

## 第五章 結論

### 5.1 結論

本研究利用 SU-8 光阻製作出以靜電驅動間距調整式之微機械式可變電容，並應用光阻犧牲層技術以及犧牲層保護膜，成功製作出 SU-8 微懸浮結構，實現所規劃的製程，接著將所完成之元件進行相關之性能量測。以下針對本論文所製作之微機械式可變電容在製程與相關量測上，歸納結論如下：

1. 確定下電極以鈦/金與上電極以銅/鎳材料製作，使得運用濕蝕刻法定義上電極時，上電極之蝕刻遮罩是以電鍍沉積的鎳金屬，在使用 Cr-7 溶液蝕刻上電極形狀時，不會對下電極有任何影響，鎳金屬也足以抵擋蝕刻液使銅金屬蝕刻完畢。
2. 使用濺鍍二氧化矽薄膜作為犧牲層之保護膜，使得在微影 SU-8 光阻時，此保護膜能夠有效保護光阻犧牲層，而不被 SU-8 顯影液所侵蝕，且顯影掉之 SU-8 光阻能夠一併把多餘的保護膜移除，讓後續的製程不需再額外移除犧牲層保護膜，此保護膜是使用濺鍍機之射頻電源(RF power)濺鍍 300 Å 之二氧化矽薄膜。
3. 成功地運用光阻犧牲層技術製作出 SU-8 光阻之懸浮微結構，實現了本論文所規劃的製程。其中犧牲層為 AZ P4620 光阻，其顯影液為 AZ 400K，利用微影完犧牲層結構之後，再施以二次曝光的方式，打斷光阻犧牲層的化學鍵結，使得整個元件在製作完成後，可使用隔水加熱 AZ 400K 顯影液至 55 °C，將犧牲層完全移除，加溫則可有效增加犧牲層移除的速率。

4. 由突衝電壓與結構位移量測的結果可知，SU-8 光阻結構的厚度太厚，使得懸浮結構(厚度 15  $\mu\text{m}$ )的剛性過大，而且犧牲層厚度高達 6  $\mu\text{m}$ ，造成上下電極距離太遠，因此無法量測其突衝電壓。在結構位移量測方面，也可能由於上述問題影響，使得外加的交流電壓無法刺激可動結構產生共振，另一可能原因是上電極表面的鍍金屬受蝕刻液影響，表面粗糙度不佳，讓雷射的反射性不良，使得無法量測其微小位移。
5. 由電容電壓關係量測結果可知，此可變電容頻率固定在 2000 Hz 時，具有 0.3 pF 的電容變化量，此電容值變化是在外加偏壓為 40 伏特與無外加偏壓下的電容差值，此 0.3 pF 的電容變化量驗證了本論文所設計的可變電容。
6. 由網路分析儀所量測輸入反射係數  $S_{11}$  之史密斯圖可知，從頻率 45 MHz 到 1.079 GHz 的範圍下，此可變電容是電容性元件，且具有理想的品質因子，兩電極的絕緣性好，元件為良好的開路，當頻率固定在 1.079 GHz 時，其輸入反射係數表示為  $S(1,1)=0.540/-176.102$ 。