

液晶表示素子開発秘話

旭硝子株式会社 明吉一幸

“The Hidden Tale of LCD Development”

Asahi Glass Co. LTD. Kazuyuki AKEYOSHI

1. プロローグ

液晶表示の歴史は古い、時は1965年、ウェスティングハウス社のJones等は液晶を使用した“平面テレビ”の可能性を示している。旭硝子ではブラウン管用のガラスを生産しており、ブラウン管の将来を考え、更に液晶表示素子に占めるガラスの役割は重要でガラスメーカーとしての技術力を活かせること、液晶は有機化合物であり当社の化学部門の開発資源を活かせること、およびトップのエレクトロニクス事業への参入意欲が強いこと等から、当社自身で「液晶表示素子」を開発することを決心し、1969年から液晶表示素子の開発を始めている。

2. DSMからFEMへの転換

開始から4年後の1973年には研究所内にDSM^(注)のミニプラントが建設され、電卓用の寸法で月産200セルの試験生産が開始された。DSMは液晶の光散乱効果を応用し、多層膜反射板との組み合わせで表示を可能にしており、この年にシャープはDSMによる液晶電卓を商品化している。ちょうどその時、学会では新しいタイプのDSMに代わるFEM(TN)^(注)の可能性が提案された。

商品化の実績があるDSMプラントができあがって活動開始した直後に、今迄とは全く違ったタイプに変換することには大変な英断が必要であったが、TNは偏光膜を二枚必要とするものの原理的に電界を利用して電流が流れないのに対し、DSMは電流が流れるので素子の寿命の点では不利であると判断し、TNに移行することを決定した。現在の液晶表示の全てがTNタイプであることから、当時の決断は正しかったことが証明され

ている。

3. セル化技術のブレークスルー

TN液晶セルは、二枚のガラス板を7~8 μm の間隔で液晶を充填して保持し、周辺をシールし両面に偏光膜を貼りつけた構造になっている。ガラス板の間隔を7~8 μm にどうやって保つかが検討された。一枚のガラス板の周辺部を残して囲みをつける方法や7~8 μm のガラスファイバー製のスペーサーを二枚のガラス板で挟んで接着する等の方法が提案されたが、何れも製造が難しく生産性も悪いのでコスト高になることが予想された。議論を重ねていたある日、7~8 μm の直径のガラスビーズをシール材に混ぜてスクリーン印刷するアイデアが浮かんだ。シールの幅は最終的には1mm程度であり、約0.3mmの幅で25 μm 程度の厚さにガラスビーズ入りシール材をスクリーン印刷し、シール材を加熱圧着するとシール幅は約3倍に広がり、ガラスの間隔は見事にビーズの径にコントロールされた。ビーズはスクリーンメッシュを楽々と通過し、シールパターンは印刷によって確保され高い生産性と歩留が約束された。現在もなおこの方法が使用されている。

液晶表示が電卓や腕時計から自動車用の計器盤のように大型化されるにつれて、ガラス板そのものの平坦度が問題になるようになった。すなわちガラス間隔の差が液晶の背景色の差として認められ、表示品位を著しく阻害することが分かった。更にバック・ライトの熱による液晶セルの部分的な温度差によって液晶の光学的常数が変化し色ムラを生じることも分かった。そのため当然のことながら、ガラス製造メーカーとして大型で平坦性の良いガラス基板の製造技術の開発に取り組んで

いた。ある時古くから交友関係のあった西ドイツの液晶開発担当者を訪問した際に、彼はガラス基板にカーボランダムで4~5 μm の深さで200~300 μm ピッチの凹凸をつけていた。彼の考えは、7~8 μm の間隔を正確に保持することは大変困難でむしろ不可能に近いし、例え保持できたとしても温度差による液晶の物性の差が色ムラを生じることは防ぎようがない。それならば、コントロールされた凹凸をはじめからガラス基板につけておけば、細かいピッチの赤、青、緑の色ムラを生じるが液晶セルから離れて表示を見る目の位置では、これらの色が混合して白色になる。従って液晶の温度差による色ムラも赤、青、緑の順序が変わるだけで離れたところでは白色光になり、背景色の色ムラは見事に解消された。カーボランダムでコントロールされた凹凸をガラス基板につけることは工業的には歩留と生産性が悪いが、平坦な基板を作るよりはガラスメーカーにとっては容易なことであり、彼のアイデアを活かして生産性のよい弗酸エッチングでガラス基板に一定の凹凸をつける方法がしばらくして当社で完成された。彼が名付けたMTN[®]がこれであり、実用化されている。

4. 得られた教訓

(1) DSMかFEMかの判断がつかなかった時点で、我々はFEM開発に全面転換したのが結果的には成功した。手がけたばかりの仕事を中止することは、継続するよりも勇気が必要であった。物事を進めるときに、いくつかの岐路で選択の判断をしなければならぬ時があるが、判断をする正しいコンセプトが重要であり、そのために普段からの情報収集が如何に重要であるかが痛切に感じられた。

(2) 二枚のガラス基板を7~8 μm の間隔に正確に保持する工業的な方法として、スクリーン印刷という印刷業界、言い換えれば異業種の技術を応用したが、全然違った分野の技術を応用することで飛躍的に技術が進歩した。すなわち、全く関係の無い業種の技術にも関心をもって情報収集をしておく、意外な時に役に立つものである。

(3) 大型で平面度の良いガラス基板の製造技術開発しか考えなかったガラスメーカーの盲点があ

り、わざわざ凹凸をつけるという発想の転換ができなかったことである。専門家であるがため、創造的なアイデア発想の過程で自分で気がつかないうちに自ら制約を与えることを強く戒めなければならぬことを痛感させられた。

[注]

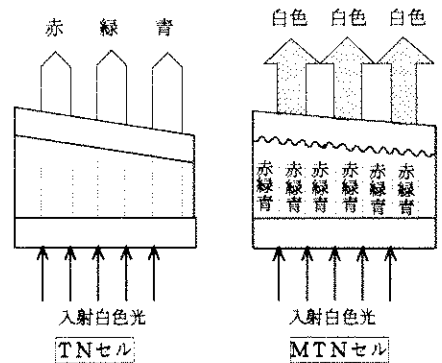
DSM (Dynamic Scattering Mode)

整然と配列した液晶分子に電圧を印加するとランダムな配列となり、入射光は散乱状態になる。この効果を利用して表示を行う。

FEM (Field Effect Mode) または TN (Twisted Nematic)

7~8 μm の厚さの液晶層で、上の面の液晶分子と下の面の液晶分子の方向がねじれている〔通常は90度〕ものを塗り、電圧を印加すると全ての液晶分子が電界の方向に配列されて複屈折現象を示す。二枚の直交した偏光膜で液晶層を挟むことによって、電圧を印加した部分が黒く見えることを利用して表示を行う。

MTN (Modulated TN) の動作原理



MTNの動作原理

[筆者紹介]



明吉 一幸 (あけよし かずゆき)
 1955年3月 横浜国立大学機械工学科卒
 ~1986年4月 旭硝子研究所で強化ガラス、表面処理および液晶表示素子の研究に従事。
 1977年8月 京都大学にて「強化ガラスの研究」で工学博士の学位を授与される。
 1986年5月~ 本社硝子建材事業本部市場開発センターでマーケティングに従事中。