

電子やイオン等の能動的制御と反応  
2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

野内 亮

大阪公立大学 大学院工学研究科  
准教授

原子層ホットエレクトロントランジスタによる低温高効率反応誘起

## 研究成果の概要

本研究は、半導体工学素子であるホットエレクトロントランジスタに類する構造を採用し、電子エネルギーを能動的に制御することで反応の低温化や高効率化を成し遂げることを目指すものである。本年度は主に、本研究の主コンセプト実証の達成を目指した。主コンセプトとは、大面積トンネル接合による標的分子へのホットキャリア注入であり、その実証には、注入がなされれば自発的に進む反応として、ベンゼンジアゾニウム塩水溶液を用いたグラフェンへのアリアル付加反応を採用した。ベンゼンジアゾニウム分子は、電子注入がなされるとアリアルラジカルを生じ、グラフェン表面へ自発的に結合を形成することが知られている。リソグラフィーでパターンニングした金属薄膜上にコンフォーマルで均一な極薄絶縁膜を形成し、その上に化学気相堆積法で合成されたグラフェンをウェット転写することで、主コンセプト実証のための素子構造とした。素子への印加電圧値が増大するにつれて、結合形成に伴ってグラフェンの  $sp^2$  構造が破壊されることに起因する電気抵抗増大の割合、および、Raman 散乱スペクトルで結合形成に伴い出現する D バンドのピーク強度、の両者ともが増大することを見出した。トンネル接合での電圧降下分がホットエレクトロンのエネルギーとなるため、絶縁膜無しの場合にはホットエレクトロンが生成されない。絶縁膜有りの素子構造、すなわち、トンネル接合を有する素子において有意に反応度が高いことも併せて確認している。以上の結果は、本素子においてホットエレクトロン注入がなされたことを示すものである。今後は、より高い耐電圧性を有する、すなわち、より高いエネルギーを持つホットキャリアを生成し得る素子構造へ展開するため、原子層堆積法による極薄無機絶縁膜形成を用いた素子作製プロセスを詰めていく必要がある。