

# Litográfia

## Fotolitográfia

Ábrakialakítás - fotoreziszt  
(fényérzékeny lakk) - centrifugával  
egyenletesen eloszlatják a felületen  
Ábrát ráfényképezik, hőkezelik -  
polimerizáció

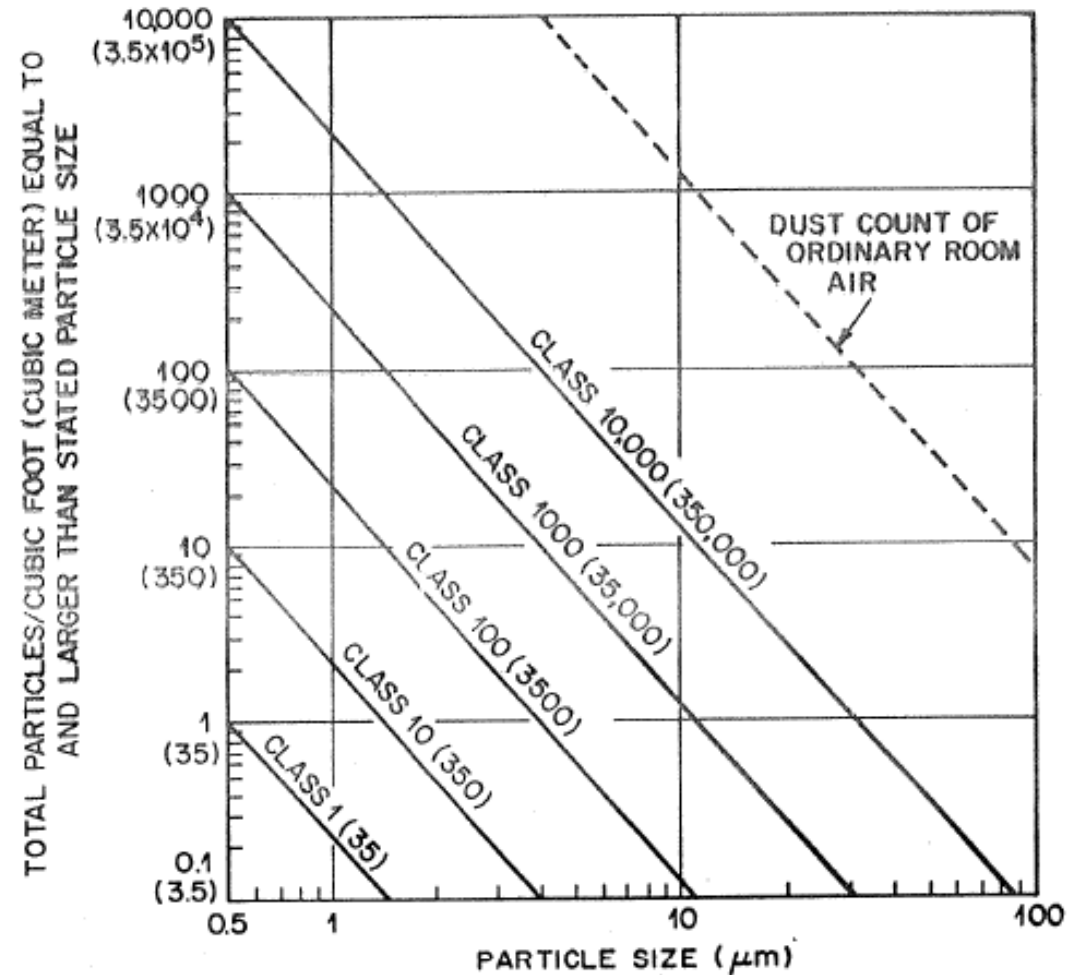
Nem polimerizált részeket leoldják.

