(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106817811 A
(43)申请公布日 2017.06.09

(21)申请号 201710203141.7

(22)申请日 2017.03.30

(71)申请人 横店集团得邦照明股份有限公司
地址 322118 浙江省金华市东阳市横店电子工业园区

(72)发明人 吴彬强 陈欣平 翁步升 施蓉蓉 金梅玲

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 张金刚

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

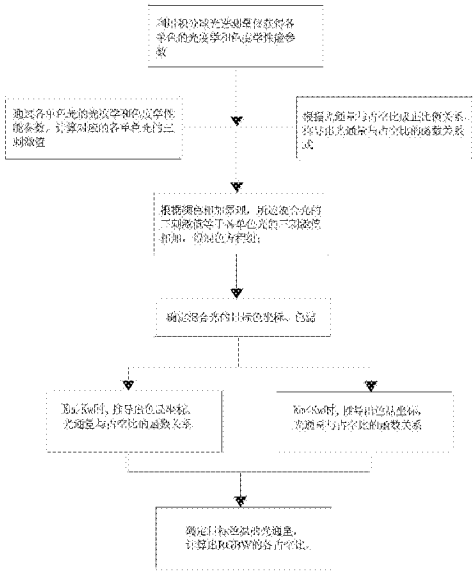
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，包括以下步骤：(1)、获得各单色的光度学和色度学性能参数；(2)、计算对应的各单色光的三刺激值；(3)、根据光通量与占空比成正比例关系，推导出光通量与占空比的函数关系式；(4)、得到三基色混光数学模型以及混合光中各单色光的比例，得到混色方程组；(5)、确定混合光的目标色坐标、色温；(6)、推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系；(7)、确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比，最后输出，达到配光目的。本发明具有产品造价便宜、可调色温精度高、方式简便、照明舒适及使用效果好等特点。



CN 106817811 A

1.基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1)、利用积分球光谱测量仪获得各单色的光度学和色度学性能参数；

(2)、通过各单色光的光度学和色度学性能参数，计算对应的各单色光的三刺激值；

(3)、根据光通量与占空比成正比例关系，推导出光通量与占空比的函数关系式；

(4)、根据颜色相加原理，所述混合光的三刺激值等于各单色光的三刺激值相加，最终得到三基色混光数学模型以及混合光中各单色光的比例，得到混色方程组；

(5)、确定混合光的目标色坐标、色温；

(6)、对比目标色的色温值和混合光中白单色光的色温值，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系；

(7)、确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比，最后输出，达到配光目的。

2.根据权利要求1所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，所述步骤(2)中单色光的三刺激值计算方法为：

$$X=\frac{Y}{y}x;$$

$$Y=\frac{Y}{y}y。$$

3.根据权利要求2所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，所述步骤(4)具体步骤为：D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}代表RGBW四基色的占空比，(x_m,y_m)、Y_m代表混合光的色坐标和光通量，(x_r,y_r)、(x_g,y_g)、(x_b,y_b)、(x_w,y_w)代表RGBW四基色的色坐标，Y_r、Y_g、Y_b、Y_w代表RGBW四基色的光通量；K_m代表混合光的色温，K_w代表四基色中白光的色温；

当$K_m>K_w$时，$D_{ur}=0$，

$$D_{ug}=\left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{y_gY_m}{yY_g};$$

$$D_{ub}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_bY_m}{yY_b};$$

$$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{y_wY_m}{yY_w};$$

当$K_m<K_w$时，$D_{ub}=0$，

$$D_{ur}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_rY_m}{yY_r};$$

$$D_{ug}=\left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{y_gY_m}{yY_g};$$

$$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{y_wY_m}{yY_w}。$$

4.根据权利要求3所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，所述步骤(4)混色方程组用以下公式计算：

$X_m=X_R+X_G+X_B+X_W$；

$Y_m=Y_R+Y_G+Y_B+Y_W$；

$Z_m=Z_R+Z_G+Z_B+Z_W$；

$$x_m=\frac{X_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_rD_{ur}x_r+A_gD_{ug}x_g+A_bD_{ub}x_b+A_wD_{uw}x_w}{A_rD_{ur}+A_gD_{ug}+A_bD_{ub}+A_wD_{uw}};$$

$$y_m=\frac{Y_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_rD_{ur}y_r+A_gD_{ug}y_g+A_bD_{ub}y_b+A_wD_{uw}y_w}{A_rD_{ur}+A_gD_{ug}+A_bD_{ub}+A_wD_{uw}};$$

