20a-A10-3

Mn ナノドット埋め込み Si リッチ酸化膜の抵抗変化特性

Resistance-Switching Properties of Mn-Nanodots embedded Si-rich Oxide Films

[1]名大院工，[2]名大 VBL　○[1]荒井 崇，[2]大田 晃生，[1]牧原 克典，[1]宮崎 誠一
[1]Nagoya Univ., [2]Nagoya Univ. VBL, ○[1]Takashi Arai, [2]Akio Ohta, [1]Katsunori Makihara, and [1]Seiichi Miyazaki
E-mail: arai.takashi@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

序＞これまでに、電子線(EB)蒸着により形成した SiO_x 薄膜の抵抗変化特性を報告した[1]。前回、Mn 薄膜(~2nm)のリモート水素プラズマ(H_2-RP)処理により形成した Mn ナノドット（面密度:~2.4×$10^{11}cm^{-2}$）を SiO_x 薄膜中に埋め込んだ構造にすることで、RESET 電圧および OFF 電流が低減することを報告した[2]。本研究では、同様の手法を用いて異なる面密度のナノドットを形成し、SiO_x 薄膜の抵抗変化特性に及ぼす影響を調べた。

実験＞SiO_2/n 型 Si(100)を下地基板として、EB 蒸着 (ベース圧力:1x10^{-3}Pa) により Ni 下部電極(膜厚:~15nm)、SiO_x 膜(~1nm)、Mn 膜(~1nm)を順に積層した。続いて、外部非加熱で H_2-RP 処理(60MHz-ICP: 250W, 10Pa)を行い[3]、Mn ナノドットを一括形成した。ナノドット形成後、SiO_x 膜(~8nm)と Ni 上部電極(膜厚: ~50nm, 電極面積: ~2.6x$10^{-3}cm^2$)を形成した。比較として、Mn 膜堆積および H_2-RP 処理工程をスキップした MIM ダイオードも作製した。

結果及び考察＞Fig.1 に、H_2-RP 処理前後の AFM 表面形状像を示す。Mn 膜堆積直後では表面ラフネス(RMS)は 0.5nm であり、下地 SiO_x 膜の形状とほぼ同等であることから、均一な Mn 膜の形成が確認できる。H_2-RP 処理後では、明瞭なドット形状が認められ、処理時間を 2 分から 4 分に長くすることで、ドットサイズの増大に伴って、ドット面密度は 4.7×$10^{11}cm^{-2}$ から 2.8×$10^{11}cm^{-2}$ に減少した。また、高さ分布を求めた結果、平均ドット高さは 5.6nm および 5.8nm であることが分った。Fig.2 に、作製した MIM ダイオードの Ni 上部電極に負バイアスを印加し、電流-電圧特性より抵抗変化特性を評価した結果を示す。いずれの試料においても、ユニポーラ型の抵抗変化スイッチングが認められる。比較として作成した SiO_x 単層膜の場合では、初期より低抵抗状態であるのに対して、Mn 膜およびナノドットの埋め込みによりフォーミングが必要であった。このことは、埋め込んだ Mn の一部が酸化していることを XPS 分析より観測しており、SiO_x だけでなく Mn 酸化物も抵抗変化動作に寄与していることを示唆している。また、ナノドットの面密度を 4.7×$10^{11}cm^{-2}$ まで高くすると、Mn 膜を挿入した場合と同程度まで SET および RESET 電圧が減少し、Mn 膜を挿入した試料に比べても動作電圧の分布が減少する傾向が認められた。

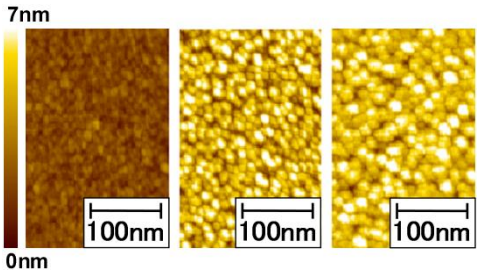

Fig. 1 Topographic images taken for Mn/SiO_x/Ni stacked structure (a) before and after remote H_2 plasma exposure for (b) 2min and (C) 4min.

結論＞SiO_x 膜における抵抗スイッチングの動作電圧の低減およびばらつき抑制には、Mn ナノドットの埋め込みと高面密度化が有効であることが明らかになった。

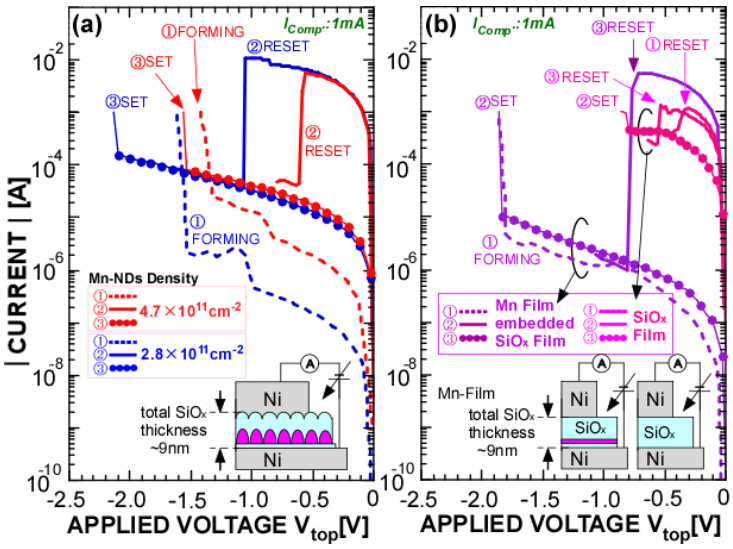

Fig.2 Typical I-V curves of (a) Ni/SiO_x/Mn -Nanodots/SiO_x/Ni, (b) Ni/SiO_x/Mn/SiO_x/Ni and Ni/SiO_x/Ni MIM diodes.

文献＞[1] A. Ohta, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **52**, 2013, 11NJ06. [2]荒井 他、2014 年 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-E8-11, 06-177. [3] K. Makihara, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **47** (2008) 3099.

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) および東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究の支援を受け、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。

© 2014 年　応用物理学会