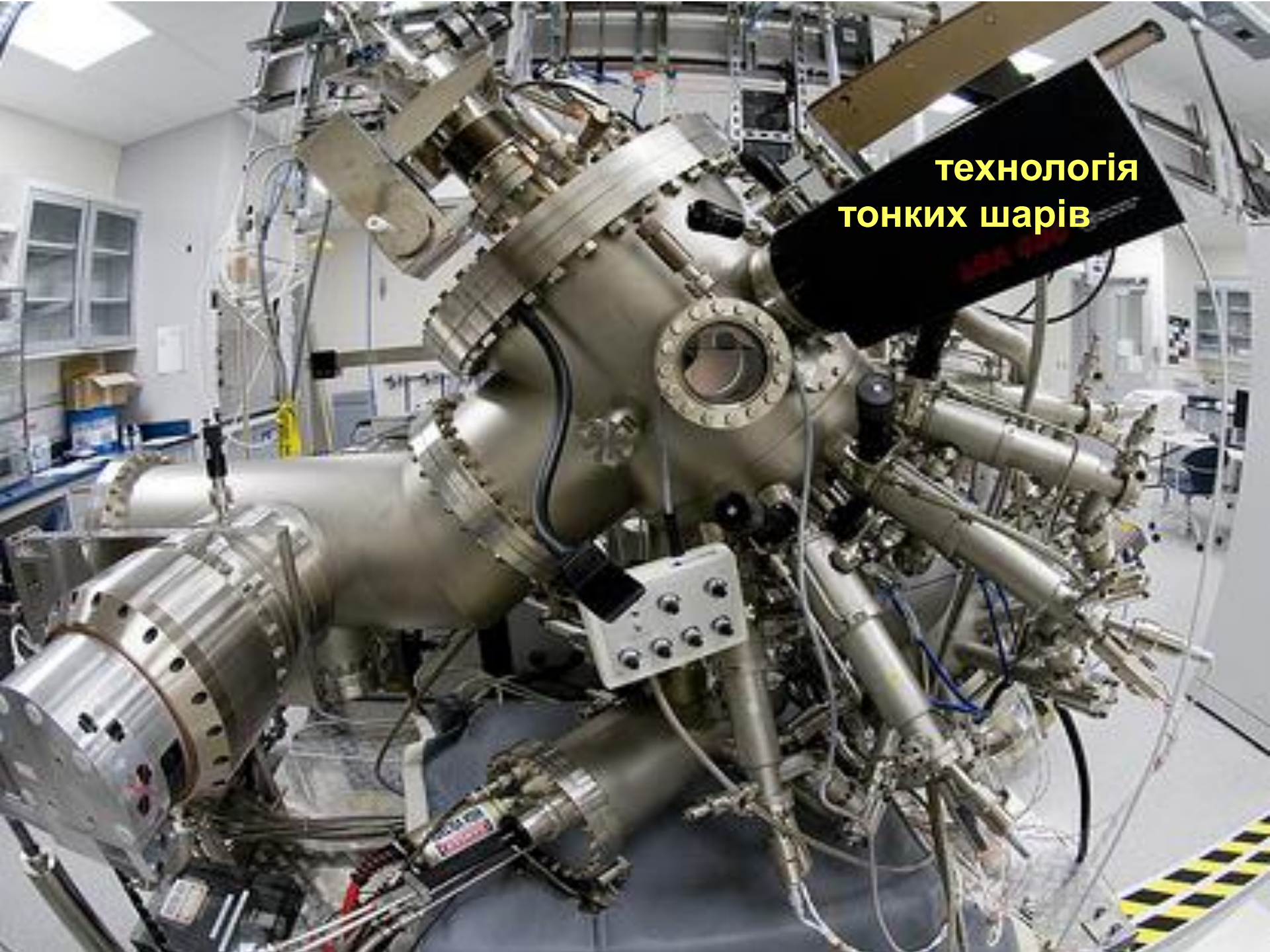
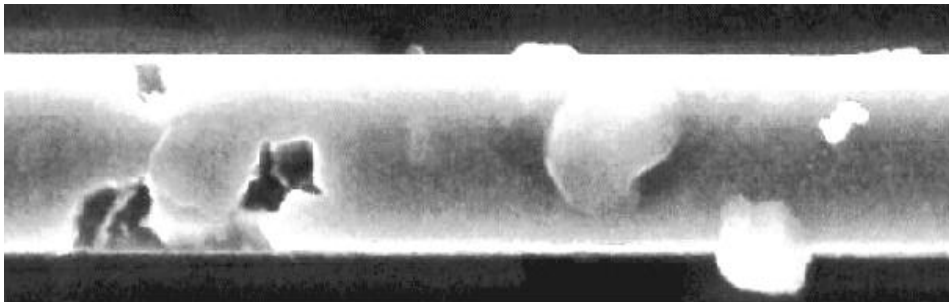


**технологія
тонких шарів**

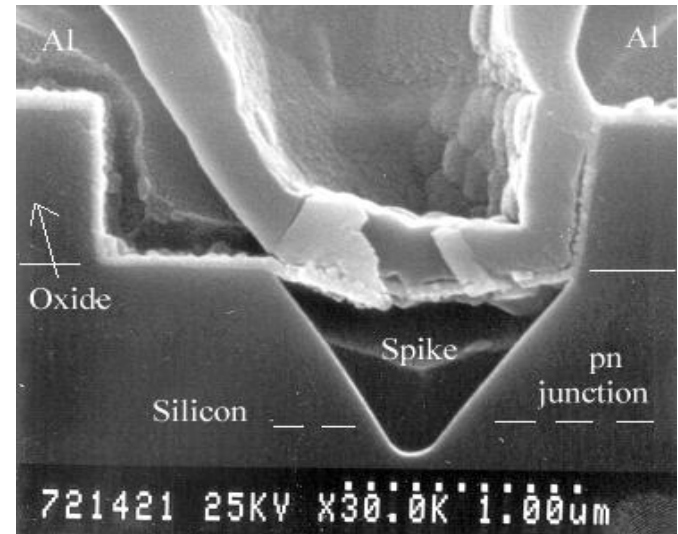


провідники (шини сигналів, електроди керування)

Al – проста технологія / низька стійкість (+ 1-2% Si; 0,5-4% Cu)



електроміграція (локальне перегрівання)



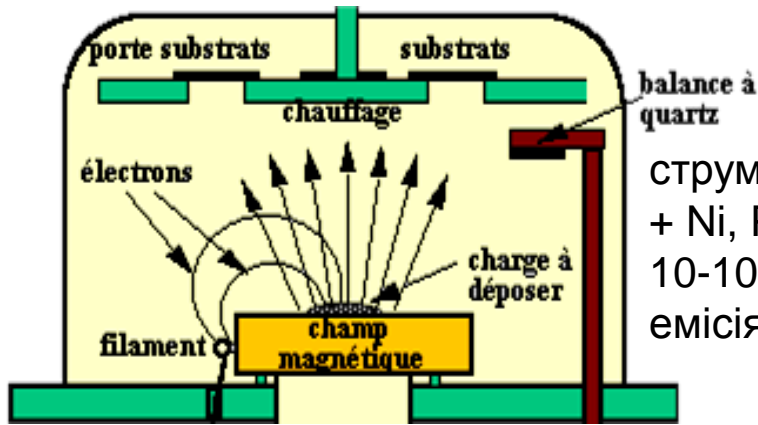
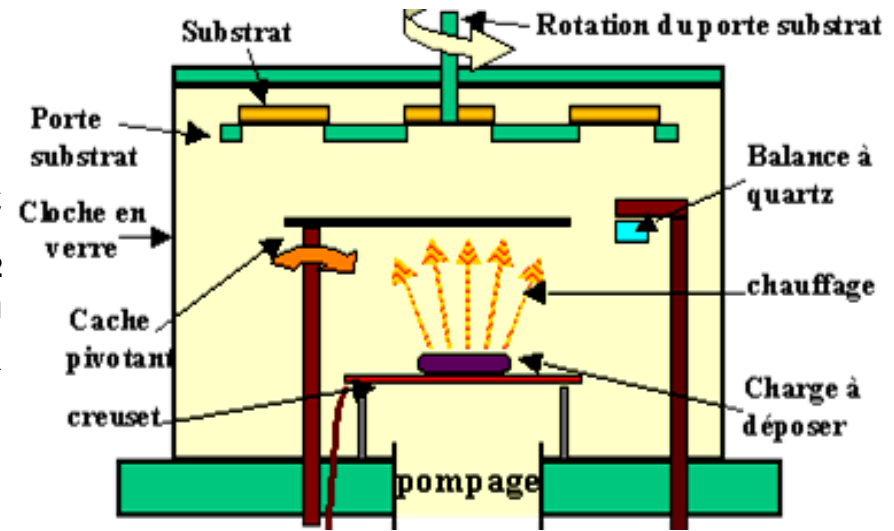
пробій (евтектика з Si 577 °C)

- **Cu** – добра провідність / складне травлення; корозія
- **Au** – добра провідність / надто м'яке → екранування
- **Ti, Ta** – добра стійкість, адгезія / низька провідність → бар'єрні шари
- **TiN** – адгезійний шар, антирефлекс
- **TiSi₂, WSi₂** – покращення контакту Al-Si
- **n-Si** високолегований – термостійкий, сумісний

багатошарові: Ti/TiN-Pd/Pt-Cu-Au

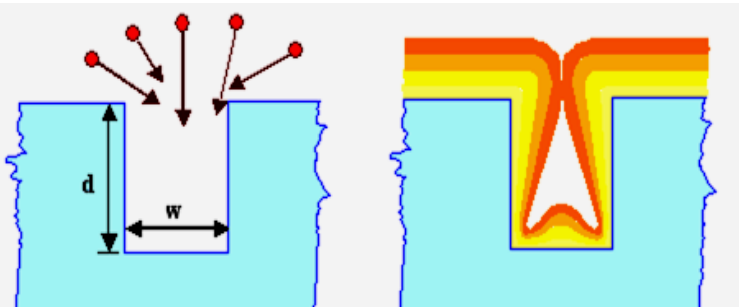
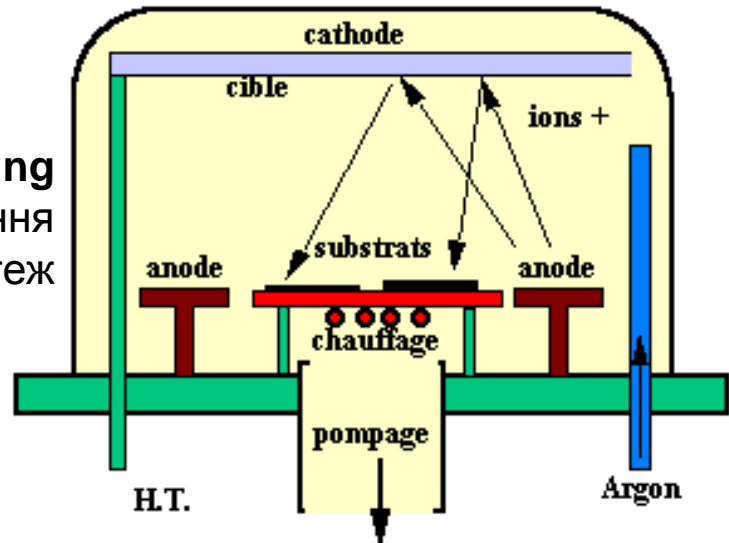
вакуумне напilenня (Physical Vapour Deposition)

термоплита (W, Ta, Mo) – до 1800 C
 Au, Ag, Al, Sn, Ge, In, Ga, Cr, CdS, PbS, CaF₂
 1-20 Å/sec → 0,05-5 μm
 емісія IR



струміль електронів → швидко до 3000 C
 + Ni, Pr, Ir, Rh, Ti, V, Zr, W, Ta, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, ZrO₂
 10-100 Å/sec
 емісія rtg

вибивання крапель матеріалу (іони Ar⁺) = **sputtering**
 > адгезія, рівномірність, >> швидкість накладання
 усування теж

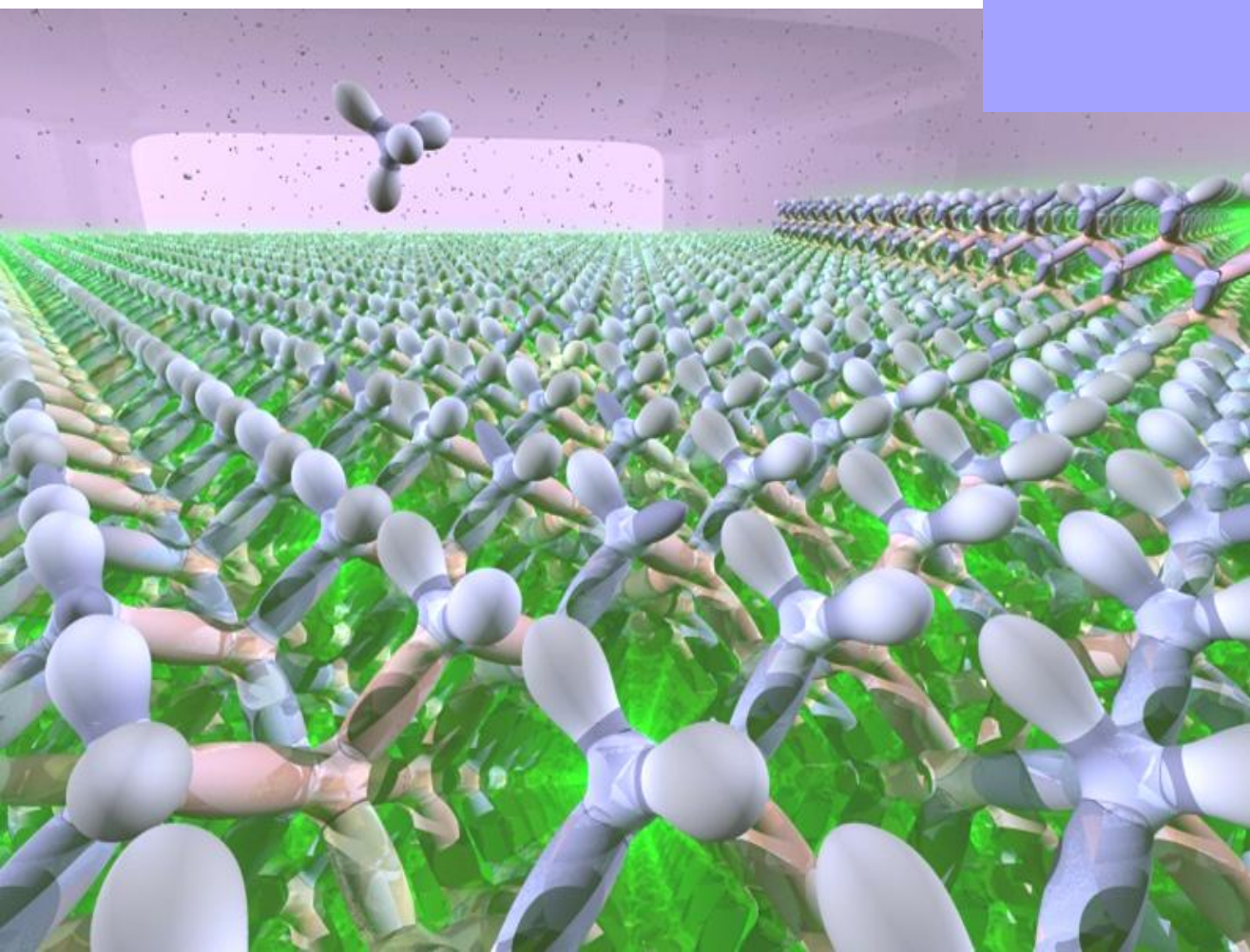
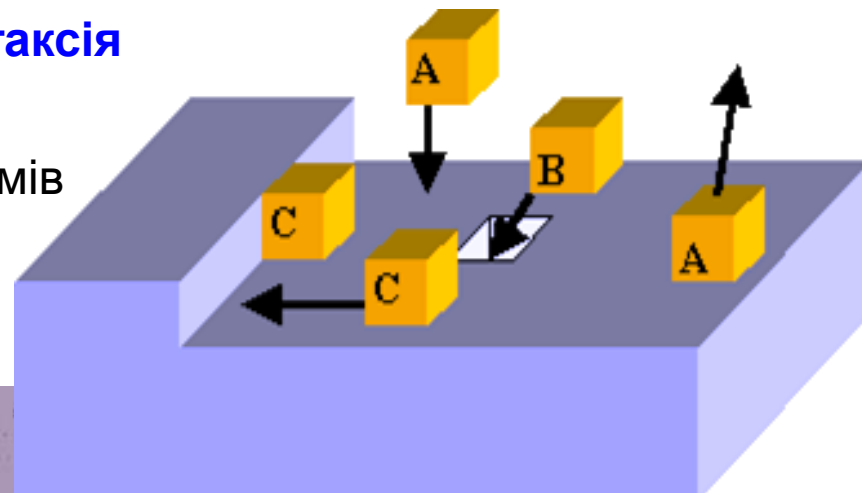


погано заповнюються отвори

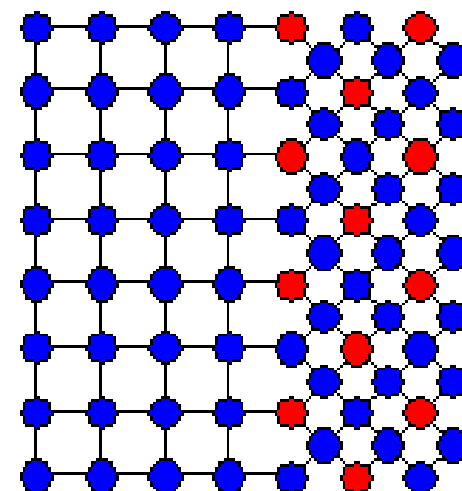
технологія монокристалічних шарів = **епітаксія**

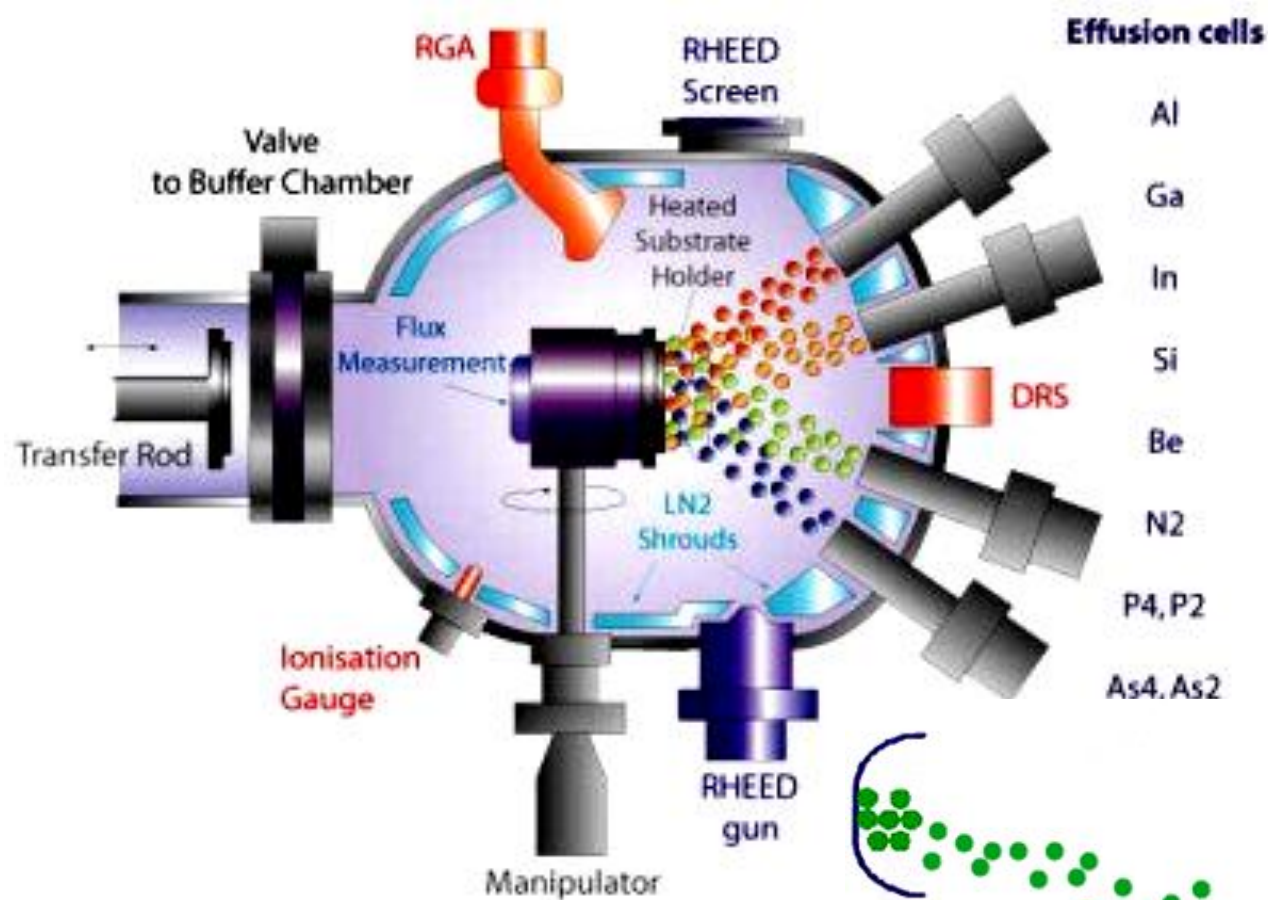
відповідна **енергія** атомів

підкладка – кристалічна



когерентна
гетероепітаксія

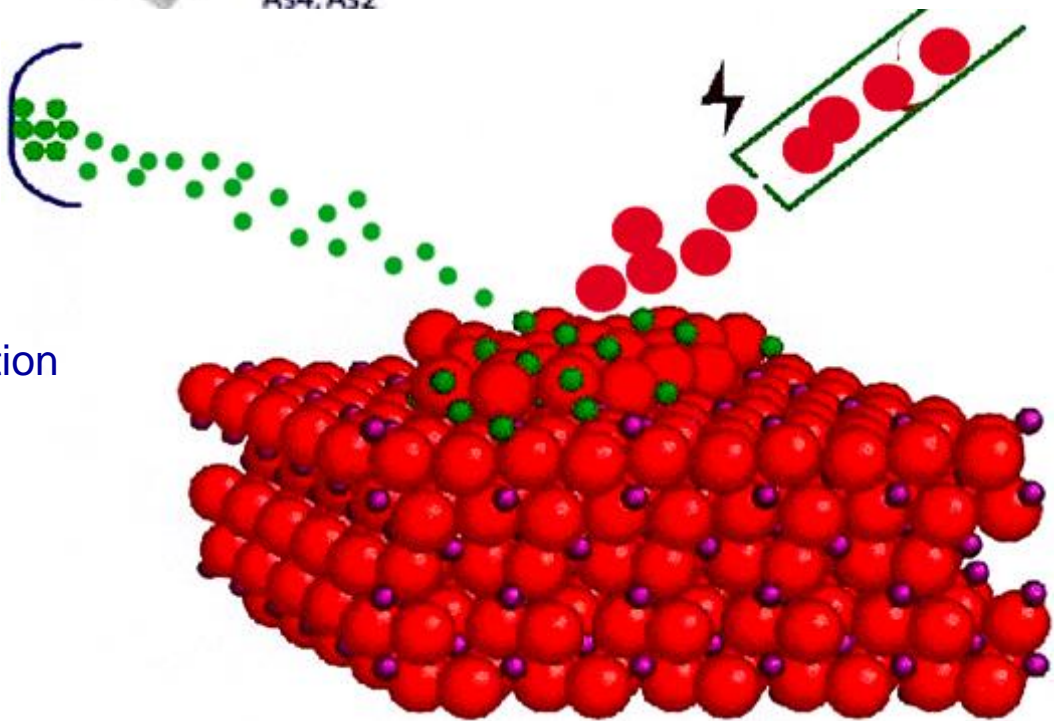




- Effusion cells**
- Al
 - Ga
 - In
 - Si
 - Be
 - N2
 - P4, P2
 - As4, As2

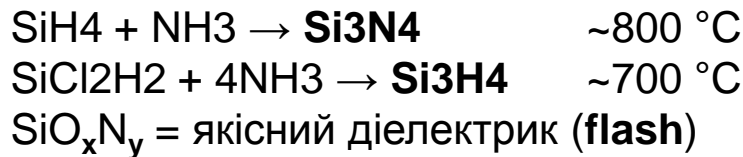
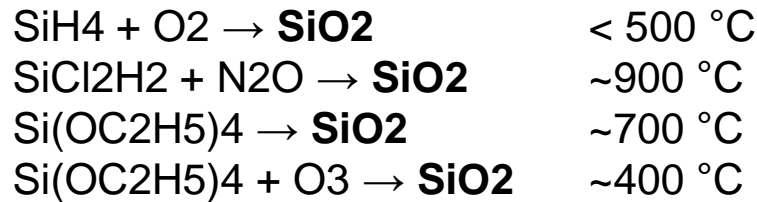
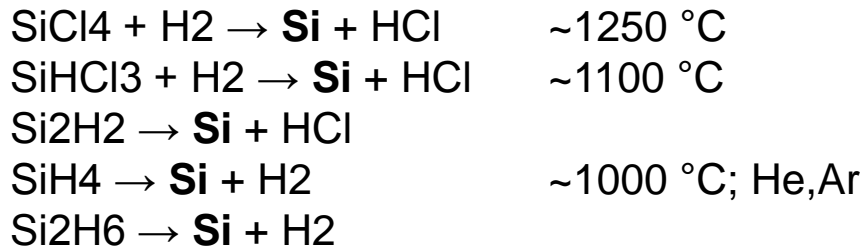
Molecular Beam Epitaxy
 = накладання молекул

- вакуум 10^{-10} Torr
- шари $\sim 20 \text{ \AA}$
- сандвіч-структури

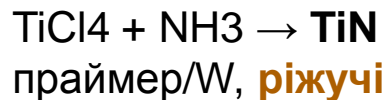
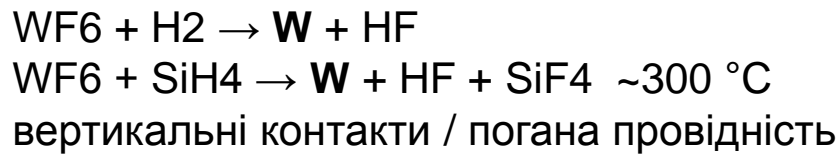


контроль складу поверхні –
Reflection **H**igh **E**nergy **E**lectron **D**iffraction

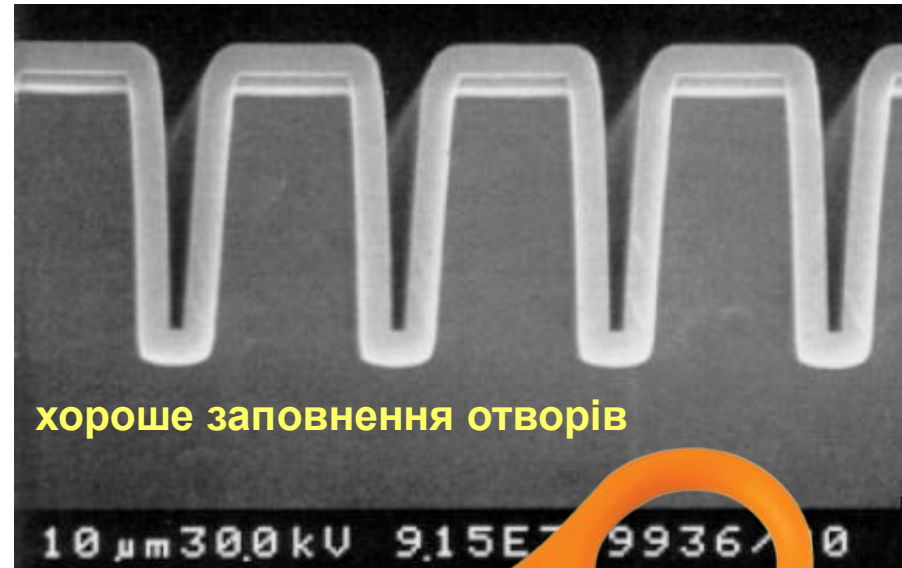
- виробництво приладів GaAs
- органічні напівпровідники



