



8-a-p15

FIBを用いた陽極酸化アルミナ ReRAMデバイスの作製

原田善之^a、大吉啓司^a、児子精介^a、李政祐^a、加藤誠一^a、
井上純一^a、柳町治^a、中野嘉博^{a,b}、北澤英明^a、木戸義勇^a

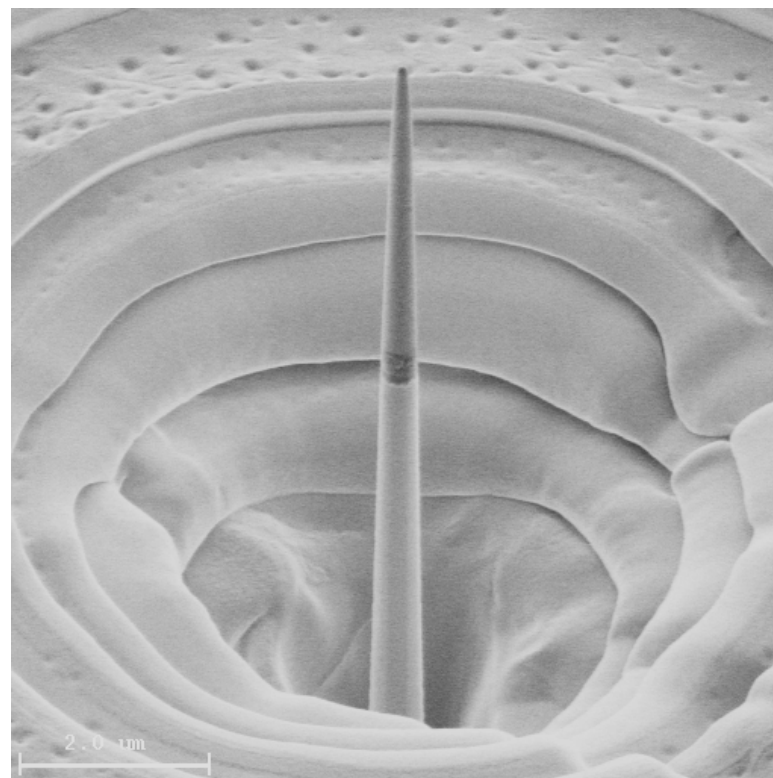
^a(独) 物質・材料研究機構

^b 日本GIT

Outline

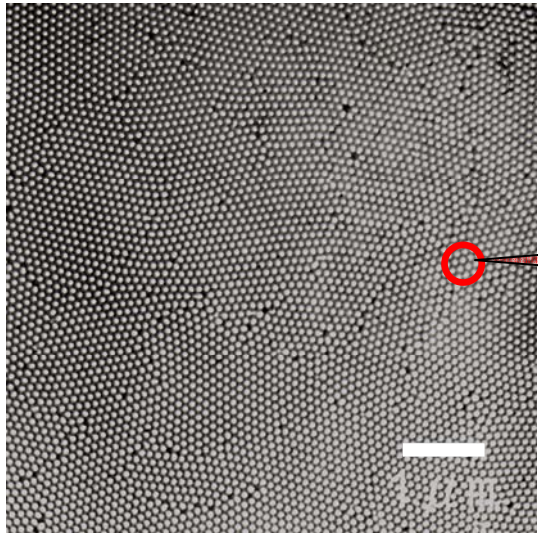


- 背景
- 実験方法
 - 陽極酸化アルミナ
 - FIB
- 実験結果
- まとめと今後の計画

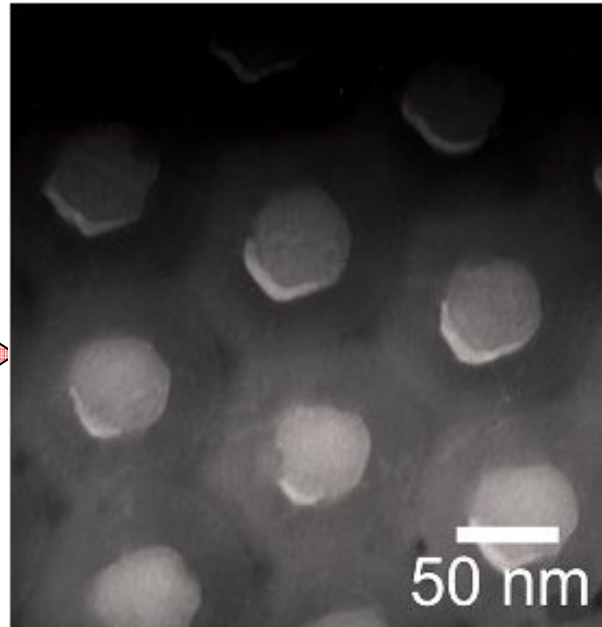
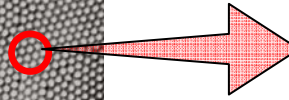


