

高精細ディスプレイ向け極微量・高精度・平坦化塗布装置の開発

アイ
A I メカテック株式会社
代表取締役社長 阿部 猪佐雄

A I メカテック(株) 製品事業・品質本部 竜ヶ崎事業所 PRP設計部 中村 秀男
A I メカテック(株) 製品事業・品質本部 竜ヶ崎事業所 LCSセンタ 川隅 幸宏
A I メカテック(株) 取締役 製品事業・品質本部 竜ヶ崎事業所 所長 小菅 忠男

はじめに

液晶ディスプレイはTVやPCだけでなく、スマートフォンや車載モニターなどにも利用され、その用途を拡大している。また、性能も年々高まり近年は「高精細化・高応答化」が強く求められている。高精細化は高画素数というだけでなく、輝度の高さやそのバラつきが少ないなどの総合的な基準であり、更に狭ギャップ(薄型)、狭ベゼル(額縁)、高応答などの付加価値のあるパネルの品質向上が急務であった(図1)。

TVの解像度は数年前まではハイビジョン(FHD*)と呼ばれる規格が主流であったが、最

近はその2倍の4Kの規格採用率が上がっており、2016年からは8Kの試験放送が始まっている。

開発のねらい

当社は、液晶パネルの製造設備において、図2に紹介するセル工程向けの各種製造設備を提供しており、代表的な設備としては、シール剤を塗布する高精度シール塗布装置、液晶材料を滴下する滴下装置、2枚のガラス基板を真空中で貼り合わせる高精度真空貼合せ装置を総合的に取り扱っている。

また、液晶パネル製造工程の後半である液晶セル工程は、TFT*アレイ工程によってTFTア

※ FHD : Full High Definition

※ TFT : Thin Film Transistor

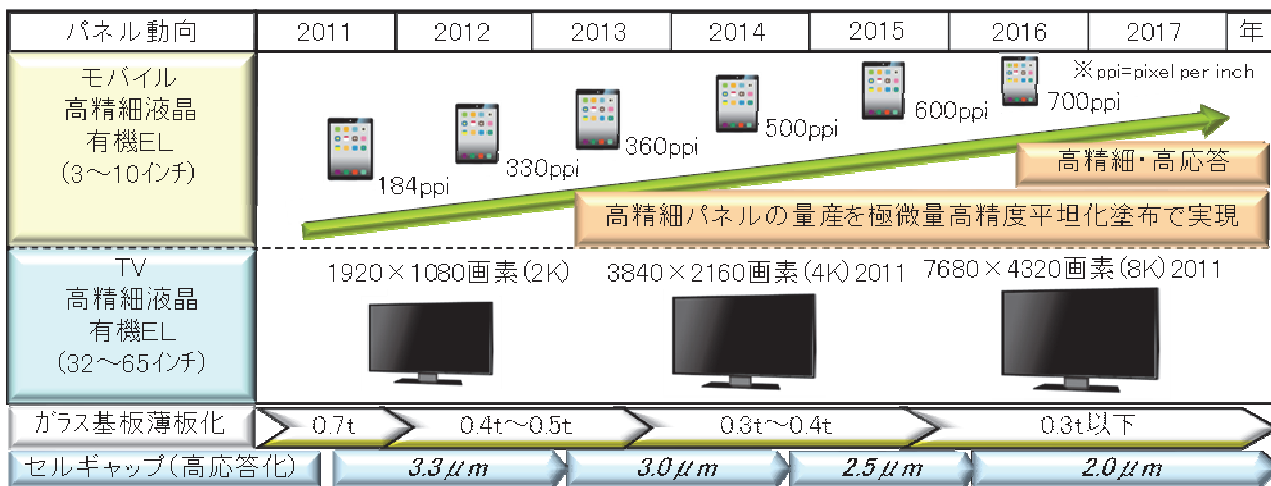


図1 液晶/有機ELパネルのロードマップ

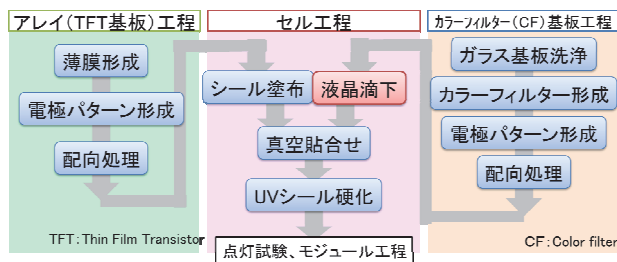


図2 液晶パネルの製造工程(セル工程)

レイが作り込まれたガラス基板と、カラー表示をするためのカラーフィルタ基板を貼り合せ、その間に液晶材料を封入する組立工程であり、液晶パネルの表示性能を左右する重要な工程でもある。

