

Mn ナノドットを埋め込んだ SiO_x MIM 構造の局所電気伝導解析

Local Electrical Properties of Mn-Nanodots embedded SiO_x MIM Diodes by Atomic Force Microscopy Using a Conducting Probe

¹名大院工, ²名大 VBL ○¹荒井 崇, ¹劉 冲, ²大田 晃生, ¹牧原 克典, ¹宮崎 誠一
¹Nagoya Univ., ²Nagoya Univ. VBL, ○¹Takashi Arai, ¹Chong Liu, ²Akio Ohta, ¹Katsunori Makihara
 and ¹Seiichi Miyazaki

E-mail: miyazakilab@googlegroups.com

序 > これまでに、RF スパッタ形成した Si リッチ酸化膜(SiO_x: x~1.8)を抵抗変化層に用いた MIM 構造において、導電性フィラメントパスに起因するバイポーラ型の抵抗変化スイッチング特性を報告した [1]。また、SiO_x 層中に Mn ナノドットを組み込むことで、抵抗変化動作の安定性が顕著に向上することを明らかにした [2]。本研究では、金属ナノドットを埋め込んだ絶縁膜における伝導パスの知見を得るために、導電性 AFM 探針を用いて、薄膜上部電極上における二次元電流像を定量評価した。

実験 > SiO₂/n-Si(100)基板上に、下部電極として膜厚~15nm の Ni を電子線蒸着(EB)により形成した後、厚さ~1nm の SiO_x 膜と膜厚~2nm の Mn 膜を同一チャンバ内にて連続で EB 堆積した。その後、60MHz 高周波電力の誘導結合により励起・生成した高密度水素プラズマを用いて、Mn 膜表面に外部非加熱でリモート H₂ プラズマ処理(H₂-RP)を施した(500W, 10Pa) [3]。

尚、H₂-RP 処理後の表面形状像観察から、面密度~4×10¹⁰ cm⁻² の Mn ナノドットが高密度一括形成できていることを確認している。ナノドット形成後、抵抗変化層として膜厚~8.0nm の SiO_x を形成した後、上部電極として Ni 膜を EB 堆積し、MIM 構造を形成した。作成した試料の局所電気伝導特性を調べるために、上部電極を基準として下部 Ni 電極に負バイアスを印加し、接地電位の導電性 AFM 探針(Rh コート Si カンチレバ)を用いて、上部 Ni 電極表面の表面形状像と二次元電流像の同時観測を行った(Fig. 1)。

結果及び考察 > MIM 構造の上部 Ni 電極上の表面形状像において、ドット形状(面密度: ~3.7×10¹⁰ cm⁻²)が認められ、ドットを挿入していない MIM 構造では、均一な表面形状を確認していることから、下地 Mn ナノドットを反映した表面形状であると考えられる(Fig. 2 (a))。MIM 構造形成後、下地 Ni 電極に-0.5mV 印加し二次元電流像を測定した結果、電流レベルの増大は認められず、均一な二次元電流像であった。しかしながら、下部 Ni 電極に-1.3V 印加し、フォーミングを行った後(I_{comp.}: 1mA)、再度二次元電流像を同条件で観測した結果、表面形状像の凸部に対応した高伝導領域が認められた(Fig. 2 (b))。これらの結果から、Mn ナノドットを挿入した SiO_x MIM 構造では、Mn ナノドットから伝導パスが生成されることに起因して、抵抗変化の動作電圧のばらつきが抑制できていると考えられる。

結論 > Mn ナノドットを埋め込んだ SiO_x-MIM 構造の表面形状像および二次元電流像の同時観察において、フォーミング後の抵抗変化特性は、Mn ナノドットから伝導パスが寄与していることが分かった。

謝辞 > 本研究の一部は、科学研究費補助金 若手研究 (B) (課題番号 25790058) の支援を受け、名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリーを利用して行った。

文献 > [1] A. Ohta et al., IEICE Trans. on Electron., **E96-C** (2013) 702. [2] 荒井 他, 第 61 回春季応用物理学会(発表予定). [3] K. Makihara et al., Jpn. J. Appl. Phys., **47** (2008) 3099.

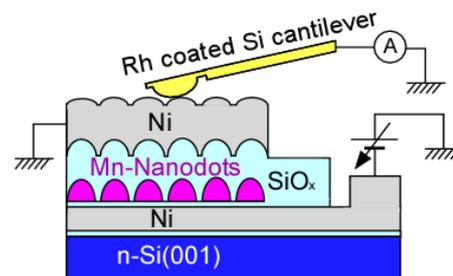


Fig. 1 Schematic views of MIM structure and measurement setup.

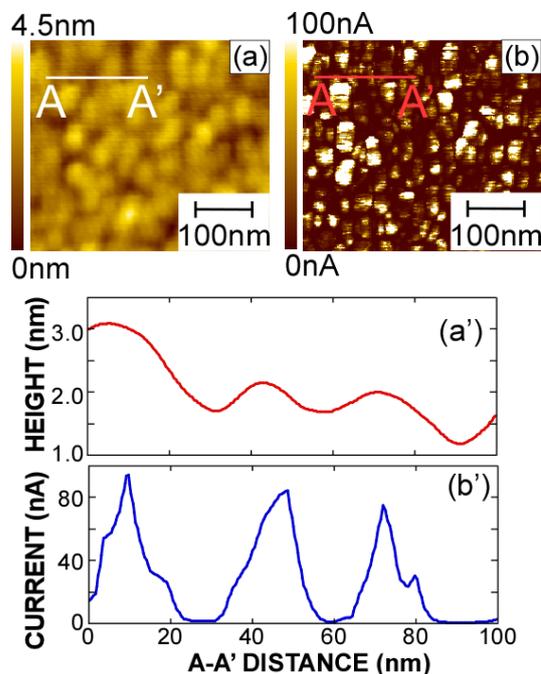


Fig. 2 Topographic (a) and corresponding current images for a SiO_x-MIM diode with Mn-nanodots, taken by biasing the Ni bottom electrode at -0.5mV after forming process at -1.3V and cross-sectional profiles (a') and (b') along the line A-A' shown in images (a) and (b).