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

醫療保健

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, 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

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

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

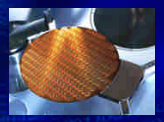
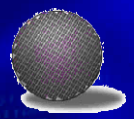
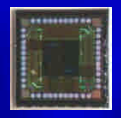
IC的尺寸與推展

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

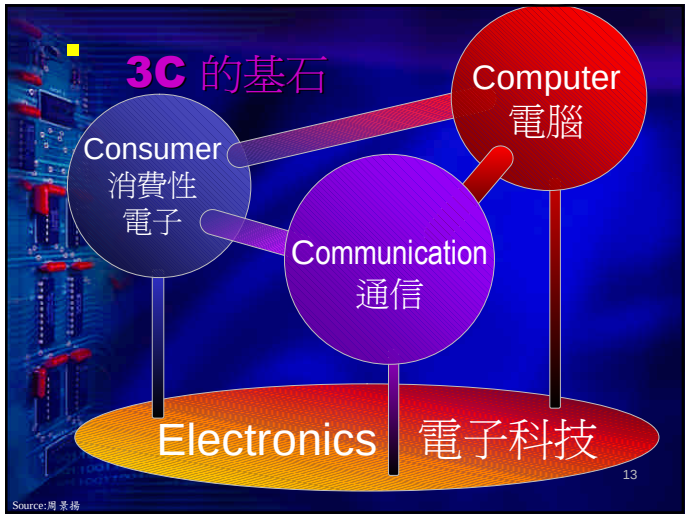




11

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（Semicondutor)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

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
- 掃瞄器
- 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

