

課題番号 : F-18-UT-0100
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 高品質 SiC 上グラフェンの作製と評価
Program Title (English) : Fabrication and valuation of high-quality graphene in SiC
利用者名(日本語) : 遠藤由大, 保原麗
Username (English) : Y. Endo, R. Hobara
所属名(日本語) : 東京大学大学院理学系研究科
Affiliation (English) : The University of Tokyo
キーワード/Keyword : 切削

1. 概要(Summary)

炭素原子のみで構成される原子層物質、グラフェンはその特異なバンド分散に由来する質量ゼロの電子をもつこと[1]や高い機械的強度をもつこと[2]から注目を集めている。近年、グラフェンを積層し層間に Ca 原子を挿入(インターカレート)した系での超伝導が報告された[3]。グラフェンが Ca により超伝導化したとして、その超伝導発現機構の解明が求められている。一方で、その構造は明らかでないため本研究で明らかにした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ステルスダイサー (DFL7340)

【実験方法】

超伝導の発現が報告されている SiC 上 Ca インターカレート 2 層グラフェンを作製するため、まず 2 層のグラフェンを得る必要がある。SiC 基板を加熱することで、熱脱離法によりグラフェンを作製した。層数が加熱温度に依存するため、最適な加熱条件を見つけるためステルスダイサーにより正確なサイズ(太さ 2 mm)に切り出した SiC 基板を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

層数判定には ARPES を用い、K 点に 2 枚の放物線的な分散をもつ 2 層グラフェンに特有の電子状態[4]を確認した(Figure 1 (a))。さらに、大面積グラフェンを作製するため Ar 雰囲気中でのグラフェンの作製を行った。ラマン分光測定により Ar 雰囲気中で作製されたグラフェンは欠陥由来の D ピークが存在しないことから、高品質な SiC 上グラフェンの作製に成功したことを確認した[Figure 1 (b, c)にドメインサイズが小さく欠陥由来の D ピークをもつ超高真空(UHV)中で作製したグラフェンのラマンスペクトルと比較した]。

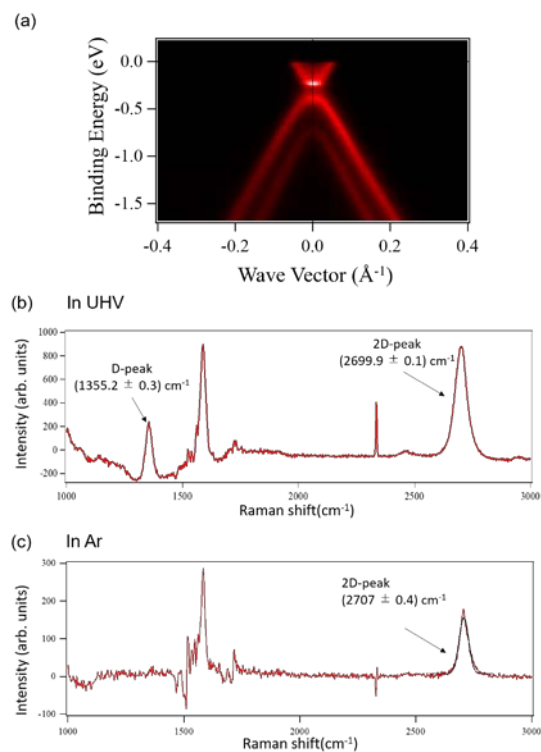


Figure 1 (a) Band dispersion of bilayer graphene on SiC (center is K point), Raman spectrum of graphene (b) in UHV and (c) in Ar atmosphere, respectively.

得られた SiC 上 2 層グラフェンに超高真空中で Ca 原子を蒸着し、Ca インターカレーションを行い、試料の構造を全反射高速陽電子回折法により解析した。陽電子ビームの視射角を変化させながら鏡面反射スポット強度を測定することで、Figure 2(a)のロッキング曲線を得た。このロッキング曲線を正しく再現する構造を見つけるため、複数の原子配置モデルを検討した結果、Figure 2 (b)に示すように、2 層グラフェンの下に Ca 原子がインターカレートしていることが明らかとなった。今後は本研究結果で得られた構造を元に第一原理計算から超伝導を発現する電子状態を調べていく。

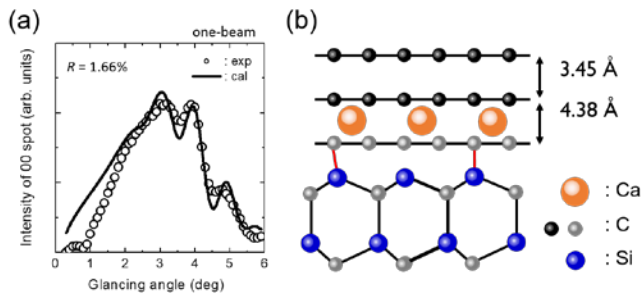


Figure 2 (a) glancing angle dependence of (00) spot intensity (rocking curve) with total reflection high energy positron diffraction, (b) the structural model which can reproduce the experimental rocking curve.

4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- [1] J. C. Charlier., *et al.* Springer, 673-709 (2007).
- [2] L. Changgu, *et al.* science **321** 385-388 (2008).
- [3] S. Ichinokura *et al.*, ACS nano **10** 2761-2765 (2016).
- [4] K. Sugawara *et al.* AIP Advances **1**, 022103 (2011).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

学会発表

- [1] Y. Endo, Y. Fukaya, I. Mochizuki, A. Takayama, T. Hyodo and S. Hasegawa: Structure analysis of Ca-intercalated bilayer graphene by total-reflection high-energy positron diffraction (Oral), 1and2DM conference and exhibition, Tokyo Big Sight (Tokyo), 2019 Jan.
- [2] 遠藤由大, 深谷有喜, 望月出海, 高山あかり, 兵頭俊夫, 長谷川修司: 陽電子回折で明らかにする2次元超伝導体の構造(ポスター発表+インデクシング), SATテクノロジー・ショーケース 2019, つくば国際会議場(茨城県), 2019年1月

6. 関連特許 (Patent)

なし