



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112888972 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 22

(21) 申请号 201980068652.X

(22) 申请日 2019.06.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112888972 A

(43) 申请公布日 2021.06.01

(30) 优先权数据
PCT/CA2019/000019 2019.02.13 CA
62/732,240 2018.09.17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.04.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2019/000097 2019.06.26

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/056484 EN 2020.03.26

(73) 专利权人 超级隐形生物科技公司
地址 加拿大不列颠哥伦比亚省

(72) 发明人 盖伊·克拉默

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 杜诚 李德山

(51) Int.Cl.
G02B 3/06 (2006.01)
F41H 3/00 (2006.01)
G02B 1/11 (2015.01)
G02B 5/18 (2006.01)
G03B 21/602 (2014.01)
G03B 21/604 (2014.01)
H04N 13/363 (2018.01)

(56) 对比文件
JP 2001051237 A, 2001.02.23
CN 201622390 U, 2010.11.03
US 2003231511 A1, 2003.12.18
US 2003063390 A1, 2003.04.03
US 2010266268 A1, 2010.10.21
JP H10253916 A, 1998.09.25

审查员 许国亚

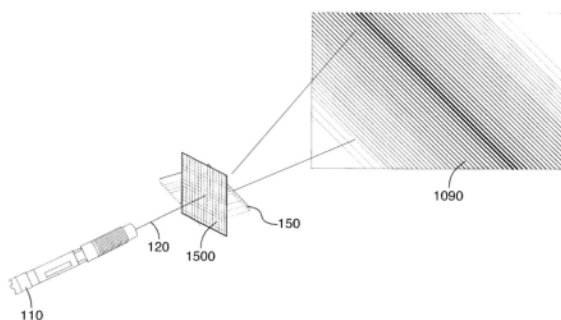
权利要求书4页 说明书15页 附图26页

(54) 发明名称

用于激光散射、偏转和操纵的系统和方法

(57) 摘要

提供了用于散射激光束或使激光束偏转的系统和方法。利用柱状透镜片和将激光束投射至柱状透镜片上的激光源的系统产生诸如激光锥形的形状。激光源相对于柱状透镜片的微小调整可以改变激光锥形的大小和形状,这提供了改进的光检测和测距(LIDAR)系统。添加在激光束的路径中的衍射光栅使得产生线矩阵的激光图案,这也提供了改进。多个柱状透镜片之间的干涉可以用于使激光束偏转,以保护军事资产免受激光制导导弹和/或激光捕获的影响。



1. 一种用于使激光束转向的系统,包括:
发射入射激光束的激光源,所述入射激光束包括投射为点的多个光线;
柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与所述透镜侧相对的光滑侧;
至少一个衍射光栅,其具有至少一个双轴衍射光栅,所述至少一个双轴衍射光栅被定向成使得其第一多个线相对于其第二多个线被垂直地定向;
其中:
使所述激光源朝向所述柱状透镜片的所述透镜侧对准,使得所述入射激光束落在所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,
所述入射激光束的所述多个光线的第一部分通过折射而被转向,以形成第一形状的折射光束,并且
所述入射激光束的所述多个光线的第二部分被所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射,以形成第二特定形状的反射光束。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,使所述激光源对准,使得所述入射激光束垂直落在所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,通过折射而被转向的所述入射激光束的所述第一部分代表所述入射激光束的所述多个光线的大部分,并且所述第一特定形状的折射光束为被投射为直线的三角形平面光束的形式。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,使得所述多个平行纵向透镜被水平定向,所述三角形平面光束被垂直定向,并且所投射的直线是垂直的。
4. 根据权利要求2所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,使得所述多个平行纵向柱状透镜被垂直定向,所述三角形平面光束被水平定向,并且所投射的直线是水平的。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中,使所述激光源对准心使得所述入射激光束以相对垂直方向的入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,使得通过折射而被转向的所述入射激光束的所述多个光线的所述第一部分代表所述入射激光束的所述多个光线的大部分,所述入射激光束与穿过所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个的水平面在同一平面中,并且所述特定形状的折射光束为被投射为弧的弯曲平面的形式。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中,使所述激光源对准以使得所述入射激光束以偏离垂直方向的入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,使得所述第一部分和所述第二部分一起形成投射为圆的锥形。
7. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述柱状透镜片的所述透镜侧涂覆有反射材料,使得由所述多个纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射的所述多个光线的所述第二部分包括所述入射激光束的所有所述多个光线。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中,抗反射层或涂层设置在所述柱状透镜片的所述透镜侧和所述光滑侧中的至少一个上,以减少被所述多个纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射的所述入射激光束的所述多个光线的所述第二部分。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个衍射光栅位于所述激光源与所述柱状透镜片之间,使得所述入射激光束在穿过所述柱状透镜片之前穿过所述衍射光栅。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个衍射光栅位于所述柱状透镜片后面,使得所述入射激光束在穿过所述柱状透镜片之后穿过所述衍射光栅。

11. 根据权利要求9或权利要求10所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,使得所述多个平行纵向透镜被水平定向,并且所述至少一个衍射光栅包括被定向成使得其多个线被垂直定向的至少一个线性衍射光栅。

12. 根据权利要求9或权利要求10所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,并且所述至少一个衍射光栅包括被定向成使得其多个线被垂直定向的至少一个线性衍射光栅。

13. 根据权利要求9或权利要求10所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,使得所述多个平行纵向透镜被水平定向,并且所述至少一个双轴衍射光栅被定向成使得其第一多个线被垂直定向并且其第二多个线被水平定向。

14. 根据权利要求9或权利要求10所述的系统,其中,所述柱状透镜片被放置在直立位置,并且所述至少一个双轴衍射光栅被定向成使得其所述第一多个线被垂直定向并且其所述第二多个线被水平定向。

15. 一种用于操纵两个激光束以形成锥形的系统,包括:

第一激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第一入射光束;

第二激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第二入射光束;

双侧柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与所述第一透镜侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧;

其中:

所述第一激光源指向所述柱状透镜片的所述第一透镜侧,使得所述第一入射光束以入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜之一上,使得所述第一入射光束光线的大部分被反射形成第一弯曲平面;

所述第二激光源指向所述柱状透镜片的所述第二透镜侧,使得所述第二入射光束以与所述第一激光源相同的入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜之一的相对侧上,使得所述第二入射光束光线的大部分被折射形成第二弯曲平面;

所述第一弯曲平面和所述第二弯曲平面一起形成被投射为圆的锥形。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述双侧柱状透镜片包括每个具有透镜侧和光滑侧的第一单侧柱状透镜片和第二单侧柱状透镜片,并且其中,所述第一单侧柱状透镜片和所述第二单侧柱状透镜片在它们的相应光滑侧被背靠背定位。

17. 根据权利要求16所述的系统,还包括:设置在所述第一单侧柱状透镜片的相应光滑侧与所述第二单侧柱状透镜片的相应光滑侧之间的明亮不透明材料片。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述明亮不透明材料片包括双面镜。

19. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述第一透镜侧和所述第二透镜侧被涂覆有反射材料或由反射材料制成。

20. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述第一单侧柱状透镜片的所述光滑侧和所述第二单侧柱状透镜片的所述光滑侧涂覆有反射材料。

21. 一种用于操纵两个激光束以形成锥形的系统,包括:

第一激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第一入射光束;

第二激光源,产生包括投射为点的多个光线的第二入射光束;

柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与所述第一透镜侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧;

其中:

所述第一激光源指向所述柱状透镜片的所述第一透镜侧,使得所述第一入射光束以第一入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜之一上,使得所述第一入射光束光线被折射和反射以形成第一锥形;并且

所述第二激光源指向所述柱状透镜片的所述第二透镜侧,使得所述第二入射光束以大于所述第一入射角的入射角落在所述多个平行纵向柱状透镜之一的相对侧上,使得所述第二入射光束光线被折射和反射以形成大于所述第一锥形并且与所述第一锥形同轴的第二锥形。

22. 根据权利要求21所述的系统,其中,当所述第一入射光束和所述第二入射光束落在所述多个平行纵向柱状透镜之一上时,所述第一入射光束和所述第二入射光束被间隔开,使得在所述第一锥形的顶点与所述第二锥形的顶点之间存在距离。

23. 一种使用光检测和测距(LIDAR)系统检测至少一个对象的方法,所述方法包括:

将第一入射激光束以第一角度投射至双侧柱状透镜片的第一透镜侧上,以产生反射光线的第一半锥形;

将第二入射激光束以第二角度投射至所述双侧柱状透镜片的第二透镜侧上,以产生反射光线的第二半锥形,所述反射光线的第二半锥形与所述反射光线的第一半锥形一起形成反射光线的全锥形;

当所述至少一个对象穿过所述全锥形的所述反射光线中的任一个时,由所述光检测和测距系统的至少一个传感器检测从所述至少一个对象反射的信号。

24. 根据权利要求23所述的方法,还包括:改变所述第一角度和所述第二角度以分别改变所述第一半锥形和所述第二半锥形的大小。

25. 一种用于使激光束转向的系统,包括:

用于投射入射激光束的激光源;

第一柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与所述第一透镜侧相对的第一光滑侧;以及

第二柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧和与所述第二透镜侧相对的第二光滑侧;

其中:

所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片被定位成使得所述第一柱状透镜片的所述第一光滑侧面对所述第二柱状透镜片的所述第二光滑侧,并且所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片形成双侧柱状透镜片;

所述激光源通过所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片投射所述入射激光束;并且

其中,所述第二柱状透镜片被定位成使得所述第二柱状透镜片的所述多个柱状透镜平行于所述第一柱状透镜片的所述多个柱状透镜并且相对所述第一柱状透镜片的所述多个柱状透镜横向偏移,以在所述两个柱状透镜片之间产生干涉图案以使所述激光束偏转。

26. 根据权利要求25所述的系统,还包括双侧柱状透镜片,所述双侧柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第三透镜侧和与所述第三透镜侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第四透镜侧,所述双侧柱状透镜片相对于所述激光源位于所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片的前面或后面。

27. 根据权利要求25所述的系统,其中,所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片一体形成。

28. 根据权利要求26所述的系统,其中,所述第一柱状透镜片和所述第二柱状透镜片以及所述双侧柱状透镜片一体形成。

29. 根据权利要求25所述的系统,还包括至少一个衍射光栅,所述至少一个衍射光栅具有至少一个双轴衍射光栅,所述至少一个双轴衍射光栅被定向成使得其第一多个线相对于其第二多个线被垂直地定向。

30. 一种制造用于使激光束偏转的系统的方法,包括:

提供第一柱状透镜片,所述第一柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与所述第一透镜侧相对的第一光滑侧;

提供第二柱状透镜片,所述第二柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧和与所述第二透镜侧相对的第二光滑侧;

将所述第一柱状透镜片的所述第一光滑侧粘附至所述第二柱状透镜片的所述第二光滑侧以形成双侧柱状透镜片;

其中,所述第一柱状透镜片的所述多个平行纵向柱状透镜相对于所述第二柱状透镜片的所述多个平行纵向柱状透镜偏移;

其中,所述方法还包括:在所述粘附之前,定位所述第二柱状透镜片,使得其所述多个柱状透镜平行于所述第一柱状透镜片的所述多个柱状透镜并且相对所述第一柱状透镜片的所述多个柱状透镜横向偏移。

31. 根据权利要求30所述的方法,还包括:

提供另一双侧柱状透镜片,所述另一双侧柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第三透镜侧和与所述第三透镜侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第四透镜侧;以及

将所述另一双侧柱状透镜片粘附至所述第一柱状透镜片的所述第一透镜侧或所述第二柱状透镜片的所述第二透镜侧,使得所述双侧柱状透镜片的所述多个平行纵向柱状透镜平行于所述第一柱状透镜片或所述第二柱状透镜片的所述多个平行纵向柱状透镜。

32. 根据权利要求30所述的方法,还包括:提供至少一个双轴衍射光栅,所述至少一个双轴衍射光栅被定向成使得其第一多个线相对于其第二多个线被垂直地定向。

用于激光散射、偏转和操纵的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及光线的操纵,并且更具体地涉及用于激光散射、偏转和操纵的系统和方法。

背景技术

[0002] 激光代表“通过辐射的受激发射的光放大”。激光与其他光源的不同之处在于,激光在空间和时间两者上都相干地发射光。空间相干性使得激光能够聚焦到一个紧密的点,从而实现诸如激光切割和光刻的应用。空间相干性还使得激光束能够在很远的距离内保持狭窄(准直),从而实现诸如激光指示器的应用。激光还可以具有高的时间相干性,这使得它们能够发射具有非常窄的光谱的光,即它们可以发射单一颜色的光。时间相干性可以用于产生短至飞秒的光脉冲。

[0003] 柱状透镜片是一种半透明的塑料片,其通过独特而精确的挤压制成,在一侧具有被称为微透镜的一系列垂直排列的平凸圆柱透镜,并且在另一侧具有平坦表面。微透镜有助于将2D图像转换成各种视觉错觉,其中,当改变柱状透镜片的定向时,观察者可以看到柱状透镜特殊效果。柱状透镜片可以由丙烯酸APET、PETG、聚碳酸酯、聚丙烯、PVC或聚苯乙烯制成。这些不同的材料中的每一个对温度和UV光具有不同的敏感度。

[0004] 柱状透镜片的重要特性是透镜的密度。透镜的密度被表示为每英寸透镜或每英寸微透镜(LPI)。柱状透镜片的厚度通常但不总是与LPI负相关;LPI越低,柱状透镜片越厚。柱状透镜片的另一重要特性是视角。柱状透镜片的视角是 v 形区域,在该 v 形区域内可以清楚地看到柱状透镜图像。

[0005] 衍射光栅是画有非常接近的平行线的玻璃板、塑料板或金属板,通过光的衍射和干涉产生光谱。衍射光栅是具有周期性结构的光学部件,其将光分裂并衍射成沿不同方向行进的若干光束。出现的着色是一种形式的结构着色。光束的方向取决于光栅的间距和光的波长,因此光栅充当色散元件。全息衍射光栅是高效压印的全息光学元件(HOE)。衍射光栅用于直接观看和分析来自不同气体管和其他光源的光谱。以每英寸线数或每mm(毫米)线数测量的图案尺寸是衍射光栅的重要特性。一些衍射光栅每英寸具有13500个线。单轴衍射光栅具有多个平行线。双轴衍射光栅具有第一多个平行线和垂直于第一多个平行线的第二多个平行线。衍射光栅用于与光和颜色的研究有关的实验中。

[0006] LiDAR(光检测和测距)是基于激光的远程感测技术。LiDAR背后的理论是将激光束指向表面,并且测量激光撞击对象所需的时间。通常在激光源处或附近的光学传感器检测这些撞击。然后知道激光以光速行进,则可以通过将光速乘以检测时间并且然后除以二来确定到被检测表面的距离。因此,LiDAR系统利用至少一个激光源和至少一个传感器。LiDAR系统可以是基于地面的、基于水的、基于空间的或者被安装在飞机、汽车或UAV(无人机)上。

发明内容

[0007] 在本公开内容的一个方面,提供了一种用于使激光束转向的系统。该系统包括:发

射入射激光束的激光源,该入射激光束包括投射为点的多个光线;以及柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与透镜侧相对的光滑侧。使激光源朝向柱状透镜片的透镜侧对准,使得入射激光束落在多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上。入射激光束的多个光线的第一部分通过折射而被转向,以形成第一形状的折射光束。入射激光束的多个光线的第二部分被多个平行纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射,以形成第二特定形状的反射光束。

[0008] 在一个实施方式中,使激光源对准使得第一入射激光束垂直落在多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,通过折射而被转向的入射激光束的第一部分代表入射激光束的多个光线的大部分,并且第一特定形状的折射光束为被投射为直线的三角形平面光束的形式。

[0009] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向透镜被水平定向,三角形平面光束被垂直定向,并且所投射的直线是垂直的。

[0010] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向柱状透镜被垂直定向,三角形平面光束被水平定向,并且所投射的直线是水平的。

