

第二章 研究方法

本研究採用實驗岩石學及掃描式電子顯微鏡分析兩種方法，其方法分述如下：

2-1、實驗岩石學研究

本實驗以桃園縣復興鄉復興橋附近的苦橄岩為實驗樣本，進行一大氣壓下高溫實驗，實驗溫度設定於熔融區間，藉此了解岩漿演化情況。以下分別是實驗樣本的製備與一大氣壓下實驗方法、流程（圖 2-1）：

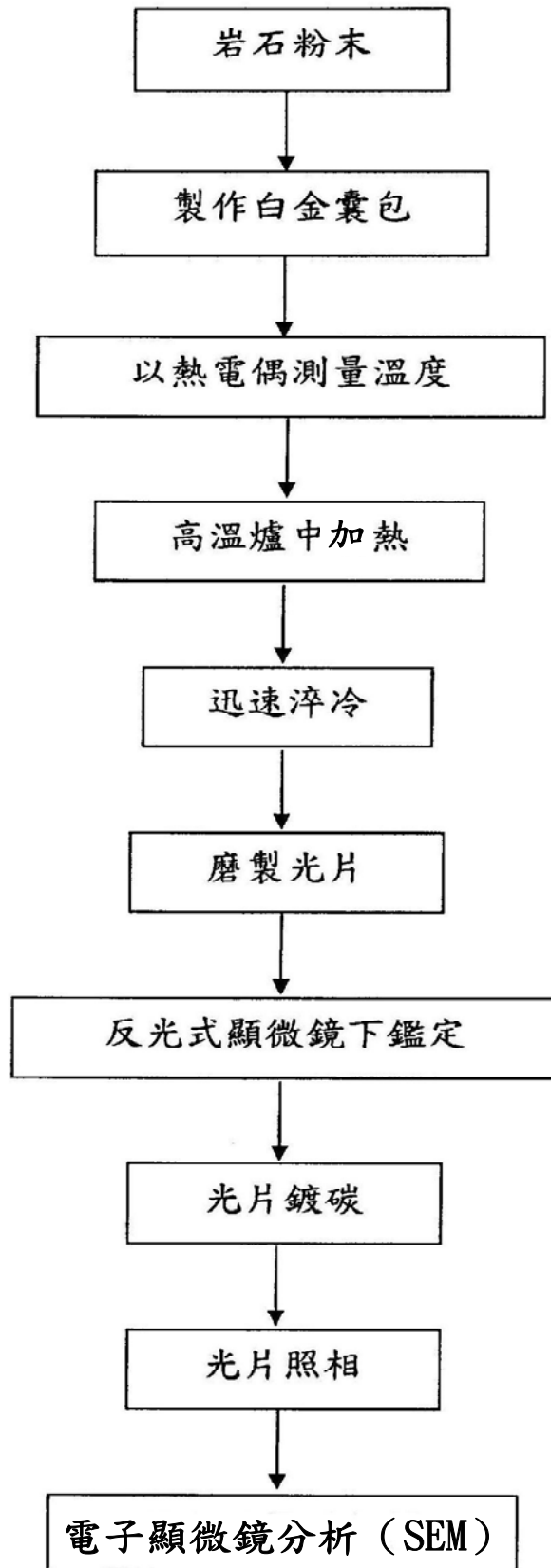


圖 2-1、實驗流程圖

2-1-1 高溫實驗樣本的製備

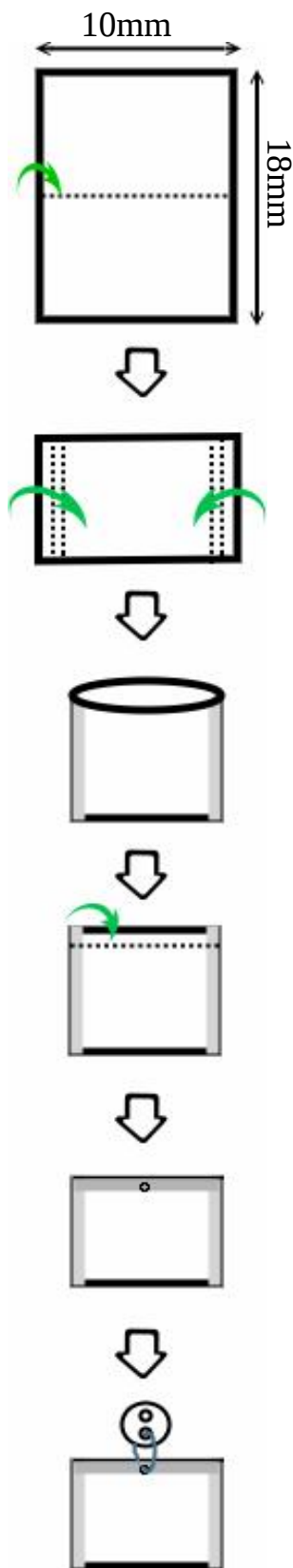
將岩石風化部分切除，以鐵鎚敲碎至直徑小於一公分，置入球磨機研磨成粉末，並利用氧化鋁及瑪瑙研鉢，將岩粉磨細至 200 篩目以下，並經縮分後，放入乾燥箱中備用。

2-1-2 一大氣壓下之實驗

設定好目標溫度，在縮分過的岩石粉末中，取適當量，用白金囊包裝好，置於高溫爐中進行反應，待實驗完成，加以淬冷，將此溫度的礦物相保留下來；而岩漿的部份則形成玻璃質。不斷改變溫度進行實驗，就可以了解此岩石的熔融區間，以及不同礦物隨著溫度遞減的生成順序。再利用掃描式電子顯微鏡及能量分散光譜儀 (Energy Dispersive Spectrometer, EDS)，將各溫度下的礦物成分與玻璃成分加以分析。

本實驗採用美國 Thermolyne 公司所製造的高溫爐，可實驗的溫度範圍為 800 至 1500 °C 之間，以下為一大氣壓下高溫實驗之流程：

1. 裁剪一大小約為 10 mm×18 mm 的白金片（厚度約 0.1mm），並將其折成袋狀。把岩石粉末充填入袋中，製成白金囊包（圖 2-2）。
2. 將製作好的白金囊包先以白金細絲線懸掛於穿有兩條粗白金線之氧化鋁管的下方（圖 2-3）。
3. 將高溫爐升溫至所需溫度，等高溫爐顯示溫度穩定後，以 R 型熱



1. 將白金箔剪成圖示尺寸，
並沿虛線對折。

2. 將左右兩側各向內對折
0.5mm 兩次。

3. 製成袋狀的白金囊包，並
將岩石粉裝入八分滿。

4. 將上方白金箔壓扁向內
對折 0.5mm 兩次。

5. 用圖釘在上方封口處刺
一個小洞。

6. 用白金細絲線將白金囊包
和兩孔氧化鋁片串在一起

圖 2-2、白金囊包的製作方法(修改自林貞儀，2005)

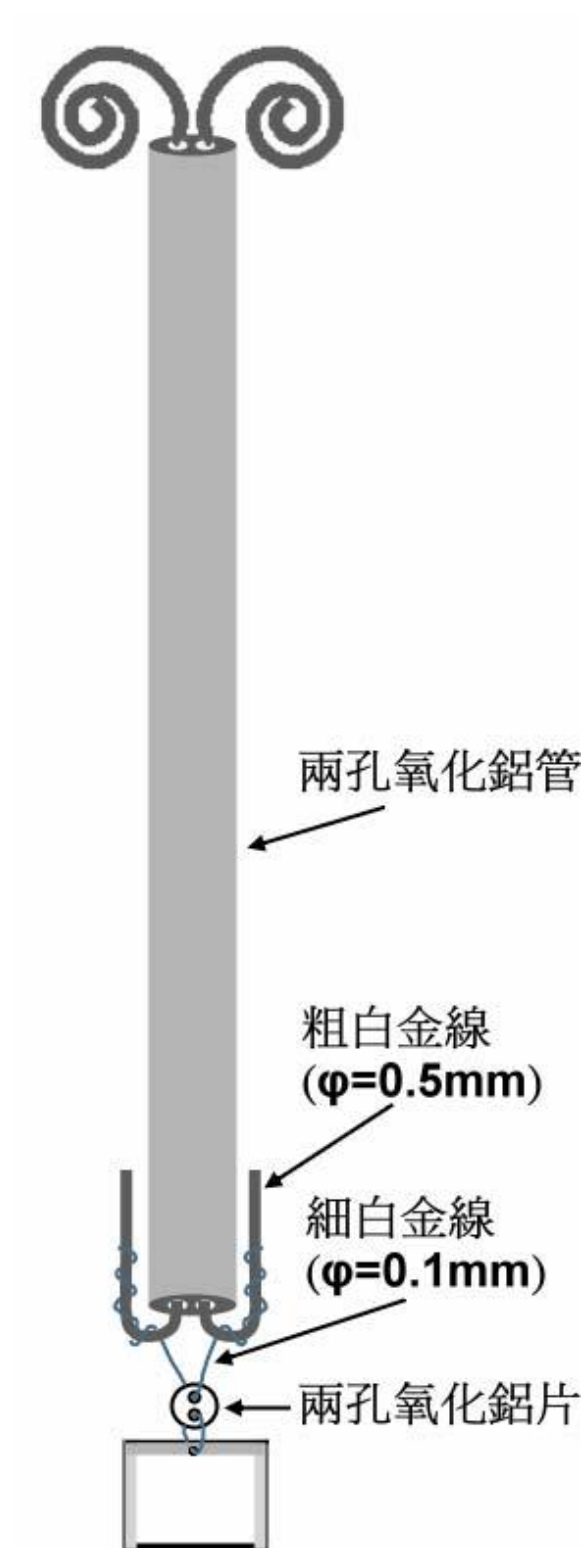


圖 2-3、白金囊包的懸掛圖示（修改自林貞儀，2005）

電偶測量溫度，得到實驗前實測溫度，並紀錄高溫爐顯示溫度及實測溫度。

4. 將白金囊包放入已穩定溫度的高溫爐中反應。
5. 待反應達到實驗所需時間之後，利用釋電器放電，將細白金絲線熔斷，使白金囊包直接落入下方的冷水中淬冷，讓反應後的礦物相可以藉此保留下來（圖 2-4）。
6. 將高溫爐中的氧化鋁管移除，再以熱電偶測量爐內溫度，得到實驗後實測溫度，以實驗後的實測溫度為實驗溫度。
7. 將反應後的白金囊包以 A B 膠灌膠，並將其拋光製成光片（圖 2-5）。
8. 先利用光學顯微鏡，對拋光後的樣本進行礦物相的初步鑑定，並將光片在顯微鏡下的情形拍照，以便尋找要分析的礦物相。
9. 將光片鍍碳，以備之後利用電子顯微鏡進行各種礦物相及玻璃相的分析。

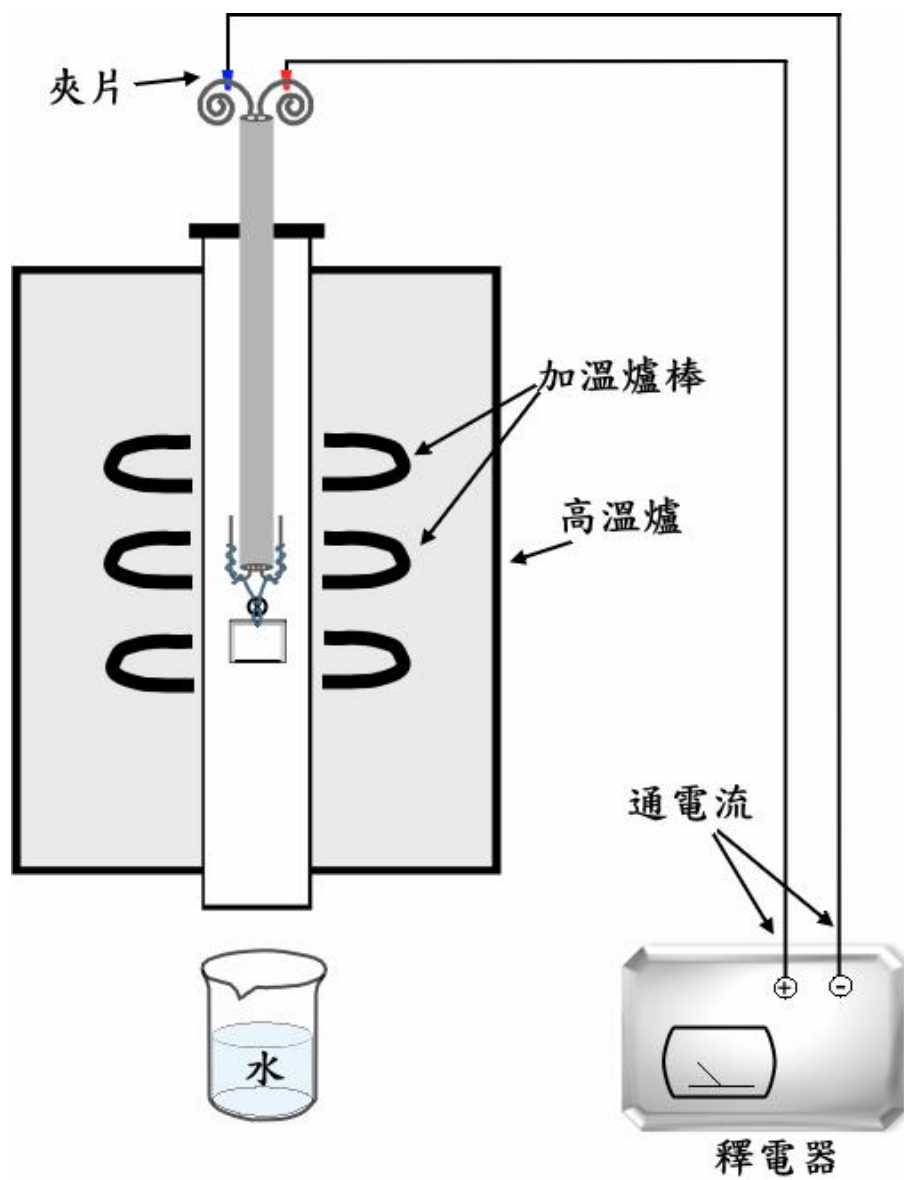
