



中华人民共和国国家标准

GB/T 20175—2006/ISO 14606:2000

表面化学分析 溅射深度剖析 用层状膜系为参考物质的优化方法

Surface chemical analysis—Sputter depth profiling—
Optimization using layered system as reference materials

(ISO 14606:2000, IDT)



2006-03-27 发布

2006-11-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
表面化学分析 溅射深度剖析
用层状膜系为参考物质的优化方法
GB/T 20175—2006/ISO 14606:2000

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

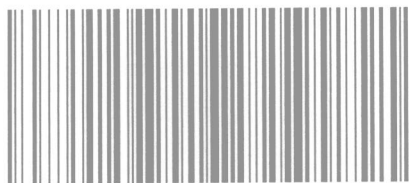
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 30 千字
2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-28262 定价 13.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68533533



GB/T 20175-2006

前 言

本标准等同采用 ISO 14606:2000《表面化学分析 溅射深度剖析 用层状膜系作为参考物质的优化方法》。

本标准附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由全国微束标准化技术委员会提出。

本标准由全国微束标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：清华大学电子工程系。

本标准主要起草人：查良镇、陈旭、王光普、黄雁华、黄天斌、刘林、葛欣、桂东。

引 言

在硅片、多层膜器件(如 AlGaAs 双异质结激光器,各种高电子迁移率晶体管)和车体防腐作用合金-镀锌钢等材料中,参考物质用于优化溅射剖析方法的深度分辨。

本标准的具体应用范围如下:

- a) 在俄歇电子能谱、X 射线光电子能谱和二次离子质谱的仪器设定时,用衬底上单层和多层膜系为参考物质来优化深度分辨。
- b) 用这些膜系来说明溅射弧坑的平滑度、弧坑底的倾斜度、样品漂移以及各种溅射条件(如离子束流密度)的漂移等因素对深度分辨的影响。
- c) 用这些膜系来说明溅射诱导的表面粗糙度和溅射诱导的原子混合等因素对深度分辨的影响。
- d) 用这些膜系为仪器供应者和用户来评估仪器的性能。
- e) 本标准是适时的,可成为进一步发展溅射深度剖析的基础。

在参考文献^[1-5]中给出与本标准相关 ISO 指南的目录。

注:在本标准制定过程中,用多层 δ 掺杂膜系参考物质评估深度分辨参数的方法已在二次离子质谱学中迅速发展和广泛应用,并由 ISO/SC 6 二次离子质谱分委员会立项制定相关的 ISO 标准。ISO 20341 国际标准(表面化学分析 二次离子质谱 用多 δ 层参考物质评估深度分辨参数的方法)已于 2003 年 7 月 15 日颁布。

目次

前言 I

引言 II

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 符号和缩略语 2

4 溅射深度剖析的参数设定 2

5 溅射深度剖析时理想突变界面的深度分辨 4

6 参数设定优化的步骤 5

附录 A (资料性附录) 影响深度分辨的因素 7

附录 B (资料性附录) 典型单层膜系参考物质 9

附录 C (资料性附录) 典型多层膜系参考物质 10

附录 D (资料性附录) 多层膜系的使用 11

参考文献 12

表面化学分析 溅射深度剖析 用层状膜系为参考物质的优化方法

1 范围

为使俄歇电子能谱、X 射线光电子能谱和二次离子质谱的仪器设定达到深度分辨的优化目的,本标准采用适当的单层和多层膜系参考物质,提供优化溅射深度剖析参数的指南。

特殊多层膜系(如各种掺杂层膜系)的使用不包括在本标准内。

2 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

注 1: 本标准采用的术语主要引自 ASTM E 673—97^[6]。术语的定义做了一些修改以便与正由 ISO/TC 201/SC1 制定的术语保持一致。

注 2: ISO 18115 表面化学分析术语国际标准已于 2001 年 7 月 15 日颁布。

2.1

分析面积 analysis area

被测平面内样品表面的二维区域,从此区域内检测到全部或指定百分比的信号。

2.2

弧坑边缘效应 crater edge effect

来自弧坑边缘的信号,通常是在深度剖析时由于弧坑边缘比弧坑中心区浅而引起的。

2.3

溅射深度剖析 sputter depth profile

当材料被溅射剥离时测量表面成分得到的成分深度分布。

2.4

溅射速率 sputtering rate

单位时间经粒子轰击而导致样品材料被剥离的总量。

注: 该速率可用速度、单位时间单位面积的质量或单位时间测得的其他量来度量。

2.5

门区域 gated area

在较大区域内从中可获取信号的指定区域。

2.6

入射角 angle of incidence

入射束与该处或平均表面法线间的夹角。

2.7

深度分辨 depth resolution

当剖析两介质间理想突变界面时,信号强度增加或减少指定量值的深度范围。

注 1: 按常规,深度分辨常用两媒质各自稳定值间总变化信号强度从其 16% 改变到 84% 相应的距离来度量^[7]。

注 2: ISO 18115《表面化学分析 名词术语》于 2001 年 7 月 15 日颁布,定义了各种情况下的深度分辨,请注意它们间的区别。

2.8

图像深度剖析 image depth profile

一种特定元素或分子形态(如发射的二次离子或电子所示)的空间分布随深度或材料由于溅射被剥离而形成的三维图像。

2.9

平台区 plateau region

信号随溅射时间保持常数或无明显变化的区域。

2.10

信号强度 signal intensity

谱仪输出或经一定数据处理后的信号大小。

注：AES 中本底以上的峰高或峰-峰高以及 XPS 中的峰面积都是信号强度的例子。

3 符号和缩略语

- ΔZ ——深度分辨；
- I ——信号强度；
- $\bar{z}$ ——溅射速率；
- AES——俄歇电子能谱；
- SEM——扫描电子显微镜；
- SIMS——二次离子质谱；
- XPS——X 射线光电子能谱。

4 溅射深度剖析的参数设定

4.1 概要

为制定本标准,表 1 和表 2 给出 AES、XPS 和 SIMS 中溅射深度剖析的典型探测束和溅射参数。这些参数表示了很多不同类型仪器适用的范围。对每一台特定仪器的推荐条件都可以从相应仪器的生产者取得,而用本标准提供的信息可在实验室的仪器上通过实验来优化仪器参数。

注：离子枪参数和真空条件有时也会影响深度分辨。例如,分析过程中离子源的气压可能会变化。

表 1 溅射深度剖析的典型探测束参数

	AES	XPS	SIMS
探测束	电子	光子:Mg K α , Al K α	一次离子:Cs $^{+}$, O $^{-}$, O $_2^{+}$, Ga $^{+}$
能量	1 keV~25 keV	1.253 keV, 1.486 keV	0.1 keV~25 keV
电流或功率	1 nA~10 3 nA (法拉第杯)	1 W~10 4 W (源功率)	1 nA~10 4 nA (法拉第杯)
入射角	0 $^{\circ}$ ≤ θ <90 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$ ≤ θ <90 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$ ≤ θ <90 $^{\circ}$
检测束	俄歇电子 单位 eV (动能)	光电子 单位 eV (动能或结合能)	二次离子 单位 AMU (质量或质荷比)
能量范围	0 keV~3 keV	0 keV~1.5 keV	0 keV~0.125 keV
发射角	0 $^{\circ}$ ≤ θ ≤90 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$ ≤ θ ≤90 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$ ≤ θ ≤90 $^{\circ}$
分析面积	10 $^{-8}$ mm 2 ~10 $^{-2}$ mm 2	10 $^{-4}$ mm 2 ~10 mm 2	10 $^{-6}$ mm 2 ~10 $^{-2}$ mm 2

表 2 溅射深度剖析的典型溅射参数

	典型工作参数	备 注
离子类型	Ar ⁺ , Kr ⁺ , Xe ⁺ , O ⁻ , O ₂ ⁺ , Ga ⁺ , Cs ⁺	惰性或活性气体离子或金属离子
离子能量	0.1 keV~25 keV	
离子束流	1 nA~10 ⁴ nA	法拉第杯
入射角	0°≤θ<90°	
溅射面积	10 ⁻² mm ² ~10 ² mm ²	聚焦离子束光栅扫描

4.2 俄歇电子能谱

下面是 AES 离子溅射时对单层或 A/B/A/B…多层膜系作深度剖析测量的重要参数^[8]。

- a) 探测束参数(对分析重要):电子能量、电子束流、入射角、分析面积(即束直径或光栅扫描面积)。
- b) 溅射参数(对深度分辨重要):离子类型、离子能量、离子束流^[9]、入射角、溅射或光栅扫描面积。样品台固定或旋转。
- c) 测量参数:
 - 1) 来自覆盖层和衬底元素或来自 A 和 B 元素俄歇电子的动能(对分析和深度分辨都重要)。
 - 2) $N(E)$ 或 $EN(E)$ 直接模式,或者 $dN(E)/dE$ 或 $dEN(E)/dE$ 微分模式(对分析重要)¹⁾

