2 次元材料、ナノエレクトロニクス応用への大いなる期待

2D Materials, Great Expectation for Nanoelectronics Application

科学技術振興機構 研究開発戦略センター　曽根純一

Japan Science and Technology Agency, CRDS　Jun'ichi Sone

E-mail: junichi.sone@jst.go.jp

グラフェンに端を発する２次元半導体材料は、多様な遷移金属ダイカルコゲナイド材料に至り、数ナノメートル以下の半導体微細化世代におけるチャンネル材料として期待され、世界的に研究開発が活発化している。既に単原子層、あるいは複原子層の２次元材料でチャンネルが構成されるトランジスタは高いオン電流と良好なサブスレッショルド・スイング特性を持つことが、シミュレーションなどで示されており、現在はそれをどのように集積回路として実現するのかが焦点となっている。300mm といった大口径 Si 基板上に、どのように均一な２次元材料を単原子層レベルの精度で合成するのか、ドーピングは可能か、どのように 2 次元半導体材料に対して低抵抗なオーミック電極コンタクトを取るのか、ゲート絶縁膜の積層、ソース・ドレイン電極とのコンタクトも含め、微細化集積プロセスは可能なのか、多くの工学的な挑戦が始まっている。

一方、2 次元材料は上記の半導体極限微細素子への応用にとどまらず、材料として酸化物、窒化物、炭化物にまで広がり、均一な原子層を規則的に積層した構造、あるいは意識的に捩じられた原子層を積層した構造、さらにはファンデアワールス力によりヘテロ積層した構造などが可能になることで、特異な電気的、、光学的、磁気的、誘電的な特性の発現が予想され、新規な電子デバイスやセンサーへの応用、光学材料への応用、エネルギー蓄積やバイオセンシングデバイスへの応用、さらには量子デバイス応用が期待される。このような 2 次元材料の応用にまで至る研究開発の推進には、材料合成、評価解析、シミュレーション、ナノスケールのプロセス技術、さらには 2.5 次元から 3 次元構造に至るヘテロ集積化技術、デバイス応用技術の多様なバックグランドを持つ研究者の共創が必要である。２次元材料の開発とそのデバイス応用の今後に多いに期待したい。

© 2022年 応用物理学会