



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102299246 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201110179990. 6

审查员 武建刚

(22) 申请日 2011. 06. 24

(30) 优先权数据

144504/2010 2010. 06. 25 JP

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 葛原一功 西冈浩二

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 陈松涛 韩宏

(51) Int. Cl.

H01L 33/50(2010. 01)

H01L 33/00(2010. 01)

(56) 对比文件

US 2008128735 A1, 2008. 06. 05,

CN 1905228 A, 2007. 01. 31,

CN 101271939 A, 2008. 09. 24,

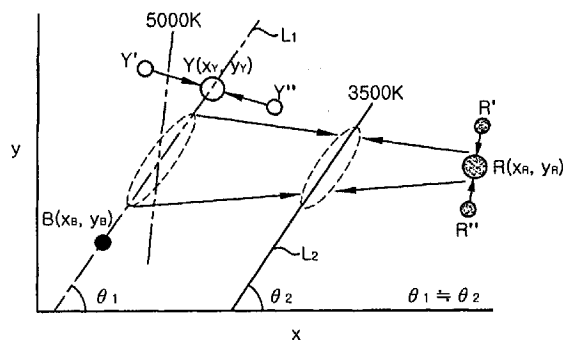
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

发光器件

(57) 摘要

本发明公开一种发光器件,包括发光元件、由从发光元件发出的光激发而发出光的第一荧光粉以及由从发光元件发出的光和/或从第一荧光粉发出的光激发而发出光的第二荧光粉。混合从发光元件发出的光、从第一荧光粉发出的光以及从第二荧光粉发出的光以使得在色度图上连接从第一荧光粉发出的光的色度坐标和从发光元件发出的光的色度坐标的线的倾斜角度等于具有预定色温的光的等温线的倾斜角度。



1. 一种发光器件,包括:

发光元件;

第一荧光粉,由从所述发光元件发出的光激发而发出光;以及

第二荧光粉,由从所述发光元件发出的光和/或从所述第一荧光粉发出的光激发而发出光,

其中,所述发光元件、所述第一荧光粉和所述第二荧光粉配置为使得在色度图上,连接从所述第一荧光粉发出的光的色度坐标和从所述发光元件发出的光的色度坐标的直线的倾斜角度基本上等于通过混合从所述发光元件发出的光、从所述第一荧光粉发出的光和从所述第二荧光粉发出的光而具有预定色温的光的等温线的倾斜角度。

2. 如权利要求1所述的发光器件,其中,在色度图上,从所述第二荧光粉发出的光的x坐标大于,连接从所述发光元件发出的光的色度坐标和从所述第一荧光粉发出的光的色度坐标的所述直线上的任一点的x坐标。

3. 如权利要求1或者2所述的发光器件,其中,所述第一荧光粉或者所述第二荧光粉是多种类型的荧光粉颗粒的组合并且所述第一荧光粉或者所述第二荧光粉受到调节以发出具有期望色度坐标的光。

4. 如权利要求1或者2所述的发光器件,还包括由密封所述发光元件的树脂材料制成的密封部件,其中所述第一荧光粉散布在所述密封部件的所述树脂材料中。

5. 如权利要求4所述的发光器件,还包括由树脂材料或者玻璃制成的盖体部件,所述盖体部件设置于沿所述密封部件的发光方向上,其中所述第二荧光粉散布在所述盖体部件的所述树脂材料或者玻璃中。

6. 如权利要求5所述的发光器件,其中,在所述密封部件和所述盖体部件之间形成间隙。

发光器件

技术领域

[0001] 本发明涉及发光元件以及使用荧光粉的发光器件,该荧光粉用于转换从该发光元件发出的光的波长。

背景技术

[0002] 由于发光二极管(LED)能够以低功耗发出高亮度光,因此LED已经用作诸如显示设备、照明装置等各种类型电子装置的光源。随着近来除了红光(R)和绿色(G)LED以外蓝光(B)LED的实际使用,通过将这些RGB LED结合到一起或者将LED与用于转换从LED发出的光的波长的荧光粉结合来实现各种发光颜色。

[0003] 此外,已知有通过将从蓝光LED直接发出的蓝光与通过使用荧光粉碰撞蓝光产生的黄光混合产生白光的发光器件。在如上所述产生白光的发光器件中,例如在密封蓝光LED的诸如硅树脂等的树脂材料中散布YAG基荧光粉。YAG基荧光粉将从蓝光LED发出的蓝光的波长转换为黄光的波长。

[0004] 然而,在通过将蓝光与黄光混合产生白光的情况下,如果在发射波长或者峰值波长的半高宽变化,或者包含在树脂材料中的荧光粉的浓度由于蓝光LED的制造公差而不均匀,则对于每一个制造对象而言混合光的色度坐标在全部方向上变化荧光粉。