其中$A_r=Y_r/y_r$、$A_g=Y_g/y_g$、$A_b=Y_b/y_b$、$A_w=Y_w/y_w$，X_m、Y_m、Z_m代表混合光的三刺激值。

5.根据权利要求4所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，所述步骤(3)光通量与占空比的函数关系为：

$Y_m=D_{ur}Y_r+D_{ug}Y_g+D_{ub}Y_b+D_{uw}Y_w$；

其中，Y_r、Y_g、Y_b、Y_w分别为光源R、G、B、W满电流工作下的Y刺激值，在CIE-1931标准色度系统中刺激值Y等于光通量。

6.根据权利要求5所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于：所述占空比D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}应该满足$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$。

7.根据权利要求6所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于，所述Y_m当作目标函数，需满足：

当$K_m>K_w$时，$D_{ur}=0$，

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{yY_g}{y_g};$$

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_b}{y_b};$$

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{yY_w}{y_w};$$

当$K_m<K_w$时，$D_{ub}=0$，

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_r}{y_r};$$

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{yY_g}{y_g};$$

$$Y_m\leq\left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{yY_w}{y_w};$$

Y_m取上述方程的最大值时，可满足混合光最大光通量输出。

8.根据权利要求6所述的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，其特征在于：所述PWM频率1Khz以上。

基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及LED混光技术，具体来说是一种基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法。

背景技术

[0002] 随着LED照明的逐步发展，LED灯已大量应用于我国室内外照明等领域，已经取代白炽灯、荧光灯等传统照明设备，成为节能、环保、智能化照明的代表。其中，智能照明的发展优势十分明显，再配合LED与生俱来的特点，发出的光线可以更好地汇聚，使得LED智能灯成为LED照明领域的一项重要应用，广泛应用于商超、家居、办公、景观等场合，市场发展前景可观。

[0003] 现在市场上智能灯调光调色主要采用RGB三基色配光，虽然能满足用户情景照明的需求，但是采用RGB配色的智能灯有色温不精准、光通量低等缺点，无法满足客户基本照明的需求。如何提高智能灯照明的光品质尤其是白光的照明质量，让光照环境更加舒适，健康、智能成为了研究的热点。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服以上现有技术存在的不足，提供了一种产品造价便宜、可调色温精度高、方式简便、照明舒适及使用效果好的基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法。

[0005] 为了达到上述目的，本发明采用以下技术方案：基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，包括以下步骤：

[0006] (1)、利用积分球光谱测量仪获得各单色的光度学和色度学性能参数；

[0007] (2)、通过各单色光的光度学和色度学性能参数，计算对应的各单色光的三刺激值；

[0008] (3)、根据光通量与占空比成正比例关系，推导出光通量与占空比的函数关系式；

[0009] (4)、根据颜色相加原理，所述混合光的三刺激值等于各单色光的三刺激值相加，最终得到三基色混光数学模型以及混合光中各单色光的比例，得到混色方程组；

[0010] (5)、确定混合光的目标色坐标、色温；

[0011] (6)、对比目标色的色温值和混合光中白单色光的色温值，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系；

[0012] (7)、确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比，最后输出，达到配光目的。

[0013] 所述步骤(2)中单色光的三刺激值计算方法为：

[0014] $X=\frac{Y}{y}x$；

[0015] $Y=\frac{Y}{y}y$。

[0016] 所述步骤(4)具体步骤为：D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}代表RGBW四基色的占空比，(x_m, y_m)、Y_m代表混合光的色坐标和光通量，(x_r, y_r)、(x_g, y_g)、(x_b, y_b)、(x_w, y_w)代表RGBW四基色的色坐标，Y_r、Y_g、Y_b、Y_w代表RGBW四基色的光通量；K_m代表混合光的色温，K_w代表四基色中白光的色温；

[0017] 当$K_m > K_w$时，$D_{ur}=0$，

[0018] $$D_{ug}=\left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{y_g Y_m}{y Y_g};$$

