

# 金屬催化石墨烯之量子傳輸和電性研究

## The Study of Quantum Transport and Electrical Properties by using Metal Catalyzed Graphene

**簡介：**自從2010年諾貝爾物理獎頒發給單層石墨烯，二維材料成為材料界的一大課題，讓諸多科學家趨之若鶩地栽進該領域研究。

對於所有科學家來說，如何製造良好品質的石墨烯是首要的挑戰。常見的石墨烯相關研究有時會鍍在過渡金屬膜上面，是故本研究想探討石墨烯鍍在銅膜和鎳膜金屬上的電子傳輸性質。我們利用常壓化學氣相沉積，後催化鎳金屬層，在絕緣基板( $\text{SiO}_2$ )上直接成長大面積免轉移單層石墨烯。並透過拉曼光譜分析確認石墨烯從多層變為單層。考量樣品完成後會有殘缺不平整的地方易使得水氣竄入，所以我們透過真空熱退火的方式去除水氣雜質，結果發現雜質水氣所影響的磁阻變化率高達80%，同時並觀察到負磁阻趨勢顯示弱局域化現象，最後透過范德堡(Van der pauw)四點量測法，量測出電子遷移率和溫度正相關的關係，和霍爾電阻趨勢相吻合。

### 研究目的

- 一、透過拉曼光譜探討蝕刻前後石墨烯成長狀況。
- 二、比較石墨烯-銅與石墨烯-鎳之真空熱退火前後磁阻差異。
- 三、研究石墨烯電子遷移率隨溫度的變化情形。

