



SrTiO₃ 基板上 SnS の S K-端 XAFS 測定

伊藤孝寛^{1,2}, Chi Xiao^{3,4}, 村井崇章⁵, 柴田佳孝⁶, 陰地宏^{2,5},
Mark B H Breese⁴, 竹田美和⁵

¹名大院工, ²名大 SR セ, ³シンガポール国立大, ⁴SSLS, ⁵あいち SR, ⁶あいち産科技セ

キーワード : SnS, XAFS, 電子状態, 強誘電性

1. 背景と研究目的

単原子層結晶に代表される二次元物質はバルク結晶とは異なる特異な物性を示すことから近年盛んに研究が進められている。擬二次元半導体 SnS は優れた熱電特性を持つことで知られており、ナノスケールのプレート状もしくは単原子層の成膜により圧電効果や強誘電性を示すことから注目されている物質である [1]。しかしながら、これらの優れた特性を担うメカニズムについて電子状態の立場からの理解がほとんど進んでいない現状にある。そこで、本研究では SrTiO₃ 基板上にエピタキシャル成長した SnS 単結晶薄膜において XAFS 測定を行うことにより、この系における機能性と電子状態の関わりに対する知見を得ることを目的とする。

2. 実験内容

試料は、膜厚 1nm および 5nm で SrTiO₃ 基板上にエピタキシャル成長した SnS 単結晶薄膜に対して行った。XAFS 測定は S K 端において室温超高真空下で全電子収量法により、光入射角度 $\theta = 0^\circ$ および 60° の条件で行った。

3. 結果および考察

図 1 に SnS 単結晶薄膜の S K 端 XAFS スペクトルの膜厚依存性および光入射角度依存性を示す。得られたスペクトルは高エネルギー側に肩構造を伴う吸収端 2470 eV 近傍の鋭い構造と 2482 eV 近傍の比較的ブロードな構造を持つことがわかる。グラファイトなどの層状化合物における電子状態との比較から、前者は面間 π^* 軌道に、後者は面内 σ^* 軌道に起因すると考えられる。直入射 ($\theta = 0^\circ$) における膜厚依存性の比較から、膜厚 5nm では π^* 軌道の高エネルギー側の肩構造が吸収端近傍の構造に対して相対的に強くなっているのに対して、膜厚 1nm では吸収端近傍構造が低エネルギー側にシフトして鋭いピークを形成することが明らかになった。また、 σ^* 軌道についてはほとんど変化が見られないことを見出した。さらに、同様の傾向は、入射角度をバルク敏感な直入射 $\theta = 0^\circ$ から表面敏感な斜入射 $\theta = 60^\circ$ へと変化させた際にも、変化としては比較的小さいものの明確に観測されていることが分かる。以上の結果は、バルク的な SnS が単原子層になることで発現する面内強誘電性などの機能特性が、薄膜化に伴う面間結合の変化で π^* 軌道が伝導帯の底近傍において局在化することに起源をもつことを示唆していると考えられる。

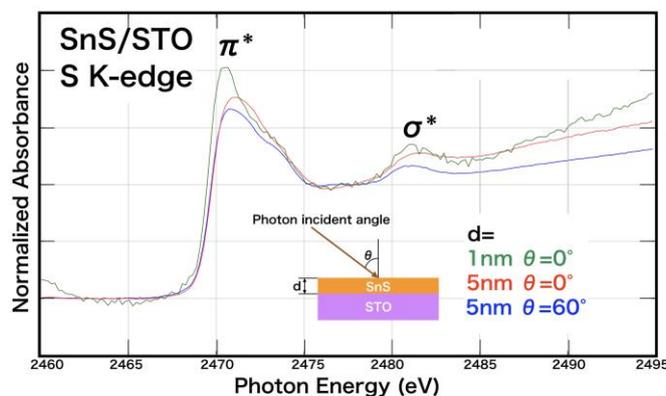


Fig.1 SrTiO₃ 基板上に成膜された SnS 単結晶薄膜の S K 端における XAFS スペクトルの膜厚 (1nm, 5nm) および光入射角度 ($\theta = 0^\circ, 60^\circ$) 依存性

4. 参考文献

1. A. I. Levedev, J. App. Phys. 124, 164302 (2018).