(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 113701065 A
(43)申请公布日 2021.11.26

(21)申请号 202110991823.5

(22)申请日 2021.08.26

(71)申请人 屏丽科技成都有限责任公司
地址 610000 四川省成都市天府新区科学城天府菁蓉中心A区10号楼二楼

(72)发明人 张锦

(74)专利代理机构 成都弘毅天承知识产权代理有限公司 51230
代理人 朱丹

(51)Int.Cl.
F21K 9/20(2016.01)
F21V 5/04(2006.01)
F21V 13/04(2006.01)
G03B 21/20(2006.01)
F21Y 115/10(2016.01)

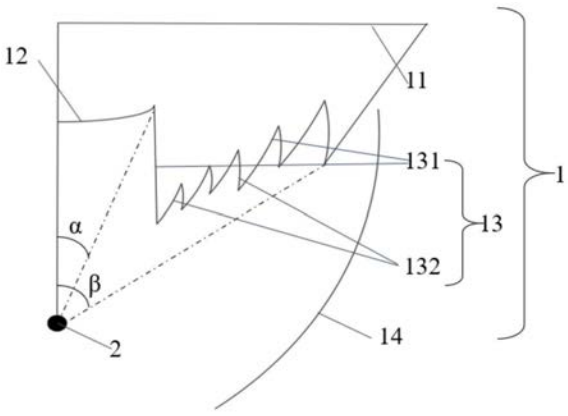
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种组合型光源收集器及其设计方法

(57)摘要

本发明公开了一种组合型光源收集器及其设计方法，涉及光学技术领域，解决现有光线出射面射出的光线分布不均匀的技术问题，包括收集器，所述收集器本体的一面为光线出射面，另一面中心处设有用于收集小角度入射光线的凸透镜，所述凸透镜的外侧设有用于收集中角度入射光线的全反射型菲涅尔透镜；所述收集器的外部，还有一个分立器件，该分离器件为反射型的自由曲面反射镜用于收集大角度入射光线；本发明确保整个收集器的出射光线的照度比较均匀，满足显示器件对光场的需求。



CN 113701065 A

1.一种组合型光源收集器,包括聚光单元和出射单元,其特征在于,还包括集光单元和反射单元,其中;

聚光单元与集光单元相邻设置,均与出射单元平行,在出射单元靠近集光单元的垂直面上设置反射单元,

所述收集器(1)的光线路径包括;

LED光源(2)中的小角度入射光线经过聚光单元后成为准直光线、平行射出出射单元,形成面积为S1的中心光圈;

LED光源(2)中的中角度入射光线经过集光单元后成为接近准直光线、平行射出出射单元,形成面积为S2的外环光圈;

LED光源(2)中的大角度入射光线经过反射单元后经过集光单元、最终成为接近准直光线、平行射出出射单元,且光线全部射出到外环光圈上;

其中LED光源(2)设于所述聚光单元的中心线上,且位置距离所述聚光单元的焦点位置或焦点位置附近。

2.根据权利要求1所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,所述聚光单元为凸透镜(12)、集光单元为全反射型菲涅尔透镜(13)、反射单元为自由曲面反射镜(14),出射单元为光线出射面(11)。

3.根据权利要求2所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,所述外环光圈与所述中心光圈同中心,且所述外环光圈的面积S2等于所述中心光圈的面积S1。

4.根据权利要求2所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,所述小角度入射光线是指光源的辐射角θ小于等于1/2光通量角α的全部LED光源出射光线;

中角度入射光线是指光源的辐射角θ大于1/2光通量角α,且不大于辐射角β的全部出射光线;

大角度入射光线是指辐射角θ从辐射角β～90度的全部大角度的出射光线。

5.根据权利要求4所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,辐射角β是的计算方法如下:外环光圈S2的面积确定后,计算出外环光圈S2的半径,然后从该半径外缘处相对于LED光源位置的夹角,就是辐射角β。

6.根据权利要求4所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,所述凸透镜(12)的边缘与所述LED光源(2)的夹角等于1/2光通量角α,所述1/2光通量角α是通过光源的配光曲线确定的;1/2光通量角α的定义是指:LED光源发出的光线,在辐射角为α的时候,其光通量为该LED光源的全部光通量的1/2,该角度即为1/2光通量角α。

7.根据权利要求4所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,所述全反射型菲涅尔透镜(13)由多个环形坍陷结构构成;中角度入射光线经过环形坍陷结构先折射偏转方向后再全反射准直射向所述光线出射面(11)。

