



# CVD腔體高溫流場影響研究

Investigation of Flow Patterns  
in High Temperature Chemical Vapor Deposition Reactor

**劉耀先**

國立交通大學  
機械工程學系暨研究所

**彭冠中**

國立交通大學  
機械工程學系暨研究所

**黃智勇**

工研院機械所  
先進機械技術組

## 關鍵詞(Keywords)

- 化學氣相沉積 Chemical Vapor Deposition
- 粒子影像測速儀 Particle Image Velocimetry
- 流場可視化 Flow Visualization

## 摘要(Abstract)

本次實驗主要以粒子影像測速儀 (particle image velocimetry, PIV) 作為流場可視化的方法，研究 CVD 腔體在高溫基板的條件下，對於流場分布的影響。化學氣相沉積法 (chemical vapor deposition, CVD) 是半導體產業中，一種薄膜成長的技術，薄膜的均勻度以及純度取決於沉積過程中流場的分布，其主要影響的物理因素有：反應

室幾何形狀、反應壓力、進氣構造、基板溫度、基板旋轉、反應氣體流量以及進氣口與基板的高度差。本次實驗以多孔式噴灑頭做為均勻進氣的方式，另外改變進氣流量與加溫基板以觀察流場的變化。

Particle Image Velocimetry (PIV) was used to measure the flow field in a chemical vapor deposition chamber with a high temperature substrate. Chemical vapor deposition can be used for thin-film production in the semiconductor industry, and uniformity is dependent on the flow uniformity during the deposition process. The parameters influencing the deposition process include chamber geometry, reaction pressure, inlet showerhead design, substrate temperature, rotational speed, inlet flow rate, and the distance between the inlet and substrate.



Effects of inlet flow rate and substrate temperature on the flow field using a showerhead inlet was investigated in this study.

## 1. 前言

化學氣相沉積 (chemical vapor deposition, CVD) 是一種用來產生純度高、效能好的製程技術，半導體產業用此技術來成長薄膜，典型的 CVD 製程是將晶圓(基板)暴露在欲沉積的化學物質中，在基板表面產生化學沉積或是化學分解反應，來產生我們所希望得到薄膜，而化學反應過後所產生的副產品，則會隨著氣流沖走，不會留在反應腔內。

化學氣相沉積製程所包含的主要機制為：(a) 首先在沈積室中導入反應氣體，以及稀釋用的惰性氣體所構成的混合氣體，『主氣流』(mainstream)、(b) 主氣流中的反應氣體原子或分子往內擴散移動通過停滯的『邊界層』(boundary layer) 而到達基板表面、(c) 反應氣體原子被『吸附』(adsorbed) 在基板上、(d) 吸附原子(adatoms) 在基板表面遷徙，並且產生薄膜成長所需要的表面化學反應、(e) 表面化學反應所產生的氣體生成物被『吸解』(desorbed)，並且往外擴散通過邊界層而進入主氣流中，並從沉積室中被排除。目前薄膜技術已經廣泛應用在半導體、機械、民生、光電、能源、環保、生醫及奈米等產業。隨著電子工業迅速發展，製程技術快速進，已達到極大型積體電路階段並且進入奈米等級。薄膜製程為一個極為要的關鍵步驟，其主要用途為低阻閘電極、元

件間連線、導體(線)接觸、擴散障礙層。另外，光學薄膜製程技術一直是光學領域中不可忽略重要基礎技術，而且品質要求也越來越高。例如液晶螢幕、高密度光碟、數位元相機光學系統、投影技術、光纖通訊、微影技術及發光二極體等等皆大量倚賴薄膜製程技術與相關。而奈米薄膜是一類具有廣泛應用前景的奈米材料，薄膜的厚度僅數奈米至數十奈米，在奈米尺度下將會影響奈米薄膜的光、電、熱、磁、化學與機械等性質；其應用包含微電子、儲存媒體、太陽能、光學、醫療及化妝美容等產業。

## 2. 技術演進

Biber 等人[1]以流場可視化的方式實驗，實驗結果得到，增加基板轉速可有效抑止熱浮力效應，且當腔體內壓力下降時，腔體內流場較不容易產生熱浮力渦流和旋轉渦流，沉積均勻度較好。Soong[2]等人利用電腦數值模擬，分析結果發現大型基板會產生較大的離心力，將造成流場不穩定，且在使用大型基板時，增加轉速會破壞流場的穩定性與對稱性。之後，Mitrovic 等人[3]以 CFD 軟體，數值分析 MOCVD 流場，指出相關參數都能以壓力-轉速圖表來表示，使許多參數表達簡單化，並分析得出，當流場狀態為管流與旋轉渦流的邊界時，GaN 相關材料沉積會有較高的成長率與均勻性。Evans 等人[4,5]利用數值模擬計算旋轉基板上流場的流場分布，同時考慮熱浮力與旋轉效應對流場的影響。他們發現解決因氣體渦流現象造成薄膜不均勻性的方法為增加反應室入

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】387期・104年6月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)