



應力瑕疵檢測技術 在光電產業上的應用

Stress Inspection Techniques for Optoelectronic Industry

吳駿逸

工研院量測中心
儀器與感測技術發展組
先進光學檢測技術發展部

謝易辰

工研院量測中心
儀器與感測技術發展組
先進光學檢測技術發展部

關鍵詞(Keywords)

- 應力 Stress
- 干涉儀 Interferometer
- 光彈 Photoelasticity

摘要(Abstract)

本文是說明在光電產業中，產品在製程裡會面臨到的殘留應力情形，以及量測中心所發展出對應不同產品與製程所需之應力檢測技術。

This article describes the residual stress induced in fabrication process of the optoelectronic devices and the needs for stress inspection. Moreover, development of diverse stress inspection technologies in the CMS ITRI are presented.

1. 前言

隨著光電產業的蓬勃發展，產品的開發逐漸走向具輕、薄、與可撓曲性(Flexible)之特性。然而在產品製造過程中，各種加工方法與環境變化均可能對於加工材料造成殘留應力。對於日益輕薄的光電產品來說，應力所造成的影響就更加不容忽視，甚至對於製程良率有著關鍵性的影響。材料的殘留應力實際上會來自於玻璃材料的切割、薄膜的蒸鍍、材料的黏合與組裝固定等。如果能在製程中即時找出材料應力累積最多或是集中的地方，就可在後續製程中減少因基板破裂或是膜層剝離等不良品出現，所造成停機的損失。本文將介紹量測中心目前針對各種樣本特性所發展的應力量測方法，有可針對薄膜應力量測的曲率法量測技術、可量測基板應力影像的高靈敏度應力量測技術，以及可量測堆疊膜層中的斷層應



力量測技術。本文就以上三種常用應力量測技術分別介紹。

2. 常用之應力量測技術

1. 曲率法薄膜應力量測

(1) 原理

曲率法量測應力通常是應用在量測薄膜的應力，即是當薄膜製鍍於基板之上時，薄膜與基板間應力的相互作用會使得材料整體產生彎曲現象，曲率法的量測原理即是利用量測基板在鍍膜前後的曲率變化來計算出薄膜的應力大小。一般來說薄膜應力依材料力學特性可分成兩種類型，一種是張應力(Tensile Stress)，另一種則是壓應力(Compressive Stress)。張應力會使薄膜產生伸張，使得膜面或基板向內側彎曲變成一個凹面；而壓應力會使薄膜產生收縮，使得膜面或基板向外側彎曲變成一個凸面，可以參考下面的示意圖圖 1。通常表示張應力使用正號，壓應力則為負號。

造成薄膜應力產生來自於外應力(External

Stress)、內應力(Internal Stress)；其中內應力又可分為本質應力(Intrinsic Stress)與熱應力(Thermal Stress)兩種。外應力指的是由外部施加的力所引起；內應力則是因為薄膜與基板本身的特性經過加工後產生，其中本質應力是薄膜於製程中所產生的缺陷引起，熱應力則是因為製程溫度的改變，由於薄膜與基板的熱膨脹係數不同所造成的尺寸變異而產生。

薄膜的殘留應力可以由鍍膜前後基板的曲率變化來計算，一般來說薄膜厚度會遠小於基板厚度，用來描述的公式 Stoney Equation[1]如下：

$$\sigma_f = \frac{1}{6} \frac{E_s t_s^2}{(1-\nu)t_f} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right)$$

其中薄膜應力以 σ_f 表示， E_s 為基板的楊式係數 Young's modulus， ν 為基板之泊松比 Poisson's ratio， t_s 為基板厚度， t_f 為薄膜厚度， R 為其曲率半徑。因此在基板與薄膜厚度以及基板的楊式係數已知的情況下，量測得曲率變化值即可得到薄膜的應力。

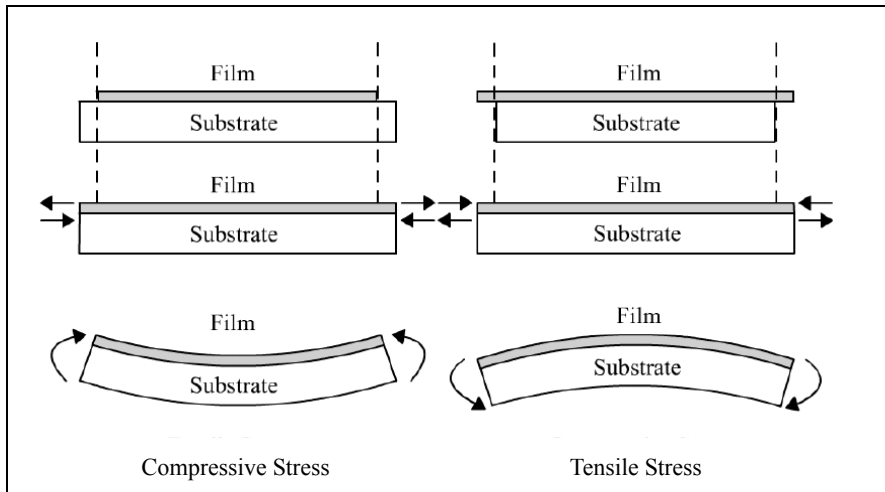


圖 1
薄膜張應力與壓應力示意圖

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】351期・101年6月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw