

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局(43) 国际公布日
2015 年 10 月 22 日 (22.10.2015) WIPO | PCT(10) 国际公布号
WO 2015/157943 A 1

- (51) 国际分类号 :
F21 V 5/04 (2006 .01) F21 L 4/00 (2006.01)
F21 V 7/22 (2006.01) F21 Y 101/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN2014/075502
- (22) 国际申请日 : 2014 年 4 月 16 日 (16.04.2014)
- (25) 申报语言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (71) 申请人 : 杭州巨星工具有限公司 (HANGZHOU GREAT STAR TOOLS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市江干区九堡镇九环路 35 号 ,Zhejiang 310019 (CN)。杭州巨星科技股份有限公司 (HANGZHOU GREAT STAR INDUSTRIAL CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市江干区九堡镇九环路 35 号 Zhejiang 310019 (CN)。
- (72) 发明人 : 余闻天 (YU, Wentian); 中国浙江省杭州市江干区九堡镇九环路 35 号 Zhejiang 310019 (CN)。
- (74) 代理人 : 上海旭诚知识产权代理有限公司 (SUN- RAY INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国上海市浦东新区东方路 710 号汤臣金融大厦 1212 室 ,郑立 ,Shanghai 200122 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。
- 本国际公布 :
- 包括国际检索报告 (条约第 21 条 (3))。

(54) Title: LENS, LENS SYSTEM AND APPLICATIONS THEREOF

(54) 发明名称 : 一种透镜和透镜系统及其用途

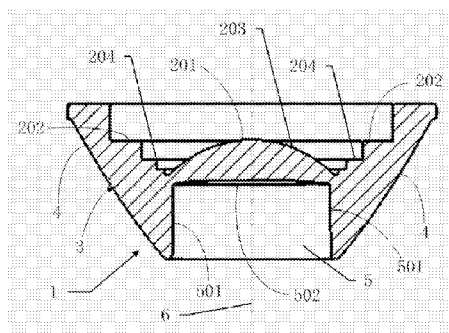


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A lens, a lens system and applications thereof. The lens (1) comprises a front surface (2), a rear surface (3), and a side surface (4) extending between the front surface (2) and the rear surface (3). The rear surface (3) defines a cavity (5) facing a rear portion. The front surface (2) comprises a central surface (201) and an edge surface (202) surrounding and connected to the central surface (201). The edge surface (202) extends between the central surface (201) and the side surface (4). The lens (1) is an axisymmetric body, and defines a central axis (6). The lens (1), in combination with an LED light source (7) and/or a similar light source disposed on the central axis (6) and capable of moving in the cavity, forms the lens system. The high utilization rate of emergent light of the light source is realized, and collimation and focusing of incident light are realized. The lens system can be used in a flashlight with a focusing function.

(57) 摘要: 一种透镜和透镜系统及其用途, 透镜 (1) 包括前表面 (2)、后表面 (3)、以及在前表面 (2) 和后表面 (3) 之间延伸的侧表面 (4); 后表面 (3) 限定了面向后部的腔 (5); 前表面 (2) 包括中央表面 (201)、以及环绕连接中央表面 (201) 的边缘表面 (202), 边缘表面 (202) 在中央表面 (201) 和侧表面 (4) 之间延伸; 透镜 (1) 是一个轴对称体, 其限定了中心轴线 (6); 透镜 (1) 配合放置于中心轴线 (6) 且可在腔内移动的 LED 光源 (7) 或与其类似的光源组成透镜系统, 实现对于光源出射光的高利用率, 以及对入射光的准直和调焦功能。透镜系统可用于具有可调焦功能的手电筒。

一种透镜和透镜系统及其用途

技术领域

本发明涉及一种光学器件，尤其涉及一种透镜和透镜系统及用途。

背景技术

随着半导体材料和工艺的不断发展，发光二极管（LED）正逐渐取代传统光源。这是由于发光二极管特殊的发光原理是其在达到同等亮度情况下所需消耗的能量远远低于普通白炽灯，而且其具有寿命长、无污染等优点，在照明和背光领域有着广阔的前景。

在LED照明产品中，人们为得到适当的光线分布和光照强度，往往需要在LED灯珠前再安装一个透镜，以此实现对光线的会聚，如采用菲涅尔透镜可将处从其焦点发出的光线转变为平行光。

另外，为了进一步将LED光线充分利用，目前的主流方法是在透镜上设置一个腔体，将LED光源设置在该腔体内。因为LED作为点光源时发出的光是分布在180度空间内的，利用上述方法理论上可以使LED发出的所有光都能射入透镜，再根据透镜的结构对入射光的出射方向进行调整，以达到会聚、匀光等效果。

在一些使用情况下还有对于出射光光斑的要求，这通常可以通过调整LED光源与透镜的相对位置来实现。

要实现如上所述的所有需求，需要通过精确的模拟计算来得到透镜的形状。目前此类透镜一般都具有前表面、侧表面、后表面，后表面会限定一个腔体来作为LED光源的放置区域，以使LED发出的所有光线都能被限制在腔体内。此时需要根据设计的光路来计算推导出前表面、后表面和侧表面的弧面形状，这也涉及到了各表面相互间的配合，这对于实现光线的光路控制尤为重要。

在不考虑透镜材料成本的前提下，以上的这种设计是较容易实现了。随着对于透镜成本的进一步考虑，各种更节省材料的产品设计不断产生，其主要通过减小前表面和后表面间的距离，即将透镜做的更薄，来实现对于材料的节省。对于前表面、后表面和侧表面的弧面形状精度及其相互间配合的要求甚至更高，从而设计难度更大，设计周期也更长。

同样对于透镜的加工来说，需要精确控制或加工难度大的加工面越多，对于透镜的制备越困难，由此直接影响产品的成品率。

因此，本领域的技术人员致力于开发一种能够实现对于LED光源（或类似于LED的光源）光线的高利用率、并具备会聚、调焦功能，且节省材料、结构简单、

尽可能降少高精度要求光学面的透镜。

发明内容

为实现上述目的，本发明提供了一种透镜，和该透镜配合光源的透镜系统及其用途。

透镜包括前表面、后表面、以及在所述前表面和所述后表面之间延伸的侧表面，所述前表面位于所述透镜的前部，所述后表面位于所述透镜的后部；所述后表面限定了面向后部的腔；所述前表面包括中央表面、以及环绕连接所述中央表面的边缘表面，所述边缘表面在所述中央表面和所述侧表面之间延伸；所述透镜限定了中心轴线；所述腔包括侧壁和底部，所述侧壁和所述底部限定了腔体空间，所述中心轴线穿过所述中央表面和所述底部；所述边缘表面在所述中心横截面上对应的线段，即边缘线段，由平行于所述中心轴线的线段和垂直于所述中心轴线的线段交替连接组成，类似于直角阶梯形状。

进一步地，所述透镜通过所述中心轴线的任意横截面，即中心横截面，图形都相同，即限定了透镜是一个轴对称体，中心轴就是中心轴线

进一步地，所述中央表面在所述中心横截面上对应的线段，即中央线段，呈弧线。或者说，所述中央表面是弧面。

进一步地，所述中央线段的弧形凸起方向远离所述底部，即所述中央表面向所述透镜前部凸起。

进一步地，所述边缘线段平行于所述中心轴线的延伸方向与所述中央线段的弧形凸起方向相同，所述边缘线段在垂直于所述中心轴线方向上远离所述中央线段延伸。即所述边缘表面与所述中央表面大致形成碗形，且碗的开口位于所述透镜的前部，与所述腔的开口相反。

进一步地，所述侧壁在所述中心横截面上对应的线段，即侧壁线段，呈直线或弧线。

进一步地，所述侧壁线段平行于所述中心轴线，即所述侧壁呈圆柱形。

进一步地，所述底部是弧面或平面，当所述底部是弧面时，弧面的凸起方向不限，可以与所述中央表面的凸起方向相同，也可以与其相反。原则是所述底部与所述中央表面相配合形成凸透镜或实现凸透镜的效果。

