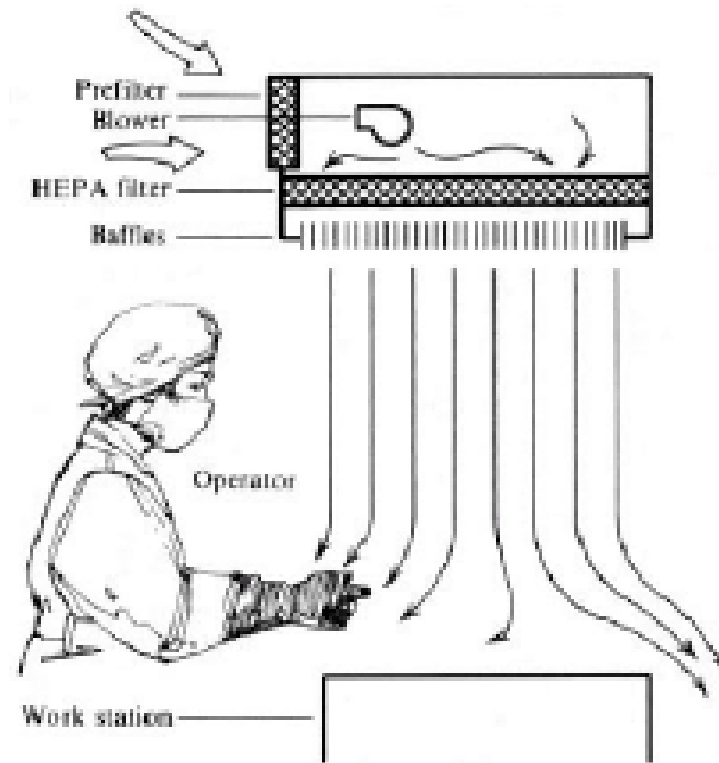


潔淨室 (Clean Room)

- Particles
- Humidity
- Vibration
- Pressure
- Electromagnetic wave
- Static
- De-Ionized water



潔淨室等級

■ 塵粒控制

- ▶ HEPA過濾
- ▶ 洗手→戴口罩→戴無塵帽→穿無塵衣→穿無塵鞋→戴塑膠手套→用空氣清洗

日本：每立方英尺室內之空氣所含有大於或等於 $0.1\ \mu\text{m}$ 之微塵粒子顆數		美國：每立方英尺室內之空氣所含有大於或等於 $0.5\ \mu\text{m}$ 之微塵粒子顆數	
級別 1	不超過 10^1 顆	Class 1	不超過1顆
級別 2	不超過 10^2 顆	Class 10	不超過10顆
級別 3	不超過 10^3 顆	Class 100	不超過100顆
級別 4	不超過 10^4 顆	Class 1000	不超過1000顆

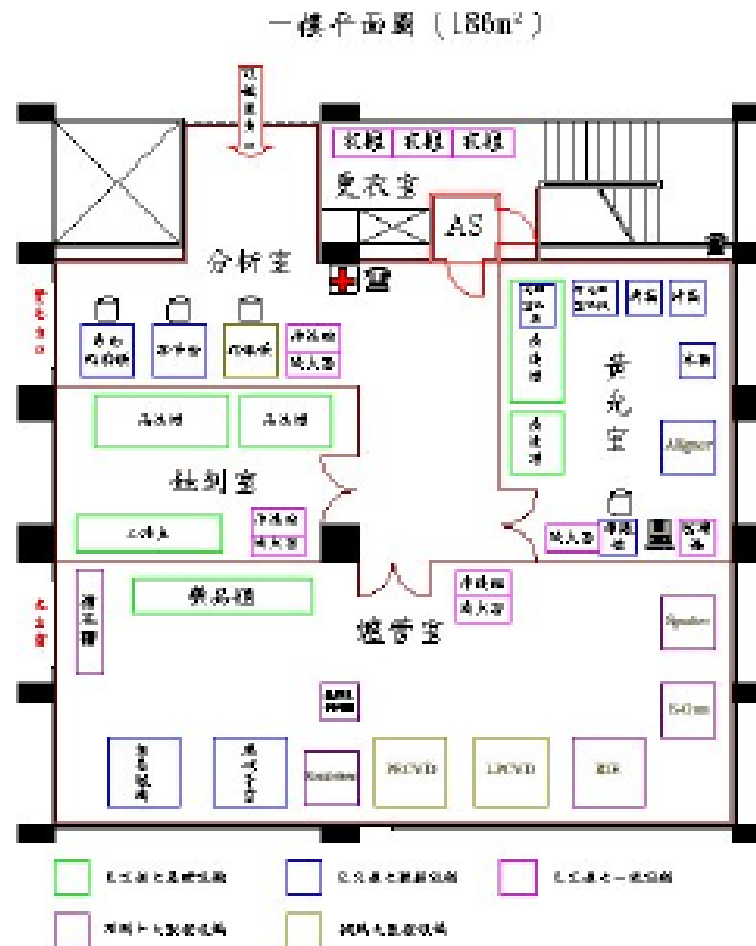
潔淨室控制參數

- 溫度： $22^{\circ} \pm 2^{\circ}$ ，濕度 $50 \pm 5\%$
- 振動：增加廠房質量以吸收能量
- 水的控制：去除雜質以避免短路、缺陷，控制水中離子濃度(DI water)以避免與化學藥品或晶圓直接發生反應。
- 氣體控制：製程使用氣體 (N_2 , Ar, O_2 , H_2 , SiH_4) 若含有不純物可能造成元件漏電或破壞氧化薄膜。
- 電磁波：可能造成設備功能失常，可採用電磁遮蔽的金屬包覆空間以隔絕電磁波
- 靜電：靜電會吸附顆粒，造成晶圓線路短路，而靜電放電會引爆可燃氣體

典型配置圖

無塵室的典型配置

- 北區微機電中心平面圖
- 黃光區class 1000
 - ▶ 光阻塗佈、光罩對準
曝光、顯影
- 其他區域class 10000
 - ▶ 化學蝕刻室
 - ▶ 鍍膜蝕刻區
 - ▶ 分析區

