

課題番号 : F-18-IT-0038
利用形態 : 技術相談
利用課題名(日本語) : 分子トランジスタの動作速度評価
Program Title (English) : High-speed evaluation of molecular resonant tunneling transistors
利用者名(日本語) : 真島豊¹⁾
Username (English) : Y. Majima¹⁾
所属名(日本語) : 1) 東京工業大学フロンティア材料研究所
Affiliation (English) : 1) Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology
キーワード/Keyword : 分子トランジスタ・ナノギャップ電極・電子計測

1. 概要(Summary)

私の研究室では、数 nm のギャップ長を有するナノギャップ電極間に、ひとつの π 共役分子を化学吸着し、電極のフェルミ準位が分子軌道のエネルギー準位と一致した際に流れる共鳴トンネル電流[1]をゲート変調する、共鳴トンネルトランジスタを研究している。既にいくつかの分子系で、分子トランジスタ動作が、主に低温において観察されているが、分子トランジスタは、電極間が分子長と同等の数 nm と非常に短くなるため、電子が電極間を横切る時間が短く、高速動作が期待できる。

東工大微細加工プラットフォームのアドバイザーである浅田雅洋教授は共鳴トンネルダイオードの THz 動作を実現していることから、高速動作についての実証についてアドバイスをいただきたく相談したところ、トランジスタの場合は、同じ東工大微細加工プラットフォームのアドバイザーである宮本恭幸教授のほうが、ヘテロ接合バイポーラトランジスタでのマイクロ波評価に広い知見と経験を有することから、お二人が同席する形での相談を行った。

まずトランジスタの高速性についての議論を行った。トランジスタの高速評価において一般的なネットワークアナライザを用いたマイクロ波測定では、測定時のプローブを落とすパッドなどの寄生成分(容量・インダクタンス)の除去が重要であり、そのためのパッドのみのオープン構造・パッド間をショートした構造などを同時につくり同時に測定し、いわゆる”de-embedding”といわれる処理をして寄生成分から情報を除去することが必要であること。また導電性基板を用いた場合や測定電流が微弱な場合だと寄生成分の除去での精度との問題から、遮断周波数の推定に用いる単極近似に基づく-6dB/octの線がきれいに出ず、評価ができなくなってしまうことが多いことから、基板は絶縁性または半絶縁性が好ましいこと、動作 DC 電流として最低でも 0.1mA、できれば 10mA 程度が欲しいこと

などの説明を受けた。

これまでに報告している分子における共鳴トンネル動作の電流値と比べて、望まれる DC 電流は桁違いに大きいことから、今後のデバイス設計における検討の必要性が判った。

2. 実験(Experimental)

< 技術相談のため概要のみ記載。以下、空欄。 >

3. 結果と考察(Results and Discussion)

< 技術相談のため概要のみ記載。以下、空欄。 >

4. その他・特記事項(Others)

参考文献

[1] C. Ouyang, K. Hashimoto, H. Tsuji, E. Nakamura, and Y. Majima, "Coherent Resonant Electron Tunneling at 9 and 300 K through a 4.5 nm Long, Rigid, Planar Organic Molecular Wire", ACS Omega, 2018, 3 (5), pp 5125-5130 DOI: 10.1021/acsomega.8b00559

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし