



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118166316 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 11

(21) 申请号 202410198754.6

(22) 申请日 2024.02.22

(71) 申请人 中国科学院近代物理研究所

地址 730000 甘肃省兰州市城关区南昌路
509号

(72) 发明人 张宏斌 武启 陈若富 石国柱
孙良亭 刘玉国 王猛 卢子伟
刘凤琼 袁芳 杨霞

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

专利代理师 霍秋红

(51) Int. Cl.

C23C 14/34 (2006.01)

H05H 6/00 (2006.01)

G21G 1/06 (2006.01)

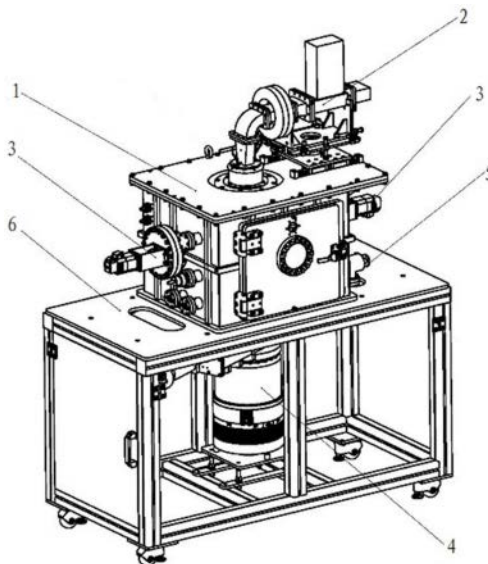
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置

(57) 摘要

本发明涉及核物理技术领域,提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,包括:真空腔;2.45GHz微波驱动离子源,用于产生单一电荷态的重离子强流束,2.45GHz微波驱动离子源与真空腔连通;聚焦电极系统,用于聚焦重离子强流束,形成高密度束流,高密度束流的束斑尺寸小于2mm;三维调节样品衬底,设置于真空腔内;旋转靶,用于承载三维调节样品衬底,且旋转靶旋转设置于真空腔内。本发明由于2.45GHz电子回旋共振离子源属于无极放电,能够产生高流强的离子束可在较大范围气压下长期稳定工作、重复性能好、离子种类广,没有寿命限制,也不会带来束流的污染电荷态单一、束流强度大、寿命长、运行稳定、离子溅射面积大且制靶效率高。



1. 一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,包括:
真空腔(1);
2.45GHz微波驱动离子源(2),用于产生单一电荷态的重离子强流束,所述2.45GHz微波驱动离子源与所述真空腔连通;
聚焦电极系统,用于聚焦所述重离子强流束,形成高密度束流,所述高密度束流的束斑尺寸小于2mm;
三维调节样品衬底,设置于所述真空腔内;
旋转靶(3),用于承载所述三维调节样品衬底,且所述旋转靶(3)旋转设置于所述真空腔(1)内。
2. 根据权利要求1所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述2.45GHz微波驱动离子源(2)包括:
微波发生器,用于产生2.45GHz微波;
磁体,用于产生2.45GHz微波所需的磁场结构;
弧腔;
进气系统,用于提供惰性气体;
引出电极;
所述2.45GHz微波经过匹配波导耦合至所述弧腔加热电子,与所述惰性气体碰撞产生惰性气体等离子体,所述惰性气体等离子体在所述引出电极下产生所述重离子强流束。
3. 根据权利要求2所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述惰性气体为氩气或氙气。
4. 根据权利要求2所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述进气系统包括:
高压平台;
质量流量控制器,用于调控进气流量;
隔离变压器,用于为所述高压平台上的设备供电,且隔离十万伏的静电高压。
5. 根据权利要求1所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述聚焦电极系统包括两组静电管透镜,每组所述静电管透镜加载几千伏的电压,对所述重离子强流束进行聚焦。
6. 根据权利要求1所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述真空腔(1)包括:
真空室;
机械泵,一端与外界气体连通;
分子泵(4),一端与所述机械泵的另一端连通,另一端与所述真空室连通。
7. 根据权利要求1所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,其特征在于,所述旋转靶(3)包括:
电机;
旋转芯轴,与所述电机连接,旋转设置于所述真空室内;
磁流体,与所述旋转芯轴连接;
靶支撑件,与所述磁流体连接,所述靶支撑件用于承载所述三维调节样品衬底。

8. 根据权利要求6所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置, 其特征在于, 所述机械泵和所述分子泵(4)之间设置有角阀(5)。

9. 根据权利要求4所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置, 其特征在于, 所述质量流量控制器的控制精度是0.1sccm。

10. 根据权利要求1所述的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置, 其特征在于, 还包括:

支撑平台(6), 所述真空腔(1)设置于所述支撑平台(6)上。

用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置

技术领域

[0001] 本发明涉及核物理技术领域,尤其涉及一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置。

背景技术

[0002] 新核素合成是核物理领域的一个重要研究方向。实验采用高能量大型重离子加速器产生的束流打靶产生核反应,获取新核素。在核物理领域实验中,高质量的同位素核靶起到至关重要的作用,直接影响到新核素合成实验的成功与否。对于高熔点、价格昂贵、产额极少的同位素核靶,重离子溅射是最可行的制靶方法。采用低能重离子束流轰击同位素靶材,制作核靶。

[0003] 重离子溅射装置,核心部件为离子源、束流聚焦系统、以及靶系统。现有技术中,重离子溅射装置中离子源为潘宁放电离子源、离子源产生重离子束流经过吸极加速后轰击靶材,溅射到衬底,制作成核靶。其中,离子源位于低电位,靶材位于电压为1万伏特的高电位。

[0004] 但是,现有技术中的溅射装置的优点是结构简单,缺点是束流强度小、工作寿命短、离子源打火频繁、设备检修频率高,由于以上原因,导致制靶效率极低,制靶周期长于5个月,严重影响了新核素合成方向的研究工作。

发明内容

[0005] 本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,用以解决现有技术中制靶效率低的缺陷,实现提高制靶效率。

[0006] 本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,包括:

[0007] 真空腔;

[0008] 2.45GHz微波驱动离子源,用于产生单一电荷态的重离子强流束,所述2.45GHz微波驱动离子源与所述真空腔连通;

[0009] 聚焦电极系统,用于聚焦所述重离子强流束,形成高密度束流,所述高密度束流的束斑尺寸小于2mm;

[0010] 三维调节样品衬底,设置于所述真空腔内;

[0011] 旋转靶,用于承载所述三维调节样品衬底,且所述旋转靶旋转设置于所述真空腔内。

[0012] 根据本发明提供的一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述2.45GHz微波驱动离子源包括:

[0013] 微波发生器,用于产生2.45GHz微波;

[0014] 磁体,用于产生2.45GHz微波所需的磁场结构;

[0015] 弧腔;

[0016] 进气系统,用于提供惰性气体;

[0017] 引出电极;

[0018] 所述2.45GHz微波经过匹配波导耦合至所述弧腔加热电子,与所述惰性气体碰撞产生惰性气体等离子体,所述惰性气体等离子体在所述引出电极下产生所述重离子强流束。

[0019] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述惰性气体为氩气或氙气。

[0020] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述进气系统包括:

[0021] 高压平台;

[0022] 质量流量控制器,用于调控进气流量;

[0023] 隔离变压器,用于为所述高压平台上的设备供电,且隔离十万伏的静电高压。

[0024] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述聚焦电极系统包括两组静电管透镜,每组所述静电管透镜加载几千伏的电压,对所述重离子强流束进行聚焦。

[0025] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述真空腔包括:

[0026] 真空室;

[0027] 机械泵,一端与外界气体连通;

[0028] 分子泵,一端与所述机械泵的另一端连通,另一端与所述真空室连通。

[0029] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述旋转靶包括:

[0030] 电机;

[0031] 旋转芯轴,与所述电机连接,旋转设置于所述真空室内;

[0032] 磁流体,与所述旋转芯轴连接;

[0033] 靶支撑件,与所述磁流体连接,所述靶支撑件用于承载所述三维调节样品衬底。

[0034] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述机械泵和所述分子泵之间设置有角阀。

[0035] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,所述质量流量控制器的控制精度是0.1sccm。

[0036] 根据本发明提供一种用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,还包括:

[0037] 支撑平台,所述真空腔设置于所述支撑平台上。

[0038] 本发明提供的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,通过2.45GHz微波驱动离子源产生单一电荷态的重离子强流束,由于2.45GHz电子回旋共振离子源属于无极放电,能够产生高流强的离子束可在较大范围气压下长期稳定工作、重复性能好、离子种类广,没有寿命限制,也不会带来束流的污染电荷态单一、束流强度大、寿命长、运行稳定、离子溅射面积大且制靶效率高。是新核素合成领域中同位素制靶的最佳选择。本发明提供的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置可以成功替代原有装置,为新一代高效制备核靶提供了有力保障。

附图说明

[0039] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0040] 图1是本发明提供的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置的结构示意图;

[0041] 附图标记:

[0042] 1、真空腔;2、2.45GHz微波驱动离子源;3、旋转靶;4、分子泵;5、角阀;6、支撑平台。

具体实施方式

[0043] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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发明实施例和简化描述,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发明实施例的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0045] 下面结合图1描述本发明的实施例提供的用于同位素核靶高效制备的重离子溅射装置,包括真空腔1、2.45GHz微波驱动离子源2、聚焦电极系统、三维调节样品衬底和旋转靶3,2.45GHz微波驱动离子源2,用于产生单一电荷态的重离子强流束,2.45GHz微波驱动离子源与真空腔连通;聚焦电极系统用于聚焦重离子强流束,形成高密度束流,所述高密度束流的束斑尺寸小于2mm;三维调节样品衬底设置于所述真空腔内;旋转靶3用于承载三维调节样品衬底,且所述旋转靶3旋转设置于真空腔1内。

[0046] 2.45GHz微波驱动离子源2能够产生2.45GHz微波,经过匹配波导耦合至弧腔加热电子,与气体碰撞产生氩等离子体,氩等离子体在引出电极下产生10keV的Ar⁺束流,经过聚焦电极系统进行聚焦,形成直径为1~2mm的束斑,然后轰击样品,溅射的稀有同位素离子缓慢沉积到旋转靶上,最终形成了核靶。

[0047] 在本发明的一个可行的实施例中,离子源包括微波发生器、磁体、弧腔、进气系统和引出电极,微波发生器用于产生2.45GHz微波,磁体用于产生2.45GHz微波所需的磁场结构,产生的2.45GHz微波经过矩形波导传输耦合至弧腔进行加热电子,加热后电子获得能量与惰性气体分子进行碰撞,碰撞电离后形成等离子体,这些等离子体在正电压引出后,可以产生重离子强流束,当惰性气体为氩气或氙气时,重离子强流束则为Ar⁺、Xe⁺束流。高离化率离子源消耗气体少,在满足核靶制备所需的真空度下产生强流离子束。

[0048] 更进一步地,进气系统包括高压平台、质量流量控制器和隔离变压器,隔离变压器用于高压平台上设备供电,并且隔离十万伏的静电高压,MFC精确调控进气流量,控制精度0.1sccm。

[0049] 在本发明的一个可行的实施例中,聚焦电极系统包括两组静电管透镜,每组静电管透镜加载几千伏的电压,对重离子强流束进行聚焦,聚焦后的束流尺寸为1~2mm。静电管透镜工作中,避免杂散离子轰击后污染电极。

[0050] 在本发明的一个可行的实施例中,真空腔包括真空室、机械泵和分子泵,机械泵的一端与外界气体连通,另一端与分子泵连通,分子泵的另一端与真空室连通。进入弧腔的工作气体进行离化,离化的气体形成等离子体,未离化的工作气体进入真空室,机械泵与分子泵之间装有角阀,当角阀启动,剩余气体经过分子泵输送至机械泵入口,然后机械泵排放至室外。其中,分子泵是利用高速旋转的转子把动量传输给气体分子,使之获得定向速度,从而被压缩、被驱向排气口后为前级抽走的一种真空泵。

[0051] 在本发明的一个可行的实施例中,旋转靶包括电机、旋转芯轴、磁流体和靶支撑件,电机和连接轴置于大气中,通过磁流体与真空内旋转芯轴连接,这样既能保证真空密封,又能和靶精密联动。磁流体的连续工作寿命高于8000小时。对于高熔点稀有的同位素样品,要求束流和靶稳定可靠工作,稳定可靠的束流对核靶的成功制备至关重要。旋转靶的精密控制直接影响样品溅射的均匀性和沉积速率。

[0052] 综上,本发明2.45GHz微波驱动的重离子溅射装置,束流离子种类广、品质高以及制靶效率高,可以用于在核物理领域中新核素合成方向研究。

[0053] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0054] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“方式”、“具体方式”、或“一些方式”等的描述意指结合该实施例或方式描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明实施例的至少一个实施例或方式中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或方式。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或方式中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或方式以及不同实施例或方式的特征进行结合和组合。

[0055] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

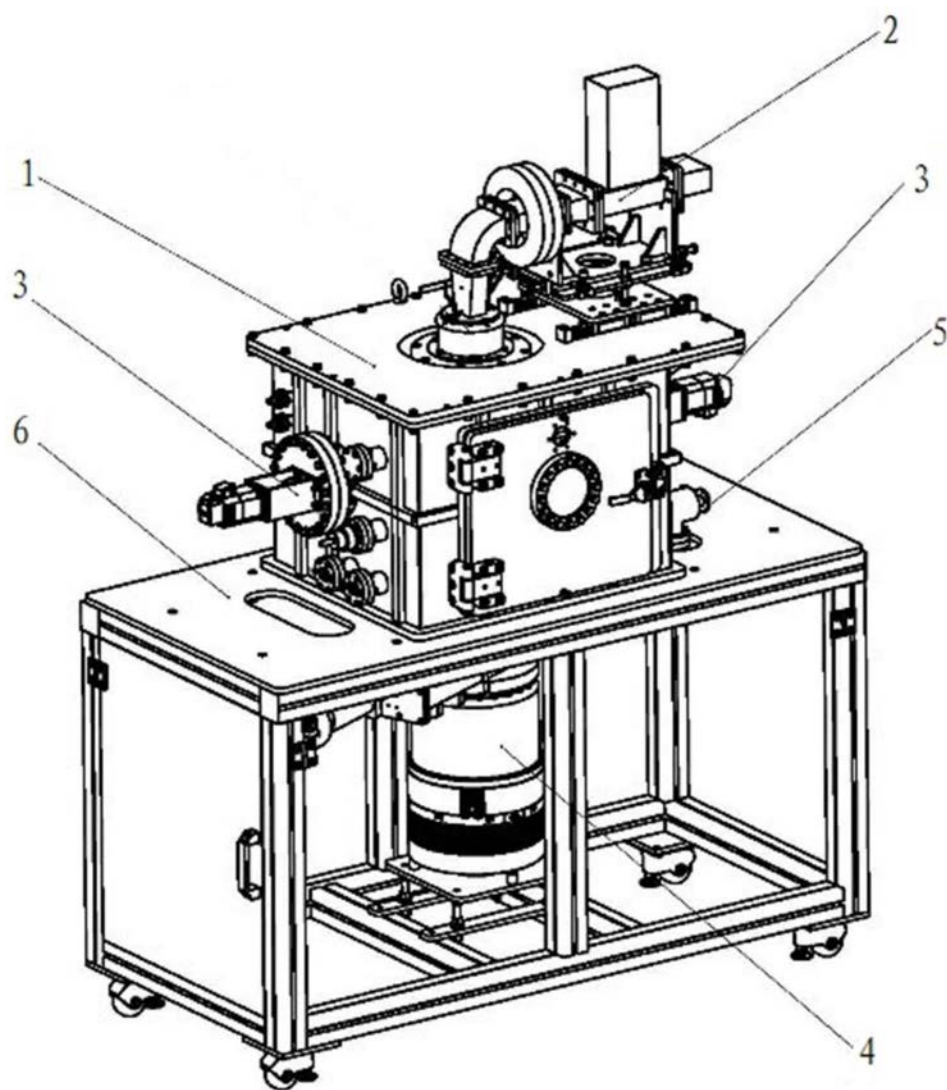


图1