発光性サブミクロンファイバの光導波性評価と電極形成

Waveguiding properties of light-emissive submicron fibers and their connection to electrodes

豊技大¹ ⁰石井佑弥¹*, 大森啓翔¹, 里園翔太¹, 西村誠一郎¹, 福田光男¹

Toyohashi Tech.¹ °Yuya Ishii^{1*}, Keisho Omori¹, Shota Satozono¹, Seiichiro Nishimura¹, Mitsuo Fukuda¹ *E-mail: yishii@ee.tut.ac.jp

はじめに:ポリマサブミクロンファイバは、極小かつ極軽量なフレキシブル光ファイバとして応用が期待される.しかし、極小のファイバへの導光は極めて困難である.そこで、ファイバ自体が電界発光し、光を導波する光源一体型のポリマサブミクロン光ファイバの開発を目指し研究を進めている.これまでに我々は、ホール輸送性を示す poly(*N*-vinylcarbazole) (PVK)からなるサブミクロンファイバをエレクトロスピニング法を用いて作製し、同ファイバの光導波性を報告している[1].本研究では、より高効率な電界発光が可能な、PVK と電子輸送材料と発光材料のコンポジットからなるサブミクロンファイバを作製し、光導波性を評価した.加えて同ファイバへの陽極と陰極の形成法についても検討した.

実験: PVK と電子輸送材料 2-(4-biphenylyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole (PBD)と発光材料 Coumarin 6 (C6)をクロロベンゼンに溶解させ試料溶液とした. PVK の濃度はクロロベンゼンに対 して 5 wt%,溶質の混合比は PVK:PBD:C6=100:40:0.3 とした. 調製した試料溶液からコレクタ切 替式エレクトロスピニング法[2]を用いてシングルファイバを作製した.

結果:作製した PVK/PBD/C6 ファイバの光学顕微鏡像と走査型電子顕微鏡(SEM)像を Fig. 1(a)と Fig. 1(b)に示す. ビーズ欠陥のない比較的径の均一なサブミクロンファイバが作製されていることが分かる.4本のファイバを作製し,各ファイバの平均直径を評価したところ,480-660 nm であった.

ファイバの一部に励起光(ピーク波長:407 nm)を照射したところ,照射部での発光がファイバ中を導波す ることが明らかになった[Fig. 1(c)]. 次に,励起光の照射位置を変化させ,端面で放射される導波光のス ペクトルを測定することにより, PVK/PBD/C6ファイバの伝播損失を評価した. 伝播損失は波長 540 nm に おいて、5.0×10⁻³- 1.7×10⁻² dB/µm であり、これまでに報告されている機能性ポリマサブミクロンファイバの 伝播損失[1,3-5]よりも低い値であることが明らかになった. 次に,作製した PVK/PBD/C6ファイバに陽極と 陰極を形成する手法を検討した. 始めに、ファイバを配置した陽極上に高絶縁性ポリマである CYTOP®を スピンコートした. その後 130 度で熱処理を行い、CYTOP®の流動と相分離を利用することにより、ファイ バのみを露出させた. 最後に陰極を製膜することにより、陽極と陰極を短絡させることなく両電極にファイ バに形成した. Figure 2 に作製した構造の断面 SEM 像を示す. 陽極と陰極が直接短絡することなく、ファ イバの上下に両電極が接していることが分かる. 従って、CYTOP®の流動と相分離を利用することにより 陽極と陰極を形成可能であることが示された.

謝辞:本研究の一部は小笠原科学技術振興財団平成 26 年度研究助成の助成を受けて実施された. 参考文献 ¹Y. Ishii et al. *J. Polym. Sci. Pt. B Polym. Phys.* **54**, 1237 (2016). ²Y. Ishii et al. *Mater. Lett.* **62**, 3370 (2008). ³D. O'Carroll et al. *Small* **3**, 1178 (2007). ⁴D. O'Carroll et al. *Nat. Nanotechnol.* **2**, 180 (2007). ⁵V.Fasano et al. *Macromolecules* **46**, 5935 (2013).





Fig. 1. (a) Optical microscope image and (b) SEM images of the electrospun PVK/PBD/C6 fiber. (c) Dark-field microscope images of the fiber irradiating the excitation light.

Fig. 2. Cross-sectional SEM image of the PVK/PBD/C6 fiber coupling with an anode and cathode.