进一步地，所述侧壁与所述侧表面相配合以满足：位于所述中心轴线的点光源发出的入射光由所述侧壁射入所述透镜后经所述侧表面反射的反射光平行于所述中心轴线。在透镜折射率和光源位置确定的条件下，针对光线的折射、反射光路，采用数学方法对侧表面在中心横截面上的对应曲线进行推导，得到曲线方程，从而也就确定了侧表面的曲面形貌。

进一步地，所述边缘表面的尺寸满足：经所述侧表面反射的反射光都直接从



述边缘表面射出。结合所述侧表面的反射光平行于所述中心轴线，此时所述边缘表面的出射光是准直光束。

进一步地，所述侧表面的形状满足：所述侧表面全反射由所述侧壁进入的入射光。

进一步地，所述中央表面与所述底部相配合以满足：位于所述中心轴线的点光源发出的入射光由所述底部射入所述透镜，则相应的出射光只从所述中央表面射出。这在透镜折射率确定的情况下，可以简单地通过折射率方程来得出所述中央表面与所述底部的尺寸组合。

进一步地，所述边缘表面的形状满足：从所述中央表面射出的出射光不会被所述边缘表面阻挡。即所述边缘表面的台阶高度不会阻挡从所述中央表面射出的出射光。

进一步地，所述侧表面镀有全反射膜。

进一步地，所述全反射膜是银。

进一步地，所述透镜的材料是聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）。

采用上述透镜的透镜系统，包括所述透镜、光源，所述光源提供所述透镜的入射光。

进一步地，所述光源在所述透镜的中心轴线上。

进一步地，所述光源可沿所述中心轴线移动。

进一步地，所述光源的移动范围是在所述透镜的腔的内部，包括与所述腔距离为0的位置。

进一步地，所述光源的移动范围是距离所述腔0mm至深入所述腔内10mm。

进一步地，当所述光源在距离所述腔0mm至深入所述腔内10mm过程中移动时，从所述透镜的中央表面射出的出射光的最大夹角是8-90度。

进一步地，所述光源是LED光源，或类似LED的光源，即具有LED光源单色性好，发出的光是分布在180度空间内等特性的光源。

上述透镜系统可用于具有可调焦功能的手电筒。

本发明的透镜和透镜系统有以下优点：

- 1、能够充分利用LED光源（或类似LED的光源）发射光，实现了对于光能的高利用率；
- 2、将出射光分为准直出射光和可调出射光，设计上可以很方便的调整两部分出射光的比例，以适应不同使用需求；
- 3、可调光斑范围大，可满足多种使用要求；
- 4、加工精度或难度较大的光学面只有侧表面，从而降低了制造难度。
- 5、透镜类似碗形，节省了制作材料。

附图说明

图 1 是本发明的透镜的一个较佳实施例的正视图；

图 2 是沿图 1 中 A-A 向的剖视图；

图 3 是图 2 所示透镜部分准直光线的入射、出射示意图，只示出了中心轴线右侧的光线；

图 4 是图 2 所示透镜全部准直光线的入射、出射示意图；

图 5 是图 2 所示透镜部分聚焦光线的入射、出射示意图，光源位于透镜的腔外，只示出了中心轴线右侧的光线；

图 6 是图 2 所示透镜全部聚焦光线的入射、出射示意图，光源位于透镜的腔外；

图 7 是图 2 所示透镜部分聚焦光线的入射、出射示意图，光源位于透镜的腔内，只示出了中心轴线右侧的光束；

图 8 是图 2 所示透镜全部聚焦光线的入射、出射示意图，光源位于透镜的腔内；

图 9 是图 2 所示透镜所有光线的入射、出射示意图，光源位于透镜的腔内；

图 10 是图 2 所示透镜的侧表面在中心横截面上对应曲线的计算坐标图；

图 11 是图 2 所示透镜的侧表面在中心横截面上对应曲线的临界点示意图；

图 12 是本发明的透镜的另一个较佳实施例的示意图，底部弧面的凸起方向远离中央表面；

图 13 是本发明的透镜的另一个较佳实施例的示意图，底部是平面；

图 14 是采用本发明的透镜系统的手电筒的一个较佳实施例的示意图，LED 光源处于透镜的腔口；

图 15 是图 14 所示手电筒的 LED 光源处于透镜的腔内的示意图。

具体实施方式

以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

如图 1 和图 2 所示的透镜 1，包括前表面 2、后表面 3、以及在前表面 2 和后表面 3 之间延伸的侧表面 4；后表面限定了面向后部的腔 5；前表面 2 包括中央表面 201、以及环绕连接中央表面 201 的边缘表面 202，边缘表面 202 在中央表面 201 和侧表面 4 之间延伸；透镜 1 限定了中心轴线 6，透镜 1 通过中心轴线 6 的任意横截面，即中心横截面，图形都相同，即限定了透镜 1 是一个轴对称体，中心轴就是中心轴线 6；腔 5 包括侧壁 501 和底部 502，侧壁 501 和底部 502 限定了腔体空间，中心轴线 6 穿过中央表面 201 和底部 502；边缘表面 202 在中心横截面上对应的线段，即边缘线段 204，由平行于中心轴线 6 的线段和垂直于所述中心轴线 6 的线段交替连接组成。类似于直角阶梯形状，即边缘表面 202 在中心横截面上对应的线

是阶梯形线段，其由多条平行或垂直于中心轴线 6 的线段连接组成。

中央表面 201 在中心横截面上对应的线段，即中央线段 203，呈弧线，即限定了中央表面 201 是一个沿中心轴线 6 对称的弧面，在本实施例中该弧面是一个圆球面，其凸起方向与腔 5 的开口方向相反，且与边缘表面 202 沿中心轴线 6 的延伸方向相同。同时，边缘表面 202 沿垂直于中心轴线 6 的延伸是远离中央表面 201 的。腔 5 的侧壁 501 平行于中心轴线 6，即侧壁 501 呈圆柱形。

透镜 1 需配合位于中心轴线 6 上的光源使用，以下以点光源为例进一步说明透镜 1 的特性，如图 3 和图 4 所示，位于中心轴线 6 上的点光源 7 提供入射光，从侧壁 501 射入透镜 1 的入射光，经侧表面 4 反射后的反射光平行于中心轴线 6，最后反射光均从边缘表面 202 射出。由于边缘表面 202 只包括垂直和平行于中心轴线 6 的环面，因此从边缘表面 202 射出的出射光也是平行于中心轴线 6 的，实现了对入射光的准直出射。在使用上述形貌的侧壁 501、边缘表面 202，同时在透镜材料（折射率）确定的前提下，设计上只需要精确计算侧表面 4 的弧面形状即可以实现上述准直功能，同时在侧表面 4 上实现全反射（关于侧表面 4 的推演计算方法在下文中详述）。从加工难度上来说，透镜 1 的侧壁 501 和边缘表面 202 只包括了与中心轴线 6 相垂直或平行的面，加工实现上相对简单，需要严格控制精度的只有侧表面 4，大大减少了光学面相互间影响的因素。

在透镜材料（折射率）确定的前提下，为实现侧表面 4 的全反射，对于侧表面 4 的形貌会有一定限制，所以针对某些特定的尺寸要求，可能在设计时无法满足在侧表面 4 上实现全反射，这时可以在侧表面 4 上镀全反射膜，比如银。

如图 5-8 所示，点光源 7 位于中心轴线 6 上，并且点光源 7 可以沿中心轴线 6 移动至腔 5 的内部。从底部 502 射入透镜 1 的入射光，在透镜材料（折射率）确定的前提下，从折射方程即可获得中央表面 201 与底部 502 的各种尺寸组合，以实现对应的出射光均从中央表面 201 射出。本实施例中，中央表面 201 与底部 502 分别是圆球面和椭圆球面，且凸起方向相同，共同形成凸透镜，对入射光进行会聚，使出射光形成一定范围内的均匀光斑。此时边缘表面 202 的形状（或者说阶梯结构的台阶高度）需满足，不能阻挡从中央表面 201 射出的出射光。当点光源 7 逐渐深入腔 5 内部，出射光的最大夹角也随之增大，实现了对光斑大小的调节。

图 9 示出了光源 7 的发射光经透镜 1 聚焦和准直的完整光线图。

图 10 是侧表面在中心横截面中对应曲线方程的坐标图，其中 Y 轴即是中心轴线，还包括光路 9、侧表面在中心横截面中对应的曲线 10、平行于 Y 轴的侧壁线段 11、夹角 a 、 b 、 c 、 d ，以下详细说明曲线方程的计算方法：

设定透镜参数： r —腔在透镜底部的开孔半径、 R —透镜底部半径、 n —透镜折射率。

目标：在以上参数条件下，形成全反射准直光的曲线方程 $y=f(x)$

1、求 P_n 点所在切线方程：

$$\therefore f(x) = \tan d$$

$$\therefore (90^\circ - c) + 2d = 180^\circ$$

$$\therefore f(x) = \tan\left(\frac{90^\circ + c}{2}\right)$$

$$n \sin c = \sin b = \cos a \rightarrow c = \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)$$

那么过该点的直线方程斜率：

$$k = \tan\left(\frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)}{2}\right)$$

将 $P_n(X_n, Y_n)$ 坐标代入，则过 P_n 的切线满足方程：

$$y = \tan\left(\frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)}{2}\right)(x - X_n) + Y_n \dots \dots \dots (1)$$

可以近似认为 P_n 的邻点 P_{n+1} 也在该切线上。

2、 P_{n+1} 点所在光线方程：

$$\therefore y = \tan c \cdot (x - r) + r \cot a$$

$$\therefore n \sin c = \sin b = \cos a \rightarrow c = \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)$$

$$\therefore y = \tan\left[\arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)\right](x - r) + r \cot a \dots \dots \dots (2)$$

3、约束条件：

$$\text{由全反射临界角决定极限斜率 } k \geq \tan\left[\arcsin\left(\frac{1}{n}\right)\right]$$

$$\text{于是有：} \frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)}{2} \geq \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$$

由于直接求解不易，不妨假设取极限情况： $a \rightarrow 90^\circ$ 时，求得 $n \geq \sqrt{2} = 1.414$ 可以全反射，这对于常用的 PMMA 和 PC 材料可以实现； $a \rightarrow 0^\circ$ 时，代入可得：当 $n > 1$ 时，曲面可以发生全反射，这显然是成立的；

$$f(a) = \frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)}{2} - \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$$

该函数在 $0 < a < 90^\circ$ 单调递减。因此，在同样的折射率 n 下，若曲面对于初始入射角为 $a = \theta$ 的光线能够发生全反射，则对于 $a' = \theta - \Delta\theta$ (θ 与 $\Delta\theta$ 均大于 0) 的光线必定也能发生全反射。

由前面的特殊值判断已知 $a \rightarrow 90^\circ$ 时只需折射率大于 1.414 就能发生全反射，因此，对于 90° 以下的角也会全反射， $a \rightarrow 0^\circ$ 的结果验证了这一推理的正确性。

因此该曲线对于任意的光线初始入射角 a 都能发生全反射，设计时仅需考虑透镜结构高度上的要求。

4、求曲线方程离散解：

解方程 (1) 和 (2) 的方程组，将 P_0 坐标作为 P_1 ，取 $a = 1^\circ$ 代入，可得关于 X 与 Y 的方程组。

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \tan\left(\frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos 1^\circ}{n}\right)}{2}\right)(x - R) + 0 \dots\dots\dots(3) \\ y = \tan\left[\arcsin\left(\frac{\cos 1^\circ}{n}\right)\right](x - r) + r \cot 1^\circ \dots\dots\dots(4) \end{array} \right.$$

解方程 (3) 和 (4) 的方程组可得 $P_1 (X_1, Y_1)$

再次将 $P_1 (X_1, Y_1)$ 坐标作为 P_0 ，取 $a = 2^\circ$ 代入 (1)、(2) 可得新的方程组

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \tan\left(\frac{90^\circ + \arcsin\left(\frac{\cos a}{n}\right)}{2}\right)(x - X_1) + Y_1 \dots\dots\dots(5) \\ y = \tan\left[\arcsin\left(\frac{\cos 2^\circ}{n}\right)\right](x - r) + r \cot 2^\circ \dots\dots\dots(6) \end{array} \right.$$

同理，解方程 (5) 和 (6) 的方程组可得 $P_2 (X_2, Y_2)$

以此类推，可以求得一系列 P 点坐标。

将离散的点 $P_0 \rightarrow P_n$ ，通过统计软件，如 Excel、MATLAB，多项式拟合成曲线方程： $y = f(x)$ 。

同样也可以通过编程求解，程序示例如下：

```
clear all;clc
```

```
%The First Step 定义可调变量
```

```
r=6;% 选择开孔半径
```



```

R=8.5;% 定义 曲面底部半径
n=1.49;% 定义材料折射率
angles=(90:-0.5:40);% 定义计算角度范围

```

```

%The Second Step 定义中间变量
num = length(angles);
Y0=R; Z0=0;
for i=1:num
a(i)=(angles(i)*pi/180);
c(i)=asin(cos(a(i))/n);
kl(i)=tan((pi/2+c(i))/2);
k2(i)=tan(c(i));
end

```

```

%The Third Step 方程的循环求解
for i=1:num
syms y;
f1=kl(i)*(y-Y0)+Z0;
f2=k2(i) * (y-r)+r*cot(a(i));
f=f1-f2;
yy=solve(f);
y=double(yy);
z=kl(i)*(y-Y0)+Z0;
Y0=y;
Z0=z;
Py(i)=Y0;
Pz(i)=Z0;
end

```

```

%The Forth Step 多项式拟合非球面系数
cftool
%注意，拟合时设置 x=Py y=Pz.

```

如图 11 所示，曲线 10 延伸长度的临界点 14 由光路 12 和曲线 10 确定，光路 12 是光线从侧壁最底部入射产生的光线路径，其满足折射关系式

$\sin S1 = n \times \sin S2$, n 是透镜的折射率 , $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 分别是光线的入射角和折射角。为了满足从侧壁入射的光线都能到达侧表面 , 曲线 10 向上延伸的终点不应低于临界点 14。同样临界点 14 也限定了边缘表面的尺寸。

采用同样的方法 , 也可以分析中央表面和底部的配合关系。此时需要分析光线从底部远离中心轴线的最边缘入射的光路 , 使中央表面的延伸宽度足以覆盖该光路中的折射光 , 即可满足位于中心轴线的点光源发出的入射光由底部射入透镜 , 则相应的出射光只从中央表面射出。

基于本发明的透镜形状不限于上述实施例所示出的结构。如图 12 示出了另一种可采用的透镜形状 , 此时底部 502 弧面的凸起方向远离中央表面 201。又如图 13 所示的另一种可采用的透镜形状 , 此时底部 502 是平面。

同样需要指出的是 , 侧壁 501 的形状也可以任意变化 , 在计算时考虑侧壁线段的曲线方程 , 通过上述的计算方法 , 同样可以计算得出与之相配合的侧表面曲面。

上述的各种透镜尤其适合与 LED 光源 (或类似 LED 的光源) 配合组成透镜系统 , 在实现变焦准直等技术效果的同时还能获得更高的光强利用率。当设置 LED 光源在中心轴线 6 上 , 且可移动的范围在腔 5 内时 (包括与腔 5 的距离是 0) , LED 光源所发出的光线可以完全被侧壁 501 和底部 502 所接收。同时通过调节 LED 光源在腔 5 内的位置 , 即可实现对出射光斑大小的调节。

在一个更具体的实施例中 , 透镜采用的材料是聚甲基丙烯酸甲酯 , 折射率是 1.49 , 设计实现当光源的移动范围是深入腔 5 内 0-10mm 时 , 透镜 1 的中央表面 201 射出的出射光的最大夹角的变化范围是 8-90 度。

上述透镜系统可用于具有可调焦功能的手电筒 , 作为手电筒的光源和光学元件。如图 14 和图 15 所示 , 是一种采用本发明的透镜系统的手电筒 , 其中手电筒 15 包括手柄 17 和镜筒 18 , 两者采用伸缩结构 , 从而可以在限位间拉伸和缩进。透镜 1 和 LED 光源 16 分别被固定在镜筒 18 和手柄 17 上 , 通过镜筒 18 和手柄 17 间的伸缩进行相对移动 , 从而实现调焦功能。图 14 和图 15 分别示出了 LED 光源 16 处于透镜 1 的腔口和腔内。手柄 17 和镜筒 18 的相对移动不限于上述的方式 , 两者也可以采用螺纹结构实现伸缩。任何使透镜 1 和 LED 光源 16 产生相对移动的连接方式都可以实现手电筒的调焦功能。

上述透镜系统还可以应用到其他需要调节光斑大小 (或聚焦、散光交互变化的场合) , 比如照相机的闪光系统、舞台照明系统等。

另外需要指出的是 , 受透镜加工和手电筒装配精度、LED 光源尺寸大小的影响 , 在实际使用中 , 准直光中会有部分光线无法准直出射 , 这就会在 LED 光源的移动时 , 光斑中会出现大小随之变化的亮环 , 这完全取决于实际的加工和装配精度以及对于 LED 光源的尺寸的选用。

以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

权 利 要 求 书

- 1、一种透镜，其特征在于，所述透镜包括前表面、后表面、以及在所述前表面和所述后表面之间延伸的侧表面；所述后表面限定了面向后部的腔；所述前表面包括中央表面、以及环绕连接所述中央表面的边缘表面，所述边缘表面在所述中央表面和所述侧表面之间延伸；所述透镜限定了中心轴线；所述腔包括侧壁和底部，所述侧壁和所述底部限定了腔体空间，所述中心轴线穿过所述中央表面和所述底部；所述边缘表面在所述中心横截面上对应的线段，即边缘线段，由平行于所述中心轴线的线段和垂直于所述中心轴线的线段交替连接组成。
- 2、如权利要求 1 所述的透镜，其特征在于，所述透镜通过所述中心轴线的任意横截面，即中心横截面，图形都相同。
- 3、如权利要求 2 所述的透镜，其特征在于，所述中央表面在所述中心横截面上对应的线段，即中央线段，呈弧线。
- 4、如权利要求 3 所述的透镜，其特征在于，所述中央线段的弧形凸起方向远离所述底部。
- 5、如权利要求 4 所述的透镜，其特征在于，所述边缘线段平行于所述中心轴线的延伸方向与所述中央线段的弧形凸起方向相同，所述边缘线段在垂直于所述中心轴线方向上远离所述中央线段延伸。
- 6、如权利要求 1-5 任一所述的透镜，其特征在于，所述侧壁在所述中心横截面上对应的线段，即侧壁线段，呈直线或弧线。
- 7、如权利要求 6 所述的透镜，其特征在于，所述侧壁线段平行于所述中心轴线。
- 8、如权利要求 5 所述的透镜，其特征在于，所述底部是弧面或平面。
- 9、如权利要求 5 所述的透镜，其特征在于，所述侧壁与所述侧表面相配合以满足：位于所述中心轴线的点光源发出的入射光由所述侧壁射入所述透镜后经所述侧表面反射的反射光平行于所述中心轴线。
- 10、如权利要求 9 所述的透镜，其特征在于，所述边缘表面的尺寸满足：经所述侧表面反射的反射光都直接从所述边缘表面射出。
- 11、如权利要求 10 所述的透镜，其特征在于，所述侧表面的形状满足：所述侧表面全反射由所述侧壁进入的入射光。
- 12、如权利要求 11 所述的透镜，其特征在于，所述中央表面与所述底部相配合以满足：位于所述中心轴线的点光源发出的入射光由所述底部射入所述透镜，则相应的出射光只从所述中央表面射出。
- 13、如权利要求 12 所述的透镜，其特征在于，所述边缘表面的形状满足：从所述中央表面射出的出射光不会被所述边缘表面阻挡。

- 14、如权利要求 1 所述的透镜，其特征在于，所述侧表面镀有全反射膜。
- 15、如权利要求 13 所述的透镜，其特征在于，所述全反射膜是银。
- 16、如权利要求 1 所述的透镜，其特征在于，所述透镜的材料是聚甲基丙烯酸甲酯。
- 17、一种采用如权利要求 9-16 所述的任一透镜的透镜系统，其特征在于，包括所述透镜、光源，所述光源提供所述透镜的入射光。
- 18、如权利要求 17 所述的透镜系统，其特征在于，所述光源在所述透镜的中心轴线上。
- 19、如权利要求 18 所述的透镜系统，其特征在于，所述光源可沿所述中心轴线移动。
- 20、如权利要求 19 所述的透镜系统，其特征在于，所述光源的移动范围是在所述透镜的腔的内部。
- 21、如权利要求 20 所述的透镜系统，其特征在于，所述光源的移动范围是距离所述腔 0mm 至深入所述腔内 10mm。
- 22、如权利要求 21 所述的透镜系统，其特征在于，当所述光源在距离所述腔 0mm 至深入所述腔内 10mm 过程中移动时，从所述透镜的中央表面射出的出射光的最大夹角是 8-90 度。
- 23、如权利要求 18-22 所述的透镜系统，其特征在于，所述光源是 LED 光源。
- 24、如权利要求 23 所述的任一透镜系统的用途，其特征在于，所述透镜系统用于具有可调焦功能的手电筒。

