

## 2-3. 液晶表示モード

LCD 動作モードには非常にたくさんの方式がある。分類は容易でないが、一つの試みとして LCD 動作モードの分類を図1に示す。1.2.1 節以下では、代表的な LCD 動作モードについて紹介する。

### 【液晶相による分類】

ネマティック液晶モード	— TN, STN, ECB, DSM, BTNなど
スメクティック液晶モード	— ECE, FLC, AFLCなど
コレステリック液晶モード	— PCなど

### 【スイッチング原理による分類】

電場によるスイッチング	— 電場と $\Delta \epsilon$ の相互作用を利用: TN, STN, ECBなど
	— 電場と自発分極の相互作用を利用: ECE, FLC, AFLCなど
	— 液晶の導電トルクを利用: DSM
	— 液晶のフレクソ分極を利用: BTN, ZBDなど
熱によるスイッチング	— コレステリック液晶のらせんピッチ変化を用いるモード、液晶の相転移を用いるモード、など

### 【材料・デバイス構造などに特徴のあるモード】

配向制御に特徴のあるモード	— マルチドメイン、ASMなど
別の材料との複合化に特徴のあるモード	— GH、高分子複合型など
電極配置に特徴のあるモード	— IPSなど
表示形態に特徴のあるモード	— Photoluminescentモードなど

図1. LCD 動作モードの分類

### 2-3-a) DSM (Dynamic Scattering Mode: 動的散乱モード)

DSM は、動的散乱(DS)効果を表示に利用したものである[1]。負の誘電率異方性と低い比抵抗( $5 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}$  以下)を示す液晶をセル厚  $6 \mu \text{ m}$  以上の比較的厚いセルでホモジニアス配列させる。これに、しきい値( $V_{th}$ )以上の交流電界を印加すると、ウィリアムス・ドメイン(Williams domains)と呼ばれるセル厚と同程度の周期の静止した縞状パターンが生じる(図1(b))。さらに電圧を上げてゆくと、図1(c)のような動的散乱(DS)が起こり、光が散乱される。

この現象は、誘電的トルク( $\Delta \epsilon < 0$ )と電導的トルク(空間電荷による)の競奏効果によるものである。  
[1] G. H. Heilmeyer, L. A. Zanoni and L. A. Barton: Proc. IEEE, **56**, 1162 (1968).

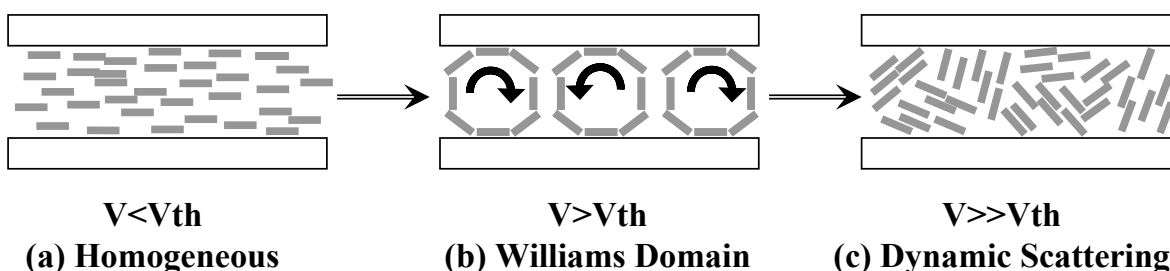


図1. DSM モードの原理

### 2-3-b) TN (Twisted Nematic) モードおよび STN (Super-Twisted Nematic) モード

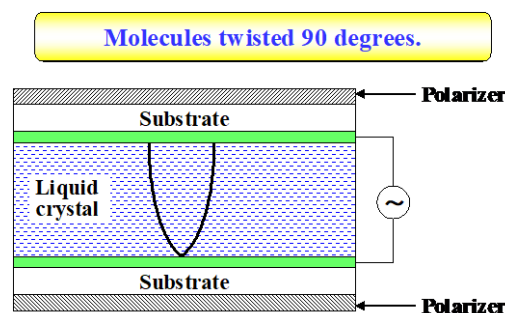
＜TN 液晶モードの原理＞  
3. 4節参照

＜ノーマリホワイトとノーマリブラック＞

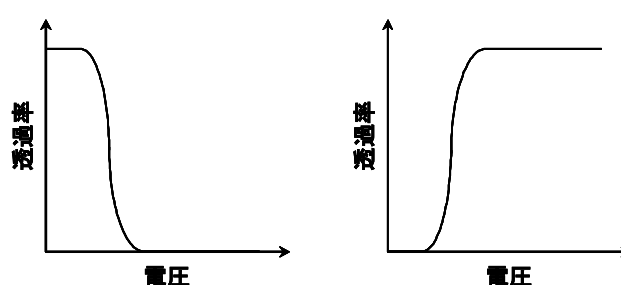
TN モードの表示には、電界無印加時に白、電界印加時に黒になるノーマリホワイト (NW: Normally White) モードと、電界無印加時に黒、電界印加時に白になるノーマリブラック (NB: Normally Black) モードがある(図1)。この両モードは液晶セルの構造は同じで、偏光板の配置が異なる。ノーマリホワイトモードはクロスニコル、ノーマリブラックモードはパラレルニコルを用いる。

ノーマリホワイトモードは、十分な電圧を印加すれば良好な黒レベルが作るためコントラストの点で優れている。また、透過率の低い領域での特性がなだらかに変化するため、微妙な黒階調を作りやすく、また、視角によるカラーシフトの点でも優れている。反面、透過型液晶ディスプレイにおいては画素間の光漏れを防ぐためのブラックマトリクスが必須となる。

