

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： グラフェン・オン・シリコン材料・デバイス技術の開発

2. 研究代表者： 尾辻 泰一（東北大学電気通信研究所 教授）

3. 研究概要

グラフェンは、電荷キャリアが静止質量ゼロの相対論的粒子に似ており、質量消失効果に伴う巨大キャリア移動度が高キャリア濃度でも得られ、かつ、極限的なチャネル厚の薄層化による短チャネル効果フリーという優れた特異性を有している。この特長を Si 基板上で実現させるグラフェン・オン・シリコン(GOS)の実現が期待されている。

本研究は、独自の製膜プロセスから成る GOS 技術を開発し、相補的スイッチングデバイス CGOS(Complementary GOS)、及び、これを用いたロジック回路を開発する。またこれらの開発を支えるモデリングをあわせて行う。さらに、プラズモン共鳴テラヘルツ(THz)デバイス PRGOS(Plasmon Resonant GOS)技術の開発を行う。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

結晶成長とデバイス適用、モデリング解析が同時並行的に進められ、現状グラフェン膜の基本的な特性と技術課題が明らかになった。材料基礎技術やプラズモン共鳴の THz 高周波デバイス、モデル・理論予測による新デバイスの創出などの点で新しい展開も生まれつつある。当初の構想と比べるとトランジスタ特性などにおいて不十分な点もあるが、原著論文 39 件や招待講演 52 件などの学術的成果も多数挙げられ、特許出願においても国内 4 件、海外 3 件と健闘している。材料、デバイス、モデル、回路と研究者間で明確に分担され、有機的に機能している。

4-2. 今後の研究に向けて

当初構想した GOS 技術、CGOS 技術および PRGOS をシリコンテクノロジーと整合する形で実現するという目標は説得力に富むが、現状は材料およびプロセスにおいて基礎データの集積にとどまっている。グラフェンが CMOS として応用できるかのシナリオを検討する必要があるが、特に DLC を用いるゲートスタックについて面白い展望が感じられる。グラフェンを利用するデバイス開発の試みが世界中で精力的に行われ、極めて競争の激しい状況となっており、本研究課題で取り組む CGOS 技術の優位性の検証を急ぐ必要がある。

4-3. 総合的評価

グラフェン製膜の制御性の難しさを、オリジナルなエピ技術の様々な工夫で乗り越えようとしている。しかしながら、高速動作の可能性は十分あるとしてもリーク問題(基板、SD、ゲート)の課題解決への取り組みには、さらなる注力が必要である。モデリンググループの貢献は高く、さらなる発展を期待したい。THz 帯デバイス、光デバイスへの応用もインパクトが高いと思われるが、基本となる高品質グラフェン膜の確保や最適デバイス構造の明確化を望みたい。