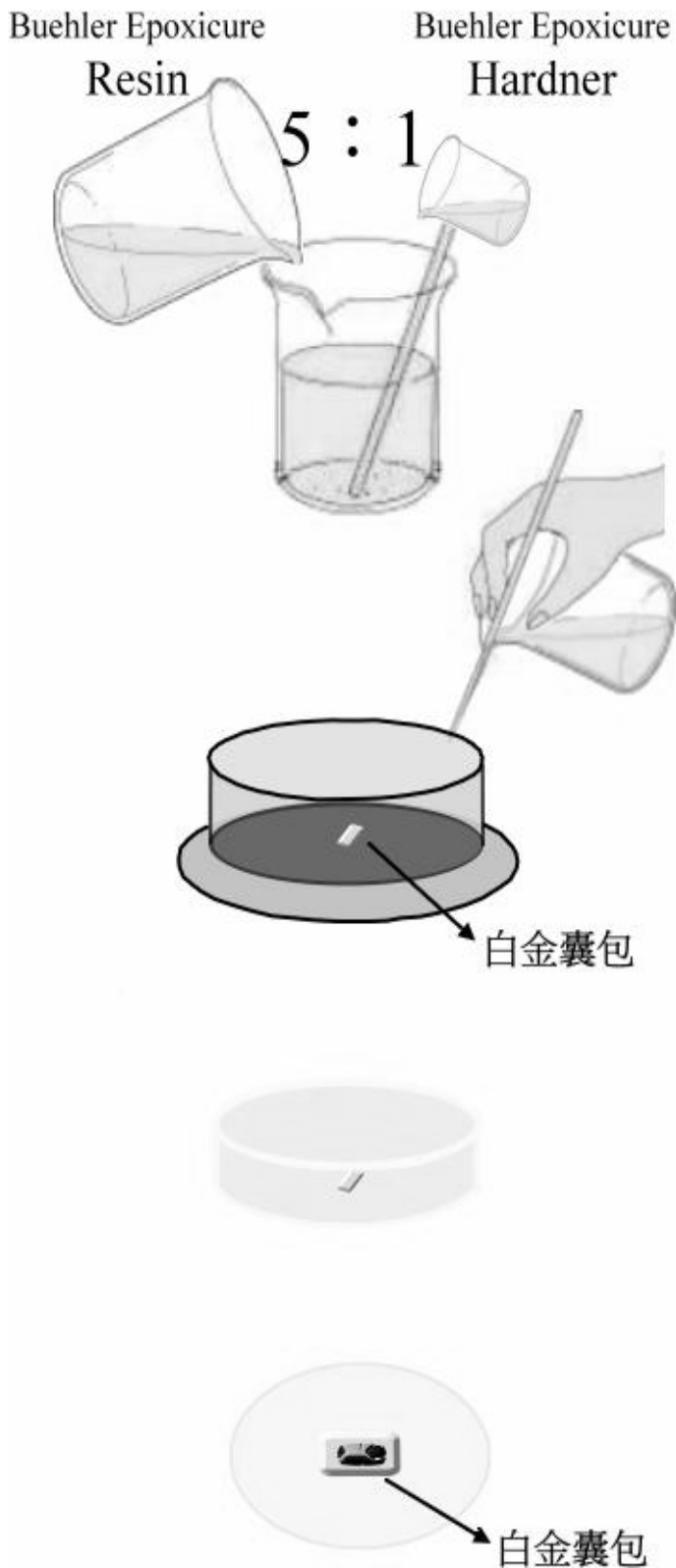


