



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102591092 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210074150. 8

(22) 申请日 2012. 03. 20

(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 魏向军 傅远 李丽娜 薛松  
黄宇营 姜政

(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

(51) Int. Cl.

G02F 1/35 (2006. 01)

G02B 26/00 (2006. 01)

G02B 7/182 (2006. 01)

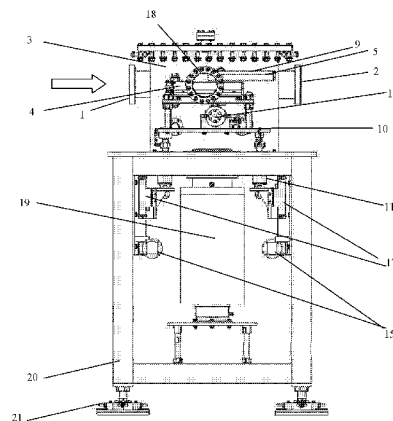
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

低能段 X 射线的高次谐波抑制装置

(57) 摘要

本发明提供一种低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,包括具有 X 射线入口和出口的真空镜箱;设置在 X 射线入口和出口之间的至少一块反射镜,所述反射镜表面具有至少一个用于接收并反射 X 射线的反射区;用于夹持反射镜的夹持机构;以及连接在夹持机构下方的调整机构。本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,通过调整机构调整真空镜箱中的至少一块反射镜的位置和角度,利用该反射镜表面的反射区进行至少一次反射,去除经过单色器的低能段 X 射线的高次谐波,从而为 XAFS 光束线站提供高纯度光谱。



1. 一种低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,包括具有 X 射线入口和出口的真镜箱;

设置在 X 射线入口和出口之间的至少一块反射镜,所述反射镜表面具有至少一个用于接收并反射 X 射线的反射区;

用于夹持反射镜的夹持机构;以及连接在夹持机构下方的调整机构。

2. 如权利要求 1 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述调整机构包括用于安装夹持机构的安装平台和呈等腰三角形分布在安装平台下方的三个竖直运动机构,每个竖直运动机构包括一竖直导轨以及沿该竖直导轨运动的调整联动组件,调整联动组件与安装平台相连。

3. 如权利要求 2 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述至少一块反射镜包括平行且相对设置的两反射镜。

4. 如权利要求 3 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述两反射镜交错二分之一长度设置。

5. 如权利要求 4 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述夹持机构包括两夹持槽和位于两夹持槽之间的垫片,两反射镜分别固定在两夹持槽中。

6. 如权利要求 5 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述夹持槽由铝合金板制成。

7. 如权利要求 3 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述每个反射镜表面具有沿垂直于 X 射线的方向依次排列的至少两个反射区,两反射镜上的反射区一一对应。

8. 如权利要求 7 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述至少两个反射区包括 Si、Ni 和 Rh 反射区。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述夹持机构和所述安装平台之间设有切换机构。

10. 如权利要求 9 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述切换机构包括沿反射区排列方向延伸的水平导轨以及沿该水平导轨运动的切换联动组件,切换联动组件与夹持机构相连。

11. 如权利要求 10 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述切换机构由位于真镜箱中的波纹管密封。

12. 如权利要求 11 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述调整联动组件和切换联动组件分别通过电机与控制机构相连。

13. 如权利要求 12 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述竖直运动机构进一步包括与控制机构相连的光栅尺。

14. 如权利要求 12 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述切换机构进一步包括与控制机构相连的位置开关。

15. 如权利要求 1 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述真镜箱的表面设有观察窗。

16. 如权利要求 1 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述真镜箱与一离子泵相连。

17. 如权利要求 1 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述真空镜箱安装在镜箱支架上。

18. 如权利要求 16 所述的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,其特征在于,所述镜箱支架底部设有带有调整螺丝的支脚。

## 低能段 X 射线的高次谐波抑制装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种高次谐波抑制装置,具体涉及一种用于 XAFS(X 射线吸收精细结构)光束线站的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置。

### 背景技术

[0002] XAFS 光束线站是上海光源首批建设的七条光束线站之一,主要用于 XAFS 实验。XAFS 实验对光谱的纯度要求很高。抑制晶体单色器的高次谐波含量,是得到高纯度光谱的有效方法。当单色器采用 Si(111) 或 Si(311) 晶体时可消除 2 次谐波,但是奇数次谐波并未得到抑制。事实上,更高次的谐波含量很少,只要抑制 3 次谐波即可满足实验要求。

[0003] 对于光子能量较高的 X 射线,在聚焦模式下,光路中已有的准直镜和聚焦镜可以起到低通滤波器的作用,例如当光子能量大于 12keV 时,高次谐波含量小于  $10^{-4}$ ;在非聚焦模式下,可用双晶失谐来抑制高次谐波,例如当光子能量为 10keV 且失谐角达到  $0.005^\circ$  时,3 次谐波含量小于  $2 \times 10^{-4}$ ,光通量损失不到 20%。

[0004] 但当光子能量较低时,现有的准直镜和聚焦镜不足以抑制高次谐波,因为采用准直镜和聚焦镜进行谐波抑制的原理是利用了 X 射线的全反射,这种方法基波损失较小,但是由于 X 光在准直镜和聚焦镜上的入射角较小,只能滤去高能段(12 ~ 22.5keV)的高次谐波,低能段(3.5 ~ 12keV)的高次谐波无法抑制去除;而采用双晶失谐法抑制谐波的原理是利用了不同能量的达尔文(Darwin)宽度的差异,当光子能量较低时,该方法虽然对高次谐波抑制仍有一定作用,但是由于 Darwin 宽度变大,要求失谐角大,运行不便,并且这种方法在去除高次谐波的同时也滤去了一部分基波,光强损失较大。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,有效抑制低能段 X 射线的高次谐波,为 XAFS 光束线站提供高纯度光谱。

[0006] 基于上述目的,本发明所采用的技术方案为:

[0007] 一种低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,包括具有 X 射线入口和出口的真空镜箱;设置在 X 射线入口和出口之间的至少一块反射镜,所述反射镜表面具有至少一个用于接收并反射 X 射线的反射区;用于夹持反射镜的夹持机构;以及连接在夹持机构下方的调整机构。

[0008] 所述调整机构包括用于安装夹持机构的安装平台和呈等腰三角形分布在安装平台下方的三个竖直运动机构,每个竖直运动机构包括一竖直导轨以及沿该竖直导轨运动的调整联动组件,调整联动组件与安装平台相连。

[0009] 所述至少一块反射镜包括平行且相对设置的两反射镜。

[0010] 所述两反射镜交错二分之一长度设置。

[0011] 所述夹持机构包括两夹持槽和位于两夹持槽之间的垫片,两反射镜分别固定在两夹持槽中。

- [0012] 所述夹持槽由铝合金板制成。
- [0013] 所述每个反射镜表面具有沿垂直于 X 射线的方向依次排列的至少两个反射区,两反射镜上的反射区一一对应。
- [0014] 所述至少两个反射区包括 Si、Ni 和 Rh 反射区。
- [0015] 所述夹持机构和所述安装平台之间设有切换机构。
- [0016] 所述切换机构包括沿反射区排列方向延伸的水平导轨以及沿该水平导轨运动的切换联动组件,切换联动组件与夹持机构相连。
- [0017] 所述切换机构由位于真空镜箱中的波纹管密封。
- [0018] 所述调整联动组件和切换联动组件分别通过电机与控制机构相连。
- [0019] 所述竖直运动机构进一步包括与控制机构相连的光栅尺。
- [0020] 所述切换机构进一步包括与控制机构相连的位置开关。
- [0021] 所述真空镜箱的表面设有观察窗。
- [0022] 所述真空镜箱与一离子泵相连。
- [0023] 所述真空镜箱安装在镜箱支架上。
- [0024] 所述镜箱支架底部设有带有调整螺丝的支脚。
- [0025] 本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置,通过调整机构调整真空镜箱中的至少一块反射镜的位置和角度,利用该反射镜表面的反射区进行至少一次反射,去除经过单色器的低能段 X 射线的高次谐波,从而为 XAFS 光束线站提供高纯度光谱。

#### 附图说明

- [0026] 图 1 是本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置的坐标系示意图,其中空心箭头代表 X 射线的入射方向;
- [0027] 图 2 是本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置的结构示意图,其中空心箭头代表 X 射线的入射方向;
- [0028] 图 3 是本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置的反射区示意图;
- [0029] 图 4 是本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置的光路示意图;
- [0030] 图 5 是本发明的低能段 X 射线的高次谐波抑制装置的平移切换机构示意图。

#### 具体实施方式

- [0031] 下面根据附图,给出本发明的较佳实施例,并予以详细描述,使能更好地理解本发明的功能、特点。
- [0032] 如图 1 所示,本发明低能段 X 射线的高次谐波抑制装置坐标系定义将延续入射 X 射线的定义方式。Y 轴是沿 X 射线入射方向的水平坐标轴;Z 轴是垂直于 X 射线所在水平面,方向向上的坐标轴;X 轴是在 X 射线所在水平面内,垂直于 X 射线的坐标轴。围绕坐标轴的正旋转方向满足右手定则,其中投角 (Pitch Rotation) 为绕 X 轴转动 ( $\theta_x$ ) 的角度;滚角 (Roll Rotation) 为绕 Y 轴转动 ( $\theta_y$ ) 的角度;摆角 (Yaw Rotation) 为绕 Z 轴转动 ( $\theta_z$ ) 的角度。
- [0033] 如图 2 所示,本发明的高次谐波抑制装置包括具有 X 射线入口 1 和出口 2 的真空镜箱 3,设置在 X 射线入口 1 和出口 2 之间的至少一块反射镜,本实施例中示出为平行且相

对设置的第一反射镜 4 和第二反射镜 5, 如图 4 所示, 经过单色器后的低能段 X 射线经过反射镜 4、5 的两次反射, 去除其中的高次谐波, 保留其中的一次波。其中, 反射面向上放置的第一反射镜 4 略窄, 尺寸为 260mm×70mm×30mm, 反射面向下放置的第二反射镜略宽, 尺寸为 260mm×83mm×30mm, 这主要是为了使反射面向下设置的第二反射镜在安装时便于夹持, 防止滑落。

[0034] 如图 3 所示, 每个反射镜表面具有至少一个用于接收并反射 X 射线的反射区, 本实施例中示出为沿着垂直于 X 射线的方向 (即 X 轴方向) 依次排列的三个反射区 6、7、8, 分别为 Si、Ni 和 Rh 反射区, 每个反射区的有效尺寸为 240mm×20mm。其中, 不同反射区用于不同能量范围的 X 射线高次谐波抑制, Si 反射区可用于 3.5-6.0keV, Ni 反射区可用于 5.5-8.0keV, Rh 反射区可用于 6.5-12keV。当然, 根据需要进行高次谐波抑制的 X 射线的能量范围, 反射区的数量、材料也可以相应调整, 例如仅采用一个或两个反射区。

[0035] 本发明的高次谐波抑制装置还包括, 用于夹持反射镜 4、5 的夹持机构, 该晶体夹持机构包括由铝合金板制成的两夹持槽 9 和位于两夹持槽 9 之间的垫片 (未示出), 两反射镜分别装入夹持槽中并由螺栓固定, 保证两反射镜平行且相对设置, 两反射镜上的反射区一一对应, 垫片用于确定和保持两反射镜的间距, 本实施例中采用 0.6mm 标准厚度垫片, 也就是说, 两反射镜的间距为 0.6mm。优选地, 两反射镜交错二分之一长度放置, 这种排列也叫潜望镜式排列, 其优点是, 直通光和杂散光无法通过, 提高了信噪比, 降低了探测极限; 同时, 通过两反射镜交错二分之一放置, 也可缩小镜箱沿反射镜长度方向的尺寸, 对真空、加工制造及成本控制都有好处; 由于两反射镜的姿态相对固定, 使反射镜的调试更加简单。

[0036] 本发明的高次谐波抑制装置还包括, 连接在夹持机构下方的调整机构。该调整机构包括用于安装夹持机构的安装平台 10 和呈等腰三角形分布在安装平台 10 下方的三个竖直运动机构 (其中一个竖直运动机构未示出), 每个竖直运动机构包括一竖直导轨 (未示出) 以及沿该竖直导轨运动的调整联动组件 11, 调整联动组件 11 与安装平台 10 相连。三个竖直运动机构可单独运动, 也可同时运动, 从而带动位于安装平台 10 上的夹持机构并进一步带动安装在夹持机构中的反射镜 4、5 实现竖直方向 (即 Z 轴方向) 上的升降以及投角、滚角的调整。

[0037] 为实现不同反射区的切换, 本发明的高次谐波抑制装置进一步包括, 连接在夹持机构和安装平台之间的切换机构 12。该切换机构 12 结构如图 5 所示, 其包括沿反射区排列方向 (即 X 轴方向) 延伸的水平导轨 (未示出) 以及沿该水平导轨运动的切换联动组件 13, 切换联动组件 13 与夹持机构相连以带动安装在夹持机构中的反射镜 4、5 实现水平方向 (即 X 轴方向) 上的移动, 从而实现不同反射区的切换。为了与镜箱内的高真空状态隔离开, 整个切换机构 12 处于波纹管 14 的密封之中。

[0038] 为实现调整机构和切换机构的电动控制, 本发明的高次谐波抑制装置进一步包括控制机构 (未示出), 每个调整联动组件 11 通过调整电机 15 与控制机构相连, 切换联动组件 13 通过切换电机 16 与控制机构相连。

[0039] 竖直运动机构进一步包括与控制机构相连的光栅尺 17, 便于对各个竖直运动机构的运动情况进行监控和调整, 切换机构进一步包括与控制机构相连的位置开关 (未示出), 当反射镜 4、5 每平移切换到一个反射区时, 相应的位置开关将给出相应指示。

[0040] 另外, 真空镜箱的表面设有观察窗 18, 用于观察反射镜姿态及光束的位置。

[0041] 真空镜箱与离子泵 19 相连,用于实现真空镜箱内的超高真空环境。

[0042] 真空镜箱安装于镜箱支架 20 上,该镜箱支架具有隔振功能,镜箱支架的高度及姿态可以通过底部支脚 21 上的调整螺丝进行调整。

[0043] 下面对本发明的高次谐波抑制装置的工作状态做进一步说明。

[0044] 实验状态下,本发明的高次谐波抑制装置通常设置在光束线末端,X 射线固定以 5mrad 入射到高次谐波抑制装置上。XAFS 光束线有聚焦和非聚焦两种工作模式,两种工作模式光的高度差为 33.6mm,高次谐波抑制装置可通过调整机构进行纵向(即沿 Z 轴)移动以实现两种工作模式的切换;两种工作模式下,在高能区均不需使用本发明的高次谐波抑制装置,因此需将其从光路移开,在低能区,高次谐波抑制装置可通过切换机构进行水平(即沿 X 轴)移动切换到三种不同的反射层,以实现不同工作能区的切换。具体情况如下:

[0045] (1) 聚焦模式,高能区(12 ~ 22.5KeV):X 射线的高次谐波已由准直镜和聚焦镜去除,不需使用高次谐波抑制装置。

[0046] (2) 聚焦模式,低能区(3.5-12.0keV):X 射线的高次谐波无法由准直镜和聚焦镜去除,需要使用高次谐波抑制装置,其中 Si 反射区用于 3.5-6.0keV, Ni 反射区用于 5.5-8.0keV, Rh 反射区用于 6.5-12keV。

[0047] (3) 非聚焦模式,高能区(12 ~ 50KeV):X 射线的高次谐波由晶体失谐去除,不需使用高次谐波抑制装置。

[0048] (4) 非聚焦模式,低能区(3.5-12.0keV):X 射线的高次谐波无法由晶体失谐去除,需要使用高次谐波抑制装置,同样地, Si 反射区用于 3.5-6.0keV, Ni 反射区用于 5.5-8.0keV, Rh 反射区用于 6.5-12keV。

[0049] 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。

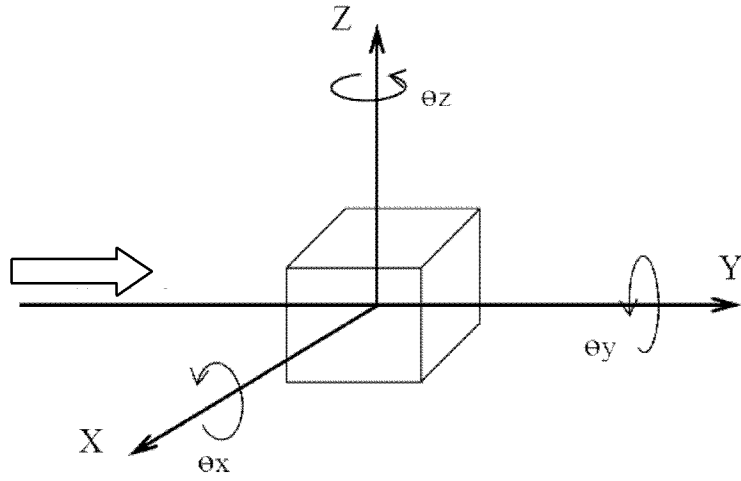


图 1

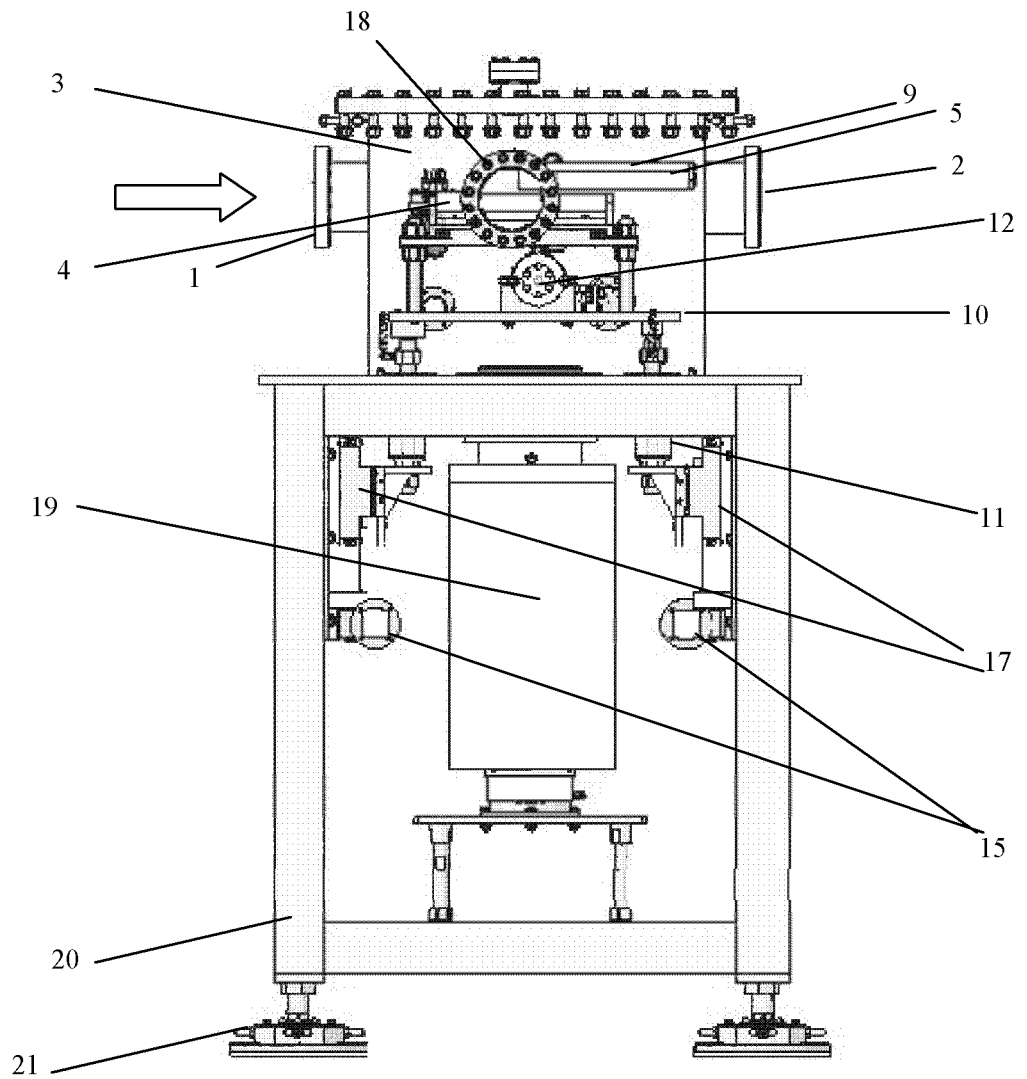


图 2



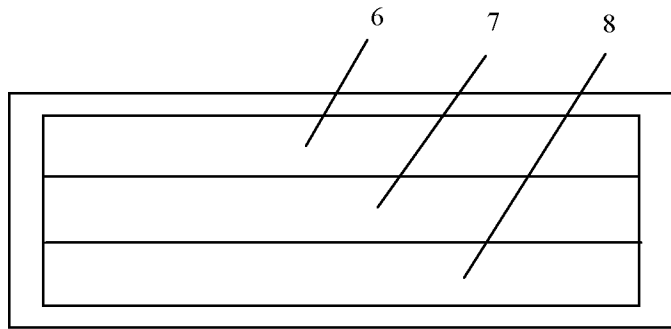


图 3

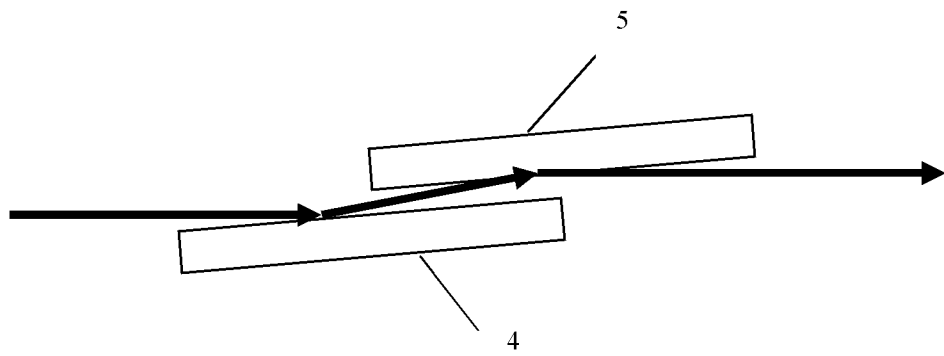


图 4

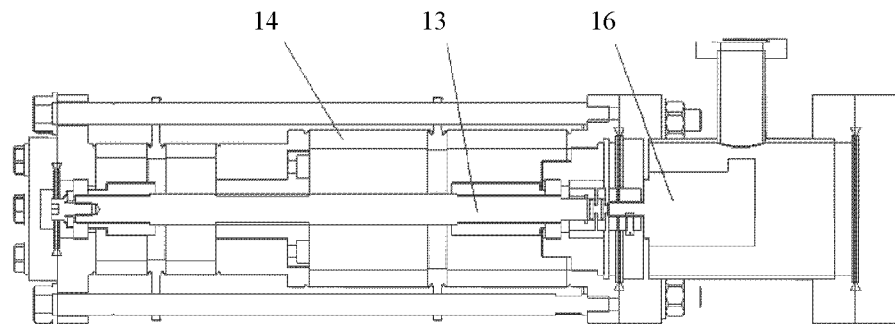


图 5