

第6世代液晶基板用レーザカッタ

梶 克広*

Katsuhiko Kaji

1. はじめに

液晶業界は、液晶ディスプレイ市場のニーズに対応するために生産性向上を狙った液晶基板の大型化を進めている。液晶基板のサイズは液晶ディスプレイの市場拡大とともに大型化が進み、2003年には、いわゆる畳サイズといわれる第6世代1,500×1,850 mmの液晶基板に対応した製造装置が実用化されている。ちなみに2004年頃から、第7世代、第8世代の超大型液晶基板に対する液晶業界の設備投資も行われており、各装置メーカーはこれらの基板に対応した超大型装置開発にしのぎを削っている。当社は、第8世代用レーザカッタにも対応中であるが、ここでは当社が液晶業界の大型化路線に対応して開発・納入した第6世代用レーザカッタについて紹介する。

2. 装置概要及び特徴

液晶ディスプレイ製造ラインでは、液晶基板上に画素を形成するアレイ工程が完了した時点で液晶基板の良否判定を行っている。しかし、液晶アレイ基板を静電気による破損から守るため、アレイパターンがショートリングにより電氣的にショートされている。カットする目的はショートリングによりショートされている液晶基板のアレイパターンのデータラインとゲートラインを電氣的に

分離することで、印加するデータライン、ゲートライン信号が相互に混合しないようにして検査段階での誤判定を防止するためである。当社のレーザカッタは、アレイ工程で完成している精密な液晶パターンのカットを可能とするために、以下の特徴を有している。①液晶基板の大型化に対応して基板の変形に追従して焦点あわせができるオートフォーカス機能を装備している。②液晶アレイパターンに損傷を与えない精密なレーザ加工が可能である。③ユーザが指定するカット個所を自動的にカットできる。④カット中に発生するカットダストは特殊な吸引ノズルで排気して液晶基板のクリーン度を保持する機能を有する。完成した第6世代のレーザカッタの外観写真を写真1に示す。

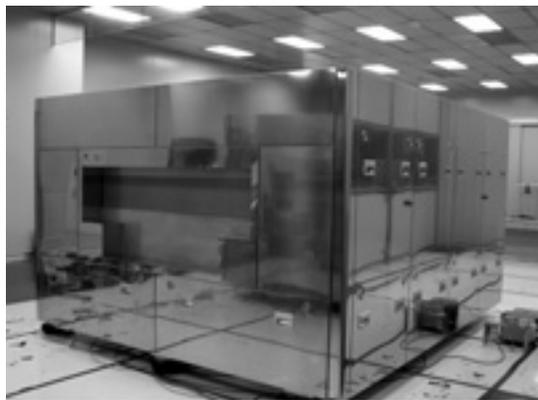


写真1 第6世代レーザカッタの外観

* システム事業部 設計開発部 部長 技術士（機械部門）

3. システム構成

レーザカッターのシステム構成を図1に示す。液晶基板は、ロボットハンドにより真空チャック面上に置かれる。次に液晶基板を精密位置決めするが、大型基板を破損しないようにエア浮上させて基板プッシャにより位置決めする機構を採用している。基板プッシャと液晶基板が真空チャック面上に位置決めされた状況をそれぞれ写真2及び写真3に示す。

液晶基板を固定した後、予めカットファイルに登録している基板上的のポイント間をXYステージにより、X軸ガントリーに搭載したレーザヘッドを移動させて液晶パターンをカットしていく。カットファイルは、液晶基板の機種毎にパターン変更に合わせて、アライメントマーク、カット位置等を予め登録したものであり、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から自動的にカットファイルがロードされ、レーザカットが開始されることになる。カット完了後は、カット結果をローダ側に送信した後、基板はロボットハンドにより取り出される。図2の右図は、第6世代の液晶基板上に24枚の液晶パネルがパターンされているケースを仮定したもので、カットパター



写真2 基板プッシャ



写真3 真空チャック上のガラス基板

ンの一例を示し、図2の左図はゲートラインとデータラインを分離するカット例を説明したものである。このような大面積に渡って精密なカットを可能としているのは、精密ステージの走り真直度の制御技術によるもので、動作制御の最適化を行った結果である。当社装置では、レーザ照射ポイントでカット再現性が $\pm 30\mu\text{m}$ 以下となっている。

4. レーザカッターの構成機器と性能

4.1 レーザヘッド

主要構成機器であるレーザヘッドは、高性能レーザ、ビーム形状を制御する光学系、リアルタイムオートフォーカス、カット状況モニター用高感度CCDカメラ、及びカットにより発生するカットダスト吸引ノズル等から構成されている。光学ヘッドの外観図を図3に示す。