注:离子溅射时采集数据常可在交替或连续模式下进行。连续模式时应确保离子诱导的俄歇电子信号可忽略。只有在俄歇电子峰低于 100 eV 时,离子诱导俄歇电子的问题才变得突出^{[10][11]}。

4.3 X 射线光电子能谱

下面是 XPS 离子溅射时对单层或 A/B/A/B…多层膜系作深度剖析测量的重要参数。

- a) 探测束参数(对分析重要):光子能量(X 射线源)、X 射线源功率(即电压和电流)、入射角、分析面积(即束斑直径或选定的面积)。
- b) 溅射参数(对深度分辨重要):离子类型、离子能量、离子束流、入射角、溅射或光栅扫描面积。样品台固定或旋转。
- c) 测量参数(对分析和深度分辨都重要):
 - 1) 覆盖层和衬底元素或 A 和 B 元素的光电子动能和(或)相应的电子结合能。
 - 2) 选区 XPS 的测量面积。

注:在交替模式离子溅射下通常测量的是 XPS 信号强度与溅射时间的函数关系。

4.4 二次离子质谱

下面是 SIMS 对单层或 A/B/A/B…多层膜系作深度剖析测量的重要参数。

- a) 探测束和同时发生的溅射参数(对分析和深度分辨都重要):一次离子类型、离子撞击能、离子束流、入射角、分析面积(即门区域)、溅射面积。样品台固定或旋转。

注 1:在某些 SIMS 系统中束能由对地的源电位给出,但样品电位并不处于地电位。这时撞击能要考虑到样品电位。

注 2:某些飞行时间 SIMS 仪器使用双束。在这种情况下,应注意到两个束的所有参数。

1) 俄歇电子强度 N 与电子动能 E 的关系图, $N(E)$, $EN(E)$, $dN(E)/dE$ 和 $dEN(E)/dE$ 涉及不同类型的俄歇谱。
在 $N(E)$ 谱中,信号强度以本底以上的俄歇峰高来度量。
在 $dN(E)/dE$ 谱中,信号强度以俄歇信号的峰-峰高或 $N(E)$ 的微分谱来度量。
用某些类型的分析器(如筒镜分析器)时,俄歇电子强度是以 $EN(E)$ 和 $dEN(E)/dE$ 的形式表示,这时谱大致是真实谱的 E 倍。

b) 测量参数(对分析和深度分辨都重要):

- 1) 覆盖层和衬底元素或 A 和 B 元素的正负二次离子类型(原子或分子的)。
- 2) 门的设定(即电子的、光学的等)。

注 3: 在连续模式一次离子溅射下,通常测定的是二次离子信号强度与溅射时间的函数关系。某些 SIMS 仪器使用间断模式(一次离子门),这时溅射和分析采用不同的离子束。

5 溅射深度剖析时理想突变界面的深度分辨

5.1 深度分辨的测量

为制定本标准,下面是单层或 A/B/A/B...多层膜系溅射深度剖析时深度分辨 Δz 的测量^{[7][12][13]}。

注 1: 在本条款中深度分辨 Δz 的定义仅用来优化深度剖析的参数设定。深度分辨的定义和测量步骤将在今后由 ISO/TC 201/SC 1 和 SC 4 开发的国际标准中分别描述。

注 2: ISO 18115《表面化学分析 名词术语》于 2001 年 7 月 15 日颁布,定义了各种情况下的深度分辨。ISO 20341《表面化学分析 二次离子质谱 用多层 δ 掺杂膜系参考物质评估深度分辨参数的方法》于 2003 年 7 月 15 日颁布,对评估深度分辨的测量步骤做了详细的讨论。

注 3: 对于 SIMS,两个膜层间基体效应显著不同时, Δz 仍可用于优化深度分辨,但可能与其化学成分的真实深度分辨并不密切相关。

5.2 平均溅射速率 $\bar{z}_{av}$

$\bar{z}_{av}$ 由下式给出:

$$\bar{z}_{av} = z_{tot} / t_{tot} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- z_{tot} ——衬底上单覆盖层或多层膜系的总厚度;
- t_{tot} ——从最表面溅射到覆盖层与衬底界面所需要的总溅射时间,这个界面定义为其邻近覆盖层的元素信号强度下降到 50%处。

