

第 76 回応用物理学会秋季学術講演会に参加して

藤原 淳貴
Junki FUJIWARA
電子情報学科 4年

1. はじめに

私は、2015年9月13～16日に名古屋国際会議場で開催された「第76回応用物理学会秋季学術講演会」に参加し、13日に「カイラルピッチの短い液晶による偏光依存性のない屈折率制御」というテーマで発表を行った。

2. 研究背景

屈折率変化は光制御の重要な手段であり、低い電圧で大きな屈折率変化を誘起できる液晶は、ディスプレイを始め多くの光デバイスに利用されている。しかしながら、液晶デバイスには偏光依存性があるため、通常は偏光子が必要となり、光の利用効率が半減するという問題がある。本研究ではコレステリック液晶を用いることで偏光依存性のない屈折率制御が可能になると考え、その効果が顕著になる赤外線波長域で実験を行うため、シリコン基板を用いた Fabry-Perot 干渉フィルタを作製し透過特性を評価した。

3. 実験結果

コレステリック液晶は、Fig. 1 (a) のように分子が周期 (カイラルピッチ) p で1回転する構造を持つので、光が進行するにつれて偏光方向が回転する。しかし周期が短い場合、長波長の赤外線は微細構造を認識できないため、旋光が起こらない。この液晶を Fig. 1 (b) のように配向処理していない基板で挟むと、Fig. 2 (a) のように回転軸がランダムな方向を向いたドメイン構造が生じる。このとき、屈折率は偏光方向に依らず、常光と異常光の n_o, n_e を重みづけ平均した値 $n_R = \sqrt{(2n_o^2 + n_e^2)/3}$ となる。

電圧を加えるとドメイン構造が崩れ、Fig. 2 (b) のようなフィンガープリント構造を経て、Fig. 1 (c) のような平均な分子配向となる。Fig. 2 (c) は直交した偏光子の間に試料を挟んで撮影したが、可視光域でも偏光回転がなくなるため暗くなっている。この状態では屈折率が n_o となるので電圧印加によって偏光に依存しない屈折率制御が可能となる。

今回の実験では、周期が偏光や電圧特性に与える影響を調べるため、 $p=5\mu\text{m}$ と $1.5\mu\text{m}$ の2種類の液晶 (JNC, JD-1036) を比較した。Fig. 3 は、周期

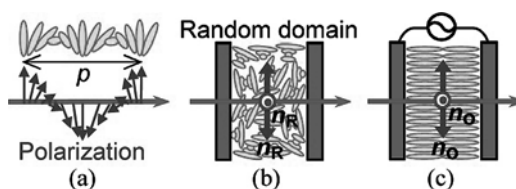


Fig. 1 Molecular orientation of cholesteric LC.



Fig. 2 Polarized microscopic images of the LC.

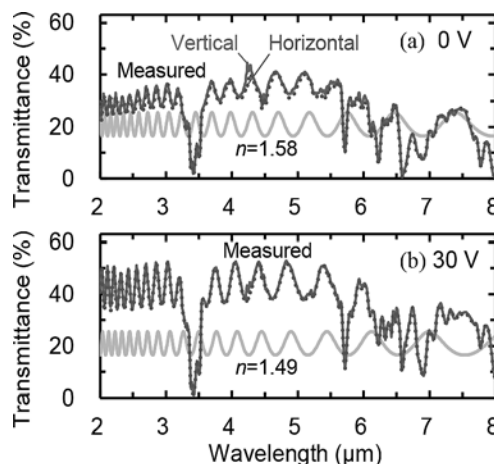


Fig. 3 Transmission spectra of the LC with $5\mu\text{m}$ pitch. The spacing of the Si plates was $d=16.4\mu\text{m}$. The solid and dotted lines correspond to vertical and horizontal polarizations. The gray line shows the peak wavelengths that were calculated for $n=1.58$ or 1.49 . Applied voltage was (a) 0 or (b) 30 V.

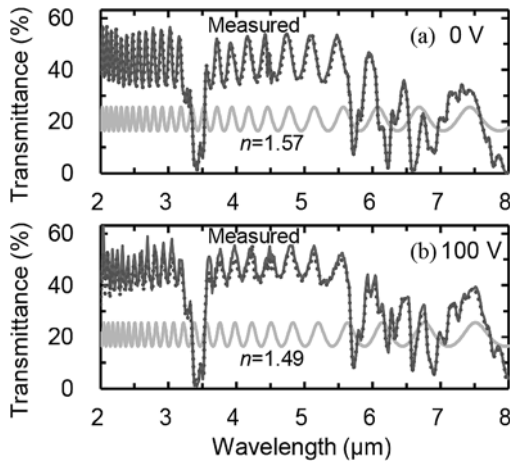


Fig. 4 Transmission spectra of the LC with 1.5 μm pitch. Applied voltage was (a) 0 V or (b) 100 V.

5 μm の液晶をシリコン基板で挟んだ Fabry-Perot フィルタの透過スペクトルである。地面に垂直または平行な偏光で測定したスペクトルは重なっており、偏光依存性がないことがわかる。また、30 V 印加するとピークが短波長に移動し、理論値（灰色線）との比較により、屈折率 n が 1.58 から 1.49 へと変化したことがわかる。周期 1.5 μm の液晶でも、Fig.

4 に示すように偏光に依存しないことが確認されたが、液晶の再配向には 100 V 近い電圧が必要であった。

4. まとめ

赤外域では可視域のように高性能・低価格の偏光子がなく、強いランプ光源も存在しないので、偏光子なしで動作する液晶デバイスを実現することは極めて重要である。今回は干渉フィルタについて実験を行ったが、この特性は位相制御や光スイッチングなどにも利用できる、また、実験では 1.5 μm 付近でも偏光に依存しない干渉スペクトルが現れているので、この技術は通信波長帯でも有効と考えられる。

5. おわりに

今回はポスター発表を行ったが、参加者の方々とディスカッションすることができ、また多くの質問や意見をいただき、非常に良い経験ができた。

今回の発表を行うにあたって、懇切なご指導をいただいた齊藤光徳教授をはじめ、齊藤研究室の皆様、この場を借りて厚く御礼申し上げます。