



G3.5枚葉式 矽薄膜太陽電池鍍膜設備 之電控系統簡介

The Introduction of Electric Control System
for G3.5 Cluster Type Silicon Thin Film Solar
Cell Equipment

林冠宇

工研院機械所
新興能源機械技術組
太陽能光電設備技術部

葉羿辰

工研院機械所
新興能源機械技術組
太陽能光電設備技術部

羅順遠

富臨科技工程
股份有限公司

孫湘平

富臨科技工程
股份有限公司

林振達

宇佑科技
股份有限公司

關鍵詞

- | | |
|--------------|------------|
| · 太陽電池 | Solar Cell |
| · 電漿 | Plasma |
| · 真空 | Vacuum |
| · 物理氣相沉積 | PVD |
| · 電漿輔助化學氣相沉積 | PECVD |

摘要

本文將以 G3.5 枚葉式矽薄膜太陽電池鍍膜設備之電控系統作說明，內容包含周邊元件選用、關鍵模組技術介紹、真空系統設計、電控系統之硬體及軟體規劃，最後將會介紹本系統所規劃之人機介面及操作方法。

The article will introduce about electric control system for G3.5 cluster type silicon thin film solar cell

equipment, including peripheral part to select, the key module technology, the vacuum system design, the electric control system of Hardware and software planning. We finally will introduce the human-machine interface and operating procedure of G3.5 cluster equipment.

前言

近年來因國內企業看好薄膜太陽能電池市場，紛紛投入薄膜太陽能電池的產業，例如包括綠能科技、富陽光電……等業者陸續完成建廠而開始量產，使得薄膜太陽能電池成為繼國內矽晶片型太陽電池之外，又一熱門的新興產業。分析薄膜太陽模組的設備成本結構，以鍍膜沉積設備佔成本比例最大，此為薄膜太陽電池製程最昂貴且最主要之核心設備，也是國內發展 Turnkey 設備產業的必經之鑰。

目前薄膜太陽電池之玻璃基材多使用矩形或正



方形，因此電容耦合式射頻電漿源也使用矩形或正方形之電極居多，然而卻有駐波效應的問題亟待克服。雙埠饋入電源之電容耦合式射頻電漿源，平行兩電極之間的電場分佈會隨著區域阻抗的不同而隨之改變，換言之，係利用隨時間變化之電極兩端阻抗來改變電漿中之電場分佈，駐波之位置將隨著改變，無需外加相移電路，所以當時間平均而言，則電場強度亦將達成均勻的目標。微晶矽薄膜之脈衝電漿調控技術乃是使用陽極隔離設計架構，降低基板電漿鞘層的壓降，可減少鍍膜時離子轟擊效應(造成的薄膜缺陷)，提昇微晶矽薄膜的品質，進而降低微晶矽薄膜 incubation layer 厚度以提昇薄膜電性。最後並利用 OES 量測電漿中 SH* 及 H α 的物種光強度，建立迴授控制系統，以即時監控腔體壓力 (APC/H α) 以及 Silane 進氣量 (MFC/SiH*)，克服長時間沉積製程電漿條件飄移問題 (plasma/process drift)。而利用即時調變 H $_2$ /SiH $_4$ 的流量比例、製程壓力、電漿功率等製程參數，可探討線上監控電漿活性物種對薄膜結構沉積與轉變控制之影響。然其核心價值為將昔日依賴製程人員經驗為主之模式，轉變為先進製程控制模式，大幅提高薄膜的品質穩定性，並可將製程經驗逐漸累積成為製程的資料庫。

設備之關鍵模組技術

太陽電池鍍膜設備主要為真空設備為主，而真空沉積設備可區分為物理氣相沉積 (PVD, Physical Vapor Deposition) 與或化學氣相沉積 (CVD, Chemical Vapor Deposition) 等設備，而其中又以電漿輔助化學氣相沉積設備 (PECVD, Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 最為重要，而本所研發設備以 PECVD 與 PVD 為主要製程腔體，其周邊元件主要分成五大模組：

一、真空模組

主要包含有乾式幫浦 (Dry pump)、渦輪分子幫浦 (Turbo-molecular pump)、自動壓力控制器 (APC, Automatic Pressure Control) 及真空計 (Gauge) 等。其工作壓力操作範圍基本上有 2~3 段，即常壓、背壓、製程壓力等。當腔體背壓要求在 10^{-3} Torr 以下時，則需使用 Turbo-molecular pump，因此當要啟動時，須注意腔體之真空度。而腔體之製程壓力，則由自動壓力控制器來達成所需之製程壓力，其由蝴蝶閥、製程腔體真空計與壓力控制器等元件組成。本設備常壓到製程壓力範圍使用熱電偶 (導) 式真空計，如 Pirani 或 Convectron Gauge，製程壓力下使用薄膜電容式真空計 (Baratron Gauge)，背壓則使用離子式真空壓力計 (Ion Gauge, 10^{-2} Torr~ 10^{-10} Torr) 或冷陰極式真空壓力計 (Cold Cathode Gauge, 5×10^{-3} Torr~ 10^{-10} Torr)。

二、加熱模組

主要分為預熱區、加熱區及冷卻區等，選擇適當溫度後，需考慮 Heater 的控制端是選用 SSR 或 SCR，加熱方式分為傳導式及輻射式加熱兩種，較常使用為紅外線加熱燈管或電阻式加熱器，本設備之預熱腔體 (Preheating Chamber) 基材的加熱裝置使用紅外線加熱燈管，其為輻射加熱 (升溫快)。而其中 PVD、PECVD 製程腔體則使用電阻式加熱器，其優點為加熱均勻且穩定。

三、特氣供應模組

主要元件為質流控制器 (MFC, Mass Flow Controller) 及管路開關閥，選用時需考慮氣體的種類、流量規格及控制方式等。其中有些特氣是有毒或易燃的，當使用時，電控之軟硬體上需設定具安全性的 Interlock 及保護措施，以避免製程時發生危險。



更完整的內容

請參考紙本【機械工業雜誌】326 期・99 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