5.3 深度分辨 Δz

Δz 由下式给出:

$$\Delta z = \bar{z}_{av} \times \Delta t \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- Δt ——信号强度从 16%~84%(或 84%~16%)变化时的溅射时间间隔,单层膜系覆盖层和衬底间或多层膜系每相邻膜层间的信号强度相当于 100%。
- 只有在信号的最大和最小强度都已达到平台区时,才可测量 Δt (见图 1)。

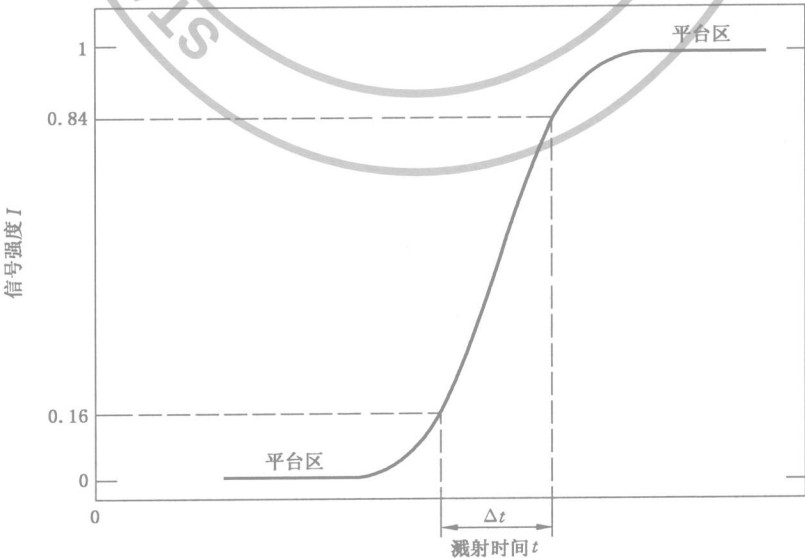


图 1 溅射深度剖析时理想突变界面的 Δt 测量图

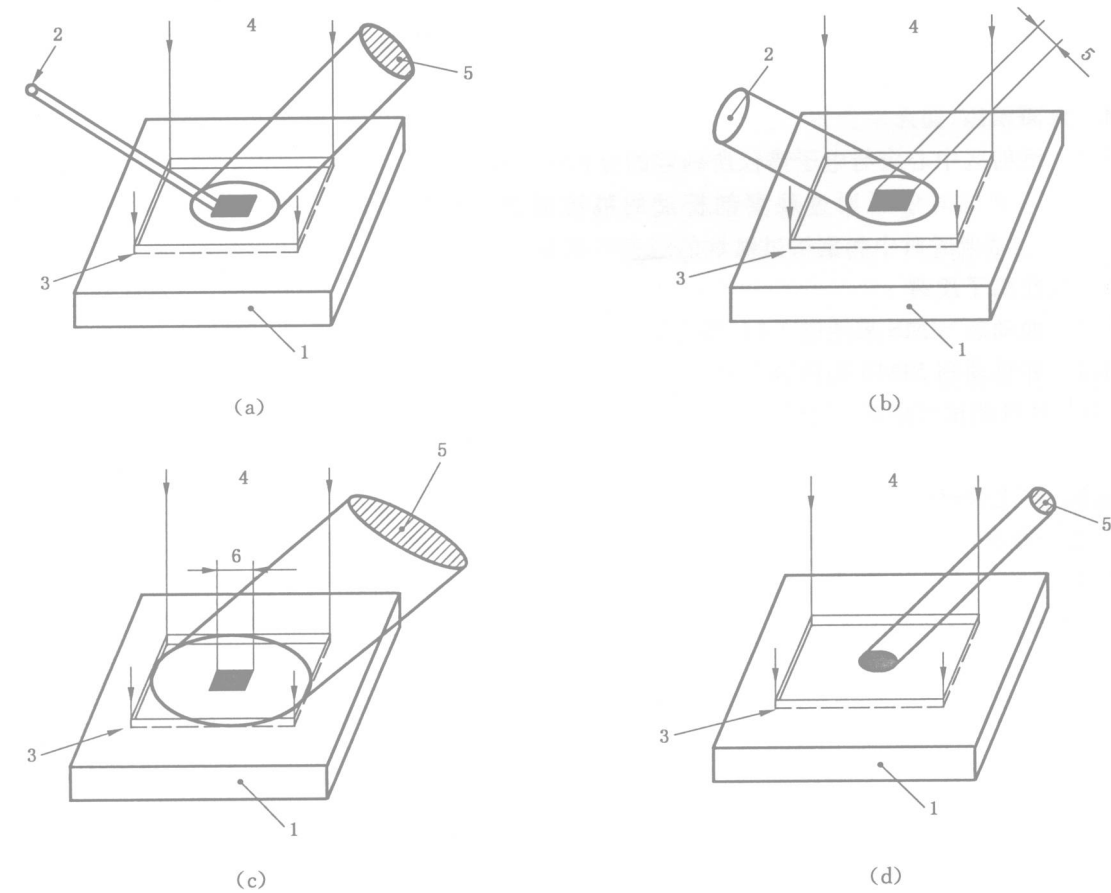
6 参数设定优化的步骤

6.1 溅射区与较小分析区的对中

6.1.1 概要

溅射区中心应该用适当方法与较小分析区对中。存在许多不同情况，讨论如下(见图 2 和注)。

注：有些情况下可用在样品表面一个较宽的第三区来对中。在图 2 中用黑色阴影，而在表 3 中用“X”表示每一实例的较小区域，用“Y”表示第三区。



- 1——样品；
- 2——探测束；
- 3——溅射区；
- 4——离子方向；
- 5——谱仪分析区；
- 6——电子门。

图 2 溅射区与较小分析区的对中方法

表 3 各种溅射对中方法的说明

图	较小区 X	较大区 Y	实 例
2 (a)	聚焦探测束	谱仪分析区	AES,或带聚焦单色器的 XPS,或飞行时间 SIMS
2 (b)	谱仪分析区	宽探测束	不带单色器的 XPS
