

課題番号 : F-20-AT-0023  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 硫化スズのエピタキシャル成長における成長初期過程の検討  
Program Title (English) : Investigation of initial-growth process in epitaxial growth of tin monosulfide  
利用者名(日本語) : 滝沢康太, 金冨男, 杉山睦  
Username (English) : K. Takisawa, J. Kim, M. Sugiyama  
所属名(日本語) : 東京理科大学 理工学部 電気電子情報工学科  
Affiliation (English) : Department of Electrical Engineering, Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science  
キーワード/Keyword : 硫化スズ、膜加工・エッチング、組成分析、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

地球上に豊富に存在する「Earth abundance material」であるスズ(Sn)と硫黄(S)から構成される硫化スズ(SnS)は、高い光吸収係数や 1.3 eV 程度のバンドギャップを有しており、横方向への高い移動度などの特異な物性を示すとされる層状半導体の一種であるため、次世代太陽電池の光吸収層材料等、様々なデバイス応用が期待されている。しかし、その成長メカニズムは明らかになっておらず、成長時の異相制御が困難であることや、諸特性に未解明な点が多いことが課題として挙げられる。本研究では、工業的に有利かつ大面積成長が可能な RF マグネトロンスパッタ法と硫化法を用いて、層状 SnS 薄膜をエピタキシャル成長し、その成長メカニズムを検討した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・集束イオンビーム加工観察装置(FIB)及びイオンコーター(FIB 付帯装置)
- ・二次イオン質量分析装置(D-SIMS)

### 【実験方法】

RF マグネトロンスパッタ法により SnS エピタキシャル薄膜を(100)MgO 基板上に成長させ、その後、硫化処理を行った。得られた薄膜に対して FIB 加工を施し、透過型電子顕微鏡(TEM)による結晶構造評価を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig1 に MgO 基板上に成長させた SnS 薄膜の断面 TEM 像を示す。界面近くの領域①と、界面から 10 nm 程度離れた領域②の SnS とで、b 軸(成長軸)方向の面間隔は 0.290 nm 程度と等しいが、[001]MgO からの明暗が異なることを確認した。これら二つの領域は面内方向に

回転しており、これが複数のドメインの存在を示唆していると考えられる。また、界面付近の MgO の成長方向の面間隔は、報告値(0.211 nm)より大きく 0.226 nm 程度となった。これは、MgO に潮解性があることやスパッタ法を用いていることによるスパッタダメージ等が原因と考えられる。一方 SnS 層については orthorhombic SnS の報告値(0.280 nm)より大きく 0.290 nm 程度となった。これは、SnS が b 軸方向に格子緩和したためだと考えられる。

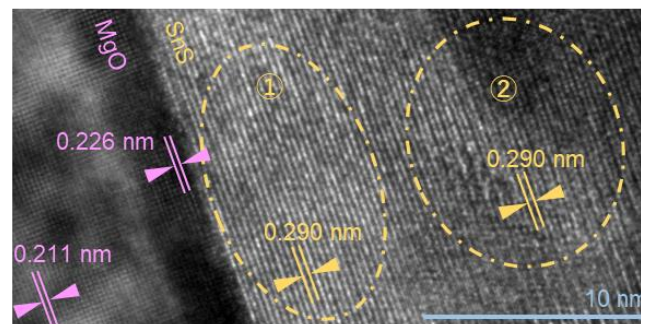


Fig 1. Representative TEM image of the interface between SnS/MgO.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

滝沢 康太, 金 冨男, 杉山 睦: “RF マグネトロンスパッタ法及び硫化法を用いた SnS のエピタキシャル成長”, 2020 年 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 オンライン 10a-Z29-3, 2020-3-15 口頭発表。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。