

マッハツェンダー干渉計を用いた色素ドープ 液晶の屈折・消衰の電場応答係数分離測定

Electric field response factor separate measurement of refraction and extinction of the dye-doped liquid crystal by means of Mach-Zehnder interferometer

○伴内 健太, 坂本 盛嗣, 野田 浩平, 佐々木 友之, 小野 浩司

長岡技術科学大学

○Kenta Bannai, Moritsugu Sakamoto, Kohei Noda, Tomoyuki Sasaki, and Hiroshi Ono

Nagaoka University of Technology

E-mail: onoh@nagaokaut.ac.jp

1. はじめに :

液晶に色素をドープすることで、様々な効果が期待できることから色素ドープ液晶に関する研究が広く行われている。ところが、色素分子が液晶分子の配向変化に追従して配向を変化させるゲスト・ホスト効果については、液晶セル内部の色素分子の追従度合いや速度について未だ不明な点が多い。そこで、本研究では、色素分子の配向運動と液晶分子の配向運動について個別の情報を得るため、電圧印加による配向変化で生じる複素屈折率変化の実部と虚部をマッハツェンダー干渉計とロックインアンプを組み合わせる^[1]ことによって分離測定することを目的とした。

2. 実験方法・結果 :

サンプルとして、ネマチック液晶 E7 に対して 2 色性色素 Disperse Blue14(DB14)を混合した色素ドープ液晶セルを作製した。Fig.1 に示す実験系のアーム 2 の光路上にサンプルを設置し、ファンクションジェネレータを用いて正弦波交流電圧を印加した。アーム 2 の光路を伝播させサンプルを透過した信号光と、アーム 1 の光路を伝播させた参照光をディテクター上で干渉させた。電圧印加で生じる複素屈折率の変化による変調信号はロックインアンプの 2f モードにて検出することができる。同時に、オシロスコープを用いて 2 光波の干渉光強度を DC 信号として測定した。移動ステージを用いてアーム 1 の長さを変化させることで DC 信号と変調信号をアーム 1 とアーム 2 の光路差の関数として測定した。

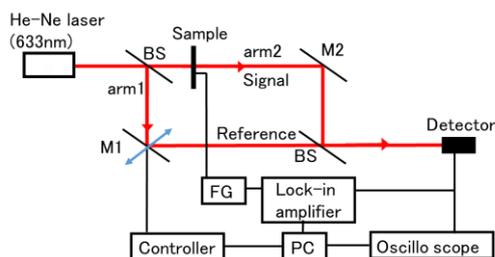


Fig.1 Measurement system

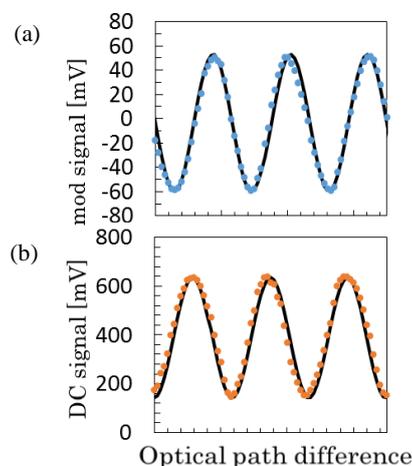


Fig.2 DC signal and modulated signal

Fig.2 に測定結果の一例を示す。本結果は、E7 に対して DB14 を 1 wt% 混合した液晶厚 $d = 6 \mu\text{m}$ のサンプルに対して最大値 3 V、周波数 200 Hz の正弦波交流電圧を印加したものである。サンプルを透過した信号光の振幅を E_s 、サンプルを透過していない参照光の振幅を E_r とすると Fig.2(b) の DC 信号は式(1)で、Fig.2(a) の変調信号は式(2)でそれぞれ表される。

$$I_{DC} = E_r^2 + E_s^2 + 2E_r E_s \cos\phi \quad (1)$$

$$I_{mod} = \frac{4\pi}{\lambda} (E_r E_s d \Delta n \sin\phi - E_r E_s d \Delta k \cos\phi - E_s^2 d \Delta k) \quad (2)$$

ここで ϕ は信号光と参照光の位相差であり、DC 信号を式(1)にてフィッティングすることで、図 2 の各測定点における 2 光波間の位相差を決定できる。さらに、変調信号を式(2)にてフィッティングすることで、複素屈折率変化はそれぞれ実部 $\Delta n = 2.3 \times 10^{-3}$ 、虚部 $\Delta k = 5 \times 10^{-5}$ と求められる。従って、電圧印加による色素ドープ液晶の複素屈折率変化の実部と虚部を分離して測定することができた。

[1] H. Ono, and N. Kowatari, J. Phys. D: Appl. Phys. 31 (1998) 1511-1515