

「EUV關鍵元件與技術」專題 介紹

Special Issue Introduction of “EUV Key Components and Technologies”

客座主編－許博淵 博士
國家同步輻射研究中心副研究員

早在 1990 年代，美國多所國家實驗室即組成研究聯盟發展極紫外光 (Extreme UV, EUV) 微影技術，然而因該技術所涉及的光源、光罩、光學系統、光罩與光阻劑，均與既有的紫外光微影有巨大的本質差異，技術的發展遭遇許多瓶頸。直到千禧年代中期深紫外光浸潤式微影技術逐漸面臨解析度的物理極限，全球的科研資源才重新聚焦 EUV 技術發展。

台灣的 EUV 微影技術研究始於 2008 年啟動的兩期 EUV 國家奈米計畫 (2008－2014)，該計畫結合多所大學與研究單位合作，利用同步輻射 EUV 光源在該中心建構包括 EUV 反射儀、配備質譜儀的光阻釋氣分析系統、干涉微影與輻射損傷實驗站等，提供學研單位進行相關研究。2010 年台灣半導體製造公司購買第一台 EUV 微影商用機台，直到 2019 年正式投入 7 nm 晶片量產，期間該 EUV 國家奈米計畫所建置的重要量測設施，持續提供產學研單位進行 EUV 光罩、保護膜 (pellicle)、光阻與感測器的關鍵材料性質分析與技術研發，協助台灣半導體產業在 EUV 先進微影技術領先全世界。

本期特別推出「EUV 關鍵元件與技術」專題，介紹國內在相關新技術的發展、現況與應用。其中，本期「人物專訪」特別邀請被譽為「浸潤式微影之父」，也是現任國立清華大學半導體學院院長的林本堅院士，從宏觀的角度與讀者分享他是如何突破技術瓶頸、說服各界改採以水為介質的浸潤式微影技術，這也是藉由技術創新翻轉半導體發展進程的成功典範。

在 EUV 技術方面，本期收錄由國立清華大學化學系劉瑞雄教授與國立成功大學光電科學與工程學系林俊宏教授等人合著之「EUV 干涉微影技術」，利用高亮度高同調性的同步輻射 EUV 光源，搭配自行製作的透射光柵光罩，以相對簡單的微影系統架構成功實現了 25 nm 半間距的線／間圖案。該技術目前已用於先進 EUV 光阻的微影品質評估，對於 EUV 光阻自主研發提供重要的科研技術。國立台灣大學電機系蔡坤諭副教授團隊撰寫的「EUV 光罩檢測技術」，除了簡介 EUV 光罩之製程、缺陷與檢測技術之現況，特別針對 EUV 光罩基底片製備過程之檢測技術做較深入之探討，並提出未來技術之發展方向。

台灣大學工程科學及海洋工程學系李佳翰教授團隊著述的「應用於極紫外光波段之柱狀多層膜反射鏡」，創新提出利用圓柱形鉬 (Mo) 和矽 (Si) 的混合結構多層，讓每層矽柱體都

有空氣空間的多層柱面鏡，反射率可從傳統 40 週期 Mo/Si 多層的 74.5% 提高到 76.6%，有潛力在相同的 EUV 光源功率下提高晶片產量。

傳統矽晶片製成的 EUV 偵測器面臨著高能輻射損害和成本昂貴的問題，限制了其在實際應用中的普遍性，為此中央研究院原子與分子科學研究所特聘研究員張煥正教授團隊撰述的「極紫外光的感測與成像：螢光奈米鑽石的新應用」，首創以鑽石材料作為閃爍體，將 EUV 光轉換為可見光，不僅裝置體積小、成本低，同時能夠提供高效的成像功能。因應 EUV 微影時代的來臨，國研院台灣儀器科技研究中心卓文浩研究員團隊藉由國科會前瞻計畫的執行，建置一套「多功能式極紫外光微影元件檢測服務平台」，整合光罩、光阻、反射鏡等關鍵元件的分析檢測技術，提供產學研單位加速先進 EUV 製程技術開發。

為配合國內半導體先進微影技術發展，工研院量測中心／國家度量衡標準實驗室則啟動發展 EUV 波段光輻射量測與校正技術，該實驗室莊宜蓁研究員團隊於「EUV 計量標準與量測系統不確定度」一文中，特別介紹台灣第一套 EUV 波段之計量標準系統，希望透過此計量標準的建立，協助晶圓廠更精確地掌握曝光參數、精簡製程程序、進而達成節能之效。

此外，高品質、高功率、低耗能的 EUV 光源一直是微影技術發展中持續追求的目標。有別於目前商用的電漿 EUV 光源，國立清華大學電機工程學系陳明彰副教授論著的「桌上型同調 EUV 光源－超快雷射激發高次諧波光產生」，文中探討高次諧波的基礎概念和發現歷史，並闡述其在實驗設計中的關鍵角色，特別是如何生成高強度、孤立埃秒脈衝的技術挑戰。國家同步輻射研究中心劉偉強研究員團隊則在「加速器極紫外光源發展概況」一文中，除了介紹同步輻射及自由電子雷射的基本原理，並探討了能量回復直線加速器 (ERL) 和穩態微聚束 (SSMB) 技術在發展高功率 EUV 光源的發展前景。

先進半導體晶片是各種精密電子設備和人工智慧最關鍵的元件，不僅塑造現代生活方式，也對國際政治和全球經濟產生重大影響。先進半導體也是台灣護國神山級的核心技術，相關產業鏈在國內經濟產值扮演舉足輕重的角色。期望在本期作者群深入淺出的介紹下，激發讀者新的研究想法與方向，共同推進下一代台灣半導體技術的新發展。