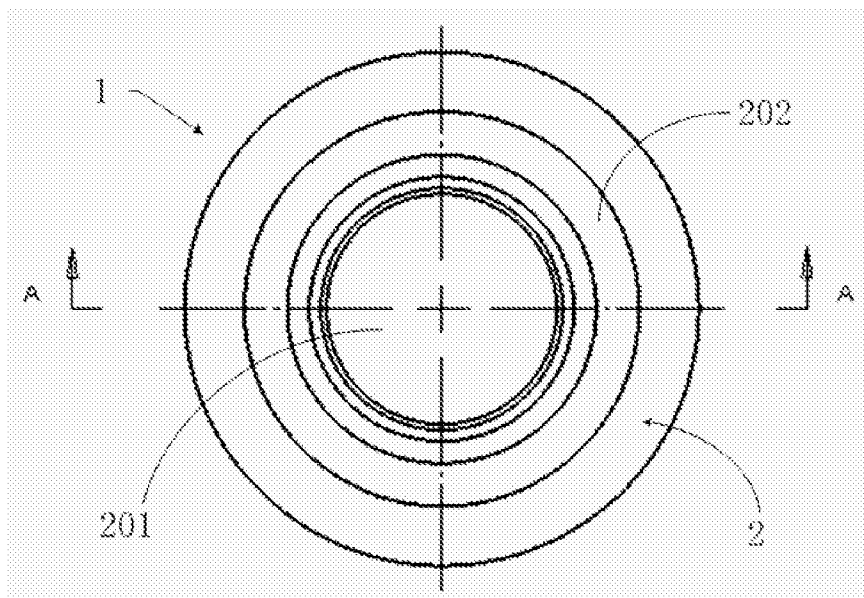


图 1

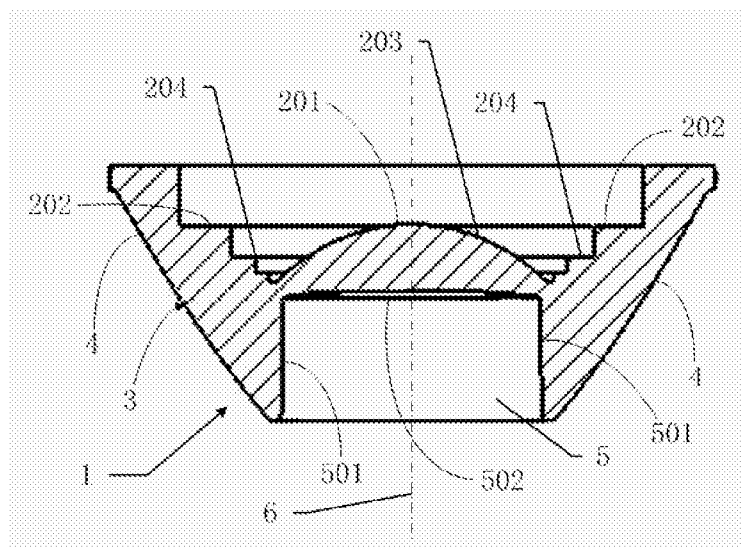


图 2

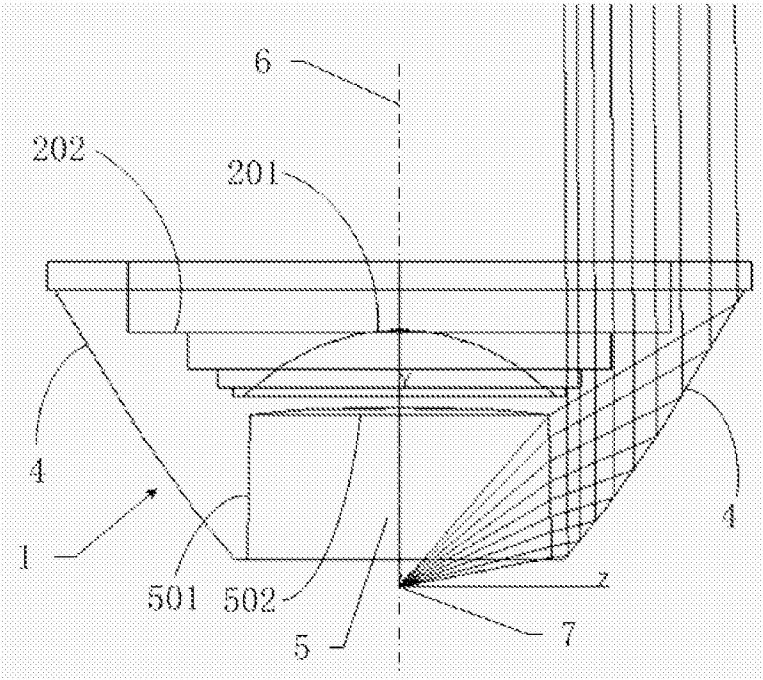


图 3

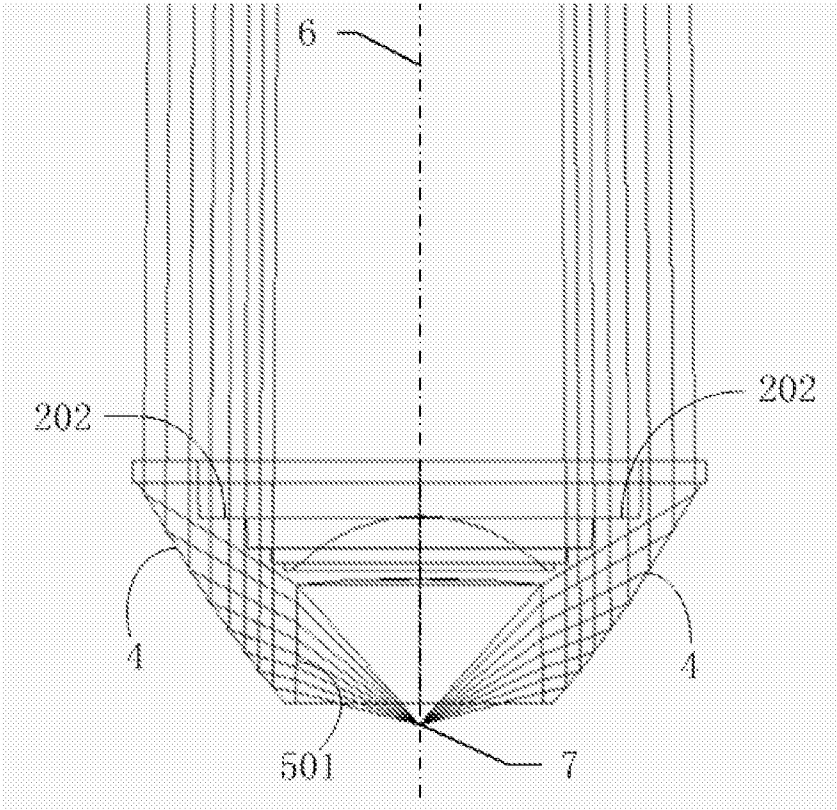


图 4

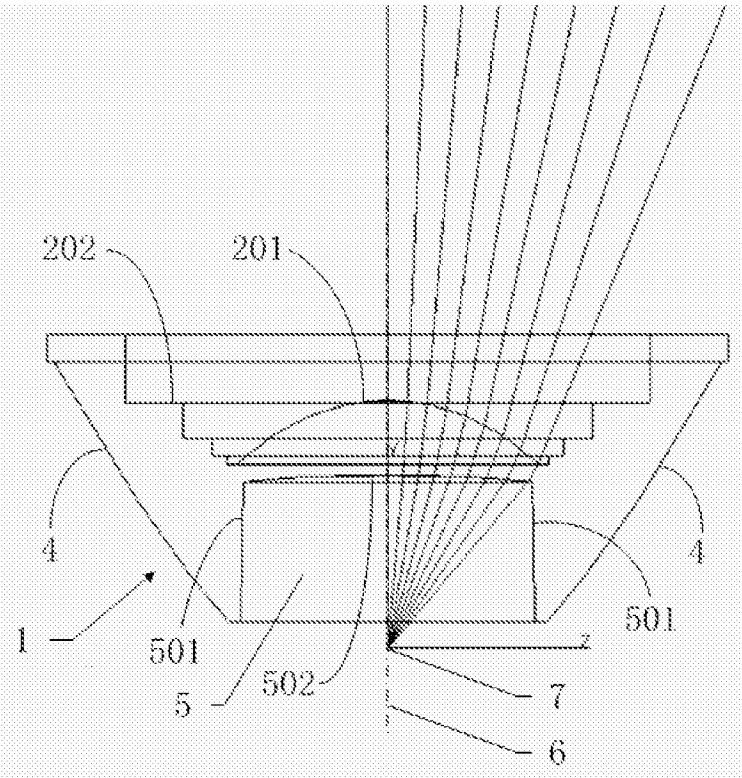


图 5

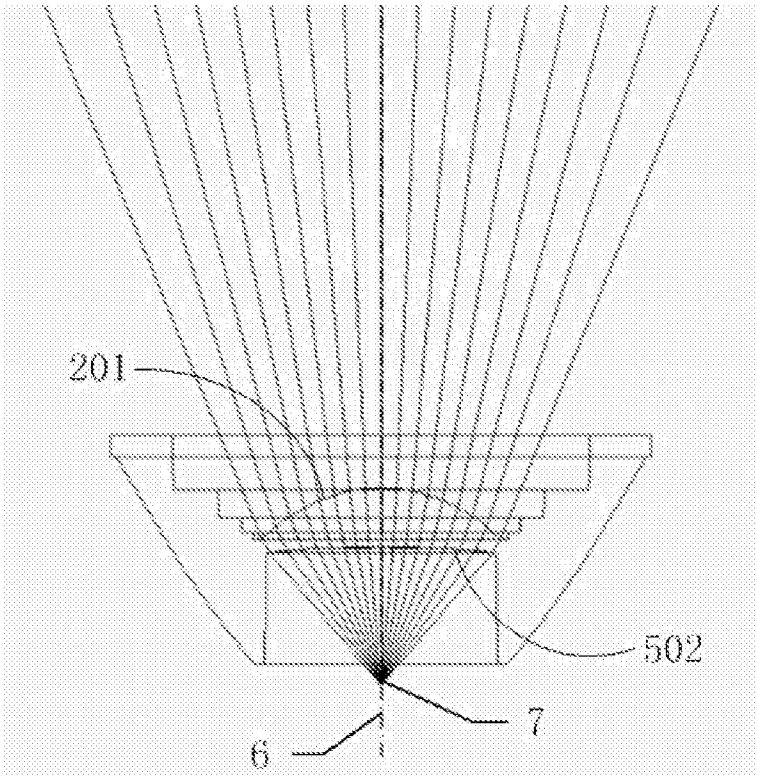


图 6

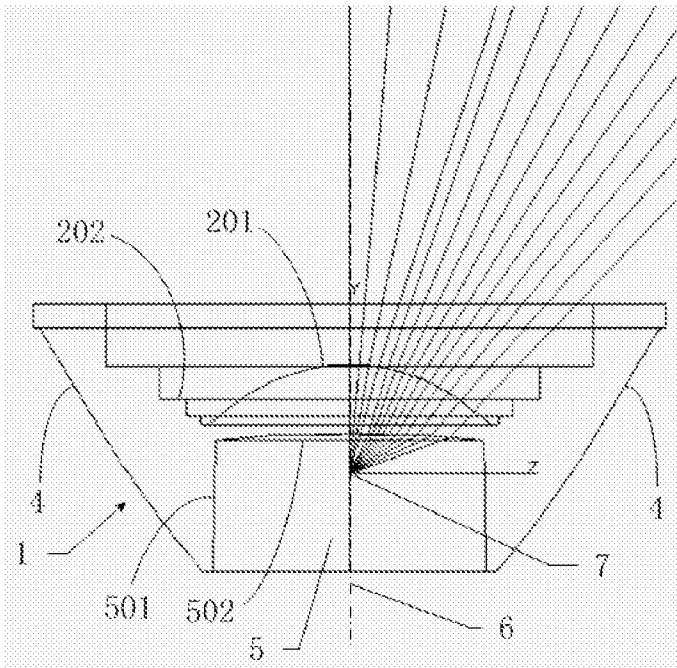


图 7

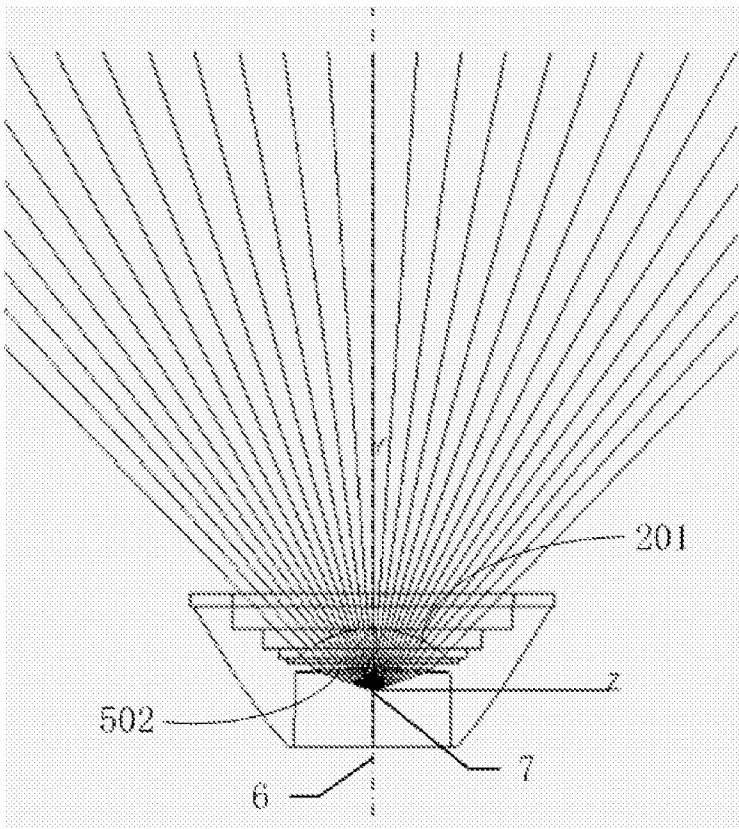


图 8

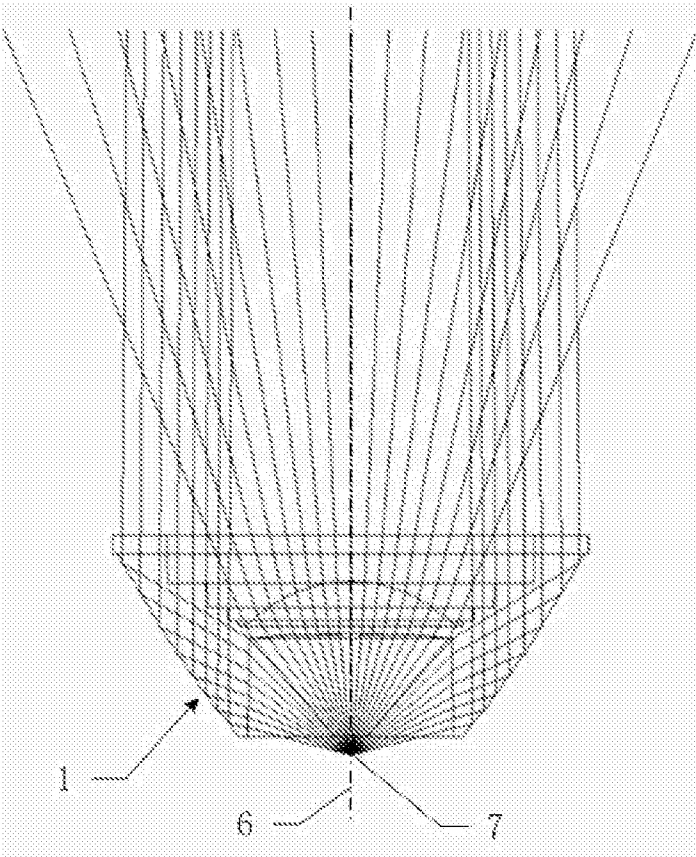


图 9

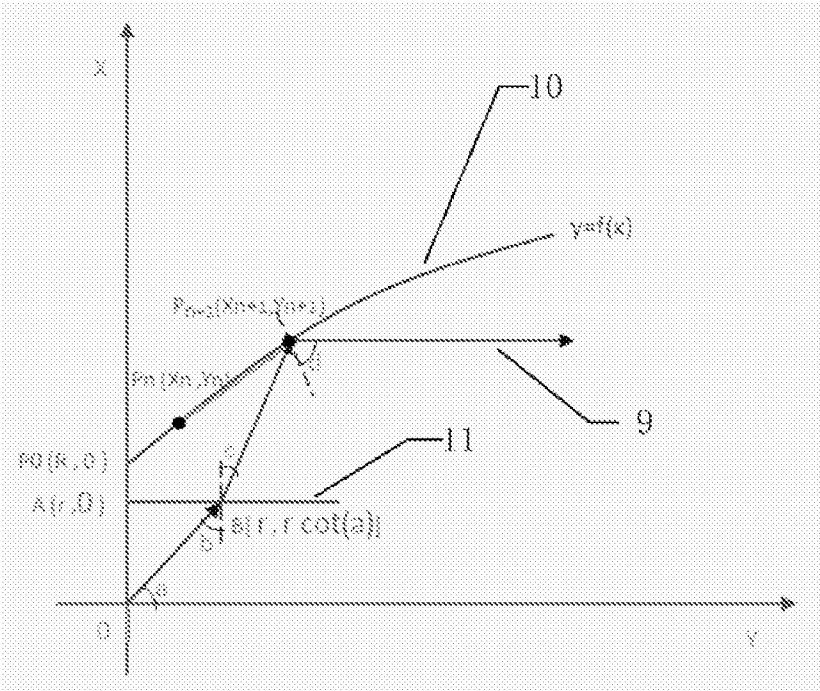


图 10

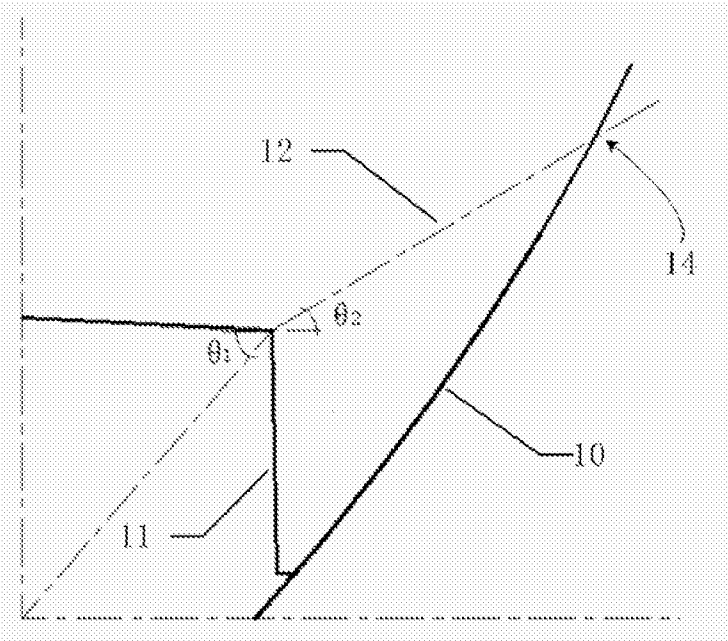


图 11

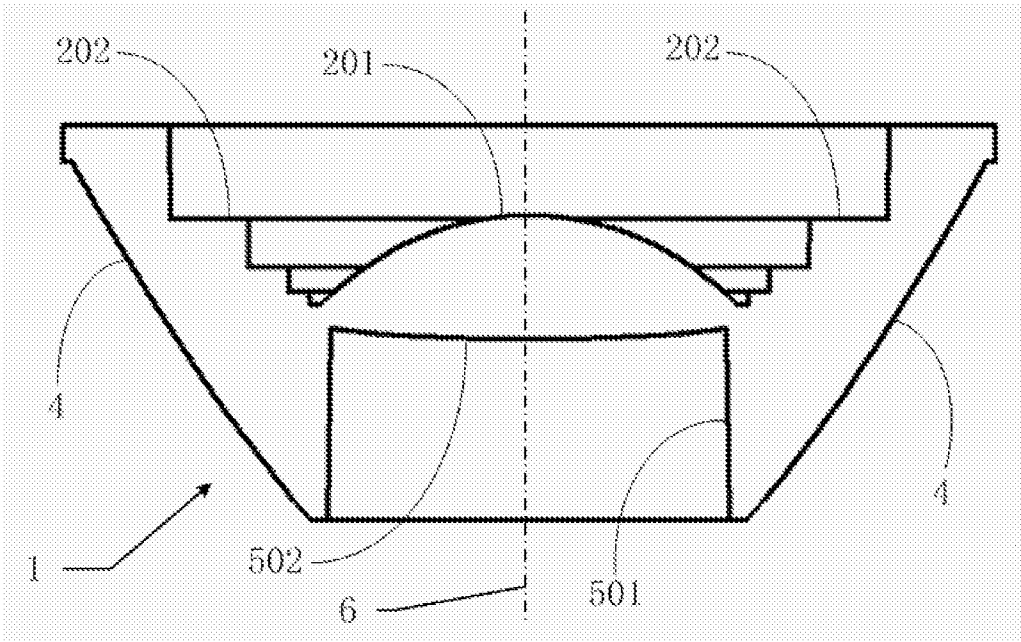


图 12

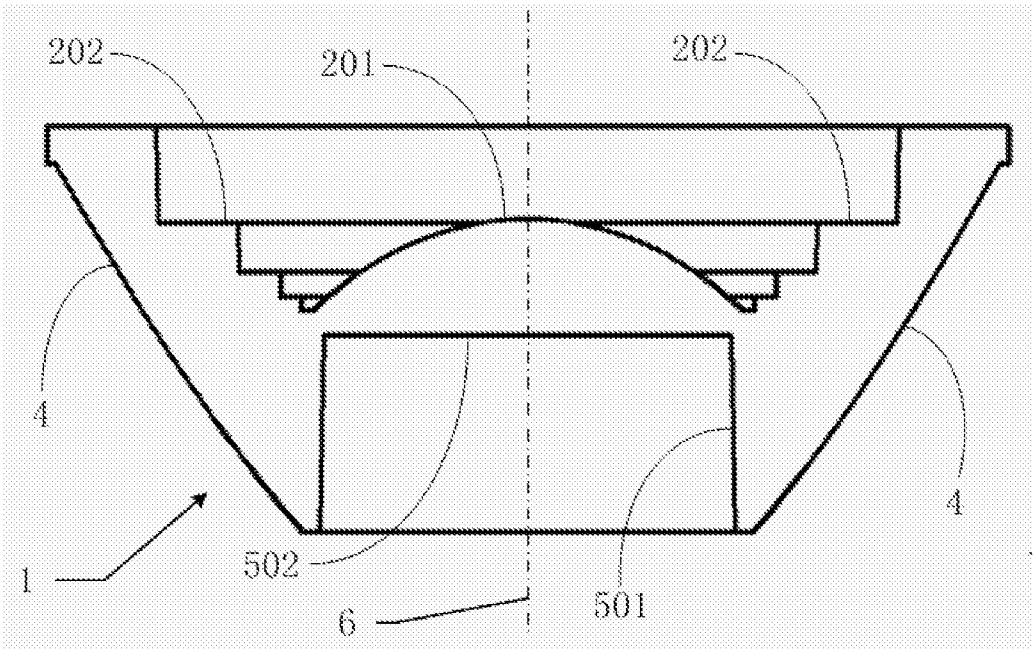


图 13

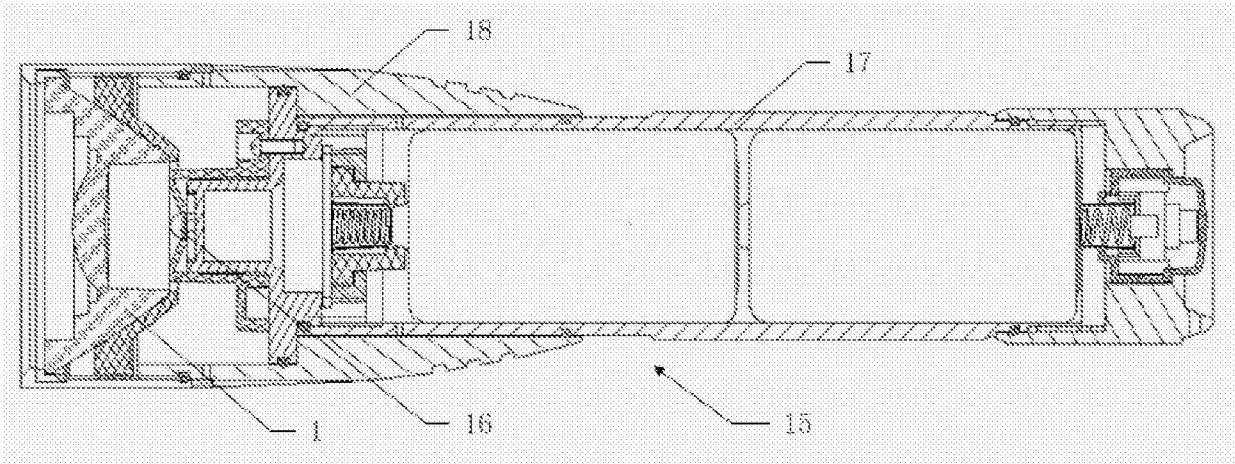


图 14

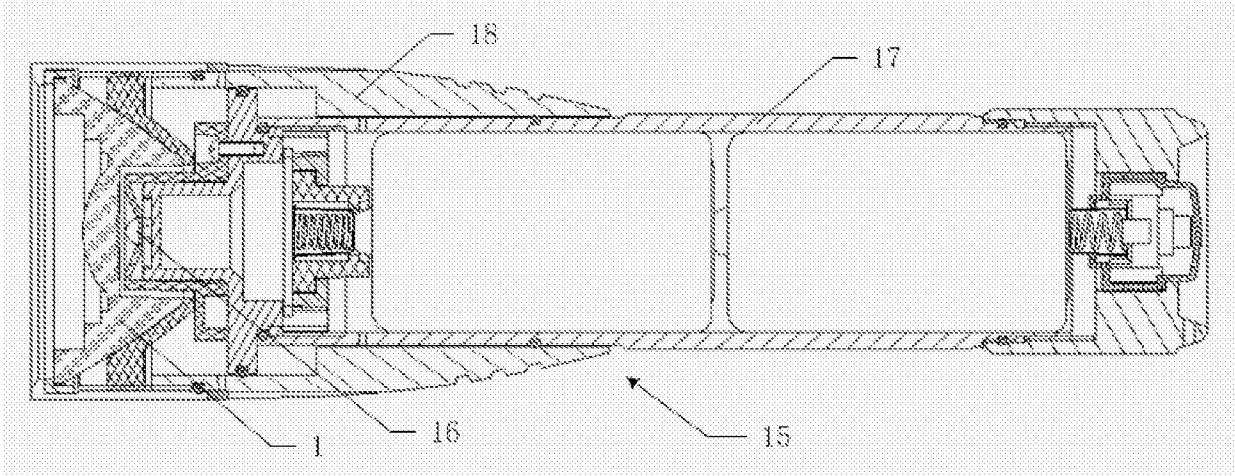


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/075502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F21V 5/04 (2006.01) i; F21V 7/22 (2006.01) i; F21L 4/00 (2006.01) i; F21Y 101/02 (2006.01) n
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
CNTXT; CNABS; VEN: light-emitting diode, diode, FOCUS+, FOCAL+, ZOOM, LED, LENS+, GRADEN+, FLASH+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103672420 A (OCEAN'S KING LIGHTING SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 26 March 2014 (26.03.2014), description, paragraphs [0036]-[0044], and figures 1-4	1-18, 23
Y	CN 103672420 A (OCEAN'S KING LIGHTING SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 26 March 2014 (26.03.2014), description, paragraphs [0036]-[0044], and figures 1-4	19-22, 24
Y	CN 102734673 A (FENIXLIGHT LIMITED), 17 October 2012 (17.10.2012), description, paragraphs [0028] -[0040], and figures 1-6	19-22, 24
E	CN 203848200 U (HANGZHOU GREATSTAR TOOL CO., LTD. et al.), 24 September 2014 (24.09.2014), claims 1-23, description, paragraph [0137]	1-24
Y	CN 101018975 A (ZWEIBRUEDER OPTOELECTRONICS GMBH & CO. KG), 15 August 2007 (15.08.2007), description, page 4, last paragraph to page 5, last paragraph	19-22, 24
Y	CN 203363685 U (NINGBO XIESHENG LIGHTING INDUSTRIAL CO., LTD.), 25 December 2013 (25.12.2013), description, paragraphs [0021]-[0031], and figures 1-4	19-22, 24

II Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 31 December 2014 (31.12.2014)	Date of mailing of the international search report 14 January 2015 (14.01.2015)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Yu Telephone No.: (86-10) 62085762

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/075502

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103672420 A	26 March 2014	None	
CN 102734673 A	17 October 2012	CN 102734673 B	13 August 2014
CN 203848200 U	24 September 2014	None	
CN 101018975 A	15 August 2007	EP 1880139 B I	29 April 2009
		DK 1880139 T 3	17 August 2009
		WO 2006119735 A I	16 November 2006
		HK 1108730 A I	19 March 2010
		DE 502006003613 D I	10 June 2009
		EP 1880139 A I	23 January 2008
		DE 202005007500 U I	21 July 2005
		ES 2326389 T 3	08 October 2009
		AT 430286 T	15 May 2009
		CN 100549505 C	14 October 2009
CN 203363685 U	25 December 2013	None	

A. 主题的分类

F21V 5/04 (2006. 01) i ; F21V 7/22 (2006. 01) i ; F21L 4/00 (2006. 01) i ; F21Y 101/02 (2006. 01) n

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

F21

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNTXT ; CNABS ; VEN: 调焦, 发光二极管, 阶, 手电, 二极管, 透镜, 电筒, 变焦, 梯, FOCUS+, FOCAL+, ZOOM, LED, LENS+, GRADIEN+, FLASH+

C. 相关文件

类 型 *	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相 关 的 权 利 要 求
X	CN 103672420 A (海洋王照明科技股份有限公司等) 2014 年 3 月 26 日 (2014 - 03 - 26) 说明书第 [0036] - [0044] 段, 图 1-4	1-18 , 23
Y	CN 103672420 A (海洋王照明科技股份有限公司等) 2014 年 3 月 26 日 (2014 - 03 - 26) 说明书第 [0036] - [0044] 段, 图 1-4	19-22 , 24
Y	CN 102734673 A (深圳市朗恒电子有限公司) 2012 年 10 月 17 日 (2012 - 10 - 17) 说明书第 [0028] - [0040] 段, 图 1-6	19-22, 24
E	CN 203848200 U (杭州巨星工具有限公司等) 2014 年 9 月 24 日 (2014 - 09 - 24) 权利要求 1-23 , 说明书第 [0137] 段	1-24
Y	CN 101018975 A (两兄弟光电电子有限公司) 2007 年 8 月 15 日 (2007 - 08 - 15) 说明书第 4 页最后 1 段 - 第 5 页最后 1 段	19-22, 24
Y	CN 203363685 U (宁波协生照明工业有限公司) 2013 年 12 月 25 日 (2013 - 12 - 25) 说明书第 [0021] - [0031] 段, 图 1-4	19-22 , 24

□ 其余文件在 c 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014 年 12 月 31 日

国际检索报告邮寄日期

2015 年 1 月 14 日

ISA/CN 的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号
100088 中国

传真号 (86-10) 62019451

授权官员

张瑜

电话号码 (86-10) 62085762

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2014/075502

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103672420	A	2014 年 3 月 26 0	无	
CN	102734673	A	2012 年 10 月 17 0	CN	102734673 B 2014 年 8 月 13 0
CN	203848200	U	2014 年 9 月 24 0	无	
CN	101018975	A	2007 年 8 月 15 日	EP	1880139 B1 2009 年 4 月 29 日
				DK	1880139 T3 2009 年 8 月 17 0
				WO	2006119735 A1 2006 年 11 月 16 日
				HK	1108730 A1 2010 年 3 月 19 日
				DE	502006003613 D1 2009 年 6 月 10 日
				EP	1880139 A1 2008 年 1 月 23 0
				DE	202005007500 U1 2005 年 7 月 21 日
				ES	2326389 T3 2009 年 10 月 08 日
				AT	430286 T 2009 年 5 月 15 0
				CN	100549505 C 2009 年 10 月 14 日
CN	203363685	U	2013 年 12 月 25 0	无	