

課題番号 : F-15-WS-0007  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 極低温下における PZT 薄膜のリーク電流特性評価  
 Program Title (English) : Evaluation of leakage current properties of PZT thin films at extremely low temperature  
 利用者名(日本語) : 梶希, 中嶋宇史  
 Username (English) : N. Hata, T. Nakajima  
 所属名(日本語) : 東京理科大学大学院 理学研究科 応用物理学専攻  
 Affiliation (English) : Department of applied physics, Tokyo University of Science

### 1. 概要(Summary)

強誘電体薄膜に流れるリーク電流は、不揮発性メモリや圧電デバイス応用の際の信頼性低下、寿命短縮の原因となり得るため、その低減に向けて、導電機構に関する基礎的理解が求められている。しかし、実際のリーク電流特性測定においては、電界印加条件や測定履歴によって時々刻々と変化する膜内の空間電荷の影響によって得られる結果が異なり、その導電機構の統一的解釈を困難にしている。そこで本研究では、空間電荷の偏在を排除するため、極低温でのリーク電流特性を評価し、膜本来の導電機構や空間電荷の影響について検討した。

### 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 スパッタ装置 SPC350、半導体デバイス・パラメータ・アナライザ B1500A

【実験方法】 Pt/SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に膜厚 1 μm の Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT)薄膜を成膜し、その表面に平均膜厚 60 nm、直径 100 μm の上部 Pt 電極をスパッタ堆積することでキャパシタ試料を作製した。リーク電流特性の評価には、Agilent 社製半導体デバイス・パラメータ・アナライザ B1500A を用いた。測定試料に正電圧で分極処理を行った後、0→30→0 V の階段波電圧掃引を行い、300 K~10 K の各温度における電流密度  $J$  電界  $E$  特性を評価した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に  $J$ - $E$  特性の温度依存性の結果を示す。測定温度が 300 K の場合は、印加電界増加時(往路)において順方向に電流が流れるが、電界減少時(復路)には、印加電界と逆方向に電流が流れており、空間電荷の偏在によって膜内に印加電界の比較的大きな電界が内在していることが予想される。測定温度が低温になるほど、この  $J$ - $E$  特性の履歴が小さくなり、このことから空間電荷の偏在が抑制できたと考えている。また、300 K では明瞭に観測されていた負性抵抗特性が、測定温度の低下とともに

小さくなり、10 K ではほぼ見られなくなることも確認された。今回の結果は、温度上昇とともに可動イオンが増加し、界面にトラップされる空間電荷が増加していることを示している。以上のデータをもとに強誘電体膜本来の導電モデルを考察したところ、オーミック伝導と空間電荷制限電流が支配的であるという結論を得た。

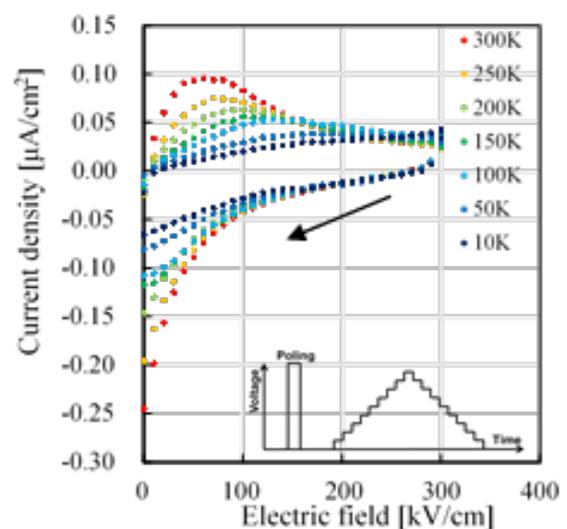


Fig. 1 Leakage current properties of a PZT thin film at various temperatures

### 4. その他・特記事項(Others)

なし

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 梶希, 大塚尚之, 佐々木敏夫, 橋爪洋一郎, 中嶋宇史, 岡村総一郎, The 25<sup>th</sup> Symposium of the Material Research Society of Japan (2015年12月8日)
- (2) 梶希, 佐々木敏夫, 橋爪洋一郎, 中嶋宇史, 岡村総一郎, 第63回応用物理学会春季学術講演会 (2016年3月20日)

### 6. 関連特許(Patent)

なし。