FIB加工ナノロッド

背景

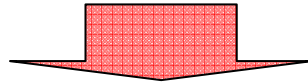


Zoom
in

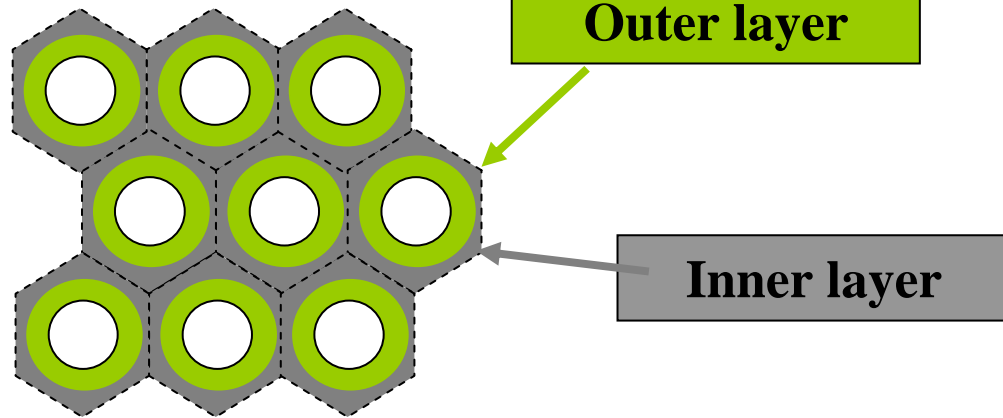
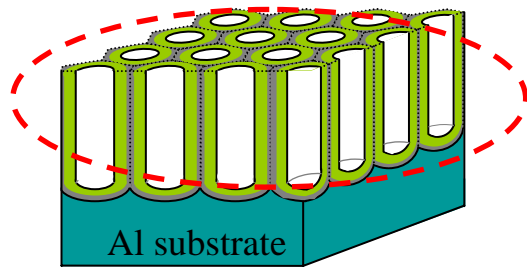