8.根据权利要求7所述的一种组合型光源收集器,其特征在于,每个环型坍陷结构的直径不同,环型坍陷结构包括入射面(131)和全反射面(132);所述入射面(131)为直线段经中心轴旋转产生的圆锥面,所述全反射面(132)由满足折射光线全反射条件的自由曲面经中心轴旋转产生的鼓锥面,中心轴为所述凸透镜(12)的中心线。

9.一种组合型光源收集器的设计方法,其特征在于,包括如下制作步骤,

步骤1:根据LED光源(2)的配光曲线确定1/2光通量角α;

步骤2:使LED光源(2)的辐射角小于1/2光通量角α的小角度入射光线经过第一光学器件后成为准直光线,且平行射出收集器本体的光线出射面(11),并在光线出射面(11)上形成中心光圈,测量中心光圈的面积S1;

步骤3:根据中心光圈的面积S1,在光线出射面(11)上确定与中心光圈同心设置的外环光圈面积S2,其中S1＝S2;

步骤4:根据外环光圈面积S2,计算出外环光圈S2的半径,然后确定该半径外缘处所对于光源位置的夹角,定义为辐射角β;此时将辐射角大于1/2光通量角α,且不大于辐射角β的入射光线为中角度入射光线;辐射角在辐射角β～90度的入射光线为大角度入射光线;

步骤5:采用第二光学器件将中角度入射光线准直射向外环光圈;

步骤6:采用第三光学器件将大角度入射光线收集反射后,从第二光学器件准直射向外环光圈。

10.根据权利要求9所述的一种组合型光源收集器的设计方法,其特征在于所述第一光学器件为凸透镜(12),第二光学器件为全反射型菲涅尔透镜(13),所述第三光学器件为反射单元为自由曲面反射镜(14)。

一种组合型光源收集器及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学技术领域,更具体的是涉及一种组合型光源收集器技术领域。

背景技术

[0002] 大功率LED芯片已可以用于照明,其发光效率已超过白炽灯,LED具有体积小、高效、节能、环保、使用寿命长、响应速度快、耐震动、易维护等显著优点,势必应用于照明领域。而针对投影机的特点设计的照明系统,也已经广泛使用。

[0003] 目前,投影照明中需要一个矩形的照明光斑,用于照明DMD显示器,或者LCOS,或者是LCD。但是由于显示器件迥然不同的特点,在照明微显示器件如DMD和LCOS的照明系统,与照明大显示器件如LCD,虽然对光源的性能要求是一样的,但是由于显示器件差异很大,其显示面积存在数量级的差异,因此照明系统的设计差异很大。

[0004] 以专利CN 112856334 A为例,其封闭系统的照明系统中,照明系统采用白光LED光源,采用一个四面是反射面的平面组成的光锥。光锥的小口端是LED光源,光锥的大口端是光线的出射端。往往在出射端,还存在一个菲涅尔透镜。这个菲涅尔透镜的作用是用于准直光线。因此这样的照明系统,存在着尺寸比较大,收集效率低,边缘的照度和中心的照度差异大的缺点。

[0005] 同时,由于整个光锥为显示器件提供照明光场,所以,无法支持局部区域的光线的调制,因此无法实现动态背光调节,无法实现LOCAL DIMMING(局域背光调节)的功能。

[0006] 专利CN 107490816 A公开了一种全反射型菲涅尔透镜,包括透镜本体,透镜本体一面为平面,另一面中心处为凸透镜,凸透镜外侧设有若干环型坍陷结构,光源发出的入射光线经环型坍陷结构先折射偏转方向后再全反射获得出射光线,出射光线平行地从透镜本体的平面平行射出。光源处于凸透镜中心处,虽然出射光线都能够从透镜本体的平面平行射出,但是因为光源射出的光线与光源中心的夹角(也称为辐射角)不同,所以透镜本体的平面上光照强度分布不均匀,越远离光源中心,LED光源的辐射能力越低,导致其光的照度越小。且该专利没有考虑也不支持大角度光线的收集,所以存在效率低下的问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于:为了解决上述技术问题,本发明提供一种组合型光源收集器。

[0008] 本发明为了实现上述目的具体采用以下技术方案:

[0009] 一种组合型光源收集器,包括聚光单元和出射单元,还包括集光单元和反射单元,其中;

