

薄膜プロセスに利用可能な超平坦・極薄・大面積セルロースナノファイバーフィルムの創製

Super flat, ultrathin, and large area cellulose nanofiber papers for semiconductor fabrication processes

東理大, °(B)畑山 亮, 生野 孝

Tokyo Univ. of Sci., °Ryo Hatayama, Takashi Ikuno

E-mail: tikuno@rs.tus.ac.jp

2020 年にはウェアラブルデバイスの市場規模が 600 億ドルになると予想されている[1]。市場拡大に伴い破棄問題が顕在化するため、石油由来のプラスチック基板から生分解性プラスチック（セルロースナノファイバー：CNF 基板）への移行が求められている。これまで CNF を用いた透明で柔軟性のあるフィルム状基板が作製され、基板上に有機 TFT アレイ、太陽電池などが試作されてきた[2]。CNF フィルムはキャスト法とフィルター法により作製されているが、これらの手法は長時間の加熱や加圧（24 時間以上、大気圧以上）が不可欠である[2][3]。さらに、原理的に薄膜化・大面積化に不適である。また、これまでフィルムの平坦性は着目されておらず、CNF フィルムを基板として用いるために、平坦化・薄膜化・大面積化が可能な新規プロセス開発が求められている。

本研究では CNF の原料として、水中対向衝突 (ACC) 法により解繊した濃度 1wt% の CNF 水溶液（中越パルプ工業製）を用い、150°C に加熱した各種平坦基板上に噴霧した。その後、独自で開発した治具を用い、室温で基板から剥離し、CNF フィルムを得た。得られた CNF フィルムの平坦性、膜厚、光学特性、機械強度を測定し、さらに、半導体性単層カーボンナノチューブ（以下 SWNT）を用いた光センサーを CNF フィルム上に形成し光応答評価を行った。

得られた CNF フィルムの典型的なフィルムの横方向の大きさは 10 cm 角であった。膜厚は約 4~6 μm であり、これまで報告されている CNF フィルム [4] の 1/3 以下の膜厚が得られた。CNF フィルムの表面粗さ (RMS 値) は、基板の平坦性に依存することを新たに見出し、鏡面研磨した単結晶基板を用いた場合、CNF フィルム表面の RMS 値は 1.7 nm であった。これは標準的なガラス板の RMS 値よりも小さい。また、波長 250~2200 nm に至るまで 80% 以上の透過率を示すことが分かった (図 a)。既報に比べて短波長領域の透過率が高い特長を持つ。本研究で得られた CNF フィルム上に、パターン状 Au 薄膜楕円電極を真空蒸着し、SWNT を架橋させたデバイスを作製したところ、レーザー照射によるコンダクタンスの変調を確認した (図 b)。本研究で開発した超平坦 CNF フィルムは、SWNT のみならず、有機薄膜や各種積層膜の形成に適していると思われる。

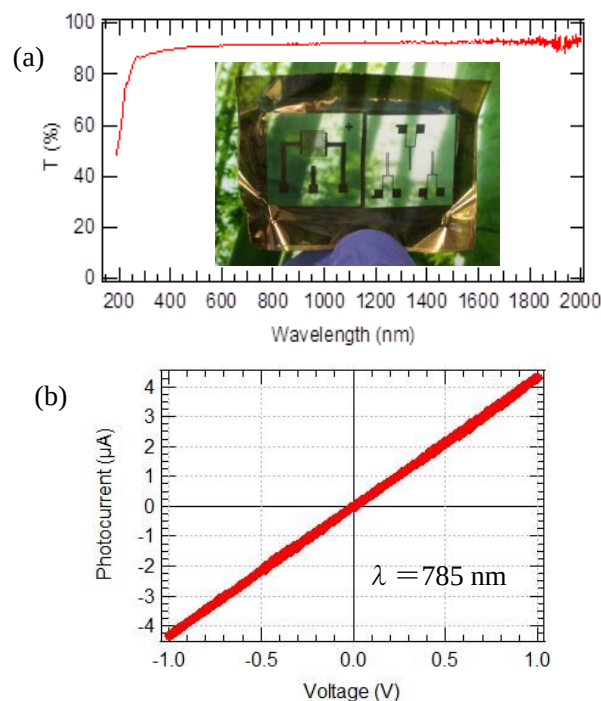


Fig. (a) The transmittance of the CNF film and a photograph of the CNT film with patterned thin film electrodes. **(b)** The photocurrent of SWNT network/CNF film.

[1] 総務省平成 28 年度版情報通信白書 <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper> [2] Y. Fujisaki *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* (2014), **24**, 1657-1663 [3] M. Nogi *et al.*, *Adv. Mater.* (2009), **21**, 1595-1598 [4] T. Kasuga *et al.*, *Nanomaterials* (2018), **8**, 104