

Si 単電子トランジスタを用いた前立腺特異抗原(PSA)の検出

Prostate-specific antigen(PSA) detection based on Si single-electron transistors

広大 RNBS °中島 安理, 工藤 貴史, 古瀬 貞治

Research Institute for nanodevice and Bio Systems, Hiroshima University,

°Anri Nakajima, Takashi Kudo, and Sadaharu Furuse

E-mail: anakajima@hiroshima-u.ac.jp

【はじめに】我々はイオンや生体分子を検出する手法として、単一電子トランジスタ(SET)を利用したセンサーの研究を行っている[1,2]。センサーに Si SET を利用した場合、クーロン振動のために通常の FET を用いた場合よりも高感度な検出が期待できる。本研究では、前立腺癌の早期発見につながる前立腺特異抗原(PSA)について SET センサーによる検出について報告する[3]。

【作製】室温動作に対して有利にするために SOI 基板の top 層に複数のクーロン島がトンネル障壁を介して直列に配置したチャネル構造を作製し(Fig.1)、クーロン島の実効的な総容量を減らした。ゲート絶縁膜には $\text{Si}_3\text{N}_4(90\text{nm})/\text{SiO}_2(10\text{nm})$ のスタック構造を作製し、Al 電極の形成を行った。最後に、ゲート絶縁膜上に溶液を満たすためのチャンバーを形成した(Fig.2)

【実験結果】PSA の検出は、まずゲート絶縁膜表面を 3-aminopropyltriethoxysilane(APTES)とグルタルアルデヒド溶液で表面修飾することにより、PSA 抗体を固定化させた後、4ng/ml の PSA を投入して行った。抗原抗体反応前後のドレイン電流(I_d)-ゲート電圧(V_g)特性において PSA 投入後では、閾値電圧が正電圧方向に 30mV シフトした(Fig.3)。PSA の等電点が 6.9 近傍にあるため、用意した pH7.5 の緩衝液中では PSA が負に帯電していること考慮すると、この閾値電圧の変化の方向は正しい。また 4ng/ml の濃度は実用的な検出レベルである。以上の結果により、SET を利用した PSA の電気的検出の実用化の可能性を示した。

【参考文献】[1] T. Kudo and A.Nakajima, Appl. Phys. Lett. **98** 123705 (2011).

[2] T. Kudo and A.Nakajima, Appl. Phys. Lett. **100** 023704 (2012).

[3] A.Nakajima, T. Kudo and S.Furuse, Appl. Phys. Lett. **103** 043702 (2013).

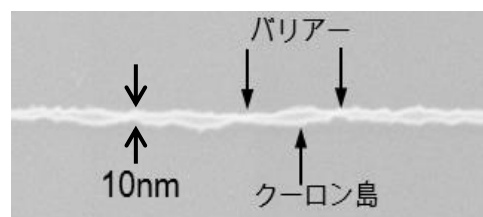


Fig.1 SEM micrograph of channel region.

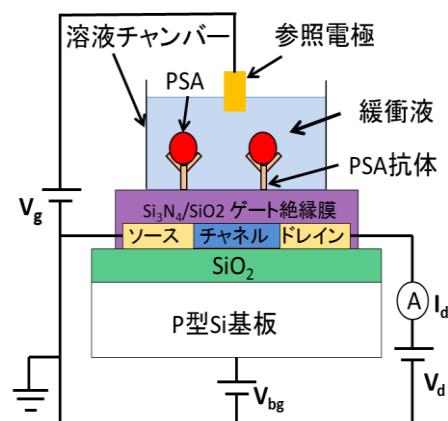
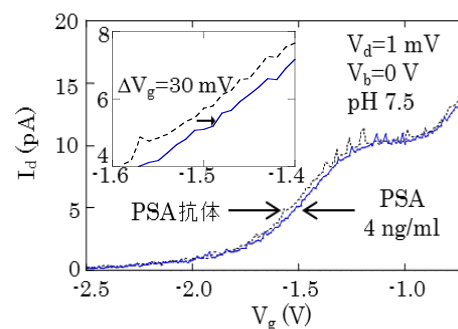


Fig.2 Schematic diagram of measurement system.

Fig3 Id- V_g characteristics before and after antigen-antibody reaction.