

2-3 切削與研磨

光學系統是由光學元件組成，目前最普遍的材料是光學玻璃，而使用研磨技術是歷史久遠的製程，以下是光學廠製造鏡片的方式。

2-3.1 切削

切削是鏡片製程第一道程序，目的是將粗胚如圖 2-6，切削接近圖面規格的厚度(大約是在 CT 上限規格多 0.1mm, 將粗胚 CT=4.2mm 切削成 2.6mm), 以及相同的曲率半徑(將粗胚 R1=7.5 切削成 7.0, R2=8.6 切削成 10.5), 如圖 2-7 切削示意圖。

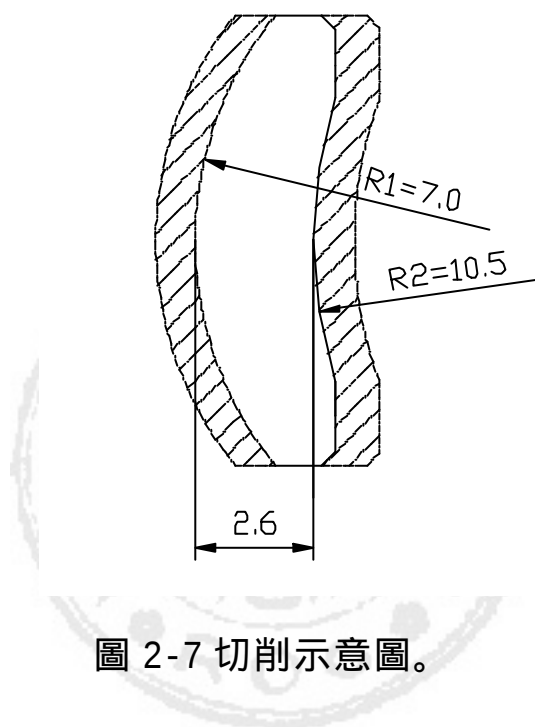


圖 2-7 切削示意圖。

2-3.2 研磨

將切削後之鏡片利用研磨盤上之研磨劑加壓，並相對旋轉，去除鏡片表面之粗糙度，使其表面光滑，並且接近圖面規格之中心厚度(大約是在 CT 上限規格多 0.01mm)、曲率半徑，謂之粗磨(lapping)。

將粗磨後之鏡片再利用研磨皿上之研磨粉相互旋轉，使其表面更光亮，提高圖面規格之曲率、中心厚度精度，謂之精磨(polishing)。

2-3.3 張貼

根據光學元件曲率半徑 外徑 厚度，將多數個排列於付貼皿上，以利研磨之前置作業稱之為張貼，一般張貼作業程序如圖 2-8 為 a. 填脂、b. 貼付、c. 燒皿加熱、d. 移脂、e. 冷卻。