[0010] 聚光单元与集光单元相邻设置,均与出射单元平行,在出射单元靠近集光单元的垂直面上设置反射单元,

[0011] 所述收集器的光线路径包括;

[0012] LED光源中的小角度入射光线经过聚光单元后成为准直光线、平行射出出射单元,形成面积为S1的中心光圈;

[0013] LED光源中的中角度入射光线经过集光单元后成为接近准直光线、平行射出出射单元，形成面积为S2的外环光圈；

[0014] LED光源中的大角度入射光线经过反射单元后经过集光单元、最终成为接近准直光线、平行射出出射单元，且光线全部射出到外环光圈上；

[0015] 其中LED光源设于所述聚光单元的中心线上，且位置距离所述聚光单元的焦点位置或焦点位置附近。

[0016] 进一步地，所述聚光单元为凸透镜、集光单元为全反射型菲涅尔透镜、反射单元为自由曲面反射镜，出射单元为光线出射面。

[0017] 进一步地，所述外环光圈与所述中心光圈同中心，且所述外环光圈的面积S2等于所述中心光圈的面积S1。

[0018] 进一步地，所述小角度入射光线是指光源的辐射角θ小于等于1/2光通量角α的全部LED光源出射光线；

[0019] 中角度入射光线是指光源的辐射角θ大于1/2光通量角α，且不大于辐射角β的全部出射光线；

[0020] 大角度入射光线是指辐射角θ从辐射角β～90度的全部大角度的出射光线。

[0021] 进一步地，辐射角β是的计算方法如下：外环光圈S2的面积确定后，计算出外环光圈S2的半径，然后从该半径外缘处相对于LED光源位置的夹角，就是辐射角β。

[0022] 进一步地，所述凸透镜的边缘与所述LED光源的夹角等于1/2光通量角α，所述1/2光通量角α是通过光源的配光曲线确定的；1/2光通量角α的定义是指：LED光源发出的光线，在辐射角为α的时候，其光通量为该LED光源的全部光通量的1/2，该角度即为1/2光通量角α。

[0023] 进一步地，所述全反射型菲涅尔透镜由多个环形坍陷结构构成；中角度入射光线经过环形坍陷结构先折射偏转方向后再全反射准直射向所述光线出射面。

[0024] 进一步地，每个环型坍陷结构的直径不同，环型坍陷结构包括入射面和全反射面；所述入射面为直线段经中心轴旋转产生的圆锥面，所述全反射面由满足折射光线全反射条件的自由曲面经中心轴旋转产生的鼓锥面，中心轴为所述凸透镜的中心线。

[0025] 一种组合型光源收集器的设计方法，包括如下制作步骤，

[0026] 步骤1：根据LED光源的配光曲线确定1/2光通量角α；

[0027] 步骤2：使LED光源的辐射角小于1/2光通量角α的小角度入射光线经过第一光学器件后成为准直光线，且平行射出收集器本体的光线出射面，并在光线出射面上形成中心光圈，测量中心光圈的面积S1；

[0028] 步骤3：根据中心光圈的面积S1，在光线出射面上确定与中心光圈同心设置的外环光圈面积S2，其中S1＝S2；

[0029] 步骤4：根据外环光圈面积S2，计算出外环光圈S2的半径，然后确定该半径外缘处所对于光源位置的夹角，定义为辐射角β；此时将辐射角大于1/2光通量角α，且不大于辐射角β的入射光线为中角度入射光线；辐射角在辐射角β～90度的入射光线为大角度入射光线；

[0030] 步骤5：采用第二光学器件将中角度入射光线准直射向外环光圈；

[0031] 步骤6：采用第三光学器件将大角度入射光线收集反射后，从第二光学器件准直射

向外环光圈。

[0032] 进一步地，所述第一光学器件为凸透镜，第二光学器件为全反射型菲涅尔透镜，所述第三光学器件为反射单元为自由曲面反射镜。

[0033] 本发明的有益效果如下：

[0034] 1.能高效地收集LED光源的光线、理论上可以100％的收集利用LED光源发出的全部光线，包括很多其他收集器无法收集也无法有效利用的大角度光线、收集的光线经过整理，有效准直，不会形成杂散光，同时可以极大地降低LCD液晶投影机的照明系统的物理尺寸长度。

[0035] 2.收集器自身具有光线整形作用，即能进行光线准直，用于投影机的照明系统，能取代传统LCD投影机的照明系统内的菲涅尔准直透镜，节省成本，降低工艺难度。

[0036] 3.将LED光源的位置更靠近准直透镜，即焦距更小。在投影利用中，能有效节省空间。剩下的1/2光通量，由于角度大，收集利用难度大，进行了不同的处理方式，具体如下：其中中角度光线，采用全反射型设计逻辑，基于已经确定了光源的位置和焦距的情况下，全反射型的设计可以进行准直；由于追求照度均匀性，因此准直后的中角度光线其面积和小角度光线一样大，所以必然有大量的光无法收集。这部分不能收集的光线定义为大角度光线。大角度光线则通过反射的方法，将其全部集中于中角度光线区域。从而实现了另外的1/2光通量全部集中于中角度光线区域。因此，照度均匀性好。

[0037] 4.与传统的用于投影机背光照明的收集器产品相比，有明显的明暗截止线，照度均匀性也更高。即本发明的透镜，既保留很好的照明场，保留光线的指向和方向性，参与后端的成像系统，照明场内，均匀度高；在照明场之外，光线明显减少并最终消失。因此，适合投影产业本身提高收集效率，降低光学损耗，且降低由于广泛照明导致的光学污染的可能性。故，本发明与传统的LED照明透镜设计、以及传统LED照明背光源的液晶电视的透镜和均光器件的设计，具有截然不同的光学性质。

附图说明

[0038] 图1是本发明的结构示意图；

[0039] 图2是本发明的光线路径结构示意图；

[0040] 图3是实施例2中液晶屏提供照明场的结构示意图；

[0041] 图4是本发明为光源的极坐标配光曲线；

[0042] 图5是本发明为光源的直坐标配光曲线；

[0043] 附图标记：1-收集器、2-LED光源、11-光线出射面、12-凸透镜、13-全反射型菲涅尔透镜、14-自由曲面反射镜、131-入射面；132-全反射面；301-入射光线；302-折射光线；303-出射光线。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0045] 因此，以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围，而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0046] 实施例1

[0047] 如图4为光源的极坐标配光曲线，图5为光源的直坐标配光曲线，根据图4的配光曲线能够计算出1/2光通量角α的大小；图5的配光曲线与横坐标的围城的截面面积代表光通量，通过计算可知，30°以内的截面的面积与30°以外的截面的面积几乎相等，所以本实施例采用的光源的1/2光通量角α为30°，此时定义光源的辐射角θ小于等于1/2光通量角α的全部LED光源出射光线为小角度入射光线。

[0048] 如图2、图3，一种组合型光源收集器，包括聚光单元、出射单元、集光单元和反射单元，其中；

[0049] 聚光单元与集光单元相邻设置，均与出射单元平行，在出射单元靠近集光单元的垂直面上设置反射单元，

[0050] 所述收集器1的光线路径包括；LED光源2发出的入射光线301，通过光学器件后变为出射光线303，所述入射光线301根据角度分为三种类型；其中大角度入射光线还会通过反射单元形成折射光线302，具体如下：

[0051] LED光源2中的小角度入射光线经过聚光单元后成为准直光线、平行射出出射单元，形成面积为S1的中心光圈；LED光源2中的中角度入射光线经过集光单元后成为接近准直光线、平行射出出射单元，形成面积为S2的外环光圈；LED光源2中的大角度入射光线经过反射单元后经过集光单元、最终成为接近准直光线、平行射出出射单元，且光线全部射出到外环光圈上；其中LED光源2设于所述聚光单元的中心线上，且位置距离所述聚光单元的焦点位置或焦点位置附近。

[0052] 使用时：传统使用聚光镜体系，或者使用光锥体系，给投影机做照明系统的情况下，其体积受该照明系统决定。该照明系统的长度基本上与液晶屏尺寸的对角线接近。比如，6寸液晶屏投影机若需要要给相对较好的照明场系统，那么光锥的高度约为12厘米。但是，若使用本发明的透镜，则该透镜的高度可以设计到6厘米，设置更短。故可以极大降低空间的需求。

