

ネマティック液晶複屈折の光学干渉法による定量化

Evaluation of Birefringence of Nematic Liquid Crystal by Optical Interferometry

○伊藤 誠弥¹、丸山耕一¹、木村宗弘² (1 秋田工業高等専門学校、2 長岡技科大)

○Tomoya Ito¹, Koh-ichi Maruyama¹, Munehiro Kimura²

(1 NIT, Akita College, 2 Nagaoka Univ. of Tech.)

E-mail: maruko@akita-nct.ac.jp

1. 緒言

本研究室では、磁性誘電体材料の電気的および磁気的な分極に起因する情報記憶素子の開発を視野とする基礎研究を行っている。この際、微小な複屈折変化の検出が必要である。これまで、位相変調素子として用いられるネマティック液晶を試料(LCR)として、偏光解析や光学干渉により、外部電場の印加による電気双極子の配列に起因する複屈折特性の検出を行ってきた。¹

マイケルソン干渉光学系を用いると、試料に集光ビームを照射する反射光学系において、試料の厚み方向を分解した屈折率を検出することができる。²したがって、試料位置を光軸方向に走査する方法で屈折率の3次元分布が得られる。本研究では、ネマティック液晶に偏光を透過させる光学干渉系で得られた干渉縞をフーリエ解析する方法とした。

2. 実験方法

実験室に構築した干渉光学系の概要図を図1に示す。He-Ne レーザ ($\lambda=632.8$ nm、出力 20.0 mW) を光源とし、偏光板と $\lambda/4$ 板による多重干渉防止機能を有し、集光レンズ (焦点距離 $f=100$ mm) を透過した光を、無偏光型ハーフミラー (透過光強度: 反射光強度 = 1 : 1) で試料光と参照光の2つに分割し2光が再びハーフミラー上で結合する光学系とした。集光レンズ ($f=50$ mm) により、CMOS カメラの受光面での干渉縞のサイズを最適化した。参照光が反射するミラー2の位置をピエゾ駆動のステージにより調整し光路長を制御する。光学系やステージの制御等は自動化し、検出した干渉縞をデジタルデータ化し解析するシステムとした。

3. 実験結果

光学系を調整するために、はじめに、2枚の集光レンズ (焦点距離 $f=100$ mm および 40 mm) を用い、平行ビームによる干渉系とした。ミラー2を光軸方向に走査した際の干渉縞を観察し、縞の周期構造をフーリエ解析することによって得られた、試料光と参照光との光路長差に起因する位相差を図2に示す。光路長差と位相差の関係は、ほぼ現象論通りであった。

LCR に電圧を印加した際の屈折率変化を干渉縞から解析した位相から求め、この値を別に偏光解析によって得た結果と比較するとほぼ一致した。この方法で、試料の厚み方向に分解された屈折率の検出を行う。

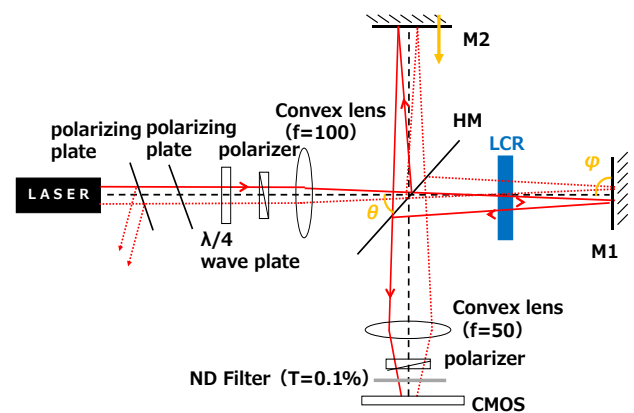


図1 マイケルソン光学干渉系の概要図。レンズ (焦点距離 $f=100$ mm) により試料位置にビームを集光する。

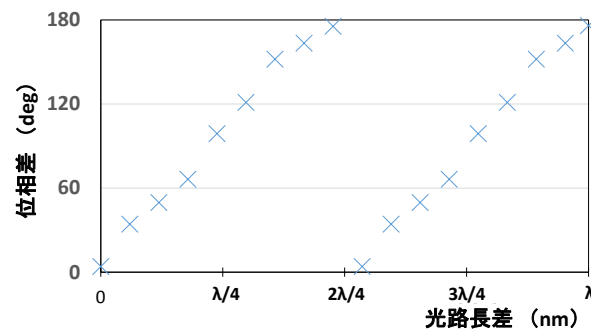


図2 平行ビームを用いた場合に、試料光と参照光の光路長差と干渉縞からフーリエ解析した位相との関係。

【参考文献】

- [1] 葛岡、丸山ら、第60回応用物理学会春季学術講演会概要集 27a-PA5-7
- [2] Grajciar B, Pircher M, Fercher A, Leitgeb R, Opt Express, 2005 Feb 21; 13(4):1131-7.