

走査型非線形誘電率顕微鏡による SiO_2 上機械剥離 MoS_2 の局所 DLTS 測定

Local deep level transient spectroscopy measurement of MoS_2 mechanically exfoliated on SiO_2 using scanning nonlinear dielectric microscopy

東北大院工¹, 東北大通研² ○(M1)石塚 太陽^{1,2}, 山末 耕平²

Tohoku Univ., °Taiyo Ishizuka and Kohei Yamasue

E-mail: taiyo-i@riec.tohoku.ac.jp

MoS_2 などの層状半導体は、数原子層以下まで薄化することが可能で、薄化しても優れたキャリア輸送特性を持つことで知られている。このため、微細化された電界効果トランジスタのチャネル材料などへの応用が期待されている。また、単層では直接遷移型半導体となることが知られており、半導体光デバイスへの応用が期待されている。デバイス応用のためには薄化された層状半導体のキャリア物性や界面物性など半導体諸物性を微視的に把握することが重要である。そこで本研究では、プローブ顕微鏡の一種である走査型非線形誘電率顕微鏡(Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy; SNDM)[1]を応用した局所 DLTS(Deep Level Transient Spectroscopy)[2]を層状半導体である二硫化モリブデン(MoS_2)に適用した結果について報告する。局所 DLTS では、探針を試料に接触させた場合に生じる微視的な MIS 容量が示す印加電圧パルスに対する応答が測定され、 SiC などで界面準位密度(D_{it})分布観察がこれまでに実現されている。

試料は、熱酸化 SiO_2/Si 基板 (SiO_2 膜厚 300nm, p 型) 上に、スコッチテープを用いた機械剥離で得られたノンドープ (n 型) MoS_2 の薄片である。探針の先端径は $2\ \mu\text{m}$ (nanotools, CONTPtIr) であり、局所 MIS 容量形成のため、探針表面に RF スパッタリング法により絶縁膜となる SiO_2 膜 (10 nm 厚) を成膜した。電圧パルスは探針を電位基準として基板に印加され、長さ $5\ \mu\text{s}$ で -5V の高さを持つようにした。図 1 に今回の測定で用いた MoS_2 の形状像を示す。 MoS_2 の厚さは約 70nm であり、層数は約 100 層である。図 2 に同一範囲で測定した D_{it} 像を示す。両図から形状像上の MoS_2 片のうち、特にエッジ部分で高い D_{it} が検出された。(図 3) これは、エッジ部分で MoS_2 の結晶構造が面内方向で途切れることで生じるエッジ特有の状態に由来する可能性がある。また、試料右上部のエッジ付近では、試料左右のエッジ付近に比べて高い D_{it} が検出された。これは、試料左右のエッジ付近が直線状であるのに対して、試料右上部のエッジが曲線状になっていることから、エッジの状態の違いを反映していることが考えられる。以上の結果から、SNDM を用いることで層状半導体のエッジ部分の物性を微視的に観察し、評価できる可能性があるといえる。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金 (20H02613) の補助を受けています。

参考文献

- [1] Y. Cho, A. Kirihaara, and T. Saeki, Rev. Sci. Instrum. 67, 2297(1996).
 [2] N. Chinone and Y. Cho, J. Appl. Phys 122, 105701 (2017).

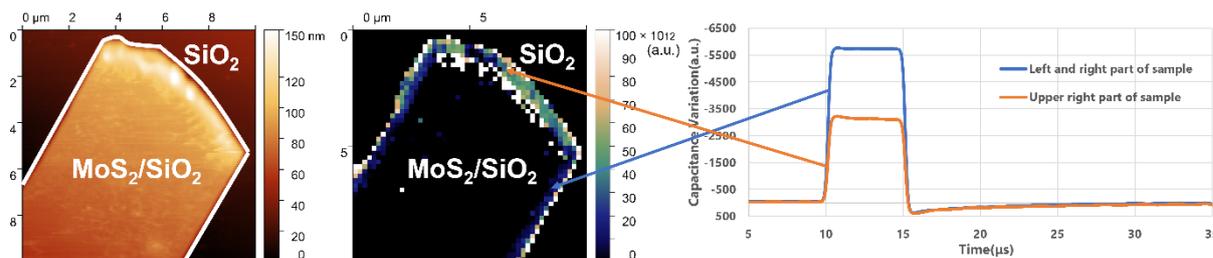


Fig. 1: Topography of MoS_2 Fig. 2: D_{it} image of MoS_2 Fig. 3: Typical local transient capacitance response