



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 220121775 U

(45) 授权公告日 2023.12.01

(21) 申请号 202223245803.2

H01J 49/44 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.05

(73) 专利权人 珠海鑫泽瑞科技有限公司

地址 519000 广东省珠海市高新区唐家湾
镇大学路101号3栋501-1室

(72) 发明人 王泽松 吐沙姑·阿不都吾甫
亚历山大·托斯托古佐夫 付德春

(74) 专利代理机构 北京国坤专利代理事务所
(普通合伙) 11491

专利代理师 赵红霞

(51) Int. Cl.

H01J 49/02 (2006.01)

H01J 49/24 (2006.01)

H01J 49/10 (2006.01)

H01J 49/26 (2006.01)

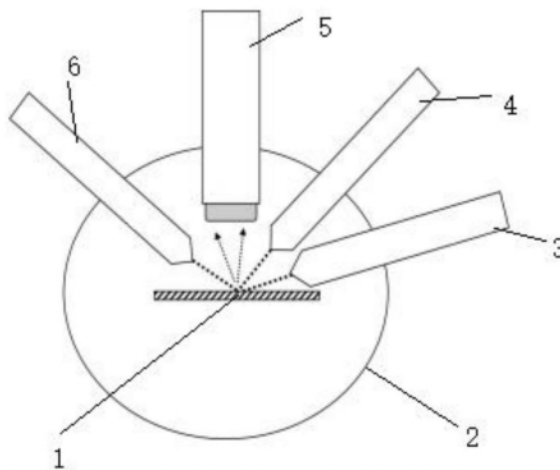
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置

(57) 摘要

本实用新型属于材料表面检测技术领域,公开了一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,试验台固定在超高真空腔内,内部固定有离子源发生装置、质谱分析仪和调节装置,离子源发生装置和质谱分析仪通过调节装置固定在试验台上端,质谱分析仪固定在试验台正上方,试验台中间固定有样品。离子源发生装置设有潘宁气体离子源发生器、Cs⁺离子源发生器和气体团簇离子源发生器,气体团簇离子源发生器固定在样品左侧,潘宁气体离子源发生器固定在样品右侧,结构简单,效果明显,通过离子源发生装置能实现半导体超浅P-N结以及纳米复合多层结构薄膜的深度剖面分析。



1. 一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置包括:

试验台;

所述试验台固定在超高真空腔内,内部固定有离子源发生装置、质谱分析仪和调节装置,所述离子源发生装置和质谱分析仪通过调节装置固定在试验台上端,质谱分析仪固定在试验台正上方,试验台中间固定有样品。

2. 如权利要求1所述的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述离子源发生装置设有潘宁气体离子源发生器、Cs⁺离子源发生器和气体团簇离子源发生器。

3. 如权利要求2所述的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述气体团簇离子源发生器固定在样品左侧,潘宁气体离子源发生器固定在样品右侧。

4. 如权利要求1所述的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述超高真空腔固定在离子源装置内。

5. 如权利要求1所述的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述离子源发生装置内的潘宁气体离子源发生器、Cs⁺离子源发生器和气体团簇离子源发生器后端连接有可调节直流电压的吸极电源。

6. 如权利要求1所述的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置,其特征在于,所述质谱分析仪具体为质量/能量分析谱仪。

一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于材料表面检测技术领域,尤其涉及一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置。

背景技术

[0002] 目前,材料表面检测手段是采用低能离子束分析技术对材料表面做纳米尺度的表征分析,主要装置聚焦在二次离子质谱分析(secondary ion mass spectroscopy, SIMS)中产生离子束的核心装置-离子源,主流金属蒸汽离子源是热蒸发型或溅射型的碱金属离子源,如Cs⁺离子源。气体离子源大多用潘宁离子源,能产生比较稳定的惰性气体Ar⁺, Ne⁺离子束和活性气体O₂⁺离子束等。将这两种离子源组合起来,在10keV能量范围内,引出Cs⁺, Ar⁺等离子束,轰击到材料表层几纳米至数百纳米的深度,对材料表面的元素及含量、深度分布等信息给出比较直观的分析。

[0003] 然而由于半导体行业摩尔定律的失效,造成材料表面的超浅层注入或成分分析将面临极大的挑战,现有所采用的单离子束探针技术针对材料表面的元素甄别和定量化分析不成熟,在有限入射能量下,覆盖从材料表面到某一深度处的检测范围不宽,难以实现宽域化的离子探针检测。

[0004] 通过上述分析,现有技术存在的问题及缺陷为:现有的单粒子探针技术针对材料表面的元素甄别和定量化分析不成熟,在有限入射能量下,覆盖从材料表面到某一深度处的检测范围比较窄,难以实现宽域化的离子束探针检测。

实用新型内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本实用新型提供了一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置。

[0006] 本实用新型是这样实现的,一种用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置设有:试验台、离子束引出终端、质量/能量分析谱仪探头等都处于一个材质为304不锈钢的高真空腔内,该真空腔是一个三通“T”结构腔,最下端接超高真空机组系统,一端连接放样品的舱门,另一端连接能实现“前后左右”二维运动的试验台的外部引线等部件。在圆柱形腔壁上的不同位置分别布置5个窗口,4个窗口分别用来固定潘宁气体离子发生器离子束引出端、Cs⁺离子发生器离子束引出端、气体团簇离子源发生器离子束引出端和质量/能量分析谱仪探头,1个窗口安装石英玻璃作为观察窗,位于真空腔内的石英玻璃一侧加不锈钢挡板,挡板通过腔外的拨片来实现对石英玻璃内侧的保护和外部的观察。所述试验台固定在超高真空腔内,是一个通过步进电机控制能实现“前后左右”运动的金属平台,从腔体一段接入的步进电机引线、电极和密封材料必须是能适用于高真空环境的真空材料。

[0007] 三种离子源设备都是独立的装置,将其产生的离子束通过吸极(加速极)分别引入上述超高真空腔室的3个窗口中,离子束终端产生的电离气体离子束、Cs⁺离子束和气体团簇离子束能独立对放置在试验台金属平台上的样品的不同位置进行辐照试验。

[0008] 三种离子源的吸极(接负电位,对正离子加速)共用一套外部独立的可调节直流高压电源,电压调节范围0~20kV。经加速电场后的荷能离子束经过10~20mm的距离后进入漂移管,再经过电四极透镜聚焦,通过一个中心圆孔为1mm的石墨光阑,中心孔的开启通过腔室外的拨片来控制,当不开启时,石墨光阑上的真空电引线连接腔室外的束流积分仪,可以监控打在石墨光阑中心的离子束流强度,调节电四极透镜电源的X、Y方向的电压大小,能改变离子束路径包络,当束流强度足够大时,通过外部拨片开启光阑孔,聚焦的离子束穿过孔轰击到金属平台上的样品上。三种离子源可共用一套外部独立的电四极透镜系统。当使用一种离子源产生的离子束对样品进行分析时,离子束的能量可以调节直流高压电源输出的电压进行控制,离子束的准直和流强大小由电四极透镜系统来控制。

[0009] 质量/能量分析谱仪的探头通过上述超高真空腔的4号窗口接入,探头位置固定在试验台的正上方。该装置可以直接使用英国Hiden Analytical公司生产的Hiden EQS1000Mass Energy Analyser产品。

[0010] 结合上述的技术方案和解决的技术问题,本实用新型所要保护的技术方案所具备的优点及积极效果为:

[0011] 第一、针对上述现有技术存在的技术问题以及解决该问题的难度,紧密结合本实用新型的所要保护的技术方案以及研发过程中结果和数据等,详细、深刻地分析本实用新型技术方案如何解决的技术问题,解决问题之后带来的一些具备创造性的技术效果。具体描述如下:

[0012] 本实用新型实施例通过设有试验台固定在“T”型超高真空腔内,腔体两端分别接步进电机电引线和放置样品的舱门,腔壁4个窗口分别固定离子源产生的离子束引出终端和质量/能量分析谱仪探头、1个窗口用石英玻璃进行真空静密封连接形成试验观察窗,质谱分析仪固定在试验台正上方,团簇离子束发生器位于试验台左端,气体潘宁源发生器和Cs⁺离子源发生器位于试验段右端,试验台中间固定有样品。能实现材料最外表面层的元素甄别和定量化分析,能实现高灵敏度的复杂无机物、有机物(包括生物样品)混合系统的SIMS元素示踪和图像化分析。

[0013] 第二,把技术方案看做一个整体或者从产品的角度,本实用新型所要保护的技术方案具备的技术效果和优点,具体描述如下:

[0014] 本实用新型实施例结构紧凑,效果明显,通过离子源发生装置能实现半导体超浅P-N结以及纳米复合多层结构薄膜的深度剖面分析。

[0015] 第三,作为本实用新型的权利要求的创造性辅助证据,还体现在以下几个重要方面:

[0016] (1) 本实用新型的技术方案转化后的预期收益和商业价值为:

