



Felületi technológiák

Egyéb felületi technológiák

Nyomtatott huzalozású elektronikai áramköri lapok
gyártása

Félvezető alapú elektronikai alkatrészec előállítás



Nyomtatott áramköri lapok fajtái

- Egyoldalas lapok
 - a huzalozás a szigetelőanyag egyik oldalán helyezkedik el
 - alkalmazási területük pl. az ipari elektronika, háztartási gépek automatikája.
- Kétoldalas nyomtatott huzalozású lapok
 - a huzalozást a lapok mindkét oldalán kialakítják.
 - a két oldal elektromos összekötését átfémezett furatokkal oldják meg.
- Többrétegű nyomtatott huzalozású lapok
 - az egyes rétegeket a huzalozás kialakítása után összesajtolják, majd elkészítik a felületi huzalozást és az átmenőfuratokat
 - ez a típus belső vezetékeket, esetenként belső furatokat is tartalmaz
 - alkalmazásuk a berendezések méretcsökkentésének egyik lehetősége.
- Hajlékony nyomtatott huzalozású lapok
 - jellemzőjük a vékony, hajlítható szigetelőréteg.
 - készíthetők egy- és kétoldalas, valamint többrétegű kivitelben.
 - szalagkábel helyettesítésére is alkalmasak
- A nyomtatott huzalozású lapok rajzolatfinomság (vezetősáv és szigetelőköz szélességi mérete) alapján is osztályozhatók finom, normál és durva kategóriákba.



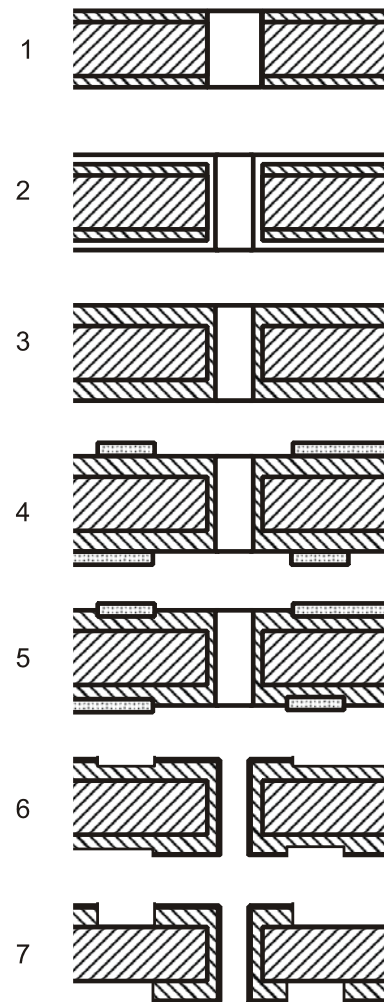
A nyomtatott huzalozású lapok gyártási eljárásai

- Eljárás változatok:
 - szubtraktív, féladditív, additív és fotoadditív
- A merev nyomtatott huzalozású lapok alapanyagai leggyakrabban a következő párosításokban fordulnak elő:
 - rétegelt papír vázanyag és fenolgyanta kötőanyag,
 - rétegelt papír vázanyag és epoxigyanta kötőanyag,
 - üvegszövet vázanyag és epoxigyanta kötőanyag,
 - üvegszövet vázanyag és teflon kötőanyag.
- A hajlékony nyomtatott huzalozású lapok szigetelőanyagai hajlítható, esetenként hőálló műanyag (poliészter-, poliimid-) fóliák.
- A szubtraktív eljárás szigetelőanyagát elektrolitréz fólia fedi (általában 10; 17,5; 35; 70 μm vastagságban), amelyet ragasztással rögzítenek a hordozó egyik vagy mindkét oldalán.
- A féladditív és additív eljárások alapanyaga bontatlan szigetelőlemez, amelynek felületén tapadásfokozó réteget alakítanak ki.
- A fotoadditív eljárás alapanyaga speciális fotoérzékeny szigetelőlemez.



