



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113957397 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 14

(21) 申请号 202111232287.7

C23C 14/50 (2006.01)

(22) 申请日 2021.10.22

C23C 14/54 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113957397 A

(43) 申请公布日 2022.01.21

(73) 专利权人 埃频(上海)仪器科技有限公司

地址 201415 上海市奉贤区钜庭路998号1
号楼

专利权人 复旦大学

(72) 发明人 艾金虎 殷立峰

(74) 专利代理机构 上海智晟知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 31313

专利代理师 张瑞莹 李锺的

(56) 对比文件

CN 113388884 A, 2021.09.14

CN 209144243 U, 2019.07.23

CN 211339671 U, 2020.08.25

JP 2001201466 A, 2001.07.27

JP 2005337278 A, 2005.12.08

US 2013168233 A1, 2013.07.04

US 4277293 A, 1981.07.07

审查员 高天赐

(51) Int. Cl.

C23C 14/34 (2006.01)

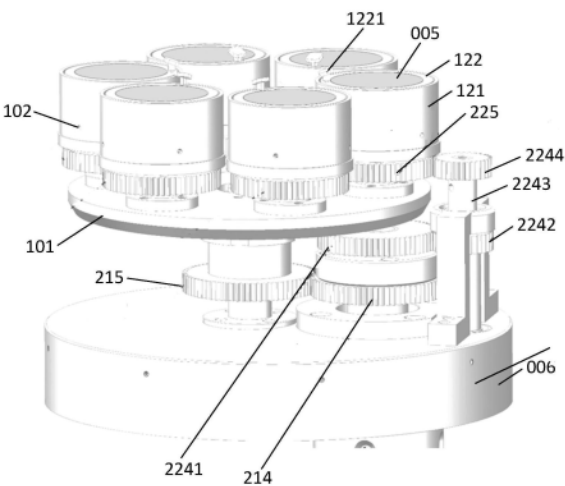
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种脉冲激光分子束外延装置

(57) 摘要

本发明公开一种脉冲激光分子束外延装置,包括靶台及控制模块。其中,靶台安装于安装法兰盘上,且包括无磁材料制成的公转平台及垂直设置于公转平台上的至少一个靶位,公转平台及靶位能够在控制模块的控制下分别绕各自的中心轴旋转,此外,各靶位之间互不干涉。同时,控制模块还可以驱动靶台的运动。



1. 一种脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,靶台及运动部件均采用无磁材料制成,以完全去除反射高能电子衍射的磁干扰,且所述脉冲激光分子束外延装置包括:

靶台,其安装于安装法兰盘上,且所述靶台包括:

公转平台,其被配置为能够绕其中心轴旋转;以及

至少一个靶位,其垂直设置于所述公转平台上,所述靶位被配置为能够绕其自身的中心轴旋转,且各靶位互不接触,且只有被选中的靶才自转;以及

控制模块,包括:

公转控制模块,其被配置为能够控制所述公转平台旋转,且包括第一电机及第一传动机构;

自转控制模块,其被配置为能够控制所述靶位旋转,且包括第二电机及第二传动机构,其中所述第二传动机构与所述第一传动机构均采用无磁材料制成,且自转控制模块与公转控制模块共用真空磁耦装置;以及

平移控制模块,其被配置为能够驱动所述靶台在垂直于其中心轴的平面内平移,包括第三电机及第三传动机构。

2. 如权利要求1所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述靶位包括:

靶槽,连接至所述公转平台;以及

靶托,包括把手,所述靶托与所述靶槽适配,且被配置为能够与靶材固定连接,所述把手被配置为能够与真空腔体上的传样机械手配合实现真空原位靶材替换。

3. 如权利要求1所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述控制模块还包括:

垂直位移控制模块,其被配置为能够驱动所述靶台沿其中心轴方向移动,包括手轮及第四传动机构。

4. 如权利要求1所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述第一传动机构采用无磁材料制成,且包括:

公转主动皮带轮,连接于所述第一电机的转轴上;

公转从动皮带轮,与所述公转主动皮带轮耦合;

公转传动齿轮,通过真空磁耦装置与所述公转从动皮带轮连接;以及

公转从动齿轮,与所述公转传动齿轮耦合,且与所述公转平台固定连接。

5. 如权利要求4所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述第二传动机构采用无磁材料制成,且包括:

自转主动皮带轮,连接于所述第二电机的转轴上;

自转从动皮带轮,与所述自转主动皮带轮耦合;

自转传动齿轮组件,包括:

第一传动齿轮,通过真空磁耦装置与所述自转从动皮带轮连接;

