

半無限コレステリック液晶の境界面における光の反射

(東工大有機材料, 長崎大教養^{*}) 大内幸雄, 竹添秀男, 福田敦夫,
久世栄一, 後藤信行^{*}, 古賀雅夫^{*}

Light Reflection from Infinite Cholesteric Liquid Crystals

Yukio OUCHI, Hideo TAKEZOE, Atsuo FUKUDA, Eiichi KUZE,
Nobuyuki GOTO*and Masao KOGA*

Department of Textile and Polymeric Materials, Faculty of Engineering,
Tokyo Institute of Tecnology, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152.

* Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Nagasaki 852.

緒言 らせん構造を持つコレステリック液晶の光学特性を記述する際に、らせん軸から傾いた方向に進行する光の解析解は得られていないので我々は従来から4x4マトリックス法を用いた数値解析及び固有値問題としての定式化から固有モード(OEM)の分散関係等とを調べてきた。しかしOEMの考え方を光の反射、透過といった実際的な問題に結びつける為には、特定の偏光を入射した時にコレステリック液晶内部でOEMがどのように割り当てられるかを知る必要がある。今回は問題を単純化し、半無限コレステリック液晶を対象とした計算を行った。

計算方法 先ずイピッチのコレステリック液晶に対応する伝播マトリックス F_1 を、Oseenのモデルに従って求める。らせん軸(z)に沿って回転する誘電テンソルに対してxz面内で伝播する波 $\psi(z) \exp\{ik_x x - \omega t\}$ と考えると(1)式

$$\partial\psi/\partial z = \omega/c \cdot \Delta\psi \quad \dots\dots\dots (1)$$

を得る。ここに Δ は4x4の微分伝播マトリックス、 ψ は $\{E_x, iH_y, E_y, -iH_x\}$ なる縦ベクトルである。(1)式を解くことにより、 F_1 を求めることができる。次にブロッホの定理を用いて

$$\psi(z+p) = F_1(z)\psi(z) = \exp(ikp)\psi(z) \quad \dots\dots\dots (2)$$

なる式を解きOEM($\psi_{f1}, \psi_{f2}, \psi_{b1}, \psi_{b2}$)を求める。添字fは+zのモード、bは-zのモードであることを示す。

モードの選択には講演(2J22)で得た結果を考慮し次のz点を用いた。

(1)伝播モードは、時間平均されたポインティングベクトルのz成分が正のもの。

(2)反射モード(特性反射、全反射領域内において)は、ポインティングベクトルのz成分が0となる為、kベクトルの虚数部分が正(+zに対して減衰を示す)になるもの。

このようにして選択された+zのモードに対し

図1に示す境界条件を設定する。

$$\psi_i + \psi_r = a_1 \psi_{f1} + a_2 \psi_{f2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに ψ_i は入射光、 ψ_r は反射光である。係数 a_1, a_2 は一般に複素数であるから振幅強度の他に境界での位相差に関する情報も持つことが分かる。

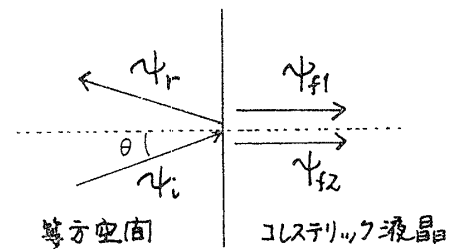


図1 境界条件

おあうちゆきお・たけぞえひでお・ふくだあつお・くせえいいち
ごとうのぶゆき・こがまさお

ψ_i, ψ_r は E に対して H が一意的に決ってしう a の (4) 式になる。

$$\psi_i = \begin{cases} E_x, i\kappa_x E_x, E_y, i\kappa_y E_y \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

$$\psi_r = \begin{cases} R_x, -i\kappa_x R_x, R_y, -i\kappa_y R_y \end{cases} \quad r_x = \sqrt{\epsilon} / \cos \theta, \quad r_y = \sqrt{\epsilon} \cos \theta$$

(4) 式を (3) 式に代入し、連立方程式を解くことにより、 a_1, a_2, R_x, R_y を求める。

計算結果 図 2-(1~4) に右円偏光, 左円偏光, π 偏光, σ 偏光を入射した時の半無限コレスティック液晶の反射スペクトルを示す。用いた定数は $(\epsilon_1 + \epsilon_3)/2 = 2.25, \theta = 60^\circ$ である。 $P/\lambda \geq 4$ の範囲は、 λ/P スケールでプロットしておいてある。 $(\epsilon_3 - \epsilon_1)/(\epsilon_3 + \epsilon_1) = 0.1$

スペクトルから分かる特徴的な点は、実験で得られるスペクトルに特有なサイドローブの振動構造及びうねり構造が、このスペクトルには見られない事である。従ってサイドローブのうねりの形を解析する為には 4 つのモード間の相関を見なければならぬことが分る。又入射偏光に対するスペクトルの形の変化は実験に対して一応の一致を見ることが出来る。しかしながら高次反射の特性反射部分を示す σ 偏光, π 偏光に対する応答を見ると矢印で示す様に完全にピークが消えない。Dmitrienko らの動的散乱理論から得られた結果でも、高次の反射は完全に直線偏光ではないとしている点、我々の計算と一致する。

現在境界面での位相差, 振幅強度を含めて解析を継続中である。

図 2 半無限コレスティックの反射

- (1) 右円偏光
- (2) 左円偏光
- (3) π 偏光 (入射面内)
- (4) σ 偏光 (入射面に対して垂直)