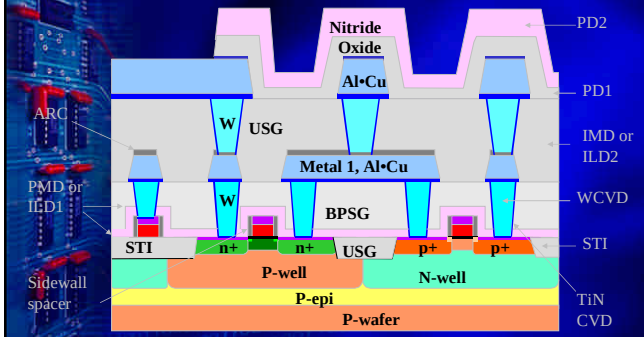
I-car

29

數位家電（information appliance，IA）

30

CMOS Profile



31

Source : Hong Xiao

VLSI PROCESSES

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

32

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

33

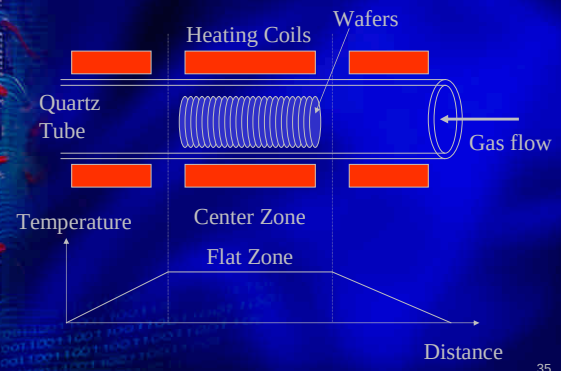
Source : Hong Xiao

加熱製程的硬體

- 水平爐管
- 垂直爐管

34

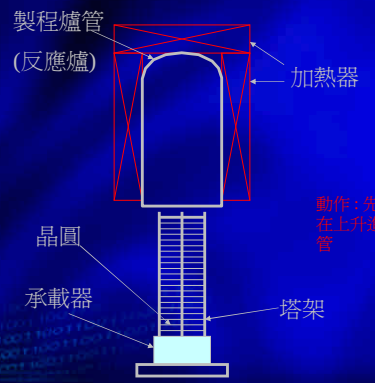
水平爐管的結構



35

Source : Hong Xiao

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

36

Source : Hong Xiao

氧化製程

- 最重要的加熱製程之一
- 化學反應

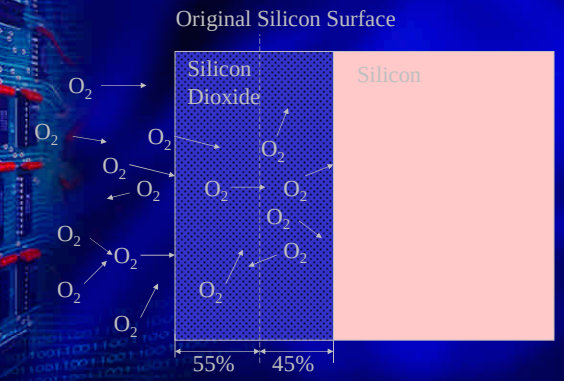
$$Si + O_2 \rightarrow SiO_2$$

- 二氧化矽：性質穩定
- 廣泛的使用在IC製程中

Source : Hong Xiao

37

氧化的過程



Source : Hong Xiao

38

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: ~10A
  - 阻止晶片式溫下進一步氧化
  - 品質差, 需要拔除

Source : Hong Xiao

39

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

Source : Hong Xiao

40

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	-
屏敝氧化層	~ 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to 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

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

Grown film　　Bare silicon　　Deposited film

43

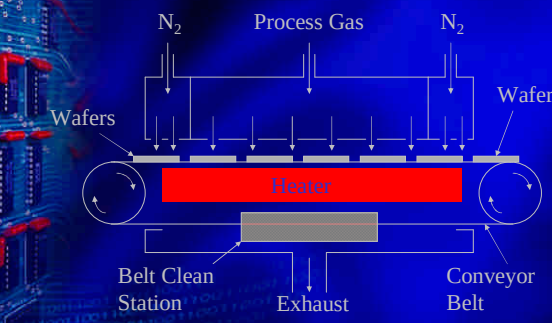
Source : Hong Xiao

CVD Processes

- APCVD
- LPCVD
- PECVD

44

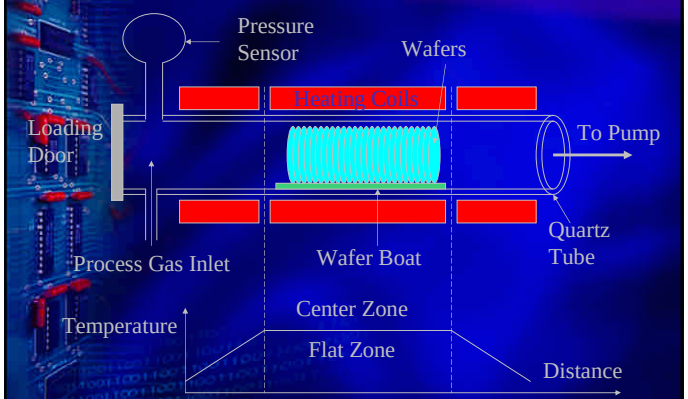
APCVD Reactor



45

Source : Hong Xiao

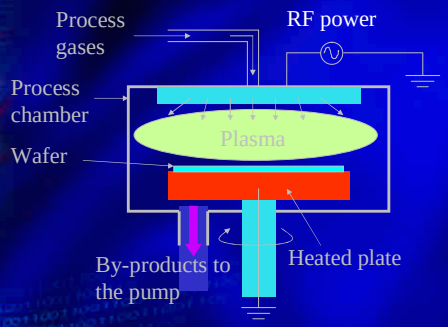
LPCVD System



46

Source : Hong Xiao

Plasma Enhanced CVD System



47

Source : Hong Xiao

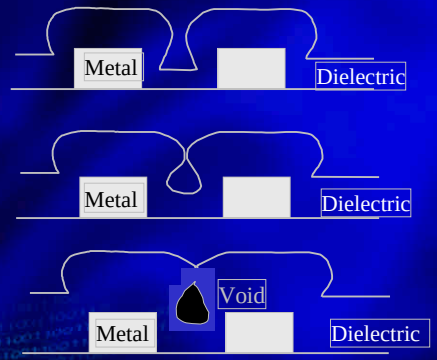
Step Coverage

- 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

48

Source : Hong Xiao

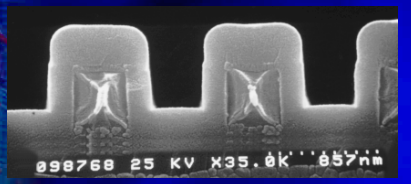
Void Formation Process



Source : Hong Xiao

49

Step Coverage of TEOS and Silane Oxide



TEOS

Silane

Source : Hong Xiao

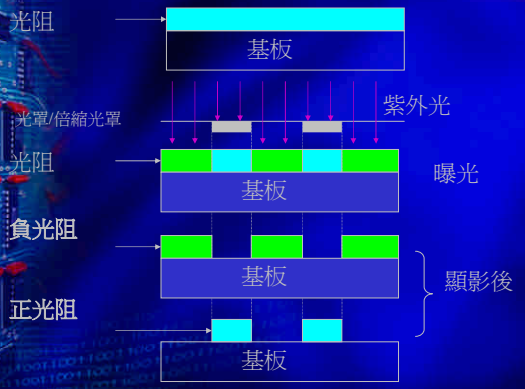
50

VLSI PROCESSES

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

51

正光阻與負光阻系統



Source : Hong Xiao

52

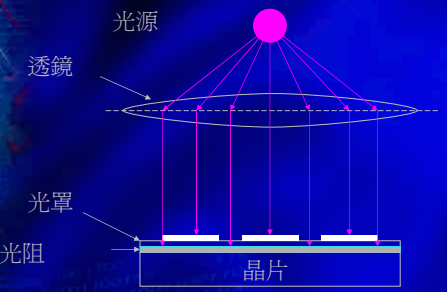
對準與曝光機台

- 接觸式印像機
