

Nanotehnologii și Nanomateriale

1. Date despre disciplină/modul

Facultatea	Calculatoare, Informatică și Microelectronică				
Departamentul	Microelectronica și Ingineria Biomedicală				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	0714.5 Microelectronica și nanotehnologii				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
VI (învățământ cu frecvență)	7	E	S – unitate de curs de specialitate	O - unitate de curs obligatorie	4

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator/seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
	învățământ cu frecvență				
120	30	30		30	30

3. Precondiții de acces la disciplină/modul

Conform planului de învățământ	Tehnologii moderne VLSI, nanotehnologii, proiectarea topologiei circuitului VLSI și fișa de realizare.
Conform competențelor	Elaborarea fotomăștilor pentru realizarea circuitului și calculul operațiilor tehnologice.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic, este necesar proiector și calculator. Se interzice folosirea telefoanelor mobile în timpul prelegerilor.
Laborator/seminar	Înainte de începerea lucrării de laborator, studenții prezintă bazele teoretice a lucrării, efectuează lucrarea și oformează darea de seamă (referat) în corespundere cu indicațiile metodice.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b>CP4.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cunoștințe profunde a proceselor fizico-chimice care au loc la îndeplinirea operațiilor tehnologice;</li> <li>✓ Capacitatea de a alege cea mai potrivită fișă tehnologică de producere a circuitului VLSI;</li> <li>✓ Capacitatea de a calcula teoretic operațiile de bază din punct de vedere a eficienței viitorului circuit, randamentului de ieșire a circuitelor bune, competitivitatea lor pe piața internațională;</li> <li>✓ Cunoștințe despre principiile fizice de funcționare a instalațiilor tehnologice de fabricare a circuitelor VLSI;</li> <li>✓ Cunoștințe în domeniul ocrotirii mediului ambiant în timpul prelucrării chimice a</li> </ul>
-------------------------	---

	<p>materialelor.</p> <p><b>CP6.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Evaluarea și asigurarea calității și fiabilității circuitelor VLSI;</li> <li>✓ Aplicarea în practică a cunoștințelor teoretice la calculul operațiilor tehnologice (oxidarea termică, difuzia, implantarea ionică, litografia, creșterea peliculelor epitaxiale din fascicul molecular).</li> </ul>
Competențe transversale	<p><b>CT3.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificarea nevoii de formare profesională, cu analiza critică a propriei activități de formare și a nivelului de dezvoltare profesională și utilizarea eficientă a resurselor de comunicare și formare profesională (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc.), inclusiv folosind limbi străine.</li> <li>✓ Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală prin formarea continuu, folosind surse de documentare tipărite în limba română și cel puțin într-o limbă de circulație internațională..</li> </ul>

#### 6. Obiectivele disciplinei/modulului

Obiectivul general	✓ Însușirea proceselor fizico-chimice a operațiilor tehnologice de confecționare a circuitelor VLSI;
Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să aleagă cea mai potrivită fișă tehnologică de confecționare a circuitului VLSI din punct de vedere a fiabilității și a randamentului de ieșire a circuitelor bune;</li> <li>✓ Să poată elabora topologia circuitului VLSI și construcțiile măștilor pentru realizare.</li> </ul>

#### 7. Conținutul disciplinei/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	învățământ cu frecvență
<b>Tematica prelegerilor</b>	
T1. Evoluția circuitelor integrate. Nivelul mondial de dezvoltare tehnologică. Particularitățile operațiilor tehnologice de producere a circuitelor VLSI.	2
T2. Tehnologia clasică a circuitelor integrate nMOS, pMOS, CMOS, BiMOS, TEC-f-MOS.	3
T3. Epitaxia din fascicul molecular a Si și compușilor A <sup>III</sup> B <sup>V</sup> .	3
T4. Procese fizice în plasmă. Depunerea peliculelor în sisteme diodice, triodice. Pulverizarea reactivă. Pulverizarea cu magnetron. Corodarea uscată în plasma de argon și corodarea în plasma reactivă. Depunerea în plasmă a peliculelor dielectrice (SiO <sub>2</sub> , Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> ).	4
T5. Operațiile litografice în tehnologia VLSI. Litografia cu fascicul electronic, rezoluția. Metodele de aliniere. Litografia cu raze X. Efectele de semiumbra și geometrice. Litografia cu fascicul de ioni.	4
T6. Implantarea ionică. Construcția instalației, principiul de funcționare. Distribuția ionilor implantați pe adâncime.	4
T7. Depunerea polisiliciului. Influența diferitor factori la viteza de depunere.	1
T8. Metodele de izolare a tranzistorilor MOS în circuitele VLSI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tehnica LOCOS, S<sub>E</sub>POX</li> <li>- Epitaxia selectivă</li> </ul> Izolarea cu șanțuri corodate în Si	4

T9. Tehnologia nMOS de bază. Tehnologia CMOS. Perspectivele de dezvoltare a circuitelor VLSI	5
<b>Total prelegeri:</b>	<b>30</b>
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>	
LL1. Tehnica de securitate a muncii la îndeplinirea lucrărilor de laborator.	2
LL2. Elaborarea topologiei CI în corespundere cu schema de principiu.	4
LL3. Elaborarea schemei de principiu a Ci în corespundere cu topologia prezentată.	4
LL4. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor.	4
LL5. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor metalice.	4
LL6. Studiul tratamentului fonic rapid al contactelor de Al.	4
LL7. Studiul tratamentului fonic rapid al pastelor depuse.	4
LL8. Primirea referatelor și lucrului individual.	4
<b>Total lucrări de laborator:</b>	<b>30</b>

### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Radu M. Bârsan „Fizica și tehnologia circuitelor MOS integrate pe scară mare”, București, 1989</li> <li>2. Моро У. «Микролитографияю. Принципы, методы, материалы». Перевод с англ. М. Мир, 1990.</li> <li>3. Данилина Т,И. Технология кремниевой наноэлектроники.Томск 2014.</li> <li>4. ЦветковЮ.Б. Процессы и оборудование микротехнологии.Москва МГТУ им.Баумана 2017.</li> </ol>
Suplimentare	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сычик В.А. Технология сборки интегральных схем.Минск 2014.</li> <li>2. Hand book of semiconductor manufacturing technology. Edited by Robert Doering and Yoshio Nishi,New -York 2010.</li> </ol>

### 9. Evaluare

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect/teză	Examen
EP 1	EP 2				
15%	15%	15%	15%	*	40%

Standard minim de performanță

Prezența și activitatea la prelegeri, lecții practice și lucrări de laborator.

Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre evaluări și lucrări de laborator.

Obținerea notei minime de „5” la examen.

Titularul disciplinei: prof. univ., dr. hab. în tehnică Viorel Trofim

01.09.2024