

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020年1月23日 (23.01.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/015540 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**G02B 6/00** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/094782
- (22) 国际申请日: 2019年7月5日 (05.07.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
16/036,814 2018年7月16日 (16.07.2018) US
- (71) 申请人: 深圳市光鉴科技有限公司 (SHENZHEN GUANGJIAN TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新区社区白石路3609号深圳湾科技生态园二区9栋B4518B室, Guangdong 518054 (CN)。
- (72) 发明人: 吕方璐 (LYU, Fanglu); 中国上海市浦东新区南洋泾路555号7楼705室, Shanghai 200135 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: LIGHT PROJECTION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 光投射方法和装置

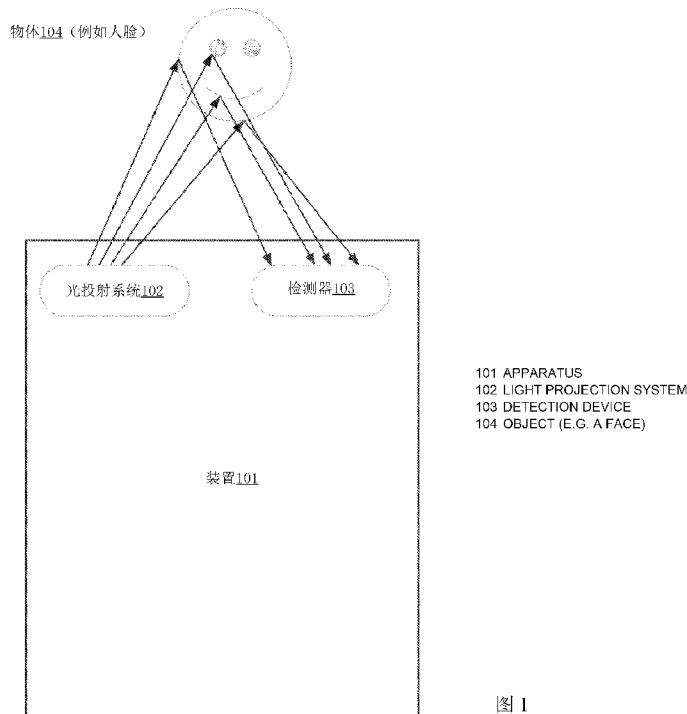


图1

(57) Abstract: A waveguide device comprising a first surface and a second surface. The second surface comprises a first grating structure. The waveguide device is constructed to direct an in-coupling light beam to perform total internal reflection between the first surface and the second surface. The first grating structure is constructed to interfere with the total internal reflection to make at least part of the in-coupling light beam couple out of the waveguide device from the first surface, such that the part of the in-coupling light beam coupling out of the waveguide device forms an out-coupling light beam. The waveguide device further comprises a reflective



WO 2020/015540 A1

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

---

layer, the reflective layer being arranged on the second surface and covering the first grating structure.

(57) 摘要: 一种包括第一表面和第二表面的波导器件。第二表面包括第一光栅结构。波导器件构造为引导耦合入光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射。第一光栅结构构造为干扰全内反射以使至少部分耦合入光束自第一表面耦合出波导器件, 从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束。波导器件进一步包括反射层, 反射层设在第二表面上并覆盖第一光栅结构。

## 光投射方法和装置

### 技术领域

本发明涉及光投射方法和装置。

### 背景技术

光投射技术对实现一些重要设备的功能至关重要。例如，结构光投射技术应用于手机的三维相机模组中，用于识别面部特征。面部特征反射的投射光可由检测器捕获，并通过算法进行分析，以“感知”面部的拓扑结构。相应地，可根据面部特征识别的输入进行身份验证、表情符号生成、图像采集定位（image capture orientation）和其它各种功能的设计。

目前，光投射技术的缺点在于成本高、设备尺寸大以及集成度低，这对建立于光投射技术的设备功能的改进造成了瓶颈。因此，消费者市场和相关行业都希望能改进现有光投射技术。

### 发明内容

本发明的各个实施例包括光投射结构（例如，波导器件（waveguide））、装置和系统。根据本发明的一个方面，示例性的波导器件包括第一表面和第二表面。所述第二表面包括第一光栅结构。所述波导器件构造为：引导耦合入光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射（total internal reflection）；所述第一光栅结构构造为：干扰全内反射以使至少部分耦合入光束从第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合进的光束形成耦合出光束。所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上且覆盖第一光栅结构。反射层包括一个或多个金属（合金）和/或非金属（例如，绝缘层（dielectric））子层。在一些例子中，反射层包括一个或多个子层，各个子层包括下列至少一种：铝、银、金、铜、钛、铬、镍、锆、铟、锡、铂、钯、锌、氧化铝、氧化银、氧化金、氧化铜、

氧化钛、氧化铬、氧化镍、氧化锆、氧化铟、氧化锡、氧化铂、氧化钡、氧化锌、氮化铝、氮化银、氮化金、氮化铜、氮化钛、氮化铬、氮化镍、氮化锆、氮化铟、氮化锡、氮化铂、氮化钡、氮化锌、氟化铝、氟化银、氟化金、氟化铜、氟化钛、氟化铬、氟化镍、氟化锆、氟化铟、氟化锡、氟化铂、氟化钡或氟化锌。

在一些实施例中，所述第二表面与第一表面平行，并且所述耦合出光束在平行于第一表面的平面上形成点阵。在一个例子中，所述耦合出光束从第一表面会聚形成直立光锥，然后发散以在直立光锥的上方形成倒立光锥；直立或倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。在另一例子中，所述耦合出光束从第一表面发散形成倒立光锥；倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

在一些实施例中，所述耦合出光束与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

在一些实施例中，所述第二表面在  $x$ - $y$  平面内，所述耦合入光束基本上沿着  $x$ - $y$  平面的  $x$  轴方向在波导器件内传播，耦合出光束基本上沿着与  $x$ - $y$  平面正交的  $z$  轴方向传播，并且第一光栅结构以相应的  $(x, y)$  位置分布在  $x$ - $y$  平面内各第一光栅结构与光栅深度、占空比、周期和在  $x$ - $y$  平面内相对于  $z$  轴的方向相关联。在  $x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的光栅深度和不同的光栅占空比中的至少其中之一。在  $x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的周期。在  $y$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的方向 (orientations)。

在一些实施例中，所述波导器件为平面波导；所述第一表面和第二表面相互平行且为平面波导的最大表面；耦合出光束从第一表面耦合出波导器件。

在一些实施例中，所述波导器件进一步包括长形第三表面。光源通过第三表面将光耦合进入波导器件中，以形成耦合入光束。来自光源的光准直成与所述长形第三表面对应的线形。

在一些实施例中，在第一表面或第二表面至少一个表面上设置棱镜，光源通过棱镜将光耦合进入波导器件，以形成耦合入光束。

在一些实施例中，所述波导器件进一步包括第二光栅结构，所述第二光栅结构设在第一表面或第二表面中的至少一个表面上。光源通过所述第二光栅结构将光耦合进入波导器件，以形成耦合入光束。

在一些实施例中，耦合入光束经全内反射后的其余部分在各光栅结构耦合出后到达第四表面。所述波导器件进一步包括第四表面，所述第四表面包括第一光吸收材料层，用于吸收耦合入光束的其余部分。所述波导器件进一步包括第二光吸收材料层，其与第二表面平行且与第二表面有间隔。

根据本发明的另一方面，一种光投射系统，包括：波导器件，所述波导器件包括第一表面和第二表面，所述第二表面中包括第一光栅结构；光源将光耦合进入波导器件以形成耦合入光束。所述波导器件构造为引导耦合入光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射；所述第一光栅结构构造为干扰全内反射以使至少部分耦合入光束自第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束。所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上且覆盖第一光栅结构。

在一些实施例中，所述光投射系统进一步包括检测器，所述检测器配置成用来接收远处物体在多个位置对耦合出光束的反射，以测定所述多个位置相对于光投射系统的距离。

根据本发明的另一方面，一种光投射系统，包括：波导器件，所述波导器件包括第一表面和第二表面；以及设在第一表面上方的一个或多个透镜。所述第二表面包括第一光栅结构。所述波导器件构造为：引导耦合入的光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射。所述第一光栅结构构造为：干扰全内反射以使至少部分耦合入光束从第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束。所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上且覆盖第一光栅结构。所述

一个或多个透镜构造为接收并准直耦合出光束并将耦合出光束投射到环境中。

本文在此所公开的系统、方法和非暂时性计算机可读介质的这些和其他特征，以及操作方法、结构相关元件的功能、部件的组合和制造的经济性，将参考附图通过下文的描述和权利要求变得更加清楚，所有这些形成了本说明书的一部分，其中附图标记标明了各附图中的相应部件。然而需要明确理解的是，附图仅用于说明和描述，而不作为对本发明的限制。

## 附图说明

本发明的各种实施例的特征在所附的权利要求中进行了阐述。所述详细描述阐述了利用本发明的原理的说明性实施例，以及其附图。为了更好地理解本发明的特征和有益效果，可参考详细描述了利用本发明的原理的阐述性实施例的具体说明，该说明所附的附图包括：

图 1 为根据本发明各实施例的光投射系统的示意图。

图 2 为根据本发明各实施例的示例性光投射系统的侧视图。

图 3 为根据本发明各实施例的示例性光投射装置的侧视图。

图 4A-图 4I 为根据本发明各实施例的从光源耦合入光投射结构的侧视图。

图 5A-图 5F 根据本发明各实施例的从光投射结构耦合出的侧视图。

图 6A 为对根据本发明各实施例的示例性用于投射光的光投射装置的侧视图。

图 6B 为根据本发明各实施例的光栅耦合效率相对于光栅深度和占空比的示意图。

图 6C 为根据本发明各实施例的光栅耦合效率相对于光栅占空比的示意图。

图 7A 为根据本发明各实施例的用于投射光的光投射装置的立体图。

图 7B 为根据本发明各实施例的与耦合出光束对应的点阵的示意图。

图 8A 为根据本发明各实施例的用于投射光的光投射装置的立体图。

图 8B 为根据本发明各实施例的耦合出光束角度相对于光栅周期的示意图。

图 9A 为对根据本发明各实施例第一表面上示例性光栅的俯视图。

图 9B 为根据本发明各实施例耦合出光束角度相对于光栅旋转角度的示意图。

图 10 为对根据本发明各实施例第一表面上示例性光栅的俯视图。

图 11 为对根据本发明各实施例第一表面上示例性光栅的俯视图。

图 12 为对根据本发明各实施例的示例性用于投射光的光投射系统的示意图。

图 13 为对根据本发明各实施例的示例性用于投射光的光投射系统的示意图。

图 14 为对根据本发明各实施例的示例性用于投射光的光投射系统的示意图。

## 具体实施方式

光投射是三维特征检测、三维地图等应用的关键一步。例如，工业零件检查和医学检查使用的深度相机模组需要测定深度信息。参考图 1，在这种应用中，一个或多个光源（例如，光投射系统 102 的部件）可将预定图形的结构光光束投射到物体（例如，物体 104，如人脸）上，然后检测器（例如，检测器 103）捕获光束的反射光来测量各种光学参数。所述光投射系统 102 和所述检测器 103 可设在同一装置（例如，装置 101）或不同装置上。虽然显示为不同的部件，但检测器 103 可为光投射系统 102 的一部分，并配置成用来接收远处物体 104 在多个位置对投射光束的反射，以测定所述多个位置相对于光投射系统 102 的距离。光投射系统 102 可在各种系统或装置上实施，例如，手机、电脑、平板电脑、穿戴式设备，车辆等等。可将物体处极其平整的反射平面作为基准，基准对投射光的反射可预设为基准反射光束。可基于检测到的反射光束和基准反射光束之间的

差值测定面部特征，这种差值显示为基准反射光束的偏移或畸变（shifts or distortions）。这种测定方法称为三角测量法。

目前用于投射结构光束的光投射技术采用随机点阵的投射法。对多个激光器进行随机排列获得随机点阵会不可避免地提高成本和模组尺寸并增大集成难度。

为了至少减少现有技术的缺点，本发明提供了光投射系统和方法。在各实施例中，光源可通过波导器件的一个表面将光束耦合进入波导器件中，然后波导器件通过另一个表面上的光栅投射出多个光束，以形成分散的输出光束。所述光源可以为单个激光器（例如，边发射激光器（edge-emitting laser）、垂直腔面发射激光器（VCSEL））、发光二极管或类似物，因此不必像现有技术中一样需要使用多个激光器。由于可用标准光刻技术制作波导器件，因此可进一步降低制造成本。另外，由于可将波导器件集成在衬底上，因此可减小光投射系统的整体尺寸。进一步地，本发明的波导器件受益于不存在零级衍射的干涉（zeroth order diffraction interference），因为全内反射约束使得零级透射不可能发生。

如本领域普通技术人员所理解的，波导器件是通过将波扩散（expansion）限制在一个或多个维度而以最小能量损失引导波（例如，如本发明中的电磁（光）波）的结构。

为此，在一些实施例中，一种光投射系统包括波导器件、光源和检测器，所述波导器件包括第一表面和第二表面，所述第二表面包括第一光栅结构；所述光源将光耦合进入波导器件以形成耦合入的光束。所述波导器件构造为引导耦合入的光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射。光栅结构（例如，各第一光栅结构）构造为干扰全内反射以使得至少部分耦合入光束自第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束。所述检测器配置成用来接收远处物体在多个位置对耦合出光束的反射，以测定所述多个位置相对于光投射系统的距离。由此测定物体表面的拓扑结构。下面参考图 2 和图 3，对包括光源和光投射结构（例如，波导器件）的光投射装置进行更加详细的描述。所述光投射

系统可进一步包括投射透镜结构，同样见图 2。耦合出的光穿过投射透镜结构到达远处的物体。

图 2 为对根据本发明各实施例的示例性光投射系统 102 的侧视图。光投射系统 102 可以在各种系统或装置上实施，例如，手机、电脑、平板电脑、穿戴式设备，车辆等等。

如图 2 所示，示例性光投射系统 102 可包括光投射装置 211 和可选的投射透镜结构 231（或称为投射透镜）。在一些实施例中，光投射装置 211 包括光源 201 和光投射结构 202。所述光源 201 包括单个激光器（例如，边发射激光器、垂直腔面发射激光器（VCSEL））、带光准直的发光二极管（LED）或类似物。或者，所述光源 201 可包括多个激光器或二极管（例如，边发射激光器阵列、VCSEL 阵列、LED 阵列）。所述光投射结构 202 可包括下文将详述的波导器件。自光投射结构 202 耦合出的光可为垂直于表面，聚焦或散焦。

在一些实施例中，自光投射装置 211 射出的光束（耦合出的光束）可从光投射装置 211 的一个表面耦合出。这样，可让光束穿过投射透镜结构 231 投射向空间中。即，可将所述投射透镜结构 231（例如，一个或多个透镜）设在波导器件的上方（例如，在后面所述波导器件的第一表面的上方）。投射透镜结构 231 可配置成接收耦合出的光束，并将所述耦合出的光束投射到环境中的远处物体上。或者，将光束从光投射装置 211 直接投射到空间中。所述投射透镜结构 231 可包括各种透镜或透镜组合（例如，一个到六个单独的透镜），用于控制投射光束的方向。

在一些实施例中，所述投射透镜结构 231 可配置成能增大或减小投射光束阵列的视野。例如，所述投射透镜结构 231 可通过分散所述投射光束阵列增大视野，或通过会聚投射光束阵列减小视野。

在一些实施例中，所述投射透镜结构 231 可配置成准直各耦合出的光束。例如，按照不同应用的工作距离要求，经投射透镜结构 231 准直后的投射光束阵列的激光束腰从 10mm 至 1m 不等。这样，投射透镜结构 231 可

准直输出光以在观测的距离处（例如，根据应用，在 10cm 至 10m 的范围内）形成清晰的图像（例如，点阵）。

图 3 为对根据本发明各实施例的示例性光投射装置 211 的侧视。图 3 所示和下文所述的结构和操作为示例性的。

在一些实施例中，光源 201 发射光，以光学方式将光在一个表面的耦合入（将光耦合进入光投射结构 202 中）区域上耦合进光投射结构 202。耦合入设置包括端面耦合、光栅耦合、棱镜耦合或类似方式。进入光投射结构 202 后，光在光投射结构 202 内的第一表面和第二表面之间进行全内反射。所述光投射结构 202 可由高折射率的材料（例如，树脂玻璃、石英玻璃、单晶硅和熔融石英）制成。在一个例子中，若使用折射率为 1.45 的石英玻璃，全内折射的临界角度为  $44^\circ$ 。当光以相对于第一或第二表面大于临界角的角度在光投射结构 202 中传播，照射在光投射结构 202 的第一或第二表面上时，保持了全内反射。在光投射结构 202 中传播的光可在各个耦合出区域（例如，在第一表面上）从光投射结构 202 耦合出来。例如，所述耦合出区域可为具有耦合出结构（例如，透射光栅、反射光栅、反射器）的区域。

在一些实施例中，所述光投射结构 202 包括第一表面和第二表面。所述第一表面或第二表面中至少一个表面包括第一光栅结构。在本发明中，光栅结构可指一个栅格（例如，光学栅格），其是平行的、相同的长形元件匀称地间隔排布的组合。在本图中，例如，示出了脊形光栅（ridge grating）的轮廓，且各脊形光栅可包括多个相同的、平行的长形的脊（见图 7A 的光栅 A）。所述光投射结构引导耦合入的光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射。各第一光栅结构干扰全内反射以使得至少部分耦合入光束从光投射结构耦合出来，从光投射结构耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束。这样，在波导器件内传播的一个耦合入光束可通过光栅从波导器件中耦合出来，以得到多个耦合出光束。下面详述各种耦合入和耦合出机构。

图 4A-图 4I 为根据本发明各实施例的从光源耦合入到光投射结构（例如，平面波导（planar waveguide））的侧视图。图 4A-图 4I 所示和下文所述结构和操作为示例性的。假定图 4A、图 4F、图 4G、图 4H 和图 4I 中的平面波导处于水平位置，光源 201 可基本上在水平面内发射光，而耦合出的光基本上在垂直平面内传播。在图 4B, 图 4C, 图 4D, 图 4E 中，光源 201 可基本上在垂直平面内发射光，而耦合出的光基本上在所述垂直平面内传播。所述水平平面和所述垂直平面是相对的，对环境并不构成限制。

在一些实施例中，如图 4A 所示，光源 201 发出的光可通过光投射结构 202 的一个表面利用“端面耦合”耦合进入光投射结构 202 中。耦合入光的环境折射率、光投射结构 202 的折射率、波长和耦合入光在光投射结构 202 的第三表面上的入射角满足本领域技术人员所理解的“端面耦合”条件。在光投射结构 202 内，光在所述光投射结构 202 的第一表面和第二表面之间进行全内反射，并从所述光投射结构 202 的第一表面耦合出来。或者，若光源 201 比第三表面大，可使用透镜通过“端面耦合”将来自光源 201 的光聚焦在光投射结构 202 中。

在一些实施例中，如图 4B 和图 4C 所示，光源 201 发出的光可通过耦合入光栅利用“光栅耦合”耦合进入光投射结构 202 中。即，所述光投射结构进一步包括第二光栅结构，所述第二光栅结构设在第一表面或第二表面中的至少一个表面上。光源通过所述第二光栅结构将光耦合进入光投射结构，形成耦合入的光束。如图 4B 所示，所述耦合入光栅可制作在所述光投射结构 202 的第一表面上。虽然图中显示所述耦合入光栅与第一表面齐平，但也可使其高于或低于第一表面，只要能保持随后的全内反射。耦合入光的环境折射率、光投射结构 202 的折射率、耦合入光栅的几何构造、波长和耦合入光在光投射结构 202 的第三表面上的入射角满足本领域技术人员所理解的“光栅耦合”条件。在光投射结构 202 内，光在所述光投射结构 202 的第一表面和第二表面之间进行全内反射，并从所述光投射结构 202 的第一表面耦合出来。图 4C 与图 4B 类似，除了所述耦合入光栅可制作在所述光投射结构 202 的第二表面上。

在一些实施例中，如图 4D 到 4I 所示，光源 201 发出的光可通过棱镜利用“棱镜耦合”耦合进入光投射结构 202 中。即，所述光投射结构可进一步包括棱镜，所述棱镜设在第一表面、第二表面或第三表面中的至少一个表面上。光源通过棱镜将光耦合进入光投射结构，形成耦合入的光束。在本发明中，“设在.....（一个物体）上”还包含“靠近.....（所述物体）设置”。棱镜和光投射结构 202 之间的任何间隙可用光学胶或另一种折射率的匹配材料填充。

如图 4D 所示，所述棱镜可设在所述光投射结构 202 的第三表面上。光源 201 可设在第二表面边上，将光发射到棱镜中。光在棱镜内发生一次反射，并在第三表面从棱镜耦合进入光投射结构 202。棱镜的折射率、光投射结构 202 的折射率、棱镜的几何构造和来自光源 201 的光的入射角满足本领域技术人员所理解的“光栅耦合”条件。在光投射结构 202 内，光在所述光投射结构 202 的第一表面和第二表面之间进行全内反射，并从所述光投射结构 202 的第一表面耦合出来。图 4E 与图 4D 类似，除了可将棱镜倒过来以使光源 201 设在第一表面边上。

如图 4F 所示，所述棱镜可设在所述光投射结构 202 的第一表面上。光源 201 发出的光可进入棱镜。在棱镜和光投射结构 202 之间的第一表面处，光的隐失模（*evanescent mode*）可耦合进入光投射结构 202 中。棱镜的折射率、光投射结构 202 的折射率、棱镜的几何构造和来自光源 201 的光的入射角满足本领域技术人员所理解的“相位匹配（*phase matching*）”条件。在光投射结构 202 内，光在所述光投射结构 202 的第一表面和第二表面之间进行全内反射，并从所述光投射结构 202 的第一表面耦合出来。图 4G 与图 4D 类似，除了所述棱镜可设在所述光投射结构 202 的第二表面上。

在一些实施例中，图 4H 与图 4D 类似，除了棱镜设在第一表面上外，光在棱镜内的坡面上发生一次反射，然后耦合进入光投射结构 202 中。图 4I 与图 4H 类似，除了棱镜设在第二表面上。图 4F 和图 4G 中使用的棱镜可为规则棱镜，图 4H 和图 4I 中使用的棱镜可为楔形棱镜。

图 5A-图 5F 为根据本发明各实施例的从光投射结构（例如，平面波导）耦合出的侧视图。图 5A-图 5F 所示和下文所述结构和操作为示例性的。为了简明起见，图 5A-图 5F 省略了耦合入和光在光投射结构 202 中的传播。

在一些实施例中，光投射结构包括平面波导。第一表面和第二表面相互平行且为平面波导的最大表面。耦合出光束自第一表面从光投射结构中耦合出来。所述第一表面或第二表面中包括第一光栅结构。当第二表面包括第一光栅结构时，所述光投射结构可进一步包括设在第二表面上的金属层。或者，所述第一光栅结构包括设在第一表面和第二表面之间的体光栅。即，耦合入光束在光投射结构 202 中进行全内反射。虽然其余部分继续进行全内反射，但有一部分光在照射到第一表面、第二表面上或波导器件内的耦合出结构上时可能会不发生全内反射，而是自其一个表面（例如，第一表面）从波导器件射出。下文描述各种耦合出结构（透射光栅、反射光栅、反射器等）。

在图 5A-图 5C 中，所示波导器件结构包括光栅，可允许一个或多个衍射级从波导器件中耦合出来。在一些实施例中，如图 5A 所示，光栅可制作在光投射结构 202 第一表面上的各个耦合出区域。所述耦合出区域对应于各个全内反射区域，光在波导器件内传播时，有一部分光可自各耦合出区域从波导器件中耦合出来（例如，进入空气中）。

在一些实施例中，如图 5B（构型 1）所示，衍射光栅可制作在光投射结构 202 第二表面上的各个耦合出区域。即，该波导器件包括：（1）底层，光栅制作在其上面，所述底层具有第一折射率；和（2）顶层，其形状与底层互补。所述耦合出区域可对应于各个全内反射区域，照射在各耦合出区域上的一部分光可转向第一表面，随后自第一表面从波导耦合出来。

类似地，图 5B 还示出了光栅制作在第二表面上的构型 2。所述光栅的折射率可与波导器件的折射率相同，也可不同。

在一些实施例中，如图 5C 所示，微透镜阵列可设置在与图 5B 中耦合出区域的位置对应地在第一表面上，使得能对耦合出光进行准直、使其平行或其它控制。

在一些实施例中，如图 5D 所示，折射光栅可制作在光投射结构 202 第一表面上的各个耦合出区域。例如，可从第一表面上蚀刻掉图中所示三角形轮廓的光栅。所述光栅对应于耦合出区域，一部分全内反射光可自所述光栅从波导器件中耦合出来。

在一些实施例中，如图 5E 所示，反射光栅可制作在光投射结构 202 的第二表面上的各个耦合出区域。例如，可从第二表面上蚀刻掉图中所示三角形轮廓的光栅。所述光栅对应于耦合出区域，一部分全内反射光可自所述光栅向第一表面反射，随后从波导器件中耦合出来。

在一些实施例中，如图 5F 所示，可在波导器件内制作体光栅。例如，体光栅的周期性是重复周期段（repeating periodic sections）之间的交替折射率（alternating refractive index）。所述折射率变化分界面对应于耦合出区域，一部分全内反射光可自所述分界面向第一表面反射，随后从波导器件中耦合出来。

第一光栅结构的各种构型可对耦合出的光束进行控制。如下文所述，耦合出效率可由光栅深度（也称“厚度”）和光栅占空比（图 6A-图 6C）决定，耦合出光束相对于表面法线的角度可由光栅周期（图 8A-图 8B）决定，耦合出光束的旋转角度可由光栅方向（grating orientation）决定（图 9A-图 9B）。

在一些实施例中，所述光栅（第一光栅结构）干扰全内反射以使耦合出光束从第一表面投射出去，所述耦合出光束在与第一表面平行的平面上形成点阵。在一个例子中，耦合出的光束垂直于第一表面传播，耦合出光束与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的随机点阵。在另一个例子中，耦合出的光束形成倒立光锥，倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的随机点阵（图 7B）。如下文所述，光点图形不限于所示例子，可包括各种其它构型。下面参考图 6A 至图 9B 进行的描述可借用

图 10 或图 11 中所示的坐标系。即，所述波导器件的所述第一表面（或第二表面）在 x 轴方向与 y 轴方向彼此垂直的 x-y 平面内，耦合入的光束基本上沿着 x-y 平面的 x 轴方向在光投射结构内传播，耦合出的光束基本上沿着与 x-y 平面正交的 z 轴方向传播。所述光栅结构以相应的 (x, y) 位置可随机地分布在 x-y 平面内。在一些实施例中，光栅的尺寸约为  $2\ \mu\text{m}$  至  $30\ \mu\text{m}$ ，波导器件上的光栅数量约为几百到一百万个，平均栅距（两个最接近光栅之间的间隔）约为  $5\ \mu\text{m}$  至  $100\ \mu\text{m}$ 。

图 6A 为对根据本发明各实施例的示例性光投射系统 211 的侧视图。图 6A 所示和下文所述结构和操作为示例性的。图 6A 可对应于上述图 5A，下面对光栅耦合出机构进行描述。

在一些实施例中，耦合出光束的方向可遵循以下公式：

$$\sin\theta_m = \frac{m\lambda}{\Gamma} - n \times \sin\theta_i \quad (1)$$

其中，m 为衍射级次； $\lambda$  为波长； $\Gamma$  为光栅周期；n 为波导器件的折射率； $\theta_m$  为耦合出光束与第一表面法线的夹角；及  $\theta_i$  为在波导器件内进行全内反射的光束与第一表面法线的夹角。

在一些实施例中，+1 级衍射 ( $m = 1$ ) 的有效率折射率与波导支持模式的有效折射率匹配时，发生所述的耦合出（在波导器件内进行全内反射的光束自设有光栅结构的区域从波导器件中耦合出来）。因此，为得到与法线平行传播的耦合出光束，（即， $\theta_m = 0$ ），可由下式得到光栅周期（图中用“周期”标示）：

$$\Gamma = \frac{\lambda}{n \times \sin\theta_i} \quad (2)$$

例如，当波导器件为石英玻璃 ( $n=1.45$ ) 时， $\lambda = 940\text{nm}$ ，且  $\theta_i = 60^\circ$ ，可得到  $\Gamma$  为  $748\text{nm}$ 。因此，光栅周期影响耦合出光束与法线的夹角。

将式 (2) 代入式 (1)，可得到：

$$\sin\theta_m = (m - 1) \times n \times \sin\theta_i \quad (3)$$

进一步地，根据临界角为  $\theta_c$  的全内反射条件：

$$\theta_i > \theta_c = \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) \quad (4)$$

可得到  $\sin\theta_i > \frac{1}{n}$ ，因此：

$$n \times \sin \theta_i > 1 \quad (5)$$

为了同时满足 (3) 和 (5)，其中  $m$  为整数且  $|\sin \theta_m| \leq 1$ ，因此  $m$  只能为 1。在无其它透射衍射级的光干扰时，所述耦合出（在波导器件内进行全内反射的光束自设有光栅结构的区域从波导器件中耦合出来）可以仅产生  $m = +1$  级的耦合出光。这是现有光投射技术不具有的一种优点。

图 6B 为根据本发明各实施例的耦合效率随光栅深度和占空比变化的仿真结果示意图。

在一些实施例中，光栅具有能产生高耦合效率的尺寸，耦合效率为进行全内反射的光在光栅处从波导器件中耦合出来的百分比（部分）。因此，在上下文中，耦合效率可理解为耦合出效率。光栅周期固定时，耦合效率由光栅深度和占空比（各周期中脊形结构所占的百分比）决定。参考图 6A 和图 9A 中的标示“脊宽”和“周期”，用脊宽除以周期得到占空比。占空比又称填充系数。对于图 6B，当  $\lambda = 940\text{nm}$  且  $\theta_i = 60^\circ$  时，可得到  $\Gamma$  为 748nm。

图 6B 显示了两种不同波导模式的仿真耦合效率（即，TE 模式和 TM 模式光在波导器件中的传播）。x 轴代表占空比，y 轴代表光栅深度。较亮区域代表较高的耦合效率。对于 TE 模式，最高耦合效率为 9.8%，在占空比为 0.43、厚度为  $0.35 \mu\text{m}$  时出现。对于 TM 模式，最高耦合效率为 2.8%，在占空比为 0.52、厚度为  $0.3 \mu\text{m}$  时出现。因此，可通过设计光栅深度和占空比获得各种耦合效率。进一步地，通过调整光栅深度，可获得比所述 9.8% 效率更大的耦合效率。

在一个例子中，从图 6B 的 TE 模式图提取，当  $\lambda = 940\text{nm}$ ， $\theta_i = 60^\circ$ ， $\Gamma = 748\text{nm}$  且厚度 =  $0.35 \mu\text{m}$  时，可得到相对于占空比的耦合效率，如图 6C 所示。在占空比为 0.43、厚度为  $0.35 \mu\text{m}$  时，具有相同的峰值耦合效率 9.8%。

在一些实施例中，由于光在进行全内反射时有一部分在各光栅处从波导器件中耦合出来，每次耦合出后，波导器件中其余光的功率会减小。为确保点阵中耦合出光束具有大致相同或近似的功率，可将光栅设计成使耦

合效率随着光栅距光源 201 的距离增大而增大。例如，再回到图 6A，通过调整占空比和光栅深度，可使光栅 Y 的耦合效率大于光栅 X 的耦合效率，以确保自光栅 Y 和光栅 X 的耦合出光具有相同或近似的功率。

因此，在一些实施例中，各所述光栅结构与耦合出效率相关联。耦合出效率沿着 x 轴方向呈单调递增。耦合出效率取决于光栅结构的光栅深度和占空比。光栅周期的光栅深度或占空比中至少其中之一在 x 轴方向上变化，使耦合出效率沿着 x 轴方向单调递增。在一个例子中，光栅结构的光栅深度在 x 轴方向上单调递增，使耦合出效率沿着 x 轴方向单调递增。在另一个例子中，光栅结构的占空比在 x 轴方向上单调递增，使耦合出效率沿着 x 轴方向单调递增。在另一个例子中，x-y 平面包括与沿 x 轴方向的各个位置范围对应的多个区域，所述区域包括第一区域和第二区域。第一区域最靠近耦合入光束耦合入光投射结构的区域。第二区域距离耦合入光束耦合入光投射结构的区域最远。相同区域中的光栅结构具有相同或近似的耦合出效率。耦合出效率沿着 x 轴方向单调递增使得第一区域内自各光栅结构的耦合出光束的功率与第二区域内自各光栅结构的耦合出光束的功率相同或近似。

图 7A 为根据本发明各实施例的光投射装置 211 的立体图。图 7A 所示和下文所述结构和操作为示例性的。

如图 7A 所示，在一些实施例中，光投射结构 202 包括平面波导，该平面波导具有制作在第一表面上的光栅。图 7A 所示光投射结构 202 类似于图 6A 所示的光投射结构 202，除了图 7A 中的耦合出光束垂直于第一表面。光源 201 包括带光准直的一个或多个激光器或 LED。所述激光器或 LED 可成排地设在平面波导的侧表面中。

在一些实施例中，光栅（例如，光栅 A、光栅 B、光栅 C、光栅 D 等）可制作在第一表面上的随机位置。所述光栅可具有相同的光栅周期。各耦合出光束自各个光栅从波导器件中耦合出来。因此，从顶部观察时，耦合出光束可形成随机点阵，如图 7B 所示。所示点阵图形仅为示例性的。基于对光栅结构的构型（例如，通过调整周期、方向、深度、占空比、波导器

件上的 (x, y, z) 位置、数量等), 可获得任何点阵图形以满足应用需求。

图 8A 为根据本发明各实施例的光投射装置 211 的立体图。图 8A 所示和下文所述结构和操作为示例性的。

光投射装置 211 类似于图 7A 与图 8A, 还提供随机点阵, 除了图 8A 中的光栅可具有不同的光栅周期。如图 8A 所示, 在一些实施例中, 光栅 (例如, 光栅 E、光栅 F、光栅 G、光栅 H 等) 可具有不同的光栅周期  $\Gamma$ 。根据上述式 (1),  $\theta_{\text{out}}$  随光栅周期而变化  $\Gamma$ 。即, 耦合出光束可以与正交方向不同夹角传播。因此,  $\theta_{\text{out}}$  的变化也会增大点阵的随机性。图 8B 显示了耦合出光束角度 (在相对于 z 轴方向的 x-z 平面内) 对光栅周期的图线。如图所示, 在垂直于第一表面且沿着光在波导器件内传播的方向 (x 轴方向) 的同一垂直平面内, 通过改变光栅周期可将耦合出光束与正交方向的夹角控制在  $-5^\circ$  至  $15^\circ$  之间。虽然耦合出光束还可具有 y 轴方向的分量, 但图 8A 与图 8B 关注 x 轴方向上的分量。

因此, 在一些实施例中, 各光栅结构与周期相关联。对于沿着 x 轴方向的光栅结构, 周期会有所变化。周期的变化导致耦合出光束以一在 x 轴方向上的角度偏差范围从波导器件中耦合出来。在一个例子中, 周期沿着 x 轴方向单调递增。周期沿着 x 轴方向的单调变化导致耦合出光束以一在 x 轴方向上的角度偏差范围从光投射结构中耦合出来。

图 9A 为对根据本发明各实施例的第一表面上示例性光栅的俯视图。如图 9A 所示, 在一些实施例中, 光栅在 x-y 平面内可具有各种方向。可参考光栅凸脊的方向来体现光栅的方向。例如, 光栅 M 可排列成使其凸脊垂直于 x 轴方向, 光栅 N 可排列成使其凸脊与 x 轴方向成正旋转角度, 且光栅 K 可排列成使其凸脊与 x 轴方向成负旋转角度。

在一些实施例中, 耦合入光在 x 轴方向上在波导器件内从左向右传播。自光栅 M 耦合出的光在 y 轴方向上的分量为 0。即, 忽略 x 轴方向上的分量, 自光栅 M 耦合出的光在 z 轴方向上传播。自正旋转角度的光栅 N 耦合出的光具有 y 轴负方向分量。即, 忽略 x 轴方向上的分量, 自光栅 N 耦

合出的光在  $z$  轴方向- $y$  轴负方向上传播。自负旋转角度的光栅 K 耦合出的光具有  $y$  轴正方向分量。即，忽略  $x$  轴方向上的分量，自光栅 K 耦合出的光在  $z$  轴方向- $y$  轴正方向上传播。因此，综合考虑自光栅 M、N 和 K 耦合出的光束，耦合出光束在  $y$ - $z$  平面内会聚。图 9A 为对下面图 10 中所述的光栅方向控制以得到会聚的耦合出光束的简化示意图。下图 11 显示了图 9B 的反向以得到发散的耦合出光束。

图 9B 显示了耦合出光束角度（在相对于  $z$  轴方向的  $y$ - $z$  平面内）相对于光栅旋转角度（相对于  $x$  轴方向）的曲线图。在此曲线图中，通过使光栅相对于  $x$  轴方向的方向在  $45^\circ$  和  $-45^\circ$  之间变化，可将耦合出光束角度相对于参考方向控制在约  $-70^\circ$  和  $70^\circ$  之间。图 9B 仅为示例性的，可使用替代方向参考系。虽然耦合出光束还可具有  $x$  轴方向的分量，但图 9A 与图 9B 关注  $y$  轴方向上的分量。

因此，在一些实施例中，各光栅结构与相对于  $z$  轴方向的旋转角度相关联，且对于沿  $y$  轴方向的光栅结构，旋转角度会有所变化。旋转角度的变化导致耦合出光束以在一  $y$  轴方向上的角度偏差范围从波导器件中耦合出来。在一个例子中，旋转角度顺时针或逆时针单调变化。旋转角度的单调变化使耦合出光束以不同的  $y$  轴方向分量传播。

图 10 和图 11 都是根据本发明各实施例的第一表面上示例性光栅（第一光栅结构）的俯视图。或者，光栅可制作在第二表面上或按图 5A-图 5F 中所示的另一构型进行制作。图 10 和图 11 所示和下文所述结构和操作为示例性的。图 10 和图 11 中的光栅可结合图 6A-图 9B 所述的以下几种情况：通过光栅深度和占空比控制耦合出效率，通过光栅周期控制耦合出光束相对于法线的角度和通过光栅方向控制耦合出光束的旋转角度。如图 10 和图 11 所示，平面波导在  $x$ - $y$  平面内，且  $z$  轴方向为表面正交方向（与  $x$ - $y$  平面垂直）。在本发明中， $x$  轴方向和  $y$  轴方向的定义如本图中所示。 $z$  轴方向垂直于  $x$ - $y$  平面，并指向纸张平面的外面。 $x$  轴、 $y$  轴和  $z$  轴方向又称  $x$  轴、 $y$  轴和  $z$  轴正方向，其相对方向称为  $x$  轴、 $y$  轴和  $z$  轴负方向。耦合入光可从左侧进入波导器件，其中部分光通过光栅从波导器件耦合出来，

一些残余光（又称其余光）留下并在  $x$  轴方向上继续传播。耦合入光可产生自一个或多个激光器。第一光栅结构与光栅深度、占空比、周期和在  $x$ - $y$  平面内相对于  $z$  轴方向的方向都相关联。在  $x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有至少一种不同的光栅深度或不同的光栅占空比。 $x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的周期。 $y$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的方向。

在一些实施例中，所述波导器件进一步包括长形第三表面。第三表面相对于第一和第二表面的位置如上所述。光源通过第三表面将光耦合进入波导器件中（在图 10 和图 11 所述的光入射方向上），以形成耦合入光束。来自光源的光准直成与所述长形第三表面对应的线形。在使用单个激光器的一个例子中，激光器输出光束可通过准直透镜或准直透镜阵列准直成线形，所述线形光在平面波导的第三表面上，随后可通过第三表面耦合进入平面波导内。

在一些实施例中，可通过光栅方向和光栅周期控制耦合出光束的发散。例如，可通过光栅方向控制耦合出光束在  $y$  轴方向上的发散，还可通过光栅周期控制耦合出光束在  $x$  轴方向上的发散。在图 10 和图 11 的  $y$  轴方向上， $y$ - $z$  平面（包含  $y$  轴和  $z$  轴的平面）内的耦合出光束相对于  $z$  轴方向的角度随光栅的旋转方向而变化。详细解释参考上面结合图 9A 和图 9B 的论述。在图 10 和图 11 的  $x$  轴方向上， $x$ - $z$  平面（包含  $x$  轴和  $z$  轴的平面）内的耦合出光束相对于  $z$  轴方向的角度随光栅周期而变化。耦合出光束的输出角度随着光栅周期而增大。详细解释参考上面结合图 8A 和图 8B 的论述。因此，可通过控制光栅方向和光栅周期来得到会聚的耦合出光束（例如，成锥形，从第一表面会聚而成）或发散的耦合出光束（例如，成倒锥形，从第一表面发散而成）。

图 10 显示了为得到会聚的耦合出光束而进行的示例性光栅方向和周期控制，图 11 显示了为得到发散的耦合出光束而进行的示例性光栅方向和周期控制。

在一些实施例中，图 10 和图 11 示出了带光栅方向控制的示例性光栅结构。在图 10 中，光栅方向可在  $y$  轴方向上由下向上变化，以使光栅相对于第一表面的法线顺时针旋转。即，在图 10 中，假定  $y$  轴方向为参考方向，第一表面中间水平段的光栅无旋转，第一表面底部水平段的光栅负向旋转（向左倾斜），且第一表面顶部水平段的光栅正向旋转（向右倾斜），使得最上面光栅的耦合出光束具有最大  $y$  轴负方向分量，最下面光栅的耦合出光束具有最大  $y$  轴正方向分量，与图 9B 及其描述一致。即，沿  $y$  轴方向的光栅结构的方向可顺时针旋转，以使耦合出光束从第一表面会聚在  $y$ - $z$  平面内。在图 11 中，光栅方向可在  $y$  轴方向上由下向上变化，以使光栅相对于第一表面的法线逆时针旋转。即，在图 11 中，假定  $y$  轴方向为参考方向，第一表面中间水平段的光栅无旋转，第一表面底部水平段的光栅正向旋转（向右倾斜），且第一表面顶部水平段的光栅负向旋转（向左倾斜），使得最上面光栅的耦合出光束具有最大  $y$  轴正方向分量，最下面光栅的耦合出光束具有最大  $y$  轴负方向分量，与图 9B 及其描述一致。即，沿  $y$  轴方向的光栅结构的方向逆时针旋转，以使耦合出光束从第一表面发散在  $y$ - $z$  平面内。这样，改变光栅方向（例如，在  $y$  轴方向上单调地顺时针或逆时针）将耦合出光从仅在表面法线方向（垂直于第一表面）上扩展到在  $y$  轴方向上具有一定的视野（field-of-view）。 $y$  轴方向上的视野在图 10 中会聚，而在图 11 中发散，分别使耦合出光束发生会聚和发散。

在一些实施例中，图 10 和图 11 还示出了带光栅周期控制的示例性光栅结构。在图 10 中，光栅周期在  $x$  轴方向上减小，使得  $x$  轴方向上的第一个耦合出光束具有最大  $x$  轴正方向分量， $x$  轴方向上的最后一个耦合出光束具有最大  $x$  轴负方向分量，与图 8B 及其描述一致。这样，耦合出光束在  $x$  轴方向上会聚。在图 11 中，光栅周期在  $x$  轴方向上增大，使得  $x$  轴方向上的第一个耦合出光束（从第一个光栅耦合出）具有最大  $x$  轴负方向分量， $x$  轴方向上的最后一个耦合出光束（从最后一个光栅耦合出）具有最大  $x$  轴正方向分量，与图 8B 及其描述一致。这样，改变光栅周期（例如，在  $x$  轴方向上单调递增或递减）将耦合出光从仅在表面法线方向（垂直于第一

表面)上扩展到在  $x$  轴方向上具有一定的视野。周期可在  $x$  轴方向上单调递减,以使耦合出光束从第一表面会聚在  $x$ - $z$  平面内。周期可在  $x$  轴方向上单调递增,以使耦合出光束从第一表面发射在  $x$ - $z$  平面内。在图 10 中, $x$  轴方向上的视野会聚,而在图 11 中发散,分别使耦合出光束发生会聚和发散。

参考图 10,光栅周期在  $x$  轴方向上减小(例如,单调递减)结合光栅方向在  $y$  轴方向上顺时针旋转(例如, $y$  轴方向上的光栅,相对于  $z$  轴方向单调地顺时针旋转)可使耦合出光束从第一表面会聚。即,周期在  $x$  轴方向上单调递减,同时沿  $y$  轴方向的光栅结构的方向顺时针旋转,可使耦合出光束从第一表面会聚。在一个例子中,会聚的光束可形成直立光锥,所述光锥从第一表面投射出去并朝第一表面上方的一个点会聚,但是一旦穿过会聚点,光束发散并在直立光锥的顶部形成倒立光锥。

参考图 11,光栅周期在  $x$  轴方向上增加(例如,单调递增)结合光栅方向在  $y$  轴方向上逆时针旋转(例如, $y$  轴方向上的光栅,相对于  $z$  轴方向单调地逆时针旋转)可使耦合出光束从第一表面发散。即,周期在  $x$  轴方向上单调递增,同时沿  $y$  轴方向的光栅结构的方向逆时针旋转,可使耦合出光束从第一表面发散。在一个例子中,发散光束可形成倒立光锥,所述倒立光锥从第一表面投射出去并从第一表面发散。

在一些实施例中,波导器件中的光功率沿着传播方向(图 10 和图 11 中的  $x$  轴方向)减小,因此射在光栅上供耦合出的全内反射光束的功率沿着传播方向减小。为了获得统一的耦合出光束的输出功率,耦合出效率可沿着传播方向增大以补偿功率的损失。耦合出效率可在传播方向上单调递增。可通过改变光栅深度和/或光栅占空比来改变耦合出效率(见如上面图 6B 和图 6C 的论述)。用光栅深度和光栅占空比的适当组合可获得任意耦合出效率。光栅厚度沿着传播方向可单调递增或不单调递增。光栅占空比沿着传播方向可单调递增或不单调递增。各光栅厚度和光栅占空比在传播方向上不必遵循任何单调趋势,只要光栅厚度和光栅占空比的组合能为耦合出光束沿着传播方向增大耦合出效率。

参考图 10 和图 11，在一些实施例中，可将第一表面设计成条状全内反射区（全内反射 TIR 1 区、TIR 2 区等），这些条状全内反射区具有对应的耦合出效率 $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ 。从 $\eta_1$ 到 $\eta_n$ 逐渐增加以使输出功率保持恒定。在一个例子中，这种关系可为  $P_{n-1} \times \eta_{n-1} = P_n \times \eta_n$ ，其中  $P_n = P_{n-1} \times (1 - \eta_{n-1})$ 。若要改变耦合效率，可改变占空比和/或光栅深度。

图中第一表面上光栅位置的分布图 10 和图 11 可以是随机的。即，尽管遵从所述的光栅周期、光栅深度、光栅占空比和光栅方向趋势，但若第一表面（或第二表面）在 x-y 平面内，光栅可相对于对应的 (x, y) 位置随机分布在 x-y 平面内。这里，随机分布指可不将光栅固定在第一或第二表面上的周期性位置（例如，二维格子位置、等间距的位置等）处。本文所述随机点阵对应于光栅位置的这种随机分布。光栅位置的随机分布可使算法误差最小化。算法误差对基于耦合出光束的检测不利。算法误差通常由周期性或其它非随机图形趋势引起，因为检测器为检测不同结构光束的反射之间的差异所运行的算法有时由于看起来相同，很难将图形的一部分与另一部分区分开来。

虽然图 10 和图 11 中光栅显示为三个凸脊，但各光栅可包括任一数量的凸脊或另一种替代光栅结构（例如，肋 (rib)、埋藏脊 (buried ridge) 和扩散脊 (diffused ridge)）。凸脊轮廓可为方形、圆形、三角形等。虽然图 10 和图 11 所示为方形，但各光栅的外形可为圆形、椭圆形、矩形等。光栅的尺寸可为 1 个周期（约  $1 \mu\text{m}$ ）到整像素尺寸（约  $30 \mu\text{m}$ ）。在一些实施例中，若光栅足够大以致可忽略衍射极限，光点大小将随着光栅尺寸而增大，可通过控制光栅的尺寸得到理想的光点尺寸（投射光束的光束尺寸）。例如，若某一应用需要更多光点，则可将光栅的尺寸减少以将更多光点聚集在固定区域（例如，第一表面）。若某一应用需要更明亮的光点（更高的信噪比），可增大光栅的尺寸，因为较大的光点具有更大的功率，因此更明亮。

图 12 为对根据本发明各实施例的示例性光投射系统 102 的示意图。所述光投射系统 102 可实施上面参考图 4H 描述的耦合入机构和上面参考图 5B（构型 2）描述的耦合出机构。

在一些实施例中，所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上且覆盖光栅结构。反射层包括一个或多个金属（合金）和/或非金属（例如，绝缘层（dielectric））子层。在一个例子中，反射层包括一个或多个子层，各个子层包括下列至少一种：铝、银、金、铜、钛、铬、镍、锆、铟、锡、铂、钨、钼、锌、氧化铝、氧化银、氧化金、氧化铜、氧化钛、氧化铬、氧化镍、氧化锆、氧化铟、氧化锡、氧化铂、氧化钨、氧化钼、氧化锌、氮化铝、氮化银、氮化金、氮化铜、氮化钛、氮化铬、氮化镍、氮化锆、氮化铟、氮化锡、氮化铂、氮化钨、氮化钼、氮化锌、氟化铝、氟化银、氟化金、氟化铜、氟化钛、氟化铬、氟化镍、氟化锆、氟化铟、氟化锡、氟化铂、氟化钨或氟化钼。当光栅制作在第二表面（如图所示）或在第一表面上时，一些光功率会因对称的一级衍射的而从波导器件中泄漏出来（例如，向下）。为了最小化或抑制这种泄露并使耦合效率最大化，可在第二表面上镀覆一个反射层（例如，金属层或高反射镀层）。金属可为铝、银、金、铜或另一种高反射金属。

图 13 为对根据本发明各实施例的示例性光投射系统 102 的示意图。所述光投射系统 102 可实施上面参考图 4H 描述的耦合入机构和上面参考图 3 描述的耦合出机构。

在一些实施例中，可使用所示光吸收材料层将较高光栅模式的泄露光或不完全耦合的残余光产生的背景噪音减至最小。要将波导器件射出的残余光减至最少，可直接在波导器件的侧壁上设置光吸收材料层（在波导器件中光传播的末端处）。要减少其它光栅模式的泄露光，光吸收材料层可设为与第二表面具有间隙，以防止破坏全内反射条件。光吸收材料层可为（着色）阳极氧化铝层、粗糙表面、炭黑涂层或另一种光吸收材料层。

即，光投射结构进一步包括第四表面、第一光吸收材料层和第二光吸收材料层。耦合入光束经全内反射后的其余部分在各光栅结构耦合出后到

达第四表面。所述第四表面包括光吸收材料层，用于吸收耦合入光束的其余部分。所述第二光吸收材料层与第二表面平行且与第二表面有间隔。所述第二光吸收材料层可吸收从第二表面泄漏出波导器件的光。所述间隙可防止吸收仍在波导器件内传播的耦合入光。

图 14 为对根据本发明各实施例的示例性光投射系统 102 的示意图。所述光投射系统 102 可实施上面参考图 4H 描述的耦合入机构和上面参考图 3 描述的耦合出机构。

在一些实施例中，如图所示，可添加残余光耦合出设置，以通过上述端面耦合、光栅耦合或棱镜耦合将所述残余光从波导器件中耦合出来（在波导器件中光传播的末端处）。可使用检测用光电二极管（例如，硅、锗或另一种二极管）等检测器来检测耦合出的残余光。在一个例子中，若发生任何事故（例如，芯片开裂、水进入（water damage）、蒸气进入（vapor damage）、激光器错位（laser dislocation）、耦合入棱镜错位或另一种失效事件），失效点的全内反射条件将会破坏。利用阈值算法，通过检测光电二极管可及时检测到残余光变化的事件，并相应地关闭输入激光器，以确保眼睛安全。若不关闭输入激光器，一些激光光束会从光投射系统漏出。由于这些光束的功率未受到控制，因此会造成眼睛损伤。

上文所述的各种特征和过程可相互独立地使用，或以各种方式组合。所有可能的组合和子组合均在本发明的范围内。此外，在一些实施应用中可省略某些方法或过程块。此处描述的方法和过程不限于任何特定顺序，与之相关的块或状态可采用其他合适的顺序进行实施。例如，所述块或状态可采用不同于特定公开的顺序进行实施，或多个块或状态可组合到单个块或状态内。示例块或状态可采用串行、并行或其他一些方式进行实施。块或状态可添加至公开的示例性实施例，或从其中移除。在此描述的示例性系统和组件可采用不同于所描述的方式进行配置。例如，元件可添加至公开的示例性实施例，从其中移除，或相较于公开的示例性实施例进行重新布局。

在本说明书的通篇中，多个例子可作为单个例子进行所描述的组件、操作或结构的实施应用。虽然一个或多个方法的单个操作是作为独立的操作进行阐述和描述的，但是一个或多个单个操作可同时实施，且不是必须采用显示的顺序进行操作。在示例性配置中显示为独立组件的结构和功能可以作为组合结构或组件来实施应用。类似地，显示为单个组件的结构和功能可以作为单独组件来实施应用。这些和其他变型、修改、增加和改善均落入到本技术方案的范围之内。

虽然本技术方案已经参照具体实施例进行了综述，但可以在不偏离本技术方案实施例广义范围的情况下，对这些实施例进行各种修改和变更。本技术方案的这些实施例可以单独地或共同地通过术语“发明”来表示，这仅仅是为了方便。而并不是意味着，在实际公开了多个方案的情况下，将本申请的范围主动地限制于任何单个公开方案或概念。

本文对实施例进行了足够详细的描述说明，以使本领域内技术人员可以实施这些公开的方案。可以使用其他实施例并从中导出其他实施例，使得可以在不脱离本发明范围的情况下进行结构的和逻辑的替换和更改。因此，详细的描述并不应被视为具有限制意义，且各实施例的范围仅通过附属权利要求以及这些权利要求所赋予的等同概念的全部范围来进行限定。

如本文所采用的，词语“或”、“或者”可以以包含性或排他性的含义来解释。此外，多个例子还可作为单个例子用于其中描述的资源、操作或结构。此外，不同资源、操作、引擎和数据保存之间的边界是任意的，且特定操作在特定说明性配置的环境下被阐述。功能的其他配置也是可以预期的，并且其落入本发明的各个实施例的范围内。通常，在示例性配置中作为独立资源呈现的结构和功能可作为组合的结构或资源以实施应用。类似地，作为单个资源呈现的结构和功能可作为单独资源以实施应用。如附属权利要求所述的这些及其他变型、修改、添加和改善均属于本发明实施例的范围内。相应地，说明书和附图均是用于解释说明，而不具有限制意义。

除非另有说明，条件性语词，例如尤其是“可以”、“可能”、“可能会”或“可”或本文中采用的其他作此理解的词语，通常旨在表达某些实施例包括某些特征、元件和/或步骤，而其他实施例不包括。因此，此类条件性语词通常并不表示特征、元件和/或步骤必须要以任何方式用于一个或多个实施例，或一个或多个实施例必须要包括决定这些特征、元件和/或步骤是否要被纳入或者是否在任何特定的实施例中实施的逻辑，而不论具有或不具有用户输入或提示。



所述耦合入光束基本上沿着  $x$ - $y$  平面的  $x$  轴方向在波导器件内传播；  
所述耦合出光束基本上沿着与  $x$ - $y$  平面正交的  $z$  轴方向传播；  
所述第一光栅结构以相应的  $(x, y)$  位置分布在  $x$ - $y$  平面内；  
各个第一光栅结构与光栅深度、占空比、周期和在  $x$ - $y$  平面内相对于  $z$  轴方向的方向相关联；

$x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的光栅深度或不同的光栅占空比中的至少其中之一；

$x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的周期；及

$y$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的方向。

6. 根据权利要求 1 所述波导器件，其中：

所述波导器件为平面波导；

所述第一表面和第二表面相互平行且为平面波导的最大表面；及  
所述耦合出光束自第一表面耦合出波导器件。

7. 根据权利要求 1 所述波导器件，进一步包括长形第三表面，其中：

光源通过第三表面将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束；及  
来自光源的光准直成与所述长形第三表面对应的线形。

8. 根据权利要求 1 所述波导器件，其中：

在第一表面或第二表面中的至少一个表面上设置棱镜；及  
光源通过棱镜将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。

9. 根据权利要求 1 所述波导器件，进一步包括第二光栅结构，所述第二光栅结构设在第一表面或第二表面中的至少一个表面上，其中：

光源通过所述第二光栅结构将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。

10. 根据权利要求 1 所述波导器件，其中所述波导器件进一步包括光吸收材料层，所述光吸收材料层与第二表面平行且与第二表面有间隔。

11. 一种光投影系统，包括

波导器件，所述波导器件包括第一表面和第二表面，所述第二表面包括第一光栅结构；和

光源，所述光源将光耦合进入波导器件以形成耦合入光束，其中：

所述波导器件构造为引导耦合入光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射；

所述第一光栅结构构造为干扰全内反射以使至少部分耦合入光束自第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦合出光束；及

所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上并覆盖第一光栅结构。

12. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：

所述反射层包括一个或多个子层，各个子层包括下列至少一种：铝、银、金、铜、钛、铬、镍、锆、铟、锡、铂、钯、锌、氧化铝、氧化银、氧化金、氧化铜、氧化钛、氧化铬、氧化镍、氧化锆、氧化铟、氧化锡、氧化铂、氧化钯、氧化锌、氮化铝、氮化银、氮化金、氮化铜、氮化钛、氮化铬、氮化镍、氮化锆、氮化铟、氮化锡、氮化铂、氮化钯、氮化锌、氟化铝、氟化银、氟化金、氟化铜、氟化钛、氟化铬、氟化镍、氟化锆、氟化铟、氟化锡、氟化铂、氟化钯或氟化锌。

13. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：

所述耦合出光束从第一表面会聚形成直立光锥，然后发散以在直立光锥的上方形成倒立光锥；及

所述直立光锥或倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

14. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：

所述耦合出光束从第一表面发散形成倒立光锥；及

所述倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

15. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：

所述第二表面在  $x$ - $y$  平面内；

所述耦合入光束基本上沿着  $x$ - $y$  平面的  $x$  轴方向在波导器件内传播；

所述耦合出光束基本上沿着与  $x$ - $y$  平面正交的  $z$  轴方向传播；

所述第一光栅结构以相应的  $(x, y)$  位置分布在  $x$ - $y$  平面内；

各个第一光栅结构与光栅深度、占空比、周期和在  $x$ - $y$  平面内相对于  $z$  轴方向的方向相关联；

$x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的光栅深度或不同的光栅占空比中的至少其中之一；

- x 轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的周期；及  
y 轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的方向。
16. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：  
所述波导器件为平面波导；  
所述第一表面和第二表面相互平行且为平面波导的最大表面；及  
所述耦合出光束自第一表面耦合出波导器件。
17. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：  
所述波导器件进一步包括长形第三表面；  
光源通过第三表面将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束；及  
来自光源的光准直成与所述长形第三表面对应的线形。
18. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：  
在第一表面或第二表面中的至少一个表面上设置棱镜；及  
光源通过棱镜将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。
19. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中：  
所述波导器件进一步包括第二光栅结构，所述第二光栅结构设在第一表面或第二表面中的至少一个表面上；及  
光源通过所述第二光栅结构将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。
20. 根据权利要求 11 所述光投影系统，其中所述波导器件进一步包括光吸收材料层，所述光吸收材料层与第二表面平行且与第二表面有间隔。
21. 根据权利要求 11 所述光投影系统，进一步包括：检测器，所述检测器配置成用来接收远处物体在多个位置对耦合出光束的反射，以测定所述多个位置相对于光投影系统的距离。
22. 一种光投影系统，包括  
波导器件，所述波导器件包括第一表面和第二表面；和  
设在第一表面上方的一个或多个棱镜，其中：  
所述第二表面包括第一光栅结构；  
所述波导器件构造为引导耦合入的光束在第一表面和第二表面之间进行全内反射；  
所述第一光栅结构构造为干扰全内反射以使至少部分耦合入光束自第一表面耦合出波导器件，从波导器件耦合出的这部分耦合入光束形成耦

合出光束；

所述波导器件进一步包括反射层，所述反射层设在第二表面上并覆盖第一光栅结构；及

所述一个或多个透镜构造为用来接收并准直耦合出的光束并将耦合出光束投射到环境中。

23. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述反射层包括一个或多个子层，各个子层包括下列至少一种：铝、银、金、铜、钛、铬、镍、锆、铟、锡、铂、钯、锌、氧化铝、氧化银、氧化金、氧化铜、氧化钛、氧化铬、氧化镍、氧化锆、氧化铟、氧化锡、氧化铂、氧化钯、氧化锌、氮化铝、氮化银、氮化金、氮化铜、氮化钛、氮化铬、氮化镍、氮化锆、氮化铟、氮化锡、氮化铂、氮化钯、氮化锌、氟化铝、氟化银、氟化金、氟化铜、氟化钛、氟化铬、氟化镍、氟化锆、氟化铟、氟化锡、氟化铂、氟化钯或氟化锌。

24. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述耦合出光束从第一表面会聚形成直立光锥，然后发散以在直立光锥的上方形成倒立光锥；及

所述直立光锥或倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

25. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述耦合出光束从第一表面发散形成倒立光锥；及

所述倒立光锥与第一表面平行的截面包括与耦合出光束对应的点阵。

26. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述第二表面在  $x$ - $y$  平面内；

所述耦合入光束基本上沿着  $x$ - $y$  平面的  $x$  轴方向在波导器件内传播；

所述耦合出光束基本上沿着与  $x$ - $y$  平面正交的  $z$  轴方向传播；

所述第一光栅结构在相应的  $(x, y)$  位置分布在  $x$ - $y$  平面内；

各个第一光栅结构与光栅深度、占空比、周期和在  $x$ - $y$  平面内相对于  $z$  轴方向的方向相关联；

$x$  轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的光栅深度或不同的光栅占空比中的至少其中之一；

x 轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的周期；及  
y 轴方向上不同位置的第一光栅结构具有不同的方向。

27. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述波导器件为平面波导；

所述第一表面和第二表面相互平行且为平面波导的最大表面；及  
所述耦合出光束自第一表面耦合出波导器件。

28. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述波导器件进一步包括长形第三表面；

光源通过第三表面将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束；及  
来自光源的光准直成与所述长形第三表面对应的线形。

29. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

在第一表面或第二表面中的至少一个表面上设置棱镜；及

光源通过棱镜将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。

30. 根据权利要求 22 所述光投影系统，其中：

所述波导器件进一步包括第二光栅结构，所述第二光栅结构设在第一表面或第二表面中的至少一个表面上；及

光源通过所述第二光栅结构将光耦合进入波导器件，形成耦合入光束。

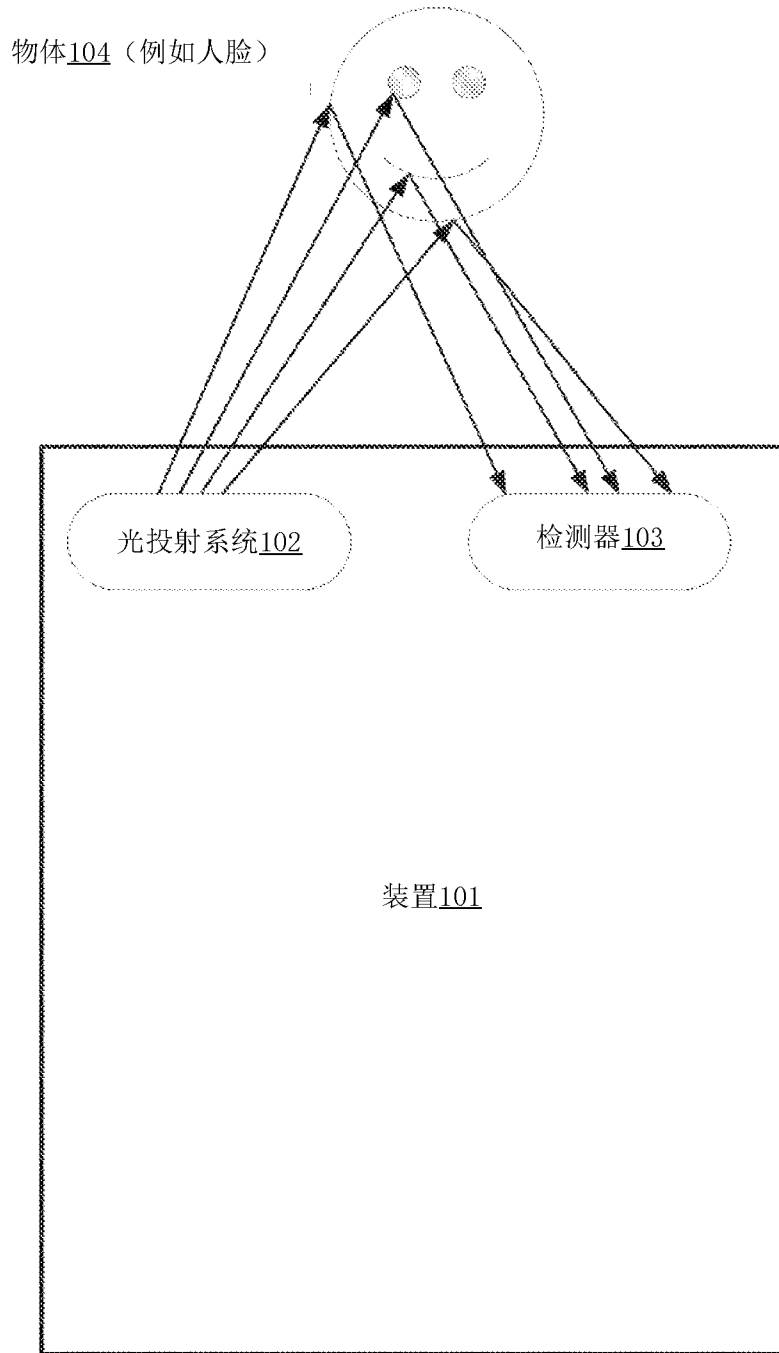
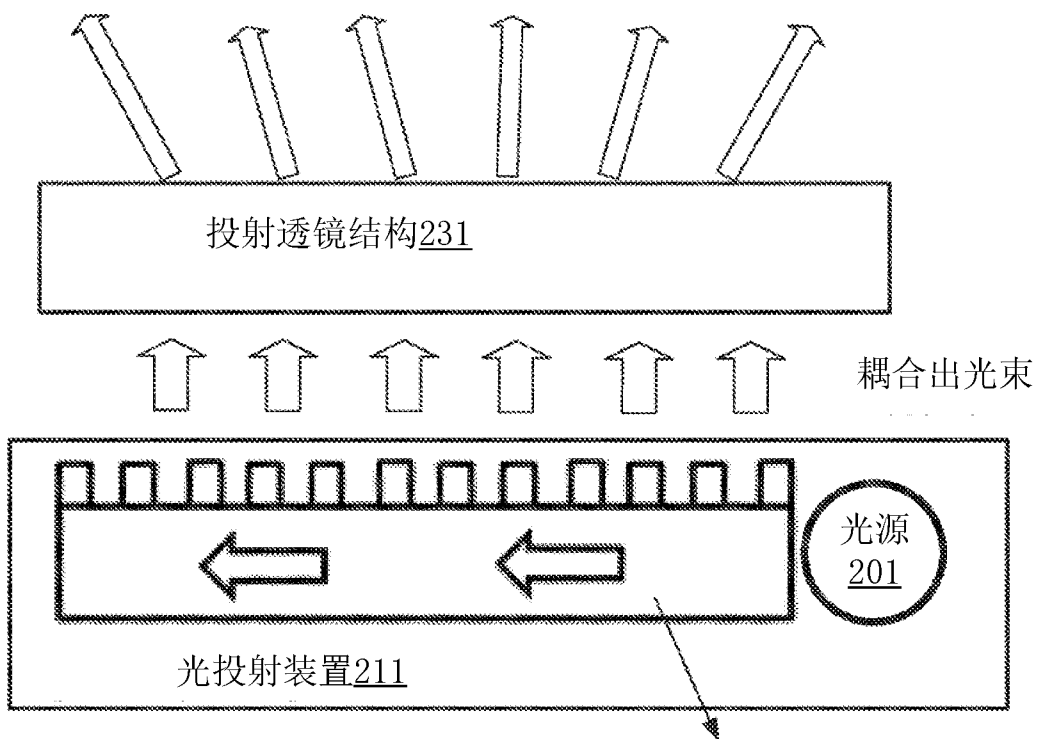


图 1

102

投射的光束阵列  
(例如, 随机点阵)



光投射结构202 (例如, 波导器件)

图 2

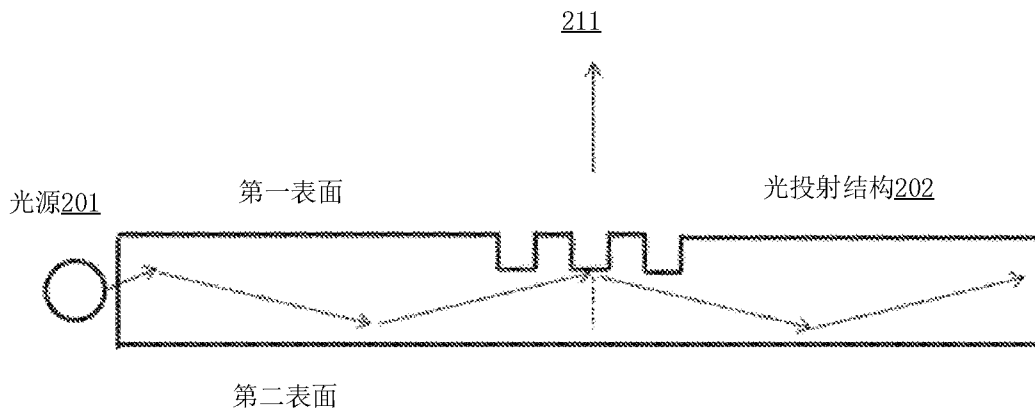


图 3

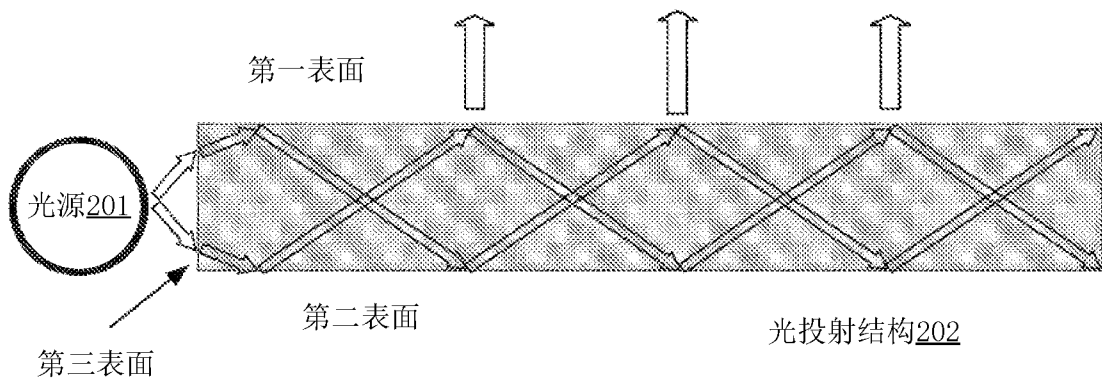


图 4A

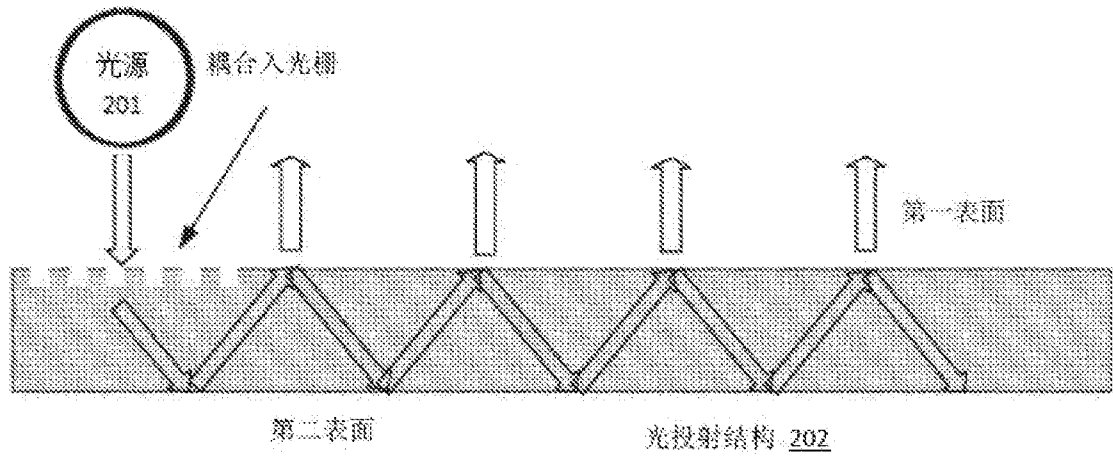


图 4B

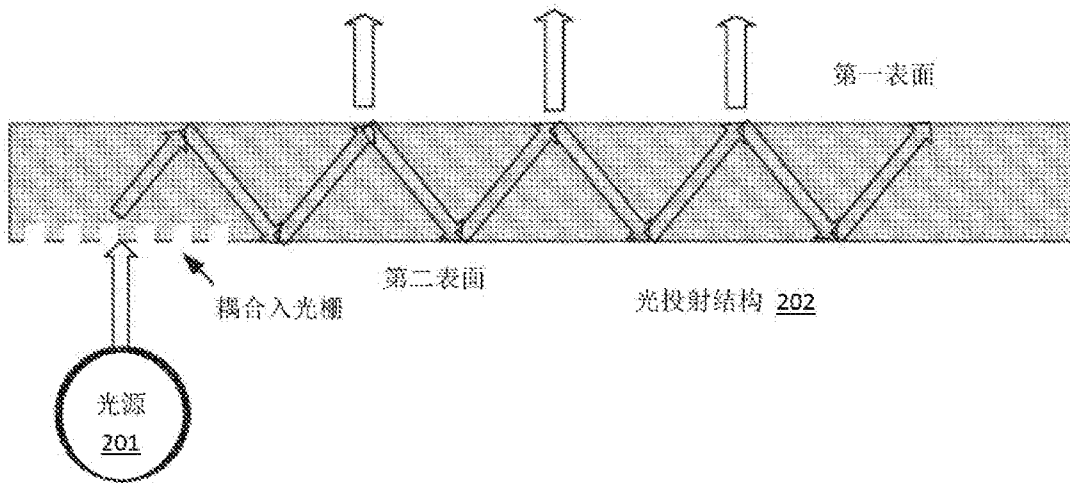


图 4C

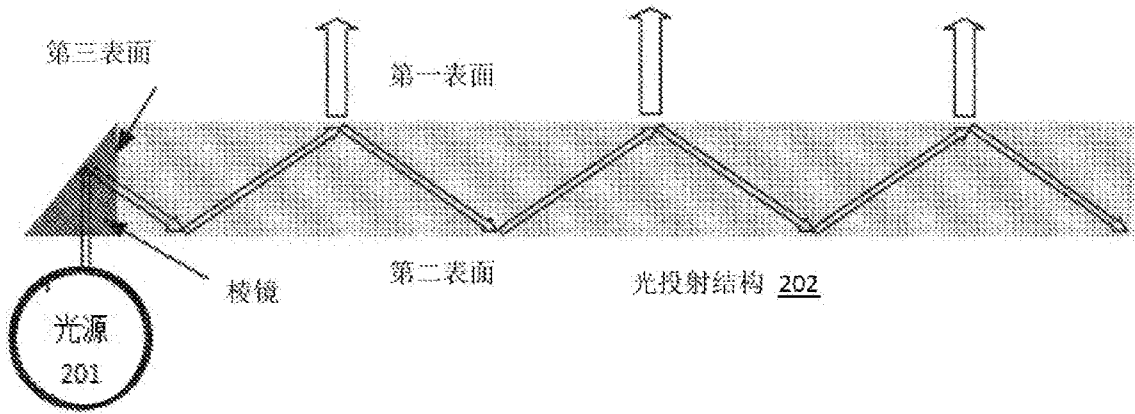


图 4D

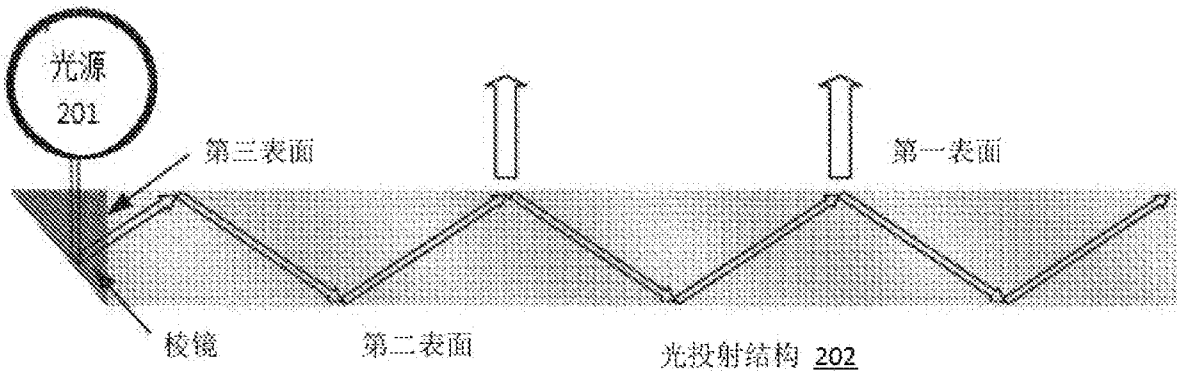


图 4E

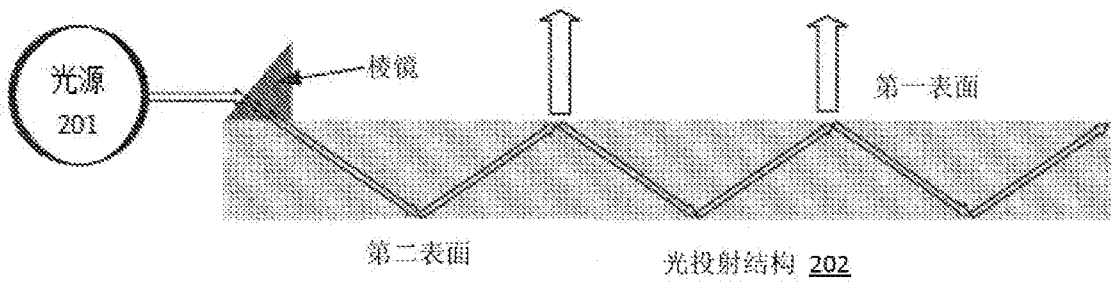


图 4F

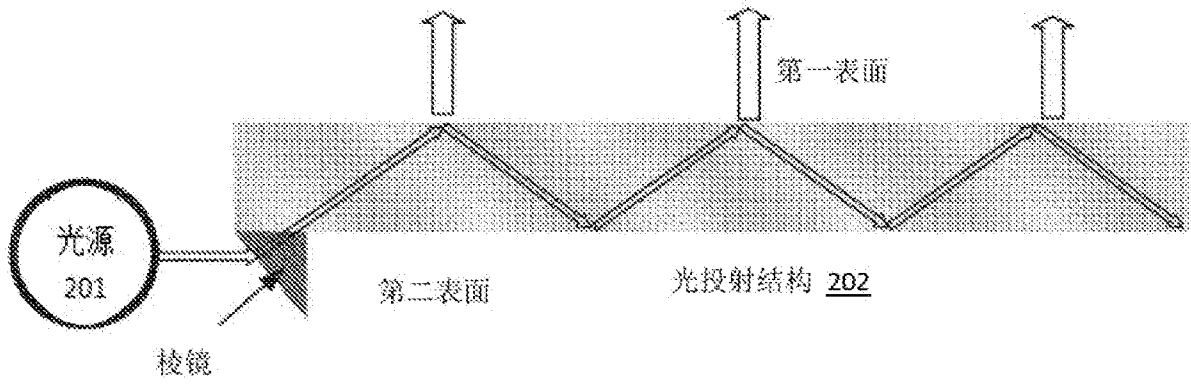


图 4G

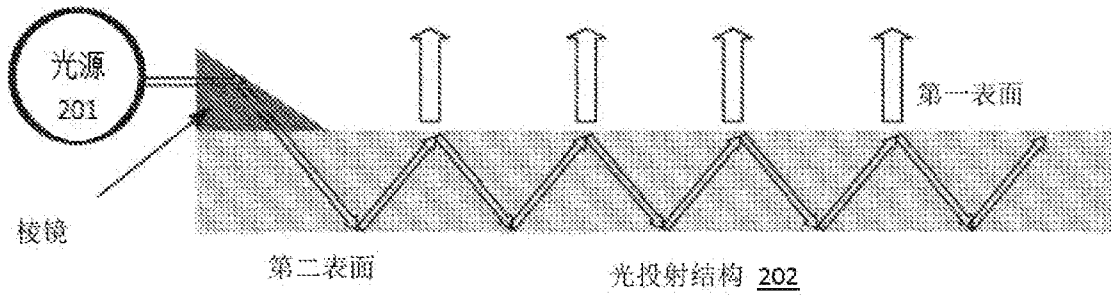


图 4H

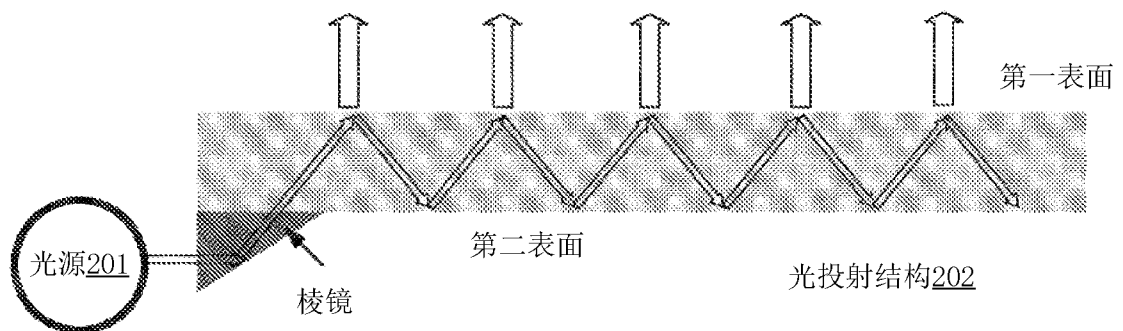


图 4I

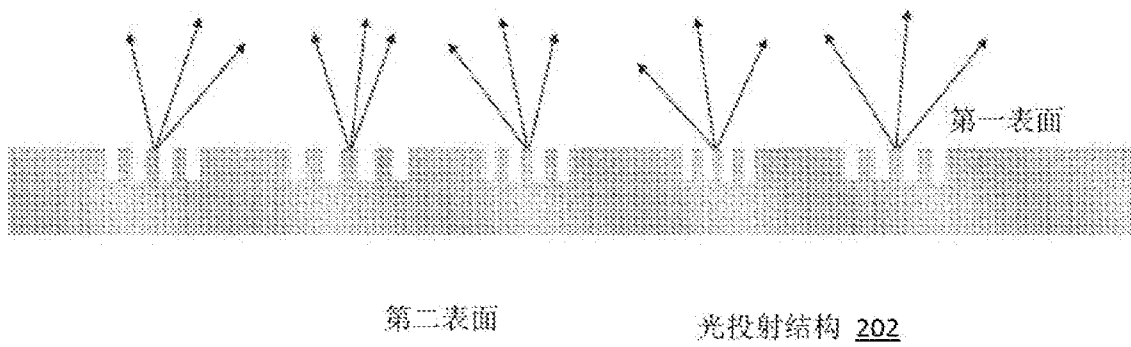


图 5A

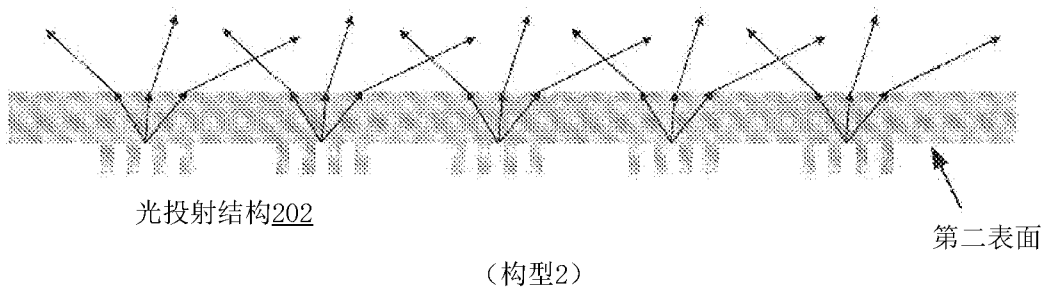
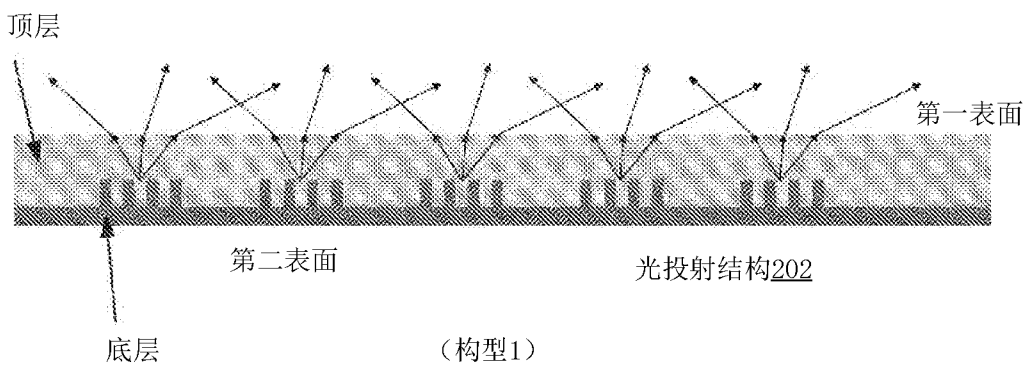


图 5B

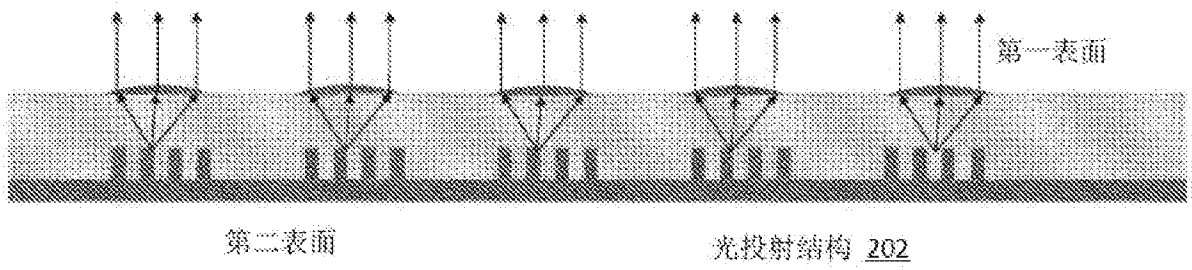


图 5C

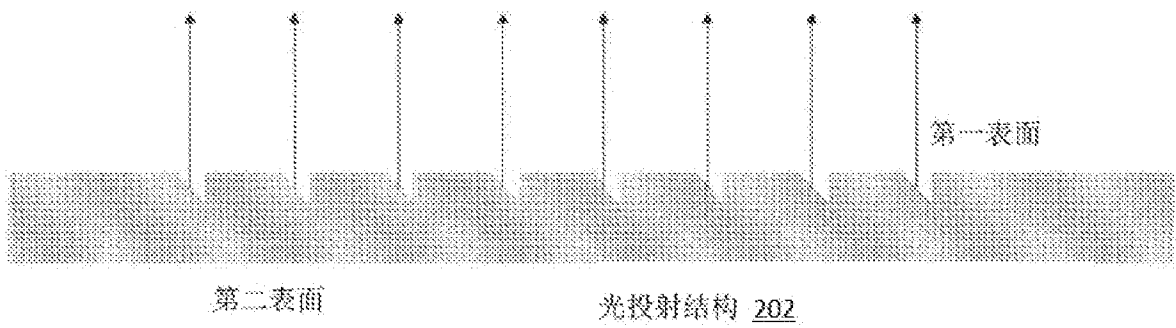


图 5D

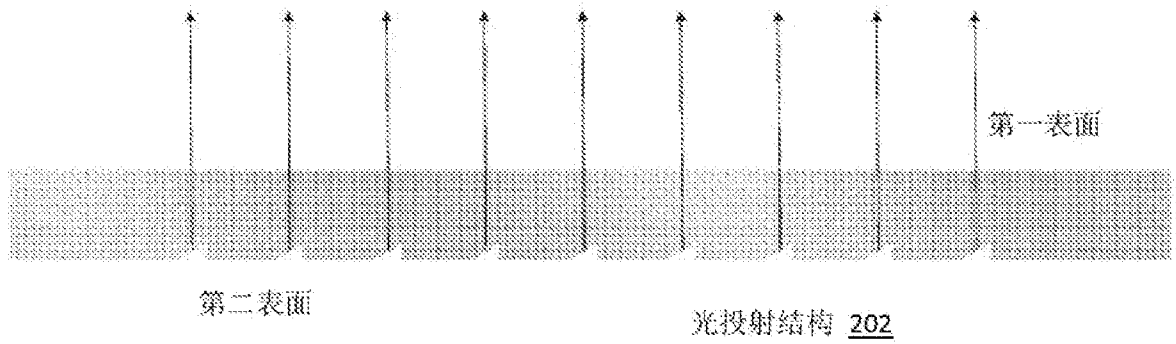


图 5E

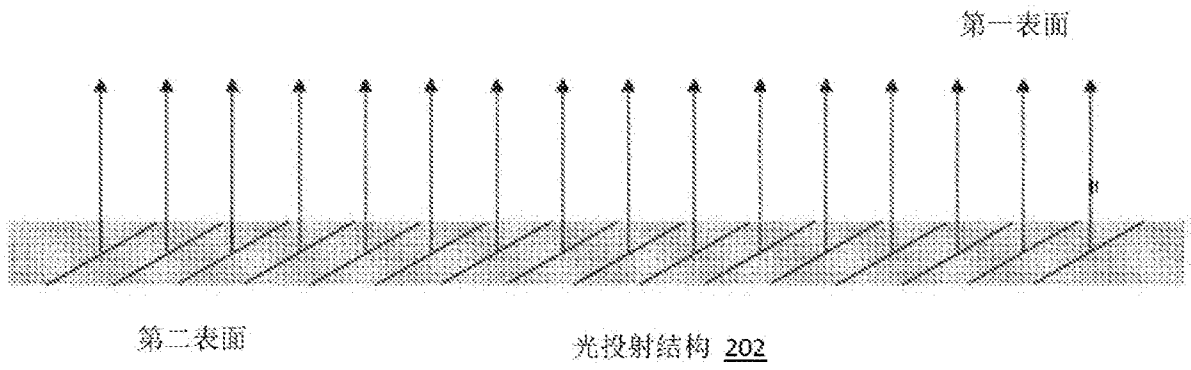


图 5F

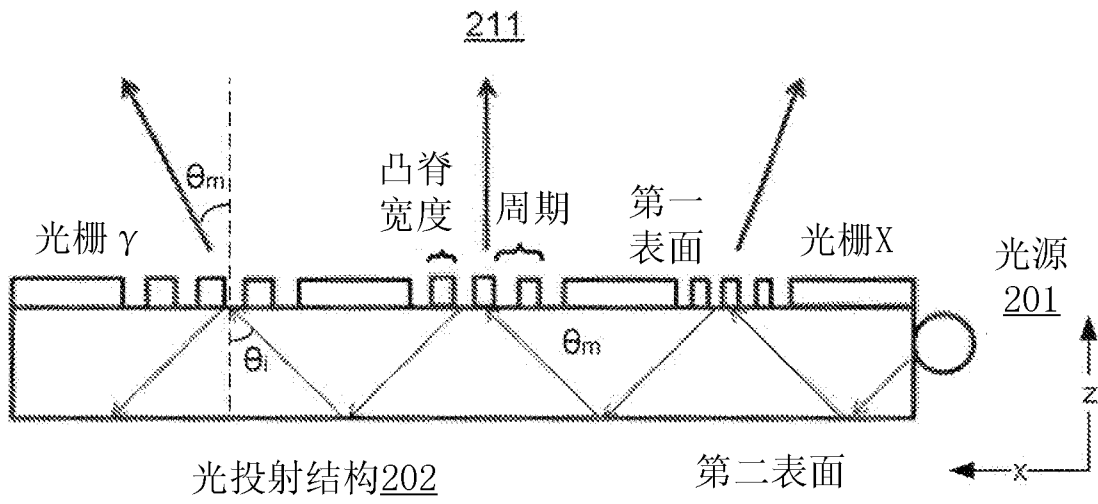


图 6A

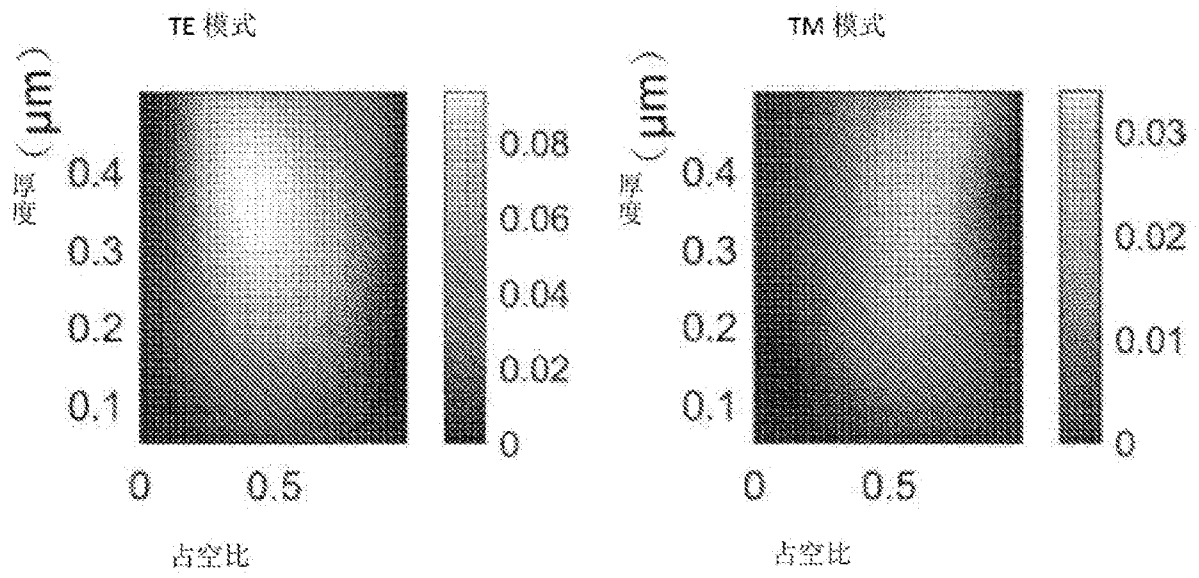


图 6B

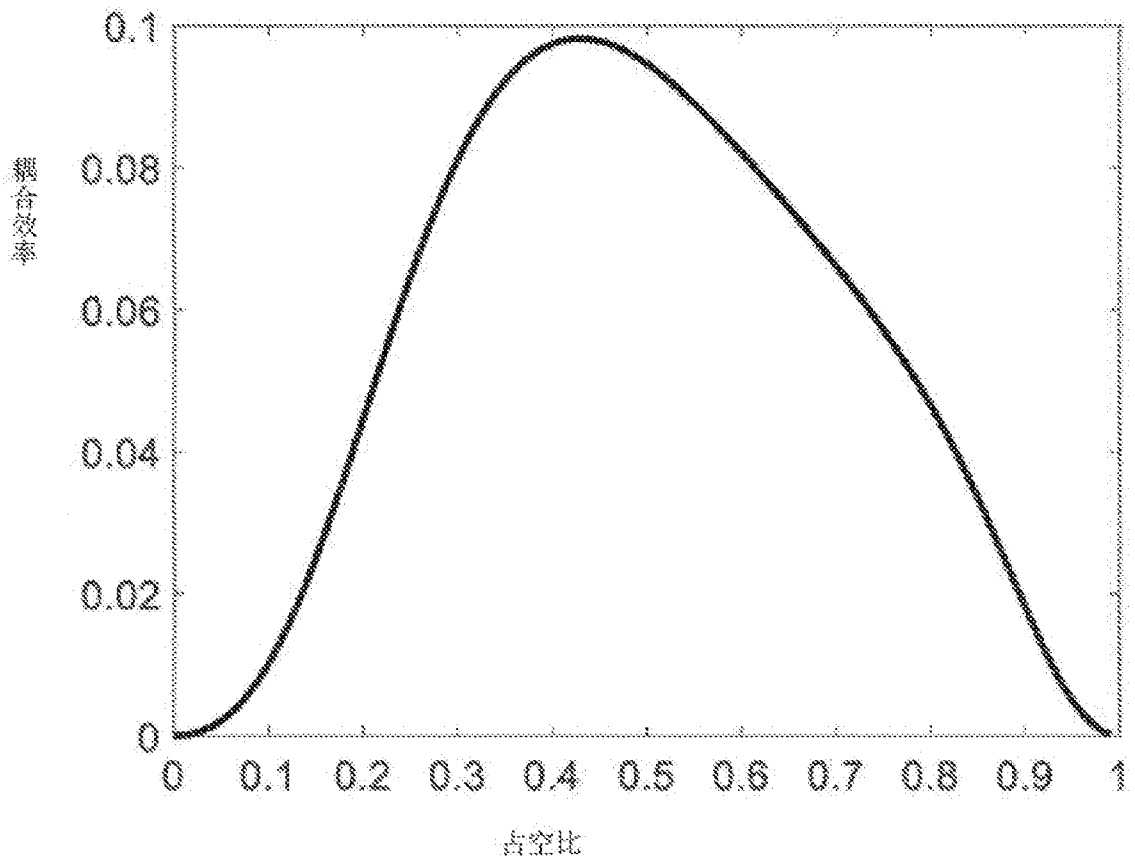


图 6C

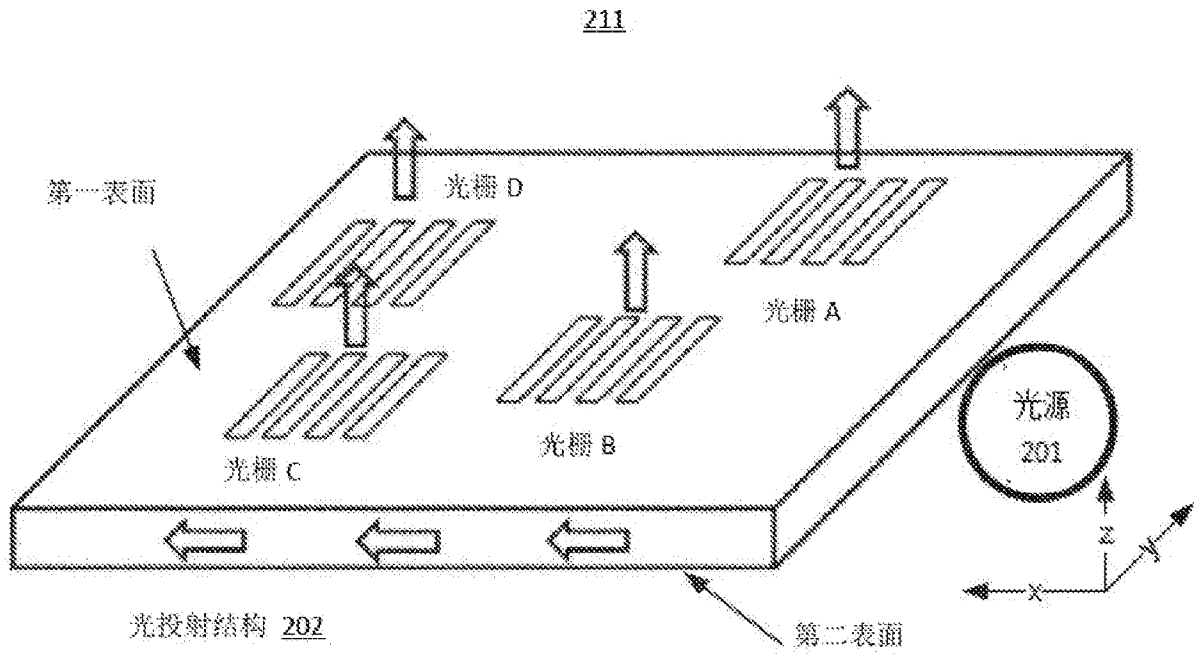


图 7A

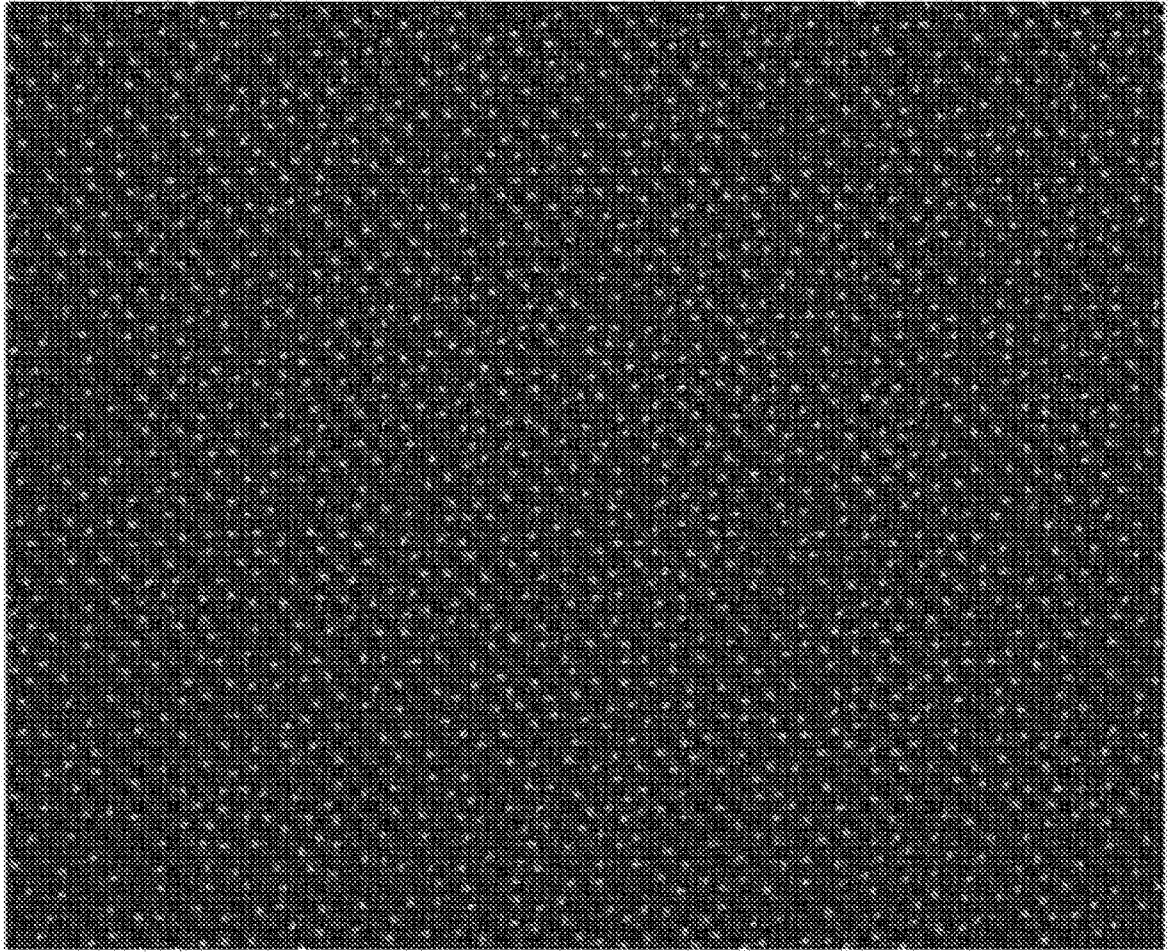


图 7B

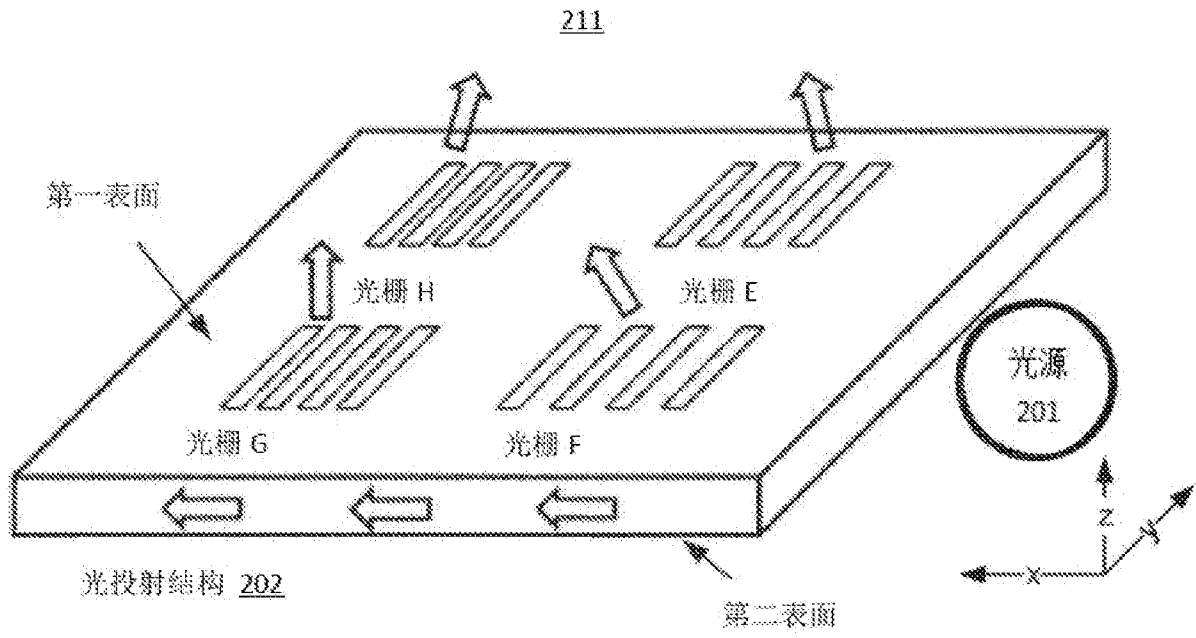


图 8A

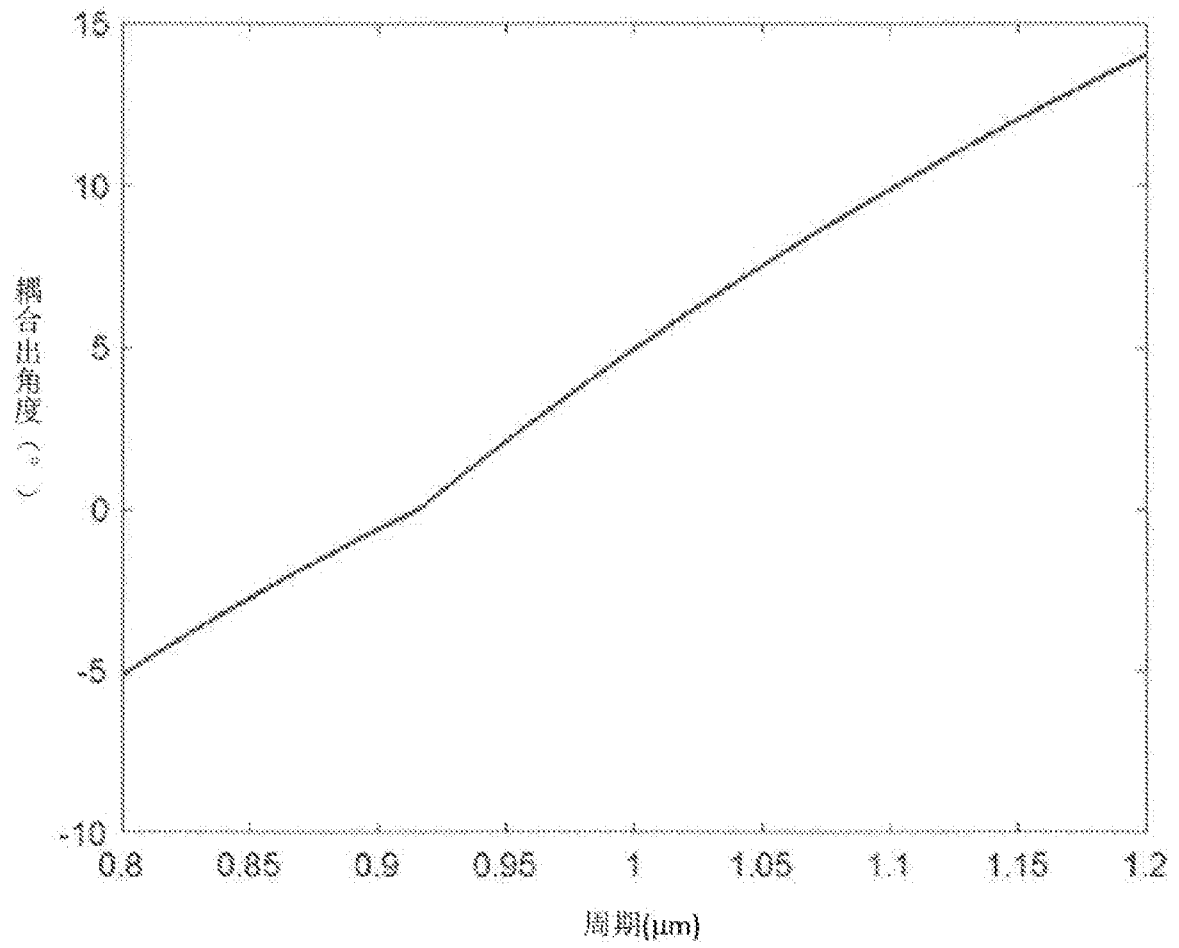


图 8B

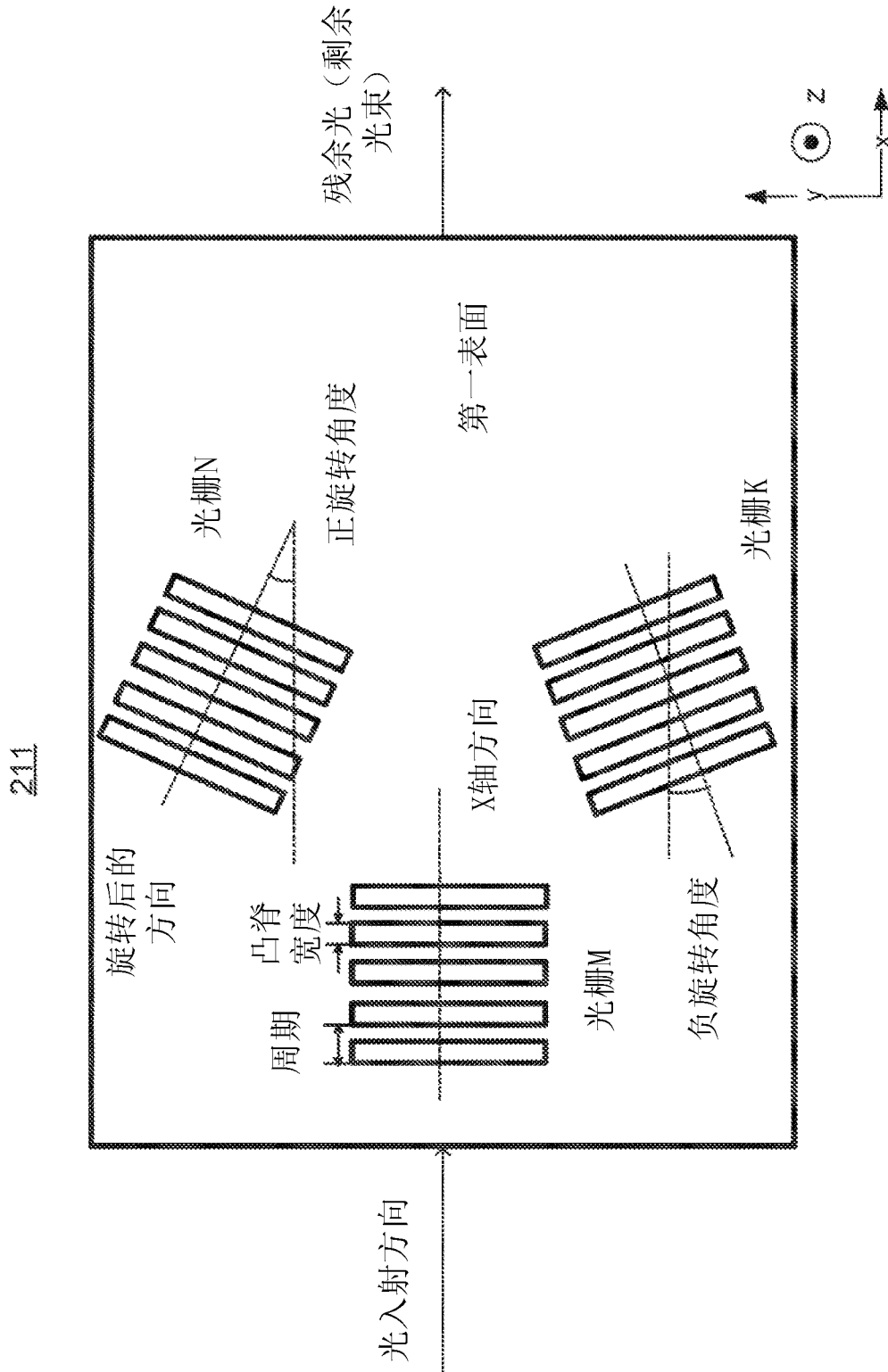


图 9A

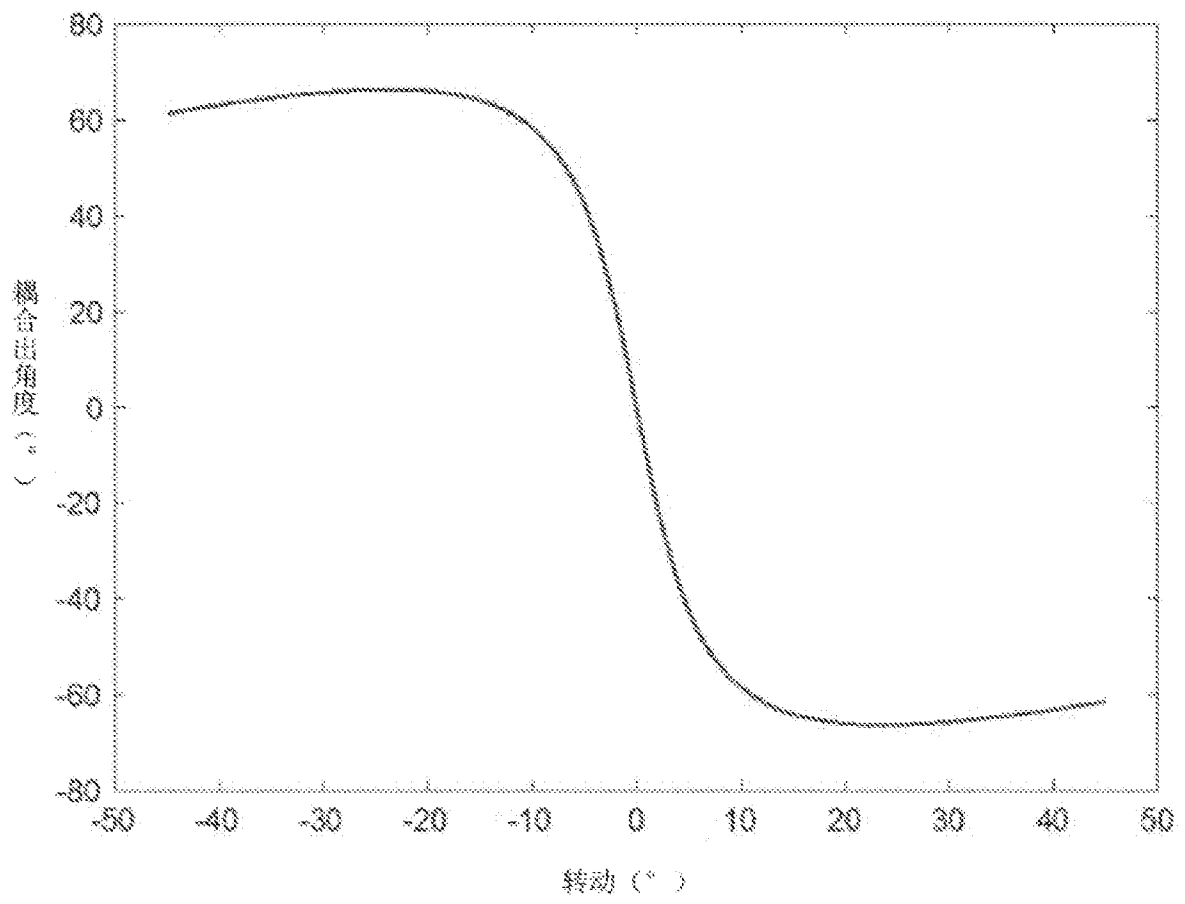


图 9B

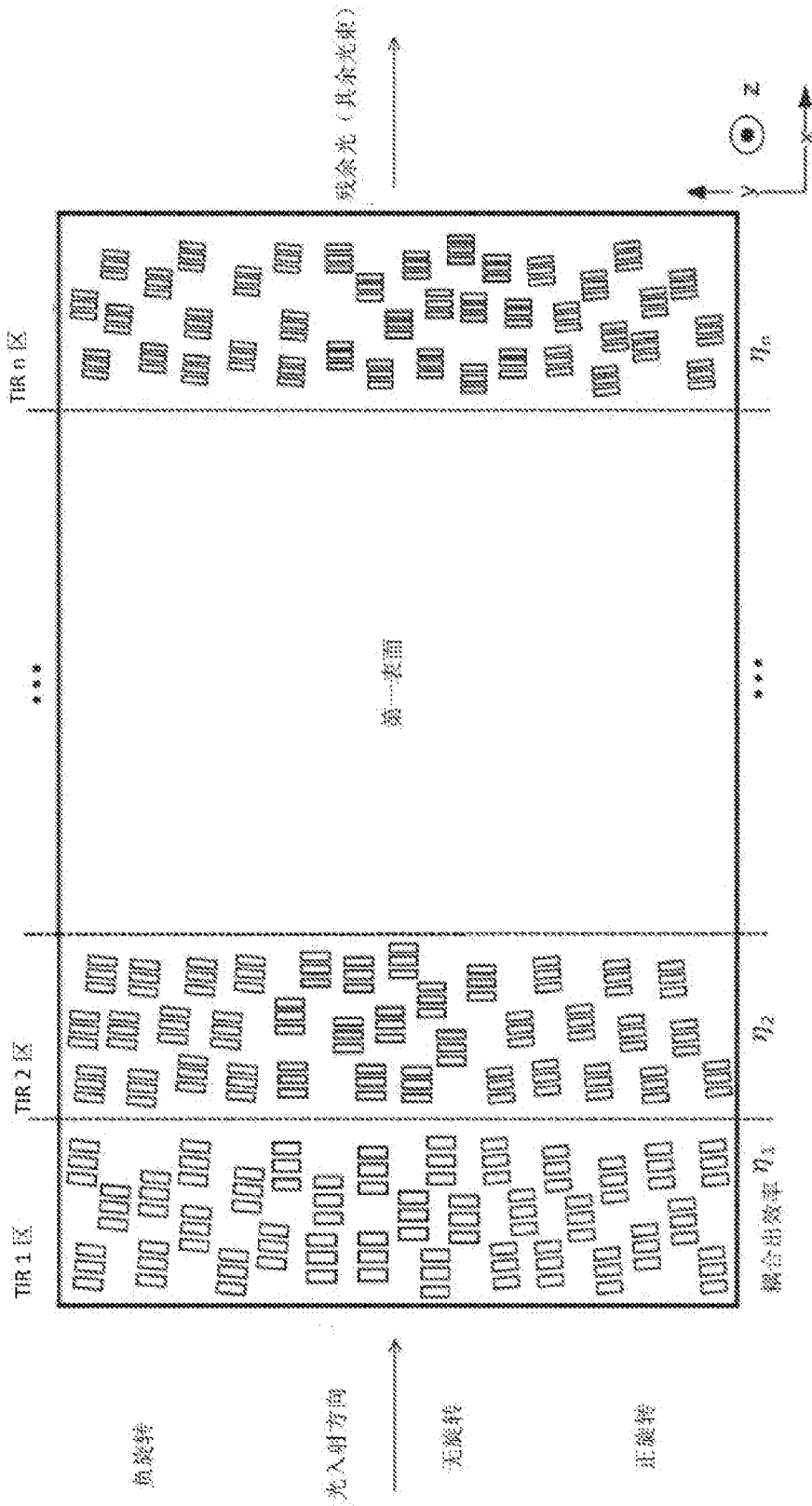


图 10

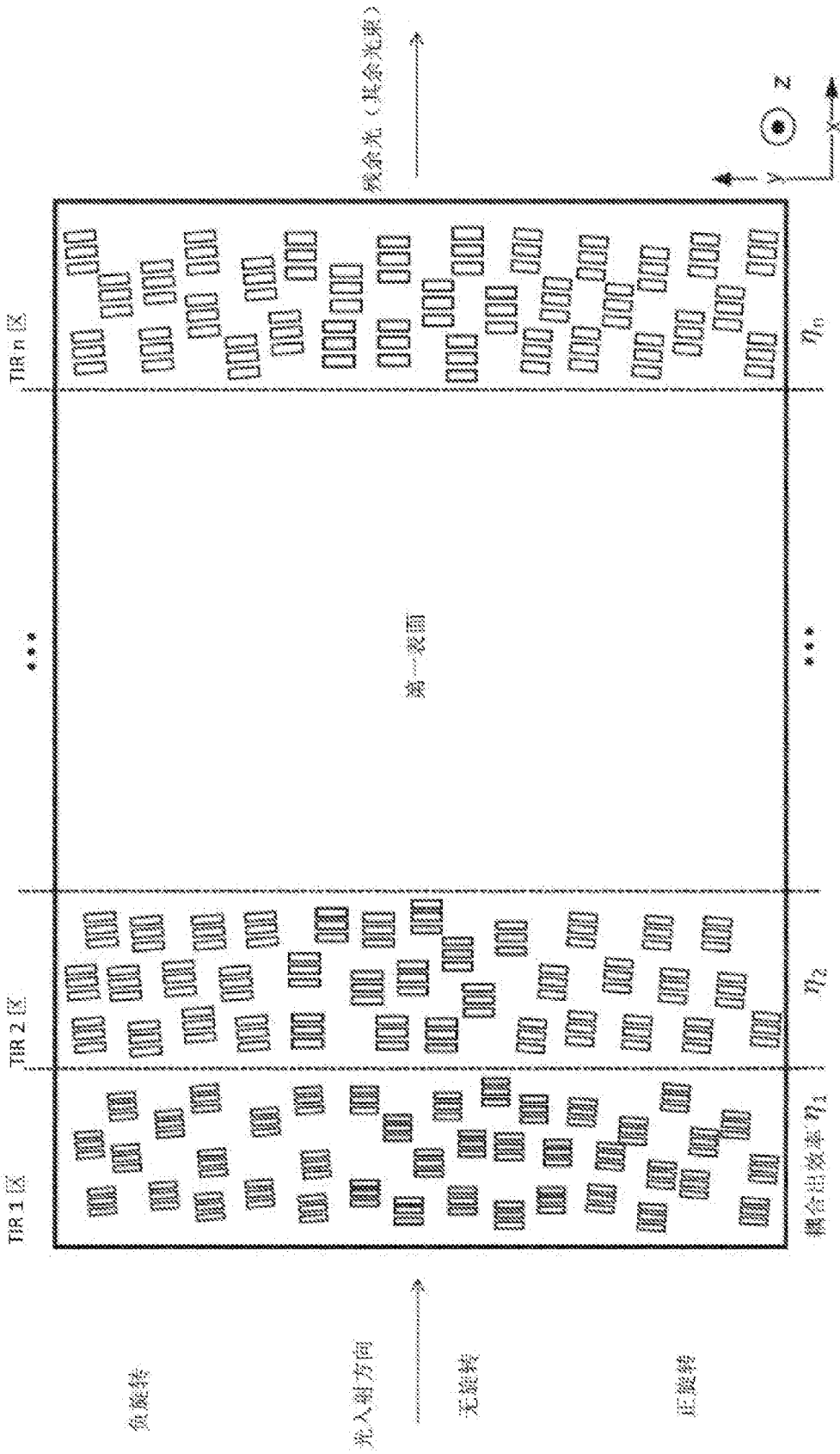


图 11

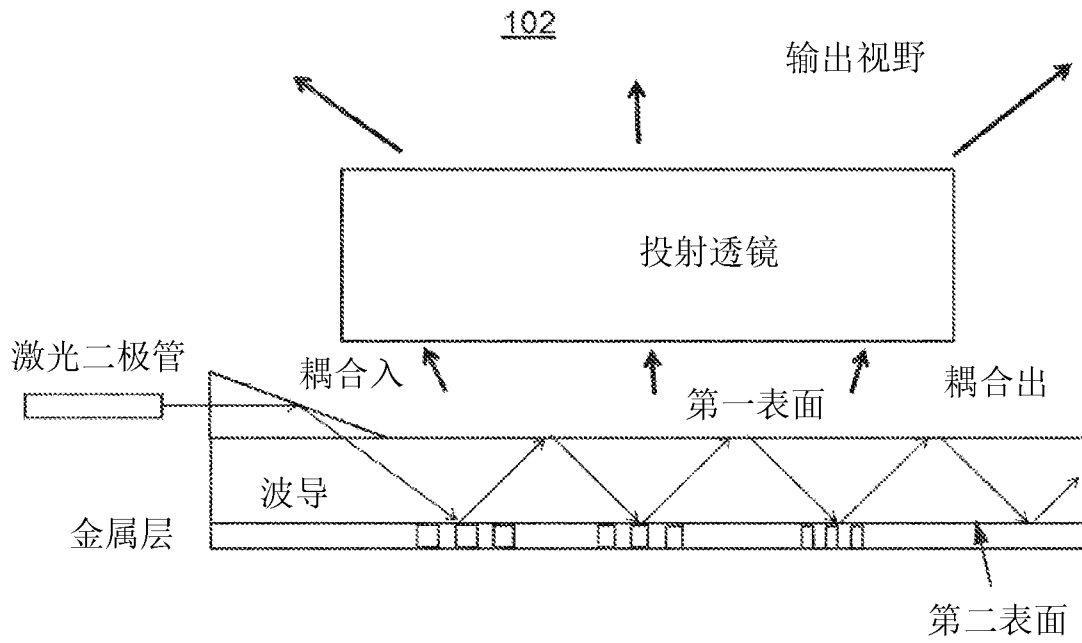


图 12

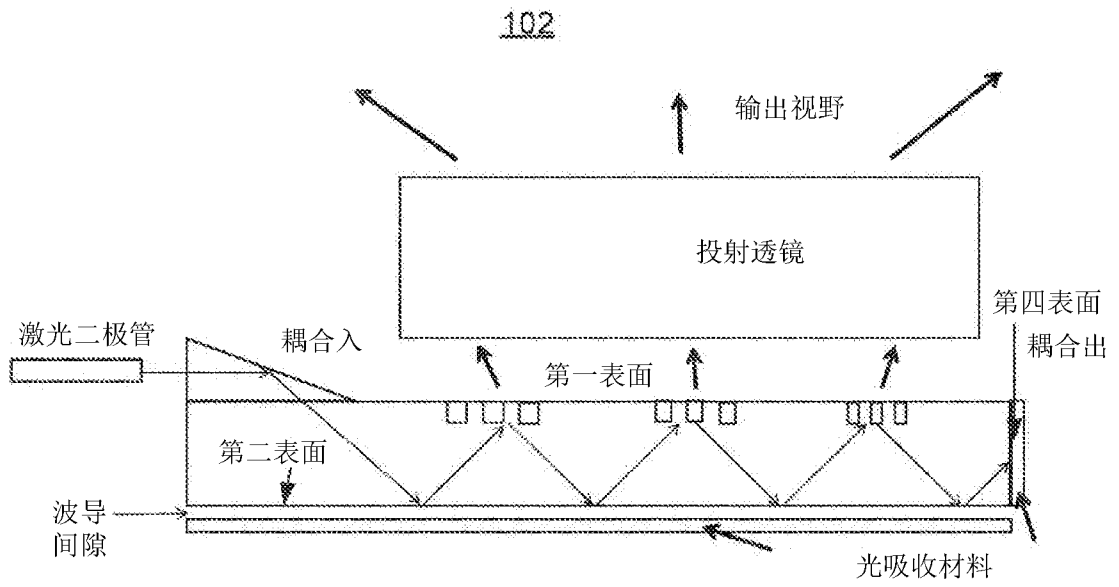


图 13

102

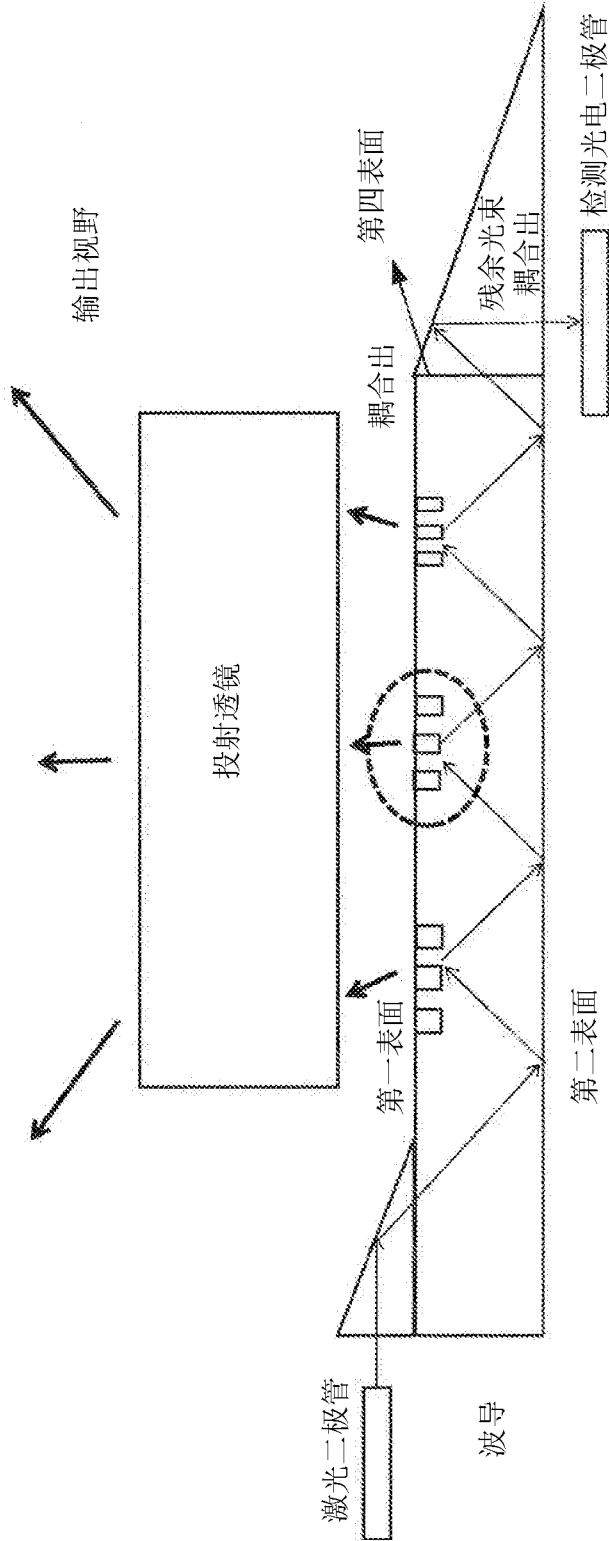


图 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/094782

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
G02B 6/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
G02B, G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
VEN; CNABS; CNTXT: g02b6, 全反射, 光栅, 衍射, 波导, 反射, 吸收, 点阵, grat?, guide, wave, diffract?		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101685178 A (BYD COMPANY LIMITED) 31 March 2010 (2010-03-31) description, page 3, paragraph 4 from the bottom to page 6, paragraph 1, and figures 1-3	1-2, 6-12, 17-23, 27-30
Y	CN 101685178 A (BYD COMPANY LIMITED) 31 March 2010 (2010-03-31) description, page 3, paragraph 4 from the bottom to page 6, paragraph 1, and figures 1-3	3-5, 13-15, 24-26
Y	CN 106443867 A (SVG OPTRONICS, CO., LTD. ET AL.) 22 February 2017 (2017-02-22) description, paragraphs 52-100, and figures 1-5	3-5, 13-15, 24-26
E	CN 110031933 A (SHENZHEN GUANGJIAN TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 July 2019 (2019-07-19) description, paragraphs 41-118, and figures 1-14	1-30
A	CN 106896579 A (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 June 2017 (2017-06-27) entire document	1-30
A	CN 101595409 A (OY MODINES LTD.) 02 December 2009 (2009-12-02) entire document	1-30
A	CN 1997922 A (OY MODILIS LTD. ET AL.) 11 July 2007 (2007-07-11) entire document	1-30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
29 September 2019		22 October 2019
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
<b>China National Intellectual Property Administration</b> <b>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing</b> <b>100088</b> <b>China</b>		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/094782**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101685178	A	31 March 2010	CN	101685178	B	30 May 2012
CN	106443867	A	22 February 2017	WO	2018086450	A1	17 May 2018
CN	110031933	A	19 July 2019	US	10345506	B1	09 July 2019
CN	106896579	A	27 June 2017	WO	2018196076	A1	01 November 2018
CN	101595409	A	02 December 2009	BR	PI0716338	A2	11 March 2014
				US	8717676	B2	06 May 2014
				AU	2007316111	A1	08 May 2008
				CN	105445835	A	30 March 2016
				EP	2474846	B1	11 May 2016
				WO	2008053078	A1	08 May 2008
				JP	2010508553	A	18 March 2010
				JP	5859585	B2	10 February 2016
				EP	2080044	A1	22 July 2009
				JP	2014139673	A	31 July 2014
				EP	2474846	A1	11 July 2012
				US	2008225393	A1	18 September 2008
				KR	20090108588	A	15 October 2009
				RU	2009119058	A	10 December 2010
				EP	2080044	B1	11 July 2012
CN	1997922	A	11 July 2007	US	7565054	B2	21 July 2009
				KR	20070023713	A	28 February 2007
				MX	PA06012589	A	12 April 2007
				CN	1997922	B	12 January 2011
				WO	2005107363	A2	17 November 2005
				AU	2005239889	A1	17 November 2005
				WO	2005107363	A3	04 May 2006
				EP	1751593	B1	06 March 2019
				US	2008266863	A1	30 October 2008
				JP	2007535790	A	06 December 2007
				KR	101122151	B1	19 March 2012
				US	2005259939	A1	24 November 2005
				US	8864359	B1	21 October 2014
				US	8425102	B2	23 April 2013
				JP	4739327	B2	03 August 2011
				BR	PI0510509	A	30 October 2007
				CA	2579217	A1	17 November 2005
				CA	2579217	C	29 April 2014
				EP	1751593	A2	14 February 2007
US	2010126577	A1	27 May 2010	TW	I367567	B	01 July 2012
				TW	201021220	A	01 June 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/094782

<p><b>A. 主题的分类</b> G02B 6/00 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G02B, G02F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) VEN;CNABS;CNTXT:g02b6, 全反射, 光栅, 衍射, 波导, 反射, 吸收, 点阵, grat?, guide, wave, diffract?</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3</td> <td>1-2、6-12、 17-23、27-30</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3</td> <td>3-5、13-15、24-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106443867 A (苏州苏大维格光电科技股份有限公司等) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第52-100段, 附图1-5</td> <td>3-5、13-15、24-26</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 110031933 A (深圳市光鉴科技有限公司) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第41-118段, 附图1-14</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106896579 A (武汉华星光电技术有限公司) 2017年 6月 27日 (2017 - 06 - 27) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101595409 A (莫迪尼斯有限公司) 2009年 12月 2日 (2009 - 12 - 02) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1997922 A (厄伊莫迪里斯有限公司 等) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3	1-2、6-12、 17-23、27-30	Y	CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3	3-5、13-15、24-26	Y	CN 106443867 A (苏州苏大维格光电科技股份有限公司等) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第52-100段, 附图1-5	3-5、13-15、24-26	E	CN 110031933 A (深圳市光鉴科技有限公司) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第41-118段, 附图1-14	1-30	A	CN 106896579 A (武汉华星光电技术有限公司) 2017年 6月 27日 (2017 - 06 - 27) 全文	1-30	A	CN 101595409 A (莫迪尼斯有限公司) 2009年 12月 2日 (2009 - 12 - 02) 全文	1-30	A	CN 1997922 A (厄伊莫迪里斯有限公司 等) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 全文	1-30
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
X	CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3	1-2、6-12、 17-23、27-30																								
Y	CN 101685178 A (比亚迪股份有限公司) 2010年 3月 31日 (2010 - 03 - 31) 说明书第3页倒数第4段至第6页第1段, 附图1-3	3-5、13-15、24-26																								
Y	CN 106443867 A (苏州苏大维格光电科技股份有限公司等) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第52-100段, 附图1-5	3-5、13-15、24-26																								
E	CN 110031933 A (深圳市光鉴科技有限公司) 2019年 7月 19日 (2019 - 07 - 19) 说明书第41-118段, 附图1-14	1-30																								
A	CN 106896579 A (武汉华星光电技术有限公司) 2017年 6月 27日 (2017 - 06 - 27) 全文	1-30																								
A	CN 101595409 A (莫迪尼斯有限公司) 2009年 12月 2日 (2009 - 12 - 02) 全文	1-30																								
A	CN 1997922 A (厄伊莫迪里斯有限公司 等) 2007年 7月 11日 (2007 - 07 - 11) 全文	1-30																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:                      “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件                      “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利                      “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)                      “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件                      “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件                      “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件                      “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性                      “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性                      “&amp;” 同族专利的文件</p>																										
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																									
2019年 9月 29日	2019年 10月 22日																									
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																									
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	刘燕梅																									
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-10-62085549																									

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2010126577 A1 (UNIV NAT CENTRAL) 2010年 5月 27日 (2010 - 05 - 27) 全文	1-30

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/094782

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	101685178	A	2010年 3月 31日	CN	101685178	B	2012年 5月 30日
CN	106443867	A	2017年 2月 22日	WO	2018086450	A1	2018年 5月 17日
CN	110031933	A	2019年 7月 19日	US	10345506	B1	2019年 7月 9日
CN	106896579	A	2017年 6月 27日	WO	2018196076	A1	2018年 11月 1日
CN	101595409	A	2009年 12月 2日	BR	PI0716338	A2	2014年 3月 11日
				US	8717676	B2	2014年 5月 6日
				AU	2007316111	A1	2008年 5月 8日
				CN	105445835	A	2016年 3月 30日
				EP	2474846	B1	2016年 5月 11日
				WO	2008053078	A1	2008年 5月 8日
				JP	2010508553	A	2010年 3月 18日
				JP	5859585	B2	2016年 2月 10日
				EP	2080044	A1	2009年 7月 22日
				JP	2014139673	A	2014年 7月 31日
				EP	2474846	A1	2012年 7月 11日
				US	2008225393	A1	2008年 9月 18日
				KR	20090108588	A	2009年 10月 15日
				RU	2009119058	A	2010年 12月 10日
				EP	2080044	B1	2012年 7月 11日
CN	1997922	A	2007年 7月 11日	US	7565054	B2	2009年 7月 21日
				KR	20070023713	A	2007年 2月 28日
				MX	PA06012589	A	2007年 4月 12日
				CN	1997922	B	2011年 1月 12日
				WO	2005107363	A2	2005年 11月 17日
				AU	2005239889	A1	2005年 11月 17日
				WO	2005107363	A3	2006年 5月 4日
				EP	1751593	B1	2019年 3月 6日
				US	2008266863	A1	2008年 10月 30日
				JP	2007535790	A	2007年 12月 6日
				KR	101122151	B1	2012年 3月 19日
				US	2005259939	A1	2005年 11月 24日
				US	8864359	B1	2014年 10月 21日
				US	8425102	B2	2013年 4月 23日
				JP	4739327	B2	2011年 8月 3日
				BR	PI0510509	A	2007年 10月 30日
				CA	2579217	A1	2005年 11月 17日
				CA	2579217	C	2014年 4月 29日
				EP	1751593	A2	2007年 2月 14日
US	2010126577	A1	2010年 5月 27日	TW	I367567	B	2012年 7月 1日
				TW	201021220	A	2010年 6月 1日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)