

SiC の放射線直接エネルギー変換材料への応用可能性

Possibility of direct energy conversion from radiation to electricity using SiC Schottky system

*吉井 賢資¹, 福田 竜生¹, 谷田 肇¹, 塩飽 秀啓¹, 神谷 潤一郎¹, 牧野 高紘²,
山崎 雄一², 大島 武², 矢板 毅¹

¹原子力機構, ²量研

有害物質を含まない半導体 SiC について、ガンマ線や X 線などの放射線を直接エネルギー変換する材料への応用可能性を検討した。暗電流特性からは、理想的なダイオードに近い特性が示された。変換効率は 0.1% 以下程度であるが、エネルギーが高い領域では市販の Si 太陽電池などより効率が高いことなどが分かった。

キーワード：エネルギー変換, SiC, 放射性廃棄物, 放射線, エネルギー資源化

1. 緒言

我々は最近、原子力発電所などから発生する放射性廃棄物を安定的なエネルギー源として活用するため、放射線の直接エネルギー変換研究に着手した[1]。今回は、SiC や CdTe など放射線劣化に強い半導体系について調べたが、SiC は有害物質を含まないことから、この系の特性に絞った研究を行った。

2. 実験と結果

試料は単結晶 SiC 上に Ni 薄膜を 80nm 積層したショットキーダイオードを用いた。エネルギー変換実験は、²³⁷Np からのガンマ線(30keV)および ²⁴¹Am からのガンマ線(60keV)の利用を想定し、SPring-8 の放射光ビームライン BL22XU からの単色 X 線を用いて行った。低エネルギー利用の可能性も考え、CuK α 線(8 keV)を利用した実験も行った。電圧-電流(IV)特性は Keithley 社のソースメータ 2400 型により測定した。

発電実験に先立ち、暗電流条件(dark current)において電流-電圧(IV)測定を行った。結果は図 1 に示す。順方向電圧が 0.8V 近傍において、電流が急激に増大する。この付近の IV 特性からダイオード因子を求めた。 $I=I_0(\exp(qT/nkT)-1)$ において求めたダイオード因子 n は 1.0-1.1 程度であり、理想のダイオードに近い良質な試料であることが分かった。

図 1 にはまた、60keV での発電を行った場合の IV 曲線も示した。電力は 1cm² 当たり換算して 0.1 μ W 程度と、前回報告とほぼ同じであった。また、市販の Si 対応電池では、60keV 近傍ではほとんど発電しないことなども分かった。入射光に対する効率は 8-60keV で 0.1% 程度以下であった。現在モンテカルロ法により試料内部における X 線のエネルギー損失過程についての計算を進めており、それに基づく効率計算なども報告する予定である。

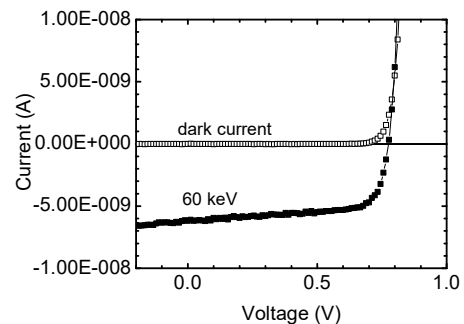


図 1. Ni/SiC の IV 曲線。

参考文献

[1] 吉井他、日本原子力学会 2019 年春の年会、水戸 (2019).

*Kenji Yoshii¹, Tatsuo Fukuda¹, Hajime Tanida¹, Hideaki Shiwaku¹, Junichiro Kamiya¹, Yuichi Yamazaki², Takahiro Makino², Takeshi Ohshima², and Tsuyoshi Yaita¹

¹JAEA, ²QST