



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110275247 B

(45) 授权公告日 2024.04.16

(21) 申请号 201910419195.6

(72) 发明人 陈书履 那允中

(22) 申请日 2014.10.24

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理人 梁挥 祁建国

申请公布号 CN 110275247 A

(43) 申请公布日 2019.09.24

(51) Int.CI.

G02B 6/122 (2006.01)

G02B 6/124 (2006.01)

(30) 优先权数据

61/895,493 2013.10.25 US

(56) 对比文件

61/925,629 2014.01.09 US

US 6775427 B2, 2004.08.10

61/946,657 2014.02.28 US

US 6104852 A, 2000.08.15

61/979,489 2014.04.14 US

CN 104570202 A, 2015.04.29

62/012,446 2014.06.16 US

CN 104570203 A, 2015.04.29

62/014,182 2014.06.19 US

CN 101652941 A, 2010.02.17

14/510,799 2014.10.09 US

CN 101793998 A, 2010.08.04

(62) 分案原申请数据

CN 103197386 A, 2013.07.10

201410579585.7 2014.10.24

CN 1468385 A, 2004.01.14

(73) 专利权人 光引研创股份有限公司

审查员 郭敏

地址 中国台湾台北市信义区信义路5段7号

37楼

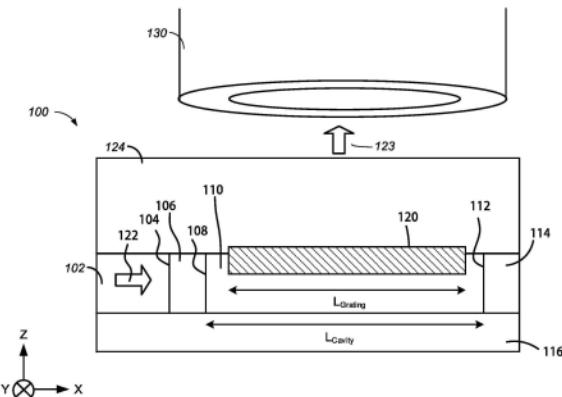
权利要求书1页 说明书17页 附图19页

(54) 发明名称

光学装置

(57) 摘要

一种光学装置，包含一波导区可沿着第一方向传导光；一第一反射区，可反射入射光形成反射光；一干涉区，位于该波导区及该反射区间，并包含至少一部分由入射光及反射光所形成的干涉光；一光栅区，光耦合至一耦合区，该耦合区包含至少一部分干涉光；其中至少一部分的干涉光可透过该光栅区耦合至与第一方向不同的第二方向。



1. 一光学装置,其特征在于,包含:
一波导区,沿着一第一方向传导光;
一第一反射区,可反射入射光形成反射光;
一干涉区,位于该波导区及该第一反射区之间,并包含至少一部分由入射光及反射光所形成的干涉光;
一光栅区,包含在一区域上形成的光栅,该区域包含至少一部份干涉光,该光栅可将至少一部分的干涉光耦合至一第二方向,该第二方向不同于该第一方向;
该波导区包含一第二反射区,可反射并透射一部分的入射光,光于该干涉区中传导一循环衰减后的剩余比例系数和该第一反射区的反射系数大致上匹配,其中该光栅区包含光栅谷及光栅峰,该干涉区的同相位反节点的位置和该光栅谷或该光栅峰的位置匹配;及
一n掺杂区及一p掺杂区。
2. 如权利要求1所述的光学装置,其特征在于,光栅区的一部份形成于该第二反射区上。
3. 如权利要求1所述的光学装置,其特征在于,更包含一光源区,该光源区产生的光耦合至该干涉区,或该波导区,或该第一反射区。
4. 如权利要求1所述的光学装置,其特征在于,更包含一光吸收区耦合至该干涉区,或该波导区,或该第一反射区。
5. 如权利要求1所述的光学装置,其特征在于,该光栅区包含二维光栅结构,可将沿着两个方向传送的光合并至一传送方向,或将沿着一个方向传送的光分散至两个传送方向。
6. 如权利要求1所述的光学装置,其特征在于,该n掺杂区及该p掺杂区位在一平面上,该平面与该第二方向垂直,且其中该些掺杂区可藉由外部电压或电流调变其内电场及其中的载流子浓度,以调变该第二反射区的折射系数,或调变该干涉区的折射系数。

光学装置

[0001] 本申请是分案申请,原申请的申请日为:2014年10月24日;申请号为:201410579585.7;发明名称为:光学装置。

技术领域

[0002] 本发明有关于使用一光栅的光耦合器。

背景技术

[0003] 光线于一光集成电路内传导,且此光线经由在此光集成电路上的光栅达成一行进角度变换而耦合至一外部媒介。此光集成电路因此可免除传统的芯片切割及抛光而在晶圆上做测试,因而降低其封装或测试的成本。

发明内容

[0004] 本发明的光耦合器可高效率的将光转换角度,并和其他的元件(波长分光器,激光或光传感器)或材料(三五族或硅锗)耦合以光集成电路芯片的方式实现。其主要结构为一光栅,一个至多个反射区,及一干涉区。藉由将光栅的周期结构和其干涉区内干涉光的波分布做匹配,此光耦合器可高效率的将光转换角度,举例来说,达成一垂直角度变换。

[0005] 为了达成上述目的,本发明提供一光学装置,包含:一波导区,沿着一第一方向传导光;一第一反射区,可反射入射光形成反射光;一干涉区,位于该波导区及该反射区之间,并包含至少一部分由入射光及反射光所形成的干涉光;一光栅区,包含在一区域上形成的光栅,该区域包含至少一部份干涉光,该光栅可将至少一部分的干涉光耦合至一第二方向,该第二方向不同于该第一方向。

[0006] 再者,该第一方向与该第二方向的交角大致上垂直。该波导区亦可包含一第二反射区,可反射并透射一部分的入射光。其中光于该干涉区中传导一循环回路衰减后的剩余比例系数(来回传导衰减系数)和该第二反射区的反射系数大致上匹配。光栅区的一部份形成于该第二反射区上。

[0007] 再者,此光学装置更包含一n掺杂区及一p掺杂区,该些掺杂区可藉由外部电压或电流调变其内电场及其中的载流子浓度,以调变该第二反射区的折射系数(refractive index)。

[0008] 再者,此光学装置更包含一n掺杂区及一p掺杂区,该些掺杂区可藉由外部电压或电流调变其内电场及其中的载流子浓度,以调变该第一反射区的折射系数。

[0009] 再者,此光学装置更包含一n掺杂区及一p掺杂区,该些掺杂区可藉由外部电压或电流调变其内电场及其中的载流子浓度,以调变该干涉区的折射系数。

[0010] 再者,此光学装置更包含一光源区,该光源区产生的光耦合至该干涉区,或该波导区,或该第一或第二反射区。此光学装置可更包含一封装,该封装具有一对应该光栅区的光圈,该光圈可传送沿着该第二方向的光线。

[0011] 再者,此光学装置更包含一光吸收区耦合至该干涉区,或该波导区,或该第一或第

二反射区。

[0012] 该光栅区包含二维光栅结构,可将沿着两个方向传送的光合并至一传送方向,或将沿着一个方向传送的光分散至两个传送方向。

[0013] 再者,此光学装置更可包含一第二光栅区可位于和该光栅区不同的区域上,该第二光栅区可将光耦合至一第三方向。该反射区可包含:一全反射镜面,一分布式布拉格反射镜(DBR),一色散镜面,一波导循环反射镜,或一金属镜面。该光栅区的光栅周期和该干涉区内干涉光的周期大致上匹配。该光栅区内光栅的表面周期结构和该干涉区内的干涉光波分布大致上相符。该光栅区可形成在:该干涉区,或该反射区,或该波导区。

[0014] 本发明也提供一种一光学装置,包含:一光源区;一第一反射区及第二反射区;一干涉区,位于该第一反射区及第二反射区间,该干涉区耦合至该光源区,该干涉区可导引该光源区产生的一入射光以沿着一第一方向行进,及将在该第一反射区及该第二反射区之间干涉光局限于该第一方向上;一光栅区,光耦合至该干涉区;其中该光栅区可将一部份干涉光沿着一第二方向出射,该第二方向不同于该第一方向。

[0015] 在本发明的光学装置的部分实施例中,此干涉区的等效折射系数可小于或等于该光栅区的等效折射系数。

[0016] 本发明也提供一种一光学装置,包含:一第一反射区及第二反射区;一干涉区,位于该第一反射区及第二反射区间,该干涉区将在该第一反射区及该第二反射区之间干涉光局限于一第一方向上;一光吸收区耦合至该干涉区并可吸收部份的干涉光;一光栅区,光耦合至该干涉区,其中该光栅区可接收来自一外部媒介且沿着一第二方向行进的光,该第二方向不同于该第一方向。

[0017] 在本发明的光学装置的部分实施例中,该光栅区可包含金属,并将沿着该第二方向的入射光,在其光栅区内耦合形成一表面电浆效应。

[0018] 本发明的光耦合器可在硅基板上,玻璃基板,或其他三五族材料基板上制成为光集成电路的一部分,其中的一项功能为将光的传导方向做垂直转向。在实际生产时,可垂直出射(入射)光的元件因为可免除传统的芯片切割及抛光而在全晶圆上直接做测试,因而降低其封装或测试的成本。此光耦合器的设计概念和现有技术相比,其中的一主要的特色是在光于波导内完全衰减之前即加入一反射层使其形成干涉波。于形成干涉波之后,于其干涉波的区域(干涉区)再加上一光栅结构,其中该光栅的表面周期结构和该干涉区内的干涉光波分布几乎匹配,使其干涉光可藉由光栅结构出射或入射。和本发明相比,现有技术在光传导时利用光栅将此行进波藉由一光栅沿着该行进方向逐渐出射。因为此行进波的能量随着行进时逐渐衰减(藉由光栅出射),其能量对于行进方向的作图近似于一指数衰减的函数,因此为达到高效率的光耦合,现有技术的光栅设计通常需要较复杂的数值模拟,进而产生非周期性的光栅结构,使得其能量对于行进方向的作图近似于一高斯分布的函数。同时,现有技术的光出射或入射亦常呈现一夹角而非垂直,此夹角在后续的工艺时,例如在其上加上一透镜组,亦较为困难。关于本发明的其他优点,因为其干涉波或驻波的特性,使其光栅结构的面积可调整,举例来说,该光栅面积可以调整大一点以达到较小的散射,使得后续的封装对准时更为简易。本发明同时亦可在其光干涉区前再加入一局部反射区,其反射系数可调整和其干涉波于其干涉区内做一循环传导后(one-circulation)的剩余能量比例呈现几乎匹配,以使得其入射光可几乎完全耦合至其干涉区,进而大幅降低其回波干扰

(back reflection)。此外,本发明的光栅,干涉区或其反射区亦可藉由调整其通过的电场,磁场,或甚至其机械应力来达到调变其折射系数的效果。调整不同的折射系数可改变其干涉波的波分布,从而改变其光耦合的特性。同时本发明亦可藉由调整其光栅结构来调整其出射或入射光的角度。此光耦合器若和一三五族材料或硅锗材料耦合,在应用于光产生的情境时(例如激光),可将一水平出射的分布式反馈(DFB)或分布式布拉格反射(DBR)激光元件,高效率的转换成一垂直出射的元件。和广泛应用的垂直腔面发射激光元件(VCSEL)相比,此方式可以提供较长波长的激光(1310nm/1550nm),同时亦可兼容于垂直腔面发射激光元件(VCSEL)的测试和封装的情境。若应用在一光吸收的情境时,则可将一垂直入射光高效率的转换成水平方向,此时该光吸收区域可调整至较小面积以在不影响其吸收率的情况下增加其操作速率。

[0019] 本发明其余实现方式包含对应的系统、装置及计算机程序,该程序可执行方法步骤,及编程在计算机储存媒介。一或多个计算机组成的系统可由软件、固件,硬件或其组合构成。一或多个计算机程序可由指令构成,且由数据处理单元执行对应动作。

[0020] 本发明上述及其他实现方式可配合附图对其详细说明。本发明其余特点及功效可由说明书、图示及专利范围而更易为人了解。

附图说明

- [0021] 图1A为本发明一实施例的光集成电路示意图;
- [0022] 图1B,1C,1D为光耦合器示意图;
- [0023] 图2为干涉波型示意图;
- [0024] 图3A-3E为光栅图案示意图;
- [0025] 图4A-4F为和一光源结合的光耦合器示意图;
- [0026] 图5A-5C为和一光侦测器结合的光耦合器示意图;
- [0027] 图6为和P-N结结合的光耦合器示意图;
- [0028] 图7A-7B为具有多个输出端口的光耦合器示意图;
- [0029] 图8为用于封装的光耦合器示意图;
- [0030] 图9A-9E为反射区的范例;
- [0031] 图10为一光耦合器的流程示意图;
- [0032] 图11为制作一光耦合器的流程示意图。
- [0033] 在本发明图示中,类似的图号代表类似的元件,再者,本发明说明书所述各实施例仅为说明用,而非为限定本发明的保护范围。

具体实施方式

- [0034] 下面结合附图对本发明的结构原理和工作原理作具体的描述:
- [0035] 图1A为本发明一实施例的光集成电路示意图,其包含一以光栅为基础的光耦合器,以使光线可耦合进出此光集成电路100。具有大致上垂直出射的光耦合器可有利于做表面射出/接收光电元件的界面,且可减少因为非垂直架构的封装成本及复杂度。
- [0036] 此光集成电路100包含一或多个制作于一基板(substrate)116上的光学元件。这些光学元件包含一波导区102,一第一反射区106、一干涉区110、一第二反射区114及一光栅

区120。此基板116可为任何适于制作光集成电路的基板。例如,此基板116可为硅晶圆、绝缘层覆硅(SOI)晶圆、如砷化镓(GaAs)或是磷化铟(InP)的类的III-V晶圆或是玻璃晶圆。再者,此基板116也可为在集成电路上所覆盖的一层主动或是被动材料。例如,此基板可为在另一光集成电路上所覆盖的一层主动或是被动材料。

[0037] 此波导区102的架构可使光线局限于一或多个维度,以导引光线行进于一特定方向。依据一些实施方式,此波导区102可局限光线于一个维度。例如此波导102可为将光线局限于z方向的平板波导(slab waveguide)。依据一些实施方式,此波导区102可局限光线于两个维度。例如此波导区102可为脊形波导(rib waveguide)或是通道波导(channel waveguide)(可将光线局限于y及z方向),以使光线可沿着x方向(如箭头122所示)行进。所谓“沿着x方向”可指双向($\pm x$ 方向)或是单向($+x$ 或是 $-x$ 方向)。再者,若光线在一多模光纤内沿着x方向行进,虽然部份光线在光纤内沿着锯齿方向行进,但是光线的总体方向仍可视作沿着x方向。

[0038] 大体而言,第一反射区106及第二反射区114用以反射入射光。例如在波导区102的光线入射到一界面104,部份光线反射回波导区102,而部份光线会射入此第一反射区106。类似地,在第一反射区106的光线入射到一界面108,部份光线反射回第一反射区106,而部份光线会射入干涉区110。类似地,在干涉区110的光线入射到一界面112,部份光线反射回干涉区110,而部份光线会射入一第二反射区114。依据一些实施方式,一反射区(亦可称为反射器)可为两个具有不同折射率介质之间的界面。

[0039] 依据不同设计,被反射器所反射的光线比例可由0到百分之百。依据一些实施方式,此第一反射区106及第二反射区114可为高反射性;例如此第二反射区114镀上如铝之类的金属以达成高反射率。依据另一实例,光线可以超出临界角方式入射到第二反射区114,以使光线以全反射方式反射。依据另一实例,此第二反射区114可为布拉格(Bragg)反射器以在一特定波长范围提供高反射率。依据另一实例,此第一反射区106可包含一或多个使波导区102及干涉区110分开的缝隙。依据另一实例,此第一反射区106可为分布式布拉格反射镜(Distributed Bragg reflector/DBR)结构。依据另一实例,此第一反射区106可为异常色散(anomalous dispersive mirror)镜面,此镜面沿着x方向有多个高/低折射率层状结构,以补偿干涉区的波长相关光相位及达成较宽的操作带宽。

[0040] 依据一些实例,此第一反射区106及第二反射区114可为部份透射及部份反射;例如此第一反射区106的架构可达成:(i)将一部份入射光反射;及(ii)将另一部份的入射光透射。部份反射(partially reflective)的反射器可藉由在对应的反射区上沉积介电材料(此介电材料的折射率小于波导区102材质的折射率)而实现。依据Fresnel方程式即可计算反射及透射光的百分比。

[0041] 大体而言,干涉区110作为在波导区102及第二反射区114之间形成且具有腔体长度 L_{Cavity} 的腔体。依据一些实例,第一反射区106可形成于波导区102及干涉区110之间,其中腔体长度 L_{Cavity} 即为第一反射区106及第二反射区114之间长度。依据一些实例,此波导区102的等效折射率(effective refractive index)可与干涉区110的等效折射率大致上相同。例如波导区102及干涉区110可制作于硅中且具有在y-z截面相同的波导尺寸。在此情况下,此波导区102的等效折射率就与干涉区110的等效折射率相同。依据另一实例,例如波导区102及干涉区110可制作于硅中且具有在y-z截面不同的波导尺寸。在此情况下,此波导区

102的等效折射率就与干涉区110的等效折射率不尽相同,然而只要折射率差异所造成效能劣化(如光损失)在目标用途所能接受的容许范围内,此波导区102的等效折射率仍可视为与干涉区110的等效折射率大致上相同(substantially equal)。

[0042] 此干涉区110用以结合由入射光及反射入射光所合成的一干涉光。例如在干涉区110中可有于第一反射区106及第二反射区114之间的驻波。为了在干涉区110形成干涉波,需选择腔体长度 L_{Cavity} 及光栅区120参数,以使入射光可到达第二反射区114及被第二反射区114所反射,而不会在由第一反射区106到第二反射区114的第一次传递(first pass)即完全衰减。在一些实施方式,可采用部份局限,亦即干涉光部份会穿过第一反射区106而回到波导区102,且/或是一部份的干涉光会穿过第二反射区114。对于由入射光及反射入射光所合成的干涉光的叙述,将配合图2而更详细说明。

[0043] 在一些实施方式,干涉区110的光学路径长度可大于导光波长;在另一些实施方式,干涉区110的光学路径长度可小于导光波长。例如对于由硅制作(折射率3.45)且长度为 $0.4\mu\text{m}$ 的干涉区110,此干涉区的光学路径长度则为 $0.4\mu\text{m} \times 3.45 = 1.38\mu\text{m}$ 。若导光波长为 $1.55\mu\text{m}$,则干涉区的光学路径长度小于导光波长。在此状况下,具有波长 $1.55\mu\text{m}$ 的光线可藉由在干涉区110局限光(部份局限)的衰减光场(evanescent field)而耦合到光栅区120。

[0044] 一般而言,具有光栅长度 $L_{Grating}$ 的光栅区120用以将光集成电路100的至少部份光耦合到外部媒介130,或是将外部媒介130的至少部份光耦合到光集成电路100。在某些实施方式中,光栅长度 $L_{Grating}$ 可小于腔体长度 L_{Cavity} 。在某些实施方式中,光栅长度 $L_{Grating}$ 可等于腔体长度 L_{Cavity} 。在某些实施方式中,光栅长度 $L_{Grating}$ 可大于腔体长度 L_{Cavity} 。例如,此光栅区120可制作于干涉区110之上,但光栅区120的一部份延伸到波导区102,及/或延伸到第一反射区106,及/或延伸到第二反射区114。在本发明说明书中,若叙述光栅在一区域上形成或是制作,则表示此光栅形成于此区域之上,或是此光栅至少部份嵌入此区域中。例如,此光栅可以藉由刻蚀其所覆盖的区域而形成。

[0045] 在一些实施方式中,此干涉区110及此光栅区120可有相同的材料成份。例如此光栅区120可由在干涉区110的表面直接刻蚀出光栅图案而形成。在一些实施方式中,此干涉区110及此光栅区120可有不同的材料成份。例如,此光栅区120可由在硅干涉区110上沉积二氧化硅,随即在二氧化硅表面上刻蚀出光栅图案而制作氧化物光栅。依据另一实例,可在干涉区110表面沉积金属并随后进行刻蚀以形成金属光栅,藉此制作光栅区120。依据另一实例,可在具有较低折射率的干涉区110表面上沉积高折射率材料以使光场可被吸引至光栅侧,藉此制作光栅区120。此低折射率材料可为磷化铟,而高折射率材料可为硅。

[0046] 一般而言,光栅区120可将光线由一第一方向导引(或是转向)到一第二方向(与第一方向不同)。在一些实施方式中,光栅区120可将光线由一第一方向导引到一与第一方向垂直的第二方向。例如藉由使光栅区120的周期与干涉区120的驻波干涉周期大致上匹配,光栅区120可将原本在波导区102内沿着x方向(箭头122所示方向)行进光线导向至一垂直方向,亦即z方向(箭头123所示方向)。所谓“大致上匹配”,在本发明指因为不匹配所导致的效能劣化(如光损失)在目标应用所接受的范围内。一种可接受的范围,例如可在一数量级(order of magnitude)的范围内。在其他一些实施方式中,光栅区120可将光线由一第一方向导引到与第一方向不大致上垂直的一第二方向。所谓“大致上垂直”,在本发明指约90度角度(但是在目标应用可接受的误差裕度内)。

[0047] 外部媒介130指任何可以传递、导引、侦测或是产生光线的媒介。例如，此外部媒介130可为一光纤。依据另一实例，此外部媒介130可为光侦测器；依据另一实例，此外部媒介130可为光源。在一些实施方式中，于光栅区120及外部媒介130间可形成一包层(cladding)124。此包层124可形成以保护光集成电路100，或是提供光栅区120及外部媒介130间的一特定间隔。在一些实施方式中，光栅区120所发出光线的模态剖面可与外部媒介130的模态剖面大致上匹配，此外部媒介130用以接收来自光栅区的光线。例如，光栅区120所发出光线在xy维度的模态剖面可大致上匹配单模光纤在xy维度的模态剖面。

[0048] 图1B显示可在光集成电路100中实现的一光耦合器101。此光耦合器101也可实现于本发明所叙述的其他光集成电路中，或是实现于未在本发明所叙述的其他光集成电路中。

[0049] 此光耦合器101包含一干涉区110及一光栅区120。此光栅区120包含光栅谷118及光栅峰126，其整体构成具有光栅长度 $L_{Grating}$ 的光栅。光栅谷118及光栅峰126的高度差异即为光栅高度。沿着光行进方向的光栅峰及光栅谷宽度总合即为光栅的周期，而沿着光行进方向的光栅峰宽度与光栅周期的比例即为光栅的工作周期(duty ratio)。藉由调整光栅高度、工作周期、光栅周期、光栅形状、覆盖光栅的包层或上述参数组合，即可决定由光栅区120发出或接收光线的指向性及远场角度(far field angle)。例如，可调整光栅高度及其工作周期以使光线的指向性优化。再者，光栅周期及工作周期也可调整以使远场角度最适于目标应用所需角度。

[0050] 在一些实施方式中，光栅峰的高度可高于第一反射区106及/或第二反射区114的高度。例如可藉由磨片以使第一反射区106、干涉区110及第二反射区114平坦化，随即以沉积方式在平坦化表面上形成一材料层，再对此材料层布形及刻蚀即可形成光栅区120。

[0051] 在一些其他实施方式中，光栅谷的高度可低于第一反射区106及/或第二反射区114的高度。图1C显示一光耦合器103的范例，其中光栅谷119低于第一反射区106及第二反射区114的高度。例如可藉由磨片以使第一反射区106、干涉区110及第二反射区114平坦化，随即对干涉区110布形及刻蚀即可形成光栅区120。此光耦合器103可用于光集成电路100中。此光耦合器103也可用于本发明其余部份所述的光集成电路中，或是未在本发明所述的其他光集成电路中。

[0052] 图1D显示光耦合器105的另一范例，其包含波导区102，干涉区110、光栅区120、第二反射区114，但是不包含第一反射区106。在部份实施方式中，波导区102及干涉区110以相同材料制成或是具有实质(大致上)相同的折射率，因而在波导区102及干涉区110之间的边界130以虚线表示。

[0053] 在此不具有第一反射区106的光耦合器105中，光线于干涉区110中一次循环传导后即会衰减至低于一临界值。例如藉由入射到第二反射区114及由第二反射区114反射回的光线所产生的干涉，即可在干涉区110内产生驻波。如由第二反射区114反射回的光线于边界130处(在波导区102及干涉区110之间)衰减至临界值之下，则驻波会在边界130处几乎消失。此临界值例如可小于初始入射光功率的10%以下。藉由将光栅区120的光栅图案与干涉区110的驻波波分布大致上匹配，此光耦合器105可不需具有第一反射区106，即可将沿着第一方向行进的光线导向至第二方向(与第一方向不同向)。例如，此光耦合器105可将沿着第一方向行进的光线导向至与第一方向垂直的第二方向。在一些实施方式中，若在干涉区110

中光线循环传导后强度衰减至临界值以下,即使没有第一反射区106,此光耦合器仍能有效地将入射光线转向。在一些实施方式中,为了在不引入第一反射区106条件下仍维持高效能,光栅区120须有足够的循环传导衰减。例如,光栅长度 $L_{Grating}$ 需足够长,以在光来回传递返回边界130的前即提供足够的循环传导衰减。

[0054] 图2显示光栅图案207示意图,其大致上匹配在干涉区内的驻波图案205干涉周期。图2所示内容可应用于本发明所描述的任何光耦合器中。一般而言,一次来回(round-trip)的相位变化是循环传导(one-circulation)的相位变化加上由反射器产生的相位变化。为了简化描述,由反射器产生的相位变化可假定为零,因此一次来回(round-trip)的相位变化是 $2m\pi$ 即等效于循环传导(one-circulation)的相位变化是 $2m\pi$,其中 m 为任何整数。

[0055] 在一些实施方式中,在波导行进的光线在二维被局限。如图1A所示,在波导区102内行进的光线在y及z方向被局限。在光线抵达干涉区时,波导局限性变差且光线在干涉区类似点波源(point wave)行进。例如,干涉区110可设计成对于z方向有较强的局限,而在y方向有较弱的局限。在点波源抵达反射器211时即会被反射,由干涉区内的正向波201及反向波203所形成的驻波205具有周期d1。

[0056] 在一些实施方式中,光栅图案207可设计成大致上匹配驻波图案205。藉由大致上匹配驻波图案205,具有光栅图案207的光栅可作为光学天线且可有效将光线导引离开干涉区。每一光栅结构以点波源方式将光线射出,所有由个别光栅结构射出的点波源波前会结合成一平面波前,此平面波前在垂直方向行进且具有低损失。例如,一个理论上匹配的条件为 $d_2=2\times d_1$ 。其中 d_2 为其光栅区的周期, d_1 为期干涉波型反结点(antinodes)的间隔距离。

[0057] 基于干涉区及光栅结构的材料质量及实体尺寸,来回传导的衰减系数 α 可被计算,也可计算在干涉区内共振条件对应相位偏移(phase shift)。例如干涉区的材质可具有对于导光特定的吸收参数,此吸收参数会计入循环传导的衰减系数。依据另一实例,光线在光栅区行进时亦会射出,此部份也会计入循环传导的衰减系数。一般而言,在干涉区内循环传导行进后(亦即由边界213至反射器211的正向行进及由反射器211至边界213的反向行进),光线的衰减基于一循环衰减系数。在本发明中,“循环传导的衰减系数 α ”指在单一循环传导后剩余光功率对初始光功率的比例。

[0058] 在一些实施方式中,为了降低反射损失,可在图2的边界213提供一反射区(例如可为第一反射区106),其中在边界213反射区的反射率大致上匹配循环传导的衰减系数 α 。本说明书中的反射率及衰减系数是同时为两部分的光的功率的比值。藉由将边界213反射区的反射率大致上匹配循环传导的衰减系数 α ,由边界213反射回入射光源(在边界213左侧)的光线(在边界左侧)和由边界213右侧透射穿过且射向入射光源(在边界213左侧)的光线会因破坏性干涉而彼此抵消;亦即几乎所有入射光的能量(由边界213左侧射入)都会耦合进入边界213及反射器211之间的区域。在一些实施方式中,来回传导的衰减系数 α 可接近零。在此情况下,在边界213的对应反射率 r 可设定为零,此状况对应图1D的范例,其中光耦合器105并不包含第一反射区106。在一些实施方式中,在在边界213的对应反射率 r 可设定为等于反射器211的反射率(亦即接近1),以在x方向形成高局限性的腔体,其中光线可以沿着其他方向(如z方向)进入或是离开腔体。

[0059] 在一些实施方式中,可能会影响效能的非理想因素。例如,在干涉区对于光栅区进行刻蚀可能会影响等效折射率。依据另一实例,刻蚀过程可能无法产生由光栅峰到光栅

谷的直线。虽然理论上的匹配条件为 $d2=2d1$,在实际制作时,实际的匹配条件可能仍与理论值有些许偏差。此种偏差虽会影响效能,但不至于影响光耦合器功能。若所得效能能满足目标应用所需,则和理论值有合理偏差的实现方式皆在本发明专利保护范围内。对于制作光耦合器、测试光耦合器及重新设计光耦合器等步骤亦可进行递归处理改进上述偏差。

[0060] 图3A显示沿着x,y方向的光栅图案331上视图。对于图3A的叙述可应用于本发明任一光耦合器中。光栅图案331包含沿着x方向的一维光栅结构数组301a-n及303a-n,其中n是任何大于1的整数。在一些实施方式中,光栅结构301a-n及303a-n可由不同材料构成。例如光栅结构301a-n可由硅构成,而光栅结构303a-n可由磷化铟构成。依据另一实例,光栅结构303a-n可包含一层金属,该层金属形成表面电浆效应以使光线可由外部媒介耦合到此干涉区。结构301a,303a,301b,303b, ..., 301n,及303n的配置形成在光栅区域的光栅。

[0061] 图3B显示沿着x,y方向的光栅图案332上视图。对于图3B的叙述可应用于本发明任一光耦合器中。光栅图案332包含沿着x方向的一维光栅结构数组305a-n,其中n是任何大于1的整数。在一些实施方式中,此光栅结构305a-n可为一光栅的光栅峰。在其他一些实施方式中,此光栅结构305a-n可为一光栅的光栅谷。结构305a,305b, ..., 及305n的配置形成在光栅区域的光栅。

[0062] 图3C显示沿着x,y方向的光栅图案333上视图。对于图3C的叙述可应用于本发明任一光耦合器中。光栅图案333包含沿着x方向的二维方形光栅结构数组307a-n,及沿着y方向的二维方形光栅结构数组307a-k。在一些实施方式中,方形光栅结构307a可为一光栅的光栅峰。在其他一些实施方式中,方形光栅结构307a可为一光栅的光栅谷。在一些实施方式中,方形光栅结构307a的材质可与层308相同,例如为硅。在一些实施方式中,方形光栅结构307a的材质可与层308不同。例如,方形光栅结构307a的材质可为硅,而层308的材质可为磷化铟。在一些实施方式中,方形光栅结构307a可为方形、非方形,或是其组合。在x,y平面上的方形光栅结构307a-n,307a-k配置可形成一光栅区的光栅。在一些实施方式中,沿着x方向321及沿着y方向322的光栅周期结构可大致上匹配于在x,y方向的层308的干涉波分布。

[0063] 图3D显示沿着x,y方向的光栅图案334上视图。对于图3D的叙述可应用于本发明任一光耦合器中。光栅图案334包含二维任意形状的光栅结构数组309a至309n,其中n是任何大于1的整数。在一些实施方式中,此任意形状的光栅结构309a可为一光栅的光栅峰。在其他一些实施方式中,此任意形状的光栅结构309a可为一光栅的光栅谷。在一些实施方式中,此任意形状的光栅结构309a的材质可与层310不同。例如任意形状的光栅结构309a的材质为二氧化硅,而层310材质为硅。在一些实施方式中,此任意形状的光栅结构309a的形状可为三角形、椭圆形或其组合。在x,y平面上的任意形状的光栅结构309a-n配置可形成一光栅区的光栅。

[0064] 图3E显示沿着x,y方向的光栅图案335上视图。对于图3E的叙述可应用于本发明任一光耦合器中。光栅图案335包含二维任意形状的光栅结构数组313a至313n,其中n是任何大于1的整数。在一些实施方式中,此任意形状的光栅结构313a至313n的任一形状可由数值分析决定。例如,可使用时域有限差分分析程序设计光栅结构313a至313n的任一形状,以使耦合效率优化。在一些实施方式中,此任意形状的光栅结构313a至313n的任两个光栅间距离可由数值分析决定。例如,可使用时域有限差分分析程序以设计光栅结构313a至313n的任两个光栅间距离,以使耦合效率优化。在x,y平面上的任意形状的光栅结构313a至313n配

置可形成一光栅区的光栅。

[0065] 在一些实施方式中,显示于图3C,3D,3E的二维光栅可以藉由设计晶格向量(界定单位晶格尺寸及形状),以使干涉区的同相位反节点的位置和光栅谷及/或光栅峰的位置大致上匹配。

[0066] 图4A显示一光集成电路400示意图,其具有在一光源上形成以光栅为基础的光耦合器。此光集成电路400包含用以产生入射光的一光源区430。在一些实施方式中,此光源区430可产生同调光。在一些实施方式中,此光源区430可产生非同调光。例如一三五族(III-V)材料的量子井激光二极管可具有一或多层主动材料,以在被电载流子激发时产生非同调光。在一些实施方式中,非同调光可由自发辐射耦合到干涉区410。在一些实施方式中,此光源区430产生的光可在非耦合到干涉区410的表面的其他表面被局限。

[0067] 此光耦合器包含一第一反射区406、一第二反射区414、一干涉区410及一光栅区420。此第一反射区406、第二反射区414、干涉区410及光栅区420的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。在一些实施方式中,此干涉区410及光栅区420由硅或是三五族材料构成,光源区由三五族材料构成,而第一反射区406及第二反射区414则由布拉格(Bragg)结构或是金属覆层(metal coating)构成。

