

最近の技術から

反強誘電性液晶ディスプレイ

小勝負信明・山田祐一郎

日本電装(株)基礎研究所 〒470-01 日進市米野木町南山 500-1

1. ま え が き

反強誘電性液晶 (antiferroelectric liquid crystal: AFLC) は1988年東京工業大学のChandaniらにより発見された¹⁾。筆者らはこのAFLCを応用した表示デバイスの表示原理を提案し²⁾、1989年世界に先駆けて6インチモノクロディスプレイを試作した。ここではAFLCの特徴的な性質と表示デバイスへの応用の現状を紹介する。

2. AFLC 光シャッター動作原理

AFLCは図1に示すように、無電界時に各液晶分子の永久双極子モーメントが打ち消し合うように配列し〔反強誘電(AF)相〕、可視光では液晶の光軸は一樣とみなせる。偏光子の偏光軸を液晶の光軸と一致させ、検光子をクロスニコルに配置すると消光する。正電界を印加すると液晶分子はすべて同じ方向にチルトし、打ち消し合っていた永久双極子モーメントが揃い自発分極が出現する〔強誘電(F)相〕。偏光子を透過した入射光は液晶分子により複屈折し楕円偏光となり検光子を透過する。負電界を印加すると液晶分子は逆方向にチルトし、正電界

印加時と同様に光が透過する。図2に示すようにAFLC光シャッターはこの印加電界強度と光透過率の履歴に2つのヒステリシスを描く。このヒステリシスの存在は状態を記憶できることを示しており、高容量のマルチプレックス駆動表示デバイスへの応用に有効である。

3. AFLC 表示デバイスの駆動法

AFLCは単純マトリクス電極構成で線順次走査により駆動される。各画素には画像情報を書き込む選択期間以外に、他の画素に書き込むべき画像情報に対応した信号電圧が印加されるが、この電圧をヒステリシスの不感帯幅に抑えれば、この影響を排除し次の選択期間まで画像情報を保持できる。このヒステリシスを利用した画像情報保持が多数の走査電極を有する高容量の表示装置のマルチプレックス駆動を可能にする。しかし最大信号電圧振幅がヒステリシスの不感帯幅に制限されるため選択期間に同時に画素を明、暗に書き分けることはできない。そのため駆動法としては、①一括消去(暗)選択書き込み(明)法、②一括書き込み選択消去法、の2つが考えられる。AFLCはF(明)からAF(暗)への応答速度が数百 μs ~数msと遅いため³⁾②は実用的ではない。駆動波形を図3に示す。

4. 中間調表示

テレビに代表されるフルカラー表示は表示デバイスとして当然要求される性能である。液晶の場合、表示を構成する各画素の光透過率が暗から明まで連続的に制御できればこの目標を達成できる。AFLC光シャッターではAFとFの暗、明2状態のみであって、例えば中間の光透過率を示す中間のチルト角に液晶が配列するような状態は存在しない。しかし研究の結果AFLCはAFとFが領域に分かれて比較的安定に存在できることが

