

## 強誘電ドメインを有する SnS 結晶におけるドメイン壁光起電力効果

### Domain wall photovoltaic effect in SnS crystals with ferroelectric domains

東大<sup>1</sup>, 中研院<sup>2</sup>, ○名苗遼<sup>1</sup>, 來村颯樹<sup>1</sup>, 金橋魁利<sup>1</sup>, 西村知紀<sup>1</sup>, R. A. Moqbel<sup>2</sup>, 林宮玄<sup>2</sup>, J.-H. Fu<sup>1</sup>, V. Tung<sup>1</sup>, 長汐晃輔<sup>1</sup>

UTokyo<sup>1</sup>, Academia Sinica<sup>2</sup>, ○R. Nanae<sup>1</sup>, S. Kitamura<sup>1</sup>, K. Kanahashi<sup>1</sup>, T. Nishimura<sup>1</sup>, R. A. Moqbel<sup>2</sup>, K.-H. Lin<sup>2</sup>, J.-H. Fu<sup>1</sup>, V. Tung<sup>1</sup> and K. Nagashio<sup>1</sup>.

E-mail: nanae-ryo238@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

#### 【緒言】

強誘電体は分極反転可能な自発分極を有する物質群であり、一般にドメインを形成する。酸化物強誘電体におけるバルク光起電力効果 (BPVE) に関する研究は古く、ドメイン内の非中心対称性に由来するシフト電流とドメイン壁 (DW) 光起電力効果の二つに分類される。後者の起源に関しては、照射時の DW におけるポテンシャル降下及び DW における電子分極の二つの起源が提案されている<sup>[1]</sup>。一方、酸化物系より小さい  $E_g$  を有し光吸収効率に優れた 2 次元材料の BPVE は盛んに研究されてきたが、DW に関しては殆ど研究が無い。

我々は、2 次元強誘電 SnS において、双晶界面で構成されるストライプ状のドメイン形成を見出し、意図的に選択した DW の寄与の無い大型単ドメイン領域におけるシフト電流の存在を確認してきた<sup>[2]</sup>。本研究では、ドメイン制御による BPVE 最大化を視野に、双晶構造を有する複ドメイン SnS 結晶における DW 構造の同定及び光起電力効果の検証を目的とした。

#### 【結果考察】

DW における分極の存在を確認するため、図 1 に STEM 像を示す。DW に対して垂直な分極成分を赤及び黄色で示す。層間で同色なら強誘電相 (AC 積層)、異色なら反強誘電相 (AB 積層) であり、双方の相を含むことがわかる。図 2 には単層 SnS が DW において取り得る構造を示した。DW に対し垂直/平行双方とその反転(図に含

まない)を含めて 4 種類の分極方向を取る。そのため、AB/AC 双方の積層秩序を持つ多層 SnS では一つの DW は垂直/平行双方に対し分極成分を有し得る。

次に、DW に対し平行/垂直に電極を付けた 2 種類のデバイスを作製し、100 倍対物レンズでレーザーをライン上に照射してゼロバイアス電流を測定した。図 3a の平行電極配置では光電流ピークが DW 上に現れ、そのピーク位置での光電流の入射偏光依存性は大型単ドメインのものとは異なる挙動を示した。このことから、DW での分極に起源をもつ DW 光起電力効果と推測される。一方で、図 3b の垂直電極配置では光電流ピークはドメイン内に位置した。さらに、10 倍対物レンズで複数の DW を含む結晶全体にレーザーを照射しても、酸化物強誘電体で報告されているような起電力の増加<sup>[3]</sup>は観察されなかった。このことから、後者はドメイン内の歪/歪勾配の寄与と推測される。実際、ドメイン内の SHG 強度分布の観測は、ドメイン内の歪/歪勾配の存在を支持している。

以上のように、電極配置によりピーク位置が DW 上/ドメイン内と変化する様子を観測し、2 つの異なる起源を提案した。DW での分極の寄与が異なる理由の一つとして、DW での伝導度の異方性の存在が考えられる。

#### 【参考文献】

- [1] H. Matsuo, *et al.*, *Phys. Rev. B*, 2016, **94**, 214111.
- [2] R. Nanae, *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, 2024, **34**, 2406140.
- [3] S. Y. Yang, *et al.*, *Nat. Nanotech.*, 2010, **5**, 143.

図1

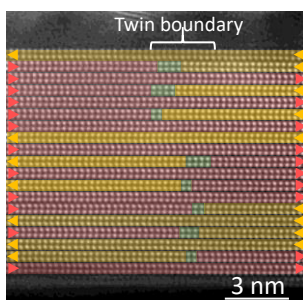


図 1 双晶界面に対して垂直に観測した STEM 像。

図2

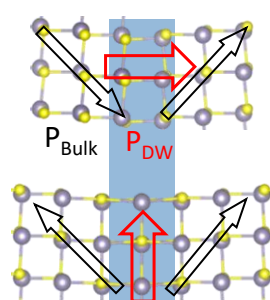
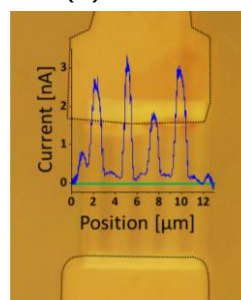


図 2 バルク(黒)及び双晶界面(赤)での分極方向。

図3(a)



(b)

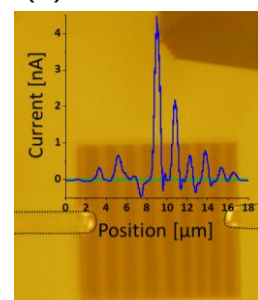


図 3 (a) 平行及び(b)垂直電極配置での緑線上レーザー照射におけるゼロバイアス電流。