11/14課堂討論

自控所/碩一/M11212019/薛敬宏

1. 請舉日常生活的例子，說明 1奈米(nm) 有多小，及放大/縮小的比例關係?(奈米)

奈米（nanometer），為一長度單位，，是相當小的長度單位，也是現在半導體製程常用的單位標準。以日常生活中的例子來看，頭髮的直徑約為70微米，是1奈米的70000倍；在半導體中，3奈米製程已經可以量產，目前正朝2奈米製程邁進。

1. EUV 的能量，為什麼到 wafer 的表面只剩下~1% ? (EUV mirror 反射率)
   1. 高吸收：EUV光的波長極短，處於紫外線光譜中，這使得許多常見的材料對EUV光具有高吸收率。這意味著EUV光在與鏡面相互作用時會被吸收，而不會反射。
   2. 表面粗糙度：EUV鏡面的表面必須非常平滑，以便反射EUV光而不發生散射。達到所需的表面平滑度對製造來說是一個挑戰，因為即使微小的表面缺陷也會導致光的損失。
   3. 鍍膜技術：EUV鏡面通常需要特殊的多層鍍膜，這些鍍膜必須精確設計以增強EUV光的反射率，但也需要精密的控制和高品質的材料。

由於這些挑戰，EUV鏡面的反射率相對較低，通常在不到50%的範圍內，這意味著每次光線經過鏡面時，約有一半的能量會被反射，而另一半會被吸收或散射。這些損失加上其他傳播過程中的損失，最終導致只有約1%的EUV能量能夠到達wafer的表面。

1. 25kW 的 CO2 雷射有多強，請舉例說明 ? (高功率 CO2 laser)

1W：surgery，10W～1KW：Cutting、welding，25KW：EUV，30KW：Weapon；暴露在100公尺外發射的200mW雷射光下，可能導致眼睛永久性失明，一般應用，木頭或壓克力雷射切割機功率為100W，美國海軍最新的艦載雷射武器輸出功率為30kW，25kW的雷射，約莫是雷射筆的2,500萬倍。

1. 攝影相近於半導體微影製程, 主要有三大步驟 :

(1).做底片 (2).拍照 (3).洗相片

依此類推半導體微影製程三個主要製程流程(Process Flow)? (微影製程 / 曝光)

塗底：係為塗抹光阻前對於矽基板的的前置處理；晶圓藉由脫水烘焙後，在基板上塗抹一層化合物（如HMDS-六甲基乙矽氮烷），以提高光阻在基板表面的附著能力。

光阻塗佈：將晶圓以真空吸附在光阻塗佈機金屬轉盤之上，加入光阻液後再利用高速旋轉將光阻以均勻厚度塗抹在晶圓表面。

軟烤：又稱作曝光前烘烤，目的為將光阻內的殘留水氣與溶劑去除，使光阻成為固態的薄膜，可以有效地使得光阻對於晶圓表面的附著力增加。

曝光：使用特定波長的光對覆蓋基板的光阻進行選擇性地照射；光阻中的感光劑會發生光化學反應，從而使正光阻被照射區域（感光區域）的化學成分發生變化。這些化學成分發生變化的區域，在下一步的能夠溶解於特定顯影液中。

曝光後烘烤：以90~130度的溫度烘烤晶圓，目的在消除駐波效應，以及重新排列光阻結構。

顯影：以顯影劑噴灑在曝光後已發生過潛在化學反應的光阻層上，正光阻的感光區會溶解於顯影劑中，並高速旋轉；完成後光阻層中的圖形就可以顯現出來。

硬烤：目的在去除殘留的溶劑，並提高光阻層的附著力。使其在蝕刻或離子佈植等後續製程有更高的阻擋能力。

1. 生活中常吃的披薩, 會經過一道甩麵皮的製程, 其原理運用旋轉的製程相似於光阻塗佈厚度, 請列舉三項光阻塗佈厚度決定因子? (光阻厚度 / 臨界線寬(CD))

Standing Wave（駐波）：在駐波的影響下，需要在光阻塗佈層中選擇駐波曲線的波峰或波谷，以實現穩定的尺寸均勻性，事關未加工晶片的第一層光阻塗佈層。

Etch Selectivity（刻蝕選擇性）：在光阻選擇性低的情況下，需要使用厚度較大的光阻層以確保刻蝕過程中的均勻性，特別是在處理厚的金屬層時。

CD Balance（尺寸平衡）：為了應對拓撲的影響，需優化擺幅曲線以實現尺寸平衡，確保尺寸均勻。

Exp. Condition（實驗條件）：在高能量層中，需要較厚的光阻層覆蓋以防止超出製程預定限制。

Enhance Resol.（提高解析度）：使用較薄的光阻層以顯示微小特徵，提高解析度。

Throughput（通量）：為了降低曝光能量，需要使用較薄的光阻層以提高通量。

1. 大家常吃的麵包, 一定要經過高溫烘烤才會成為美味的美食, 而讓麵糰由軟變硬的烘烤製程類似於微影製程烘烤製程。請舉出曝光後烘烤板的用途? (PR hot bake / 溫度 / Profile)
2. 減少駐波現象的發生。
3. 將光阻溶劑含量降到最低。
4. 增加附著力及對酸的抵抗力。
5. 使邊緣平滑，減少缺陷，如孔隙。

過高的溫度會使光阻累積過多熱應力從而對附著性造成影響。一般來說溫度依照需求約在120-200•C左右，時間在數分鐘至30分鐘不等