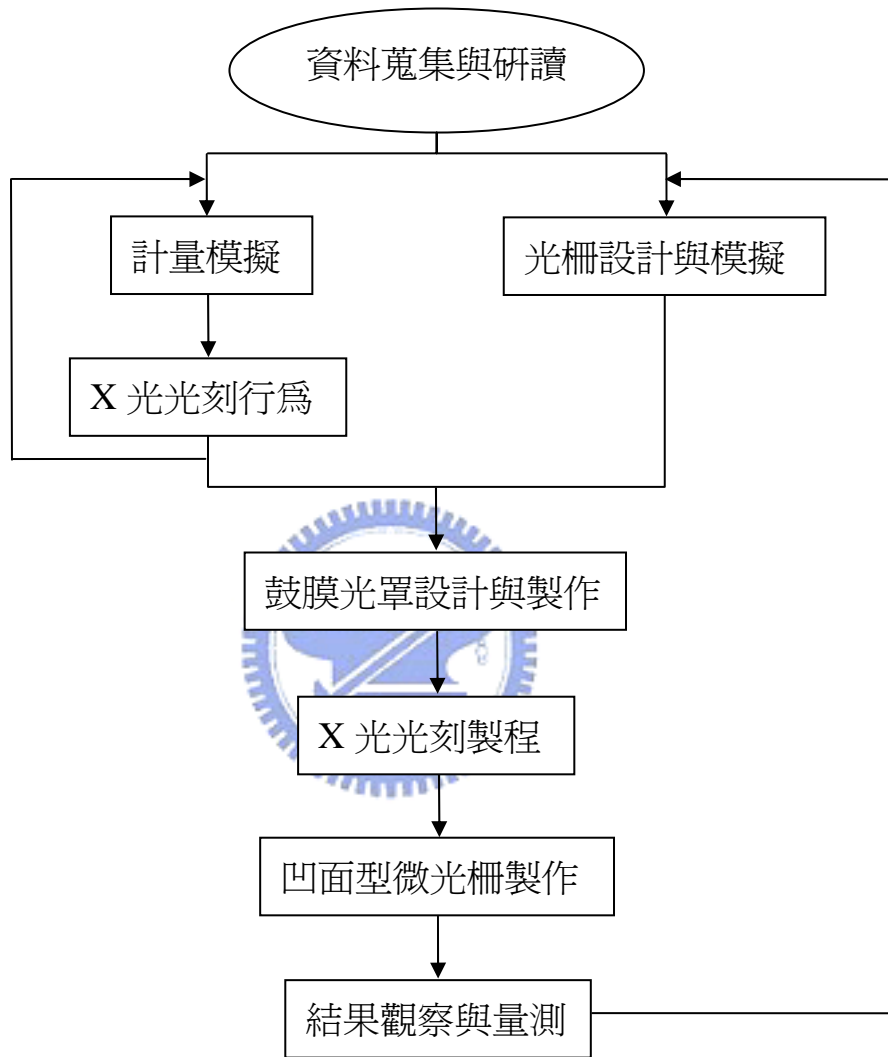


### 第三章 實驗方法

實驗流程圖



本研究目標主要是希望利用 SU-8 光阻感光高對比特性，建立一套簡單、高精度與高解析之 X 光光刻製程，且結合光學設計，製作高精度之凹面型微光柵，使其在 1550nm 光通訊波段具有 0.2~0.4nm 的分光能力。實驗的規劃與流程詳述如下：

■ 光學設計與模擬方面：

1. 光柵設計與模擬

與元智大學光電所合作，進行光柵繞射分光效果的光學模擬，其設計流程如圖 3.1 所示。首先設定波段間隔 0.2~0.4nm 的分光目標後，再依光柵週期(d)以及光柵角度(blazed angle)等參數進行理論分析模擬，首先根據既有的理論公式套入 Matlab 去做分辨能力(resolving power)的分析計算，接著利用光學模擬軟體 pcgrate 得到繞射光階對光柵週期的光強度分佈圖，最後將所得到的光柵幾何參數運用 SHADOW 模擬可得到光分佈斑點圖[30]。

■ X 光光刻製程建立方面：

1. 劑量模擬

本實驗利用劑量模擬軟體 SHADOW 分別就下列的課題進行計算：

- ① PMMA 光阻與 SU8 光阻在各種不同光罩結構下所需的曝光劑量之比較。
- ② 不同 X 光光罩結構組合底下的 SU8 光阻其吸收劑量的大小。
- ③ 搭配 X 光光刻實驗找出吸收體底下光阻的感光極限值，進而推算實驗所需的光罩吸收體厚度以及光罩鼓膜厚度。

劑量模擬分析結果除了用以設計適合的光罩結構外，同時協助選擇適當的參數以致獲得良好的光刻品質。

## 2.X光光刻行為

利用兩組結構不同的X光光罩以及SHADOW模擬得來的曝光劑量實際進行X光光刻製程實驗。實驗結果可以用來驗證或校正SHADOW的參數輸入值是否正確，並欲藉由實驗發現吸收體底下光阻的感光極限值，希望能利用此實驗得到最佳的光刻品質與光罩結構的參數組合。

## 3.鼓膜光罩設計與製作

將設計與光學模擬得出的光柵圖型(pattern)，配合選用的SU-8負型光阻厚度，搭配劑量模擬與光刻行為所得到的吸收體厚度參數，進行簡型鼓膜X光光罩的製作，其製作依順序分成兩個部份來進行：

### **【一、晶背體型微加工】**

圖 3.2 為鼓膜製作順序的示意圖與實際成品，其步驟大致如下：

1. 使用LPCVD爐管生成之低張應力 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 薄膜之矽晶片。
2. 利用PMMA壓克力板當蝕刻罩幕層，利用RIE進行晶背 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 蝕刻，定義欲濕式背向蝕刻的圖形窗口。
3. 以晶背 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 當作濕式背向蝕刻的蝕刻罩幕層，使用非等向性蝕刻溶液KOH，製作backwall為 $100\mu\text{m}$ 的鼓膜。

### **【二、吸收體的製作】**

圖 3.3 為吸收體製作順序的示意圖與實際成品，其步驟大致如下：

1. 在鼓膜的Si晶片上，濺鍍Ti/Au電鍍基層。Ti為增加Au與Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>的附著性，Au則為電鍍的基層。
2. 使用熱熔膠接合另一晶片，以確保鼓膜在光阻旋塗製程上的安全。旋塗SU8 2005負型光阻，透過UV微影製程，定義電鍍吸收體的圖案位置。
3. 電鍍厚度2.5~4μm的金吸收體，電鍍速率為7.5μm/hr。
4. 使用SU8 Remover剝除光阻。
5. 使用KI+I+DI Water的蝕刻溶液，蝕刻電鍍基層Ti/Au。
6. 晶背與Pyrex玻璃接合。
7. 使用TMAH非等向性蝕刻溶液進行晶背剩餘矽晶片的蝕刻。



#### 4.X光光刻製程與凹面型微光柵製作

利用所做出之鼓膜X光光罩進行X光光刻製程，實際曝出凹面型微光柵之結構以及入射光纖與偵測器之定位點，並在光柵結構上電鍍金當作光反射層，最後在整個結構上面加上金屬反射夾層作為波導結構，完成凹面型微光柵分光晶片的製作。

#### 5.結果觀察與光學量測

為了要量測微光柵晶片的光學性質，需要架構符合需求之高精度光學量測平台，整個系統含有五大部分：寬頻譜雷射光源、輸入光源

座、感測光纖座、晶片座、以及頻譜分析儀。

圖 3.4 是光學平台相關位置之示意圖；寬頻式雷射光源為其入射點光源，光源經過輸入光源座入射至微光柵晶片，經繞射效應後光波將反射聚焦於感測光纖座，再透過光纖的傳輸，可以將光傳導到頻譜分析儀。經由頻譜分析儀的計算可以得到光波的分光性質及光強度的分析。



