

パルス印加による分子膜ギャップ型原子スイッチの動作確率分布計測

Stochastic Operation of a Molecular-gap Atomic Switch by Pulsed Bias Application

早大先進理工¹, 物材機構², 産総研³, [○](M1)有馬知里¹, 鶴岡徹², 内藤泰久³, 島久³, 秋永広幸³, 長谷川剛¹Waseda Univ.¹, NIMS², AIST³,[○]Chisato Arima¹, Tohru Tsuruoka², Yasuhisa Naitoh³, Hisashi Shima³, Hiroyuki Akinaga³, Tsuyoshi Hasegawa¹

E-mail: chisaaato0715@fuji.waseda.jp

はじめに：固体電解質電極と対向金属電極との真空ギャップにおいて金属フィラメントの形成と消滅を制御して動作するギャップ型原子スイッチ[1]は、脳型コンピューターにおけるシナプス動作素子としての利用が期待されている。最近我々は真空の代わりに分子膜をギャップ層に用いた新しいギャップ型原子スイッチの動作に成功した。オン動作に活性化過程を用いていることから、一定電圧を印加した場合にスイッチオン時間に分布が生じることも確認した[2]。素子の実用化には、より短いパルスで高速なスイッチング動作の実現が必要不可欠である。そこで本研究ではより短いパルスによるスイッチングを検証し、同時にオン動作に必要なパルス印加回数の分布計測を行った。

実験： Pt(20nm)/PTCDA(6nm)/Ta₂O₅(10nm)/Ag(30nm)/Pt(20nm)/Ti(5nm)の多層膜からなる素子構造を、メタルマスクと電子線ビーム蒸着装置を用いて SiO₂ 基板上に成膜した。素子サイズは 50μm×50μm である。続いて、半導体パラメトリックアナライザ B1500A を用い、パルスを一定回数印加して、何回目のパルスでスイッチオンしたのかを計測した。

結果と考察： 電圧 0.2V, 幅 1 秒のパルスを 100 回印加した際のスイッチングに必要なパルス印加回数分布を図 1 (a)に示す。28 回程度をピークとした分布が得られた。間欠的にパルスを印加した場合でも、スイッチオン動作における律速過程がイオンの拡散であることに変わり無く、その拡散障壁のバラツキによってスイッチオンに必要なパルス印加回数に分布が現れたと考えられる。また本研究ではパルス幅 0.1 ミリ秒のパルスによるスイッチングにも成功した(図 1 (b))。当日は、さらに短いパルスを用いた場合の印加回数分布に関する実験結果についても報告する。

参考文献： [1] K. Terabe et al., Nature 433, 47-50 (2005). [2] C. Arima et al., J. Appl. Phys. 124, 152114 (2018).

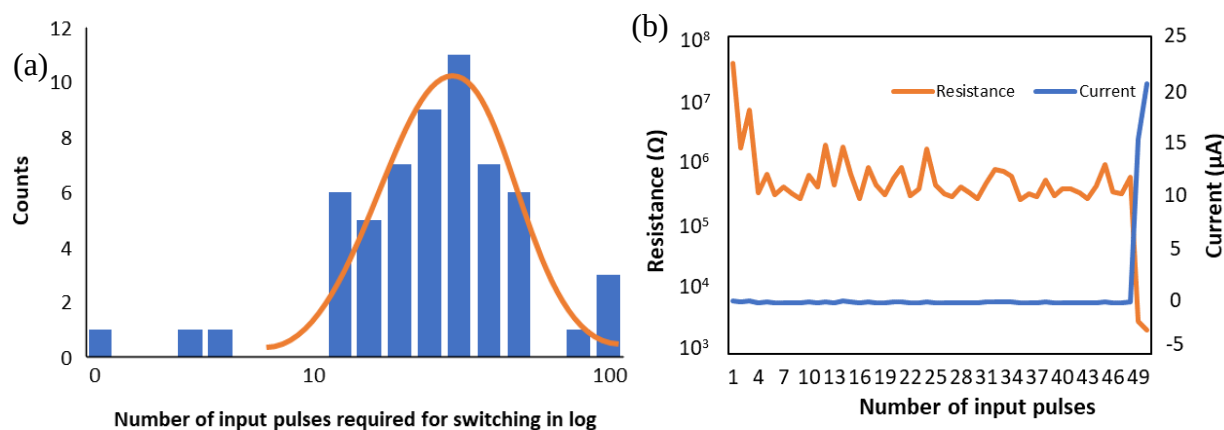


Fig. 1. (a) Distribution of a number of applied pulses needed for switch on.

(b) Switching by application of pulses, width of which is 0.1 ms.