

## ナノ電解法によるナノ単結晶の作製と電磁場制御デバイスの構築

(情報通信研神戸<sup>1</sup>, JSTさきがけ<sup>2</sup>, 東大物性研<sup>3</sup>)

○長谷川 裕之<sup>1,2</sup>, 大友 明<sup>1</sup>, 益子 信郎<sup>1</sup>, 松田 真生<sup>3</sup>, 田島 裕之<sup>3</sup>

現代の情報通信基盤技術として電子デバイスは不可欠である。なかでも有機物を用いた電子デバイスは、液相プロセスの利用などの作製の簡便さ、あるいは軽量、柔軟性などの機械的特性から盛んに研究されている。これまでに我々は、有機導体の作製法の1つである電解結晶成長法を基に、ナノスケール単結晶の形成法である「ナノ電解法」を開発した<sup>1)</sup>。この技術では、「有機ナノ単結晶」を「ギャップ部分のみに選択的に配置」することが可能な技術である<sup>2)</sup>。ナノ電解法は電解結晶成長法によって作製できる有機導体材料に幅広く展開可能であると考えられ、半導体から金属的なバンドを持つ材料まで、希望する電子特性を有するナノデバイスを構築することが可能である。そこで、本技術を利用したナノスケール電場制御デバイス、及びナノスケール磁場制御デバイスの構築を試みた。

### 1. 電場効果 (有機ナノ単結晶トランジスタの構築)

高伝導性の部分酸化塩バルク結晶を与えることが知られている材料、ジシアノコバルトフタロシアニン テトラフェニルホスホニウム塩のアセトニトリル飽和溶液、及びMott型絶縁体バルク結晶を与えることが知られている材料、ジシアノコバルトフタロシアニン カリウム塩のメタノール飽和溶液を用い、ナノ単結晶の作製を行った。ナノ電解法によって、2つの電極間を架橋した構造を作製した(図1)。酸化膜付きシリコン基板を利用し、電気分解時に用いた2つの電極をそれぞれ、ソース、ドレイン電極として用いて電界効果トランジスタ構造とした。基板の高ドーピングシリコン層をゲート電極として用い、特性測定を試みたところ、若干の電場効果が見られた。ナノ単結晶の基板表面からの浮きを防ぎ、より効率的に電場が掛かるよう、形成したナノ単結晶上にインクジェットパターンニング装置を用いて絶縁材のコートを試みた。

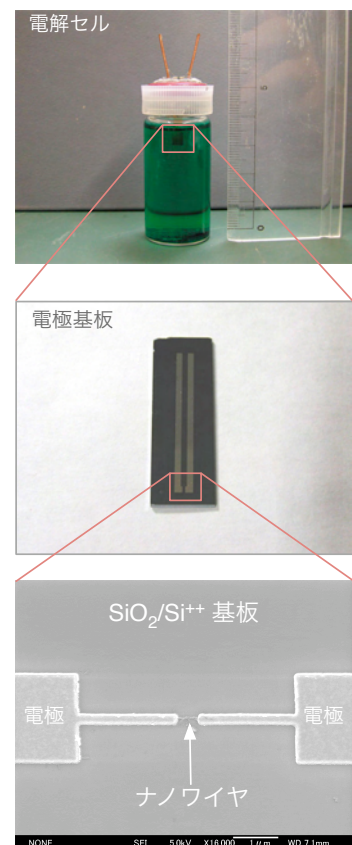


図1：ナノ電解法

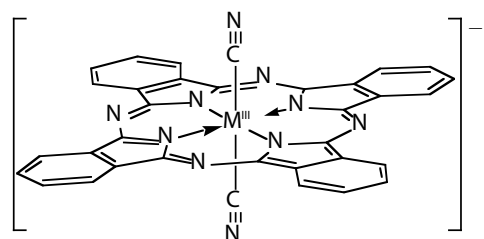


図2：ジシアノ金属フタロシアニン  
アニオン

## 2. 磁場効果（磁場制御ナノ単結晶デバイス構築の試み）

ジシアノ金属フタロシアニンアニオン塩は、導電経路中に局在スピンを有する高導電性のバルク単結晶を生成することが知られている<sup>3)</sup>。これらの導電性結晶は、どれも異方的な大きな負の磁気抵抗を示し、例外無く大きな磁気異方性を持っていることが知られている。こうした分子を用いた導電性結晶を分子配向の制御をしつつナノスケール化することで、新しい有機スピントロニクスデバイスの構築を試みた。

ガラス、及び酸化膜付きシリコン基板上にギャップ間隔5 μmの電極をフォトリソグラフィによって作製した。この電極基板を用いて、ナノ電解法を行った。用いた材料は中心金属が、3価のコバルト、及び鉄のジシアノ金属フタロシアニンのテトラフェニルホスホニウム塩である。電解の結果、それぞれの材料でギャップ部分に選択的にナノ単結晶を成長させ、2つの電極間を架橋することができた（図3）。電解時を2つの電極をソース、ドレインとし、ナノ単結晶を作製した電極基板に外部磁場を印加した。今回は中心金属がコバルトのものを中心に、電流－電圧特性の磁場依存性を調べた。

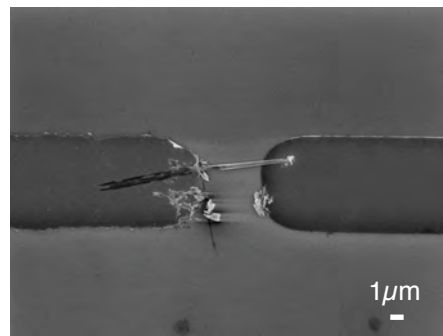


図3：ジシアノ鉄フタロシアニン  
ナノ単結晶

これらのナノ電解法を用いた電磁場制御デバイス作製の詳細、及び特性測定の結果について報告する予定である。

なお、本研究は科学技術振興機構さきがけ「ナノ製造技術の探索と展開」研究領域、及び科学研究費補助金基盤研究によってサポートされている。

- 
- 1) H. Hasegawa, et. al., *Synth. Met.*, 135-136, 763(2003), H. Hasegawa, et. al., *Thin Solid Films*, 438-439, 352(2003).
  - 2) H. Hasegawa, et. al., *Electrochim. Acta*, 50(15), 3029(2005).
  - 3) M. Matsuda, T. Inabe, H. Tajima, et. al., *J. Mat. Chem.*, 10, 631(2000).