

水熱合成法によるシリコン系ナノ粒子の作製とその発光特性

Luminescence of silicon-based nanoparticles prepared by hydrothermal synthesis

阪大ナノ¹, 阪大基礎工², 大阪歯大³, °荒 正人¹, 山神 光平², 一宮 正義^{2,3}, 芦田 昌明², 多田 博一²

Institute for NanoScience Design, Osaka Univ.¹,

Grad. School of Engineering Science, Osaka Univ.², Osaka Dental Univ.³

°Masato Ara¹, Kohei Yamagami², Masayoshi Ichimiya^{2,3}, Masaaki Ashida², Hirokazu Tada²

E-mail: ara@insd.osaka-u.ac.jp

集積度の向上やバルクとは異なる機能の発現が期待されることからナノワイヤーやナノ粒子などのナノ材料が注目されている。なかでも、豊富に存在し、また環境負荷の少ないシリコンからなるナノ粒子は特に盛んに研究が行われている。シリコンは間接遷移型半導体であるがナノ粒子化することにより発光が観察される[1]。このことから、最近では発光材料としての応用も期待されており、プラズマプロセス[2]やレーザーアブレーション[3]などの手法で作製したシリコンナノ粒子から白色光が得られることも報告されている。本研究では、大量合成に適した水熱合成法によってシリコンからなるナノ粒子を作製し、構造を明らかにするとともにその発光特性を調べた。

シリコン系ナノ粒子の作製は、ハステロイ製高压容器(200 cm³)に SiO 粉末と超純水を入れて密閉した後、300℃まで加熱することにより行なった。作製したナノ粒子の構造解析は透過電子顕微鏡(TEM)および動的光散乱(DLS)法を用いて行なった。また、フォトルミネッセンス法およびカソードルミネッセンス(CL)法を用いてナノ粒子の発光特性を調べた。

図 1 に作製したナノ粒子の TEM 像を示す。粒径はおよそ 20 nm であった。また、DLS 法で粒径分布を計測したところ合成時の濃度条件により粒径を制御できることがわかった。図 2 は、これらのナノ粒子を HOPG 上に分散し、室温下で CL 法で発光特性を計測した結果である。HOPG からは発光は観察されなかったが、ナノ粒子からは、近紫外(360 nm)、および青(440 nm)、緑(550 nm)、赤(650 nm)の領域において発光ピークが観察された。このことから、作製したナノ粒子は白色発光材料としての応用が期待できる。また、発光の起源については、これまでの報告[3]から、近紫外、青、緑の領域で観察された発光は粒子表面の酸化シリコンの欠陥由来の発光、赤の領域から観察された発光はシリコンナノ結晶のバンド間遷移由来の発光ではないかと考えられる。バンド間遷移による発光波長とシリコンナノ結晶のサイズ依存性[4]から粒子径はおよそ 1.0 nm であると見積もられる。構造解析で得られた粒子径と大きく異なることからこのナノ粒子はシリコンナノ結晶を含有したシリカナノ粒子ではないかと考えられる。

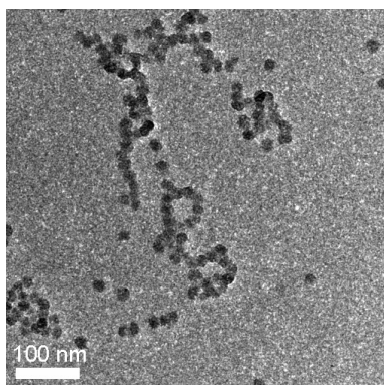


図 1. ナノ粒子の TEM 像.

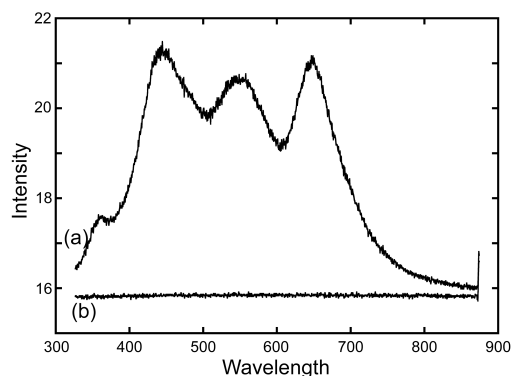


図 2. (a)ナノ粒子上、(b)HOPG 上の領域で各々計測した CL スペクトル.

謝辞

本研究の一部は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム(S-12-0S-0013, T130)の支援および阪大基礎工未来ラボの助成を受けて行なわれた。

参考文献

- [1] S. Furukawa and T. Miyasato, *Jpn. J. Appl. Phys.* **27**, L2207 (1988).
- [2] A. Benami et al., *Nanotechnol.* **18**, 155704 (2007).
- [3] S. Wei et al., *J. Phys. Chem. C* **116**, 3928 (2012).
- [4] S. Schuppler et al., *Phys. Rev. B*, **52**, 4910 (1995).