

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680002060.0

[51] Int. Cl.

C09K 11/77 (2006.01)
C09K 11/78 (2006.01)
C09K 11/79 (2006.01)
C09K 11/80 (2006.01)

[43] 公开日 2008年1月9日

[11] 公开号 CN 101103088A

[22] 申请日 2006.1.6

[21] 申请号 200680002060.0

[30] 优先权

[32] 2005.1.10 [33] EP [31] 05100093.3

[86] 国际申请 PCT/IB2006/050050 2006.1.6

[87] 国际公布 WO2006/072918 英 2006.7.13

[85] 进入国家阶段日期 2007.7.10

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 P·施米特 W·布塞尔特

S·戈尔施

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 李静岚 谭祐祥

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 4 页

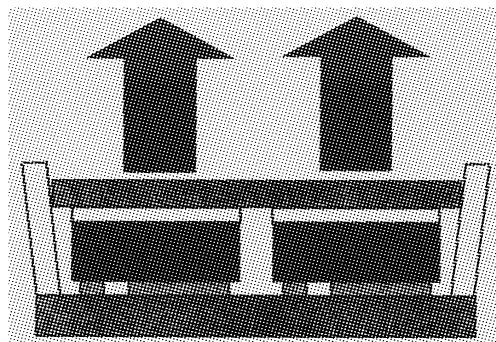
[54] 发明名称

包含陶瓷发光转换器的照明系统

[57] 摘要

一种照明系统，它包含一辐射光源和一单片陶瓷发光转换器，该单片陶瓷发光转换器包含至少一种无机发光材料，该无机发光材料能够吸收辐射光源发射的光以及发射与被吸收的光波长不同的光，其中所述的至少一种无机发光材料是一种铈(II)激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_2 - zSi_5 - aAlaN_8 - bOb : Eu_z$ ，其中 $0 < a < 4$ ， $0 < b < 4$ ， $0 < z < 0.2$ ；EA 至少是从钙、钡和锶中选择的一种碱土金属，这种照明系统提供了一种具有对高能辐射转换有效的转换器的系统，比如在电磁光谱的 UV 到蓝光范围内的辐射。因为它对于由高能辐射输入的转换而产生的光能来说是一种很好的传送器，所以它也是有效地。否则，光将在材料中被吸收，且总的转换效率受到损害。本发明也涉及到一种单片陶瓷发光转换器，它包含至少一种无机发光材料，该无机发光

材料能够吸收由辐射光源发射的光以及发射与被吸收的光波长不同的光；其中所述的至少一种无机发光材料是一种铈(II)激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_2 - zSi_5 - aAlaN_8 - bOb : Eu_z$ ，其中 $0 < a < 4$ ， $0 < b < 4$ ， $0 < z < 0.2$ ；EA 至少是从钙、钡和锶中选择的一种碱土金属。



1. 照明系统，包含辐射光源和单片陶瓷发光转换器，该陶瓷发光转换器包含至少一种无机发光材料，该无机发光材料能够吸收辐射光源所发射的光以及发射与被吸收的光的波长不同的光；其中所述的至少一种无机发光材料是铕（II）激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属。

2. 根据权利要求 1 的照明系统，其中所述的辐射光源是发光二极管。

3. 根据权利要求 1 的照明系统，其中所述的单片陶瓷发光转换器是第一发光转换元件，进一步包含一个或多个第二发光转换元件。

4. 根据权利要求 3 的照明系统，其中第二发光转换元件是包含无机发光材料的涂层。

5. 根据权利要求 3 的照明系统，其中第二发光转换元件是包含第二无机发光材料的第二单片发光转换器。

6. 单片陶瓷发光转换器，包含至少一种无机发光材料，该无机发光材料能够吸收辐射光源所发射的光以及发射与被吸收的光的波长不同的光，其中所述的至少一种无机发光材料是铕（II）激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 至少是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属。

包含陶瓷发光转换器的照明系统

技术领域

本发明通常涉及一种包含辐射光源和陶瓷发光转换器 (ceramic luminescence converter) 的照明系统。本发明也涉及用于这种照明系统中的陶瓷发光转换器。

尤其本发明涉及一种照明系统和一种用于通过基于发射紫外或蓝光辐射的辐射光源的下转换发光和附加颜色混合 (additive color mixing) 产生特定的、有色光 (包括白光) 的陶瓷发光转换器。特别的是, 想到使用发光二极管作为辐射光源。

背景技术

最近, 人们进行了各种尝试, 通过使用发光二极管作为辐射光源来制造白光照明系统。当使用红、绿和蓝光发光二极管来产生白光时, 存在着这样的问题, 由于色度、亮度和发光二极管其他因素的变化而导致不能产生理想色度的白光。

为了解决这些问题, 以前一直研制各种照明系统, 其利用含无机发光材料 (phosphor) 的发光材料转换发光二极管的颜色来提供可见的白光照明。

以前的白光照明系统一直特别地基于二色性 (BY) 近似, 混合黄色和蓝色, 在这种情况下, 输出光的黄色二级成分可以通过黄色的无机发光材料提供, 蓝光成分可以由无机发光材料或由蓝光 LED 的初级发射提供。

