



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110727038 A

(43)申请公布日 2020.01.24

(21)申请号 201910904456.3

(22)申请日 2019.09.24

(71)申请人 国科光芯(海宁)科技股份有限公司

地址 314400 浙江省嘉兴市海宁市海宁经济开发区双联路128号A座815室

(72)发明人 张新群 刘敬伟

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250

代理人 张琳琳

(51) Int. Cl.

G02B 1/00(2006.01)

G02B 3/00(2006.01)

G02B 27/00(2006.01)

G06K 9/20(2006.01)

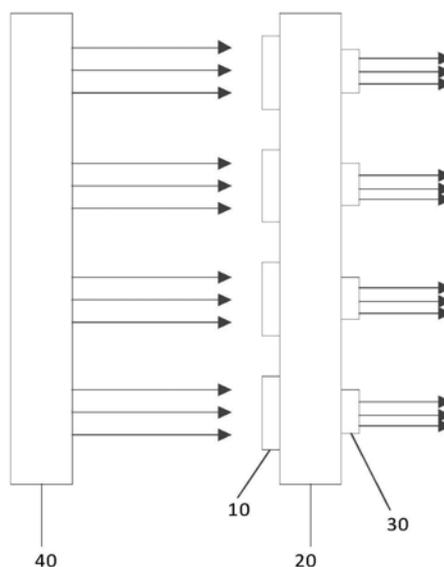
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种超材料透镜及结构光投影装置

(57)摘要

本发明公开了一种超材料透镜及结构光投影装置,该结构光投影装置包括:出光结构;透镜组,包括设置于出光结构出光侧的多个的超材料透镜,各超材料透镜与出光结构的各出光点一一对应。超材料透镜包括:多个超材料单元。本发明实施例提供的结构光投影装置,通过在出光结构的出光侧设置透镜组,且透镜组中的各超材料透镜与出光结构的出光点一一对应,同时根据公式可以对各超材料单元的结构进行设置,使超材料透镜中各超材料单元的位置和相位满足一定关系,即可对结构光的光束进行两个维度方向上的相位进行调控,从而可以对出光结构输出的光束进行准直并缩小各出光点光斑的大小。提高了相位调控的精确性。



1. 一种超材料透镜,其特征在於,包括:多个超材料单元,所述超材料单元的位置与对应的相位用下列公式表示:

$$\varphi(x, y) = -\frac{2\pi}{\lambda}(\sqrt{x^2 + y^2 + f^2} - f) + \text{const}$$

其中,(x,y)表示各超材料单元的位置坐标, $\varphi(x, y)$ 表示所述超材料单元位置处的相位关系,f表示所述超材料透镜的焦距,const表示常数。

2. 一种结构光投影装置,其特征在於,包括:

出光结构;

透镜组,包括设置于所述出光结构出光侧的多个如权利要求1所述的超材料透镜,各所述超材料透镜与所述出光结构的各出光点一一对应。

3. 根据权利要求2所述的结构光投影装置,其特征在於,还包括:衬底,多个所述超材料透镜设置于所述衬底的第一表面。

4. 根据权利要求3所述的结构光投影装置,其特征在於,还包括:设置于所述衬底第二表面的多个超材料透镜,所述衬底第二表面的多个超材料透镜与所述衬底第一表面多个超材料透镜一一对应。

5. 根据权利要求4所述的结构光投影装置,其特征在於,所述衬底的厚度用下列公式表示:

$$d = \frac{f_1}{n} + \frac{f_2}{n}$$

其中,d表示所述衬底的厚度, f_1 表示所述衬底第一表面的超材料透镜的焦距, f_2 表示所述衬底第二表面的超材料透镜的焦距,n表示所述衬底的折射率。

6. 根据权利要求2所述的结构光投影装置,其特征在於,所述超材料透镜中的各超材料单元呈阵列排布,所述超材料单元为椭圆柱体或长方体。

7. 根据权利要求2所述的结构光投影装置,其特征在於,所述超材料透镜的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。

8. 根据权利要求3所述的结构光投影装置,其特征在於,所述衬底的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。

