

書報討論書面報告

題目：半導體電漿電源的演進應用與設計關鍵

講者：洪再和 總經理

日期：2025 年 10 月 7 日

內容整理

半導體電漿電源的產業概況

電漿電源是半導體製程設備的關鍵零組件之一，主要應用於蝕刻、沉積與離子植入等高精度製程。

從 2000 年以後，電漿電源進入數位化時代，開始有監控與錯誤代碼回報之類的功能，使得設備的可靠性與維護效率提升。近年來隨著 AI 晶片與資料中心需求上升，高穩定和高效率的電源設計成為業界焦點。

電漿電源的種類與特性

電漿電源依應用可分為直流（DC）、中頻（MF）、射頻（RF）等類型。不同電源架構會影響電漿穩定度與能量分佈，而高階蝕刻系統對輸出精度與干擾抑制的要求非常高。有特別提到 Cable 與諧波失真對系統穩定度的影響，也是設計中常被忽略的細節。

電力品質與轉換效率問題

傳統真空管電源效率低於 30%，能耗與諧波失真都是問題。目前諧波總失真率仍難低於 30%，而諧波會疊加造成電源干擾，進而影響製程穩定性。

RF Pulsing 技術與應用挑戰

RF Pulsing 是在 10 奈米以下製程中使用的重要技術，能改善蝕刻選擇比與均勻度。不同產地的電源產品品質不同：陸製電源噪音高、歐製反應較慢。RF Pulsing 在 10kHz 以下頻率表現穩定，但超過 100kHz 時會產生延遲與失真，這是目前 RF 設計面臨的問題。

新電源架構與性能改進

新一代電漿電源，以新的架構結合即時監測與熱管理設計，可有效降低壓降與復電瞬間衝擊導致的停機問題。有提到新電源當壓降低於 50%時，才會跳脫。與舊款相比，新架構符合安規並具備更好的效率。

心得

我認為電漿電源的發展是提升半導體製程控制精準度的關鍵技術之一。這次的講座讓我了解到，電漿電源不只是單純的供電設備，而是直接影響製程穩定性與晶圓品質的核心環節。講者提到的 RF Pulsing 技術讓我印象特別深刻，它能在奈米級蝕刻過程中精準控制能量分佈，這讓我體會到電力波形調變與材料科學之間的密切關聯。

過去我對這類技術的印象停留在「電源供應穩定即可」的層面，但這次才知道，高頻控制、諧波抑制與熱管理設計都是影響成品良率的重要因素。特別是講者提到的諧波失真問題。

此外，我覺得新一代電漿電源的架構設計展現出產業在「效率與穩定並重」的發展趨勢。AI 晶片與資料中心的高速成長，使得能源利用率與散熱問題更被重視。未來若能結合 AI 運算進行即時監控與預測維護，應能讓整個製程系統更智慧化。

關鍵字

電漿電源、RF Pulsing、電力品質、熱管理

參考文獻

SEMI. New Plasma Power Technologies for Next-Gen Semiconductor Manufacturing (2023, September 12). <https://www.semi.org/en/news-media-press-releases/semi-press-releases/new-plasma-power-technologies-for-next-gen-semiconductor-manufacturing>

“DC vs. RF Plasma Power Supplies: Application Differences.” Eureka / Patsnap (2025, June 26). <https://eureka.patsnap.com/article/dc-vs-rf-plasma-power-supplies-application-differences>