

Kérdések

Definíciók, szakkifejezések

<p>aspect ratio: A furat méretaránya (átmérő/hossz). Jellemző érték a fúrószár terhelhetőségére és a furat fémezhetőségére.</p>	<p>stencil: Apertúra nyílásokkal rendelkező vékony fémlemez. Felhasználása a nyák gyártásban: Különböző rajzolatok felvitele (forrasztópaszta, forrasztásgátló lakk, maratásgátló maszk).</p>	<p>AOI: Automatic Optical Inspection. Számítógép segítségével végzett, képelemzésen alapuló ellenőrző eljárás. Nyák gyártásnál a panel elkészülte után a nyák vizsgálatára szolgál.</p>	<p>step and repeat: Ismétlő levilágítás. Adott rajzolat többszöri levilágítása az adott felületre. Nincs maszk-panel kontaktus, olcsó.</p>
<p>mesh: A szita finomságára jellemző érték. Megadja az egy inchen belül található csomók számát (csomó/inch).</p>	<p>Faraday állandó: Egy mól elektron töltésének abszolút értéke ($F=96500 \text{ C/mol}$).</p>	<p>additiv technológia: Szigetelő hordozóra adott rajzolat szerinti fémréteg növesztés (Pl.: immerzió, majd galvanikus rezezés).</p>	<p>direct plating: Furatfémezés. A hordozón kialakított Pd rétegre közvetlenül, galvanizálás segítségével visszük fel a szükséges vastagságú réz réteget.</p>
<p>előhívás: A redukció teljessé tétele a fényt kapott szemcsékben (nyák gyártásnál permetezéssel vagy merítéssel, anyaga híg lúg).</p>	<p>pregreg: Félig kikeményített, üvegszövettel erősített epoxigyanta, a hordozó anyagával megegyező anyag. Többrétegű nyákgyártás során a vezetőrétegeket tartalmazó hordozók elválasztására szolgál.</p>	<p>szubtraktív technológia: A hordozóra felvitt réteget az adott rajzolat szerint eltávolítjuk a felületről, ezzel kialakítva a rajzolatot.</p>	<p>fotostencil: Indirekt módon, fotoreziszt segítségével létrehozott maszk. A fóliát a szövetbe hengerlik, majd a felesleges fóliát meleg víz segítségével leoldják a felületről.</p>
<p>mil: Angolszász hossz mértékegység. Az inch ezredrésze (0,0254mm).</p>	<p>dekapírozás: Felületi oxidréteg, illetve más korróziós bevonat eltávolítása fém tiszta állapotig. Általában savas oldatokkal (10-20%-os kénsav, sósav).</p>	<p>flip chip: A chip felületén dudorok kerülnek kialakításra. Ezek segítségével történik a chip kontaktusainak kialakítása. A chipet felragasztják a felületre, ezzel rögzítve és biztosítva a villamos vezetést. Olcsó, de rossz a hővezetés.</p>	<p>strippelés: A fotoreziszt felhasználás utáni eltávolítása a felületről, erős lúg segítségével (Pl.: 5%-os NaOH).</p>

galvanoplasztika: Elektrolizálás forgó acélhengerre, fél fordulat után lefejtés. Nyák gyártás során felhasznált rézfólia előállítására alkalmas.	túlfeszültség: Az elektród polarizáció jelenségénél, az egyensúlyi potenciálhoz képest mérhető potenciálkülönbség.	poliimid: Nyák gyártás során a hordozó anyagaként felhasznált nagy hőállóságú polimer (-230 foktól +370 fokig).	black hole: Fémezési eljárás. A hordozóra először grafit réteget viszünk fel, majd erre galvanizáljuk a szükséges rezet.
ENIG: Elektroless Nikkel Immersion Gold. A rézfelületre felvitt nikkel rétegre külső elektromos energia nélkül (immerzióval) történő aranyréteg képzés.	HASL: Hot Air Solder Level. Forraszba mártás segítségével forrasztott nyák esetén a felesleges forraszanyag eltávolítására szolgáló technológia. A panelt forró levegővel tisztítjuk meg.	gerber fájl: Ez tartalmazza az x,y koordinátákat; az apertura méretét és a fény nyitás/zárását a gépi ábrakészítésnél.	antisztatikus anyag : A műanyagok elektromos feltöltődését csökkentő, megszüntető anyagok. Nagy a felületi ellenállásuk.
alámarás (rajz is): Megmutatja, hogy a maratószer mekkora arányban távolítja el a maszk alatt lévő vezető réteget, a vezető réteg vastagságához képest.	felületi ellenállás: A szigetelőanyagra fektetett 2 db 100 mm hosszúságú egymástól 10 mm távolságra levő párhuzamos elektród között mért ellenállásérték.	fémmagos (metal core) hordozó: Vékony fémlap és szigetelőanyag felhasználásával készült, nagyon jó hővezető képességű hordozó. A fémlap jellemzően Al vagy Cu.	thermal via: Hőelvezetést szolgáló via
pick and place: A beültető gépek egy típusa, amely az alkatrész megfogása után elhelyezi azt a panelen. Létezik egy és többfejű. Pontosság: 10-20 um.	intermetallikus réteg: A forrasztás során két fém között létrejövő fémközi elegy. Ez biztosítja a kapcsolatot a két fém között. Réz és ón esetén Sn5Cu6.	nedvesítési szög: A forraszanyag felülete és a hordozó közötti szög. Nagysága meghatározza a forrasztás minőségét (minél kisebb annál jobb a nedvesítés és a minőség).	flux: Folyasztó szer. Az oxid réteg feloldásával segíti a forraszanyag szétterülését. Hatása: jobb nedvesítés, jobb minőségű forrasztás. Alkotóelemei: gyanta, oldószer, aktiválószer.
RoHS: EU-s szabvány az elektronikai termékekben felhasznált veszélyes anyagok korlátozására. Tiltja az ólom, higany, króm, bróm tartalmú lánggátló és a kadmium felhasználását.	műveleti ablak: Egy technológiai lépés optimális paramétereinek értéke körüli megengedett szórás. Minél nagyobb az ablak, annál stabilabb a technológia, annál nehezebb rontani.	rework: A kész panel ellenőrzésekor felmerülő hibák utólagos javítása.	

TK (R): Az ellenállás paszták pontosságát jellemző érték (ppm).	sírkő jelenség: Forrasztási hiba. Az alkatrész két kivezetése közül az egyik nem jól kerül rögzítésre, így feláll az egyik fele.		
lift-off: Fordított rezisztmaszkos eljárás. Ezen eljárás folyamán a tiszta hordozón fotorezisztből alakítjuk ki a negatív ábrát, majd erre gőzöljük a réteget.	ITO: Vezető anyag. Az inídium, ón és oxigén vegyülete ($\text{In}_2\text{O}_3\text{SnO}_2$)	szabad úthossz: Megadja, hogy a párologtatott, porlasztott ion mekkora távolságot tesz meg az adott környezetben, anélkül, hogy ütközne egy másik részecskével.	PVD: Physical Vapour Deposition. Hagyományos módszerekkel történő vákuumtechnikai rétegleválasztások (Pl.: katódporlasztás, vákuumpárologtatás, elektronsugaras gőzölés). Főként kontaktusfémezésre használják.
plazma: Ritkított térben, két elektróda között létrehozott önfenntartó villamos kisülés.	üvegkerámia:	HTCC / LTCC: Magas (1600 fok) és alacsony (850 fok) hőmérsékletű kiégetés. Többretegben tartalmazhat eltemetett passzív elemeket, továbbá felszínén kialakítható aktív vastagréteg integrált áramkör. Furatok készítése csak nyers állapotban lehetséges.	MCM: Multi Chip Module. Kerámia vagy üveg hordozón, több chipet, vékony és vastagréteg áramkört tartalmazó integrált áramkör. Lehet laminált (MCM-L), kerámia (MCM-C) és vékonyréteg technológiájú (MCM-D, deposited).
Ablaknyitás: A rajzolat kialakításához felhasznált eljárás. A rajzolat területén az Si felszín szabaddá tétele, reziszt felvitele, exponálás, előhívás, SiO_2 marása, reziszt eltávolítása.	nedves oxidáció: Oxidáció elősegítése vízgőz jelenlétével.	izotróp marás: MEMS technológiáknál alkalmazott réteg maratási módszer. Térbeli iránytól független, gyökökkel történő marás. Használata nagy felületek esetén a felső réteg eltávolítására.	hetero-epitaxia: Rétegnövesztési eljárás, mely során különböző, de hasonló rácsállandójú anyagot építünk be.