尤其, 如美国专利 5,998,925 所公开的二色性近似使用结合有 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG- Ce^{3+}) 磷光粉的基于 InGaN 的半导体材料的蓝光发光二极管。YAG- Ce^{3+} 磷光粉涂覆在 InGaN LED 上, 一部分从 LED 发射的蓝光被无机发光材料转化成黄光。另一部分来自 LED 的蓝光透过无机发光材料。因而, 这个系统发射从 LED 发射的蓝光和从无机发光材料发射的黄光。在七十年代中期, 蓝光和黄光发射波段的混合使观察者用典型的 CRI 感觉到的是白光, 色温 T_c 的范围是从约 6000K 到约 8000K。

然而，在现有技术的包含微晶磷光粉的照明系统中一直存在着一个问题：由于无机发光材料不透明而导致其不能用于很多应用中。不透明是由于微晶无机发光材料对光的散射引起的。

DE 10349 038 公开了一种光源，它包含至少一个提供初级辐射的发光二极管和至少一个包含用于将初级辐射转化为第二辐射的无机发光材料的多晶发光转换器。这样的多晶发光转换器提供了较少的光散射和吸收。无机发光材料可以是 Ce 掺杂的钇铝镓 (YAG-Ce³⁺)。

然而，现有技术的对具有增强透明度的照明系统的解决方案存在着不充分的色彩再现的缺陷。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种用于产生白光的照明系统，它具有适当的光提取效率和透明度以及真实的色彩再现。

根据本发明的另一个目的是提供用于产生红光到琥珀色光的照明系统。

因而，本发明提供了一种照明系统，它包含辐射光源和单片 (monolithic) 陶瓷发光转换器，该单片陶瓷发光转换器包含至少一种无机发光材料，该无机发光材料能够吸收辐射光源发射的光以及发射和被吸收的光的波长不同的光，其中所述的至少一种无机发光材料是铕 (II) 激发的氧氮铝硅 (oxonitridoaluminosilicate)，通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_bN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属 (earth alkaline metal)。

优选地所述的辐射光源是发光二极管。

根据本发明的一个实施例，所述的单片陶瓷发光转换器是一个第一发光转换器元件，进一步包含一个或多个第二发光转换器元件。

第二发光转换器元件可以是一涂层，包含第二种无机发光材料。否则，第二发光转换器元件可以是一个第二单片陶瓷发光转换器，其包含有第二种无机发光材料。

根据本发明的另一方面，单片陶瓷发光转换器包含至少一种无机发光材料，该无机发光材料能够吸收辐射光源发射的光以及发射和被吸收的光的波长不同的光；其中所述的至少一种无机发光材料是铕 (II) 激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_bN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 至少是从钙、钡和锶中选择的一种碱土金

属。

这样的转换器是有效的，因为它对于高能辐射来说是一种好的转换器，比如从紫外到蓝光电磁光谱范围的辐射。因为它对于由高能辐射输入而转换产生的光能是一种很好的光能传输器，所以它也是有效地。否则，光将在材料中被吸收，整个转换效率受到损害。

附图说明

图 1 显示了二色性的白光 LED 灯的侧面示意图，该 LED 灯包含一个放置在由发光二极管倒装焊 (flip chip) 结构所发射的光的光路上的本发明陶瓷发光转换器。

图 2 显示一个蚀刻的陶瓷发光转换器的微结构，放大倍数 1000: 1。

图 3A 显示由 Cu K α 辐射光测量的根据本发明的陶瓷发光转换器的 XRD 图案。

图 3B 显示所计算出的 Sr₂Si₅N₈ 的 XRD 图案。

图 4 显示根据本发明的陶瓷发光转换器的发射光谱 ($\lambda_{exc} = 450\text{nm}$)。

图 5 显示 a) 对从 50 到 300mA 的不同驱动电流时的发射光谱 b) 红光 638nm CLC 照明系统的输出特性。

具体实施方式

本发明集中于在任意结构的照明系统中的包含铕 (II) 激发的氧铝硅无机发光材料的单片陶瓷发光转换器，该照明系统包含一种初级辐射光源，其包括但不限于放电灯、荧光灯、无机和有机发光二极管、激光二极管和 X 射线管。如此处所用的，术语“辐射”包括在 X-射线、紫外、红外和可见光区域的电磁光谱范围内的辐射。

虽然预计到该单片陶瓷发光转换器用于大的照明阵列中，但是本发明的描述特别参照包含发光二极管 (尤其是紫外和蓝光发光二极管) 的照明系统进行描述且发现其特别的应用。

通常，单片陶瓷发光转换器是一个陶瓷基体，当受到高能电磁光子激发时，它发射在可见光或近可见光谱的电磁辐射。

单片陶瓷发光转换器其特征在于它的典型微结构。单片陶瓷发光转换器的微结构是多晶，也就是隐晶 (krypto-cristalline) 或纳米晶 (nanocrystalline) 微晶的无规则聚结。微晶生长以紧密接触并共

享晶界。宏观地看单片陶瓷似乎是各向同性晶体，但是利用 SEM（扫描电子电镜（scanning electro microscopy））可以很容易检测到多晶微结构。

因为它们的多晶微结构的原因，陶瓷发光转换器是透明的，或者至少具有低光吸收的很高的光半透明性（optical translucency）。

单片陶瓷发光转换器包含一种铕（II）激发的氧氮铝硅的无机发光材料，其通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$, $0 < b \leq 4$, $0 < z \leq 0.2$ ；EA 至少是从具有高度物理完整性的钙、钡和锶组成的组中选择的一种碱土金属，这种高度物理完整性的特性对于材料的机械加工和抛光很有用，以提高光提取且使得能够产生光导效应（light guiding effect）。

对于本发明所使用的无机发光材料材料的种类是基于铕（II）激发的氧和铝被氮硅（nitridossilicate）替代的发光。无机发光材料通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 2$ ，且 $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从包含主体晶格的钙、钡和锶组成的组中选择的至少一种碱土金属，其中主要成分是硅和氮。主体晶格也包含氧和铝。主体晶格被期望具有在三维网格上由（N-Si-N-）和（O-Si/Al-N）-单元组成的结构，其中硅被氮和氧四面体地包围。

可以制造通常形式 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_z$ 的一系列成分，其对于 $0 < a \leq 2$ 和 $0 < z \leq 0.2$ 范围形成完整的固溶体，并结晶成正交晶系。

表 1 与现有技术成分（斜体字）相比较地揭示了晶体学数据，CIE 1931 颜色坐标和根据分子式 $(Sr_{1-x-y}Ba_x)_2Si_{5-a}Al_aN_{8-a}O_a:Eu_y$ 的成分的发射波长。

成分	a [Å]	b [Å]	c [Å]	λ_{max} [nm]	x	y
$Sr_2Si_3Al_2N_6O_2:Eu$	9.551	6.739	5.801	640	0.636	0.363
<i>$Sr_2Si_5N_8:Eu$</i>	9.341	6.821	5.711	620	0.616	0.383
<i>$Ba_2Si_5N_8:Eu$</i>	9.391	6.959	5.783	580	0.516	0.482

在主体晶格中加入氧和铝增加了共价键比例和配位场分裂。结果，和基本的氮硅晶格相比，这导致激发的发射谱带向长波长偏移。

在三维网格内，金属离子如碱土金属以及铕（II）和最终的共激活因子（co-activator）结合。优选地，碱土金属从钙、锶和钡中选取。对于这些材料的主体晶格可以是六元素（两个阳离子）的氧氮铝

硅（比如铕（II）激发的锶氧氮铝硅 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{Al}_2\text{N}_6\text{O}_2:\text{Eu}$ ），或者可以包含多于六个元素（比如铕（II）激发的锶-钡氧氮铝硅 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{Si}_3\text{Al}_2\text{N}_6\text{O}_2:\text{Eu}$ ）。

铕（II）的比例 z 优选地在 $0.05 < z < 0.2$ 范围内。当铕（II）的比例 z 比较低时，因为铕（II）阳离子减少而导致光致发光的受激发射中心的数量减少，所以亮度减小，当 z 大于 0.2 时，发生密度淬灭（density quenching）。密度淬灭是指，当为了增加荧光材料的亮度所添加的激活剂的浓度被增加超出一个最佳值时发生的发射强度减小。

这些铕（II）激发的氧氮铝硅无机发光材料对电磁光谱的更高能部分比电磁光谱的可见光部分敏感。

特别的是，根据本发明的无机发光材料尤其是可由紫外发射谱线激发的，其具有 200 到 420nm 这样的波长，但是被具有 400 到 495nm 波长的蓝色发光成分所发射的 LED 光以更高效率激发。因而单片陶瓷发光转换器的荧光材料具有将氮化物半导体发光成分的蓝光转换为白光或有色的黄光、琥珀色光或红光的理想特性。

单片陶瓷发光转换器的制造是通过：第一步制备一种荧光微晶磷光粉材料，第二步各向同性地将微晶材料压成小球，且在高温中烧结小球，经过一段时间足以使其紧致成光学半透明的基体。

本发明制造微晶磷光粉的方法没有特别限制，可以采用任意提供根据本发明的无机发光材料的方法来制造。

制造根据本发明的无机发光材料的优选方法被称作固态法。在这个方法中，无机发光材料前体（precursor）材料在固态时被混和，并被加热使得这些前体反应并形成了无机发光材料材料粉末。

在一个具体实施例中，这些发射红光到黄-红光的无机发光材料通过下列技术制备成磷光粉：为了制备二价金属的混和氧化物，将碱土金属的高纯硝酸盐、碳酸盐、草酸盐、醋酸盐和铕（III）搅拌溶解在 25-30 毫升的去离子水中。溶液在热板（hot-plate）上加热搅拌直到水蒸发掉，就得到和成分有关的白色或黄色的糊状物。

固体在 120 度干燥一整夜（12 小时）。将所得到的固体精细地研磨，并放入一个高纯度氧化铝坩锅中。将坩锅装载到含木炭的盆内，然后送入管式炉中，用流动的氮气/氢气清洗几个小时。炉子的参数是

