



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale  
2014-2020

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională  
prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020

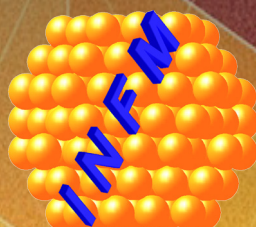
**MATERIALE MULTIFUNCȚIONALE INTELIGENTE PENTRU  
APLICAȚII DE ÎNALTĂ TEHNOLOGIE (MATI2IT)  
- MYSMIS 105726 -**

**PROGRAM & ABSTRACT BOOK  
Workshop**

**Oferta INCDFM în domeniul materialelor  
multifuncționale cu aplicații în senzorică,  
electronică și optoelectronică**

**24 - 25 APRILIE 2017**

**Sala de seminar INCDFM, Măgurele, Ilfov**



## Workshop/brokerage - 24-25 APRILIE 2017

Oferta INCDFM în domeniul materialelor multifuncționale cu aplicații în sensoristică, electronică și optoelectronică

24 APRILIE 2017	
09:00 - 10:00	Înregistrarea participanților
10:00 - 11:00	Deschiderea lucrărilor. Prezentare generală INCDFM: Dr. Lucian PINTILIE
11:00 - 11:45	Materiale organice pentru dispozitive de tip OLED: Dr. Silviu POLOȘAN
11:45 - 12:30	Senzori de gaze chemorezistivi. Știința - Aplicații: Dr. Adelina STĂNOIU
12:30 - 14:00	PAUZĂ DE PRÂNZ
14:00 - 14:45	Materiale nanostructurate obținute prin depunere electrochimică cu aplicații în electronică: Dr. Elena MATEI
14:45 - 15:30	Sinteza și caracterizarea oxizilor anorganici transparenți necesari în dispozitive optoelectronice: Dr. Aurelian Cătălin GÂLCĂ
15:30 - 17:00	Brokerage între firmele participante și specialiști din INCDFM
25 APRILIE 2017	
09:00 - 09:45	Materiale dielectrice de microunde pentru aplicații în comunicații fără fir: Dr. Liviu NEDELUCU
09:45 - 10:30	Materiale pentru detecția radiației luminoase, UV-IR: Dr. Lucian PINTILIE
10:30 - 11:00	PAUZĂ DE CAFEA
11:00 - 11:45	Materiale magnetice pentru senzori și dispozitive electronice: Dr. Petre BĂDICĂ
11:45 - 12:30	Termoluminescența-Metodă avansată de analiză pentru materiale cu aplicații în sensoristică și (opto)electronică: Dr. Mihai SECU
12:30 - 14:00	PAUZĂ DE PRÂNZ
14:00 - 16:00	Vizită la infrastructurile din INCDFM
16:00 - 17:00	Discuții finale și închiderea lucrărilor

## Materiale organice pentru dispozitive de tip OLED

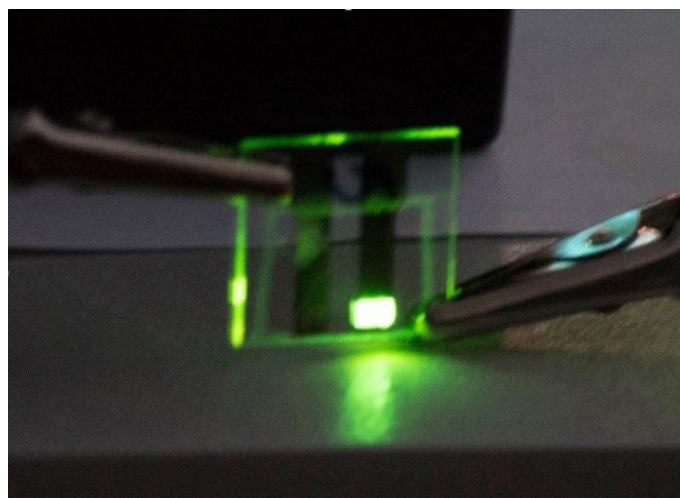
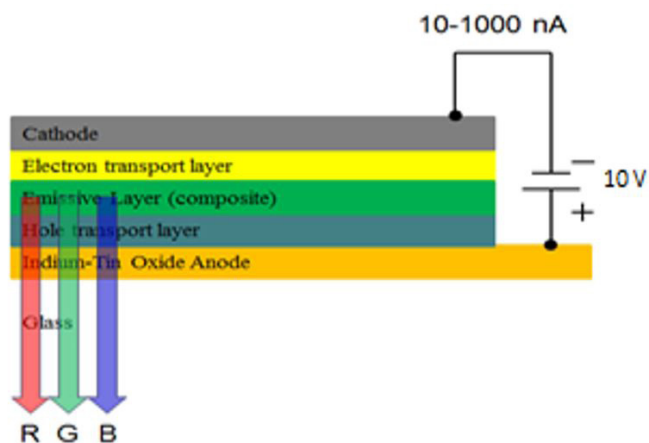
S. Polosan

