(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103703868 B
(45)授权公告日 2017.02.08

(21)申请号 201280035034.3

(22)申请日 2012.07.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103703868 A

(43)申请公布日 2014.04.02

(30)优先权数据
61/508,131 2011.07.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.01.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2012/053437 2012.07.05

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/011405 EN 2013.01.24

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 S·M·维布勒 R·库尔特

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 王茂华

(51)Int.Cl.
H05B 33/08(2006.01)

(56)对比文件
WO 2011066543 A1,2011.06.03,说明书第[0002]-[0003],[0022]-[0028],[0058]段、图1-4.
US 2011116259 A1,2011.05.19,说明书第[0063]-[0066]段、图6.
WO 2007116349 A1,2007.10.18,说明书第3页第15-34行,第4页第1-26行、图1.
WO 2011036612 A1,2011.03.31,全文.
US 2007235639 A1,2007.10.11,全文.

审查员 吕莎莎

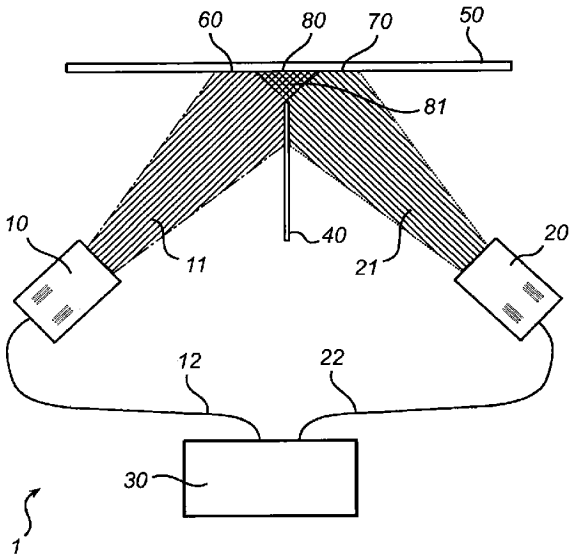
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于发光器件的控制器

(57)摘要

本发明涉及一种用于控制两个发光器件(10、20)的光输出的控制器(30)。两个发光器件被适配为在被照亮的目标物(40)上提供McCandless效果。控制器(30)包括第一用户接口供用户设置要由第一发光器件(10)输出的第一颜色(11)以及第二用户接口供用户设置被两个发光器件(10、20)照亮的公共区域(80)的所想要的混合颜色(81)。控制器(30)还包括处理电路，该处理电路用于确定当被提供给第一发光器件(10)时导致所述第一颜色(11)的第一照明参数，并且用于确定当被提供给第二发光器件(20)时导致所述第二颜色(21)的第二照明参数。



CN 103703868 B

1.一种用于控制被布置为同时照亮目标物(40)的第一发光器件(10)和第二发光器件(20)的光输出的控制器(30),所述控制器包括:

-第一用户接口(31),用于允许用户设置要由所述第一发光器件(10)输出的第一颜色(11),

-第二用户接口(32),用于允许用户设置在被所述第一发光器件(10)和所述第二发光器件(20)两者照亮的所述目标物(40)后面的公共区域(80)的期望的混合颜色(81);

-处理电路(33),被连接到所述第一用户接口(31)和所述第二用户接口(32)并且被配置为:

-确定当被提供给所述第一发光器件(10)时导致所述第一颜色(11)的第一照明参数(34);并且

-确定当被提供给所述第二发光器件(20)时导致第二颜色(21)的第二照明参数(35),

-所述第二颜色(21)使得当所述第一颜色(11)和所述第二颜色(21)被混合时得到所述期望的混合颜色(81),以及使得所述第一颜色(11)和所述混合颜色(81)在色空间色度图(100)中被表示以使得所述第一颜色(11)和所述混合颜色(81)限定线(150)并且使得所述第二颜色(21)在所述色空间色度图(100)中的所述线(150)上并且在所述期望的混合颜色(81)相对于所述第一颜色(11)的相反侧上,以及

