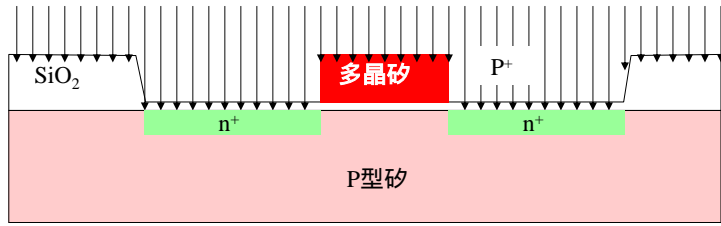


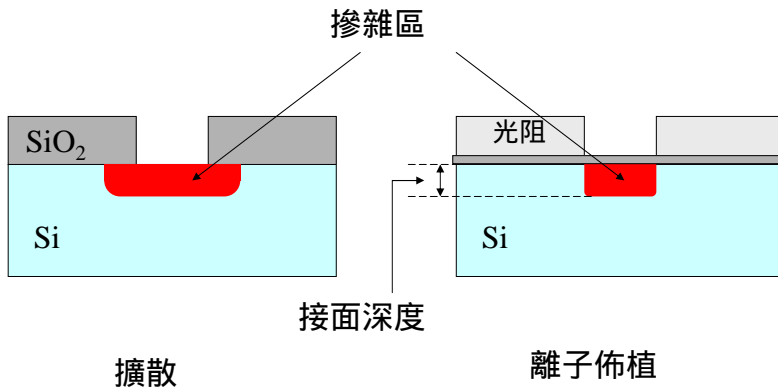
第八章 離子佈植



擴散	離子佈植
高溫, 硬遮蔽	低溫, 光罩
等向性的摻雜分佈	非等向性的摻雜分佈
不能獨立控制摻雜濃度與界面深度	可獨立控制摻雜濃度與界面深度
批次製程	批次與單晶製程

