



(10) 授权公告号 CN 113396354 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 27

(21) 申请号 202080012142.3

(22) 申请日 2020.04.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113396354 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(30) 优先权数据
20195309 2019.04.16 FI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/FI2020/050242 2020.04.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/212647 EN 2020.10.22

(73) 专利权人 迪斯帕列斯有限公司
地址 芬兰埃思波

(72) 发明人 尤索·奥尔科宁

(74) 专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理
有限公司 51258
专利代理师 王晖

(51) Int.Cl.
G02B 27/00 (2006.01)
G02B 27/01 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)
G02B 27/44 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)

(56) 对比文件
EP 3339936 A1, 2018.06.27
US 2018210205 A1, 2018.07.26
审查员 王颖

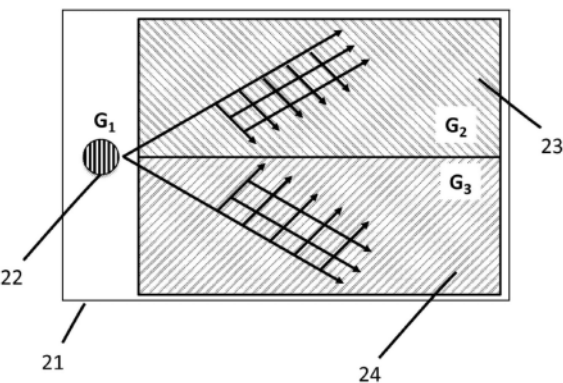
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

衍射波导元件、个人显示设备和在其上提供
图像的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于个人显示设备的衍射波导元件、个人显示设备和在其上提供图像的方法,该元件包括波导本体 (21) 和布置在波导本体 (21) 上的至少两个光栅区域 (23、24), 上述光栅区域中的至少一些适于扩展该元件的出射光瞳。根据本发明,光栅区域 (23、24) 相对于彼此被定位,并设置了具有不同光栅矢量的光栅,从而使光栅区域 (23、24) 相互作用,以在元件的至少一些部分上结合出射光瞳扩展和外耦合的功能。本发明允许有效地使用波导面积。



1. 一种用于个人显示设备的衍射波导元件, 包括
 - 波导本体,
 - 被布置在所述波导本体上的至少两个光栅区域, 所述光栅区域中的至少一些光栅区域适于扩展所述衍射波导元件的出射光瞳,其中, 所述光栅区域相对于彼此被定位, 并设置了具有不同光栅矢量的光栅, 使得所述光栅区域相互作用, 以在所述衍射波导元件的至少一些部分上结合出射光瞳扩展和外耦合的功能;
 - 其中, 所述光栅区域包括第一光栅区域和第二光栅区域,
 - 所述第一光栅区域和所述第二光栅区域被布置为在波导的主平面中彼此相距一距离,
 - 在所述第一光栅区域和所述第二光栅区域之间设置了具有第三光栅的第三光栅区域, 以及
 - 所述第三光栅是双周期性光栅;并且其中,
 - 所述第一光栅区域、所述第二光栅区域和所述第三光栅区域被布置在所述波导本体的相同侧上,
 - 在所述波导本体的相反表面上布置有第四光栅区域, 所述第四光栅区域包括第四光栅, 所述第四光栅被配置成扩展在一个维度中具有小波矢量分量的射线的出射光瞳。
2. 根据权利要求1所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中,
 - 所述第一光栅区域设置有第一光栅, 所述第一光栅区域被定位在所述波导本体的第一位置上,
 - 所述第二光栅区域设置有第二光栅, 所述第二光栅区域被定位在所述波导本体的第二位置上, 所述第二位置与所述第一位置不同,由此, 所述第二光栅被布置成将由所述第一光栅转动的射线外耦合, 所述第一光栅被布置成将由所述第二光栅转动的射线外耦合。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中, 所述第一光栅区域和所述第二光栅区域以非叠置的方式布置在所述波导本体的相同侧上。
4. 根据权利要求1或2所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中, 所述第一光栅和所述第二光栅是线性光栅。
5. 根据权利要求1或2所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中, 所述第三光栅是六边形光栅。
6. 根据权利要求1所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中, 所述第四光栅是周期小于所述第一光栅和所述第二光栅的线性光栅。
7. 根据权利要求6所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 包括双周期性内耦合光栅, 所述双周期性内耦合光栅适于将从所述波导本体的外侧被引导至其的光朝向所述第一光栅区域、所述第二光栅区域、所述第三光栅区域和所述第四光栅区域衍射。
8. 根据权利要求7所述的用于个人显示设备的衍射波导元件, 其中, 所述双周期性内耦合光栅为六边形光栅。
9. 一种个人显示设备, 包括

-根据前述权利要求中任一项所述的衍射波导元件,以及

-至少一个投影器,用于在内耦合光栅上引导图像,图像从所述内耦合光栅被衍射到波导中并前进至第一光栅区域和第二光栅区域,在所述第一光栅区域和所述第二光栅区域处,由于第一光栅、第二光栅和所述第四光栅,出射光瞳被扩展并且图像被外耦合。

10.一种在个人透视显示设备上提供图像的方法,所述个人透视显示设备为根据权利要求9所述的个人显示设备,所述方法包括

-使用内耦合器作为传播射线将图像耦合到波导本体中,

-通过布置在波导上的第一光栅,允许内耦合的传播射线的第一部分的出射光瞳在波导中扩展,扩展的射线从第一光栅传播到被布置在波导上的以及光栅矢量与第一光栅不同的第二光栅,以便从其外耦合,

-通过第二光栅,允许内耦合的传播射线的与第一部分不同的第二部分的出射光瞳在波导中扩展,扩展的射线从所述第二光栅传播到所述第一光栅,以便从其外耦合,以及

-允许在一个维度中具有小波矢量分量的射线的出射光瞳由周期比所述第一光栅和所述第二光栅短的附加光栅进行扩展。

衍射波导元件、个人显示设备和在其上提供图像的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学设备。特别地,本发明涉及个人显示设备诸如近眼显示器(NED)、头戴式显示器(HMD)和平视显示器(HUD)中使用的衍射波导的光栅布置。更具体地,公开了用于具有紧凑形式因数的大视场波导的光栅布置。

背景技术

[0002] NED、HMD和HUD通常包括投影器和组合器元件。投影器产生虚拟图像,该虚拟图像在组合器元件的帮助下被叠置在用户的真实世界视图之上。在NED和HMD中,组合器元件通常是半透明的,并且位于距离眼睛1至3cm处。组合器元件可以是半透明镜,或者是更复杂的光学组件,诸如衍射、全息或反射光导,或自由形式的棱镜。衍射波导通常包括内耦合(IC)、出射光瞳扩展(EPE)和外耦合(OC)光栅。在传统的设计中,这些光栅区域在空间上被分离。EPE和OC光栅的大小随着视场(FOV)和眼动范围(eyebow:人眼窗口)大小的增大而增大。这阻碍了这种方法在高FOV(>50度)可穿戴式NED设备中的应用。

[0003] 为了举例说明这个问题,在US2016/0231568 A1中公开的显示器设计被应用于具有15mm×10mm(高×宽)的眼动范围和20mm眼睛间隙的50度FOV NED显示器时,得到了图1中所示的结构。该结构包括波导11、IC 12、EPE 13和OC 14。由于大FOV,EPE 13在竖向上和水平上都比外耦合光栅14大。光导的总大小为77mm×52mm(高×宽),这对于紧凑型眼镜式NED来说太大。

[0004] 因此,有必要改进衍射显示方案。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种其面积得到有效使用的波导元件。具体的目的是提供一种方案,通过它可以增大显示面积与波导总面积的比。

[0006] 特别地,它的目的是为高视场衍射波导提供光栅布置,其形式因数与可穿戴式NED兼容,特别地眼镜形式因素的NED和其他紧凑型形式因数的设备。

[0007] 一个目的是提供适用于透视或增强现实设备的方案。

[0008] 本发明是基于在波导元件中结合出射光瞳扩展和外耦合的功能的理念。在实践中,有若干方法可以实现这一点,使用光栅区域位置和其中的光栅图案的适合的配置。

[0009] 因此,根据一个方面,提供了一种用于个人显示设备的衍射波导元件,包括波导本体和布置在波导本体上的至少两个光栅区域,上述光栅区域中的至少一些光栅区域适于扩展元件的出射光瞳。根据本发明,光栅区域被定位并设置有光栅,使得光栅区域相互作用以在元件的至少一些位置上结合出射光瞳扩展和外耦合的功能。

[0010] 一般地,第一和第二光栅区域可以在非叠置或叠置的位置被定位在波导的相同侧或不同侧上。下面将讨论若干示例性配置。

[0011] 根据另一方面,提供了一种个人显示设备,包括如本文所公开的波导元件,并且还具有至少一个内耦合区域。另外地,该设备包括至少一个投影器,用于在内耦合光栅上引导

图像,图像从该内耦合光栅衍射到波导中并前进至光栅区域,在该光栅区域处,由于第一和第二光栅,出射光瞳被扩展并且图像被外耦合。

[0012] 根据又一方面,提供了一种在个人透视显示设备上提供图像的方法,该方法包括

[0013] -使用内耦合器作为传播射线将图像耦合到波导本体中,

[0014] -通过布置在波导上的第一光栅,允许内耦合的传播射线的第一部分的出射光瞳在波导中扩展,扩展的射线从上述波导中传播到被布置在波导上的以及光栅矢量与第一光栅不同的第二光栅,以便从其外耦合,

[0015] -通过第二光栅,允许内耦合的传播射线的与第一部分不同的第二部分的出射光瞳在波导中扩展,扩展的射线从第二光栅传播到第一光栅,以便从其外耦合。

[0016] 本发明提供了相当大的益处。主要的好处是与元件的有效外耦合面积相比,元件的占地面积小。这允许例如眼镜镜片大小的显示元件具有大的出射光瞳和FOV。

[0017] 如通过后面描述的实施方式举例说明的,本发明还允许具有单个投影器和内耦合区域的 50×90 度(水平 $\times$ 竖向)的高FOV,以及具有两个投影器和内耦合区域的 100×90 度(H $\times$ V)的极高FOV,以在波导中被传播(其中波导的折射率为2.0)。

[0018] 接下来,参照附图讨论本发明的作为其优点的选出的实施方式。

附图说明

[0019] 图1示出现有技术的具有出射光瞳扩展的传统衍射波导。

[0020] 图2示出没有专用外耦合光栅的光栅布置。

[0021] 图3A和图3B示出用于图2的光栅布置的(kx,ky)平面中的波矢量图。

[0022] 图4示出双面光栅布置。

[0023] 图5A示出具有1D和2D光栅的光栅布置。

[0024] 图5B示出由六边形光栅产生的可能衍射级。

[0025] 图6示出具有2D内耦合器和在第二表面上的小周期扩展光栅的光栅布置。

[0026] 图7示出用于图6的内耦合器的(kx,ky)平面中的波矢量图和第二表面的小周期光栅的波矢量。

[0027] 图8示出本发明的另一实施方式。

[0028] 图9示出本发明的又一实施方式。

具体实施方式

[0029] 如上所述,为了减少光栅所需的表面积,需要将EPE和OC光栅的光学功能相结合。

[0030] 在一些实施方式中,在波导上或波导中至少有两个光栅区域,这些区域包括:设置有第一光栅的第一光栅区域,该第一光栅区域被定位在波导本体的第一位置上;以及设置有第二光栅的第二光栅区域,该第二光栅区域被定位在波导本体的第二位置上,该第二位置与第一位置不同。第二光栅被布置成将已经被第一光栅散播的射线——即其出射光瞳已经被扩展——外耦合。另一方面,第一光栅将其出射光瞳已经被第二光栅扩展的射线外耦合。

[0031] 图2示出这种元件的示例,其没有专用外耦合区。波导21仅包括内耦合器21以及EPE光栅23和24。EPE光栅24将由EPE光栅23转动的射线外耦合,EPE光栅23将由EPE光栅24转

动的射线外耦合。

[0032] 在优选的配置中,内耦合器(G_1)和EPE(G_2, G_3)的光栅矢量被选择成使得它们的总和是零矢量。这在图3A和图3B中例示了 50×90 度(H $\times$ V)的视场。

[0033] 在一些实施方式中,如图2所示,第一和第二光栅区域以非叠置的方式布置在波导本体的相同或不同侧上。

[0034] 在替代性实施方式中,第一和第二光栅区域被布置在波导本体的不同侧上,以便它们在波导的主平面中部分地彼此叠置。这有利于增大元件的眼动范围。

[0035] 实际上,在图2的光栅布置中,具有小 k_y 分量的FOV点受到小眼动范围的影响。眼动范围问题可以通过在波导的不同侧上放置EPE光栅并侧向地扩展它们,使它们在中心区域叠置来解决。这在图4中得到例示,其中第一波导表面41包括内耦合器43和EPE光栅44。第二波导表面42包括第二EPE光栅45。

[0036] 叠置面积可以是例如第一或第二区域面积的10-50%,这两个区域的大小通常是彼此相等的。

[0037] 在上述所有的实施方式中,第一和第二光栅以及内耦合光栅可以是线性光栅,即单周期性光栅,其具有平行线结构的周期性衍射图案。

[0038] 图5A例示了另一光栅布置,其中波导表面51包括内耦合器52,第一和第二EPE光栅53、55,以及双周期性(2D)第三光栅54。如图5B所示,光栅54可以是具有6个传播方向的六边形光栅。

[0039] 更普遍地,在一些实施方式中,第一和第二光栅区域被布置为在波导的主平面中彼此相距一距离,并且在第一和第二光栅区域之间设置了具有第三光栅的第三光栅区域。第三光栅是双周期性光栅,诸如六边形光栅,并且可以被定位在波导的如第一和第二光栅区域的相同侧。

[0040] 在一些应用中,在一个维度中具有小波矢量分量的射线的出射光瞳由具有短周期的附加光栅进行扩展。

[0041] 因此,在另外的实施方式中,还设置了布置在波导本体的相反表面上的第四光栅区域,该第四光栅区域包括第四光栅,其被配置成扩展在一个维度中具有小波矢量分量的射线的出射光瞳。第四光栅通常是线性光栅,其周期小于第一和第二光栅。在这种情况下,优选地还设置有双周期性内耦合光栅,诸如六边形光栅,其适于将从波导本体的外侧被引导至其的光朝向第一、第二、第三和第四光栅区域衍射。

[0042] 图6示出图5A的光栅布置的这种增强版。波导的第一表面61包括2D内耦合器63,第一和第二EPE光栅64、66,以及2D第三光栅65。波导的第二表面62包括第四光栅,即短周期性光栅67。图7示出了2D内耦合器63和短周期光栅67在(k_x, k_y)空间中的操作。短周期光栅扩展了具有小 k_y 分量的FOV点的出射光瞳。

[0043] 本文的术语短周期光栅是指其周期比第一和第二光栅的周期短的光栅。因此,该光栅能够执行所需的小波矢量分量出射光瞳扩展的成功实施。

[0044] 上面描述的实施方式直接适用于一个投影器式显示配置,并且可以用于通过元件实现适当的 50×90 度(H $\times$ V)FOV传播。然而,类似的原理可以用于在双投影器布置中使水平FOV倍增。

[0045] 在为此效果的一些示例性实施方式中,第一光栅区域被设置在波导本体的第一侧

上,第一光栅区域包括双周期性第一光栅,以及第二光栅区域被设置在波导本体的相反的第二侧上,与第一光栅区域叠置或完全对准,第二光栅区域包括线性第二光栅。还设置了两个双倍周期性内耦合光栅,其适于将从波导本体的外侧被引导至其的光朝向第一和第二光栅区域从其不同的侧向的侧衍射。内耦合光栅被配置成将不同的视场分量耦合到波导本体。内耦合光栅通常沿第二光栅的光栅线方向被定位在元件的不同侧上。

[0046] 图8例示了这种增大的FOV的光栅布置,其中波导的第一表面81包括2D内耦合器83、84和单个2D EPE光栅85。2D光栅可以是例如六边形的光栅。波导的第二表面82包括小周期光栅86。FOV沿y轴被分割成两部分。具有负 k_x 分量的FOV被馈送到IC 83中,以及具有正 k_x 分量的FOV被馈送到IC 84中。这种布置允许在波导内传播 100×90 度FOV。

[0047] 在一些实施方式中,如图8中所示,内耦合光栅被布置为在垂直于第二光栅的光栅线的方向上彼此不对准。在一些应用中,期望实现高FOV,并且同时最小化衍射元件在环境光的存在下产生的所谓彩虹效应。为了实现这一点,在一些实施方式中,第一光栅区域被设置在波导本体的第一侧上,第一光栅区域包括线性第一光栅,并且在波导本体的相反的第二侧上设置有一个或更多个第二光栅区域,其与第一光栅区域部分地叠置,第二光栅区域包括线性第二光栅,其光栅矢量与第一光栅不同。此外,设置有两个双周期性内耦合光栅,上述两个双周期性内耦合光栅在波导本体的第一侧上并适于将从波导本体的外侧被引导至其的光朝向第一和第二光栅区域衍射。在光栅区域的非叠置区域中,在元件的一个表面上仅存在一个线性光栅,从而使彩虹效应最小化。

[0048] 两个内耦合光栅通常在与第一光栅的光栅线垂直的方向上被定位在第一光栅区域的不同侧上,并与第二光栅区域对称。第二光栅区域可以与内耦合光栅叠置,以实现效率最大化。

[0049] 在一些实施方式中,设置有多第二区域,上述第二区域被布置为使得波导本体的第二侧上的空白区(void:空白、空的、空位、空处),即没有光栅的区域,保持与第一光栅区域对准。该空白区产生最小的彩虹效应。

[0050] 这些实施方式,利用图8中使用的具有两个2D IC的FOV分割,在图9中进行了例示。波导的第一表面91仅包括2D IC 93、94和线性光栅95。第二表面92包括四个EPE光栅96、97、98、99。例如,内耦合可以是六边形光栅。这种方法的优点是,波导的中心部分只被竖向线性光栅覆盖,该竖向线性光栅对由于环境照明而产生的干扰性彩虹图案不是很敏感。

[0051] 在替代性实施方式中,第一表面上的光栅95是双周期性光栅,而不是线性光栅。

[0052] EPE光栅96、97、98、99可以被定位为如图9所示,即在空白区面积的四个不同侧上。光栅线也可以被定向为如所示出的,即“朝向”空白区面积。

[0053] 更一般地,在上述所有实施方式中,第一和第二光栅区域中之一在波导本体的一侧上可以包括或限定空白区——即没有光栅的区域,该空白区与设置在波导本体的相反侧上的线性光栅对准以最小化彩虹效应。

[0054] 上述所有实施方式的共同优选特征是,内耦合光栅将光耦合到至少两个不同的光栅区域,上述至少两个不同的光栅区域具有由它们的光栅矢量代表的不同的光栅配置,使得它们的共同效应是在区域的每个或若干位置处同时进行出射光瞳扩展和外耦合。如所示出的,这些区域可以在波导的相同表面上侧向于彼此定位,例如彼此邻接,或在波导的不同表面上彼此部分地或全部地叠置。光栅配置可以是单周期性或双周期性的,只要它们如本

文所述相互作用。

[0055] 波导本体可以是例如高折射率(≥ 1.7 , 诸如 ≥ 2.0)本体, 例如玻璃, 并具有平面或弯曲的形状。

[0056] 本元件可以用于个人显示设备, 诸如近眼眼镜、其他增强现实显示器诸如头戴式显示器或平视式显示器。

[0057] 本发明决不限于上述示例, 而是应在权利要求的全部范围内加以解释。

[0058] 引用列表

[0059] 专利文献

[0060] US2016/0231568 A1。

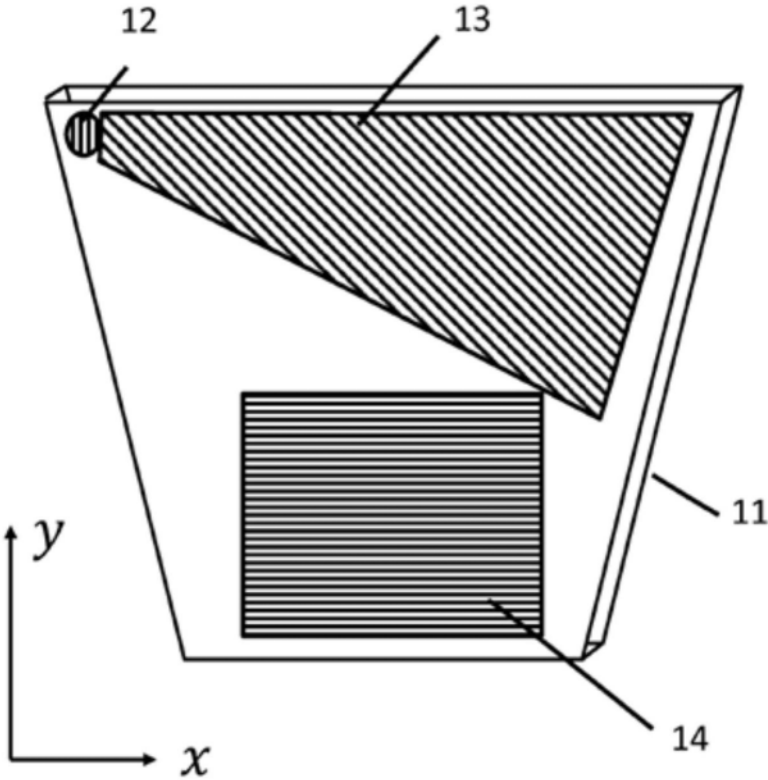


图1

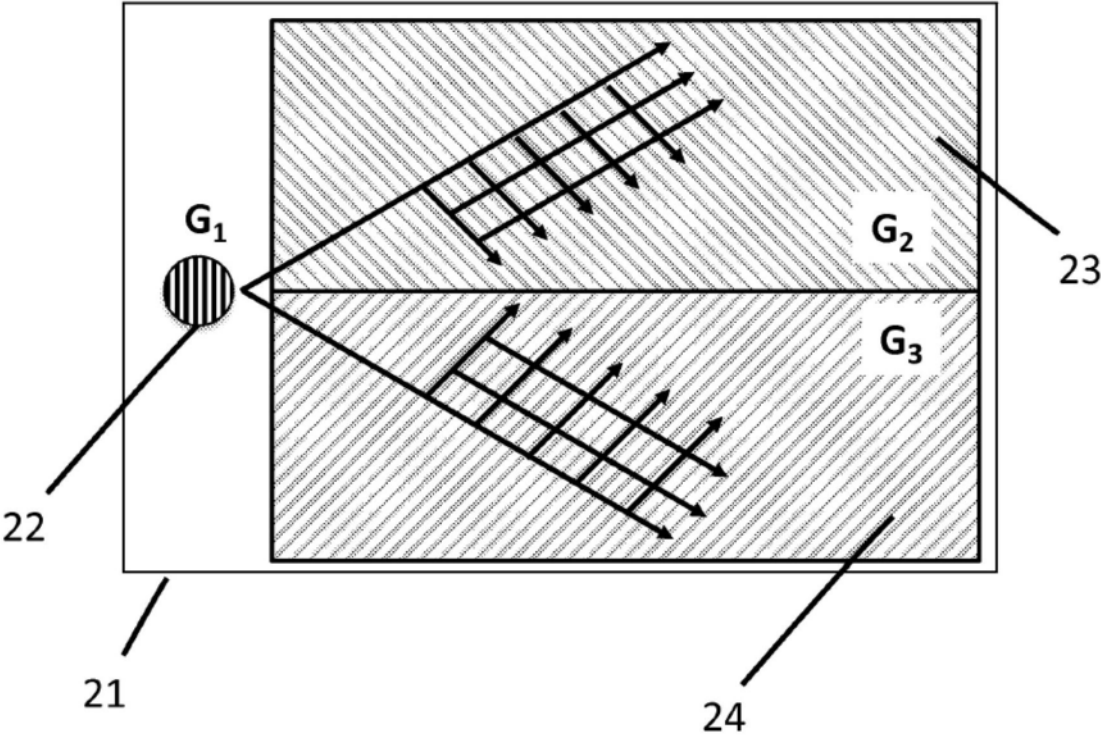


图2

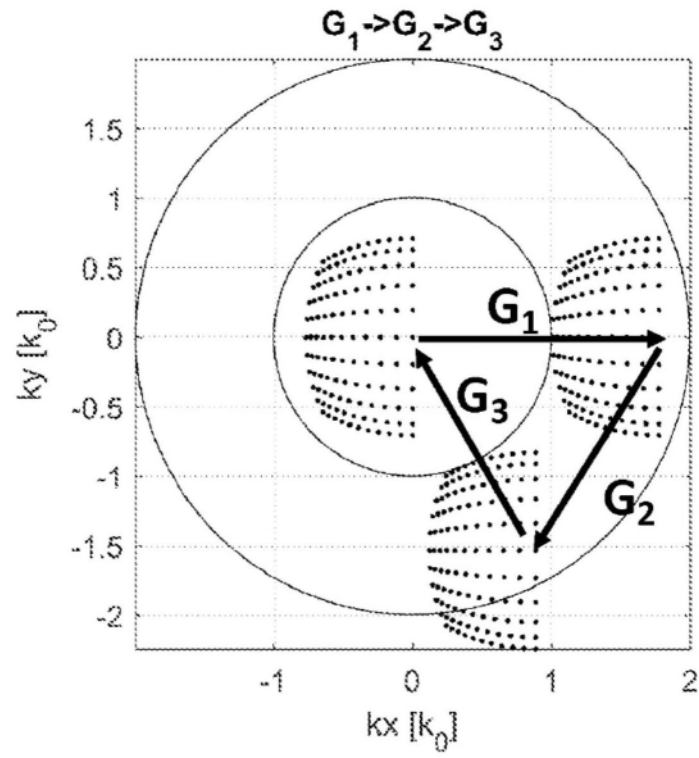


图3A

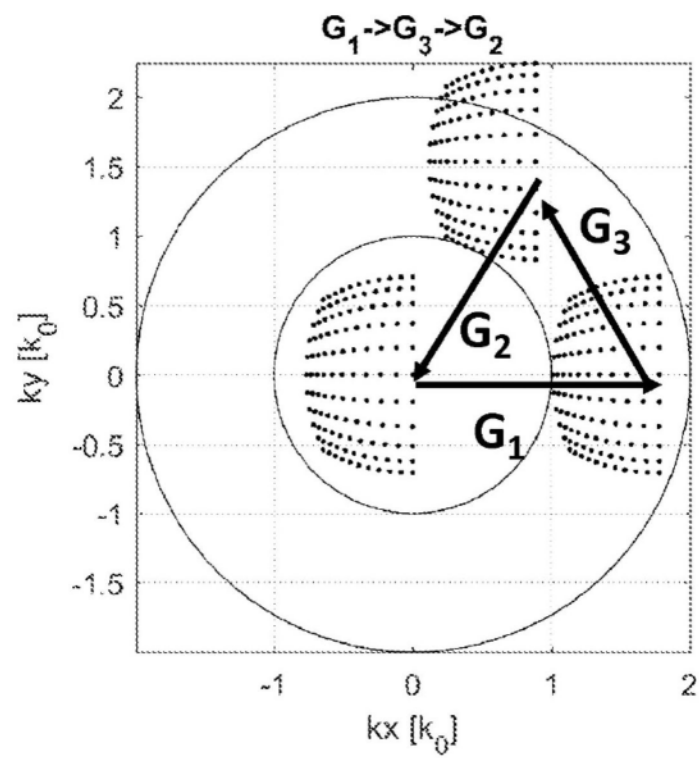


图3B

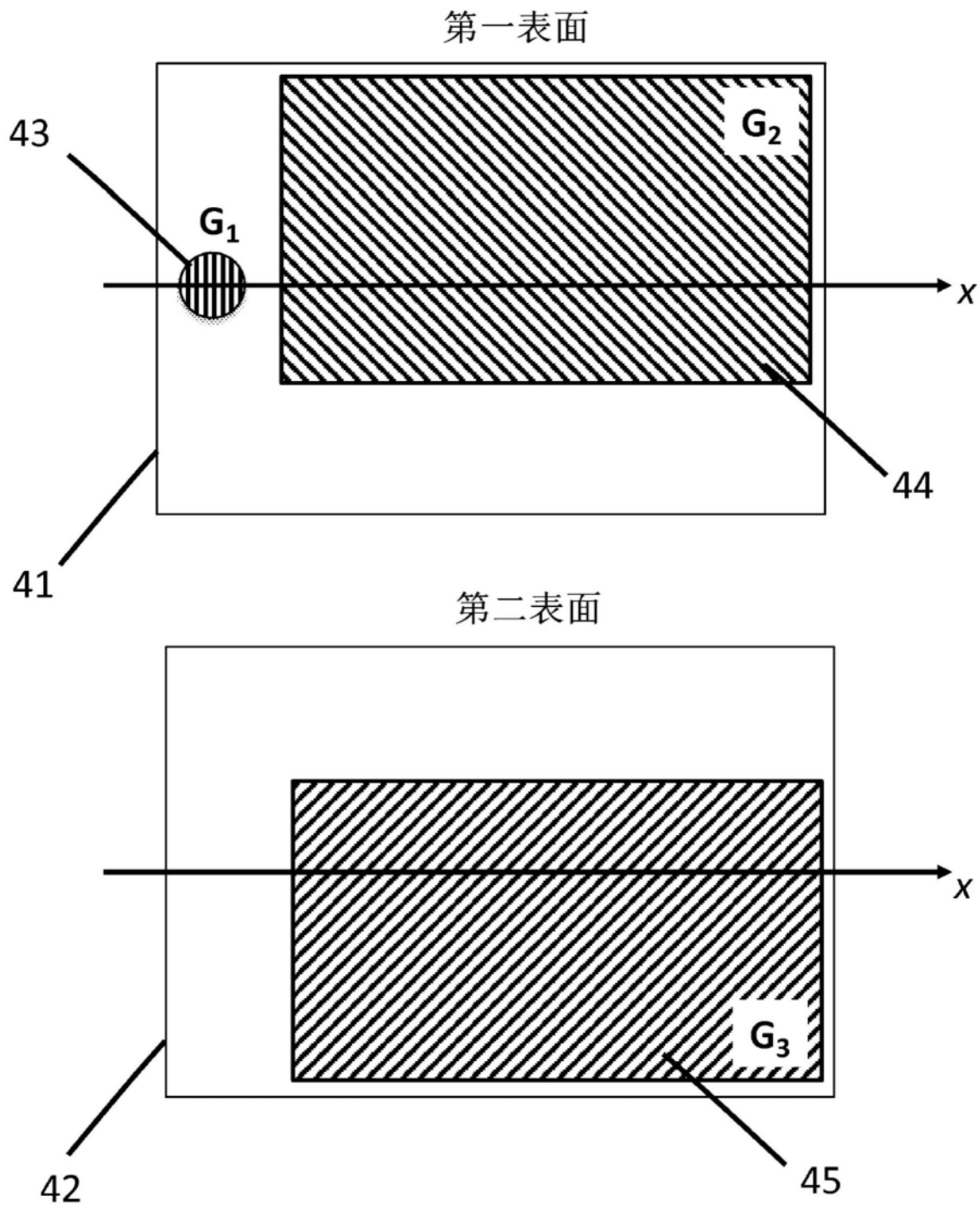


图4

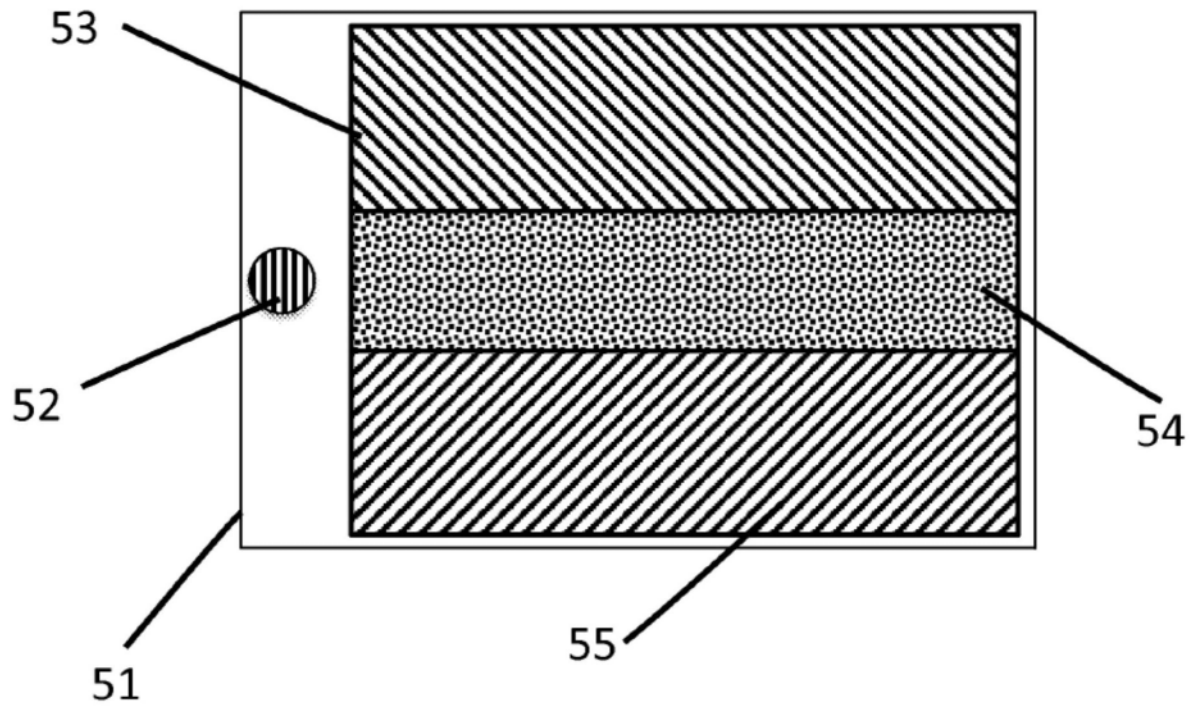


图5A

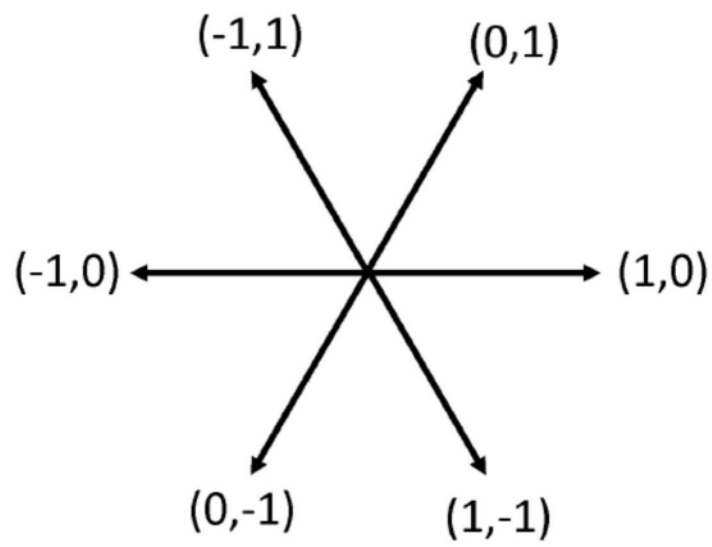


图5B

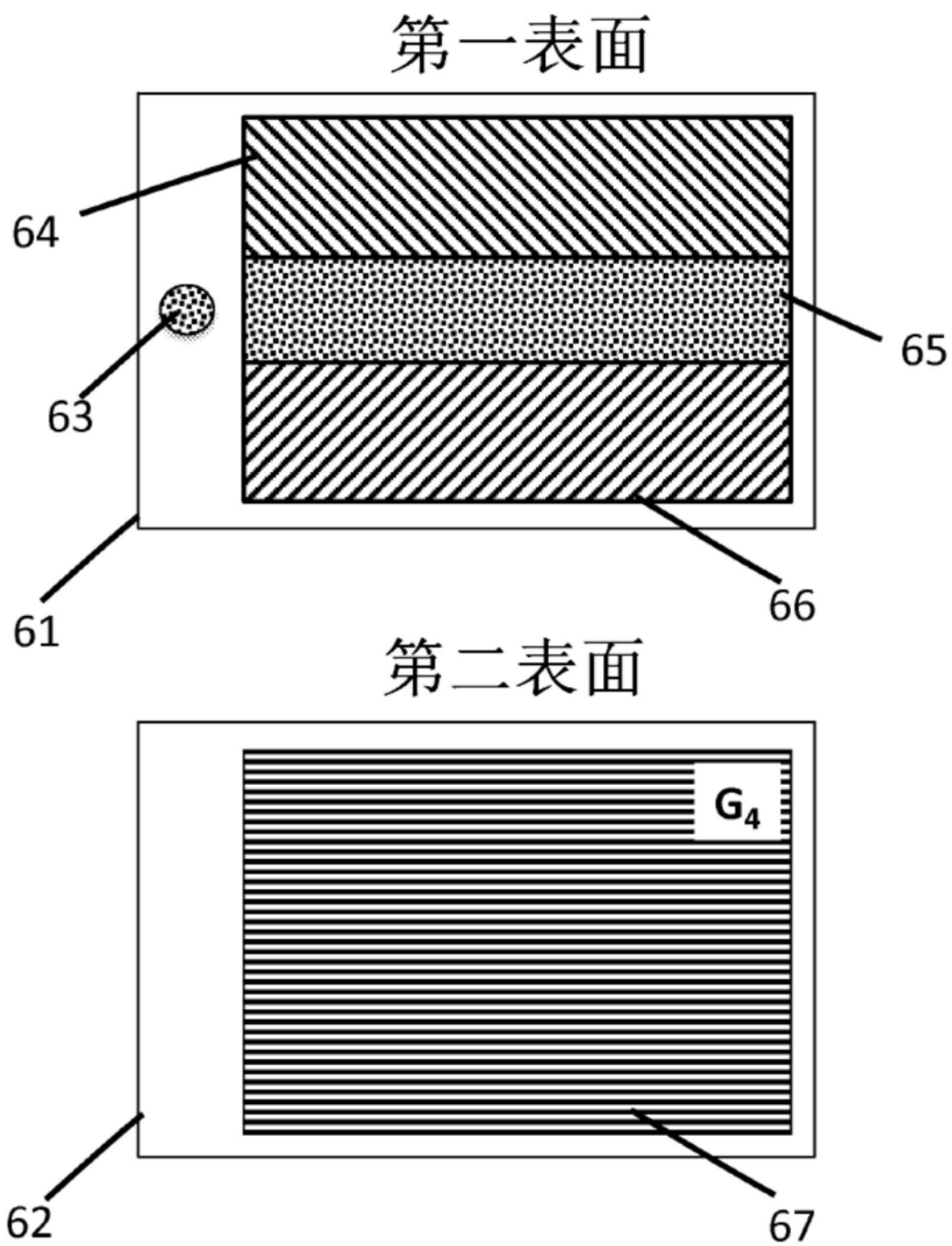


图6

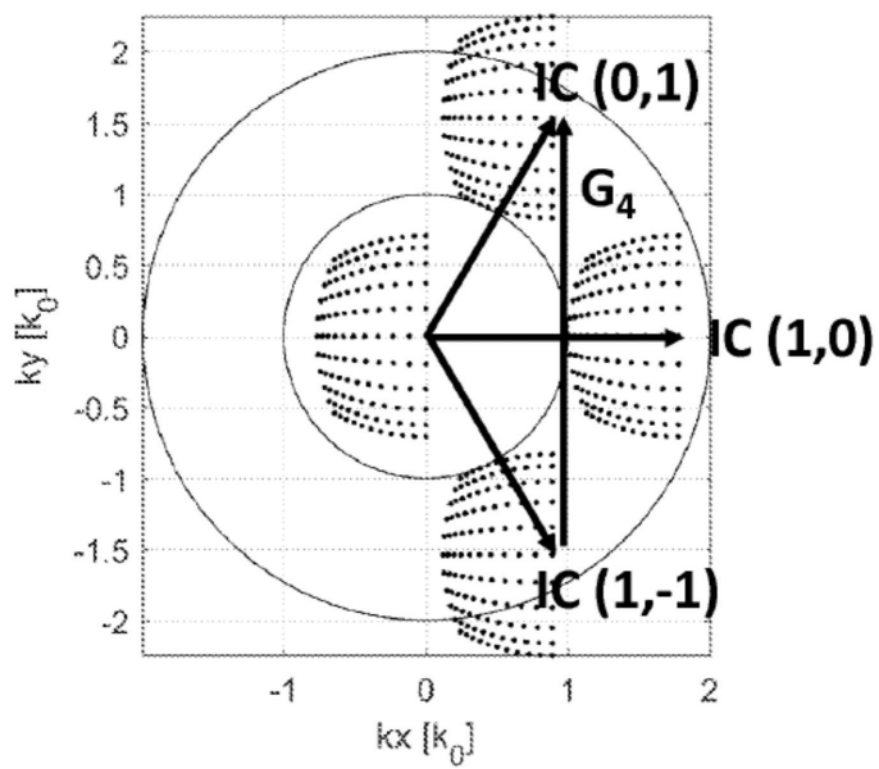


图7

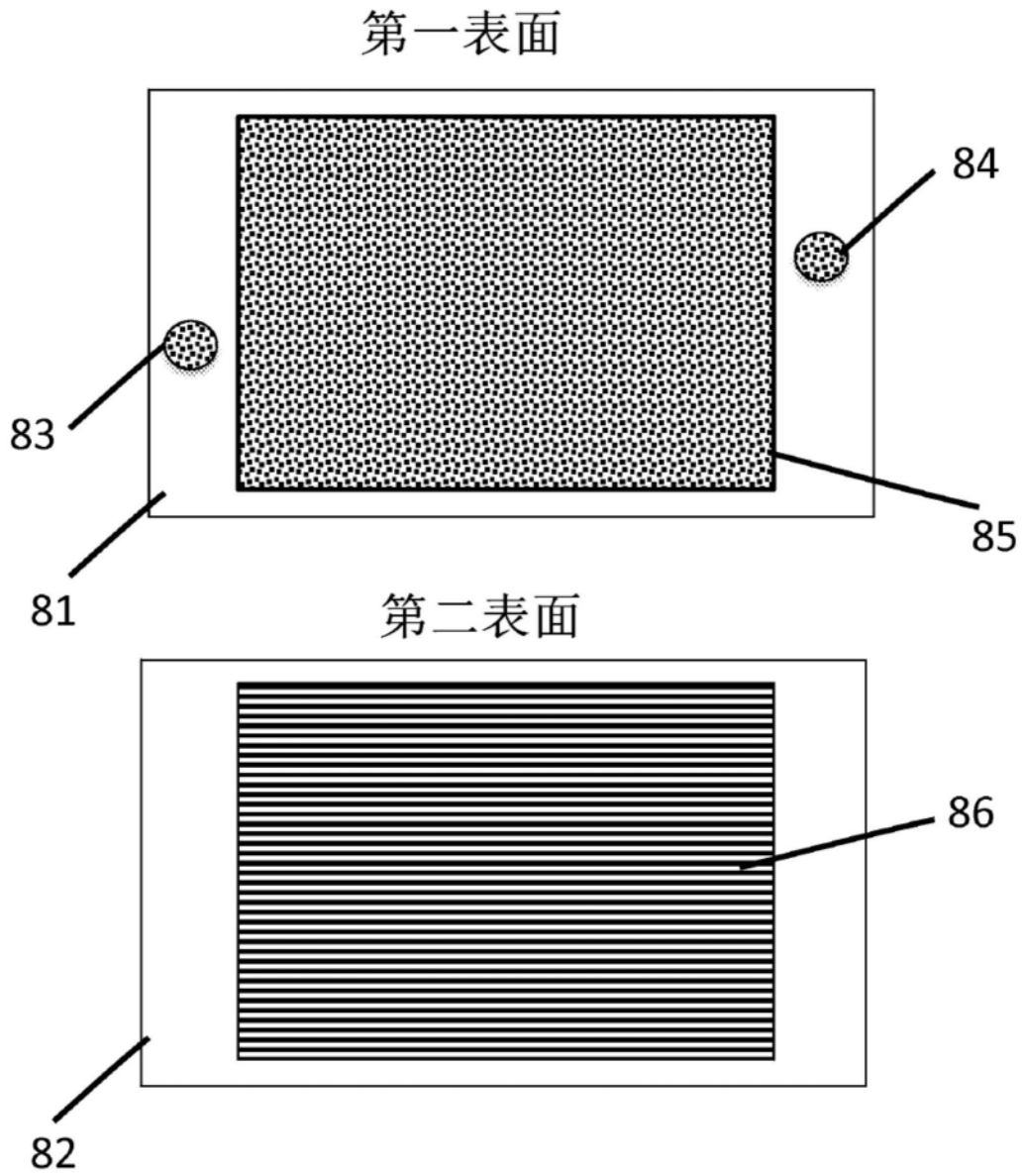


图8

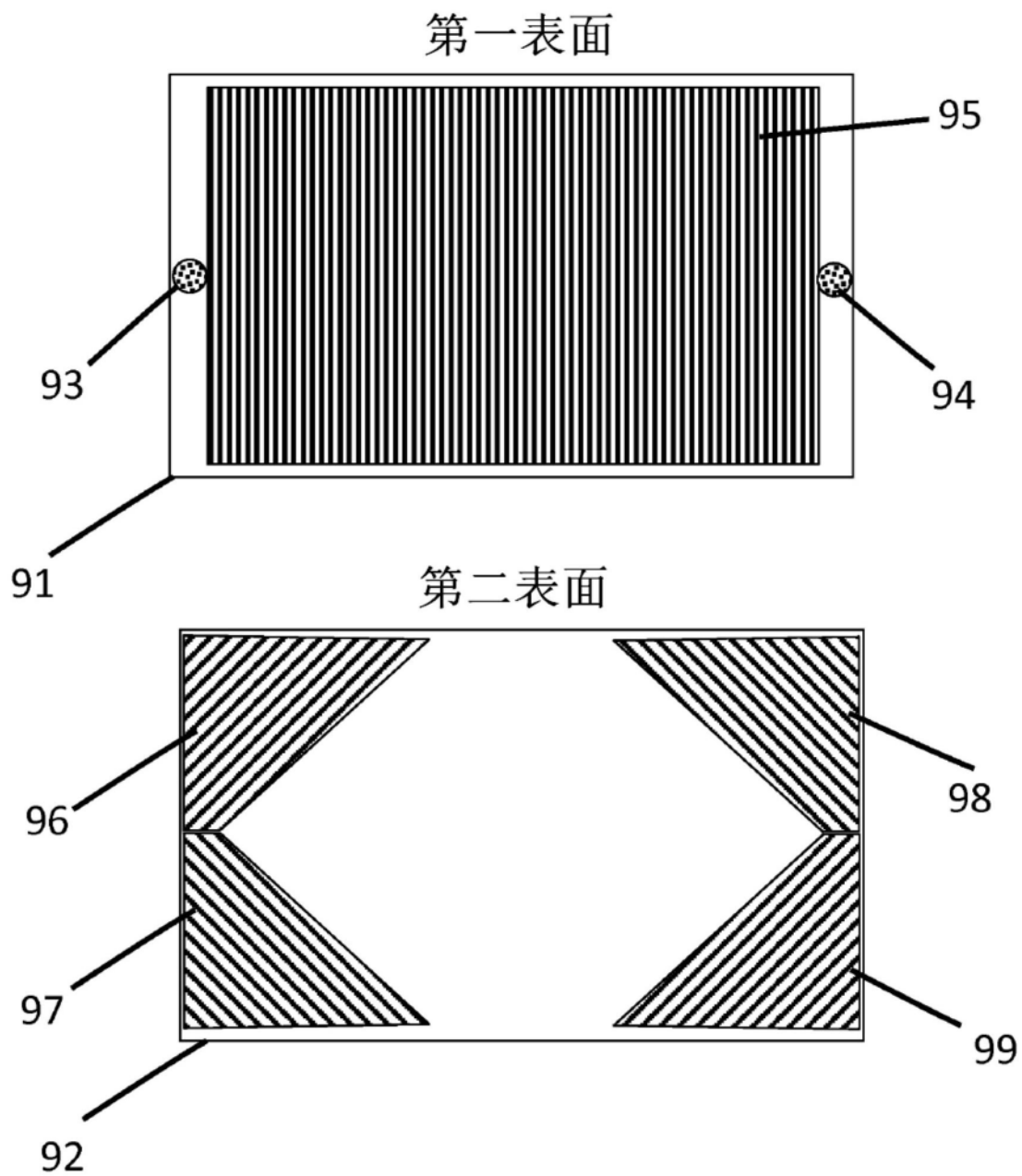


图9