

球状シリコンナノ粒子からなる Mie 共鳴発色インクを用いた着色技術

Spherical Silicon Nanoparticle Color Inks Enabled by Mie Resonances

神戸大院工¹, JST さきがけ² ◯杉本 泰^{1,2}, 岡崎 拓真¹, 藤井 稔¹

Kobe Univ.¹, JST-PRESTO² ◯Hiroshi Sugimoto^{1,2}, Takuma Okazaki¹, Minoru Fujii¹

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

高屈折率誘電体ナノ構造は、電気・磁気双極子 Mie 共鳴により可視光散乱を示すため、ナノスケールのカラーピクセルとして注目されている。我々のグループでは Mie 共鳴の原理を利用し、多様な基材に大面積に着色することを目的として、サイズ制御された Si ナノ粒子インクの開発を行っている。前回、水などの極性溶媒に安定して分散する Si ナノ粒子の開発について報告した[1-2]。本材料は、耐環境性に優れた無機ナノ材料から成る構造色インクとしての活用が見込まれる。今回は、「塗る」と「乾かす」のみで、大面積に着色できる構造発色 Si ナノ粒子インクの開発を目指し、基板への着色技術とインクの彩度向上について報告する。

一酸化ケイ素 (SiO) の不均化反応により作製した直径 100-200 nm の結晶 Si ナノ粒子をステップ勾配遠心法により粒径分離することで、Si ナノ粒子インクを得た[3]。図 1(a)に照射下の溶液の写真を示す (白色光照射、正面から撮影)。青から橙色の範囲で異なる散乱色を持つ Si ナノ粒子インクが形成されている。図 1(b)の TEM 像および(c)のサイズ分布から、真球性が高く、単分散な Si ナノ粒子が得られていることがわかる。

Mie 共鳴は散乱波長が構造・形状に強く依存するため、構造色インクを用いて基板に着色する際には、ナノ粒子同士の間隔を保った状態で固体化する必要がある。今回は、ポリマー膜中に Si ナノ粒子を均一に分散させたコンポジット膜の形成を試みた。緑色に発色する Si ナノ粒子インク (平均粒径 125 nm、メタノール溶媒) にポリビニルピロリドン (PVP) を少量溶解し、混合溶液を基板上に滴下・乾燥させた。この技術は高温処理を必要としないため、多様なフレキシブル基板への適用が可能である。図 2 はインクを塗布し、溶媒を蒸発させた後の PET 基板の写真である。PET 基板が着色されていることが確認できる。また、膜中の個々のナノ粒子が発色源であるため、発色の角度依存性が小さく、曲げても色彩は変化しない。講演では、定量的な色度特性評価とインクの彩度向上に関する検討結果を示す。[1] 岡崎他, 2019 年秋季第 80 回応物講演予稿集, 20p-E208-9. [2] H. Sugimoto, *et al.*, *Advanced Optical Materials* 5, 1700332 (2017). [3] H. Sugimoto, *et al.*, *submitted*

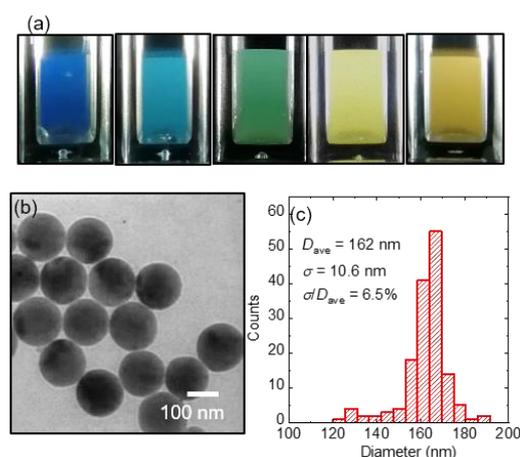


Figure 1. (a) Photos of Si nanoparticle inks after size-purification illuminated by white light from the bottom. (b) TEM image and (c) size distribution of size-purified Si nanoparticles.

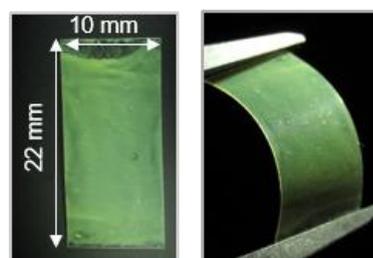


Figure 2. Photos of a PET substrate coated with a Si nanoparticles-PVP composite film bended with the bending radius of 9 mm.