<p>homo-epitaxia: Rétegnövesztési eljárás, mely során azonos anyagot, de bizonyos tulajdonságok megváltoztatásával építünk be.</p>	<p>Knudsen cella: MBE molekulasugár epitaxia során felhasznált cella. Több forrás használata. Nagyon pontosan szabályozható atom vagy molekulasugár.</p>	<p>Feszített Si szerkezet:</p>	<p>szegregáció (zónás tisztítás): A szennyezőanyagnak nagyobb az oldhatósága az olvadékból, mint a szilárd fázisban. Pl. zónás tisztítás folyamán feldúsul a rúd végén.</p>
		<p>HOMO, LUMO szint: A polimer elektronikában a kötő pályát (HOMO, legfelső betöltött molekulapálya, megfelel a vegyérték sávnak) és a nemkötő pályát (LUMO, legalsó betöltetlen molekulapálya, megfelel a vezetési sávnak) jelentő kifejezés.</p>	<p>roll-to-roll: Egy soron egymás után az összes technológiai lépés elvégezhető. A gyártás során nincs szükség különböző gépekre.</p>

1. NYHL szigetelő hordozóinak anyagai, típusai, jellemző tulajdonságai.

Anyagai: Szálerősített, hőre nem lágyuló műgyanta. Az erősítő anyag üvegszál, papír vagy szálas kerámia.

Típusai: Merev és hajlékony.

Jellemző tulajdonságai: Nagy szakítószilárdság, nedvességtűrés, lángállóság.

2. Miért alkalmas, (előnyös) a NYHL áramköri modulok alapjaként?

Felváltotta a különálló kábeleket, egy helyen megvalósítható a kapcsolat az eszközök között, egyszerűbben lehet összekötni a sűrű elektromos alkatrészeket. A hőelvezetés is fontos szempont.

3. Melyek a hordozóval szemben támasztott fontosabb követelmények?

Megtartsa a komponenseket a szerelés és a használat során, szilárd legyen, ne vetemedjen.

Legyen jó szigetelő, nagy fajlagos és felületi ellenállás, kicsi relatív dielektromos állandó, kis veszteségi tényező nagy frekin is.

Vezesse el, ossza szét, adja le a keletkezett hőt.

Viselje el a gyártás és a használat során fellépő hőterhelést.

Legyen kicsi a hőtágulása.

Fúrható, darabolható legyen.

A szigetelő felület fémezhető legyen.

Álljon ellen a technológia során használt vegyszereknek.

Minimális legyen a vízfelvétele.

4. Milyen termikus jellemzőket kell ismernünk a hordozóról, mi ezeknek a jelentősége?

T_g transzformációs hőmérséklet: Ezzel jellemezhető a hordozók hőállósága. Nem kristályos anyagoknál (polimer, üveg) az a hőmérséklet, ami alatt az anyag rideg, szilárd, fölötté fokozatosan lágyul és nagy viszkozitású olvadékként viselkedik. T_g fölött még használhatók a polimerek, kezdetben rugalmasan deformálhatók, de a hordozók esetében ezt megakadályozza az üvegszövet erősítő. Csökken a mechanikai szilárdság, romlik a mérettartás.

5. A NYHL felület-előkészítési eljárások célja, módszerei.

- Mechanikai tisztítás

Cél: Miközben a réz felületét is alakítja, érdesíti, a felületi szennyeződést is eltávolítja.

Módszerek:

- Kefés tisztítás: Hengerekből álló tisztítógépekben (nylon sörtés kefe, tömör kefe).
- Habköves, alumíniumoxidos tisztítás: A habkő egy szilikát ásvány, porózus, jó koptató hatású tisztító anyag. Készíthető kézzel (kefe), géppel (dörzshengerhez hasonló, de lágyabb sörtéjű kefék), habkősugár géppel (habkővet tartalmazó vízszugár).

- Zsírtalanítás

A fotoreziszt fólia, galvanizált fém egyenletes tapadásának feltétele, hogy a felület zsírtalan legyen. Leggyakrabban lúgos zsírtalanítókkal. Ez lehet híg nátrium-klorid vagy szóda. Alapos öblítés követi.

- Mikromarás

Cél: A felület finom érdesítése, a következő réteg jobb tapadásáért. Leggyakrabban ammónium-perszulfáttal vagy nátrium-perszulfáttal. A kisebb marási sebességet a hígabb 10-15%-os oldat biztosítja.

- Oxidmentesítés (dekapírozás)

Cél: A réz felületi oxidációjának eltávolítása, hogy ne okozzon rövidzárat vagy szakadást. Leggyakrabban 10%-os kénsavval, ritkábban sósavval.

6. **Fúrás: a folyamat jellemzői, a fő követelmények**

A kialakítás módjai: gépi fúrás, lézeres furatkialakítás, plazmamarás, kémiai marás, lyukasztás. A gépi fúrás a legelterjedtebb. Általában több panelt raknak egymásra és egyszerre fúróják át. A fúrófej wolfram-karbid. Igen kicsi furatok kialakítása (0,3-0,8-1mm). Az átlagosan 0,5-1m nagyságú táblán tartani kell a közel 0,1m-es pontosságot, sok táblán egymás után is. Cél az egyenletes és sima falú furat kialakítása. Ennek feltétele az éles fúró, a nagy fordulatszám és az, hogy a műanyag a felületén ne melegedjen fel annyira, hogy meglágyuljon. A legalsó réteg egy vékony pozdorja lemez, amely megakadályozza a sorja képződést, legfelül pedig az Al fólia található. Az alsó lapnak az is a szerepe, hogy a fúrófej ne a fém munkaasztalra érkezzen a művelet végén.

7. A rézfólia előállítása, felvitele a hordozóra. A szokásos vastagságok. Mikor melyent választunk? Mi szabja meg a minimális csíkszélességet?

A szigetelőrétegen lévő réz vastagsága 10 és 100 mikron között változhat, de általában a 18, 35 és 70 mikron rézvastagságú kártyák az elterjedtek. Ezt a rézréteget laminálással viszik fel a szigetelőkártyára. Magát a rézfóliát galvanoplasztikai eljárással készítik (elektrolizálás forgó acélhengerre, fél fordulat után lefejtés). Minél vastagabb a fólia annál kevesebb hiba keletkezhet. A vastagabb rétegnek nagyobb a tömege a rézréteg befedésére és a rásimuláshoz. A vastagabb film kevésbé hajlamos megsérülni különféle szennyeződésekre, hulladékokra vagy a dolgozók rossz kezelésének hatására. A vastagabb film viszont csökkenti a felbontóképességet, növeli a megvilágítási, előhívási és strippelési időt. Az átvinni kívánt áramerősség/feszültség, frekvencia, alkatrészszűrűség és a vezető anyaga határozza meg a csíkszélességet.

8. A vezetőcsík vastagságának, szélességének megválasztása/tervezése. Milyen szempontok szabják meg? Mi határozza meg a vezetők közötti szigetelőcsík szélességét?

A vezetőcsík vastagsága, szélessége függ:

- a terheléstől (hőmérséklet, áramerősség)
- a rajzolatfinomságtól, az alámarástól
- a vezetőcsík ellenállásától

A szigetelőcsík szélességét az alkalmazott feszültség határozza meg.

9. Milyen eljárásokkal lehet vezetővé tenni a furatokat?

Redukciós rezezés, black hole, direct plating.

10. Mi a mikrovia, hogy készíthető?

Többretegű kártyák esetében fémesen köti össze a rétegeket. Készíthető lézeres fúrással vagy plazmamarással. Átmérő 10-100um.

11. Mi a furat méretarány (aspect ratio), mi szabja meg a korlátait átmenő furat és mikrovia esetén?

furat hossza/átmérő arány. Átmenő furat esetén a panelek össz vastagsága határozza meg, mikrovia esetén a mélység.

12. A via-feltöltés célja, módjai

Célja a helytakarékoság. A feltöltést általában műgyantával vagy galván rézzel oldják meg.

