

有機金属分解法を用いたニオブ酸カリウム ナトリウム系薄膜の作製と元素置換の影響評価



SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

チタン酸ジルコン酸鉛[Pb(Zr,Ti)O₃:PZT]は、高性能な圧電材料であり、センサーやアクチュエータ、その他の電子デバイスで広く使用されている。この材料に含まれる鉛に関する環境上の懸念から、高性能な鉛フリーの圧電材料を開発する取り組みが行われてきた。PZTの代替材料としてニオブ酸カリウムナトリウム[(K_{0.5}Na_{0.5})NbO₃:KNN]が有望視されており、比較的高いキュリー温度、良好な強誘電性及び圧電性能が得られている。一方、KNNにおけるアルカリ成分の高い揮発性が焼結時の低密度化と高欠陥濃度化をもたらし、漏れ電流の増大や強誘電特性の劣化といった悪影響を引き起こすことが知られている。¹⁾²⁾

有機金属分解(Metal Organic Decomposition: MOD)法は、目的組成に合わせて金属有機化合物試薬を混合調整した溶液を基板上に塗布し乾燥したものを、加熱焼成により結晶化させ、結晶化膜を形成する手法である。³⁾本手法の特徴は、多成分が容易に均一混合できる点や、真空プロセスが不要で大気中で成膜が可能である点が挙げられる。

本研究では、MOD法を用いてKNN系薄膜を成膜し、得られた薄膜において異種元素置換(Mn³⁺)による電気物性の改善と向上を検討した。

■ 活動内容

本研究では、MOD法を用いてKNN系薄膜の成膜を行った。MOD溶液をPt電極付きSi(100)基板に回転速度3000 rpmの条件でスピコートし、乾燥(120 °C)・仮焼(400 °C)後に種々の条件で本焼成を行った。作製した薄膜はX線回折(XRD)により結晶相の同定を行い、分極ヒステリシス測定により電気物性を評価した。

Fig.1に本焼成条件700 °C、40 minで作製したMn置換KNN薄膜(a)と無置換KNN薄膜(b)のXRDパターン比較を示す。MOD法を用いて結晶成長したKNN薄膜が得られることを確認した。KNNにMn置換を行うことによって、無置換KNNよりも結晶性が高くなることを確認した。

Fig.2に本焼成条件700 °C、40 minで作製したMn置換KNN薄膜(a)と無置換KNN薄膜(b)の分極-電界(P-E)ヒステリシス曲線を示す。無置換KNN薄膜は103 kV/cm以上の電界で顕著な漏れ電流を示し、強誘電性を示すP-E曲線は得られなかった。一方、Mn置換KNN薄膜では400 kV/cm以上の電界印加が可能となり、明瞭な強誘電ヒステリシスを示した。KNNへのMn置換が漏れ電流を抑制することによって、明瞭な強誘電性を示したと考察した。

今後は、Mn置換以外の欠陥制御を用いたKNN系薄膜の電気物性の向上を検討している

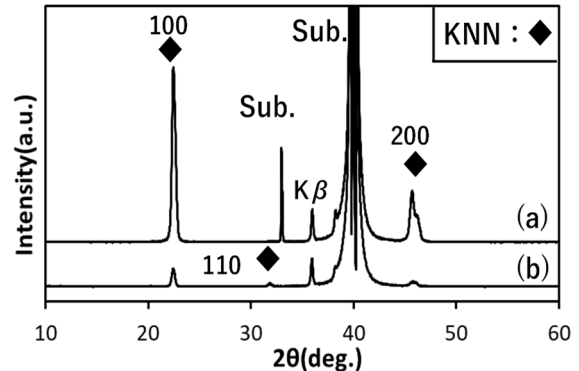


Fig.1 本焼成した(a)Mn置換KNN薄膜と(b)無置換KNN薄膜のXRDパターン比較

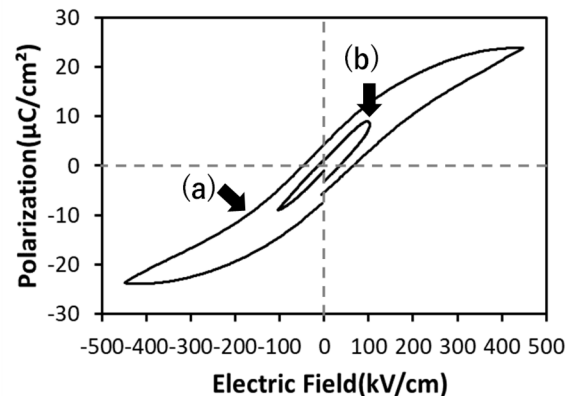


Fig.2 (a)Mn置換KNN薄膜および(b)無置換KNN薄膜の分極-電界ヒステリシス曲線

■ 参考文献

- 1) Muhammad Asif Rafiq et al, Chem. Phys. 17 (2015).
- 2) Yasuyoshi Saito et al, Nature. 432 (2004).
- 3) 土屋哲男, 成形加工 30 巻 12 号, p620-625 (2018).

代表発表者 **花岡 秀依 藤(はなおか ひいろ)**
 所属 **千葉工業大学大学院 工学研究科
 産業技術総合研究所 製造技術研究部門**
 問合せ先 **〒275-0061 千葉県習志野市津田沼 2 丁目 17-1
 E-mail: s19a6094gd@s.chibakoudai.jp**

■キーワード: (1)ニオブ酸カリウムナトリウム(KNN)
 (2)MOD法
 (3)酸化物薄膜
 ■共同研究者: 北中 佑樹(産業技術総合研究所)
 : 五十嵐 香(千葉工業大学)