CVD в плазмі – нестехіометричний склад

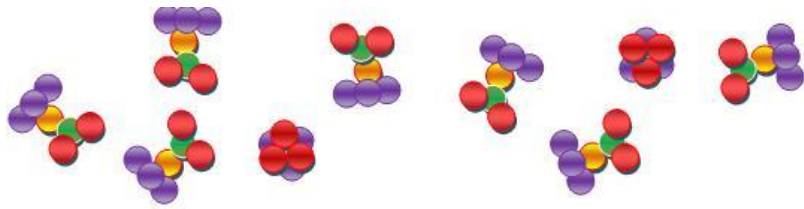


хімічне накладання з газової фази
= **Chemical Vapour Deposition**
(vapour phase epitaxy)

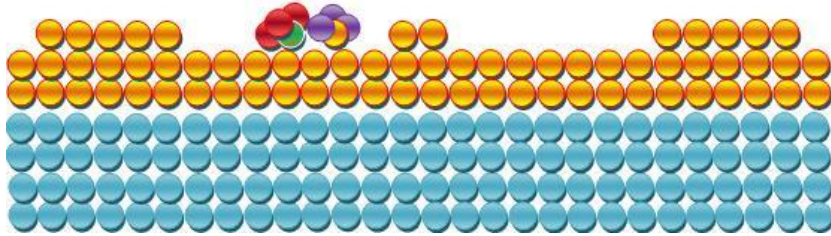


хороше заповнення отворів

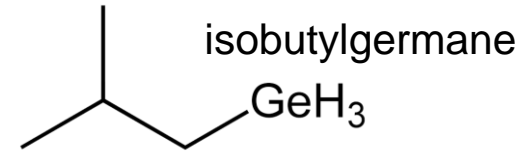




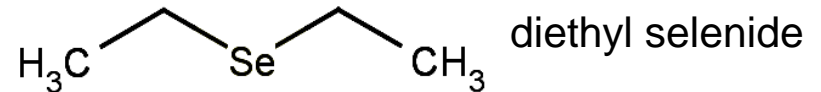
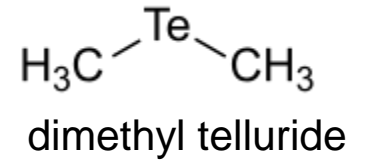
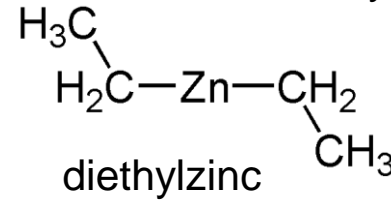
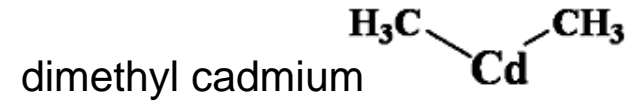
Metal Organic CVD



Si-Ge:

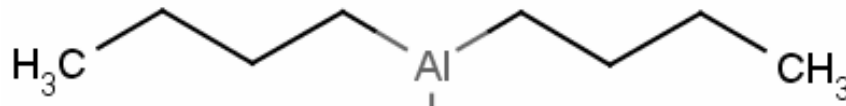


A(II)B(VI):