1

離子佈植與擴散之比較



- 電子束的電流和佈植的時間可控制摻雜的濃度
- 離子能量可控制界面深度
- 摻雜的濃度分佈是非等向性

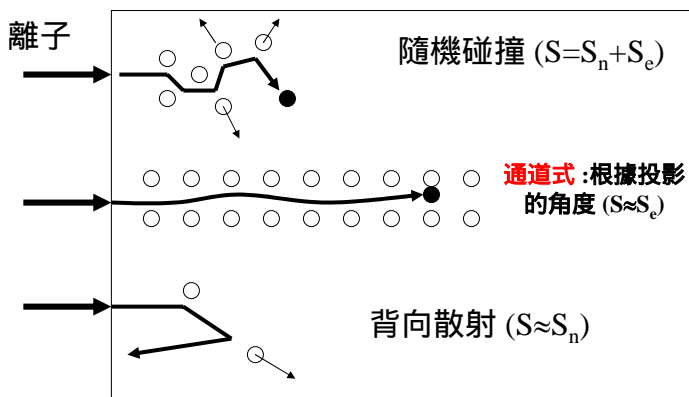
2

兩種阻滯機制

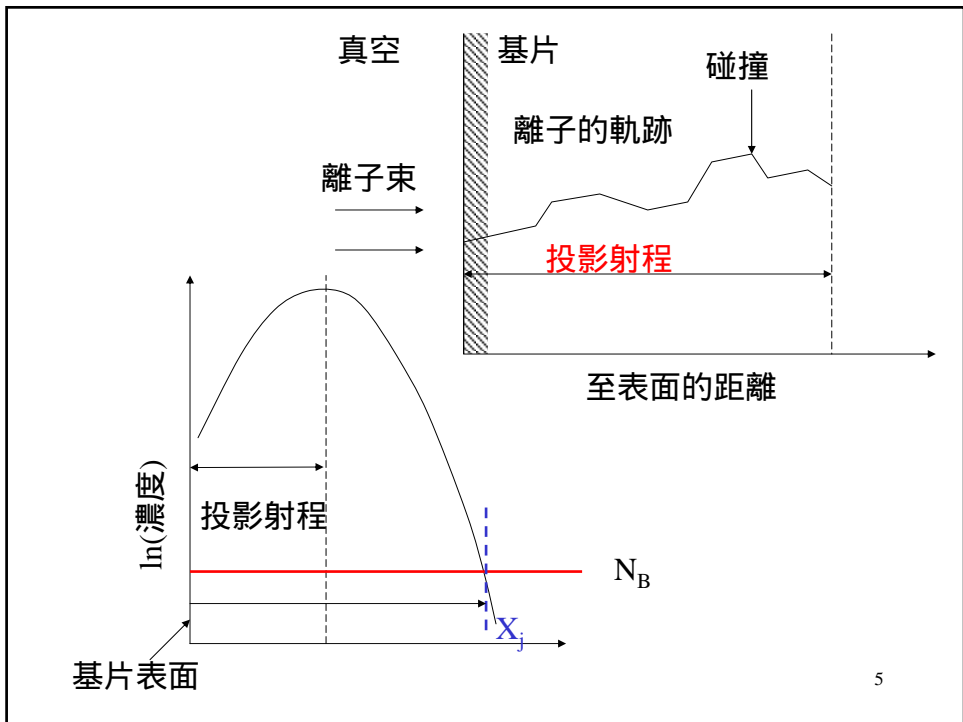
- **原子核阻滯** (主要的阻滯機制)
 - 與晶格原子的原子核產生碰撞
 - 明顯地散射
 - 造成晶格結構的損壞
- **電子阻滯**
 - 與晶格原子的電子產生碰撞
 - 入射離子的路徑幾乎是不變的
 - 能量的轉換非常的小 (深的穿透力)
 - 晶體結構的損壞是可忽略的

3

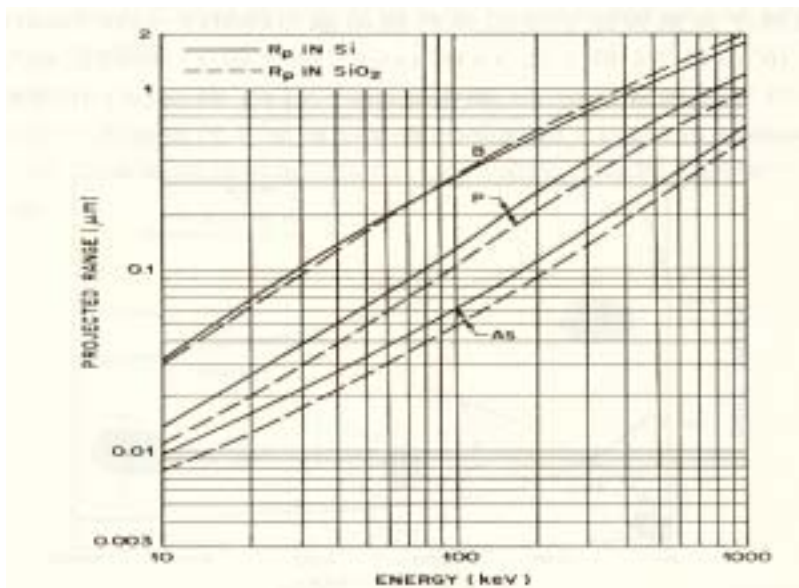
不同的阻滯機制



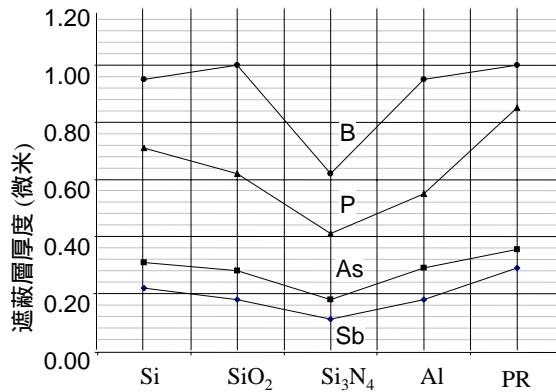
4



投影的射程



200 keV 摻雜離子所需的阻擋層厚度



7

通道效應

假如一個離子已正確的佈植角度進入通道，離子就可以在不與晶格原子碰撞下，行進一個很長的距離

- 它會造成不可控制的摻雜分佈

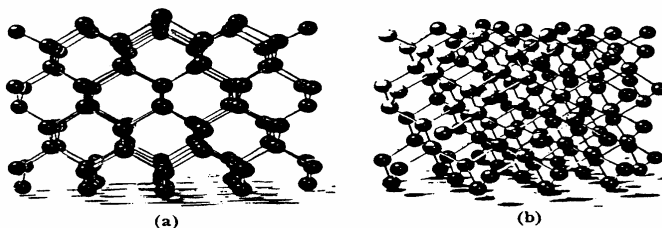
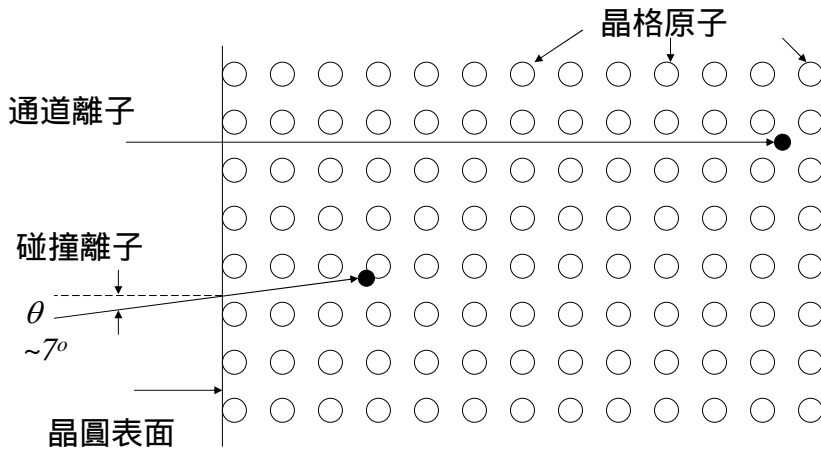


