



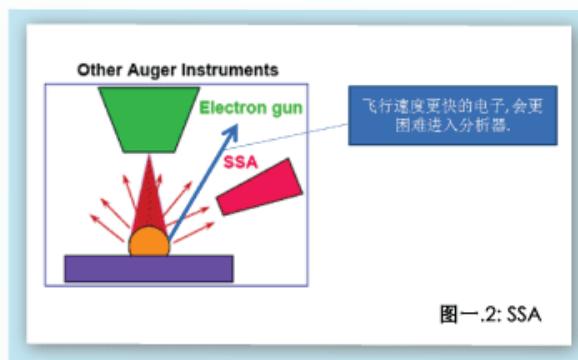
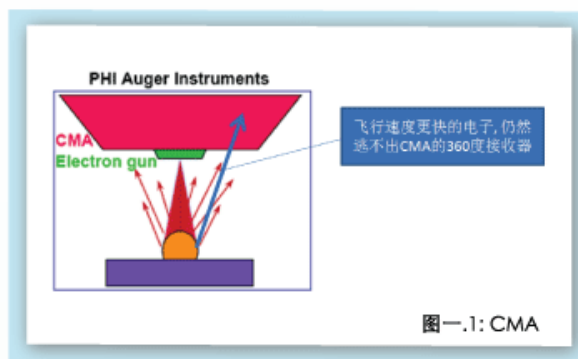
欧杰电子能谱仪 (2)

奈米级的欧杰元素化学态分析

在上一期 (第五期) 电子报中讨论到欧杰电子能谱仪的时候, 我们知道了欧杰能谱可以告知样品在表面0.4到5奈米深度的元素分布和含量。除此之外, 我们也同时比较了CMA 同轴式透镜分析器 (Cylindrical Mirror Analyzer) 与 SSA球面扇状分析器 (Spherical Sector Analyzer) 之间, 在应用到欧杰分析仪器的一些优缺点。而我们可以定论说 CMA 比 SSA 更适合使用作为欧杰能谱仪的分析器之前, 我们必须考虑到更多基础的物理和分析上的概念。在这一期的电子报里, 我们将针对相关的概念, 作出另一层面的讨论。

电子飞行速度对分析器的影响

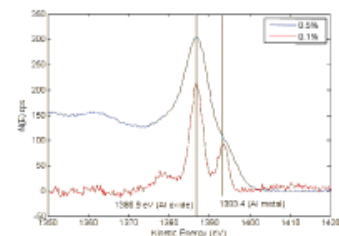
在欧杰分析中, 一般Auger Kinetic Energy能量峰值位置为30eV到2500eV, 而在应用上, 需要使用1000V以上的Auger峰做判别可以说是非常基本的(举例如Al, Au, Si, Pt...等等)。考虑到越高的Kinetic Energy代表越快的速度。以此为基础, CMA 作为一个拥有360度接收角度的分析器, 绝对会比 SSA 来的更加敏锐。而以实际数据计算, 在同样的分析条件下, CMA 在Kinetic Energy 1000eV以上的讯号强度, 将会比 SSA大上10倍或以上。换句话说, SSA因为讯号接受角度的关系, 除了前期提到会造成欧杰影像阴影以外, 还同时会造成在动能峰与电子的速度越来越高的时候, 因角度的关系以至讯号以未知的比例流失, 从而最终造成讯号越来越减弱的问题。在往后利用峰积分面积或微分峰高来做半定量判别的时候, 都会带来更大的误差值。在考虑完这项因素之后, 我们就更能突显CMA 在使用在Auger上的优点。下图图示了电子飞行速度在CMA与SSA之间的比较。



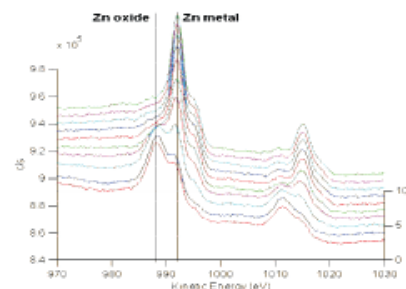
能量解释度 vs 讯号强度与束斑大小

当然的，在考虑再其他方面的时候，SSA既然有研发使用在欧杰分析上，它本身一定不可能完全没有它自身的优势。就前期E-paper有关欧杰分析的讨论当中就提及，因SSA有着比较长的工作距离，所以其在能量分辨率上，比使用在CMA上的时候优胜很多。而在欧杰应用中，好的能量分辨率使得在元素化学态判别上，可以更加加以实现。

而在讨论到能量分辨率这个项目的时候，在最新的PHI Auger 700xi当中，在继续沿用着CMA的同时，Ulvac-Phi公司并成功研发及增加了新的高能量解释度功能。在这新增功能之下，在欧杰分析应用的时候，实验中既可保留了所有CMA好处的同时（包括高讯号与束斑小），同时也可以达到不比SSA差的能量分辨率。以下附上最新以PHI Auger 700xi所做出的一些实验结果。

