

透明セルロースナノペーパーの屈折率特性

Refractive index of transparent nanofiber paper composed of cellulose nanofiber

谷尾宣久 (Norihisa TANIO)

Tel & Fax: 0123-27-6075 E-mail: n-tanio@photon.chitose.ac.jp

URL: <http://www.chitose.ac.jp/~n-tanio/>

Refractive indices and birefringence of transparent nanofiber paper composed of cellulose nanofibers were measured by prism coupling method, and method of estimating the refractive index and its wavelength dependence of cellulose nanopaper from the chemical structure of repeat unit was reported.

機械的または化学的解繊処理した幅 4~15nm のセルロースナノファイバーを用いて、紙を製造するとナノファイバーは緻密に凝集され、空隙による光の散乱が起こらず、高い透明性を示す (Fig.1)。セルロースナノファイバーからなるフィルム (ナノペーパー) は、高透明性・低熱膨張性・高耐熱性などを有するため、次世代フレキシブル電子デバイスの透明材料として注目されている。透明ナノペーパーを次世代光技術分野に応用していくためには、透明性、屈折率など本質的な光学特性を明らかにする必要がある。ここでは、透明ナノペーパーの屈折率特性を評価した。また、透明ナノペーパーの屈折率を化学構造から計算し、本質的な屈折率特性を明らかにした²⁾。

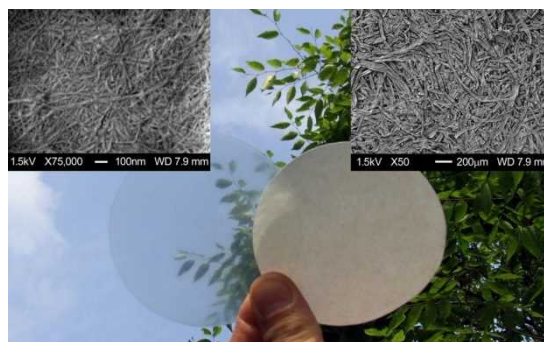


Fig.1 Transparent nanopaper (left) composed of 15 nm cellulose nanofibers and conventional cellulose paper (right) composed of 30 μ m pulp fibers¹⁾.

機械的解繊処理によって作製された透明ナノペーパーの屈折率特性をプリズムカップラを用いて測定した。結果を Table1 に示す。光学材料としては一般に高屈折率低分散、すなわち高屈折率高アッベ数が望まれるが、透明ナノペーパーの屈折率は PMMA よりも高く、アッベ数も高い値であることが明らかとなった。また、透明ナノペーパーの複屈折 Δn は、バルク状態の PMMA やポリスチレン (PS) の値よりも 2 ケタ以上大きいことが確認された。さらに、機械的解繊処理によって作製された透明ナノペーパーのパッキング係数 K (分子鎖凝集度) を密度測定により求めたところ、 $K=0.74$ となり、PMMA などの非晶性ポリマーについての $K=0.68$ より大きな値となった。この値を用い、化学構造から計算したセルロースナノペーパーの屈折率は実測値と近い値となり、透明ナノペーパーについて、化学構造からの屈折率予測が可能であることが示された。

【謝辞】本研究は、平成 27 年度物質・デバイス領域共同研究拠点共同研究課題 (課題番号:2015359) として実施された。

- 1) M. Nogi, S. Iwamoto, A. N. Nakagaito, H. Yano, *Adv. Mater.*, **21**, 1595(2009)
- 2) 中村翔平、池谷あやめ、平井郁乃、柳生瞳、能木雅也、谷尾宣久、高分子学会予稿集、Vol.65、No.1、1Pd086 (2016)

Table 1 Refractive index (n), Abbe's number (v_D), and birefringence (Δn) for nanopaper, PMMA, and PS.

| | refractive index | | | v_D | n at 633nm | | Δn |
|-----------|------------------|-------|-------|-------|--------------|---------|-----------------------|
| | n_F | n_D | n_C | | TE mode | TM mode | |
| nanopaper | 1.560 | 1.552 | 1.551 | 65.5 | 1.551 | 1.524 | 2.7×10^{-2} |
| PMMA | 1.498 | 1.493 | 1.490 | 58.7 | 1.4908 | 1.4909 | -1.0×10^{-4} |
| PS | 1.606 | 1.592 | 1.587 | 31.0 | 1.58881 | 1.58884 | -3.0×10^{-5} |