4.2 オートフォーカス機能

大型液晶基板では、大面積に渡って均一なカットを実現するためには、液晶基板の撓みに追従して

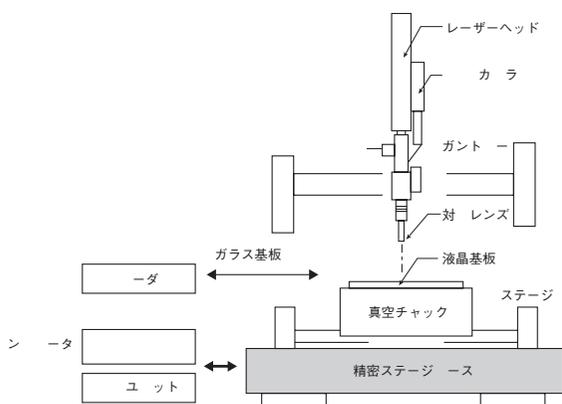


図1 レーザカッターのシステム構成

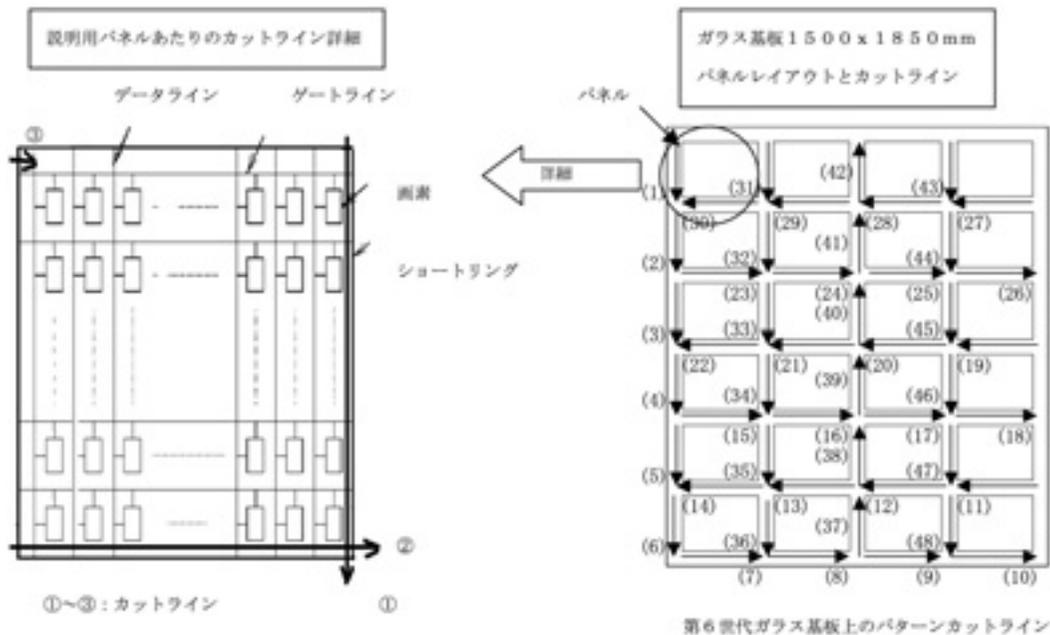


図2 液晶基板のカットパターン例（当社推測したもの）

焦点合せが可能なシステムが不可欠である。当社はオートフォーカスシステムを開発し搭載している。これは、当社独自の技術で開発したリアルタイムで基板表面トレースが可能であり、レーザヘッド先端と基板との距離を一定にして精密なカットを保証している。図4にオートフォーカスによる焦点検出時のパターンを示す。図に示すように、実際の運用では、焦点が合っている場合、レーザポイントの反射光がほぼ中央にピークをつくる。このピークが指定レンジ内にくるようにリアルタイムで基板と対物レンズ間の距離を調整している。このオートフォーカス機能は、第6世代のレーザカッターで液晶基板のたわみに追従でき、カット状態も良好であることが実証された。カット例を写真4に示す。

4.3 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：1,064 nm 出力：Max 150 μ J

繰り返し周波数：30 kHz ~ 100 kHz

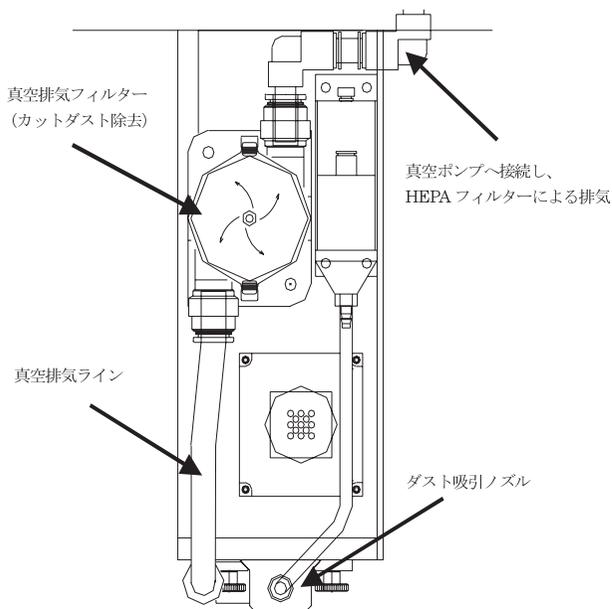


図3 光学ヘッド外観図

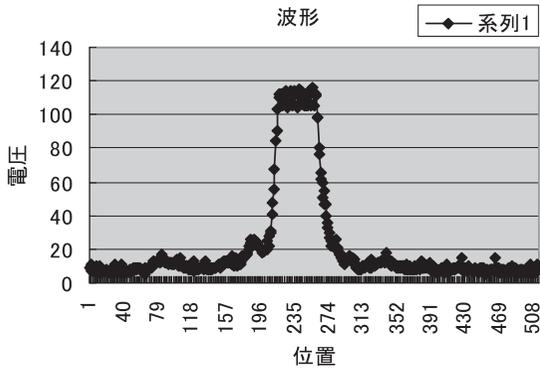


図4 オートフォーカス系焦点検出パターン

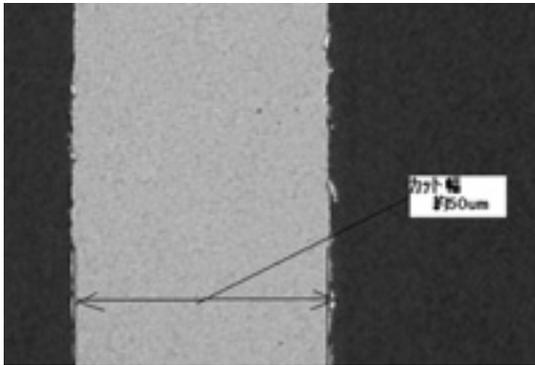


写真4 レーザによりカットされたカット断面写真

②カット形状 (写真4参照)

レーザスポット径は短辺約 $50 \mu\text{m}$ 以下、長辺約 $60 \mu\text{m}$ 以下の楕円形

4.4 カットダスト吸引ノズル

レーザカットによりカットダストが発生するため、吸引するノズルを装備し、カット中はカットダストを常に吸引している。またダストが対物レンズ表面に付着するのを防止するために対物レンズ保護ガラスプレートを装備している。このガラスプレートは、週一回程度のメンテナンスを行うため簡単に取り外しができる構造である。

4.5 大型精密ステージ

- ①レーザカット時のステージ速度：200 mm/sec
- ②レーザヘッド移動速度：300 mm/sec (Max)

- ③カット位置繰り返し再現性精度： $\pm 30 \mu\text{m}$ 以下

4.6 ユーザインタフェース

- ①装置操作タッチパネル及びカット状況モニター用LCDを装備
- ②レーザヘッドをマニュアルで任意の位置に移動するためのツールとしてジョイスティックを装備
- ③レーザの波長を遮光して目視観察できるレーザカーテンを装備
等々、運転操作性を向上させている。

4.7 安全対策

- ①動作機構部は全て外装板で保護し、人が直接触れることのできない構造
- ②外装板を外した際、或いはロボットアクセス時、動作機構部およびレーザ照射を停止
- ③緊急時の装置非常停止用スイッチを装備
- ④装置の運転状態をシグナルタワーの3色灯及びブザーで運転員に伝達
- ⑤配線端子類にカバーを取り付け、感電を防止
- ⑥瞬停時にコンピュータのデータを無停電電源にて保護

5. まとめ

当社の開発した超大型液晶基板に対応できるレーザカッターは、リアルタイムオートフォーカスによる自動焦点合せ機能を有し、基板のたわみに追従して均一なレーザ加工が可能で、液晶パターンを精密にレーザ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。カットダストは吸引ノズルにより排気し、ダストによる基板の不良化という問題を解消できるようになった。現在、液晶基板の大型化はさらに進み、第8世代へと展開しているが、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。