

エレクトロスプレー法を用いた色素ドーブ膨潤性ポリマ型 POF アルカンセンサ

POF Alkane Sensors with the dye-doped Swelling Polymer Clad Fabricated by Electrospray Deposition

○森澤 正之, 宇田 和也, 鈴木 裕 (山梨大院工)

○Masayuki Morisawa, Kazuya Uda, Yutaka Suzuki (Univ. of Yamanashi)

E-mail: morisawa@yamanashi.ac.jp

はじめに 都市ガスやプロパンガスなどの漏れ検出は日常生活の中での安全を確保するために重要である。我々は、これらの燃料ガスの主成分であるアルカンに対して膨潤性を持つポリイソプレレン(PIP)をクラッドに用いたリーキー・導波変換型のプラスチック光ファイバ(POF)センサの開発を行ってきた。本 POF センサの感度および応答速度を向上させるためには、PIP クラッド層を薄く均一に形成することが重要である。そこで、我々は PIP ナノパーティクルを積層可能なエレクトロスプレーデポジション(ESD)法を用いたセンシングクラッドの形成を試みている。本研究では、ESD 法を用いて形成した色素ドーブの PIP クラッドを持つ POF アルカンセンサを作成し、ディップコーティングによって作成した POF センサとの比較を行った。

センサの動作原理 アルカンガスが存在しないとき、POF センサが漏れモードで動作するようにクラッドの屈折率をコアの屈折率よりわずかに大きくしておく。このとき、特にクラッドに色素等がドーブされクラッド中の光損失が大きいと、透過光強度は低くなる。一方、アルカンガスが存在すると、膨潤によりクラッドの屈折率は低下する。クラッドの屈折率がコアのそれより小さくなると導波モードで光が伝搬するため、透過光は急激に上昇する。この透過光の増加によってアルカンガスの検出を行う。

今回クラッドの製膜に用いた ESD 法を図 1 に示す。ESD 法は静電気力を利用してポリマ溶液などを常温常圧でナノサイズのパーティクルやナノファイバを形成させながら基板に堆積・固定させる手法であり、ディップコーティング法よりも薄いクラッド層を均一に作成することが期待できる。しかし、PMMA コアのように導電性のない基板に適用する場合、高電界によって基板が帯電してしまう。その帯電によるクーロン力は、ナノスプレーに影響を与えるために、適切な薄膜の形成のためには、針電極と対抗電極の電圧と距離、溶液注入量、溶媒などの調整が必要である。

実験と結果 THF とアセトンの混合溶媒 (3:2)に、PIP を濃度 0.7%, ブリリアントブルーを濃度 0.1%で溶解させた。帯電を低減させるために、表面を界面活性剤で処理した PMMA コア (直径 $1000\mu\text{m}$) 上に、ESD 法により PIP ポリマ薄膜を形成した。作成条件は、電極間距離 5cm, 印加電圧 10kV, 針電極への溶液注入量 8mL/h, 付着時間 24 分である。作成した POF センサおよびディップコーティング法で作成した POF センサの飽和ヘキサン蒸気に対する応答特性を図 2 に示す。ESD 法で作成したセンサは、ディップコーティング法を用いたものよりも 2 倍程度の感度の向上が見られた。

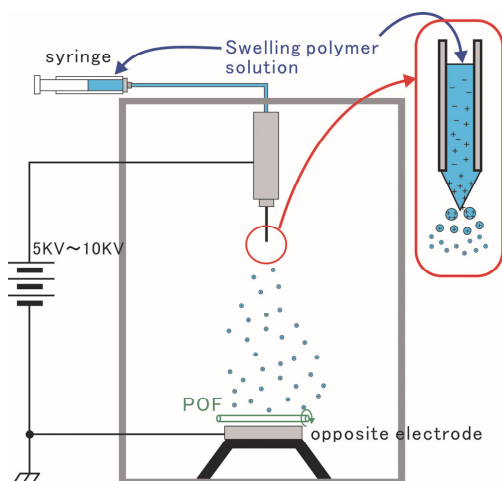


図1 ESD 法

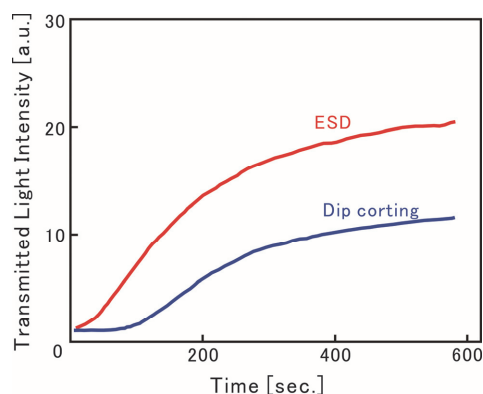


図2 飽和ヘキサン蒸気に対する POF センサの応答特性