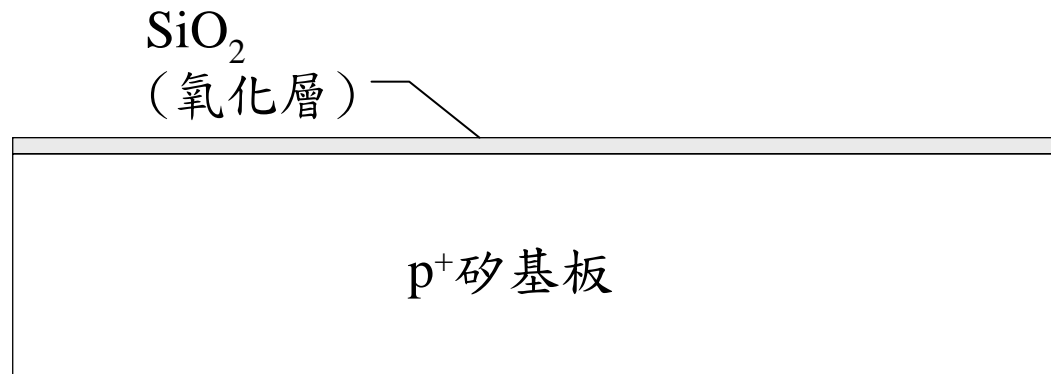


氧化層薄膜

- 氧化物薄膜性質
- 氧化層薄膜之應用
 - 元件保護與隔離
 - 表面保護
 - 閘極氧化物介電質
 - 摻質阻障層
 - 金屬層間之介電質

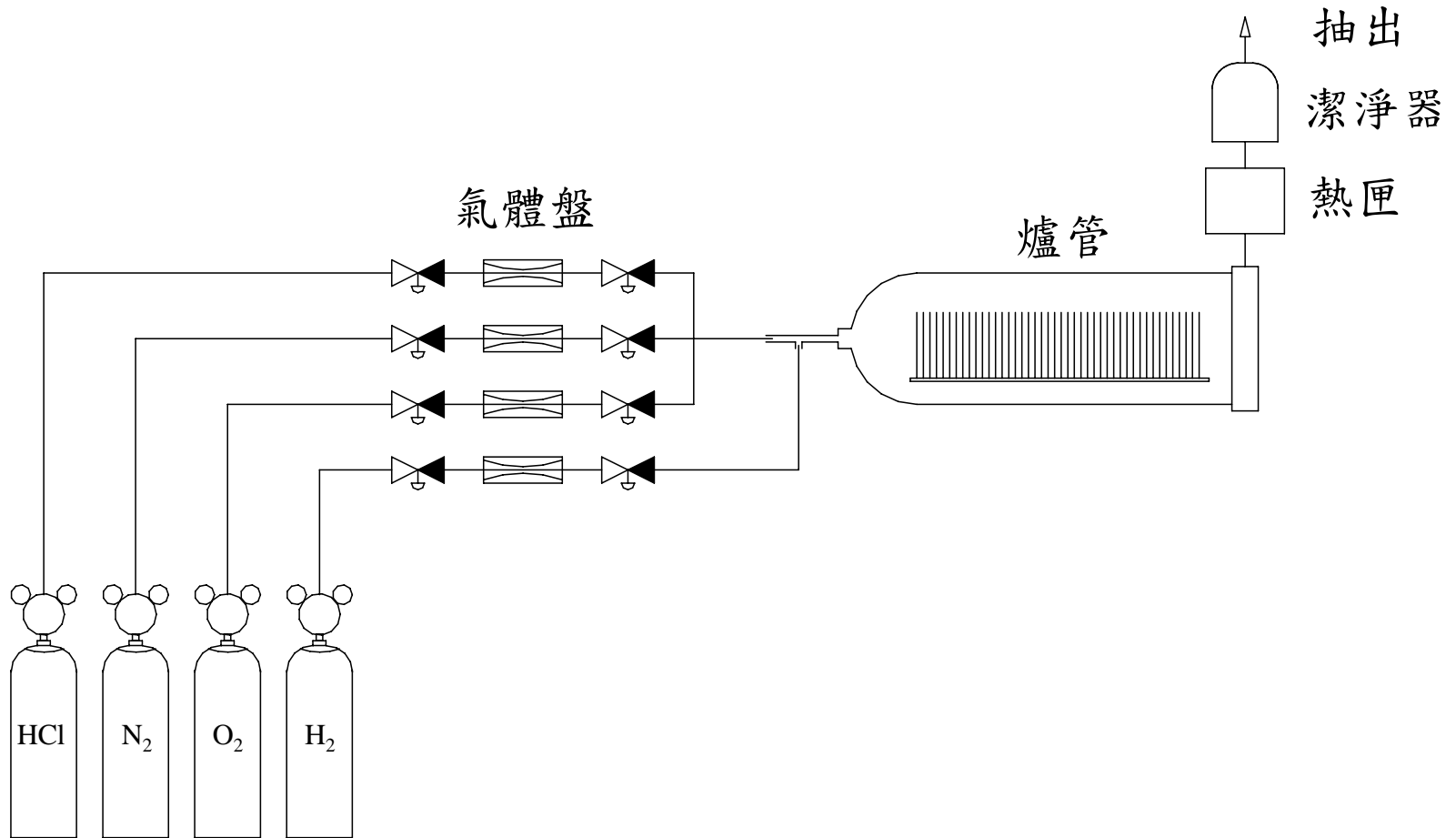
氧化層

目的：此氧化層含有雜質，一般是不佳的。有時用於記憶儲存或薄膜保護。

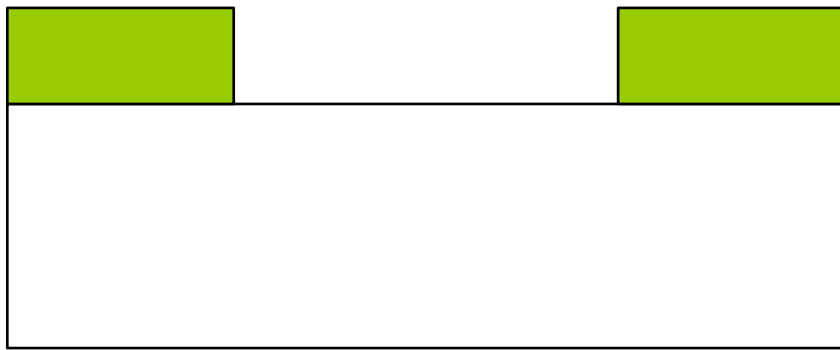


註解：室溫下每小時成長速率約15Å，最大厚度約為40Å。

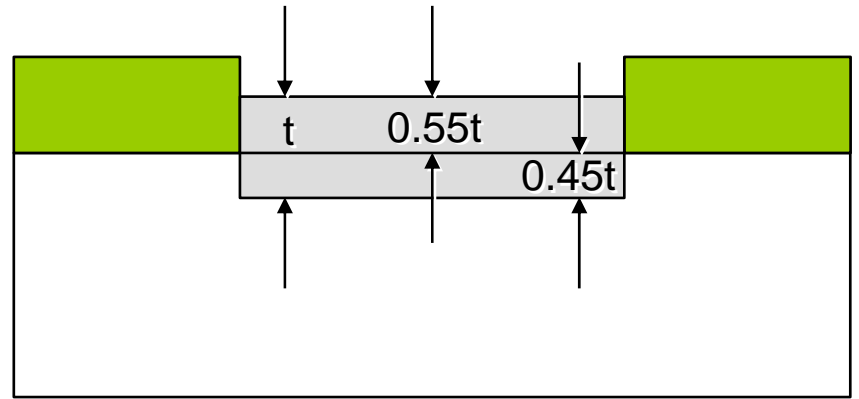
濕式氧化



氧化中砂的消耗



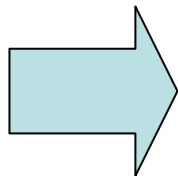
氧化前



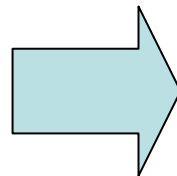
氧化後

熱氧化製程流程圖

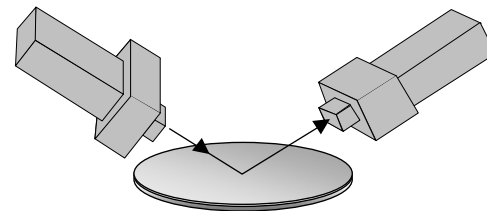
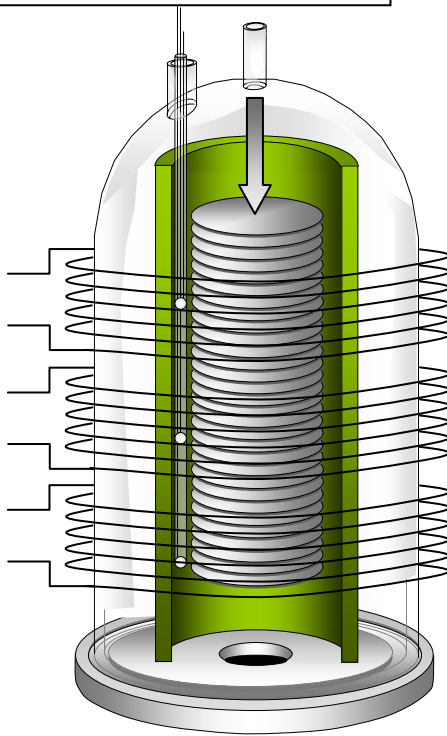
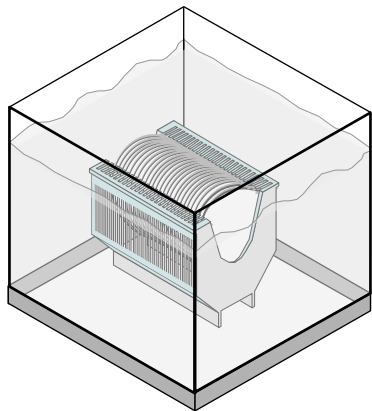
- 濕式清洗
- 化學物質
 - %溶液
 - 溫度
 - 時間



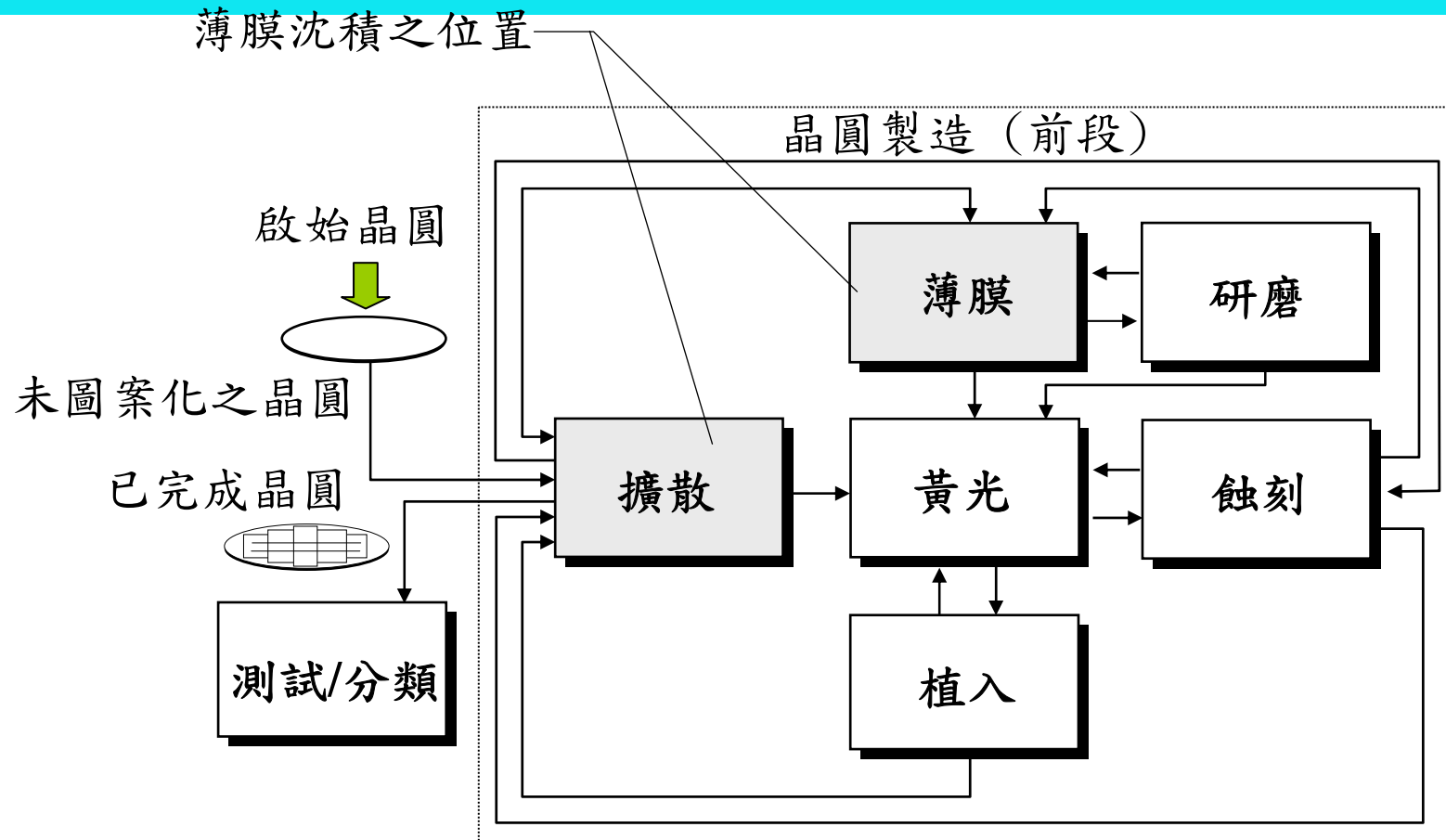
- 氧化爐
- 流量速率
 - 排出
 - 溫度
 - 溫度分布
 - 時間



- 檢視
- 薄膜厚度
 - 均勻性
 - 微粒
 - 缺陷



Deposition製造流程圖



(Used with permission of Advanced Micro Devices)

薄膜沈積

薄膜特性

- ❖ 好的階梯覆蓋能力
- ❖ 具有充填高深寬比間隙之能力
- ❖ 好的厚度均勻性
- ❖ 高的純度及密度
- ❖ 理想配比可控制
- ❖ 具有低應力的高薄膜品質
- ❖ 電性佳
- ❖ 基板材料和薄膜附著性優越

固態薄膜

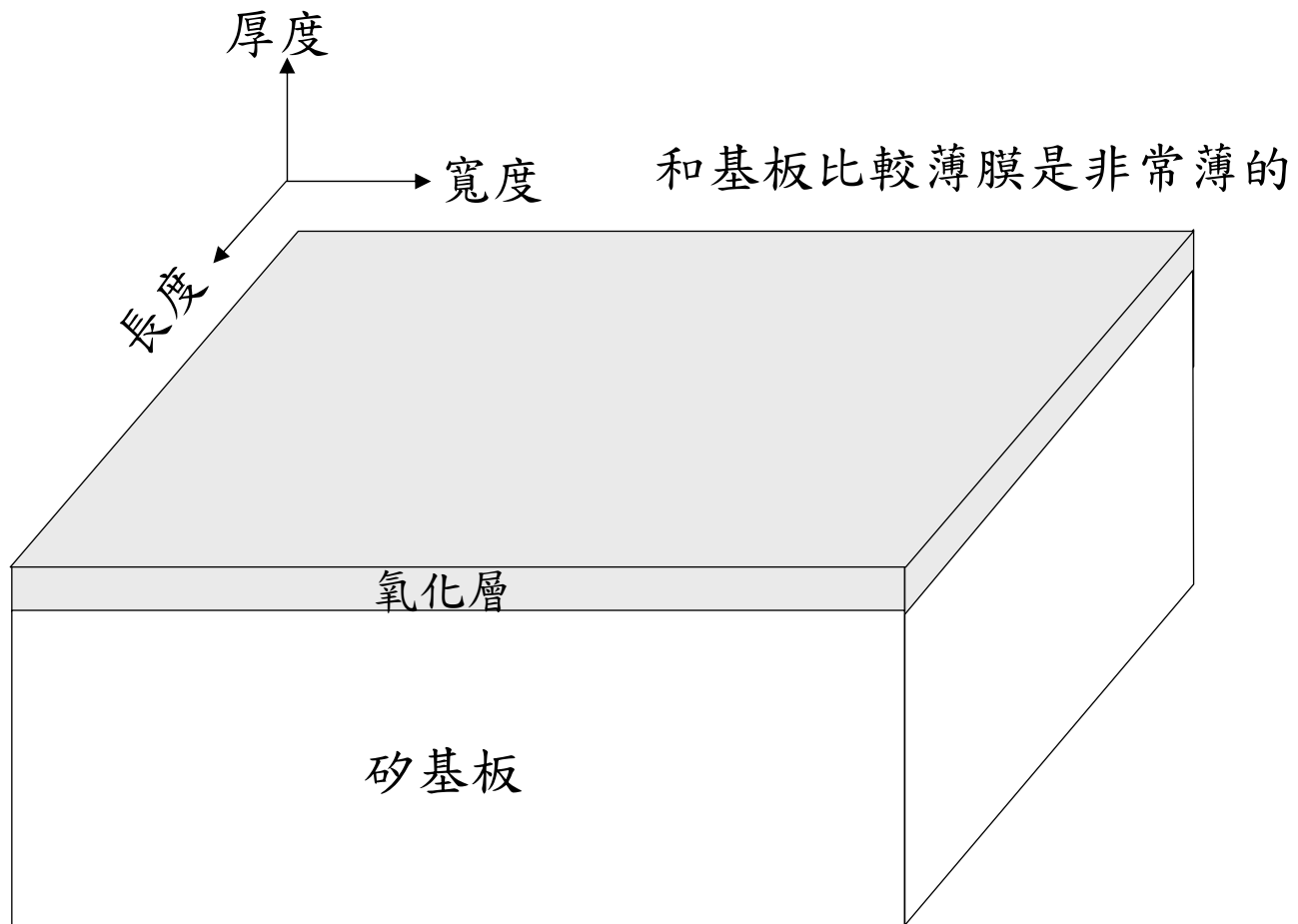
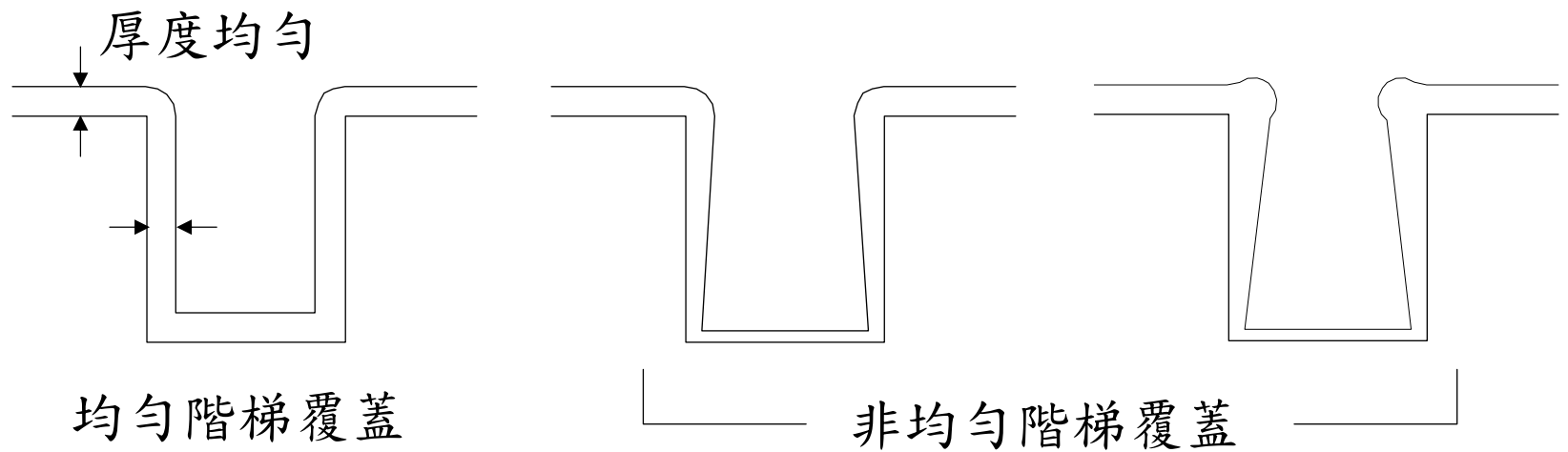


圖 11.4
微機電概論

薄膜於步階上覆蓋



薄膜沈積之深寬比

$$\text{深寬比} = \frac{\text{深度}}{\text{寬度}}$$

$$\text{深寬比} = \frac{500 \text{ \AA}}{250 \text{ \AA}} = \frac{2}{1}$$

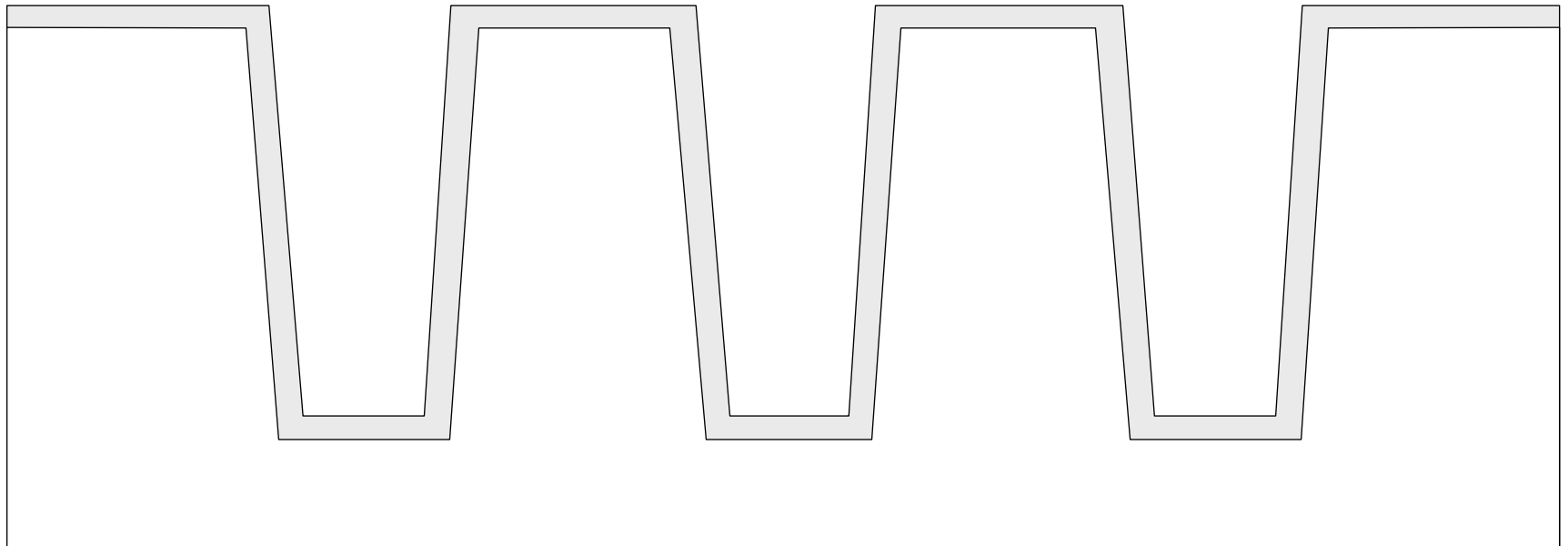


圖 11.6
微機電概論

薄膜成長階段

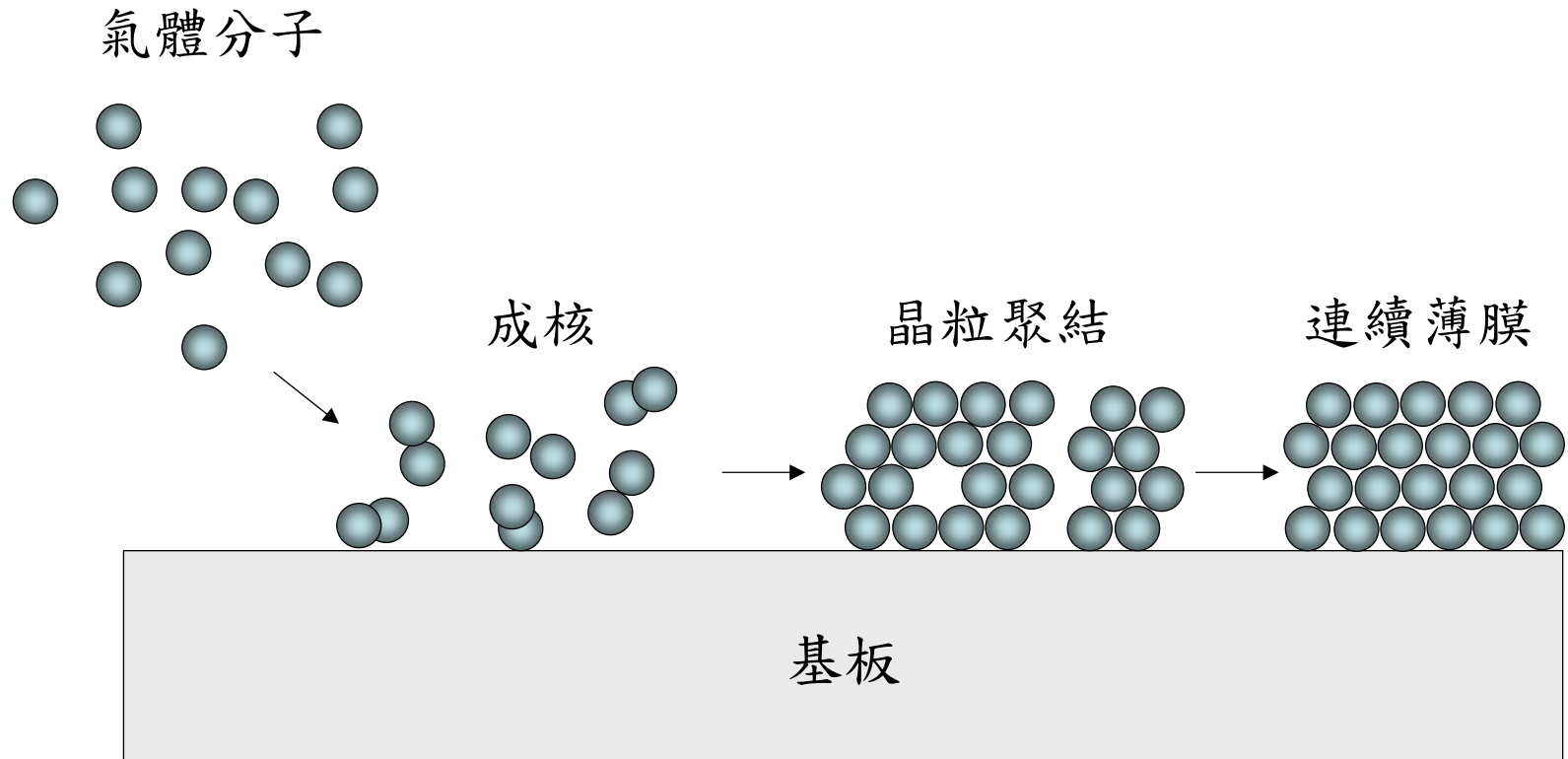


圖 11.7
微機電概論

薄膜沈積技術

化學性製程		物理性製程		
化學氣相沈積 (CVD)	電鍍	物理氣相沈積 (PVD 或濺鍍)	蒸鍍	旋塗方式
常壓 CVD (APCVD) 或次常壓 CVD(SACVD)	電化學沈積(ECD) 一般稱之為電鍍	直流二極體	燈絲及電子 束	旋塗式玻 璃 (SOG)