ハニカム構造

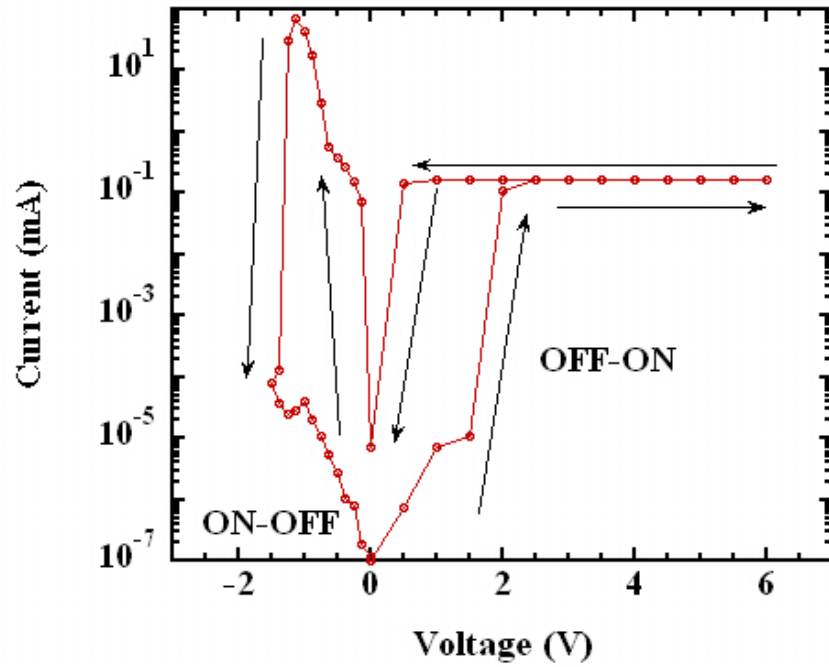
TEM観察結果



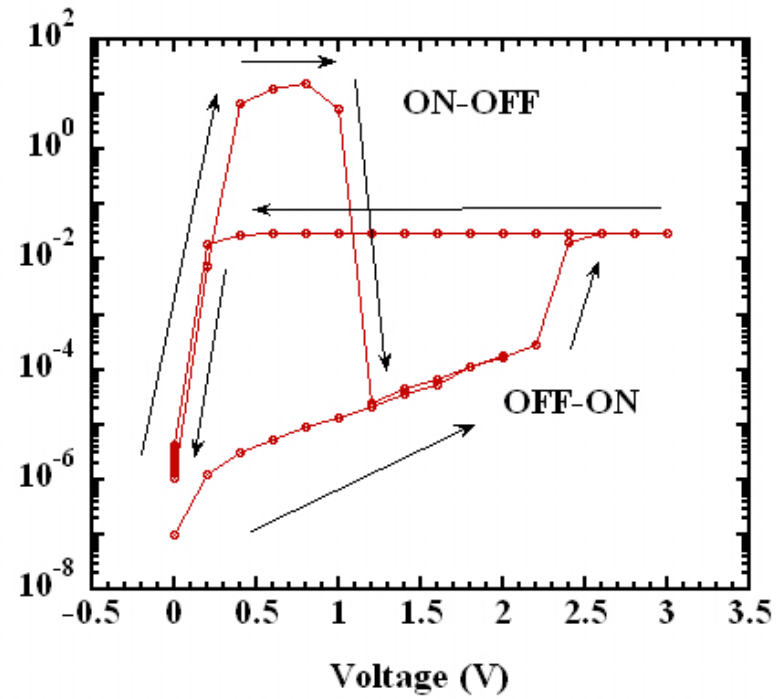
Porous alumina



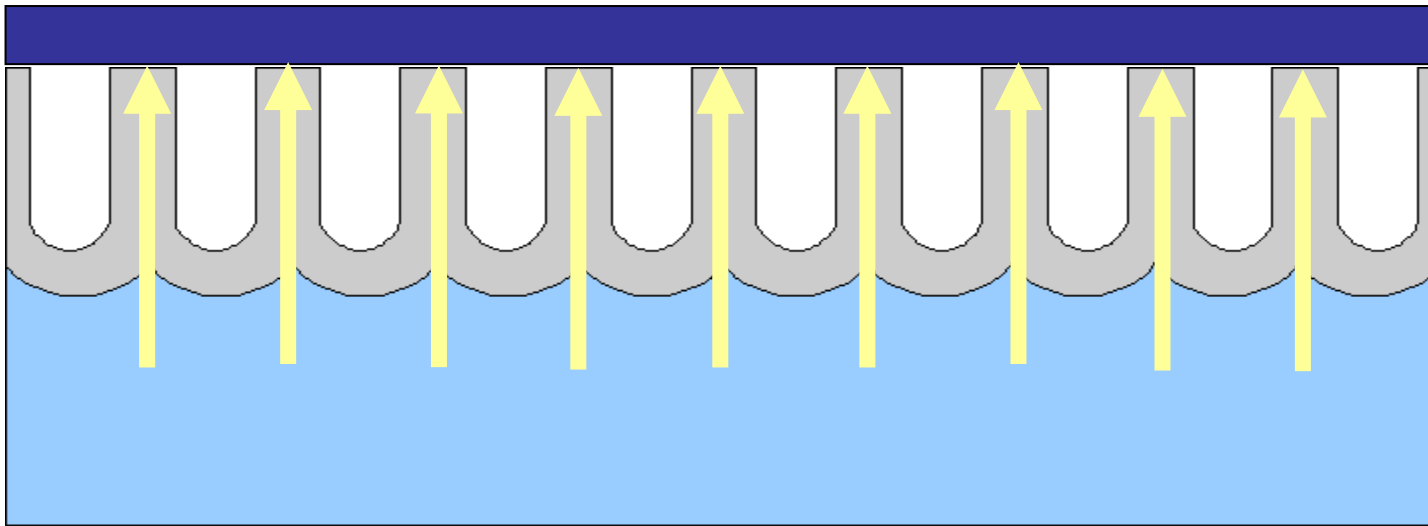
背景 (I-V 特性)



バイポーラ型動作



ノンポーラ型動作



陽極酸化アルミを用いたReRAM素子の基本構造

ReRAMとして動作するには？



何本のフィラメントが形成されればよいのか

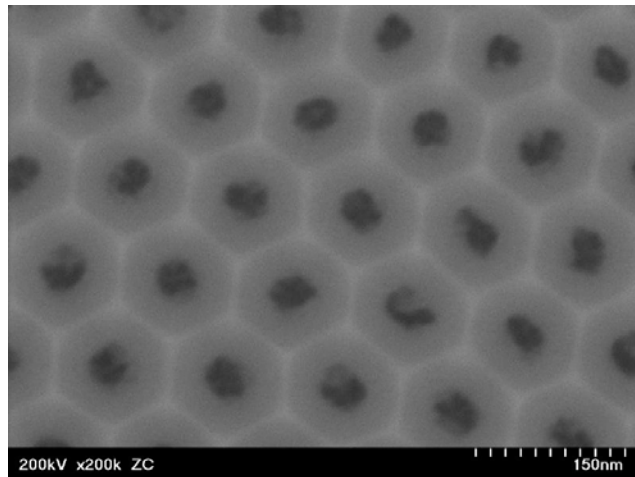
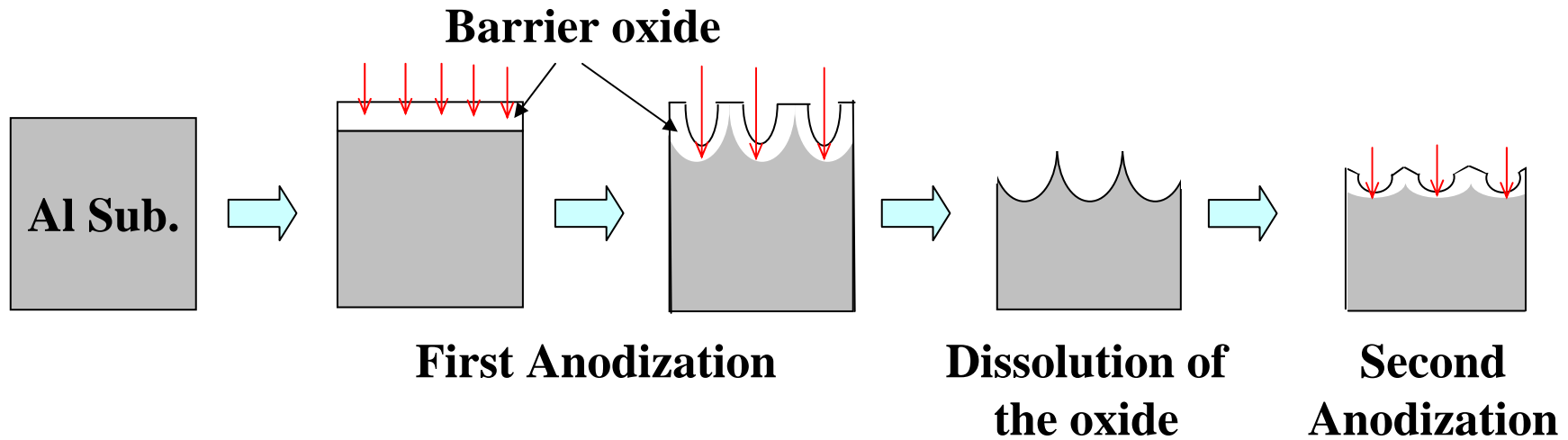


