

ふりがな しらくら しげき  
氏名 白倉 重樹  
学位 博士(工学)  
学位記番号 新大院博(工)第272号  
学位授与の日付 平成20年3月24日  
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当  
博士論文名 蛍光体材料の形態制御

論文審査委員  
主査 准教授 戸田 健司  
副査 教授 佐藤 峰夫  
副査 教授 青木 俊樹  
副査 准教授 堀田 憲康

#### 博士論文の要旨

特に長時間の発光寿命を示す物質を長残光蛍光体と呼び、我々の身近にある例としては夜光塗料がある。従来は主に、高純度試薬を用い古典的な固相合成によって数ミクロン程度の粉末を得て、これをプラスチックなどと混合し成型加工することにより非常用照明などの用途に使用されてきた。プラスチックに対して蛍光体の割合が多い方が性能は向上するが、この方法では成型品の強度の理由から蛍光体は全体の30%ほどしか混合することはできない。また高純度試薬を用いるのではなく安価な出発原料を用いることができれば屋外の夜間照明用途など、非電源照明として利用が広がると考えられる。

本研究では新たな合成法によるマクロ的な形態制御および天然物原料から蛍光体粒子粉末のミクロ的な形態制御を行うことで、長残光蛍光体の有効活用を促進させることを目的とした。

第一章は $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_4$ を用いたゾルゲル法により出発原料を液相で混合し、シリコンウェハに直接塗布して800°C以上の温度で焼成することによって、長残光蛍光体 $(\text{Sr}_{0.98}\text{Eu}_{0.01}\text{Dy}_{0.01})_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ のみからなる薄膜を合成した。ゾルゲル前駆体とシリコンウェハとの"はじき"により膜表面に若干のムラはあるものの、良好な長残光特性を示す薄膜を得た。

第二章では天然鉱石で豊富かつ安価であるシリカサンドを出発原料に用いて長残光蛍光体を合成した。シリカサンドを用いた合成では、高純度試薬を用いた場合に匹敵する発光特性を確認したが、残光特性の著しい低下が見られた。これはシリカサンドに含まれるAlによる影響であると考え、EPMAマッピング分析およびAlを意図的に付活して合成したところ、3 mol%以上の組成変化に対して残光特性の低下がみられた。これはAlが長残光に必要なトラップ準位を変化させたため起こったものと考えられる。

第三章では現在廃棄処理にて問題になっている廃棄アスベスト含有建材を出発原料に用いて長残光蛍

光体を合成した。廃棄処理が必要なアスベスト製品中で量の最も多いスレート波板を用いた合成では、焼成の過程を経るとアスベストの有害性の原因である約  $10\ \mu\text{m}$  の針状結晶は完全に融解し無害化された。合成された物質は、目的の  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  ではなく  $\text{Ca}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8$  でありこの相が  $1300\sim 1400^\circ\text{C}$  の温度領域では熱的に安定であることを確認した。また焼成後の粉体には濃い灰色の着色がみられ発光強度が低く残光も見られなかった。この物質に高純度試薬で合成した  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  を重量比 1:9 で混合し再焼成したところ目的の  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  を得た。残光初期強度は低いものの、残光曲線の減衰は高純度試薬を用いたものより、緩やかであり、優れた残光特性を示すことが確認された。

長残光蛍光体を出発原料からの形態制御を行うことで、薄膜、天然鉱物からの合成、廃棄物の無害化と高付加価値な再利用と広い用途で効率的な使用が可能であることが確認された。これらが本研究で得られた新しい知見である。

#### 審査結果の要旨

平成20年2月22日、午前12時00分から約1時間にわたって、審査委員により上記の博士論文についての審査を実施した。審査の内容は、以下の項目である。

1. 学位申請希望者による論文説明として、研究の意義、背景、目的、実験方法、研究の新規性、結果の解析法、結論と今後への展望
2. 論文内容についての質疑・応答
3. 専門知識や関連分野の知識

本博士論文は、新たな合成法によるマクロ的な形態制御および天然物原料から蛍光体粒子粉末のミクロ的な形態制御を行うことで、長残光蛍光体の実用性を改善する技術開発を行っている。災害時における避難誘導標識や無電源照明として長残光蛍光体は注目されている。新規化合物の合成に関する研究は多いが、実用性を重視した応用手法の開発に関する学術的な取り組みは、ほとんど無い。

本研究により得られた全無機物の蛍光体薄膜、天然鉱物シリカサンドからの蛍光体、アスベスト廃棄物から得られた蛍光体は、それぞれ実用的なレベルで使用できる材料を得ており、工学的にも高く評価できる。ここで得られた知見は、今後の蛍光体の形態制御技術の開発における極めて有用な設計指針を与えている。これらの研究成果は、各関係学会において発表されている。また参考論文は、筆頭著者として一編、共著として三編発表されており、内容も高く評価されている。このように本研究はこの学問領域において重要な知見をもたらしたと判断される。

よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。