

SID2009 ショート速報[LCD 関連]

桃井優一 (LG Display(株) 日本研究所)

会議名 : 47th SID INTERNATIONAL SYMPOSIUM, SEMINAR & EXHIBITION

開催期間 : 2009年5月31日-6月5日

開催場所 : San Antonio (Texas, USA)

*****要 約*****

高速応答としてブルー相の発表が今回もいくつか報告されている。その中にブルー相だけではなく、コレステリック液晶の等方相において高分子によって自己組織化を行うことで、ブルー相と同様に **Kerr** 効果が得られたことが報告された。配向に関しては、VA モードにおいて、液晶または配向膜に UV 硬化性のモノマーを溶解させて光硬化によるプレチルトを持たせる報告がなされた。また、以前からのコレステリック液晶や強誘電性液晶を用いたディスプレイ、新しい方向として LCD ではないが **electro wetting** 方式ディスプレイの報告があった。

1. はじめに

昨今の経済危機の影響、新型インフルエンザや場所が南部テキサスという地理的要因などが重なり、参加者は前年の50%割れとなった模様である。また、私が参加した **Sesion59** では4つのうち3つの発表で発表者が会場に現れず、その場で発表のキャンセルや代行者による発表など予想外の出来事が起きたシンポジウムであった。

LCD 関連として、開発テーマとして大きく3つに分かれる。1つめは高速応答として、高分子による自己組織化を使ったブルー相に関連したいくつかの発表や強誘電性液晶に関する発表であった。2つめは配向関連として、VA モード用 n 型液晶に光反応性のモノマーを液晶または垂直配向膜に混ぜ、液晶パネルを作製した後に電界を掛けた状態で UV 硬化させた。垂直配向に対してプレチルトを持たせることにより、黒付近の応答時間の短縮を達成したという内容であった。3つめは低消費電力である。コレステリック液晶を使った反射モードで低消費電力化できると報告があった。

一方新しいモードとして、コレステリック液晶のカイラルピッチを 150nm 程度にすることで可視光領域において透明になり、そこに電場を印加して複屈折性を発現させる新しい液晶表示モードや、液晶とは関係ないが染料で色付けされた電解液中のオイルを電界で **ON,OFF** させてシャッターの役割をさせる **electro wetting** 方式のディスプレイも報告された。

2. 高速応答化

やはり主役はブルー相である。発表番号 39-1ではカイラル剤を1%程度添加したコレステリック液晶をNI点直下のブルー相領域で溶解させた反応性モノマーをUV光で自己組織化させることで、大きい**Kerr**効果が得られたと報告している。問題の電圧であるが、5V/umを達成しているもののまだ高く、実用レベルとしては1~2V/umくらいまで下げる必要がある。また、発表番号 39-3ではコレステリック液晶をNI点以上の等方相で同様に自己組織化することでブルー相とおなじ**Kerr**効果が得られたことを報告している。しかし、

Kerr定数が発表番号 39-1 の場合より 2 桁小さいため電圧が高く、またV-Tにヒステリシスが見られることから今後の改善が期待される。発表番号P-201Lではブルー相で高分子によって自己組織化された液晶パネルに、電界をかけて光を当てるとブラッグ反射による反射光が鮮やかな青から赤（オレンジ色？）へシフトすることが報告されている。ひょっとすると新しい反射表示素子に応用できるかもしれない。非常に興味深い現象である。

個人的な意見を言わせてもらおうと、液晶ディスプレイとは電界により液晶分子を動かして複屈折を制御する表示素子のことである。言い換えれば電界により複屈折を制御できれば液晶である必要はない。今回、ブルー相以外の等方相でも液晶を Nano サイズの狭い空間に擬似的に閉じ込めることで Kerr 効果が現れることが報告されている。ひょっとすると液晶性がなくても棒状の分子を擬似的に狭い空間に閉じ込めれば、同様の Kerr 効果が現れることがあるかもしれない。勝手な想像であるが、そうなれば液晶ディスプレイとは呼べないものになってしまうであろう。

3. 配向関連

発表番号 45-1ではVAモードにおいて、配向膜に反応性メソゲンを混ぜ、液晶パネルを作製した後、電界下で液晶を倒した状態でUV照射することにより、垂直方向に対してプレチルトを持たせることができる。このために液晶がプレチルトの方向へ倒れやすくなることにより、特に黒付近の応答速度が著しく改善したと報告されている。同様に発表番号 52-1でも液晶に反応性モノマーを混ぜることで同様の効果がでることを報告している。また、発表番号 52-3では垂直配向膜の上に構造物を作りこむことで、制御したい方向に倒れるようにプレチルト角を持たせたことも報告している。

