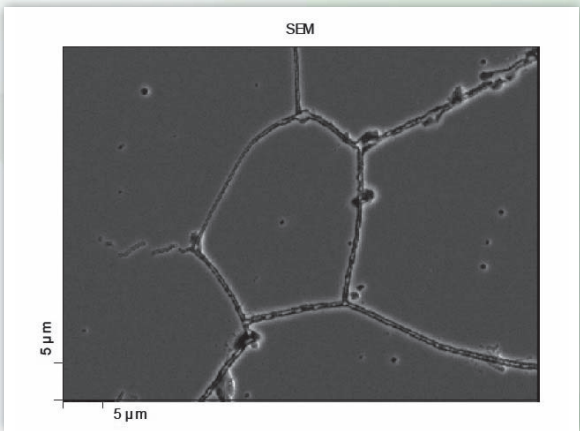
真正的表面分析儀器-掃描俄歇電子納米探針系統

材料最表面的幾個原子層的狀態可告訴我們這材料怎樣受外界影響。所以，當腐蝕、污染、氧化、沈澱或其他問題影響材料的表現和壽命，掌握材料表面上的化學變化是解決問題的關鍵。

PHI 670 掃描俄歇電子納米探針系統[Scanning Auger Microscope(SAM)]是一台專為表面分析而設的儀器。這儀器是利用俄歇電子能譜法 [Auger Electron Spectroscopy (AES)] 去分析樣品表面的成份。AES是一種快速和非破壞性的分析技術。在超高真空情況下，樣品表面會受到一束聚焦的電子束撞擊而擊發出俄歇電子。由於俄歇電子的動能是取決於樣品表面的元素，透過分析俄歇電子的能量我們便可獲得精確的元素分析。又由於只有表面50埃(Å)深度裏的俄歇電子能逃離樣品表面，所以掃描俄歇電子納米探針系統一台真正的表面分析儀器。

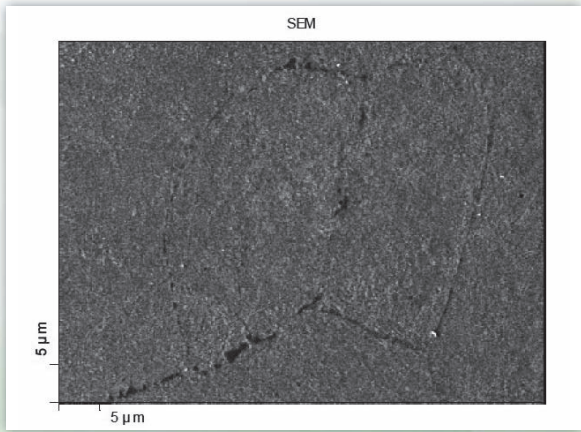
和掃描電子顯微鏡一樣，在SAM裏樣品的表面會被掃描電子束撿測，我們便可獲得高分辨的二次電子影像。與此同時，透過分析被擊發出的俄歇電子我們更可獲得各種元素的空間分佈。如再配備一支離子鎗，樣品的表面可被慢慢除去(這技術名為離子蝕刻)，較為底層的元素成份亦能得以分析。結合AES和離子蝕刻，我們便可得知各元素除凜樣品深度的變化。

在這裏，讓我們透過以下的一個實例去說明其強大功能。圖一是一幅經高溫處理後的不銹鋼的二次電子影像。經過化學蝕刻後，晶粒和其邊界清楚可見。但由於晶粒邊界上的物質已在化學蝕刻中除去，這樣我們只可以觀察晶粒和其邊界的形狀



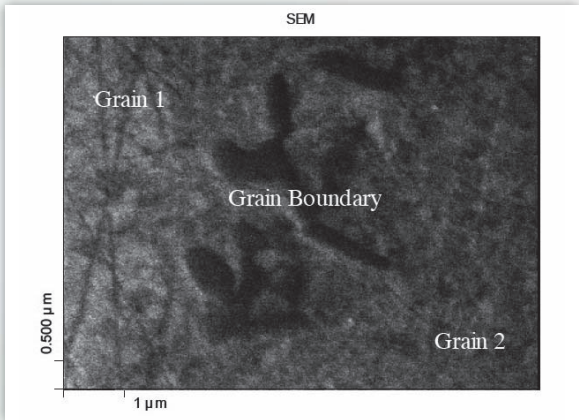
圖一　被化學蝕刻後的不銹鋼表面之二次電子影像

和大小而不能分析其化學成份來觀察各元素的分佈。SAM的其中一個功能是利用離子蝕刻代替化學蝕刻來勾畫出晶粒的輪廓。離子蝕刻的原理是利用一束高能量的離子束撞擊樣品從而把表面上的原子除去。由於不銹鋼晶粒和其邊界上的成份不同，離子蝕刻的速度也不同。圖二是經過離子蝕刻後所獲得之二次電子影像。由於只是最表面的數百個埃的物質被蝕去，晶粒的邊界便可保留。這樣我們便可同時分析晶粒和其邊界的成份。