[0019] $$D_{ub}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_b Y_m}{y Y_b};$$

[0020] $$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{y_w Y_m}{y Y_w};$$

[0021] 当$K_m < K_w$时，$D_{ub}=0$，

[0022] $$D_{ur}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_r Y_m}{y Y_r};$$

[0023] $$D_{ug}=\left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{y_g Y_m}{y Y_g};$$

[0024] $$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{y_w Y_m}{y Y_w}。$$

[0025] 所述步骤(4)混色方程组用以下公式计算：

[0026] $X_m=X_R+X_G+X_B+X_W$；

[0027] $Y_m=Y_R+Y_G+Y_B+Y_W$；

[0028] $Z_m=Z_R+Z_G+Z_B+Z_W$；

[0029] $$x_m=\frac{X_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_r D_{ur} x_r+A_g D_{ug} x_g+A_b D_{ub} x_b+A_w D_{uw} x_w}{A_r D_{ur}+A_g D_{ug}+A_b D_{ub}+A_w D_{uw}};$$

[0030] $$y_m=\frac{Y_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_r D_{ur} y_r+A_g D_{ug} y_g+A_b D_{ub} y_b+A_w D_{uw} y_w}{A_r D_{ur}+A_g D_{ug}+A_b D_{ub}+A_w D_{uw}};$$

[0031] 其中$A_r=Y_r/y_r$、$A_g=Y_g/y_g$、$A_b=Y_b/y_b$、$A_w=Y_w/y_w$，X_m、Y_m、Z_m代表混合光的三刺激值。

[0032] 所述步骤(3)光通量与占空比的函数关系为：$Y_m=D_{ur}Y_r+D_{ug}Y_g+D_{ub}Y_b+D_{uw}Y_w$；

[0033] 其中，Y_r、Y_g、Y_b、Y_w分别为光源R、G、B、W满电流工作下的Y刺激值，在CIE-1931标准色度系统中刺激值Y等于光通量。

[0034] 所述占空比D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}应该满足$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$、$D_{ug}\leqslant 1$。

[0035] 所述Y_m当作目标函数，需满足：

[0036] 当$K_m > K_w$时，$D_{ur}=0$，

[0037] $$Y_m \le \left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{yY_g}{y_g};$$

[0038] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_b}{y_b};$$

[0039] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{yY_w}{y_w};$$

[0040] 当$K_m<K_w$时，$D_{ub}=0$，

[0041] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_r}{y_r};$$

[0042] $$Y_m \le \left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{yY_g}{y_g};$$

[0043] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{yY_w}{y_w};$$

[0044] Y_m取上述方程的最大值时，可满足混合光最大光通量输出。

[0045] 所述PWM频率1Khz以上。

[0046] 本发明相对于现有技术，具有如下的优点及效果：

[0047] 1、本发明在简单RGB混光的基础上，提出了RGBW四基色混光方法，将四基色将CIE-1931配色分档图分成I、II、III三个区间，通过指定的目标色坐标、色温、光通量等参数，根据CIE-1931配色分档图，指定其中一种光源输出值为零，构建其它三个输出值有单一解的数学模型，推导出RGBW四基色中的各单色函数值。具有产品造价便宜、可调色温精度高、方式简便、照明舒适及使用效果好等优点。

附图说明

[0048] 图1为基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法的流程框图；

[0049] 图2为RGBW四色LED连接分布图；

[0050] 图3为CIE-1931配色分档图。

具体实施方式

[0051] 为便于本领域技术人员理解，下面结合附图及实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0052] 实施例1：

[0053] 如图1～3所示，基于PWM四基色LED实现全色域范围配光的方法，包括以下步骤：

[0054] (1)、利用积分球光谱测量仪获得各单色的光度学和色度学性能参数；

[0055] (2)、通过各单色光的光度学和色度学性能参数，计算对应的各单色光的三刺激

值；

[0056] (3)、根据光通量与占空比成正比例关系，推导出光通量与占空比的函数关系式；

[0057] (4)、根据颜色相加原理，所述混合光的三刺激值等于各单色光的三刺激值相加，最终得到三基色混光数学模型以及混合光中各单色光的比例，得到混色方程组；

[0058] (5)、确定混合光的目标色坐标、色温；

[0059] (6)、对比目标色的色温值和混合光中白单色光的色温值，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系；

