

第五章 結論

5.1 結論

本研究以厚膜光阻製程技術製作出靜電式微夾持器，由於 SU-8 光阻具有優異的機械性質，極度適合作為全 SU-8 結構之微夾持器，並配合電鑄製程技術製作全金屬結構的微夾持器，以探討結構材質差異，對於電性驅動上的差別。最後本研究成功的以 SU-8 光阻製作出全 SU-8 結構之微夾持器，並對於歸納出下列的結論。

1. 成功建立 SU-8 2050 厚膜光阻於微夾持器製作上所需的相關製程參數，提供後續對於 SU-8 2050 使用的便利性。此外，本研究於製作 SU-8 結構時，配合濾光片的使用，能大幅改善曝光時的繞射現象，使得細微結構或小間距結構等，能避免發生結構結黏的現象。
2. 成功的以 ICP-RIE 製程釋放夾爪結構，並配合濺鍍披覆鋁金屬薄膜，在電性測試能僅以 19.2 V 驅動夾爪結構，而彈簧結構的確能幫助夾爪作動時的位移量，並證明不同曲面半徑確能影響起始電壓的大小，且曲面半徑越小者，其夾爪位移量越大，最大可達 400 μm 的位移量。
3. 採用光阻犧牲層技術釋放夾爪結構時，為濕式釋放容易受到液體表面張力的影響，導致夾爪結構吸附或是倒塌的現象發生，使得後續的製程及量測將無法進行。
4. 成功利用光阻犧牲層、SU-8 厚膜光阻及電鑄技術，製作出全金屬結構之微夾持器。在去除 SU-8 光阻時，若單純採用 Remove PG 去除液，其效果不佳，而在搭配二種(SRGM SU-8 stripper, Remove PG)去除液先後使用，其去除效果大幅改善，雖仍有殘留的 SU-8 光阻，但已所剩不多。

5. 利用高溫燃燒的方式，去除 SU-8 光阻，但高溫燃燒會對於電鑄結構與基材的結合性及電鑄金屬的機械性質或氧化現象等有所影響，須配合後續製程與應用，作使用上的評估。
6. 可使用二氧化矽薄膜增加 SU-8 模版與鉻/金薄膜間的結合性，以改善電鑄後，結構可能相互的導通；當結構釋放後無須披覆金屬薄膜，即可進行電性量測。在電性驅動時，由於金屬夾爪結構過於剛硬，使得輸入電壓高達 190 V 時，仍然無法使夾爪作動。

5.2 未來展望

在成功利用 SU-8 光阻製作出全 SU-8 結構的微夾持器，證實 SU-8 厚膜光阻，並非只能當作光阻、靜止結構等，它更是能被應用於致動結構上的用途。而其作為致動結構上優異的表現，從它僅需低電壓驅動，和大輸出的位移量，可看出其在致動結構發展前景。而在本研究中，對於光罩設計與製作過程，將可能做下列的改進，方能完成整個微夾持器製程，以期應用微奈米領域。

1. 光罩設計中，須修改夾爪間距，將兩臂間距縮短，以期作動時能完全閉合，並非只是無法閉合的夾持。此外，在量尺的外形尺寸上，須加大 anchor 的面積，以避免在 ICP-RIE 製程中，因等向性的蝕刻，造成量尺掏空掉落。
2. 對於濺鍍金屬時，由於本研究採用定點鍍，使得細微結構處不易披覆良好，對於後續將可採用旋鍍的方式，來改善披覆率的問題。
3. 在光阻犧牲層製程中，因為是採濕式釋放結構，故會因液體表面張力的影響，導致結構的吸附與倒塌，若要加以改善此問題，可從結構設計或是利用二氧化碳超臨界乾燥機等方式，相信會有所幫助的。