

# 在光化學過濾應用中，使用 Oktolex™ 薄膜技術來減少瑕疵率

作者：Lucia D'Urzo、Hareen Bayana、  
Aiwen Wu、Jad Jaber、James Hamzik – Entegris  
Jelle Vandereyken、Philippe Foubert – imec

2017 年 7 月，Entegris 正式推出可針對邏輯、DRAM 及 3D NAND 裝置提升其 ArF、KrF 與 EUV 微影成像良率的 Oktolex™ 薄膜技術。每一片 Oktolex 薄膜都是針對每個獨特的光阻劑或光化學品裡，可能引發瑕疵的特定污染物而量身打造。

像是微線段橋接之類的特定「重大瑕疵」，是微影成像之先進應用當中（例如多圖形）主要的挑戰之一。這些瑕疵出自多個來源，而且非常難以消除。使用端過濾（POU）在減少或是消除這類瑕疵上，扮演著重要的角色。

本研究目的在於針對 Oktolex 技術與其他傳統的光化學薄膜進行全面性的評估。我們在有機底層（UL）塗佈的晶圓上，使用正色調化學增幅光阻劑（PT-CAR）評估因 193 nm 浸潤式（193i）微影技術而產生的 45 nm 線寬 55 nm 空間（45L/55S）圖形的瑕疵產生率。另外，我們同時評估了關鍵尺寸（CD）、線寬粗糙度（LWR）及焦點能量矩陣（FEM）等微影技術效能。

## 篩式與非篩式粉塵去除法

在篩式（利用粉塵大小加以排除）去除法裡，大小尺寸超過薄膜孔隙結構的粉塵，會在薄膜表面或是結構內部較小的通道裡遭到攔截。當孔隙大小越小，篩式去除法的效率就越好。

非篩式去除法則是與薄膜表面的粉塵吸收附著能力相關，而與粉塵大小或孔隙大小無關。諸如靜電力、偶極力與倫敦力等各式各樣的分子間作用力，控制著溶液中的粉塵與薄膜表面的反應。只要粉塵能夠接近薄膜表面並感應到淨吸引力，就能被薄膜攔截。



圖 1. 各種瑕疵攔截機制的圖解說明。

在提升薄膜潤濕特性、過濾效率與選擇性上，Oktolex 薄膜技術是一項相當有效的工具。量身打造的薄膜技術可精準地鎖定污染物加以去除，完全不會對化學成分造成負面影響。

## 實驗

**設備：**在 ASML TWINSKAN™ NXT 設備裡執行微影工作：含 1.35NA 的 1970i，以及一套 TEL LITHIUS Pro™ Zi 塗佈顯影系統。

**材料：**圖形瑕疵研究則是使用塗佈在 Brewer Science ARC®-29SR 上的 JSR PT-CAR AIM5484。

**遮罩：**瑕疵率研究使用單純 L45P100 圖形的遮罩與全景曝光。

**測量：**在 KLA 2925 上檢查過晶圓圖案後，隨即使用 KLA eDR-7110 來審視並分類瑕疵。CD-SEM 測量作業則是在 Hitachi CG-4000 系統上進行。

**使用端過濾：**比較 Oktolex 與原生的超高分子量聚乙烯（UPE）。

**瑕疵圖庫：**所有分類瑕疵如圖 2 所示之瑕疵圖庫。

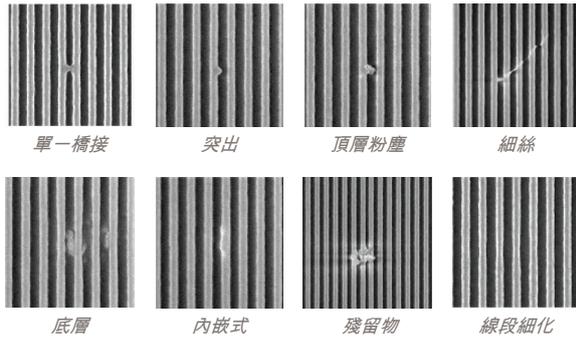


圖 2. 本研究採用的瑕疵圖庫。

## 結果

### 瑕疵率

圖 3 顯示典型的瑕疵排列圖。每一個直條皆代表三片晶圓的平均瑕疵標準值。為方便比較，我們特地將老化的光阻劑結果資料進行標準化。微橋接與殘留物，是與光阻劑過濾相關的主要瑕疵率模式。另外，我們也觀察到少數的細絲。頂層粉塵主要由開發人員及浸潤過濾技術來調節，如其他報告所述。<sup>1</sup> 來自底層的瑕疵則是未經光阻劑過濾技術調節，亦非本研究目標。為了專注在光阻劑過濾技術，圖 3 會同時移來自頂層與底層的瑕疵以免混淆。

