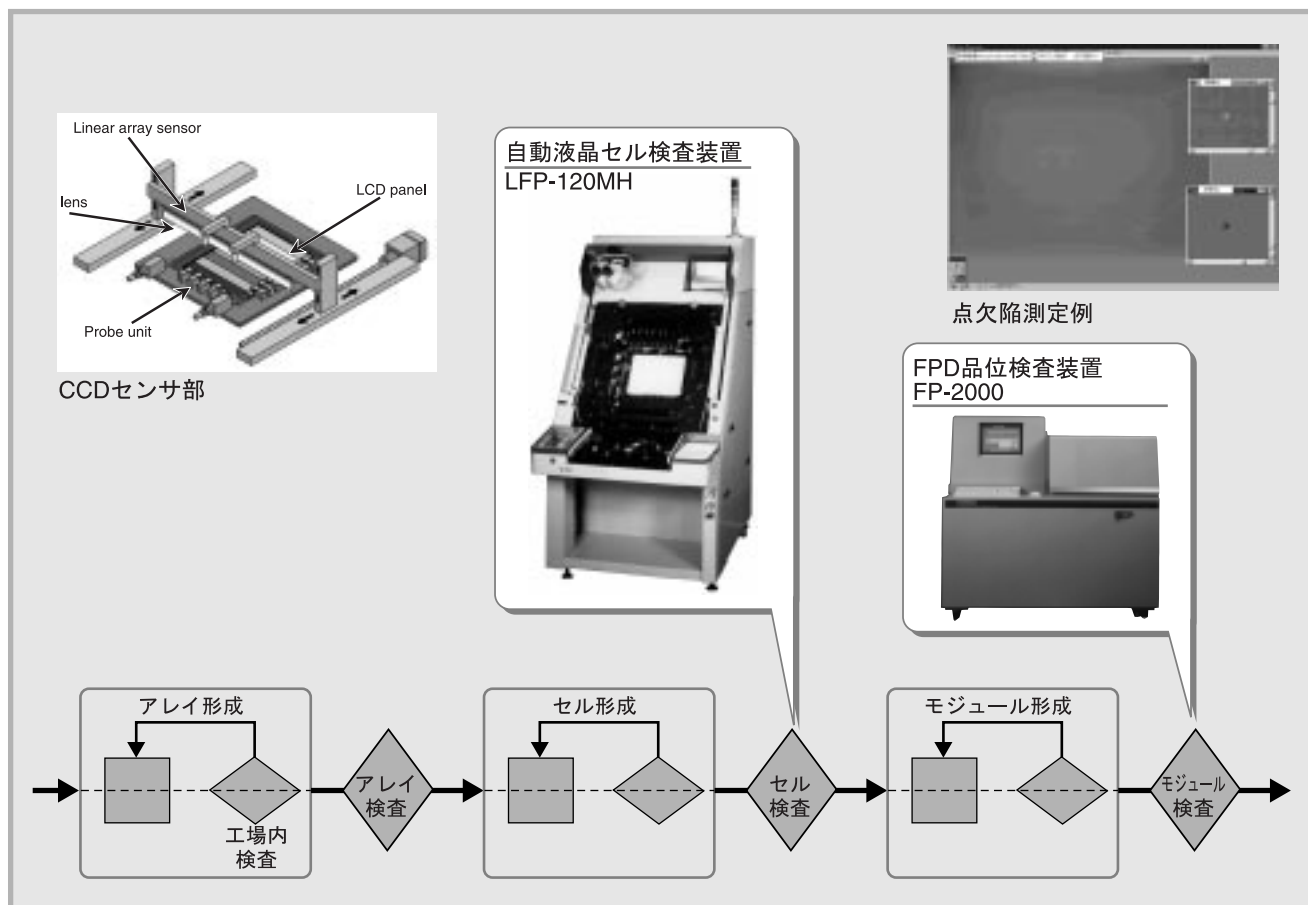


# 自動液晶セル検査装置 LFP-120MH

## LCD Defect Inspection System LFP-120MH

西條 豊



### 要旨

パソコン、テレビ、携帯電話と液晶ディスプレイ(LCD)の市場は急速に拡大している。しかし、LCDの生産ラインでは、欠陥やゴミの検査が目視で行われているため、生産性向上のネックとなっている。ホリバは、株式会社日本マイクロニクス殿と共同で、機械検査と目視検査とを組合せた、自動液晶セル欠陥検査装置 LFP-120MH を新たに開発した。本装置は LCD の大幅な生産性向上に役立つものと期待されている。本稿では、LFP-120MH 開発の背景、検出原理、特性などを紹介する。

### Abstract

The market for liquid crystal display(LCD) products is rapidly expanding. Increasing demands are coming from the personal computer, television, and mobile telephone industries. Rapid, automated production of LCD displays can be slowed by the requirement for human inspectors to perform defect and dust inspections during production. To address this problem, Horiba has teamed with Micronics Japan Co., Ltd., to develop the LFP-120MH automated LCD defect inspection system. This new system efficiently combines machine inspection and human inspection to derive the most efficient benefits from each method. The system is expected to contribute to significant gains in productivity along the LCD production line. In this article the author discusses the development of the LFP-120MH, its characteristics, and the detection principles it uses.

## 1 はじめに

液晶ディスプレイ(Liquid Crystal Display: LCD)は、ノート型パソコンの急激な普及やデスクトップ型パソコンへの省電力、省スペースの要求から、従来の電子管式ディスプレイ(Cathode Ray Tube: CRT)に取って代わる勢いで、急速に市場が拡大している。さらに、次世代の携帯電話として注目されている高速通信端末の導入が来年度から始まり、表示素子としてのLCD市場は爆発的な拡大が見込まれている。

しかし、LCD製造ラインを生産面から見ると、歩留まりの悪さや工程の複雑さから、製造コストはまだまだ割高で、改善すべき点が多々ある。なかでも、現在は人手に頼っている目視点灯検査工程は大きな見直しが必要になっている。とくに、LCDの前工程(セル工程)における、点欠陥、線欠陥、ムラなどの欠陥を、位置情報とともに、高精度で再現性良く検査することが急務となっている。ホリバはこのようなニーズを受けて、自動液晶セル検査装置を製品化した。

## 2 欠陥検査の現状

現在、LCDは、600mm × 720mmの大型ガラス基板をはじめ、各種のタイプが自動化ラインにより大量に生産されている。しかし、画素の欠陥に起因する輝度不良については、いまだに目視による検査が主に行われている。これは、熟練した人間の目による検査結果と自動機による結果との間になかなか相関性がとれないことが大きな原因である。とくにシミ、ムラの検査では、LCDが固有の角度特性を持っていることが、自動化推進のブレーキとなっている。また、既存の欠陥検査装置では、シミ、ムラの検査を重点におくと逆に点欠陥が検出し難くしてしまうという相反する問題があった。

我々は、これらの問題は検出器の空間分解能の不足が主な原因であり、また、検出器のLCDの各画素に対する視野角特性が一定していないこと、さらには、得られた画像データの処理技術の不十分さが原因だと考えている。

## 3 ラフ・スクリーニング

ホリバは、液晶検査装置のトップメーカーである株式会社日本マイクロニクス(JMC)と共同で、同社のセル点灯検査装置をベースとして、点欠陥、線欠陥の完全自動化を可能にした液晶セル欠陥検査装置LFP-120MHを新たに開発した。LFP-120MHの製品コンセプトを「機械検査と目視検査とを組合せたラフ・スクリーニング」と位置付けて、従来の目視検査の大幅な軽減を図った。