-发光器件接口,用于向所述第一发光器件(10)提供所述第一照明参数(34)以及向所述第二发光器件(20)提供所述第二照明参数(35)。

2.根据权利要求1所述的控制器,其中在所述色空间色度图(100)中所述混合颜色(81)与相应的第一颜色(11)和第二颜色(21)之间的距离相等。

3.根据权利要求1或2所述的控制器,其中所述第一颜色(11)由第一色空间色度值(130)表示,并且所述混合颜色(81)由混合色空间色度值(120)表示,其中所述处理电路(33)被配置为通过从所述混合色空间色度值(120)中减去所述第一色空间色度值(130)而确定所述第二颜色(21)为第二色空间色度值(140)。

4.根据权利要求1或2所述的控制器,其中所述第一和第二发光器件(10、20)是LED器件,每个LED器件包括n种颜色的发光二极管(1、2、3、4),其中所述处理电路(33)被配置为通过确定用于所述第二发光器件(20)中的n种颜色的发光二极管中的每一个的光强度值来确定所述第二发光器件(20)的第二颜色(21),其中所述处理电路(33)还被配置为确定用于所设置的第一颜色(11)和混合颜色(81)中的n种颜色中的每种颜色的光强度值,以及其中所述处理电路(33)被配置为通过$B_i=C_i-A_i$而确定针对所述第二发光器件(20)中的所述第二颜色的所述n种颜色之中的每个第i种颜色的光强度值;其中A_i指示针对所设置的第一颜色的参数,B_i指示针对所确定的第二颜色的参数,C_i指示针对所设置的混合颜色的参数,n等于第二照明灯具中不同颜色的LED组的数目,并且$i=1\cdots\cdots n$。

5.根据权利要求1或2所述的控制器,其中所述混合颜色(81)为白色并且所述第二用户接口(32)被配置用于用户设置所述混合颜色(81)的期望的色温。

6.根据权利要求1或2所述的控制器,其中所述控制器(30)被配置为基于从所述发光器件(10、20)中的每个发光器件到要被照亮的目标物(40)的距离而补偿来自所述发光器件(10、20)中的每个发光器件的光强度差异,以使得到达要被照亮的所述目标物(40)的来自所述发光器件(10、20)中的每个发光器件的光具有相等的强度。

7.根据权利要求1或2所述的控制器，其中所述控制器(30)与所述第一和所述第二发光器件(10、20)中的一个发光器件集成并且被连接到所述第一和所述第二发光器件(10、20)中的另一发光器件。

8.根据权利要求1或2所述的控制器，其中所述控制器(30)包括被适配为与所述第一和第二发光器件(10、20)无线连接的发射器。

9.一种照明装置，包括：

第一发光器件；

第二发光器件；以及

根据前述权利要求中任一项所述的控制器，被连接到所述第一发光器件和所述第二发光器件，用于控制所述第一和第二发光器件的光输出。

用于发光器件的控制器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于发光器件的控制器，并且尤其涉及被适配为控制发光器件中的光的颜色的控制器。

背景技术

[0002] McCandless方法被用于加强剧院舞台上的3D效果。舞台的特定区域被一左一右两个发光照明灯具照亮。通常，这些照明灯具被放置在90度角下。一个照明灯具发出冷色的光(蓝色、紫色或者具有高色温Tc的白色)，另一个照明灯具发出暖色的光(琥珀色、粉色或者具有低Tc的白色)。其中冷色光束产生阴影的区域被暖色光束照亮，因而目标物(例如演员的脸)的深度被夸大。这提高了舞台上的目标物的3D特质。

[0003] 照明设计者可以决定夸大舞台上的这个效果以产生更多戏剧效果。如果例如演员被来自一侧的暖色和来自另一侧的冷色照亮，则暖色和冷色阴影出现在演员的脸上。利用这些阴影是一种供照明设计者加强或减小深度(3D效果)的重要工具。

[0004] 在被照亮的目标物后面，将存在其中冷色和暖色的每一个照亮舞台上的背景的区域。此外，将存在被提供混合光的两种颜色照亮的区域。照明设计者可能想要控制混合光的颜色以用作在目标物后面的舞台上的照明效果。