### 研究過程或方法

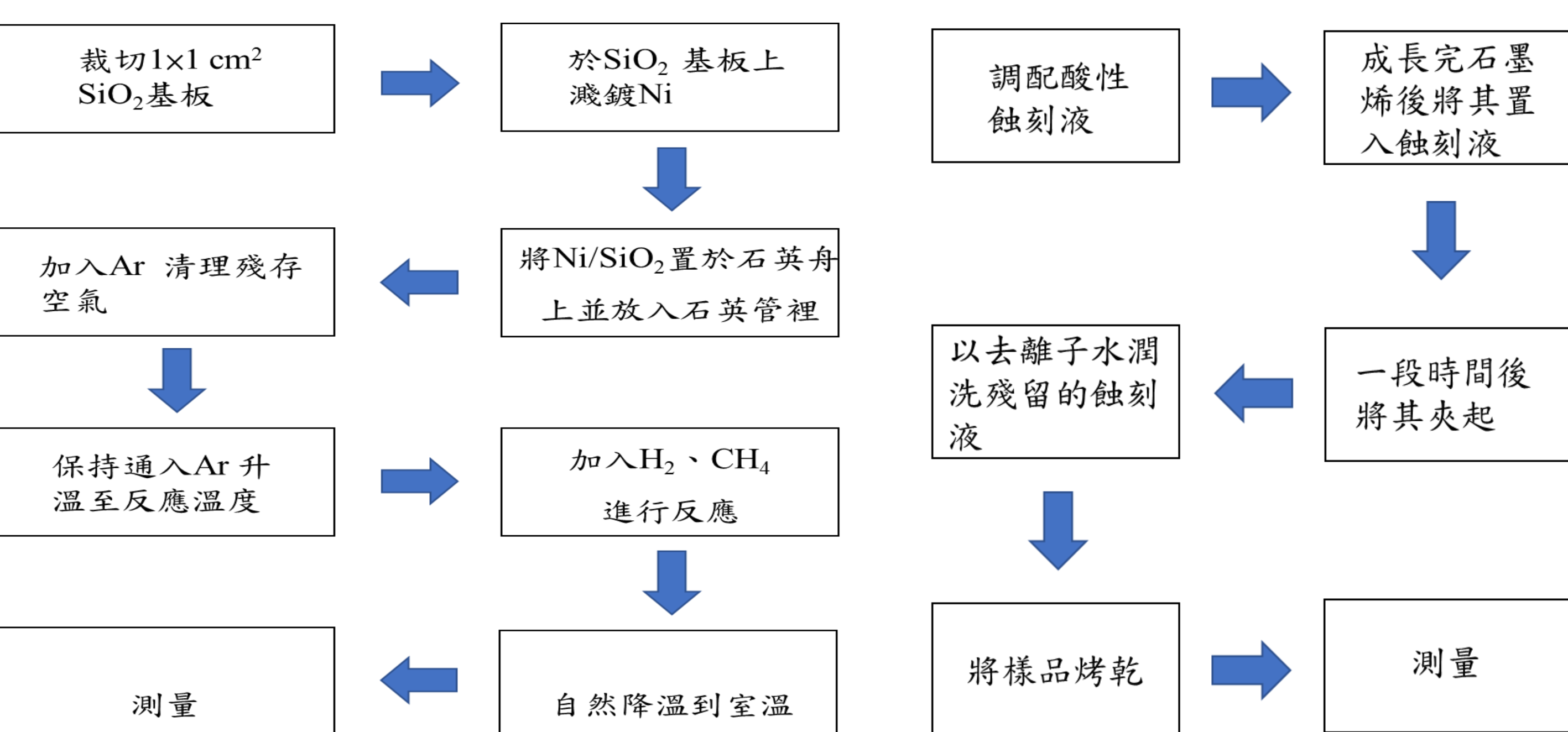


圖1(a):石墨烯製備流程圖

圖2(a):石墨烯蝕刻流程圖

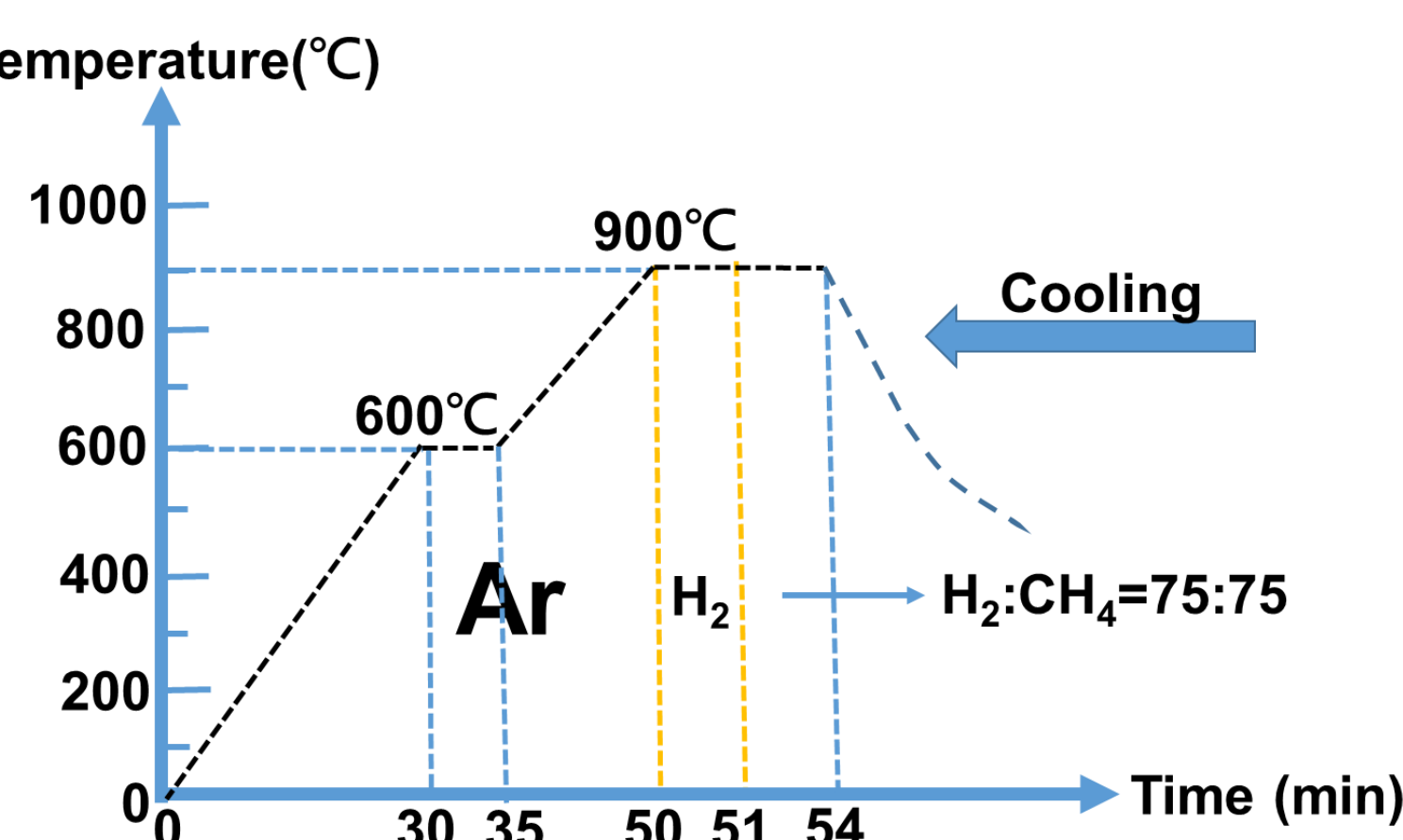


圖1(b):製程溫度與時間關係圖

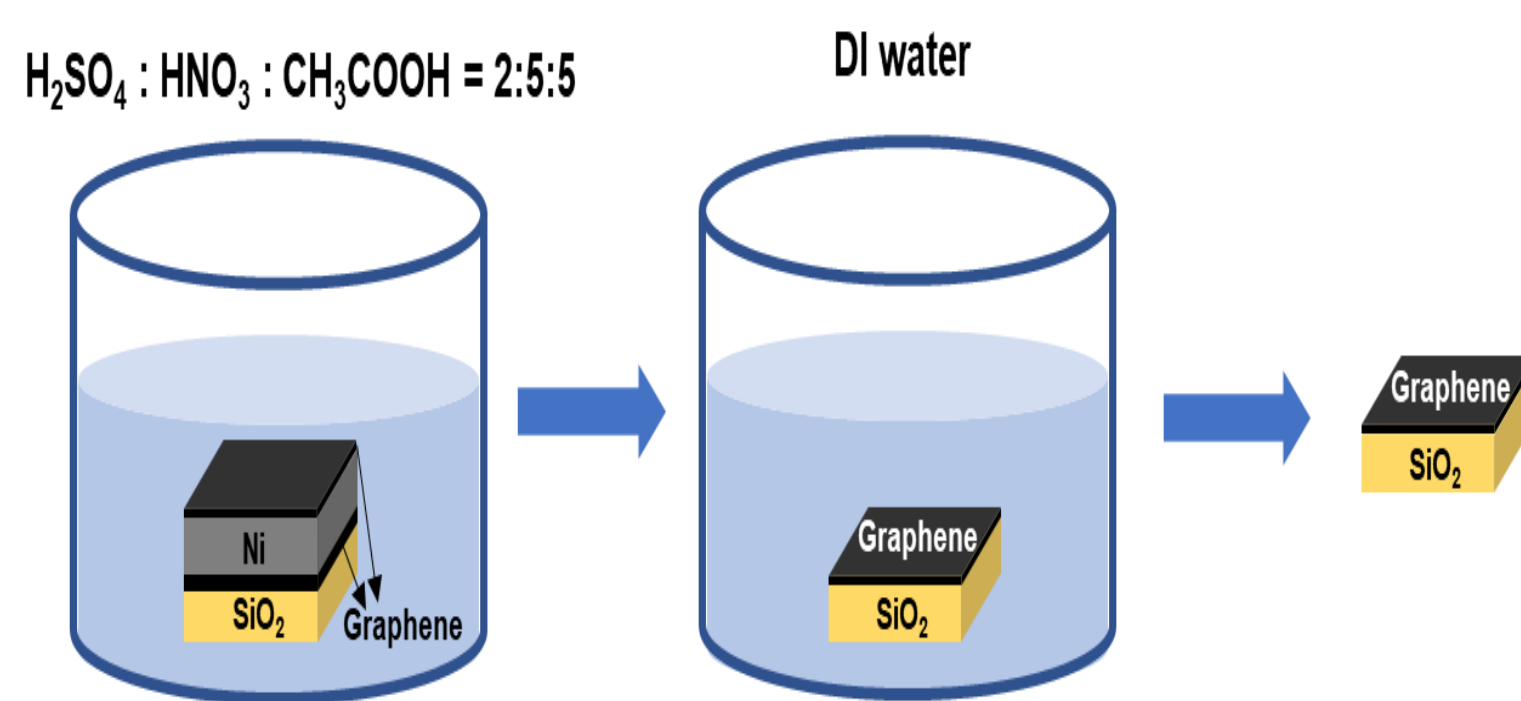


圖2(b):蝕刻酸性溶液配方

在製程後，我們首先量測了石墨烯拉曼光譜，並在完成量測後進行蝕刻後再量測一次拉曼光譜，藉此確認石墨烯生長的層數狀況。製程溫度和氣體比例如圖1(b)所示。而本研究量測的項目主要有拉曼光譜、磁阻、以及使用范德堡四點量測法量測石墨烯的電子遷移率。

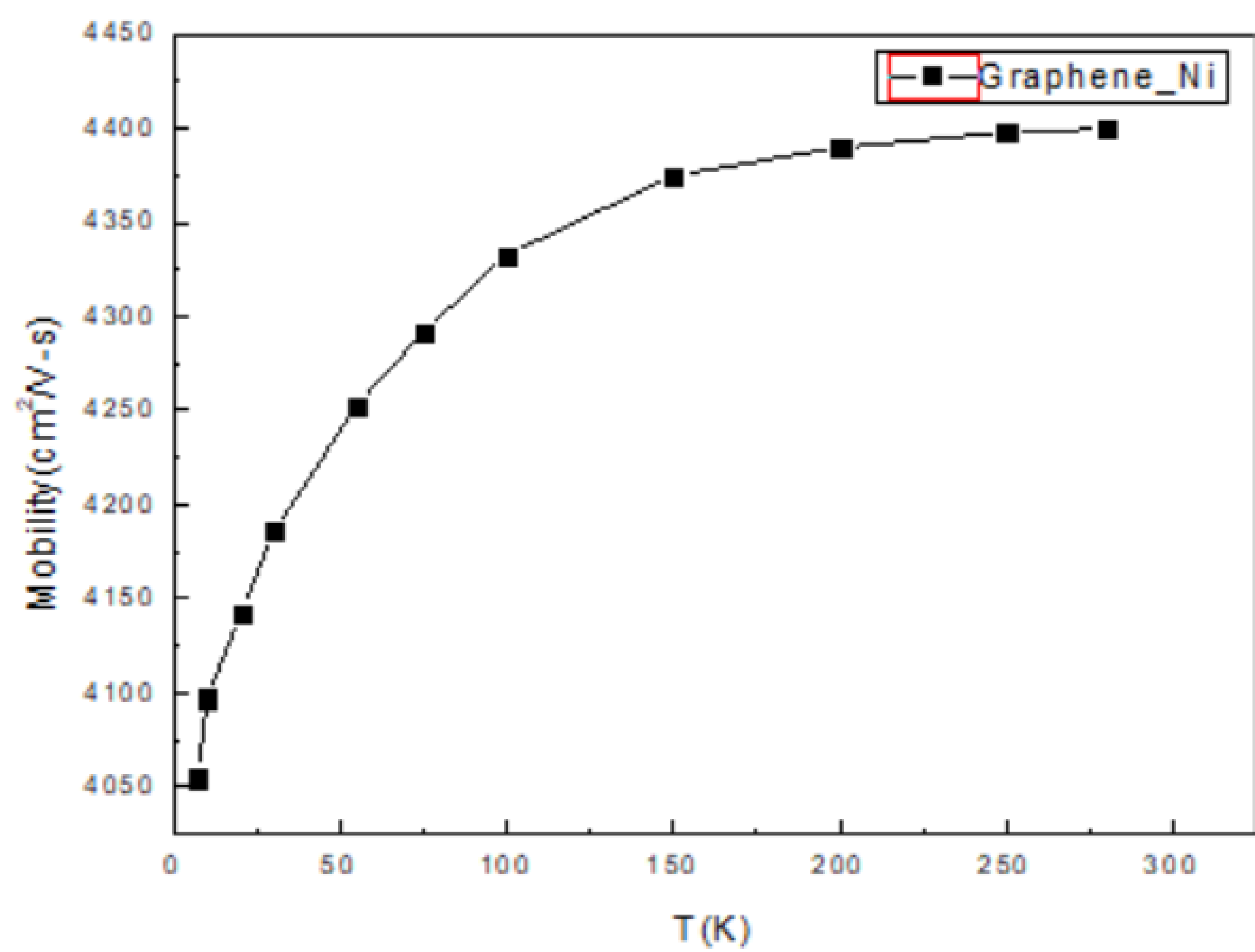


圖3:鎳膜石墨烯電子遷移率與溫度關係圖

### 參考資料

- K. S. Novoselov, V. Fal, L. Colombo, P. Gellert, M. Schwab, and K. Kim, A roadmap for graphene, *nature*, vol. 490, 2012.
- C.-J. Hsu et al., Spinodal decomposition of mono- to few-layer graphene on Ni substrates at low temperature, *Journal of nanoscience and nanotechnology*, vol. 12, 2442-2447, 2012.
- A. Obraztsov, E. Obraztsova, A. Tyurnina, and A. Zolotukhin, Chemical vapor deposition of thin graphite films of nanometer thickness, *Carbon*, vol. 45, no. 10, 2007.

### 實驗結果圖表

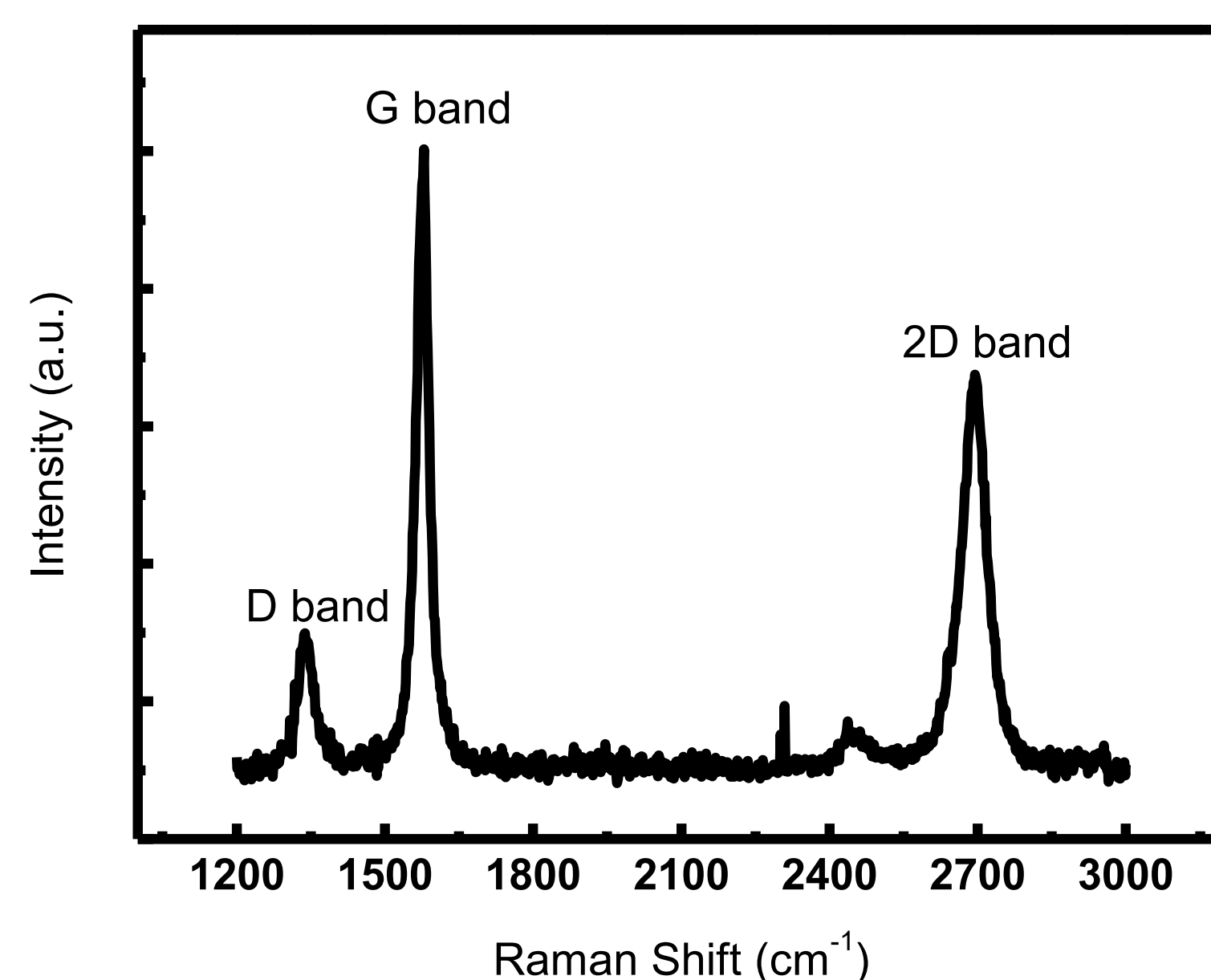


圖4(a):蝕刻前石墨烯拉曼光譜

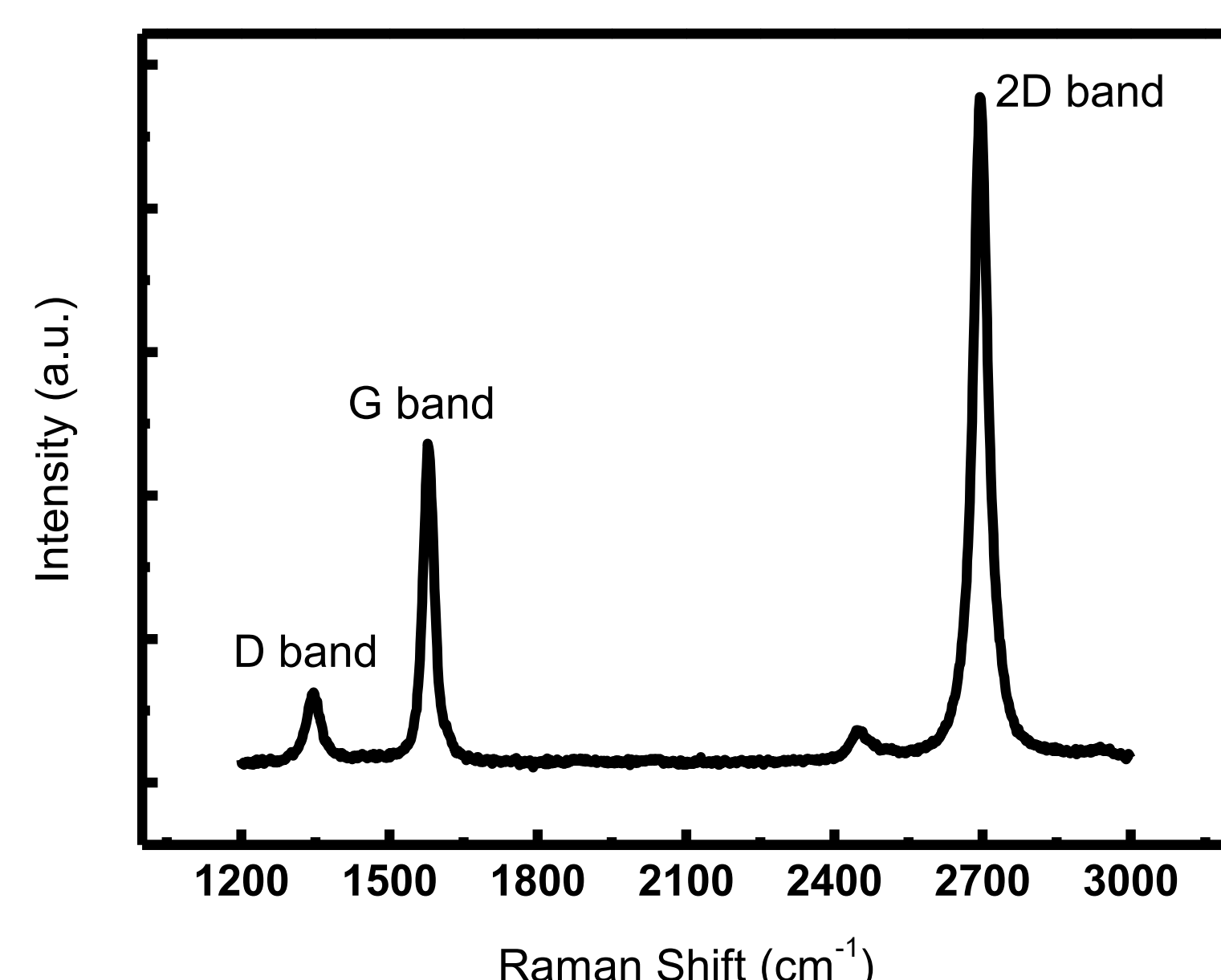


圖4(b):蝕刻後石墨烯拉曼光譜

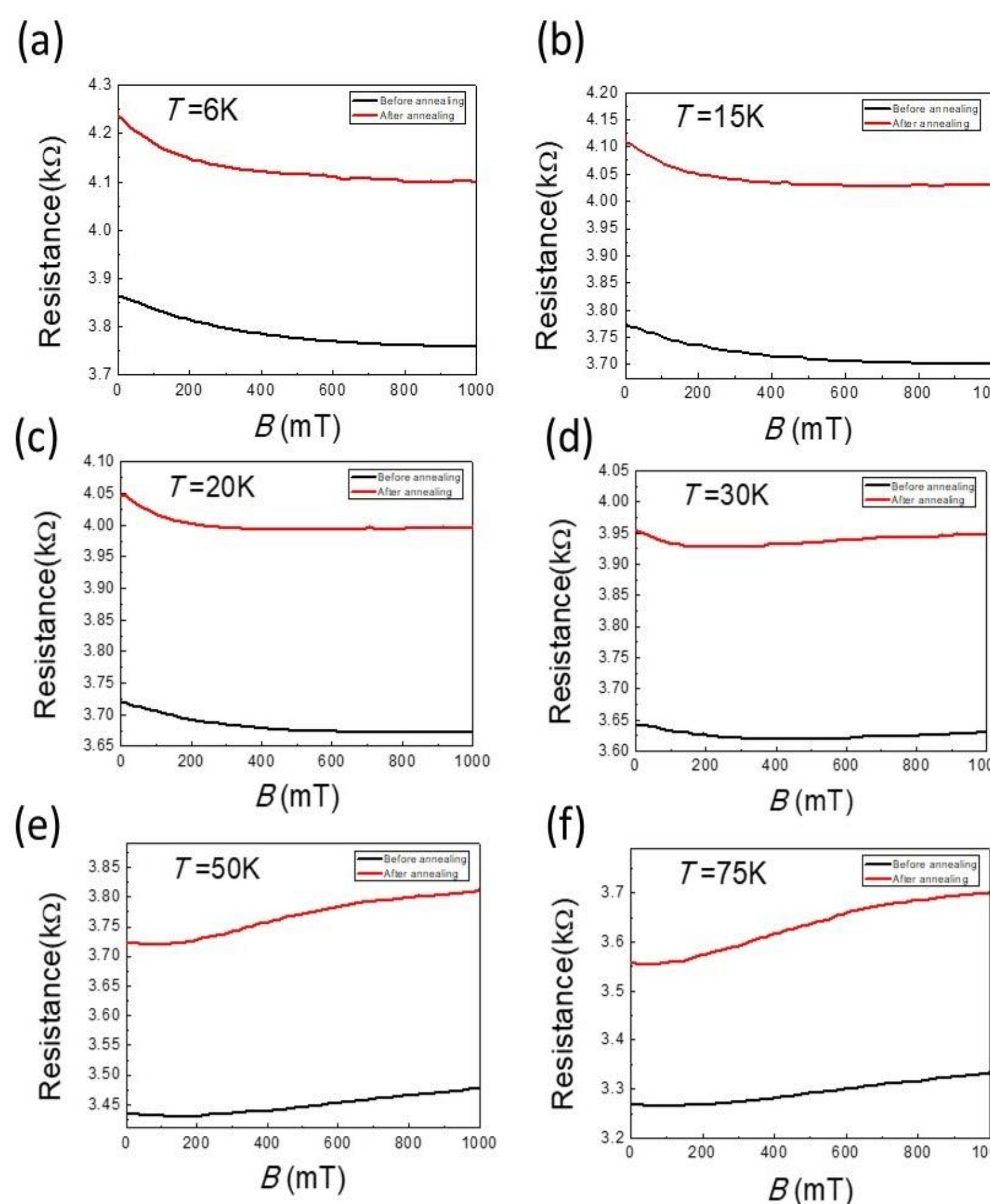


圖5:不同溫度下，鎳膜石墨烯真空熱退火前後磁阻，前(黑線)後(紅線)

