



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106471867 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201580031141.2

(22)申请日 2015.06.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106471867 A

(43)申请公布日 2017.03.01

(30)优先权数据
14171701.7 2014.06.10 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.12.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/062644 2015.06.08

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/189112 EN 2015.12.17

(73)专利权人 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 W·奥埃皮特斯 L·J·M·施兰根
R·L·迪穆林 W·瓦格曼斯

(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.
H05B 33/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 101855492 A, 2010.10.06,
WO 2007/114614 A1, 2007.10.11,
US 2013/0114242 A1, 2013.05.09,
CN 103718650 A, 2014.04.09,
WO 2013/150470 A1, 2013.10.10,

审查员 丁钰丰

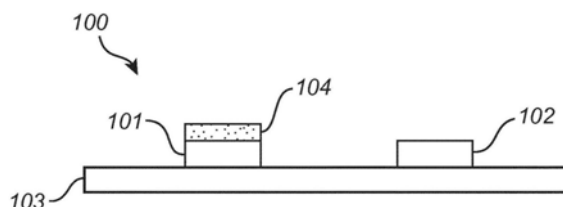
权利要求书2页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

具有可调节发射光谱的发光装置

(57)摘要

发光装置适于产生总发光强度 I_{tot} 的并且具有在从400nm至440nm的波长范围内的发射峰值的白色输出光,其包括:适于发射第一发光强度 I_1 的并且具有在从440nm至460nm的第一波长范围内的发射峰值的光的第一发光元件;以及适于发射第二发光强度 I_2 的并且具有在从380nm至440nm的第二波长范围内的发射峰值的光的第二发光元件,其中第一发光元件和第二发光元件独立可控,使得可以独立于 I_1 调节 I_2 。控制深蓝光贡献的可能性允许清爽白色光源在所有发射强度下的自然外观,并且还可以被用于增强对比度感知。



1. 一种发光装置(100、300、400、500),适于产生白色输出光并且具有在从380nm至440nm的波长范围内的发射峰值,所述发光装置包括:

-至少一个第一发光元件(101、301、401、501),适于发射第一发光强度I1的并且具有在从440nm至460nm的第一波长范围内的发射峰值的光;以及

-至少一个第二发光元件(102、302、402、502),适于发射第二发光强度I2的并且具有在从380nm至440nm的第二波长范围内的发射峰值的光,

其中所述至少一个第一发光元件和所述至少一个第二发光元件是独立可控的,使得由所述至少一个第二发光元件发射的光的所述第二强度能够独立于由所述至少一个第一发光元件发射的光的所述第一强度进行调节,

其中比率A' 被限定为:

$$A' = \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) (430-\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda}$$

其中E(λ) 为光谱功率分布,并且A' 为至少0.6,

发光装置(100、300、400、500)进一步包括:

-控制器(107),操作连接至所述至少一个第一发光元件(101、301、401、501)和所述至少一个第二发光元件(102、302、402、502),所述控制器能够生成用于增加或者降低由所述至少一个第一发光元件发射的光的所述第一强度I1的第一控制信号,和用于独立于所述第一控制信号来增加或者减少由所述至少一个第二发光元件发射的光的所述第二强度I2的第二控制信号,使得强度比率A' 借助于所述控制器可变,

其中所述控制器(107)适于在所述发光模块被调光的情况下,相对于所述第一强度I1降低所述第二强度I2。

2. 根据权利要求1所述的发光装置(100、300、400、500),进一步包括:

-至少一个波长转换构件(104、304、404),被布置为接收由所述第一发光元件发射的光,并且能够发射具有在绿色至红色波长范围内的发射峰值的光。

3. 根据前述权利要求中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500),其中所述第一发光元件和/或所述第二发光元件的操作能够由用户控制,并且因此所述强度比率A' 能够由用户控制。

4. 根据权利要求2所述的发光装置(100、300、400、500),其中所述至少一个波长转换构件(104)被布置为接收由所述第一发光元件发射的光,并且包括黄色-绿色磷光体材料和红色磷光体材料。

5. 根据权利要求2所述的发光装置(400),包括被布置为接收由所述第二发光元件(402)发射的光的另一波长转换构件(405),其中所述另一波长转换构件包括黄色-绿色磷光体材料并且没有红色磷光体材料。

6. 根据权利要求1至2和4至5中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500),其中所述至少一个第二发光元件(102、302、402、502)适于发射第二发光强度I2的并且具有在从380nm至430nm的第二波长范围内的发光峰值的光。

7. 根据权利要求1至2和4至5中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500),其中所述控制器(107)适于随时间调节A' 。

8. 根据权利要求1至2和4至5中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500), 其中所述白色输出光的色点被调谐至位于针对4000K或更低的相关色温的黑体线(BBL)下面。

9. 根据权利要求1至2和4至5中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500), 包括适于发射发光强度 I_3 的并且具有在从590nm至620nm的第三波长范围内的发射峰值的光的至少一个第三发光元件。

10. 根据权利要求1至2和4至5中的任一项所述的发光装置(100、300、400、500), 其中第一发射峰值和第二发射峰值的峰值波长相差至少10nm。

11. 一种聚光灯或者灯具, 包括根据前述权利要求1至10中的任一项所述的发光装置。

12. 一种根据前述权利要求1至10中的任一项所述的发光装置的用途, 其用于照射荧光增白剂。

13. 一种操作发光装置的方法, 所述发光装置是根据前述权利要求1至10中的任一项所述的发光装置, 所述方法包括以下步骤: 相对于强度 I_1 和/或由所述发光装置产生的输出光的总的发光强度 I_{tot} , 增加或者降低强度 I_2 , 从而增加或者降低所述强度比率 A' 。

14. 根据权利要求13所述的操作发光装置的方法, 包括通过相对于所述第二强度增加所述第一强度来增加所述强度比率 A' 的步骤。

15. 根据前述权利要求13至14中的任一项所述的操作发光装置的方法, 包括:

-降低由所述发光装置发射的总的光强度, 并且相对于强度 I_1 和/或总的强度 I_{tot} 降低强度 I_2 , 从而降低所述强度比率 A' , 或者

-增加由所述发光装置发射的所述总的光强度, 并且相对于强度 I_1 和/或所述总的强度 I_{tot} 增加强度 I_2 , 从而增加所述强度比率 A' 。

具有可调节发射光谱的发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及能够提供白光发射的发光装置,并且涉及使用和操作这种发光装置的方法。

背景技术

[0002] 由发光二极管(LED)组成的光源或者照明设备越来越多地用于代替诸如白炽灯和荧光光源之类的常规光源。LED相比于常规光源提供很多优势,特别是对于光转换效率而言。当使用基于LED的光源代替常规照明系统时,特别需要这些基于LED的光源以生成被感知为白色的光。

[0003] 颜色再现一般使用以Ra计算的显色指数(CRI)来测量。CRI有时也称为显色指数。CRI是对光源相比于理想或者自然光源忠诚地再现各种对象的颜色能力的量化测量。自然日光具有高的CRI,其中Ra近似为100。白炽灯泡也具有接近100的Ra,而荧光照明较不准确,一般具有70至90的Ra。因此,为了在基于LED的照明应用中实现期望的“白”光,期望具有高CRI的光源。对于LED照明系统,存在暖白色或者中性白色LED模块,其中容易获得大约80至90的显色。

[0004] 常规白色LED一般使用蓝色发光元件和黄色波长转换材料,以转换蓝光的一部分以产生被感知为白色的混合光。在W0 2013/150470中公开了与显色有关的经改善的基于LED的解决方案,其建议了如下发光模块,该发光模块包括蓝色发光元件、被设置为接收由蓝色发光元件发射的光的至少一种波长转换材料、以及适于发射具有在从400nm至440nm的第二波长范围内的发射峰值的光的“深蓝色”发光元件。这一模块提供具有“清爽白(crisp white)”效果的良好显色的白光,这对于很多应用而言是所期望的,例如在零售或者展览环境下。

[0005] US2013114242描述了如下固态照明设备,其包括与发光磷光体(lumiphor)组合以形成固态发光部件的固态发光器、与发光部件空间分离的至少一种发光磷光体、以及另一发光磷光体和/或固态发光器。固态发光部件可以包括具有较高色温的蓝移式黄色部件,但是与其它元件组合时,来自照明设备的聚合发射具有较低的色温。多个白色或者近白色部件可以被提供,并且可以被设置为刺激与其空间分离的一种或者多种发光磷光体。

[0006] US2013221866描述了包括发射颜色不同并且采用半导体发光元件和磷光体的多个半导体发光设备的照明设备,其中输出的光被稳定地组合,抑制了光的分离,并且色调可变,并且该设备基于来自半导体发光元件和来自(由来自半导体发光元件的发射激发而发出荧光的)磷光体的发射、或者基于来自被这样激发以发出荧光的磷光体的发射而向外发光,在根据UCS(u,v)颜色系统(CIE 1960)的uv色度图中,该光与黑体辐射轨迹的偏离 duv 在 $-0.02 \leq duv \leq 0.02$ 的范围内;并且来自其中集成并且设置了多种半导体发光设备的发光部分的输出光被混合在一起并且向外发射。

