

課題番号 : F-13-RO-0033  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名 (日本語) : DNA をチャンネルとする Si 半導体 MOSFET の作製 (Si のドライエッチング)  
Program Title (English) : Study of the Si semiconductor MOSFET with DNA channel.  
利用者名 (日本語) : 松尾 直人, 前野 尚子  
Username (English) : N. Matsuo, S. Maeno  
所属名 (日本語) : 兵庫県立大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, University of Hyogo

## 1. 概要 (Summary)

CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 回路の作製は、従来トップダウン手法で行われる。そのため、デバイスの微細化が進むに従い、その作製が困難になる。近年では、ULSI (Ultra-Large Scale IC) の集積度が約 2 倍というムーアの法則 (Moore's Law) がもはや成立しない段階に到達している。CMOS のゲート長が 22 nm 世代においては、Si に代わる材料の出現が期待されている [1]。DNA (Deoxyribo Nucleic Acid) は、電流を流す性質を持ち、かつ自己組織化によってナノ構造体を形成する特徴があることから [2]、カーボンナノチューブ [3] やグラフェン [4] と同様に Beyond CMOS の材料としての性質がある。無機半導体と同様にゲート電圧を変化させることでトランジスタ特性を示すことが知られている [5]。本研究では、DNA メモリー FET を作製し、DNA/SiO<sub>2</sub>/Si 構造におけるキャリア挙動について調査した。ここでは、DNA メモリー FET に必要なチャンネル領域形成について報告する。

## 2. 実験 (Experimental)

DNA は 400 ベースペア (bp) (136 nm) の長鎖 SH-DNA-SH を使用する。その接続にはナノメーターオーダーの間隔を持つ領域が必要となる。そこで、SOI (Silicon on Insulator) 基板を使用し、幅 120 nm を狙ったリソグラフィおよびエッチングを試みた。その Si 細線は、電子ビーム露光装置 (日立 HL700) とエッチング装置 (RIE コンタクト用) を用い幅 120 nm、長さ 100 μm の細線を作製した。電子ビーム露光装置のドーズ量条件は 160 μC/cm<sup>2</sup> であり、エッチングには CF<sub>4</sub> ガスを選択した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に Si 細線の断面 SEM 画像を示す。Si の貫通が確認された。異方性が取れており、DNA メモリー FET 駆動に最も重要である領域の形成が成功した。CF<sub>4</sub> ガス

のみのドライエッチングでは、Si、SiO<sub>2</sub>、レジストの選択比は低いものであるが、それを除けばリソグラフィ通りのエッチングが可能であるため、DNA メモリー FET の作製には有効である。

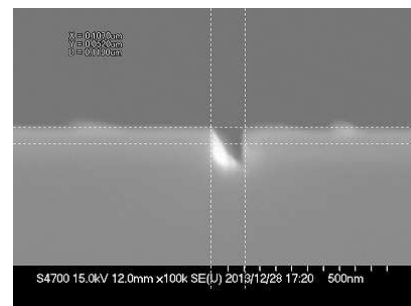


Fig. 1. SEM image (channel length 120 nm).

## 4. その他・特記事項 (Others)

共同研究者：横山新教授，福山正隆教授，佐藤旦研究員  
(広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所)

### 参考文献

- [1] R. Martel, H.-S. Philip Wong, K. Chan and P. Avouris, IEEE IEDM Tech.Dig., (2001),159-162.
- [2] K. Nagashio, T. Nishimura, K. Kita and A. Toriumi, IEEE IEDM Tech. Dig. (2009) 565-568.
- [3] International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) (2010) Edition.
- [4] D. Porath, A. Bezryadin, S. de Vries, and C. Dekker: Nature 403 (2000) 635.
- [5] B. Xu, P. Zhang, X. Li, and N. Tao: Nano Lett. 4 (2004) 1108.

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

S. Maeno, *et al.* "Study of Charge Retention Mechanism for DNA Memory FET" 2014 (in press).

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。