

電子科技與生活

Hsun-Hsiang Chen

陳勛祥

Department of Electronic Engineering
National Changhua University of Education
Email: chenhh@cc.ncue.edu.tw

電子科技的生活應用

- 民生生活
- 休閒娛樂
- 教育文化
- 醫療保健
- 工作職場



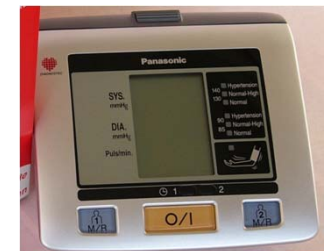
民生生活



休閒娛樂



醫療保健

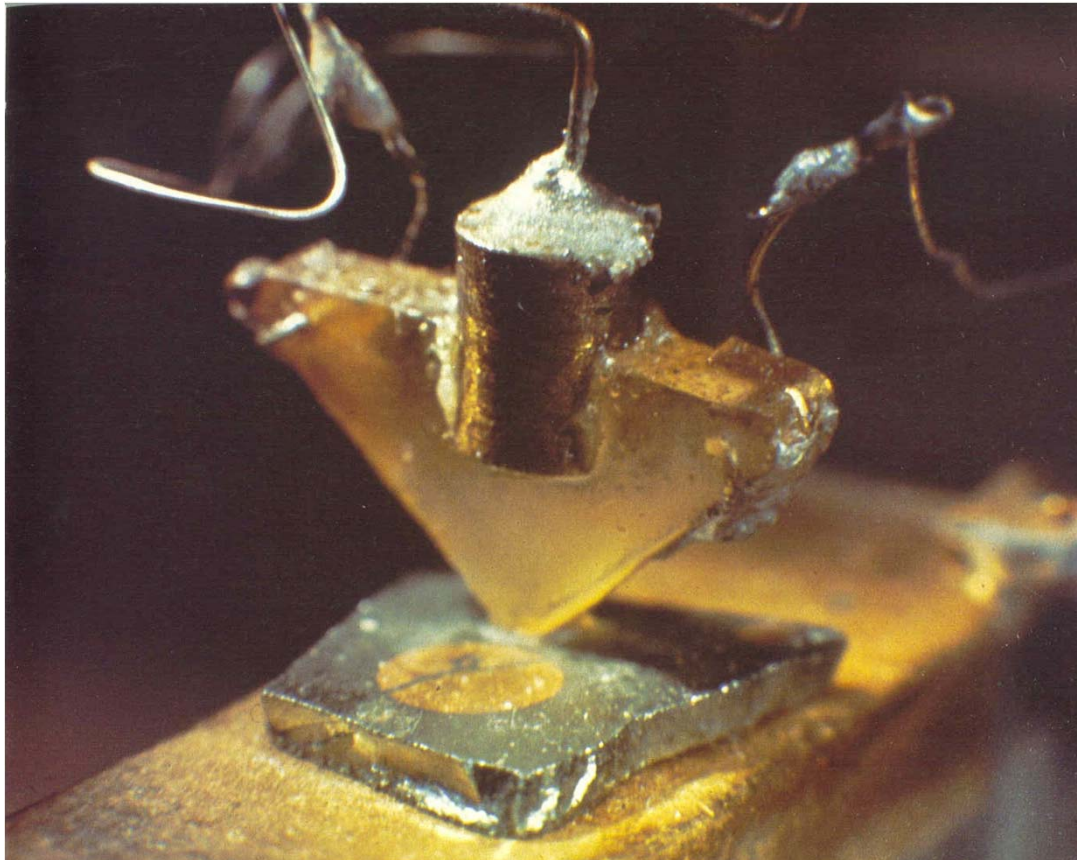


Birth of Modern Electronics 1947

AT&T Bell Laboratories -- Invention of Point Contact Transistor

William Shockley, Walter Brittain, and John Bardeen

Winners of the 1956 Nobel Prize in Physics



電子科技走向

- 專業晶圓代工的前景

- 聯電的優點：曹興誠認為專業 I C 設計公司與代工業具有真正的共生關係，故採取與 I C 設計公司合資，設置晶圓代工廠的策略。聯電半導體製造廠的設計部門，主要係針對該公司的自有產品，一般並不接受客戶委託設計。同時聯電亦有測試部門存在，但聯電採取的是市場區隔的策略，並避免與台積電在晶圓代工業市場產生競爭。
- 台積電，專注 I C 專業的代工，定位明確，能嚴守代工本業，不與顧客爭利，不會侵犯智產權。同時能掌握先進技術，擴大生產經濟規模，如此爭取客戶信任，培養長期合作關係。其發展策略在加強晶圓代工的製程能力，而轉投資仍以支援 I C 上下游產業為主。

電子科技走向

- 台積電55奈米製程

台積電先進製程技術藍圖

| 製程類別 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 |
|-------|-----------|------------------------|-----------|
| 低功耗製程 | — | 第一季 65 奈米 第四季 45 奈米 | 持續 45 奈米 |
| 泛用型製程 | 第三季 80 奈米 | 第二季 55 奈米 | 第二季 45 奈米 |
| 高速製程 | 第四季 65 奈米 | 持續 65 奈米 | 第四季 45 奈米 |

資料來源：台積電、電子時報整理 2007/3
製表：宋丁儀、柯博偉

晶圓代工廠 65 奈米製程潛力客戶

| 公司 | 先進製程目前進展 | 下半年 65 奈米製程潛力客戶 |
|-----|--------------------------------|-------------------------------------|
| 台積電 | 90 奈米製程佔 23%、3Q 起 65 奈米製程佔 5% | 德儀、博通、高通、Altera、Atheros、飛思卡爾、NVIDIA |
| 聯電 | 90 奈米製程佔 21%、積極跨入 65 奈米製程 | 德儀、高通、Xilinx、Marvell |
| 特許 | 90 奈米製程佔 34%、3Q 起 65 奈米製程佔 10% | 德儀、高通、博通、微軟、超微 |

資料來源：各公司、電子時報整理、2007/3
製表：宋丁儀、柯博偉

《半導體》台積電率先試產出32奈米SRAM且通過功能驗證

電子科技走向

- 台灣DRAM產業的製造優勢
 - 台灣DRAM產業經過多年努力後，目前茂德、力晶、南科佔全球產能比重各約5~6%，加上華邦約2~3%，整體比重約佔全球市佔20%，僅次於三星（Samsung）的27%。而美光（Micron）與英飛凌（Infineon）的市佔率分別為約18.5%與17.1%，合計台廠的市佔率已擠身前進至全球前3名。
 - 全球DRAM產業進入冰河時期，台灣DRAM產業占全球3成以上市占率，是台灣PC產業競爭力的重要關鍵，四大DRAM廠員工高達2萬多名，力保DRAM產業已成為政府與業者重要任務。

電子科技走向

- **Sony** 開發世界第一片軟式 **16.7M** 色 **OLED** 螢幕
 - 2.5吋大小
 - 解析度 160x120px
 - 面板的厚度- 0.3mm
 - 對比度 > 1000:1

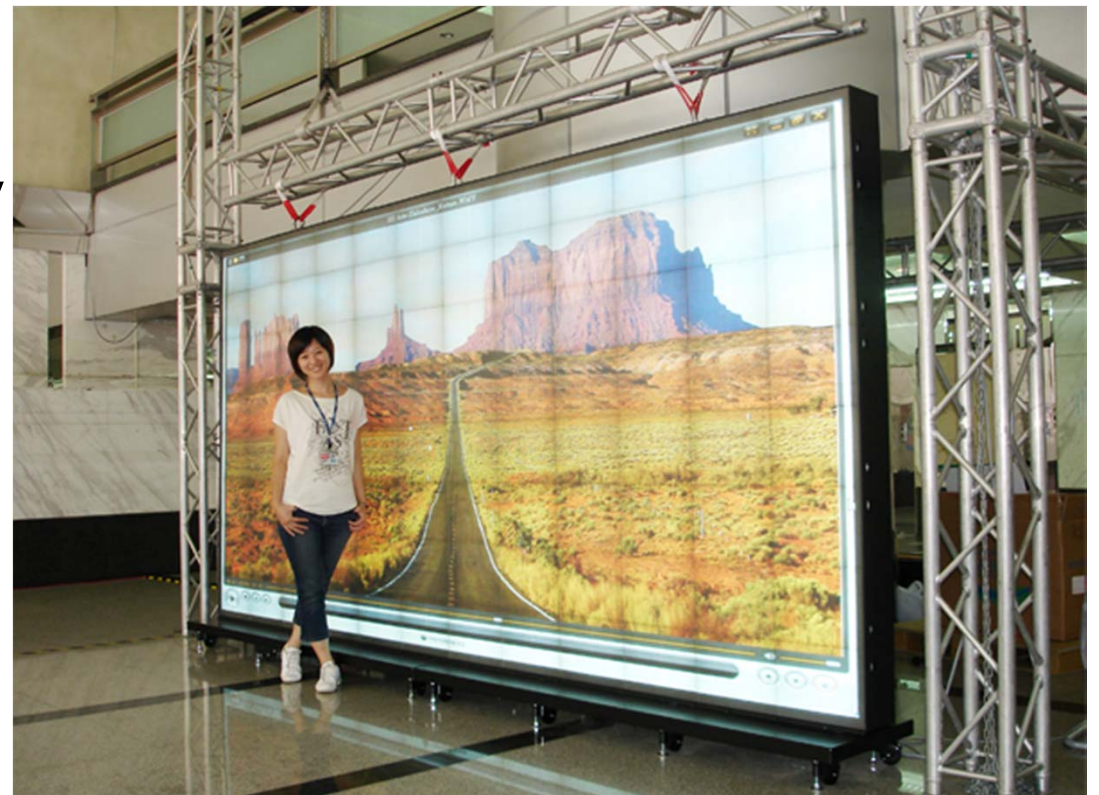


電子科技走向

- 夏普全球最薄液晶螢幕 0.68公厘
 - 二·二吋大小
 - 解析度為240×320
 - 面板的厚度- 0.68 mm
 - 對比度>二〇〇〇：一
 - 一百七十六度的上下左右斜面等視野角度
 - 八毫秒的高速反應速度
 - 應用在手機、數位相機

電子科技走向

- 大尺寸LCD TV
 - 2007
 - CHIMEI 52 LCD TV
 - 夏普 108吋 LCD TV
 - 2009
 - 晶達光電182吋LCD TV



3D Display Products



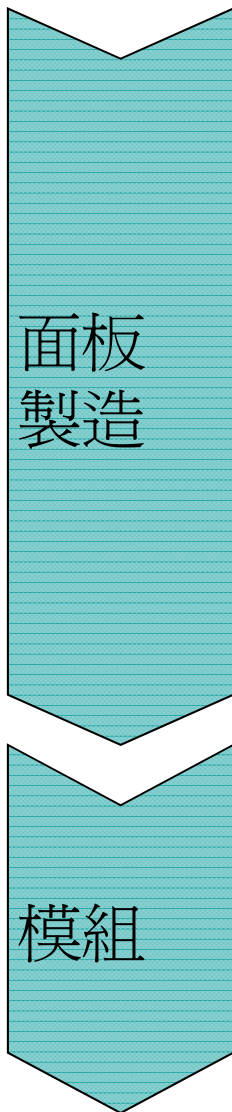
screen image simulated



- 3D display without the need for special glasses
- Switches between 2D and 3D display mode

台灣LCD產業上下游臻至完備

友達
奇美
華映
瀚宇
元太
廣輝
統寶



玻璃基板

鉅晶 碧悠 國際台灣發 般科技中
晶 康寧 台灣板保 正太(切割)

ITO玻璃

鍊德 劍度 默克 光電 正太
冠華 洪氏 英科技(觸控面板用)

面板製造

彩色濾光片

和鑫 劍度 展茂
奇美 台灣國際凸版彩光

偏光板

力特 協臻 亞化 光電
日東 電工 汎納 克

碧悠;勝華
光聯;昌益
南亞;凌巨
訊倉;美相
華象;華生..

驅動IC

聯詠5499 華邦 2344 凌陽 中光電 5371和立2479 瑞儀 科橋 輔祥
2401 立生 敦茂 漢磊 天下大億 寰宇 興隆發 大安 福華 奈普 ...
大王 奇景....

背光模組

達威 全台

資料來源：工研院經資中心ITIS計畫(2001/11)

電子科技走向

| 2008年第四季主流TFT LCD面板價格、總成本、現金成本 | | | | | 單位：美元 |
|--------------------------------|----------------|------|-------|-------|-------|
| 應用 | LCD面板 | 面板報價 | 總成本 | 現金成本 | 備註 |
| 筆記型電腦 | 14.1吋 1280x800 | \$64 | \$66 | \$56 | 第五代製造 |
| | 15.4吋 1280x800 | \$65 | \$77 | \$63 | 第五代製造 |
| 液晶監視器 | 17吋 1280x1200 | \$68 | \$90 | \$73 | 第五代製造 |
| | | | \$85 | \$74 | 第七代製造 |
| | 19吋 1440x900 | \$74 | \$94 | \$77 | 第五代製造 |
| | | | \$94 | \$80 | 第七代製造 |
| | 22吋 1680x1050 | \$99 | \$125 | \$106 | 第七代製造 |

電子科技走向

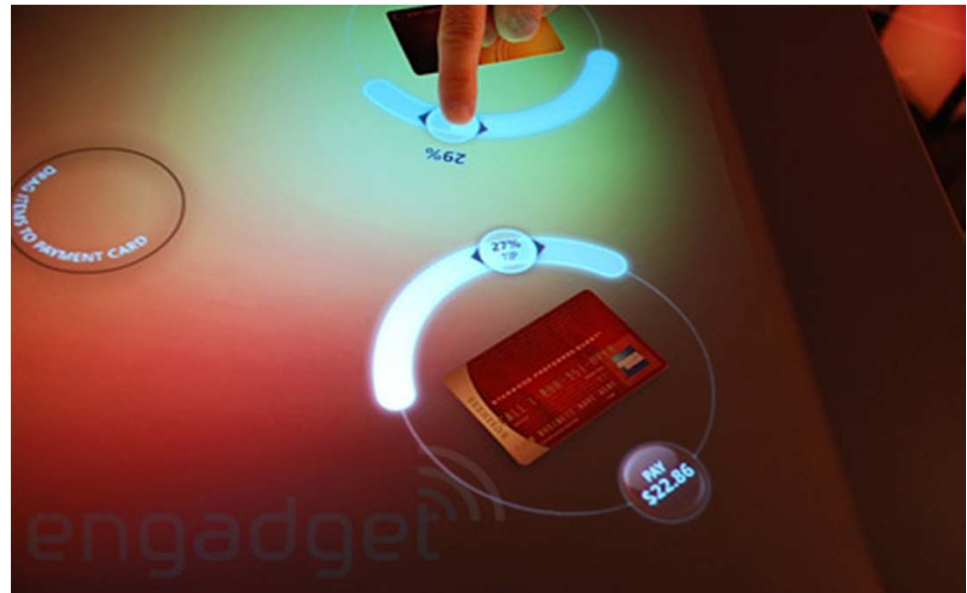
| 2008年第四季主流TFT LCD面板價格、總成本、現金成本 | | | | | 單位：美元 |
|--------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 應用 | LCD面板 | 面板報價 | 總成本 | 現金成本 | 備註 |
| 液晶電視 | 32 HD | \$223 | \$256 | \$221 | 第六代製造 |
| | | | \$248 | \$218 | 第八代製造 |
| | 42 FULL HD | \$425 | \$435 | \$390 | 第七代製造 |

電子科技走向

- 就是要用摸的～iPhone效應 觸控面板全面攻占3C領域
 - 人性化觸控面板技術逐漸由手機擴至掌上型遊戲機、電腦鍵盤、電子字典、多媒體播放器等IT消費電子領域
 - 觸控面板的技術大致可分電阻式（Film on Glass）、電容式、超音波式、光學（紅外線）式等
 - 預估今年全球觸控面板市場產值規模近28億美元，2008年可望達30億美元

電子科技走向

- 廣達與MIT合作研發虛擬電腦系統
 - 無線寬頻的普及
 - 連接器
 - 電腦螢幕
 - 如何維護個人隱私



電子科技走向

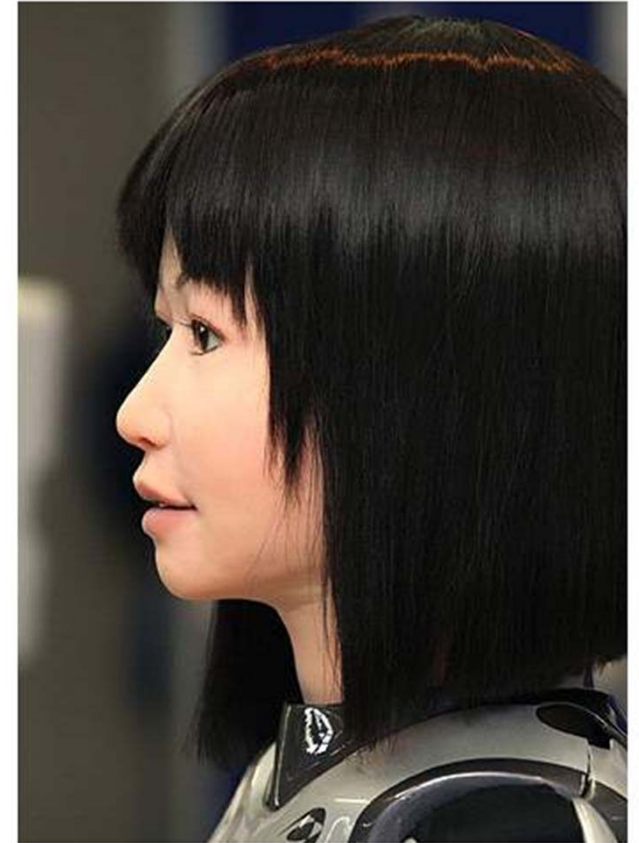
- 日本研究人員公布醫療用迷你機器人

- 重量僅有五公克
- 長兩公分
- 直徑一公分
- 結合了各種醫療裝置
 - 小型相機、感測器和一個藥品注射系統。
- 取代某些外科手術



電子科技走向

- 真假難辨 “替身” 機器人日本驚豔現身



石黑浩和設計製造的“雙子星”機器人(左)。“如果有人碰了‘雙子星’一下，我也會有被觸摸的感覺。”他說。

日本產業技術綜合研究所仿綾瀨遙HRP-4C機器人

電子科技走向

- 日本推出世界最小人形機器人 能歌善舞

- ⊖ 身高16.5釐米
- ⊖ 重約350克
- ⊖ 可行走，跳舞
- ⊖ 接收十種語言的命令
- ⊖ 做出兩百多種動作
- ⊖ 說出約180個短語



電子科技走向-RFID

- 射頻識別技術（**RFID, radio frequency identification**）是一種內建無線電技術的晶片，晶片中還可紀錄一系列資訊，如產品別、位置、日期等，最大的好處是能提高物品管理效率，目前物品資訊多記錄在條碼上，而再以掃描器掃瞄條碼取得資訊，而**RFID**只需在一定範圍內感應，並可一次讀取大量訊息。

電子科技走向-RFID

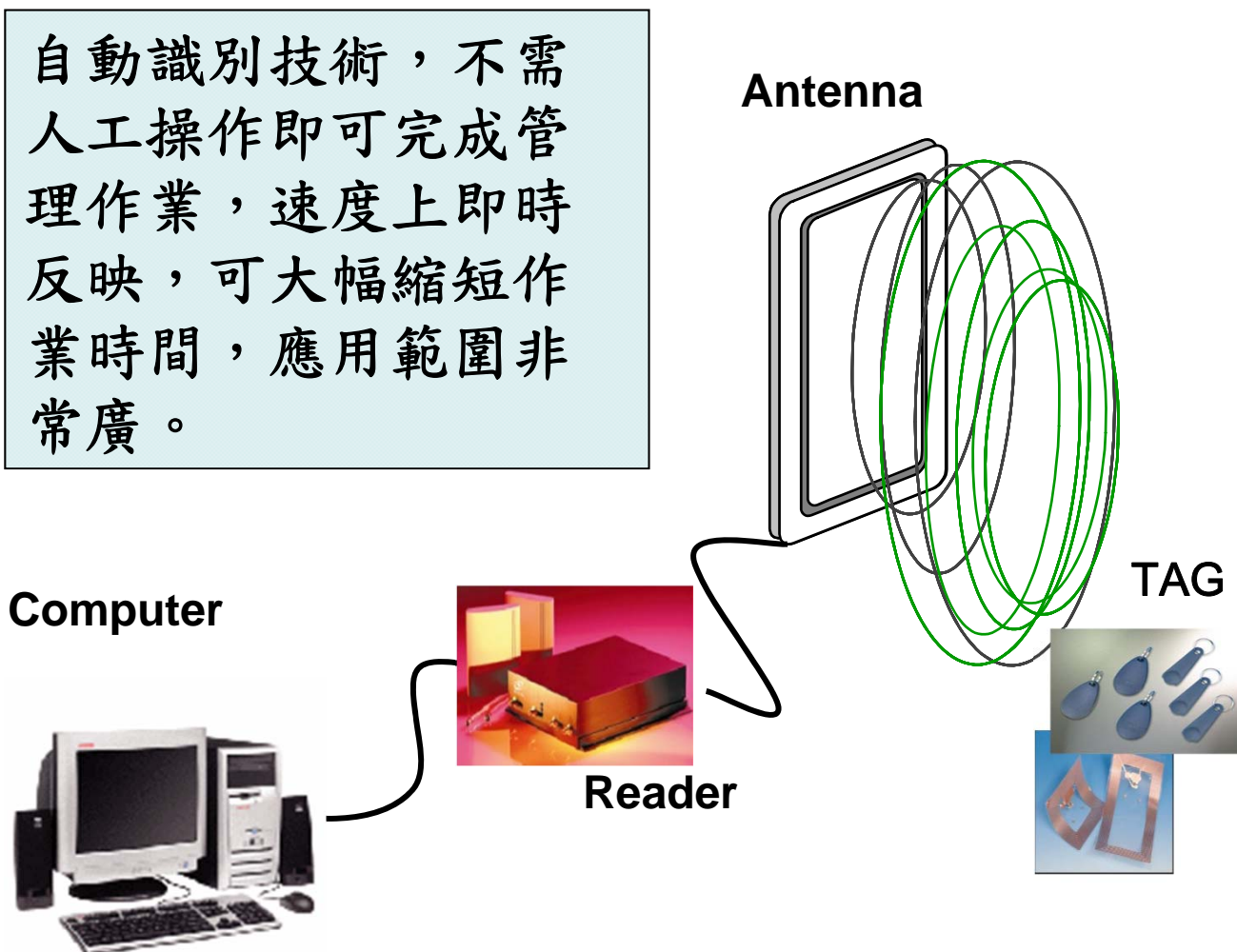
| 頻率 | 優點 | 缺點 | 應用範圍 |
|---------------------|----------------------------------|---|---|
| 低頻 (9-135Khz) | 此頻段在絕大多數的國家屬於開放，不涉及法規開放和執照申請的問題。 | 讀取範圍受限制 (在1.5公尺內) | 1. 畜牧或寵物的管理 2. 門禁管理、防盜系統 |
| 高頻 (13.56Mhz) | 1. 高接受度的頻段 2. 在絕大多數的環境都能正常運行 | 1. 在金屬物品附近無法正常運作 2. 讀取範圍在1.5公尺左右 | 1. 圖書館管理 2. 貨版追蹤 3. 大樓識別証 4. 航空行李標籤或電子機票 |
| 超高頻(300-1200Mhz) | 1. 讀取範圍超過1.5公尺 2. 不易受天候影響 | 1. 此頻段在日本不允許作為商業用途 2. 頻率太相近時會產生同頻干擾 3. 在陰濕的環境下會影響系統運作 | 1. 工廠的物料清點系統 2. 卡車與拖車的追蹤 |
| 微波 (2.45或5.8Gzh) | 超過1.5公尺的取範圍 | 1. 此頻段在某些歐洲國家不允許作為商業用途 2. 複雜的系統開發流程 3. 在先今環境不被廣泛使用 | 高速公路收費系統 |

RFID具備的功能

識別管理的新技術

- 自動識別
- 分級、分類
- 追蹤、追溯
- 統計、分析
- 防偽、防盜
- 進出管制
- 自動控制
- 聯合票證

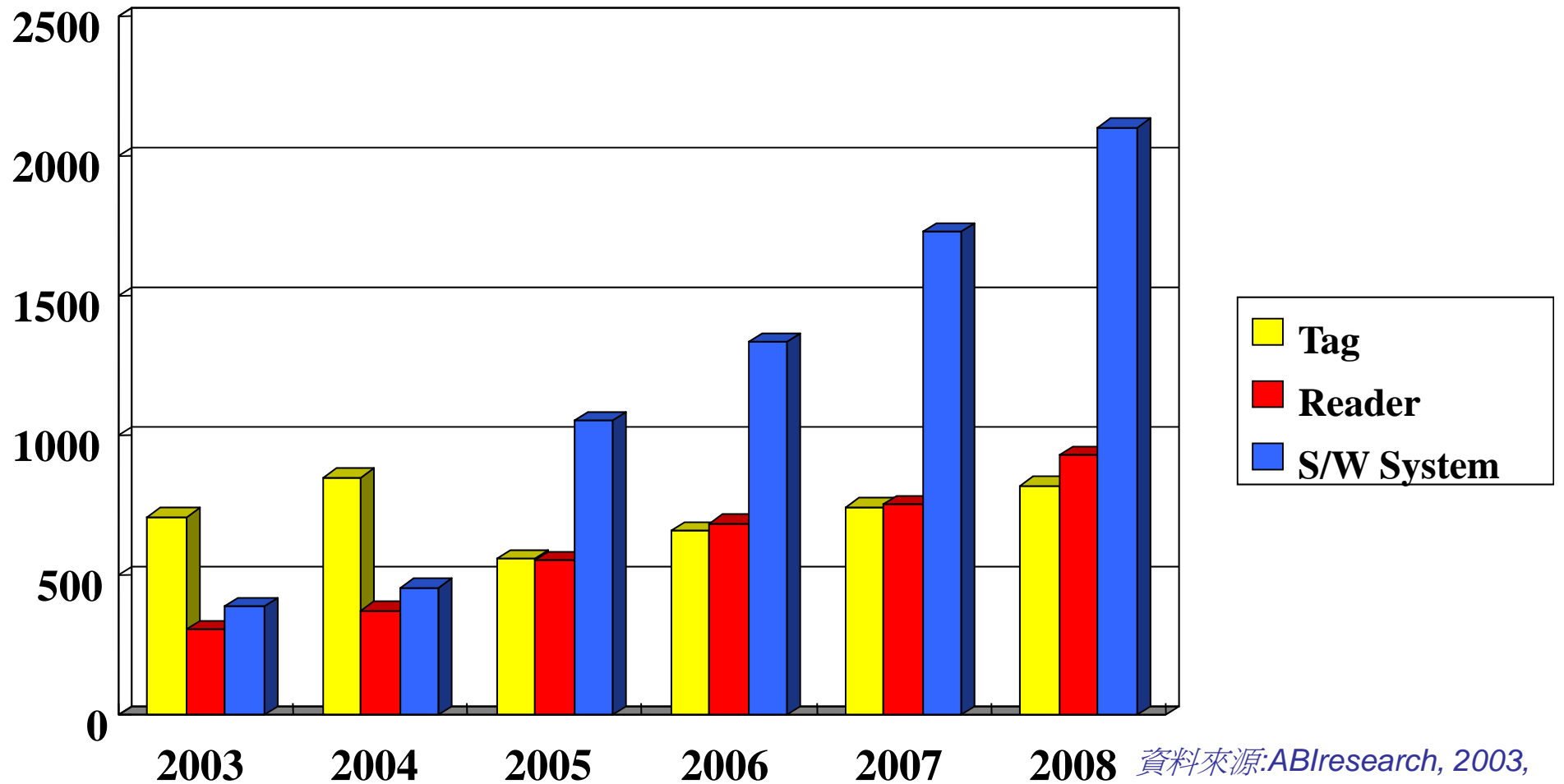
自動識別技術，不需人工操作即可完成管理作業，速度上即時反映，可大幅縮短作業時間，應用範圍非常廣。



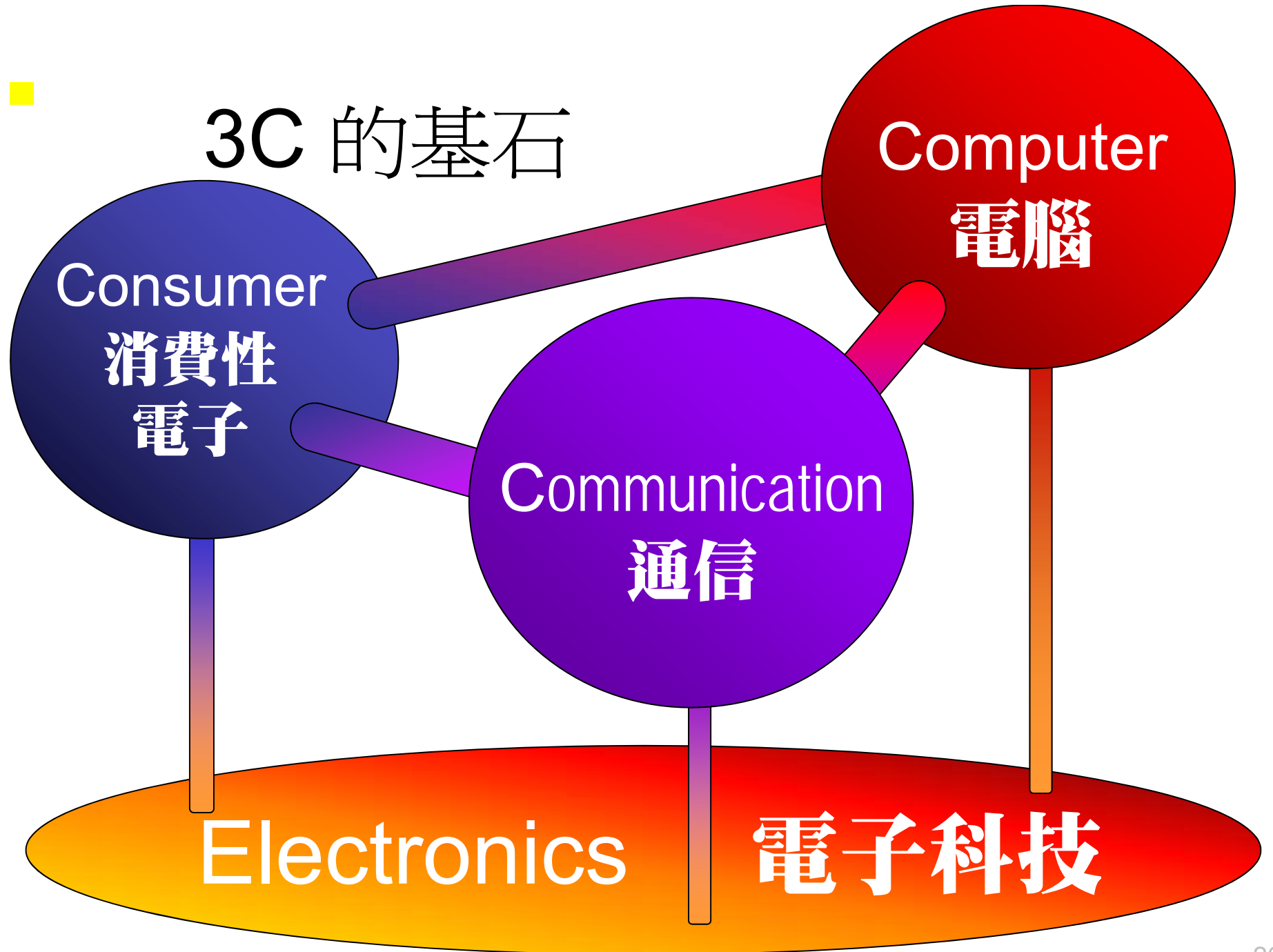
RFID總體市場規模

2002-2008 全球RFID產值預估

單位:百萬美元



3C 的基石



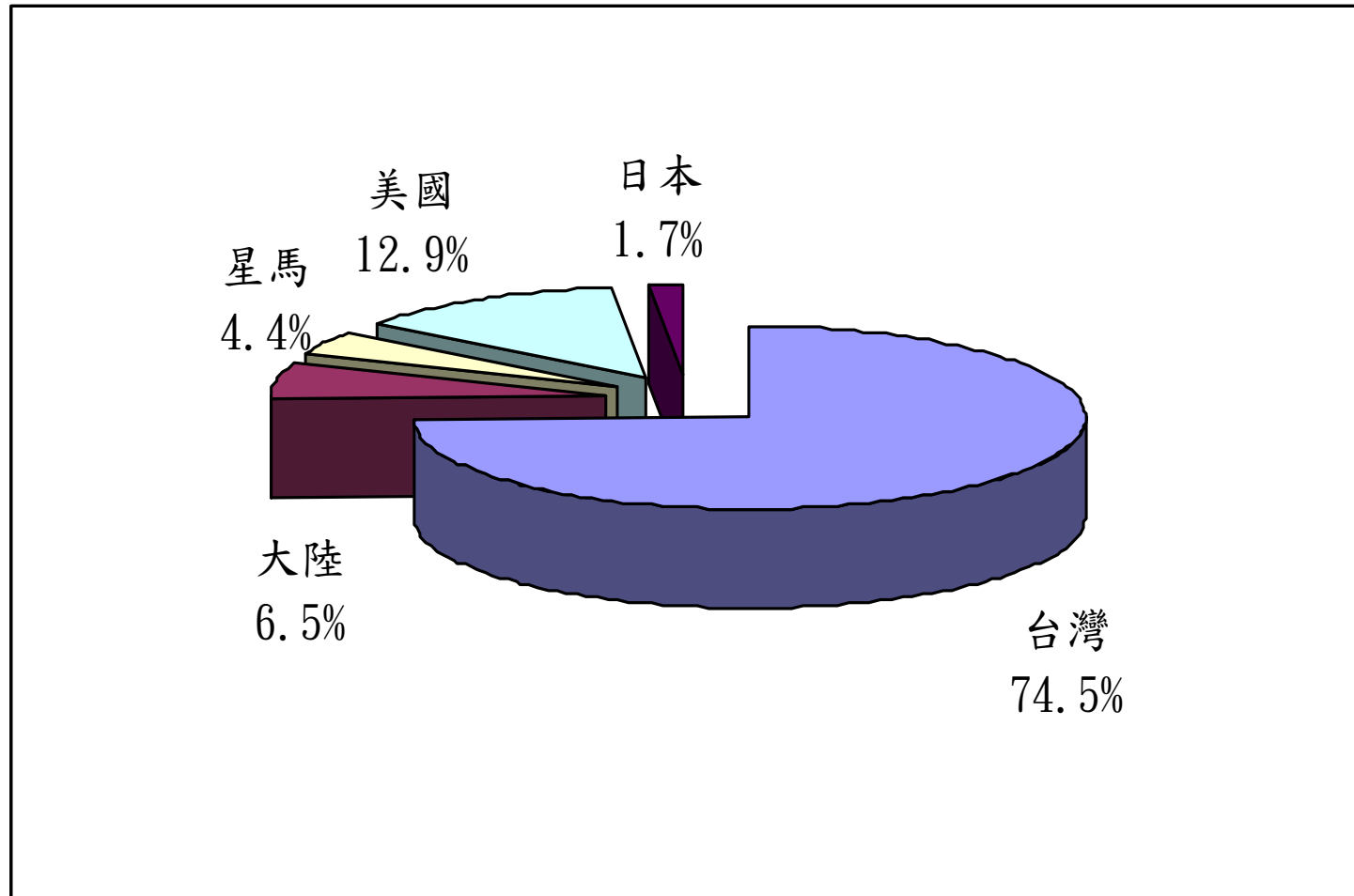
電子科技產業範疇

- 半導體產業
- 電子零組件
- 光電產業
- 消費性電子工業
- 電腦及週邊設備業
- 通訊產業

我國半導體產業重點

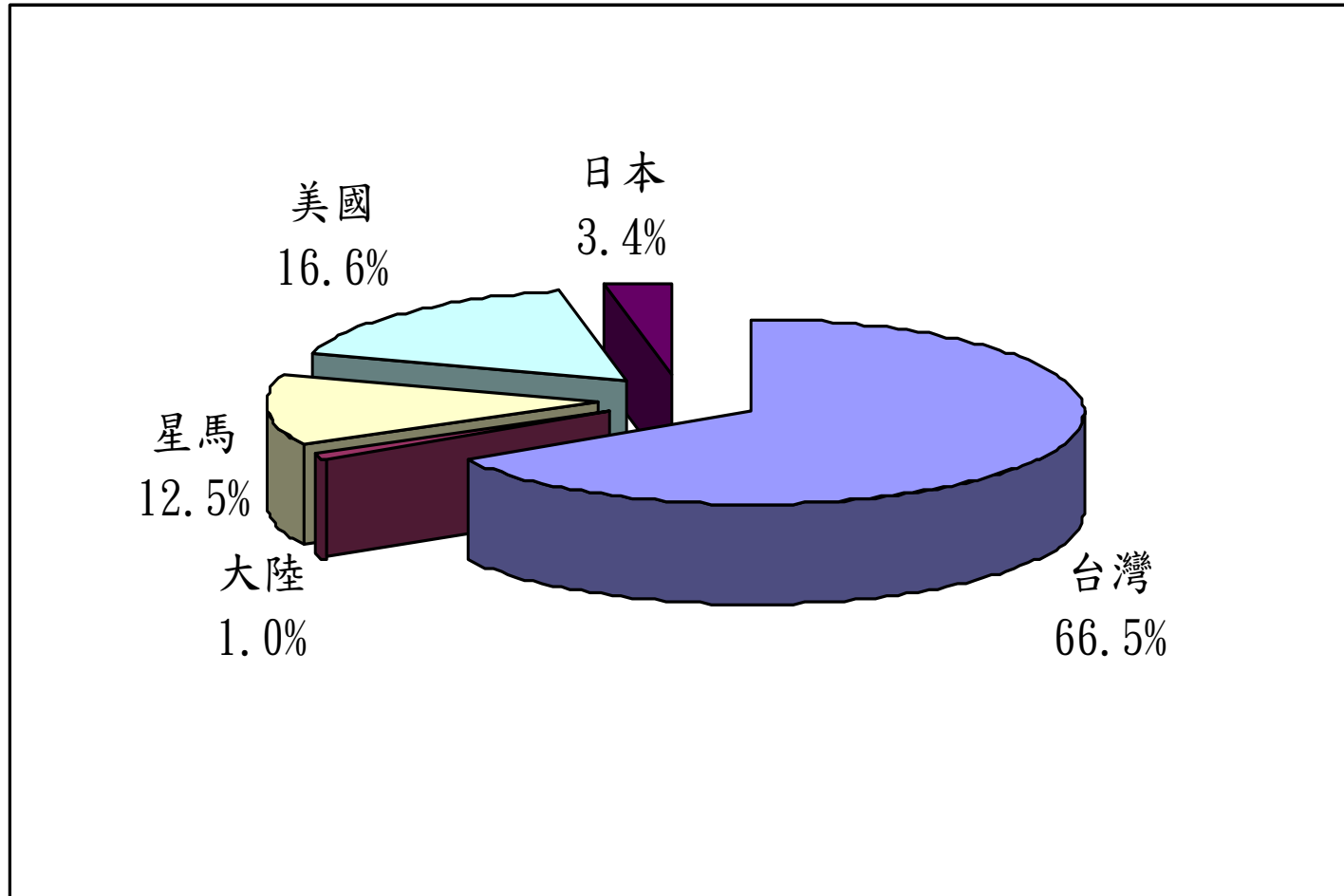
- IC設計, 製造(晶圓代工), 封裝, 測試
- 元件與製程模組技術
- 系統晶片自動化設技:EDA, IP
- 微機電系統關鍵技術:
- LCD材料開發

晶圓代工 - 12吋晶圓廠產能分佈



資料來源：Gartner(2006/01)；工研院IEK整理(2006/07)
2005年全球晶圓代工12吋晶圓廠產能分佈

晶圓代工- 90奈米產能分佈



資料來源：Gartner(2006/01)；工研院IEK整理(2006/07)
2005年全球晶圓代工90奈米產能分佈

晶圓代工

| 2006年排名* | | 2005年銷售額(百萬) | 2006年銷售額(百萬) | 2006年全球市佔率* |
|----------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| 1 | TSMC (台灣) | \$8,217 | \$10,085 | 50% |
| 2 | UMC (台灣) | \$3,259 | \$3,790 | 19% |
| 3 | Chartered (新加坡) | \$1,132 | \$1,570 | 8% |
| 4 | SMIC (中國) | \$1,183 | \$1,465 | 7% |
| 5 | Dongbu (南韓) | \$347 | \$425 | 2% |
| 6 | Vanguard (台灣)** | \$353 | \$390 | 2% |
| 7 | HHNEC (中國) | \$313 | \$375 | 2% |
| 8 | SSMC (新加坡)** | \$280 | \$325 | 2% |
| 9 | He Jian (中國) | \$250 | \$310 | 2% |
| 10 | X-Fab (歐洲)*** | \$202 | \$300 | 1% |

*預測數字 **TSMC佔部份股權 ***2006年與1st Silicon合併

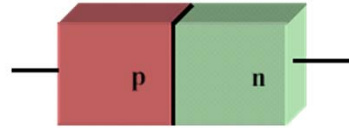
資料來源：IC Insights

半導體材料

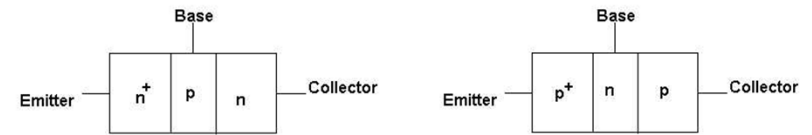
- 元素半導體: IV族Si, Ge
- 化合物半導體:
 - III-V族:GaAs, InP, GaN, AlP.....
 - II-VI族:ZnO,ZnS, CdS...
 - IV-IV族:SiC
- 合金半導體
 - 二元素:SiGe
 - 三元素:AlGaAs, GaMnTe, HgCdTe
 - 四元素:AlGaAsSb, GaInAsP

半導體元件分類

- 二極體

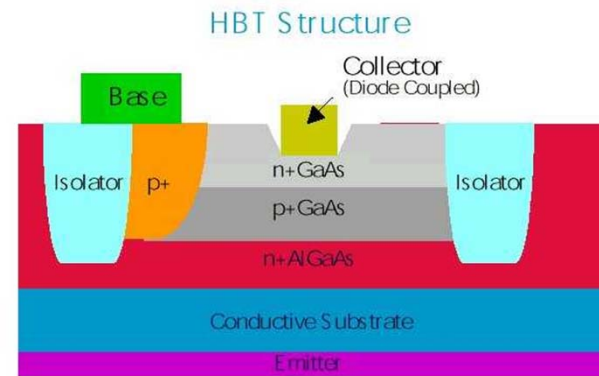


- 雙載子電晶體: PNP, NPN, HBT



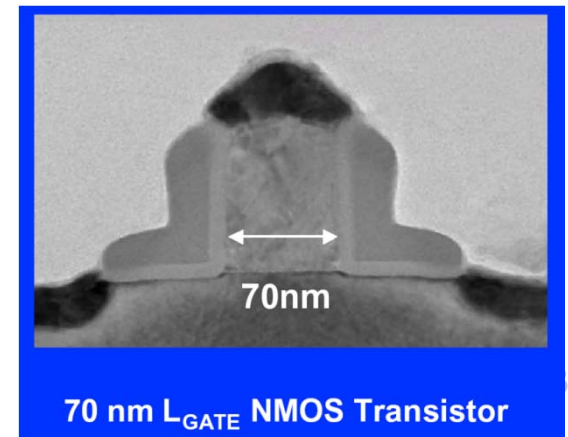
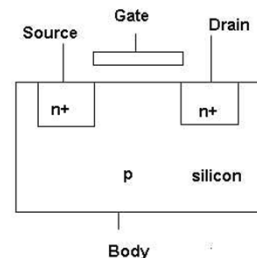
- 場效電晶體:

- 接面場效電晶體 (JFET)
- 金屬接面場效電晶體 (MESFET)
- 金氧半場效電晶體 (MOSFET)
- 高電子移動率電晶體 (HEMT)



Source: CSFB Technology Group.

- 光電元件:

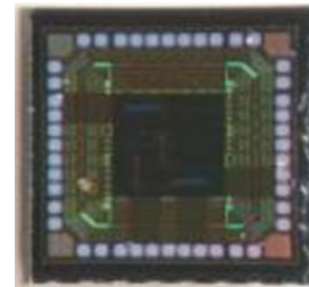
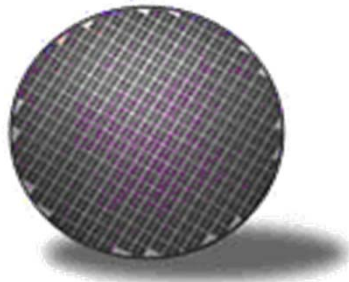
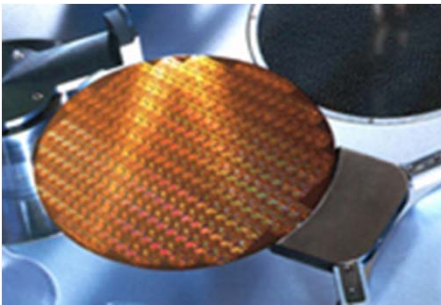


IC的尺寸與推展

- SSI:一顆IC含10個電晶體
- MSI: 指一顆IC含 10^2 個電晶體
- LSI:指一顆IC含 10^4 個電晶體
- VLSI:指一顆IC含 10^6 個電晶體
- ULSI:指一顆IC含 10^8 個電晶體
- GSI:指一顆IC含 10^9 個電晶體

以電子元件尺寸為例，
...材料製程技術演進

- 微米技術($\sim 10^{-6}\text{m}$): SSI, MSI, LSI
- 次微米技術($< 10^{-6}\text{m}$): VLSI, 微機電
- 奈米技術($\ll 10^{-6}\text{m}$): 奈米元件, 微機電

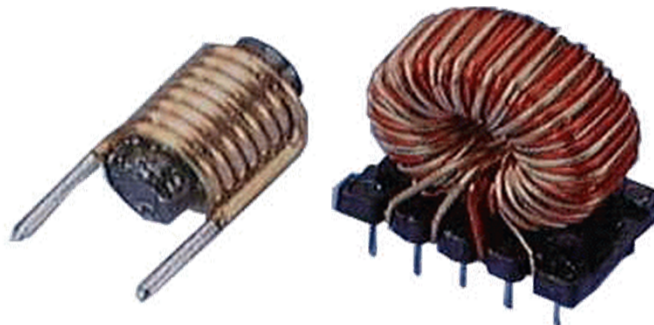
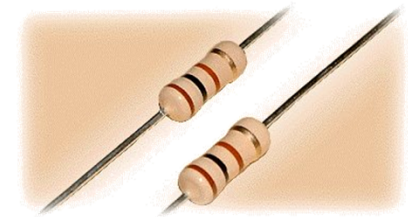
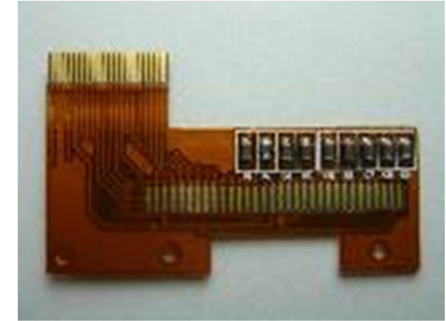
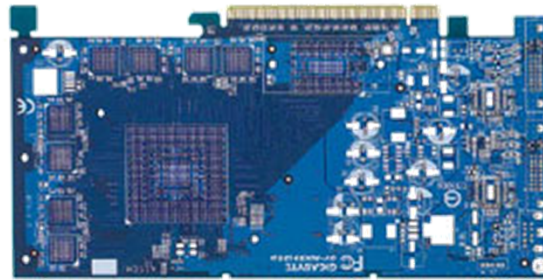


Device Technology Trend

- 摩爾定律 (Gordon Moore's Law)-----1965年
- 微處理器(CPU)晶片 (Chips) 內的「電晶體」數目，每兩年(現已修正為18個月)成長一倍；性能也將提升一倍，而價下降一半；或者說，每一美元所能買到的電腦性能，將每隔18個月翻兩倍以上。半導體 (Semiconductor) 業界稱之為摩爾定律。
- 美國耶魯大學教授 (馬佐平) 就有一個有趣的比喻。他指出如果汽車工業過去40年，也依照半導體產業的摩爾定律，則如今一輛汽車售價應該在0.12美元、時速可達4萬公里、每加一公升油可跑1,200公里，而一部車內能夠裝得下40萬人。
- It extends for technology development trend,
 - Develop new technology generation every 2 years
 - Feature size 0.7x shrinkage
 - Area ~50% scale-down
 - >30% device performance improvement

電子零組件

- 印刷電路板
- 被動元件
 - 電阻器
 - 電容器
 - 電感器
- 整流二極體
- 發光二極體



光電產業

何謂光電

光電科技是一門把光學和電子學結合在一起的科學，利用把光轉成電訊號或電轉成光訊號的方法，廣泛地應用在各種領域。其實，光的很多特性相對於電來說是很優越的，諸如較不受雜訊干擾、傳輸穩定、傳輸距離長、速度快等，只是人類對於光的認識相對於電來說是很少的，因此光電是很有潛力的一門學問。

光電產業

- 發光二極體(LED)
- 有機電激發光二極體(OLED)
- 雷射二極體(LD)
- 液晶顯示器
- 背光源模組

光電產品分類

- 光電元件：發光二極體，光藕合元件
- 顯示器：LCD,LED,PDP,OLED,
- 光輸出入裝置：印表機，影印機，條碼機，掃描器，傳真機
- 光儲存：光碟機/光碟片
- 光通訊：光纖/光纜，光傳輸設備，量測
- 雷射：本體，工業，醫療，光感測

我國重要光電技術

- 資訊儲存技術: 光碟產業, DVD-RAM技術
- 彩色列印技術: 噴墨印表技術
- 資訊顯示技術: 投影顯示, 平面顯示器, 液晶面板(LCD)
- 數位取像技術: 3D掃描, 數位相機, 影音壓縮
- 光通訊關鍵技術: 光纖被動元件, 光傳輸模組
- 光電半導體技術: 發光二極體(LED), 藍光, 亮度

產品介紹

光電元件：

- 發光元件 — 雷射二極體、發光二極體
- 受光元件 — 光二極體與光電晶體、電荷耦合元件、接觸式影像感測器、太陽電池
- 複合元件 — 光耦合器、光斷續器

下一張

產品介紹

光電顯示器：

- 液晶顯示器(LCD)
- 發光二極體顯示幕(LED Display)
- 真空螢光顯示器(VFD)
- 電漿顯示器(PDP)
- 有機電激發光顯示器(OELD或OLED)
- 場發射顯示器(FED)

下一張

產品介紹

光輸出入：

- 影像掃描器
- 條碼掃描器
- 雷射印表機
- 傳真機
- 影印機
- 數位相機

下一張

產品介紹

光儲存：

- 裝置 — 消費用途、資訊用唯讀型、資訊用可讀寫型
- 媒體 — 唯讀型、可寫一次型、可讀寫型

下一張

產品介紹

光通訊：

- 光通訊零組件 — 光纖、光纜、光主動元件、光被動元件
- 光通訊設備 — 光纖區域網路設備、電信光傳輸設備、有線電視光傳輸設備、光通訊量測設備

下一張

產品介紹

雷射及其他光學應用：

- 雷射本體
- 工業雷射
- 醫療雷射
- 光感測器

下一張

電腦及週邊設備業

- 電腦機殼
- 滑鼠
- 電腦鍵盤
- 各式介面卡
- 桌上型電腦、筆記型電腦
- 掃描器
- 光碟機
- 光碟磁碟片

通訊產業

- 手機
- 無線通訊
- 交換機
- RFID

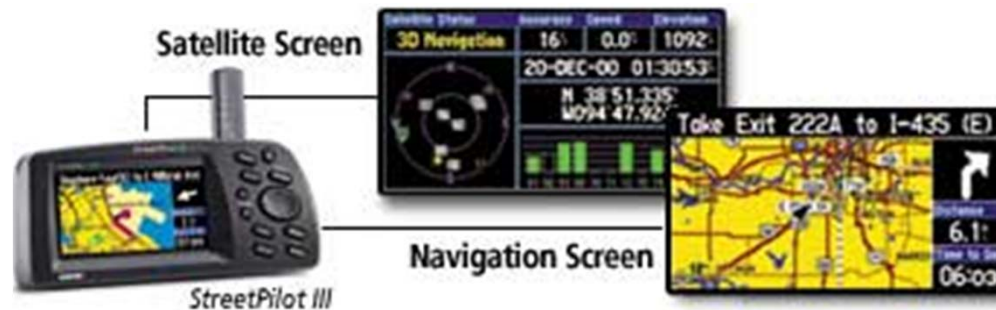


電子資訊產業未來產品發展方向

- 3C電子產品—輕，薄，短，小，高密度，高功能。
- IC設計-System on chip, Chip Set 等須從創意出發。
- 藍芽-較短距離的傳輸介面如紅外線傳輸，無線傳輸。

GPS+GIS 汽車導航與監控派遣

- GPS (全球衛星定位系統)
 - 1973年起
 - 應用於汽車導航防護系統，車隊監控派遣系統。全球衛星定位，行動電話系統。
 - 1998年，市場總產值40億美元。



Intelligent Car



資訊家電（information appliance，IA）

- 家電產品具有連接網路的功能之後，可以做的事情就超越了傳統的想像，但是如果還加上自動化的功能，將會打破原本人們對家電的認識。
- 利用資訊工業技術實現黑白藍家電之間互聯和相互控制，從而大幅提升現有家電的功能範圍。例如：包括家庭安全防護系統、電器自動化日常起居控制等。
- 透過螢幕上網、購物，並進行食物的庫存管理，此外還有菜單食譜、定時提醒、溫度調節、急凍處理等食物管理的各項按鍵



網路冷氣機



網路微波爐

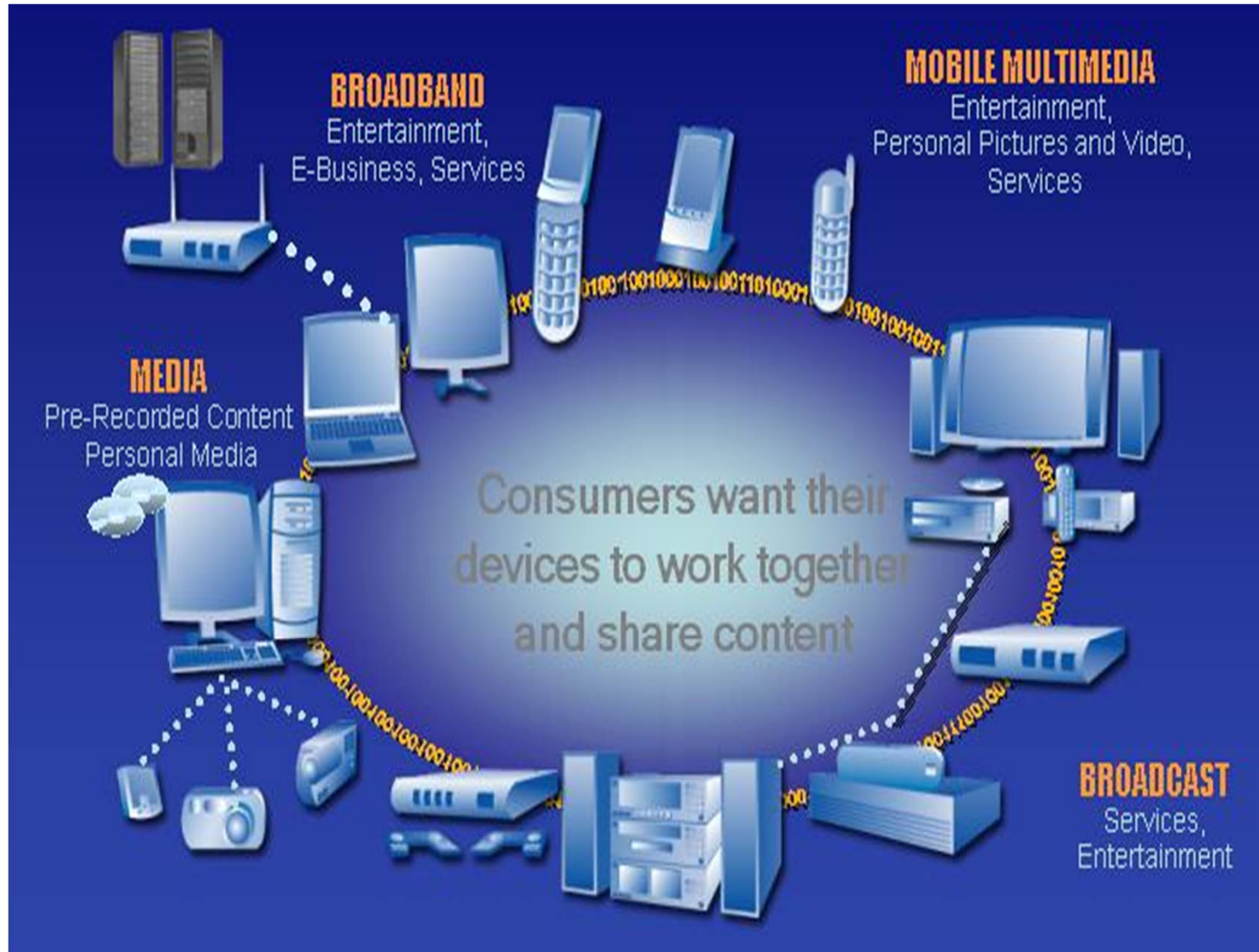


網路洗衣機



網路冰箱

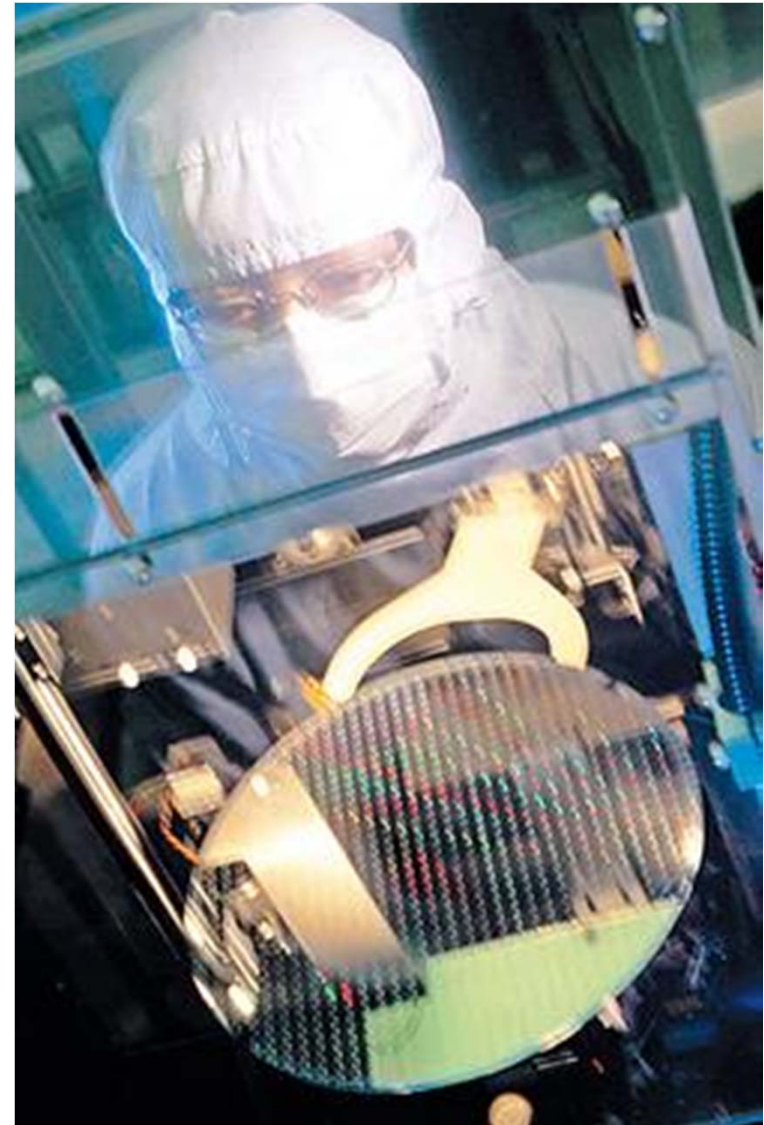
數位家庭的標準與願景



資料來源：<http://www.dhwg.org>

Introduction to VLSI Processes

- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process
- CMP Process



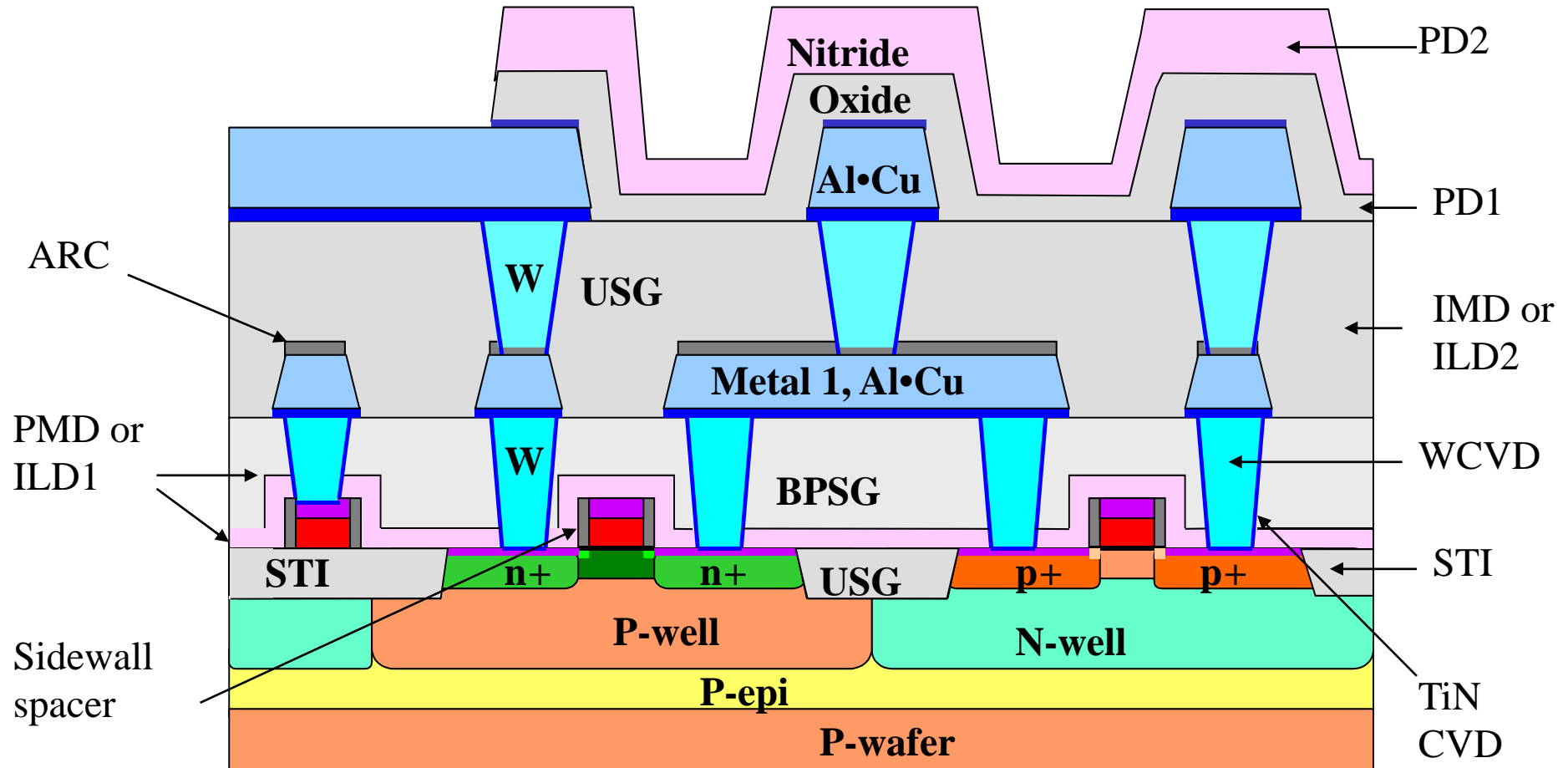
Value per Unit Weight

- **Steel** \$300/1,000Kg \$0.3/Kg
- **Cars** \$30,000/1500Kg \$20/Kg \$0.02/g
- **Notebook PC** \$2500/2Kg \$1250/Kg \$1.2/g
- **Cellular Phone** \$800/200g \$4/g
- **Gold** \$280/oz \$10/g
- **Diamond** \$5,000/carat \$15,000/g

Turn Silicon Into Gold

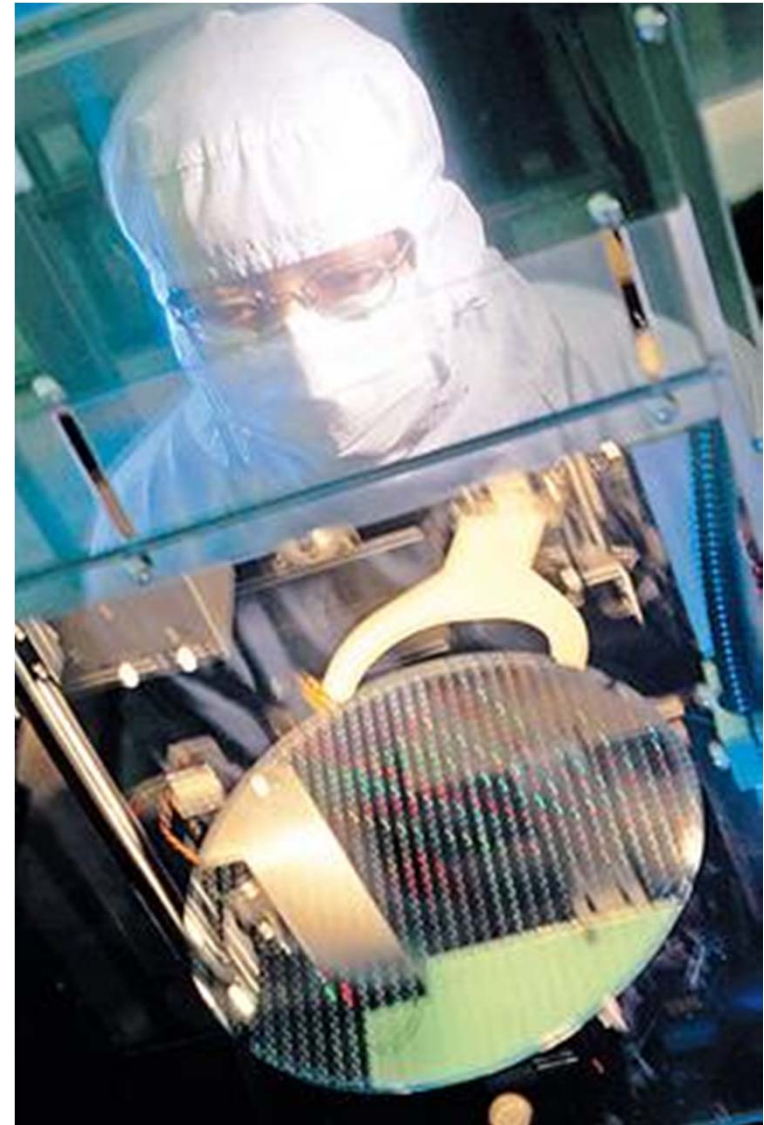
- **Gold** **\$280/oz** **~\$10/g**
- **Si raw wafer** **\$70/8"φ** **~\$1.3/g**
- **Finished wafer** **\$1500/8"φ** **~\$28/g**
- **Individual I.C. chip**
 - 64M DRAM** **\$6/□** **~\$50/g**
 - CPU** **\$200/□** **~\$800/g**

CMOS Profile



Introduction to VLSI PROCESSES

- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process
- CMP Process



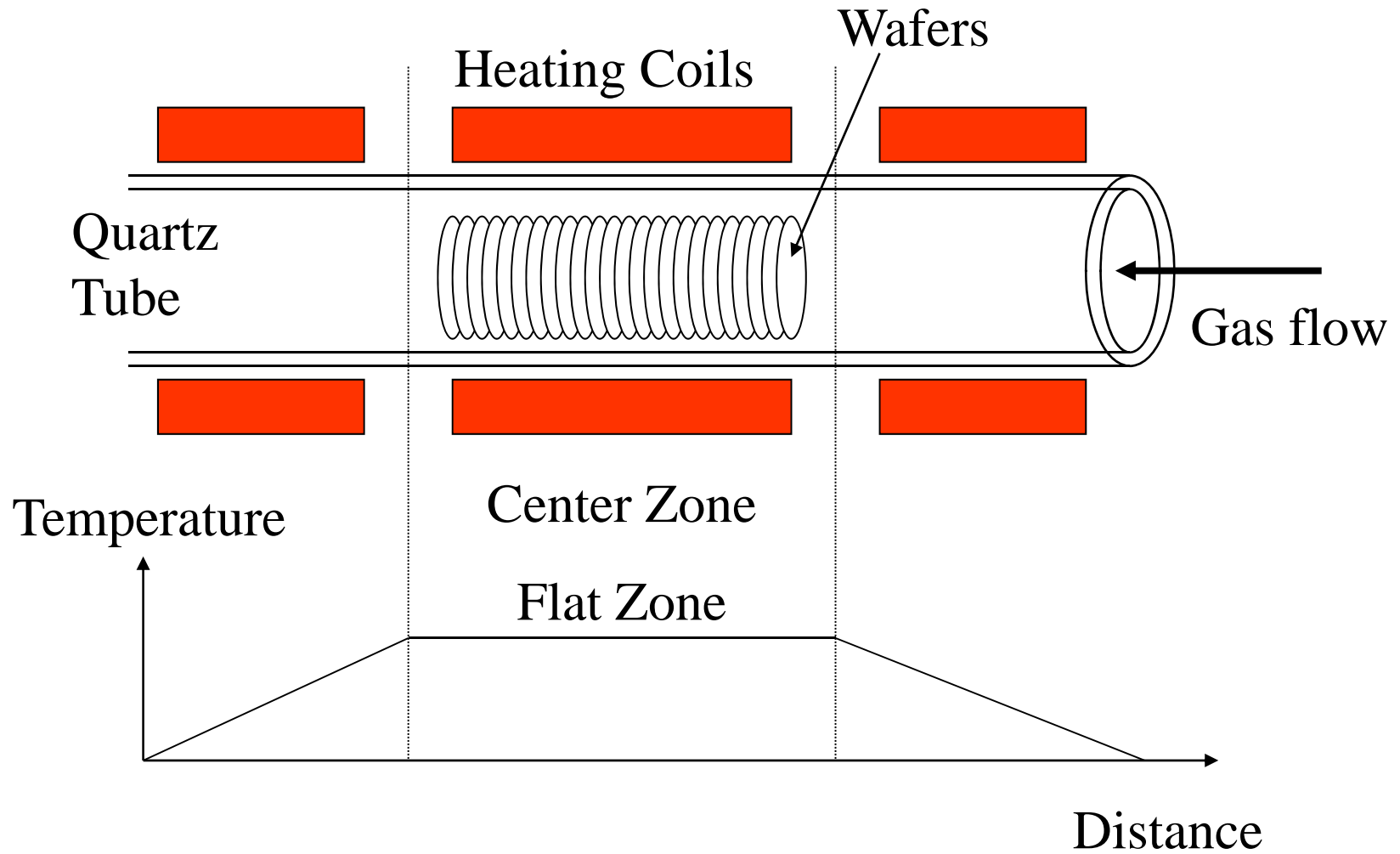
加熱製程簡介

- 溫度: 700~1200度
- 集中在前段製程(front-end process)
 - 擴散, 氧化, 沉積, 退火處理
- 高溫爐: 擴散爐
- 矽的優點:
 - 高溫化性穩定
 - 可進行高溫擴散與氧化反應
- 早期IC製程的骨幹

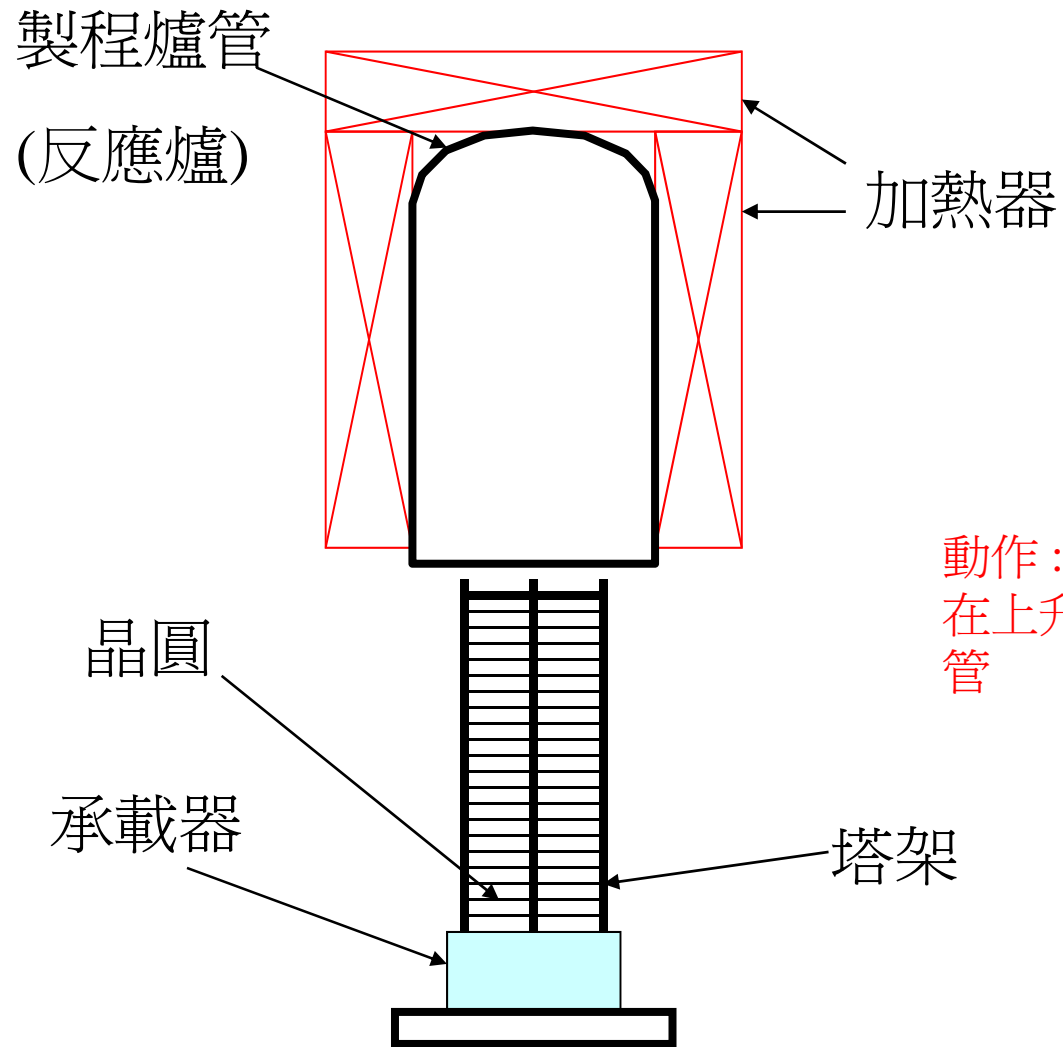
加熱製程的硬體

- 水平爐管
- 垂直爐管

水平爐管的結構



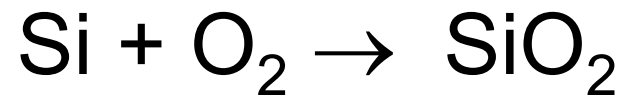
垂直爐管的結構



動作：先擺放晶片，塔架
在上升進入製程爐
管

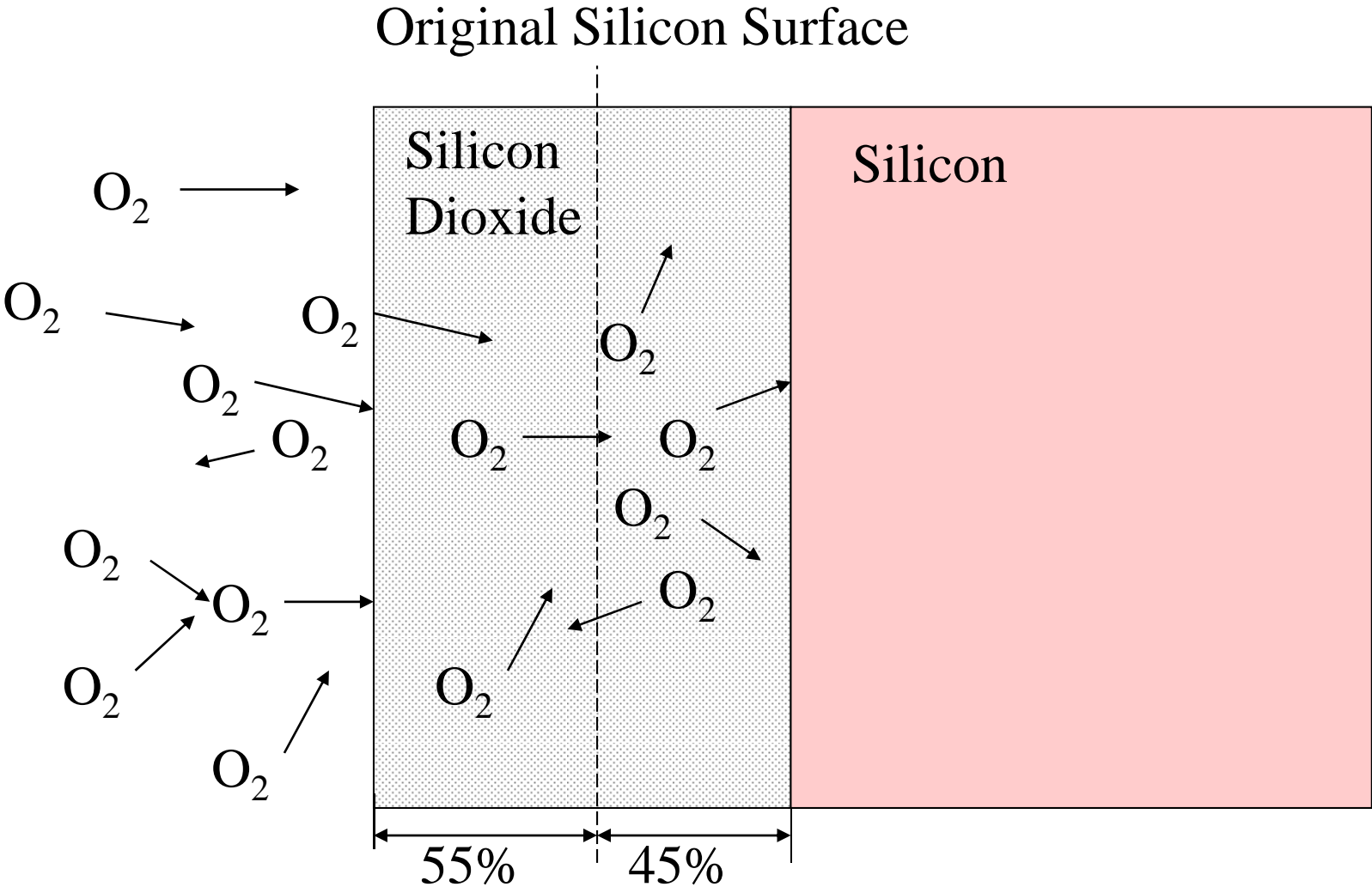
氧化製程

- 最重要的加熱製程之一
- 化學反應



- 二氧化矽：性質穩定
- 廣泛的使用在IC製程中

氧化的過程



氧化的過程

- 溫度的影響
 - 越高溫, 氧化速率越高
 - 越高溫, 氧化品質越好
- 製程時間長
- 多爐管系統

- 原生氧化層
 - 起因: 環境水氣
 - 厚度: ~10Å
 - 阻止晶片式溫下進一步氧化
 - 品質差, 需要移除

二氧化矽層的應用

| 氧化層命名 | 厚度 | 應用 | 應用時間 |
|-----------|---------------|----------|-----------------|
| 原生氧化層 | 15 - 20 Å | 自然生成不想要的 | - |
| 屏蔽氧化層 | ~ 200 Å | 離子佈值 | 70年代中 到 現在 |
| 擴散遮蔽層 | ~ 5000 Å | 擴散製程 | 1960年代到1970年代中 |
| 場區與局部矽氧化層 | 3000 - 5000 Å | 隔絕區 | 1960年代 到 1990年代 |
| 襯墊層 | 100 - 200 Å | 氮化矽張力阻絕用 | 1960年代 到現在 |
| 犧牲氧化層 | <1000 Å | 缺陷拔除 | 1970年代 到現在 |
| 閘極氧化層 | 30 - 120 Å | 閘極介電值層 | 1960年代 到現在 |
| 阻擋層 | 100 - 200 Å | 淺溝槽隔絕 | 1980年代 到現在 |

VLSI PROCESSES

- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process

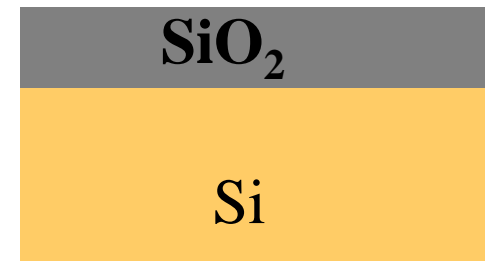
化學氣象沉積氧化層 vs. 熱成長氧化層



Grown film



Bare silicon

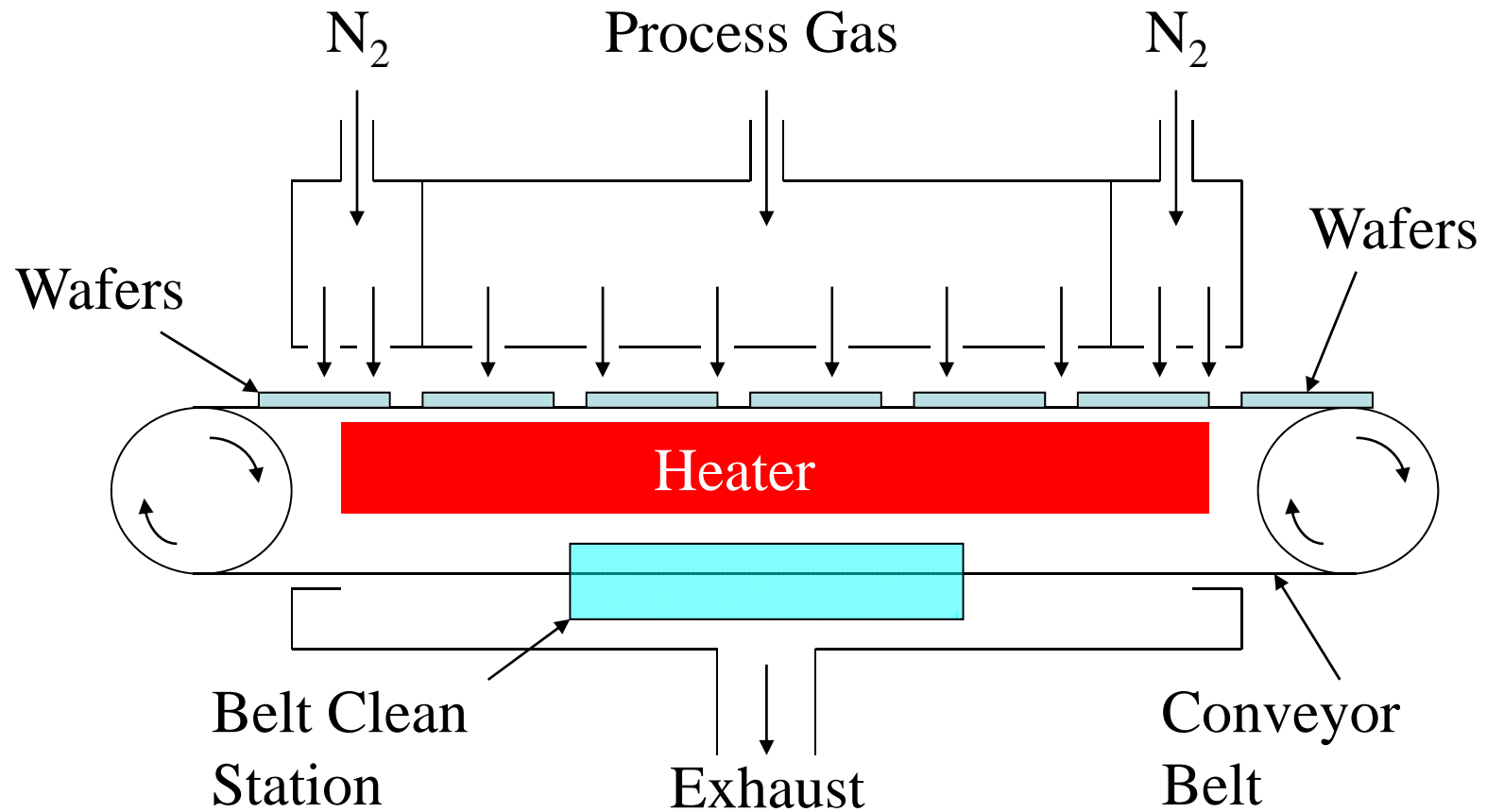


Deposited film

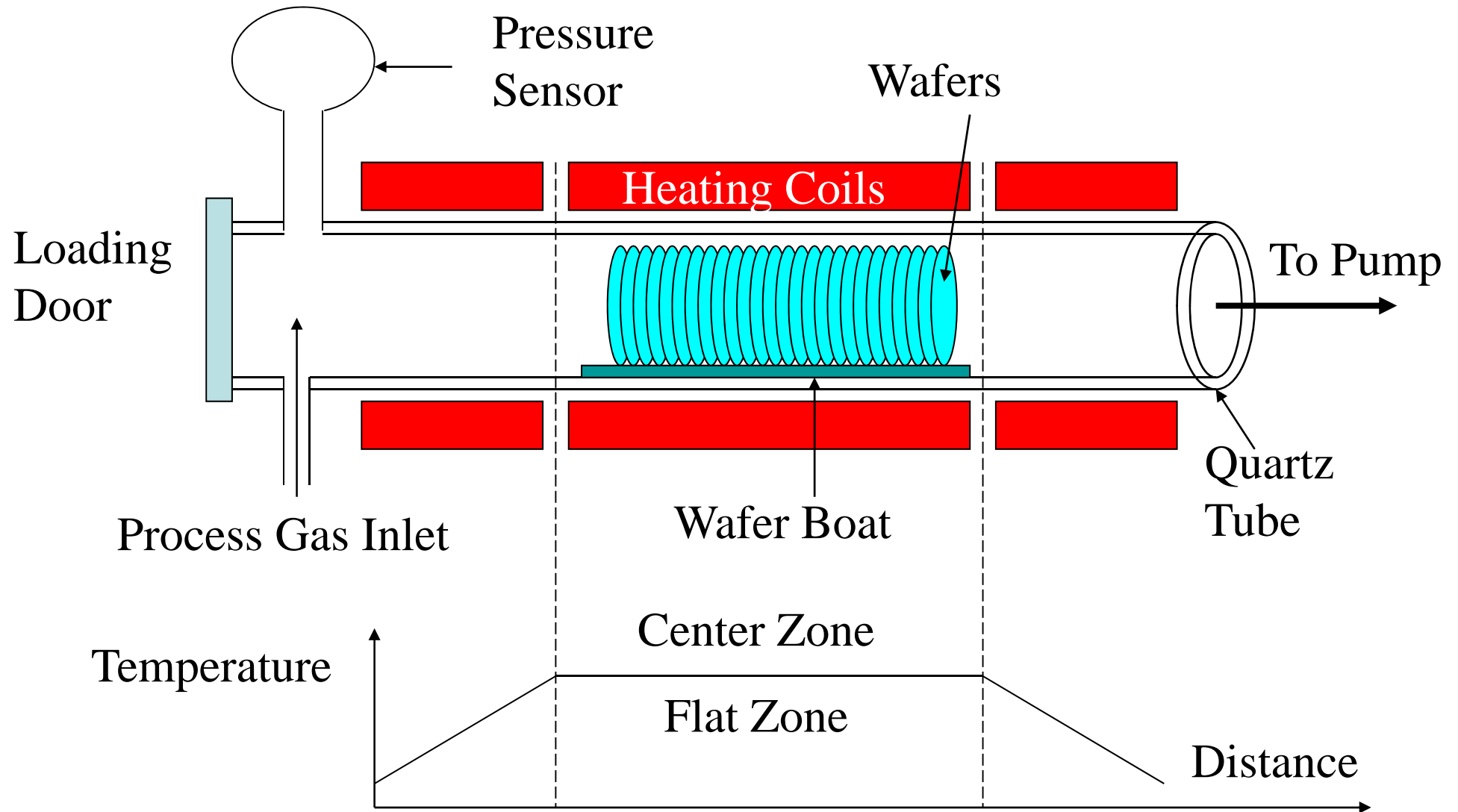
CVD Processes

- APCVD
- LPCVD
- PECVD

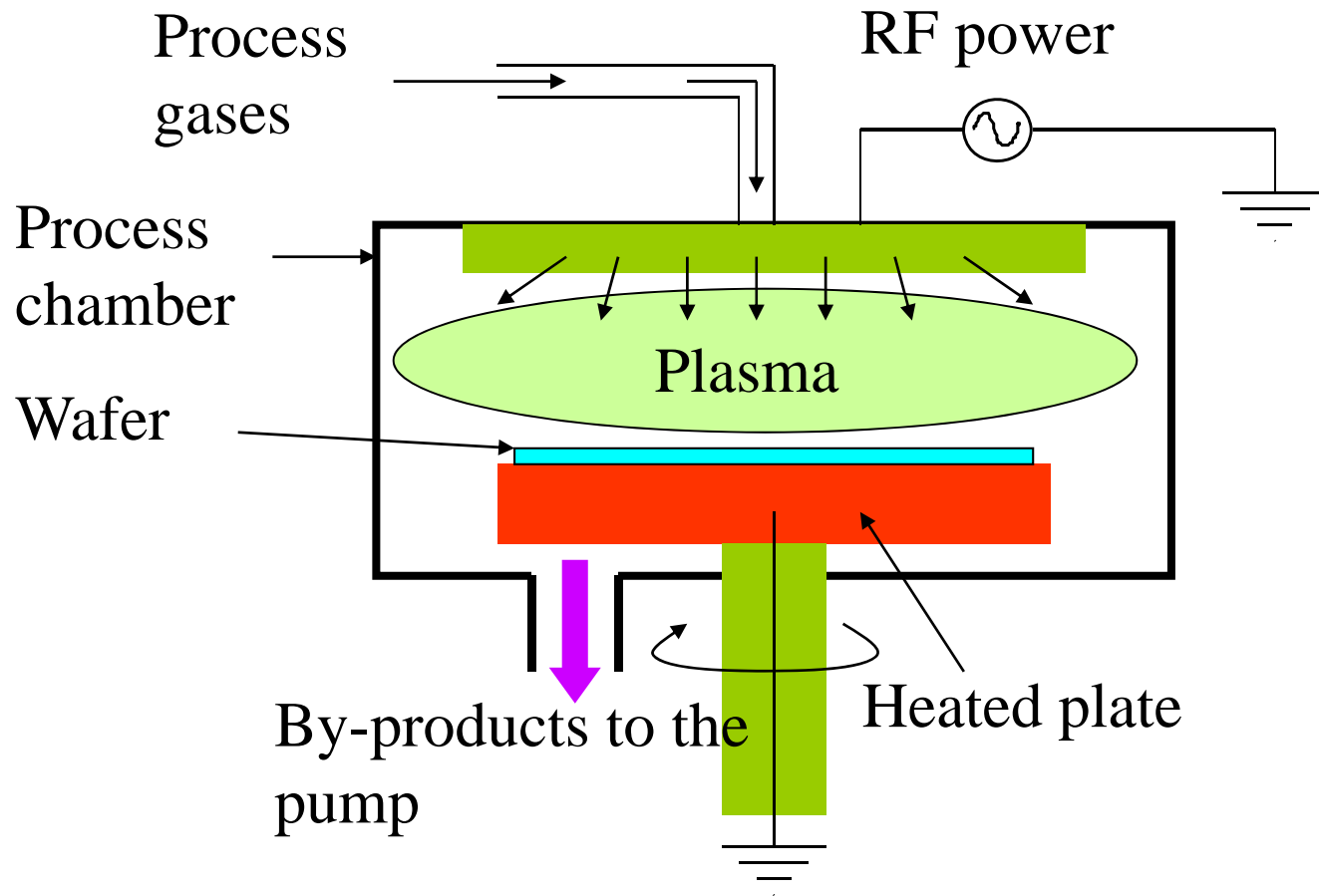
APCVD Reactor



LPCVD System



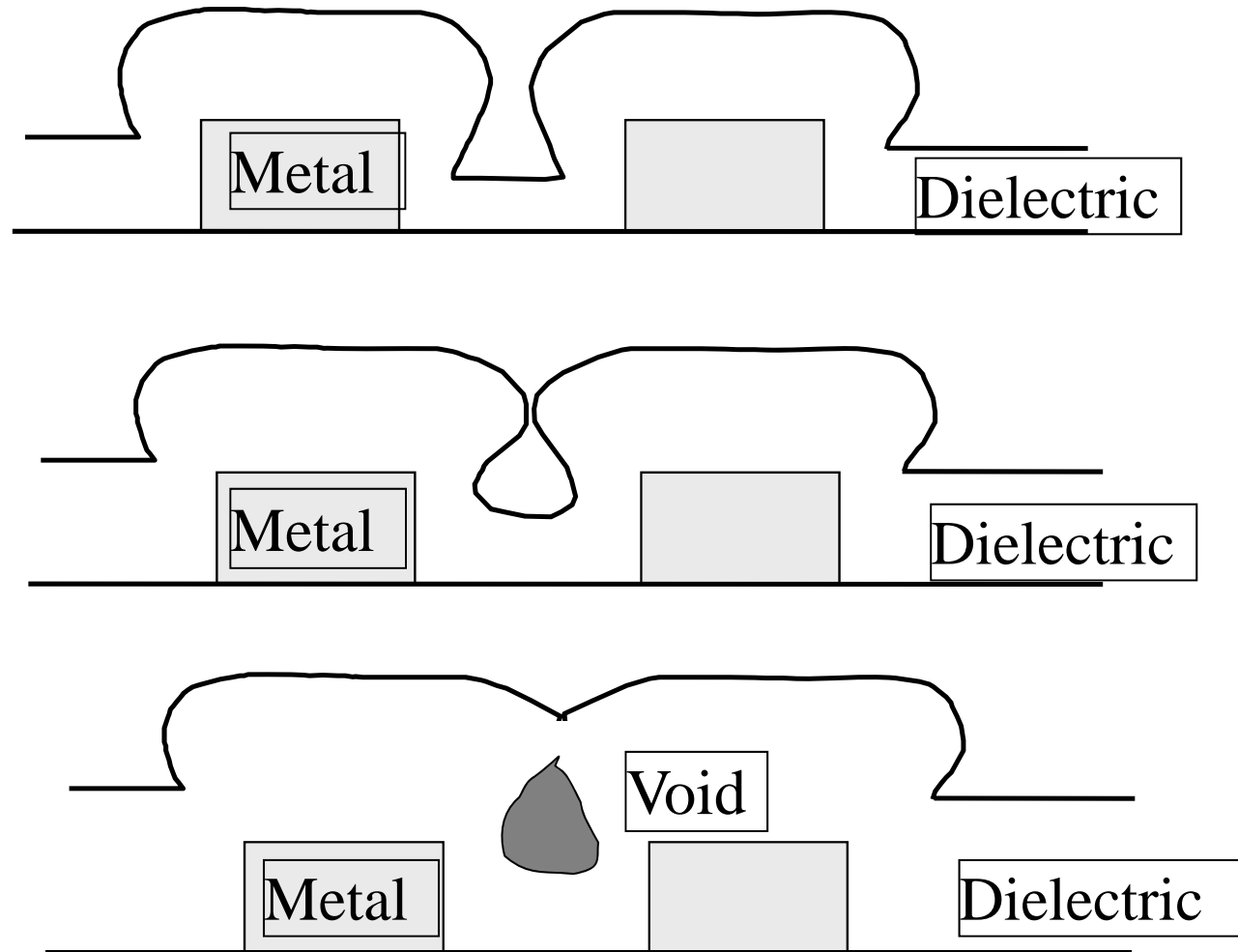
Plasma Enhanced CVD System



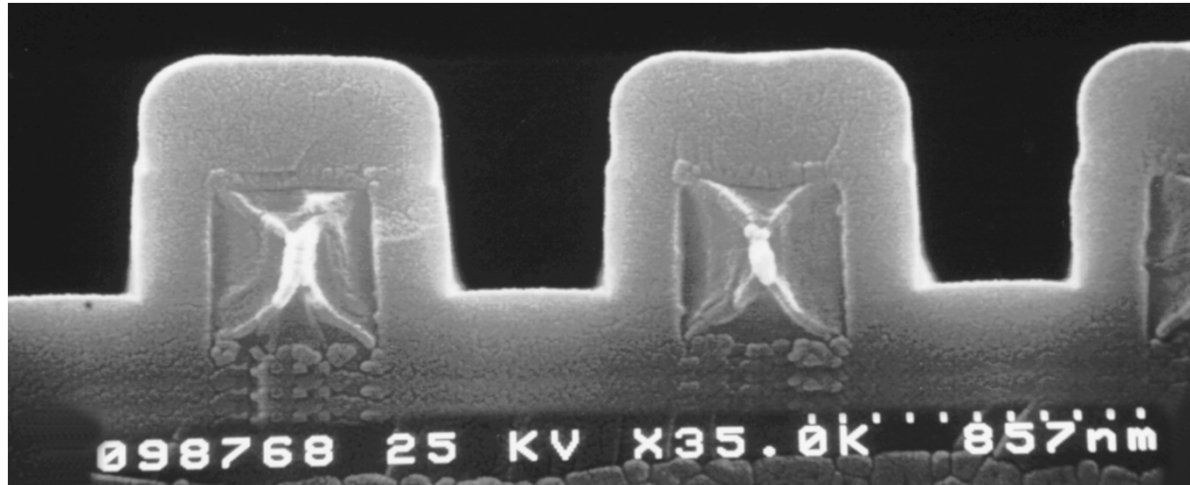
Step Coverage

- A measurement of the deposited film reproducing the slope of a step on the substrate surface
- One of the most important specifications
 - Sidewall step coverage
 - Bottom step coverage
 - Conformality
 - Overhang

