

電子科技與生活

Hsun-Hsiang Chen

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



4

醫療保健



5

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

6

我國半導體產業重點

- IC設計, 製造, 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

7

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
 - IV-VI族: PbS, PbSe
- 合金半導體
 - 二元素: SiGe
 - 三元素: AlGaAs, GaMnTe, HgCdTe
 - 四元素: AlGaAsSb, GaInAsP

8

半導體元件分類

- 二極體
- 雙載子電晶體: PNP, NPN
- 場效電晶體:
 - 接面場效電晶體 (JFET)
 - 接面場效電晶體 (MESFET)
 - 接面場效電晶體 (MOSFET)
- 光電元件:

9

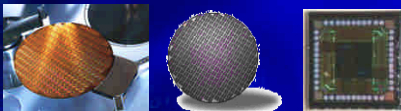
IC的尺寸與推展

- 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

10

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

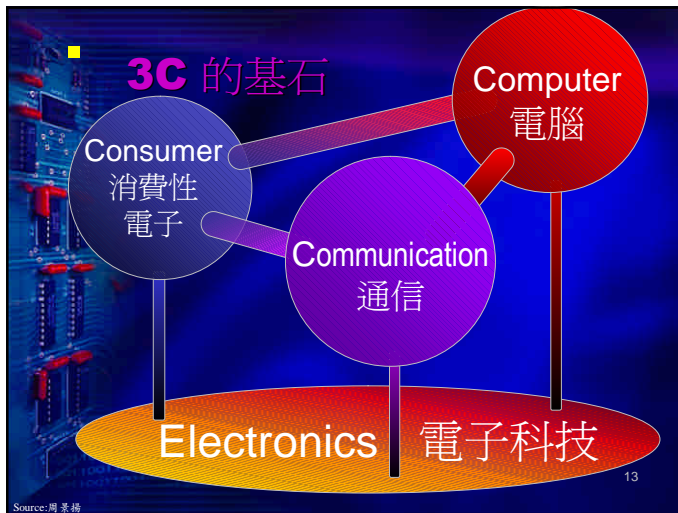


11

摩爾定律 (Gordon Moore's Law)

- 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; 亦既微處理器處理速度會「每18個月」向上翻一倍, 半導體 (Semiconductor) 業界稱之為摩爾定律。

12



- ### 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
- 14

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。

15

- ### 光電產業
- 發光二極體(LED)
 - 雷射二極體(LD)
 - 液晶顯示器
 - 背光源模組
- 16

光電產品分類

- **光電元件**: 發光二極體, 光耦合元件
- **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

17

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

18

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

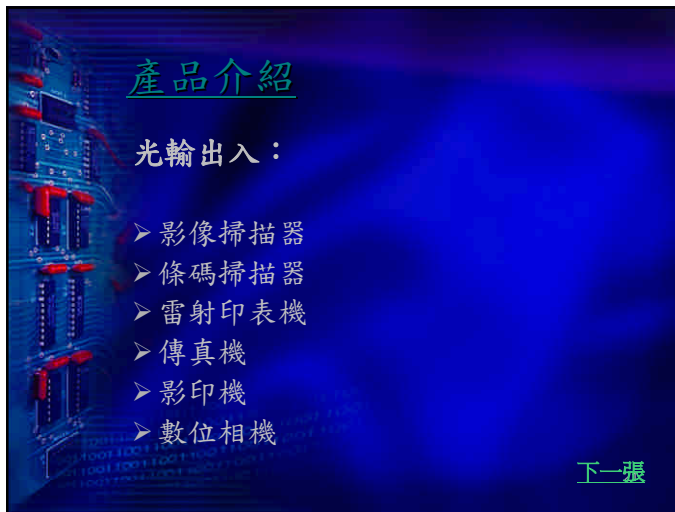
19

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

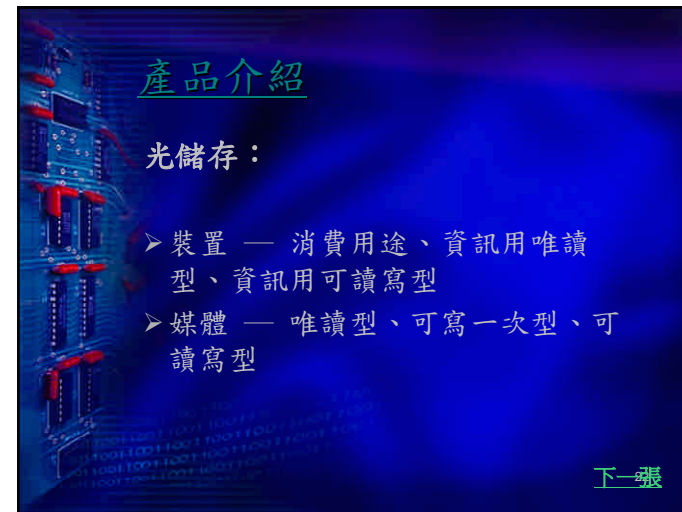


產品介紹

光輸出：

- 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

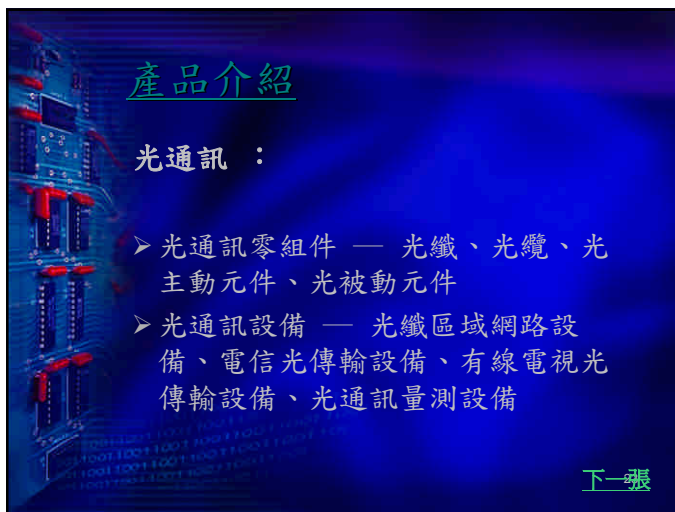


產品介紹

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

25

通訊產業

- ☉ 手機
- ☉ 無線通訊
- ☉ 交換機
- ☉ RFID

26

電子資訊產業未來產品發展方向

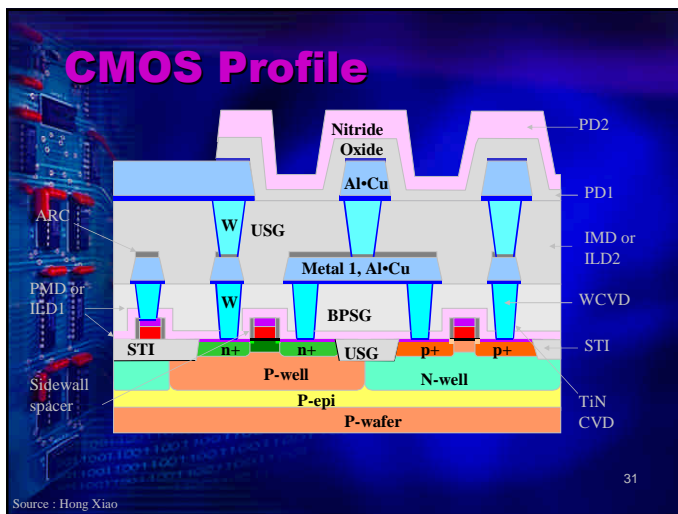
- ☉ 3C 電子產品—輕，薄，短，小，高密度，高功能。
- ☉ IC 設計—System on chip, Chip Set 等須從創意出發。
- ☉ 藍芽—較短距離的傳輸介面如紅外線傳輸，無線傳輸。

27

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。

28



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

Source : Hong Xiao

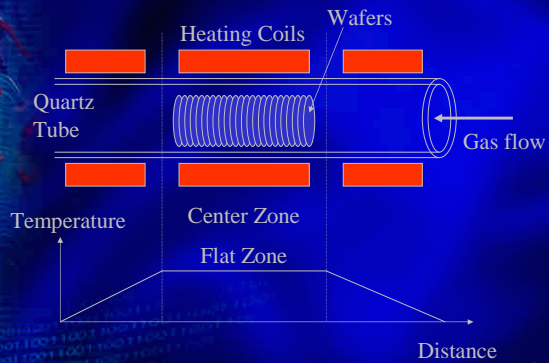
33

加熱製程的硬體

- 水平爐管
- 垂直爐管

34

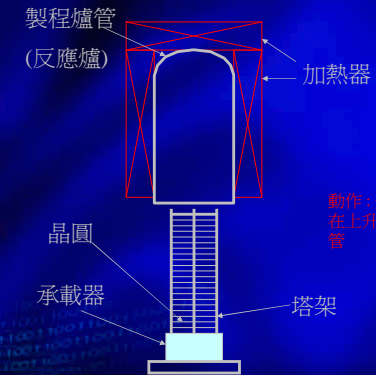
水平爐管的結構



Source : Hong Xiao

35

垂直爐管的結構

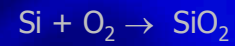


Source : Hong Xiao

36

氧化製程

- 最重要的加熱製程之一
- 化學反應

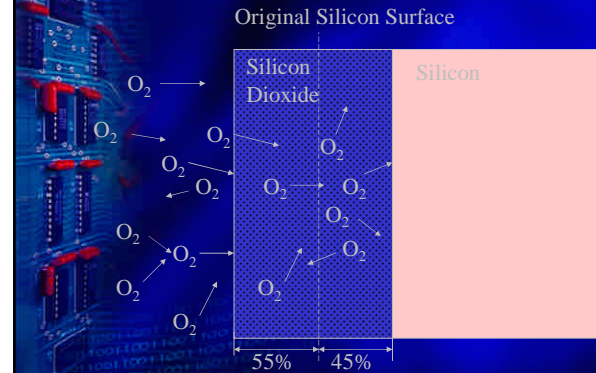


- 二氧化矽：性質穩定
- 廣泛的使用在IC製程中

37

Source : Hong Xiao

氧化的過程



38

Source : Hong Xiao

氧化的過程

- 溫度的影響
 - 越高溫, 氧化速率高
 - 越高溫, 氧化品質好
- 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, 需要拔除

39

Source : Hong Xiao

二氧化矽層的應用

- 擴散遮蔽層
- 表面保護層
- 隔絕區
- 閘極氧化層

40

Source : Hong Xiao

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
場區與局部二氧化矽層	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

41

Source : Hong Xiao

VLSI PROCESSES

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

42

化學氣象沉積氧化層 vs. 熱成長氧化層



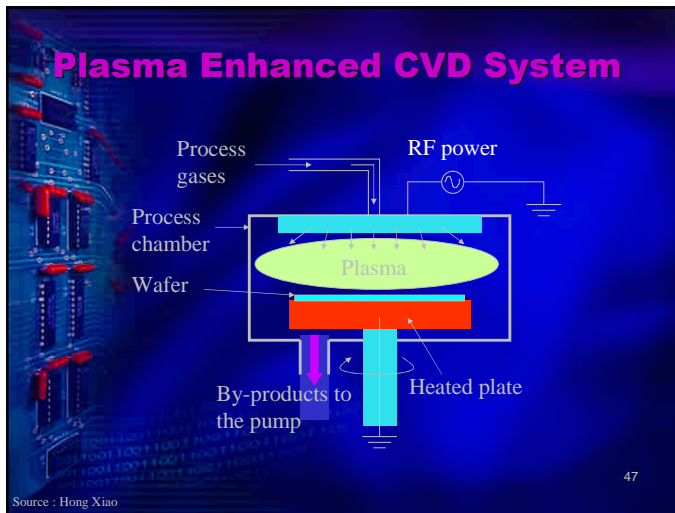
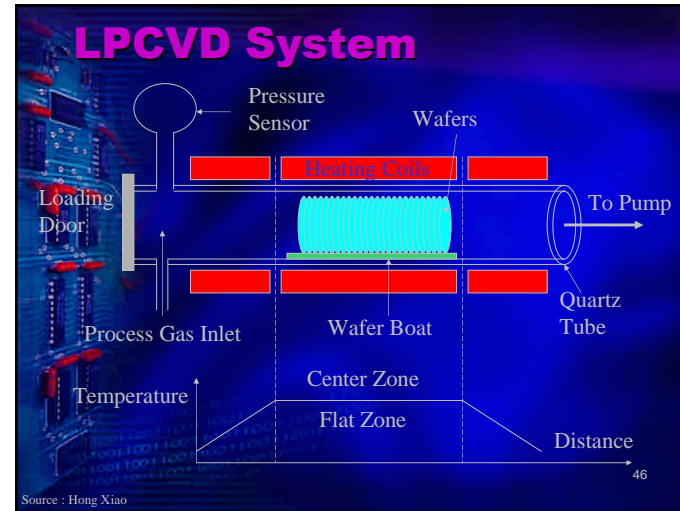
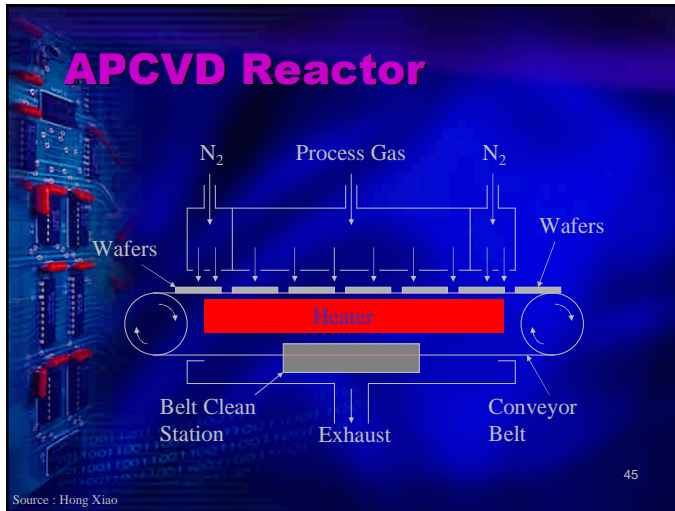
43

Source : Hong Xiao

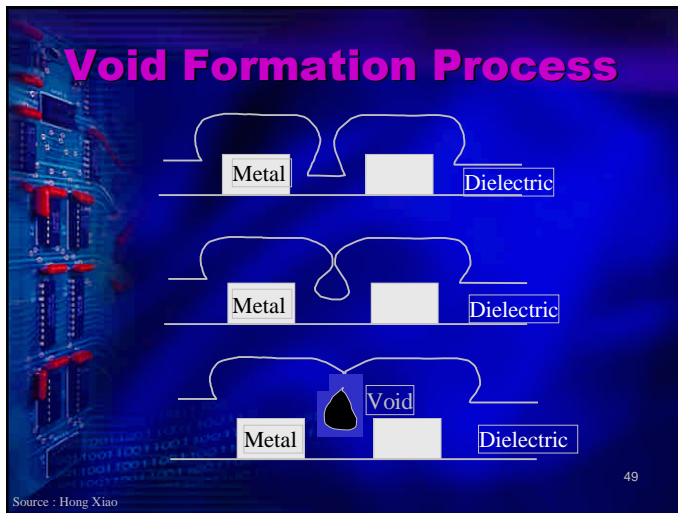
CVD Processes

- APCVD
- LPCVD
- PECVD

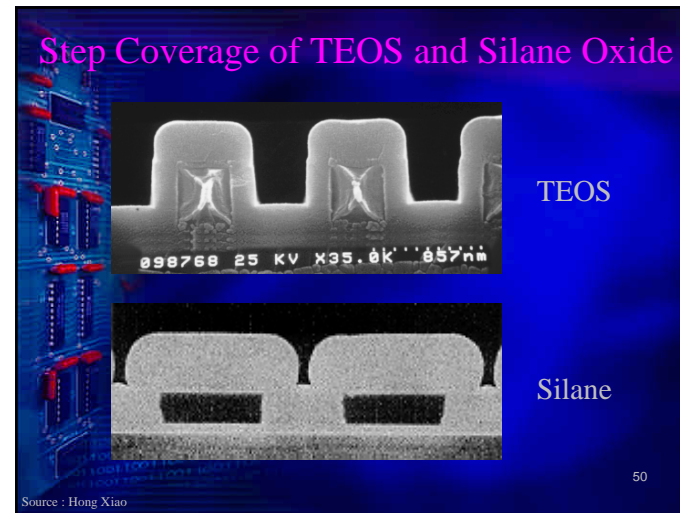
44



- ### 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
- Source : Hong Xiao
- 48



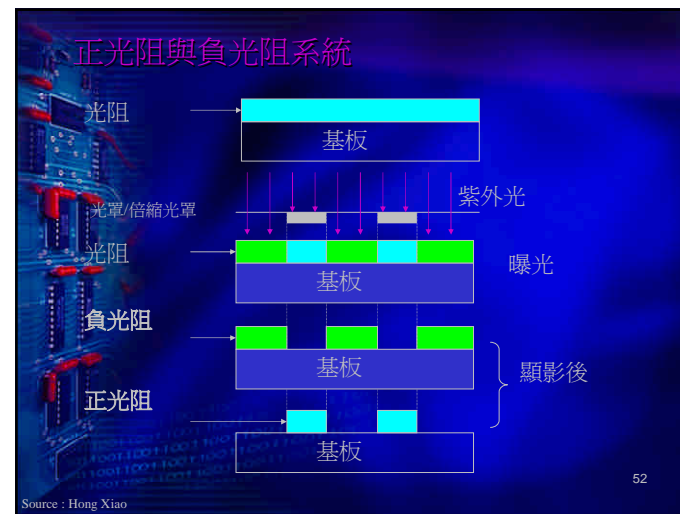
49



50

- ### VLSI PROCESSES
- Thermal Process
 - Deposition Process
 - Lithography Process
 - Etching Process
 - Doping Process
- Source : Hong Xiao

51



52

對準與曝光機台

- 接觸式印像機
- 鄰接式印像機
- 步進機

Source : Hong Xiao

接觸式印像機

光源
透鏡
光罩
光阻
晶片

Source : Hong Xiao

鄰接式印像機

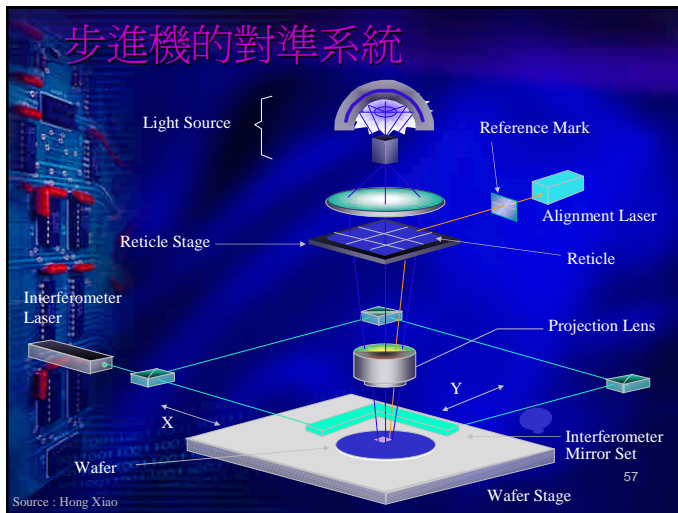
光源
透鏡
光罩
光阻
晶片

間隙~10 μm
Source : Hong Xiao

步進機的曝光系統

Light Source
Projection Lens
Reticle
Projection Lens
Wafer
Wafer Stage

Source : Hong Xiao



VLSI PROCESSES

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

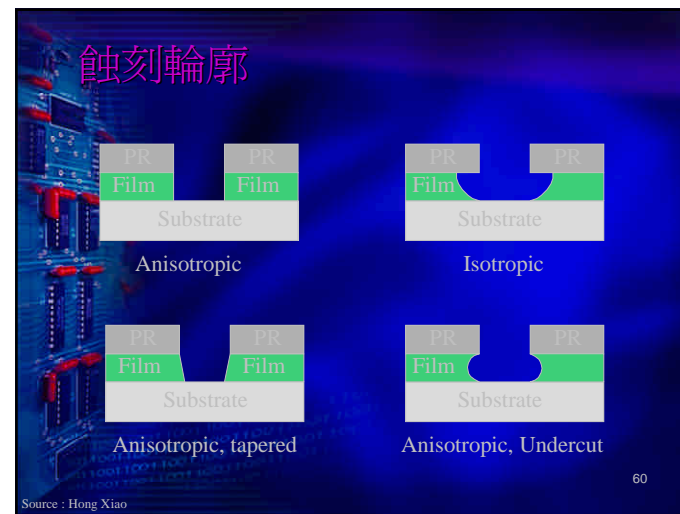
58

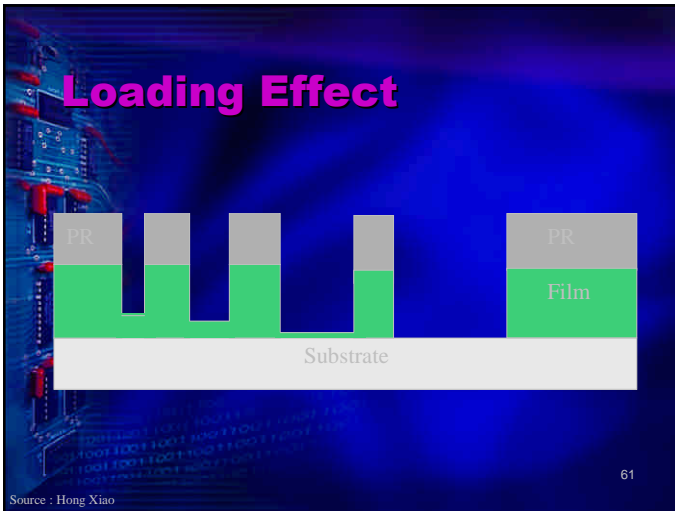
Etching Process

- Etching Rate
- Uniformity
- Selectivity

59

Source : Hong Xiao





- ## VLSI PROCESSES
- Thermal Process
 - Deposition Process
 - Lithography Process
 - Etching Process
 - Doping Process
- 62

- ## Doping Process
- Diffusion
 - Ion Implantation
- 63

擴散製程

早期IC製程：擴散參雜製程

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

Dopant

Silicon

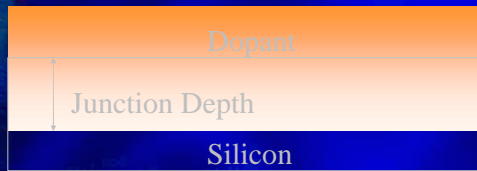
64

Source : Hong Xiao

擴散製程 (5-4a-3)

