

MLCC 微細化検討用 BaTiO₃ 薄膜ダイオードの作製と リーク電導特性の評価

Fabrication of BaTiO₃ Thin Film Diode for Miniaturizing MLCC and Evaluation of Leakage Characteristics

京工織工芸

○内田 武哲, 前島 壮, 山下 馨, 野田 実

Kyoto Inst. Tech.

M. Uchida, S. Maejima, K. Yamashita, M. Noda

E-mail: b3121013@edu.kit.ac.jp

はじめに

従来の MLCC 用誘電体材料の研究では、強誘電特性を維持しつつ薄層化を進めるサイズ効果に対する問題の改善が大きな課題の一つとして取り組まれてきた。一方で、誘電体層の薄膜化を進めると誘電体層に印加される電界強度は高くなり劣化が加速するなどの問題が生じる。誘電体層に生じるリーク電流による短絡モード故障は MLCC に発熱・発火を引き起こす可能性もある為、より高い信頼性が求められている。上記の問題を解決するために必要なことが材料設計やプロセスの改善であるが、それらの指針を得るためにリーク電導解析が重要である。抵抗劣化の原因は、電極付近の誘電体材料が還元反応や熱履歴に晒されやすい環境にあるために、酸素欠陥生成等の構造変化が生じているからと概ね理解されているが[1][2]、既報の抵抗劣化メカニズムは完全に証明されているわけではなく、酸素欠陥の存在位置など証拠が弱い部分が多い[3]。本研究では MLCC 候補材料の一つである BaTiO₃(BTO)薄膜、酸素欠陥抑制のための酸化物電極 SrRuO₃(SRO)を用いて結晶構造の違いや酸素欠陥による抵抗劣化メカニズムの検討を行った。

実験方法・結果

RF スパッタ法を用い Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に BTO/SRO 薄膜を製膜した。室温スパッタリング後 RTA 装置(MILA-5000, アドバンス理工(株)製)を用いて、大気圧、酸素雰囲気中で熱処理を行い結晶化させ、これに真空蒸着法で Au/Cr を堆積させ上部電極とした。条件の異なる BTO/SRO 膜の *I-V* 特性を半導体パラメータアナライザ(B2912A, Keysight 社製, 4145B, Agilent 社製)で測定し、AFM, SEM, XRD による表面像、膜断面像、結晶性等の評価で得られた物理特性との相関、また SRO 等の導電性酸化物ではない Pt 電極上の BTO 膜との比較を行った。

我々は初めに下地電極である SRO 膜の作製において、SRO スパッタターゲットと同程度の抵抗値を得るべく SRO 膜の最適化から検討を始めた。SRO のスパッタ圧力値の変動が抵抗率の変動に大きく寄与する結果となった。四端子測定法により抵抗値を導出し、3 Pa の製膜圧力で 20.4 $\mu\Omega \cdot m$ とバルク(3.4 $\mu\Omega \cdot m$)に近い値が得られた。また Fig. 1, Fig. 2 に試作した BTO(製膜条件: 1 Pa, 100 W-60 min)/SRO(製膜条件: 3 Pa, 150 W-60 min)薄膜の断面 SEM 画像と AFM 表面像をそれぞれ示す。Fig. 1 では BTO, SRO の結晶粒が確認できる。Fig. 2(a)は直径 100 nm 以下の丸く小さな結晶粒で平坦な BTO 膜が形成されており(b)では Pt(111)に沿った BTO(111)の三角形構造が確認できる。このことから SRO を下部電極成長基板として用いた場合結晶構造だけでなく電気特性にも変化をもたらしていることが考えられる。

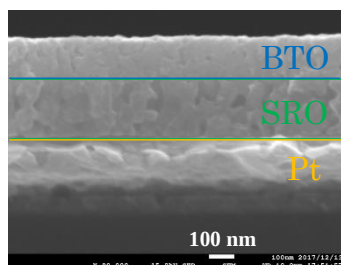


Fig.1 SEM cross-sectional view of BTO/SRO/Pt structure

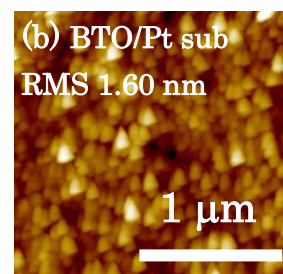
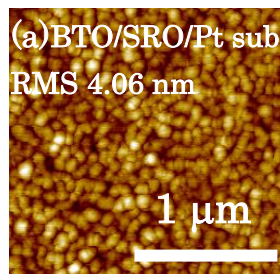


Fig.2 AFM surface views of BaTiO₃ thin film on (a) SRO/Pt and (b) Pt substrates

参考文献

- [1] 澤田 武志, 井上 敬子: “積層セラミックコンデンサの各種分析事例.” 東レリサーチセンター, The TRC News, No.119, (2014)
- [2] 杉江 他 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 21p-H111-8
- [3] 前島 他 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-PA6-3