



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117904619 A

(43) 申请公布日 2024.04.19

(21) 申请号 202310488835.5

(22) 申请日 2023.04.28

(71) 申请人 基磁科技(上海)有限公司

地址 201109 上海市徐汇区园美路58号1幢  
2层203、204室

(72) 发明人 请求不公布姓名 请求不公布姓名  
请求不公布姓名

(74) 专利代理机构 北京知艺互联知识产权代理  
有限公司 16137

专利代理师 余青

(51) Int. Cl.

C23C 24/10 (2006.01)

C23C 14/34 (2006.01)

C23C 14/35 (2006.01)

C23C 14/28 (2006.01)

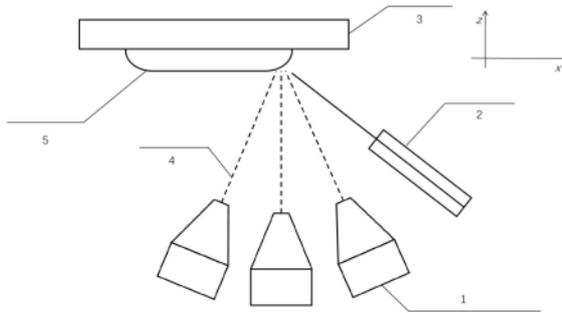
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种合金靶材的制备装置及制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种合金靶材的制备装置,包括材料喷嘴、高能激光器和靶材承托基底,所述材料喷嘴和高能激光器分别设置于所述靶材承托基底的上方。本发明利用所述材料喷嘴,喷射待制备合金靶材所需的材料粉体,其喷射效率独立地调整,实现合金靶材的成分非固定目的,所述材料喷嘴的空间位置和角度独立地调整,以确保靶材的成分与密度均匀;利用所述高能激光器产生的高能激光束,加热所述喷涂区域的材料粉体,形成所需成分的靶材涂层,利用所述靶材承托基底承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,通过移动靶材承托基底,实现控制靶材涂层的尺寸和形状,以及逐层喷涂所述靶材涂层,以生产大尺寸、异形的合金靶材。



1. 一种合金靶材的制备装置,包括材料喷嘴、高能激光器和靶材承托基底;  
所述材料喷嘴设置于所述靶材承托基底的上方,用于喷射待制备合金靶材所需的材料粉体;  
所述高能激光器设置于所述靶材承托基底的上方,用于产生高能激光束;  
所述靶材承托基底承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,控制所述靶材涂层的尺寸和形状。
2. 根据权利要求1所述的制备装置,其特征在于,所述材料喷嘴的数量为3~5个。
3. 根据权利要求1所述的制备装置,其特征在于,所述合金靶材的制备装置还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴、所述高能激光器和所述靶材承托基底连接。
4. 一种合金靶材的制备方法,包括以下步骤:
  - (1) 根据待制备合金靶材的化学元素组成准备所需的材料粉体;
  - (2) 将所述步骤(1)中的材料粉体分装到权利要求1~3任一项所述制备装置的材料喷嘴中,然后独立地调整所述材料喷嘴的空间位置和角度,使得所述材料喷嘴在所述靶材承托基底上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;  
根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比独立地调整所述材料喷嘴的喷射效率,开启高能激光器,利用所述高能激光器产生的高能激光束同步加热所述材料喷嘴喷射在所述靶材承托基底上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层;  
在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底,喷涂形成所需尺寸和形状的靶材涂层;  
在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需尺寸和形状的靶材涂层,循环逐层喷涂,得到合金靶材。
5. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(1)中材料粉体为单质或合金;所述材料粉体为微米级颗粒和/或纳米级颗粒。
6. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中聚焦面的面积为1~100mm<sup>2</sup>;所述材料喷嘴与所述聚焦面的重合率>95%。
7. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,当所述合金靶材为周期性掺杂合金靶材时,所述步骤(2)中的材料喷嘴在所述靶材承托基底上获得不同的聚焦面;设定不同聚焦面上的材料喷嘴的喷射模式,调整不同喷射模式的工作时间,实现周期性掺杂。
8. 根据权利要求4或7所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中材料喷嘴的喷射效率独立地为0~100mm<sup>3</sup>/s。
9. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中靶材承托基底或所述材料喷嘴与所述高能激光器在三维空间进行移动;所述移动的相对速度为1~100mm/s。
10. 根据权利要求4所述的制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中循环逐层喷涂完成后还包括将所述循环逐层喷涂得到合金靶材涂层与所述靶材承托基底分离,得到合金靶材。

## 一种合金靶材的制备装置及制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及靶材技术领域,尤其涉及一种合金靶材的制备装置及制备方法。

### 背景技术

[0002] 对于磁控溅射、脉冲激光沉积等真空镀膜工艺来说,薄膜的物质是由靶材表面迁移过来的,靶材是其最核心的组成部分之一。近年来,真空镀膜技术的不断发展与迭代,也极大地推动了靶材制备技术的不断进步。根据靶材的化学成分和几何外形,靶材有着不同的分类方法。按照化学成分来区分,靶材可以分为氧化物靶、陶瓷靶、合金靶、单质金属靶等;按照几何外形区分,靶材可以分为平面靶、异形靶材等。在各类靶材中,化学成分及几何外形简单的靶材,其制备方法比较简单,但成分或几何外形较为复杂的靶材,其制备仍然比较困难。

[0003] 以复杂成分的合金靶材为例,现阶段,复杂成分合金靶材的制备方法主要分为两种:铸造法及粉末冶金法。采用铸造法制备合金靶材,虽然纯度较高,但合金的均匀性较差,尤其是组分的熔点或密度存在较大差异的情况下,较难获得成分均匀的合金靶材。采用粉末冶金法制备合金靶材,可以获得成分相对较为均匀的靶材,但其密度容易出现不均匀的现象,且很难制备大尺寸、异形的靶材。

[0004] 另一方面,一些特殊的镀膜场景对靶材提出了新的需求,例如某些应用中,需要薄膜的成分逐渐均匀变化,或是在膜层中某些特定的位置进行掺杂,这就要求合金靶材的成分非固定而是有所变化的。传统的靶材制备方法面对这种需求无能为力。因此,提供一种能够用于生产大尺寸、异形、成分非固定的合金靶材的方法是现有技术亟需解决的问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种合金靶材的制备装置及制备方法,本发明提供的合金靶材的制备装置,能够用于生产大尺寸、异形、成分非固定的合金靶材,满足不同的镀膜场景对靶材的特殊需求。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明提供以下技术方案:

[0007] 本发明提供了一种合金靶材的制备装置,包括材料喷嘴、高能激光器和靶材承托基底;

[0008] 所述材料喷嘴设置于所述靶材承托基底的上方,用于喷射待制备合金靶材所需的材料粉体;

[0009] 所述高能激光器设置于所述靶材承托基底的上方,用于产生高能激光束;

[0010] 所述靶材承托基底承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,控制所述靶材涂层的尺寸和形状。

[0011] 优选地,所述材料喷嘴的数量为3~5个。

[0012] 优选地,所述合金靶材的制备装置还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴、所述高能激光器和所述靶材承托基底连接。

[0013] 本发明还提供了一种合金靶材的制备方法,包括以下步骤:

[0014] (1) 根据待制备合金靶材的化学元素组成准备所需的材料粉体;

[0015] (2) 将所述步骤(1)中的材料粉体分装到上述技术方案所述制备装置的材料喷嘴中,然后独立地调整所述材料喷嘴的空间位置和角度,使得所述材料喷嘴在所述靶材承托基底上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;

[0016] 根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比独立地调整所述材料喷嘴的喷射效率,开启高能激光器,利用所述高能激光器产生的高能激光束同步加热所述材料喷嘴喷射在所述靶材承托基底上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层;

