

主　論　文　要　旨

No.1



報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	三宅 泰弘
主論文題名：			
高品質・高信頼性を実現するための TFT 液晶パネル製造工程における新しい試験方法			
(内容の要旨)			
<p>液晶パネルは TV, モバイル機器, 自動車, 航空機, 軍事用品, 医療用品など様々な製品の表示装置として利用されており、その出荷枚数は 2014 年時点で約 30 億枚に達している。液晶パネルの市場拡大により、液晶パネルメーカー数は増加し、メーカー間の競争が激化している。液晶パネルを取り巻く様々な技術革新によって、多くのメーカーが、従来では製造が困難であった液晶パネルを比較的容易に製造できるようになったため、品質・信頼性とコスト面で他社との差別化が求められている。各液晶パネルメーカーは、液晶パネルの品質・信頼性を高めるため、液晶のもつ電気的および光学的な振る舞いを統合したモデル（以下、電気光学統合モデルと呼ぶ）に基づく電気回路シミュレーションを、液晶パネルの設計および解析プロセスで用いている。</p>			
<p>高品質な液晶パネルを低コストで製造するためには、高品質な液晶パネルを高い歩留まりで生産できる製造工程の改善が求められる。このためには、製造した液晶パネルの検査工程の自動化と、検査工程からの情報収集と製造装置への命令処理の自動化による欠陥のリペアなどの対策が必要になる。しかしながら、現状の画質検査は人の目視によって行われ、検査結果は画像欠陥を検出した位置に検査員がマジックで印を付けて記録が残されるのみで、欠陥の程度や位置情報のデータを正確に収集することは困難である。また、目視点灯検査にかかる人件費によって液晶パネルの製造コストを増大させていることも課題となっている。</p>			

別表5
(3)

本論文では、より高品質で高い信頼性をもった TFT 液晶パネルの供給を妥当なコストにて実現するため、目視点灯検査に替わる製造工程への電気光学統合モデルに基づく新しい画質検査の導入を提案し、その有効性を示す。新しい画質検査の導入に際しては、従来困難であった画素容量の精度の良い電気測定方法を用いる。新しい画質検査による液晶パネルの画像欠陥の検出結果と、目視点灯検査の検出結果とを比較し、新たな画質検査が製造工程起因の画像欠陥検出に有効であることを示す。また、新しい画質検査導入の効果を、期待される人件費と部材費の削減量によって評価する。

本論文は 6 章から構成され、第 1 章には、市場における液晶パネルの広がりや液晶パネルメーカーに求められる技術的課題などの本論文の背景と目的を示す。第 2 章では、TFT 液晶パネルの構造と、現在の TFT 液晶パネルの設計および製造工程について記述する。設計工程に関しては、光学的なシステムレベルの仕様から電気的なサブシステムレベルの仕様の決定を、SPICE などの電気シミュレーション上で実現するために、液晶層の各画素の振る舞いが、電気光学統合モデルで表現されていることを述べる。製造工程に関しては、従来の液晶パネルの製造工程のフローについて述べた上で、目視点灯検査が抱える課題を示す。

第 3 章では、まず、従来困難であった画素容量の測定を、新たに開発した高感度測定装置を用いて実現するための方法を述べる。開発した装置を用いて液晶パネルの画素容量を測定し、その測定結果をもとに液晶パネルの動作特性を電気的に試験する方法（以下、Cell-E Test と呼ぶ）を提案する。提案した Cell-E Test を実パネルに対して適用し、実パネルを用いて電気光学統合モデルのパラメータ抽出を行い、Cell-E Test が電気光学統合モデルに基づく液晶パネルの動作特性の試験として利用できることを示す。これにより、電気光学統合モデルに基づく液晶パネルの動作特性の評価が可能となる。

別表5
(3)

第4章では、Cell-E Testを用いた電気光学統合モデルに基づく新たな画質検査を提案する。製造工程起因の画像欠陥が液晶パネルの動作特性に及ぼす影響を、電気光学統合モデルに基づき分析し、Cell-E Testで製造工程起因の画像欠陥を検出するための試験条件を導く。導かれた試験条件でのCell-E Testの画素容量測定結果に基づき、製造工程起因の画像欠陥を検出するための欠陥判定閾値の決定方法を示す。以上の決定方法を実パネルへ適用し、従来の目視点灯検査結果との比較から、提案する決定方法の妥当性および有効性を示す。

第5章では、電気光学統合モデルに基づく新たな画質検査方法を具体的に製造工程へ導入する際の検討と、そのコスト削減効果の評価を行う。新たな画質検査導入によって期待される歩留まりの向上による部材費の削減、人件費の削減、廃棄される偏光板が減少することによる部材費の削減を算出し、導入の効果を示す。

第6章には本論文の結論と今後の課題を記述する。