

**Elektronikai Technológia és Anyagismeret mintakérdések  
v.4.**

## **1-01: ELEKTRONIKAI KÉSZÜLÉKEK TERVEZÉSE, FELÉPÍTÉSE ÉS AZOK TERMIKUS KONSTRUKCIÓJA**

**1. Mutassa be az EMC jelenségét és elektromágneses zavarvédelmi intézkedéseket!**

EMC definíciója (1 pont), zavarforrások fajtái és példák (2 pont + 1 pont), zavarvédelmi intézkedések (1 pont)

**2. Mutassa be az ergonómiai, érintésvédelmi és üzembiztonságra történő tervezés szempontjait**

Ergonómia (2 pont), érintésvédelem (1 pont), üzembiztonság (2 pont)

**3. Mutasson be néhányat a gyárthatóságra és megbízhatóságra tervezés szempontjai közül.**

Gyárthatóságra tervezés (3 pont), megbízhatóságra tervezés (2 pont)

**4. Mutassa be a hővezetés (kondukciónak) jelenségét és a termikus – villamos analógiát. (\*IMSC\*).**

Hővezetés definíciója (1 pont), egyenlete (2 pont), termikus-villamos analógia (2 pont)

**5. Mutassa be a hőszállítás (konvekciónak) jelenségét és a hőátadást (\*IMSC\*).**

Hőszállítás definíciója (1 pont), egyenlete (2 pont), hőátadás definíció + egyenlet (2 pont)

**6. Mutassa be két szilárd test termikus csatolásának problémáját és a termikus interface anyagokat!**

A probléma definiálása és a lehetséges megoldások felsorolása (2 pont). A négy különféle termikus interface anyag megnevezése, ezek előnyös és hátrányos tulajdonságainak felsorolása (megnevezés 1 pont, tulajdonságok 2 pont)

**7. Mutassa be a hűtő- bordákat és lemezeket (rajzon is)!**

A megvalósítás szempontjai (1 pont), Hűtőbordák és lemezek anyagai és azok jellemzői (2 pont), hőleadási tényező javítása: mesterséges konvekció (1 pont), rajz (1 pont)

**8. Mutassa be a folyadékhűtés elvét, jellemzőit és a lehetséges megoldásokat (\*IMSC\*)!**

**9. Mutassa be a fázisátalakulós hűtés elvét, jellemzőit és a lehetséges megoldásokat (\*IMSC\*)!**

Kifejlesztés motivációja (1 pont), megvalósítások (2 pont), heat pipe (2 pont)

## 2-01 A FURAT- ÉS FELÜLETSZERELHETŐ ALKATRÉSZEK

### 1. Mutassa be a furatszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!

Furatszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések mechanikai tulajdonságai szerint (1 pont), furatszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (2 pont), furatszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

### 2. Mutassa be a felületszerelt alkatrészeket rajzokkal és leírással!

Felületszerelt alkatrészek definíciója (1 pont), felületszerelt alkatrészek csoportosítása a kivezetések geometriája, elrendezése szerint (1 pont), BGA, FC-BGA és LGA tokozású alkatrészek konstrukciója (2 pont), felületszerelt alkatrészek csomagolási módjai (1 pont)

### 3. Hasonlítsa össze a furat- és a felületszerelési technológiát!

Furatszerelési technológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott furatszerelt alkatrészeiről (1 pont), felületi szereléstechológia jellemzői (1 pont), sematikus ábra egy beforrasztott felületszerelt alkatrészeiről (1 pont), jellemzői kötési műveletek a furat- ill. felületszerelt alkatrészek rögzítésére (1 pont).

### 4. Mutassa be a felületszerelt ellenállás és rétegekondenzátor konstrukcióját rajzokkal és leírással!

Felületszerelt ellenállás konstrukciója (2 pont), felületszerelt kerámia rétegekondenzátor konstrukciója (2 pont), felületszerelt passzív diszkrét alkatrészek méretkódjának definíciója, és jellemző méretkódok felsorolása angolszász és metrikus me. rendszerben (1 pont)

### 5. Felületszerelt aktív alkatrészek és integrált áramköri tokozások:

A SOT-23 tokozású tranzisztor sematikus felépítése (1pont), az SOIC sematikus felépítése (1pont), a tokozás célja (1 pont), az első- és második szintű összeköttetések definíciója (1-1 pont)

### 6. Ismertesse a szelet szintű tokozás (Wafer Level Packaging) folyamatának lépéseit ábrákkal illusztrálva (\*IMSC\*).

Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár

## **2-02 ALKATRÉSZEK FORRASZTÁSA HULLÁMFORRASZTÁSSAL ÉS ÚJRAÖMLESZTÉSES FORRASZTÁSSAL**

### **1. Forrasztás bemutatása!**

Forrasztás definíciója (1 pont), jellemző ólomtartalmú és ólommentes ötvözetek bemutatása (2 pont), forrasztók megjelenési formái (1 pont), folyasztószer bemutatása (1 pont)

### **2. Ismertesse a kézi forrasztás folyamatát és eszközeit!**

A kézi forrasztás folyamata ábrákkal (3 pont), a kézi forrasztás eszközei (2 pont)

### **3. Ismertesse a hullámforrasztási technológiát!**

Hullámforrasztási technológia lépéseinek részletezése – folyasztószer felviteli technikák, előmelegítés célja, előmelegítési technikák – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), a hullámforrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

### **4. Levezetéssel adja meg a hullámforrasztás során a furatkitöltés várható mértékét becsülő összefüggést (\*IMSC\*)!**

A kapilláris hatás mérlegének levezetése (2 pont), a mérlegegyenlet kiterjesztése furatszerelt alkatrészekre levezetéssel (3 pont)

### **5. Ismertesse az újraömlasztéses forrasztási technológiát!**

Az újraömlasztéses forrasztási technológia lépéseinek részletezése – stencilnyomtatás szekvenciája, alkatrészbeültetés lehetőségei, hőközlési technikák forrasztáshoz – (2 pont), a technológia lépéseiről sematikus ábrák (2 pont), az újraömlasztéses forrasztási technológia hőprofilja ólmos vagy ólommentes ötvözet esetére (1 pont)

### **6. Ismertesse a stencilnyomtatás folyamatát, valamint a stencilek felépítését!**

Stencilnyomtatás folyamatának lépései ábrákkal (3 pont), stencilek felépítése rajzzal (2 pont)

### **7. Ismertesse levezetéssel a furatszerelt alkatrészek számára szükséges forraszpaszta-térfogat meghatározására szolgáló összefüggést (\*IMSC\*)!**

Az összefüggés leírása (1 pont), a furat kitöltéséhez szükséges mennyiség levezetése (1 pont), a forraszmeniszkusz térfogatához szükséges mennyiség levezetése (3 pont)

## **2-03 FÉLVEZETŐ CHIPEK ÉS MODULÁRAMKÖRÖK BEÜLTETÉSI MÓDJAI ÉS TOKOZÁSAI**

### **1. Ismertesse a félvezető chipek mechanikai rögzítésére szolgáló technikákat!**

Chipek rögzítés ragasztással, chipekhez alkalmazott ragasztók típusai (1 pont), chipek rögzítése AuSi eutektikus forrasszal (1 pont), chipek rögzítése egyéb forrasztóvözetekkel, forraszok megjelenési formái chipek rögzítéséhez (2 pont), flip-chip technológia (1 pont)

### **2. Ismertesse a mikrohuzal-kötési technikákat!**

Termokompressziós kötés folyamata ábrákkal (2 pont), ultrahangos kötés folyamata ábrákkal (2 pont), a három mikrohuzalkötési technológia összehasonlítása táblázatosan (1 pont)

### **3. Ismertesse a flip-chip technológiát!**

Flip-chip definíciója (1 pont), kialakításának szekvenciája rajzokkal (2 pont), flip-chip-ek bekötése anizotróp ragasztással (2 pont)

### **4. Ismertesse a hermetikus és nem hermetikus tokozásokat!**

Hermetikus tokok definíciója (1 pont), nem hermetikus tokok típusai (1 pont), a fém tok konstrukciójának sematikus ábrája (1 pont), kerámia tok konstrukciójának sematikus ábrája (1 pont); forrasztott kivezetésekkel rendelkező tok és „chip-carrier” konstrukció esetére (1 pont)