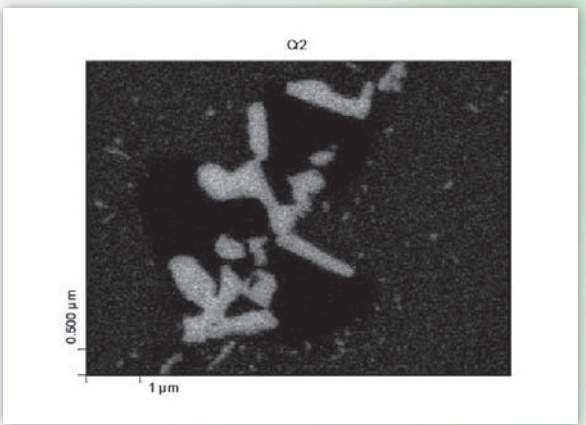


圖二　經過離子蝕刻後的不銹鋼表面之二次電子影像

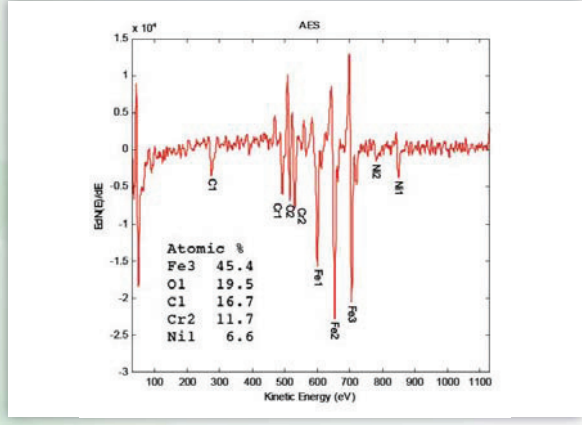
圖三是一幅被放大數千倍的結晶粒邊界的二次電子影像。從這圖象可看到晶粒邊界上的凝結物是少於1微米(μm)。用X射線能量分佈光譜化(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) 是很難去準確分析的，其定點分析範圍是大約1微米的寬度和1至3微米的深度，而一般AES是數百埃的寬度和50埃的深度，所以利用AES去分析這樣微細的部份是最合適的。從晶粒和其邊界上各選一點作出元素成份分析，可看到晶粒的主要成份是鐵、鉻和鎳，而在其邊界上是含有較多鉻和碳(圖四)。利用SAM的高分辨元素空間分佈映象分析，證實鉻和碳的訊號分佈與晶粒邊界上的凝結物部分重疊，而在其四周，鐵的成份也較其他地方為高(圖五)。



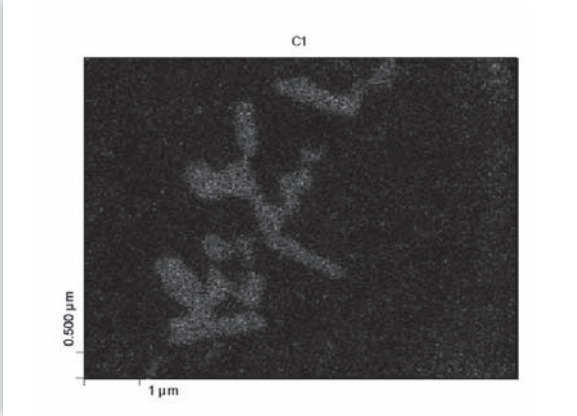
圖三　晶粒邊界的二次電子影像



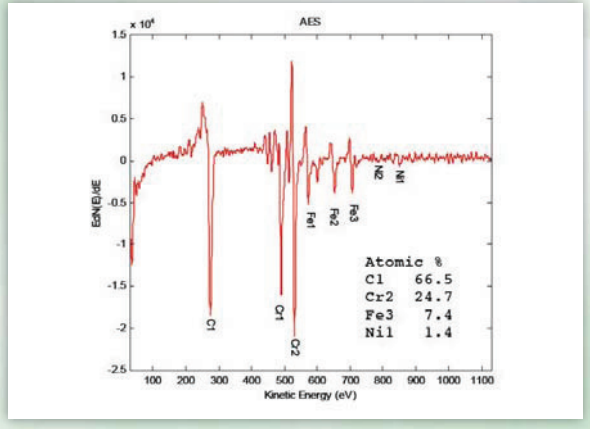
圖五(甲)　鉻的空間分佈圖



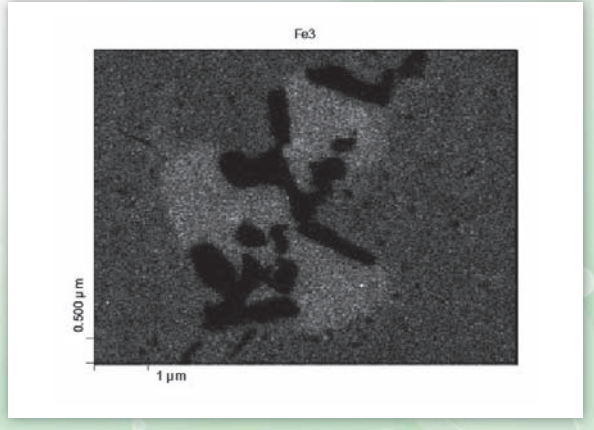
圖四(甲)　晶粒的元素分析



圖五(乙)　碳的空間分佈圖



圖四(乙)　晶粒邊界的元素分析



圖五(丙)　鐵的空間分佈圖