低壓 CVD (LPCVD)	無電極電鍍	射頻(RF)	分子束磊晶 (MBE)	旋塗式介 電質 (SOD)
電漿有關的 CVD： •電漿 CVD(PECVD) •高密度電漿 CVD (HDPVCD)		直流磁控		
氣相沈積(VPE)及有 機金屬 CVD(MOCVD)		離子化金屬 電漿(IMP)		

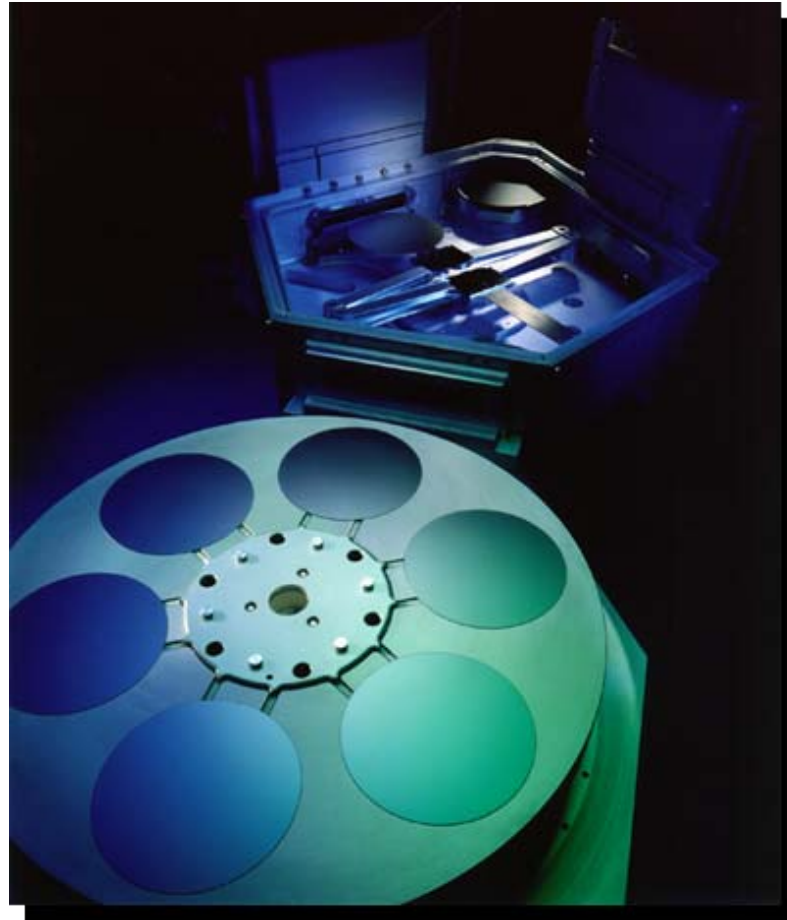
表 11.1
微機電概論

化學氣相沈積

CVD的重要觀念

1. 包含化學作用，經由化學作用或熱分解（稱之為裂解 (pyrolysis)）。
2. 薄膜的材料源由外加氣體所供給。
3. CVD製程的反應物必須為氣相的形式（如氣體）。

化學氣相沈積機台



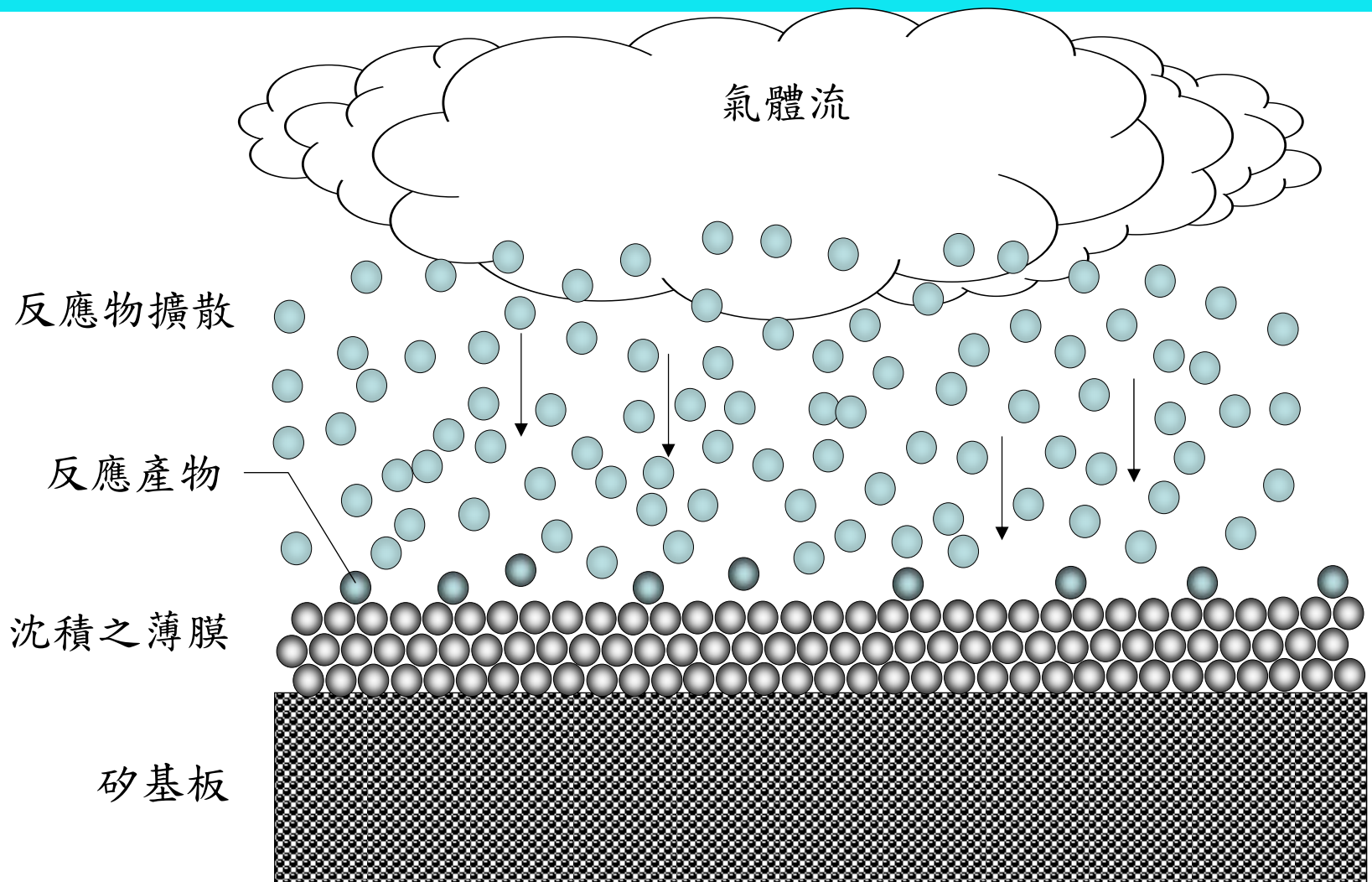
(Photo courtesy of Novellus Systems, Inc.)

