

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05G 2/00 (2006.01)

H05H 1/26 (2006.01)

H05H 1/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011194.1

[43] 公开日 2006年2月1日

[11] 公开号 CN 1728915A

[22] 申请日 2004.11.2

[21] 申请号 200410011194.1

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 尼启良 齐立红 陈波

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司

代理人 刘树清

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

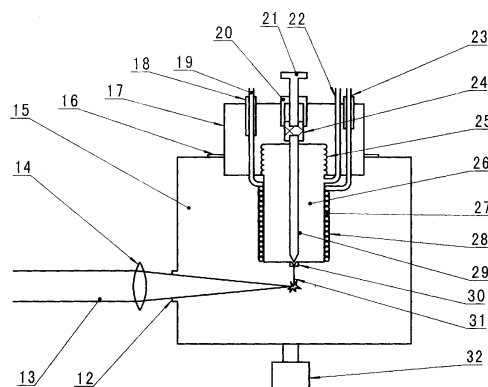
[54] 发明名称

一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源

[57] 摘要

一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源，属于短波段光源技术领域涉及的一种光源，本发明要解决的技术问题是：提供一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源。解决的技术方案是：包括真空靶室、法兰、外桶、高压腔、制冷管、电阻加热丝、密封定位筒、旋转手柄、隔热板、阀杆、喷嘴等部件，外桶通过法兰在真空靶室的顶部与其密封固连，制冷管的进口与出口分别与左右隔热管密封固连，伸向真空靶室内的制冷管紧密缠绕在高压腔的平直段上，外侧还缠绕电阻加热丝，密封定位筒焊接在外桶顶部中央，隔热板的侧面与密封定位筒内表面滑动接触，阀体的上端与波纹管固连并插入到隔热板的下凹槽内，阀尖能够封住喷嘴，激光束聚焦在从喷嘴喷出的微流上，产生

激光等离子体辐射软 X 射线。



1、一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源，包括真空靶室、真空泵、聚光透镜、激光束、加热丝、喷嘴、其特征在于还包括法兰（16）、外桶（17）、隔热板（18）、制冷管进口端（19）、密封定位筒（20）、旋转手柄（21）、工作物质输进管（22）、制冷管出口端（23）、隔热板（24）、液压波纹管（25）、高压腔（26）、制冷管（27）、阀杆（29）、微流（31）；外桶（17）通过法兰（16）在真空靶室（15）的顶部与真空靶室（15）密封固连，左右两个隔热管（18）在外桶（17）的顶部穿过外桶（17）并与其焊接固定，制冷管（27）的进口端（19）与左边的隔热管（18）密封配合安装，伸向外桶（17）和真空靶室（15）内的制冷管（27）紧密缠绕在上部带有液压波纹管（25）的高压腔（26）下半部平直段上，在缠绕的制冷管（27）的外侧，还紧密缠绕加热电阻丝（28），从高压腔（26）引出的工作物质输进管（22）的进口端伸出外桶，与外桶焊接固连，制冷管（27）的出口端（23）与右边的隔热管（18）密封配合安装并伸出外桶（17）之外，密封定位筒（20）焊接固定在外桶（17）的顶部中央，旋转手柄（21）的转轴顶杆与密封定位筒（20）螺纹配合，下端插入到隔热板（24）的上凹槽内，隔热板（21）的侧面与密封定位筒（20）的内表面滑动接触，可上下滑劝，在高压腔（26）内的阀杆（29）的上端穿过液压波纹管（25）并与其固连，伸出的头部插入到隔热板（24）的下凹槽内，阀杆（29）下端的阀尖，随阀杆移动能够封死高压腔（26）底部喷嘴（30），旋转手柄（21）的转轴顶杆与阀杆（29）处于同轴线上，激光束（13）通过聚光透镜（14）和真空靶室窗口（12）聚焦在微流（31）上，真空泵（32）与真空靶室（15）相通。

一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源

一、技术领域

本发明属于短波段光源技术领域涉及的一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源。

二、技术背景

在空间光学、天体物理、辐射计量等现代科学探索中，作为手段往往需要软 X 射线光源，在医学诊断、材料分析、投影光刻、显微镜技术等现代高科技领域中，软 X 射线光源已经得到较多的应用。据了解目前世界上研究开发的软 X 射线光源，有同步辐射、毛细管放电、激光等离子体等几种类型。最早的激光等离子体软 X 射线光源，是功率密度极大的脉冲激光聚焦在金属靶面上，产生高温激光等离子体辐射软 X 射线，这种情况在激光等离子体形成的同时，也伴随着金属碎屑的产生，会对邻近光源的软 X 射线光学元件造成损坏或降低光学性能，为此要对靶的材料进行改变，近年来科学家们把靶的材料改变为气体或液体。

与本发明最为接近的已有技术，是美国的专利 US 6,760,406 B₂，如图 1 所示：包括真空泵 1、聚焦透镜 2、激光器 3、真空靶室 4、压力罐 5、制冷头 6、进气管 7、压力罐喷嘴 8、加热电阻丝 9、微流 10、激光束 11。

压力罐 5 内的工作物质，经压力罐 5 端面的制冷头 6 制冷后，从压力罐喷嘴 8 喷出，形成微流 10 进入真空靶室 4、激光器 3 发射出的激光经聚光透镜 2 聚焦成激光束 11，打在微流 10 上，形成激光等离子体，产生软 X 射

线。

该软 X 射线光源存在的主要问题是：制冷部份的结构不合理，是在一个端面制冷，制冷的速度慢，而且制冷头的价格昂贵，没有阀门控制喷嘴，加压后不能停止工作，不能进行调节，对于喷嘴较粗的情形尤其不利。

三、发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于优化结构设计，提高制冷效率、降低成本，使用便捷，特设计一种结构简单实用的液体微流喷射靶软 X 射线光源。

本发明要解决的技术问题是：提供一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源。解决技术问题的技术方案如图 2 所示：包括真空靶室窗口 12、激光束 13、聚光透镜 14、真空靶室 15、法兰 16、外桶 17、隔热管 18、制冷管进口端 19、密封定位筒 20、旋转手柄 21、工作物质输进管 22、制冷管出口端 23、隔热板 24、液压波纹管 25、高压腔 26、制冷管 27、加热电阻丝 28、阀杆 29、喷嘴 30、微流 31、真空泵 32。

外桶 17 通过法兰 16 在真空靶室 15 的顶部与真空靶室 15 密封固连，左右两个隔热管 18 在外桶 17 的顶部穿过外桶 17 并与其焊接固定，制冷管 27 的进口端 19 与左边的隔热管 18 密封配合安装，伸向外桶 17 和真空靶室 15 内的制冷管 27 紧密缠绕在上部带有液压波纹管 25 的高压腔 26 下半部平直段上，在缠绕的制冷管 27 的外侧，还紧密缠绕加热电阻丝 28 与制冷管 27 共同控制高压腔 26 的温度，制冷管 27 用以引进制冷物质进行制冷。从高压腔 26 引出的工作物质输进管 22 的进口端伸出外桶 17，与外桶 17 焊接固连，工作物质输进管 22 用以输进形成微流的工作液体，制冷

管 27 的出口端 23 与右边的隔热管 18 密封配合安装并伸出外桶 17 之外，形成制冷物质的循环机致；微流调节部份由旋转手柄 21、密封定位筒 20、隔热板 24 和阀杆 29 组成，密封定位筒 20 焊接固定在外桶 17 的顶部中央，旋转手柄 21 的转轴顶杆与密封定位筒 20 之间是螺纹配合，下端插入到隔热板 24 的上凹槽内，隔热板 24 的侧面与密封定位筒 20 的内表面滑动接触，可上下滑劝，在高压腔 26 内的阀杆 29 的上端穿过液压波纹管 25 并与其固连，伸出的头部插入到隔热板 24 的下凹槽内，阀杆 29 下端的阀尖，随阀杆移动能够封死高压腔 26 底部喷嘴 30，用以调节微流 31 的大小，旋转手柄 21 的转轴顶杆与阀杆 29 处于同轴线上；激光束 13 通过聚光透镜 14 和真空靶室窗口 12 聚焦在微流 31 上，在激光的作用下产生激光等离子体和 EUV 辐射，在真空靶室 15 的下方与其相通，置有真空泵 32，对真空室抽真空，以保证真空靶室 15 的真空度。

工作原理说明：高压工作物质从工作物质输进管 22 的进口进入高压腔 26，在高压的作用下，如果是液体直接从喷嘴喷出，如果是气体，经过高压腔外制冷管 27 的制冷后从喷嘴 30 喷出，形成微流进入真空靶室 15，激光束 13 经过聚焦透镜 14 通过真空靶室窗口 12 聚焦在微流 31 上，形成激光等离子体，产生软 X 射线和 EUV 辐射。

高压腔 26 下部平直段缠绕制冷管 27，缠绕的制冷管 27 的外部又缠绕加热电阻丝，制冷管内通入制冷液体（如液氮）后，将高压腔内通入的气体制冷，使之形成液体微流从喷嘴 30 喷出，加热电阻丝 28 的作用，使高压腔 26 在制冷管 27 和加热电阻丝 28 的共同控制下，在某一设定温度下达到热平衡，对于不同的工作物质可设定不同的温度。

阀杆 29 在高压腔 26 的上段与液压波纹管 25 固连为一体，当通入高压工作物质后，阀杆 29 升起，工作物质从喷嘴 30 喷出，处于工作状态，当转动旋转手柄 21 时，可以使阀杆 29 封死喷嘴 30，在不必撤去高压的状态终止光源的工作。

阀杆 29 如果与真空室外的旋转手柄 21 连接，将产生很强的热传导，使密封难以实现，为此引入定位隔热板 24，其作用是阻断热传导，同时定位阀杆 29。

本发明的积极效果：利用制冷管缠绕高压腔，制冷机构合理，制作简单，制冷均匀，运作方便，显效快，同时价格低廉，增加阀杆调节喷嘴，可以随时终止实验，有利于应用。

四、附图说明：图 1 是已有技术的结构示意图，图 2 是本发明的结构示意图，摘要附图选用图 2。

五、具体实施方式：本发明按图 2 所示的结构实施，其中，真空室窗口 12 的材料采用石英光学玻璃，激光束 13 的波长为 $1.06\ \mu\text{m}$ 功率 $8 \times 10^{11}\text{w/cm}^2$ 聚光透镜 14 的焦距按真空靶室的大小选择，真空靶室 15 采用圆柱形，直径长 245mm，高 300mm，工作时真空度 10^{-4} 托以上，法兰 16、外桶 17、隔热管 18、密封定位筒 20、旋转手柄 21、工作物质输进管 22、液压波纹管 25、高压腔 26、阀杆 29 等件的材质选用不锈钢，其中高压腔要承受 30 个大气压，制冷管 27 采用外径为 3mm 的铜管，加热电阻丝 28 采用 0.1-0.5mm 的钨丝。隔热板 24 的材料选用聚四氟乙烯，阀杆 29 的阀尖要经特殊处理，耐低温，耐磨，有弹性，喷嘴 30 采用美国 Ted Pella 公司生产的用于电子显微镜上的孔径光阑。

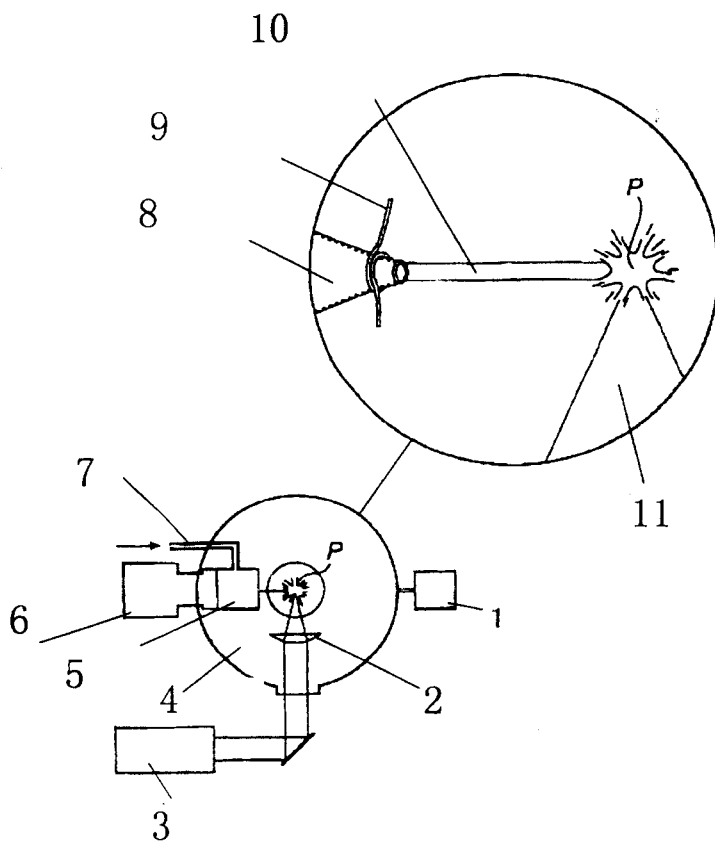


图 1

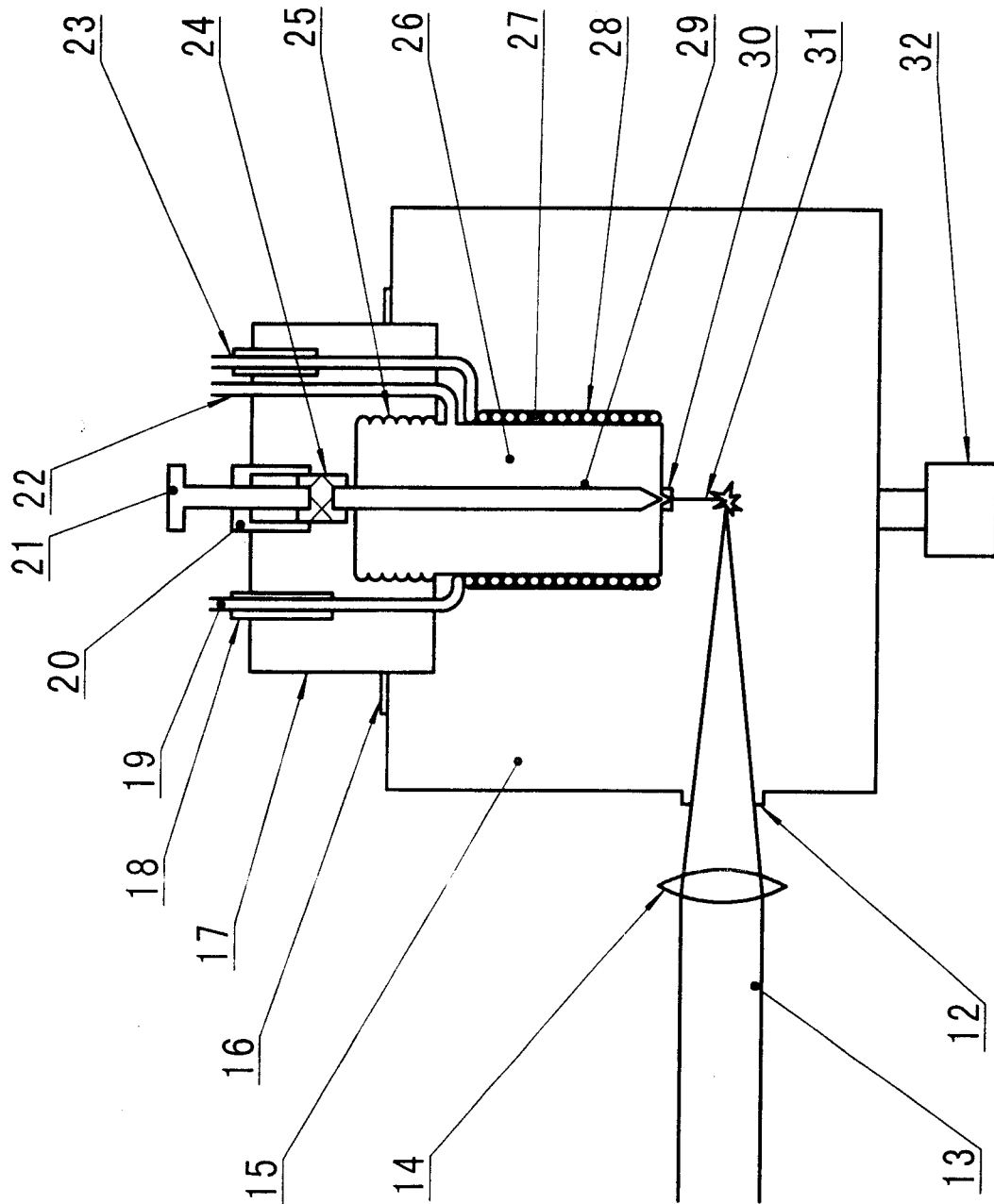


图 2