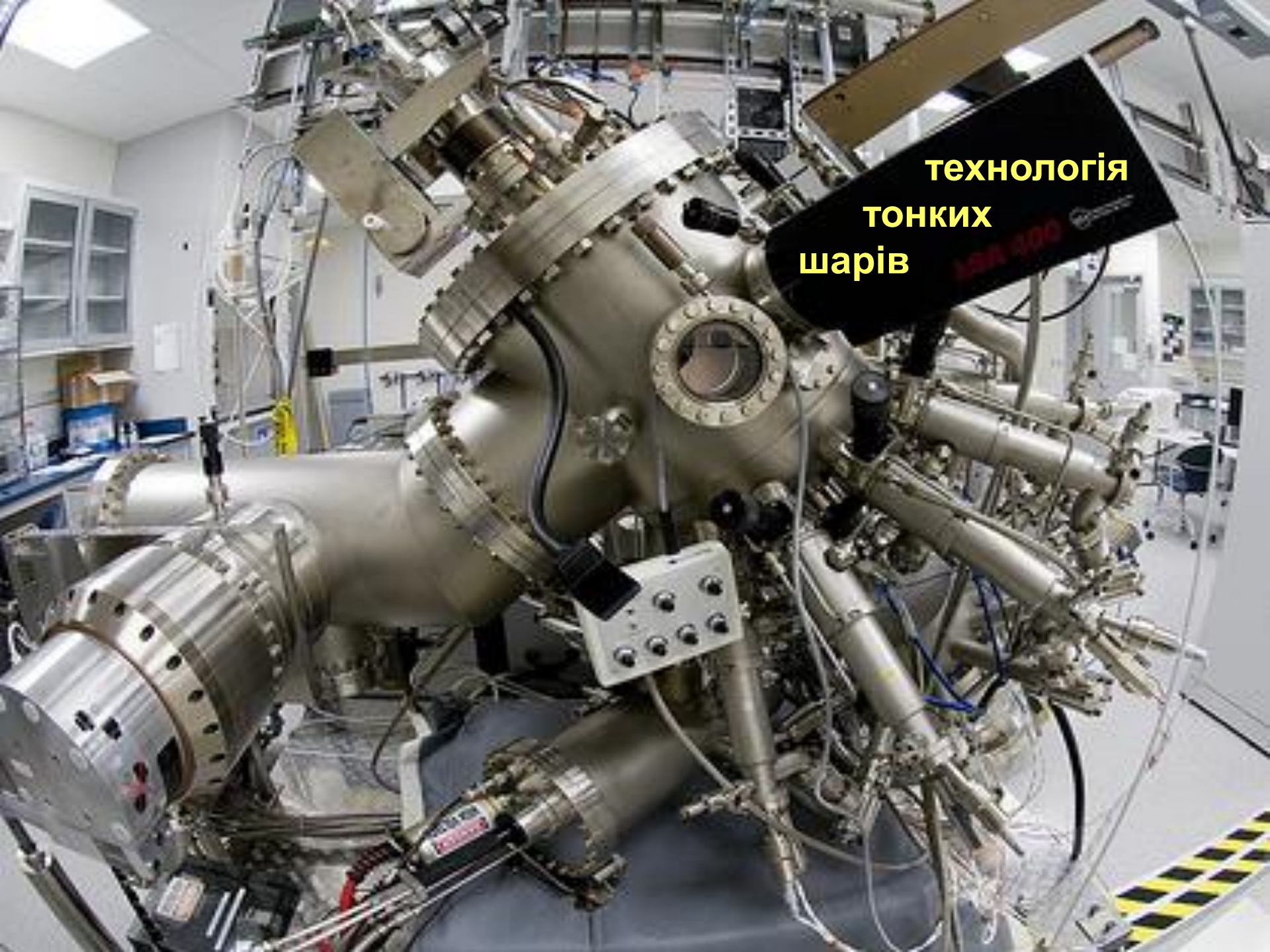
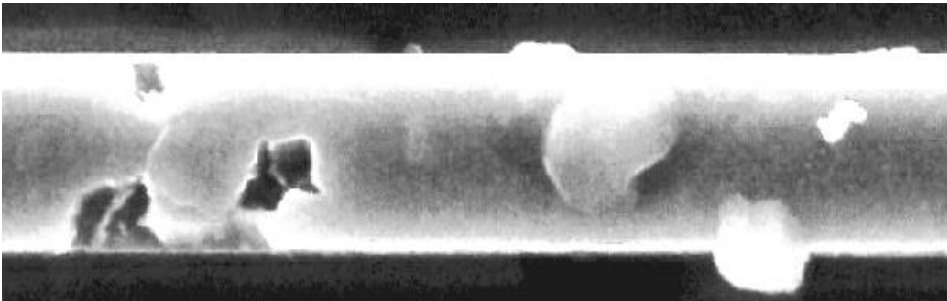