- 鄰接式印像機
- 步進機

53

Source : Hong Xiao

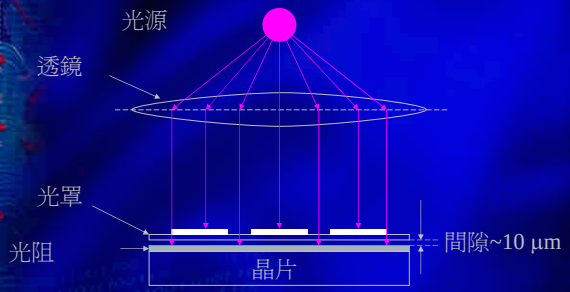
接觸式印像機



54

Source : Hong Xiao

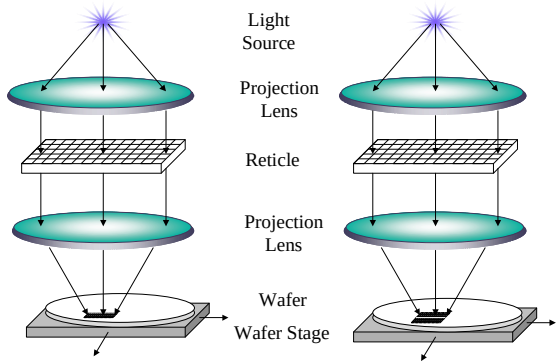
鄰接式印像機



55

Source : Hong Xiao

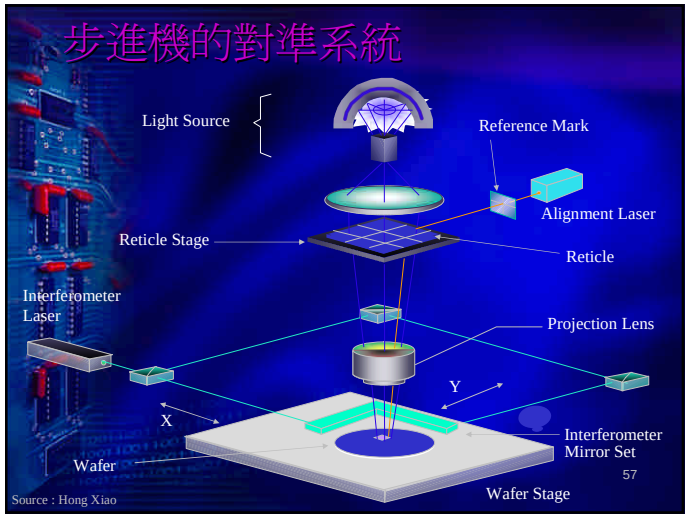
步進機的曝光系統



56

Source : Hong Xiao

步進機的對準系統



57

Source : Hong Xiao

VLSI PROCESSES

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

58

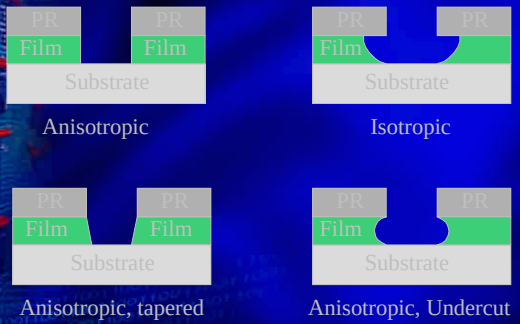
Etching Process

- Etching Rate
- Uniformity
- Selectivity

59

Source : Hong Xiao

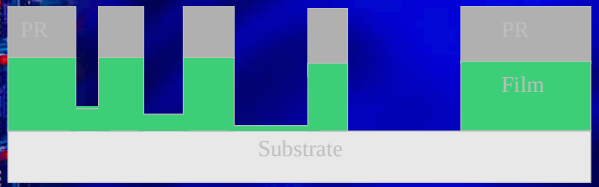
蝕刻輪廓



60

Source : Hong Xiao

Loading Effect



61

Source : Hong Xiao

VLSI PROCESSES

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

62

Doping Process

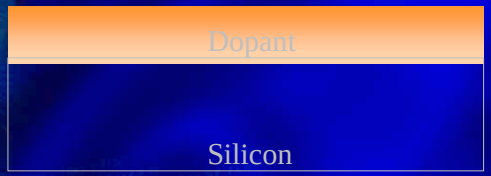
- Diffusion
- Ion Implantation

63

擴散製程

早期IC製程：擴散參雜製程

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



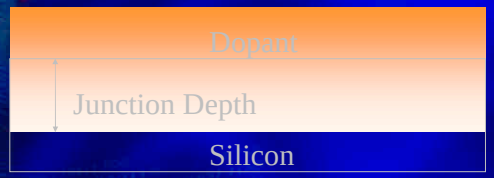
64

Source : Hong Xiao

擴散製程 (5-4a-3)

