

## 2次元層状物質の原子層レベルでの薄層化とSPM評価

産業技術総合研究所<sup>A</sup>, 三友製作所<sup>B</sup>

久保利隆<sup>A</sup>, 宮脇淳<sup>A</sup>, 清水哲夫<sup>A</sup>, 新堀俊一郎<sup>B</sup>, 高橋賢<sup>B</sup>, 安藤淳<sup>A</sup>

Atomic layer thinning and SPM study of 2D layered materials

<sup>A</sup>AIST, <sup>B</sup>Sanyu Co., Ltd.

T. Kubo<sup>A</sup>, J. Miyawaki<sup>A</sup>, T. Shimizu<sup>A</sup>, S. Shimbori<sup>B</sup>, S. Takahashi<sup>B</sup> and A. Ando<sup>A</sup>

新しいデバイス材料として二次元層状物質（グラフェン・遷移金属カルコゲナイド等）が高いポテンシャルを持つことが明らかになって以降、その物性研究が盛んに行われている。特に二硫化モリブデン( $\text{MoS}_2$ )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。そのためデバイス実現のためには、原子レベルでの欠陥の制御や薄膜化・単層化が必要不可欠であり、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  $\text{MoS}_2$  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（図1）の紹介を行う。また異方性の大きい  $\text{MoS}_2$  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<sup>1,2)</sup>を適応して原子層制御を行った。図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  $\text{MoS}_2$  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。

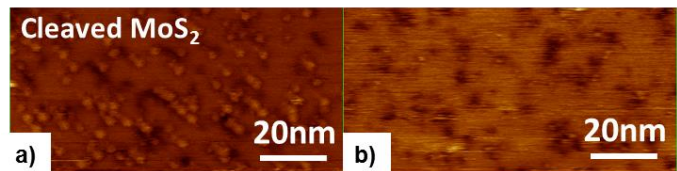


図1 劈開した $\text{MoS}_2$ のSTMバイアス依存性  
(a:  $V=-0.6$  V,  $I=0.025$  nA, b:  $V=1.4$  V,  $I=0.025$  nA)

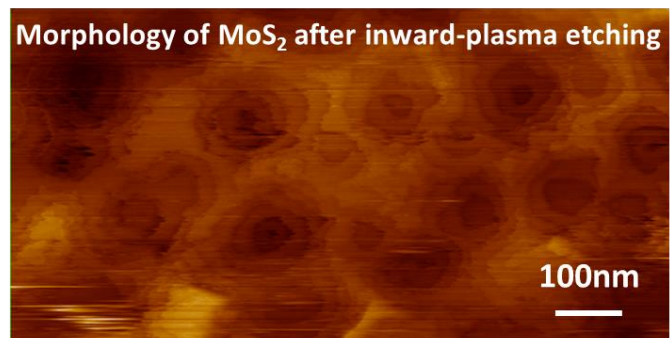


図2 吸引プラズマ処理後の $\text{MoS}_2$ 表面形状

### 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).