CVD化學製程

CVD的5個基本化學反應

- ❑ 熱裂解：化合物分解（破壞鍵結或分解），以熱的方式通常無氧氣。
- ❑ 光分解：化合物分解，以輻射能的方式破壞鍵結。
- ❑ 還原：由分子與氫作用產生化學反應。
- ❑ 氧化：原子或分子與氧進行化學反應。
- ❑ 氧化還原：結合反應3及4，產生兩種新的化合物。

CVD之氣體流



CVD反應器形式及其主要特性

製程	優點	缺點	應用
APCVD (常壓 CVD)	反應器簡單、沈積快速且低溫。	階梯覆蓋不佳、微粒污染及底產能。	低溫氧化層 (摻雜及未摻雜)。
LPCVD (低壓 CVD)	優異的純度及均勻性、階梯覆蓋佳及大的晶圓產能。	高溫、低沈積速率、須更強的維護及需真空系統。	高溫氧化矽 (摻雜及未摻雜)、氮化矽、多晶矽以及 WSi_2 。
電漿 CVD • 電漿增加 CVD (PECVD) • 高密度電漿 CVD (HDPCVD)	低溫、沈積快速、階梯覆蓋佳及好的填溝。	需 RF 系統、成本高、應力很高為張力及含化學物 (如 H_2) 及微粒污染。	高深寬比填溝，金屬上方之低溫氧化物、ILD-1、ILD、雙鑲嵌之銅晶種層及保護層 (氮化物)。

在CVD中使用電漿的優點

1. 低的製程溫度(250至450°C)。
2. 對於高深寬比間隙有很好的填溝(使用高密度電漿)。
3. 對晶圓有好的薄膜附著。
4. 高的沈積速率。
5. 由於針孔及孔洞小，有高的薄膜密度。
6. 由於製程溫度低，應用範圍廣。

旋塗式介電質

✚ 旋塗式玻璃 (SOG)

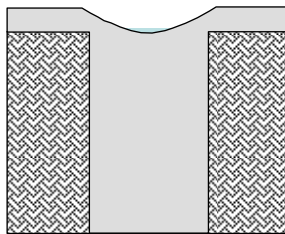
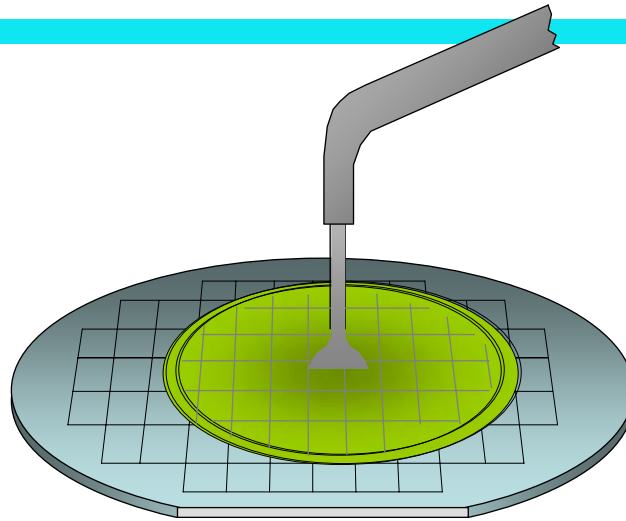
✚ 旋塗式介電質 (SOD)

✚ 磊晶

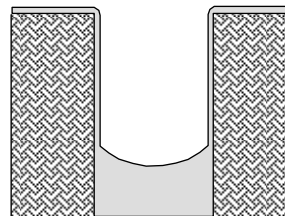
— 磊晶成長方法

- 氣相磊晶(VPE)
- 有機金屬CVD(MOCVD)
- 分子束磊晶(MBE)

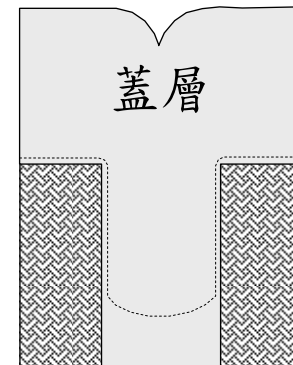
以旋塗式玻璃 (SOG) 填溝



1) 初始SOG填溝



2) 處理後之SOG



3) CVD氧化層蓋層

HSQ低k介電質製程參數

主要操作	製程步驟	參數
旋轉塗佈	轉速	50 rpm
	最大轉速	800–1500 rpm
	背側清洗	800 rpm, 5 sec
	上側邊緣珠滴去除	1000 rpm, 10 sec
	旋乾	1000 rpm, 5 sec
處理	初始軟烤處理	200°C, 60sec, N ₂ 清洗
	內部處理	475°C, 60 sec, N ₂ 氣體下

磊晶

■ 磊晶成長模式

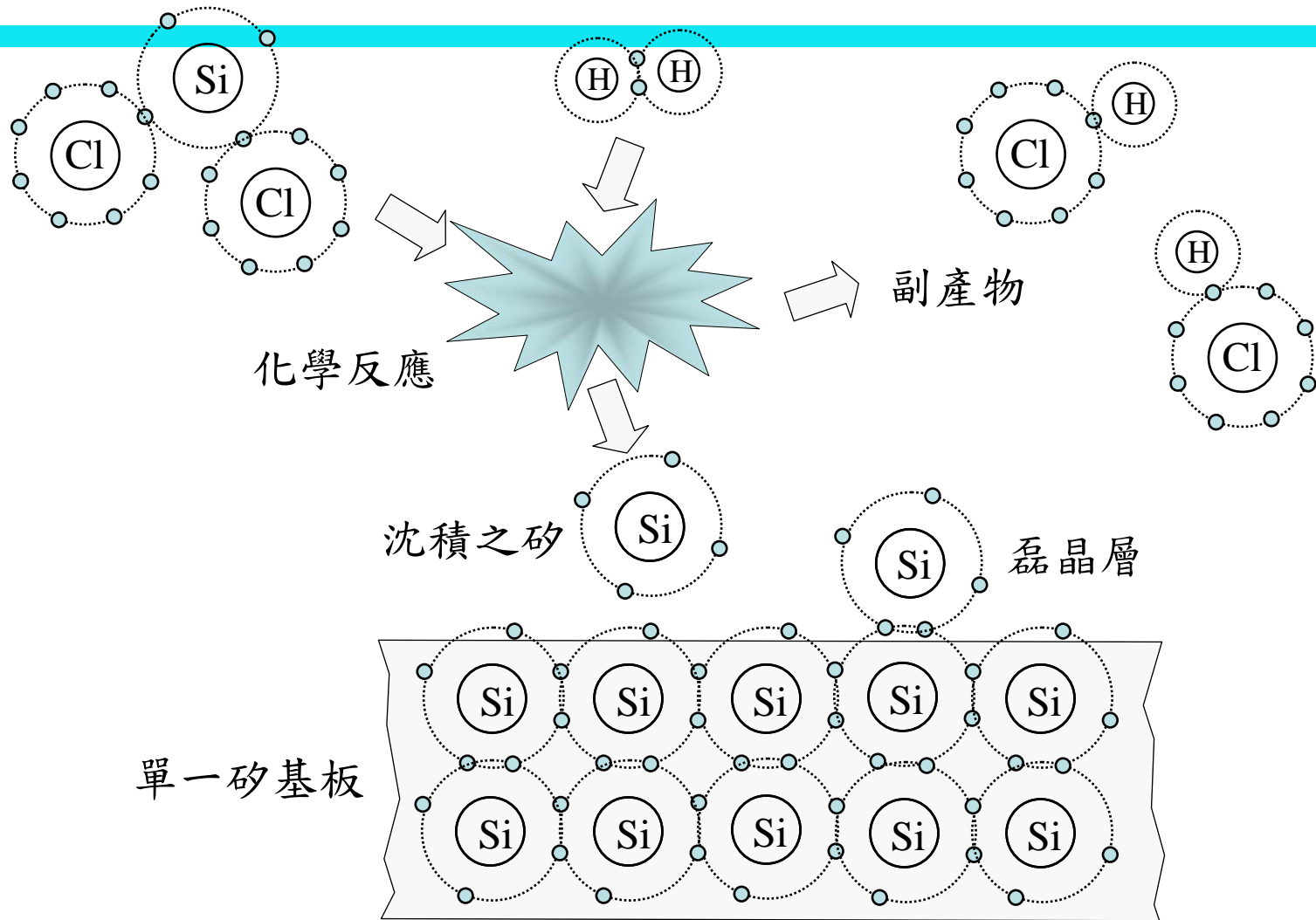
■ 磊晶成長方法

— 氣相磊晶(VPE)

— 有機金屬CVD(MOCVD)

— 分子束磊晶(MBE)

矽晶圓上之矽磊晶成長



氣相磊晶圖

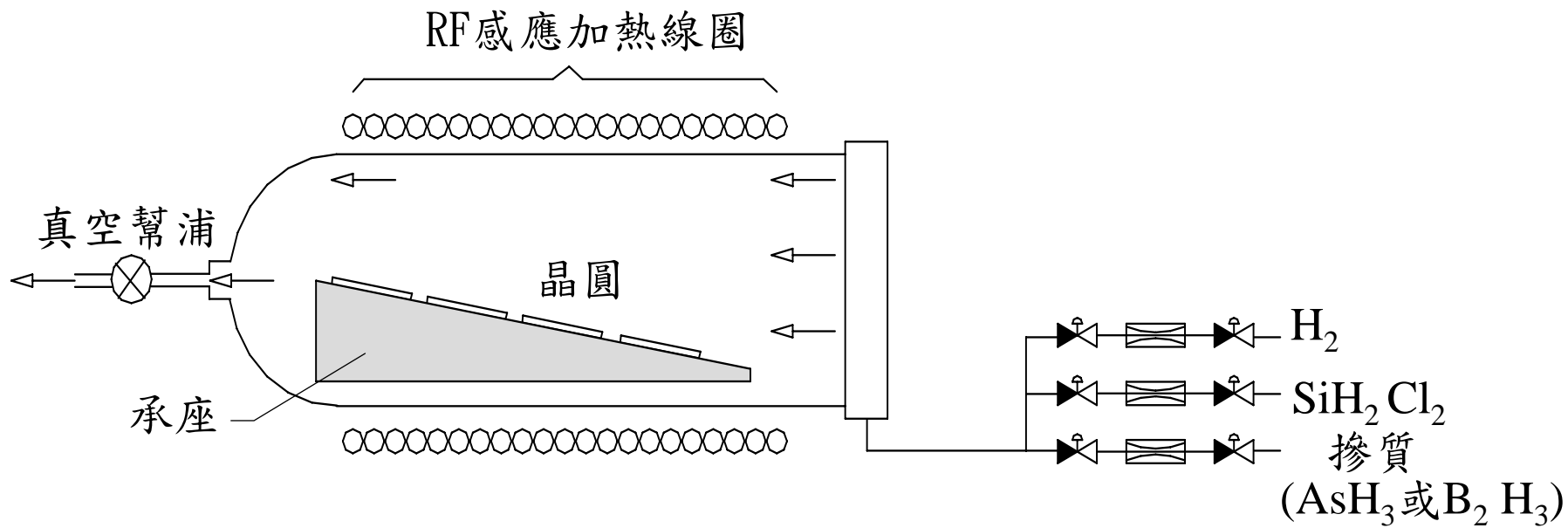


圖 11.29
微機電概論