

行政院國家科學委員會專題計畫成果報告

無鏡頭式超音波顯微鏡系統的開發與應用(1/3)

計畫編號：NSC89-2212-E002-013

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：郭茂坤 國立台灣大學應用力學研究所

一、中文摘要：

就功用不同，超音波顯微鏡之換能器有線聚焦及點聚焦兩種形式。線聚焦式可用以量測異向性材料的異向性質；點聚焦式則除了量測等向性材料外，更能用以呈現影像資料。近年來，由於無鏡頭式超音波顯微鏡換能器的出現，已有不少相關的研究及報告。本年度計畫主要參照 Xiang [1]所提出之無鏡頭式線聚焦超音波換能器來做研發及其應用。以作為下兩年度發展殘餘應力的波動理論，以及開發量測微小電子元件的材料常數及殘餘應力的技術及系統的基礎。

關鍵詞：超音波換能器、非破壞檢測、殘餘應力

二、緣由及目的：

超音波被使用來檢測材料的特性，及應用在非破壞檢測的方面已有悠久的歷史。近年來，無鏡頭式超音波顯微鏡換能器的出現，更提供了使用者一個更簡便、廉價的選擇。本計畫擬以三年時間，發展無鏡頭式超音波顯微鏡，同時發展殘餘應力的波動理論，藉以開發量測微小電子元件的材料常數及殘餘應力的技術及系統。本年度為第一年，主要工作目標為：製作無鏡頭式超音波顯微鏡探頭、架設檢測系統、以及系統數值模擬。其他兩年度的工作內容分別為：彈性常數量測及數值反算，以及體波反

算殘餘應力的理論研究及數值模擬；以及開發以表面波反算殘餘應力的理論研究及量測技術。

本年度計畫主要參照 Xiang [1]所提出之無鏡頭式線聚焦超音波顯微鏡換能器來做研發及其應用。詳細內容包括：

(1) 實驗架構的建立、(2) 換能器的製作、(3) 縱波波速 V_L 及表面波速 V_R 的量測、(4) 等向性及異向性材料的量測。期望能從研究中更瞭解此類探頭性能及其可應用的領域。

三、結果與討論：

(1) 實驗系統的架構，已建構如圖一所示，可分為硬體及軟體兩部分。

(2) 換能器製作步驟略述如下：

- 製作治具用以壓制外框，以防灌膠時洩漏。
- 將 PVDF 以雙面膠帶固定在圓柱上。加壓外框。
- 灌入調合背材後室溫乾燥一天。
- 連接導線於 BNC 上。

換能器製作示意圖如圖二所示。完成之換能器如圖三。

(3) 縱波波速及表面波速的量測：

將換能器以固定間距向下接近試體，停滯若干秒，待示波器波形穩定後，由示波器取回訊號資料。取回的訊號以 Excel 作數據處理，原始圖形如圖四。比較兩平行線之時間間距，計算試體尺寸，可得縱波

波速。參照 Yang[2]及 Lee[3]所提之方法，可得表面波速，如圖五~圖七。由圖八中可看出結果與參考值相符。

(4) 等向性及異向性材料的量測：

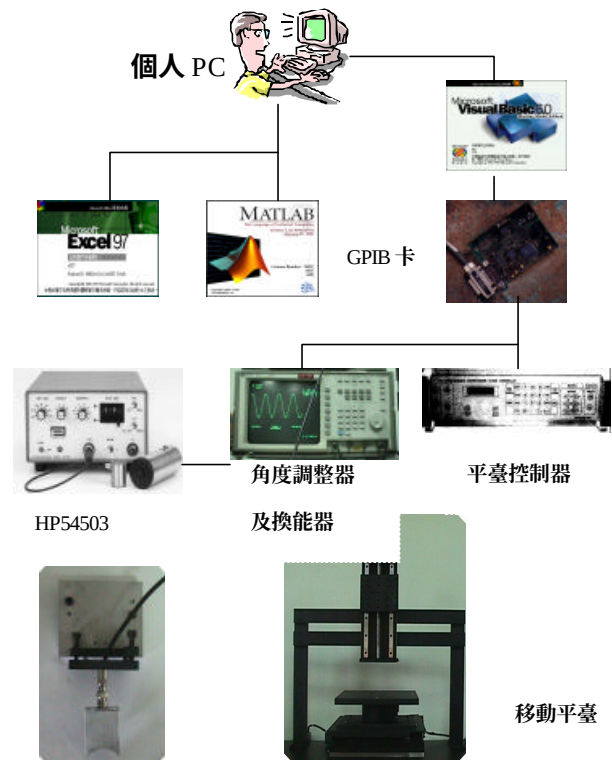
固定換能器向下聚焦的位置，將試體作 360 度旋轉，將所得訊號依對應角度填繪。圖九及圖十分別為鋁材及複材板量測結果。由圖九及圖十可明顯看出等向性材料及異向性材料的特性及不同。

四、結論：

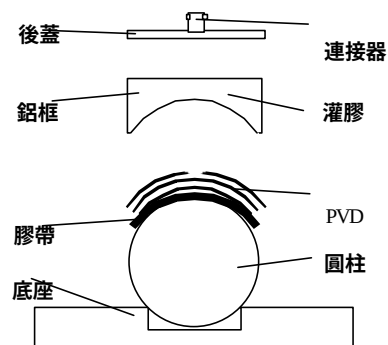
本年度計畫有關線聚焦換能器部分已圓滿的達成；至於點聚焦方面正在努力突破中，主要的問題是由原本為平面的 PVDF 直接壓制成球面時，常常發生破壞。目前至朝選購他種 PVDF 以及換用其他製程兩方面研究。

五、文獻參考：

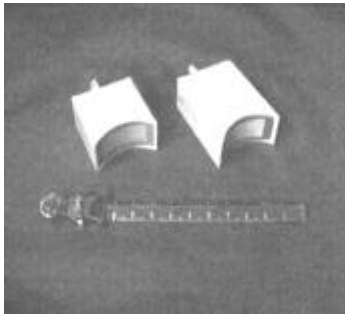
- [1] D. Xiang, N. N. Hsu and G.V. Blessing, "The Design Construction and Application of A large Aperture Lens-less Line-Focus PVDF Transducer, "Ultrasonic, Vol. 34, pp.641-647, 1996.
- [2] Che - Hua Yang, " Characterization of Piezoelectrics Using Line-Focus Transducer, "Symposium of the 15th Conference of Chinese Society of mechanical Engineering, Tainan, Taiwan, 1998.
- [3] Yung - Chun Lee and Shin - Pin Ko, " Measurements of Dispersion Relation of Surface Acoustic Waves Using PVDF Line-Focus Transducers, "Proceeding of the Fifth Far-East Conference on Nondestructive Testing, Kenting, Taiwan, 1999.



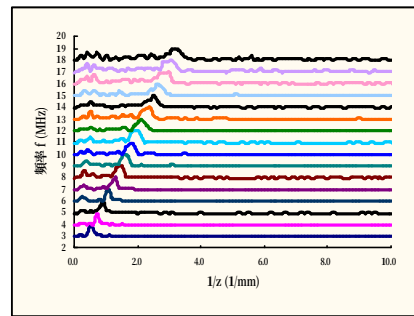
圖一 實驗系統架構圖



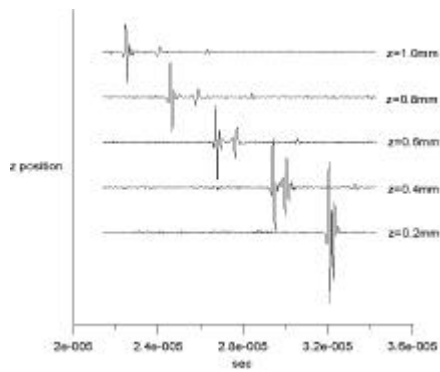
圖二 換能器製作示意圖



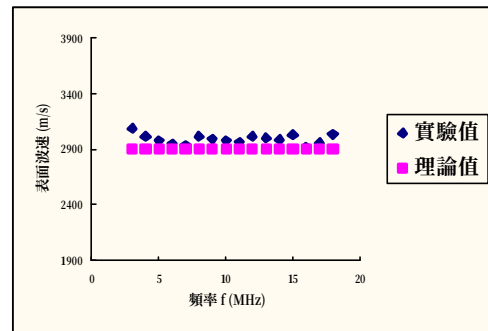
圖三



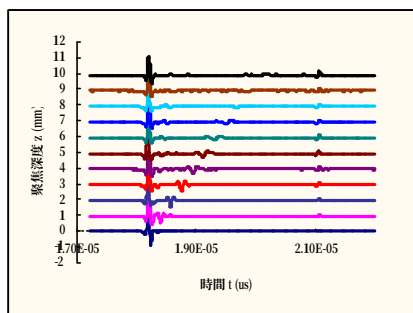
圖七



圖四

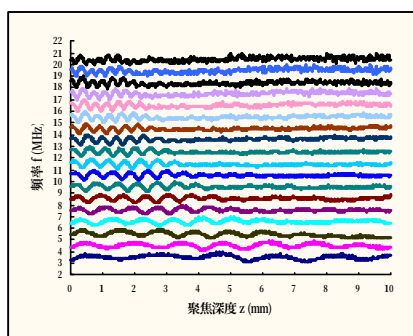


圖八

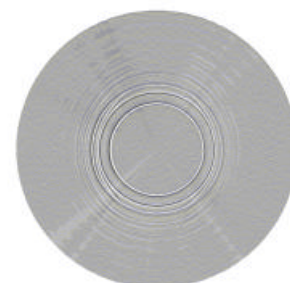


圖五

圖九



圖六



圖十