圖32 矽原子結構圖，a)由<110>方向看之結構。
b)傾斜10度後由<110>方向所得之結構。

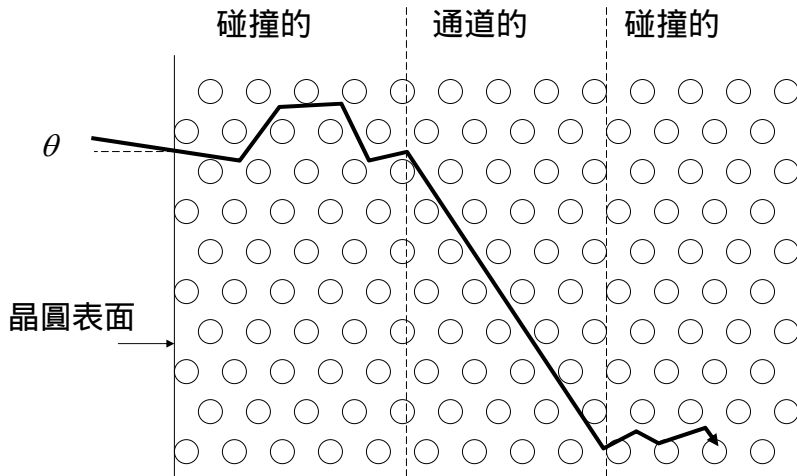
8

通道效應



9

碰撞後的通道效應

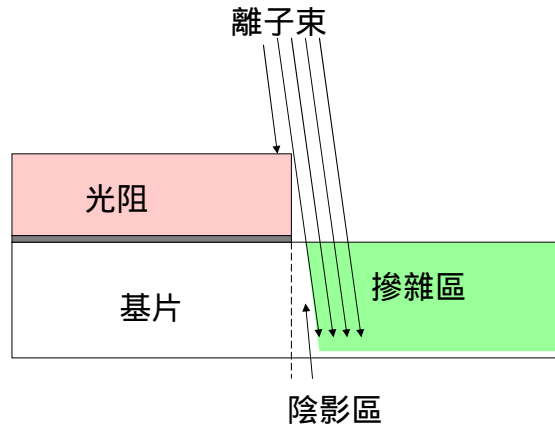


10

離子佈植的製程: 通道效應

- 避免通道效應的方法
 - 傾斜晶圓, 通常傾斜角度是 7°
 - 屏蔽二氧化矽的薄層
- 旋轉晶圓和佈植後的擴散

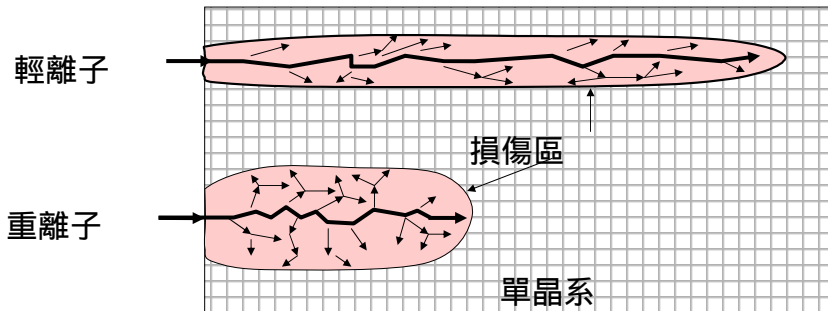
陰影效應



11

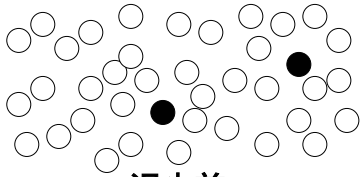
損壞過程

- 佈植的離子將能量轉移到晶格原子
 - 原子被撞離
- 自由的原子與其它晶格原子產生碰撞
 - 產生更多都自由的晶格原子
 - 持續損壞到所有的自由原子停下來為止
- 一個高能量的離子可以導致數千個晶格原子的偏移位置

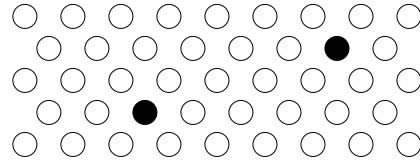


12

佈植的過程: 熱退火(annealing)



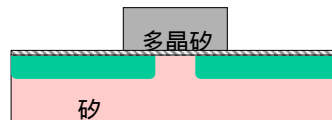
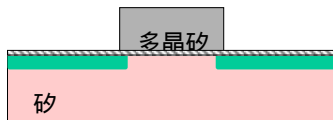
退火前



退火後

快速加熱退火 **R**apid **T**hermal **A**nnealing

- 快速加熱退火的製程(RTP)是很廣泛的使用在佈植後的退火程序
- RTA 是很快速 (100 to 150 °C/sec),且較好的溫度均勻性控制,同時可減少摻雜物的擴散

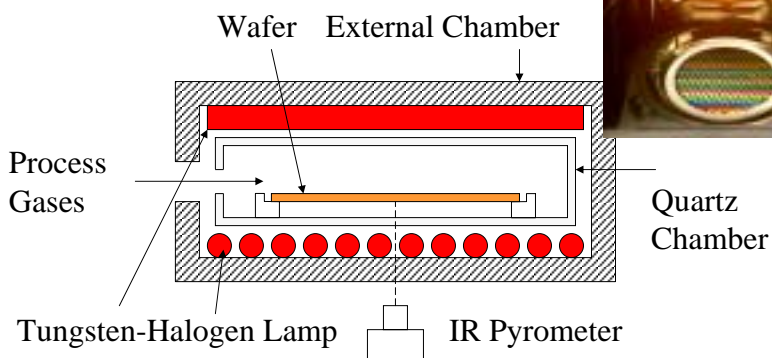


高溫爐退火

13

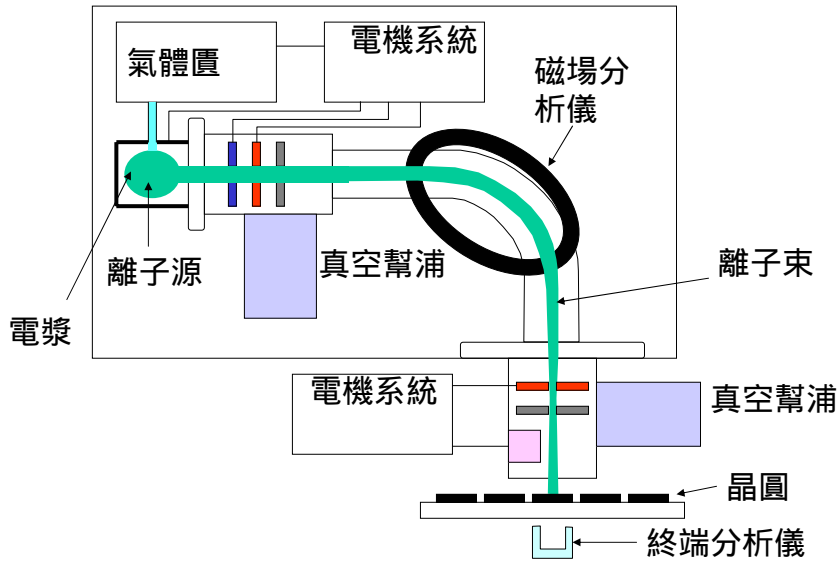
Schematic of RTP Chamber

Applied Materials, Inc



14

離子佈植機示意圖



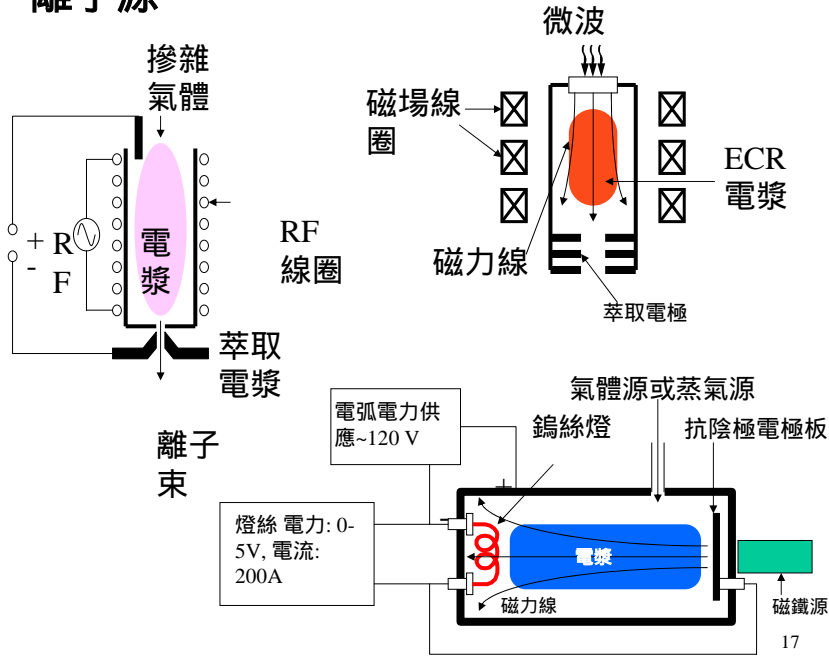
15

離子佈植: 射束線系統

- 離子源
- 萃取電極
- 分析磁鐵
- 後加速電極
- 電漿泛注系統
- 終端分析儀

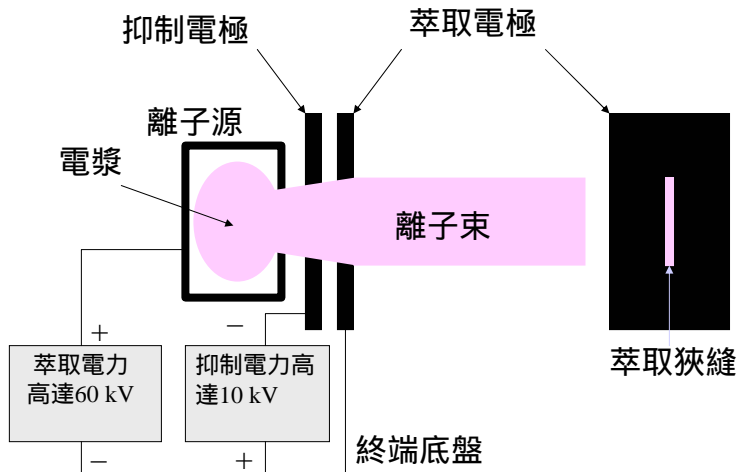
16

離子源

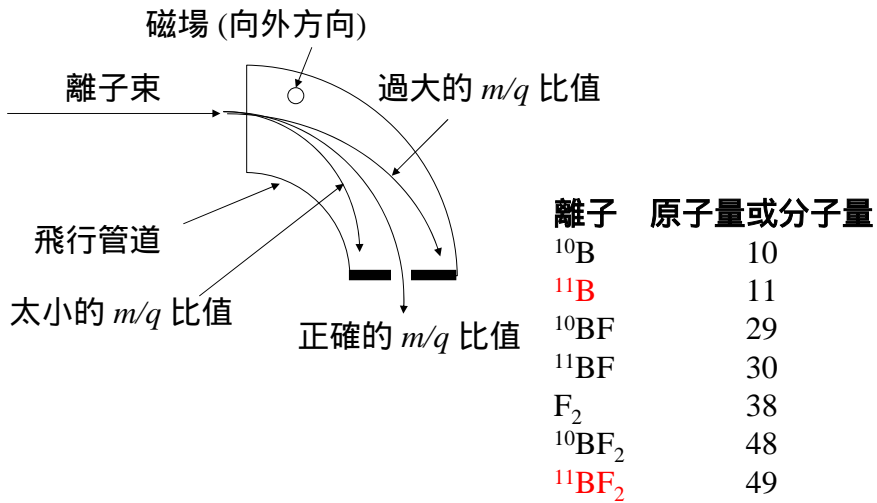


