

MOCVD 之 加熱艦模能膨緩

Simulation of Direct Contact Heater in MOCVD Reactor

利定東 胡智愷 林義鈞 邱顯智 楊宇華 簡紹安 陳自榮

國立中央大學機械工程學系

王慶鈞

工研院機械所 先進機械技術組 副組長

關鍵詞(Keyword)

· 有機金屬化學氣相沉積
Metal Organic Chemical Vapor Deposition

·加熱器 Heater

·直接接觸式 Direct Contact

· 電阻 Resistance

摘要(Abstract)

MOCVD 腔體內加熱器為一關鍵零組件,本文以 熱模擬方式針對此一零組件做改變內部電阻管形 狀排列及盤面材料進行最佳化設計,並以未來能 應用於加熱大尺寸八吋 Si 基底為標的。由模擬分 析,當由內到外前兩圈加熱管間距為 18 mm,中間 兩圈加熱管間距為 17 mm,最後兩圈加熱管間距分別為 18 mm 與 14 mm 得到最佳圖形。驗證電熱管的分佈情況影響加熱器的均溫性甚劇,由中心到外緣隨著距離增加溫度降低,藉由管路間隙分佈可改善外圈溫度分佈。經由間距改變後,再進行材料分析模擬,當加熱盤材質為 SiC 時有最佳的均溫效果,可得盤面各處溫度差±5度,達到藍光製程所需溫度(1000~1200度)。

The heater is a key component in MOCVD reaction chamber. By using the thermal simulation, an optimized heater design can be obtained from the changing shape arrangement in the internal resistance coil and heater material for this key component. The goal of the simulation results can be applied to a larger size in 8" silicon substrate. Based on the analysis results, the best coil graphics in



heater are the initial interval with 18 mm and the central interval with 17 mm. The last two intervals are 18 mm and 14 mm respectively. In addition, the distribution of heating element has a great effect on the temperature uniformity in heater. When the interval increases, the temperature in outside coils decreases. Therefore, the arrangement of coil interval can improve the outside coil temperature. Throughout the interval changes with different heater materials in simulations and analyses, the best and optimized in heater temperature with uniformity \pm 5 °C for the blue light process (1000 \sim 1200 °C) can be obtained when heater material SiC is used.

1. 前言

目前台灣在前瞻性的先進技術研發上著眼於目前國際上 GaInN 系列之 LED 主流使用藍寶石作為基材,少部分公司則採用 SiC 基材。然而藍寶石與 SiC 同樣成本極高,且目前技術上無法進行大尺寸的拉晶,這也是 VEECO、AIXTRON等主流廠商均走向小尺寸單多片產的研發方式。相較之下,Si 晶圓價格低廉、尺寸大且導電性能優良,但是 Si 與 GaN 的晶格常數匹配低,磊晶產生之GaN 層其晶格錯位密度較高,容易發生龜裂,要生長高品質的 GaN 磊晶層非常困難。然則,我國產業如能在各零組件的基礎技術上有更深刻的認知,突破新技術瓶頸。

在 LED 製程中,2000 年 Sakai 等人[1,2]利用 MOVPE 在藍寶石基材上,用一種新方法降低 GaN

層裡的差排密度。2000 年 Tokunaga 等人[3]開發 2"x6 新水平式 MOCVD 磊晶 GaN 薄膜。2011 年 Yin 等人[4]利用自製的 MOCVD 成長出高品質的 GaN 磊晶層。

在 MOCVD 模擬設計方面,1987 年 Evans 等 人[5]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。1997 年 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。2004年 Shimizu 等人[7]利用有限體積法 分析 MOVPE 系統晶圓表面溫度分佈。2007年 Zuo 等人[8]模擬 MOVPE 蓮蓬頭式,設計出氣口和進 氣口在同一邊,對腔體內部流場的影響。2007年 Mitrovic 等人[9]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,如果提高反應氣體流量 即可允許使用較高的腔體壓力。另外進氣雷諾數 在低於某一臨界值之後,磊晶均勻性會快速下 降。2009年 Li 等人[10]利用熱模擬 MOCVD 內載 台上有無環狀溝槽,對載台表面溫度分佈的影 響。2009 年 Zhiming 等人[11]利用有限元素法分 析垂直式 MOCVD 感應耦合加熱式,腔體內熱場 的分佈。

有鑒於此且由於市面藍光 LED 的重要性,而一般製作發光二極體的設備爲金屬有機化學氣相沉積(MOCVD)。實際製程中 LED 各層的溫度切換、溫度穩定性極爲重要,其溫度來源主要來自於加熱器,本次研究特針對此一重要關鍵零組件,進行其表面熱模擬分析,探討加熱器內部電

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