[0005] 为了达到特定的混合光颜色，照明设计者将需要利用来自照明灯具的两种颜色进行实验，这两种颜色都将提供McCandless效果并且提供所想要的混合光颜色。这可能是非常复杂且耗时的。

[0006] 因此，需要帮助照明设计者布置剧院中的发光照明灯具以使得照明设计者可以控制McCandless效果以及混合光颜色。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服这个问题，并且为照明设计者提供辅助以控制发光器件的光输出。

[0008] 根据本发明的第一方面，这个目的以及其它目的通过用于控制被布置为同时照亮目标物的第一发光器件和第二发光器件的光输出的控制器来实现。该控制器包括第一用户接口、第二用户接口以及被连接到第一用户接口和第二用户接口的处理电路，所述第一用户接口用于允许用户设置要由第一发光器件输出的第一颜色，所述第二用户接口用于允许用户设置在被所述第一发光器件和所述第二发光器件两者照亮的所述目标物后面的公共区域的所想要的混合颜色。所述处理电路被配置为确定当被提供给第一发光器件时导致所述第一颜色的第一发光参数，并且确定当被提供给第二发光器件时导致第二颜色的第二发光参数。第二颜色被确定以使得当第一和第二颜色被混合时得到所想要的混合颜色，并且使得第一颜色和混合颜色位于在色空间色度图中使得第一颜色和混合颜色限定一条线并且第二颜色在所述色空间色度图中位于所述线上并且相对于第一颜色在所想要的混合颜色的相对侧上。控制器还包括发光器件接口，用于向第一发光器件提供第一照明参数并且

向第二发光器件提供第二照明参数。

[0009] 照明设计者因而可以始终得到具有所设置的第一颜色的Mc Candless效果，并且同时能够控制混合颜色。混合颜色可以包括第一颜色和第二颜色的混合。在剧院的舞台上，照明设计者可以在不存在损失第一和第二发光器件所提供的McCandless效果的风险的情况下改变混合颜色。控制器可以允许大量可能的颜色从发光器件中被输出。照明设计者在选择要从第一发光器件输出的颜色以及第一和第二颜色所产生的混合颜色方面可以有很大的自由度。发光器件可以是能够提供基本上任意颜色的输出颜色的LED装置。控制器可以控制LED装置的输出以使得照明设计者能够利用LED装置的可能 性。

[0010] 三种颜色可以在色空间色度图中用各自的值来表示。混合颜色可以被设置提供色空间色度图中的点值表示。第一颜色可以被设置提供色空间色度图中的点值表示，例如暖色，使得表示第一颜色的点值和表示混合颜色的点值一起可以限定一条线。第二颜色可以被确定以使得其在色空间色度图中用所述线上的且相对于第一颜色的点值在混合颜色的点值的相对侧上的点值来表示。如果所设置的第一颜色被改变，则针对第一颜色的点值表示可以被移动，改变第一颜色和混合颜色表示所限定的线的方向。处理电路因而可以重新计算第二照明参数以使得色空间色度图中针对第二颜色的点值表示可以继续在所述线上并且相对于第一颜色值在混合颜色值的相对侧上。第二照明参数因而可以被重新计算以使得McCandless效果被保持。

[0011] 控制器在一个实施例中可以被连接到计算机，并且该计算机可以被编程以控制所设置的第一颜色和所设置的混合颜色。该计算机可以被编程以在一段时期内在所想要的图案中改变针对第一颜色和混合颜色的值。在该时期期间，控制器可以连续地重新计算第二照明参数以使得连续地得到合适的第二颜色。