10°C/min 升到 1600°C, 随后在 1300°C 停留 4 小时, 之后关闭炉子, 使得冷却到室温。这些金属氧化物和氮化硅 Si_3N_4 以及氮化铝 AlN 以预先设定的比率混和。混合物被放进一个高纯度氧化铝坩锅中。这些坩锅被装载到含木炭的盆中, 然后送入管式炉中, 用流动的氦气/氢气清洗几个小时。炉子的参数是 10°C/min 升到 1600°C, 随后在 1300°C 停留 4 小时, 之后炉子缓慢冷却到室温。在进行在 1600°C 的第二退火步骤之前, 样品再次被精细研磨。在流动的氦气中, 经过在稍低温度的额外的第三次退火, 可以提高光输出。

磷光粉材料也可以通过液相沉淀方法制备。在这种方法中, 包括可溶解的无机发光材料前体的溶液经化学方法处理以沉淀无机发光材料微粒或无机发光材料微粒前体。这些微粒通常在高温中煅烧以形成无机发光材料化合物。

在另一种方法中, 磷光粉微粒前体或无机发光材料微粒被分散在灰浆中, 然后其被喷射干燥来蒸发掉液体。随后这些微粒高温烧结成固态, 以使得粉末结晶, 形成无机发光材料。然后通过高温烧结使粉末结晶并形成无机发光材料, 所述喷射干燥的粉末被转换成一种氧化物无机发光材料 (oxide phosphor)。然后, 这些经过烧结的粉末被轻轻地压碎和碾磨, 以重新得到所需微粒大小的无机发光材料微粒。

通过这些方法得到的细小颗粒的微晶磷光粉被用于制备根据本发明的陶瓷发光转换器。为了这一目标, 适当的磷光粉经受非常的高压, 其或者与在高温的处理结合或者随后进行单独的热处理。优选的是等静压法。

特别优选的过程是热等静压处理, 否则是紧随烧结后的冷等静压处理。也可以紧随热等静压法之后应用冷等静压和烧结的结合。

有必要认真监视致密化过程, 来控制晶粒生长和消除残留气孔。

无机发光材料材料的加压和热处理过程生成了单片陶瓷基体, 它很容易用当前的金相学工艺进行切割、机械加工和抛光。多晶陶瓷材料可以被切割成 1 毫米或小于 1 毫米宽的薄片。优选地, 陶瓷被抛光以得到光滑表面, 并阻止由于表面粗糙而引起的漫散射。

具体实施例

下列数量的碳酸锶和氧化铈被彻底地干燥混和:

SrCO_3 : 20.0g

Eu_2O_3 : 0.487g

该混和物被放在氧化铝坩锅中，且在还原空气中在 1200°C 煅烧 2 小时，该还原空气是含 5%（体积比）氢气的氮气的组合物。在冷却到室温后，在手套式操作箱中将得到的粉末块在干燥的氮气下粉碎成细小的粉末。

将下列数量的所得到的混和的氧化物粉末和氮化硅粉末在干燥丙酮中湿拌在一起。

(Sr, Eu) O: 5.0g

Si_3N_4 : 3.77g

在通过丙酮的蒸发将粉末混和物干燥后，将其放在氧化铝坩锅中，并在含 5%（体积比）氢气的氮气的还原空气中在 1550°C 烧制 2 小时。将原始的磷光粉用有机的乙二醇粘结剂混合，压制成小球，并通过在 44800Psi ($3.091 \times 10^8 \text{N/m}^2$) 下冷等静压处理使其进一步致密化。然后陶瓷绿色基体放在钨箔上，在如上所述的相同还原空气中在 1700°C 烧制 2 小时。在冷却到室温后，所得到的氮化物陶瓷被切割成薄片。这些薄片经过研磨和抛光后得到最终的半透明的氮化物陶瓷。CLC 微结构（图 2）以 1000: 1 的放大倍数显现了形成了晶界网格的微晶的统计粒状结构。所述陶瓷呈现的密度为 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ (3.904g/cm^3) 的理论密度的 97%。可以通过陶瓷在氮气氛（温度范围： $1600-1780^\circ\text{C}$ ，压力范围： $2000-30000\text{PSI}$ (138.00×10^5 至 $2.070 \times 10^8 \text{N/m}^2$)) 中的热等静压过程以消除剩余气孔，来进一步提高样品的密度。

荧光陶瓷 (phosphor ceramics) 其特征 在于粉末 X-射线衍射 (Cu, $\text{K}\alpha$ -line)。图 3 与基于对 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 的结构数据计算出来的 XRD 图案的相比较地示出了单片陶瓷发光转换器的 X-射线衍射数据。

如图 3 中所示的 X-射线衍射图案和计算出的 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8$ 的 XRD 图案一致，由于用铈替代了铕而导致位置和强度有某些的小的偏离。

烧结后的无机发光材料用产生具有 365 纳米的峰值波长的紫外光的汞灯激发。无机发光材料的光致发光可以用 Minolta CS-100-A 型号的光度计进行测量。

当利用电磁光谱中紫外线 A 或蓝光范围的辐射激发时，铈 (II) 激发的氧氮铝硅型的每个无机发光材料发射黄光、琥珀色光和深红色荧光。

当用波长 495nm 的辐射激发时，发现这些铕（II）激发的氧氮铝硅型的无机发光材料给出了一个宽带发射，其峰值波长在 640nm，并带尾发射直到 750nm。

这些铕（II）激发的氧氮铝硅型的无机发光材料可以有效地用波长处于 370nm 到 490nm 之间的辐射激发。

根据本发明的一个方面，一种照明系统，其包含辐射光源和单片陶瓷发光转换器，该陶瓷发光转换器包含至少一种能够吸收辐射光源发射的光以及发射波长与被吸收的光不同的光的无机发光材料；其中所述至少一种无机发光材料是一种铕（II）激发的氧氮铝硅，通常形式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_bN_{8-b}O_b:Eu_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 至少是从所提供的钙、钡和锶中选择的一种碱土金属。

辐射光源优选地包括半导体光辐射发射器和其他响应电激发而发射光辐射的设备。半导体光辐射发射器包括发光二极管 LED 芯片、发光聚合物（LEP）、激光二极管（LD）、有机发光器件（OLED）、聚合物发光器件（PLED）等。

另外，发光成分，如在放电灯和荧光灯（如低压和高压汞放电灯、硫放电灯（sulfur discharge lamp）、基于分子辐射器（molecular radiator）的放电灯）中发现的成分，也可以考虑用作含有该创造性的无机发光材料成分的辐射光源。

在本发明的优选的实施例中，辐射光源是发光二极管。

在本发明中，照明系统可以采取任意构造，该照明系统包括发光二极管或发光二极管阵列和含有铕（II）激发的氧氮铝硅无机发光材料成分的陶瓷发光转换器，优选地加入其他已知的无机发光材料，它们在用上面所指出的发射初级紫外或蓝光的 LED 辐照时，可以联合起来产生一个特定颜色光或白光。

对于单片陶瓷发光转换器连接到发光二极管或发光二极管阵列有用的可能构造包括导线框安装的 LED 以及表面安装的 LEDs。

现在将描述图 1 中所示的这样的包含辐射光源和单片陶瓷发光转换器的照明系统的一个实施例的详细构造。

图 1 示出了具有陶瓷发光转换器的倒装焊（flip chip）型发光二极管的示意图。

发光二极管表面安装在衬底上。单片陶瓷发光转换器设计成盘

状，其以这样的方式定位：从发光二极管发射的大部分光以略垂直于盘表面的角度进入该盘。要达到这一点，围绕着发光二极管安放了一个反射器，以将那些从发光二极管在没有朝着盘方向发射的光反射掉。

操作中，电功率被提供给小方片（dice），以激励该小方片。当受到激励时，小方片发射出初级光，如蓝光。这些发射出来的初级光的一部分被陶瓷发光转换器全部地或部分地吸收。然后，陶瓷发光转换器发射出二级光，即具有更长峰值波长的被转换的光，主要是响应初级光吸收的在充足的宽带（特别是具有很大部分的红光）内的黄光。被发射的初级光的剩余的未被吸收的部分经过陶瓷发光转换器与二级光一起被透射。

反射器将未被吸收的初级光和二级光引导到一个大体方向上作为输出光。因而，输出光是一种合成光，它由从模具（die）所发射的初级光和从荧光层所发射的二级光组成。

根据本发明照明系统的输出光的色温或色点将随着二级光相对于初级光的光谱分布和强度而变化。

首先，初级光的色温或色点可以通过适当选择发光二极管而被改变。

其次，二级光的色温或色点可以通过适当选择在陶瓷发光转换器中的无机发光材料成分而被改变。

另外，这些设置也有利于提供了使用第二个发光转换器的可能性，这样做的结果是，有利地，想要的色调可以被设置得更加准确。

根据本发明的一个方面，照明系统的输出光可以具有一光谱分布，使得其表现为“白”光。

在根据本发明的发射白光的照明系统的第一实施例中，该设备可以通过选择发光材料有利地制造，使得由蓝光发光二极管所发射的蓝光辐射被转换到互补波长范围内，以形成二色白光。

在这种情况下，黄光是利用单片陶瓷发光转换器的无机发光材料材料产生的，该单片陶瓷发光转换器包含一种通常分子式为 $EA_{2-z}Si_{5-a}Al_bN_{3-b}O_b:Eu_z$ 的无机发光材料，其中 $0 < a \leq 4$, $0 < b \leq 4$, $0 < z \leq 0.2$; EA 至少是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属。

为了进一步提高照明系统的色彩再现，额外地也可以使用第二红

色荧光材料。

特别好的结果是用发射最大值位于 380nm 到 480nm 的蓝光 LED 来实现。特别考虑到铕 (II) 激发的氧氮铝硅的激发光谱, 已发现最佳的是位于 445 到 468nm。

尤其优选地, 根据本发明的白光照明系统可以通过在 458nm 发光的 1W (Al, In, Ga) N LED 芯片上安装一个尺寸为 4x4x0.3mm 的根据本发明的经抛光的陶瓷发光转换器来实现。

458nm 的 (Al, In, Ga) N 发光二极管发射的蓝光的一部分可以被铕 (II) 激发的氧氮铝硅移动到橙色到红色光谱区域, 从而进入关于蓝色互补颜色的波长范围。一个观察者对蓝色初级光和橙色无机发光材料发出的二级光组合感知为白光。

