

半導体 SWNT 分散薄膜のガスセンシングメカニズム

Gas sensing mechanism of semiconducting SWNT thin film

○田畑 博史、松竹 直斗、久保 理、片山 光浩（阪大院工）

○H. Tabata, N. Matsutake, O. Kubo, M. Katayama (Grad. Sch. of Eng. Osaka Univ.)

E-mail: tabata@eei.eng.osaka-u.ac.jp

【研究背景・目的】単層カーボンナノチューブ(SWNT)は、周囲のガス環境によってそのコンダクタンスが大きく変化するため、抵抗変化型ガスセンサのセンシングコア材料として有望である。我々は以前の研究で、半導体 SWNT 薄膜をチャネル材料に用いた FET 型ガスセンサが微量の NO₂ 曝露に対してコンダクタンスが桁で変化する巨大な応答を示すことを見出した[1]。ガス曝露前後の FET 特性の変化から、ガス曝露によって、従来から知られる吸着ガス分子による化学ドーピングだけでなく、トランスコンダクタンスの増加が起きていることが分かった。しかしこの原因については明らかになっていない。そこで本研究では、チャネル長の異なる半導体 SWNT 薄膜 FET を用いてガス曝露前後の特性変化を評価し、より詳細な応答メカニズムの検討を行った。

【実験結果】ガス曝露前 (N₂ 雰囲気中) と NO₂(500 ppb, 1 ppm) 30 分間曝露後の FET デバイスのオン状態 ($V_g = -20V$) で測定した抵抗値をチャネル長毎に両対数グラフにプロットした (Fig.1)。いずれの条件で測定した場合も、抵抗値の値は両対数グラフ上で直線的になり、べき乗則 ($R \propto L_c^m$) に従うことが分かる。直線の傾きから求めたべき数 m はガス曝露前で $m=1.45$ 、NO₂ 曝露後はそれぞれ $m=1.19$ (500 ppb)、1.14 (1 ppm)であった。 m の値は SWNT 密度 ρ がパーコレーション閾値よりも十分に大きい場合 ($\rho \gg \rho_c$) は $m \sim 1$ となり、パーコレーション閾値に近づくに従って m の値は増加することが知られている[2]。SEM 観察で見積もった SWNT 密度は ρ_c よりも十分に高いことを踏まえると、この結果は、ガス曝露前の状態で伝導に関与していなかった一部の SWNT が、ガス曝露によって伝導に関与するようになり、実効的な SWNT 密度が増加したことを示唆している。従って、ガス曝露によるトランスコンダクタンスの増加は、電氣的に孤立した SWNT ネットワークの島々が、互いにつながり電極間を架橋する伝導パスが増加したことが原因と考えられる。また、このような伝導パスの増大は、吸着ガス分子が SWNT-SWNT 接合部分の伝導に大きく影響を及ぼしていることを示唆している。

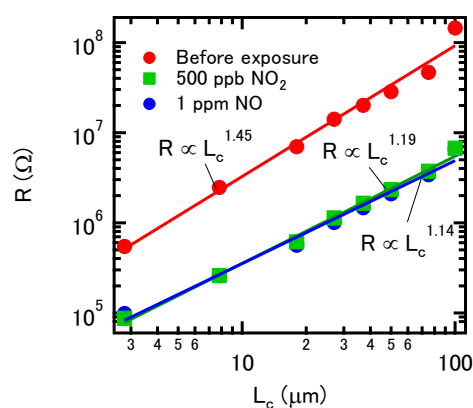


Fig.1: Resistances of the FET devices measured at $V_g = -20V$ before and after NO₂ exposure as a function of channel length (L_c)

[1]田畑博史 他: 第 60 回応物春季学術講演会 29a-G12-2

[2] M. A. Alam *et al.*, MRS Bulletin **31** (2006) 466.