



# 多孔式噴灑頭對於 CVD反應室內 之流場影響研究

Effect of Showerhead on the Flow Field Distribution  
in CVD Reactor

賴冠甫 閻其偉 劉耀先

國立交通大學  
機械工程學系暨研究所

黃智勇 陳冠州 梁金興  
王慶鈞

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
- 流場可視化 Flow Visualization
- 粒子影像測速儀 Particle Image Velocimetry
- 噴灑頭 Shower Head

## 摘要(Abstract)

化學氣相沉積法(Chemical Vapor Deposition, CVD)是在晶圓上沉積半導體薄膜的一種方法。化學沉積的過程決定產物的品質，其主要影響的因素有、反應室幾何形狀、反應壓力、進氣構造、基板溫度、基板旋轉以及反應氣體流量，這些參數將決定晶圓品質與良率。本文是以粒子影像測

速儀，對於化學氣相沉積反應室內流場情形進行可視化分析。實驗中利用多孔式噴灑頭來達到均勻進氣的效果，另外將改變不同的進氣流量以及基板旋轉來觀察反應腔內之流場變化。

Chemical vapor deposition is typically used for the deposition of semi-conductor materials. The quality of the product is determined by the deposition process, and the important parameters include gas flow rate, geometry of the chamber, reaction pressure, inlet flow design, substrate temperature and the rotational rate. We used Particle Image Velocimetry to obtain the flow field in the CVD chamber. In this study, a showerhead flow flange is used to improve the uniformity of the inlet flow. Effect of inlet flow rate and substrate rotational rates on the flow field is also investigated in this study.



## 1. 前言

化學氣相沉積技術 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 是利用化學反應於晶圓表面成長半導體薄膜的一種方法。此項技術已廣泛應用在發光二極體製造、半導體、與太陽能電池等光電元件的薄膜製程上。CVD 系統包含反應腔、混合系統、反應源、氣體控制及廢氣處理系統。反應腔是沉積過程發生的地方，其內部有一個基盤來裝載晶圓。氣體控制及混合系統是將氣體導入反應腔內，在過程中質量控制器會控制流入反應腔內各個氣體的流量，以達到最佳品質。反應過程中所需的氣體來自反應源，且依不同的製程有不同的反應氣體。廢氣處理系統是將反應完的廢氣收集起來，過濾後送到廢氣處理場以降低環境的污染。

## 2. 技術演進

1987 年 Evans 等人[1,2]利用數值模擬計算旋轉基板上流場的流動狀況。他們發現增加入口流體速度可以有效減少氣產體生之渦流。1997 年 Winters 等人[3]利用數值模擬來分析 CVD 中同軸流在不同密度的氣體，其對流場產生的影響。結果顯示，兩種氣體分子種差異較大及基板與入口流溫度變化較大時，流場的熱浮力效應及渦流皆會受到影響。若想增加基板上方邊界層的均勻性及加強混和效果，降低入口速度可達到所需的效果。1998 年 Soong 等人[4]利用數值分析來模擬 MOCVD 中流場結構、薄膜成長及其均勻性。結

果顯示，大型的基板會產生較強的離心力，導致其流場的不穩定性增加。且控制基板旋轉速度可使基板上方的邊界層較為平坦。2002 年 Cheng 等人[5]研究在加熱基板上熱浮力效應與慣性力對 CVD 內流場的影響。其研究發現，增加入口流量會使基板內側渦流增大，外側渦流縮小。增加基板與入口流體的溫差會使內側渦流縮小，外側渦流增大。2002 年 Mathews 和 Peterson[6]利用葛拉修數、雷諾數、壓力以及基板溫度對流場的穩定性做判定。2004 年 Hsieh 等人[7]研究改變腔體形狀對於基板上流場的影響。其研究發現，此方法相較於未改變形狀前可縮小熱浮力所引起的渦流。2004 年 Kadinski 等人[8]利用 EMCORE 的 E180 與 E300 的模型來模擬同軸流在高轉速及高溫下，CVD 的流場情況。其測試條件為：溫度 750 °C~1050 °C、轉速 800~1500 rpm、腔體壓力 100~500 Torr，且在同軸流管中，共有 4 個同心圓管。他們發現控制烷基的濃度與噴流速度可增加晶圓成長的均勻性。2005 年 Terai[9]等人利用實驗來測試高轉速下，多晶矽薄膜在晶圓上的沉積速率與均勻性。其測試條件為：轉速 3000 rpm、溫度 600 °C~900 °C。測試結果發現，好的沉積特性決定於兩個條件：(1)減少晶圓表面上的邊界層厚度及控制晶圓溫度；(2)抑制 SiH<sub>4</sub> 的相變化。2006 年 Zuo [10]等人利用 FLUENT 數值模擬的方法來測試 3 個同軸流管在 CVD 內的流場情況。他們發現反應腔的外型、操作壓力、流體速度、及平均溫度會影響出口流附近的渦流。模擬結果顯示，增加中間同軸流的流速、增加平均溫度及減少壓力會使出口處的渦流縮小。2006 年 Mitrovic 等人 [11,12]利用 CFD 研究了進氣流量、壓力分佈、晶

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】363期・102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)