

# 熱アニールによる $\text{HfO}_2$ 膜変化の導電 AFM 観察

## c-AFM of Annealed $\text{HfO}_2$ -thinfilm

○三沢 源人、島 久、内藤 泰久、秋永 広幸（産総研）

○Guento Misawa, Hisashi Shima, Yasuhisa Naitoh, Hiroyuki Akinaga (AIST)

E-mail: g.misawa@aist.go.jp

遷移金属酸化物を用いた抵抗変化メモリ ReRAM が、新しい不揮発性メモリ技術の1つとして注目を集めている。極微細 ReRAM のプロセス開発も急速に進んでいるが、実用化に耐える高い動作信頼性を確保するためには局所的な電気的特性評価が重要である。今回、遷移金属酸化膜の面内において動作に寄与する領域がどのように生じるのか明らかにするため走査プローブ顕微鏡による観察を行った。これまでに、 $\text{HfO}_2$  と界面を形成する電極の一方を Ti や Ta のような反応性材料とし、他方の電極を TiN や Pt のような安定な材料とした場合に良好なメモリ特性が得られることが分かっている。本実験では、Ti の上に  $\text{HfO}_2$  薄膜を成膜して反応性材料との界面を形成し、他方は  $\text{HfO}_2$  膜に接触させた導電性 AFM 探針を電極とした。この構造を用いて、デバイス機能発現のための熱アニール工程の前後について、導電性の分布を測定したところ、アニールにより局所的な導電箇所が増加することが確認された。Fig.1 は真空中にて  $450^\circ\text{C}$  でアニールした後、サンプルバイアス電圧  $-0.1\text{V}$  を印加しコンタクトモードでスキャンしながら導電性ダイヤモンドコーティング探針に流れる電流を記録したものであり、局所的に電流の流れやすい部分が生じていることがわかる。（電流アンプの過渡応答により  $10\text{pA}$  以下では長い尾を引いているため表示していない）なお、加熱前に同じサンプルの別の場所を測定した際には、より広い測定範囲で電流は検出限界以下であり、 $3\text{V}$  程度の電圧でもブレークダウンしなかった。導電性の発生の起源は、印加電圧や製膜時の膜厚のばらつきよりもスイッチング層である  $\text{HfO}_2$  から貯蔵層である Ti に酸素が引き抜かれることにあると考えられ[1]、Fig.2 に示すようにこの酸化還元反応の進行にともない低抵抗領域が貯蔵層側から厚くなって膜厚分布等により局所的に導電性を生じるものと推測される。

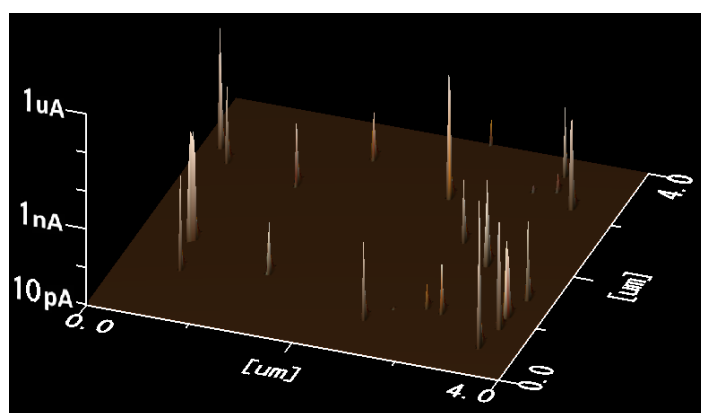


Fig.1 Conductivity of  $\text{HfO}_2$  layer on Ti after  $450^\circ\text{C}$ -anneal

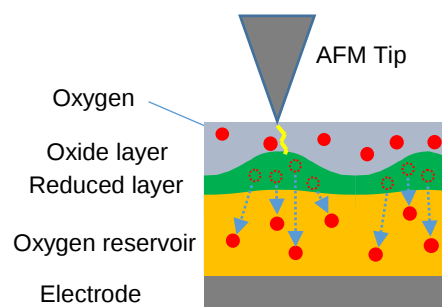


Fig.2 Sample structure

[1] H. Akinaga and H. Shima, *Proceedings of the IEEE*, 98, 2237 (2010)