[0007] W02007114614描述了包括以6000K或者更高的色温发射白光的第一发光部分和以3000K或者更低的色温发射白光的第二发光部分的发光设备,第一发光部分和第二发光部

分包括发光二极管芯片和磷光体并且被独立驱动。W02007114614指出,通过实现具有不同光谱和色温的白光,发光设备可以多样化地在期望的气氛中和用途中应用。W02007114614指出了通过根据人类的生理节律调节光波长或色温对健康产生的作用。

[0008] US2012256560描述了如下发光设备包装,该发光设备包装包括:包装主体;安装在包装主体上并且发射特定颜色的光的第一发光设备;安装在包装主体上以便邻近第一发光设备、并且根据对其应用的电流值调节光量从而控制色温、并且发射橙光的第二发光设备;以及密封第一和第二发光设备并且至少包含一个或者多个类型的磷光体的树脂部分。

发明内容

[0009] 然而,相比于白炽灯和卤素灯,对常规LED光源调光给出不自然外观。

[0010] 因此,不管至今所知的基于LED的系统,就对光和颜色的感知而言,特别是对于专用照明和周围环境照明而言,仍然需要改善。

[0011] 本发明的目的是克服这一问题,并且提供更好地适合于专用照明并且产生期望的自然外观的光(优选地清爽白光)的发光装置。

[0012] 根据本发明的第一方面,这一目的和其它目的通过适于产生具有在从380nm至440nm的波长范围内的发射峰值的白色输出光的发光装置或者发光模块来实现,该发光装置或者发光模块包括:

[0013] -至少一个第一发光元件,适于发射第一发光强度 I_1 的并且具有在从440nm至460nm的第一波长范围内的发射峰值(“第一发射峰值”)的光;以及

[0014] -至少一个第二发光元件,适于发射第二发光强度 I_2 的并且具有在从380nm至440nm的第二波长范围内的发射峰值(“第二发射峰值”)的光,

[0015] 其中所述至少一个第一发光元件和所述至少一个第二发光元件独立可控,使得如在所述权利要求中进一步特别限定的,由所述至少一个第二发光元件发射的光的第二强度可以独立于由所述至少一个第一发光元件发射的光的第一强度进行调节。

[0016] 由作为整体的发光装置产生的白色输出光可以具有总发光强度 I_{tot} 。

[0017] 如本文中所使用的,“深蓝色”或者“短波长蓝色”表示从380nm至高达440nm的波长范围的蓝光。根据本发明的第二发光元件具有在从390nm至440nm(通常从400nm至440nm)的范围内的发射峰值波长。因此,低于峰值波长的光还可以在“短波长蓝色”范围内。

[0018] 此外,如本文中所使用的,“蓝色”、“普通蓝色”、“正常蓝色”、或者“标准蓝色”一般指代具有在从440nm至460nm的范围内的峰值波长的光。

[0019] 如本文中所使用的,“发光元件”指代发光半导体结构,诸如发光二极管(LED)、或者LED芯片或者裸片、或者激光二极管。发光二极管可以包括一个或者多个发光元件。

[0020] 根据本发明的发光装置提供与在任何发射强度下的自然外观的可能性组合的清爽白光,这实现了看起来自然的调光行为。白光可以显得暖,而不改变色点。例如,在调节深蓝光(还称为深蓝色贡献)的相对量时,色点的差异可以小于5SDCM(颜色匹配的标准偏差)。

[0021] 在特定实施例中,至少一个第二发光元件适于发射第二发光强度 I_2 的光并且具有从380nm至430nm的第二波长范围内的发射峰值。

[0022] 调节本发明的发光装置中的深蓝色贡献的可能还允许增强对比度感知例如以便改善可读性,并且可以提供光的期望感知色调,特别是当用于照射包括荧光增白剂的对象

时。

[0023] 发光强度I1被限定为蓝色波长范围上的积分光谱功率分布：

$$[0024] \quad I1 = \int_{430}^{480} E(\lambda) d\lambda$$

[0025] 发光强度I2被限定为深蓝色波长范围上的积分光谱功率分布：

$$[0026] \quad I2 = \int_x^{430} E(\lambda) (430 - \lambda) d\lambda, \text{其中 } x = 380\text{nm} \text{ 或者优选地 } x = 400\text{nm}。$$

[0027] 总发光强度I_{tot}被限定为深蓝色波长范围上的积分光谱功率分布：

$$[0028] \quad I_{tot} = \int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda。$$

[0029] 因此,比率A' 可以被限定为：

$$[0030] \quad A' = \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda) (430 - \lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda},$$

[0031] 在本发明的实施例中,A' 可以为至少0.6。A' 的最大值可以为A' 的最小值的至少1.5倍。在本发明的实施例中,A' 可以高达5.0。

[0032] 当强度I_{tot}降低时,发射的相关色温(CCT)降低。同时,A' 通过减少深蓝光的贡献而降低。因此,当调光时,对暖色的感知得到增强(特别是当用于照射包括荧光增白剂的诸如纸张之类的对象时)。

[0033] 第二发光元件的操作可以依赖于总发光强度I_{tot}。

[0034] 为了产生白光,发光装置通常进一步包括适于产生具有在绿色至红色波长范围内的发射峰值的光的至少一个第三发射器。这一附加发射器可以是一个或者多个另一发光元件,例如绿色发光元件、黄色发光元件、琥珀色发光元件、红色发光元件、或者其任何组合。在一些实施例中,第三发射器可以是接收例如来自第一发光元件的光并且将其转换为更长波长(通常绿色至红色)的光的波长转换构件。

[0035] 在本发明的实施例中,发光装置进一步包括被设置为接收由所述第一发光元件发射的光并且能够发射具有在绿色至红色波长范围内的发射峰值的光的至少一个波长转换构件。

[0036] 通常,发光装置可以是可调光的。

[0037] 发光装置可以包括操作连接至至少一个第一发光元件和至少一个第二发光元件的控制器。控制器通常能够生成用以增加或者降低由第一发光元件发射的光的第一强度I1的第一控制信号,和用以独立于第一控制信号增加或者降低由第二发光元件发射的光的第二强度I2的第二控制信号,使得强度比率A' 借助于控制器可变。第一发光元件和第二发光元件可以独立地电连接至控制器。

[0038] 因此,控制器特别地被配置为控制照明设置的白色输出光。控制器可以在实施例中配置为通过控制第一发光元件和第二发光元件(以及可选地其它发光元件)的发光强度来控制白色输出光。通过变化强度,在380nm至440nm的波长范围内,特别是在380nm至430nm的波长范围内,可以控制白光的强度、色点、以及相对强度。以这一方式,不仅可以变化相关色温,而且可以变化白光的对比度感知和清爽性。

[0039] 对发光元件本身(特别是诸如上文所指示的基于半导体的发光元件)的控制是现有技术已知的。

[0040] 在本发明的实施例中,发光装置(特别地控制器)可以适于在对发光模块进行调光的同时,相对于第一强度 I_1 降低第二强度 I_2 。

[0041] 在本发明的实施例中,发光装置(特别地控制器)可以适于随时间调节 A' 。例如, A' 因此可以根据一天的时间自动变化。

[0042] 在本发明的实施例中,第一和/或第二发光元件的操作,并且因此强度比率 A' ,可以由用户控制。

[0043] 在如上文描述那样的使用至少一个波长转换构件的实施例中,波长转换构件可以被设置为接收由第一发光元件发射的光,并且可以包括黄色-绿色波长转换材料和红色波长转换材料。因此,波长转换构件可以包括两种或者更多种波长转换材料的混合物,特别地,绿色-黄色波长转换材料和红色波长转换材料的混合。这种组合提供针对白色光输出光谱的期望的贡献。

[0044] 在一些实施例中,发光装置可以包括被设置为接收由所述第二发光元件发射的光的另一波长转换构件,其中该另一波长转换构件包括黄色-绿色波长转换材料并且没有红色波长转换材料。很多黄色-绿色波长转换材料转换普通蓝光(例如,在450nm处),但是具有对深蓝光(例如,在410nm处)的有限的吸收/转换。然而,红色波长转换材料可以由深蓝光以及普通蓝光激发并且将其转换。因为深蓝色发光元件通常比普通蓝色发光元件效率更低,对深蓝光的不期望的吸收/转换要求使用更多的深蓝色发光元件,以便提供具有深蓝峰值的期望的总发射光谱,这减少了整体效率并且增加了成本。因此,在接收深蓝光的波长转换构件中省略红色波长转换材料是有利的,因为这避免了由红色波长转换材料的吸收造成的深蓝光损失。