*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Magurele, Romania*

*E-mail: silv@infim.ro*

Tehnologiile de tip OLED, superioare tehnologiilor LED clasice, se bazează pe componente electronice semiconductoare sub forma de folii subtiri foarte luminoase. Avantajele acestor tehnologii sunt: unghiuri de vizualizare mai bune, o paleta de culori mai ridicata, nu necesita sursa de iluminare separate crescand eficienta acestora comparativ cu tehnologiile LED clasice, o rata de refresh mai bun, contrast mai bun, dar si luminozitate imbunatatita. Dezavantajul acestor tehnologii este timpul de viata limitat, dat de instabilitatea compusilor organometalici ca element cheie in aceste tehnologii, dar imbunatatirile aduse an de an, au marit durata de functionare a acestor tehnologii pana la 100.000 de ore de functionare.

Functionarea OLED-urilor are la baza fenomenul de electroluminescenta (emisia de lumina sub actiunea unui potential electric aplicat) avand ca principal obiectiv consumul redus de energie care sa permita functionarea acestora prin alimentare cu baterii comerciale. Structura de baza a unui OLED este o structura sandwich multistrat formata din filme subtiri organice, intre doi electrozi, anodul- transparent si catodul- metalic.



Procesul de electroluminescenta se realizeaza in mai multe etape: sub actiunea câmpului electric are loc injectia de purtatori de sarcina (goluri de la anod si electroni de la catod) care migreaza prin straturile transportoare de goluri, respectiv de electroni spre stratul emisiv. In acest strat sarcinile sunt captate formând stari excitonice de tip electron-gol care prin dezexcitare conduc la emisie de lumina. Randamentul de emisie al structurilor de tip OLED este dat de raportul intre numarul de fotoni emisi si numarul purtatorilor de sarcina injectati.

## Senzori de gaze chemorezistivi. Stiinta ↔ aplicatii

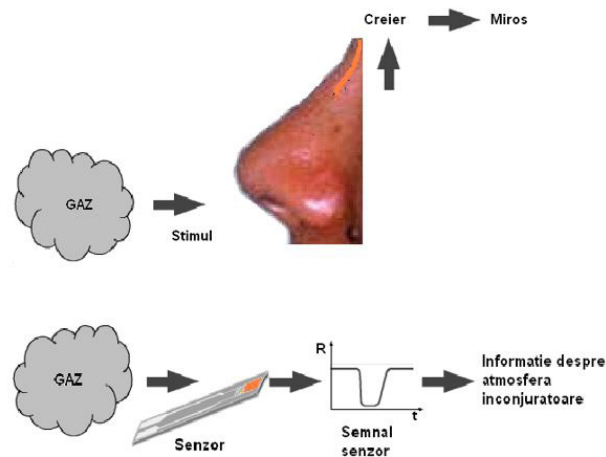
Adelina Stanoiu

*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Magurele, Romania*

*E-mail: adelina.stanoiu@infim.ro*

În societatea modernă, oamenii manifestă un interes crescut pentru calitatea apei și alimentatiei, dat fiind faptul că în medie, consumul zilnic de lichide este de 2-3 litri și de alimente este de 1-2 kg. Un lucru încă neglijat este faptul că un om inhalează în medie 15 Kg de aer zilnic, din care 80-90% în habitate (birouri, săli de clasă, locuință, mașini). Astfel, asigurarea calității aerului trebuie să devină o preocupare legată nu numai de sănătatea, ci și de siguranța oamenilor. Realizarea de habitate inteligente presupune asigurarea ventilației automate comandate de dispozitive (senzori sau rețele de senzori) care să permită obținerea de informații despre atmosfera ambiantă: monitorizarea poluanților, a umidității relative și a temperaturii.