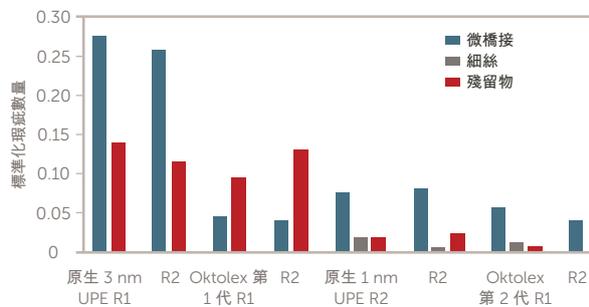


圖 3. 標準化瑕疵排列圖。

雖然殘留物可經由薄膜孔隙大小而清楚發現，但是微橋接則無法藉此方式發現。圖 4 揭示了單一橋接的標準化數量。在原生薄膜的使用案例上，孔隙大小的縮減有助於發現微橋接數量。不過，Oktolex 第 2 代過濾器的運作方式，與原生及 Oktolex 第 1 代運作方式類似。

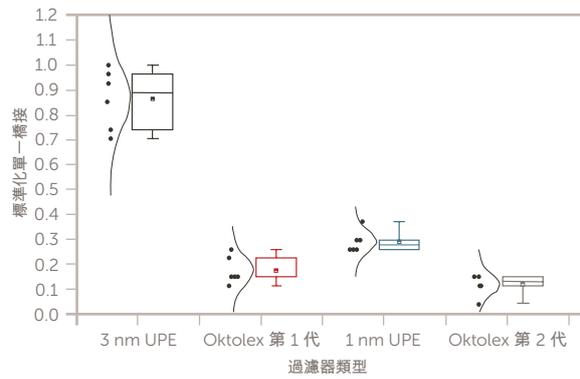


圖 4. 個別晶圓的標準化單一橋接數量 (依實驗組別排列)。

### CD、LWR 與 FEM 測量

本研究使用 CD、LWR 與 FEM 測量方式。CD 與 LWR 結果如圖 5 (a、b) 所示。每一點代表每片晶圓平均 72 個測量位置。除了在 3 nm UPE 上觀察到的相對較廣的分佈情況，實驗組之間的分佈情況則沒有發現任何明顯的改變。

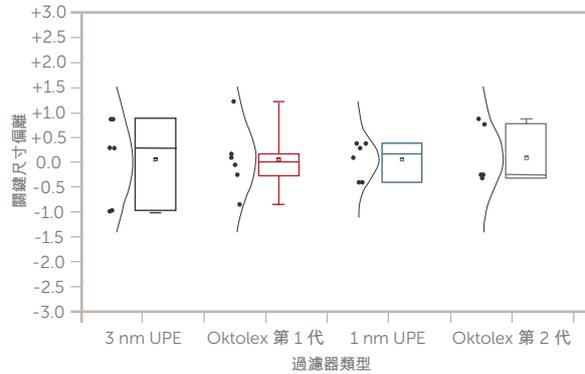


圖 5a. 針對每片晶圓上的 72 個測量位置計算而來的 CD 位移值。3 nm UPE 做為參考。

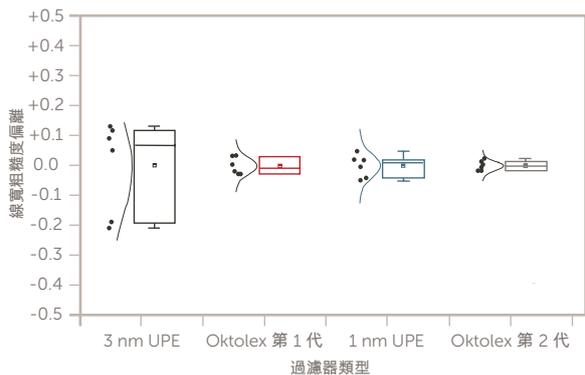


圖 5b. 針對每片晶圓上的 72 個測量位置計算而來的 LWR 位移值。3 nm UPE 做為參考。

FEM 晶圓圖如圖 6 所示 (使用 3 nm 原生 UPE 與 Oktolex 薄膜進行測量)。兩組之間，未觀察到任何改變。

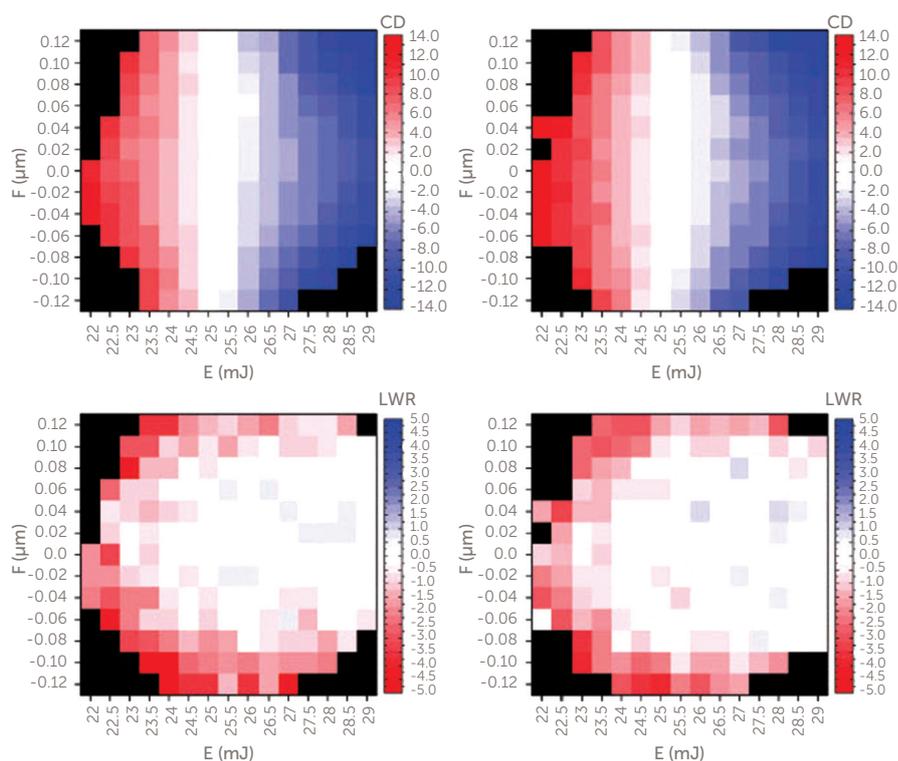


圖 6. FEM 晶圓圖。原生 (左側) 與 Oktolex (右側) 的測量結果中，發現了 CD 與 LWR 的位移值。

## 結論

Oktolex 薄膜技術是一項可強化瑕疵攔截率的強大工具。在本研究中，我們展示了 Oktolex 的優越效能，堪稱浸潤式微影的最佳薄膜技術。即便第 2 代薄膜展現出最佳效能，第 1 代薄膜的攔截率仍舊有所提升。因此，即便沒有縮減薄膜孔隙大小，也能有效地強化過濾器效能。此外，本實驗還證明了 Oktolex 薄膜技術並未改變 CD 與 LWR 的位置並出現類似的 FEM，代表並未出現光阻劑零組件遭到意外攔截的情況。

## 參考資料

- 1 Kamei, Y.; Shiozawa, T.; Kawakami, S.; Foubert, P.; De Simone, D.; D'Urzo, L.; Bayana, H.; Nafus, K., 「Track process optimization for UV HVM」 (UV HVM 的微影成像流程最佳化), EUVL 研討會, 日本廣島 (2016 年)。

本文首見於 2018 SPIE 先進微影成像壁報發表會議。

#### 如需詳細資訊

請立即洽詢您當地的客服中心，了解 Entegris 所提供的各項服務。請造訪 [entegris.com](http://entegris.com) 並選取 [聯絡我們](#) 連結，搜尋離您最近的客服中心。

#### 銷售條款與條件

所有的採購活動，皆須遵守 Entegris 的銷售條款與條件規定。如需檢視並列印這項資訊，請造訪 [entegris.com](http://entegris.com) 並選取頁尾的 [條款與條件](#) 連結。



新竹辦公室  
30059 新竹市水利路 81 號 4 樓之 7  
電話: +886 3 571 0178 | 傳真: +886 3 572 9520

台南辦公室  
74148 台南市新市區中心路 6 號 3F 313/314室  
電話: +886 6 589 6008 | 傳真: +886 6 501 3799

Entegris®, Entegris Rings Design™, 與其他產品名稱皆為 Entegris, Inc. 的商標，如 [entegris.com/trademarks](http://entegris.com/trademarks) 網站上所示。所有第三方產品名稱、標誌與公司名稱皆為其個別擁有者的商標或註冊商標。使用上述項目不代表與商標擁有者有任何關係，或受其贊助或背書。

©2017-2018 Entegris, Inc. | 版權所有。 | 美國印製 | 4414-8578ENT-0318