

ドメインサイズの異なる多結晶グラフェンの構造および電気伝導特性

Domain structures and electrical transport properties of polycrystalline graphene with several domain size

1. NTT 物性科学基礎研, 2. 関西学院大理工

○小川友以¹、平間一行¹、日比野浩樹^{1,2}、熊倉一英¹

1. NTT Basic Research Labs., 2. Kwansei Gakuin Univ.

○Yui Ogawa¹, Kazuyuki Hirama¹, Hiroki Hibino^{1,2}, Kazuhide Kumakura¹

E-mail: ogawa.yui@lab.ntt.co.jp

原子厚さの二次元結晶であるグラフェンの化学気相成長(CVD)成長では、複数の核生成点から成長を開始し1枚のシート状を形成するため、グラフェンは多結晶構造を持つ。多結晶グラフェン内に存在するドメイン境界は電気伝導におけるキャリアの散乱サイトと考えられていたが[1]、特定のドメイン境界では良好な電気伝導を示すことも報告され[2]、ドメイン境界と材料物性の関連については探究の余地がある。本研究では、熱CVD法とマイクロ波プラズマCVD(MPCVD)を用いてドメインサイズの異なる多結晶グラフェンを成長させ、それらのドメイン構造および電気伝導特性の評価を行ったので報告する。

成長基板となる銅箔はH₂/Ar雰囲気1050°Cでのアニール処理によりCu(111)を得て、その表面にCH₄ガスを炭素源として熱CVDおよびMPCVDによって多結晶グラフェンを成長させた。原料ガス濃度、温度や圧力、マイクロ波パワーを最適化することで種々のドメインサイズをもつグラフェンを得た。

光学顕微鏡、走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、低エネルギー電子顕微鏡による形状観察により、グラフェンのドメインサイズは0.1 ~ 30 μmと見積もられた。ドメインサイズ0.1, 13 μmのグラフェンについて、C1s X線光電子分光の結果をFigure 1示す。ドメインサイズ0.1 μmの場合では284.50 eV(sp²結合)と285.30 eV(sp³結合)の2つの結合に帰属できるのに対し、13 μmではsp²結合のみであることが分かった。Raman分光による評価では、ハニカム格子由来のG-band(~1580cm⁻¹)とハニカム格子内の欠陥由来のD-band(~1350cm⁻¹)の強度比がドメインサイズ0.1 μmではI_D/I_G=1.32、13 μmではI_D/I_G=0.17であった。バックゲート型電界効果型トランジスタ(FET)による電気伝導測定の結果、ドメインサイズが大きい場合に電界効果移動度が高く、かつ温度依存性が顕著であることが分かった(Figure 2)。これらの結果より、グラフェンのドメインサイズが小さくなるにつれてsp³結合等のハニカム構造の乱れが生じ、併せて電気伝導特性も低下していることが示唆された。

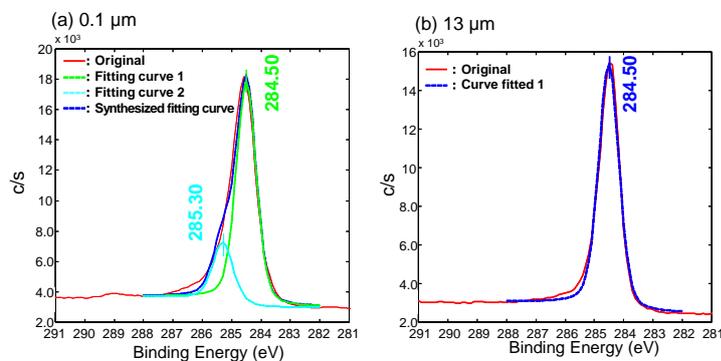


Figure 1 C1s core-level X-ray photoelectron spectra of graphene with 100 nm and 13 μm domain size in (a) and (b) respectively.

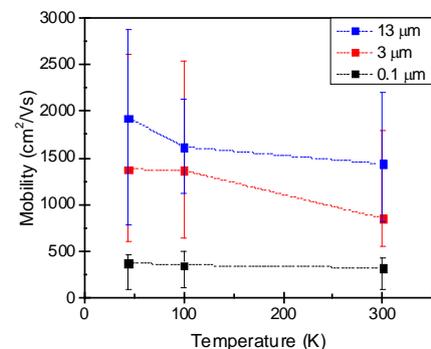


Figure 2 A temperature dependence of the hole mobility taken from back-gate graphene FET with three types of domain size.

[1] Q. Yu *et al.*, *Nat. Mater.* 10 (2011) 443. [2] A. W. Tsen *et al.*, *Science* 336 (2012) 1143.