

OCB 方式を用いた微透過・反射型液晶ディスプレイの光学設計

(東北大院工) 石鍋隆宏、宮下哲哉、内田龍男

Optical Design of transmissive-reflective OCB mode LCD

Takahiro Ishinabe, Tetsuya Miyashita and Tatsuo Uchida

Department of Electronics, Graduate School of Engineering, Tohoku University

Aza-Aoba 6-6-05, Aramaki, Aoba-ku, Sendai 980-8579, Japan

Optically Compensated Bend (OCB) mode LCD is promising as a next-generation high quality display due to its wide viewing angle and fast response speed. We investigated optical design condition of transmissive-reflective LCD using OCB mode. As a result, we clarified the optimum conditions of retarders and LC cell structure for realization of high quality LCD with wide viewing angle, high reflectivity, high contrast ratio and ultra low power consumption.

1. はじめに

液晶ディスプレイは高画質化に伴い、様々な用途で普及してきており、地上波モバイル放送の開始により、更なる低電力化、環境によらないシームレス化、高画質化が求められてきている。近年、反射型 LCD に透過領域を付加した半透過型 LCD が携帯電話等のディスプレイとして普及してきているが、高画質化を実現するため、透過領域の割合が増加の傾向にあり、このことは消費電力の増加をもたらすことから問題となってきている。この問題を解決するためには、反射型表示を主とした微透過・反射型 LCD の実現が重要であり、このためには反射領域の高画質化が必要である。本研究では、高速応答特性を有した高品位液晶表示方式である OCB 方式¹⁾に着目し、図 1 に示す微透過領域を有した反射型 OCB 方式液晶ディスプレイの光学設計について検討を行った。

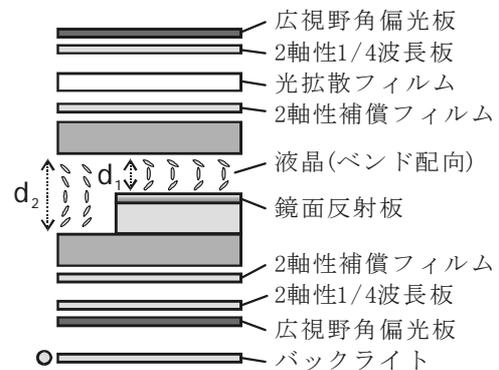


図 1 微透過領域を有する反射型 OCB 方式液晶ディスプレイの構造

2. 微透過領域を有した反射型 OCB-LCD の光学設計

微透過領域と反射領域において同時に画像を表示する場合、両領域の γ 特性が等しいことが必要である。OCB方式の配向分布について弾性体理論に基づき解析を行った結果、プレチルト角が等しい場合、任意の電圧印加時においてセルギャップで規格化した配向分布は常に一定であり、液晶セルの位相差はセルギャップに比例することがわかった。したがって、微透過領域のセルギャップを反射領域に対して $d_2/d_1=2$ とすることにより、図2に示すように両領域の γ 特性を等しくすることができる。一方、自己補償性を有するベンド配向液晶は、ラビング方位において二軸性の光学異方性媒体と見なすことができ、このことから二軸性の位相差フィルムを用いて黒状態における視角補償をすることができる。二軸性補償フィルムの設計条件は(1)式で表されることから、二軸性補償フィルムの屈折率楕円体はセルギャップに対して一定であり、補償フィルムの膜厚のみが液晶セルギャップに比例するこ

