

第8世代液晶基板用レーザーカッター

梶 克広*

Katsuhiko Kaji

1. はじめに

IHIグループは、1990年代初めから液晶ディスプレイに対するニーズの高まりと市場規模拡大を見越して、液晶基板検査装置および製造装置等、液晶関連装置を開発・製品化し、液晶業界の発展に貢献している。当社は、液晶製造ライン検査工程で使用されるレーザーカッターを、液晶業界の大型化路線に対応して開発・製品化し、製造・販売からカスタマサポートまでを一貫して行っている。ここでは、レーザーカッターの開発経緯、納入実績および第8世代液晶基板用レーザーカッターについて紹介する。

2. レーザカッター開発の経緯

IHIグループは、液晶ディスプレイ市場拡大の原動力となった表示性能に優れたアクティブマトリックス型液晶ディスプレイの歩留改善に貢献すべく、アレイ（基板上の画素配列）製造工程におけるインライン検査装置、即ち、インプロセス液晶基板検査装置を開発した。

その結果、アレイ製造工程の後工程に不良品が流れることが避けられ、かつ前工程への問題点フィードバックが可能となり、生産性向上に貢献できた。このインプロセス液晶基板検査装置は、

IHIグループが米国P社と協力して、世界で始めて液晶基板の画素単位欠陥を非接触で検出可能とした装置である。ここで紹介するレーザーカッターは、この液晶基板検査に不可欠な前処理を行う装置として開発されたもので、液晶基板検査装置とともにアレイ製造工程におけるインライン装置として運用されている。

液晶業界は、平成11年（西暦1999年）頃から液晶ディスプレイ市場の拡大、生産性向上を狙って液晶基板の大型化を加速、その結果、液晶関連装置は大幅なコストダウンと更なる信頼性向上を迫られた。しかし、レーザーカッターは当時、IHIがインプロセス液晶基板検査システムの一構成要素として開発したもので、外部のメーカーに製作を依頼し、購入していたため、これらの要求に応えるのが難しい状況にあった。さらに、IHIグループが販売していたインプロセス液晶基板検査装置と異なる検査手段による電氣的検査装置も製品化され、採用されるようになった。その結果、IHIのインプロセス液晶基板検査装置だけでなく、他の検査装置との組合せも必要となり、レーザーカッターの位置づけが検査システムの一構成要素から独立したインライン装置となった。レーザーカッターは検査装置とのインターフェースを考慮することなく、単独でシステム開発が可能となった。

* システム事業部 設計開発部 部長 技術士（機械部門 総合技術監理部門）

当社は既に IHI から平成 10 年に IHI が展開していた電子機器事業の機能分担会社として液晶基板製造装置や検査システムを扱う電子機器事業部を発足させており、レーザカッタ装置の外部調達ではコストダウン実現に限界があること、およびレーザカッタ単独でシステム開発が可能となったことから、当社がレーザカッタを自主開発により商品化することで、コストダウンに加えて、ユーザーのニーズにタイムリーに応える体制を構築できると判断し、自社開発することを決定した。そして、当時のシステム事業部と電子機器事業部がそれぞれ得意とする制御技術、画像処理技術、光学

設計技術を結集し、目標を達成することができた。

その成果で平成 11 年から 12 年に第 4.5 世代基板用レーザカッタを受注、納入した。以来、継続的にレーザカッタを受注し、納入している。平成 14 年に、当社電子機器事業部は IHI との機能分担を解消したが、レーザカッタは当社が独自開発した製品であることから、その後も製造販売を続け、海外に向けてもレーザカッタを納入している。既に第 8 世代用基板レーザカッタも納入し、インラインで順調に運用されている。参考に液晶基板サイズの変遷を図 1 に示し、表 1 に納入実績を示す。現在、当社は液晶業界で計画が進められている第

