

TEZA DE ABILITARE

Cercetari asupra compozitelor cu cristale lichide cu aplicatii in optoelectronica

Research in liquid crystals composites with applications in optoelectronics

Prof. dr. ing. Doina Manaila Maximean

REZUMAT

Aceasta Teza de Abilitare prezinta o parte a cercetarilor pe care le-am intrepris de la obtinerea titlului de doctor inginer in anul 1997. Studiile pot fi incluse in grupul "materiei solide moi", iar din punct de vedere al dimensiunilor constituentilor si structurii lor in domeniul nanotehnologiilor si al microtehnologiilor. Cercetarile prezentate au fost intreprinse in colaborare cu oameni de stiinta din Romania si strainatate, conform Listei de lucrari atasate.

Studiile asupra acestor materiale adaptive si inteligente sunt interesante atat in cercetarea fundamentala cat si in proiectarea si obtinerea dispozitivelor optoelectronice organice, a laserilor, a dispozitivelor controlate magnetic cu aplicatii inre-un spectru larg de domenii: fotonica, optica neliniara, chimie, biotehnologie, nanotehnologie si medicina. Domeniul abordat, al compozitelor cu CL cunoaste un interes continuu ascendent in stiinta si tehnologie la nivel international. Aceste cercetari sunt interdisciplinare si multidisciplinare, implicand cunostiinte de fizica, electronica, chimie si stiinta materialelor.

O prima clasa de compozite a fost obtinuta prin dispersarea cristalelor lichide (CL) intr-o matrice polimerica, obtinandu-se dispozitivele tip Cristale Lichide Dispersate in Polimeri (CLDP). O a doua clasa este formata de sistemul invers, coloizi obtinuti prin doparea CL cu nanoparticule compatibile, special concepute si sintetizate.

CLDP pot fi formate din picaturi micro si submicrometrice incluse intr-o matrice polimerica (sistemele incapsulate). Mai multe brevete referitoare la prepararea si aplicatiilor acestor dispozitive optoelectronice au fost inregistrate in anii 90. Brevetul pe care noi l-am inregistrat la OSIM (nr. 113 649 conform Listei de lucrari) se refera la obtinerea unui film compozit pentru dispozitive electro-optice folosind un copolimer stiren-acrilic. Principalele avantaje ale dispozitivelor CLDP sunt: constituie filme flexibile, prezinta efect electrooptic la varierea tensiunii aplicate alternative, nu necesita prezenta polarizorilor si pot fi depuse pe suprafete largi de forme oarecare. Pe langa dezavantajele legate de obtinerea lor, cum ar fi reproductibilitatea, care ar putea fi depasita prin studii meticuloase, exista si un neajuns conceptual, in comparatie cu dispozitivele bazate doar pe CL, legat de cresterea tensiunii de operare datorita prezentei polimerului.

In cercetarile pe care le-am intrepris am obtinut CLDP prin toate metodele de separare a fazelor, utilizand cristale lichide termotrope nematice, colesterice sau feroelectrice. Dispozitivele au dovedit comutarea electro-optica, functia de comutator termic (sensor de temperature); au fost studiate simultan influenta tensiunilor de prepolarizare asupra transmisiei optice si Curentii de Depolarizare Stimulati Termic (CDST). O data cu dezvoltarea nanotehnologiilor, CLDP au evoluat prin doparea cu diverse nanoparticule. Concentratii foarte mici de nanotuburi de carbon au dus la micșorarea tensiunii de comutare.

Al treilea capitol al prezentei Teze, intitulat "Completarea golurilor retelelor celulozice electrofilate" prezinta dispozitive electro-optice care au acelasi principiu de functionare cu CLDP, si anume egalarea indicelui de refractie al polimerului cu cel al CL supus actiunii campului electric. Aceste studii includ observatii in microscopie polarizata (POM), microscopie electronica, studii de conductie electrica, curenti de depolarizare stimulati termic, transmisie electro-optica, spectroscopie dielectrica (DS)). Foarte interesant, studiile DS si POM au fost facute inainte si dupa umplerea prin capilaritate a cavitatilor dintre fibrele celulozice, permitand separarea contributiei fiecarui constituent la permitivitate electrica si la pierderile dielectrice.

Tensiunea de comutare OFF-ON a acestor dispozitive fiind foarte joasa, ($1 \div 2V / \mu m$), aceste dispozitive depasesc principalul inconvenient al CLDP-urilor, si anume tensiunea de operarea ridicata. Compusii celulozici utilizati sunt biocompatibili, ecologici, reciclabili, naturali si sunt obtinuti din surse regenerabile.