素子サイズ(最小)、集積度、動作原理



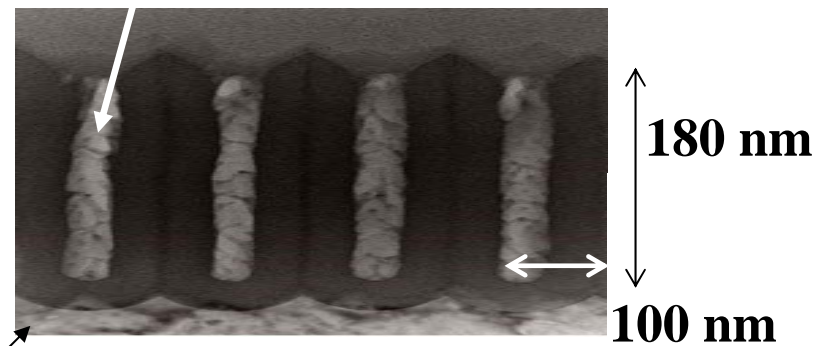
FIBを用いて小さい単位を切り出し動作を確認

実験方法(陽極酸化アルミナ作製方法)



STEM

Nano-hole



TEM image

Al Substrate

2 step anodization process [3]

実験方法(ナノロッド形成及び測定)



NPF FIB装置



SII ナノスコープAFM



ナノサーチ顕微鏡

実験方法 (サンプル作 製)



AFMプローブ

Pt protection layer

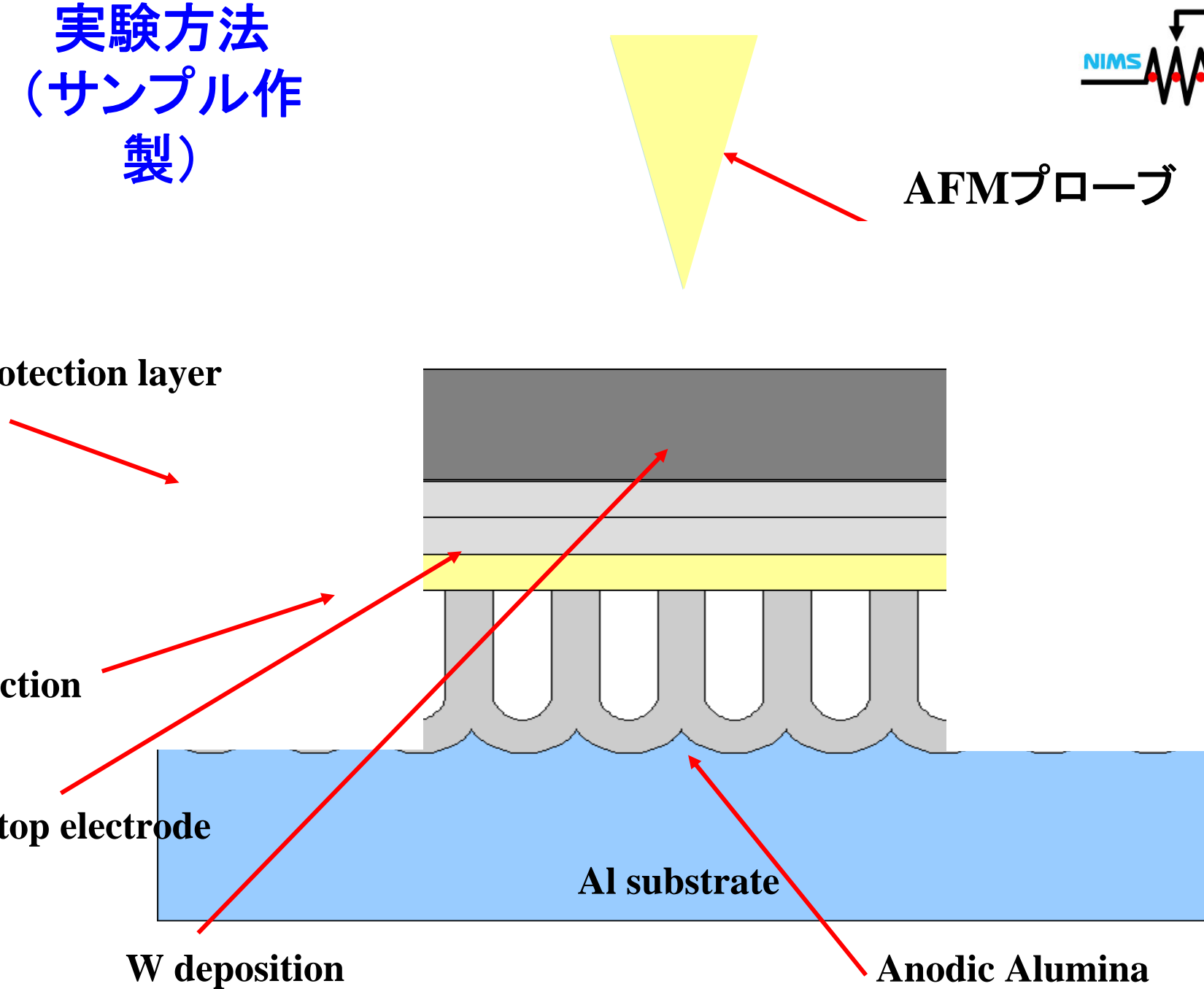
ALD protection layer

Al top electrode

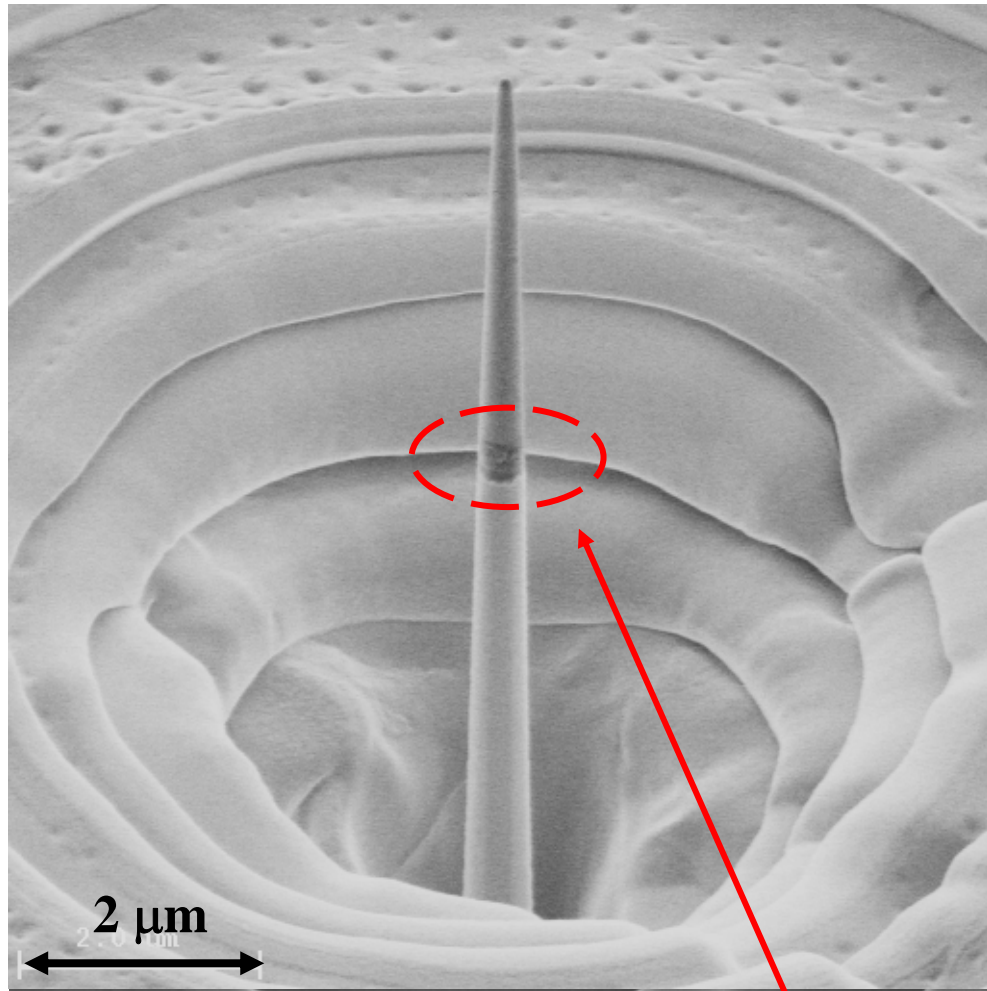
W deposition

Al substrate

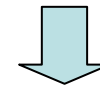
Anodic Alumina



実験結果 (FIB加工)



外周加工



サイズ加工



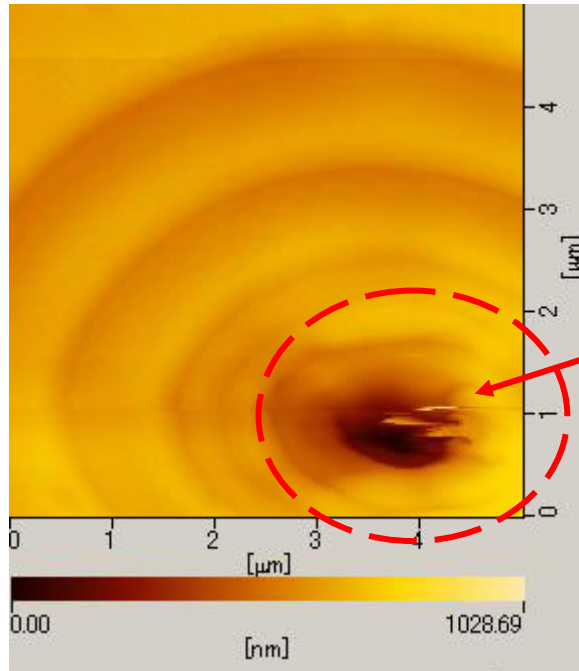
削り加工



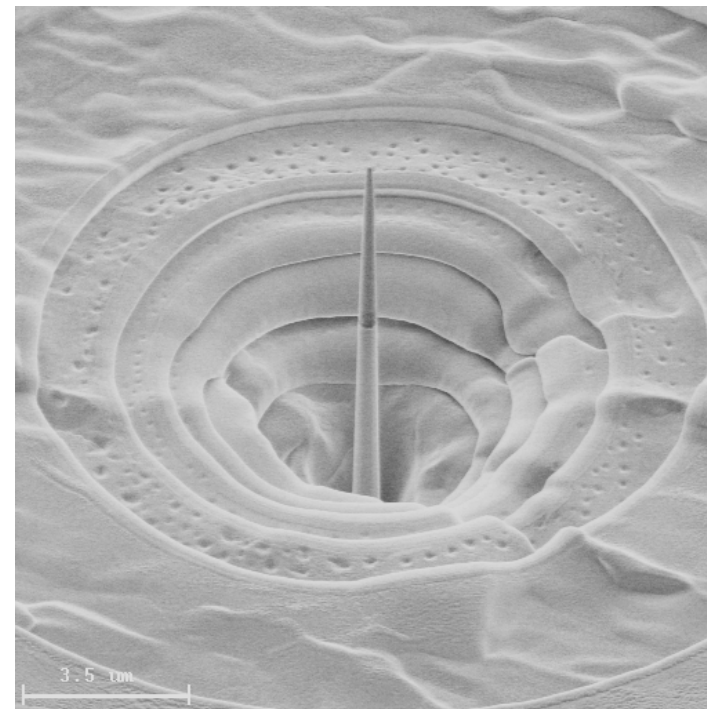
仕上げ加工

陽極酸化アルミナ

実験結果 (AFM測定 200nm Φ ロッド)



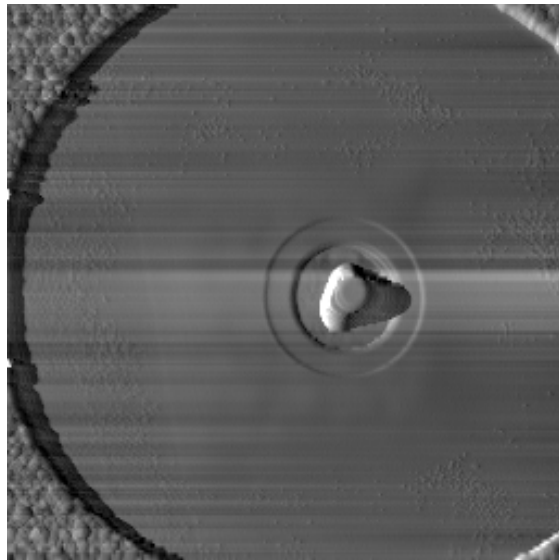
ナノロッド破損



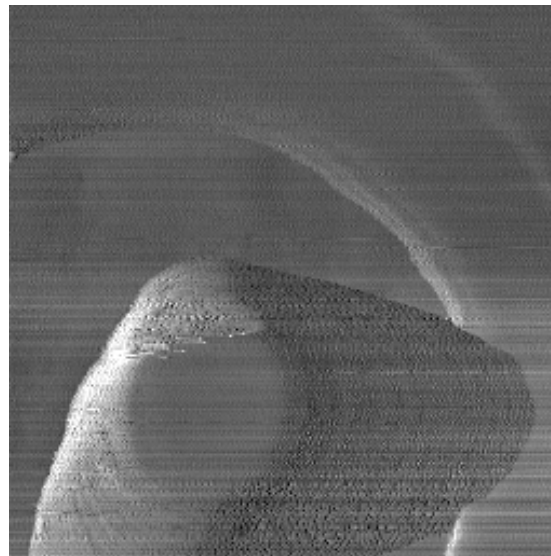
5 μm 角

AFM 形状像

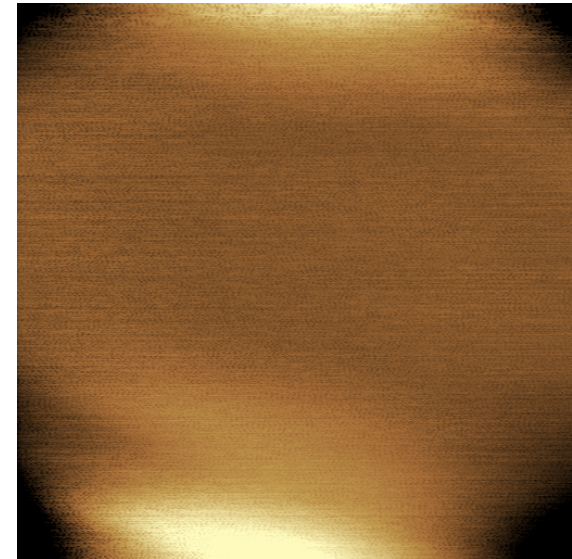
実験結果 (AFM測定 500 nm Φ ロッド)



3 μm角



1 μm角

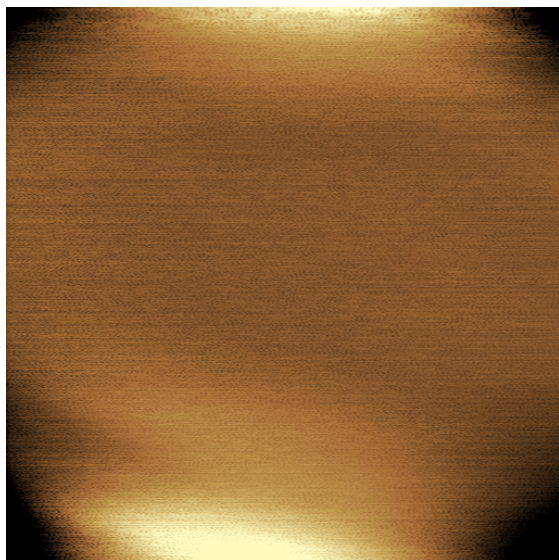


300 nm角

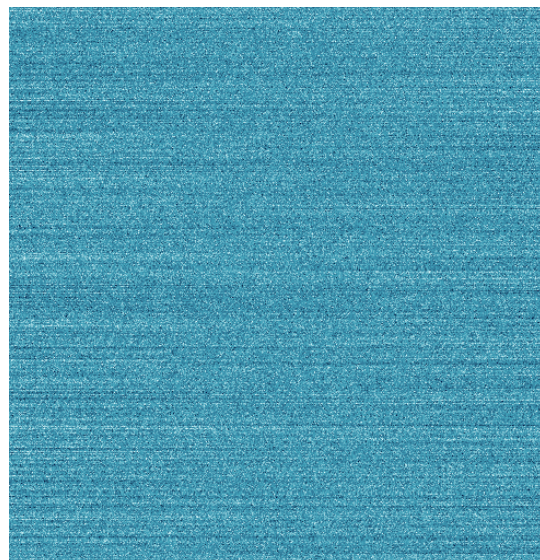
AFM 形状像

ロッド頂上部のみにアプローチ

実験結果 (AFM測定 電流測定)