[0068] 第一反射区406及第二反射区414用以将入射光沿着相反的行进方向反射,如箭头434所示。干涉区410形成于第一反射区406及第二反射区414之间且耦合至光源区430。干涉区410可(i)将由光源区430所产生光线导引至沿着一第一方向行进(亦即图4A的x方向),及(ii)局限由第一反射区406及第二反射区414之间反射光所形成的干涉光。

[0069] 在光源区430所产生光线一部份会经由自发辐射或是其他合宜耦合机制而耦合至干涉区410。耦合到干涉区410的光线可沿着x方向(箭头434所示方向)共振。类似如图1A的操作,第一反射区406及第二反射区414提供反射面以形成在干涉区410的腔体,其中形成一驻波波形。由于干涉区410有固定的长度 L_{Cavity} ,此驻波波形仅能在特定波长形成,因此干涉区410可作为波长滤波器。在一些实施方式中,由光源区430产生的非同调光可在干涉区410中转成同调光,此因在干涉区410中不能产生共振的波长部份会被滤除。

[0070] 光栅区420包含一光栅418,此光栅418形成可局限部份干涉光的一区域上。此光栅418可在z方向(大致垂直x方向)上射出一部份光。在一些实施方式,此光栅418可在光栅区420内并被设计及制作以大致上匹配在干涉区410的驻波波形。藉由匹配此驻波波形,此光栅418可作为光学天线且为将光线导出干涉区410的最有效方式。每一光栅结构可作为发光的点波源,由个别光栅结构所发出的所有点波源波前结合起来即可形成于z方向行进且低损失的平面波波前。

[0071] 图4B显示一光集成电路401示意图,其具有在一以光栅为基础的光耦合器,且一光源区431嵌入干涉区411以耦合到干涉区411。光源区430包含主动材料层,如砷化镓(GaAs)及砷化铝镓(GaAlAs)的互叠层,或是磷砷化镓铟(InGaAsP)及磷化铟(InP)的互叠层,任何其他主动材料层的组合(可形成量子点、量子井结构),只要可产生非同调或是同调光,皆在本发明专利范围内。

[0072] 干涉区411形成于第一反射区416及第二反射区424之间。此第一反射区416及第二反射区424可由在端面覆盖的金属层或是介电质层形成,或是由分布式布拉格反射镜(DBR)结构形成。

[0073] 图4A的架构中,光线由干涉区410外产生,而图4B的架构中,光线由干涉区411内产生。干涉区411内产生的光在第一反射区416及第二反射区424之间沿着x方向共振以产生同调光及形成一驻波波形。光栅区421可被设计成大致上匹配驻波波形,其中同调光沿着z方向且经由光栅区421而射出光集成电路401外。在一些实施方式中,此基板440可做支撑层。在一些实施方式中,此基板440可包含分布式布拉格反射镜(DBR)结构以更进一步降低沿着-z方向行进的光线。

[0074] 图4C显示一光集成电路403示意图,其具有在一以光栅为基础且与光源整合的光耦合器,其中干涉光可由P-N结控制。此光集成电路403包含一光源区441、一p掺杂区442、一干涉区443、一n掺杂区444、一光栅区445、一第一反射区446及一第二反射区448。此光源区441、p掺杂区442、干涉区443、n掺杂区444、光栅区445、第一反射区446及第二反射区448的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。

[0075] 类似于图4A,非同调光由光源区441产生,其中一部份光线会耦合到干涉区443。耦合进来的光会在干涉区443之中沿着x方向在第一反射区446及第二反射区448之间共振,以形成一驻波波形及产生同调光。在光栅区445的一光栅可设计以大致上匹配驻波波形,且依据光栅的设计,同调光可在+z或是-z方向经由光栅而离开光集成电路403。

[0076] 在一些实施方式中,经由施加电压或是电流跨过此p掺杂区442及n掺杂区444,即可提供一电场于此干涉区443中。在施加电压或是电流跨过此p掺杂区442及n掺杂区444后,由于自由载流子的产生,重结合、注入或是空乏,使得此干涉区443可有不同的干涉波型。若因为折射率的改变而使得干涉波型发生变化,则此干涉区443可能会停止发出激光或是发出不同波长的激光。因此在p掺杂区442及n掺杂区444之间施加电压或是电流,即可达成可调波长激光光源或是对同调光的调变。

[0077] 图4D显示一光集成电路405示意图,其具有一光源区经由一波导区而耦接至一干涉区,其中一以光栅为基础的光耦合器可将光射出。此光集成电路405包含一光源区450、一波导区451、一第一反射区452、一第二反射区453、一干涉区454及一光栅区455。此光源区450、波导区451、第一反射区452、第二反射区453、干涉区454及光栅区455的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。

[0078] 在此实施例中光源区450产生一非同调光,且一部份光线会耦合至波导区451。例如光源区450可为结合到硅波导的磷化铟(InP)量子井结构,而量子井产生的光则耦合到硅波导。耦合到波导的光会在干涉区454内及在第一反射区452及第二反射区453之间共振以产生同调光及形成驻波波形。此波导中的第一反射区452及第二反射区453可设计成仅供单模光线行进,藉此滤除在干涉区454的较高模态光线。在光栅区455的光栅设计成大致上匹配驻波波形,且同调光在射离此光集成电路405时沿着与光在光源区450共振方向大致垂直的一方向。在一些实施方式中,干涉区可使用宽度渐变区(taper region)以桥接较宽的光栅区及较窄的波导区。较窄的波导区可用以抑制较高模态光线,较宽的光栅区可用以匹配具有不同波束形状、区域及数值孔径的外部耦合装置。此处对于宽度渐变区的说明亦可应用于本发明其余部份说明的光耦合器。

[0079] 图4E显示一光集成电路407示意图,其具有一光源区耦合至一以光栅为基础的光耦合器。此光集成电路407包含一光源区462、一第一反射区478、一第二反射区476、一干涉区472、一边界474及一光栅区466。此光源区462、第一反射区478、第二反射区476、干涉区

472、边界474及光棚区466的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。

[0080] 此实例中,由光源区462产生的非同调光会经由自发辐射或是其他合宜的机制而耦合至干涉区472。耦合的非同调光会被反射区476及478反射且沿着x方向共振。依据光棚区466的设计,在到达激光临界条件的同调光会由+z或是-z方向射出。在一些实施方式中,可设计此光棚区466以使大部分光线会由-z方向射出而不会耦合回到光源区462。

[0081] 在一些实施方式中,反射区478可为部份反射的反射器且反射率小于反射区476的反射率。在光源区462产生的非同调光可经由自发辐射而耦合至干涉区472,且沿着方向470共振。在到达激光临界条件后,同调光可经由边界474向-x方向行进到部份反射的反射区478,然后进入一波导;且同调光仍可沿着+z或是-z方向而进入一外界媒介以续做进一步处理。

[0082] 图4F显示一光电路408示意图,此光电路408具有和图4B类似的叠层。干涉区491包含如三五族的主动材料以产生非同调光。此非同调光沿着x方向而在第一反射区486及第二反射区484之间共振以变成同调光。由于布拉格(Bragg)结构494可阻止光线向下行进,此同调光会经由光棚492而向上射出。

[0083] 图5A显示一光集成电路500的示意图,其具有与一光侦测器整合的一光耦合器。此光集成电路500包含一干涉区510、一第一反射区506、一第二反射区514及一光棚区520。此干涉区510包含一光吸收区以吸收此干涉区510至少一部份光线。此干涉区510、第一反射区506、第二反射区514及光棚区520的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。此光集成电路500可形成于一基板530之上。

[0084] 此光棚区520包含一光棚518。在一些实施方式中,此光棚518可接收来自一外部媒介且沿着方向536入射的光线。入射光线可耦合到形成于第一反射区506及第二反射区514之间的干涉区510。光线会因在第一反射区506及第二反射区514之间的反射而形成干涉光(沿着箭头534),干涉区510可局限此干涉光。

[0085] 干涉区510可由光吸收材料构成以吸收至少一部份干涉光。此干涉区510例如可由锗制成且可吸收电信通信用的波长。被吸收的光线会转换成自由载流子,经由施加电场即可收集这些自由载流子以决定吸收光线的强度。再者,光线会在由第一反射区506及第二反射区514所形成的腔体间反射以提供有效的光吸收。在一些实施方式中,干涉区510包含硅及/或锗以吸收光;而光棚区包含金属以产生传导表面电浆模态(guided surface plasma mode)。

[0086] 图5B显示光集成电路501示意图,其具有与一光侦测器整合的以光棚为基础的光耦合器,此光侦测器的检光效率可由P-N结所调变。此光集成电路501包含一干涉区541、一p掺杂区546、一n掺杂区545、一光棚542、一第一反射区543及一第二反射区544。

[0087] 类似于图5A,光线自一外部媒介吸收,一部份的光线会经由光棚542而耦合至干涉区541。耦合进来的光线会在干涉区541中沿着x方向而在第一反射区543及第二反射区544之间共振。在干涉区541的光吸收材料可吸收干涉光且将吸收光线转换成自由载流子。

[0088] 在一些实施方式中,在n掺杂区545及p掺杂区546之间施加电压或是电流时,在干涉区541内也会有电场。由于在n掺杂区545及p掺杂区546之间施加电压或是电流的缘故使其中的载流子浓度产生变化,从而在干涉区541内的光吸收材料的光吸收效率也会变化。因

此在n掺杂区545及p掺杂区546之间施加电压或是电流的操作即可提供可调整的光侦测器(configurable or tunable photo-detector)。

[0089] 图5C显示一光集成电路505的示意图,其具有一光吸收区耦合至(经由一波导区)一干涉区,其中以光栅为基础的一光耦合器可自一外部媒介接收光线。此光集成电路505包含一光吸收区550、一波导区551、一第一反射区552、一第二反射区553,一干涉区554及一光栅区555。此光吸收区550、波导区551、第一反射区552、第二反射区553,干涉区554及光栅区555的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-3E所对应的结构。

[0090] 在此实例中,光线自一外部媒介而耦合到光栅区555。此耦合光线会藉由光栅区耦合至其下的干涉区554,并且第一反射区552与第二反射区553之间共振,以形成一驻波图案。光吸收区550耦合至波导区551,光线由波导区551耦合到光吸收区550以做光侦测。此光吸收区550例如可为结合至一硅波导的锗光侦测器,在硅波导内行进的光线会被局限于干涉区554及波导区551,且经由衰减光场或其他机制耦合到锗光侦测器。

[0091] 图6显示和P-N结整合的一光耦合器600。此光耦合器600包含一第一反射区606、一干涉区620及一第二反射区614。此干涉区620包含一光栅区630。此第一反射区606、干涉区620、第二反射区614及光栅区630的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现。

[0092] 光耦合器600也包含P-N结对,P-N结对包含p掺杂区621,623及625,及包含n掺杂区631,633及635。一般而言,藉由控制一或多个P-N结对,由施加电压或是注入载流子,即可主动控制操作参数(如输出功率或是输出波长)。在一些实施方式中,这些P-N结对621/631、623/633及/或625/635可延伸入第一反射区606、干涉区620及/或第二反射区614,以达成更佳的可控制性及调变能力。在一些实施方式中,这些p掺杂区及n掺杂区可互相交替以形成指状图案或是其他图案。此处有关于掺杂区的叙述也可用于本发明其他部份所述的光耦合器。

[0093] 在一些实施方式中,可在n掺杂区631及p掺杂区621之间施加电压或是电流,以调变第一反射区606内或其邻近区域的载流子浓度。因此在n掺杂区631及p掺杂区621之间施加电压或是电流后,第一反射区606可因其载流子的浓度不同而产生不同的反射率。

[0094] 在一些实施方式中,可在n掺杂区635及p掺杂区625之间施加电压或是电流,以调变在第二反射区614内或其邻近区域的载流子浓度。因此在n掺杂区635及p掺杂区625之间施加电压或是电流后,此第二反射区614可因其载流子的浓度不同而产生不同的反射率。

[0095] 在一些实施方式中,可在n掺杂区633及p掺杂区623之间施加电压或是电流,以调变干涉区620内或其邻近区域的载流子浓度。因此在n掺杂区633及p掺杂区623之间施加电压或是电流后,此干涉区620可因其载流子的浓度不同而产生不同的干涉图案。

[0096] 例如,藉由施加反向偏压,电场可将一区域的自由载流子抽离,因此可以变化该区域的折射率。依据另一实例,藉由施加正向偏压,可将自由载流子注入一区域,因此可以变化该区域的折射率。

[0097] 图7A显示一光集成电路700的示意图,其具有多个输出埠。光集成电路700包含一第一波导区702以将光线由箭头722所示方向导引进来。此光集成电路700尚且包含在干涉区710一侧形成的一第一光栅区720。此光集成电路700尚且包含在干涉区710另一侧形成的一第二光栅区721,此另一侧例如可为图7A所示的相反侧。此光集成电路700尚且包含一反

射区714及可选择性地包含另一反射区706。此光集成电路700尚且包含一第二波导区728以耦接至另一被动及/或主动光学元件。

[0098] 在一些实施方式中,由第一波导区702进来的光线会进入干涉区710,然后可被导引至一第一外部媒介730、一第二外部媒介732或是第二波导区728。例如,类似于图6的说明,一n掺杂区及一p掺杂区可在被施加电压或是电流之后调变位于干涉区710内或其邻近区域的载流子浓度;经由控制跨过n掺杂区及p掺杂区的电场,即可控制由+z或是-z方向所射出的光线量。依据另一实例,类似于图6,一n掺杂区及一p掺杂区可在被施加电压或是电流之后而在第二反射区714中提供一电场。此第二反射区714的反射率藉由此电场被调整,光线因而可传送到第二波导区728。

[0099] 在一些实施方式中,光线先由干涉区710进入,然后光线分成不同部份以自第一外部媒介730、第二外部媒介732及/或第二波导区728离开。例如,第一光棚区720的光棚可经设计后使得光棚周期大致上匹配一横向电场(TE)极化光的驻波。类似地,第二光棚区721的光棚可经设计后使得光棚周期大致上匹配一横向磁场(TM)极化光的驻波。藉由控制在光集成电路700中的横向电场(TE)及横向磁场(TM)极化光量,即可控制由光集成电路700到第一外部媒介730及到第二外部媒介732的光量。上述的范例可作为一极化分光器。

[0100] 在一些实施方式中,可在第一光棚区720及第一外部媒介730之间形成一第一层724。此第一层724可保护此光集成电路700及提供第一光棚区720及第一外部媒介730间的一特定距离。在一些实施方式中,可在第二光棚区721及第二外部媒介732之间形成一第二层726。此第二层726可保护此光集成电路700及提供第二光棚区721及第二外部媒介732间的一特定距离。例如,此第一层724可为一外层(cladding),而此第二层726可为光集成电路700的基材。在另一实例中,该第一层724的折射率可低于第一光棚区720的折射率。

[0101] 图7B显示具有多个输入及输出埠的光集成电路701示意图。此光集成电路701包含一第一波导区751、一第二波导区752、一第三波导区753、一第四波导区754、P-N结755-760及795-798、一第一反射区761、一第二反射区762、一第三反射区791、一第四反射区792、一干涉区770及一二维光棚780。此第一波导区751、第二波导区752、第三波导区753、第四波导区754、P-N结755-760及795-798、第一反射区761、第二反射区762、第三反射区791、第四反射区792、干涉区770及二维光棚780的结构可由任何在本发明说明书所描述的对应结构实现,例如在图1A-6所对应的结构。

[0102] 在一些实施方式中,由第一波导区751及第三波导区753来的光线会进入干涉区770,然后可被导引至第二波导区752、第四波导区754或由z方向(圆点764所示)离开光棚。在一些实施方式中,为了降低由第一波导区751及第三波导区753来的光线的背向反射,可在初始设计时间(或是经由动态地施加电场)就使第一反射区761及第三反射区791的反射率能大致上匹配分别沿着x及y方向行进波在干涉区770内的循环传导衰减系数。

[0103] 在一些实施方式中,光线先由第一波导区751进入,然后分别分成到达第二波导区752、第三波导区753、第四波导区752及/或沿着z方向(圆点764所示)离开光棚的光线。例如,此光棚区可包含二维光棚780以将光依据波长而分成两个部份,此两个部份分别沿着x及y方向行进。依据另一实例,光棚区可包含二维光棚780,此二维光棚780可相反地将两个分别沿着x及y方向行进的光线组合成一光线。

[0104] 在一些实施方式中,藉由将光棚780沿着x及y方向的周期与沿着x及y方向的干涉

波分布分别匹配,此二维光栅780可将两个分别沿着x及y方向行进的光线组合成一光线,然后自z方向射出。在一些实施方式中,藉由调整沿着x及y方向的干涉波分布(经由施加n掺杂区及p掺杂区之间电场)至和光栅780沿着x及y方向的周期分别匹配,此二维光栅780可将两个分别沿着x及y方向行进的光线组合成一光线,然后自z方向射出。依据另一实例,此二维光栅780可相反地将来自一行进方向(例如-z方向)的光线分成两个光线部份,并将此两个光线部份分别沿着x及y方向传送。