Cuvântul “senzor” provine din latinescul “sentire” care înseamnă “a percepe”. De aceea, noțiunea de senzor sugerează analogii cu simțurile umane.



Detectia de gaze se bazează pe faptul că schimbările atmosferei modifică proprietățile senzorilor într-un mod specific. În cazul senzorilor optici se modifică proprietățile optice - reflectanta; senzorii capacitivi răspund prin schimbări de capacitate; în cazul senzorilor de masă (ex. suprafețe acustic wave sensors - SAWs, quartz micro balances QMBs) compoziția atmosferei de gaz afectează masa și în modul acesta frecvența de oscilație; în cazul senzorilor rezistivi (întâlniți în literatură sub denumirea de senzori chemorezistivi) se măsoară variația de rezistență electrică. Larga răspândire a senzorilor chemorezistivi se datorează unor avantaje indiscutabile: construcție simplă, posibilități de miniaturizare, consum de energie redus, sensibilitate mare, cost scăzut.

Deși existenți pe piață, senzorii chemorezistivi prezintă probleme de selectivitate (sensibilitate selectivă) și stabilitate. Acest lucru indică imaturitatea înțelegerii fenomenologice care stă la baza funcționării acestor dispozitive.

Expertiza INCDFM constă în abordarea unitară a problemelor de natură diferită, prin tratarea complexă a problematicii materialelor cu potențiale aplicații de senzor: selecția materialului; chimia materialului - interacții gaz specifice; fizica materialului - principiul de funcționare; metoda de preparare - influența morfologiei asupra proprietăților senzitive; dopaje - influența asupra sensibilității, selectivității, temperaturii de operare, timpilor de răspuns/revenire, stabilității, consumului; tehnici experimentale de simulare și caracterizare la standard UE.



## Materiale nanostructurate obtinute prin depunere electrochimica cu aplicatii in electronica

Dr. Elena Matei

*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Magurele, Romania*

*E-mail: elena.matei@infim.ro*

Materialele nanostructurate reprezinta o clasa speciala, de mare interes pentru stiinta si inginerie datorita proprietatilor lor exotice. Astfel de materiale prezinta o gama larga de potentiale aplicatii pornind de exemplu de la senzorii echipamentelor electrocasnice pana la dispozitive cu eliberare controlata de medicamente, sau biosenzori.

Pentru obtinerea unor astfel de nanostructuri, electrodepunerea este o tehnica de mare interes, cu numeroase aplicatii, atractiva mai ales datorita costurilor reduse ale echipamentelor și simplitatea procesului. Cele mai mari avantaje ale acesteia provin din scalabilitatea extraordinară și capacitatea sa de a acoperi suprafețe 3D. Atunci când miniaturizarea extremă a devenit un subiect de mare interes, s-a constatat că electrodepunerea poate fi în mod excepțional utila în prepararea de nanostructuri cu proprietati controlate si morfologii bine definite.

Dintre materialele nanostructurate, nanofirele semiconductoare reprezinta geometria preferata pentru urmatoarea generatie de dispozitive electronice sau optoelectronice, in chemo - sau bio - senzori si in alte aplicatii care pot beneficia de caracteristicile specifice acestora: posibilitatile de miniaturizare si raportul mare suprafata volum. Pentru obtinerea de fire de ZnO am dezvoltat ambele metode: cu șablon si fara sablon [1-2] cu scopul integrarii lor in dispozitive.

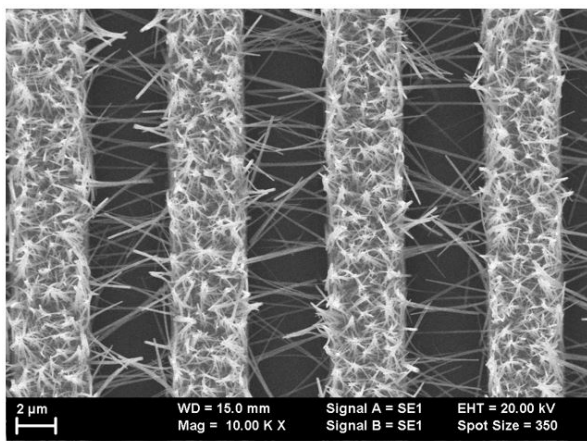


Figura 1. Nanofire de ZnO autocontactate.

Metodele de fabricare a dispozitivelor electronice bazate pe nanofire se bazeaza pe procese ce folosesc fotolitografia si litografia cu fascicul de electroni sau ioni. In acest mod se pot realiza dispozitive de tip diode pn, diode Schottky sau tranzistori cu efect de camp, bazate pe un nanofir. Folosind metoda fara sablon si depunerea

electrochimica pe electrozi cu o anumita arhitectura, se pot realiza direct dispozitive electronice bazate pe nanofire de ZnO autocontactate (Fig.1), fara a mai implica alte tehnici costisitoare. De asemenea, prin natura electrozilor se poate dirija tipul de contact electric astfel incat se pot obtine dispozitive de tip dioda sau tranzistor cu efect de camp cu costuri reduse.

### Bibliografie

- [1] Florica C, Matei E, Costas A, Toimil Molares M E, Enculescu I 2014 Electrochim. Acta 137 290
- [2] Matei E, Costas A, Florica C, Enculescu M, Pintilie I, Pintilie L, Enculescu I, 2016 Mater. Sci. Semicond. Process. 42 364.

## Sinteza și caracterizarea oxizilor anorganici transparenti necesari în dispozitive optoelectronice

Aurelian-Cătălin Gâlcă, Cristina Beșleagă, Liliana-Marinela Trîncă, Lucian Pintilie

*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Magurele, Romania*

*E-mail: ac\_galca@infim.ro*

Oxizii anorganici sunt utilizați în dispozitivele electronice (ex. tranzistorii cu efect de câmp cu poartă izolată) în care cel puțin dielectricul de poartă este un oxid și în majoritatea dispozitivelor optoelectronice (ex. celule fotovoltaice și diode emițătoare de lumină) în care cel puțin electrozii frontali sunt oxizi transparenti și conductori. Recent au aparut două direcții noi de cercetare -dezvoltare ( 'all oxide electronics' - o tehnologie mai ieftină decât cele convenționale - și electronica transparentă și/sau flexibilă - pentru a fi integrate în ecrane sau ferestre inteligente - ), unde dispozitivele concepute sunt realizate din oxizi anorganici. Cei mai investigați sunt oxizii semiconductori clasici și oxizii conductori (semiconductori degenerați) care sunt transparenti în domeniul vizibil (lungimi de undă 380 nm - 770 nm, energii ale fotonilor 3.26 eV - 1.6 eV) al spectrului electromagnetic, cât și oxizii dielectrics.

Direcția de cercetare prezentată succint mai sus face parte din strategia INCDFM, și are la bază atât infrastructura de ultima generație cât și resursa umană specializată. Pentru obținerea de filme (pelicule subțiri) sunt utilizate atât tehnici în vid ( pulverizare în câmp magnetron în regim de radiofrecvență și ablație cu ajutorul laserului pulsant) cât și umede ( din soluții lichide ). Tehnicile de caracterizare primare ale filmelor subțiri oxidice sunt cele nedistructive (difracție de raze X, elipsometrie spectroscopică, reflectivitate de raze X, fotoluminescență, spectroscopie de fotoelectroni, spectroscopie convențională - în UV-Vis și în infra-roșu -, spectroscopie Raman), acestea fiind urmate de caracterizări distructive (ex. măsurători electrice clasice, microscopie electronică de baleiaj sau în transmisie). Ulterior, dispozitivele sunt fabricate din materialele selectate (utilizând procesele de depunere optimizate), ansamblu electronic fiind realizat cu ajutorul măștilor mecanice sau prin tehnici avansate de litografie (ex. fotolitografie), funcționalitatea lor fiind de asemenea demonstrată folosind infrastructura disponibilă în INCDFM:

Expunerea va conține o scurtă introducere în fizica și chimia oxizilor anorganici, rolul oxizilor în diferite dispozitive, prezentări succinte ale tehnicilor enumerate mai sus și particularitățile fiecăruia și exemple concise de nanostructuri elaborate în INCDFM.

---

## Materiale dielectrice de microunde pentru aplicatii in comunicatii fara fir

L. Nedelcu, C.D. Geambasu, M.G. Banciu

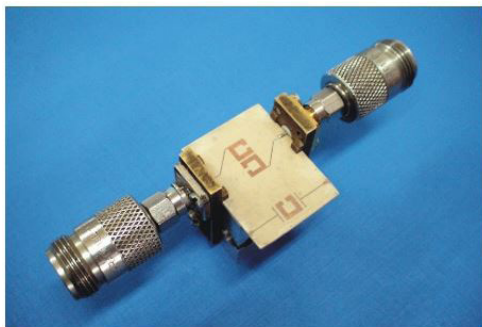
*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Magurele, Romania*

*E-mail: nedelcu@infim.ro*

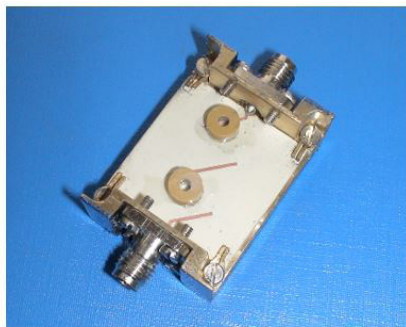
Materialele dielectrice cu permitivitate electrica ridicata, pierderi reduse si stabilitate termica sunt de interes pentru telecomunicatii, fiind folosite in filtre, oscilatoare, multiplexoare, antene, circuite integrate hibride etc. Acestea au avut un puternic impact asupra comunicatiilor pe purtatoare de microunde prin reducerea dimensiunilor componentelor si echipamentelor in aplicatii variate, de la telefoane mobile pâna la comunicatii spatiale [1].

Prezentarea va fi focalizata pe activitatile de cercetare fundamentale si aplicative derulate pentru dezvoltarea unor componente pasive de microunde (rezonatori, filtre, antene etc.) pe baza de materiale dielectrice multifunctionale (titanati, tantalati, silicati). Totodata, vor fi evidentiata echipamente unicat in Romania (extensiile de unde milimetrice pana la 500 GHz ale analizorul vectorial de retele PNA-X N5245A si spectrometrul de teraherti in domeniu timp pana la 7 THz).

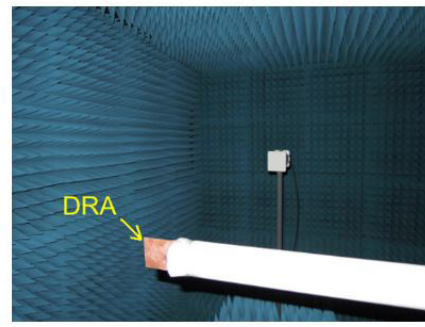
Prin studiul si optimizarea proprietatilor dielectrice au fost obtinute materiale de microunde avansate ce au fost utilizate in modelarea, proiectarea si realizarea unor componente pasive cu deriva termica controlata si pierderi de insertie reduse [2-4] in scopul utilizarii eficiente a benzilor de comunicatii. Astfel se pot reduce interferentele electromagnetice si energia consumata, ceea ce conduce la cresterea autonomiei si securitatii in echipamentele pentru comunicatii, detectie, identificare, localizare, pozitionare, etc.



Rezonator si filtru microstrip pentru banda ISM realizat pe substrat dielectric.



Filtru trece-banda (10 GHz) realizat cu rezonatori dielectrice.



Antena cu rezonator dielectric (DRA) masurata in camera anecoica.

### Referinte

1. M.T. Sebastian, R. Ubig, H. Jantunen, Low-loss dielectric ceramic materials and their properties, *Int. Mater. Rev.* 60 (2015) 392.
2. L. Nedelcu, M.I. Toacsan, M.G. Banciu, A. Ioachim, Microwave properties of Ba(Zn<sub>1/3</sub>Ta<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub> dielectric resonators, *J. Alloy. Compd.* 509 (2011) 477
3. O.G. Avadanei, M.G. Banciu, I. Nicolaescu, L. Nedelcu, Superior modes in high permittivity cylindrical dielectric resonator antenna excited by a central rectangular slot, *IEEE Trans. Antennas Propag.* 60 (2012) 5032
4. O.G. Avadanei, M.G. Banciu, L. Nedelcu, Higher-order modes in high-permittivity cylindrical dielectric resonator antenna excited by an off-centered rectangular slot, *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.* 13 (2014) 1585.

## Materiale pentru detecția radiației luminoase, UV-IR

L. Pintilie

*Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica materialelor, Magurele, ROMANIA*

*E-mail: [pintilie@infim.ro](mailto:pintilie@infim.ro)*

Detecția radiației luminoase are la baza două principii: 1) generarea de purtători de sarcină prin absorbția radiației luminoase (efect fotoconectiv sau fotovoltaic); 2) variația unei mărimi fizice ca urmare a încălzirii elementului activ sub acțiunea radiației luminoase. În primul caz detectorii se numesc fotonici, în al doilea caz se numesc termici.

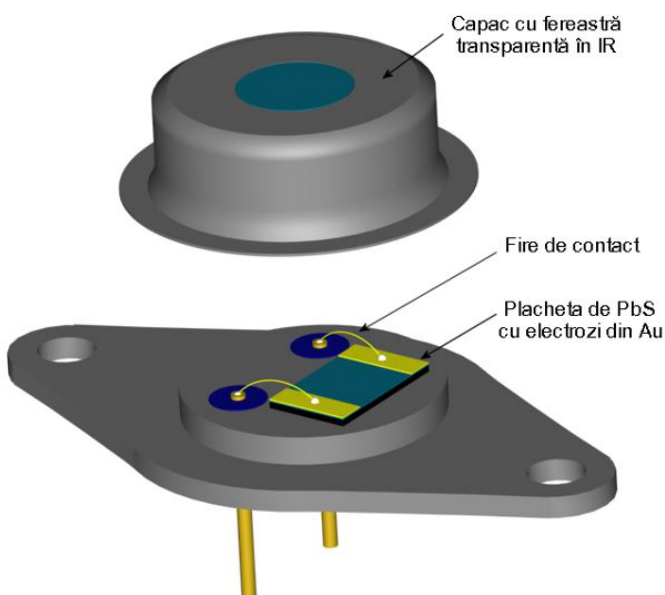
Prezentarea se va referi la materiale cu potențial de utilizare în detecția radiației luminoase din afara spectrului vizibil, respectiv în ultraviolet (UV, lungime de undă mai mică de 400 nm) și infraroșu (IR-lungime de undă mai mare de 700 nm).

Pentru detecția radiației UV se pot utiliza materiale semiconductoare cu bandă largă, mai mare de 3 eV. Printre acestea se pot enumera ZnO, GaN dar și oxizii feroelectrici cu structură perovskit, cum ar fi PZT sau BaTiO<sub>3</sub> (BTO). Acestea din urmă prezintă proprietatea că semnul curentului de scurt-circuit generat sub iluminare depinde de orientarea polarizării feroelectrice. Cu alte cuvinte, semnul curentului se schimbă dacă polarizarea este reversată.

Pentru detecția radiației IR se pot utiliza atât materiale semiconductoare cât și materiale feroelectrice. În INCDFM se pot produce straturi subțiri de PbS, care prin absorbția radiației IR își modifică rezistența ca urmare a generării de purtători (efect fotorezistiv, detectorii fiind cunoscuți sub numele de fotorezistente), dar și materiale feroelectrice de tip PZT care, prin absorbția luminii, își modifică polarizarea (efect piroelectric, detectorii purtând numele de detectori piroelectrici).

Recent, au început să fie produse straturi subțiri de AlN și ZnO care pot fi utilizate pentru producția de detectori piroelectrici. Avantajul, cel puțin pentru AlN, este că acești detectori pot funcționa și la temperaturi ridicate (testat până la 200 °C, dar se poate să funcționeze și până la 1000 °C).

Printre aplicațiile detectorilor de UV sau IR se pot enumera: UV-supravegherea flăcării la arzătoarele cu gaz metan; calibrarea laserilor cu emisie în UV; IR-calibrarea laserilor cu emisie în IR; măsurarea temperaturii de la distanță; imagine termică (pe timp de noapte); detecție de intrus (sisteme de alarmare).



