



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109496367 B

(45) 授权公告日 2022.09.09

(21) 申请号 201780042637.9

(22) 申请日 2017.05.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109496367 A

(43) 申请公布日 2019.03.19

(30) 优先权数据
00619/16 2016.05.12 CH

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/061469 2017.05.12

(87) PCT国际申请的公布数据
WO2017/194741 EN 2017.11.16

(73) 专利权人 英索莱特股份公司
地址 瑞士洛桑

(72) 发明人 L·卡洛特 M·阿克曼
F·格利希

(74) 专利代理机构 北京汇知杰知识产权代理有限公司 11587
专利代理师 李洁 董江虹

(51) Int.Cl.
H01L 31/054 (2014.01)
H02S 20/32 (2014.01)

(56) 对比文件
CN 104205620 A, 2014.12.10
US 2011226332 A1, 2011.09.22
US 2011315862 A1, 2011.12.29
JP 2016039360 A, 2016.03.22
US 2015236201 A1, 2015.08.20
US 2011263066 A1, 2011.10.27

审查员 宗欢

权利要求书2页 说明书8页 附图12页

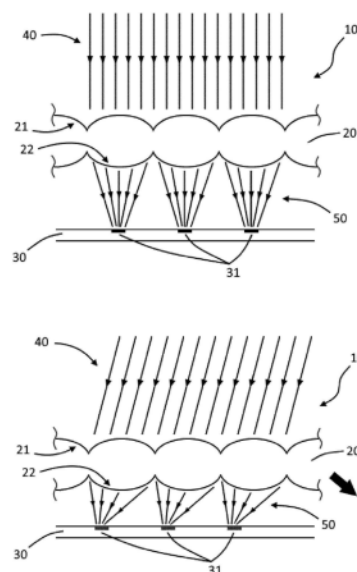
(54) 发明名称

用于捕获入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的光学机械系统和对应的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光 (40) 并且将其传输到至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 的光学机械系统 (10) 和对应的方法, 所述系统具有: 一个光学装置 (20), 其能够捕获入射太阳光 (40) 的束, 集中捕获的入射太阳光的束, 以及将所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 传输到所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B); 以及一个移动机构, 用于使所述光学装置 (20) 相对于所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 移动, 其中所述移动机构的移动可以这种方式控制, 使得对于所述入射太阳光 (40) 的任何入射方向, 所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 能够被所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 最佳地收集。在此光学机械系统 (10) 中, 所述光学装置 (20) 包

括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层, 并且所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率。



1. 一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光 (40) 并且将其传输到至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 的光学机械系统 (10), 具有

■ 一个光学装置 (20), 其能够捕获所述入射太阳光 (40) 的束, 集中捕获的所述入射太阳光的束, 以及将所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 传输到所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B), 以及

■ 一个移动机构, 用于使所述光学装置 (20) 相对于所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 移动, 其中所述移动机构的移动是以这种方式可控制的, 使得对于所述入射太阳光 (40) 的任何入射方向, 所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 能够由所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 最佳地收集,

其特征在于, 所述光学装置 (20) 包括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层, 所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率, 其中所述具有多阶的多项式曲率显示至少一个拐点。

2. 根据权利要求1所述的光学机械系统, 其中, 该光学装置 (20) 的第一光学层的非球面曲率被选择成使得该光学装置 (20) 的场曲率最小化。

3. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述透镜具有圆形轮廓、正方形轮廓或六边形轮廓。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述光学装置 (20) 还包括第二光学层 (20''), 所述第一光学层 (20') 和所述第二光学层 (20'') 一个相对于另一个是可移动的。

5. 根据权利要求4所述的光学机械系统, 其中, 所述第二光学层 (20'') 中的透镜的直径等于或小于所述第一光学层 (20') 中的透镜的直径。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述透镜由玻璃、PMMA、硅树脂、结合在玻璃上的硅树脂或PC制成。

7. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 中的每个由位于所述光学装置 (20) 的对应的透镜的焦点处的一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 收集。

8. 根据权利要求7所述的光学机械系统, 其中, 至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 包括第一附加光学元件 (80), 用于提高角接收度和/或改善所述入射太阳光的对应的集中束 (50) 的分布均匀性和/或增加集中系数。

9. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述光学机械系统 (10) 包括至少一个第二附加光学元件 (80'), 用于将所述入射太阳光的至少一个集中束 (50) 分裂成具有不同波长的太阳光束 (60), 具有不同波长的个体太阳光束中的每个由一个单独的太阳能电池 (31', 31'', 31''') 收集。

10. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述光学机械系统 (10) 还包括一个波导 (90), 用于接收入射太阳光的所述一个或多个集中束 (50) 并且将入射太阳光的所述一个或多个集中束导引至所述至少一个太阳能电池 (31A, 31B)。

11. 根据权利要求10所述的光学机械系统, 其中, 所述至少一个太阳能电池 (31A, 31B) 被定位在所述波导 (90) 的侧面和/或下面。

12. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述光学机械系统 (10) 还

包括至少一个太阳能电池 (35), 用于收集漫射太阳光或别的未由所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 收集的任何太阳光。

13. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述移动机构能够使所述光学装置 (20) 沿着一个、两个或三个相垂直的轴线相对于所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 移动。

14. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学机械系统, 其中, 所述移动机构的移动基于机械变形。

15. 根据权利要求14所述的光学机械系统, 其中, 所述移动机构包括弹性弹簧和/或叶片或板弹簧。

16. 一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光 (40) 并且将其传输到至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 的方法, 包括:

■通过光学装置 (20) 捕获所述入射太阳光 (40) 的束, 集中捕获的所述入射太阳光的束, 以及将所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 传输到所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B), 以及

通过移动机构使所述光学装置 (20) 相对于所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 移动, 其中, 所述移动机构的移动是以这种方式可控制的, 使得对于所述入射太阳光 (40) 的任何入射方向, 所述入射太阳光的一个或多个集中束 (50) 能够由所述至少一个太阳能电池 (31, 31', 31'', 31''', 31A, 31B) 最佳地收集,

其特征在于, 所述光学装置 (20) 包括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层, 所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率, 其中所述具有多阶的多项式曲率显示至少一个拐点。

用于捕获入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的 光学机械系统和对应的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学系统技术领域,更具体地涉及光学机械系统(optomechanical system)技术领域。特别地,本发明涉及一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的光学机械系统和对应的方法。特别地,这样的光学机械系统可以以有利的方式用在太阳能电池板的构造中,以用于产生太阳能电力。

背景技术

[0002] 由于与温室气体排放和化石燃料储备枯竭相关的问题所推动的、对来自可再生源的能量的需求增加,光伏(或PV)电池已经被广泛用来将太阳光的能量转化为电功率。此主导太阳能技术由个体单晶或多晶硅光伏电池组成,所述光伏电池被组装在平坦面板(panel,电池板)模块中并且覆盖由太阳光辐照的区域。尽管此技术是成熟的并且在大规模生产中得到证明,但是对于单结硅太阳能电池,此技术的效率通常被限制到16%至22%。

[0003] 已经开发了基于多结的较高效率的光伏电池,但是它们的价格过高,且因此它们的使用通常限于航天工业。鉴于太阳能光伏效率直接影响由面板生成的电功率的价格和太阳能装置所需的表面面积,它是所有太阳能解决方案中的关键因素。

[0004] 提出的用于利用可负担得起的高效率光伏电池的一种解决方案是所谓的集中光伏(或CPV)。CPV系统利用入射太阳光在较小表面面积的光伏电池上的集中(concentration,聚集),从而降低总材料成本。由于此技术,可以使用效率高于40%的最佳现有光伏电池技术。太阳光的集中使得减小由光伏电池覆盖的总表面面积成为可能,而不会减少生成的电功率的量。太阳能集中器(concentrator,聚集器)利用光学部件诸如透镜或反射镜,这些部件提供进一步降低成本的潜力。因此,与由硅制成的常规光伏电池相比,该CPV系统使得可以以更低的生产成本生成电力。

[0005] 然而,使用CPV系统时的技术挑战之一在于追踪太阳光,这是因为太阳光的入射方向随时间的推移而变化。因此,CPV系统的主要缺点是它们需要始终朝向光源(即太阳)被定向,以便能够有效率地集中入射太阳光。此约束是由光学扩展量(ϵ tendue)的物理原理引起的,对于给定的角接收度(angular acceptance),该原理限制了最大集中系数(concentration factor)。太阳随日期和随季节的移动导致方位角和仰角的大变化。因此,具有固定取向的常规集中器要求宽的接收角以覆盖这些变化,并且因此将仅实现相对小的集中系数(通常小于10)。

[0006] 用于克服CPV系统中由光学扩展量原理施加的限制的常见解决方案在于,将集中器面板主动地朝向太阳旋转,以使得入射太阳光总是能够以正交于该面板的方式被引导。于是,集中器的角接收度可以相对小(例如小于2度),从而允许相对大的集中系数(通常大于100)。

[0007] 文献US 9 029 681描述了一种具有大约14°的较大角接收度的CPV模块。虽然与传统的CPV相比,此较大的角接收度角度是改善,但是该系统仍然要求朝向太阳主动旋转集中

器面板以有效率地工作,这是因为太阳在天空中随日期和季节的明显运动导致大得多的入射角度变化。

[0008] 通过旋转集中器面板进行的此主动太阳追踪呈现出几个重要的缺点。首先,该面板必须沿着两个轴线旋转,以跟随方位角改变和仰角改变,其中对两个角位置具有极高的精度要求(通常小于 0.5°)。此外,旋转系统必须移动整个面板的总重量,从而导致显著的功率消耗,以及风荷载带来的可靠性问题。最后,大多数追踪系统是耗费空间的,并且因此不适合在屋顶上安装,从而将其使用限于公用事业规模的设施。总的来说,这些缺点造成成本和尺寸以及能量浪费方面的开销。

[0009] 文献W0 2015/047928提出通过使用被设计用于将太阳光聚焦到条形太阳能电池上的柱面透镜来增加角接收度。此方法的主要缺点是,它适应仅围绕一个轴线的太阳位置的角度改变。

[0010] 另一方面,还存在所谓的发冷光太阳能集中器,该发冷光太阳能集中器是可以在不改变其取向的情况下实现具有宽接收角的太阳光平面集中的光子系统。这样的发冷光太阳能集中器由分布在一个光学波导中的荧光染料形成。当荧光染料受到入射太阳光撞击时,它可以再发射更长波长的光。然后,再辐射的光通过全内反射而被部分地陷获在该波导中,并且可以沿平面方向传播。在文献US 2014/0261622中公开了光学波导与PV电池组合的使用。

[0011] 因此,现有的光学模块实现具有仅有限的角接收度和/或效率的平面太阳能集中,并且因此常常需要与外部追踪系统结合使用。此外,大多数现有的微追踪系统要求特定的波导设计,并且因此不能够与其他类型的集中光学器件一起使用。另一方面,发冷光集中器因为其余的发射的光从波导逸出而遭受重大损失。此外,已经被陷获在该波导中的光的进一步吸收也导致重大损失,从而进一步降低系统的效率。

发明内容

[0012] 因此,本发明的目的是提出一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的新的光学机械系统和对应的方法,其中完全克服了或至少大大减少了已知系统和方法的上述缺点。

[0013] 本发明的目的特别是提出一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的光学机械系统和对应的方法,由于所述系统和方法,可以提高收集效率,而不丧失安装可能性的简易性和多面性。此外,该系统的总体成本将不会过高。

[0014] 根据本发明,这些目的特别是通过两个独立权利要求的要素来实现。此外,另一些有利的实施方案从从属权利要求和该描述中得出。

[0015] 特别地,本发明的这些目的通过一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的光学机械系统来实现,所述光学机械系统具有:

[0016] ■ 一个光学装置,其能够捕获入射太阳光的束,集中捕获的入射太阳光的束,以及将所述入射太阳光的一个或多个集中束传输到所述至少一个太阳能电池,以及

[0017] ■ 一个移动机构,用于使所述光学装置相对于所述至少一个太阳能电池移动,其中所述移动机构的移动是以这种方式可控制的,使得对于所述入射太阳光的任何入射方

向,所述入射太阳光的一个或多个集中束能够由所述至少一个太阳能电池最佳地收集,

[0018] 其中所述光学装置包括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层,所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率。

[0019] 由于本发明,相对于先前提出的解决方案,可以实现较高的入射太阳光收集效率。鉴于此,由于该移动机构的受控移动,所述入射太阳光的一个或多个集中束能够由所述至少一个太阳能电池最佳地收集,而与该入射太阳光的入射方向无关,且可以使该入射太阳光的整体收集和获得最大化。当本发明的光学机械系统与太阳光和太阳能电池一起使用时,本发明允许活性太阳能电池材料的显著减少,因为相对于不包括描述的集中机构的系统,太阳能电池的总表面面积可以显著减小。因此,可以使用高效太阳能电池,从而提高系统的效率而不导致过高的成本。另外,该光学装置包括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层,所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率。透镜的这些不同形状可以增加根据本发明的光学机械系统用于各种设施的灵活性。更具体地说,使用恰当地设计的非球面透镜,允许较宽的角接收度(最高达 60°)并允许几乎平坦的Petzval曲线(准远心度)。

[0020] 特别地,所述光学装置的第一光学层的非球面曲率可以被选择成使得所述光学装置的场曲率最小化。此外,该光学装置的第一光学层的非球面曲率可以被选择成使得实现球面场曲率。这些特征允许优化本发明的光学机械系统,并且特别是最小化或简化该系统的移位,同时最大化性能。

[0021] 在本发明的另一个优选实施方案中,所述光学装置还包括第二光学层,所述第一光学层和所述第二光学层相对于彼此是可移动的。使用两个不同的光学层允许有较高的灵活性和增加的精度使该光学机械系统适应入射太阳光的变化的入射方向,从而增加由太阳能电池收集入射太阳光的效率。

[0022] 优选地,所述第二光学层中的透镜的直径可以等于或小于所述第一光学层中的透镜的直径。以该方式,入射太阳光集中的精度可以增加,从而允许更好地收集和集中离开所述第一光学层的光。

[0023] 优选地,所述透镜由玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、硅树脂(可能地结合在玻璃上的硅树脂)或聚碳酸酯(PC)制成。玻璃是最常见的透镜材料。它具有良好的机械强度并且不易划伤。此外,它良好地传输几乎所有波长。PMMA(也称为丙烯酸玻璃)、硅树脂和PC具有类似的光学性质,但它们比玻璃轻得多,且可以通过廉价的工业过程诸如注射成型或压印容易地且精确地成形。

[0024] 在本发明的另一个优选实施方案中,所述入射太阳光的一个或多个集中束中的每个由位于所述光学装置的对应的透镜的焦点处的一个太阳能电池收集。因此,入射太阳光可以由与所述光学装置中的透镜阵列对应的太阳能电池阵列收集。

[0025] 另外,所述至少一个太阳能电池可以包括第一附加光学元件,用于提高角接收度和/或改善所述入射太阳光的对应的集中束的分布均匀性和/或增加集中系数和/或改善远心度。特别地,此第一附加光学元件可以是非球面透镜、抛物面集中器、Köhler光学器件或这些元件的组合。

[0026] 此外,所述光学机械系统还可以包括至少一个第二附加光学元件,用于将所述入射太阳光的至少一个集中束分裂成具有不同波长的太阳光束,其中,具有不同波长的个体

太阳光束中的每个由一个单独的太阳能电池收集。由于此分裂,专用的太阳能电池可以被用来独立地收集具有其特定波长范围的每个太阳光束,从而提高总能量转化效率。

[0027] 在本发明的另一个优选实施方案中,所述光学机械系统还包括一个波导,用于接收入射太阳光的一个或多个集中束并且将入射太阳光的一个或多个集中束导引到所述至少一个太阳能电池。由于使用波导,可以以更灵活的方式构建所述光学机械系统。特别地,根据对安装地点的具体要求,然后所述至少一个太阳能电池可以被有利地定位在所述波导的侧面和/或下面。

[0028] 此外,所述光学机械系统还可以包括至少一个太阳能电池,用于收集漫射太阳光或以极端入射角度进来的光。特别地,在所述光的传播方向上此“辅”太阳能电池可以定位在“主”太阳能电池下面,且以这种方式,此“辅”太阳能电池可以收集未被“主”太阳能电池收集的所有光。此“辅”太阳能电池也可以被放置在“主”太阳能电池周围。此附加特征允许该系统的更高效率。

[0029] 根据本发明的光学机械系统的最优选使用是其中入射太阳光是太阳光并且所述至少一个太阳能电池是太阳能电池的使用。于是,可以生产具有显著更高效率的太阳能电池板,该太阳能电池板不要求具有旋转元件的累赘的外部追踪器。

[0030] 在本发明的另一个优选实施方案中,所述移动机构能够使所述光学装置沿着一个、两个或三个垂直的轴线相对于所述至少一个太阳能电池移动。具体地,优选地,所述移动机构的移动可以基于机械变形,以避免摩擦,且因此提高所述光学机械系统的可靠性和寿命。为此,弹性弹簧和/或叶片(板弹簧)是优选的元件。

[0031] 上文提及的本发明的所有优选实施方案具有不要求任何外部追踪系统的优点。这允许实现平坦集中器太阳能电池板模块。

[0032] 在这个地方,我们要重申的是,本发明还涉及一种用于捕获具有可变入射方向的入射太阳光并且将其传输到至少一个太阳能电池的方法,该方法包括:

[0033] ■通过光学装置捕获入射太阳光的束,集中捕获的所述入射太阳光的束,以及将所述入射太阳光的一个或多个集中束传输到所述至少一个收集光元件,以及

[0034] ■通过移动机构使所述光学装置相对于所述至少一个太阳能电池移动,其中所述移动机构的移动是以这种方式可控制的,使得对于所述入射太阳光的任何入射方向,所述入射太阳光的一个或多个集中束能够由所述至少一个太阳能电池最佳地收集,

[0035] 其中所述光学装置包括由具有非球面曲率的光学透镜制成的第一光学层,所述透镜的至少一个表面具有多阶的多项式曲率。

附图说明

[0036] 根据以下结合附图进行的详细描述,本发明的前述和其他目的、特征和优点是明显的,在附图中:

[0037] 图1A是光学机械系统的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第一方向;根据本发明的第一实施方案,透镜具有非球面曲率;

[0038] 图1B是光学机械系统的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第二方向;根据本发明的第一实施方案,透镜具有非球面曲率;

[0039] 图2是穿过根据本发明的第一实施方案的光学机械系统的示意性俯视图;

[0040] 图3A是光学机械系统的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第一方向;根据本发明的第二实施方案,第二光学层和第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0041] 图3B是光学机械系统的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第二方向;根据本发明的第二实施方案,第二光学层和第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0042] 图4是光学机械系统的示意性横剖视图;根据本发明的第三实施方案,第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0043] 图5是光学机械系统的另一个示意性横剖视图;根据本发明的第一实施方案,第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成(对应于图1A);

[0044] 图6是光学机械系统的示意性横剖视图;根据本发明的第四实施方案,第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0045] 图7是光学机械系统的示意性横剖视图;根据本发明的第五实施方案,第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0046] 图8是光学机械系统的示意性横剖视图;根据本发明的第六实施方案,第一光学层由具有非球面曲率的透镜制成;

[0047] 图9A、图9B、图9C和图9D是根据本发明的第六实施方案的光学机械系统的各种变化的示意性横剖视图;

[0048] 图10A和图10B是根据本发明的第七实施方案的光学机械系统的一部分的示意性俯视图和示意性横剖视图;

[0049] 图11A和图11B是根据本发明的第八实施方案的光学机械系统的一部分的示意性俯视图和示意性横剖视图。

[0050] 图12A是根据本发明的第一实施方案的非球面透镜的示意性横剖视图;

[0051] 图12B是根据本发明的第一实施方案的具有其Petzval曲线的非球面透镜的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第一方向;

[0052] 图12C是根据本发明的第一实施方案的具有其Petzval曲线的非球面透镜的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第二方向;

[0053] 图13A是不根据本发明的具有其Petzval曲线的球面透镜的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第一方向;

[0054] 图13B是不根据本发明的具有其Petzval曲线的球面透镜的示意性横剖视图,其中入射太阳光具有第二方向。

具体实施方式

[0055] 图1A、图1B和图2例示了根据本发明的第一实施方案的光学机械系统10。此光学机械系统10包括光学装置20,在此实施方案中,该光学装置包括由一系列具有非球面曲率的光学透镜组成的单个光学层。所述透镜的凸表面由附图标记21和22例示出。根据本发明的此第一实施方案的光学机械系统10可以捕获和收集入射太阳光40。为此,光学装置20能够捕获撞击透镜阵列的上表面的入射太阳光40的束,以集中捕获的入射太阳光的束,且将该入射太阳光的一个或多个集中束50传输到太阳能电池31。

[0056] 在本申请中,术语“以集中”太阳光束基本上意味着该束被去准直并且被聚焦于一个特定点。特别地,根据本发明的光学机械系统可以被用来集中入射太阳光40(其中所有太

阳光线具有平行的入射方向)并且使所有太阳光线聚焦于一个或多个特定点,在所述一个或多个特定点它们然后可以由一个或多个太阳能电池31收集。

[0057] 回到图1A和图1B,可以看出,光学装置20将入射太阳光40的束集中成三个不同的集中束50。其后,这些集中束50中的每个由一个对应的太阳能电池31收集。当然,在真实世界的实施方式中,即在太阳能电池板中,光学装置20中的透镜的数目通常比三大得多,且还将存在对应数目的太阳能电池(太阳能电池)31。

[0058] 一旦入射太阳光40的入射方向已经改变,例如,当太阳在白天期间已经改变了其在天空上的位置时,图1A的光学装置20将不能够有效率地将入射太阳光40集中到太阳能电池31。为了维持太阳能电池31上的最佳集中并且因此也维持入射太阳光40的收集效率,可以通过移动机构(未表示出)使光学装置20相对于太阳能电池31移动,如由箭头所例示的。在此移动之后,光学装置20被再次定位成使得入射太阳光40可以以最佳方式被集中并且被太阳能电池31收集。光学装置20的此移动可以在入射太阳光40的入射方向的移动期间不断地执行,由此对于任何入射方向将入射太阳光40的集中和收集保持在最佳水平。

[0059] 图2以俯视图例示了光学机械系统10。由具有六边形形状并且构建蜂窝图案的透镜组成的光学装置20集中入射太阳光,使得每个集中束50可以由分配给特定透镜的太阳能电池31收集。太阳能电池31可以在收集装置30中连结在一起,收集装置30特别地还包括用于互连所有太阳能电池31的连接元件(未表示出)。

[0060] 光学装置20中的在图1A和图1B中图示的透镜具有非球面曲率。更具体地,所述透镜的至少一个表面(例如顶表面、底表面或顶表面和底表面二者)也可以具有多阶(通常为6阶或更多阶)的多项式曲率,该多项式曲率允许曲率符号沿着表面的改变(拐点)。这允许在宽角度上形成具有减小的光学像差的焦点,同时为光学设计提供更大的自由度。此外,透镜还可以具有圆形、正方形或六边形轮廓(如图2中所例示的)。典型的透镜直径是5mm至50mm,且它们的厚度是3mm至25mm。它们具有50倍至500倍的典型集中系数。

[0061] 图3A和图3B例示了根据本发明的第二实施方案的光学机械系统10。相对于根据本发明的第一实施方案的光学机械系统10,根据本发明的第二实施方案的此光学机械系统10包括由两个光学层20'、20''组成的光学装置20。这两个光学层20'、20''也由具有非球面曲率的透镜组成。

[0062] 当入射太阳光40的束撞击光学装置20的上表面23时,光学装置20再次能够捕获入射太阳光40的束,以集中该捕获的入射太阳光的束(通过中间束50),且将该入射太阳光的充分集中束60传输到太阳能电池31。

[0063] 再次,一旦入射太阳光40的入射方向已经改变,图3A的光学装置20就不能够有效率地将入射太阳光40集中到太阳能电池31。因此,且为了维持入射太阳光40在太阳能电池31上的最佳集中,可以通过移动机构使光学装置20相对于太阳能电池31移动,如由图3B中的箭头所例示的。在此移动之后,光学装置20被再次定位成使得入射太阳光40可以以最佳方式被集中并且被太阳能电池31收集。

[0064] 可以通过使两个光学层20'和20''相对于太阳能电池31移动,或通过使两个光学层20'、20''中的仅一个相对于彼此和/或相对于太阳能电池31移动,来执行光学装置20的移动。

[0065] 图4例示了根据本发明的第三实施方案的光学机械系统10。在此实施方案中,光学

装置20再次由两个光学层20A、20B组成。然而,第一光学层20A由非球面透镜构成,且第二光学层20B(在入射太阳光40的入射方向上再往下)是具有表面25、26的单个层,所述表面25、26具有允许入射太阳光40的最佳集中的形状。如在图4中可以看到,入射太阳光40的束首先被略微集中成束50,并且然后在第二光学层20B内被准直成平行束60,之后被集中成各个束70,这些束70全都由单个太阳能电池31收集。不言而喻,此实施方案通过使用相较于先前的实施方案甚至更少的太阳能电池31(即较高的集中系数),允许成本进一步降低。

[0066] 图5与图1A相同并且用于例示以下事实:所有太阳能电池31可以是相同类型的并且被连结成阵列30,在该阵列中,每个太阳能电池31收集来自光学装置20中的一个对应的透镜的集中束50。当使用太阳能电池时,它们可以例如是异质结、多结、GaAs或c-Si型。此外,它们可以具有0.1mm至5mm的典型直径。

[0067] 图6例示了根据本发明的第四实施方案的光学机械系统10。根据本发明的第一实施方案的光学机械系统10与根据本发明的第四实施方案的此光学机械系统10之间的区别在于使用与每个太阳能电池31连接的第一附加光学元件80。这些第一附加光学元件80特别地可以被用于提高角接收度和/或用于改善入射太阳光40的对应的集中束50的分布均匀性和/或用于增加集中系数。

[0068] 在图7中例示了根据本发明的第五实施方案的光学机械系统10。根据本发明的此第五实施方案的光学机械系统10的特殊性在于此光学机械系统10包括第二附加光学元件80'和三种不同类型的太阳能电池31'、31''、31'''的事实。这些第二附加光学元件80'能够分裂入射太阳光40(其包括具有不同波长的光40'、40''、40''')的谱,并且然后将谱的部分分配到对应的太阳能电池31'、31''、31'''。假如不同的太阳能电池31'、31''、31'''中的每个在其接收并且收集的光谱的给定部分中具有特别高的效率,则此解决方案是特别有利的。

[0069] 图8例示了根据本发明的第六实施方案的光学机械系统10。相对于根据本发明的先前的实施方案的光学机械系统10,根据本发明的此第六实施方案的光学机械系统10还包括波导90,该波导90接收入射太阳光40的集中束50并且将它们导引到太阳能电池31A、31B,所述太阳能电池31A、31B被定位在波导90的两个末端处。当然,也可以将太阳能电池31A、31B定位在不同的位置。为此,波导90包括反射和方向元件91,该反射和方向元件91可以根据太阳能电池31A、31B的位置和其他约束而具有不同的位置和形状。

[0070] 图9A、图9B、图9C和图9D示出了反射和方向元件91的形状的一些选项以及波导90的上表面的形状的一些选项。如可以看到的,上表面92可以包括具有各种形状的折射凹处93,以在波导90内实现进一步的集中效果和/或准直效果。除了别的之外,使用准直束具有的优点是,光路是直的并且因此可以容易地以高准确性来预测。因此,可以设计这样的系统,其中光可以避开注入特征,所述注入特征是其传播的障碍。以此方式,可以有效率地防止因从波导向外耦合的光损失。

[0071] 最后,本发明的第七实施方案和第八实施方案的光学机械系统10可以包括附加(或“辅”)太阳能电池35,用于收集漫射太阳光,即未由“主”太阳能电池31收集的任何太阳光。如在图10A、图10B、图11A和图11B中所例示的,这些辅太阳能电池35可以被定位在主太阳能电池31周围(即,围绕它们定位),或当在入射太阳光40的入射方向上看时定位在太阳能电池31之下。当使用太阳能电池时,这些辅太阳能电池可以是例如有机电池(Graetzel)、钙钛矿、薄膜或c-Si电池,而主电池是高效率电池,由此使系统10的总能量收集效率增加更

多。

[0072] 图12A例示了透镜120,其中顶表面和底表面都具有多阶多项式的非球面曲率。顶表面121的曲率是会聚的,而底表面的曲率具有会聚部分122和发散部分123。通过用来限定非球面表面的多项式的大量系数,使得会聚部分和发散部分之间的此拐点(inflexion,转折)成为可能。

[0073] 图12B和图12C例示了非球面透镜120,其中入射太阳光束40来自两个不同的方向。当入射太阳光束40来自第一方向时(图12B),中间束50被引向底表面的会聚部分122,这增加中间束50的会聚并且减小输出束60会聚的距离(即减小了焦距)。当入射太阳光束40来自第二方向时(图12C),中间束50被引向底表面的发散部分123,这减小中间束50的会聚并且增加输出束60会聚的距离(即增加了焦距)。如由这两种配置所例示的,通过优化限定非球面透镜120的曲率的多项式实现的该非球面透镜的特定设计,使根据入射太阳光40的方向调整输出束60的会聚成为可能,以使得透镜的焦平面124几乎是平坦的(Petzval场曲率被最小化)。类似地,多项式曲率可以被优化以实现任何期望的焦平面形状,诸如球面焦平面。

[0074] 图13A和图13B例示了球面透镜120,其中入射太阳光束40来自两个不同的方向。因为透镜表面是球面的,所以焦平面124具有比在图12A、图12B和图12C中描述的非球面透镜设计强得多的Petzval场曲率。

[0075] 尽管已经参考特定装置、材料和实施方案描述了本公开内容,但是本领域技术人员可以根据前面的描述容易地确定本公开内容的基本特征,同时可以做出各种改变和修改,以适应如在下方的权利要求中阐述的各种使用和特性。

[0076] 特别地,如在前面的描述中描述的光学机械系统也可以以相反的方向使用,从而允许例如优化的闪电系统(lightning system)。更具体地,如果使用一个光源代替太阳能电池31、31'、31''、31'''、31A、31B,可以容易地使用光学装置20以调整此光的辐照方向。为此,需要通过移动机构来使光学装置20相对于光源移动,直到实现所需的辐照方向。本发明的所有不同实施方案(在光学装置20中具有单个光学层、在光学装置20中具有两个光学层、具有波导90)可以以类似于光学机械系统10的用于收集入射太阳光40的使用的方式来使用,如事先解释的。本领域技术人员当然也将理解,如果以此方式使用光学机械系统10,可以同样地部署附加元件(例如,用于改变光的波长等)。

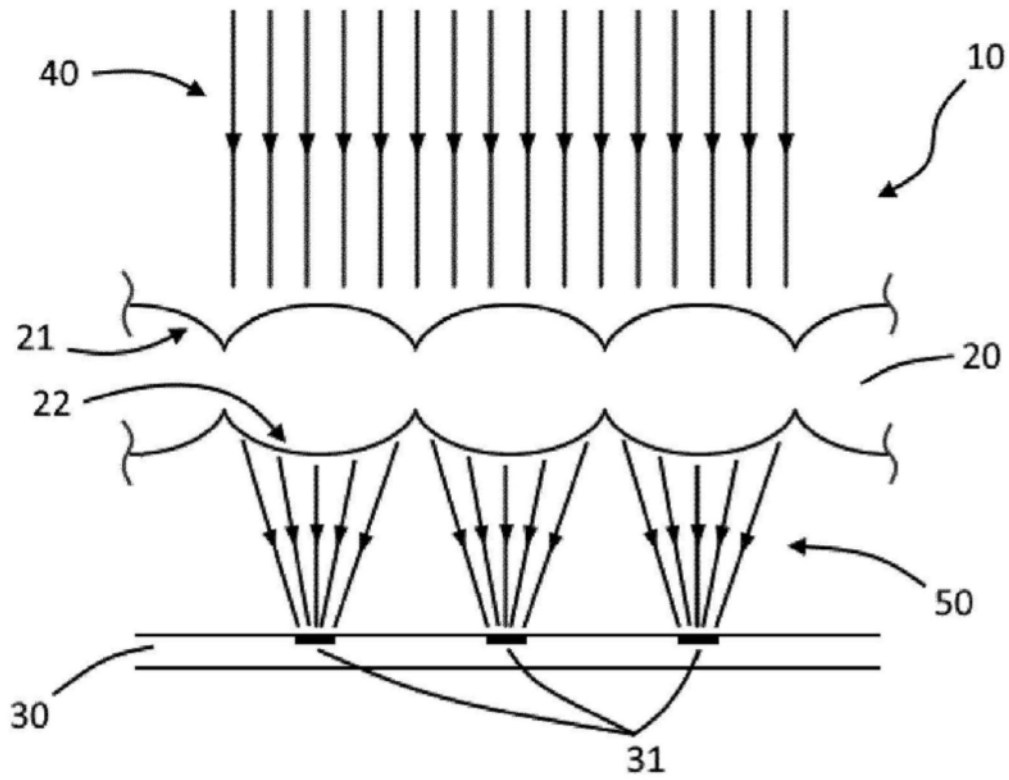


图1A

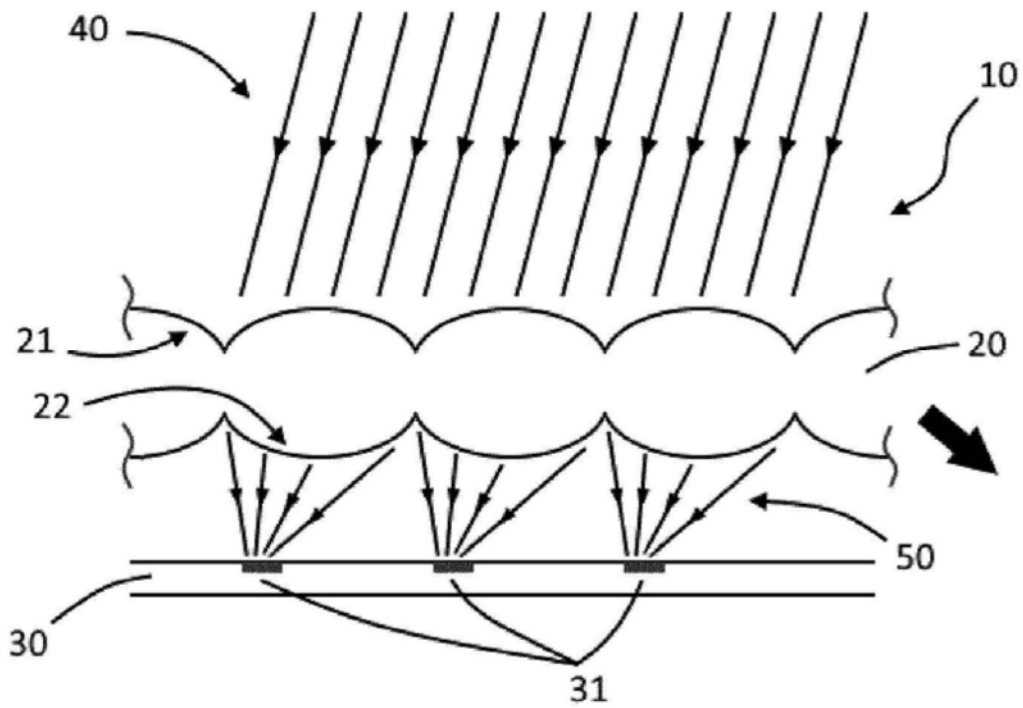


图1B

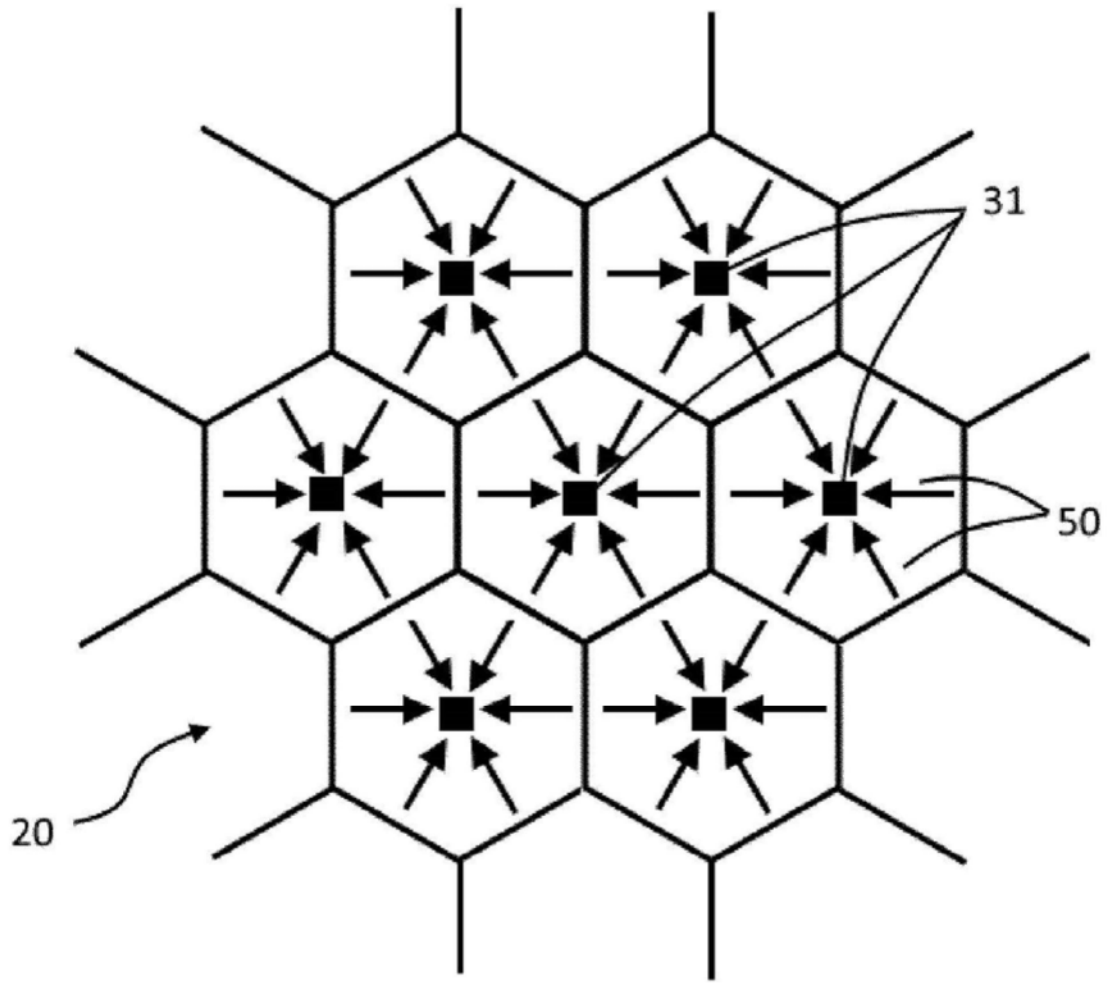


图2

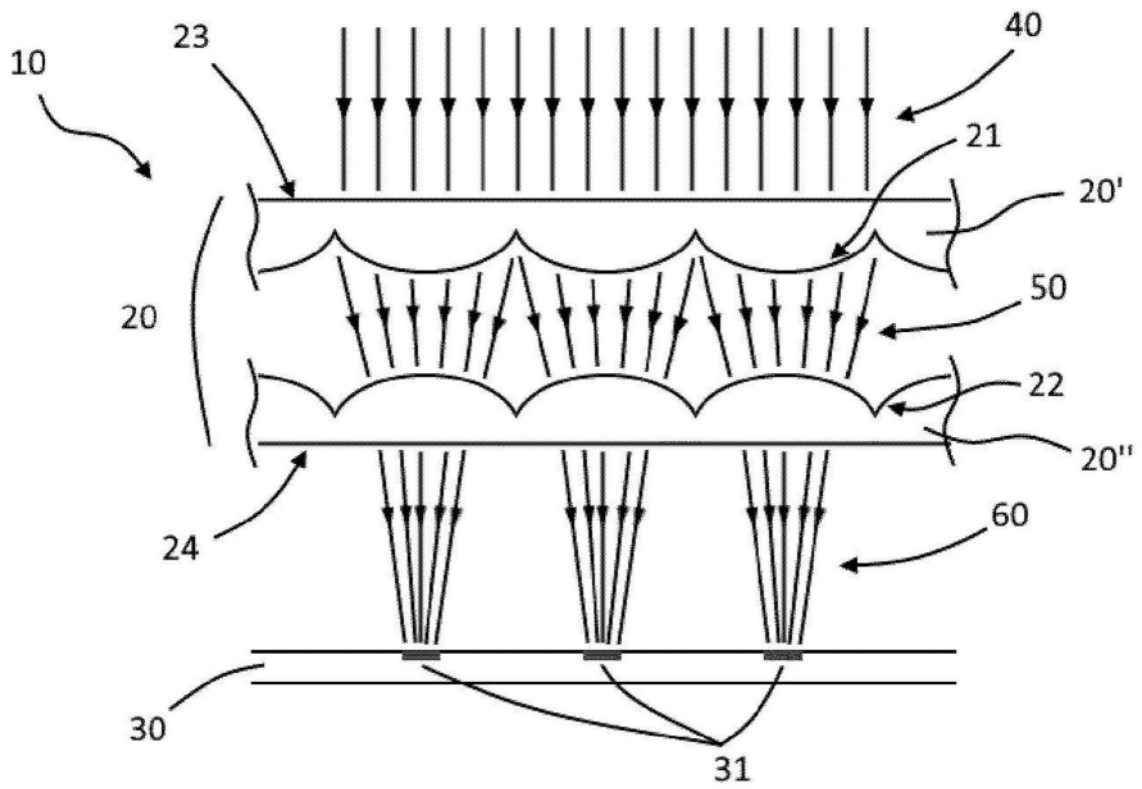


图3A

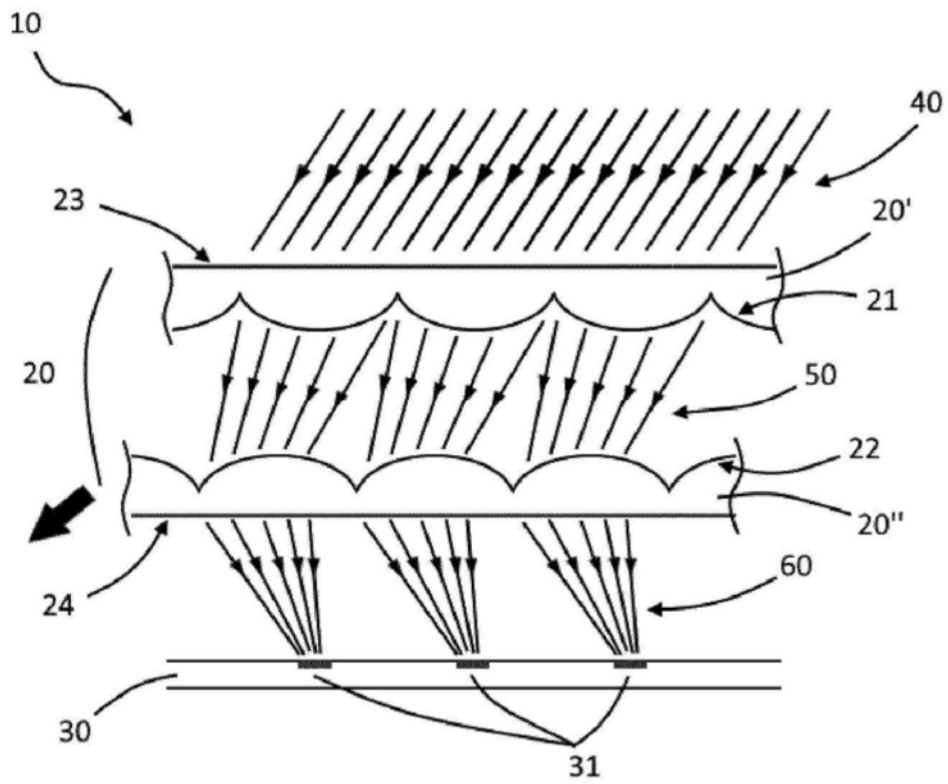


图3B

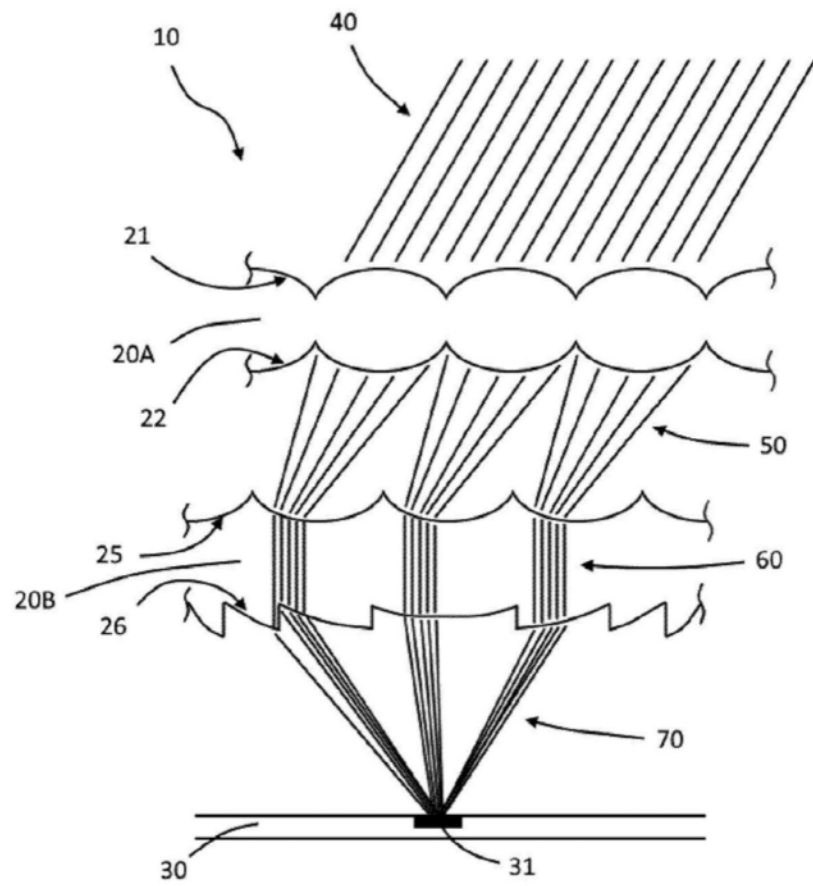


图4

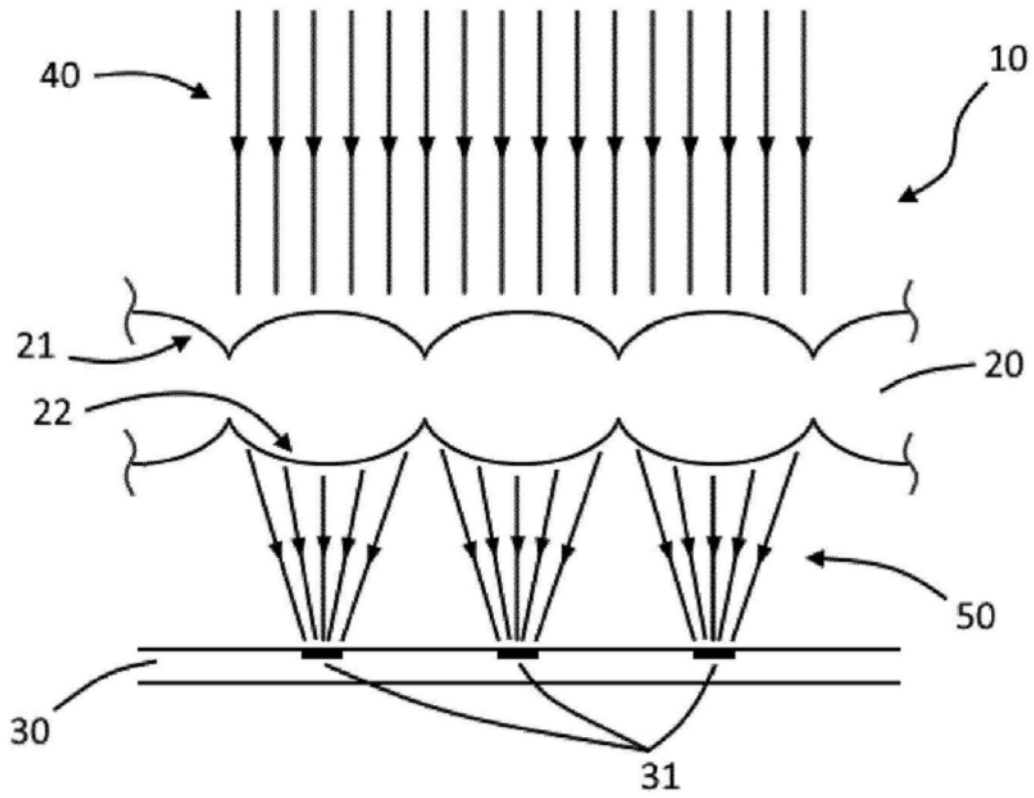


图5

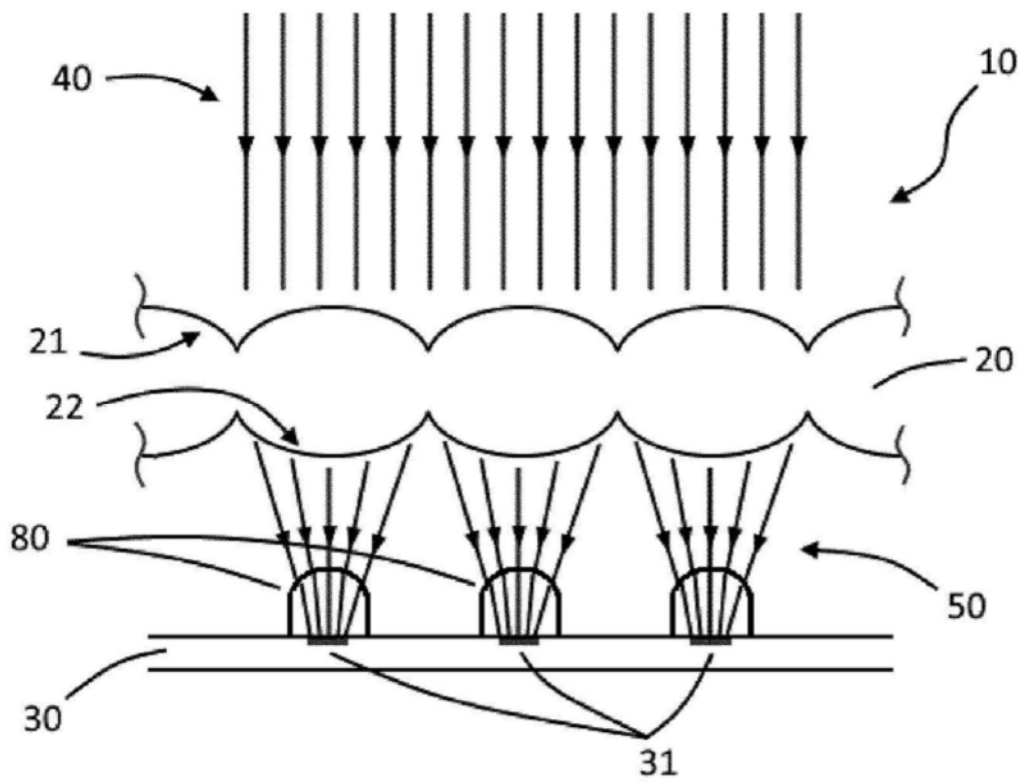


图6

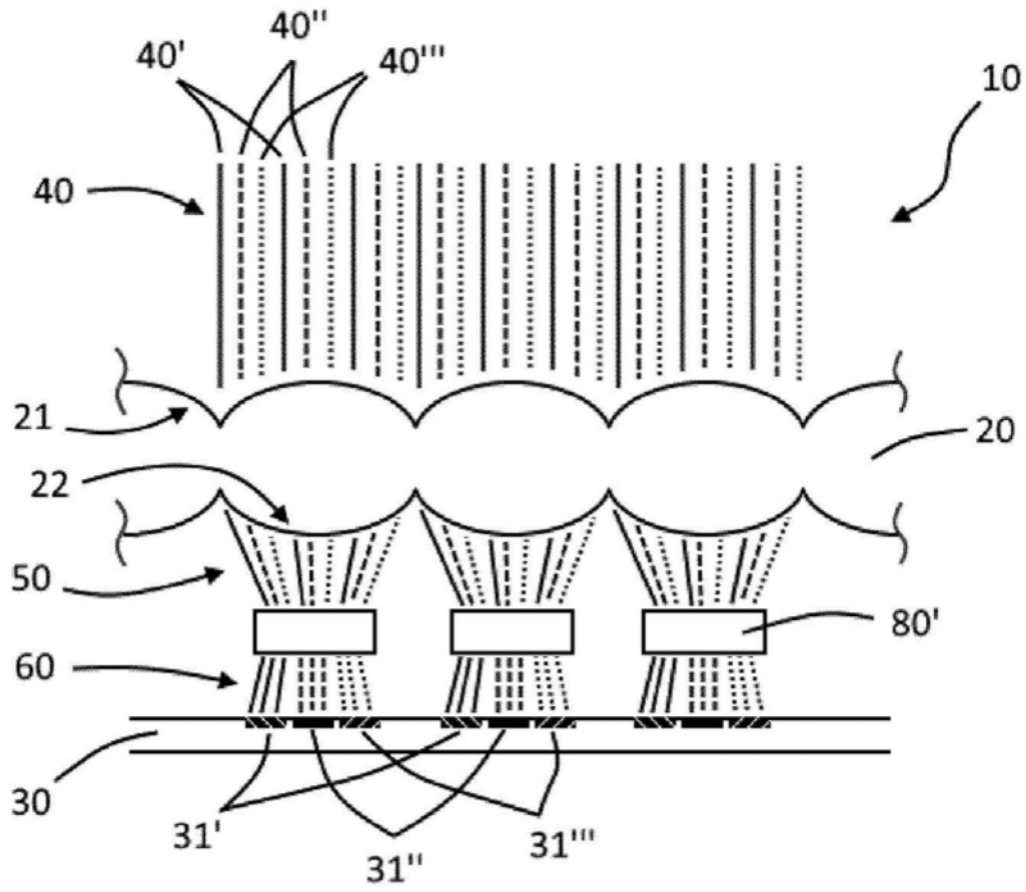


图7

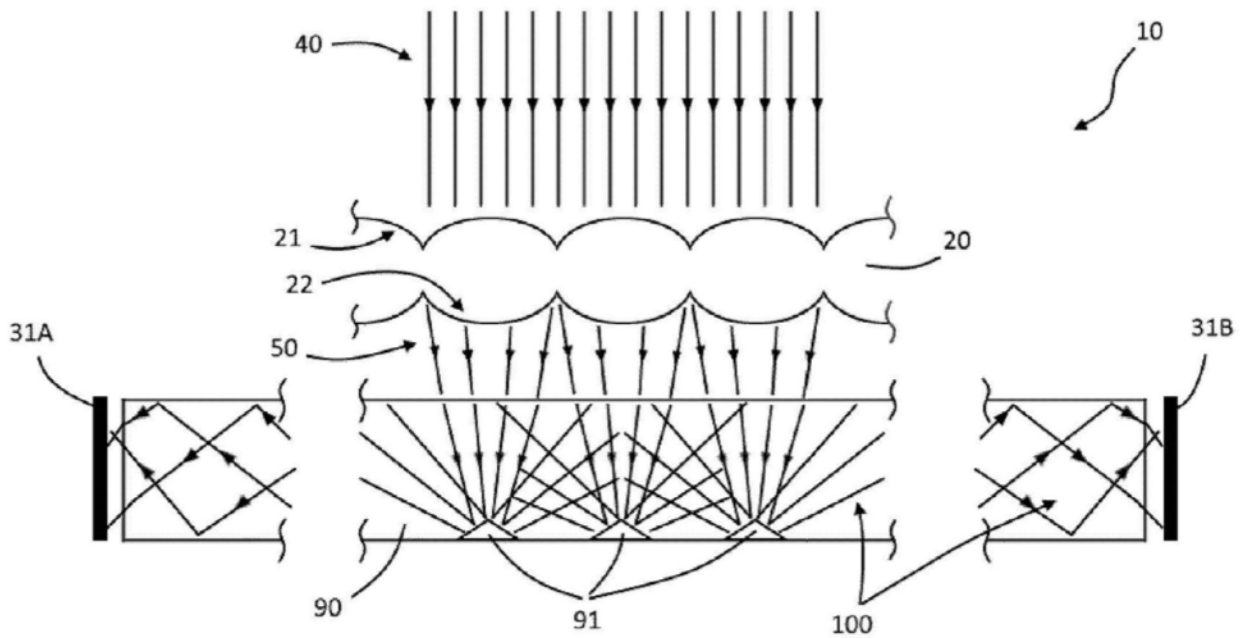


图8

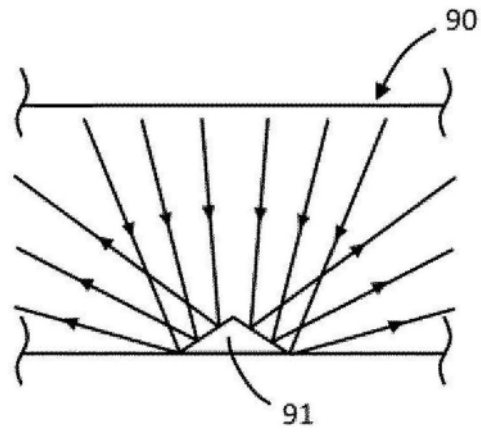


图9A

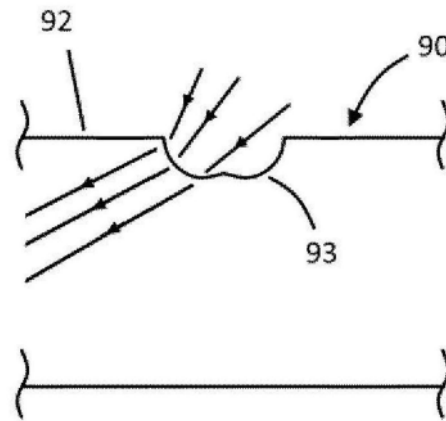


图9B

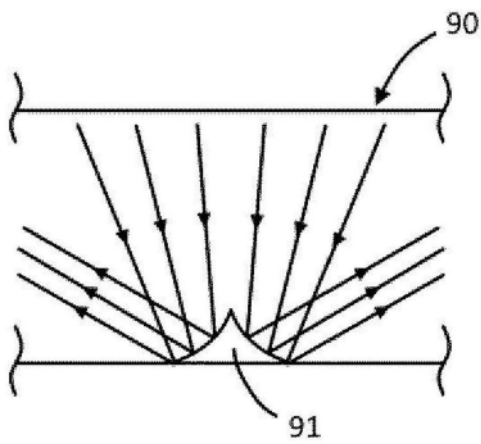


图9C

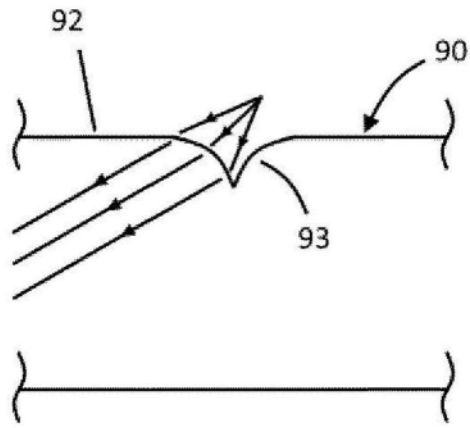


图9D

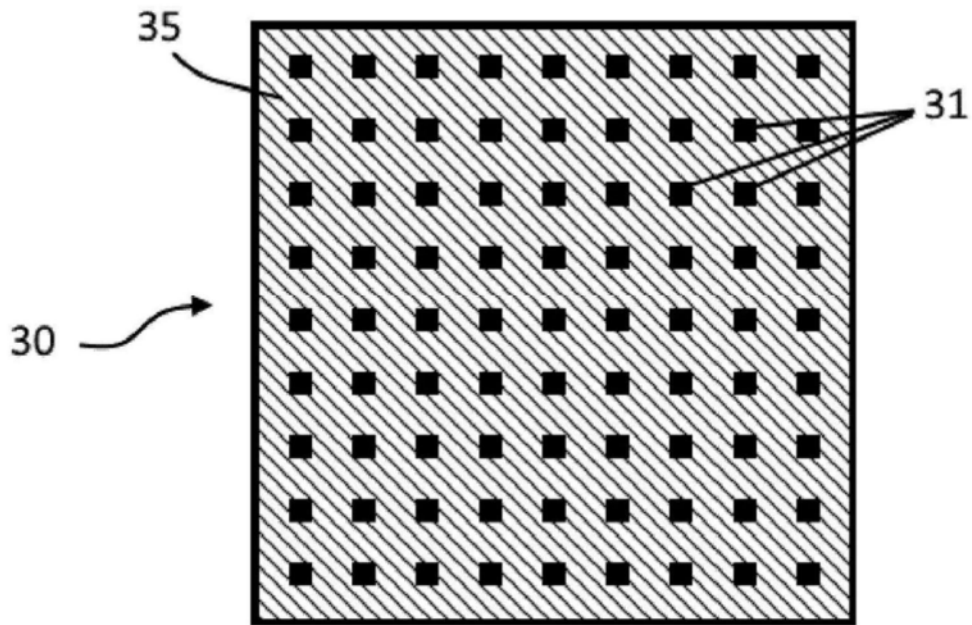


图10A

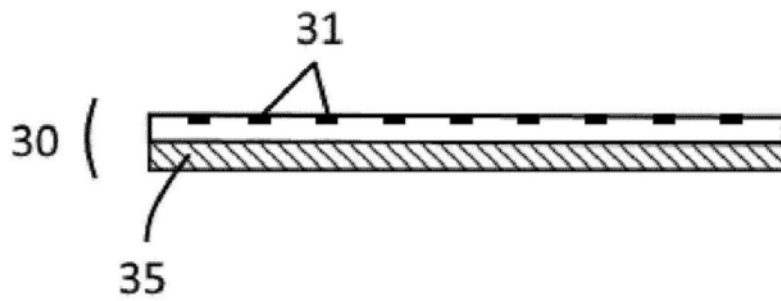


图10B

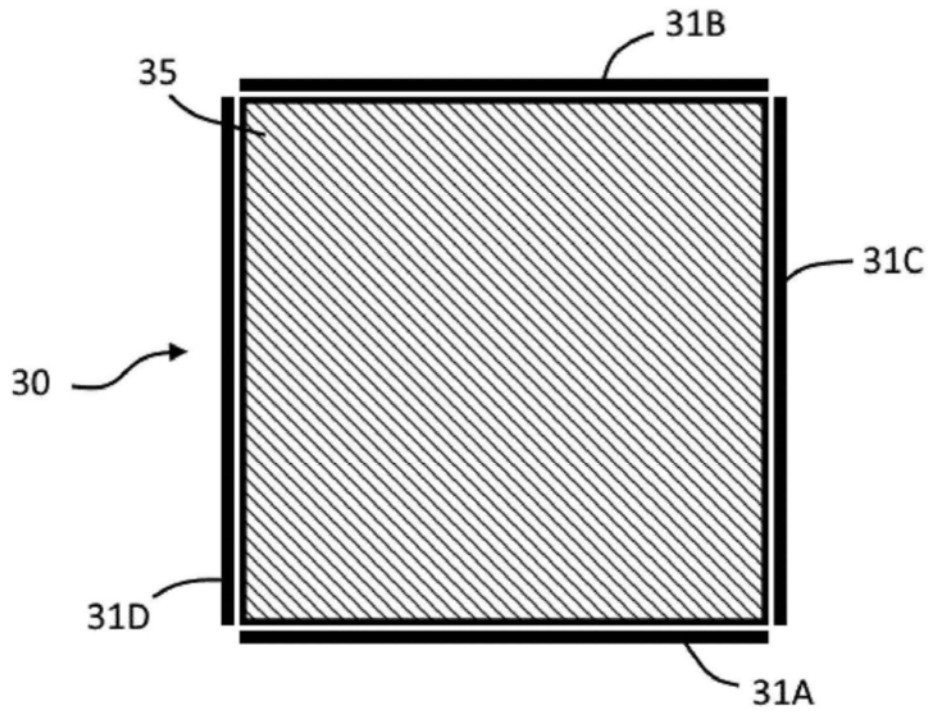


图11A

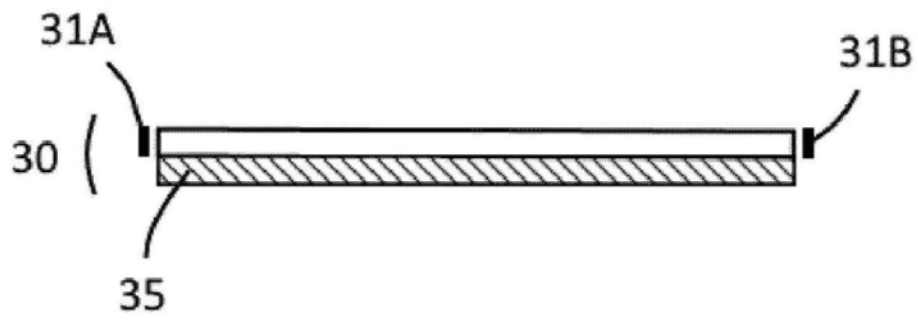


图11B

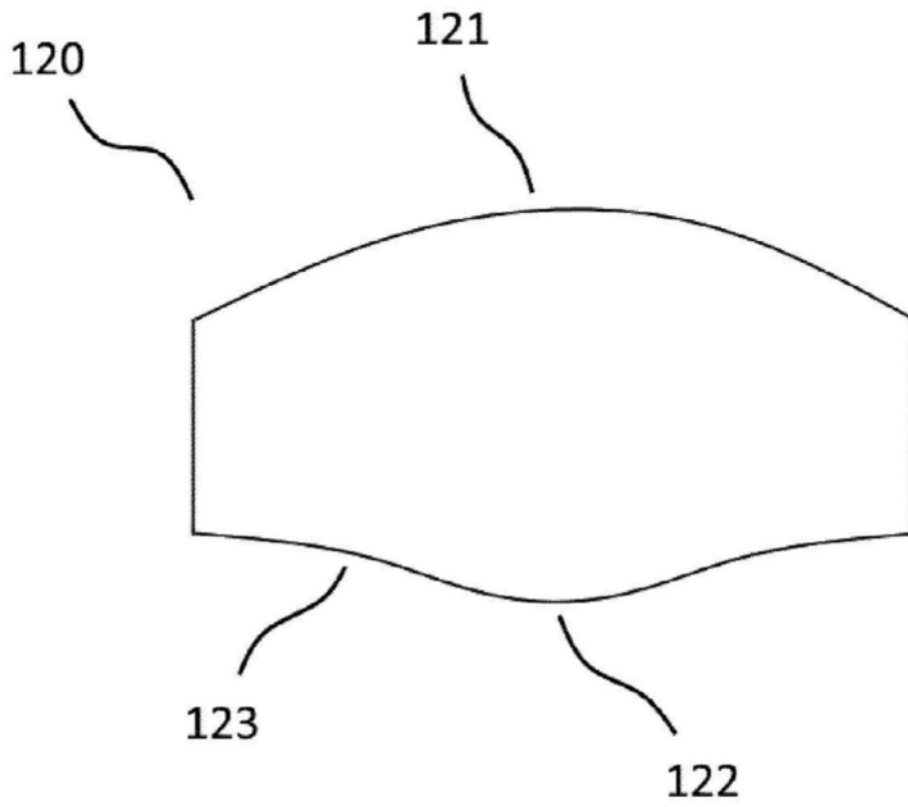


图12A

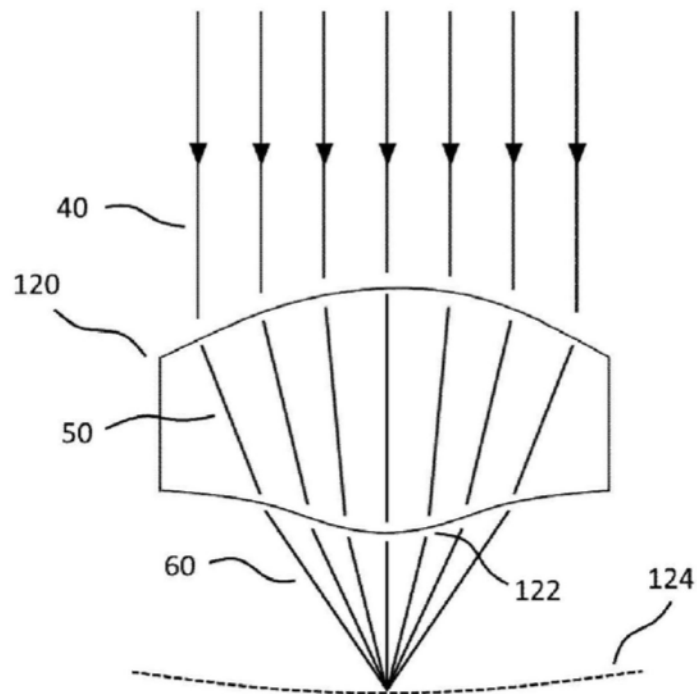


图12B

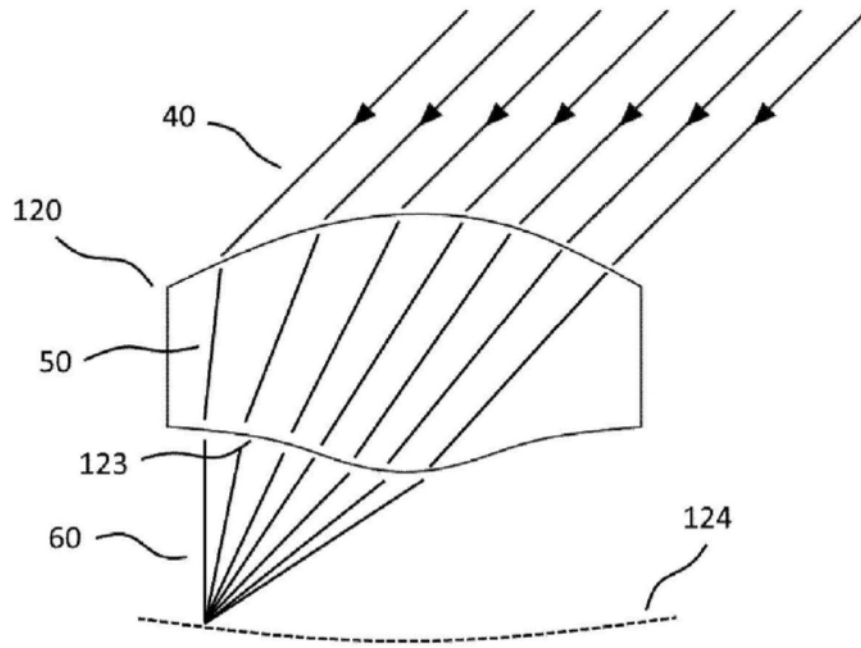


图12C

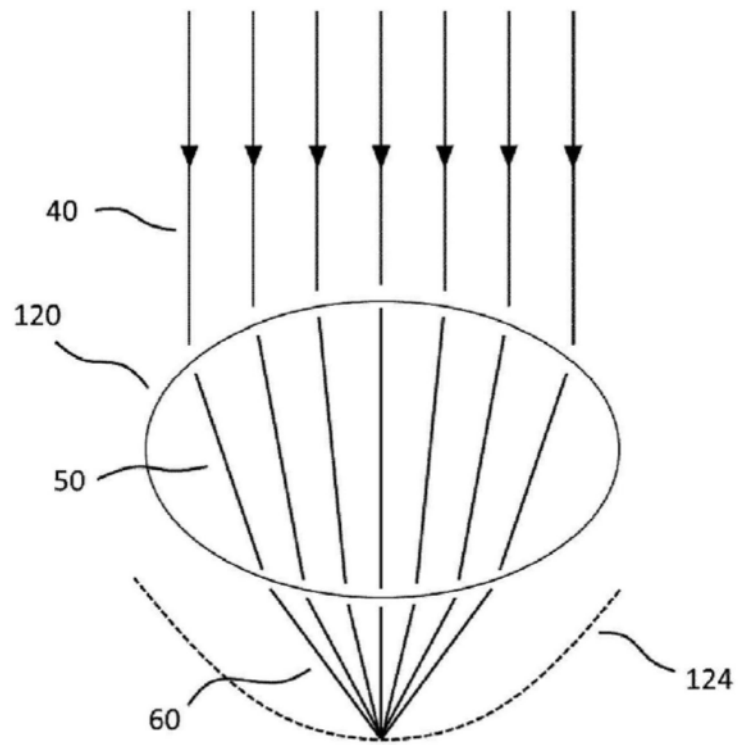


图13A

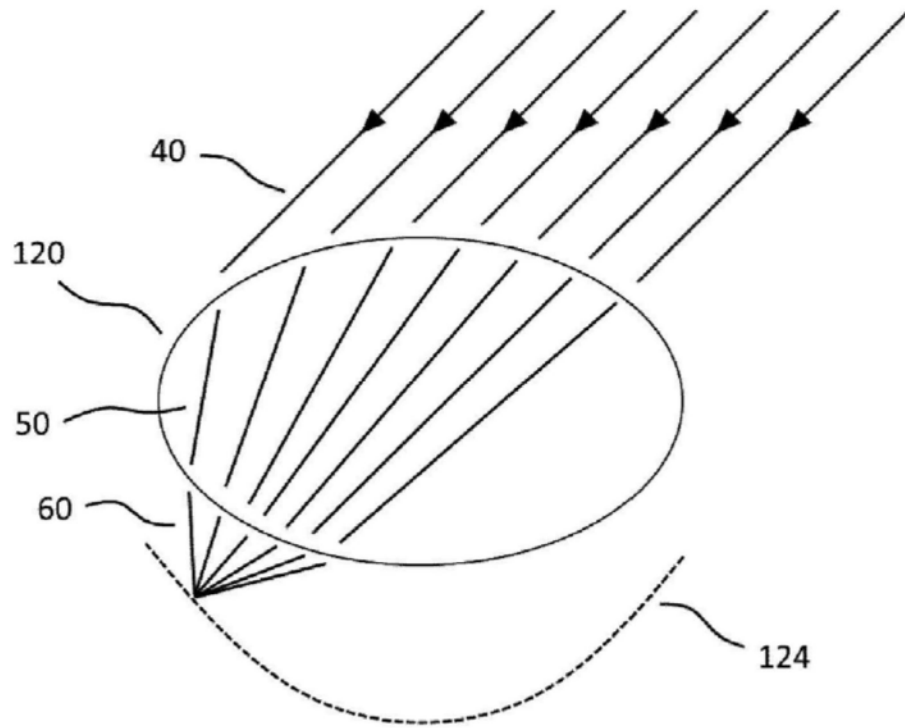


图13B