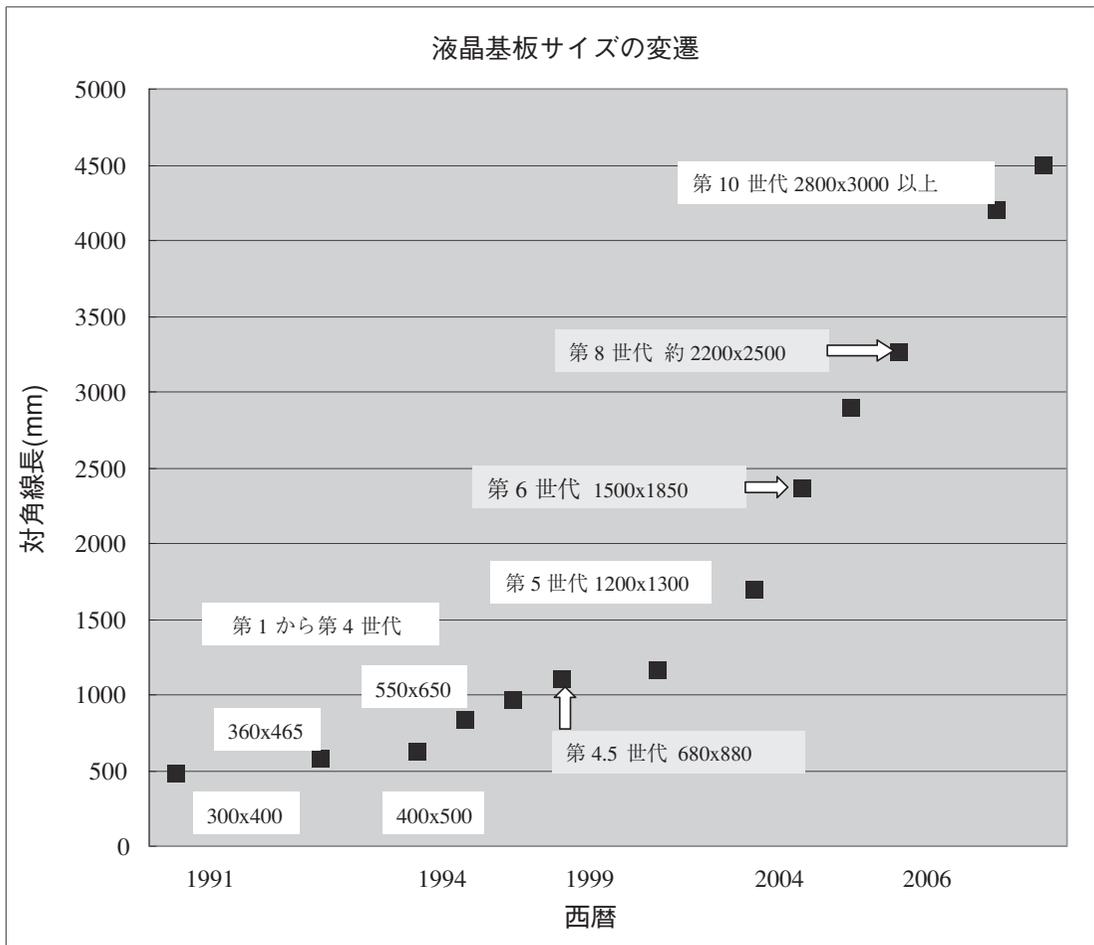


図1 液晶基板サイズの変遷

表1 レーザカッタ納入実績

レーザカッタモデル	実績
第4.5世代用	6台
第6世代用	5台
第8世代用	進行中

10世代基板用レーザカッタに対応中である。

3. 第8世代レーザカッタ

液晶アレイ製造工程の液晶基板には、液晶アレイパターンの静電破壊を防止するためにショートリングが施工されている。レーザカッタは、基板検査の前に、このショートリングをカットする装置である。このパターン分離の結果、液晶アレイ製造工程で良否判定を行う液晶基板検査装置は、ゲートライン及びデータラインから各々駆動信号を印加でき、各液晶画素に設けられた薄膜トランジスタ（TFT）の動作・応答性を含めた画素の良否判別が可能となる。当社は、液晶基板の大型化に対応し、装置安定稼動、高速処理、品質維持

向上を追及、同時にコストダウン実現というチャレンジを続け、検査に支障を与えない高精度のレーザカット機能を実現している。以下に第8世代レーザカッタについて述べる。

(1) システム概要

第8世代液晶基板は、そのサイズが約2,500×2,200mmである。レーザカッタは、シャッタの開閉動作、液晶基板の位置決め、基板アレイカットに要する時間（TACT）を最小限にするため、レーザを搭載した光学ヘッドを2台有するダブルヘッド構造を採用している。レーザカッタのシステム構成を図2に示す。各光学ヘッドは、各々がカットファイルで指定されたカットを最短の時間で、液晶基板のカットエリアを二分して効率よくカットできる。また、同軸上を2台のヘッドが往復するため、安全対策上、両者が衝突しないよう衝突防止センサーを取付け、さらにダイナミックブレーキ機能とショックアブソーバにより、ステージおよび光学ヘッドを保護している。また一方のヘッドだけでも液晶基板全エリアをカットで