[0012] 在一个实施例中，在色空间色度图中混合颜色与相应的第一和第二颜色之间的距离可以基本上相等。

[0013] 如果两个发光器件的光强度以及两个发光器件到被照亮的目标物的距离相等，则混合颜色与相应的第一和第二颜色的点值表示之间的距离可以是相等的。这提供了恒定的McCandless效果。如果两个发光器件的光强度和/或到被照亮的目标物的距离不同，则处理电路可以对差异进行补偿。补偿可以通过确定与图中的第二颜色点值表示相对应的第二照明参数来进行，相对于从混合颜色表示到第一颜色表示的距离，所述第二颜色点值表示到混合颜色表示的距离不同。

[0014] 在一个实施例中，第一颜色可以被适配为被设置为第一色空间 色度值，并且混合颜色可以被配置为被设置为混合色空间色度值，其中处理电路可以被配置为通过从混合色空间色度值中减去第一色空间色度值来确定第二颜色作为第二色空间色度值。

[0015] 所有颜色可以用色空间色度图中的值来表示。处理电路可以被适配为基于针对第一颜色和混合颜色的色空间色度值而确定第二颜色。颜色的数学计算因而可以被实现。第一和第二用户接口可以被用于设置针对相应颜色的色空间色度值。针对第二颜色的色空间色度值可以由处理电路基于针对第一颜色和混合颜色的色空间色度值通过数学计算来确定。

[0016] 此外，在一个实施例中，第一和第二发光器件可以是LED装置，每个LED装置包括n种颜色的发光二极管，其中处理电路可以被配置为通过确定针对第二发光器件中的n种颜

色的发光二极管中的每一个的光强度值来确定第二发光器件的第二颜色B，其中处理电路还可以被配置为确定针对所设置的第一颜色A和混合颜色C中的n种颜色中的每种颜色的光强度值，并且其中处理电路可以被配置为通过$B_i = C_i - A_i$确定针对第二发光器件中的第二颜色B的n种颜色中每第i种颜色的光强度值。

[0017] LED装置可以是能够发出基本上任意颜色的LED照明灯具。LED装置可以包括多种颜色的发光二极管，所述多种颜色可以被混合在一起以从LED装置发出特定颜色的光。通过将所设置的第一颜色和混合颜色的颜色表达为针对发光二极管的每种颜色的光强度值，颜色B的确定可以针对发光二极管的每种颜色被执行并且可直接用作第二LED装置中的发光二极管上的光强度值。针对所设置的颜色和所计算出的颜色的光强度值还可能取决于第一和第二LED装置中的每种颜色的发光二极管的量。第一和第二LED装置可以有利地包括相同数目的发光二极管颜色和相同数目的每种颜色的发光二极管。

[0018] 在另一实施例中，混合颜色可以是白色并且第二用户接口可以被配置用于供用户设置混合颜色的所想要的色温。

[0019] 照明设计者可以利用混合颜色光作为照明效果。在很多情况下，期望用白色混合颜色来照亮要被照亮的目标物后面的背景。但是，不同色温的白光可能在照明布置中具有不同的效果。因而，照明设计者可以利用这种可能性来设置白色混合颜色的色温。混合颜色可以必定在色空间色度图中的白色区域中表示。

[0020] 在另一实施例中，控制器可以被配置以基于从每个发光器件到要被照亮的目标物的距离而补偿来自每个发光器件的光强度差异，以使得可能到达要被照亮的目标物的来自每个发光器件的光具有相同的强度。

[0021] 因而，控制器能够补偿第一和第二发光器件之间到剧院中的舞台的距离的差异。这个考虑可以进一步影响被提供给第二发光器件的第二照明参数。对从两个发光器件中的每个发光器件到被照亮的目标物的距离的差异的补偿可以在色空间色度图中用混合颜色的表示与第一和第二颜色中的每种颜色的表示之间的距离差异来表示。

[0022] 在一个实施例中，控制器可以与第一和第二发光器件中的一个发光器件集成并且可以被连接到第一和第二发光器件中的另一个发光器件。

[0023] 从而，可以实现更紧凑的照明布置，其中照明设计者可以直接在发光器件中的一个发光器件中设置第一颜色和混合颜色。控制器可以通过电线或者通过无线连接被连接到另一发光器件。

[0024] 或者，在一个实施例中，控制器可以包括被配置为与第一和第二发光器件无线连接的发射器。

[0025] 控制器可以被适配为无线地向发光器件发送照明参数。因而，控制器可以包括用于无线通信的发射器。这样的控制器因而可以被适配用于与包括用于从控制器接收无线信号的接收器的发光器件进行无线连接。这可以为照明设计者在操作控制器时提供更大的自由度。照明设计者在控制器上设置颜色时可以在被照亮的区域中自由移动。

[0026] 此外，根据本发明的各种实施例的控制器可以有利地被包括在 照明布置中，所述照明布置中还包括分别被连接到控制器的第一发光器件和第二发光器件。控制器可以控制第一和第二发光器件的光输出。第一和第二发光器件可以通过控制器的发光器件接口被连接到控制器。

[0027] 注意本发明涉及权利要求中所引述的特征的全部可能的组合。

附图说明

[0028] 根据以下的详细描述和附图，包括其特定特征和优点的本发明的各个方面将很容易被理解，在附图中：

[0029] 图1图示了包括根据本发明的实施例的控制器的照明布置；

[0030] 图2示出了示意性框图；并且

[0031] 图3a和图3b示出了色空间色度图。

具体实施方式

[0032] 下文中将参考附图更充分地描述本发明，其中本发明的当前优选的实施例被示出。但是，本发明可以用很多不同的形式来体现并且不应当被诠释为局限于这里所提出的实施例；相反，这些实施例是为了全面和完整而被提供的，并且向技术人员充分地传达本发明的范围。在整个附图中，相似的附图标记指代相似的元件。

[0033] 图1和图2图示了根据实施例的照明布置1。照明布置1包括两个照明灯具10、20，这两个照明灯具都被连接到控制器30。照明灯具10、20被放置为彼此成一定角度。照明灯具10、20被布置为照亮目标物40。该目标物可以是舞台上的人。为了借助于两个照明灯具10、20的照明在目标物40上获得McCandless效果，第一照明灯具10在目标物40的一侧上提供第一颜色11，并且第二照明灯具20在目标物40的另一侧上提供第二颜色21。第一颜色11和第二颜色21中的一个是暖色并且另一个是冷色。

[0034] 来自照明灯具10、20的没有照到目标物40的光将照亮位于目标物40后面的背景50。背景50上的第一区域60将被来自第一照明 灯具10的第一颜色11的光照亮。背景50上的第二区域70将被来自第二照明灯具20的第二颜色21的光照亮。在第一区域60与第二区域70之间，将存在来自第一照明灯具10和第二照明灯具20两者的光将照亮的混合区域80。第一颜色11和第二颜色21将在混合区域80中被混合为混合颜色81。

[0035] 控制器30经由相应的线缆12、22被连接到第一照明灯具10和第二照明灯具20。替代地，控制器30可以被集成在照明灯具10、20中的一个中并且被连接到另一个照明灯具。在另一替代实施例中，控制器30可以被无线地连接到照明灯具10、20。

[0036] 从图2中还可以看出，控制器30控制第一照明灯具10中的第一颜色11和第二照明灯具20中的第二颜色21。颜色11、21由向第一照明灯具10发送第一照明参数34并向第二照明灯具20发送第二照明参数35的控制器30控制。相应的照明参数34，35被选择以从相应的照明灯具10、20中提供特定颜色。

[0037] 控制器30包括第一用户接口31和第二用户接口32。第一用户接口31被适配用于供用户设置第一颜色11。第二用户接口32被适配用于供用户设置混合颜色81。用户(例如照明设计者)可以将混合颜色81设置为特定颜色以将该颜色用作照明效果。用户还可以设置第一颜色11，以在被照亮的目标物40上提供所想要的颜色设计。

[0038] 控制器30还包括被配置为从第一和第二用户接口31，32接收输入信号36，37的处理电路33。处理电路33基于来自第一用户接口31的输入信号来确定第一照明参数34。第一照明参数34被确定以在被提供给第一照明灯具10时提供在第一用户接口31中设置的第一

