

電子やイオン等の能動的制御と反応
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

野内 亮

大阪府立大学 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

§ 1. 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。特に、大面積化による反応のスケールアップを図るため、大面積にわたって均一な素子を作製することが肝要となる。本研究で作製する素子の構成要素の一つとしてトンネル接合があるが、トンネル接合形成に必須となる電子トンネルが可能なほどの極薄絶縁膜も、大面積にわたって均一に製膜する必要がある。昨年度は、これを可能にする製膜手法として原子層堆積法を採用し、大面積にわたって均一な極薄アルミナ絶縁膜の形成に成功した。本年度は主に、この極薄大面積絶縁膜上に、トンネル接合の上部電極を大面積で形成する手法を検討した。上部電極層中におけるホットキャリア(電子あるいは正孔)のエネルギー減衰を最小化するため、上部電極の構成物質は原子レベルに薄いことが必要である。これに加えて、ターゲット反応に応じた選択も併せて重要となる。本研究においては、トンネル接合によるホットキャリア注入効果をまず実証するための反応を考慮し、単層グラファイトであるグラフェンを選択した。単層グラフェンを大面積で形成することのできる出発物質として、銅箔上に化学気相堆積により合成されたグラフェンが挙げられる。銅箔上グラフェンから素子作製基板上へグラフェンを転写する手法として一般的なウェットプロセスを行うと、シリコン上に形成したアルミナ膜の剥がれ、転写されたグラフェンのフラグメント化、という問題が生じることが分かった。シリコン表面の洗浄過程の検討、アルミナ膜表面の適切な事前処理により、フラグメント化を抑えた大面積グラフェン転写に成功した。本研究で作製する素子構造の応用を考えると、耐水性の確保は水溶液に基づく反応系への展開可能性を拓くものでもあり、意義深い成果といえる。