### 3-01 EGYOLDALAS ÉS KÉTOLDALAS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA

1. **Ismertesse a NyHL-ek hordozóinak leggyakrabban használt anyagait és technológia szempontból hasonlítsa össze azok tulajdonságaival!**

Merev és hajlékony hordozók anyagainak bemutatása (1-1 pont). Legalább 3 hordozó típus felírása és legalább 3 tulajdonság felírása hordozónként (3 pont)

2. **Mutassa be részletesen a kémiai és elektrokémiai rétegfelviteli eljárásokat NyHL-ek gyártásánál! Ismertesse a „direkt galvanizálás” lehetséges módszereit! (\*IMSC\*)**

A 3 db rétegfelviteli eljárás megnevezése és a folyamatok lényegi leírása (3 pont). Direkt galvanizálás: árammentes bevonat+galvanizálás (1 pont), vezető oldat + galvanizálás (1 pont)

3. **Mutassa be az egyoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit pozitív és negatív fotoreziszt-maszk esetén, rajzzal! Definiálja a pozitív- és negatív működésű fotoreziszt fogalmát!**

A 2 db lépéssorozat felírása rajzzal (2-2 pont). Pozitív és negatív működésű rezisztok definiálása (1 pont)

4. **Mutassa be a furatfémezett kétoldalas NyHL-ek gyártástechnológiai lépéseit!**

12 lépés felírása (5 pont). Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár

5. **Mutassa be a NyHL-ek tipikus felületi bevonatait (típus és gyártástechnika) és jellemezze azokat forraszthatósági szempontból! Írja le a narancsosodás jelenség lényegét!**

Legalább 4 db felületi bevonat felsorolása, azok gyártástechnológiai ismertetése és egymáshoz képest milyen a forraszthatóságuk (4 pont). Narancsosodás definíciója (1 pont)

### **3-02 TÖBBRÉTEGŰ ÉS SPECIÁLIS LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJA, HDI HORDOZÓK**

- 1. Mutassa be a NyHL-ek additív és féladditív gyártástechnológiai lépéseit rajzok segítségével!**

Additív és féladditív technológiák lényegének leírása rajzzal (2-2 pont), additív és szubtraktív technológiák előnyei, hátrányai (1 pont)

- 2. Ismertesse az együttlaminált többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek technológiai lépéseit!**

A 3 lépés leírása (3 pont), a két db együttlaminálási változat ismertetése rajzzal (1-1 pont)

- 3. Ismertesse a szekvenciális többrétegű nyomtatott huzalozású lemezek technológia lépéseit! Rajzolja le sorrendben a műveleti lépéseket. (\*IMSC\*)**

11 lépés felírása (5 pont). Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár.

- 4. Ismertesse a mikrovia fogalmát és készítési technológiáit! Hasonlítsa össze a különböző technológiával készített mikroviák szerkezetét rajzban és mutassa be az UV lézeres fúrás lépéseit.**

Fogalom és készítési technológiák (2 pont) különböző technológiával készített mikroviák szerkezetének ismertetése rajzzal (1 pont). UV lézeres fúrás lépéseinek (4 db) felírása (2 pont).

#### 4-01: KERÁMIA- ÉS POLIMER ALAPÚ VASTAGRÉTEG TECHNOLÓGIA

1. **Definiálja a szigetelő alapú áramköri hordozók, a hybrid IC és a vastagréteg technológia fogalmát, valamint adja meg a vastagréteg technológiák csoportosítását**

Szigetelő alapú (2 pont), hybrid IC (1 pont), vastagréteg (1 pont), csoportosítás (1 pont)

2. **Mutassa be a vastagréteg pasztákat (alkotó elemek, azok anyagai) valamint a vastagréteg hordozókat!**

Paszták (3 pont), hordozók (2 pont)

3. **Mutassa be a kerámia vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!**

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

4. **Mutassa be a sziták paramétereit és a vastagréteg technológiában használt sziták típusait (emulzió kialakítása szerint)!**

Szita definiálása és paraméterei (2 pont), emulzió típusok bemutatása (3 pont)

5. **Ismertesse a hybrid IC elkészítésének tipikus lépéseit rajzok segítségével!**

A 7–9 lépés összesen (5 pont). Egy-egy lépés hibás (rossz sorrend vagy helytelen elnevezés) felírásakor vagy hiányosság esetén egy-egy pontlevonás jár.

6. **Mutassa be a vastagréteg ellenállások lézeres beállítását (elve, ellenállás számítás menete, vágatformák)!**

Beállítás elve (1 pont), képlet (1 pont), vágatformák (3 pont)

7. **Mutassa be a polimer vastagréteg technológia lépéseit (paraméterek, az egyes lépések szükségessége)!**

Csak lépések szekvenciája (1 pont), paraméterek (1 pont), az egyes lépések részletes elemzése (3 pont)

8. **Mutassa be az MLC (HTCC) és MLGC (LTCC) kerámia technológiákat (technológiai megvalósítás, speciális tulajdonságok, létrehozható struktúrák) (\*IMSC\*)**

HTCC (2 pont), LTCC (3 pont)

9. **Definiálja az MCM technológiát, és mutassa be az egyes változatait (\*IMSC\*).**

MCM definíciója, típusok felsorolása és azok tulajdonságai (2 pont), 3 féle MCM technológia (1-1-1 pont)



## 4-02: VÁKUUMTECHNIKA, VÉKONYRÉTEG TECHNOLÓGIA:

- 1. Ismertesse a vákuum szerepét az egyes vékonyréteg leválasztási technológiák során. Mutassa be és hasonlítsa össze az elektronikai technológiákban alkalmazott három különböző fő típusú vákuumszivattyúk működését és alkalmazási területét!**

A vákuum definíciója (1 pont). A rétegleválasztási folyamatok során milyen fizikai paramétereket befolyásol a vákuum minősége (1 pont). Három különböző vákuumszivattyú működése és alkalmazási területeinek ismertetése (3 pont)

- 2. Ábrával illusztrálva mutassa be a vákuumpárolgató folyamatát!**

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (3 pont)

- 3. Ábra segítségével hasonlítsa a vákuumpárolgató berendezésben leggyakrabban használt párolgató forrásokat!**

Ellenállásfűtésen alapuló párolgató forrás bemutatása (2 pont). Elektronsugaras párolgató berendezés ismertetése, összehasonlítása az ellenállás hevítéssel (3 pont)

- 4. Ábrával illusztrálva mutassa be a vákuumporlasztás folyamatát!**

Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (3 pont)

- 5. Ismertesse a félvezető alapú eszközök gyártása során alkalmazott fizikai rétegleválasztási technológiákat (PVD).**

A vákuumpárolgatósi folyamat ismertetése sematikus ábra segítségével (3 pont). A vákuumporlasztási folyamat ismertetése sematikus ábra segítségével (2 pont)

- 6. Ismertesse egy nagyvákuum rendszerben a nyomás mérésére alkalmazható fizikai elveket/érzékelő konstrukciókat! (\*IMSC\*)**

A különböző nyomástartományok és az ott alkalmazható fizikai elvek megnevezése (1 pont). Pirani vákuummérő ismertetése (2 pont). Ionizációs vákuummérő ismertetése (2 pont)

- 7. Definiálja a vékonyréteg fogalmát! Milyen speciális tulajdonságokkal rendelkezhetnek egy vékonyréteg? Soroljon fel vékonyréteg anyagokat és adja meg ezek funkcióját!**

Vékonyréteg definiálása (1 pont). Olyan fizikai tulajdonságok felsorolása, amely egy vékonyréteg esetében speciális lehet (2 pont). Vékonyréteg anyagok példaszerű felsorolása az alkalmazási terület megnevezésével (2 pont)

- 8. Ábra segítségével illusztrálva mutassa be vékonyréteg ellenállás kialakításának technológiai lépéseit!**

Az ellenállás vékonyréteg kialakításának szekvenciája rajzzal illusztrálva (3 pont). A Lézeres ellenállásérték beállító folyamat ismertetése (2 pont)

- 9. Mutassa be a vékonyréteg áramköröknél használatos mintázatkialakítási módszereket!**

A rétegfelvitel közben történő mintázatkialakítás bemutatása (2 pont). A rétegfelvitel utáni mintázatkialakítás bemutatása (3 pont)

**10. Ismertesse az optikai vékonyrétegek funkciójának fizikai alapjait, valamint adjon példát optikai vékonyréteg alkalmazásokra. (\*IMSC\*)**