2 (c)	电子门	谱仪分析区	带有电子门的动态 SIMS
2 (d)	光学光阑	不用	带有光学光阑的动态 SIMS

6.1.2 俄歇电子能谱

6.1.2.1 溅射区中心应与图 2(a)所示可进行光栅扫描聚焦电子束确定的分析区对中。

6.1.2.2 准确的对中可通过观察剖析过的弧坑或测量来检查以确保溅射区在分析区的中心[见图 2(a)^[14]]。必要时对中和剖析过弧坑的观察可重复进行。

6.1.2.3 如仪器带有扫描电子显微镜成像功能,可用显示器观察剖析过的弧坑^[14]。

6.1.3 带小探测束(如有单色器)的 X 射线光电子能谱

6.1.3.1 溅射区中心应与聚焦 X 射线束所确定的分析区对中[见图 2(a)]。

6.1.3.2 准确的对中可通过观察剖析过的弧坑或测量来检查以确保溅射区在分析区的中心[见图 2(a)^[14]]。必要时对中和剖析过弧坑的观察可重复进行。

6.1.4 大面积源(如无单色器)的 XPS

6.1.4.1 溅射区中心应与电子谱仪所确定的分析区对中[见图 2(b)]。

6.1.4.2 准确的对中可通过观察剖析过的弧坑或测量来检查以确保溅射区在分析区的中心[见图 2(a)^[14]]。必要时对中和剖析过弧坑的观察可重复进行。

6.1.5 二次离子质谱

6.1.5.1 如动态 SIMS 采用电子门,溅射区中心应与电子门所确定的分析区对中[见图 2(c)^[15]]。

6.1.5.2 如果动态 SIMS 采用离子光学光阑,溅射区中心应与离子光学光阑所确定的分析区对中[见图 2(d)],并且调试区应尽可能靠近分析区。对带有光学光阑和扫描离子像显示的仪器,可在剖析时对中。