現在、LCD生産ラインの歩留りは、少なくとも数十%程

度が良品で、不良品が10%前後、残りが良否のはっきりしないグレー品と見なされている。しかし、良品を含めて全てのパネルを目視検査しているために生産性が非常に悪い。そこで、我々は、ラフ・スクリーニングという考え方にに基づき、一旦全デバイスを自動検査にかけ、グレーと判定されたものだけを再度目視検査するようにした。

これにより、二重検査の無駄が省けることになり、とくに、携帯電話のように従来の1桁も2桁も多くのLCDを生産しなければならない場合には威力を発揮する。

## 4 装置構成

LFP-120MHは、従来の目視セル点灯検査装置に自動欠陥検査センサを取り付けたコンパクトな構造となっている。コンパクト化と高性能化の両立を図るため、光検出器としては密着タイプのリニアアレイ型カラーCCDセンサ(以後、CCDセンサ)を採用した。LFP-120MHは、センサ部、サンプルステージ、光学系、データ処理部、LCD表示用信号発生器部、検査結果表示部、そして電源部から構成されている。これらを制御するコンピュータは、処理内容に応じMain-CPUおよびSub-CPUとに分けて、高精度でかつ操作性の向上を図っている。図1にLFP-120MHの外観を示す。



図1 自動液晶セル検査装置 LFP-120MHの外観  
LCD Defect Inspection System LFP-120MH

## 5 検出原理

CCD センサで LCD パネル全体をコピー機のように高速で操作し、LCD 各画素の R, G, B それぞれの輝度を一度に測定することによって欠陥を検出する。図2に輝度測定機構部、装置構成の一例を示す。

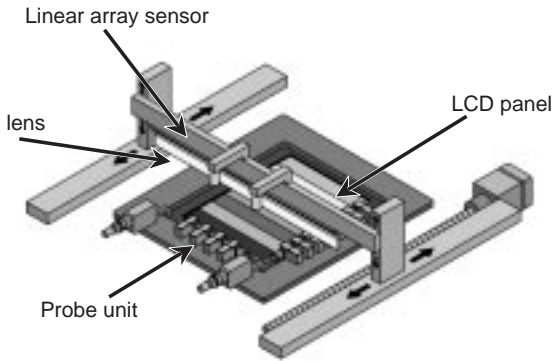


図2 輝度測定機構部  
Mechanism of the luminescence measurement

### 5.1 検出器

本 CCD センサは、光の三要素である R, G, B 各々につき 4880 個の画素を有しており、これらを LCD の R, G, B それぞれの画素と対応させて発光強度を精度よく検出する。CCD センサと被検査体 (LCD) の位置関係を図3に示す。19 インチサイズの LCD に対しては、最大約 4600 万画素の輝度を測定することになる。これは、LCD が持つ約 100 万 ~ 200 万画素に対して 10 倍以上の CCD の画素数で測定することに相当し、従来の数百万画素のセンサを使ったカメラタイプよりはるかに高い精度で欠陥を検出することができる。

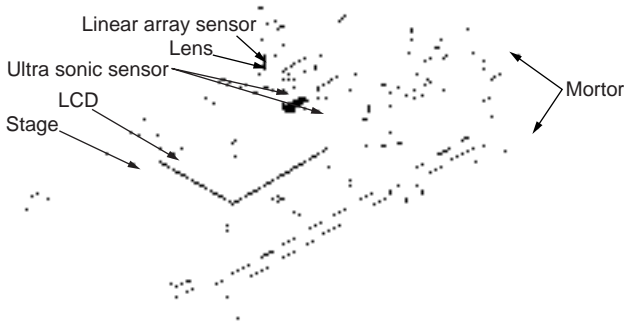


図3 CCD センサと被検査体 (LCD) の位置関係  
Positional relation of CCD pixels and LCD pixels

### 5.2 プローブとセンサの位置関係

通常、セルの点灯検査装置は、駆動回路からの信号を LCD パネルの R, G, B 各素子に伝達させるために、図4のような構造の数千本のプローブが装備されている。LFP-120MH では、高感度化をはかるために、密着型ラインセンサにワーキングディスタンスの大きなセルフオクレンズ<sup>®</sup>を適用した。