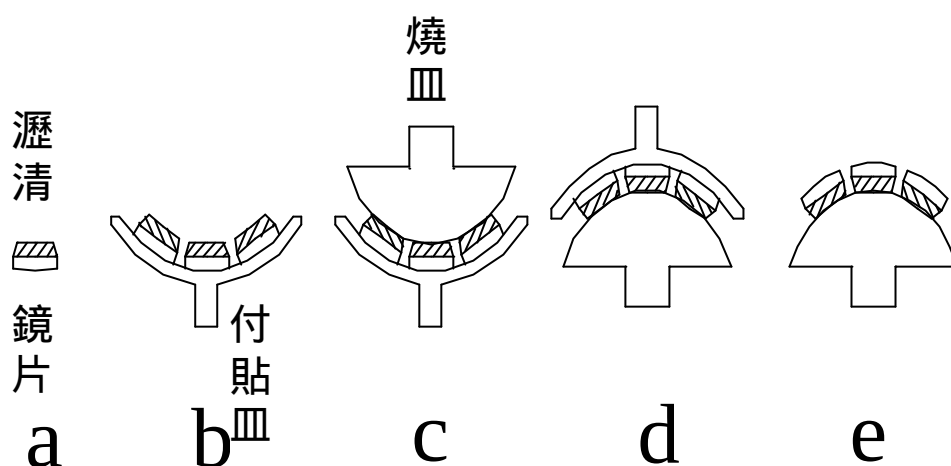


圖 2-8 張貼作業程序。

張貼個數視曲率半徑 外徑 形狀 等而定，一般以下式表示之。

平面或大曲率之鏡片

$$N = \frac{3}{4} \times \frac{D^2}{(f+1)^2}, \quad (2-3.1)$$

一般球面鏡片

$$N = \frac{2pRh}{(f+1)^2}, \quad (2-3.2)$$

式中 N 表示張貼個數， ψ 表鏡片直徑， D 表貼付皿直徑， h 表貼付皿高度， R 表鏡片曲率半徑。

鏡片直徑=ψ8.0，R=10.5，D/R=0.76 < 1，適用多片研磨製程，貼付皿高度受限於機台限制為 h=5，則：

$$\text{由公式 } N = \frac{2pRh}{(f+1)^2}, \text{ 得 } N = \frac{2p \times 10.5 \times 5}{(8+1)^2} = 9.07 \approx 9, \text{ 可張貼 9 片鏡片。}$$

2-3.4 牛頓圈與不規則度

如圖 2-9 對凸透鏡片來講，如實際曲率比理想曲率小叫做偏“+”反之叫做偏“-”。而凹透鏡片則相反，實際曲率比理想曲率小叫做偏“-”反之叫做偏“+”。

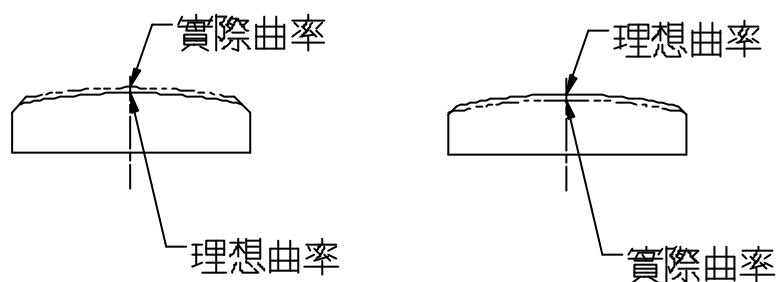


圖 2-9 凸透鏡，實際曲率與理想曲率。

檢測鏡片的光學表面幾何形狀的精度程度，最廣泛的方式是採用原器（光學樣板）作干涉圖案檢驗，將原器與光學元件之研磨面相接觸，如曲率有差異時，則接觸面會有空氣層，經過光之干涉每 λ/2 有彎曲之彩圈產生，是為牛頓圈。

曲率半徑的檢測方式在圖面上標有兩個數字，如光圈與不規則度（power & irregularity）3（-1），其中 3 代表光圈數，-1 代表不規則度，此兩數字均代表可允收的最大差異值。

低光圈：原器與被檢零件接觸邊緣，當空氣隙減少時條紋從邊緣向中心移動，條紋彎曲的凹向，背著加壓點彎曲，從中心到邊緣顏色序列為藍、紅、黃，即表示鏡片“-”。

高光圈：原器與被檢零件接觸中間，當空氣隙減少時條紋從中心向邊緣移動，條紋彎曲的凹向，朝著加壓點彎曲，從中心到邊緣顏色序列為黃、紅、藍，若向外擴散，即表示“+”。

2-3.5 光圈計算曲率

實際製程方面都以光圈數來代替曲率半徑。

$$H = R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}, \quad (2-3.3)$$

$$H = \Delta H + (?/2 \times \text{光圈數}), \quad (2-3.4)$$

$$R = \frac{(D^2/4) + H^2}{2H}, \quad (2-3.5)$$

式中 R 表示鏡片曲率半徑， D 表鏡片有效徑， H 表光圈參數， $?/2$ 表 0.000273mm。

凸透鏡片曲率半徑設計值為 7.0，有效徑 ψ 6.4，原器工作曲率 6.9975，在光圈 = -1.5 的情況下，等於凸透鏡片曲率半徑。

$$\text{由 } H = R - \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}, \text{ 可得 } H = 7.00329 - \sqrt{7.00329^2 - \frac{6.4^2}{4}} = 0.773838,$$

$$\text{帶入 } H = \Delta H + (?/2 \times \text{光圈數}), \text{ 可得 } H = 0.773838 - (0.000273 \times 1.5)$$

$$= 0.7734285, \text{ 帶入 } R = \frac{(D^2/4) + H^2}{2H}, \text{ 可得 } R = \frac{(6.4^2/4) + 0.7738375^2}{2 \times 0.7738375} = 7.00329.$$