

NiO を用いたクロスバー型抵抗変化型メモリが示す

量子化コンダクタンス

Quantized conductance in a NiO-based ReRAM made in a crossbar structure

早大先進理工 ○(M1)高木 陸, 長谷川 剛

Waseda Univ., °Riku Takagi, Tsuyoshi Hasegawa

E-mail: naruto@fuji.waseda.jp

はじめに：抵抗変化型メモリは、簡単な素子構造で有りながら高速・低消費電力で動作する不揮発性メモリとして期待されている。NiO を用いた抵抗変化型メモリでは、酸素イオンが拡散することで残された Ni イオンが還元されて伝導経路が形成される。磁性材料であるため Ni フィラメントは磁場強度に依存した量子化コンダクタンスを示すことが報告されている[1]。前回我々は、下部 Pt 電極上に形成した NiO 膜表面にプローブを接触させた擬似的な素子構造で量子化コンダクタンスが観測できることを報告した[2]。しかしこの方法では、NiO 膜から析出した Ni 原子が NiO 膜とプローブとの間にフィラメントを形成している可能性を排除できないなどの課題があった。そこで本研究では、クロスバー構造の NiO 素子での量子化コンダクタンスの観測を目指した。

実験：初期オフ抵抗の低い素子では量子化コンダクタンスの観測が難しいことが分かっている。本研究では、NiO 層の膜厚に加えて、上部電極の材質(Ni, Pt)と膜厚を変数として素子構造を作製した。クロスポイント（電極）サイズは、50 μ m 角である。素子特性評価には半導体パラメータアナライザ 4155C を使い、過渡現象である量子化コンダクタンスの観測にはデジタルオシロスコープを用いた。磁場印加は磁束密度 330 mT の磁石上に素子を配置することで行った。

結果と考察：上部電極に Pt を用いた場合、NiO 層の膜厚を 70nm にしても絶縁性の確保ができなかった。Ni を上部電極に用いた場合は絶縁性の確保はできた。しかし、NiO の膜厚が薄い(≤ 50 nm)場合、急峻な電流値の上昇は見られず量子化コンダクタンスも観測できなかった。一方、NiO の膜厚が 70nm の素子では、急峻な電流値の上昇が起こった。解析の結果、量子化コンダクタンスも発現していることが分かった(Fig. 1)。磁場印加によって量子化の単位が $2e^2/h$ から e^2/h に変わる様子は未だ明瞭には観測できていないが、観測データを積み上げることで統計的に有意な差が現れるものと期待している。

参考文献: [1] 小野ほか、まてりあ第 39 巻第 6 号, 531-536 (2000). [2]高木ほか、第 69 回応用物理学会春季学術講演会 22a-E102-8.

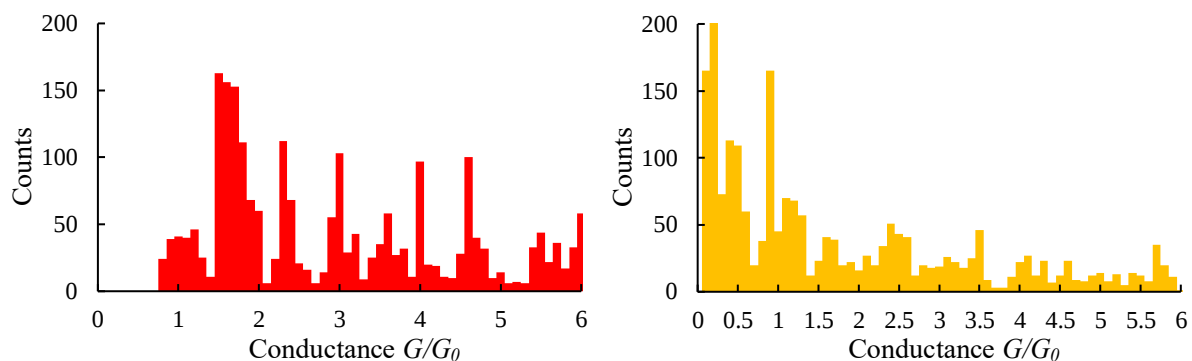


Fig.1 Histogram of conductance in a NiO-based ReRAM made in a crossbar structure, measured (a) without and (b) with a magnetic field.