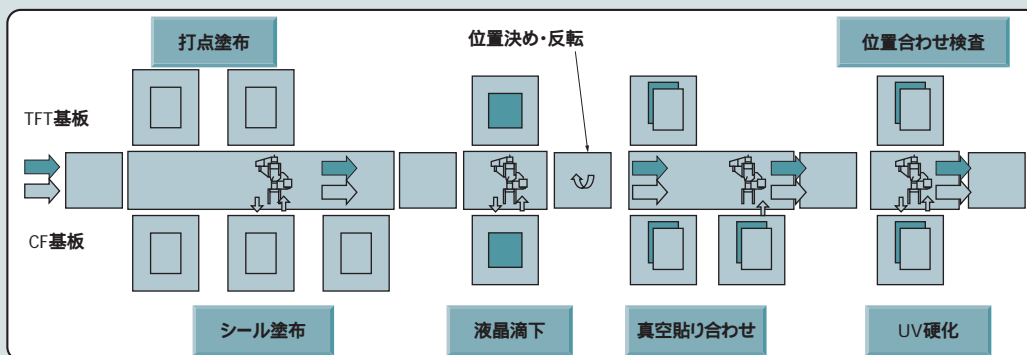
株式会社日立プラントテクノロジーは、ノートパソコン、モニター、テレビと続く液晶パネルの市場拡大に対応し、時代のニーズに合った生産性の高い製造設備を提供している。

1.はじめに

電卓や時計から実用化が始まった液晶パネルは、携帯電話、PDA(Personal Digital Assistant)、ゲーム、ノートパソコン、液晶モニター、そして液晶テレビと、広く情報を伝達するメディアとして新しい用途を開拓しながら市場の拡大を続けている。

特に、液晶テレビは、液晶本来の利点である小型・軽量・低消費電力に加え、高画質化、ならびに従来液晶の欠点とされていた視野角の拡大、および応答性の向上が図られたことにより、CRT(Cathode Ray Tube)テレビに取って代わりつつある。さらに、高画質のコンテンツの提供が広まっていることや、オランダ、スウェーデンなどが地上波デジタルへの完全切り替えを終えるなど、各国の切り替え時期が迫っていることも液晶テレビの普及に拍車をかけている。

株式会社日立プラントテクノロジーは、液晶パネルのセル組立工程のうち、CF(Color Filter)基板とTFT(Thin Film Transistor)基板を一方の基板に液晶を滴下した状態で真空中において位置決めして貼(は)り合わせる滴下工法¹⁾の実用



注:略語説明 TFT(Thin Film Transistor),CF(Color Filter),UV(Ultraviolet)

図2 セル組立工程のライン構成

セル組立工程は、シール塗布、打点塗布、液晶滴下、真空貼り合わせ、UV硬化、位置合わせ検査の各装置と、ロボットならびに位置決め・反転などの搬送装置から構成されている。

化を通して、液晶パネルを大型化する際の障壁となっていた液晶注入方式の欠点を排除し、大型化への道を開拓してきた。

しかし、大型液晶テレビの普及をさらに加速するためにはセット価格のさらなる引き下げが必要と言われており、各パネルメーカーはこの目標に向けた技術開発と設備投資を続けている。

ここでは、大型化するマザーガラスに対応した液晶真空充填(てん)システムの中から、セル組立工程を構成するシール塗布装置、および真空貼り合わせ装置について述べる(図1、図2参照)。

2. 大型液晶パネルのニーズ

液晶パネルを生産するマザーガラスは、生産効率の観点からパネルを6枚あるいは8枚同時に生産できるようにサイズを決めている。第6世代のガラス基板は1,800×1,500(mm)であり、32型のパネルが8枚取れる(ここで述べるガラス基板のサイズは代表例を挙げている)。現在、液晶テレビは30~32型のサイズが最も普及している。CRTに比べて薄型化できるため省スペースになることに加え、薄型テレビの適切視聴距離は画面の高さの3倍であることから、従来のサイズより大型化しても圧迫感がなく大画面を楽しめる。また、画面の縦横比が16:9などのワイドサイズが普及してきたこともあり、さらに大きい40型あるいはそれ以上の大きさに売れ筋がシフトされてきている。これに伴い、マザーガラスも40型が8枚取れる第7世代(1,870mm×2,200mm)、47型が8枚取れる第8世代(2,200mm×2,500mm)へとさらに大型化が進んでいる。

マザーガラスサイズの大型化に伴い、セル組立工程を構成する製造装置も大型化する。製造装置の大型化にあたっては、搬送の制約と現地組立を考慮した装置構造設計、タクト・精度を考慮した基本機構設計、ならびに保持安定性・クリーン度維持の実現などが課題となる。

3. シール塗布装置

3.1 スペース効率のよい塗布ヘッド移動方式

シール塗布装置は、液晶パネルの周囲に、内部に液晶を封入した状態で上下ガラス基板を接着するための接着剤を、一方のガラス基板に塗布する装置である。滴下工法では、従来の注入法とは異なり、注入口のない閉ループのパターンとなるように塗布を行う。

従来、シールの描画塗布は、塗布ヘッドを固定しておきテーブルを移動して行っていた。しかし、この方式では、マザーガラスを移動するための空間が必要となり、搬送制限幅に収まるように装置を構成することができない。このため、大型のマザーガラスに対しては、テーブルを固定して塗布ヘッドを移動する方式に変更した(図3参照)。

塗布ヘッドは、門型フレーム内に設置し、フレーム内でX方向に移動する。そしてこの門型フレームをY方向に移動することにより、任意のパターンを描画できるようにしている。さらに、

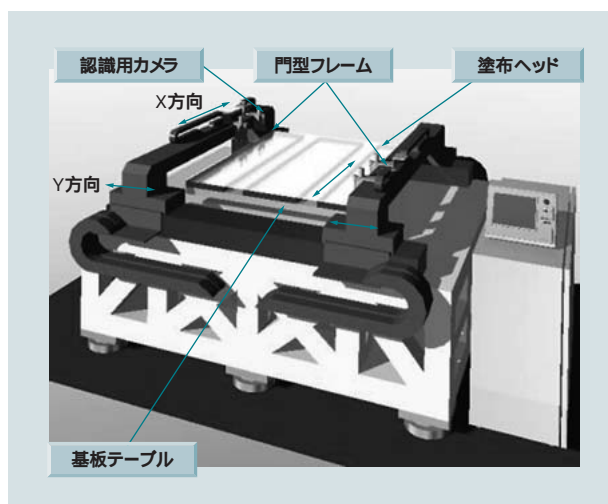


図3 ヘッド移動型シール塗布装置の基本構造

Y方向に移動する2組の門型フレームと、門型フレーム内にあるX方向に移動する複数の塗布ヘッドで構成される。

塗布タクトを短縮するため、塗布ヘッドを複数設け、同時にX方向の移動制御を行っている。この塗布ヘッドの移動は、従来のボールネジとサーボモータに替えてリニアモータを用い、同一の移動軸に複数の塗布ヘッドを配置することを可能にした。

門型フレームのY方向移動もリニアモータで行い、さらに門型フレームを2組とすることにより、塗布タクトのいっそうの短縮と装置の設置面積の縮減を図っている。

3.2 クリーンな移動機構

従来のテーブル移動型ディスペンサでは、シールの塗布前にヘッドを移動し、塗布中はヘッドを固定しておくことにより、塗布基板上へのパーティクルの付着を防止していた。これに対してヘッド移動型のディスペンサでは、塗布基板上にある塗布ヘッド、および門型フレームが塗布中に基板上で移動する。このため、これまで以上にパーティクルの付着に留意する必要がある。

そこで、発塵(じん)の少ないケーブル構造を採用するとともに、塗布ヘッドおよび門型フレームの各構造の改善と局所排気の最適化により、基板面へのパーティクルの付着要因を除去してクリーン化を徹底し、パネルの良品率を向上した。

3.3 高速・高精度塗布

シール塗布装置は、塗布ノズルの近傍でガラス基板との距離を計測し、この値が常に設定値と一致するようにリアルタイムで制御する。パネルのコーナー部では、塗布速度が変化するため、この部分ではシールを押し出す塗布圧力の制御と連動させる。パネルが大型化すると塗布の時間も長くなるが、この場合でも短時間に塗布ができるよう塗布速度を向上することが求められる。このため、ギャップ制御と、塗布圧力の制御性能をさらに向上し、高速・高精度のシール塗布を実現した(図4参照)。

4. 真空貼り合わせ装置^{2),3)}

4.1 ガラス基板の安定保持

真空貼り合わせ装置は、シールを塗布した一方の基板と、液晶を滴下した他方の基板を、各基板のコーナーに設けられた位置合わせマークを用いて真空中で位置決めし、その後大気圧で加圧して貼り合わせる装置である。

