繞射光學元件
－矽基液晶之雷射微加工

Diffractive Optical Elements

–Application of LCOS for Laser Micromachining

陳園迪
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
積層創新部

張光博
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
積層創新部

蔡武融
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
積層創新部

鄭中緯
工研院南分院
積層製造與雷射應用中心
積層創新部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 繞射光學元件　Diffractive optical elements
- 飛秒雷射　Femtosecond laser
- 矽基液晶　Liquid crystal on silicon

摘要(Abstract)

利用矽基液晶(Liquid crystal on silicon, LCOS)作為繞射式光學元件，可動態調制雷射光束傳遞特質，優點包括高開口率、畫素間距小、相位調變範圍大。雷射光入射到達畫素的反射電極，再折回原光路，藉由驅動層內含的液晶調制雷射光束波前的相位，矽基液晶可藉由輸入的驅動訊號產生任意的相位式繞射光學元件。此外，飛秒雷射(Femtosecond laser)的脈衝寬度極短，可在金屬或其它材料上，實現低熱效應之微米或奈米尺度加工。將矽基液晶應用於飛秒雷射光束整形，使得飛秒雷射加工應用領域更加擴大。加工應用時首重穩定性，文中針對飛秒雷射照射反射式矽基液晶時能承受的閾值與穩定度做測試。

Liquid crystal on silicon (LCOS) is utilized as a dynamic diffractive optical element to dynamically manipulate laser beam propagation characteristics. It has the benefits of high fill rate, small pixel pitch, and high phase retardation. Laser beam goes through the pixels, and returns to the original light path via the liquid crystal layer. The phase of the laser beam is modulated by the liquid crystal layer. Depending on the driving signal, LCOS can be used as a range of dynamic phase diffractive optical element. The

optical properties are examined in details here. Furthermore, due to the ultra-short pulse duration of the femtosecond laser, nano/micro scale machining on metals and many other materials can be achieved. By combining the capability of LCOS and the femtosecond laser pulses, an extensive field of femtosecond laser machining can be done. The stability performance of a component is one of the key indexes for industrial applications. The stability and damage threshold under femtosecond laser illumination are investigated as well.

1. 前言

繞射光學元件(Diffractive optical elements, DOEs)可以調整入射光源的振幅與相位，藉著波動光學中的繞射與干涉，入射光束能量波前重新分配，產生各式圖像[1, 2, 3]。如圖 1 所示，繞射光學元件涵蓋有二元光學(Binary optics)元件、Kinoforms、全像光學元件以及電腦全像片等[4]。

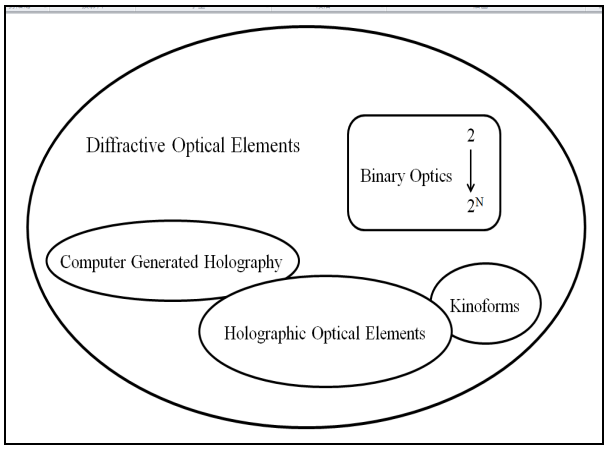

圖 1　各式的繞射光學元件

在設計上，目前繞射光學元件的設計方法依調制光的振幅或相位之不同特性分為兩大類：

(1)振幅式繞射光學元件：利用部分光遮蔽與部分光穿透的方式來產生所需的光場分佈圖案，即此繞射光學元件調制光波振幅在 0 至 1 之間的任意值，以產生不同繞射光強度分佈，而相位不會改變，但此方法有一缺點，在光輸出時會有約 50 %的光強度損耗。

(2)相位式繞射光學元件：利用介質特性，如材料厚度變化或折射率變化的特殊結構來調制入射光波前，此繞射光學元件可調制光波相位至 0~2 π 之間的任意值，而振幅不會減弱。依光程差的不同，各相位互相干涉形成所要的光場分佈圖案，所以純相位光學元件的光強度損耗較低，且可承受較高功率，為目前雷射加工用繞射光學元件的主流。

2. 矽基液晶(Liquid crystal on silicon, LCOS)簡介

目前矽基液晶應用於許多領域，如頭戴式顯示器(Head mounted display)、微型投影機(Pico projector)、全像術(Holography)…等等。矽基液晶顯像元件的基本設計，如圖 2 所示，是利用上層

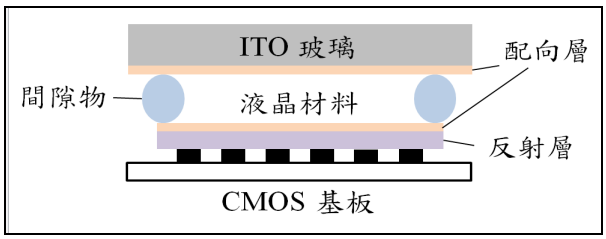

圖 2　反射式矽基液晶內部結構

更完整的內容
請參考【機械工業雜誌】371 期・103 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
機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw