

アゾベンゼン含有高分子への偏光ホログラム形成過程における 回折偏光その場観察

In-Situ Observation of Polarization Diffraction in the Formation Process of Polarization Holograms in Azobenzene Containing Polymers

長岡技科大¹, 兵庫県立大², ○伊沢 昌浩¹, 佐々木 友之¹, 野田 浩平¹, 川月 喜弘², 小野 浩司¹

Nagaoka Univ. of Tech¹, Univ. of Hyogo², ○Masahiro Izawa¹, Tomoyuki Sasaki¹, Kohei Noda¹,

Nobuhiro Kawatsuki², and Hiroshi Ono¹

E-mail: onoh@nagaokaut.ac.jp

はじめに：偏光ホログラムは次世代の回折光学素子や記録技術への応用を目的として盛んに研究されている。アゾベンゼン含有高分子は偏光ホログラムの代表的な記録材料である。この材料への偏光ホログラム記録時には光異性化反応による分子再配列や、表面レリーフの形成などの現象が複合的に起こるため、実用化の為にはこれらの形成過程を理解する必要がある。本報告ではアゾベンゼン含有高分子膜に偏光ホログラム記録を行い、その回折光の強度と偏光状態を測定した。サンプル中に形成された位相差をモデル化した Jones 行列によって測定結果を解析した。その結果、形成された分子再配列による異方的な位相差と表面レリーフによる等方的な位相差を分離計測できたので報告する。

実験：材料として Fig. 1 に示す PMMA-(co)-DR1 Methacrylate を使用した。この材料をクロロホルムに溶解し、ガラス基板上にスピンコートし、100℃のオーブンで 2 時間乾燥しサンプルとした。サンプルの膜厚は 0.8 μm である。

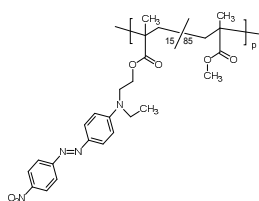


Fig. 1. Chemical Structure of PMMA-(co)-DR1 Methacrylate.

ホログラムの記録は励起光としてサンプルの吸収波長帯の光源として Nd:YAG レーザ(532 nm)を用いて 2 光束干渉法により行った。格子の周期は 10 μm とした。また、励起光の干渉状態は p 偏光と s 偏光($p+s$ 記録)、(+45°)直線偏光と (-45°)直線偏光 (± 45 記録)、左右円偏光(RCP+LCP 記録)とした。ホログラムの形成開始と同時に再生光として He-Ne レーザ(633 nm)を用い、回折光をポラリメータで測定した。再生光の強度は 10 mW で、偏光状態は励起光の干渉状態が $p+s$ では p 偏光、 ± 45 と RCP+LCP では(+45°)直線偏光を使用した。

結果及び考察：ポラリメータにより測定したホログラム形成過程(± 45 記録時)における 1 次回折光の回折効率を Fig.2 に示す。また、偏光状態を Fig.3 に示す。励起光照

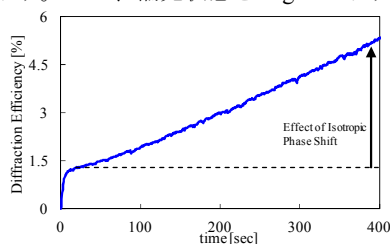


Fig. 2. Diffraction Efficiency (± 45).

射直後は分子再配列による異方的な位相差の格子が形成されているが、時間の経過と共に回折効率と偏光状態が変化しており等方的な位相差の影響が現れていると考えられる。

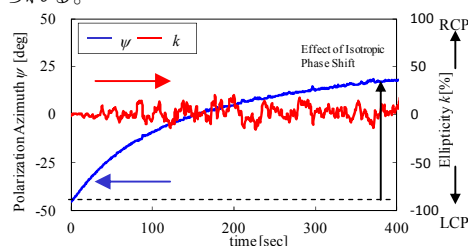


Fig. 3. Polarization State (± 45).

測定した回折光を解析した結果得られた形成過程における異方的な位相差及び等方的な位相差を Fig.4 に示す。励起光照射から 2 秒程度で異方的な位相差の形成が完了し、その後これに比べて非常に長いスパンでレリーフの形成が進むという解析結果が得られた。また、等方的な位相差は励起光の干渉状態に依存するため、表面レリーフの寄与が大きいと考えられる。

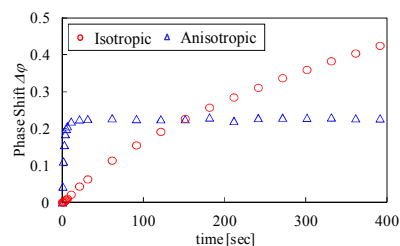


Fig. 4. Phase shift in the formation process.

干渉顕微鏡で計測した励起光(± 45 記録)を照射した箇所の表面形状を Fig.5 に示す。励起光の干渉縞の周期と同周期で、深さ約 300 nm の周期的な表面形状の変化が確認された。各条件でのレリーフの深さは回折光の解析から得られた等方的な位相差に相当している。以上の結果より、偏光ホログラムの形成過程における回折光の強度と偏光状態の実時間計測の有効性が示されたと考えている。

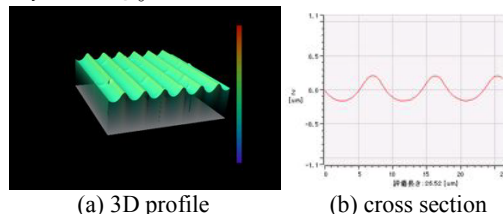


Fig. 5. Surface relief in the exposure region.

参考文献

- [1] L. Nikolova, et. al., Appl. Opt. 35, 3835 (1996).
- [2] N. K. Viswanathan, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 38, 5928 (1999).
- [3] H. Ono, et. al., Jpn. J. Appl. Phys. 51, 061601 (2012).