 **FIŞA disciplinei/MOdulului**

Tehnologia VLSI/Nanotehnologii

1. **Date despre disciplină/modul**

|  |  |
| --- | --- |
| **Facultatea** | Calculatoare, Informatică şi Microelectronică |
| **Departamentul** | Microelectronica şi Ingineria Biomedicală |
| **Ciclul de studii** | Studii superioare de licenţă, ciclul I |
| **Programul de studiu** | **0714.5** Microelectronica şi nanotehnologii |
| **Anul de studiu** | **Semestrul** | **Tip de****evaluare** | **Categoria****formativă** | **Categoria de****opționalitate** | **Credite****ECTS** |
| II (învăţământ cu frecvenţă) | 7  | E | S – unitate de curs de specialitate | O - unitate de curs obligatorie | 4 |

1. **Timpul total estimat**

|  |  |
| --- | --- |
| Total ore în planul deînvăţământ | Din care |
| Ore auditoriale | Lucrul individual |
| Curs | Laborator/seminar | Proiect dean | Studiul materialuluiteoretic | Pregătire aplicaţii |
|  | învățământ cu frecvență |
| 120 | 30 | 30 |   | 3o | 30 |

1. **Precondiţii de acces la disciplină/modul**

|  |  |
| --- | --- |
| Conform planului de învăţământ | Tehnologii moderne VLSI, nanotehnologii, calculul dimensiunilor tranzistoarelor MOS, proiectarea topologiei circuitului VLSI și fișa de realizare. |
| Conform competenţelor | Elaborarea fotomăștilor pentru realizarea circuitului și calculul operațiilor tehnologice. |

1. **Condiţii de desfăşurare a procesului educaţional 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. |

1. **Competenţe specifice acumulate**

|  |  |
| --- | --- |
| Competenţe profesionale | ***CP4.*** * Cunoştinţe profunde a proceselor fizico-chimice care au loc la îndeplinirea operaţiilor tehnologice;
* Capacitatea de alege cea mai potrivită fişă tehnologică de producere a circuitului VLSI;
* Capacitatea de a calcula teoretic operaţiile de bază din punct de vedere a eficienţei viitorului circuit, randamentului de ieşire a circuitelor bune, competitivitatea lor pe piaţa internaţională;
* Cunoştinţe despre principiile fizice de funcţionare a instalaţiilor tehnologice de fabricare a circuitelor VLSI;
* Cunoștințe în domeniul ocrotirii mediului ambiant în timpul prelucrării chimice a materialelor.

***CP6.*** * Evaluarea și asigurarea calității și fiabilității circuitelor VLSI;
* Aplicarea în practică a cunoștințelor teoretice la calculul operațiilor tehnologice (oxidarea termică, difuzia, implantarea ionică, litografia, creșterea peliculelor epitaxiale din fascicul molecular).
 |
| Competenţe transversale | ***CT3.*** * Identificarea nevoii de formare profesională, cu analiza critică a propriei activităţi de formare şi a nivelului de dezvoltare profesională şi utilizarea eficientă a resurselor de comunicare şi formare profesională (Internet, e-mail, baze de date, cursuri on-line etc.), inclusiv folosind limbi străine.
* 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..
 |

1. **Obiectivele disciplinei/modulului**

|  |  |
| --- | --- |
| Obiectivul general | * Însuşirea proceselor fizico-chimice a operaţiilor tehnologice de confecționare a circuitelor VLSI;
 |
| Obiectivele specifice | * 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;
* Să poată elabora topologia circuitului VLSI și construcțiile măștilor pentru realizare.
 |

1. **Conţinutul disciplinei/modulului**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tematica activităţilor didactice** | **Numărul de ore** |
| **învăţământ cu frecvenţă** |
|  **Tematica prelegerilor** |
| T1. Evoluţia circuitelor integrate. Nivelul mondial de dezvoltare tehnologică. Particularităţile operaţiilor 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 AIIIBV. | 3 |
| T4. Procese fizice în plasmă. Depunerea peliculelor în siste diodice, triodice. Pulverizarea reactivă. Pulverizarea cu magnetron. Corodarea uscată în plasma de argon și corodarea în plasma reactivă. Depunerea în plasmă a peliculelor dielectrice (SiO2, Si3N4). | 4 |
| T5. Operațiile litografice în tehnologia VLSI. Litografia cu fascicul electronic, rezoluția. Metodele de aliniere. Litografia cu raze X. Efectele de semiumbră și geometrice. Litografia cu fascicol de ioni. | 4 |
| T6. Implantarea ionică. Construcția instalației, principiul de funcționare. Distribuirea 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:* Tehnica LOCOS, SEPOX
* Epitaxia selectivă

Izolarea cu șanțuri corodate în Si | 4 |
| T9. Tehnologia nMOS de bază. Tehnologia CMOS. Perspectivele de dezvoltare a circuitelor VLSI | 5 |
| **Total prelegeri**: | **30** |
| **Tematica lucrărilor de laborator** |
| LL1. Tehnica de securitate a muncii la îndeplinirea lucrărilor de laborator. | 2 |
| LL2. Elaborarea topologiei circuitului integrat în corespundere cu schema de principiu. | 4 |
| LL3. Elaborarea schemei de principiu a circuitului integrat în corespundere cu topologia prezentată. | 4 |
| LL4. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor SiO2, fotorezist. | 4 |
| LL5. Studiul procesului corodării uscate a peliculelor metalice (Al, Cu).  | 4 |
| LL6. Studiul tratamentului fotonic rapid al contactelor de Al depuse pe p-n joncțiune. | 4 |
| LL7. Studiul tratamentului fotonic rapid al pastelor depuse pe p-n joncțiune. | 4 |
| LL8. Primirea referatelor. | 4 |
| Total lucrări de laborator: | **30** |

|  |  |
| --- | --- |
| Principale | 1. Radu M. Bârsan „Fizica şi tehnologia circuitelor MOS integrate pe scară mare”, Bucureşti, 1989
2. Моро У. «Микролитографияюю. Принципы, методы, материалы». Перевод с англ. М. Мир, 1990.
3. Данилина Т,И. Технология кремниевой наноэлектроники.Томск 2014.
4. ЦветковЮ.Б. Процессы и оборудование микротехнологии.Москва МГТУ им.Баумана 2017.
5. Hong Xiao Introduction to semiconductor manufacturing technology. U.S.A. 2012
 |
| Suplimentare | 1. Сычик В.А. Технология сборки интегральных схем.Минск 2014.
2. Hand book of semiconductor manufacturing technology. Edited by Robert Doering and Yoshio Nishi,New -York 2010.
 |

 **8. Referinţe bibliografice**

**9. Evaluare**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Periodică | Curentă | Studiu individual | Proiect/teză | Examen |
| EP 1 | EP 2 |
| 15% | 15% | 15% | 15% | \* | 40% |
| Standard minim de performanţăPrezenţa şi activitatea la prelegeri, lecții practice şi lucrări de laborator. Obţinerea notei minime de „5” la fiecare dintre evaluări şi lucrări de laborator.Obţinerea notei minime de „5” la examen. |

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

**01.09.2024**