

嘉庚创新实验室

TAN KAH KEE INNOVATION LABORATORY



2100Plus透射电镜功能应用



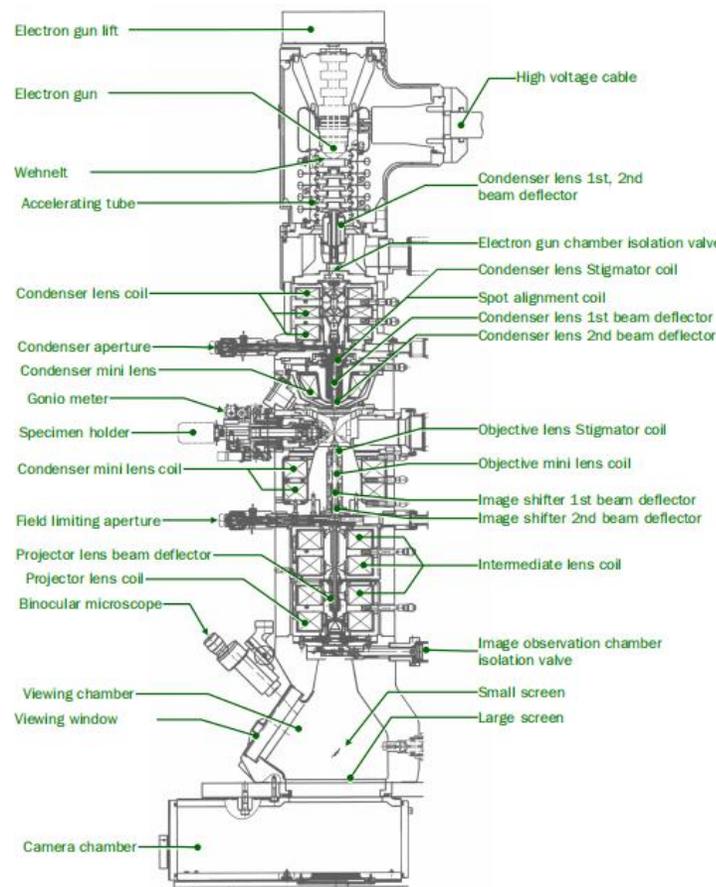


PART 01

仪器构造介绍

一、透射电镜构造

透射电镜成像原理与光学显微镜类似，光学显微镜以可见光作照明束，透射电子显微镜则以电子为照明束。在光学显微镜中将可见光聚焦成像的是玻璃透镜，在电子显微镜中相应的为磁透镜。由于电子波长极短，同时与物质作用遵从布拉格（Bragg）方程，产生衍射现象，使得透射电镜自身在具有高的像分辨本领的同时兼有结构分析的功能。



照明系统

电子枪、聚光镜、聚光镜光阑

成像系统

物镜、物镜光阑、中间镜、选区光阑、投影镜

观察和记录系统

荧光屏、CCD相机

1.1、照明系统

作用：提供亮度高、相干性好、束流稳定的照明电子束。

组成：电子枪和聚光镜

电子枪类型

作用：发射并加速电子，并会聚成交叉点。

目前电子显微镜使用的电子源有两类：

- 1) 热电子源——加热时产生电子，W丝，LaB6
- 2) 场发射源——在强电场作用下产生电子

	Units	Tungsten	LaB ₆	Schottky FEG	Cold FEG
Work function, Φ	eV	4.5	2.4	3.0	4.5
Richardson's constant	A/m ² K ²	6×10^9	4×10^9		
Operating temperature	K	2700	1700	1700	300
Current density (at 100 kV)	A/m ²	5	10^2	10^5	10^6
Crossover size	nm	$> 10^5$	10^4	15	3
Brightness (at 100 kV)	A/m ² sr	10^{10}	5×10^{11}	5×10^{12}	10^{13}
Energy spread (at 100 kV)	eV	3	1.5	0.7	0.3
Emission current stability	%/hr	<1	<1	<1	5
Vacuum	Pa	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}	10^{-9}
Lifetime	hr	100	1000	>5000	>5000

