

液相からの長寿命蛍光体ナノ粒子の作製に関する研究

[1] 組織

代表者：宮崎 英敏

(島根大学総合理工学部物質科学科)

対応者：鈴木 久男

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

鈴木 久男 (静岡大学電子工学研究所)

脇谷 尚樹 (静岡大学電子工学研究所)

坂元 尚紀 (静岡大学電子工学研究所)

太田 敏孝 (名古屋工業大学)

セラミックス基盤工学研究センター)

[2] 研究経過

本研究は、長残光などの優れた蛍光機能を有する光ナノ粒子および薄膜を環境に優しい液相法や固相法により作製し、無機あるいは有機のハイブリッド材料とすることでイメージングデバイスとしての応用を模索する基盤研究である。例えば、シリコンオキシナイトライド系のセラミック粒子は、優れた蛍光特性を有することから、これらのナノ粒子あるいは薄膜を作製することでイメージングデバイスへの応用が期待される。

これまでに共同研究として、 $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$ ($\text{M} = \text{Ca, Sr, Ba}$)系のオキシナイトライド粉体の合成に関する研究を実施してきた。その結果、この様にして作製したナノ粒子は優れた燐光特性を示すことが明らかとなった。一方で、このような複合酸化物ナノ粒子は作製方法が少し複雑であり、単相合成や結晶構造の制御が困難である。そこで本研究では、前駆体の分子構造制御などを試みてさらに優れた燐光あるいは蛍光特性を示す光ナノ粒子を合成することを試み、光デバイス応用のためのプロセッシングを確立することを目的とする。

本共同研究では、すでに昨年度の共同研究や各種学会に参加した折に、宮崎教授と鈴木教授が $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2\text{:Eu}$ ($\text{M} = \text{Ca, Sr, Ba}$)系のオキシナイトライド粉体の合成に関する研究の打ち合わせや議論を重ねてきた。昨年度の共同研究では、サーモクロミック特性を示す光機能性ナノ粒子の共同研究を実施

したが、本年度は上述のオキシナイトライド系の蛍光体ナノ粒子の共同研究をさら進展させ、特性の改善を目指した。具体的には、原料となる $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ 粉体とその他の原料との粉碎及び混合方法を鈴木研究室が所有する高性能遊星ミルで検討した。その後の仮焼や特性評価は島根大学で実施し、得られたナノ粒子の構造解析を静岡大学が担当した。他の系として、酸化タングステン粒子についても他元素ドーピングの効果を検討した。本共同研究グループでは、光をキーワードにフォトクロミック材料、サーモクロミック材料および蛍光・蓄光材料についての幅広い光材料について共同研究を進めている。

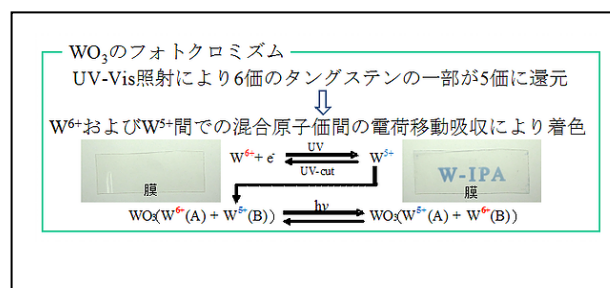
[3] 成果

(3-1) 研究成果

本年度は、フォトクロミック材料、サーモクロミック材料及び蛍光・蓄光材料について、以下に示す研究成果を得た。

【フォトクロミック材料】

フォトクロミック材料は、光を照射・遮断することで材料の色が可逆的に変化する材料である。この特性を利用して、夏と冬で室内に入射する太陽光を制御するスマートウインドウや光メモリー材料を設計できる。以下に WO_3 ベース材料のフォトクロミズムの概要を記載する。



フォトクロミック材料としては、酸化タングステン粒子を中心に研究した。研究内容としては、 B_2O_3 などの他元素ドーピングの効果を検討した。

【サーモクロミック材料】

サーモクロミック材料は、温度が変化することで特定の波長の光を可逆的に透過・遮断変化する。この特性を利用して、フォトクロミック材料と同様に、夏と冬で室内に入射する太陽光を制御するスマートウインドウを設計できる。材料としては室温に近い温度に相転移温度が存在する二酸化バナジウムナノ粒子が中心である。この物質の転移温度は68°C付近であり、何らかの元素のドーピングによる転移温度の低温下が不可欠である。そこで、Wを中心にナノ粒子中に均一にドーピングする手法の開発を進めてきたが、他の元素のドーピング効果の検討や作製したナノ粒子をプラスチックフィルム中に分散させる技術の開発も検討中である。

【蛍光・蓄光材料】

蛍光材料は光や電界など外部からのエネルギーにより発光する物質である。蛍光灯やLEDなど、身の回りで多く使用されているが、本共同研究では環境に優しい合成方法を用いて、かつ地域貢献が可能な手法により、蛍光・蓄光材料として有望な $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2$ 材料の検討をした。その結果、廃ガラス粉末の水熱処理や地元穴道湖でとれるヤマトシジミ貝を原料として、紫外線（波長365nm）を照射した際に発光可能な $\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2$ 黄色蛍光体の合成に成功した。

（3-2）波及効果と発展性など

本研究で目指している高性能長寿命蛍光体ナノ粒子やサーモクロミックナノ粒子が実現できれば、高性能なテレビや表示デバイスの開発が可能であるばかりでなく、地域に貢献できる手法で地球環境の改善に貢献できる優れたナノテクノロジーあるいは光イメージング技術が飛躍的に発展するものと期待される。さらに、国内共同研究として共同執筆の論文が出版されると期待される。

[4] 成果資料

- (1) H. Miyazaki, J. Ando, A. Nose, H. Suzuki, T. Ota, Effects of a B_2O_3 additive on sintering and electrical properties of WO_3 ceramics, Mater. Res. Bull., 64 (2015) 233–235.
- (2) H. Miyazaki, S. Yoshida, H. Suzuki, T. Ota, Phosphorescence properties of $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}$ ($M = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) mixture-phase phosphors using $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ powder, J. Ceram. Soc. Jpn., 123 (2015) 152–155
- (3) H. Miyazaki, T. Ishigaki, H. Suzuki, T. Ota, Effect of film thickness and air atmosphere on photochromic properties of WO_3 based composite films, Bull. Chem. Soc. Jpn., 89 (2016) 20–23.
- (4) H. Miyazaki, K. Tsunomori, H. Suzuki, T. Ota, Fabrication of $\text{Zn}_3\text{V}_2\text{O}_8$ yellow phosphor via a precursor aqueous solution of zinc acetate and peroxy-iso-poly vanadic acid, J. Ceram. Soc. Jpn., 124 (2016) 34–36.
- (5) 石垣拓海, 宮崎英敏, 江川美千子, 管原庄吾, 清家泰, 鈴木久男, 太田敏孝, ヤマトシジミ貝殻およびその焼成物の構造および蛍光特性, J. Ceram. Soc. Jpn., 124 (2016) S1–S3.
- (6) 吉田茂希, 宮崎英敏, 管原庄吾, 清家泰, 鈴木久男, 太田敏孝, 廃ガラス粉末の水熱処理により得られる二酸化ケイ素主成分粉末を利用した放射冷却 $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ 粒子の合成, 資源廃棄物循環学会誌, 25 (2015) 84–88.
- (7) H. Miyazaki, T. Ishigaki, H. Suzuki, T. Ota, Controlling the photochromic properties of tungsten oxide based photochromic composite films using boron-, carbon-, and sulfur- tungstic heteropoly acids, J. Ceram. Soc. Jpn., 123 (2015) 884–887.

出張報告

氏名：
所属：
期間：
用務先：
用務内容：
主たる対応者：