

EUV 干涉微影技術

EUV Interferometric Lithography Technologies

陳柏熊、林俊宏、劉瑞雄

Po-Hsiung Chen, Chun-Hung Lin, Rai-Shung Liu

在先進的半導體製程領域中，含金屬的 EUV 負光阻是一種具有高度潛力的未來技術節點材料。該材料可以通過 EUV 干涉微影技術 (EUV-IL) 進行評估。EUV-IL 在高解析度光阻的開發中扮演著重要角色，這些光阻在應用於量產的 EUV 曝光機之前能先被 EUV-IL 評估。目前的 EUV-IL 設置在國家同步輻射研究中心 (NSRRC) 的台灣光源 (TLS) 21B2 EUV 光束線上，並使用自行製作的 EUV 透射光柵光罩，成功實現了 25 奈米半間距的線／間圖案，這將可以用於先進的 EUV 光阻篩選，並對科學和業界的研發做出重要貢獻。

In the area of the semiconductor manufacturing process, the metallic-containing EUV negative resist is a high-potential material for future technology nodes. The material can be evaluated by EUV interference lithography (EUV-IL). EUV-IL plays an important role in the development of high-resolution resists before applying them to the projection optical systems for industrial applications. The current EUV-IL setup, developed at Taiwan Light Source (TLS) 21B2 EUV beamline in the National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC), employs a high-quality, self-fabricated transmission grating EUV mask. This setup successfully achieves line/space patterns down to 25 nm half-pitch, making it suitable for advanced EUV resist screening and significantly contributing to both scientific and industrial research.

一、前言介紹

在現代高階的積體電路中 (integrated circuits, ICs)，都存在數十億個電晶體元件。我們所使用的智慧型手機，伺服器，和超級電腦等，都需要這些 ICs 的運作。而半導體技術在每個世代間的演進，通常都是依據摩爾定律 (Moore's law) 來發展－晶片的密度每兩年必須增加一倍；換句話說，如果是相同數目的電晶體元件，其元件在一維方向必須微縮 0.7 倍，使得所占面積可以縮小成上一世代的一半。而在這微縮過程中，微影製程扮演至關重要的角色⁽¹⁾，其最小關鍵尺寸 (critical dimension) 可由 $CD = k_1 (\lambda/NA)$ 來決定，其中 λ 為曝光所使用的波長，NA 為數值孔徑 (numerical aperture, NA)， k_1 通常代表製程的難易程度，越小代表製程越困難。降低曝光波長能達到微縮的最大效益，波長的演進從過去的 436 nm、365 nm、248 nm、193 nm 到現在的極紫外光 13.5 nm。另外增加數值孔徑也是一個有效的方法，通常

數值孔徑只能增加到接近 1 左右，而在 193 nm 浸潤式曝光機中，在曝光機最底端的透鏡與晶片中加入水，使得原本是透鏡和空氣介質變成透鏡和水介質，數值孔徑能增加到 1.35，大幅增加了曝光機的解析度。此外，不同的解析度增進技術 (resolution enhancement technology, RET) 也不斷被研發出來，其中多重成像技術 (multiple patterning) 是最常被拿來使用的技術，原本單一個密集、關鍵尺寸太小的圖樣 (dense pattern) 是無法被曝出來的，但我們可將原本的密集圖案，先拆分成數個較稀疏的圖樣 (sparse pattern)，在經過多重的曝光及蝕刻後，這些稀疏圖樣經過精確的對準可以在最後組合成原本的密集圖樣。但此製程所付出的代價是製造成本、製程的複雜度以及疊對誤差控制。而現在所使用的 EUV 曝光，已經從 NA = 0.33 進入到 high-NA (NA = 0.55) 以再繼續提高解析度，ASML 已成功完成第一台 high-NA EUV 微影機台 EXE: 5000⁽²⁾，Intel 搶下首台 high-NA EUV 曝光機將用來生產他們的先進製程。而 hyper-NA (NA = 0.75, 0.85) 的曝光機也正在被研發建構當中⁽³⁾，high-NA 及 hyper-NA 的技術雖然可以提高解析度，但其所面臨的問題諸如曝光面積縮減、極化的影響及光罩三維效應 (mask 3D effect, M3D) 等都有待進一步的改善。

二、EUV-IL 干涉微影技術

在光阻材料開發過程中，需要實際的微影曝光以驗證光阻材料本身的性質，包括解析度、感光度、對比度、線邊緣粗糙度 (line edge roughness, LER)、高均勻度等，在達到符合標準的檢驗後，才能真正進入量產應用。然而上述 ASML 的 EUV 微影機台成本相當昂貴，主要都是用在量產的機台，並不適合用來做光阻前期的研發。EUV 干涉微影技術 (EUV Interference Lithography, EUV-IL)，正是以相對簡單、穩定並可達到奈米解析度的 EUV 微影技術來進行光阻評估與研究；它可以在不需要複雜的光學元件下提供高解析度的曝光，且它的景深 (depth of focus, DoF) 也幾乎沒有限制。

