

ナノ粒子埋込 V 溝型 Junction-less FET の作製と評価

Metal nanoparticle embedded V-groove Junctionless-FET

奈良先端大¹, 産総研², ○番 貴彦¹, 上沼 睦典¹, 右田 真司², 石河 泰明¹, 山下 一郎¹, 浦岡 行治¹

NAIST¹, AIST² ○Takahiko Ban¹, Mutsunori Uenuma¹, Shinji Migita²,

Yasuaki Ishikawa¹, Ichiro Yamasita¹, Yukiharu Uraoka¹

E-mail: b-takahiko@ms.naist.jp

【背景と目的】

半導体素子の高性能化の指針の一つに微細化があり、現在は次世代 15 nm ノード以降の素子研究が行われている。特に極微細領域ではこれまでの延長線上にない新規の物性・機能発現が見込まれ、10 nm 以下の素子を用いた研究が重要となっている。しかし、これまで様々な手法で sub-10 nm の素子が作られているが、精密にナノ制御された素子による物性・機能の実験的解明はいまだに困難を極めている。この問題に対し右田らはウェットエッチングによって短チャネルを形成する V 溝型の Junction-less FET (JL-FET) を考案し問題解決を図った[1]。V 溝型 JL-FET は SOI 基板を特異的にウェットエッチングすることで得られるチャネル長 3 nm のトランジスタである。我々は、この JL-FET が V 溝という特殊な形状を有することから、ナノ粒子を V 溝底部に選択的に配置することで仕事関数の違いや電界集中の影響など種々の効果を微細チャネルに与えられることに着目した。本研究は、ナノ粒子をフローティングゲートとして配置し、メモリ効果等の電荷保持による微細チャネルへの影響を調査することを目的とする。

【実験および結果】

V 溝底部へナノ粒子を吸着させるために、フェリチンと呼ばれる内径 7 nm、外径 12 nm の球殻上タンパク質を利用した。フェリチンは内部に無機物を析出させる能力を持ち、様々なナノ粒子を形成することができる。本研究では酸化鉄を内部に持つフェリチンを用いた。フェリチンが基板に吸着しない溶液条件においてフェリチン溶液を基板に滴下後、スピンドライを行った。図 1 に V 溝上に配置したナノ粒子の SEM 像を示す。溶液の蒸発過程において溝底部の溶液が最後に蒸発するため溝底部にナノ粒子配列が形成されることが考えられる。フェリチン吸着後、UV オゾン処理によりタンパク質を除去した。絶縁膜として ALD により Al_2O_3 膜を堆積し、Pt/TiN 電極を蒸着により堆積した。最後にメタライゼーションアニールによりナノ粒子を還元した。図 2 に素子の断面 TEM 像を示す。V 溝底部の酸化膜中にナノ粒子を観察することができる。図 3 に I_d - V_g 特性を示す。ナノ粒子を配置した素子ではヒステリシスを確認することができる。これはナノ粒子への電荷注入による影響と考えられる。

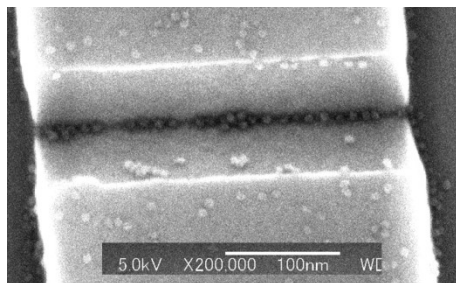


図1 V 溝上へ吸着した酸化鉄内包フェリチンの SEM 像

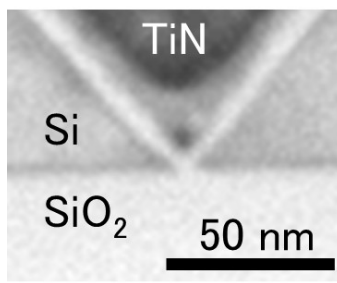


図2 ナノ粒子埋込 V 溝型 JL-FET の断面 TEM 像

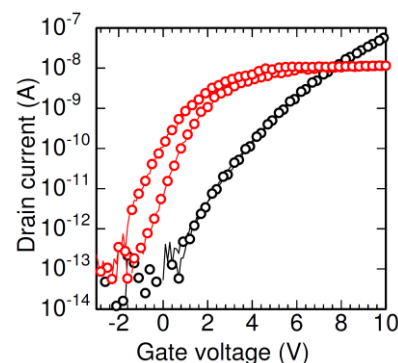


図3 ナノ粒子埋込 V 溝型 JL-FET の I_d - V_g 特性
(赤: 鉄ナノ粒子有, 黒: ナノ粒子無)

参考文献 [1]S. Migita, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 04CA01