**технологія
тонких
шарів**

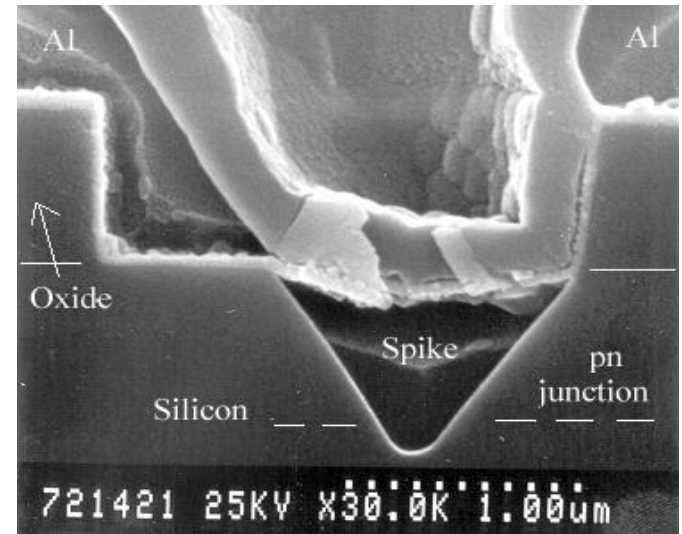


провідники

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



електроміграція (локальне перегрівання)



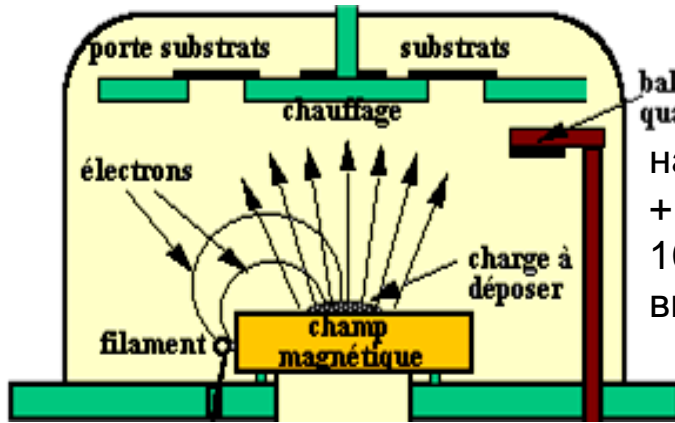
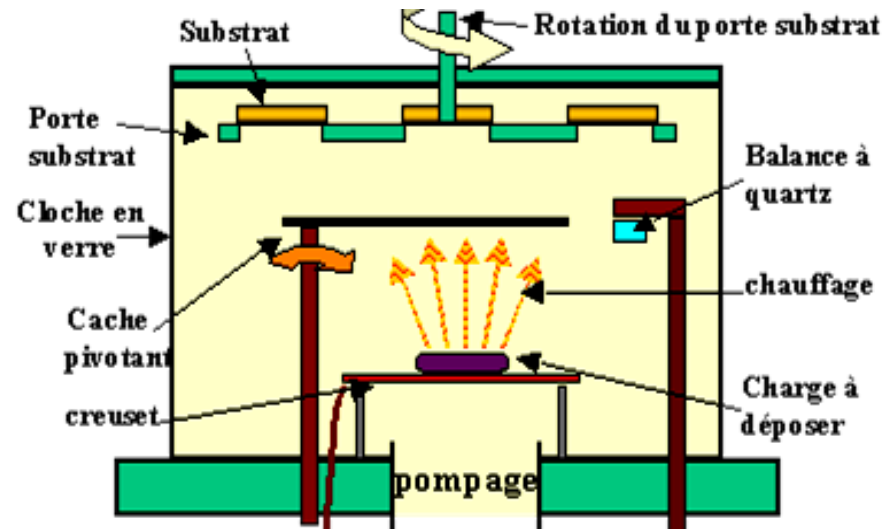
шпильки (евтека з Si 577 °C)

- **Cu** – хороша провідність / повільне травлення; корозія
- **Au** – дуже хороша провідність / надто м'яке → екрани
- **Ti, Ta** – висока стійкість, адгезія / погана провідність → бар'єрний шар
- **TiN** – адгезійний шар, антирефлекс
- **TiSi₂, WSi₂** – адгезійний шар Al-Si
- **n-Si** високолегований – висока термостійкість, компатибельний

багатошарові: Ti/TiN-Pd/Pt-Cu-Au

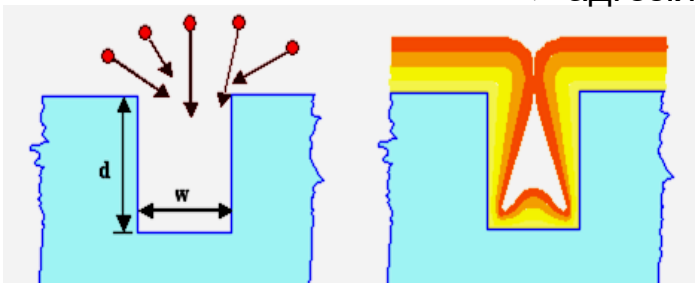
вакуумне наплення (Physical Vapour Deposition)

нагрівання термічне (W, Ta, Mo) – до 1800 C
 Au, Ag, Al, Sn, Ge, In, Ga, Cr, CdS, PbS, CaF₂
 1-20 Å/сек → 0,05-5 мкм
 теплове випромінювання

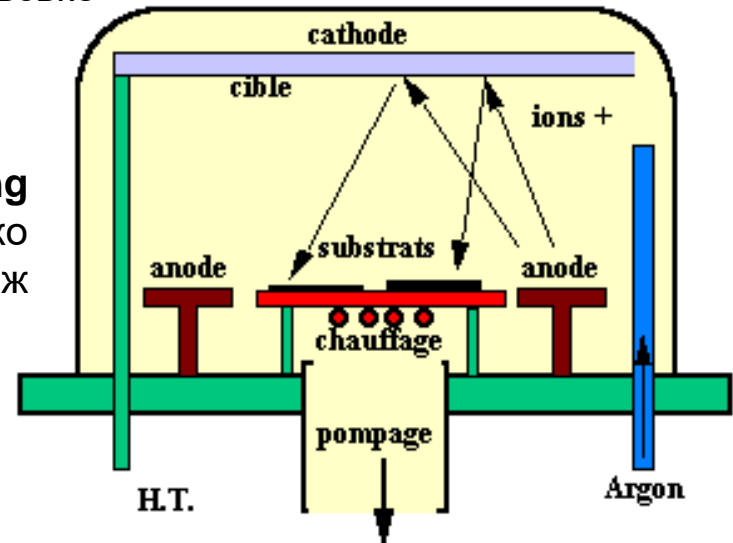


нагрівання струменем електронів → швидко до 3000 C
 + Ni, Pr, Ir, Rh, Ti, V, Zr, W, Ta, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, ZrO₂
 10-100 Å/сек
 випромінювання рентгенівське

виривання частинок матеріалу (іони Ar⁺) = **sputtering**
 > адгезія, рівномірно, швидко
 усування теж