[0105] 类似于图7A,在一些实施方式中,可由一n掺杂区及一p掺杂区在干涉区内提供电场(藉由在n掺杂区及p掺杂区之间施加电压或是电流),而对于分别沿着两个方向行进的两个光线部份进行调变。例如,可在n掺杂区759及p掺杂区757之间施加一电压改变其干涉光的波分布,而使该其对于反射率或光栅周期结构的大致上匹配产生变化,从而进行改向或是分光。在一些实施方式中,若部份区域的折射率不需调变,则对应的一或多个掺杂区可被省略。例如,若不需动态调变干涉区770,则可不需要掺杂区756及759。

[0106] 图8显示一适于封装的光集成电路800示意图。此光集成电路800包含一边缘发射光源801,例如分布式反馈(DFB)或分布式布拉格反射镜(DBR)激光,毗接(butt-coupled)到一波导803。如图8所示,可随选定地以积体调变器805将光线调变,或是可由边缘发射光源801直接将光线调变。该被调变光被耦合到一以光栅为基础的光耦合器807(可参见先前图标所叙述范例)。由于自光耦合器807所发出的光线方向可与边缘发射光源801所发射光线方向大致垂直,此光集成电路800可由标准的光学设备进行检测及封装。例如,光集成电路800封装于其上的芯片可接合到一TO金属罐(transistor outline metal can),且光栅可与TO金属罐的光圈或透镜对齐,即可使光线由封装垂直射出。

[0107] 图9A所示为一光学装置901的示意图,此光学装置901包含全反射角镜(corner mirror)902以提供高反射率。对于图9A所述内容可应用于本发明任一反射区。一般而言,光通过光栅区920,且入射到角镜902的端面931a及931b。由于入射到端面931a及931b的光线超过临界角,光线大致上会因全反射而反射回,达成高反射率。

[0108] 图9B所示为一光学装置903的示意图,此光学装置903包含圆形或是椭圆形端面904以提供部份反射率或高反射率。对于图9B所述内容可应用于本发明任一反射区。一般而言,光通过弯曲的光栅区921,且入射到端面904。在一些实施方式中,端面904可镀上金属层以提供高反射率。由于弯曲端面904具有高反射率,因此弯曲端面904可将光线重新聚焦回波导区。

[0109] 图9C所示为一光学装置905的示意图,此光学装置905包含分布式布拉格反射镜(DBR)906以提供高反射率。对于图9C所述内容可应用于本发明任一反射区。一般而言,光通过光栅区922,且入射到分布式布拉格反射镜(DBR)906。在一些实施方式中,分布式布拉格反射镜(DBR)906可经设计而对于特定波长光线提供高反射率。

[0110] 图9D所示为一光学装置907的示意图,此光学装置907包含端面908以提供部份反射率或高反射率。对于图9D所述内容可应用于本发明任一反射区。一般而言,光通过光栅区923,并且入射到端面908上,且在部分实施例中可不任何附加的镀层。在一些实施方式中,端面908可镀上一或多层材料以增加反射率。例如,端面908可镀上一金属层以增加反射率。再者,端面908也可镀上多层介电质层以增加对于一波长范围内的反射率。此外,此端面908也可先覆上一层四分的一波长介电质层,再镀上一金属层以增加对于一波长范围内的反射

率。

[0111] 图9E所示为一光学装置909的示意图,此光学装置909包含波纹表面镜936。对于图9E所述内容可应用于本发明任一反射区。一般而言,光过光栅区932,并且入射到波纹表面镜936上,光线被反射后即可形成干涉波分布。

[0112] 除了图9A-9E所示反射区外,任何他种反射区(反射器)也可与本发明的光集成电路整合。例如,一反射区可包含异常色散镜(anomalous dispersive mirror)或是波导回路反射镜(waveguide loop mirror)。

[0113] 图10显示一种设计此光耦合器的流程图,而此设计流程1000可以藉由计算机协同或独立完成。

[0114] 在此范例设计流程图中,其第一步骤1002为设计该干涉区。在部份实施方式中,该干涉区的材料,尺寸和基板,可根据实际应用时的光的极化方向、模态、波长、大小和其他的外部耦合器(例如:光纤或波导的大小)的条件决定。

[0115] 在此范例设计流程图中,其第二步骤1004为设计光栅的。大致而言,该光栅周期结构的设计须和其干涉区内的干涉光波分布相匹配,同时其他的参数例如:高度、工作周期、光栅形状、覆盖光栅的包层或上述参数组合亦可根据其实际应用的光的波长、模态、大小、入射角或其干涉区的设计来进行优化。

[0116] 在此范例设计流程图中,其第三步骤1006为验证该光栅的特性。举例来说,数值模拟工具即可被用来检视1004设计后的结果,并调整其对应的设计参数,直到高指向性及目标远场角度(例如垂直出光)皆达到为止。

[0117] 在此范例设计流程图中,其第四步骤1008为设计反射区。在部份实施方式中,数值模拟工具即可被用来辅助设计一具有高反射率(接近100%)的镜面。举例来说,该反射区的设计可为一渐进式波导布拉格(Bragg)结构,一波导式循环反射器,或一介电质镀膜。

[0118] 在部份实施方式中,数值仿真系统亦可被用来计算循环传导衰减系数如图2所示。根据该循环传导衰减系数,其靠近入射方向的反射区反射率亦可推得知。在部份实施方式中,一个或多个参杂区亦可被放置于该反射区或干涉区内或周围,并藉由施加外部电压或电流来改变其反射区或干涉区内的光学特性。

[0119] 在部份实施方式中,当决定了干涉区的大致设计后,即可根据其对应干涉波型来进行远离入射端反射区的设计,例如使用一个渐进式分布式布拉格反射镜,或全反射镜面,或介电质或金属镀膜镜面,同时光栅的结构亦可根据该干涉波型来进行设计。在加上光栅后,部分干涉区的参数亦可能随之而变,使得其中的干涉波亦随之变动。此时可利用递归方式(设计,验证,微调,在验证)来进行优化。当光栅,干涉区和远离入射端反射区的设计皆大致底定后,来回传导衰减系数及其相对应的共振条件下相位偏移亦可被决定。此时若有需要,即可根据此系数来进一步调整靠近入射端反射区的反射系数及其设计。

[0120] 图11显示一种制作此光耦合器的流程图,而此制作过程1100可以藉由计算机控制的半导体工艺设备协同或独立完成。

[0121] 其中,制作光栅区(1102)可藉由互补金氧半导体(CMOS)兼容的工艺来进行制作。举例来说,步进式曝光机,电子束曝光机,接触式曝光机,或其他合适的曝光机来进行光栅的曝光。在进行刻蚀时,干法刻蚀,湿法刻蚀或其他合适刻蚀技术亦可被用来进行光栅的刻蚀。除此之外,亦可在光栅制成前后进行薄膜沉积,例如使用化学气相沉积,电浆式化学沉

积,溅镀式沉积或其他合适的薄膜沉积技术来制作薄膜,而此薄膜可用来当作光栅区本身的材料或是光栅区上方的保护层。

[0122] 在制作光栅步骤后,亦可选择性采用一道验证步骤(1104)来验证光栅的特性是否符合需求。在部份实施方式中,此验证步骤可在以切割的芯片或全晶圆上实施。在部份实施方式中,光可藉由光栅耦合进波导中,再经由波导的另一端藉由另一个光栅耦合出射,藉由测量入射光及反射光的变化及可推知该光栅的特性。在部份实施方式中,光亦可藉由光栅耦合进波导中,再经由一高反射率的反射面反射回原入射方向,藉由同一个光栅耦合出,并藉由测量入射光及反射光的变化推知该光栅的特性,或其所提供的衰减量。在部份实施方式中,亦可藉由将光斜向照射欲测量的光栅,并从相对应反射角的方位测量从该光栅反射的光推知该光栅的特性。

[0123] 光栅验证步骤后,可进行反射区制作(1106)。在部份实施方式中,当该光栅及其干涉区所提供的衰减量决定后,反射区即可根据该数据来推知其所需要的反射系数。例如远离入射光区的反射区可提供高反射率(无衰减或微量衰减),但其靠近入射端反射区的反射率即可和其来回衰减系数进行大致上匹配。制作反射区(1106)的工艺亦可藉由互补金氧半导体(CMOS)兼容的工艺来完成。此外,在部份实施方式中,亦可藉由曝光,离子注入及退火来形成参杂区提供电流或电压,或更进一步供反射区或干涉区光学特性调变之用。

[0124] 本领域人员可知对于本案上述实施方式可做种种变化而不脱离本发明范围的精神。例如,上述步骤可以变化顺序、添加或是删除步骤。在图10的步骤1008可在步骤1004前进行;在图11步骤1104也可在步骤1106后进行。

[0125] 在本说明书中所述的实施方式及功能操作可以在数字式电子电路中或计算器软件、固件或硬件中实现。实施方式也可以被一个或多个计算器程序所实现,即计算器程序指令的一个或多个程序代码区块上在计算器可读媒体中以编码形式储存以供后续执行,或者藉由该程序控制数据处理装置的操作。计算器可读媒体可以是机器可读储存设备、机器可读储存式基板、储存器设备、可影响机器可读传输信号的物质,或其一个或多个的组合。该计算器可读介质可以是一种非临时性计算器可读媒体。其中,数据处理装置包括用以处理数据的所有装置、设备和机器,例如可程序化处理器,计算器或多个处理器或计算器。装置除了硬件还包含用以创造计算机程序询问执行环境的程序代码,例如构成处理器固件、协议堆栈、资料库管理系统、数据库管理系统、操作系统,或其一或多个组合的程序代码。传播信号可为人工生成信号,例如由机器产生用来编码及传递至合适接收装置的电、光、或电磁信号。

[0126] 计算器程序(也称为程序、软件或程序代码)可以用任何形式的编程语言编写,包括编译或解释语言,且可以任何形式存在,包括独立程序或者模块或其他适于在计算器环境中使用的其它单元组合。计算器程序不一定对应于文件系统中的文件。程序可以被储存为具有其他程序或信息的文件的一部份(例如储存在标记语言文文件中(Markup Language)的命令程序)、在单一文件中专用询问程序,或协同文件(例如存储一或多个模块、子程序或部分程序代码的文件)。计算器程序可以在一或多个计算器上展开以及执行,其中多个计算器可以是在相同地点的计算器,或者是分布在不同地点并通过网络互连的计算器。

[0127] 在本说明书提及的程序及设计逻辑流程可由一或多个可程序化处理器执行一或

多个计算器程序以完成输入信息操作并产生输出信息。此外,程序及逻辑流程也可以利用专用逻辑电路,例如现场可程序化门阵列(Field Programmable Gate Array,FPGA)或专用集成电路(Application-specific integrated circuit,ASIC)来执行。

[0128] 适合于计算器程序执行的处理器例如通用和专用微处理器,以及任何类型的数字计算器的任何一或多个处理器。一般来说,处理器可接收来自只读存储器或随机存取内存或其两者的指令和数据。计算器的基本元件包含用于执行指令的处理器及用于储存指令和数据的一或多个内存。计算器通常还可以选择性地包含用以接收、传送数据或同时接收及传送数据的一或多个大容量存储设备,例如磁盘、磁光盘或光盘。此外,计算器可以嵌入其他设备中,例如平板计算机、移动电话、个人数字助理(PDA)、移动音频播放器、全球定位系统(GPS)接收器。适于储存计算器程序指令和数据的计算器可读媒体包括所有形式的非挥发性内存,媒体和内存,例如包括半导体内存设备(例如为EPROM、EEPROM和闪存)、磁盘(例如硬盘或行动硬盘)、磁光盘、CD-ROM和DVD-ROM光盘。处理器和存储器可以被扩充或专用逻辑电路中。

[0129] 为了与用户互动,计算器还可以包含显示信息给用户的显示设备和供用户输入信息到计算器的键盘和指示设备,显示设备例如阴极射线管(CRT)或液晶显示器(LCD),指示设备例如鼠标或轨迹球。当然,计算器也可以通过其他种类的设备,例如提供感官反馈(例如为视觉反馈、听觉反馈或触觉反馈)以与用户互动,同时也接收用户以任意形式(包含声音、语音或触觉)输入的信息。

[0130] 前述实施方式可在计算机系统中执行,计算机系统包含后端元件(例如数据服务器)、中间元件(例如应用服务器)或前端元件(图形用户界面或网络浏览器)。通过计算机系统,用户可以实行技术所揭示内容。计算机系统的元件可以通过任何形式或数字数据通信,例如网络。网络可包括局部区域网(LAN)和广域网(WAN),例如因特网。

[0131] 该计算系统可以包括客户端和服务器。客户端和服务器通过网络达到沟通效果。客户端和服务器藉计算机程序及客户端-服务器的架构关系以在不同计算器上协同运行。

[0132] 以上列举为本发明的部分实施例,而关于本发明的其他进一步实施例,亦可在不偏离本发明基本范畴下设计出来,因此本发明的范畴由以下的申请专利范围决定。本文介绍的各种实施例,或者其中的某些部分,可单独成为一实施例或结合起来创造更进一步的实施例。

[0133] 同时,虽然本发明的操作在附图中以一个特定的顺序描述,但不应被理解为需要依所描述的特定顺序或者以连续顺序执行这样的操作,亦不应被理解为需要执行所有图示的操作才能达到期望的结果。在某些情况下,多任务和并行处理皆可达成目标。此外,各种系统或程序元件在上述实施例中若以分离的方式描述之,其不应被理解为此分离为必须,而应当被理解为所描述的程序元件和系统一样,可以集成,或在单个软件产品,或封装为多个软件产品。

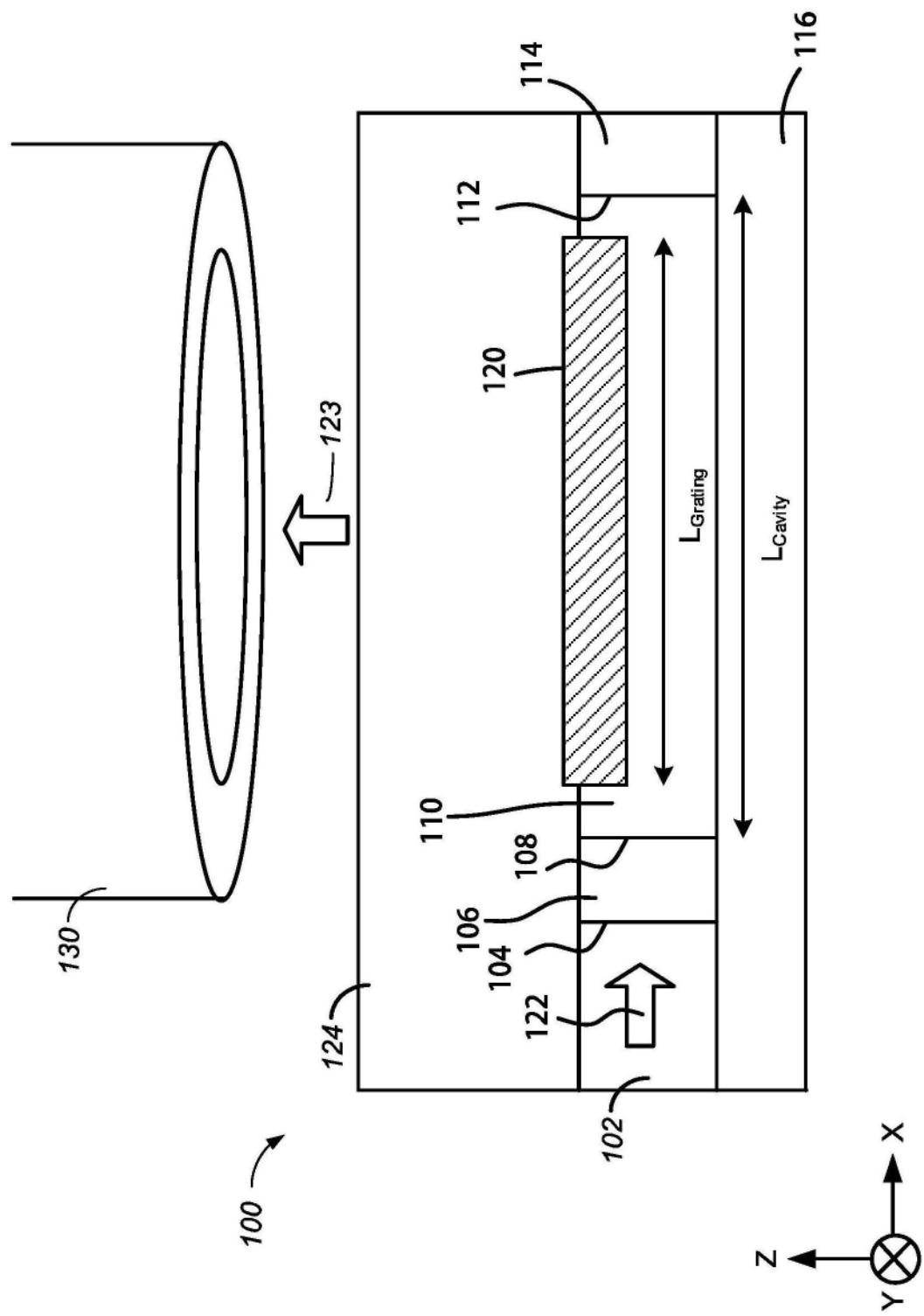


图1A

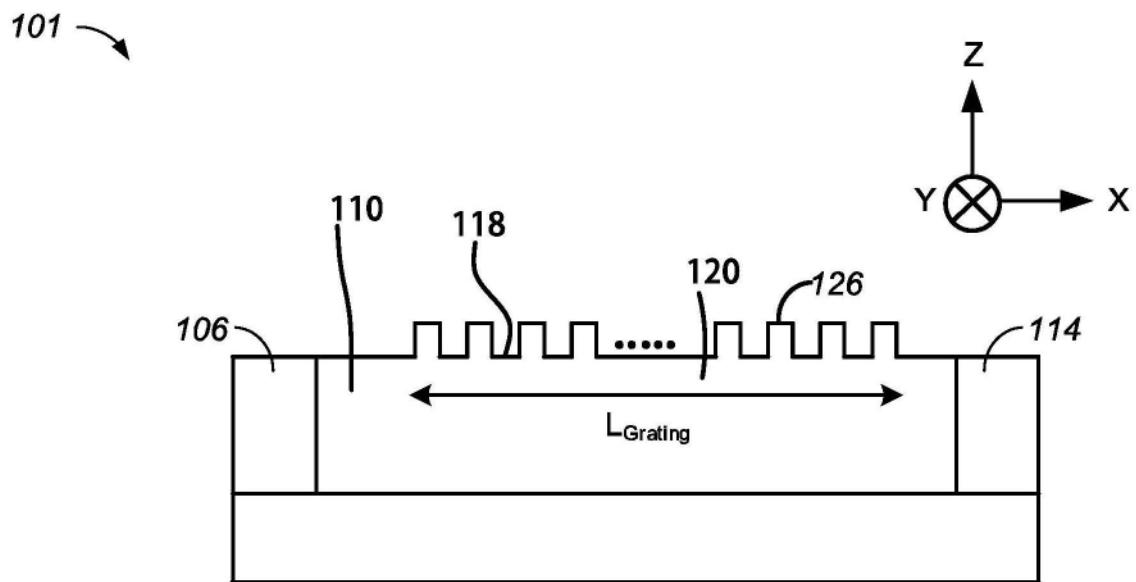


图1B

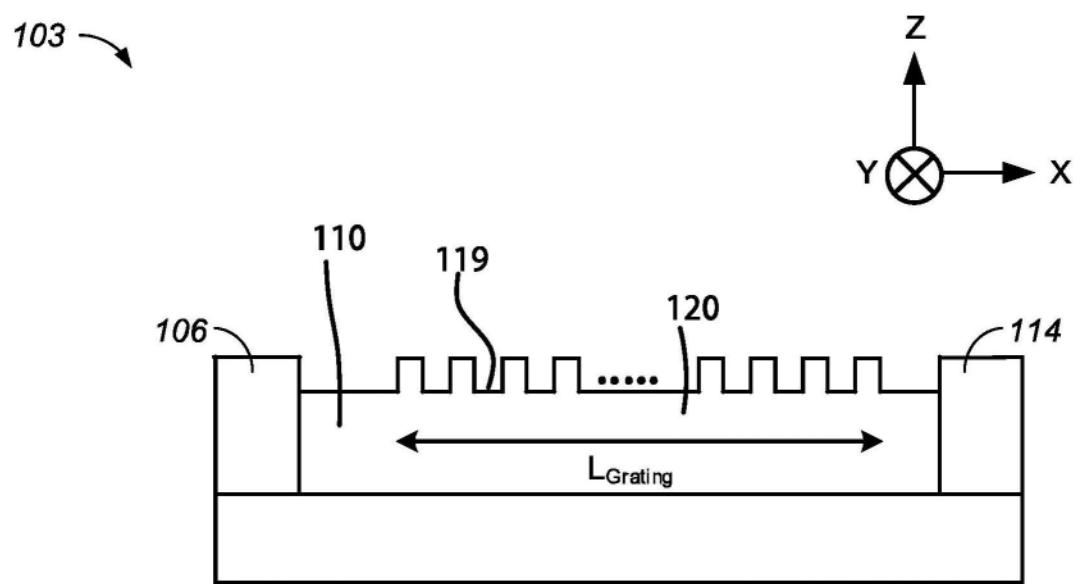


图1C

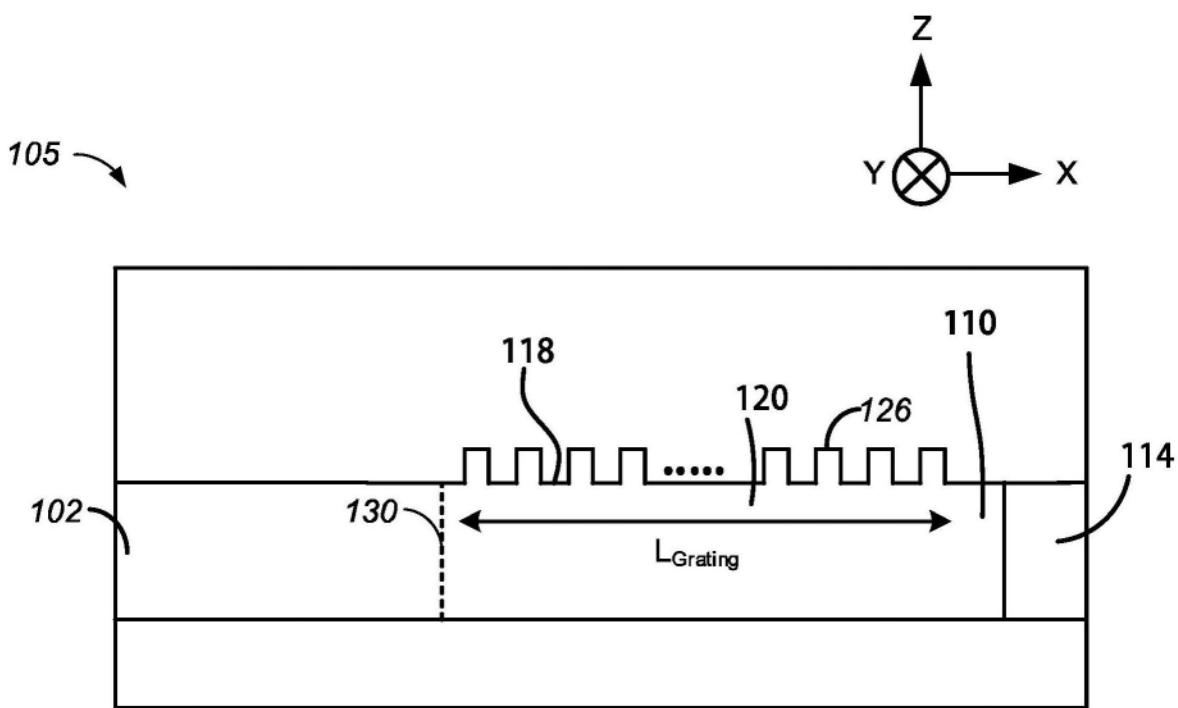


图1D

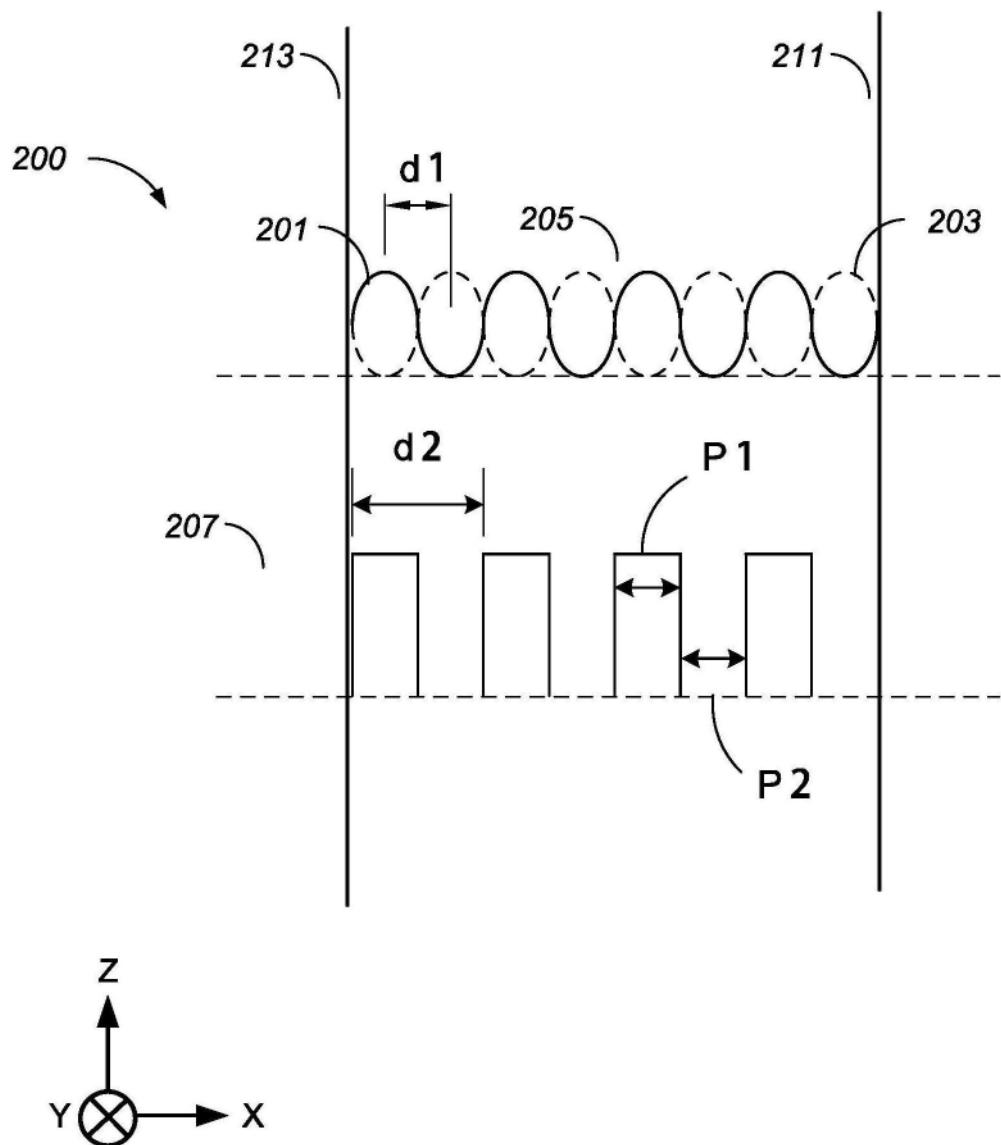
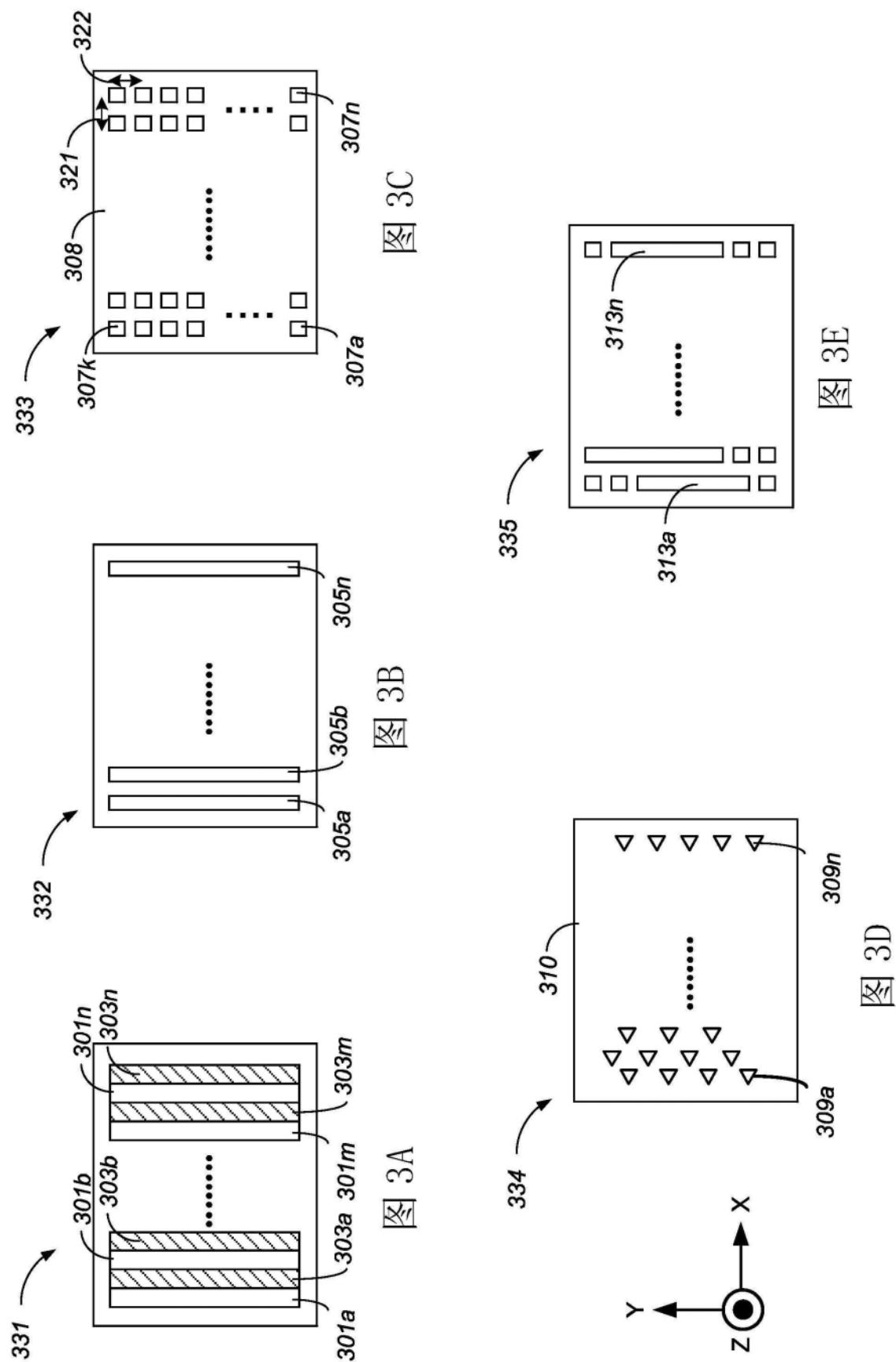


图2



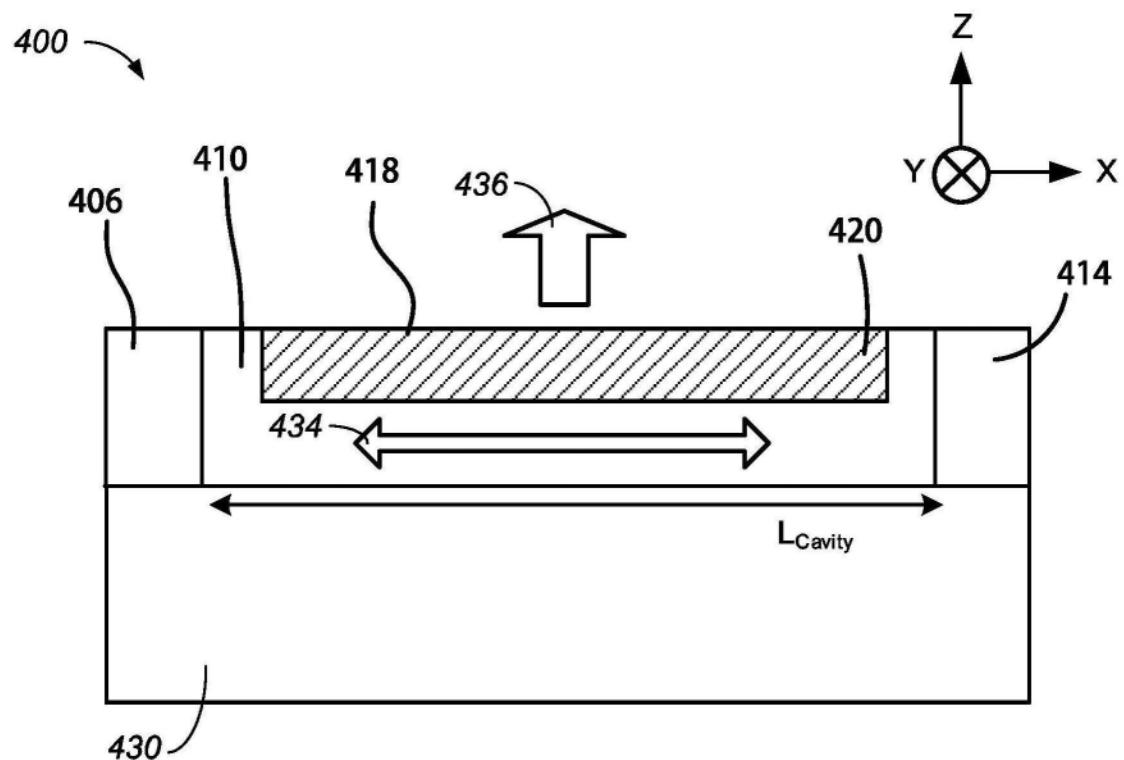


图4A

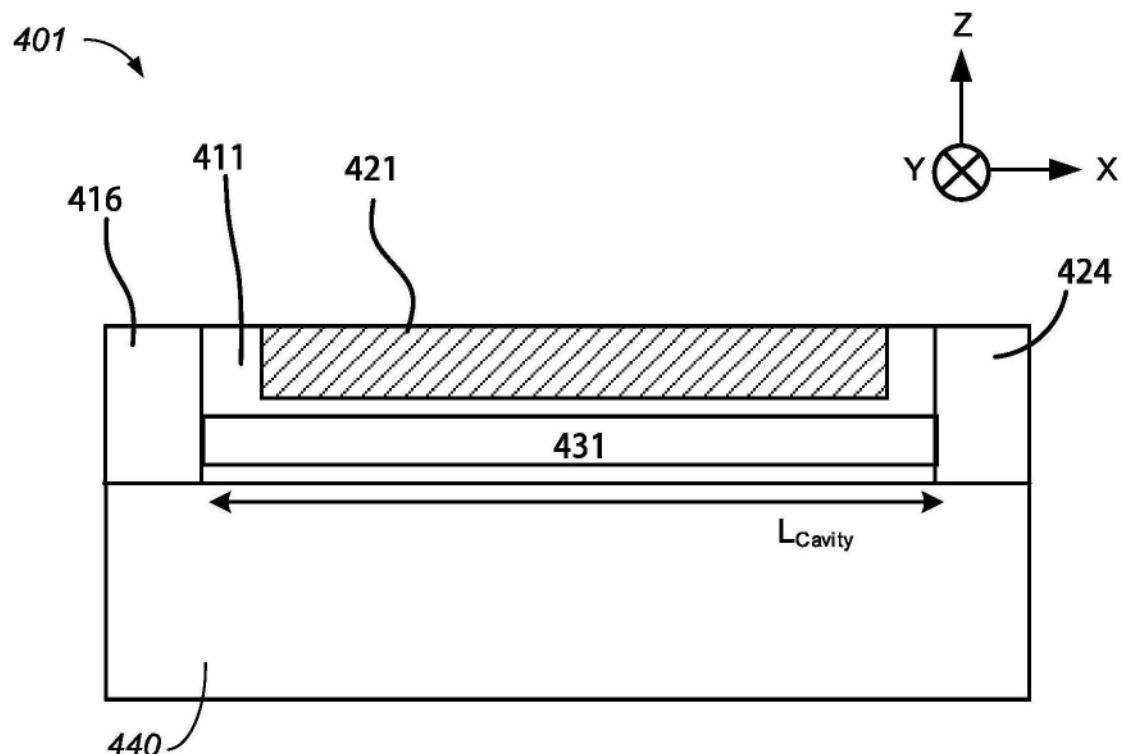


图4B

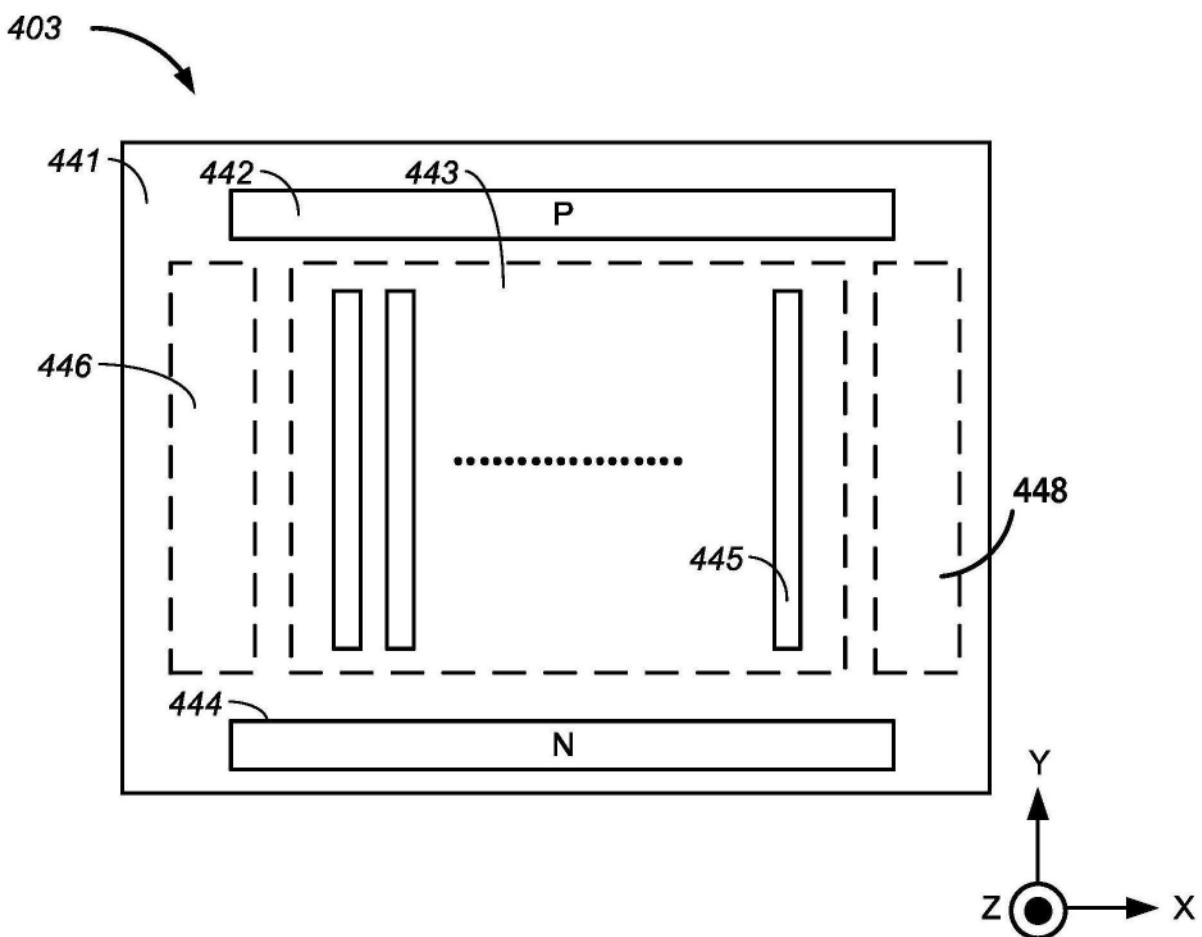


图4C

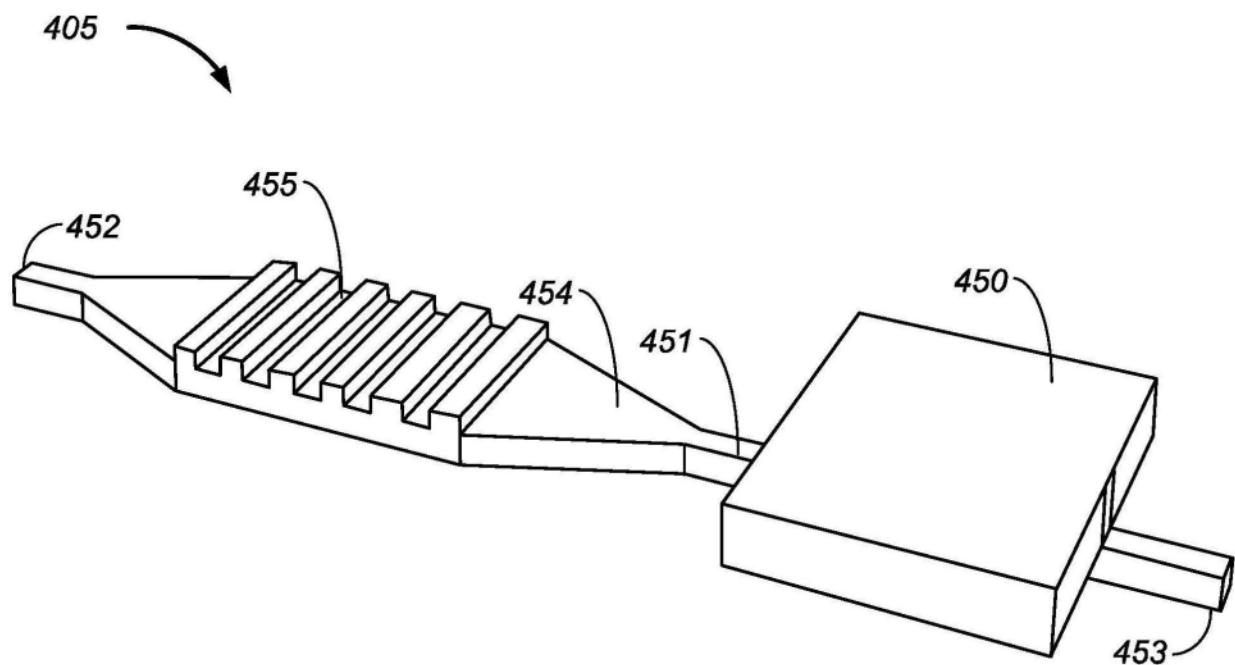


图4D

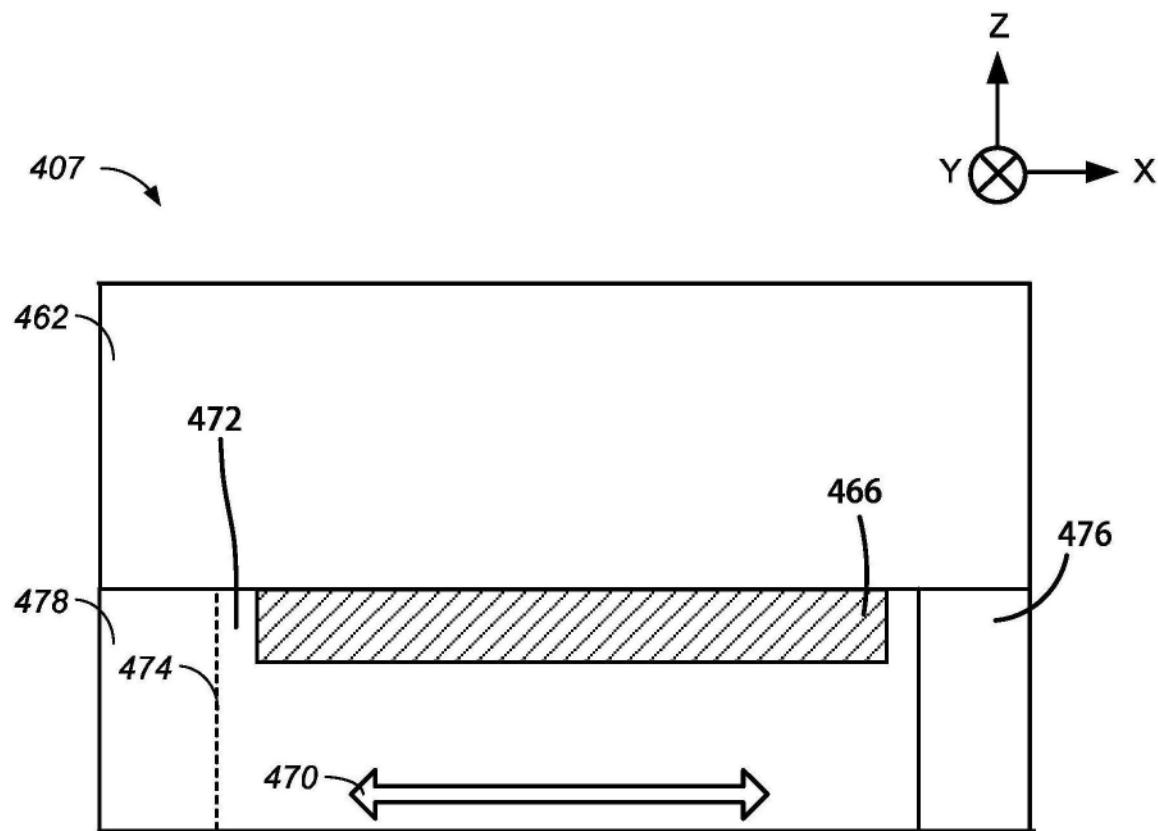


图4E

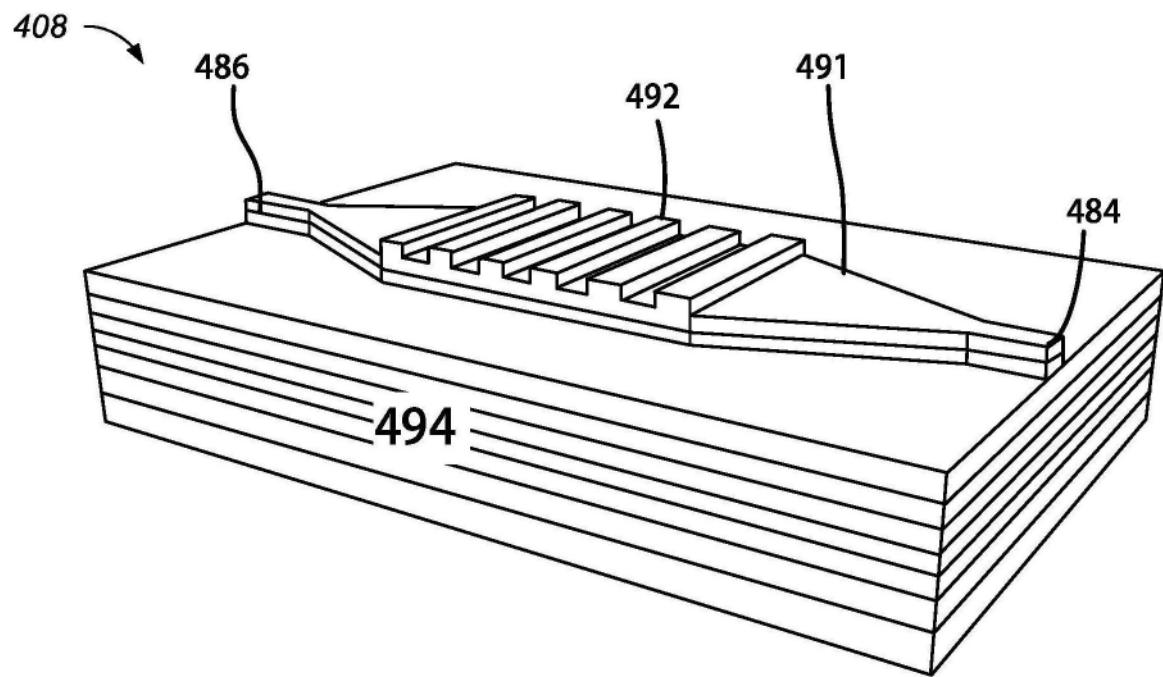


图4F

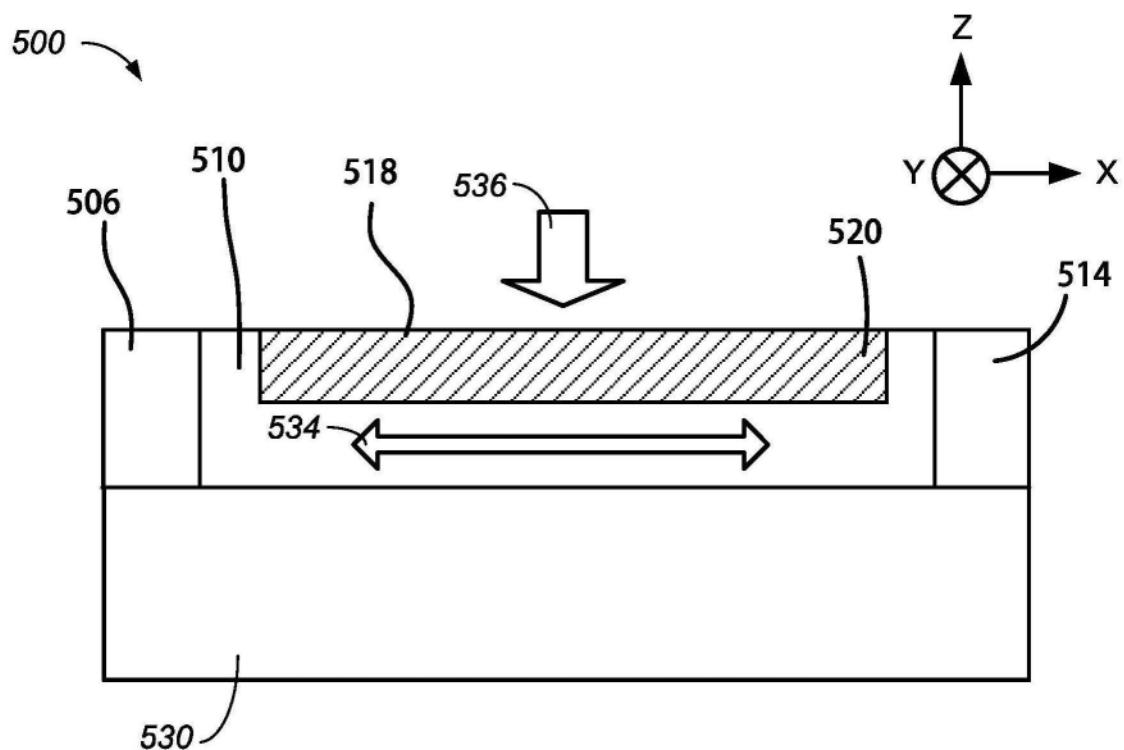


图5A

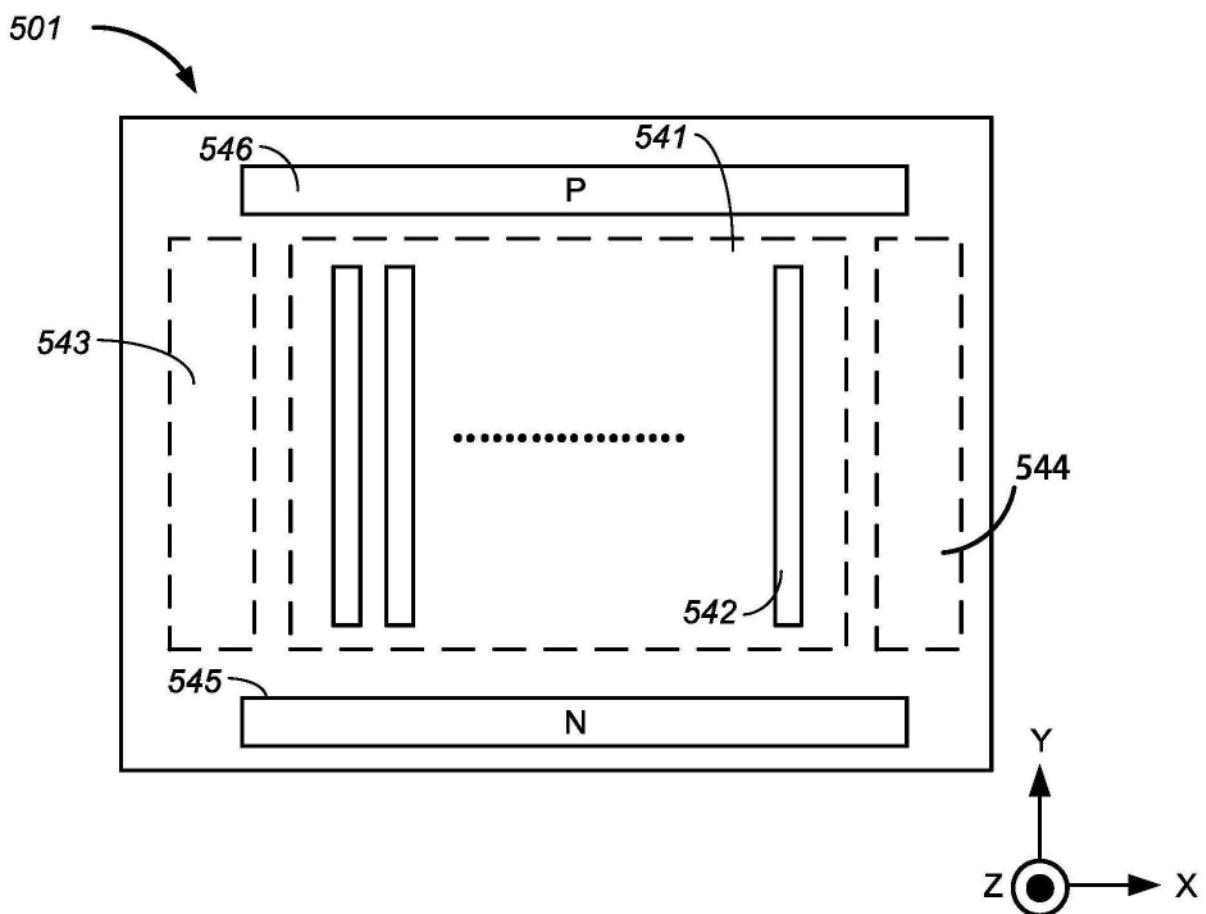


图5B

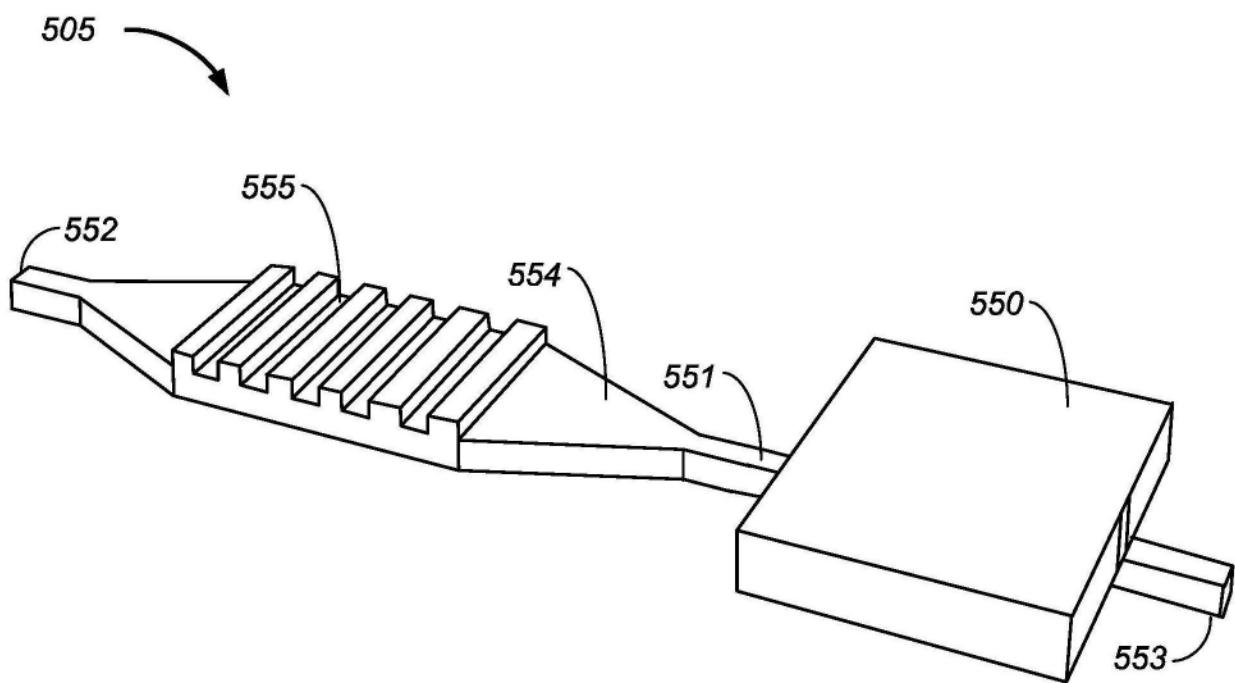


图5C

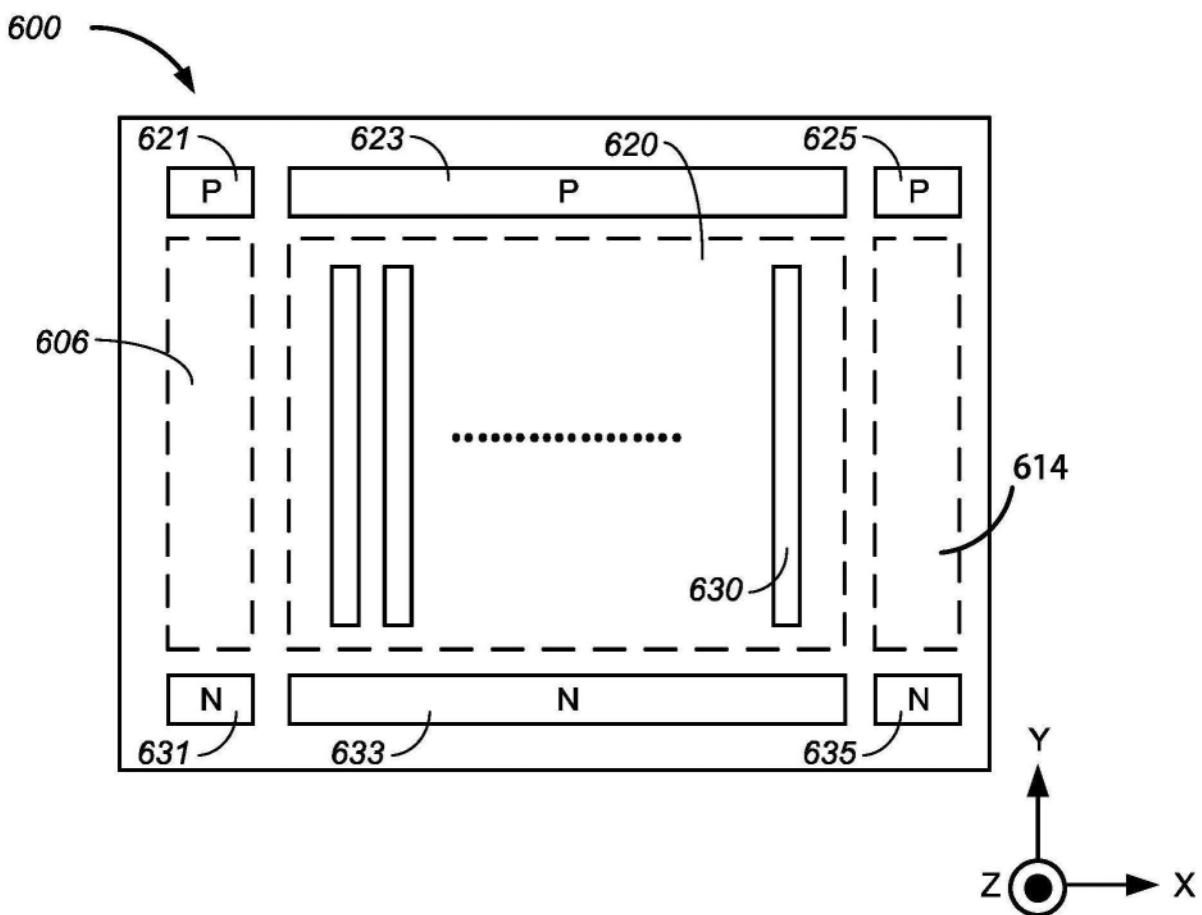


图6

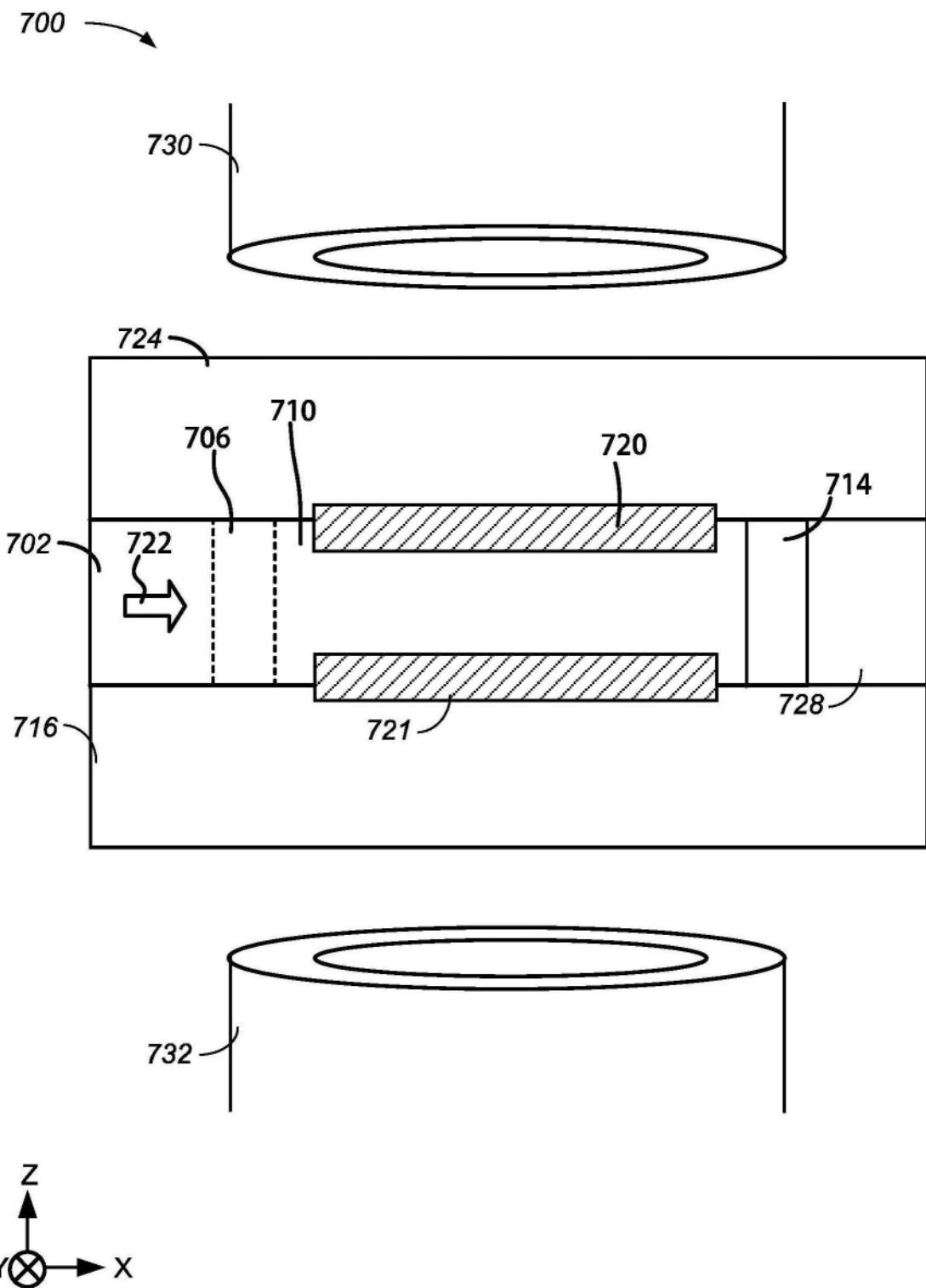


图7A

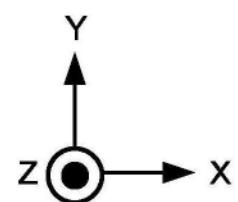
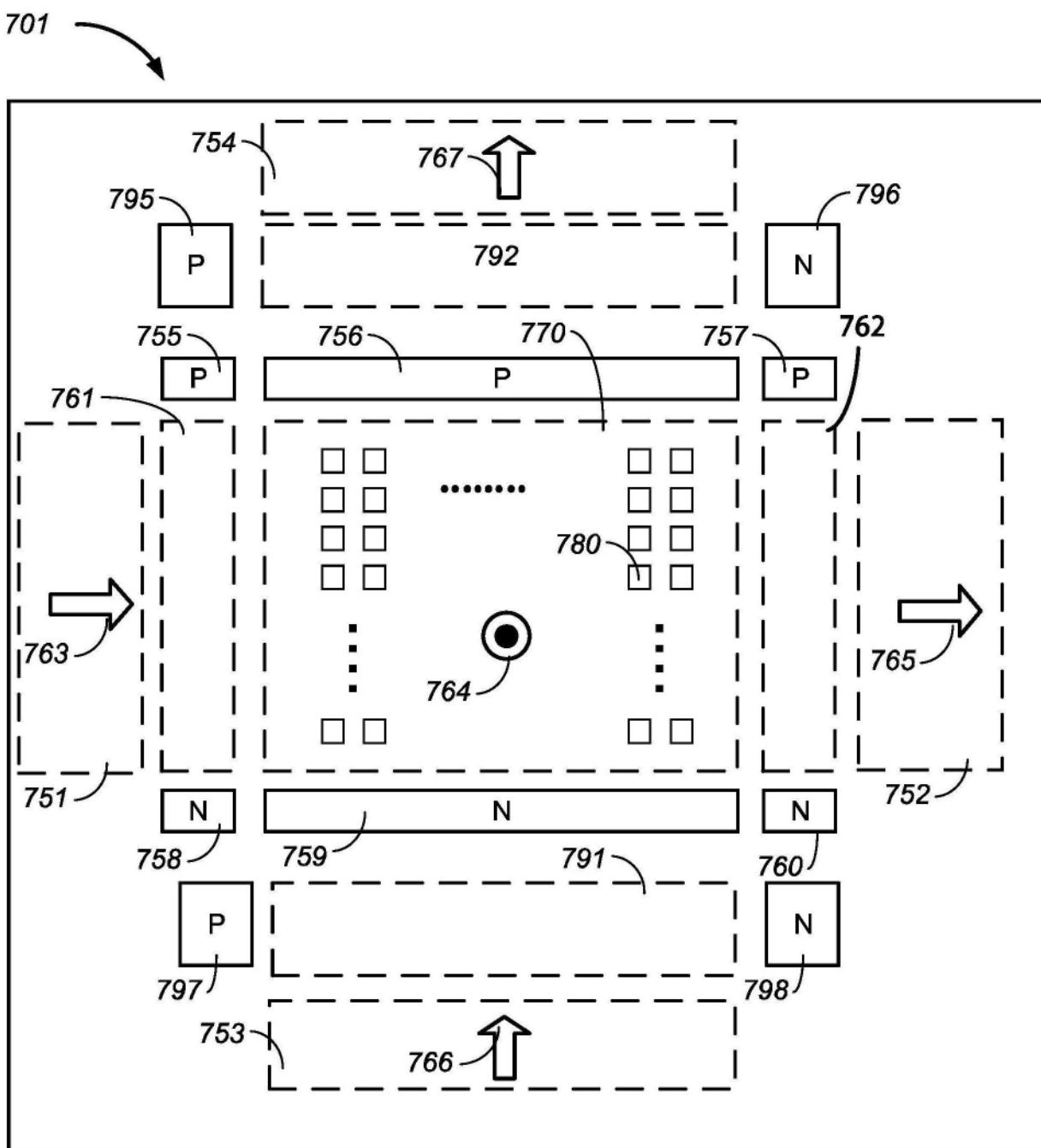