[0005] 例如,如图6所示,黄光荧光粉(色度坐标 $Y(x_Y, y_Y)$)和红光荧光粉(色度坐标 $R(x_R, y_R)$)被组合用以制备具有色度坐标 $RY(x_{RY}, y_{RY})$ 的荧光粉层。此外,荧光粉层和蓝光LED芯片(色度坐标 $B(x_B, y_B)$)被组合用以产生3500K的色温。在这种情况下,通过蓝光LED芯片和黄光荧光粉设定在白光的5000K处的色温线并不与3500K的等温线(具有角度 θ)平行,这导致色温的偏差。

[0006] 近年来,由于经常以几种LED的组合形式使用例如用于照明装置的光源的利用LED的发光器件,需要针对每一个发光器件最小化色温的制造偏差。

[0007] 作为用于减小色温偏差的传统技术之一,已知有通过基于蓝光LED的发射波长和亮度对蓝光LED进行分级,并且调节荧光粉的亮度以对应于所分级的LED来减小色温偏差的白光发光器件(例如参见日本专利No. 4201167)。在该技术中,将蓝光LED和荧光粉适当地组合到一起以使得将从蓝光LED发出的光的色度坐标与从荧光粉发出的光的色度坐标以期望的色温绘制在等温线上。按照这种方式,使混合光中的色度坐标偏差位于等温线上。等温线是指绘制有提供相同色温的色度坐标的色度图上的线。如果色度坐标偏差位于等温线上,则减小了色温偏差。

[0008] 进而,已知包括色温调节部件的LED光源,该色温调节部件包含荧光粉(第二荧光粉),该荧光粉发出颜色与从发出黄光的荧光粉(第一荧光粉)发出的光的颜色不同的光(例如参见日本专利申请公开No. 2009-231569)。在该LED光源中,即使在LED发射波长、第一荧光粉的浓度等方面存在偏差,也能够使用第二荧光粉来任意设定从色温调节部件发出的最终光的色度坐标。

[0009] 上述技术可以减小单色光的色温偏差并且进行色温调节。然而,这些技术仍然具

有的问题在于难以使通过蓝光 LED 芯片和黄光荧光粉产生的白光的 5000K 色温线与 3500K 等温线（具有角度 θ ）平行，这导致难以实现期望的色温。

发明内容

[0010] 鉴于以上，本发明提供一种能够减小混合光的色温偏差的发光器件，包括诸如 LED 的发光元件以及由从发光元件发出的光激发而发出光的荧光粉。

[0011] 根据本发明的实施例，提供一种发光器件，包括：发光元件；由从发光元件发出的光激发而发出光的第一荧光粉；以及由从发光元件发出的光和 / 或从第一荧光粉发出的光激发而发出光的第二荧光粉，其中混合从发光元件发出的光、从第一荧光粉发出的光以及从第二荧光粉发出的光以使得在色度图上连接从第一荧光粉发出的光的色度坐标和从发光元件发出的光的色度坐标的线的倾斜角度等于具有预定色温的光的等温线的倾斜角度。

[0012] 从第二荧光粉发出的光的色度坐标的 x 坐标值可以高于在色度图上连接从发光元件发出的光的色度坐标和从第一荧光粉发出的光的色度坐标的线的 x 坐标值。

[0013] 第一荧光粉或者第二荧光粉可以是多种类型的荧光粉颗粒的组合并且第一荧光粉或者第二荧光粉受到调节以发出具有期望色度坐标的光。

[0014] 上述的发光器件还可以包括由密封发光元件的树脂材料制成的密封部件。并且，第一荧光粉可以散布在密封部件的树脂材料中。

[0015] 上述的发光器件还可以包括由树脂材料或者玻璃制成的盖体部件，盖体部件设置于沿密封部件的发光方向上。并且，第二荧光粉散布在盖体部件的树脂材料或者玻璃中。

[0016] 可以在密封部件和盖体部件之间形成间隙。

[0017] 根据本发明，由于从发光元件发出的光、从第一荧光粉发出的光以及从第二荧光粉发出的光的混合光的色度坐标的偏差发生在等温线上，因此可以提供能够减小色温偏差的发光器件。

附图说明

[0018] 通过下面结合附图给出的对实施例的描述，本发明的目的和特征将变得明显，在附图中：

[0019] 图 1 是根据本发明实施例的发光器件的侧视截面图；

[0020] 图 2 是该发光器件的局部分解透视图；

[0021] 图 3 是用于解释对由该发光器件发出的光的色度坐标和色温进行的调节的示意性色度图；

[0022] 图 4 是根据该实施例的发光器件的色度图的示例；

[0023] 图 5 是根据本发明的变型的发光器件的侧视截面图；以及

[0024] 图 6 是用于解释传统发光器件中发生色温偏差的原因的色度图。

具体实施方式

[0025] 以下将参照构成本发明一部分的图 1 到图 4 描述本发明的实施例。如图 1 和图 2 所示，该实施例中的发光器件 1 包括形成有凹陷 21 的衬底 2，以及安装在衬底 2 的凹陷 21 中的发光元件 3。凹陷 21 填充有由树脂制成的密封部件 4，该树脂中散布有通过由从发光

元件 3 发出的光激发而发光的第一荧光粉 5。此外,将包括安装在衬底 2 的凹陷 21 中的发光元件 3 以及填充在凹陷 21 中包含第一荧光粉 5 的密封部件 4 的封装称为 LED 封装 10。在 LED 封装 10 上沿密封部件 4 的发光方向提供盖体部件 6,并且在用于制成盖体部件 6 的树脂材料或者玻璃中散布通过从发光元件 3 发出的光或者从第一荧光粉 5 发出的光激发而发光的第二荧光粉 7。

[0026] 衬底 2 是通用发光模块中使用的衬底。衬底 2 由例如铝氧化物 (Al_2O_3) 的绝缘金属氧化物(包括陶瓷)、例如铝氮化物 (ALN) 的绝缘金属氮化物、金属、树脂、玻璃纤维等制成。凹陷 21 以四边形形状基本形成在衬底 2 的中心部分,并且其底部具有安装有发光元件 3 的安装表面 22。并不限于四边形形状,凹陷 21 可以具有截锥形状、多面锥形形状或者其它形状。此外,如果安装表面 22 涂覆有绝缘层,则凹陷 21 可以涂覆有具有高光反射率的金属材料。

[0027] 安装表面 22 具有由诸如金 (Au)、银 (Ag) 等的导电金属制成的布线图案(未示出)并且电连接到发光元件 3 和外部功率端子。可选地,衬底 2 可以包括形成在其中的通孔,由导电金属制成的布线插入该通孔,以提供形成在衬底 2 的后表面上而非衬底 2 的前表面上的布线图案(未示出)。除了端子之外,这些布线图案涂覆有绝缘层。

[0028] 发光元件 3 并没有特别的限制,只要其是能够发出期望颜色光的光源,但是可以优选是发出蓝光的 GaN 基蓝光 LED 芯片。在该实施例中,尽管使用矩形的芯片作为发光元件,但是发光元件的形状并不限于此,而是可以根据发光器件 1 的使用而变化。发光元件 3 包括具有堆叠结构的发光部分,该堆叠结构包括 p 型氮化物半导体层、发光层以及 n 型氮化物半导体层、电连接到 n 型氮化物半导体层的阴极电极、以及电连接到 p 型氮化物半导体层的阳极电极。阴极电极和阳极电极形成在该元件的底部侧并且发光元件 3 通过将阴极电极和阳极电极经由焊盘 (bump) 焊接到布线图案的元件端子而安装在衬底 2 上。尽管在该实施例中将表面向下类型的发光元件 3 进行芯片倒装 (flip) 安装,但是发光元件 3 也可以是表面向上类型芯片,在这种情况下,例如通过使用芯片接合和引线接合来安装元件。此外,可以在发光元件 3 的发光表面上形成用于增加发光效率的凸透镜。

[0029] 密封部件 4 由诸如硅树脂、环氧树脂或者具有上述二者的特性的变型环氧树脂的透明树脂材料制成。第一荧光粉 5 以预定浓度包含在树脂材料中并且利用灌注将该树脂材料以预定厚度填充在凹陷 21 中。

[0030] 对于第一荧光粉 5,使用基于诸如发光器件 1 要求的色温的发光性能以及诸如发光元件 3 的发射波长的发光特性选择的不同种类的荧光粉,其中荧光粉以预定浓度混合在树脂材料中。如果使用 GaN 基蓝光 LED 作为发光元件 3,则由荧光粉 5 吸收和激发从发光元件 3 发出的一部分蓝光。在这种情况下,对于第一荧光粉 5,适当地使用峰值波长在从 500 到 650nm 波长范围中的已知的黄光荧光粉。该黄光荧光粉具有在黄光波长范围中的发光峰值波长并且其发光波长范围包括红光波长范围。可以使用具有钇和铝的合成氧化物的石榴石晶体结构的 YAG 基荧光粉作为黄光荧光粉,但是并不限于此。此外,第一荧光粉 5 可以是各种类型的荧光粉颗粒的组合。

[0031] 盖体部件 6 可以通过对含有荧光粉的树脂材料进行模制而形成的片状部件,通过将荧光粉混合在诸如硅树脂、环氧树脂或者丙烯酸树脂等的透明树脂材料中制成该含有荧光粉的树脂材料。可选地,可以通过使用诸如印刷、喷墨、灌注等的涂覆方法在发光元件 3

上涂覆树脂材料来形成盖体部件 6。此外,树脂材料可以包含填充剂等,用以提供光混合并且增加热传导性。此外,对于盖体部件 6 可以使用玻璃。在这种情况下,混合玻璃粉末和荧光粉颗粒并且将所混合的粉末放置在加框板上。通过在低压和高温的大气中熔化和固化所混合的粉未来形成荧光粉散布的玻璃。

[0032] 对于第二荧光粉 7,与第一荧光粉 5 类似,使用基于诸如发光器件 1 要求的色温的发光性能以及诸如发光元件 3 或者第一荧光粉 5 的发光波长的发光特性确定的不同种类的荧光粉。将第二荧光粉 7 以预定浓度混合在树脂材料或者玻璃材料中。如果使用 GaN 基蓝光 LED 作为发光元件 3 并且使用黄光荧光粉作为第一荧光粉 5,则通过第二荧光粉 7 吸收和激发从发光元件 3 和 / 或第一荧光粉 5 发出的一部分光。在这种情况下,对于第二荧光粉 7,适当地使用峰值波长在从 600 到 750nm 波长范围中的已知的橙光或者红光荧光粉。例如,可以使用 SCASN 荧光粉颗粒作为第二荧光粉。此外,第二荧光粉 7 可以是各种类型荧光粉颗粒的组合。

[0033] 在发光器件 1 中,首先,从发光元件 3 发出的光激发在密封部件 4 中散布的第一荧光粉 5 从而使第一荧光粉 5 发光。入射到盖体部件 6 中的从发光元件 3 发出的光以及从第一荧光粉 5 发出的光激发在盖体部件 6 中散布的第二荧光粉 7 从而使第二荧光粉 7 发光。在盖体部件 6 中混合从发光元件 3 发出的光、从第一荧光粉 5 发出的光以及从第二荧光粉 7 发出的光以透过盖体部件 6 的发光表面发出。

[0034] 现在,将参照图 3 描述调节由发光器件 1 发出的光的色度坐标和色温的处理。发光器件 1 被配置为使得在色度图上线 L_1 的倾斜角度 θ_1 等于通过混合从发光元件 3 发出的光、从第一荧光粉 5 发出的光以及从第二荧光粉 7 发出的光而具有预定色温的光的等温线 L_2 的倾斜角度 θ_2 ,其中该线 L_1 连接从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标 $Y(x_Y, y_Y)$ 和从发光元件 3 发出的光的色度坐标 $B(x_B, y_B)$ 。这里,术语“预定色温”是指从发光器件 1 发出的光的期望色温,在该实施例中是 3500K。此外,将从第二荧光粉 7 发出的光的色度坐标表示为 $R(x_R, y_R)$ 。

[0035] 现在将描述 LED 封装 10 的调节处理。首先,测量从发光元件 3 发出的光的色度坐标并且将其绘制在色度图上。然后,绘制具有倾斜角度 θ_2 的 3500K 色温的等温线以经过所绘制的坐标,并且确定第一荧光粉 5 的类型、浓度、混合物比例等,以使得从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标位于所绘制的等温线上。

[0036] 由于从发光元件 3 发出的光的色度坐标由于 LED 芯片的制造公差而发生偏差,因此难以调节制造发光器件 1 中的偏差。但另一方面,按照第一荧光粉 5 的类型、浓度、混合物比例等精确地选择和测量第一荧光粉 5 以混合在制成密封部件 4 的树脂材料中。因而,可相对容易地精确调节从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标。

[0037] 因此,在色度图上,连接从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标与从发光元件 3 发出的光的色度坐标的线的倾斜度可以与 3500K 色温的等温线的倾斜度相同。

[0038] 在混合从第一荧光粉 5 发出的光和从发光元件 3 发出的光的情况下,调节的 LED 封装 10 沿着线 L_1 在该光的色度坐标中产生偏差,该线 L_1 的倾斜角度 θ_1 等于最终期望的色温的等温线 L_2 的倾斜角度 θ_2 。结果,虽然色温偏差仍然处于增加的状态,但是能够使 LED 封装 10 中的色度坐标偏差位于线 L_1 上。

[0039] 接下来,将描述散布有第二荧光粉 7 的盖体部件 6 形成在 LED 封装 10 的密封部件

4 的发光表面上的发光器件 1 的调节处理。与第一荧光粉 5 类似,可以按照其类型、浓度、混合物比例等精确地选择和测量第二荧光粉 7。此外,由于盖体部件 6 能够以其受控的厚度、形状等形成,因此相比于从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标,能够更加精确地调节从第二荧光粉 7 发出的光的色度坐标。

[0040] 这里,如果在将从第二荧光粉 7 发出的光与从第一荧光粉 5 和发光元件 3 发出的光组合时从第二荧光粉 7 发出的光的强度等于从第一荧光粉 5 和发光元件 3 发出的光的强度,则在保持线 L_1 的倾斜角度 θ_1 的同时,色度坐标偏差朝向第二荧光粉 7 的色度坐标 $R(x_R, y_R)$ 偏移,并且偏差范围基本位于色温的等温线 L_2 上。即,在将从第二荧光粉 7 发出的光与从第一荧光粉 5 和发光元件 3 发出的光组合时,从发光器件 1 发出的光的色度坐标偏差沿着等温线 L_2 发生,以使得色温偏差减小。这实现具有小色温偏差的发光器件 1。

[0041] 进而,在该实施例中,在色度图上,从第二荧光粉 7 发出的光的色度坐标 R 的 x 坐标值高于连接从发光元件 3 发出的光的色度坐标 B 以及从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标 Y 的线 L_1 的 x 坐标值。即,色度坐标 R 位于色度图的右侧上。换句话说,发光元件 3 和第一荧光粉 5 的组合发出具有高色温的光,并且第二荧光粉 7 与它们的组合使得混合光的色温向低色温偏移。因而,通过将不均匀的色温沿着高色温范围(色度图的左侧)中的线 L_1 向低色温范围(色度图的右侧)偏移,能够使所偏移的色温与预定色温的等温线 L_2 一致,从而减小色温偏差。

[0042] 进而,一种类型的第一荧光粉 5 可以发出具有期望色度坐标 $Y(x_Y, y_Y)$ 的光,或者可以调节具有不同色度坐标(例如 Y' 和 Y'')的多种类型的荧光粉(在该实施例中为两种类型)的组合以发出具有期望色度坐标 $Y(x_Y, y_Y)$ 的光,如图 3 所示。一种类型的第二荧光粉 7 可以发出具有期望色度坐标 $R(R_Y, R_Y)$ 的光,或者可以调节具有不同色度坐标(例如 R' 和 R'')的多种类型的荧光粉(在该实施例中为两种类型)的组合以发出具有期望色度坐标 $R(R_Y, R_Y)$ 的光。

[0043] 在该实施例中,第二荧光粉 7 将从 LED 封装 10 发出的光的色度坐标偏差偏移到具有最终色温的光的等温线 L_2 。在该偏移期间,可以在 LED 封装 10 或者盖体部件 6 中附加地包括第三荧光粉(未示出)以实现将偏差偏移到单独的色度坐标的处理。

[0044] 以下,将参照图 4 更加详细地描述根据当前实施例的发光器件 1 的制造过程,包括调节从发光器件 1 发出的光的色度坐标和色温。在该示例中,假设从发光器件 1 发出的光的期望色温也为 3500K。

[0045] 发光元件 3 是发出峰值波长为大约 450nm 的蓝光的 GaN 基半导体并且使用具有 1mm 边长和大约 100 μm 厚度的方形蓝光 LED。使用具有镀金(Au)布线图案的氧化铝陶瓷封装衬底作为衬底 2。密封部件 4 由硅树脂制成,该硅树脂中包含 30%重量比的 YAG 基荧光粉颗粒作为第一荧光粉 5 并且将该硅树脂灌注在衬底 2 的凹陷 21 中以具有大约 100 μm 的厚度,从而密封发光元件 3。这样形成的 LED 封装 10 具有从大约 4800K 到 5200K 的色温范围并且沿着与 3500K 色温的等温线相同倾斜角度的线发生色度坐标偏差。该偏差理论上由于第一荧光粉 5 的含量偏差或者散布偏差、硅树脂的灌注量的偏差等而发生。

[0046] 接下来,通过将含有 3%重量比的作为第二荧光粉 7 的 SCASN 荧光粉颗粒的硅树脂模制为具有 0.4mm 厚度的片状部件来形成盖体部件 6。通过模制盖体部件 6,可以将其厚度精度调节到几微米的数量级并且能够缩短将荧光粉和树脂的混合物注射到模具中并且

完成对其的高温硬化所需的时间。因而,能够减小荧光粉的散布偏差或者厚度偏差,并且也能够减小由于包含在盖体部件 6 中的第二荧光粉 7 导致的色温偏差。结果,能够精确地“偏移”色度坐标偏差以沿着期望的等温线发生。

[0047] 将这样形成的盖体部件 6 与 LED 封装 10 组合,从而完成发光器件 1。从这样的发光器件 1 发出的光的色度坐标偏差沿着 3500K 色温的等温线发生,并且几乎不发生其色温偏差。因此,能够获得具有小色温偏差的发光器件 1。此外,可以选择第二荧光粉 7 的类型、浓度等以将 LED 封装 10 的色度坐标偏差根据普朗克轨迹“偏移”到长波长侧。这实现了能够发出自然颜色光的发光器件 1。

[0048] 以下,将参照图 5 描述根据当前实施例的变型的发光器件。该变型中的发光器件 1 具有形成在密封部件 4 和盖体部件 6 之间的间隙 8。该变型中的其它配置与上述实施例的相同。利用该配置,从盖体部件 6 中的第二荧光粉 7 发出的光中导向 LED 封装 10 的一部分光由盖体部件 6 和间隙 8 之间的界面完全反射。这使得更有可能实现透过盖体部件 6 的发光表面发光以及提高光利用效率。此外,随着被完全反射的光在盖体部件 6 中进一步混合,能够进一步均匀透过盖体部件 6 的发光表面的光的色温。此外,间隙 8 可以填充有填充剂等以增加发光效率或者提高热耗散。

[0049] 此外,可以对本发明进行各种方式的修改而不限于上述实施例,只要色度图上连接从第一荧光粉 5 发出的光的色度坐标 Y 和从发光元件 3 发出的光的色度坐标 B 的线 L_1 的倾斜角度 θ_1 能够等于具有期望色温的光的等温线 L_2 的倾斜角度 θ_2 。此外,盖体部件 6 可以是由各自散布有不同荧光粉的两个或者更多树脂层形成的部件,并且可以将该不同荧光粉组合为具有与上述实施例中的第二荧光粉 7 相同的功能。而且,例如,可以提供包含第四荧光粉的光转换部件(未示出)以进一步转换发光器件 1 的发光波长。

[0050] 尽管关于所述实施例示出和描述了本发明,但是本领域的普通技术人员将理解,在不偏离由下面的权利要求限定的本发明的范围的情况下可以做出各种改变和变型。

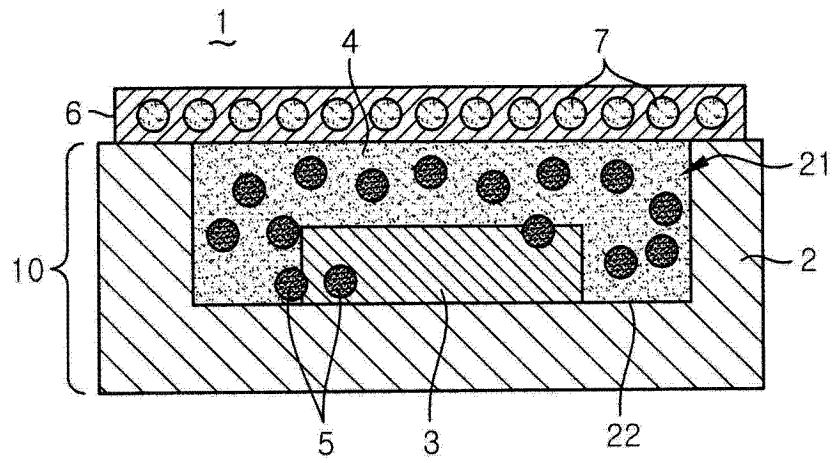


图 1

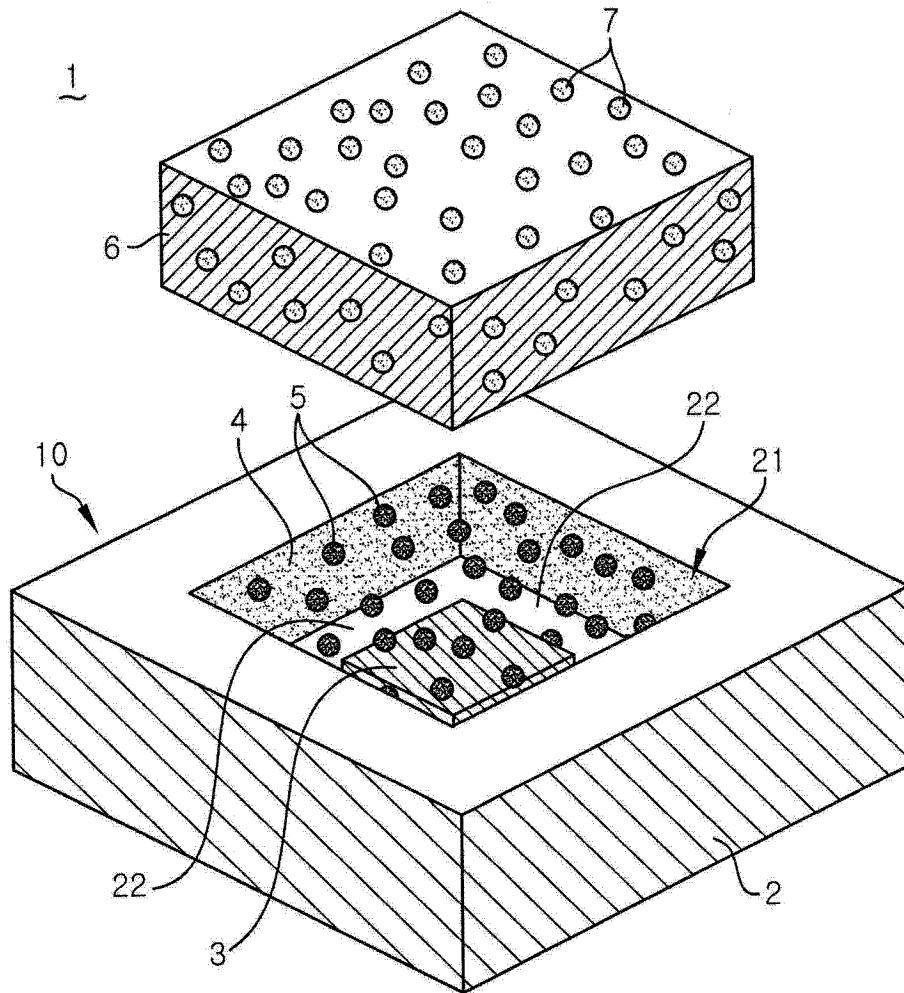


图 2