早期IC製程：擴散參雜製程

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

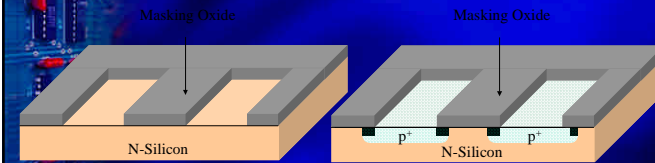


65

Source : Hong Xiao

擴散遮蔽層

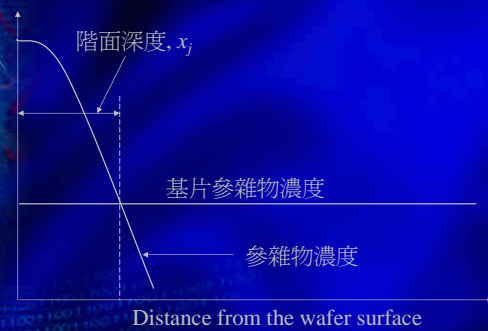
• 擴散遮蔽層：二氧化矽



66

Source : Hong Xiao

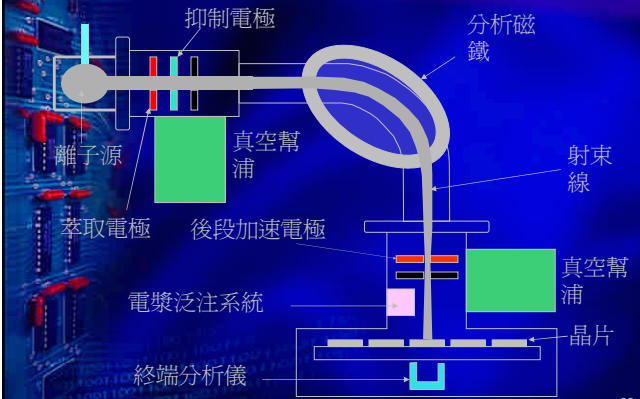
擴散製程 (5-4a-3)



67

Source : Hong Xiao

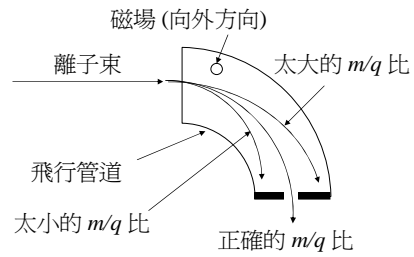
Ion Implantation



68

Source : Hong Xiao

質量分析儀

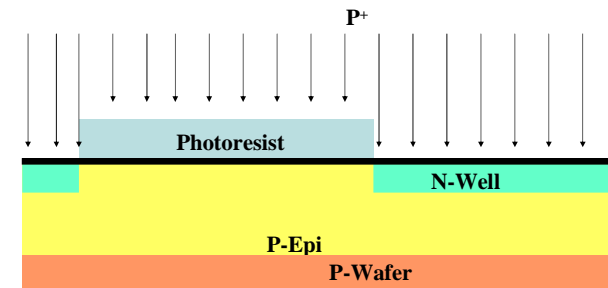


Source : Hong Xiao

69

井區佈值

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

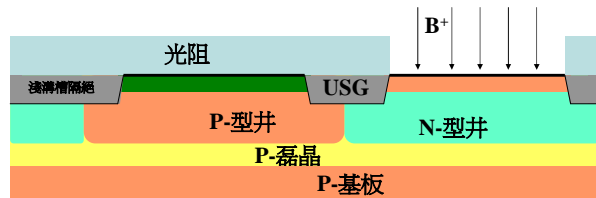


Source : Hong Xiao

70

臨界電壓 (V_T) 調整佈值

低能量, 低電流

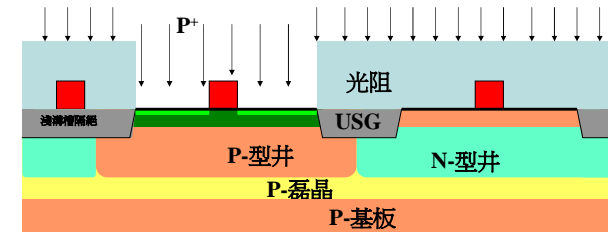


Source : Hong Xiao

71

低參雜汲極(LDD) 佈值

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

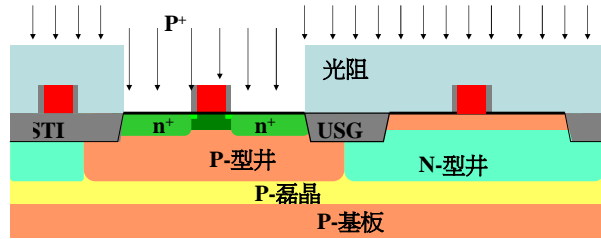


Source : Hong Xiao

72

源極汲極佈值

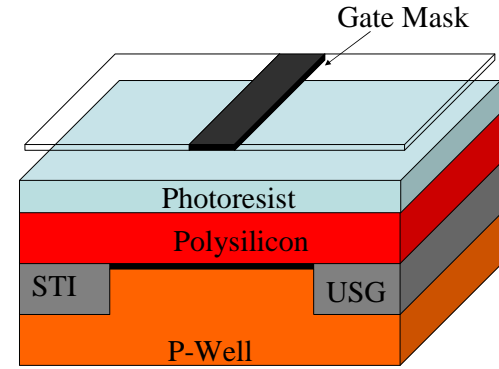
- 低能量 (20 keV), 高電流 ($>10^{15}/\text{cm}^2$)



