

Ru(0001) 表面に成長したグラフェンの凹凸構造 II

Ripple Structure of Graphene on Ru(0001) Surface II

NTT 物性基礎研 ^{○(P)}村田 祐也, 鈴木 哲, 前田 文彦, 日比野 浩樹NTT Basic Research Lab. ^{○(P)}Yuya Murata, Satoru Suzuki, Fumihiko Maeda, Hiroki Hibino

E-mail: murata.yuya@lab.ntt.co.jp

Ru(0001)表面に成長したグラフェンは、約 3 nm 周期の凹凸構造をもつことが知られ、その上にさらに原子/分子を吸着しナノ結晶配列のテンプレートとする応用が提案されている[1]。我々は前回の講演で、この凹凸の形成にはグラフェン-基板界面への Ru 原子の挿入を要することを報告した[2]。今回は、成長温度や C 供給量の違いにより、筋状に配列した凹凸や、2 層グラフェンにおいて 1 層よりも大きな周期をもつ凹凸が形成される要因について調べた。

基板温度 750°C の Ru(0001)表面への C 蒸着によるグラフェン成長中の走査トンネル顕微鏡 (STM)像を図 1 に示す。Natterer らの報告[3]と同様の、約 10 nm 間隔で凸の粗な領域と密な領域が交互に並んだ $[1\bar{1}00]$ 方位に伸びる筋状の構造が見られた。成長過程その場観察から、成長の先端は凹凸の筋とほぼ同じ周期の波状のエッジをもつことがわかった。このことから、Ru が波の谷よりも山に挿入されやすいため筋が形成されると考えられる。

次に、室温への冷却後、数 10 nm 幅の島が見られた(図 2)。島の表面にもグラフェン格子が見られ、端部で周囲のグラフェンと接続されている。原子間力顕微鏡で測定した島の高さは約 0.3 nm であった。これは試料冷却中に C がバルクから析出し 1 層目のグラフェンと基板の界面で 2 層目のグラフェンを形成した結果と考えられる。2 層島の凹凸の周期は 1 層に比べて 10% 程度大きく、またところどころ凸の欠陥が見られた。1 層の凸内の Ru 原子が 2 層島の凸に均等に分配されるとすると、2 層島の凸の数と、2 層島と同面積にある 1 層の凸の数の比は、2 層と 1 層の凸一個あたりの Ru 原子数の比に対応する。約 20 nm 以上の幅の 2 層島では、上記の比は約 1.4 となった(図 3)。Starodub らは DFT 計算により凸一個あたり Ru 原子数が 19 個のとき最も安定と報告している[3]。対称性のよい次に大きな数は Ru 原子 27 個で、比は $27/19 = 1.42$ となる。すなわち、1 層の下に 2 層島が成長すると、凸一個あたりの Ru 原子数が 19 から 27 に増加することが示唆される。

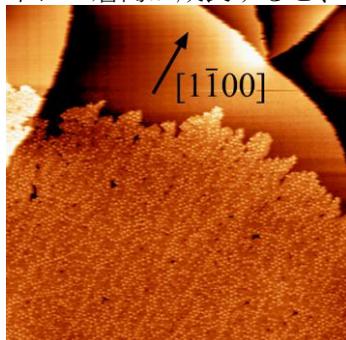


図 1: 750°C でグラフェン成長中の STM 像 (250 nm)

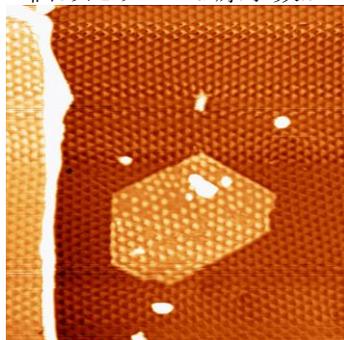


図 2: 2 層グラフェン島の STM 像 (100 nm)

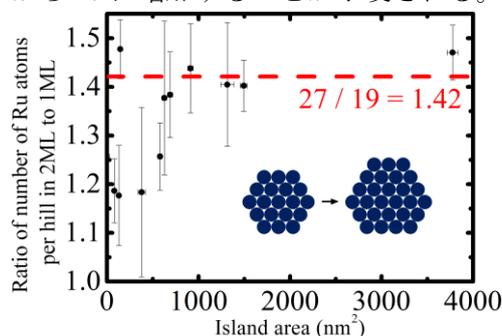


図 3: (縦軸)2 層と 1 層グラフェンの凸一個あたりの Ru 原子数の比 (横軸)2 層島の面積

[1] N'Diaye, Phys. Rev. Lett. **97**, 215501 (2006). [2] 村田, 2013 春季応物学会 29p-G12-13.

[3] Natterer, J. Phys.: Condens. Matter **24**, 314203 (2012). [4] Starodub, Phys. Rev. B **80**, 235422 (2009).