Exemplu de montură pentru o fotorezistență de PbS.

Montura similară se poate utiliza și în cazul detectorilor piroelectrici, cu diferența că, în acest caz, structura este de tip capacitor.



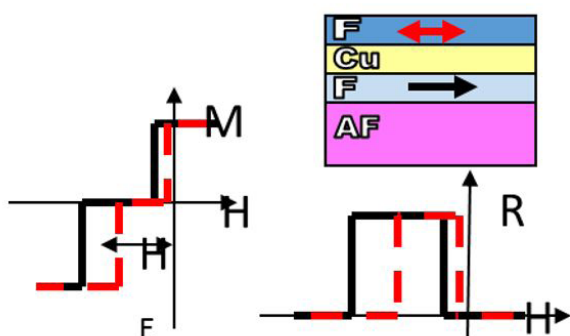
## Materiale magnetice pentru senzori și dispozitive electronice

P. Badica

Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica materialelor, Magurele, ROMANIA

E-mail: badica2003@yahoo.com

Materiale magnetice sunt cunoscute din antichitate și sunt utilizate în diferite domenii de activitate ale industriei actuale: electronica și calculatoare, electrotehnica, industria de putere și energetică, transport, medicina, instrumente științifice, spațiu cosmic, etc. Materialele magnetice se caracterizează prin stări de magnetizare  $M$  care sunt de natură atomică. Acestea sunt generate de mișcarea electronilor pe orbita și în jurul axei proprii și de mișcarea nucleului în jurul axei proprii. Rezultă momentele magnetice  $m$  de spin și orbitale. Suma acestor momente în unitatea de volum definesc magnetizarea  $M$ . Starea de magnetizare care există în absența câmpului magnetic exterior  $H$ , se numește spontană sau permanentă  $M_p$ , iar cea care rezultă ca efect al câmpului magnetic exterior, se numește temporară  $M_t$  și are expresia:  $M_t = \chi H$ ,  $\chi$  = susceptivitatea magnetică și este specifică materialului. În funcție de semnul susceptivității materialele magnetice se clasifică în: (i) materiale diamagnetice ce au tendința de a se opune câmpului  $H$ , micșorându-l ( $\chi < 0$ ). În general semnalele sunt mici exceptând supraconductorii (S) (descoperiți în 1911) care prin fizica lor deosebită de cea a materialelor magnetice clasice sunt diamagneti ideali până la un anumit câmp magnetic (câmp critic inferior  $H_{c1}$ ). (ii) Materiale paramagnetice au susceptivitatea pozitivă ( $\chi > 0$ ) și au magnetizarea dependentă de câmpul magnetic. Semnalele sunt mici și adesea sunt denumite materiale 'nemagnetice'. Momentele magnetice se orientează într-un câmp extern atingând un nivel de saturare. (iii) materialele feromagnetice (F) sau 'magnetice' au momentele de spin orientate paralel pentru minimizarea energiei interacțiilor de schimb dintre atomii învecinați. Se formează domenii magnetice în care magnetizarea este uniformă și atinge saturarea. (iv) Materialele antiferomagnetice (AF) și ferimagnetice au două subrețele cu momente magnetice spontane orientate antiparalel și paralel, egale pentru cele feromagnetice și inegale pentru cele ferimagnetice. Amintim și materialele cu memoria formei ca o clasă aparte și care pot prezenta magnetism legat de modificările structurale martensitice ce pot apărea la anumite temperaturi și/sau câmpuri magnetice.



**Fig. 1** Imagine schematică a unui senzor magnetorezistiv de tip valvă de spin: rezistența electrică a structurii se modifică prin intermediul stării de polarizare a componentelor magnetice ale dispozitivului; stările de polarizare influențează transportul electronilor cu spin polarizat.

În această prezentare vom arăta din experiența Lab. de Magnetism și Supraconductie exemple de dezvoltare a unor materiale practice magnetice și supraconductoare, combinații hibride (S-F), compozite (F-F, F-AF) și inovative (multistrat, nanoglobulare) pentru magneti permanenți, electromagneti, senzori magnetocalorici, magnetorezistivi (Fig. 1), concentratoare și ecrane magnetice, generatoare în banda de 1-3 THz, etc.

