

○谷本優輔¹, 古屋沙絵子², 渡辺忠孝³, 高野良紀³, 高瀬浩一³

*Yusuke. Tanimoto¹, Saeko. Furuya², Tadataka. Watanabe³, Yoshiki. Takano³, Kouichi. Takase³

Abstract: We have investigated the current - voltage characteristic of the resistive change random access memory (ReRAM). For the practical application the suppression of switching voltage is needed. In this study, we have tried to suppress the switching voltage distribution to confine the effective contact area to form the contact filaments.

1. 緒言

金属と絶縁体の 2 つの状態を可逆的に変化する抵抗変化型メモリ ReRAM は、絶縁膜を電極で挟むだけの単純な構造、高集積度、高速応答、不揮発性といった優れた特徴をもつことから次世代メモリ候補として注目されている。しかし、情報の書き込み回数や保持時間、状態変化時(スイッチング)の電流や電圧にばらつきがあるため、現在でも実用化には至っていない。スイッチング電圧のばらつきはフィラメントモデルによると、種類の異なる導電性フィラメントが絶縁破壊時に多数形成され、スイッチング毎にいろいろなフィラメントが選択されるため引き起こされると考えられる。スイッチング電圧のばらつき抑制には、できる限り同種のフィラメント形成を促す必要がある。そのためには、フィラメントが形成される上部電極直下の空間を小さくし、フィラメント数を抑制することでフィラメントの種類も少なくできると思われる。そこで本研究では、ナノサイズの細孔を無数に有する陽極酸化ポーラスアルミナを絶縁膜として注目し、陽極酸化条件により上部電極との有効接触面積を制御し、これらが書き込み回数やスイッチング電圧のばらつきにどのように影響するかを調べた。

2. 実験

絶縁酸化膜の形成には、2 段階の陽極酸化を用いた。電解質溶液に浸した基板とそれに対向した位置に置かれた白金電極間に定電圧を印加することにより、1 度目の酸化処理を行う。ここで長時間印加しアルミニウム表面に秩序配列したバリア層、その上に酸化膜を形成する。形成された酸化膜をリン酸クロム酸混合溶液により除去し、2 度目の陽極酸化によって細孔径 25 nm 程度のアルミ酸化物を作成した。2 ステップ陽極酸化を行うことにより、規則配列したくぼみを持つアルミニウム表面にそって酸化膜が形成され、その断面図は中心部分に細孔が存在する六角格子が規則配列している(Fig.1)。その後、リン酸を用いて Fig.2 のように細孔径を大きくするエッチング処理を行う。処理時間に伴い有効接触面積が小さくなるため 0, 10, 20, 30, 40, 60 分のエッチングを行いそれぞれ異なる細孔径を持つ試料を作成し、インジウムを上部電極として取り付けた。電流 - 電圧測定には二端子法を用いて室温で行い、素子の破壊を防ぐために制限電流を設けた。

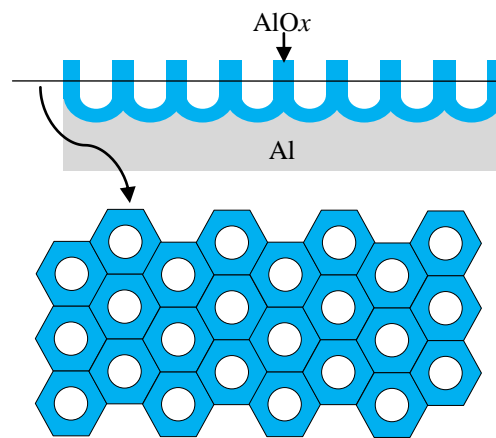


Fig.1 a cross section of the porous alumina

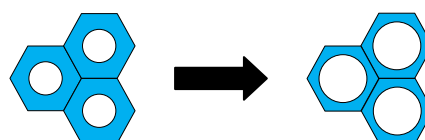


Fig.2 after processing at etching

3. 結果と考察

エッチング処理を行った 6 つの試料の電流 - 電圧測定結果を Fig.3 (a) ~ (f) に、Table. 1 にそれぞれの制限電流、サイクル数をまとめたものを示す。陽極酸化のみの試料(a) はサイクル数が少なくスイッチング電圧も他試料に比べる

と大きい。しかしエッチング処理を行った試料を見ると (b) ~ (d) までは時間と共にサイクル数は増加し、スイッチング電圧も減少していく傾向が見られた。エッチング処理によってバリア層の厚みが薄くなっている効果が出てきていると考えられる。そして 40 分はスイッチング電圧にばらつきがあるものの、サイクル数が最大となり高耐久であることがわかる。60 分の試料はサイクル数が少なくなりましたがスイッチング電流、電圧は他試料と比較すると格段に小さくなり、更にばらつきも抑制されている。これはエッチング処理を行うことによって有効接触面積が小さくなり多数の電流パスの形成を抑制できたためだと考えられる。全体的に見てみると Fig.5 のようにエッチング処理の時間と比例してスイッチング電圧が減少していく傾向が見られる。

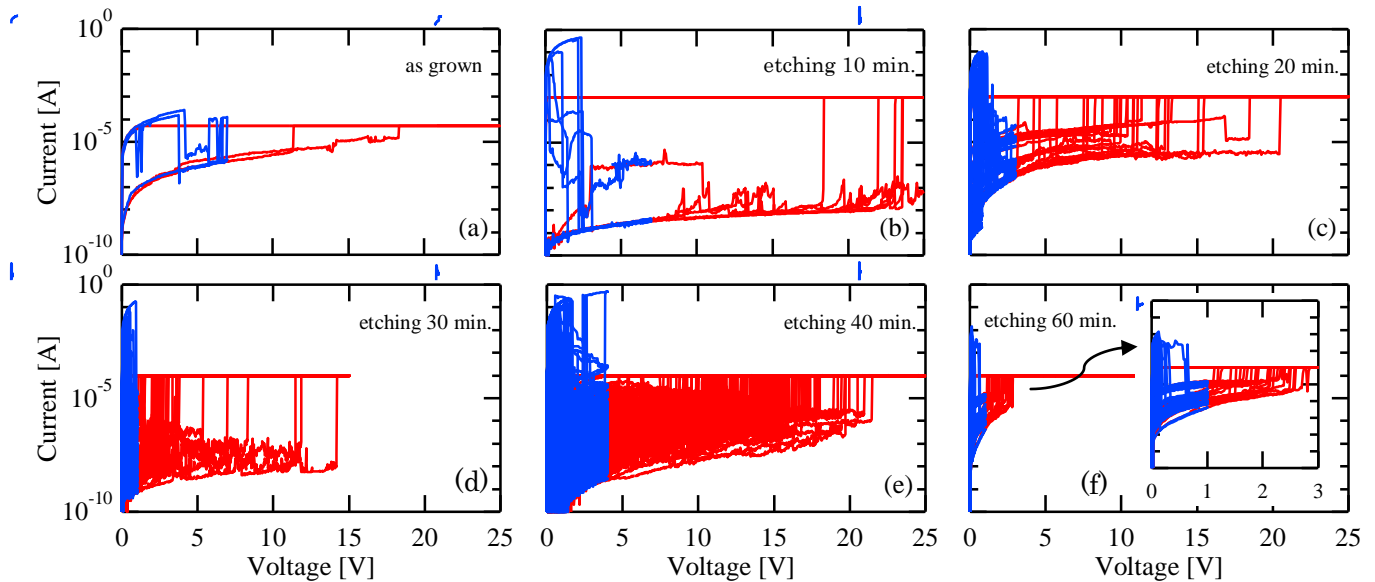


Fig.3 Current – Voltage characteristic (anodized for 10 min.)

Table.1 as a result of each sample

試料	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
制限電流 [μA]	10	1000	1000	100	100	100
サイクル数	2	7	37	40	222	23

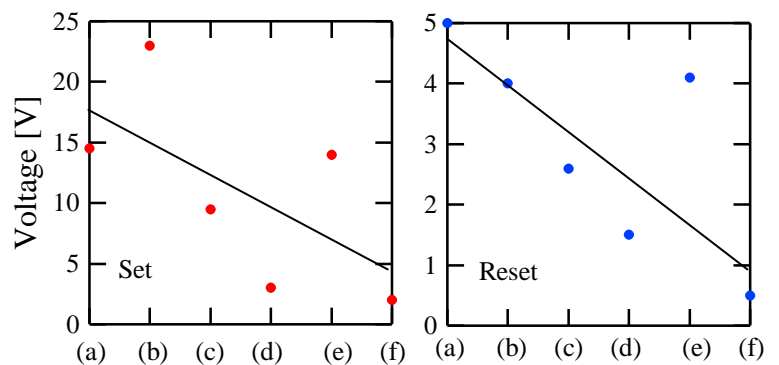


Fig.5 averages of switching voltage

4. 結論

我々は陽極酸化ポーラスアルミナを用いた ReRAM を作成し、エッチング処理の時間を変えることにより膜厚と有効接触面積を変化させることにおける影響を調査した。2 ステップ目の陽極酸化の時間が 10 分の試料に関してはエッチング処理を行うことによってスイッチング電圧の減少、また 40 分まではサイクル数も増加した。これらの結果からエッチング処理を行うことにより ReRAM の性能を上げることに期待が持てる。

5. 参考文献

- [1] 越前谷剛 日本大学大学院 2003 年度 修士論文