

ローパワーマイコン向け TaOx ReRAM の開発

Development of TaOx ReRAM for low-power MCU application

パナソニックセミコンダクターソリューションズ [○]魏 志強

Panasonic Semiconductor Solutions Co., Ltd, [○]Zhiqiang Wei

E-mail: wei.zhiqiang@jp.panasonic.com

近年、電池駆動機器に使用されるマイコンにおいて、バッテリーの長時間駆動や小型化のために低消費電力化の要望が高まっている。マイコンの消費電力低減に有効な方法として、内蔵される不揮発メモリの動作電力低減が挙げられる。抵抗変化型不揮発性メモリ (Resistive Random Access Memory, ReRAM) は、読出し・書換え時の低消費電力や高速書換えなどの特徴を有することから、マイコン消費電力削減の要望にマッチする。2013 年には 180 nm 世代の TaOx ReRAM を混載したマイコン (ReRAM マイコン) の量産が開始された。ReRAM マイコンを警報機などのコイン電池駆動システムに適用した場合、間欠動作時の消費電流を従来のフラッシュメモリ混載マイコンの約 1/2 以下 (約 $2\mu\text{A}$ 以下) に低減できる。図 1 に示すように、パナソニックは ReRAM マイコンを適用した低消費電力アプリケーションを展開している。

TaOx ReRAM マイコンを実用化できた理由として、デバイス開発の観点から二つ挙げられる。一つ目は、ReRAM のメカニズムの理解である。硬 X 線光電子分光により、動作原理が酸化膜における酸化還元反応であることを確認した。この動作原理に基づき電極および酸化膜材料の検討を行い、それらを構成する金属の標準電極電位が抵抗変化特性を支配することを明らかにした[1]。さらに電子ビーム吸収電流法で解析により、この抵抗変化現象が面全体ではなく微小な導電性の領域 (導電性フィラメント) で局所的に起こっていることを突き止めた。この観察結果をベースに、図 2 に示すように、フィラメント位置を制御するプロセス技術を実現した [2]。二つ目は、確立微分方程式を用いた信頼性モデルの構築[3]によりリテンション予測が可能となり、商品としての信頼性を確保できたことである。これらの取り組みにより、TaOx ReRAM の商品化に成功した。

[1] Z. Wei *et al.*, IEDM Tech. Dig., 293-296 (2008).

[3] Z. Wei *et al.*, IEDM Tech. Dig., 177-180 (2015).

[2] Y. Hayakawa *et al.*, VLSI. Tech. Dig., T14-15 (2015).



Fig.1 Applications of ReRAM embedded MCU.

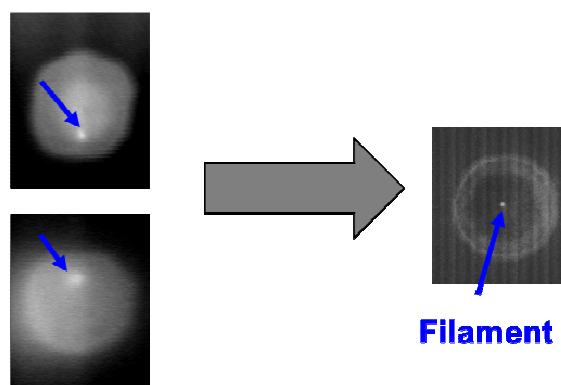


Fig. 2 Centralizing the Filament