一方、ノーマリブラックモードは、しきい値電圧付近での透過率のバンプがあり、また波長依存性が大きいいため、コントラストの点で劣る。



- 偏光板: クロスニコル
  - 電圧OFF: 白
  - 電圧ON : 黒
- 偏光板: パラレルニコル
  - 電圧OFF: 黒
  - 電圧ON : 白



(a) ノーマリホワイト (NW) (b) ノーマリブラック (NB)

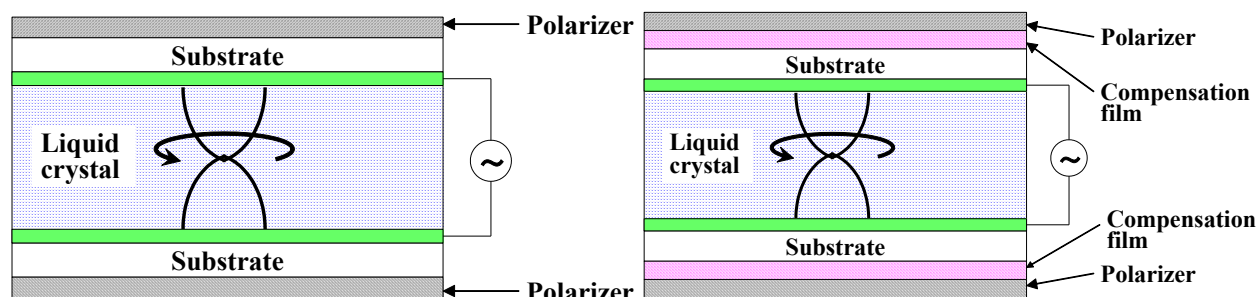
図1. ノーマリホワイトモードとノーマリブラックモード

＜STN (Super-Twisted Nematic) モード＞

STN (Super-Twisted Nematic) モードは、TN モードにおける液晶初期配向のねじり角を  $90^\circ$  よりさらに大きくねじったモードである[1]。一般には、 $210 \sim 270^\circ$  程度のねじれ配向を用いる。液晶セルが示す複屈折効果を用いるため、SBE (Super-twisted Birefringence Effect) とも呼ばれる。

STN モードが開発された最大の理由は、TN モードでは電圧-透過率特性の急峻性が乏しいためパッシブ駆動での表示容量 (走査線数) を増やせなかったことにある。ねじれ角を大きくすることで、電圧-透過率特性の急峻性が増し、VGA などのディスプレイが可能となり、1980年代半ばよりワープロなどのディスプレイとして盛んに用いられた。

ただ、STN はモーガンリミットを満たしていないため、白黒表示ができないという欠点があった。これに対して、補償用の液晶パネルを配置する DSTN 方式[2-4]、補償フィルムを用いる FSTN 方式[5,6]などが開発され、白黒表示、さらには、カラーフィルタと組み合わせ合わせたカラー表示が可能となった。



[1] T. L. Scheffer and J. Nehring, Appl. Phys. Lett., **45**, 1021 (1984).  
 [2] N. Kimura, T. Shinomiya, K. Yamamoto, Y. Ichimura, K. Nakagawa, Y. Ishii and M. Matsuura, SID 88 Digest, 49 (1988).  
 [3] H. Koh, K. Sawada, M. Ohgawara, T. Kuwata, H. Tsubota, M. Akatsuka and K. Matsuhiro, SID 88 Digest, 53 (1988).  
 [4] H. Watanabe, O. Okamura, H. Wada, A. Ito, M. Yazaki, M. Nagata, H. Takeshita and S. Morozumi, SID 88 Digest, 416 (1988).

- [5] M. Ohgawara, T. Kuwata, H. Hasebe, M. Akatsuka, H. Koh and K. Matsuhiro, SID 89 Digest, 390 (1989).  
 [6] K. Ito, T. Hanami, M. Hoshino, M. Hara, M. Sugino, T. Fukuchi, H. Kamamori, K. Iwase and N. Tatsumi, SID 89 Digest, 394 (1989).

### 2-3-c) 電界制御複屈折モード(ECB:Electrically Controlled Birefringence)とその発展

電界制御複屈折モード(ECB:Electrically Controlled Birefringence)は、液晶セルの複屈折を電界によって制御する方式である。通常、2枚のクロスニコル配置の偏光板を液晶セルの前後にセットする。代表例を図1に示す。図1(a)のように、正の誘電異方性を有するネマティック液晶を水平配向させた液晶セルに電界を印加すると分子配向が変化する。この分子配向変化に伴い液晶セルの複屈折が変化し液晶セルを通過する光量を調整することができる。また、図1(b)のように、負の誘電異方性を有するネマティック液晶をホメオトロピック配向させ、これに電界を印加して複屈折を制御する方法もある。この方法は DAP (Deformation of Vertically Aligned Phases) [1,2] とも呼ばれる。

ECB方式において、偏光板を通過してくる透過光強度  $I$  は次式で与えられる[3]。

$$I=I_0 \cdot \sin^2(2\theta) \cdot \sin^2(2\pi d \Delta n / \lambda)$$

ここで、 $I_0$  は偏光板を平行ニコル配置にしたときの透過光強度、 $\theta$  は液晶分子長軸を基板面に投射した方向と入射光の偏光方向とのなす角度、 $d$  は液晶層の厚さ、 $\Delta n$  は液晶の屈折率異方性、 $\lambda$  は入射光の波長である。 $\theta = \pi/4$  のとき、透過光量が最大となる。また、透過してくる光の強さ  $I$  は波長に依存しているため、電界の強さを変調することにより色変化を生じさせることもできる。

- [1] M. F. Shiekkel and K. Fahrenschon: Appl. Phys. Lett. **19**, 393 (1971).  
 [2] G. Assouline, M. Hareng and E. Leiba, Electron. Lett., **7**, 699 (1971).  
 [3] R. A. Soref and M. J. Rafuse, J. Appl. Phys., **43**, 2029 (1972).

