ICS 71.040.40
CCS G 04

中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 40300—2021

微束分析 分析电子显微学 术语

Microbeam analysis—Analytical electron microscopy—Vocabulary

(ISO 15932:2013,MOD)

2021-08-20发布 2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目　　次

前言 I
引言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　缩略语 1
4　分析电子显微学物理基础术语 2
5　分析电子显微镜仪器术语 **5**
6　分析电子显微术试样制备常用术语 **10**
7　分析电子显微术成像和像处理术语 **11**
8　分析电子显微术像诠释和分析术语 **13**
9　分析电子显微术像放大倍率和分辨率测量与校准的术语 16
10　分析电子显微术电子衍射的术语 **18**
参考文献 **20**
索引 21

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件修改采用ISO 15932:2013《微束分析分析电子显微学术语》。

本文件与ISO 15932:2013 相比，增加了第2章规范性引用文件。

本文件做了以下编辑性修改：

——章编号0改为1, 章编号1、2、3……8分别修改为3、4、5、6……10;

——9.9与5.2.1重复，本文件删去了9.9, 将9.10改为9.9;

——在参考文献中用与国际文件有一致性对应关系的我国文件代替国际文件，调整了文献顺序;

——增加了索引。

本文件对 ISO 15932:2013有误之处进行了更正，主要更正如下：

——更正了缩略语“EDS”和“EDX”的定义；

——缩略语 EPMA的定义增加了“显微分析仪”；

——缩略语 SEM的定义增加了“扫描电子显微镜”；

——4.2.1删掉了定义中“动量守恒”的含义；

——4.2.2删掉了定义中的“系统”及“和/或动量”；

——5.1.3.5定义中的“静电场”更正为“电位差”；

——5.2.2.3定义中的“理想柱面透镜”更改为“理想透镜”；

———5.4.2删去了定义中的“绕光轴的旋转对称性”；

——5.7定义中的“试样与形成衍射花样的平面”更正为“试样与衍射花样被观察平面(经中间镜和投影镜放大)之间”；

——6.4的定义更改为“同时向试样双面或单面喷射……”；

——6.10定义中的“在TEM 观察中”更改为“在电子显微镜观察中“;

—7.6定义中的“用环形暗场探测器接收一支衍射束”更正为“用环形暗场探测器接收一支或多支衍射束”；

——8.3定义中增加了“质量厚度”, 加了注；

——8.6.5将“[来源：ISO 22493,有修改]”修改为“[来源：ISO 23833,有修改]”；

——8.6.8定义中的EDS 更正为EDX;

——8.6.9定义中的 EDS 更正为 EDX;

——8.12.1增加了注；

——9.2.2定义中的“相机常数”更正为“放大倍数”；

—9.7定义中的“探针尺寸”更正为“点光源像”；

—10.3.3.1定义中的“垂直堆垛的两个晶体中发生两次布拉格衍射”更正为“晶体中的一次衍射束再次发生布拉格衍射”；

——10.3.6更正了会聚束的概念。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国微束分析标准化技术委员会(SAC/TC 38)提出并归口。

本文件起草单位：北京科技大学、南昌大学、中国科学院金属研究所。

本文件主要起草人：柳得橹、汤斌兵、贺连龙。

引　言

分析电子显微学(AEM) 是应用透射电子显微术(TEM) 和扫描透射电子显微术(STEM) 对固态物质微小体积的晶体结构、元素组成和电子态进行定性、定量测定的技术及其相关理论。AEM 分析以电子激发X 射线能谱和电子能量损失谱(EELS) 的物理机制为基础、并通过微衍射提供微区的结构信息，同时具有高分辨成像能力。

作为微束分析(MBA) 的一个主要分领域，AEM 广泛应用于各行各业(高技术工业、基础工业、冶金、地质、生物和医学、环境保护、贸易等),而且具有广泛的业务环境进行标准化。

