

Mie 共鳴により発色するシリコンナノ粒子の 構造色インクへの応用

Mie-resonant Silicon Nanoparticles towards Structural Color Inks

杉本 泰、藤井 稔

要 旨

光の波長以下のサイズのナノ構造を周期的に配列することにより発色する構造色技術は、半永久的に退色しないという特徴があるが、発色の角度依存性（遊色効果）が大きく、また塗布により大面積に着色することが困難であるという問題がある。本研究では、高屈折率誘電体であるシリコン結晶のナノ粒子が可視波長域で狭帯域な Mie 共鳴散乱を示すことに着目し、その分散溶液を開発することで、塗布により高彩度で遊色効果が無い着色が可能な構造色インクを開発した。

キーワード：構造色、Mie 共鳴、シリコン、コロイド、ナノ粒子

Keywords : Structural color, Mie resonance, Silicon, Colloid, Nanoparticles

1. 緒言

構造色は、色素の光吸収により発色する従来のインクとは異なり、光の波長程度の構造による散乱、干渉、回折等の現象を用いて特定の波長の光の反射を強めることで発色する技術である。微細構造の秩序配列によって発色する物理的な発色方法であるため、構造が維持される限り退色しない。しかしながら、一般に干渉を用いた構造色は観測角度によって色が変化する「遊色効果」が顕著であるため、単色性を必要とする用途には使用できない。コロイドアモルファス集合体など短距離秩序のみを有する新しい構造の材料が開発されているが、反射スペクトルはブロードであり、色相の制御性や鮮やかな発色には課題がある。

近年、光の波長より小さいナノ粒子が示す角度依存性の小さい構造発色に関する研究が活発化している。特に、金・銀・銅などの貴金属のナノ粒子は、自由電子の集団振動に起因する局在表面プラズモン共鳴により、特定波長の光を吸収・散乱する。これは、古くからステンドグラスの着色に用いられ、ガラスに金属や金属酸化物を混ぜることで鮮やかな色が生み出されている。しかしながら、塗料や顔料のように大量に使用する用途への貴金属材料の利用は、材料コストの面で大きな問題となる。

最近、貴金属ナノ粒子に代わる新たな構造発色材料として、“Mie 共鳴”を示す誘電体ナノ構造が注目されている。特に、高い屈折率を持つ結晶シリコンのナノ構造が盛んに研究されている。シリコンは半導体産業の基盤材料であり、資源が豊富で安価であり、環境・生体親和性が高いという利点をもつ。これまでに、電子ビームリソグラフィーなどの半導体微細加工技術を駆使して、80,000 dpi 以上の超高解像度で鮮や

2021年5月18日受付
SUGIMOTO Hiroshi, FUJII Minoru
神戸大学 大学院工学研究科 電気電子工学専攻