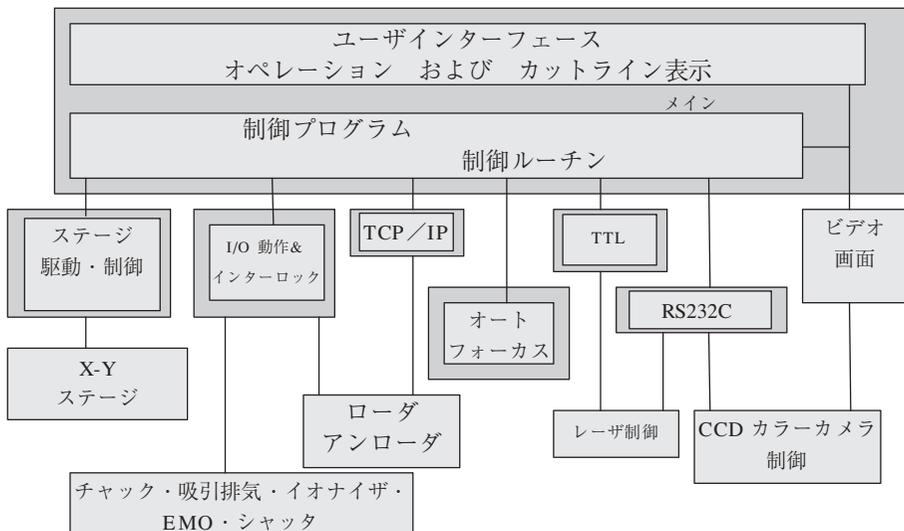


図2 レーザカッタシステム構成

きる構造としている。上記、ダブルヘッド構造以外の特徴をまとめると、

- ①大型液晶基板のたわみが400～800 μm あるが、オートフォーカス機能（当社の独自システムで特殊なスポットレーザを利用し、その反射光から液晶基板の表面に対物レンズの焦点をリアルタイムで合わせることが出来るオートフォーカス分散処理システム）を搭載し、レーザカット精度改善に加え TACT 時間を大幅（20%程度）向上
- ②超大型ステージでは、3mを超える長ストロークの真直性を精密制御技術で保証、精密レーザ加工制御技術で液晶アレイの損傷を回避
- ③容易に活用できるアライメントマーク、カット座標などのティーチングツールを装備
- ④イオン化空気導入とカットダスト吸引ノズルによるレーザカット中の発生ダスト除去システム搭載
- ⑤レーザ光学系対物レンズ保護マスクと自動レーザパワー測定機能装備、等々がある。

(2) 液晶基板レーザカット処理

レーザカッタの全体構造を図3に示す。図4に2台の光学ヘッドの写真を示す。液晶基板はローダアンローダによりシャッタを通して挿入、図3のパッド上に置かれる。液晶基板はパッド上でエアー浮上している状態でプリアライメント機構により精密に位置決めされる。第8世代の大型液晶基板をカットする場合、2台の光学ヘッドをカット位置に精密に位置制御し、最適化経路で液晶アレイパターンをカットしていく。ステージ動作を最適化した結果、大面積に亘って精密なカットを可能にし、レーザ照射ポイントにおけるカットラインぶれの再現性は $\pm 30 \mu\text{m}$ 以下である。インラインでは、ローダアンローダ側から送信されてくる液晶基板の機種番号を判別することで自動的にカットファイルをロードし、レーザカットを開始する。カット完了後、液晶基板はローダアンローダにより取り出される。