13. Furatok, viák a NYÁK gyártásban; típusok, fúrási megoldások, fémezés menete, követelmények.

Furatok szükségesek a lemezek mechanikai rögzítésére, a rétegek illesztésére, pozicionálására, a furatba szerelhető alkatrészek beültetésére. A két és többretegű kártyákon a rétegek közötti összeköttetést vezető furatok, viák biztosítják. Furatok kialakítási módjai:

- Gépi fúrás

Ez a legelterjedtebb. A viák készítése leginkább így történik. A foliózott lemezek fúrása több szempontból különbözik a hagyományos fúrási eljárásoktól. A lemez anyaga nem homogén, a viszonylag lágy műgyanta mellett a kemény, erősen koptató hatású üvegszövet található, kívül pedig a réz. A furatok átmérője igen kicsi, az alsó határ ~0,2 mm alatt van, de 0,8 - 1 mm-nél szinte soha nem nagyobb. Az átlagosan 0,5 - 1 m nagyságú táblán tartani kell a közel 0,1 mm-es pontosságot, méghozzá sok táblán egymás után is. A fúrófej anyaga wolfram karbid. Ez kellően kemény, kopás- és hőálló anyag, de meglehetősen rideg. Célunk egyenletes és sima falú furat létrehozása. Ennek feltétele az éles fúró, a nagy fordulatszám, és az, hogy a műanyag a felületén ne melegedjen fel annyira, hogy meglágyuljon, kenődjön. Egy epoxi üveg hordozó esetében a hőmérséklet nem haladhatja meg a 110°C-ot. A jobb hőelvezetést a kártyák fölé helyezett alumínium fóliával lehet biztosítani. Általában több panelt raknak egymásra és egyszerre fúrják át. Az aspect ratio adja meg az egyszerre fúrható rétegek számát.

- Lézeres furatkialakítás
- Plazmamarás
- Kémiai marás
- Lyukasztás

A lyukasztás a legegyszerűbb mód. A szerszám alsó részét a lemezhez illesztjük és a lyukasztófej erős lenyomásával vágjuk ki a nyílást. Szükség esetén nem csak kör, hanem négyszögletes, vagy ovális formában tudunk így lyukakat készíteni. Illesztő, pozicionáló, szerelő lyukak készítésére alkalmas módszer. A furattal alkalmatlan a fémezésre, ezért via így nem készíthető.

Fémezési eljárások (több szakaszban végezzük):

- Redukciós rezezés

A szigetelő felületre (furat belső fala) kémiai redukcióval nagyon vékony (0,5-1µm) rézréteget választunk le.

- Panelgalvanizálás

A már vezető felületen (és a panel teljes felületén) galvanikusan vastagítjuk a rézbevonatot, kb. 5-8µm-ig.

- Rajzolatgalvanizálás

Negatív maszkolás és előhívás után csak az áramköri ábra és a furatok maradnak szabadon, ezen a felületen tovább vastagítjuk a fémréteget, kb. 15µm réz és kb. 5-10µm ónréteg galvanizálásával.

14. A foto készítésének lépései. Mi történik a filmen a kép elkészülte alatt (nem a kémiai reakciók kellenek)?

Szerepe a minta átvitele. Mesterábra készíthető kézzel (tusrajz, sablonkészlet) és géppel (áramkörtervező vagy nyhl tervező program).

15. Mi a fotoreziszttek működésének alapja? Milyen típusai vannak? Rövid jellemzés!

Megvilágítás hatására megváltozik az oldhatósága, ellenálló-képessége valamilyen oldószerrel (előhívóval) szemben. Működési módjuk szerint lehetnek pozitív vagy negatív reziszttek, aszerint, hogy az eredeti ábrát vagy az ellentettjét kapjuk a megvilágítás után.

16. Pozitív fotorezisztek tulajdonságai. Hogy alkalmazom, ha egy maratásálló maszkot akarok készíteni egyoldalas lemezen? (lépések leírása indoklással)

A megvilágítás hatására a polimer molekulák feltöredeznek, ezeknek a területeknek az oldhatósága jelentősen megnő. UV-ra érzékeny, a látható tartományban nem. Exponálása bármilyen UV lámpával lehetséges, de ajánlott nagynyomású higanygőz-lámpa (365nm). Előhívása híg NaOH oldattal (5g/l), de figyelni kell mert érzékeny a túlhívásra. A strippelés szerves oldószerrel (pl. alkohol) vagy töményebb NaOH-al történik.

17. Negatív fotorezisztek tulajdonságai. Hogy alkalmazom, ha egy maratásálló maszkot akarok készíteni egyoldalas lemezen? (lépések leírása indoklással)

A megvilágítás hatására láncmolekulák összekapcsolódnak, térhálósodnak, ezeknek a területeknek az oldhatósága jelentősen lecsökken. UV-ra és a rövidebb hullámhosszú látható fényre érzékeny (~540nm alatt). Exponálása bármilyen UV lámpával lehetséges, de ajánlott nagynyomású higanygőz-lámpa (365nm). Előhívása 1-2%-os Na₂CO₃ oldattal történik, túlhívásra nem érzékeny. A strippelés 5%-os NaOH-al történik.

18. Maszkkészítés szitanyomtatással és fotolitográfiával. A két módszer összehasonlítása, mikor melyik alkalmazása előnyösebb?

Szitanyomtatás:

- Lényege, hogy a kifestített szitaszövetnek (ragasztás, önfeszítő mechanizmus) a rajzolat szerinti területét hagyjuk szabadon, a többit egy maszkkal átjárhatatlanná tesszük. Így a szitára felrakott festéket egy kenőkéssel áthúзва, a festék a szabad lyukakon átjut és a minta átkerül a hordozóra.
- A forrasztásgátló lakk felvitelére, a maratásálló maszk elkészítésére, a forrasztópaszta felvitelére, a fotoreziszt felvitelére vagy feliratok készítésére is használják.

Fotolitográfia:

- Az ábra átvitele valamilyen fényérzékeny réteg segítségével, fototechnikai úton történik. A fényérzékeny anyag (fotoreziszt) oldhatósága és ellenálló-képessége megváltozik a megvilágítás hatására valamilyen oldószerrel (előhívóval) szemben.
- Előnye a szinte korlátlan felbontóképesség. 100um alatti finomságú NYÁK rajzolatától kezdve a 10nm közeli félvezető áramkörü elemek maszkolására is alkalmazható.
- Lehet pozitív és negatív.

19. Mi a különbség és mi a hasonlóság a pozitív és a negatív fotorezisztek között?

Hasonló az exponáláshoz szükséges fényforrás. A különbség a megvilágítás hatására végbemenő folyamat és a végeredmény.

20. Hogy épül fel a száraz-reziszt fólia? Miért volt szükség a kifejlesztésére?

Polietilén fedőréteg, Riston fólia, polietilén védőfólia. Kevesebb technológiai lépéssel meg lehet valósítani, egyenletes rétegvastagsággal. Többretegű kártyák gyártását teszi lehetővé, nem folyik be indokolatlan helyekre a reziszt.

21. Ismertesse a fotoreziszt anyagok rétegfelvitelének módjait! Rövid leírás, értékelés.

Fotolitográfia

Szitanyomtatás

Laminálás

Permetezés

Folyadékfüggöny

22. Ismertesse a folyékony fotoreziszttek rétegfelviteli módjait, azok előnyeit, hátrányait!

- Permetezés

A folytonos függőnyt képező folyadékon keresztül nagy sebességgel átlövik a lemezeket, miáltal egy adott vastagságú egyenletes bevonat keletkezik. Minden rétegfelvitelt szárítás követ. Ha a gyártó nem ír elő más paramétereket, a szokásos szárítás 80°C-on 10 percig tart.

- Szitanyomtatás
- Hengerelés
- Centrifugálás

23. A lézeres levilágítási megoldások bemutatása, előnyök, hátrányok. (fotoreziszt megvilágításnál)

- Érintkezéssel levilágítás

Előnyök: bejáratott, kipróbált eljárások; olcsó, könnyen beszerezhető eszközök; nagy áteresztőképesség

Hátrányok: relatív alacsony kihozatal; pontatlan helyezés, pozicionálás; kis felbontás; maszk kopás; szemcsés szennyezés veszélye

- Lézeres vetítő módszer

Előnyök: nagy felbontás nagy területű hordozón is; nagy pontosságú helyezés, pozicionálás; nagy áteresztőképesség hagyományos reziszttekkel; nincs maszk-panel kontaktus → magas kihozatal; viát lehet vele fújni polimer rétegbe

- Lézeres közvetlen levilágítás

Előnyök: nincs szükség maszkra; kis sorozatú gyártásra ideális; nagy pontosságú helyezés, pozicionálás; függetlenül beállítható X és Y irányú korrekciós skála → panel deformációkhoz alkalmazkodik; kiváló kihozatal

Hátrányok: különleges, negyérzékenységgű és gyorsan exponálható rezisztet igényel; az áteresztőképesség függ a felbontástól

- Ismétlő levilágítás

Előnyök: nincs maszk-panel kontaktus → magas kihozatal; pontos helyezés; hagyományos reziszttek használhatók; olcsó

Hátrányok: a léptetés-helyezés-ismétlés módszer behatárolja az áteresztőképességet; korlátozott méret

24. A szitanyomtatás fő felhasználási területei

Eredetileg nyomdai technológia, de használják a nyák gyártásban és a vastagréteg IC-k készítésénél is. Pl. a forrasztásgátló lakk felvitelére, a maratásálló maszk elkészítésére, a forrasztópaszta felvitelére, a fotoreziszt felvitelére vagy feliratok készítésére is használják.

