

# 誘電泳動集積法で作製した電界効果トランジスタ型 カーボンナノチューブガスセンサによる二酸化窒素検出

大関 貴大\*, 金川 将也\*\*, 中野 道彦\*\*\*, 末廣 純也\*\*\*

(九州大学 \*大学院システム情報科学府 \*\*工学部電気情報工学科 \*\*\*大学院システム情報研究院)

## 1. はじめに

カーボンナノチューブ (CNT) は優れた電気電子材料として注目されている。筆者らは大気汚染物質である二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) の検出を目的として、誘電泳動集積法で抵抗型 CNT ガスセンサの研究をしている<sup>[1]</sup>。それは、誘電泳動という電気力学現象を利用して CNT を微細電極間に集積して作製するもので、 $\text{NO}_2$  の吸着に伴う CNT の抵抗の変化を動作原理とする。一方、他の研究では CNT を利用した電界効果トランジスタ (FET) 型ガスセンサの研究が行われている<sup>[2]</sup>。FET 型では、 $\text{NO}_2$  吸着によるゲートの閾値電圧のシフトが報告されており、これによる高感度検出の可能性が示されている。そこで、誘電泳動集積法によって FET 型 CNT ガスセンサを作製して  $\text{NO}_2$  の応答を調べた。

## 2. 実験装置及び方法

### 2.1 CNT ガスセンサ作製

P 型シリコン基板の酸化膜上にスパッタリング装置でクロムを膜厚 200 nm で成膜した。クロムを成膜した基板に、ポジ型レジストをスピコートによって塗布し露光を行った後に現像を行い、エッチング及びレジストを剥離して電極を作製した。電極はフィンガー長 12 mm、ランド幅 50  $\mu\text{m}$ 、ギャップ 5  $\mu\text{m}$  である。また、基板の裏面は酸化膜を除去し、導線を接続した。これによって基板のシリコンをゲート電極とした (図 1)。最後に誘電泳動集積法により、半導体型 CNT を電極間に捕集し CNT ガスセンサを作製した。

### 2.2 実験方法

作製した FET 型 CNT ガスセンサをチャンバ (容積 200 ml) に収めた。始めに、チャンバ内に窒素 ( $\text{N}_2$ ) を流し、 $\text{N}_2$  雰囲気中で紫外線を照射し、センサの初期化を行った。30 分後に紫外線の照射を止め、測定を開始した。まず、 $\text{N}_2$  中でゲート電圧を -10 V から 10V まで 0.1 V/sec でスイープさせた。ゲート電圧に対するドレイン電流をソースメジャーユニットで測定した。その後、 $\text{N}_2$  雰囲気中で  $\text{N}_2$  希釈  $\text{NO}_2$  1 ppm を 40 分間チャンバ内に流し、 $\text{NO}_2$  の吸着を飽和させた後に同条件でゲート電圧をスイープさせて測定を行った。なお、測定はドレイン電圧  $V_{\text{DS}}$  を 2V に固定し、全て室温で行った。

## 3. 実験結果

$\text{NO}_2$  暴露前後で各ゲート電圧においてドレイン電流が増大した。 $\text{NO}_2$  暴露後のドレイン電流  $I_{\text{NO}_2}$  を暴露前のドレイン電流  $I_{\text{N}_2}$  で規格化したものをドレイン電流変

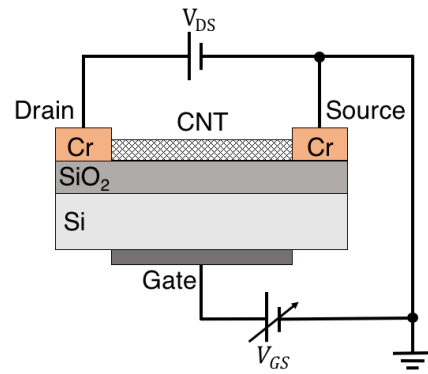


図 1 作製した FET 型 CNT ガスセンサの構造

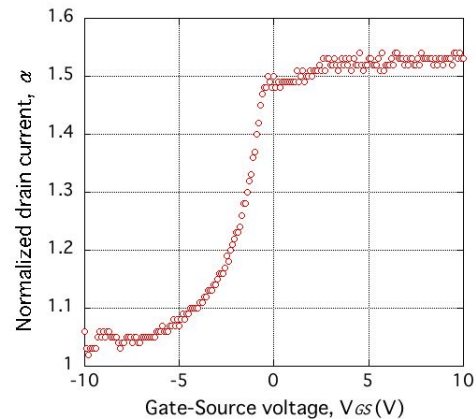


図 2  $\text{NO}_2$  暴露時のドレイン電流変化量のゲート電圧依存

化量  $\alpha$  と定義する。

$$\alpha \equiv I_{\text{NO}_2} / I_{\text{N}_2}$$

ドレイン電流変化量  $\alpha$  のゲート電圧に対する依存性を図 2 に示す。ゲート電圧が負の領域では電圧絶対値の低下に伴い  $\alpha$  は急激に増加し、正の領域では電圧絶対値の増大に伴い  $\alpha$  は僅かに増加した。

## 4. まとめ

本研究では、誘電泳動集積法により FET 型 CNT ガスセンサを作製し、 $\text{NO}_2$  に対する応答を調べた。その結果、FET 型 CNT ガスセンサは  $\text{NO}_2$  に応答し、その応答量はゲート電圧に依存することが分かった。今後は、高感度化に向けた検討を行う予定である。

## 文 献

- (1) J. Suehiro, et al. : Sens. Actuators B Chem. 144, 943-949 (2006).
- (2) M.H. Yang, et al. : Appl. Phys. Lett. 87, 253116 (2005)