第二传动齿轮,与所述第一传动齿轮耦合;

传动杆,其两端分别连接至第二传动齿轮以及第三传动齿轮;以及

第三传动齿轮;以及

自转从动齿轮,与所述第三传动齿轮耦合,且与所述靶位固定连接。

6. 如权利要求5所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述自转从动齿轮通过螺栓连接至所述靶位的底部,和/或

所述公转从动齿轮通过螺栓连接至所述公转平台的底部,且所述螺栓为无磁材料制成。

7.如权利要求5所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述自转从动皮带轮与所述公转从动皮带轮共轴,以及所述公转传动齿轮与所述第一传动齿轮共轴。

8.如权利要求3所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述第一电机和/或第二电机和/或第三电机为步进电机,且包括角位置传感器。

9.如权利要求1所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,所述装置还包括屏蔽罩,其采用无磁材料制成,且至少包覆所述靶台,所述屏蔽罩顶部设置有通孔,所述通孔的大小不小于所述靶位的上表面面积,所述通孔上设置有可开合的挡板。

10.如权利要求9所述的脉冲激光分子束外延装置,其特征在于,还包括冷却液储液槽,所述冷却液储液槽固定于所述屏蔽罩的底部,且所述安装法兰盘包括冷却液进口及出口,所述冷却液进口及出口通过不锈钢螺旋管道与所述冷却液储液槽连通。

一种脉冲激光分子束外延装置

技术领域

[0001] 本发明涉及真空薄膜制备技术,特别涉及一种脉冲激光分子束外延装置。

背景技术

[0002] 脉冲激光分子束外延是在传统的分子束外延(molecular beam epitaxy,MBE)和脉冲激光溅射(pulsed laser deposition,PLD)基础上发展而来,其将纳秒脉冲的准分子激光和反射高能电子衍射(Reflection High Energy Electron Diffraction,RHEED)结合在一起,能对薄膜纵向的生长精确控制到单晶胞层(unit cell by unit cell)。脉冲激光分子束外延具有很多其它薄膜制备手段所不具备的优势:

[0003] 1)对靶材的种类没有限制,既能沉积金属、半导体、绝缘体等各种无机材料薄膜,还能沉积有机材料薄膜;

[0004] 2)独特的材料转移方式,薄膜能够保持靶材的化学计量比,非常适合复杂的多元化合物,而且沉积过程中还可以引入各种气体进行掺杂;

[0005] 3)独特的生长动力学过程,高功率激光辐照所产生的靶材粒子具有极高的密度和平均动能,再加上脉冲激光不连续的粒子供给方式,这些都有利于吸附粒子在样品表面的均匀成核和扩散成膜,因此可以外延出高质量的二维层状薄膜。

[0006] 反射高能电子衍射在脉冲激光分子束外延系统中的作用是原位监测薄膜生长厚度和表征薄膜生长质量,是脉冲激光分子束外延的关键设备。其基本原理是电子枪产生具有一定能量的电子束(10-35keV)以很小的掠入射角度($1^{\circ} \sim 5^{\circ}$)轰击薄膜表面,薄膜表面的原子周期性排列相当于衍射光栅,使得散射电子在荧光屏上形成衍射图案。当薄膜表面的原子铺满一层时,束斑的衍射强度达到极大值,当表面只有半层原子时,束斑的衍射强度达到极小值,从而产生强度的周期性震荡(RHEED Oscillations)。这种周期性震荡是薄膜厚度监测的利器,不光灵敏度可以达到0.1层,而且可以在生长时候同步监测。

[0007] 由于电子在磁场中会受到洛伦兹力,电子的运行轨迹不可避免的会受到周围磁场扰动的影响,一个地磁场量级的磁场波动足以使得束斑漂移。由于脉冲激光分子束外延是基于激光的烧蚀过程,如果激光一直打在同一个位置,会使得靶成分偏析甚至打穿,为了提高靶材的使用寿命,靶台需要自转。一个靶台通常配备了多个靶,以提高系统的利用率,如果要生长超晶格样品或者多层膜,靶台除了自转外,还需要公转,进行靶的选择。由于传统靶台通常所用的轴承多采用GCr15高铬轴承钢,齿轮则常采用45号钢,均具有较强的铁磁性,另外,靶托虽然是采用304L或者316L不锈钢制作,但是经过机械加工后,部分奥氏体组织会发生相变变成马氏体而带有弱铁磁性,且靶台与样品的典型距离只有5厘米,因此漏磁对反射高能电子衍射的电子束斑影响较大。因此,传统靶台在使用前,需要将齿轮、轴承和靶托进行退磁处理,否则由于靶自转和公转所带来的周期性磁场变化不可避免的会给电子带来干扰,从而影响反射高能电子衍射利用周期性震荡来监测膜厚的精度。但是,即使进行了退磁处理,在使用过程中,齿轮和轴承摩擦所产生的应力又会使重新产生铁磁性,因此使用一段时间后需要重新对齿轮、轴承进行退磁处理,带来不便。

[0008] 此外,由于准分子激光入射角度是固定的,如果靶只有自转,则会在靶面打出一个圆环性凹槽,还是会使得靶损坏。传统靶台通常是采用自转配合公转的轻微“摇摆”来解决这个问题,从而实现激光全靶面扫描。所述“摇摆”方式是指在公转的同时,所有的靶进行自转。由于靶台一般带有4到6个靶位,每个靶位至少有1个轴承和齿轮的组合,因此只要其中任何1个靶位的轴承或者齿轮故障,整个靶台就会卡住,大大减低了靶台的可靠性。

发明内容

[0009] 针对现有技术中的部分或全部问题,本发明提供一种脉冲激光分子束外延装置,包括:

[0010] 靶台,其通过安装法兰盘与控制模块连接,且所述靶台包括:

[0011] 公转平台,其采用无磁材料制成,能够绕中心轴旋转;以及

[0012] 至少一个靶位,其垂直设置于所述公转平台上,采用无磁材料制成,所述靶位能够绕自身中心轴旋转,且各靶位之间不接触;以及

[0013] 控制模块,用于控制所述公转平台及靶位的旋转以及靶台的运动。

[0014] 进一步地,所述靶位包括:

[0015] 靶槽;以及

[0016] 靶托,包括把手,所述靶托与所述靶槽适配,用于放置靶材。

[0017] 进一步地,所述靶位尺寸为1英寸。

[0018] 进一步地,所述控制模块包括:

[0019] 公转控制模块,用于控制所述公转平台的旋转,包括第一电机及第一传动机构;

[0020] 自转控制模块,用于控制所述靶位的旋转,包括第二电机及第二传动机构;

[0021] 平移控制模块,连接至所述安装法兰盘,用于驱动所述靶台在垂直于其中心轴的平面内平移,包括第三电机;以及

[0022] 垂直位移控制模块,连接至所述安装法兰盘,用于驱动所述靶台沿其中心轴方向移动,包括手轮。

[0023] 进一步地,所述第一传动机构采用无磁材料制成,且包括:

[0024] 公转主动皮带轮,连接于所述第一电机转轴上;

[0025] 公转从动皮带轮,与所述公转主动皮带轮耦合;

[0026] 公转传动齿轮,通过真空磁耦装置与所述公转从动皮带轮连接;以及

[0027] 公转从动齿轮,与所述公转传动齿轮耦合,且与所述公转平台固定连接。

[0028] 进一步地,所述公转从动齿轮通过螺栓连接至所述公转平台的底部,且所述螺栓为无磁材料制成。

[0029] 进一步地,所述第二传动机构采用无磁材料制成,且包括:

[0030] 自转主动皮带轮,连接于所述第二电机转轴上;

[0031] 自转从动皮带轮,与所述自转主动皮带轮耦合;

[0032] 自转传动齿轮组件,包括:

[0033] 第一传动齿轮,真空磁耦装置与所述自转从动皮带轮连接;

[0034] 第二传动齿轮,与所述第一传动齿轮耦合;

[0035] 传动杆,其两端分别连接至第二传动齿轮以及第三传动齿轮;

[0036] 以及

[0037] 第三传动齿轮;以及

[0038] 自转从动齿轮,与所述第三传动齿轮耦合,且与所述靶位固定连接。

[0039] 进一步地,所述自转从动齿轮通过螺栓连接至所述靶位的底部,且所述螺栓为无磁材料制成。

[0040] 进一步地,所述自转从动皮带轮、所述公转从动皮带轮、公转传动齿轮以及第一传动齿轮共轴。

[0041] 进一步地,所述第一电机和/或第二电机和/或第三电机为步进电机,且包括角位置传感器。

[0042] 进一步地,所述装置还包括屏蔽罩,其采用无磁材料制成,且至少包覆所述靶台,所述屏蔽罩顶部设置有通孔,所述通孔的大小不小于所述靶位的上表面面积,所述通孔上设置有可开合的挡板。

[0043] 进一步地,所述安装法兰盘包括冷却液进口及出口。

[0044] 本发明提供一种脉冲激光分子束外延装置,其所有运动部件及靶台均采用完全无磁的材料,例如氧化锆、钛等制成,例如包括氧化锆陶瓷轴承、钛齿轮、钛靶托、钛螺丝等,把传统靶台对反射高能电子衍射的磁干扰完全去除,提高了薄膜厚度监测的精度。此外,所述装置采用靶位自转配合靶台平移的方式实现激光全靶面扫描,提高了靶的利用率,且由于各靶位之间互不干涉,只有被选中的靶才自转,大大提高了靶台的可靠性。采用所述装置进行靶面扫描,所有靶托和样品均可以通过快速进样室和机械手进行原位更换,提高了薄膜制备效率。且生长的靶位带有挡板,可以通过机械手进行开关,防止样品架传样时候掉下的杂质沾污靶面。此外,所述装置的靶台带有水冷屏蔽罩,能够屏蔽高温样品架的热辐射,提高轴承和齿轮的寿命。

附图说明

[0045] 为进一步阐明本发明的各实施例的以上和其它优点和特征,将参考附图来呈现本发明的各实施例的更具体的描述。可以理解,这些附图只描绘本发明的典型实施例,因此将不被认为是对其范围的限制。在附图中,为了清楚明了,相同或相应的部件将用相同或类似的标记表示。

[0046] 图1示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置的结构示意图;

[0047] 图2示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置中挡板开启的示意图;以及

[0048] 图3示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置中靶台的结构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面结合具体实施方式参考附图进一步阐述本发明。应当指出,各附图中的各组件可能为了图解说明而被夸大地示出,而不一定是比例正确的。在各附图中,给相同或功能相同的组件配备了相同的附图标记。

[0050] 在本发明中,除非特别指出,“布置在…上”、“布置在…上方”以及“布置在…之上”

并未排除二者之间存在中间物的情况。此外,“布置在…上或上方”仅仅表示两个部件之间的相对位置关系,而在一定情况下、如在颠倒产品方向后,也可以转换为“布置在…下或下方”,反之亦然。

[0051] 在本发明中,各实施例仅仅旨在说明本发明的方案,而不应被理解为限制性的。

[0052] 在本发明中,除非特别指出,量词“一个”、“一”并未排除多个元素的场景。

[0053] 在此还应当指出,在本发明的实施例中,为清楚、简单起见,可能示出了仅仅一部分部件或组件,但是本领域的普通技术人员能够理解,在本发明的教导下,可根据具体场景需要添加所需的部件或组件。

[0054] 在此还应当指出,在本发明的范围内,“相同”、“相等”、“等于”等措辞并不意味着二者数值绝对相等,而是允许一定的合理误差,也就是说,所述措辞也涵盖了“基本上相同”、“基本上相等”、“基本上等于”。以此类推,在本发明中,表方向的术语“垂直于”、“平行于”等等同样涵盖了“基本上垂直于”、“基本上平行于”的含义。

[0055] 在本发明中,用语“第一方向”是指与靶台中心轴平行的方向,例如,当所述靶台竖直朝上安装时,所述第一方向是指垂直于地面的方向;用语“第二方向”是指与靶台中心轴垂直的方向,例如,当所述靶台竖直朝上安装时,所述第二方向为水平方向;以及用语“第二平面”是指与靶台中心轴垂直的平面,例如,当所述靶台竖直朝上安装时,所述第二平面即为水平面。

[0056] 为了避免对反射高能电子衍射的磁干扰,同时提高靶台的可靠性,本发明提供一种脉冲激光分子束外延装置,其靶台及运动部件均采用无磁材料制成,把传统靶台对反射高能电子衍射的磁干扰完全去除,提高了高能电子衍射仪监测薄膜厚度的精度,同时,其采用自转配合靶台平移的方式实现激光全靶面扫描,还进一步提高了靶台的可靠性。

[0057] 本发明提供的一种脉冲激光分子束外延装置,包括靶台及控制模块。其中,所述靶台竖直朝上安装,所述控制模块用于控制所述靶台的运动,例如包括靶台的公转、沿第一方向和/或第二平面内的位移以及靶台上靶位的自转等,所述控制模块包括公转控制模块、自转控制模块、平移控制模块以及垂直位移控制模块。

[0058] 由于脉冲激光分子束外延制备氧化物薄膜时,通常需把样品加热到700摄氏度到1000摄氏度之间,氧气气压维持在0.1Pa到10Pa之间,而靶台通常距离样品只有5厘米左右,因此高温样品架通过热辐射和气体对流的方式使得靶台可以升温到100摄氏度以上,而轴承和齿轮长期工作在这样的高温、高氧环境下容易出现故障。基于此,在本发明的一个实施例中,在所述靶台外部设置有屏蔽罩,所述屏蔽罩采用水冷冷却,使得靶台温度能够维持在阈值以下。

[0059] 图1示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置的结构示意图。如图1所示,所述脉冲激光分子束外延装置各部件纵向分布,其中,靶台安装于安装法兰盘004上,且设置于屏蔽罩003内,所述安装法兰盘004可通过真空腔体的法兰盘与真空腔体实现真空气密封接,进而保证靶台处于真空环境内。所述屏蔽罩003采用无磁材料,例如钛和/或钛合金制成,所述安装法兰盘004例如可采用不锈钢材质。如图1所示,所述屏蔽罩003上设置有通孔031,所述通孔031的大小不小于所述靶位的上表面面积,以便于操作。由于脉冲激光分子束外延需要在真空环境中操作,通常会通过机械手经由快速进样室将样品送入所述装置。为了能够在不开腔破坏真空的情况下实现原位更换样品,同时原位更换靶位,以提高薄

膜制备效率,通常会将样品架设置于靶台的正上方,随着时间的累积,样品架上不可避免的会生长一些靶材薄膜,这些薄膜与样品架结合的并不牢靠,传样时候很容易掉落到正下方的靶面上,从而污染靶材。为了解决这个问题,在本发明的一个实施例中,所述通孔031上设置有无磁材料,例如钛和/或钛合金制成的挡板032,所述挡板032可通过机械手进行开关,当需要对靶位进行操作时,通过机械手打开挡板,操作完成后,则关闭挡板。图2示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置中挡板开启的示意图。如图2所示,所述挡板032打开后,可露出所述靶台上相应的靶位,进而进行后续操作。此外,为实现冷却功能,在本发明的一个实施例中,在所述安装法兰盘004上设置有冷却液进口041及出口042,且所述脉冲激光分子束外延装置还包括冷却液储液槽。所述冷却液储液槽设置于所述屏蔽罩003的底部,且通过例如螺纹连接等方式与所述屏蔽罩003固定,使得其与所述屏蔽罩003之间具有良好的热接触。所述冷却液进口041及出口042通过不锈钢螺旋管道与所述冷却液储液槽连通。在实际操作时,冷却液从所述冷却液进口041注入,然后经由所述不锈钢螺旋管道到达所述冷却液储液槽中,再经由出口042流出,由于屏蔽罩003与所述冷却液储液槽具有良好的热接触,因此能够有效屏蔽样品架的热辐射。

[0060] 图3示出本发明一个实施例的一种脉冲激光分子束外延装置中靶台的结构示意图。如图3所示,所述控制模块的部分构件也设置于所述安装法兰盘上方的屏蔽罩内,且设置于冷却液储液槽006上,用于驱动靶台的运动。其中,所述靶台包括公转平台101以及设置于所述公转平台101上的至少一个靶位102。所述公转平台101及所述靶位102均采用无磁材料制成,所述无磁材料例如可为钛或钛合金等。

[0061] 如图3所示,所述公转平台101的底部与控制模块中的公转控制模块连接,在所述公转控制模块的驱动下,能够绕其自身的中心轴旋转。如图3所示的实施例中,所述公转平台101的底部固定连接有用公转从动齿轮215,所述公转从动齿轮215例如可通过无磁螺栓固定于所述公转平台101的底部。所述公转从动齿轮215与公转传动齿轮214耦合,在所述公转传动齿轮214的驱动下,带动所述公转平台101转动。所述公转控制模块的其他构件进一步地通过真空磁耦装置驱动所述公转传动齿轮214。如图1所示,所述公转控制模块的其他构件包括第一电机211、公转主动皮带轮212以及公转从动皮带轮213。其中,所述公转主动皮带轮212连接于所述第一电机211的转轴上,所述公转从动皮带轮213则与所述公转主动皮带轮212耦合。

[0062] 基于此,当所述公转平台101需要转动时,首先开启所述第一电机211,则其将驱动所述公转主动皮带轮212转动,所述公转主动皮带轮212通过皮带驱动所述公转从动皮带轮213转动,所述公转从动皮带轮213则通过真空磁耦装置驱动所述公转传动齿轮214转动,最终,所述公转传动齿轮214通过齿轮耦合驱动所述公转从动齿轮215转动,进而带动与所述公转从动齿轮215固定连接的公转平台实现公转。

[0063] 在本发明的一个实施例中,所述第一电机211为步进电机,且其包括角位置传感器,通过例如计算机等终端读取所述角位置传感器的读数,可以确定所述公转平台的转动角度,进而实现靶位选择。在本发明的实施例中,所述公转主动皮带轮212、公转从动皮带轮213、公转传动齿轮214、以及公转从动齿轮215均采用无磁材料,例如钛或钛合金材料制成。应当理解的是,所述公转控制模块中的各部件之间的耦合关系并不限制于如前所述的实施例,同时,其所包含的构件也可以更少或更多,例如,所述公转控制模块可以仅包括第一电

机和/或部分传动构件,所述传动构件可以通过齿轮耦合和/或皮带耦合和/或真空磁耦合等不同的组合实现。

[0064] 所述靶位102垂直设置于所述公转平台101上,使得准分子激光从斜上方入射到靶材表面。所述靶位可以为一个或多个,如图3所示的实施例中,包含6个靶位,但应当理解的是,在本发明的其他实施例中,所述靶位的数量可以为任意数。优选地,各靶位尺寸相同,例如可为1英寸,各靶位围绕所述公转平台101的中心均匀布置,且互不接触。

[0065] 在本发明的一个实施例中,所述靶位102包括靶槽121以及靶托122,所述靶槽121设置于所述公转平台101上,其可在自转控制模块的驱动下绕自身中心轴旋转,以及所述靶托122可放置于所述靶槽121中,并通过其与靶槽之间的摩擦力跟随靶槽转动。所述靶托122用于放置靶材005,所述靶材005例如可通过螺丝固定。由于在操作过程中,机械手与样品架设置在同一高度,其距离所述靶托的距离为5厘米左右,因此机械手与所述靶托之间存在一个约为20度的夹角。为了弥补这个夹角,在本发明的一个实施例中,所述靶托122上还设置有把手1221,且所述把手1221与所述靶托122表面存在第一夹角,所述第一夹角优选等于所述机械手与靶台之间的夹角度数,以便于机械手抓取。所述把手1221可以与真空腔体上的传样机械手配合,进而实现真空原位靶材替换。在本发明的一个实施例中,所述靶托122采用无磁材料,例如钛或钛合金材料制成。

[0066] 如图3所示,在本发明的一个实施例中,每个所述靶位102的底部均固定连接有一个独立的自转从动齿轮225,所述自转从动齿轮225例如可通过无磁螺栓固定于所述靶位102的底部。当所述公转平台101转动指定角度后,其上的某一靶位102底部的自转从动齿轮225将与自转传动齿轮组件耦合,在所述自转传动齿轮组件的驱动下,该靶位能够绕其自身中心轴转动,实现自转,由于各靶位互不干涉,因此其他靶位的自转从动齿轮处于解耦状态,不会跟随转动,提高了靶台的可靠性。在本发明的一个实施例中,如图3所示,所述自转传动齿轮组件包括第一传动齿轮2241、第二传动齿轮2242、传动杆2243以及第三传动齿轮2244。其中,所述第三传动齿轮2244与所述自转从动齿轮225耦合,所述第二传动齿轮2242通过所述传动杆2243驱动所述第三传动齿轮2244,同时,所述第二传动齿轮2242与所述第一传动齿轮2241耦合。所述自转控制模块的其他构件进一步地通过真空磁耦装置驱动所述自转传动齿轮组件。在如图3所示的实施例中,所述第一传动齿轮2241与所述公转传动齿轮214共轴,即所述自转控制模块与所述公转控制模块共用所述真空磁耦装置。

[0067] 如图1所示,所述自转控制模块的其他构件包括第二电机221、自转主动皮带轮222以及自转从动皮带轮223。其中,所述自转主动皮带轮222连接于所述第二电机221的转轴上,所述自转从动皮带轮223则与所述自转主动皮带轮222耦合。在本发明的一个实施例中,当所述自转控制模块与所述公转控制模块共用所述真空磁耦装置时,所述自转从动皮带轮223与所述公转从动皮带轮213共轴。

[0068] 基于此,当某一选中靶位102需要转动时,首先开启所述第二电机221,则其将驱动所述自转主动皮带轮222转动,所述自转主动皮带轮222通过皮带驱动所述自转从动皮带轮223转动,所述自转从动皮带轮223则通过真空磁耦装置驱动所述自转传动齿轮组件,具体而言,所述自转从动皮带轮223通过真空磁耦装置驱动所述第一传动齿轮2241,所述第一传动齿轮2241通过齿轮耦合驱动所述第二传动齿轮2242,所述第二传动齿轮2242通过所述传动杆2243驱动所述第三传动齿轮2244,最终,所述第三传动齿轮2244通过齿轮耦合驱动所

述自转从动齿轮225转动,进而带动与所述自转从动齿轮225固定连接的靶位实现自转。

[0069] 在本发明的一个实施例中,所述第二电机221为步进电机。在本发明的实施例中,所述自转主动皮带轮222、自转从动皮带轮223、自转传动齿轮组件以及自转从动齿轮225均采用无磁材料,例如钛或钛合金材料制成。应当理解的是,所述自转控制模块中的各部件之间的耦合关系并不限制于如前所述的实施例,同时,其所包含的构件也可以更少或更多,例如,所述自转控制模块可以仅包括第二电机和/或部分传动构件,所述传动构件可以通过齿轮耦合和/或皮带耦合和/或真空磁耦合等不同的组合实现。

[0070] 在本发明的实施例中,通过靶位自转配合靶台在第二平面内的往复平移实现激光全靶面扫描。基于此,在本发明中,通过设置平移控制模块驱动所述靶台在第二平面内平移。如图1所示,在本发明的一个实施例中,所述平移控制模块包括第三电机231,所述第三电机231通过第三传动机构与所述安装法兰盘004连接,以驱动所述安装法兰盘004在第二平面内平移,进而进一步带动所述靶台在第二平面内平移。所述第三传动机构例如可以包括齿轮及齿条,或金属波纹管等。在本发明的一个实施例中,所述第三电机231为步进电机,且包括角位置传感器,通过例如计算机等终端读取所述角位置传感器的读数,可以确定所述靶台的位移,通常对于1英寸的靶托,其行程一般设置为 $\pm 10\text{mm}$ 。

[0071] 为便于进行靶托的安装或更换,在本发明的一个实施例中,所述靶台还可沿第一方向移动。具体而言,是通过垂直位移控制模块驱动所述靶台沿其中心轴方向移动。如图1所示,在本发明的一个实施例中,所述垂直位移控制模块包括手轮241,所述手轮241通过第四传动机构与所述安装法兰盘004连接,以驱动所述安装法兰盘004沿第一方向移动,进而进一步带动所述靶台沿第一方向移动至指定位置。所述第四传动机构例如可以包括齿轮及齿条,或金属波纹管等。

[0072] 基于如前所述的脉冲激光分子束外延装置,进行脉冲激光分子束外延包括:

[0073] 首先,通过机械臂经由快速进样室放置样品以及靶材,其中,靶材与靶托通过螺丝固定后再安放到靶槽中,安放完成后,关闭屏蔽罩上挡板,此外,在后续操作中,可通过机械臂经由快速进样室对样品及靶材进行原位更换;

[0074] 接下来,启动公转控制模块的第一电机,驱动公转平台的转动,选择初始靶位,使得初始靶位对准所述屏蔽罩上的通孔,此时,所述初始靶位的自转从动齿轮与自转传动齿轮耦合;

[0075] 接下来,通过所述机械手打开挡板,使得所述初始靶位从所述通孔中露出来;

[0076] 接下来,通过转动垂直位移控制模块的手轮调节所述靶台的高度,使得靶托与样品之间的距离达到指定数值,例如5厘米;

[0077] 接下来,开启准分子激光器,同时启动自转控制模块的第二电机,驱动所述初始靶位自转,同时,还启动平移控制模块的第三电机,驱动靶台在第二平面内线性位移,至此,实现初始靶位的激光全靶面扫描;以及

[0078] 最后,当需要更换靶位进行操作时,则先暂停准分子激光器、第二电机以及第三电机,然后开启第一电机,控制公转平台转动,使得指定靶位转动至与所述通孔对应的位置,然后开启准分子激光器、第二电机以及第三电机,进行激光全靶面扫描,依此类推。由于只有被选中的靶位自转,不仅提高了靶位的利用率,还提高了靶台的可靠性。

[0079] 尽管上文描述了本发明的各实施例,但是,应该理解,它们只是作为示例来呈现

的,而不作为限制。对于相关领域的技术人员显而易见的是,可以对其做出各种组合、变型和改变而不背离本发明的精神和范围。因此,此处所公开的本发明的宽度和范围不应被上述所公开的示例性实施例所限制,而应当仅根据所附权利要求书及其等同替换来定义。

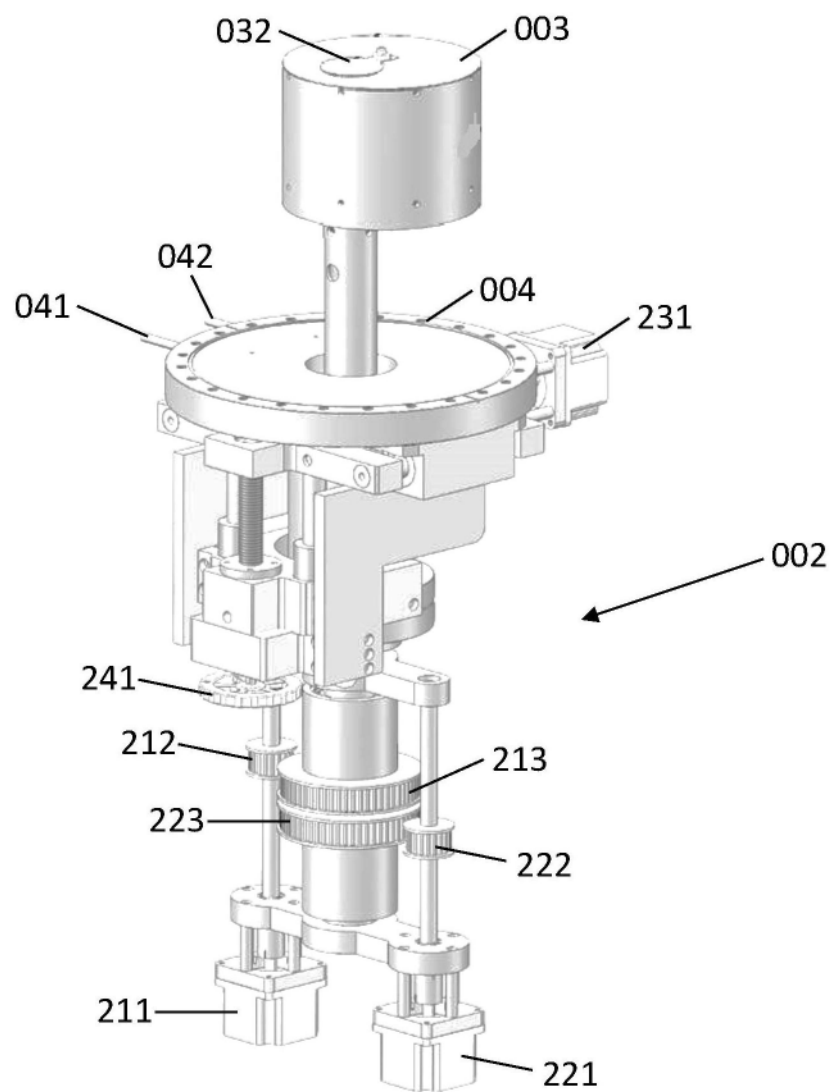


图1

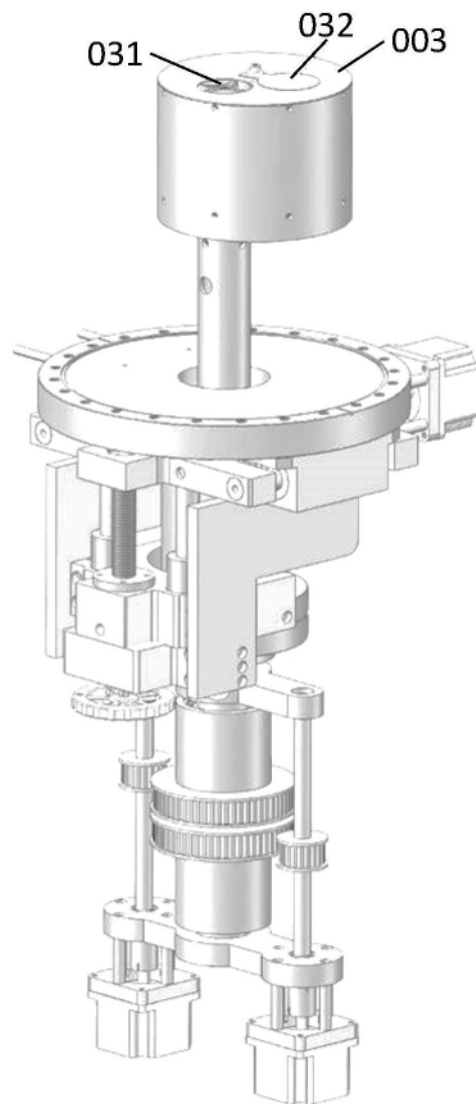


图2

