

課題番号 : F-15-OS-0007, S-15-OS-0005
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 2端子確率共鳴素子の開発
 Program Title (English) : Development of Stochastic Resonance Device with facing two terminals
 利用者名(日本語) : 赤井 恵 セティアディ アグン、小川 尚宏、藤井 逸人、田中 亮輔、疋田 亘、仲 裕介
 Username (English) : Megumi Akai, Agung Setiadi, Naohiro Ogawa, Hayato Fujii, Ryosuke Tanaka, Wataru Hikita, Yusuke Naka.
 所属名(日本語) : 大阪大学工学研究科 精密科学・応用物理学専攻
 Affiliation (English) : Precision Science and Technology, Osaka University Graduate School of Engineering

1. 概要 (Summary)

確率共鳴とは、閾値以下に存在する微弱信号の伝達が雑音によって増強される現象である。確率共鳴現象において基本的に単安定的な非線形応答と雑音が必要要素であり、理論計算においては、個々に独立した雑音を有する多経路によって確率共鳴入力信号の相関は大きく向上し、雑音強度に対する依存性が少なくなるという予測がなされている。確率共鳴の素子応用としては多経路系の利用が適していると考えられる。

2. 実験 (Experimental)

【実験に用いた主な装置】

ナノ薄膜形成システム、多元 DC/RF スパッタ

【実験方法】

我々は、単層カーボンナノチューブ(single walled carbon nanotube: SWNT)とボトムコンタクト電極を用いた多経路素子 (Fig.1(a)) によって確率共鳴素子の作製及びその評価を行った。ボトムコンタクト電極は SiO₂ 熱酸化膜 100nm 付き高ドープ Si 基板に電子線描画装置によって電極部分を描画し、電極部分のレジストを除去する。そして Cr (50nm) を真空蒸着し、リフトオフを行うことで電極を作製する。酸化膜に分子修飾することで作製した電極上に5ピンコート法によって SWNT を分散させて電極間に架橋させ、多数の伝導経路を形成させた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

SWNT と 3-aminopropyl(triethoxy)silane (APTES)により修飾された Cr 電極間のトンネル接合によって得られた非線形電流電圧特性を Fig.1(b)に示す。この素子に微弱信号と独立した外部雑音を印加したとき、確率共鳴によって出力信号の微弱入力信号に

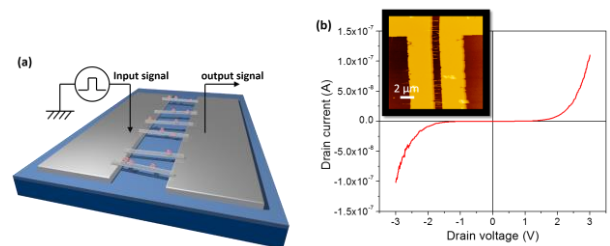


Figure 1 (a) Schematic of multi pass SWNT device (b) I-V characteristic of the device and AFM image

対する相関が向上することを確認したが、微細な多経路 SWNT チャンネルを多経路効果として、より有効に用いるには各チャンネルに独立した雑音が必要となる。先行研究において、ナノワイヤ FET のチャンネルに吸着した分子が素子の出力電流においてノイズを発生させることが報告されており、本研究では各 SWNT チャンネルにおける独立雑音源として phosphomilybdic acid (PMo₁₂)を用いた。さらに雑音源として分子を吸着させた多経路 SWNT 素子の確率共鳴効果を確認することが出来た。

4. その他・特記事項 (Others)

科学研究費補助金 新学術領域 分子アーキテクトニクス(公募)

科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究

科学技術振興事業団 戦略的創造事業推進事業 さきがけ

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) *M. Akai-Kasaya, Y. Okuaki, S. Nagano, T. Mitani and Y. Kuwahara, *Phys. Rev. Lett.*, 115, 196801 (2015).

(2) 「単分子吸着によって発現する カーボンナノチューブ素子におけるランダムテレグラフシグナルノイズ」藤井逸人, Agung Setiadi, 赤井 恵, 葛西誠也, 金井康, 松本和彦, 桑原裕司, 2016 年第 63 回応用物理学会春季学術講演会 平成 26 年 3 月 26 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし