

# 第一章 簡介

## 1.1 研究背景

二十一世紀即將是光電的世紀，光電業的發展勢必會帶來另一次的工業革命。此項成長主要是受到光通訊、光學印表機、與光學資料儲存系統等產品大幅成長的激勵，並且反映通訊、自動化與消費性電子產品需求成長所致。而在此全面性的光電革命中，居於關鍵性地位的光電零組件，尤其是光電元件的發展，將是影響產業發展的最重要因素。因此光電元件製造技術的更新，在整個工業的發展中扮演了極重要的角色，其中尤以光學元件最為顯著，如圖 1.1 所示。

自從 1608 年荷蘭人 Hans Lippershey 製造出望遠鏡後，近 400 年來光學鏡片的外型和製造方法就少有變化。其中光學鏡片的種類包括透鏡、稜鏡和反射鏡，但為因應光電革命的需求，傳統簡單的拋光研磨製作技術已無法滿足新的衝擊，各種加工技術便不斷更新突破。且光學鏡片的精度、消像差、穿透率、使用波長與溫度範圍等要求亦提高許多，遠非傳統鏡片所能比擬。其中非球面光學鏡片的加工技術更是值得矚目的課題，非球面鏡片能有效減少光學系統中鏡片的數量，簡化光學系統的構成、提高成像品質及降低成本，且在光電產品上的應用也越來越廣，正符合時下光電產品製作上的需求，是為經濟部技術處努力推動的重點方向之一，期能協助國內廠商擁有自主技術，以擺脫對日本的倚賴，進而增加產品的附加價值，創造更大的利潤空間。

現今的光學鏡片不但應用面擴大，且對提升下游產品之附加價值佔有舉足輕重的地位。進而使世人逐漸認識精密光學鏡片的重要性，並重新燃起鏡片自動化、小型化、模組化生產的美好前景。

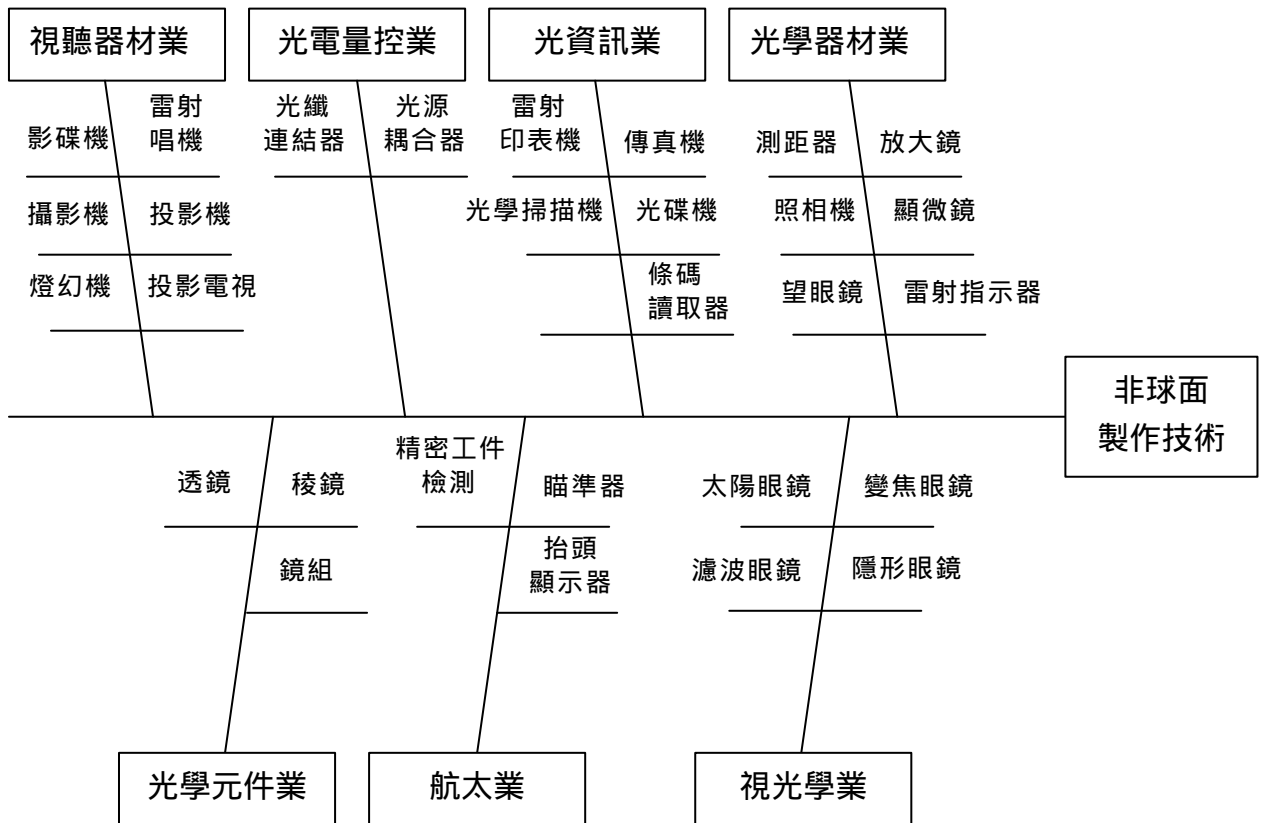


圖 1.1 非球面製造技術之應用

## 1.2 研究動機

首先，一般人可能對於球面鏡和非球面鏡的相異點產生疑問？到底有什麼不同呢？

一般來說，鏡片的功能主要是讓物體經過它而成像，但球面並非最好的成像表面，會有像差，必須要以多片鏡片來加以修正，至於非球面鏡片，可自動校正鏡片原有的像差，可以減少鏡片的數目，並能提高成像的品質。例如相機的製作，在鏡頭、觀景窗等部分，若以傳

統的球面鏡片來組合，必須要 5 10 片左右的鏡片，但如果利用非球面鏡片，只要 2 3 片即可達到更好的成像效果。因此，由於鏡片減少了，便產生了以下幾項具體的效益：

1. 成本降低。
2. 裝配程序簡化。
3. 製程快速。
4. 機身結構簡單而輕巧。
5. 降低設計的複雜性。

同時，因為產品體積縮小了，更能符合現今以輕、薄、短、小為發展方向的電子產品。

非球面鏡片雖然擁有這些特點，但是非球面鏡片在製作上確有相當的難度。傳統上，鏡面的生產方式是一連串的成型、研磨、拋光等程序製作，由於裏面所牽涉的技術，不僅難度高，而且複雜，在此情況下，傳統緩慢的加工過程，已無法因應市面上與日遽增的使用需求，更別說要跟上市場快速成長的腳步。如同上述，傳統的光學系統，必須以為數頗多的球面鏡片組合而成，才能達到預期的效果，如此，非但所製作的產品十分地笨重，製作成本亦相當的高。相對地，非球面鏡片一方面可提高光學系統的性能，另一方面可以減少鏡片的數目，並使產品輕量化，是支持光學產業十分理想的零組件。

然而，非球面鏡片雖然有以上許多的優點，但是由於加工技術的難度很高，尤其如果是要應用在太空遙測上，那麼對於鏡片的表面精度、形狀精度等等的要求更是高。到了 70 年代超精密加工技術建立之後，非球面鏡片才得以順利生產，但是還是有許多超高精度的非球面鏡片，國人無法自製，需仰賴進口。雖然國內在這方面的研究落後

美、日，但是在此方面技術皆未完全成熟時，如果台灣能適時地自行開發並建立高精密的非球面鏡片製造技術。那麼，掌握此技術將是掌握了未來包括光電、電子、半導體等相關產業的核心，未來可應用的市場將會很廣。

本研究將針對非球面鏡片製作的過程中，包含成型、研磨與拋光階段所產生的形狀精度誤差與表面粗糙度做修正。主要的研究動機有以下幾點：

1. 由於科技的日新月異，光電等產品對於非球面鏡的精度與品質要求越來越高，特別是形狀精度及表面粗糙度。
2. 近年來光電及電子業市場的擴大，對於非球面鏡片的需求大增。
3. 以往非球面鏡片的拋光方式皆是由師傅憑藉著他們的經驗以手動的方式來拋光。因此，非球面鏡片的品質與精度的穩定性不夠，無法做大量的生產。
4. 過去的研究較少針對非球面鏡片的製程做深入的探討與研究。
5. 若以現今的模造方法來製作非球面鏡片，無法滿足大尺寸(直徑大於 220 mm)與高精度的要求，需採用直接加工成型法，即超精密加工技術。

### 1.3 問題描述

1. 現今的球面及平面鏡的形狀精度可達  $1/10$  以上，而非球面的製造技術還未能符合此一精度的光學品質，期望藉由本研究去提升非球面鏡片的形狀精度到達  $3$ 。 $\lambda$  (一個  $\lambda$  為氦氖雷射的波長  $0.6328 \mu\text{m}$ )
2. 在鏡片成型時，可能會因為砂輪磨耗及成型加工機本身精度等因素的影響，導致鏡片成型後產生形狀精度誤差，如圖 1.2 所示。而拋光的材料移除量有限，因此必須在進行研磨拋光修正前，先將鏡片成型後的形狀精度控制在  $3 \mu\text{m}$  內。
3. 由於非球面鏡片成型後，會產生形狀精度誤差等問題，因此為了要確保最終鏡片的形狀精度，誤差修正是其中不可少的環節，如圖 1.3 所示。
4. 非球面鏡片製作的過程中，成型後如何在不改變鏡片形狀精度原則下，將鏡面上的刀痕消除及降低鏡片的表面粗糙度，一直以來都是各方研究的重點。因此本研究也將針對此項課題提出改善的方法。

