

化学センシングに向けた室温インプリント加工による ポーラスシリカマイクロチューブの作製と光学特性評価

Fabrication and Characterization of Porous Silica Microtube

by Room-Temperature Imprint Lithography for Chemical Sensing

神戸大院工 °石黒 敬太, 志智 慎介, 藤井 稔, 青木 画奈, 今北 健二

Kobe Univ. °Keita Ishiguro, Shinsuke Shichi, Minoru Fujii, Kanna Aoki, Kenji Imakita

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

チューブ、ディスク、球などの円形の断面を有する誘電体マイクロキャビティに光を入射すると、その構造物の円周に沿って、ウィスパリングギャラリモード (WGM) と呼ばれる電場増強モードが励起される。この WGM は非常に高い Q 値を示すことから、低閾値レーザや高感度波長フィルタ、光スイッチなど様々なアプリケーションへの応用が期待されている。特に、チューブ型誘電体マイクロキャビティにおいては、その円管構造を利用したセンシングデバイスとしての応用が考えられている。マイクロチューブは一般に、歪を導入した薄膜が自発的に巻き上がる現象を利用して作製され、歪の導入には斜蒸着による薄膜内での密度変化や、2 層の異種材料薄膜間に生じる格子不整合などが利用される。近年では、特にその材料や材料同士の組み合わせ方に注目が集められており、様々な材料を用いたマイクロチューブの作製がなされている。

そこで我々は、マイクロチューブの新たな基礎材料としてポーラスシリコン (PSi) に着目した。シリコン (Si) を陽極化成することで作製される PSi は、陽極化成時の電流密度を制御することで膜厚方向の空隙率を任意に制御することができる。本研究では、電流密度を時間とともに徐々に小さく変化させていくことで、上面と下面で Si 骨格の密度が異なった PSi 層を形成し、さらにそれを熱酸化させることで、PSi 層両面での体積膨張率の差により生じる応力を利用し、チューブを作製する。これにより、真空プロセスを介さない容易な手法でマイクロチューブの作製が可能となる。さらにスポンジ状構造を持つ PSi は、加圧により容易に機械的変形を起こすため、室温でのインプリント加工が可能となる。これにより、リソグラフィやエッチング処理なしで、ミクロンスケールの構造を一括に大量形成することができ、規格が揃ったマイクロチューブを安価に大量生産することが可能となる。また、作製したポーラスシリカマイクロチューブは、多孔質構造であるため比表面積が大きく気体や液体を吸着しやすいため、従来よりも周辺環境に敏感なマイクロチューブセンサーの実現が期待できる。講演では、上記の作製方法に加え、作製したポーラスシリカマイクロチューブの光学特性評価について議論する。

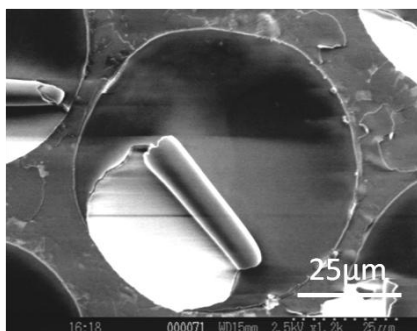


図 1: 作製したポーラスシリカマイクロチューブの電子顕微鏡像。インプリントにより形成された円形のパターンの端から自発的に PSi 層が巻き上がっている。

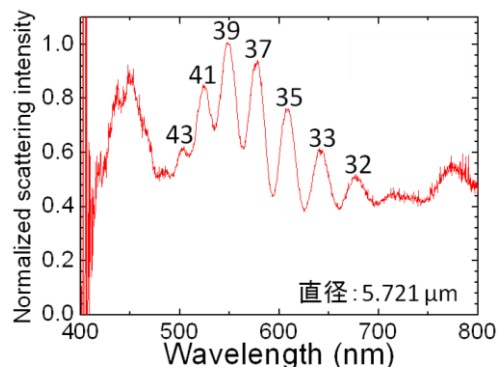


図 2: 作製したポーラスシリカマイクロチューブの散乱光スペクトル。数字は WGM のモード次数を示す。