[0045] 在本发明的实施例中,发光装置进一步包括适于发射在第三波长范围内的发射峰值的光的至少一个第三发光元件。例如,第三发光元件可以是发射例如在从590nm至620nm(诸如大约600nm至610nm)的范围内的光的琥珀色发光元件。第三发光元件的使用可以改善色点稳定性(特别是当比率 A' 改变时)。

[0046] 在第二方面中,本发明提供了包括根据上文描述的第一方面的发光装置的灯具。

[0047] 在另一方面中,本发明提供了包括根据上文描述的第一方面的发光装置的聚光灯。

[0048] 在另一方面中,本发明涉及根据上文描述的第一方面的发光装置的用途,其用于照射荧光增白剂(FWA),诸如用于照射由对象所包括的荧光增白剂(FWA)。调节对总的光发射的深蓝贡献的可能性当被用于照射包括FWA的表面时是特别有利的,因为其保证了在所有发射强度下的自然的白色外观,并且还允许根据用户需要调节黑-白对比度,这可以改善可读性。

[0049] 在另一方面中,本发明提供了操作根据第一方面的发光装置的方法,该方法包括相对于强度 I_1 和/或总强度 I_{tot} 增加或者减少强度 I_2 的步骤。特别地,该方法包括增加或者减少强度比率 A' 的步骤。

[0050] 例如,该方法可以包括通过相对于第二强度增加第一强度来增加强度比率 A' 。这表示增加了对总的发射光谱的深蓝色贡献,并且对于例如当在白纸上阅读时增加对比度感知是有利的,这对于老人或者具有视觉损伤的人可能是特别有用的,而且对于在相对低的照明条件下改善可读性也是有用的。

[0051] 最后,该方法可以包括降低由发光装置发射的总的光强度 I_{tot} ,并且相对于强度 I_1 和/或总强度 I_{tot} 降低强度 I_2 ,特别地降低强度比率 A' 。备选地(或者作为在刚刚描述的步骤之前或者之后执行的附加步骤),该方法可以包括增加总的光强度 I_{tot} ,并且相对于强度 I_1 和/或总强度 I_{tot} 增加强度 I_2 ,特别地增加强度比率 A' 。

[0052] 特别地,第一发射峰值和第二发射峰值的峰值波长相差至少10nm,诸如至少15nm,比如至少20nm,特别地至少30nm,诸如例如在大约425nm(第一发射峰值)和大约465nm(第二发射峰值)处的峰值(类似于图6中的)。因此,至少一个第一发光元件和至少一个第二发光元件特别地被配置为提供具有不同光谱分布的光。

[0053] 术语“第一发光元件”还可以指代多个基本上相同的第一发光元件。同样地,术语“第二发光元件”还可以指代多个基本上相同的第二发光元件。

[0054] 本文中的术语白光是本领域技术人员已知的。其特别地涉及如下光:具有在大约2000K和8000K之间、特别地在大约2700K至6500K的范围内、诸如在2000K至5700K的范围内的相关色温(CCT),并且特别地在距离BBL(黑体轨迹)大约15SDCM(颜色匹配的标准偏差)内,特别地在距离BBL大约10SDCM内,甚至更特别地在距离BBL大约5SDCM内。本文中,如上文所述,照明装置可以特别地具有在至少大约2000K上(诸如例如在至少大约2000K至4000K之间)、甚至更特别地至少在至少大约3000K的范围上(诸如例如在至少大约2000K至5000K之间)、或者甚至在至少大约2000K至5700K的相关色温范围上可变的可变相关色温。

[0055] 特别地,控制器被配置为控制第一发光元件、第二发光元件、以及可选地其它发光元件(诸如第三、第四...、发光元件)。特别地,控制器因此被配置为控制第一发光元件光、第二发光元件光、以及可选地其它发光元件光的强度。控制器可以特别地独立控制发光元件。

[0056] 此外,特别地,控制器被配置为根据时间信号和周围环境光传感器中的一个或者多个来控制第一发光元件、第二发光元件等。以这一方式,照明装置可以例如自动调节相关色温(CCT)。然而,在又一实施例中,控制器还可被配置为根据用户输入值来控制发光元件。例如,可能期望调节相关色温或者相关色温方案,例如以便为时差做准备或者(平顺地)从时差恢复过来。因此,在一个实施例中,发光装置被配置为提供具有在380nm至460nm波长区域内的可变色温和/或可变相对强度(相对于白色输出光的总强度)的白光。

[0057] 注意,本发明涉及在权利要求中记载的特征的所有可能组合。

附图说明

[0058] 现在将参照示出了本发明的实施例的附图,更详细地描述本发明的这一方面和其它方面。

[0059] 图1是根据本发明的实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0060] 图2是与图1的发光装置相似的发光装置的顶视图。

[0061] 图3是根据本发明的实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0062] 图4是根据本发明的实施例的发光装置的示意性侧视图。

[0063] 图5是根据本发明的实施例的发光模块的顶视图。

[0064] 图6是示出了根据本发明的实施例的发光装置的示例性光发射频率(虚线)和常规白色发光装置的示例性光发射光谱(实线)的图。如从该图中可以看到的,具有可变色温和/

或在380nm至460nm波长区域中的可变相对强度(相对于在380nm至780nm波长区域中的白色输出光的总强度)的白光。

[0065] 图7示出了包括3000K色温附近的黑体线的1931CIE色品图的一部分。

[0066] 图8示出了包括3000K色温附近的黑体线的1976CIE色品图的一部分。

[0067] 图9是图示了由根据本发明的实施例的发光装置发射的光和包括荧光增白剂的被照射对象的反射/发射光谱之间的色点差异的图。

[0068] 如图所示,层和区域的尺寸为了说明性目的而被夸大,并且因此,被提供用于图示本发明的实施例的一般性结构。相同的附图标记通篇指代相同的元素。

具体实施方式

[0069] 现在将在下文中参照附图更充分地描述本发明,在附图中示出了本发明的当前优选实施例。然而,本发明可以以很多不同形式体现并且不应该被解释为限制于本文中阐述的实施例;而是,这些实施例被提供用于透彻性和完整性,并且向技术人员充分传达本发明的范围。

[0070] 当被调光时,由常规LED(以及在W02013/150470中提出的光源)发射的光可能被感知为非自然的或者不美观的。这被认为是一个劣势,因为很多照明应用要求在各种发射强度下看上去自然的光。本发明人意识到,当被调光时,LED的看上去不自然的光发射是因为实际上,不同于白炽灯和卤素灯,当强度改变时,LED的发射光谱不发生改变。当对白炽灯调光时,降低驱动电流会更改发射光谱,并且所发射的光的色点在黑体线上移动到更低的色温(灯丝不太暖)。

[0071] 现在,本发明人发现,通过调节从“清爽白色”光源发射的深蓝光的相对量,白光可以看起来更暖,并且这在不明显改变色点的情况下是可能的。特别地,已经发现,通过相对于“普通”蓝光和/或总的光发射降低深蓝光的相对量,可以获得更暖的光。在与调光(即降低光源的总体发光强度)组合时,这是特别有用的,因为经调光的光则感受更自然。同时,有利的是,颜色失真和CRI改变可以保持最小,使得输出光在显色方面仍然可以具有高质量。还已经认识到,通过调节对总的光发射的深蓝色贡献,可以影响对比度的感知,特别是当发光装置被用于照射包括荧光增白剂的表面时。例如,通过增加深蓝光的贡献,可以增强印刷材料的对比度的感知,从而改善或者支持可读性。

[0072] 图1图示了发光装置100形式的本发明的实施例,如由技术人员领会的,发光装置100可以形成装备有驱动电子元件等的发光模块的一部分。发光装置100包括设置在支撑体103上的第一发光元件101和第二发光元件102。第一发光元件101(这里为第一发光二极管(LED)芯片)适于发射在“普通”蓝色波长范围内的光,特别地具有发光强度I1的、具有在从440nm至460nm的范围内的发射峰值的光。包括波长转换材料(有时还称为磷光体)的波长转换构件104被设置在第一LED芯片101上,例如作为一层。波长转换构件104适于将由第一LED 101发射的蓝光的一部分转换为更长波长(通常绿色至红色的光谱范围)的光,使得得到的蓝光(440nm至460nm)和绿色至红色光的组合被感知为白色。与波长转换构件104组合的LED芯片101可以被称为磷光体转换白色LED芯片。

[0073] 此外,第二发光元件102(这里为第二LED芯片)适于发射发光强度I2的深蓝光(通常为具有在从380nm至430nm的波长范围内的发射峰值的光)。在这一实施例中,第二LED芯

片102没有波长转换材料,并且可以被称为直接发射LED芯片。

[0074] 在操作期间,从第一LED芯片发射的光将被波长转换材料104部分地转换以产生具有常规光谱分布的白光。然而,由第二LED芯片发射的光将不被任何波长转换构件转换,并且因此将以在从400nm至440nm波长范围内的发射峰值的形式向来自发光装置的总的光输出提供光谱贡献。因此,发光装置100产生具有从第二LED芯片102得到的在从380nm至430nm的波长范围内的附加发射峰值的白色输出光。

[0075] 在一些实施例中,第二LED芯片102可以适于发射从400nm至430或者从400nm至420nm的波长范围的光。

[0076] 支撑体103可以是任何合适的物理和/或功能性支撑结构(包括印刷电路板(PCB))或者形成其一部分。支撑体103可以承载用于发光元件101、102所需要的电连接的装置。可选地,支撑体103的部分可以是反射式的。还设想的是,发光装置100可以由至少一个反射壁(可选地,形成光混合腔室)包围。

[0077] 第一发光元件101和第二发光元件102是独立可控的,使得由第一发光元件101发射的光的发光强度 I_1 和由第二发光元件102发射的光的发光强度 I_2 是独立可控的,并且相对于彼此变化。这一独立控制可以例如通过控制驱动相应发光元件101、102的电流来实施。在这样的实施例中,第一发光元件101和第二发光元件具有至控制电路的独立电连接,使得不同的电流可以被分别递送到第一发光元件101和第二发光元件102。

[0078] 由于可以在相应的发光元件101和102上实施的独立控制,相对于由第一发光元件101发射的光的强度 I_1 ,和/或相对于由作为整体的发光装置发射的光的总的发光强度(I_{tot}),由第二发光元件102发射的光的强度 I_2 可以降低或者增加(可选地当还降低或者增加 I_{tot} 时)。

[0079] 强度 I_1 (被计算为“深蓝色”波长范围上的积分光谱功率分布 $E(\lambda)$)与总强度 I_{tot} (被计算为380nm至780nm波长范围上由作为整体的发光装置发射的总光谱的积分光谱功率分布)的比率表示为:

$$[0080] \quad \frac{\int_{380}^{430} E(\lambda)(430 - \lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} E(\lambda) d\lambda} = A'$$

[0081] 通常, A' 可以至少为0.6。在本发明的实施例中, A' 可以高达5,因此通常 $0.6 \geq A' \geq 5$ 。然而,在本发明的实施例中, A' 也可以高于5。

[0082] 之前已经发现,在深蓝色波长范围的较低部分中的深蓝色峰值波长处(例如405nm附近),实现“清爽白色”效果所需要的强度低于深蓝色波长范围的较高部分中的深蓝色发射峰值波长(例如大约420nm)。上文限定的比率 A' 考虑到了这一波长依赖性。

[0083] 此外,为了在当调光时的光的所感知的“清爽性”上实现期望的改变,深蓝色贡献应该根据相关色温改变。

[0084] 使用上文限定的比率 A' (比率 A' 使用积分光谱功率分布,而非例如被限定为深蓝光的直接测量强度与蓝光的直接测量强度的比率的比率 R)的优势是, A' 不依赖于色温和色点。相比之下,比率 R 将依赖于色温。

[0085] 图2示意性地图示了相似于图1所示的实施例的发光装置的顶视图,其中添加了电

引线105、106、以及控制器107。电引线105将控制器107连接到第一发光元件101,并且电引线106将控制器107连接到第二发光元件102。控制器可以被连接到常规驱动电子元件并且适于独立控制经由电引线105、106供应到发光元件101、102中的每一个的电流。控制器因此可以有能力的增加或者降低第一发光元件或者第二发光元件或者两者的光发射强度,以及增加或者降低发光装置100的总的光发射。在本发明的实施例中,控制器107可以包括调光器、或者形成调光器的一部分、或者连接到调光器。控制器可以由用户操作或者可以被编程以实施对光发射的预定控制。

[0086] 控制器107可以适于(例如被编程为)相对于由第一发光元件101发射的光的强度 I_1 ,和/或相对于由作为整体的发光装置发射的光的总的光强度(I_{tot}),降低由第二发光元件102发射的光的强度 I_2 (特别地当还降低 I_{tot} 时)。即,可以降低深蓝光的相对贡献(特别地当还降低总的光强度 I_{tot} 时)。

[0087] 对应地,例如当增加总的光强度 I_{tot} 时,控制器可以适于增加 A' ,即深蓝光相对于 I_{tot} 的贡献。然而,其还可以用于独立于总的光发射强度的任何改变而降低或者增加比率 A' ,并且因此控制器可以适于降低或者增加 A' 而不明显影响总强度 I_{tot} 。在本发明的实施例中,控制器107可以适于(例如被编程为),例如基于来自用户的输入或者响应于表示外部条件的信号,相对于由第一发光元件101发射的光的强度,增加由第二发光元件102发射的光的强度。

[0088] 在本文中描述的本发明的任何实施例中,发光装置可以包括多个所述第一发光元件,并且可选地还可以包括多个所述第二发光元件。通常,第一发光元件中的所有或者一些第一发光元件形成第一组发光元件,第一组发光元件相对于由所述第二发光元件中的所有或者一些第二发光元件形成的第二组发光元件独立可控。

[0089] 根据本发明的实施例的发光模块可以适于产生具有从380nm至430nm(例如从400nm至430nm,诸如从400nm至420nm或者从410nm至420nm)的波长范围内的发射峰值的白色输出光。由第二发光元件产生的第二波长范围因此可以为从380nm至430nm,例如从400nm至430nm,诸如从400nm至420nm或者从410nm至420nm。

[0090] 在本发明的实施例中,发光模块包括至少两种不同的波长转换材料。例如,一种波长转换材料可以能够发射具有在从500nm至600nm(表示绿色-黄色)的范围内的发射峰值波长的光,并且一种波长转换材料可以能够发射具有在从600nm至780nm(表示橙色或者红色)的范围内的发射峰值波长的光。因此,作为示例,波长转换构件104可以包括磷光体材料(例如,黄色-绿色磷光体和红色磷光体)的组合。在本发明的其它实施例中,第二发光元件可以完全没有波长转换材料。

[0091] 合适的波长转换材料的示例包括但不限于铈(Ce)掺杂石榴石,诸如Ce掺杂YAG($Y_3Al_5O_{12}$),还表示为YAG:Ce;或者Ce掺杂LuAG($Lu_3Al_5O_{12}$),还表示为LuAG:Ce。YAG:Ce发射泛黄色光,而LuAG:Ce发射泛黄绿色光。备选地,可以使用其中使用镓(Ga)代替一些钇(因此发射泛黄绿色光)的YAG:Ce材料。

[0092] YAG:Ce的吸收最大值通常在大约455nm处。LuAG:Ce的吸收最大值通常在大约445nm处。使用YAG:Ce,可以实现80的CRI。使用LuAG:Ce,可以实现高达90的更高CRI。

[0093] 发射红光的无机磷光体材料的示例可以包括但不限于ECAS和BSSN;ECAS是 $Ca_{1-x}AlSiN_3:Eu_x$,其中 $0 < x \leq 1$,优选地 $0 < x \leq 0.2$;并且BSSN是 $Ba_{2-x-z}M_xSi_{5-y}Al_yN_{8-y}O_y:Eu_z$,其中M表

示Sr或者Ca, $0 \leq x \leq 1$ 并且优选地 $0 \leq x \leq 0.2$ 、 $0 < y \leq 4$ 并且 $0.0005 \leq z \leq 0.05$ 。

[0094] 图3至图5图示了根据本发明的发光装置的各种实施例。

[0095] 图3示出了发光装置300, 发光装置300包括设置在支撑体103上的第一发光元件(这里为第一LED芯片301)和第二发光元件(这里为第二LED芯片302)。第一LED芯片301适于发射从440nm至460nm的波长范围的蓝光。第二LED芯片302适于发射从380nm至430nm的波长范围的光。第一芯片301和第二LED芯片302按上文描述那样独立可控(通常借助于控制器(未示出))。

[0096] 与参照图1和图2在上文描述的实施例相比, 第一LED芯片301不是磷光体转换LED芯片, 即不具有直接设置在芯片顶部上的波长转换材料。代之, 在图3所示的实施例中, 包括波长转换材料的波长转换构件304远离第一LED芯片301和第二LED芯片302两者设置, 以接收由LED芯片301、302两者发射的光。波长转换构件304可以被称为“远程磷光体”或者处于“远程配置”。波长转换构件304还可以被称为远程磷光体层。波长转换构件可以是自支撑的, 并且可以以膜、片、板、盘等形式提供。虽然未在图3中示出, 波长转换构件可以由包围光源301、302的一个或者多个侧壁支撑, 使得波长转换构件形成盖或者窗口。

[0097] 包含在波长转换构件304中的波长转换材料通常适于将蓝光转换为更长波长(通常绿色至红色的光谱范围)的光, 使得得到的蓝光(440nm至460nm)和绿色至红色光的组合被感知为白色。因此, 由第一LED 301发射的光由波长转换构件304接收并且被部分地转换, 而由波长转换构件304接收的由第二LED 302发射的光未被明显转换, 而是被透射。发光装置300因此产生具有从第二LED芯片302得到的从380nm至430nm的波长范围内的附加发射峰值的白色输出光。

[0098] 在一些实施例中, 波长转换构件304可以包括具有大于450nm(例如在大约455nm处)的吸收最大值的波长转换材料。这种材料的一个示例为YAG:Ce。在这种实施例中, 第二LED芯片302可以具有在440nm处或者在440nm附近的发射峰值, 这是因为波长转换材料的更高吸收波长仍然可以避免对由第二LED芯片302发射的光(特别是具有小于435nm的波长的光)的过多转换。

[0099] 在一些实施例中, 波长转换构件304可以包括具有小于450nm(例如在445nm处或者在445nm附近)的吸收最大值的波长转换材料。这种材料的一个示例是LuAG:Ce。

[0100] 波长转换构件304可以包括如上文描述那样的波长转换材料的组合, 包括图案化设置, 例如其中波长转换构件的第一区域包括第一波长转换材料并且波长转换构件的第二区域包括第二波长转换材料, 并且第一区域和第二区域在空间上被设置为接收来自不同发光元件的光。

[0101] 作为图3所示的远程磷光体设置的备选, 设想的是, LED芯片301、302可以代之由直接应用在两个LED芯片以及支撑体103上的连续磷光体层覆盖。这种磷光体层可以包括单一的波长转换材料或者波长转换材料的组合, 并且可以通过提供流体形式的波长转换材料(例如分散在载体液体中)并且分配该流体以覆盖发光元件301、302而产生。可选地, 可以使该层硬化。

[0102] 另一实施例在图4中图示。该图示出了发光装置400, 发光装置400可以形成发光模块的一部分, 发光装置400包括设置在支撑体103上的第一LED芯片形式的第一发光元件401和第二LED芯片模式的第二发光元件402。第一LED芯片401和第二LED芯片402通常借助于控

制器(未示出)如上文描述那样独立可控。在这一实施例中,第一LED芯片401和第二LED芯片402对应于参照图1在上文描述的第一LED芯片101和第二LED芯片102,除了在本实施例中,第二LED芯片402也是所谓的磷光体转换LED芯片。这里,第一LED芯片401被提供有第一波长转换构件404,并且第二LED芯片402被提供有第二波长转换构件405。第一波长转换构件404和第二波长转换构件405可以包括相同或者不同的波长转换材料。

[0103] 通常地,第一LED芯片401适于发射在从440nm至460nm的波长范围内的光。第一波长转换构件404将此光的一部分转换为更长波长的光,使得来自包括波长转换构件404的磷光体转换第一发光元件401的总发射被感知为白色。此外,第二LED芯片402通常发射在从380nm至430nm的波长范围内的光,并且波长转换材料405接收此光并且将此光的一部分转换为更长波长的光,使得来自包括波长转换材料405的发光元件302的总发射也被感知为白色。然而,由第二LED芯片302发射的足够量的光未被波长转换材料405吸收和转换,从而向发光装置400的总输出光谱提供在从380nm至430nm的波长范围内的发射峰值。

[0104] 在这一实施例的一些变体中,第一波长转换构件404可以包括波长转换材料的组合,例如黄色或者黄绿色磷光体与红色磷光体的组合。第二波长转换构件405可以包括波长转换材料的组合或者单一波长转换材料(特别是黄色或者黄绿色磷光体)。特别地,波长转换构件405可以没有红色波长转换材料。

[0105] 图5示出了包括设置在板或者支撑体503上的多个发光二极管(这里为20个单独的LED芯片)的发光模块500的顶视图。该模块包括适于发射如在本文中限定的第一波长范围的光的多个第一LED芯片501,和适于发射如在本文中限定的第二波长范围的光的至少一个第二LED芯片502。通常地,模块400包括多个所述第二LED芯片502。LED芯片501形成提供发光强度I1的光发射的第一组发光元件(如由虚线指示的),并且LED芯片502形成提供第二发光强度I2的光发射的第二组发光元件。第一组发光元件独立于第二组发光元件可控,使得光发射强度I1和I2如上文所描述那样独立可控。第一组发光元件的LED芯片501可以如上文所描述那样连接至彼此和控制器。相似地,第二组发光元件的LED芯片502可以连接至彼此和控制器。

[0106] 例如,第一组发光元件可以被设置为互连(接线结合)的发光元件的一个或者多个行或者串。在图5所示的实施例中,第一发光元件501可以被设置成三行,每一行包括五个互连的LED芯片。备选地,图5中的实施例中的第一发光元件501可以被设置为五行,每一行包括三个互连的LED芯片。可选地,发光元件501的不同行或者串可以独立可控。转到第二发光元件(在图5中由LED芯片502表示),它们可以构成单个组,被设置为例如五个互连的LED芯片502的行或者串。所设想的是,根据本发明的实施例的发光模块可以包括任何数目的第一发光元件501和第二发光元件502,并且它们可以以任何合适的方式(例如作为行、二维阵列、或者任何其它图案)被设置成任何数目的组。

[0107] 此外,图5示出,其高度超过LED芯片501、502的高度的圆形侧壁504被提供在板503的外围处,从而围绕LED芯片501、502,并且可以充当用于波长转换构件的支撑体,该波长转换构件可以远离LED芯片501、502地被设置为盖或者窗口。侧壁504可以具有面对LED芯片501、502的反射式内表面,从而形成反射式光混合腔室。

[0108] 可选地,波长转换材料可以直接被提供在单独的LED芯片501(以及可选地,还有单独的LED芯片502)上或者其附近,而非具有覆盖模块500的远程波长转换构件。例如,LED芯

片501,以及可选地还有LED芯片502,可以相似于图1或者图4,分别是磷光体转换式的。备选地,波长转换材料的连续层可以被应用在LED芯片501以及LED芯片502上。

[0109] 根据本发明的发光装置或者模块提供被感知为“清爽”并且冷的但是仍然具有暖的和自然的显色性的高度期望的白光。图6示出了根据本发明的实施例的发光模块的示例性发射光谱(由虚线表示)。没有添加深蓝色分量的常规白光光谱由实线表示。有利地,根据本发明的实施例的发光模块的输出光谱的色温可以通过降低R而被调谐至例如更暖的白色色调,而不显著影响显色(CRI)。

[0110] 术语“色度”被用于标识光源的颜色,而不论其亮度或者照度。具体而言,光源的色度可以由色度坐标、或者1931CIE色度图或者1976CIE色度图(国际照明委员会)中的色点来表示。光源的色温依据理想的、还称为黑体辐射体的纯热光源来限定,该黑体辐射体的光谱具有与该光源相同的色度。色温使用开尔文(K)测量。所谓的黑体轨迹(或者线)是在黑体温度改变时白炽黑体的颜色在特定色度空间中采用的路径或者线路。

[0111] 为了进一步改善白色外观,特别地,对于低相关色温(CCT)(通常为4000K或者更低),根据本发明的实施例的发光装置或者模块的色点可以被调谐以便位于黑体线(BBL)下面。

[0112] 已经确立的是,如果对象显得更亮,或者如果对象显得无色或者具有蓝色调的略微彩色,则对象显得更白。因此,泛蓝的色点比位于黑体线(BBL)上的色点被感知为更白。然而,将“正常”蓝光加入到常规LED光源的输出光谱也将产生ANSI(美国国家标准学会)颜色空间之外的色点,ANSI颜色空间限定了确定色温(例如3000K)的LED光源的可接受变化,还称为“ANSI仓”。然而,通过添加深蓝光而非正常蓝,最终的色点可以再次位于ANSI空间内,并且仍然给出非常好的白色显色性,包括“清爽白色”。

[0113] 图7是CIE 1931色度图的一部分的示意性图示,其指示了3000K附近的黑体线和针对3000K色温的ANSI颜色空间。

[0114] 色点还可以在1976CIE色度图中表示。图8示出了1976CIE色度图中3000K附近处的黑体线,包括这一图中针对3000K色温的ANSI颜色空间。1976CIE图有时被认为更适于表示人眼所感知的色点位移。

[0115] 由本文中所描述的发光装置或者模块生成的光可以具有在CIE 1931色度图或者1976CIE色度图中位于黑体线上的色点。

[0116] 在本发明的实施例中,由发光模块生成的光可以具有在CIE 1931色度图或者1976CIE色度图中位于黑体线下面或者略微位于黑体线下方的色点。当由发光模块生成的光的色点被调谐为略微在黑体线下面时,这进一步改善被照射的白色对象的白色外观。