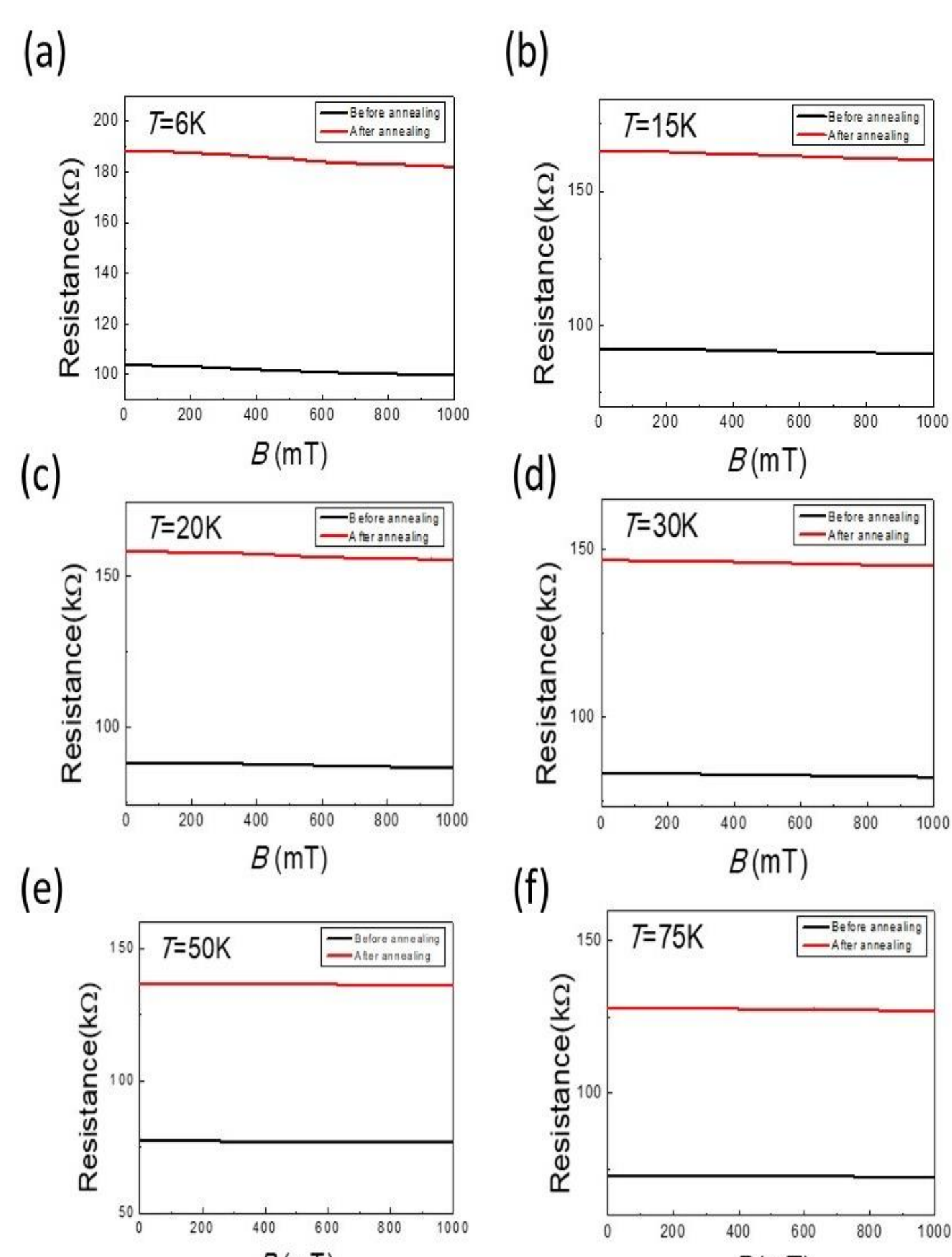


圖6:不同溫度下，銅膜石墨烯真空熱退火前後磁阻，前(黑線)後(紅線)

### 結論

- 一、透過拉曼光譜儀分析蝕刻前後的石墨烯，我們發現到免轉移石墨烯對比透過轉移後的石墨烯較不會出現褶皺、缺陷等狀況，得到相對高品質的石墨烯。
- 二、我們發現到鎳催化與銅催化石墨烯經過真空熱退火後，前者磁阻受到的影響比較小，僅10%，表示水氣與雜質較難竄進去幫助導電。而後者退火前後磁阻差距高達80%，其緣故與前者反之，是由於不夠平整導致水氣竄入。因為其差別非常之大，該發現可以作為未來樣品好壞的依據之一。
- 三、我們觀察到溫度與電子遷移率呈現正相關的關係，是因為晶格本身的缺陷或是摻雜的原子都會造成散射，而當溫度提高，排斥和吸引力對散射的影響會變小，所以電子遷移較不受影響而導致的結果。