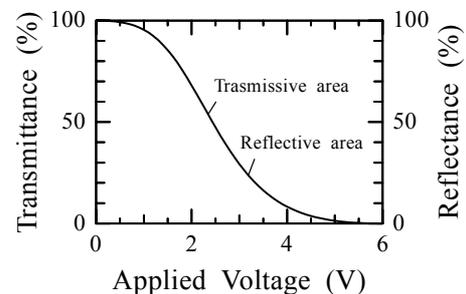


図 2 微透過・反射型 OCB 方式液晶ディスプレイの電圧-透過率特性

とがわかる。したがって、補償フィルムの膜厚を反射領域と微透過領域で最適化することにより、微透過領域と反射領域のラビング方位における視角特性を同時に補償することができる。ラビング垂直方位の視角特性は一般に反射領域と微透過領域で特性が異なるが、円偏光板の広視野角化、広波長帯域化およびセルギャップの最適化により、両領域において広視野角化を実現することができる²⁾。

$$n_x = \frac{d}{n_{\parallel}} \left(\int_0^d A(z)^{-1/2} dz \int_0^d A(z)^{-3/2} dz \right)^{\frac{1}{2}}, \quad n_y = \left(\frac{\int_0^d A(z)^{-1/2} dz}{\int_0^d A(z)^{-3/2} dz} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad n_z = n_{\perp} \quad (1)$$

$$D = \frac{n_{\perp}}{n_y} d, \quad A(z) = n_{\perp} \cos^2 \theta(z) + n_{\parallel} \sin^2 \theta(z)$$

3. 微透過・反射型 OCB 方式の光学特性

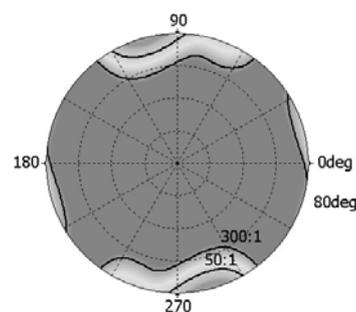
微透過領域および反射領域の黒状態における視角特性を向上させるためには、波長依存性および視野角依存性の無い円偏光板が必要である。我々は、二枚の二軸性1/2波長フィルム、一枚の二軸性1/4波長フィルムおよび一枚の二軸性フィルムを用いた広視野角偏光板からなる広視野角・広波長帯域円偏光板の設計を行った³⁾。またラビング垂直方位における視角特性を向上させるため、セルギャップの最適化を行い、この結果、セルギャップ比 $d_2/d_1=1$ とすることで微透過領域の広視野角化が可能であることを明らかにし、これに基づいて微透過・反射型OCB方式液晶ディスプレイの設計を行った。反射領域と微透過領域のセルギャップが等しいことから補償フィルムが一枚でよく、簡単な構造で実現が可能である。γ特性のずれは僅かであり、暗室のみでバックライトを点灯させる微透過型では問題がないと考えられる。図3に反射領域、微透過領域における等コントラスト特性の計算結果を示す。図から、両領域において広い視野角が実現されていることがわかる。

4. まとめ

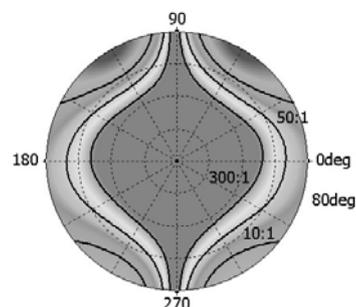
超低電力・高品位反射型液晶ディスプレイとして、微透過領域を有する反射型OCB方式液晶ディスプレイの設計法について検討を行った。この結果、液晶セルギャップおよび二軸性光学補償フィルムの膜厚を微透過領域と反射領域で最適化することにより、OCB方式液晶セルの視角補償が可能であることを示した。また、広視野角・広波長帯域円偏光板の設計を行い、広い波長範囲において広視野角特性を実現できることを示した。

参考文献

- [1] Y. Yamaguchi, T. Miyashita, and T. Uchida: SID Digest of technical papers, p. 277 (1993).
- [2] T. Ishinabe, et al.: SID Digest of technical Papers, Vol.35, p.638 (2004).
- [3] T. Ishinabe, T. Miyashita and T. Uchida: SID Digest of technical Papers, Vol.32, p.906 (2001).



(a) 反射領域



(b) 透過領域

図3 微透過・反射型 OCB 方式液晶ディスプレイの等コントラスト特性