[0117] 在一些实施例中,针对发光模块的相应色温,由发光模块生成的光可以具有在CIE 1931色度图或者1976CIE色度图中位于ANSI颜色空间内的色点。

[0118] 根据本发明的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)的对象和物品。

[0119] 名称“荧光增白剂”通常表示在被UV光激发时产生通常具有在445nm处的峰值的蓝色荧光的化学物质。荧光增白剂被添加到很多产品中,例如纸张、织物、以及塑料,以便改善白色外观。然而,荧光增白剂也容易受到深蓝光激发的影响,这导致发射普通蓝光,因此有助于改善被照射材料的白色印象。特别地,具有440nm或者更低(特别地,420nm或者更低)波

长的光可以激发荧光增白剂。在本发明的实施例中,具有在从380nm至430nm的范围内的发射峰值波长的第二发光二极管可以产生足够强度的 $\leq 420\text{nm}$ 的光,以有效地激发荧光增白剂。

[0120] 期望的“清爽白色”效果可以用由包含FWA的对象发射/反射的光与由用于照射所述对象的光源发射的光相比的色点的差(如1976CIE图中看到的 v' 位移($\Delta v'$))来表示。这一效果在图9中图示。P1表示由光源本身发射的光的色点,而P2表示被所照射对象反射的光的色点。当发射/反射光的色点P2相较于发射光的色点P1进一步在黑体线下面位移时,这可以表示清爽白色效果。为了提供白色显色性的期望改善和“清爽白色”效果,至少 -0.002 ($|\Delta v'| \geq 0.002$)的 $\Delta v'$ 可以是足够的,特别地,其中光源的色点已经在黑体线下面。然而,依赖于光源的色点,更大的 v' 位移(例如至少 -0.005 的 $\Delta v'$)可以是期望的。

[0121] 之前已经发现,当使用根据本发明的实施例的发光模块照射包含荧光增白剂的对象时获得的“清爽白色”效果(例如 -0.005 的 $\Delta v'$)依赖于由该模块发射的“深”蓝光(例如380nm至430nm)与总光谱的强度比率。

[0122] 本发明人目前还发现,深蓝光与普通蓝光的强度比率可以影响输出光被感知为暖的还是冷的,以及对黑/白对比度的感知。

[0123] 如上文所解释那样,所发射的光的色温有助于光被感知为自然的还是非自然的,特别是当对光源调光时。

[0124] 此外,当对“清爽白色”光源调光时,为了实现光的所感知的“清爽性”的期望改变,深蓝色贡献应该根据相关色温改变。

[0125] 通过增加比率 A' ,对黑/白对比度的感知(特别地,在诸如纸张之类的经FWA处理的白色表面上)可以独立于光源的亮度而被增强。因此,白色表面上的印记(例如,纸张上的文本、图、或者绘画)的对比度可以通过使用根据本发明的实施例的发光模块照射表面而增加。控制比率 A' 的可能性允许用户(诸如读者)根据他/她的偏好调节光,以便独立于光源亮度而实现期望的对比度。这种个性化对于老年人或者具有视觉损伤的人而言可能是十分期望的。

[0126] 对根据本发明的实施例的发光模块的比率 A' 的控制因此可以基于用户偏好实施。个性化对比度调节仅是一个示例。另一示例是,针对美学、美容、或者艺术用途,通过控制比率 A' 来控制色温,其中更高的 A' 增加了对对象、材料、或者甚至肤色的白度。个性化控制白色显色性的能力可以在很多专用照明应用中是有吸引力的特征。

[0127] 对于用户控制发射光谱而言备选地或者额外地,由根据本发明的实施例的发光模块发射的光的比率 A' 可以根据时间上的预定调度来调节,或者可以响应于外部条件(诸如周围环境光条件或者所照射表面的反射性)来调节。

[0128] 另一可能性是在空间上调制比率 A' ,以便允许动态的光图案化,其中所照射表面的一些部分使用比其它部分更高或者更低的 A' 的光照射。这种图案化可以通过使用照射被照射对象的不同部分并且可以独立于彼此可控(除了独立于第一(普通蓝色)发光元件组可控之外)的至少两组第二(深蓝色)发光元件来实施。

[0129] 在本发明的实施例中,发光装置或者模块可以包括适于发射发光强度 I_3 的并且具有在第三波长范围(特别地,从590nm至620nm(琥珀色光)的波长范围)内的发射峰值的光的至少一个第三发光元件。第三发光元件可以是没有波长转换材料的直接发射元件,例如LED

芯片。备选地,第三发光元件可以是提供琥珀色光发射的磷光体转换LED芯片。在任一情形下,加入这种琥珀色分量都可以防止当增加比率A'时发光装置或者模块的总的发射光谱的色点的甚至最细微的改变。

[0130] 本文中描述的发光装置可以形成用于各种照明应用的发光模块的一部分。例如,这种发光模块可以在用于照射例如零售、展览、或者家庭环境中的对象的白色光源(例如聚光灯或者灯具)中使用。特别地,根据本发明的实施例的发光模块(通常被包括在聚光灯中)可以有利地用于重点照明。

[0131] 本领域技术人员要意识到,本发明决不限于上文描述的优选实施例。相反,在所附权利要求的范围内,很多修改和变化是可能的。例如,本文中描述的第一和第二发光元件中的一个或者两者可以由发光元件和波长转换材料的合适组合(例如UV LED芯片和蓝色磷光体)代替。

[0132] 另外,对所公开的实施例的变化可以由技术人员在实践所要求保护的发明中,从学习附图、公开内容以及所附权利要求中理解和实现。在权利要求中,词语“包括”不排除其它元素或者步骤,并且不定冠词“一(a)”或者“一个(an)”不排除多个。仅凭在互相不同的从属权利要求中记载某些措施的事实不表示这些措施的组合不能被有利地使用。

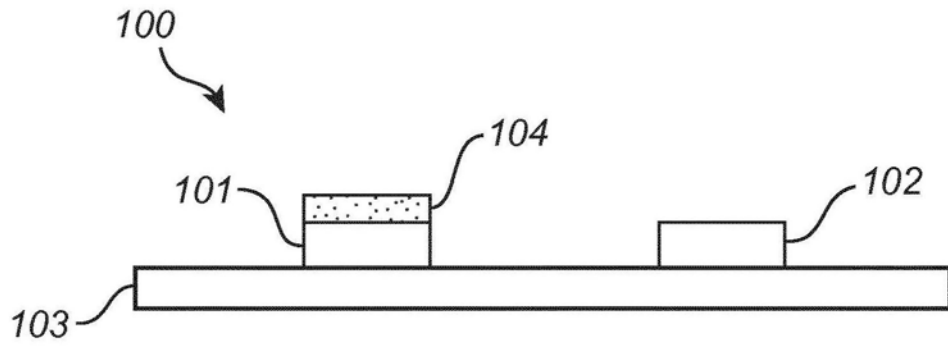


图1

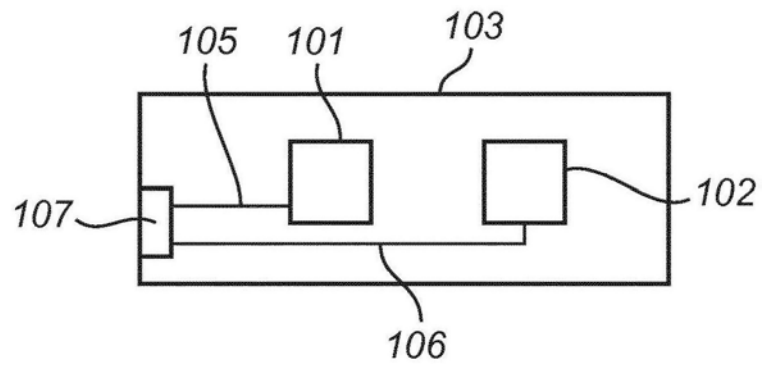


图2

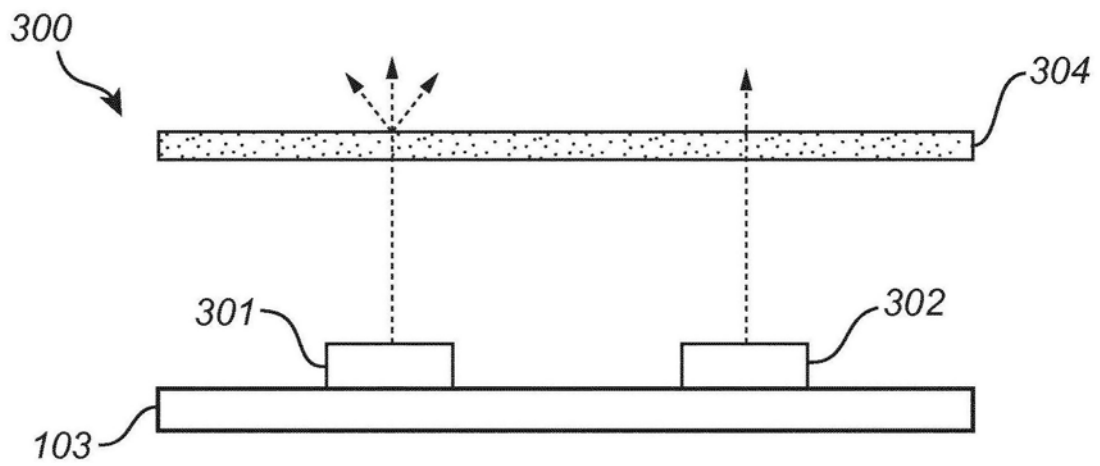


图3

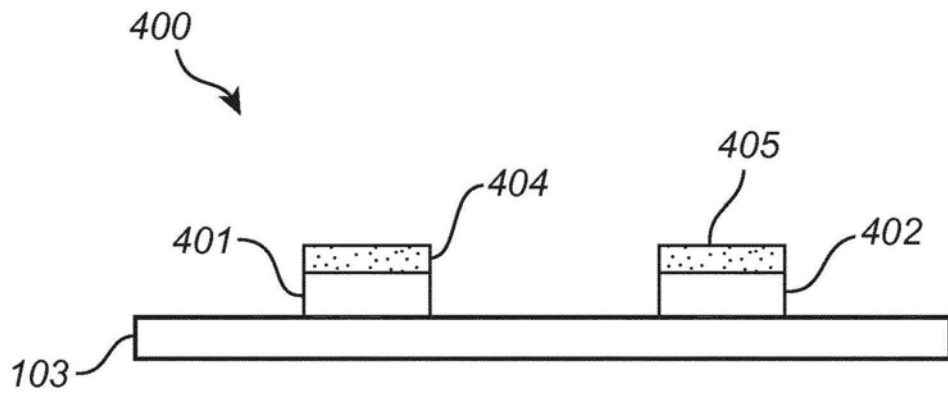


图4

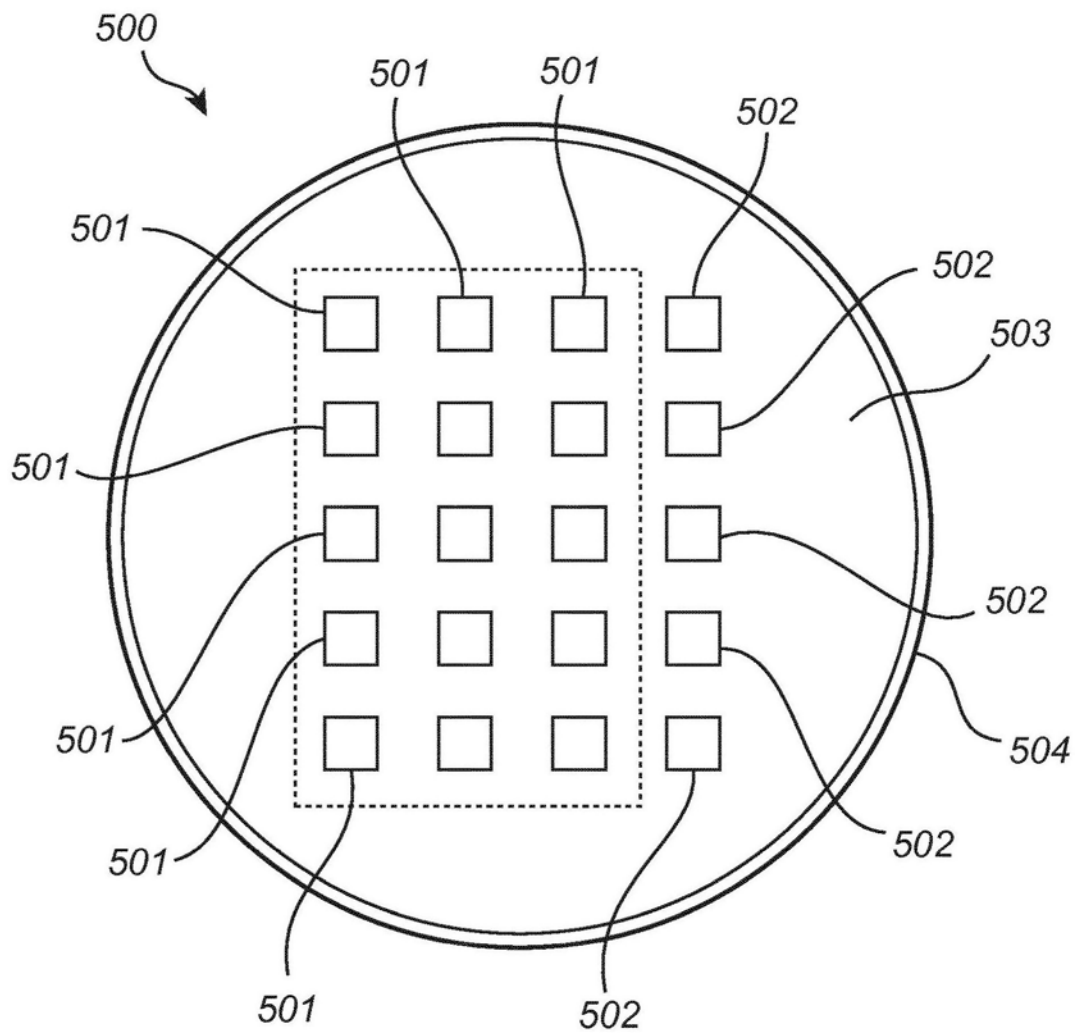


图5

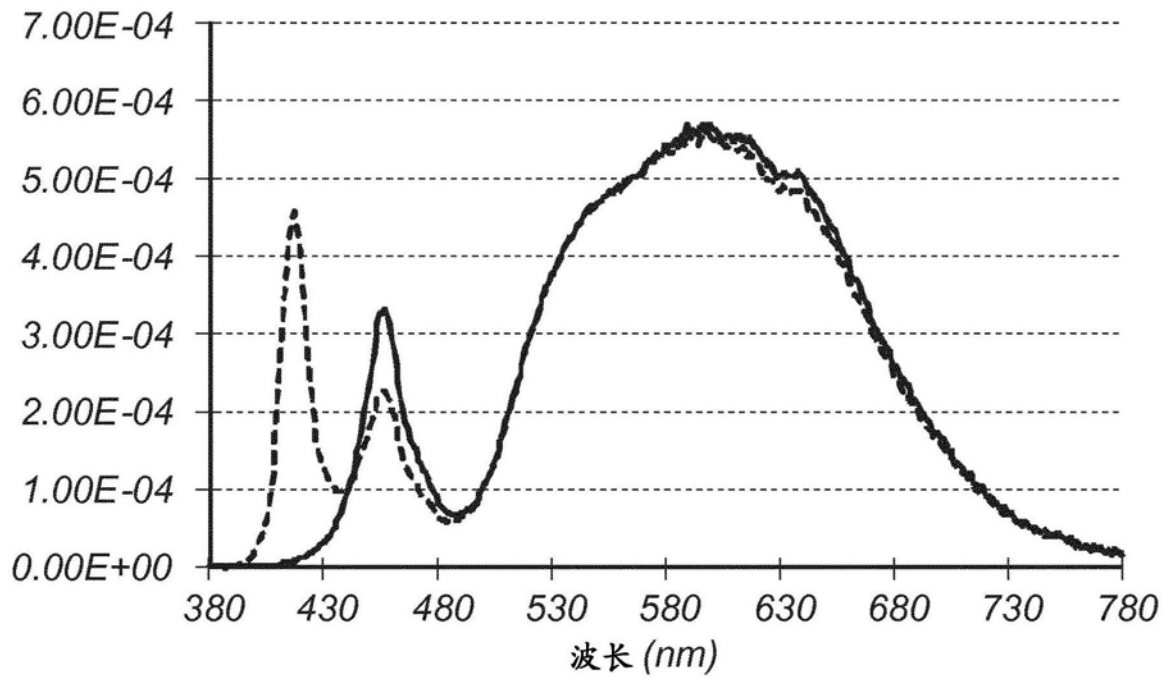


图6

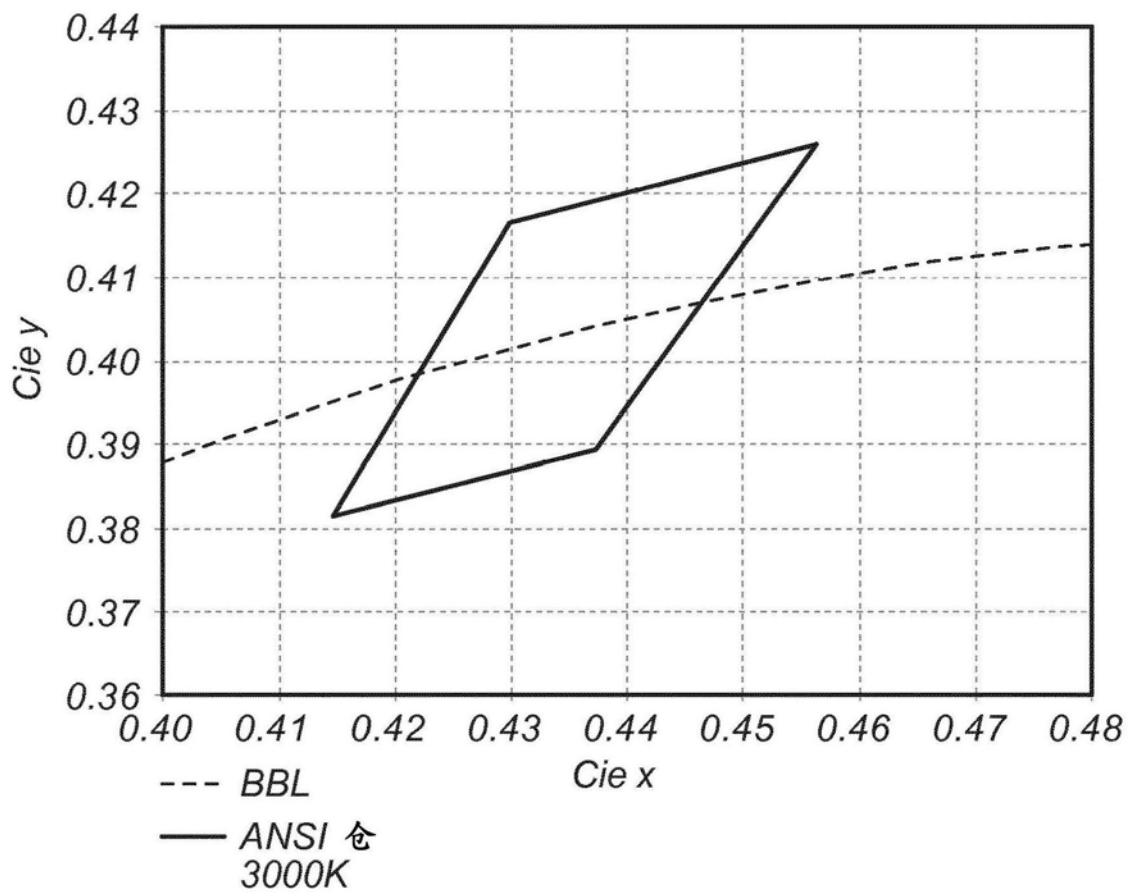


图7

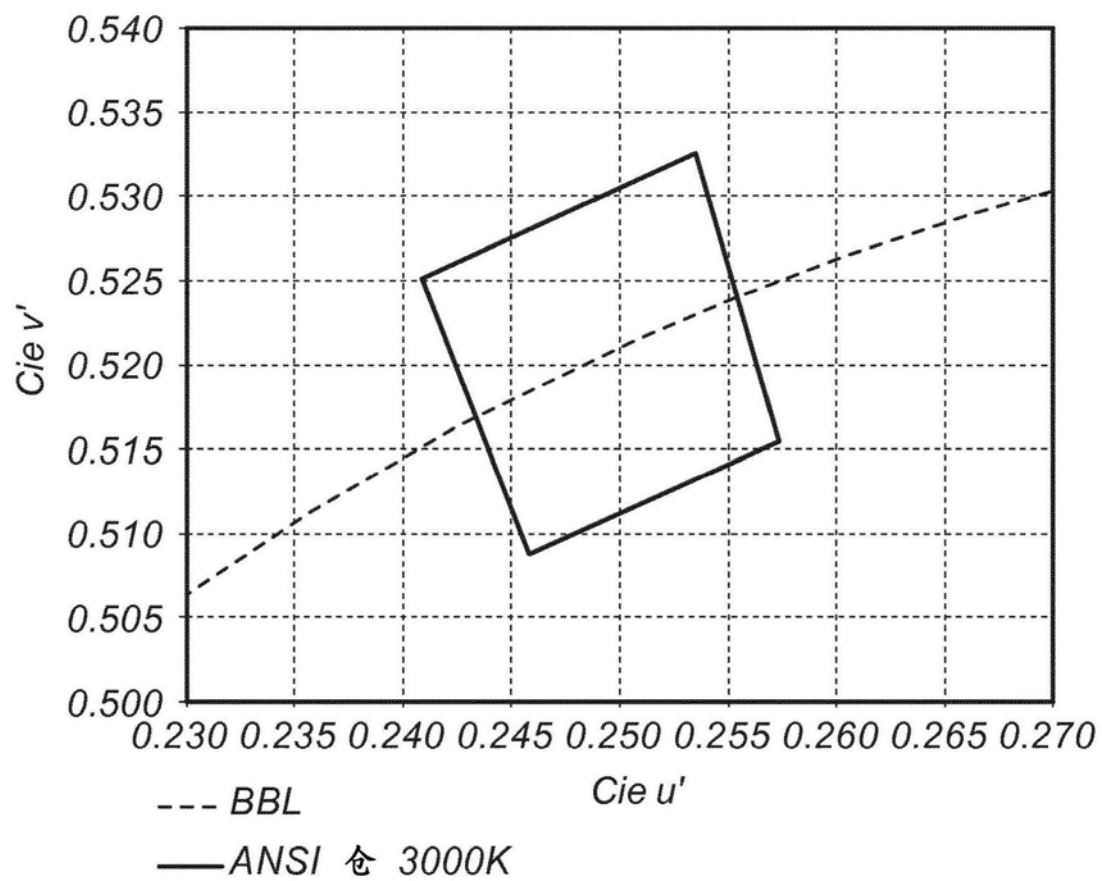


图8

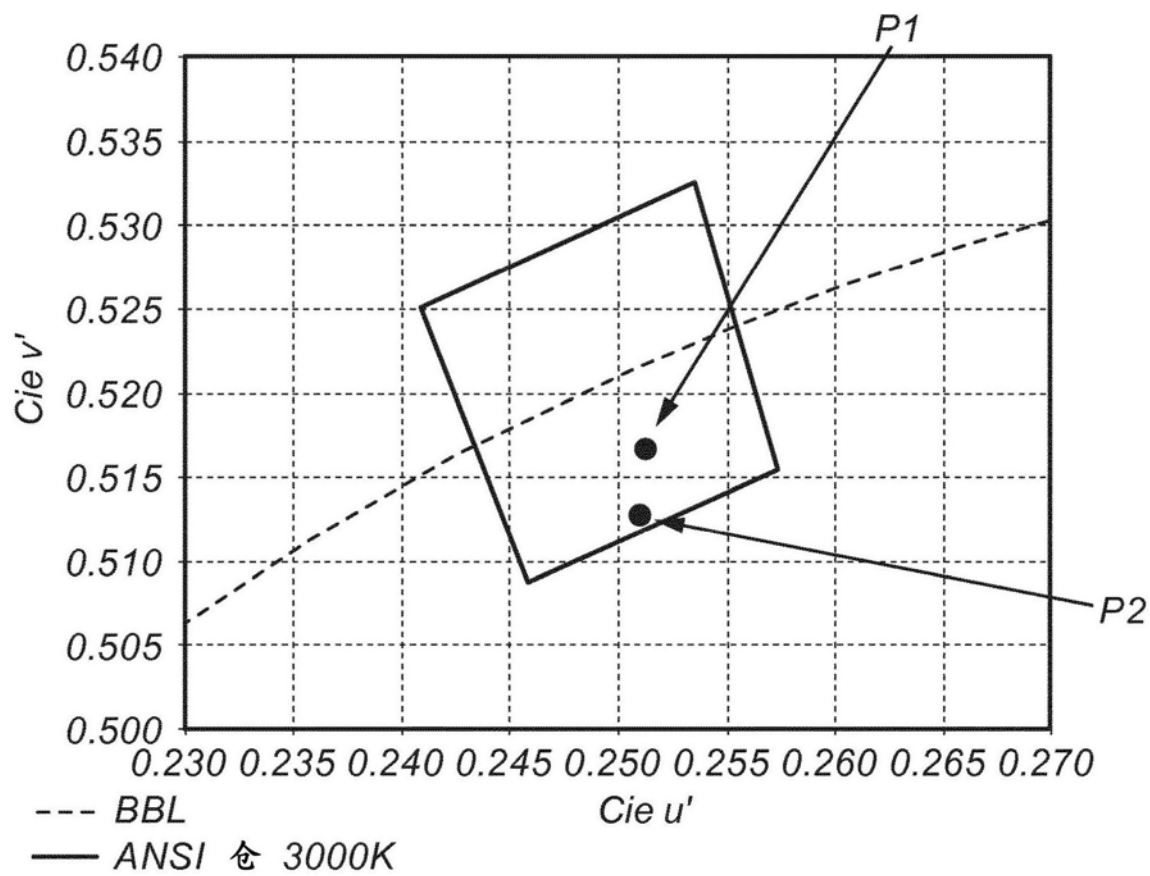


图9