

第五章 結論

5.1 結論

為了改善傳統 PZT 壓電陶瓷材料，必須經過高溫燒結過程，所造成薄膜龜裂現象，本實驗的目的為使用高分子壓電材料聚偏二氟乙烯，屬於低溫製作程序，藉以添加 UV 感光藥劑，使得具有光阻可局部微影的特性，再結合此優點，將使材料除可局部定義圖形外，利用微機電製造技術，探討 PS-PVDF 壓電薄膜在微機電領域的適用性，進而實現製作微壓電元件。

本實驗結論可分下列四點：

1. 根據本實驗結果，在黃光微影技術，製備聚偏二氟乙烯配合感光藥劑的比例，已經成功製備出感光型之聚偏二氟乙烯溶液，其黃光微影參數亦為最佳化，曝光劑量在 100 mJ/cm^2 以內，便可成功地定義出 $2\text{-}28 \mu\text{m}$ 的薄膜厚度，最小線寬為 $11 \mu\text{m}$ 。
2. 材料特性則以霍式轉換紅外光譜儀分析，確定壓電薄膜之 β 相(511 與 840 cm^{-1})吸收峰，其結晶度可透由溫度、電場、極化時間而改變。在單純以固定薄膜厚度不同烘烤溫度的條件下，R-PVDF 最高結晶度為薄膜厚度 $2.4 \mu\text{m}$ ，溫度 $65 \text{ }^\circ\text{C}$ 結晶兩小時，結晶度為 51.6% ；PS-PVDF 最高結晶度為薄膜厚度 $2.4 \mu\text{m}$ ，溫度 $135 \text{ }^\circ\text{C}$ 結晶兩小時，結晶度為 66% 。在改質完後，溫度在 $135 \text{ }^\circ\text{C}$ 時，結晶度 PS-PVDF 較 R-PVDF 高 1.28 倍。電場為 2 MV/m 輔助極化的條件下，在 $65 \text{ }^\circ\text{C}$ 極化 30 分鐘，結晶度 R-PVDF 較 PS-PVDF 高 1.15 倍；而在 $135 \text{ }^\circ\text{C}$ 極化 30 分鐘，結晶度 PS-PVDF 較 R-PVDF 高 1.13 倍。X-ray 粉末繞射分析，則為 Bragg angle $2\theta = 20.4^\circ$ 時，具有較好 β 相的結晶度。
3. 感光型壓電材料，在經由可局部定義微小圖形後，再結合微機電溼式蝕刻掏空微結構的技術，順利將微壓電懸臂樑釋放。微結構釋放條件參數為：使用

氮化矽當懸臂樑材料，壓電薄膜厚度為 5 μm ，氫氧化鉀蝕刻液濃度為 30 wt. %，在 60 $^{\circ}\text{C}$ 低溫蝕刻條件下，蝕刻速率 0.5 $\mu\text{m}/\text{min}$ ，時間為 4.7 小時，深度達 142 μm 。

4. 感光型 PS-PVDF 溶液是由粉末狀聚偏二氟乙烯所調製而成，薄膜成長為利用旋轉塗佈方式，在軟烤過程中，因溶劑的揮發，使得聚偏二氟乙烯還原成粉末的形態，造成壓電薄膜本身緻密度不佳，材料本身存在許多孔洞，而導致易出現漏電流的現象，不易量取訊號。

5.2 未來展望

雖然實驗已達到使壓電材料聚偏二氟乙烯，製備成感光型溶液，但存在著材料緻密度與表面粗糙度的缺點，針對這些問題，可改採用液態狀之聚偏二氟乙烯，配合本實驗室已具有改質高分子為感光型溶液的能力，便可增加其緻密度與表面平整度。聚偏二氟乙烯屬於低密度之高分子壓電材料，欲解決量測問題，必須朝向改善薄膜緻密度，另一種方式，則可採用壓鑄來增加薄膜緻密度，以實現最終目的。