



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115144938 A

(43) 申请公布日 2022. 10. 04

(21) 申请号 202110336908.X

(22) 申请日 2021.03.29

(71) 申请人 上海近观科技有限责任公司

地址 201800 上海市嘉定区环城路2222号1幢J

(72) 发明人 不公告发明人

(74) 专利代理机构 江苏坤象律师事务所 32393

专利代理师 赵新民

(51) Int. Cl.

G02B 3/00 (2006.01)

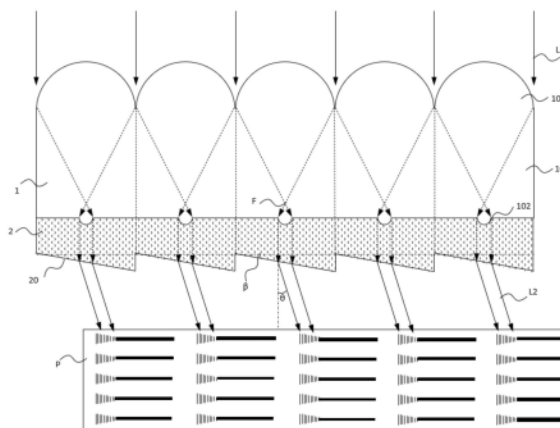
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54) 发明名称

一种集成光学芯片的信号光收集结构

## (57) 摘要

本发明提供一种集成光学芯片的信号光收集结构,覆盖在集成光学芯片的表面,包括第一介质层,所述第一介质层由多个第一结构单元周期性扩展而成;所述第一结构单元包括第一微纳结构及第二微纳结构,是垂直于周期性扩展方向延伸的半圆柱凸条;所述第一微纳结构的焦距长于第二微纳结构的焦距;所述第一微纳结构与第二微纳结构的焦点在同一空间位置上。还设置第二介质层,包括第二结构单元;所述第二结构单元的截面呈楔形。能够会聚信号光,并进一步控制信号光进入集成光学芯片的角度,收集效率高,结构简洁,制作方便、成本低,有利于集成光学芯片适用于更广泛的领域。



1. 一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述信号光收集结构覆盖在所述集成光学芯片的表面,还包括:

由多个第一结构单元周期性扩展而成的第一介质层;

所述第一结构单元包括信号光入射侧的第一微纳结构和朝向所述集成光学芯片一侧的第二微纳结构;所述第一微纳结构及第二微纳结构是垂直于周期性扩展方向延伸的凸条,所述凸条截面呈弧形;

所述第一微纳结构的焦距长于第二微纳结构的焦距,所述第一微纳结构与第二微纳结构的焦点在同一空间位置上。

2. 根据权利要求1所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第一微纳结构和/或第二微纳结构的截面呈半圆形。

3. 根据权利要求2所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第一微纳结构的截面半径大于第二微纳结构的截面半径。

4. 根据权利要求2所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第一微纳结构的截面直径大于 $50\mu\text{m}$ ,且不超过 $5000\mu\text{m}$ ;所述第二微纳结构的截面直径在 $1\mu\text{m}$ 以上且小于 $500\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求2所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第一结构单元扩展的周期等于所述第一微纳结构的截面直径。

6. 根据权利要求1-5任意一项所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:还包括设置在第一介质层与集成光学芯片之间的第二介质层;所述第二介质层与所述第一介质层的折射率不同。

7. 根据权利要求6所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第一介质层和/或所述第二介质层采用聚合物材料注塑成型,或是通过反应离子刻蚀制备而成。

8. 根据权利要求6所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二介质层采用高折射率材料制作而成;所述高折射率材料包括但不限于 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、铌酸锂、钽酸锂。

9. 根据权利要求6所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二介质层采用高分子聚合物材料制作而成;所述高分子聚合物材料包括但不限于聚二甲基硅氧烷、聚甲基丙烯酸甲酯、硅酮胶、SU-8聚合物,水凝胶。

10. 根据权利要求6所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二介质层包括若干第二结构单元;所述第二结构单元的截面呈楔形,第二结构单元的楔面朝向所述集成光学芯片。

11. 根据权利要求10所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二结构单元与所述第一结构单元一一对应设置。

12. 根据权利要求10所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二结构单元在所述周期性扩展方向上的宽度等于所述第一微纳结构的截面宽度。

13. 根据权利要求10所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二结构单元的楔面倾斜角度范围是 $1^\circ\sim 50^\circ$ 。

14. 根据权利要求10所述的一种集成光学芯片的信号光收集结构,其特征在于:所述第二结构单元至少有2个,每个所述第二结构单元的楔面倾斜角度相同。

## 一种集成光学芯片的信号光收集结构

### 技术领域

[0001] 本发明属于集成光学技术领域,尤其涉及一种集成光学芯片的信号光收集结构。

### 背景技术

[0002] 本部分旨在为权利要求书中陈述的本发明的实施方式提供背景或上下文。此处的描述不因为包括在本部分中就应认为是现有技术。

[0003] 传统的电学集成芯片由于受到电子瓶颈的限制,难以应对未来大容量通信网络对高速率和低功耗的严苛要求。集成光学芯片由于其与传统的CMOS工艺兼容,同时具有低损耗等优点,近年来成为了代替电学集成芯片的新型集成芯片。目前,集成光学芯片已经成为当今光子学领域最为前沿技术之一,是光学发展的必由之路和高阶阶段。与自由空间光学、光纤光学相比,集成光学芯片的器件及系统具有尺寸小、可扩展、功耗低、稳定性高等诸多优点。作为基础性的问题之一“信号光收集结构”也是集成光学芯片亟需研发的重点。信号光只有被芯片收集,芯片才能基于收集到的信号光进行转换等信号处理实现预期的芯片设计功能,特别是要实现对收集到的光子进行操纵、分光或成像等功能时,信号光收集结构的设计对集成光学芯片功能的影响就尤为突出。

[0004] 如何在集成光学芯片上设置一种构造简单,能够有效的控制光的衍射和传播并且能够减少信号光的反射,获得较高收集率的信号光收集结构对于集成光学芯片的应用和发展十分重要,意义深远。

[0005] 所述背景技术部分公开的上述信息仅用于加强对本公开的背景的理解,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。背景技术部分的内容仅仅是公开人所知晓的技术,并不当然代表本领域的已有的现有技术。

### 发明内容

[0006] 本发明是为解决上述现有技术的全部或部分问题,本发明提供了一种集成光学芯片的信号光收集结构,采用周期性的微纳结构,覆盖在集成光学芯片表面,信号光通过其收集后进入集成光学芯片,为芯片上的光电探测元件接收,用于后期的信号处理。

[0007] 本发明提供了一种集成光学芯片的信号光收集结构,覆盖在集成光学芯片的表面,包括由多个第一结构单元周期性扩展而成的第一介质层;所述第一结构单元包括信号光入射侧的第一微纳结构和朝向所述集成光学芯片一侧的第二微纳结构;所述第一微纳结构及第二微纳结构是垂直于周期性扩展方向延伸的凸条,所述凸条截面呈弧形;所述第一微纳结构的焦距长于第二微纳结构的焦距,所述第一微纳结构与第二微纳结构的焦点在同一空间位置上。信号光垂直入射所述第一介质层后出射成条状的周期性光斑阵列,所述光斑的长度与第一微纳结构的长度一致,光斑的宽度与第二微纳结构的截面宽度相同,即平行入射的信号光垂直入射所述第一介质层后,会被会聚并形成规则的光斑条纹阵列,通过相应预设特定的第一微纳结构和第二微纳结构的焦距能够控制信号光的会聚程度,根据不同的实际需要得到不同的光斑长度和宽度。

- [0008] 所述第一微纳结构和/或第二微纳结构的截面呈半圆形。
- [0009] 所述第一微纳结构的截面半径大于第二微纳结构的截面半径。
- [0010] 所述第一微纳结构的截面直径大于 $50\mu\text{m}$ ,且不超过 $5000\mu\text{m}$ 。
- [0011] 在一个优选的实施例中所述第一微纳结构的截面直径等于 $500\mu\text{m}$ 。
- [0012] 所述第二微纳结构的截面直径在 $1\mu\text{m}$ 以上且小于 $500\mu\text{m}$ 。
- [0013] 优选的实施例中,所述第二微纳结构的截面直径等于 $50\mu\text{m}$ 。
- [0014] 所述第一结构单元扩展的周期等于所述第一微纳结构的截面直径。
- [0015] 所述第一微纳结构与第二微纳结构,采用同种材料一体成型的。
- [0016] 具体的情况中,还包括设置在第一介质层与集成光学芯片之间的第二介质层;所述第二介质层与所述第一介质层的折射率不同。
- [0017] 所述第一介质与所述第二介质层通过胶合相连接。
- [0018] 所述第一介质层和/或所述第二介质层采用聚合物材料注塑成型,或是通过反应离子刻蚀制备而成。聚合物材料透光性好,结构稳定;注塑工艺,或反应离子刻蚀集成的技术成熟,易于实现,用聚合物材料注塑制作成本低,制作效率高。
- [0019] 所述第二介质层采用高折射率材料制作而成。优选的,所述高折射率材料包括但不限于 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、铌酸锂、钽酸锂。
- [0020] 所述第二介质层采用高分子聚合物材料制作而成。优选的,所述高分子聚合物材料包括但不限于聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、硅酮胶、SU-8聚合物,水凝胶。
- [0021] 所述第二介质层包括若干第二结构单元;所述第二结构单元的截面呈楔形,第二结构单元的楔面朝向所述集成光学芯片。
- [0022] 所述第二结构单元与所述第一结构单元一一对应设置。
- [0023] 所述第二结构单元在所述周期性扩展方向上的宽度等于所述第一微纳结构的截面宽度。
- [0024] 所述第二结构单元的楔面倾斜角度范围是 $1^\circ$ - $50^\circ$ 。通过设置特定的楔面倾斜角度可以控制经过楔面出射的光线偏折的角度。
- [0025] 所述第二结构单元至少有2个,每个所述第二结构单元的楔面倾斜角度相同。
- [0026] 与现有技术相比,本发明的主要有益效果:  
本发明的一种集成光学芯片的信号光收集结构,通过设置微纳结构的第一结构单元和相应的第二结构单元,在微纳尺寸上实现了入射信号光的会聚收集,利用微纳结构有效的提高了对信号光的收集效率,减少了表面反射而导致的信号光损失。通过设置第二介质层,改变信号光进入集成光学芯片的角度,同时通过选取特定材料制作的第二介质层能控制信号光的出射方向,设定所述第二结构单元的楔面的倾斜角度能够进一步根据实际应用需要控制信号光的出射方向,实现了对收集的信号光的控制,能够满足集成光学芯片对信号光的各种特定要求,有利于进一步完善集成光学芯片在更多特定领域的适用性。

#### 附图说明

- [0027] 图1为本发明实施例一的信号光收集结构的截面示意图。
- [0028] 图2为本发明实施例一的信号光收集结构的立体示意图。

[0029] 图3为本发明实施例二的信号光收集结构的截面示意图。

### 具体实施方式

[0030] 下面将对本发明具体实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做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。

[0031] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解。附图中,相同结构或功能的部分利用相同的附图标记来标记,出于显示清楚的原因必要时并不是所有示出的部分在全部附图中用所属的附图标记来标记。

#### [0032] 实施例一

如图1所示,一种集成光学芯片的信号光收集结构,所述信号光收集结构覆盖在集成光学芯片P的表面,包括第一介质层1。第一介质层1由多个第一结构单元10周期性扩展而成;所述第一结构单元10包括入射侧的第一微纳结构101和设置在朝向集成光学芯片P一侧的第二微纳结构102;本实施例中,第一微纳结构101及第二微纳结构102是在垂直于周期性扩展方向上延伸的半圆柱形凸条;第一微纳结构101的焦距长于第二微纳结构102的焦距;第一微纳结构101与第二微纳结构102的焦点在同一空间位置上,即F,第一微纳结构101与第二微纳结构102的柱镜的焦线是同一条。信号光L1垂直入射第一介质层1后,被会聚,出射光L2形成规则的光斑条纹阵列,光斑条纹的宽度与第二微纳结构102的截面直径相同。第一微纳结构101与第二微纳结构102,是同种材料制作的,成一体式结构。第一微纳结构101的截面半径大于第二微纳结构102的截面半径,本实施例中,所述第一微纳结构101的截面半径是 $500\mu\text{m}$ ,第二微纳结构102的截面半径是 $50\mu\text{m}$ 。以上只是为了具体说明的较好示例,在实际情况中第一微纳结构101的截面半径不一定是第二微纳结构102的截面半径的10倍,可以不成特定比例或其它比例。第一微纳结构101的截面直径可以是大于 $50\mu\text{m}$ ,且不超过 $5000\mu\text{m}$ 的任意值;或者不在这个范围中而是根据实际情况进行设定。第二微纳结构102的截面直径可以在 $1\mu\text{m}$ 以上且小于 $500\mu\text{m}$ 的范围,也可以不在这个范围中而是根据实际情况进行设定。本实施例中第一微纳结构101与第二微纳结构102的凸条截面是完整的半圆形,也有的实施例中凸条截面是弧形而不是半圆形,并不限定。

#### [0033] 实施例二

本发明实施例二与实施例一的主要区别,如图3所示,所述信号光收集结构覆盖在集成光学芯片P的表面,包括第一介质层1和设置在第一介质层1与集成光学芯片P之间的第二介质层2;第一介质层1与第二介质层2紧密接合;所述第一介质层1与第二介质层2的折射率不同;第二介质层2包括与第一结构单元10一一对应的第二结构单元20;第二结构单元20的截面呈楔形,第二结构单元20的楔面朝向所述集成光学芯片P。信号光L1垂直入射第一介质层1后,被会聚并形成规则的光斑条纹阵列,经第二介质层2折射,形成出射角度为 $\theta$ 的出射光L2进入集成光学芯片P。

[0034] 本实施例中 $\theta$ 的具体范围是 $5^\circ\sim 30^\circ$ ,一个较好的示例值是 $10^\circ$ 。相应的本实施例中具体的一个示例做法是通过预设特定的楔面倾斜角度 $\beta$ 控制出射角度 $\theta$ ,楔面倾斜角度 $\beta$ 的范围为 $1^\circ\sim 50^\circ$ 。

[0035] 本实施例中具体的一个做法中,第一介质层1与第二介质层2的接触面通过胶合连接实现紧密连接。第一介质层1和第二介质层2都是聚合物材料注塑制作而成的。在其他具体实施例中,第一介质层1和第二介质层2也可以是通过反应离子刻蚀制备而成。

[0036] 本实施例中,第二结构单元20的楔形结构尺寸信息与第一微纳结构101大圆柱结构尺寸对应,第二结构单元20在所述周期性扩展方向上的宽度等于第一微纳结构101的截面直径。第一微纳结构101的半圆柱凸条在所述周期性扩展方向上连续排布的。在本实施例中每个第二结构单元20的楔面倾斜角度 $\beta$ 都是相同的。本实施例中,第一介质层1由5个第一结构单元10周期性扩展而成,一一对应设置的第二结构单元也是5个只是结合附图的一个示例,第一结构单元可以是多个,具体数量可以根据实际情况的需要和集成光学芯片的尺寸设定,第一结构单元可以只有一个,第二介质层也可以没有设置第二结构单元,通过与第一介质层不同的折射率改变出射光的方向。因此不能因本实施例而限定本发明的保护范围。

### [0037] 实施例三

实施例三是在实施例二的基础上进一步示例说明,在本实施例中,第二介质层2是高折射率材料制作的。优选的,所述高折射率材料包括但不限于 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、铌酸锂、钽酸锂。通过不同折射率的第二介质层2的材料选择,可以确定相应的出射角度 $\theta$ 。

[0038] 本实施例中,第二介质层2也可以是高分子聚合物材料制作的。优选的,所述高分子聚合物材料包括但不限于聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、硅酮胶、SU-8聚合物,水凝胶。在本实施例中,第一微纳结构101的截面直径的示例值是 $3000\mu\text{m}$ ,第二微纳结构102的截面直径的示例值是 $320\mu\text{m}$ 。

[0039] 还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0040] 以上对本发明进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的结构及工作原理进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及核心思想。对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以进行若干改进或修饰,这些改进也落入本发明权利要求保护的范围。

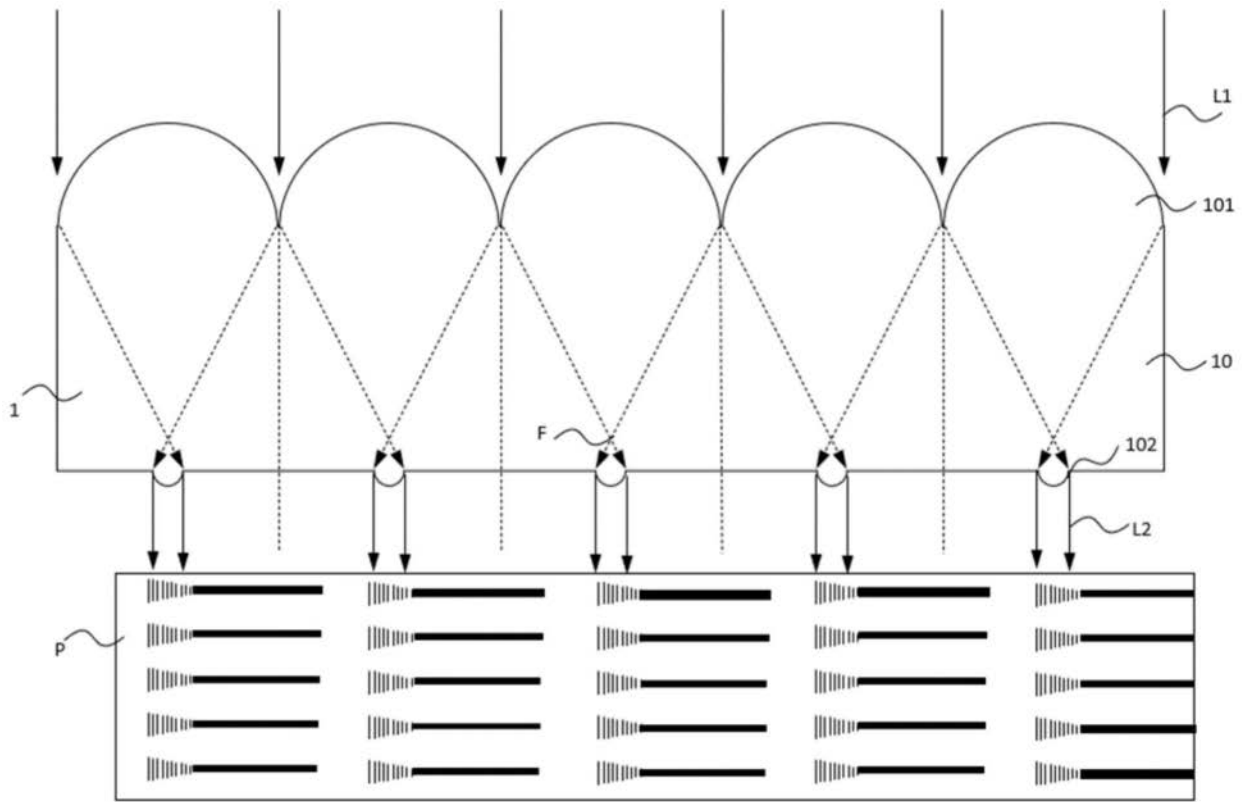


图1

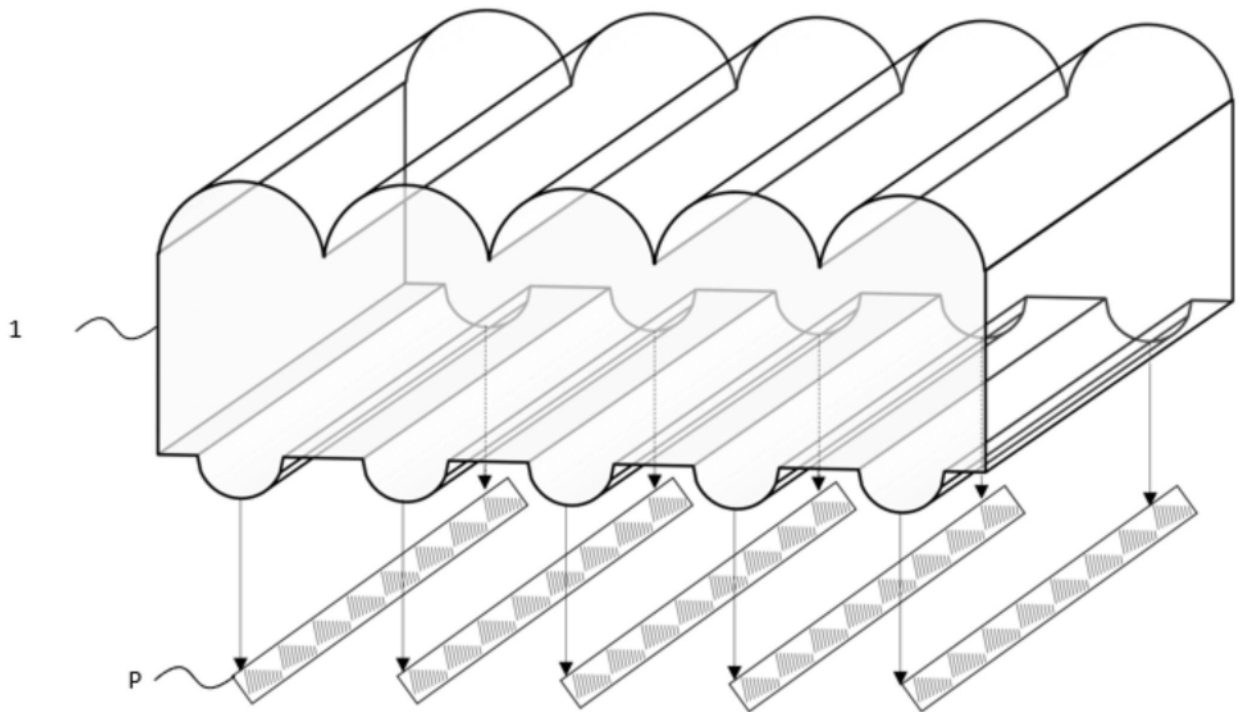


图2

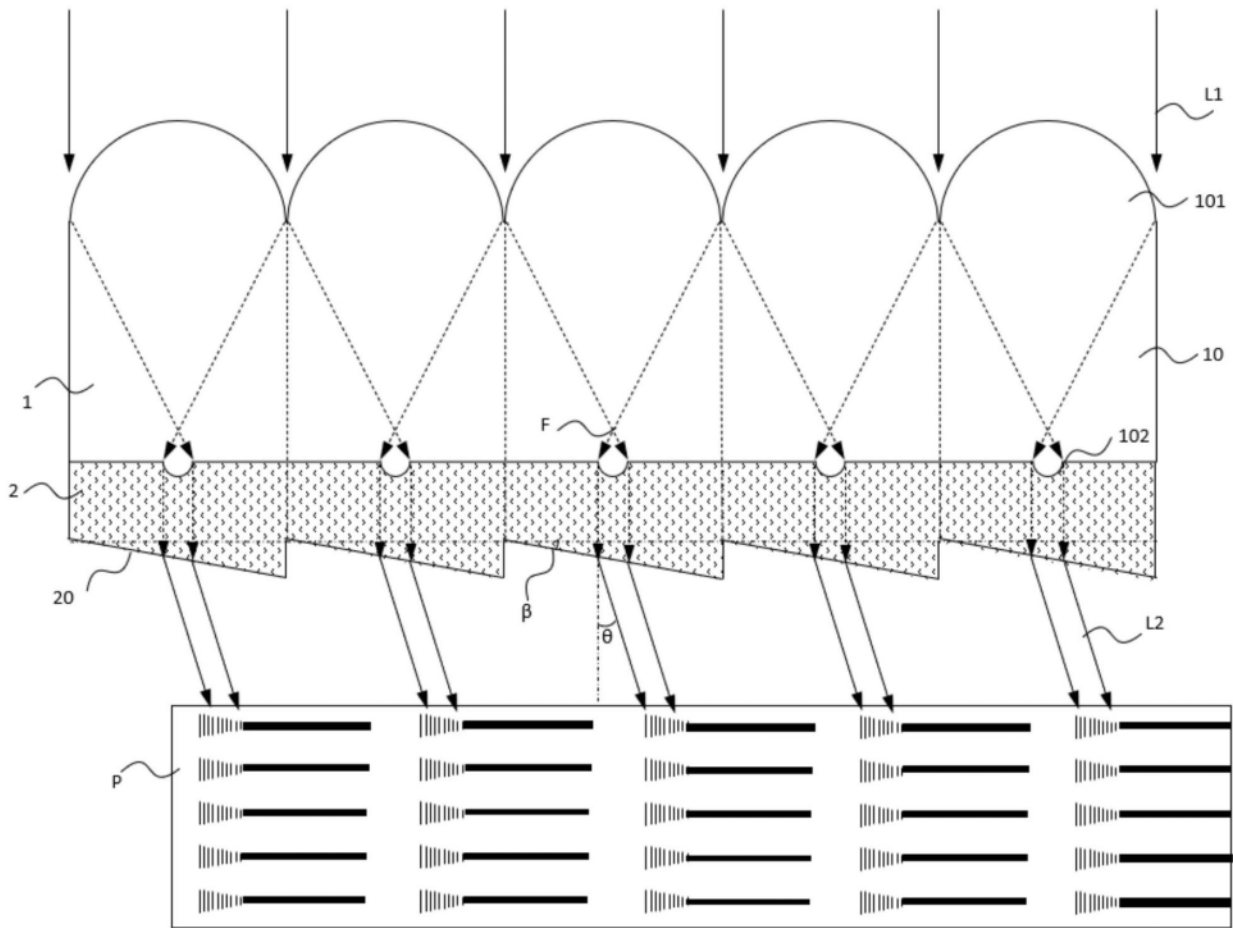


图3