

一品光學工業股份有限公司

非軸對稱自由曲面光學塑膠鏡片開發研究

計畫執行目標

本公司一向領先同業開發新技術且技術團隊體認時勢所趨，遂於九十一年七月正式投入自由曲面光學塑膠鏡片的技術研發工作，並且投資重大設備，於次年引入日本最先進之四軸超精密加工機，以求建立自由曲面超精密加工技術，鎖定各項光電產品之關鍵性光學元件，如雷射印表機/頭戴式顯示器/高階數位相機/LED照明系統/車用照明系統/背投電視離軸(off-axis)光機系統/光通訊之光收發器等相關應用。目標是以合理的價位及交期大量供應超高精度、高品質之自由曲面光學塑膠鏡片給國內各生產廠商，進而縮短光電產業關鍵元件研發時程/生產導期及成本降低，協助進行產業垂直整合。

除了提升生產技術以承接高階的代工業務之外，掌握高階產品的設計技術，亦是突破台灣產業瓶頸促進產業升級的關鍵因素之一。因此本公司於技術部門特別安排專案及專職工程人力，進行非軸對稱自由曲面光學技術研發，以整合公司資源、發展非軸對稱自由球面鏡片關鍵元件設計及製造能力、精密成型及量產化生產為目標。期許為國內廠商提供自由曲面光學鏡片技術與製造服務，以降低國內廠商跨足高階光電產品的門檻，預期也將促使國內產業研發出各式不同的光電應用產品。

適逢經濟部工業局推動「協助傳統產業技術開發計畫」，補助民間企業從事新產品、新技術開發，以提升其競爭力，正是一品光學亟欲拓展企業營運範圍、多角化經營之重要契機。期望能善用國家資源與本公司在超精密模仁加工、精密成型豐富之量產經驗，開發高階非軸對稱自由曲面光學鏡片市場，為國內產業提供完整的光學技術服務及光學零組件，跳脫歐、美、日大廠的鉗制，使我國於世界光電產業佔有一席之地。

新產品簡介

本產品即以每分鐘列印20頁之雷射印表機光學引擎所需F-theta光學鏡片為目標

LSU Optical Specification		
No.	Items	SPEC
1	Resolution	600 dpi x 600dpi
2	Laser Wavelength	770~795 nm
3	Diameter of the main Scanning Beam	75 μ m +20/-10 μ m
4	Diameter of the feed Scanning Beam	80 μ m +25/-15 μ m
5	Focal Depth	+/- 1 mm
6	Effective Scanning Width	200mm
7	Scanning Direction	CW

計畫創新重點

1.計畫開發內容

a.工作項目：

項目內容	執行期間(月)
A F theta光學鏡片/LSU規格制定	5~7
B 自由曲面模仁/模具開發	8~9
C 成型/鏡片功能量測	10~11

b.計畫人員投入人力配置：

編號	姓名	公司職稱	參與分項計畫及工作項目
1	鄧兆展	技術處處長	計畫主持人 規格制定
2	廖敬智	技術處工程中心副理 功能檢測/量產穩定度測試	成型/鏡片功能量測分項計畫主持人
3	游基生	超精密加工中心副理	自由曲面模仁/模仁開發分項計畫主持人 模仁加工 補正分析及加工
4	李昆諺	工程師	專利分析/光學設計
5	溫明華	工程師	規格制定分項計畫主持人 專利分析/光學設計
6	莊萬枝	模仁加工中心副理	精密模仁開發 模仁加工
7	陳皇昌	工程師	光學鏡片成型
8	林彥光	工程師	系統量測/穩定度分析

2.創新之重點

a.國內唯一研發雷射光學引擎技術，並具有光學設計/量產能力及成本降低能力，且同時掌握關鍵零組件。

b.將現有兩穴模具技術提升為四穴模具，以增加量產性，並有效的降低成本。

3.新產品之競爭優勢及產品用範疇

目前先進國家在精密光學元件技術開發，主要是朝向輕、薄、短、小之高精度非球面與自由曲面設計、製作、檢測等技術發展。此技術係利用超精密四軸加工機配合天然單晶鑽石車刀，對工件材料表面進行鏡面加工的一種加工方式。由於光電系統之應用越來越大，朝輕薄短小發展的趨勢也更為明顯，因此非軸對稱鏡片的設計與製作，在未來光學系統中是必然的趨勢，因此非軸對稱鏡片的加工技術，是日後光學系統中必備的基礎。

非軸對稱自由曲面鏡片應用範疇有雷射印表機、LED照明系統、頭戴式顯示器、車燈照明系統、輕薄型高階數位相機等。

公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

本公司在研發此項產品後，為配合LSU研發策略，因而更新組織，成立LSU事業部門，事業部門內成立LSU專職研發單位，目前有光學設計/機構設計/製程設計等專門研發人員超過10位，研發方向分為下列三部份。

第一部份：LSU內之關鍵零組件開發及精密量測，並引進高精度量測之UA3P，以達成鏡片品質控制，及關鍵模具設計及製造，以累積量產實力。

第二部份：LSU光學系統設計，對現有大廠客戶之通用產品進行OEM機種開發，並對特殊客戶規格，同步進行ODM機種開發。

第三部份：製程設計，參照現有製程特殊調整機，進行簡化及自主性開發，以提供優質而價格合理的完整製程。

● 人才培訓及運用效益

- 1.人才培訓及推廣說明：
 - a.精密自由曲面光學元件量測(UA3P)。
 - b.自由曲面光學元件功能測試。
 - c. F-theta Lens光學系統設計。
 - d.自由曲面四軸光學模仁加工。
 - e. F-theta四穴模仁設計。
- 2.技術產出：
 - a. F-theta鏡片規格書。
 - b. F-theta鏡片規格分析/光學設計/公差分析。
 - c. LSU規格書。
 - d. LSU規格分析/光學設計。
 - e.自由曲面模仁/一模四穴模仁設計圖。
 - f.自由曲面模仁加工/模仁加工/加工補正。
 - g.自由曲面模仁/模仁量測報告。
 - h.成型/鏡片檢測/LSU功能量測/補正。

● 新產品創造之技術效益及市場效益說明

開發關鍵技術則將使國內產業發展更迅速，非軸對稱自由曲面光學鏡片目前主要應用領域為雷射印表機、LED照明系統與HMD頭戴式顯示器，分別針對這三種產品，本公司分別有不同的行銷計劃及產品規劃如下：

- 1.雷射印表機:台灣的雷射印表機產業上仍受限於關鍵零組件光學引擎之技術瓶頸，也因而公司主體規劃如下：
 - a.尋求國外大廠支持合作，並以代工方式增進公司技術升級。
 - b.關鍵技術成熟後，並同時培訓相關專業人才，進而將此技術並轉移至國內系統廠共同開發，以具競爭力的合理價格及技術服務能力，同時間與國內廠商共同建立出一套互助互惠模式，使台灣雷射印表機產業得以技術升級。
2. LED照明系統：
 - a.台灣於LED發展上已經頗具規模，而針對研發LED照明系統上，可以找尋台灣現有領先LED廠合作，在LED相關產品開發同時，提供光學設計技術服務，以同步工程的方式原理，一同開發市場需求產品。
 - b.利用本公司於光學知識，同時間結合台灣LED領導廠商的技術能力，進行技術整合，共同研發出高附加價值而具本競爭力的LED照明系統。
3. HMD頭戴式顯示器：
 - a.目前本公司HMD頭戴式顯示器已有為國際級大廠代工的實績為主，藉此先厚植製造及製程技術能力。
 - b.下一階段將以自行研發光學系統提供完整的光機核心為目標，並同時尋求國內系統廠來一同合作研發整機系統產品，以求在藍海策略的思維中找到一片新的產業機會。