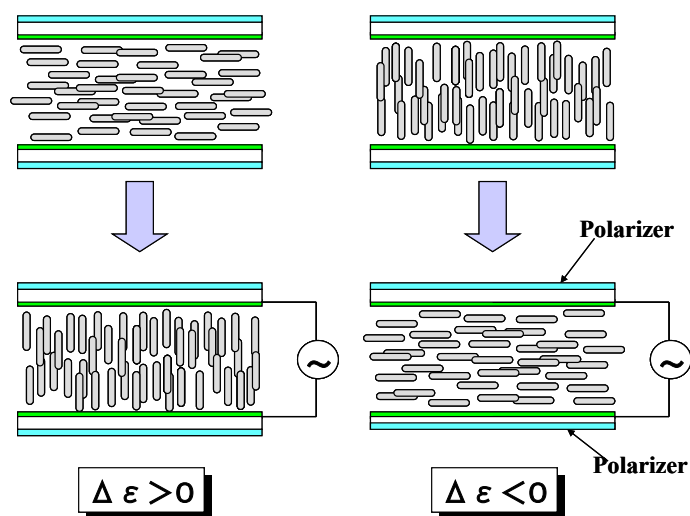


図1. ECB モード

<VA モード>

最近、DAP 方式は、VA (Vertically Aligned) 方式とも呼ばれ、広視野角、高速応答の液晶表示モードとして注目されている[1,2]。図1に示すように垂直配向膜と負の誘電異方性を有するネマティック液晶とを組み合わせる。無電界時に液晶分子が基板に対してほぼ垂直になるため、正面から見た無電界時の黒レベルがクロスニコル偏光板の特性と同等となり、非常に高いコントラストが可能となる。配向分割技術との組み合わせにより、高コントラスト、広視野角、高速応答が得られることが報告されている[1,2]。また、非常に高いコントラストが得られることから、プロジェクターへも応用されている[3]。

VA モードの変形として、最近、正の誘電異方性のネマティック液晶と横電界を用いる EOC (Electrically-induced Optical Compensation) 方式[4,5](図2)も発表されている。

- [1] K. Ohmuro, S. Kataoka, T. Sasaki, Y. Koike, SID 97 Digest, 845 (1997).
- [2] N. Koma, R. Nishikawa and K. Tarumi, SID 96 Digest, 558 (1996).
- [3] R. D. Sterling and W. P. Bleha, Proc. IDW'97, 809 (1997).
- [4] K. Hyeon, S. B. Park, J. Shim, J. Chen and J. H. Souk, Proc. IDW'97, 175 (1997).
- [5] S. H. Lee, H. Y. Kim, T. K. Jung, I. C. Park, Y. H. Lee, B. G. Rho, J. S. Park and H. S. Park, Proc. IDW'97, 97 (1997).

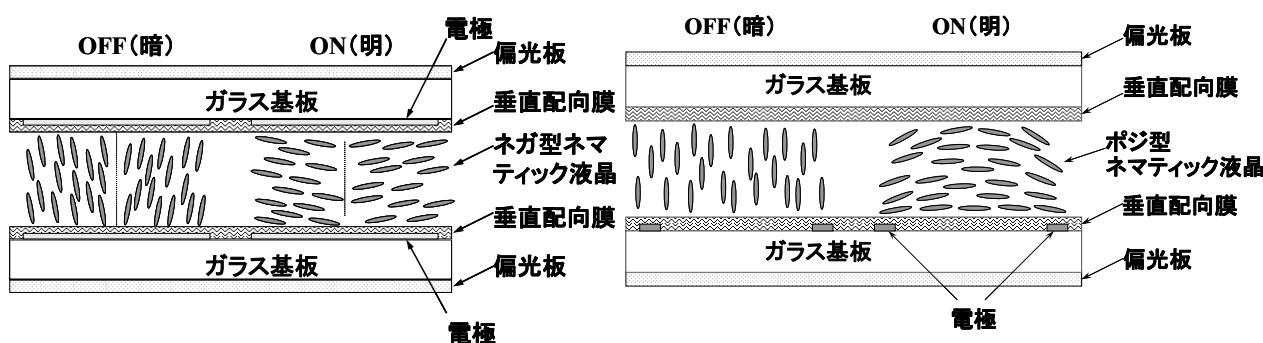


図1. VA 方式[1,2]

図2. EOC 方式[4,5]

< $\pi$ セル( $\pi$  Cell)>

$\pi$ セルは、1983 年、Bos らによって提案された。このモードはパラレルラビングのホモジニアス配向のセルに正の誘電異方性をもつネマティック液晶を組み合わせ、図 1(a)の配向(電圧を印加した状態)と図 1(b)のプラナー配向(部分的に緩和した状態)の間でスイッチングさせる。 $\pi$ セルの大きな特徴は高速応答が可能という点にあり、Bos らは、セル厚  $3.1 \pm 0.4 \mu\text{m}$  のセルで、1.0ms という高速応答を報告している[1]。尚、電圧を切った状態では、図1(b)の配向は、図1(c)のツイスト配向、さらには図1(d)のスプレイ配向に緩和する。

- [1] P. J. Bos, P. A. Johnson, Jr and K. R. Koehler/Beran, SID 83 Digest, 30 (1983).

