20p-C11-6

バイポーラフィードバック電圧制御法による Ni ナノ構造の形状変化

Geometry variation of Ni nano structure by Bipolar Feedback Voltage Control

北大院情報　○越智　隼人，　村上　暢介，　浜田　弘一，　有田　正志，　高橋　庸夫

IST, Hokkaido Univ.

○Ochi Hayato, Murakami Yosuke, Hamada Koichi, Arita Masashi, Takahashi Yasuo

E-mail: hayato_ochi@ec.hokudai.ac.jp

はじめに　近年、高機能なデバイスをナノスケールで作製する手法としてエレクトロマイグレーション(EM)が注目されている。その中でナノギャップに対する EM 手法として通電電流の極性交互変化(交互通電手法)を用いた単電子トランジスタ作製手法が提案されている[1]。我々はこれまでに、この交互通電手法をフィードバック制御で行うバイポーラフィードバック電圧制御法(以下 BP 法)がナノワイヤの形状や電気抵抗などに与える影響を報告してきた[2]。今回、従来のモノポーラでのフィードバック電圧制御法(以下 MP 法)との比較により、形状変化の解析を行った。

実験方法　熱酸化 SiO_2/Si 基板上にフォトおよび電子線リソグラフィーとリフトオフ法により Ni 細線パターンを作製した。電極パッド(Au/Cr)の薄膜形成には真空蒸着法(~10^{-4}Pa)、Ni 細線にはスパッタ法(厚さ 30nm)を用いた。作製したサンプルの寸法はおよそ幅 W=100nm、長さ L=100nm である。ソースメジャーユニット(SMU)を用いてフィードバック制御による電圧印加と電流測定を行った。その後、走査型電子顕微鏡(HITACHI-4800)による観察を行った。

実験結果　Fig.1 に Ni 細線の中心(0,0)から最も離れたギャップ位置の座標(x,y)をプロットした。プロット点はそれぞれ、抵抗上昇時の電圧をその時の 90%まで降下させる MP(90%)法、抵抗上昇時の電圧を 0V まで降下させる MP 法、BP 法の三つ手法についての結果である。MP 法と BP 法はプロット点が Ni 細線の中心付近にあり、MP(90%)法は中心から+x 方向に離れていることが分かる。これは MP(90%)法の場合、ジュール熱が他の二つの手法よりも多く蓄積され、EM の発生しやすい領域が広がるため Ni 原子の流入と流出のバランスが細線中央からずれたと考えられる。逆に MP 法と BP 法の場合、抵抗上昇後に電圧が一度ゼロに戻るため、EM の発生しやすい領域がジュール熱の蓄積しやすい細線中央に限られるため、ギャップも細線中央付近にできると考えられる。Fig.2 にそれぞれの手法における切断後の SEM 像を示す。Fig.2(c)の MP 法の SEM 像ではギャップ付近にヒロックが形成されているのが確認できる。それに対して、Fig.2(b),(d)ではヒロックは確認されない。MP(90%)法の場合、熱の蓄積が多いため、移動した原子が細線中央から離れた場所に拡散したためギャップ付近に大きなヒロックが形成されにくいと推測される。また BP 法の場合、細線の左右均等に原子が移動するため、大きなヒロックが形成されにくいと考えられる。作製位置の詳細は初期形状に依存すると予想されるが、BP 法を適用することで、平坦なギャップ形状が細線中央付近に作製可能であると期待できる。

[1]秋元他:　第 73 回応用物理学会学術講演会　12p-PA5-9(2012).
[2]越智他:　第 60 回応用物理学会春季学術講演会　29a-PB3-5(2013).

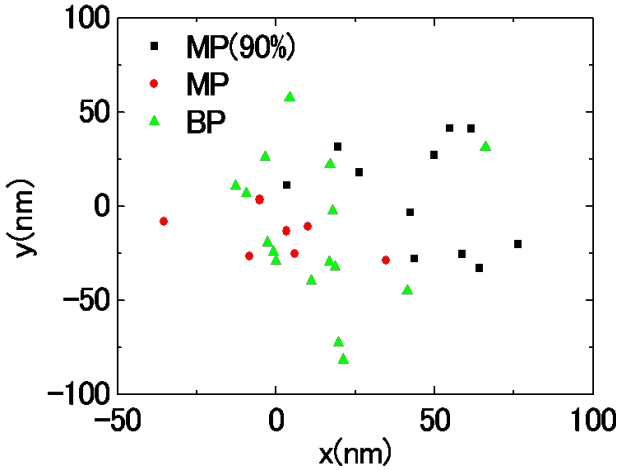

Fig.1 Gap position from center of Ni nanowire with feedback control

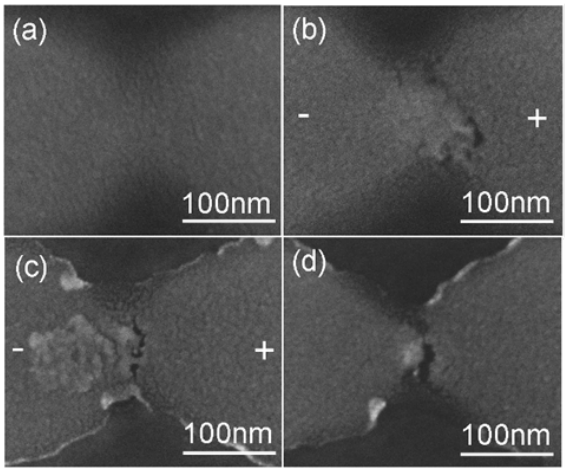

Fig.2 SEM images of Ni nanowire after feedback control of (a) initial, (b) MP(90%), (c) MP and (d) BP

© 2013 年　応用物理学会