

第五章 結論

5.1 結論

本研究利用厚膜光阻製程技術製作出靜電式微致動器，在光阻的選用上，利用 SU-8 光阻具有優良的機械強度之特性，作為靜電式微致動器之結構材料，使結構具有高機械強度，且 SU-8 光阻易於製造高深寬比元件的特性，亦可獲得增加結構強度與元件靜電致動輸出的優點，因此能夠有效地產生致動效果。針對本研究製作的靜電式微致動器，進行重要的結論歸納如下：

1. 本研究建立 SU-8 2000 系列厚膜光阻之相關製程參數，成功製作出全 SU-8 厚膜製程之靜電式微致動器。
2. 在結構的設計方面，利用 SU-8 光阻為負型光阻之特性，可於微影製程中直接完成懸浮結構，以完成製作一體成型的微結構，以避免採用微組裝方式完成元件的製作，因若採用微組裝方式製作致動元件，不僅會有組裝上的誤差，導致作動不確實，且不利於批次量產。
3. 在軟烤及曝後烤的過程中，應用二段式加熱烘烤方式，而採用此製程方式可大幅縮短製程時間，避免過於耗時費工，使得製作的數量或生產的產量有限，以符合低成本的需求。
4. SU-8 光阻具有極佳透明度的性質，使的第一層 SU-8 光阻潛像不易於本實驗曝光機之對準光學顯微鏡下，清楚觀看第一層光阻的對準記號，本研究利用鉻金屬膜作為各層 SU-8 光阻的對準記號，即使對準記號有過小的問題，亦可清楚觀看對準記號，完成各層結構圖案的對準程序。
5. 採用以二層 SU-8 光阻連續進行軟烤、曝光、曝後烤程序，再一起進行顯影程序。此方式使二層光阻之間沒有其它介面存在，可增加光阻之間的附著性，強化微結構之結合強度。

6. 在懸浮結構的製作上，由於本研究所使用 SU-8 2000 系列光阻的光敏感度極佳，而不易製作出懸浮結構，本研究利用鉻金屬膜作為紫外光的吸收層，可成功製作出無黏結現象的 SU-8 光阻微結構
7. 在結構尺寸設計上，必須有適當的結構間隙，若結構間隙為 10 μm ，則會因鉻金屬膜無法完全吸收紫外光，導致結構間隙會有黏結現象，因此其結構間隙之設計必須大於 10 μm 。
8. 本研究採用靜電式驅動方式，而此致動器已成功驅動，證明此元件的致動設計理念具有可行性。

5.2 未來展望

在製作懸浮結構的過程中，由於 SU-8 2000 系列光阻具有極佳的光敏感度，不利於製作出高厚度的懸浮結構，進而限制元件的功能，因此若改採用傳統型 SU-8 光阻，再加上鉻金屬膜的使用，預期可製作出高厚度的懸浮結構，且在進行 SU-8 光阻微影製程的過程中，精確控制側壁結構表面的粗糙度，進而利用具有極佳側壁表面粗糙度的懸浮結構作為微反射鏡面，可使微致動器應用於微光開關及微掃描器等光學元件。