

ペロブスカイト半導体を用いた放射線検出器開発の動向

Development trends of radiation detectors using perovskite semiconductors

九大基¹ ◯山中 隆志¹

Kyushu Univ. Artsci.¹, ◯Takashi Yamanaka¹

E-mail: yamanaka@artsci.kyushu-u.ac.jp

ペロブスカイト化合物、中でもハロゲン化金属化合物は半導体としての性能が発見されて以降、太陽電池材料としての研究が進み、現在ではシリコン系半導体に迫る光電変換効率が得られている。その他にも発光ダイオードや半導体レーザーなど、光の吸収性能だけでなく発光性能にも着目した研究が行われている。また、他の半導体材料と同様に放射線がペロブスカイト材料中で生成する電子、ホールを収集することにより、放射線検出器としても利用が可能である。特に放射線検出器として注目されている特性の一つが鉛などの重元素を構成要素に持つことによる光子に対する高い反応断面積であり、これにより X 線やガンマ線に対して高い阻止能を持つ。もう一つの重要な特性がその作りやすさである。結晶や薄膜を溶液から比較的低温でも生成可能なことから実験室環境下でも容易に生成が可能であり、量産に向けても低コスト化が期待されている。薄膜でも十分な阻止能が得られる X 線検出においては特にこの特性を活かした大面積の検出器が研究され ([1]など)、より感度の高い材料および生成手法が研究されるとともに、実装に向けて読み出し回路も含めた開発も進んでいる。ガンマ線検出の場合はペロブスカイト半導体においても十分な阻止能を得るためには数 mm 以上の厚みが必要となることから 3 次元結晶を用いた検出器の開発が進められており ([2]など)、半導体特有の低い電子・ホール対生成エネルギーを活かした高分解能のガンマ線エネルギースペクトルの測定を可能にしている。

一方で、現在生成されているペロブスカイト半導体ではシリコンやゲルマニウムなどの半導体と比べて暗電流の大きさや電子・ホールの移動度の点では大きく劣り、放射線への感度や時間分解能の低さにより用途に制限がある。これらの改善には不純物や欠陥の生成メカニズムの解明が必要とされる。本講演ではこれらペロブスカイト半導体の放射線検出器としての特性を概観するとともに、その開発の動向を述べる。

[1] Y. Kim et al., Nature 550, 87–91 (2017).

[2] Yihui He, et al., ACS Photonics 2018 5 (10), 4132-4138