25. A szitanyomtatás fő technológiai paramétereit; hogy befolyásolják a nyomtatott rajzolat minőségét?

- szakítószilárdság: az erősebb anyagból vékonyabb szál is elég, tehát finomabb szita szűrhető
- kopásállóság: a szövet élettartamát határozza meg. A forrasztópaszta, a vastagréteg paszták olyan kemény szemcséket is tartalmaznak, amelyek a lágyabb poliészter szálakat nagyon hamar tönkretennék, ezért ezek csak acélszítán vagy acélstencilen (ld. később) nyomtathatók.
- rugalmasság: a poliészter szövet kifestve is mutat némi rugalmasságot, ezért ezt nyomtatáskor el lehet emelni a hordozótól és csak a kenőkész nyomja a felületre. Az acélszítának közvetlenül érintkezni kell a nyomtatandó felülettel, ezért másféle berendezést kell használni.
- kémiai ellenálló-képesség: A festékhígítók, oldószerek, tisztításhoz használt anyagok között több eléggé agresszív anyag is található, de ezeket mindkét anyag elég jól tűri.
- geometriai jellemzők: a szita finomságát, az elérhető felbontóképességet az angolszász hagyományos mértékegység szerint „mesh”-ben adják meg, ami az egy inch-re jutó csomók száma. A NYÁK rajzolatokhoz általában 100 – 150 mesh-es szita megfelelő. Emellett fontos jellemző még a szabad felület aránya is, különösen akkor, ha a nyomtatandó réteg vastagsága is fontos paraméter.

26. Ismertesse a fém stencilmaszkok előállítási elvét, előnyeit, hátrányait, alkalmazását.

Fémfólián a kellő nyílások kivágása laserrel vagy maratással. Előnyei a nagyobb pontosság, a nagyobb felbontás és a nagyobb élettartam. A lézerrel kivágott pontosabb, nagyobb megbízhatóságú és nincs szükség vegyszer használatára sem.

27. A direkt és indirekt szitamaszk készítés lényege, az így készült maszkok jellemzői.

A direkt maszk készítésekor először a teljes szita felületet bevonják egy fényérzékeny anyaggal (bemerítik a folyékony emulzióba, majd a rátapadt réteget beszárítják), és erre fotózzák rá a kívánt rajzolatot. A megvilágítás kontaktmásolással történik, a filmet rászorítják a szitára, és ezen keresztül UV fénnel exponálják a szitát. Leggyakrabban poli-vinilalkohol alapú negatív fényérzékeny anyagot használnak, ebből következően pozitív filmet kell használni, és így a meg nem világított területek maradnak oldhatóak. Az „előhívó” ez esetben meleg víz. Végül szárítás után a szitán a rajzolatnak megfelelő területek lesznek átjárhatóak, a többi nem.

Az indirekt maszknál a fényérzékeny anyagot fólia formában használják, először exponálnak és előhívják, majd még nedvesen belepréselik a szitaszövetbe. Száradás után a szita maszkon kívüli felületét tömítő festékkel ki kell kenni.

A két eljárás közül a direkt maszk valamivel erősebben kötődik a szövetbe, ezért ez tartósabb, 10 – 15 ezer nyomtatást bír. Ezzel szemben az indirekt maszk készítése könnyebb, gyorsabb és kevesebb anyagot használ. A rajzolat pontosságában nincs számottevő különbség. A direkt maszk készítésénél lehetőség van többszöri bemártással a rétegvastagság növelésére, és ezzel a nyomtatandó réteg vastagságának növelésére. Ennek elsősorban a vastagréteg passzív elemek nyomtatásánál van jelentősége.

28. Milyen tényezők szabják meg egy szitázott rajzolat pontosságát? A tényezőket fontosság szerint csoportosítsa!

Az ábra pontossága, reprodukálhatósága a **nyomtatási paraméterek** (kenőkés nyomóerő, kenőkés sebessége, a kés dőlésszöge, szita és hordozó távolsága) pontos betartásától, a **szitamaszk** és a **festék** (megfelelően nagy felületi feszültség, megfelelő viszkozitás (nagy (áramlásnál) és kicsi (nyugalomban) egyszerre, tixotróp anyagok)) tulajdonságaitól függ.

29. Milyen módszereket ismer fémbevonatok készítésére (folyadék fázisból)? Mikor melyik alkalmazható? Írjon példákat a NYÁK technológiából!

- Redukciós fémezés (kémiai fémezés): Kémiai reakcióban egy redukálószer adja át a szükséges elektron(oka)t. Alkalmazás: szigetelő és vezető felületre, furatfémezés, ellenállás. Leggyakoribb: Cu, Ni, Ag, Pd.
- Galvanizálás (elektrolizálás): Villamos áram biztosítja a szükséges töltést. Alkalmazás: vezető felületre, panel, rajzolat érintkezők. Leggyakoribb: Cu, Ni, Au, Sn.
- Immerziós fémezés: Egy csere-reakcióban egy másik fémtől kapja meg a hiányzó elektron(oka)t. Alkalmazás: vezető felületre, árammentes ioncsere reakció, felületkikészítő rétegek készítése. Leggyakoribb: Au, Ag, Ni.

30. Fémbevonat készítés galvanizálással. A folyamat lényege, fő jellemzői.

A laborban megmértük a lemez oldalait és kiszámítottuk a panel felületét. Ezután a lemezt befogtuk a galvanizáló szerszámba, csapvízben leöblítettük majd fél percre a dekapírozó fürdőbe merítettük. Innen öblítés nélkül a galvanizáló kádba merítettük és katódként kapcsolva 1A/dm^2 áramsűrűség mellett 25 percig galvanizáltuk folyamatos mozgatás mellett. Ekkor az elektrolit pozitív fémionjai a villamos tér hatására vándorolnak a katód felé, a felülethez érve pedig megkapják a hiányzó elektronokat, semleges atommá alakulnak és beépülnek a felületi rétegbe. A cellán átfolyó töltéssel arányos mennyiségű fém tud semlegesítődni, tehát ezzel szabályozható a rétegvastagság. Ezt írja le a Faraday törvény, amiből kiszámoltuk a kellő rétegvastagsághoz szükséges áramerősséget és időt. Réz, nikkel, ón, arany.

A fürdő fő alkotói:

- a felvinni kívánt fém sója
- kénsav
- adalékanyagok
- nemesfémeknél lúgos, cianidos fürdő

31. Fémbevonat készítés immerziós módszerrel. A folyamat lényege, fő jellemzői.

Ez mindig egy csere reakció; egy kevésbé nemes fémet (negatívabb elektródpotenciálút) egy nemesebb fém oldatába merítjük. Az oldatban levő megkapja a szükséges elektronokat, redukálódik és semleges fémként kiválik a felületre. Arany, ezüst, nikkel.

32. Fémbevonat készítés kémiai redukciós módszerrel. A folyamat lényege, fő jellemzői.

Ennek az eljárásnak a legfontosabb előnye, hogy szigetelőanyagokra is készíthető így fémbevonat, ami szükség esetén galvanikusan tovább vastagítható. Egy oldatban kell összehozni a kiválasztandó fémet és egy közepesen erős redukálószer (leggyakrabban formaldehid) és egy stabilizátort, ami az idő előtti reakciót megakadályozza. A fémkiválásnak csak akkor szabad megindulni, ha az előkezelt, aktivált munkadarabot behelyeztük a fürdőbe. Réz, nikkel, ezüst, palládium.

Fürdő összetevői:

- Fémsó
- Redukálószer
- Puffer (pontos pH beállítása, tartása)
- Nedvesítőszer (tapadás javítása, felületi fesz. csökkentése)
- Stabilizátor (fürdő spontán bomlásának gátolása)
- Víz

33. A felület kikészítés célja, a bevonatok anyagai, a felvitel módjai.

Célja a rézfelület forrasztathóságának javítása, tartósítása, nedvesítés javítása, különösen ólommentes forrasztás esetén.

Bevonatok anyagai: nikkel, arany, palládium, ezüst.

Felvitel módjai: immerzió (ENIG, ENIPIG), redukció és olvadékba mártás (HASL).

34. Milyen a forraszthatóságot javító felületkikészítő eljárásokat ismer?

- HASL (Hot Air Solder Level)

A kártyát belemártják pár másodpercre egy ónnal teli kádba majd kiemelve nagy nyomású forró levegőt (300 fok) fújatnak a kártyák felületére, ami a fölösleges ónréteget, mint egy kés eltávolítja. Így csak azokon a felületeken marad meg az ón ahol szeretnénk, a vezetópályák és a festékréteg között nem.