[0017] 在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底,喷涂形成所需尺寸和形状的靶材涂层;

[0018] 在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需尺寸和形状的靶材涂层,循环逐层喷涂,得到合金靶材。

[0019] 优选地,所述步骤(1)中材料粉体为单质或合金;所述材料粉体为微米级颗粒和/或纳米级颗粒

[0020] 优选地,所述步骤(2)中聚焦面的面积为 $1 \sim 100\text{mm}^2$ ;所述材料喷嘴与所述聚焦面的重合率 $>95\%$ 。

[0021] 优选地,当所述合金靶材为周期性掺杂合金靶材时,所述步骤(2)中的材料喷嘴在所述靶材承托基底上获得不同的聚焦面;设定不同聚焦面上的材料喷嘴的喷射模式,调整不同喷射模式的工作时间,实现周期性掺杂。

[0022] 优选地,所述步骤(2)中材料喷嘴的喷射效率独立地为 $0 \sim 100\text{mm}^3/\text{s}$ 。

[0023] 优选地,所述步骤(2)中靶材承托基底或所述材料喷嘴与所述高能激光器在三维空间进行移动;所述移动的相对速度为 $1 \sim 100\text{mm}/\text{s}$ 。

[0024] 优选地,所述步骤(2)中循环逐层喷涂完成后还包括将所述循环逐层喷涂得到合金靶材涂层与所述靶材承托基底分离,得到合金靶材。

[0025] 本发明提供了一种合金靶材的制备装置,包括材料喷嘴、高能激光器和靶材承托基底,所述材料喷嘴和高能激光器分别设置于所述靶材承托基底的上方。本发明利用所述材料喷嘴,喷射待制备合金靶材所需的材料粉体,并且所述材料喷嘴的数量根据待制备合金靶材所需的材料粉体的种类设置,所述材料喷嘴的喷射效率独立地调整,且根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比设置,以满足镀膜场景中对膜层中某些特定位置进行掺杂的要求,实现合金靶材的成分非固定目的,且单层靶材涂层的厚度通过调整材料喷嘴的喷射效率来控制,所述材料喷嘴的空间位置和角度独立地调整,以确保靶材的成分与密度均匀;利用所述高能激光器产生的高能激光束,加热所述靶材承托基底、喷射在所述靶材承托基底表面的材料粉体和/或所述材料粉体融合后形成的靶材涂层,即加热喷涂区域,使得所述喷涂区域的材料粉体具备足够的能量成型和扩散,达到合金化,形成所需成分的靶材涂层,本发明利用所述靶材承托基底承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,通过移动靶材承托基底,实现控制靶材涂层的尺寸和形状,以及逐层喷涂所述靶材涂层,以生产大尺寸、异形的合金靶材。本发明提供的制备装置,可以获得成分非固定、异形、大尺寸的合金靶材,同时克服了传统靶材制备过程中成分和密度的不均匀性,满足了不同的镀膜场景对靶材的特殊需求。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明中合金靶材的制备装置的结构示意图；

[0027] 图2本发明中聚焦面示意图；

[0028] 图3为本发明中靶材涂层和靶材承托基底的位置关系示意图；

[0029] 图4为本发明实施例2制备的BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>的微结构示意图。

[0030] 附图标记

[0031] 1、材料喷嘴；2、高能激光器；3、靶材承托基底；4、材料粉体；5、靶材涂层；6、聚焦面；x、三维空间的x轴；y、三维空间的y轴；z、三维空间的z轴。

## 具体实施方式

[0032] 本发明提供了一种合金靶材的制备装置,包括材料喷嘴1、高能激光器2和靶材承托基底3；

[0033] 所述材料喷嘴1设置于所述靶材承托基底3的上方,用于喷射待制备合金靶材所需的材料粉体；

[0034] 所述高能激光器2设置于所述靶材承托基底3的上方,用于产生高能激光束；

[0035] 所述靶材承托基底3承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,控制所述靶材涂层的尺寸和形状。

[0036] 如图1所示,在本发明的实施例中,所述合金靶材的制备装置包括材料喷嘴1。在本发明中,所述材料喷嘴1优选为拉瓦尔喷嘴。在本发明中,所述材料喷嘴1的数量优选根据待制备合金靶材所需的材料粉体的种类设置,更优选为3~5个。在本发明中,所述材料喷嘴1的喷射效率优选独立地调整。在本发明中,所述材料喷嘴1的喷射效率优选根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比设置。在本发明中,所述材料喷嘴1的空间位置和角度优选独立地调整。

[0037] 本发明通过独立地调整材料喷嘴1的空间位置和角度,并根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比设置不同材料喷嘴1的喷射效率,以满足镀膜场景中对膜层中某些特定位置进行掺杂的要求,实现合金靶材的成分非固定目的。

[0038] 如图1所示,在本发明的实施例中,所述合金靶材的制备装置包括高能激光器2。本发明利用所述高能激光器2产生的高能激光束,加热所述靶材承托基底、喷射在所述靶材承托基底3表面的材料粉体和/或所述材料粉体融合后形成的靶材涂层,即加热喷涂区域,使得所述喷涂区域的材料粉体具备足够的能量成型和扩散,达到合金化,形成所需成分的靶材涂层。

[0039] 如图1所示,在本发明的实施例中,所述合金靶材的制备装置包括靶材承托基底3。本发明利用所述靶材承托基底3承托由所述材料粉体形成的靶材涂层,通过移动靶材承托基底3,实现控制靶材涂层的尺寸和形状,以及逐层喷涂所述靶材涂层,最终能够生产大尺寸、异形的合金靶材,满足不同的镀膜场景对靶材的特殊需求。

[0040] 在本发明中,所述合金靶材的制备装置优选还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3连接。

[0041] 在本发明中,所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3优选独立地置于含惰性气体的真空室中。

[0042] 本发明还提供了一种合金靶材的制备方法,包括以下步骤:

[0043] (1) 根据待制备合金靶材的化学元素组成准备所需的材料粉体;

[0044] (2) 将所述步骤(1)中的材料粉体分装到上述技术方案所述制备装置的材料喷嘴1中,然后独立地调整所述材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;

[0045] 根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比独立地调整所述材料喷嘴1的喷射效率,开启高能激光器2,利用所述高能激光器2产生的高能激光束同步加热所述材料喷嘴1喷射在所述靶材承托基底3上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层;

[0046] 在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底3,喷涂形成所需尺寸和形状的靶材涂层;

[0047] 在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底3,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需尺寸和形状的靶材涂层,循环逐层喷涂,得到合金靶材。

[0048] 本发明根据待制备合金靶材的化学元素组成准备所需的材料粉体。

[0049] 在本发明中,所述材料粉体优选为单质或合金。在本发明中,所述材料粉体优选为微米级颗粒和/或纳米级颗粒。本发明采用微米级颗粒和/或纳米级颗粒作为材料粉体,具有元素扩散的路程短的优点,同时在辅助高能量激光束的作用下,获得足够的能量扩散,最终喷射获得的靶材涂层成分和密度的均匀性好。

[0050] 得到材料粉体后,本发明将所述材料粉体分装到上述技术方案所述制备装置的材料喷嘴1中,然后独立地调整所述材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面。

[0051] 在本发明中,所述聚焦面的面积优选为 $1 \sim 100\text{mm}^2$ 。在本发明中,所述材料喷嘴1与所述聚焦面的重合率 $>95\%$ 。本发明将材料喷嘴1与所述聚焦面的重合率控制在上述范围,以保证在聚焦面上,不同材料喷嘴1喷出的材料粉体喷射在同一位置,可以扩散形成成分均匀的合金,避免过大的聚焦面会导致靶材外形分辨率以及成分均匀性的降低,同时避免过小的聚焦面制备靶材的效率太低。本发明通过独立地调整所述材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面,以确保靶材的成分与密度均匀。

[0052] 在本发明中,当所述合金靶材为周期性掺杂合金靶材时,所述材料喷嘴在所述靶材承托基底上优选获得不同的聚焦面;设定所述不同聚焦面上的材料喷嘴的喷射模式,调整不同喷射模式的工作时间,实现周期性掺杂周期性掺杂合金靶材制备。

[0053] 在本发明中,所述不同喷射模式的工作时间优选根据由所述周期性掺杂合金靶材沉积制备的目标薄膜的超晶格结构调整

[0054] 在本发明中,所述材料喷嘴1优选为拉瓦尔喷嘴。本发明通过控制所述拉瓦尔喷嘴的工作气体的速度,以调整所述材料喷嘴1的喷射效率。本发明根据待制备合金靶材的特定位置的各元素的化学计量比独立地调整所述材料喷嘴1的喷射效率,使得在喷涂区域,不同材料喷嘴1喷射出的材料粉体与待制备合金靶材的化学元素组成计量比一致,以最终获得成分非固定的目标靶材涂层。

[0055] 在本发明中,所述材料喷嘴1的喷射效率独立地优选为 $0 \sim 100\text{mm}^3/\text{s}$ 。本发明将喷

射效率控制在上述范围,以在保证制靶效率的基础上保证靶材成分的均匀性,避免过高的喷射效率会限制元素扩散过程的动力学过程,不适合制备成分均匀的靶材,同时,通过调整不同材料喷嘴1的喷射效率的变化,可以制备成分均匀变化或者周期性掺杂的靶材。

[0056] 本发明利用所述高能激光器2产生的高能激光束同步加热所述材料喷嘴1喷射在所述靶材承托基底3上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层;

[0057] 在本发明中,所述靶材承托基底3或所述材料喷嘴1与所述高能激光器2优选在三维空间进行移动。在本发明中,所述移动的相对速度优选为 $1 \sim 100\text{mm/s}$ 。本发明将移动的相对速度控制在上述范围,以兼顾靶材制备效率及精度,避免过高的移动速度会导致靶材外形的精度下降,同时避免过低的移动速度会导致制靶的效率降低。

[0058] 在本发明中,所述移动过程中,优选保持聚焦面在所述靶材承托基底3平面上,以保证靶材涂层成分的均匀性。

[0059] 循环逐层喷涂完成后,本发明将所述循环逐层喷涂得到合金靶材涂层与所述靶材承托基底3分离,得到合金靶材。

[0060] 本发明提供的合金靶材的制备方法,使用激光辅助喷涂,采用增材的方式,逐层喷涂靶材涂层,可以形成成分非固定、异形、大尺寸的合金靶材,同时克服了传统靶材制备过程中成分和密度的不均匀性,满足了不同的镀膜场景对靶材的特殊需求。

[0061] 下面将结合本发明中的实施例,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0062] 实施例1

[0063] 利用图1所示合金靶材的制备装置制备直径为 $15\text{cm}$ 、厚度为 $1\text{cm}$ 圆盘形超导合金靶材 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3$ ,制备方法如下:

[0064] (1) 根据圆盘形超导合金靶材 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3$ 分别准备单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末作为三种材料粉体;

[0065] (2) 将所述步骤(1)中的三种材料粉体分装到所述合金靶材的制备装置的三个材料喷嘴1中,然后独立地调整所述三个材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述三个材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;

[0066] 根据圆盘形超导合金靶材 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3$ (即待制备合金靶材)的各元素的化学计量比独立地调整喷射单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末的所述三个材料喷嘴1的喷射效率分别为 $19\text{mm}^3/\text{s}$ 、 $78\text{mm}^3/\text{s}$ 和 $21.5\text{mm}^3/\text{s}$ ,开启高能激光器2,利用所述高能激光器2产生的高能激光束同步加热所述三个材料喷嘴1喷射在所述靶材承托基底3上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层,并在足够的能量下获得良好的均匀性;

[0067] 在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底3,喷涂形成所需直径为 $15\text{cm}$ 的圆形靶材涂层;

[0068] 所述合金靶材的制备装置还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3连接;

[0069] 所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3独立地置于含惰性气体的真空室中;

[0070] 在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底3,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需直径为15cm的圆形靶材涂层,循环逐层喷涂,得到厚度为1cm的圆盘形超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>;

[0071] 所述靶材承托基底3相对所述材料喷嘴1移动的相对速度为1mm/s。

[0072] 实施例2

[0073] 利用图1所示合金靶材的制备装置制备直径为15cm、厚度为1cm圆盘形的BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>,用以沉积YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>+BaHfO<sub>3</sub>超晶格薄膜,制备方法如下:

[0074] (1) 根据圆盘形的BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>分别准备单质Y粉末、单质Ba粉末、单质Cu粉末和单质Hf粉末,作为四种材料粉体,分为五份材料粉体,其中单质Ba粉末占两份;

[0075] (2) 将所述步骤(1)中的五份材料粉体分装到所述合金靶材的制备装置的五个材料喷嘴1中,然后独立地调整所述装有单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末的三个材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述三个材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;之后独立地调整所述装有单质Ba粉末和单质Hf粉末的剩余两个材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述两个材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的另一聚焦面;

[0076] 根据圆盘形的BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>(即待制备合金靶材)中YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>的各元素的化学计量比独立地调整上述获得同一聚焦面的喷射单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末的所述三个材料喷嘴1的喷射效率分别为19mm<sup>3</sup>/s、78mm<sup>3</sup>/s和21.5mm<sup>3</sup>/s,将此喷射模式设定为模式A;根据圆盘形的BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>(即待制备合金靶材)中BaHf的各元素的化学计量比独立地调整上述获得另一聚焦面的喷射单质Ba粉末、单质Hf粉末的所述剩余两个材料喷嘴1的喷射效率分别为3.9mm<sup>3</sup>/s和3.9mm<sup>3</sup>/s,将此喷射模式设定为模式B。在工作时,根据目标薄膜所需的超晶格结构,调整模式A与模式B的工作时间分别为1s和1s并循环工作。开启高能激光器2,利用所述高能激光器2产生的高能激光束同步加热所述五个材料喷嘴1喷射在所述靶材承托基底3上的材料粉体,使得在不同模式下工作喷射的所述材料粉体分别融合形成成分周期变化的靶材涂层,并在足够的能量下获得良好的均匀性;所述BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>的微结构示意图如图4所示;

[0077] 在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底3,喷涂形成所需直径为15cm的圆形靶材涂层;

[0078] 所述合金靶材的制备装置还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3连接;

[0079] 所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3独立地置于含惰性气体的真空室中;

[0080] 在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底3,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需直径为15cm的圆形靶材涂层,循环逐层喷涂,得到厚度为1cm的圆盘形BaHf掺杂的超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>;

[0081] 所述靶材承托基底3相对所述材料喷嘴1移动的相对速度为1mm/s。

[0082] 将制备的靶材应用于脉冲激光沉积工艺中,在沉积过程中靶材均匀旋转,可获得周期掺杂BaHfO<sub>3</sub>的YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>的超晶格纳米结构即YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7</sub>+BaHfO<sub>3</sub>超晶格薄膜。

[0083] 实施例3

[0084] 利用图1所示合金靶材的制备装置制备外径为15cm、内径为13cm的圆环形超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>,以提高脉冲激光沉积工艺中靶材的利用率,制备方法如下:

[0085] (1) 根据圆盘形超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>分别准备单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末作为三种材料粉体;

[0086] (2) 将所述步骤(1)中的三种材料粉体分装到所述合金靶材的制备装置的材料喷嘴1中,然后独立地调整所述三个材料喷嘴1的空间位置和角度,使得所述三个材料喷嘴1在所述靶材承托基底3上喷涂的位置和面积一致,获得同一位置和同一尺寸的聚焦面;

[0087] 根据圆盘形超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>(即待制备合金靶材)的各元素的化学计量比独立地调整喷射单质Y粉末、单质Ba粉末和单质Cu粉末的所述三个材料喷嘴1的喷射效率分别为19mm<sup>3</sup>/s、78mm<sup>3</sup>/s和21.5mm<sup>3</sup>/s,开启高能激光器2,利用所述高能激光器2产生的高能激光束同步加热所述三个材料喷嘴1喷射在所述靶材承托基底3上的材料粉体,使得所述材料粉体融合形成靶材涂层,并在足够的能量下获得良好的均匀性;

[0088] 在所述材料粉体喷射过程中,移动所述靶材承托基底3,喷涂形成所需直径为15cm、内径为13cm的圆环形靶材涂层;

[0089] 所述合金靶材的制备装置还包括控制器;所述控制器与所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3连接;

[0090] 所述材料喷嘴1、所述高能激光器2和所述靶材承托基底3独立地置于含惰性气体的真空室中;

[0091] 在上一层靶材涂层喷涂完成后,移动所述靶材承托基底3,在上一层靶材涂层的上表面继续喷涂形成下一层所需直径为15cm、内径为13cm的圆形靶材涂层,循环逐层喷涂,得到厚度为1cm的圆环形超导合金靶材YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>;

[0092] 所述靶材承托基底3相对所述材料喷嘴1移动的相对速度为1mm/s。

[0093] 综上所述,本发明提供的合金靶材的制备方法,使用激光辅助喷涂,采用增材的方式,逐层喷涂靶材涂层,可以形成成分非固定、异形、大尺寸的合金靶材,同时克服了传统靶材制备过程中成分和密度的不均匀性,满足了不同的镀膜场景对靶材的特殊需求。

[0094] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

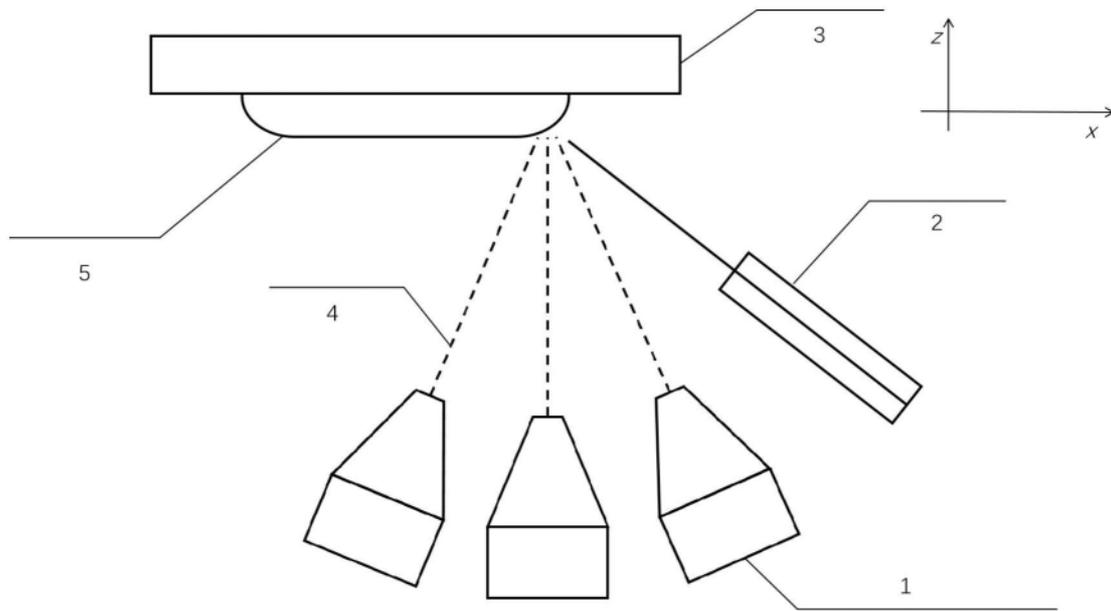


图1

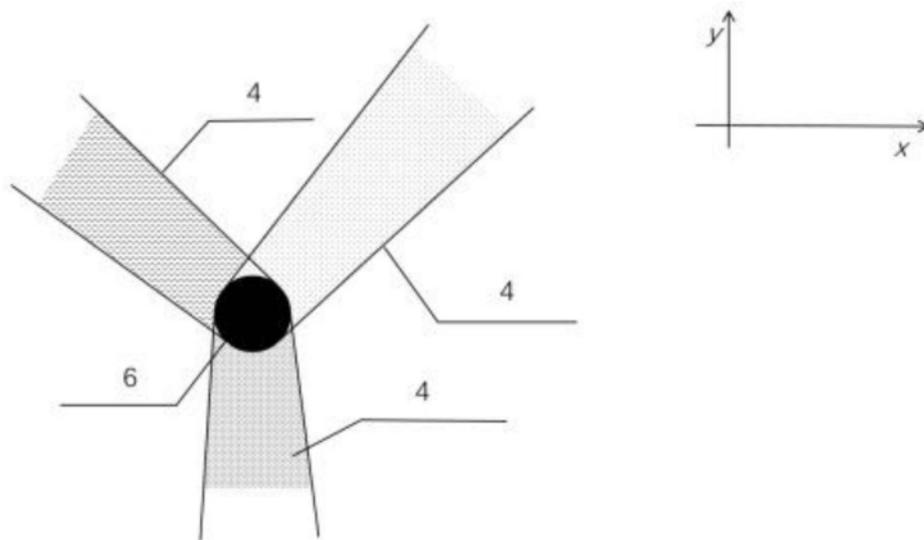


图2

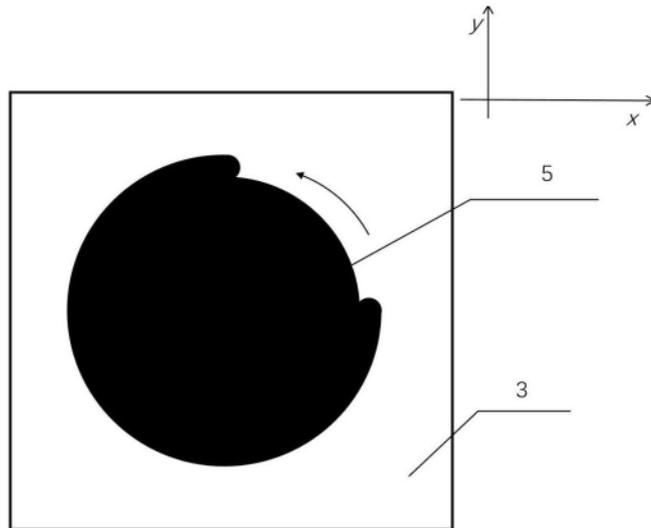


图3

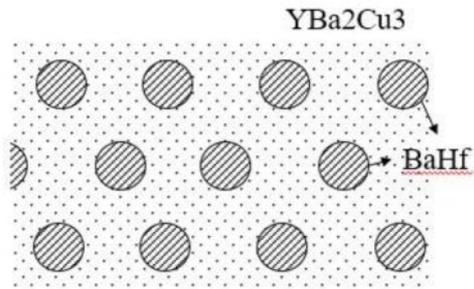


图4