

抵抗変化層にZrO₂/SiO₂を用いた抵抗変化型メモリ(ReRAM)のアニール条件の探索

Search for annealing conditions for resistance change memory using ZrO₂/SiO₂ as resistance change layer

工学院大学 高機能デバイス研究室
結城賢采
指導教員 相川慎也

工学院大学 工学部 電気電子工学科 高機能デバイス研究室

キーワード：電気電子， 不揮発メモリ， 抵抗変化型メモリ(ReRAM)， 遷移金属酸化物

1. 導入

1980年代にNANDフラッシュメモリが発明されてから今日に至るまで、微細化・高集積化が進められてきた。しかし、近年では微細化の限界が示唆され、メモリを立体的に構築する3Dフラッシュメモリの開発が行われているが、コスト及びデータの書き出し・読み出しの消費電力の増加、データの処理時間などが課題として挙げられている。

こうした課題を解決するために、現在では、強誘電体メモリ(FeRAM)、磁気抵抗変化メモリ(MRAM)、相変化メモリ(PRAM)、抵抗変化型メモリ(ReRAM)等の次世代型不揮発メモリが提案され、研究開発が盛んに行われている。

本研究では、Cu/ZrO₂/SiO₂/Mo構造のReRAMにおいてアニール処理が動作に及ぼす影響と最適な条件の探索を行った。また、その条件をPt/ZrO₂/SiO₂/Pt構造に適用させ、比較を行った。

2. 実験方法

成膜には、電子ビーム蒸着装置を用いてSi基板上に下部電極のMo、抵抗変化層のZr/SiO₂を蒸着させ、卓上型ランプ加熱装置を用いて酸素雰囲気下でアニールを施した。この処理を施すことによってZrをZrO₂に遷

移させる。温度は、200,400,600[°C]の3通り、時間は1,15,30[min]の3通り。その後、上部電極のCuを蒸着させ、二端子法により測定した。0[V]→5[V]→-5[V]→0[V]の電圧掃引を1サイクルとし、計15回行った。On/Off比は最大で30回計測できた。また、最適な条件を上部・下部電極がPtの構造に適用させた。

3. 結果及び考察

200,400,600[°C]の3通りの中で600[°C]でのみ動作が見られた。200,400[°C]ではどの時間でも動作が見られなかった。600[°C]では時間条件が1[min]のときのみ動作が見られなかった。このことから温度条件600[°C]、時間条件15,30[min]のI-V特性を図1に示す。

15[min]では計12回、30[min]では計11回計測された。このときのOn/Off比を図2に示す。

これらのことから時間条件に関わらず200,400[°C]と600[°C]1[min]では、Zrが遷移するための温度及び時間が不十分だったと考える。加えて、600[°C],15[min]と30[min]のOn/Off比を比較すると、15[min]のときが早く計測され始める。600[°C],30[min]ではアニール処理の時間が過剰であり、必要以上に酸素が供給

されたことで絶縁性が高くなったと考察する。以上のことから、Cu/ZrO₂/SiO₂/Mo構造のReRAMにおいて適している条件は温度条件600[°C]、時間条件15[min]であると定める。これを上部・下部電極がPtの構造に適用させ、I-V特性を図1に追記し、On/Off比を図3に示す。

On/Off比に着目すると、 R_{on} はともにある程度一定に保たれている。しかし、 R_{off} はCu/Mo構造がおよそ10³であるのに対し、Pt/Pt構造は10⁵~10⁷と抵抗値が高い傾向がある。またOn/Off比が計測されたときの電圧を比較してみてもPt/Pt構造の方が高い傾向がある。Cu/Moが抵抗変化層にCuフィラメントを形成する¹⁾のに対し、Pt/Pt構造は抵抗変化層に酸素空孔フィラメントを形成する。イオン化しやすいCuを使用することによって抵抗値が低くなり、比較的低電圧で動作するようになつたと考える。

4. 結論

抵抗変化層にZrO₂/SiO₂を用いたReRAMの適切なアニール条件の探索を行った。動作には抵抗変化層の酸素濃度、フィラメントの形成プロセスが動作に影響を及ぼし、デバイスとして機能する適切な条件は600[°C], 15[min]であると考える。

今後の展望として、温度・時間条件を細かく設定することでより詳細な条件の探索を行っていく。

5. 参考文献

- 1) Haifa Zhai, Jizhou Kong, Jien Yang, Jing Xu, Qingran Xu, Hongchen Sun, Aidong Li, Di Wu Resistive Switching Properties and Failure Behaviors of (Pt, Cu)/ Amorphous ZrO₂/Pt Sandwich Structures Journal of

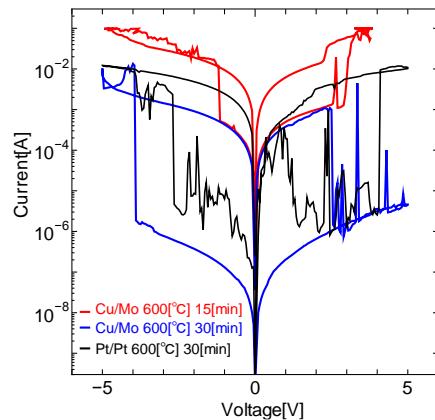


図1：各電極・条件におけるI-V特性

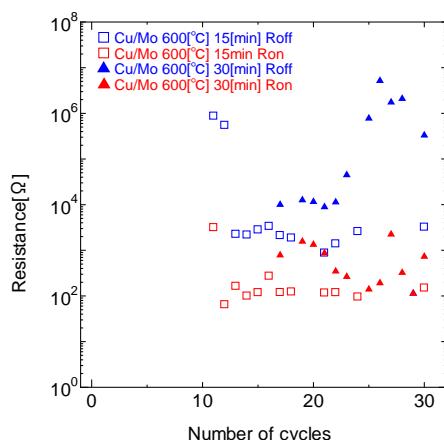


図2：Cu/Mo構造のOn/Off比に及ぼす時間条件の比較

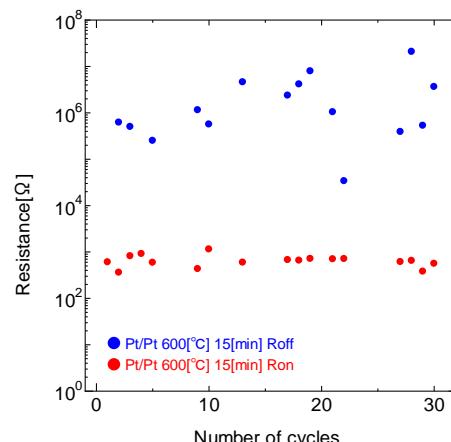


図3：Pt/Pt構造におけるOn/Off比