## ナノダイヤモンド分散コンポジットホログラフィック格子

Nanodiamond-dispersed composite holographic gratings

° 影山 明久,<sup>1</sup> 富田 康生,<sup>1</sup> 梅本 浩一,<sup>2</sup> J. Klepp,<sup>3</sup> C. Pruner,<sup>4</sup> M. Fally<sup>3</sup>

 $^1$  電気通信大 $,^2$ (株) ダイセル $,^3$  ウィーン大 $,^4$  ザルツブルグ大

<sup>°</sup> A. Kageyama,<sup>1</sup> Y. Tomita,<sup>1</sup> K. Umemoto,<sup>2</sup> J. Klepp,<sup>3</sup> C. Pruner,<sup>4</sup> and M. Fally<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univ. of Electro-Commun., <sup>2</sup>Daicel Corp., <sup>3</sup>Univ. of Vienna, <sup>4</sup>Univ. of Salzburg

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

## 1. はじめに

ナノ微粒子を光重合モノマーに高濃度に分散 した光重合性ナノ微粒子ーポリマーコンポジッ ト (NPC)<sup>1</sup> 中のホログラフィックナノ 微粒子ア センブリー<sup>2</sup>により cm<sup>2</sup> オーダーの大面積のホ ログラフィック格子が単一ステップで形成可能と なり、種々のフォトニクス応用が報告されてい る<sup>1,3,4</sup>。さらに、SiO<sub>2</sub>ナノ微粒子分散 NPC ホ ログラフィック格子により冷・極冷中性子ビーム の制御も可能となる<sup>1,5</sup>。最近我々は爆轟法で生 成したナノダイヤモンド (ND) を分散した NPC ホログラフィック格子の記録特性について報告 した<sup>6</sup>。ダイヤモンドはSiO<sub>2</sub>に比べて中性子コ ヒーレント散乱長が3倍程度長いので、ND分散 NPC ホログラフィック格子による冷・極冷中性 子波長 (数 nm) での飽和屈折率変調振幅 ( $\Delta n_{sat}$ ) 増大化による回折効率の向上が期待できる<sup>6</sup>。ま た、光波長及び冷・極冷中性子波長での Δn<sub>sat</sub> は ナノ微粒子体積分率 (f) の空間変調量  $(\Delta f)$  に 比例するため<sup>1</sup>、光波長での $\Delta n_{\rm sat}$ の測定によ り $\Delta f$ も評価できる。今回我々はND分散NPC ホログラフィック格子の最適化で緑色波長での  $\Delta n_{\text{sat}} \ge \Delta f$ の増大化に成功したので報告する。

## 2. 実験と結果

多官能アクリレートモノマーと1官能イオン 液体モノマーから成るブレンドモノマーに表面 修飾 ND(コア径約 4nm)ゾルを分散した後に 緑色波長に光感度のあるチタノセン光重合開始 剤を添加した混合溶液をスペーサーを装荷した ガラス基板へ滴下し、乾燥処理後に他のガラス 基板でカバーして測定試料とした。Nd:YVO4 レーザー(532nm)による二光束干渉露光で測 定試料中に格子間隔 1 $\mu$ m の透過型平面波体積 NPC ホログラフィック格子を記録した。Fig.1 に種々の ND 分散濃度に対する  $\Delta n_{sat}$  のブレン ドモノマー配合重量比依存性 [Fig.1(a)] と光重 合開始剤添加濃度依存性 [Fig.1(b)] をそれぞれ 示す。 $\Delta n_{\text{sat}}$ を極大化するブレンドモノマー配 合重量比と光重合開始剤添加濃度の最適値が存 在することがわかる。この結果から、ND分散濃 度 15 vol.% (f = 0.15)では Fig. 1(a) での最適 条件値に比べて4倍程度の $\Delta n_{\text{sat}}$  (=2.0×10<sup>-2</sup>) と $\Delta f$ (=5.5×10<sup>-2</sup>)が得られることがわかる。



Fig. 1: (a) Dependence of  $\Delta n_{\rm sat}$  on weight ratio of ionic to acrylate at the photoinitiator concentration of 4 wt.% and at different ND concentrations. The recording intensity is 75 mW/cm<sup>2</sup>. (b) Dependence of  $\Delta n_{\rm sat}$  on photoinitiator concentration at the weight ratio of 0.5 and at the ND concentration of 15 vol.%. The recording intensity is 5 mW/cm<sup>2</sup>.

## 参考文献

- [1] Y. Tomita *et al.*, J. Mod. Opt. **63**, S1 (2016).
- [2] Y. Tomita *et al.*, Opt. Lett. **30**, 839 (2005);
  *ibid.* **31**, 1402 (2006).
- [3] Y. Tomita *et al.*, Opt. Lett. **41**, 1281 (2016).
- [4] K. Momose *et al.*, Opt. Lett. **37**, 2250 (2012);
  S. Takayama *et al.*, Appl. Opt. **53**, B53 (2014).
- [5] M. Fally et al., Phys. Rev. Lett. 105, 123904 (2010); J. Klepp et al., Phys. Rev. A84, 013621 (2011); J. Klepp et al., Appl. Phys. Lett. 100, 214104 (2012).
- [6] Y. Tomita *et al.*, Proceedings of AOMatSens 2018, PHOTOPTICS 2018, January 25-27, 2018, Madeira, Portugal, pp. 313-322, January 25 (2018).