



多孔式噴灑頭 CVD 腔體 之流場可視化技術

Study of Showerhead CVD Reactor
by Use of Flow Visualization Technology

賴冠甫

國立交通大學
機械工程學系暨研究所
研究生

劉耀先

國立交通大學
機械工程學系暨研究所
助理教授

黃智勇

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

王慶鈞

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 化學氣相沉積 Chemical Vapor Deposition
- 粒子影像測速儀 Particle Image Velocimetry
- 噴灑頭 Showerhead

摘要(Abstract)

本文利用粒子影像測速儀研究外環進氣對於化學氣相沉積腔體內旋轉基板上流場的影響。腔體內部之流場影響磊晶的品質與良率，本研究使用多孔式噴灑頭來達到均勻進氣的效果，並加入外環進氣(0-30 LPM)以抑制渦流生成，經由改變內外環進氣流量及基板旋轉速度(0-250 RPM)來觀察反應腔體內部流場的情形。結果發現，基

板旋轉會造成渦流的形成，若持續提高轉速，渦流會受擠壓而縮小。而加入外環進氣可抑制渦流的生成，但當基板轉速較低時(50 RPM)，加大外環進氣流量會使流場中渦流重新出現。而在有外環進氣的情形下，加大基板旋轉速度並不會造成渦流，而較低的基板轉速與較高的外環進氣流量會使渦流出現。

This study investigated the flow field in a chemical vapor deposition reactor with outer-ring flow. The flow field inside the reactor influences the epitaxial quality. The uniformity of the inlet flow was achieved by using the showerhead, and gas flow through the outer-ring (0-30 LPM) was used to suppress vortex formation. The flow field distribution was investigated by changing the rotational speed and flow rate through the



showerhead and outer-ring. Results indicated that substrate rotation generated vortices, and vortex size decreased with increasing rotational speed. Sending the flow through the outer-ring suppressed the vortex, but increasing the outer-ring flow rate caused the vortex to reappear at low rotational speed (50 RPM). With outer-ring flow, increasing the rotational speed prevented vortex formation. Vortices will form under low rotational speed and high flow rate through the outer-ring.

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製程上。CVD 系統包含反應腔體、混合系統、反應源、氣體控制及廢氣處理系統。反應腔體是沉積過程發生的地方，其內部有一個基板來裝載晶圓。氣體控制及混合系統是將氣體導入反應腔體內，在過程中質量控制器會控制流入反應腔體內氣體的流量，以達到最佳品質。反應過程中所需的氣體來自反應源，且依不同的製程條件有不同的反應氣體。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。在沉積過程中，品質與良率是很重要的議題，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、基板旋轉以及反應氣體流量。然而反應腔體內載流氣

體的流場情形，在大多數 CVD 製程中，將決定薄膜品質以及均勻度，對於薄膜的品質良率將扮演關鍵因素。因此近年來對於半導體製程改良與研究中，CVD 反應腔體內的流場情形也是重要議題。為了瞭解 CVD 流場內的渦流位置及大小變化的情形，此處建立一實體腔體並以多孔式噴灑頭的進氣方式研究流場的特性。

2. 技術演進

為了增進磊晶的品質，CVD 反應腔體內部的流體現象為重要研究主題。Evans 等人[1,2]研究旋轉基板上的混合對流現象，模擬垂直式化學氣相沉積室內的流場。Weyburne 和 Ahem [3]測試用於生成 III-V 族材料的水冷式反應腔體，結果發現進氣口和反應基板的距離減少時能增進反應物利用率，同時也抑制了熱浮力渦流的形成。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，其發現磊晶均勻性可以使用進氣控制，或使渦流存在於旋轉效應為主的流場。Mathews 和 Peterson [5]使用流場可視化與氣體溫度量測方式，發現可以使用參數(如雷諾數、葛拉修數、反應壓力、基板溫度)來判定流場為浮力主導、慣性力主導、或不穩定流場。Cheng [6]等人使用煙線法研究 CVD 反應腔體內部的流場，以及慣性力與浮力所形成的熱對流渦流，結果發現降低腔體壓力可以減少浮力所造成的渦流，且當反應溫度高時，其氣體性質會有明顯的效應。另外改變反應腔體設計可減少渦流的形成，如 Hsieh 等人[7]使用傾斜的頂部結構來降低

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】375期・103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