[0060] (7)、确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比，最后输出，达到配光目的。

[0061] 具体的为：期望的光通量为Y_m，期望的色温为K_m，期望的色坐标为(x_m,y_m)，使用的R、G、B、W四基色坐标分别为(x_r,y_r)、(x_g,y_g)、(x_b,y_b)、(x_w,y_w)，RGBW四基色的光通量为Y_r、Y_g、Y_b、Y_w，四基色中白光的色温为K_w。

[0062] 如图1所示，具体步骤如下：

[0063] 1、选择RGBW光源，采用5组RGB天电LED-2016彩光系列光源，5颗全串，W光源采用12颗斯迈得2835高显白光系列，连接方式为3串4并。具体分布参见图2，如图2所示，W为白色光源R、G、B分别为红色、绿色、蓝色。RGB三颗光源为一组，对称排列在光源板上，12颗白色光源均匀分布在光源板上，达到红、绿、蓝、白光输时混光均匀的目标。利用积分球光谱测量仪获得各单色的光度学和色度学性能参数；

[0064] 2、通过各单色光的光度学和色度学性能参数，计算对应的各单色光的三刺激值；

[0065] 各单色光的三刺激值计算公式为：

[0066] $$X=\frac{Y}{y}x$$

[0067] $$Y=\frac{Y}{y}y \quad \cdots\cdots(1)$$

[0068] 3、根据光通量与占空比成正比例函数关系，推导出光通量与占空比的函数关系式；

[0069] 改变驱动LED的PWM占空比，其色品坐标基本不发生改变，而光通量相应地线性变化，所以工程上为了讨论问题的方便，近似认为光通量与占空比成正比例函数关系：

[0070] $Y_m=D_{ur}Y_r+D_{ug}Y_g+D_{ub}Y_b+D_{uw}Y_w$ ……(2)

[0071] 其中，D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}、D_{ug}代表RGBW四基色的占空比。

[0072] 4、根据颜色相加原理，所述混合光的三刺激值等于各单色光的三刺激值相加，最终得到三基色混光数学模型以及混合光中各单色光的比例，得混色方程组；

[0073] 根据光谱分布曲线颜色叠加原理：

[0074] $X_m=X_R+X_G+X_B+X_W$

[0075] $Y_m=Y_R+Y_G+Y_B+Y_W$

[0076] $Z_m=Z_R+Z_G+Z_B+Z_W$ ……(3)

[0077] $$x=\frac{X}{X+Y+Z}$$

[0078] $$y=\frac{Y}{X+Y+Z} \quad \cdots\cdots(4)$$

[0079] 推导出

[0080] $$x_m=\frac{X_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_rD_{ur}x_r+A_gD_{ug}x_g+A_bD_{ub}x_b+A_wD_{uw}x_w}{A_rD_{ur}+A_gD_{ug}+A_bD_{ub}+A_wD_{uw}}$$

[0081] $$y_m=\frac{Y_m}{X_m+Y_m+Z_m}=\frac{A_rD_{ur}y_r+A_gD_{ug}y_g+A_bD_{ub}y_b+A_wD_{uw}y_w}{A_rD_{ur}+A_gD_{ug}+A_bD_{ub}+A_wD_{uw}} \quad \text{.....(5)}$$

[0082] 其中，$A_r=Y_r/y_r$、$A_g=Y_g/y_g$、$A_b=Y_b/y_b$、$A_w=Y_w/y_w$，X_m、Y_m、Z_m代表混合光的三刺激值。

[0083] 5、确定混合光的目标色坐标、色温；

[0084] 6、对比目标色的色温值和混合光中白单色光的色温值，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系。

[0085] 根据RGBW四基色在CIE-1931色品分析图的坐标值，可以将色品分析图分I、II、III三个区间，如图3所示，R、G、B分别代表红色、绿色、蓝色在CIE x-y色品图上的位置，连线R、G、B构成一个混光三角形，在色温曲线上确定目标色M的色温值，连线M点R点、M点G点、M点B点，将RGB构成的三角形分成I、II、III三个区间。

[0086] 当目标色温$K_m>K_w$时，在I区间，设定$D_{ur}=0$，

[0087] 则四通道的占空比可结合式(2)、(5)求得：

[0088] $$D_{ug}=\left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{y_gY_m}{yY_g}$$

[0089] $$D_{ub}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_bY_m}{yY_b}$$

[0090] $$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{y_wY_m}{yY_w} \quad \text{.....(6)}$$

[0091] 当目标色温$K_m<K_w$时，在III区间，设定$D_{ub}=0$，

[0092] 则四通道的占空比可结合式(2)、(5)求得：

[0093] $$D_{ur}=\left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{y_rY_m}{yY_r}$$

[0094] $$D_{ug}=\left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{y_gY_m}{yY_g}$$

[0095] $$D_{uw}=\left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{y_wY_m}{yY_w} \quad \text{.....(7)}$$

[0096] 7、确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比。

[0097] 理论上在色品分析图中的，光通量的取值范围为$[0,Y_r+Y_g+Y_b+Y_w]$，然而采用PWM调光时，光通量受占空比的约束，不能实现理论上的取值范围。在调光过程，不同色品坐标的混合光，其RGBW四基色的比例不同。只有占空比比例为1:1:1:1的混合光其占空比才可以同时达到100％，此时光通量的取值范围为0～$Y_r+Y_g+Y_b+Y_w$，其他混合光的光通量取值范围则小于此范围，每组色品坐标都有对应的最大光通量。从实际意义出发，PWM的占空比应该满足$D_{ur}\leq1$，$D_{ug}\leq1$，$D_{ub}\leq1$，$D_{uw}\leq1$，把Y_m当作目标函数，对(6)、(7)式进行变形可得

[0098] $K_m>K_w$时，$D_{ur}=0$

[0099] $$Y_m \le \left[\frac{(y_b-y_w)(x_w-x_g)+(y_g-y_w)(x_b-x_w)}{(y_b-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_b-x_w)}\right]\frac{yY_g}{y_g}$$

[0100] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_b)+(y_b-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_b}{y_b}$$

[0101] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_b)(x_b-x_w)+(y_w-y_b)(x_g-x_b)}{(y_g-y_b)(x_b-x)+(y_m-y_b)(x_g-x_b)}\right]\frac{yY_w}{y_w} \quad \text{.....(8)}$$

[0102] $K_m < K_w$时，$D_{ub}=0$

[0103] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_w)(x_w-x_r)+(y_r-y_w)(x_g-x_w)}{(y_g-y_w)(x_w-x_m)+(y_m-y_w)(x_g-x_w)}\right]\frac{yY_r}{y_r}$$

[0104] $$Y_m \le \left[\frac{(y_w-y_r)(x_r-x_g)+(y_g-y_r)(x_w-x_r)}{(y_w-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_w-x_r)}\right]\frac{yY_g}{y_g}$$

[0105] $$Y_m \le \left[\frac{(y_g-y_r)(x_r-x_w)+(y_w-y_r)(x_g-x_r)}{(y_g-y_r)(x_r-x_m)+(y_m-y_r)(x_g-x_r)}\right]\frac{yY_w}{y_w} \quad \text{.....(9)}$$

[0106] 符合(8)、(9)式的光通量以后，选取Ym的最大，带入公式(6)、(7)式，计算RGBW的占空比值。

[0107] 实验RGB光源为天电LED-2016彩光系列，其主波长分别为λr＝620nm、λg＝523nm、λb＝465nm。白色光源采用斯迈得2935高显白光系列。用远方的PMS-80光谱测试仪测量LED灯珠中各芯片在满电流工作状态时的色度学参数。结果如下表所示：

[0108]

灯珠	色坐标 X	色坐标 Y	光通量/lm
R	0.6916	0.3083	41.1

[0109]

G	0.1578	0.7116	80.2
B	0.142	0.0499	24.5
W	0.377	0.3677	401.2

[0110] 然后确定目标光的色坐标M(0.4610、0.4110)，K_m＝2700K。光通量Y_m＝120LM，其中光通量Y_m满足(9)式，将上述参数带入方程组(7)得出D_{ur}＝91％、D_{ug}＝51％、D_{ub}＝0、D_{uw}＝11％。

[0111] 将上述占空比分配到RGBW光源中，目标光用远方的PMS-80光谱测试仪测试得出Y_m'＝119，M′(0.4612、0.4116)，K_m'＝2688K。色品坐标、光通量和色温的测量值与设定值比较吻合，色品坐标的误差在2.5％以内，光通量的误差保持在4.5％以内。LED的光通量受结温的影响较大，所以调光时，随着功率的提高，测量值和设定值的误差也会越大。其误差都保持在较合理的范围，说明(6)、(7)式所描述的色品坐标与占空比的函数关系式可以指导现实中的调光调色。

[0112] 上述具体实施方式为本发明的优选实施例，并不能对本发明进行限定，其他的任何未背离本发明的技术方案而所做的改变或其它等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

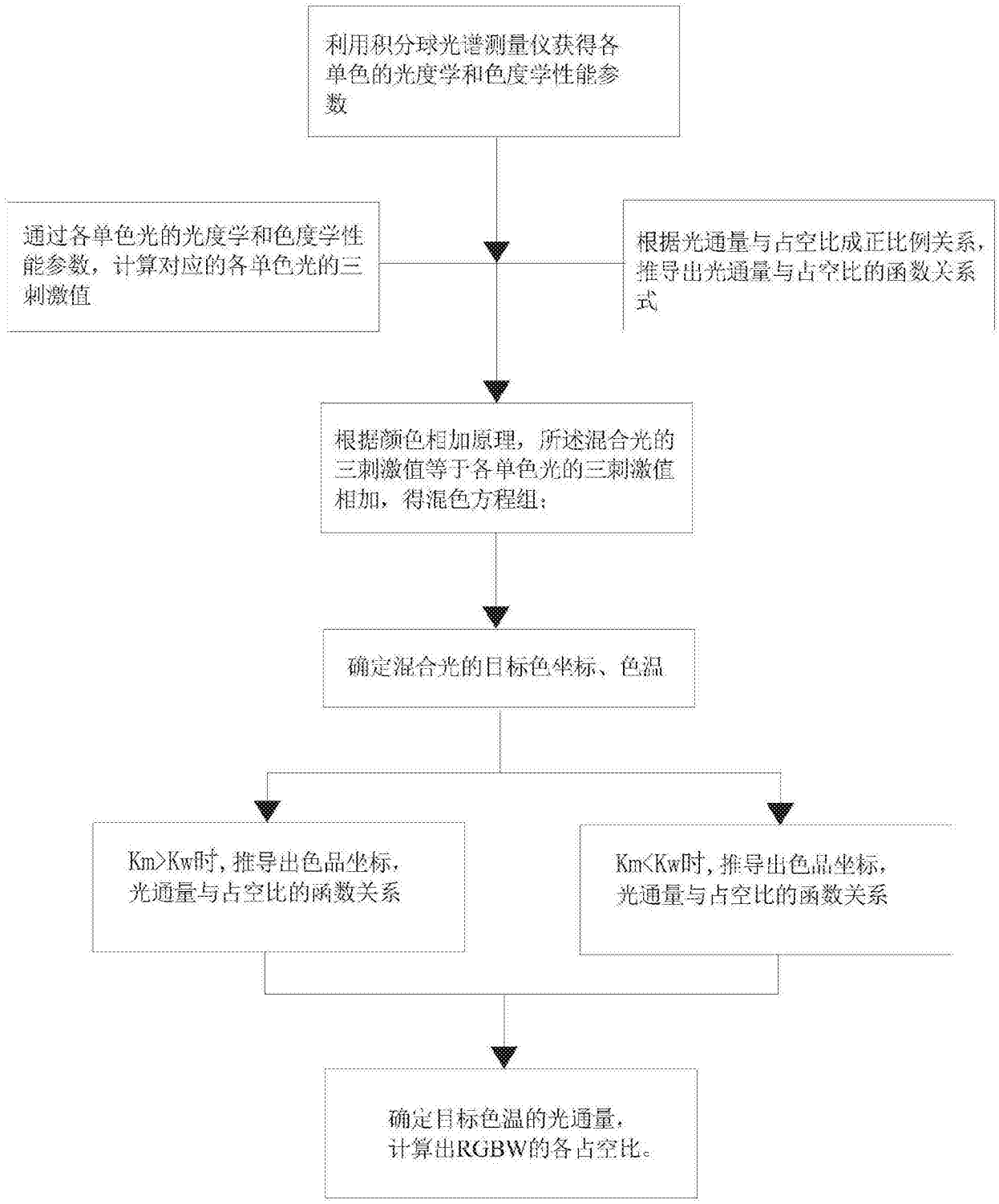

利用积分球光谱测量仪获得各单色的光度学和色度学性能参数
通过各单色光的光度学和色度学性能参数，计算对应的各单色光的三刺激值
根据光通量与占空比成正比例关系，推导出光通量与占空比的函数关系式
根据颜色相加原理，所述混合光的三刺激值等于各单色光的三刺激值相加，得混色方程组：
确定混合光的目标色坐标、色温
Km>Kw时，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系
Km<Kw时，推导出色品坐标，光通量与占空比的函数关系
确定目标色温的光通量，计算出RGBW的各占空比。

图1

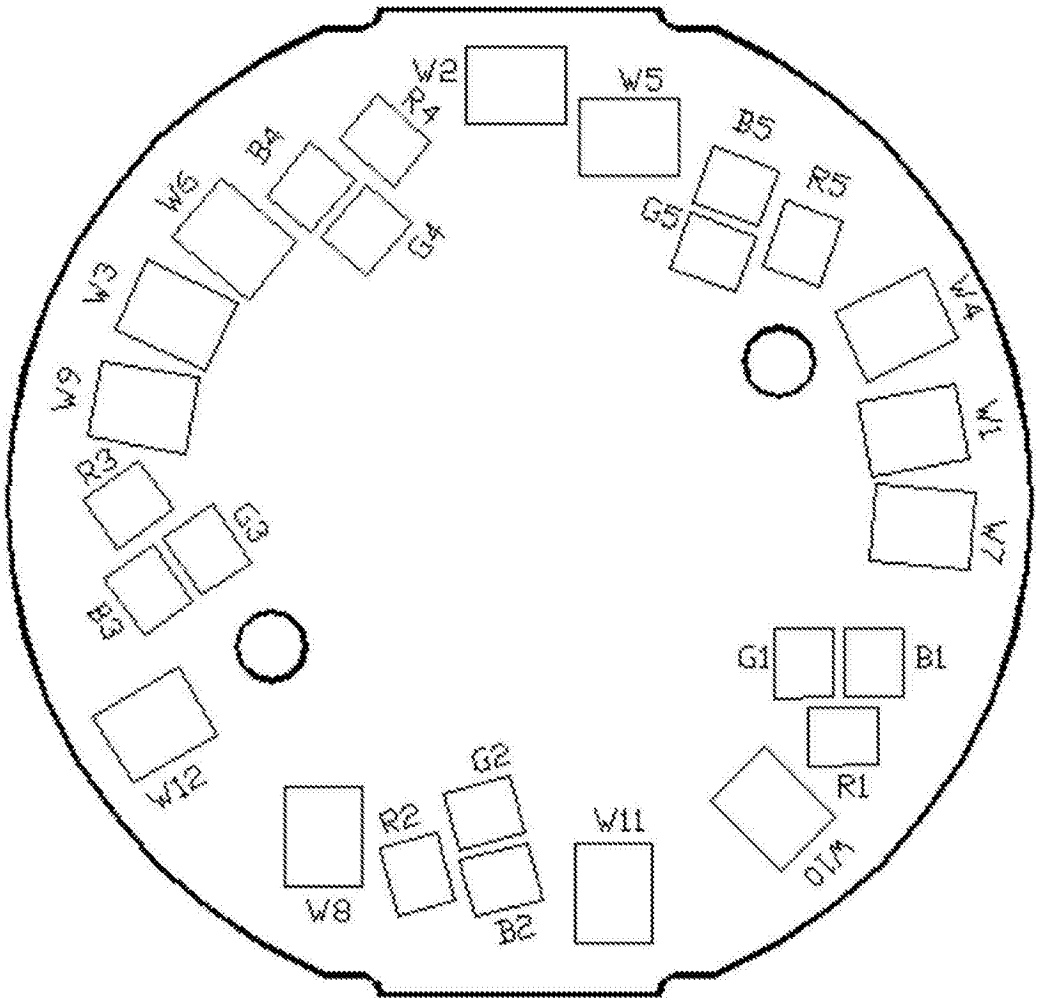

W2
W5
B5
R5
G5
W4
W1
W7
G1
B1
R1
W10
W11
G2
R2
B2
W8
W12
R3
G3
B3
W9
W3
W6
B4
R4
G4

图2

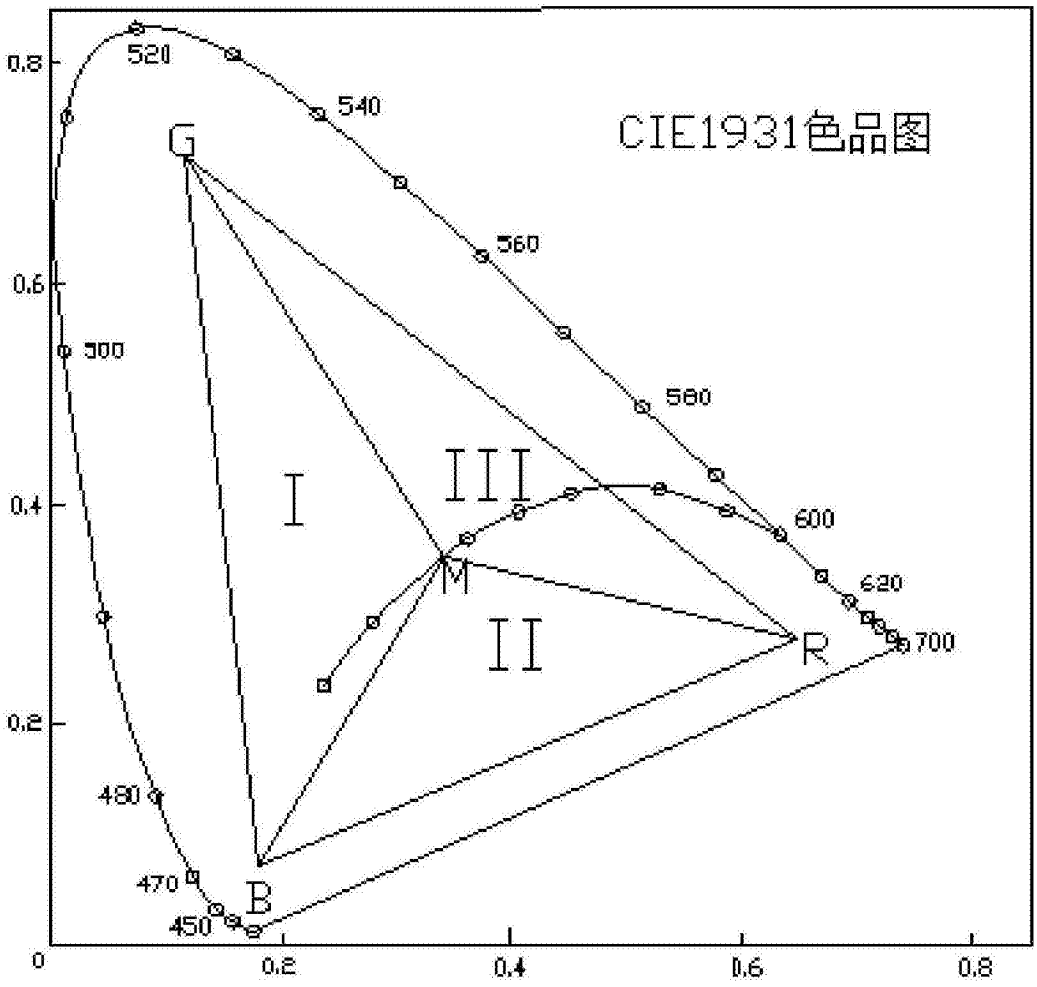

CIE1931色品图
520
540
560
580
600
620
700
500
480
470
450
G
B
R
M
I
II
III
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0.2
0.4
0.6
0.8

图3