

Celem projektu jest opracowanie szklano-ceramicznych tlenkowo-fluorkowych falowodów pasywnych i domieszkowanych jonami RE (Er, Sm, Dy, Pr, Tm, Ho, Yb) z jedną fazą krystaliczną (BaF_2 , SrF_2 , GdF_3 , ZnTe, GeTe) w układach kongruentnych i niekongruentnych na bazie TeO_2 - GeO_2 (TeGe) metodą krystalizacji indukowanej jednocześnie dwoma laserami. Założony cel naukowy wynika z aktualnych badań naukowych nad opracowaniem mechanizmu kierowanej krystalizacji, prowadzącego do wytworzenia przezroczystych szklano-ceramicznych światłowodów dla potrzeb fotoniki, tj. nowych rodzajów źródeł szerokopasmowych i laserowych w zakresie 0,3-3 μm . Projekt obejmuje dwa nowe aspekty badawcze tj. wytworzenie szklano-ceramicznych falowodów na bazie szkła niekrzemieniowego oraz zastosowanie dwóch laserów do kierowanej krystalizacji. Dobrze charakteryzują to szczegółowe cele badawcze: WP1: Określenie mechanizmu krystalizacji szkieł w tlenkowo-fluorkowych układach kongruentnych i niekongruentnych TeGe, nie- i domieszkowanych jonami RE. Zadanie 1.1 Wytwarzanie, a następnie analiza składu chemicznego, mikrostruktury i struktury szkieł (EMPA, XRD, SEM-EDS, MIR, Raman, MAS NMR). Zadanie 1.2 Charakterystyka krystalizacji szkieł nie- i domieszkowanych jonami RE metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC). Zadanie 1.3. Optymalizacja parametrów procesu krystalizacji indukowanej dwoma laserami w szklach nie- i domieszkowanych jonami RE (laser pracy ciągłe CO_2 i femtosekundowy). Zadanie 1.4 Analiza mikrostruktury i struktury szklano-ceramicznych falowodów (GID, XRD, SEM-EDS, HR-TEM, Raman, MAS NMR, IR w obszarze THz). Zadanie 1.5 Analiza spektroskopowa jonów RE w szklano-ceramicznych falowodach TeGe. Pomiar widm wzbudzenia i luminescencji oraz czasów zaniku luminescencji. Ponadto dla kryształów nieliniowych w próbkach GC zostanie zmierzona podatność elektryczna drugiego rzędu. WP2: Krystalizacja faz, dla których zarodkiem krystalizacji jest jon RE. Zadanie 2.1 Analiza transferu energii jonów RE w falowodach szklano-ceramicznych na podstawie pomiaru widm luminescencyjnych. Zadanie 2.2 Analiza roli jonu RE w krystalizacji (pomiar krzywych DSC). Zadanie 2.3 Krystalizacja indukowana podwójnym laserem. Zadanie 2.4 Badania mikrostruktury i struktury GC TeGe (GID, SEM-EDS, HR-TEM, Ramana, MAS NMR i IR w obszarze THz). Zadanie 1.5 Analiza spektroskopowa jonów RE w TeGe falowodach GC. Analogiczne jak w zadaniu 1.5 pakietu pracy nr 2. WP3: Wytwarzanie falowodów TeGe GC. Od czasu odkrycia szkieł na bazie tlenków metali ciężkich (HMO – ang. heavy metal oxide), szkła tellurowe i germanowe domieszkowane RE cieszą się rosnącym zainteresowaniem w szerokim zakresie zastosowań fotonicznych, takich jak lasery, optoelektronika, szerokopasmowe wzmacniacze optyczne. Krystalizacja szkieł HMO i tym samym otrzymanie materiałów szklano-ceramicznych to skuteczna metoda poprawy właściwości i funkcjonalności tych szkieł, takich jak fotoluminescencja i nieliniowość optyczna drugiego rzędu. Pomimo wielu zalet tlenkowo-fluorkowych materiałów, w literaturze można znaleźć tylko kilka prac dla układów na bazie TeO_2 i GeO_2 . Również mechanizm krystalizacji indukowanej laserem w szklach tellurowych i germanowych nie jest dobrze zbadany w przeciwieństwie do szkieł krzemionkowych, fosforanowych czy chalcogenkowych. Prace naukowe skupiają się głównie nad krystalizacją indukowaną laserem w szkłe z kongruentnego układu LaBGeO_5 . Wynika to z faktu, że wspomniane szkło łatwo ulega dewitryfikacji z utworzeniem fazy krystalicznej o dużych nieliniowych właściwościach optycznych. Ponadto krystalizacja indukowana pojedynczym laserem ma swoje ograniczenia. Chociaż laser o pracy ciągłej pozwala na uzyskanie kryształów o lepszej jakości niż laser femtosekundowy to jego ograniczenia wynikają z tworzenia tylko dwuwymiarowych struktur falowodowych. Większość warunków napromieniania przedstawionych w literaturze na temat krystalizacji indukowanej laserem femtosekundowym skupia się nad optymalizacją wpływu parametrów pracy lasera na warunki otrzymywania faz krystalicznych. Stąd w projekcie zaproponowano, że jednorodny wzrost monokryształów można osiągnąć, używając jednocześnie dwóch laserów. Zastosowanie lasera ciągłego pozwoli na zmniejszenie mocy lasera femtosekundowego, co będzie miało bezpośredni wpływ na wzrost, a tym samym na jakość i morfologię kryształów. Ogólną wartością dodaną projektu będzie 1) wyjaśnienie aspektów wiedzy z zakresu krystalizacji szkieł przy użyciu jednocześnie dwóch laserów; 2) szczegółowa charakterystyka tlenkowo-fluorkowej transparentnej szkło-ceramikki z układu TeO_2 - GeO_2 ; 3) wytworzenie aktywnych struktur GC (falowodów planarnych i światłowodowych) oraz 4) uzyskiwanie aktywnych przejść laserowych w domieszkach RE znajdujących się w otoczeniu krystalicznym. Znaczenie wyników projektu dla rozwoju nauki w dziedzinie szklano-ceramicznych falowodów to 1) Poznanie mechanizmu tworzenia GC w układzie TeGe, zapewniającego zrozumienie zmian strukturalnych w wyniku krystalizacji indukowanej dwoma laserami, z wykorzystaniem niepromienistej absorpcji fononów RE w procesie zarodkowania; 2) Określenie roli jonów RE w formowaniu kryształów, dla których zarodkiem krystalizacji będzie jon RE, 3) Opracowanie warunków wytwarzania falowodów Te-Ge GC oraz optymalizacja właściwości falowodów pasywnych pod względem tłumienia i właściwości nieliniowych.