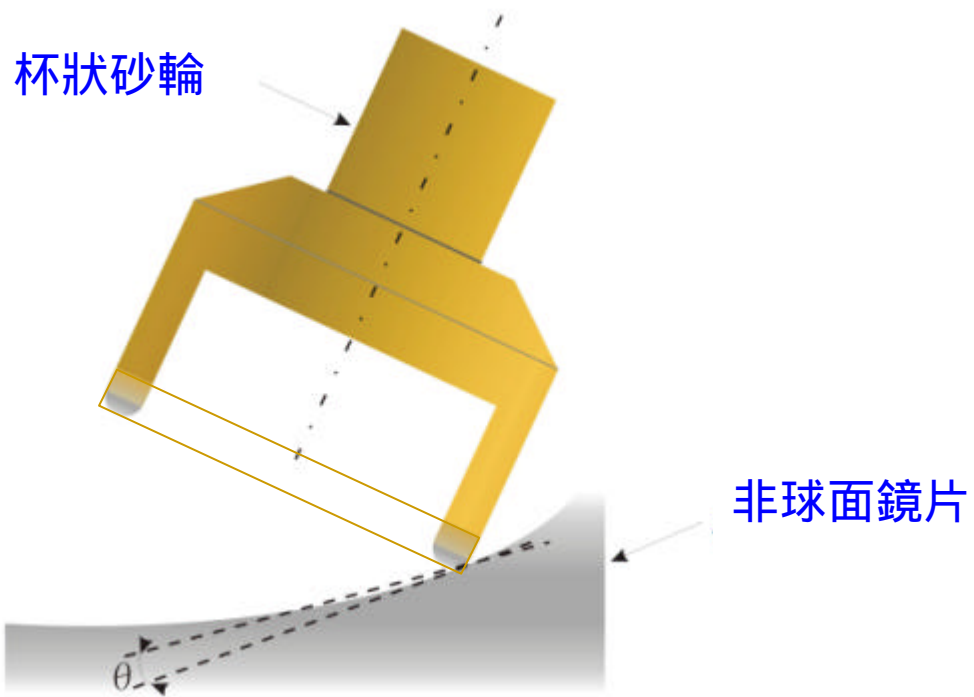


圖 1.2 鏡片成型加工誤差示意圖

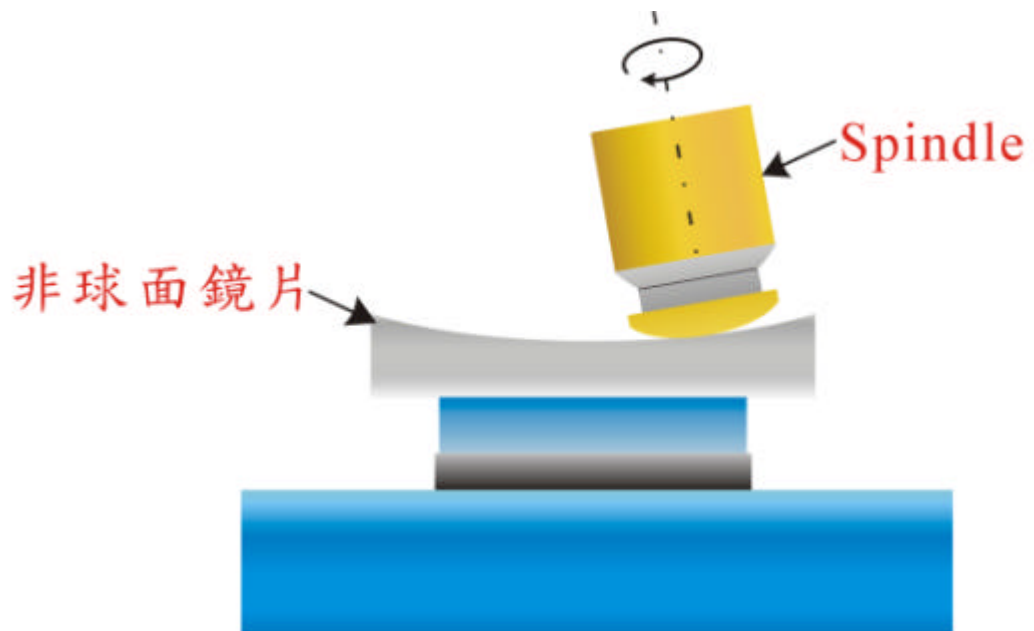


圖 1.3 誤差拋光修正示意圖