

SiC 上グラフェン研究の進展と展望

Progress and prospects of research on epitaxial graphene on SiC

名大院工 °乗松 航

Nagoya Univ., °Wataru Norimatsu

E-mail: norimatsu.wataru@material.nagoya-u.ac.jp

SiC の熱分解により成長するグラフェンの特徴は、ウェハースケールの単一方位グラフェンを、絶縁性基板である SiC 上に直接形成できる点にある。そのため、エレクトロニクス応用に適しているとされ、多くの研究がなされてきた。本発表では、グラフェンのノーベル賞の 2010 年前後から現在までの、SiC 上グラフェン研究の進展と、現在の状況および今後の展望について述べる。

2004 年に米国ジョージア工科大学の Walter de Heer 教授が、SiC 上グラフェンにおける 2 次元電子物性を報告[1]して以来、多数の報告が行われてきた。当初は、SiC 上グラフェンをエピタキシャルグラフェンと呼んでいたが、他の基板上にエピタキシャル成長したグラフェンと区別するため、現在ではエピグラフェンと呼ばれている。グラフェン成長に関しては、2009 年頃の Ar 雰囲気中での均一な成長[2]に加えて、2011 年の SiC 上への CVD 成長[3]、2016 年にはポリマーアシスト成長[4]など、高品質な成長の手法が報告されてきた。グラフェンの電子状態や物性を制御する手法としては、2009 年の水素インターカレーション[5]を始めとする様々な元素のインターカレーション、2014 年のグラフェンナノリボンによるバリスティック伝導[6]などの報告がある。グラフェンの利用については、300GHz の高周波トランジスタ[7]、ウェハースケールグラフェン転写[8]などが特筆すべき結果である。日本の研究者の取り組みとしては、低エネルギー電子顕微鏡による層数分布観察[9]、透過型電子顕微鏡による界面構造観察[10]、SiC 表面ナノファセット上へのグラフェンナノリボン成長[11]などがある。最近では、グラフェン/SiC 界面を利用した新物質の作製[12]や、グラフェンを利用したリモートエピタキシー[13]などが報告され、新たな展開を見せている。本発表では、SiC 上エピグラフェンに関する最近の国際的な動きについても報告する。

[1] C. Berger, et al., J. Phys. Chem. 108, 19912 (2004). [2] K. V. Emtsev, et al., Nature Mat., 8, 203 (2009).

[3] W. Strupinski, et al., Nano Lett. 11, 1786 (2011). [4] M. Kruskopf, et al., 2D Mater. 3, 041002 (2016).

[5] C. Riedl, et al., Phys. Rev. Lett., 103, 246804 (2009). [6] J. Baringhaus, et al., Nature, 506, 349 (2014).

[7] P. Avouris, et al., MRS Bull. 37, 1225 (2012). [8] J. Kim, et al., Science, 342, 833 (2013).

[9] H. Hibino, et al., Phys. Rev. B, 77, 075413 (2008). [10] W. Norimatsu, et al., Chem. Phys. Lett., 468, 52 (2009).

[11] T. Kajiwara, et al., Phys. Rev. B 87, 121407 (2013). [12] N. Briggs, et al., Nature Mater. 19, 637 (2020).

[13] H. S. Kun, et al., Nature 578, 75 (2020).