Szubtraktív eljárás

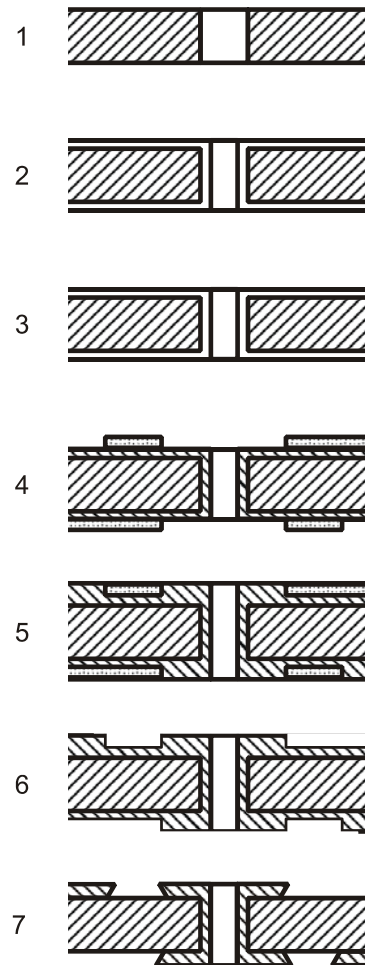
- Műveleti sorrend:
 - 1. fúrás; 2. aktiválás; 3. panelgalvanizálás;
4. maszkolás; 5. rajzolatgalvanizálás;
6. maszkeltávolítás; 7. maratás
- Az átfémezett furatokat nem tartalmazó nyomtatott huzalozású lapok gyártásában a kifúrt alapanyagra pozitív maratómaszkot készítenek, és a fölösleges rezet maratással eltávolítják.
- A furatfémezett nyomtatott huzalozású lapok gyártásában a kifúrt alapanyagra leggyakrabban kémiai, illetve kémiai és galvanikus úton rezet választanak le. Ezt követően negatív maszkot készítenek, majd a lapok rajzolatát galvanizálják. A negatív maszk eltávolítása után a fölösleges rezet maratással szüntetik meg.





Féladditív eljárás

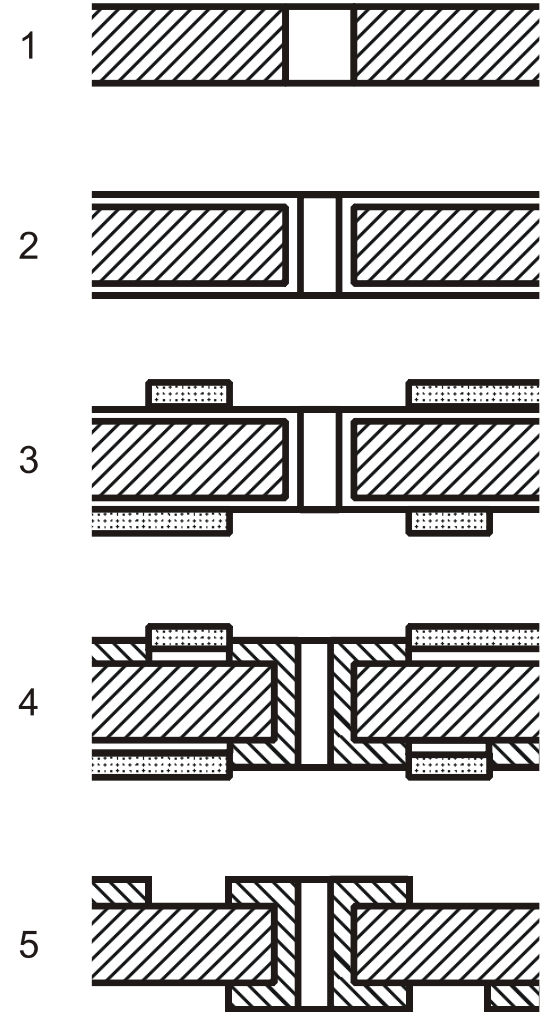
- Műveleti sorrend:
 - 1. fúrás; 2. aktiválás; 3. panelgalvanizálás;
4. maszkolás; 5. rajzolatgalvanizálás;
6. maszkeltávolítás; 7. maratás
- A borítatlan szigetelőre a fúrás után kémiai vagy kémiai és galvanikus módon rézet választanak le. Negatív maszk készítése után a rajzolatot galvanizálják. A maratás maratómaszk nélkül is elvégezhető. Ez esetben a furatok és a rajzolat rézzel borítottak.





Additív eljárás

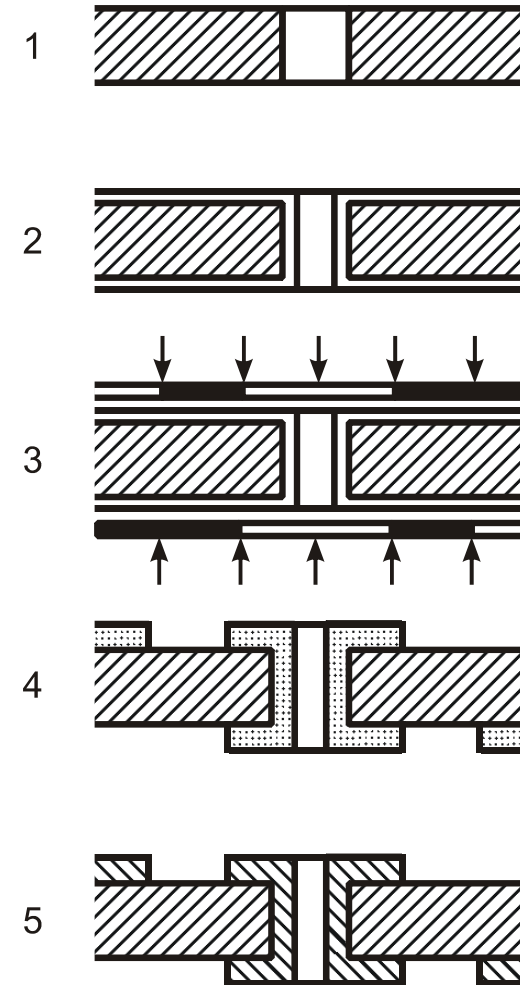
- Műveleti sorrend
 - 1. fúrás; 2. aktiválás; 3. maszkolás;
4. fémleválasztás; 5. maszkeltávolítás
- A borítatlan szigetelőlemezre a fúrás és a negatív maszk elkészítése után a rajzolatot kémiai rezezással készítik el.





Fotoadditív eljárás

- Műveleti sorrend:
 - 1. fúrás; 2. aktiválás; 3. megvilágítás;
4. előhívás; 5. fémleválasztás
- A fotoérzékeny szigetelőlemez lehetővé teszi, hogy a gyártásban a maszkkészítés és maratás elmaradjon. A rajzolat megvilágításával aktiválják az alapanyagban levő katalizátort. A vezetékeket kémiai rezezással alakítják ki.
- Értékelés:
 - Az alapeljárások közül a szubtraktív eljárást alkalmazzák legszélesebb körben, annak ellenére, hogy az additív és fotoadditív eljárások látszólag egyszerűbbek.
 - Ennek oka elsősorban az, hogy kémiai úton vastag ($25\ \mu\text{m}$) és egyben kielégítő minőségű rézbevonat leválasztása nem egyértelműen megoldott. (A művelet időigényes, az elektrolitok költségesek.)





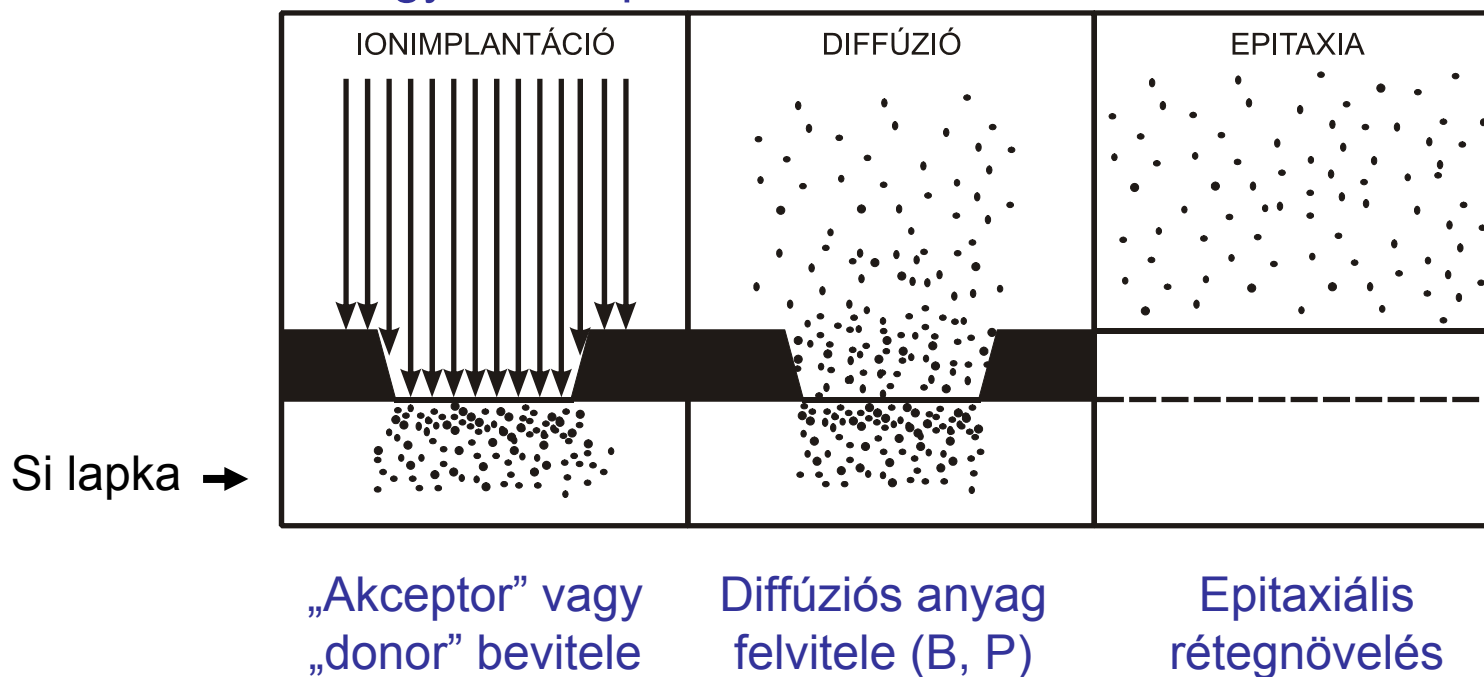
Félvezető alapú elektronikai alkatrészek előállítása (1)

- Fő alkotójuk a szilícium. Ennek előállítása:
 - A szilícium a szilícium-dioxidban (SiO_2) és a szilikátokban fordul elő.
 - A szilícium-dioxid tisztasági fokától és kristályformájától függően lehet homok, kvarc, hegyikristály, kova- vagy tűzkő, féldrága- vagy drágakő (pl. achát, jáspis, opál, ónix).
A szilíciumot rendszerint a szilícium-dioxidnak szénnel, magnéziummal vagy alumíniummal végzett redukciójából nyerik.
 - Nagy tisztaságú szilícium állítható elő triklór-szilán, azaz sziliko-kloroform (SiHCl_3) hidrogén-atmoszférában, $1200\text{ }^\circ\text{C}$ -on végzett termikus bontásával, majd zónás olvasztással.
- További anyagok:
 - Bór (B), arzén (As), foszfor (P)



Félvezető alapú elektronikai alkatrészek előállítása (2)

- A félvezető eszközök fő részei a pn-átmenetek, azaz egykristályon belül p és n típusú – egymással közvetlenül érintkező – réteget tartalmaznak. A diódák egy, a tranzisztorok kettő, a tirisztorok három-négy, az integrált áramkörök nagyon sok pn-átmenetet tartalmaznak.





Félvezető alapú elektronikai alkatrészek előállítása (3)

- A pn-átmenetek készítésének eljárásai – a planártechnológia alapvető műveletei a következők:
 - ötvözéssel három vagy öt vegyértékű elemet („akceptort” vagy „donort”) visznek be pl. ionimplantációval;
 - a diffúzió során a szilíciumlapkára felviszik a diffúziós anyagot, ami a 700–1300 °C hőmérséklet-intervallum meghatározott értékén adott idő alatt a kívánt mélységbe diffundál; pl. egy npn tranzisztor elkészítéséhez két diffúzióra van szükség: először bórdiffúzióval p-réteget, majd foszforral n-réteget állítanak elő.
 - az epitaxiális rétegnövesztés során szilárd Si-egykristály alapra gőzfázisból más szennyezésű réteget növesztenek úgy, hogy a kialakuló réteg szerkezete az alappal azonos legyen;
 - pl. 1000 °C körüli hőmérsékleten szilícium-tetrakloridot (SiCl_4) és vele együtt arzén-trikloridot (AsCl_3) redukálnak hidrogénnel: $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{SiCl}_2 + 2\text{HCl} \Rightarrow \text{SiCl}_2 \rightarrow \text{Si} + \text{SiCl}_4$, illetve $2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{As} + 6\text{HCl}$.
 - Az így keletkezett elemi Si és As tovább építi a Si-egykristályt. Ha az alap p-típusú, akkor az arzénnal szennyezett 10–15 µm-es réteg pn-átmenetet képez.



Si-alapú integrált áramkörök gyártása

A p-típusú Si-szeleteken néhány ezer Å vastag SiO_2 réteget hoznak létre.

A SiO_2 segítségével valósítható meg a maszkolás, mivel az a diffúziót megakadályozza.

1. 0,2–0,3 mm vastag, 30–100 mm átmérőjű, p-típusú Si-szeletek készítése és alapos kémiai tisztítása	2. oxidálás vízgőzzel és oxigénnel 1000–1200°C-on, néhány ezer Å vastag SiO_2 -réteg kialakítására	3. fotoreziszt eljárással ablaknyitás a SiO_2 -rétegben a rejtett réteg-diffúzió helyein
4. As-diffúzió erősen szennyezett n+ rejtett réteg kialakítására	5. kb. 10 µm vastag n-típusú epitaxiális réteg növesztésére a tranzisztorok kollektoraihoz	6. p típusú szigetelő B-diffúzió, oxidréteg keletkezésével
7. fotoreziszt eljárással ablaknyitás az oxidrétegben a tranzisztorok bázisai és az ellenállások helyén	8. p típusú B-diffúzió a tranzisztorok bázisaihoz oxidréteg keletkezésével	9. fotoreziszt eljárással ablaknyitás az újabb oxidrétegben a tranzisztorok emitter és kollektorkontaktusai helyén
10. p-diffúzió erősen adalékolt n+ kollektor- és emitterkontaktusok kialakítására	11. fotoreziszt művelettel ablaknyitás a pn-átmenetet eredményező Al-kontaktusok helyén	12. vákuumban Al-réteggel bevonás, majd fotoreziszt eljárással (maratással) vezetőhálózat kialakítása
13. Si-szeletek szétválasztása áramköri egységekre	14. szerelőszalagra forrasztás és Au-huzalos bekötések	15. fröccssajtolással műanyag házba tokozás



IC gyártás fotoreziszt technikával

- Fotoreziszt technikával a kívánt helyeken az oxidot megvédik, viszont a diffúzióra kijelölt helyeken hidrogén-fluoridos maratással eltávolítják, „ablakot” nyitnak rajta.
- As-diffúzió után kb. 10 μm vastag epitaxiális n-réteget hoznak létre és ebből szigetelő bórdiffúzióval (p típusú) alakítják ki a kollektorrétegeket.
- A kollektor alatt általában egy foszfordiffúziós – erősen szennyezett n^+ – réteg helyezkedik el.
- A bázist és az ellenállást egyidejűleg alakítják ki bórdiffúzióval.
- Az emitter- és a kollektorkontaktus erősen szennyezett n^+ réteg