真空中でのガラス基板の貼り合わせを実現するためには、貼り合わせる2枚のガラス基板、特に上側のガラス基板を真空中で下基板と接触しないように保持し、位置決め後に下基板と貼り合わせる必要がある。

この真空中での基板保持と位置決めを実現したことによって滴下工法が可能となり、パネルを大型化するうえでの大きな障害がなくなった。

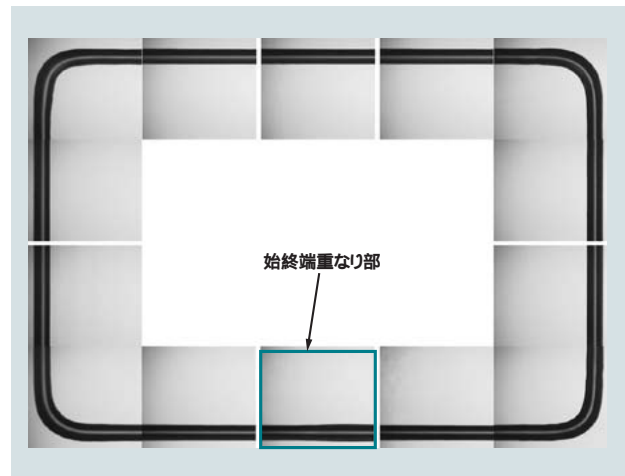


図4 高速シール塗布

塗布速度300 mm/sで描画した閉ループパターン例を示す。均一な塗布断面積で高速塗布を行っており、塗布開始位置と終了位置の重なり部でも一様な断面を維持している。

当初の真空貼り合わせ装置は、ガラス基板の保持を行うため、静電チャックと真空吸着を併用していた。しかし、この方法は、多様化・大型化が進む液晶パネルの貼り合わせに対して安定性、生産性の面で課題があった。そこで、従来方式の性能改善と併行して、大型ガラス基板用にジェン系特殊粘着シートを用いたPSC(Physical Sticky Chuck)と呼ぶ、静電チャックに替わる新しいガラス基板のハンドリング技術を開発した。

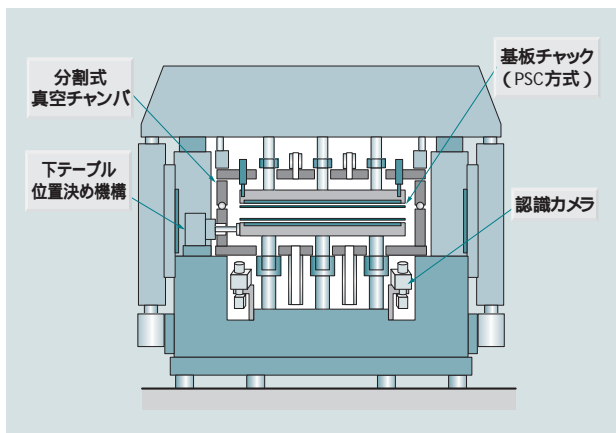
このPSC方式では、安定した粘着力を維持できるPSCシートと、貼り合わせ後の基板の変形を最小とするはく離機構を用いている。この保持機構はソフトなチャッキングが行える多層構造としており、ガラス基板が大型化しても真空中でシールを確実につづし、貼り合わせ後の大気加圧により、ギャップの均一性を確保することが可能である。

4.2 チャンバ構造と高精度位置決め

真空貼り合わせ装置は上下2分割式のチャンバを持ち、このチャンバ内部に上基板テーブル、下基板テーブルを設け、真空中でガラス基板の位置決め、ならびに貼り合わせを行う。下基板テーブルは、真空チャンバの変形の影響を受けないように、下架台に設置した脚とフリージョイントで支持し、水平方向の移動を可能にしており、チャンバの外側側面に設けた3組の駆動軸でXYの水平3軸の移動制御を行う。ここでは、駆動システムをチャンバ外に配置することにより、チャンバ内のクリーン度を維持している。

ステージを直接駆動し、真空中での位置決めを行う機構を採用することにより、ヒステリシスの少ない制御性のよい位置決めを可能とした。

さらに、防振を考慮した認識光学系の支持構造と高解像度鏡筒により、ガラス基板位置決めマークも高精度に認識できる。一方、上基板テーブルはチャンバ横のガイド機構と4軸



注:略語説明 PSC(Physical Sticky Chuck)