73

Source : Hong Xiao

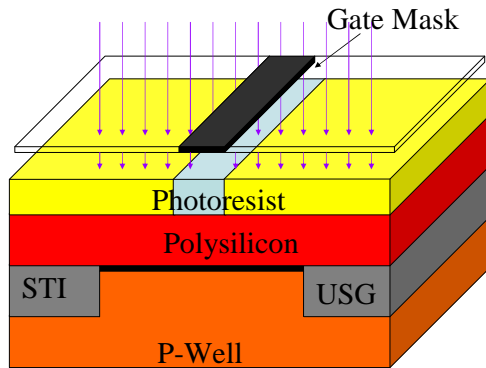
Gate Mask Alignment



74

Source : Hong Xiao

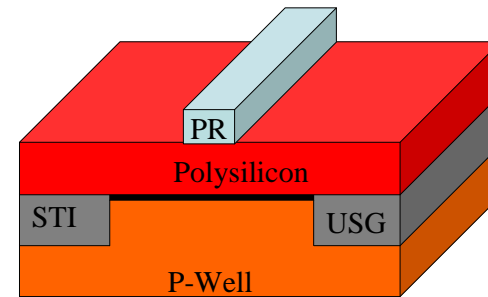
Gate Mask Exposure



75

Source : Hong Xiao

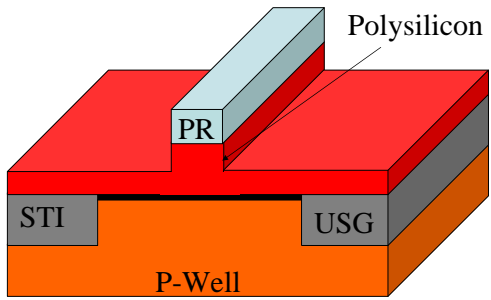
Development/Hard Bake/Inspection



76

Source : Hong Xiao

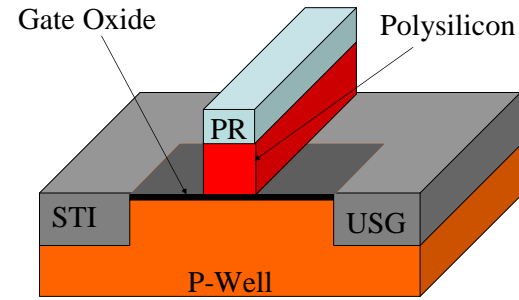
Etch Polysilicon



Source : Hong Xiao

77

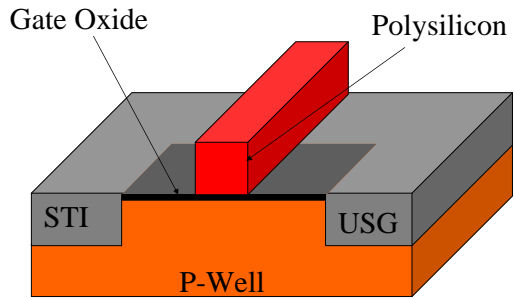
Etch Polysilicon, Continue



Source : Hong Xiao

78

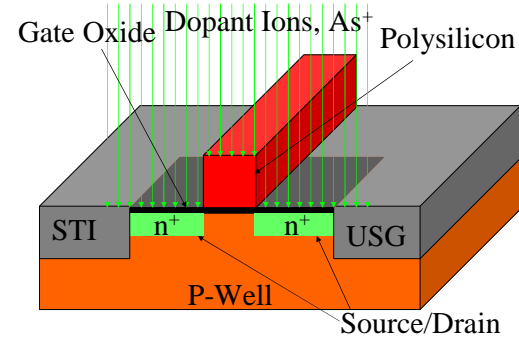
Strip Photoresist



Source : Hong Xiao

79

Ion Implantation



Source : Hong Xiao

80