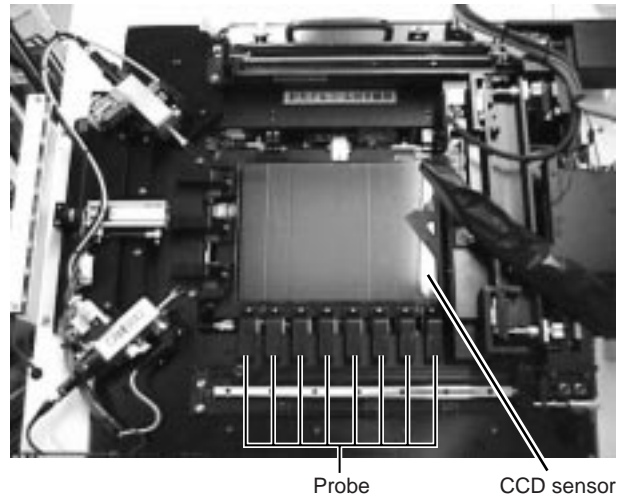


図4 プローブの構造  
Structure of plibe

## 6 検査フロー

LFP-120MH は、最初にオペレータがサンプルをセットすれば、後はキー操作のみで搬送から、欠陥検出、結果表示まで、全ての工程を自動的に行うことができる。

プロービングは自動アライメント機能により正確に行われ、センサとセルの平行度や焦点位置も再現性よく設定される。点灯モード(赤ベタ、青ベタ、緑ベタ、黒、白等)ごとにセンサがセル基板上を走査し、点欠陥、線欠陥等を検出し、輝度レベル(256 階調)や位置を表示し、記憶する。欠陥は、目視検査との相関関係から明らかにした閾値をレシピに前もって登録しておき、自動的に判別する。なお、目視検査は、センサが常に右端に待機した状態に確保されるため、スムーズに行うことができる。

## 7 測定例

LCDの測定例を図5に示す。黒(減)点欠陥、赤輝点欠陥が高精度で検出できていることがわかる。点欠陥はもちろんのこと、目視検査との相関が困難なシミ、ムラ検査も、高精度で検出できていることが読み取れる。

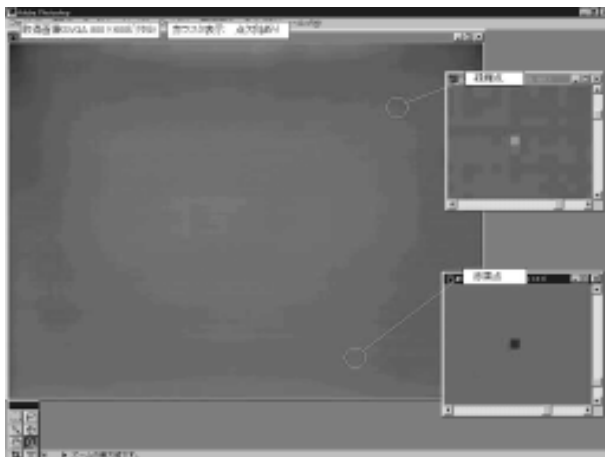


図5 点欠陥測定例

Measurement result of the point defect

## 8 おわりに

LCDの需要は急増しており、もはや目視検査だけを行っておられない状況になってきた。このような市場からの緊急要請を受けて、自動検査と目視検査とを組み合わせたラフ・スクリーニングをベースとしたLFP-120MHを製品化した。本装置がLCDの大幅な生産性向上に役立つものと期待している。一方で、LCDの一層の大型化や低消費電力化などに対応できる、より高度で多様な機能を持つ検査装置が求められている。今後とも、お客様のニーズをすばやく捉え、優秀な関連技術の積極的な融合を図ってこれに対応していくつもりである。



西條 豊

Yutaka SAIJO

半導体システム開発部

部長