



## Oferta de colaborare in domeniul:

**MICRO / NANOFOTONICA - materiale, procese, microstructuri pentru prelucrarea semnalului optic, cu aplicatii biomedicale, de mediu si comunicatii.**

**Echipa de lucru din Laboratorul de Micro si Nanofotonica**

**Dr. D. Cristea (danac@imt.ro) - Sef de laborator**

Fiz. E. Budianu (elenab@imt.ro)

Dr. M.Purica (munizerp@imt.ro)

Dr. R. Muller (ralucam@imt.ro)

Dr. P. Obreja (paulao@imt.ro)

Drd. M. Kusko(mihaik@imt.ro)

Dr.C. Kusko (cristiank@imt.ro)

Fiz. R. Roxana (roxanar@imt.ro)

Ing. F. Comanescu (florinc@imt.ro)



## **Ariile tematice de interes din Programul Cercetare de Excelenta pentru parteneriat in proiecte complexe:**

### **3. Tehnologii informationale si de comunicatii.**

#### **3.1. Pilonii tehnologici ai ICT**

##### **3.1.1 Sisteme nanoelectronice, fotonice si micro/nanosisteme integrate.**

### **4. Nanostiinte si nanotehnologii, materiale si noi procese de productie urmarind dezvoltarea unei industrii bazata pe cunoastere.**

#### **4.1. Nanostiinte, Nanotehnologii**

#### **4.2. Materiale**

#### **4.4. Tehnologii integrate pentru aplicatii industriale**

#### **PT4 Materiale si tehnologii avansate**

#### **PT14 Comunicatii mobile.**

#### **PT18 Celule fotovoltaice**

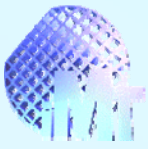


**Activitatile de  
cercetare si  
expertiza  
laboratorului  
relevante  
pentru ariile  
tematice 3.1.1  
si 4.1; 4.2; 4.3  
din  
Programul  
CEEX**

◆ **Activitati de cercetare in domeniul micro/nanofotonicii si microsystemelor opto-electro-mecanice (MOEMS):**

- componente microoptice integrabile in circuite fotonice bazate pe noi materiale si procese compatibile cu tehnologia siliciului (processe pentru obtinerea si configurarea polimerilor dopati, nanostructurati, processe de microprelucrare, s.a.) ;
- componente pentru MOEMS bazate pe processe de microprelucrare si alte materiale decat siliciul;
- senzori cu citire optica folosind processe de integrare heterogena pe substrat semiconductor (Si si A3B5 si A2B6);
- dezvoltarea de metode analitice si numerice pentru proiectarea si investigarea metamateriale cu indice de refractie negativ (the LHM - left-handed metamaterial).

◆ **Activitati de educatie si instruire in domeniul micro/nanofotonicii in colaborare cu UPB (cursuri si laboratoare pentru studenti, instruire prin cercetare pentru masterat si doctorat).**

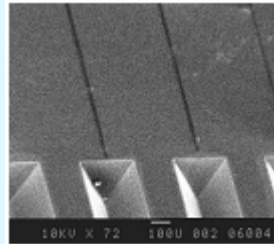


## Componente microoptice integrabile in circuite fotonice

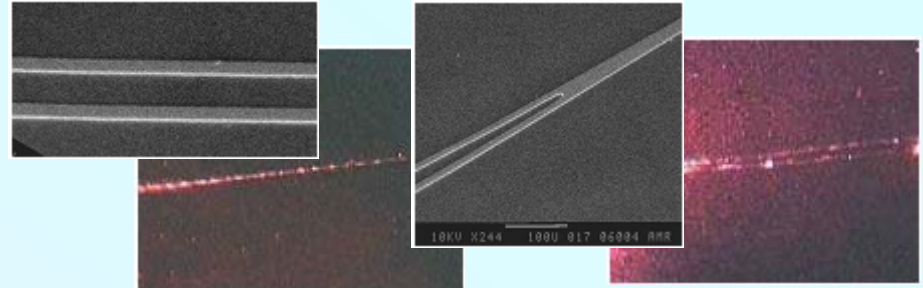
- ◆ Ghiduri optice liniare si divizoare optice in Y pe baza de polimeri dopati ( PVA si SU8) si tehnica sol-gel.



Ghiduri optice din SU8  
Thickness: 2 – 5  $\mu\text{m}$   
Width: 5- 50  $\mu\text{m}$

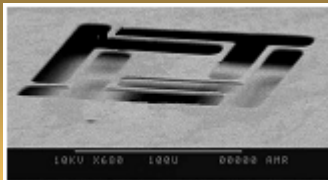


Ghiduri de unda din SU8 si santuri in "V" pentru cuplarea fibrelor optice



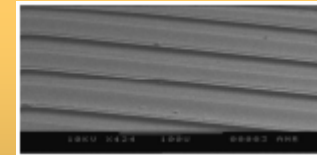
Imagini SEM a unor ghiduri liniare si divizor optic din PVA si sol-gel pe baza de  $\text{SiO}_2\text{-ZrO}_2$  (lăţime 60  $\mu\text{m}$ , grosime 800nm) si patrunderea si propagarea luminii prin ghiduri.

- ◆ Microoglinzi si ghiduri optice fotonice realizate prin microprelucrarea siliciului

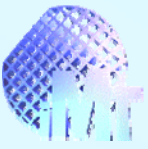


Imagine SEM a unei membrane de  $\text{SiO}_2$  cu aria 50x50  $\mu\text{m}^2$ , de grosime 1,7  $\mu\text{m}$ , cavitate de 15  $\mu\text{m}$ .

→ structuri micromecanice suspendate din materiale dielectrice ( $\text{SiO}_2$  sau  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ) - microoglinzi mobile, ghiduri suspendate din Si

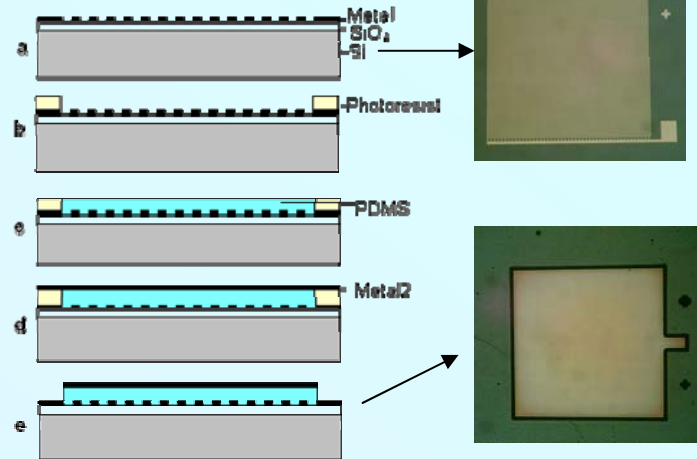


Imagini SEM a ghidurilor de unda din Si obtinute prin corodarea anizotropa a plachetelor de Si cu orientarea <111>

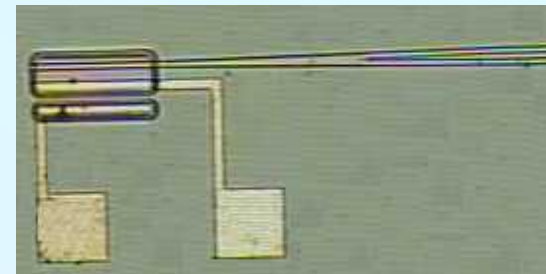


◆ **Modulator optic pe baza realizat prin depunerea si configurarea polimerilor si hibrizilor (PDMS, PMMA) prin procese specifice.**

- a) Depunere metal si litografie pentru electrodului inferior.
- b) Depunere fotorezist si litografie pentru obtinerea matritei.
- c) Depunere PDMS si tratament
- d) Depunere metal pt. electrodul superior
- e) Lift-off – pentru inlaturarea matritei.

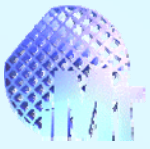


◆ **Circuit fonic compus din structura de fotodetector integrata cu un ghid optic.**

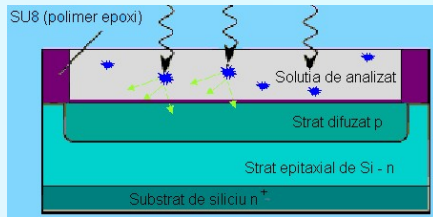


◆ **Microsenzor chemo-optic pentru amoniac.**

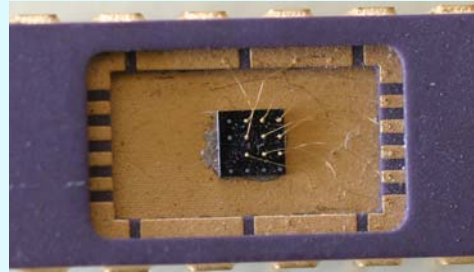




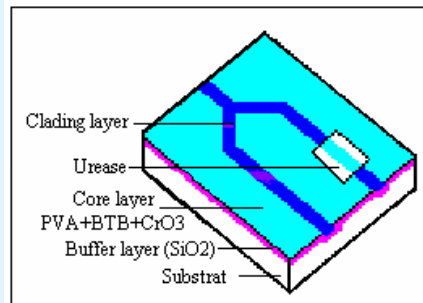
## •Senzori optici pe baza de fotodiode pentru analiza enzimelor

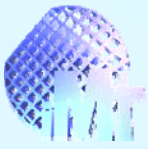


**Elementul activ al matricii de fotodiode**



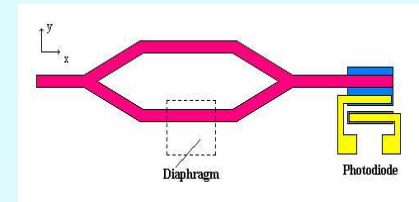
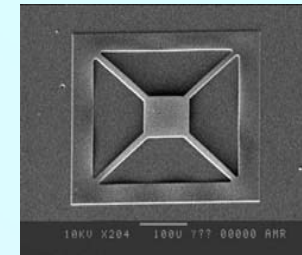
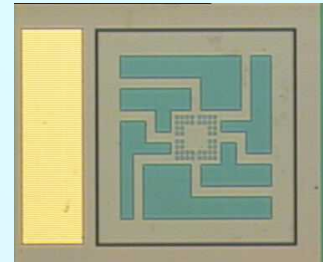
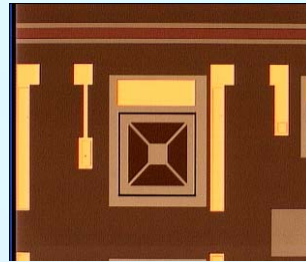
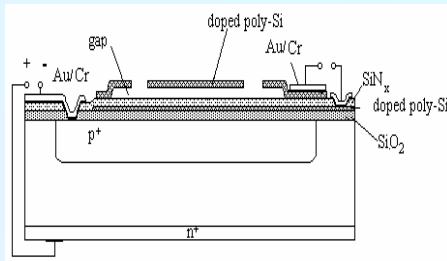
## •Senzori pentru aplicatii biomedicale (senzori de uree)





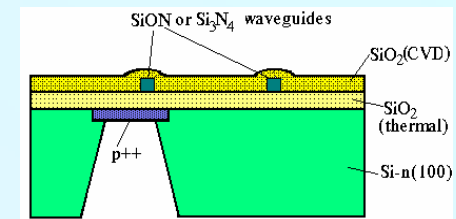
## Componente pentru MOEMS bazate pe tehnici de microprelucrare

- ◆ **Micro-interferometru Fabry-Perot** obtinut prin tehnici de microprelucrare integrat cu un fotodetector pe substrat de siliciu. Membranele subtiri de  $1.2 \mu\text{m}$  sunt obtinute prin micromasinarea de suprafata folosind  $\text{SiO}_2$  ca strat de sacrificiu.



- ◆ **Microsenzor de presiune cu detectie optica**

- Radiatia este splitata in cele doua ramuri ale interferometului
- Bratul de sesizare traverseaza o membrana subtire ( $4-8 \mu\text{m}$ ), care va fi deformata prin aplicarea unei presiuni



- ◆ **Arii de microconsole de  $\text{SiO}_2$  integrate cu ghiduri optice pentru comutator de tip MOEMS**

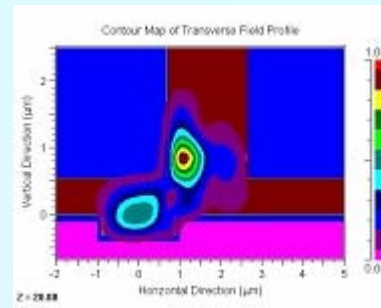
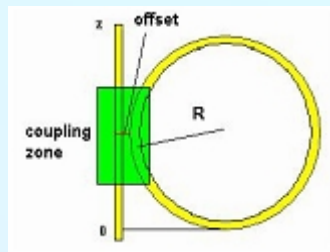
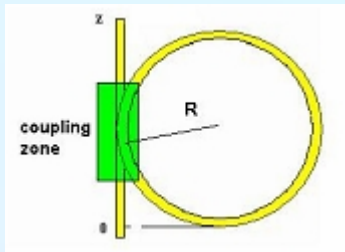




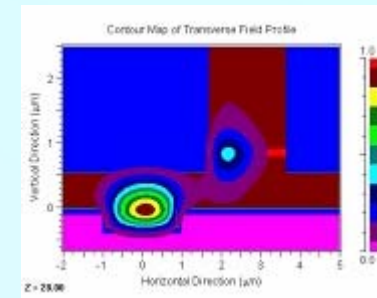
# Modelare si simulare

Proiectarea si simularea componentelor microfotonice simicrooptice utilizand un software comercial (bazat pe metodele BPM si FDTD) sau dezvoltat in cadrul laboratorului

## ◆ Microinele rezonatoare – analiza cuplajului



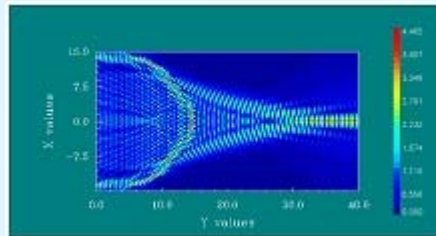
Offset 0  $\mu\text{m}$



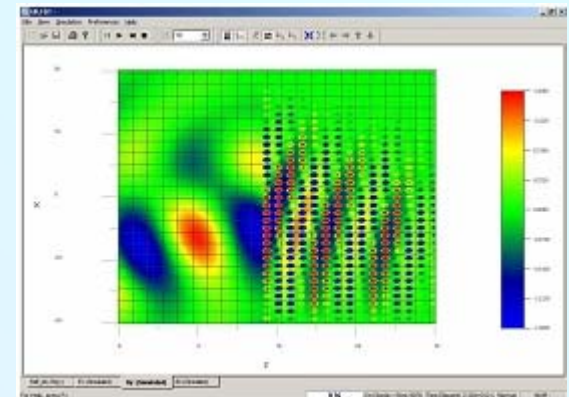
Offset 1 mm

Raza inelului: 20  $\mu\text{m}$   
Grosimea miezului ghidului de unda: 300 nm

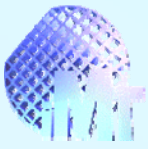
## ◆ Microlentile



◆ Simularea propagarii unei unde electromagnetice la interfata intre un material cu indice de refractie pozitiv “right handed” si a unui metamaterial cu indice de refractie negativ (“left handed”). Unda refractata este de aceeasi parte a axei optice ca si unda incidenta evidentiind legea lui Snell negativa.





