

## パワーデバイスやIoT 用途の誘電体材料の創出

Development of Dielectric Materials for power device and IoT Applications

舟窪 浩: funakubo.h.aa@m.titech.ac.jp

東京工業大学

## [はじめに]

誘電体は、回路を構成する重要な部品であり、高い誘電率が広い温度範囲で実現できれば、回路で大きな面積を占有するキャパシタの小型化が実現するだけでなく、高温で安定動作する回路が実現する。近年、パワーデバイスや自動車用途に、従来より高温までの広い温度範囲で安定して使用可能な誘電体材料の開発が期待されている。

また、誘電体の中には、歪み変化で電圧を発生したり、電圧で歪を制御できる圧電性、温度変化で起電力が発現する焦電性、さらには電圧の印可方向で2つの分極状態が保持できる強誘電性等の様々な機能が発現する材料が知られている。これらは、温度や赤外線、歪等のセンサとしての用途だけでなく非常に低消費電力で動作する不揮発性メモリとして、IoT のエッジデバイスでの応用が期待されている。さらに環境にある機械振動から電力を得るハーベスタ発電の応用も期待されている。

上記分野は、現在日本が世界で大きな市場占有率を有し、重要な分野である。

## [パワーデバイス用高温用誘電体]

高温まで安定して使用できる誘電体材料は、高温でも高い絶縁性を確保できる広いバンドギャップと、高い誘電率の両方が必要とされるが、両者は一般的にはトレードオフの関係にある。この問題について

- (1)  $\text{SiO}_4^{4-}$  の1次元チェーンを有する誘電体物質
- (2) 2次元層状誘電体の高い絶縁性と誘電性が両立する物質 [1]
- (3) 3次元のネットワークを有するペロブスカイト構造物質等の材料の開発を行い、研究を行っている。

## [IoT 応用誘電体]

これまでのペロブスカイト構造物質に代わって、薄膜でも安定して強誘電性が発現できる蛍石構造を有する  $\text{HfO}_2$  基強誘電体について、大きな自発分極(最大残留分極)と高い温度安定性が得られることを明らかにするとともに、これまで不可能と思われていた、厚膜化を可能にする組成を見出した [2]。これによって、圧電センサやハーベスタ等で、従来の材料を凌駕する特性が期待でき、検討している。

また、これまでの酸素の八面体構造を基本とした強誘電体から、四面体を基本構造とした  $\text{Bi}_2\text{SiO}_5$  を見出し[3]、応用の検討を行っている。

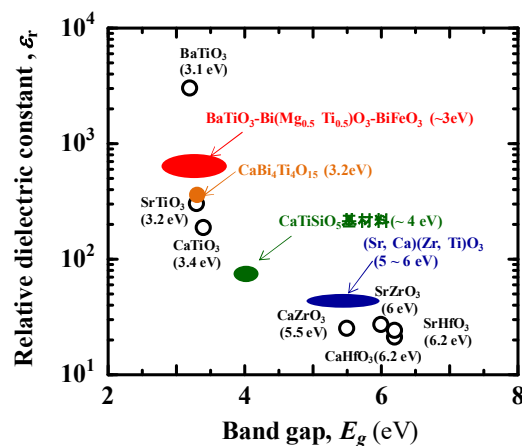
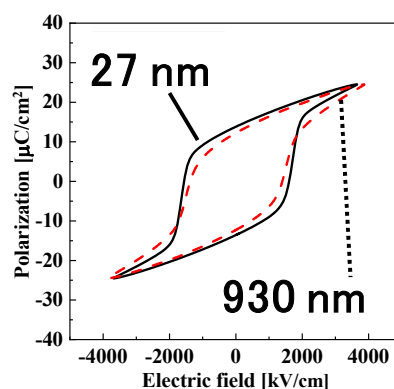


図1 高温応用キャパシタの比誘電率とバンドギャップの関係

図2 Y 添加  $\text{HfO}_2$  の強誘電性の膜厚依存性

## [共著者(所属)]

伊藤満(東京工業大学)・和田智志(山梨大学)・大橋直樹(物質・材料研究機構)・谷口博基(名古屋大学)・清水荘雄(東京工業大学)

## [関連プロジェクト]

元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>電子材料拠点

## [参考文献]

- [1] J. Kimura *et al.*, *Sci. Rep.*, **6**, (2017) 13.
- [2] T. Mimura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **115** (2019) 032901.
- [3] H. Taniguchi *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **52** (2013) 8088.

## [関連WEB]

- [1] <https://www.mces.titech.ac.jp/index.html>