图7B

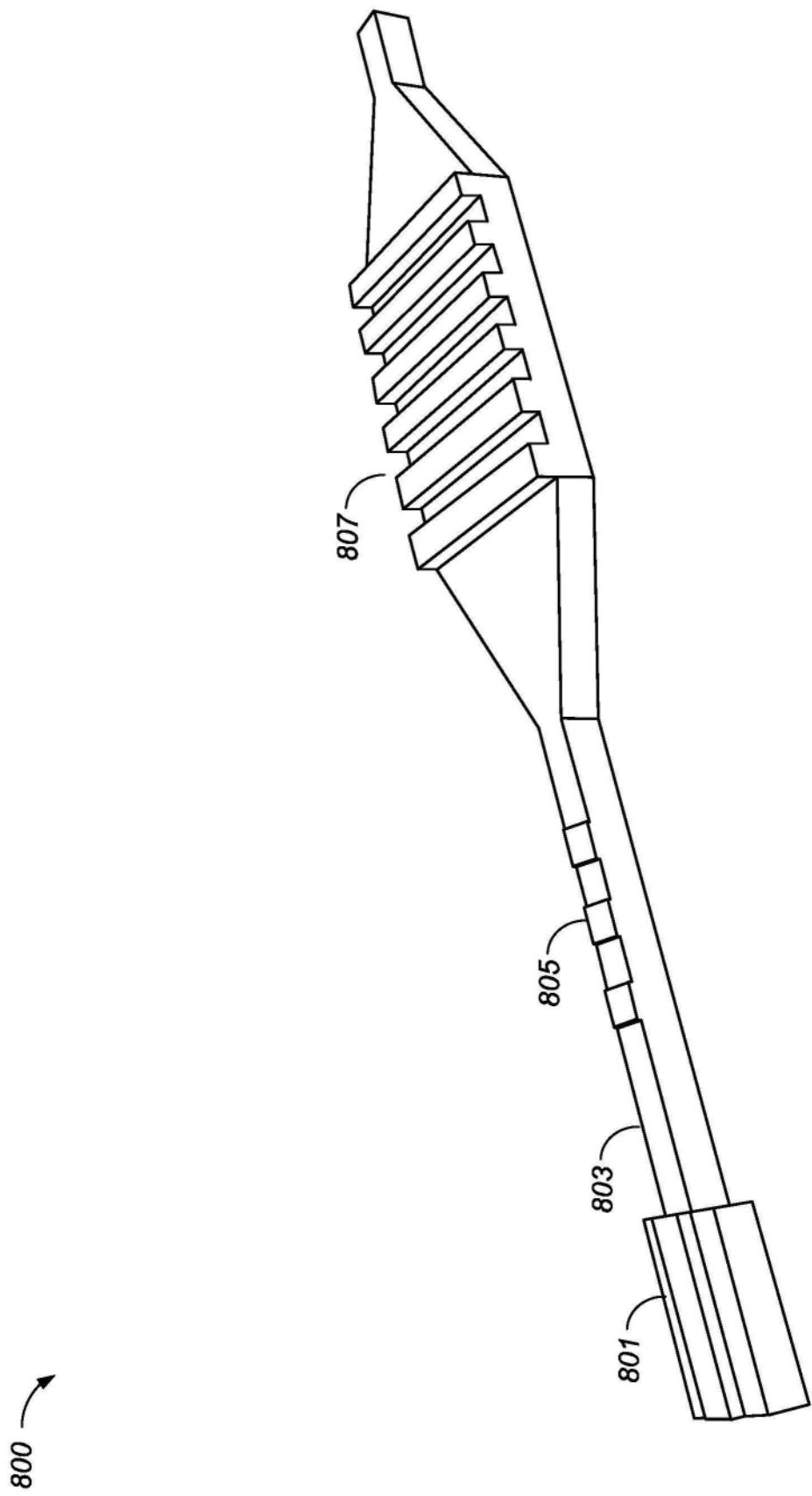


图8

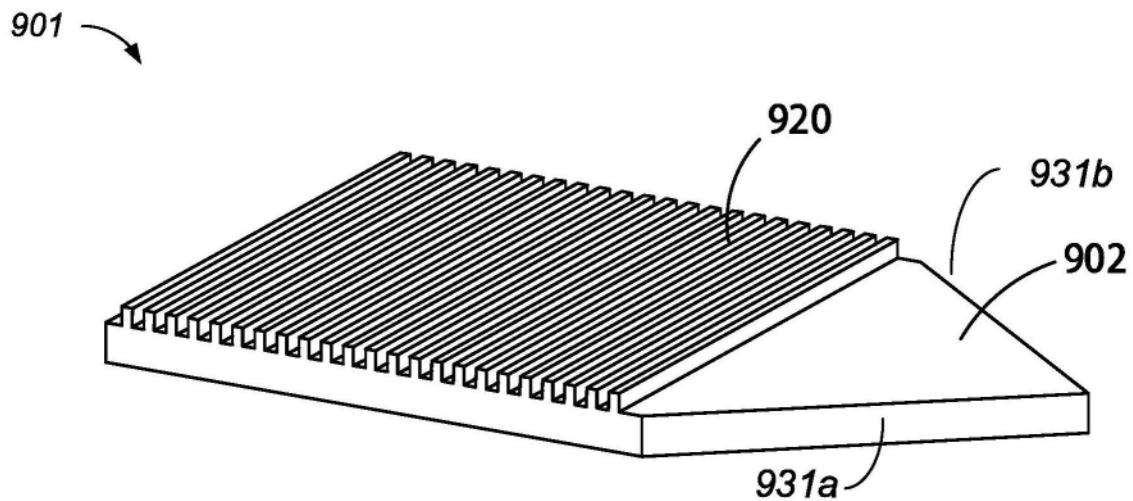


图9A

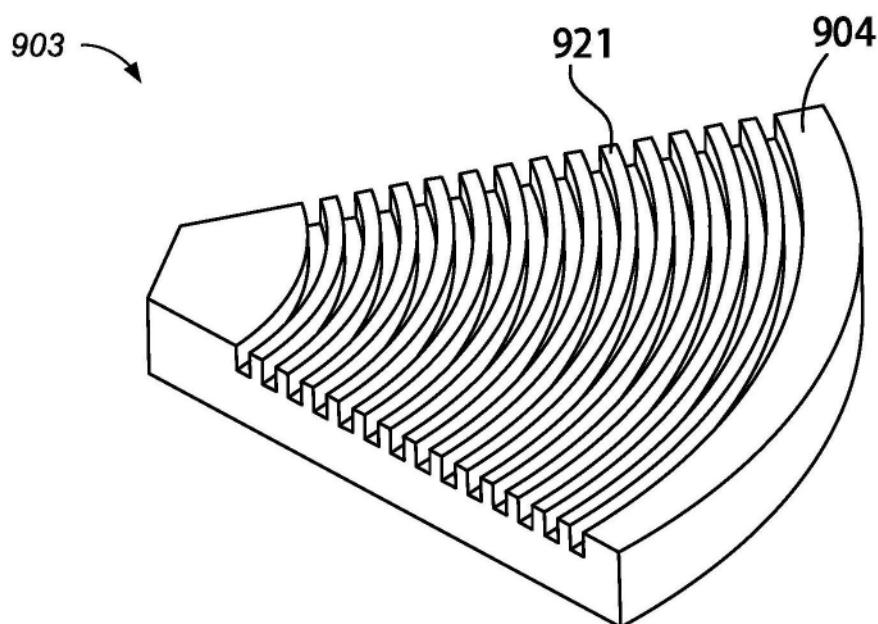


图9B

905 ↗

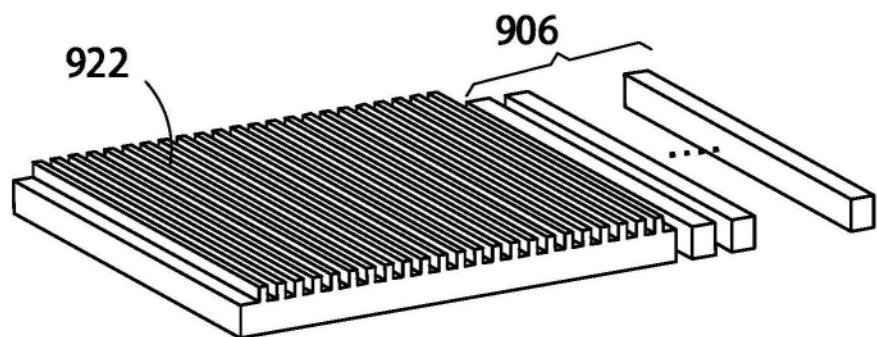


图9C

907 ↗

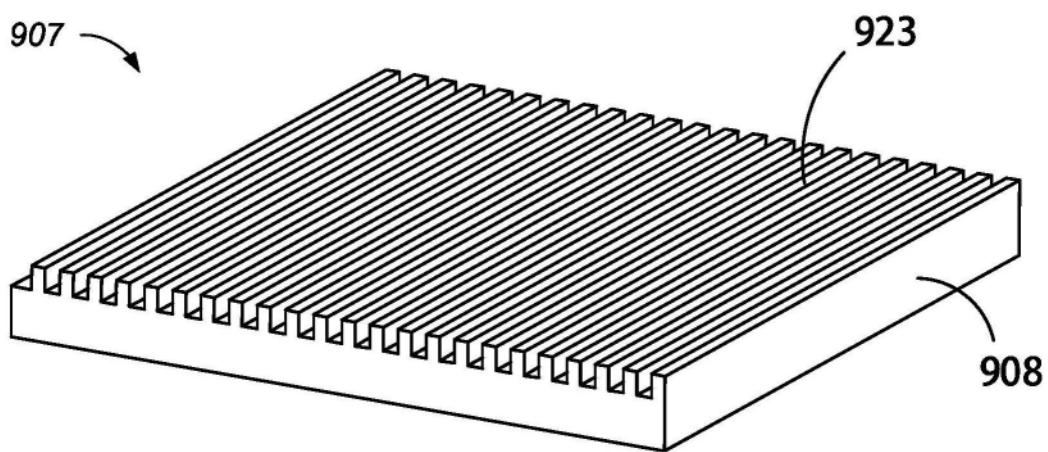


图9D

909

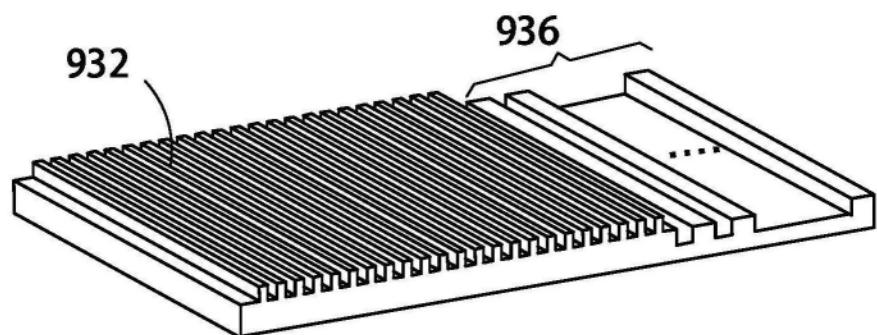


图9E

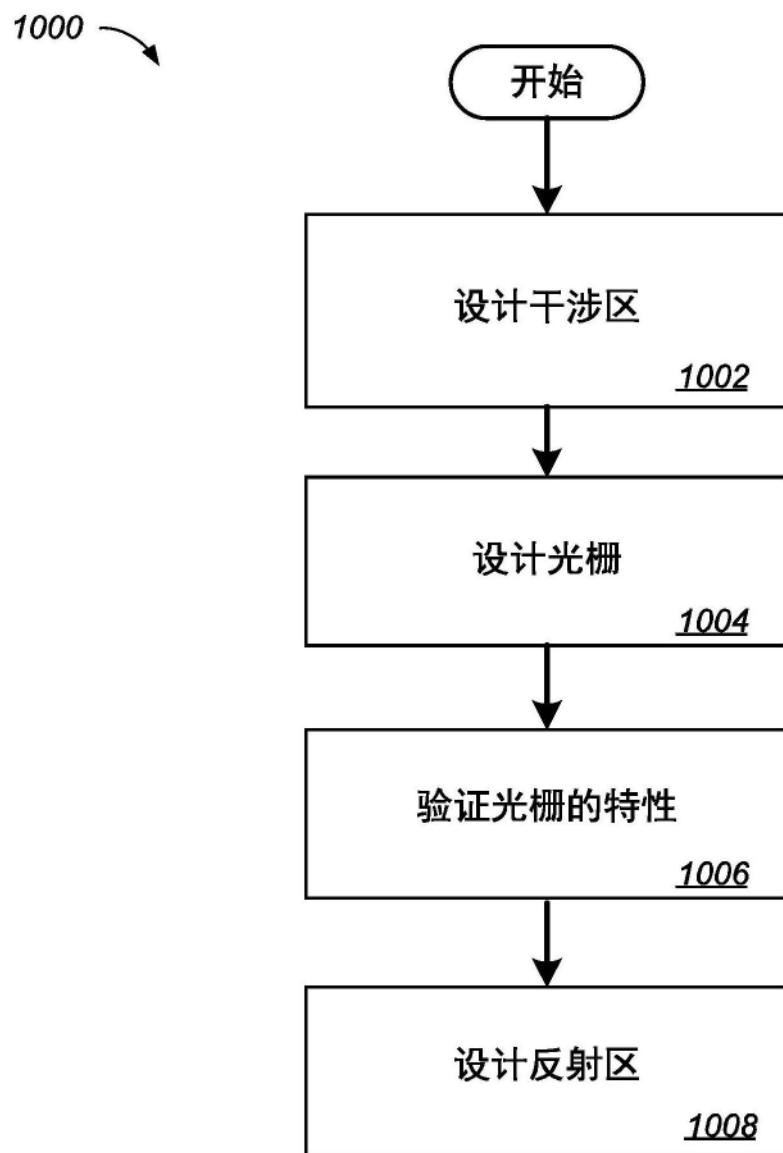


图10

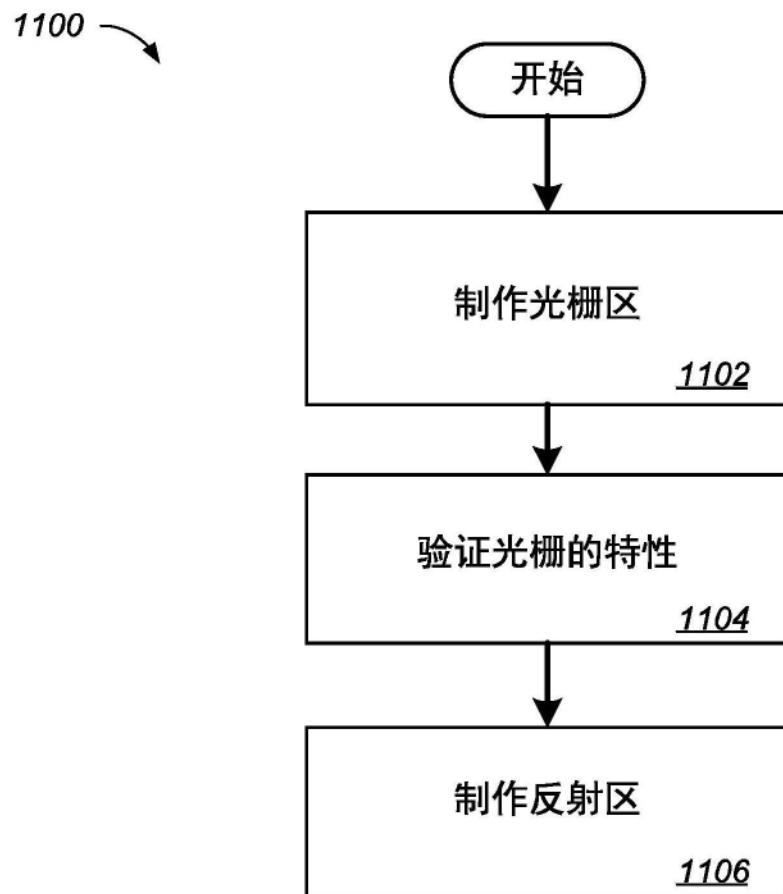


图11