6.1.5.3 在飞行时间 SIMS 仪器中,如果溅射和分析使用不同的离子束,溅射区中心应与聚焦离子束所确定的分析区对中[见图 2(a)]。

6.1.5.4 如用每组像素剖析后重组来提供图像深度剖析时则不必对中。

6.2 优化参数设定

6.2.1 表 1 和表 2 所示的探测束和溅射参数应作如下优化。

6.2.2 在单层或多层膜系上,用适当的参数设定,特别指那些对深度分辨重要的参数(见表 1 和表 2)做溅射深度剖析的测量。

6.2.3 从深度剖析的数据中按公式(1)和(2)(见第 5 章)确定深度分辨 Δz 。

6.2.4 选择参数设定使深度分辨 Δz 值最小。

注 1: 附录 A 中给出了许多重要参数的有用信息。

注 2: 为降低靠近弧坑边缘对深度分辨的影响,常应选择分析面积与溅射面积之比尽可能小^[15]。

注 3: 如果分析面积过小,测得的分辨本领可能变差。例如在 AES 中,小的分析面积会使电子束辐照区的溅射增强,且导致深度分辨变差。众所周知这种效应发生在 SiO_2 ,但也会在很多化合物上发生。由于 SIMS 测量信号强度取决于分析面积、溅射速率和积分时间,必须小心选择实验条件以确保信号足够强以得到高信噪比,同时在界面区获得足够数据点以测量深度分辨。

注 4: 如果被测样品由衬底上单层或多层结构组成,则应用类似的参考物质系做优化。在附录 B 和 C 中列出了一些单层和多层膜系参考物质。

附录 A

(资料性附录)

影响深度分辨的因素

A.1 概要

通常要优化探测束和溅射参数的设定以改善深度分辨 Δz ^{[12][16-22]}。

A.2 溅射参数

A.2.1 离子类型

为降低溅射诱导的粗糙度、锥体的形成和原子混合的程度,应考虑离子类型^{[23][24]}。溅射时典型离子类型是惰性气体离子(如 Ar^+ , Kr^+ , Xe^+)、活性气体离子(如 O^- , O_2^+)或金属离子(如 Ga^+ , Cs^+)。

A.2.2 离子能量

通常力求采用低能离子以降低原子混合效应和(或)溅射诱导的粗糙度^[25-27],但应对减少的溅射产额和降低的溅射速率权衡利弊,这时可能会有某些残余气体吸附造成的污染问题。

A.2.3 入射角

常采用大入射角(即掠射)来降低原子混合效应和(或)溅射诱导的粗糙度^{[26][28][29]}。某些情况下,如用活性一次离子和固定模式样品台时,过大的入射角可能会增加溅射诱导的粗糙度^[29-32]。

A.2.4 样品台

常采用能旋转的样品台以降低溅射诱导的粗糙度,特别对多晶金属材料更重要^{[28][29][33-36]}。旋转速度高于某临界值时,可确保 Δz 能比静止模式得到改善^[29]。

A.3 测量参数

A.3.1 AES 和 XPS 的信号动能(E_K)

为了降低信息深度,较低动能的信号更可取^{[37][38]} ($E_K > 30 \text{ eV}$)。

注:“信息深度”指垂直于表面能获取有用信息的最大深度。信息深度可用样品厚度来确定,此时源自该处的被测信号达到指定百分比(如 95%或 99%)。信息深度也可从相关信号发射深度分布函数的测量、计算或估算来确定。

A.3.2 发射角

更掠的发射按 $\lambda \cos \theta$ 降低 AES 和 XPS 的取样深度,从而改善测得的深度分辨,其中 λ 是衰减长度, θ 是表面法线与分析器光轴间的夹角。

注:常用作 SIMS 二次离子信号的分子离子,如二聚体(即 A_2^+)或三聚体(即 A_3^+),其信号强度与浓度有非线性响应,因而人为地给出深度分辨的低值。

A.4 实验注意事项

A.4.1 当溅射膜不旋转时,有些多晶膜的溅射速率由于形貌的演变而呈非线性^[39]。

A.4.2 在溅射过程中,AES 电子辐照可能影响溅射速率。为避免这种可使溅射速率加倍的效应(如在 SiO_2 薄膜上),可将电子束散焦。在 XPS 方面也曾有过 X 射线源可能影响溅射产额的类似报导。

A.4.3 能量高于 100 eV 的离子辐照会产生俄歇电子。如果在离子束开启时采集电子谱,应注意使其在由此而形成谱中的影响减至最小。调制技术,如束亮度调制,从电子束(逆程)消隐时呈现的相位调制俄歇电子中除掉离子束存在而形成的俄歇电子(给直流信号),能使此效应减至最小。

- A. 4.4 被溅射表面的粗糙度影响深度分辨。离子溅射多晶样品时表面粗糙度增加。可以利用同一仪器上的多个离子源^[40]和在离子束辐照下旋转样品^{[28][33][35][39][40]}使这种效应减至最小或消除。
- A. 4.5 在 SIMS 分析中(用氧一次离子束),有时采用样品表面覆氧以降低界面处离子产额瞬变的效应。覆氧技术也可以用来减少溅射诱导的形貌演变。
- A. 4.6 样品真空环境可影响深度分辨,深度剖析时应考虑样品污染。样品表面的意外污染可用残余气体分析器测量真空室中残余气体来检查。
- A. 4.7 可用另一种方法检查 AES 和 XPS 技术随时间变化的样品污染,包括测量活性材料(如纯钛)表面的污染。在做污染显现剖析(CAP)测量时,先用离子溅射清洁样品直至检测不到碳、氧或其他表面污染物,然后对氧、碳或其他感兴趣元素的一个有代表性的峰随时间变化做 CAP 测量。这个步骤可用计算机控制系统自动进行,当采集深度剖析数据时,关闭离子束、切断离子枪高压或关闭溅射气体供给。由此而得到的剖析表明污染信号随时间的关系。应指出,此技术不适于 SIMS。

附录 B
(资料性附录)
典型单层膜系参考物质

对表面相关材料溅射深度剖析时,国家级有证参考物质和可溯源到前者的参考物质有助于优化深度分辨和校准溅射速率。

表 B.1 列出溅射深度剖析用参考物质的典型单层膜系。

表 B.1 作为参考物质的典型单层膜系

参考物质	厚度/nm	制造方法	晶 态	备 注
Ta ₂ O ₅ /Ta	30,100	阳极氧化	无定形	BCR No. 261
SiO ₂ /Si	10~200	热氧化	无定形	NIST SRM 2531-2536
注 1: 可从 EC Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgium 得到钽上厚度为 30 nm 和 100 nm 的 Ta₂O₅ 膜^{[17][18]}, 型号为 BCR No. 261。 注 2: 可从 National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersberg, MD 20899, USA 得到硅衬底上厚度为 10 nm~200 nm 的 SiO₂ 膜, 型号为 SRM 2531-2536。 注 3: 也可从下列供应商得到参考物质: a) JEOL Datum Ltd., Akishima, Tokyo 196-0022, Japan b) ULVAC-PHI, Inc., 370 Enzo, Chigasaki, Kanagawa 253-0084, Japan c) Geller MicroAnalytical Laboratory, 426E Boston Street, Topsfield, MA 01983-1216, USA d) Physical Electronics, 6509 Flying Cloud Drive, Eden Prairie, MN 55344, USA e) Surface/Interface Laboratory, Mountain View, CA 94043, USA				

附录 C
(资料性附录)
典型多层膜系参考物质

表 C.1 给出溅射深度剖析用参考物质的典型多层膜系。

表 C.1 作为参考物质的典型多层膜系

参考物质	厚度/nm	总膜层数	制作方法	晶 态	备 注
Ni/Cr 多层结构	63/53	9	溅射沉积	多晶	NIST SRM 2135 c, d, e
Ta ₂ O ₅ /Ta 多层结构	30/30	6	溅射沉积	无定形 Ta ₂ O ₅ / 多晶 Ta	KRISS 03-04-101
AlAs/GaAs 超晶格	10/10	10	MOCVD 或 MBE	单晶	NIMC
注 1: 缩略语: MOCVD 金属有机物化学气相沉积; MBE 分子束外延。 注 2: 可从 National Institute of Standards and Technology (NIST), 100 Bureau Drive, Gaithersburg, MD 20899, USA 得到标准参考物质 (SRM) 2135 c, d, e^{[19][35][41]}。 注 3: 可从 Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), Yusoung PO No. 102, Taejon 305-606, Republic of Korea 得到 KRISS 03-04-101。KRISS-94-053-IR 报告用题为“Development of chenmical composition SRM for advanced industries”发表。 注 4: 可从 National Institute of Materials and Chemical Research (NIMC), 1-1 Higashi, Tsukuba 305-8565, Japan 得到 AlAs/GaAs 超晶格^{[22][24—26]}。					

