

リアルタイム測定で探るグラフェン成長の活性サイト

Active sites in the graphene growth process investigated by real-time observation

東大新領域 〇齊木 幸一郎

The Univ. Tokyo, Grad. Sch. Frontier Sciences, 〇Koichiro Saiki

E-mail: saiki@edu.k.u-tokyo.ac.jp

実用を目指したグラフェンの成長手法として、Cu 多結晶箔上の化学気相成長や酸化グラフェンからの高次還元がある。われわれは成長、還元時におけるリアルタイム観察、測定により、その機構を解明し、高品質なグラフェンを得る指導原理を得るための研究をおこなっている。成長における活性サイトは成長初期では核形成位置であり、核形成後の沿面成長では微結晶の端面である。本講演では、われわれが開発した熱放射顕微鏡を用いた成長するグラフェンの実空間観察から、グラフェン成長機構として、核形成の要因、端面における取り込み過程を考察した結果を紹介する。

高温(1000℃)、可燃性原料ガス(CH_4 , H_2)の存在下で Cu 基板上に成長するグラフェンを、熱放射率の違いを利用して、空間、時間分解能 $1\mu\text{m}$, 1s で観察する顕微法 Radiation-mode Optical Microscopy (Rad-OM)を開発した^{1,2}。成長中の条件(温度、ガス供給量、圧力、など)操作が成長形態に及ぼす影響が瞬時に観測できるので、成長機構の解明、大面積試料合成手法の確立に有効である。図1は撮影した動画からの snapshot を示したもので、発生したドメインのサイズ変化から、さまざまな成長条件下での成長速度が求まる。図2は Cu 表面の不純物濃度を減らした基板中央領域で核形成密度が極めて低減され、これにより 1 mm 以上の大きな単結晶ドメインの成長することが示されている³。Rad-OM による観察から、ガス中酸素の影響⁴、Cu 基板上の結晶粒界の影響⁵、熱フィラメントの影響などが明らかとなった。

文献: [1] T.Terasawa and K.Saiki, Nat.commun.6, 6834 (2015), [2] 齊木,寺澤, 応用物理 85, 485(2016), [3] T.Taira, S.Obata, and K.Saiki, APEX 10, 055502(2017), [4] T.Terasawa and K.Saiki, APEX 8, 035101(2015), [5] T.Taira, S.Obata, and K.Saiki, APEX 10, 075503(2017).

Movie: <http://yukimuki.k.u-tokyo.ac.jp/jpf/saiki-cE.html>

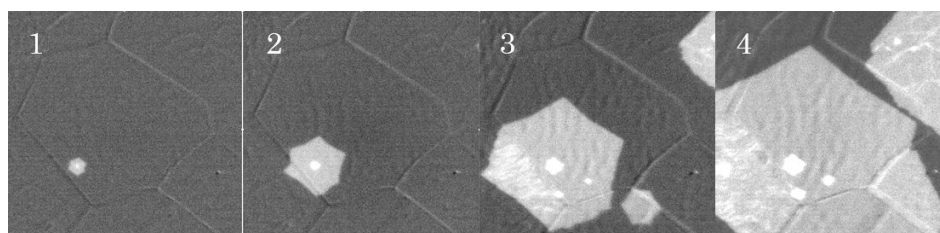


Fig.1. Rad-OM images during graphene growth on a Cu foil kept at 985 °C. $330 \times 330 \mu\text{m}^2$.

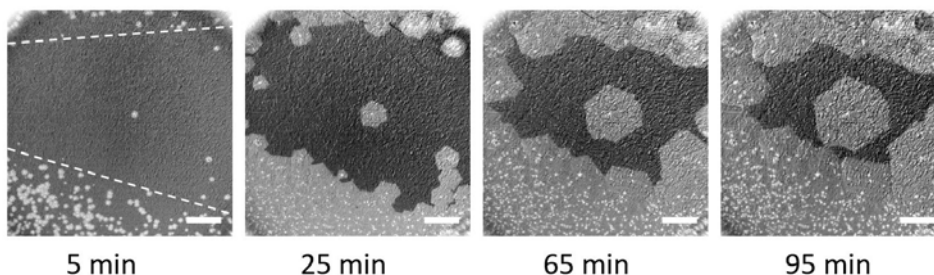


Fig.2. Rad-OM images during graphene growth on a Cu foil kept at 950 °C. Figures denote the time after methane supply. The area between the white dashed lines in the left image was bombarded by Ar ions with a large fluence. Scale bar: $500 \mu\text{m}$.