[0011] 在一个实施方式中,使激光源对准以使得入射激光束以相对垂直方向的入射角落在多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,使得通过折射而被转向的第一入射激光束的多个光线的第一部分代表第一入射激光束的多个光线的大部分,第一入射激光束与穿过多个平行纵向柱状透镜中的至少一个的水平面在同一平面中,并且特定形状的折射光束为被投射为弧的弯曲平面的形式。

[0012] 在一个实施方式中,使激光源对准以使得第一入射激光束以偏离垂直方向的入射角落在多个平行纵向柱状透镜中的至少一个上,使得第一部分和第二部分一起形成投射为圆的锥形。

[0013] 在一个实施方式中,柱状透镜片的透镜侧涂覆有反射材料,使得由多个纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射的多个光线的第二部分包括入射激光束的所有多个光线。

[0014] 在一个实施方式中,抗反射层或涂层设置在柱状透镜片的透镜侧和光滑侧中的至少一个上,以减少被多个纵向柱状透镜中的至少一个的表面反射的入射激光束的多个光线的第二部分。

[0015] 在一个实施方式中,该系统还包括:位于激光源与柱状透镜片之间的至少一个衍射光栅,使得入射激光束在穿过柱状透镜片之前穿过衍射光栅。

[0016] 在一个实施方式中,该系统还包括:位于柱状透镜片后面的至少一个衍射光栅,使得入射激光束在穿过柱状透镜片之后穿过衍射光栅。

[0017] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向透镜被水平定向,并且至少一个衍射光栅包括被定向成使得其多个线被垂直定向的至少一个线性衍射光栅。

[0018] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向透镜被定向成与水平面成一定角度,并且至少一个衍射光栅包括被定向成使得其多个线被垂直定向的至少一个线性衍射光栅。

[0019] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向透镜被水平定向,并且至少一个衍射光栅包括被定向成使得其第一多个线被垂直定向并且其第二多

个线被水平定向的至少一个双轴衍射光栅。

[0020] 在一个实施方式中,柱状透镜片被放置在直立位置,使得多个平行纵向透镜被定向成与水平面成一定角度,并且至少一个衍射光栅包括被定向成使得其第一多个线被垂直定向并且其第二多个线被水平定向的至少一个双轴衍射光栅。

[0021] 在本公开内容的另一方面,提供了一种用于操纵两个激光束以形成锥体的系统。该系统包括:第一激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第一入射光束;第二激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第二入射光束;以及双侧柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与第一透镜侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧。第一激光源指向柱状透镜片的第一侧,使得第一入射光束以入射角落在多个平行纵向柱状透镜之一上,使得第一入射光束光线的大部分被反射形成第一弯曲平面。第二激光源指向柱状透镜片的第二侧,使得第二入射光束以与第一激光源相同的入射角落在多个平行纵向柱状透镜之一的相对侧上,使得第二入射光束光线的大部分被折射形成第二弯曲平面。第一弯曲平面和第二弯曲平面一起形成投射为圆的锥形。

[0022] 在一个实施方式中,双侧柱状透镜片包括各自具有透镜侧和光滑侧的第一单侧柱状透镜片和第二单侧柱状透镜片,并且其中,第一单侧柱状透镜片和第二单侧柱状透镜片在它们相应的光滑侧被背靠背定位。

[0023] 在一个实施方式中,该系统还包括:设置在第一单侧柱状透镜片的相应光滑侧与第二单侧柱状透镜片的相应光滑侧之间的明亮不透明材料片。

[0024] 在一个实施方式中,该明亮不透明材料片包括双面镜。

[0025] 在一个实施方式中,第一透镜侧和第二透镜侧被涂覆有反射材料或由反射材料制成。

[0026] 在一个实施方式中,第一单侧柱状透镜片的光滑侧和第二单侧柱状透镜片的光滑侧涂覆有反射材料。

[0027] 在本公开内容的又一方面,提供了一种用于操纵两个激光束以形成锥形的系统。该系统包括:第一激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第一入射光束;第二激光源,产生包括投射为点的多个光线的的第二入射光束;以及柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与第一侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧。第一激光源指向柱状透镜片的第一侧,使得第一入射光束以第一入射角落在多个平行纵向柱状透镜之一上,使得第一入射光束光线被折射和反射以形成第一锥形。第二激光源指向柱状透镜片的第二侧,使得第二入射光束以大于第一入射角的入射角落在多个平行纵向柱状透镜之一的相对侧上,使得第二入射光束光线被折射和反射以形成大于第一锥形并且与第一锥形同轴的第二锥形。

[0028] 在一个实施方式中,当第一光束和第二光束落在多个平行纵向柱状透镜之一上时,第一光束和第二光束被间隔开,使得在第一锥形的顶点与第二锥形的顶点之间存在距离。

[0029] 在本公开内容的又一方面,提供了一种使用光检测和测距(LIDAR)系统检测至少一个对象的方法。该方法包括:将第一入射激光束以第一角度投射至双侧柱状透镜片的第一透镜侧上,以产生反射光线的的第一半锥形;将第二入射激光束以第二角度投射至双侧柱状透镜片的第二透镜侧上,以产生反射光线的的第二半锥形,反射光线的第二半锥形与反射

光线的第一半锥形一起形成反射光线的全锥形;以及当至少一个对象穿过全锥形的反射光线中的任一个时,由LIDAR系统的至少一个传感器检测从至少一个对象反射的信号。

[0030] 在一个实施方式中,该方法还包括:改变第一角度和第二角度以分别改变第一半锥形和第二半锥形的大小。

[0031] 在本公开内容的又一方面,提供了一种用于使激光束转向的系统。该系统包括:用于投射入射激光束的激光源;第一柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与第一侧相对的光滑侧;以及第二柱状透镜片,其具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与第一侧相对的光滑侧。第一柱状透镜片和第二柱状透镜片被定位成使得第一柱状透镜片的光滑侧面向第二柱状透镜片的光滑侧,并且第一柱状透镜片和第二柱状透镜片形成双侧柱状透镜片。激光源通过第一柱状透镜片和第二柱状透镜片投射入射激光束。

[0032] 在一个实施方式中,第二柱状透镜片被定位成使得其多个柱状透镜平行于第一柱状透镜片的多个柱状透镜并且从第一柱状透镜片的多个柱状透镜偏移,使得在两个柱状透镜片之间产生干涉图案以使激光束偏转。

[0033] 在一个实施方式中,第二柱状透镜片被定位成使得其多个柱状透镜与第一柱状透镜片的多个柱状透镜成一定角度,使得在两个柱状透镜片之间产生干涉图案以使激光束偏转。

[0034] 在一个实施方式中,该系统还包括:双侧柱状透镜片,该双侧柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与第一侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧,双侧柱状透镜片相对于激光源位于第一柱状透镜片和第二柱状透镜片的前面或后面。

[0035] 在一个实施方式中,第一柱状透镜片和第二柱状透镜片一体形成。

[0036] 在一个实施方式中,第一柱状透镜片和第二柱状透镜片以及双侧柱状透镜片一体形成。

[0037] 一种制造用于使激光束偏转的系统的方法,包括:提供第一柱状透镜片,该第一柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与第一侧相对的光滑侧;提供第二柱状透镜片,该第二柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的透镜侧和与第一侧相对的光滑侧;以及将第一柱状透镜片的光滑侧粘附至第二柱状透镜片的光滑侧。

[0038] 在一个实施方式中,该方法还包括:在所述粘附之前,定位第二柱状透镜片,使得其多个柱状透镜平行于第一柱状透镜片的多个柱状透镜并且相对于第一柱状透镜片的多个柱状透镜横向偏移。

[0039] 在一个实施方式中,该方法还包括:在所述粘附之前,定位第二柱状透镜片,使得其多个柱状透镜与第一柱状透镜片的多个柱状透镜成一定角度。

[0040] 在一个实施方式中,该方法还包括:提供双侧柱状透镜片,该双侧柱状透镜片具有包括多个平行纵向柱状透镜的第一透镜侧和与第一侧相对的包括多个平行纵向柱状透镜的第二透镜侧;以及将双侧柱状透镜片粘附至第一柱状透镜片的透镜侧或第二柱状透镜片的透镜侧,使得双侧柱状透镜片的多个平行纵向柱状透镜平行于第一柱状透镜片或第二柱状透镜片的多个平行纵向柱状透镜。

附图说明

[0041] 将参照附图呈现本发明的实施方式,在附图中:

[0042] 图1是用于散射大体上垂直于直立的单侧柱状透镜片的透镜侧对准的激光束的系统的侧视透视图,该直立的单侧柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧;

[0043] 图2是用于散射大体上垂直于直立的单侧柱状透镜片的透镜侧对准的激光束的系统的顶前透视图,该直立的单侧柱状透镜片具有在其透镜侧上的垂直定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧;

[0044] 图3是用于散射相对于直立的单侧柱状透镜片的透镜侧的垂线以小角度对准的激光束的系统的侧视透视图,该直立的单侧柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧,其中,激光束与投射在其上的纵向柱状透镜通常在同一水平面内;

[0045] 图4是用于散射相对于直立的柱状透镜片的透镜侧的垂线以比图3中的角度更大的角度对准的激光束的系统的侧视透视图,该直立的柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧,其中,激光束与投射在其上的纵向柱状透镜通常在同一水平面内;

[0046] 图5A是用于散射相对于单侧直立的柱状透镜片的透镜侧的垂线以较大角度但与图4类似的角度对准的激光束的系统的侧视透视图,该单侧直立的柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧,其中,激光束与穿过投射在其上的纵向柱状透镜的水平面形成一定角度;

[0047] 图5B是用于散射相对于直立的柱状透镜片的垂线以一定角度对准的激光束的系统的顶视图,该直立的柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧,该激光束被对准在柱状透镜片的透镜侧处;

[0048] 图6是用于散射相对于直立的柱状透镜片的垂线以一定角度对准的激光束的系统的顶视图,该直立的柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧,该激光束被对准在柱状透镜片的光滑侧处;

[0049] 图7A是用于散射不同颜色的两个激光束的系统的侧视透视图,每个激光束被对准在双侧柱状透镜片的相对侧处,该双侧柱状透镜片具有在其两个相对侧中的每一个上的水平定向的纵向柱状透镜,其中,两个光束被对准在相对侧中的每一个上的纵向柱状透镜上的单个位置的两侧上,其中,两个激光束中的每一个相对于在单个位置处的柱状透镜片的相应侧的垂线形成一定角度,并且其中,两个光束位于穿过它们所对准的纵向柱状透镜的同一水平面中;

[0050] 图7B是图7A的系统的顶视图,但是其中两个彩色激光源互换位置,并且每个激光源相对于双侧柱状透镜片的相应表面的垂线以较大的角度对准,使得所有入射光线都被反射;

[0051] 图8A是图7B的系统的侧视透视图,其中,两个激光束为相同的颜色;

[0052] 图8B是由图8A的激光束在远距离处投射在平坦表面上时形成的圆的投射视图;

[0053] 图8C是描述利用激光锥形来检测敌方地面部队的机载LIDAR系统的示意图;

[0054] 图8D是描绘利用由狙击手使用的激光锥形来检测敌方地面部队LIDAR系统的示意

图；

[0055] 图8E是描绘利用多个激光锥形来检测导弹的地基LIDAR系统的示意图；

[0056] 图8F是描绘敌机被机载LIDAR系统利用安装在另一战斗机上的激光锥形检测到的示意图；

[0057] 图8G是描绘敌机即将被地基LIAR系统利用激光锥形检测到的示意图；

[0058] 图9A是用于散射不同颜色的两个激光束的系统的顶视图，每个激光束被对准在双侧柱状透镜片的相对侧处，该双侧柱状透镜片具有在其两个相对侧中的每一个上的水平定向的纵向柱状透镜，其中，两个光束被对准在相对侧中的每一个上的纵向柱状透镜上的不同位置处，其中，两个激光束中的每一个相对于柱状透镜片的相应侧的垂线形成不同的角度，并且其中，两个光束位于穿过它们所对准的纵向柱状透镜的同一水平面中；

[0059] 图9B是由图9A的激光束在远距离处投射在平坦表面上时形成的圆的投射视图；

[0060] 图10A是用于散射相对于直立的柱状透镜片的垂线以一定角度对准的激光束的系统的顶视图，该直立的柱状透镜片具有在其透镜侧上的水平定向的纵向柱状透镜和相对的光滑侧，激光束以这样的角度被对准在柱状透镜片的透镜侧处，使得激光束的所有光线从透镜侧上的柱状透镜反射；

[0061] 图10B是用于散射两个激光束的系统的顶视图，每个激光束被对准在具有水平定向的纵向柱状透镜的两个背靠背的单侧柱状透镜片的相应透镜侧处，其中，两个光束被对准在相对侧中的每一个上的相应纵向柱状透镜上的单个位置的两侧处，其中，两个激光束中的每一个相对于在单个位置处的柱状透镜片的相应侧的垂线形成相同的角度，并且其中，两个柱状透镜片被明亮不透明片分开。

[0062] 图11是用于由LIDAR系统利用双侧柱状透镜片来检测对象的方法的流程图；

[0063] 图12是线性衍射光栅的顶视图；

[0064] 图13是双轴衍射光栅的顶视图；

[0065] 图14是示出通过将来自白光光源的光引导通过线性衍射光栅而产生的光谱的透视示意图；

[0066] 图15是示出通过线性衍射光栅照射激光束而产生的多个光束的侧视透视图；

[0067] 图16是示出通过双轴衍射光栅照射激光束而产生的多个光束的侧视透视图；

[0068] 图17是示出通过使激光束照射通过具有垂直线的线性衍射光栅和具有水平定向的柱状透镜的线性柱状透镜片来产生多个光束图案的系统的侧视透视图；

[0069] 图18是示出类似于图17的系统的系统的侧视透视图，但是其中柱状透镜片已经相对于线性衍射光栅旋转了约45度；

[0070] 图19是示出通过使激光束照射通过双轴衍射光栅和具有水平定向的柱状透镜的线性柱状透镜片来产生多个光束图案的系统的侧视透视图；

[0071] 图20是示出类似于图19的系统的系统的侧视透视图，但是其中柱状透镜片已经相对于双轴衍射光栅旋转了约45度；

[0072] 图21是示出在其透镜之间具有水平偏移、用于使激光束转向的两个背靠背的线性柱状透镜的系统的侧视图；

[0073] 图22是示出在其透镜之间具有角度偏移的两个背靠背的线性柱状透镜的系统的顶视图；以及

[0074] 图23是示出具有彼此对准的柱状透镜、用于使激光束转向的两个背靠背的线性柱状透镜的系统的侧视图。

具体实施方式

[0075] 现在将仅以示例而非限制的方式呈现本发明的实施方式。利用柱状透镜，一个或更多个激光设备的光束路径可以被极大地修改，以使激光束从光束撞击柱状透镜的点变成平坦平面、轻微弯曲的平面、严重弯曲的平面或锥形。

[0076] 参照图1，描绘了用于操纵激光束的系统100。系统100包括激光源110，其发射当投射至表面上时形成点的入射激光束120。入射激光束120垂直对准在线性柱状透镜片150上。线性柱状透镜片150具有透镜侧151和相对的光滑侧。线性柱状透镜片150的透镜侧151包括沿水平方向定向的多个纵向柱状透镜155。入射激光束120通常是窄的并且被聚焦，使得其投射在柱状透镜片150的透镜侧151上的单个纵向柱状透镜155上，或者投射在少量相邻的柱状透镜155上。这取决于以每英寸透镜或LPI测量的柱状透镜片150的密度。对于具有低透镜密度的柱状透镜片，入射激光束120的所有光线都可以落在单个纵向柱状透镜155上。然而，对于具有高透镜密度的柱状透镜片150，入射激光束120的光线落在多个相邻的柱状透镜155上。入射激光束120的各个光线各自通过一个或多个纵向柱状透镜155以不同的角度经历折射。所产生的光线125被转向使得它们散开，并且以形成三角形平坦平面128的多个光线的形式从柱状透镜片150的相对光滑侧投射出。在平坦表面上投射时，转向光线125形成垂直线图案130。图1中使用的柱状透镜片具有相对高的透镜密度。对线130的进一步观察示出了线130由多个紧密间隔的点组成。入射激光束120的少量光线127以非常窄的三角形平坦平面的形式从柱状透镜155的表面反射。当光线127投射至与激光源110相同侧上的平坦表面上时，光线127形成细线132。