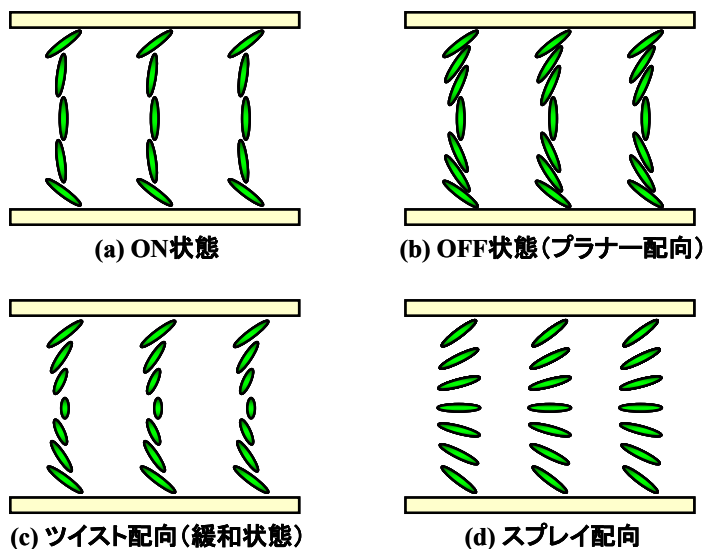


図1.  $\pi$ セル。(a) ON 状態 (b) OFF 状態(プラナー配向)  
(c) ツイスト配向(緩和状態) (d) スプレイ配向

## &lt;OCB(Optically Compensated Birefringence)モード&gt;

OCB(Optically Compensated Birefringence)モード[1]は、図1に示すようにベンド配向の液晶セルと光学補償フィルムを組み合わせる。図1に示す配向を得るためには、プレティルト角をつけたホモニアス配向にバイアス電圧を印加することが必要である。OCBセルは視野角が広く、応答速度が速いという特徴を有している。OCBセルでは、最明/最暗間の応答速度が2ms程度であり、中間調間の応答速度も10ms以下である。

[1] T. Miyashita, P. J. Vetter, Y. Yamaguchi and T. Uchida, J. SID, **3(1)**, 29 (1995).

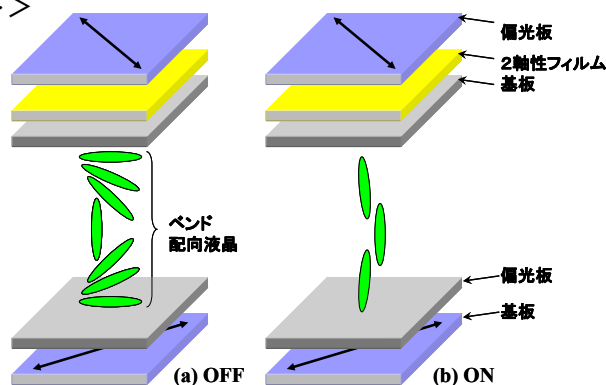


図1. OCBモード

## &lt;HAN(Hybrid Aligned Nematic)&gt;

HAN(Hybrid Aligned Nematic)型モード[1]は、一方の基板面で垂直配向、他方の基板面で水平配向のセルを用いる。液晶の配向は、両基板間で連続的にベンドしている。HAN方式は $\Delta \epsilon$ が正負どちらの液晶も用いることができる。しきい値電圧が存在しないため低い印加電圧で動作できることが特徴である。

[1] S. Matsumoto, M. Kawamoto and K. Mizunoya, J. Appl. Phys., **47**, 3842 (1976).

## 2-3-d) 相転移モード/コレステリック液晶モード

相転移モード(PC: Phase Change)[1,2]は、コレステリック液晶(キラルネマティック液晶)を用いるモードである。コレステリック液晶に電圧を印加し、螺旋をほどいてネマティック液晶状態に変化させるモード、あるいはその逆にネマティック液晶からコレステリック液晶への相転移を電界によって起こさせるモードである。

この方式は電気光学効果にヒステリシス性ないしはメモリ性(電界を切ったとき、切る直前の状態を維持する性質)を有する点、偏光板なしに表示が行なえる点が特徴である。

配向状態、コレステリック液晶の誘電率異方性、ピッチによって、いろいろなバリエーションが存在する。以下、いくつか代表的な例を説明する。

p型のコレステリック液晶を透明電極付きの2枚の基板間に挟むと、図1(a)のように、ヘリカル軸がセル内でランダムなフォーカルコニック(focal conic)組織となる。この状態は、不透明な乳白色状態である。これに電界を加えると図1(c)のようなフィンガープリント(finger print)組織に変化する。さらに電界を加えると、コレステリック液晶のピッチが長くなってゆき、最終的には液晶分子長軸が基板に垂直なホメオトロピック(homeotropic)配向(図1(d))となる。ホメオトロピック状態では液晶相では光は散乱されず、透過状態となる。このホメオトロピック配向の状態はネマティック液晶状態であり、それゆえこのモードは相転移モードと呼ばれる。

コレステリック液晶からネマティック液晶へ相転移するしきい値電界は、次式で与えられる。

$$E_{th} = (\pi^2 / P_0) \sqrt{K_{22} / \Delta \epsilon}$$

ここで、 $P_0$ は無電界時におけるコレステリック液晶の螺旋ピッチである[3]。

n型のコレステリック液晶を用いる方式も報告されている[4]。この方式は垂直配向膜を用いる。電界無印加状態では、螺旋構造が解かれたホメオトロピック配向となっており、これに電界を印加すると、コレステリック液晶の螺旋構造に戻る。

最近、注目されている方式として、初期配向にプラナー配向(図1(b))を用い、用いるコレステリック液晶の螺旋ピッチを可視光の波長領域に設定する方式がある。誘電率異方性は正のものを用いる。この方式の特徴は、コレステリック液晶状態では、螺旋ピッチに対応する特定波長の光が選択反射される点であり、カラーフィルタなし、偏光板なしでフルカラー表示を行なうことができる。選択反射される光の中心波長は $\lambda_0 = np$ で表され、この波長を中心に、波長幅 $\Delta \lambda = \Delta np$ で表される一方の円偏光が選択反射される。

[1] J. J. Whysocki, J. Adams and W. Haas, Phys. Rev. Lett., **20**, 1024 (1968).

