



**Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet**

Mikro- és nanotechnika
Mechatronikai mérnök szak záróvizsgákra
Dr. Pődör Bálint

1. Ismertesse a szilárd halmazállapot jellegzetes anyagformáit, valamint a kristályos anyagok leírására alkalmazott Miller - Bravais rendszert. Mutassa be az alapvető elemi félvezetők (Si, Ge) kristályszerkezetét, röviden ismertesse a fémes, ionos, atomos, molekula kristályokat. Foglalja össze a kristálytanban alkalmazott sűrűség fogalmakat.
2. Mutassa be az anyag kettős természetét alátámasztó kísérleti bizonyítékokat. Ismertesse a kristályos anyagok sáv szerkezetét. Jellemezze az intrinszik (szerkezeti) és az extrinszik (adalekolt) félvezető anyagokat. Írja fel a folytonossági egyenletet, térjen ki a különböző komponensek ismertetésére.
3. Ismertesse a bipoláris tranzisztor működési elvét és a pn átmenet (dióda) potenciáldiagramját, áram-feszültség karakterisztikáját. Vázolja a bipoláris tranzisztor példáján az IC technológia főbb lépéseit (planáris tranzisztor, ellenállás és kondenzátor előállítás).
4. Ismertesse a MOS FET (térvezérlésű tranzisztor) működési elvét, és a komplementáris MOS (CMOS) tranzisztoros inverter működését. A CMOS inverter példáján vázolja a CMOS IC főbb technológia lépéseit.
5. Ismertesse a fényelektromos eszközök alapvető csoportjait, mutassa be a fotodióda, a fényemittáló dióda és a lézerdíóda közötti eltéréseket.
6. Ismertesse a félvezetőknél alkalmazott alapanyag előállítási, valamint a kristálynövesztési és tisztítási (Czochralski és Bridgman módszer, zónás tisztítás) eljárásokat.
7. Ismertesse a mikroelektronikai eszközök (integrált áramkörök, mikroelektronikai érzékelők) előállításánál alkalmazott rétegépítési módszereket (folyadékfázisú, gőzfázisú és molekulásugaras epitaxia).
8. Ismertesse a mikroelektronikai eszközök (integrált áramkörök, mikroelektronikai érzékelők) előállításánál alkalmazott rétegleválasztási módszereket (vákuumpárolgatás, porlasztás, kémiai gőzfázisú epitaxia, szilíciumdioxid termikus növesztése).
9. Ismertesse az integrált áramköri technológiában alkalmazott adalekolási (diffúzió, ionimplantáció) eljárásokat.
10. Ismertesse a mikroelektronikai illetve mikrotechnológiai rajzolat- és ábrakialakítási módszereket. Ismertesse a fotolitográfia és elektronlitográfia folyamatát és jellegzetességeit.
11. Ismertesse a mikroelektromechanikai rendszerek és eszközök (MEMS) főbb jellemzőit és működési elveit. Mutasson példát MEMS alkalmazásokra.
12. Ismertesse a fontosabb MEMS technológiai eljárásokat (tömbi és felületi mikromegmunkálás). Mutassa be az áldozati réteg szerepét.
13. Ismertesse a nanotechnológia alapfogalmait és méretskáláit. A nanoméretű objektumok és szerkezetek kétféle elvi kialakítási módszere, egy-egy konkrét példával illusztrálva. A méretcsökkenés során a mikrométeres jellemző méretek alatt fellépő, vagy meghatározóvá váló jelenségek és tulajdonságok szerepe,



**Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet**

mint pl. a felület és tömb szerepének változása, kvantumos jelenségek nanoméretű objektumokban, méretkvantálás, stb., konkrét példákkal illusztrálva.

14. Mikroszkópia, konvencionális optikai, feloldás korlátjai. Feloldás és érzékenység. Az elektronmikroszkóp elve (optikai leképezés elektronokkal), felépítése, jellemző üzemi paraméterei és feloldóképessége.
15. Ismertesse a pásztázó szondás mikroszkópok (SPM) elvét, és fajtáit. Miért lehet jobb elvileg, illetve miért jobb a pásztázó szondás mikroszkópok felbontása az optikai leképezésen alapuló mikroszkópokénál?
16. Ismertesse a pásztázó alagútmikroszkóp (STM) működési elvét (kvantummechanikai alagúteffektust és alagútáramot), funkcionális vázlatát, szerkezeti felépítését és egységeit. Az STM üzemmódjai és képalkotási módjai. Az STM mint megmunkáló eszköz.
17. Ismertesse az atomerő mikroszkóp (AFM) más néven pásztázó erőmikroszkóp (SFM) működési elvét, az erő-távolság összefüggést. Ismertesse az AFM felépítését, képalkotási és üzemmódjait.
18. Nanolitográfia és rajzolatkészítés elektronsugárral. A litográfia általános technológiai folyamata. Elektronlitográfiai készülék felépítése, részegységei, alkalmazások. STM alkalmazása nanolitográfiára.
19. Ismertesse az elektronsugárral segített leválasztási eljárást (electron beam induced deposition, EBID), és a fókuszált ionsugaras (FIB) megmunkálást, illetve leválasztást. A leválasztási fizikai-kémiai mechanizmus, készülék felépítése, stb.
20. Naoelektronika. A Si alapú eszközök méretcsökkentési folyamata, és azok hatásai. Eszközalkotási és technológiai trendek. Si nanohuzal CMOS tranzisztor.
21. Nanoérzékelők, nanoelektromechanikai eszközök és rendszerek, NEMS. Méretcsökkenés hatása az érzékelőkre. Nanoerőérzékelés.
22. Szén nanocső alapú gázérzékelő: a nanoméret szerepe, érzékelő működési mechanizmusa és kialakítása. Nanoskálás, illetve molekuláris szintű kémiai érzékelés. Biológiai/molekuláris érzékelés elve, nano-bio kapcsolat, érzékelő szerkezet felépítése.
23. Szén alapú nanoanyagok, szén nanocső CNT, felépítése, szerkezete, kapcsolatai más C alapú anyagokkal. CNT előállítás. CNT tulajdonságainak és szerkezetének kapcsolata, mechanikai és termikus tulajdonságai.
24. CNT elektromos tulajdonságai, CNT mint félvezető. CNT tranzisztor és logikai inverter. Ismertessen példákat a szén nanocsővek (CNT) alkalmazására, mindegyiknél megjelölve mi a CNT szerepe.
25. Grafén mint nanoanyag. Szerkezet, mechanikai, elektromos, és optikai tulajdonságok. Grafén, illetve grafént is tartalmazó anyagszerkezetek előállítása. Grafén alapú elektronika.