

シリコンナノ結晶塗布薄膜を用いた湿度センサの開発

Fabrication of humidity sensor based on silicon-nanocrystal film

神戸大工 °金 光秀, 加納 伸也, 藤井 稔

Kobe Univ. °Kwangsoo Kim, Shinya Kano, Minoru Fujii

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

湿度センシングは医療、農業、化学産業など様々な分野で重要な技術である。低コスト化や高感度化に向け、比表面積の大きいナノ構造薄膜を用いて、湿度を検知する研究が行われている。研究対象の一つに、自然界に豊富に存在するシリコン(Si)をベースとした材料が挙げられている[1]。

我々のグループでは、ホウ素(B)とリン(P)を高濃度に含む無機シェルで表面保護された、極性溶媒中に均一分散する Si ナノ結晶コロイドを開発している[2]。これまでに、本 Si ナノ結晶コロイドを塗付した薄膜では、薄膜の電気伝導度が表面吸着水の有無により大きく変化することを報告してきた[3]。この結果を応用し、Si ナノ結晶塗布薄膜を感湿膜とした湿度センサの開発をめざす。本発表では、Si ナノ結晶塗布薄膜の電気伝導度の湿度依存性を評価したので報告する。

まず、マスク蒸着により金のくし型電極(チャンネル長 100 μm)を石英基板上に形成した。次にスピコート法で、Si ナノ結晶コロイドを電極上に塗布した。水蒸気/窒素の混合気体をフローした環境で素子の電気測定を行い、薄膜の電気伝導度の湿度依存性を評価した。相対湿度は市販の湿度センサ(TDK 社: CHS-UGS)を使い、素子の電気特性と同時に計測した。測定は室温下で行った。

図 1 に薄膜の電気伝導度と湿度の関係を示す。湿度を 20% から 85% まで増加させると、薄膜の電気伝導度が 3 桁増加した。湿度増加と減少に対して、素子の電気伝導度は一対一に対応している。図 2 に湿度を 80% から 22% に急変させた場合の、素子の電気伝導度の時間変化を示す。応答時間 τ を全変化量の 9 割に至るまでの時間とすると、 $\tau=2.8$ 秒となった。これは、ポーラス Si 粒子を用いた湿度センサの応答時間($\tau=36$ 秒)と比較して短く、本素子がより短時間で湿度測定できることを示唆する[1]。講演では、湿度変化に対する電気伝導メカニズムの変遷について議論する。

[1] T. Jalkanen, *et al.* Appl. Phys. Lett. **101**, 263110 (2012).

[2] H. Sugimoto, *et al.* J. Phys. Chem. C. **117**, 11850 (2013).

[3] M. Sasaki, *et al.* J. Phys. Chem. C **120**, 195 (2016).

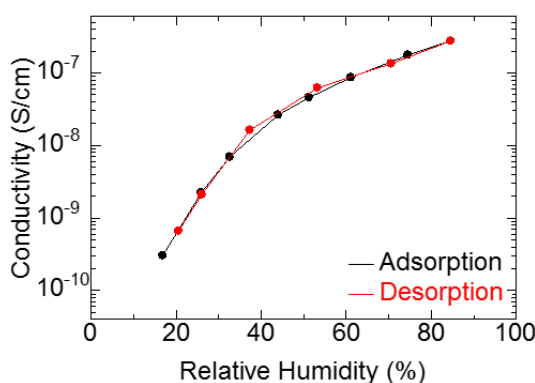


Figure 1 Conductivity change versus relative humidity (RH) in a silicon-nanocrystal humidity sensor.

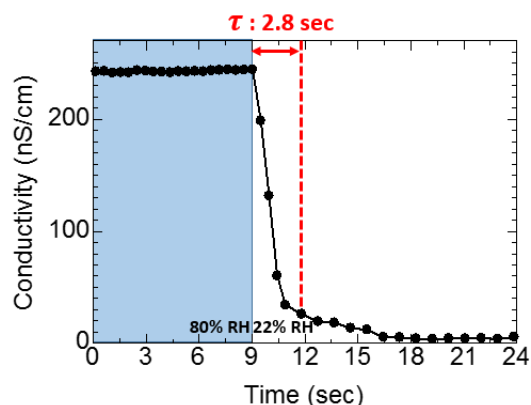


Figure 2 Response time of a device for humidity levels between 80% RH and 22% RH.