



*Optimizarea și caracterizarea funcțională a materialelor și
compozitelor pe bază de materiale feroelectrice: de la soluții
solide la sisteme cu diferite grade de porozitate pentru
aplicații avansate*

Teză abilitare

Dr. Cristina-Elena Ciomaga

Iasi 2024

Rezumat

Teza de abilitare, intitulată *Optimizarea și caracterizarea funcțională a materialelor și compozitelor pe bază de materiale feroelectrice: de la soluții solide la sisteme cu diferite grade de porozitate pentru aplicații avansate*, este structurată în două secțiuni principale. Prima secțiune descrie contribuțiile mele în domeniul materialelor feroelectrice, cu accent pe soluțiile solide și sistemele compozite pe bază de BaTiO₃ (BT), în timp ce a doua secțiune prezintă planul meu de dezvoltare a carierei, care urmărește consolidarea colaborărilor academice și industriale în domeniul științei materialelor.

Secțiunea I: Rezultatele Științifice și Profesionale detaliază dezvoltarea și optimizarea materialelor feroelectrice, concentrându-se pe soluțiile solide și structurile compozite pe bază de BT. Aceasta include cercetări detaliate asupra metodelor de preparare, modificărilor compoziționale, caracteristicilor structurale și controlului microstructurii, evidențiind modul în care aceste variabile afectează proprietățile funcționale. Cercetarea se axează pe:

1. **Soluții solide ale materialelor feroelectrice:** Contribuțiile cheie în înțelegerea comportamentului relaxor-feroelectric în ceramica Ba(Zr,Ti)O₃ (BZT) includ un studiu detaliat al tranziției de la starea ferroelectrică la cea de relaxor, tranzițiile de fază prin teoria Landau cât și efectele vacanțelor de oxigen asupra răspunsului dielectric. Tehnicile avansate de caracterizare dezvăluie impactul substituției cu Zr în BT, oferind perspective asupra proprietăților de comutare și ale efectelor granițelor dintre grăunți, îmbunătățind astfel comportamentul funcțional în aplicațiile pe bază de BT.

2. **Sisteme compozite pe bază de materiale feroelectrice:**

(i) **Compozite magnetoelectrice feroelectric-ferită:** Cercetarea examinează relațiile dintre metodele de preparare, compoziție, structură și microstructură asupra proprietăților funcționale (electrice, magnetice și magnetoelectrice) ale compozitelor magnetoelectrice cu și fără Plumb (Pb(Zr,Ti)O₃ și pe bază de BT). Scopul este înțelegerea impactului fenomenului de percolație, interconectivitate fazelor și a efectelor volum-suprafață asupra proprietăților electrice și magnetice. Studiul se concentrează pe proiectarea compozitelor adecvate pentru dispozitive de microunde miniaturizate, subliniind potențialul lor pentru utilizarea în microelectronică.

(ii) **Alte compozite pe bază de materiale feroelectrice:** Această secțiune include studii asupra nanocompozitelor SrTiO₃@BaTiO₃ și ceramica BaTiO₃ dopată cu Ag. În această cercetare sunt

analizate nanoceramicile $\text{SrTiO}_3@ \text{BaTiO}_3$ obținute prin sinterizare asistată de câmp de înalt, care produc materiale cu permitivitate stabilă, pierderi dielectrice reduse și tunabilitate liniară, adecvate pentru aplicații electronice de înaltă frecvență. Studiul arată că proprietățile dielectrice și capacitățile de stocare a energiei pot fi îmbunătățite prin inginerie microstructurală și optimizarea condițiilor de sinterizare, evidențiind impactul aditivilor și tehnicilor de procesare asupra performanței funcționale a acestor materiale.

(iii) **Compozite ferroelectric-polimer:** Aceste compozite combină proprietățile polimerilor și ale materialelor anorganice. Am studiat încorporarea de particule BT sau nanoparticule de argint (Ag) în matrici polimerice precum poli(ϵ -caprolactonă) (PCL), gelatină și fluorură de polivinilidenă (PVDF). Optimizarea dimensiunii particulelor, a fracției volumice și a distribuției materialelor de umplere, inclusiv adăugarea de nanoparticule de Ag, a condus la compozite cu îmbunătățiri semnificative ale constantei dielectrice, coeficientului piezoelectric și a capacității de stocare a energiei. Multifuncționale, sustenabile și adaptabile la diverse aplicații, aceste materiale au un potențial ridicat în electronică flexibilă, captare de energie și dispozitive biomedicale.

(iv) **Compozite pe bază de BaTiO_3 cu diferite grade de porozitate:** Această secțiune analizează rolul porozității în compozitele pe bază de BaTiO_3 și impactul acesteia asupra proprietăților funcționale esențiale, cum ar fi răspunsurile dielectrice, ferroelectrice și piezoelectrice. Studiul subliniază avantajele porozității proiectate în materialele pe bază de BT în vederea creșterii capacității acestora de colectare a energiei, prin optimizarea constantei dielectrice, creșterea tunabilității și controlul efectelor microstructurale asupra polarizației. Prin integrarea modelelor teoretice cu date experimentale, cercetarea evidențiază modul în care porozitatea introdusă strategic, prin controlul dimensiunii, formei și distribuției porilor, contribuie la crearea unor materiale eficiente și sustenabile pentru colectarea energiei, potrivite pentru aplicații în electronică avansată.

Secțiunea II: Planul de dezvoltare profesională conturează traiectoria carierei mele, vizând avansarea academică prin predare, mentorat și cercetare. Planul include obiective precum obținerea statutului de îndrumător de doctorat, extinderea cursurilor în domeniul materialelor avansate, crearea unui laborator dedicat ceramicelor funcționale folosind tehnici de imprimarea 3D și promovarea colaborărilor cu industria. Intenționez să contribuie la soluții de energie durabilă și cercetări inovatoare în materiale funcționale prin colaborare activă, publicare de articole, propuneri de proiecte și integrare de noi tehnologii de fabricare aditivă.

Această teză contribuie semnificativ la înțelegerea științifică și la aplicațiile practice ale materialelor ferroelectrice, evidențiind progresele majore realizate în acest domeniu și oferind o direcție clară pentru progresul academic și profesional în cercetarea materialelor avansate.