

粉体 HfS_2 ターゲットを用いた共スパッタ法での $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜の作製 $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ Alloy Film Formation by RF Magnetron Sputtering Co-deposition using Powder HfS_2 Target

西 優貴人¹、石川 太一¹、若林 整²、横川 凌^{1,3}、小椋 厚志^{1,3}

(1.明治大理工、2.東工大、3.明大 MREL)

Y. Nishi¹, T. Ishikawa¹, H. Wakabayashi², R. Yokogawa^{1,3}, A. Ogura^{1,3}

(1. Meiji Univ., 2. Tokyo Tech, 3. Meiji Renewable Energy Laboratory)

E-mail: ce221058@meiji.ac.jp

背景：近年、半導体デバイスの微細化に伴い、新たなチャンネル材料として遷移金属ダイカルコゲナイド(TMD)が注目されている。我々はこれまで $\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{S}_2$ や $\text{MoS}_2(1-x)\text{Te}_{2x}$ などの TMD 混晶膜の作製および、組成制御によるバンドギャップ変調について研究を行ってきた[1]。さらに我々は TMD の中でも高キャリア移動度を示す ZrS_2 および HfS_2 に着目し、 $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜の作製を検証した[2]。しかし、 HfS_2 は化学的に不安定でスパッタターゲットの製造が困難であり、やむを得ず金属 Hf ターゲットを使用していたため、混晶膜の作製には自ずから限界が生じた。本研究では、粉体 HfS_2 ターゲットを焼結 ZrS_2 ターゲットとともに用いた共スパッタ法により $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜を作製し、結晶構造の評価を行った。

実験：RF マグネトロンスパッタリング法を用いて、焼結 ZrS_2 ターゲットおよび粉体 HfS_2 ターゲットの RF パワーをそれぞれ 100 W として、共スパッタ法で Si 基板上に $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜を堆積した。その後、同一チャンバー内でパッシベーション膜として h-BN を堆積し、チャンバー内で 700°C、90 分間の熱処理を行った。試料中の化学結合状態の評価では Al-K α 線を用いた X 線光電子分光法(XPS)、結晶状態の評価には励起波長 532 nm のレーザーを用いたラマン分光測定を実施した。

結果： $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜の Zr3d および Hf4f 光電子スペクトルを Fig. 1 に示す。結果、Zr-S 結合および Hf-S 結合に由来する光電子スペクトルが確認され、 ZrS_2 と HfS_2 が形成していることが分かる。これらのピーク強度から算出された Hf/Zr 比は約 0.30 となった。一方、h-BN パッシベーションが有効に働き、それぞれの O との結合は比較的抑制されている。 ZrHfS_2 混晶膜のラマンスペクトルを Fig. 2 に示す。330 cm^{-1} 近傍に A_{1g} モード[3, 4]が観測され、350 cm^{-1} 近傍に HfO_2 由来もしくは乱層構造由来と考えられるピークが観測された。以上の結果から、粉体 HfS_2 ターゲットを用いたことによって、共スパッタ法により $\text{Zr}_x\text{Hf}_{1-x}\text{S}_2$ 混晶膜の形成が示唆された。

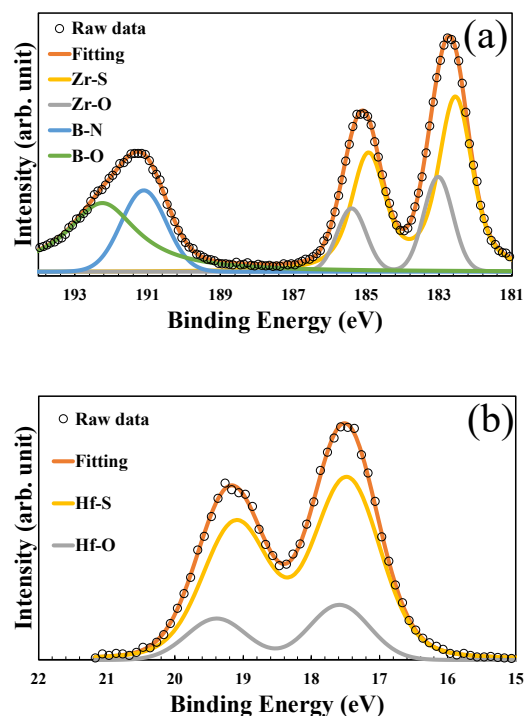


Fig. 1 XPS spectra of (a) Zr3d and (b) Hf4f.

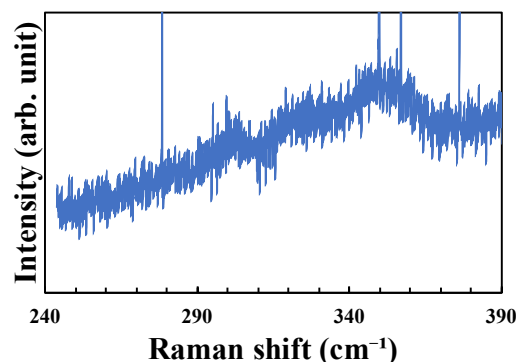


Fig. 2 Raman spectrum of ZrHfS_2 .

謝辞：文部科学省次世代 X-nics 半導体創生拠点形成事業 JPJ011438 の助成を受けたものである。

参考文献：

- [1] 日比野 祐介 他, 2019 年春応物(19p-E308-5).
- [2] 花房 秀政 他, 2022 年春応物(24a-E102-6).
- [3] T. M. Herninda *et al.*, Crystals **10**, 327 (2020).
- [4] L. Roubi *et al.*, Phys. Rev. B **37**,12 (1988).