当与由包含 YAG: Ce 作为陶瓷发光转换器的现有技术的照明系统所产生的白色输出光的光谱分布进行比较时, 在光谱分布方面的明显不同是处于可见光谱的红光区的峰值波长的移动。因而, 和现有技术所产生的输出光相比较, 由该照明系统所产生的白色输出光具有大量的附加的红色。

在第二实施例中, 根据本发明的发射白光的照明系统可以有利地通过选择发光材料来制作, 使得由蓝光发光二极管发射的蓝光辐射被转换到互补的波长范围内, 以形成二色性白光。在这种情况下, 橙色到红色光是通过发光材料制作的, 该发光材料包含作为第一个单片陶瓷发光转换器的包括铕 (II) 激发的氧氮铝硅的无机发光材料和在第二发光转换器内的无机发光材料的混和物。

第二发光转换器可以被提供为第二单片陶瓷发光转换器或作为传统的无机发光材料涂层。

有用的第二无机发光材料和它们的光学性质归纳总结在下表 2。

成分	λ_{\max} [nm]	色点 x, y
$(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_2\text{SiO}_4:\text{Eu}$	523	0.272, 0.640
$\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$	535	0.270, 0.686
$\text{SrSi}_2\text{N}_2\text{O}_2:\text{Eu}$	541	0.356, 0.606
$\text{SrS}:\text{Eu}$	610	0.627, 0.372
$(\text{Sr}_{1-x-y}\text{Ca}_x\text{Ba}_y)_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$	615	0.615, 0.384
$(\text{Sr}_{1-x-y}\text{Ca}_x\text{Ba}_y)_2\text{Si}_{5-x}\text{Al}_x\text{N}_{8-x}\text{O}_x:\text{Eu}$	615-650	*
$\text{CaS}:\text{Eu}$	655	0.700, 0.303

$(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{S}:\text{Eu}$	610-655	*
--	---------	---

根据本发明的另一方面，提供一种发射具有一光谱分布的输出光以使其呈现“黄到红”光的照明系统。

一种单片陶瓷发光转换器包含铕(II)激发的氧氮铝硅，通常形式为 $\text{EA}_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_b\text{N}_{8-b}\text{O}_b:\text{Eu}_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属，无机发光材料特别适合作为由初级 UVA 或蓝色辐射光源激发产生的黄光成分，比如发射 UVA 的 LED 或发射蓝光的 LED。

因此，实施在黄光到红光的电磁光谱区域中发光的照明系统是可能的。

根据本发明的发射黄光的照明系统可以有利地通过选择发光材料使得由蓝光发光二极管发射的蓝光辐射可以被转换到互补的波长范围内以形成二色性黄光来制作。

在这种情况下，黄光是通过发光材料产生的，该发光材料包含铕激发的氧氮硅无机发光材料。

特别好的结果是通过发射最大值位于 400nm 到 480nm 的蓝光 LED 实现的。特别是考虑了卤素氧氮硅(halogen-oxonitridosilicate)的激发光谱，已经发现最佳的位于 445 到 465nm。

图 4 显示的是单片陶瓷发光转换器的发射光谱，该转换器包含铕(II)激发的氧氮铝硅，其通常形式为 $\text{EA}_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_b\text{N}_{8-b}\text{O}_b:\text{Eu}_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属。

图 5 显示的是对 50 到 300mA 的各种驱动电流，结合蓝光发光二极管的单片陶瓷发光转换器的发射光谱，该转换器包含铕(II)激发的氧氮铝硅，其通常形式为 $\text{EA}_{2-z}\text{Si}_{5-a}\text{Al}_b\text{N}_{8-b}\text{O}_b:\text{Eu}_z$ ，其中 $0 < a \leq 4$ ， $0 < b \leq 4$ ， $0 < z \leq 0.2$ ；EA 是从钙、钡和锶中选择的至少一种碱土金属。系统的色点与正向电流无关。相关联的色点是 $x=0.675$ ， $y=0.317$ 。

LED-无机发光材料系统的颜色输出对无机发光材料层的厚度十分敏感，如果无机发光材料层很厚并且包含过多的黄色铕激发的氧氮硅无机发光材料，那么将会有较少量的蓝光 LED 光穿过厚的无机发光材料层。这种组合的 LED-无机发光材料系统将出现黄色到红色，因为此时是无机发光材料的黄光到红光的二级光占主导地位。因而，无机发

光材料层的厚度是影响系统颜色输出的关键变量。

因而，由此所产生的黄光的色调（在 CIE 色度图中的色点）在这种情况下可以通过在混合和浓度方面适当选择无机发光材料来变化。

在另一个实施例中，根据本发明的发射黄光到红光的照明系统可以有利地通过选择辐射光源使得通过根据本发明的单片陶瓷发光转换器将由 UV 发光二极管发射的 UV 辐射完全转换成单色的黄光到红光。

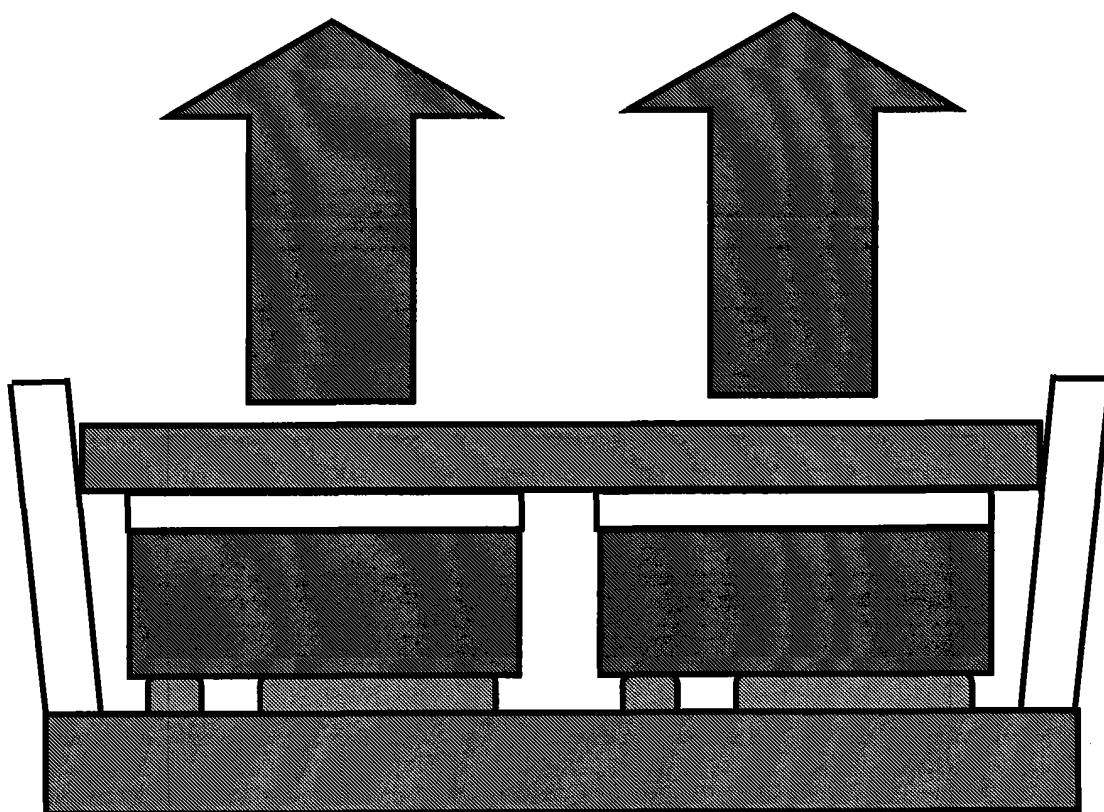


图 1



图 2

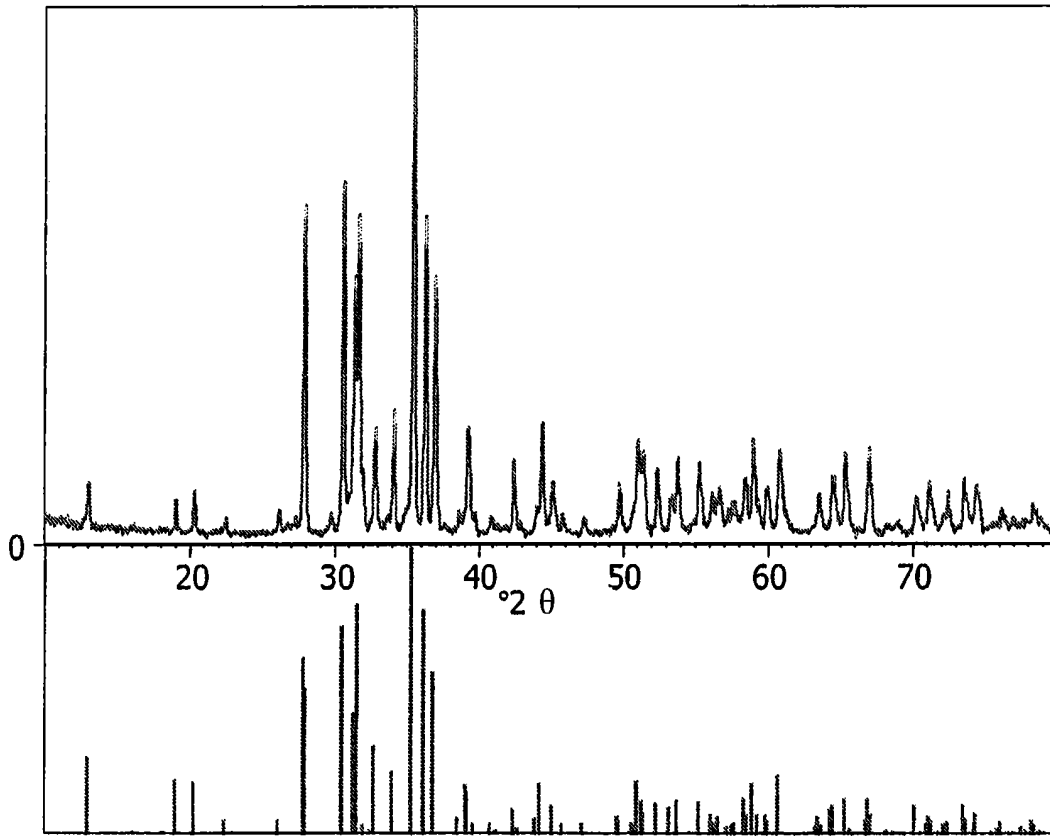


