## BaTiO<sub>3</sub>系強誘電体単結晶の 90°ドメイン壁における巨大可視光電流応答



Giant Photocurrent Response under Visible-Light Irradiation at 90°-Domain Walls in Ferroelectric BaTiO<sub>3</sub> Single Crystals 東大先端研<sup>1</sup>, <sup>O(PC)</sup>井上亮太郎<sup>1</sup>, 井村亮太<sup>1</sup>, 高橋秀輔<sup>1</sup>, 小口岳志<sup>1</sup>, 北中佑樹<sup>1</sup>, 野口祐二<sup>1</sup>, 宮山 勝<sup>1</sup>,

Research Center for Advanced Science and Technology, Univ. of Tokyo<sup>1</sup> <sup>°(PC)</sup>R. Inoue<sup>1</sup>, R. Imura<sup>1</sup>, S. Takahashi<sup>1</sup>, T. Oguchi<sup>1</sup>, Y. Kitanaka<sup>1</sup>, Y. Noguchi<sup>1</sup>, and M. Miyayama E-mail: ryoinoue@fmat.t.u-tokyo.ac..jp

**緒言** 強誘電体の誘電・圧電特性は、分極ド メイン構造の影響を強く受けることが知られて いる。その起源は、電場や応力に対する強弾性 ドメイン壁の巨大応答であると考えられている <sup>[1-4]</sup>。また近年、鉄酸ビスマス(BiFeO<sub>3</sub>)薄膜にお いて強弾性ドメイン壁に由来した大きな光起電 力効果が報告され、新しい動作原理に基づいた 太陽電池への強誘電体応用の可能性が注目を集 めている<sup>[5]</sup>。本研究ではチタン酸バリウム (BaTiO<sub>3</sub>)系単結晶を対象として、光電流特性への ドメイン構造の導入効果を調べた。特に可視光 照射下での光電流に注目し、Mn ドーピングによ って吸光度の増大と光電流応答の増強を図った。

**実験** 市販の BaTiO<sub>3</sub>(BT)結晶および溶液引き 上 げ (TSSG) 法 に よ り 育 成 し た BaTi<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>O<sub>3</sub>(Mn-BT; x = 0.25 %)の単結晶を試料 とした。試料の切出し・結晶の[100]面(擬立方晶 表記)の研磨後に大気中 1250 ℃で 12 h アニール した。電極を結晶の[001]面あるいは[011]面に白 金スパッタによって作製した。

レーザーモジュールを用いて 405, 515, 639 nm の3種類の単色光を 0.3-3 W/cm<sup>2</sup>の強度で連続的 に照射しながら、試料の電流-電圧特性を測定し、 光熱効果や過渡電流の影響を排除した。測定配 置の模式図を Fig. 1 に示す。



Fig. 2. Mn-BT 結晶における短絡電流密度 (*J*<sub>sc</sub>)の偏光(Θ) 依存性(波長 405 nm)

## 結果と考察

**Mn-BT** 試料に 405 nm の光を照射して得られた短絡光電流密度( $J_{sc}$ )の偏光角( $\Theta$ )依存性を Fig. 2 に示す。照射強度(J)で規格化した  $J_{sc}$  を、電流の測定方向を基準に定義した $\Theta$  (Fig. 1 参照)の関数としてプロットした。〈001〉方位に分極処理したシングルドメイン結晶[Fig. 2(a)]においては、自発分極 ( $P_s$ ) と逆方向に光起電力が発生した。これは反転対称性を持たない強誘電体の結晶構造に由来したバルク光起電力として解釈できる。偏光依存性のフィッティングからバルク光起電力テンソルの直線偏光成分として $\beta_{31}$  = -7.9 nA/W,  $\beta_{33}$  = -1.6 nA/W を得た。また試料加工精度・測定システム感度の範囲内で、有意な $\beta_{15}$ は観測されなかった( $\beta_{15}$  = 0.0 nA/W)。

一方、90°ドメイン壁を導入した Mn-BT 結晶[(011)方位、Fig. 2(b)]においては、マクロな P<sub>s</sub>方向 と同方向(バルク成分とは逆方向)に大きな J<sub>sc</sub>を示した。この結果は、90°ドメイン壁近傍でバ ルク光起電力テンソル成分をはるかに凌駕する巨大な光起電力が発生していることを示している。

## <u>参考文献</u>

[1] S. E. Park. *et al.*, *J. Appl. Phys.* **86**, 2746 (1999). [2] S. Wada. *Ferroelectrics*, **389**, 3 (2009). [3] T. Sluka. *et al.*, *Nat. Commun.* **3**, 748 (2012). [4] S. E. Park. *et al.*, *J. App l. Phys.* **82**, 1804 (1997). [5] Yang *et al.*, *Nature Nanotechnology*, **5**, 143 (2010).