

抵抗メモリ用酸化物素子電極間横方向リーク電導特性の評価

Evaluation of Horizontal Leakage Current Conduction between Electrodes of Oxide Device of ReRAM

京工繊工学

○前島 壮, 杉江 敏幸, 林 佑哉, 山下 馨, 野田 実

Kyoto Inst. Tech.

S. Maejima, T. Sugie, Y. Hayashi, K. Yamashita, M. Noda

E-mail: m6621043@edu.kit.ac.jp

はじめに

抵抗メモリ(ReRAM)の実用化に向けて集積度向上等が求められている一方、同メモリ素子を用いたニューロンシナプス素子となるクロスバーメモリスタ[1]のような立体構造が近年注目されている。ReRAMとしても微小化で実際に立体構造を用いる場合には、寄生的な横方向電導によるリーク電流を考慮しなければならない。クロスバーメモリスタの構造の一例を Fig. 1 に示す。

我々は従前有機金属化合物分解(MOD)法において ReRAM 材料候補の一つである BaTiO₃ を製膜し、同膜を電極で挟む積層ダイオード構造に電圧を印加した縦方向電導において、ON/OFF 比 1-2 桁以上の抵抗ヒステリシス特性、かつ、10⁶ 回のスイッチング耐性を維持する結果を得ている [2]。今回まず抵抗メモリ用酸化物薄膜上に櫛歯電極(Inter-Digital Capacitor: IDC 構造)を作製し横方向電導特性を検討した。

実験方法 MgO 基板上に ReRAM 用酸化物の (Ba,Sr)TiO₃ を RF スパッタ法(80 W, 650°C, Ar/O₂ 中 0.2 Torr)で形成した。BaTiO₃ は MOD 法により前駆体溶液を滴下し 500 rpm-3 sec, 4,500 rpm-60 sec の条件でスピコートして各層毎にホットプレートで 200°C-10 min 乾燥し、仮焼成 450°C、本焼成 800°C からなる熱処理を行い結晶化させた。これに真空蒸着法で上部電極 Au を堆積させた後フォトリソグラフィを用い、櫛歯電極を作製した。作製したデバイスの概略図を Fig. 2 に示す。MgO(100)基板上 (Ba,Sr)TiO₃ 厚は約 700 nm、Au 電極厚は約 500 nm、Au 電極間ギャップは約 10 μm、Au 電極長は約 400 μm である。

I - V 特性は半導体パラメータアナライザ(B2912A, Keysight 社製, 4145B, Agilent 社製)で評価した。

結果及び考察

Fig. 3 に試作した Fig. 2 の IDC 構造における Au 電極間リーク電流の電圧依存性を示す(電圧掃引速度約 0.5 V/sec)。本結果は正電圧印加時だが負電圧印加時でも対称な特性となった。本構造は Fig. 1 のクロスバーメモリスタの構造の上部表面電極構造に対応する。Fig. 3 からリーク電流の電導モードは低電界領域(約 1.8 MV/m 以下)ではオーミック電流($I \propto V$)、高電界領域(約 1.8 MV/m 以上)では空間電荷制限電流($I \propto V^n$; $n \geq 2$)に対応すると推定される。膜厚方向(縦方向)電導[2]と異なり、ショットキー電導モードはほぼ見られなかった。

電磁界解析から電極間電界は電極 - 酸化物界面電極端に集中し、電極間では酸化物表面に集中する

ため、リーク電流経路もほぼ同表面付近である。酸化物表面なので一般に結晶欠陥、特に酸素欠陥、また表面吸着物等が影響すると考えられるが、Fig. 3 の結果から高電界時には膜表面付近の酸素欠陥等に起因する空間電荷がリーク電流を支配する可能性が示唆されたと考えている。

今後、下部電極間電導特性、最隣接クロスポイント間クロストーク性の検討を行いたい。

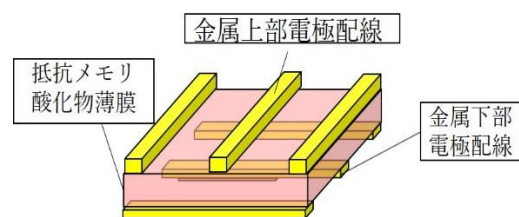


Fig. 1 クロスバーメモリスタの構造

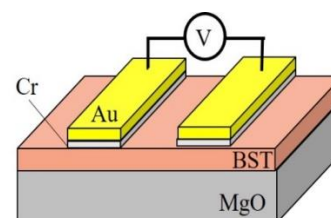
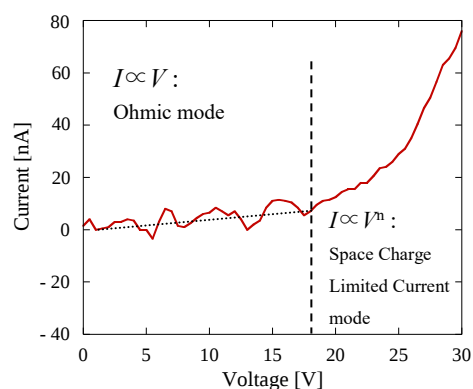


Fig. 2 抵抗メモリ酸化物薄膜表面デバイスの概要図

Fig. 3 BST 膜上における横方向電導 I - V 特性

参考文献

- [1] Sung Hyun Jo *et al.*: Nano Lett. 2010, 10, 1297-1301
- [2] 前島 他 第 77 回応用物理学会秋期学術講演会 13a-A31-8