一个技术领域的术语标准化是制定该领域其他方面标准的先决条件。

本文件对于需要用AEM 词汇的国际科学和工程群体具有重要意义，这些词汇包含MBA 与 TEM 和STEM 相结合的实践中所应用术语的统一定义。

本文件是ISO/TC 202(微束分析)研制的一系列标准之一，这些标准包含扫描电子显微术术语(ISO 22493)、电子探针显微分析术语(ISO 23833)和能谱法定量分析(ISO 22309)等。其中有的已经发布，有的仍在研制中，以便完全覆盖MBA 领域。

微束分析　分析电子显微学　术语

1　范围

本文件界定了在AEM 实践中所用的术语。包含一般概念和特定概念的术语，按照系统顺序中各自的层次分类。

本文件适用于所有和 AEM 实践相关的标准化文件。此外，本文件的某些部分适用于相关领域(如TEM,STEM,SEM,EPMA,EDX)　　通用术语的定义。

注：见ISO在线浏览平台(OBP):https://www.iso.org/obp/ui/

2　规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3　缩略语

AEM　分析电子显微镜/分析电子显微术(analytical electron microscope/analytical electron microscopy)

CBED　会聚束电子衍射(convergent beam electron diffraction)

CCD　电荷耦合器件(charge-coupled device)

CRT　阴极射线管(cathode ray tube)

EDS　X射线能谱仪(energy-dispersive X-ray spectrometer)

EDX　X 射线能谱法(energy-dispersive X-ray spectroscopy)

EELS　电子能量损失谱仪/电子能量损失谱术(electron energy loss spectrometer/electron energy loss spectroscopy)

EPMA　电子探针显微分析/电子探针显微分析仪(electron probe microanalysis/electron probe microanalyser)

FFT　快速傅里叶变换(fast Fourier transform)

FIB　聚焦离子束(focused ion beam)

FWHM　(谱峰)半高宽(full width at half maximum)

HAADF　高角环形暗场(像)(high-angle annular dark field)

HREM　高分辨透射电子显微镜/高分辨透射电子显微术(high-resolution transmission electron microscope/high-resolution transmission electron microscopy)

LAADF　低角环形暗场(像)(low-angle annular dark field)

MBA　微束分析(microbeam analysis)

SE　二次电子(secondary electron)

SEM　扫描电子显微镜/扫描电子显微术(scanning electron microscope /scanning electron microscopy)

STEM　扫描透射电子显微镜/扫描透射电子显微术(scanning transmission electron microscope/scanning transmission electron microscopy)

TEM　透射电子显微镜/透射电子显微术(transmission electron microscope/microscopy)

4 分析电子显微学物理基础术语

4.1

电子光学 electron optics

关于电子通过静电场和/或电磁场运动轨迹的科学。

［来源：ISO 22493,有修改］

4.1.1

电子源 electron source

电子光学系统中形成电子束所需的电子发射装置。

4.1.1.1

能量扩展 energy spread

入射束电子的能量散布。

［来源：ISO 22493,有修改］

4.1.1.2

有效源尺寸 effective source size

通常在电子束交叉截面(会聚点)处测量的电子光源有效尺度。

［来源：ISO 22493, 有修改］

4.1.2

电子发射 electron emission

在一定的激发条件下，电子从材料表面射出。

［来源：ISO 22493:2008,3.1.2]

4.1.2.1

热电子发射 thermionic emission

依靠高温和外加电场使阴极中的电子克服功函数势垒而逸出到真空的电子发射。

［来源：ISO 22493, 有修改］

4.1.2.2

场发射 field emission

材料表面及近表面的强电场导致的电子发射。

［来源：ISO 22493,有修改］

4.1.2.2.1

冷场发射 cold field emission

在室温下，完全靠施加电场从阴极获取电子的场发射。

［来源：ISO 22493, 有修改］

4.1.2.2.2

热场发射 thermal field emission

由高压电场和高温导致的阴极尖端电子发射。

［来源：ISO 22493,有修改］

4.1.3

电子透镜 electron lens

电子光学系统中利用静电场和/或电磁场使电子改变路径的基本组件。

4.1.3.1

静电透镜 electrostatic lens

应用特定电极结构形成静电场的电子透镜。

4.1.3.2

电磁透镜 electromagnetic lens

利用电磁线圈(或永久磁铁)和极靴的特定组合形成电磁场的电子透镜。

[来源：ISO 22493:2008,3.1.3.2]

4.1.4

聚焦 focusing

应用电子透镜使电子束会聚到最小直径。

[来源：ISO 22493,有修改]

4.1.5

缩小倍数 demagnification

缩小[倍]率

电子束通过透镜会聚前、后其直径缩小的比率。

[来源：ISO 22493:2008,3.1.5]

4.2

电子散射 electron scattering

电子与物质中原子或电子相互作用导致其轨迹和/或动能发生改变的现象。

[来源：ISO 22493 和 ISO 23833,有修改]

4.2.1

弹性散射 elastic scattering

碰撞前后入射电子的能量守恒的电子散射。

[来源：ISO 22493:2008,3.2.1]

4.2.1.1

零损失峰 zero loss

未散射电子、弹性散射电子连同声子激发后仅有极小能量损失的电子在电子能量损失谱中对应的强度峰。

4.2.2

非弹性散射 inelastic scattering

在碰撞前后电子能量不守恒的电子散射。

注：对于非弹性散射，电子的运动轨迹由于等离激元散射损失、内壳层电子激发损失以及其他多重散射事件而改变。

[来源：ISO 22493,有修改]

4.2.2.1

热漫散射 thermal diffuse scattering

晶格热振动引起电子–声子散射而导致的电子散射。

4.2.2.2

等离激元损失 plasmon loss

电子能量损失谱(EELS) 中的一种能量损失，是由试样中的自由电子集体振荡而导致入射电子损失动能的结果。

4.2.2.3

内壳层电离 inner-shell ionization

内壳层轨道的一个束缚态电子(非价键)被激发至费米能级以上连续能态的一个未束缚态。

4.2.2.4

芯损失 core loss

内壳层损失

入射束电子由于激发试样原子内壳层电子导致的能量损失。

4.2.3

散射截面 scattering cross-section

垂直于入射辐照方向的一个假想的几何截面，通过该截面的所有入射辐射(电子)都会被截面中心的原子所散射。

注：散射截面一般用面积(m^2) 表示。

[来源：ISO 22493:2008,3.2.3]

4.3

布洛赫波 Bloch wave

一个电子在周期性晶体势场中的波函数，表达为一个平面波包络函数与周期性函数的积，该周期函数和晶体势场具有相同的周期。

4.3.1

异常吸收 anomalous absorption

当运动于晶体材料中的布洛赫波具有对称性且其波腹形成于原子核心位置时的吸收。

4.3.2

异常穿透 anomalous transmission

当运动于晶体材料中的布洛赫波具有反对称性且其波节形成于原子核心位置时的传输。

4.4

相干性 coherence

当两束波具有相同的频率和位相时电子束所呈现的波动特性。

注：两束相干波之间的相位移将导致干涉并产生衍射花样。

4.5

透射电子显微术 TEM

透射电子显微镜

利用电子束穿透薄试样形成图像的显微技术或显微镜。

4.5.1

高分辨电子显微术 HREM

应用具有小球差系数的电磁透镜使直射电子波和衍射波干涉获得点阵像和晶体结构像的方法。

4.5.2

扫描透射电子显微术 STEM

扫描透射电子显微镜

用会聚电子束在薄试样上扫描的透射电子显微术或显微镜。

4.5.3

高角环形暗场扫描透射电子显微术 HAADF-STEM

扫描透射电子显微镜利用环形暗场探测器收集高角度的非相干散射电子形成图像的技术。

4.5.4

低角(小角)环形暗场扫描透射电子显微术 LAADF-STEM

扫描透射电子显微镜利用环形暗场探测器收集低角度的弹性和非弹性散射电子形成图像的技术。

4.5.5

STEM 环形明场像 ABF-STEM

通过环形探测器获得扫描透射电子显微像的明场像。

4.6

电子全息术 electron holography

利用电子双棱镜使相干电子束分裂成至少两束而对电子波应用全息成像的技术。

4.6.1

电子棱镜 electron prism

将相干电子束分裂成几束以获得干涉图或全息图的装置。

4.7

洛伦兹电子显微术 Lorentz electron microscopy

应用透射电子显微镜观察磁畴结构的技术。

4.8

相位衬度电子显微术 phase-contrast electron microscopy

将电子束和试样互作用在直射束中产生的微小相移转换成振幅或者图像衬度变化的TEM 技术。

4.9

电子断层成像术 electron tomography

电子断层三维重构术

通过计算机辅助的像处理，将连续倾转试样获得的系列投影像进行三维结构重构的技术。

5 分析电子显微镜仪器术语

5.1

电子枪 electron gun

产生具有特定动能电子束的部件。

[来源：ISO 22493:2008,4.1]

5.1.1

肖特基发射 Schottky emission

通过外加电场降低表面势垒来增强电子发射的热电子发射。

[来源：ISO 22493,有修改]

5.1.2

场发射枪 field emission gun

使用场发射源，如冷场电子发射或肖特基发射的电子枪。

5.1.2.1

冷场发射枪 cold field emission gun

利用冷场发射的电子枪。

5.1.2.2

抽取电极 extracting electrode

施加静电势以从电子源获取电子的电极。

［来源：ISO 22493:2008,4.1.1.1.1］

5.1.2.3

热场发射枪 thermal field emission gun

利用热场发射的电子枪。

5.1.3

热电子发射枪 thermionic emission gun

利用热电子发射的电子枪。

5.1.3.1

发夹式钨丝枪 tungsten hairpin gun

使用发夹式钨灯丝作为阴极的热电子发射枪。

5.1.3.2

六硼化镧枪 LaB_6 gun

使用加热的六硼化镧单晶作为阴极的热电子发射枪。

［来源：ISO 22493:2008,4.1.2.2］

5.1.3.3

阳极 Anode

电子枪中相对于阴极施加了正高压的电极，以加速从阴极发射的电子。

5.1.3.4

阴极 cathode

电子枪中用作电子发射体的电极，相对于阳极其处于负电势。

5.1.3.5

加速电压 accelerating voltage

为加速电子枪中从灯丝发射的电子而施加到灯丝和阳极之间的电位差。

5.1.3.6

栅极帽 Wehnelt cylinder

电子枪中位于阴极和阳极之间的帽状电极，其作用是使电子枪内的电子会聚并控制电子发射量。

5.1.4

亮度 brightness

β

电子束在聚焦点位置上单位立体角的束流密度。

注：亮度可由以下公式给出：

$$\beta=4i/(\pi^2d^2a^2)$$

式中：

i——束流，单位为安培(A)；

d——最小束斑直径，单位为米(m)；

a——电子束半张角，单位为弧度(rad)。

5.1.5

约化亮度 reduced brightness

β

亮度除以电子束的加速电压。

注：约化亮度可由以下公式给出：

$$\beta=\beta/V$$

式中：

V——电子束的加速电压；

β——电子束的亮度。

5.1.6

发射电流 emission current

从阴极发射的电子总电流。

5.1.7

(灯丝)饱和 saturation

特定的阴极加热条件下，电子束流接近其最大值，改变阴极加热电流只引起电子束流很小的变化。

5.2

电子透镜系统 electron lens system

各种电子透镜的组合以实现特定电子光学功能。

5.2.1

励磁电流 excitation current

电磁透镜产生磁场所必需的励磁线圈中的电流。

5.2.2

像差 aberration

电子光学元件理想特性的偏离，例如球差、色差等透镜缺陷会降低透镜的光学性能。

[来源：ISO 22493:2008,4.2.1]

5.2.2.1

色差 chromatic aberration

由试样上同一点发出但能量略微不同的电子被聚焦在不同位置像平面的透镜缺陷。

5.2.2.2

球差 spherical aberration

C_5

电子束通过透镜时由于远离光轴的电子比近光轴电子折射更强而形成的透镜缺陷。

[来源：ISO 22493,有修改]

5.2.2.3

像散 astigmatism

从一个物点发出的电子被聚焦成两条互成正交的分离焦线而不是像理想透镜那样形成一个焦点的现象。

注：像散是由透镜磁场的不对称所导致，而这种磁场的不对称又是由极靴的加工误差、不均匀性以及透镜线圈的不对称和不完美的光阑引起的。

[来源：ISO 22493:2008,4.2.3]

5.2.3

光阑 aperture

用于限定电子在透镜中传播、具有轴向开孔的薄片。

5.2.3.1

光阑孔径角 aperture angle

电子束聚焦点对光阑孔直径所张的半角。

5.2.3.2

光阑衍射 aperture diffraction

小孔衍射

电子通过直径非常小的光阑时，由于其波动性造成的成像缺陷，导致高斯像平面产生一个衍射花样

而不是理想像点的现象。

5.2.3.3

聚光镜光阑 condenser aperture

聚光镜系统中固定式或可移动光阑，用以选择电子束的某一部分，从而控制试样的照明面积和入射电子束剂量，还可限定电子束的会聚角。

5.2.3.4

物镜光阑 objective aperture

置于物镜后焦面上的光阑，用于选择一定角度范围的电子成像。

5.2.3.5

选区光阑 selected-area(selector)aperture

用来选择试样的特定区域使仅由该区发出的散射电子形成衍射花样的可移动光阑。

5.2.4

消像散器 stigmator

用附加弱磁场来校正像散的装置。

5.2.5

聚光镜 condenser lens

紧接着电子枪后面的电子透镜，用于改变电子束聚焦，从而控制电镜的束流和电子束会聚角。

5.2.5.1

锥角 cone angle

入射电子束的会聚角。

5.2.6

偏转线圈 deflection coil

用于产生电子束偏转的磁场的线圈。

5.2.7

球差矫正器 Cs corrector

可以改变物镜球差系数(Cs) 的装置。

5.2.8

物镜 objective lens

分析电子显微镜(AEM) 成像透镜系统中的第一级透镜，用于聚焦电子图像或会聚电子束。

5.2.8.1

后焦[平]面 **back focal plane**

垂直于分析电子显微镜(AEM) 光轴的平面，所有以相同角度离开试样的电子都会聚于该面上的同一点。

5.2.9

中间镜 intermediate lens

位于物镜和投影镜之间的透镜，用于放大物像或衍射花样，并在投影镜的物平面上形成新像。

5.2.9.1

物平面 objective plane

经过透镜聚焦成像的物体所在的平面。

5.2.10

投影镜 projector lens

成像系统中最后一级透镜，用于放大中间镜的像并将最终像形成在图像记录装置上。

5.3

扫描系统 scanning system

电子光学系统中的一种装置，其功能是实现电子束在试样表面进行时间可控的一维或者二维运动，并同步收集信号以产生线扫描或者二维图像。

5.4

试样室 specimen chamber

电镜中安放试样测角台的隔舱。

5.4.1

测角台 goniometer stage

使试样横向和垂直移动并可使试样杆轴向倾转以倾转试样的装置。

5.4.2

顶插式试样台 top-entry stage

从 TEM 物镜极靴上方插入的试样台。

5.4.3

侧插式试样台 side-entry stage

从 TEM 镜筒侧面插入的试样台，由于在试样上方具有较大空间，适用于材料科学和断层成像。

5.4.4

电子束诱导污染 electron beam-induced contamination

试样表面吸附的碳氢化合物分子受到辐照在试样表面形成富碳聚合膜的现象。

5.4.5

防污染装置 anti-contamination device

用液氮冷阱凝结试样附近的碳氢化合物气体以抑制其吸附于试样上的装置。

5.4.6

压差抽气法 differential pumping

用隔膜连接不同真空室以阻止大量气体流通达到保持特定真空水平而设计的抽真空方法。

5.4.7