一般來說，同步輻射可提供穩定、乾淨與同調性佳的 EUV 光源，透過 EUV-IL 技術可產生奈米等級的圖案，非常適合作為光阻評估的微影工具，因此如瑞士 PSI 與日本 NewSUBARU 同步光源中心均已發展建構專屬用在 EUV 干涉微影的光束線與實驗站^(4, 5)，並提供其半導體產業進行相關研究，其中在瑞士先進光源中心建構的 EUV-IL 技術具世界領先地位，並提供許多光阻研發單位做前期的開發^(6, 7)，他們所開發的 EUV-IL 技術，從一開始利用有光柵的透射型光罩，EUV 13.5nm 的光穿過光罩後，在光阻上形成干涉的週期性圖案，但當光柵關鍵尺寸繼續往下縮時，便會碰到光柵繞射效率低落的問題，使得曝光時間大大拉長，另外在利用電子束微影 (electron beam lithography, EBL) 做小間距的光柵也面臨更大的挑戰。鑒於上述問題，PSI 建構出一種 mirror-based 的技術 mirror-interference lithography (MIL) 可克服繞射效率低落的問題⁽⁸⁾，且不需要製作光柵光罩，只需要利用兩個表面塗有 Ru 的反射鏡，經由精準控制鏡面的角度，兩道 EUV 光經過反射鏡反射後便可以在光阻上形成半間距 5 nm 的圖案。

而我國也於國家同步輻射研究中心 (NSRRC) TLS 21B2 光束線由林俊宏教授團隊自 2008 年即開始自主建構／發展 EUV-IL 技術平台⁽⁹⁻¹⁴⁾，目前為止，在同步輻射中心的 EUV-IL 平台可曝出半間距 25 nm 的圖案⁽¹⁵⁾，可就近提供中等解析度光阻微影品質的快速篩選評估。

三、EUV-IL 干涉微影介紹

1. EUV-IL 干涉微影原理

EUV 干涉微影技術基本原理 (如上圖 1 所示) 係使用高度空間同調 EUV 光源照射穿透一光柵光罩 (grating mask) 後，在不同的聚焦平面產生干涉條紋。若光柵結構的週期為 P ，則正負一階光進行干涉所產生的圖案週期為 $P/2$ ，正負二階光干涉產生的圖案週期則為 $P/4$ ，依此類推。EUV 干涉微影的優點是不需要複雜昂貴的光學系統及本身沒有景深的限制。而提升 EUV 干涉微影解析度的關鍵要點包括以下幾項：(1) 使用空間同調性 (spatial coherence) 較佳的 EUV 光源，以產生較完美的干涉條紋；(2) 製作高品質的光柵光罩，包括光柵的解析度、整體結構的完整性；(3) 曝光設備的穩定性，包括機械的震動，曝光時造成的熱變形等。

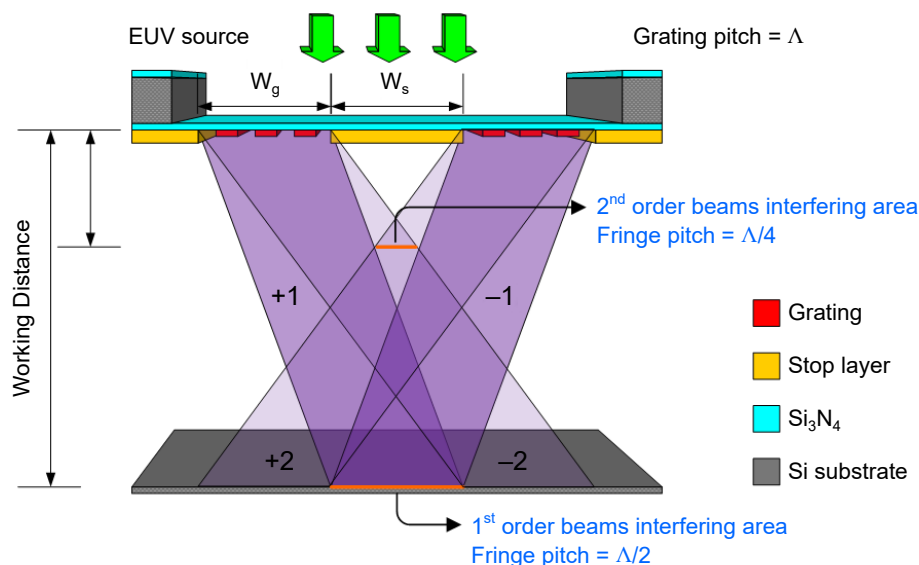


圖 1. EUV-IL 干涉微影示意圖⁽⁹⁾。

2. Mask pattern design & Fabrication

在光罩的設計上，光柵週期的設計從半間距 100 nm 到 50 nm (如圖 2)，如此經由 EUV 曝光可在光阻上形成半間距為 50 nm 到 25 nm 的干涉圖案。為了使得每一週期的光柵圖案在一定的工作距離之下可以曝出最大面積的干涉圖案，根據最佳工作距離的公式： $W.D. = wp\sqrt{1 - (\lambda/p)^2} / \lambda$ ，(w 為光柵視窗寬度， p 為光柵週期， λ 為曝光波長)；先將工作距離 (光罩表面到欲曝光光阻樣品表面的距離) 固定，一一算出各週期光柵所需要的光柵視窗寬度 w ，而光柵視窗+阻擋層 (L+S) 的距離必須小於曝光光源的空間同調長度 ($\sim 43 \mu\text{m}$)，使得干涉圖案可被有效的形成在光阻上。

EUV 透射光罩是在一層 100 nm 的氮化矽 (Si_3N_4) 薄膜上製作的，由於此薄膜非常脆弱，故在其上的製程相當困難。圖 3 為光罩製程的流程圖，主要是利用電子束直寫製作出小週期的光柵。先將 $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ 大小的氮化矽薄膜樣品固定在另一片 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ Silicon 之上 (圖3(a))，以減少在製作過程中薄膜破裂的機率，接著如圖 3(b) 中，先將 HSQ 負光阻旋塗在薄膜之上，並做電子束微影 (EBL) 的曝光，曝完光顯完影後的 HSQ 即可直接形成光柵

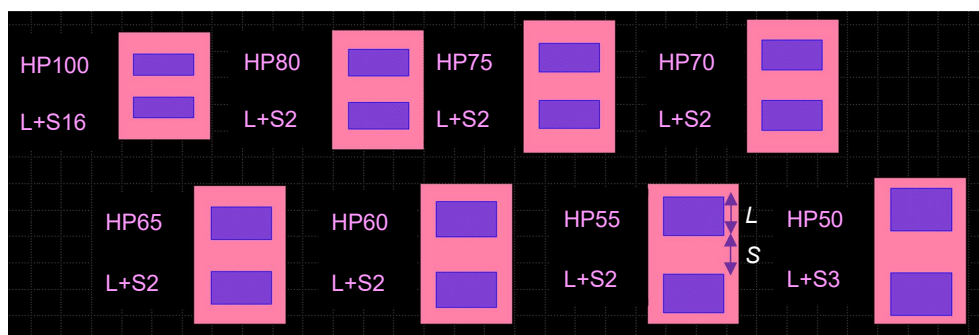


圖 2. EUV-IL 光罩圖樣設計示意圖，半間距 (half pitch) 從100 nm 至 50 nm，光柵視窗+阻擋層間隔 (L+S) 需小於光源的空間同調長度。

結構；接著再次用電子束微影並利用一極低劑量的負光阻 ($\sim 40 \mu\text{C}/\text{cm}^2$) 覆蓋住光柵視窗的範圍，而這兩道曝光需要透過對準 (alignment) 來精準的使得光柵視窗落在相對應的位置；接下來將 Cr/Au 濺鍍在表面上形成阻擋層，最後利用掀離 (lift-off) 的技術將原本覆蓋在光柵視窗的光阻移除掉，露出讓 EUV 透光的光柵結構，完成我們 EUV-IL 的光罩製作，並安裝在一定工作距離的光罩載台上 (如圖 4)。

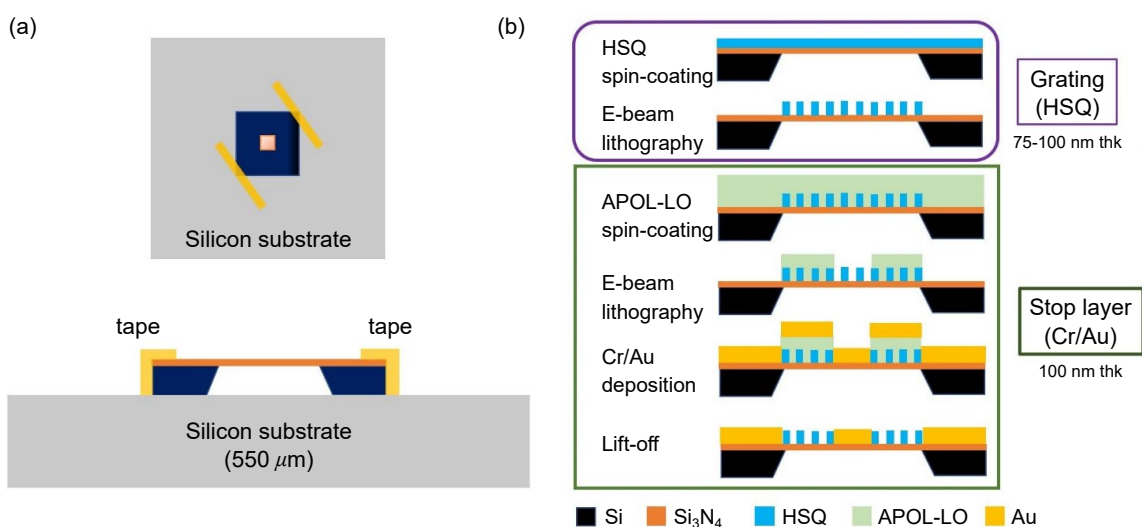


圖 3. EUV-IL 光罩製作流程：(a) 將100 nm Si_3N_4 薄膜固定在 Silicon 之上；(b) 製作光柵 (HSQ grating) / 阻擋層 (Cr/Au stop layer) 步驟。

3. 同步輻射 (NSRRC) 極紫外光束線架構／實驗站曝光平台

同步輻射 (NSRRC) 極紫外光束線架構

同步輻射所使用的 EUV 光源是由聚頻磁鐵 (undulator magnet) 所產生高亮度、頻寬狹窄並有部分同調的輻射光 (約 $43 \mu\text{m}$ 空間同調長度)，EUV-IL 干涉微影實驗站所利用的是 TLS BL21B2 光束線，是屬於高輝度高能量的光束線，產生的光源能量涵蓋從 15 eV 到 100 eV。由圖 5 可見，從週期性聚頻磁鐵出來的光，會先經過 horizontal mirror (HFM)、vertical pre-

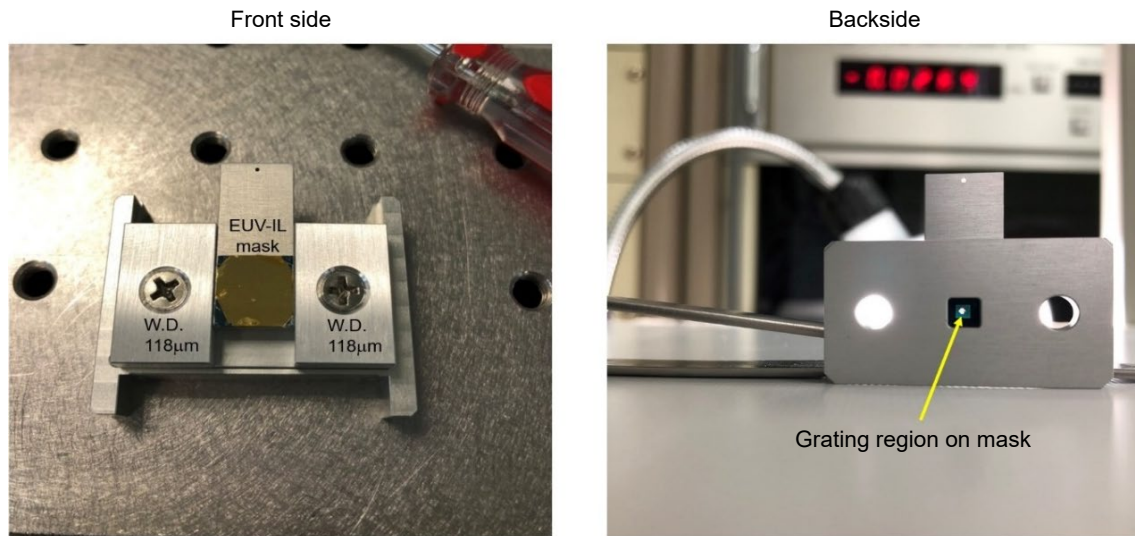


圖 4. EUV-IL 光罩完成後裝置在一定工作距離的載具上，光柵部分僅在光罩中心透光區 (黃色箭頭)。

focusing mirror (VFM) 反射，而高能量區段的光會經由 plane mirror (PMH) 反射，接著穿過第一道水平狹縫 (SL-1)，再經過 deviation angle 150° 光柵分光並穿過第二道水平狹縫 (SL-2)，最後經由 vertical refocusing mirror (VRFM) 聚焦後出光至 EUV-IL 實驗站，EUV 光便由此照射在 EUV-IL 光罩上並在光阻上形成干涉圖案。

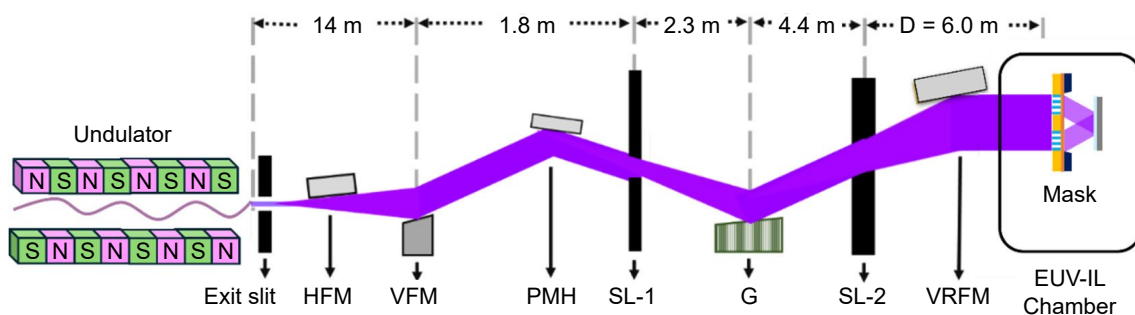


圖 5. 同步輻射 (NSRRC) TLS BL21B2 的 EUV-IL 光路示意圖⁽¹⁴⁾。

實驗站曝光平台

EUV-IL 實驗曝光平台主要包括三大架構：抽氣系統、曝光腔體和光強量測元件。抽氣系統由一個粗抽的機械幫浦 (scroll pump)、一個分子渦輪幫浦 (turbo molecular pump) 和一個離子幫浦 (ion pump) 所構成。實驗站腔體的抽氣首先由粗抽幫浦抽至約 10^{-3} torr，再打開分子渦輪幫浦繼續抽氣至 10^{-6} torr 後進行曝光。曝光時打開離子幫浦維持高真空度並關掉渦輪分子幫浦與機械幫浦以降低震動。抽氣至 10^{-6} torr 時間約為 20–30 分鐘，然而抽氣效率會隨著實驗次數增加而降低，拉長所需的抽氣時間。

EUV-IL 實驗站曝光腔體內主要包括遮光器 (shutter)、光罩載台 (mask stage) 及樣品載台 (wafer stage) (圖 6)。遮光器主要控制曝光所需要的時間 (exposure time)，光罩載台主要裝置

我們自行製作的 EUV-IL 透射光罩，晶片載台主要放置已旋塗待測合成光阻的晶片。其中光罩載台在經過光路校正後是固定的，每次曝光是控制樣品載台貼近光罩並維持一定的工作距離，目前一個樣品上可曝六個不同曝光時間的圖案。曝光時間及樣品載台所走動的距離可透過 Labview 來控制，而載台走動距離的設定可事先通過電位器 (potentiometer) 的量測來輸入要走的步數 (step) 而讓樣品載台能貼近光罩。

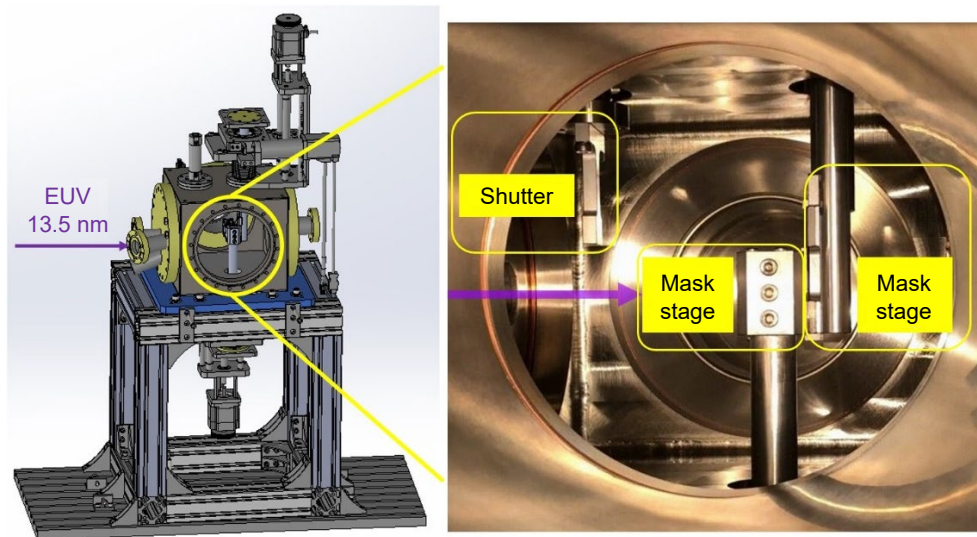


圖 6. EUV-IL 曝光腔體，腔體內主要包含遮光器 (shutter)、光罩載台 (mask stage) 及樣品載台 (wafer stage)。

四、EUV-IL 在台灣執行成果

1. 奈米國家型科技計畫 (2008-2014)

2008 年至 2014 年期間，交通大學黃遠東教授帶領橫跨交通大學、台灣大學、成功大學、高雄大學、同步輻射研究中心、國研院儀科中心等學研單位研究團隊，獲國科會奈米國家型科技計畫補助，開啟了台灣在 EUV 微影技術領域的前瞻研究。研究範圍涵蓋了從光源、光罩、材料、製程、檢測分析技術到奈米元件可靠度等多方面的技術。成功大學林俊宏教授的團隊負責 EUV-IL 技術的曝光平台建置、穿透式光柵製作、以及 EUV-IL 光阻曝光測試，圖 7(a) 顯示了該計畫在同步輻射研究中心 TLS 21B2 光束線所建置的 EUV-IL 曝光腔體，此曝光腔體從設計、製作、以及在 TLS 21B2 光束線的架設建置，皆與同步輻射中心緊密合作完成。在穿透式光柵的製作部分，考量到電子束微影技術製作成本較為高昂，研究團隊改以奈米壓印技術來進行光柵圖案化製作；同時，為了簡化製作穿透式繞射光柵窗口需以氫氧化鉀濕式蝕刻背面矽基板製程難以控制的問題，開發出無基材 (free-standing) SU-8 穿透式光柵應用於 EUV-IL 微影曝光⁽¹³⁾ [如圖 7(b,d) 所示]，該無基材 SU-8 穿透式光柵以 150 nm 及 100 nm 半間距進行一階光干涉，在 PMMA 阻劑上的曝光結果分別為 75 nm 及 50 nm 半間距，進一步運用二階光干涉，在 PMMA 阻劑上分別得到 37.5 nm 及 25 nm 半間距的光阻圖案 [如圖 7(c,e) 所示]；基於當時可運用的電子束微影設備的解析能力有限，研究團隊進一步開發了團鏈共聚物定向自組裝 (Block Copolymer Directed Self-Assembly) 技術，製作出 20

nm 半間距的穿透式光柵 [如圖 7(f) 所示]⁽¹⁴⁾，其一階光干涉在 PMMA 阻劑上曝光結果為 10 nm 半間距 [如圖 7(g) 所示]。在奈米國家型科技計畫結束之後，由於後續沒有進一步經費支持，再加上 EUV 微影研發費用高昂，因此 EUV-IL 研究暫時停擺。

