



雷射三維顯微系統及其應用

Apparatus and Application of Laser 3D microscoping System



王雍行

工研院南分院
雷射應用科技中心
光電感測部

陳佳旭

工研院南分院
雷射應用科技中心
光電感測部

柯順升

工研院南分院
雷射應用科技中心
光電感測部

林央正

工研院南分院
雷射應用科技中心
光電感測部

詹啟鋒

工研院南分院
雷射應用科技中心
光電感測部

關鍵詞

- 顯微 Microscoping
- 雷射應用 Laser Application
- 光路 Optics

摘要

雷射應用技術日益拓展，雷射三維顯微技術隨著電子產業及光學產業之發展而成為重要之一支，舉凡電子元件之微結構量測、表面粗糙度量測、光學元件之曲率量測、形貌檢測等，皆需求雷射三維顯微技術予以輔助檢測。雷射三維顯微技術可快速呈現三維立體圖像，便於即時檢測與詳細直觀觀測，為新興電子及光學產線上不可或缺之檢測技術。本文將依雷射三維顯微系統之模式及結構作論述，並說明其於產業界中之相關應用。

Laser 3D microscoping technology become more and more important with the development of electronic and optical application. It can fast show 3D profile for friendly and precise observation. Microscopy of the structure, surface roughness detection, and optical curvature measurement can use this technology for accurate measuring. In this article, the structure and the detected modes of the Laser 3D microscoping system will be introduced. And it's key technology and application will also be investigated.

前言

光學顯微檢測技術發展已久，也逐年推陳出新，隨著電子產業微型化、高密度化，光電產業精密化的趨勢下，雷射式光學顯微技術之需求性與效用已逐步展現。現今電子產業已發展為多層堆疊與高密度堆積之製程趨勢，於狹小空間中進行微小電



子元件之超精密製程，難免產生許多缺陷，為於研發改良與製程監控上取得各式缺陷型態與各微結構之形貌特徵，則需仰賴三維顯微檢測技術，將微結構之形貌給立體顯微出來，作為判定製程良率與製程參數改善之依據。又雷射三維顯微技術因具有速度快、精度高之優勢，故已逐步成為微小結構之三維顯微之主流技術。

雷射三微顯微技術包含干涉偵測法、共軛焦偵測法以及波前偵測法等類，其中雷射干涉偵測法發展最久，也具有精準之量測精度，然其干涉精度易受環境因素(如：震動、溫度)之影響，故多用於精密實驗室中。雷射共軛焦偵測法搭配針孔及光感測器構成精密量測系統，亦具有相當高之檢測精度，然而其偵測時需要配合馬達作縱向及橫向之掃描，因此速度慢為其最大之致命傷。而雷射波前偵測法雖發展較晚，然其因具有檢測速度快、精準度高及成本較低等優勢，故成為三維形貌顯微檢測之後起之秀[1-4]。相關之雷射三維顯微檢測技術，後續章節將詳細介紹之。

雷射三維顯微技術之應用領域相當廣泛，舉凡電子產品中之印刷電路板、半導體、液晶顯示器、太陽能電池等領域，皆需使用該技術作立體形貌之顯微觀測；此外，因雷射顯微技術屬非破壞性檢測，故也廣泛運用於各光學透鏡等光學元件之曲率、形貌之量測，近年來雷射近視手術盛行，手術前之眼球曲率量測也皆採雷射顯微技術達成。綜觀之，雷射三維顯微量測技術之應用與發展正方興未艾，各方研究能量持續加強，各式立體顯微產品也陸續推出市面，在需求性持續成長之下，雷射顯微技術將迅速發展與拓展。

雷射顯微模式

三維光學量測是近代量測三維形貌的重要發展

成果，以往在量測物體之表面形貌時，往往都是利用接觸式的探針量測儀，利用直徑約為 5mm 的探針針頭，輕輕的刮過物體表面，藉由探針的起伏反應得知刮過部分的表面形貌，然這僅能得知單一條刮線的二維曲線。近年來各種高科技產業元件不斷追求輕薄短小的情況下，製程技術不斷的進步，各種光電元件的間隙幾乎都小於 5mm，原先的探針頭無法深入物件底部進行量測，因此接觸式表面分析法不論是在產線監控亦或製程研發上，皆無法符合大部分廠商之需求，故雷射光學非接觸式的量測儀器逐漸被市場所採用。雷射顯微方法是以雷射作為三維光學量測之光源，目前發展出的技術計有雷射共軛焦式、雷射干涉式以及雷射波前量測式等技術，不同的量測方式各有其優缺點，以下分別說明各個技術的原理與特性。

雷射共軛焦顯微技術

雷射共軛焦顯微技術的基本原理在 1957 年由 Marvin Minsky 所提出，到了 1969 年時，Paul Davidovits 和 M. David Egger 將 Minsky 提出的概念付諸實現，直到 1987 年才有第一台商用儀器的出現。近年來，雷射共軛焦顯微技術因具非破壞性與高縱向解析能力之特性，故對微小表面之觀察顯微，提供了一可靠的檢測技術[5]。

圖一為雷射共軛焦顯微原理的示意圖。準直的雷射光束由分光鏡分光後經物鏡聚焦於待測試片上，再由試片表面反射，依序經分光鏡、聚焦透鏡及針孔到達光偵測器。由於待測物表面位於物鏡的焦平面上，而針孔也位於聚焦透鏡的焦平面上，因此所有的光線都會通過針孔而被光偵測器所接收，進而使光偵測器輸出最大的訊號；又當待測物表面非位於物鏡之焦平面時，一部分由試片反射的光將會被針孔檔板所阻擋，而另一部分則將通過針孔而被光偵測器所接收，則此時光偵測器將輸出一較弱的訊號。



更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】323期・99年2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