试样漂移 specimen drift

试样图像由于任何原因(热、机械、电的、荷电)引起的非期待移动。

5.4.8

环境透射电子显微镜 environmental TEM

能够在不同条件如低真空或高温下原位观察试样的透射电子显微镜。

5.5

荧光屏 fluorescent screen

利用荧光材料被电子轰击发出可见光而显现透射电镜(TEM) 图像和衍射斑点的观察装置。

5.6

图像摇摆调焦器 image wobbler

给物镜电流引入小的交流电流以辅助电子光学元件合轴的操纵装置。

5.7

相机长度 camera length

L

试样与衍射花样被观察平面(经中间镜和投影镜放大)之间的有效距离。

5.7.1

相机常数 camera constant

λL

入射电子束的波长λ与相机长度的乘积。

注：由于布拉格角很小，一级近似下，布拉格衍射条件可写成以下公式：

$$d \approx \lambda L / R$$

式中：

d——点阵平面间距；

R——衍射斑点与透射斑之间的距离。

6 分析电子显微术试样制备常用术语

6.1

离子研磨 ion milling

离子减薄

利用惰性气体溅射减薄试样的技术。

6.2

化学抛光 chemical polishing

利用化学溶解使试样表面平坦化的技术。

6.3

机械抛光 mechanical polishing

利用磨料去除试样表面材料的平坦化技术。

6.4

喷射电解抛光 jet polishing

同时向试样双面或单面喷射化学浸蚀剂从而实现导电材料平坦化的电解减薄技术。

6.5

支持膜 supporting film

为支撑要进行电镜观察的试样而制备在载网上的薄膜。

6.5.1

微栅 micro grid

具有大量微米尺度孔洞的支持膜。

6.6

聚焦离子束减薄 FIB milling

FIB 减薄

应用能量为1 keV～40 keV的聚焦的场发射镓离子定点溅射试样特定区域的减薄技术。

6.7

辐照损伤 radiation damage

由电离和电子-原子撞击引起的电子束诱发的试样结构损伤。

6.8

超薄切片机 microtome

可把样品切成对电子束透明的薄片供TEM 观察的机械设备。

6.9

凹坑机 dimple grinder

用于在预先抛光至两面平行且厚度在100 μm 左右的薄样品上形成一个小凹坑的机械抛光设备。

6.10

导电覆层 conductive coating

为了在电子显微镜观察中减轻荷电问题而在非导电试样表面涂覆的碳或金属导电薄层。

6.11

复型 replica

在样品表面生成塑性膜或碳膜并将其剥离下来，从而获得样品表面浮凸的复制品。

6.12

萃取复型 extraction replica

在含有析出物或夹杂物的样品表面生成塑性膜或碳膜并将其剥离下来，这种复型薄膜中固定有试样所含析出物或夹杂物。

7 分析电子显微术成像和像处理术语

7.1

莫尔效应 Moiré effects

由于样品特征的周期性与形成扫描图像的像点格栅的周期性叠加，或由于晶体结构取向不同或晶格间距不同的干涉图样叠加，而形成莫尔条纹的现象。

7.2

衬度 contrast

C

图像中任选两个关注点(P_1 ,P_2) 的信号强度差，并由在该特定操作条件下可能获得的最大信号强

度归一化。

注：衬度由下式给出：

$$C=|S_2 -S_1 I/Smax,(0<C<1)$$

式中：

S_2 、S_1 ——两个任选点P_2 和P_1 的信号强度；

Smax— 在该特定工作条件下所能获得的最大可能的信号强度。

7.3

模拟图像处理 analogue image processing

将搭载图像信息的信号当作连续可变量进行处理的方法。

[来源：ISO 22493:2008,5.5]

7.4

数字图像处理 digital image processing

将搭载图像信息的信号作为离散变量，即数字化，对其进行处理的方法。

[来源：ISO 22493:2008,5.6]