图 3

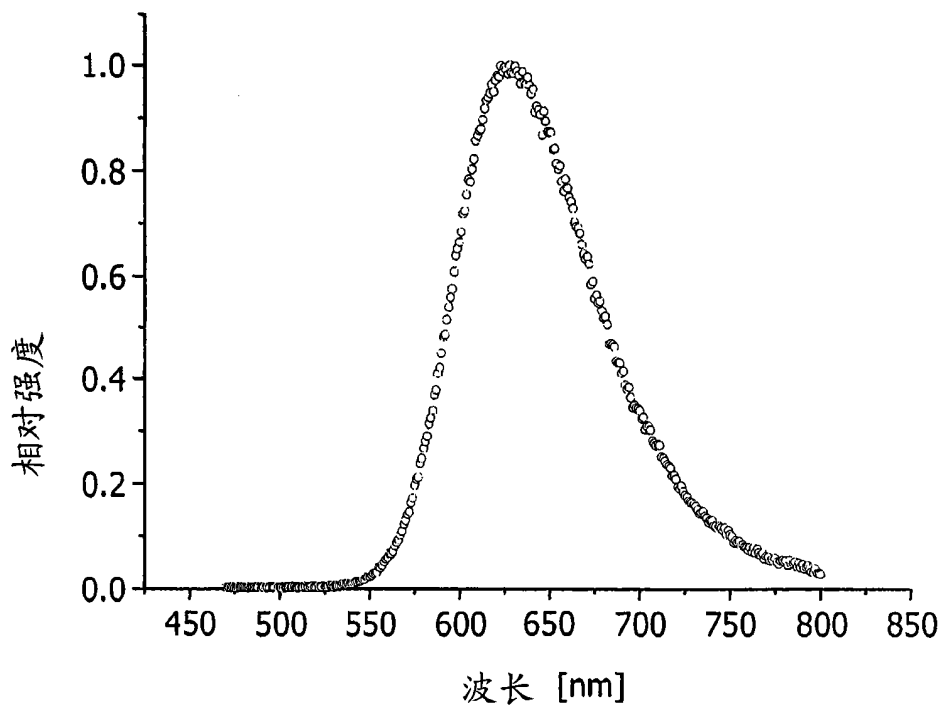


图 4

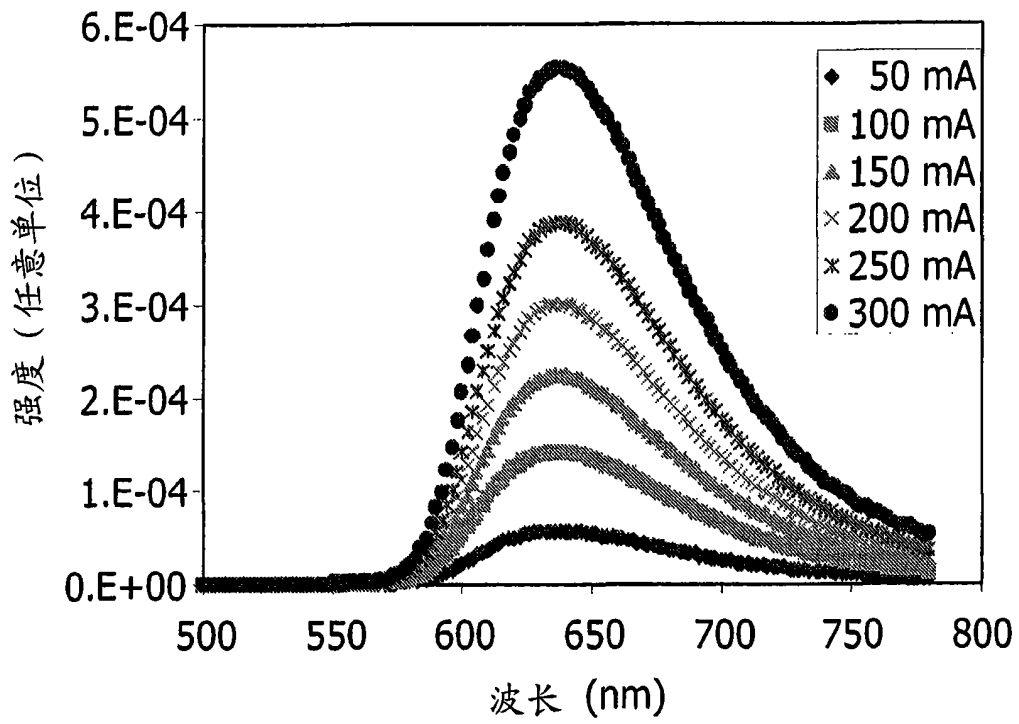


图 5