

## ウォブリング—強誘電性液晶を用いた液晶プロジェクターの高解像度化技術

安田 章夫

ディスプレイの高精細化の傾向は、ハイビジョン放送の長時間化、高性能コンピューターの普及に伴い、急速に高まっている。しかし、active matrix 液晶ディスプレイ (AM-LCD) において画素数を単に増大することは、開口率を低下させ、明るさを低減させる。筆者らは新規に開発した広い実用温度範囲をもつ強誘電性液晶を用いて、AM-LCD を用いた液晶プロジェクターの見かけの画素数を倍増するウォブリング (wobbling) 技術を開発した。この技術を用いればハーフライン (垂直解像度が NTSC フルスペック AM-LCD の半分) の AM-LCD に対してはフルラインに、フルラインの AM-LCD に対してはハイビジョン対応に解像度をアップでき、しかも明るさを低減させずに画素構造イメージも消せる効果を有する。

### 1. ウォブリングの原理

図1にウォブリング (画素ずらし) の原理を示す。NTSC (National Television System Committee) 等インターレース信号によるテレビの画像は1秒間に30フレーム (1フレームは2フィールド) から成り立っている。CRT (cathode ray tube) においては、まず第1フィールドをスキャンし、その行間を第2フィールドで埋めることにより、1枚の画を作っている。AM-LCD などの画素が固定されているものに対しては、たとえば垂直解像度が240 TV 本の場合、第1と第2フィールドは同じ画素を異なった信号で書くということになる。これでは、せっかくの情報が表示画像に反映されないことになる。

そこで、第1フィールドはそのまま第2フィールドをちょうど画素の間にずらすことができれば、見かけの画素数は倍増し、垂直解像度も2倍になる。実際に、強誘電性液晶を用いてどのようにウォブリングするかを図2

に示す。まず、AM-LCD からは偏光板を通して直線偏光した光が FLC (ferroelectric liquid crystal) デバイスに入射する。高速応答を特徴とする強誘電性液晶デバイスは NTSC 信号に合わせて偏光方向を変えるはたきをする。デバイスには水晶板が重ねてあり、水晶板がもつ複屈折性により、偏光方向に依存してビームを空間的にシフトすることができる。シフト量は水晶板の厚みでコントロールでき、ちょうど AM-LCD の画素ピッチの半分だけシフトすると画素間にシフトする。ここで、1フィールドは 16.7 ms であることから、ウォブリングデバイスはその時間内にスイッチングが完了している必要がある。

### 2. 実用レベル強誘電性液晶の開発

以上のようにウォブリング素子として、強誘電性液晶デバイスが適用できることの原理が確認できた。しかし

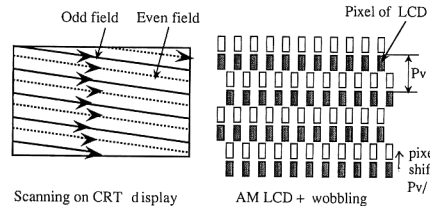


図1 ウォブリングの原理。CRTでのインターレース信号の掃引。AM-LCDでの画素シフト (ウォブリング) の模式図。シフト量は、画素ピッチの1/2。

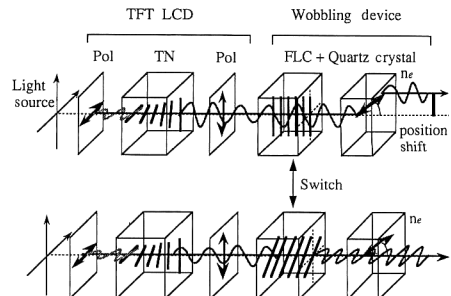


図2 強誘電性液晶を用いたウォブリングの原理図。Pol: 偏光子, TN: 液晶デバイス, FLC: 強誘電性液晶デバイス。偏光面の切り替えで射出位置をシフト。

Wobbling: a technique using ferroelectric liquid crystals for doubling the resolution of projectors (1996年2月15日受理)

Akio YASUDA ソニー(株)中央研究所 (〒240 横浜市保土ヶ谷区藤塚町 174)

従来の強誘電性液晶材料では、 $-30\sim 70^{\circ}\text{C}$ の保存、 $-10\sim 70^{\circ}\text{C}$ の動作といった実用レベルの広温度範囲での条件に適用することは不可能だった。そこで、強誘電性液晶相として $-30\sim 86^{\circ}\text{C}$ の広い温度範囲の液晶材料を開発し、室温でも $100\ \mu\text{s}$ の高速応答を実現した。