1.1、照明系统

聚光镜

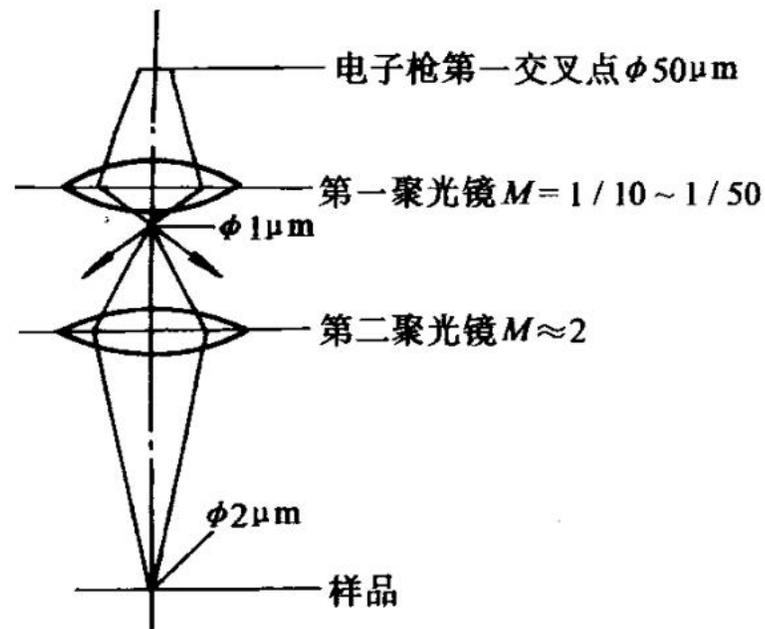
作用：从电子枪发射出的电子束，束斑尺寸大，相干性差，平行度差，为此，需进一步会聚成近似平行的照明来，这个任务由聚光镜实现。

聚光镜光阑

为了调整束斑大小还在聚光镜下装一个聚光镜光阑。通常经过多级聚光后可获得微米直径的电子束斑。

聚光镜消像散线圈

为了减小像散，在C2下还要装一个消像散器，以校正磁场成轴对称性的



1.2、成像系统

物镜：强励磁短焦透镜 ($f=1-3\text{mm}$) ,放大倍数100—300倍。

作用：形成第一幅放大像

物镜光阑：装在物镜背焦面，直径20—120 μm ，无磁金属制成。

作用：a.提高像衬度， b.减小孔径角，从而减小像差。 c.进行暗场成像

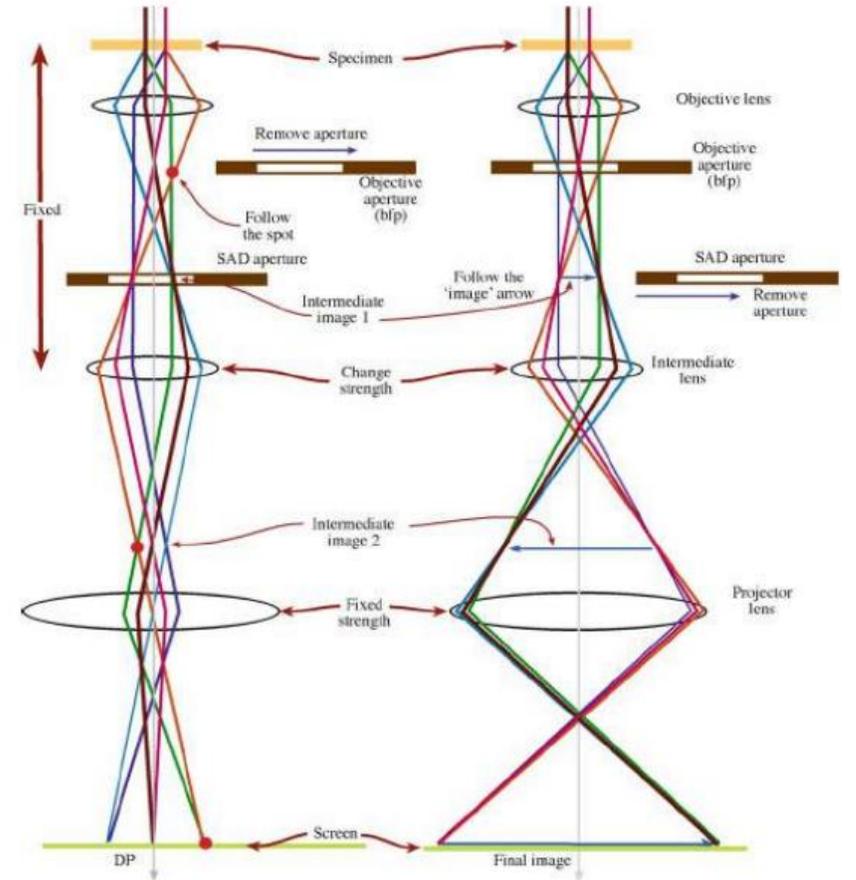
选区光阑：装在物镜像平面上，直径20-400 μm ，

作用：对样品进行微区衍射分析

