

＊課題番号 : F-12-OS-0011
 ＊支援課題名 (日本語) : 酸化ナノワイヤを用いた極微機能性ナノデバイスの創出
 ＊Program Title (in English) : Synthesis of Functional Oxide Nanowire Devices
 ＊利用者名 (日本語) : 柳田剛、長島一樹、Annop Klamchuen、Gang Meng、Fuwei Zhuge、Yong He
 ＊Username (in English) : Takeshi Yanagida、Kazuki Nagashima、Annop Klamchuen、Gang Meng、Fuwei Zhuge、Yong He
 ＊所属名 (日本語) : 大阪大学産業科学研究所
 ＊Affiliation (in English) : The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka Univ.

Summary :

金属/酸化物/金属(MOM)構造における電界誘起抵抗変化メモリ効果は“メモリスタ”として世界的に注目を集めているが、メモリ部位が固体内部に存在する従来キャパシタ構造では本現象における周辺雰囲気の影響を抽出することが原理的に困難であった。本研究では、プレーナ型の酸化ナノ構造メモリスタの外部環境を意図的に変化させ、メモリ効果を担う空間部位の熱力学的安定状態が不揮発性メモリ効果に与える効果について報告する。

Experimental :

電子線描画装置(30kV)とパルスレーザー堆積(PLD)法を用いてプレーナ型ナノ細線素子を作製した。酸化ナノ材料の本質的なメモリ特性を評価する為に、電極材料には酸化しにくいPtを用いた(RFスパッタ装置)。種々の酸化ナノ材料(TiO_2 , NiO , CoO)を用いてナノ細線素子を作製し、材料間の差異を検討した。電気測定には半導体パラメータアナライザ Keithley 4200SCS を使い、室温環境下で測定を行った。

Results and Discussion :

10^5Pa (大気)下で電気伝導評価を行った結果、プレーナ型 TiO_2 ナノ細線素子では NiO や CoO から構成される同様のプレーナ型ナノ細線素子とは異なり、メモリ効果は観測されなかった。一方、 10^{-1} - 10Pa 下において、 TiO_2 ナノ細線素子は伝導状態の安定性改善と共に明確なメモリ効果を示した。系統的な雰囲気制御による検討により、上記結果が周辺環境との熱力学的相互作用により決定される酸化還元状態の相安定性に起因することが明らかとなった。更に本研究では保護層の導入により、ナノスケールメモリスタの動作安定性の改善を検討した。その結果、室温大気環境下において全くメモリ効果を示さなかった TiO_2 ナノ細線素子において、劇的なメモリ動作安定性の改善が見られ、極めて安定なスイッチング繰り返し動作(10^6 回)を観測することに成功した。今回得られた一連の結果は、抵抗変

化メモリ現象発現に関する本質的な知見であり、周囲環境が無視できなくなる極微集積デバイスにおいて、その特性を決定・制御する重要な知見である。

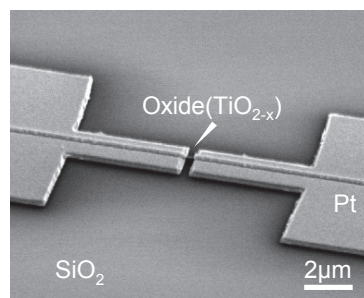


Fig.1 FESEM image of planar-type oxide nanodevice

Outlook :

今後の課題として、本研究で明らかとなったメモリ効果に対する酸化還元状態の双安定性を意図的に制御する保護層材料の探索、更には保護層/酸化ナノ界面における酸化還元反応の理解を深化させることがナノスケールメモリの設計において必要不可欠となる。

Publication :

K. Nagashima et al. Nano Lett. 12, 5684 (2012)

K. Nagashima et al. Jpn. J. Appl. Phys. 51, 11PE09 (2012)