Optikai vékonyrétegek fizikai működésének bemutatása (2 pont). Optikai vékonyréteg példák bemutatása illusztrációkkal: antireflexiós réteg (1 pont), tükör (1 pont), szűrő (1 pont)

## 5-01: FÉLVEZETŐ ANYAGOK JELLEMZŐI + FÉLVEZETŐ SZELET ELŐÁLLÍTÁSA

- 1. Kristálytani irányok köbös kristályban, anizotrópia-izotrópia**  
Irányok bemutatása Miller indexekkel 3 ábrán (3 pont), egykristály anizotrópiája (1 pont), polikristály izotrópiája (1 pont)
- 2. A Si egykristály szerkezetének bemutatása, irányfüggő nézetek (\*IMSC\*)**  
A Si egykristály gyémánt típusú rácsszerkezetének bemutatása (2 pont). A különböző kristálytani irányokban mutatkozó eltérő atomi sűrűségek bemutatása rajzon három jellemző irány mentén (3 pont)
- 3. Ismertesse a p és n típusú adalékolást félvezető anyagok esetében!**  
A p és n típusú adalékolás lényegének ismertetése kristályrács szintű rajzon (3 pont) és energia diagramon (2 pont)
- 4. Technológiai szempontból milyen lényeges tulajdonsággal rendelkezik a szilícium-dioxid.**  
A Si szelet előállításában a  $\text{SiO}_2$  szerepének ismertetése a technológiai folyamatokon keresztül (2 pont). A fontosabb fizikai tulajdonságok felsorolása, és ezek jelentőségének bemutatása a technológia szempontjából (3 pont)
- 5. Mutassa be a polikristályos szilícium előállításának lépéseit.**  
A polikristályos Si definíciója és a poli-Si jelentőségének ismertetése az egykristály növesztés szempontjából (2 pont). A poli-Si készítésének 3 alapvető lépésének felsorolása és részletezése (3 pont)
- 6. Ismertesse a félvezető egykristály feldolgozásának főbb lépéseit.**  
Az öntecs formázása és a szeletek előállításának lépési (2 pont). A szeleteket mechanikai megmunkálásra használt technológiák ismertetése (1 pont). A félvezető egykristályok szerkezetének bemutatása, példa a különböző rácokra (1 pont). A flat szerepének és kialakításának ismertetése (1 pont)
- 7. Magyarázó ábra segítségével ismertesse a Si kristálynövesztésre alkalmazott Czochralski eljárást!**  
Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont)
- 8. Magyarázó ábra segítségével ismertesse az egykristály növesztésére alkalmazott Bridgman-Stockbarger eljárást (\*IMSC\*)!**  
Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont)
- 9. Magyarázó ábra segítségével ismertesse az egykristály növesztésére alkalmazott mozgózónás eljárást (\*IMSC\*)!**  
Ábra készítése, amin a sematikus berendezés részegységeit megnevezi (2 pont). A folyamat szöveges leírása (2 pont). A legfontosabb folyamatparaméterek kihangsúlyozása (1 pont)

## 5-02: RÉTEGLEVÁLASZTÁSI, ÉS ADALÉKOLÁSI TECHNOLÓGIÁK

**1. Ismertesse a félvezető alapú eszközök gyártása során alkalmazott kémiai gőzfázisú rétegleválasztási technológiát (CVD).**

A CVD folyamat definíciója (1 pont). Egy sematikus CVD reaktor felrajzolása az ábra egyes részeinek megjelölésével (2 pont). Félvezető technológiában CVD-vel leválasztott anyagok felsorolása az egyes rétegek funkciójának ismertetésével (2 pont)

**2. Ismertesse a szilícium szeletre történő oxidréteg növesztési eljárások alapjait. Rajzolja le a száraz és nedves oxidációs eljárások során használt berendezések sematikus ábráját.**

Az oxidnövesztés jelentőségének ismertetése (1 pont). A száraz (2 pont), ill. nedves (2 pont) oxidnövesztési technológia folyamatainak rövid ismertetése

**3. Ismertesse a félvezető alapanyagok ionimplantációval történő adalékolásának alapjait.**

Egy ionimplantációs berendezés sematikus rajza az egyes részek megnevezésével (2 pont). Az ionimplantációval kialakított adalékkoncentráció mélység-profiljának összehasonlítása a diffúzióval kialakítottéhoz képest (2 pont). A csatornahatás ismertetése (1 pont)

**4. Ismertesse a félvezető alapanyagok diffúzióval történő adalékolásának alapjait. (\*IMSC\*)**

A diffúziós, definíciója, matematikai leírása (1 pont). A diffúzió hőmérsékletfüggésének ismertetése (1 pont). Egy diffúziós kályha sematikus rajzának elkészítése és a folyamat pár soros ismertetése (1 pont). Konstans felületi koncentráció mellett kialakult diffúziós profil felrajzolása (1 pont). Konstans anyagmennyisége mellett kialakult diffúziós profil felrajzolása (1 pont)

## 5-03 - MINTÁZAT ÉS SZERKEZET-KIALAKÍTÁS FÉLVEZETŐ SZELETEN

1. **Mutassa be a félvezető eszközök rajzolatkialakítására szolgáló litográfia általános szekvenciáját és röviden ismertesse az egyes lépések lényegét!**

A litográfia alapjainak ismertetése, definíció (1 pont). A litográfia egyes lépéseinek felsorolása (2 pont). A litográfiai lépések magyarázata az adott folyamat lényegének ismertetés (2 pont)

2. **Ismertesse a fényérzékeny reziszt felvitelére alkalmazott spin-coating technológiát. Mutassa meg mi a különbség a pozitív és a negatív maszkok között.**

A spin-coating folyamat ismertetése a folyamat lényeges paramétereinek felsorolása (2 pont). A pozitív és a negatív maszk értelmezése (1 pont) illetve működésük leírása egy-egy ábra segítségével (1+1 pont)

3. **Mutassa be a fotolitográfiai vetítés típusokat ábrákkal és a hagyományos maszkos megvilágítás problémáját.**

A vetítés típusok (egyenként 1-1, összesen, 3pont) maszkolás ábra (2 pont).

4. **Mutassa be ábrákkal a fázistolásos maszkolás lényegét (2pont), hasonlítsa össze ábrán a hagyományos, az alternáló ill. csillapított fázistolásos maszkok működését (3pont). (\*IMSC\*)**

5. **Mutassa be a rajzolatkialakítás során használt litográfias eljárásokat előnyökkel és hátrányokkal!**

Az eljárások megnevezése (2 pont), az eljárások összevetése (3 pont)

6. **Írja le az EUV és röntgenlitográfia lényegét, jellemzőit, mutassa be ábrán a nagy oldalarányú litográfia megvalósítását.**

Az eljárások bemutatása (2-2 pont), ábra (1 pont)

7. **Ismertesse a Si félvezető technológiában használt maratási eljárásokat! Röviden ismertesse ezek főbb tulajdonságait!**

Az izotróp és anizotróp maratási technológiák ismertetése rajzon (2 pont). A száraz maratási eljárások (2 pont) bemutatása, ábra (1 pont).

8. **Ismertesse egy pMOS tranzisztor előállításának technológiai folyamatait (főbb lépésekben)!**

pMOS tranzisztor keresztmetszeti rajza a főbb funkcionális részek megnevezésével (2 pont). A főbb technológiai lépések megnevezése, részletezése (3 pont)

9. **Mutassa be ábrákkal a Si tömbi és felületi mikromechanikával létrehozható alakzatokat.**

Tömbi (3 pont) és felületi (2 pont) mikromechanikával létrehozható alakzatok bemutatása és rövid jellemzése.

10. **Mutassa be ábrákkal a LIGA technológia lépéseit (5pont) (\*IMSC\*)**



### **G-01A - KRISTÁLYTANI ALAPISMERETEK:**

**1. Számítsa ki az (1 5 7) és a (2 4 5) síkok közötti szöveget egy FKK rácsban!**

A számítás elvének ismertetése (2 pont), a számítás elvégzése (2 pont), az eredmény diszkussziója (1 pont)

**2. Milyen irányba mutat a (3 4 7) és az (1 4 2) síkok metszészvonala egy TKK rácsban? (\*IMSC\*)**

A számítás elvének ismertetése (2 pont), a számítás elvégzése (2 pont), az eredmény diszkussziója (1 pont)

**3. Benne fekszik-e a [2 0 6] irány a (-3 5 1) síkban? Válaszát számítással indokolja!**

A számítás elvének ismertetése (2 pont), a számítás elvégzése (2 pont), a helyes válasz (1 pont)

### **G-01B - REÁLIS KRISTÁLYOK, RÁCSHIBÁK:**

**1. Ismertesse a pontszerű rácshibákat! Térjen ki a keletkezési és eltűnési mechanizmusukra! Fejtse ki szerepüket az ötvözetekben!**

Rácshibák ismertetése (3 pont), keletkezési mechanizmus (1 pont), hatásuk ismertetése ötvözetekben (1 pont)

**2. Ismertesse a vonalszerű rácshibákat! Ismertesse szerepüket a képlékeny alakváltozás során!**

Vonalszerű rácshibák ismertetése (2 pont), a vonalhibák mozgásának ismertetése (1 pont), képlékeny alakváltozás során betöltött szerepük (2 pont),

**3. Ismertesse a felületszerű rácshibákat!**

Felületi rácshibák felsorolás és ismertetése (típusonként 1 pont)

## **G-02 - FÉMEK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAI, MECHANIKAI VIZSGÁLATOK**

**1. Ismertesse a szakítóvizsgálatot és a belőle nyerhető szabványos mérőszámokat!**

A szakító vizsgálat ismertetése rajzzal (3 pont). A szakítóvizsgálatból nyerhető szabványos mérőszámok (2 pont)

**2. Ismertesse a mérnöki és a valódi rendszerben mért mechanikai tulajdonságok közötti különbségeket!**

Az alakváltozásra vonatkozó különbségek (1 pont), a feszültségre vonatkozó különbségek (1 pont), Feszültség alakváltozás görbék és értelmezésük (3 pont)

**3. Ismertesse a kúszás folyamatát! Mutassa be a kúszási görbét és annak szakaszait! (\*IMSC\*)**

A kúszás folyamatának ismertetése (2 pont), A kúszás általános görbéje szakaszok bejelölése és ismertetése (3 pont)



## **G-03 - ÖTVÖZETEK SZERKEZETE ÉS TERMIKUS VISELKEDÉSE, KRISTÁLYOSODÁS**

- 1. Milyen energetikai feltételei vannak a kritikus csíraméret létrejöttének? Hogyan határozhatjuk meg egy gömb alakú csíra kritikus méretét?**

Kritikus csíraméret fogalma (1 pont), A csíraméret létrejöttének energetikai feltételei (2 pont), a kritikus csíraméret grafikus illusztrációja (1 pont), a kritikus csíraméret hőmérséklet függése (1 pont)

- 2. Ismertesse a szilárd oldatok, az intermetallikus vegyületek és az eutektikus ötvözetek legfontosabb tulajdonságait!**

Szilárd oldatok (2 pont), Intermetallikus vegyületek (1 pont), eutektikus ötvözetek tulajdonságainak ismertetése (2 pont)

- 3. Milyen homogén és heterogén kristályosodási mechanizmusokat ismer? (\*IMSC\*)**

Homogén magképződés ismertetése (3 pont), Heterogén kristályosodás ismertetése (2 pont)

## **G-04 - VEZETÉSI JELENSÉGEK, VEZETŐANYAGOK**

- 1. Ismertesse a klasszikus vezetési modellt! Hogyan számíthatjuk ki a segítségével a fajlagos vezetőképességet? Mik a modell korlátai?**

Klasszikus vezetési modell ismertetése grafikus illusztrációval (2 pont), Fajlagos vezetőképesség számítása (1 pont), a modell korlátai (2 pont)

- 2. Ismertesse az ötvözés hatását a fajlagos ellenállásra szilárd oldatot, eutektikumot, illetve mindkettőt tartalmazó ötvözőrendszerek esetén!**

Szilárd oldatok esetében a hatás ismertetése (2 pont), Eutektikumok esetén (1 pont), mindkettőt tartalmazó esetében (2 pont)

- 3. Ismertesse a szupravezetés jelenségét! Milyen anyagcsaládnak van a legnagyobb kritikus hőmérséklete? Miért volt jelentős felfedezés a 96 K-en szupravezető anyagok felfedezése? (\*IMSC\*)**

A jelenség ismertetése (3 pont), anyagcsaládok ismertetése (1 pont), a 96 K-en szupravezető anyagok tulajdonságai (1 pont)