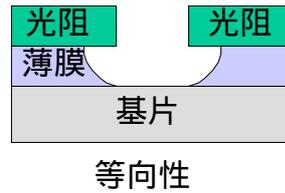
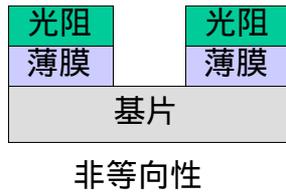


## 第九章 蝕刻

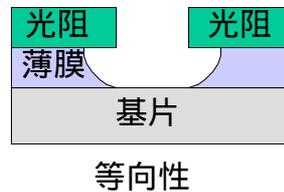
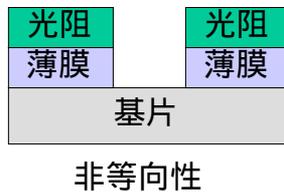
- 表面物質去除化的製程
- 化學蝕刻、物理蝕刻、複合蝕刻
- 選擇性蝕刻或整面全區蝕刻
- 選擇性蝕刻將 IC 光阻上的設計圖形轉移至晶圓表面層

### 蝕刻輪廓



1

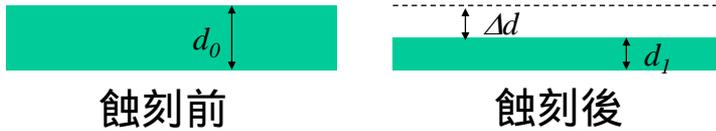
### 蝕刻輪廓



2

# 蝕刻速率

蝕刻速率是測量在蝕刻製程中物質被移除的速率有多快的一種參數。



$$\text{Etching Rate} = \frac{\Delta d}{t} \text{ (\AA/min)}$$

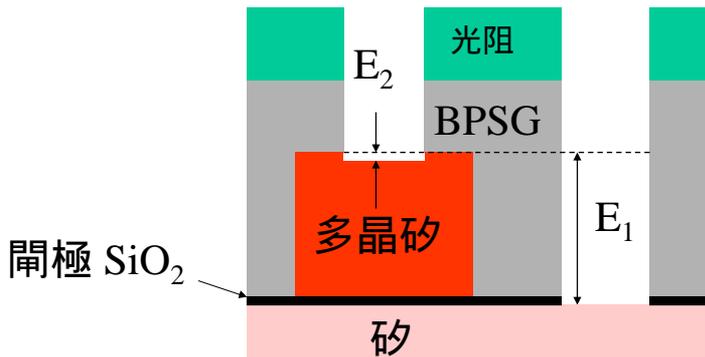
$\Delta d = d_0 - d_1$  (Å) 厚度改變量 ;  $t$  蝕刻時間 (min)

3

PE-TEOS PSG 薄膜的蝕刻速率為 6000 Å/min,  
矽的蝕刻速率為 30 Å/min, PSG 對矽

$\frac{6000}{30} = 200:1$

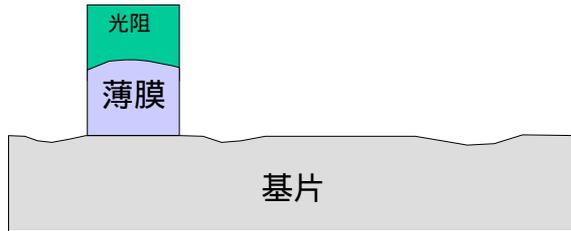
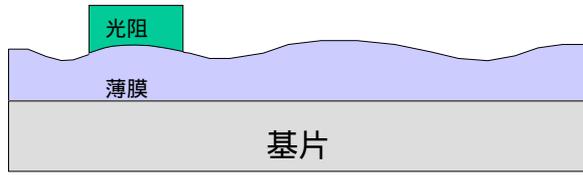
• BPSG 對 多晶矽之選擇性:  $S = \frac{E_1}{E_2}$



4

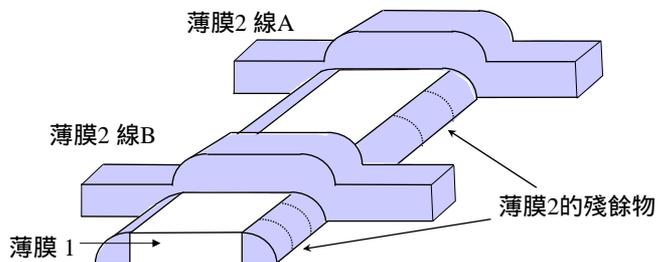
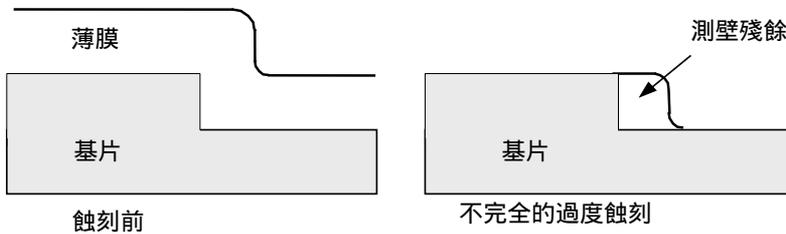
## 過蝕刻

薄膜厚度和蝕刻速率並不完全均勻  
過蝕刻：移除剩餘薄膜  
蝕刻膜與基片的選擇性



5

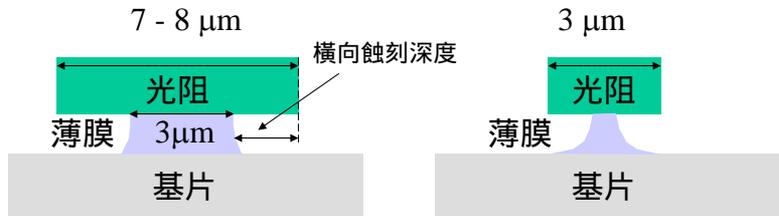
## 不完全的過蝕刻



6

## 濕式蝕刻

- 化學溶液溶解晶圓表面上的物質
- 副產物為氣體、液體或可溶於蝕刻劑的固體
- 三基本步驟：蝕刻、沖洗、旋乾



- 對於小於3 μm尺度之蝕刻並不適用
- 在處理圖案化蝕刻時，電漿蝕刻逐漸取代濕式蝕刻

7

## 濕式蝕刻的應用

- 濕式蝕刻不可在當CD < 3 μm時進行圖像蝕刻
- 高選擇性

### 二氧化矽的濕式蝕刻

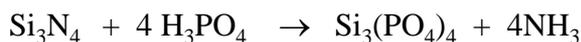
氫氟酸 (HF) 溶液

通常稀釋在緩衝液或去離子水以減緩蝕刻速率



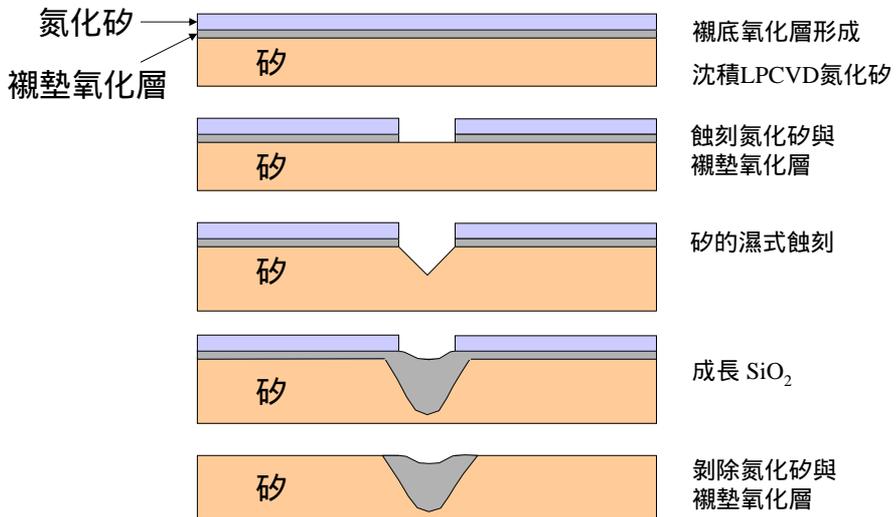
### 氮化矽的濕式蝕刻

- 熱 (150 到 200 °C) 磷酸溶液
- 對二氧化矽有高選擇性
- 使用在氮化物剝除



8

# 隔絕氧化物之形成



9

## 鋁的濕式蝕刻

- 加熱的 (42到45°C) 溶液
- 範例: 80% 磷酸、5% 醋酸、5% 硝酸及 10% 水
- 硝酸氧化鋁金屬而磷酸同時移除氧化鋁
- 醋酸減緩硝酸的氧化力

## 鈦的濕式蝕刻

- 過氧化氫 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 及硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1:1 混合
- $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化鈦金屬以形成  $\text{TiO}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{TiO}_2$  反應並同時地將它移除
- $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化矽與矽化物以形成  $\text{SiO}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  不會和  $\text{SiO}_2$  反應

10

## 濕式蝕刻的優點

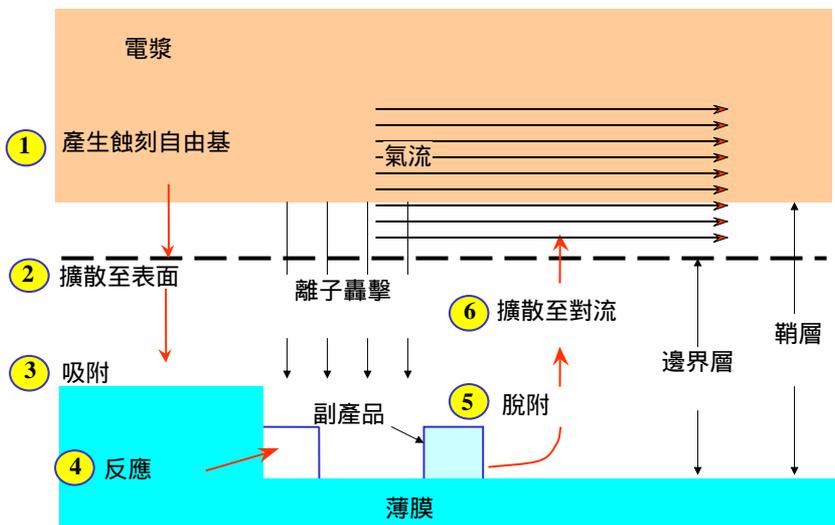
- 高選擇性
- 儀器成本低
- 批式，產量高

## 濕式蝕刻的缺點

- 等向性的蝕刻輪廓
- 不能處理小於 $3\mu\text{m}$ 的圖案
- 高度化學物之使用

11

## 電漿蝕刻流程



12

## 濕式與乾式蝕刻比較

	濕式蝕刻	乾式蝕刻
橫向蝕刻深度	在 3 $\mu\text{m}$ 以下製程不可接受	極小
蝕刻輪廓	等向性	可控制從非等向性到等向性
蝕刻速率	高	尚可，且可控制
選擇性	高	尚可，且可控制
設備用費	低	高
產量	高 (批量)	尚可，且可控制
化學藥品使用量	高	低

13

## 離子轟擊

- 所有接近電漿的皆會受到離子轟擊
- 對濺鍍非常重要，RIE及PECVD
- 主要由 RF功率決定
- 幫助達到非等向性蝕刻輪廓

14

## 化學蝕刻

- 自由基蝕刻純化學反應
- 高選擇性; 等向性蝕刻

## 物理蝕刻

- 用鈍性離子如 $\text{Ar}^+$ 進行轟擊
- 從表面物理性地移除物質
- 非等向性輪廓; 低選擇性
- 範例: Ar濺鍍蝕刻

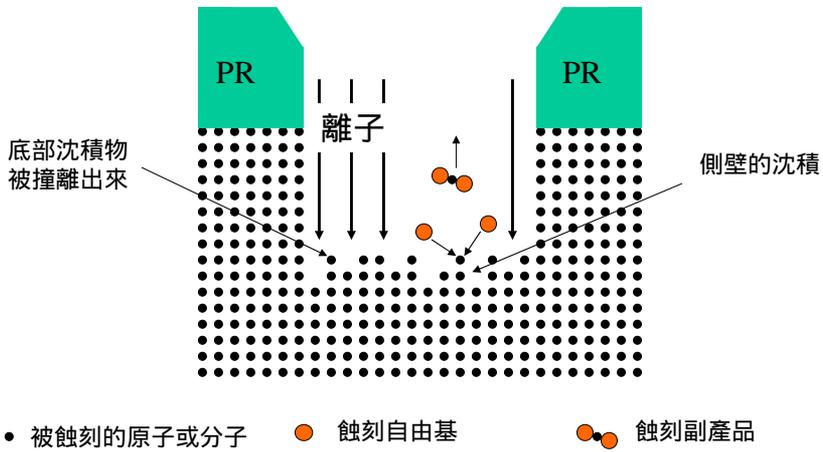
15

## 反應離子蝕刻 (Reactive Ion Etching)

- 結合化學與物理蝕刻
- 電漿製程, 離子轟擊加自由基
- 誤導的名字, 應該稱做離子輔助蝕刻 (IAE)
- 高的及可控制的蝕刻速率
- 非等向性及可控制的蝕刻輪廓
- 良好的及可控制的選擇性
- 在8吋廠中, 所有圖像蝕刻皆為 RIE製程

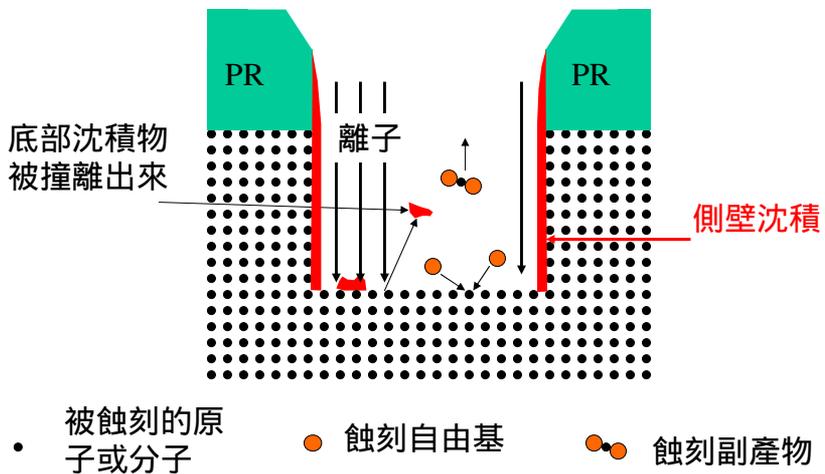
16

# 損傷機制



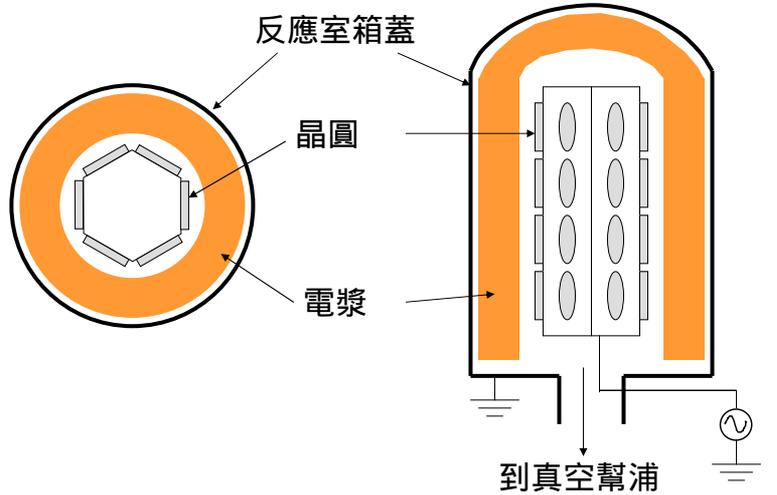
17

# 阻絕機制



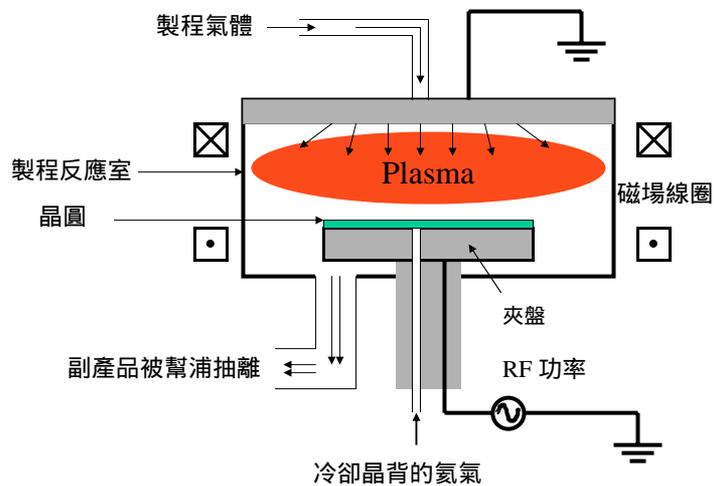
18

# 批量式RIE系統示意圖

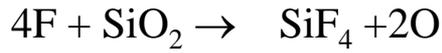


19

# 單片式RIE系統示意圖



20



- $CF_4$  為常用之氟來源
- $NF_3$  和  $SF_6$  也被使用

### epi矽蝕刻

- HBr 為主要蝕刻劑;  $SiBr_4$

### Poly 矽蝕刻

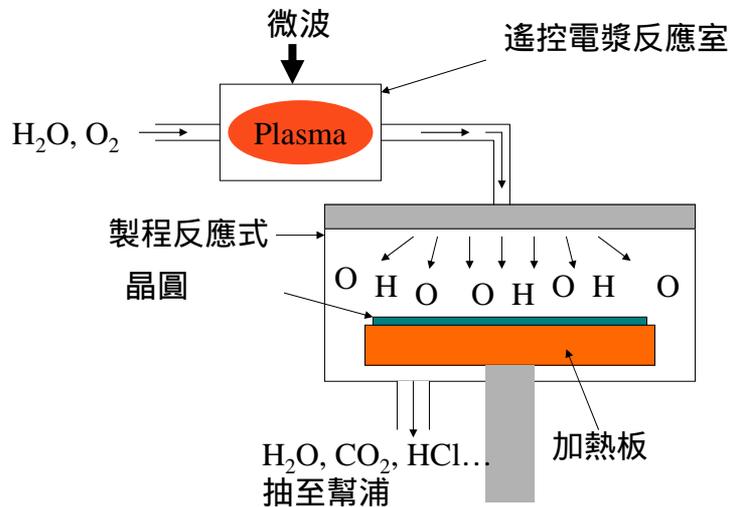


### 金屬層: TiN/Al•Cu/Ti

$Cl_2$  為主要蝕刻劑

21

## 光阻剝除製程



22