



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102713696 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201080062734. 2

C04B 35/495 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 10. 21

(30) 优先权数据

12/627, 318 2009. 11. 30 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/053547 2010. 10. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02011/066047 EN 2011. 06. 03

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 A. I. 乔扈里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周李军 林森

(51) Int. Cl.

G02B 5/28 (2006. 01)

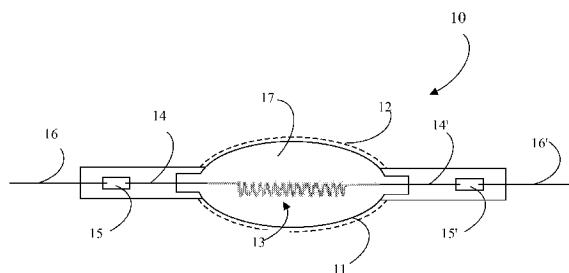
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

(54) 发明名称

用于高温应用的氧化物多层和灯

(57) 摘要

本文公开了采用包含 NbTaZr 氧化物的高折射率材料的光学干涉多层涂层。这种涂层提供在高温下有利的光学和物理性质的增强的保持。本文还公开了包含透光外壳的灯,透光外壳的至少一部分表面提供有上述光学干涉多层涂层。当在灯上使用时,这种涂层可有利地为这种灯提供改进的能效。



1. 一种光学干涉多层涂层,所述涂层包含:
多个交替的第一和第二层,所述第一层具有相对低的折射率而所述第二层具有比第一层相对更高的折射率,其中所述第二层包含 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比:
$$\text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$$

和
$$\text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50。$$
2. 权利要求 1 的光学干涉多层涂层,其中在 NbTaZr 氧化物中其余的金属实质上为 Zr。
3. 权利要求 1 的光学干涉多层涂层,
其中所述第二层包含 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比
$$\text{约 } 5 < \text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 10$$

和
$$\text{约 } 75 > \text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 65$$

和
$$\text{约 } 20 < \text{Zr}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 25。$$
4. 权利要求 1 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层的几何学厚度为约 1-约 20 微米。
5. 权利要求 1 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层的总层数为 4-250。
6. 权利要求 1 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层在 400-750 nm 波长的可见光中的平均透射率大于约 60%。
7. 权利要求 6 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层在 800-1500 nm 波长的电磁波谱的红外区中的平均反射率大于约 50%。
8. 权利要求 6 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层在 1500-2500 nm 波长的电磁波谱的红外区中的平均反射率大于约 40%。
9. 权利要求 6 的光学干涉多层涂层,其中所述涂层在 2500-3500 nm 波长的电磁波谱的红外区中的平均反射率大于约 30%。
10. 一种灯,所述灯包含:
具有表面的透光外壳;和
至少一个光源,所述外壳至少部分封装所述至少一个光源;
其中透光外壳的至少一部分表面提供有包含多个交替的第一和第二层的光学干涉多层涂层,所述第一层具有相对低的折射率而所述第二层具有比第一层相对更高的折射率,
其中所述第二层包含 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比:
$$\text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$$

和
$$\text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50。$$
11. 权利要求 10 的灯,其中所述第二层包含 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比:
$$\text{约 } 5 < \text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$$

和
$$\text{约 } 80 > \text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50。$$
12. 权利要求 10 的灯,其中所述至少一个光源包含灯丝,并且其中所述涂层在 400-750 nm 波长的可见光中的平均透射率大于约 60%,并且在 800-1500 nm 波长的电磁波

谱的红外区中平均反射率大于约 50%。

13. 权利要求 10 的灯,其中所述涂层能在室温和约 750°C 之间重复循环,而不会显著机械劣化第一和第二层。

14. 权利要求 10 的灯,其中在约 800°C 下退火约 4 天后,所述涂层在 400-750 nm 波长的可见光中呈现小于约 5% 的透射损失。

15. 权利要求 10 的灯,其中所述至少一个光源包含灯丝,并且其中当供能至热的灯丝温度时,与供能至相同的热的灯丝温度但不含所述涂层的相同的灯相比,所述灯呈现约 20%- 约 150% 的 LPW 增量。

16. 权利要求 10 的灯,其进一步包含至少一个布置在外壳中并且与延伸通过外壳的电流供应导体连接的电元件。

17. 权利要求 10 的灯,其中所述至少一个光源包含电弧或放电器,并且其中所述涂层设置成在可见光中提供大于 60% 的平均透射率和在 300-370 nm 波长的电磁波谱的紫外线区中提供大于约 30% 的平均反射率。

18. 权利要求 10 的灯,其中所述外壳封装包含含卤素的气体的填充气体。

19. 权利要求 10 的灯,其中所述外壳包含玻璃、石英、熔融硅石和实质上透明的陶瓷中的至少一种。

20. 权利要求 10 的灯,其中在所述外壳的内表面和外表面中的一个或两个上提供所述光学干涉多层涂层。

用于高温应用的氧化物多层和灯

发明领域

[0001] 本发明总的涉及光学多层涂层。具体地,本文的一些实施方案涉及具有耐高温性的光学多层涂层以及它们在灯和其它应用中的用途。

[0002] 发明背景

光学干涉涂层,有时也称为薄膜光学涂层或滤光器,包含具有不同的折射率的两种或更多种材料的交替的层。一些这样的涂层或膜已用于选择性反射或透射来自电磁辐射波谱的各个部分的光辐射,例如紫外、可见和红外辐射。例如,光学干涉涂层通常在灯行业中用于涂布反射器和灯外壳(envelope)。其中光学干涉涂层有用的一种应用为通过以下改进灯的照明效率或功效:将发出的能量(例如,通过灯丝或电弧)朝向灯丝或电弧反射,同时透射通过光源发出的电磁波谱的可见光。这降低光源保持其操作温度所需的电能的量。

[0003] 光学干涉涂层通常包含两种不同类型的交替的层,一种具有低折射率而另一种具有高折射率。使用这两种具有不同的折射率的材料,可设计可在灯外壳的表面上沉积的光学干涉涂层。在一些情况下,涂层或滤光器透射由光源发出的可见光波谱区中的光,同时其反射红外光。返回的红外光在灯操作期间加热光源,结果是,涂布的灯的流明输出比未涂布的灯的流明输出显著更大。

[0004] 随着白炽灯和卤素灯的潜在能量管制的到来,开发和引入能量有效的产品越来越重要。

[0005] 发明概述

本发明的一个实施方案涉及一种包含多个交替的第一和第二层的光学干涉多层涂层,第一层具有相对低的折射率而第二层具有比第一层相对更高的折射率。第二层包含至少 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比: $\text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$;和 $\text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50$ 。

[0006] 本发明的另一实施方案涉及一种灯,所述灯包含具有表面的透光外壳和至少一个光源,外壳至少部分封装所述至少一个光源。透光外壳的至少一部分表面提供有光学干涉多层涂层。涂层包含多个交替的第一和第二层,第一层具有相对低的折射率而第二层具有比第一层相对更高的折射率。第二层包含至少 NbTaZr 氧化物,满足以下原子比: $\text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$;和 $\text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50$ 。

[0007] 由以下详细说明可以更好地理解本发明的其它特征和优点。

[0008] 附图简述

现在参考附图更详细地描述本发明的实施方案。

[0009] 图 1 为根据本发明实施方案的一个示例性灯的示意性描述。

[0010] 图 2 为比较材料的镜面透射率的图表。

[0011] 图 3 为根据本发明实施方案的一种示例性材料的镜面透射率的图表。

[0012] 图 4 代表根据本发明实施方案的一种示例性材料的 X-射线结晶学数据。

[0013] 图 5 显示比较材料和一种示例性材料的显微照片。

[0014] 发明详述

根据实施方案,提供包含多个交替的第一和第二层的光学干涉多层涂层。第一层具有

相对低的折射率,而第二层具有比第一层相对更高的折射率。在特性上,一些或全部第二层包含至少一些 NbTaZr 氧化物。在一些实施方案中,全部第二层实质上完全由 NbTaZr 氧化物组成。

[0015] 本发明的实施方案的涂层可用于期望或通常使用光学干涉涂层的各种各样的应用中的任何种类。这些包括例如照明应用(例如,灯)、光学波导、反射器、装饰材料、安全印刷等。本发明实施方案的涂层的耐高温性的结果是,它们也可用于需要耐高温性的许多应用,例如在激光应用或其它高温光学(例如在高速航空器或导弹)中。

[0016] 在一些实施方案中,涂层设置为用于选择性反射一部分电磁波谱,同时透射另一部分电磁波谱。例如,涂层可用作“冷镜”或“热镜”。“冷镜”为反射可见光同时允许较长波长的红外能量通过滤光器的光学滤光器。“热镜”为反射红外辐射同时允许较短波长的可见光通过滤光器的光学滤光器。本文中热镜的一种非限制性应用是将红外热量返回到灯的灯丝以提高灯效率。

[0017] 根据本发明的实施方案,所用的 NbTaZr 氧化物的化学组成同时满足以下原子比两者: $\text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$;和, $\text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50$ 。在 NbTaZr 氧化物中,其余的金属可实质上为 Zr。在一个更具体的实施方案中,所用的 NbTaZr 氧化物可同时满足以下原子比两者: $\text{约 } 5 < \text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 30$;和, $\text{约 } 80 > \text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 50$ 。同样,在 NbTaZr 氧化物中,其余的金属可实质上为 Zr。在另一个更具体的实施方案中,NbTaZr 氧化物可满足原子比: $\text{约 } 5 < \text{Nb}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 10$;和, $\text{约 } 75 > \text{Ta}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) > \text{约 } 65$;和, $\text{约 } 20 < \text{Zr}/(\text{Nb}+\text{Ta}+\text{Zr}) < \text{约 } 25$ 。

[0018] 采用的 NbTaZr 氧化物可称为混合金属氧化物。本文使用的术语“混合金属氧化物”可定义为金属氧化物的混合物;金属氧化物的固溶体;金属氧化物的化学计量或非化学计量化合物;或前述物质的组合。例如,并且仅通过举例的方式,“NbTaZr 氧化物”旨在是指任何一种或多种以下物质:(1) 包含氧化铌、氧化钽和氧化锆的混合物;(2) Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 和 ZrO_2 的固溶体;(3) 化合物 $\text{Nb}_a\text{Ta}_b\text{Zr}_c\text{O}_d$, 其中 a、b 和 c 为正实数,并且 $d=2.5a+2.5b+2c$ (当 Nb 为五价时)或 $d=1.5a+2.5b+2c$ (当 Nb 为三价时);(4) 氧缺乏的非化学计量化合物 $\text{Nb}_a\text{Ta}_b\text{Zr}_c\text{O}_{d-\delta}$, 其中 a、b、c、d 如上所述,并且 δ 小于约 0.2;(5) 氧过量的非化学计量化合物 $\text{Nb}_a\text{Ta}_b\text{Zr}_c\text{O}_{d+\delta}$, 其中 a、b、c、d 和 δ 如上所述;或前述物质的组合等。例如,“NbTaZr 氧化物”可包括相应的氧化物(例如,在混合物中)的离散分子;或者可为 Nb/Ta/Zr 基质的氧化物。

[0019] 如所述的,光学干涉多层涂层的第一层具有相对低的折射率,因此有时称为“低指数”层。这些第一层通常与第二层至少光谱相邻,并且更通常还与第二层物理相邻。通常,但不总是必然,第一和第二层既交替又相邻。通常,当在波长为 550 nm 的光中测量时,低指数层可由折射率为约 1.35–约 1.7 的材料组成。通常,这些低指数层可包括独立地选自以下的材料:陶瓷材料、耐火材料、硅、金属或准金属的氧化物、金属或准金属的氮化物;金属或准金属的氟化物等。金属的氟化物可包括例如 MgF_2 的化合物。通常,这些低指数层可包括氧化硅,例如玻璃或石英或其它形式的无定形或结晶二氧化硅。由于其低折射率、低成本和有利的热性质,最常采用的低指数材料为一种或多种形式的 SiO_2 (二氧化硅)。

[0020] 通常,第二层(有时称为“高指数”层)由在 550 nm 下折射率为约 1.7–约 2.8 的材料组成。除了上述第二层的 NbZrTa 氧化物组分以外,另外的高指数材料可独立地选自一

种或多种选自 Ti、Hf、W、Mo 和 In 的金属的一种或多种氧化物（或混合氧化物）等。

[0021] 根据实施方案，光学干涉多层涂层的几何学厚度可为约 0.001 微米（“微米”）- 约 25 微米。更通常，几何学厚度可为约 1- 约 20 微米；或约 3- 约 18 微米。涂层的这样的厚度的测量通常不包括任何基材的厚度。对于光学干涉多层涂层设置成充当反射红外辐射和透射可见辐射的通带滤光器的应用，相对较厚的总涂层可导致较高的效率。

[0022] 单个的高和低折射率层通常厚度可为约 20 nm- 约 500 nm，或者有时为约 10 nm- 约 200 nm。根据实施方案，光学干涉多层涂层可具有任何层数，或者更具体地，约 4- 约 250（含 4 和 250）层的任何整数的总层数。具体预期它们之间的所有整数值。不同的应用需要不同的层数，其中每个单个的第一和第二层具有不同的厚度。在一些具体的实施方案中，光学干涉多层涂层可具有约 120 的总层数，其中几何学厚度为约 11 微米，或者可具有约 210 的总层数，其中几何学厚度为约 18 微米。

