

Application note from the Spectroscopy Products Division

第一個純鈾金屬的拉曼光譜

Dr. Babita Mallick

介紹

取得金屬拉曼光譜是一個具有挑戰性的科學問題，因為金屬的散射截面較弱，雷射進入金屬的穿透深度較低，因此採樣量較小。只有少數元素金屬（每個原始細胞有一個以上原子），例如鈹、鎵、鋯和鐵的六方密堆積相，已使用拉曼光譜進行了表徵。由於訊號強度差，技術上重要的鋼係金屬（如鈾和鈾）尚未被研究。由於鋼係金屬的毒性、放射性和稀缺性，最近對其進行的實驗工作很少。這限制了我們對這些材料的了解。

T. R. Ravindran and A. K. Arora, 印度泰米爾納德邦英迪拉甘地原子研究中心的科學家設計了一種巧妙的技術，可以促進對弱拉曼散射的金屬和材料的光譜研究。

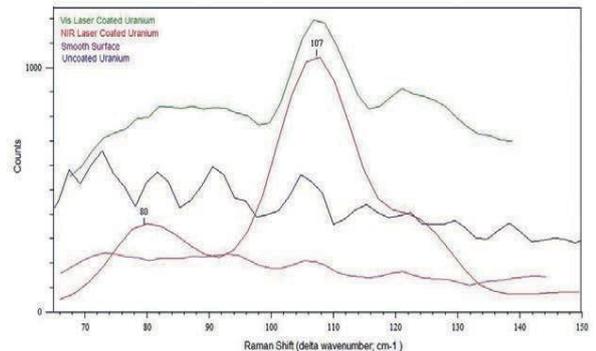
實驗

Ravindran 回憶道：「我為同事記錄了許多樣品的光譜；其中之一是塗有 2 nm Au 的矽晶片。訊號似乎異常強烈，我認為這可能是由於表面增強拉曼散射 (SERS) 效應造成的。這給了我塗鈾的想法。另一個想法是從周圍空氣中去除吸附在鈾表面的 O₂ 和 N₂ 分子，這會干擾預期的鈾光譜。

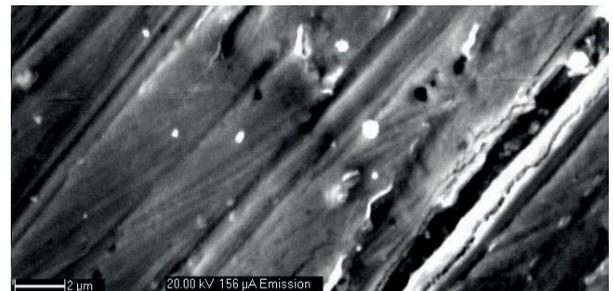
為了實現這個新穎的想法，他們沉積了一層薄薄的金 (Au)

在鈾上覆蓋層並使用類似亞 SERS 的幾何結構成功記錄了純鈾 (U) 金屬的第一個拉曼光譜。

鈾具有斜方結構，每個原晶胞有兩個原子，根據群論，預計具有三種拉曼活性模式 (Ag+B1g+B3g)。科學家觀察到，雷射激發鍍金樣本上的凹坑和划痕產生了純鈾金屬所預期的特徵拉曼光譜。他們在 82 cm⁻¹ (B1g)、108 cm⁻¹ (Ag) 和 126 cm⁻¹ (B3g) 處看到了分辨率良好的拉曼譜帶。然而，光滑金塗層表面的雷射激發並沒有產生任何拉曼光譜。



使用近紅外線 (785 nm) 和可見光 (514 nm) 雷射激發，塗有 5 nm 金膜的鈾的拉曼光譜（扣除背景）。顯示了塗層鈾粗糙表面、光滑表面和未塗層鈾表面的光譜，顯示了氮與氧的旋轉拉曼帶



鈾金屬鍍金表面的 SEM 圖

Application note from the Spectroscopy Products Division

表面增強拉曼散射現象

Ravindran 解釋說：「SERS 現象是在 20 世紀 70 年代發現的，它可以將吸附在粗糙金或銀表面上的弱散射分子的拉曼訊號強度增強一百萬倍。但目前還沒有關於本研究中觀察到的底層金屬的 SERS 研究的報告。在鍍金之前，金屬上自然形成的薄氧化層為金的表面等離子體提供了介電基礎，類似於最近報道的 SHINERS 技術中 55 nm 金顆粒上的 2 nm SiO₂ 或 Al₂O₃ 殼。刮痕線中金的鋒利邊緣就像具有一系列縱橫比的奈米棒。當這些邊緣被 514 nm 或 785 nm 雷射光源激發時，這些金尖銳邊緣的 SERS 效應會大大增強來自鈾的拉曼訊號。因此，這是一種“亞 SERS 效應”，因為我們正在觀察金屬下方的鈾金屬的 SERS。325 nm 雷射激發沒有產生任何鈾拉曼譜帶，這與金奈米棒在該波長附近不吸收的事實一致。

他斷言，「雖然其他基於 SERS 的方法，如尖端增強拉曼散射、SHINERS 和 AGFON (奈米球上的銀膜) 需要複雜的奈米加工，但目前的方法更容易實施，僅涉及在表面氧化的金屬。與任何新的實驗方案一樣，這種亞 SERS 技術也需要由世界各地的其他科學家在幾種不同的材料上進行驗證。

inVia 拉曼顯微鏡

當被問及 RENISHAW 的 inVia 拉曼顯微鏡作為工具如何幫助他們實現這一突破性檢測時，他指出：「對於鈾研究，我們需要以高通量記錄至少 70 cm⁻¹ 的距離，因為即使在 SERS 增強之後，光譜仍不是很激烈。他相信 inVia 的高通量使他能夠記錄光譜，「RENISHAW 的 inVia 拉曼顯微鏡非常適合此類工作。」

他還補充說：「我們一直在廣泛使用該儀器，在金剛石壓砧室中對高壓下的異常熱膨脹材料進行實驗。我經常使用 inVia 快速記錄光譜，看看是否特定化合物透過薄膜塗覆或透過任何其他合成方法形成。節省了大量的時間，而且研究的樣本範圍也很廣。」

他進一步宣稱，「該儀器使用起來非常簡單，我稱之為‘傻瓜拉曼光譜’，即易於記錄光譜。」當然，要解釋光譜，您必須比假人更好！同樣重要的是，儘管我所在部門的多個用戶廣泛使用該儀器，但它仍然非常穩定。我對 RENISHAW 服務團隊非常滿意，發現他們非常熟練且樂於助人。

這項研究證明了拉曼顯微光譜作為多功能技術的能力，可以研究迄今為止主要在核反應器和同步加速器等大型實驗設施中研究的內容。



References

1. "Study of Raman spectrum of uranium using a surface-enhanced Raman scattering technique" J. Raman Spectrosc. 2011, 42, 885–887. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jrs.2926/abstract>
AN172-01-A 02/14

©2014 Renishaw plc. All rights reserved. Renishaw® is a registered trademark of Renishaw plc.

Renishaw is continually improving its products and reserves the right to change specifications without notice.

Utek 友德國際



官方line 官方網站 官方FB



台北：02-2799-3339 台南：06-311-3636
台中：04-2222-3998 高雄：07-555-5595



info@utekinco.com.tw



www.utekinco.com.tw