



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104303298 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201380018703. 0

H · J · G · 吉伦

(22) 申请日 2013. 04. 04

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

(30) 优先权数据

代理人 王茂华 郑振

12163539. 5 2012. 04. 10 EP

13159589. 4 2013. 03. 15 EP

61/621, 046 2012. 04. 06 US

(51) Int. Cl.

H01L 25/075 (2006. 01)

F21K 99/00 (2006. 01)

(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/IB2013/052681 2013. 04. 04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/150470 EN 2013. 10. 10

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 M · P · J · 皮特斯 E · 德贝尔

D · J · 范卡索文 W · 奥普特斯

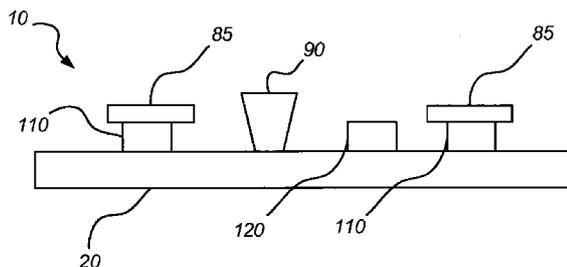
权利要求书2页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

白色发光模块

(57) 摘要

一种发光模块 (10), 其适于产生具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的波长范围内的白色输出光线, 包括: - 至少一个第一发光元件 (110), 其适于发射具有发射峰值处于从 440 到 460nm 的第一波长范围内的光线; - 至少一个波长转换材料 (85), 其被配置为接收所述第一发光元件所发射的光线, 并且能够发射具有发射峰值处于绿色至红色波长范围内的光线; 和 - 至少一个第二发光元件 (120), 其适于发射具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的第二波长范围内的光线。根据本发明的模块提供了具有“纯白”效果的可接受色彩呈现的白色光。



1. 一种发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10), 其适于产生具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的波长范围内的白色输出光线, 包括:

- 至少一个第一发光元件 (101, 201, 301, 401, 110), 其适于发射具有发射峰值处于从 440 到 460nm 的第一波长范围内的光线;
- 至少一个波长转换材料 (104, 204, 304, 306, 35, 85), 其被布置为接收所述第一发光元件所发射的光线, 并且能够发射具有发射峰值处于绿色至红色波长范围内的光线; 和
- 至少一个第二发光元件 (102, 202, 302, 402, 120), 其适于发射具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的第二波长范围内的光线。

2. 一种发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 其适于产生具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的波长范围内的白色输出光线, 包括:

- 至少一个蓝色发光体 (101, 201, 301, 401, 110, 193), 其用于提供具有发射峰值波长处于从 440 到 460nm 的第一波长范围内的光线;
- 至少一个深蓝色发光体 (102, 202, 302, 402, 120, 192), 其用于提供具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的第二波长范围内的光线; 和
- 至少一个波长转换材料 (104, 204, 304, 306, 35, 85, 194), 其被配置为接收所述至少一个蓝色发光体所产生的光线, 并且能够将从 440 到 460nm 的光线转换为具有发射峰值处于绿色至红色波长范围内的光线。

其中所述发光模块适于产生从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与所述发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率 ( $A'$ ), 其被定义如下:

$$\frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 其中所述第二波长范围为从 405 到 425nm。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 包括至少两种不同的波长转换材料。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 其中分别由所述第二发光元件或所述深蓝色发光体所发射的光线的大部分并不被所述波长转换材料 (104, 204, 304, 305, 306, 35, 85, 194) 转换。

6. 根据权利要求 2 所述的发光模块 (190), 其中所述深蓝色发光体是深蓝色发光元件 (192) 并且所述蓝色发光体是蓝色波长转换材料 (193)。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 其中所述波长转换材料具有高于 440nm 的吸收峰值波长。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10, 190), 其中所述波长转换材料为铈掺杂石榴石。

9. 根据权利要求 1 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10), 包括多个所述第一发

光元件以及可选地多个所述第二发光元件,并且其中所述第一发光元件与所述第二发光元件的数量比率为从 10 : 1 到 2 : 1。

10. 根据权利要求 1 所述的发光模块 (100, 200, 300, 310, 400, 10), 其适于产生从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与所述发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率 ( $A'$ ), 其由等式 1b 所定义:

$$\frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。

11. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块 (200, 400, 10, 190), 其中所述波长转换材料 (204, 35, 85, 194) 是远程磷光体元件。

12. 根据权利要求 1 所述的发光模块 (100, 300, 310, 400, 10), 其中所述波长转换材料 (104, 304, 306, 35, 85) 的至少一部分被提供在所述第一发光元件上并且形成磷光体转换的白色发光二极管。

13. 一种使用根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块产生白色光的方法, 包括至少分别对所述第一发光元件和第二发光元件或所述深蓝色发光体进行操作以产生输出光线, 所述输出光线具有从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与所述发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率 ( $A'$ ), 其由等式 1b 所定义:

$$\frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。

14. 一种根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块来照射包括荧光增白剂的物体的应用。

15. 一种灯具、聚光灯或照明器材, 包括至少一个根据权利要求 1 或 2 所述的发光模块。

## 白色发光模块

### 技术领域

[0001] 本发明涉及发光模块,其适于产生具有所期望的光谱组成的输出光谱,并且涉及这样的发光模块的使用。

### 背景技术

[0002] 由发光二极管(LED)构成的光源或照明设备越来越多地被用于替代诸如白炽灯和荧光光源之类的常规光源。LED与常规光源相比提供了许多优势,特别是涉及到光转换效率时。然而,一种缺陷在于,LED在相对窄的光谱带中生成光线。

[0003] 在诸如零售应用和环境的许多应用中,例如关于色彩还原(color rendition)的标准由诸如 Philips CDM-Elite 之类的光源所设定。CDM-Elite 灯具有高质量的照明和突出的白色还原。术语“白色还原”是指被光源所照射的白色物体的所期望的有所改进的白色外观。当基于 LED 的光源被用来替代传统照明系统时,它们尤其需要生成被感知为白色的光线。

[0004] 色彩再现通常使用以 Ra 计算的显色指数(CRI)进行测量。CRI 有时也被称作色彩还原指数。CRI 是光源与理想或自然光源相比忠实再现各种物体的颜色的能力的量化度量。日光具有高 CRI,其中 Ra 大约为 100。白炽灯泡相对接近具有大于 95 的 Ra,而荧光灯则较不准确,其具有通常为 70-90 的 Ra。

[0005] 因此为了在基于 LED 的照明应用中实现所期望的“白色”光,期望具有高 CRI 的光源。对于 LED 照明系统而言,可轻易获得大约 80-90 的色彩呈现的暖白色或中性白色的 LED。虽然这些光源的色彩还原良好,但是在这些光源下观看的白色物体与标准的常规替代品相比看上去稍显不那么白。在一些应用中,这对于这些 LED 模块而言可能是一种缺陷,特别是对于所提到的零售应用,那里优选经常称作“纯白”的突出白色还原的灯具。

[0006] 术语色度(chromaticity)被用来识别光源的色彩而与其亮度或照度无关。特别地,光源的色度能够由 1931 CIE 色度图或 1976 CIE 色度图(Commission International de l'Eclairage)中的色度坐标或色点来表示。光源的色温关于其光谱具有与光源相同的色度的理想纯热光源进行定义,后者也被称作黑体辐射体。色温以 Kelvin(K)进行测量。所谓的黑体轨迹(或线条)是黑体温度变化时白炽黑体的颜色在特定色度空间中将会采取的路径或线条。

[0007] 已经关于 LED 光源的白色光照明改进进行了许多尝试。US 2007/0284563 公开了一种发光设备,其包括至少三个不同的 LED 而以蓝色、绿色或红色波长范围进行发光,可选地包括具有 410-460 的峰值发光波长的第四 LED,并且还包括用于将初级光转换为次级光的波长转换器件。使用具有窄发光范围的 LED 以及具有相对宽的发光波长范围的发射黄绿色或橙色光的磷光体,实现了高的显色能力。根据 US 2007/0284563,能够实现高的 CRI(> 90)。

[0008] 然而,虽然该光线总体上被感知为白色并且具有良好的色彩呈现,但是白色光仍然不是许多应用所期望的“纯白”。因此,仍然需要一种用于在 LED 应用中提供具有白色还

原有所改进的所期望白色光的有效解决方案。

### 发明内容

[0009] 本发明的目标是克服该问题并且提供一种能够产生“纯白”效果的白色发光模块。

[0010] 考虑到上述内容,期望提供一种能够生成具有改进的白色还原的白色光谱的发光模块。特别地,本发明的目标是提供一种发光模块,其能够生成具有突出白色呈现的光线并且能够产生所谓的“纯白”效果。

[0011] 根据本发明的第一方面,这些和其它目标通过一种发光模块而实现,其适于产生具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的波长范围内的白色输出光线,其包括:

[0012] -至少一个第一发光元件,其适于发射具有发射峰值处于从 440 到 460nm 的第一波长范围内的光线;

[0013] -至少一个波长转换材料,其被配置为接收所述第一发光元件所发射的光线,并且能够发射具有发射峰值处于绿色至红色波长范围内的光线;和

[0014] -至少一个第二发光元件,其适于发射具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的第二波长范围内的光线。

[0015] 根据第二方面,以上目标通过一种发光模块而实现,其适于产生具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的波长范围内的白色输出光线,其包括:

[0016] -至少一个蓝色发光体,其用于提供具有发射峰值波长处于从 440 到 460nm 的第一波长范围内的光线;

[0017] -至少一个深蓝色发光体,其用于提供具有发射峰值处于从 400 到 440nm 的第二波长范围内的光线;和

[0018] -至少一个波长转换材料,其被配置为接收所述至少一个蓝色发光体所产生的光线,并且能够将从 440 到 460nm 的光线转换为具有发射峰值处于绿色至红色波长范围内的光线。

[0019] 其中所述发光模块适于产生从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与该发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率 ( $A'$ ),其被定义如下:

$$[0020] \quad \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

$$\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda$$

[0021] 其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。

[0022] 如这里所使用的,“深蓝色”或“短波长蓝色”表示波长范围从 380 和达到 440nm 的蓝色光。根据本发明的第二发光元件具有处于从 390 到 440nm,通常为从 400 到 440nm 的范围内的发射峰值波长。因此,低于该峰值波长的光线也可以处于“短波长蓝色”的范围之内。

[0023] 此外,如这里所使用的,“蓝色”、“常规蓝色”、“正常蓝色”或“标准蓝色”一般是指具有峰值波长处于从 440 到 460nm 范围内的光线。

[0024] 如这里所使用的,“发光元件”是指诸如半导体芯片或裸片的发光半导体结构。发

光二极管可以包括一个或多个发光元件。

[0025] 如这里所使用的,特别是关于以上本发明的第二方面所使用的,“发射体”是指特定波长范围的光源。术语“发射体”意在包括发光元件以及荧光或发冷光材料,诸如波长转换材料。

[0026] 因此,根据本发明第二方面的发光模块可以包括通常为深蓝色发光元件的形式的深蓝色发光体,蓝色发光元件或蓝色波长转换材料(能够将深蓝色光线的部分转换为正常蓝色)形式的蓝色发光体,以及用于将正常蓝色光线的部分转换为绿色至红色波长范围的光线的另一种波长转换材料。可替换地,根据本发明第二方面的光源可以包括正常蓝色发光元件(对应于根据本发明第一方面的第一发光元件),深蓝色发光元件(对应于根据本发明第一方面的第二发光元件),以及用于将正常蓝色光线的部分转换为绿色至红色波长范围的光线的波长转换材料。

[0027] 在研究中,本发明人发现,通过向光谱中增加一定数量的短波长蓝色光(也被称作“深蓝色”),针对LED模块也能够实现突出的白色还原。因此,本发明所基于的认识在于,通过向输出光谱增加一定数量的短波长蓝色光,能够实现突出的白色还原。

[0028] 因此,根据本发明,该发光模块产生具有强度峰值处于400-440nm的波长范围内、优选地处于400-425nm或400-420nm的范围内某处的输出光线光谱。与US 2007/028563的设备相比——该设备使用具有峰值发射波长处于410-460nm的范围内的蓝色LED结合无疑被提供用于将该光转换为更长波长的磷光体——本发明的“深蓝色”发光体或发光元件的贡献在总输出光谱中得以大范围地保留并且因此提供了“纯白”效果。

[0029] 为了进一步改善白色外观,根据本发明实施例的发光模块的色点可以被调节为处于黑体线(BBL)之下,特别是对于低的相关色温CCT(通常为4000K或更低)而言。

[0030] 已经确定的是,如果物体表现为更加明亮或者其表现为无色或者稍带浅蓝色的色度,则其表现为更白。因此,带蓝色的色点与处于黑体线(BBL)上方的色点相比被感知为更白。因此,可能通过增加正常蓝色而对远低于BBL的光源色点进行调节而获得“纯”白色。然而,这将会导致ANSI(美国国家标准协会)色彩空间以外的色点,ANSI色彩空间针对确定色温(例如,3000K)的LED光源定义了可接受的变化,也被称作“ANSI仓(或ANSI bin)”。然而,本发明人已经发现,通过增加根据本发明的短波长蓝色光而不是正常蓝色,最终的色点可能会再次位于ANSI空间内,并且仍然给出突出的白色呈现,包括“纯白”。可以注意的是,增加短波长蓝色并非特别意味着提高CRI,而是为了提供所期望的“纯白”效果。

[0031] 图15a是CIE 1931色度图的一部分的示意性图示,其指示了大约3000K的黑体线以及针对3000K的色温的ANSI色彩空间。

[0032] 该色点也可以在1976 CIE色度图中表示。图15B示出了1976 CIE色度图中大约3000K的黑体线,包括该图中针对3000K色温的ANSI色彩空间。1976 CIE图有时被认为更适于表示人眼所感知的色点偏移。

[0033] 在本发明的实施例中,发光模块所生成的光线可以具有CIE 1931色度图或1976 CIE色度图中处于黑体线上的色点。

[0034] 在本发明的实施例中,发光模块所生成的光线可以具有CIE 1931色度图或1976 CIE色度图中的色点,其低于或稍低于黑体线。当发光模块所生成的光线的色点以略低于黑体线进行调节,则这进一步改善了所照射的白色物体的白色外观。

[0035] 在一些实施例中,发光模块所生成的光线可以具有 CIE 1931 色度图或 1976 CIE 色度图中的色点,其针对发光模块的相应色温而处于 ANSI 色彩空间中。

[0036] 根据本发明实施例的发光模块可以进行调适以产生具有发射峰值处于从 400 到 435nm 的波长范围内的白色输出光线,例如从 405 到 420nm,诸如从 405 到 415nm 或者从 410 到 420nm。第二波长范围因此可以从 400 到 435nm,例如从 405 到 420nm,诸如从 405 到 415nm 或者从 410 到 420nm。

[0037] 另外,波长转换材料所发射的光线可以从 500 到 780nm,典型地为从 500 到 600nm,例如从 500 到 560nm。

[0038] 在本发明的实施例中,该发光模块包括至少两个不同波长转换材料。例如,一个波长转换材料能够发射具有发射峰值波长处于从 500 到 600nm 的范围内(表示绿色-黄色)的光线,并且一个波长转换材料可以能够发射具有发射峰值波长处于从 600 到 780nm 的范围内(表示橙色或红色)的光线。

[0039] 在本发明的实施例中,(根据本发明第一方面的)第二发光元件所发射的光线的大部分并不被绿色/黄色/红色波长转换材料进行转换。相反,该深蓝光线可以形成总输出光谱的部分并且对纯白效果有所贡献。因此,在本发明第二方面的实施例中,深蓝发光体所发射的光线的大部分并不被绿色/黄色/红色波长转换材料进行转换。

[0040] 在本发明的实施例中,波长转换材料具有高于 440nm 的吸收峰值波长。

[0041] 在本发明的实施例中,波长转换材料是铈掺杂石榴石。铈掺杂石榴石具有非常适合本发明中的应用的光吸收和发射特性。

[0042] 在本发明的实施例中,该发光模块除所述第一和第二发光元件之外并不包括任何另外类型的发光元件。

[0043] 在本发明的实施例中,该发光模块包括多个如以上所定义的第一发光元件以及一个或多个所述第二发光元件,其中所述第一发光元件与所述第二发光元件的数量比为从 10 : 1 到 2 : 1。诸如第一与第二发光元件的比率可以提供输出光线的适当光谱组成。

[0044] 在本发明的实施例中,根据本发明第一方面的发光模块还适于产生从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与该发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率  $A'$ ,其被定义如下:

$$[0045] \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

[0046] 其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。 $A'$  的这些数值已经表现出或者至少被预测提供所期望的纯白光线的效果。

[0047] 在本发明的实施例中,波长转换材料分别远离所述第一发光元件或所述基于半导体的发光元件进行部署。因此,波长转换材料可以是远程磷光体元件。可选地,该波长转换材料也可以远离所述第二发光元件进行部署。

[0048] 在本发明的实施例中,波长转换材料的至少一部分可以被分别提供在第一发光元件或基于半导体的发光元件上,并且因此可以形成磷光体转换的白色发光二极管。可选地,

所述波长转换材料的另一部分可以部署在第二发光元件上。

[0049] 可替换地,在本发明的实施例中,第二发光元件可以没有波长转换材料。

[0050] 根据本发明的一些实施例的发光模块的另外的优势在于,其可以解决或缓解与不同观看角度的发射光线的不均匀光谱分布相关的问题,其也被称作“色彩随角度 (color over angle)”问题。在常规的磷光体转换 LED 中,输出光线在大的发射角度包含较少的蓝色光,这是因为以大角度所发射的蓝色光由于其通过磷光体的路径较长而在更高程度上被转换。针对白色磷光体转换 LED,解决该问题的常规方式可以是对磷光体层增加散射(然而这会导致效率降低)或者在磷光体顶部增加双色向滤光镜。

[0051] 然而,有利地,根据本发明增加第二(虽然为短波长)蓝色 LED 产生了模块所发射的蓝色光的大部分的 Lambertian 发射,从而所发射的光线关于各个观看角度上的色彩更为均匀。

[0052] 在另一个方面,本发明提供了一种使用如以上所描述的发光模块产生白色光的方法,包括至少分别对第一和第二发光元件或深蓝色发光体进行操作以产生输出光线,该输出光线具有从 380 到 430nm 的波长范围的光线的积分光谱功率分布与该发光模块所产生的总输出光线的积分光谱功率分布的比率  $A'$ ,其被定义如下:

$$\frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda (430 - \lambda)}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A', \quad (\text{等式 1b}),$$

[0054] 其中  $0.6 \leq A' \leq 3$ 。

[0055] 在本发明的实施例中,该发光模块可以被调适以便生成具有白色光谱的光线,其具有涉及到所述发光模块所照射的白色物体的有所改善的白色外观的所期望的白色还原。这样的发光模块可以包括:

[0056] 至少一个主发光二极管元件,其被配置为发射白色光,所述主发光二极管元件,和

[0057] 至少一个副发光二极管元件,其被配置为发射具有峰值波长处于 400 和 440nm 之间的短波长蓝色光。

[0058] 通过向光谱增加一定数量的短波长蓝色,能够实现突出的白色还原。可能通过调节色点远低于 BBL 而形成纯白。这将导致 ANSI 色彩空间之外的色点;然而,通过增加短波长的蓝色,最终的色点将处于 ANSI 空间内,且具有突出的白色呈现。

[0059] 在一些实施例中,该发光模块生成具有 CIE 1931 色度图中的色点的光线,其处于 ANSI 色彩空间内。所生成的光线可以具有 CIE 1931 色度图中的色点,其位于黑体线以下。

[0060] 在本发明的实施例中,该主发光二极管元件包括至少一个能够发射绿色至红色波长范围中的光线的磷光体。因此,所述至少一个主发光二极管元件可以包括至少一个磷光体转换白色发光二极管。该至少一个主发光二极管元件可以包括至少一个黄色/绿色/红色磷光体转换的蓝色发光二极管。也就是说,蓝色发光二极管可以与黄色/绿色/红色磷光体相结合以产生白色光。

[0061] 该发光模块所生成的白色光谱可以具有 80 或 90 的显色指数 (CRI)。

[0062] 在一些实施例中,所述副发光二极管元件通常并不包括磷光体。可替换地,在其它

实施例中,所述至少一个副发光二极管元件包括磷光体。例如,该被配置为发射短波长蓝色光的副发光二极管元件可以包括黄色 / 绿色 / 红色磷光体。因此,短波长发光二极管的蓝色光部分可以使用磷光体层进行转换。

[0063] 短和长波长的蓝色通道的磷光体层在组成和厚度上可以有所不同。

[0064] 在一些实施例中,至少一个黄色 / 绿色 / 磷光体转换的蓝色发光二极管可以具有处于 440 和 460nm 之间的峰值波长,并且至少一个副发光二极管元件被配置为发射具有峰值波长处于 400 和 440nm 之间的短波长蓝色光。

[0065] 在本发明的实施例中,该发光模块还可以包括至少一个直接红色发光二极管。在一些实施例中,该至少一个主发光二极管元件和至少一个副发光二极管元件可以被部署在包括黄色 / 绿色 / 红色磷光体的发光二极管板上。

[0066] 在另一个方面,本发明提供了一种用于生成具有白色光谱的光线,其具有涉及到发光模块所照射的白色物体的有所改善的白色外观的所期望的白色还原,该方法包括步骤:

[0067] - 在所述发光模块中部署至少一个用于发射白色光的主发光二极管元件,并且

[0068] - 在所述发光模块中部署至少一个用于发射短波长蓝色光的副发光二极管元件。

[0069] 该发光模块可以是如以上所定义的发光模块。

[0070] 在又一个方面,本发明提供了使用如这里所描述的发光模块(或使用它的方法)用于对包括荧光增白剂的物体进行照射。

[0071] 最后,在另外的方面,本发明提供了一种灯具、一种聚光灯或一种照明器材,其包括至少一个如这里所定义的发光模块。

[0072] 注意到,本发明涉及权利要求中所引用的特征的所有可能组合。

## 附图说明

[0073] 现在将参考示出本发明实施例的附图更为详细地对本发明的这些和其它方面进行描述。

[0074] 图 1 是根据本发明实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0075] 图 2 是根据本发明另一个实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0076] 图 3a 是根据本发明另一个实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0077] 图 3b 是根据本发明另一个实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0078] 图 4 是根据本发明另一个实施例的发光装置的示意性顶部视图。

[0079] 图 5-8 是根据本发明的发光模块的不同实施例的示意性图示。

[0080] 图 9 图示了用于常规 455nm 蓝色 LED 泵浦波长的各种测试白色光谱;

[0081] 图 10 图示了用于常规 455nm 蓝色 LED 泵浦波长的各种测试白色光谱;

[0082] 图 11 图示了来自之前两幅图的组合之一的色点变化。

[0083] 图 12 图示了与具有平均白色呈现(实线)的白色光谱相比具有“突出”白色呈现(虚线)的一种白色光谱。

[0084] 图 13 是图示针对根据本发明实施例的发光模块所记录的发光光谱以及利用该模块照射的包括荧光增白剂的物体的反射 / 发射光谱的图形。

[0085] 图 14 图示了根据本发明实施例的发光模块所发射的光线和利用该发光块照射的

包括荧光增白剂的物体的反射 / 发射光谱之间的色点差异。

[0086] 图 15a 示出了包括 3000K 色温附近的黑体线的 1931 CIE 色度图的一部分。

[0087] 图 15b 示出了包括 3000K 色温附近的黑体线的 1976 CIE 色度图的一部分。

[0088] 图 16 和 17 表示针对根据本发明实施例的 1976 CIE 色度空间中的理论发射色点以及利用该发光模块照射的包括荧光增白剂的物体的相对应的理论发射 / 反射色点。

[0089] 图 18 是绘制出作为强度比率  $A'$  的函数的预期色点偏移的图形。

[0090] 图 19 是根据本发明另一实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0091] 如图中所图示的,层和分区的大小出于图示的目的而有所放大并且因此被提供以便图示出本发明实施例的总体结构。同样的附图标记始终指代同样的要素。

## 具体实施方式

[0092] 现在将参照附图对本发明进行更为全面地描述,附图中示出了本发明当前优选的实施例。然而,本发明可以以许多不同形式来体现而并不应当被理解为局限于这里所给出的实施例;相反,提供这些实施例是为了全面性和完整性,并且向本领域技术人员完全传递本发明的范围。

[0093] 图 1 以发光装置 100 的形式图示了本发明的实施例,如本领域技术人员所意识到的,该发光装置 100 可以形成配备有驱动电子器件等的发光模块的一部分。发光装置 100 包括部署在支撑体 103 上的第一发光元件 101 和第二发光元件 102。这里为第一发光二极管(LED)芯片的第一发光元件 101 适于以尤其从 440 到 460nm 的蓝色波长范围中进行发光。也被称作磷光体的波长转换材料 104 例如作为层被部署在第一 LED 芯片 101 上。

[0094] 波长转换材料 104 适于将第一 LED 101 所发射的蓝色光的一部分转换为典型地为绿色到红色的光谱范围中的更长波长的光线,而使得所产生的蓝色光(440-460nm)与绿色到红色光的组合被感知为白色。因此,其可以是黄色、绿色或红色磷光体。与波长转换材料 104 相结合的 LED 芯片 101 可以被称作磷光体转换白色 LED 芯片。

[0095] 另外,这里为第二 LED 芯片的第二发光元件 102 适于发射典型地从 400 到 440nm 的波长范围中的短波长蓝色光。在该实施例中,第二 LED 芯片 102 没有波长转换材料,并且可以被称作直接发光 LED 芯片。

[0096] 在工作期间,从第一 LED 芯片所发射的光线将部分被波长转换材料 104 进行转换以产生具有常规光谱分布的白色光。然而,第二 LED 芯片所发射的光线将不会被任何波长转换材料所转换,并且因此将以从 400 到 440nm 的波长范围中的发射峰值的形式为来自该发光装置的总光输出提供光谱贡献。因此,发光装置 100 产生白色输出光线,其具有从第二 LED 芯片 102 所产生的从 400 到 440nm 的波长范围中的额外发射峰值。

[0097] 在一些实施例中,第二 LED 芯片 102 可适于在从 400 到 435nm 的波长范围中发射光线。

[0098] 支撑体 103 可以是任意适当的物理和 / 或功能支撑结构或者形成其一部分,其包括印刷电路板(PCB)。支撑体 103 可以承载用于发光元件 101、102 所需的电连接的器件。可选地,支撑体 103 的部分可以是反射的。

[0099] 还预见到的,发光装置 100 可以被至少一个反射壁所包围,可选地形成光混合室。

[0100] 本发明中所使用的波长转换材料可以是在绿色至红色波长范围内发光的无机磷光体。

[0101] 适当波长转换材料的示例包括但并不局限于铈 (Ce) 掺杂石榴石、诸如 Ce 掺杂 YAG ( $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ), 其也表示为 YAG :Ce ; 或者 Ce 掺杂 LuAG ( $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ ), 其也表示为 LuAG :Ce。YAG :Ce 发射淡黄光, 而 LuAG :Ce 发射淡黄绿色光。可替换地, 可以使用其中一些铋被镓 (Ga) 所替代 (并且因此发射淡黄绿色光) 的 YAG :Ce 材料。

[0102] YAG :Ce 的最大吸收值通常大约为 455nm。LuAG :Ce 的最大吸收值通常大约为 445nm。在本发明中使用 YAG :Ce, 可以实现 80 的 CRI。然而, 使用 LuAG :Ce, 可以实现高达 90 的更高 CRI。

[0103] 发射红色光的无机磷光体材料的示例可以包括但并不局限于 ECAS (ECAS, 它是  $\text{Ca}_{1-x}\text{AlSiN}_3:\text{Eu}_x$ , 其中  $0 < x \leq 1$ ; 优选地  $0 < x \leq 0.2$ ) 和 BSSN (BSSNE, 它是  $\text{Ba}_{2-x-z}\text{M}_x\text{Si}_{5-y}\text{Al}_y\text{N}_{8-y}\text{O}_z:\text{Eu}_z$ , 其中 M 表示 Sr 或 Ca,  $0 \leq x \leq 1$  并且优选地  $0 \leq x \leq 0.2$ ,  $0 \leq y \leq 4$ , 且  $0.0005 \leq z \leq 0.05$ )。

[0104] 在本发明的实施例中, 可以使用至少两种波长转换材料。典型地, 在这样的实施例中, 一种波长转换材料在绿色至黄色光谱范围内发光而一种波长转换材料则在红色光谱范围内发光。

[0105] 图 2 示出了本发明的另一个实施例。在该实施例中, 发光装置 200 包括这里为第一 LED 芯片 201 的第一发光元件以及这里为第二 LED 芯片 202 的第二发光元件。第一 LED 芯片 201 适于发射波长范围从 440 到 460nm 的蓝色光。第二 LED 芯片 202 适于发射波长范围从 400 到 460nm 的光线。

[0106] 与以上参考图 1 所描述的实施例相比, 第一 LED 芯片 201 并不是磷光体转换 LED 芯片, 即并不具有直接部署在芯片顶部的波长转换材料。相反, 在图 2 所示的实施例中, 包括波长转换材料的波长转换部件 204 远离第一 LED 芯片 201 和第二 LED 芯片 202 进行部署, 以接收两个 LED 芯片 201、202 所发射的光线。波长转换部件 204 可以被称作“远程磷光体”或处于“远程配置”。波长转换部件 204 也可以被称作远程磷光体层。波长转换部件可以是自行支撑的并且可以以膜、片、板、盘片等的形式提供。虽然在图 2 中没有示出, 但是波长转换部件可以被包围光源 201、202 的一个或多个侧壁所支撑从而该波长转换部件形成盖子或窗口。

[0107] 典型地, 波长转换部件 204 中所包含的波长转换材料可适于将蓝色光转换为典型地绿色至红色的光谱范围的更长波长的光, 而使得所产生的蓝色光 (440-460nm) 与绿色到红色光的组合被感知为白色。因此, 第一 LED 201 所发射的光被波长转换部件 204 所接收并且被部分转换, 而被波长转换部件 204 接收的第二 LED 202 所发射的光则基本上并不转换而是被透射。发光装置 200 因此产生白色输出光, 其具有从第二 LED 芯片 202 所产生的从 400 到 440nm 的波长范围中的额外发射峰值。

[0108] 在一些实施例中, 波长转换部件 204 可以包括具有高于 450nm、例如大约 455nm 的最大吸收值的波长转换材料。这样的材料的一个示例是 YAG :Ce。在这样的实施例中, 第二 LED 芯片 202 可以具有 440nm 或其附近的发射峰值, 这由于波长转换材料的较高吸收波长而仍然可能避免对由第二 LED 芯片 202 所发射的光线、特别是具有低于 435nm 波长的光线进行过多转换。

[0109] 在其它实施例中,波长转换部件 204 可以包括具有低于 450nm、例如在 445nm 或其附近的最大吸收值的波长转换材料。这样的材料的一个示例是 LuAG :Ce。

[0110] 图 3a 图示了本发明的另一个实施例。该图示出了可以形成发光模块的一部分的发光装置 300,其包括部署在支撑体 303 上的第一 LED 芯片形式的第一发光元件 301 以及第二 LED 芯片形式的第二发光元件 302。在该实施例中,第一 LED 芯片 301 和第二 LED 芯片 302 是所谓的磷光体转换 LED 芯片。第一 LED 芯片 301 被提供以第一波长转换材料 304,并且第二 LED 芯片 302 被提供以第二波长转换材料 305。第一和第二波长转换材料 304、305 可以是相同材料或不同材料。

[0111] 典型地,第一 LED 芯片 301 适于在从 440 到 460nm 的波长范围内发射光线。第一波长转换材料 304 将该光线的一部分转换为较长波长的光线而使得来自包括波长转换材料 304 的磷光体转换第一发光元件 301 的总发光被感知为白色。此外,第二 LED 芯片 302 通常在从 400 到 410nm 的波长范围内发射光线,并且波长转换材料 305 接收该光线并且将其一部分转换为较长波长的光线而使得来自包括波长转换材料 305 的发光元件 302 的总发光被感知为白色。然而,第二 LED 芯片 302 所发生的光线的相当数量并未被波长转换材料 305 所吸收和转换,并且因此向发光装置 300 的总输出光谱提供了从 400 到 440nm 的波长范围内的发射峰值。

[0112] 图 3b 图示了类似于图 3a 的实施例,但是其中波长转换材料的连续层 306 直接应用于两个 LED 芯片 301、302 上而不是部署在远程位置。层 306 可以包括单一波长转换材料或者波长转换材料的组合。(多种)波长转换材料可以遍布层 305 均匀分布。层 306 可以通过以流体形式提供(多种)波长转换材料、例如将其散布在载体液体中并且将该流体进行配给以覆盖发光元件 301、302 而产生。可选地,层 306 可以被硬化。

[0113] 图 4 示出了包括部署在板或支撑体 403 上的多个发光二极管的发光模块 400 的顶部视图,上述发光二极管在这里为 20 个单独的 LED 芯片。该模块包括适于发射如这里所定义的第一波长范围的光线的多个第一 LED 芯片 401,以及至少一个适于发射如这里所定义的第二波长范围的光线的至少一个第二 LED 芯片 402。典型地,模块 400 包括多个所述第二 LED 芯片 402。高度超过 LED 芯片 401、402 的高度的圆形侧壁 404 被提供在板 403 的外围,包围 LED 芯片 401、402,并且可以用作波长转换部件的支撑,后者可以远离 LED 芯片 401、402 而被部署为盖子或窗口。还参考图 2,其示出了类似部署形式的示意性侧视图,然而没有侧壁 404 且仅示出了两个 LED 芯片。侧壁 404 可以具有朝向 LED 芯片 401、402 的反射内表面,因此形成反射光混合室。

[0114] 可选地,不同于具有覆盖模块 400 的远程波长转换部件,可以直接在个体 LED 芯片 401 以及可选地还有(多个)个体 LED 芯片 402 上或其附近提供波长转换材料。例如,LED 芯片 401 可选地还有 LED 芯片 402 分别可以类似于图 1 或图 3a 而是磷光体转换的。可替换地,类似于参考图 3b 所描述的实施例,连续的波长转换材料的层可以应用于 LED 芯片 401 以及 LED 芯片 402 上。

[0115] 在这里所描述的本发明的任意实施例中,发光装置可以包括多个所述第一发光元件以及可选地还有所述第二发光元件。可以使用不同数量的相应第一和第二发光元件以便获得所期望的相应发射波长范围的强度比率,特别是在所有 LED 发光元件都由相同电流进行驱动时。例如,第一发光元件与(多个)第二发光元件的数量可以从 10 : 1 至 3 : 2,特

别是从 9 : 1 至 2 : 1, 例如 9 : 1 至 3 : 1。

[0116] 在例如参考图 1、3 或 4 所描述的本发明的实施例中, 基于蓝色 LED 芯片以及黄色或绿色或红色磷光体, 第一 LED 芯片可以是磷光体转换 LED 芯片。

[0117] 可选地, 例如在参考图 3 或 4 所描述的实施例中, 第二 LED 芯片可以是包括黄色或绿色或红色磷光体的磷光体转换 LED 芯片。

[0118] 总体上, 与相应的第一和第二 LED 芯片相关联的(多种)波长转换材料的组成和/或数量、浓度或层厚度可以相同或不同。

[0119] 在本发明的实施例中, 发光二极管可以进一步包括红色 LED 芯片, 典型地为直接红色 LED 芯片(即, 不包括磷光体)。

[0120] 可选地, 在本发明的实施例中, 发光模块可以包括散射结构, 其例如添加至波长转换材料的层。这样的散射结构可以应用于波长转换材料的层的顶部, 通常是在来自发光二极管的光线方向的其下游。可替换地, 散射结构例如可以以散射粒子或气孔的形式集成于波长转换材料之中。

[0121] 本发明另外的实施例在图 5-7 中进行图示。

[0122] 图 5 图示了根据本发明实施例的发光模块 10 的实施例。发光模块 10 包括部署有两个蓝色发光二极管 110 的 LED 板 20。两个蓝色发光二极管 110 被部署为发射具有 440 和 460nm 之间的峰值波长的蓝色光。两个蓝色发光二极管 110 包括波长转换材料 85, 因此形成了磷光体转换 LED, 其可适于根据波长转换材料的选择而发射白色光。注意到, 可以使用任意所期望数量的 LED 110, 包括单个 LED 110。

[0123] 发光模块 10 进一步包括发光二极管 120, 其被配置为发射具有 400 和 440nm 之间的峰值波长的短波长蓝色光。

[0124] 另外, 发光模块 10 包括可选的直接红色发光二极管 90。直接红色发光二极管 90 可以发射具有 > 600nm 的波长的光线。以这种方式, 所产生的白色光谱由两个蓝色峰值、宽泛的黄色/绿色发射和锐利的红色贡献所组成。至少一个黄色/绿色/蓝色磷光体转换的蓝色发光二极管可以具有 440 和 460nm 之间的峰值波长, 并且至少一个副发光二极管元件可以被配置为发射具有 400 和 440nm 之间的峰值波长的短波长蓝色光。

[0125] 图 6 图示了根据本发明实施例的发光模块 10 的另一个实施例。在该实施例中, 被配置为发射短波长蓝色光的发光二极管 120 并不包括任何磷光体。类似于图 5 的实施例, 模块 10 包括可选的直接红色发光二极管 90。直接红色发光二极管 90 可以发射具有 > 600nm 的波长的光线。注意到, 可以使用任意所期望数量的相应 LED, 包括单个 LED 110。

[0126] 在图 7 所示的另一个实施例中, 发光模块 10 包括两个发光二极管 110, 它们被配置为发射具有 440 和 460nm 之间的峰值波长的蓝色光。该发光模块还包括被配置为发射具有 400 和 440nm 之间的峰值波长的短波长蓝色光的发光二极管 120, 以及直接红色发光二极管 90。在该实施例中, 波长转换材料 35、85 包含在作为远程磷光体元件提供的波长转换部件中。在该实施例的变化形式中, 远程磷光体元件仅包括波长转换材料 35 而没有波长转换材料 85。

[0127] 图 8 图示了发光模块 10 的另一个实施例, 其包括 LED 板 21, 多个发光二极管 110 连同多个发光二极管 120 一起紧凑部署在那里。发光模块 10 的 LED 板 100 包括直接施加于其上的黄色/绿色/红色磷光体 35、85。该实施例可以类似于参考图 3b 所描述的实施例

例。

[0128] 在以上实施例中,支撑体 103、203、303 或者 LED 板 20 可以是板上芯片的结构或者形成其一部分。黄色/绿色/红色磷光体可以部署在发光二极管的板上或者处于远程配置。

[0129] 蓝色发光二极管可以位于混合盒中并且磷光体可以处于出射窗中。

[0130] 一种用于生成具有白色光谱的光线的方法,该白色光谱具有涉及发光模块所照射的白色物体的改善的白色外观的期望白色还原,该方法可以包括步骤:在所述发光模块中部署至少一个用于发射白色光的主发光二极管元件;在所述发光模块中部署至少一个用于发射短波长蓝色光的副发光二极管元件。该方法生成具有白色光谱的光线,该白色光谱具有涉及发光模块所照射的白色物体的改善的白色外观的期望白色还原。该方法包括其中至少一个主发光二极管元件被部署在该发光模块中的步骤。在后续步骤,至少一个副发光二极管元件被部署在该发光模块中。

[0131] 根据本发明实施例的发光模块可以有利地被用于照射包括荧光增白剂 (FWA) 的物体或物品。

[0132] 名称“荧光增白剂”一般表示在被 UV 光激励时产生通常具有 445nm 的峰值的蓝色荧光的化学物质。荧光增白剂被添加到例如纸张、织物和塑料的许多产品,以便改善白色外观。然而,本发明人已经发现,荧光增白剂也易于受到短波长蓝色光激励的影响,这导致发出规则的蓝色光,因此对于改善所照射材料的白色印象有所贡献。特别地,具有 440nm 或更低、特别是 420nm 或更低波长的光可以对荧光增白剂进行激励。在本发明的实施例中,具有从 400 到 440nm 范围内的发射峰值波长的第二发光二极管可以产生  $\leq 420\text{nm}$  的充分强度的光线以有效地激励荧光增白剂。

[0133] 所期望的“纯白”效果可以由包含 FWA 的物体所发射/反射的光线与用于照射所述物体的光源所发射光线相比的色点差异 ( $v'$  偏移,  $\Delta v'$  参见 1976 CIE 图) 表示。当所发射/反射光线的色点 (P2) 与光源所发射的光线的色点 (P1) 相比进一步偏移而低于黑体线时,这可以提供纯白效果 (图 14)。以下参考示例 2 对这种现象更为详细地进行解释。为了提供白色还原的期望改善和“纯白”效果,至少  $-0.002$  的  $\Delta v'$  ( $-\Delta v' \geq 0.002$ ) 可能是足够的,特别是在光源的色点已经低于 BBL 的情况下。然而,根据光源的色点,可能期望更大的  $v'$  偏移。例如至少  $-0.005$  的  $\Delta v'$ 。

[0134] 发明人已经发现,使用根据本发明的发光模块,在照射包含荧光增白剂的物体时所获得的“纯白”效果 (例如,  $-0.005$  的  $\Delta v'$ ) 取决于“深”蓝色光 (例如, 380-430nm) 与该模块所发射的总体光谱的强度比率。

[0135] “深蓝色”波长范围 (这里为 380-430nm;截止于 430 是为了避免来自“标准蓝色”发光体的影响) 上的积分光谱功率分布  $E(\lambda)$  与该模块所发射的总体光谱的积分光谱功率分布的比率 A 可以表达如下:

$$\frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A \quad (\text{等式 1a})$$

$$\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda$$

[0137] 此外,发明人已经发现的是,在照射包含荧光增白剂的物体时,实现所期望的“纯

白”效果（例如， $-0.006$  的  $\Delta v'$ ）所需的强度取决于根据本发明实施例的发光模块所发射的峰值波长。特别地，发现在深蓝波长范围的较低部分中的深蓝峰值波长（例如， $405\text{nm}$ ），实现“纯白”效果（某个  $v'$  偏移）所需的强度低于深蓝波长范围的较高部分中的深蓝发射峰值波长（例如， $420\text{nm}$ ）。因此，考虑到该波长依赖性，比率  $A'$  可以定义如下：

$$[0138] \quad \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} (430 - \lambda) = A' \quad (\text{等式 1b})$$

[0139] 在本发明的实施例中， $A'$  等于或高于  $0.6$ ，典型地至少为  $0.8$ ，例如  $0.8 \leq A' \leq 3$ 。在本发明的实施例中， $1 \leq A' \leq 2$ 。图 18 中给出绘制作作为  $A'$  的函数的所计算  $\Delta v'$  的图形并且在以下更为详细地进行描述（参见示例 2）。

[0140] 另外，“正常蓝色”波长范围上的积分光谱功率分布  $E(\lambda)$  与该模块所发射的总体光谱的积分光谱功率分布的比率  $B$  可以表达如下：

$$[0141] \quad \frac{\int_{435}^{465} E(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = B \quad (\text{等式 2})$$

[0142] 虽然本发明中所使用的第一发光元件（发射“正常蓝色”光）具有从  $440$  到  $460\text{nm}$  范围内的峰值波长，但是一些所发射的光线也会低于该峰值波长，并且为了更好地考虑第一发光元件所产生光线的总体强度，考虑从  $435\text{nm}$  直到  $465\text{nm}$  的积分光谱功率分布。在本发明的实施例中， $0 < B < 0.15$ ，即常规蓝色光占总体光谱的不足  $10\%$ 。

[0143] 使用根据本发明实施例的发光模块，其中  $0.8 \leq A' \leq 3$  且  $0 < B < 0.15$ ，可以实现纯白效果以及至少  $80$  的显色指数。

[0144] 在本发明的实施例中，可以使用不同数量的相应的第一和第二发光元件以便获得所期望的强度比率，特别是在所有发光元件都由相同电流进行驱动时。例如，例如，第一发光元件与第二发光元件的数量可以从  $2 : 1$  至  $4 : 1$ ，特别是从  $2 : 1$  至  $3 : 1$ ，例如大约为  $3 : 2$ 。对于包括总共  $100$  个发光元件的发光模块而言，第一发光元件的数量可以从  $60$  至  $80$  个，例如  $72$  个；而第二发光元件的数量可以从  $40$  至  $20$  个，例如  $28$  个。这样的发光模块可以提供至少  $-0.006$  的  $\Delta v'$ ，至少  $80$  的 CRI 以及至少  $2000\text{lm}$  的光通量。

[0145] 示例

[0146] 示例 1

[0147] 结合不同的所选择磷光体使用  $455\text{nm}$  的蓝色发光 LED 以便形成白色光。所使用的绿色磷光体为 LuAG lumiramic、U821 (LuAG 粉末) 和 U822 (YAG 粉末)。绿色磷光体与 eCAS101、eCAS102 或直接红色 LED 芯片相结合。在图 9 中，针对这些不同组合示出了各种测试白色光谱，其中这些变化表示图中的不同线条。

[0148] 以相同的方式，结合不同的所选择黄色 / 绿色 / 红色磷光体使用  $445\text{nm}$  的蓝色发光 LED。以类似的方式，图 10 针对这些相应组合示出了各种测试白色光谱。不同的磷光体

选择在图 9 和图 10 中由不同线条表示。

[0149] 针对之前两幅图中的组合之一,以小的色点偏移生成光线。色点 (cp) 变化可以沿 BBL 或者垂直于 BBL。图 11 针对一种组合图示了光谱的这些变化。

[0150] 如以上已经提到的,这些测试光谱都没有给出接近常规高标准光源的属性的白色呈现。

[0151] 然而,在该研究期间,发明人已经发现,向光谱增加短波长蓝色产生了所期望的突出白色还原(纯白)。图 12 图示了与具有平均白色呈现的白色光谱(实线)相比具有“突出”白色呈现的白色光谱(虚线)。

[0152] 示例 2

[0153] 包括 20 个正常蓝色 LED 芯片和 5 个深蓝色 LED 芯片以及 LuAG :Ce 磷光体 (U821) 和红色磷光体 (MCC BR101d) 的光源被用来照射包含荧光增白剂的白色织物。该光源的色点处于 ANSI 3000 K 的 bin 内。

[0154] 对该光源的发射光谱以及织物所反射的光线进行测量。这些光谱在图 13 中示出。如能够看到的,光源光谱(实线)在 410nm 具有更高发射强度峰值,而织物所反射或发射的光线的强度(虚线)在 410nm 更低,但是在大致 420-480 的波长范围中稍高。

[0155] 而且,来自光源和织物的光线的相应色点被记录并在图 14 中示出。如能够在该图中看到的,光源所发射的光线的色点 P1 低于黑体线。然而,织物所发射/反射的光线的色点 P2 偏移而进一步低于 BBL 并且因此被感知为更白。在该图中, $v'$  方向的变化 ( $\Delta v'$ ) 大约为 -0.004。

[0156] 对来自光源和织物的光线的理论色点进行计算并在图 16 中示出。如能够在该图中看到的,光源所发射的光线的色点 P1 处于黑体线上,并且处于 ANSI bin 3000K 之内。然而,织物所反射的光线的色点 P2 偏移而进一步低于 BBL 并且处于 ANSI bin 3000K 的边界上或者之外,并且因此被感知为更白。

[0157] 图 17 示出了发光模块的示例性理论色点 (P1) 和可接受的色点空间(虚线圆),以及针对该发光模块所照射的包含 FWA 的物体所产生的理论色点 (P2) 以及所期望的色点空间(实线圆)。虚线圆内的任意色点可以被感知为“纯白”。

[0158] 为了提供白色还原的期望改善以及“纯白”效果,光源应当优选地产生至少 -0.002 的  $\Delta v'$  ( $-\Delta v' \geq 0.002$ )。为此,具有 420nm 或更低的深蓝色峰值波长的光源可以是优选的。

[0159] 短波长蓝色光的相对高的强度比率可以给出关于“纯白”效果令人满意的结果。然而,出于效率和/或保持足够高的 CRI 的原因,可能优选使用短波长蓝色光与总体输出光的相对低的比率。

[0160] 如以上所提到的,发明人研究了峰值深蓝色波长与强度比率 A 之间的关系。他们发现在深蓝波长范围的较低部分中的深蓝发射峰值波长(例如,405nm),实现“纯白”效果(某个  $v'$  偏移)所需的强度低于深蓝波长范围的较高部分中的深蓝发射峰值波长(例如,420nm),并且定义了比率 A' (等式 1b)。图 18 是基于较早的实验(使用根据本发明的光源照射白色织物或纸张)而示出作为 A' 的函数的预期  $\Delta v'$  的图形。如能够从该图所看到的,0.6 的比率 A' 可以导致 -0.002 的  $\Delta v'$ 。然而,可能期望  $A' \geq 0.8$  以便实现至少约 -0.003 的  $\Delta v'$ ,并且优选地 A' 可以高于 0.8,例如至少为 1(导致 0.004-0.005 的  $-\Delta v'$ )。

[0161] 这里所描述的发光装置可以形成用于在各种照明应用中使用的发光模块的一部分。例如,这样的发光模块可以在例如聚光灯或照明器材的白色光源中使用,以便对例如零售或展示环境中的物体进行照射。特别地,通常包括在聚光灯中的根据本发明实施例的发光模块有利地可以用于零售环境中的重点照明。

[0162] 本领域技术人员意识到本发明绝非局限于以上所描述的优选实施例。相反,可能在所附权利要求的范围内进行许多修改和变化。例如,这里所描述的第一和第二发光元件之一或二者可以被发光元件和波长转换材料的适当组合所替代,例如UV LED芯片和蓝色磷光体。此外,图19图示了发光装置190的可替换实施例,其仅使用了一种类型的发光元件,尤其是部署在衬底103上的深蓝发光LED芯片192。提供蓝色波长转换材料193以将芯片192所发射的深蓝色光的一部分转换为正常蓝色光。能够将正常蓝色光转换为绿色至红色波长范围的光线的波长转换材料194远离LED芯片192和蓝色波长转换材料193提供,虽然预见到波长转换材料194也可以位于波长转换材料193附近或直接位于其上。类似地,蓝色波长转换材料193也可以位于更远离LED芯片192之处,然而波长转换材料194可以有利地提供在光线路径中蓝色波长转换材料193的下游。

[0163] 此外,通过研习附图、公开和所附权利要求,本领域技术人员在对请求保护的发明加以实践时能够理解并实施针对所公开实施例的变化。在权利要求中,词语“包括”并不排除其它要素或步骤,并且不定冠词“一个”(“a”或“an”)并不排除多个。某些措施在互相不同的从属权利要求中被引用的仅有事实并非表示这些措施的组合不能被加以利用。