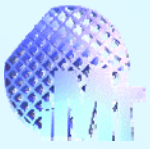


# Resurse

## Software (versiuni 2005)

- **Opti-FDTD –v.6.0– program** software de **analiza a circuitelor de optica integrata** pentru lungimi de unda din domeniul optic bazat pe metoda diferentelor finite in domeniul timp. Prin aceasta metoda se poate modela cu mare precizie propagarea radiatiei, difractia, reflexia si efectele care apar datorita polarizarii radiatiei.
- **OptiHS - Semiconductor Heterostructure Modeling Software** - pachet software pentru **analiza proprietatilor optice ale dispozitivelor fotonice pe baza de heterostructuri din compusi AIIIV** functie de caracteristicile geometrice si proprietatile fizice (optice si electronice) ale materialelor
- **Opti-BPM 7.02** - pachet de programe software pentru **proiectare circuite fotonice complexe bazate pe ghiduri optice** (ghiduri optice cu diverse structuri, elemente de cuplaj, comutatoare, splitere, multiplexoare).
- **OptiGrating** este un produs software destinat **proiectarii fibrelor sau ghidurilor optice care au retele de difractie incorporate**.





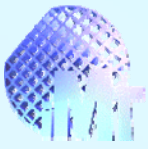
## Resurse (cont.)

### Caracterizare:

- spectrofotometru;
- Elipsometru Spectral pentru domeniul UV/VIS (240 – 750 nm ) SE 800 XUV, *SENTECH*



- set-up experimental pentru caracterizare optoelectronica intr-un domeniu spectral larg, UV-VIS-IR a circuitelor fotonice si optoelectronice,



## Proiecte internationale relevante

→ **STREP: WAPITI Waferbonding and Active Passive Integration Technology and Implementation.**

- Fraunhofer Institute for Telecommunications, Heinrich Hertz-Institut, Berlin Germany
- National and Kapodestrian Univ. of Athens, Greece;
- Cambridge University, Engineering Dep., Anglia
- Max Planck Institute of Microstructure Physics, Halle MPI Germany

→ **Retea de excelenta: 4M – Multi-Material Micro Manufacture: Technologies and Applications** - micro-optics cluster

→ **Retea de training “Marie Curie”: ASSEMIC -**

### Colaborari in cadrul PNCDI

Univ.Bucuresti

Univ.A.I.Cuza, Iasi

Univ. Politehnica Bucuresti

INCDFLPR - Bucuresti

INSB Bucuresti

INCDFM - Bucuresti

ICF - Bucuresti

ICEPALV S.A. Bucuresti

ROMES S.A. Bucuresti



# Domeniile de interes pentru laboratorul de Micro si Nanofotonica pentru parteneriat in proiecte complexe in cadrul CEEEX

## A. Proiecte complexe

### 3.1.1 Sisteme fotonice si micro/nanosisteme integrate:

- Noi micro si nanostructuri fotonice - modelare, procesare, materiale- pentru biofotonica;
- Circuite integrate fotonice;
- Optical MEMS si NMEMS;

### 4.2. Materiale:

- Noi procese si noi materiale nanostructurate pentru microsenzori optici cu aplicatii de mediu si medicale
- Materiale organice multifunctionale pentru micro/nanofotonica si optoelectronica

### PT18 Celule fotovoltaice

- Noi structuri de celule fotovoltaice cu mare eficienta si cost redus.

## B. Proiecte de infrastructura

- laboratoare de cercetare si instruire in domeniul microfotonicii