

多元系 n 型酸化物半導体薄膜を用いる透明 ReRAM における ZnO 抵抗変化層へのドーピング効果の検討

Doping effects on ZnO layer in transparent ReRAM

with multi-component n-type oxide semiconductor thin films

金沢工大¹, [○](M2) 木村 京介¹, (B) 寺澤 楽徒¹, (B) 吉田 将真¹, 宮田 俊弘¹

KIT¹, [○]Kyosuke Kimura¹, Gakuto Terasawa¹, Soma Yoshida¹, Toshihiro Miyata¹

E-mail: tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】本研究室では、長年にわたり多元系(複合)酸化物透明導電膜に関する研究を行ってきており、多元系酸化物透明導電膜は、その構成元素の組み合わせや組成を制御することにより、電気的特性、仕事関数、化学的特性等を変化させることができることを明らかにしている。[1]

これまでの先行研究において、ZnO ベース多元系酸化物半導体薄膜を抵抗変化層として採用し、透光性を持つ透明 ReRAM を実現している。[2]しかしながら、ノンドーピング ZnO 薄膜を抵抗変化層として用いる ReRAM においては、高抵抗と低抵抗時の十分な抵抗変化幅が得られないといった問題があった。そこで今回、抵抗変化幅の増大を目的として、抵抗変化層である ZnO 層への Li ドーピングを試み、透明 ReRAM のメモリ特性への影響について詳細に検討したので報告する。

【実験方法】基板には、下部透明電極として、SnO₂:F 薄膜が形成されたガラス板を用いた。抵抗変化層薄膜である ZnO および Li ドープ ZnO 薄膜は、粉末ターゲットを採用する高周波マグネトロンスパッタリング(rf-MSD)法を用いて作成し、成膜温度:室温(RT)、Ar ガスおよび Ar と O₂ の混合ガス雰囲気中、スパッタガス圧 0.6Pa で形成した。Li-ドープ ZnO 薄膜の作製においては、ZnO 粉末に Li₂CO₃ 粉末を混合したターゲットを用いた。上部電極として Al ドープ ZnO(AZO)透明導電膜を採用し、直径を 0.1 から 1.0[mm]と変化したメタルマスクを用いて rf-MSD 法で形成した。作成した抵抗変化層薄膜は、X 線回折法により結晶学的特性をした。また、透明 ReRAM のメモリ特性は I-V ヒステリシス特性及びパルス電圧を用いた各種特性により評価した。

【結果と考察】一例として、Fig.1 及び Fig.2 に、ノンドーピング ZnO 薄膜及び ZnO に Li₂CO₃ 粉末を 12at%混合した粉末ターゲットを使用して作成した Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いて作製した透明 ReRAM の I-V ヒステリシス特性をそれぞれ示す。Fig.2 に示すように、Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いた透明 ReRAM は ZnO 透明 ReRAM と同様に、3.5 [V]で低抵抗状態となる set 動作、-3.5 [V]で高抵抗状態となる reset 動作を実現できた。また、Fig.1 及び Fig.2 から分かるように Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いた透明 ReRAM はノンドーピング ZnO 薄膜を用いた ReRAM と比較して、高抵抗幅と低抵抗幅の変化幅は約 4 倍となり、Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いた透明 ReRAM によって、抵抗変化幅の大幅な増加を実現できた。

【まとめ】Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いた透明 ReRAM は、I-V ヒステリシス特性やパルス電圧を用いた各種特性から、ZnO 透明 ReRAM と同様に、ReRAM として正常な動作を実現できた。また、Li-ドープ ZnO 薄膜を抵抗変化層に用いた透明 ReRAM では、I-V ヒステリシス特性から、ZnO 透明 ReRAM より、大きく抵抗変化をすることを実現できた。

【参考文献】

- 1) T.Minami, "New n-Type Transparent Conducting Oxides", MRS Bulletin, Volume 25, No.8, Aug.2000
- 2) 木村 京介,他, 第 84 回 応用物理学会秋季学術講演会, 23p-A307-4, (2023)

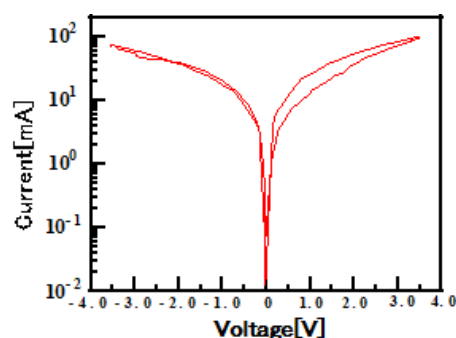


Fig.1 I-V characteristics of ZnO transparent ReRAM

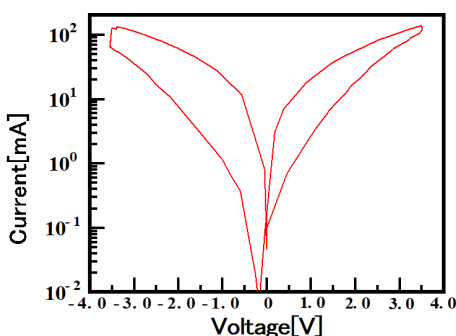


Fig.2 I-V characteristics of Li-doped ZnO transparent ReRAM