圖 2-4、本實驗淬冷裝置示意圖（修改自林貞儀，2005）



1、將 Buehler Epoxycure 樹脂與硬化劑，以 5:1 的比例調和。

2. 拿一個有底座的光片塑膠模容器，先將凡士林塗抹於容器內部，再將白金囊包置於容器底部

3. 將調好的膠倒入容器。等乾燥約 48 小時後，即可取出進行拋光。

4、將白金囊包以 1000# 的金剛砂磨到標本出露，用清潔劑清洗，超音波震盪 30 秒，再以 6 μm 和 3 μm 鑽石膏拋光，最後以 0.05μm 和 0.03μm 氧化鋁粉拋光後即可完成

圖 2-5、白金囊包灌膠與拋光製程示意圖（修改自林貞儀，2005）

2-2、掃描式電子顯微鏡分析

將製作完成的光片利用掃描式電子顯微鏡，進行各種溫度下礦物相及玻璃相的初步觀察及判斷，再利用反射式電子影像圖（Back-Scattered electron image, BEI）得到清楚的影像，不同礦物會呈現差異性的色階，最後用能量分散光譜儀針對欲分析的相作化學成分分析，根據分析出來的化學元素的種類與強度，來判斷該相的礦物種類。

本研究是借用本校機電科技研究所的掃描式電子顯微鏡來進行分析，型號為 JSM-6360。分析時使用之加速電壓為 15 千伏 (kV)，電流為 0.18 奈安培 (nA)，工作距離 (WD) 為 10mm，每個點的分析時間皆為 40 秒。

以下為掃描式電子顯微鏡的操作步驟：

- 1、將鍍碳的光片貼上銅膠帶之後，放入掃描式電子顯微鏡觀察，抽真空至壓力約 300 Pa，將電壓、電流調至適當大小。
- 2、待樣本畫面出現，找到欲觀察位置，調整焦距與對比至影像最清晰，並使用適當倍率拍照。
- 3、將所拍攝之掃描式電子顯微鏡影像切換至能量分散光譜儀觀察視窗，選取欲分析的礦物相，開始分析。
- 4、取得化學成分分析光譜後，利用元素的種類及強度來判斷該相。