

# 半導體薄膜光學與熱輻射特性研究

專題生：高健銘 林暉捷 謝秀峰  
 指導教授：曾重仁 老師

## 研究動機與目標

在半導體製程中，RTP 用以量測溫度，原理是在不同溫度下，晶圓具有不同的輻射功率密度，只要有溫度與功率密度的對應資料庫後，便可由功率密度反推晶圓溫度。

## 實驗設備



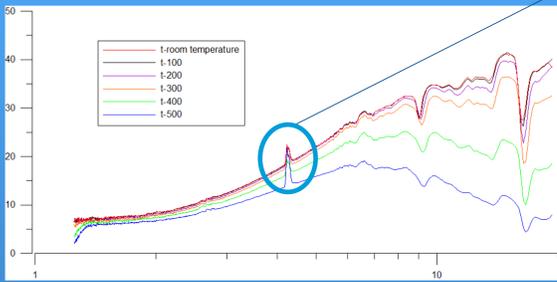
穿透腔體



反射腔體

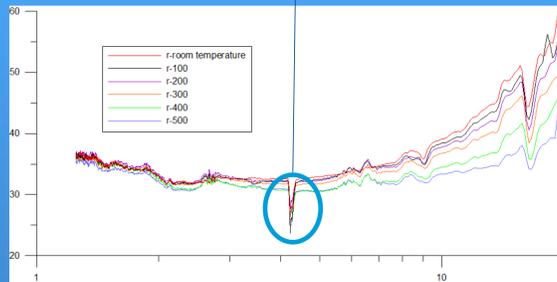
## FTIR數據分析

## 二氧化碳的吸收



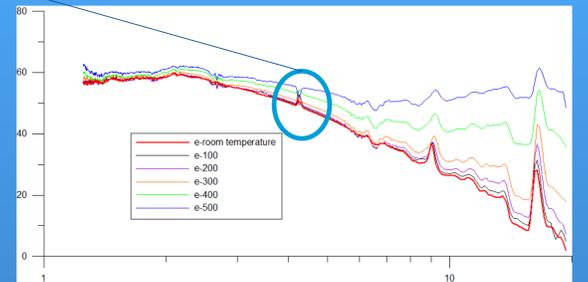
常溫到500°C 穿透率變化

溫度升高，穿透率會降低，是因為溫度升高自由載子變多，整體的吸收率上升導致穿透率下滑，而且自由載子對於長波的地方影響比較顯著所以長波的地方下滑較為劇烈，在波長1跟2 μm之間會有陡峭的上升，稱為吸收邊界這是因為光子能量大於能隙，故直接被吸收，而隨著溫度升高有往右移動的趨勢，這是紅移的現象此乃因能隙隨溫度上升而下降。



常溫到500°C 反射率變化

短波長雜訊比較多，是因為靠近光源可輸出的極限，圖形看起來比較雜亂。反射率隨著溫度的上升而下降，因為溫度上升讓自由載子增加，導致吸收率上升，而自由載子對長波的地方比較顯著。根據光束覓跡法，反射光是由多次反射組成，當溫度升高波越容易被吸收，當所有的多次反射均被吸收後，就會只剩下第一次的反射光，圖形會因此變得比較水平。



常溫到500°C 吸收率變化

根據圖形可以發現升高溫度可以很有效的升高在長波部分的放射率，溫度並不需要升高太多只要500°C就可以提高很多。因為放射率隨著溫度升高而上升，就如前述所說是由於自由載子的濃度升高，而自由載子對於較長的波長吸收較多所以長波的地方隨著溫度變化較大。在波長為6 μm之後，當光子頻率與晶格震盪頻率相同時，便會產生吸收峰。

## 計算消散係數、折射參數

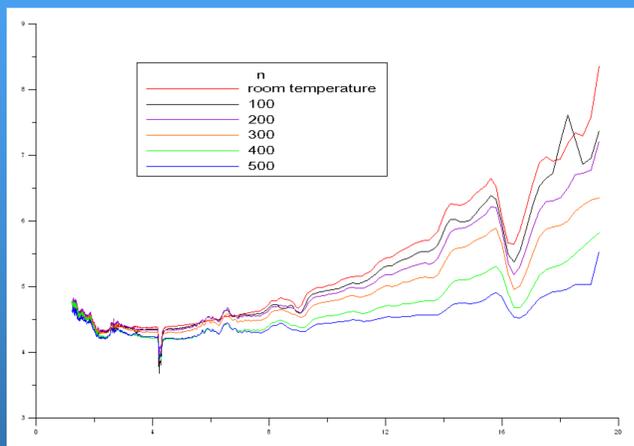
消散係數(k)與穿透率的關係如下：

$$\kappa(\lambda, T) = \frac{\lambda \times \ln \tau(\lambda, T)}{-4\pi d}$$

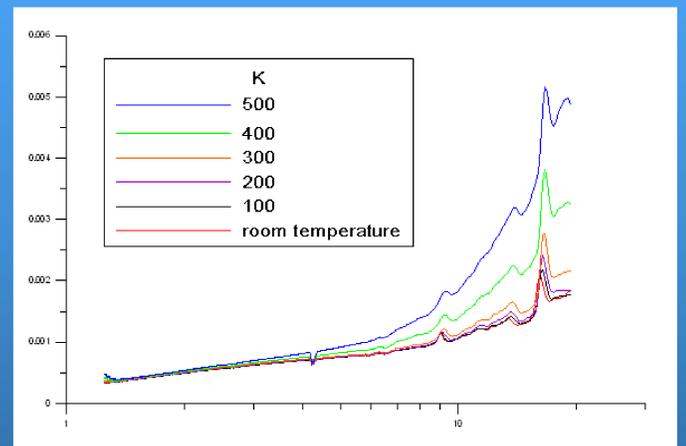
折射係數(n)須透過Newton-Raphson求解：

$$\rho(\lambda, T) = \frac{[n(\lambda, T) - 1]^2 + \kappa(\lambda, T)^2}{[n(\lambda, T) + 1]^2 + \kappa(\lambda, T)^2}$$

## 消散係數、折射參數分析



常溫~500°C 折射參數變化



常溫~500°C 消散係數變化

## 結論

1. 自由載子隨著溫度上升而增加，而且自由載子對於長波的影響較為顯著。
2. 邊界層有紅移現象，因能隙隨著溫度的上升而下降。
3. 空氣中二氧化碳的吸收，在波長為4跟5 μm之間有一個波峰。