早期IC製程：擴散參雜製程

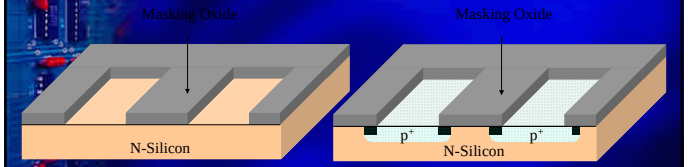
$D \propto e^{(-E_a/kT)}$



Source : Hong Xiao

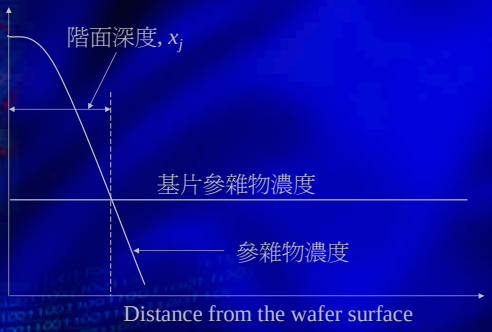
擴散遮蔽層

- 擴散遮蔽層：二氧化矽



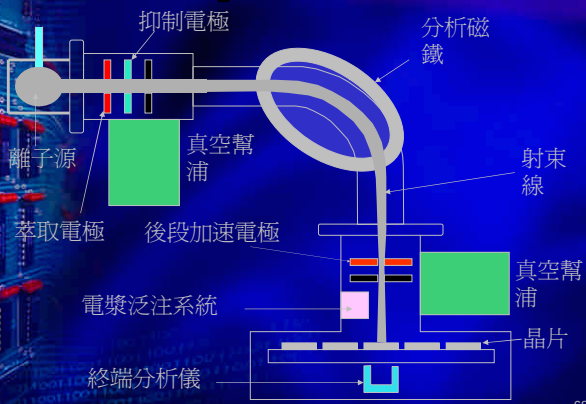
Source : Hong Xiao

擴散製程 (5-4a-3)



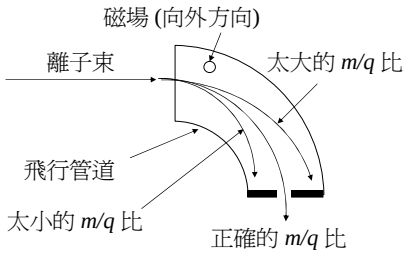
Source : Hong Xiao

Ion Implantation



Source : Hong Xiao

質量分析儀

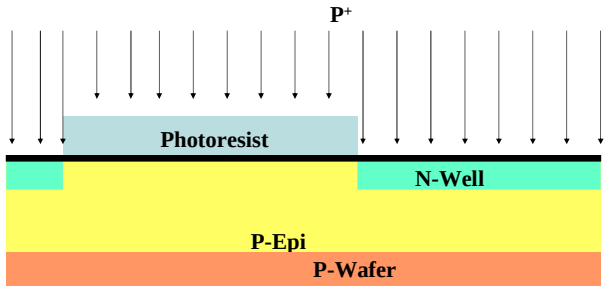


69

Source : Hong Xiao

井區佈值

- 高能量 (to MeV),低電流 ($10^{13}/cm^2$)

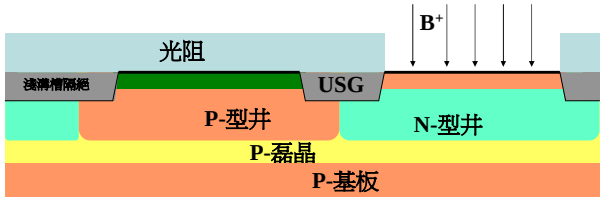


70

Source : Hong Xiao

臨界電壓 (V_T) 調整佈值

低能量 , 低電流

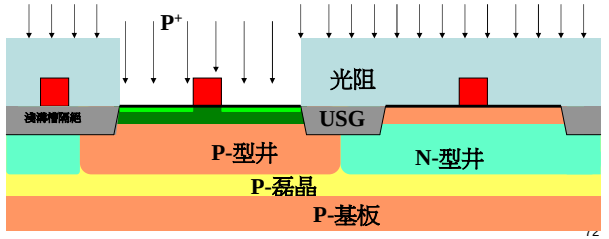


71

Source : Hong Xiao

低參雜汲極(LDD) 佈值

- 低能量 (10 keV), 低電流 ($10^{13}/cm^2$)

