

IV. 2. 3 光機能性無機材料の開発

研究リーダー 森永健次（九州大学 教授）

（1）5年間の総括

我々の研究室はこれまで、酸化物系を主体とした融体物性の測定および平衡／非平衡状態図の作成といった基礎研究を一貫して行ってきた。光の時代を迎えた現在、多種多様なフォトンクス材料の開発が活発に行われているなかで、上記の研究を基盤として組成と対応したセラミックス、ガラスの光物性の集積を中心に基礎研究を続けている。このようにして構築した研究室独自の基礎研究成果（シーズ）を活かし、本プロジェクトでは光機能性無機材料の開発を産学官連携の下で行った。

光機能性無機材料を創製するために、本グループでは以下のサブテーマを設定し、研究開発を行った。

◇光機能性無機材料開発設計指針の確立

◇光機能性ガラス材料の開発

- ・ 薄膜型光導波路および光ファイバー材料の開発
- ・ 極紫外用光学部材の開発
- ・ 希土類イオンドープガラスの開発

◇光機能性セラミックス材料の開発

- ・ 新規蓄光・蛍光材料の開発
- ・ 透光性セラミックス材料の開発

光機能性無機材料開発設計指針の確立では各テーマを遂行するにあたり必要となる基礎データの集積とそれに基づいた材料設計指針の確立をフェーズⅠからⅡに渡り一貫して行った。

薄膜型光導波路および光ファイバー材料の開発では、フェーズⅠにおいて多層ガラスセラミックス光導波路基板の研究開発を行った。本プロジェクトでは、低コスト、大面積化が可能な光導波路基板の開発を目的として、スパッタ法による高純度石英膜の成形およびスラリー法による低コストガラス膜の成形について研究開発を行った。スパッタ法では高品位な石英系ガラス膜の成形条件の基礎を確立し、スラリー法では透明で緻密なガラス膜の成形に成功した。しかしながら、光導波路の市場のニーズが変化したため、フェーズⅡでは開発テーマを光導波路関連の応用技術である光ファイバー電流センサーへ転換した。その結果、電流を精度よくセンシングするために必要となる光弾性定数の低い基本ガラス組成を見出し、ファイバー線引き工程での加熱による結晶化を回避する組成の改良に成功し、損失が 1dB/m 以下となる良好なシングルモードファイバーを製造することを可能にした。このファイバーを利用することで高精度に電流を計測することを確認した。

極紫外用光学部材の開発では、LSI の高集積化に伴い、短波長のレーザを透過する極紫外透過材料の開発が要求されている。本プロジェクトでは比較的 low コストで大型化学品を製

造可能なガラスによる極紫外透過材料の開発を行った。フェーズⅠでは、 AlF_3 を主体とするフッ化物ガラスに BeF_2 を添加することで極紫外線波長157nmにおいて透過率80%を超えることが期待できるガラス組成の開発に成功した。しかしながら、 BeF_2 原料試薬に含有する不純物の影響により、結果的に目的の透過率を有するガラスの製造が困難であった。従って、フェーズⅡでは新しいシーズの確立を目的として、希土類イオンドーパガラスの光機能に焦点を当て、光通信用ドーパントの開発および室温PHB用 Sm^{2+} ドーパ硫化物ガラスの開発に関する基礎研究を行った。

次に、新規蓄光・蛍光材料の開発の概要を示す。

蓄光材料は、太陽や照明の光エネルギーを蓄え、励起源遮断後も長時間残光を示すため、省エネルギータイプの夜間広告塔などへの応用が期待されている。本プロジェクトでは、ブラックライト照射停止後、約30分間赤色の残光を示す基本組成を見出した。この赤色蓄光材料について市場調査を行った結果、更なる低コスト化および残光特性向上を指摘されたので、新規組成の探索を目的として開発を行ったが、コスト低減および特性向上には及ばなかった。

次にフェーズⅡにおいて新規蛍光材料の開発を行った。

近年、照明の演色性を向上させるために色度が良好な赤色蛍光体の開発が切望されている。そこで赤色蛍光材料の開発に注力し、従来品よりも赤色発光の色度が良好な蛍光材料の基本組成を開発したものの、従来品と同等以上まで蛍光強度を向上させる組成改良の課題が残った。

透光性セラミックス材料の開発では、メタルハライドランプに必要とされる、高強度かつ光透過能に優れた透光性セラミックスランプケース材について研究開発を行った。

フェーズⅠでは従来品よりも光透過能に優れたAION焼結体の調製に成功したものの、耐熱衝撃性に問題が生じた。そこで、フェーズⅡではこの問題を克服すべく Al_2O_3 に組成を変更し、高強度・透光性セラミックスの開発を継続した。その結果、出発原料となる平均粒径40nmのアルミナ微粉体の合成法およびナノサイズアルミナ微粉体の成形・焼結法を確立できた。この手法によって粒界をサブミクロンオーダーまで微細することで、従来製品よりも光透過能に優れ、機械的強度が高いアルミナセラミックスの開発に成功した。しかしながら、市場の要求を満足させるまでの光透過特性まで達成できなかった。

(2) 今後の取り組み

光ファイバー電流センサーの開発については、電力各社を中心に光ファイバー電流センサーの市場調査を実施し、市場の可能性が見込まれた場合、製品化の検討を行う予定である。

希土類イオンドープガラスの開発については、これまでに蓄積した基礎データをもとに、実用化への展開性を大学にて検討する予定である。

新規蓄光・蛍光材料の開発については、残光時間を $100 \text{ mcd}\cdot\text{m}^{-2}$ で 8h 以上持続させることができる新規蓄光材料、および実用化のために輝度向上を目指した新規赤色蛍光材料の組成開発を大学で継続して行う予定である。

高強度・透光性アルミナセラミックスの開発については、大学でナノサイズ微粉体の特性およびその焼結性に関する基礎研究を取り組み、高強度・透光性アルミナの実用化を検証していく予定である。