

[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] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017031.3

[43] 公开日 2008年1月23日

[11] 公开号 CN 10111119A

[22] 申请日 2006.7.20

[21] 申请号 200610017031.3

[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 陈波

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 赵炳仁

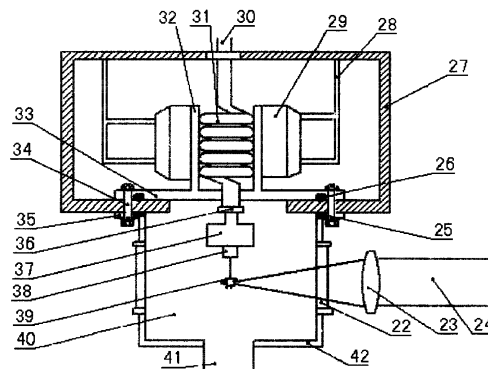
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

[54] 发明名称

一种微流靶激光等离子体软 X 射线 - 极紫外光源

[57] 摘要

一种微流靶激光等离子体软 X 射线 - 极紫外光源，属于软 X 射线 - 极紫外光学技术领域中所涉及的一种激光等离子体光源。要解决的技术问题是：提供一种微流靶激光等离子体软 X 射线 - 极紫外光源，解决技术问题的技术方案包括窗口、激光束、聚光透镜、真空靶室、金属制冷管、喷嘴、液体微流靶、真空泵；绝热壳体、致冷器支架、半导体致冷器、导热金属板、喷气阀门等部件；该光源分为上、下两部，在上部的制冷系统中，装有致冷器和金属制冷管，金属制冷管的下端和真空靶室内的喷气阀门相通；在靶室壳体的侧面开有窗口，在其外面置有光轴与窗口垂直的聚光透镜，激光束聚焦在喷嘴喷出的液体微流靶上，形成激光等离子体软 X 射线 - 极紫外光源。



1、一种微流靶激光等离子体软 X 射线一极紫外光源，包括窗口、激光束、聚光透镜、真空靶室、金属法兰、金属制冷管、喷嘴、液体微流靶、真空泵；其特征在于还包括密封圈（25）、密封圈（26）、绝热壳体（27）、制冷器支架（28）、半导体制冷器（29）、入气口（30）、导热金属板（32）、螺栓（34）、真空靶室法兰（35）、螺母（36）、喷气阀门（37）、靶室壳体（42）；该软 X 射线一极紫外光源的上部为制冷系统，下部为阀门和真空靶室系统，上部制冷系统由绝热壳体（27）包围成腔体，下部的真空阀门（37）位于真空靶室（40）内，被靶室壳体（42）包围，也是一个腔体，上、下两个腔体通过绝热壳体（27）的下开口平直沿、金属法兰（33）、真空靶室法兰（35）用螺栓（34）固连在一起，在金属法兰（33）的下凹槽内置有密封圈（26），在真空靶室法兰（35）的端槽内置有密封圈（25）；在上部的制冷系统中，在绝缘壳体（27）内装有致冷器支架（28），致冷器支架（28）的上端与绝热壳体（27）的顶部固连，绝热壳体（27）的顶部中心部位开有孔，金属制冷管（31）的入气口（30）穿过中心孔伸向绝热壳体（27）的外面，在金属制冷管（31）的侧面装有导热金属板（32），导热金属板（32）的下端与金属法兰（33）固连，导热金属板（32）的外侧装有半导体致冷器（29），半导体致冷器（29）的外侧与致冷器支架（28）固连；金属制冷管（31）的下端穿过金属法兰（33）的中心孔伸向真空靶室（40）内，通过螺母（36）和喷气阀门（37）相通固连；真空泵（41）和靶室壳体（42）相通；在靶室壳体（42）的侧面开有窗口（22），在窗口（22）的外面置有聚光透镜（23），聚光透镜（23）的光轴与窗口（22）垂直，激光束（24）经聚光透镜（23）和窗口（22），聚焦在从喷气阀门（37）的喷嘴（38）喷出的液体微流靶（39）上。

一种微流靶激光等离子体软 X 射线—极紫外光源

一、技术领域

本发明属于软 X 射线—极紫外光学技术领域中所涉及的一种激光等离子体光源。

二、背景技术

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 射线光源已经得到了较为广泛的应用。

早期的激光等离子体软 X 射线光源是高功率密度的脉冲激光聚焦在金属靶面上，形成激光等离子体并产生软 X 射线—极紫外辐射，在激光等离子体形成的同时，产生的金属碎屑也会对临近光源的光学元件造成损坏或降低其光学性能。为此，要对靶的材料进行改变，近年来出现了气体或液体靶激光等离子体光源。

与本发明最为接近的已有技术是中国科学院长春光学精密机械与物理研究所于 2004 年 11 月申请的发明专利，名称为“一种液体微流喷射靶激光等离子体软 X 射线光源”。申请号为：200410011194.1 如图 1 所示：包括窗口 1、激光束 2、聚光透镜 3、真空靶室 4、金属法兰 5、外桶 6、隔热管 7、液氮进口 8、隔热定位筒 9、把手 10、工作物质进口端 11、液氮出口 12、隔热板 13、波纹管 14、高压腔 15、金属制冷管 16、加热电阻丝 17、阀杆 18、喷嘴 19、液体微流靶 20、真空泵 21。

外桶 6 通过金属法兰 5 在真空靶室 4 的顶部与真空靶室 4 密封固连，左右两个隔热管 7 在外桶 6 的顶部穿过外桶 6 并且焊接固连，金属制冷管 16 的液氮进口 8 与左边的隔热管 7 密封配合安装，伸向外桶 6 和真空靶室 4 内，在真空靶室 4 内的金属制冷管 16 紧密缠绕在上部带有波纹管 14 的高压腔 15 下半部平直段上，在缠绕的金属制冷管 16 的外侧，还紧密缠绕加热电阻丝 17，与金属制冷管 16 共同控制高压腔 15 的温度，金属制冷管 16 用以引进制冷物质进行制冷。从高压腔 15 引出的工作物质输进管的进

口端 11 伸出外桶 6，与外桶 6 焊接固连，工作物质输进管的进口端 11 用以输进形成微流的工作液体；金属制冷管 16 的液氮出口 12 与右边的隔热管 7 密封配合安装并伸出外桶 6 之外，形成制冷物质的循环机构；液体微流靶调节部分由旋转把手 10、隔热定位筒 9、隔热板 13、阀杆 18 组成，隔热定位筒 9 焊接固定在外桶 6 的顶部中央，旋转把手 10 的转杆与隔热定位筒 9 之间螺纹配合，下端插入到隔热板 13 的上凹槽内，隔热板 13 的侧面与隔热定位筒 9 的内表面滑动接触，可上下滑动；在高压腔 15 内的阀杆 18 的上端穿过波纹管 14，伸出的头部插入到隔热板 13 的下凹槽内，阀杆 18 的下端阀尖，随阀杆 18 移动能够封住高压腔 15 底部喷嘴 19，用于调节液体微流靶 20 的大小，旋转把手 10 的转杆与阀杆 18 处于同轴线上；激光束 2 通过聚光镜 3 和真空靶室窗口 1 聚集在液体微流靶 20 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 4 的下方与其相通，置有真空泵 21，对真空靶室 4 抽真空，以保证真空度。

该软 X 射线一极紫外光源存在的主要问题是，需要使用液氮或液氦制冷，增加使用成本；用分立的加热系统和制冷系统，不能实现对喷嘴的高精度温度控制，影响光源的稳定性；使用易烧坏的电阻丝作为加热器，降低了光源的使用寿命。

三、发明内容

为了克服已有技术存在的缺陷，本发明的目的在于提高光源的稳定性，增加光源的使用寿命，降低成本，特设计一种新型软 X 射线一极紫外光源。

本发明要解决的技术问题是：提供一种微流靶激光等离子体软 X 射线一极紫外光源。解决技术问题的技术方案如图 2 所示，包括：窗口 22、聚焦透镜 23、激光束 24、密封圈 25、密封圈 26、绝热壳体 27、致冷器支架 28、半导体致冷器 29、入气口 30、金属制冷管 31、导热金属板 32、金属法兰 33、螺栓 34、真空靶室法兰 35、螺母 36、喷气阀门 37、喷嘴 38、液体微流靶 39、真空靶室 40、真空泵 41、靶室壳体 42。

该软 X 射线一极紫外光源的上部为制冷系统，下部为阀门和真空靶室系统，上部制冷系统由绝热壳体 27 包围成腔体，下部的真空阀门 37 位于真空靶室 40 内，被靶室壳体 42 包围，也是一个腔体，上、下两个腔体通

过绝热壳体 27 的下开口平直沿、金属法兰 33、真空靶室法兰 35 用螺栓 34 固连在一起, 为了保持密封性, 在金属法兰 33 的下凹槽内置有密封圈 26, 在真空靶室法兰 35 的端槽内置有密封圈 25; 在上部的制冷系统中, 在绝缘壳体 27 内装有致冷器支架 28, 致冷器支架 28 的上端与绝热壳体 27 的顶部固连, 绝缘壳体 27 的顶部中心部位开有孔, 金属制冷管 31 的入气口 30 穿过中心孔伸向绝热壳体 27 的外面, 在金属制冷管 31 的侧面装有导热金属板 32, 导热金属板 32 的下端与金属法兰 33 固连, 导热金属板 32 的外侧装有半导体致冷器 29, 半导体致冷器 29 的外侧与致冷器支架 28 固连; 金属制冷管 31 的下端穿过金属法兰 33 的中心孔伸向真空靶室 40 内, 通过螺母 36 和喷气阀门 37 相通固连; 真空泵 41 和靶室壳体 42 相通, 工作时对真空靶室 40 抽真空; 在靶室壳体 42 的侧面开有窗口 22, 在窗口 22 的外面置有聚光透镜 23, 聚光透镜 23 的光轴与窗口 22 垂直, 激光束 24 经聚光透镜 23 和窗口 22, 聚焦在从喷气阀门 37 的喷嘴 38 喷出的液体微流靶 39 上, 在激光的作用下, 产生激光等离子体, 辐射软 X 射线及极紫外射线, 形成激光等离子体软 X 射线—极紫外光源。

工作原理说明: 高压气体从金属制冷管 31 的入气口 30 进入金属制冷管 31 后, 经半导体致冷器 29 制冷后变成液体进入喷气阀 37, 在高压的作用下从喷气阀门喷嘴 38 喷出, 形成液体微流靶 39, 工作过程中真空泵 41 对真空靶室 40 不断地抽真空, 激光束 24 经聚光透镜 23, 窗口 22 聚焦在液体微流靶 39 上, 在激光的作用下产生激光等离子体并辐射软 X 射线—极紫外射线, 形成激光等离子体软 X 射线—极紫外光源。

本发明的积极效益: 使用半导体致冷器制冷的气体流过管道, 使气体到达喷嘴之前完全变成液体, 同时实现了对喷嘴的高精度温度控制, 提高了光源的稳定性, 半导体致冷器既能制冷又能加热, 消除了已有技术中使用制冷剂和电阻丝存在的缺点, 降低了运行成本, 提高了光源的使用寿命。

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。

五、具体实施方式

本发明按图 2 所示的结构实施,其中真空靶室窗口 22 的材料采用石英玻璃,聚光透镜 23 采用球面或非球面石英透镜,口径大小和焦距长短由真空靶室的大小决定,产生激光束 24 的激光器可以采用 Nd:YAG 脉冲激光器,其工作波长是 1064nm,也可以是其二倍频 532nm 或三倍频 266nm,所产生的激光焦点处的功率密度大于 $10^{10}\text{W}/\text{cm}^2$ 。密封圈 25、26 的材料选择氟橡胶,尺寸大小由真空靶室 40 的大小选择,绝热壳体 27 的材料选择聚砜等绝热材料,壁厚 10mm,致冷器支架 28 的材料选择不锈钢,半导体致冷器 29 采用多级串联方式,金属制冷管 31 采用外径为 5mm、内径 3mm 的铜管,导热金属板 32 的采用 5mm 厚的不锈钢制作,高度由螺旋状金属制冷管 31 的高度来确定,金属法兰 33 采用 10mm 厚的不锈钢,带有中心孔,孔的直径与制冷管 31 采用外径匹配,并可使其穿过金属法兰 33 中心孔,导热金属板 32 焊接在金属法兰 33 上,两者成为一体件,螺栓 34 采用不锈钢件标准件,真空靶室法兰 35 和中空靶室壳体 42 是一体件,材料采用不锈钢,真空靶室壳体 42 采用壁厚在 5-10mm 之间不锈钢,螺母 36 和喷气阀门 37 的材料均选用不锈钢。喷气阀门 37 采用电磁阀,其喷嘴 38 的孔径在 0.1-1mm 之间。液体微流靶 39,采用氙气经过制冷管 31 制冷后变成液体氙。

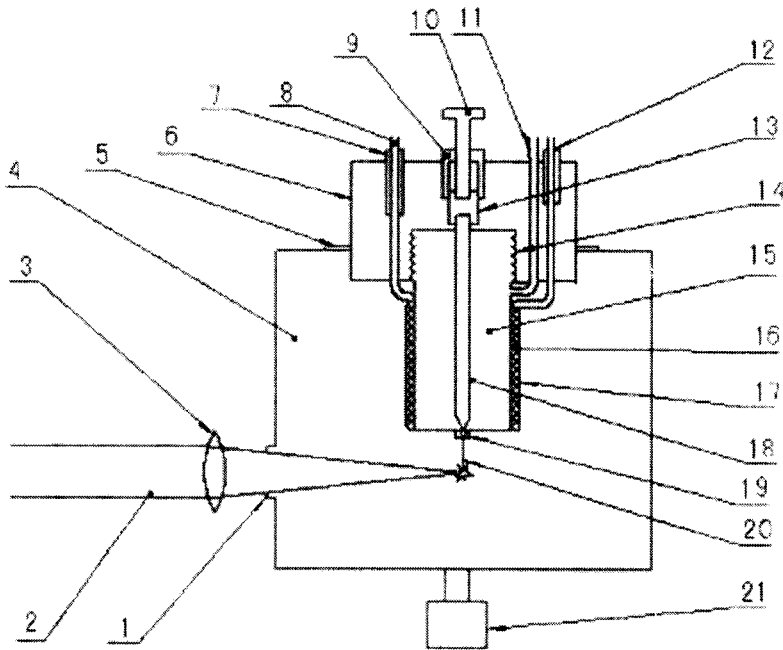


图 1

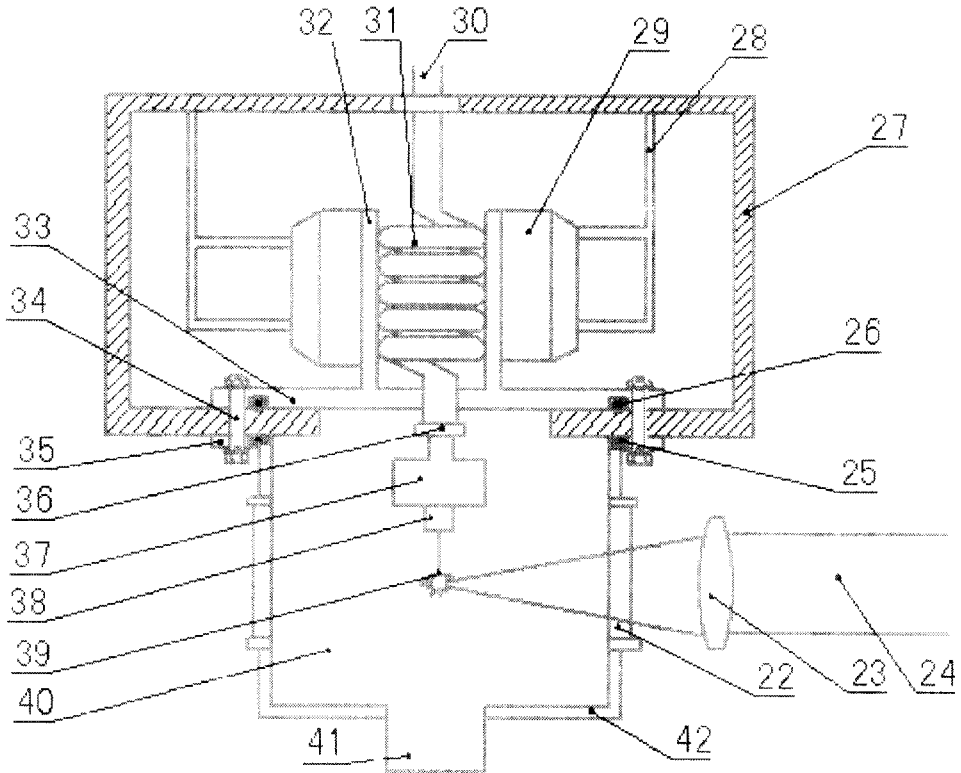


图 2