



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101496186 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200780028499. 5

(22) 申请日 2007. 07. 31

(30) 优先权数据

60/820, 887 2006. 07. 31 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 02. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/074830 2007. 07. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02008/016908 EN 2008. 02. 07

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 帕特里克·R·德斯藤

斯蒂芬·J·威利特

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 梁晓广 关兆辉

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006. 01)

G03B 21/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005006658 A1, 2005. 01. 13,

US 2006034082 A1, 2006. 02. 16,

US 2006066192 A1, 2006. 03. 30,

US 5349509 A, 1994. 09. 20,

US 5349509 A, 1994. 09. 20,

HUSEYIN M. Design of collection systems for multi-LED light engines. 《PROCEEDINGS OF SPIE》. 2006, 第 6196 卷第 3 - 6 页.

审查员 商纪楠

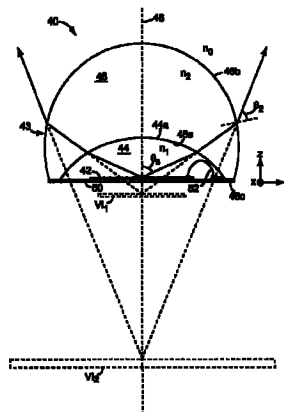
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

具有中空集合透镜的 LED 光源

(57) 摘要

一种光源, 包括 LED 发光体和具有中空腔体的凹凸透镜, 其中所述 LED 发光体设置在中空腔体中。所述凹凸透镜在示例性实施例超半球中, 并且它生成所述 LED 发光体的高品质光学图像。所述透镜的所述腔体被填充空气, 例如地球大气、惰性气体或真空。



1. 一种光源,包括:

LED 发光体,所述 LED 发光体具有宽度 $2h$;和

具有中空腔体的凹凸透镜;

其中所述 LED 发光体设置在所述腔体中,并且

其中光由所述 LED 发光体产生,由所述凹凸透镜折射并形成所述 LED 发光体的第一虚像和第二虚像,所述第一虚像位于所述 LED 发光体和所述第二虚像之间,所述第二虚像具有宽度 $2h_2$,其中 h_2/h 在 3 和 4 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的光源,其中所述凹凸透镜由折射率至少为 1.8 的材料构成。

3. 根据权利要求 2 所述的光源,其中所述折射率至少为 1.9。

4. 根据权利要求 1 所述的光源,其中所述腔体填充有选自包括地球大气、惰性气体或真空的组的介质。

5. 根据权利要求 1 所述的光源,还包括基底,所述基底上安装有所述 LED 发光体,并且其中所述凹凸透镜结合到所述基底以使得所述腔体密封起来。

6. 根据权利要求 1 所述的光源,其中所述 LED 发光体包括位于其发射表面上的光提取结构。

7. 根据权利要求 6 所述的光源,其中所述光提取结构包括光子晶体结构或线栅提取元件。

8. 根据权利要求 1 所述的光源,还包括:

准直透镜,布置用于接收来自所述 LED 发光体并透过所述凹凸透镜的光;

反射式偏振器,布置用于接收来自所述 LED 发光体并透过所述准直透镜的光,所述反射式偏振器由此传输具有第一极性的准直光,所述反射式偏振器将具有第二极性的光反射回所述 LED 发光体以用于光循环利用。

9. 根据权利要求 8 所述的光源,还包括设置在所述准直透镜和所述反射式偏振器之间的四分之一波片。

具有中空集合透镜的 LED 光源

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本专利申请基于并要求 2006 年 7 月 31 提交的美国临时专利申请序号 60/820887 的优先权,其内容据此全文引入以供参考。

[0003] 参考内容有:同此提交于同一天的名称为“LED Mosaic”(代理人案卷号 62370US006)的共同转让的美国专利申请;2005 年 12 月 30 日提交的并且作为美国专利申请公开 US2007/0152231 公开的名称为“LED With Compound Encapsulant Lens”(具有化合物封壳透镜的 LED)的美国专利申请序号 11/322,801;于此提交于同一天的名称为“Optical Projection Subsystem”(光学投影子系统)(代理人案卷号 63281US002)的美国专利申请;提交于 2007 年 7 月 2 日的名称为“LED Illumination System With Polarization Recycling”(具有偏振回收利用的 LED 照明系统)的美国专利申请序号 11/772,609;同此提交于同一天的名称为“Combination Camera/Projector System”(结合相机/投影系统)(代理人案卷号 62369US006)的美国专利申请;同此提交于同一天的名称为“Integrating Light Source Module”(集成光源模块)(代理人案卷号 62382US008)的美国专利申请;以及美国专利申请公开 US2006/0091411(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package”(高亮度 LED 包)、US2006/0091798(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package With Compound Optical Element(s)”(具有化合物光学元件的高亮度 LED 包)和 US2006/0092532(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package With Multiple Optical Elements”(具有多个光学元件的高亮度 LED 包)。

背景技术

[0004] 发光二极管(LED)是光源的理想选择,部分是因为其尺寸相对小、电源/电流要求低、响应时间短、寿命长、稳固的包装、各种可用输出波长以及与现代电路构造的相容性。这些特性有助于解释过去数十年中,它们得以广泛应用于大量不同的最终应用场合的原因。对 LED 的功耗、亮度以及输出波长方面的改进一直在持续进行,这进一步扩大了潜在的最终应用范围。

[0005] LED 通常打包销售,包装中包括安装在金属接头上的 LED 晶粒或薄片。所述接头可配有反射杯,杯中装配 LED 晶粒,电引线连接到 LED 晶粒。某些封装也包括模制的透明树脂,形成胶囊包封 LED 晶粒。胶囊包封树脂可以具有在局部使晶粒射出的光保持平行的标称的半球形前表面,或者具有标称的平坦表面。

[0006] 名称为“LED With Compound Encapsulant Lens”(具有化合物封壳透镜的 LED)的上述美国专利申请序号 11/322,801 公开 LED 光源,所述 LED 光源包括 LED 发光体和至少部分地围绕发光体的封壳。所述封壳具有内透镜以及外透镜,所述内透镜的折射率小于所述外透镜的折射率,并且在某些情况下为所述外透镜折射率的约 70%到 80%。所述内透镜及外透镜可沿着曲面彼此接触,并且在某些情况下所述内透镜基本上是平凸的,并且所述外透镜为凹凸的。内透镜生成发光体的第一虚像,而外透镜生成第二虚像,并且第一虚像位于发光体和第二虚像之间。LED 光源能够在紧空间中提供均匀的照明。使用相对的高折射

率内侧透镜符合当代教导内容,即通过将其包封在折射率与 LED 晶粒折射率尽可能接近的介质中提高高折射率 LED 晶粒或薄片的提取效率。

[0007] 上述本发明仅提供一般背景技术信息,并非意图用于辅助确定受权利要求书保护的主题范围。

发明内容

[0008] 一种光源,包括 LED 发光体和具有中空腔体的凹凸透镜,在中空腔体中设置 LED 发光体。凹凸透镜在示例性实施例超半球中,并且它可以生成 LED 发光体的优质光学图像。透镜的腔体填充有空气,诸如地球大气、惰性气体或真空。

[0009] 提供本发明内容从而以简化的形式介绍概念选择,还在以下具体实施方式中进一步描述该概念选择。本发明内容并非意图辨识受权利要求书保护的的主题的主要特征或基本特征,也非旨在用于辅助确定受权利要求书保护的的主题范围。

附图说明

[0010] 图 1A 是封装的 LED 光源的图解举例说明。

[0011] 图 1B 是具有光提取结构的未封装的 LED 光源的图解举例说明。

[0012] 图 2 是具有中空凹凸集合透镜的 LED 光源的示意性截面图。

[0013] 图 3 是图 3 中的 LED 光源的另一个示意性截面图。

[0014] 图 4 示出具有另外光学元件的图 2 和图 3 中的光源。

[0015] 图 5 示出具有另外光学元件图 2、图 3 和图 4 中的光源。

[0016] 图 6 为分别具有中空凹凸集合透镜和化合物胶囊包封透镜的 LED 光源之间的焦距比较表。

[0017] 图 7A 和 7B 是分别具有化合物胶囊包封透镜和中空凹凸集合透镜的 LED 光源光学布局的示意图。

[0018] 图 8 是使用本发明所公开的 LED 光源的投影系统的图解视图。

具体实施方式

[0019] 本专利申请公开包含在其他内容中的类似于上述引用的‘801 专利申请的基于 LED 的光源,但此处内部透镜被折射率大约为 1 的空气所取代。就这一点而言,“空气”可以是指地球大气,或任何惰性气体,或甚至真空。通过移除内侧透镜,可将 LED 发光体设置在透镜(在‘801 专利申请中被称为外侧透镜)的中空腔体中,该透镜优选的是超半球型和正凹凸型。该透镜(本文称之为凹凸透镜)捕集几乎完全由 LED 发光体发射的光的完全半球(2π 球面度),并利用基本上为球形的折射表面生成品质相当高的(虚拟)几乎没有失真的发光体图像。

[0020] 本发明所公开的设计在某些方面与当今教导内容相对立,当今教导内容认为,提高高折射率 LED 晶粒或薄片提取效率的唯一方式是将其封装在具有最高可用折射率的介质中,即尽可能靠近 LED 晶粒的折射率。图 1A 现有技术中示出采用此当今教导内容的 LED 光源 10 的基本的例子。LED 光源 10 包括以芯片或薄片的形式设置在金属接头 14 上的 LED 发光体 12。引线键合 16(为简化,只示出一个引线键合)提供至 LED 发光体 12 的电气连

接。胶囊包封材料 18(通常为基于硅树脂的凝胶)包封 LED 发光体。可用的基于硅树脂的凝胶具有约 1.5 的折光指数,将提取效率限制到小的百分比。

[0021] 如上所述,本发明所公开的实施例脱离了常规的胶囊包封技术,并且反而利用 LED 发光体和凹凸透镜之间的空气界面。图 1B 示出在 LED 发光体 12 和光源的凹凸透镜之间具有这样的空气界面 22 的 LED 光源 20 的部分。图 1B 中未示出凹凸透镜,以使得其他可选部件可以更好的示出,但是在本文包含的其他图中示出。在一些实施例中,一个或多个提取结构 24 连同凹凸透镜一起被形成或布置在 LED 发光体 12 上,以帮助耦合从 LED 晶粒发出的光,因此抑制光在其中的捕集浪费。例如,可通过粗化 LED 晶粒发射表面或在这样的表面上提供大量晶面或其他结构,诸如次波长结构,来增加从 LED 晶粒的光提取,即使在没有封壳将其暴露到空气中的情况下也可以这样做。如果封壳的折射率小于具有微结构的 LED 晶粒的折射率,使用具有光提取微结构的封壳对性能可能是有害的。其他适用提取结构 24 包括高提取光子晶体结构和线栅提取元件。其他适用提取结构还包括如在美国专利申请出版物 US2006/0091411(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package”(高亮度 LED 包装)、US2006/0091798(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package With Compound Optical Element(s)”(具有化合物光学元件的高亮度 LED 包装),以及 US2006/0092532(Ouderkirk 等人)“High Brightness LED Package With Multiple Optical Elements”(具有多光学元件的高亮度 LED 包装)中所公开的玻璃或陶瓷提取器或提取器阵列。利用本文所公开的中空集合(凹凸)透镜技术,提取结构 24 的用途可以是不干涉这些结构的预期光提取部件。尽管本公开的其他图中未示出提取部件,本文所公开的每个实施例均应理解为可选地涵盖这些部件,虽然该部件并非必须。

[0022] 如本文所用,“发光二极管”或“LED”是指发射光的二极管,不管是可见光、紫外光或红外光。它包括作为“LED”(不论是常规型还是超亮型)销售的各种不同的盒装或封装半导体器件。如果 LED 发出不可见光(如紫外光),以及在一些发出可见光的情况中,可以将它封装成包括荧光粉(或者它可以照亮设置在远处的荧光粉),以使短波长的光转换为较长波长的光,在某些情况下,还可以得到发射白光的器件。“LED 晶粒”是 LED 最基本的形态,即经半导体加工方法制成的单个元件或芯片。例如,LED 晶粒通常是由一种或多种 III 族元素的组合和一种或多种 V 族元素组合形成的(III-V 半导体)。合适的 III-V 半导体材料的实例包括氮化物(如氮化镓)和磷化物(如磷化铟镓)。还可以使用其它类型的 III-V 材料,同样可以使用元素周期表中其它族的无机材料。元件或薄片可以包括适用于应用能量的电触点以给装置提供能量。实例包括引线接合、卷带自动结合(TAB)或芯片倒装焊接。该元件或芯片的各独立层和其它功能元件通常以晶片级形成,并且可将加工好的晶片切成单个元件,以生成多个 LED 晶粒。可以用表面贴装、薄芯片直接贴装或其它已知的贴装构型来构造 LED 晶粒。一些封装的 LED 通过在 LED 晶粒和相关反射杯之上形成聚合物封壳而制成。该 LED 晶粒具有准朗伯曲线发射图形,而且 LED 晶粒内产生的大部分光由于晶粒表面处的全内反射而被截留,或者从 LED 晶粒正上方的聚合物封壳发出。

[0023] 注意 LED 发光体可以只具有一个 LED 晶粒,或其可以具有多个芯片,芯片可以发射相同或不同颜色的光。参见例如同此提交于同一天的共同转让的名称为“LED Mosaic”的美国专利申请(代理人案卷号 62370US006)中描述的 LED 晶粒构型。如果利用多个 LED 晶粒,则通常将其安装在相互接近的通用基板上,以限定单(但成片段或不连续的)发射区。

[0024] 现在转向图 2, 示出的是包括 LED 发光体 42 和至少部分地围绕发光体的封壳 43 的光源 40。图 3 描述了完全相同的光源 40, 但标识出了未在图 2 中显示的附加参数, 以便于参阅。LED 发光体 42 可以是 LED 晶粒或 LED 晶粒阵列的发光表面, 或者是 (例如) 涂覆于表面的较薄磷光粉层, 或换句话说讲, 是由这种 LED 晶粒激发的磷光粉层。在示例性实施例中, 发光体 42 基本上放在对应于图 2-3 中的笛卡尔 xyz 坐标系的 X-Y 平面的一个平面, 但其他布置方式也是可以的。发光体 42 为宽角度光源, 并且尽管通过全内反射可以将一些光捕集在发光体 42 内, 但出现在空气间隙 44 中的光通常在立体角度的整个半个半球上散布, 与从 0 至大体上 90 度的范围内光源角度 θ_s (相对于垂直于发光体局部表面测量, 与图 2-3 中的 z 轴相对应) 保持一致。

[0025] 与 '801 专利申请中的情况相反, 其中封壳 43 由至少两个截然不同的元件形成, 在本发明所公开的实施例中, 封壳由形成围绕发光体 42 的空气间隙 44 的凹凸透镜 46 形成。外侧透镜 46 具有暴露到折射率为 n_o 的介质的弯曲外表面 46b, 该介质通常但不必是空气。在示例性实施例中, 凹凸透镜 46 基本上以大约光源光轴 48 旋转对称, 并且发光体 42 也在光轴 48 上居中, 尽管没有必要在所有实施例都这样。对于光源 40, 光轴 48 与笛卡尔坐标系的 z 轴平行。

[0026] 空气间隙 44 和凹凸透镜 46 的折射率 n_1 和 n_2 分别不是常规意义上的 n_1 (具有大体上为 1 的值) 从 LED 发光体 42 的相对高折射率显著降低, 以及 n_2 基本上比 n_1 高 (即, 至少高约 80%)。因此, 示例性实施例中的 n_1/n_2 的比率小于 0.6, 且一般小于 0.5。

[0027] 在示例性实施例中, 空气间隙 44 被包含或密封在凹凸透镜 46 的内表面 46a 和基底 50 之间的空间内, LED 发光体 42 安装在基底 50 上, 且透镜 46 也沿其周边附接。基底 50 可以是或包括基本平坦的陶瓷块、金属块或其它合适的材料, 并且也可以包括其它元件, 例如金属触点、销以及其它常规结构。在一些情况下, 光源 40 可以包括一个或多个把 LED 发光体连接到一个或多个金属触点或销的引线键合 52。

[0028] 在示例性实施例中, 凹凸透镜 46 由相对的高折射率玻璃或其他适用光学材料构成。通常, 该透镜具有至少为 1.8 的折射率 n_2 , 而在示例性实施例中为从 1.9 至 2.1 或约 2。示例材料包括兰宝石 (折射率 1.77)、LASFN9 光学玻璃 (折射率 1.85) 以及 S-LAH79 光学玻璃 (折射率 2.003)。可以以图 2 所示的形状铸造或模制凹凸透镜 46, 或制造成球形, 然后经过加工以形成内表面 46a 和优选接触基底 50 的周边 46c。

[0029] 光学上, 由于折射率差值和曲面形状, 内表面 46a 会聚来自发光体 42 的光, 形成发光体的第一虚像 VI_1 ; 而外表面 46b 还会聚光, 形成第二虚像 VI_2 。第一虚像位于 LED 发光体 42 和第二虚像之间。参见图 3, LED 发光体 42、第一虚像 VI_1 以及第二虚像 VI_2 的最大面内尺寸 (即在平行于 x-y 平面的平面中测量的最大横向尺寸) 分别为标记的尺寸 h 、 h_1 和 h_2 的两倍。因此, 示例性实施例中的 h_2/h 在 3 至 4 的范围内。此外, 在示例性实施例中, 最终虚像 (VI_2) (其尺寸为 $2h_2$) 的最大面内尺寸接近外侧透镜 46 的最大面内尺寸。如果外表面 46b 可完全通过中心点为 C_2 、曲率半径为 R_2 来表征, 则该装置 $2h_2$ 接近 $2R_2$, 例如 $R_2 \leq 2h_2 \leq 4R_2$ 。

[0030] 表面 46a 和 46b 可以是球形或非球形, 但为了经济, 它们在示例性实施例中基本上是球形, 通过第一曲率半径 R_1 和中心点 C_1 (对于表面 46a) 和第二曲率半径 R_2 和中心点 C_2 (对于表面 46b) 来表征。如果封壳是对称的, 则中心点 C_1 和 C_2 位于光轴 48 上。其它在图 3 中显示的所关注的参数包括: 从 LED 发光体 42 的顶部或前表面至表面 46a 的顶点的轴

距离标记为弛度₁；从虚像 VI₁ 的顶部或前面至外表面 46b 的顶点的轴距离标记为弛度₂；相对于 LED 发光体的顶部或前表面的引线键合 52 的最大高度标记为 H₁；LED 发光体平面内表面 46a 的最大面内半宽度或半直径标记为 r₁；LED 发光体平面内凹凸透镜 46 的表面 46b 的最大面内半宽度或半直径标记为 r₂。要最小化光源 40 的总体尺寸或体积，可选择 r₂ 约等于或仅略微大于 r₁。

[0031] 在很多情况下通过明智选择例如 R₁ 和弛度₁ 来最小化空气间隙 44 的体积也是可取的。然而，不是最小化空气间隙 44 的体积，而是可以反过来选择 R₁ 和弛度₁，为了优化光源 40 的光学特性。例如，可以选择 R₁ 和弛度₁，以便最大程度地放大封壳 43。

[0032] 在一些情况下，还期望使光源光学系统中球差和 / 或彗差的量最小或至少控制这个量。通过在光轴 48 和 LED 发光体 42 的交叉点定位 C₁ 可将表面 46a 制成消球差（即具有很少或没有球差或彗差），这样，使 Sag₁ ≈ R₁，但这一般与最小化空气间隙 44 的体积不相容，而且还降低或消除表面 46a 的会聚力。因此，控制球差和彗差的更理想的方式可以是将外表面 46b 设计为消球差。对于同轴点，可通过将第一虚像 VI₁（用作外透镜的“对象”）和外表面 46b 的顶点之间的距离设置为以下值来完成此设计：

$$[0033] \quad \text{Sag}_2 \approx R_2 * ((n_0 + n_2) / n_2) \quad (1)$$

[0034] 在 n₂ 约为 2 而 n₀ 为 1（空气）的情况下，这将减少为：

$$[0035] \quad \text{Sag}_2 \approx 1.5 * R_2 \quad (2)$$

[0036] 请注意上述最小体积以及消球差条件可以作为起点，由此可深入优化，例如使用常规光学设计软件进行优化。例如，可以根据上述公式 (1) 设计外表面 46b，然后进行优化以最小化虚像 VI₁ 边缘上或边缘附近的偏轴远点的球差和 / 或彗差。

[0037] 本发明所公开的紧凑光源可用于多种光学系统中，图 4 中显示了其中一种光学系统。在图 4 中，准直光束子系统 80 包括上述光源 40 以及外部准直透镜 82 和可选的反射型偏振器 84。出于紧凑性考虑，将透镜 82 绘制为分段或分区菲涅耳透镜，但是如果需要也可使用任何传统的块状光学透镜或其它已知透镜。为了准直，可以选择透镜 82 的焦距和聚焦定位，使得由凹凸透镜 46 形成的最终虚像 IM2 设置透镜 82 焦点的后面。注意，由于 LED 发光体 42 的伸展性质，透镜 82 发射的“经过准直的”光线 83 将实际具有非零角散步。

[0038] 准直光束子系统 80 也包括可选的反射型偏振器 84。根据需要，偏振器可用于提供线性、圆形或椭圆形的偏振光。尽管吸收型偏振器也可用于此目的，但如果光源 40 中存在结构体或机构以将阻断偏振态的至少一些转化为垂直的“通过”态，特别是在“阻断”偏振态为镜面反射而不是吸收或散射的情况，反射型偏振器可以提供增加的效率。这称之为“光循环腔”，并可利用多种不同技术来完成。

[0039] 循环利用反射型偏振器的一个实例是如美国 5,882,774 (Jonza 等人) 中描述的多层光学偏振膜，其中构成薄膜的交替的层沿着垂直于基本匹配的膜的方向具有折射率，即层之间的 Δn_z 约为零，以使得用于 p- 偏振光的膜中的任何指定界面的反射率取决于入射角，为基本上恒定的。

[0040] 利用图 4 上半部中的光束 81 和光束 83 中的指向箭头所指示，可以看到，入射到反射型偏振器 84 的准直光束 83 要么如果处于正确的偏振态（如偏振光束 85），如使用的反射型偏振器类型所示，传输到无论哪个被照明的显示器或投影系统；要么如果处于非所需的偏振态，则被反射回准直透镜 82。这适用于由 LED 发光体生成的所有光 81，即使图 4 中用

指向箭头来表示的光束只示出一些。

[0041] 可通过利用任何所需的技术回收利用已反射回 LED 发光体 42 的光。例如,LED 发光体 42 可以包括可以反射或再发射回收利用的光的荧光体涂层,回收利用的光然后可具有正确的偏振态以通过反射型偏振器 84。

[0042] 可将本文所述的光源与美国专利 No. 5, 882, 774 (Jonza 等人) 中描述的准直透镜和共挤出的多层反射型偏振器类型结合起来,具有涂敷到两侧偏振器的抗反射涂层,以增加偏振光输出 10% 以上(相对于利用吸收型偏振器而不是反射型偏振器的相同系统)。制备共挤出的多层偏振膜的示例性方法在美国专利申请出版物 US 2002/0180107A1 (Jackson 等人)、US 2002/0190406A1 (Merrill 等人)、US 2004/0099992A1 (Merrill 等人) 以及 US 2004/0099993A1 (Jackson 等人) 中公开。示例性反射型偏振器还包括可得自美国明尼苏达州圣保罗市 3M 公司的 Vikuiti™ 双增亮薄膜 (DBEF)。还可以想到使用胆甾型偏振器。如上所述,可以在偏振器的一个或两个表面上使用抗反射涂层,以最小化由于菲涅耳表面反射而引起的损耗。作为另外一种选择,可以将偏振器层合到另一个光学元件(例如透镜或板)的光滑、优选为平坦的表面上,或者将它层合在两个侧面上,并夹在两个该类光学元件之间。

[0043] 图 5 示出包括光源 40 的另一个准直光束子系统 90。准直光束子系统 90 可以与图 4 中示出的准直光束子系统 80 相同,但具有四分之一波片 (QWP) 92。QWP 为光学延迟膜或元件,可在透射光中生成四分之一波长相移。这可用于将线性偏振光更改为圆偏振光(反之亦然),以有助于光的循环。例如,LED 发光体 42 可以包括反射涂层,使得首先由反射型偏振器 84 反射的一些光回射到透镜 46 和透镜 82。QWP92 可以确保该回射光将具有正确的偏振态以通过反射型偏振器 84。

[0044] 如已经所公开的,LED 光源的示例性实施例将 LED 发光体安装凹凸透镜的空气填充腔体的内侧。将 LED 发光体安装到凹凸透镜的中空腔体中的一个优点是可以包括能够使用具有微结构化的提取器表面的 LED 晶粒。另一个优点是可以包括这样的事实:凹凸透镜会形成一个优良的密封腔体将晶粒包装起来,如当透镜附连或结合到上面安装 LED 晶片的基底时。这在微结构化的提取器或类似装置用于 LED 晶粒活动面的顶部时尤其有利,因为提取器可以对受污染的环境例如大气中会降低光提取效率的灰尘、气雾剂或腐蚀性气体等高度敏感。如果用于 LED 晶粒上的线栅偏振器也对被污染的环境敏感,可以意识到类似的益处。

[0045] 示例性实施例中‘801 专利申请所公开的构成凹凸透镜的高折射率材料(如折射率至少为 1.8,且一般为从约 1.9 至 2.1,或约 2 的材料)仍然提供高放大倍率,减少朗伯曲线束的发散。相对于‘801 专利申请的化合物封壳透镜,凹凸透镜可单独提供相同的灵活性以给照明成像器设计紧凑型继电器光学元件。

[0046] ‘801 专利申请的化合物封壳透镜和本发明所公开的中空集合透镜实施例之间的主要区别是后者的光学功率较低。参见图 4 中所示的准直光束子系统,与‘801 专利申请的化合物封壳透镜相比,为了保持外部准直透镜 82(在示例性实施例中为菲涅耳透镜以用于偏振循环利用的目的)之后的准直,该菲涅耳透镜的光学功率应因此而提高。两个透镜(f_{men} 表示凹凸透镜,而 f_{col} 表示准直透镜)的总功率 $1/f_{\text{tot}}$ 可以近似如下:

[0047] $1/f_{\text{tot}} (\text{约}) = (n/f_{\text{men}}) + (1/f_{\text{col}})$ (3)

[0048] 其中, $n \sim 1.5$ 用于凝胶密封剂或 1.0 用于空气。注意, 由于 LED 发光体 42 的伸展性质, 透镜 82 发射的“经过准直的”光线将实际具有非零角散步。利用常规的光学设计软件, 可以对两种设计, 即 ‘801 专利申请的化合物封壳透镜与本文所公开的中空腔体设计, 进行精确的计算 f_{tot} 以获得在两种情况下透镜之间的功率分配的更好了解。参考图 6 所示的表。准直光束子系统在空气中的焦距 f_{tot} (2.92mm) 比相同球半径, 即凹凸透镜相同的外半径的胶囊包封的焦距 (2.36mm) 长。

[0049] 图 7A 和图 7B 中示出的总的照明系统具有上述准直光束子系统以及将光引到成像器第二透镜组。由于照明系统为无定焦点 (以允许偏振循环利用和 / 或变形附件), 因此可选择第二组透镜的焦距 f_{foc} 以保持未改变系统 (空气中 $mag = -4.7$) 的整体放大。参见图 7A-B, 其中图 7A 示出 ‘801 专利申请中照明系统化合物封壳透镜的光学布局, 而图 7B 示出使用中空腔体凹凸透镜 (即此处其他系统的内侧透镜更换为空气) 的类似照明系统的光学布局。

[0050] 注意一个可以略微降低凹凸透镜的厚度以保留空气中的消球差条件。也要注意, 总体长度、体积和耦合效率性能类似于这两种设计。

[0051] 本发明所公开的紧凑光源也可用于投影系统, 例如采用了硅基液晶 (LCOS) 面板或其它像素化面板的投影系统。同此提交于同一天的共同转让的名称为 “Optical Projection Subsystem” (光学投影子系统) (代理人案卷号 63281US002) 的美国专利申请中公开有示例性投影系统。

[0052] 例如, 图 8 示出投影子系统 200。投影子系统 200 用于从微型电子系统诸如手机、个人数字助理 (PDA)、全球定位系统 (GPS) 接收器等投影静止或视频图像。投影子系统 200 从其所嵌入的微型电子系统 (图 8 中未示出) 接纳电能和图像数据。投影子系统 200 用于作为显示计算机视频所必须的微型投影仪的组成部分。投影子系统 200 用于小到可以携带的系统, 当不用时可装入衣服口袋, 诸如衬衫口袋。可将由投影子系统 200 投影的图像投影到反光投影屏幕、经过油漆的浅色墙壁、白板或纸张或其他已知投影表面。投影子系统 200 可以被嵌入到便携式计算机或手机中。

[0053] 投影子系统 200 具有准直光束子系统 202, 该准直光束子系统可以是本发明所公开的实施例 80、90 等的准直光束子系统。准直光束子系统 202 会形成光束 204。光引擎包括集合透镜 206 (如以凹凸透镜 46 的形式)、准直仪 208 和固态发光器 210。根据一个方面, 集合透镜 206 具有超半球球形透镜。

[0054] 固态发光器 210 接收具有电平的电能 212。固态发光体 210 热耦合至散热器 214。固态发光器提供具有发光体光通量水平的发光体光束。根据一个方面, 光束 204 包括非相干光。根据另一个方面, 光束 204 包括固态发光器 210 的部分聚焦图像的照明。仍然根据另一个方面, 固态发光器 210 具有一个或多个发光二极管 (LED)。根据另一个方面, 集合透镜 206 具有半球形透镜。根据另一个方面, 准直仪 208 包括具有第一菲涅耳透镜的聚焦单元, 第一菲涅耳透镜具有用于接纳第一非准直光束的第一非小平面的侧以及用于发射准直光束的第一非小平面的侧; 而第二菲涅耳透镜具有用于基本上直接接纳准直光束的第二非小平面的侧和用于发射输出光束的第二小平面的侧。根据另一个方面, 可以如同此提交于同一天的名称为 “LED Mosaic” 的美国专利申请 (代理人案卷号 62370US006) 中所示来布置固态发光器 210。根据另一个方面, 可以如同此提交于同一天的名称为 “Integrating Light

SourceModule”(集成光源模块)的美国专利申请(代理人案卷号 62382US008)中所示来布置准直光束子系统 202。

[0055] 投影子系统 200 具有折射主体 220。折射主体 220 接收光束 204。折射主体 220 提供偏振光束 222。折射主体 220 包括内部偏振滤波器 224。一个偏振分量的光束 204 被内部偏振滤波器 224 反射以形成偏振光束 222。根据一个方面,根据美国专利公布 US 2007/0023941A1 (Duncan 等人)、美国专利公布 US 2007/0024981A1 (Duncan 等人)、美国专利公布 US 2007/0085973A1 (Duncan 等人) 和美国专利公布 US2007/0030456 (Duncan 等人) 的一个或多个方面形成或利用折射主体。

[0056] 折射主体 220 具有第一外部透镜表面 226 和第二外部透镜表面 228。根据一个方面,外部透镜表面 226、外部透镜表面 228 具有弯曲透镜表面并具有非零屈光度。根据另一个方面,外部透镜表面 226、外部透镜表面 228 是平的。根据另一个方面,折射主体 220 在内部偏振滤波器 224 的相对侧上具有塑性树脂材料主体 230、232。根据另一个方面,内部偏振滤波器 224 具有多层光学薄膜。根据另一个方面,折射主体 220 具有用作偏振光分束器以及透镜的多功能光学元件。通过将偏振光分束器和透镜功能在多功能折射主体内结合起来,可避免不然在单个分束器和透镜之间的空气界面出现的损耗。

[0057] 投影子系统 200 包括图像形成装置 236。图像形成装置 236 接纳电气输入总线 238 上的图像数据。图像形成装置 236 接纳偏振光束 222。图像形成装置 236 根据图像数据选择性地反射偏振光束 222。图像形成装置 236 提供具有相对于偏振光束 222 的偏振旋转的偏振的图像 240。图像形成装置 236 给折射主体 220 提供图像 240。图像 240 通过内部偏振滤波器 224。根据一个方面,图像形成装置 236 具有硅上液晶 (LCOS) 装置。

[0058] 投影子系统 200 具有投影透镜组件 250。投影透镜组件 250 具有在 252、254、256、258、260 处示意性地示出的多个透镜。投影透镜组件 250 接纳来自折射主体 220 的图像 240。投影透镜组件 250 提供具有适用于查看的投影光通量水平的图像投影光束 262。

[0059] 除非另外指明,在说明书和权利要求中使用的表示部件的尺寸、数量和物理特性的所有数字应当被理解为由词语“约”来修饰。因此,除非有相反的指示,在上述说明书和所附权利要求中所提出的数值参数为近似值,可根据本领域内的技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性而变化。

[0060] 在不偏离本发明范围和精神的前提下,本发明的各种修改形式和替代形式对于本领域的技术人员来说应是显而易见的,应该理解的是,本发明不限于本文所提供的示例性实施例。

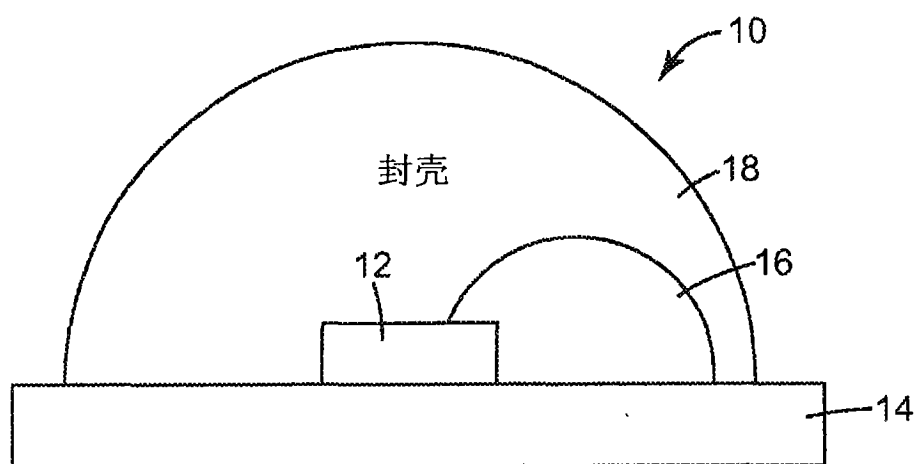


图 1A 现有技术

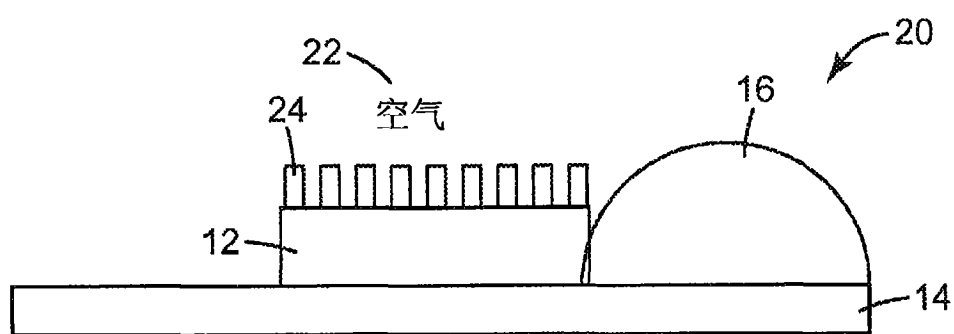


图 1B

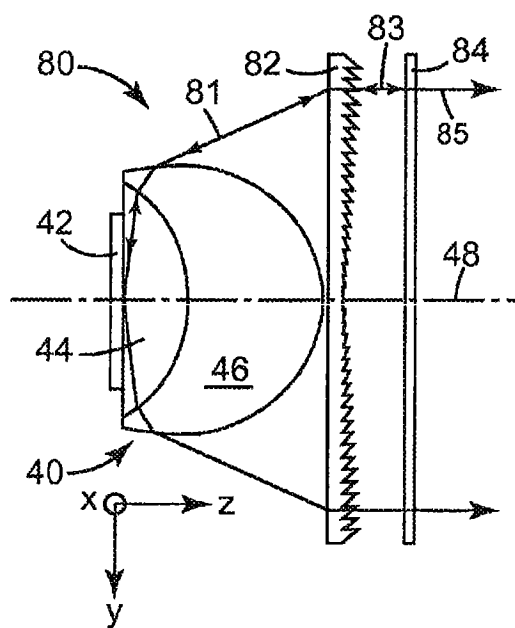


图4

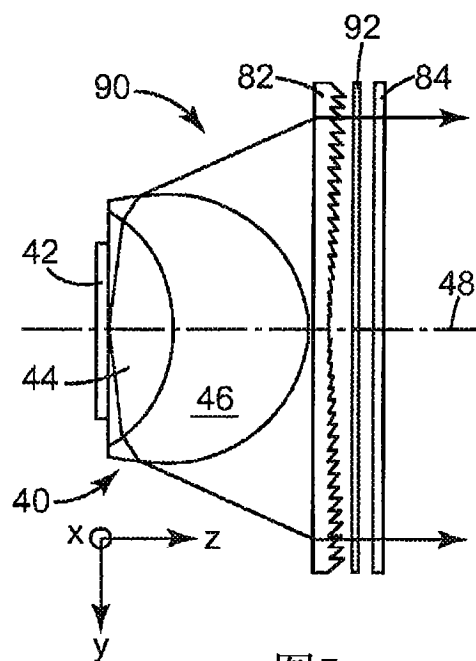


图5

元件	焦距 (mm)	
	空气	封壳
f_{men}	5.66	3.25
f_{col}	7.15	7.84
f_{tot} (精确)	2.92	2.36

图6

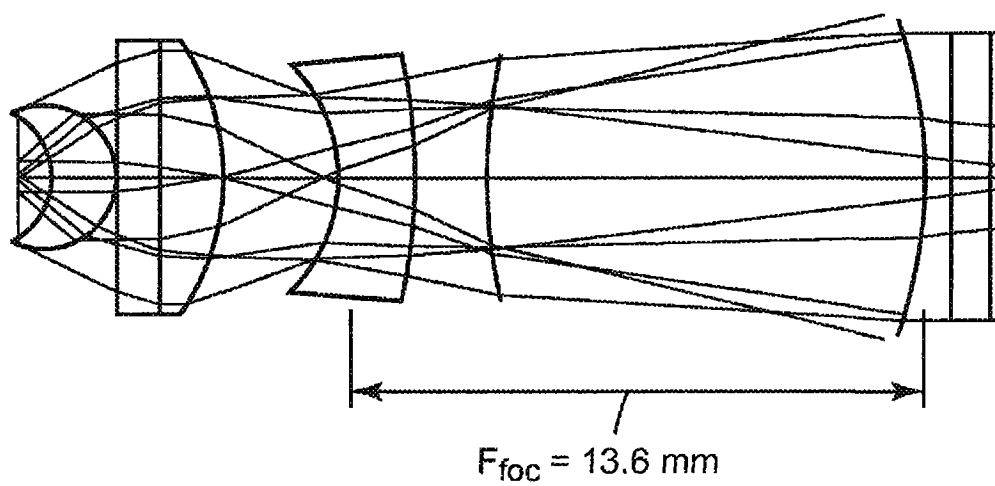


图 7A

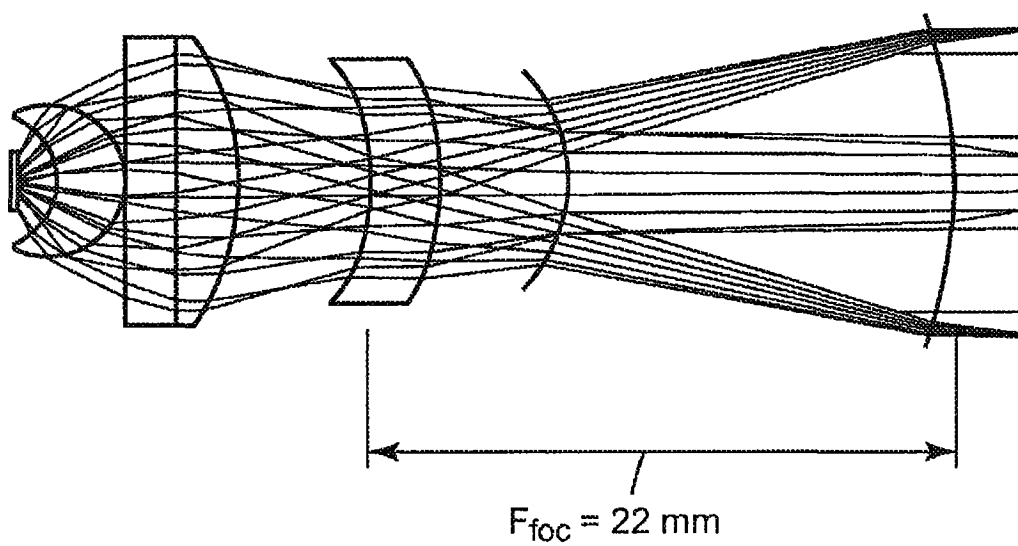


图 7B

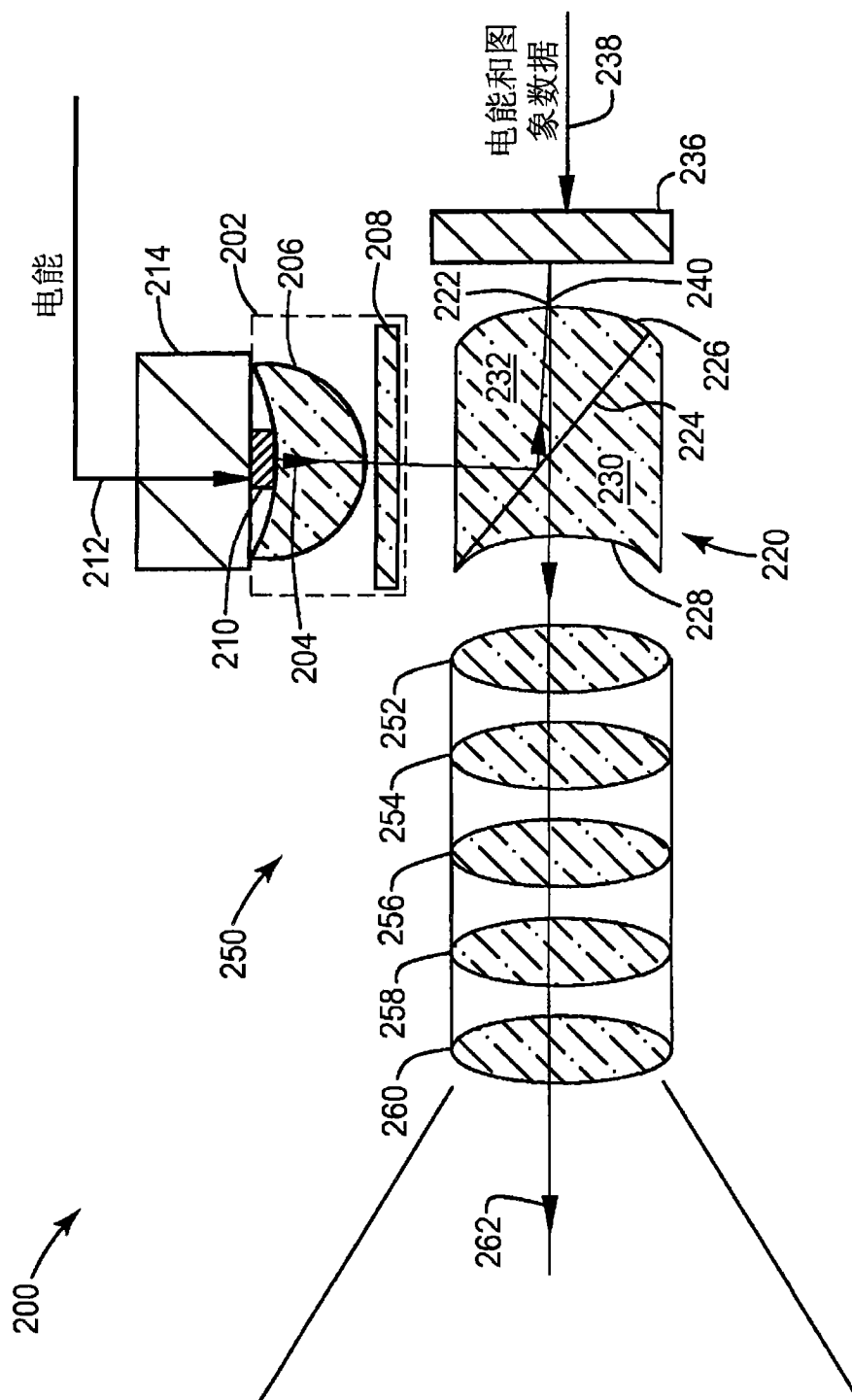


图8