



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104205374 B

(45)授权公告日 2020.10.16

(21)申请号 201380018279.X

(22)申请日 2013.03.26

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104205374 A

(43)申请公布日 2014.12.10

(30)优先权数据  
61/617903 2012.03.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.09.30

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2013/052390 2013.03.26

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/144834 EN 2013.10.03

(73)专利权人 亮锐控股有限公司  
地址 荷兰史基浦

(72)发明人 K.瓦波拉 H.H.蔡

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
代理人 孙之刚 汪扬

(51)Int.Cl.  
H01L 33/50(2006.01)

(56)对比文件  
US 2009057690 A1,2009.03.05  
US 2009057690 A1,2009.03.05  
CN 102208521 A,2011.10.05  
CN 101673787 A,2010.03.17  
CN 101657910 A,2010.02.24  
WO 2012025377 A1,2012.03.01

审查员 张佳良

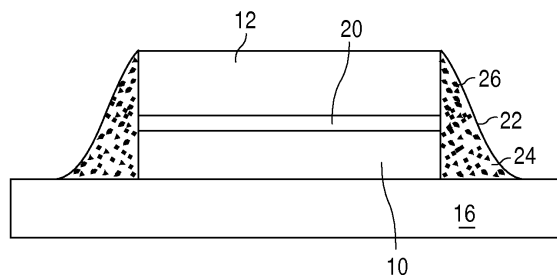
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

### (54)发明名称

具有波长转换侧面涂层的发光器件

### (57)摘要

本发明的实施例包括半导体发光器件、布置在半导体发光器件的顶表面上的第一波长转换构件和布置在半导体发光器件的侧表面上的第二波长转换构件。第一和第二波长转换构件包括不同的波长转换材料。



1. 一种半导体结构,包括:

半导体发光器件;

第一波长转换构件,其布置在半导体发光器件的第一表面上,其中第一波长转换构件不宽于第一表面;以及

第二波长转换构件,其在半导体发光器件的侧表面上,其中第二波长转换构件不在第一表面之上延伸;

其中第一波长转换构件包括直接接触第一表面的第一波长转换材料,第二波长转换构件与第一波长转换材料不同,并且第二波长转换材料可由第一波长转换材料发射的光激发。

2. 如权利要求1所述的半导体结构,其中第一波长转换构件包括预制的波长转换构件。

3. 如权利要求2所述的半导体结构,其中第一波长转换构件包括嵌入在透明材料中的磷光体。

4. 如权利要求1所述的半导体结构,其中第一波长转换构件包括陶瓷磷光体。

5. 如权利要求1所述的半导体结构,其中第二波长转换构件包括布置在透明基质中的粉末磷光体。

6. 如权利要求1所述的半导体结构,其中:

第一波长转换构件包括发射绿光或者黄光的波长转换材料;并且

第二波长转换构件包括发射红光的波长转换材料。

7. 如权利要求1所述的半导体结构,其中第二波长转换构件包括散射颗粒。

8. 一种用于制造半导体结构的方法,包括:

提供半导体发光器件;

将第一波长转换材料布置在半导体发光器件的第一表面之上,其中第一波长转换材料局限于不宽于第一表面的区域并且直接接触第一表面;以及

在将第一波长转换材料布置在半导体发光器件的第一表面之上之后,将第二波长转换材料层压在半导体发光器件的侧表面上,其中第二波长转换材料的片不在第一表面之上延伸,并且

其中第二波长转换材料可由第一波长转换材料发射的光激发。

9. 如权利要求8所述的用于制造半导体结构的方法,其中将第一波长转换材料布置在半导体发光器件的第一表面之上包括将预制的波长转换构件附接到半导体发光器件的第一表面。

10. 如权利要求9所述的用于制造半导体结构的方法,其中第一波长转换材料是陶瓷磷光体。

11. 如权利要求9所述的用于制造半导体结构的方法,其中第一波长转换材料是嵌入在玻璃中的磷光体。

12. 如权利要求9所述的用于制造半导体结构的方法,其中预制的波长转换构件包括波长转换材料的第一区和透明材料的第二区。

13. 如权利要求12所述的用于制造半导体结构的方法,其中将预制的波长转换构件附接到半导体发光器件的第一表面包括附接预制的波长转换构件使得第一区布置在半导体发光器件与第二区之间。

14. 如权利要求12所述的用于制造半导体结构的方法, 其中将预制的波长转换构件附接到半导体发光器件的第一表面包括附接预制的波长转换构件使得第二区布置在半导体发光器件与第一区之间。

15. 如权利要求8所述的用于制造半导体结构的方法, 其中第一和第二波长转换材料发射不同颜色的光。

## 具有波长转换侧面涂层的发光器件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体发光器件,诸如与包括诸如磷光体之类的波长转换材料的侧面涂层结合的发光二极管。

### 背景技术

[0002] 包括发光二极管(LED)、谐振腔发光二极管(RCLED)、垂直腔激光二极管(VCSEL)和边缘发射激光器的半导体发光器件是当前可用的最高效的光源之一。当前在能够跨可见光谱进行操作的高亮度发光器件的制造中感兴趣的材料体系包括III-V族半导体,特别是镓、铝、镉和氮的二元、三元和四元合金,其也被称为III族氮化物材料。典型地,通过借由金属-有机化学气相沉积(MOCVD)、分子束外延(MBE)或其它外延技术在蓝宝石、碳化硅、III族氮化物或其它适合的衬底上外延生长不同组成和掺杂浓度的半导体层的堆叠来制作III族氮化物发光器件。堆叠通常包括形成在衬底之上的掺杂有例如Si的一个或多个n型层、形成在一个或多个n型层之上的有源区中的一个或多个发光层以及形成在有源区之上的掺杂有例如Mg的一个或多个p型层。电接触形成在n型区和p型区上。

[0003] III族氮化物器件可以如本领域中已知的那样与诸如磷光体之类的波长转换材料结合以形成白光或者其它颜色的光。波长转换材料吸收由III族氮化物器件的发光区发射的光并且发射不同波长的光。波长转换的III族氮化物器件可以被用于许多应用,诸如一般照明、用于显示器的背光、汽车光照和照相机闪光灯,即频闪灯(strobe)或者其它闪光灯。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种具有波长转换侧面涂层的半导体发光器件。侧面涂层可以改善器件的效率。

[0005] 本发明的实施例包括半导体发光器件、布置在半导体发光器件的顶表面上的第一波长转换构件以及布置在半导体发光器件的侧表面上的第二波长转换构件。第一和第二波长转换构件包括不同的波长转换材料。

[0006] 根据本发明的实施例的方法包括提供半导体发光器件。第一波长转换材料布置在半导体发光器件的顶表面之上。在将第一波长转换材料布置在半导体发光器件的顶表面之上之后,第二波长转换材料布置在半导体发光器件的侧表面上。

### 附图说明

[0007] 图1图示了布置在LED的顶表面上的波长转换层。

[0008] 图2图示了根据本发明的实施例的结构,包括LED、波长转换层和波长转换侧面涂层。

[0009] 图3、4和5图示了预制的波长转换结构。

[0010] 图6图示了根据本发明的实施例的方法。

## 具体实施方式

[0011] 图1图示了诸如LED 10之类的半导体器件,其具有诸如布置在LED的顶表面上的磷光体层之类的波长转换结构12。波长转换结构12可以是预制的结构,即从LED 10分离地制作然后附接到LED 10。预制的波长转换结构12的一个示例是陶瓷磷光体,其在通过引用并入于此的US 7,361,938中被更加详细地描述。可以通过将粉末磷光体烧结到陶瓷体中来形成陶瓷磷光体。加热磷光体颗粒直到它们开始融化并且粘结在一起。经加热的磷光体颗粒然后形成到陶瓷板坯中。陶瓷板坯可以无常规的粘合剂材料,诸如有机粘合剂材料、环氧树脂、硅树脂、无机粘合剂材料和玻璃。预制的波长转换结构12的另一示例是布置在诸如玻璃或硅树脂之类的透明基质中的磷光体或者其它波长转换材料。预制的波长转换结构通常被形成为大片,其然后被分离成具有对应于LED 10的大小的结构。结果,如图1中所示,预制的波长转换结构12通常不覆盖LED 10的侧面。

[0012] 相比于LED 10的厚度,预制的波长转换结构12通常是厚的。例如,陶瓷磷光体板坯或者具有嵌入的磷光体的玻璃构件可以是200  $\mu\text{m}$ 厚,而LED 10可以是50  $\mu\text{m}$ 厚。由于波长转换结构12的厚度,一些光从波长转换结构12的侧面发射。侧光是不合期望的,因为它能够导致从图1中所示的结构发射的光的外观中的变化,其取决于视角。

[0013] 在本发明的实施例中,波长转换材料布置在波长转换的LED的侧面上。波长转换侧面涂层可以降低从结构发射的光中的颜色关于角度的变化并且可以改善来自LED的光的利用。

[0014] 图2图示了根据本发明的实施例的结构。提供了诸如LED 10之类的半导体发光器件。尽管在以下示例中,半导体发光器件是发射蓝光或者UV光的III族氮化物LED,但是可以使用除LED之外的半导体发光器件(诸如激光二极管),以及由诸如其它III-V族材料、III族磷化物、III族砷化物、II-VI族材料、ZnO或者基于硅的材料之类的其它材料体系制成的半导体发光器件。

[0015] 可以使用任何适合的III族氮化物LED,并且这样的LED是众所周知的。LED 10可以是例如被配置成从LED的顶表面发射大部分光的倒装芯片器件。为了形成这样的LED,III族氮化物半导体结构首先生长在生长衬底上,如本领域已知的那样。生长衬底可以是任何适合的衬底,诸如例如蓝宝石、SiC、Si、GaN或者复合衬底。半导体结构包括夹在n型区与p型区之间的发光或者有源区。n型区可以首先生长并且可以包括不同组成和掺杂浓度的多个层,包括例如诸如缓冲层或者成核层之类的准备层,和/或可以是n型或者非有意掺杂的被设计成促进生长衬底的移除的层,以及被设计用于对发光区高效发射光而言合期望的特定光学、材料或电属性的n型或者甚至p型器件层。发光或者有源区生长在n型区之上。适合的发光区的示例包括单个厚或者薄发光层,或者包括通过阻挡层分离的多个薄或者厚发光层的多量子阱发光区。p型区然后可以生长在发光区之上。像n型区那样,p型区可以包括不同组成、厚度和掺杂浓度的多个层,包括非有意掺杂的层,或者n型层。器件中的所有半导体材料的总厚度在一些实施例中小于10  $\mu\text{m}$ ,并且在一些实施例中小于6  $\mu\text{m}$ 。

[0016] 金属p接触形成在p型区上。如果大部分光通过与p接触相对的表面引导离开半导体结构(诸如在倒装芯片器件中),p接触可以是反射性的。可以通过借由标准光刻操作对半导体结构进行图案化并且蚀刻半导体结构以移除p型区的整个厚度的一部分和发光区的整个厚度的一部分以形成使其上形成金属n接触的n型区的表面显露的台面来形成倒装芯片

器件。可以以任何适合的方式形成台面以及p和n接触。形成台面以及p和n接触对于本领域技术人员而言是众所周知的。

[0017] 半导体结构可以通过p和n接触连接到支撑。支撑是机械地支撑半导体结构的结构。支撑是适合于附接到其上安装LED 10的结构的自支撑结构。例如，支撑可以是可回流焊接的。可以使用任何适合的支撑。适合的支撑的示例包括具有用于形成到半导体结构的电气连接的导电通孔的绝缘或者半绝缘晶片（诸如硅晶片）、例如通过镀层形成在半导体结构上的厚金属键合垫，或陶瓷、金属或任何其它适合的座架。

[0018] 包括上文所描述的半导体结构、金属接触和支撑的LED 10可以可选地附接到座架16。座架16可以是光学反射性的并且导热的。可以通过座架16做出到LED 10的电气接触。适合的座架16的示例包括金属芯印刷电路板、基于FR4的印刷电路板、陶瓷、金属、铜、塑料和硅树脂。在一些实施例中，座架16的顶表面是反射性的，或者涂敷有诸如反射性涂料之类的反射性物质或者反射性金属层。座架16可以具有在一些实施例中至少0.1W/mK（硅树脂）、在一些实施例中至少10W/mK并且在一些实施例中至少100W/mK以及在一些实施例中在0.1W/mK与400W/mK之间的热导率。

[0019] 波长转换层12形成在LED 10的顶表面上。波长转换层12可以是一个或多个常规的磷光体、有机磷光体、量子点、有机半导体、II-VI或者III-V族半导体、II-VI或者III-V族半导体量子点或者纳米晶体、染料、聚合物或者诸如GaN之类的发光材料。可以使用任何适合的磷光体，包括但不限于基于石榴石的磷光体、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ 、 $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$ 、 $Y_3Al_{5-x}Ga_xO_{12}:Ce$ 、 $(Ba_{1-x}Sr_x)SiO_3:Eu$ （BOSE）、基于氮化物的磷光体、 $(Ca,Sr)AlSiN_3:Eu$ 和 $(Ca,Sr,Ba)_2Si_5N_8:Eu$ 。波长转换材料12可以包括单个波长转换材料或者可以混合在一起或者布置在分离的层中的LED 10的顶部上的多个波长转换材料。波长转换层通常不覆盖LED 10的侧面，尽管在一些实施例中，波长转换层12可以延伸在LED 10的侧面之上，并且以下所描述的第二波长转换层22可以形成在覆盖LED 10的侧面的波长转换层12的部分之上。

[0020] 在一些实施例中，形成波长转换层12，同时它附接到LED 10。这样的波长转换层的示例包括由电泳沉积形成的粉末磷光体，和与诸如硅树脂或者环氧树脂之类的透明粘合剂材料混合的在LED 10之上被模制、丝网印刷、喷涂或者注入的染料或者粉末磷光体。

[0021] 在一些实施例中，波长转换层12是诸如陶瓷磷光体之类的预制的波长转换层或者布置在玻璃或者另一透明固体材料中的波长转换材料。在以上伴随图1的文本中描述了适合的预制的波长转换材料。预制的波长转换层12可以通过透明键合层20附接到LED 10的顶表面，所述透明键合层20可以是任何适合的键合材料，诸如环氧树脂、硅树脂或者玻璃。可替换地，预制的波长转换层12可以在没有键合层的情况下附接到LED 10，例如通过烧结或者热压。

[0022] 图3、4和5图示了不同的预制的波长转换构件12的示例。在图3中所示的波长转换构件12中，波长转换材料28局限于离LED 10最远的波长转换构件的一部分。（LED 10接近波长转换构件12的底表面32布置）。波长转换构件12的剩余部分30可以是透明材料，或者散射结构。例如，波长转换材料28可以是布置在诸如玻璃之类的透明材料中的磷光体。透明部分30可以是没有波长转换材料的玻璃，其具有或者没有嵌入在玻璃中的散射颗粒。波长转换构件12可以是陶瓷磷光体。磷光体典型地包括结晶基质和活化掺杂剂。例如，YAG晶体可以掺杂有活化掺杂剂铈和/或铕，如本领域中已知的那样。活化掺杂剂导致结晶基质发射光。

在根据图3中所示的结构形成的陶瓷磷光体中,部分28可以包括结晶基质和活化掺杂剂。部分30可以仅包括结晶基质而没有活化掺杂剂。部分28和30可以一起烧结成陶瓷板坯,如上所述。

[0023] 在图4中所示的波长转换构件12中,波长转换部分28局限于最靠近LED的波长转换构件12的部分(底表面32)。透明部分30位于波长转换部分28上方。

[0024] 在图5中所示的波长转换构件12中,波长转换部分28布置在波长转换构件12的中心。透明部分30A和30B布置在波长转换部分28的上方和下方。

[0025] 返回到图2,侧面涂层22形成在LED 10和波长转换层12的侧面上。侧面涂层22可以包括布置在透明基质24中的波长转换材料26。波长转换材料26可以是一个或多个常规的磷光体、有机磷光体、量子点、有机半导体、II-VI或者III-V半导体、II-VI或者III-V半导体量子点或者纳米晶体、染料、聚合物或者诸如GaN之类的发光材料。可以使用任何适合的磷光体,包括但不限于基于石榴石的磷光体、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_{5-x}\text{Ga}_x\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{SiO}_3:\text{Eu}$  (BOSE)、基于氮化物的磷光体、 $(\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}$ 和 $(\text{Ca},\text{Sr},\text{Ba})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 。波长转换材料26可以包括单个波长转换材料或者可以混合在一起或者布置在分离的层中的结构的侧面上的多个波长转换材料。

[0026] 在一些实施例中,侧面涂层22被配置成对入射在其上的光进行散射。在一些实施例中,使用诸如粉末磷光体之类的散射波长转换材料。在一些实施例中,诸如 $\text{TiO}_2$ 之类的散射颗粒或者任何其它适合的散射材料与侧面涂层22中的散射或者非散射波长转换材料混合。可替换地,散射颗粒可以形成在波长转换侧面涂层22之上或者之下来作为分离的侧面涂敷层。

[0027] 透明基质24可以是诸如硅树脂或者环氧树脂之类的任何适合的透明材料。在一些实施例中,省略透明基质24,并且波长转换材料26被直接施加到LED 10和波长转换构件12的侧面。

[0028] 可以通过任何适合的技术形成侧面涂层22。在一些实施例中,通过将诸如粉末磷光体之类的波长转换材料与诸如硅树脂之类的液体基质材料混合以形成浆液来形成侧面涂层22。浆液可以形成为然后被部分固化的片,使得片是柔性的。柔性片然后使用商业上可用的层压机层压在LED 10的侧面上。可替换地,浆液可以例如通过使用注射器被分配在LED 10的侧面上,然后在例如150°C的升高温度下被固化成固体。可替换地,浆液可以使用刮刀涂敷在LED 10的侧面上,然后在例如150°C的升高温度下被固化成固体。在一些实施例中,在LED 10上模制侧面涂层22。适当大小和形状的模具被定位在LED 10之上,然后被填充有与液体基质材料混合的波长转换材料。液体基质材料被固化成固体,然后移除模具,留下侧面涂层22。在一些实施例中,波长转换材料布置在LED 10的顶部和侧面之上,然后例如通过刮削从LED 10的顶部移除波长转换材料,仅留下侧面涂层22。

[0029] 在一些实施例中,侧面涂层22被形成为足够厚,使得入射在侧面涂层上的所有或者大多数光被波长转换。在一些实施例中,选择侧面涂层22的厚度以允许来自LED的一些未经转换的光逸出。

[0030] 在一些实施例中,侧面涂层22被配置成创建与视角无关的均匀颜色分布。

[0031] 如上所述,波长转换区12和22中的每一个可以包括单个波长转换材料或者被混合或者分离的多个波长转换材料。在一些实施例中,波长转换区12和22包括不同的波长转换

材料。在一些实施例中,红光发射磷光体布置在LED 10的侧面上,并且绿光或者黄光发射磷光体布置在LED 10的顶部上。在一些实施例中,红光发射和绿/黄光发射磷光体的混合物布置在LED的顶部和侧面二者上。在一些实施例中,红光发射磷光体和红光发射量子点的混合物布置在LED 10的侧面上,并且多个类型的绿光发射磷光体的混合物布置在LED 10的顶部上。在一些实施例中,单个红光发射磷光体布置在LED 10的侧面上,并且相同或者不同的红光发射磷光体和绿/黄光发射磷光体的混合物布置在LED 10的顶部上。上文所描述的实施例仅是本领域技术人员可以设想到并且在本发明的范围内的许多可能的组合中的几个。

[0032] 在一些实施例中,器件包括可以被另一波长转换材料B发射的光激发的波长转换材料A。波长转换材料A可以布置在LED 10的侧面上,而波长转换材料B可以布置在LED 10的顶部上,以最小化波长转换材料之间的相互作用。

[0033] 例如,制造白光的器件通常包括蓝色LED以及红和绿或黄光发射磷光体。发射红光的许多磷光体将吸收由绿或黄光发射磷光体发射的光。在一些实施例中,红光发射磷光体布置在LED 10的侧面上,并且绿或黄光发射磷光体布置在LED 10的顶部上。在这样的设置中,红光发射磷光体可以吸收比在其中混合红和绿/黄磷光体的系统中更少的绿光或者黄光,这可以改善混合光的显色指数,可以改善器件的效率,并且可以简化颜色瞄准。

[0034] 图6图示了一种形成图2中所示的结构的方法。在阶段36中,提供LED 10。LED 10可以附接到座架16,尽管它不需要这样。在阶段38中,在预制的波长转换构件的情况下,波长转换构件12附接到LED 10,或者形成在LED 10之上。在阶段40中,波长转换侧面涂层22形成在LED 10上。波长转换侧面涂层22通常覆盖LED 10和波长转换构件12二者的侧面,尽管在一些实施例中,波长转换侧面涂层22可以覆盖仅LED 10或者仅波长转换构件12的侧面,或者LED 10和波长转换构件12中的一者或二者的侧面的一部分。

[0035] 本发明的实施例可以提供若干优点。当来自LED的顶部上的波长转换层的散射增加时,波长转换的LED的光效率降低。在一些实施例中,从LED的顶部移除一些散射波长转换材料并且将其放置在侧面上,这可以改善结构的效率。向LED的侧面施加波长转换材料可以提供可以被调节以达到由结构发射的光的期望色点的另一参数,这可以简化颜色瞄准或者改善结构的效率。波长转换侧面涂层的使用可以降低或者消除使用结构中的散射颗粒的需要,这可以降低成本和/或结构的复杂性。波长转换侧面涂层的使用可以降低由结构发射的光中的颜色关于角度的变化。波长转换侧面涂层的使用可以准许波长转换材料分离,这可以通过降低波长转换区之间的相互作用来改善效率。

[0036] 已经详细描述了本发明,本领域技术人员将领会到,考虑到本公开,可以在不脱离于本文所描述的发明概念的精神的情况下对本发明做出修改。因此,不旨在将本发明的范围限制于所图示和描述的特定实施例。



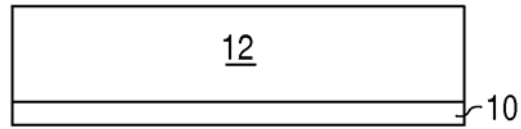


图 1

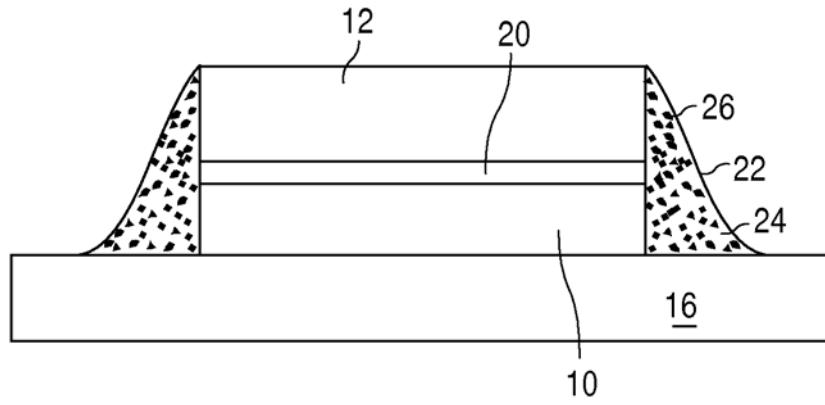


图 2

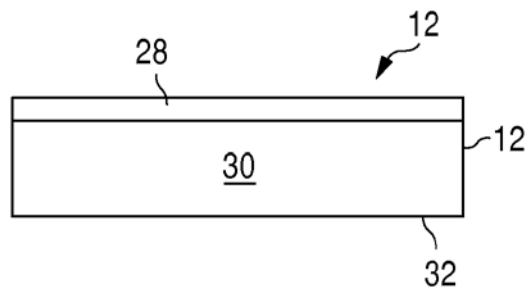


图 3

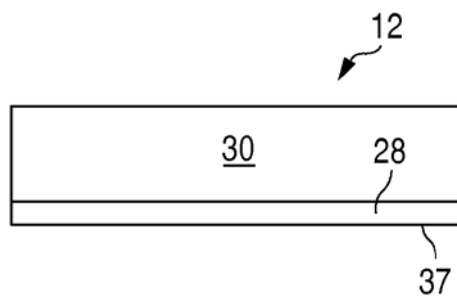


图 4

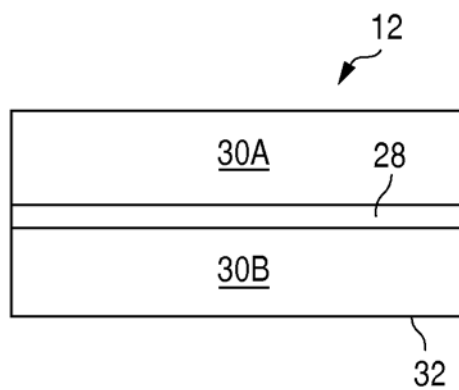


图 5

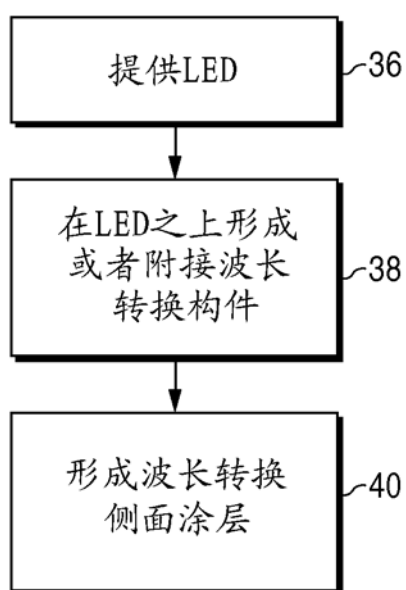


图 6