

ナノ電解法による有機導電体ナノ単結晶の位置選択的形成とそのデバイス利用

Site-selective formation of organic conducting nanocrystals via Nanoscale electrocrystallization, and their device application

(情報通信研未来) ○長谷川 裕之

(NICT-KARC) ○Hiroyuki Hasegawa

E-mail: hhase@nict.go.jp

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、液相プロセスなどの簡便な作製技術が利用可能で、軽量、柔軟性などの機械的特性も有する。今後これらの材料を高度集積化し、デバイスとするためには、材料のナノスケール化とその配置技術が課題であり、自己組織化などの手法を用いた研究が活発に行われている。

このような課題を解決するため、2003年に我々は、有機導電体の作製法の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、報告した^{1,2}。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。電解時に交流を用いることでナノ単結晶の成長はギャップ付近に抑制され、このとき2つの電極間をナノ単結晶で架橋した構造が得られる。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電体材料に幅広く展開可能であると考えられる。そこで、これまでに本技術を利用し、各種材料による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。

これらのナノ単結晶の電子特性を調べるため、電解後の基板を純溶媒に浸して洗浄・乾燥後、真空中にて特性測定を行ったところ、電場効果デバイス³ではナノ単結晶による電界効果特性を調べたところ、材料の電子状態や結晶構造に由来すると考えられる弱い電界効果が見られた。一方、磁場効果デバイス⁴では有機ナノ単結晶では初めて負の磁気抵抗効果を観測し(図3)、ナノ単結晶の配向に由来する磁気異方性も確認できた。

ナノ単結晶の選択作製には未解明な部分もあり、ナノ界面現象の詳細な研究が今後重要であると考えられる。ナノ単結晶成長の詳細、並びに電子特性について議論する予定である。

References

- [1] H. Hasegawa *et al.*, *Thin Solid Films*, 438-439, 352 (2003); H. Hasegawa *et al.*, *Electrochim. Acta*, 50, 3029 (2005); H. Hasegawa *et al.*, *Thin Solid Films*, 516, 2491 (2008); 応用物理学会 ('02秋, '04秋, '05秋, '07秋, '13秋, '14春, '14秋, '15春, '15秋, '16春)。
- [2] ナノワイヤ作製キット, 岩田硝子工業(株), <http://www.iwataglass.com>
- [3] H. Hasegawa, *J. Mater. Chem. C*, 1, 7890 (2013); H. Hasegawa, *Sci. Adv. Mater.*, 6, 1548 (2014); H. Hasegawa, *J. Mater. Chem. C*, 3, 8986 (2015); H. Hasegawa, *Mater. Today Commun.*, 7, 11 (2016)。
- [4] H. Hasegawa *et al.*, *J. Mater. Chem. C*, 1, 6416 (2013)。



図1: ナノ電解セル

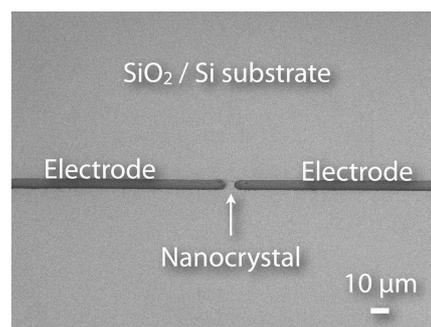


図2: ナノ電解法によりギャップ部分のみに選択的に成長したナノ単結晶

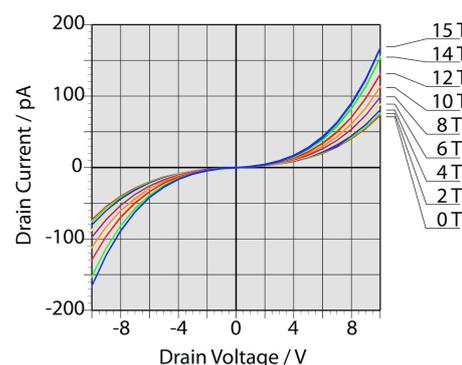


図3: 磁場効果デバイスの電子特性。負の磁気抵抗効果によって磁場の上昇とともに電流値が増大する。