図5 真空貼り合わせ装置の基本構造

フリージョイント上の下テーブルを直接駆動する機構と、高剛性の上テーブル昇降機構によって安定性と高い精度を得ている。

の昇降機構により、横ずれを防止した状態で上下に移動することができ、位置決め後の貼り合わせを精度よく行える(図5参照)。これらの位置決め、貼り合わせにより、高精度、高速の貼り合わせを安定して行うことができる(図6参照)。

4.3 ブロック分割による現地組立

チャンバはガラス基板を内部に配置しているため、中間部に支持部材のない状態で外部から大気圧を受ける。大気圧によってチャンバが疲労破壊しないように構造、ならびに板厚を決定しているが、基板サイズの大型化に伴い、チャンバの大きさだけでなく板厚も増加し、装置質量が輸送可能な値を超えてきている。

装置重量の増加に対応するため、第8世代の装置では本体構造のうち、上フレーム、上チャンバと上テーブルを上ブロック部として一体化し、下ブロック部と分割できる構造とした。なお、上ブロック部は簡易の台の上に固定した状態で現地に搬送し、輸送後に専用の治具およびクレーンを用いて短時間で現地組立できるようにしている。この方法により、装置を現地に運送する際の重量制限、サイズ制限に対応可能とした。

執筆者紹介



平井 明
1972年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー メカトロニクス事業本部 電子システム事業部 所属
現在、液晶関連設備の技術開発に従事
工学博士
日本機械学会会員、溶接学会会員



阿部 猪佐雄
1978年日立製作所入社、株式会社日立プラントテクノロジー メカトロニクス事業本部 電子システム事業部 所属
現在、液晶関連設備の技術開発に従事

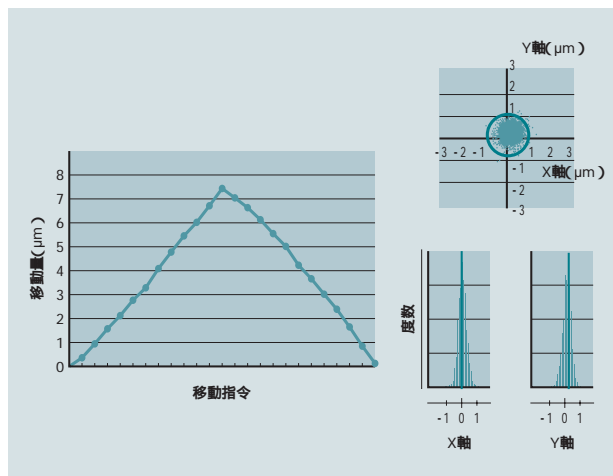


図6 位置決め機構の移動性能と貼り合わせパネルの位置合わせ精度
位置決め機構のヒステリシスが少なく直線性もよい。右図はパネルの位置合わせ精度の分布を示し、値0.3 μm以下と大型基板に対しても高い精度を安定して維持できる。

5. おわりに

ここでは、大型ガラス基板に対応した液晶真空充填システムの開発状況について述べた。

真空充填システムが一つの契機となって、液晶モニタ、液晶テレビと続く大型市場の開拓につながったが、液晶ディスプレイをはじめとするフラットパネルディスプレイは今後も情報の窓としてさらに発展を続けていくと考えられる。

株式会社日立プラントテクノロジーは、従来技術と新技術を融合し、今までの装置製作と納入実績で得た経験を生かしながら、将来を見据えた技術開発、高い品質の設備開発を通してフラットパネルディスプレイ業界に貢献していく。

参考文献

- 1) 北原:液晶の表示品位とコスト削減の鍵を握るセル工程の技術革新, ファインテック2006セミナー(2006.4)
- 2) 阿部,外:液晶真空充填組立システム,日立インダストリイ技報, No.4, p.36~42(2005)
- 3) 平井,外:液晶滴下・真空貼り合わせ技術,2007LCDテクノロジー大全, 電子ジャーナル, p.350~354(2007)



三本 勝
1980年日立産機エンジニアリング株式会社入社、株式会社日立プラントテクノロジー メカトロニクス事業本部 電子システム事業部 ODF設計部 所属
現在、液晶関連設備の製品開発に従事



石田 茂
1984年日立産機エンジニアリング株式会社入社、株式会社日立プラントテクノロジー メカトロニクス事業本部 電子システム事業部 DSP設計部 所属
現在、液晶関連設備の製品開発に従事
日本液晶学会会員