颜色11。处理电路33还基于来自第一用户接口31的输入信号36和来自第二用户接口32的输入信号37，而确定第二照明参数35。第二照明参数35被确定以在被提供给第二照明灯具20时提供第二颜色21。第二照明参数35还被确定以在被提供给第二照明灯具20时在混合区域80中提供混合颜色81，其中所想要的混合颜色81在 第二用户接口32中被设置。

[0039] 第二照明参数35还被确定以使得当第二颜色21照亮被照亮目标物40的一侧同时第一颜色11的光照亮目标物40的另一侧时实现McCandless效果。

[0040] 在第一颜色11和混合颜色81被设置的同时，用于实现Mc Candless效果的合适的第二颜色21在色空间色度图100(CIE1931x,y图)中被描述，如图3a和图3b中所示。轴上的值表示颜色点(x,y)的坐标。图100中的曲线110表示色空间色度图100中的不同色温的白光并且可以称为黑体线(BBL)110。在图3a中，中间的点值120表示用户在第二用户接口32中所设置的混合颜色81。混合颜色81在所示出的示例中设置为沿BBL 110。在一个实施例中，混合颜色81可以被限制为沿BBL 110设置，提供第二用户接口32以设置混合白光81的色温。在替代实施例中，混合颜色81可以被设置为任意颜色。

[0041] 图3a中左边的点值130表示所设置的第一颜色11。在该示例中，第一颜色11也被设置为白光，但是具有与混合颜色81相对比的另一色温。分别代表混合颜色81和第一颜色11的两个点值120，130一起限定颜色空间色度图100中的线150。控制器30中的处理电路33确定针对第二颜色21的第二照明参数35，以使得表示图100中的第二颜色21的点值140位于线150上，并且相对于表示第一颜色11的点值130在表示混合颜色81的点值120的相对侧上。此外，针对第二颜色21的第二照明参数35被确定，以使得表示混合颜色81的点值120与表示第二颜色21的点值140之间的距离等于表示混合颜色81的点值120与表示第一颜色11的点值130之间的距离。线150上表示第二颜色21的点值140与所描述的到表示混合颜色81的点值120的对齐和距离提供第二颜色21，第二颜色21与第一颜色11一起在被照亮目标物40上提供Mc Candless效果。在图3a中所示的示例中，第一颜色11将具有比第二颜色21高的色温。第一颜色11由此将被提供为冷色，并且第二颜色21被提供为相应的暖色。

[0042] 图3b图示了替代示例，其中第一用户接口31被设置以提供由与BBL 110分隔开的点值131表示的第一颜色11。第二照明参数35因而被确定以提供由点值141表示的第二颜色21，点值141仍然位于由表示混合颜色81的点值121和表示第一颜色11的点值131限定的线151上，并且相对于表示第一颜色11的点值131在表示混合颜色81的点值121的相对侧。通过确定第二照明参数35以提供如色空间色度图101中的点值141所表示的第二颜色21，在被照亮的目标物40上将实现McCandless效果以及所设置的第一颜色11和混合颜色81。

[0043] 回过去参考图2，照明灯具10、20中的每个照明灯具包括具有多种颜色的LED。照明灯具10、20分别包括每种颜色的一组LED。在所图示的示例中，每个照明灯具10、20包括四组不同颜色的LED 1、2、3、4。从控制器30提供给第一照明灯具10的第一照明参数34指示照明灯具10对每组LED 1、2、3、4进行操作，以使得第一照明灯具10中的所有LED一起组合得到的光实现所设置的第一颜色11。从控制器30提供给第二照明灯具20的第二照明参数35指示照明灯具20对每组LED 1、2、3、4进行操作，以使得第二照明灯具20中的所有LED一起组合得到的光实现所计算出的第二颜色21。

[0044] 在控制器30中，第一照明参数34的确定基于第一照明灯具10中的LED的颜色组1、2、3、4的数目。如果用字母A指示针对所设置的第一颜色11的参数，则处理电路33将确定针