高精細・高応答パネルを量産するにあたり、従来方式の液晶滴下装置で高精細パネル用の液晶滴下を行うと、パネル品質上の課題として

①液晶材料の広がり不良、真空溜り②色むら、滴下痕③応答性向上等があり、液晶材料を極微量且つ高精度で平坦化塗布できる技術と装置の開発が求められていた(図3)。

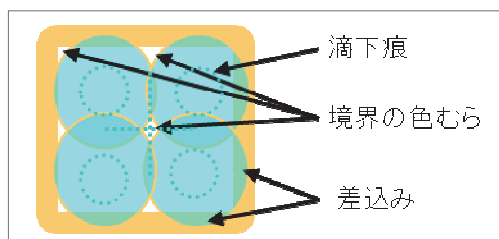


図3 従来方式による課題

装置の概要

高精細・高応答液晶パネルの製造を可能とする、極微量・高精度・平坦化塗布技術を搭載した装置を開発した。また、装置の製品化開発においては、その他に下記の課題を解決する必要も生じた。

- ①高精度極微量滴下の方法
- ②長時間安定滴下の方法
- ③各種液晶材料の適用
- ④メンテナンス性の確保
- ⑤量産検証

各開発課題に対しては、各々検討、選定、実証

を行い、図4に示す装置を製品化した。



図4 装置外観(LD2500)

技術上の特徴

今回開発した極微量・高精度・平坦化塗布技術について紹介する。

初めに技術的な開発目標を図5を用いて説明する。

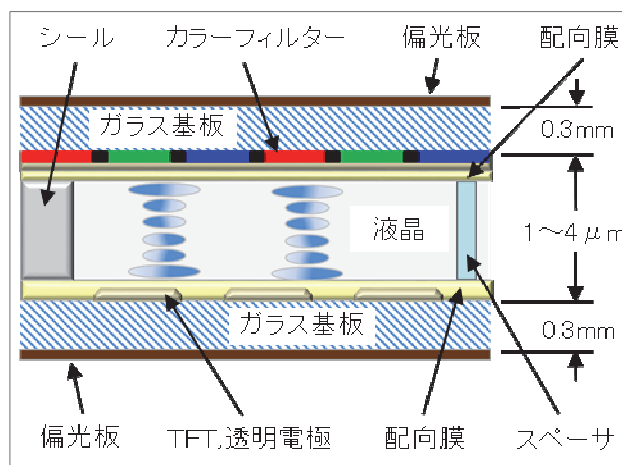


図5 液晶パネルの断面形状

2枚のガラス基板に挟まれた液晶層の厚さ精度の許容値は $1 \sim 4 \mu\text{m} \pm 50\text{nm}$ 以内であることから、極微量・高精度・平坦化に対応する液晶材料塗布技術の確立が必要となった。

従来の当社滴下方式では、1滴当たりの滴下量が約 0.3mg で、液晶の断面高さが $62 \sim 102 \mu\text{m}$ であり、 $5 \sim 20\text{mm}$ 程度の一定の間隔で格子状に滴下していた(図6)。

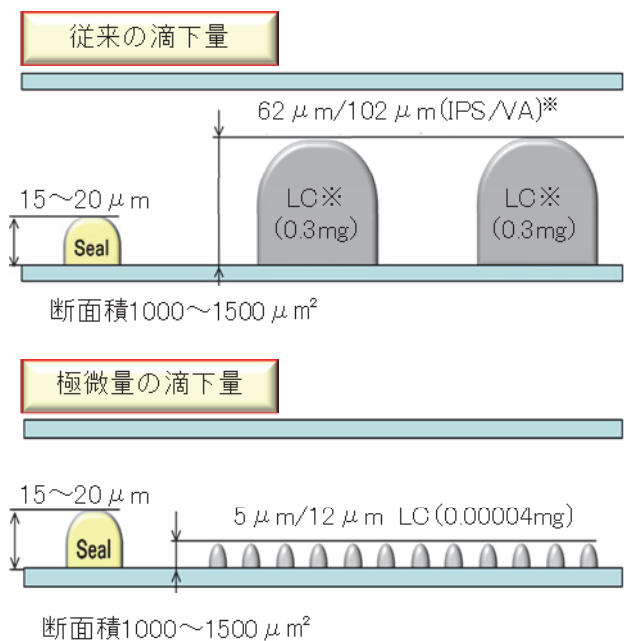


図6 液晶滴下量の比較

	従来の塗布方式	
滴下時		1Dot毎に滴下 10mm 10mm
貼合せ時		0.3mg 25mm 25mm 境界の色むら 滴下痕 差込み
	極微量高精度平坦化塗布方式	
滴下時		0.1mm 0.1mm 極微量滴下
貼合せ時		0.00004mg 1mm 1mm 液晶の広がり均一

図7 塗布方式の比較

今回新たに開発した滴下方式は、1滴当たりの滴下量が、約0.00004mgで、液晶の断面高さが5～12µmでの面状塗布を可能とした。

極微量・高精度・平坦化塗布技術の塗布方式比較を図7にて紹介する。

極微量・高精度・平坦化塗布技術での開発内容を以下に紹介する。

(1) 塗布の安定化に重要となる極微量・高精度・滴下技術として、液晶剤のタンク内圧を精密制御できる塗布ヘッドを開発した(図8)。

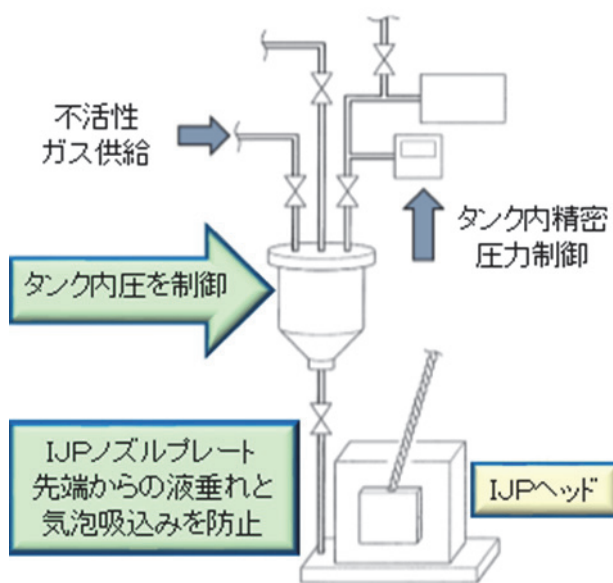


図8 液晶剤タンク内圧制御

また、上記塗布ヘッドには液晶粘度の変化に伴う滴下精度の安定化をはかるための温度調整機能も併せて開発し適用している。

(2) 極微量・高精度・平坦化塗布技術を長期間安定して維持するためには、塗布ヘッド先端部分を清掃するクロス清掃ユニット、液晶材料の滴下量を精密に計量する電子天秤ユニット、液晶材料の滴下抜け(未射出)検証用飛滴検査ユニットで構成している(図9)。

以上で紹介した極微量・高精度・平坦化塗布技

※ IPS : In Plane Switching, VA : Vertical Alignment, LC : Liquid Crystal

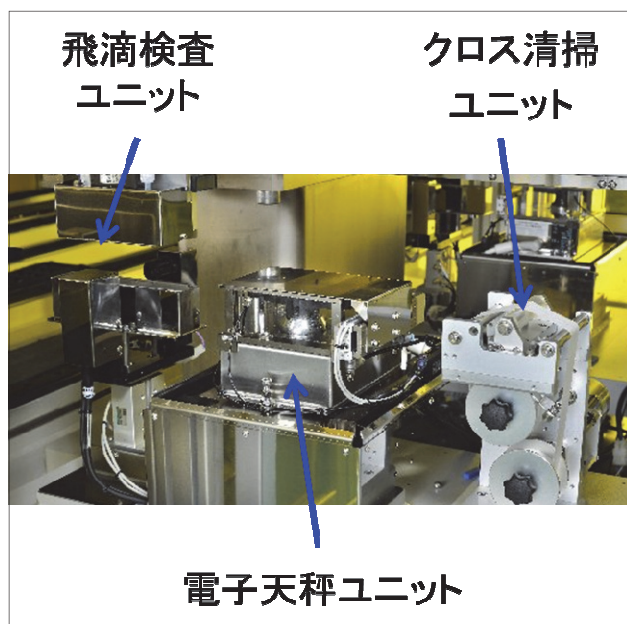


図9 塗布安定化ユニット

術等を総合することで装置を完成させた。

実用上の効果

極微量・高精度・平坦化塗布技術の効果について表1に紹介する。

表1 代表的な効果

項目	効果
<ul style="list-style-type: none"> ●品質向上 ●歩留り向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・液晶滴下痕の解消 ・フレームムラの解消 ・セルギャップ均一性の向上 ・貼り合せ基板の位置合せ精度向上
<ul style="list-style-type: none"> ●生産量向上 	<ul style="list-style-type: none"> ・液晶滴下工程の処理時間短縮 ・貼り合せ工程の処理時間短縮（真空保持時間小） ・生産開始前、貼り合せ後の画像検証時間短縮
<ul style="list-style-type: none"> ●低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・少ない台数・ヘッドで生産能力確保 ・オペレータ負担の軽減 ・装置設置面積の縮減 ・恒温処理時間の縮減
<ul style="list-style-type: none"> ●プロセスサポート 	<ul style="list-style-type: none"> ・フリーパターン塗布の実現 ・次世代液晶材料の対応

以上の極微量・高精度・平坦化塗布技術の実用化により、

- ◇液晶材料滴下工程にて世界で初めて、極微量・高精度・平坦化塗布技術を用い高精細パネル（4K、8K）の量産化に貢献した。
- ◇高粘度液晶材料の極微量・高精度・平坦化塗布技術により、高精細パネルの性能・品質向上と生産性の向上に貢献した。

知的財産権の状況

本開発装置に関する特許を国内外に 18 件出願している。権利化されている代表的な特許について、以下に概要を紹介する。

- ①日本国特許 第 5671414 号
名称：液晶材料塗布装置及び液晶材料塗布方法
- ②日本国特許 第 5352073 号
名称：インクジェットヘッド装置

むすび

極微量・高精度・平坦化塗布技術は、液晶パネルを代表とするフラットパネルディスプレイ業界の更なる飛躍の一旦を担っており、今後も益々高精細化・高応答化が進む情報デバイス分野に対しても『先進・革新技術で未来を創造』を経営理念として取り組んでまいります。