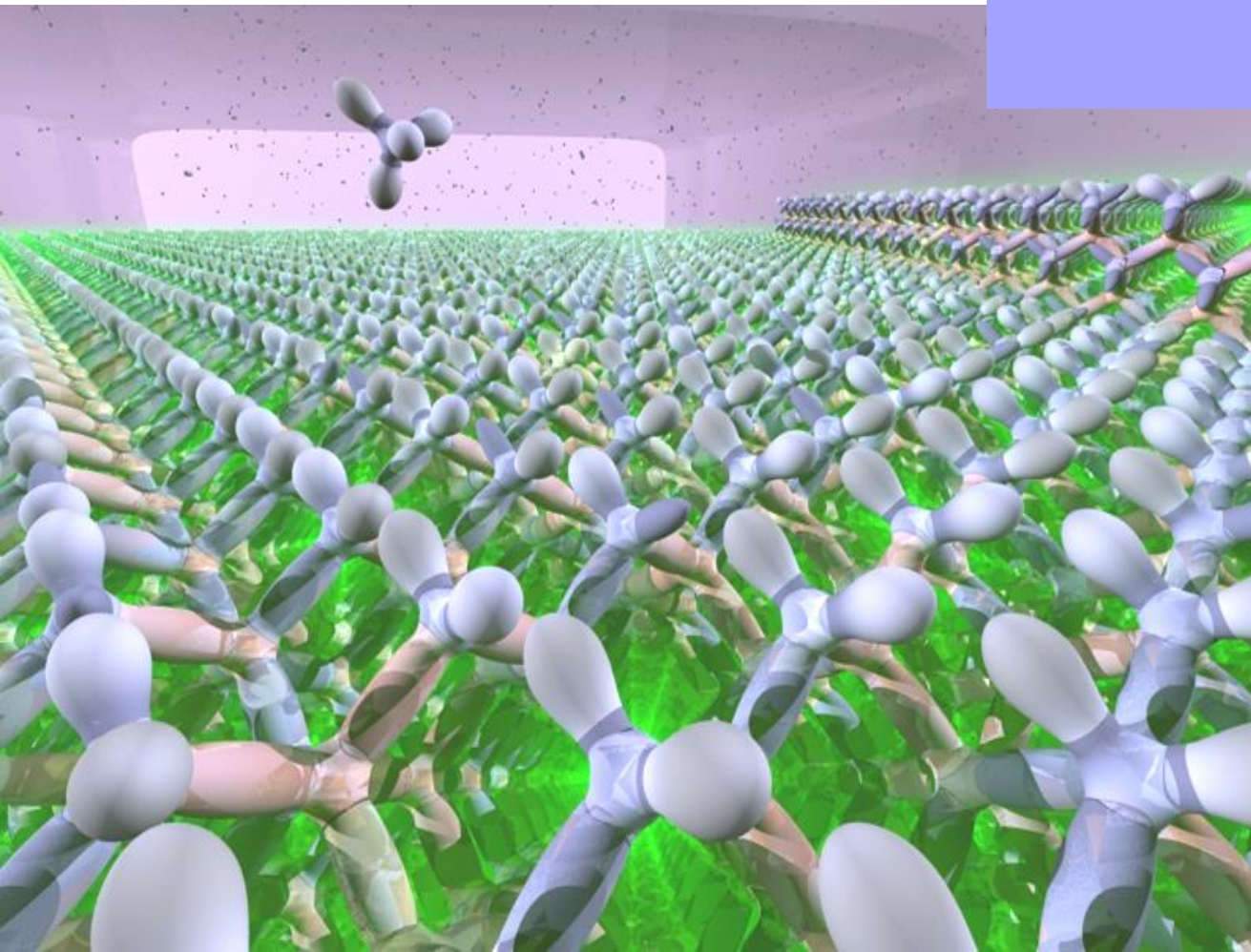
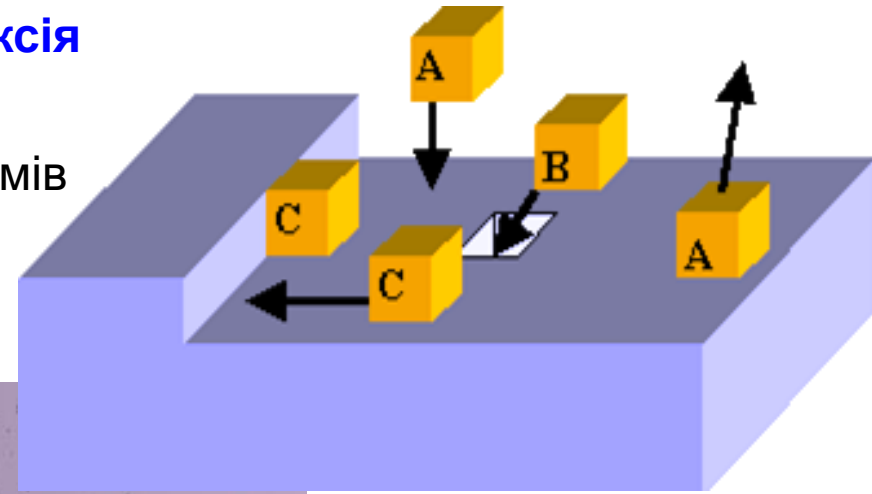
погано заповнюються отвори



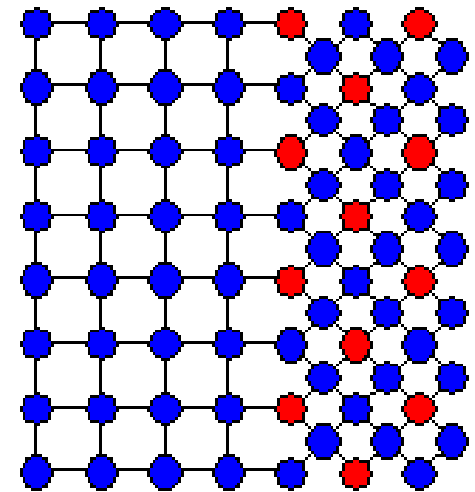
виращування кристалічних шарів = **епітаксія**

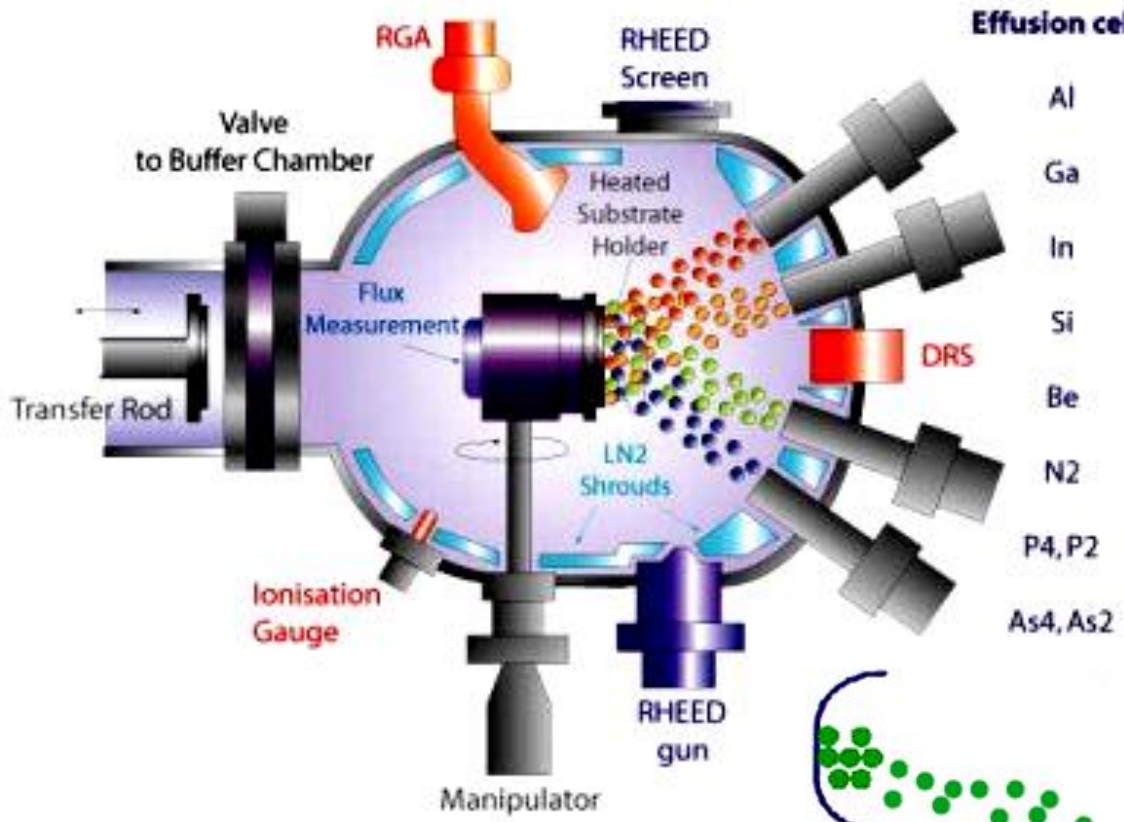
висока енергія атомів

підкладка – кристалічна



когерентна
гетероепітаксія



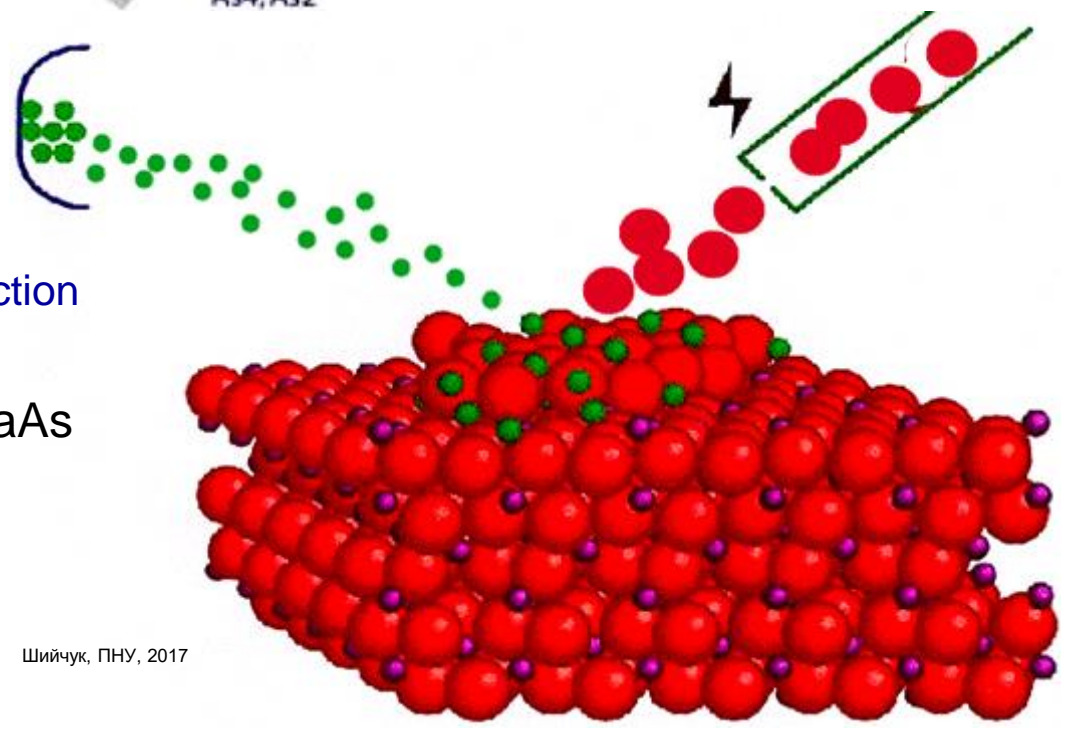


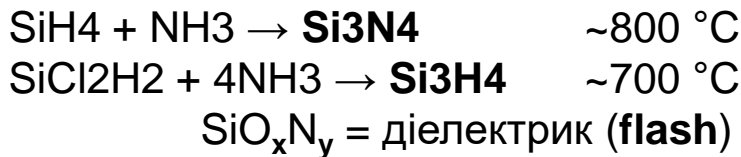
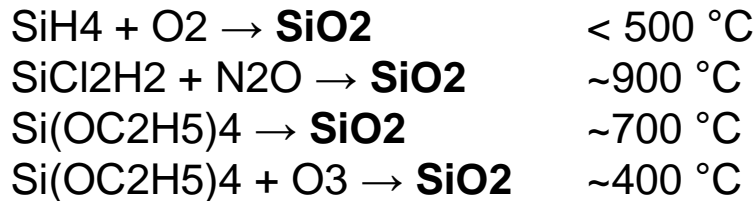
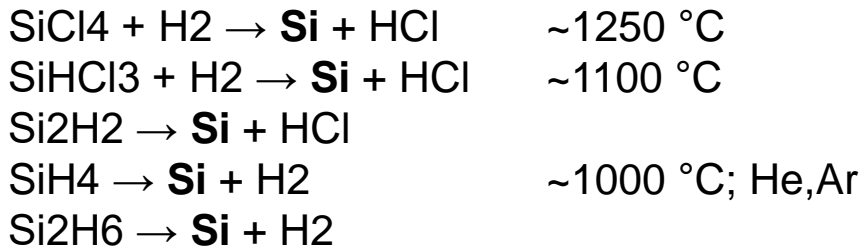
Molecular Beam Epitaxy
= молекулярні шари

- вакуум 10^{-10} Torr
- товщина ~ 20 Å
- сандвіч

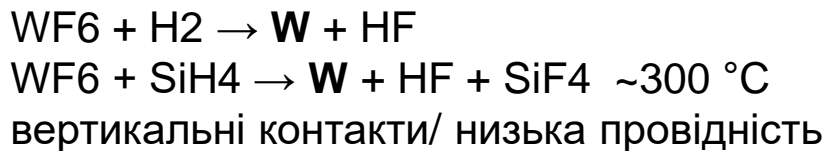
контроль покриття –
Reflection **H**igh **E**nergy **E**lectron **D**iffraction

- виробництво елементів GaAs
- органічні напівпровідники

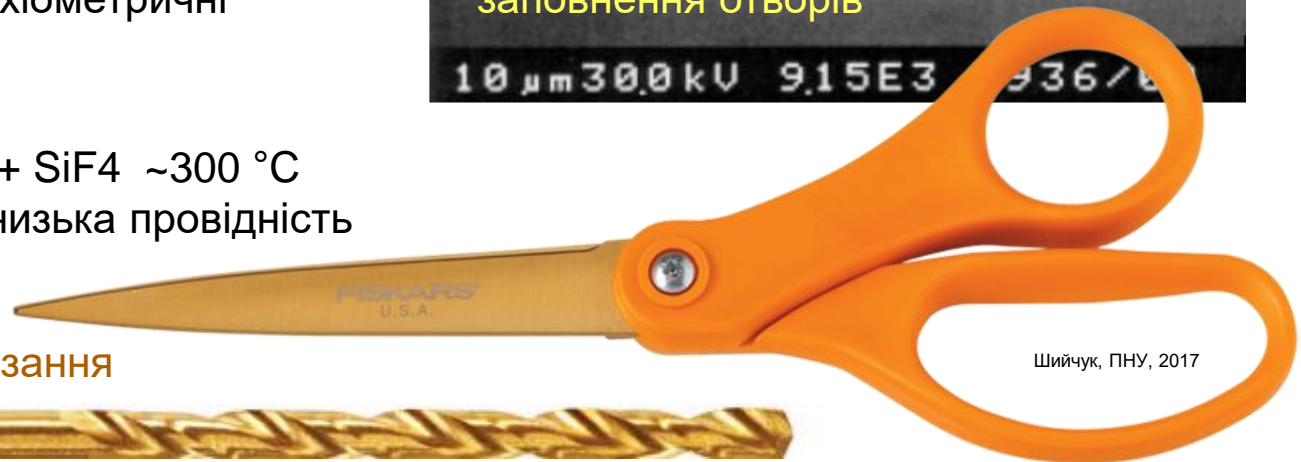
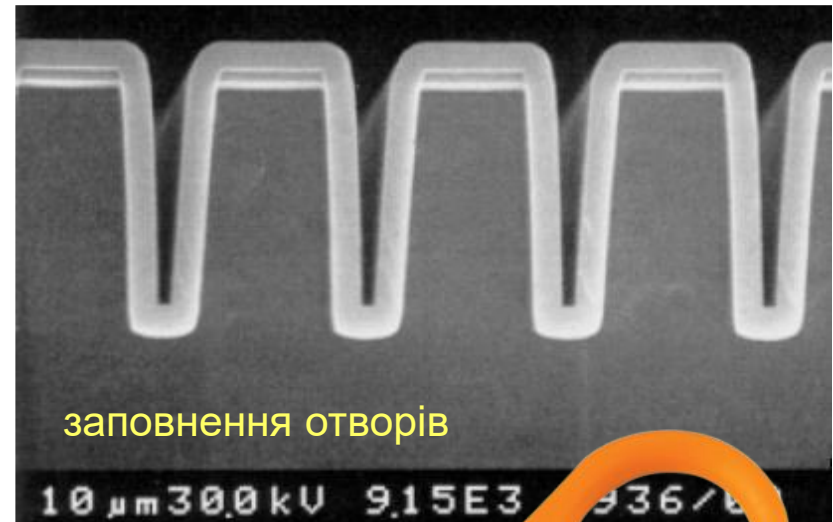