[0053] 如图4所示，根据投影机的矩形画面的特点，以外环光圈为虚拟圆、内切矩形，矩形边缘无线靠近中心光圈所在的虚拟圆上，

[0054] 内接出的矩形为照明光斑，根据照明光斑可以反推出收集器本体的大小；在照明光斑的长边，对应着更长的需要向内收敛向内反射的反射面。且其基本形状为椭球面型或某些特殊面型。其基本目的，是将这一面的光线全部反射到收集器本体；反射体卡在收集器本体上，其俯视图，呈现矩形画面形状，完整完美的扣在显示器件上。其出光面大小为矩形，出光面不需要任何菲涅尔透镜，本身准直后，投射到显示器件上；

[0055] 另外，因为中心光圈和外环光圈整体的尺寸较小，焦距很短，所以可以单独使用，也可以组合使用，在远场能形成一个矩形准直的照明收集器件。

[0056] 实施例2

[0057] 在实施例1的基础上，LED光源2设于凸透镜12的中心线上，且位置距离凸透镜的焦

点位置或焦点位置附近。具体的，LED光源2位于全反射型菲涅尔透镜13的环型坍陷结构所在的一面。LED光源2发出的光线还会直接穿过凸透镜12；

[0058] 优选地，自由曲面反射镜14的形状根据实际需要进行设计，可以为任意形状，例如弧形，长方形，或由弧形和长方形组合而成的形状；

[0059] 优选地，凸透镜12的边缘与LED光源2中心的夹角等于1/2光通量角α，这样既确保经过凸透镜12的入射光线的入射角均小于1/2光通量角α，又能够节省材料，降低成本；

[0060] 全反射型菲涅尔透镜13由若干环形坍陷结构构成，中角度入射光线经过环形坍陷结构先折射偏转方向后再全反射准直射向光线出射面11。这样使收集器的厚度尽可能薄，同时又像全反射透镜一样每一环都是入射折射后经全反射曲面反射后将光线尽量聚集后从光线出射面准直射出。

[0061] 优选地，每个环型坍陷结构的直径不同，环型坍陷结构包括入射面131和全反射面132，在本实施例中，设入射面131与垂直平面夹角为1°，中角度的入射光线301经过入射面131折射后进入介质面，再经折射光线302路径到全反射面132反射后，经过出射光线303路径准直从光线出射面11射出。入射面131为直线段经中心轴旋转产生的圆锥面，全反射面132由满足折射光线全反射条件的自由曲面经中心轴旋转产生的鼓锥面，中心轴为凸透镜12的中心线。各环形坍陷结构由中心至边缘逐渐增大节距，一环比一环大。因为靠近轴心环的节距会超来超小，考虑到加工工艺，在靠近轴心部份用一个焦点与LED光源2重合的凸透镜12取代。

[0062] 临近凸透镜12的第一个环形坍陷结构的齿高取决于LED光源2发光点的大小和设计要求的出光角度；在设定好第一个环形坍陷结构的齿高后，由加工工艺设定第一环形坍陷结构的节距和第一环形坍陷结构的入射面131的斜角，从而得到一条满足第一个环形坍陷结构的齿高全反射条件的曲面，经过第一个环形坍陷结构的齿高顶点的入射光线301经折射后会与全反射面132相交，设这个交点为第二个环形坍陷结构的齿高的顶点，第二个环形坍陷结构的齿高顶点的入射光线301经折射后会与全反射面132相交，设这个交点为第三个环形坍陷结构的齿高的顶点，依次设定各环形坍陷结构的齿高。

[0063] 实施例3

[0064] 一种组合型光源收集器的设计方法，包括如下制作步骤，

[0065] 步骤1：根据LED光源的配光曲线确定1/2光通量角α；

[0066] 步骤2：使LED光源的辐射角小于1/2光通量角α的小角度入射光线经过第一光学器件后成为准直光线，且平行射出收集器本体的光线出射面，并在光线出射面上形成中心光圈，测量中心光圈的面积S1；

[0067] 步骤3：根据中心光圈的面积S1，在光线出射面上确定与中心光圈同心设置的外环光圈面积S2，其中S1＝S2；

[0068] 步骤4：根据外环光圈面积S2，计算出外环光圈S2的半径，然后确定该半径外缘处所对于光源位置的夹角，定义为辐射角β；此时将辐射角大于1/2光通量角α，且不大于辐射角β的入射光线为中角度入射光线；辐射角在辐射角β～90度的入射光线为大角度入射光线；

[0069] 步骤5：采用第二光学器件将中角度入射光线准直射向外环光圈；

[0070] 步骤6：采用第三光学器件将大角度入射光线收集反射后，从第二光学器件准直射

向外环光圈。

[0071] 使用时，所述第一光学器件为凸透镜，第二光学器件为全反射型菲涅尔透镜，所述第三光学器件为反射单元为自由曲面反射镜。

[0072] 自由曲面反射镜总体看，是一个呈现为斗型的器件，四面均为自由曲面。其中两面，是用于反射大角度光线，把大角度光线投射向S2区域，实现均匀度和准直；两外两面，是讲全部光线反射回S1和S2区域。这些光线就包括了部分小角度光线，部分中角度光线，部分大角度光线。

[0073] 本申请的收集器使小角度入射光线准直射向光线出射面形成面积为S_1的中心光圈，而小角度入射光线是指辐射角θ小于1/2光通量角α的全部LED光源出射光线，这就说明此时将光源出射光线根据光通量的大小分隔成光通量相同的两部分，其中辐射角小于1/2光通量角α的光源出射光线，即小角度入射光线经过凸透镜后准直平行射向光线出射面形成面积为S_1的中心光圈；而另一部分光源出射光线再根据光源入射角度的不同分成中角度入射光线和大角度入射光线，其中还要确保中角度入射光线经过全反射型菲涅尔透镜后准直射向光线出射面以形成面积为S_2的外环光圈，且外环光圈的面积S_2等于中心光圈的面积S_1；最后，为了确保光线出射面上光通量分布均匀，所以大角度入射光线经过自由曲面反射镜收集反射后，从全反射型菲涅尔透镜准直射出，且光线均匀射出到S_2的外环光圈面积上，这样就将辐射角大于1/2光通量角α的光源出射光线准直射向与中心光圈面积相等的外环光圈中。因为中心光圈的面积与外环光圈的面积相等，且中心光圈的光通量与外环光圈内的光通量也相同，那么就确保整个收集器的出射光线的照度比较均匀，满足显示器件对光场的需求。

[0074] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

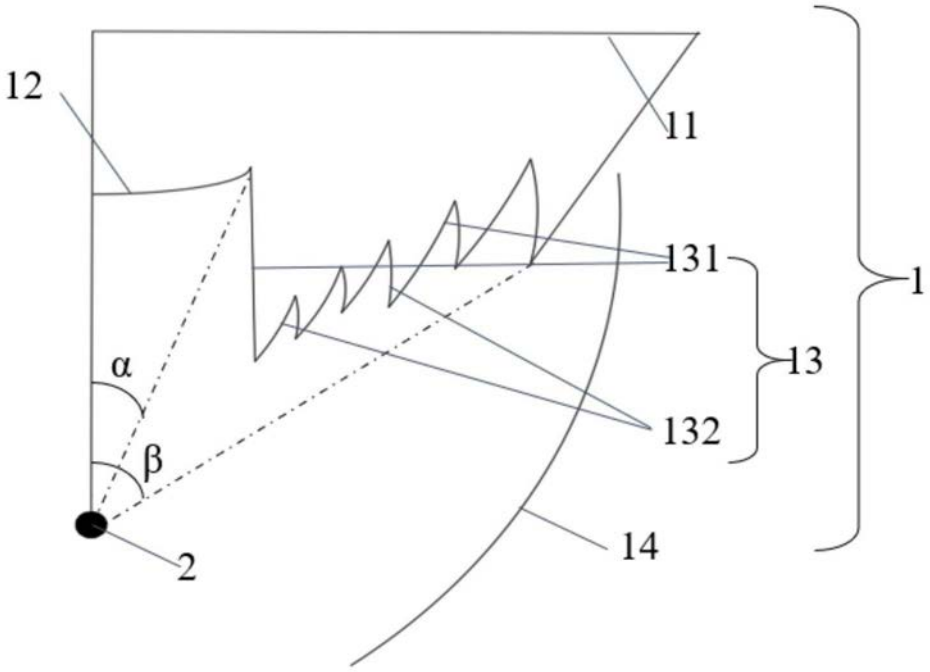


图1

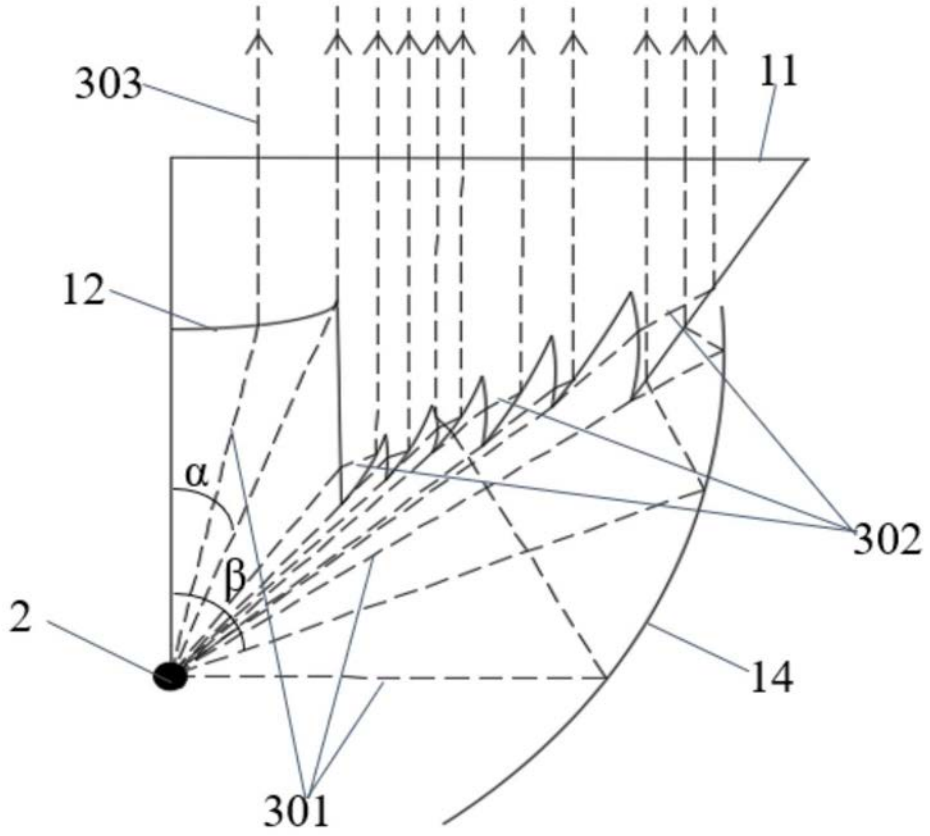


图2

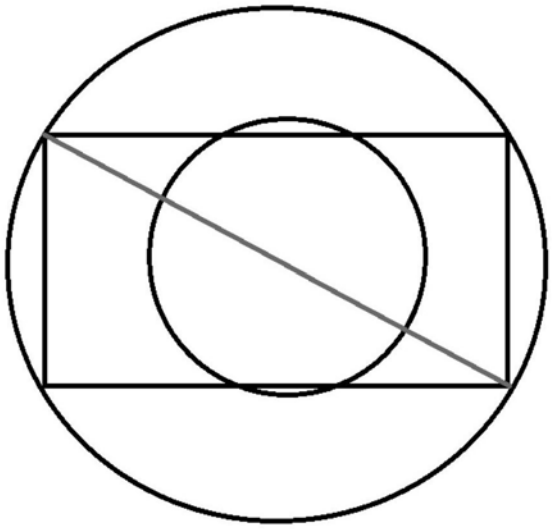


图3

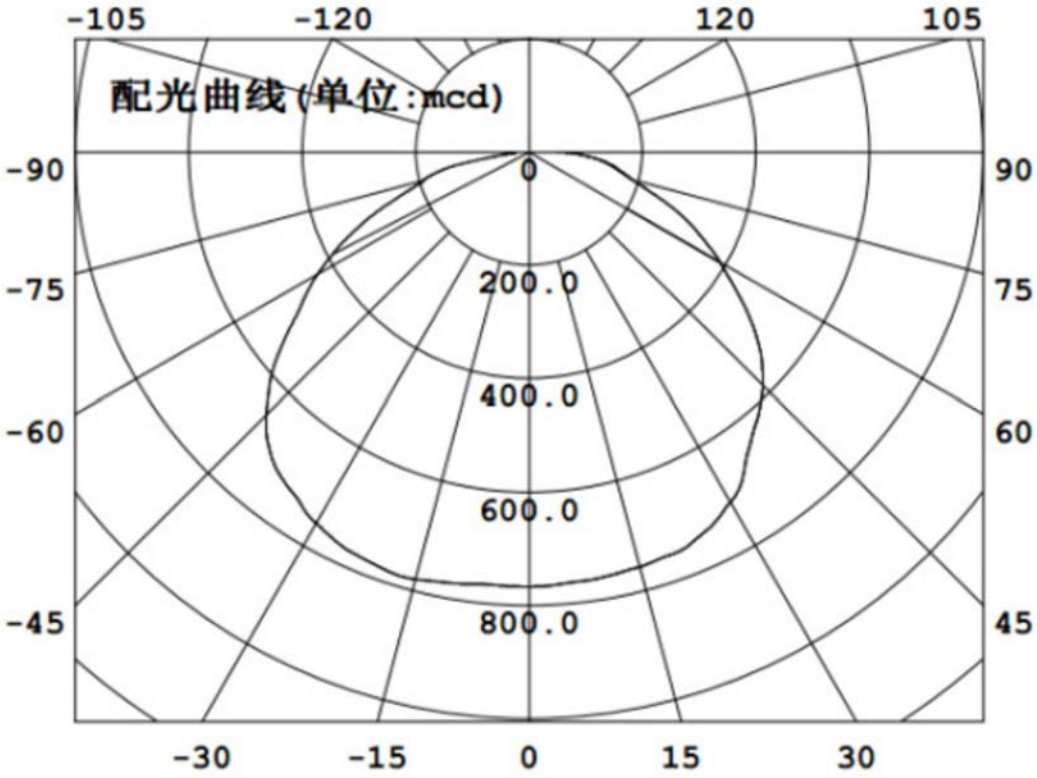

-105
-120
120
105
配光曲线(单位:mcd)
-90
0
90
-75
200.0
75
400.0
-60
60
600.0
-45
800.0
45
-30
-15
0
15
30

图4

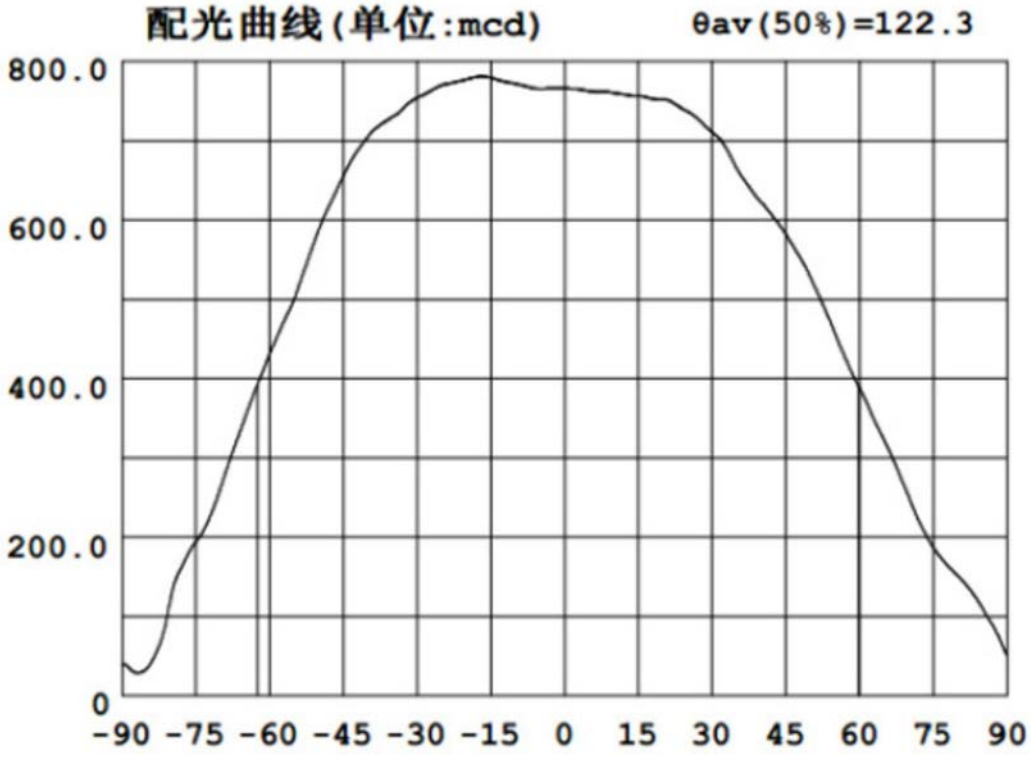

配光曲线(单位:mcd)
θav(50%)=122.3
800.0
600.0
400.0
200.0
0
-90 -75 -60 -45 -30 -15 0 15 30 45 60 75 90

图5