

グラフェン/h-BCN ヘテロ超格子構造における長波長光吸収特性の理論解析による評価

Evaluation of absorption characteristics of long-wavelength light in graphene/h-BCN hetero superlattice by theoretical analysis

神戸大院工 ○栗原 健汰, 岡本 一希, 小川 真人, 相馬 聡文

○Kenta Kurihara, Kazuki Okamoto, Matsuto Ogawa, Satofumi Souma

Department of Electrical and Electronic Engineering Kobe University

IoT (Internet of Things) 社会の実現に向け、より多くのモノがインターネットと繋がることが重要となる。中でも、光、温度、加速度等の情報を高精度に感知することが出来るセンサの小型化は、IoTを支える基盤であるため技術革新に向けた研究が重要である。そのような背景の中、近年、二次元原子膜材料のグラフェンが様々な波長の光を吸収できること、原子一層分の厚さにもかかわらず白色光の吸収率が約 2.3%と高いことから光センサの材料として期待されている[1]。しかし、より高感度なセンサの実現には、より吸収率の高い材料や、バンドギャップ制御による吸収波長帯の変調が求められる。そのような新材料の候補として、グラフェンに類似の二次元原子膜材料である六方晶窒化ホウ素 (h-BN) にグラフェンを混在させた h-BCN が挙げられる。この材料では、グラフェンに対する B、N 原子の比率に応じてバンドギャップを制御する事が原理的には可能であり、実験的試みも報告されているが[1]、現状では原子数比率の詳細な制御は困難である。そこで本研究では、h-BCN とグラフェンから構成されるヘテロ超格子構造を考え、この超格子構造全体としての光吸収特性の制御性を明らかにし、光センサとしての可能性を検討する事を目的とする。具体的には、この構造の光吸収特性をタイトバインディング法に基づく数値シミュレーションによって解析した。

図 1 はグラフェン/h-BCN ヘテロ構造の例の一つを示し、図 2 は長波長領域でのグラフェン/h-BCN ヘテロ構造の光吸収係数の光子エネルギー依存性を示している。比較のため、グラフェン自身の光吸収係数も合わせてプロットしている。ヘテロ超格子構造にすることによりバンドギャップを制御することで吸収する光の波長を調整でき、グラフェン領域と h-BCN 領域の幅を広くすることによりグラフェンより赤外領域の光の吸収率が增大することが明らかとなった。講演では、偏光方向に対する光吸収係数の変化の詳細と、その物理的な解釈についても報告する。

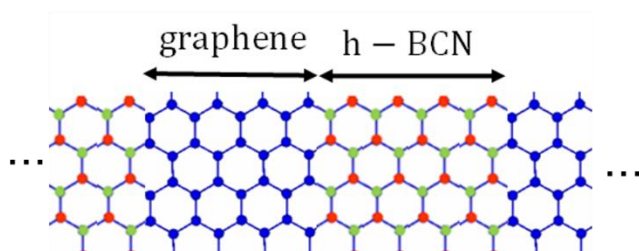


Fig. 1. One example of graphene/h-BCN hetero superlattice structures.

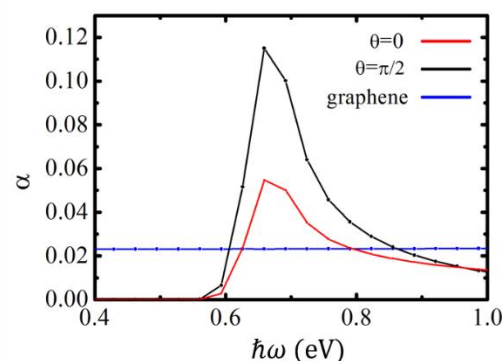


Fig. 2. Photon energy dependence of absorption coefficients for graphene/h-BCN hetero superlattice. Results for two different polarization angles are compared. Results for graphene is also plotted for comparison.

- [1] R. Nair et al., SCIENCE **320**, 1308 (2008).
- [2] S. Beniwal et al., ACS NANO **6**, 8136 (2017).