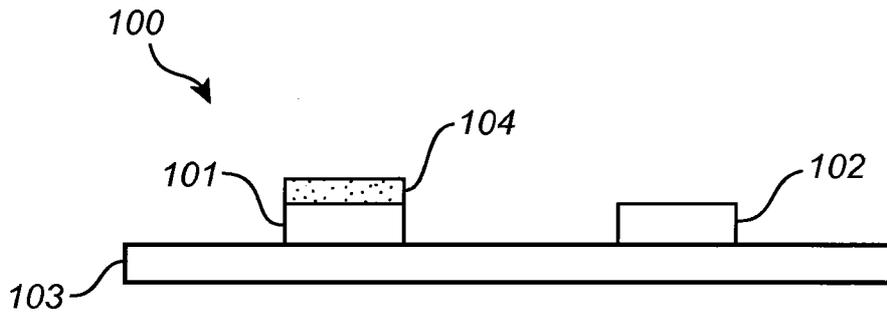


图 1

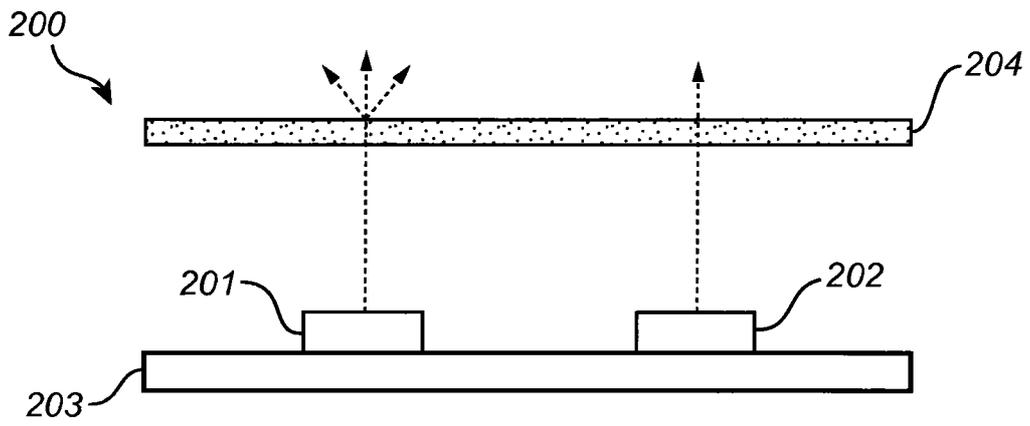


图 2

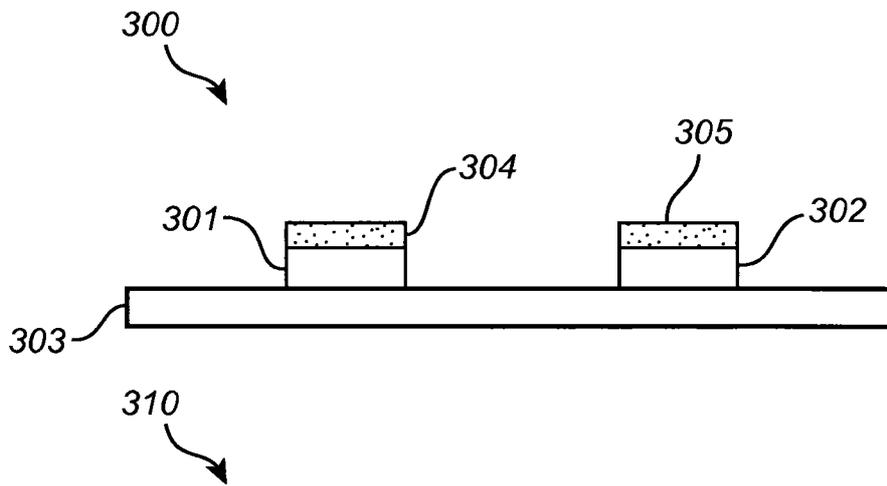


图 3a

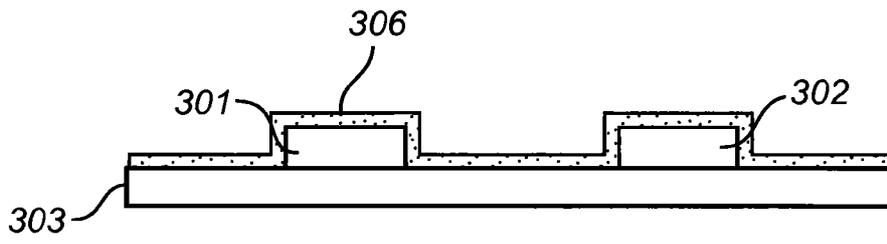


图 3b

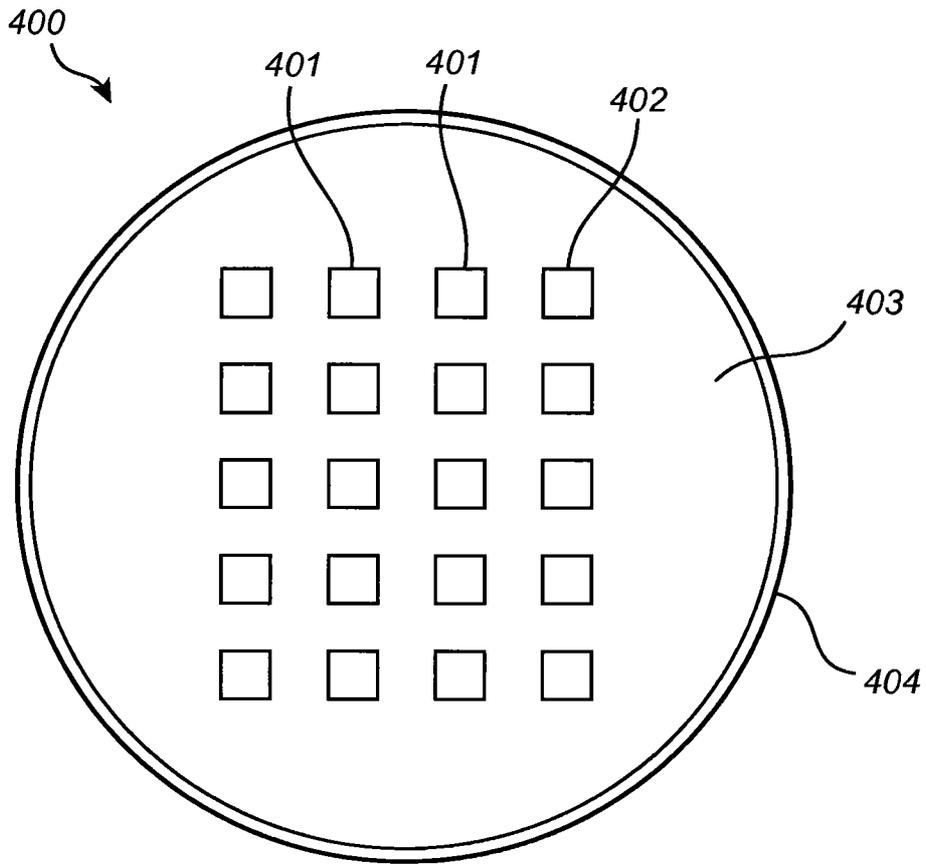


图 4

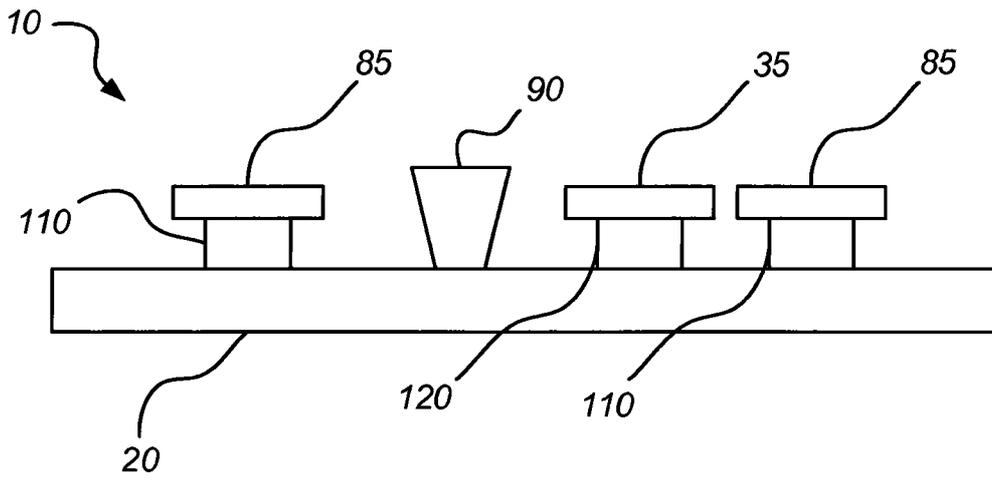


图 5

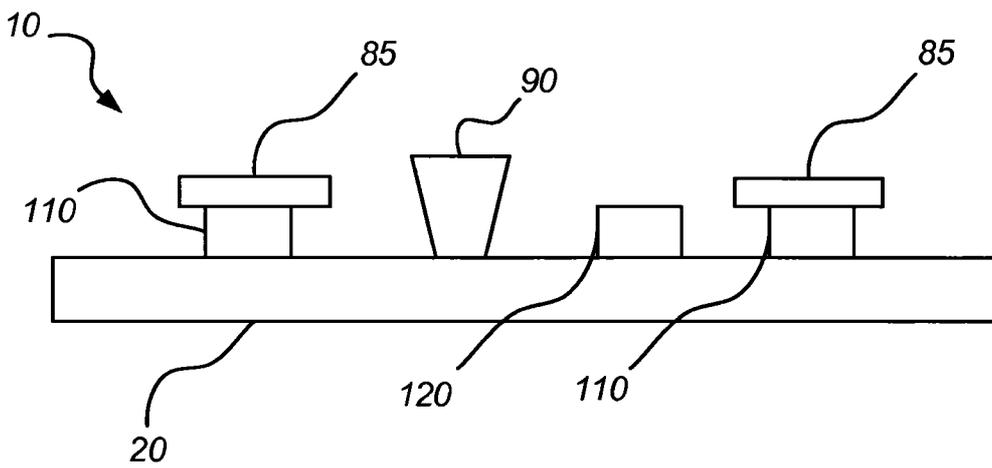


图 6