離子束萃取系統

萃取電極把離子加速到 50 keV



質量分析儀

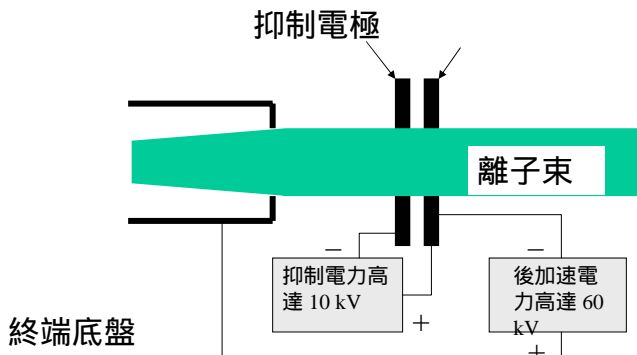


19

離子佈植: 後段加速

藉由裝置控制來增加離子的能量 (有時候減少) , 可達成所需的接面深度

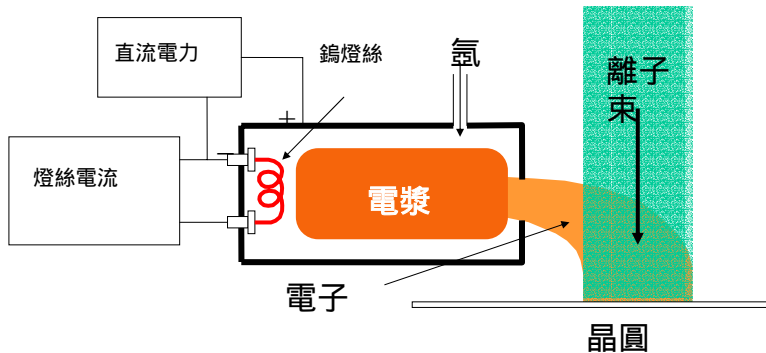
擁有高直流電壓的電極



20

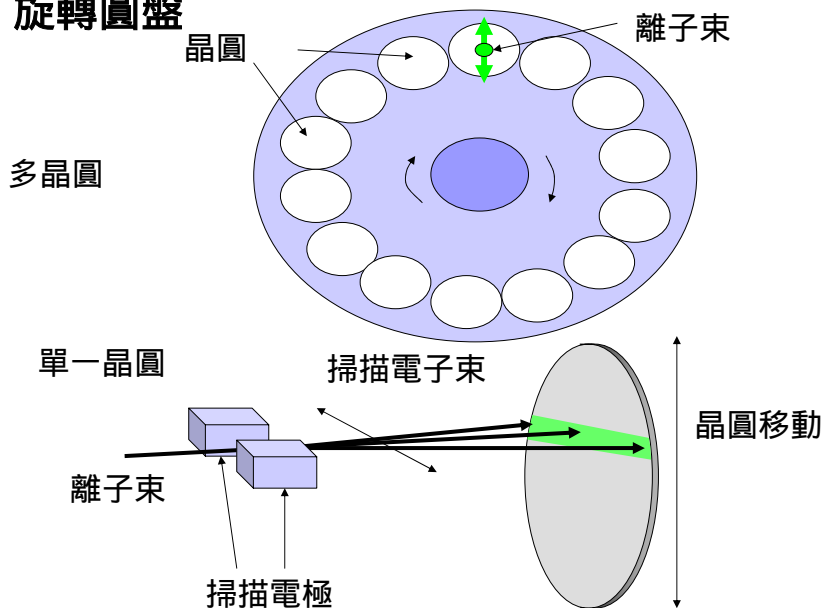
離子佈植: 電漿泛注系統

- 離子將造成晶圓的電荷效應
- 晶圓的電荷效應將會造成不均勻的摻雜與弧形的缺陷
大量的電子會與離子束一同流向晶圓的表面，進而中和離子



21