### 3. 信頼性

強誘電性液晶デバイスの実用化のためのもうひとつのバリアは信頼性である。なかでも耐ショック性は、従来、強誘電性液晶の大きな課題であったが、本デバイスにおいては、 $100\ \text{G}$ のショックで $X, Y, Z$ の3方向より18回以上衝撃を与えても問題がないことが確認され、また、高温高湿下での連続1,000時間以上の駆動でも実用上の問題点はみられなかったなど、コンシューマ製品に応用しても問題のないほどの高信頼性を達成している。

### 4. ハイビジョンプロジェクターへの応用<sup>2)</sup>

図3に、NTSC用AM-LCD（垂直解像度480TV本）を3枚用いた3板式のフロントプロジェクターに搭載した場合のブロックダイアグラムを示す。ウォプリングデバイスは投射レンズとダイクロイックプリズムの間に配置した。このプロジェクターでハイビジョン用モノスコパターン（解像度評価チャート）を100インチに投影したときのウォプリングの有無による解像度の向上を、モノスコパターンの一部分を図4(a), (b)に拡大して示す。500~600本の垂直解像度から、ハイビジョン対応の800本以上の垂直解像度に向上していることがわかる。また、ウォプリングがスクリーン上に焦点を結ぶTFT (thin film transistor) の画素イメージを消す効果 (depixelization) ももち、滑らかな画像が得られることが確認できた。より低価格のNTSC用AM-LCDを用いてハイビジョン画像等高精細画像が実現できること、さらに、高精細なAM-LCDになるとおのずと開口率が小さくなり、明るさが低下することが避けられないが、ウォプリング技術を用いた場合には、明るさの低減はないというメリットをもつ。

高速応答性、広温度範囲を特徴とする強誘電性液晶を用いて画素数を倍増できるプロジェクター用ウォプリングデバイスを開発し、これを用いた新しいプロジェクターへの導入を図り、良好な結果を得た。プロジェクター

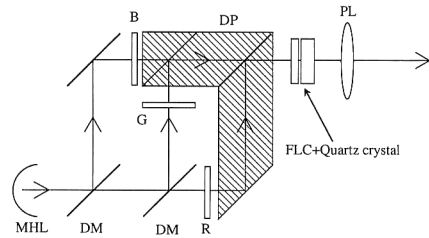


図3 3板AM-LCD方式フロントプロジェクターの光学配置。MHL：メタルハライドランプ、DM：ダイクロイックミラー、DP：ダイクロイックプリズム、PL：プロジェクションレンズ。

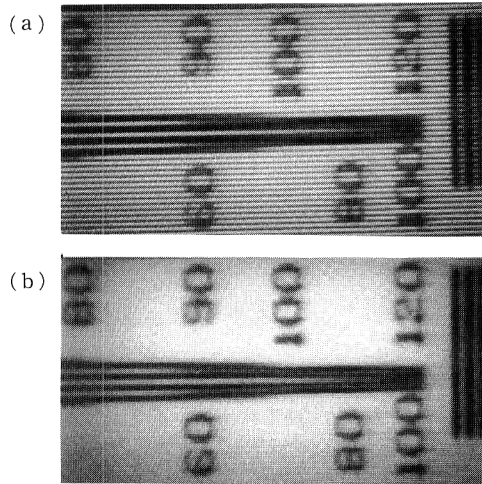


図4 プロジェクション画像（100インチハイビジョン用モノスコパターン）。(a)ウォプリングなしのときの部分拡大図、(b)ウォプリングをしたときの部分拡大図。

の技術開発は、より高輝度に、そしてより高精細へと向かうことが予想され、そのなかで、ウォプリング技術は、トレードオフの関係にあるこれら2つの要求を同時に満足させることができるひとつの有力な手法である。

### 文 献

- 1) N. Clark and S. Lagerwall: "Submicrosecond bistable lectro-optic switching in liquid crystals," *Appl. Phys. Lett.*, **36** (1980) 899.
- 2) A. Yasuda, H. Takanashi, E. Matsui, N. Kataoka, K. Nito and Y. Shirochi: "A practical wobbling device using ferroelectric liquid crystals for realizing high resolution projectors," *Asia Display '95 Proceedings* (1995) p. 79.