

(3) 光機能性無機材料開発設計指針の確立

研究機関 九州大学大学院総合理工学研究院 森永健次、武部博倫、藤野 茂、村田貴広

①研究概要

本テーマでは個別に実用化に取り組んだ「薄膜型光導波路および光ファイバ材料の開発」、「極紫外用光学部材の開発」、「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」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。なお、本テーマは各個別テーマと有機的に連携しているため、ここでは研究成果の簡潔に示すのみとした。詳細については個別テーマの報告を参照されたい。

②フェーズⅠの取り組み

②-1 目的

フェーズⅠにおいて個別に取り組んだ、「多層ガラスセラミックス光導波路基板の研究開発」、「極紫外用光学部材の開発」、「新規蓄光材料の開発」、「透光性酸窒化アルミニウム (AION) ランプケース材料の開発」を遂行するために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目的として研究を行った。

②-2 結果

多層ガラスセラミックス光導波路基板の研究開発では、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関する設計指針の確立を行った。スパッタ法では高品位な石英系ガラス膜のスパッタリング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条件を見出した。

極紫外用光学部材の開発では、極紫外領域で高い光透過能を示し、安定に比較的大型のバルクの製造が可能となるフッ化物ガラスの組成設計を行った。さらに、設計に基づいて調製したフッ化物ガラスを小数点第5桁目まで精度よく屈折率を194nmまでの波長域において実測した。この屈折率波長分散特性より157nmにおける屈折率を推定した。さらに、この実測した屈折率とイオン屈折との関係より、組成から計算で194nmおよび157nmにおけるフッ化物系ガラスの屈折率を推定できる組成パラメータを確立した。

新規蓄光材料の開発では、蓄光性発現に要請される条件を見出し、この条件に一致するように赤色および青色の残光を示す光アクティブイオンと光エネルギーを蓄えることができるマトリクス組成の組み合わせを設計した。その結果、酸化物系ではじめて赤色の残光を示す蓄光材料の組成探索に成功した。

透光性酸窒化アルミニウム (AION) ランプケース材料の開発では、焼結体の粒子サイズと透光性の関係を明らかに、透光性セラミックスの開発に関する設計指針を確立した。

③ フェーズⅡの取り組み

③-1 目的

フェーズⅡにおいて個別に取り組んだ、「光ファイバ電流センサの開発」、「希土類イオンドープガラスの開発」、「新規蛍光材料の開発」、「高強度透光性アルミナセラミックスの開発」を遂行するために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目的として研究を行った。

③-2 結果

光ファイバ電流センサの開発では、光ファイバセンサ材料の設計において重要な物性となる光弾性定数を系統的に組成を変化させた各種ガラスを調製して実測し、光弾性定数の組成依存性を明らかにした。この材料設計指針に基づき、光弾性定数の低いガラス組成の開発に成功した。

希土類イオンドープガラスの開発では、酸化物ガラスにドープした Er^{3+} および Yb^{3+} の局所構造を EXAFS 法に基づいて解析し、希土類イオンの光機能とその局所構造の関係を明らかにすることで、新しい光機能性ガラス材料の材料設計指針を確立した。さらに Sm^{2+} が有する PHB 特性などの優れた光機能について系統的に実測し、次世代の光デバイス材料としての有効性について検討した。

新規蛍光材料の開発では、色度が良好な赤色蛍光を示すために、赤色蛍光を担う光アクティブイオンとマトリクス組成の組み合わせに関する組成設計指針を確立した。この設計指針に基づいて、従来品よりも赤色蛍光の色度が良好な新規赤色蛍光体の組成開発に成功した。

高強度透光性アルミナセラミックスの開発では、光透過能に加え機械的強度に優れたアルミナセラミックスを開発するため必要不可欠となるナノサイズ・アルミナ微粉体の製造プロセスを確立した。

③-3 成果の達成度

本テーマでは各開発テーマで必要となる基礎データの集積を支援するとともに、その基礎データから材料開発の設計指針を確立してきた。達成度については各テーマの報告を参照されたい。

③-5 今後の課題

これまで光機能について基礎データを集積してきたが、実用化へ向けて信頼性、耐久性、安定性などの基礎データについても集積する必要がある。

③-6 フェーズⅢへの取り組み

フェーズⅢでは各テーマで必要となる基礎データを更に集積し、実用化のための基礎研究を継続して行う。