[2] J. J. Whysocki, J. Adams and W. Haas, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **8**, 471 (1969).

[3] L. A. Goodman, RCA Rev., **35**, 613 (1974).

[4] F. Charadjedaghi, Mo. Cryst. Liq. Cryst, **68**, 127 (1981).

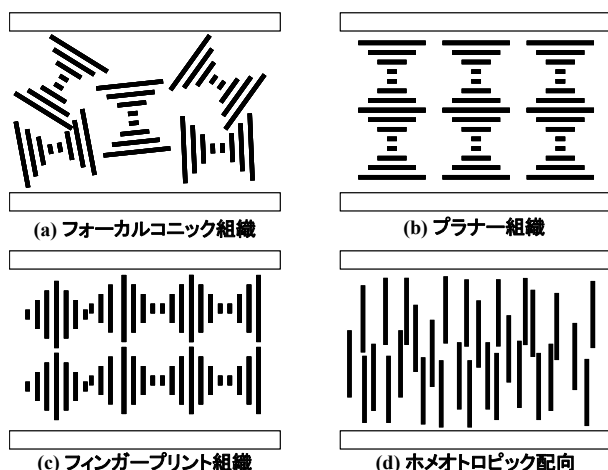


図1. 相転移モードにおけるコレステリック液晶の配向状態

2-3-e) スメクティック液晶モード

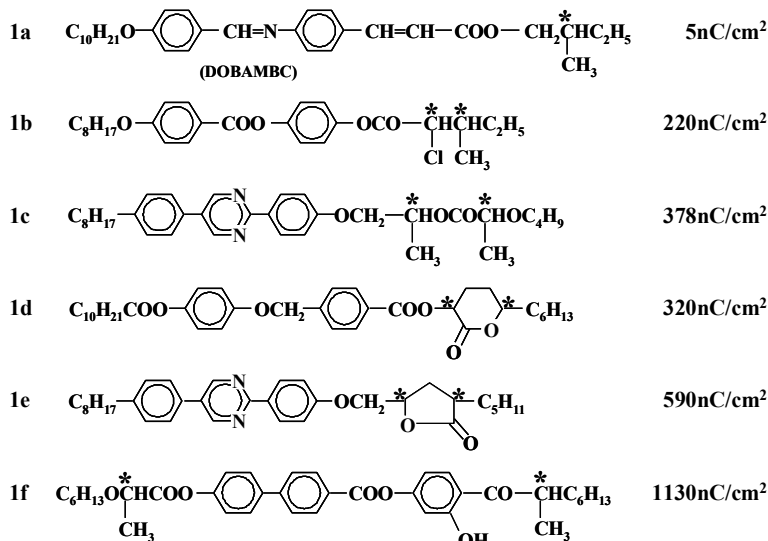
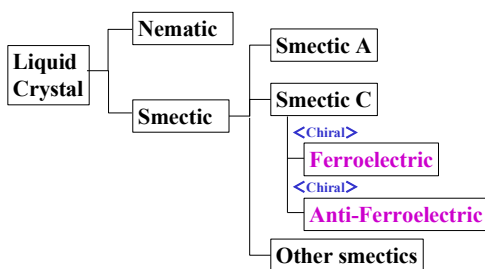


図. 強誘電性液晶化合物の例

<強誘電性液晶>

強誘電性液晶は、1975年、Mayerらによって発見された[1]。通常の液晶が常誘電性であるのに対し、ある種の液晶は強誘電性を示す。このような液晶を強誘電性液晶 (FLC: Ferroelectric Liquid Crystal) と呼ぶ。

強誘電性液晶は自発分極 (Ps: Spontaneous Polarization) を有する。TN型液晶モードなど多くのネマティック液晶モードが誘電率異方性と電場との相互作用によるスイッチングを利用するのに対し、強誘電性液晶では、自発分極と電場との直接相互作用によって分子がスイッチングする。常誘電性のネマティック液晶がミリ秒オーダーの応答速度であるのに対して、電界と自発分極の直接相互作用によってスイッチングする強誘電性液晶ではマイクロ秒オーダーの高速応答が可能となる。また、電界を切った後も電界を切る前の状態を保つ性質があり、これがいわゆるメモリ性である。さらに、強誘電性液晶のスイッチングは原理的にインプレインスイッチングであるため、広視野角という特徴も兼ね備えている。

液晶が強誘電性を示すためには、分子長軸が層に対して傾いているスメクティック相であること、液晶材料がキラルであることが必要である。分子長軸が層に対して傾いているスメクティック相には、スメクティックC、I、Fなどの液晶相があるが、ディスプレイ応用では粘度の低いスメクティックC液晶を用いるのが一般的である。

[1] R. B. Meyer, L. Liebert, L. Strzelecki and P. Keller, J. Phys. (France) Lett., **36**, 69 (1975).

強誘電性液晶を用いた代表的なデバイスは、表面安定化強誘電性液晶 (SSFLC: Surface Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal) である。これは1980年 Clark と Lagerwall によって提案された[1]。

図1にこの方式の原理を示す。強誘電性液晶相では液晶分子は層構造を形成し、分子は層に対して傾いている。強誘電性液晶はバルク状態では螺旋構造を有する分子配向をとっているが、螺旋ピッチより薄

セル厚 2 $\mu\text{m}$  程度の液晶セルに注入すると螺旋がほどけ図1(a)(b)のような双安定な状態が出現する。これを表面安定化(Surface Stabilization)と呼ぶ。強誘電性液晶は分子の傾く面に対して垂直な方向(紙面に対して垂直な方向)に自発分極( $P_s$ )をもっており、その方向(紙面に対して垂直な方向)に電界( $E$ )を印加すると分子は電界の方向に自発分極を揃えるように再配列する。これに一对の偏光板(偏光子と検光子)を組み合わせることで、明暗の表示を行うことができる。

[1] N. A. Clark and S. T. Lagerwall: Appl. Phys. Lett., **36**, 899 (1980).