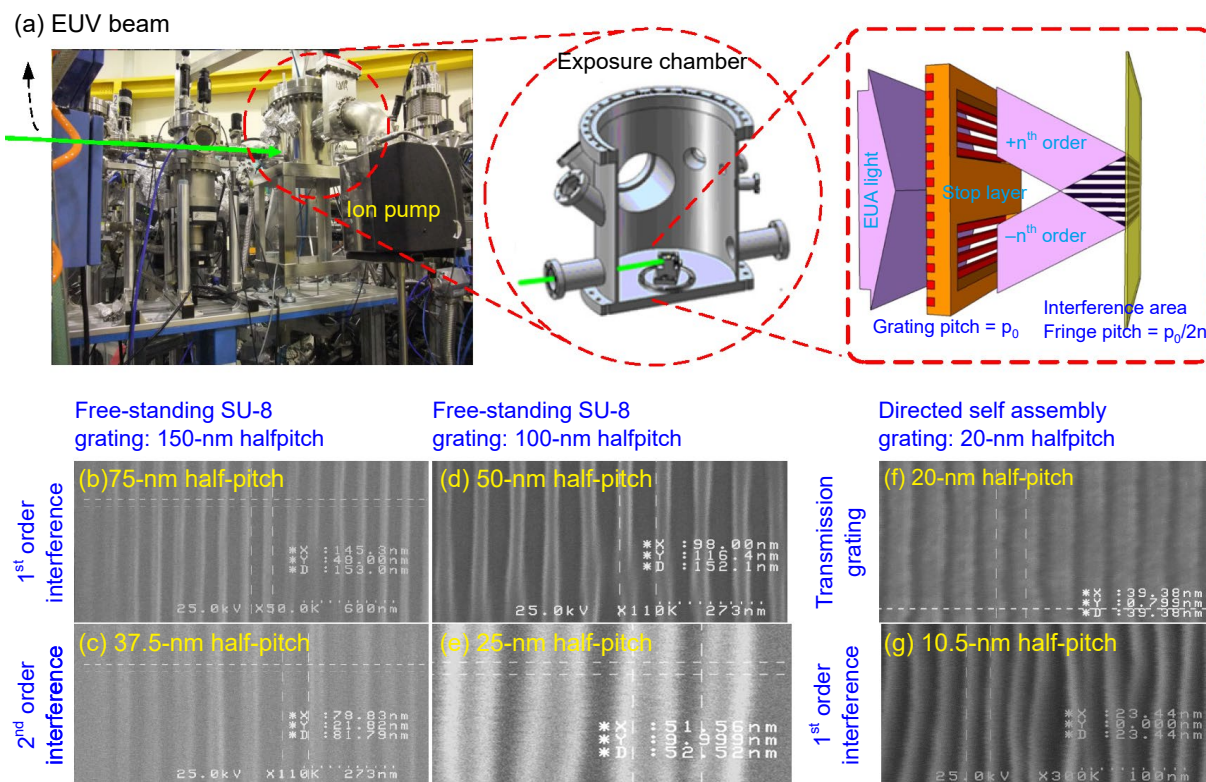


圖 7. (a) 在同步輻射研究中心 TLS 21B2 光束線所建置的 EUV-IL 曝光腔體⁽⁹⁻¹⁴⁾；(b,c) 利用 150 nm 半間距的無基材 SU-8 穿透式光柵進行一階及二階光干涉的 PMMA 曝光結果；(d,e) 利用 100 nm 半間距的無基材 SU-8 穿透式光柵進行一階及二階光干涉的 PMMA 曝光結果⁽¹³⁾；(f,g) 利用團鏈共聚物定向自組裝技術製作 20 nm 半間距的穿透式光柵及一階光干涉的 PMMA 曝光結果⁽¹⁴⁾。

2. 台積電產學大聯盟計畫 (2019-2024)

2019 年，林本堅院士領導清華大學研究團隊進行台積電產學大聯盟計畫，其中劉瑞雄教授團隊負責 EUV 前瞻光阻材料研發，基於先前奈米國家型科技計畫的基礎，團隊在同步輻射研究中心 TLS BL21B2 光束線架設了第二代 EUV-IL 平台⁽¹⁵⁾，重新啟動 EUV-IL 研究。由於在第一代 EUV-IL 的曝光平台，EUV 光源的空間同調度不佳，影響干涉曝光的品質，為了進一步提升 EUV 曝光光源的空間同調度，在目前曝光的設定中，光路的第二個狹縫 (圖 5 SL-2) 被減少為 30 μm ，以增加光源的空間同調長度，並優化最佳的曝光時間為 27 秒，在 HSQ 光阻上曝光結果顯示半間距為 40 nm、35 nm、30 nm 及 25 nm 的線圖案如圖 8(a)-(d) 所示，其 25 nm 為目前所曝出具有品質的最小線寬。圖 8 影像中的線寬均勻度 (CD uniformity) 表現不好的原因可歸咎於曝光光源照射在透射光罩的均勻性不夠好，另外雖然我們製作光罩的阻擋層 (Cr/Au stop layer) 約為 100 nm 厚度，但還是有可能因厚度的均勻性會使某些區

域會造成漏光，使得兩道強度不相同的 +1，-1 階光所干涉出來的干涉圖案會具有不均勻的線寬圖案，因此在之後可再增加阻擋層的厚度以確保干涉光的均勻性。此外線的粗糙度 (roughness) 除了增加光源的均勻度之外，亦可透過優化曝光光阻所需的軟烤時間及顯影時間來改善。

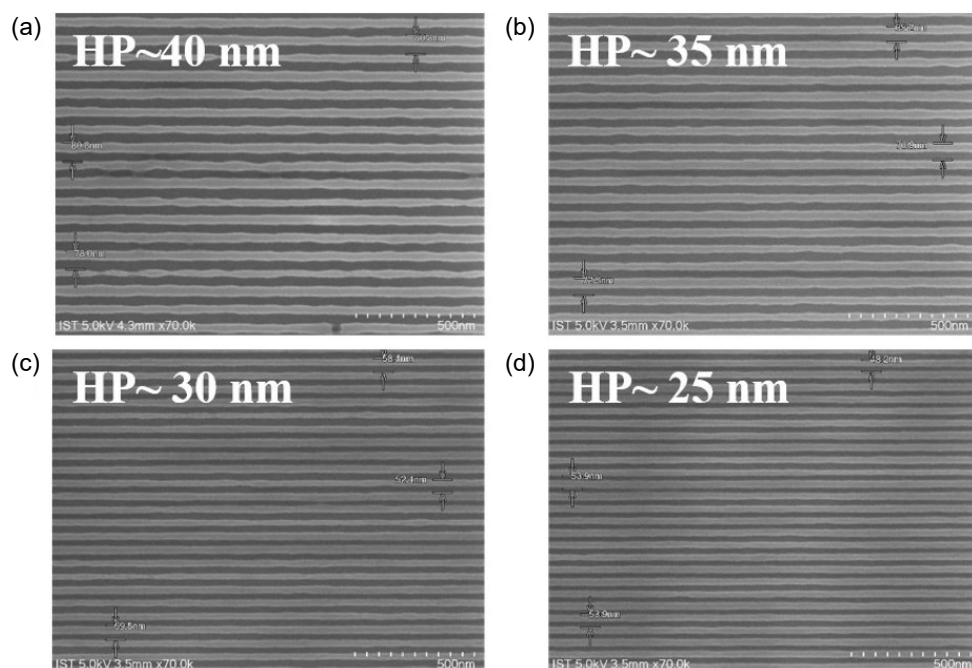


圖 8. 2023 年執行台積大產學計畫 EUV-IL 實驗曝光 SEM 結果；(a) 40-nm hp (b) 35-nm hp (c) 30-nm hp 及 (d) 25-nm hp HSQ 線圖案。⁽¹⁵⁾

圖 9 為利用 FIB 所得到的剖面圖，HSQ 光阻厚度約為 49 nm，可觀察到並沒有光阻倒塌的現象。因此，使用當前在同步輻射最新的 EUV-IL 干涉微影系統設備，可以在 HSQ 光阻上成功實現具有最小線寬為 25 nm，深寬比 (aspect ratio) 為 1:2 的高品質圖案。

此外，我們也觀察到隨著間距減小，圖案的對比度也會降低。這可能與光柵視窗的寬度與間隔的總和 (圖 2 中 L+S) 接近 EUV 光束的空間同調度有關，當前的透射光罩半間距 80 nm、70 nm、60 nm 及 50 nm 所對應到光柵視窗寬度和間隔的總合值分別為 20 μm 、23 μm 、27 μm 和 32 μm 。因此，當光柵視窗寬度和間隔的總合值接近 EUV 光束的空間相干長度 (43 μm) 時，半間距為 25 nm 線圖案的對比度會稍微降低。

五、結語及未來展望

目前在國家同步輻射研究中心的 EUV-IL 干涉微影實驗站，可利用自行製作的 EUV 透射光罩進行一階光干涉曝光，得到最小解析度 25 nm 半間距的線圖案，這對於先進 EUV 合成光阻的測試與篩選及一些先導性的研究上極具價值，因為業界用的極紫外光微影機台成本極高且主要都用在量產，因此，當前同步輻射光的 EUV-IL 干涉微影曝光平台對於不論是學術界或工業界在前瞻研究上，提供了最佳的選擇。

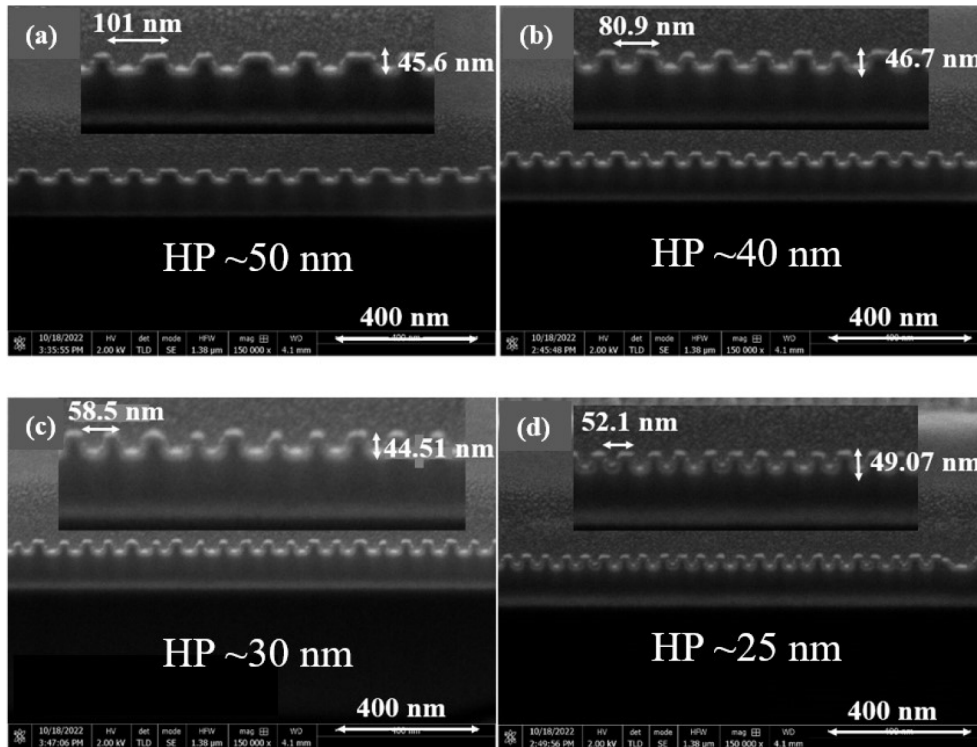


圖 9. 利用 FIB 所得到之剖面圖 (cross section)。(14)

然而，若要繼續曝出更小的線寬並具有高品質的圖案，除了可以考慮利用二階繞射光進行干涉曝光之外，我們還有許多面向需要努力。首先，在光罩的製作上，要製作出 30 nm 間距以下的光柵極具挑戰性；在目前的 EUV-IL 實驗中也觀察到幾個問題，包括圖案對比度 (contrast)、臨界尺寸 (CD) 的非均勻性 (non-uniformity) 及線寬粗糙度 (LWR) 等都需要被改善，而這些問題都與光源的均勻性、空間同調長度有密切關係，尤其從聚頻磁鐵 (undulator) 出來的 EUV 光，若能設計建構專門為 EUV-IL 干涉微影實驗用的光路設計，如在照射到光罩前增加小孔 (pinhole) 以增加空間同調度，都可以有效率的大幅改善曝光結果，我們衷心期待在將來結合國家政府及業界之力，共同為我國建立一個前瞻領先世界的 EUV-IL 干涉微影平台以供學界或業界單位做研究，而不再需要仰賴它國的技術。

參考文獻

1. B.J. Lin, *Optical Lithography: Here Is Why*, 2nd edition, SPIE Press, (2021).
2. Please refer to the wesite:
<https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/resources/intel-high-na-euv.html#gs.94j0hf>
3. I. Lee, J-H. Franke, V. Philipsen, K. Ronse, S. D. Gendt, and E. Hendrickx, *Journal of Micro/Nanopatterning, Materials, and Metrology*, **22** (4), 043202 (2023).
4. Please refer to the wesite:
<https://www.psi.ch/en/lxn/euv-interference-lithography>
5. Please refer to the wesite:
<https://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/NS-en/use/field/lithography/>
6. N. Mojarad, J. Gobrecht, Y. Ekinci, *Microelectronic Engineering*, **143**, 55 (2015).
7. T. Allenet, M. Vockenhuber, C.-K. Yeh, D. Kazazis, J.G. Santaclara, L. van Lent Protasova, Y. Ekinci, "Progress in EUV

- resist screening by interference lithography for high-NA lithography”, *International Conference on Extreme Ultraviolet Lithography*, September, 118540N (2021).
8. I. Giannopoulos, I. Mochi, M. Vockenhuber, Y. Ekinici, D. Kazazis, “Extreme ultraviolet lithography reaches 5 nm resolution”, arXiv:2402.18234 [physics.optics] (2024).
9. C.H. Lin, C.H. Fong, Y.M. Lin, Y.Y. Lee, H.S. Fung, B.Y. Shew, J. Shieh, *Microelectronic Engineering*, **88**, 2639 (2011).
10. C.H. Lin, Y.M. Lin, C.C. Liang, Y.Y. Lee, H.S. Fung, B.Y. Shew, S.H. Chen, *Microelectronic Engineering*, **98**, 194 (2012).
11. 馮祺皓, “極紫外光干涉式微影術-穿透式光柵製作及曝光平台建置,” 碩士論文 (國立成功大學光電科學與工程學系, 台南市, 2010).
12. 林奕名, “極紫外光干涉微影-奈米壓印應用於穿透式光柵製作,” 碩士論文 (國立成功大學光電科學與工程學系, 台南市, 2011).
13. 林宜叡, “製作無基材穿透式繞射光柵薄膜應用於極紫外光干涉式微影,” 碩士論文 (國立成功大學光電科學與工程學系, 台南市, 2013).
14. 童彥翔, “利用團鏈共聚物定向自組裝製作無基材穿透式光柵應用於極紫外光干涉式微影,” 碩士論文 (國立成功大學光電科學與工程學系, 台南市, 2014).
15. A.K. Sahoo, P.H. Chen, C.-H. Lin, R.S. Liu, B.J. Lin, T.S. Kao, P.W. Chiu, T.P. Huang, W.Y. Lai, J. Wang, Y.Y. Lee, C.K. Kuan, *Micro and Nano Engineering*, **20**, 100215 (2023)

作者簡介

陳柏熊先生為國立陽明交通大學生醫光電研究所博士，現為國立清華大學半導體研究學院助理研究員。

Po-Hsiung Chen received his Ph.D. in the Institute of Biophotonics from National Yang Ming Chiao Tung University. He is currently an Assistant Researcher at College of Semiconductor Research at National Tsing Hua University.

林俊宏先生為國立臺灣大學光電工程所博士，現為國立成功大學光電科學與工程學系教授。

Chun-Hung Lin received his Ph.D. in the Graduate Institute of Photonics and Optoelectronics from National Taiwan University. He is currently a Professor in the Department of Photonics at National Cheng Kung University.

劉瑞雄先生為美國哥倫比亞大學化學博士，現為國立清華大學化學系教授。

Rai-Shung Liu received his Ph.D. in the Department of Chemistry from Columbia University, USA. He is currently a Professor in the Department of Chemistry at National Tsing Hua University.