Előny: könnyű művelet, javítható; jó kötéserősség; hosszú eltarthatóság; könnyű vizuális ellenőrzés
Hátrány: kontaktushiány veszélye szitanyomtatáskor, egyenetlen rétegvastagság, nagy aspect ratio esetén nem alkalmas; kevésbé alkalmas fine-pitch SMT alkatrészeknél; rövidzár veszélye fine-pitch kivezetések esetén; réz beoldódás; alapos folyamatellenőrzés szükséges

- ENIG (Electroless Nickel Immersion Gold)

Immerzióval nikkelt majd arany felvitele.

Előny: sík felület; egyenletes vastagság; többszörös hőciklust bír; hosszú eltarthatóság; jól forrasztható; alkalmas fine-pitch IC-khez

Hátrány: arany huzalkötésre nem alkalmas; drága; nikkelt hulladékkezelés szükséges; nem javítható a szerelőüzemben; nem optimális a nagysebességű áramkörökhöz; ritkán előfordul a nikkelt felületre jutása (hiperkorrózió)

- ENIG (Electroless Nickel Immersion Palladium Immersion Gold)

Előny: legjobb bevonat; jól forrasztható és bondolható; Ni és Au között Pd réteg így nincs hiperkorrózió

Hátrány: ez a legdrágább bevonat

- Immerziós Ezüst

Előny: alkalmas fine-pitch alkatrészekhez; sík felület; nem drága; gyors, könnyű művelet; nem függ a furatmérettől; javítható, újra elkészíthető a szerelőüzemben is

Hátrány: törékeny réteg, nem alkalmas press fit alkatrészekhez; nehézségek a mikroviák fémezésénél; korrózióra érzékeny

- Immerziós Ón

- OSP (Organic Solderability Preservative)

Előny: egyenletes sík felület; javítható a beültető üzemenben; nem változtatja a furat méretét; gyors, könnyű művelet; olcsó; jól összefér a forrasztásgátló lakkal

Hátrány: nehéz ellenőrzés; kérdéses megbízhatóság; korlátozott újraforrasztás; érzékeny néhány oldószerre; korlátozott eltarthatóság

- Szelektív ezüstözés

Ezt használják, mert az immerziós arany/nikkelt drága, túlságosan összetett és kezelést igénylő eljárás, az OSP-nél pedig korlátozott a vezetőképesség.

35. A maratószerke jellemző tulajdonságai, a maratószerke csoportosítása

Jellemzőik: maratási sebesség, hőmérséklet, koncentráció, függésmaratási kapacitás, alámarás, szelektivitás, regenerálhatóság, egészségügyi és környezeti hatás

Csoportok: lúgos, savas

36. Többrétegű NYÁK: az együttlaminált technológia lépéseinek leírása, rövid ismertetés, indoklás. (csak átmenő furatok) pl. 6 rétegű.

Együttlaminált technológia:

- Kétoldalas lemezeken rétegenként a rajzolat elkészítése úgy, mint a kétoldalasnál, de furatfémezés nélkül
 - Alul-felül nincs rajzolat
 - Rézfelületre vékony oxidréteg
 - Pakett összeállítás, sajtolás (170 fok, 15 bar, 40-60 perc)
 - Fúrás, furatfémezés, rajzolat a két külső rétegre..., mint a kétoldalasnál
 - Főképp átmenő furatok, lehet eltemetett vagy zsák furat
1. Kifúratlan kétoldalas lemez belül a hordozóval kívül a rézzel.
 2. Maszkolás: Reziszt felvitele, exponálás, előhívás. A nem kívánt rész marad szabadon.
 3. Maratás: Reziszt eltávolítása, a felület oxidálása
 4. A rétegszerkezet összeállítása
 5. Forró préselés: prepreg kikeményedik és összeköti a rétegeket
 6. Fúrás
 7. Redukciós réz leválasztása
 8. Negatív reziszt alkalmazása (a rajzolat maradt szabadon)
 9. Rajzolat galvanizálás
 10. Maratásálló ónréteg galvanizálása
 11. Riston fólia eltávolítása (strippelés)
 12. Szelektív marás (a vezetőhálózatot az ón védi)
 13. Ón réteg leoldása
 14. Forrasztásgátló réteg felvitele (forrasztási felületek szabadon maradnak)
 15. Felület kikészítés (tartós forraszthatóság biztosítására)

37. A nagy alkatrész-sűrűségű összeköttetés (HDI) megvalósításának módjai a NYÁK-gyártásban.

Szekvenciális technológiával valósítható meg. Vonalfinomság <150um. Kisebb furatátmérő, több réteg. Mikroviák használata (eltemetett és vakviák).

38. Mi a szekvenciális NYHL gyártás lényege? Milyen megoldásait ismeri?

Az alkatrészsűrűség növelése a cél (furatátmérő és csíkszélesség csökkentés, rétegek számának növelése, használatlan lyukfelület csökkentése). A rétegeket egyenként egymásra építve rakjuk össze. Előnye a kisebb méret, nagyobb sebesség, kevesebb réteg és kisebb költség. Lézeres elpárologtatás, fényérzékeny szigetelő réteg.

39. A szekvenciális NYÁK gyártás lehetséges módszerei, lépései, a mikroviák készítése

- Lézeres elpárologtatás
Egy felépített egység; műgyantával bevont rézfólia, ezen mikrovia fúrás lézerrel. Rajzolat kialakítása fotoreziszt technikával, maratással.
- Fényérzékeny szigetelő réteg
Úgy alkalmazzuk, mint a fotoreziszteket, mikrovia készítése fotózással és előhívással. Után vezető réteg kialakítása additív technikával.

Mikrovia készítése fúrással történik:

- mechanikai (korlátozott pontosság: mélységi kb. 40um, oldal kb. 50um)
- plazma
- lézer (CO₂ lézer, 10,6 um, fémet nem fúrja; UV lézer, 30um)

40. Szekvenciális NYÁK gyártás; a laser-ablációs (elpárologtatás) eljárás lényege.

41. Szekvenciális NYÁK gyártás; a fényérzékeny szigetelő réteges eljárás lényege

42. A beágyazott passzív elemek alkalmazásának lényege, a megoldási módok

Lényege a rövidebb huzalozás és a méretcsökkenés megoldása. Előnyei a jobb impedancia illesztés, rövidebb jel útvonal miatt kisebb soros induktivitás, megszünteti az SM alkatrészek induktív ellenállását, csökkenti az áthallást, zajt. Megoldási módok: beágyazott vagy felületi vékonyréteg ellenállások, galvanikusan felvitt ellenállások, vastagréteg technológiával (szitanyomtatással) létrehozott ellenállás.

43. A hajlékony NYÁK előnye, szerepe. A merev-hajlékony panel szokásos szerkezete.

Vannak bizonyos igények, aminek kielégítésére a hajlékony nyák ad megoldást. Előnye a pontosság, a rugalmasság, a nagy hő- és tűzállóság. Szerkezete: merev-hajlékony-merev.

44. A gyártásközi és a végellenőrzés szerepe, módszerei a NYÁK gyártásban

- Gyártásközi ellenőrzésű
Eszközök: fúrók, galvánfürdők, elektródok
Módszerek: vizuális, AOI (Automatic Optical Inspection), mérő automaták

45. A NYÁK-ok, NYÁK tervek osztályba sorolásának célja és szempontjai (a határértékek nem kellenek)

A NYÁK-okat rajzolatfinomság szerint osztályokba sorolják. A besorolást a legkisebb méret dönti el. Az osztályok száma változó.

A NYÁK tervek osztályai:

1. Általános bonyolultságú tervezés
2. Mérsékelt bonyolult tervezés
3. Nagy bonyolultságú tervezés
4. Ez az osztály a gyárthatóság határán kívül van

Szereléstechológia

46. Írja le a gépi szerelés részletes műveleti sorrendjét indoklással együtt, az üres NYHL beadásától a kész panel levételéig, ha egyik oldalon SM, másik oldalon TH alkatrészek vannak! (Üzemi, nagy sorozatú gyártásban) Minden lépéshez pár szavas indoklás kell, minden lépést külön sorba írjon!

- Huzalkivezetéses alkatrészek beültetése, mechanikai rögzítése
- Panel fordítása
- Ragasztó felvitele
- Felületszerelhető alkatrészek beültetése
- Ragasztó kikeményítése kemencében
- Panel fordítása
- Hullámforrasztás, tisztítás

47. Írja le a gépi szerelés részletes műveleti sorrendjét indoklással együtt, az üres NYHL beadásától a kész panel levételéig, ha csak egy és azonos oldalon vannak SM és TH alkatrészek! (Üzemi, nagy sorozatú gyártásban) Minden lépéshez pár szavas indoklás kell, minden lépést külön sorba írjon!

