スパッタ法により作製した多結晶 BaSi2 膜のポテンシャル障壁の評価

Evaluation of the potential barrier height in polycrystalline BaSi₂ films prepared by

sputtering

筑波大学¹,東ソー株式会社²

木戸一輝¹, 小板橋嶺太¹,長谷部隼¹,召田雅実²,都甲薫¹,末益崇¹

Univ. Tsukuba¹, Tosoh Corporation²

^oK. Kido¹, R. Koitabashi¹, H. Hasebe¹, M. Mesuda², K. Toko¹, T. Suemasu¹

E-mail: s2120264@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】 我々は新規の薄膜太陽電池材料である BaSi₂に 注目している。BaSi₂は*E*gが約 1.3 eVの間接遷移半導体であり、 光吸収係数が 1.5 eV のエネルギーを持つ光子に対して 3×10⁴ cm⁻¹と非常に大きい^[1]。そのため、高効率な薄膜太陽電池への応 用が期待されている。今後、BaSi₂太陽電池の実用化を目指す上 では、BaSi₂のキャリア移動に関する物性を明らかにする必要が ある。先行研究では、分子線エピタキシー(Molecular Beam epitaxy : MBE)法を用いて Si(111)基板上に作製した BaSi₂膜の ポテンシャル障壁を表面電位顕微鏡(Kelvin Force Microscope : KFM)により評価し、ポテンシャル障壁がキャリア移動を阻害しな いことが報告されている。^[2]そのため、高分光感度を有する BaSi₂ 膜が得られている。しかし、スパッタ法により作製した多結晶 BaSi₂膜の分光感度は MBE 法により作製した BaSi₂膜に匹敵し ている。そのため、本研究では多結晶 BaSi₂膜のポテンシャル障 壁を KFM を用いて評価することを目的とする。

【実験】本研究では Ba 及び BaSi₂ターゲット(東ソー(株)製)を同 時スパッタし、n⁺-Si(111)基板上に BaSi₂膜を基板温度 600 °C で 400 nm 堆積した。各試料において Ar 圧力を 0.5 Pa、BaSi₂ターゲ ットの RF-Power を 30 W 又は 70 W に固定し、Ba ターゲットの RF-Power (P_{Ba})を 0 – 50 W で変調することで、Ba と BaSi₂の成長 レート比(G_{Ba}/G_{BaSi2})を変調した。その後、3 nm の a-Si キャッピング 層を堆積した。最後に電気特性評価のために、直径 1 mm、厚さ 80 nm の Al 電極を堆積した。作製した BaSi₂膜の電気特性を Hall 効 果 測 定 、表 面 様 態 を 原 子 間 力 顕 微 鏡(Atomic Force Microscope : AFM)、KFM によって評価した。

【結果・考察】 Fig.1 に各 G_{Ba}/G_{BaSi2} に対する AFM 像及び KFM 像を示す。AFM 像において明るくなっている箇所が結晶粒、暗く なっている箇所が粒界であるとすると、KFM 像において粒界付 近の結晶粒に対応する箇所のポテンシャルが高くなっていること がわかる。また、AFM 像において $GR_{Ba}/GR_{BaSi2} = 0$ の試料のみ表 面に激しい凹凸が観測され、他の試料では比較的平坦な膜が得 られた。 $GR_{Ba}/GR_{BaSi2} = 0$ のとき、表面粗さの RMS 値は他の試料 に比べて数倍大きくなった。また、表面粗さの RMS 値が大きくな るにつれて、表面ポテンシャルの RMS 値も大きくなることから、 ポテンシャル障壁は表面粗さに関係しているといえる。Fig.2 に、 各 *GR*_{Ba}/*GR*_{BaSi2}に対する表面ポテンシャルの RMS 値及び電子移 動度を示す。これより、表面ポテンシャルの RMS 値と電子移動度 は逆相関の関係であることがわかる。特に *GR*_{Ba}/*GR*_{BaSi2} = 0.26 の 試料において、表面ポテンシャルの RMS 値が最小となり、最大の 電子移動度が得られた。また、図示はしていないが、同試料にお いて高分光感度も得られている。しかし、*GR*_{Ba}/*GR*_{BaSi2} = 0.36 の 試料は、移動度が小さいが、高い分光感度が得られた。このこと から、多結晶 BaSi2 膜においてもポテンシャル障壁がキャリアの 移動を阻害していないといえる。



5 µm





Fig. 2. RMS potential and electron mobility of grown films with $GR_{\text{Ba}}/GR_{\text{BaSi2}} = 0 - 0.5$.

T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D 50, 023001 (2017).
M. Baba *et al.*, Appl. Phys. Lett. 103, 142113 (2013).