

## Conductive-AFM による 2 次元配列酸化物ナノ粒子の評価

## Evaluation of Two-dimensional Oxide Nanoparticles Array using Conductive-AFM

奈良先端大<sup>1</sup>, CREST<sup>2</sup>, °門 圭佑<sup>1,2</sup>, 番 貴彦<sup>1,2</sup>, 上沼 睦典<sup>1,2</sup>石河 泰明<sup>1,2</sup>, 山下 一郎<sup>1,2</sup>, 浦岡 行治<sup>1,2</sup>NAIST<sup>1</sup>, CREST<sup>2</sup>, °Keisuke Kado<sup>1,2</sup>, Takahiko Ban<sup>1,2</sup>, Mutsunori Uenuma<sup>1,2</sup>, Yasuaki Ishikawa<sup>1,2</sup>,  
Ichiro Yamashita<sup>1,2</sup> and Yukiharu Uraoka<sup>1,2</sup>

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

## 【背景と目的】

抵抗変化メモリ (ReRAM) は、高速動作・高密度化・低消費電力に優れ、次世代メモリとして注目を浴びている。微細化はすでに 9 nm のセルが報告される等のアプローチが盛んになっている。我々は生体超分子を用いたバイオナノプロセス<sup>[1]</sup>を導入して超微細領域における抵抗変化現象の解析を行っており、微細メモリセル形成のために、直径約 7 nm の酸化物ナノ粒子をタンパク質(フェリチン)により合成し、メモリ動作実証を試みている。本研究ではメモリの高密度化のためのナノ粒子構造の電気特性を知るために、2 次元結晶配列上のナノ粒子の電気特性について Conductive Atomic Force Microscopy (C-AFM) を用いて調べた。

## 【実験および結果】

まず、下部電極となる Pt (20 nm) を Si の基板上に形成し、さらに Pt 表面にナノ粒子の 2 次元結晶を形成するために Polyethylene glycol (平均分子量 4000: PEG4000) をスピンドコーティングし、PEG 分子膜を形成した。この PEG は自身とナノ粒子との静電的な反発を抑制する働きをするため、2 次元結晶が形成される。次に酸化鉄ナノ粒子を内部に合成したフェリチンタンパク質を滴下し、1 分放置後、スピンドライにより余分なナノ粒子を除去し、UV オゾン処理(115℃、40min)によりタンパク質を除去した。その後、AFM 測定の際にナノ粒子の移動を防ぐために、PECVD を用いて約 2 nm の SiO<sub>2</sub> 膜を堆積した。Figure 1 に示す SEM 像より、約 50~100nm 程度の 2 次元結晶ドメインをもつナノ構造が形成されていることを確認した。また C-AFM 測定により、この 2 次元結晶ドメインの凹凸像及び電流分布の測定を行った(Fig. 2(a), (b))。測定の際、PtIr のカンチレバーを用い、試料に 2 V の電圧を印加した。凹凸像及び電流分布より、2 次元結晶ドメイン内の電気伝導が観察され、酸化物ナノ粒子上で電流パスが形成されていることを確認した。また電流スポットが見られないナノ粒子も存在した。これは、ナノ粒子の結晶方位やナノ粒子内の結晶粒界の影響と考えられる。ただし、測定に用いたカンチレバー先端の曲率による影響も考えられる。この結果から 2 次元結晶配列を構成することによってメモリの高密度化を行うことが期待できる。またメモリ特性については当日報告する。

## Reference

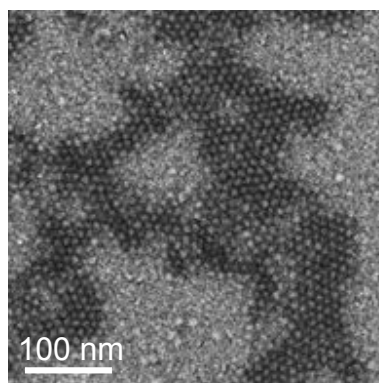
[1] I.Yamashita, et al., *Biochimica et Biophysica acta* p.846 1800 (2010)

Fig. 1. SEM image of distributed ferritin particles in 2D configuration.

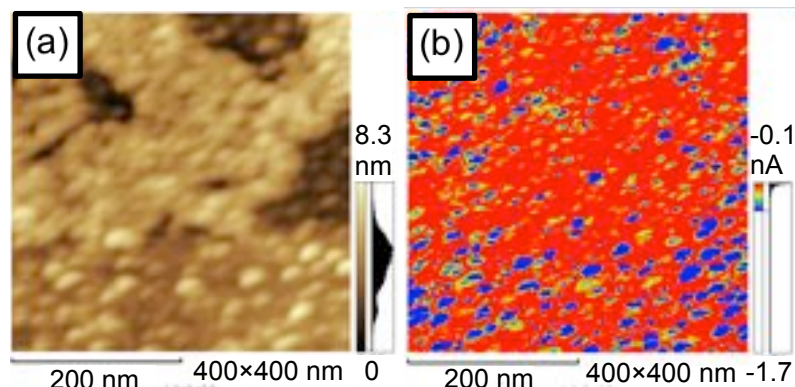


Fig. 2. (a) Simultaneously observed topographic image and (b) current image of iron oxide nanoparticles performed with +2 V writing voltage at 400 square regions.