



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108886072 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(21)申请号 201780022038.0

(22)申请日 2017.03.29

(30)优先权数据

16163794.7 2016.04.05 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/057413 2017.03.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/174416 EN 2017.10.12

(71)申请人 飞利浦照明控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 J·B·M·舍恩马科斯

P·J·M·巴克姆斯

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 郑立柱

(51)Int.Cl.

H01L 33/00(2006.01)

H01L 33/44(2006.01)

H01L 33/50(2006.01)

B82Y 30/00(2006.01)

B82Y 40/00(2006.01)

H01L 25/075(2006.01)

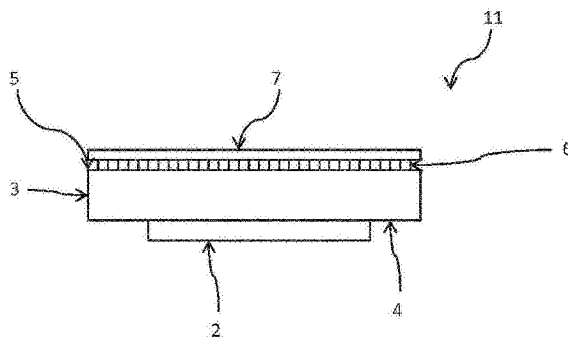
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

## (54)发明名称

具有带有疏水性纳米结构的波长转换层的光转换设备

## (57)摘要

本发明涉及一种光转换设备(11),其包括固态光源(2)和波长转换层(3),波长转换层(3)被布置为对由固态光源(2)在使用中所发射的光进行至少部分波长转换,波长转换层(3)具有面向固态光源(2)的后侧(4)、以及与后侧(4)相对的前侧(5),其中波长转换层(3)的前侧(5)限定光转换设备(11)的出射窗口。光转换设备(11)还包括具有被布置在波长转换层(3)的前侧(5)上的被间隔开的突起(66)的疏水性纳米结构(6)和被施加在疏水性纳米结构(6)的顶部上的保护涂层(7)。



1. 一种光转换设备(1,11),包括:
  - 固态光源(2);
  - 波长转换层(3),被布置为对由所述固态光源(2)所发射的光进行至少部分波长转换,所述波长转换层(3)具有面向所述固态光源(2)的后侧(4)、以及与所述后侧(4)相对的前侧(5),其中所述波长转换层的所述前侧(5)限定所述光转换设备(1)的出射窗口;以及
  - 其中所述光转换设备(1)还包括被设置在所述波长转换层的所述前侧(5)上的、具有被间隔开的突起的疏水性纳米结构(6),以及其中所述光转换设备还包括被施加在所述疏水性纳米结构(6)的顶部上的保护涂层(7)。
2. 根据权利要求1所述的光转换设备(1,11),其中所述被间隔开的突起(66)的高度(D)被选择为大于在所述波长转换层的所述前侧(5)处被全内反射的光的渐逝波进入所述疏水性纳米结构(6)的穿透深度( $d_p$ )。
3. 根据权利要求1或2所述的光转换设备(1,11),其中所述疏水性纳米结构(6)的高度(D)为至少50nm、或75nm、或100nm、或125nm、或150nm、或175nm、或200nm。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的光转换设备(1,11),还包括在所述波长转换层的所述前侧(5)上的疏水性涂层。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的光转换设备(1,11),其中所述保护涂层(7)是硅树脂或聚氨酯。
6. 一种照明系统,包括被布置在载体(20)上、并且彼此电连接的多个根据前述权利要求中任一项所述的光转换设备(1,11)。
7. 一种用于制造光转换设备(1,11)的方法,所述方法包括以下步骤:
  - 提供(S1)固态光源(2);
  - 布置(S2)波长转换层(3)以对由所述固态光源(2)在使用中所发射的光进行至少部分波长转换,所述波长转换层(3)具有面向所述固态光源(2)的后侧(4)、以及与所述后侧(4)相对的前侧(5),其中所述波长转换层的所述前侧(5)限定所述光转换设备的出射窗口;以及
  - 提供(S3)疏水性纳米结构(6),所述疏水性纳米结构(6)在所述波长转换层的所述前侧(5)上具有被间隔开的突起,进一步在所述疏水性纳米结构(6)的顶部上提供保护涂层(7)。
8. 根据权利要求7所述的用于制造光转换设备(1,11)的方法,其中在所述波长转换层的所述前侧(5)上提供(S3)疏水性纳米结构(6)的步骤包括:
  - 从所述波长转换层(3)去除材料以提供所述疏水性纳米结构(6)。
9. 根据权利要求8所述的用于制造光转换设备(1,11)的方法,其中去除材料包括利用以下中的至少一项:激光烧蚀、蚀刻或相位掩模。
10. 根据权利要求7所述的用于制造光转换设备(1,11)的方法,其中在所述波长转换层的所述前侧(5)上提供(S3)疏水性纳米结构(6)的步骤包括:
  - 向所述波长转换层(3)添加材料以提供所述疏水性纳米结构(6)。
11. 根据权利要求10所述的用于制造光转换设备(1,11)的方法,其中添加材料包括:利用自组装阵列或气相沉积。

## 具有带有疏水性纳米结构的波长转换层的光转换设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有波长转换层的光转换设备。

### 背景技术

[0002] 基于包括波长转换层的固态照明技术的照明设备在本领域中是已知的,这种照明设备被称为光转换设备。波长转换层使得能够使用更高效的光源,这种光源在使用中不发射所期望颜色的光。波长转换层将来自光源的所发射的光转换成所期望颜色。然而,经常需要利用保护涂层来保护波长转换层的表面,并且由于保护涂层的材料具有与周围空气不同的折射率,因此,从光转换设备所发射的光的光谱归因于波长转换层与保护层之间的界面中的折射而改变。这可以通过改变由光源在使用中所发射的光的光谱或者通过改变波长转换层的折射率来被抵消。然而,不同的材料各自具有其自身的折射率,并且光转换设备因此必须针对不同的材料进行调谐,从而增加了产品和工艺的成本和复杂性。

[0003] 美国专利No.8,575,646提出使用疏水性表面来控制润湿以便为具有固态光源的设备产生硅树脂透镜。这种构造不能解决上述问题。

[0004] 因此,仍然期望找到一种解决方案,其改进光转换设备以提供所发射光的所期望的光谱而无需显著修改,从而避免了为生产工艺增加不必要的成本和复杂性。

[0005] 在W02013/171284中,提供了一种表面为碳化硅或氮化镓材料表面的光学设备,该光学设备具有表面中形成的非周期性纳米结构,该纳米结构包括多个锥形结构,其非周期性地分布在表面上。

### 发明内容

[0006] 本发明的一个目的是改进现有技术,以解决上述问题中的至少一些问题,并且提供一种改进的光转换设备。这些和其他目的通过根据所附权利要求的光转换设备来实现。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供一种光转换设备,其包括:

[0008] -固态光源;

[0009] -波长转换层,被布置为对由固态光源所发射的光进行至少部分波长转换,波长转换层具有面向固态光源的后侧、以及与后侧相对的前侧,其中波长转换层的前侧限定光转换设备的出射窗口;以及

[0010] -其中光转换设备还包括被布置在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构。

[0011] 本发明基于以下认识:被放置在出射窗口附近的液体或其他不期望的材料可能导致由光转换设备在使用中所发射的光的色移,因为全内反射(TIR)未经转换的波长的渐逝波可以通过被光学耦合到不期望的材料时从光转换设备所发射的并且从而以不期望的方式改变光谱。为了防止或减少这种色移的发生,疏水性纳米结构被布置在波长转换层的前侧上。因此,液体和其他类型的不需要的材料可以至少与波长转换材料的前侧的表面疏远或者被去除,因为它们不会通过疏水性纳米结构粘附到表面。因此,疏水性纳米结构提供靠近波长转换层的前侧的空气层,使得通过允许渐逝波代替地与空气层相互作用来防止色

移。因此,优点在于,提供了一种提供所期望颜色的简单且有成本效益的光转换设备。

[0012] 紧密接近应当被理解为足够小以使得在波长转换层与液体或其他不期望材料之间可能发生光学接触或光学耦合的距离。

[0013] 空气层应当被理解为在波长转换层的前侧上方的纳米结构中到纳米结构的末端的空气。

[0014] 疏水性纳米结构通过使用所谓的莲花效应(lotus effect)为波长转换层的前侧提供疏水性。因此,纳米结构上的液体具有高接触角并且容易在表面上滚动。此外,疏水性使得不需要的材料不太可能粘附到纳米结构并且因此粘附到波长转换层的前侧。

[0015] 在至少一个示例性实施例中,疏水性纳米结构包括被间隔开的突起。备选地,疏水性纳米结构可以包括被间隔开的凹口。本领域技术人员认识到,无论哪种情况,疏水性纳米结构都使液体或其他不需要的材料与波长转换材料和周围环境之间的界面(例如,空气)保持一定距离,使得空气层被设置在波长转换层的前侧与突起的尖端之间。

[0016] 在至少一个示例性实施例中,被间隔开的突起的高度被选择为大于在波长转换层的前侧处被全内反射的光的渐逝波的穿透深度。

[0017] 在至少一个示例性实施例中,疏水性纳米结构的高度为至少50nm、或75nm、或100nm、或125nm、或150nm、或175nm、或200nm。例如,突起的高度可以是至少180nm。渐逝波在被反射的光束的界面之外呈指数衰减,因此疏水性纳米结构降低了渐逝波耦合到被放置在足够高度的疏水性纳米结构的顶部上的材料的可能性。优选地,纳米结构的高度被选择为大于渐逝波的穿透深度。

[0018] 在至少一个示例性实施例中,光转换设备还包括在波长转换层的前侧上的疏水性涂层。疏水性涂层包括提供低表面能量的材料。低表面能量有利于疏水性。疏水性材料(诸如氟碳化合物或苯乙烯(诸如PTFE))在本领域中是已知的为疏水性的。当然,也可以使用其他已知材料。疏水性涂层可以是被施加在前侧上并且因此也被施加在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构上的薄层,诸如1nm至25nm厚。

[0019] 在至少一个示例性实施例中,光转换设备还包括被施加在疏水性纳米结构的顶部上的保护涂层。在至少一个示例性实施例中,保护涂层是硅树脂或聚氨酯。保护涂层被施加以保护光转换设备免受例如机械磨损和颗粒的影响。疏水性纳米结构允许保护涂层远离波长转换层的前侧,并且因此提供渐逝波可以与之相互作用的空气层。

[0020] 根据本发明的另一方面,提供了一种照明系统,其包括被布置在载体上、并且彼此电连接的多个根据第一方面的光转换设备。

[0021] 本发明的该另一方面的效果和特征在很大程度上类似于上文结合本发明构思的第一方面所描述的那些。关于本发明的第一方面所提及的实施例与本发明的第二方面在很大程度上相容。因此,可以通过在载体上布置多个光转换设备并且电连接光转换设备来形成照明系统,使得与从单一光转换设备相比、从照明系统提供更多的光。照明系统可以是灯、条灯、灯具等。

[0022] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于制造光转换设备的方法,该方法包括以下步骤:

[0023] -提供固态光源;

[0024] -布置波长转换层以对由固态光源在使用中所发射的光进行至少部分波长转换,

波长转换层具有面向固态光源的后侧、以及与后侧相对的前侧,其中波长转换层的前侧限定光转换设备的出射窗口;以及

[0025] -提供被布置在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构。

[0026] 本发明的该另一方面的效果和特征在很大程度上类似于上文结合本发明构思的第一方面所描述的那些。关于本发明的第一方面所提及的实施例与本发明的第二方面在很大程度上相容。

[0027] 在至少一个示例性实施例中,提供被布置在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构的步骤包括:

[0028] -从波长转换层去除材料以提供疏水性纳米结构。

[0029] 在至少一个示例性实施例中,去除材料包括以下中的至少一项:激光烧蚀、蚀刻或相位掩模。

[0030] 在至少一个示例性实施例中,提供被布置在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构的步骤包括:

[0031] -向波长转换层添加材料以提供疏水性纳米结构。

[0032] 在至少一个示例性实施例中,添加材料包括:利用自组装阵列或气相沉积。

[0033] 一般地,除非本文中另有明确定义,否则权利要求中所使用的所有术语将根据它们在技术领域中的普通含义来解释。除非另有明确说明,否则对“一个(a)/一个(an)/该(the) [元件、设备、组件、装置、步骤等]”的所有引用将被开放式地解释为指代上述元件、设备、组件、装置、步骤等中的至少一个实例。

[0034] 应注意,本发明涉及权利要求中所记载的特征的所有可能组合。

## 附图说明

[0035] 现在将参考示出本发明的(一个或多个)实施例的附图更详细地描述本发明的这个和其他方面。

[0036] 图1是根据本发明的至少一个实施例的光转换设备的侧视图;

[0037] 图2是根据本发明的至少另一实施例的光转换设备的侧视图;

[0038] 图3a至图3d是根据本发明的实施例的疏水性纳米结构的示意性侧视图和俯视图;

[0039] 图4a至图4b是示出了用以避免基于入射角和折射率的渐逝波耦合的纳米结构的所需高度的曲线图;

[0040] 图5是概述根据本发明的不同实施例的用于制造光转换设备的示例性方法的流程图;以及

[0041] 图6是根据本发明的实施例的包括光转换设备的照明系统的一个示例性实施例的俯视图。

## 具体实施方式

[0042] 在本发明的详细描述中,主要参考示出根据本发明的各种实施例的光转换设备的示意图来讨论根据本发明的光转换设备的示例性实施例。应当注意,这决不限本发明的范围,本发明的范围也适用于其他情况,例如具有其他类型或变型的光转换设备或组件,而不是附图中所示的实施例。此外,结合本发明的一个实施例提及特定组件并不意指那些组

件不能与本发明的其他实施例一起使用。现在将参考附图描述本发明,其中首先将注意结构,其次将注意功能。在整个说明书中,相同的附图标记指代相同的元件。

[0043] 图1示出了光转换设备1的一个示例。光转换设备1包括固态光源2和波长转换层3。波长转换层3具有面向光源2的后侧4、以及背对光源2的前侧5。疏水性纳米结构6被设置在波长转换层3的前侧5上。光转换设备1还可以包括至少部分地围绕光源2和波长转换层3的壳体和/或支撑件(未示出)。

[0044] 固态光源2可以是发光二极管(LED)、激光二极管、或任何其他种类的固态光源。在这个示例中由固态光源2所生成的光基本上包括单一波长或在单一波长附近的多个波长。通常,从这样的固态光源所发射的波长是蓝光,其具有波长约为450nm,以便通过减少光的能量来使光能够在波长转换器中被转换为更长的波长。固态光源2可以被连接到用于向固态光源提供电力的电路(未示出)。这样的电路通常被称为驱动电路或驱动电路系统,并且将市电中的高压AC电流转换为适合于驱动固态光源2的较低电平的DC电流。

[0045] 波长转换层3被布置在固态光源2前端以接收由固态光源2在使用中所发射的光。由此,波长转换层的前侧5也限定光转换设备1的出射窗口。出射窗口是由光转换设备1在使用中所发射的光穿过其而到周围环境的窗口。波长转换层3可以被布置成与固态光源2直接接触以基本上接收由固态光源2在使用中所生成的所有光。波长转换层3被用于改变由固态光源2所发射光的颜色。用以提供白光的常用技术是将非白光光源(即,固态光源2)与波长转换层组合以通过允许来自固态光源2的一些光被转换成其他波长的光、使得从光转换设备1所发射的光的总光谱是白光来提供白光。波长转换层被配置(即,具有折射率)使得从出射窗口所发射的预定部分的光包括基于周围环境为空气的经转换和未经转换的光(即,具有接近1的折射率)。通常,波长转换层3具有约1.5的折射率。因此,波长转换层3将由固态光源2所发射的一些光转换为更长的波长,使得经转换的和未经转换的光的混合对于眼睛呈现白色或几乎白色。波长转换层3包括具有一种或多种磷光体(诸如YAG、LuAG和ECAS)的材料。波长转换层3的厚度可以在0.1mm到2mm的范围内。

[0046] 疏水性纳米结构6被布置在波长转换层3的前侧5上,以防止液体或其他不需要的材料被放置紧靠光转换层的前侧5或与光转换层的前侧5接触。这样的液体或其他不需要的材料可能引起由光转换设备1在使用中所发射的光的色移,因为除其他外被全内反射(TIR)波长的渐逝波可以从光转换设备1发射并且由此以不期望的方式改变所发射的光的光谱。

[0047] 在使用中,固态光源2发射包括单一波长或在单一波长附近的多个波长的光。来自固态光源2的光经由后侧4进入波长转换层3。然后,光被向下转换(即,能量减少)为具有更长波长的经转换的光。然后,经转换的光和未经转换的一部分光从波长转换层3的前侧5发射,以作为具有所期望颜色的光到达周围环境。疏水性纳米结构6防止由材料被放置在波长转换层3的前侧5上所引起的色移,因为这样的材料可能导致未经转换的光的不期望的耦合。

[0048] 图2示出了光转换设备11的另一示例。光转换设备11与图1的光转换设备1之间的唯一差异在于,光转换设备11还包括被施加在疏水性纳米结构6的顶部上的保护涂层7。保护涂层7可以由硅树脂或聚氨酯制成。当保护涂层被施加在疏水性纳米结构6的顶部上时,在波长转换层的前侧5处被全内反射的、在使用中的光与作为波长转换层的前侧5与保护涂层7之间的第二介质的空气相互作用,并且因此从波长转换层的前侧5所发射的光可以包括

所期望部分的经转换的光和所期望部分的未经转换的光以提供期望的颜色。

[0049] 光转换设备1、11可以在波长转换层的前侧5上、和在疏水性纳米结构6上被设置有疏水性涂层(未示出),以进一步改进疏水性纳米结构6的疏水性。

[0050] 图3a示出了包括多个突起66的疏水性纳米结构6的示意性侧视图。为简洁起见,图3a中仅示出了三个突起66,当然应理解的是,疏水性纳米结构包括大量突起,诸如数百个或者甚至数千个突起。突起66被间隔开,并且每个突起66具有远离波导转换层3的前侧5的远端尖端66a,以及被布置在波长转换层3的前侧5上的近端基部66b。突起66的高度D可以被配置为大于在前侧5处的界面中被全内反射的光的渐逝波的穿透深度。换言之,突起66从基部66b到尖端66a的高度被选择为使得在波长转换层的前侧5与其上放置有不期望的材料或保护涂层的尖端66a之间所产生的空气层具有足够的厚度,使渐逝波原则上不与疏水性纳米结构的顶部上的材料耦合或者使该耦合被减少。突起的高度D可以为至少50nm、或75nm、或100nm、或125nm、或150nm、或175nm、或200nm。

[0051] 图3a中的突起66可以由与波长转换层3相同的材料制成,或者突起66可以由其他材料制成。

[0052] 图3b示出了包括多个被间隔开的凹口66'的另一疏水性纳米结构6的详细侧视图。为了简洁起见,图3b中仅示出了三个凹口66',当然应理解的是,疏水性纳米结构包括大量凹口,诸如数百个或甚至数千个凹口66'。因此,应理解的是,疏水性纳米结构也可以通过由波长转换层3的材料制成的、被间隔开的凹口66'所产生。当然,凹口66'在它们之间产生突起,使得波长转换层的前侧5可以被视为凹口66'的底部5'。

[0053] 尽管突起66和凹口66'的侧视图示出了它们具有矩形形状,但是其他形状当然也是可能的、并且是在本发明的范围内,诸如具有比基部66b更宽的尖端66a的形状、或者具有比基部66b更窄的尖端66a的尖的形状。

[0054] 突起66和凹口66'的高度如所提及的在25nm到至少200nm的范围内,突起66和凹口66'的宽度可以在10nm到50nm的范围内。

[0055] 图3c和图3d示出了光转换设备的前侧5(即,出射窗口)的示意性俯视图。应注意的是,出射窗口(即,波长转换层3的前侧)在图3c中具有圆形形状,以及在图3d中具有方形形状。其他形状当然是可能的、并且是在本发明的范围内。出射窗口在最宽点处的宽度可以在1mm到8mm的范围内,例如2.6mm。

[0056] 如结合图1a和图1b所描述的,多个突起66被布置在前侧5上。应注意的是,对于图3c中的突起66的放置没有特定的顺序,而图3d中的突起66以行和列被对齐。两种选择(即,随机化或顺序)同样可行,以产生所期望的疏水效果。在凹口66'而不是诸如图3b所示的突起的情况下,凹口可以由穿过前侧5的一部分或整个长度的细长凹槽制成,以在凹口66'之间产生被间隔开的突起。

[0057] 图4a示出了具有波长为500nm的光的入射角(横轴)与折射率(纵轴)的曲线图。每个栏位中的数字(即,范围)对应于穿透深度。全内反射的临界角可以使用斯涅尔定律(Snell's law)计算,其中已知第一和第二介质(即,波长转换材料和空气)的折射率。

[0058] 根据下文的方程来计算光的渐逝波的穿透深度,其中 $d_p$ 是穿透深度, $\lambda_0$ 是入射光的波长, $\theta_1$ 是第一介质(即,波长转换层3)中的入射角, $n_1$ 和 $n_2$ 分别是第一和第二介质(即,波长转换层3和由疏水性纳米结构6所产生的空气层)的折射率。

$$[0059] \quad d_p = \lambda_0 / \left( 2\pi \cdot \eta_1 \sqrt{\sin^2 \theta_1 - (\eta_2 / \eta_1)^2} \right)$$

[0060] 此外,已知穿透深度呈指数衰减;因此,它原则上是第一折射,即,在波长转换层与空气层之间,这提供了最大结果。因此可以提供疏水性纳米结构,疏水性纳米结构具有小于穿透深度的高度,疏水性纳米结构仍然提供减少的色移。因此,取决于空气层的厚度,对应于疏水性纳米结构的高度,可以调谐光转换设备的色彩表现。比穿透深度更厚的空气层(即,具有比穿透深度更大高度的疏水性纳米结构)确保了原则上不会发生色移,因为由被全内反射的光所产生的渐逝波不会到达疏水性纳米结构的顶部上的材料,并且因此,未经转换的光被允许另一被转换的机会。

[0061] 图4b示出了具有波长为800nm的光的入射角(横轴)与折射率(纵轴)的曲线图。图4b中的曲线图示出了为了避免色移,疏水性纳米结构的高度可以被选择使得即使具有长波长的光(诸如约800nm的红色)与空气层相互作用、而不是与疏水性纳米结构的顶部上的材料相互作用。因此,为了避免具有在可见光上限范围(约800nm)的波长的光的耦合,针对具有折射率为1.5的波长转换层,对于约45度的入射角,需要具有厚度约为180nm的空气层。

[0062] 图5示出了用于制造诸如图1中示出的光转换设备1或图2中所示出的光转换设备11的光转换设备的示例性方法。

[0063] 该方法包括提供固态光源2的第一步骤S1、以及布置波长转换层3以对由固态光源2在使用中所发射的光进行至少部分波长转换的第二步骤S2,波长转换层3具有面向光源2的后侧4、以及与后侧相对的前侧5,其中波长转换层的前侧5限定光转换设备1的出射窗口。

[0064] 随后的步骤S3包括提供被设置在波长转换层的前侧6上的疏水性纳米结构6。在一个备选实施例中,当然可以在布置波长转换层3以对由光源2所发射的光进行至少部分波长转换之前,在波长转换层的前侧5上提供疏水性纳米结构6。

[0065] 提供被布置在波长转换层的前侧上的疏水性纳米结构的步骤可以包括:从波长转换层3去除材料以提供疏水性纳米结构6,或者向波长转换层3添加材料以提供疏水性纳米结构。向波长转换层3添加材料应当被理解为添加与波长转换层3相同的材料,或者向波长转换层3的前侧5添加另一种、单独的材料。去除材料可以包括利用以下至少一项:激光烧蚀、蚀刻或相位掩模。添加材料可以包括利用自组装阵列或气相沉积。

[0066] 当然可以使用本领域已知的其他方法来从波长转换层3添加或去除材料。备选地,在波长转换层3的制造期间,波长转换层3可以被设置有疏水性纳米结构6。

[0067] 该方法还可以包括在波长转换层的前侧和疏水性纳米结构上施加疏水性涂层的步骤。该方法还可以包括在疏水性纳米结构的顶部上提供保护涂层的步骤。

[0068] 图6示出了照明系统的一个示例性实施例的俯视图。照明系统包括被布置在细长载体20上的多个光转换设备1。细长载体20可以是印刷电路板(PCB)或其他类型的载体。光转换设备1被电连接到从其馈送电力的电源线21、22,使得每个光转换设备1的固态光源在使用中发射光。因此,载体20和在其上的光转换设备1可以由保护涂层覆盖,从而产生提供通用照明的密封的“条灯”。除了细长之外的其他形状当然是可能的,并且被设想用于载体并且是在本发明的范围内。上文所提出的光转换设备可以被用于许多不同类型的照明系统。

[0069] 尽管在上文中提及“空气层”,但是本发明当然可以使用任何气体,该改进是将空



气的折射率代替上文计算中所使用的气体,以提供产生足以实现期望效果的厚度的气体层的疏水性纳米结构。可以使用适用于照明应用的任何气体。

[0070] 本领域技术人员认识到,本发明决不限于上文所描述的优选实施例。相反,在所附权利要求的范围内可以进行很多修改和变化。例如,纳米结构的突起的形状不限于附图所示的形状,可以使用提供疏水效果的其他形状来有利于本发明。此外,可以通过改变波长转换层的折射率和疏水性纳米结构的高度来调谐根据本发明的光转换设备,以避免某些波长与存在于疏水性纳米结构的顶部上的材料的耦合。

[0071] 另外,通过研究附图、本公开内容和所附权利要求,本领域技术人员在实践所要求保护的发明时可以理解和实现对所公开实施例的变型。在权利要求中,词语“包括(comprising)”不排除其他元件或步骤,并且不定冠词“一个(a)”或“一个(an)”不排除多个。在相互不同的从属权利要求中陈述某些措施的存粹事实并不表示这些措施的组合不能用于获益。

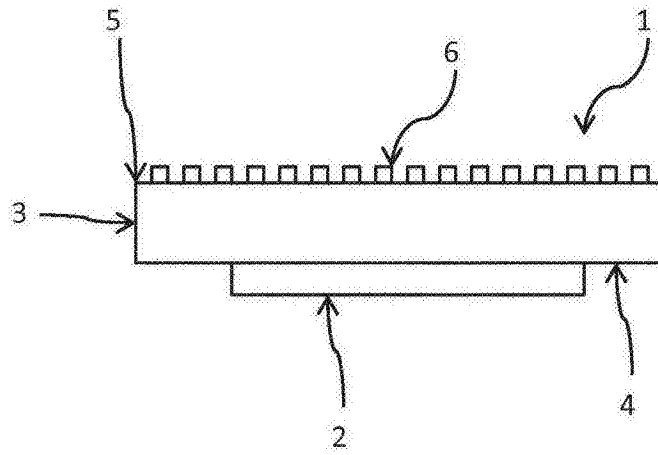


图1

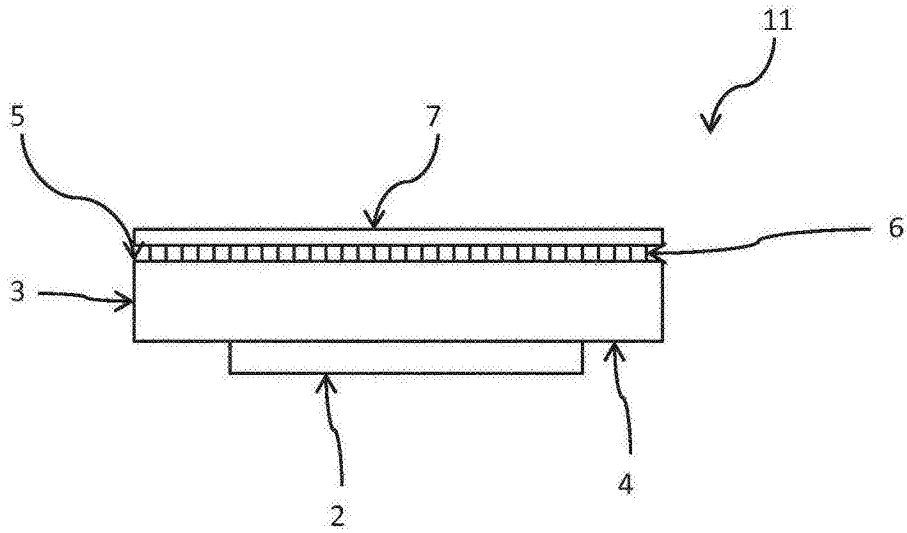


图2

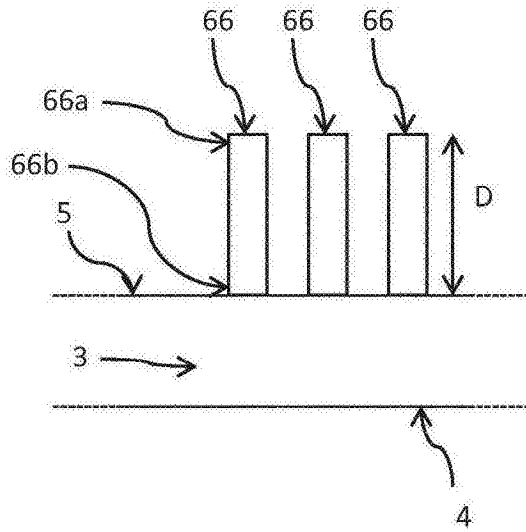


图3a

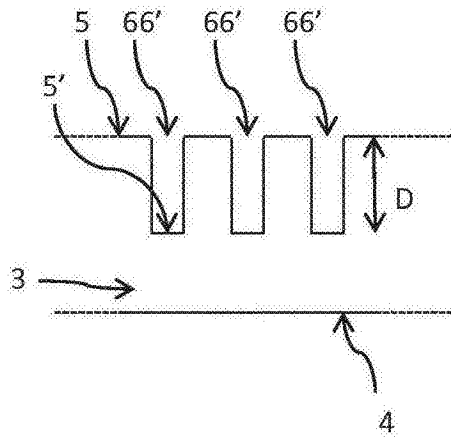


图3b

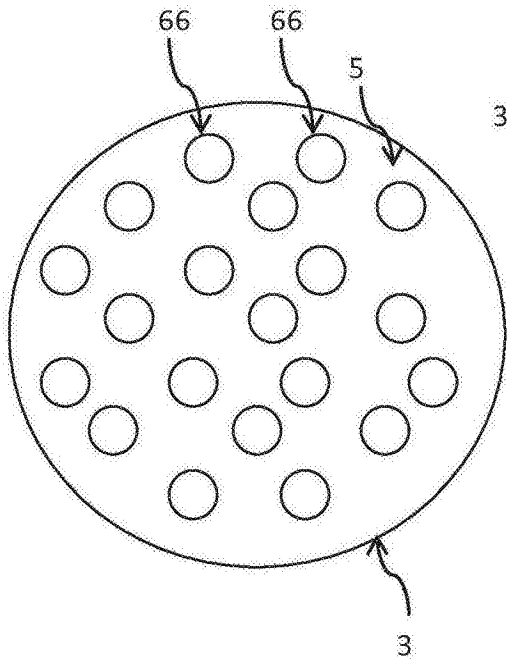


图 3c

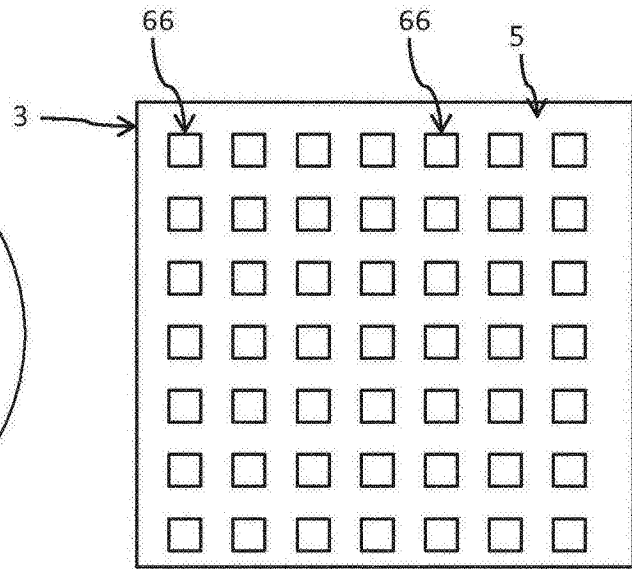


图 3d

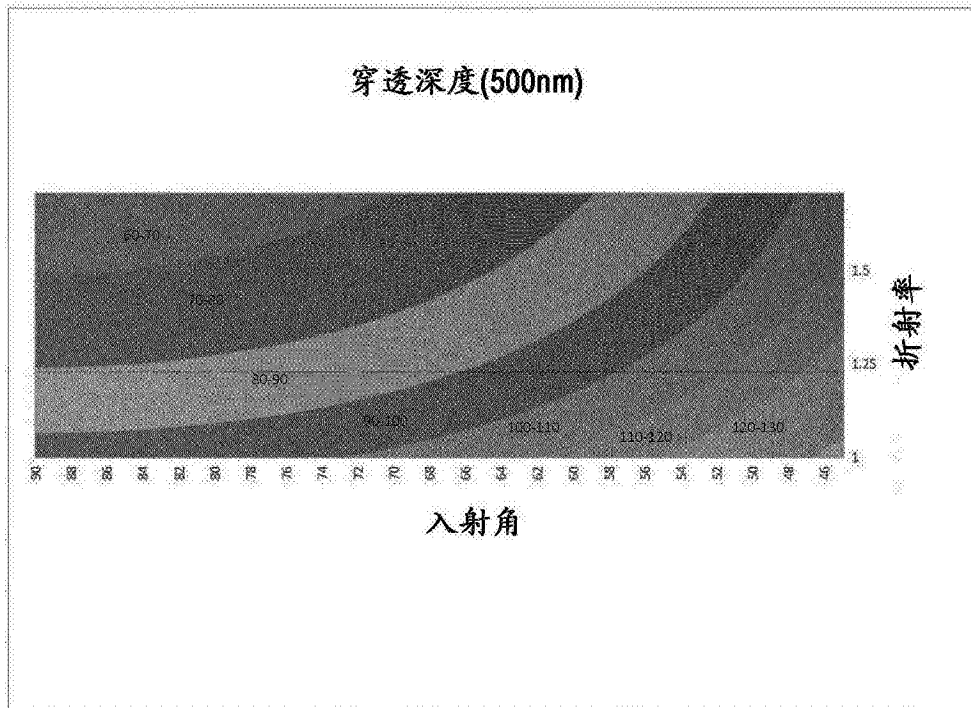


图4a

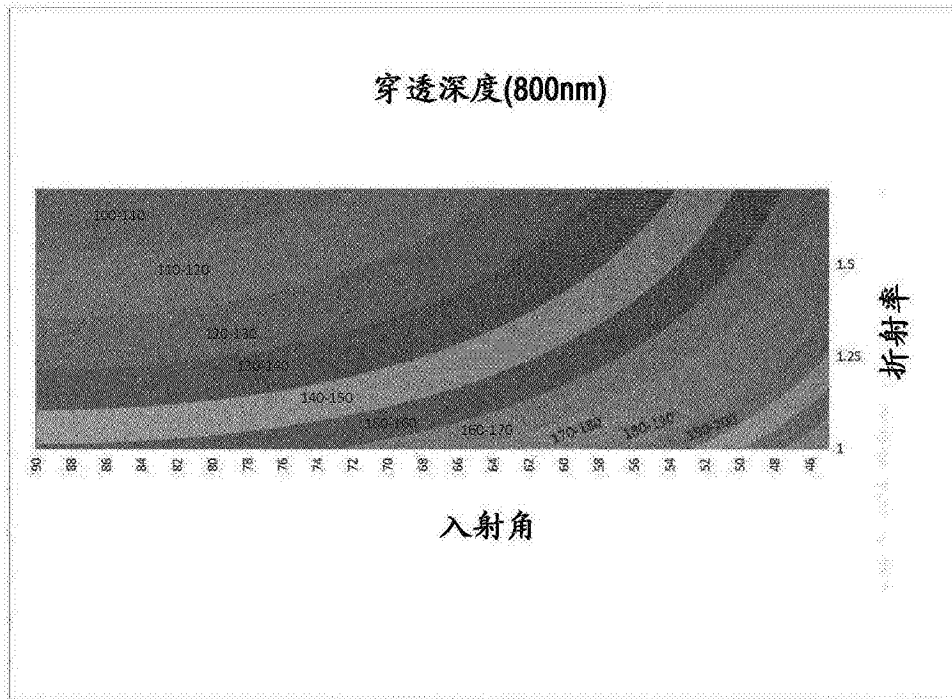


图4b

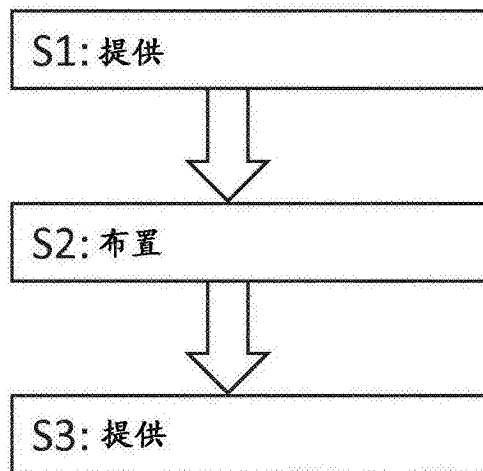


图5

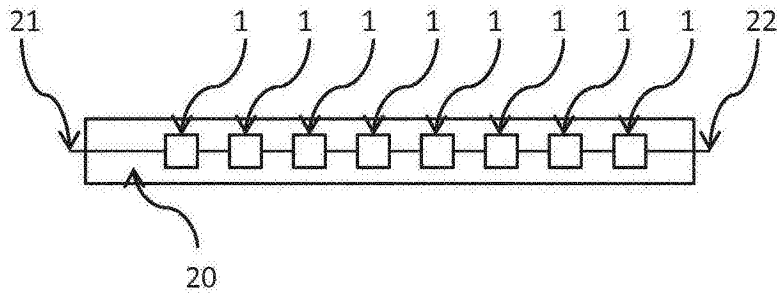


图6