



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103489750 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201310413317. 3

CN 103103480 A, 2013. 05. 15,

(22) 申请日 2013. 09. 12

CN 102231367 B, 2013. 04. 24,

(73) 专利权人 中国科学院物理研究所

审查员 王磊

地址 100190 北京市海淀区中关村南三街 8 号

(72) 发明人 金魁 袁洁 许波

(74) 专利代理机构 北京名华博信知识产权代理有限公司 11453

代理人 时建峰

(51) Int. Cl.

H01L 21/02 (2006. 01)

H01L 21/203 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2000086389 A, 2000. 03. 28,

US 8236108 B1, 2012. 08. 07,

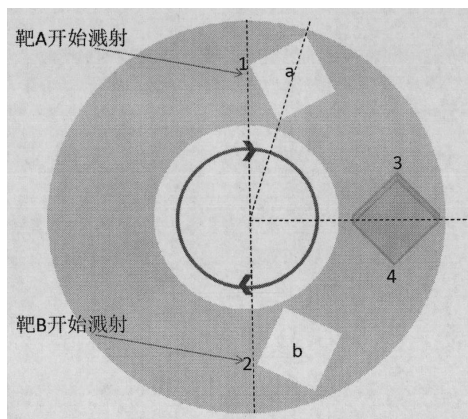
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 发明名称

一种组合薄膜的制备方法

(57) 摘要

提供一种利用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜的方法,包括:提供衬底;提供对应于组合薄膜中的各个组分的多个不同组分的前驱靶材;依次对各个不同组分的前驱靶材进行激光轰击,从而溅射出相应的前驱组分;提供具有掩模图案的掩模板;利用掩模板使上述溅射出的相应的前驱组分沉积在衬底上,从而获得组合薄膜。本发明提供的方法通过轴向转动代替机械手运动以及连续匀速地轴向运动可避免由于掩模的停止-再启动过程中引起的组分的不连续性,同时不需编写程序控制掩模转动,从而降低了工艺的操作复杂度。此外可通过调整掩模板上的窗口的形状和位置实现多种组分薄膜的制备。



1. 一种利用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜的方法,该方法包括:  
提供衬底;  
提供对应于组合薄膜中的各个组分的多个不同组分的前驱靶材;  
依次对各个不同组分的前驱靶材进行激光轰击,从而溅射出相应的前驱组分;  
提供具有掩模图案的掩模板;

利用掩模板使上述溅射出的相应的前驱组分沉积在衬底上,从而获得组合薄膜,其中,掩模板为圆环形,其上具有设置在不同位置的两个第一窗口 a 和第二窗口 b,上述第一窗口 a 和第二窗口 b 的形状对应于衬底的形状,且第一窗口 a 和第二窗口 b 的尺寸与衬底的尺寸相同。

2. 根据权利要求 1 所述的制备组合薄膜的方法,其中组合薄膜是二元组合薄膜。

3. 根据权利要求 2 所述的制备组合薄膜的方法,其中二元组合薄膜是超导、铁电、介电材料。

4. 根据权利要求 3 所述的制备组合薄膜的方法,其中组合薄膜包含 A 和 B 两种组分,以及

其中前驱靶材为包含 A 和 B 两种组分的前驱靶材。

5. 根据权利要求 4 所述的制备组合薄膜的方法,其中利用掩模板使上述溅射出的相应的前驱组分沉积在衬底上,从而获得组合薄膜的过程包括如下步骤:

步骤 1:将前驱靶材 A 置于衬底对面,环形掩模板沿其轴心方向匀速地顺时针旋转,当掩模板转动至衬底完全暴露于第一窗口 a 时,激光开始轰击前驱靶材 A 以开始溅射前驱靶材 A,从而在衬底上沉积 A 组分,之后 环形掩模板继续匀速地顺时针旋转以使衬底暴露于第一窗口 a 的区域逐渐减小,当衬底完全不暴露于第一窗口 a 时,停止前驱靶材 A 的溅射,从而在衬底上形成 A 组分梯度分布;

步骤 2:将前驱靶材 B 置于衬底对面,环形掩模板沿其轴心方向匀速地顺时针旋转,当掩模板转动至衬底将要暴露于第二窗口 b 时,激光开始轰击前驱靶材 B 以开始溅射前驱靶材 B,之后环形掩模板继续匀速地顺时针旋转以使衬底逐渐暴露于第二窗口 b,从而在衬底上沉积 B 组分,当衬底完全暴露于第二窗口 b 时,停止前驱靶材 B 的溅射,从而在衬底上形成与 A 组分梯度分布相反的 B 组分梯度分布,由此完成一个周期的溅射过程;

步骤 3:重复上述步骤 1—2,执行多个周期的溅射过程,且二元组合薄膜的厚度取决于所执行的周期数。

## 一种组合薄膜的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域,特别涉及一种利用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜的方法。

### 背景技术

[0002] 组合薄膜是由不同组分构成的薄膜,通过对前驱材料的选取可获得具有各种功能的薄膜,例如超导、铁电、介电等拥有丰富相变的材料。因其材料相图丰富,应用前景广阔,业已成为业内关注的重点。现有技术中常采用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜,组合激光分子束外延技术采用不同材料制成的靶材,通过准分子激光轰击相应材料的靶材,溅射出相应的前驱组分,从而使前驱组分沉积在衬底上。通过依次对不同材料的靶材进行周期性溅射,使衬底上形成组合薄膜。当前的组合薄膜掩模技术都是通过精密机械手周期性平移运动并复位来完成操作,因此对自动化程度要求较高,编写程序复杂,同时也会造成累计误差,从而影响组分分布精度。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明旨在解决上述现有技术中存在的问题,通过本发明提供的制备方法能克服操作复杂、工艺精度控制困难的缺点。本发明通过连续的轴向转动操作代替机械手平移运动,从而完成简单、高工艺精度的操作。

[0004] 本发明公开一种利用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜的方法,该方法包括:

[0005] 提供衬底;

[0006] 提供对应于组合薄膜中的各个组分的多个不同组分的前驱靶材;

[0007] 依次对各个不同组分的前驱靶材进行激光轰击,从而溅射出相应的前驱组分;

[0008] 提供具有掩模图案的掩模板;

[0009] 利用掩模板使上述溅射出的相应的前驱组分沉积在衬底上,从而获得组合薄膜。

### 附图说明

[0010] 图 1 示出组合激光分子束外延设备中的两种不同组分的前驱靶材;

[0011] 图 2 示出制备组合薄膜过程中的掩模板与衬底的相对位置以及制备过程。

### 具体实施方式

[0012] 利用组合激光分子束外延技术制备二元组合薄膜,其中二元组合薄膜包括 A、B 两种组分。

[0013] 如图 1 中所示,其中 A 和 B 分别为两种不同组分的前驱靶材,两个靶材依次被激光轰击,从而溅射出相应的前驱组分。图 1 中所示的情况是正在溅射前驱靶材 A,在前驱靶材 B 的表面上形成含 A 组分的等离子体。

[0014] 如图 2 中所示,其示出制备组合薄膜过程中的掩模板与衬底的相对位置以及制备过程。图 2 中所示的掩模板为圆环形,但本发明不限于上述形状,掩模板上具有设置在不同位置的两个方形的第一窗口 a 和第二窗口 b,上述第一和第二方形窗口 a 和 b 的形状对应于方形衬底的形状。如图所示,点 1、2、3 和 4 为所示方向的最近邻的顶点,且方形衬底位于点 3 和 4 之间,且窗口 a 和 b 与衬底的尺寸相同。上述窗口以及衬底的形状仅是示例性的,且本发明不限于上述形状,而本领域技术人员可根据实际需要进行各种形状的变型。

[0015] 环形掩模板可沿其轴心方向(垂直于图 2 的纸面方向)进行匀速地顺时针或逆时针旋转,且掩模板的转动频率可根据工艺要求进行设定,靶材的转换与掩模板的转动周期匹配,其可由计算机进行自动化控制。且环形掩模板设置在前驱靶材与衬底之间。

[0016] 以下说明二元组合薄膜的制备方法。

[0017] 如图 2 中所示,执行步骤 1:将前驱靶材 A 置于衬底对面,环形掩模板沿其轴心方向匀速地顺时针旋转,当掩模板转动至衬底完全暴露于第一窗口 a 时,激光开始轰击前驱靶材 A 以开始溅射前驱靶材 A,从而在衬底上沉积 A 组分。之后环形掩模板继续匀速地顺时针旋转以使衬底暴露于第一窗口 a 的区域逐渐减小,当衬底完全不暴露于第一窗口 a(即点 1 和 4 重合)时,停止前驱靶材 A 的溅射,从而在衬底上形成 A 组分梯度分布。

[0018] 执行步骤 2:将前驱靶材 B 置于衬底对面,环形掩模板沿其轴心方向匀速地顺时针旋转,当掩模板转动至衬底将要暴露于第二窗口 b(即点 3 和 2 重合)时,激光开始轰击前驱靶材 B 以开始溅射前驱靶材 B,之后环形掩模板继续匀速地顺时针旋转以使衬底逐渐暴露于第二窗口 b,从而在衬底上沉积 B 组分。当衬底完全暴露于第二窗口 b 时,停止前驱靶材 B 的溅射,从而在衬底上形成与 A 组分梯度分布相反的 B 组分梯度分布。由此完成一个周期的溅射过程,此时在衬底上形成了具有二元组分分布的薄膜。

[0019] 执行步骤 3:重复上述步骤 1—2,执行多个周期的溅射过程,且二元组合薄膜的厚度取决于所执行的周期数。

[0020] 上述 A、B 组分仅是示意性的,实际上本领域技术人员可根据要制备的组合薄膜中的相应组分选择相应材料的靶材,从而利用本发明的制备方法制造具有不同组分和不同功能的多元组合薄膜。

[0021] 例如可将 A、B 组分替换成不同的 C、D 组分,由此形成包含 C、D 组分的二元组合薄膜。

[0022] 或者在形成包含 A、B 组分的二元组合薄膜之后更换包含 C 和 / 或 D 组分的靶材,继续进行溅射沉积,从而最终形成包含 A、B、C 和 / 或 D 的三元或四元组合薄膜。

[0023] 甚至能利用形成三元或四元组合薄膜的上述工艺形成多于四元组分的更多元的组合薄膜。

[0024] 至此,上述描述已经详细的说明了本发明的利用组合激光分子束外延技术制备组合薄膜的方法,相对于现有制备方法,本发明提出的方法通过轴向转动代替机械手运动以及连续匀速地轴向运动可避免由于掩模的停止-再启动过程中引起的组分的不连续性,同时不需编写程序控制掩模转动,从而降低了工艺的操作复杂度。此外可通过调整掩模板上的窗口的形状和位置实现多种组分薄膜的制备。前文描述的实施例仅仅是本发明的优选实施例,其并非用于限定本发明。本领域技术人员在不脱离本发明范围和精神的前提下,可对本发明做出任何修改,且本发明的保护范围由所附的权利要求限定。

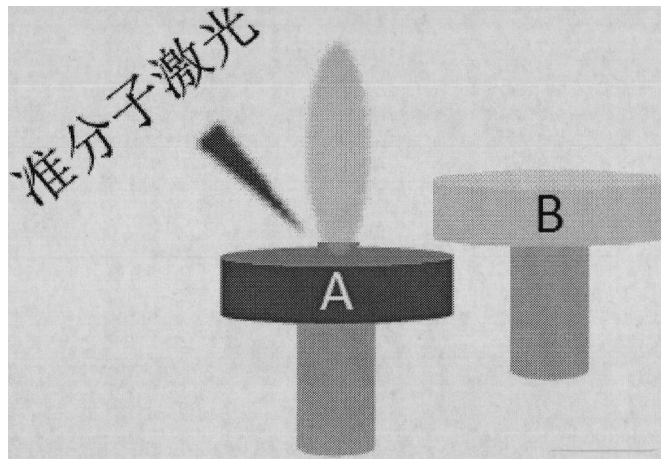


图 1

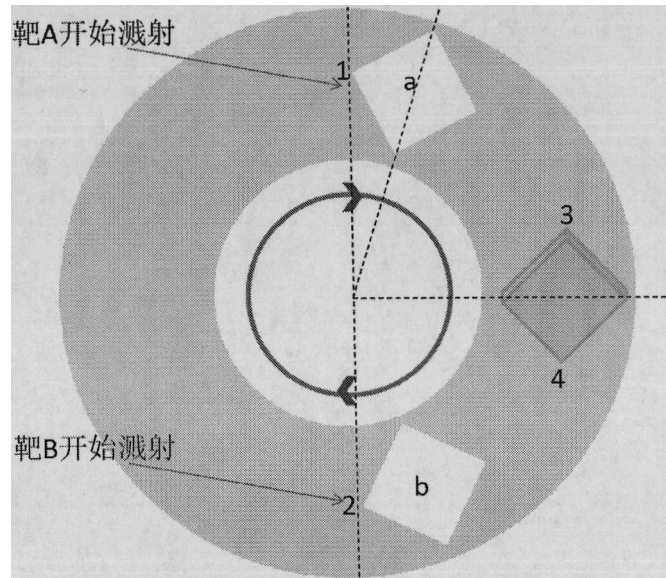


图 2