

課題番号 : F-12-OS-0010  
 支援課題名 (日本語) : 2 端子確率共鳴素子の開発  
 Program Title (in English) : Development of Stochastic Resonance Device with facing two terminals  
 利用者名 (日本語) : 赤井 恵  
 Username (in English) : Megumi Akai  
 所属名 (日本語) : 大阪大学大学院 工学研究科  
 Affiliation (in English) : Graduate School of Engineering, Osaka University

**概要 (Summary) :**

我々は二端子間にナノ材料を用いた多経路構造を構築し、多経路確率共鳴現象発現を試みた。ナノ材料の状態揺らぎを個別雑音として利用することで、一对の端子間において微小面積に高密度な多経路効果が期待出来る。本研究の成功により、確率共鳴素子の実利用可が促進される。

**実験 (Experimental) :**

SiO<sub>2</sub> 熱酸化膜 100nm 付き高ドープ Si 基板に電子線描画と反応性イオンエッチングを行い、電極部となる SiO<sub>2</sub> 部分を掘る。そして Ti/Au を真空蒸着させ、埋め込み電極を作製する。SiO<sub>2</sub> 平面から飛び出た金属部分は機械研磨で削り、平坦化を行った。今回我々の実験に用いた電極のギャップ長は 200nm、ギャップ幅は 20 μm である。作製した電極上に単層カーボンナノチューブ (SWNT) を分散させて電極間に多数の伝導経路を形成させた。

**結果と考察 (Results and Discussion) :**

半導体性の SWNT を用いることで、素子は電界効果トランジスター (FET) 特性を示した。何本かの SWNT がそれぞれ独立に両電極に架橋し、多経路を形成している。SWNT は一次元性の特殊な電気的物性を持つため、外部からの環境変化に対して、非線形応答性を持つ。よってこの多経路 SWNT-FET に雑音信号を印加することによって、両電極間を透過する電流信号は微小な電圧変化に対しても、高い信号伝達特性を示すことが期待出来る。図 1 にゲートに雑音電圧を印加した場合の、印加微小信号に対する出力信号相関係数の雑音強度に対する変化を示している。雑音強度の増加に伴って、一旦相関係数が増加しており、確率共鳴現象が発現していることがわかる。しかしながらさらに雑音強度を増加していくと係数は減少していることから、多経路効果は経路数が 10 未満であることが分かった。

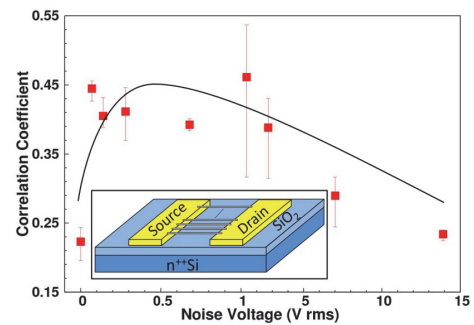


図 1. Correlation coefficient of input-output signal as a function of noise voltage.

また電極と SWNT 間に酸化還元を起こしやすい有機分子を挿入し、単分子接合の非線形応答特性と構造揺らぎによる独立雑音を利用した素子を作製し、その効果を確かめた。

**その他・特記事項 (Others) :**

- 用語説明 確率共鳴とはある単安定系(興奮系)に入力する信号に雑音加わることによって最適化される現象である。多数の単安定系の応答が積算されることで微弱信号の検出効率は飛躍的に向上する。

**論文・学会発表 (Publication/Presentation) :**

4th International Symposium on Atomically Controlled Fabrication Technology, Nov. 1st (2012) Osaka Japan

**関連特許 (Patent) :**

504176911-K20120167 特許出願中「単一有機分子の酸化還元反応を利用した二端子多経路確率共鳴素子」