[0017] 目前,国内的SIMS装置普遍依赖进口,绝大部分相关的材料表面科学分析研究借助于进口装置,对我国的表面分析科学仪器领域的先进高端制造行业十分不利。本实用新型结合表面电离型离子源、气体潘宁放电离子源和团簇离子源装置各自的结构及性能特点,将其离子束引出终端分别集成到一个中间固定有可调节金属样品台的超高真空腔体中,实现对样品进行深度剖面分析、元素分布图像化等技术。对国内材料表面科学分析装置的商业化研发提供直接的参考价值。

[0018] (2) 本实用新型的技术方案填补了国内外业内技术空白:

[0019] 国内的SIMS装置在表面型离子源和气体潘宁放电源这方面都有一些相应的产品,但市场占有率极低。将气体团簇离子源装置集成到上述两种源装置上组成多功能离子源装置,不仅能给SIMS装置的研发带来新的创新点,也为离子加速器装置上的离子源发生器的功能性研发带来契机。

附图说明

[0020] 图1是本实用新型实施例提供的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置结构示意图;

[0021] 图2是本实用新型实施例提供的用潘宁气体放电源产生的2keV的Ar⁺强度离子束轰击La晶体的离子散射质量/能量谱图;

[0022] 图3是本实用新型实施例提供的不同能量的Ar团簇离子束和Cs⁺离子束轰击PAA/PET示意图;

[0023] 图中:1、样品;2、超高真空腔;3、潘宁气体离子源发生器;4、Cs⁺离子源发生器;5、质量/能量分析谱仪;6、气体团簇离子源发生器。

具体实施方式

[0024] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0025] 为了使本领域技术人员充分了解本实用新型如何具体实现,该部分是对权利要求技术方案进行展开说明的解释说明实施例。

[0026] 如图1所示,本实用新型实施例提供的用于材料表面纳米尺度分析的多功能离子源装置包括:样品1、超高真空腔2、潘宁气体离子源发生器3、Cs⁺离子源发生器4、质量/能量分析谱仪5、气体团簇离子源发生器6。

[0027] 试验台固定在超高真空腔2内,所内部固定有离子源发生装置、质谱分析仪和调节装置,离子源发生装置和质谱分析仪通过调节装置固定在试验台上端,质谱分析仪固定在试验台正上方,试验台中间固定有样品1。

[0028] 离子源发生装置设有潘宁气体离子源发生器3、Cs⁺离子源发生器4和气体团簇离子源发生器6,气体团簇离子源发生器6固定在样品1左侧,潘宁气体离子源发生器3固定在样品1右侧。

[0029] 超高真空腔2固定在离子源装置内。

[0030] 离子源发生装置内的潘宁气体离子源发生器3、Cs⁺离子源发生器4和气体团簇离子源发生器6后端连接有可调节直流电压的吸极电源。

[0031] 质谱分析仪具体为质量/能量分析谱仪5。

[0032] 本实用新型,在工作时在一个真空度好于10⁻⁸Pa的超高真空腔内,将Cs⁺离子源、潘宁气体离子源和气体团簇离子源以合适的角度安装在固定位置上,可实现分别从单个离子源引出离子束轰击样品来做表面分析的目的。三种离子源可以共用一套可调节直流电压大小的吸极电源(0~20kV),能满足对样品表面从亚纳米到数百纳米深度的表征分析,溅射产生的原子产额由质量/能量分析谱仪来检测。

[0033] 图2是用2keV的Ar⁺离子轰击镧(La)晶体形成的低能离子质谱图。图2只考虑能量分辨的话,离子动能为50eV峰位置处,对应溅射产生的应该是¹⁵⁵(LaO)⁺(叠加¹³⁹La⁺)离子的强度峰,说明La晶体表面有氧化镧;入射Ar⁺离子动能在约770eV处,对应的是入射的Ar⁺离子束轰击La样品后背散射出来被质谱仪接收的Ar⁺强度峰。图2同时考虑质量/能量分辨的数据分析时,图谱中将几乎所有出现的离子信号峰标识出来,¹⁵⁵(LaO)⁺和¹⁶O⁺峰说明La晶体表面有氧化层,进一步地,不仅在入射束能量770eV出现散射的Ar⁺强度峰,还在385eV时,出现较弱的Ar²⁺离子强度峰。

[0034] 如图3所示,运用不同能量的低能Ar₂₅₀₀⁺团簇离子束和Cs⁺离子束对PAA/PET复合薄膜表面做深度剖面分析。能精确甄别出溅射产生的来自于PAA层的阴离子C₃H₃O₂⁻(质荷比71)和C₉H₁₁O₆⁻(质荷比215)以及来自于PET层的阴离子C₁₀H₇O₄⁻(质荷比191)的产额。无论是哪一种入射离子束,得出的PAA薄膜厚度约为50nm。用5keV的Ar₂₅₀₀⁺团簇离子束入射时,复合薄膜中的大质量阴离子产额比用低能(0.25keV和1keV)Cs⁺离子溅射产生的阴离子产额至少高一个数量级。且在数十纳米深度范围内,大质荷比阴离子产额的测量更为精确。

[0035] 为了证明本实用新型的技术方案的创造性和技术价值,该部分是对权利要求技术方案进行具体产品上或相关技术上的应用实施例。

[0036] 本实用新型实施例应用在材料表面纳米尺度分析检测中。尤其是在半导体超浅PN结的浅层离子注入和分析,具有调制周期比的纳米多层膜的分析以及生物材料表面分析方面有巨大的潜在优势。

[0037] 本发明实施例在研发或者使用过程中取得了一些积极效果,和现有技术相比的确具备很大的优势,下面内容结合试验过程的数据、图表等进行描述。

[0038] 上图2和图3分别是不同的离子源对不同样品进行表面分析。

[0039] 在本实用新型的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上;术语“上”、“下”、“左”、“右”、“内”、“外”、“前端”、“后端”、“头部”、“尾部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0040] 以上所述,仅为本实用新型的具体实施方式,但本实用新型的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。

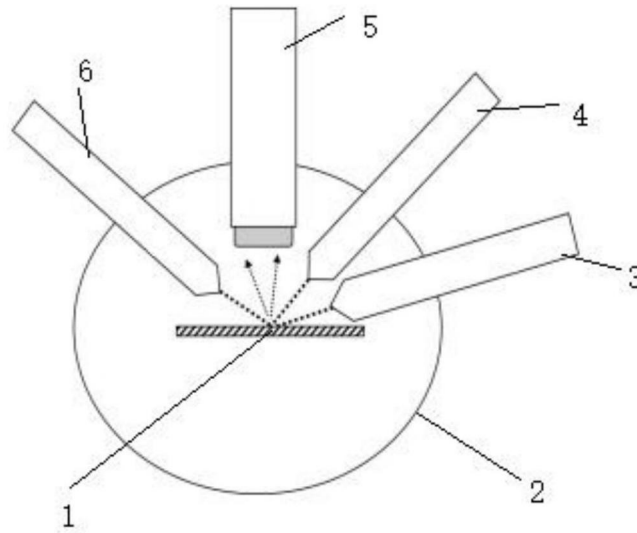


图1

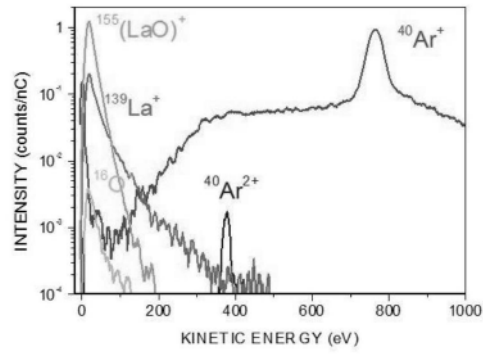


图2

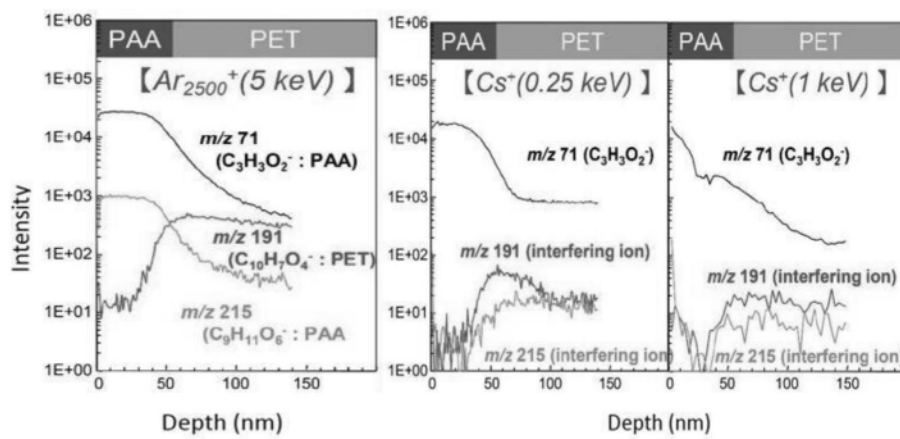


图3