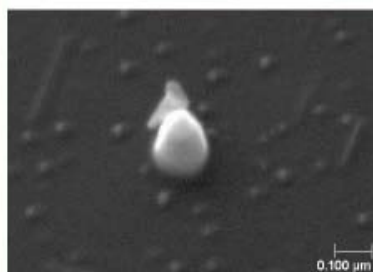


图二:在PHI Auger 700xi, 可清楚的分辨Al与Al的氧化态

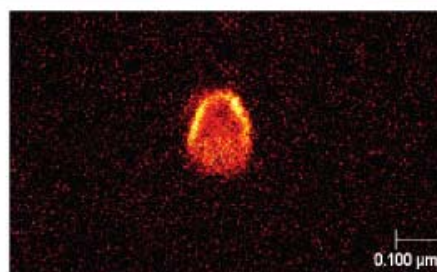


图三: 在执行深度分析时, PHI Auger 700xi可清楚的分辨Zn的金属态与氧化态

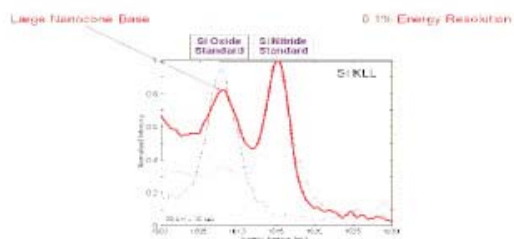
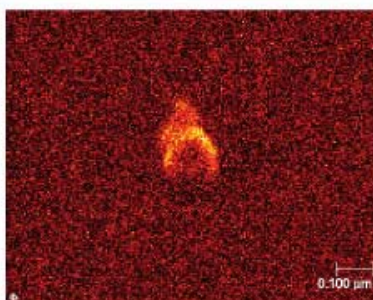
以下又为另一例子，样品为奈米锥，以电子束20kV10nA（束斑大小约为15nm以下），进行二次影像和欧杰成像。



图四.1: 约10万倍二次电子影像的奈米锥。留意奈米锥上一个小小不规则的形貌



图四.2: 氮讯号的欧杰成像图。在二次电子影像中可见的不规则形貌证明并非氮



图四.3: 氧化硅的欧杰成像图。证明了不规则形貌的分布事实上是氧化硅。此不规则形貌的大小约只为50奈米左右。

在综合这次E-paper的讨论之后，上一期中CMA与SSA的比较表，就可以更新如下：

CMA 与SSA 之比较

	CMA	SSA
设计差异	同轴式	非同轴式
电子工作路径	较短	较长
空间解析度	较佳	较差
影像遮蔽效应	无	有
能量解析度	较弱	较佳
	较适合AES 做元素分析	较适合ESCA 做化学型態分析



在PHI Auger 700xi下 -- CMA 与SSA 之比较

	CMA	SSA
设计差异	同轴式	非同轴式
电子源与样品成角度	直角-从而可获得细小的电子束	非直角
电子工作路径	较短	较长
空间解析度	较佳	较差
影像遮蔽效应	无	有
能量解析度	优良	较佳
	AES 元素或一定 化学型態分析均适合	较适合ESCA做 化学型態分析

总结：

- 1.在考虑到更基础的电子飞行速度对分析器接收角度的关系与影响下，使用CMA作为Auger的分析器是为不二之选。
- 2.在 PHI Auger 700xi中，经过 Ulvac-Phi 公司研发部的努力，克服了以往 CMA能量解释度比较差的问题。现在的 PHI Auger 700xi在继续保留使用CMA的同时，高能量分辨率也可以同时得到。日后在欧杰分析上，化学态应用这一方面也可以被更广泛的应用。
- 3.在这一期E-paper的讨论中，带出了比较不常被提及的欧杰元素化学态分析。事实上，这完全不是一个新的技术，一直以来，在使用有着高能量分辨率的SSA-Augur机器上都可以使用此功能。此次讨论中，真正所带出的震撼是可以在保留使用CMA-Augur的前提下，并在SSA-Augur非常困难或甚至不可能达到的空间分辨率的情况，高能量分辨率仍然可以同时获得并一样的达到最终欧杰元素化学态分析的结果。
- 4.利用 PHI Auger 700xi，奈米级的欧杰元素化学态分析，可以更广泛的使用在各表面分析的应用范为上，从而给予研究人员更有用更详细的数据资讯。

后话：

事实上，在Ulvac-Phi推出了 PHI Auger 700xi 后，因考虑在其杰出的设计与优异的仪器效能下，就在美国真空协会举办的第56届国际研讨展览会当中，获得了新发明的奖项。由此可见 PHI 700xi 已经同时得到了包括专家们大家的认同。

如阁下有任何问题分享，建议或指教，欢迎与我们联系。

技术专员：辛国强 (电话：136-0225-3180)

 **CoreTech** [点击此处到高德网站](#)

AVS 56th International Symposium & Exhibition
AWARD WINNING INNOVATION

 **PHYSICAL ELECTRONICS**
A DIVISION OF ULVAC-PHI

The new patent-pending PHI 700Xi™ from Physical Electronics and ULVAC-PHI is the first Scanning Auger Nanoprobe that combines the unique capabilities of the cylindrical mirror analyzer with a high spectral resolution capability. Ideally suited for the characterization of nano-materials, the 700Xi also includes new state-of-the-art secondary electron imaging and is internet ready to allow remote system operation and remote customer service diagnostics.

More information available at www.phi.com
Phone: (952)-828-6200

 **AVS-56 Innovation Awards**
Sponsored by
physics today

mail: Sales@coretechint.com