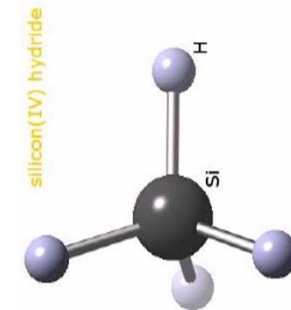
Void Formation Process



Step Coverage of TEOS and Silane Oxide



TEOS



Silane



四氫化矽

Silane Safety

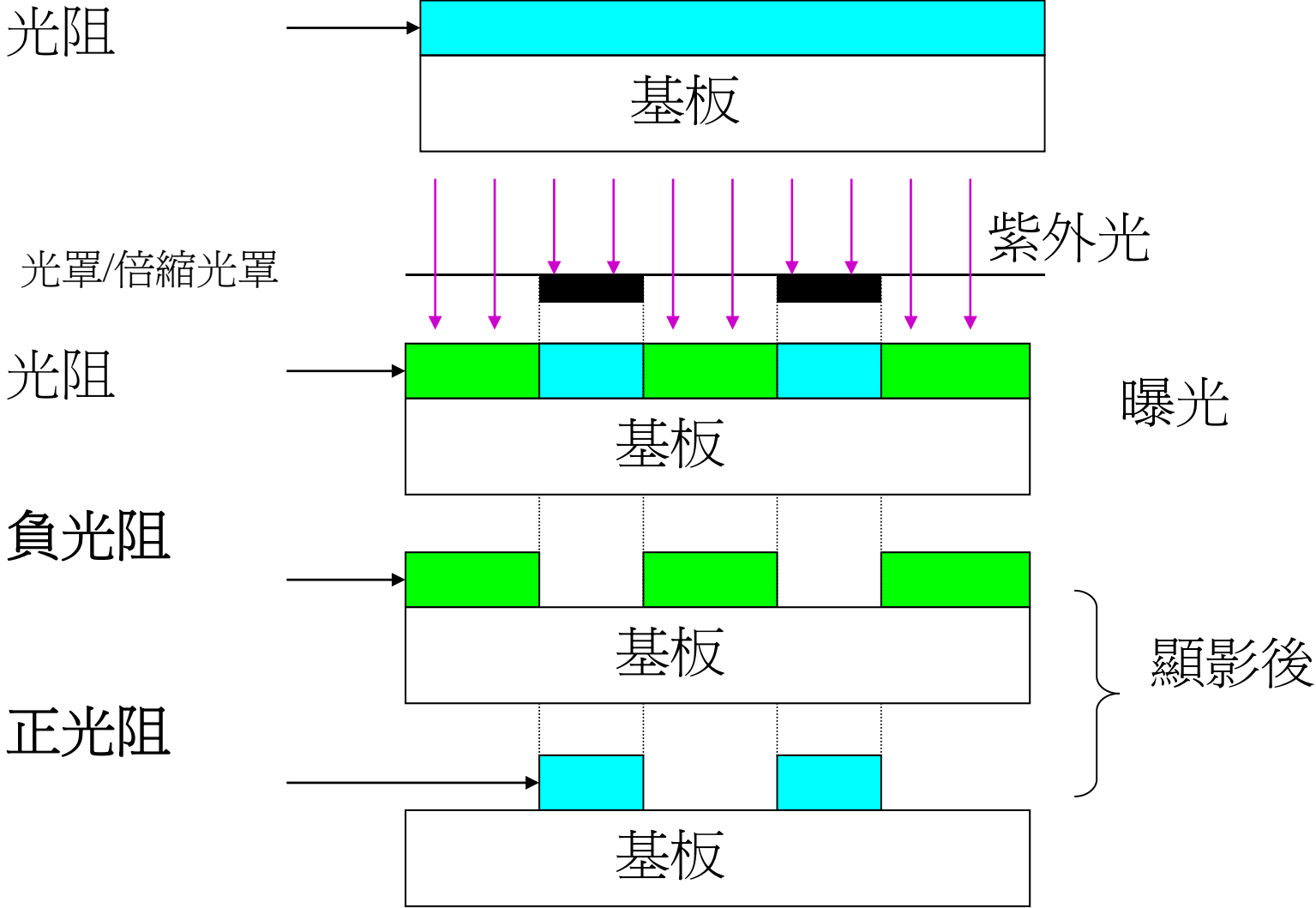


Source: Kelvin Huang

VLSI PROCESSES

- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process

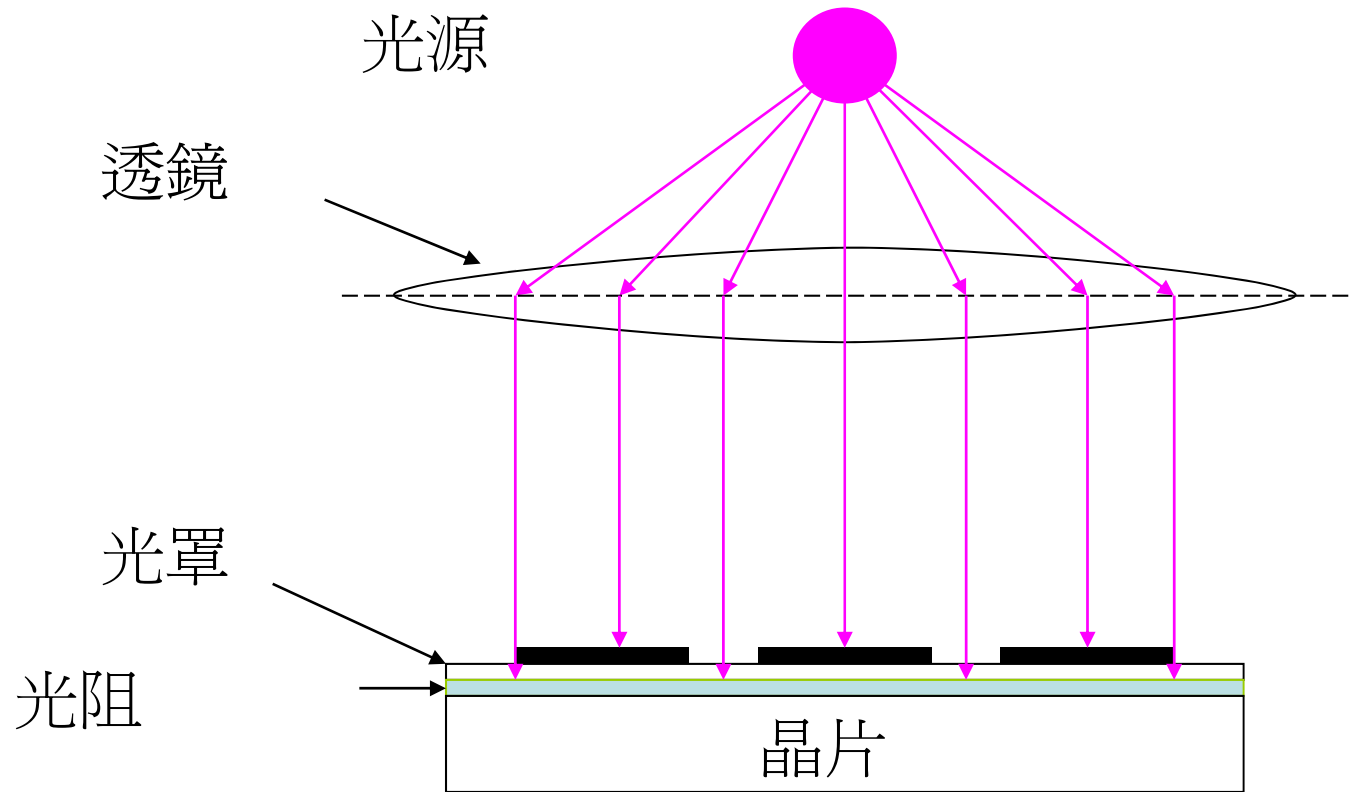
正光阻與負光阻系統



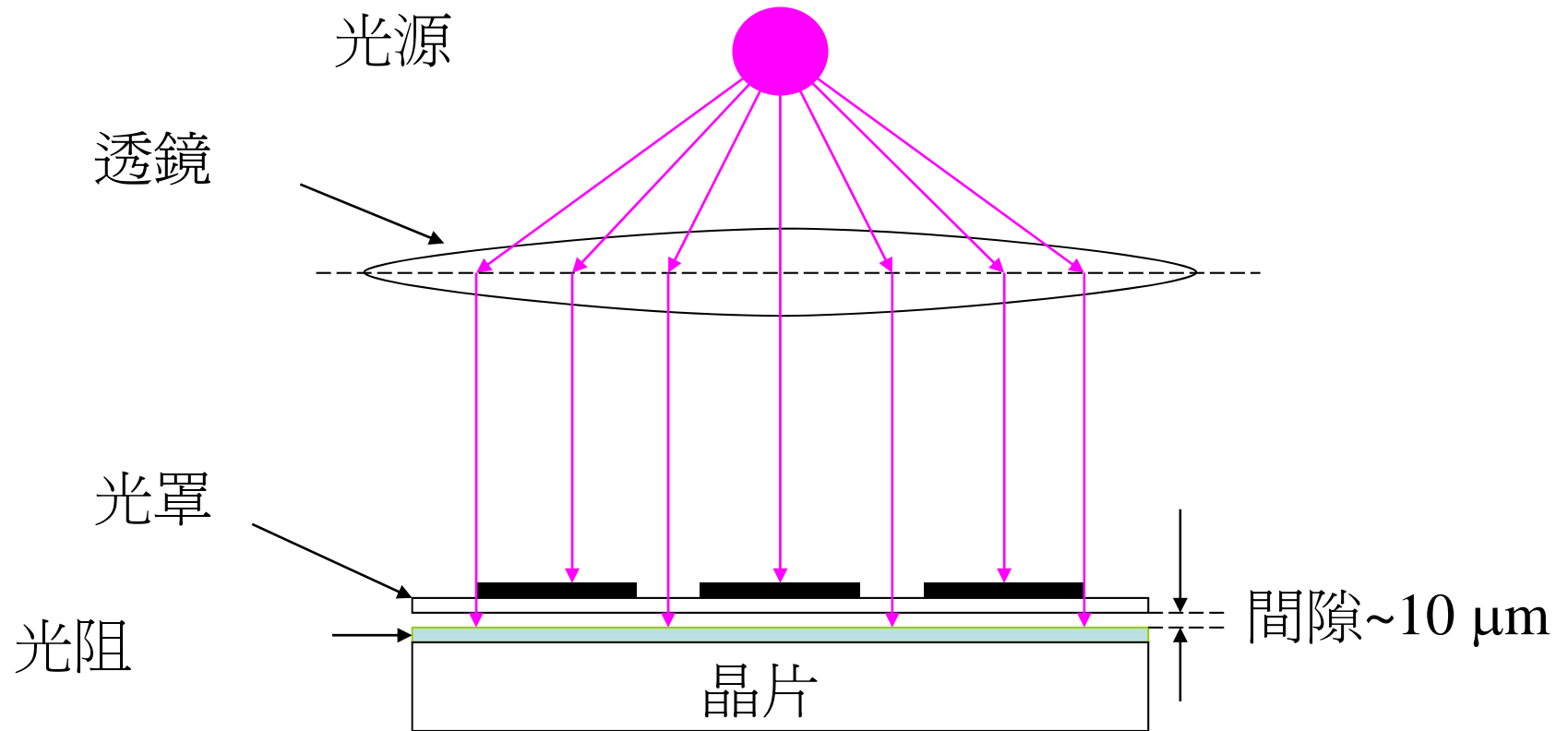
對準與曝光機台

- 接觸式印像機
- 鄰接式印像機
- 步進機

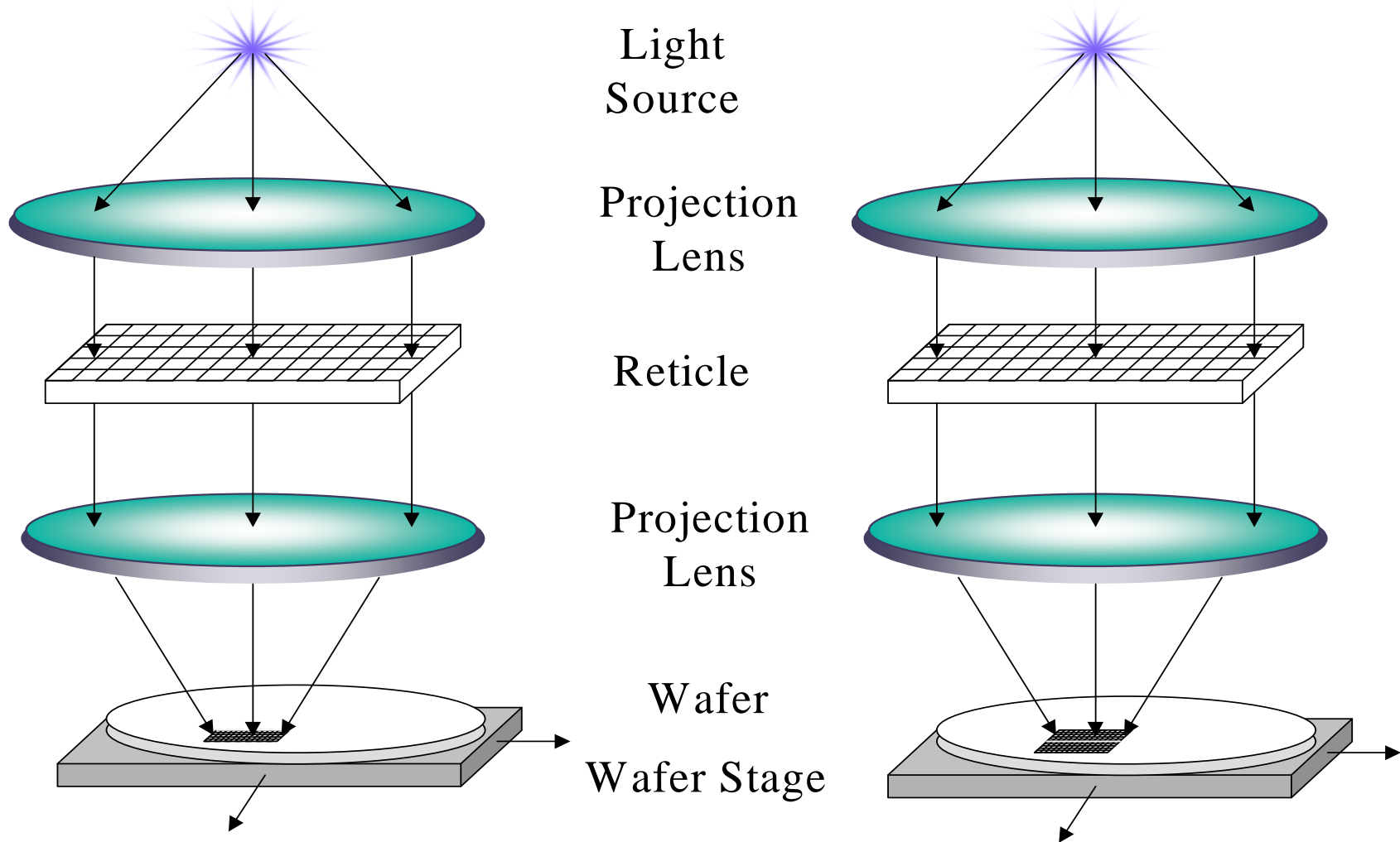
接觸式印像機



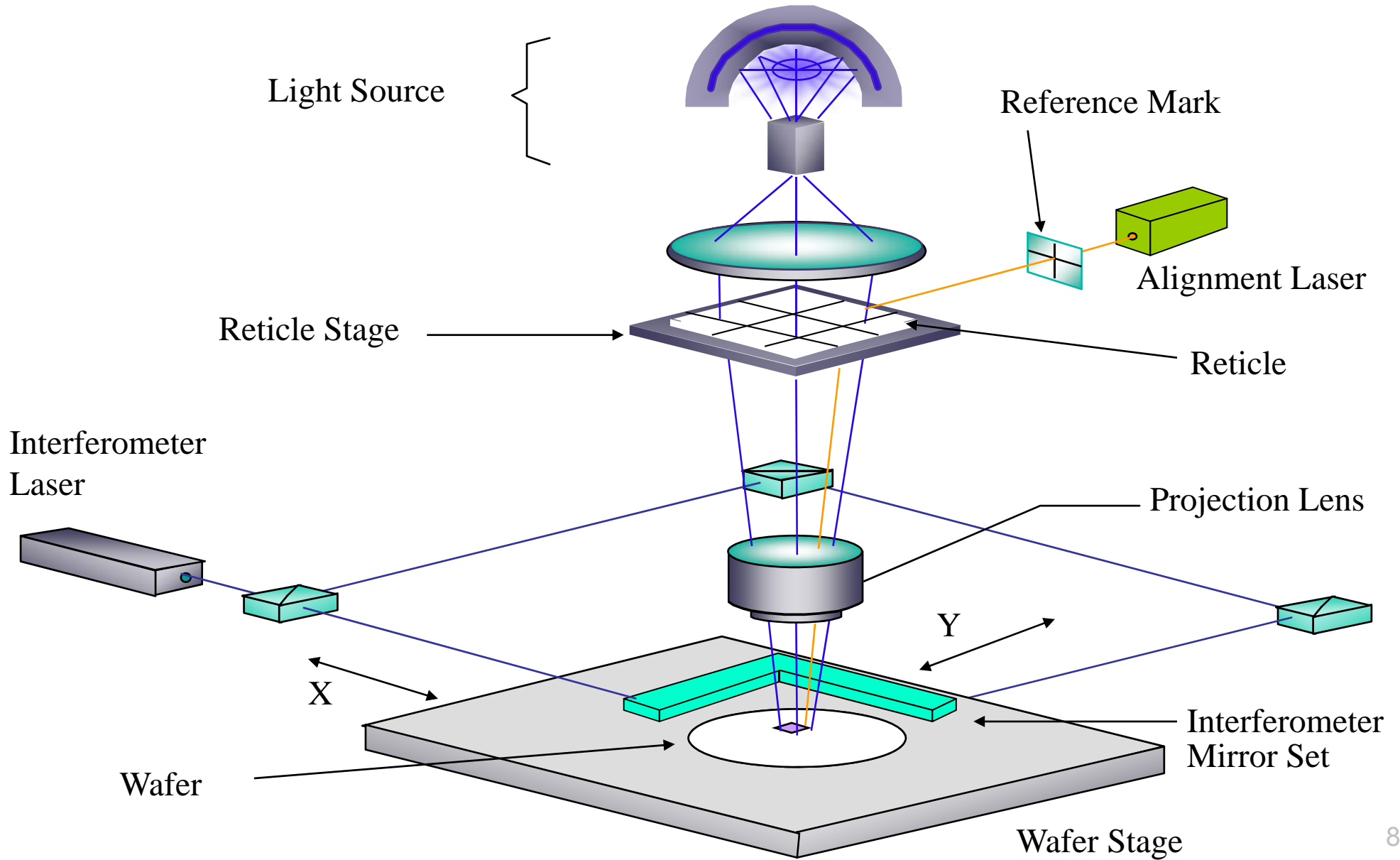
鄰接式印像機



步進機的曝光系統



步進機的對準系統



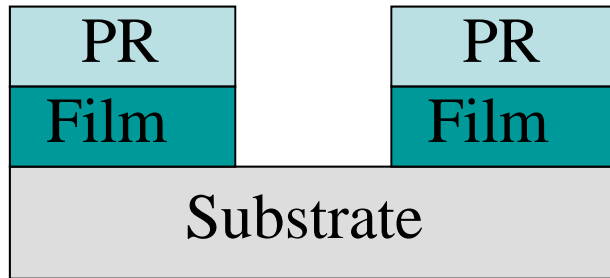
VLSI PROCESSES

- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process

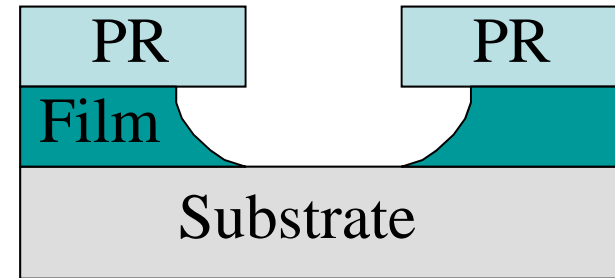
Etching Process

- Etching Rate
- Uniformity
- Selectivity

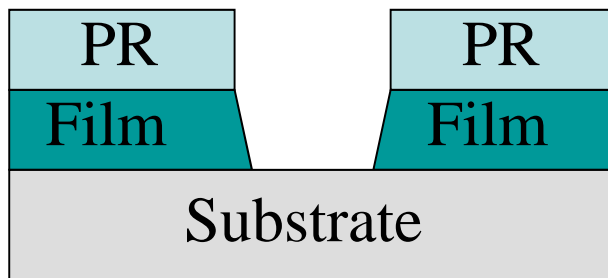
蝕刻輪廓



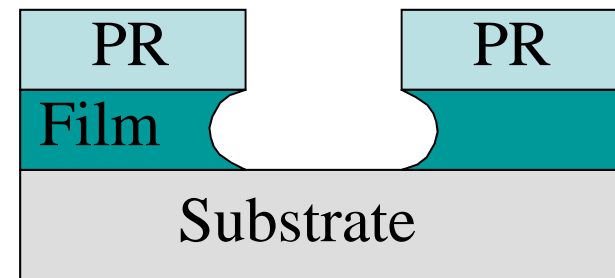
Anisotropic



Isotropic

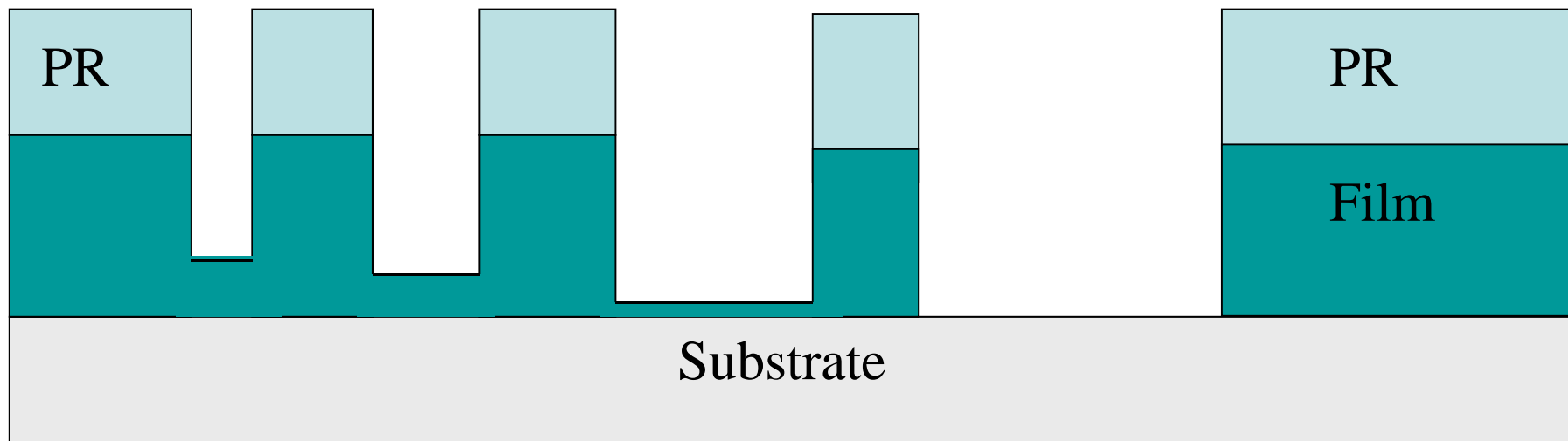


Anisotropic, tapered



Anisotropic, Undercut

Loading Effect



VLSI PROCESSES

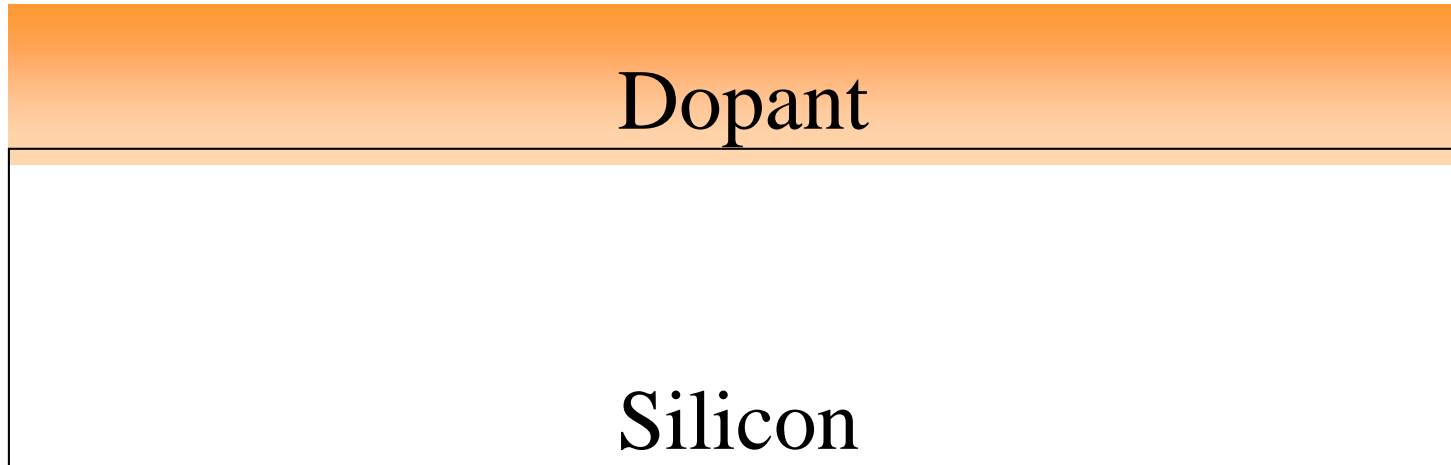
- Thermal Process
- Deposition Process
- Lithography Process
- Etching Process
- Doping Process

Doping Process

- Diffusion
- Ion Implantation

擴散製程

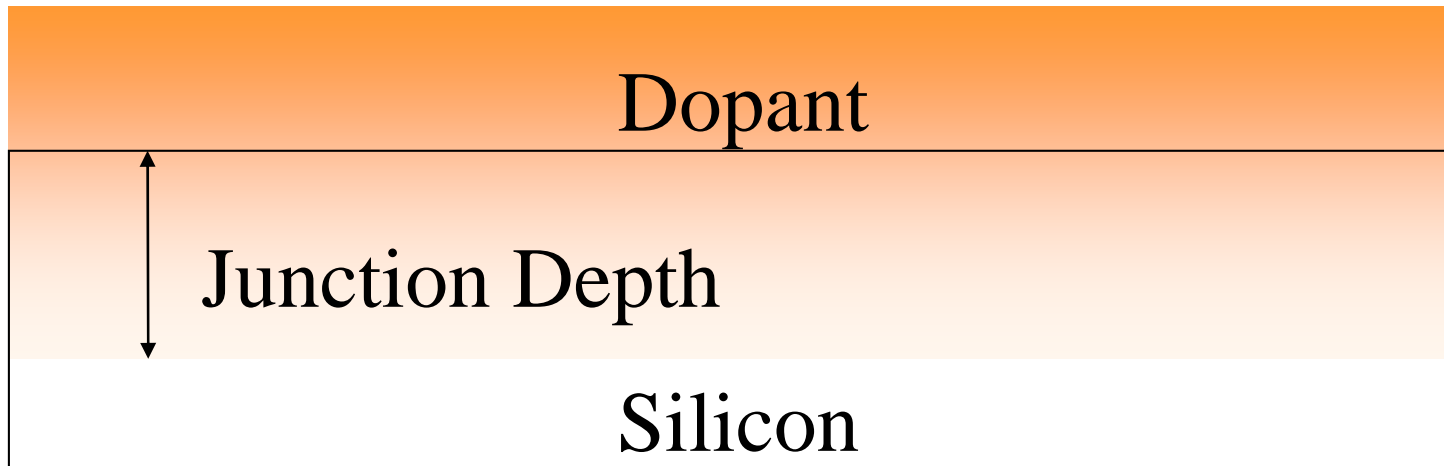
早期IC製程：擴散參雜製程



擴散製程 (5-4a-3)

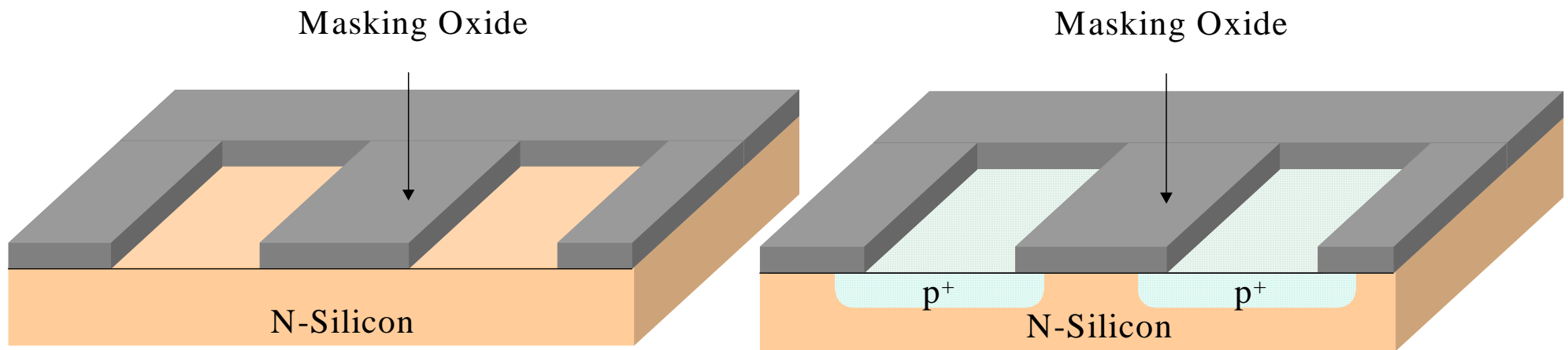
早期IC製程：擴散參雜製程

$$D \propto e^{(-E_a/kT)}$$

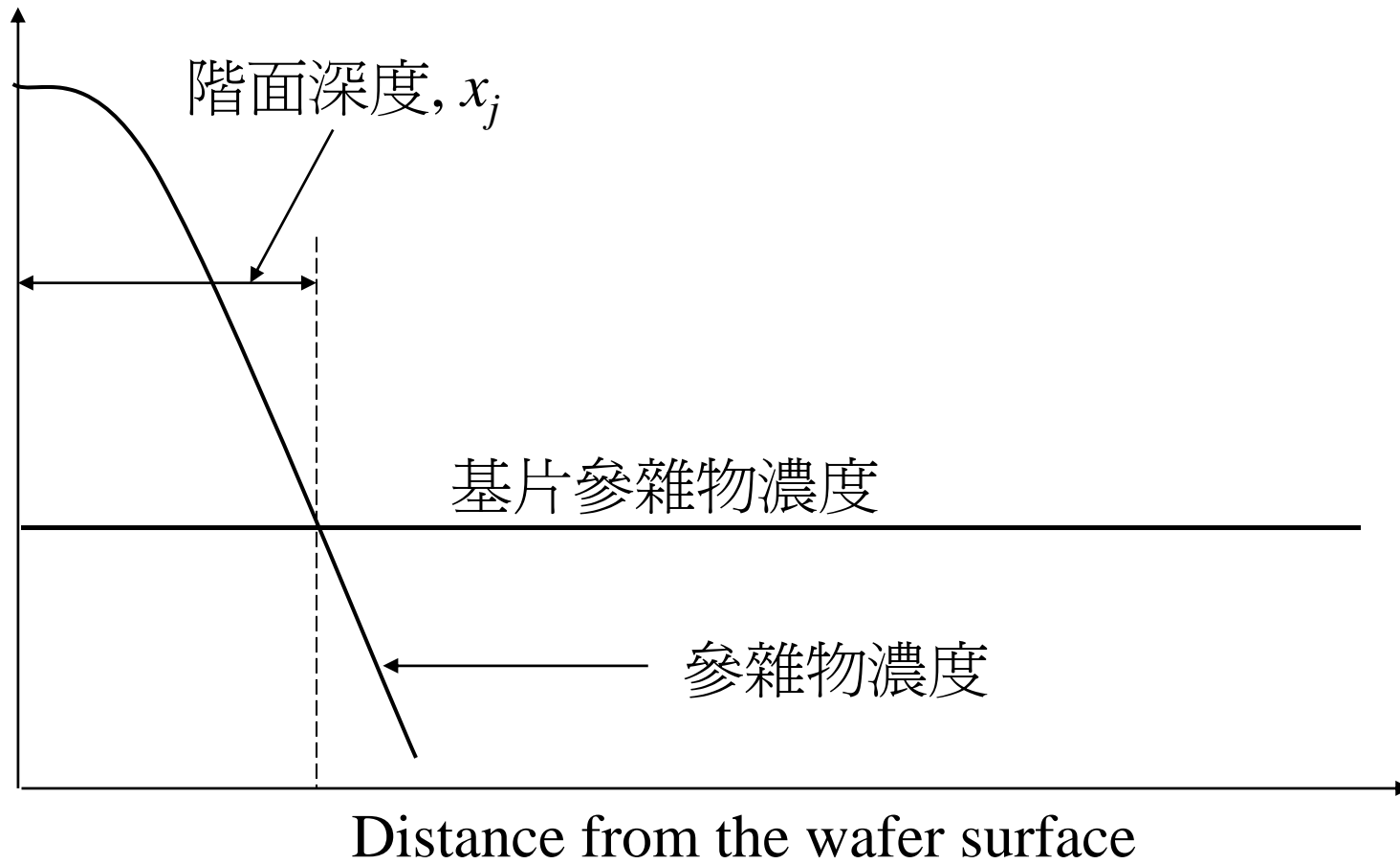


擴散遮蔽層

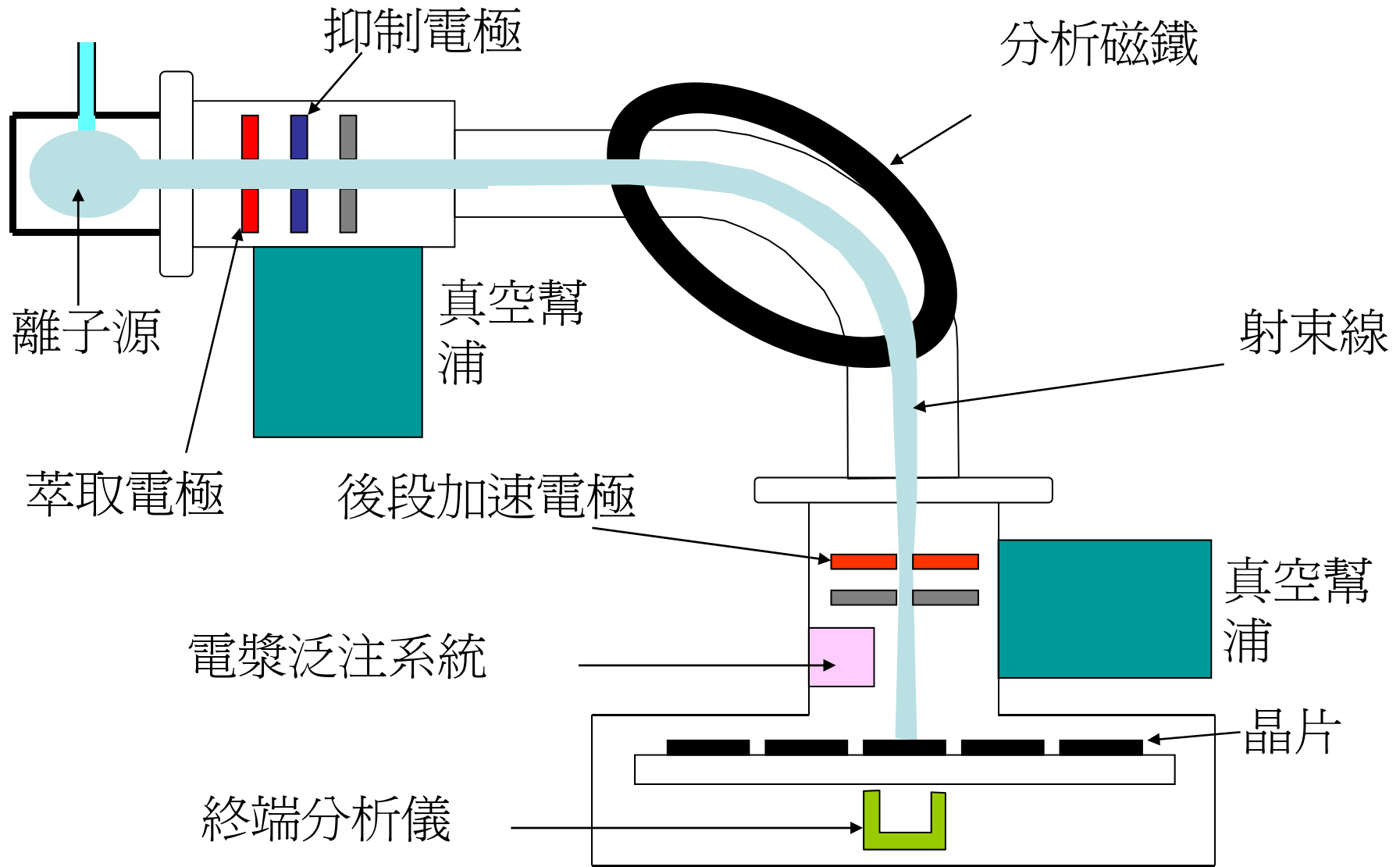
- 擴散遮蔽層：二氧化矽



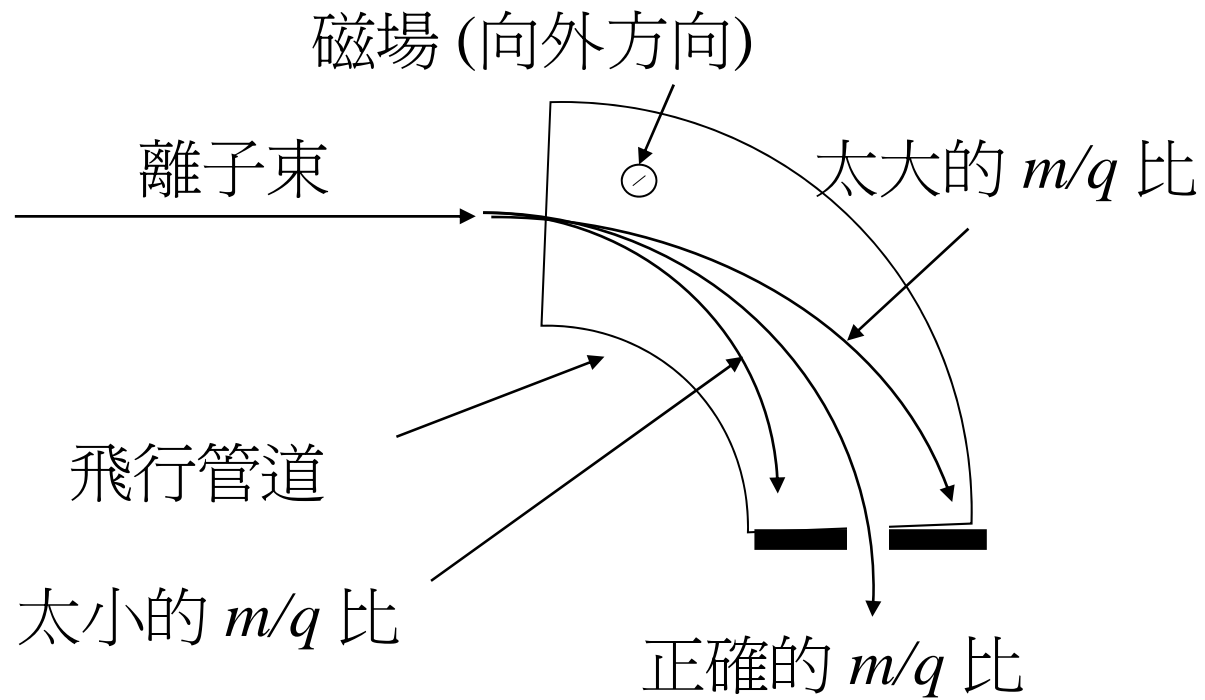
擴散製程 (5-4a-3)



Ion Implantation

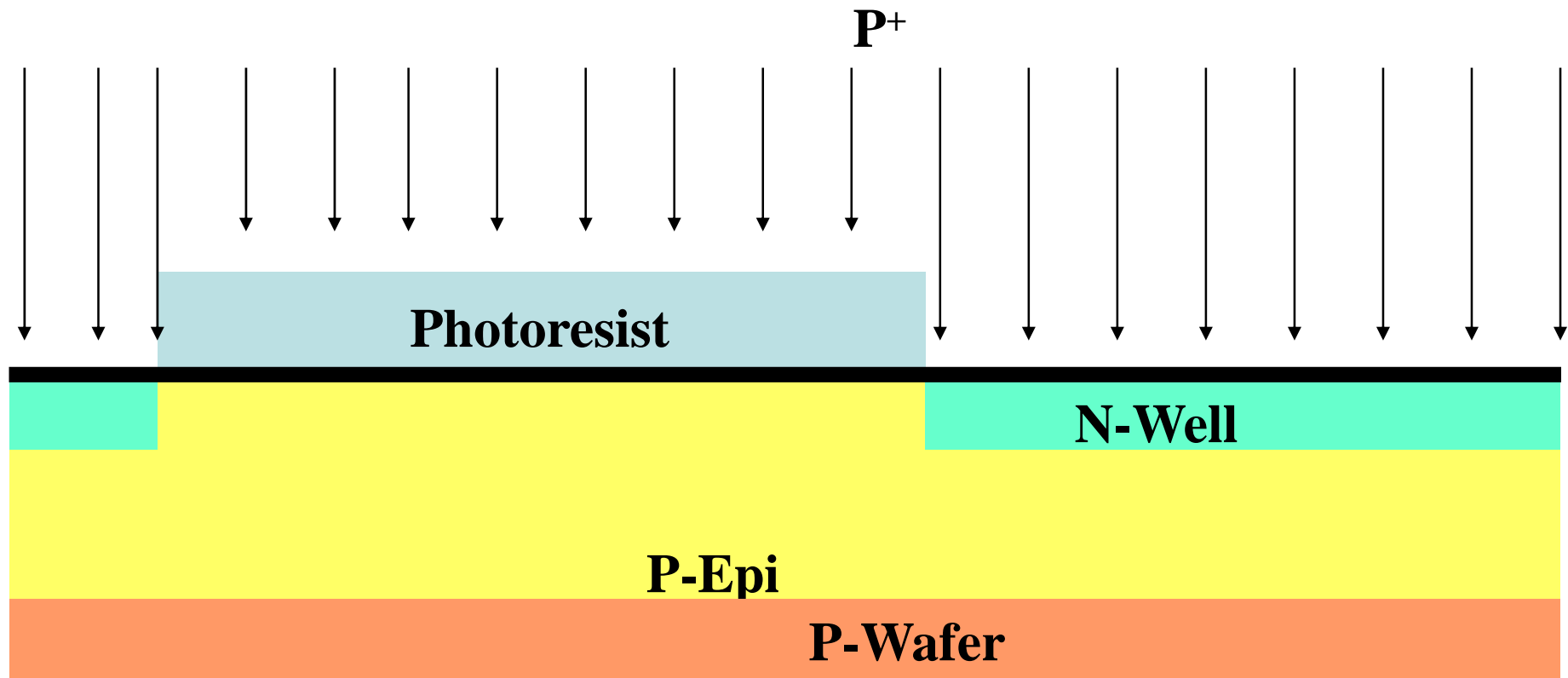


質量分析儀



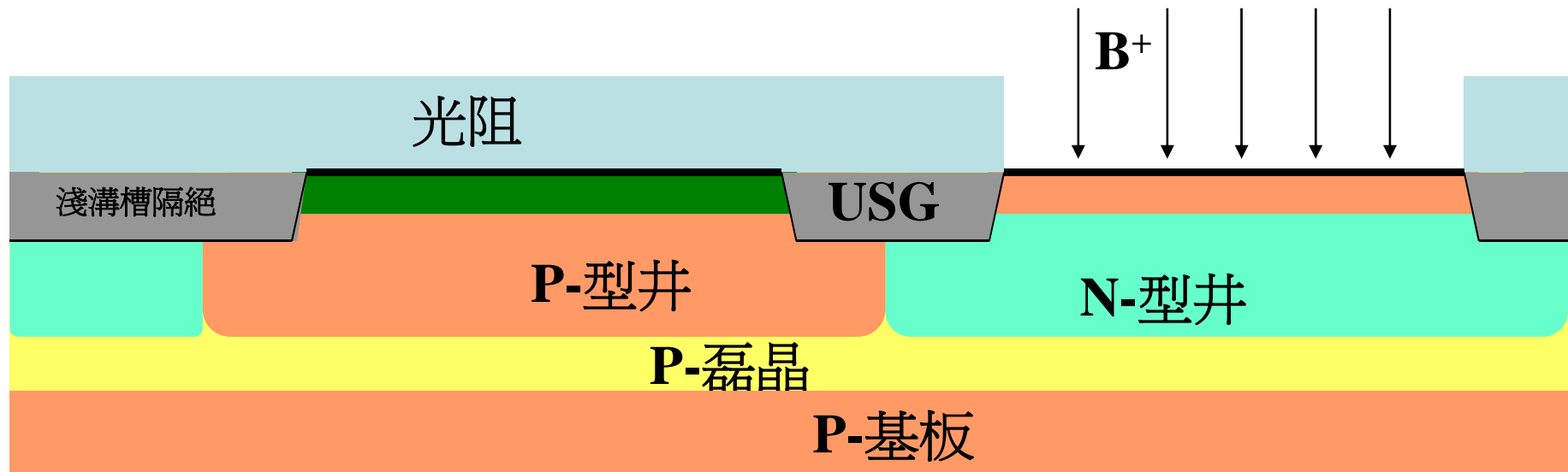
井區佈值

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



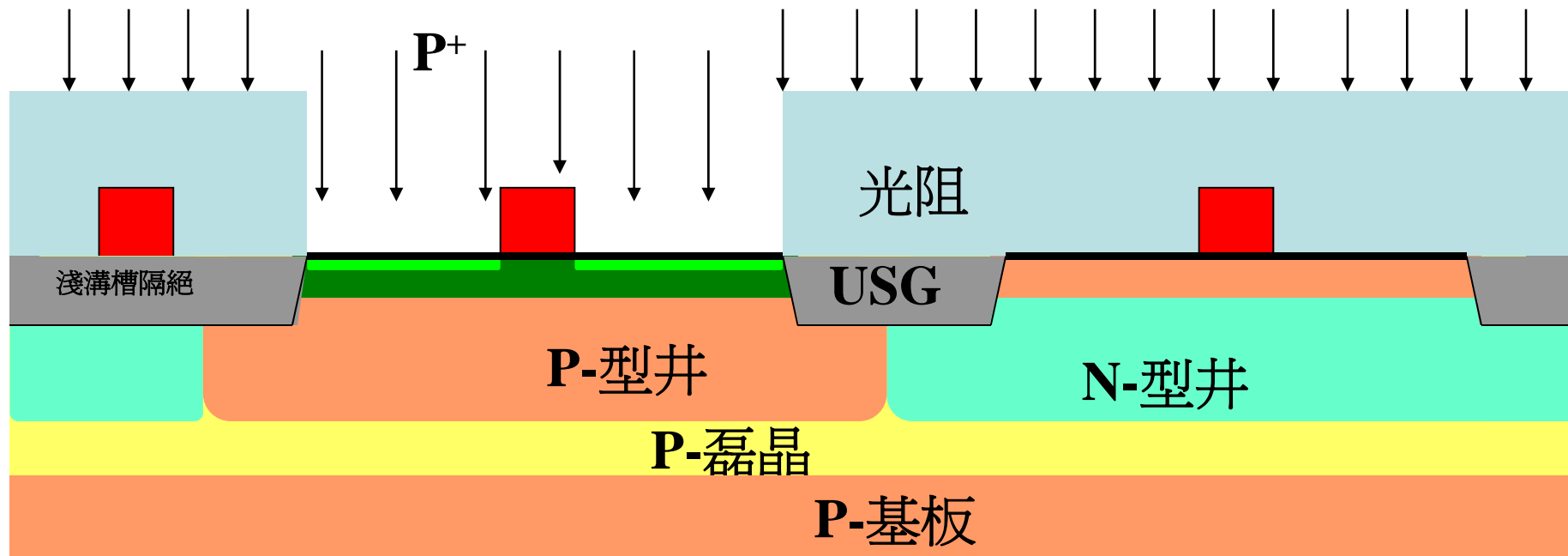
臨界電壓 (V_T) 調整佈值

低能量，低電流



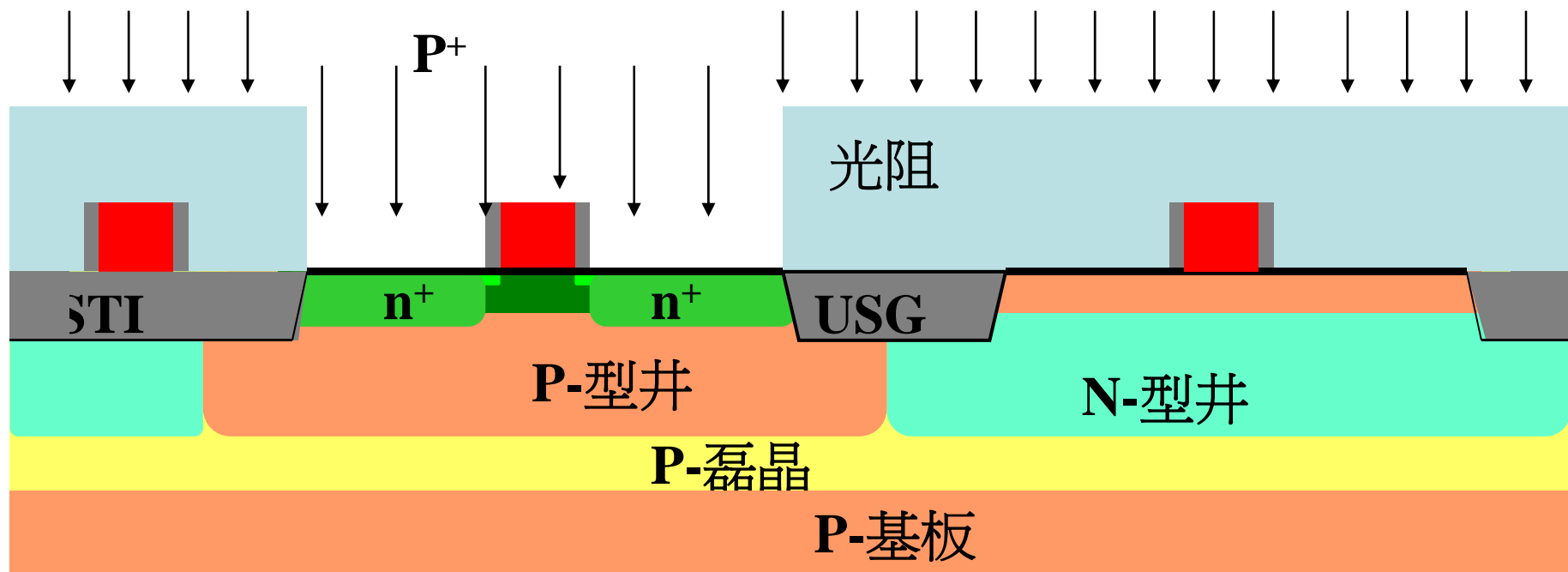
低參雜汲極(LDD) 佈值

- 低能量 (10 keV), 低電流 ($10^{13}/\text{cm}^2$)

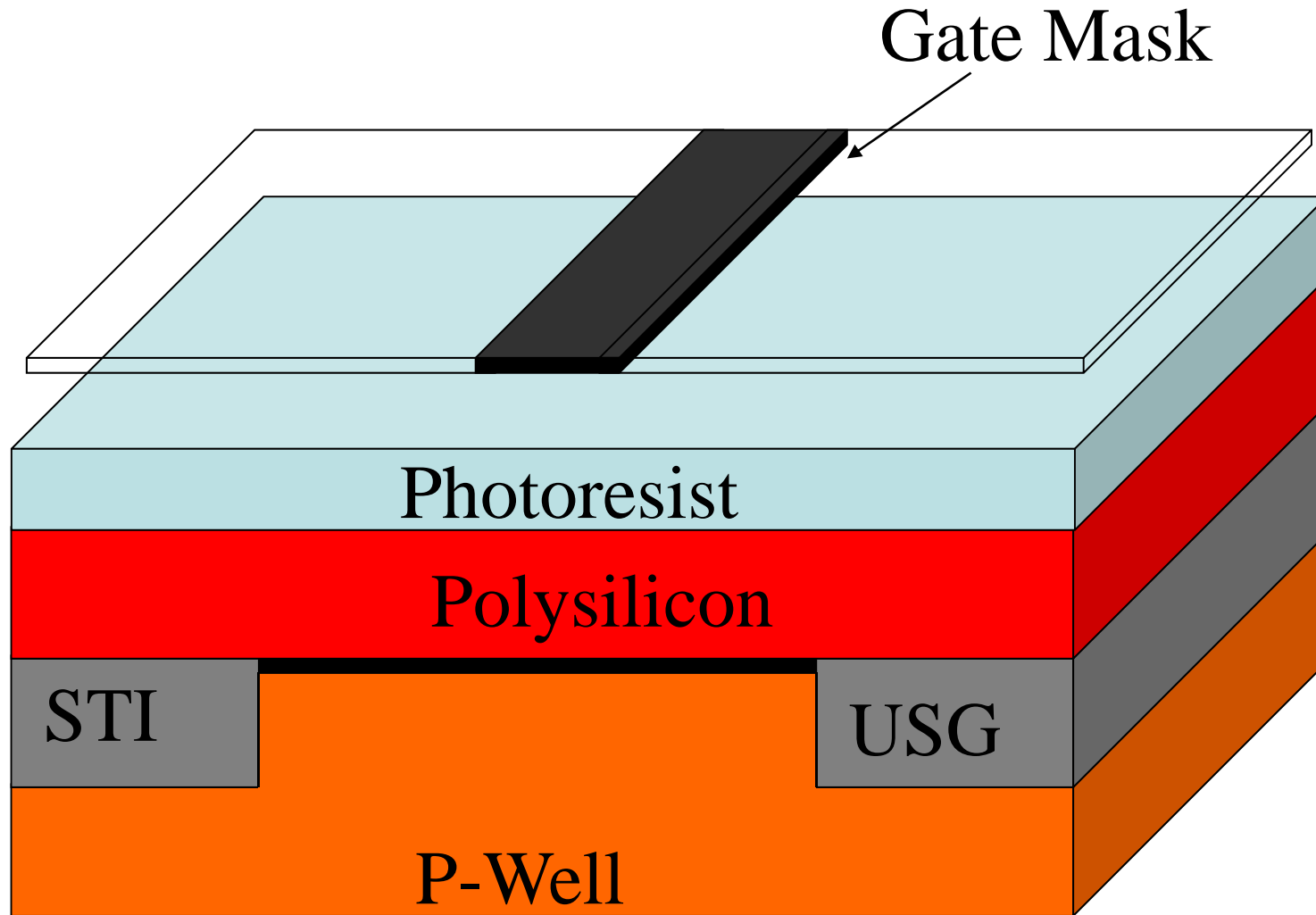


源極汲極佈值

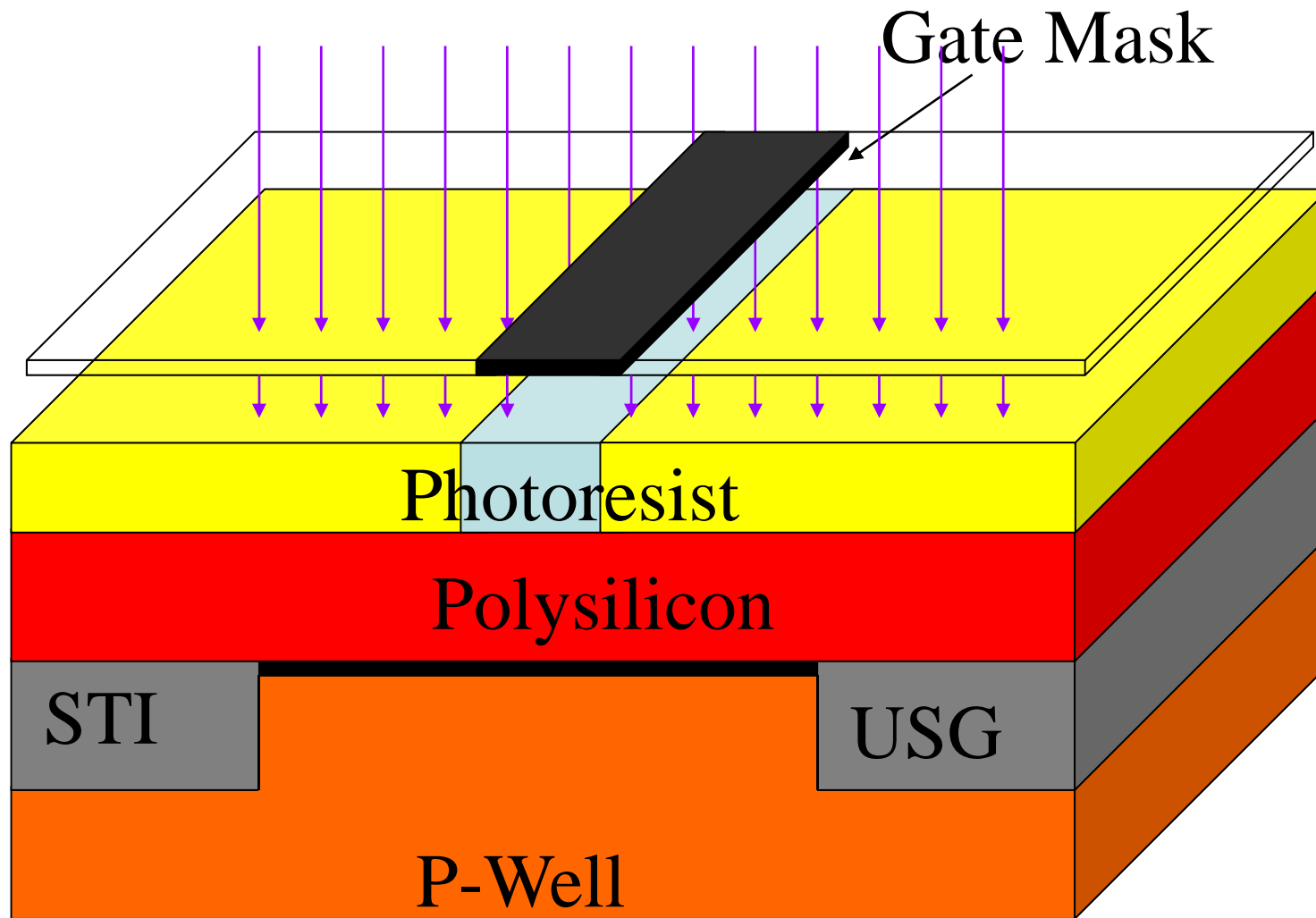
- 低能量 (20 keV), 高電流 ($>10^{15}/\text{cm}^2$)



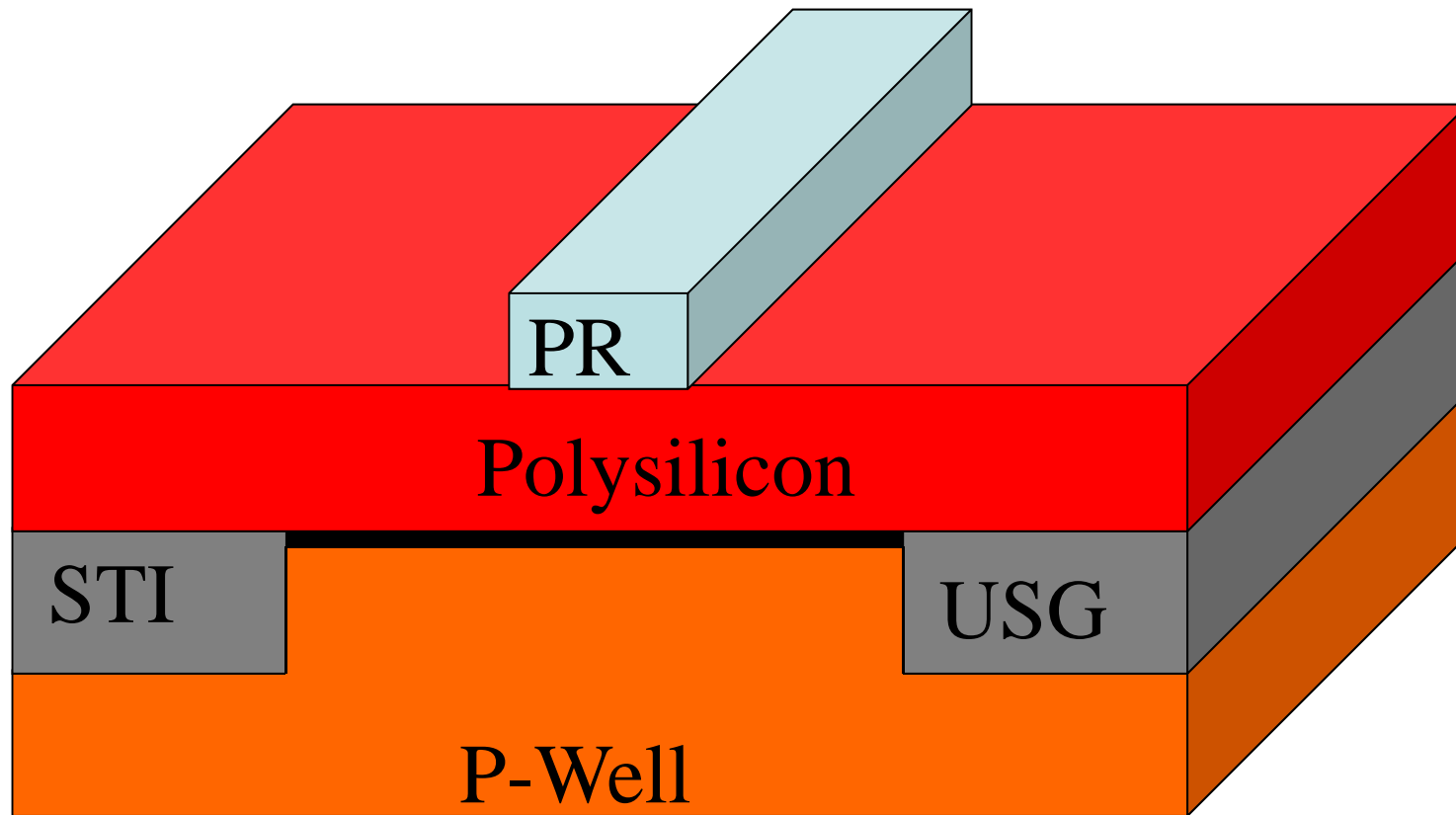
Gate Mask Alignment



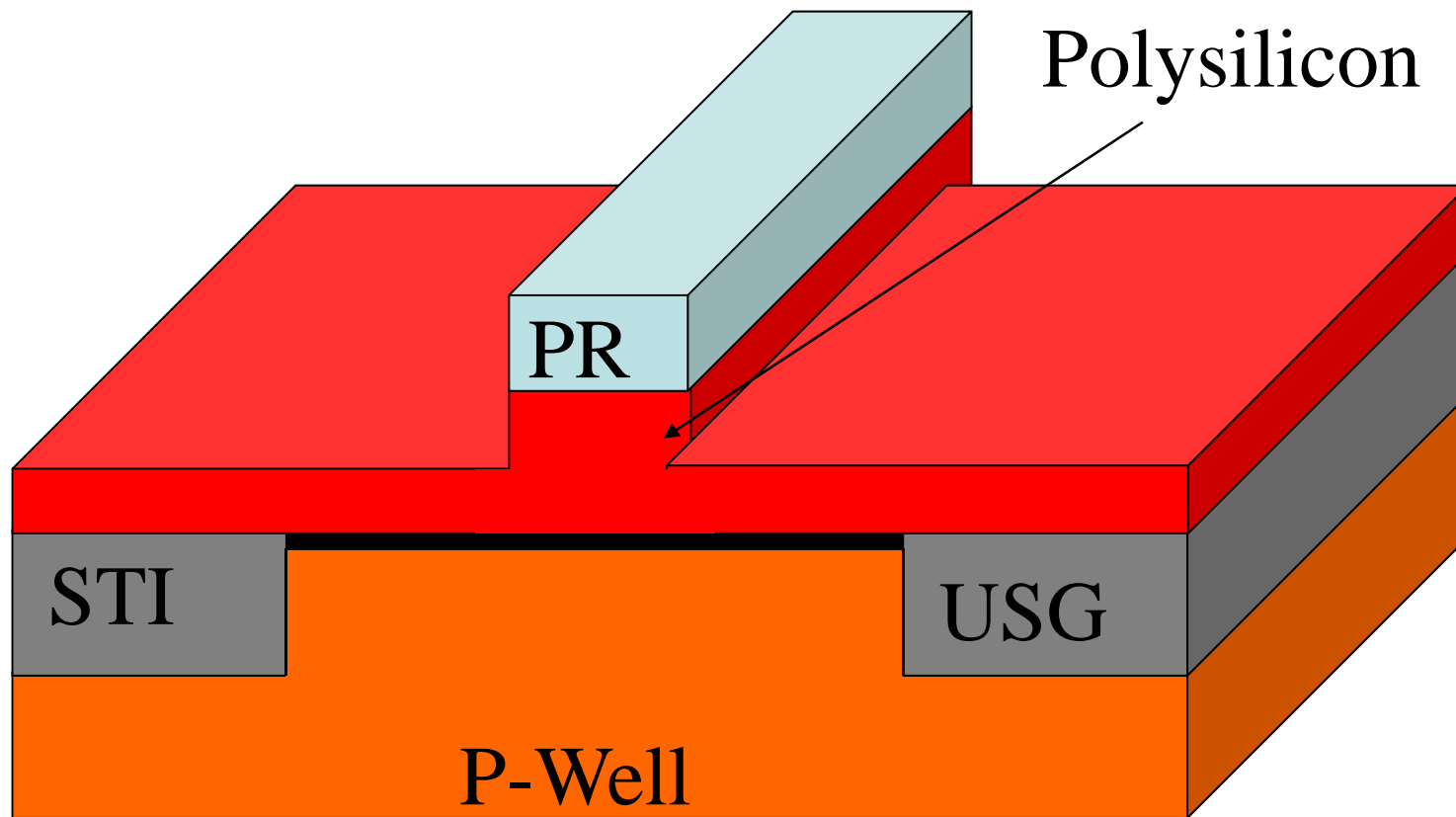
Gate Mask Exposure



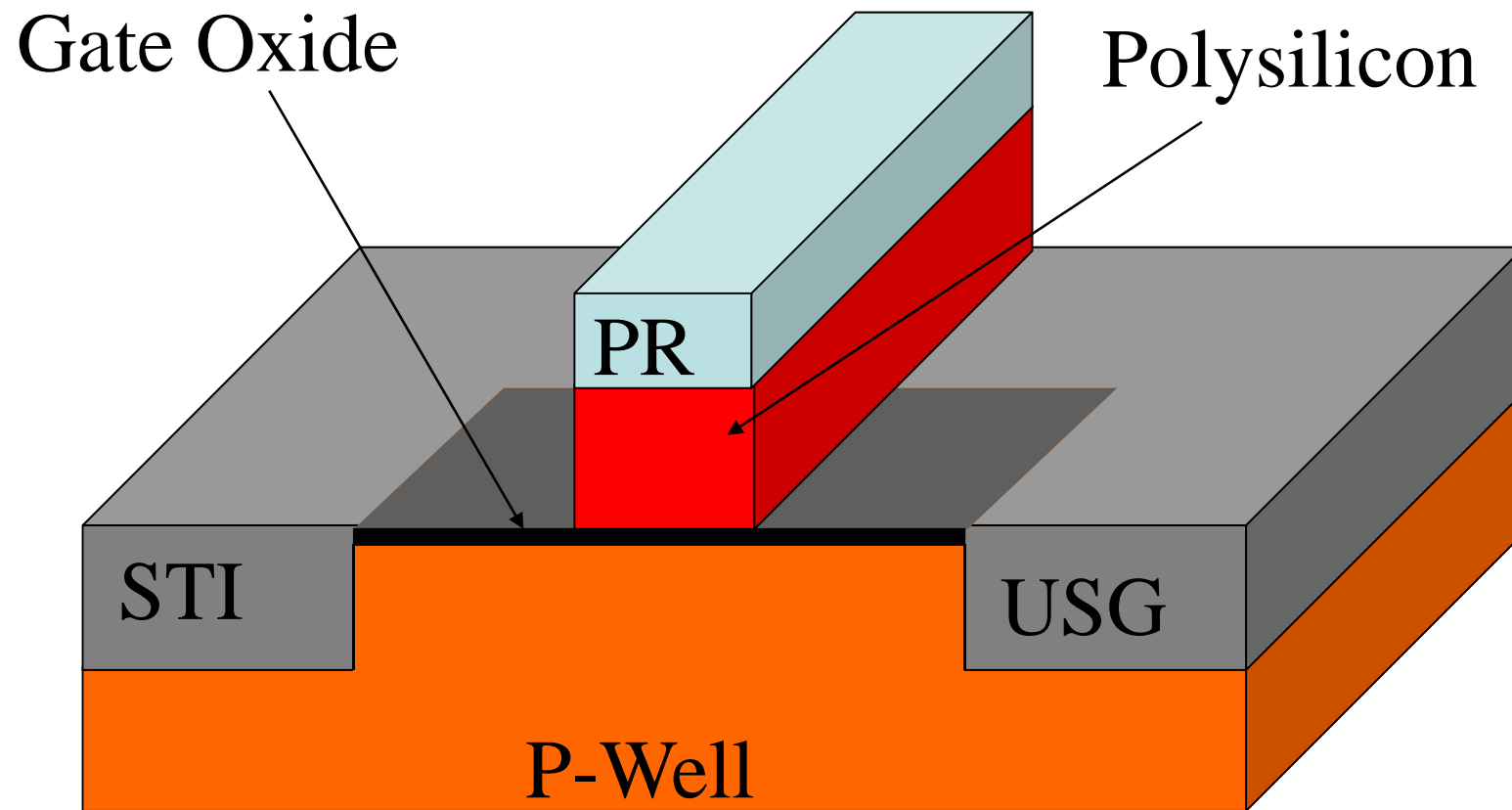
Development/Hard Bake/Inspection



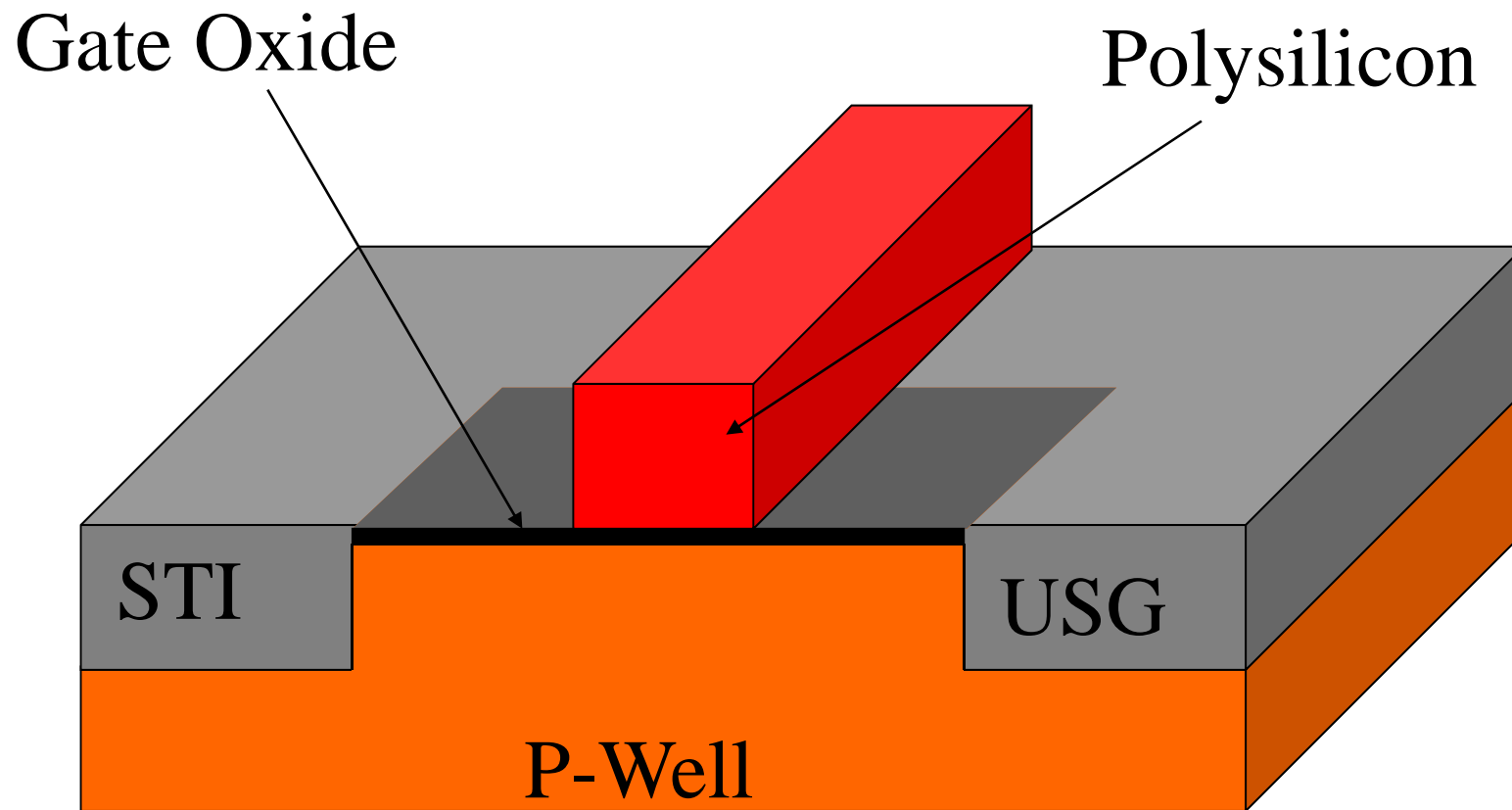
Etch Polysilicon



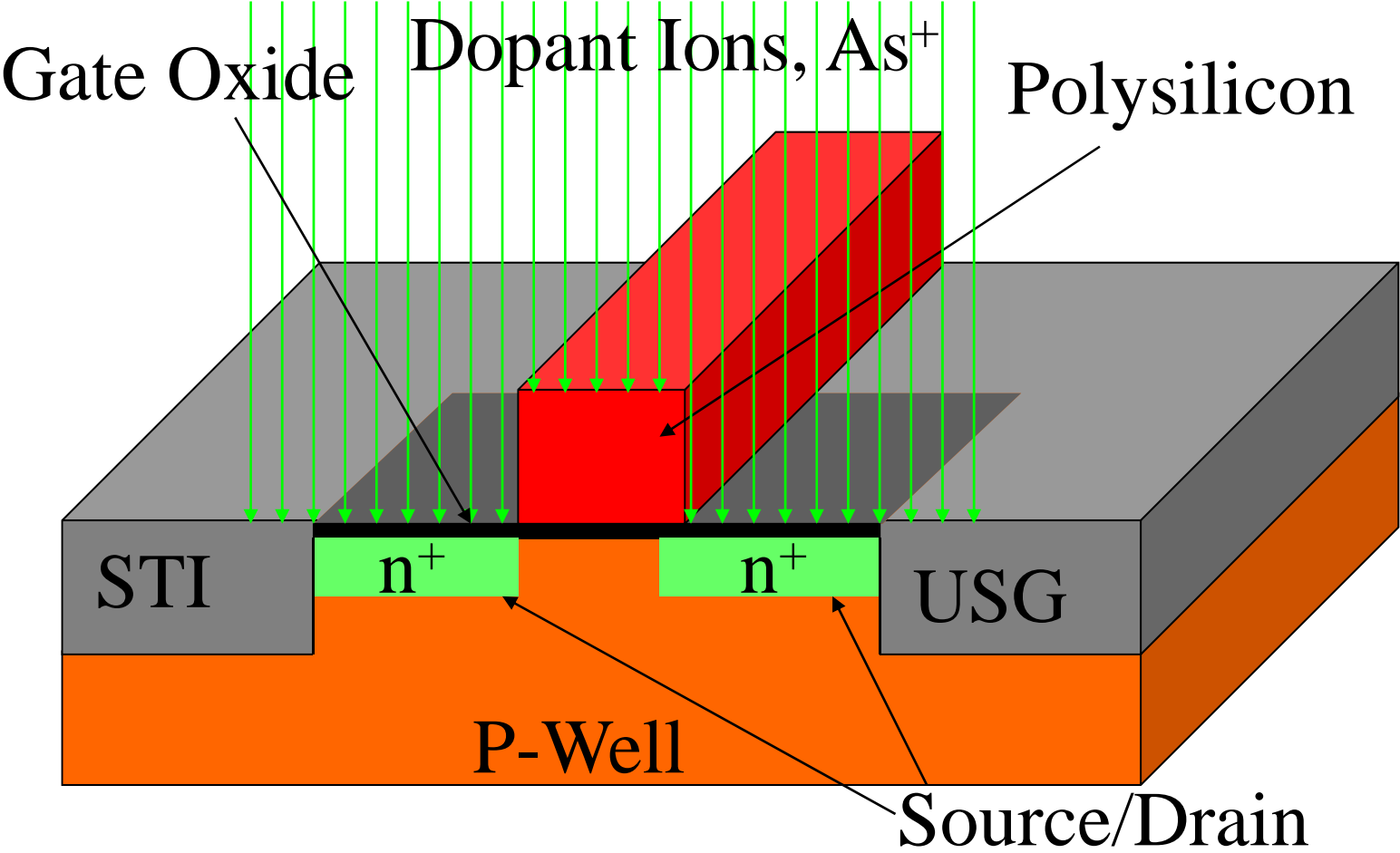
Etch Polysilicon, Continue



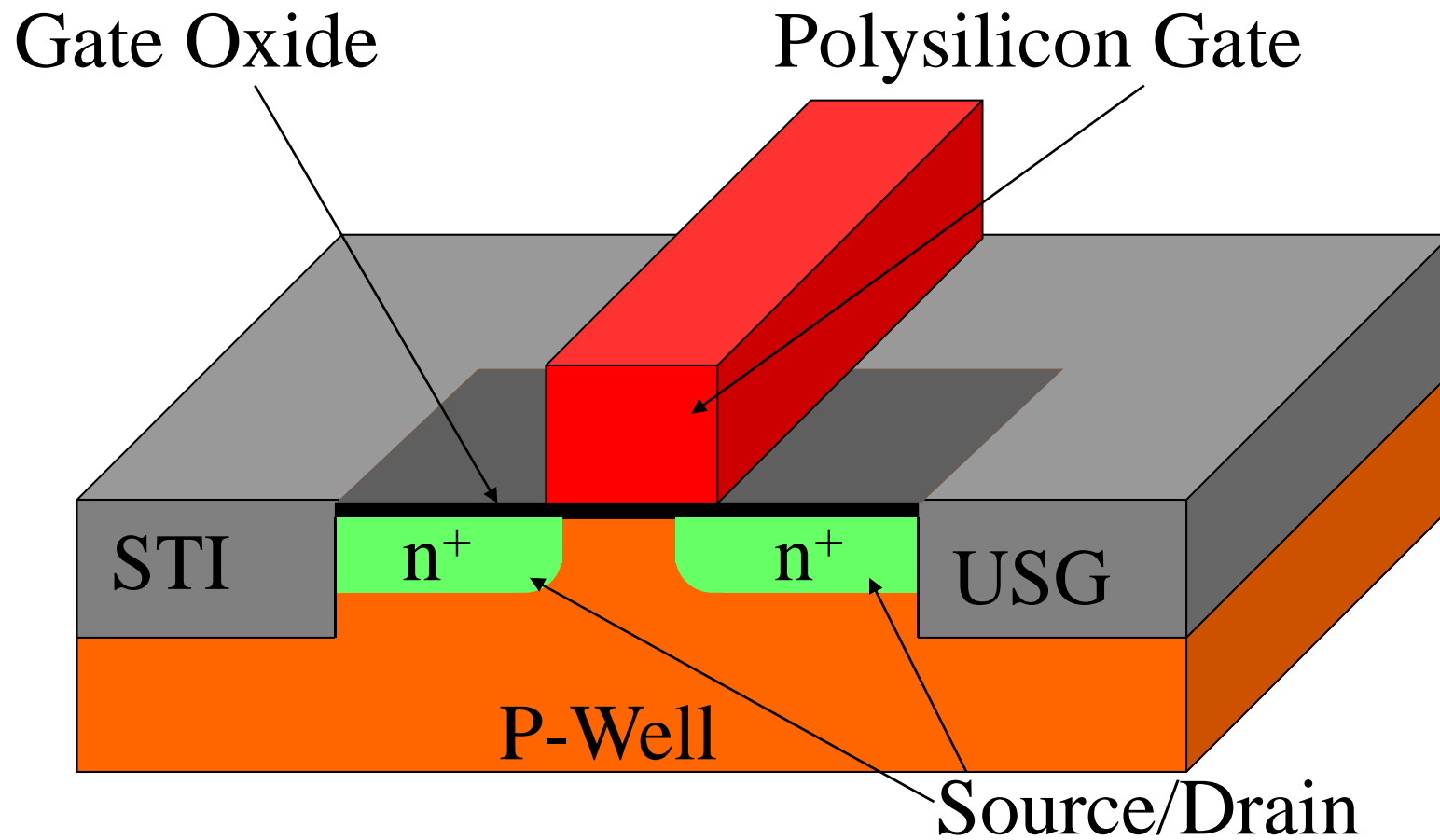
Strip Photoresist



Ion Implantation

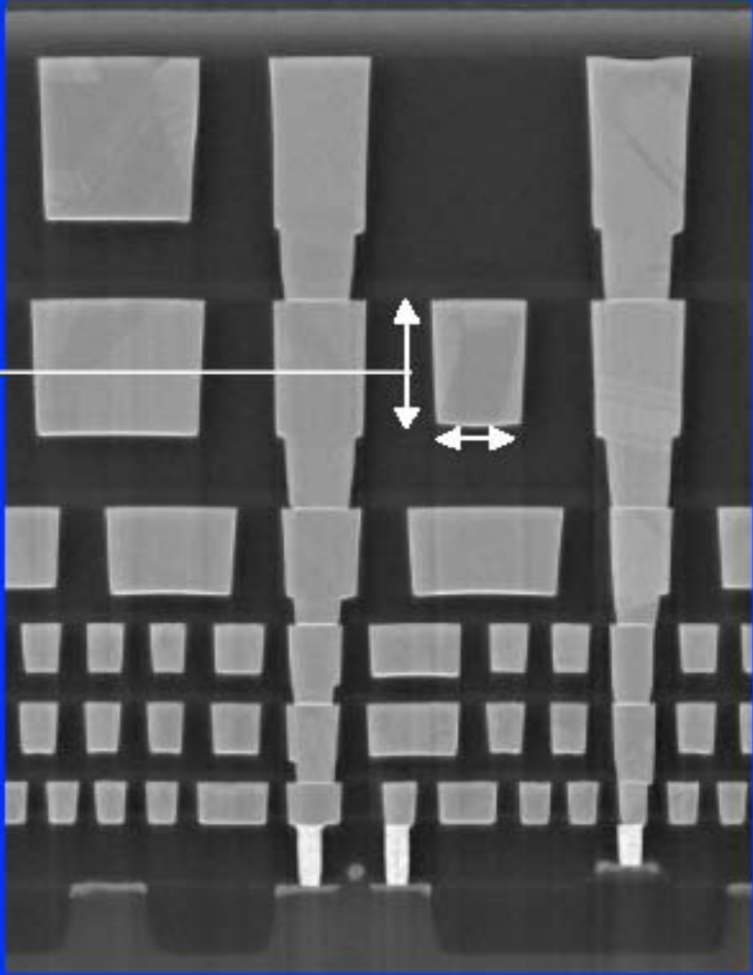


Rapid Thermal Annealing



CMP Process

Aspect Ratio
(T/W) = 1.6/1



Metal 6

Metal 5

Metal 4

Metal 3

Metal 2

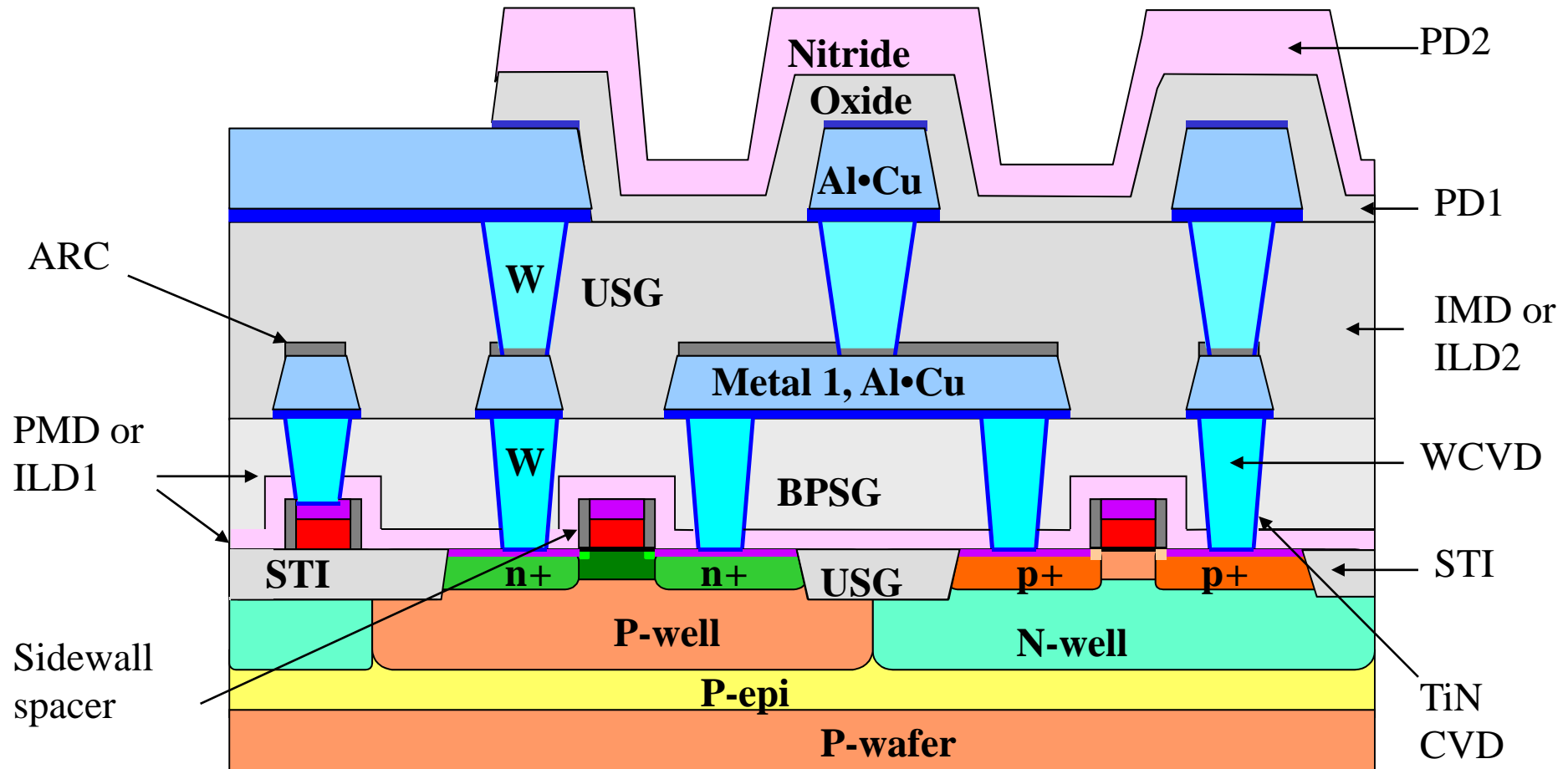
Metal 1

Transistors



6 Layers of Damascene Copper

CMOS Profile



電子產業的發展方向

微電子領域

更小

次微米
深次微米

更快

100MHz
1G Hz, 10GHz

更複雜

百萬/千萬
元件(Gate)

更強

容量更大

DRAM 128M
256M, 512M, 1G

更省電

功能更多

更便宜

3C整合性更強

跨領域結合

微機電
MEMS

跨領域結合

醫用電子

跨領域結合

生物晶片
Biochip

跨領域結合

光電積體電路
OEIC