



MOCVD反應室內基板旋轉 對流場之影響研究

Effect of Substrate Rotation
on Flow Field Distribution in MOCVD Reactor



王慶鈞

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部
經理

黃智勇

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部

陳建志

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部

簡榮楨

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部

陳志勇

工研院機械所
新興能源機械技術組
固態光源機械技術部

曾力璋

國立交通大學
機械工程學系暨研究所

王京璽

國立交通大學
機械工程學系暨研究所

劉耀先

國立交通大學
機械工程學系暨研究所

關鍵詞

- 有機金屬化學氣相沉積
Metal Organic Chemical Vapor Deposition
- 粒子影像測速儀 Particle Image Velocimeter
- 發光二極體 Light Emitting Diode, LED
- 旋轉 Rotation
- 磊晶 Epitaxy

摘要

本研究分析並探討 MOCVD 反應腔體內的流場分佈，試驗不同的基板轉速和流量變化對速度場分佈之影響，結果顯示旋轉效應會影響氣體的速度及均勻度，此研究結果將可提供 MOCVD 製程提升磊晶效

果之參考。

前言

有機金屬化學氣相沉積(Metal-Organic Chemical Vapor Deposition, MOCVD)技術，是近年來極為廣泛使用的一種磊晶方式，因其製程原料具多重選擇性，再加上操作環境不需要真空，可在一般大氣壓下操作，所以系統的價格較低且維修方便。另外使用 MOCVD 所長出的磊晶膜表面適合使用在異質結構上，且具有快速磊晶、良好的長晶品質、優良的成品均勻性、及產量大等優點。以下將探討 MOCVD 氣流場在旋轉基板上的速度分佈，藉由粒子影像測速儀(Particle Image Velocimeter, PIV)來量測反應腔體內的流場情況，並且探討在不同轉速下對氣體流場分佈的影響。



技術發展

金屬有機物化學氣相沉積技術最早在 1968 年所發展出來，用於製作半導體薄膜之技術。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的反應室，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體產生之渦流現象。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。1993 年 Gadgil 等人[4]將噴氣頭換成多孔性材料，用以緩衝氣體並達到整流的效果，藉以達到降低反應室角落處的迴流產生。1998 年 Soong 等人[5]研究大型 MOCVD 內之薄膜磊晶情形，主要研究熱流結構、磊晶生長速率影響以及增進磊晶層平坦度之方法等，其結果顯示利用適當的控制旋轉下的旋渦強度或者控制進氣方法均可以微調磊晶層之平坦度。1999 年 Gao[6]利用改變設計的幾何形狀，配合各種旋轉轉速，希望改善基板邊緣的效應，並增加基板上流場的均勻度。2003 年 Shin 等人[7]利用 Fluent 軟體模擬 GaN 磊晶用之 MOCVD 流場，同時也測試頂部斜角對製程結果最佳化之影響。2004 年 Vanka 等人[8]研究常壓製程下 MOCVD 之混合對流現象，利用改進幾何形狀的設計，發現其在不同的進氣量及轉速下均有較佳的均勻度與生長速度。同年 Luo 等人[9]改良大尺寸(30cm) MOCVD 的反應腔體構造，發現在通道上利用圓角以及改變噴氣頭和基板的距離，可以減少流場中的渦流和不均勻性。2005 年 Terai 等人[10]發展一套高速旋轉 MOCVD 系統用於製作多晶矽薄膜，此套新系統具有減少邊界層厚度及壓制氣相反應之效能。同年

Kim 等人[11]研究噴氣頭式之 MOCVD，利用套裝軟體 CFD-ACE 之有限體積配合 SIMPLE 演算法計算，探討不同形狀噴氣頭進氣對沉積率之影響。世界級之 MOCVD 廠商如 VECCO 也對氣相沉積平台做相關研究以改進其特性，如 2006 年 Mitrovic 等人[12]利用壓力以及旋轉速度去判斷在垂直 MOCVD 反應室內的流體穩定度。他們研究氣體流量、壓力分佈、晶體生長溫度、壁溫以及旋轉速度等關係，利用以上參數可以明顯判斷因浮力驅動的流場或因旋轉力而驅動之流場。Mitrovic 等人[13]研究新式 VECCO 沉積平台，利用進氣盤的幾何形狀設計測試，以達到最佳控制基板磊晶生長的均勻性。Mitrovic 等人[14]利用計算流體力學的方式測試操作參數：腔內壓力、基板旋轉速度、生長率及溫度、載體氣流流量等。結果發現此方法可以讓製程參數達到最大的生長率及均勻性。以上大部份的研究均使用數值分析方法或套裝軟體來模擬。

物理現象

一、薄膜沉積

薄膜沉積是氣體分子成長於晶圓表面上的過程，氣體在晶圓表面上發生化學反應作用而產生固態粒子，或者氣體擴散後失去動能被晶圓表面所吸附。反應氣體主要是由強制對流的方式，從噴氣頭噴射到基板表面，再透過粒子擴散進行化學的沉積反應。

二、旋轉效應

MOCVD 腔體內的壓差造成氣體之流動，而流速可以由無因次參數雷諾數表示，其定義為：

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】338期・100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