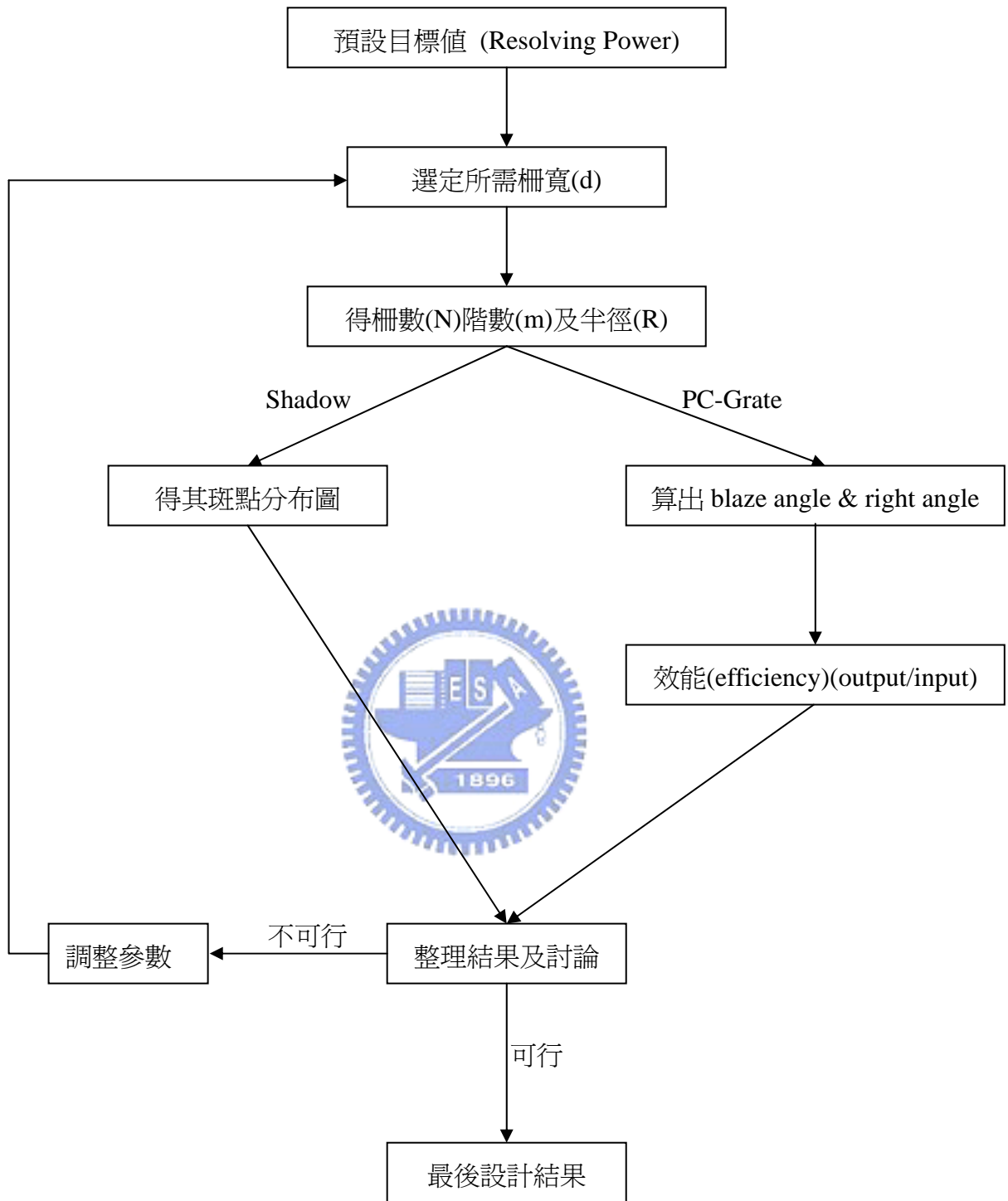
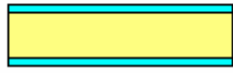
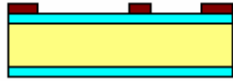


圖 3.1 凹面型微光柵設計流程



- ◆4吋 Si 晶片
- ◆LPCVD沉積 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 薄膜，厚度  $1.5\mu\text{m}$



