



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109827976 A

(43)申请公布日 2019.05.31

(21)申请号 201910194132.5

(22)申请日 2019.03.14

(71)申请人 中国科学院上海应用物理研究所
地址 201800 上海市嘉定区嘉罗公路2019号

(72)发明人 滑文强 胡哲 王玉柱 谢红兰
李秀宏 边风刚 王劼

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002
代理人 邓琪 宋丽荣

(51)Int.Cl.
G01N 23/02(2006.01)
G01N 23/20008(2018.01)
G01N 23/20025(2018.01)

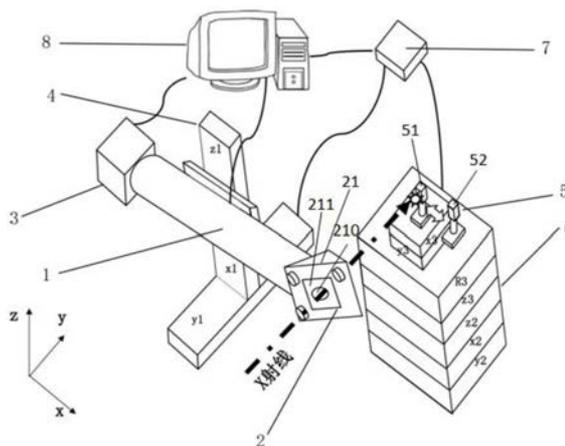
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统

(57)摘要

本发明涉及一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统,光学镜头组固定于三维电动台上,用于陈放闪烁体荧光屏或样品的样品台固定于七维样品台,光学镜架内装设有用于可见光成像的45°反射镜,反射镜的中间具有供X射线光束通过的通孔,光学镜架具有用于将反射镜的可见光反射轴线调节为与X射线光束的方向平行的两维角度机械调节机构,光学镜头组的两端分别固定连接光学镜架和相机并将反射镜反射的可见光成像到相机上。本发明的光学系统能够实现X射线光束的在线观测和调节,同时实现样品的在线观测和调节,从而解决了现有的X射线光束和样品无法精确对准和无法实时观测的技术难点,提升X射线实验的准确性和便利性。



1. 一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统,其特征在于,其包括光学镜头组(1)、光学镜架(2)、相机(3)、三维电动台(4)、样品台(5)和七维样品台(6),其中,光学镜头组(1)固定于三维电动台(4)上以便在水平、前后和垂直方向上移动光学镜头组(1),用于陈放闪烁体荧光屏(51)或样品(52)的样品台(5)固定于七维样品台(6)以对样品台(5)进行移动,光学镜架(2)内装设有用于可见光成像的 45° 反射镜(21),反射镜(21)的中间具有供X射线光束通过的通孔(210),光学镜架(2)具有用于将反射镜(21)的可见光反射轴线调节为与X射线光束的方向平行的两维角度机械调节机构,光学镜头组(1)的两端分别固定连接光学镜架(2)和相机(3)并将反射镜(21)反射的可见光成像到相机(3)上。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,反射镜(21)的背面具有用于显现X射线光束的荧光纸(211)。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,三维电动台(4)包括第一水平移动轴(x1)、第一前后移动轴(y1)和第一垂直移动轴(z1),其中,光学镜头组(1)沿着平行于X射线光束的第一前后移动轴(y1)的移动调节使得反射镜(21)反射的可见光在相机(3)上呈现出清晰的图像,光学镜头组(1)沿着第一水平移动轴(x1)和第一垂直移动轴(z1)的移动使得X射线光束通过通孔(210)并使得相机(3)采集X射线光束形成的图像的中心位置。

4. 根据权利要求3所述的光学系统,其特征在于,七维样品台(6)包括的底部三维样品台、转台(R3)和顶部三维样品台,其中,转台(R3)限定围绕着垂直方向的转动,位于转台(R3)下方的底部三维样品台限定转台(R3)在水平、前后和垂直方向上的移动,位于转台(R3)上方的用于放置样品台(5)的顶部三维样品台限定样品台(5)在水平、前后和垂直方向上的移动。

5. 根据权利要求4所述的光学系统,其特征在于,底部三维样品台包括第二水平移动轴(x2)、第二前后移动轴(y2)和第二垂直移动轴(z2),转台(R3)沿着第二水平移动轴(x2)、第二前后移动轴(y2)和第二垂直移动轴(z2)的移动调节使得闪烁体荧光屏(51)或样品(52)位于X射线光束的光路上。

6. 根据权利要求4所述的光学系统,其特征在于,顶部三维样品台包括第三水平移动轴(x3)、第三前后移动轴(y3)和第三垂直移动轴(z3),样品(52)沿着第三水平移动轴(x3)、第三前后移动轴(y3)和第三垂直移动轴(z3)的移动调节以实现样品校轴和位置扫描。

7. 根据权利要求6所述的光学系统,其特征在于,样品(52)沿着第三水平移动轴(x3)和第三前后移动轴(y3)的移动调节使得样品(52)位于转台(R3)的旋转轴心位置以实现样品校轴。

8. 根据权利要求6所述的光学系统,其特征在于,样品(52)沿着第三水平移动轴(x3)和第三垂直移动轴(z3)的移动调节以实现位置扫描。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,该光学系统还包括用于控制三维电动台(4)和七维样品台(6)的移动的控制器(7)以及与控制器(7)连接的计算机(8),该计算机(8)与光学镜架(2)和相机(3)进行连接以对整个光学系统进行操作控制。

10. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,光学镜头组(1)为带有放大倍数调节功能的圆柱体结构。

一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及X射线光束,更具体地涉及一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统。

背景技术

[0002] X射线是波长介于紫外线和 γ 射线之间的电磁波。其波长很短,约介于0.01~100埃之间。由于其波长不在人眼可观测范围内,因而无法用X射线探测器以外的方法观测到。此外,对涉及到X射线的实验,尤其是微聚焦实验中,X射线光束经过聚焦光学元件作用汇聚到微米尺度,以用于科学样品的散射、衍射和荧光扫描等实验。在具体实验操作中,已知X射线光束的位置、分布和聚焦状态对样品的光束对准和实验位移操作至关重要。

[0003] 一方面,公知的X射线光束的探测手段是采用闪烁体荧光屏将X射线光束转换为可见光,从而观察X射线光束的位置和形貌。另一方面,公知的X射线光束测量技术是结合刀口扫描和光强探测的一维光强分布测量方法,具有耗时长,光强分布为一维积分结果等缺陷。

[0004] 在涉及到X射线的实验中,样品的位置姿态的准确调节需要结合X射线光束状态、样品的准确位置以及样品的精确位移,而目前尚未有合适的相应的实验装置。

发明内容

[0005] 为了解决上述现有技术存在的X射线光束和样品无法精确对准和无法实时观测的问题,本发明旨在提供一种在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统。

[0006] 本发明所述的在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统,包括光学镜头组、光学镜架、相机、三维电动台、样品台和七维样品台,其中,光学镜头组固定于三维电动台上以便在水平、前后和垂直方向上移动光学镜头组,用于陈放闪烁体荧光屏或样品的样品台固定于七维样品台以对样品台进行移动,光学镜架内装设有用于可见光成像的 45° 反射镜,反射镜的中间具有供X射线光束通过的通孔,光学镜架具有用于将反射镜的可见光反射轴线调节为与X射线光束的方向平行的两维角度机械调节机构,光学镜头组的两端分别固定连接光学镜架和相机并将反射镜反射的可见光成像到相机上。

[0007] 反射镜的背面具有用于显现X射线光束的荧光纸。

[0008] 三维电动台包括第一水平移动轴、第一前后移动轴和第一垂直移动轴,其中,光学镜头组沿着平行于X射线光束的第一前后移动轴的移动调节使得反射镜反射的可见光在相机上呈现出清晰的图像,光学镜头组沿着第一水平移动轴和第一垂直移动轴的移动使得X射线光束通过通孔并使得相机采集X射线光束形成的图像的中心位置。

[0009] 七维样品台包括的底部三维样品台、转台和顶部三维样品台,其中,转台限定围绕着垂直方向的转动,位于转台下方的底部三维样品台限定转台在水平、前后和垂直方向上的移动,位于转台上方的用于放置样品台的顶部三维样品台限定样品台在水平、前后和垂直方向上的移动。

[0010] 底部三维样品台包括第二水平移动轴、第二前后移动轴和第二垂直移动轴,转台

沿着第二水平移动轴、第二前后移动轴和第二垂直移动轴的移动调节使得闪烁体荧光屏或样品位于X射线光束的光路上。

[0011] 顶部三维样品台包括第三水平移动轴、第三前后移动轴和第三垂直移动轴,样品沿着第三水平移动轴、第三前后移动轴和第三垂直移动轴的移动调节以实现样品校轴和位置扫描。

[0012] 样品沿着第三水平移动轴和第三前后移动轴的移动调节使得样品位于转台的旋转轴心位置以实现样品校轴。

[0013] 样品沿着第三水平移动轴和第三垂直移动轴的移动调节以实现位置扫描。

[0014] 该光学系统还包括用于控制三维电动台和七维样品台的移动的控制器的控制器以及与控制器的计算机,该计算机与光学镜架和相机进行连接以对整个光学系统进行操作控制。

[0015] 光学镜头组为带有放大倍数调节功能的圆柱体结构。

[0016] 根据本发明的在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统,一方面,其不仅能够知道X射线光束的位置,也能实时观测X射线光束的二维形貌,并且据此进行X射线光路的调整;另一方面,其结合样品台可以随时调整样品位置和姿态,用于对准X射线光束等实验位移操作。特别地,本发明的光学系统能够实现X射线光束的在线观测和调节,同时实现样品的在线观测和调节,从而解决了现有的X射线光束和样品无法精确对准和无法实时观测的技术难点,提升X射线实验的准确性和便利性。

附图说明

[0017] 图1是根据本发明的一个优选实施例的在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统的整体示意图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述。

[0019] 如图1所示,根据本发明的一个优选实施例的在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统包括光学镜头组1、光学镜架2、相机3、三维电动台4、样品台5和七维样品台6,其中,光学镜头组1固定于三维电动台4上以便能够根据需要对光学镜头组1进行移动,光学镜头组1的前端与光学镜架2固定连接,光学镜头组1的后端与相机3固定连接,用于陈放闪烁体荧光屏51或样品52的样品台5固定于七维样品台6上以根据需要对样品台5进行移动。另外,该光学系统还包括用于控制电动台4,6的移动的控制器7以及与控制器7连接的计算机8,该计算机8同时与光学镜架2和相机3进行连接以对整个光学系统进行操作控制。

[0020] 光学镜架2内装设有45°反射镜21,其为表面镀膜的椭圆外形平面反射镜或者三棱镜,用于可见光成像。反射镜21的中间具有供X射线光束(图中的虚线箭头示出的X射线)通过的通孔210。在本实施例中,该通孔210的直径为1-3mm。反射镜21的背面具有用于显现X射线光束的荧光纸211。在本实施例中,光学镜架2具有二维角度机械调节机构,用于将反射镜21的可见光反射轴线调节为与X射线光束的方向平行。

[0021] 光学镜头组1示出为圆柱体结构,其带有放大倍数调节功能,用于将反射镜21反射的可见光成像到相机3上。

[0022] 用于移动光学镜头组1的三维电动台4包括第一水平移动轴x1、第一前后移动轴y1和第一垂直移动轴z1。第一水平移动轴x1和第一垂直移动轴z1限定出垂直于X射线光束的平面,因此,通过第一水平移动轴x1和第一垂直移动轴z1的移动可以调整反射镜21与X射线光束的相对位置,使得X射线光束能够通过通孔210的中心并使得相机3采集X射线光束形成的图像的中心位置。第一前后移动轴y1平行于X射线光束,因此,通过第一前后移动轴y1的移动可以调整光学镜头组1与样品台5的相对位置,使得光学镜头组1的焦平面对准闪烁体荧光屏51或样品52的成像面,从而使得反射镜21反射的可见光在相机3上呈现出清晰的图像。在本实施例中,该闪烁体荧光屏51具有较高的元素掺杂以提高荧光效率,同时,该闪烁体荧光屏51的厚度小于100 μm 以降低景深引起的成像图像模糊。

[0023] 七维样品台6包括底部三维样品台、转台R3和顶部三维样品台,其中,转台R3限定围绕着垂直方向的转动,位于转台R3下方的底部三维样品台限定转台R3在水平、前后和垂直方向上的移动,位于转台R3上方的顶部三维样品台用于放置样品台5并进一步限定样品台5在水平、前后和垂直方向上的移动。具体地,底部三维样品台包括第二水平移动轴x2、第二前后移动轴y2和第二垂直移动轴z2,通过移动轴x2,y2,z2的移动可以调整转台R3的位置,以使得闪烁体荧光屏51或样品52位于X射线光束的光路上。顶部三维样品台包括第三水平移动轴x3、第三前后移动轴y3和第三垂直移动轴z3,通过移动轴x3,y3,z3的移动可以用于实验中的样品校轴和位置扫描。具体地,通过第三水平移动轴x3和第三前后移动轴y3的移动可以调整样品52在转台R3上的具体位置,使得样品52位于转台R3的旋转轴心位置以完成样品校轴;通过第三水平移动轴x3和第三垂直移动轴z3的移动可以调整样品52相对于X射线光束的位置以完成位置扫描。在图1中,闪烁体荧光屏51位于X射线光束的光路上且位于第三水平移动轴x3的上方,而样品52位于转台R3上,此时仅表示该光路系统的观测X射线光束的一个状态。在具体应用过程中,操作人员可以将样品52手动更换到闪烁体荧光屏51的位置使其位于X射线光束的光路上且位于第三水平移动轴x3的上方。显然,闪烁体荧光屏51和样品52优选具有相同的高度和设计,以便于直接进行更换。

[0024] 下面结合附图简要说明该在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统的具体操作步骤,包括:

[0025] 当X射线光束照射到光学镜架2上时,通过反射镜21的背面的荧光纸211来确定X射线光束的光束位置。通过调节三维电动台4的第一水平移动轴x1和第一垂直移动轴z1,使得X射线光束通过通孔210。将闪烁体荧光屏51设置于七维样品台6上,通过调节第二水平移动轴x2、第二前后移动轴y2、第二垂直移动轴z2的移动和转台R3围绕着垂直方向的转动,使得闪烁体荧光屏51位于X射线光束的光路上以接收通过通孔210的X射线光束并将其转变成可见光。通过光学镜架2的两维角度机械调节机构,使得反射镜21的可见光反射轴线与X射线光束的方向平行。通过调节三维电动台4的第一前后移动轴y1的移动,使得光学镜头组1的焦平面对准闪烁体荧光屏51的成像面,从而使得反射镜21反射的可见光在相机3上呈现出清晰的图像。通过对相机3接收到的图像(光斑)进行分析,可以实现对X射线光束的在线观测,确定X射线光束的位置和形貌,并能用于X射线光束的调光。

[0026] 保持光学镜架2和三维电动台4的位置不动,将闪烁体荧光屏51手动更换为样品52,自然光照射到样品52上,由反射镜21将可见光通过光学镜头组1成像到相机3上。参照相机3上已确定的X射线光束的位置,通过七维样品台6调整样品52的位置至想要X射线光束照

射的区域,从而可以实现样品52的定点照射。另外,通过相机3中观察到的样品姿态,结合七维样品台6的第三水平移动轴 x_3 、第三前后移动轴 y_3 和第三垂直移动轴 z_3 的移动可以完成校轴和扫描等位移操作。

[0027] 总之,根据本发明的在线观测和调节X射线光束和样品的光学系统,既保证了X射线光束在线观测和调光的准确性,又能实现样品位置和姿态的在线监测和调节功能。

[0028] 以上所述的,仅为本发明的较佳实施例,并非用以限定本发明的范围,本发明的上述实施例还可以做出各种变化。即凡是依据本发明申请的权利要求书及说明书内容所作的简单、等效变化与修饰,皆落入本发明专利的权利要求保护范围。本发明未详尽描述的均为常规技术内容。