7.4.1

傅里叶变换 Fourier transform

将一个信号分解为其组分频率的数学运算。

7.4.1.1

快速傅里叶变换 fast Fourier transform;FFT

计算离散傅里叶变换的高效算法。

7.4.1.2

快速傅里叶逆变换 inverse fast Fourier transform;IFFT

计算离散傅里叶变换的逆变换的高效算法。

7.5

明场像 bright-field image

通过观察物镜后焦平面的衍射花样并利用物镜光阑遮挡所有衍射束仅用直射电子束(未散射电子)形成的像。

7.6

暗场像 dark-field image

用物镜光阑选择一支衍射束形成的像(TEM 模式)或用环形暗场探测器接收一支或多支衍射束形成的像(STEM 模式)。

7.7

弱束方法 weak-beam method

使用一支弱激发衍射束成像的方法，由于位错附近高应变区对衍射束强度贡献显著可得到高衬度的位错像。

7.8

晶格像 lattice image

点阵像

通过从极薄试样发出的直射束和(一支或多支)衍射束相互干涉所形成的像，该图像与试样的周期性晶格结构相对应。

7.9

离焦成像 defocus imaging

在离焦条件下的成像方法，用于观察菲涅尔条纹、点阵/晶格像及结构像。

7.9.1

欠焦成像 underfocus imaging

物镜电流略小于正焦时的电流以增强明场/暗场像衬度的成像方法。

7.9.2

过焦成像 overfocus imaging

物镜电流略高于正焦时的电流以增强明场/暗场像衬度的成像方法。

7.9.3

舍尔策离焦 Scherzer focus

△fscherzer

通过将衍射束的相位移动π/2使衬度传递函数第一个零点处的空间频率最大化，从而形成相位物体高分辨像的离焦条件。

注：△fsherer由下式给出：

$$\triangle f_{sherner} = -1.2(C_s\lambda)^2$$

式中：

Cs——物镜球差系数；

λ——入射电子波长。

7.9.4

菲涅尔条纹 Fresnel fringe

出现在试样边缘附近由菲涅尔衍射导致的干涉条纹。

7.9.5

结构像 structure image

在舍尔策离焦条件下通过透射束与衍射束相互干涉而获得的高分辨图像。

7.9.6

系列离焦成像法 through-focus method

利用在一系列稍微不同的离焦条件下形成一系列像，以获得点阵/晶格像和结构像的成像方法。

8 分析电子显微术像诠释和分析术语

8.1

衍射衬度 diffraction contrast

由于衍射条件的局域变化引起布拉格衍射束强度的空间变化而产生的一种散射衬度。

8.1.1

双束近似 two-beam approximation

假定只有直射波和一支衍射波被激发进行分析电子显微图像计算的近似。

8.1.2

弯曲消光轮廓 bend contour

等倾条纹

由于试样弯曲，使得布拉格衍射条件的偏离矢量在局部区域发生改变，从而产生的一种衍射衬度。

8.1.3

等厚消光轮廓 thickness contour

等厚条纹 thickness fringe

在单一布拉格衍射激发条件(双束条件)下由于直射束与衍射束的强度振荡而在楔形试样上观察到的衍射衬度。

8.1.4

菲涅尔衍射 Fresnel diffraction

一束波在近场通过并发生衍射，导致离焦状态下在试样边缘附近产生干涉条纹的现象。

8.2

相位衬度 phase contrast

由散射波的相位移所导致的图像衬度，可形成TEM 的高分辨像。

8.2.1

弱相位体近似 weak phase object approximation

试样不改变入射波的振幅，但稍微改变其相位的近似。

8.3

散射衬度 scattering contrast

由于试样局域的元素组成和质量厚度变化导致出射电子强度空间变化而产生的像衬度。

注：也称质量厚度衬度。

8.4

图像模拟 image simulation

关于各种AEM 成像技术形成图像的理论计算。

8.4.1

多层法 multi-slice method

TEM 高分辨图像的模拟算法，此算法把电子当作入射波、而把与物质的相互作用处理为发生在试样多个连续的单个薄片上。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/795014300324011234