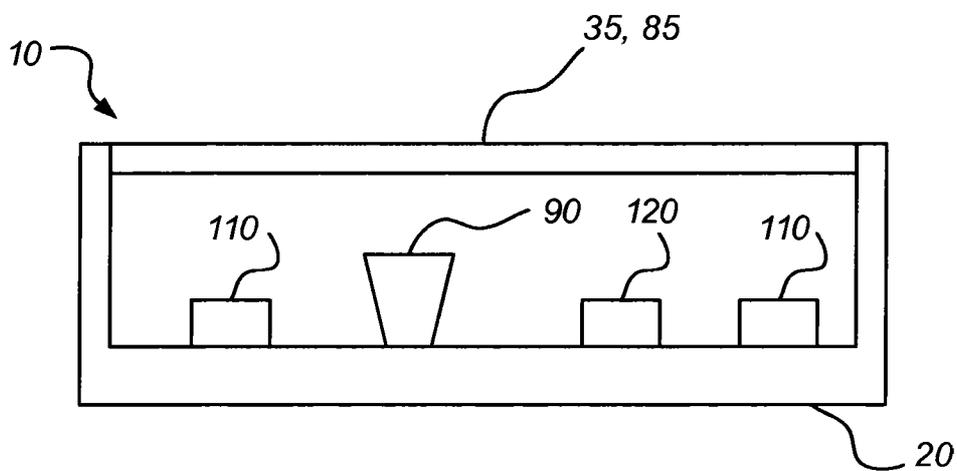


图 7

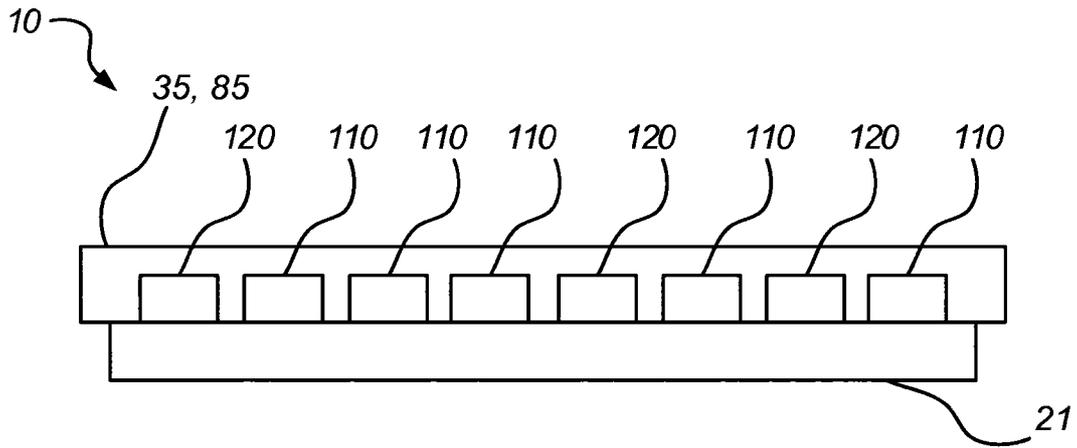


图 8

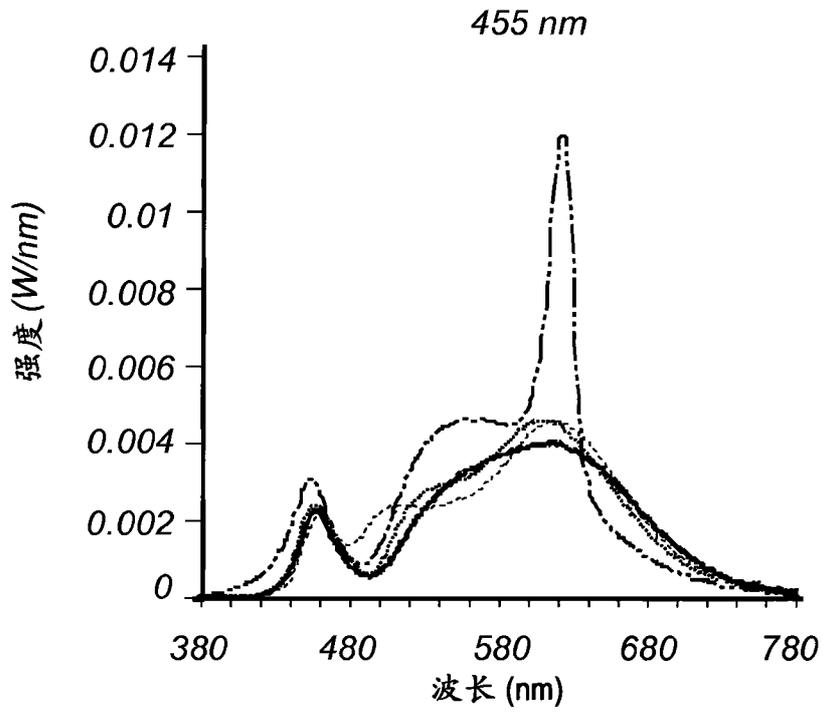


图 9

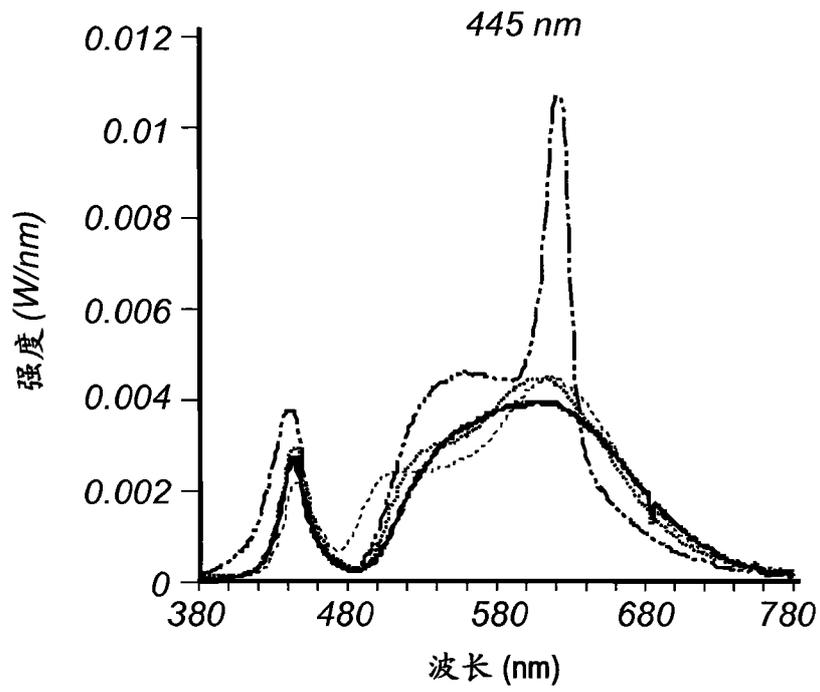


图 10

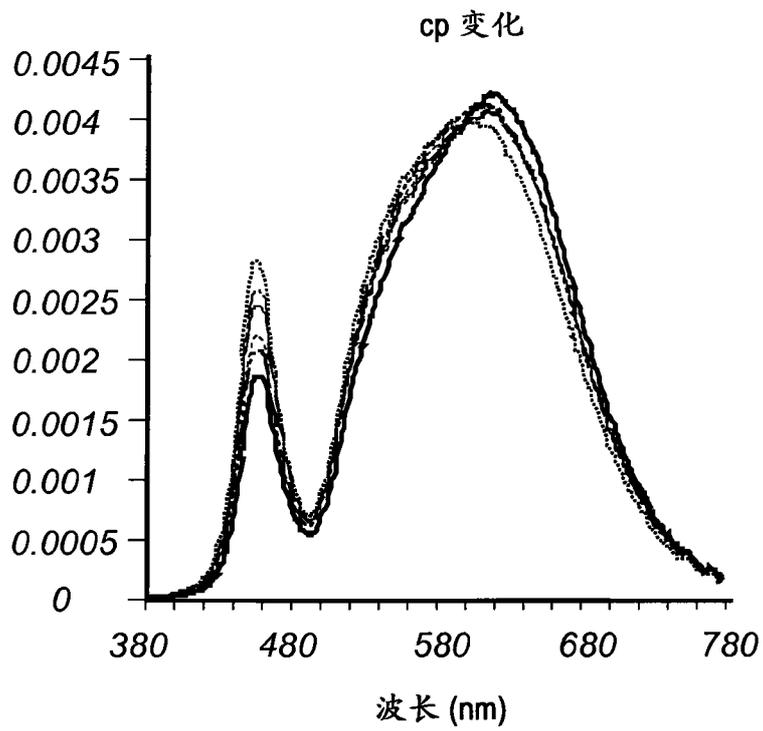


图 11

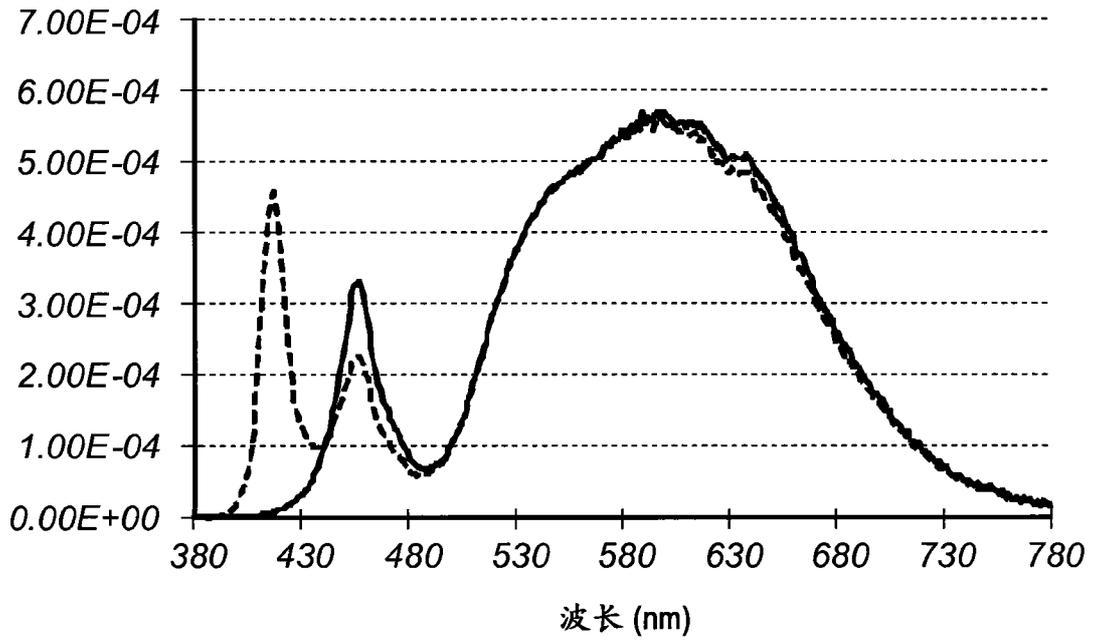


图 12

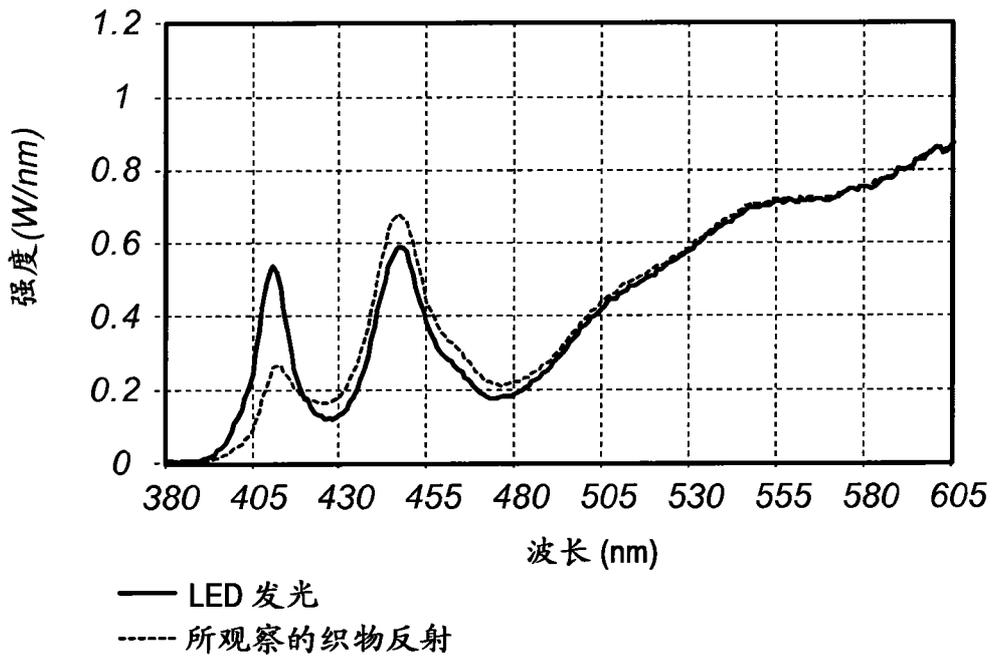


图 13

