

氣體噴灑模組之可靠度工程技術

Reliability Engineering Technology for Showerhead Module

陳冠州^{1*}、王慶鈞²

¹ 工研院機械所 先進機械技術組 固態光源機械技術部 資深工程師

² 工研院機械所 先進機械技術組 副組長

摘要：真空 CVD 鍍膜為光電半導體之重要關鍵製程，其設備中之氣體噴灑模組更是為其關鍵零組件，攸關腔體內製程氣體之層流均佈而使薄膜能均勻沉積，主導掌控鍍膜的品質與良率。本文探討氣體噴灑模組於產品設計、製造與組裝的過程中，導入可靠度工程技術，找出可能發生故障的原因。透過故障分析手法提升氣體噴灑模組的可靠度，更進一步探討困難的萬支細管真空焊接問題，藉此可靠度的工程技術增加國產 MOCVD 關鍵零組件的附加價值與國際競爭力，達到國際先進高階設備 / 零組件的技術水準。

Abstract : Vacuum CVD deposition is an important process in the manufacturing of optoelectronic and semiconductor devices. The showerhead module used in the CVD equipment is its key component. The laminar flow of process gas being uniformly distributed in the chamber of CVD can effectively control the quality and yield of deposition films. This paper discusses the use of reliability engineering techniques in the design, manufacture, and assembly of the showerhead modules to identify possible causes of failure. Through the failure analysis method to enhance the reliability of the showerhead module, it is possible to explore and counter the difficult problem of vacuum welding of about 10,000 thin tubes. The reliable engineering technology could be used to improve added value and international competitiveness of domestic MOCVD key components, and to approach the international technical level of advanced equipment/components.

關鍵詞：氣體噴灑模組、鍍膜設備、可靠度

Keywords : Showerhead module, Deposition equipment, Reliability

前言

以台灣半導體設備市場來看，國內設備廠商幾乎為中小企業，由於受到資金限制，所生產設備多屬後段製程，即所使用到較低階且簡單的封裝製程設備為主。即便如此，許多國產設備所使用的材料與零組件仍為國外進口，至於前段製程設備的開發，國內廠商在短期利益的考量下通常難以投入。為了維持我國在半導體產業上的持續發展及領先地位，磊晶設備 MOCVD 與其關鍵

零組件 (氣體噴灑模組) 的自主開發乃為重要之課題，期以達成高產能及高薄膜品質的國產磊晶設備開發，使台灣在半導體產業可垂直整合，並加速擴散產業效益。

在產業中引進可靠度工程是一種應用的技術，過程中需要整合不同領域的技術，可靠度 (Reliability) 為產品在一段規定的時間內、條件 (工作與環境) 下，可以持續操作執行特定的性能或功能標準而不發生失效的能力。在研發產品的設計初期階段就開始將可靠度需求與作業要求納入

產品與製程設計於 (Design-in) 品質中，深層發掘潛在的設計、製程、使用及維修等關鍵性問題，從根本上的加以預防。且經過不斷地重覆實驗過程加以認證，加上要被市場與顧客認同，最終建立各種產品設計規範，故除了符合產品之功能與工作環境的要求外，同時需要考慮設計參數之變異機率程度，以增加產品穩定性。因氣體噴灑模組使用於特別高溫 ($>1000^{\circ}\text{C}$) 的真空環境中，將氣體送入反應腔體進行氣體混合和化學反應，一但失效將嚴重影響整條生產線，故在開發氣體噴灑模組時，除硬體功能設計外，亦需同時導入應用可靠度工程，以增加此關鍵零組件的品質與國際競爭力，帶動國產設備及零組件之產業發展。

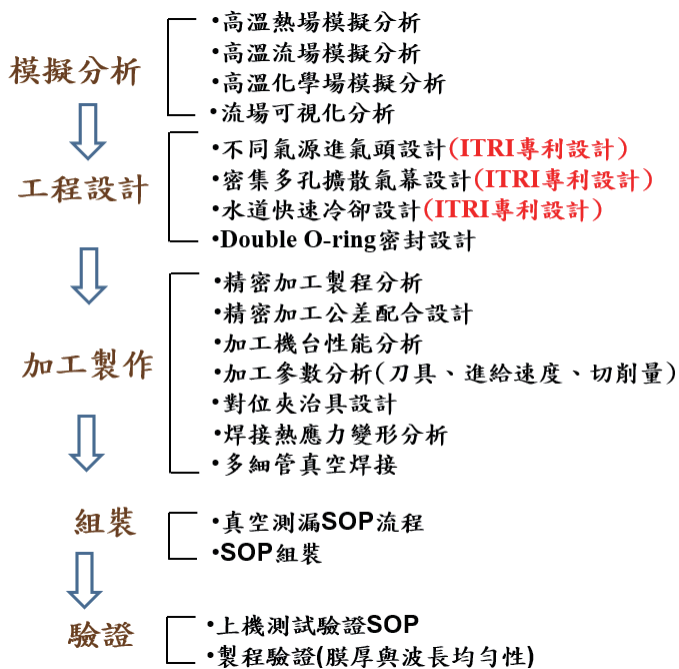


圖 1 氣體噴灑模組之研發與製作流程

工研院機械所之氣體噴灑模組研發

LED 的磊晶品質、成本與 MOCVD 設備有著高度的相依性，長期以來 MOCVD 設備自主是產業界的期望，而 MOCVD 設備中「氣體噴灑模組」的研發關鍵技術為電腦模擬分析、真空焊接與製造及產品驗證等，期有效提升進氣均勻度，增加進氣材料使用率，以提高我國 LED 產業創新的競爭優勢。

整個研發與製作流程如圖 1 所示，其步驟說明如下：

(1) 確認規格：包括晶片承載盤內晶片尺寸與片數、晶片的製程溫度、使用環境 (製程氣體、真空度)、即時監控視窗 (Viewport) 數量與位置、與晶片承

載盤的距離等規格。氣體噴灑模組其洩漏測試須達 $1 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 等級，且需 III - V 族氣體管路與水道不內漏測試。

(2) 模擬分析：以電腦軟體模擬分析 Showerhead 氣流場、溫度場及化學場等，另透過可視化分析技術，先期驗證流場之模擬分析結果的準確性，以降低模擬分析與實際產品驗證誤差，以作為工程設計的改善及後續實際產品驗證之依據。

(3) 工程設計：包括整個外形尺寸、監控視窗、密集細管的佈置、材料選用、不同氣源進氣頭設計、密集多孔擴散氣幕設計、水道快速冷卻設計、Double O-ring 密封設計等。

(4) 加工製作：包括精密加工製程分析、精密加工



圖 2 三種不同式樣之氣體噴灑模組

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】423 期・107 年 6 月號

機械工業雜誌・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：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：www.automat.tw

機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw