

課題番号 : F-21-RO-0023  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : RF スパッタ法で堆積した ZnGe 膜の組成分析  
 Program Title (English) : Measurement of atomic ratios of ZnGe films formed by radio-frequency sputtering  
 利用者名(日本語) : 山下雄大<sup>1)</sup>, 末益崇<sup>2)</sup>  
 Username (English) : Y. Yamashita<sup>1)</sup>, T. Suemasu<sup>2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 筑波大学数理物質科学研究科, 2) 筑波大学数理物質系  
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Pure and Appl. Sci., Univ. of Tsukuba, 2) Faculty of Pure and Appl. Sci., Univ. of Tsukuba  
 キーワード/Keyword : 分析、成膜、スパッタ、太陽電池、バンド不連続

### 1. 概要(Summary)

半導体 BaSi<sub>2</sub> は新規太陽電池材料として注目されており、BaSi<sub>2</sub>/Si ヘテロ接合太陽電池において約 10% のエネルギー変換効率を達成している。より高い変換効率の実現に向けて、太陽光の入射側に禁制帯幅の大きな材料を用いて、十分な光量を BaSi<sub>2</sub> 光吸収層で吸収できる n-ZnO/p-BaSi<sub>2</sub> ヘテロ接合型太陽電池に注目している[1]。しかし、ZnO/BaSi<sub>2</sub> ヘテロ構造には、伝導帯および価電子帯の両方に、1eV を超える大きなバンド不連続があるため、電子・ホールの蓄積が生じて再結合が生じ、開放電圧が低下する問題がある。本研究では、界面層としての ZnGeO 膜に注目し、堆積温度により Zn/Ge 原子数比がどのように変化するか、ラザフォード後方散乱法にて調べた。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

ラザフォード後方散乱測定装置

#### 【実験方法】

Si 基板上に ZnGeO ターゲットを RF スパッタ法 (100 W) によりスパッタし、膜厚 100 nm の ZnGeO 層を形成した。形成時の基板温度を室温から 300 °C まで変えて薄膜を堆積した。両者は、蒸気圧に桁違いの差があるため、基板温度を上げることで Zn の脱離を促進する狙いである。ラザフォード後方散乱測定では He<sup>+</sup>を用い、2 MeV に加速して、堆積した膜の Zn/Ge 比を求めた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 にラザフォード後方散乱測定により得た、ZnGeO 膜の Zn/Ge 組成の堆積温度依存性を示す。スパッタターゲットは Zn:Ge=2:3 であるが、堆積温度が高くなるにしたがって、Zn 組成が小さくなった。これは、Zn の蒸

気圧が大きいため、堆積膜から再蒸発したことが原因と考えられる。

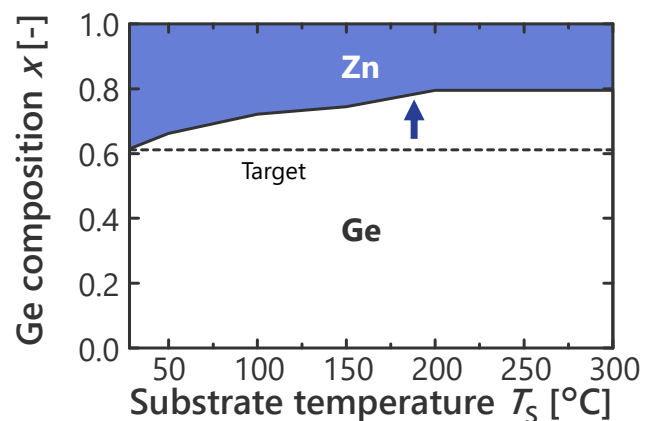


Fig. 1 Substrate temperature dependent Ge composition ratios for ZnGeO films formed by RF sputtering of a ZnGeO target.

### 4. その他・特記事項(Others)

参考文献: [1] Y. Yamashita, R. Santbergen, C. M. R. Tobon, S. Ishizuka, M. Zeman, O. Isabella, and T. Suemasu, *Solar Energy Materials and Solar Cells* 230, 111181 (2021).

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

山下雄大、都甲薫、末益崇、第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 11a-N304-1, 2021.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。