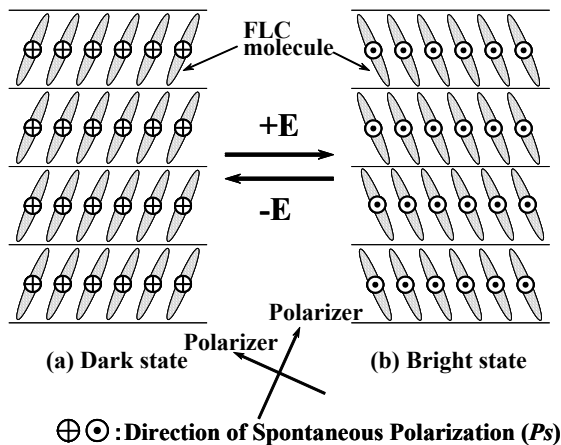


図1. 表面安定化強誘電性液晶の動作原理

<反強誘電性液晶>

反強誘電性液晶(AFLC: Anti-Ferroelectric Liquid Crystal)は、1989年、東京工大の福田・竹添研究室のChandaniらによって発見された[1]。反強誘電性液晶の原理を図1に示す。反強誘電性液晶は強誘電性液晶と同様バルク状態で螺旋構造を有しているが、螺旋ピッチよりも薄いセル厚の液晶セルに注入すると螺旋がほどける。反強誘電性液晶相において分子は層構造を形成しており、分子は層に対して傾いて配列しているが、強誘電性液晶と違って傾く方向は1層ごとに逆になっている(図1(a))。反強誘電性液晶も自発分極を有するが、電界無印加時には、分子の傾く方向が一層毎に反対になっており、自発分極がキャンセルされている。これに電界を印加すると、分子は電界の方向に自発分極を揃えるようにスイッチングする(図1(b),(c))。一对の偏光板を設置することにより、明暗の表示を行うことができる。例えば、図1に示すように、偏光板の軸を層法線方向に合わせることで電界無印加時に暗、電界印加時に明の表示を行うことができる。

また、反強誘電性液晶のスイッチングは、強誘電性液晶と同様、電界と自発分極の直接相互作用によって起こるため、ネマティック液晶より三桁程度速いマイクロ秒オーダーの高速応答が可能であり、広視野角という特徴も有している。

[1] A. D. L. Chandani, E. Gorecka, Y. Ouchi, H. Takezoe and A. Fukuda, Jpn. J. Appl. Phys. **28**, 1265 (1989).

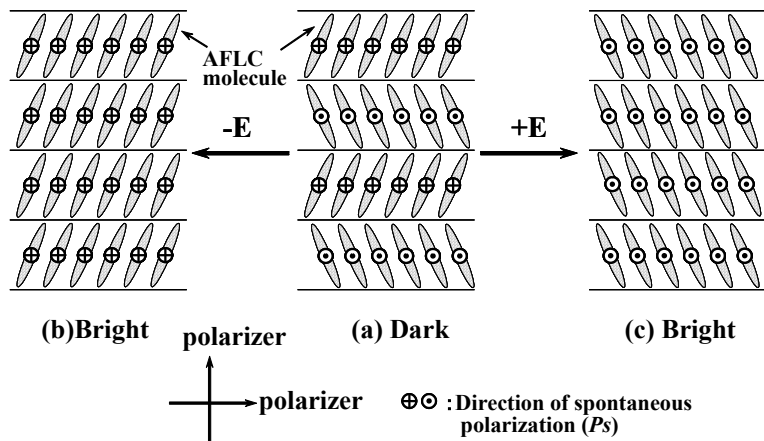


図1. 反強誘電性液晶の原理

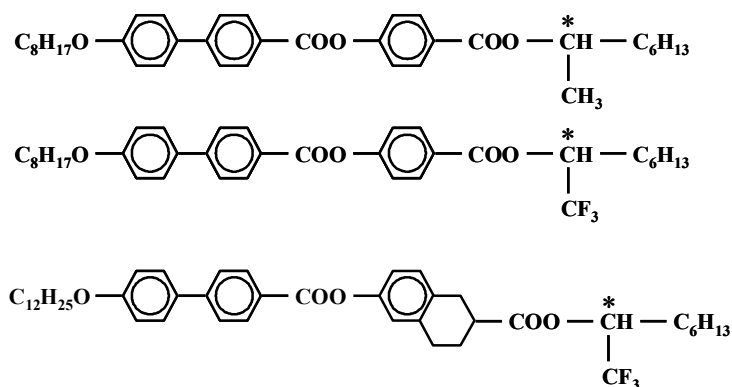


図1. 代表的な反強誘電性液晶化合物

### 2-3-f) ゲストホスト(GH:Guest-Host)モード

ゲストホスト(GH:Guest-Host)モード[1]は、液晶中に二色性色素を添加し、色素の吸光度の異方性を利用する方式である(図1)。二色性色素には、液晶分子と同じ棒状構造の化合物が用いられる。これを液晶中に添加すると液晶分子と方向をそろえて配列し、電界を印加すると液晶分子のスイッチングに伴って二色性色素の方向も変化する。二色性色素の吸収する波長によってカラー表示も可能であり、すべての可視光を吸収する色素を用いれば白黒スイッチングを行わせることができる。

[1] G. H. Heilmeyer and L. A. Zanoni, Appl. Phys. Lett. **13**, 91 (1968).