[0023] 根据某些实施方案，光学干涉多层充当热镜，即，其透射由光源发出的在可见光谱区中的光，同时其反射红外光。在这样的实施方案中，光学干涉多层涂层在 400-750 nm 波长的可见光中可具有大于约 60% 的平均透射率。当设置为热镜时，光学干涉多层涂层在红外区中可具有如下的平均反射率值：在 800-1500 nm 波长的电磁波谱的红外区中大于约 50%；在 1500-2500 nm 波长的红外区中大于约 40%；和在 2500-3500 nm 波长的红外区中大于约 30%。

[0024] 某些实施方案中，光学干涉多层涂层可设置成能透射可见光和反射波谱的紫外区部分。例如，涂层可设置为在可见光中提供大于 60% 的平均透射率和在 300-370 nm 波长的电磁波谱的紫外区中提供大于约 30%（或甚至大于约 60%）的平均反射率。

[0025] 通过将本文公开的高折射率材料用于光学干涉涂层的高指数层，人们可得到可耐频繁温度变化的材料，尤其是包括提高至 800℃ 或甚至更高的变化。这样的耐高温性的一种表现在于，本发明的实施方案的涂层通常不遭受过度分层或裂纹。例如，光学干涉多层涂层通常能在室温和大于或等于约 800℃ 之间重复循环，而不会显著机械劣化第二（高指数）层或第一层或两者。增强的耐温度性的另一个表现在于，本发明的实施方案的涂层通常在可见光区中不遭受过度光散射，甚至在暴露于约 800℃ 或甚至更高（例如，约 825℃）的非常高的温度之后。

[0026] 本发明的实施方案的多层涂层可通过已知用于沉积涂层材料的任何合适的沉积技术来沉积。例如，多层涂层可通过物理气相沉积过程（PVD）或通过化学气相沉积过程（CVD）来沉积。通常，采用的 PVD 过程可选自：热蒸发；RF 蒸发；电子束蒸发；反应性蒸发；DC 溅射；RF 溅射；微波溅射；磁控管溅射；微波增强 DC 磁控管溅射；电弧等离子体沉积；反应性溅射；激光烧蚀；和它们的组合等。通常，采用的 CVD 过程可选自：大气压 CVD；低压 CVD；高真空 CVD；超高真空 CVD；气溶胶辅助 CVD；直接液体注射 CVD；微波等离子体辅助 CVD；等离子体增强 CVD；远程等离子体增强 CVD；原子层 CVD；热金属丝 CVD；金属-有机 CVD；混合物理-化学气相沉积；快速热 CVD；汽相外延；和它们的组合等。

[0027] 如通常所理解的，在典型的化学气相沉积过程中，将基材暴露于一种或多种挥发性或气体样前体（通常为分子前体），该前体在基材表面上反应和 / 或分解，以产生期望的沉积物。存在多种不同类型的 CVD 过程，其可通过它们的操作压力的特征、蒸气的特性、能量输入的类型或其它特征而分类。所有以下包括在“CVD”过程的范围内（在该术语用于本

文时)。例如,一些 CVD 过程包括:大气压 CVD;低压 CVD (LPCVD) (其中化学气相沉积通常在亚大气压下进行);和高-或超高真空 CVD,其通常在低于约 10^{-6} Pa 下进行。在其它形式的 CVD 中,前体不局限于气态:气溶胶辅助 CVD 采用前体作为液体-气体气溶胶,而直接液体-注射 CVD (DLICVD) 使用液体形式的前体,其注射和传输至基材。一些 CVD 方法通过高能装置辅助,例如微波等离子体辅助 CVD (MPCVD)、等离子体增强(或等离子体辅助) CVD (PECVD) 和远程等离子体增强 CVD (RPECVD)。其它类型的 CVD 可包括原子层 CVD (ALCVD)、热金属丝 CVD (HWCVD)、金属-有机 CVD (MOCVD);混合物理-化学气相沉积 (HPCVD)、快速热 CVD (RTCVD)、汽相外延 (VPE) 等。这些相应类型的 CVD 不总是旨在相互排他;因此,还预期采用多于一种前述 CVD 过程的组合。

[0028] 当 LPCVD 用于沉积多层涂层时,其通常可采用在美国专利 5,143,445 号中所描述的过程。此外,在共同拥有的美国专利 5,412,274 中所示的任何条件和前体可适用于本公开。另外的示例性化学气相沉积和低压化学气相沉积过程例如描述于美国专利 4,949,005、5,143,445、5,569,970、6,441,541 和 6,710,520 号。全部这些提到的专利以相关部分通过引用结合到本文中。

[0029] 如本领域技术人员通常所理解的,在典型的物理气相沉积 (PVD) 过程中,通过物理过程使材料气化,随后在基材上冷凝以形成沉积物。有时,气化的材料可经历反应例如氧化(通过与氧反应)。通常,通过以下步骤在基材上制备沉积物:通过物理方式将待沉积的材料转化成蒸气,将蒸气从其来源传送至基材,和在基材上冷凝蒸气。本文使用的 PVD 过程可包括热蒸发、RF 蒸发、电子束蒸发、反应性蒸发、DC 溅射、RF 溅射、微波溅射、磁控管溅射、微波增强 DC 磁控管溅射、电弧等离子体沉积、反应性溅射、激光烧蚀等。

[0030] 这些相应类型的 PVD 不总是旨在相互排他;因此,还预期采用多于一种前述 PVD 过程的组合。例如,应理解“磁控管溅射”可包括 DC 和 RF 磁控管溅射两者。类似地,应理解“DC 磁控管溅射”可包括“微波增强 DC 磁控管溅射”。当 RF 磁控管溅射用于沉积多层涂层时,人们可适宜地采用在美国专利 6,494,997 号所示的过程,其相关的部分通过引用结合到本文中。在磁控管溅射中,用高能惰性气体等离子体轰击标靶。溅射的原子在冷玻璃或石英外壳上冷凝。可使用 DC (直流电流)、脉冲 DC (40-400 KHz) 或 RF (射频,13.65 MHz) 过程。

[0031] 当采用溅射时,人们可使用单一靶,所述靶容纳用于形成高折射率层的混合金属氧化物的合金和/或金属混合物。或者,可使用多个靶,每个容纳一种或多种金属。再其它,还可使用含有金属氧化物或其它化合物的一个或多个靶。通常,这样的溅射操作通常在氧/氩气氛下进行。当涂层的预期用途是充当光源或灯的通带滤光器时,涂布的基材可通常包括灯的透光外壳。

[0032] 在一些实施方案中,光学干涉多层涂层可在基材上沉积。这种基材可包括选自以下中的至少一种的材料:玻璃、石英、熔融硅石或实质上透明的陶瓷等。当采用包含实质上透明的陶瓷的基材时,其可选自自由多晶氧化铝、蓝宝石和 YAG (钇铝石榴石) 等中的一种或多种组成的材料。基材的一个实例可为由任何透明或半透明的材料制成的灯外壳,所述材料例如石英或玻璃或以上提到的基材物质的任何种类。不特别限制基材的形状,但是例如可包括例如圆柱形或椭圆形等的形状。

[0033] 根据本发明的实施方案,还提供了包括本公开的光学干涉多层涂层的灯。这种灯

通常包含具有表面的透光外壳和光源,其中外壳至少部分封装光源。透光外壳的至少一部分表面提供有如上所述的光学干涉多层涂层。如通常已知的,这样的透光外壳可由透光至明显程度并且能承受相对热的温度(例如,约 800℃或甚至以上)的任何材料组成;例如,其可由玻璃、石英、熔融硅石或实质上透明的陶瓷;或任何上述基材物质组成。

[0034] 光源可为白炽光源(例如,通过电阻加热灯丝提供光的光源);和/或其可为电弧放电光源,例如高强度放电器(HID)光源;和/或其可为另一种类型的光源。通常,当采用灯丝时,其由耐火金属组成,通常为盘绕形式,例如钨等,如众所周知的。为了给灯供能,通常提供至少一个布置在外壳中并且与延伸通过外壳的电流供应导体(或电导线)连接的电元件。

[0035] 通常,外壳封装填充气体。优选的填充气体包括经选择以促进灯寿命、品质和/或性能的任何气体或气态混合物。一些填充气体可包括可电离的填充气体,例如至少一种稀有气体(例如,氩或氙),和/或可蒸发的卤素物质,例如烷基卤化合物(例如,甲基溴)。可通常采用含卤素的气体。还预期许多其它填充组合物,例如可包括金属卤化物、汞和它们的组合的那些。

[0036] 本公开的灯可在灯外壳的内表面或外表面上具有光学干涉多层涂层。或者,灯可在灯外壳的内表面和外表面两者上具有光学干涉多层涂层。

[0037] 现在参考图 1,在此显示了根据本发明的实施方案的一个示例性灯的示意性描述。不旨在限制,并且不是按比例附图。在该说明性实施方案中,灯 10 包含气密密封、玻璃质、透光的石英外壳 11,其外表面涂有光学干涉多层涂层 12。外壳 11 封装盘绕的钨灯丝 13,钨灯丝 13 可通过内部电导线 14、14' 供能。内部电导线 14、14' 与箔 15、15' 焊接,而外部电导线 16、16' 与箔的相对端焊接。在外壳 11 的内部 17 布置包含卤素或卤素化合物的可电离的填充物。

[0038] 当用作灯上的涂层时,上述光学干涉涂层可有利地为这种灯(例如卤素灯)提供改进的能效。这种改进可表现为提高的 LPW 值(流明/瓦)。当用百分比表示时,LPW 的提高称为“增量”。当涂有根据本发明实施方案的光学干涉膜时,卤素灯相对于未涂布的灯可呈现约 20%-约 150%(例如,约 90%-约 95%)的增量。这种比较通常在供能至相同的热的灯丝温度(例如,在通常的操作温度)的相同的灯上进行。

[0039] 对于所述至少一个光源包含灯丝的实施方案,涂层可设置为在 400-750 nm 波长的可见光中具有大于约 60% 的平均透射率,并且在 800-1500 nm 波长的电磁波谱的红外区中具有大于约 50% 的平均反射率。对于所述至少一个光源包含电弧或放电器的实施方案,涂层可设置为在可见光中提供大于 60% 的平均透射率和在 300-370 nm 波长的电磁波谱的紫外区中提供大于约 30% 的平均反射率。

[0040] 此外,上述光学干涉膜还可呈现高的结构和光学完整性,即使在暴露于高温后。本发明的实施方案可提供具有光学干涉多层涂层的灯,所述涂层能在室温和约 750℃或以上(例如,约 800℃)之间重复循环,而不会显著机械劣化第一和第二层。在涂层于约 800℃下退火约 4 天后,根据本发明的实施方案涂布的灯通常可呈现在 400-750 nm 波长的可见光中小于约 5% 的透射损失。

[0041] 再此外,涂有本发明的实施方案的光学干涉涂层的灯可呈现改进的一致性和性能稳定性,并且具有改进的外观(光滑和清澈的涂层表面)。

[0042] 为了促进进一步理解本发明,提供以下实施例。这些实施例为说明性的,并且不应解释为对要求保护的本发明的范围的任何种类的限制。

实施例

[0043] 比较实施例 1 和 2 以及实施例 3。

[0044] 这些比较实验的目的是确定在离子轰击下通过 RF 磁控管溅射沉积的厚的多层涂层(设置用于反射 IR 的 120 层通带滤光器,几何学厚度约 11 微米)的最大热稳定性温度,对于每种类型的涂层使用相同的条件。在 1.27 cm×2.54 cm×1 mm 的石英锭上沉积样品,其中二氧化硅用作低指数材料。测试用的温度条件为:以逐步提高的温度各自空气烘箱烘焙 4 小时;温度范围为 550–800℃,并且以每 25℃的增量继续。也就是说,将样品在 550℃的空气烘箱中保持 4 小时,随后测试,随后将温度提高 25℃增量并在空气烘箱中再次保持 4 小时,随后测试,随后温度提高 25℃增量等。

[0045] 在这些实施例中,关于保持沉积时的材料的有利光学和物理性质的能力,测试热稳定性。关于以下测量光学和物理性质:(1) 在每个温度下测量的光度效率(PE,在镜面和球面两者);(2) 在每个温度下的明视野显微(50 倍放大);和(3) 首先“沉积时”,随后刚好在涂层不达标(fail)之前,和随后刚好在不达标之后测量的 x-射线衍射(XRD)。相对于沉积时的膜,如果在 400–500 nm 之间 PE(镜面)透射率下降小于 1%,涂层给出正等级,在测量的给定温度下为“热稳定的”。按照 XRD 和/或显微,在测量的温度下,如果保持无定形,则给予涂层正等级。如果涂层保持在基材上物理完整,则给予正等级。

[0046] 如在表 I 中所述的,二氧化硅和 NbTa 氧化物的多层(比较实施例 1)在这些标准下在 625℃不达标,而二氧化硅和 Ta 氧化物的多层(比较实施例 2)在这些标准下在 675℃不达标。相反,使用二氧化硅作为低指数材料和 NbTaZr 氧化物(实施例 3)作为高折射率层的多层在最高 800℃时热稳定。NbTaZr 氧化物由 8.9 原子% Nb、69.5 原子% Ta 和 21.6 原子% Zr 组成,基于金属(即,氧除外)。

[0047] 表 I。

	高折射率材料		
温度(℃)	NbTa 氧化物(比较实施例 1)	Ta 氧化物(比较实施例 2)	NbTaZr 氧化物(实施例 3)
550	好	好	好
575	好	好	好
600	好	好	好
625	不达标	好	好
650		好	好
675		不达标	好
700			好
725			好
750			好
775			好
800			好

[0048] 由于 NbTa 氧化物和 Ta 氧化物材料不达标(分别在 625℃和 675℃开始),它们未在更高的温度下测试,因此在表 I 中存在空白。

[0049] 图 2 显示将 NbTa 氧化物用于高指数层的材料的镜面透射率的图表(比较实施例 1)。图 2 中的实线痕迹显示沉积时的状态下材料的透射率数据,而虚线痕迹显示于 625℃下

4 小时后的相同材料。标记了在可见光区中经过温度老化的材料的透射率下降。具体地,与沉积时的相比,在 400–500 nm 区,老化的材料的平均透射率下降 16.4%。相反,图 3 显示将 NbTaZr 氧化物用于高指数层的材料的镜面透射率的图表(实施例 3)。在该图中,实线痕迹是指沉积时的材料,而虚线痕迹是经过温度老化的材料(暴露于 800°C 下 4 小时)。在整个可见区中,在可见区中的透射率显示几乎零下降,说明显著的温度稳定性。

[0050] 认为光学膜的透射率在很大程度上取决于存在或不存在微晶,微晶趋向于散射光。因此通常期望无定形组成用于这些层。图 4 代表实施例 3 的 NbTaZr 氧化物材料的 X-射线结晶学图,在沉积时的形式(图 4A),于 800°C 下老化(图 4B)和于 825°C 下老化(图 4C)。即使在 800°C 下,材料保持实质上无定形状态,由在图 4B 的 X-射线结晶学图中缺少限定的结构来说明。仅在 825°C 确实产生显著结晶度(图 4C)。

[0051] 比较实施例 1 和 2 以及实施例 3 的光学干涉多层涂层的显微照片(50 倍明视野图像结果)示于图 5。可见,在于 675°C 下老化后,比较实施例 1 和 2 的材料开始产生显著的裂纹,而实施例 3 的材料无裂纹。在实施例 3 的材料中未看到产生裂纹,除非加热至 800°C。

[0052] 本文使用的近似语言可适用于修饰任何数量表示,该数量表示可变化而不导致它涉及的基本功能改变。因此,在一些情况下,被术语例如“约”和“实质上”修饰的值可不局限于指定的精确值。与数量结合使用的修饰语“约”包括所述值并且具有上下文规定的含义(例如,包括与具体数量的测量相关的误差度)。“任选的”或“任选地”是指随后描述的事件或情况可能发生或者可能不发生,或者随后指定的材料可能存在或者可能不存在,并且该描述包括事件或情况发生或者材料存在的情况,以及事件或情况不发生或者材料不存在的情况。单数形式“一个”和“该”包括复数个指示物,除非上下文明确规定另外的情况。本文公开的所有范围包括引用的端点并且可独立地组合。

[0053] 本文使用的短语“适用于”、“设置为”等是指经过安排大小、排列或制造,以形成指定的结构或实现指定的结果,的元件。虽然已结合仅有限数量的实施方案详细描述了本发明,但是应容易理解的是,本发明不局限于这些所公开的实施方案。而是,可修改本发明以结合任何数量的此前未描述的变化、改变、替代或等价排列,但它们等同于本发明的精神和范围。此外,虽然已描述本发明的多个实施方案,应理解的是本发明的方面可包括仅一些所描述的实施方案。因此,本发明不能看作局限于前述说明,而是仅局限于所附权利要求的范围。

[0054] 作为新的并且期望受到美国专利保护的权利要求是。

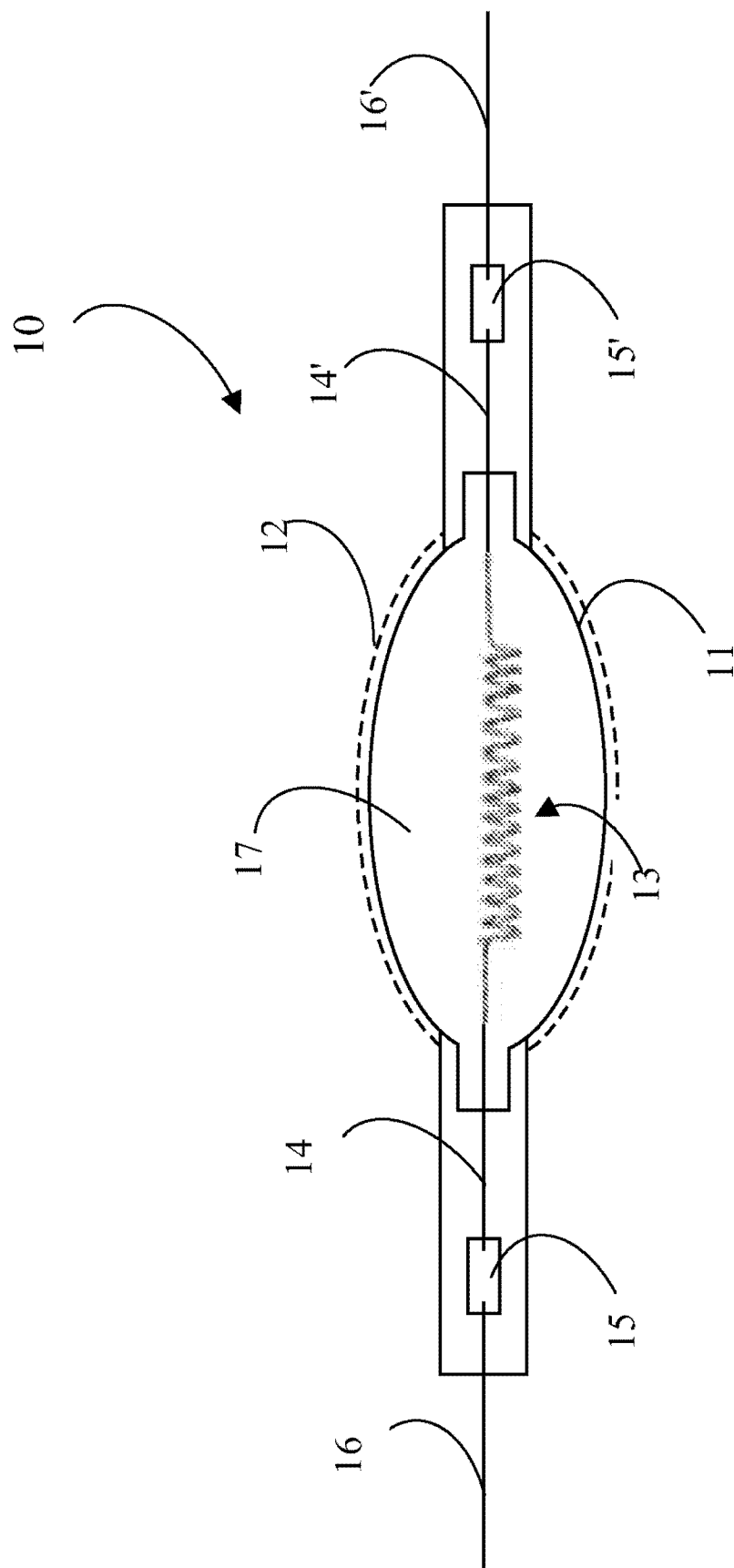


图 1

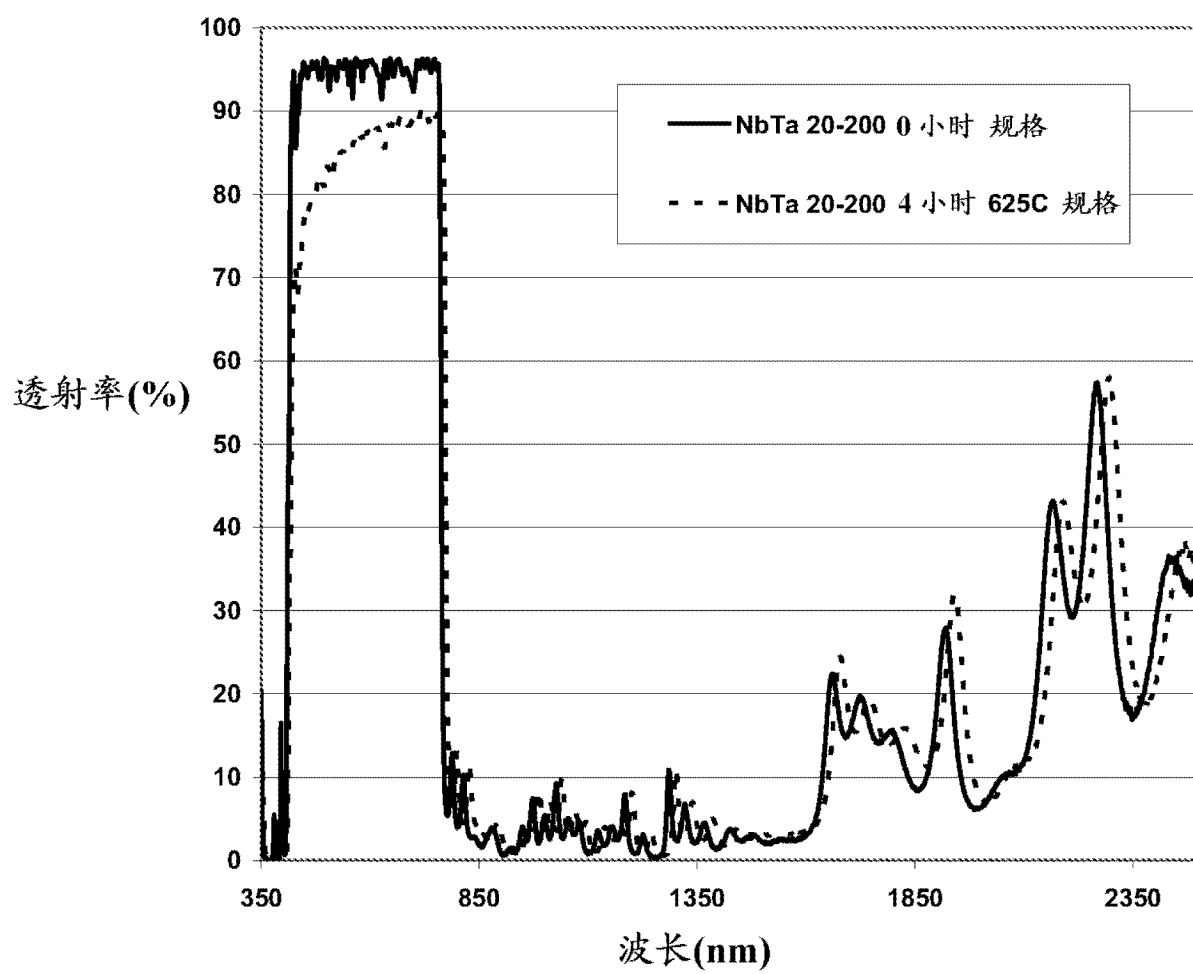


图 2

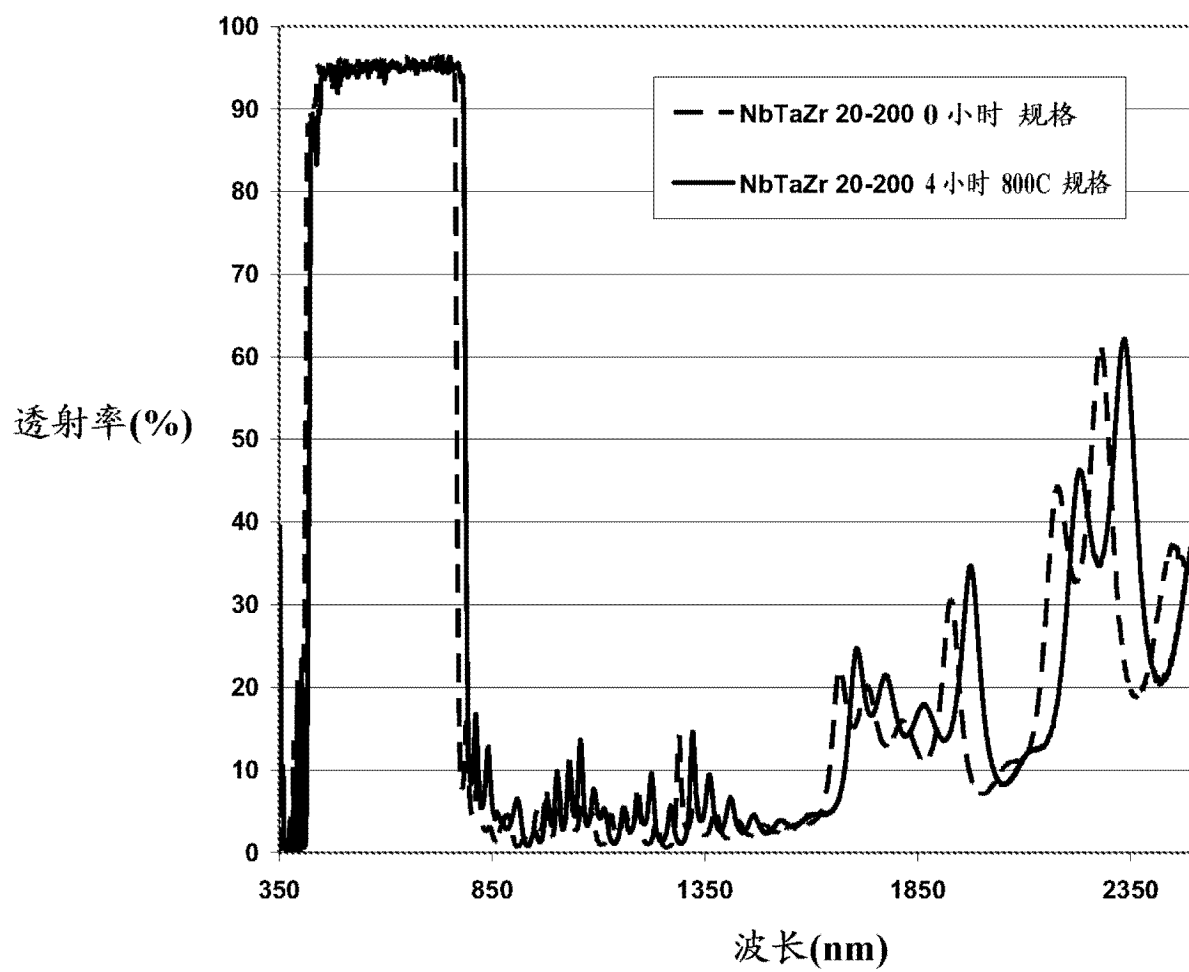


图 3

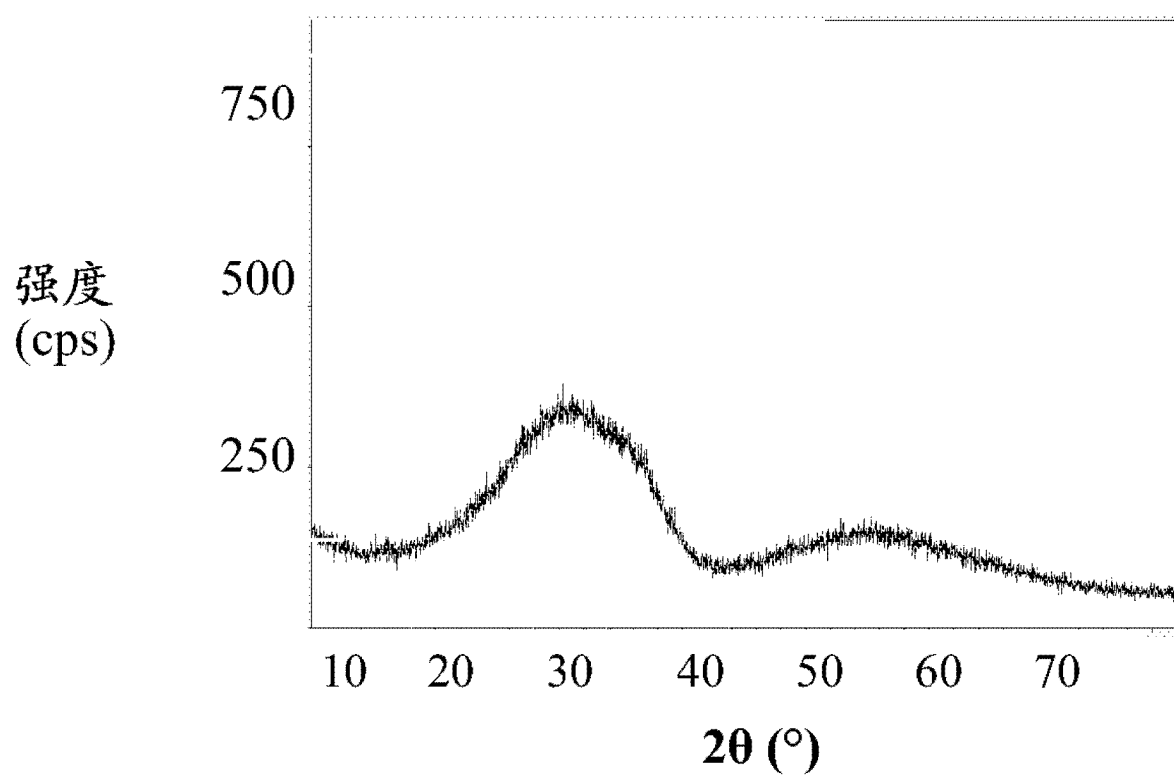


图 4A

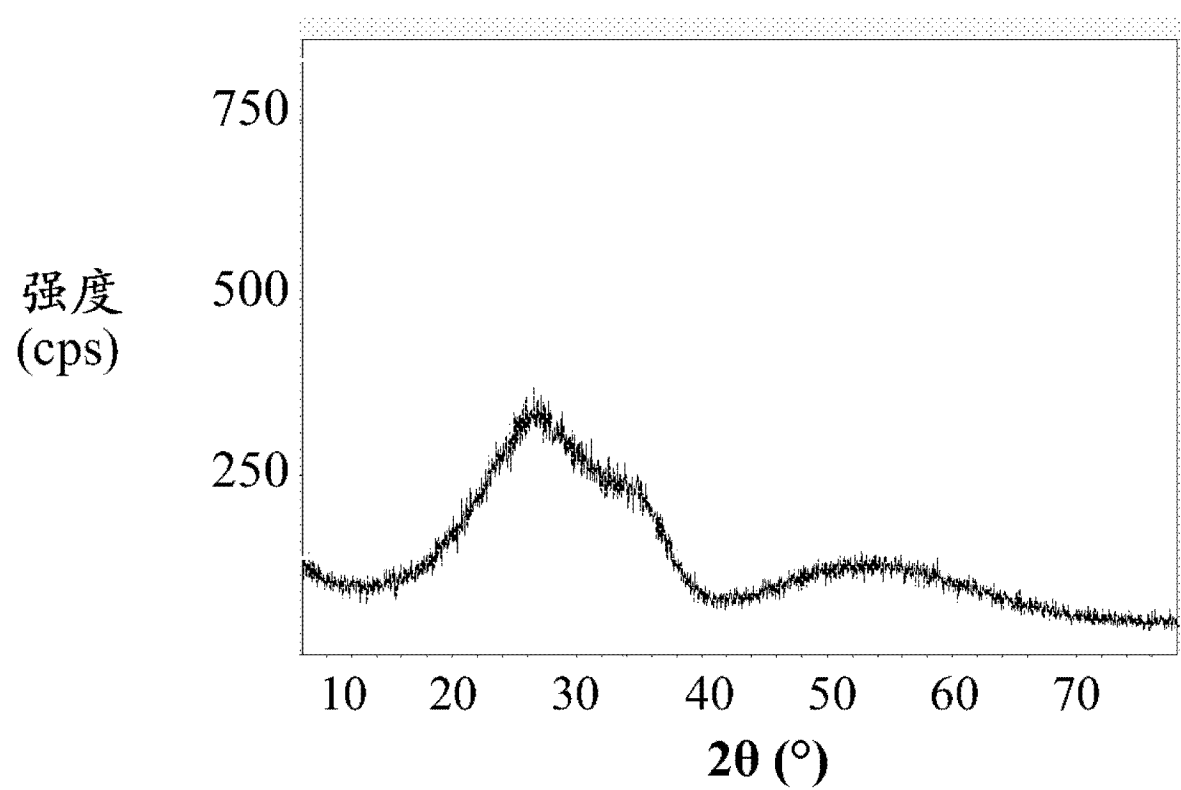


图 4B

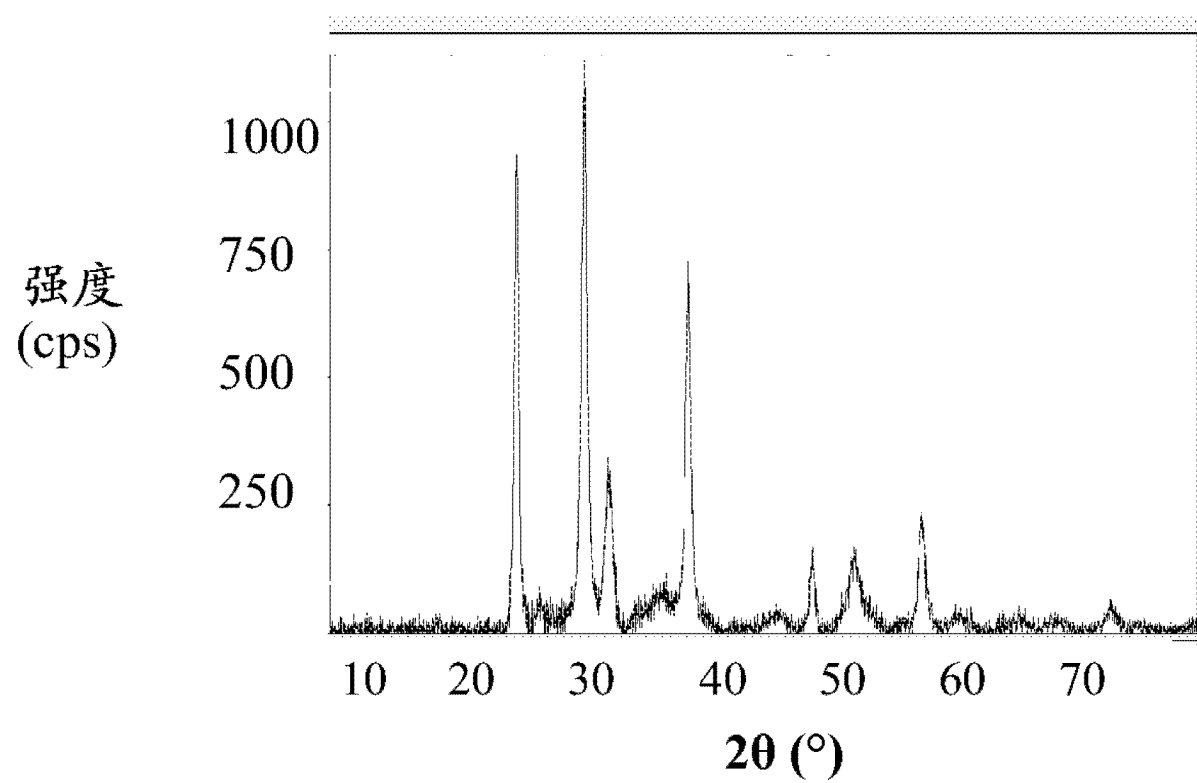


图 4C

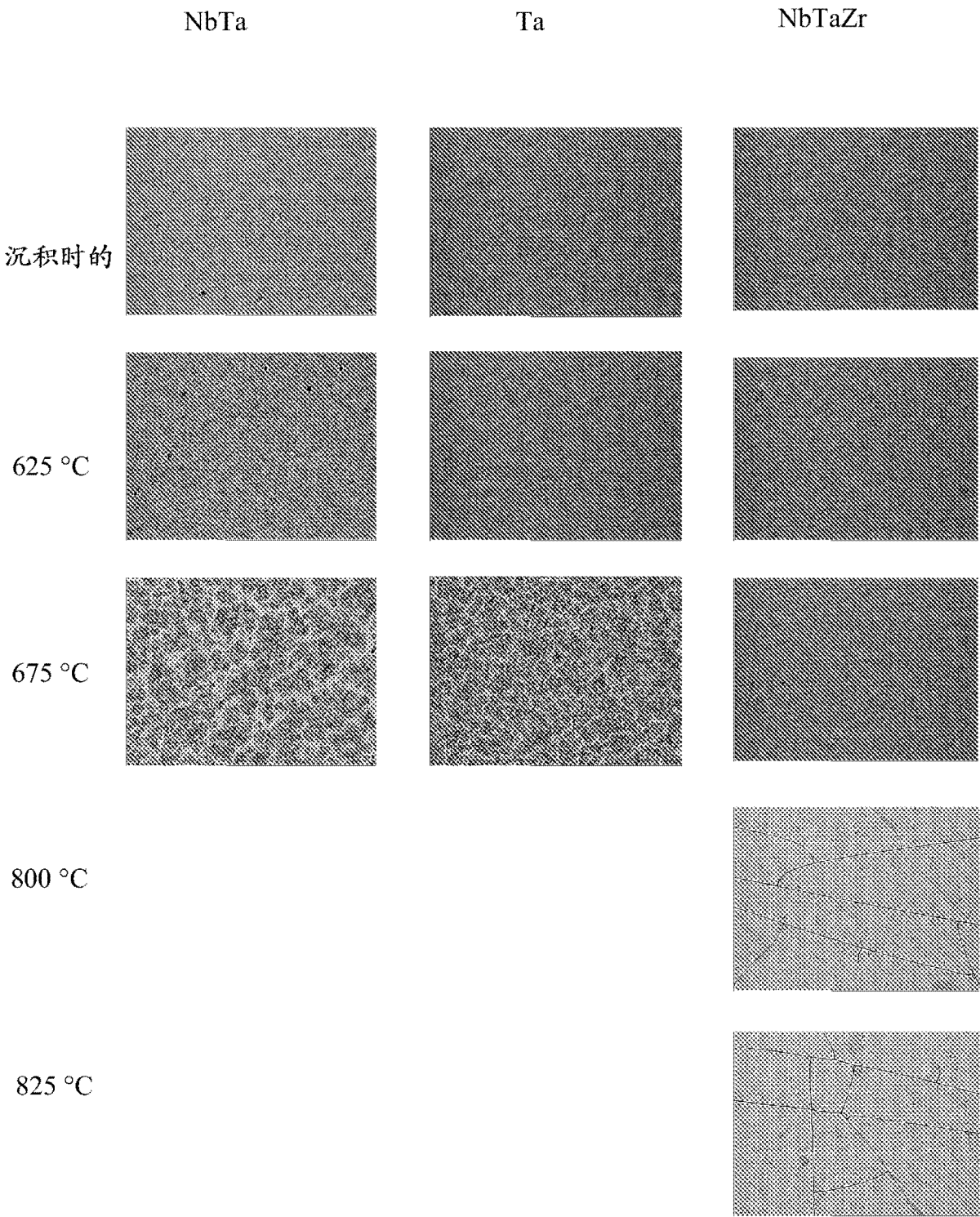


图 5