Cel de-al patrulea capitol, intitulat "Efecte electrice si electro-optice in sisteme compozite particule coloidale/CL" este dedicat sistemelor compozite micro- sau nanoparticule in fluide anizotrope. Se stie ca aceste sisteme pot prezenta efect electro-optic similar CLDP-urilor, bazat pe egalarea indicilor de refractie ai unor sfere micrometrice de polimer sau sticla, introduse in CL. In acelasi timp, sfere mici introduse in CL pot fi manipulate prin camp electric, magnetic sau raza laser, in conditiile unui tratament de suprafata si aliniere corespunzatoare ale particulelor si celulei suport. Intram astfel in zona materialelor adaptive.

Pentru a evita agregarea si a imbunatati stabilitatea mixturilor, au fost utilizate in mixturi particule polimerice, copolimerice sau nanocompozite copolimer-argila special proiectate, ce contin grupari laterale cu o compatibilitate imbunatatita cu CL considerat. Sistemele obtinute au fost caracterizate prin metode electrice, electro-optice, CDST.

CL ionice sunt o clasa foarte atractiva de materiale care recent si-au gasit numeroase aplicatii (cellule solare sensibilizate cu colorant, baterii, senzori electrochimici, dispozitive de stocare a energiei). Proprietatile lor interesante provin din combinarea proprietatilor de LC cu cele de lichid ionic. Am caracterizat recent un nou CL ionic bazat pe o sare de bisimidazola comparand caracteristicile CL pur si CL dopat cu nanotuburi de carbon, punand un accent deosebit pe studiile DS.

In capitolul cinci, "Noi compozite ferrite grefate/CL in camp magnetic" este prezentata actiunea campului magnetic asupra unor CL dopate cu particule special concepute si sintetizate pentru a asigura o orientare homeotropa a directorului CL la interfata particulei. Compararea observatiilor POM in prezenta si absenta campului magnetic au permis stabilirea fara dubii a unei bune ancorari homeotrope a LC la suprafata particulei. Au fost considerate atat CL termotrope cat si liotrope. Feronematicile liotrope prezinta caracteristici distincte (biocompatibilitate, neimunogene, netoxice) ne ce pot fi utilizate cu succes in aplicatii industriale si biomedicale, incluzand tintirea magnetica a medicamentelor, hipertermia si separarea magnetica a celulelor.

A fost investigate tranzitia Fredericksz in camp magnetic prin masuratori de transmisie optica ale probei in lumina laser. In cazul CL liotrope, discotice avand anizotropia magnetica negativa, campul critic la care se produce tranzitia scade la cresterea concentratiei de particule compozite magnetita-polimer cu care a fost dopat CL, aceasta in opozitie cu comportamentul obtinut pentru nematicile termotrope. Rezultatele experimentale sunt in bun acord cu previziunile teroretice, metoda de studiu permiand si determinarea constantelor lastice ale CL, in campuri magnetice joase.

Fiecare capitol subliniaza importanta stidiilor efectuate, originalitatea lor atat ca cercetare academica cat si din punct de vedere al aplicatiilor.

In Concluzie, studiile prezentate in aceasta Teza de Abilitare ofera o imagine clara a conditiilor necesare obtinerii unor dispozitive noi, micro- si nanocompozite cu CL, avand proprietati specifice aplicatiei.

Planul meu de dezvoltare viitoare contine urmatoarele elemente:

a. Captarea interesului tinerei generatii in domeniul fizicii materialelor, al nano- si microtehnologiilor;

b. Dezvoltarea unor noi teme de cercetare cum ar fi noi aplicatii ale CLDP in fotonica; noi dispozitive CLDP obtinute prin utilizarea unor polimeri naturali, ecologici si biocompatibili;

- c. Studii asupra unor noi CL luminescente cu aplicatii in dispozitive OLED, si noi CL discotice cu aplicatii in celulele solare;
- d. Doparea materialelor mentionate cu nanoparticule (nanotuburi de carbon- cu pereti simpli sau multipli, dioxid de titan, etc) in scopul imbunatatirii caracteristicilor acestora;
- e. Cresterea continua a impactului cercetarilor prin publicarea in reviste repute si participand la conferinte internationale de prestigiu;
- f. Continuarea si imbunatatirea colaborarilor cu partenerii din laboratoarele de cercetare din Romania si strainatate.
- g. Toate obiectivele mai sus mentionate se impletesc cu dezvoltarea continua a competentelor mele didactice bazate pe cercetarea stiintifica.