

超小型球殻状タンパクを利用した積層ナノドット型 フローティングゲートメモリの作製

Floating Gate Memory with Three-Dimensional Nanodot Array Formed by Bio-Layer-by-Layer Method

○上武央季^{1,2}, 上沼睦典², 石河泰明^{1,2}, 山下一郎^{1,2}, 浦岡行治^{1,2}

NAIST¹, CREST², ○Hiroki Kamitake^{1,2}, Mutsunori Uenuma^{1,2}, Yasuaki Ishikawa^{1,2},

Ichiro Yamashita^{1,2}, and Yukiharu Uraoka^{1,2}

E-mail: k-hiroki@ms.naist.jp

はじめに

フラッシュメモリを構成するフローティングゲートメモリの中でも、フローティングゲートがナノドットの二次元配列構造をとるナノドット型フローティングゲートメモリ(Nanodot-type Floating Gate Memory: NFGM)は低電圧駆動や高書き込み耐性の観点から注目を集めている[1]. 近年, この NFGM の電荷保持層をナノドット積層構造にすることでフローティングゲートメモリのヒステリシス幅の増大や, 電荷保持特性の安定化などデバイスの高性能化が可能であることが報告されている[2].

本研究グループはこれまで生体超分子を利用したナノドット積層構造作製技術である Bio-layer-by-layer (Bio-LBL)法によって積層 NFGM の作製に成功している[3]. しかしながら, 従来用いてきた球殻状タンパクフェリチンの理論的吸着密度が $8.0 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ であることから, 効率的なナノドットの高密度化が困難であった.

そこで本研究ではフェリチンよりも一回り小さい超小型球殻状タンパク Dps(DNA binding from starved cells)に着目した (Fig.1). ナノ粒子を内包させた Dps を積層することで高密度なナノドット積層構造を作製し, NFGM のさらなる高性能化を目指した.

実験方法および結果

Bio-LBL 法について説明する. 1.0 mg/mlのDps, またはフェリチンが分散したタンパク溶液をトンネル酸化膜上に滴下し, Co_3O_4 ナノドットを内包したタンパクをトンネル酸化膜上に吸着させた. サンプルをTris-HCl 溶液で洗浄して余分なタンパクを除去した後, Si 前駆体であるテトラメトキシシランと塩酸の混合溶液中にサンプルを浸漬させた. この時に極薄の SiO_2 膜がナノドットを内包したタンパク層表面に形成される. この一連のプロセスを繰り返すことで SiO_2 に埋め込まれた Co_3O_4 の積層構造を作製した. ナノドットを内包したタンパク層を積層させた後, タンパクを除去するために 500°C の条件下で N_2 アニール処理を1 時間行った. タンパク除去後, コントロール酸化膜として, 20 nm- SiO_2 をプラズマCVDにより堆積した.

Figure 2にBio-LBL法によって形成された Co_3O_4 ナノドット積層構造を示す. TEM像, およびEELSのCo元素マッピングの結果から, SiO_2 中にナノ粒子積層構造が形成されていることが確認された. 発表ではこの構造を利用したMOSキャパシタのメモリ特性についても報告する.

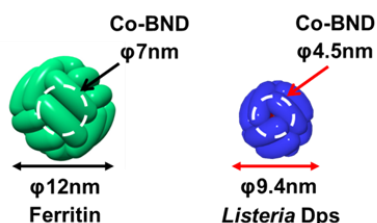


Fig.1 フェリチンと Dps

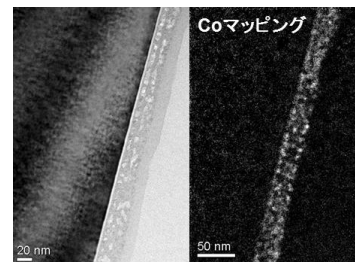


Fig.2 ナノドット積層構造

- [1] H.Choi et al., Nanotechnol.19, 305704(2008). [2] Wei-Ren C. et al., J. Appl. Phys. 104, 094303 (2008).
[3] K. Ohara et al., Appl. Phys. Express, 2, 095001(2009).