

カイラル半導体 γ - In_2Se_3 単結晶におけるバルク光起電力効果Bulk Photovoltaic Effects in Single Crystals of a Chiral Semiconductor γ - In_2Se_3 東工大フロンティア研 $^{\circ}(\text{M1})$ 村田陵河¹, 谷口 黎¹, 笹川崇男¹Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology¹, $^{\circ}(\text{M1})$ Ryoga Murata¹, Rei Taniguchi¹, and Takao Sasagawa¹

E-mail: murata.r.ah@m.titech.ac.jp

空間反転対称性の破れた結晶において外部電場無しに光電流が流れる現象は、バルク光起電力効果 (BPVE) と呼ばれている [1]。この起源の一つは、量子力学的位相が関連したトポロジを有するシフト電流であることがわかっている。この現象は、バンドギャップよりも大きな光起電力の発生が可能なことや、不純物・欠陥による散乱を受けないことなどが報告されており [2]、従来の太陽電池を構成する pn 接合の光から電気への変換効率を上回る点で期待されている。強誘電体を中心として研究の進んでいる BPVE であるが、本研究では極性と掌性（キラリティ）を兼ね備えた「らせん対称性」の結晶構造下におけるシフト電流に着目した。

$(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$ は、基本構成単位である分極率の高い XSe_4 ($\text{X} = \text{In}, \text{Ga}$) 四面体と XSe_5 六面体が、らせん状に配列したカイラルな構造 (空間群; $\text{P6}_1, \text{P6}_5$) を有する焦電体である (図 1 右下挿入図)。これまでに、カイラル構造に由来する光学特性 (旋光性) [3] や空間反転対称性の破れに由来する第二高調波発生が報告されている [4]。そこで本研究では、結晶の対称性に起因した軸方向における異方性、円偏光照射への応答、組成による特性の変化などから極性カイラル構造における BPVE に迫ることを目的とした。

本研究ではまず、 $(\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{Se}_3$ について単結晶の育成条件を検討した。その結果得られた十分な大きさを持つ試料表面に電極を形成し、光照射下における電流－電圧特性の評価を行った。空間群 P6_1 の $x = 0.1$ の単結晶において c 軸に沿って光電場をかけると、外部電圧が分極方向に平行 (+) か反平行 (-) かに依存して反転するシフト電流と考えられる短絡電流が生じていることがわかった。この短絡電流は、光パワーに比例する振る舞いを示すことも確認した (図 1)。

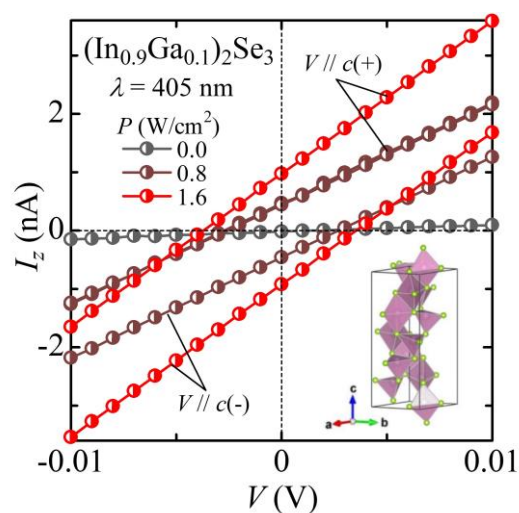


Fig. 1. Current-voltage characteristics in a $(\text{In}_{0.9}\text{Ga}_{0.1})_2\text{Se}_3$ single crystal (inset: crystal structure) with and without irradiation of linear polarized 405 nm laser light along the c -axis.

- [1] R.von Baltz and W. Kraut, Phys. Rev. B **23**, 5590 (1981).
- [2] H. Hatada *et al.*, Proc Natl Acad Sci USA. **117**, 20411 (2020).
- [3] J. Ye *et al.*, Jap. J. Appl. Phys. **35**, 4395 (1996).
- [4] Y. Chi *et al.*, ACS Appl. Matter Interfaces **12**, 17699 (2020).