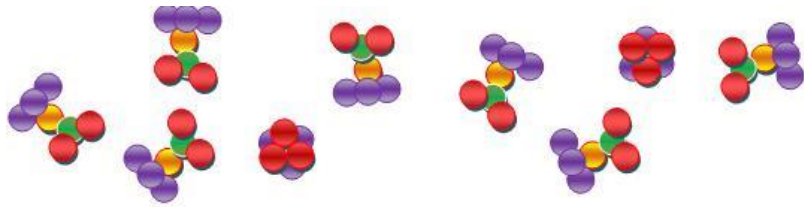


CVD плазмове – нестехіометричні

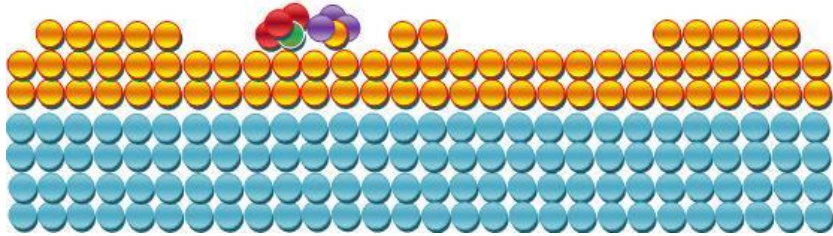


реакційне нанесення шарів
= **Chemical Vapour Deposition**
(vapour phase epitaxy)

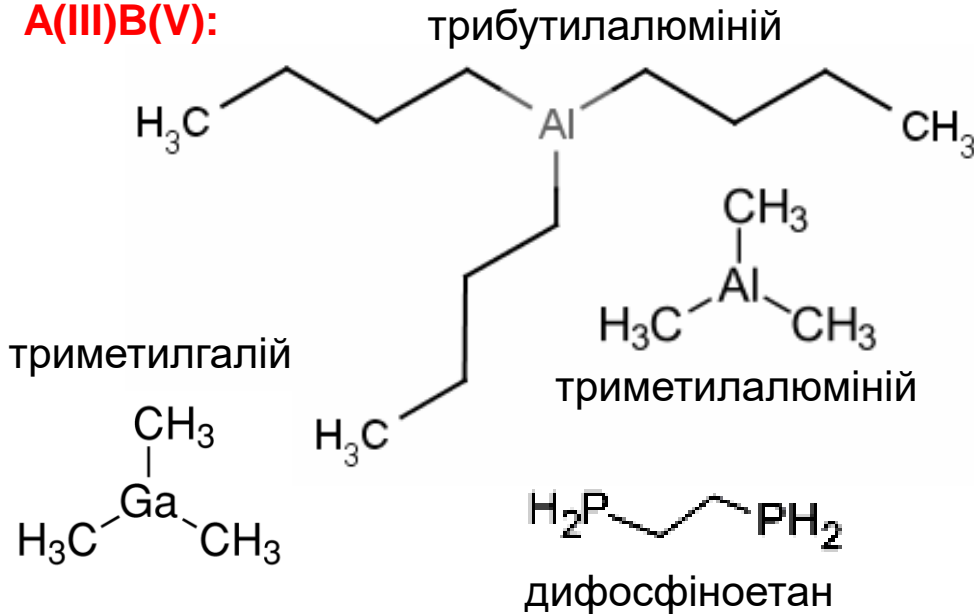




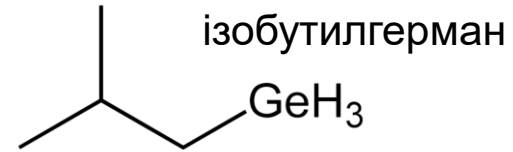
Metal Organic CVD



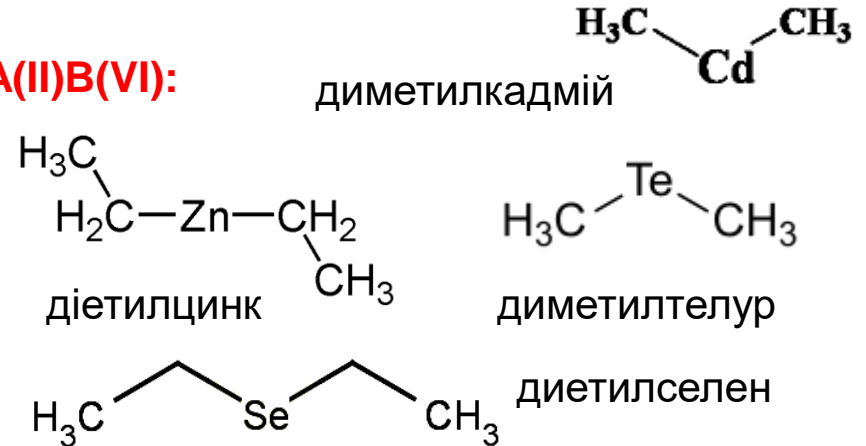
A(III)B(V):