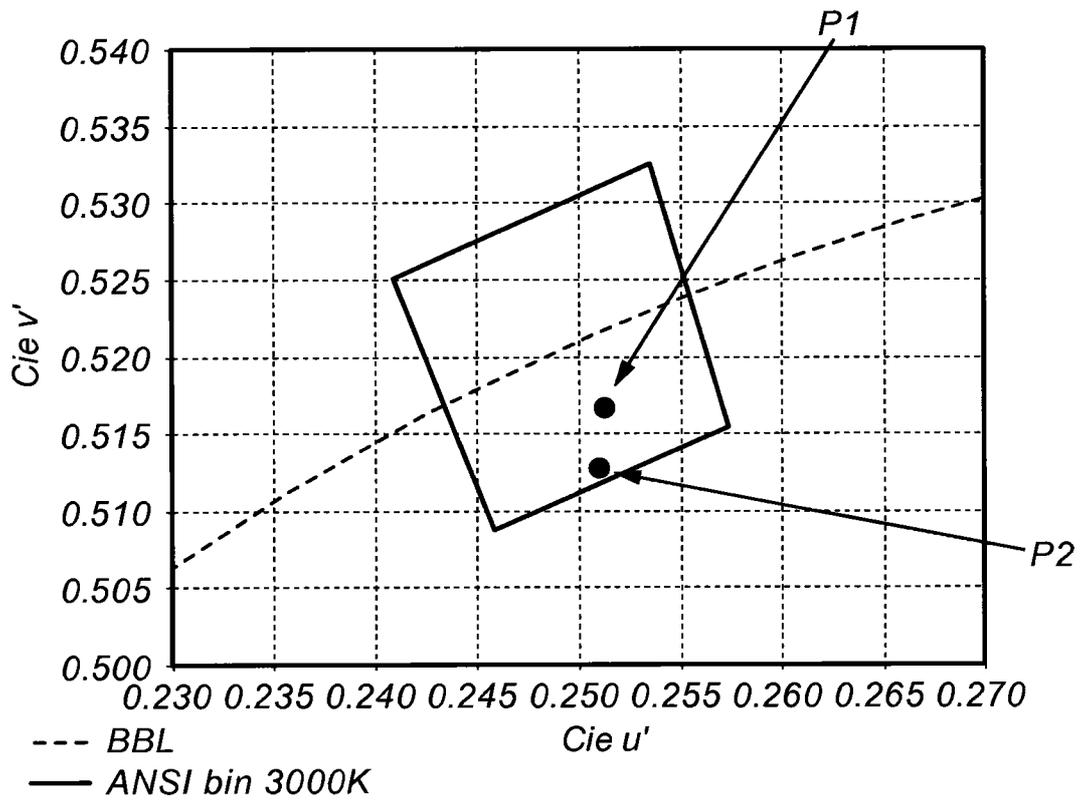


图 14

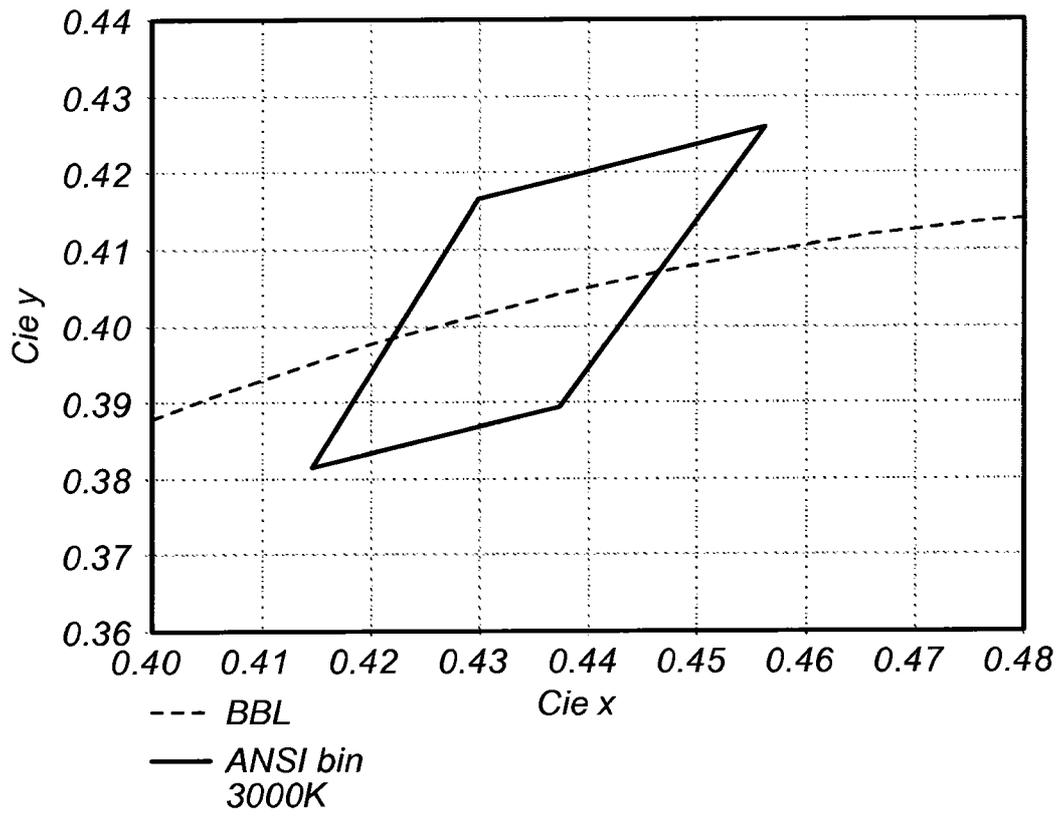


图 15a

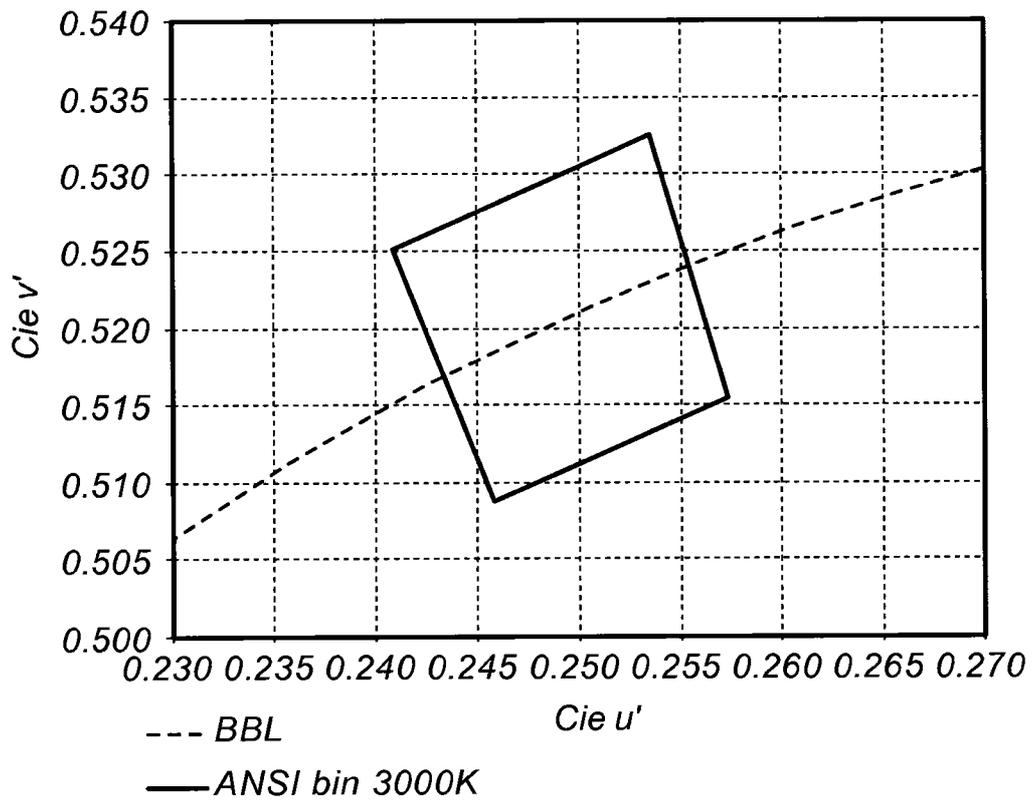


图 15b

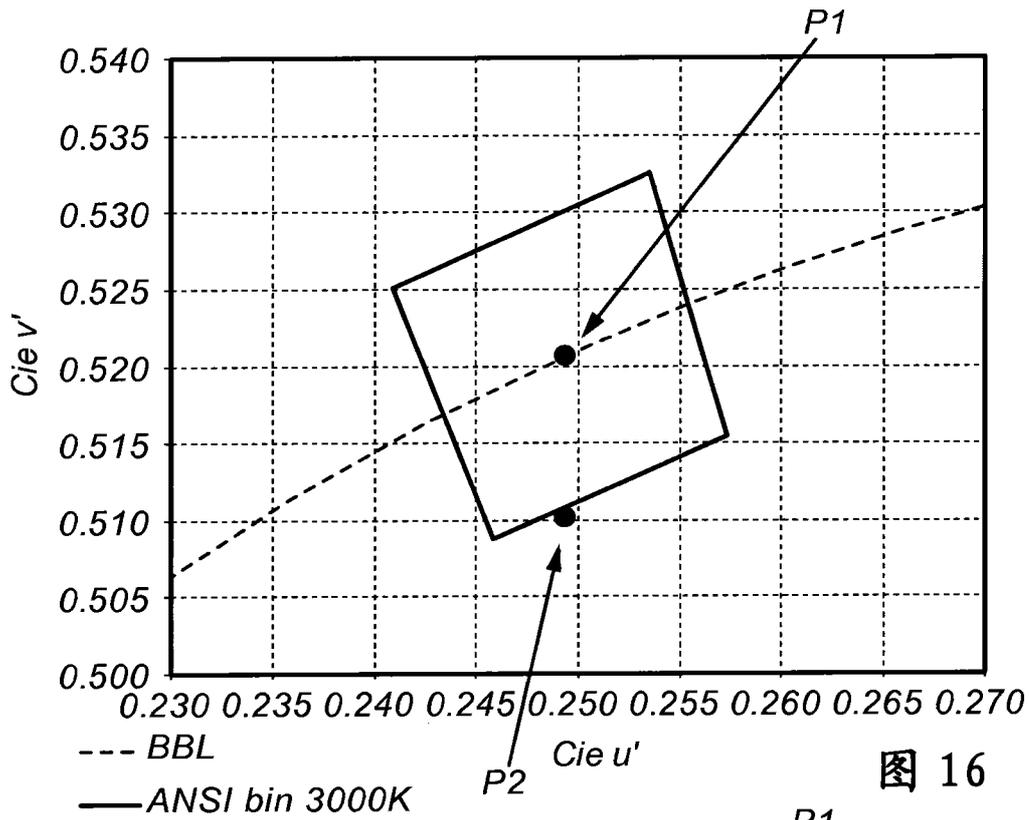


图 16

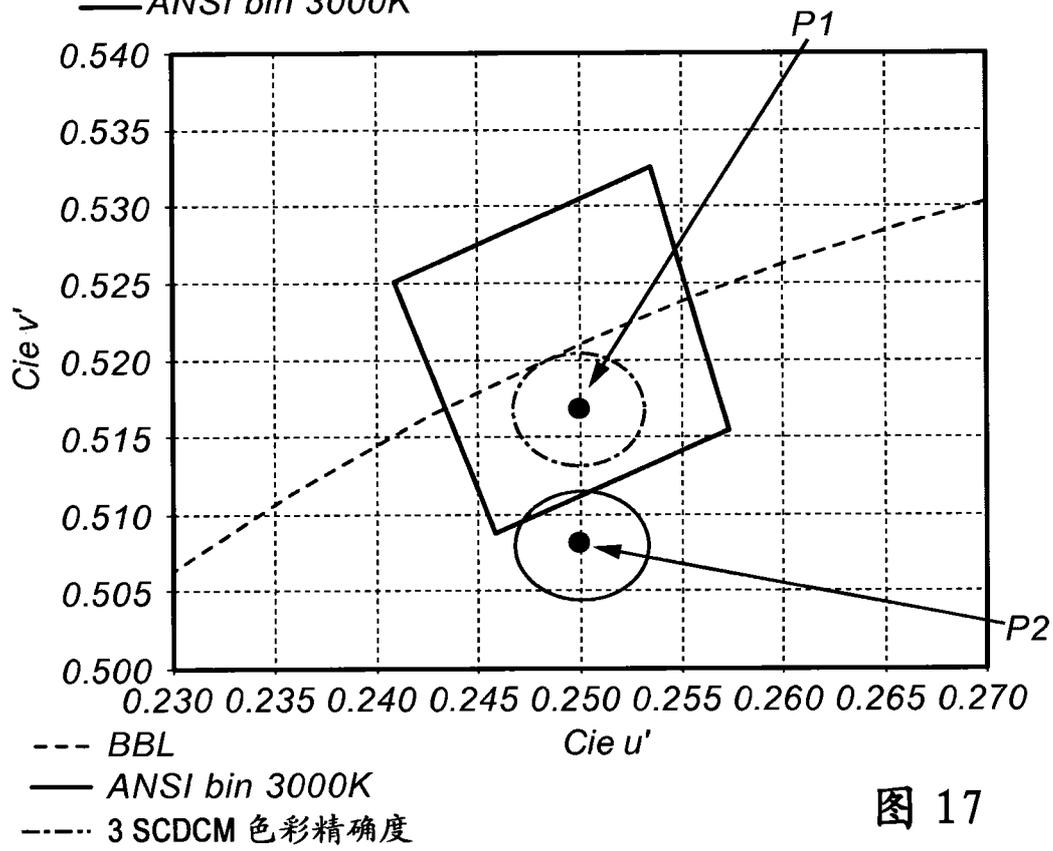


图 17

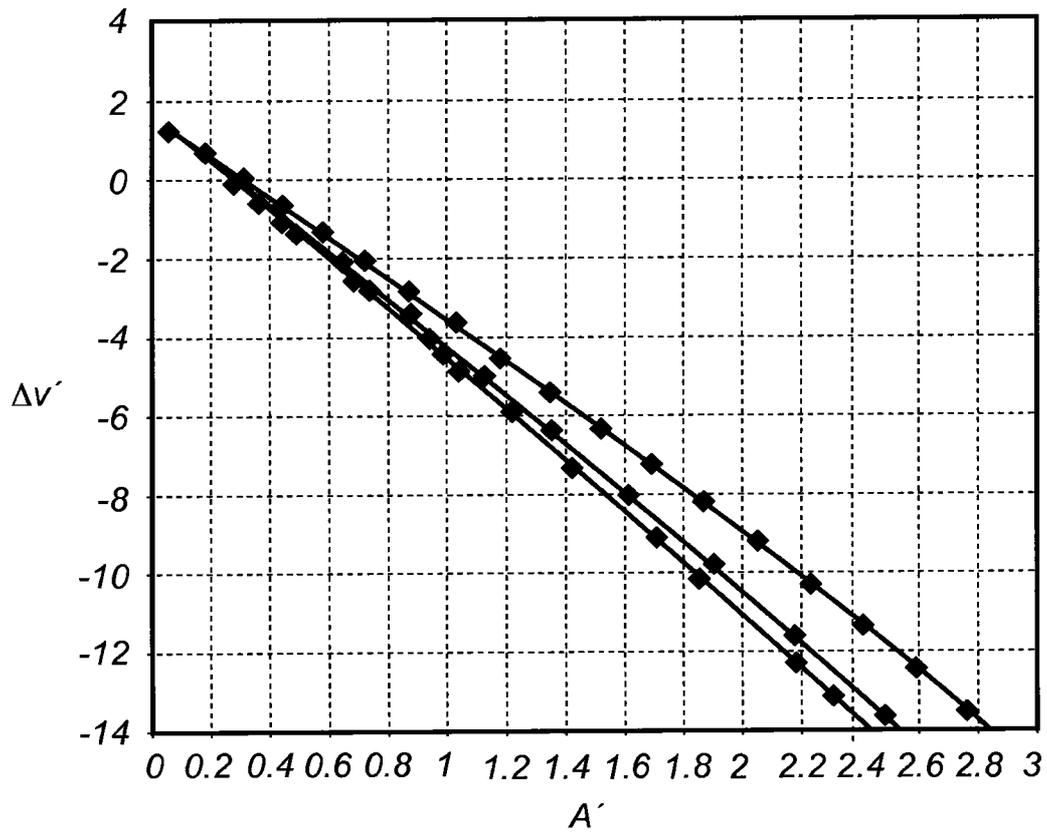


图 18

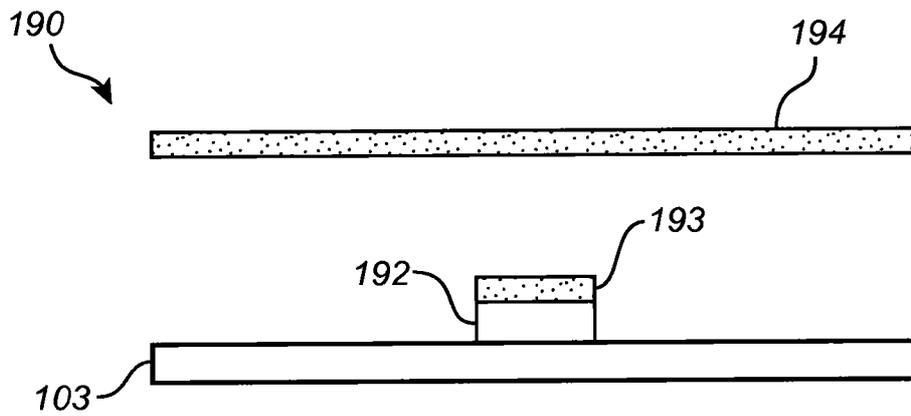


图 19