

寶元科技股份有限公司

全像蝕刻與射壓技術於繞射光學元件模具之開發應用

計畫目標

- 建立全像微影蝕刻技術。
- 建立模仁量測技術。
- 配合精密模具加工與量測技術，自行設計開發並製作光學繞射元件模具之機構運用。
- 研究與開發模具壓縮機構的射壓成型，配合冷卻系統設計與逃氣系統設計，提升導光板產品的產業技術水準。
- 培訓光學光柵元件設計人才、蝕刻模仁的加工製造人才、射出壓縮模具設計開發人才、射出壓縮成型技術人才、精密加工與量測人才，達成精密電鑄模仁射出壓縮之專業人才訓練目標。

執行成果

- 完成全像微影光柵模仁製造技術之建立：先在矽晶圓上塗佈光阻，使用 He-Cd 雷射以兩道光速進行干涉對光阻進行曝光、顯影，留下光柵結構定義處之光阻，再控制不同的加熱時間及加熱溫度使光阻硬化，最後進行電鑄翻模使光柵結構模仁成型，建立與實務完成微電鑄模仁之製作技術。雷射干涉技術線寬控制可達 $1 \mu m$ 以下。
- 完成 UV-LIGA 柵模仁製造技術之建立：吾人設計一石英光罩，週期 $4\sim 20 \mu m$ ，依據光罩設計，利用微機電製程的微影技術先在矽晶圓上塗佈光阻，再以紫外光進行曝光、顯影，留下光柵結構定義處之光阻，再控制不同的加熱時間及加熱溫度使光阻硬化，最後進行電鑄翻模使光柵結構模仁成型，建立與實務完成微電鑄模仁之製作技術。UV 曝光顯影技術最小線寬 $2 \mu m$ 。
- 完成光柵模仁量測技術之建立：利用原子力顯微鏡 (universal SPM) 來檢測模仁品質，主要檢測原理是利用原子之間的引力 (Tapping mode) 或斥力 (contact mode) 對光柵表面輪廓進行量測，為了表面精確度，吾人選擇使用 contact 模式來進行量測，以避免誤差因模式不同而造成差異。儀器解析度：最低雜訊：0.5A (Down to 0.35A)，垂直解析度：0.1A。
- 配合射出壓縮模具之製作與成型技術，使產品降低殘留應力、減少分子定向、克服凹陷、翹曲、增進尺寸精度，以提高成品之輝度、品質穩定度等。
- 本計畫之另一重點為開發射壓模具、建立射壓成型技術，並以此製作出光柵元件之產品，本計畫的執行將可使本公司自行開發掌握完整的射壓技術，並將其應用在光柵元件產品的成型上，並進而將其應用在精緻的光學產品如平面波導分光晶片等更精密的製造上，對國內之模具及成型業將有相當大的幫助。

- 本計畫成果預期將對於 Polymer Engineering and Science 期刊，發表 Optimal injection process condition for Gratings。(2006.01.31.)
- 本計畫成果同時預期將於台灣 CSME annual meeting 研討會，發表 Injection molding of grating。(2006.07.31.)

新產品簡介

目前繞射光學元件已廣泛應用於眾多具成長潛力之生物檢測晶片及電子產品中，如免疫生物晶片、平面波導分光晶片、數位相機、攝錄影機等，而塑膠繞射光學元件，則較玻璃繞射光學元件有成本低、生產快速等優點，然塑膠光學繞射元件之模仁與射出成型技術要求高，故本計劃擬以繞射光學元件中較易製造之平面光柵為開發標的，並以全像蝕刻法結合射出壓縮成型技術，製造塑膠繞射光學元件 - 平面光柵之模仁及射出成品，將可降低製作成本，並有效提昇國內製造塑膠繞射光學元件之技術能力，預期將可大幅提昇國內製造塑膠繞射光學元件模仁與成品之技術水準與相關專業人材。

平面光柵之製造技術有機械切割 (mechanical ruling)、全像法 (holography)、離子蝕刻 (ion etching)、雷射雕刻 (laser writing)，及電子束微影法 (electron-beam lithography)，在這些方法中，機械切割及全像法廣為產業界所採用，其它方法則多仍為學術研究或小型量產所採用。以下就產業界所常用之機械切割法及全像法，做一說明與介紹。

機械切割法，採用超精密鑽石銑床，將鑽石切刀，研磨成特定之角度 (blazed angle)，直接於玻璃或其它光學材料，進行切削，將光柵所需之繞射條紋，一條一條用機械加工的方式，切削而成，其優點在於，可將鑽石切刀，研磨成繞射效率最高之 blazed angle，而製造出高效率之光柵，其缺點在於加工時間長，成本高，並且由於是機械加工，繞射條紋之間隔較全像法所製造之繞射條紋間隔為大。

全像法則是在玻璃或其它光學基材上，塗佈一層光阻 (photo resist)，再以二條雷射光束所產生之干涉條紋，對光阻進行曝光，然後進行顯影及硬烤之動作，將光阻轉變成具透空條紋之蝕刻保護層，而後使用蝕刻液，將玻璃或其它光學基材，蝕刻出平面光柵條紋。與機械切割法比較，全像法之優點在於生產速度較快，成本較低，繞射條紋之間隔較小，但無法控制 blazed angle，故繞射效率較低。

本計畫中，為避免射出成型階段，尺寸變異造成光學性質劣化，因此採用射出壓縮模具，由於其外型並無特殊複雜曲線，因此最適合採用型板壓縮功能。射出壓縮成型方法的製程主要是在一般傳統射出成型製程外加

入壓縮模具的過程。此種成型方式不但可以降低充填時所需射出壓力且由於均勻加壓使得模穴內熔膠壓力均勻分佈。

本計畫之執行將可有效提昇國內製作塑膠繞射光學元件之技術能力，並同時提昇產品品質，將可大幅提昇國內製作平面光柵模仁與成品之技術水平。

技術合作單位及合作內容

技術合作單位：國立中正大學機械所

計畫主持人：謝文馨教授

合作內容：(1) 全像微影製造遮罩之技術開發
(2) 光柵模仁製造之技術開發。
(3) 模仁品質檢測技術之建立。

成果應用領域

在當前全球產業技術快速進展與競爭激烈之環境，本計畫之完成將協助本公司達成提升企業體質、增進企業競爭力之目的，由傳統製鞋業踏入高科技電子產業，掌握完整的精密模仁製造技術、射出壓縮成型技術，並將其應用在平面光柵與光學及衍生產品之上，可提昇本公司在 3C 產品與光學產品的國際競爭力，提供國內 3C 中、下游產業快速合理服務。

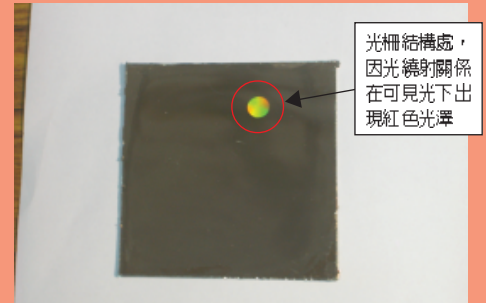
專案執行績效說明

精密微電鑄模仁製作與射出壓縮模具及射出壓縮成型技術有別於傳統射出成型，可應用之範圍其實涵蓋所有之 3C 產品，除了平面光柵產品的製造外，舉例而言光學鏡片的製作可用射壓成型來降低因殘留應力所引起的雙折射率差值，而較高階非印刷式導光板的成型以射壓進行也可以提高模仁的轉寫性與壽命、降低導光板的翹曲度。因此精密微電鑄模仁製作與射壓模具的開發對射出成型技術之發展將具有突破性的影響。

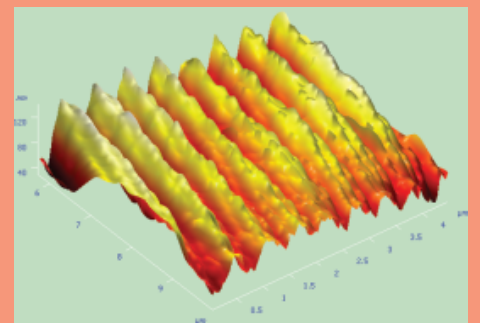
專案執行重要心得

全像微影的製作與光柵產品的射出成型的困難度在如何於

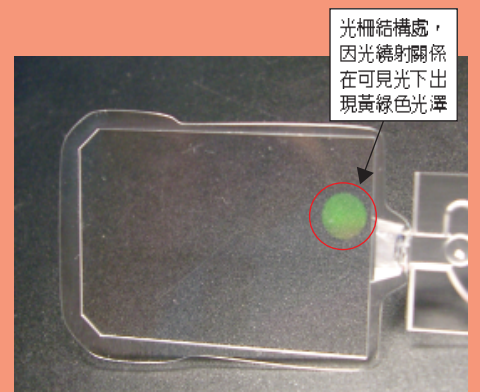
1. 製作模仁階段：利用全像微影製程技術先在鋼材上塗佈光阻，再以雷射干涉進行曝光、顯影，在可見光下可見光反射與折射形成彩虹，再針對光阻特性控制不同的加熱時間及加熱溫度使光阻硬化作為蝕刻保護層，利用王水（硝酸:鹽酸=1:3）進行蝕刻，由於王水蝕刻表面輪廓很差，粗糙度大且目前鋼材蝕刻僅能達 $5 \mu m$ ，玻璃蝕刻可達 $2 \mu m$ ，因此決定為達更小線寬的製造技術，以微電鑄方式形成光柵模仁，以提升模仁精密度，改善表面粗糙度的問題
2. 射出成型階段：使微電鑄之成型轉印效果達成較佳的繞射效率，因此本計畫人員運用各種設計裝置去協助塑料順利充填模穴，達成轉印效果：如使用熱澆道系統延遲高溫塑料的冷卻；逃氣系統設計、抽真空裝置減少塑料進入模穴的阻力；射出壓縮成型方式以低阻力充填及均壓成型。



圖一、模具設計的母模（微電鑄）



圖二、母模 AFM 圖



圖三、射出成型品