

プローブ顕微鏡を用いた層状物質材料の評価 SPM study of 2D layered material

○久保利隆¹⁾, 宮脇淳¹⁾, 清水哲夫¹⁾, 新堀俊一郎²⁾, 高橋賢²⁾, 安藤淳¹⁾
(産業技術総合研究所¹⁾, 三友製作所²⁾)

○T. Kubo¹, J. Miyawaki¹, T. Shimizu¹, S. Shimbori², S. Takahashi² and A. Ando¹

¹ AIST, Central 5-2 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8565, Japan,

² Sanyu Co., Ltd., 457 Babacho, Hitachi-Ohta 313-0004, Japan

Abstract : 2D layered materials, such as graphene, molybdenum disulfide (MoS_2) *etc.*, have attracted much attention as next-generation nano-electronic devices. Especially, the single-layer MoS_2 has a large intrinsic band-gap and exhibits large mobilities and high current on/off ratios. Thus, in addition to the control of surface atomic defects, thinning of MoS_2 is an essential process for fabricating MoS_2 electronic devices. In this work, we present the bias dependent STM images of cleaved MoS_2 , and the surface morphology of CF_4 etching of MoS_2 by the inward-plasma^{1,2)}

二次元層状物質（グラフェン・遷移金属カルコゲナイド等）が新規電子デバイス材料として高いポテンシャルを持つことが明らかになって以降、国内外で急速に基盤・応用研究が行われ始めている。特に二硫化モリブデン(MoS_2)は、単層にすることで大きなバンドギャップと高い電子移動度、高い電流オン/オフ比を合わせ持つ有望な材料系である。そのため原子レベルでの欠陥の制御や薄膜化・単層化が電子デバイス実現のためには必要不可欠であり、これまでにない精密な膜厚制御のためのプロセス技術の確立が早急に望まれている。本研究は、劈開した直後の MoS_2 表面の原子欠陥がどのような電子状態を示すかを明らかにするため、STM を用いた原子レベルでのバイアス依存性 (**Fig. 1**) の紹介を行う。また異方性の大きい MoS_2 表面において、同一層内の横方向に優先的にエッチングが進行する状態を実現することができれば、二次元層状材料の物性を保持した状態での単層毎のはく離（デジタルエッチング）が可能であると考え、これを表面に残渣を残さない我々の独自技術である吸引型プラズマ^{1,2)}を適応して原子層制御を行った。**Fig. 2** に示すように、エッチング条件を最適化することにより単層に対応するステップ高さを持つ同心円状のはく離痕が観測された。プラズマが単一のエネルギー粒子レベルで MoS_2 表面に対して、どのような相互作用によりエッチングが進行していくのか、またその際の表面上の欠陥構造や分布を紹介する。

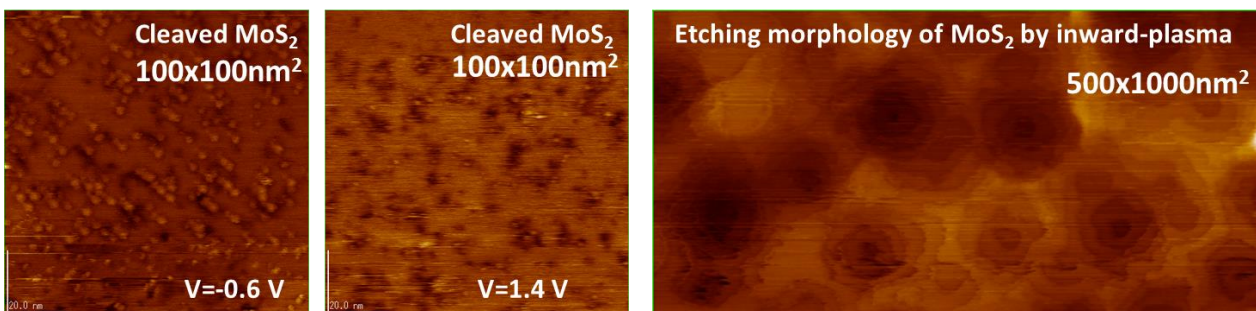


Fig. 1 Bias dependent STM images of cleaved MoS_2 . **Fig. 2** An STM image of MoS_2 by inward plasma etching.

Reference:

¹⁾ S. Shimbori *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn., **53**, 234 (2010).

²⁾ J. Miyawaki *et al.*, ICRP-8/SPP-31, 6P-AM-S10-P47 (2014).