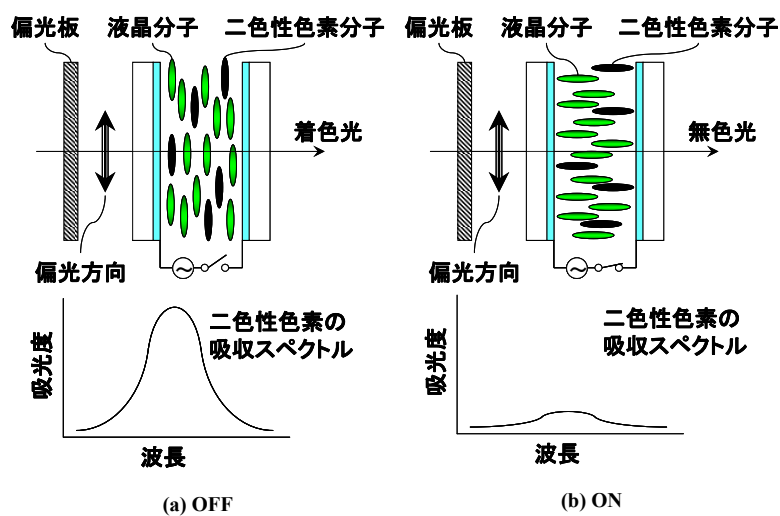


図1. ゲストホストモード



<White-Taylor 型 GH モード>

White-Taylor 型 GH モード[1]は、正の誘電異方性を有するコレステリック液晶に二色性色素を添加したゲストホストモードである。原理を図1に示す。電界無印加時には、コレステリック液晶は螺旋構造をとり、それに伴って色素もいろいろな方向に向いている。液晶相に入射してきた光は二色性色素に吸収され、着色状態となる。電界を印加すると、螺旋がほどけて、液晶分子長軸が基板に垂直な配向に変化する。このときは光吸収が起こらず、白状態になる。

三ツ井らは、このモードを用いてゲストホスト型反射カラーLCDを発表している[2]。この方式は、偏光板を用いないため明るい反射型表示が実現できる。

[1] D. L. White and G. N. Taylor, J. Appl. Phys. **45**, 4718 (1974).

[2] S. Mitsui, Y. Shimada, K. Yamamoto, N. Kimura, T. Takamatsu, S. Kozaki, S. Ogawa, H. Morimoto, M. Matauura, M. Ishii, K. Awane and T. Uchida, SID'92 Digest, 437 (1992).

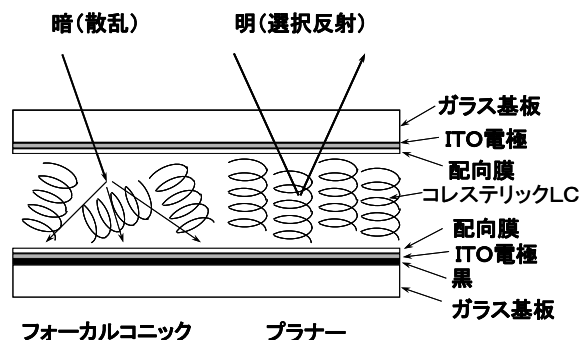


図1. White-Taylor 型ゲストホストモード

2-3-g) IPS (In-Plane Switching: インプレインスイッチング)モード

IPS(In-Plane Switching)モード[1]は基板に対して液晶分子が常に水平であるようにスイッチングするモードである。ガラス基板に対して垂直方向の電界を用いて液晶をスイッチングさせていた従来の方式に替わって、ガラス基板に対して水平方向の横電界を用いて液晶分子をスイッチングさせる点が特徴である(図1)。液晶分子が斜めに立ちあげることがないため、見る角度による光学特性の変化が小さく、広視野角が得られる。大江らは、この方式を用いた広視野角 TFT-LCD を発表している[2]。さらに最近では、視野角によるカラーシフトを抑えるため図2のようなジグザグ電極構造を用い、かつ液晶材料の応答速度を改良した Super-IPS 方式[3]が報告されている。

[1] R. Kiefer, B. Weber, F. Windscheid and G. Baur, Proc. Japan Display '92, 547 (1992)

[2] M. Oh-e, M. Ohta, S. Aratani and K. Kondo, Proc. Asia Display '95, 577 (1995).

[3] S. Endoh, M. Ohta, N. Konishi and K. Kondo, Proc. IDW'99, 187 (1999).

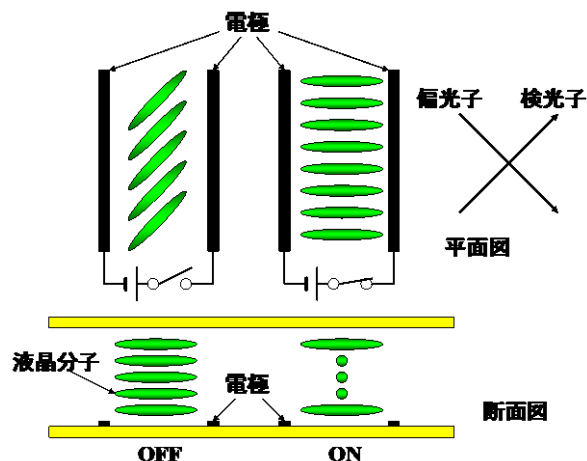


図1. ISP 方式の原理

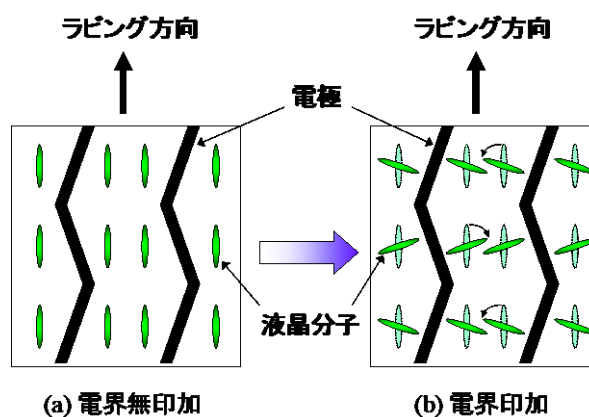


図2. スーパーIPS 方式

### 2-3-h) 高分子複合型液晶モード

高分子分散型液晶(PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal)[1]は、図1のように、高分子マトリクス中にネマティック液晶を分散させる方式である。電界無印加時には、液晶分子はドロプレットの界面に沿うように配列している。電界の印加によってネマティック液晶は分子長軸を電界の方向に向けるように再配列する。