[0077] 由入射激光束120通过其光线折射穿过一个或多个纵向柱状透镜155而扩散形成的线图案130的定向取决于入射激光束120投射在其上的一个或多个纵向柱状透镜155的定向。在图1中，柱状透镜片被定向为使得柱状透镜155水平定向，并且所产生的线图案130是垂直的。图2描绘了类似于图1的系统100的系统100，除了柱状透镜片150被放置在直立位置并且被定向为使得多个纵向柱状透镜155被垂直定向之外。当激光源110将入射激光束120投射至柱状透镜片150的一个或多个垂直定向的纵向柱状透镜155上时，入射激光束120的光线被柱状透镜155折射以产生以三角形平坦表面129形式的转向光线126。当投射至平坦表面上时，光线126在柱状透镜片150的光滑侧后面形成水平线135图案。图2中使用的柱状透镜片150具有低透镜密度，并且因此线图案135被示出为单线。然而，类似于线图案130，线图案135由多个紧密间隔的点组成。

[0078] 在图1和图2两者中，激光束120垂直于柱状透镜片。因此，柱状透镜155对激光束120的影响是对称的。图3描绘了用于使激光束120转向的类似于图1的系统的系统100，除了激光束120以相对于由线184描绘的透镜侧151的垂直方向的水平入射角 θ 对准柱状透镜片150的透镜侧151之外。入射角 θ 使得入射激光束120的绝大部分光线被一个或多个纵向柱状透镜155以使光线135转向的形式折射。仅少量入射激光束120的光线被一个或多个纵向柱状透镜155以反射光线137的形式反射。入射激光束120被保持在穿过其所对准的柱状透镜155的水平面内。激光束120相对于柱状透镜155的角度定向使得穿过柱状透镜155的激光束

120的各个光线沿两个不同的大致方向经历折射。由于柱状透镜155的弯曲(凸起)形状,激光束120的光线倾向于沿垂直方向转向(折射),如图1所看到的。此外,由于激光束120相对于垂直于柱状透镜155的方向定向的入射角 θ ,激光束120的各个光线倾向于沿水平方向被附加折射。由于入射激光束120的光线落在柱状透镜155的不同区域上,柱状透镜155的每个区域通常具有不同的厚度(由于柱状透镜表面的曲率),因此激光束120的光线中的每一个沿水平方向得到不同角度的折射。因此,从柱状透镜155的光滑侧射出的转向光线125最终呈现弯曲平面138的形状(以部分锥形的形式),当其落在平坦表面上时,投射弧形图案140。入射激光束120的少数光线被柱状透镜155的透镜侧表面反射。反射光线137在柱状透镜片150的与激光源110相同的一侧上形成弯曲平面。当投射在平坦表面上时,反射光线137投射小弧142。

[0079] 图4描绘了类似于图3的系统的系统100,除了光束120相对于垂线184在柱状透镜片150上的入射角 θ 大于图3的入射角 θ 之外。当入射角 θ 增加时,入射激光束120的更多数目的光线从柱状透镜155表面的透镜侧反射,并且被示出为反射光线137。反射光线137形成弯曲平面,该弯曲平面突出为以部分椭圆形的形状的弧162。由反射光线137和相应的投射弧162形成的弯曲平面与激光源110在柱状透镜片150的同一侧上——在片150的前面。取决于入射激光束120相对于垂线184的入射角 θ ,较少数目的光线穿过柱状透镜155——以如上所述的弯曲方式折射——并且在柱状透镜片150后面投射弧160。所产生的投射图案是由彼此互补的弧160和162组成的椭圆165。椭圆165是由反射光线137和折射光线形成的椭圆锥形的投射。已经观察到,当柱状透镜片垂直于激光图案投射至其上的表面(例如,壁)时,椭圆165接近于完美的圆投射,并且因此,反射光线137和折射光线135一起形成完美的锥形,如图5A所示。

[0080] 图5A示出了图4的系统100的变型。入射激光束120相对于柱状透镜片150的柱状透镜155的垂线方向184具有 θ 的入射角。附加地,入射激光束120相对于穿过柱状透镜155的水平面成角度 β 的角度,该水平面被描绘为穿过线184和线185的平面。所产生的折射光线135和反射光线137投射至的表面垂直于柱状透镜片150。因此,折射的光线和反射的光线形成接近完美的圆锥形180,该圆锥形180投射为由弧160和162组成的圆。角度 β 引起圆相对于柱状透镜片150向上移动,如所示。光线135和137一起被成形为投射圆的像锥形180一样,然而,该锥形被部分地投射在柱状透镜片150的前面,并且被部分地投射在柱状透镜片150的后面,这是因为该锥形部分地由反射光线形成,并且部分地由折射光线形成。因此,可以通过使用激光源110和柱状透镜片150来形成激光锥形。如所讨论的,可以通过改变相对于水平面的角度 β 来向上和向下引导锥形。

[0081] 图5B是示出相对于柱状透镜片150的透镜侧以广角对准的激光束120的顶视透视图,其中,柱状透镜155平行于穿过激光束120的水平面运行。左边的弧162是由光束120以投射为弧162的反射光线127的形式反射离开片150的左(透镜)侧上的柱状透镜155而产生的。相反,右边的折射弧160是由光束120折射通过柱状透镜155并且在柱状透镜片150的光滑侧作为投射为弧160的光线125射出而产生的。

[0082] 以上结果示出当光束从柱状透镜材料扩展成诸如线130和135、弧140和142以及弧160和162的形状时,可以产生激光平面或锥形。与一些现有技术方法不同,在现有技术方法中,可以利用入射激光束通过旋转镜来产生形状,此处呈现的系统100没有移动部件。可以

仅通过改变激光束相对于柱状透镜片的角度来产生各种线、弧和锥形形状。

[0083] 应当注意的是,虽然前面的图已经示出了激光束指向柱状透镜片的透镜侧,但是相反该系统也已经在将激光束投射至柱状透镜片的光滑侧的同时进行了操作。例如,参照图6,使光束120对准单侧柱状透镜片150的光滑侧152。在这种情况下,左弧160是由于光束折射通过片并且在片的透镜侧上的柱状透镜155处作为形成弧160的光线135射出而形成。相反,图中的右边的弧162是由于激光束120从柱状透镜片150的光滑侧作为形成弧162的光线137反射而形成。附加地,由于光束120从柱状透镜片150的光滑侧经历直接反射,亮点167也形成在弧162的中间。已经观察到折射弧160比反射弧162更亮。例外是反射弧上的亮点167。这示出优选使用柱状透镜片的透镜侧151来产生激光锥形。还已经观察到,当光束120相对于柱状透镜片150成小角度的角度时,亮点167可沿弧162移动。此外,亮点167的强度随着光束120相对于柱状透镜片150的光滑表面的角度更接近垂直于该表面而增加。相对于亮点167可沿弧162移动的观察指示:入射激光束120到柱状透镜155的角度的小变化引起光线137和135旋转。本质上,改变入射角会调整锥形的大小,并且这样做,当锥形被调整大小时,弧160和162上的所有点随着它们向内或向外扩展而周向旋转。例如,将入射角 θ 减小一点点会引起光线137和135产生稍大的锥形180。当形成弧160和162的各个点向它们的新位置移动时,它们也周向地移动。当入射角 θ 增大时,情况相反;锥形180减小并且形成弧160和162的各个点随着它们移动至其新位置而以相反的方向旋转。已经证实,当入射激光束指向柱状透镜的透镜侧151时,这也适用。由于亮点167的存在,最初观察到点(以及相应地投射点的光束)相对于光滑侧152的旋转,但是这适用于形成弧160和162的所有点。因此,对入射角 θ 的微小调整可以用来周向地移动点。当讨论所产生的激光锥形的应用时,这具有显著的优势。

[0084] 传播激光束和/或投射具有以激光平面、曲线或锥形形式的激光光线的各种线、弧和椭圆形状存在益处。例如,使用薄的、聚焦激光束的安全系统很可能被阻挡光束的任何小对象触发。因此,许多假阳性触发可能因为昆虫、小鸟或啮齿动物穿过光束而发生。然而,如果光束扩散变成平面(投射为直线)、弯曲平面(投射为弧)或锥形(投射为圆形),那么它可能需要较大的对象例如人、无人机或车辆来阻挡光束的较大部分并且触发警报条件。由于针对各种区域的条件可能会变化或不同,因此平面和锥形的大小也会不同。有利地,改变激光平面或锥形的尺寸是改变入射激光束在柱状透镜上的投射角度和/或位置的简单事情。附加地或备选地,可以使用不同的柱状透镜片,每个柱状透镜片具有不同的视角或透镜密度(LPI)。例如,具有不同视角的柱状透镜片可以针对以相同角度投射至其上的一个或多个相同激光束产生具有不同尺寸的投射激光锥形或平面。

[0085] 参照图7A和图7B,提供了用于投射激光锥形180的系统200。系统200包括两个激光源210a和210b以及双侧柱状透镜片170。双侧柱状透镜片170在其两侧上具有多个纵向柱状透镜175。激光源210a投射具有第一颜色的入射激光束220a,并且激光源210b投射具有不同于第一颜色的第二颜色的入射激光束220b。例如,激光束220a可以是绿色,而激光束220b可以是红色。使入射激光束220a和220b两者都对准双侧柱状透镜片170的相对侧,并且具有不同的入射角。入射激光束220a以光线137的形式从柱状透镜片的柱状透镜175a的一侧反射。当光线137落在或遇到平坦表面时,它们向柱状透镜片170的前面投射弧180a。另一方面,入射激光束220b以相对于柱状透镜片170的垂直方向的较小入射角投射在柱状透镜175a的相

对侧处。这样,光束220b投射在柱状透镜片170的后侧上,并且从柱状透镜175a反射。从透镜175a反射并且被反射为光线135的光线形成弯曲表面例如部分锥形,并且向柱状透镜片的前面投射弧180b。有利地,两个弧180a和180b是互补的,只要两个光束投射在双侧柱状透镜片170的特定柱状透镜上的相同位置的相对侧处即可。由光线135和光线137~~175~~170组成的最终光线配置是以锥形180的形状。选择入射激光束220a的入射角,使得大多数光线被反射为光线137,而选择入射激光束220b的角度,使得大多数光线以较高的浓度被反射为光线135。如果激光源210a的入射角足够大,激光束220a将穿过柱状透镜片170,并且在靠近弧180b的另一侧上或在弧180b的顶部上以弧的形式折射。

[0086] 在图7B中,入射激光束220a和220b的入射角两者都大,使得两个光束都从双侧柱状透镜170的相应表面反射。因此,所产生的激光锥形180非常窄,但是完全由反射光线组成。

[0087] 图8A示出了其中两个激光源310a和310b投射相同颜色的激光束320和320b的系统300。因此,所产生的锥形180看起来来自相同的激光源,尽管它是来自入射激光束320a的反射光线137和来自入射激光束320b的折射光线137的组合。结果是激光锥形180由单一颜色的两个半激光锥形180a和180b组成。如下面所指示的,激光锥形180具有许多有用的应用。

[0088] 图8B示出了由图8A的系统300产生的激光锥形180,例如当投射在远离激光源的表面处时,该激光锥形180实际上由作为周向点182投射的多个光线组成。典型的弧和锥形由数百个点组成。然而,如参照图6所讨论的,入射激光束的入射角的微小调整引起点182周向旋转(顺时针或逆时针)。因此,如下面所讨论的,这可以用于检测在投射这些点的光线之间通常未检测到通过的对象。

[0089] LIDAR(光检测和测距)目前利用从周围环境反弹信号的一个或多个脉冲激光器以及用于检测反射信号传感器。因此,通过测量信号反射回传感器所需的时间,计算机可以确定到对象的距离和/或创建周围区域和表面特性的三维地图。地形LIDAR使用近红外激光来绘制陆地地图,并且测深LIDAR使用绿色激光来穿透水并绘制海床和河床地图。然而,通过水的LIDAR的使用通常仅限于几十英尺。LIDAR是自动驾驶汽车的关键部件,并且LIDAR越精确,系统可能越安全。LIDAR也在飞机中进行测试,以确定飞机前方的湍流区域,以使得飞机能够避开或针对这些区域进行准备。LIDAR还可以被民用机构或军方使用来在浅水水下、地面上、或者空中(无云)或者太空中搜索目标。通过这种类型的系统可能会检测到由雷达难以检测到的低可见性飞机、无人机、鸟类和蝙蝠。

[0090] 利用上面描述的系统来创建平坦平面、弯曲平面和/或锥形而不是激光点,由传感器可以确定更多的细节以在较短的时间段内提高效率,并且可以实现比当前LIDAR系统更大的角度。在一个实施方式中,激光锥形可以从窄到宽进行变化以扫描大部分天空,而传感器将拾取从其他飞机、飞机轨迹、飞机湍流、自然湍流、无人机、导弹、射弹、火箭、子弹、气球、鸟、蝙蝠或昆虫群的任何反射。

[0091] 图8C示出了由机载LIDAR系统产生的多个光线137组成的激光锥形180,并且用于检测地面部队。图8D示出了用于检测一个或多个敌人部队的通过由狙击手使用的LIDAR系统使用的激光锥形。图8E示出了利用3个激光锥形180的陆基LIDAR系统,每个激光锥形180包括多个光线137。陆基LIDAR被用来检测导弹。图8F描绘了由用于检测敌人飞机的机载LIDAR系统产生的激光锥形。图8G描绘了基于地面的LIDAR系统投射用于检测飞机的锥形

180.图8C至图8G中所示出的锥形包括如上面所讨论的多个光线,这些光线如图8B中所示投射为圆形。典型的弧和锥形由数百个点组成。为了确保待检测的对象不在两个周向相邻的光线之间通过,光线被周向移动使得每个光线在其当前位置与相邻光线的位置之间扫描周向弧。在一个实施方式中,这是通过激光源的微小调整来改变一个或多个入射激光束相对于柱状透镜的入射角来完成的。在另一实施方式中,柱状透镜片被轻微移动或旋转,以改变一个或多个入射激光束的入射角使得折射光线被轻微地周向旋转,如所讨论的。

[0092] 图9A示出了包括双侧柱状透镜片170以及两个激光源210a和210b的系统200。激光源210a投射入射激光束220a,并且激光源210b投射入射激光束220b。如前所述,激光束220a产生反射弧270a和折射弧270b。类似地,激光束220b产生反射弧280a和折射弧280b。激光束220b与关于柱状透镜片170的垂线方向184成一定角度的角度大于激光束220a与关于柱状透镜片170的垂线方向184成一定角度的角度。因此,由入射激光束220b产生的弧280a和280b在尺寸上大于由入射激光束220a产生的弧270a和270b。因此,由来自光束220b的反射和折射光线形成的激光锥形280大于由来自光束220a的反射和折射光线形成的激光锥形270。由于光束220a和220b投射在同一柱状透镜的任一侧处,因此两个锥形是同轴的。在所描绘的实施方式中,激光束被引导在柱状透镜的不同横向点处,这些点水平间隔开距离(d)。因此,所产生的锥形被嵌套使得在锥形280内行进的对象可以被锥形270检测到。激光源210a可以在水平面内移动以改变距离(d)。因此,锥形270相对于锥形280的大小和位置变化。所产生的效果是:锥形270与锥形280之间的整个体积可以被用于检测锥形之间的任何对象的激光光线扫描和覆盖。

[0093] 在一个实施方式中,激光源210a例如可以前后移动以扫描锥形270与锥形280之间的体积,并且附加地,激光源210a可以稍微改变其入射角以旋转形成锥形270的光线。例如,参照图9B,点271代表当投射在平坦表面上时的锥形270的光线。类似地,点281代表当投射在平坦表面上时的锥形280的光线。如果移动激光源210a,使得图9A中的距离(d)小于锥形270膨胀,则因此点271移动更靠近点281。此外,如果激光源210a稍微成角度使得每个点271旋转到先前由相邻点占据的位置,则锥形270与锥形280之间的体积被完全覆盖以用于沿径向和周向方向两者的对象检测。在另一实施方式中,移动激光源210b使得锥形280变得更小,并且移动激光源210a使得锥形270变得更小,直到它几乎减小为止。这是通过调整激光源210a的角度直到它与柱状透镜片170的垂直方向成大钝角(接近180度)为止来完成的。因此,由激光锥形280包围的整个体积被扫描以用于对象检测。例如,锥形270可以是锥形280的大小的一半,并且针对锥形280在大小上减小以匹配锥形270的初始大小所花费的时间与针对锥形270在大小上几乎减小所花费的时间相同。在此期间,锥形280的整个体积被径向扫描。替选地,可以增加更多的激光源并使其对准,使得它们各自的光束也彼此位移一定距离例如(d)。因此,可以利用多个同心锥形来覆盖由最外面的激光锥形280包围的体积。在这样的实施方式中,可能不需要改变激光锥形的大小,并且对于简单地旋转它们使得每个锥形区域被周向扫描可能是足够的。

[0094] 静止的激光锥形也可以像雷达或LIDAR一样旋转,而不是可变的改变锥形角度。LIDAR通常使用镜来快速旋转激光源,并且同样的情况也可能发生在这些线、弧或锥形上。也可以使用锥形的旋转和锥形从窄到宽的可变角度的组合,并且可以针对类似或不同角度的多个锥形使用一个以上激光器,类似或不同角度的多个锥形可以与相同的透镜或其他透

镜一起使用以增加被扫描的区域。激光锥形可以是静止的,其中一个以上激光器用于不同角度的多个锥形。在太空中,这个系统可以用于检测其他天基对象,无论是天然的(陨石、小行星、彗星……)或人造的(卫星、宇宙飞船、宇航员、太空垃圾……)。

[0095] 参照图10A,类似于图1至图6所示的系统100可以用于产生投射为弧140的部分激光锥形。激光源110投射入射激光束120,该入射激光束120相对于垂直于诸如片150的单侧柱状透镜片的透镜侧151的表面的线184成大角度 θ 的角度。这以投射为弧140的反射光线127的形式产生仅入射激光束120的光线的反射。如上面所讨论的,进一步增加角度 θ 会导致弧最终完全减小。

[0096] 已经观察到,为了产生由仅激光束从双侧柱状透镜片170的反射产生的圆锥形,入射激光束120的入射角需要相对于柱状透镜片上的垂直方向较大。如果角度不够大,那么一部分光线被折射,并且另一部分被反射。所产生的图案可能是两个锥形而不是一个锥形。在图10B所示的系统中,双侧柱状透镜片170已经被两个背靠背的单侧柱状透镜片150和明亮的不透明材料片160或插入其间的镜代替。在这种配置中,明亮的不透明材料或镜防止激光束通过柱状透镜片的折射,而是反射光束。因此,所产生的图案可以是较大的锥形,这是因为角度可以大于例如图10A中使用的角度。

[0097] 图10C示出了类似于图10B的系统但是使用了两个背靠背的柱状透镜片250的系统,每个柱状透镜片250具有高反射透镜侧。例如,柱状透镜片250的柱状透镜可以由高反射材料制成或者具有高反射涂层。透镜侧的高反射率防止激光束通过柱状透镜片的折射,而是反射光束。因此,所产生的图案可以是较大的锥形,这是因为该角度可以大于例如图10A中使用的角度。

[0098] 激光源可以相对于柱状透镜片稍微向左或向右移动,以使点顺时针或逆时针移动。给定每个投射点与其相邻点的接近度,可能需要由激光源的非常小的移动来使每个点穿过间隙至下一个相邻点位置。另一可能的实施方式是移动柱状透镜片本身。用于移动点以穿过间隙将需要由片的非常小的移动。在一个实施方式中,柱状透镜片可以是以圆柱的形式,其可以是稍微可移动的。可以使用简单的齿轮和弹簧机构来创建缓慢且稳定的移动。例如,可以使用类似于老式发条手表的卷绕机构。该机构可以包括用于提供缓慢但稳定的回转运动的减速齿轮,以旋转激光源之一和用于使激光源的激光束转向的柱状透镜材料。如果将该机构应用于第一激光源,以使其稍微向左或向右移动,则当第一激光源到达最左边或最右边的点,而第二激光器处于扫描的中间时,可能需要第二激光源来补偿点的停止。利用旋转镜也可以旋转线、弧或锥形。

[0099] 实验已经示出,无论形状如何,隐形飞行器都不能有效地散射由LIDAR发射的处于光的较小波长的电磁能量。快速移动的喷气式飞机或新型高超音速导弹可能能够飞行穿过所讨论的转向激光光线之间的间隙,但是如果形成所讨论的锥形的光线也由移动柱状透镜或激光源来完成的顺时针或逆时针移动,则极不可能能够这样做。附加地,由这种交通工具产生的湍流也可以被LIDAR检测。

[0100] 图11描绘了用于使用LIDAR系统检测对象的方法1100。在步骤1110处,将第一入射激光束投射至双侧柱状透镜片的第一透镜侧上,以产生反射光线的第一半锥形。在步骤1120处,将第二入射激光束以第二角度投射至双侧柱状透镜片的第二透镜侧上,以产生反射光线的第二半锥形,该反射光线的第二半锥形与反射光线的第一半锥形一起形成反射光

线的全锥形。在步骤1130处,当对象穿过全锥形的反射光线中的任一个时,由LIDAR系统的传感器检测从该对象反射的信号。

[0101] 图12是具有多个线1010的线性(单轴)衍射光栅1000的衍射侧的顶视平面图。衍射光栅1000的相对侧是光滑平坦的表面。图13是具有多个水平线1010和多个垂直线1020的双轴衍射光栅1500的衍射侧的顶视平面图。双轴衍射光栅1500的相对侧是光滑平坦的表面。

[0102] 图14示出了以与法线成一定角度朝向衍射光栅1000的光滑表面对准的入射光束20。包括光束20的不同颜色的光线以与它们将从棱镜折射出的相同方式被折射,并且被分解成不同颜色的光线21、22、23和24。

[0103] 图15是示出入射激光束120被引导通过单轴衍射光栅1000的侧视透视图。单轴衍射光栅1000使光束120产生多个衍射激光束1024,当这些衍射激光束1024投射至诸如壁的平坦表面上时,产生沿该表面布置成一行的多个点1025。已经观察到,在使用特定类型的激光源的情况下,每毫米1000线(1/mm)的衍射光栅形成三个点。

[0104] 图16是示出入射激光束120被引导通过双轴衍射光栅1500的侧视透视图。双轴衍射光栅1500使光束120产生多个衍射激光束1024,当这些衍射激光束1024投射至诸如壁的平坦表面上时,在该表面上产生以矩阵形状布置的多个点1025。

[0105] 返回至图1,当使入射激光光束120大体上垂直于线性柱状透镜片150对准时,其中柱状透镜元件155水平定向,所产生的图案是形成为三角形的光束,并且其在平坦表面上投射为垂直线130。每个垂直线130实际上包括紧密间隔的数百个点。如果来自图15的多个激光束1024穿过诸如图1的柱状透镜片150,那么图15的衍射激光束1024中的每一个将产生诸如图1的线130的线。参照图17,激光源110引导入射激光束120穿过线性衍射光栅1000,该线性衍射光栅1000被定向成使得衍射线是垂直的,随后在衍射光栅1000后面并且邻接衍射光栅1000放置线性柱状透镜片150,其中柱状透镜水平定向。所产生的图案是投射为垂直线1080的多个三角形垂直平面。对垂直线的仔细检查示出,每个线由数百个紧密间隔的点形成。垂直线的数目取决于衍射光栅的图案密度。因此,投射的垂直线的数目可以增加。

[0106] 相对于图18,如果柱状透镜片150旋转使得其相对于衍射光栅1000成角度,那么由衍射光栅投射的点不再垂直排列,并且当它们中的每一个穿过线性柱状透镜片时产生一个线。所产生的图案是投射为对角线1090并且紧密间隔的相同数目的对角三角形激光平面。同样,对角线1090中的每一个包括数百个点。

[0107] 根据本公开内容的实施方式,图19中使用的衍射光栅是双轴衍射光栅1500。如前面关于图16所讨论的,当入射激光束120通过双轴衍射光栅1500投射时,形成投射为激光点矩阵的激光束矩阵。例如,如果双轴衍射光栅的图案密度为每英寸13500个线,则观察到由衍射激光束投射出 13×13 个点的矩阵图案。如果具有多个透镜的柱状透镜片150被放置在衍射激光束1024的路径中,则每个光束产生如前面所示的线。如果柱状透镜片被放置成使得柱状透镜水平定向,那么许多线1080排成一行,并且人们看到一些基本上明亮的线。

[0108] 在图20中,柱状透镜片150相对于双轴衍射光栅1500旋转一定角度。因此,由衍射光栅产生的点矩阵现在被对角地定向至柱状透镜片150。所产生的图案是对角线的多个线1090。线1090比线1080多,并且间隔更近。线1090中的每一个包括数百个点。

[0109] 已经观察到,在入射激光束的路径中添加更多具有不同图案密度的衍射光栅片,产生更多形成点的衍射光束。如所讨论的,将衍射光束穿过柱状透镜片,将每个点转换成一

个线,其中每个线由数百甚至数千个点组成。进入多个光束的路径的对象处于数千个激光束的路径中,并且可以使用LiDAR系统以良好的分辨率被检测到。附加地,利用以矩阵形式的数以千计的激光束的LiDAR系统——对于即使小对象——也非常敏感。数以千计的激光束甚至在较远的距离上紧密间隔,这可以避免用于执行类似于用激光锥形执行扫描的需要。要使用的衍射光栅的数目的限制因素是设法通过的激光量及其强度。即使有许多衍射光栅,较强的激光仍能发出足够的可用能量,而较弱的激光仅能与几个衍射光栅连同使用。LiDAR系统的应用可以决定所使用的激光的强度,并且相应地决定衍射光栅的数目、它们的图案密度以及它们关于彼此以及相对于柱状透镜的角度。附加地,到待检测对象的距离可以决定要使用的光栅的数目。例如,对于不够远的对象,可以使用几个数目的光栅,这是因为产生的线和点仍然在近距离处紧密间隔。然而,为了检测远处的对象,用柱状透镜片产生更多的光栅,紧密间隔的更多光束将是期望的。在这种情况下,需要更强的激光,这是因为更多的光栅会减少通过的激光量,这影响使用LiDAR检测对象的能力。

[0110] 图21示出了通过使用两个背靠背的线性柱状透镜片150和450来使激光束转向的系统,其间具有偏移干涉图案。如所示,片150的单个柱状透镜在水平方向上横向偏离片450的柱状透镜。对准柱状透镜片450的入射激光束120在作为转向光束125离开柱状透镜片150时被转向。干涉图案因此使激光束偏转。这是有益的,因为在现代战争中,激光指示器通常用于标记目标。对于激光制导炸弹、导弹和精密火炮弹药都是这样。通过使激光指示器偏转,武器有可能会错过诸如战斗坦克的目标的易受攻击点,这通常需要在特定位置直接命中以使其失去能力。

[0111] 激光也越来越多地被地面部队使用来将其武器对准敌人。这些激光可以在可见光谱之外的频率下操作,并且可以通过夜视镜或护目镜看到。图21中使用的材料不仅使可见光谱中的激光偏转,而且使UV(紫外)、NIR(近红外)和SWIR(短波红外)中的激光偏转,并且可能超出该范围。

[0112] 使激光的精确定位偏转也可能导致士兵瞄准错误的地方,并且在不理解为什么他们不能击中目标的情况下一直错过目标。在干扰的破坏性因素掩盖了目标的状态的情况下,敌人甚至可能没有意识到他们完全错过目标,假设他们击中目标。这可能会导致敌人改变他们的进攻或防御姿态或位置,以允许隐藏在我们材料后面的目标,以在对手最易受攻击的时候轻松定位和识别战斗人员并且将其作为目标。对于图21的系统,向右移动激光束会使其向左转向,反之亦然。这由箭头描绘,箭头示出转向的激光束125沿与入射激光束120的方向相反的方向移动。瞄准目标的观察者可能注意到目标上投射的激光点沿与其中激光源移动的方向的相反的方向移动。因此,观察者可能会怀疑目标前方存在一些形式的伪装材料,并且得出结论:当使用观察到的点向目标发射弹药时,目标将不会被准确击中。

[0113] 图22描绘了针对两个背靠背的线性柱状透镜片150和450的替选布置。在这种布置中,片150的单个柱状透镜沿水平方向与片450的柱状透镜成一定角度,这产生了使穿过其中的入射激光束偏转的干涉图案。

[0114] 图23示出了通过使用其间具有偏移干涉图案的两个背对背的线性柱状透镜片150和450以及附加的双侧柱状透镜片170来使激光束转向的系统。如所示,片150的单个柱状透镜沿水平方向偏离片450的柱状透镜。双侧柱状透镜片170被示出位于激光源与柱状透镜片450和150之间,然而柱状透镜片170也可以位于柱状透镜150和450后面。对准柱状透镜片

450的入射激光束120作为转向光束离开柱状透镜片150,如图21中的情况,然而被转向光束现在穿过双侧柱状透镜片170。在这种情况下,当激光源沿特定方向移动时,光束被转向,转向光束125沿相同方向移动。有利地,转向的光束不会投射至预期的目标上,但是同时观察者可能不会怀疑光束被转向,这是因为当他们移动激光源时,投射的激光点看起来沿相同的方向移动。因此,当弹药沿观察到的投射点的方向发射时,观察者可能会有目标已经被击中的印象。

[0115] 虽然柱状透镜以基本相同的尺寸绘制,但是对于本领域的技术人员来说将明显的是,具有不同角度或每英寸透镜(LPI)的不同柱状透镜片可以互换使用,而不影响本发明工作的方式。

[0116] 虽然在示例性实施方式中使用的柱状透镜片包括纵向柱状透镜片,但是也可以使用其他等效的折射-反射材料。例如,可以使用棱镜透镜、多芬棱镜透镜和中间分开的多芬棱镜透镜。

[0117] 对于本文中所描述的使用柱状透镜和/或衍射光栅的所有系统,其表面可以涂覆或制造有保护元件,该保护元件可以抵抗以下中的一些或全部,包括但不限于:雾、水、火、污垢、灰尘、划痕、热、冷和紫外线辐射。

[0118] 已经仅通过示例的方式描述了本发明的实施方式,应当理解,由所附权利要求限定的本发明不受以上示例性实施方式的描述中阐述的特定细节的限制,这是因为在不脱离权利要求的范围的情况下,许多变型和置换都是可能的。

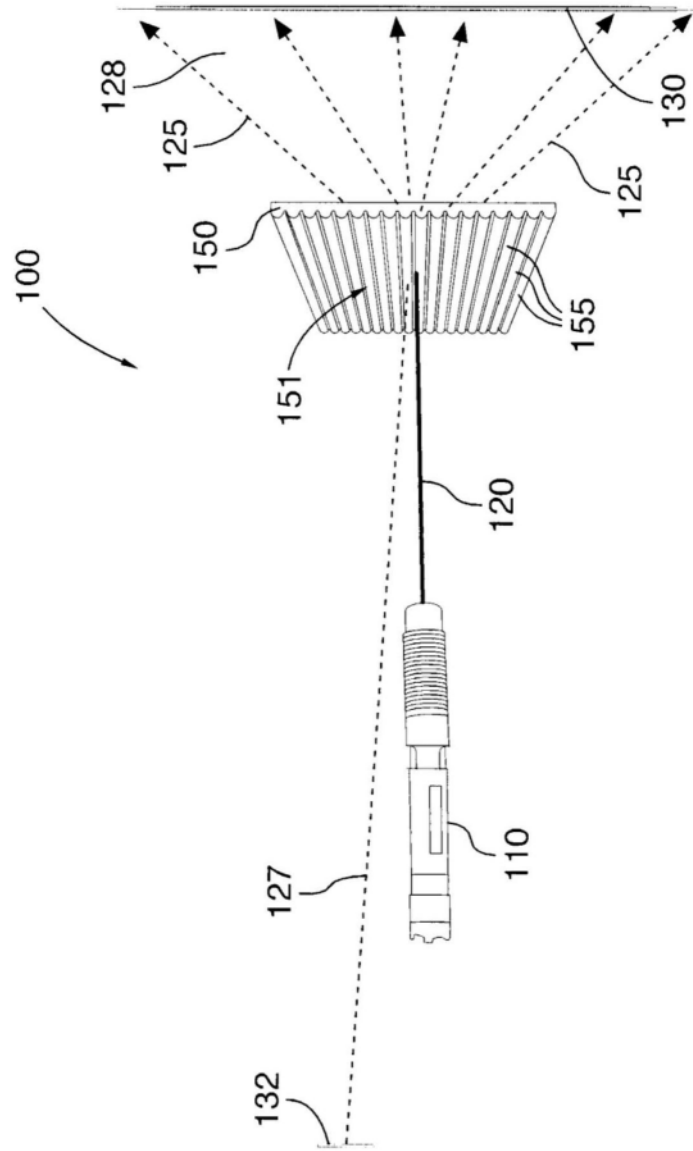


图1

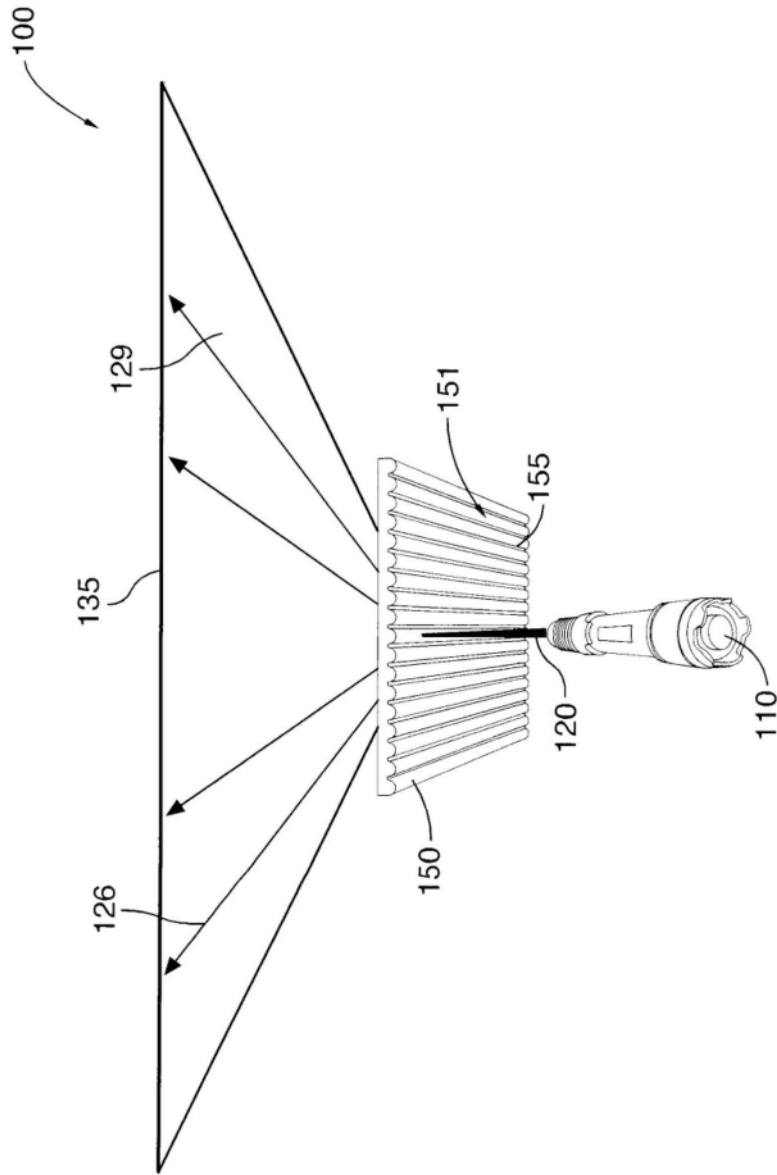


图2

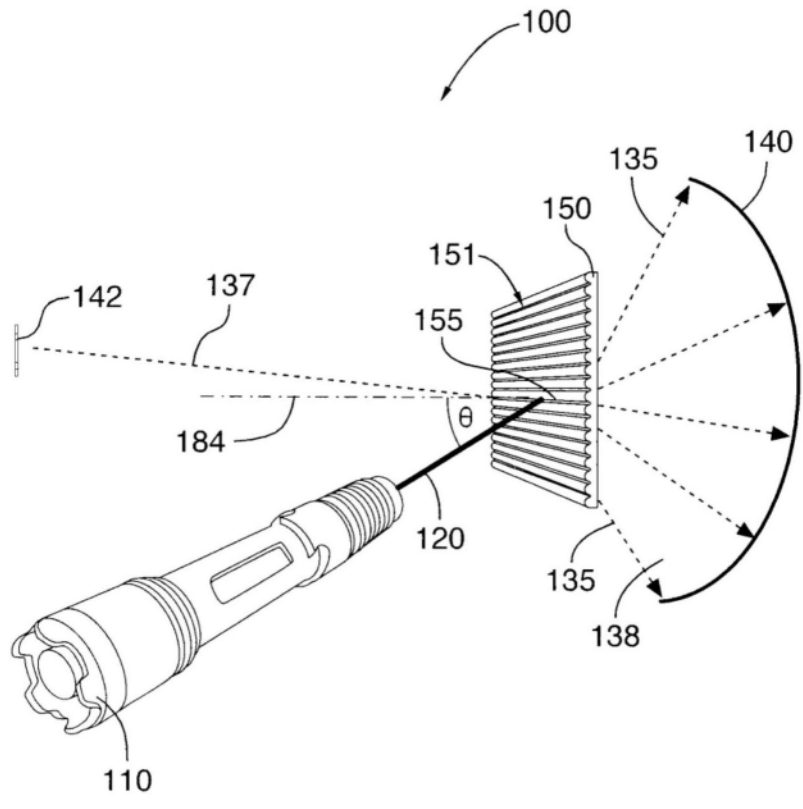


图3

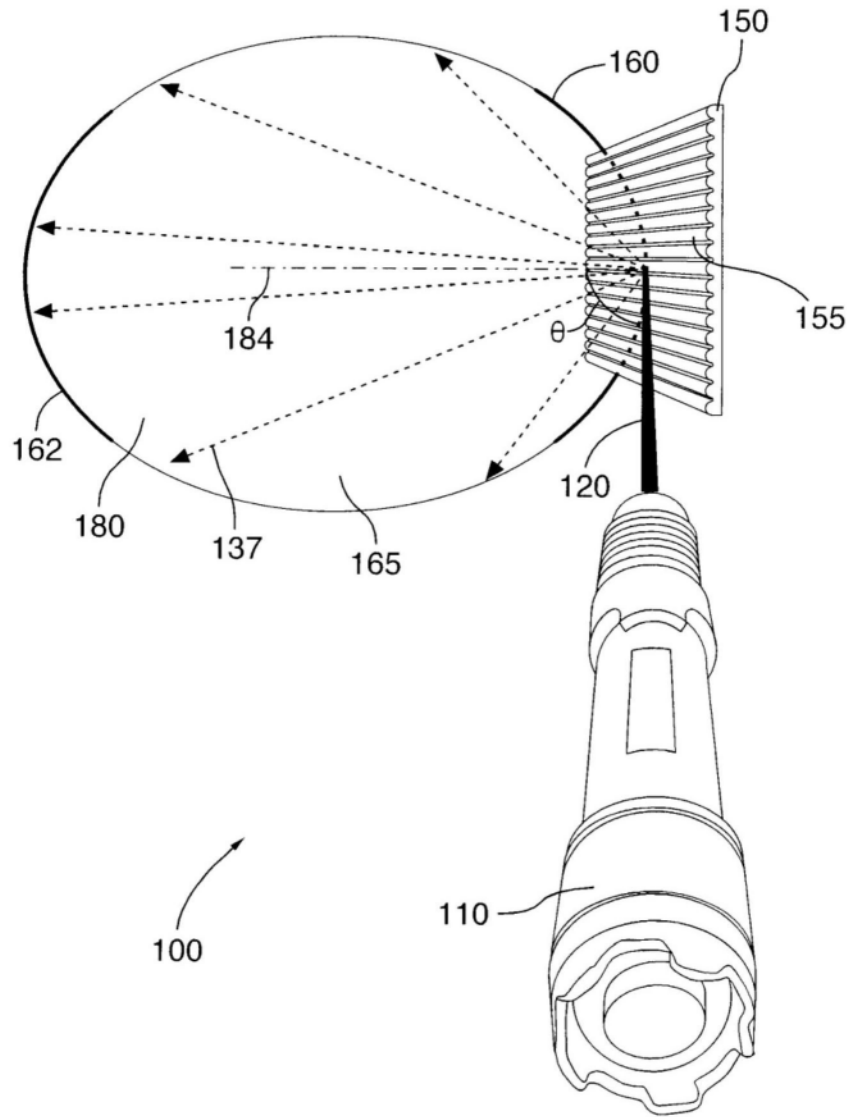


图4

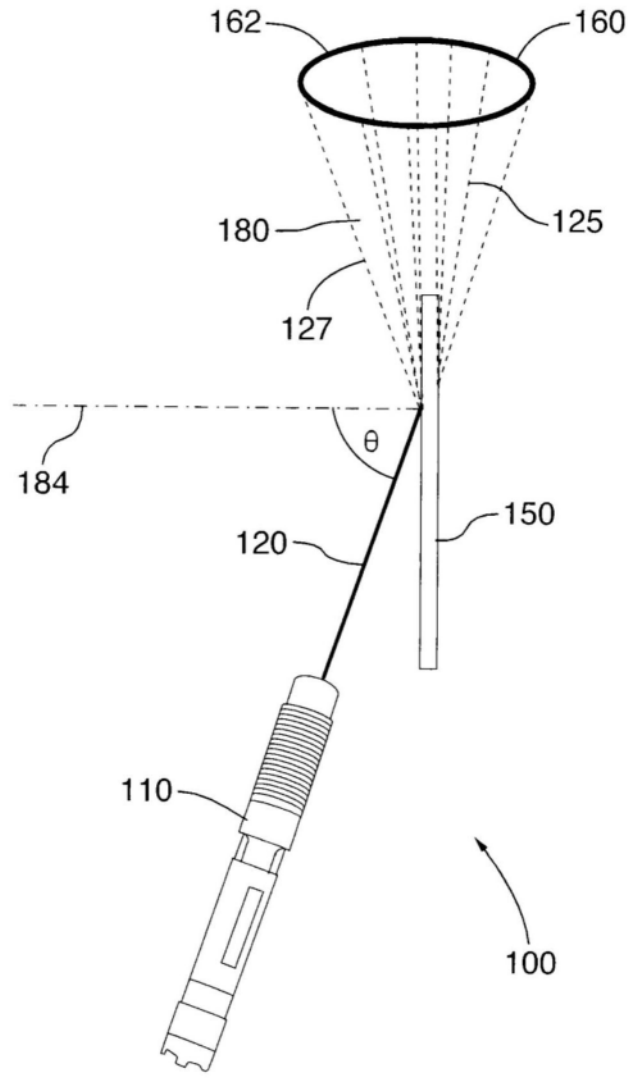


图5B

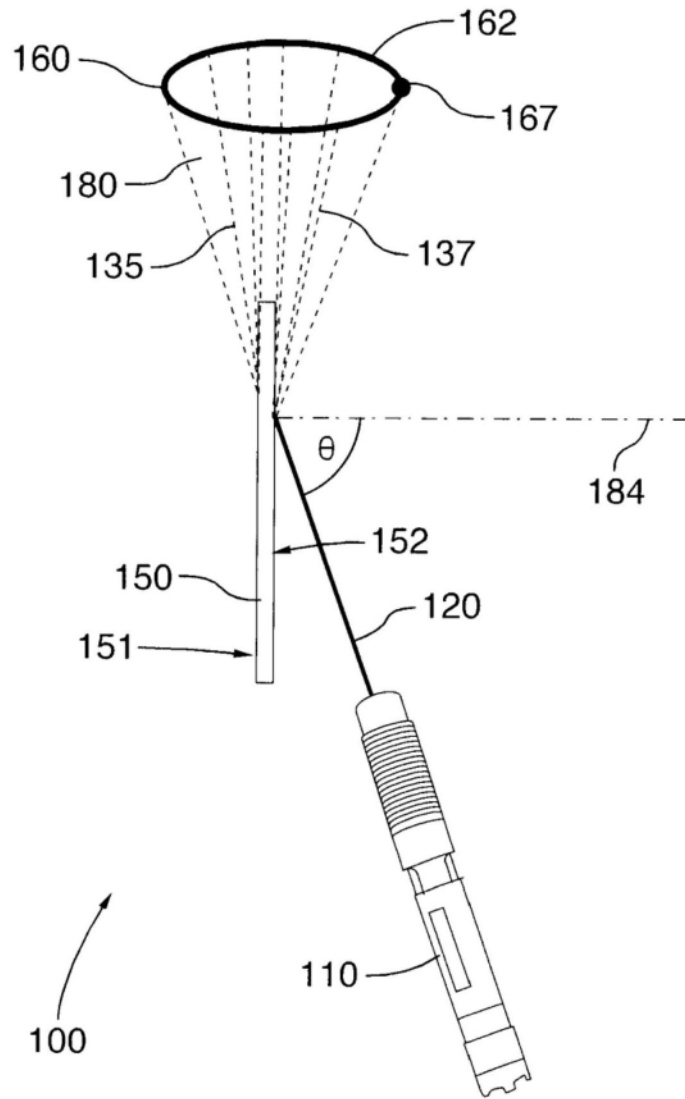


图6

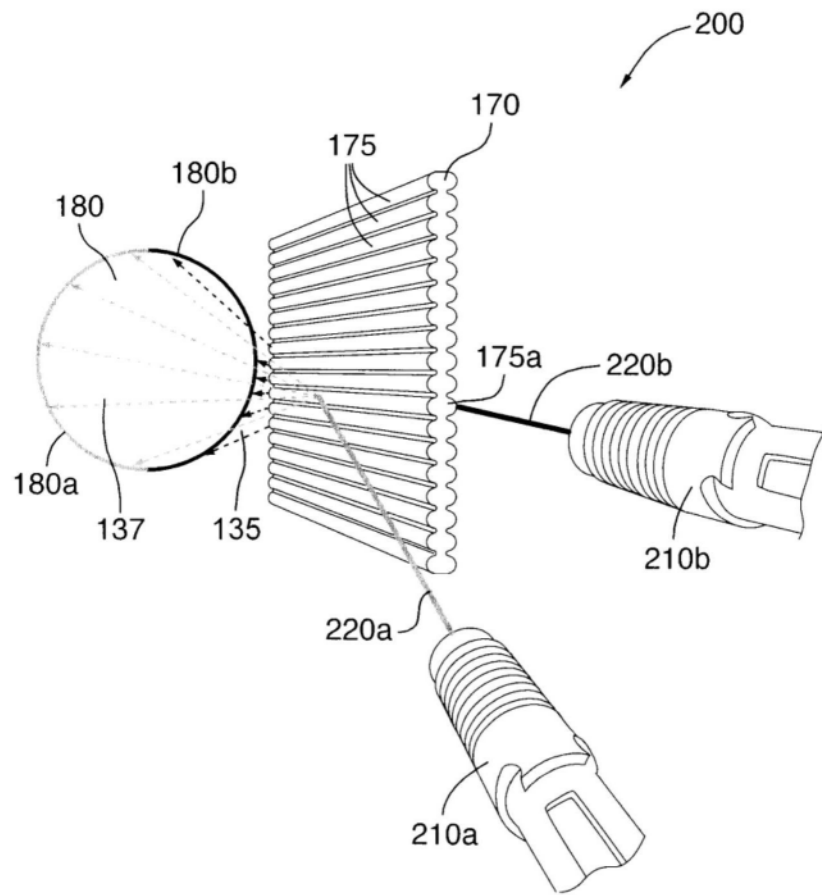


图7A

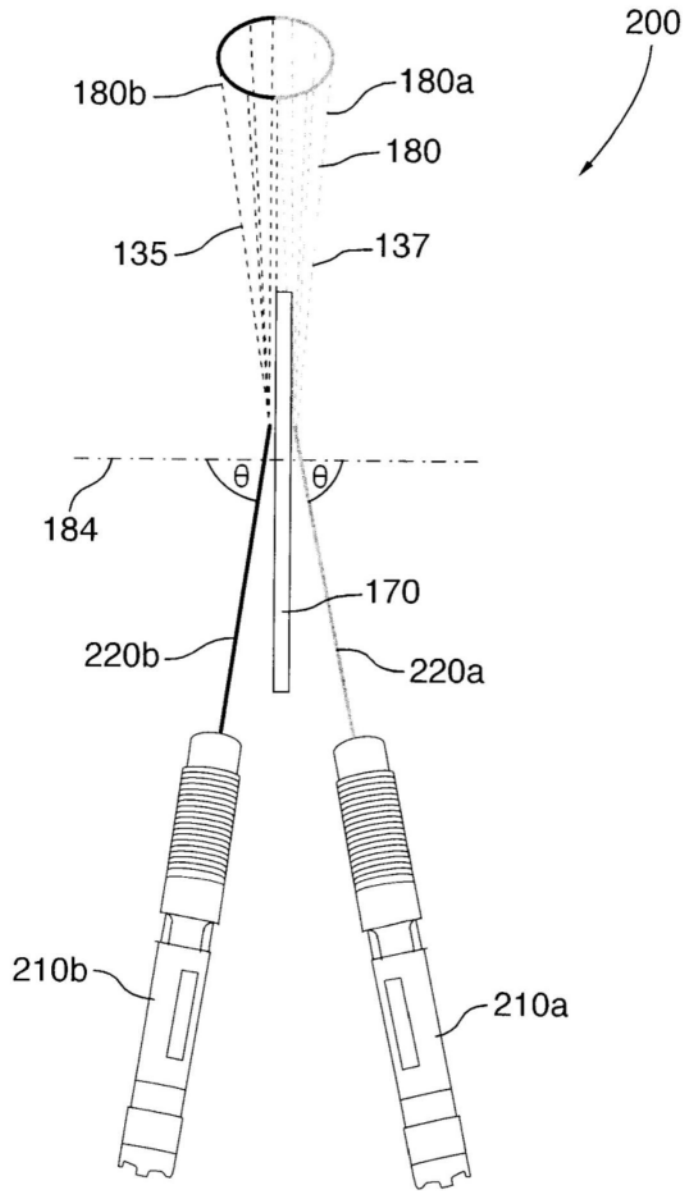


图7B

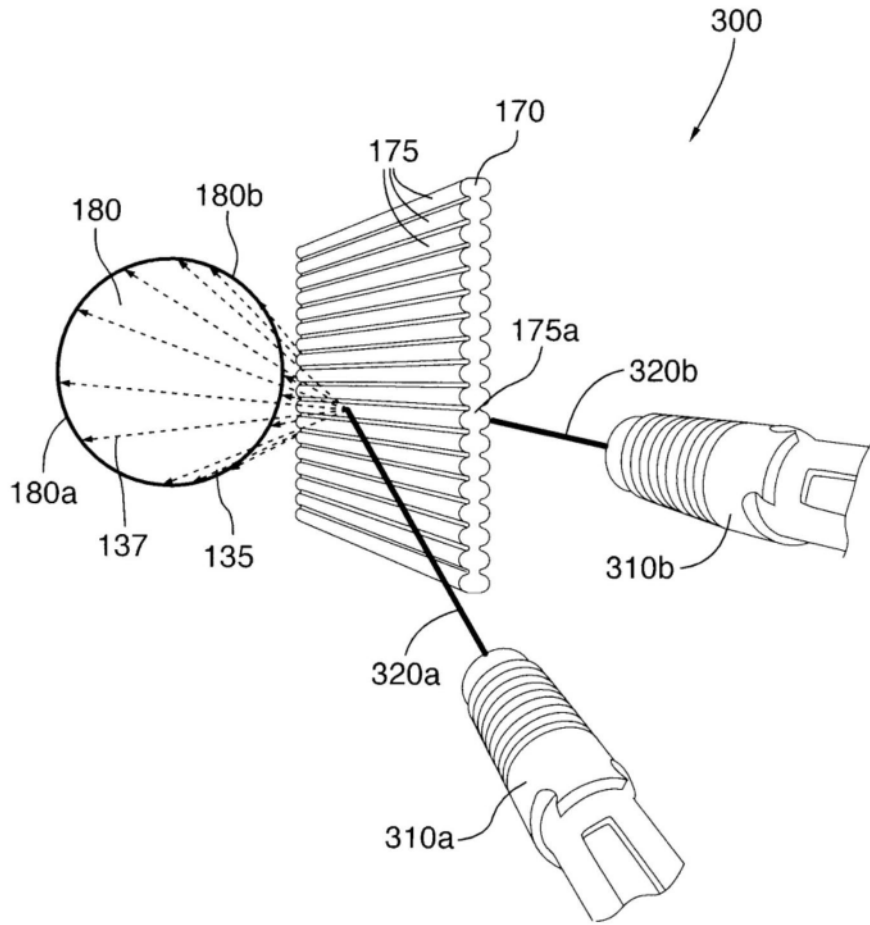


图8A

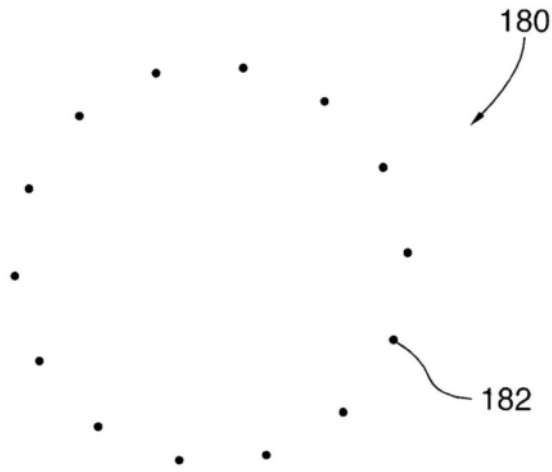


图8B

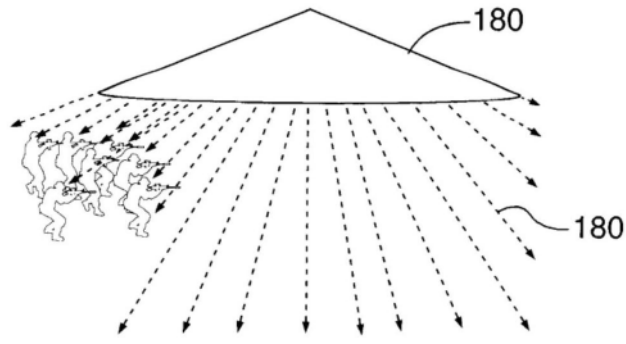


图8C

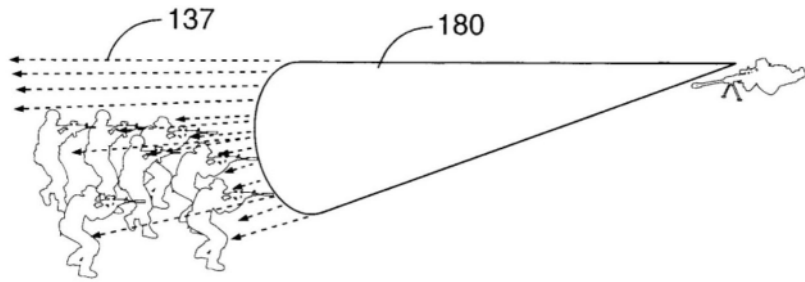


图8D

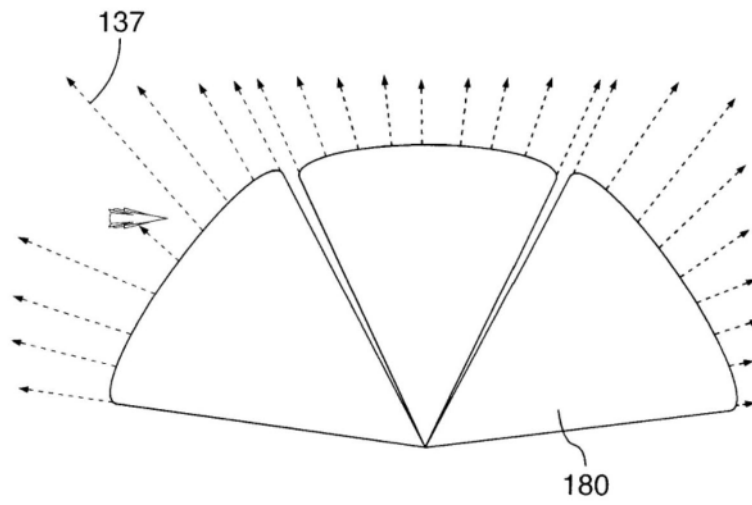


图8E

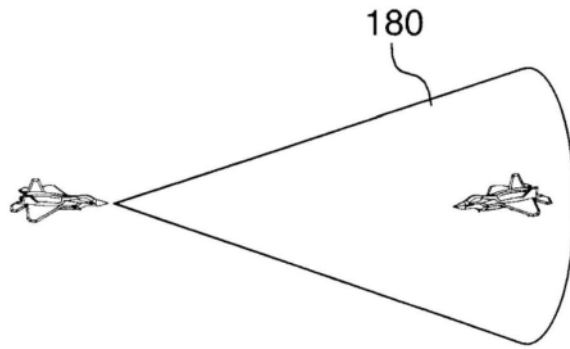


图8F

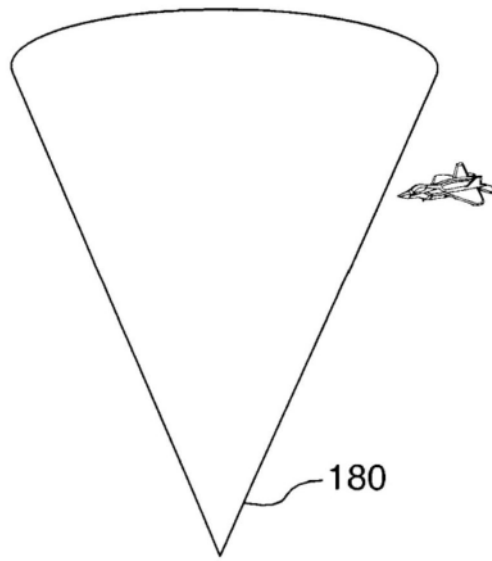


图8G

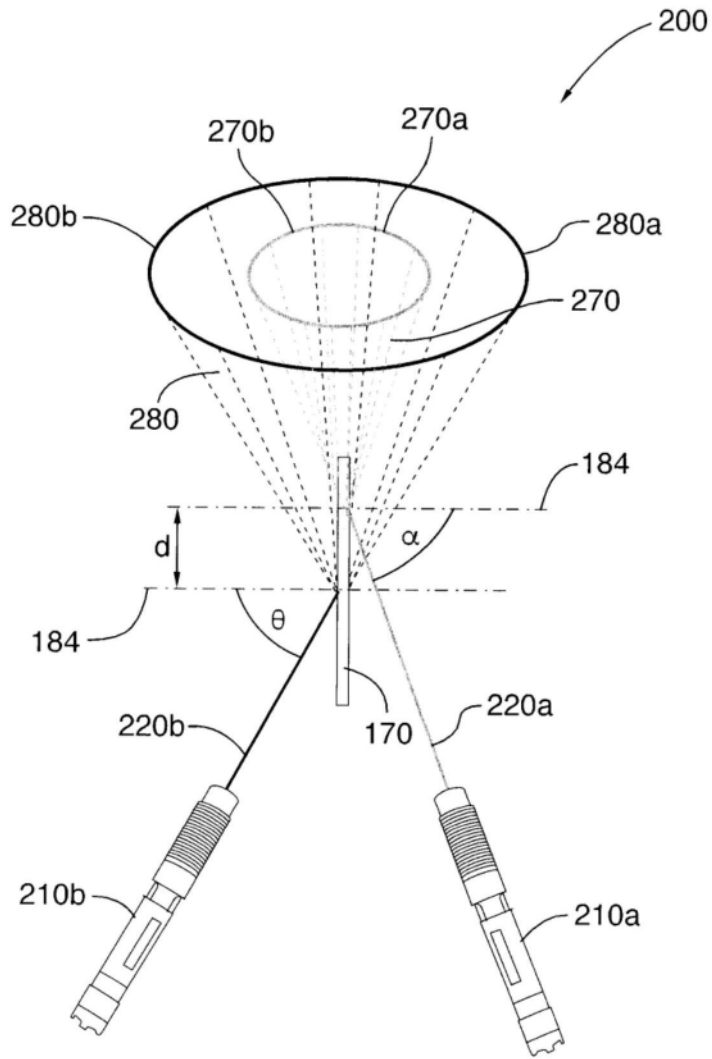


图9A

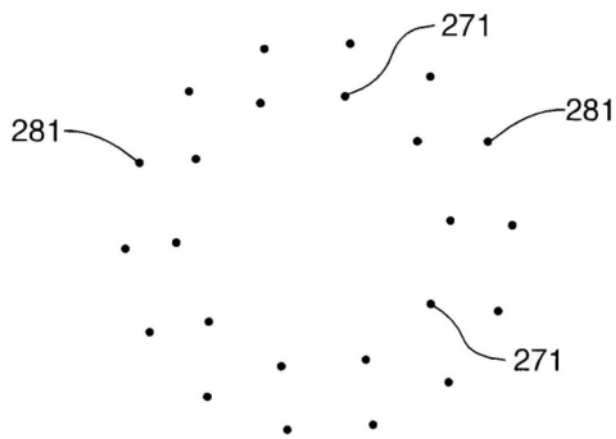


图9B

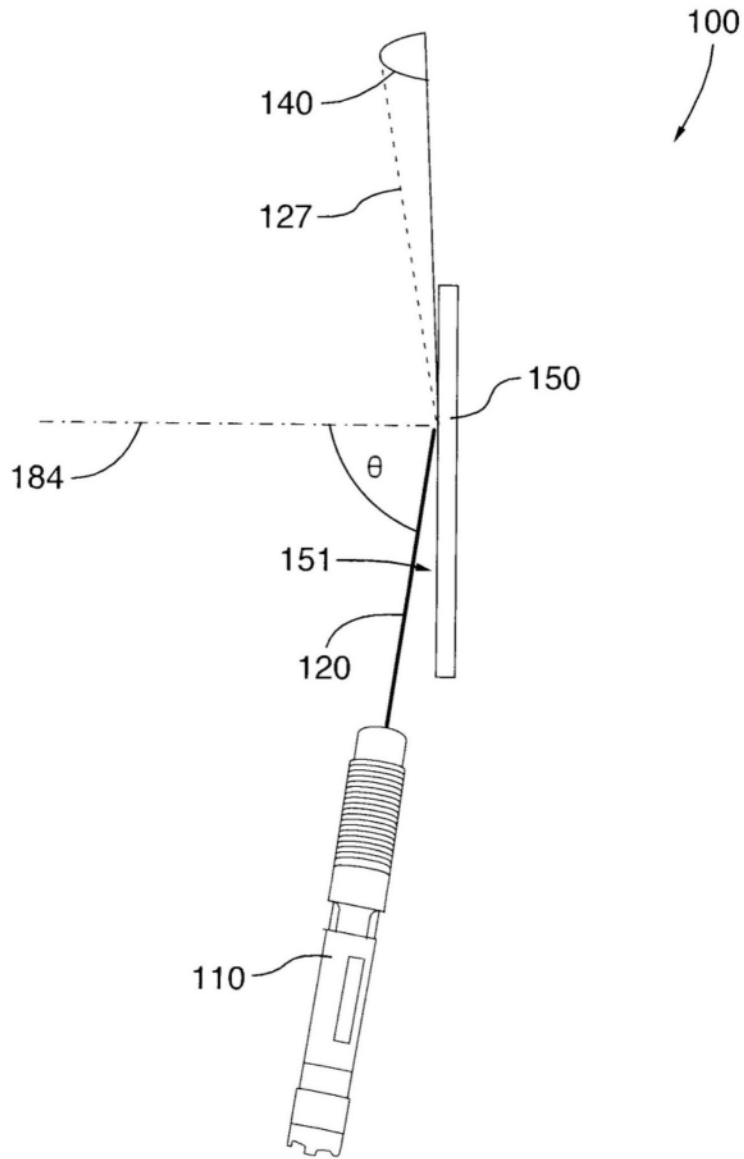


图10A

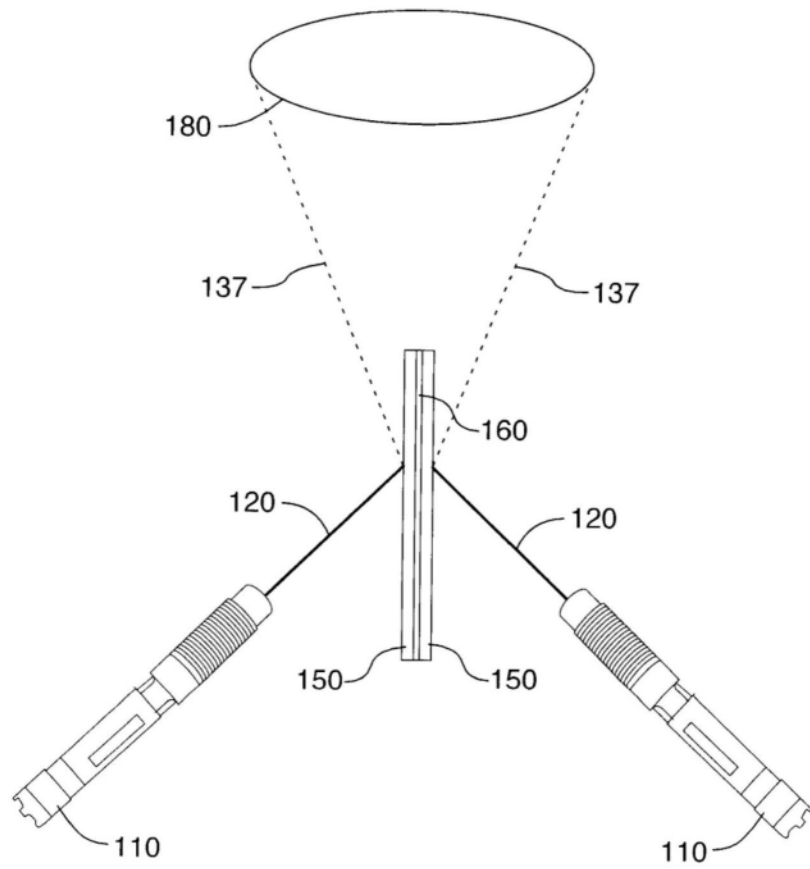


图10B

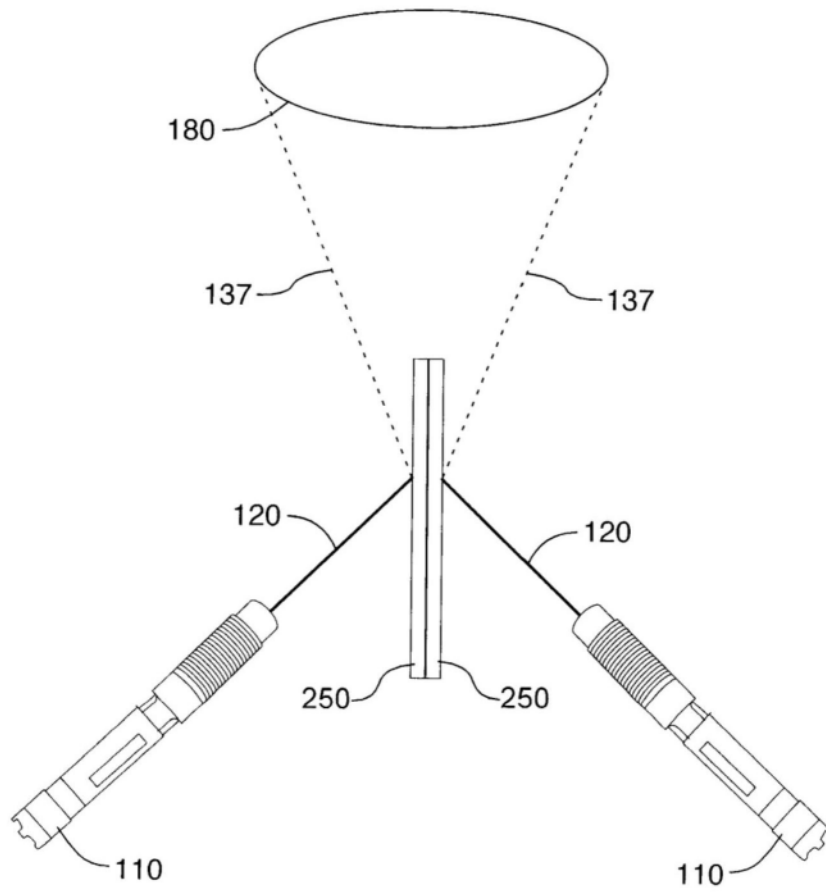


图10C

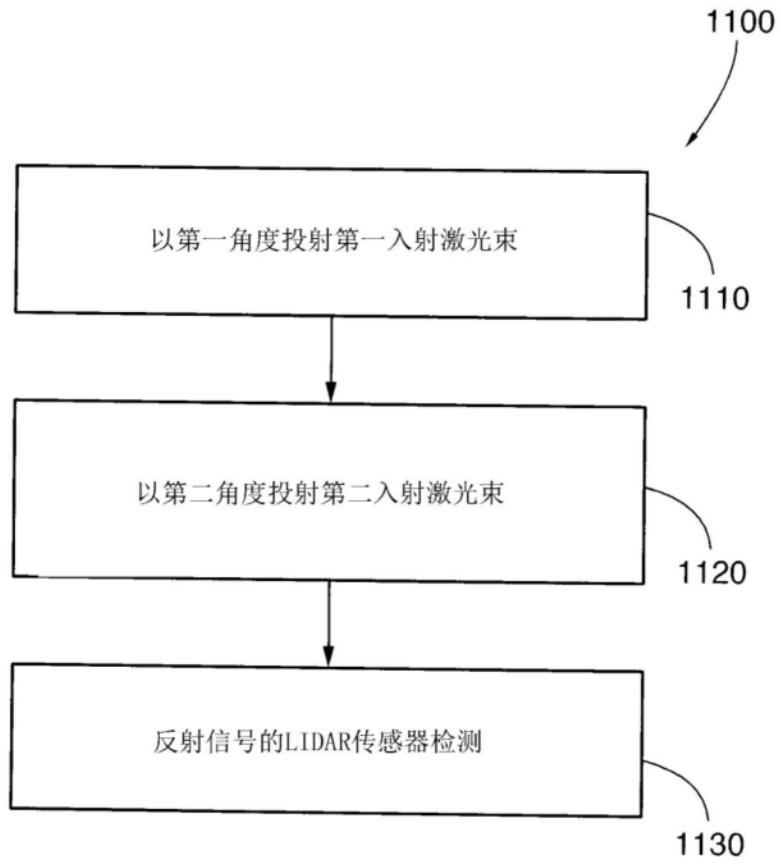


图11

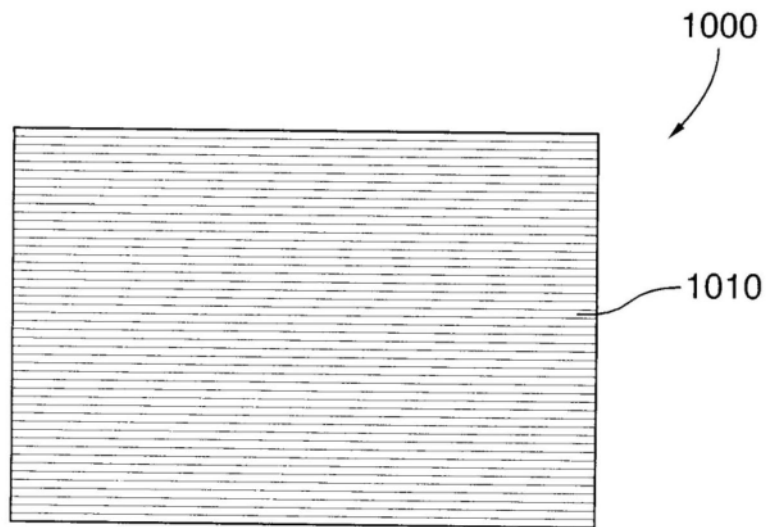


图12

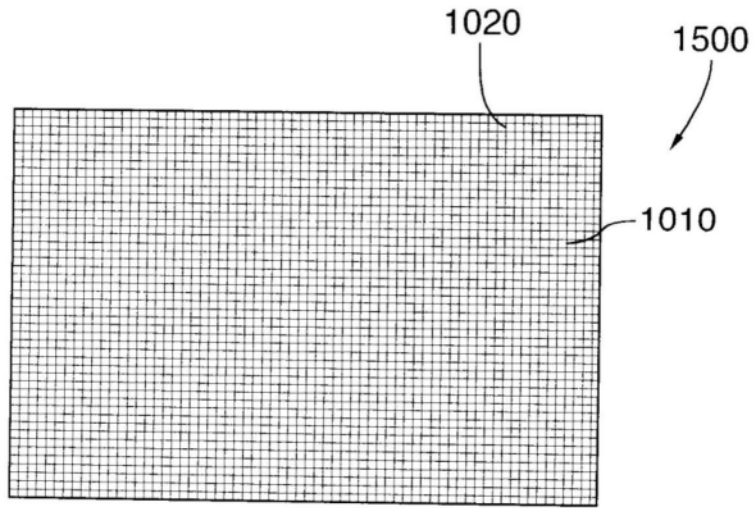


图13

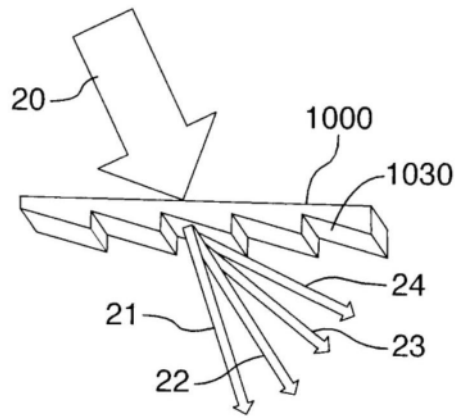


图14

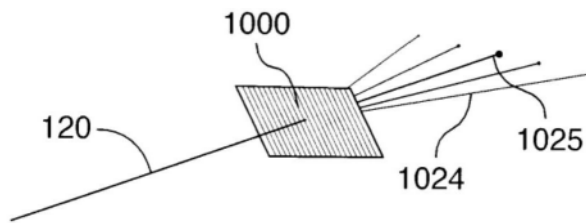


图15

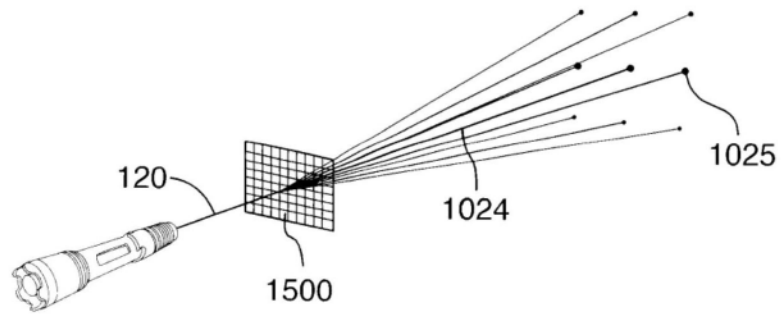


图16

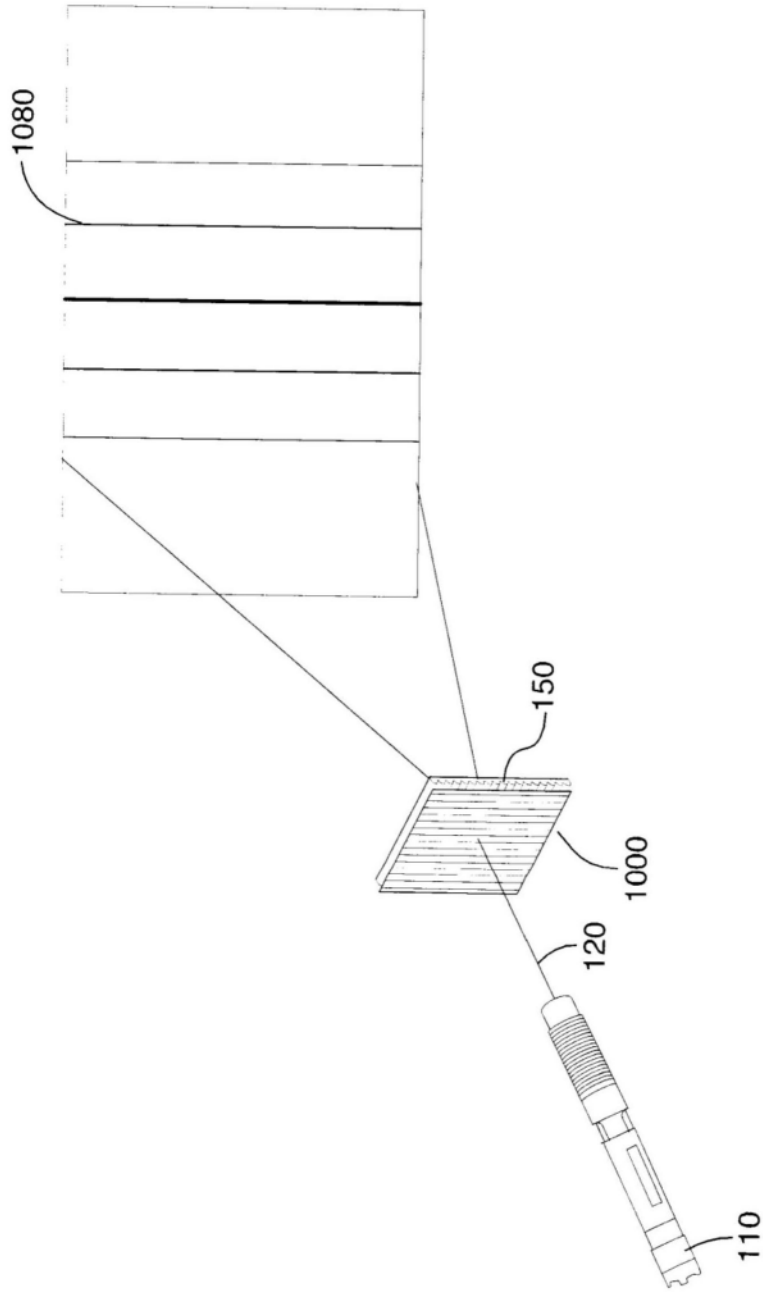


图17

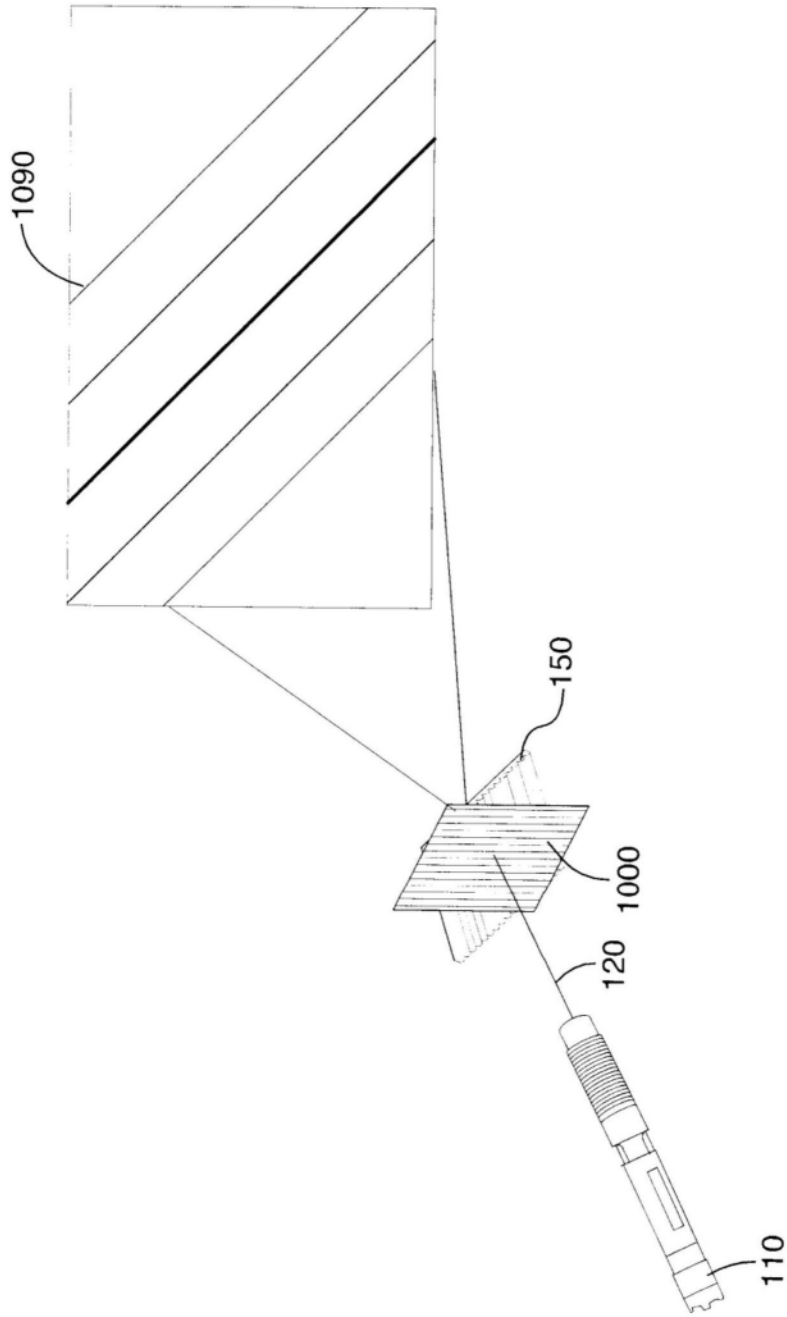


图18

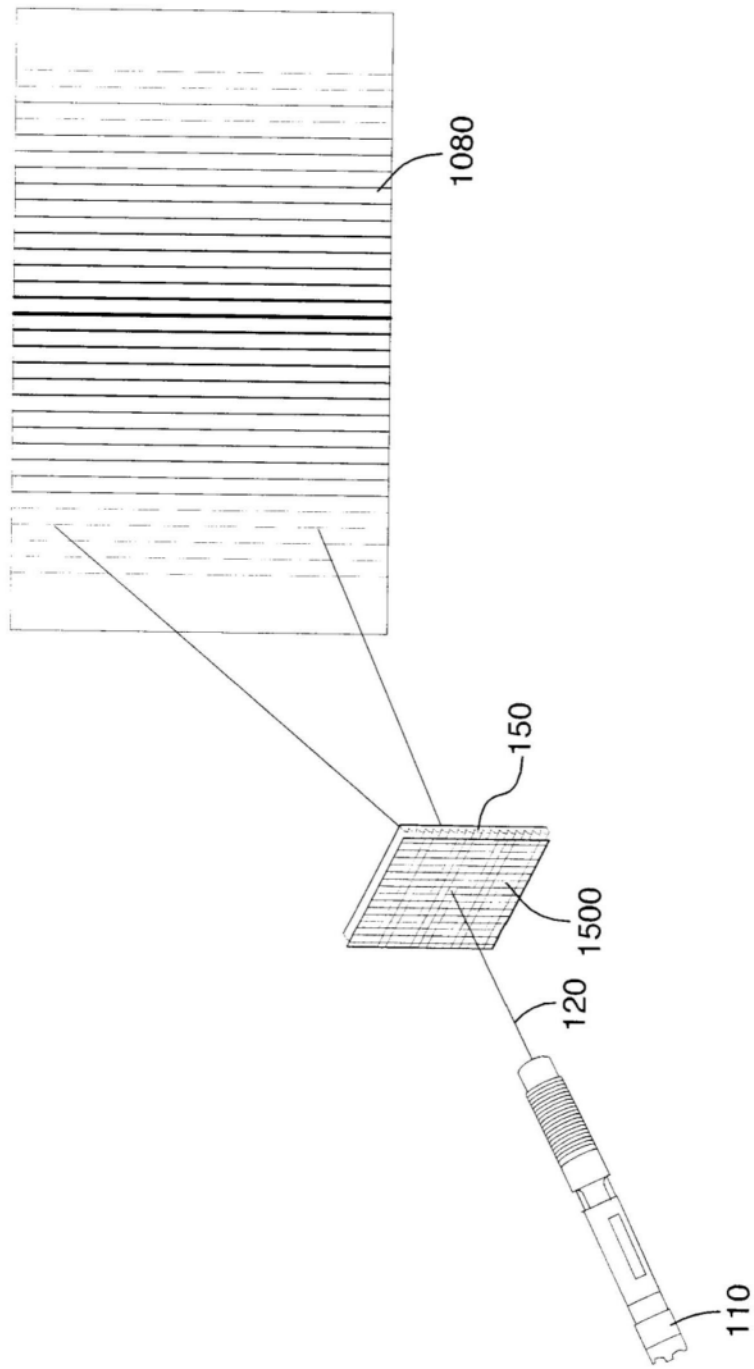


图19

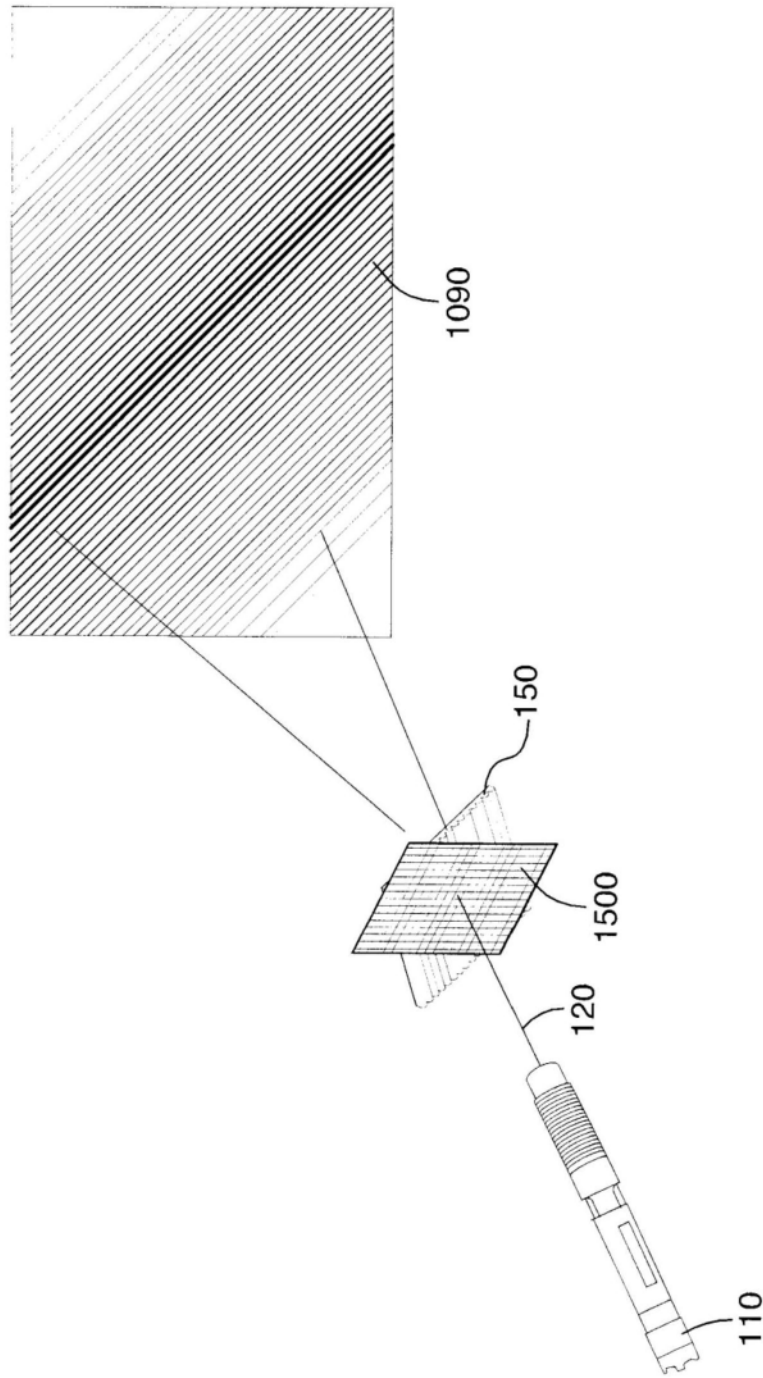


图20

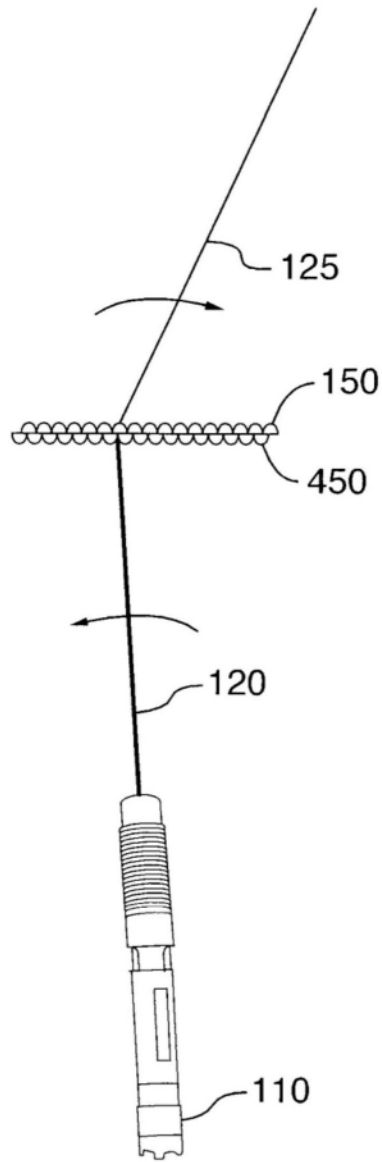


图21

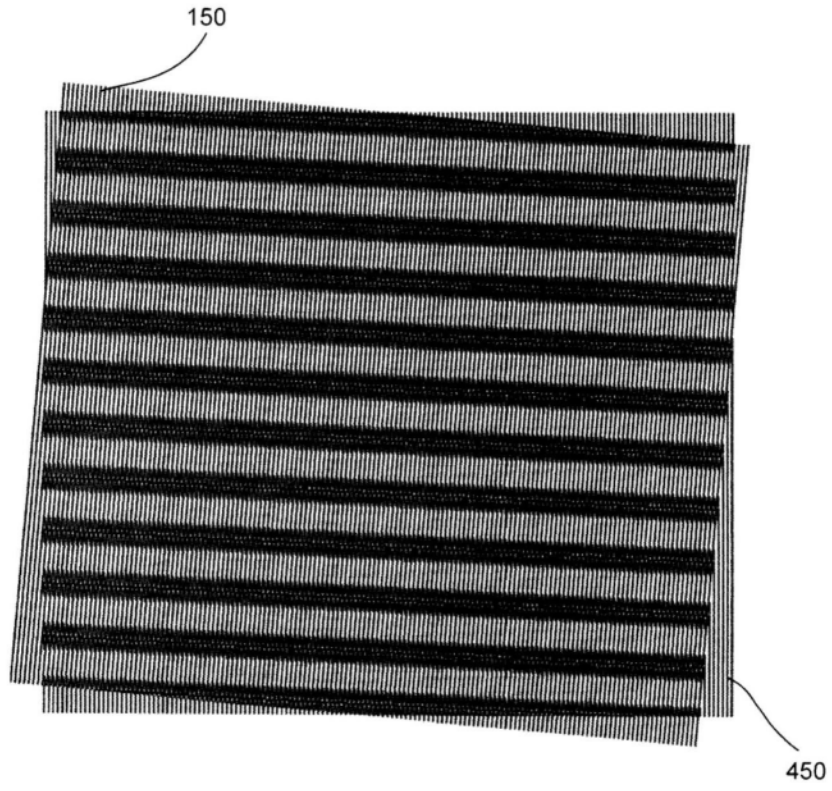


图22

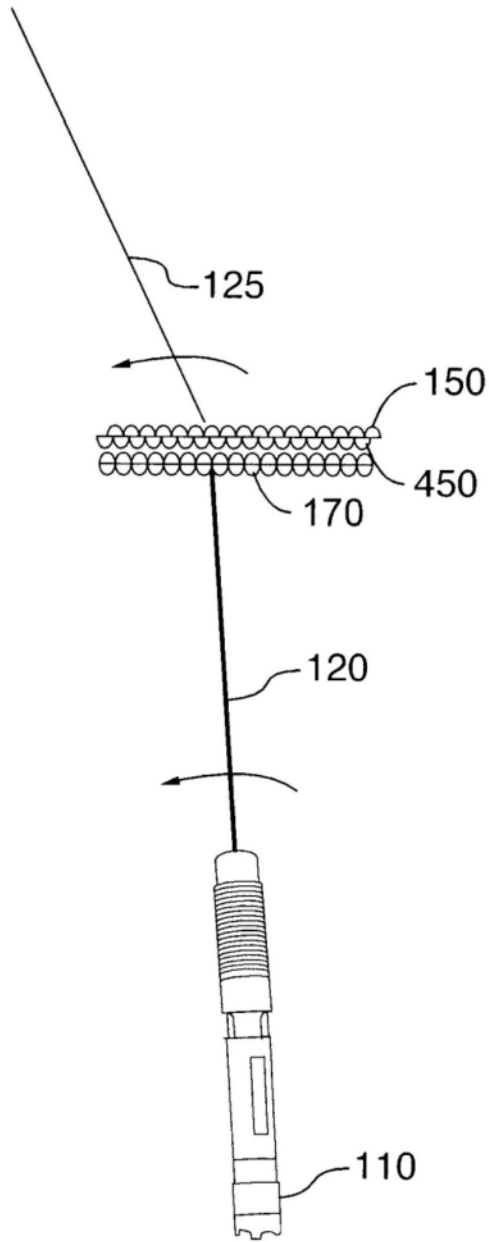


图23