これらの手法は VA モードの弱点であった中間調から別の中間調へ応答性を格段に向上させた画期的な方法であり、液晶テレビの倍速や3倍速用 VA モードを採用する各社が量産化にむけてしのぎを削っているところであろう。ただ、不純物を混ぜるようなものなので、どのような副作用がでるのか不明なところも多く、どのように回避するか各社の腕の見せ所でもある。

4. 強誘電性液晶やコレステリック液晶

発表番号 22-3ではコレステリック液晶パネルを2枚重ねて間に $\lambda/2$ 板を挟むことで反射率を26%に向上したことが報告されている。また、発表番号 45-2ではPSS-LCDという強誘電性液晶について1200Hzまで駆動できていることが報告されている。さらに、発表番号 29-1では、ポリマーネットワーク液晶において、書き込みを60→1Hzにすることで低消費電力化を提案している。実際は焼きつき防止のため、60Hzで液晶に電圧を印加しているが、書き込みは1Hzというのがミソのようである。動画でもなく、静止画でもない領域（例えばデジタルサイネージ）を目指しているという話であった。

コレステリック液晶は偏光板が不要で、反射モードとして使用すればバックライトが不要になる。低消費電力がコレステリック液晶の最大のメリットであり、現在ビジネスとして立ち上がりつつある e-book などに応用が可能と思われる。また、強誘電性液晶は高速応答を生かして、フィールドシーケンシャルとの併用によるカラーフィルターレス化により、バックライト輝度を落とすことで低消費電力化へ応用されることも考えられる。

液晶ディスプレイの透過率は5%程度であり、残りの95%は偏光板、カラーフィルターの顔料、TFTの配線部分などに吸収されてしまうため、大きな声でいえないが光の利用効率という点では非常に効率の悪い

表示素子である。今後 OLED の光の利用効率が改善されてくると予想されるため、液晶ディスプレイとしても低消費電力化に向けて、常に改善していかなければならないと考えている。

5. 新モード

発表番号 39-2では、コレステリック液晶のカイラルピッチを 150nm程度にすると、その作製された液晶パネルは可視光領域で透明になる。カイラルピッチの螺旋方向と垂直方向に電界を掛けることで、螺旋方向に対し少しゆがむため複屈折が生じることが報告されている。透明にするために極端にピッチの短いコレステリック液晶が必要な反面、ピッチが短くなると印加電圧が高くなることが示されており、トレードオフとなっている。現実として実用化は困難であろう。また、発表番号 34-2では、electro wetting方式のディスプレイを提案している。TFT基板上に液晶の代わりに電解液+（オイル&染料）が配置され、電界のONとOFFにより色の着いたオイルがシャッターの役割を果たすような構造を提案している。カラー動画デモのビデオがあったが、まだコントラストが低いため薄っぺらな感じがしたもの、きっちり動画が再生されていた。弱点はオイルの相を厚くすると遮光度が上がるが、オイルの移動のために必要な時間（応答時間）が長くなる点と駆動電圧の上昇である。単純にOnとOFFの2値でe-bookに適応してみるのも興味深い。マイクロカプセルよりは液体であるため駆動電圧などのメリットが考えられる。

個人的には、後者の electro wetting 方式のディスプレイに興味を持った。現在、液晶ディスプレイで生産されている TFT 基板がそのまま使えることと、原理的に液晶の代わりに電解液+オイルを注入すれば良いため、現行プロセスの変更（投資）も最低限で済ませることができるとも思える。これはビジネスとして立ち上げるために重要なことではないかと思っている。

4. おわりに

SIDは今回初めての参加であった。さらに、皆様に読んでいただくような報告書を書くようになるとは夢にも考えなかった。その中でSIDに参加して、ポスター発表を行い（発表番号P-131 参照 Title: IPSモードのAC焼きつき不良の新しいモデル）、いろんな講演を聴いた後、世界の液晶ディスプレイ産業について私が肌で感じたことをお話しさせて頂こうと思う。ちょっと大胆な例えかもしれないが、現在の液晶ディスプレイ産業の状態は「演劇」に例えると捉えやすいかもしれない。韓国と台湾が液晶ディスプレイ産業の主演としてスポットライトを浴び、日本は小道具や照明などの裏方として液晶ディスプレイ産業を支え、欧米や大学が次の新しい演目のシナリオを書いている状態ではないか。そこに中国とインド、そして今回のSIDで名乗り出たブラジルがその主演の中に割り込もうとしている。それぞれの国が激しい生き残り競争する反面、しっかり役割を分担しているようにも見えた。観客（顧客）からは日本の姿は見えないが、しっかりとその重要な役割を果たしていると思う。

その中で全体を見渡して新しい技術をプロデュースする役割がないのが気になる。かつては日本の液晶パネルメーカーがその役割を果たしたのかもしれませんが。今回のSIDではシャープの発表がいくつかありましたが、シャープがその役割を果たそうとしているのかもしれない。私自身も微力ながら新しい技術開発をプロデュースできるように努力して行きたいと思っている。