

**Titlu Proiect:** Structuri nanofotonice pentru surse cuantice integrate / PHOTONIQS

**Cod proiect:** PN-III-P4-PCE-2021-1710 **Contract Nr.:** PCE58/2022 **Etapa 2 – Etapa Anuală 2023**

**Denumire etapă:** Caracterizări spectroscopice avansate ale probelor fabricate.

Prin acest proiect ne propunem să demonstrăm o configurație de microcavitate optică bazată pe oxidul de zinc (ZnO) în care să putem controla modurile polaritonice și mecanismele de împrăștiere a polaritonilor în cavitate. Pornind de la aceste structuri fotonice explorăm noi soluții de generare de fotoni corelați ce sunt emiși de microcavitățile optice, folosind astfel avantajul microcavităților de a fi integrabile în dispozitive portabile. O microcavitate optică este formată dintr-un strat activ semiconductor de grosime multiplu întreg de  $\lambda/2$ , centrat între două oglinzi Bragg formate din straturi subțiri cu grosime optică  $\lambda/4$ , unde  $\lambda$  reprezintă lungimea de undă de rezonanță a cavității. În cazul acestui proiect am propus ca strat activ oxidul de zinc – ZnO, cu emisie luminescentă în jurul lungimii de undă de 360-380 nm și oglinzi Bragg din oxizi metalici cu contrast ridicat de indice de refracție, pentru a minimiza numărul de perechi Bragg ce intră în componența oglinzilor.

În cadrul acestei etape, s-au realizat optimizări de depuneri de straturi subțiri, atât straturi individuale de oxizi dielectrice, cât și structuri multistrat tipul reflectorilor Bragg și microcavități optice. Principala tehnică de depunere implicată în procesarea monostraturilor și heterostructurilor a fost depunerea laser pulsant (PLD), însă, ca soluție alternativă a fost testată și metoda de depunere cu fascicul de electroni. În cazul depunerilor de ZnO, atât pentru lungimea de undă de 355, cât și 266 nm, suprafețele straturilor subțiri au fost netede, omogene, curate, fără picături sau defecte majore cum ar fi crăpăturile. În privința constantelor optice, valorile acestora au coincis cu cele raportate în literatura de specialitate. Pentru depunerile de HfO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, și Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, majoritatea probelor au prezentat formațiuni pe suprafața cauzate de procesul de ablație a țintei-material. În urma schimbării țintei, s-au obținut o rugozitate de 1nm. De asemenea, constantele optice au prezentat valori ușor mărite față de cele din bazele de date. Se confirmă faptul că SiO<sub>2</sub> nu este un material potrivit pentru formare de oglinzi Bragg prin PLD, în schimb avem în vedere pentru următoarea etapă înlocuirea oxidului de hafniu cu oxidul de aluminiu în structurile Bragg datorită valorii indicelui de refracție mai mic care permite un contrast înalt pentru a reflecta eficient în intervalul spectral de interes utilizând un număr mic de perechi Bragg.

O altă activitate a acestei etape a constat în punerea la punct a tehnicilor de caracterizare spectroscopică necesare pentru investigarea probelor și anume, spectroscopie rezolvată unghiular, photoluminescență și spectroscopie ultrarapidă în configurație pump-probe în regim femto- și picosecunde. Spectroscopia de reflectivitate rezolvată unghiular a pus în evidență modurile polaritonice prezente în cavitate. Aceste moduri sunt decalate către energii fotonice mai mari (lungime de undă mai mică) atunci când unghiul de incidență crește. Efectul acesta a fost pus în evidență și prin simulările numerice prezentate în etapa anterioară. Prezența polaritonilor în structură este încurajatoare, totuși sunt o serie de ajustări necesare în procesul de fabricare al straturilor subțiri pentru a confirma atingerea regimului de cuplare polaritonică tare (*strong coupling regime*).

A fost pus la punct și un montaj experimental pentru măsurarea fotoluminescenței (PL). Au fost înregistrate spectrele de luminiscentă pentru probele de ZnO și a fost pusă în evidență banda de emisie PL centrată la 383 nm cu lărgime de 9 nm. Acest fapt confirmă emisia excitonică specifică ZnO la temperatura camerei. Confirmarea emisiei PL la temperatura camerei din probele de ZnO depuse prin PLD este critică pentru realizarea dispozitivului de tip microcavitate în regim de cuplaj polaritonic. Prin urmare realizarea acestui task este încurajatoare pentru trecerea la următoarea etapă a proiectului. Emisia de fotoni corelați din microcavitate depinde puternic de înțelegerea și controlul mecanismelor de împrăștiere polaritonică în cavitate. Pentru a investiga această dinamică, în această etapă am construit și un montaj experimental pentru spectroscopie pump-probe în regim femto- și picosecunde. În etapa finală se vor realiza experimentele propriu-zise de detectare de fotoni corelați. În acest scop a fost deja proiectat dispozitivul electronic de detectare fotonilor corelați emiși de structura fonică.