- Forrasztópaszta felvitele az A oldalra
- Felületszerelt alkatrészek beültetése az A oldalon
- Újraömllesztéses forrasztás
- Huzalkivezetéses alkatrészek beültetése, mechanikai rögzítése az A oldalon
- panel fordítása
- ragasztó felvitele
- ragasztó kikeményítése
- panel fordítása, hullámforrasztás

48. Milyen a helyes reflow hőprofil? Magyarázza meg az egyes szakaszokon miért pont olyan?

Tipikus hőprofil folyamatának több zónája van.

- Az előfűtési zóna célja az, hogy a paneleken egyenletesen és viszonylag rövid idő alatt felfűtse.
- A második zóna (hőkiegyenlítés) folytatja az oldószeres kiszáraitását, hogy megelőzzék a paszta gázosodását és esetleges fröcskölését.
- Az ömlesztési vagy csúcszónában a hőmérséklet gyorsan 20-40 fokkal az ötvözet olvadáspontja fölé emelkedik. Ekkor a forrasztóanyag nedvesíti a felületet és fémes kötést biztosít.
- A gyors lehűtés során a rétegnedvesítés és a rétegbeoldódás folytatódik, amíg a forrasztóanyag hőmérséklete az olvadáspont felett van.

49. Hol és hogyan alakul ki az intermetallikus réteg, mi a funkciója?

Két fém egy harmadikkal való összekötése (forrasztása) esetén alakul ki a két fém között, úgy hogy a forrasztóanyag oldja az összekötendő fémek felületét és egy ötvöztető folyamat indul el, mely során kialakul a fémközi elegy (intermetallikus réteg).

50. A forraszpaszta felvitelének módja. Főbb paraméterei. Hibalehetőségek, azok következményei

Stencilnyomtatással (tömeggyártás) vagy cseppadagolással (kisebb sorozatú gyártás) viszik fel a forraszpasztát. A stencilnyomtatás technológiája során egy stencilen (vagy más néven maszkon) kialakított lyukakon (apertúrákon) keresztül juttatjuk rá a panelen található pad-ekre a forrasztópasztát

Lépések:

- Loaderből a panel betöltése
- A pasztázógép leszorítja a panelt
- Kamera segítségével a megfelelő helyzetbe pozicionálja
- Panel illesztése a maszkhoz
- A paszta a stencil egyik oldalára kerül, majd egy kés segítségével megkezdődik a paszta felvitele

Hibák:

- A forraszpaszta beleragadása a stencilapertúrába
- Hiányos pasztalenyomat: kialakulhatnak gyenge kötések, nyitott kötések, valamint sírkő jelenség
- Kráteres pasztalenyomat: kialakulhatnak nyitott kötések
- Forraszpaszta fülek kialakulása: kialakulhat rövidzár (túl sok paszta a füleknél)
- Forraszpaszta megrogyás: kialakulhat rövidzárlat (forraszszemcsék elcsúsznak egymáson)
- Elcsúszott forraszpaszta lenyomat

51. Az SM alkatrészek beültetésének menete, a beültetőgép működése, az alkatrészek rögzítésének módjai.

Beültetés menete:

- Alkatrész felvétele (vákuum szipkával): A gépek ezeket a szipkákat cserélni tudják az alkatrészek kialakításának, tokozásának függvényében.
- Panel rögzítése, pozicionálása: A két szélén sínek segítségével, vagy pozicionáló tűskékkel (a panel szemközti sarkaiban). Általában egyszerre használják a panel elmozdulásának megakadályozására. Ehhez a lépéshez minden gép rendelkezik egy kamerás felismerő rendszerrel, ami segít a panel helyzetét beállítani.
- A különleges alkatrészek esetében ellenőrzésre is szükség van. Pozicionálás a kamerával, majd a gép automatikusan korrigálja az eltéréseket. A szipka felveszi az alkatrész és a kamera felett átmozgatja. A kamera körüli fény segítségével minden apró részlet meghatározható az alkatrészeiről.

Az alkatrészek beültetési pontosságát számos tényezőtől függ, ide tartozik a mozgó tengelyek állapota, a kamera korrekciós képességétől és felbontásától, a panel rögzítésétől, valamint az előre megírt programtól.

52. Hullámforrasztás: lényege, kivitelezése felület és furatszerelt alkatrészek forrasztásakor. A technológia módosulása az ólommentes forrasztóanyagok használatakor.

Hagyományos hullámforrasztásnál az áramköri lapka teljes felülete érintkezik a folyékony forrasztóanyaggal. Ahol a forrasztóanyag találkozik forrasztható felülettel (alkatrész kivezetés, forrasztási pont) ott létrejön a forrasztás. Szelektív hullámforrasztásnál a NYÁK lapkának csak bizonyos részei találkoznak a forrasztó hullámmal.

Az SM és TH alkatrészek közül az SM-eket alulról felragasztjuk, a TH-kat beültetjük felülről.

53. Mi a folyasztószer (flux) szerepe? Hogyan alkalmazzák a különböző forrasztási módszereknél

Szerepe:

- oldja a fémoxidokat, és megakadályozza a fémek újraoxidációját
- teret ad a forrasztóanyagoknak
- elősegíti a nedvesítést

Tulajdonságai:

- kémiaiilag közömbös a forrasztandó fémekkel és a forrasztóanyaggal
- jó villamos szigetelő
- egészségre nem ártalmas, nem környezetszennyező

Összetétel:

- gyanta (fenyőgyanta, műgyanta)
- oldószer (alkohol, víz)
- aktiválószer

Típusai:

- No Clean: A forrasztási művelet után a fluxmaradékot nem kell lemosni. A visszamaradt flux szintelen, villamosan nem vezető
- Clean: A forrasztási művelet után a fluxmaradékot oldószerrel (vízzel) el kell távolítani.

54. Mikor, hogyan alkalmaznak ragasztót az áramköri modulok szerelésében?

Melyek a ragasztók legfontosabb tulajdonságai?

A ragasztót csak mechanikai rögzítésre használjuk az SM alkatrészek szerelése közben, hogy a hullámforrasztás alatt a hullám le ne mossa az alkatrészeket a hordozóról, vagy ha TH és SM alkatrészeket is építünk be akkor a panel forgatása közben le ne essenek az SM alkatrészek. A legfontosabb tulajdonságaik a térhálósítási idő, a tárolási időintervallum és a kötés bonthatósága.

55. A reflow forrasztás menete, körülményei. A lehetséges hibaforrások. Lehet-e csak reflow-val forrasztani, ha mindkét oldalon van SM alkatrész? Miért?

A forrasztópálya felvitele majd az alkatrészek beültetése után a forrasztóanyag megömlése (mikrokötések létrehozása) következik. Lényegében a forrasztóanyagot újból megömlesztik, ezért nevezik reflow forrasztásnak. Alapvető célja, hogy magas minőségű forrasztott kötet biztosítson az alkatrészek kivezetései és a panel megfelelő kontaktusai között. Lehet, ezt hívják dupla reflownak.

Hibaforrások:

- Alacsony vagy nem elég hosszan tartott csúcshőmérséklet (hibás kötések, zárlat)
- Magas csúcshőmérséklet (hőszokk)
- Rövid hőtartás (alkatrész elmozdulások: sírkőképződés, elúszás)
- Túl meredek felfűtés a csúcshőmérsékletig (forrasztógolyók kialakulása → zárlat)
- Túl meredek lehűtés (repedések a kötésekben)

56. Hogy alakul ki a jó forrasztott kötés? Melyek a feltételei?

Ezt úgy lehet elérni, hogy a panel kontaktusokat, a kivezetőket és a forrasztópályát együttesen felmelegítjük az ötvözet olvadáspontja fölé úgy, hogy a forrasztás mindenhol átalakuljon homogén szerkezetté. Feltételei az eredményes fűtési irányítás és a fűtési variációk megfelelő alkalmazása különböző panelekre.