## Termoluminescenta - metoda avansata de analiza pentru materiale cu aplicatii in senzoristica si (opto)electronica

M. Secu

Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica materialelor, Magurele, ROMANIA

E-mail: msecu@infim.ro

Termoluminescenta (sau luminescenta termostimulata) este lumina emisa de o proba solida incalzita dupa ce a fost iradiata la "temperaturi scazute" cu radiatii X, UV, gamma etc.[1]. Modelul de baza presupune ca purtatorii de sarcina (electroni si goluri) generat in cursul iradierii sunt captati pe nivele energetice locale (precum vacante, ioni intersitiali, impuritati) situate in banda interzisa. In timpul incalzirii purtatorii sunt eliberati termic si se recombina cu cei de sarcina opusa rezultand luminescenta (termoluminescenta). Cu toate aceste modelarea mecanismelor de recombinare este relative complicata metoda termoluminescentei este foarte folosita din cauza sensibilitatii mari si a relativei simplitati.

Cele mai cunoscute si folosite aplicatii sunt legate de "stiintele vietii" si se refera la dozimetria de radiatii [2,3], datarea arheologica si geologica [4], detectia alimentelor iradiate [5], conservarea patrimoniului cultural [6]. Pe de alta parte exista un interes crescand pentru obtinerea de noi materiale (sau optimizarea celor existente) in vederea aplicatiilor in (opto)electronica si senzoristica. Pentru acestea sunt necesare atat controlul defectelor (prin intermediul diverselor metode de procesare/sinteza a materialelor) dar si al caracterizarii lor, natura si "numarul" acestora.

Astfel, s-a demonstrat utilitatea metodei termoluminescentei in studiul defectelor in diverse materiale precum  $\text{TiO}_2$  (fotocatalizator pentru conversia energiei solare) [7],  $\text{BGO}$  ( $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  material scintilator)[8],  $\text{AlQ3}$  (Tris(8-hydroxyquinolinato) aluminiu (folosit pentru OLED-uri). In plus, sensibilitatea mare a metodei termoluminescentei o face un instrument de lucru foarte util pentru caracterizarea numarului defectelor de suprafata asociate diverselor metode de sinteza (si morfologii) in materiale precum oxidul de zinc ( $\text{ZnO}$ )[9], siliciu ( $\text{Si}$ ), titanat de strontiu ( $\text{SrTiO}_3$ ), fluorura de calciu ( $\text{CaF}_2$ ).

[1] S. W. S. McKeever, Thermoluminescence of Solids, Cambridge University Press, (1985).

[2] M. Secu at al Radiation Measurements 43 (2008) 383 - 386

[3] C.E. Secu et al. Radiation Measurements 46 (2011) 1109-1112

[4] M. Secu et al. phys. stat. sol. (c) 4, No. 3, 1020- 1023 (2007)

[5] M. Cutrubinis et al. Radiation Physics and Chemistry 76 (2007) 1450-1454

[6] Ana Emandi et al. Cons. Rest. Patr. Cult., vol XII, No II, 2013, 280-289.

[7] M. Cernea et al. J Nanopart Res (2011) 13:77-85

[8] S. Polosan, M. Secu Radiation Measurements 45 (2010) 409-411

[9] C.E. Secu, Mariana Sima, Optical Materials 31 (2009) 876-880

# Oferta INCDFM în domeniul materialelor multifuncționale cu aplicații în senzorică, electronică și optoelectronică

## 24 - 25 APRILIE 2017

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020.

Editorul materialului : Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Materialelor

Data publicării : Aprilie 2017

Conținutul acestui material nu reprezintă în mod obligatoriu poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României.

## Contact

Director proiect : Dr. Lucian PINTILIE

E-mail : [pintilie@infim.ro](mailto:pintilie@infim.ro)

Telefon : 021.241.81.00

Fax : 021.369.01.77

Mobil : 0723.185.411

Adresa : Str. Atomistilor, Nr. 405A, 077125, Măgurele, România

Website proiect: <http://www.infim.ro/POC-2014-2020/MATI2IT/>