对每个颜色组1、2、3、4的参数以使得当第一照明灯具10包括四种不同颜色的LED时$A=A_1+A_2+A_3+A_4$。如果用字母C指示针对所设置的混合颜色81的参数，则处理电路33将确定针对每个颜色组1、2、3、4的参数以使得当第一照明灯具10和第二照明灯具20包括四种不同颜色的LED时$C=C_1+C_2+C_3+C_4$。如果用字母B指示针对所确定的第二颜色21的参数，则处理电路33将确定针对第二照明灯具20中的每组LED 1、2、3、4的参数以使得当第二照明灯具20包括四种不同颜色的LED时$B=B_1+B_2+B_3+B_4$并且$B_i=C_i-A_i$，其中$i=1、2、3、4$。总地来说，对于$i=1\cdots n$，第二照明参数35包括$B_i=C_i-A_i$，其中n等于第二照明灯具20中不同颜色的LED组的数目。A_i和C_i分别基于第一用户接口31和第二用户接口32中的设置而被确定。

[0045] 本领域技术人员意识到本发明决不局限于上述优选实施例。相反，在所附权利要求的范围内的很多修改和改变是可能的。例如，照明灯具中的不同颜色的LED组的数目可以变化。此外，第一和第二用户接口可以被进行各种可能的改变以设置第一颜色和混合颜色。

[0046] 此外，根据对附图、本公开和所附权利要求的研究，对所公开的实施例的改变可以被实践所要求保护的发明的技术人员理解和实现。在权利要求中，词语“包括”不排除其它元件或步骤，并且不定冠词“一个”不排除复数。单个处理器或者其它单元可以实现权利要求中所引述的若干项的功能。仅仅特定措施在彼此不同的从属权利要求中被引述这一事实不表示这些措施的组合不可以被用来体现本发明的优点。

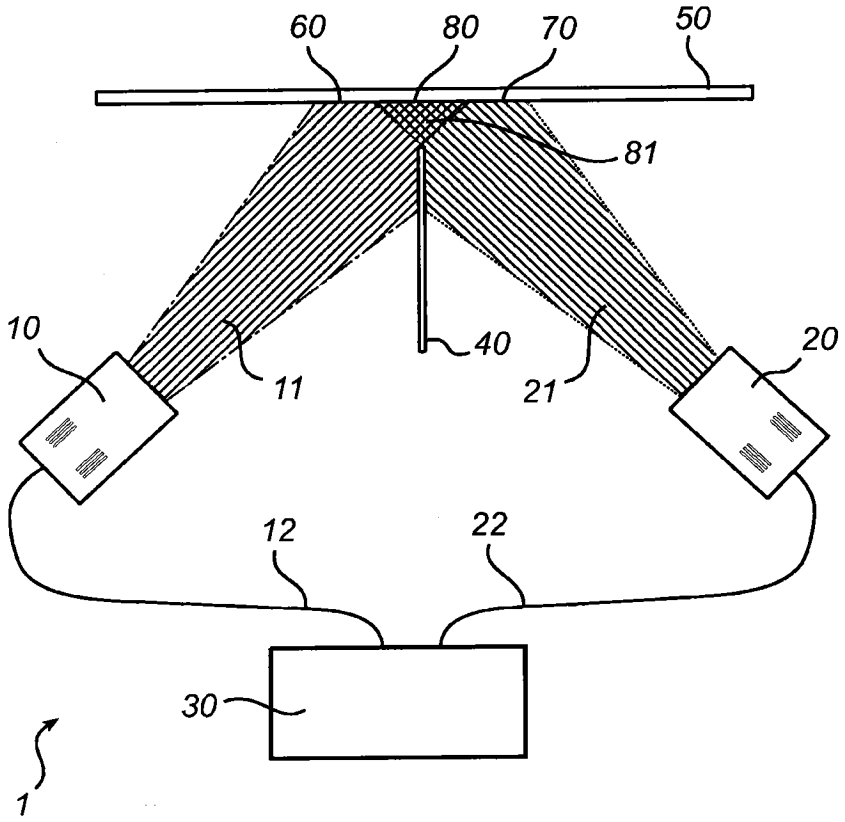

60
80
70
50
81
10
11
40
21
20
12
22
30
1

图1

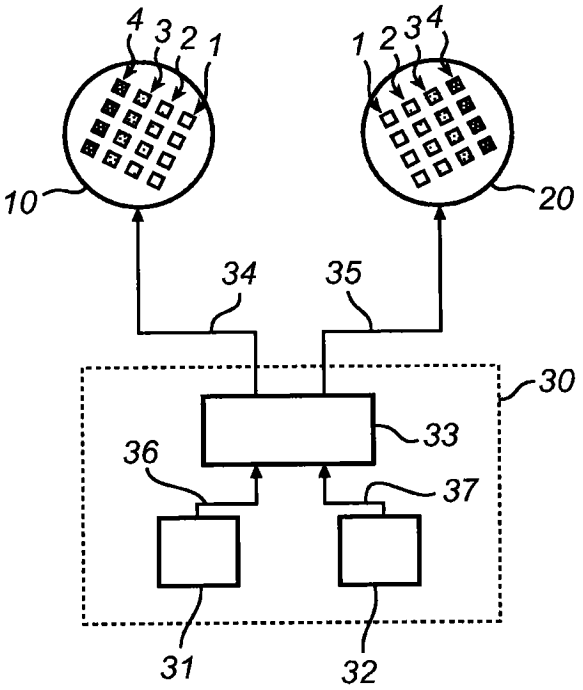

4 3 2 1
1 2 3 4
10
20
34
35
30
33
36
37
31
32

图2

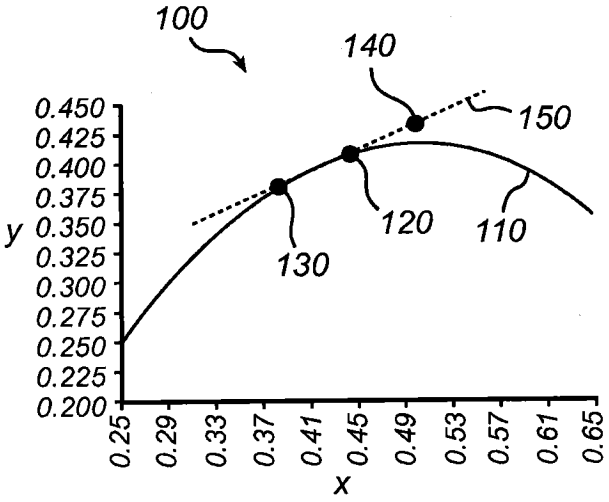

100
140
150
120
110
130
y
0.450
0.425
0.400
0.375
0.350
0.325
0.300
0.275
0.250
0.225
0.200
0.25
0.29
0.33
0.37
0.41
0.45
0.49
0.53
0.57
0.61
0.65
x

图3a

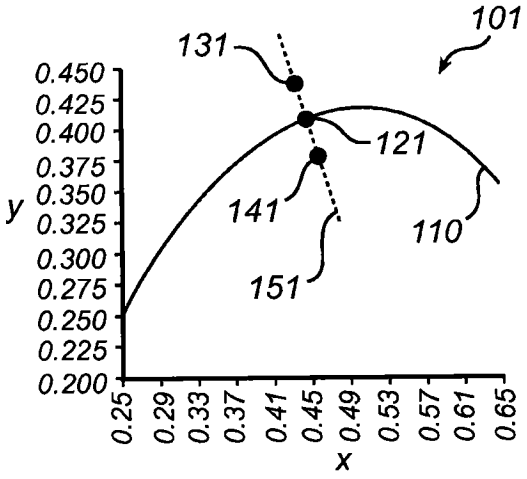

101
131
121
141
110
151
y
0.450
0.425
0.400
0.375
0.350
0.325
0.300
0.275
0.250
0.225
0.200
0.25
0.29
0.33
0.37
0.41
0.45
0.49
0.53
0.57
0.61
0.65
x

图3b