

(Ca, Ti)(Ti, Nb)O₇ パイロクロア薄膜の A サイト組成が誘電特性に及ぼす影響

Influence of A-site Composition in (Ca,Ti)(Ti,Nb)O₇ Pyrochlore Thin Films on Their Dielectric Properties

名古屋大工¹, 東工大元素セ² °山田 智明^{1,2}, 簀内 彰人¹, 横手 俊哉¹, 小形 眞一^{1,2},
吉野 正人¹, 長崎 正雅¹

Nagoya Univ.¹, Tokyo Tech.², °Tomoaki Yamada^{1,2}, Akito Yabuuchi¹,
Shunya Yokote¹, Shin-ichi Ogata^{1,2}, Masahito Yoshino¹, Takanori Nagasaki¹

E-mail: t-yamada@energy.nagoya-u.ac.jp

【緒言】

近年(Bi,Zn)(Zn,Nb)O₇ パイロクロアが示す大きな誘電率とその温度安定性が注目されている[1]。この物質では A₂B₂O₆O' の A₂O' サブネットワークにおける A および O' サイトイオンが、複数の等価なオフサイトを無秩序に占めており、交流電場に対するオフサイト間のホッピングが高い誘電特性の起源と考えられている。この無秩序変位構造は、主に A サイトの孤立電子対を有するイオンに依存すると考えられていたが、2008 年に Roth らによって孤立電子対イオンを持たない (Ca,Ti)(Ti,Nb)O₇ パイロクロアでも同様の構造が報告された[2]。本研究では A サイトの Ca/Ti 組成比が異なる (Ca,Ti)(Ti,Nb)O₇ 薄膜を作製し、組成が誘電特性に与える影響を調べた。

【実験方法】

Ca_{1.445}Ti_{1.425}Nb_{1.08}O₇ を基準組成とし、A サイトの Ca/Ti 比を 2.6 から 3.2 の範囲で変化させた薄膜をパルスレーザ堆積法 (PLD 法) で Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に堆積した。薄膜の構造評価は X 線回折 (XRD)、誘電特性の評価は温度可変チェンバーと LCR メータを用いて行った。

【結果と考察】

作製した薄膜は、A サイトの Ca/Ti 組成比の減少、すなわちイオン半径のより小さな Ti の割合の増加に伴い格子定数が減少した。これらの膜について室温で誘電特性を評価した結果、A サイトの Ca/Ti 比が 2.86 以下の組成では 95 を超える誘電率が観測された。Fig. 1 に A サイトの Ca/Ti 比が 2.71 の膜の誘電特性の温度依存性を示す。350 K 以上では漏れ電流が顕著であったが、100 K~200 K の範囲で誘電率が増加し、それ以上の温度では一定となることが明らかとなった。また、誘電率と損失の曲線は、測定周波数とともに高温側にシフトする傾向が観察されたことから、(Ca,Ti)(Ti,Nb)O₇ パイロクロアの高い誘電率の起源は、熱活性過程に由来する可能性が示唆された。

謝辞：本研究は「文部科学省元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>(JPMXP0112101001)」を受けて実施された。
参考文献：[1] J. Lu *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **83**, 2411 (2003), [2] R. S. Roth *et al.*, *J. Solid State Chem.* **181**, 406 (2008).

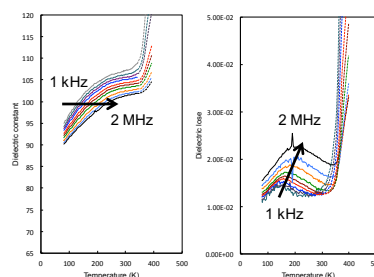


Fig. 1 Temperature dependences of dielectric constant and loss for (Ca,Ti)(Ti,Nb)O₇ film with A-site Ca/Ti ratio of 2.71.