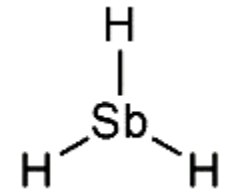
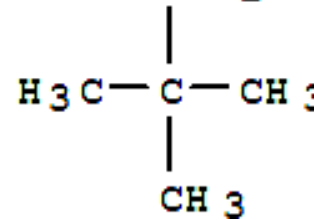
A(III)B(V):

tributylaluminium



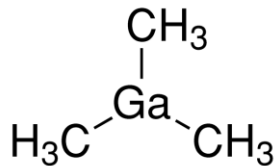
tertiarybutyl

arsine

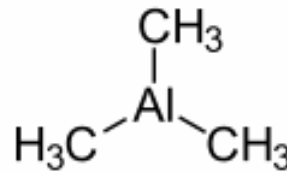


stibine

trimethylgallium

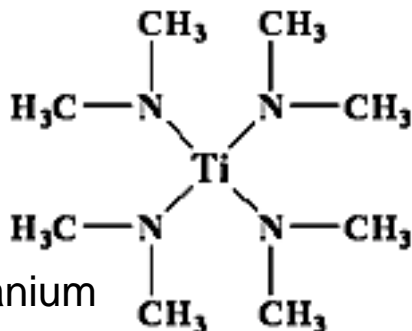
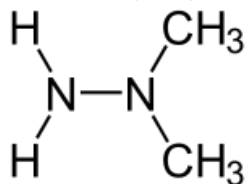


trimethylaluminium



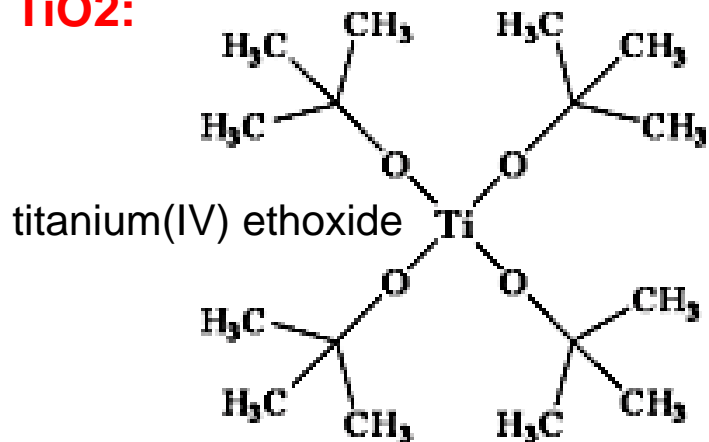
- + порівняно низька температура процесу
- + різноманітні матеріали
- прекурсори токсичні і горючі

TiN: dimethylhydrazine + TiCl₄



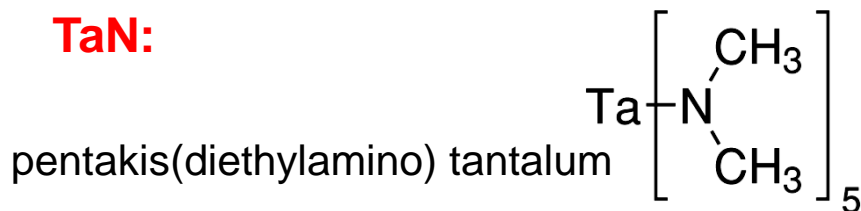
tetrakis(dimethylamino) titanium

TiO₂:



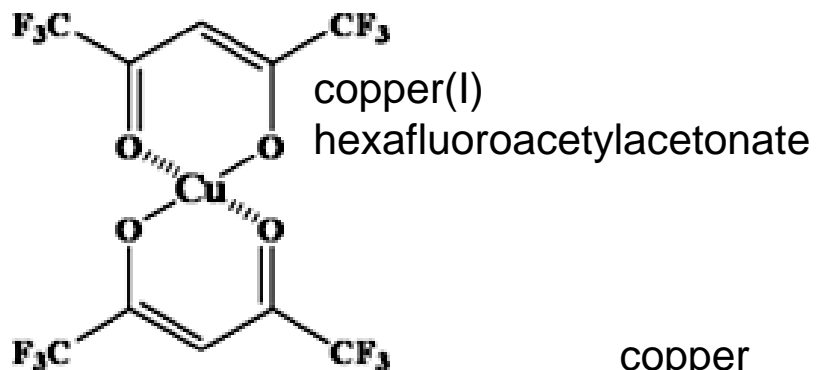
titanium(IV) ethoxide

TaN:

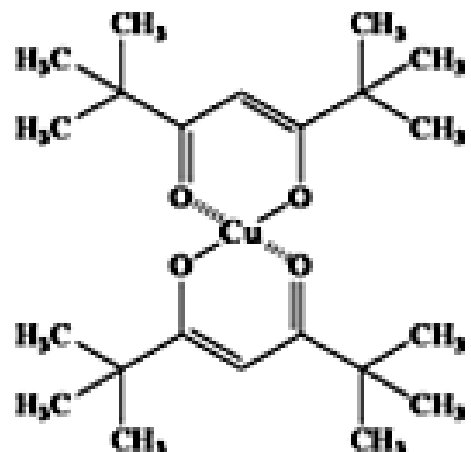


pentakis(diethylamino) tantalum

Cu:



copper(I)
hexafluoroacetylacetonate



copper
bis(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptanedionate)