

連鎖移動剤を添加した光重合性ナノ微粒子-ポリマーコンポジットの体積ホログラフィック記録特性

Characterization of volume holographic recording in photopolymerizable nanoparticle-polymer composites incorporating chain transfer agents

電気通信大学大学院 先進理工学専攻 °藤井 隆太 三部 兼 富田 康生

Univ. of Electro-Commun., °R. Fujii, K. Mitsube, and Y. Tomita

E-mail: fujii@bellevue.ee.uec.ac.jp

1. はじめに

これまでに我々は新しいホログラフィックナノコンポジット材料として光重合性ナノ微粒子-ポリマーコンポジット (NPC) を提案し、ナノ微粒子分散により記録した体積ホログラムの屈折率変調と記録感度の増大に加えて重合収縮率の低減と熱的安定性の向上も同時に実現出来ることを実証してきた [1]。また、NPC に用いる連鎖重合モノマーを逐次重合モノマーへ変更することでさらなる重合収縮の低減化を実現した [2]。本報告では、別のアプローチとして、連鎖移動剤 (CTA) [3, 4] を連鎖重合モノマーへ添加することで NPC の光重合時におけるポリマー架橋密度を低減して記録された体積ホログラムの屈折率変調の増大と重合収縮の低減を図るとともに空間周波数応答特性も改善することを目的として実験的に究明したので報告する。

2. 実験と結果

2 官能アクリレートモノマーに ZrO_2 ナノ微粒子を 35vol.% 分散すると共に重合開始剤 (Irgacure784) をモノマー比で 1wt.% 添加し、さらに CTA として methyl 3-mercaptopropionate を種々の濃度で添加した溶液を準備した。それをスライドガラスへ滴下し他のスライドガラスで挟んだものを NPC フィルム試料 (膜厚 $\sim 10\mu\text{m}$) とした。ホログラフィック測定では、レーザー (波長 532nm) を用いた二光束干渉露光により格子間隔 $1\mu\text{m}$ の透過型平面波体積ホログラムを露光強度 $50\text{mW}/\text{cm}^2$ で記録し、回折効率の動特性と Bragg 角離調特性を測定して屈折率変調飽和値 (Δn_{sat}) と材料記録感度を評価した。また、ホログラフィック法を用いて重合収縮率も測定した。Fig. 1 に実時間フーリエ変換赤外分光計により測定した NPC 中のアクリレートモノマーの重合変換率と重合速度の関係を示す。CTA 添加により最終重合変換率が低下するこ

とがわかり、その結果、架橋密度が低減してホログラフィック記録時での相互拡散促進とポリマーに鎖長広がりの抑制 [4] による Δn_{sat} の増大と重合収縮の低減が期待される。Fig. 2 に Δn_{sat} と重合収縮率の CTA 添加濃度依存性の測定結果を示す。Fig. 1 の結果から期待される改善が実際得られていることがわかる。

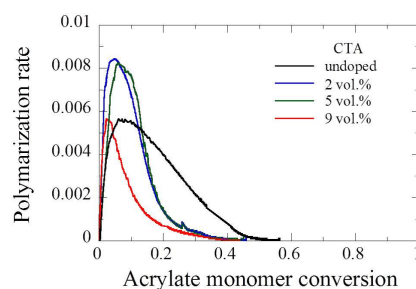


Fig. 1: Acrylate monomer conversion versus polymerization rate for various concentrations of the CTA.

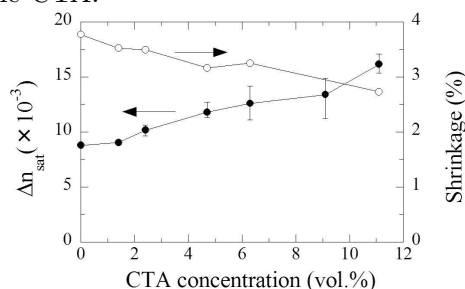


Fig. 2: Dependences of Δn_{sat} and shrinkage of recorded plane-wave volume holograms on CTA concentration.

参考文献

1. N. Suzuki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **81**, 4121 (2002); N. Suzuki and Y. Tomita, Appl. Opt. **43**, 2125 (2004); Y. Tomita *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 071103 (2006); N. Suzuki *et al.*, Opt. Express. **14**, 12712 (2006); Y. Tomita *et al.*, Opt. Lett. **33**, 1750 (2008); T. Nakamura *et al.*, J. Opt. A: Pure Appl. Opt. **11**, 024010 (2009).
2. E. Hata *et al.*, Opt. Mater. Express. **1**, 207 (2011); *ibid.* **1**, 1113 (2011); K. Momose, *et al.* Opt. Lett. **37**, 2250 (2012).
3. C. S. Pfeifer *et al.*, Polymer **52**, 3295 (2011).
4. J. Guo *et al.*, J. Opt. A: Pure Appl. Opt. **13**, 095601 (2011); *ibid.* **13**, 095602 (2011).