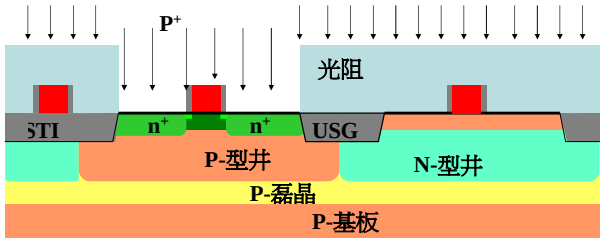


72

Source : Hong Xiao

源極汲極佈值

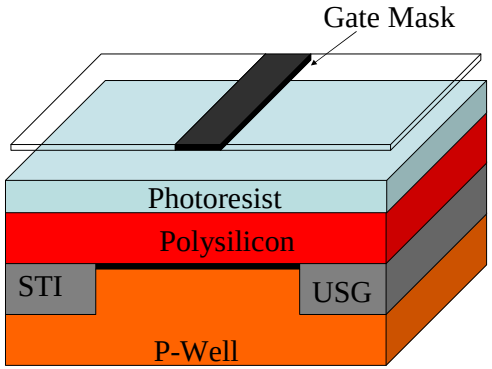
- 低能量 (20 keV), 高電流 (>10^{15}/cm^2)



73

Source : Hong Xiao

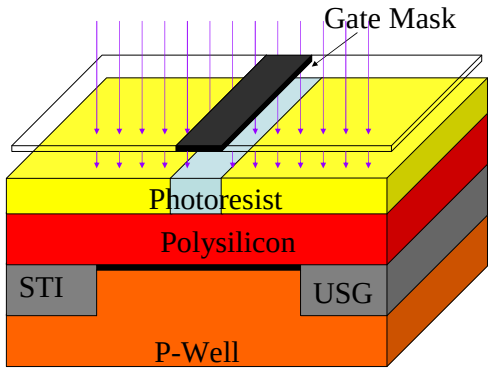
Gate Mask Alignment



74

Source : Hong Xiao

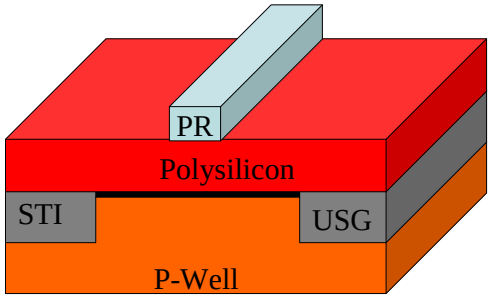
Gate Mask Exposure



75

Source : Hong Xiao

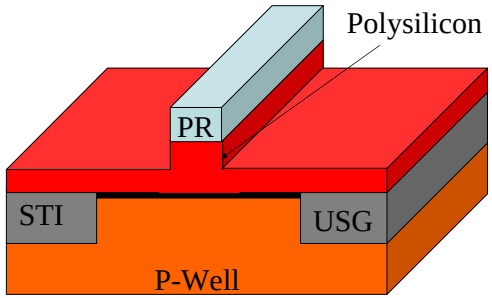
Development/Hard Bake/Inspection



76

Source : Hong Xiao

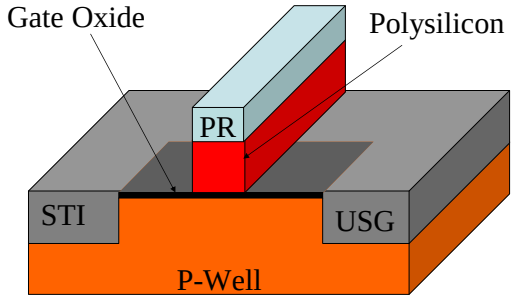
Etch Polysilicon



77

Source : Hong Xiao

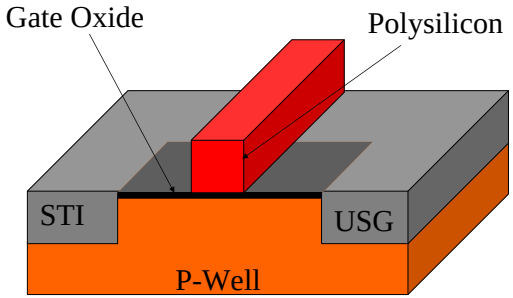
Etch Polysilicon, Continue



78

Source : Hong Xiao

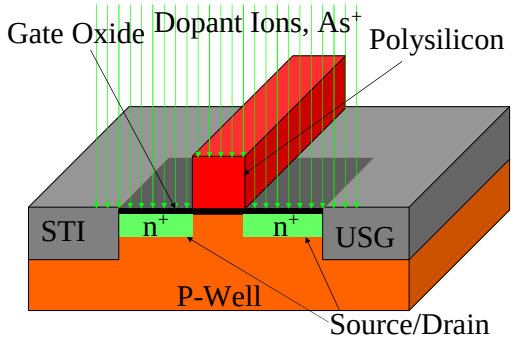
Strip Photoresist



79

Source : Hong Xiao

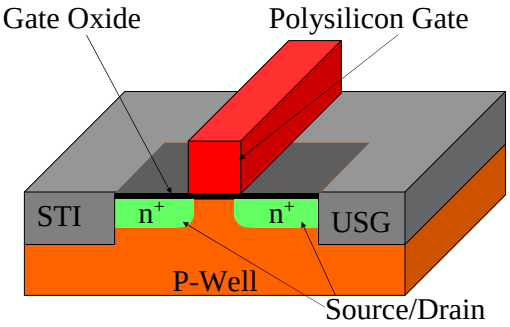
Ion Implantation



80

Source : Hong Xiao

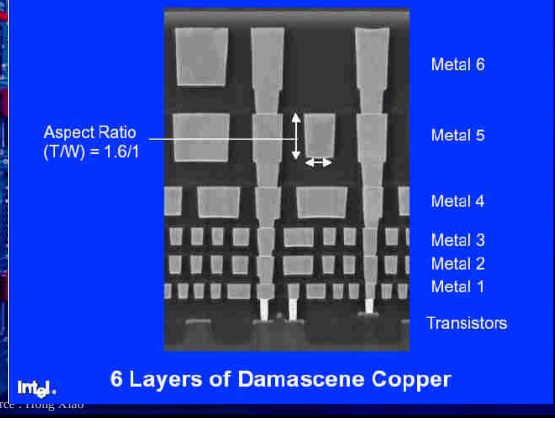
Rapid Thermal Annealing



Source : Hong Xiao

81

CMP Process

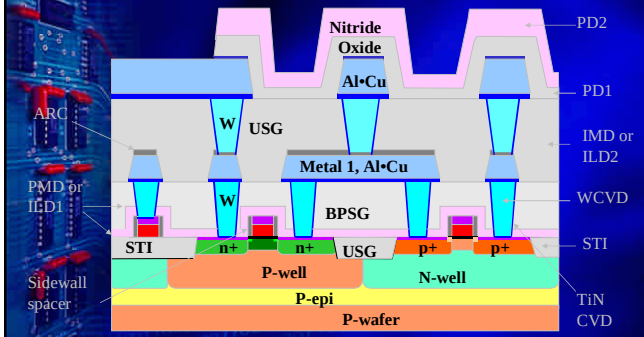


6 Layers of Damascene Copper

Source : Hong Xiao

82

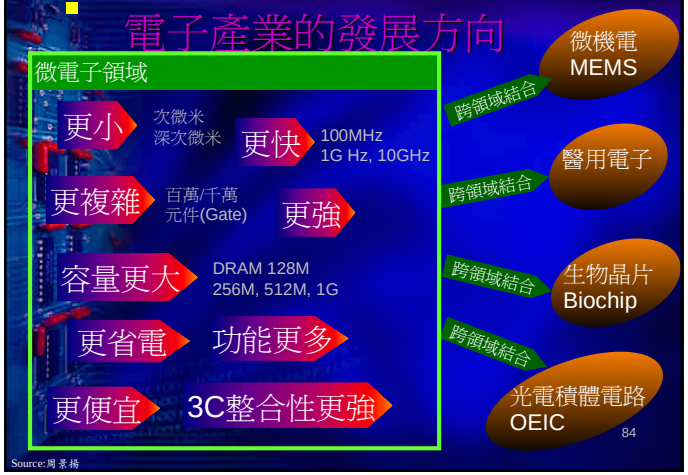
CMOS Profile



Source : Hong Xiao

83

電子產業的發展方向



Source:周景揚

84