

等 別：高考二級
類 科：電子工程
科 目：積體電路技術
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、請分別敘述半導體製程中所使用的蝕刻製程技術 (Etching technology) 與舉離製程技術 (Lift-Off technology)，並比較兩者缺點及解決方案。
(20 分)

二、關於被動積體元件 (Passive discrete devices) 的設計，請回答下列問題：

(一)一個具有介電層的金屬氧化半導體 (MOS) 元件，面積為 $4\ \mu\text{m}^2$ ，介電層厚度為 10 nm，使用介電常數 ϵ_r (Dielectric constant) 為 25 的五氧化二鉭 (Ta_2O_5) 當介電層，當該 MOS 元件外加偏壓為 5 伏特時，試分別求出該 MOS 元件可以儲存的總電荷量與每平方公分產生的電子數。

(10 分) (設真空中介電常數 ϵ_0 為 $8.85 \times 10^{-14}\ \text{F/cm}$)

(二)試設計一個具有 10 nH 電感值 (L) 的方形平面螺旋形積體電感，若電感圈數為 20，則所需的方形平面螺旋半徑應為多少？(10 分)

(設真空中介磁常數 μ_0 為 $1.2 \times 10^{-6}\ \text{H/m}$)

(各小題均計算至小數點後第二位)

三、試分別說明晶體成長時產生如下的四種晶體缺陷 (Crystal defect)：

(每小題 5 分，共 20 分)

(一)點缺陷 (Point defect)

(二)線缺陷 (Line defect)

(三)面缺陷 (Area defect)

(四)體缺陷 (3-D defect)

四、使用擴散技術 (Diffusion technology) 將矽 (Silicon) 晶體摻雜三族元素硼原子 (Boron) 形成 p 型半導體，若擴散時外加溫度為 1000°C ，擴散時間 t 為 1 小時，矽晶體表面的硼濃度 C_s 維持在 10^{19} cm^{-3} ，假設在 1000°C 時，硼在矽晶體的擴散係數 D 為 $2 \times 10^{-14} \text{ cm}^2/\text{s}$ ，若擴散方程式為

$$C(x,t) = C_s \operatorname{erfc} \left[\frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right], \text{ 在時間 } t=0 \text{ 時, 濃度初值條件 (Initial condition)}$$

$C(x,t)=0$ ，在表面 $x=0$ 時的濃度邊界條件為 $C(x,t)=C_s$ ，在距離表面極遠處 $x=\infty$ 時的濃度邊界條件為 $C(x,t)=0$ ，試求出：(每小題 10 分，共 30 分)

(一) 硼原子在矽晶體的擴散長度 L (Diffusion length)

(二) 每單位面積的硼雜質原子總數

(三) 在表面 $x=0$ 處的擴散梯度

(各小題均計算至小數點後第二位)

$$\left(\text{誤差函數公式：} \frac{d}{dy} \operatorname{erf}(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-y^2} \right)$$

$$\left(\text{誤差函數公式：} \int_0^{\infty} \operatorname{erfc}(y) dy = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \right)$$

五、以 $0.25 \mu\text{m}$ 以下之積體電路製程製造互補式通道金氧半場效應電晶體 (CMOSFET) 時，會使用 n^+ 複晶矽作為 p 通道金氧半場效應電晶體 (PMOSFET) 與 n 通道金氧半場效應電晶體 (NMOSFET) 的閘極 (Gate)，此時，PMOSFET 可以使用離子佈植 (Ion implantation) 加入硼原子調整臨界電壓 (Threshold voltage)，但會使得 PMOSFET 的通道變成埋藏式通道 (Buried channel)，試回答下列問題：

(一) 這會產生何種效應？(4 分)

(二) 如何解決改善？(6 分)