このモードでは液晶の屈折率異方性がパラメータとして重要である。電界無印加時の配列においては高分子部分と液晶部分との屈折率が異なるように、かつ電界印加時には、高分子部分と液晶部分との屈折率が一致するように材料設計する。このように設計することで、無電界時には入射光が散乱され、電界印加時に入射光が透過する。

高分子分散型液晶の作製法にはいくつかの方法がある。例えば、液晶に光重合性のモノマーを添加し、液晶とモノマーの混合物を液晶セルに注入した後、照射してモノマーを重合する。重合による相分離により、液晶部分のドロプレットが高分子マトリクス中に分散した状態が得られる。

高分子分散型液晶の特徴の一つは、偏光板なしで透過-散乱を制御できるため明るい表示が得られる点である。この特徴を生かして、TFT駆動投射型ディスプレイへ応用することが期待されている。液晶物性や液晶粒子サイズを最適化することにより、150:1以上のコントラストが報告されている[2]。

また、吉田らは、高分子分散型液晶に偏光板を組み合わせる PDN-LCD(図2)を提案している[3]。電界無印加時には液晶分子はランダムな方向を向いており、入射光の偏光状態を変化させる。電界を印加すると、液晶分子長軸は基板に垂直になり、入射光の偏光状態を変化させない。この方法は、液晶分子の配列および立ち上がり方向がランダムなため、視野角が拡大される。

[1] J. L. Ferguson, SID'85 Digest, 68 (1985).

[2] 平井良典, 応用物理学会有機分子バイオエレクトロニクス分科会主催第4回講習会『液晶の物理工学-ポストTFT液晶技術を目指して-』予稿集, 68 (1995).

[3] H. Yoshida, K. Nakamura, H. Tsuda, M. Ohashi, I. Tomita and M. Okabe, J. SID, 2, 135 (1994).

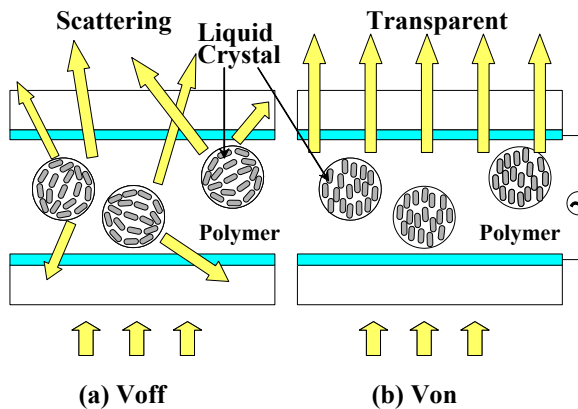


図1. 高分子分散型液晶(PDLC)の原理

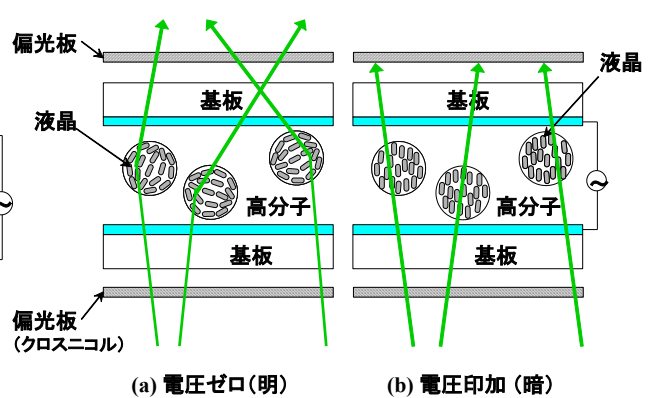


図2. PDN-LCD [3]



図. 調光ガラス

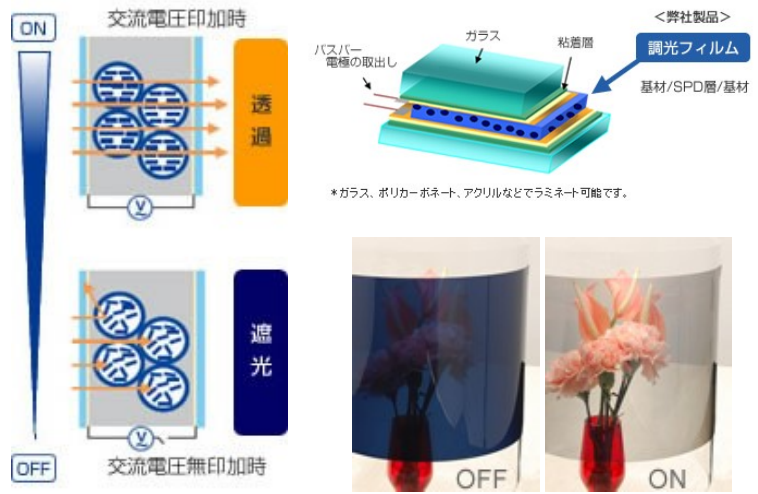


図. 調光フィルム(日立化成)