

## 高分子ナノファイバーの光伝播損失評価と損失原因に関する考察

### Characterization of optical propagation loss in polymer nanofibers and discussion about its causes

豊橋技科大<sup>1</sup> ○石井佑弥\*<sup>1</sup>, 里園翔太<sup>1</sup>, 上ノ瀬亮平<sup>1</sup>, 福田光男<sup>1</sup>

Toyohashi Univ. of Tech.<sup>1</sup> ○Yuya Ishii\*<sup>1</sup>, Shota Satozono<sup>1</sup>, Ryohei Kaminose<sup>1</sup>, Mitsuo Fukuda<sup>1</sup>

\*E-mail: yishii@ee.tut.ac.jp

**はじめに** : エレクトロスピンニング法は簡便にナノメートル径の高分子ファイバーが作製でき, 得られるファイバーは超高アスペクト比を有する. したがって, 同ファイバーは極小の光導波路として応用が期待される<sup>[1]</sup>. 今回我々は, エレクトロスピンニング法で作製した高分子ナノファイバーを高分子クラッドで覆った構造を作製し, 光伝播損失の評価および損失原因に関する考察を行ったので報告する.

**実験** : Poly(methyl methacrylate) (PMMA)と Nile blue A perchlorate (NBA)を *N,N*-dimethylformamide (DMF)と chloroform の混合溶媒に溶解させ, 試料溶液を調製した. PMMA の濃度は 10 wt%, NBA の濃度は PMMA の体積に対して  $2 \times 10^{-3}$  mol/l とした. 調製した試料溶液を用いてエレクトロスピンニング法によりナノファイバーを作製し, Cytop クラッドで覆うことによりコアクラッド構造を有するフィルムを作製した. 同ファイバーの平均直径は 540 nm であった. NBA による再吸収損失の評価のために, NBA を  $2 \times 10^{-3}$  mol/l の濃度で DMF に溶解させた溶液を調製した.

**結果** : 励起用レーザー光をファイバーの長軸方向にスキャンしながら照射し, 導波した NBA の発光スペクトルをファイバー端面で測定した(Fig. 1). Fig. 1 中の  $h$  の増加に伴い発光強度は指数関数的に減少し, このフィット関数から伝播損失を評価した. 5 本のファイバーの伝播損失の平均値は波長 700 nm において  $170 \pm 100$  dB/cm であった. この値は, 大口径の PMMA 系高分子光ファイバーの伝播損失(約  $5.0 \times 10^{-3}$  dB/cm<sup>[2]</sup>)に比して  $10^4$  以上高い値であった. この高損失の原因の 1 つとして, NBA による導波光の再吸収が考えられた. そこで, NBA 溶液の透過率を溶液の厚さ( $l$ )を変化させ測定し(Fig. 2), 再吸収による損失を評価したところ 17 dB/cm であった. この値はナノファイバー光導波路の伝播損失の 1/10 であることから, 主な損失は PMMA ナノファイバーそのものに由来することが分かった. 続いて, ファイバーの形状の均一性を評価するために, 長さ 600  $\mu$ m の区間において直径の偏差の二乗平均平方根( $R_q$ )を評価した. 5 本のファイバーの  $R_q$  の平均値は 23 nm であった. この値は熱延伸により作製された直径 530 nm のシリカナノファイバー(伝播損失: $5.0 \times 10^{-2}$  dB/cm)の  $R_q(=0.74$  nm)に比して 30 倍以上高い値であることから<sup>[3]</sup>, 形状の不均一性も損失原因の 1 つと考えられる.

**謝辞** : 本研究の一部は, JSPS 科研費 24810013 および光科学技術研究振興財団平成 24 年度研究助成の助成を受けて実施された.

**参考文献** [1] Y. Ishii et al *Mater. Lett.* **108**, 270 (2013).

[2] T. Ishigure et al. *Appl. Opt.* **33**, 4261 (1994).

[3] M. Sumetsky et al. *Opt. Lett.*, **31**, 2393 (2006).

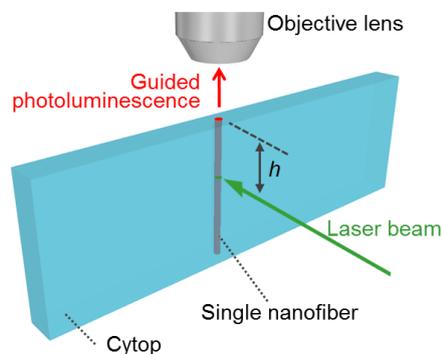


Fig. 1. Schematic illustration of our experimental setup.

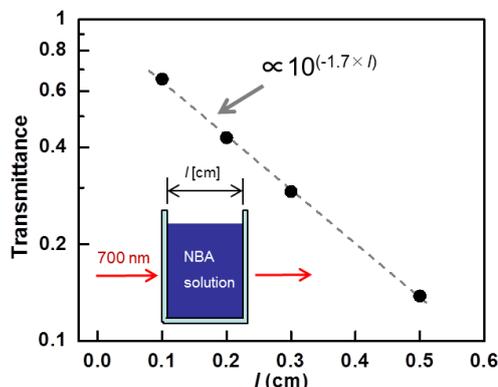


Fig. 2. Transmittance of the NBA solution at wavelength of 700 nm as a function  $l$ .