

冷中性子ビーム用ホログラフィック中性子光学ミラーのための ナノ微粒子-ポリマーコンポジット自立膜

Nanoparticle-polymer-composite free-standing films for holographic
neutron-optic mirrors deflecting cold neutron beams

¹ 電通大, ² ウィーン大, ³ ザルツブルグ大, ⁴ ラウエ ランジュバン研

° 富田 康生,¹ 三部 兼,¹ J. Klepp,² C. Pruner,³ P. Geltenbort,⁴ M. Fally²

° Y. Tomita,¹ K. Mitsube,¹ J. Klepp,² C. Pruner,³ P. Geltenbort,⁴ and M. Fally²

¹UEC, ²Univ. of Vienna, ³Univ. of Salzburg, ⁴Inst. Laue Langevin

E-mail: ytomita@ee.uec.ac.jp

1. はじめに

無機あるいは有機ナノ微粒子を光重合モノマーに分散した光重合性ナノ微粒子-ポリマーコンポジット (NPC)¹ を用いるとホログラフィックナノ微粒子アセンブリー法²により多次元フォトリソグラフィ構造を単一ステップで cm オーダーの面積領域で形成することが出来る。これまでに我々は NPC のホログラフィックデータ記録メディア、³非線形光学材料、⁴ ホログラフィック中性子光学素子⁵への応用を検討している。本報告では、NPC を用いたホログラフィック中性子光学素子による中性子ビームの高利用効率化や中性子干渉計の実現を念頭に、NPC 中に形成した体積ホログラムの自立膜 (free-standing film) を作成し、波長 4.1nm の冷中性子ビームに対するミラー動作を実現したので報告する。

2. 実験と結果

ラジカル重合反応を有する 2 官能重合メタクリレートモノマーに SiO₂ ナノ微粒子を 20 vol.% 分散し、さらに緑色での光重合を得るために重合開始剤 (Irgacure784) をモノマー比 1wt.% で添加した溶液を準備した。それをシランコートガラス基板へ滴下し熱処理後に他のガラス基板でカバーして、波長 532nm の Nd:YVO₄ レーザーによる二光束干渉露光により直径約 2cm で膜厚約 100 μ m の平面波体積ホログラム (格子間隔 0.5 μ m) を作成した。その後、体積ホログラムが記録された NPC をガラス基板から剥がすことにより硬化した NPC 自立膜を得た。この体積ホログラムが記録されている NPC 自立膜は無機ナノ微粒子が高濃度で分散されているために、光学的には透明であるが通常のポリマー膜に比べて機械的強度が十分高い [Fig. 1(a) 参照]。Fig. 1(b) に波長 4.1nm の冷中性子ビーム

による回折効率のブラッグ角離調依存性を理論曲線とともに示す。⁶ ブラッグ角 (=0.235°) で回折効率 90% が得られた理由は、自立膜化によるガラス基板での冷中性子ビームの散乱・吸収の回避と自立膜を大きな角度傾斜してホログラム有効膜厚の増加ができたことによる。

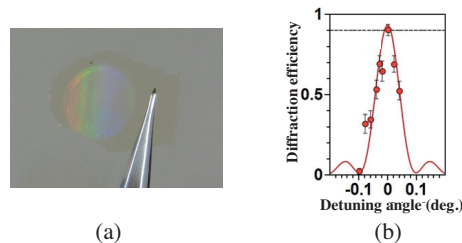


Fig. 1: (a) An NPC free-standing volume grating. (b) Diffraction efficiency vs. Bragg-angle detuning at a neutron wavelength of 4.1 nm.

参考文献

- [1] Y. Tomita, in *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, H. S. Nalwa ed., **15**, 191 (American Scientific Publishers, Valencia, 2011).
- [2] Y. Tomita *et al.*, *Opt. Lett.* **30**, 839 (2005); *ibid.* **31**, 1402 (2006); Y. Tomita, *SPIE Newsroom*, DOI: 10.1117/2.1200612.0475 (2007).
- [3] 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); E. Hata and Y. Tomita, *Opt. Lett.* **35**, 396 (2010); E. Hata *et al.*, *Opt. Mater. Express* **1**, 207 (2011); K. Momose *et al.*, *Opt. Lett.* **37**, 2250 (2012).
- [4] X. Lu *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **95**, 261109 (2009); X. Lu *et al.*, *J. Appl. Phys.* **108**, 073102 (2010); X. Lu *et al.*, *Opt. Express* **20**, 13457 (2012).
- [5] M. Fally *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 123904 (2010); J. Klepp *et al.*, *Nucl. Instr. and Meth. A* **634**, S59 (2011); J. Klepp *et al.*, *Phys. Rev. A* **84**, 013621 (2011).
- [6] J. Klepp *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **100**, 214104 (2012).