

コロイド状シリコンナノ粒子のカラーインクへの応用

Colloidal Silicon Nanoparticles for Photonic Color Inks

神戸大院工, [○]杉本 泰, 岡崎 拓真, 藤井 稔

Kobe Univ. Hiroshi Sugimoto, Takuma Okazaki, Minoru Fujii

E-mail: sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp

高屈折率誘電体である Si ($n = 3.5 \sim 4.0$) は、可視-近赤外波長域で吸収係数が非常に小さく、同波長域で Mie 共鳴による強い光散乱を示す。また Mie 共鳴による散乱波長はサイズにより制御可能である。一例として、図 1 にガラス基板上に配置した単一 Si ナノ粒子の散乱スペクトル及び透過型電子顕微鏡像を示す。粒径 150 nm 程度の球状 Si ナノ粒子は 500 -600 nm にわたり電気双極子、磁気双極子モードに由来するピークを示す。また、Mie 理論により求めた散乱断面積は 10^5 nm^2 に達する。本研究では、これらの高効率な散乱応答を用いて、新たな形態の構造色技術を開発する。構造色技術は色素の吸収による発色と異なり、半永久的に退色しない着色技術である。しかしながら、これまでの金属ナノ構造や誘電体ナノ構造を用いた構造色に関する報告の多くは微細加工技術を駆使して作製しており、極小面積の発色に限られている。

本研究では、可視-近赤外波長域で Mie 共鳴を示すコロイド Si ナノ粒子を作製し、構造色の原理により発色するインク材料を開発する。コロイド Si ナノ粒子は独自開発した無機元素による表面改質プロセスにより作製した[1]。本材料についてステップ勾配遠心法を用いて粒径分布を抑制しながら、平均粒径を制御する技術を開発した。図 2 はサイズ分離したコロイド溶液の消光スペクトルと白色光下での溶液の写真である。消光スペクトルのピーク波長は 420 nm から 700 nm まで制御されており、溶液は青～黄色に発色している。これはサイズによる Mie 散乱波長の制御と、それに伴う可視域での発色制御を示している。講演では、サイズ分布と色度の関係や基板上での発色について報告する。[1] H. Sugimoto, M. Fujii, *Advanced Optical Materials*, 5, 1700332 (2017).

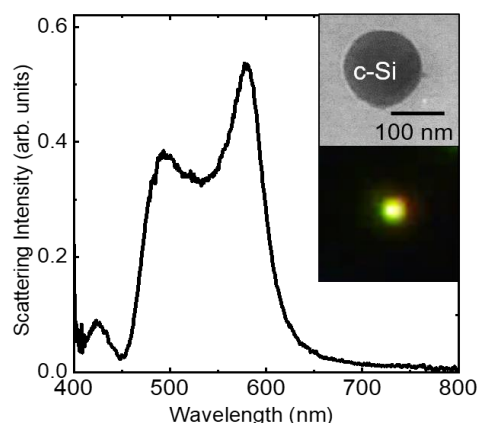


Figure 1. Scattering spectrum (backward) of a Si nanoparticle shown in the inset (TEM image).

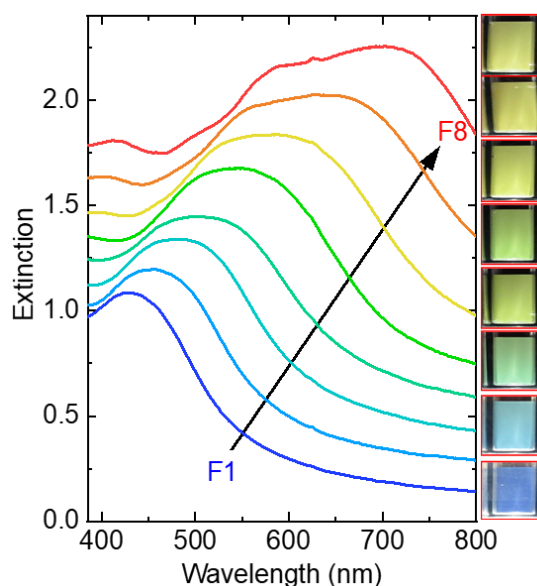


Figure 2. Extinction spectra of size-purified (F1-F8) colloidal Si nanoparticles. The photos are solutions illuminated by white light from the bottom.