中间镜：弱压短透镜，长焦，放大倍数可调节0—20倍

作用：a.控制电镜总放大倍数。 B.成像/衍射模式选择。

投影镜：短焦、强磁透镜，进一步放大中间镜的像。投影镜内孔径较小，使电子束进入投影镜孔径角很小



1.3、观察系统

观察和记录系统包括荧光屏和照相机。

荧光屏涂有在暗室操作条件下，人眼较敏感、发绿光的荧光物质，有利于高放大倍数、低亮度图像的聚集和观察。



老式电镜的照相机是一个装在荧光屏下面，可以自动换片的照相暗盒。胶片是一种对电子束曝光敏感、颗粒度很小的溴化物乳胶底片，为红色盲片，曝光时间很短，一般只需几秒钟。

新型电镜均采用电磁快门，与荧光屏联动。有的装有自动曝光装置。现代电镜已开始装有电子数码照相装置，即CCD相机。



PART 02

仪器应用

一、TEM模式下形貌、高分辨像

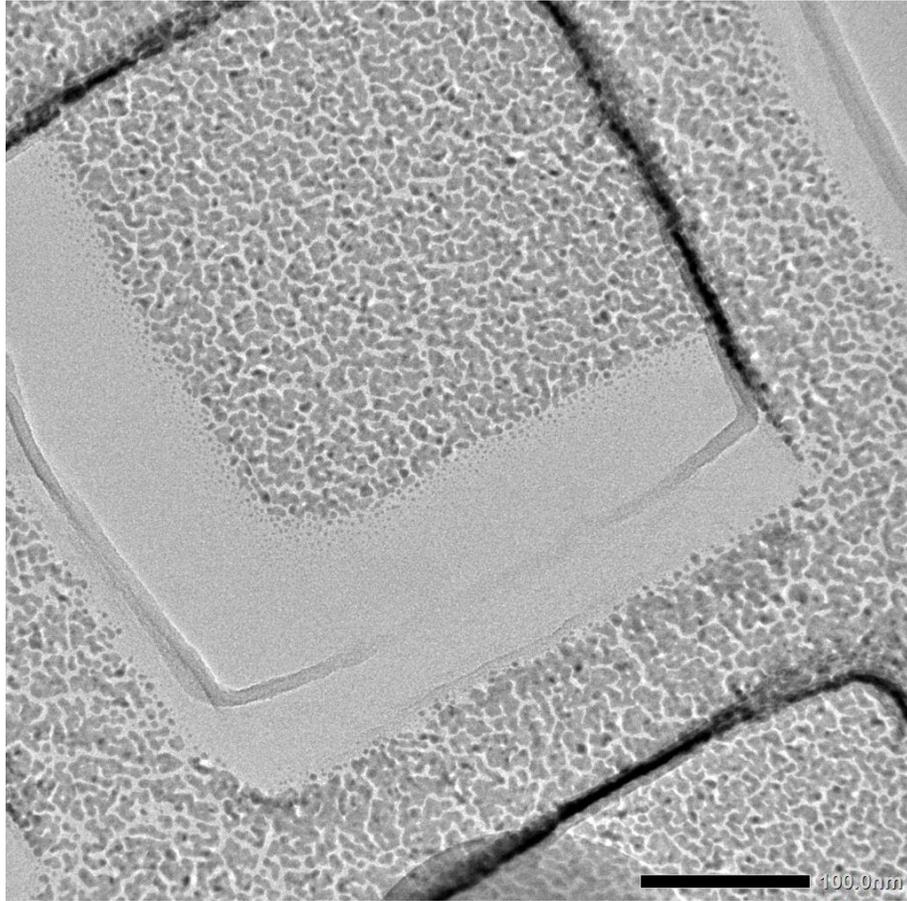


图1.多晶金标样低倍形貌像

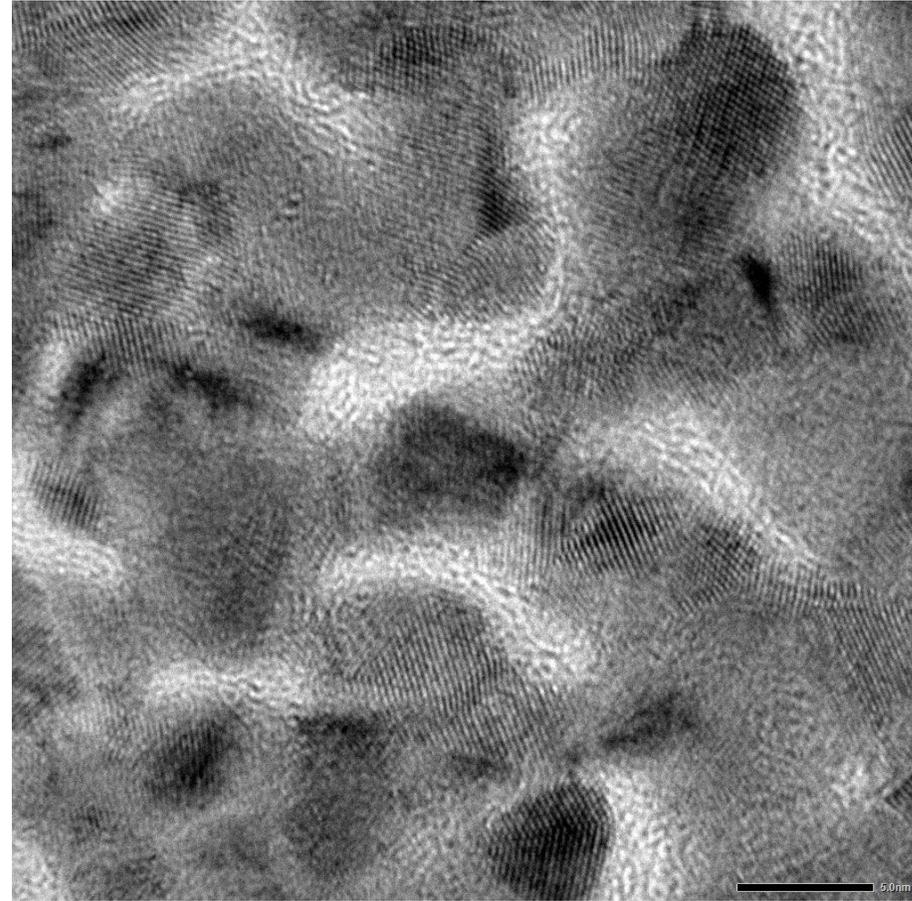


图2.多晶金标样高分辨晶格像

二、选区电子衍射

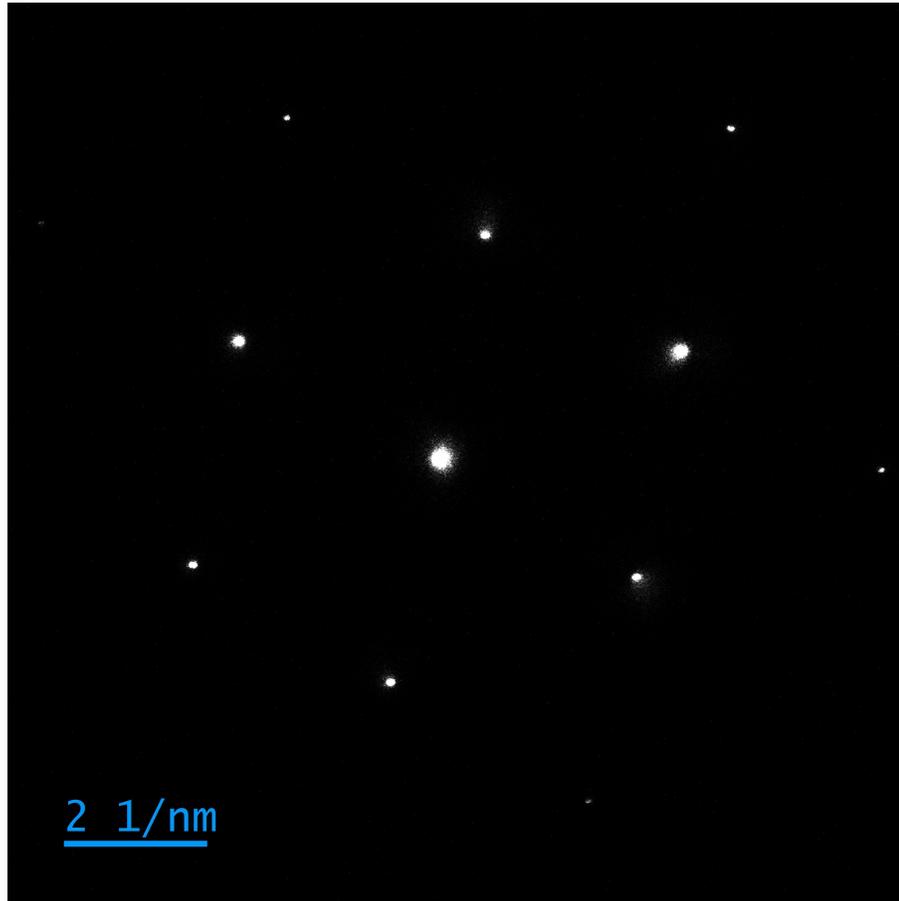


图3.单晶硅选区电子衍射图

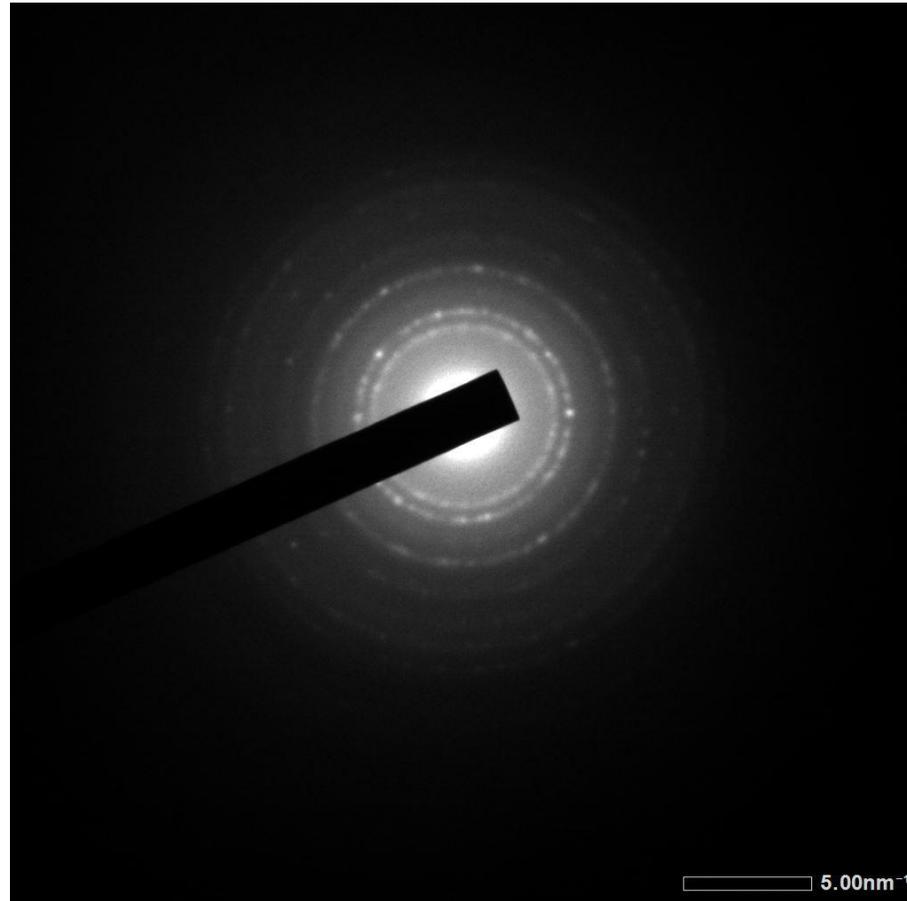
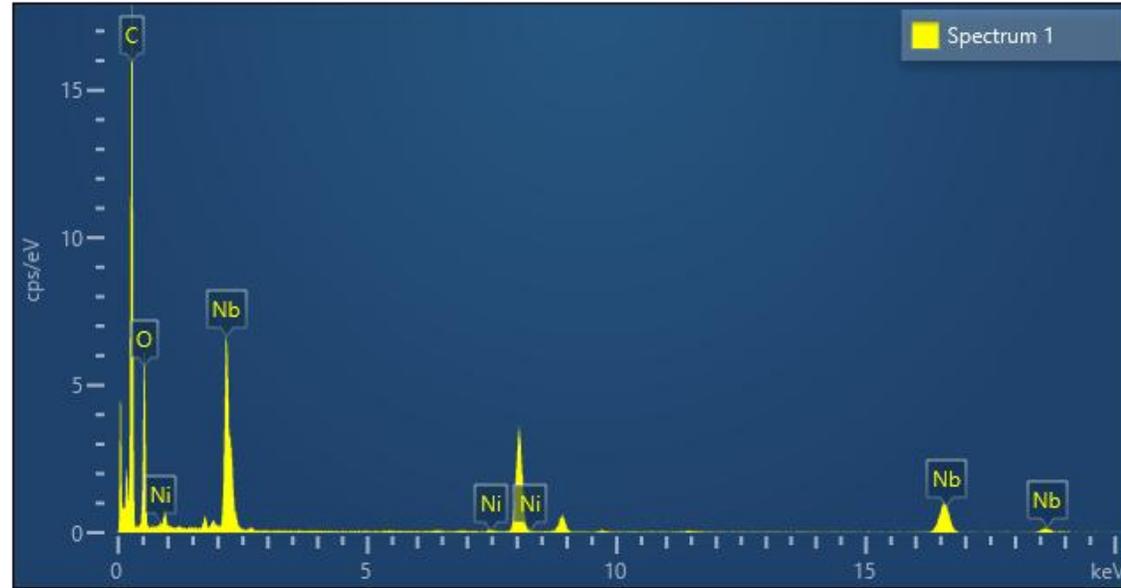


图4.多晶金选区电子衍射图

三、TEM模式-能谱点分析



Spectrum 1						
Element	Line Type	k Factor	k Factor type	Absorption Correction	Wt%	Wt% Sigma
C	K series	2.815	Theoretical	1.00	59.93	0.53
O	K series	2.052	Theoretical	1.00	16.13	0.34
Ni	K series	1.114	Theoretical	1.00	0.18	0.06
Nb	K series	3.460	Theoretical	1.00	23.77	0.50
Total:					100.00	

图5.能谱点分析结果