57. Melyek a fő forrasztási típusok, mikor melyiket használjuk, miért?

- Reflow forrasztás
 - SM alkatrészekhez
- Hullámforrasztás
 - SM és TH alkatrészekhez is
- Kézi forrasztás
 - SM és TH alkatrészekhez is

58. Milyen módszereket ismer a forrasztás jóságának ellenőrzésére?

- Vizuális
- Gépi (AOI, X-ray)

59. Milyen módszereket alkalmaznak a szerelt panel minőségének ellenőrzésére?

Tesztelés repülő tűs vagy tűágyas teszterrel:

- o alkatrészteszt: ellenőrzött alkatrészek %-a
- o funkcionális teszt: ellenőrzött funkciók száma

Hibrid

60. Hibrid áramkörök hordozói, fajták, követelmények

Hordozó: szigetelőanyag (üveg, kerámia, zafír, kvarc)

Fajtái: vékony és vastagréteg HIC-k

Követelmények:

- Mechanikai tartás
 - o nagy szilárdság kis vastagság esetén is
 - o jó darabolhatóság
 - o egyenletes lemezvastagság, síklapúság, felületi érdesség
- Villamos szigetelés
 - o felületi, térfogati → alkáliszegény anyagok
- Hőelvezetés
 - o terhelhetőség
- Hőtágulás
 - o illeszkedjen a réteghez, TK romolhat
- Felületi tisztaság

61. A szabad úthossz fogalma, szerepe a gőzölési folyamatban?

Megadja, hogy a párologtatott, porlasztott részecske mekkora távolságot tesz meg az adott környezetben, anélkül, hogy ütközne egy másik részecskével.

A megfelelő vékonyréteg kialakításához szükséges, hogy a gőzfázisba jutott anyag lehetőleg ütközés nélkül jusson el a hordozóig. Ennek feltétele, hogy a szabad úthossz nagyobb legyen a forrás-hordozó távolságnál. A nyomás csökkenésével nő a szabad úthossz.

62. Ismertesse a vákuumtechnikai rétegleválasztások típusait! Melyek a vákuumtechnikai eljárások főbb előnyei, hátrányai?

Típusai:

- o Porlasztás (katódporlasztás, reaktív porlasztás, magnetronos porlasztás)
- o Párologtatás, gőzölés (vákuumpárologtatás, elektronsugaras gőzölés, fűtőszálas gőzölés, indukciós párologtatás, lézeres párologtatás)

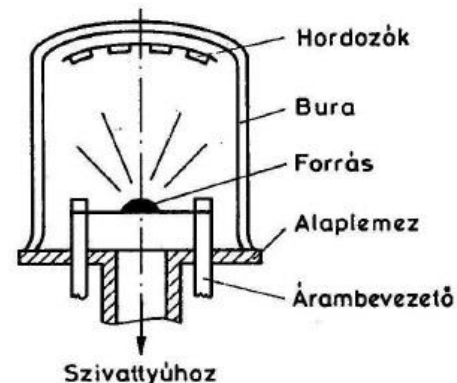
Előnyük a tisztaság.

63. A vákuumpárolgatás alapja, a berendezés ismertetése, a rétegvastagság követésének módjai

Vákuumpárolgatás

A vákuumpárolgatás lényege, hogy ritkított térben a leválasztani kívánt anyagot Joule-hő, elektronnyaláb, vagy lézer energiája segítségével gőzfázisba hozzuk és az a hordozó felületén kondenzálódik, kialakítva rajta a vékonyréteget.

A megfelelő vékonyréteg kialakulásához szükséges, hogy a gőzfázisba jutott anyag lehetőleg ütközés nélkül jusson el a hordozóig. Ennek feltétele, hogy a szabad úthossz nagyobb legyen a forrás hordozó távolságánál.



A rétegvastagság számítható és mérhető.

64. Az elektronsugaras gőzölés elve, előnye a csónakból történő gőzöléssel szemben

Ennek lényege, hogy a magas olvadáspontú, kis diffúziós állandójú fűtőtégelyben lévő forrásanyagot elektronsugárral fűtjük.

Előny:

- magasabb hőmérséklet → nagyobb olvadáspontú anyagok gőzölhetőek vele
- kisebb felületről
- csak a saját anyaggal érintkezik → tisztább
- nagyobb rétegnövekedési sebesség

65. A katódporlasztás elve, változatai

A katódporlasztás alapja egy ritkított térben, két elektróda között létrehozott önfenntartó villamos kisülés, plazma létrehozása. Ebben a ritkított térben az elektronok felgyorsulnak és ütköznek a - többnyire nemesgáz atomokkal, amelyekről további elektronokat szakítanak le. Az így keletkezett pozitív ionok az erőtér gyorsításának hatására a katódba csapódnak és amennyiben energiájuk nagyobb a kötési energiánál, atomokat löknek ki onnan. Az így kilökött atomok a katód alatt elhelyezkedő anódon lévő hordozóra csapódnak. A folyamat feltétele a plazma létrejötte.

Változatai:

- reaktív: A nemesgáz mellett olyan gáz bekeverése a vákuumtérbe, amely a targetból kilépő atomokkal reagál és beépül a rétegbe (pl.: TaN, Si₃N₄, Al₂O₃).
- rádiófrekvenciás porlasztás: Szigetelőanyagok porlasztására használják. A target nem töltődik fel, potenciálja folyamatosan negatív. Hátránya, hogy a katód anyaga is fogy.

66. Átlátszó vezető rétegek; Anyagok, tulajdonságok, alkalmazási területek

- Kijelzők nézeti oldalán
- $R: 10\Omega \dots 1k\Omega$
- Fényáteresztés: $\sim 80\%$
- Fotolitografálható
- Anyag: ITO: $\text{In}_2\text{O}_3 \text{ SnO}_2$

67. A vastagréteg paszták fő alkotói, szerepük a réteg kialakulása során

Komponensek:

- o Funkcionális anyag
- o Végleges kötőanyag (üvegkerámia)
- o Átmeneti kötőanyag
- o Szerves oldószer (viszkózitás, tixotrópia)
- o Speciális adalékok

68. Melyek a vékonyréteg és a vastagréteg ellenállásanyagok fő tulajdonságai, milyen anyagokat használnak?

- funkcionális fázis: fém, fém-oxid
- üvegfázis nagyobb arányban
- R nő az üvegfázis növelésével
- Pasztasorozat dekádonként $10\Omega - 10M\Omega$, köztesek kikeverhetők
- összetétel: vezető (20%), kötőanyag (50%), oldószer (27%)

69. Melyek a vékonyréteg és a vastagréteg vezetőanyagok fő tulajdonságai, milyen anyagokat használnak?

- Követelmény: jó vezetőképesség, kompatibilitás a többi pasztával, tapadás a hordozóhoz, köthető és forrasztható legyen
- Beégetéskor a fémes és az üveges fázis szétválik \rightarrow javul a tapadás és a vezetés is
- Üvegtartalom kb. 20-30%
- Anyagok: Pd-Ag, Pt-Ag, Pd-Au, Pt-Pd-Ag, Au, Cu

70. A rétegellenállások értékbeállításának elve és gyakorlati kivitelezése.

$$R = r_o \cdot (l/w + s)$$

Gyakorlatilag csak ellenállás. Utólag R csak növelhető. A képletből bármelyik tag változtatható, de a leggyakoribb az l növelése (s csökkentése). w csökkentése Ta, TaN anódos oxidálás.

Lézeres értékbeállítás:

- o R pálya hosszának növelése
 - folyamatos: bevágás az R felületbe
 - szakaszos: rövidzárok átvágása
- o beállítás alatt folyamatos R mérés

71. Milyen lépések során tudjuk elérni, hogy egy adott (pontos) értékű ellenállást készíthessünk? A tervezéstől a gyártás befejezéséig a fő fázisok.

72. Multichip modulok: felépítés, típusok, technológia.

Felépítés:

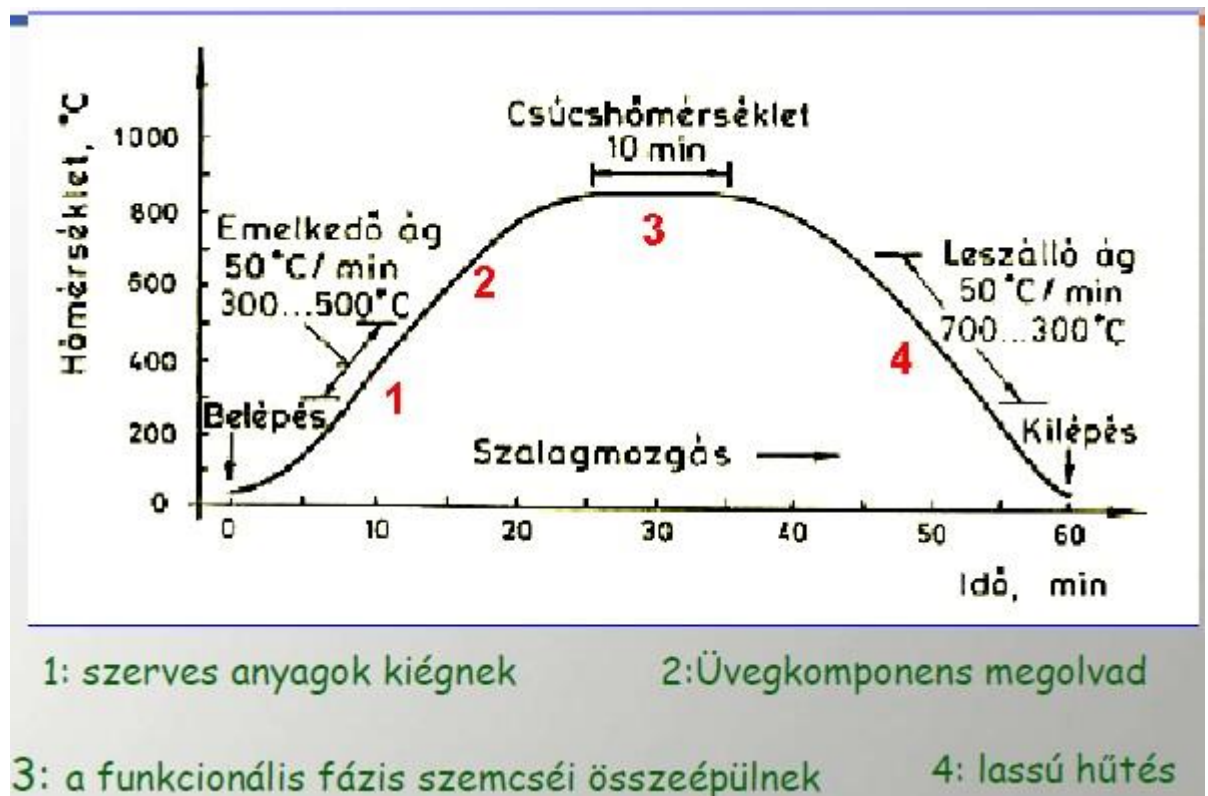
- közös hordozón több IC chip
- integrált vezetőlánc
- beágyazott passzív elemek

Típusok:

- MCM-L (laminált): főképp NYÁK technológiával
- MCM-C (kerámia): vastagréteg technológia (magas és alacsony hőm.-en égetett)
- MCM-D (deposited): vékonyréteg technológiával

73. Lehet-e több réteg egymás fölött a vastagréteg HIC-ben? Miért?

74. Ismertesse a vastagréteg beégetésére alkalmazott hőprofil, jellegzetes tartományait, a lejátszódó folyamatokat!



75. A vastagréteg HIC előállításának lépései. Csak vezető és ellenállás-hálózat készül, a lépések sorrendben a tiszta hordozótól a tokozásig, ha ismétlődés van, azt is.

Félvezetők

76. A Si szelet előállításának fázisai a nyersanyagtól kezdve. A lépések lényege 1 –1 mondatban, kémiai egyenletek nélkül.

- Szeletelés
- Feszültségcsökkentő hőkezelés
- Él lekerekítés, polírozás
- Szelet vékonyítás
- Szelet polírozás (CMP: Mechanikai: kvarcpor szuszpenzió, Kémiai: savas és lúgos maratás felváltva)

77. Milyen marási módszereket ismer a félvezető, és a MEMS technológiában? Hogyan szabályozható a marási profil?

- Izotrop marás: Nagy felületről a felső réteg eltávolítása (pl. tisztítás, fotoreziszt eltávolítás)
 - Anizotrop marás: Maszkon keresztül nagy felbontású, pontos minta készítése. (pl. IC, optikai, optoelektronikai elemek, MEMS)
- Jól szabályozható az RF teljesítmény és a nyomás.

78. Milyen az anizotróp, izotróp marási profil? (félvezető, MEMS) Mitől függ, hogy milyen alakul ki?

79. Milyen követelmények vannak a félvezető litográfiában a megvilágító fényel szemben? Milyen nehézségek jelentkeznek a rajzolatfinomság növelésekor?

80. Hogyan történik a maszkolás a félvezető technológiában?

- maszk: nagyított, krómdioxid, üveghordozón
- pl. az oxidáció is maszkol

81. A plazmamarás alapjai, felhasználási területei.

- Vákuumtérbe vezetjük a kiválasztott gázt
- RF elektromágneses térben koronakisülés
- Nagyon reakcióképes termékek (ionok, szabad gyökök, fotonok, semleges részecskék, molekulák pl. ózon)

Felhasználás:

- Anizotróp marás
- Izotróp marás

82. Mi a szilícium-dioxid (SiO₂) szerepe a félvezető technológiában? Hogyan készíthető, hogy lehet eltávolítani?

Kettős szerep:

- Technológiai: maszkol
- Áramköri: szigetel a felületen, MOS tranzistorokban

Készíthető nedves (vízgőz jelenlétében) és száraz módon is, kb 1000 fokon.

Eltávolítása oxidmarással lehetséges (plazmamarás, izotróp és anizotróp marás).

83. Ismertesse a CVD eljárás lényegét, célját, módozatait! Hol, milyen rétegek leválasztására használható?

Az epitaxiális rétegnövesztés egyik módszere. Kémiai gőzfázisú leválasztás. Vákuumban 500-1000 fok között valamilyen kémiai eljárással bontják le majd építik fel az alkatrészre a felületi réteganyagot. Kemény, kopásálló rétegeket, DLC réteget és mesterséges gyémánt bevonatot is készítenek ezzel a technológiával. A reakciót többféleképpen lehet aktiválni: kis nyomású plazmával, lézersugárral. Aszerint különböztetjük meg a különböző módjait, hogy a bevonat gőz állapotba hozása párologtatással vagy porlasztással történik-e, illetve a reakciókat csak hőközlés vagy plazmaaktivitás is segíti-e.

84. Rajzolat kialakítás a hibrid és a félvezető technológiában: a lift-off technika és a kettős maszkolás ismertetése.

Lift-off (fordított rezisztmaszkos eljárás):

- A tiszta hordozón fotorezisztből alakítjuk ki a negatív ábrát
- Erre gőzöljük (porlasztjuk) a réteget

Kettős maszkolás:

- Reziszt/SiO₂/Si
- Megvilágítás mély UV fénnel (step & repeat)

85. Milyen eljárásokat ismer a félvezetők adalékolására? Milyen lesz az adalékok mélységi eloszlása?

Eljárások:

- diffúzió
- implantáció

86. Mi a diffúziós adalékolás lényege, milyen megoldási lehetőségeket ismer? Milyen a kialakult adalék-eloszlás?

A p és n típusadalék bejuttatása a szerkezetbe, meghatározott koncentrációban és mélységi eloszlásban. A felülethez juttatott diffúziós atomok (P, B) kb. 1000 fokon bediffundálnak a felületi rétegbe. Forrása lehet gáz, folyadék, szilárd.

87. Mi az implantáció szerepe, hogyan történik (berendezés rajz nem kell), mi az előnye, hátránya a diffúzióval szemben?

Gyorsított ionok belövése az anyag felületi rétegébe.

Előnyei:

- pontosabb, finomabb rajzolat
- élesebb oldalirányú kontúr
- felszín alatti réteg is létrehozható vele

Hátrányai:

- rombolja a szerkezetet (hőkezeléssel rendezhető)
- kevésbé termelékeny

88. Mit jelent az epitaxiális rétegnövesztés? Milyen módszereit ismeri?

Az alaprács egykristályos szerkezetét, orientációját folytatja az új réteg. Homo: azonos anyagból, de pl. más adalékolással. Hetero: más anyag, de nagyon hasonló rácsállandóval pl.: GaAlAs réteg GaAs hordozón.

Módszerek:

- Gázfázisú (CVD)
- Folyadékfázisú
- Molekulanyaláb (MBE)

89. Mi az MBE (molekulasugár epitaxia) lényege, mi az egyedülálló tulajdonsága?

- Több forrás (Knudsen cella), nagyon pontosan szabályozható atom vagy molekulasugár
- Ultranagy vákuum, $\sim 10^{-10}$ mbar \rightarrow nagy tisztaság
- Folyamatos ellenőrzés lehetősége rétegpülés közben
- Lassú rétegnövekedés, akár monomolekulás rétegrendszer is előállítható, pl. szuperrács lézerdiódához
- Lassú eljárás, egyszerre csak egy szelet
- Rétegnövekedés ~ 1 nm/perc

90. Melyek a 45nm-es technológia során alkalmazott fontosabb új megoldások?

- Nagy dielektromos állandójú HfO_2 alapú gate szigetelő SiO_2 helyett
- Fém elektródák használata poli Si helyett
- Feszített Si struktúra (SiGe)