[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 1/00 (2006.01)
G02B 5/00 (2006.01)
C23C 14/34 (2006.01)
C23C 14/06 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610150009.6

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100543499C

[22] 申请日 2006.10.24
[21] 申请号 200610150009.6
[73] 专利权人 北京航空航天大学
地址 100083 北京市学院路 37 号
[72] 发明人 杜心康 王 聪 周 珑 王天民 陈步亮
[56] 参考文献
CN1594647A 2005.3.16
CN1512119A 2004.7.14
US2003/0228472A1 2003.12.11
审查员 丁长林

[74] 专利代理机构 北京慧泉知识产权代理有限公司
代理人 王顺荣 唐爱华

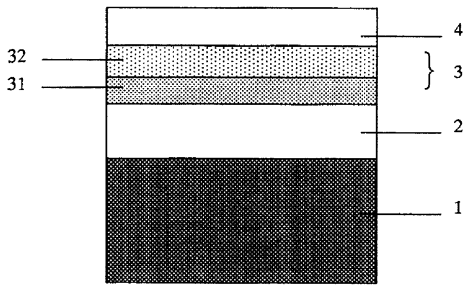
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种新型太阳选择性吸收涂层

[57] 摘要

本发明涉及一种中高温太阳能选择性吸收涂层。具有三层膜结构，从底层到表面依次为红外反射层、吸收层和减反射层。吸收层的成分由 Nb 与其氮化物的混合物组成，结构由厚度和金属体积百分含量不同的两个亚层构成，可形成干涉吸收效应。吸收层以 Nb 靶为溅射靶材，通过直流反应磁控溅射制备，溅射气体为 Ar 气，反应气体为 N_2。涂层具有良好的中高温热稳定性，并且具有可见－红外光谱高吸收率，红外光谱低发射率的特点。吸收层的制备采用单一金属 Nb 靶，仅需调节 N_2 流量就可获得 Nb 与其氮化物的混合物，使得工艺简便、易于控制、显著降低工艺成本、缩短生产周期。适用于中高温工作温度(300℃－500℃)的太阳能集热管。



1、一种太阳能选择性吸收涂层，由红外反射层、吸收层和减反射层组成，所述红外反射层为最底层，由 Nb 构成；所述吸收层为中间层，由 Nb 与其氮化物的混合物构成，该吸收层为可形成干涉吸收效应的双亚层结构，由厚度和 Nb 体积百分含量不同的两个亚层构成；所述减反射层为表面层，由 Al_2O_3 陶瓷膜构成。

2、一种制备太阳能选择性吸收涂层的方法，包括以下步骤：

（1）采用 Nb 靶，以 Ar 气作为溅射气体，在基体表面直流磁控溅射制备红外反射层；

（2）采用 Nb 靶，以 Ar 气作为溅射气体，以 N_2 作为反应气体，在所述红外反射层表面反应直流磁控溅射制备具有干涉吸收效应的双亚层结构的吸收层，该双亚层结构由厚度和 Nb 体积百分含量不同的两个亚层构成，该两个亚层中的不同 Nb 体积百分含量通过溅射时调整 N_2 流量获得；

（3）采用 Al_2O_3 陶瓷靶，以 Ar 气作为溅射气体，在所述吸收层表面射频溅射制备减反射层。

一种新型太阳选择性吸收涂层

技术领域

本发明涉及太阳能利用技术领域，具体涉及一种中高温太阳能选择性吸收涂层。

背景技术

太阳光谱选择性吸收涂层在可见-近红外波段具有高吸收率，在红外波段具有低发射率的功能薄膜，是用于太阳能集热器，提高光热转换效率的关键。随着太阳能热利用需求和技术的不断发展，太阳能集热管的应用范围从低温应用（≤100℃）向中温应用（100℃-350℃）和高温应用（350℃-500℃）发展，以不断满足海水淡化、太阳能发电等中高温应用领域的使用要求。对于集热管使用的选择性吸收涂层也要具备高温热稳定性，适应中高温环境的服役条件。

对于太阳能选择性吸收涂层目前已研究和广泛使用了黑铬、阳极氧化着色 Ni-Al2O3 以及具有成分渐变特征的 SS-C/SS（不锈钢）和 Al-N/Al 等膜系，应用于温度在 200℃以内的平板型集热装置的集热管表面。但在中高温条件下，由于其红外发射率随温度上升明显升高，导致集热器热损失明显上升，热效率显著下降。

为了提高中高温服役条件下选择性吸收涂层的热稳定性，Mo-Al2O3/Cu、SS-AlN/SS 等材料体系得到了研究和发展，采用了双靶或多靶金属陶瓷共溅射技术，其中 Mo-Al2O3/Cu 体系的特点是 Mo-Al2O3 吸收层具有成分渐变的多亚层结构，Al2O3 层采用射频溅射方法，SS-AlN/SS 体系的特点是吸收层采用了干涉膜结构，使热稳定性提高。上述涂层在使用温度 350℃-500℃范围内的聚焦型中高温集热管表面获得了应用。但是双靶或多靶共溅射、射频溅射等工艺沉积速率低，生产周期长，工艺复杂，成本高。

对于太阳能的中高温利用，需要一种吸收率高、发射率低、热稳定性好，而且工艺简便的选择性吸收涂层及制备技术。

发明内容

本发明的目的在于提供一种太阳能选择性吸收涂层，适用于中高温（300℃-500℃）工作温度集热管，涂层吸收率高、发射率低、热稳定性好，制备工艺简便，操作方便，生产周期短，溅射工况稳定。

为达到上述目的，本发明提供一种太阳能选择性吸收涂层，该涂层在吸热体基材表面由底部到顶部形成三层膜结构，每层膜的功能、组成与制备方法如下：

第一层是红外反射层，由金属膜构成，如 Cu、Ni、Mo、Nb 等，采用金属靶直流磁控溅射方法，以 Ar 气作为溅射气体制备，该层对红外波段光谱具有高反射特性，发射率低。

第二层是吸收层，成分上由 Nb 与其氮化物的混合物组成，结构上由厚度和金属体积百分含量不同的两个亚层构成。吸收层采用 Nb 靶直流反应磁控溅射技术制备，反应气体为 N2，只需通过调节 N2 流量，就可获得不同 Nb 体积百分含量的混合膜亚层。这两个亚层除自身对太阳光谱具备固有吸收特性外，还形成干涉吸收效应，加强了涂层的光吸收作用。

第三层为减反射层，由陶瓷膜构成，如 AL2O3、SiO2、TiO2 等，采用陶瓷靶射频溅射技术或金属靶反应溅射技术，以 Ar 气作为溅射气体制备，具有增透、耐磨、抗氧化的作用。

本发明所提供的选择性吸收涂层由金属红外反射层、Nb 与其氮化物的混合物组成的双干涉吸收层和陶瓷减反射层组成，具有可见-红外光谱高吸收率，红外光谱低发射率的特点，并且由于采用高熔点的金属 Nb 和 Nb 的氮化物材料，具有良好的中高温热稳定性。该涂层的吸收层采用单一靶材制备，制备过程中调节 N2 流量，工艺简便、操作方便、易于控制、显著降低工艺成本、缩短生产周期。适用于中高温工作温度的太阳能集热管。

附图说明

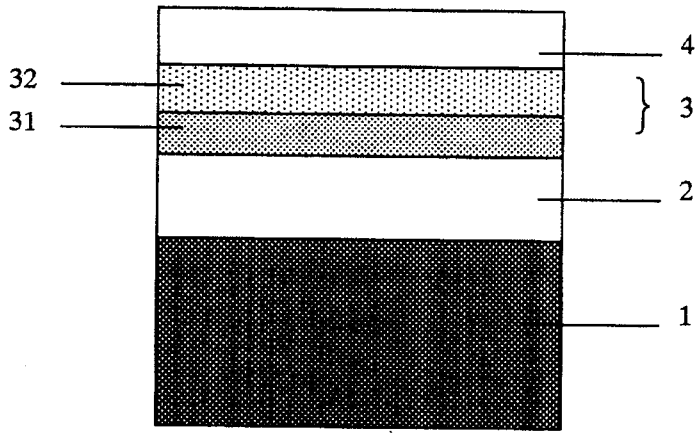
附图为选择性吸收涂层剖面示意图。

具体实施方式

以下实施例为本发明的具体实施方式，仅用于说明本发明，而非用于限制本发明。

结合图 1 所示选择性吸收涂层剖面示意图，涂层的制备工艺流程为：（1）选用纯度 99．99%的 Nb 靶，基材使用 316 不锈钢 1。溅射前将真空室预抽本底真空至 6×10-4Pa，通入惰性气体 Ar 作为溅射气氛，调整溅射距离为 80mm，调节溅射气压为 0.2Pa。溅射时，调整溅射电压为 280V，溅射电流为 0.2A，利用直流溅射方式制备 200nm 厚 Nb 膜 2；（2）同时通入 Ar 和 N2 混合气，调节 Ar 与 N2 流量比为 150：2，调节溅射气压为 0.2Pa，溅射时，调整溅射电压为 360V，溅射电流为 0.18A，在 Nb 膜上制备 60nm 厚 Nb 与其氮化物的混合物薄膜 31；（3）调节 Ar 与 N2 流量比为 150：4，继续制备 45nm 厚 Nb 与其氮化物的混合物薄膜 32，能够形成干涉吸收效应的薄膜 31 和薄膜 32 组成选择性吸收涂层的吸收层 3；（4）选用纯度 99．99%的 Al2O3 靶，溅射前将真空室预抽本底真空至 6×10-4Pa，通入惰性气体 Ar 作为溅射气氛，调整溅射距离为 60mm，调节溅射气压为 0.2Pa。溅射时，调整溅射电压为 1100V，溅射电流为 0.35A，利用射频溅射方式制备 42nm 厚 Al2O3 膜 4。

本实施例制备的太阳能选择性吸收涂层的性能如下：在大气质量因子AM1.5条件下，涂层吸收率为94%，法向发射率为0.16。进行真空退火处理，在2×10-2Pa真空度下，经350℃真空退火1小时后，涂层吸收率为95%，法向发射率为0.14，在2×10-2Pa真空度下，经500℃真空退火1小时后，涂层吸收率为94%，法向发射率为0.15。


4
32
31
3
2
1