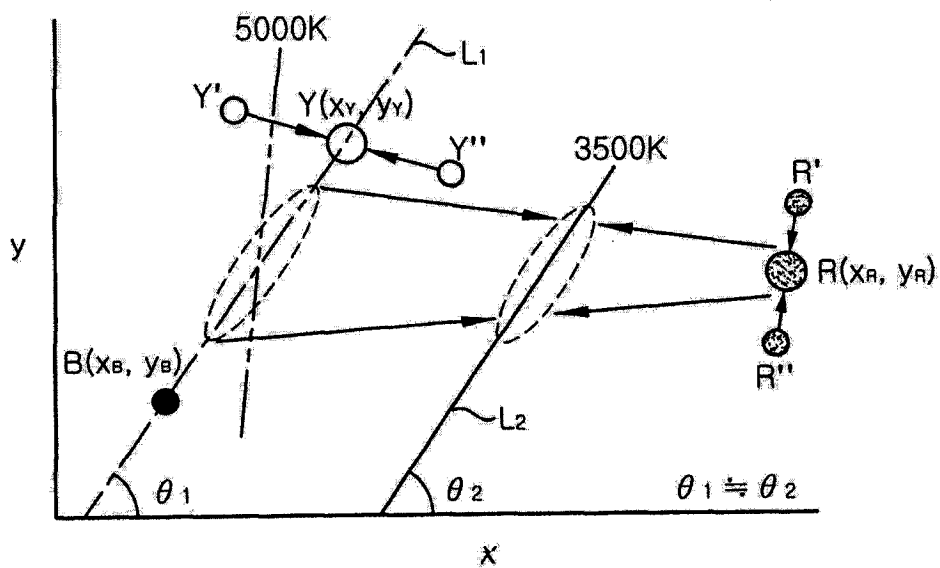


图 3

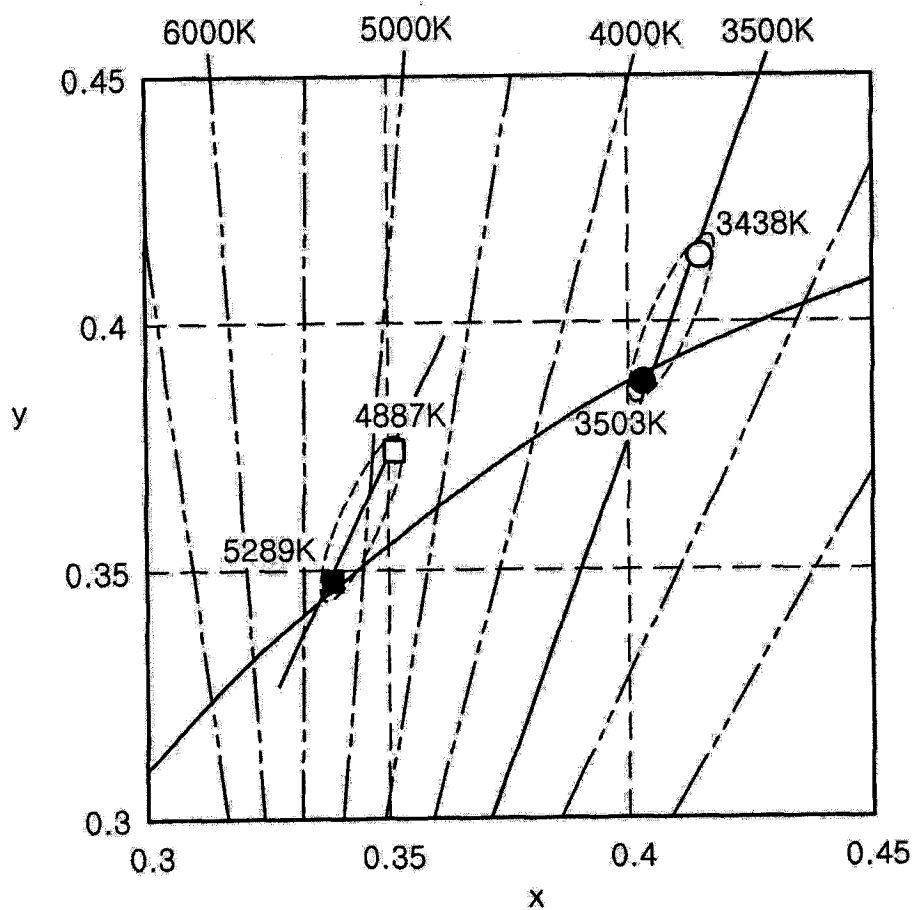


图 4

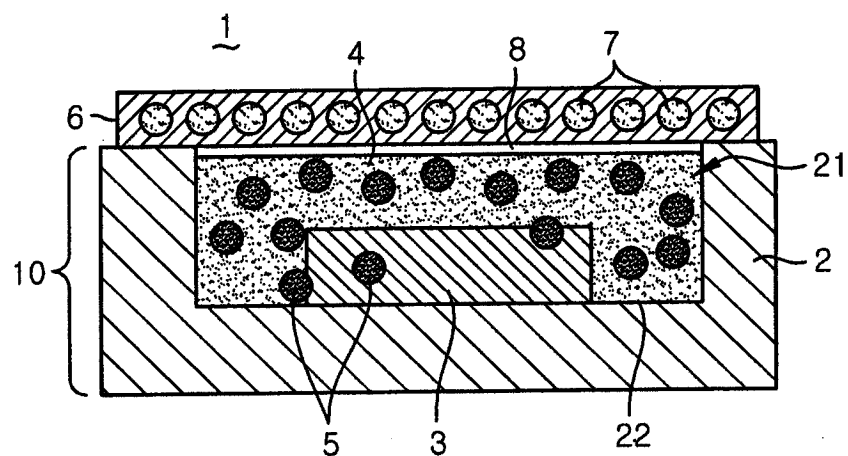


图 5

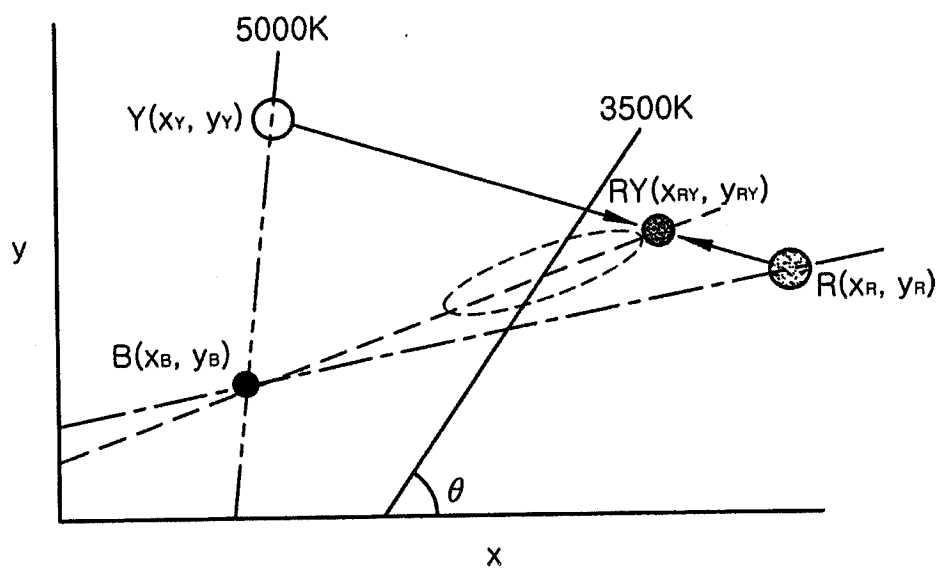


图 6 现有技术