附 录 D
(资料性附录)
多层膜系的使用

D.1 相对溅射速率

附录 C 给出 A/B/A/B/... 多层膜系 A 和 B 层的相对溅射速率,可通过已知膜层厚度与在那些设定参数^{[22][41]}下 50%强度值间溅射时间的比值准确确定。

D.2 深度分辨的相关性

元素 A 或 B 信号的深度分辨 Δz 与溅射深度 z 的相关性可用 A/B/A/B/... 多层膜系在每个界面上深度分辨 Δz 值来评估^{[19][26][28][35][36]}。

注:如用衰减长度(ALs)各不相同的峰,同一元素的深度分辨 Δz 可能会不同。深度分辨明显地取决于衰减长度,或者通常更取决于信息深度(AES 和 XPS 中的衰减长度,SIMS 中的二次离子发射深度)。此外深度分辨还取决于原子混合区(即“改性层”)中元素分布的细节。在原子混合区元素分布均匀的情况下,可预期 A 和 B 元素会有相同的 Δz 。

D.3 离子束流漂移

可用周期膜层结构的已知膜层厚度来检测溅射时离子束流漂移是否正常^[19]。

参 考 文 献

- [1] ISO Guide 30:1992, Terms and definitions used in connection with reference materials.
- [2] ISO Guide 31:1981, Contents of certificates of reference materials.
- [3] ISO Guide 33:1989, Uses of certified reference materials.
- [4] ISO Guide 34:1996, Quality system guidelines for the production of reference materials.
- [5] ISO Guide 35:1989, Certification of reference materials—General and statistical principle.
- [6] ASTM E 673—97, Standard Terminology Relating to Surface Analysis.
- [7] ASTM E 1438—91(1996), Standard Guide for Measuring Widths of interface in Sputter Depth Profiling Using SIMS.
- [8] ASTM E 1127—91(1997), Standard Guide for Depth Profiling in Auger Electron Spectroscopy.
- [9] ASTM E 684—95, Standard Practice for Approximate Determination of Current Density of Large-Diameter Ion Beams for Sputter Depth Profiling of Solid Surface.
- [10] POWELL R. A. Perturbing Effects of Ion-excited Auger Emission during Auger-Sputter Profiling Studies. *J. Vac. Sci. Technol.*, 15, 1978, pp. 125-127.
- [11] ZALAR A., HOFMANN S., PANJAN P. and KRASEVEC V. Auger Electron Spectroscopy Depth profiling Studies on Stationary and Rotated Samples of a New Model Metal/Semiconductor Multilayer Structure. *Thin Solid Films*, 220, 1992, pp. 91-196.
- [12] SEAH M. P. and HUNT C. P. The Depth Dependence of the Depth Resolution in Composition-Depth Profiling with Auger Electron Spectroscopy. *Surface and Interface Analysis*, 5, 1983, pp. 33-37.
- [13] HOFMANN S. Determination of the Depth Resolution from Measured Sputtering Profiles of Multilayer Structure; Equation and Approximations. *Surface and Interface Analysis*, 8, 1986, pp. 87-89.
- [14] HUNT C. P. and SEAH M. P. Method for the Alignment of Samples and the Attainment of Ultra-high-resolution Depth Profiles in Auger Electron Spectroscopy. *Surface and Interface Analysis*, 15, 1990, pp. 254-258.
- [15] WITTMACK K. Raster Scanning Depth Profiling of Layer Structures. *Appl. Phys.*, 12, 1977, pp. 149-156.
- [16] HOFMANN S. Depth Resolution in sputter Profiling. *Appl. Phys.*, 13, 1977, pp. 205-207.
- [17] HUNT C. P. and SEAH M. P. Characterization of a High Depth-Resolution Tantalum Pentoxide Sputter Profiling Reference Material. *Surface and Interface Analysis*, 5, 1983, pp. 199-209.
- [18] SEAH M. P., MATHIEU H. J. and HUNT C. P. The Ultra-high Resolution Depth Profiling Reference Material- Ta_2O_5 Anodically Grown on Ta. *Surface Science*, 139, 1984, pp. 549-557.
- [19] FINE J., LINDFORS P. A., GORMAN M. E., GERLACH R. L., NAVINSEK B., MITCHEL D. F. and CHAMBERS G. P. Interface Depth Resolution of Auger Sputter Profiled Ni/Cr interfaces; Dependence on Ion Bombardment Parameters. *J. Vac. Sci. Technol.*, A3, 1985, pp. 1413-1417.