● 計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

- 1.雷射印表機台灣產業狀況：在雷射印表機走向低價化下，國外大廠基於成本考量，2003年開始向外委託下單，初期主要為低速單色式雷射印表機，並在單色印表機技術成熟後，開始進入彩色雷射印表

機。2004年台灣雷射印表機出貨約900千台，較前一年成長8倍強，預計2005以後將進入快速成長。

- 2.開發完成後對公司影響：由於雷射印表機光學引擎為印表機產業之關鍵零組件，而光學引擎的最關鍵技術又在非軸對稱自由曲面塑膠鏡片的開發，因此預期本公司投入技術成熟後，將可為台灣的雷射印表機系統廠商提供具競爭力的光學模組，協助台灣的印表機OEM/ODM產業建立技術競爭力。同時藉此技術開發案，向國際級大廠爭取中/高階的光學模組代工訂單，進而技術再昇級，同時將此技術以合理的價格提供給國內廠商，讓台灣很快的在雷射印表機產業市場佔有率快速提高，並擁有承接高階訂單的技術能力。
- 3.對國內產業發展之關聯性：國內光學產業一向是以相關元件與模組的組裝為產品主力，近年來在各廠商積極投入下，國內光學產品已不再如過去只能集中在代工國外產品等零組件上，而是逐漸開始投入開發較高難度與較關鍵性之光學零件上的研發，初期乃因受限於技術與經驗待磨練外，整體景氣不佳與無法掌握關鍵專利技術及國外廠商合作更是使毛利無法上升的主要因素。因此，投入開發關鍵技術則將使國內產業發展更迅速，其產值以產乘數效應五倍來計算，若達到30%雷射印表機的全球佔有率，預計可為台灣產業創造二十億美金的產值，預計可為台灣的印表機產業在世界產業鏈上再增加重要的一個角色。

● 專案執行重要心得

- 1.執行困難點：
 - a.F-theta Lens此產品在國內相關的業界尚無此相關經驗，故LSU產品的規格，印表機系統的需求在此刻較難得。
 - b.專利問題：在現有的光學設計公式下，各項光學設計專利幾乎都已被日本及美國大廠所掌握，因此在設計時需考慮專利問題加以回避。
 - c. LSU以Code V 建立六面馬達的光學模擬建立較無此經驗，與一般光學系統建立模擬系統的方式較為不同。
 - d.進行模仁加工時，缺乏有效的迴饋補正機制，包含補正程式及軟體，在現階段的技術能力，已經可達目前精度要求，但至下一階段更高精度的狀況下，需要更高等級的加工才能達到市場要求。
 - e.模仁設計時，依據客戶原有二穴模仁進行設計參考，再改造為四穴模仁，關於模仁的細部設計，如逃氣設計/流道設計/模仁平衡/模仁材料/加工配合精度，都需要重新進行考量及修改，此部份由於經驗較少，在開發時錯誤次數較多。
- 2.因應對策：
 - a.一品以現有客戶提供的圖面及組立規格，加以逆向工程推算，得到合理的數據，並重新建立光學模擬及設計資料，並加入量產經驗的公差分析，重新優化後得到一個可行性較高的量產性產品。
 - b.一品採用自行開發的光學設計專利並提出，可迴避已有的專利保護。
 - c.與設計軟體廠商進行技術交流及討論，成功建出合乎實際的光學軟體模型。
 - d.開發加工迴饋補正程式為此專案內目前無法完成之重要工作，可在下年度的計劃中另行新增計劃，預計一年至一年半此技術方可成熟。
 - e.四穴模仁對公司為新型態開發，先對現有客戶提供二穴模仁進行逆向工程，再依據本身鏡片量產經驗進行修正，經實際試誤法修正後而得到可符合目前客戶要求之水準。

四穴F-theta射出成型鏡片



F-theta射出成型鏡片於UA3P進行自由曲面型量測



F-theta射出成型鏡片於LSU模組進行功能測試

