



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104565885 B

(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201310484769.0

(22)申请日 2013.10.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104565885 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(73)专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙

(72)发明人 杜雪 王波 张家儒 王文奎

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

代理人 聂慧荃 郑特强

(51)Int.Cl.

F21K 9/20(2016.01)

F21V 5/04(2006.01)

(56)对比文件

CN 103277739 A,2013.09.04,
JP 特开2006-309242 A,2006.11.09,
CN 101014894 A,2007.08.08,
CN 103245985 A,2013.08.14,

审查员 张乐

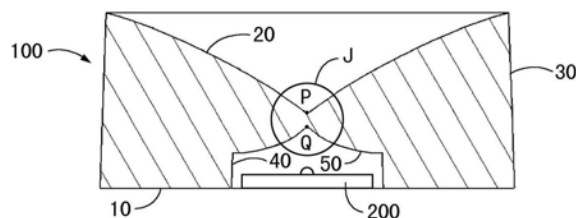
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

透镜及发光装置

(57)摘要

本发明提供一种透镜和发光装置,透镜包括柱形透镜本体,具有底面、顶面和圆周面。底面中部向内凹入形成入光面;顶面为平滑过渡曲面形状的全反射面,具有中心顶点;圆周面为出光面,入光面包括与底面连接的筒形第一入光面和与第一入光面连接的棱锥形第二入光面,该棱锥形第二入光面具有棱锥顶点和平滑过渡曲面的棱锥面。全反射面的中心顶点与第二入光面的棱锥顶点均位于透镜本体的中轴线上。由第一入光面射入透镜本体的入射光线直接由出光面射出形成若干条分布于相对于底面向上倾斜 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的第一出射光线;由第二入光面射入透镜本体的入射光线经全反射面反射后由出光面射出形成若干条向上或向下倾斜的上部出射光线。本发明能有效减少漏光。



1. 一种透镜,包括柱形透镜本体(100),所述透镜本体(100)具有底面(10)、顶面和圆周面,所述透镜本体(1)的底面(10)中部向内凹入形成入光面,其特征在于,所述顶面为平滑过渡曲面形状的全反射面(20),中央向内凹入,并具有中心顶点(P),所述圆周面为出光面(30),所述入光面包括与所述底面(10)连接的筒形第一入光面(40)和与所述第一入光面(40)连接的棱锥形第二入光面(50),该棱锥形第二入光面(50)具有至少一个棱锥面和一个棱锥顶点(Q),且其各个棱锥面为平滑过渡曲面,所述全反射面(20)的中心顶点(P)与所述第二入光面(50)的棱锥顶点(Q)均位于所述透镜本体(100)的中轴线(L)上,由所述第一入光面(40)射入所述透镜本体(100)的入射光线直接由所述出光面(30)射出形成若干条第一出射光线,所述若干条第一出射光线分布于相对于所述底面(10)向上倾斜 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 范围内;由所述第二入光面(50)射入所述透镜本体(100)的入射光线经所述全反射面(20)反射后由所述出光面(30)射出形成若干条上部出射光线,所述若干条上部出射光线分布于相对于所述底面(10)向下倾斜 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 至向上倾斜 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 范围内。

2. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述若干条第一出射光线分别相对于该底面(10)向上倾斜 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

3. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述第一入光面(40)的高度(H1)是所述第二入光面(50)的高度(H2)的0.5~1.5倍。

4. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述出光面(30)的纵截面呈矩形或梯形。

5. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述出光面(30)为光滑表面或磨砂面。

6. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述出光面(30)的上半部分和/或下半部分具有多条环形波纹;或者所述出光面(30)的中间部分具有多条环形波纹。

7. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述全反射面(20)为回转面。

8. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述棱锥面的曲率由所述棱锥顶点(Q)向所述透镜底面(10)方向逐渐变小;或者所述棱锥面的曲率由所述棱锥顶点(Q)向所述透镜底面(10)方向先逐渐变小,再逐渐变大。

9. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述棱锥形第二入光面(50)具有多个棱锥面。

10. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述出光面(30)和/或所述第一入光面(40)具有拔模角,所述拔模角为 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 中的一个角度。

11. 如权利要求1所述的透镜,其特征在于,所述透镜的底面(10)阵列排列有多个凸出部(101);或者所述底面(10)为磨砂表面。

12. 如权利要求11所述的透镜,其特征在于,所述凸出部(101)呈球面形或正棱锥形。

13. 如权利要求1-12中任一项所述的透镜,其特征在于,所述第二入光面(50)包括第二下部入光面(51)和第二上部入光面(52),所述若干条上部出射光线包括对应于所述第二下部入光面(51)的若干条第二出射光线和对应于所述第二上部入光面(52)的若干条第三出射光线,所述若干条第二出射光线和若干条第三出射光线连续排布。

14. 如权利要求13所述的透镜,其特征在于,所述第二出射光线相对于该底面(10)向下倾斜 $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

15. 如权利要求13所述的透镜,其特征在于,所述若干条第三出射光线分别相对于所述底面(10)向上倾斜 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

16. 如权利要求13所述的透镜,其特征在于,所述第二下部入光面(51)的高度(H3)是所述第二上部入光面(52)的高度(H4)的0.2~0.5倍;所述第二下部入光面(51)的宽度(W3)是所述第二上部入光面(52)的高度(W4)的1~2倍。

17. 一种发光装置,包括透镜和LED光源(200),其特征在于,所述透镜是如权利要求1-16中任一项所述的透镜。

透镜及发光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于背光模块的透镜及发光装置,特别是一种适用于超薄大尺寸直下式背光模块的透镜及发光装置。

背景技术

[0002] 直下式背光模块是将LED阵列直接置于扩散板下方,利用光线直射的方式通过液晶开关。由于直下式背光模块可采用较多组的灯源,因此可提供较高的亮度及辉度,常用于大尺寸液晶电视。在液晶面板大型化的趋势下,直下式LED背光模块已成为现阶段的市场研发重点。

[0003] 采用LED作为直下式背光源的挑战,主要在于传统透镜的出光均匀性差、发光效率低,要求混光距离大且存在热点等缺陷。目前用于直下式背光模块的LED主要分为3528(长×宽:3.5mm×2.8mm)和3535(长×宽:3.5mm×3.5mm)两种结构。

[0004] 3528结构的LED和3535结构的LED虽然在远场的空间光分布都是朗伯型的,用于室外灯具二者没有太大分别。但是,由于二者在结构不同,例如3535结构的LED是在顶面有一个球状的硅胶帽,而3528则没有,因此在近场的空间如用于背光模块,两者光型是不同的,尤其是在耦合距离比较小的情况下,这两种LED光源近场光型会对最后的效果有非常大的影响。这就造成了在背光模块领域,基本上各种不同结构的LED都各自独立配套不同的透镜。换句话说,目前一种透镜只能适用于一种结构的LED,而不能兼容多种不同结构的LED。由此导致了透镜乃至整个背光模块的成本居高不下,对整个直下式背光模块的市场扩张产生严重影响。

[0005] 在所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本发明的背景的理解,因此它可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提供一种出光均匀,且能适用于不同结构LED的透镜以及发光装置。

[0007] 本发明的额外方面和优点将部分地在下面的描述中阐述,并且部分地将从描述中变得显然,或者可以通过本发明的实践而习得。

[0008] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0009] 根据本发明的一个方面,本发明提供一种透镜,包括柱形透镜本体,所述透镜本体具有底面、顶面和圆周面。其中,所述透镜本体的底面中部向内凹入形成入光面;所述顶面为平滑过渡曲面形状的全反射面,中央向内凹入,并具有中心顶点;所述圆周面为出光面,所述入光面包括与所述底面连接的筒形第一入光面和与所述第一入光面连接的棱锥形第二入光面,该棱锥形第二入光面具有至少一个棱锥面和一个棱锥顶点,且其各个棱锥面为平滑过渡曲面。所述全反射面的中心顶点与所述第二入光面的棱锥顶点均位于所述透镜本体的中轴线上。由所述第一入光面射入所述透镜本体的入射光线直接由所述出光面射出形

成若干条第一出射光线,所述若干条第一出射光线分布于相对于所述底面向上倾斜 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 范围内;由所述第二入光面射入所述透镜本体的入射光线经所述全反射面反射后由所述出光面射出形成若干条上部出射光线,所述若干条上部出射光线分布于相对于所述底面向下倾斜 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 至向上倾斜 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 范围内。

[0010] 根据本发明的一实施方式,所述若干条第一出射光线分别相对于该底面向上倾斜 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

[0011] 根据本发明的一实施方式,所述第一入光面的高度是所述第二入光面的高度的 $0.5\sim 1.5$ 倍。

[0012] 根据本发明的一实施方式,所述出光面的纵截面呈矩形或梯形。

[0013] 根据本发明的一实施方式,所述出光面为光滑表面或磨砂面。

[0014] 根据本发明的一实施方式,所述出光面的上半部分和/或下半部分具有多条环形波纹;或者所述出光面的中间部分具有多条环形波纹。

[0015] 根据本发明的一实施方式,所述全反射面为回转面。

[0016] 根据本发明的一实施方式,所述棱锥面的曲率由所述棱锥顶点向所述透镜底面方向逐渐变小;或者所述棱锥面的曲率由所述棱锥顶点向所述透镜底面方向先逐渐变小,再逐渐变大。

[0017] 根据本发明的一实施方式,所述棱锥形第二入光面具有多个棱锥面。

[0018] 根据本发明的一实施方式,所述出光面和/或所述第一入光面具有拔模角,所述拔模角为 $1^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 中的一个角度。

[0019] 根据本发明的一实施方式,所述透镜的底面阵列排列有多个凸出部;或者所述底面为磨砂表面。

[0020] 根据本发明的一实施方式,所述凸出部呈球面形或正棱锥形。

[0021] 根据本发明的一实施方式,所述第二入光面包括第二下部入光面和第二上部入光面,所述若干条上部出射光线包括对应于所述第二下部入光面的若干条第二出射光线和对应于所述第二上部入光面的若干条第三出射光线,所述若干条第二出射光线和若干条第三出射光线连续排布。

[0022] 根据本发明的一实施方式,所述第二出射光线相对于该底面向下倾斜 $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

[0023] 根据本发明的一实施方式,所述若干条第三出射光线分别相对于所述底面向上倾斜 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

[0024] 根据本发明的一实施方式,所述第二下部入光面的高度是所述第二上部入光面的高度的 $0.2\sim 0.5$ 倍;所述第二下部入光面的宽度是所述第二上部入光面的高度的 $1\sim 2$ 倍。

[0025] 根据本发明的另一个方面,本发明还提供一种发光装置,包括透镜和LED光源。其中所述透镜是本发明所述的透镜。

[0026] 由上述技术方案可知,本发明的优点和积极效果在于:透镜设有筒形第一入光面、平滑过渡曲线形状第二入光面、全反射面和出光面,由第一入光面射入透镜后的光线依次经第一入光面、出光面折射后形成第一出射光线,若干条第一出射光线分布于相对于所述底面向上倾斜 $0^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 范围内;由第二入光面射入透镜本体的入射光线经全反射面反射后由出光面折射后形成若干条上部出射光线,若干条上部出射光线分布于相对于所述底面向下倾斜 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 至向上倾斜 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 范围内,即若干条上部出射光线上下连续变化且互相交错

叠加,最大限度进行混光,有效地解决了色差的出现,因此经本发明的透镜配光后光线能非常均匀地分布于透镜侧面。

[0027] 特别是,本发明透镜中,第二入光面呈棱锥形,经注塑成型或其它工艺制成的透镜的第二入光面棱锥顶点为尖点。棱锥顶点与全反射面的中心顶点均位于透镜本体的中轴线上,即均位于光轴上。即使全反射面的中心顶点由于加工工艺或加工精度等原因而形成圆点时,也可以避免入射光线折射到该全反射面的中心顶点而导致漏光,消除热点现象,因此本发明透镜极大提升了出光均匀性。

[0028] 由于本发明的透镜出光均匀,并能有效消除热点现象,故本发明的透镜能适用于不同结构LED,具有普遍适用性。

[0029] 本发明的透镜特别适用于面光源,如LED发光芯片面光源,因此由本发明的透镜和LED发光芯片面光源构成的发光装置同样具有出光均匀且能量高的特点。

[0030] 通过以下参照附图对优选实施例的说明,本发明的上述以及其它目的、特征和优点将更加明显。

附图说明

[0031] 图1是本发明透镜第一实施方式的剖面结构示意图;

[0032] 图2A是图1所示的透镜第一实施方式中棱锥形第二入光面的立体结构示意图,表示三棱锥形的第二入光面;

[0033] 图2B是图2A的俯视图;

[0034] 图2C是图1所示的透镜第一实施方式中棱锥形第二入光面的立体结构示意图,表示四棱锥形的第二入光面;

[0035] 图2D是图2C的俯视图;

[0036] 图2E是图1的仰视图,示出透镜第一实施方式的底面结构;

[0037] 图2F示出透镜第一实施方式的底面的一个凸出部的一种结构;

[0038] 图3A至图3F表示本发明的透镜第一实施方式中的出光面各种形状的示意图;

[0039] 图4表示本发明的透镜第一实施方式中的全反射面中央部分的实际形状与设计形状差异的示意图;

[0040] 图5是图1中J部分放大图,表示本发明第一实施方式中减少或消除漏光的示意图;

[0041] 图6是本发明透镜第二实施方式的剖面结构示意图;

[0042] 图7表示本发明透镜第二实施方式的配光原理图;

[0043] 图8表示本发明透镜第二实施方式用于37"电视背光模块时透镜的排列方式;

[0044] 图9表示本发明透镜用于37"电视背光模块,加上扩散板和增光片后最终实测效果。

[0045] 下面将详细描述本发明的具体实施例。应当注意,这里描述的实施例只用于举例说明,并不用于限制本发明。

具体实施方式

[0046] 现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而,示例实施方式能够以多种形式实施,且不应被理解为限于在此阐述的实施方式;相反,提供这些实施方式使得本发明将

全面和完整,并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。图中相同的附图标记表示相同或类似的结构,因而将省略它们的详细描述。

[0047] 所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施方式中。在下面的描述中,提供许多具体细节从而给出对本发明的实施方式的充分理解。然而,本领域技术人员将意识到,可以实践本发明的技术方案而没有所述特定细节中的一个或更多,或者可以采用其它的方法、组件、材料等。在其它情况下,不详细示出或描述公知结构、材料或者操作以避免模糊本发明的各方面。

[0048] 透镜实施方式一

[0049] 参见图1。本发明的透镜的第一实施方式,包括透镜本体100,透镜本体100具有底面10、顶面和圆周面。透镜本体100的底面10中部向内凹入形成入光面,透镜本体100的顶面为全反射面20,透镜本体100的圆周面为出光面30。

[0050] 参见图1、图2A至图2D。入光面包括第一入光面40和第二入光面50,其中第一入光面40呈圆筒形,底端与透镜100的底面10连接。第二入光面50呈棱锥形,具平滑过渡曲面形状的棱锥面和棱锥顶点Q。第二入光面50的底端连接于第一入光面40的顶端。第一入光面40的高度H1与第二入光面50的高度H2相等,但不以此为限,第一入光面40的高度H1为第二入光面50的高度H2的0.5~1.5倍范围内均是可行的。

[0051] 棱锥形第二入光面50的棱锥顶点Q为尖点而非圆弧形点。棱锥形第二入光面50的棱锥面数目为至少一个,例如具有一个棱锥面的圆锥形、具有三个棱锥面的三棱锥形(图2A、图2B)或者具有四个棱锥面的四棱锥形(图2C、图2D),当然第二入光面50可包括更多数目的棱锥面。多个棱锥面的形状相同。每个棱锥面由棱锥顶点Q向棱锥底面10方向曲率连续变化,例如由棱锥顶点Q向棱锥底面方向曲率逐渐变小,或者由棱锥顶点Q向棱锥底面方向曲率先逐渐变小,然后又逐渐变大。

[0052] 全反射面20的中心顶点P与第二入光面50的棱锥顶点Q均位于透镜本体100的中轴线L上,即均位于光轴上。

[0053] 参见图1、图3A至图3F。出光面30可以是光滑表面,也可以是粗糙的磨砂面。出光面30的纵截面可以呈矩形或梯形(图3A、图3B)。出光面30上可设置环形波纹,例如可以在出光面30上半部分设置多条环形波纹(图3C),或者在出光面30中间部分多条环形波纹(图3D),或者在出光面30下半部分多条环形波纹(图3E),或者在出光面30全部设置多条环形波纹(图3F)。总之,出光面30的形状可多种多样。

[0054] 出光面30和第一入光面40具有拔模角,拔模角为 1° ~ 10° 中的一个角度,优选角度为 2° ,以方便本发明能以注塑成型工艺制成。

[0055] 由第一入光面40射入透镜本体100的入射光线直接由出光面30射出形成若干条第一出射光线,若干条第一出射光线分布于相对于底面10向上倾斜 0° ~ 40° 范围内,优选地,分布于向上倾斜 0° ~ 10° 范围内。上述若干条第一出射光线对应的LED光源的照射角为 θ_1 。

[0056] 由第二入光面50射入透镜本体100的入射光线经全反射面20反射后由出光面30射出形成若干条上部出射光线,若干条上部出射光线分布于相对于底面10向下倾斜 0° ~ 45° 至向上倾斜 0° ~ 30° 范围内。

[0057] 参见图2E和图2F。透镜的底面10上阵列排列有多个微结构,例如向底面10外凸伸的凸出部101。凸出部101呈球面形或正棱锥形如正四棱锥形,但不以此为限。另外,底面10

还可以是磨砂面等其它带微结构的表面。这样,可以有效利用一部分杂散光对透镜正上方做轻微的补光。

[0058] 参见图1和图4。全反射面20为平滑过渡曲面形状的回转面,中央向内凹入,并形成有中心顶点P。

[0059] 设计中,在全反射面20中央(即距离入光面50最近的位置)具有尖点M,理论上20'为全反射面形状,如图4中双点划线所示。入射光线由该理论上的全反射面20'反射,如图4中虚线所示。根据理论设计的全反射面形状,所有的入射光线均会被反射出去,而不易穿过全反射面。回转对称结构的全反射面20很难保证中心顶点P为尖点,一般都会因为注塑缩水等原因,使实际加工出来的透镜,在全反射面中央呈弧形,即实际的全反射面20的中心顶点P的形状为弧形。因此,实际结构中,会存在一小部分入射光,特别是LED中央的入射光透过全反射面20,这就是目前常见的透镜漏光的原因,如图4中细实线所示。

[0060] 参见图5,第二入光面50为棱锥面,形成有比较尖的棱锥顶点Q,且棱锥面为曲面,因此由第二入光面50透射到透镜内的光线会分布于中心顶点P的周围,进而被全反射面20反射,而不会透射到中心顶点P的中心区域。因此,本发明第一实施方式的透镜能有效减少甚至消除透光现象,使透镜出光非常均匀。

[0061] 在实际加工和注塑过程中,使第二入光面为具有棱锥顶点的棱锥形状,再将入射光线被二入光面折射后使光线偏向远离全反射面20的中心顶点P方向,避开中心顶点P。这样在不需改进现有的注塑工艺条件下,就可以使大批量、低成本地生产透镜成为可能。

[0062] 透镜实施方式二

[0063] 参见图6和图7。本发明的透镜的第二实施方式与第一实施方式不同之处仅在于:

[0064] 第二入光面50包括第二下部入光面51和第二上部入光面52,若干条上部出射光线包括对应于第二下部入光面51的若干条第二出射光线和对应于第二上部入光面52的若干条第三出射光线,若干条第二出射光线和若干条第三出射光线连续排布。第二下部入光面51的高度H3是第二上部入光面52的高度H4的0.3倍,但不以此为限,第二下部入光面51的高度H3是第二上部入光面52的高度H4的0.2~0.5倍范围内均是可行的;第二下部入光面51的宽度W3是第二上部入光面52的宽度W4的1/2,但不以此为限,第二下部入光面51的宽度W3是第二上部入光面52的宽度W4的1~2倍范围内均是可行的。上述若干条第二出射光线对应的LED光源的照射角为 θ_2 ,若干条第三出射光线对应的LED光源的照射角为 θ_3 。

[0065] 参见图7。由第一入光面40射入透镜本体100的入射光线直接由出光面30射出形成若干条第一出射光线,若干条第一出射光线分布于相对于底面10向上倾斜 $0^\circ\sim 40^\circ$ 范围内,优选为分布于向上倾斜 $0^\circ\sim 10^\circ$ 范围内。第二出射光线相对于该底面10向下(沿着光线出射方向接近底面10)倾斜 $0^\circ\sim 20^\circ$,优选为分布于向下倾斜 $0^\circ\sim 10^\circ$ 。若干第三出射光线分别相对于底面10向上(沿着光线出射方向远离底面10)倾斜 $0^\circ\sim 10^\circ$ 。

[0066] 本发明透镜是一款侧出式二次透镜,由于能减少或避免漏光现象出现,极大提升了出光均匀性,保证了透镜以及发光装置的质量,因此能同时与多种不同结构的LED如3528结构的LED、3535结构的LED等配合使用,通用性强。通过入光面、出光面以及全反射面的组合设计,实现了在很短耦合距离内,提供均匀的出光,可广泛适用于大尺寸显示器、广告板、路标等,特别适用于超薄大尺寸直下式背光模块。同时,本发明的透镜中,在保证均匀出光的基础上,最大程度地减少了光线的折射、反射次数,进而减少了透镜本体对能量的损耗。

而且本发明充分考虑了设计、加工、注塑成型,在不需要特意改进工艺精度和水平的条件下,可以完美的解决色差和均匀度的问题。

[0067] 发光装置

[0068] 本发明的发光装置包括本发明的透镜和LED光源200。其中的LED光源200可以是具有一定发光面积的LED发光芯片面光源,从而使得发光装置的总体高度大为降低。因此,本发明的发光装置特别适用于超薄大尺寸直下式背光模块,例如在超薄大尺寸直下式背光模块的总厚度可低至15mm情况下,仍能在很短的耦合距离下形成均匀的照射面。

[0069] 参见图8和图9。图8为本发明发光装置用于37”电视背光模块时透镜的排列方式,透镜间距为105mm×105mm,仅用21个发光装置就可以组成37”的背光模块。图9是整个背光模块的实测效果图。从图9中可以看出:不管是水平方向还是垂直方向的照度均匀度(最小照度值与最大照度值的比值)都大于80%。图9直观地显示出在背光模块的照度分布非常均匀。

[0070] 以上具体地示出和描述了本发明的示例性实施方式。应该理解,本发明不限于所公开的实施方式,相反,本发明意图涵盖包含在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效布置。

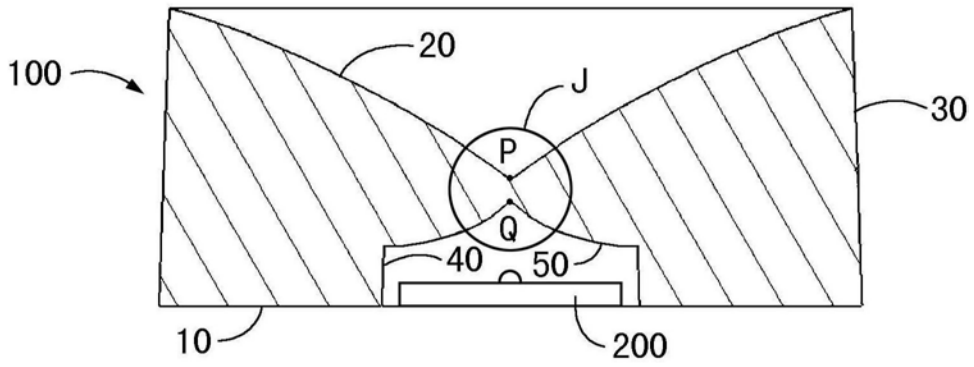


图1

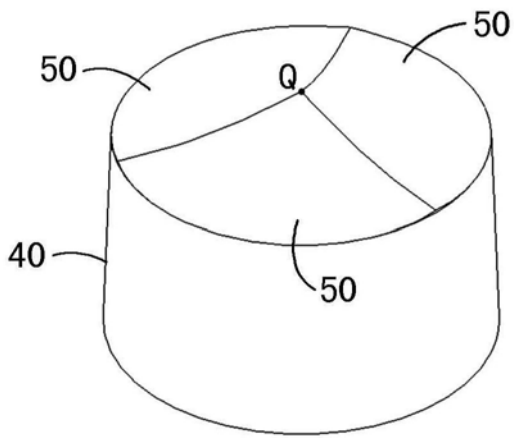


图2A

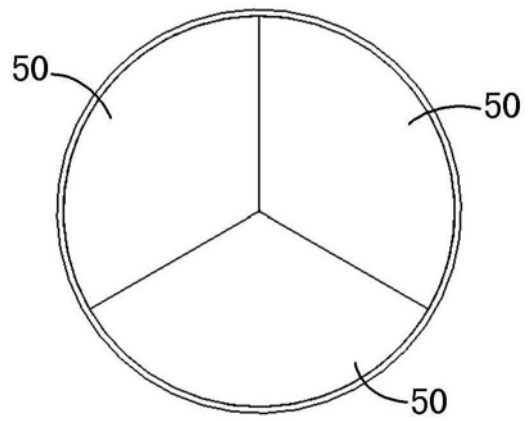


图2B

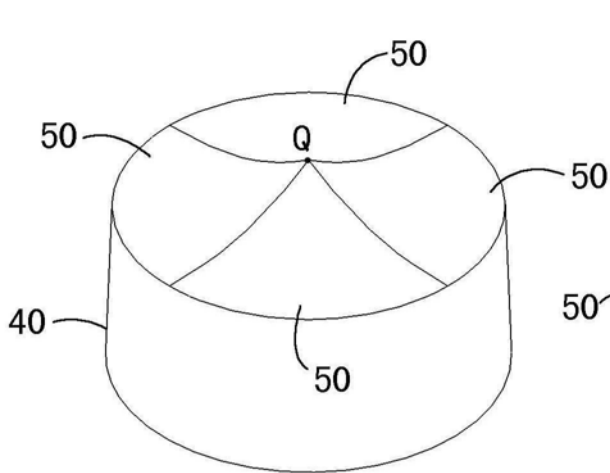


图2C

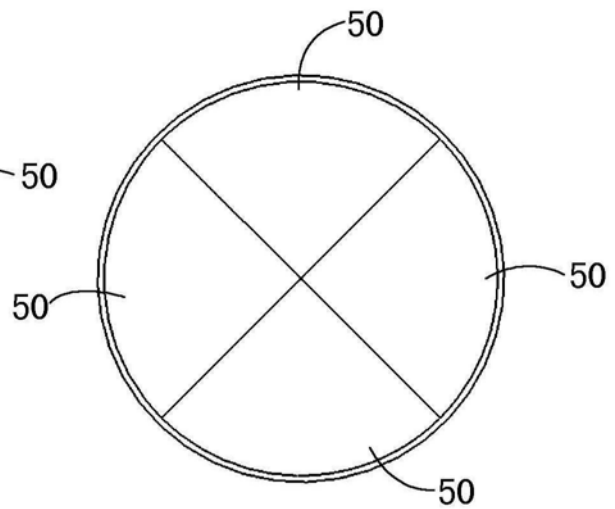


图2D

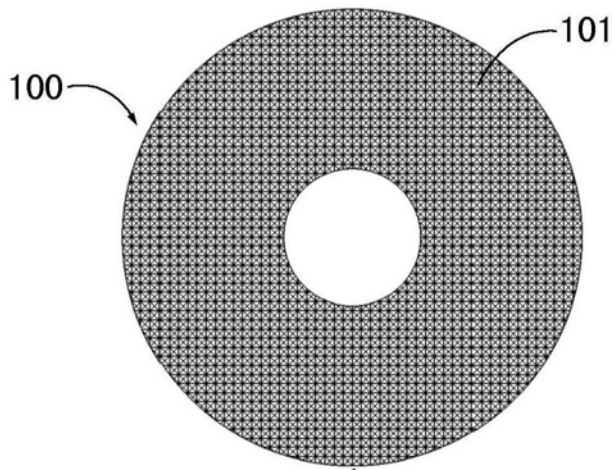


图2E

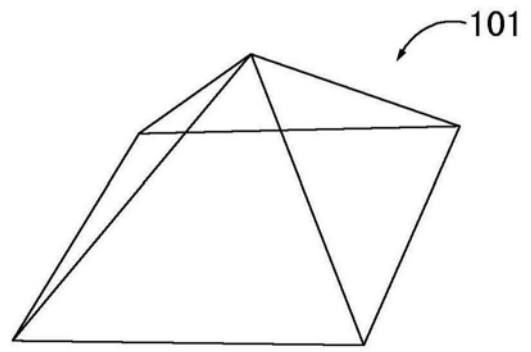


图2F

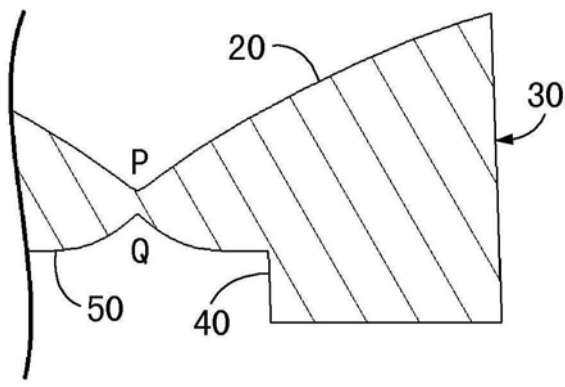


图3A

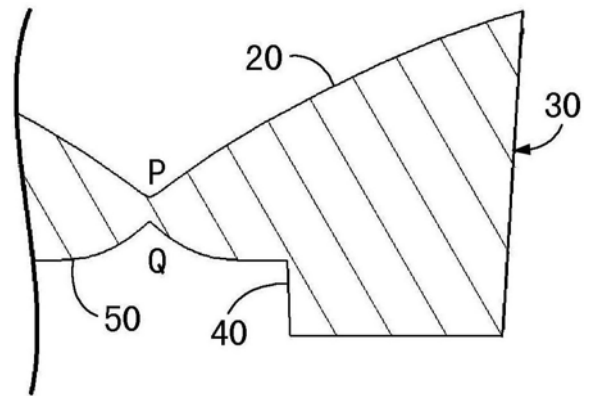


图3B

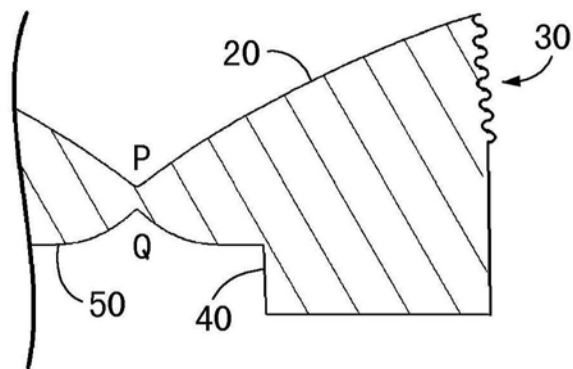


图3C

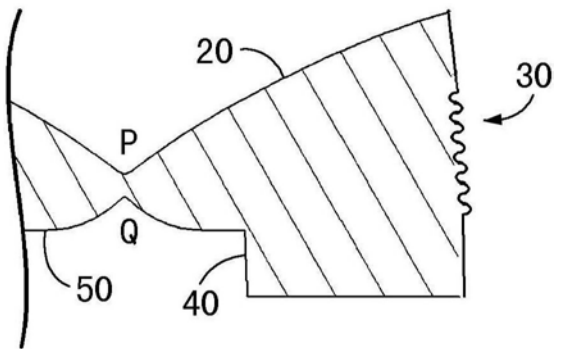


图3D

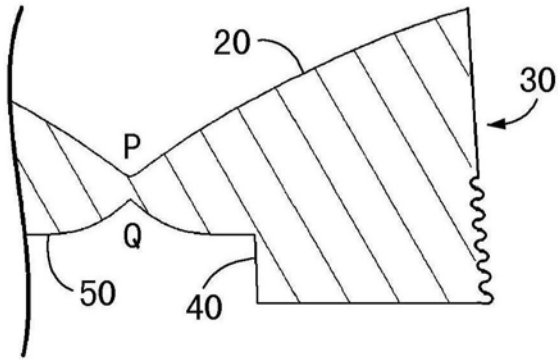


图3E

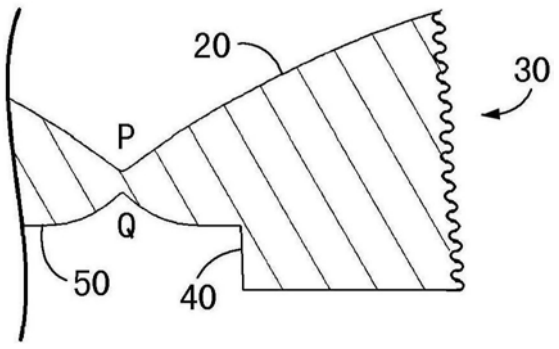


图3F

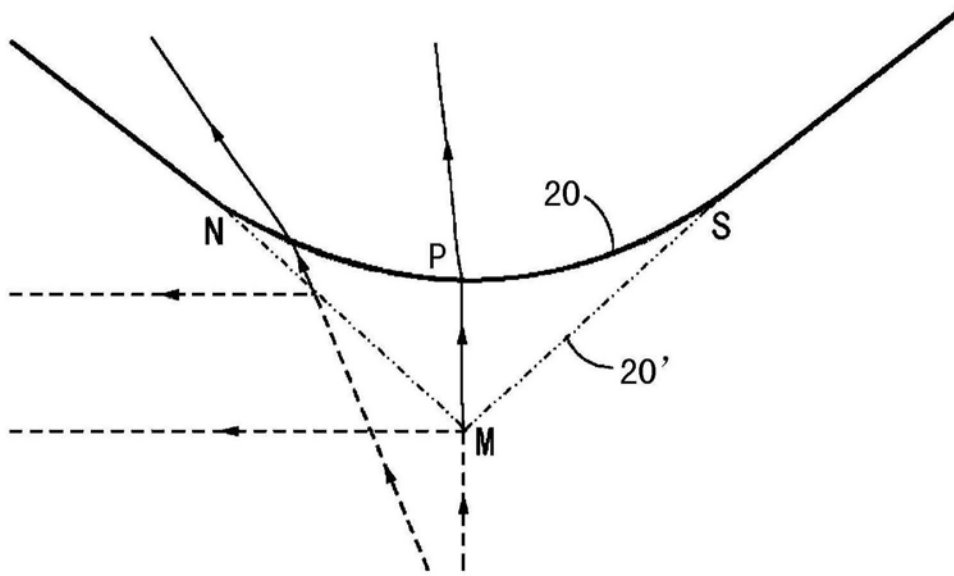


图4

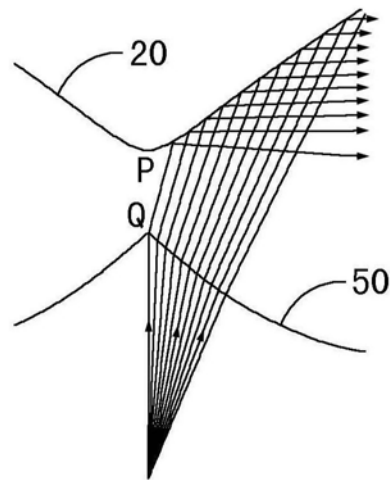


图5

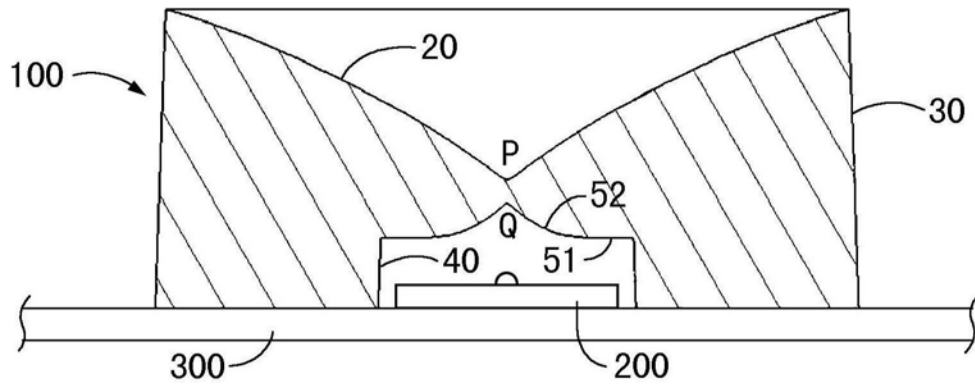


图6

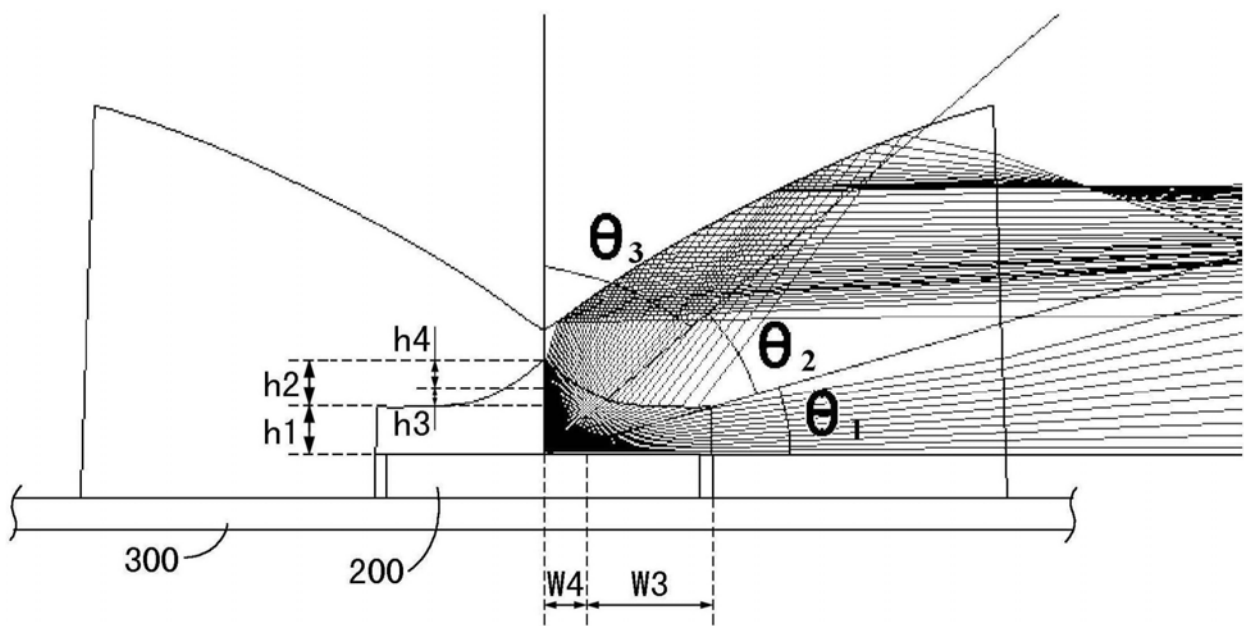


图7

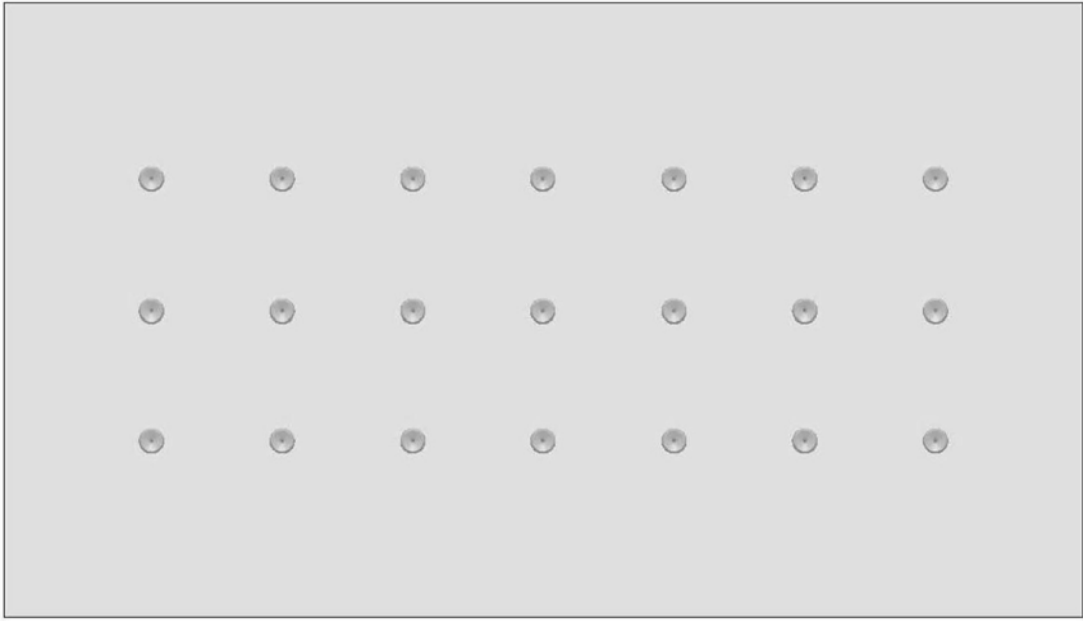


图8



图9