

# エピタキシャルグラフェンに導入した欠陥の化学構造の制御 および電子物性への影響

## Control of chemical structure of defects and

## its effects on the electronic properties in epitaxial graphene

法政大生命科学<sup>1</sup>, 法政大院理工<sup>2</sup>, 法政大イオン研<sup>3</sup>,

○石黒 康志<sup>1</sup>, 小幡 吉徳<sup>2</sup>, 西村 智朗<sup>3</sup>, 高井 和之<sup>1, 2, 3</sup>

Dept. of Chemical Science and Technology, Hosei Univ.<sup>1</sup>, Graduate School of Science and Engineering, Hosei Univ.<sup>2</sup>, Research Center of Ion Beam Technology, Hosei Univ.<sup>3</sup>,

○Yasushi Ishiguro<sup>1</sup>, Yoshinori Obata<sup>2</sup>, Tomoaki Nishimura<sup>3</sup>, Kazuyuki Takai<sup>1, 2, 3</sup>

E-mail: yasushi.ishiguro.53@hosei.ac.jp

【はじめに】欠陥の導入はグラフェンの物性を変調させる重要な戦略の1つであるが、これまでの研究では主に欠陥の数密度に焦点が当てられており、欠陥の化学構造についてはあまり考慮されて来なかった。しかし実際には、グラフェン中の単原子空孔は、終端水素原子の数と位置によっては磁気的になることなど化学構造が大きな影響を及ぼすことが知られている[1]。本研究では、イオンビームにより欠陥をグラフェンに導入し、そこへ水素分子、原子状水素、および大気を暴露したときの欠陥の化学構造の解明およびその電子物性への影響を調べた。

【実験】SiC上に成長させたエピタキシャルグラフェンおよび最表面をへき開した高配向性熱分解グラファイトを、超高真空チャンバー内において200°Cでアニーリングした後に、Arイオンビームを照射し、表面に欠陥を導入した。その後、チャンバーへの水素分子、原子状水素の導入および大気暴露を行った。XPS、ラマン分光および反跳散乱分析法ERDAは、それぞれESCA5600、LabRAM HR Evolution (532nm) およびバンデグラフ加速器AN2500によって測定した。

【結果と考察】各試料のXPSスペクトルより求めたO1sとC1sの原子組成比より酸素含有量は、大気暴露と比較して、水素分子および原子状水素の吸着では平均28%低下した。これは、グラフェンへの欠陥導入後の気体導入により欠陥の終端原子を制御できることを示唆している。またERDAのプロファイルによれば、欠陥層における水素量は原子状水素吸着および大気暴露と比較して、水素分子吸着では4倍以上の水素量が観測された (Fig. 1)。グラフェン中の単原子空孔上における水素分子吸着の理論研究によると[2]、水素化単原子空孔は、わずかなエネルギー障壁で新たな水素分子の解離吸着とグラフェン表面上への水素原子の拡散を起こし、吸着熱自体も非常に小さいことが示されており、今回の結果も水素分子の解離吸着および拡散のプロセスが起きていると推察される。また、ラマンスペクトルのDバンドとGバンドの面積強度比は、大気暴露と比較して水素分子および水素原子の吸着では減少した (Fig. 2)。これは、Dバンドに関連付けられるキャリアの谷間散乱の確率が、欠陥や終端の化学構造に依存していることを示唆している。

参考文献 [1] J-H. Chen, et al., *Nat. Phys.*, **7**, 535 (2011). [2] G. Sunnardianto, et al., *Int. J. Hydrog. Energy*, **42**, 23691 (2017).

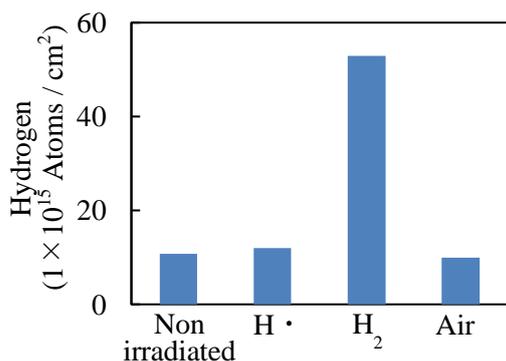


Fig. 1 Hydrogen amount in defects layer

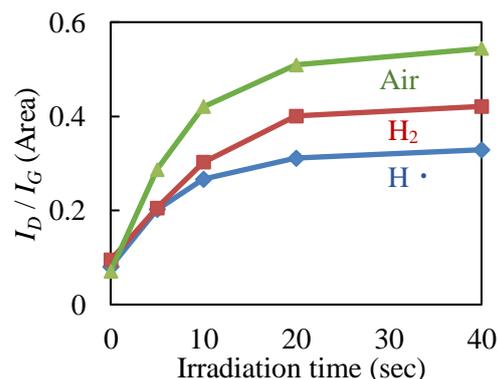


Fig. 2 Ar<sup>+</sup> irradiation time dependence of Raman intensity ratio of D band to G band