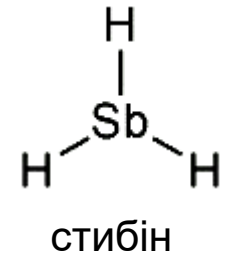
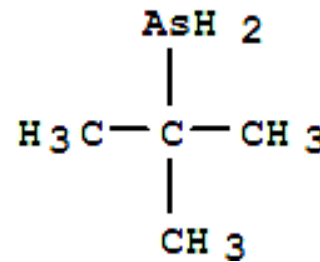
Si-Ge:



A(II)B(VI):

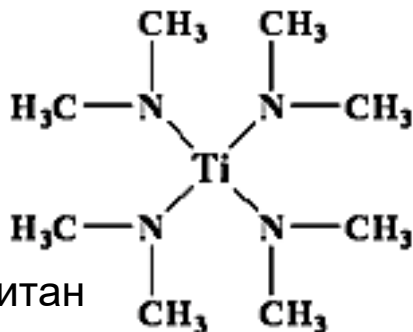
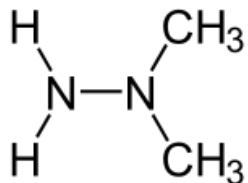


тертариларсин



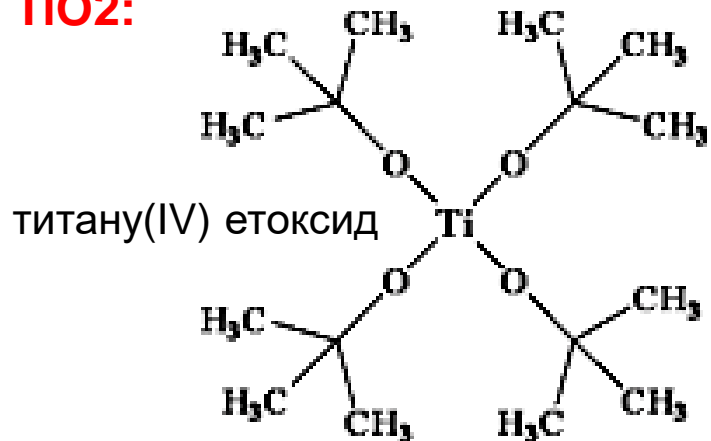
- + відносно низька температура
- + широка гама матеріалів
- прекурсори токсичні і горючі

TiN: диметилгідразин + TiCl₄



тетракіс(диметиламіно)титан

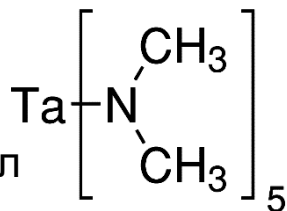
TiO₂:



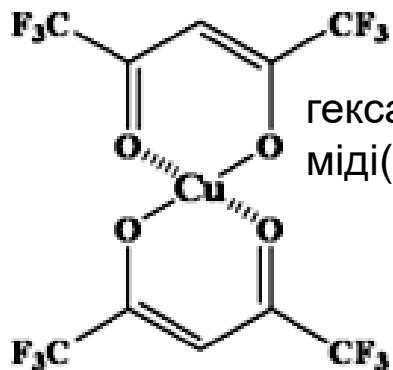
титану(IV) етоксид

TaN:

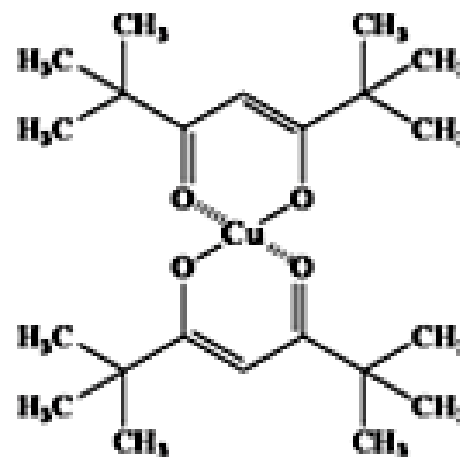
пентакіс(диетиламіно) тантал



Cu:



гексафлуороацетилацетонат
міді(I)



біс(2,2,6,6-тетраметил-3,5-гептанодіонат) міді