Véd a marószerek ellen,  
implantációs maszkként is  
használható

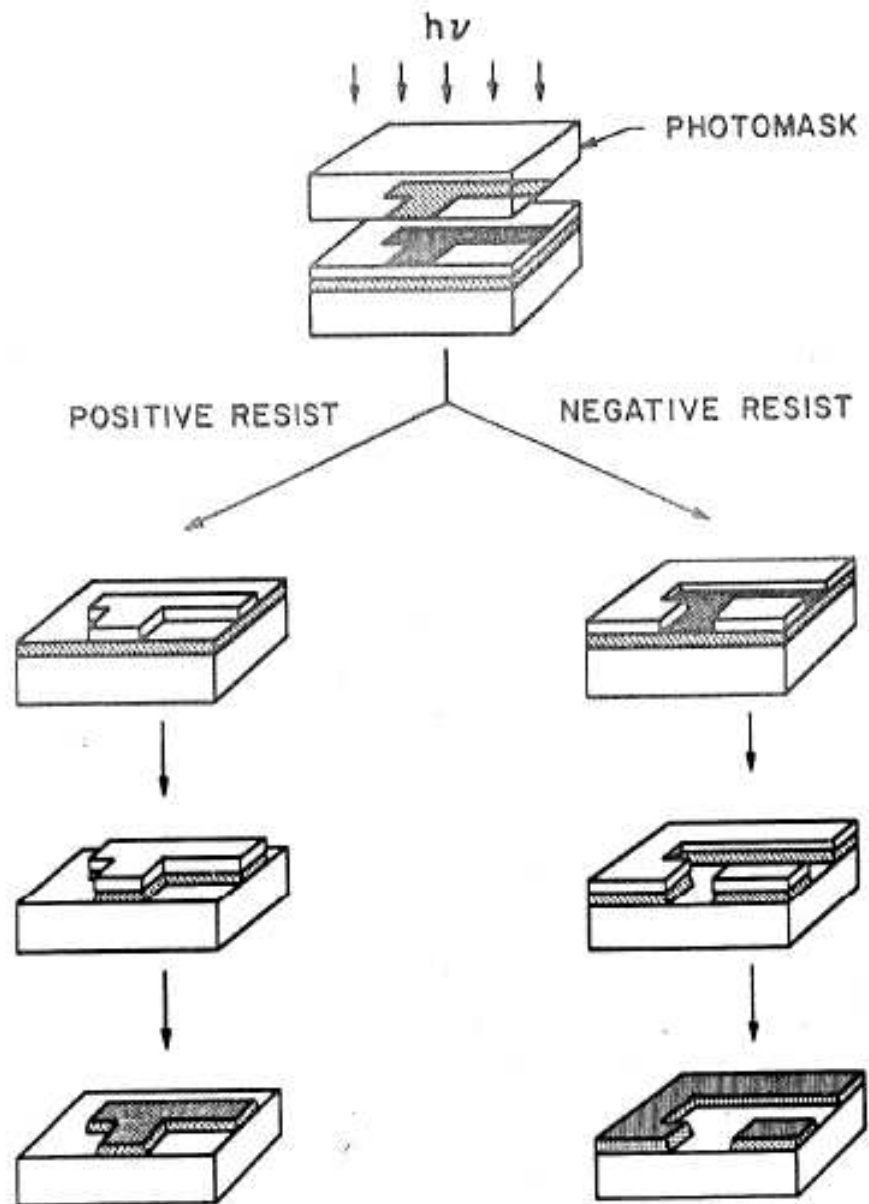
Negatív és pozitív lakk - a  
megvilágított (nem megvilágított)  
rész polimerizálódik.

Tiszta szobában -POR! - sárga  
fénynél

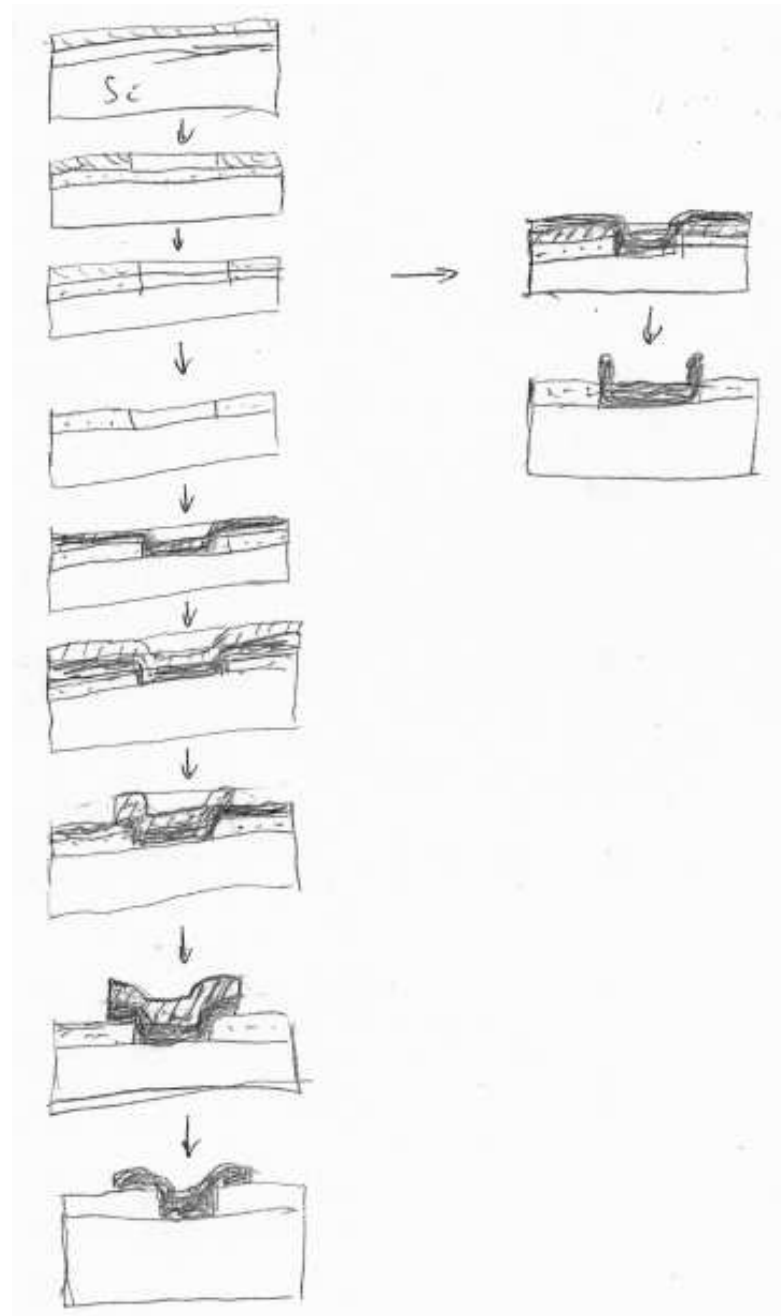
A szükséges művelet elvégzése  
után a feleslegessé vált lakkot  
oldószerrel eltávolítják.



# A fotolitográfia folyamata



## Kontaktus kialakítás



Hagyományos módon és lift-off technikával

Kiinduló szelet: Si SO<sub>2</sub>-vel borítva

Lépések:

1. Fotoreziszt felvitele
2. Ablaknyitás a rezisztbe
3. Ablaknyitás az oxidba
- 4., Normál: lakkeltávolítás  
Lift-off: fémezés
- 5., Normál: fémezés  
Lift-off: lakkeltávolítás (kész)
- 6., Fotoreziszt felvitele
- 7., Ablaknyitás a rezisztbe
- 8., Fém marása
- 9., Lakkeltávolítás

# A fotolitográfia használt hullámhosszai

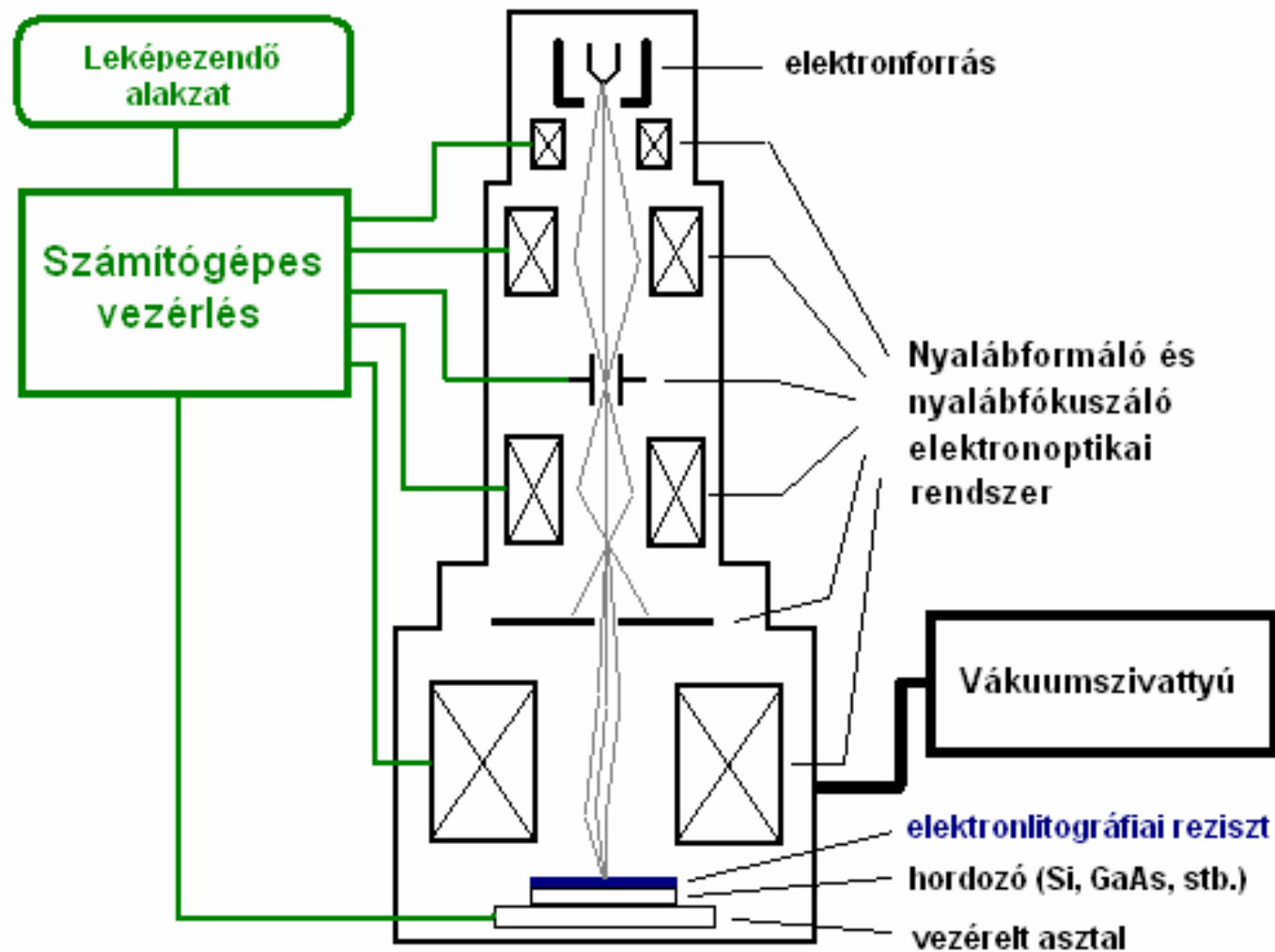
<i>Hullámhossz (nm)</i>	<i>Neve</i>	<i>Fényforrás</i>	<i>Rajzolatfinomság (<math>\mu\text{m}</math>)</i>
436, 405, 365	g, h, i vonal	Hg-gőz lámpa	
248	Mély UV (DUV)	KrF excimer lézer	0,25
193	Mély UV	ArF excimer lézer	0,1
157	Vákuum UV	F <sub>2</sub> lézer	0,04

Hullámhossz csökken, javul a felbontás, romlik a mélységélesség.  
Már nem sokat csökkenthető  $\lambda$ , mert nincs optikai anyag és a  
leképező rendszer precizitása sem fokozható.

Elektronsugaras, ion projekciós, RTG sugaras litográfia

# Elektronsugaras litográfia

Elektronsugár fókuszálható  
Direkt rajzolásra is alkalmas  
Maszkgyártásra is jó



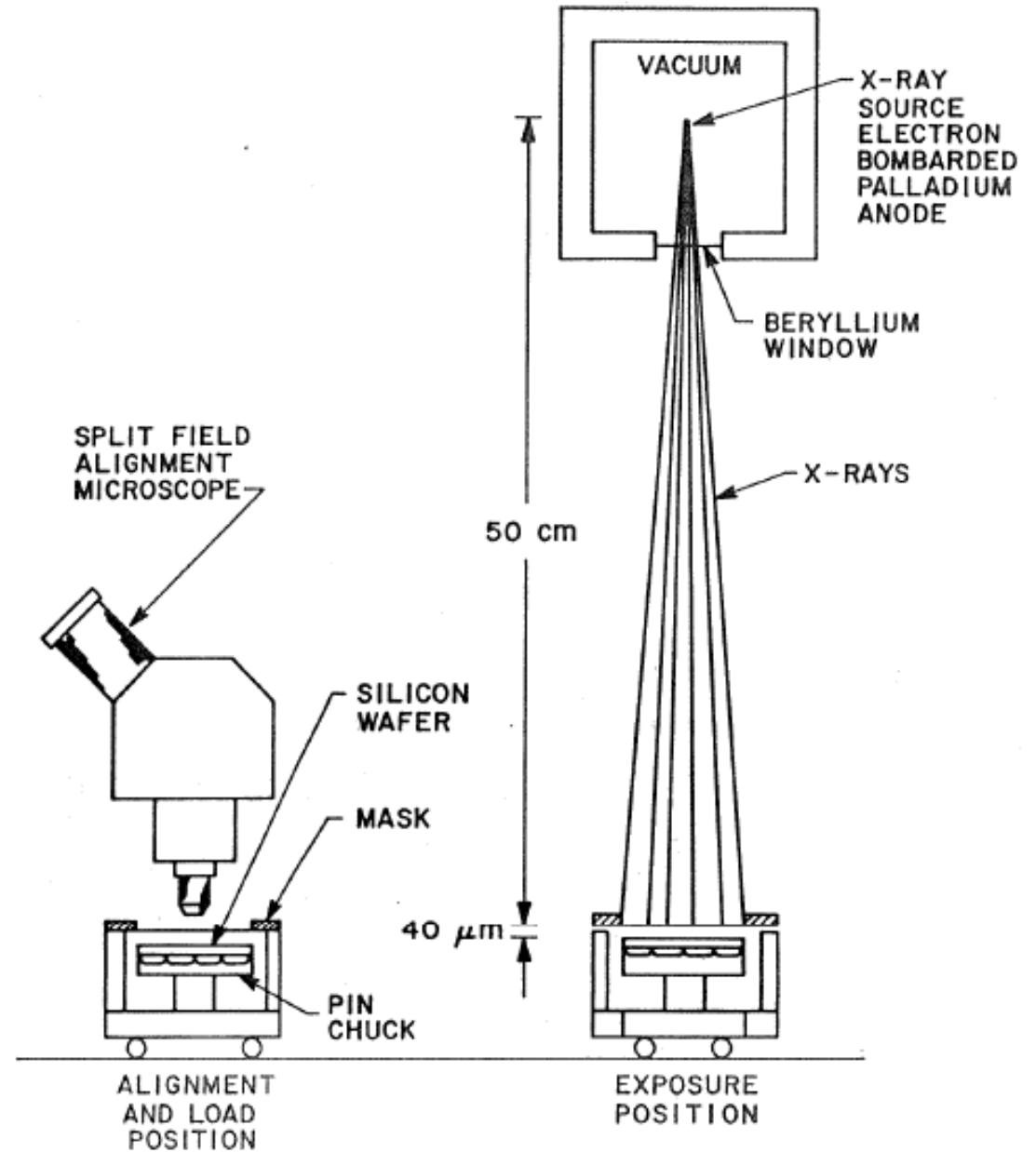
# Röntgensugaras litográfia

Röntgensugarak - 0,4-5 nm-es hullámhossztartományban

Az elérhető vonalvastagság 0,5 nm.

Kétrétegű maszk: a hordozó Si, SiC vagy Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, azon kb. 0,5 μm vastag fém fólia a rajzolattal - optikai illesztés miatt.

Röntgensugárzás átmegy a rezisztben: roncsolhatja a félvezetőt, a keltett elektronok pedig a rezisztet .



# Ionsugaras litográfia

Közvetlen írás esetén jó laterális és mélységbeli felbontás - az ionok energiájának változtatásával a behatolási mélység jól beállítható.

Az anyagokba behatoló ionok kevés visszaszórt elektront keltenek: jobb az exponálás minősége, mint elektronlitográfia esetén.

Az ionok kisebb sugárkárosodást okoznak a félvezető anyagban, mint a Röntgen sugárzás.

A litográfiás célra kialakított ionforrás használható ionimplantálásra is - összetett technológiai berendezés.

Maszkolt ionsugár-litográfia - szilícium maszk . Az áteresztő rétegeket elvékonyítják, az elnyelő réteg vastagabb.

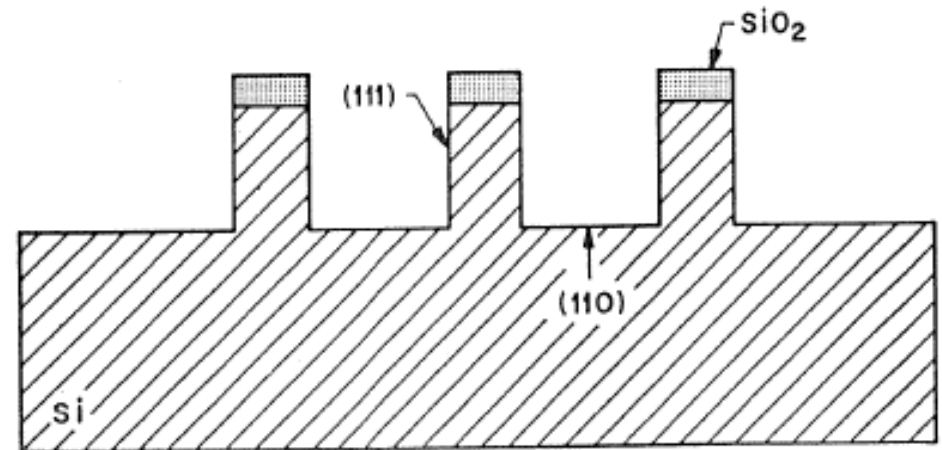
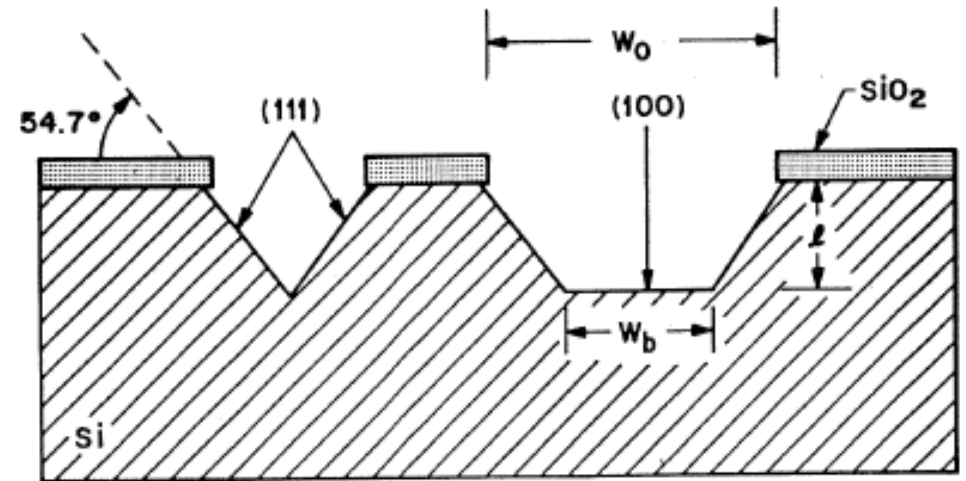
# Marás

## Kémiai marás

Főként folyékony marószerek  
Félvezető, fém, szigetelő rétegek  
eltávolítása

Lehet izotróp, anizotróp, szelektív  
(adalékolás függő)

KOH+víz+izopropil alkohol:  
(100), (110) és (111) síkok marási  
sebességének aránya: 100:16:1





# Plazmamarás

Többnyire Ar plazma

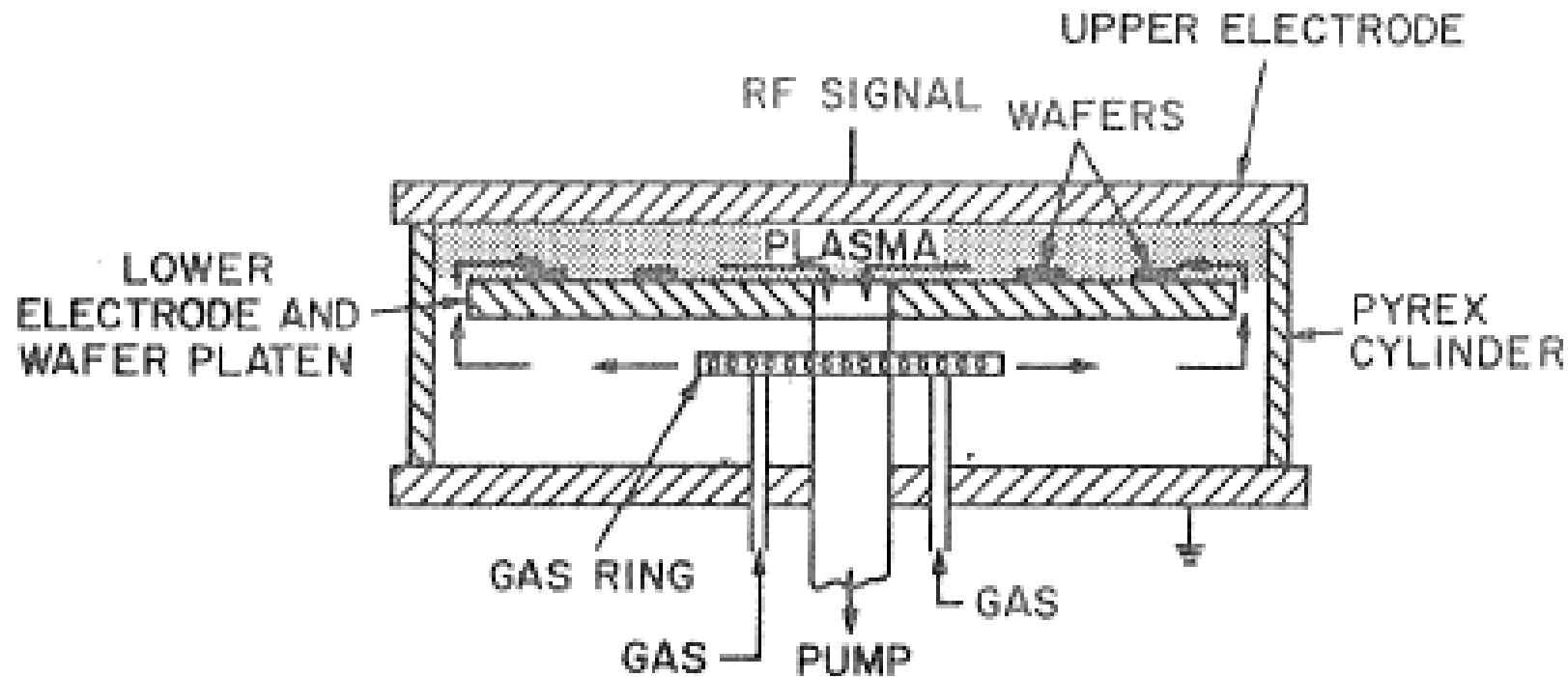
10-700 eV ionenergia

Marandó anyagot katódra

Merőleges falak, de roncsolja a felületet

Kis szelektivitás - gázcserével

Sok alfaja az energiatartomány és a gázösszetétel függvényében

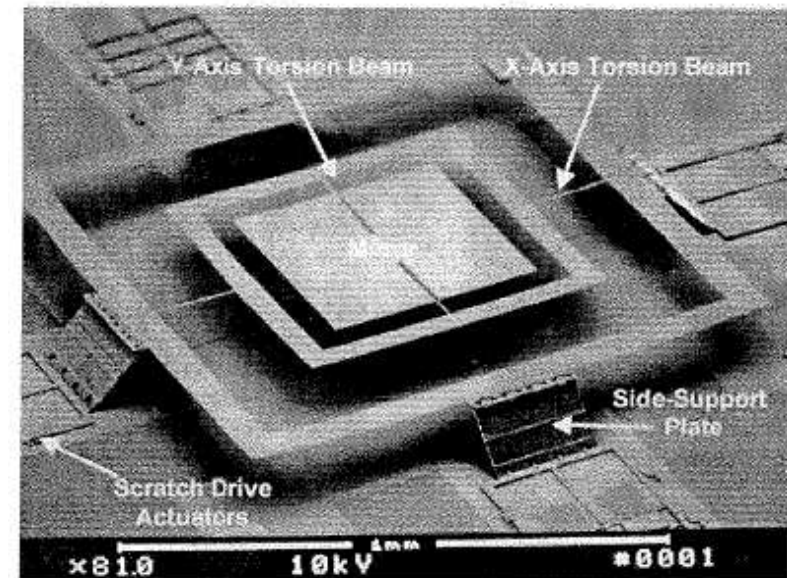
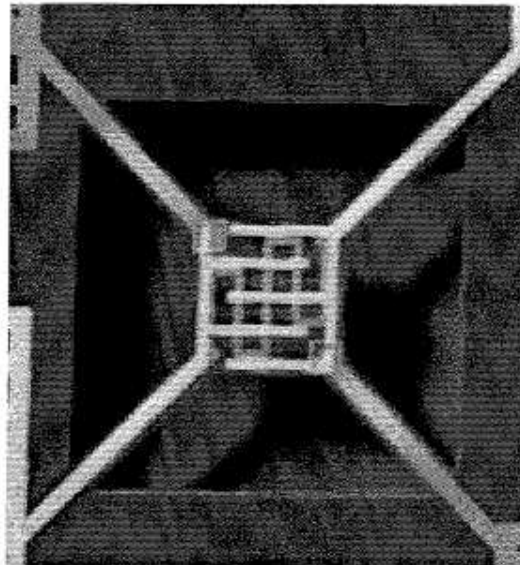
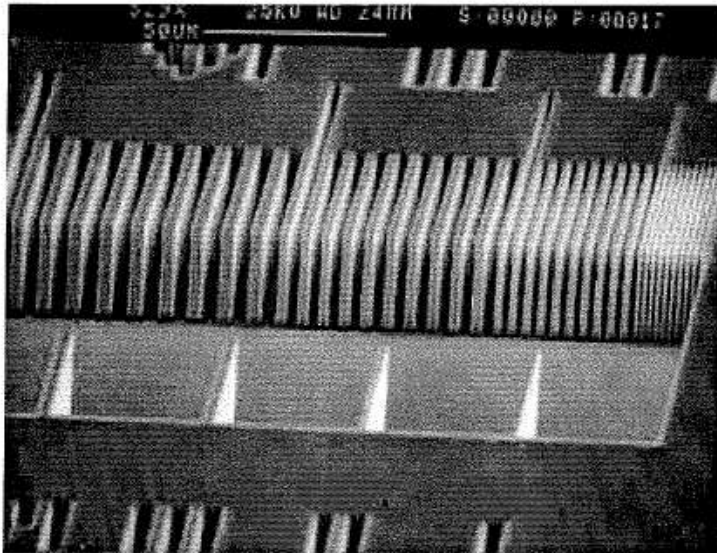


# Reaktív plazmamarás

Reaktív gázokat is bevezetnek, kémiai reakció is végbemegy:  
nagyobb sebesség és szelektivitás

## Ionmamarás

Ionenergia: 300-1500 eV  
Reaktív is.



# Passzív elemek megvalósítása IC-kben

## *Ellenállás*

Hordozóval ellentétes típusú diffúziós vagy implantált rétegben (bázis réteg), polikristályos Si réteg, diódaként kapcsolt MOSFET (D-G összekötve).

## *Kondenzátor*

MOS kondenzátor, p-n vagy Schottky átmenet

## *Induktivitás*

Kerülik, az áramköröket tekercsek nélkül tervezik.

Csak mikrohullámú IC-kben, egyébként külső tekercsek, ha kell.

## **Ellenőrző kérdések**

Mi a különbség a fotoreziszt és a fotorezisztor között?

Hogy függ a litográfiában a felbontás a hullámhossztól?

Mi az előnye az ionsugaras litográfiának a Röntgen sugaras litográfiával szemben?

Mit jelent a direkt rajzolás a litográfiában?

Mi a reaktív plazmamarás?

Mi a fotolitográfia?

Hogyan állítják elő a kondenzátorokat az integrált áramkörökben?

Hogyan állítják elő az ellenállásokat az integrált áramkörökben?

Mi az anizotróp marás?

Mit jelent a marás szelektivitása?