



光 MOD による蓄光材料開発と部材化技術

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
土屋哲男, 中島智彦, 石崎晴朗, 鶴澤裕子

1. はじめに

国立研究開発法人 産業技術総合研究所（産総研），先進コーティング技術研究センターでは，低炭素化社会と安全・安心な社会の構築を目指したグリーンデバイスの研究開発において，蛍光体材料，部材の高機能化（高輝度・長残光・多色化）と様々な材料にコーティングが可能な革新的な製造プロセスの開発を目的とした研究を進めている。蛍光体材料の蛍光特性は，母物質や賦活剤の金属組成に依存するため，金属組成の厳密制御が可能な化学溶液を用いた合成法，また，紫外光を使った合成プロセス（光 MOD）により，蛍光体膜の低温コーティングの開発に取り組んできた。特に，ハイブリッド溶液光反応法による白色蛍光体膜の開発では，PET 基板上に従来の蛍光体膜より 2 倍高輝度な蛍光体フィルムを開発してきた¹⁾。

今回，こうした開発を基に，更に蛍光体材料の中で，光励起停止後も発光が可能な蓄光蛍光材料の開発とそのフィルムの開発を行なった。蓄光材料は，災害，停電時においても誘導標識や照明としての機能があるため，安全，安心な社会の構築や省エネ化を実現する材料として期待されている。これまでに長残光を示す蓄光材料として，緑色発光を示すアルミン酸塩 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu,Dy}$ ²⁾，青色蓄光材料としては， $\text{Sr}_{1.995}\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}_{0.005},\text{Dy}_{0.025}\text{Cl}_{0.025}$ ³⁾が知られており，既に災害時の避難誘導表示板等に応用されている。一方，赤色蓄光材料としては，比較的残光時間が長いものとして， $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Ti}_x,\text{Mg}_y,\text{Gd}_a$ ⁴⁾， $\text{CaS}:\text{Eu},\text{Tm}$ 系⁵⁾が報告されているが，これらの赤色蓄光材料は，いずれも発光強度が弱く，しかも硫酸化物のため紫外線，熱に対する安定性や，耐候性などの長期安定性に大きな問題がある。また，近年，低消費電力化を目的とした照明技術の発展により，蛍光灯から LED 照明への変換が図られている。LED は蛍光灯と比べて低消費電力であるため，結果的に CO_2 削減にも大きな期待が寄せられている。一方，従来市販されている緑色発光を示すアルミン酸塩 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu,Dy}$ 蓄光材料は，460nm 励起で残光特性が低いためその改善が求められてきた。

蛍光体材料の諸特性は，結晶構造，賦活剤の金属組成更には酸素欠損等に大きく依存するため，高輝度化や長残光化のためには，厳密な金属組成制御が必須である。こうした材料の合成には，金属組成の厳密制御が可能な金属有機化合物を用いた化学溶液法が威力を発揮する。更に，LED など蛍光体を部材化するには，蛍光体を樹脂に混練した複合部材が用いられるが，より高輝度化のための励起光源の高出力化は，樹脂部分の劣化を引き起こし，LED 耐久性に大きな影響を与える。こうした課題を解決するため，当グループでは材料開発から部材化まで一貫した研究開発を進めてきた。本稿では，各種蛍光体材料開発のツールとして，金属有機化合物の熱分解や光反応を用いた赤色蓄光材料及び LED（460nm 光源）に対応した蓄光材料の開発，及び，高機能化と耐久性の向上を可能とする新しい蛍光体膜コーティング手法を紹介する¹⁾。

2. 赤色蓄光材料の開発

$\text{Ca}_{0.998}\text{TiO}_3:\text{Pr}_{0.002}$ や $\text{Sr}_{0.998}\text{TiO}_3:\text{Pr}_{0.002}$ は，ペロブスカイト構造を有し，FED（フィールドエミッ