9. 根据权利要求2所述的结构光投影装置,其特征在於,所述出光结构包括随机点阵光源和衍射光学部件。

10. 根据权利要求9所述的结构光投影装置,其特征在於,所述随机点阵光源为激光器或发光二极管。

一种超材料透镜及结构光投影装置

技术领域

[0001] 本发明涉及结构光技术领域,具体涉及一种超材料透镜及结构光投影装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着无人机、自动驾驶、人脸识别等领域的发展,对利用光学方法进行距离和形貌探测的需求越来越广泛。利用光学方法对距离和形貌进行探测识别的技术有很多,包括飞行时间法,直接三角法和散斑投影法等。目前,利用结构光进行探测和识别开始逐渐应用到人脸识别等技术领域中,尤其是应用于现在的全面屏手机的人脸解锁结构中。

[0003] 结构光是一组由投影仪和摄像头组成的系统结构。用投影仪投射特定的光信息到物体表面后及背景后,由摄像头采集。根据物体造成的光信号的变化来计算物体的位置和深度等信息,进而复原整个三维空间。在应用结构光时,光点大小会影响探测识别的精度,光点越小密度越大则分辨率越高。因而在结构光的光源后会有一组镜头对光源发出的光束进行调控,但是传统的光学镜头都是曲面镜,需要有一定的厚度才能实现光束调控功能,且镜头间的曲面使得光学镜头占据体积较大,结构光微型化较为困难。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种超材料透镜及结构光投影装置,以解决现有结构光的光学镜头为曲面镜,镜头间的曲面使得光学镜头占据体积较大,结构光微型化较为困难的技术问题。

[0005] 本发明实施例提出的技术方案如下:

[0006] 本发明实施例第一方面提供一种超材料透镜,该超材料透镜包括:多个超材料单元,所述超材料单元的位置与对应的相位用下列公式表示:

$$[0007] \quad \varphi(x, y) = -\frac{2\pi}{\lambda} \left(\sqrt{x^2 + y^2 + f^2} - f \right) + \text{const}$$

[0008] 其中, (x, y) 表示各超材料单元的位置坐标, $\varphi(x, y)$ 表示所述超材料单元位置处的相位关系, f 表示所述超材料透镜的焦距, const 表示常数。

[0009] 本发明实施例第二方面提供一种结构光投影装置,该结构光投影装置包括:出光结构;透镜组,包括设置于所述出光结构出光侧的多个如本发明实施例第一方面所述的超材料透镜,各所述超材料透镜与所述出光结构的各出光点一一对应。

[0010] 可选地,该结构光投影装置还包括:衬底,多个所述超材料透镜设置于所述衬底的第一表面。

[0011] 可选地,该结构光投影装置还包括:设置于所述衬底第二表面的多个超材料透镜,所述衬底第二表面的多个超材料透镜与所述衬底第一表面多个超材料透镜一一对应。

[0012] 可选地,所述衬底的厚度用下列公式表示:

$$[0013] \quad d = \frac{f_1}{n} + \frac{f_2}{n}$$

[0014] 其中,d表示所述衬底的厚度, f_1 表示所述衬底第一表面的超材料透镜的焦距, f_2 表示所述衬底第二表面的超材料透镜的焦距,n表示所述衬底的折射率。

[0015] 可选地,所述超材料透镜中的各超材料单元呈阵列排布,所述超材料单元为椭圆柱体或长方体。

[0016] 可选地,所述超材料透镜的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。

[0017] 可选地,所述衬底的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。

[0018] 可选地,所述出光结构包括随机点阵光源和衍射光学部件。

[0019] 可选地,所述随机点阵光源为激光器或发光二极管。

[0020] 本发明实施例提供的技术方案,具有如下优点:

[0021] 本发明实施例提供的超材料透镜,通过在超材料透镜中设置多个超材料单元,同时根据上述公式可以对各超材料单元的结构进行设置,使超材料透镜中各超材料单元的位置和相位满足上述关系,即可对结构光的光束进行两个维度方向上的相位进行调控,从而可以用于对结构光进行准直,缩小结构光的光斑大小;提高了相位调控的精确性。此外,该超材料透镜还可以用于其他装置中,当该超材料透镜用于不同装置中时,可以根据不同装置的需求设置不同的超材料透镜的结构,从而实现不同的光束调控功能。

[0022] 本发明实施例提供的结构光投影装置,通过在出光结构的出光侧设置透镜组,且透镜组中的各超材料透镜与出光结构的出光点一一对应,同时根据公式可以对各超材料单元的结构进行设置,使超材料透镜中各超材料单元的位置和相位满足上述关系,这样,各超材料透镜可以对结构光的光束进行两个维度方向上的相位调控,从而可以对出光结构输出的光束进行准直并缩小各出光点光斑的大小。因此,本发明实施例提供的结构光投影装置提高了相位调控的精确性,提高了结构光探测和识别的分辨率。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1A为本发明实施例中超材料透镜的结构框图;图1B为本发明另一实施例中超材料透镜的结构框图;

[0025] 图2为本发明实施例中结构光投影装置的结构框图;

[0026] 图3A为本发明实施例中结构光投影装置的超材料单元的结构框图,图3B为本发明另一实施例中结构光投影装置的超材料单元的结构框图;

[0027] 图4为本发明实施例中结构光投影装置的部分结构框图。

具体实施方式

[0028] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,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。

[0029] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0030] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,还可以是两个元件内部的连通,可以是无线连接,也可以是有线连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0031] 本发明实施例提供一种超材料透镜,如图1A所示,该超材料透镜10包括:多个超材料单元11,超材料单元11的位置 (x, y) 与对应的相位 $\varphi(x, y)$ 用公式(1)表示:

$$[0032] \quad \varphi(x, y) = -\frac{2\pi}{\lambda}(\sqrt{x^2 + y^2 + f^2} - f) + \text{const} \quad \text{公式(1)}$$

[0033] 其中, (x, y) 表示各超材料单元的位置坐标, $\varphi(x, y)$ 表示超材料单元位置处的相位关系, f 表示超材料透镜的焦距, const 表示常数。

[0034] 可选地,该超材料透镜可以用于结构光投影装置中,代替传统的曲面镜对结构光进行调控。相比于现有的曲面镜和其他透镜,该超材料透镜具有较薄的厚度,将其用于结构光投影装置中时,可以减小结构光投影装置的体积,更便于镜头间的调控。

[0035] 可选地,图1A中所示的超材料透镜10为长方体结构,此外,该超材料透镜10也可以选择其他形状,如图1B所示,该超材料透镜10为圆形,该超材料透镜还可以选择椭圆形,本发明对此不做限定。

[0036] 本发明实施例提供的超材料透镜,通过在超材料透镜中设置多个超材料单元,同时根据上述公式可以对各超材料单元的结构进行设置,使超材料透镜中各超材料单元的位置和相位满足上述关系,即可对结构光的光束进行两个维度方向上的相位进行调控,从而可以用于对结构光进行准直,缩小结构光的光斑大小;提高了相位调控的精确性。此外,该超材料透镜还可以用于其他装置中,当该超材料透镜用于不同装置中时,可以根据不同装置的需求设置不同的超材料透镜的结构,从而实现不同的光束调控功能。

[0037] 本发明实施例还提供一种结构光投影装置,如图2所示,该结构光投影装置包括:出光结构40;透镜组,包括设置于出光结构出光侧的多个如上述实施例所述的超材料透镜10,各超材料透镜10与出光结构40的各出光点一一对应。

[0038] 本发明实施例提供的结构光投影装置,通过在出光结构的出光侧设置透镜组,且透镜组中的各超材料透镜与出光结构的出光点一一对应,同时根据公式可以对各超材料单元的结构进行设置,使超材料透镜中各超材料单元的位置和相位满足上述关系,这样,各超材料透镜可以对结构光的光束进行两个维度方向上的相位调控,从而可以对出光结构输出的光束进行准直并缩小各出光点光斑的大小。因此,本发明实施例提供的结构光投影装置提高了相位调控的精确性,提高了结构光探测和识别的分辨率。

[0039] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,如图2所示,该结构光投影装置还包括:衬底20,多个超材料透镜10设置于衬底20的第一表面。如图3A和图3B所示,超材料透镜10中的各超材料单元呈阵列排布,超材料单元为椭圆柱体或长方体。具体地,可以通过调整各超材料单元的旋转角度 θ 、短轴长度a、长轴长度b或长方体和椭圆柱的高度,从而使不同位置的各超材料单元的满足上述相位关系式。在实际调整过程中,可以同时调整旋转角度 θ 、短轴长度a、长轴长度b或长方体和椭圆柱的高度等多个参数,也可以只对一个参数进行调整,本发明对此不做限定。

[0040] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,衬底上的多个超材料透镜可以采用CMOS工艺制备,具体的,可以通过光刻工艺,在衬底上形成所需结构的超材料透镜。此外,在超材料透镜的制备过程中,可以采用对准工艺同时实现镜头的对准,无需后续再次进行镜头校准过程。

[0041] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,如图2所示,该结构光投影装置还包括:设置于衬底20第二表面的多个超材料透镜30,衬底20第二表面的多个超材料透镜30与衬底20第一表面多个超材料透镜10一一对应设置。

[0042] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,衬底20的厚度用下列公式表示:

$$[0043] \quad d = \frac{f_1}{n} + \frac{f_2}{n} \quad \text{公式 (2)}$$

[0044] 其中,d表示衬底20的厚度, f_1 表示衬底20第一表面的超材料透镜10的焦距, f_2 表示衬底20第二表面的超材料透镜30的焦距,n表示衬底20的折射率。

[0045] 具体地,如图4所示,当衬底20两侧分别包括一层超材料透镜结构时,衬底20的厚度可以根据上述公式(2)进行设置,此时,出光结构40输出的光束依次经过衬底20第一表面的超材料透镜10、衬底20及第二表面的超材料透镜30后被准直,同时可以使输出光束的光束直径被缩放 $\frac{f_1}{f_2}$ 倍。由于超材料透镜很薄,相当于一层介质薄膜,且超材料透镜的厚度一般

为100nm-400nm,而且通过设计较高数值孔径的超材料透镜,可以使得超材料透镜的焦距 f_1 和 f_2 较小,因此根据两层超材料透镜设置的衬底材料的厚度也很小。由此可以减小结构光投影装置的体积,从而实现投影装置的小型化和集成化。

[0046] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,超材料透镜的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。衬底的材料为硅、氮化硅、氧化硅或氮氧化硅中的任意一种。此外,超材料透镜和衬底的材料还可以选择其他氧化物薄膜材料等,本发明对其具体材料选择不做限定。

[0047] 作为本发明实施例的一种可选的实施方式,出光结构40包括随机点阵光源和衍射光学部件。随机点阵光源可以是多个随机分布的激光器或发光二极管。本发明对随机点阵光源的具体选择不做限定。

[0048] 本发明实施例提供的结构光投影装置,通过采用超材料透镜作为投影装置中的镜头,可以实现对出光结构输出光束的准直与光斑的缩小,提高结构光探测和识别的分辨率。同时,通过对超材料透镜中各超材料单元结构的设置,可以使超材料单元的位置和相位满足一定的关系,从而可以实现输出光束相位的调控。并且超材料透镜没有曲线表面,便于集成化,可以与CMOS工艺兼容,方便大规模生产降低成本,容易实现多镜头间的校准。

[0049] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0050] 虽然关于示例实施例及其优点已经详细说明,但是本领域技术人员可以在不脱离本发明的精神和所附权利要求限定的保护范围的情况下对这些实施例进行各种变化、替换和修改,这样的修改和变型均落入由所附权利要求所限定的范围之内。对于其他例子,本领域的普通技术人员应当容易理解在保持本发明保护范围内的同时,工艺步骤的次序可以变化。

[0051] 此外,本发明的应用范围不局限于说明书中描述的特定实施例的工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法及步骤。从本发明的公开内容,作为本领域的普通技术人员将容易地理解,对于目前已存在或者以后即将开发出的工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法或步骤,其中它们执行与本发明描述的对应实施例大体相同的功能或者获得大体相同的结果,依照本发明可以对它们进行应用。因此,本发明所附权利要求旨在将这些工艺、机构、制造、物质组成、手段、方法或步骤包含在其保护范围内。

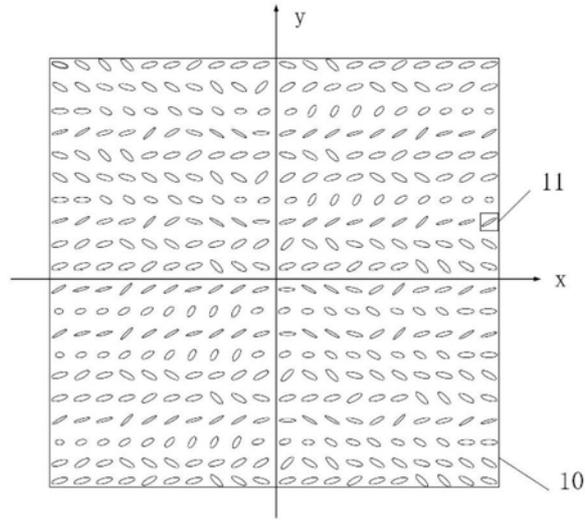


图1A

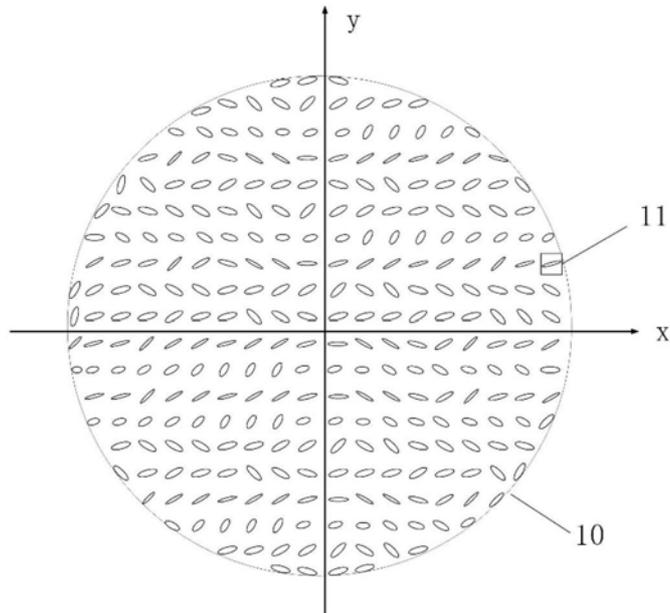


图1B

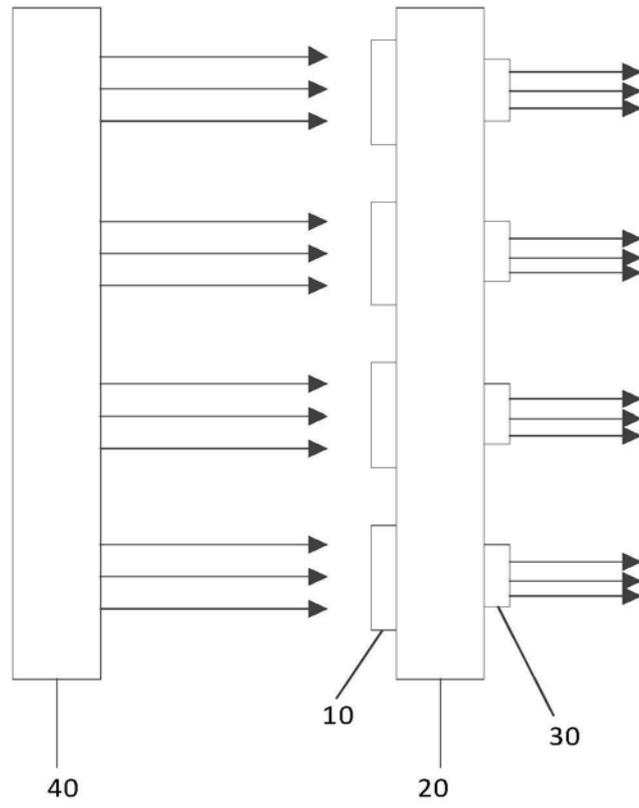


图2

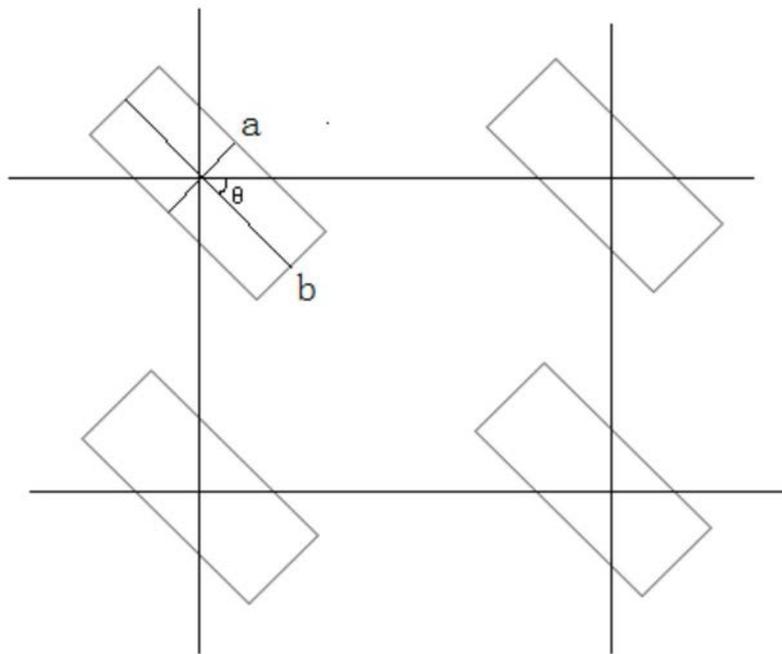


图3A

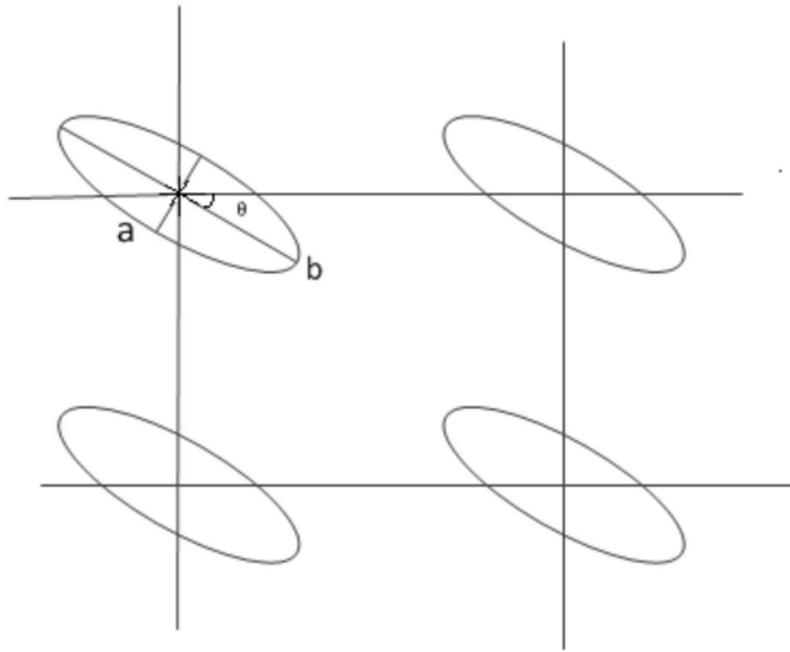


图3B

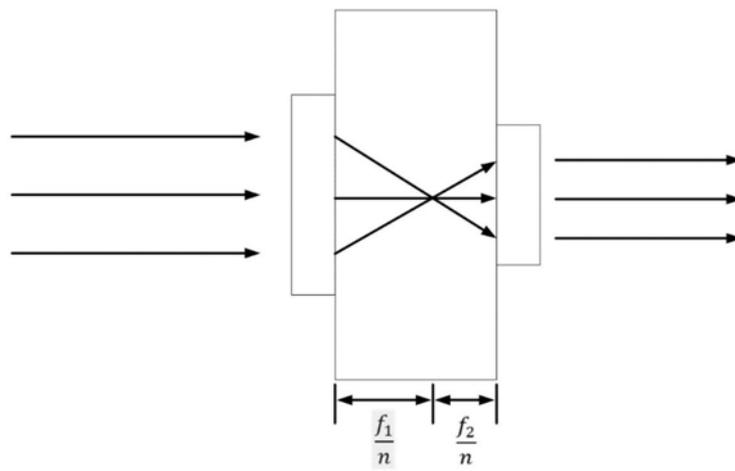


图4