



MOCVD 之 反應室模組研究

Studies of the MOCVD Reactor Module

黃智勇 王慶鈞 陳建志
林龔樑 簡榮楨

工研院機械所
先進機械技術組
固態光源機械技術部

蔡陳德

工研院機械所
先進製造技術組
電漿應用技術部

曾力璋 賴冠甫 劉耀先

國立交通大學
機械工程學系暨研究所

關鍵詞(Keyword)

- 有機金屬化學氣相沉積
Metal Organic Chemical Vapor Deposition
- 流場可視化 Flow Visualization
- 粒子影像測速儀 Particle Image Velocimetry
- 熱對流 Heat Convection
- 熱浮力效應 Buoyancy Force

摘要(Abstract)

本文主要探討 MOCVD 反應腔中基板加熱變化下的腔體流場分布情形，針對不同基板加熱溫度以及單孔進氣流量，利用粒子影像測速儀進行流場可視化實驗，觀察基板於不同加熱狀態下，影

響產生於基板上的渦流情形。

This paper investigated the flow field distribution in a MOCVD chamber with varied substrate temperatures. Particle image velocimetry (PIV) was used for flow visualization study at different substrate temperature and inlet flow rates. The flow cells and vortex due to buoyancy forces caused by substrate heating were observed.

1. 前言

有機金屬化學氣相沉積(Metal Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)為薄膜製程的主要設備之一。主要應用於半導體，LED 以及太陽能面板的薄膜沉積。相較於其他沉積技術，MOCVD 其優點在於製程原料有多重選擇性，對



於某些特殊材料有相當的彈性，另外可於常壓下進行製程，因此此避免真空腔體所需的成本與保養維修。因此 MOCVD 成爲是近年廣泛使用並深入研究的磊晶技術之一。而腔體內流場變化將影響薄膜磊晶的品質以及均勻性，爲近年來深入研究的重要議題。

2. 技術演進

有機金屬化學氣相沉積法的應用相當廣泛，並可沉積不同形式的薄膜材料，包括單晶，多晶，非晶以及磊晶等材料。也可根據不同操作環境以及反應材料發展出不同種類的氣相沉積技術。1987 年 Evans 等人[1,2]利用數值方法計算旋轉基板上的混合對流現象，應用在垂直式氣相沉積反應室，同時考慮浮力與旋轉基板大小之效應。他們發現增加反應室入口的均勻流體速度可以有效減少氣產體生之渦流。1992 年 Young 等人[3]模擬常壓製程下之垂直式氣相沉積反應室，研究慣性力和浮力相互作用之關係。1997 年 Chung 等人[4]利用有限元素法分析垂直式有機金屬氣相沉積平台，主要研究內容有噴氣頭形狀、製程參數、以及反應室幾何形狀，發現利用此種數值方法預測可以有效增進薄膜均勻度。同年 Joh 和 Evans[5]同樣研究垂直式氣相沉積反應室內之流體和熱傳現象，特別著重在氣體入口處和旋轉基板距離之關係，其結果顯示在二維模擬的情形下，較大的距離比率會使軸向熱對流分佈較均勻。而 Weyburne 和 Ahem[6]研究設計和操作參數之影響，分析速度和溫度分佈，以及針對反應腔高度

對於流場穩定性關係，發展出進氣口到平板之距離平方的流體穩定參數。2002 年 Mathews 和 Peterson[7]證明流場的穩定情形可以利用葛拉修數、雷諾數、壓力以及基板溫度做判定。同年 Park 等人[8]利用實驗及數值方法來研究沉積反應室內之流場，發現較高的進氣速度以及較大的長寬比會造成較大的溫度梯度。

大部分化學氣相沉積反應皆在低壓情形下進行，近年來常壓化學氣相沉積反應的可行性也廣爲探討。2000 年 Van Santen 等人[9]探討了在常壓的情況下提高基板轉速無法有效抑制基板溫度造成的熱浮力效應，並減少原本反應腔內的穩定層流。由於熱浮力效應造成的擾流會造成基板部分位置的不均勻性，但是對於大尺寸基板而言，擾流反而能增加全區域的均勻度。2004 年 Luo 等人[10]改變反應腔的幾何形狀，如降低反應腔高度，或邊角改成圓弧狀，並利用數值模擬的方法，配合不同的溫度以及基板轉速有效降低常壓化學氣相沉積反應中基板上方的渦流產生，也降低了磊晶的不均勻性。

而現今普遍使用的有機金屬化學氣相沉積反應世界級廠商，如 VECCO 公司也對氣相沉積平台做相關研究以改進其特性。2002 年 Mitrovic 等人[11]研究了氣體流量、壓力分布、晶體生長溫度、壁面溫度以及旋轉速度的關係，判斷浮力驅動之流場以及旋轉力驅動之流場。其後於 2006 年[12]研究新式 VECCO 沉積平台，利用新型的進氣盤幾何形狀設計做 3D 測試，來達到最佳控制基板磊晶生長的均勻性。2007 年[13]則利用計算流體力學的數值原理，探討不同參數使磊晶過程達到最佳化的效果，爲了增加磊晶速率，如果提高反

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】350期・101年5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