4. レーザカッタ主要構成要素と安全対策

(1) 光学ヘッド

光学ヘッドは、高性能レーザ、ビーム形状を制

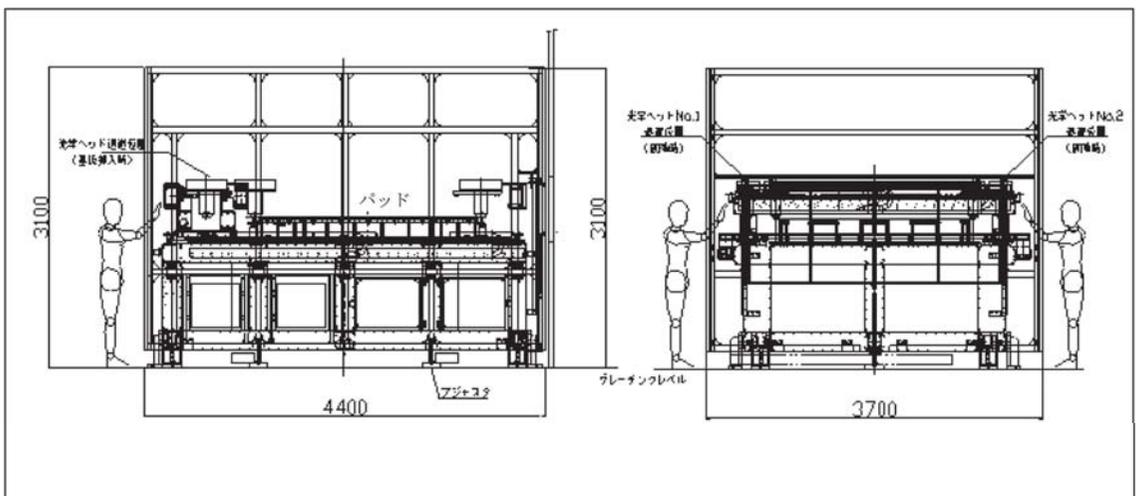


図3 レーザカッタの全体構造



図4 ダブル光学ヘッド搭載時の外観

御する光学系，オートフォーカス分散処理システム，カット状況モニタおよび高感度CCDカメラ，カットダスト吸引ノズル等を含んでいる。この光学ヘッドによるレーザカット事例を図5に示す。カット性能は，オートフォーカス機能により，基板と対物レンズ間の距離を把握・調整し，リアルタイムで基板表面をトレースすることで精密なカットを実現しており，第6世代のレーザカッターで実証済みである。

(2) レーザ

レーザの仕様は以下のとおりである。

- ①レーザ種類：半導体レーザ励起固体レーザ
波長：1,064nm 出力：Max 150 μ J
繰り返し周波数：30KHz ~ 100kHz
- ②カット形状（図5参照）
レーザスポット径：約 50 μ m 以下

(3) 安全対策例

- ①動作機構部は全て外装板で保護し，人が直

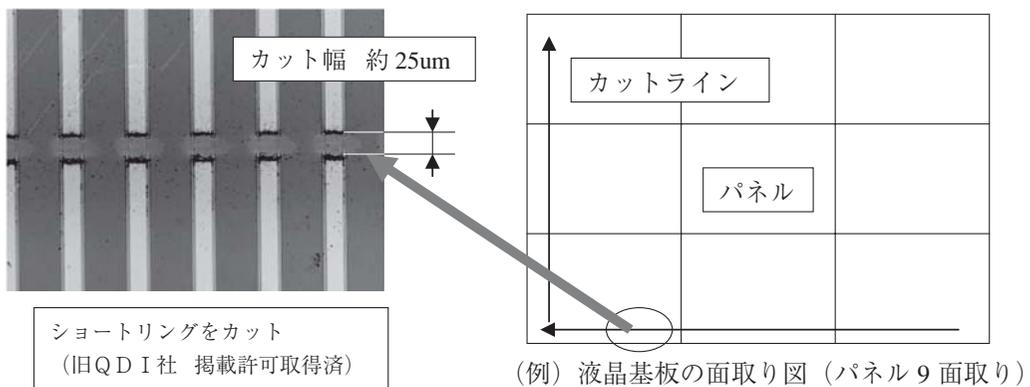


図5 レーザカット例

接触れることのできない構造

- ②ローダアンローダのアクセス時を含め、装置にアクセスする場合に動作機構部，レーザー照射を停止するインターロック
- ③シャッタ部挟まれ事故防止インターロック
- ④装置の運転状態を示すシグナルタワーとして三色灯およびブザーを装備
- ⑤瞬停時にコンピュータのデータを保護する無停電電源を装備
- ⑥固定の非常停止ボタン，作業中に携帯できるポータブルの非常停止ボタンを装備

5. まとめ

当社のレーザーカッターは、アレイ検査工程において、ショートリングを精密にカットする装置として、液晶基板の生産性向上に寄与している。既に液晶基板の大型化は第8世代から第10世代へと展開しようとしている。当社は今後も液晶業界の大型化展開に協力し、その生産性向上に少しでも寄与すべく努力したいと考えている。



システム事業部
設計開発部 部長
技術士（機械部門 総合技術監理部門）

梶 克広

TEL. 0299-80-4011

FAX. 0299-80-4040