

寶石之光學性質探討

第四組：趙昱齊、許宇帆

一、引言

寶石由礦物而來，其結構與化學組成決定了其獨特的物理與光學性質。這些性質不僅在寶石鑑定中扮演關鍵角色，還在地質學、材料科學以及工業應用中具有重要意義。透過分析翡翠等寶石的螢光與拉曼光譜，我們能更深入了解其內部結構與形成條件。

二、介紹

1. 寶石是自然界中稀有而美麗的礦物或有機物，經過打磨和雕刻後被製作成首飾或藝術品。寶石因其絢麗的顏色、閃耀的光澤和獨特的內含物而深受人們的喜愛，並且在文化和宗教中具有重要地位。

2. 分類

- (1) 天然寶石：自然界中生成，未經過人工改變。如鑽石、藍寶石、翡翠等。
- (2) 合成寶石：在實驗室中以人工方式製造，化學和光學性質與天然寶石相同。如合成紅寶石、合成鑽石。
- (3) 處理寶石：天然寶石經過人工處理以改善顏色或透明度。如熱處理的藍寶石、填充處理的翡翠。
- (4) 仿製寶石：外觀類似於天然寶石，但材質不同，如玻璃、塑料等。

3. 鑑定寶石方法

- (1) 人眼觀察法：顏色、透明度、光澤
- (2) 紫外光測試：螢光、判別天然或合成，填充的翡翠可能顯示藍白色或綠色螢光（與樹脂填充物相關）。
- (3) 偏光鏡觀察：光學對稱性和雙折射現象。檢驗翡翠時，光會有明暗交替變化，因其為單斜晶系有雙折射性質。
- (4) PL 光譜：用於分析寶石的發光特性、檢測激子、缺陷能級和能帶結構、需要依賴於光激發、可檢測處理後的缺陷發光
- (5) 拉曼光譜：用於檢測寶石的晶格振動和化學結構、可檢測應力和晶格缺陷、無需光激發、可識別填充物和處理方式，拉曼光譜可做為寶石界的「指紋」。

4. 翡翠(Jadeite)

- (1) 主要成分： $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$
- (2) 結構：單斜晶系
- (3) 綠色源自於內含微量的鉻 (Cr^{3+})
- (4) 莫氏硬度：6.5–7
- (5) 比重：3.30–3.40
- (6) 折射率：1.66–1.68

三、動機：相同成分不同外觀應具有一樣的拉曼以及 PL 光譜



Sample 1

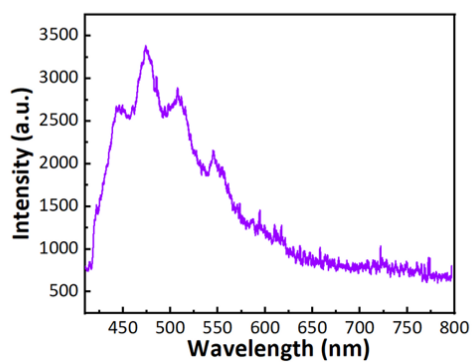


Sample 2

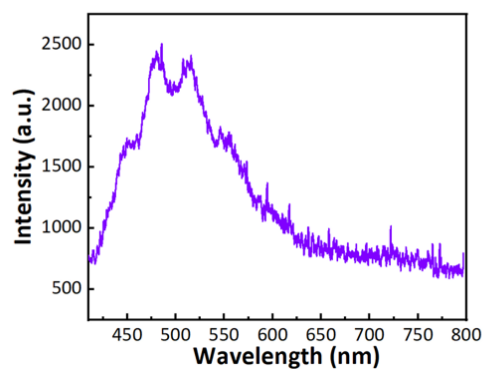
四、結果與討論

1. PL 光譜

Sample 1



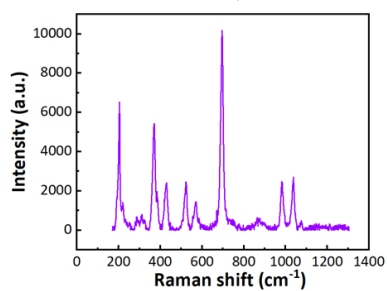
Sample 2



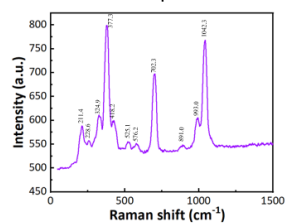
(1) 從 PL 光譜圖，特徵波峰都有對到，可能因成分比例不同而使得強度不一致。

2. 拉曼光譜

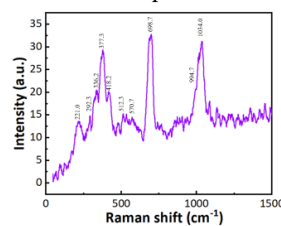
標準



Sample 1



Sample 2

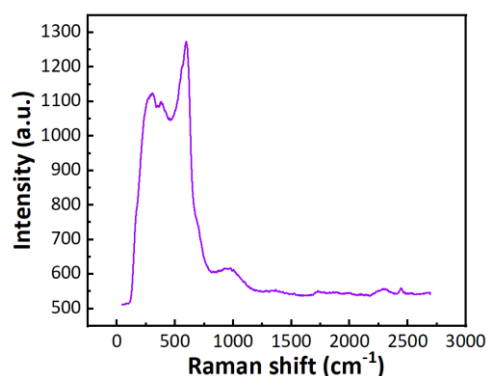


- (1) 翡翠的拉曼光譜特徵峰是由其晶體結構中的原子振動模式決定的，主要來自 SiO_4 和其他化學鍵的振動。
- (2) 200 cm^{-1} ：這個峰反映了翡翠晶體中重離子（如鈉 Na^+ 和鋁 Al^{3+} ）與周圍晶格的相互作用。是翡翠結晶度的重要指標，其位置和強度受翡翠晶體結構的規則性影響。在結晶度高的翡翠中，該峰較強且穩定，而在低結晶度的翡翠中可能削弱或消失。
- (3) 377 cm^{-1} ：這個峰是翡翠晶體結構中矽氧四面體彎曲振動模式的結果。反映翡翠內部的結晶狀態，通常在天然翡翠中強烈出現，是鑑定翡翠的重要特徵之一。
- (4) 700 cm^{-1} ：這個峰對應於矽氧四面體中 Si-O 鍵的對稱彎曲振動。是翡翠的核心特徵之一，顯示其具有高度結晶性，與玻璃或其他仿品明顯不同。
- (5) 1037 cm^{-1} ：這個峰是 Si-O 鍵的拉伸振動。特別強烈且穩定，對應翡翠的矽酸鹽結構。這個峰的存在有助於與其他玉石（例如軟玉）或仿品進行區分。

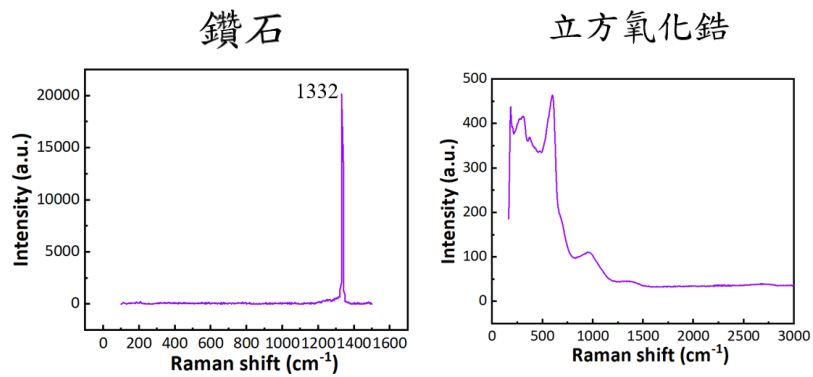
3. 辨別真假鑽石



拉曼光譜



比對資訊



由拉曼光譜進行比對，此珠寶為立方氧化鋯而非真鑽石

4. 鑽石種類

	鑽石	立方氧化鋯(蘇聯鑽)	莫桑石(摩星鑽)
成分	C	ZrO ₂	SiC
硬度	10	8.5	9.5
折射率	2.42	2.15	2.65
外觀			

五、結論

螢光與拉曼光譜技術高靈敏度、非破壞性與快速分析的特點，為鑑別天然與人造材料提供了強大的技術支撐。螢光光譜可揭示樣品中的特定元素及其所處化學環境，而拉曼光譜則能準確辨識晶體結構與化學組成。

六、參考資料

1. RRUFF-Cubic zirconia R110112
2. 二氧化鋯 - 維基百科，自由的百科全書
3. 立方氧化鋯 - 維基百科，自由的百科全書
4. Jadeite – Wikipedia
5. StellarNet 拉曼光譜儀用於區分天然鑽石和人造鑽石
6. Cubic zirconia R110112 - RRUFF Database: Raman, X-ray, Infrared, and Chemistry
7. StellarNet 拉曼光譜儀用於區分天然鑽石和人造鑽石