

## エネルギー変換応用を指向した非鉛強誘電体薄膜の開発 Development of Lead-free Ferroelectric Films for Energy Conversion

○吉村 武<sup>1</sup>、藤村 紀文<sup>1</sup> (1. 阪府大工)

○Takeshi Yoshimura<sup>1</sup>, Norifumi Fujimura<sup>1</sup>(1.Osaka Pref. Univ.)

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

モノのインターネット(IoT: internet of things)に対する関心の高まりにより、センサおよび環境発電への期待はますます増大すると思われる。様々な物理量を単純な機構で電気信号に変換することが可能な強誘電体は、この分野で重要な役割を担える能力を有している。また IoT におけるセンサノードでは小型化と低環境負荷が求められる場合が多いと考えられるので、非鉛圧電材料を用いた MEMS デバイスに対する期待が高まると予想される。

我々は応用対象を特定し、性能指数(FOM)に基づいた強誘電体薄膜の開発に取り組んできた。赤外線センサでは、焦電薄膜の FOM が  $p/\epsilon C$  ( $p$ :焦電係数、 $\epsilon$ :比誘電率、 $C$ :比熱) で与えられることから P(VDF/TrFE)に着目した。2次効果を利用して焦電係数を向上させることで PZT を超える FOM が得られたことを報告している[1]。また圧電体薄膜の FOM が  $(e_{31f})^2/\epsilon_0\epsilon_r$  ( $e_{31f}$ :有効横圧電応力定数、 $\epsilon_r$ :真空誘電率) で与えられる振動発電素子では、大きな自発分極と小さな  $\epsilon_r$  を有する BiFeO<sub>3</sub> に着目し[2,3]、(100)配向 BiFeO<sub>3</sub> 薄膜を用いて試作した MEMS 振動発電素子において  $10\mu\text{W}\cdot\text{mm}^{-2}\cdot\text{G}^{-2}$  の発電特性を報告している。本講演では、BiFeO<sub>3</sub> 薄膜の FOM 向上の検討結果に基づいて、センサ及び発電応用を指向した強誘電体薄膜の開発指針について議論する。図1は SrTiO<sub>3</sub> 単結晶基板上および (100)配向 LaNiO<sub>3</sub>/Si 上に様々な条件で作製した BiFeO<sub>3</sub> 薄膜の圧電特性をまとめたものである。横軸は走査プローブ顕微鏡で測定した  $d_{33,\text{afm}}$  定数、縦軸は基板に歪を加えて得られる正圧電応答から決定した  $e_{31f}$  定数である[4]。すべて元素の置換や添加を行っていない BiFeO<sub>3</sub> 薄膜の結果であり、強誘電特性に顕著な差はなくても格子歪の大きさやドメイン構造の違いにより圧電特性が大きく変化することが明らかになっている。また、微小領域の逆圧電応答を用いており内因的な圧電特性を示すと考えられる  $d_{33,\text{afm}}$  定数とマクロ領域の圧電応答である  $e_{31f}$  定数との間に明確な相関関係が見出されない。これらの結果は、MEMS 応用で重要となる  $e_{31f}$  定数の向上には内因的寄与よりもドメイン壁などからの圧電応答の増大が有効であることを示している。

【謝辞】本研究は NEDO 平成 23 年度先導的産業技術創出事業の支援を受けている。

### 【参考文献】

- [1] 谷地他、第 61 回応用物理学会 (2014 年春、19a-D10-13)
- [2] K. Ujimoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. 100 (2012) 102901.
- [3] T. Yoshimura *et al.*, Appl. Phys. Exp. 6 (2013) 051501.
- [4] T. Yoshimura *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 49 (2010) 021501.

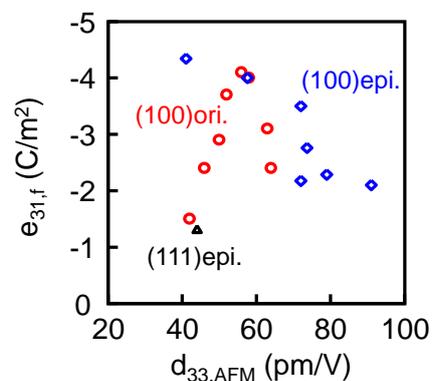


図1 BiFeO<sub>3</sub> 薄膜の圧電特性。