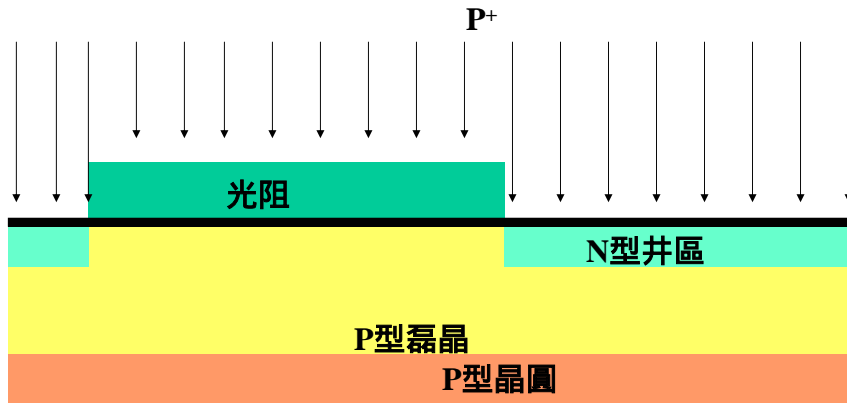
旋轉圓盤



22

佈植的過程: 井區佈植

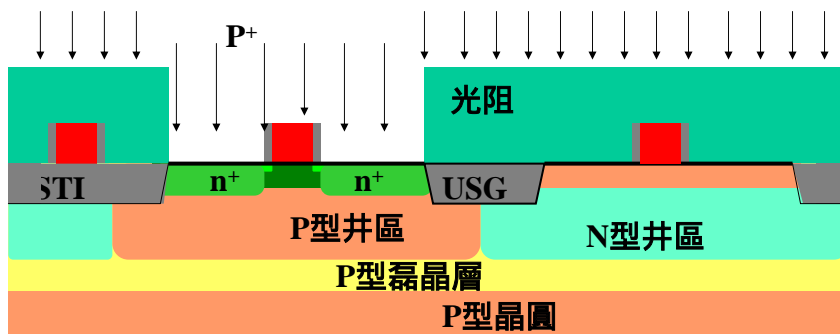
- 高能量 (到 MeV), 低電流 ($10^{13}/\text{cm}^2$)



23

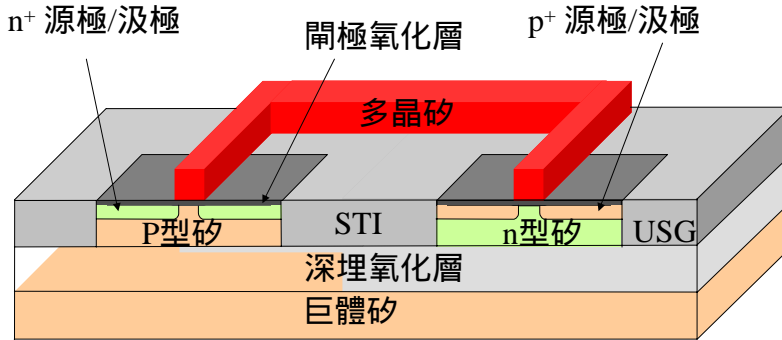
佈植的過程: 源極/汲極 佈植

- 低能量 (20 keV), 高電流 ($>10^{15}/\text{cm}^2$)



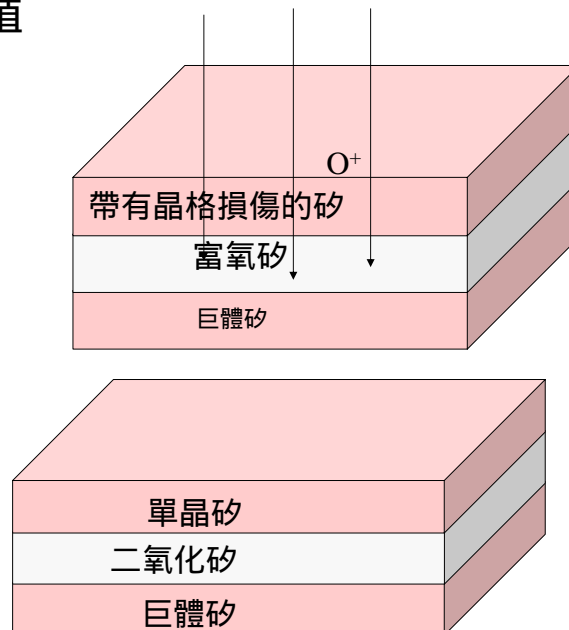
24

在SOI基片上的CMOS原件



25

氧離子佈植



26