- ◆以 PMMA 當作 RIE 的蝕刻罩幕



- ◆RIE 定義蝕刻圖案
- ◆去除 PMMA



- ◆KOH 非等向性蝕刻，剩餘  $100\mu\text{m}$  的 Si

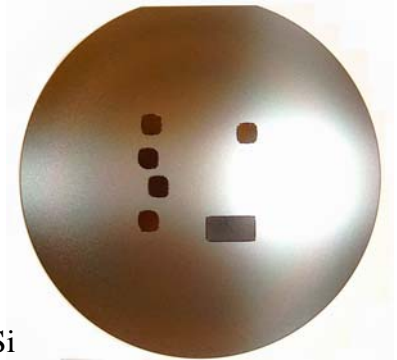
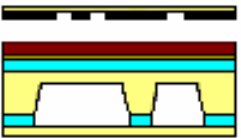


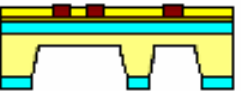
圖 3.2 鼓膜製作順序的示意圖與實際成品



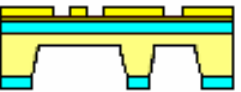
- ◆濺鍍 Ti/Au 電鍍基層，Ti：20nm Au：50nm



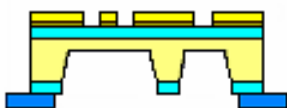
- ◆晶片接合
- ◆旋塗 Su-8 2005 負型光阻
- ◆UV 微影製程定義圖案



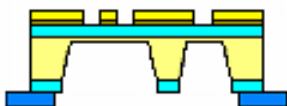
- ◆電鍍金



- ◆剝除光阻



- ◆蝕刻 Ti/Au 電鍍基層
- ◆與 Pyrex 玻璃接合



- ◆去除背面剩餘的 Si



圖 3.3 吸收體製作順序的示意圖與實際成品

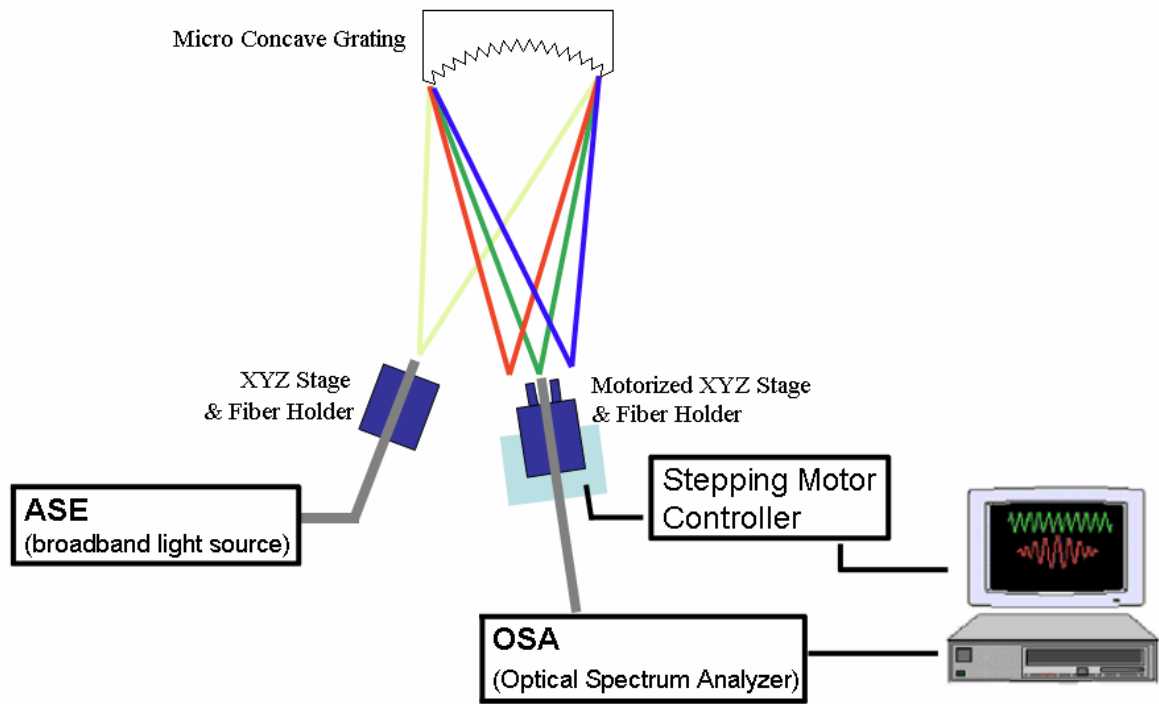


圖 3.4 光學平台示意圖

