

1. 一种半导体激光二极管(100),具有半导体层序列(2),所述半导体层序列具有有源层(3),所述有源层具有主延伸平面并且所述有源层配置为,在运行中在有源区(5)中产生光(8)并且所述光经由光耦合输出面(6)放射,

其中所述有源区(5)从与所述光耦合输出面(6)相对置的后侧面(7)朝向所述光耦合输出面(6)沿着纵向方向(93)在所述主延伸平面中延伸,

其中所述半导体层序列(2)具有表面区域(20),在所述表面区域上直接接触地施加有第一外壳层(4),

其中所述第一外壳层(4)具有出自与所述半导体层序列(2)不同的材料体系的透明材料,和

其中所述第一外壳层(4)是结构化的并且具有第一结构,

其中所述表面区域(20)具有至少一个第一表面子区域(241)和至少一个直接与其邻接的第二表面子区域(242),并且

其中所述第一外壳层(4)

-在所述第一表面子区域(241)中具有第一厚度并且在所述第二表面子区域(242)中具有第二厚度,其中所述第一厚度大于所述第二厚度,

和/或

-在所述第一表面子区域(241)中具有第一材料并且在所述第二表面子区域(242)中具有第二材料,其中所述第一材料和第二材料彼此不同,和

-其中所述第一外壳层(4)完全地借助金属接触层(14)覆盖,以及

-所述金属接触层(14)由接合层(15)覆盖。

2. 根据权利要求1所述的半导体激光二极管(100),

其中在所述半导体激光二极管(100)运行中,在所述有源区(5)中产生的光(8)到达所述第一外壳层(4)中。

3. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),

其中所述第一外壳层(4)具有透明导电氧化物。

4. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),

其中所述第一外壳层(4)具有至少两种不同的透明导电氧化物。

5. 根据权利要求4所述的半导体激光二极管(100),

其中所述至少两种不同的透明导电氧化物以交替的层堆形式施加在所述表面区域(20)上。

6. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),其中

-所述第一外壳层(4)在所述第二表面子区域(242)中具有空位,所述空位通过开口或空隙形成,

-在所述空位中施加有所述接触层(14)的金属材料,和

-所述空位中的所述金属材料伸展至所述半导体层序列(2)的表面区域(20),并且与所述半导体层序列(2)直接接触。

7. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),

其中所述金属接触层(14)是结构化的并具有第二结构,而且所述第一结构和第二结构彼此不同。

8. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),
其中所述半导体层序列(2)基于III-V族化合物半导体材料。
9. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),
其中所述第一外壳层(4)在所述第二表面子区域(242)中具有空位,所述空位通过开口或间隙形成。
10. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),
其中所述第一外壳层(4)具有多个第一区域(41),在所述第一区域之间存在构成为空位的第二区域(42)。
11. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),
其中所述第一外壳层(4)具有多个区域(41,42),所述区域构成为纵向伸展或横向伸展的条。
12. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),其中所述第一外壳层(4)具有多个区域(41,42),所述区域岛状地构成。
13. 根据权利要求1或2所述的半导体激光二极管(100),
其中所述半导体层序列(2)具有脊形波导结构(9),所述脊形波导结构具有脊上侧(10)和与此邻接的脊侧面(11),并且所述表面区域(20)通过所述脊上侧(10)形成。

半导体激光二极管

[0001] 本申请是申请号为201880040771.X(国际申请号为PCT/EP2018/065185)、申请日为2018年6月8日、发明名称为“半导体激光二极管”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 提出一种半导体激光二极管。

背景技术

[0003] 本专利申请要求德国专利申请10 2017 113 389.5的优先权,其公开内容借此通过参引并入本文。

[0004] 在边缘发射的激光二极管中,产生光的层设置在外壳层之间,所述外壳层由于其折射率引起在层堆方向上的波引导和从而贡献于构成激光模式。外壳层通常由二极管的掺杂的半导体材料构成,因为由此除了模式引导之外应实现良好的电阻。然而,用于基于氮化物化合物半导体材料的激光二极管的外壳层的材料,如例如AlGa_N,难以借助高的p型掺杂和从而仅难以以良好的电导率制造,使得始终必须寻找在电导率和光学吸收之间的折中。

[0005] 此外,高功率激光二极管通常引起多个纵向激光模式和横向激光模式,使得通过全部在激光器中振荡的激光模式的总和在耦合输出棱面上引起光学强度。这然而会引起尤其沿横向方向的不均匀的强度分布,这会造成强度超高和与之关联地在这种部位处会造成棱边过载。由此,可能出现棱边损坏和激光器的破坏。为了应对所述问题,在现有技术中已知的是,将设为用于电连接半导体材料的接触材料的一部分借助绝缘层与半导体材料绝缘,并且其仅在特定的区域中开口。以所述方式,仅在开口的部位处,将电流注入到半导体材料中,所述电流仅可以经由半导体材料的横向电导率分布。这引起,远离开口的区域与直接在开口下方的区域相比较小地通电。由此,尽管可以控制模式动力学(Modendynamik),然而这种措施的设计自由度和同时还有达到的效果的大小明显受到限制。

发明内容

[0006] 特定实施方式的至少一个目的是,提出一种半导体激光二极管。

[0007] 所述目的通过根据本发明的实施例的主题来实现。主题的有利的实施方式和改进方案的特征从下面的说明书和附图中得出。

[0008] 根据至少一个实施方式,半导体激光二极管具有至少一个有源层,所述有源层设计并且配置为,在激光二极管运行时在有源区中产生光。有源层尤其可以是具有多个半导体层的半导体层序列的一部分,并且具有主延伸平面,所述主延伸平面垂直于半导体层序列的层的设置方向。在有源层中并且尤其在有源区中在半导体激光二极管运行时产生的光能够经由光耦合输出面放射。

[0009] 例如,有源层可以具有刚好一个有源区。有源区可以至少部分地通过导电层与半导体层序列的接触面来限定,即至少部分地通过如下面来限定,经由所述面将电流注入到半导体层序列和进而有源层中。此外,有源区可以附加地至少部分地也通过脊形波导结构

来限定,即通过半导体层序列的半导体材料中以长形的升高部的形式形成的脊形部。

[0010] 根据另一实施方式,在用于制造半导体激光二极管的方法中,制造有源层,所述有源层配置为并且设为用于,在半导体激光二极管运行时产生光,尤其在红外至紫外光谱中的光。尤其地,可以制造具有有源层的半导体层序列。在上文中和在下文描述的实施例和特征同样适用于半导体激光二极管和用于制造半导体激光二极管的方法。

[0011] 根据另一实施方式,半导体激光二极管除了光耦合输出面之外具有与光耦合输出面相对置的后侧面。也可以称作为所谓的棱面的后侧面和光耦合输出面尤其能够是半导体激光二极管的侧面并且尤其至少部分地是半导体层序列的侧面。在光耦合输出面和后侧面上可以施加适当的光学覆层,尤其反射性的或部分反射性的层或者层序列,所述层序列可以形成用于在有源层中产生的光的光学谐振器。有源区可以在后侧面和光耦合输出面之间沿着如下方向延伸,所述方向在此和在下文中称作为纵向方向。纵向方向尤其可以平行于有源层的主延伸平面。层上下相叠的设置方向、即垂直于有源层的主延伸平面的方向在此和在下文中也称作为竖直方向。垂直于纵向方向并且垂直于竖直方向的方向在此和在下文中称作为横越方向或横向方向。纵向方向和横越方向/横向方向因此可以展开平行于有源层的主延伸平面的平面。

[0012] 半导体层序列尤其可以构成为外延层序列,即构成为外延生长的半导体层序列。对此,多个半导体层包括有源层在内可以相互重叠地生长,其中半导体层分别基于化合物半导体材料体系。

[0013] 例如,半导体层序列可以基于InAlGa_N构成。属于基于InAlGa_N的半导体层序列尤其是如下半导体层序列,在所述半导体层序列中,外延制造的半导体层序列通常具有由不同的单层构成的层序列,所述单层包含至少一个如下单层,所述单层具有出自III-V族化合物半导体材料体系In_xAl_yGa_{1-x-y}N的材料,其中 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 并且 $x+y \leq 1$ 。尤其地,有源层可以基于这种材料。具有至少一个基于InAlGa_N的有源层的半导体层序列例如可以优选地发射在紫外至绿色或甚至黄色的波长范围中的电磁辐射。

[0014] 替选地或附加地,半导体层序列也可以基于InAlGaP,也就是说,半导体层序列具有不同的单层,其中至少一个单层例如有源层具有选自III-V族化合物半导体材料体系In_xAl_yGa_{1-x-y}P的材料,其中 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ 并且 $x+y \leq 1$ 。具有至少一个基于InAlGaP的有源层的半导体层序列例如可以优选地发射具有一个或多个在绿色至红色的波长范围中的光谱分量的电磁辐射。

[0015] 替选地或附加地,半导体层序列也可以具有其他III-V族化合物半导体材料体系,例如基于InAlGaAs的材料,或者II-VI族化合物半导体材料体系。尤其地,发射光的半导体芯片的具有基于InAlGaAs的材料的有源层可以适合于,发射具有一个或多个在红色至红外的波长范围中的光谱分量的电磁辐射。

[0016] II-VI族化合物半导体材料可以具有出自第二主族的至少一种元素,如例如Be、Mg、Ca、Sr,和出自第六主族的元素,如例如O、S、Se。例如,属于II-VI族化合物半导体材料的有:ZnO、ZnMgO、CdS、ZnCdS、MgBeO。

[0017] 有源层和尤其具有有源层的半导体层序列可以施加在衬底上。衬底可以包括半导体材料,例如在上文中提到的化合物半导体材料体系,或者其他材料。尤其地,衬底可以包括蓝宝石、GaAs、GaP、GaN、InP、SiC、Si、Ge和/或陶瓷材料,如例如SiN或AlN,或者由这种材

料构成。例如,衬底可以构成为生长衬底,在所述生长衬底上生长半导体层序列。有源层和尤其具有有源层的半导体层序列可以借助于外延法、例如借助于金属有机气相外延(MOVPE)或分子束外延(MBE)在生长衬底上生长并且此外设有电接触部。此外,也可能的是,生长衬底在生长工艺之后去除。在此,半导体层序列例如可以在生长之后转移到构成为承载衬底的衬底上。

[0018] 有源层例如可以具有常规的pn结,双异质结构,单量子阱结构(SQW结构)或多量子阱结构(MQW结构),用于产生光。半导体层序列除了有源层之外可以包括其他的功能层和功能区域,例如p型掺杂的或n型掺杂的载流子运输层,即电子或空穴运输层,高p型掺杂或n型掺杂的半导体接触层,未掺杂的或p型掺杂的或n型掺杂的限域层、外壳层或波导层、阻挡层、平坦化层、缓冲层、保护层和/或电极及其组合。此外,附加的层,例如缓冲层、阻挡层和/或保护层也可以垂直于半导体层序列的生长方向例如围绕半导体层序列设置,即例如在半导体层序列的侧面上。

[0019] 此外,半导体激光二极管具有表面区域,在所述表面区域上直接地施加有第一外壳层。半导体激光二极管的表面区域尤其是半导体层序列的表面区域。换言之,半导体层序列具有如下表面,半导体层序列在一侧上、尤其沿竖直方向以所述表面结束。所述表面的至少一部分形成表面区域,在所述表面区域上,第一外壳层以直接接触的方式施加。第一外壳层因此与半导体层序列的表面区域直接接触地设置,并且在没有其他位于其之间的材料的情况下直接邻接于半导体层序列的半导体材料。

[0020] 根据另一实施方式,半导体层序列具有脊形波导结构。脊形波导结构例如可以在半导体层序列的背离衬底的一侧上构成。脊形波导结构可以具有脊上侧和与其邻接地具有脊侧面,并且尤其可以通过从半导体层序列的背离衬底的一侧移除半导体材料的一部分产生。脊形波导结构沿纵向方向伸展并且沿横向方向在两侧通过脊侧面以及沿竖直方向在背离有源层的一侧上通过脊上侧来限界。脊侧面以及半导体层序列的其余的、邻接于脊形波导结构的上侧例如可以通过钝化材料覆盖。通过在脊形波导结构的脊侧面上因从半导体材料过渡到钝化材料引起的折射率突变,可以引起在有源层中产生的光的所谓的指数引导,这可以促进有源区的构成。半导体层序列的通过第一外壳层直接接触的表面区域可以通过脊上侧的一部分或者特别优选地通过整个脊上侧形成。对此替代地,半导体激光二极管也可以构成为不具有脊形波导结构的所谓的宽条激光二极管,其中在该情况下,通过第一外壳层直接接触的表面区域尤其通过半导体层序列的与衬底相对置的上侧的一部分形成。上侧的其余部分可以通过钝化材料覆盖。

[0021] 根据另一实施方式,施加有第一外壳层的表面区域通过半导体层序列的半导体接触层形成。半导体接触层可以通过高掺杂的半导体层形成,所述半导体层与邻接的导电材料构成小的接触电阻。如果第一外壳层设置在p侧上,那么半导体接触层尤其可以为p+掺杂的半导体层。

[0022] 根据另一实施方式,第一外壳层具有出自不同于半导体层序列的材料体系的透明材料。这尤其可以表示,第一外壳层不具有出自化合物半导体材料体系的材料,由所述化合物半导体材料体系形成半导体层序列的半导体层。此外,第一外壳层可以借助制造方法在表面区域上施加,所述制造方法不同于用于制造半导体层序列的外延方法。例如,用于制造第一外壳层的制造方法可以是非外延的方法。第一外壳层例如可以借助于蒸镀、溅射或化

学气相沉积来制造。

[0023] 借助“透明的”在此和在下文中表示层,其也可以是层的序列,所述层对于电磁辐射至少是可穿透的,所述电磁辐射例如具有在红外、可见和/或紫外光的范围中的一个或多个光谱分量。结合在此描述的半导体激光二极管,透明层尤其可以对于这种光完全地或至少部分地是可穿透的,所述光在半导体激光二极管运行时产生。第一外壳层具有透明材料造成,在有源区中在半导体激光二极管运行时产生的光到达第一外壳层中。特别优选地,在有源区中产生的光由于沿垂直方向构成的激光模式轮廓可以具有带有最大值的强度轮廓,其中在半导体层序列和第一外壳层之间的边界面处的强度可以降低到大于或等于1%或者大于或等于5%或者大于或等于10%的值。

[0024] 除了第一外壳层之外,半导体激光二极管在有源层的与第一外壳层相对置的侧上可以具有第二外壳层。第二外壳层尤其可以通过半导体层序列的一部分、即一个或多个半导体层形成。因此具有出自不同的材料体系的材料的第一和第二层分别具有如下折射率,所述折射率低于有源层的折射率。由此,在垂直方向上可以实现在有源层中在运行时产生的光的波引导。第一和第二外壳层的折射率在此可以是相同的或不同的。附加地,有源层可以设置在第一和第二波导层之间,所述第一和第二波导层可以通过半导体层形成。波导层在该情况下连同有源层一起设置在第一和第二外壳层之间,其中第一波导层设置在有源层的朝向第一外壳层的一侧上,并且第二波导层设置在有源层的背离第一外壳层的一侧上。波导层中的每个波导层的折射率优选可以小于有源层的折射率并且大于设置在相应的侧上的外壳层的折射率。通过沿垂直方向这样分级的折射率变化曲线,可以改进波引导。此外,在有源层和第一外壳层之间可以存在呈外壳子层的形式半导体层,所述半导体层至少部分地用作为外壳层,所述外壳层然而单独地是不够厚的,以便在没有第一外壳层的情况下确保足够的波引导。

[0025] 根据另一实施方式,第一外壳层具有氧化物。尤其地,第一外壳层可以具有透明导电氧化物。透明导电氧化物(“transparent conductive oxide”,TCO)是透明的、导电的材料,通常是金属氧化物,如氧化锌、氧化锡、铝锡氧化物、氧化镉、氧化钛、氧化铟和铟锡氧化物(ITO)。除了二元金属氧化物,例如 ZnO 、 SnO_2 或 In_2O_3 之外,三元金属氧化物,如例如 Zn_2SnO_4 、 $CdSnO_3$ 、 $ZnSnO_3$ 、 $MgIn_2O_4$ 、 $GaInO_3$ 、 $Zn_2In_2O_5$ 或者 $In_4Sn_3O_{12}$ 或者不同的透明导电氧化物的混合物也属于TCO的组。此外,TCO不强制地符合化学计量组成,并且也可以是p型掺杂的或n型掺杂的。此外,第一外壳层可以具有至少两种不同的TCO。例如,不同的TCO例如可以在交替的层堆中施加在表面区域上。此外,第一外壳层可以具有横向地和/或纵向地彼此相邻的区域,在所述区域中设置有不同的TCO。

[0026] 根据另一实施方式,第一外壳层是结构化的并且具有第一结构。这表示,第一外壳层不构成为均匀的、连续的层,如这通常对于通过半导体层形成的外壳层是这种情况。更确切地说,第一外壳层具有横向地和/或纵向地彼此相邻的区域,所述区域关于其厚度和/或材料彼此不同。第一外壳层的厚度在一个或多个区域中也可以具有值0。换言之,第一外壳层可以具有带有至少一个空位的结构,所述空位不具有第一外壳层的材料。在此和在下文中描述的结构特征可以单独地或也能够以多个的形式存在。

[0027] 例如,表面区域可以具有至少一个第一表面子区域和至少一个与其直接邻接的第二表面子区域,并且第一外壳层可以在第一表面子区域中具有第一厚度并且在第二表面子

区域中具有第二厚度,其中第一厚度大于第二厚度。第一外壳层因此可以具有彼此凹陷的和/或升高的区域,其中第一外壳层的区域的参数、如厚度、高度和深度在未做其他描述的情况下理解成是沿垂直方向测得。替选地或附加地,第一外壳层在第一表面子区域中可以具有第一材料并且在第二表面子区域中附加地或替选地可以具有第二材料,其中尤其都可以是TCO的第一和第二材料彼此不同。在此,第一外壳层在半导体层序列的表面区域的第一表面子区域上可以仅具有第一材料,而第一外壳层在邻接于第一表面子区域的第二表面子区域上可以仅具有不同于第一材料的第二材料。此外,第一外壳层可以在第一表面子区域上可以仅具有第一材料,而第一外壳层在邻接于第一表面子区域的第二表面子区域上可以具有在第一材料中的至少一个凹陷区域,在所述凹陷区域中设置有第二材料。

[0028] 此外,第一外壳层可以具有至少一个空位,所述空位例如设置在第二表面子区域中,并且所述空位通过开口或空隙形成。开口尤其可以通过在垂直于垂直方向的平面中完全由第一外壳层的材料包围的在第一外壳层的材料中的孔形成,所述孔沿垂直方向完全地穿过第一外壳层。空隙例如可以通过沟槽形成,所述沟槽将两个或更多个通过第一外壳层的材料形成的区域沿纵向和/或横向方向完全地彼此分离。相应地,第一外壳层可以具有多个区域,在所述区域之间存在空位。通过第一外壳层的材料形成的通过一个或多个空隙彼此分离的区域例如可以构成为纵向地和/或横向地伸展的条和/或岛状地构成。

[0029] 根据另一实施方式,在第一外壳层的至少一个区域上施加有金属材料。金属材料尤其可以设置和配置为用于将半导体层序列的表面与施加有第一外壳层的表面区域电连接。相应地,电连接可以经由金属材料借助于第一外壳层进行。此外,外壳层可以具有至少一个空位,在所述空位中施加有金属材料。金属材料在此可以特别优选地伸展至半导体层序列的表面区域,并且与半导体层序列直接接触。相应地,表面区域的电连接也可以直接在第一外壳层的空位中进行。在此,金属材料与第一外壳层的材料相比可以具有与半导体层序列的表面区域的不同的接触电阻和/或不同的电导率,使得到半导体层序列的表面区域中的电流注入可以通过选择第一外壳层的结构和材料和金属材料以期望的方式设定。此外,金属材料可以具有对在半导体层序列中在运行中产生的光的吸收。

[0030] 根据另一实施方式,金属材料具有接合层或者尤其形成。接合层可以施加在第一外壳层上并且设为用于在外部电连接半导体激光二极管。例如,接合层可以实现将半导体激光二极管焊接在热沉或其他载体上。对此替选地,接合层可以设置和配置为,经由接合线接触并且电连接。接合层尤其可以至少直接接触子区域或整个第一外壳层。

[0031] 根据另一实施方式,金属材料具有金属接触层,所述金属接触层除了接合层之外可以施加在第一外壳层上。金属接触层尤其可以设置在半导体层序列和接合层之间。此外,金属接触层可以是结构化的并且具有第二结构。第二结构可以等于或类似于第一外壳层的第一结构。对此,金属接触层可以与第一接触层的材料重合地施加。此外,第一和第二结构可以彼此不同。

[0032] 在此处描述的半导体激光二极管中,通过第一外壳层的所描述的横向的和/或纵向的结构化,可以有针对性地控制有源区中的模式表现。结合在其上施加的金属材料,所述效果可以更好地设定,使得模式表现可以横向地和纵向地有针对性地并且在非常宽的范围中精确地控制。在此,在具有或不具有脊形波导结构的半导体激光二极管中,尤其可以控制成,使得各个激光模式有针对性地选择并且可以加强或抑制。替代常见的措施,如借助介电

层部分地覆盖半导体上侧,这在此处描述的半导体激光二极管中通过有针对性地设定的具有不同的吸收和电导率的区域是可行的。由此,可实现的效果更大并且可更精确地控制。此外,由于基于直接结构化对吸收的更好的可控性,得出更大的设计自由度和更高的工艺稳定性。

附图说明

[0033] 其他的优点、有利的实施方式和改进方案从下面结合附图描述的实施例中得出。

[0034] 附图示出:

[0035] 图1A至1E示出根据实施例的半导体激光二极管的示意图,

[0036] 图2A和2B示出根据另外的实施例的半导体激光二极管的示意图,

[0037] 图3A至3H示出根据另外的实施例的半导体激光二极管的示意图,

[0038] 图4A至6B示出根据另外的实施例的半导体激光二极管的示意图,和

[0039] 图7A至9E示出根据另外的实施例的半导体激光二极管的示意图。

[0040] 在实施例和附图中,相同的、同类的或起相同作用的元件分别设有相同的附图标记。示出的元件和其相互间的大小关系不应视为是符合比例的,更确切地说,为了更好的可视性和/或为了更好的理解可以夸大地示出个别元件,如例如层、构件、器件和区域。

具体实施方式

[0041] 在图1A至1E中示出用于半导体激光二极管100的实施例,其中图1A示出具有平行于横向方向91和垂直方向92的剖平面的剖面图,并且图1C示出具有平行于垂直方向92和纵向方向93的剖平面的剖面图。图1B和1D分别示出图1A的视图的局部图,而图1E示出半导体激光二极管100的脊上侧10的俯视图,在所述俯视图中未示出其上施加的接合层15。随后的描述同样涉及图1A至1E。

[0042] 半导体激光二极管1具有衬底1,所述衬底例如是用于在其上外延生长的半导体层序列2的生长衬底。对此替代地,衬底1也可以是承载衬底,在生长衬底上生长的半导体层序列2在生长之后转移到所述承载衬底上。例如,衬底1可以具有GaN或者由GaN构成,在其上生长基于InAlGaIn的化合物半导体材料的半导体层序列2。这表示,半导体层序列2的在下文中描述的半导体层分别具有出自InAlGaIn化合物半导体材料体系的半导体材料。此外,尤其如在前序部分中描述的其他材料用于衬底1和半导体层序列2是可能的。此外也可能的是,半导体激光二极管100不具有衬底。在该情况下,半导体层序列2可以生长在生长衬底上,所述生长衬底随后被移除。此外,在剥离生长衬底之后半导体层序列2可以重新接合到辅助衬底上。优选地,这可以在p向下技术中进行,优选地在高导热的衬底上。可能的衬底材料尤其可以是碳化硅,氮化铝,硅,锗,蓝宝石,金刚石,类金刚石的碳(DLC:“diamond-like carbon”)和Cu化合物材料。

[0043] 半导体层序列2具有有源层3,所述有源层是半导体层序列2的一部分并且适合于,在运行中产生光8,尤其在超过激光器阈值时产生激光,并且经由光耦合输出面6放射。如在图1A和1C中表明的那样,在此和在下文中作为横越方向或横方向91表示如下方向,所述方向在具有平行于光耦合输出面6的剖切平面的剖面图中平行于半导体层序列2的层的主延伸方向伸展。半导体层序列2的层的上下相叠的设置方向以及在衬底1上的半导体层序列2

的设置方向在此和在下文中也称之为垂直方向92。垂直于横向方向91和垂直方向92构成的、对应于光8放射所沿的方向的方向在此和在下文中称之为纵向方向93。

[0044] 在半导体层序列2的背离衬底1的侧上在表面区域20上施加有第一外壳层4。在其上施加有呈接合层15的形式的金属材料,所述接合层设为用于电接触半导体层序列2和尤其用于从半导体层序列2的背离衬底1的侧进行电流注入。接合层15例如可以具有呈合金或层堆的形式的一种或多种材料,所述材料可以选自Au、Pt、Ti、Cr、Al。例如,接合层15可以通过Ti/Pt/Au层堆形成。半导体激光二极管100可以具有用于电接触半导体层序列2的其他侧的其他电极层,所述其他电极层出于概览性原因未示出。

[0045] 半导体层序列2除了有源层3之外可以具有其他半导体层。纯示性地示出高掺杂的半导体接触层21,在其下方为第一和第二波导层22、23,在其之间设置有源层,以及示出在有源层3的背离第一外壳层3的侧上的第二外壳层24。半导体接触层21用于建立尤其与接合层15的良好电接触。此外替代地或附加地,可以存在其他半导体层,如例如外壳层、波导层、阻挡层、电流扩展层和/或电流限制层,其为了简化视图的原因分别未示出。例如,经由第一波导层22,即例如在半导体接触层21和第一波导层22之间,设置有外壳子层,即如下半导体层,所述半导体层在折射率方面构成为外壳层,但是所述外壳层对于在半导体层序列2的区域中在有源层3之上单独地用作为外壳层是过薄的。外壳子层和第一外壳层4在该情况下共同地用作为在半导体层序列2的区域中在有源层3之上的外壳层。此外,也可能的是,半导体层序列2不具有半导体接触层21,使得第一波导层22或可能外壳层直接邻接于第一外壳层4。

[0046] 半导体层序列2的背离衬底1的上侧除了表面区域20之外利用钝化材料19覆盖,在所述表面区域中第一外壳层4接触半导体层序列2,所述钝化材料例如可以具有或者是导电氧化物、氮化物或氮氧化物,例如二氧化硅,氮化硅,氮氧化硅,氧化铝,氧化钽,氧化铪,氧化铌和/或二氧化钛。此外,具有一种或多种如下材料的其他氧化物、氮化物和氮氧化物也是可能的,所述材料选自:Al、Ce、Ga、Hf、In、Mg、Nb、Rh、Sb、Si、Sn、Ta、Ti、Zn和Zr。

[0047] 此外,在光耦合输出面6和相对置的后侧面7上可以施加有反射性的或部分反射性的层或层序列,所述后侧面形成半导体层序列2和衬底1的侧面,所述层或层序列同样出于概览性未示出并且所述层或层序列设为和配置为用于构成在半导体层序列2的沿纵向方向93伸展的光学谐振器。

[0048] 在半导体层序列2的背离衬底1的上侧中,在示出的实施例中通过从半导体层序列2的背离衬底1的侧移除半导体材料的一部分构成脊形波导结构9。脊形波导结构9在纵向方向93上伸展并且在背离衬底1的一侧上具有脊上侧10,所述脊上侧形成表面区域20,在所述表面区域上以直接接触的方式施加有第一外壳层4。此外,脊形波导结构9沿横向方向91在两侧通过脊侧面11限界。脊侧面11如在旁边设置的上侧区域同样通过钝化材料19覆盖。通过在脊侧面11上通过从半导体材料到钝化材料19的过渡造成的折射率突变,可以引起在有源层3中产生的光的所谓的指数引导,这可以连同电流注入一起贡献于构成有源区5,所述有源区说明半导体层序列2中的如下区域,在所述区域中引导所产生的光并且在激光器运行中增强。如在图1A中示出的那样,脊形波导结构9可以通过在脊形部旁边横向地在两侧完全移除半导体材料形成。对此替代地,也可以构成所谓的“三腿”,其中横向地在脊形部旁边仅沿着两个凹槽移除半导体材料。在此,所述凹槽尤其可以从光耦合输出面6延伸至后侧面

7.此外,以术语“掩埋异质结构”已知的结构是可能的。

[0049] 在半导体激光二极管100的上侧上设为用于外部电连接的接合层15在示出的实施例中大面积地施加。例如,接合层15可以设为用于和配置为,可以将半导体激光二极管100焊接在热沉上或其他外部载体上。通过钝化材料19可以实现,通过接合层15仍然仅电接触为此设置的表面区域20。半导体层序列2的朝向第一外壳层4的侧可以尤其p型掺杂,使得通过这种借助于接合层15的焊接可以实现半导体激光二极管100的所谓的p向下安装。

[0050] 第一外壳层4以直接接触的方式施加在表面区域20上,并且以第一结构的形式结构化。对此,第一外壳层4具有第一区域41和第二区域42,所述第一区域和第二区域彼此不同。第一区域41设置在表面区域20的第一表面子区域241上,而第二区域42设置在表面区域20的第二表面子区域242上。如从图1A和1E中可见的那样,第一外壳层4的第一区域41在示出的实施例中以纵向伸展的条的形式构成,所述条通过构成为呈沟槽的形式的空位的第二区域42彼此分离。对此备选地,空位例如也可以构成为开口,所述开口在平行于横向方向91和纵向方向93的平面中完全由第一外壳层4的和从而第一区域41的材料包围。

[0051] 第一外壳层4和尤其第一区域41具有出自与半导体层序列2不同的材料体系的透明材料。在上述情况下,半导体层序列基于InAlGaIn材料,因此第一外壳层4不具有出自InAlGaIn材料体系的材料。尤其地,第一外壳层通常不具有出自III-V族和II-VI族化合物半导体材料体系的材料。为了作为有效的外壳层起作用,第一外壳层4的透明材料具有小于有源层3的折射率的折射率。如果在示出的实施例中在有源层和第一外壳层4之间还设置有第一波导层22,那么第一波导层22优选地具有位于有源层3的折射率和第一外壳层4的折射率之间的折射率。如在更上文中描述的那样,半导体层序列2在第一波导层22之上还可以具有外壳子层,使得在该情况下波引导部分地通过外壳子层并且部分地通过第一外壳层4进行。此外,第一外壳层4的材料是导电的,使得在第一表面子区域241中的表面区域20经由第一外壳层4的区域41电接触。尤其地,外壳层4具有TCO,优选例如ITO。ITO通常是具有大于或等于50%和小于或等于99%的份额的铟(III)氧化物(In_2O_3)和大于或等于1%和小于或等于50%的份额的锡(IV)氧化物(SnO_2)的混合氧化物。优选地, In_2O_3 的份额为大于80%并且特别优选大于90%并且 SnO_2 的份额小于20%并且特别优选小于10%。 SnO_2 组分在 In_2O_3 晶格中生成干扰部位,由此主要引起ITO层的导电性。对ITO备选地,例如纯的氧化锡、纯的氧化铟、氧化锌、氧化镁或其他的上文在概述部分中提到的材料是可能的。

[0052] 在第二区域42中,通过接合层15形成的金属材料穿过第一外壳层4伸至半导体层序列20的表面区域20,使得表面区域20在第二表面子区域242中直接由接合层15电接触。

[0053] 半导体层在有源层3之上的厚度以及还有第一外壳层4的例如可以为数10nm的厚度构成为,使得在运行中在有源层3中产生的光8的一部分到达第一外壳层4中。尤其地,在有源层3中产生的光8可以沿垂直方向具有带有最大值的强度变化曲线,其中在半导体层序列2和第一外壳层4、尤其第一外壳层4的第一区域41之间的边界面处的强度能够下降到大于或等于1%或者大于或等于5%或者大于或等于10%的值。

[0054] 通过第一外壳层4的所描述的结构,所述第一外壳层具有第一区域41和第二区域42,所述第一区域和第二区域在其光学特性和电特性方面不同。第一外壳层4的材料传输到第一区域41中和从而允许激光模式的进入,而第一外壳层4的第二区域42通过如下方式是吸收光的,所述第二区域在描述的实施例中由接合层15的金属材料填充。由此,可以影响横

向的激光模式。此外,接合层15例如可以借助Ti层在第二表面子区域242中邻接于半导体层序列2。因为Ti与半导体接触层21具有比ITO更高的接触电阻,可以控制到表面区域20中的局部的电流注入,所述半导体接触层如上所述基于InAlGaIn并且例如可以由p⁺-GaIn构成。此外,第一外壳层4和接合层15的不同的邻接于表面区域20的材料对半导体层序列2的局部散热产生影响。通过所述效果,得出在有源层3中产生的光的模式表现的附加的控制可能性。纯示例性地,在图1B中示意地示出典型的横向模式轮廓。通过描述的尤其由第一外壳层4以及也由脊形波导结构9引起的效果,因此在有源层3中构成在图1A中示出的有源区5,在所述有源区中那么在半导体激光二极管100运行时发生激光产生。如从在图1B中示出的横向激光模式变化曲线可见,能够将模式表现控制成,使得不出现所谓的“热点”,以至于能够改进可靠性和效率。

[0055] 在图2A和2B中示出另外的实施例的局部,其中半导体激光二极管100与在图1A至1E中示出的实施例相比构成为不具有脊形波导结构的所谓的宽条激光二极管。在其上施加有结构化的第一外壳层4的表面区域20在此通过半导体层序列2的上侧的如下部分限定,所述部分不通过钝化材料19覆盖。上述描述相应地也适用于所述实施方式。

[0056] 在下面的图中根据局部图和俯视图示出半导体激光二极管100的改型形式和改进方案,所述局部图和俯视图对应于图1B和1D或图1E的视图。即使另外图示出具有脊形波导结构9的半导体激光二极管,所描述的特征也适用于不具有脊形波导结构的半导体激光二极管。

[0057] 在图3A至3H中,根据第一和第二区域41、42的示意图示出在表面区域20上的第一外壳层4的不同的第一结构的实施例。示出的实例不应理解成穷尽的列举,而是仅示出一些优选的变型形式。对第一和第二区域41、42的示出的分布替换地,所述第一和第二区域也可以彼此组合或者第一和第二区域41、42的设置也可以相反。此外,第一外壳层4的结合图3A至3H描述的结构也适用于其余的实施例。

[0058] 在图3A、3B和3C中,如已经在图1A至1E的实施例中那样示出第一区域41,所述第一区域脊形地构成为沿纵向方向延伸的条,所述条通过构成为沟槽的第二区域42彼此分离。第一区域在此能够到达表面区域20的边缘或者也与其间隔开。此外,第一区域41可以具有沿横向方向相同的或不同的宽度。

[0059] 在图3A中此外示出第一区域41距表面区域20的边缘和彼此间的间距94、95和96以及沿横向方向的条宽度97。在下面说明的值也适用于第一外壳层4的在其他图中示出的第一结构。对于第一区域41距棱面的间距94的有利的值大于或等于2 μm 或者大于或等于5 μm 或者特别优选地大于或等于10 μm 以及小于或等于200 μm 或特别优选地小于或等于50 μm ,对于距表面区域20的侧部、在脊形波导结构的情况下因此距脊侧面的间距95的有利的值大于或等于0 μm 或者小于或等于100 μm 或者小于或等于5 μm 或者特别优选地小于或等于3 μm 。对于直接相邻的第一接触区域241的横向间距96的有利的值大于或等于1 μm 并且小于或等于30 μm 。对于横向宽度97的有利的值大于或等于5 μm 并且小于或等于30 μm 。表面区域20的、在脊形波导结构的情况下即脊上侧的典型度量,对于沿纵向方向的长度,可以为大于或等于200 μm 或优选大于或等于400 μm 或者特别优选地大于或等于600 μm 和小于或等于5mm或者优选小于或等于3mm或者特别优选地小于或等于2mm的范围,此外对于沿横向方向的宽度,可以为大于或等于1 μm 并且小于或等于300 μm 的范围。

[0060] 在图3D中示出一个设计方案,其中第一区域41的横向宽度改变,即如示出的那样例如从棱面沿纵向方向朝向中部减小。由此,靠近棱面和和谐振器的中央的模式分布可以彼此无关地设定。替选地,例如第一区域41从棱面朝向中部的扩宽也是可能的。

[0061] 对在图1A至3D中示出的具有一个、两个或三个区域41的变型形式替选地,例如也可以存在更多的第一区域41,例如以纵向延伸的条的形式(图3E),以岛的形式(图3F)或以窄地或宽地横向延伸的条的形式(图3G和3H)。

[0062] 替代在上文中示出的构成为在第一外壳层4中的空位的第二区域42,第一外壳层4也可以至少具有第一和第二区域41、42,所述第一和第二区域分别包含材料并且具有沿垂直方向不同的厚度,使得第一外壳层4可以具有构成为隆起部和凹陷部的第一和第二区域41、42。在图4A至4C中示出对应于图1A至图1E的实施例的实施例,其中第二区域42具有第一外壳层4的材料以及比第一区域41更小的厚度。通过第一外壳层4由金属材料例如接合层15包覆,在有源层3中产生的光在第一和第二区域41、42中的吸收的局部强度和从而还有激光模式与相应的吸收结构的耦合可以设定。在根据具有纵向改变的结构的情况,因此例如也可以设定用于DFB激光器(DFB:“distributed feedback”,分散反馈)的耦合系数。

[0063] 在图5A和5B中示出用于半导体激光二极管100的实施例,其中第一外壳层4具有第一和第二区域41、42,所述第一和第二区域在形成区域41、42的材料方面不同。因此,在第一表面子区域241中可以施加有第一材料并且在第二表面子区域242中可以施加有第二材料,所述第一材料和第二材料彼此不同。如在图5A中示出的那样,在之前的实施例中构成为空位的第二区域42可以由其他材料填充。同样地,如在图5B中示出的那样,构成为凹陷部的区域可以由其他材料填充。不同的材料尤其例如可以是不同的TCO或不同掺杂的TCO。换言之,第一外壳层4的在之前的实施例中露出的或凹陷的区域由例如具有不同组成或掺杂的TCO填充。由此,第一外壳层4的电特性和光学特性在表面区域20之上调制。根据区域41、42的设置,由此引起的不同的吸收系数根据区域41、42的设置对不同阶的横向模式和/或纵向模式引起不同的衰减。通过由TCO替代金属材料填充可以实现更精确地控制局部吸收。此外,电流注入的调制可以经由不同的区域41、42的不同的接触电阻来实现。

[0064] 如在图6A和6B中示出的那样,一个、多个或全部第一区域41以及替选地或附加地还有第二区域42可以在交替的层堆中具有呈不同的TCO形式的不同材料,例如具有 In_2O_3 和 SnO_2 层。如在图6A中示出的那样,例如所有第一区域41可以通过这样的层堆形成。如在图6B中示出的那样,仅一些第一区域41也可以通过这种层堆形成,而一个或多个其他第一区域41通过仅一种TCO形成。

[0065] 在图7A至9E中示出用于半导体激光二极管100的其他实施例,其中在第一外壳层4上和/或在其通过空位形成的区域中施加的金属材料具有金属接触层14,除了接合层15之外施加所述金属接触层。如在图7A中示出的那样,例如在第一外壳层4的通过空位形成的第二区域42中直接在表面子区域242上可以施加金属接触层14,所述金属接触层与第一外壳层4的材料相比例如具有较低的或相同的接触电阻,使得在所述区域中可以实现良好的电流注入与高的光学吸收的组合。例如,电接触层14对此可以具有选自Pd、Pt和Rh的一种或多种材料或者由其构成。此外,电接触层14可以具有如下材料或者由如下材料构成,所述材料具有比第一外壳层4的材料更高的接触电阻,使得在所述区域中可以实现差的电流注入与

高的光学吸收的组合。例如,电接触层14对此可以具有选自Ni、Ti、TiWN、Ag的一种或多个材料或者由其构成。类似的效果例如也可以在对应于图5的实施例的在第一区域41中具有ITO和在第二区域42中具有ZnO的改性部来实现。

[0066] 为了改进在第一外壳层4和接合层15的材料之间的接触电阻,替选地或附加地也可以在第一外壳层4的材料上施加金属接触层14,如在图7B至7D中示出的那样。金属接触层14在此可以优选地具有选自Ti、Pt、Pd、Ni、Cr或Rh的一种或多种材料或者由其构成。金属接触层14例如可以施加在第一外壳层4的材料上并且与其结构化,使得接触层14仅仅可以设置在第一区域41上,如在图7B中示出的那样。第一外壳层4和尤其第一区域41也可以完全地或局部地由接触层14覆盖和包围,如在图7C中示出的那样,由此可以实现更小的串联电阻。如果接触层14有针对性地仅安置在第一外壳层4的一些特定的区域41上,如在图7D中示出的那样,那么由此可以更精细地设定电流注入。

[0067] 在图8A至8H中示出在第一外壳层4的第二区域42上的、即在第二外壳层4的空位中或在关于材料和/或厚度不同于第一区域41的区域上的接触层14的设置变型形式的实施例。几何设计方案在此对应于在结合图3A至3H描述的设置。对此替选地,接触层14在第一外壳层4的第一区域41上的相应的设置也是可能的。

[0068] 此外,接触层14也可以具有第二结构,所述第二结构不同于第一外壳层4的第一结构,如在图9A至9E中示出的那样。

[0069] 即使在示出的实施例中描述仅具有一种透明材料或两种不同的透明材料的第一外壳层,在相应的结构化的区域中也可以存在多于两种的不同的材料。结合前面的实施例描述的特征因此同样也适用于具有多于两种的不同材料的第一外壳层。

[0070] 在附图中示出的实施例和尤其分别描述的特征不限于在图中分别示出的组合。更确切地说,示出的实施例以及其各个特征可以彼此组合,即使并非全部组合可能性详细地描述。此外,在图中描述的实施例替选地或附加地可以具有根据概述部分的描述的其他特征。

[0071] 本发明不因根据实施例进行的描述而局限于所述实施例。更确切地说,本发明包括任意新特征以及特征的任意组合,这尤其包含权利要求中的特征的任意组合,即使所述特征或所述组合自身没有详细地在权利要求书或实施例中说明时也如此。

[0072] 附图标记列表:

[0073]	1	衬底
[0074]	2	半导体层序列
[0075]	3	有源层
[0076]	4	第一外壳层
[0077]	5	有源区
[0078]	6	光耦合输出面
[0079]	7	后侧面
[0080]	8	光
[0081]	9	脊形波导结构
[0082]	10	脊上侧
[0083]	11	脊侧面

[0084]	14	接触层
[0085]	15	接合层
[0086]	19	钝化材料
[0087]	20	表面区域
[0088]	21	半导体接触层
[0089]	22, 23	波导层
[0090]	24	第二外壳层
[0091]	41	第一区域
[0092]	42	第二区域
[0093]	91	横向方向
[0094]	92	竖直方向
[0095]	93	纵向方向
[0096]	94, 95, 96	间距
[0097]	97	宽度
[0098]	100	半导体激光二极管
[0099]	241	第一表面子区域
[0100]	242	第二表面子区域

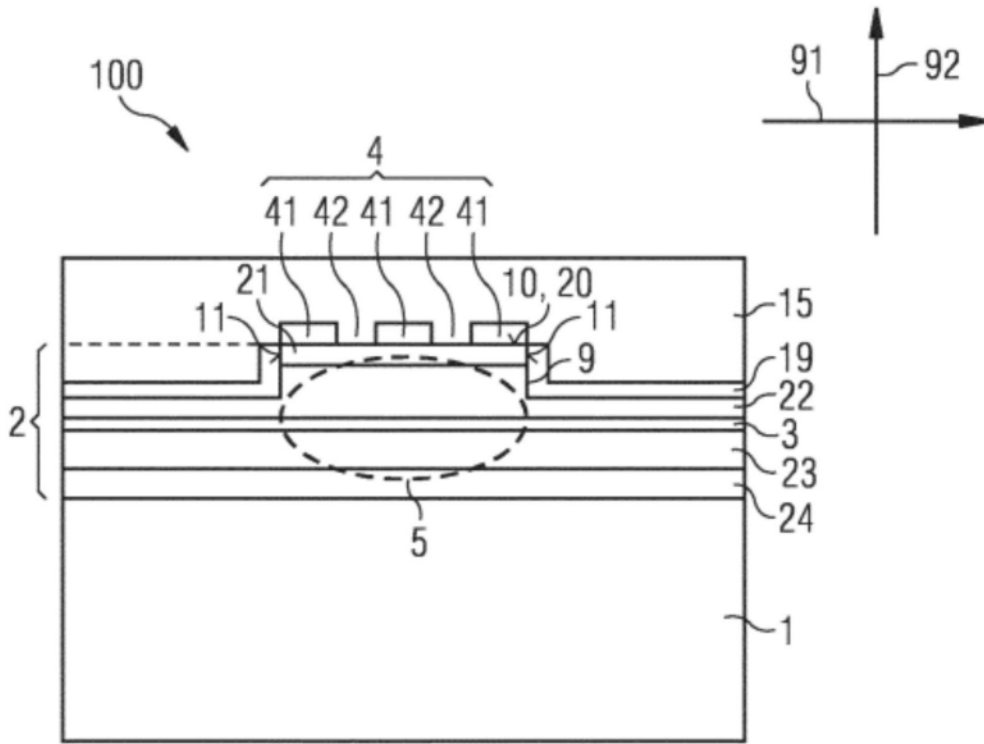


图1A

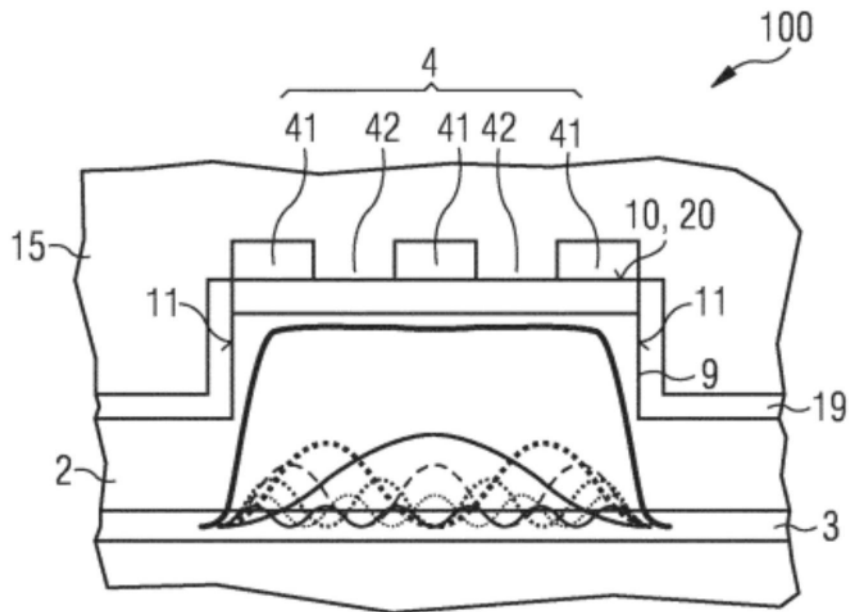


图1B

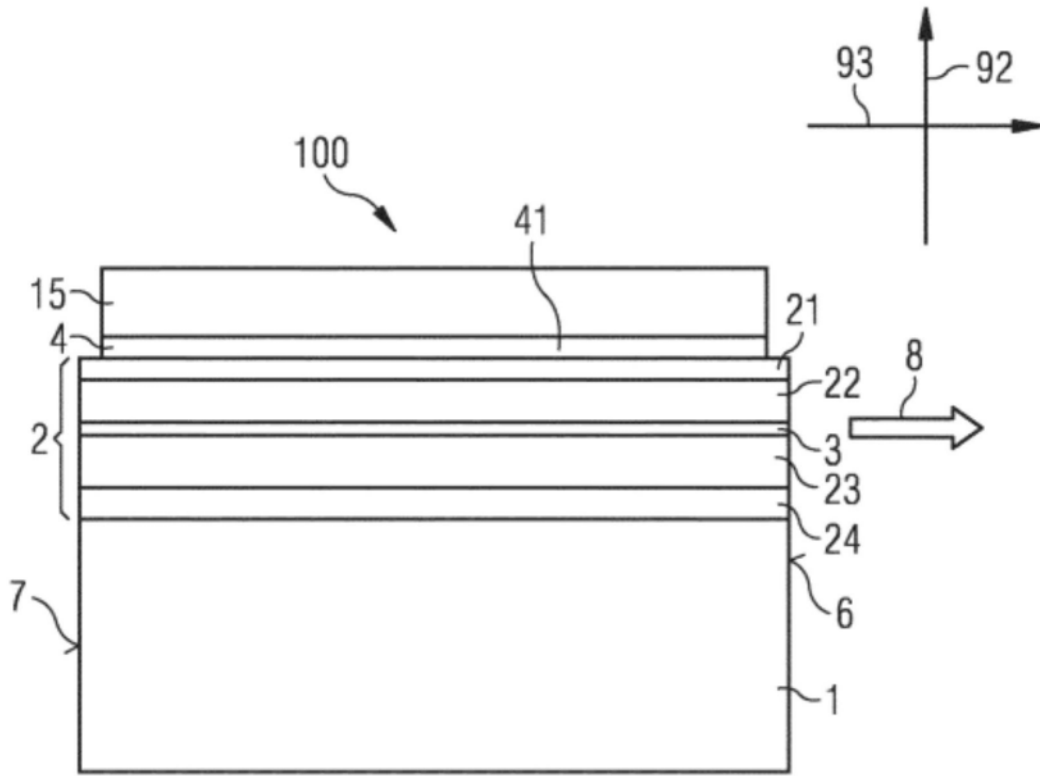


图1C

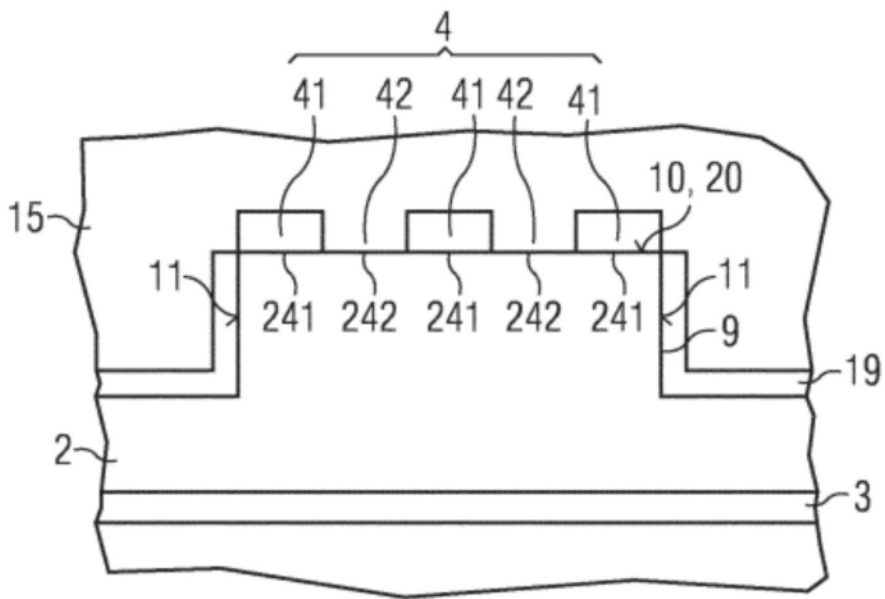


图1D

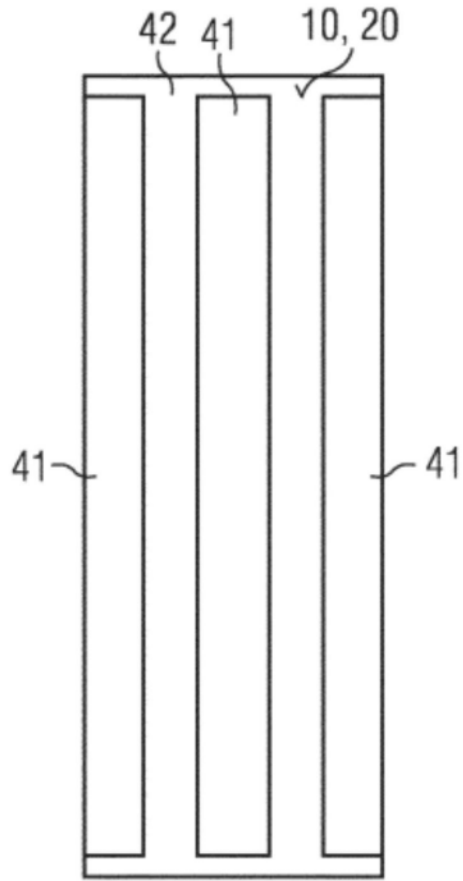


图1E

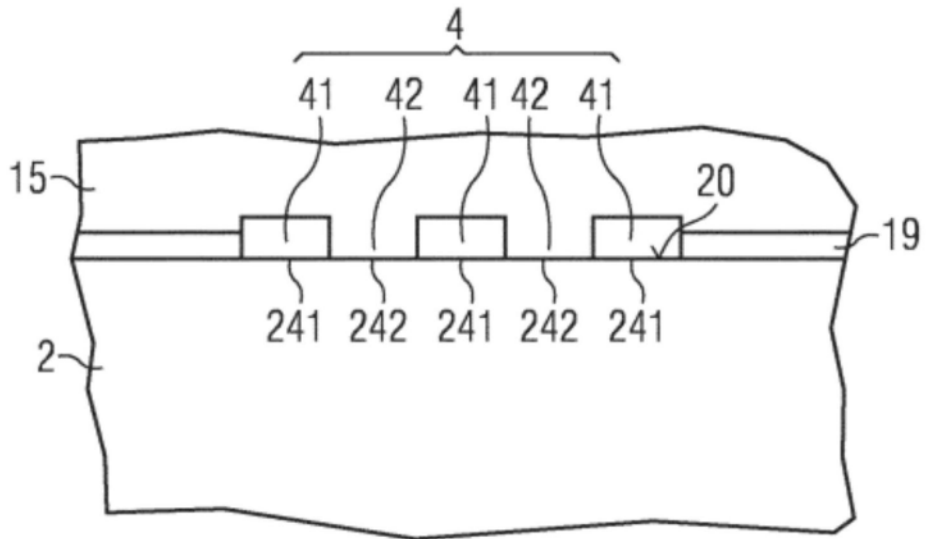


图2A

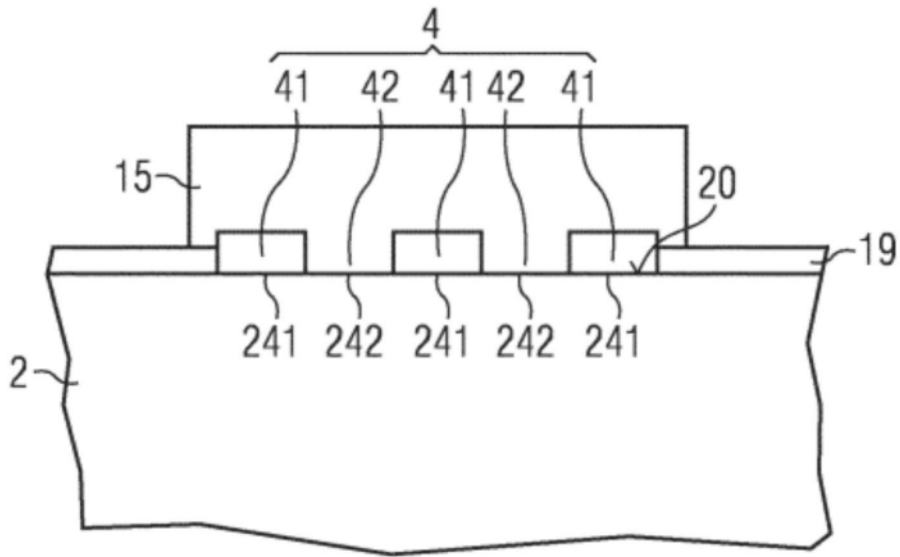


图2B

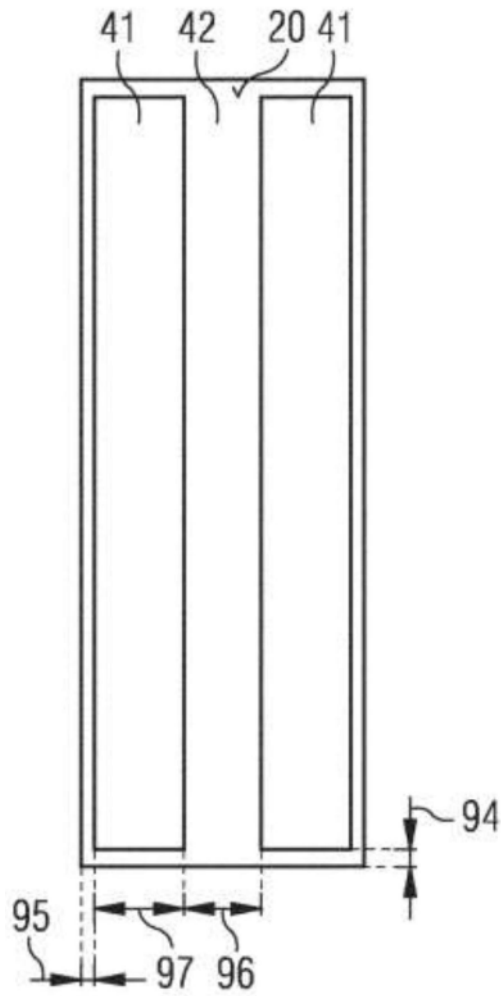


图3A



图3B

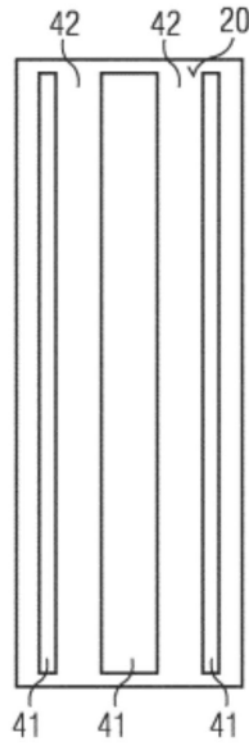


图3C

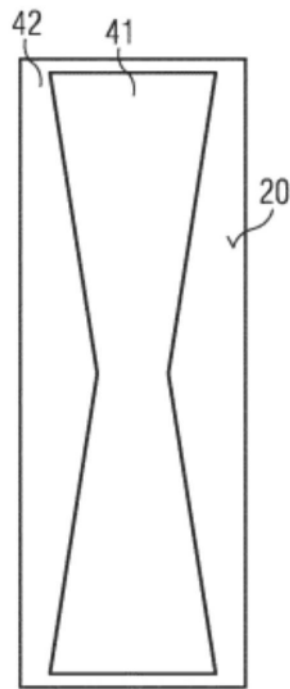


图3D

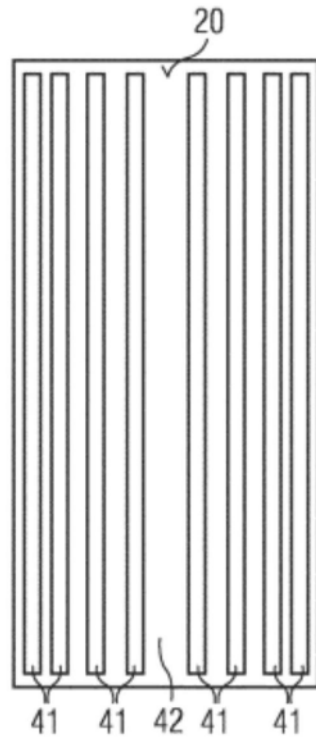


图3E

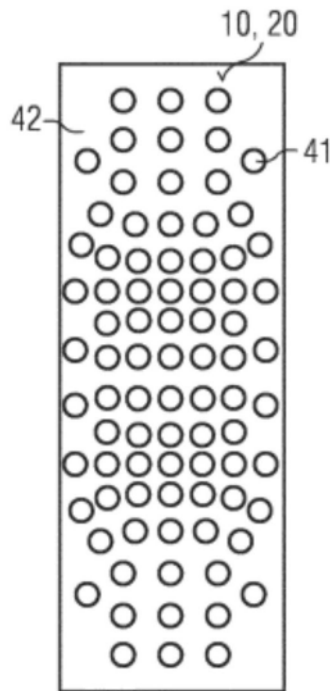


图3F

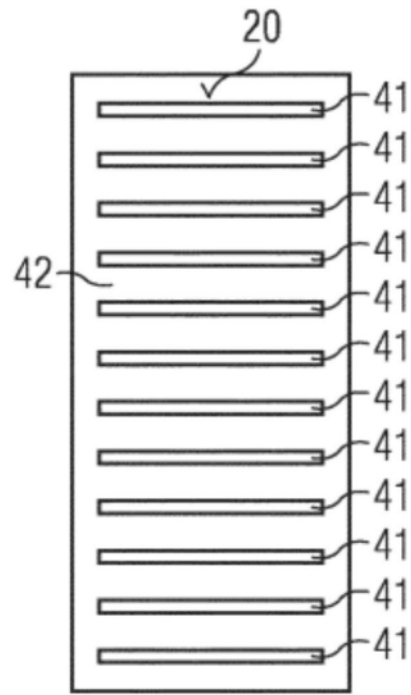


图3G

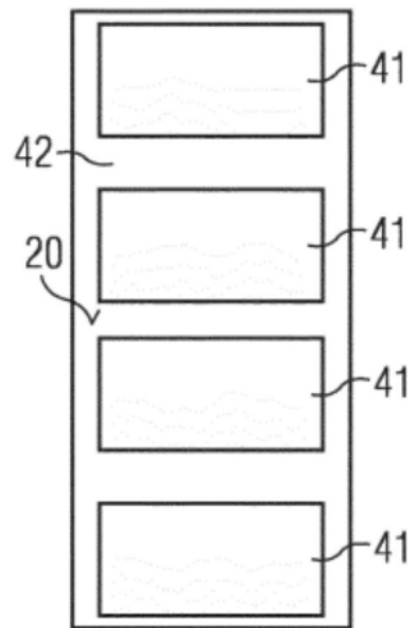


图3H

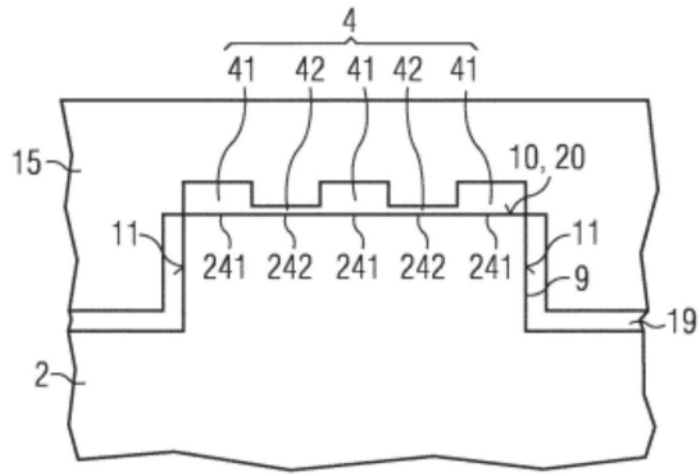


图4A

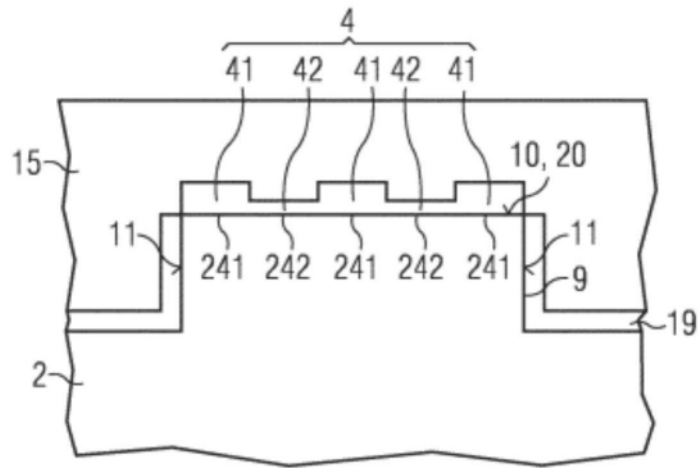


图4B

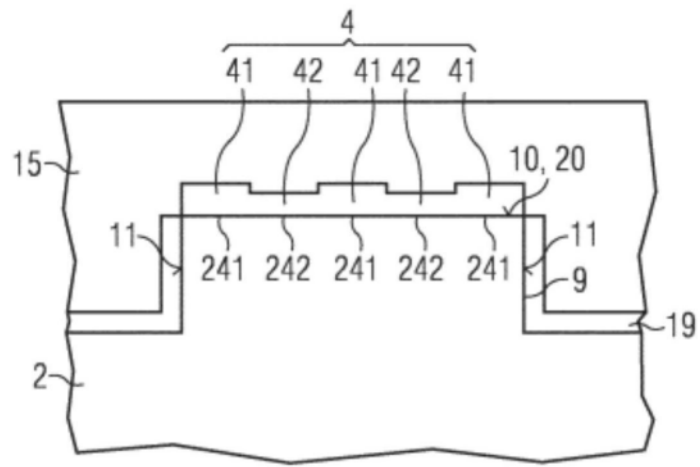


图4C

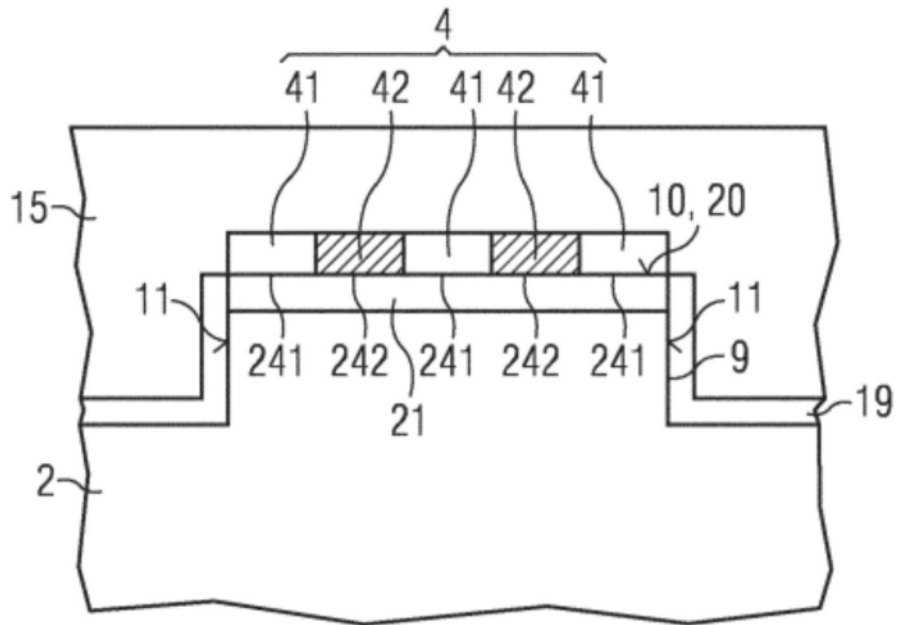


图5A

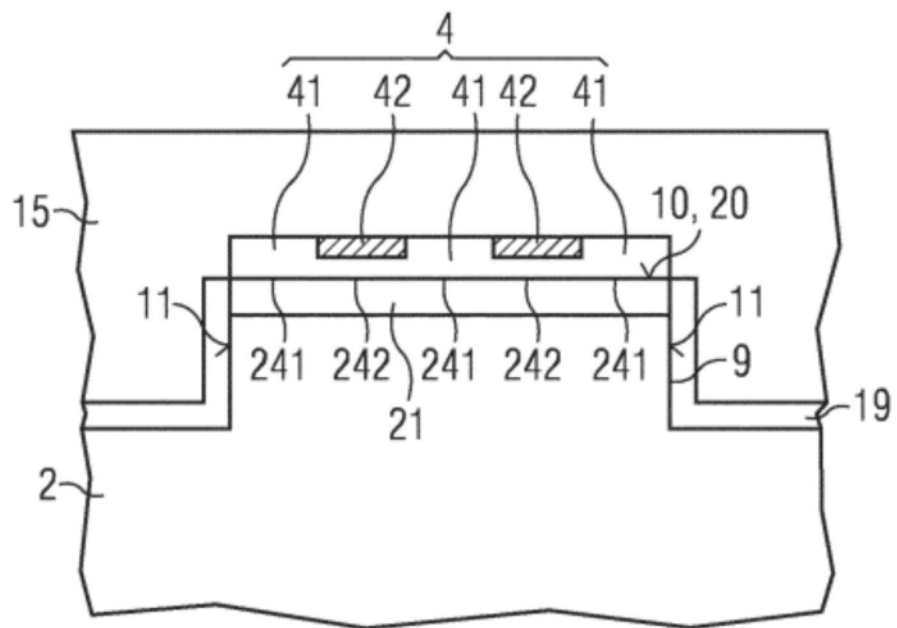


图5B

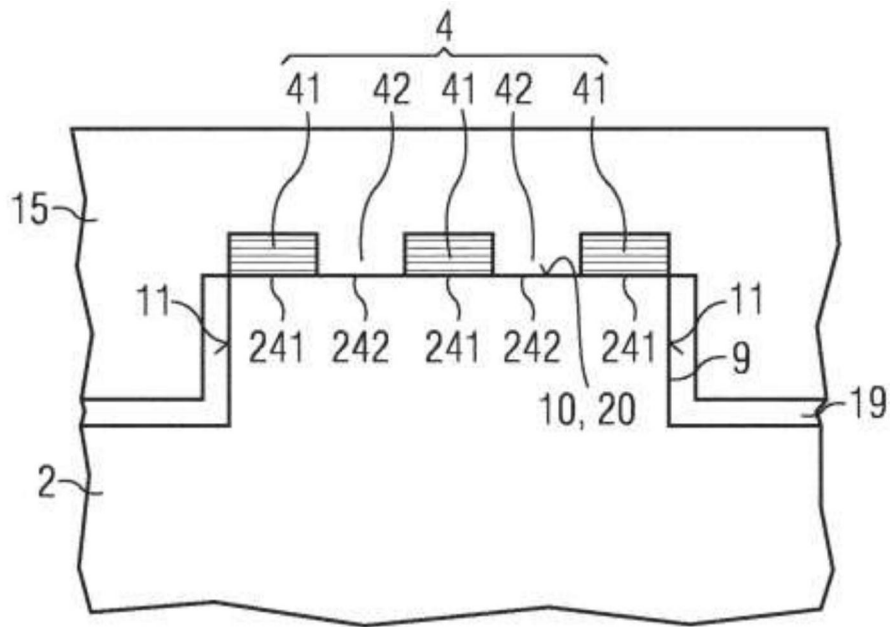


图6A

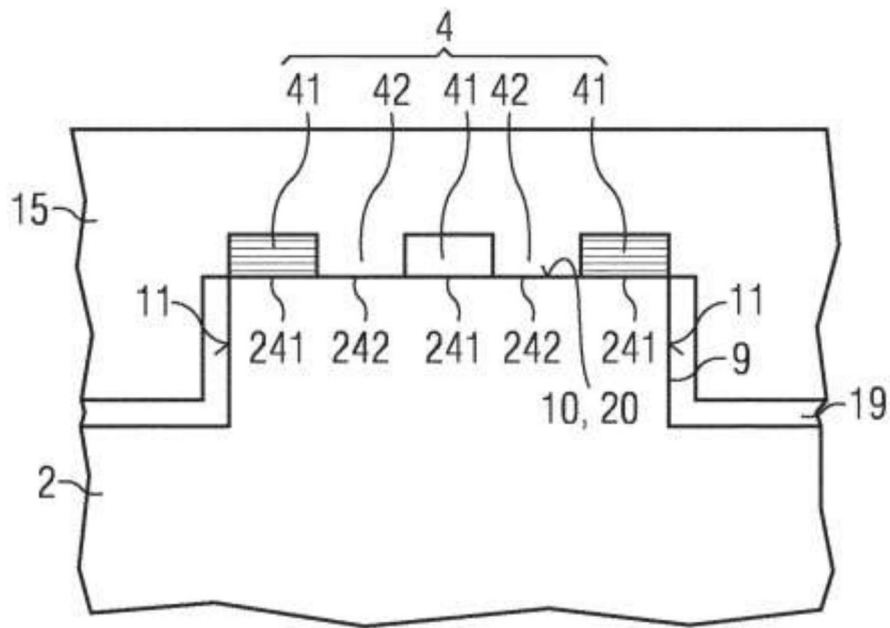


图6B

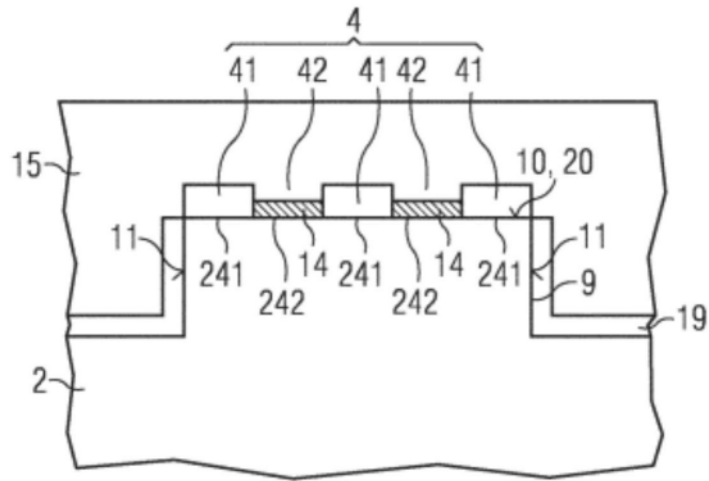


图7A

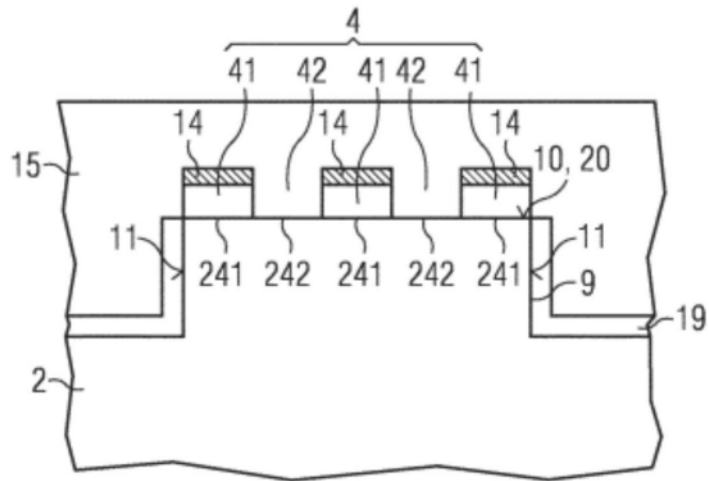


图7B

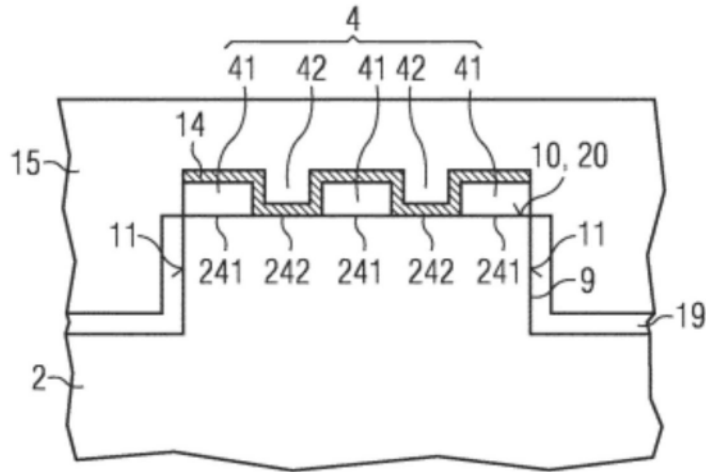


图7C

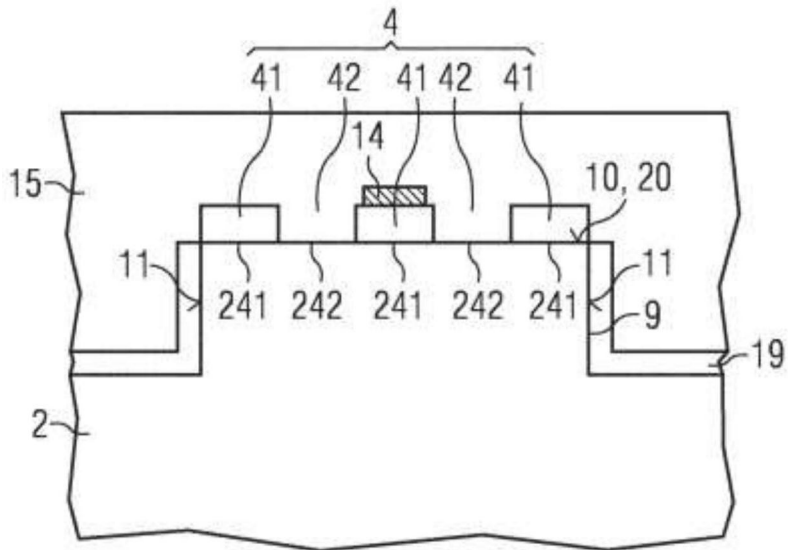


图7D

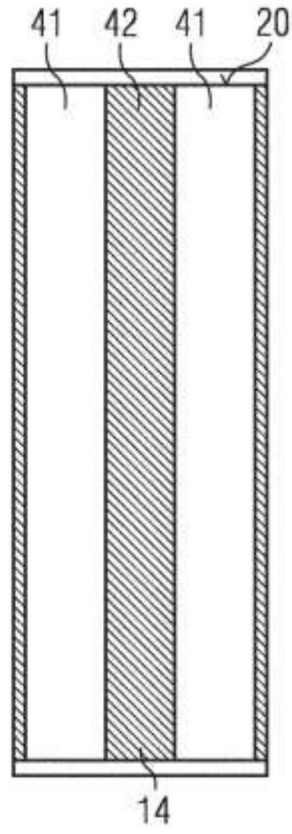


图8A

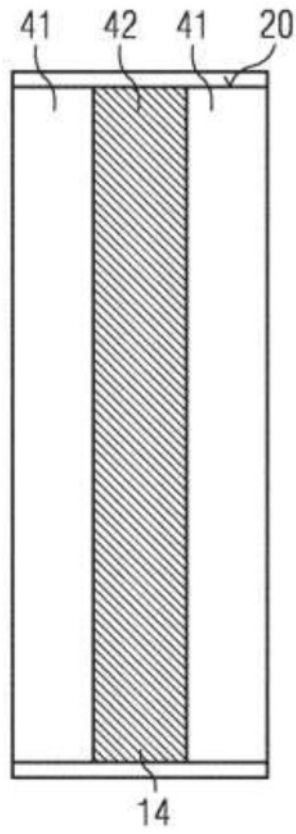


图8B

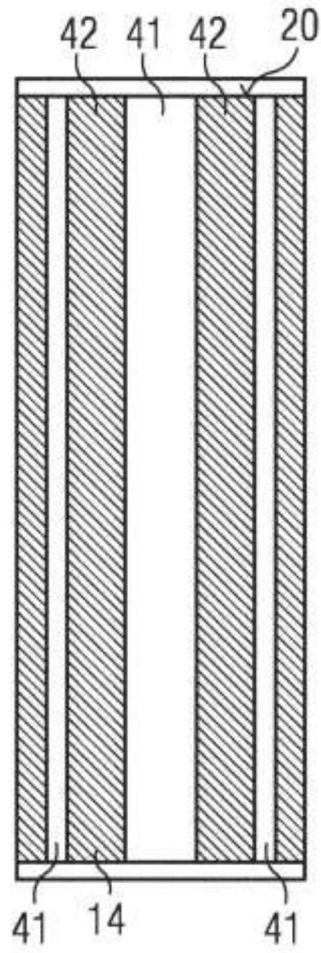


图8C

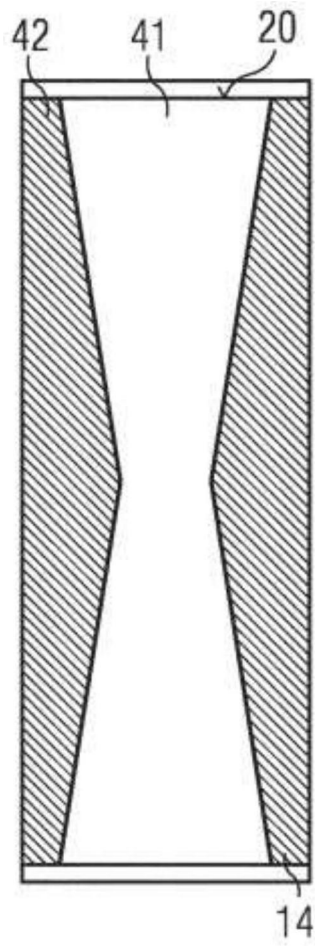


图8D

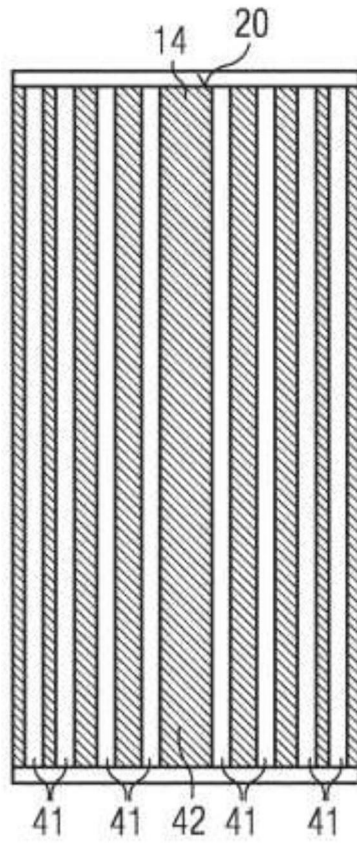


图8E

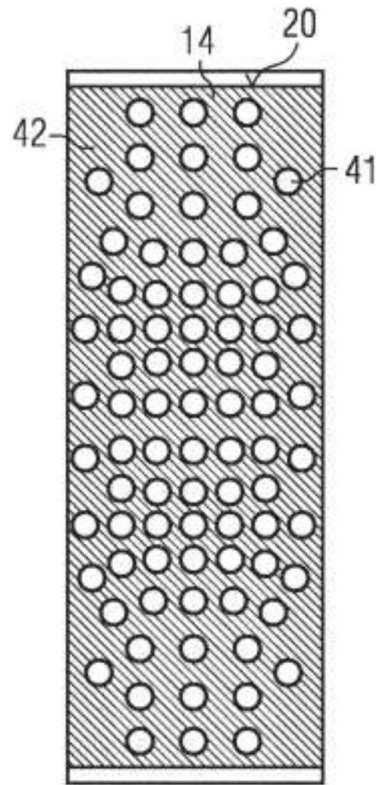


图8F

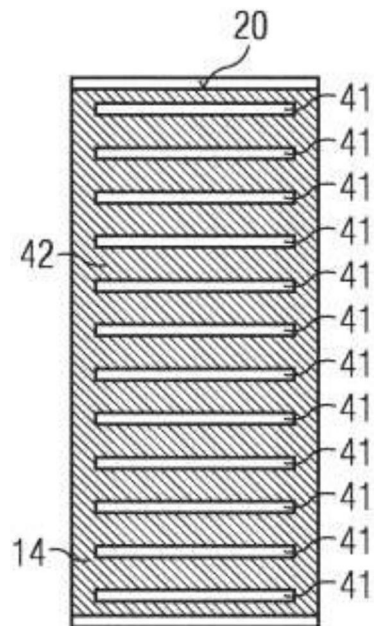


图8G

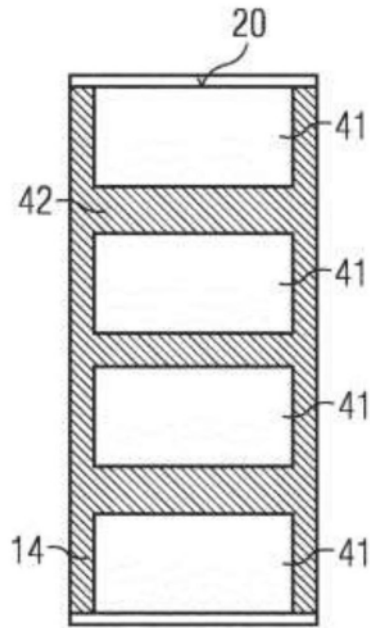


图8H

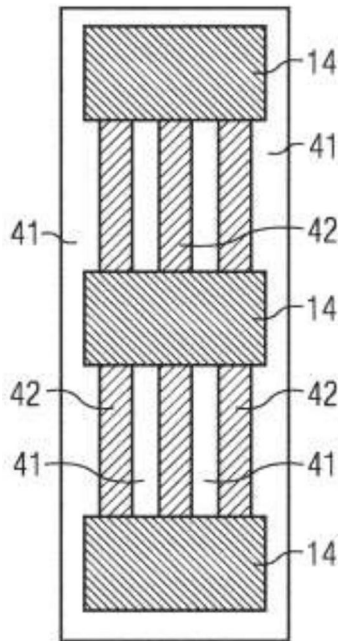


图9A

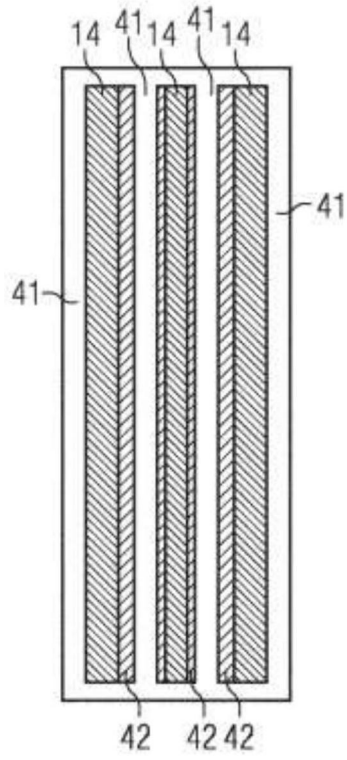


图9B

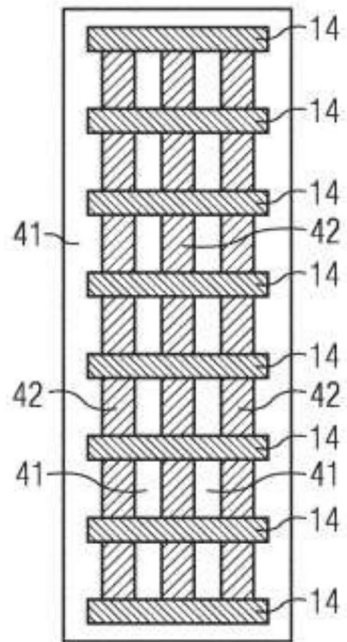


图9C

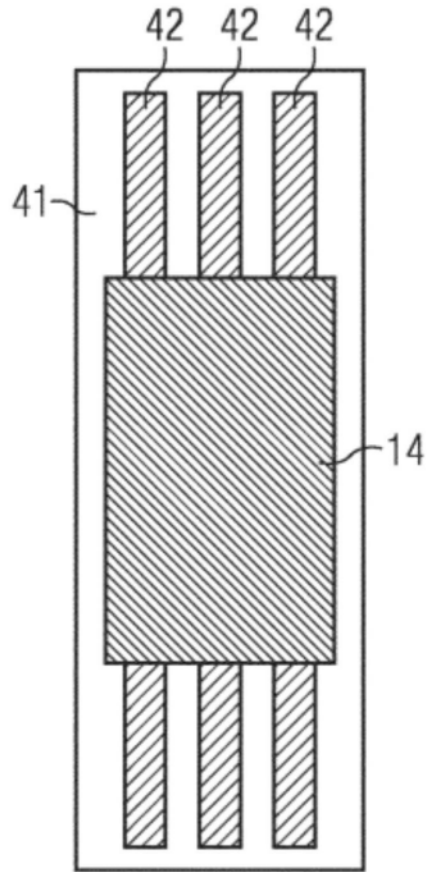


图9D

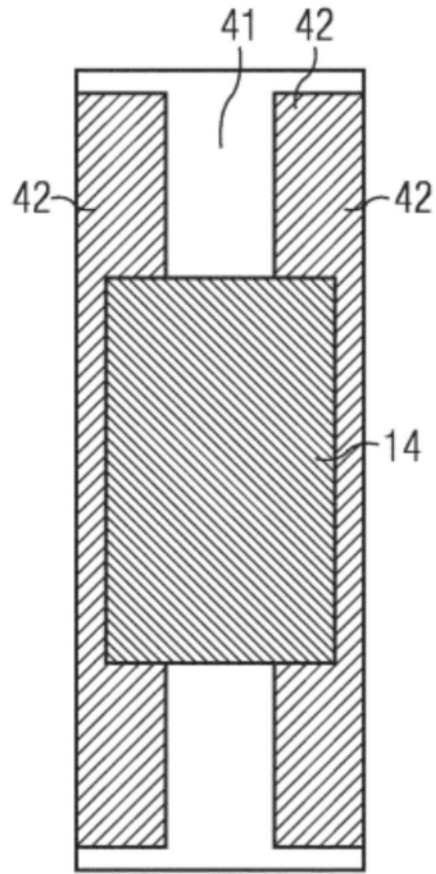


图9E