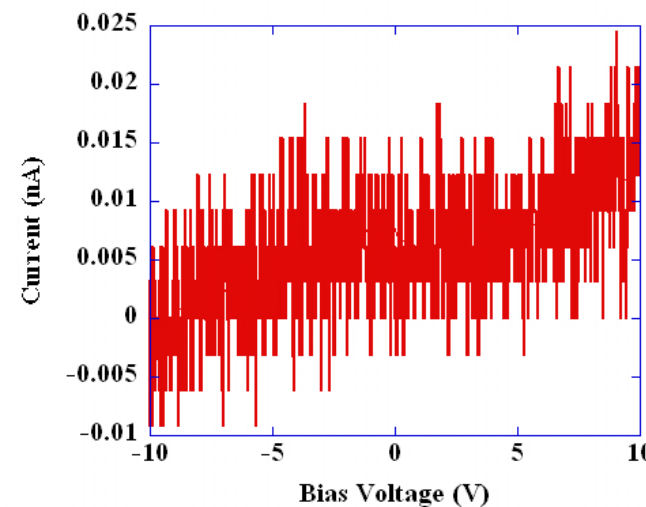
形状像



電流像

300 nm角

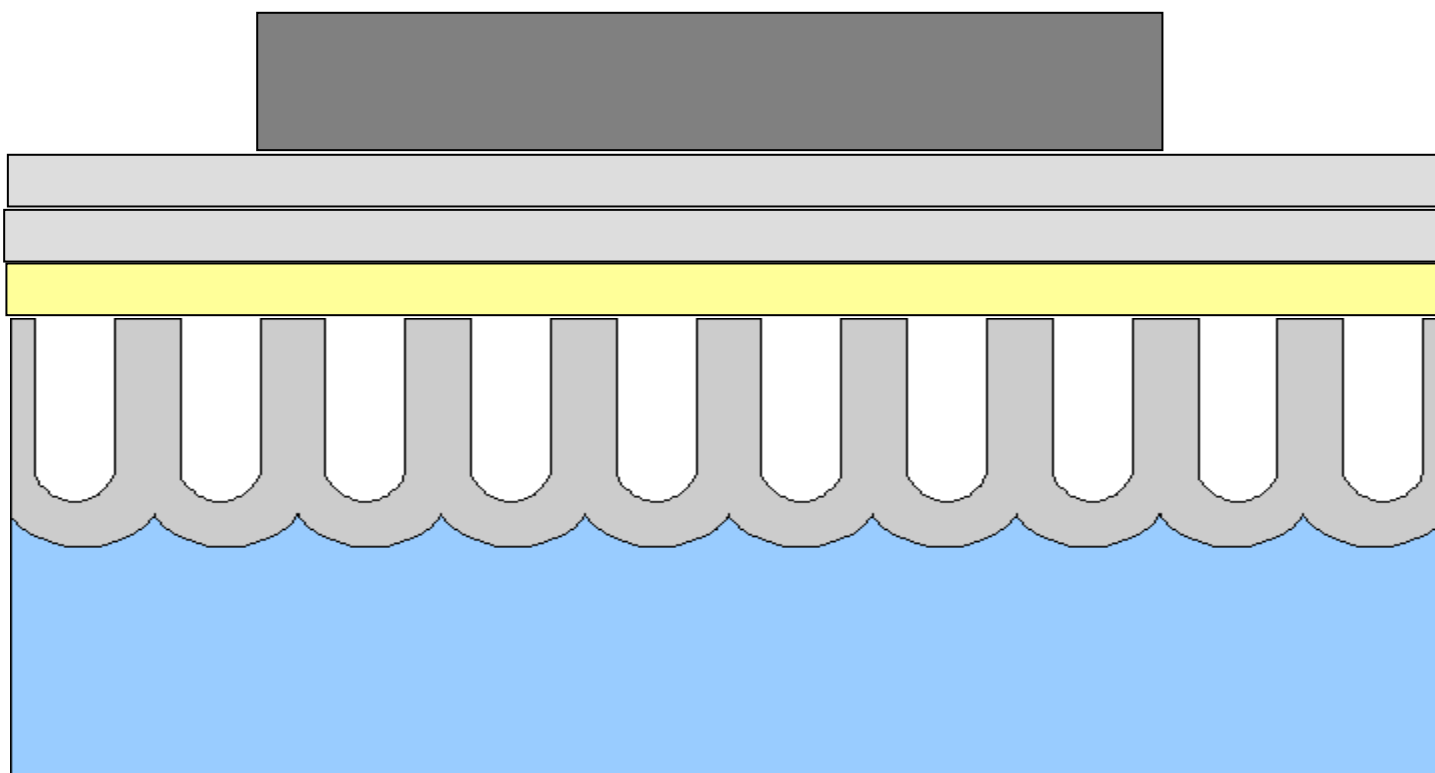
AFM像



I-Vカーブ

電流を確認することはできなかった

本測定の問題点

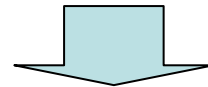


- 陽極酸化層の膜厚
- ALD保護層の膜厚
- Al上部電極表面の酸化
- W蒸着層
- AFM電流測定の上限

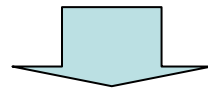
まとめと今後の計画



- 200nm サイズで陽極酸化膜を切り出すことに成功
- AFM電流同時測定モードにおいてI-V測定を行う
 - 500nmサイズロッドにおいては200nmサイズのロッド頂上部へのプローブのアプローチには成功
 - しかしながら、今回の測定においては電流を観測することができなかった



- 素子上部構造の最適化による再チャレンジ
- リソ技術による微小デバイスの形成



素子の最小動作単位、集積度、動作原理の解明へ



Acknowledgement

この実験は文部科学省元素戦略プロジェクトのサポートを受け実施いたしました。またこの実験の一部は、文部科学省の支援を受け、NIMSナノテクノロジー融合センター及び産総研ナノテクノロジープロセス施設において実験いたしました。FIB装置のオペレーションに関しましてはNIMSナノ集積ライン中島様、AIST-NPF飯竹様のサポートいただきました。

ご清聴ありがとうございました。





Reference

- [1] S. Kato, *et al.*, J. Phys. Conference Series 38 (2006) 148.
- [2] S. Kato, *et al.*, J. Phys. Conference Series 109 (2008) 012017.
- [3] H. Masuda, *et al.*, Science 268 (1995) 1466.
- [4] T. Iijima, *et al.*, Chem. Lett. 34 (2005) 9.
- [5] H. Momida, *et al.*, Phys. Rev. B 73 (2006) 054108.
- [6] H. Momida, private communications.