

課題番号 : F-19-UT-0001  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 2次元層状 SnS 圧電特性評価のためのデバイス作製  
 Program Title (English) : Device fabrication for the electromechanical measurement of 2D SnS  
 利用者名(日本語) : 東垂水直樹, 梅田雅也, 長汐晃輔  
 Username (English) : N. Higashitarumizu, M. Umeda, K. Nagashio  
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻  
 Affiliation (English) : Department of Materials Engineering, The University of Tokyo  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ, 強誘電体, 2次元材料

### 1. 概要(Summary)

SnS は 2 つのヒンジが直角に結合したような結晶構造をもち、高い伸縮性を示すことから、その圧電  $d$  定数は圧電応答が実証された MoS<sub>2</sub> より桁で高く PZT( $d \sim 300$  pm/V)に匹敵することが理論的に予測されている[1]。これまでに SnS を絶縁性マイカ基板上に成長してきたが、SnS に金属電極を付けるために電子線描画装置を利用している。マイカ基板は絶縁性材料であるため、描画時に電子が蓄積し描画結果にボケが生ずる「チャージアップ」が問題となる。チャージアップ防止に導電性薄膜材料(エスパーサー)が広く用いられるが、この材料は使用期限を過ぎると満足な性能を発揮しないことがある。そこで、利用頻度が高く常に良好な状態で管理されている武田クリーンルームのエスパーサーと設備を利用して導電性薄膜を形成し、SnS デバイスを作製することを目指した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

クリーンドラフト潤沢超純水付

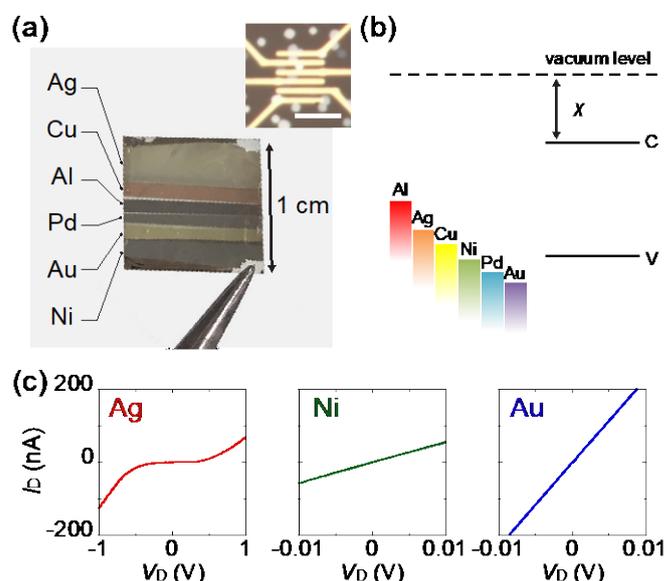
#### 【実験方法】

PVD により SnS をマイカ基板上に作製した。武田先端知クリーンルームのクリーンドラフトとスピコートターを利用して、適正に管理されているエスパーサーを塗布し、電子線リソグラフィ時においてチャージアップしない状態を作り、描画した。Ni/Au 電極を堆積しリフトオフによりデバイスを作製した。作製したデバイスは  $I_D - V_D$  測定を行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

マイカ上に PVD 成長した単層 SnS において第二光調波(SHG)を検出し、分極構造を有することを確認した。半導体でもある SnS の分極反転に伴う微小な変位電流を検出するには金属界面との界面にショットキー障壁を形成し、チャンネル部の伝導を抑制することが必要だと考えられる。そこで、マイカ上バルク SnS に仕事関数  $\phi_m$  の異なる種々の金属電極を取り付けショットキー障壁高さの 2 端子測定を行った。 $\phi_m$  の大きな金属(Cu, Ni, Pd, Au)ではオーミック

な  $I_D - V_D$  特性が得られたのに対し、 $\phi_m$  の小さな金属(Al, Ag)では非線形な  $I_D - V_D$  が得られた(Fig. 1)。この結果は、p 型半導体である SnS に対して  $\phi_m$  の小さな金属電極を用いることでショットキー接合を形成できることを示唆している。以上のようにデバイス作製に成功した。



**Fig. 1** (a) Photograph of mica substrate after the deposition of multiple metals with different  $\phi_m$ . Inset: two-probe device after the metal liftoff. The scale bar represents 10  $\mu\text{m}$ . (b) Band diagram of SnS and metals. (c)  $I_D - V_D$  curves of bulk SnS with different metal contacts: Ag, Ni and Au.

### 4. その他・特記事項(Others)

[1] R. Fei *et al.*, *APL* **107**, 1 (2015).

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

1. N. Higashitarumizu, et al., *Nanoscale*, 2018, 10, 22474.
2. N. Higashitarumizu, et al., *MRS Advances*, 2018, 3, 2809.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。