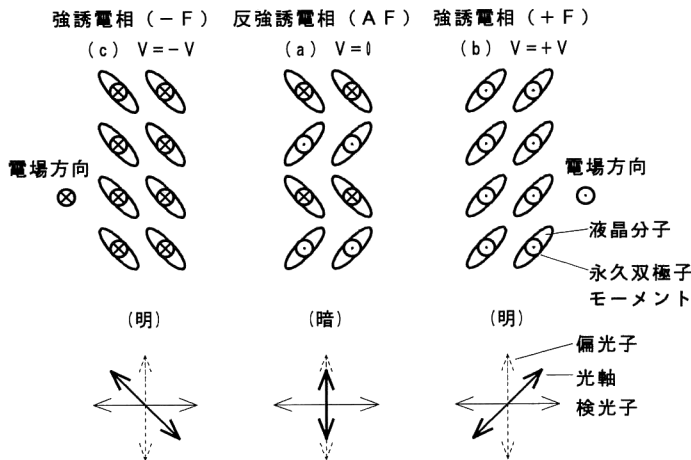


図1 AFLC光シャッター原理

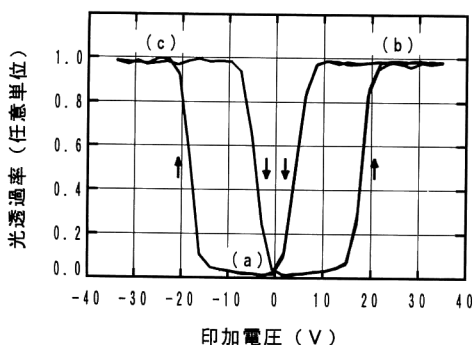


図2 印加電圧-光透過率特性

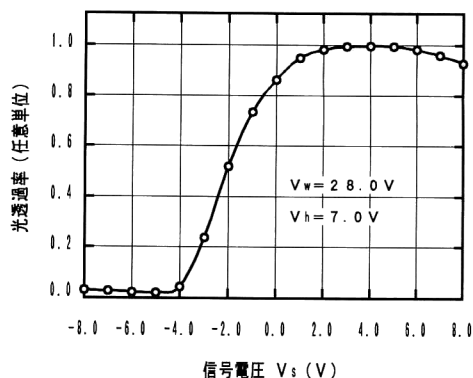


図4 中間調特性

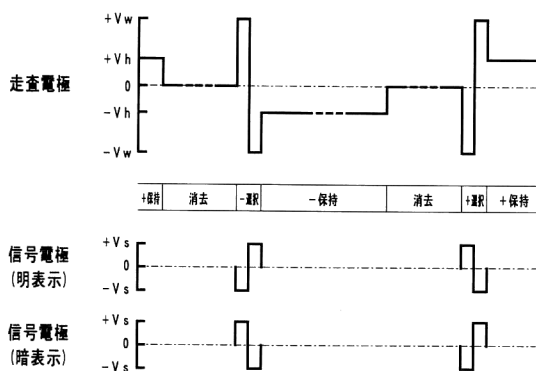


図3 駆動波形

見出された³⁾。つまり画素内のAFとFの領域の比率を制御できれば中間の光透過率も実現できる。AFからFへのスイッチングは無作為に点在する核を中心としてAF領域内にF領域が成長する過程が支配的であるため、印加する電圧と印加時間によって制御可能である。図3に示す駆動波形において信号電圧を暗から明まで変化させたときの光透過率特性を図4に示す。

5. む す び

表1に筆者らの試作したディスプレイの仕様を示す。表示コントラストこそまだ低い機能的には TFTLCD (thin film transistor addressed liquid crystal display) と同様のものが実現できている。

反強誘電性液晶はその高速応答性とヒステリシス特性を利用した状態記憶能力により、高表示容量のフラットパネルディスプレイへの応用に有望と思われる。また明

画面サイズ	対角6インチ
画素数	{294(H) × 3} × 220(V)
表示色	フルカラー
駆動方式	ノンインターレース
走査時間	63.5 μs/ライン
コントラスト	30:1
視野角	上下左右 60°以上

から暗までアナログ的に状態が記憶できるため、中間表示も容易に実現可能である。しかし、市場はより大画面、高精細、高表示品位化に向かっており、こうしたニーズに応えるフラットパネルディスプレイとして実用化するにはまだ多くの課題が残る。

反強誘電性液晶は本年度で発見よりわずか7年目である。いずれの課題も近い将来解決されるものと信じている。

文 献

- 1) A. D. L. Chandani, Y. Ouchi and H. Takezoe: "Novel phases exhibiting tristable switching," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **28** (1989) L1261-L1264.
- 2) M. Yamawaki, Y. Yamada, N. Yamamoto, K. Mori, H. Hayashi, Y. Suzuki, Y. S. Negi, T. Hagiwara, I. Kawamura, H. Orihara and Y. Ishibashi: "Electro-optical properties of fluorine-containing ferroelectric liquid crystal cells," *9th Int. Display Research Conf. (Japan Display 1989)* (1989) pp. 26-29.
- 3) N. Yamamoto, N. Koshobu, K. Mori, K. Nakamura and Y. Yamada: "Full-color antiferroelectric liquid crystal display," *Ferroelectrics*, **149** (1993) 295-304.
- 4) 佐藤 良: "反強誘電性液晶を用いたディスプレイ", *Mol. Electron. Bioelectron.*, **6** (1995) 87-94.

(1995年5月30日受理)