(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102498420 B
(45)授权公告日 2014.11.26

(21)申请号 201080040620.8
(22)申请日 2010.06.22
(30)优先权数据
12/499,394 2009.07.08 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.07
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2010/039397 2010.06.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/005489 EN 2011.01.13
(73)专利权人 通用电气公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 赵志博 赵天吉 R·S·伊斯雷尔 J·李
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 柯广华 朱海煜
(51)Int.Cl.
G02B 5/28(2006.01)
C23C 28/04(2006.01)
F21V 7/22(2006.01)
H01J 61/02(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开 2005-242052 A,2005.09.08,
JP 特开 2005-242052 A,2005.09.08,
CN 1139099 C,2004.02.18,
JP 特开 2008-221732 A,2008.09.25,

审查员 张玥

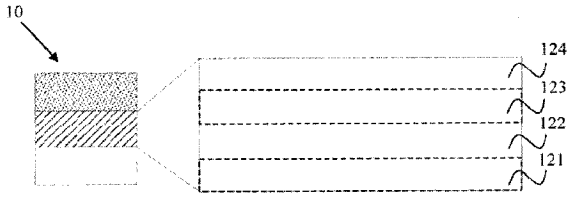
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

混合干涉涂层、灯及方法

(57)摘要

本文公开了具有通过物理汽相沉积过程提供的区域以及通过化学汽相沉积过程提供的区域的光干涉多层涂层。本文还公开了制造此类涂层以及包括透光外壳的灯的方法，透光外壳的表面的至少一部分提供有上述光干涉多层涂层。这类涂层在用于灯时可有利地为这类灯提供改进的能量效率。



CN 102498420 B

1. 一种包括光干涉多层涂层的光学产品，所述涂层包括：

包括第一多个交替第一层和第二层的第一区域，所述第一层具有较低折射指数，而所述第二层具有比所述第一层更高的折射指数；以及

包括第二多个交替第三层和第四层的第二区域，所述第三层具有较低折射指数，而所述第四层具有比所述第三层更高的折射指数；

其中，所述第一区域通过物理汽相沉积 PVD 过程形成，而所述第二区域通过化学汽相沉积 CVD 过程形成。

2. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述 PVD 过程从由下列项组成的组中选取：热蒸发；RF 蒸发；电子束蒸发；反应蒸发；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；反应溅射；激光消融及它们的组合。

3. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述 CVD 过程从由下列项组成的组中选取：大气压力 CVD；低压 CVD；高真空 CVD；超高真空 CVD；气溶胶辅助 CVD；直接液体注入 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；热丝 CVD；有机金属 CVD；混合物理化学汽相沉积；快速热 CVD；汽相外延及它们的组合。

4. 如权利要求 1 所述的光学产品，

其中，所述第一区域在所述第一多个交替第一层和第二层中具有第一平均界面粗糙度，而所述第二区域在所述第二多个交替第三层和第四层中具有第二平均界面粗糙度，以及

其中，所述第一平均界面粗糙度大于所述第二平均界面粗糙度。

5. 如权利要求 4 所述的光学产品，其中，所述第一平均界面粗糙度比所述第二平均界面粗糙度大至少 10%。

6. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述第一层和所述第三层包括从陶瓷材料、耐火材料、金属或准金属氧化物、金属或准金属氟化物、以及金属或准金属氮化物中独立选择的材料。

7. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述第二层和所述第四层包括从 Ti、Zr、Hf、Nb、W、Mo、In 及 Ta 中选择的一种或多种金属的一种或多种氧化物或混合氧化物中独立选择的材料。

8. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述第一区域包括从所述涂层总几何厚度的 50% 至 90% 的几何厚度，而所述第二区域包括从所述涂层总几何厚度的 10% 至 50% 的几何厚度。

9. 如权利要求 1 所述的光学产品，其中，所述涂层在可见光中具有大于 60% 的平均透射率，并且在电磁谱的红外区具有至少 30% 的平均反射率。

10. 一种灯，包括：

具有表面的透光外壳；以及光源，所述外壳至少部分包围所述光源；

其中，所述透光外壳的所述表面的至少一部分提供有包括下列项的光干涉多层涂层，

(a) 包括第一多个交替第一层和第二层的第一区域，所述第一层具有较低折射指数，而所述第二层具有比所述第一层更高的折射指数；以及

(b) 包括第二多个交替第三层和第四层的第二区域，所述第三层具有较低折射指数，而所述第四层具有比所述第三层更高的折射指数；

其中，所述第一区域通过化学汽相沉积过程形成，而所述第二区域通过物理汽相沉积过程形成。

11. 如权利要求 10 所述的灯，其中，所述光干涉多层涂层在所述外壳的内表面或外表面中之一或两者上提供。

12. 如权利要求 10 所述的灯，其中，所述光源包括灯丝，并且其中，与赋能到相同热灯丝温度但没有所述涂层的同一个灯相比，所述灯在赋能到所述热灯丝温度时呈现从 20% 至 150% 的 LPW 增益。

13. 如权利要求 10 所述的灯，还包括至少一个电气元件，其布置在所述外壳中并且连接到贯穿所述外壳的供电导体。

14. 如权利要求 10 所述的灯，其中，所述光源包括灯丝或电弧。

15. 如权利要求 10 所述的灯，其中，所述外壳包围选择用于提升灯寿命、质量和 / 或性能的填充气体。

16. 如权利要求 10 所述的灯，

其中，所述第一区域在所述第一多个交替第一层和第二层中具有第一平均界面粗糙度，而所述第二区域在所述第二多个交替第三层和第四层中具有第二平均界面粗糙度，以及

其中，所述第一平均界面粗糙度大于所述第二平均界面粗糙度。

17. 如权利要求 10 所述的灯，其中，所述涂层在可见光中具有大于 60% 的平均透射率，并且在电磁谱的红外区具有至少 30% 的平均反射率。

18. 一种用于制造具有光干涉多层涂层的光学产品的方法，所述方法包括 ：

提供衬底 ；

通过物理汽相沉积 PVD 过程沉积包括第一多个交替第一层和第二层的第一区域，所述第一层具有较低折射指数，而所述第二层具有比所述第一层更高的折射指数 ；

通过化学汽相沉积 CVD 过程沉积包括第二多个交替第三层和第四层的第二区域，所述第三层具有较低折射指数，而所述第四层具有比所述第三层更高的折射指数 ；

其中，所述第一区域和第二区域中的一个邻近所述衬底。

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中，所述 PVD 过程从由下列项组成的组中选取 ：热蒸发 ；RF 蒸发 ；电子束蒸发 ；反应蒸发 ；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 ；反应溅射 ；激光消融及它们的组合。

20. 如权利要求 18 所述的方法，其中，所述 CVD 过程从由下列项组成的组中选取 ：大气压力 CVD ；低压 CVD ；高真空 CVD ；超高真空 CVD ；气溶胶辅助 CVD ；直接液体注入 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 ；热丝 CVD ；有机金属 CVD ；混合物理化学汽相沉积 ；快速热 CVD ；汽相外延及它们的组合。

21. 一种包括光干涉多层涂层的产品，所述涂层包括 ：

包括第一多个交替第一层和第二层的第一区域，所述第一层具有较低折射指数，而所述第二层具有比所述第一层更高的折射指数 ；以及

包括第二多个交替第三层和第四层的第二区域，所述第三层具有较低折射指数，而所述第四层具有比所述第三层更高的折射指数 ；

其中，所述第一区域通过物理汽相沉积过程形成，而所述第二区域通过化学汽相沉积

过程形成；

并且其中所述光干涉多层涂层配置成用作在透射可见光谱区域中的光的同时反射红外光。

混合干涉涂层、灯及方法

技术领域

[0001] 一般来说，本发明涉及光学多层涂层。具体来说，本文的一些实施例涉及具有通过物理汽相沉积过程提供的区域以及通过化学汽相沉积过程提供的区域的光学多层涂层。

背景技术

[0002] 光干涉涂层（有时又称作薄膜光学涂层或滤光器）包括不同折射指数的两种或更多材料的交替层。某些这类涂层或膜已用于选择性地反射或透射来自例如紫外线辐射、可见光辐射和红外线辐射的电磁辐射谱的多种部分的光辐射。例如，光干涉涂层在灯行业通常用于涂敷反射镜和灯外壳。其中光干涉涂层是有用的一种应用是通过在透射由光源所发射的电磁谱的可见光的同时把由灯丝或电弧所发射的红外能量反射朝向灯丝或电弧，来提高灯的照明效率或功效。这减少了光源保持其操作温度所必需的电能量。

[0003] 光干涉涂层一般包括两种不同类型的交替层，一个具有低折射指数，而另一个具有高折射指数。通过这两种具有不同折射指数的材料，能够设计能够沉积在灯外壳表面上的光干涉涂层。在一些情况下，涂层或滤光器透射从光源所发射的可见光谱区域的光（一般从约 380 至约 780nm 波长），同时它反射红外光（一般从约 780 至约 2500nm）。返回的红外光在灯操作期间加热光源，并且因此有涂层灯的流明输出显著大于无涂层灯的流明输出。

[0004] 随着针对白炽灯和卤素灯的潜在能源规范的出现，开发和推行节能产品变得越来越重要。有鉴于此，已开发了改进的光干涉多层涂层及其制造方法，它们表现出增强的增益和能量效率。在一些先前的著作中，采用了低压化学汽相沉积 (CVD) 过程来制备用于灯的光干涉涂层（例如，见共同拥有的美国专利 5,412,274）。在一些其它的先前著作中，有利地采用了物理汽相沉积 (PVD) 过程，如磁控管溅射过程。

[0005] 还需要新的和改进的方法来开发和推行节能产品。

发明内容

[0006] 本发明的一个实施例针对包含光干涉多层涂层的产品，该涂层具有通过物理汽相沉积过程形成的第一区域以及通过化学汽相沉积过程形成的第二区域。第一区域包括第一多个交替第一层和第二层，第一层具有较低的折射指数，而第二层具有比第一层更高的折射指数；并且第二区域包含第二多个交替第三层和第四层，第三层具有较低的折射指数，而第四层具有比第三层更高的折射指数。

[0007] 本发明的另外的实施例针对一种灯，它包括具有表面的透光外壳以及光源，该外壳至少部分包围光源。为透光外壳的表面的至少一部分提供光干涉多层涂层，该涂层具有通过物理汽相沉积过程形成的第一区域以及通过化学汽相沉积过程形成的第二区域。第一区域包括第一多个交替第一层和第二层，第一层具有较低的折射指数，而第二层具有比第一层更高的折射指数；并且第二区域包含第二多个交替第三层和第四层，第三层具有较低的折射指数，而第四层具有比第三层更高的折射指数。

[0008] 通过以下详细描述，将会更好地意识到本发明的其它特征和优点。

附图说明

[0009] 现在参照附图更详细地描述本发明的实施例。

[0010] 图 1 是根据本发明的实施例具有底部 PVD 区域和顶部 CVD 区域的产品的示意图。

[0011] 图 2 是根据本发明的实施例具有底部 CVD 区域和顶部 PVD 区域的产品的示意图。

[0012] 图 3 是根据本发明的实施例的图 1 的产品底部多层的示意描绘。

[0013] 图 4 是根据本发明的实施例的图 1 的产品顶部多层的示意描绘。

[0014] 图 5 是根据本发明的实施例的示范灯的示意描绘。

具体实施方式

[0015] 根据实施例，本文公开了新型涂层和制作方法，对于形成较厚（例如，大于 10 微米）的光干涉涂层具有增加的效率。这些方法通常可利用 CVD 过程和 PVD 过程两者。根据本公开的实施例，可采用每个涂敷过程的有利方面，最小化每个过程有问题的方面。

[0016] 如上所述，本发明的一个实施例针对包含光干涉多层涂层的产品，该涂层具有通过物理汽相沉积过程形成的第一区域以及通过化学汽相沉积过程形成的第二区域。第一区域包括第一多个交替第一层和第二层，第一层具有较低的折射指数，而第二层具有比第一层更高的折射指数；并且第二区域包含第二多个交替第三层和第四层，第三层具有较低的折射指数，而第四层具有比第三层更高的折射指数。通常，第一多个层中的交替第一层和第二层可在光谱上至少互相邻近，并还可互相物理邻近。此外，通常第二多个层中的交替第三层和第四层在光谱上至少互相邻近；这些层还可互相物理邻近。

[0017] 一般来说，第一层和第三层可称为“低指数”层，并可在 550nm 处具有从约 1.35 至约 1.7 的折射指数。通常，这些低指数层可包括从陶瓷材料、耐火材料、硅、金属或准金属氧化物、金属或准金属氮化物、金属或准金属氟化物等中独立选择的材料。金属氟化物可包括 MgF_2 之类的化合物。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非晶硅或结晶硅。最常采用的低指数材料是一种或多种形式的 SiO_2，因为它的低折射指数、低成本及有利的热属性。第一层材料可以与第三层材料相同，或第一层材料可以与第三层材料不同。

[0018] 一般来说，第二层和第四层可称为“高指数”材料，并可在 550nm 处具有从约 1.7 至约 2.8 的折射指数。通常，此类高指数材料可包含折射指数高于第一层和第三层的任何材料。许多耐火材料适合用作高指数材料。通常，此类高指数材料可从包含 Ti、Zr、Hf、Nb、W、Mo、In 及 Ta 等的组中选择的一种或多种金属的一种或多种氧化物（或混合氧化物）中独立选择。第二层材料可以与第四层材料相同，或第二层材料可以与第四层材料不同。第二层和第四层的组成可包括（例如）：(1) 两种或更多此类金属氧化物的物理混合物；或 (2) 可包括混合金属氧化物和另一种金属氧化物的物理混合物；或 (3) 除其它可能性外可包括组中至少两种金属的混合金属氧化物。可能的具体示例可包括 NbTaX 氧化物，其中 X 从由 Hf、Al 和 Zr 组成的组中选取；或 NbTiY 氧化物，其中 Y 从由 Ta、Hf、Al 和 Zr 组成的组中选取；或 TiAlZ 氧化物，其中 Z 从由 Ta、Hf 和 Zr 组成的组中选取。然后，一般来说，第二层和第四层可包括在此之前通常在光干涉多层涂层中用作高折射指数材料的任何材料，以及其

它高折射指数材料。

[0019] 根据本发明的实施例，第一区域通过物理汽相沉积过程 (PVD) 形成，而第二区域通过化学汽相沉积过程 (CVD) 形成。涂层中还可存在其它区域，通过这些方法中的任一种或其它方法形成。一般来说，采用的 PVD 过程可从包含以下的组中选择 ：热蒸发 ；RF 蒸发 ；电子束蒸发 ；反应蒸发 ；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 ；反应溅射 ；激光消融及它们的组合等。采用的 CVD 过程通常可从包含以下的组中选择 ：大气压力 CVD ；低压 CVD ；高真空 CVD ；超高真空 CVD ；气溶胶辅助 CVD ；直接液体注入 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 ；热丝 CVD ；有机金属 CVD ；混合物理化学汽相沉积 ；快速热 CVD ；汽相外延及它们的组合等。

[0020] 众所周知，在典型的化学汽相沉积过程中，衬底暴露于一个或多个挥发性或气体状前体（通常是分子前体），前体在衬底表面上反应和 / 或分解以产生所需的沉积。有多种不同类型的 CVD 过程，可通过其操作压力、汽相特征、能量输入类型的特征或其它特征进行分类。本文所使用的术语“CVD”过程的范围包括所有以下内容。例如，一些 CVD 过程包括 ：大气压力 CVD ；低压 CVD(LPCVD)（其中在负压下通常发生化学汽相沉积 ）；以及高真空或超高真空 CVD（其通常在低于约 10^{-6}Pa 的压力下进行）。在其它形式的 CVD 中，前体并非严格处于气体状态 ：气溶胶辅助 CVD 采用前体作为液态气体气溶胶，而直接液体注入 CVD(DLICVD) 使用注入和传输到衬底的液态前体。

[0021] 一些 CVD 方法使用能量部件进行辅助，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) 以及远程等离子体增强 CVD(RPECVD)。其它类型的 CVD 可包括原子层 CVD(ALCVD)、热丝 CVD(HWCVD)、有机金属 CVD(MOCVD)、混合物理化学汽相沉积 (HPCVD)、快速热 CVD(RTCVD)、汽相外延 (VPE) 等。这些相应类型的 CVD 并非总是相互排斥的 ；因此，也可以考虑采用一种以上的前述 CVD 过程的组合。例如，本领域技术人员可清楚理解，等离子体辅助 CVD 可包含远程等离子体增强 CVD。类似地，本领域技术人员易于理解，采用有机金属前体的热丝 CVD 过程也可以视作 MOCVD 过程。

[0022] 在 LPCVD 用于沉积多层涂层的情况下，通常可采用如美国专利 No. 5, 143, 445 中提出的过程。另外，共同拥有的美国专利 5, 412, 274 中所示的任何条件和前体可能适用于本公开。例如在美国专利 No. 4, 949, 005、5, 143, 445、5, 569, 970、6, 441, 541 和 6, 710, 520 中描述了其它示范化学汽相沉积和低压化学汽相沉积过程。所有这些提到的专利其相关部分通过引用结合于此。

[0023] 本领域技术人员一般会理解，在典型的物理汽相沉积 (PVD) 过程中，材料通过物理过程被汽化并且之后在衬底上冷凝以形成沉积。有时，汽化的材料会经历反应，例如氧化（与氧气发生反应）。通常，通过物理方式将要沉积的材料转化成蒸汽，将蒸汽从其来源传输到衬底并在衬底上冷凝蒸汽的步骤，在衬底上进行沉积。一般来说，在 PVD 过程中，为了沉积，汽化的材料（通常是原子形式，例如金属原子）本身不会分解。这是与 CVD 的典型区分因素，在 CVD 中，形成沉积之前前体（通常是分子构成的）必须分解或反应。PVD 过程通常以形成蒸汽所需的能量输入类型为特征。如本文中所使用，PVD 过程可包括热蒸发、RF 蒸发、电子束蒸发、反应蒸发、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、反应溅射、激光消融等。

[0024] 这些相应类型的 PVD 并非总是相互排斥的；因此，也可以考虑采用一种以上的前述 PVD 过程的组合。例如，可以理解，“磁控管溅射”可包含 DC 磁控管溅射和 RF 磁控管溅射两者。类似地，可以理解，“DC 磁控管溅射”可包含“微波增强 DC 磁控管溅射”。但是，无论是否描述了具有重叠范围的备选方法，本领域技术人员可清楚理解方法的性质。

[0025] 在 RF 磁控管溅射用于沉积多层涂层的情况下，可适当地采用美国专利 No.6,494,997 中所示的过程，其相关部分通过引用结合于此。磁控管溅射是指使用高能量惰性气体等离子体轰击靶。溅射的原子在冷玻璃或石英壳体上冷凝。可使用 DC（直流）、脉冲 DC(40-400KHz) 或 RF（射频，13.65MHz）过程。

[0026] 根据实施例，具有上述第一区域和第二区域的产品可进一步包括由交替较低折射指数层和较高折射指数层组成的至少一个补充多层区域。当此类补充区域（如有）物理邻近第一区域时，此类补充区域可通过 CVD 沉积。当此类补充区域（如有）物理邻近第二区域时，此类补充区域可通过 PVD 沉积。

[0027] 根据实施例，该产品可进一步包括至少一个衬底。在一些实施例中，第一区域比第二区域更接近至少一个衬底。在一些其它实施例中，第二区域比第一区域更接近至少一个衬底。

[0028] 图 1 到图 4 显示了实施例的示意图。图 1 所示的产品 10 包括衬底 11、通过 PVD 沉积的第一区域 12 以及通过 CVD 沉积的第二区域 13。在此示图中区域描绘为物理邻近，但本发明并不限于这些附图中所示的方式。图 2 所示的备选布置的产品 20 包括衬底 21、作为底层的第二（即，CVD）区域 22 以及作为顶层的第一（即，PVD）区域 23。图 3 和 4 更详细地示出产品 10 的区域。在图 3 中，第一区域由分别具有低折射指数和高折射指数的交替层 121、122、123、124 组成。在图 4 中，产品 10 的第二区域显示为由分别具有低折射指数和高折射指数的交替层 131、132、133、134 组成。虽然显示每个区域只有四层，但本发明并不限于这些实施例。

[0029] 在本发明的一些实施例中，该产品包括在第一多个交替第一层和第二层之间具有第一平均界面粗糙度的第一区域；并且该产品包括在第二多个交替第三层和第四层之间具有第二平均界面粗糙度的第二区域；其中第一平均界面粗糙度大于第二平均界面粗糙度。一般来说，一个区域中的任何两个邻近层（例如，第一层和第二层）之间不具有完美的原子级平滑界面。通常各层之间存在可检测的某种界面粗糙度。界面粗糙度可通过本领域技术人员已知的任何方法进行测量，此类方法包括 TEM、HRTEM、STM、SEM 等。“界面粗糙度”（有时也称为“面间粗糙度”）一般以长度单位（例如 nm 或埃）来测量。本文所使用的术语“界面粗糙度”一般是指定界面的均方根 (rms) 粗糙度。

[0030] 如上所述，第一区域有时可表征为“第一平均界面粗糙度”，它通常是从第一部分的所有（或基本所有）层取得的 rms 界面粗糙度的平均数。一般来说，第一区域中的基本所有层之间的界面粗糙度会被量化并求平均。同样，“第二平均界面粗糙度”通常是从第二部分的所有（或基本所有）层取得的 rms 界面粗糙度的平均数。在具有通过 PVD 方法沉积的第一部分以及通过 CVD 方法沉积的第二部分的混合涂层的情况下，各相应部分可具有不同的平均界面粗糙度。在典型的实施例中，第一平均界面粗糙度比第二平均界面粗糙度大至少约 10％。在其它实施例中，第一平均界面粗糙度比第二平均界面粗糙度大至少约 20％（例如，至少约 50％）。在某些实施例中，第一平均界面粗糙度可大于约 10nm，更具体地说，

大于约 20nm。在某些实施例中，第二平均界面粗糙度可小于约 10nm，更具体地说，小于约 5nm。

[0031] 在本发明的一些实施例中，第一区域的第一和 / 或第二层可表征为包括具有基本柱状或针状结构的金属氧化物颗粒。在又一些实施例中，第一区域的第一和 / 或第二层可进一步表征为包括金属氧化物颗粒，其中在这些颗粒的至少一些之间存在空隙。这些中的任一个或两个有时可以是通过 PVD 方法沉积的金属氧化物的特征。但是，在特定条件下，尤其是在超过约 500℃的温度下沉积时，作为替代第一区域有时可能是基本非晶的。

[0032] 根据一些实施例，提供一种包含光干涉多层涂层的产品，其中涂层具有从约 0.2 至约 30 微米的总几何厚度，甚至有时更厚。涂层的“总几何厚度”包括第一区域和第二区域，但不包括衬底。在其它实施例中，涂层的总几何厚度可大于约 10 微米。总几何厚度的其它范围可包括从约 2 至约 22 微米，或从约 8 至约 15 微米。这些范围的端点可独立组合以形成新的范围，例如从约 2 至约 15 微米。对于光干涉多层涂层配置为充当反射红外线辐射并透射可见光辐射的带通滤光器的应用，较厚的总涂层可导致更高的效率。

[0033] 通常，第一区域可包括从涂层总几何厚度的约 2％至约 98％的几何厚度。在一些实施例中，第一区域包括从涂层总几何厚度的约 50％至约 90％的几何厚度，而第二区域包括从涂层总几何厚度的约 10％至约 50％的几何厚度。在一些配置中，第一区域可包括从约 0.1 至约 20 微米的几何厚度（例如，大于约 4 微米），或更窄，从约 1 至约 15 微米。在一些配置中，第二区域可包括从约 0.1 至约 10 微米的几何厚度，或更窄，从约 1 至约 7 微米。

[0034] 根据本发明的实施例，涂层在每个区域中可独立具有从 4 至 250 的总层数。可具体考虑这之间的所有整数值。区域中的层总数不是特别关键的。更狭义来说，区域中的层总数可以是从 30 至 150 层之间的任何整数。在一些情况下，通过 CVD 沉积的区域可具有 46 层，而通过 PVD 沉积的区域可具有 60 层。在本公开的一些实施例中，所述第一层、第二层、第三层和第四层中的每一个各具有从约 20nm 至约 500nm 或有时从 10nm 至约 200nm 的平均厚度。

[0035] 根据某些实施例，光干涉多层涂层配置为充当“热镜”，即，基本透射从光源所发射的可见光谱区域的光（一般从约 380 至约 780nm 波长），同时基本反射红外光（一般从约 780 至约 2500nm）的涂层。在这类实施例中，光干涉多层涂层可具有大于约 60％（更优选地大于约 80％）的可见光的平均透射率，并且在电磁谱的红外线区具有至少约 30％（并且更通常地大于约 70％）的平均反射率。

[0036] 根据本公开的实施例，提供一种用于制造具有上述光干涉多层涂层的产品的方法。此方法包括提供衬底，并以任何顺序沉积第一区域和第二区域。第一区域通过物理汽相沉积进行沉积以形成多个交替第一层和第二层，第一层具有较低的折射指数，而所述第二层具有比第一层更高的折射指数。第二区域通过化学汽相沉积过程进行沉积以形成多个交替第三层和第四层，第三层具有较低的折射指数，而第四层具有比第三层更高的折射指数。第一区域和第二区域中的任一个邻近衬底。该方法还包括第一区域和第二区域中间的一个区域或补充区域，或衬底与第一区域或第二区域之间的一个或多个补充区域。在第一区域和第二区域的沉积后，一般可采用退火步骤，在从约 300℃至约 500℃（例如，约 400℃）的温度下进行从约 12 小时到约 60 小时（例如，约 48 小时）的时间周期。在一些实施例中，衬底可包括灯外壳。此灯外壳可由任何透明或半透明材料制作，例如石英或玻璃等。衬底

的形状无具体限制，但可包括例如圆柱形或椭圆形等形状。

[0037] 根据本发明的实施例的涂层通常在产品中的衬底上采用，能够用于其中希望或者通常使用光干涉涂层的大量应用的任一个。这些应用包括例如照明应用（例如，灯）、光波导、反射镜、装饰材料、安全印刷等等。在一些实施例中，涂层用于选择性地反射电磁谱的一部分，同时透射电磁谱的另一部分。例如，涂层能够用作“冷镜”或“热镜”。“冷镜”是一种滤光器，它反射可见光，同时准许较长波长红外能量通过滤光器。“热镜”是一种滤光器，它反射红外线辐射，同时准许较短波长可见光通过滤光器。本文中的热镜的一个非限制性应用是将红外线热量返回到灯的灯丝，以便提高灯效率。

[0038] 根据本发明的实施例，还提供包括本公开的光干涉多层涂层的灯。这类灯一般包括具有表面的透光外壳以及光源，其中外壳至少部分包围光源。透光外壳表面的至少一部分提供有光干涉多层涂层。一般已知，这类透光外壳可由在可观程度是透光的并且能够耐受较热温度（例如，约 800℃甚至以上）的任何材料来组成；例如，它可由石英、陶瓷或玻璃等等组成。光源可以是白炽源（例如，通过灯丝的电阻加热来提供光的源）；和 / 或它可以是电弧放电源，例如高强度放电 (HID) 源；和 / 或它可以是另一种类型的光源。

[0039] 通常，在采用灯丝的情况下，它由一般采取盘绕形式的耐火金属、如钨等等组成，这是众所周知的。要赋能灯，通常提供至少一个电气元件，它布置在外壳中并且连接到贯穿外壳的供电导体（或电导线）。通常，外壳包含填充气体。优选的填充气体包括选择用于提高灯寿命、质量和 / 或性能的任何气体或气体混合物。一些填充气体可包括可离子化填充气体，例如至少一种稀有气体（例如，氪或氙）和 / 或可汽化卤素物质，例如烷基卤化合物（例如，甲基溴）。经常可采用含卤素气体。还预期许多其它填充成分，例如可包括金属卤化物、水银及其组合的那些成分。

[0040] 根据本公开的灯可在灯外壳的内表面或外表面上具有光干涉多层涂层。备选地，灯可在灯外壳的内表面和外表面上均具有光干涉多层涂层。

[0041] 现在参照图 5，这里所示的是根据本发明的实施例的示范灯的示意描绘。不是预计进行限制，并且也不是按比例绘制的视图。在这个说明性实施例中，灯 30 包括气密玻璃状透光石英外壳 31，其外表面涂敷有多层光干涉涂层 34。外壳 31 包围盘绕钨灯丝 32，它能够由内电导线 32、33 来赋能。内电导线 32、33 焊接到箔 35、36，并且外电导线 37、38 焊接到箔的相对端。在外壳 31 的内部 39 中设置了包括卤素或卤素化合物的可离子化填充物。

[0042] 上述光干涉涂层在用作灯上的涂层时可有利地为这种灯、如卤素灯提供改进的能量效率。这种提高在 LPW（流明瓦）的增值方面会是显著的。当表达为百分比时，LPW 的增加称作“增益”。根据本发明的实施例，与未涂层灯相比，卤素灯在涂敷有光干涉膜时可呈现从约 20％至约 150％、更优选地大于约 33％以及甚至更优选地从约 100％至约 150％的增益。这类比较通常对赋能到相同热灯丝温度、例如在通常操作的温度下的相同灯来执行。此外，上述光干涉膜甚至在暴露于高达约 800℃或者甚至更高的温度之后也呈现高结构和光学完整性。此外，涂敷有根据本发明的实施例的光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（平滑和清晰涂层表面）。

[0043] 本公开的“混合”涂层可克服使用单独通过 CVD 或 PVD 沉积的涂层中的某些缺陷。通常，CVD 过程在可以沉积的涂层厚度方面会受到限制。厚 CVD 涂层中通常会产生应力。主要由于这些应力产生问题，通常限制涂层的最大厚度为低于约 5 至 6 微米。PVD 过程一般能

够产生更厚的涂层（例如，灯上约 15 至 16 微米的光干涉多层涂层）而不会出现应力关联的问题。但是，在涂层达到这样的厚度时，有时难以控制界面粗糙度和表面粗糙度。此外，作为视线过程，PVD 过程可能需要较复杂的机械操纵以应用到衬底（例如，灯）。相应地，其批次生产率较低并且与 CVD 过程相比成本较高。

[0044] 相比之下，本“混合”涂层可提供单独通过 CVD 或 PVD 沉积的涂层无法轻易获得的所需涂层特性。例如，在某些情况下可能需要采用具有至少约 10 微米的几何厚度的光干涉多层涂层以实现用于卤素灯的高（例如＞ 100％）“增益”。但是，由于应力关联的问题，申请人发现单独使用 CVD 过程无法产生这样厚的涂层。虽然 PVD 可沉积厚涂层，但在涂层达到高厚度时通常难以控制粗糙度。通过将涂层（例如）分为两个区域，通过 CVD 沉积的区域可轻松实现平滑界面，而剩余区域可通过 PVD 过程沉积，与通过 PVD 制作整个涂层相比，对界面粗糙度具有更大的控制。相对于单独通过 PVD 制作的涂层，混合涂层还可实现成本效益。此外，PVD 涂层中的压应力可抵消 CVD 部分的张应力，使涂层更不易破裂或剥离。在 CVD 沉积区域邻近衬底但沉积到没有 PVD 覆层则会剥离或破裂的厚度时，这可能特别有利。

[0045] 为了促进进一步理解本发明，提供如下示例。这些示例是说明性的，而不应当被解释为对要求保护的本发明的范围的任何限制。

[0046] 示例

[0047] 示例 1.

[0048] 两个 DEQ 灯的外壳表面经由 LPCVD 过程涂敷了光干涉多层涂层，并分别表示为灯 A 和 B。灯 A 涂敷了交替硅石和氧化钽的 46 层堆叠，而灯 B 涂敷了交替硅石和氧化铌钽的 46 层堆叠。所有通过 LPCVD 沉积的堆叠具有约 4 微米的几何厚度。每一个灯 A 和 B 进一步通过溅射涂敷第二光干涉多层堆叠。每种情形中的第二光干涉多层堆叠由 36 层按照热镜设计的交替硅石和 Nb-Ti-Al 氧化物层组成。对于硅石层的溅射沉积，阴极功率设定为 3kW，氩气流量为 80sccm（每分钟标准立方厘米数），而 O_2 压力为 $2.5x\ 10^{-5}$torr(0.0033Pa)。对于 Nb-Ti-Al 氧化物层的溅射沉积，阴极功率设定为 4kW，氩气流量为 80sccm（每分钟标准立方厘米数），而 O_2 压力为 $3.2x\ 10^{-4}$torr(0.043Pa)。所有通过溅射沉积的堆叠具有约 4 微米的几何厚度。然后，每个灯上组合的混合涂层在 400℃下退火 48 小时。

[0049] 示例 2.

[0050] 示例 1 的方法用于提供在石英外壳外部具有 46L（层）通过 LPCVD 沉积为 4.5 微米厚度的交替硅石 /NbTa 氧化物的底部涂层的 DEQ 卤素灯。对于顶部涂层，通过 PVD（溅射）将 60L 交替硅石 /NbTiAl 氧化物沉积到 4.5 微米。令人惊讶的是，即使总涂层接近 10 微米，透射谱显示几乎无雾度 (haze)。此外，出人意料地发现 PVD 层在底部涂层上提供了保护效果，而 CVD 提供的涂层则发现，无论其厚度如何，在灯操作时都不会剥落。最后，相对于没有 PVD 层的相同 CVD 涂层，计算的 LPW 增益为约 10％。

[0051] 本文所使用的近似语言可应用于修改可改变的任何定量表示，而没有引起它所涉及的基本功能的变化。相应地，在一些情况下，通过例如“约”和“基本”等术语所修改的值可以并不局限于指定的精确值。与量结合使用的修饰词“约”包含规定的值，并且具有上下文所规定的含义（例如，包括与特定量的测量关联的误差程度）。“可选”或“可选地”表示随后描述的事件或环境可能发生或者可能不发生，或者随后标识的材料可能存在或者可能不存在，并且描述包括其中事件或环境发生或者其中材料存在的情况以及其中事件或环境

没有发生或者材料不存在的情况。单数形式的“一”和“该”包括复数指示物，除非上下文另加明确规定。本文公开的所有范围均包含列举的端点并且是可独立组合的。

[0052] 本文所使用的词语“适于”、“配置成”等等指的是其大小、布置或制造方式用于形成特定结构或者实现特定结果的元件。虽然结合仅有限数量的实施例详细描述了本发明，但是应该易于理解的是，本发明并不局限于所公开的实施例。更确切地，本发明可修改以结合上文未描述但与本发明的精神和范围相称的任何数量的改变、变更、替换或等效布置。另外，虽然描述了本发明的多种实施例，但是要理解的是，本发明的方面可仅包括上述实施例中的一些。相应地，本发明并不受前述描述的限制，而是仅由所附权利要求范围来限制。

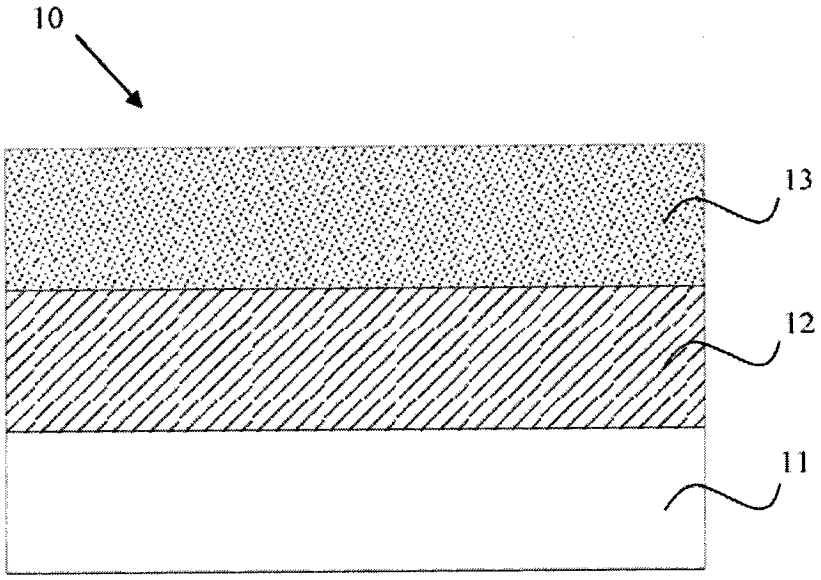


图 1

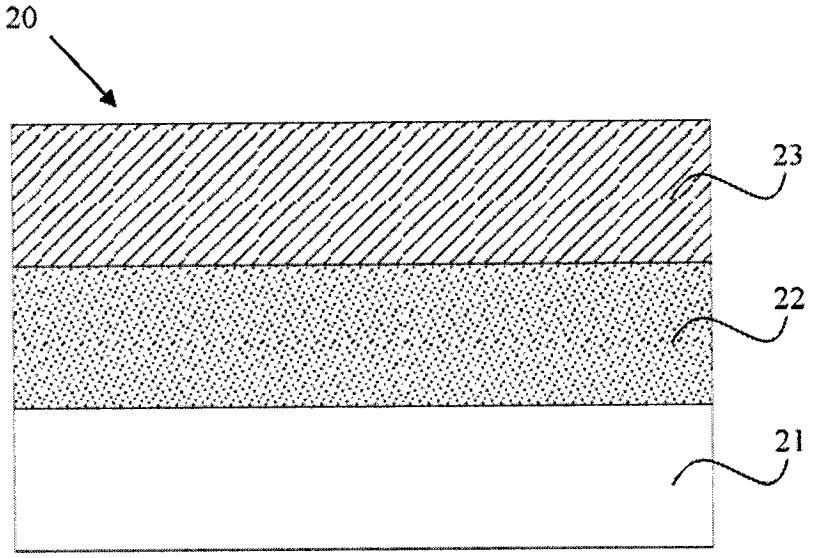


图 2

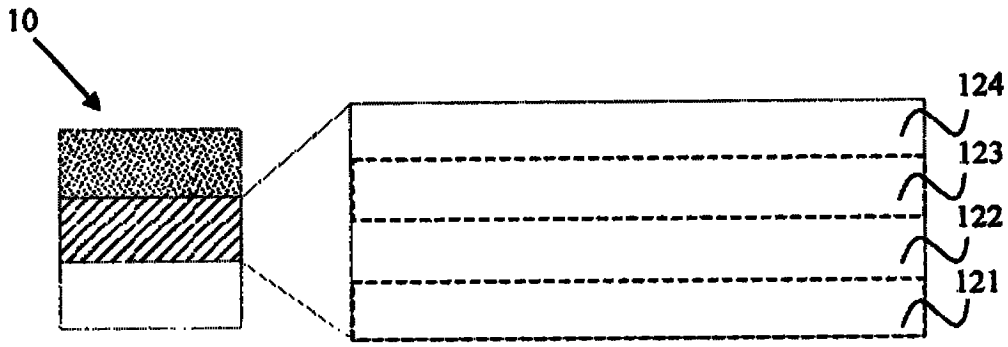

10
124
123
122
121

图 3

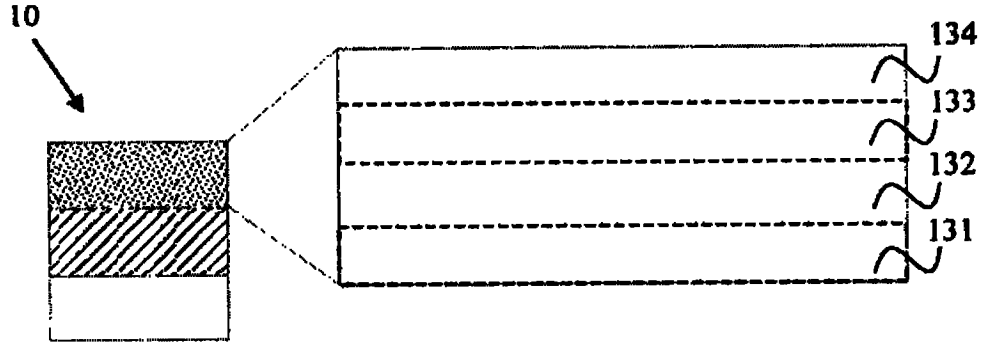

10
134
133
132
131

图 4

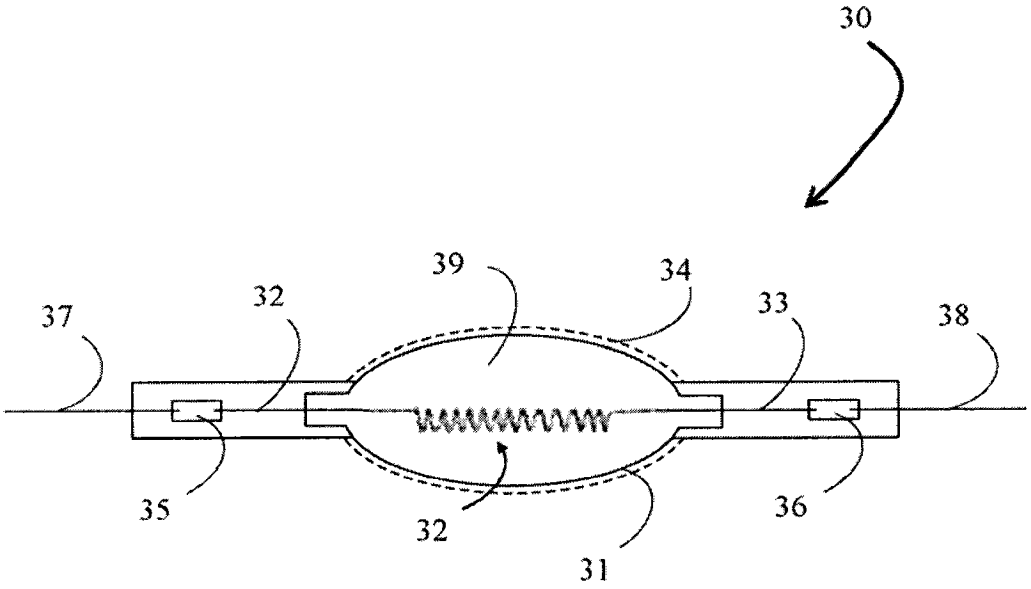

30
39
34
32
33
37
38
35
32
36
31

图 5